



한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

기후변화 대응을 위한 민간기업의 역할

기 간 2023년 6월 22일(목) ~ 6월 23일(금)

장 소 한국과학기술단체총연합회 ST CENTER

주 최 (사)한국기후변화학회
THE KOREAN SOCIETY OF CLIMATE CHANGE RESEARCH

후 원 국립기상과학원 국립농업과학원 국립산림과학원 국립재난안전연구원

KIER 한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

K water

PUYONG NATIONAL UNIVERSITY

UNIVERSITY OF SEOUL

YONSEI UNIVERSITY

APM Measuring the Environment
Since 1984
(주)에이피엠엔지니어링



(사)한국기후변화학회
THE KOREAN SOCIETY OF CLIMATE CHANGE RESEARCH

국립기상과학원

국민 안전 · 행복에 기여하는 기상과학연구와 정책지원



예보연구부

- 파랑, 폭풍해일, 황사 · 연무 예측기술 개발에 관한 연구
- 중규모 기상현상의 원리 이해 · 규명 및 예측성 향상 기술개발
- 기상관측차량 · 기상드론을 활용한 재해기상 목표관측 · 메커니즘 분석 연구
- 영향예보에 관한 연구

기후연구부

- 기후예측시스템 현업 운영 및 개선 연구
- 기후변화감시에 관한 연구
- 아시아 · 태평양경제협력체(APEC) 기후센터 운영

인공지능기상연구과

- 인공지능 기상예측 융합기술 개발
- 인공지능 예보지원 기술 개발
- 기상-시 데이터 자원제공 체계 구축

관측연구부

- 국가 기상관측기술 및 관측자료 표준화 연구
- 기상항공기 운영 및 관측자료를 이용한 위험기상현상 특성 규명
- 기상관측선의 공동활용으로 위험기상 선제적 감시 및 예 · 특보 지원

기상응용연구부

- 도시 · 항공기상 및 기상자원에 관한 연구
- 기상조절(인공강우, 안개저감) 실용화 기술 개발
- 생명 · 보건 · 농업기상에 관한 연구

기후변화예측연구팀

- 기후변화 정책 지원을 위한 시나리오 산출 및 분석 연구
- 탄소중립 사회 실현을 위한 기후변화예측 기술 개발 연구



책임운영기관

국립기상과학원

적극성 | 도전성 | 창의 | 고객상생

제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33

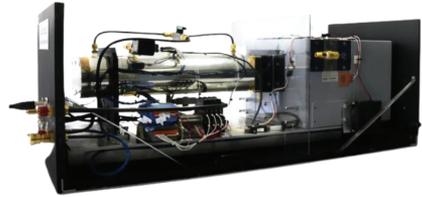
☎ 064-780-6500

www.nims.go.kr



CO2/CH4 Analyzer, N2O/CO Analyzer

실시간 CO2/CH4 및 N2O/CO 연속측정기
도심 내 온실가스 배출량 평가 및 온실가스 측정망 적용



Spectronus

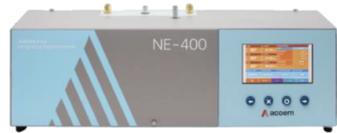
Trace Greenhouse Gas&Isotope Analyzer
N2O, CH4, CO, CO2 ($\delta^{13}C$ 및 $\delta^{18}O$ 포함) 실시간 동시 분석



MGA 10

Multicompound Gas Analyzer

온실가스 및 대기오염물질
실시간 동시 분석



Aurora NE-400 Polar

Nephelometer

미세먼지 입자에 의한 빛의 산란 계수 연속 자동 측정



CASS

Carbonaceous Aerosol Speciation System

TC, OC, EC, BC 연속 자동 측정



3938W89

Water-based Wide-range Ambient Monitoring Scanning Mobility Particle Sizer

대기 및 기후 연구
10~800nm 입경분포 측정



3321

Aerodynamic Particle Sizer

대기 및 실내 공기질 모니터링
0.5~20um 입경분포 측정



목 차

◆ 개회사	1
◆ 축 사	3
◆ 2023년 상반기 총회 식순	8
◆ 2023년 상반기학술대회 개요	9
◆ 전체 일정표	12
◆ 분야별 진행표	14
◆ 분야별 초록	
• 초청강연	59
• 구두 발표	65
• 포스터 발표	218
◆ 좌장 리스트	296
◆ 인명색인	299

|| 개 회 사 ||



한국기후변화학회 회원 및 학술대회 참가자 여러분 안녕하십니까?

우선 이 자리를 빌어 우리 학회의 창립부터 지금까지 헌신적인 노력을 기울여주신 전임 임원진 및 명예회장님들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 다양한 전문성을 가지고 본 학술대회에 참가하고 계신 모든 분들께도 감사의 말씀을 드립니다.

이제 세계는 코로나 위기를 차츰 벗어나고 있습니다. 지난 5월 5일 국제보건기구(WHO)는 이제 인류가 코로나19에 의학적으로 대응할 수 있게 됐다며 코로나19에 대한 비상체제의 해제를 선언했습니다. 하지만 현재의 기후변화 추이를 고려하면 멀지 않은 미래에 또 다른 팬데믹 위기가 닥친다 해도 전혀 이상하지 않습니다. 기후변화를 연구하는 우리 학회와 연관이 많은 중요한 문제라고 생각합니다.

이러한 팬데믹 위기와 더불어 현시점을 세계사의 패러다임이 바뀌는 중요한 시기이라고 많은 전문가들은 이야기하고 있습니다. 이러한 인식의 중심에 기후변화문제가 있습니다. 우리에게 주어진 얼마 남지 않은 시간을 효율적으로 사용하는 것이 인류의 생존과 연관된 매우 중요한 문제입니다.

이러한 문제의식 하에 이번 학술대회를 “기후변화 대응을 위한 민간기업의 역할”라는 주제로 개최하게 되었습니다. 이 학술대회를 통하여 우리 사회의 보다 빠른 변환을 촉진하는 많은 논의가 이루어지기를 바랍니다.

초청강연을 해주실 안윤기 포스코경영원 연구위원님, 임진 한국금융연구원 연구위원님께 학회를 대표하여 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 또한 축사를 해주실 이창훈 한국환경연구원장님, 유희동 기상청장님, 조홍식 기후환경대사님께도 감사드립니다.

기획세션에는 국립기상과학원, 한국환경연구원, 국립환경과학원, 국립산림과학원, 한국에너지기술연구원, 국립농업과학연구원, 서울시립대, 연세대, 부경대, K-water 등 많은 기관들이 참여해주고 계십니다. 지원과 참여에 감사드립니다. 또한 총회에서 수상하시는 분들께도 축하와 감사의 말씀을 전합니다. 그 외에도 학회의 발전에 기여하고 계신 모든 개인 및 단체에도 감사의 말씀을 올립니다.

기후위기 극복이라는 큰 책무에 응답하는 학회가 되기 위해서 여러분의 열정과 관심을 모아주시길 바랍니다.

감사합니다.

2023년 6월 22일

(사)한국기후변화학회 회장 **김 호**

|| 축사 ||



안녕하십니까. 기후환경대사 조홍식입니다.

현재 국제사회는 기후위기를 극복하기 위해 탄소중립을 내세우고 있습니다. 탄소중립 이외의 선택지를 상정할 수 없을 정도로 심각한 것이 기후위기이고 이제는 기후 비상사태라는 용어가 사용될 태세에 있습니다. 저는 지난 정부에서는 환경협력대사로, 이번 정부에서는 기후환경대사로 활동하고 있는데, 그동안 제가 느낀 것은, 국제사회와 그 성원인 각 국가가 기후위기를 극복하기 위해 마땅히 필요한 위기의식을 갖고 전방위적인 노력을 실질적으로 경주하고 있다는 것입니다. 각국은 강화된 탄소중립 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 제도를 정비하며, 기업들로 하여금 탄소중립 노력에 나서도록 적극적으로 독려하고 있습니다.

이번 한국기후변화학회 학술대회의 주제인 '기후변화 대응을 위한 민간기업의 역할'은, 유럽을 중심으로 논의되고 있는 탄소국경조정제도와 RE100, 기후변화 관련 재무정보공개(TCFD), 기업들의 환경책임 등을 담고 있기에, 저는 이번 학회에서 매우 시의적절하고 중요한 논의가 펼쳐질 것으로 기대됩니다.

민간기업은 기후변화 대응을 위한 기술혁신과 연구개발에 핵심적인 역할을 수행하고 있으며, 탄소중립 행동의 주체입니다. 또한 국제사회는 국제적인 친환경 기술 및 프로젝트에 대한 자금 지원, 탄소시장 거래, 기후변화에 노출된 기업의 위험 평가 등을 통해 기후변화 대응을 촉진하고 있습니다. 이번 학회에서는 민간기업이 기후위기 상황에서 경쟁력을 강화하고 사회적 책임을 다할 수 있는 해법이 논의될 것을 기대합니다.

내년, 즉 2024년은 파리협정에 따라 당사국들이 격년 투명성 보고서(Biennial Transparency Report, BTR)를 제출해야 하는 해입니다. 각 당사국은 이 보고서에서 국가의 온실가스 배출 및 감축 조치, 재무 및 기술 지원 등과 관련된 정보를 정확하고 투명하게 담아내야 합니다. 우리나라도 다른 당사국이 우리의 파리협정 이행 과정을 이해할 수 있도록 보고서를 작성해야 하는데, 이 과정에서 한국기후변화학회의 노력이 필요할 것으로 사료됩니다.

특히, 이번 학술대회에서는 기후변화 과학, 온실가스 모니터링, 기후변화 적응, 기후기술 개발, 국제협력, 시민참여 등 다양한 세부 주제가 다뤄질 것으로 보이는데, 이 모든 주제가 BTR 보고서 작성에 큰 도움이 되리라 기대합니다.

한국기후변화학회가 지난 10여 년간 기후위기의 심각성을 논의하고, 대응책 모색에 많은 역할을 해 오신 것에 대해서 깊이 감사드리며, 앞으로도 우리나라의 기후위기 대응에 중추적 역할을 해주실 것을 기대합니다.

감사합니다.

2023년 6월 22일

기후환경대사 **조 흥 식**

|| 축 사 ||



여러분 안녕하십니까, 기상청장 유희동입니다.

한국기후변화학회 2023년 상반기학술대회 개최를 진심으로 축하드리며, 기후변화 전반을 아우르는 의미있는 학문의 장을 마련해주신 김호 학회장님과 회원 여러분들께도 감사드립니다.

올해 3월에 발표된 IPCC 6차평가보고서의 종합보고서에 따르면 인류의 활동은 이제 지구 전체의 생존과 직결되는 기후위기 상황으로 이어지고 있음이 명백합니다. 지속적인 온실가스 배출로 인해 전지구 지표온도는 산업화 이전 대비 1.1℃ 정도 상승되었으며 이로 인한 극한기후현상은 이미 전지구적으로 우리에게 영향을 주고 있습니다. 또한 IPCC 뿐만 아니라 세계기상기구에서 발간하는 기후동향 보고서 등 많은 과학적 결과들은 지속되고 있는 온실가스의 배출 때문에 파리협약의 목표인 1.5℃ 온난화에 도달하는 시간이 멀지 않았음을 경고하며 따라서 금번 10년 동안의 대응이 매우 중요함을 이야기하고 있습니다.

급변하고 있는 기후변화는 농업부터 관광업까지, 인프라 시설부터 보건에 이르기까지 우리 사회·경제 거의 모든 분야에 영향을 미치고 있으며, 전략적 자원인 물, 식량, 에너지도 기후변화의 영향을 받습니다. 기후변화는 지속가능한 발전을 저하시킬 뿐만 아니라 심지어는 인간과 자연의 생존을 위협하여 기후위기 문제 해결을 위해 지금 당장 결단력을 가지고 행동하지 않는다면 그 대가는 더욱 커질 것임이 분명합니다.

따라서 온실가스의 감축, 특히 탄소중립을 향한 종합적 의지로서 제정된 “기후위기 대응을 위한 탄소중립녹색성장 기본법”은 작금의 기후위기 상황을 뒤돌아보고 미래의 기후를 안정화하기 위한 국가 차원의 노력을 총집결할 수 있는 근간이 되었다고 생각합니다. 이러한 법적 근거를 기반으로 중앙정부와 지자체 뿐만 아니라 국민과 기업이 기후위기로부터 벗어나 지속가능한 발전을 위해 나아가기 위한 실효성있는 대응책을 마련하고 이행해 나아가야 할 것이며, 이러한 시기에 이번 학술대회의 주제인 “기후변화 대응을 위한 민간기업의 역할”은 참으로 시의적절하다고 할 수 있겠습니다.

올해 기상청의 정책목표는 “위험기상과 기후위기로부터 안전한 국민, 든든한 국가”입니다. 즉, 변화하는 기후 상황에서 점차 그 빈도와 강도가 심해져가는 위험기상에 적극 대응하기 위해 방재 대응 기상기후정보를 상세·신속하게 제공하고자 하며, 과학적 근거에 충실한 한반도의 기후위기 감시·예측 기술을 강화하여 신뢰도 높은 정보 생산을 통한 세계 최고 수준의 기

후변화 대응 기반을 마련할 것입니다. 이러한 활동을 통해 기상청은 국가의 지속가능한 발전을 이행하고 지원하는 기관으로서 선도적인 기후변화 과학 연구를 주도해 나갈 것입니다.

한국기후변화학회는 2009년 창립된 이래 학술대회 개최 및 세미나, 포럼 등 다양한 활동을 통해 기후변화 과학과 적응, 에너지, 온실가스 감축 및 정책, 교육에 이르기까지 다양한 학술 분야에서 연구·개발되어 온 성과들에 기반하여 국내·외적 환경 변화에 맞는 시의적절한 토의의 장을 이어나갔다고 생각합니다. 금번 정기 학술대회를 통해, 학회의 다양한 논의와 토론이 사회와의 공유와 적용을 통한 실천적 행동으로 이어져 기후위기를 경감시키고 지속가능한 발전을 촉진시키는 촉매제가 되기를 강력히 희망합니다.

다시 한번 2023년 상반기학술대회 개최를 축하드리며, 금번 학술대회의 성공적인 개최를 위하여 애쓰신 김호 학회장님을 비롯한 학회 임원분들과 관계자 여러분의 노고에 감사드립니다.

감사합니다.

2023년 6월 22일

기상청장 유 희 동

|| 축 사 ||



안녕하세요.

한국환경연구원 원장 이창훈입니다.

우리나라를 대표하는 기후변화 연구자 모임인 한국기후변화학회가 주관하는 2023년도 상반기학술대회 개최를 진심으로 축하드립니다. KEI가 3개의 기획세션을 주관하고 있어 저희에게도 매우 의미있는 학술행사입니다, 김호 학회장님을 비롯하여, 소중한 학술대회를 준비해 주신 임원진 및 실무진 여러분께 감사의 말씀 드립니다. 기후변화의 과학과 정책의 모든 영역을 포괄하는 이번 학술대회에서 중요한 연구결과를 발표하고 토론해 주시는 연구자 여러분들께도 진심으로 감사드립니다.

기후변화의 심각성과 기후연구의 중요성에 대해서 제가 첨언드리는 것은 여기 계신 전문가들에 대한 예의가 아니라 생각됩니다. 다만 이번 학술대회의 주제인 “기후변화 대응을 위한 민간기업의 역할”에 대해서 제 생각을 간단하게만 말씀드리고 싶습니다. 통상 기후변화 대응은 감축과 적응을 의미합니다. 감축 활동의 효과는 기업의 내부에 국한되지 않고, 전지구적으로 나타나기 때문에 자발적인 감축유인이 낮습니다. 반면 적응은 투자의 효과가 내부적이지만, 그 실질적 효과는 먼 미래에 발생하기 때문에, 단기적 관점에서는 적응에 대한 적절한 투자가 이루어지기 어렵습니다.

따라서 정부의 역할은 결국 민간기업들이 감축과 적응에 적극적으로 나설 수 있도록 유인책을 마련하는데 있습니다. 감축의 경우 배출권거래제와 같은 제도와 보조금정책이 효과적이고, 적응은 다양한 적응수단에 대한 정보제공과 투자지원제도가 필요합니다. 다만 이러한 역할을 정부만 담당할 필요는 없습니다. 시장도 이러한 역할을 수행할 수 있습니다. ESG의 열풍은 다양한 차원이 있겠지만, 정부에서 시장으로, 규제 패러다임의 전환도 중요한 요소입니다. 이번 학회를 통해 민간기업이 기후변화 대응에 전면적으로 나설 수 있게 만드는 정부와 시장의 역할에 대한 생산적인 논의가 이루어지길 기대합니다.

감사합니다.

2023년 6월 22일

한국환경연구원장 **이 창 훈**

총 회 식 순

사회 : 박 찬 총무이사

- 개회선언
- 국민의례
- 개회사 김 호 한국기후변화학회장
- 축 사 조홍식 기후환경대사
 유희동 기상청장
 이창훈 한국환경연구원장
- 시상식
 - I. 공로상
 - II. 저술상
 - III. 우수논문상
 - IV. 발표논문상
- 기념촬영 주요 내빈 및 수상자
- 주요 업무 및 결산보고
- 토의 안건 및 의결
- 폐회선언

2023년 상반기학술대회 개요

1. 일정 및 장소

- 기간 : 2023년 6월 22일(목) ~ 6월 23일(금)
- 장소 : 한국과학기술단체총연합회 ST CENTER

2. 총 회

- 주요 업무 보고
- 토의 안건 및 심의

3. 논문 발표

■ 구두 발표 :

구두 발표시간은 15분이 원칙이며, 모든 구두 발표회장에는 빔 프로젝터가 설치되어 있습니다. 또한 당일 발표 자료는 *.ppt 버전으로(*.pptx는 불가할 수 있음) USB에 담아 오시기 바랍니다.

■ 포스터 발표 :

포스터 보드의 크기는 약 90cm×110cm(가로×세로)이며, 제목, 성명 및 내용을 이 크기에 맞도록 준비해 주십시오. 포스터는 발표시간 최소 30분 전에 설치하여야 하며, 발표일 오후 4시 이후 제거하여야 합니다. 포스터 발표자는 반드시 포스터 발표시간에 대기하여 질문과 토의에 응하여야 합니다.

4. 회비 및 참가비 납부

총회 및 학술대회의 참가자께서는 당일 접수처에서 회비 및 참가비를 납부하여 주십시오(신용카드 결제 가능).

구분		선등록비	현장등록비
회원	정회원(일반)	150,000원	180,000원
	정회원(대학원생)	100,000원	130,000원
비회원		170,000원	200,000원

*준회원(일반인 및 대학생 회원)은 정회원(대학원생)에 준함.

5. 시상식

- 기후변화에 대한 국민들의 인식을 제고하고 학계간 가교역할 및 학회 발전에 기여한 공로를 인정하여 공로상을 수여합니다.
- 기후변화 분야의 저술활동을 통해 학회 발전에 기여한 연구자를 선정하여 저술상 시상 및 상패를 수여합니다.
- 한국기후변화학회지에 논문을 게재한 회원 중 심사를 통하여 (최)우수논문상을 시상합니다.
- 2022 하반기학술대회 발표논문을 대상으로 최우수발표논문상 및 최우수포스터발표상을 수여합니다.

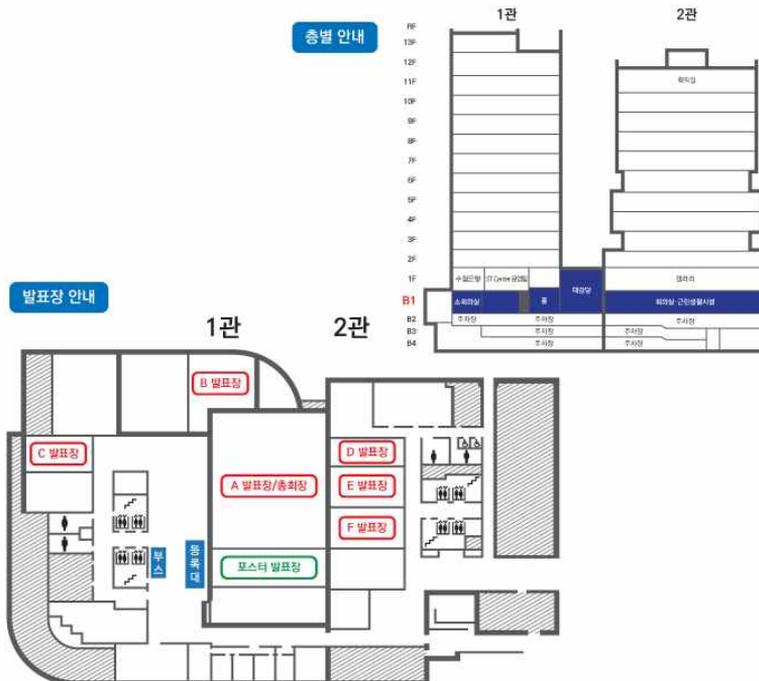
심사는 한국기후변화학회 정관에 의거하여 학회에서 선정한 심사위원이 맡습니다.

6. 점심식사

- 점심
 - 2관 지하1층 동경전통육개장
 - 2관 지하2층 담소반더키친/김사부아구찜/대동천
- 만찬 : 대회의실

7. 행사장 안내

- 한국과학기술단체총연합회 ST CENTER 지하 1층
서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 635-4) 한국과학기술회관 1관 지하 1층
- 발표장 안내



■ 오시는 길



- 지하철을 이용하실 경우
2호선, 신분당선 : 강남역 하차, 12번 출구 국기원 방향
- 버스를 이용하실 경우
강남역 주변 버스정류장 하차

■ 주차안내

1. 개최장소의 주차공간 협소 및 주차대수 부족으로 대중교통을 이용해 주시기를 부탁드립니다.
2. 행사일 2시간 무료권 제공(QR코드, 등록대), 이후 시간당 3,000원 (사전계산대 이용 및 출차시 결제)
3. 종일권 : 20,000원
4. 주차비 개별 결제

전체 일정표

2023년 6월 22일(목) ~ 6월 23일(금) 한국과학기술단체총연합회 ST CENTER

6월 22일 (목)

장소	A발표장 대회의실	B발표장 중회의실4	C발표장 소회의실1	D발표장 소회의실3	E발표장 중회의실7	F발표장 중회의실6
08:00	등록					
09:00	기후변화 과학 (I) 09:00~10:30	기후변화 적응 (I) 09:00~10:00	〈기획세션〉 국립기상과학원 (기후변화 영향정보) 09:00~11:00	〈기획세션〉 한국에너지 기술연구원 국가기후기술 정책센터 09:00~11:00	〈기획세션〉 국립기상과학원 (온실가스) 09:00~12:00	기후변화 정책 09:00~11:00
10:00						
10:30	기후변화 과학 (II) 10:30~12:30	〈기획세션〉 국립환경과학원 국가기후위기 적응센터 1부 10:30~12:30	기후변화 적응 (II) 11:00~12:30	〈기획세션〉 K-water 11:00~12:30		
11:00						
11:30						
12:00	오찬 12:30~13:30					
12:30	오찬 12:30~13:30					
13:00	오찬 12:30~13:30					
13:30	〈기획세션〉 한국환경연구원 (통합영향평가) 13:30~15:30	포스터세션 13:30~14:30	(중회의실1)		포스터세션 13:30~14:30	
14:00			〈기획세션〉 국립환경과학원 국가기후위기 적응센터 2부 14:30~16:30	〈기획세션〉 한국환경연구원 (탄소중립도시) 14:00~16:30	〈기획세션〉 국립기상과학원 (탄소중립) 14:30~16:30	〈기획세션〉 부경대 (경제사회연구소) SSK 사업단 14:30~16:30
14:30						
15:00						
15:30						
16:00	초청강연 (대회의실)					
16:30	초청강연 (대회의실)					
17:20	총회 (대회의실)					
18:00	만찬 (대회의실)					

6월 23일 (금)

6월 23일 (금)					
장소	B발표장 중회의실4	C발표장 소회의실1	D발표장 소회의실3	E발표장 중회의실7	F발표장 중회의실6
09:30	등 록				
10:00	기후변화 과학 (III) 10:00~11:00	기후변화 에너지 / 온실가스 감축 / 온실가스 인벤토리 / 기후변화 거버넌스 10:00~12:30	〈기획세션〉 국립농업과학원 10:00~12:00	〈기획세션〉 한국환경연구원 (습지와 탄소중립) 10:00~12:30	〈기획세션〉 서울시립대-연세대 10:00~12:00
11:00	X		X	X	X
11:30	X	X	X	X	X
12:00	X	X	X	X	X
12:30	X	X	X	X	X
13:00 ~ 15:00	X	X	〈기획세션〉 국립산림과학원- KSCC 국제특별위원회 13:00~15:00	X	X

- ▶ 포스터는 발표 시간 최소 30분 전에 해당 발표번호에 부착 (압정 및 테이프 비치, 포스터 규격 90cm X 110cm)
- ▶ 포스터 발표 및 심사를 위하여 발표자는 반드시 해당 발표번호 앞에 대기하며, **발표자는 발표일 “오후 4시” 이후 제거**
- ▶ 프로그램은 변경될 수 있으므로, **최종 일정표 및 발표순서**를 학회 홈페이지에서 **반드시** 확인해 주시기 바랍니다.



분야별 진행표

초청강연 15

구두 발표 16

포스터 발표 46

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회 분야별 진행표 - 초청강연

▶ 2023년 6월 22일(목)

초청강연

A 발표장 (대회의실)

초청강연 (16:30~17:20)

좌장 : 변영화 (국립기상과학원)

초청강연 I 포스코 지속가능경쟁력 제고 방안

안윤기

포스코경영연구원

초청강연 II 기후변화와 에너지 위기에 대응한 한국의 도전과제

임진

한국금융연구원

前 대한상공회의소 SGI 연구원장

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회 분야별 진행표 - 구두 발표

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

A 발표장 (대회의실)

기후변화 과학 I (09:00~10:30)

좌장 : 백승목 (연세대학교)

- A-01 **Understanding extratropical Eurasian climate change based on spatial climate analogs**
Seungmok Paik¹, Soon-Il An^{1,2}, Andrew D. King³
¹Yonsei University, Irreversible Climate Change Research Center,
²Yonsei University, Department of Atmospheric Sciences,
³University of Melbourne, School of Geography, Earth and Atmospheric Sciences
- A-02 **탄소중립 시나리오에서 모의된 북반구 대기 온도의 서로 다른 반응의 기작 연구**
이용한, 예상욱
한양대학교 해양융합과학과
- A-03 **근 미래 기후 강제력 (Near-Term Climate Forcers, NTCFs)이 동아시아 미래 기후 특성에 미치는 영향 분석**
전준구, 예상욱
한양대학교 해양융합과학과
- A-04 **CMIP6 지구시스템 모델에서 동아시아 이산화탄소 농도 차이에 따른 식생의 반응 이해**
박희정, 예상욱
한양대학교 해양융합과학과
- A-05 **Clarifying Jet Variability of the East Asian Heatwave Using Self-Organizing Map**
Hyerin Kim¹, Seungseok Lee², Kiwook Kim², Hyeon Kim²
¹UNIST Graduate school of Carbon Neutrality,
²UNIST Urban and environmental engineering

A-06 지구온난화에 의한 해수면 온도 상승이 2020년 극단적인 동아시아 여름 몬순에 미치는 영향

문태호, 차동현

울산과학기술원 도시환경공학과

- A-07 **봄철 동아시아 고농도 이산화탄소 변동성 이해**
예상욱, 신민석
한양대학교 해양융합과학과
- A-08 **기후재난 발생의 장기 추세와 변동 특성**
김백조, 이조한, 현유경, 부경은
국립기상과학원 기후연구부
- A-09 **동아시아 산불 경년 변동성의 수십년 주기 변화와 북극 진동과의 역학적 이해**
김기욱, 이승석, 이명인
도시환경공학과, 울산과학기술원
- A-10 **CORDEX-East Asia Phase 2 다중 지역기후모형을 이용한 21세기 말 동아시아 극심한 폭염 전망**
김영현¹, 차동현¹, 안중배²
¹울산과학기술원, 도시환경공학부, ²부산대학교 대기환경과학과
- A-11 **SSP 시나리오 기반 CORDEX-East Asia 다중 지역기후모델의 상륙 태풍 모의 분석**
김은지¹, 김태형¹, 문태호¹, 신석우¹, 이민규², 차동현¹, 장은철³, 안중배⁴, 민승기², 김진욱⁵, 변영화⁵
¹울산과학기술원 도시환경공학과, ²포항공과대학교 환경공학부, ³공주대학교 대기과학과, ⁴부산대학교 대기환경과학과, ⁵국립기상과학원 기후변화예측연구팀
- A-12 **CMIP6 GCM 앙상블 자료를 활용한 AR 미래전망**
김태준, 김진원, 김진욱, 변영화
국립기상과학원 기후변화예측연구팀
- A-13 **동아시아 지표 온도의 2°C 상승과 내부변동성의 역할**
오새윤, 예상욱, 박인홍
한양대학교 해양융합과학과

A-14 태양 및 환경장파복사조도 원격탐사 관측을 통한
 평균복사온도 추정

윤동현¹, 이명진², 조영일²

¹서울대학교 미래혁신연구원,

²한국환경연구원 환경계획연구실

기후변화 적응을 위한 의사결정형 통합 영향평가 플랫폼 기반 구축 및 활용기술 개발

A-15 SSP 기상 시나리오를 활용한 머신러닝 기반 국내 산불 위험 예측

노민우¹, 이수종¹, 홍민아², 이우균^{1,†}

¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스 연구원

A-16 생태계 부문 기후변화 적응전략 및 적응옵션 분석

김수경¹, 서창완², 황예린¹, 이은서², 박찬³

¹서울시립대학교 일반대학원 조경학과, ²국립생태원 생태평가연구소,

³서울시립대학교 도시과학대학 조경학과

A-17 기후변화 영향분석을 위한 물수급 평가체계 마련 연구

류경식¹, 이상진¹, 오지환²

¹한국수자원공사 K-water연구원, ²한국수자원공사 물관리기획처

A-18 Forecasting electrical energy demand

- The case in South Korea

Yoojin Shin¹, Heeyeun Yoon²

¹Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering,

²Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering

College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

A-19 기후변화 적응 정책의 기후변화 리스크 저감 효과 진단 방법론 마련

- 물관리 부문을 중심으로 -

박송미, 송영일, 박진한, 김아라, 이은비, 박주현

한국환경연구원

A-20 기후적합도 모형의 작물 모수 추정을 위한 병렬처리 기능 구현

현신우¹, 현승민², 김광수^{1,2,3}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 식물생산과학부,

³서울대학교 농업생명과학연구원

A-21 **기후변화와 금강 유역의 물환경**

김재영¹, 서동일²

¹충남대학교 환경·생물시스템연구소, ²충남대학교 환경공학과

토론

윤현철

한국은행

토론

김용성

SK하이닉스

토론

조용덕

K-water

토론

전종안

APEC기후센터

▶ 2023년 6월 22일(목)

한국환경연구원 포스터발표

중회의실 1

[기획세션] 한국환경연구원 포스터발표 (13:30~14:30)

PA-01 **Estimating the effects of climate change on the beach tourism in South Korea**

Seungjoo Baek¹, Heeyeun Yoon²

¹Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University,

²Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering

College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

- B-01 도시 거리 공간 유형에 따른 열 환경 완화를 위한 녹화 전략**
김나연¹, 윤석환², 김은섭², 이동근³
¹서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 생태조경학전공,
²서울대학교 협동과정 조경학, ³서울대학교 조경·지역시스템공학부
- B-02 서울시 소재 제로웨이스트샵 특징 및 역할**
- 창업주 심층면접을 중심으로 -
나성은
고려대학교 생명환경과학대학원 기후환경학과
- B-03 인천광역시 지방 기후위기 적응대책을 위한 기후변화 취약대상 공간적 상세화 및 정책적 활용방안**
류지은, 부찬중, 조경두
인천연구원 탄소중립연구·지원센터
- B-04 기후탄력성 향상을 위한 도시홍수 대응방안**
Namuun Tuvshinjargal¹, 정혜인², 이정아¹, 전성우¹
¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구원

[기획세션] 국립환경과학원 국가기후위기적응센터 1부 (10:30~12:30)

사회 : 진형아 (국립환경과학원)

좌장 : 조경두 (인천탄소중립연구·지원센터)

📍 국가 기후위기 적응연구 협의체 23년 상반기 적응연구 포럼

- B-05 국가 기후위기적응정보분류체계 구축 및 활용 방안**
오윤영[†], 진형아, 임철수, 김성미, 김지연, 여소영, 홍정기, 노순아,
성미애, 서도현, 백지원
국립환경과학원 지구환경연구과 국가기후위기적응센터(NACCC)
- B-06 기상청 기후변화 감시·예측 및 서비스 현황**
정주용[†], 변영화
국립기상과학원 기후변화예측연구팀
- B-07 농업분야(농업환경·생태) 기후변화 실태조사 및 영향·취약성 평가**
안난희^{1,†}, 최순균¹, 김명현², 어진우¹, 엽소진¹, 전상민¹
¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²농촌진흥청 연구운영과
- B-08 산림분야의 기후변화 적응 정보 산출 현황 및 정보 활용도 제고를 위한 고찰**
박고은[†], 최원일, 김은숙, 양희문
국립산림과학원 산림생태연구과
- B-09 수산분야 기후변화 적응 정보 생산 및 활용**
한인성[†], 정래홍, 이준수
국립수산과학원 기후변화연구과
- B-10 해양분야 적응정보 구축현황 및 적응대책 활용도 제고 방안**
서광호[†], 오현주, 이화영
국립해양조사원 해양과학조사연구실
- B-11 생태계 분야 기후대응 통합관리체계 구축 방안**
옥기영[†], 원호연, 홍승범, 이효혜미, 박은진
국립생태원 기후생태연구실

- B-12 **농업·농촌분야 기후위기 대응 추진전략**
 송석호
 한국농어촌공사 미래전략실
- B-13 **기후변화 건강영향의 특징과 정보 구축 제고 방안**
 채수미[†], 신지영
 한국보건사회연구원 미래질병대응연구센터
- B-14 **물관리 분야 적응정보 구축현황 및 향후 발전방향**
 장현우[†], 한지현, 박진기
 한국수자원공사

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

B 발표장 (중회의실 4)

[기획세션] 국립환경과학원 국가기후위기적응센터 2부 (14:30~16:30)

좌장 : 조경두 (인천탄소중립연구·지원센터)

📦 국가 기후위기 적응연구 협의체 23년 상반기 적응연구 포럼

토론

정희철

한국환경연구원

토론

홍진균

연세대학교

토론

이경훈

부경대학교

토론

이주현

중부대학교

토론

정수종

서울대학교

토론

이우균

고려대학교

토론

박은진

국립생태원

기후변화 영향정보 산출 및 분석

C-01 신기후값에 기반한 한반도 기후 및 기후변화 특성평가와 영향분석 연구

최영은¹, 민숙주², 허인혜², 최홍준², 김정용², 이도영¹, 이태민¹,
김소정¹, 정현서¹, 박금보라¹
¹건국대학교 지리학과, ²건국대학교 기후연구소

C-02 AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 보건정보 산출 및 분석:
한반도 상세지역별 극한 열스트레스 발생특성 전망

민승기¹, 김유진¹, 김연희¹, 임은순²
¹포항공과대학교 환경공학부, ²홍콩과학기술대학교 토목환경공학과

C-03 AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 방재정보 산출 및 분석

차동현, 박창용, Ana Juzbasic, 신석우
울산과학기술원 도시환경공학과

C-04 Amplification of the discrepancy between simplified and
physics-based WBGT in a warmer climate

임은순¹, 민승기², 김연희²
¹홍콩과학기술대학교 토목환경공학과,
²포항공과대학교 환경공학부

- C-05 **기후변화 적응을 위한 도시 기후 탄력성에 초점을 맞춘
다목적 의사결정에 대한 연구**
남예경¹, 이동근²
¹서울대학교 환경대학원 협동과정조경학, ²서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부
- C-06 **기후변화 적응을 위한 리질리언스 진단 프레임워크 구축**
송기환¹, 김민¹, 이정아², 전진형²
¹고려대학교 오정리질리언스연구원, ²고려대학교 환경생태공학부
- C-07 **위성영상 기반 식생지수를 활용한 산불피해 복원 방법별 효과 분석 연구**
김인화¹, 정혜인², 전성우¹
¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구소
- C-08 **장기 관측자료를 이용한 봄철 꽃가루농도 전망기술**
김규량¹, 한영종¹, 한매자¹, 오재원², 이용희¹
¹국립기상과학원 기상응용연구부, ²한양대학교 의과대학 소아청소년과
- C-09 **유전알고리즘을 이용한 최적의 도로설계 :
생물다양성 및 토양 유실을 우선 고려하여**
김신우¹, 박정강², 이동근³
¹서울대학교 협동과정 조경학, ²북경대학교 자연지리학과, ³서울대학교 조경·지역시스템공학부

☐ 탄소중립도시와 환경계획

C-10 드론을 활용한 도시지역 열섬 저감 기술의 공간 밀도 유형 별 효과 분석

조영일, 이명진

한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

C-11 정주지 탄소흡수원 식재 의사결정지원시스템 개발

김근한

한국환경연구원 물국토연구본부

C-12 독일 토지소비 정책-“30ha 목표” 추진 현황

이지영

한국환경연구원 환경계획연구실

C-13 거주자 탄소발자국 기반 탄소중립도시 공간계획 연구

김태현

한국환경연구원 환경계획연구실

C-14 지역단위 탄소중립 이행 전략

송지윤, 박창석

한국환경연구원 환경계획연구실

C-15 한국형 탄소중립도시의 개념과 공간계획방향

윤은주

국토연구원 국토환경·자원연구본부

토론

김정곤

도시환경연구소

토론

이제승

서울대학교

토론

이건원

고려대학교

토론

권정주

K-water

[기획세션] 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터 (09:00~11:00)

좌장 : 박민희 (한국에너지기술연구원)

📁 기후변화 적응 기술개발 지표발굴

- D-01 제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획의 수립과 적응 기술개발 지표의 필요성
박민희, 조준목, 배치혜, 서정윤, 강주현, 김혜진
한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터
- D-02 도시 기후탄력성 확보기술 평가 및 진단 지표 개발
정휘철, 임영신
한국환경연구원 국가기후위기적응센터
- D-03 기후변화 적응을 위한 지속가능 물순환 체계 및 평가지표 구축 방안
홍석원, 이호준
한국과학기술연구원 물자원순환연구단
- D-04 탄소중립도시 계획시 활용 가능한 기후적응기술 지표 개발
이은석
건축공간연구원 지속가능공간본부
- D-05 기후변화 적응 기술 평가 지표 산정을 위한 대기모델링 기술 제언
홍진균, 이주엽
연세대학교 대기과학과 미기상학연구실

글로벌 기후변화에 대응하는 국제협력의 역할

개회사

조용덕

K-water

D-06 글로벌 기후위기에 대응하는 한국의 역할

송영일

한국환경연구원 국가기후위기연구센터 선임위원

D-07 GTI를 활용한 개발도상국 탄소감축 실현

강동균

K-water 글로벌협력처 차장(GTI 사무국장)

D-08 신재생에너지 글로벌 동향 및 개발도상국에 대한 신재생에너지 적용 방향성에 관한 연구

장재영, 이승철, 김미란

에이티알(주)

토론

박기영

K-water

토론

이서현

환경부

토론

조재필

유역통합관리연구원

토론

안정규

인천대학교

탄소중립 기후변화 메커니즘 및 온실가스 영향탐지 진단기술

**D-09 탄소중립 시나리오에서 여름철 동아시아/한반도 폭염과 연관된
원격상관 패턴 모드의 중요도 변화**

김맹기¹, 오지선¹, 변영화², 성현민²

¹공주대학교 대기과학과, ²국립기상과학원 기후변화예측연구팀

D-10 CMIP6 모델을 활용한 중위도 지역 겨울철 날씨 변동성 연구

이상우, 박효석

한양대학교 해양융합학과

D-11 탄소중립전략에 따른 한반도 영향 태풍활동 변화 분석

박두선^{1,2}, 허정화², 주진희³

¹경북대학교 지구과학교육과, ²경북대학교 대기원격탐사연구소,

³경북대학교 천문대기과학과

D-12 탄소중립시점에 따른 동아시아 극한강수지수 가역성 평가

이민욱¹, 박종연^{1,2}, 김한경², 박지숙¹, 전우진¹

¹전북대학교 환경에너지융합학과, ²전북대학교 지구환경과학과

D-13 이상기후 현상의 인위적 영향 탐지 및 진단기술 개발

김연희¹, 민승기¹, 김대현², 변영화³, 성현민³

¹포항공과대학교 환경공학부, ²워싱턴주 주립대학교 대기과학과,

³국립기상과학원 기후변화예측연구팀

온실가스 측정 및 기원추적기술

- E-01** **극저온 농축기 기반 할로겐화 온실가스 연속측정 기술**
권도현¹, 임정식^{1,2}, 주상원³
¹한국표준과학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³국립기상과학원

- E-02** **Top-down 동아시아 온실가스 배출정보 산출**
심창섭¹, 서정빈¹, 문준기²
¹한국환경연구원, ²부산대학교 환경공학과

- E-03** **Characteristics of STILT footprints driven by KIM and WRF simulated meteorological fields, and designing GHGs observations networks over Korea**
Samuel Takele Kenea¹, Sangwon Joo¹, Shanlan Li¹, Haeyoung Lee^{1,2}, Miloslav Belorid³, Lev, D. Labzovskii⁴, Sanghun Park⁵
¹Climate Research Department, National Institute of Meteorological Sciences, ²National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd (NIWA), ³Application Research Department, National Institute of Meteorological Sciences, ⁴R&D Satellite and Observations Group, Royal Netherlands Meteorological Institute, ⁵Laboratory for Atmospheric Modeling Research, Yonsei University

- E-04** **온실가스 동위원소비 연속관측을 위한 측정기술 개발**
임정식^{1,2}, 이정순^{1,2}, 주상원³, 이해영³
¹한국표준과학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³국립기상과학원

- E-05** **WRF-Chem/DART 및 온실가스 관측자료를 활용한 하향식 온실가스 배출량 산출 시스템 개발 현황**
권도윤¹, 구본훈¹, 이주엽¹, 김정원¹, 조성수¹, 홍진규¹, Eri Saikawa², Alexander Avramov², 심창섭³, 이해영⁴, 주상원⁴
¹연세대학교 대기과학과, ²Emory University, ³한국환경연구원, ⁴국립기상과학원

- E-06** **모바일 적외선 분광간섭계를 이용한 온실가스 측정**
이정순¹, 트리스나¹, 주상원², 김수민², 오영석²
¹한국표준과학연구원 온실가스표준팀, ²국립기상과학원 기후연구부

- E-07 모바일 센서 관측 자료를 이용한 온실가스 산출 및 정확도 분석**
강민아¹, 안명환¹, 강민주¹, 김상우², 오영석³
¹이화여자대학교 기후·에너지시스템공학과 ²서울대학교 지구환경과학부,
³국립기상과학원 기후연구부 지구대기감시팀
- E-08 지상원격관측(FTS, M-FTS, Sensor)의 온실가스 농도 특성 분석**
오영석¹, 주상원¹, 신수련², 이창기³, 정현영⁴, 윤창훈⁵, 함명관⁶,
안명환⁷, 강민아⁷, 김상우⁸, 김만해⁸, 사무엘¹, 이수정¹, 이선란¹,
이병일⁹, 김윤재⁹, 김수민¹, 부경운¹
¹국립기상과학원, ²하버드대학교, ³한국생산기술연구원, ⁴경상국립대학교,
⁵전남대학교, ⁶인하대학교, ⁷이화여자대학교, ⁸서울대학교, ⁹국가위성센터
- E-09 온실가스 전량농도 지상관측을 위한 광전센서 개발**
이창기¹, 윤창훈², 정현영³, 함명관⁴, 신수련⁵, 오영석⁶, 변정환⁷,
주상원⁶, 안명환⁸, 김상우⁹, 김수민⁶, 부경운⁶
¹한국생산기술연구원, ²전남대학교, ³경상국립대학교, ⁴인하대학교, ⁵하버드대학교,
⁶국립기상과학원, ⁷(주)온메이커스, ⁸이화여자대학교, ⁹서울대학교
- E-10 저비용, 온실가스 관측 시스템 구축을 위한 그래핀 센서**
정현영¹, 이창기², 윤창훈³, 함명관⁴, 신수련⁵, 오영석⁶, 변정환⁷,
주상원⁶, 안명환⁸, 김상우⁹, 김수민⁶, 부경운⁶
¹경상국립대학교 에너지공학과, ²한국생산기술연구원, ³전남대학교, ⁴인하대학교,
⁵하버드대학교, ⁶국립기상과학원, ⁷(주)온메이커스, ⁸이화여자대학교, ⁹서울대학교
- E-11 서울 도심 고층타워 온실가스 연속 관측 및 분석**
이수정¹, 이선란¹, 신대근¹, 오영석¹, 주상원¹, Samuel Takele Kenea¹,
김수민¹, 부경운¹, 권도윤², 홍진규², 류인철³, 이호찬³, 박대일⁴, 김재현⁴
¹국립기상과학원 기후연구부, ²연세대학교 대기과학과,
³서울시보건환경연구원 대기질통합분석센터 기후대기팀,
⁴롯데물산 물기술팀
- E-12 Latitudinal distribution and sources analysis of greenhouse gases and air pollutants observed during the 2021 Yellow Sea Air Quality campaign aboard a research vessel**
Shanlan Li, Daegeun Shin, Samuel Takele Kenea, Sumin Kim,
Hee-Jung Yoo, Sangwon Joo, Haeyoung Lee, Sangmin Oh,
Min Jae Jeong, Wonick Seo, Miyoung Ko, Soo Jeong Lee,
Young-Suk Oh, Kyong-On Boo
Climate Research Department, National Institute of Meteorological Sciences

📁 저탄소 경제로의 전환과 전환 위험 관리

E-13 **극단적인 기온 현상이 오프라인 매출에 미치는 영향**

윤종현¹, 엄지웅², Yuyu Zhou³

¹서울시립대학교 도시공학과, ²KAIST 경영공학부,

³Department of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University

E-14 **국내 도로교통부문의 저탄소화 정책효과 분석**

임형우, 김용건, 이정은

한국환경연구원 기후대기연구본부

E-15 **실물경기변동모형을 이용한 탄소세 파급효과 분석:
탄소배당과 보조금 효과를 중심으로**

정인섭¹, 이지웅²

¹부경대학교 경제사회연구소, ²부경대학교 경제학부

E-16 **에너지전환 비용의 평가: 수송 및 전력 부문을 중심으로**

김재엽¹, 이태익¹, 진태영¹, 김도원^{2,†}

¹에너지경제연구원, ²부산대학교

E-17 **Optimal Carbon Contracts for Differences: A Principal Agent Approach**

Gyu Hyun Kim¹, Jiwoong LEE², Sanglim LEE¹

¹Korea Energy Economics Institute, ²Pukyong National University

토론

노동운

한양대학교

토론

이수민

에너지경제연구원

토론

김규현

에너지경제연구원

토론

이시형

대한상공회의소

- F-01 **LMDI 요인분해분석을 활용한 국내 정유업계의 온실가스 배출 특성 연구**
유재호¹, 이승현², 전의찬¹
¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과, ²세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- F-02 **멸종위기종을 고려한 제주도 잠재 보전지역의 선정**
신유진¹, 이승연², 정다영¹, 전성우¹
¹고려대학교 환경생태공학과, ²환경연구원 환경평가본부
- F-03 **머신러닝 기법 활용을 통한 물부문 기후탄력성 평가지표 개발 연구**
김진우, MAHVELATI SHAMSABADI ALIREZA, 공성윤, 경대승
울산대학교 건설환경공학부
- F-04 **농촌 커먼즈가 기후변화교육에 주는 시사점**
지혜성¹, 서은정²
¹서울월촌초등학교, ²국립목포대학교
- F-05 **국외사례 분석 및 전문가 설문을 통한 탄소중립형 메가시티
구축 방향 도출 연구**
김병석, 박기웅, 박창석
한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실
- F-06 **유럽 배터리 탄소발자국 산정방법론 동향 및 대응안**
임희정¹, 유기훈², 남성훈³
¹국가기술표준원 탄소중립 국가표준코디네이터, ²SK온, ³한국표준협회
- F-07 **탄소중립 민감산업 도출을 통한 산업생태계 전환 방향 연구**
박기웅, 김병석, 박창석
한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

**F-08 Co-benefits and Policy Implications of Nature-Based Carbon Sink:
Effects of the Natural Ecosystems on Climate Change and
Crime Response**

Yongsok Kim¹, [Soojeong Myeong](#)²

¹Texas A&M University, Kingsville,

²Korea Environment Institute

- B-15 **종관패턴 분류를 적용한 우리나라 계절 정의와 계절 분류 모델 구축에 관한 연구**
권재일¹, 최영은²
¹주식회사 포디솔루션 기업부설연구소,
²건국대학교 지리학과
- B-16 **LiDAR 데이터와 타층 모형을 활용한 도시 지표 온도와 도시 구조 관계 연구**
김종혁¹, 송영근²
¹서울대학교-환경대학원 협동과정 조경학,
²서울대학교-환경대학원 환경설계학과
- B-17 **기후변화에 따른 도서지역의 계통학적 생물다양성 변화 예측**
이종성¹, 오영주², 이용호^{3,4}, 도민석¹,
신수경¹, 이웅¹, 당지희¹, 오현경¹
¹국립생물자원관 기후·환경생물연구과, ²미래환경생태연구소,
³고려대학교 오정리질리언스연구소,
⁴국립한경대학교 인문생태융합리질리언스연구실

기후변화 에너지/온실가스 감축/온실가스 인벤토리/거버넌스 (10:00~12:30)

좌장 : 박창용 (울산과학기술원)

- C-16 **전기차 사용후 배터리를 재사용한 에너지저장장치(ESS)의 온실가스감축 효과 분석**
최서현, 안영환, 장명진, 이현진
숙명여자대학교 기후환경에너지학과
- C-17 **2050 탄소중립 달성을 위한 재생에너지 중심의 에너지 전환 전략 수립 방안**
김용욱¹, 오재호², 윤의순³
¹케이아이티밸리(주) 기후기술팀, ²(유)나노웨더, ³한국풍력산업(주)
- C-18 **카셰어링이 자가용 소유 및 주행거리에 미치는 인과적 영향 분석**
권예중
숙명여자대학교 기후환경에너지학과
- C-19 **온실가스 감축정책 수립 지원을 위한 MESSAGEix-GIR 모형 상세화
- 전환·수송 부문을 중심으로 -**
이창우, 최보영, 김학영, 방종철, 김양동
온실가스종합정보센터 감축목표팀
- C-20 **바이오가스 생산시설의 암모니아 배출계수 개발 및 저감 방안**
김고은¹, 강성민², 전의찬³
¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터,
³세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- C-21 **LCA에 의한 수소에너지 온실가스 배출계수 개발**
조승현¹, 김수빈², 조중휘², 김익³, 전의찬⁴
¹세종대학교 기후변화협동과정, ²세종대학교 기후에너지융합학과,
³스마트에코(주), ⁴세종대학교 기후에너지융합학과
- C-22 **국내 16개 시도의 가정 소비에 기인한 전력 기반 온실가스 배출량 분해 분석**
김민규¹, 김하나²
¹한국과학기술원 건설및환경공학과,
²한국과학기술원 디지털인문사회과학부

C-23 AI기반 식생 탄소 포집량 예측을 위한 Spaceborn LiDAR 데이터 활용방안

이상혁, 윤정호, 손승우

한국환경연구원 환경계획연구실

C-24 **Computational Analysis on the Dynamic of the Global Environmental Governance within the Twitter's Public Sphere: Climate Change Discourse about the Paris Agreement**

Joohee Kim¹, Yoomi Kim²

¹Department of Public Administration, Ewha Womans University,

²Department of Public Administration, Ewha Womans University

[기획세션] 국립농업과학원 (10:00~12:00)

사회 : 정현철 (국립농업과학원)

좌장 : 정구복 (국립농업과학원)

농업분야 탄소 저감기술 이행기반 구축

D-14 감축수단 이행을 위한 벼재배 메탄 보정계수 개발 및 현장적용

김길원¹, 박성직², 이형석³

¹경상국립대학교, ²한경국립대학교, ³국립농업과학원 기후변화평가과

D-15 바이오차의 농작물 맞춤형 표준사용기준 설정 및 현장실증 연구

이선일¹, 김성현², 박도균¹, 이종문¹, 박혜란¹, 정현철¹, 권효숙¹,

이형석¹, 김성철³, 양재의⁴, 이용복⁵

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²국립농업과학원 토양비료과, ³충남대학교 생물환경화학,

⁴강원대학교 환경융합학부, ⁵경상국립대학교 환경생명화학과

D-16 바이오차 농업현장 보급 확산을 위한 사업화 모델 개발

이선일¹, 정현철¹, 박혜란¹, 권효숙¹, 이형석¹, 최우정², 박성직³, 박원표⁴, 정재운⁵,

윤석인⁶, 곽진협⁷

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²전남대학교 지역·바이오시스템공학과,

³한경대학교 사회안전시스템공학부, ⁴제주대학교 식물자원환경전공,

⁵(주)네이처애플랜 지역환경공간전략본부, ⁶원광대학교 생물환경학과,

⁷전북대학교 지역건설공학과

D-17 지자체 농업부문 온실가스 통계 플랫폼 구축

정현철¹, 이선일¹, 권효숙¹, 이형석¹, 박혜란¹, 이종문¹, 유예슬¹, 이소라¹,

우문지², 김경대³, 주옥정⁴, 한은희⁵, 김용찬⁶, 곽경진⁷, 이창규⁸, 김유경⁹

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²(주)엔베스트 탄소정책본부,

³강원도농업기술원 농업환경연구과, ⁴경기도농업기술원 환경농업연구과,

⁵경상남도농업기술원 환경농업연구과, ⁶경상북도농업기술원 농업환경연구과,

⁷전라남도농업기술원 친환경농업연구소, ⁸전라북도농업기술원 농업환경과,

⁹제주특별자치도농업기술원 농업환경연구팀

토론

이형석

국립농업과학원

토론

김성철

충남대학교

토론

최우정

전남대학교

[기획세션] 국립산림과학원-KSCC 국제특별위원회 (13:00~15:00)

사회 : 송예원 (국가녹색기술연구소)

좌장 : 정서용 (고려대학교)

📌 파리협정 제6조의 흡수-제거(removal) 감축 활동에 대한 국제협상 현황과 우리나라의 입장

개회사

배재수

국립산림과학원 원장

축사

김 호

한국기후변화학회 회장

D-18 파리협정 6.4조 메커니즘 흡수(removal) 관련 동향

최석재¹, 최성원²

¹한국에너지공단 기후국제협력실, ²한국에너지공단 산업기후실

D-19 파리협정 제6.4조 메커니즘 하 산림 흡수원 활동 확대를 위한 방법론적 고찰과 우리나라 협상 방향 연구

김래현, 송민경, 이호상

국립산림과학원 미래산림전략연구부 국제산림연구과

D-20 해양기반 온실가스 감축 국제동향

이숙희, 함주영, 한 정

해양환경공단 국제협력처

D-21 농업부문 온실가스 신규흡수원(바이오차) 연구개발 현황

정현철, 이선일, 권효숙, 이형석, 박혜란, 이종문

국립농업과학원 기후변화평가과

D-22 파리협정 지속가능발전메커니즘 하의 '제거' 활동에 대한 우리나라 협상 입장 연구: 직접대기탄소포집(DAC) 기술 관점에서

오채운, 송예원

국가녹색기술연구소 정책연구본부 글로벌사업화센터

토론

오대균

서울대학교

토론

명수정

한국환경연구원

토론

박순철

한국생산기술연구원

토론

안진우

해양수산부

토론

이우리

산림청

 습지와 탄소중립

E-18 습지의 생태계서비스와 탄소중립에의 시사점

명수정
한국환경연구원

E-19 습지의 탄소 저장량 및 온실가스 흡수·배출 정량화 중요성
- 보호지역을 중심으로 -

이나연
국립공원공단 국립공원연구원

E-20 내륙습지를 활용한 국가 탄소중립 기여
- 수자원 활용 사례를 중심으로 -

지연숙, 김기준, 장철
한국수자원공사

E-21 내륙습지의 온실가스 통계 개선 방안 검토

임정철
국립생태원 습지센터

토론

박소영
환경부

리빙랩과 기후적응: 적응 의사결정 지원을 위한 리빙랩 연구방향

F-09 기후적응 주체별 리빙랩 실행 기법 개발 및 의사결정 지원 시스템 구축 연구

이태동
연세대학교 정치외교학과

F-10 지자체 기후적응 리빙랩 기법 개발 필요성과 방향

김 현
연세대학교 정치학과 BK교육연구단

F-11 리빙랩 기반 기후적응 의사결정 지원을 위한 계획 체계와 도구 기초구조 설계

박소민¹, 최재연¹, 김수련², 박찬³
¹서울시립대학교 일반대학원 조경학과,
²서울시립대학교 도시과학대학 도시공학과,
³서울시립대학교 도시과학대학 조경학과

F-12 폭염부문 리빙랩 기반의 적응경로 도출 프레임워크 제안

이재홍¹, 김상혁¹, 김신우¹, 김나연², 이동근³
¹서울대학교 협동과정 조경학, ²서울대학교 조경·지역시스템공학부,
³서울대학교 생태조경·지역시스템공학부

토론

고재경
경기연구원

토론

배민기
충북연구원

토론

성지은
과학기술정책연구원

토론

장정훈
연세대학교

토론

정휘철
한국환경연구원

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회 분야별 진행표 - 포스터 발표

▶ 2023년 6월 22일(목)

포스터 발표

중회의실 1

포스터세션 (기후변화 과학 / 기후변화 적응 / 기후변화 정책 /
기후변화 에너지 / 온실가스 감축 / 온실가스 인벤토리)

기후변화 과학 (13:30~14:30)

좌장 : 김연희 (포항공과대학교)

- P-01 옥수수과 들깨의 균락 온도 비교 분석
Comparison of the Canopy Temperature for Maize and Perilla
엄기철[†] 임채일
주식회사 세종데이터연구소
- P-02 고추와 가을배추의 균락 온도 비교
Comparison of the Canopy Temperature for Red-pepper and Chinese
cabbage
엄기철^{1,†}, 김시주²
¹주식회사 세종데이터연구소, ²(사)농업사회발전연구원
- P-03 들깨와 무의 야간 균락 온도 비교
Comparison of the Canopy Temperature for Perilla and Radish
엄기철^{1,†}, 김시주²
¹주식회사 세종데이터연구소, ²(사)농업사회발전연구원
- P-04 가을배추와 호박의 야간 균락 온도 비교
Comparison of the Canopy Temperature for Chinese cabbage and
Pumpkin in Night Time
엄기철[†], 임채일
주식회사 세종데이터연구소
- P-05 친환경 수소 저장 및 생산을 위한 바이오매스-포름산-수소 전환 공정 개발
박주형¹, 최영찬¹, 이동욱², 이영주¹, 송규섭¹, 노영훈¹, 김진성¹
¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²한국에너지기술연구원 에너지저장연구실

- P-06 농업기후지수의 계절 예측성 개선**
 송찬영¹, 안중배^{1,2}, 서가영¹, 최명주¹, 김소희¹, 정민경¹, 이경도³
¹부산대학교 대기환경과학과, ²부산대학교 기초과학연구원,
³국립농업과학원 기후변화평가과
- P-07 Regional analysis of agricultural climate indices by
 rice ecotypes during the 30 years from 1991 through 2020**
 Yeji Kim, Sera Jo, Mingu Kang, Yongseok Kim[†]
 Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences
- P-08 계절별 극한 기온 발생에 따른 기상변수 및 미세먼지 농도 변화 이해**
 박선민¹, 윤재승²
¹고려대학교 오정리질리언스연구원,
²고려대학교 4단계 BK21 환경생태공학교육연구단
- P-09 CMIP6 모델에서 동아시아 지역 이산화탄소 농도 변화와 식생 활동의
 계절별 상호관계**
 신민석, 예상욱
 한양대학교 해양융합과학과
- P-10 시료 보관기간에 따른 온실가스별 상대정확도 평가**
 임수길¹, 박종호¹, 서경애¹, 김소이¹, 임철수², 임재현², 김보경², 설성희²
¹이아이씨티(주) 기술연구소, ²국립환경과학원 지구환경연구과

- P-11 **서울 열대야의 발생 조건 및 서해 SST 영향 분석**
강태훈¹, 윤동혁², 차동현^{1,†}
¹울산과학기술원 도시환경공학과, ²Princeton University, USA
- P-12 **춘천시 산림지역의 기상인자 특성 분석**
임찬진¹, 채희문²
¹강원대학교 산림환경시스템과, ²강원대학교 산림과학부
- P-13 **단일 측정 지점에서의 온실가스 및 대기오염물질 변동성 분석**
박수희, 박채린, 심소정, 정수종
서울대학교 환경대학원, 기후테크센터
- P-14 **이산화탄소 농도 변화에 따른 엘니뇨/라니냐 기간 극 지역 반응 변화 분석**
송성현, 예상욱, 송세용
한양대학교 해양융합과학과
- P-15 **Reconstruction of Antarctic surface temperature using artificial neural network**
Mingi Oh, Sang-Yoon Jun, Seong-Joong Kim
Korea Polar Research Institute
- P-16 **머신러닝을 이용한 서리발생추정 연구**
김용석, 심교문, 강민구, 김예지, 조세라, 김응섭
국립농업과학원 기후변화평가과
- P-17 **기후 환경 분야 국내외 드론 특허기술 분석**
임은정
Association of Science and Technologic Information
- P-18 **국민 건강에 영향을 주는 주요 기상 및 기후 인자 분석**
김석철^{1,2}, 박문수¹, 강민수^{1,2}, 백기태², 고광근³
¹세종대학교 기후환경융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터,
³(재)차세대수치예보모델개발사업단

- P-19 새로운 초극한고온지수(a Super Extreme High Temperature index)의
정의와 특성에 관한 연구
이태민
건국대학교 지리학과
- P-20 한반도 건조도지수(Arid Intensity Index)의 변화 경향 분석과 적용가능성에
관한 연구
김소정
건국대학교 지리학과

기후변화 적응 (13:30~14:30)

좌장 : 최영은 (건국대학교)

- P-21 **기후변화에 따른 미래 지상 작전 영향**
박수연¹, 박상환¹, 이태진¹, 김민지¹, 강경민¹, 변신웅¹, 황재돈¹, 김성²
¹공군기상단, ²(주)위즈아이
- P-22 **IPCC AR6 기후변화 시나리오를 이용한 보령호 유역 오염 부하 유입특성 변화 연구**
이어진¹, 이승문¹, 김재영², 서동일¹
¹충남대학교 환경IT융합공학과, ²충남대학교 환경·생물시스템연구소
- P-23 **ICT 기반 농업생태계 지표생물의 기후변화 영향 자동 모니터링 시스템 구축**
전상민, 안난희, 어진우, 최순균, 엽소진
국립농업과학원 기후변화평가과
- P-24 **기후변화 위험도 평가 및 분석 - 한국 국립공원의 생태계 중심으로 -**
김도현, 문정문, 오유림, 김익태, 최은혜
국립공원공단
- P-25 **The characteristics of Rice CPI during the present climatological normals (1991-2020): Jeollanam-do, Chungcheongnam-do and Jeollabuk-do**
Yeji Kim, Sera Jo, Mingu Kang, Yongseok Kim[†]
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences
- P-26 **식생지수를 이용한 경상남도 도서(섬)산림의 교란 분석**
김재범, 박찬우⁺, 이보라, 이광수
국립산림과학원 난대·아열대 산림연구소
- P-27 **기후위기 대응을 위한 그린인프라 적용 방안**
이효정¹, 권순철¹, 신현석²
¹부산대학교 사회환경시스템공학과, ²부산연구원

- P-28 **한반도 영향 태풍에 적용 가능한 영향예보 개발 및 구축**
 나하나, 정우식
 인제대학교 대기환경정보공학과/태풍사전방재선도센터
- P-29 **한반도 영향 태풍에 적용 가능한 영향예보 가능성 평가**
 나하나, 정우식
 인제대학교 대기환경정보공학과/태풍사전방재선도센터
- P-30 **2023년 농업기상재해 조기경보 서비스 현황 및 계획**
 심교문, 김지원, 김예지, 김응섭, 김용석, 조세라, 강민구
 국립농업과학원 기후변화평가과
- P-31 **우리나라 서식 생물종의 기후변화 영향 도출을 위한 기초조사정보 통합 및 시공간적인 분포 현황 분석**
 홍승범, 이경은, 차재규
 국립생태원
- P-32 **Earwax cortisol concentration as a potential chronic stress indicator in Korean native cattle (Hanwoo): Analysis of left and right ear canals**
Mohammad Ataallahi, Geun-Woo Park, Eska Nugrahaeningtyas, Mahla Deghani, Dong-Woo Kim, Jong-Sik Lee, Kyu-Hyun Park
 College of Animal Life Sciences, Kangwon National University
- P-33 **기후변화에 따른 한지형 목초 재배적지 분석(2021년)**
 정종성
 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과
- P-34 **기후변화에 따른 이탈리아 라이그라스 영향평가**
 정종성
 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과
- P-35 **기후변화 영향 대응 지리산 구상나무 현지보전을 위한 고해상도 종분포 변화 예측**
 이경은¹, 김대근², 차재규², 홍승범³
¹국립생태원 정책기획부, ²국립생태원 기후탄소연구팀, ³국립생태원 기후생태관측팀

기후변화 정책 (13:30~14:30)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

- P-36 **기후위기 적응대책 수립을 위한 상하수도시설 기후변화 위험도평가**
박여진¹, 김희종², 경대승¹
¹울산대학교 건설환경공학부, ²울산연구원
- P-37 **탄소중립과 대기질 개선정책이 동아시아 근미래 기후변화에 미치는 영향**
김윤아, 최 정, 손석우
서울대학교 지구환경과학부
- P-38 **태평양도서국의 NDC 분석 및 시사점**
김이진
한국환경연구원
- P-39 **건물 및 도시부문 탄소중립 추진전략**
김두식, 정승현
한국건설기술연구원 스마트도시클러스터
- P-40 **국내·외 기후변화 적응대책 동향 분석: 폭염 대책을 중심으로**
이가을¹, 조한나²
¹한국환경연구원 국가기후위기적응센터 연구원,
²한국환경연구원 국가기후위기적응센터 연구위원

▶ 2023년 6월 22일(목)

포스터 발표

중회의실 1

기후변화 에너지 (13:30~14:30)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

P-41 에너지효율 향상을 위한 산업체 최적전압제어시스템 개발 및 방법론 적용

김현지, 신중현, 박관, 문정은

(주)엔틀

온실가스 감축 (13:30~14:30)

좌장 : 김영현 (울산과학기술원)

- P-42 폐PS의 연속식 열분해 공정을 통한 열분해오일 최적 조건 산출에 관한 연구**
이영주^{1,†}, 노영훈¹, 송규섭¹, 박주형¹, 김진성¹, 김용구¹, 최영찬¹, 최재석²
¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²㈜상수
- P-43 표고버섯 폐배지의 열분해 공정을 통한 바이오차 제조 및 특성 연구**
송규섭, 박주형, 노영훈, 김진성, 김용구, 최영찬, 이영주[†]
한국에너지기술연구원 미세먼지연구실
- P-44 실험실 규모의 폐PS(Polystyrene) 열분해 공정을 통한 SM(Styrene monomer)의 고농도 생산 조건 도출에 관한 연구**
노영훈^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 김진성¹, 최영찬¹, 송광호², 이영주^{1,†}
¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²고려대학교 화공생명공학과
- P-45 LCA 기법을 활용한 수소 생산방식별 환경효과 분석**
장소정¹, 정대웅¹, 황용우², 안희경^{1,†}
¹한국생산기술연구원 첨단메카트로닉스연구그룹, ²인하대학교 환경공학과
- P-46 GREET 모델을 활용한 차량 연료별 생산단계의 환경효과 분석**
장소정¹, 정대웅¹, 황용우², 안희경^{1,†}
¹한국생산기술연구원 첨단메카트로닉스연구그룹, ²인하대학교 환경공학과
- P-47 농업부산물을 활용한 탄소 포집 저장 및 이산화탄소 흡착 특성 연구**
김진성^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 노영훈¹, 최영찬¹, 전충환², 이영주^{1,†}
¹한국에너지기술연구원, 미세먼지연구실, ²부산대학교, 기계공학부 에너지시스템전공
- P-48 논 토양의 메탄균 발현에 미치는 질소비료 심층시비 효과**
홍성창, 김민욱, 김진호
국립농업과학원 기후변화평가과

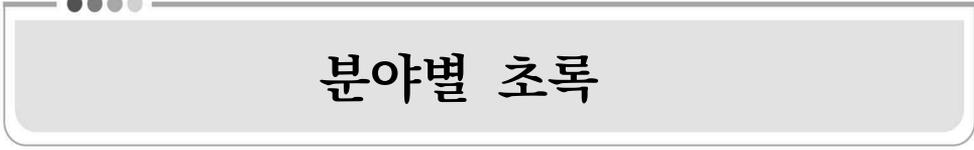
- P-49 농경지 풋거름작물 재배의 온실가스 저감효과에 대한 국내외 연구 사례**
 박혜란, 정현철, 이선일, 권효숙, 이형석, 이종문
 농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
- P-50 탄소배출권 확보를 위한 위성영상 기반 동티모르 맹그로브 조림 적합도 평가**
 안현권¹, 최은솔¹, 조원희², 고동욱¹, 임철희³
¹국민대학교 산림환경시스템학과, ²국민대학교 산학협력단,
³국민대학교 교양대학
- P-51 동티모르 ICS 사업과 재조림에 따른 산림면적 변화와 탄소배출 및 흡수량 산정·평가 연구**
 홍승현¹ 정강연¹ 이유환¹ 임철희² 고동욱¹ 조원희³
¹국민대학교 산림환경시스템학과,
²국민대학교 교양대학, ³국민대학교 산학협력단
- P-52 위성기술을 활용한 동티모르의 혼농임업 가능성 분석과 탄소배출권 산정 연구**
 김혜민¹, 이하은¹, 고동욱¹, 임철희², 조원희³
¹국민대학교 산림환경시스템학과, ²국민대학교 교양대학,
³국민대학교 산학협력단
- P-53 벼 재배 시 벼짚 및 퇴비가 온실가스 배출에 미치는 영향**
 권효숙, 박혜란, 이형석, 이선일, 정현철, 이종문, 이소라
 국립농업과학원 기후변화평가과
- P-54 최소경운을 적용한 벼 재배과정에서 발생하는 온실가스 배출량 산정: 전과정 평가**
 진주현, 정현철, 이선일, 이형석, 박혜란, 유예슬, 이종문, 권효숙
 국립농업과학원 기후변화평가과

온실가스 인벤토리 (13:30~14:30)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

- P-55 **지자체 탄소배출 특성 분석을 통한 탄소저감 인센티브 제도 설계**
김희성, 정수종
서울대학교 환경대학원 환경계획학과
- P-56 **한국의 일별 화석연료 기반 이산화탄소 배출량 산정**
조수완, 정수종
서울대학교 환경관리학과
- P-57 **반도체 및 디스플레이 분야의 F-gas DRE 개발을 위한 연구**
우지윤¹, 강성민², 전의찬²
¹세종대학교 기후환경융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터
- P-58 **반도체 및 디스플레이 분야의 PFCs 저감효율계수 연구**
강성민¹, 우지윤², 전의찬^{2,+}
¹세종대학교 기후환경융합센터, ²세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- P-59 **LULUCF 초지부문 온실가스 인벤토리 통계 개선 및 산정(1990~2021)**
정종성¹, 이유경²
¹국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과,
²국립축산과학원 축산생명환경부 동물영양생리과
- P-60 **탄소공간지도의 온실가스 배출량 산정 타당성 검토**
김민서, 정승현⁺
한국건설기술연구원 스마트도시클러스터
- P-61 **IGCC발전의 CH₄ 배출계수 개발 연구**
조중휘¹, 조승현², 전의찬³
¹세종대학교 대학원 기후환경융합학과,
²세종대학교 대학원 기후변화협동과정,
³세종대학교 대학원 기후에너지융합학과

- P-62 **녹두 영농부산물 소각에 따른 미세먼지 배출계수 개발**
송새눈, 우지윤, 전의찬
세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- P-63 **부생가스 발전시설의 CH₄ 배출계수 연구**
김수빈¹, 조승현², 강성민³, 전의찬¹
¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과,
²세종대학교 대학원 기후변화협동과정,
³세종대학교 기후환경융합센터
- P-64 **기초지자체 탄소중립 달성을 위한 온실가스 감축방안 연구**
- 서울특별시 광진구를 중심으로 -
이승현¹, 유재호², 전의찬²
¹세종대학교 대학원 기후환경융합학과,
²세종대학교 대학원 기후에너지융합학과



분야별 초록

초청강연 59

구두 발표 65

포스터 발표 218



초청강연

(2023년 6월 22일)

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

초청강연

A 발표장 (대회의실)

초청강연 (16:30~17:20)

좌장 : 변영화 (국립기상과학원)

초청강연 I 포스코 지속가능경쟁력 제고 방안

안윤기

포스코경영연구원

초청강연 II 기후변화와 에너지 위기에 대응한 한국의 도전과제

임진

한국금융연구원 연구위원,

前 대한상공회의소 SGI 연구원장

포스코 지속가능경쟁력 제고 방안

안윤기

포스코경영연구원 연구위원

- 배경 : 탄소중립은 저탄소 에너지원 기반 저탄소 산업으로 대전환을 예고하고 있음. 이 같은 산업구조 대전환에 따른 제도적 뒷받침과 함께 산업 미래 지속가능경쟁력 확보 대책 필요. 관련하여 국내외 특히 글로벌 동향에 대한 이해 및 인식 필요
 - ① 정책관점에서 2030 NDC 구속적 목표와 2050 탄소중립 비구속적 비전(목표) 이해 필요
 - ② EU Green Deal(19.12.) 비전 선언 하, 탄소중립 및 순환자원을 바탕으로 미래 새로운 성장 및 산업발전 전략 모색
 - ③ 글로벌 사회는 오염자부담원칙 및 전과정사고 하 공정을 넘어 제품 밸류체인 상 CO₂ 배출량의 지속적 개선 강조. 특히 최근에는 제품 전과정 중심 저탄소·친환경 경쟁력 정책기조 강화
 - ④ EU 중심의 주요국은 Game Changer 기술선점을 위한 치열한 경쟁 속, 산업계 지원정책을 발 빠르게 강화. 특히 산업의 지속가능경쟁력 강화를 위해 그린(Greener)전력 및 수소 공급능력에 집중
- 포스코 및 그룹의 탄소중립 선언 배경
글로벌 및 정부의 2050 탄소중립 비전 속 고객사 및 투자자들의 탄소중립 이행 및 기후변화에 대응 등 투자적격 판단기준 요구
- **포스코 2050 지속가능경쟁력 강화 방향** : (1) 탄소중립 목표 이행 (2030년 사업장 경로 10% + 사회적감축 10%, 2040년 40%, 2050 100%), (2) 저탄소 사업전략 (① 친환경 철강 소재, ② 이차전지 소재, ③ 수소/LNG 등)
 - ① 저탄소 혁신공정 (친환경 철강소재) : 철강공정의 탄소중립 수단으로 Two Track 전략 추진. 즉, CCUS 및 수소환원제철 (2030년까지 기술개발 후 수소환원제철로 단계적 공정 전환)
 - ② 사업전략_수소사업 : 수소 700만톤 생산체제 구축 등 수소생태계 선도. 이를 위해 그린수소 생산체제 구축 및 안정적 도입을 위한 글로벌 네트워크 구축하고, 또한 해외의 그린수소 생산과 도입을 위한 핵심기술 확보 추진
 - ③ 사업전략_저탄소 철강제품 e Autopos 및 이차전지 소재 : 철강은 다른 소재 대비 탄소 배출 低 및 재활용 高. 이에 ▶ Mobility 통합 e Autopos를 '21.1.월 론칭했고, ▶ KBCSD-철강협회 등과 함께 한국 철강산업 사회적 온실가스(aovided emission) 감축 산정 보고 가이드라인을 '21.12.에 발간. 또한 ▶ 저탄소 Mobility로 원활한 전환을 위해 이차전지 소재사업 확대 중

- 맺음말 : ESG 및 저탄소 혁신기술 개발 촉진 기반 산업의 지속가능경쟁력 강화 必. 이를 위해 정부의 정책지원과 제도개선 要
 - 2050 탄소중립 지렛대 실현 위한 다양한 지원정책 강화 요(R&D 및 투자 자금 지원, 세제 완화, 저탄소 인프라 확충 등)
 - 국가 감축 업종별 로드맵 기반 업종별 할당체제로 전환 요 (EST 선진화 방향)

기후변화와 에너지 위기에 대응한 한국의 도전과제

임 진

한국금융연구원 연구위원,
前 대한상공회의소 SGI 연구원장

한국경제는 구조적 저성장 위기에 직면하고 있다. OECD 등 주요 전망기관에 따르면 2023년 현재 한국의 잠재성장률은 2% 초반이지만 2050년이 되면 0.5%로 낮아질 것으로 추정된다. 이는 미국이나 일본에 비해서도 낮은 수준이다. 이와 같이 잠재성장률이 하락하는 주된 이유는 인구감소이다. 그러나 잠재성장률이 이처럼 큰 폭으로 하락하는 것은 생산성과 자본의 기여도도 크게 하락하기 때문이다.

기후·에너지 위기 대응을 위한 저탄소 전환은 한국경제의 성장잠재력 저하를 극복할 수 있는 새로운 성장 패러다임이 될 수 있다. 물론 저탄소 전환은 기후 위기 대응수단 자체로도 큰 의미를 가진다. 그러나 저탄소 전환은 성장 측면에 있어서도 매우 중요하다. 팬데믹 이후 주요국은 저탄소 전환을 기후 대응 정책수단인 것과 동시에, 경제회복·성장동력 재건을 위한 성장정책의 일환으로 추진하고 있다. 유럽연합의 그린딜 정책, 미국의 IRA, 일본의 그린성장전략 등을 자세히 살펴보면 이들 국가도 저탄소 전환을 경제성장 전략으로도 인식하고 있음을 엿볼 수 있다.

저탄소 전환이 성장전략이 될 수 있는 것은 저탄소 전환에는 두 가지 편익이 존재하기 때문이다. 첫 번째 편익은 기후편익이다. 저탄소 전환으로 기후변화를 억제하면 사회·환경·경제적 피해가 줄어든다. 여기에는 생물다양성훼손, 해수면 상승으로 인한 침수 등도 포함된다. Chen et al.(2020)은 1.5°C이하 억제시 No-action대비 줄어드는 전세계 기후변화 피해 비용은 2100년까지 최대 1,800조달러에 이르는 것으로 추정하였다. 한국의 경우에도 대한상공회의소 SGI 연구에 따르면 약 3,090조원의 편익이 발생한다. 저탄소 전환의 또다른 편익은 투자편익이다. IEA 등은 탄소중립 이행 과정에서 그린분야 글로벌 시장이 크게 확대될 것으로 전망하고 있다. 이처럼 그린 에너지·산업은 글로벌 신규 투자처가 될 것이다. 기존 제품을 대체하는 저탄소 신제품에 대한 수요가 확대되고, 상품 생산과정에서도 저탄소 공정이 개발·채택될 뿐만 아니라, 친환경 분야 R&D와 인프라 투자도 대규모로 이루어질 것이라고 보기 때문이다. 대한상공회의소 SGI는 이러한 투자편익이 2,347조원에 이를 것으로 추정하였다. 이 두 가지 편익을 합하면 2100년까지 약 5,437조원이다. 연간으로 보면 매년 68조원이고, GDP대비로는 약 3.3%에 해당된다.

한국의 기업들이 저탄소 전환에 도전해야 하는 이유도 바로 여기에 있다. 저탄소 전환을 단지 기후변화에 대응한 환경 캠페인으로 바라보기 보다는, 기업의 직면하고 있는 시장의 변화로도 인식해야 한다는 것이다. 저탄소 전환이 환경 이슈를 넘어선 글로벌 시장의 패러다임 변화에 대한 대응전략으로 이해해야 한다.

최근 한국이 경제적으로 어려움을 겪고 있는 것은 미·중 갈등, 러·우전쟁 등 외부여건 때문만은 아니다. 그동안 글로벌 시장 변화에 맞춘 산업구조 변화가 지체되었던 것도 중요한 요인이다. 주요국들은 국민소득 3만불 달성 이후 경제의 서비스화가 진행되었다. 그러나 한국은 여전히 에너지다소비 제조업 중심의 산업구조를 유지하고 있다. 이제는 글로벌 시장이 변하고 있기 때문에 더 이상 현재의 산업구조를 유지하면서 지속적인 성장을 도모하기 어렵게 되었다. 구조전환과 기술혁신을 통해 경제성장과 저탄소화를 동시에 추구해야 할 시기가 된 것이다.

우리 사회가 저탄소 전환을 성공적으로 달성하기 위해서는 사회적 합의를 바탕으로 한 잘 짜여진 로드맵이 필요하다. 필요성만으로는 성공적인 전환을 장담하기 어렵다. 연금개혁, 노동개혁, 교육개혁 등의 사례를 보더라도 필요성에 대해서는 누구나 공감하지만 구조를 개혁한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 저탄소 전환을 위한 원칙이 세워져야 하고, 그에 맞는 전략과 정책과제가 세밀하게 수립되어야 할 것이다.

구 두 발 표

(2023년 6월 22일)

A 발표장(대회의실)	66
B 발표장(중회의실4)	96
C 발표장(소회의실1)	...	115
D 발표장(소회의실3)	...	133
E 발표장(중회의실7)	149
F 발표장(중회의실6)	170

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

A 발표장 (대회의실)

기후변화 과학 I (09:00~10:30)

좌장 : 백승목 (연세대학교)

- A-01 **Understanding extratropical Eurasian climate change based on spatial climate analogs**
Seungmok Paik¹, Soon-Il An^{1,2}, Andrew D. King³
¹Yonsei University, Irreversible Climate Change Research Center,
²Yonsei University, Department of Atmospheric Sciences,
³University of Melbourne, School of Geography, Earth and Atmospheric Sciences
- A-02 **탄소중립 시나리오에서 모의된 북반구 대기 온도의 서로 다른 반응의 기작 연구**
이용한, 예상욱
한양대학교 해양융합과학과
- A-03 **근 미래 기후 강제력 (Near-Term Climate Forcers, NTCFs)이 동아시아 미래 기후 특성에 미치는 영향 분석**
전준구, 예상욱
한양대학교 해양융합과학과
- A-04 **CMIP6 지구시스템 모델에서 동아시아 이산화탄소 농도 차이에 따른 식생의 반응 이해**
박희정, 예상욱
한양대학교 해양융합과학과
- A-05 **Clarifying Jet Variability of the East Asian Heatwave Using Self-Organizing Map**
Hyerin Kim¹, Seungseok Lee², Kiwook Kim², Hyeon Kim²
¹UNIST Graduate school of Carbon Neutrality,
²UNIST Urban and environmental engineering

A-06 지구온난화에 의한 해수면 온도 상승이 2020년 극단적인 동아시아 여름 몬순에 미치는 영향

문태호, 차동현

울산과학기술원 도시환경공학과

Understanding extratropical Eurasian climate change based on spatial climate analogs

Seungmok Paik¹, Soon-Il An^{1,2}, Andrew D. King³

¹Yonsei University, Irreversible Climate Change Research Center,

²Yonsei University, Department of Atmospheric Sciences,

³University of Melbourne, School of Geography, Earth and Atmospheric Sciences

smpaik@yonsei.ac.kr

Keyword: Eurasia, Climate analogs, Climate change, East Asia, Europe

Spatial climate analogs have been used to illustrate how a location's climate may become more like other locations'. The analogs have popularly used to examine novel climate (emerging conditions significantly different from the past climate) and resultant impacts in several socio-economic perspectives. This study firstly analyzes historical to future spatial climate analogs over the extratropical Eurasia based on individual locations' seasonal mean maximum, minimum temperature and precipitation. Capital/densely-populated cities in the areas have generally experienced northward climate shifts from the early 20th century to recent 20 years. The climate analogs shift is found to generally due to warming with few influences from precipitation changes during the historical period. The observed results are generally supported by CMIP6 model simulations. In future, under specific global warming levels (e.g., 1.5°C, 2.0°C, and 3.0°C), or at the late 21st century, more extensive novel climates are expected under more likely becoming contemporary climate in the mainly to the south of the cities, or emergence of non-existent climate at present-day in the globe. The climate shifts are generally can be avoided under the 1.5°C global warming level.

※ This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) Grant funded by the Korea government (MSIT) (NRF-2021R1C1C2094185).

탄소중립 시나리오에서 모의된 북반구 대기 온도의 서로 다른 반응의 기작 연구

이용한, 예상욱

한양대학교 해양융합과학과

dragononelee@gmail.com

키워드: CESM2, 이산화탄소, 탄소중립, 북대서양

최근 기후변화에 관한 관심이 높아지고 있는 가운데 전 세계 많은 국가는 지구 평균 온도를 1.5도 이하로 억제하기 위한 신기후체제 아래에서 2050년까지 탄소중립 달성을 위해 노력하고 있다. 본 연구에서는 지구 시스템 모델의 하나인 Community Earth System Model version 2 (CESM2)을 이용하여 인위적 이산화탄소 배출량에 변화를 주어 탄소중립을 달성한 이후 전 지구 이산화탄소 농도 변화에 따른 대기의 반응을 분석하였다. 이산화탄소 농도는 탄소중립을 달성하기 이전까지 증가하며, 인위적 이산화탄소 배출량이 0에 가까워짐에 따라 이산화탄소 농도 증가율이 감소하였다. 탄소중립에 도달한 이후 이산화탄소 농도는 시간에 따라 점차 감소하였다. 이산화탄소 농도의 증감에 따라 전 지구 지표면 온도 또한 증가하거나 감소하였다. 특히 북반구 지표면 온도는 탄소중립 달성한 이후 이산화탄소 농도에 따라 감소하다가 일정 기간 이후 증가하는 모습이 보이며, 이때 모델 앙상블 간 큰 차이가 나타난다. 이에 따라 온도가 크게 증가하는 앙상블들을 High 그룹, 그렇지 않은 앙상블들을 Low 그룹으로 나누어 두 그룹 간의 차이를 분석해보았다. 그 결과 두 그룹 간의 차이가 북대서양에서부터 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 모델 앙상블 간 북대서양의 표층수온 차이가 북반구 지표면 온도 변화에 기여했을 것으로 추정하였다.

근 미래 기후 강제력 (Near-Term Climate Forcers, NTCFs)이 동아시아 미래 기후 특성에 미치는 영향 분석

전준구, 예상욱

한양대학교 해양융합과학과

tizm6610@hanyang.ac.kr

키워드: 근 미래 기후 강제력 (Near-Term climate Forcers), 기후변화, 동아시아

온실가스와 더불어 기후변화에 많은 영향을 미칠 수 있는 황산염, 질산염, 유기 탄소, 블랙 카본, 메테인 등과 같은 에어로졸과 화학적 반응성 가스를 포함한 물질을 근 미래 기후 강제력 (Near-Term Climate Forcers, NTCFs)이라고 한다. NTCFs는 대기 오염을 통해 인간과 생태계에 부정적인 영향을 끼치기 때문에 미래 기후에서 감축되어야 하며 특히 동아시아 지역은 NTCFs의 배출이 많은 지역으로, NTCFs 농도 변화에 따른 영향이 크게 나타날 수 있는 지역이다. 본 연구에서는 NTCFs의 농도 변화가 동아시아 지역 미래 기후에 미치는 영향을 대기 에어로졸이 고려된 AerChemMIP 실험과 공통사회경제경로 (Shared Socioeconomic Pathway, SSP) 3-7.0 실험과의 비교를 통해 파악하였다. 먼저 지표면 온도에 대한 분석 결과, NTCFs의 감소는 지표면 온도의 증가로 이어짐을 확인하였으며 이는 NTCFs에 포함되는 에어로졸의 태양 에너지의 산란 효과에 의한 결과로 파악된다. 또한 지표면 온도의 변화는 2020년대 후반 급격한 증가가 나타났는데 이는 NTCFs의 선형적인 감소와 비교되는 결과로 급격한 변화의 원인에 대해 파악하고자 하였다. 분석 결과 동아시아 지역의 지표면 온도의 변화는 북대서양 지역의 해수면 온도와 관련이 있는 것으로 파악되며, 북대서양 지역에서 2020년대 후반에서 나타나는 변화가 동아시아 지역의 변화에도 영향을 주는 것으로 파악된다. 추가적으로 메탄과 NTCFs의 각 물질이 미래 기후에 미치는 영향에 대해서도 분석하였다.

※ 이 연구는 “NIMR-2012-B-2(기후변화 예측기술 지원 및 활용 연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

CMIP6 지구시스템 모델에서 동아시아 이산화탄소 농도 차이에 따른 식생의 반응 이해

박희정, 예상욱

한양대학교 해양융합과학과

ssane9@hanyang.ac.kr

키워드: 지구시스템모델(Earth System Models, ESM), 식생, 탄소순환, 이산화탄소

인간의 인위적인 활동으로 인해 과도하게 증가한 온실가스는 온난화 추세를 가속화시키며 이상 기후를 전 세계 곳곳에서 발생시킨다. 이에 따라 최근 기후 위기 대응의 일환으로 대기-식생 탄소 순환의 이해 및 탄소 증립에 대한 관심이 커지고 있다. 특히 동아시아 지역은 다른 지역보다 이산화탄소 배출이 많은 지역이므로 탄소 순환에 따른 대기 중 이산화탄소 농도 변화를 이해하기 위해서는 기후요소와 식생 사이의 메커니즘을 이해할 필요가 있다. 본 연구에서는 지구시스템 모델(Earth System Model, ESM)에서 모의된 이산화탄소 농도에 따른 식생의 변화를 이해하고자 한다. ESM에서 모의하고 있는 이산화탄소의 농도에는 모델마다 차이가 있으며 불확실성이 존재한다. 모델 간 이산화탄소 농도 차이에 따른 식생 차이를 분석하며 식생의 차이로 유발되는 변화를 확인해보고자 한다. CMIP6에 참여하는 모델을 통해 분석 기간 안에서 높은 이산화탄소 농도를 갖는 High Group(HG)와 Low Group(LG)로 나눠 식생과 기후 변수들의 차이를 분석하였다. 이산화탄소의 비료 효과에 의해 식생의 크기는 달라지며 시간 지연을 갖고 그 해 이산화탄소 농도에 영향을 주게 됨을 확인하였다. 또한 식생의 분포 차이는 특정 지역의 지표면 온도에 영향을 준다. 따라서 이산화탄소 농도 차이로 유발되는 식생의 반응이 기후 변수에 가져오는 변화 메커니즘 분석을 진행하였다.

Clarifying Jet Variability of the East Asian Heatwave Using Self-Organizing Map

Hyerin Kim¹, Seungseok Lee², Kiwook Kim², Hyeon Kim²

¹UNIST Graduate school of Carbon Neutrality,

²UNIST Urban and environmental engineering

khrmirror@unist.ac.kr

Keywords : Heatwave, Jet-stream, Self-Organizing Map, East Asia

Heatwaves have become increasingly frequent and intense in recent years, posing significant challenges for human health and infrastructure. East Asia is particularly vulnerable to heatwaves due to its high population density, urbanization, and economic activity. This study investigates the relationship between jet-stream variability and the East Asian heatwave using a Self-Organizing Map (SOM) to cluster jet-stream types during the summer months (June-July-August). Previous study has identified jet-stream variability as a key factor in heatwave occurrences, particularly the double jet. Our analysis reveals several types of jet-stream patterns that are associated with extreme high temperatures in East Asia. our study clarifies the role of jet-stream variability in East Asian heatwaves and highlights the importance of considering multiple jet types and their interactions in heatwave prediction and mitigation efforts. By providing a more comprehensive understanding of the mechanisms driving heatwaves, our findings can help guide the development of targeted policies and strategies to reduce the impact of heatwaves on human health and infrastructure.

지구온난화에 의한 해수면 온도 상승이 2020년 극단적인 동아시아 여름 몬순에 미치는 영향

문태호, 차동현

울산과학기술원 도시환경공학과

moonth@unist.ac.kr

키워드: 동아시아 여름 몬순, 장마, 지구온난화, 극한 강수

2020년 동아시아 여름 몬순(EASM)은 기록적인 강수량을 기록하며 한국, 중국, 일본의 인명과 재산에 막대한 피해를 입혔다. 이와 같은 재난의 재발 방지 및 피해 예방 대책 수립을 위해 2020년 극한 EASM을 유발한 메커니즘을 규명할 필요가 있다. 본 연구는 지역 기후 모델 실험을 통해 2020년 이상 EASM의 원인인 중관 규모 순환에 대한 지구온난화의 영향을 분석했다. 통제 실험은 EASM 및 북서태평양 여름 몬순과 같은 강수 패턴을 합리적으로 모의했다. 지구온난화에 따른 해수면 온도의 변화 경향을 가감한 해수면 온도(SST) 민감도 실험에서 SST와 적도 지역의 강수량 변화 간에는 양의 상관관계가 나타났으나 EASM 지역에서는 음의 상관관계가 모의되었다. 지역별 강수 변화에 차이가 발생한 이유는 지구온난화로 인한 SST 증가가 열대 지방에 수분을 제공하여 대류를 강화하고 인도양과 북서태평양 사이의 동서 SST 경도를 증가시켰으며, 이로 인해 열대 지방의 서풍과 남중국해의 대류 활동이 강화되었고, 로컬 해들리 순환이 강화되면서 동아시아의 대류가 약해졌기 때문이다. 한편, 열대 및 온대 지역 모두에서 SST의 변화와 극한 강수 빈도 사이에 양의 상관관계가 나타났다. 따라서, 추가적으로 지구온난화에 의한 SST 증가가 극한 강수에 영향을 미칠 수 있는 국지적 영향을 조사할 것이다.

- A-07 **봄철 동아시아 고농도 이산화탄소 변동성 이해**
예상욱, 신민석
한양대학교 해양융합과학과
- A-08 **기후재난 발생의 장기 추세와 변동 특성**
김백조, 이조한, 현유경, 부경은
국립기상과학원 기후연구부
- A-09 **동아시아 산불 경년 변동성의 수십년 주기 변화와 북극 진동과의 역학적 이해**
김기욱, 이승석, 이명인
도시환경공학과, 울산과학기술원
- A-10 **CORDEX-East Asia Phase 2 다중 지역기후모형을 이용한 21세기 말 동아시아 극심한 폭염 전망**
김영현¹, 차동현¹, 안중배²
¹울산과학기술원, 도시환경공학부, ²부산대학교 대기환경과학과
- A-11 **SSP 시나리오 기반 CORDEX-East Asia 다중 지역기후모델의 상륙 태풍 모의 분석**
김은지¹, 김태형¹, 문태호¹, 신석우¹, 이민규², 차동현¹, 장은철³, 안중배⁴, 민승기², 김진욱⁵, 변영화⁵
¹울산과학기술원 도시환경공학과, ²포항공과대학교 환경공학부, ³공주대학교 대기과학과, ⁴부산대학교 대기환경과학과, ⁵국립기상과학원 기후변화예측연구팀
- A-12 **CMIP6 GCM 앙상블 자료를 활용한 AR 미래전망**
김태준, 김진원, 김진욱, 변영화
국립기상과학원 기후변화예측연구팀
- A-13 **동아시아 지표 온도의 2°C 상승과 내부변동성의 역할**
오새윤, 예상욱, 박인홍
한양대학교 해양융합과학과

A-14 **태양 및 환경장파복사조도 원격탐사 관측을 통한
평균복사온도 추정**

윤동현¹, 이명진², 조영일²

¹서울대학교 미래혁신연구원,

²한국환경연구원 환경계획연구실

봄철 동아시아 고농도 이산화탄소 변동성 이해

예상욱, 신민석

한양대학교 해양융합과학과

swyeh@hanyang.ac.kr

키워드: 지구시스템모델(Earth System Models, ESM), 식생, 탄소순환, 이산화탄소

동아시아 지역은 급격한 경제 성장의 영향으로 전 세계적으로 이산화탄소 농도가 가장 높은 지역으로 알려져 있다. 동아시아 지역의 이산화탄소 농도는 1980년대 후반 이후로 지속적으로 증가하고 있으며 특히 증가율은 전 세계 평균 이산화탄소 농도의 그것보다 큰 것으로 알려져 있다. 이산화탄소는 온실효과를 통해 지구온난화를 유도하는 중요한 온실가스로 동아시아 지역의 탄소순환 기작의 이해는 전 지구 기후 변화의 영향을 파악하기 위해서도 중요한 이슈이다. 이 연구에서는 전 지구 평균 이산화탄소 농도와 비교하여 높은 농도값을 보이는 동아시아 지역의 봄철 이산화탄소 농도 변동성의 원인에 대해 분석하였다. 동아시아 봄철 이산화탄소 농도는 1980년대 이후 전 지구 평균값과 비교하여 뚜렷한 증가세를 보이고 있으며 또한 경년 변동성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 전 지구 평균값보다 높은 증가추세를 보이는 이유는 배출량에 기인한 것임을 확인하였으며 고농도 이산화탄소의 변동성 원인은 열대 동태평양 해수면 온도 변동성에 기인한 동아시아 지역의 식생 활동의 변동성과 관련된 것으로 설명할 수 있었다. 전 지구 평균값보다 동아시아 지역의 고농도 이산화탄소 변동성을 이해하기 위해서는 열대 동태평양 수온 변동성과 이와 연관된 동아시아 지역 식생 변동성에 주목할 필요가 있다.

기후재난 발생의 장기 추세와 변동 특성

김백조, 이조한, 현유경, 부경은

국립기상과학원 기후연구부

swanykim@korea.kr

키워드: 기후재난, 극한기상, 장기 추세, 변동성

기후변화로 인해 전 세계적으로 극한기상(weather extremes)의 빈도 및 강도가 증가하고 있으며 매년 그 피해액이 늘어나는 추세에 있다. 기후변화에 따른 극한기상에 따른 사회적 위기(social risk) 대응을 위한 정책적 방안 마련이 실정이다. 하지만 극한기상에 대한 사회·경제적피해(socio-economic loss)에 대한 연구는 여전히 부족한 실정이다. 본 연구에서는 지난 50년(1971~2020년) 동안 국내외 기상재해 자료를 이용하여 전 세계에서 발생한 극한기상으로 인한 사회·경제적 피해 즉, 기후재난의 통계적 특성(장기 경향성과 변동성)을 분석하였다.

지난 50년 동안 우리나라의 평균 재산피해는 국가 GDP의 0.16%이고 인명피해는 백만 명당 4.04명이었다. 재산피해는 1971년부터 2000년대 초까지 특정 해의 극한기상 사례 발생으로 피해액의 최대(peak)를 보이지만 일정 수준의 피해액이 지속적으로 나타나고 있다. 반면에 미국에서 기후재난으로 인한 지난 50년간 평균 재산피해는 국가 GDP의 0.19%정도이고 인명피해는 백만 명당 평균 343.9명이었다. 재산피해의 경우, 최근에 그 피해 규모가 늘어나는 경향을 보인다. 이와 같은 재산피해는 기후재난에 취약한 계층이나 사회에 대한 맞춤형 관측 및 예보 서비스 제공 때문으로 생각된다. 기후재난 발생에 대해 우리나라는 2001~2010년이 2011~2020년에 비해 인명과 재산피해가 많았고 특히, 홍수 및 폭풍에 따른 경제적 피해가 컸다. 반면에 전 세계적 측면에서는 재난 발생 건수와 사망자는 우리나라와 마찬가지로 2001~2010년에 많았지만, 재산피해는 2011~2020년에 다소 많았다. 미국은 재난 발생 건수, 사망자, 재산피해 모두 2011~2020년이 이전 2001~2010년에 비해 많았다. 기후재난에 따른 전 세계 및 미국의 경제적 피해는 재해 유형에 따라 차이가 났다. 홍수는 2001~2010년이, 폭풍, 극한기온은 2011~2020년이 그 피해가 컸다. 본 연구를 통해 적극적인 기후 위기 대응을 위한 정부의 방재대책이 기후재난으로 인한 사회·경제적 피해를 줄일 수 있음을 알 수 있었다. 이를 위해 재난은 재해 취약에서 쉽게 발생할 수 있다는 인식하에서 적극적인 방재 대책 마련과 이에 대한 국민 참여를 이끌 수 있는 정책개발이 필요하다.

※ 이 연구는 기상청 국립기상과학원 「기후예측 현업시스템 운영 및 개발」(KMA2018-00322)의 일부 지원으로 수행되었습니다.

동아시아 산불 경년 변동성의 수십년 주기 변화와 북극 진동과의 역학적 이해

김기욱, 이승석, 이명인
도시환경공학과, 울산과학기술원
soc07060@unist.ac.kr

키워드: 산불, 북극 진동, 산불 기상 지수, 경년 변동, 기후 체제 변환

최근 기간 동아시아의 산불의 세기와 피해 면적이 점차 증가하면서 산불 기상 지수(Fire Weather Index)를 활용한 예측의 중요성이 커지게 되었다. 또한 최근 산불은 지구온난화의 가속화로 늦겨울-초봄의 눈 덮임이 빠르게 감소하면서 발생 시작 계절이 빨라지고 있다. 이에 더해 최근 극심해진 이상 고온, 가뭄과 복잡한 상호작용을 이루어 더욱 산불의 세기는 커지고 횡수는 빈번해지고 있어 산불의 계절적 기후 변동성을 이해하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 장기간의 전지구 재분석 자료와 위성 자료를 활용하여 2월-3월 동아시아 산불의 주요 대기, 지면 시공간적 패턴과 북극 진동(Arctic Oscillation)과의 역학 관계 및 최근 발견된 1990년 후반의 기후 체제 변환(climate regime shift)에 의한 대기 변동 특성 변화와 동아시아 산불 패턴에 대한 영향을 통계적인 방법을 통해 분석하였다.

티벳 고원, 몽골 지역과 같은 건조 사막 기후에서 높은 FWI를 산출하지만, 산불이 나타나지 않고 남동 중국 및 한반도와 같이 낮은 FWI에서는 산불 발생이 많이 나타나기 때문에 공간적 FWI를 활용하여 위험성을 평가하는 데 한계가 있다. 따라서 평균 FWI의 95 Percentile이 넘는 날을 Fire Weather Day(FWD)로 정의하여 동아시아 지역의 산불 변동성을 고/저주파 필터 방법을 이용하여 분석하였다. 이후 대기, 해양, 지면 변수와의 상관관계성과 선형 회귀 분석을 통해 통계적 유의성을 검증하였다. 최근 기간 동아시아에 강한 산불 변동성이 나타남을 확인할 수 있었고 이는 강한 북극 진동의 원격상관과 상관성 있음을 시사한다. 특히 최근 기간 늦겨울 유럽 남부 지역에 감소하는 눈 덮임과 강한 토양 수분의 변동성이 북극 진동과 결합하여 동아시아 산불의 경년 변동성과 상관성 있음을 제시한다.

동아시아 산불의 경년 변동성과 기후 원격상관과의 역학적 이해는 최근 남동부 시베리아, 한반도 서부, 남동 중국에서 이례적으로 발생하는 극심한 산불 재난을 예측하는데 중요한 연구로 활용될 것으로 기대한다.

※ 이 연구는 기후예측 및 위험 대응 강화 연구(KMI2017-02410)의 지원으로 수행되었습니다.

CORDEX-East Asia Phase 2 다중 지역기후모형을 이용한 21세기 말 동아시아 극심한 폭염 전망

김영현¹, 차동현¹, 안중배²

¹울산과학기술원, 도시환경공학부,

²부산대학교 대기환경과학과

kyhmaria@unist.ac.kr

키워드: 폭염; CORDEX-East Asia Phase 2; 대표농도경로(Representative Concentration Pathways, RCP), 공통사회경제경로 (Shared Socioeconomic Pathways, SSP)

본 연구에서는 Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment-East Asia Phase 2 프로젝트에 참여하는 12개의 GCM-RCM chain에 의해 생산된 25km 수평해상도의 일 최고기온을 사용하여 21세기 말 동아시아에서 발생하는 극심한 폭염의 미래 변화를 전망하였다. 폭염기간동안 일별 폭염강도를 누적한 값인 HWM가 reference 기간 (1981-2005)동안 HWM의 95 percentile에 해당하는 값보다 크면 지속기간 및 강도 측면에서 극심한 폭염이라고 정의하였다. 현재기후에서 인도는 4월부터 6월까지, 인도차이나반도는 4월 및 5월, 중국 및 몽골은 6월부터 8월까지, 한반도 및 일본은 7월 및 8월에 폭염이 주로 발생하며, 대부분 폭염은 3~4일동안 지속된다. 인도 및 인도차이나반도에서는 지속기간이 길고 강한 폭염이 다른 지역보다 많이 발생한다. 2종의 대표농도경로 (RCP2.6 and RCP8.5) 및 2종의 공통사회경제경로 (SSP126 and SSP585) 시나리오 하에서 미래 (2071-2100)에는 동아시아 전역에서 폭염강도가 증가하고 평균 폭염 지속기간이 약 2~3 주로 길어짐에 따라, 총 폭염빈도 중 극심한 폭염의 비율이 동아시아 평균 약 5.0% (Historical)에서 8.0% (RCP2.6), 20.8% (RCP8.5), 19.3% (SSP126) 및 36.3% (SSP585)까지 증가하고, 극심한 폭염의 HWM은 1.4배, 3.5배, 3.0배, 9.0배 더 강해진다. 극심한 폭염의 HWM가 증가하는 주요 원인은 일별 폭염강도의 증가보다는 폭염 지속기간의 증가이다. 즉, 21세기 말에는 현재 매우 드물게 발생하는 극심한 폭염의 시·공간적 범위가 확장됨에 따라 동아시아 전 지역이 전례 없는 수준의 열 스트레스를 (heat stress)를 경험하게 될 것으로 전망되며, 특히, 이미 극심한 폭염의 피해가 큰 지역 및 시기에 극심한 폭염이 더 강하고 빈번하게 발생함에 따라 동아시아 내에서 폭염 피해의 시기별 및 지역별 차이는 더 커질 것으로 보인다.

SSP 시나리오 기반 CORDEX-East Asia 다중 지역기후모델의 상륙 태풍 모의 분석

김은지¹, 김태형¹, 문태호¹, 신석우¹, 이민규², 차동현¹,

장은철³, 안중배⁴, 민승기², 김진욱⁵, 변영화⁵

¹울산과학기술원 도시환경공학과, ²포항공과대학교 환경공학부,

³공주대학교 대기과학과, ⁴부산대학교 대기환경과학과,

⁵국립기상과학원 기후변화예측연구팀

hahahh@unist.ac.kr

키워드: CORDEX-East Asia, 태풍, 상륙 태풍, SSP 시나리오, 다중 지역기후모델

산업화 이후 이산화탄소와 같은 온실가스 농도가 증가함에 따라 지구의 평균 기온은 상승 추세에 있으며 이러한 기후 변화는 과거에 비해 극한 기상 현상의 발생 빈도 증가를 야기시켰다. 그 중 북서태평양에서 발생한 태풍은 동아시아의 연안 지역에 상륙하여 막대한 재산, 인명 피해를 끼치는 자연 재해이다. 본 연구에서는 5개의 지역기후모델(RegCM4, GRIMs, WRF, CCLM, HadGEM3-RA)을 이용하여 각각의 모델에서 모의하는 미래 태풍 활동을 분석하고자 하였다. 모든 지역기후모델은 CMIP6 참여 전구 기후 모델인 UKESM을 강제력으로 사용하여 모의되었고 수평 해상도는 25-km이다. 분석 영역은 CORDEX-East Asia 영역이며 과거 기간(1985-2014년)과 SSP 시나리오 2종(SSP1-2.6, SSP5-8.5)의 근미래(2031-2060년)와 원미래(2071-2100년) 기간 6-11월에 대해 분석하였다. 또한 각 모델들의 태풍 모의 특징을 평가한 후, 단일 지역기후모델의 불확실성을 최소화하고자 가중치 평균 앙상블 기법을 이용하여 분석하였다. 과거 기간에서 지역기후모델 별 태풍 모의 결과, RegCM4는 태풍을 관측 자료보다 적게 모의하였고 WRF, HadGEM3-RA는 비슷하게, GRIMs와 CCLM은 많게 모의하였다. 앙상블 평균된 모델의 연 평균 태풍 개수는 관측 자료와 유사하게 모의하였으나 평균 강도와 동아시아로 향하는 태풍의 빈도를 과소 모의하는 특징을 보였다. 근미래와 원미래에는 과거 기간보다 태풍 빈도를 적게 모의하고 강도는 두 시나리오 모두 증가하는 패턴을 보였으며 SSP5-8.5에서 그 정도가 뚜렷하게 나타났다. 그리고 태풍 발생 지역이 과거에 비해 북쪽으로 이동하는 특징이 나타났으며 그에 따라 태풍 활동 또한 북쪽으로 이동하여 중위도에 더욱 영향을 미치는 모습을 보였다. 더불어, 상륙하는 태풍의 연 평균 개수 비율은 큰 변화가 없었으나 강도는 강해졌으며 상륙 평균 위치는 북동향하였다.

CMIP6 GCM 앙상블 자료를 활용한 AR 미래전망

김태준, 김진원, 김진욱, 변영화
국립기상과학원 기후변화예측연구팀
ktj109@korea.kr

키워드: Atmospheric Rivers, CMIP6, Climate change

Atmospheric Rivers(ARs)는 저위도에서 중위도로 다량의 수분을 전달해 전지구적 물수지 균형에 중요한 역할을 하며, 해안 인근의 좁은 지역에서 많은 강수를 발생시킬 수 있다. 이러한 AR의 특징은 극한강수와도 관련이 높아, AR에 대한 미래전망을 통해서 기후변화의 영향으로 점차 증가하고 있는 극한강수현상에 대해 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 CMIP6 전지구 자료 앙상블을 활용해 AR 및 AR과 관련된 강수의 미래전망을 수행하고자 하였고, AR의 변화에 영향을 주는 요인을 살펴보기 위해 바람과 습도에 대한 변화를 함께 살펴보았다. AR은 SSP126과 SSP585 시나리오 모두에서 증가할 것으로 전망되었으며, 특히 SSP585의 21세기 후반에 높게 증가할 것으로 나타났다. 강수는 지역 및 계절에 따른 차이를 보이지만 동아시아 지역에서는 전반적으로 증가할 것으로 전망되었으며, 총 강수 대비 AR 강수의 비율 또한 증가할 것으로 나타나 미래강수에서 AR이 가지는 중요성이 높아질 것으로 생각된다.

※ 이 연구는 “신기후체제 대응 기후변화시나리오 개발·평가”(KMA2018-00321)의 지원으로 수행되었습니다.

동아시아 지표 온도의 2°C 상승과 내부변동성의 역할

오세윤, 예상욱, 박인홍
 한양대학교 해양융합과학과
 dhto977@gmail.com

키워드: Warm Arctic-Cold Eurasian 패턴, 동아시아 온난화, Large Ensemble

동아시아 지표 온도의 온난화율을 결정하는 데 내부변동성의 역할을 이해하는 것이 중요하다. 본 연구는 MPI-GE 모델 데이터를 사용하여 파리협정에서 지정한 2°C 목표 도달에 있어 내부변동성의 영향을 이해하고자 하였다. 100개의 앙상블에서 동아시아 지표 온도가 산업화 이전(1850~1900년)에 비해 2°C에 가장 빨리 도달한 79번(2041년)과 가장 늦게 도달한 11번(2065년)을 선별하였다. 두 멤버의 지표 온도 차이는 통계적으로 유의한 수준에서 WACE (Warm Arctic-Cold Eurasian) 패턴과 상관성이 존재했다. 추가적인 Large Ensemble 모델 분석에서도 비슷한 결과가 나타남을 확인했다. 이를 통해 동아시아 지표 온도가 2°C에 도달하는 데 Arctic-Eurasian 변동성의 역할이 중요함을 추정할 수 있다.

태양 및 환경장파복사조도 원격탐사 관측을 통한 평균복사온도 추정

윤동현¹, 이명진², 조영일²

¹서울대학교 미래혁신연구원,

²한국환경연구원 환경계획연구실

billyoon@snu.ac.kr

키워드: 원격탐사, 평균복사온도, Shortwave Radiation , Longwave Radiation

기후변화로 열섬효과의 심각도를 분석하기 위해 실외 열 환경 평가에 대한 요구가 증가하고 있다. 평균복사온도(Mean Radiant Temperature)는 태양 단파와 지표면에서의 장파복사 환경이 사람에게 미치는 영향을 정량화하는데 중요한 요인이다. 평균복사온도는 열파(Heat wave)에서 인간의 열적 부하를 정량화하는 데 필수적이다.

본 연구는 기상관측소 데이터 및 시뮬레이션 기법과 달리 항공원격탐사의 분광학적 특성을 사용하여 태양 및 환경장파복사조도를 산출하고 이를 기반으로 평균복사온도를 추정한다. 이 연구에서는 2022년 폭염시기에 0.43 ~ 0.75 μm 대역 다중분광센서와 적외선센서(중심파장 10.75 μm)로 김해시 장유동 일대에서 실험을 진행하였다. 하향 단파복사조도를 추정하기 위해 Bird's Spectral Model을 사용하였으며, 상향 단파복사조도 추정은 협대역 반사율(Narrow-band Directional Reflection) 모델과 항공원격탐사 기반 3차원 수치표고모델, 그리고 Lambertian reflectance를 적용하였다. 상향 태양복사조도 평가를 위해 0.3 ~ 2.5 μm 분광대역을 30개 지점에 대하여 0.03 μm 단위로 측정하였다. 상향 및 하향 장파복사모델은 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) 기반 방사율(Emissivity)을 이용하여 밝기온도(Brightness Temperature)를 실제 지표면온도(Surface Temperature)로 변환하였다. 마지막으로 평균복사온도를 추정하기 위해 방사선의 전달과정을 개발하였다. 또한, 표면 고도 정보를 가장 가까운 기상 관측소의 기상 데이터와 결합하여 대상지역에서 0.5m의 높은 공간해상도로 평균복사온도를 추정할 수 있었다. 이 방법의 적용은 위성 데이터의 불충분한 해상도 및 현재 도시 환경에서의 불완전한 데이터를 대체할 수 있을 것으로 기대한다. 이 방법은 열파환경에 취약한 핫스팟을 식별하기 위해 사용할 수 있으며 인구통계학적 지표와 융합하여 도시 열 환경을 이해하는 데 기여할 수 있다.

※ 이 논문은 2022년도 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRIT-CT-22-040, 이종 위성군 우주 감시정찰 기술 특화연구센터)

기후변화 적응을 위한 의사결정형 통합 영향평가 플랫폼 기반 구축 및 활용기술 개발

- A-15 SSP 기상 시나리오를 활용한 머신러닝 기반 국내 산불 위험 예측**
노민우¹, 이수종¹, 홍민아², 이우균^{1,*}
¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스 연구원
- A-16 생태계 부문 기후변화 적응전략 및 적응옵션 분석**
김수경¹, 서창완², 황예린¹, 이은서², 박찬³
¹서울시립대학교 일반대학원 조경학과, ²국립생태원 생태평가연구소, ³서울시립대학교 도시과학대학 조경학과
- A-17 기후변화 영향분석을 위한 물수급 평가체계 마련 연구**
류경식¹, 이상진¹, 오지환²
¹한국수자원공사 K-water연구원, ²한국수자원공사 물관리기획처
- A-18 Forecasting electrical energy demand
- The case in South Korea**
Yoojin Shin¹, Heeyeun Yoon²
¹Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering,
²Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering
College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- A-19 기후변화 적응 정책의 기후변화 리스크 저감 효과 진단 방법론 마련
- 물관리 부문을 중심으로 -**
박송미, 송영일, 박진한, 김아라, 이은비, 박주현
한국환경연구원
- A-20 기후적합도 모형의 작물 모수 추정을 위한 병렬처리 기능 구현**
현신우¹, 현승민², 김광수^{1,2,3}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 식물생산과학부,
³서울대학교 농업생명과학연구원

A-21 **기후변화와 금강 유역의 물환경**

김재영¹, 서동일²

¹충남대학교 환경·생물시스템연구소, ²충남대학교 환경공학과

토론

윤현철

한국은행

토론

김용성

SK하이닉스

토론

조용덕

K-water

토론

전종안

APEC기후센터

SSP 기상 시나리오를 활용한 머신러닝 기반 국내 산불 위험 예측

노민우¹, 이수종¹, 홍민아², 이우균^{1,+}

¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스 연구원

mw0406toto@korea.ac.kr

키워드: 산불, 머신러닝, 기후변화, SSP 미래 기상 시나리오

산불은 한번의 발생으로도 단기간 내에 식생, 토양, 수자원 등 다양한 자원들을 파괴하고 산림의 순기능을 저해하며 산불 피해에 따른 탄소배출은 기후변화의 흐름을 보다 가속화하여 장기적으로 자연 생태계에 부정적인 영향을 미치는 재해이다. 최근 국내의 경우 겨울부터 봄철까지 지속되는 가뭄이 오랜기간 지속되며, 산림의 건조도가 높아짐에 따라 봄철 산불 발생 빈도 및 대형화 사례가 증가하고 있고 장기적으로 산불로 인해 피해가 증가하는 추세를 보이고 있다. 이에 미래 국내 산불의 피해를 예측하여 선제적인 예방 및 대응책을 강구할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 2003년부터 2020년까지의 산불 발생이력을 활용하여 일별 산불발생 예측모델을 개발하고자 한다. 모델의 입력자료로는 기상 변화에 따른 산림 연료의 건조도를 파악할 수 있는 캐나다 산불위험 지수 FFMC(Fine Fuel Moisture Contents)와 DMC(Duff Moisture Contents)를 활용하고, 국내 산불 예측에 주로 활용되는 실효습도를 입력자료로 활용하여 산림의 건조도를 모형에 반영하고자 하였다. 지형 및 환경적 특성의 경우 DEM, 경사, 사면방위 그리고 산불 연료의 분포를 모델에 반영하기 위한 산림 연료지도 및 임목밀도 자료를 활용하였다. 또한, 국내 대다수의 산불 발생 원인이 사람의 활동에 기인하는 특성을 고려하여 사람의 주요 활동 범위이자 산불 발생과 연관이 있는 도로, 건물, 농지 공간자료를 기반으로 산불 활동지도를 구축하여 인위적 산불 발생의 영향을 반영하였다. 최종 개발된 모델의 성능지표는 Accuracy 0.82, AUC 0.89, Recall 0.87, Precision 0.80, F1 0.83으로 나타났으며, SSP 미래 기상시나리오를 활용한 산불 예측을 통해 미래 산불 발생 위험을 도출하고자 한다. 본 연구에서 개발된 산불발생 예측모델을 통해 기후변화에 의한 한반도 산불 발생 위험 변화 양상을 정량적으로 평가하여 향후 국내 산불 리스크 평가 및 적응대책 수립에 기여를 할 수 있을 것으로 사료된다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570005)

생태계 부문 기후변화 적응전략 및 적응옵션 분석

김수경¹, 서창완², 황예린¹, 이은서², 박찬³

¹서울시립대학교 일반대학원 조경학과, ²국립생태원 생태평가연구실,

³서울시립대학교 도시과학대학 조경학과

soky0711@uos.ac.kr

키워드: 기후리스크, 생태계, 적응옵션, 실행방안

IPCC 제6차 보고서에 따르면 기후변화로 인한 생태계의 피해 범위와 규모는 지속적으로 증가하고 있으며, 생태계의 피해는 향후 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 있다. 이러한 기후변화의 부정적 영향을 완화시키기 위해 기후변화 적응의 중요성이 대두되고 있다. 특히, 생태계를 이용하여 기후변화의 영향을 줄이는 생태계기반 적응(Ecosystem-based Adaptation)이 주요 기후변화 적응대책으로 논의됨에 따라 생태계에 대한 효과적인 기후변화 적응전략 및 적응옵션 설정이 필요한 실정이다. 기존의 기후변화 적응전략은 생태계 전반에 적용할 수 있는 적응전략을 수립하는 반면, 특정 생태계 유형을 고려한 기후변화 적응전략 및 적응옵션 설정은 미흡한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 국내·외 생태계 부문의 기후변화 적응전략 및 적응옵션을 비교 분석하고, 국내에 서식하고 있는 생태계 유형들을 고려한 기후변화 적응전략 및 적응옵션을 설정하여 국내 생태계 부문의 기후변화 적응전략 및 적응옵션을 제안하고자 한다. 생태계 부문의 국가 기후변화 리스크 가운데 8개 기후리스크 항목을 선정하여 기후리스크별 예측항목을 세분화하였으며, 예측항목은 남방계 식물, 북방계 식물, 자생식물 등 국내에 서식하고 있는 다양한 생태계 유형을 고려하였다. 본 연구의 결과는 생태계 부문의 기후변화 적응전략 및 적응옵션 수립 과정에 있어 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다(2022003570001).

기후변화 영향분석을 위한 물수급 평가체계 마련 연구

류경식¹, 이상진¹, 오지환²

¹한국수자원공사 K-water연구원, ²한국수자원공사 물관리기획처

ksryoo@kwater.or.kr

키워드: 기후변화, 가뭄, 물수급, 물부족, 영향평가

본 연구에서는 기후변화에 의한 물관리 분야의 영향분석을 사실적인 해석하기 위해 기존 주로 사용하였던 통계학적인 방법이 아닌 물리기반의 해석방법으로 수행하고자 하였다. 또한 물리기반 기후변화 영향평가를 위해서는 전국 주요 수자원시설물(댐, 보, 저수지, 취수장, 하수처리장 등)의 제원 및 운영조건을 조사하여 물수급 분석용 노드화가 필요하며 하천수의 흐름이나 상수도 급수체계 및 하수도 회귀체계 등을 조사하여 수요·공급 노드간 물이동 정보를 네트워크화하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 도서지역을 제외한 전국을 대상으로 약 1,000여개의 저수시설, 2,000여개의 하천, 500여개의 취수장 및 200여개의 하수처리장 등의 제원(GIS 위치정보 포함) 및 운영조건을 조사하여 3개 대권역으로 물이동 네트워크를 구축하였다. 또한, 수요·공급 노드별 수요·공급의 우선순위를 사실적으로 반영하였고 불명확한 수요노드에 대해서는 상류 우선공급방식을 적용하였고 저수지 노드에 대해서는 직류구간에서는 하류 우선공급방식을 적용하였고 병렬구간에서는 균등공급방식을 적용하였다. 물부족에 대한 진단은 취수장을 중심으로 물부족 발생시점, 부족기간 및 부족량을 해석한 후, 취수장에서 공급받는 행정구역 및 유역을 대상으로 급수인구에 비례하여 적용하였고 물부족에 대한 평가는 주요 시설물별 평가와 행정구역을 비롯한 지역별 평가가 가능하도록 구축하였다.

그러나 본 연구는 기후변화 영향분석이 주 목적이기에 다양한 AR6 시나리오에 대한 신속하게 처리가 필요하다. 따라서 강우-유출 모형에 의해 생성되는 기후변화 시나리오 유량 자료를 물수급 분석용 입력자료로 자동 변환할 수 있도록 전산화하고 변동성이 매우 큰 기후변화 시나리오 특성으로 인해 물수급 진단 및 평가는 단순 부족량 해석이 아닌 빈도 분석법을 도입하여 발생빈도에 대한 위험도로 제시하고자 하고 있다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570007)

Forecasting electrical energy demand - The case in South Korea

Yoojin Shin¹, Heeyeun Yoon²

¹Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering,

²Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering College of
Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

yoojins@snu.ac.kr

Key words: Climate Change, Electric Energy, LSTM

The share of electric energy in the total global energy consumption continues to rise. Every year since 2010, the share has increased by 0.29 % points per year on average, accounting for 20.4% as of 2021 (Share of electricity in total final energy consumption, n.d.). The electricity consumption has also experienced a significant surge, from 10,894.7 TWH in 1990 to 24,901.47 TWH in 2020, with an average annual increment of 31.8% (Iea, n.d.). Any shortage or increase in the price of electrical energy could generate significant consequences in many sectors, including residential, industrial, and transportation.

The increasing demand of such energy might be attributed to mainly two factors; first, industrialization and urbanization, and second climate change (Zhang et al., 2022). Urbanization, accompanied with growing population and economic activity in highly populated spaces, has resulted in an upsurge in electrical energy consumption. This is due to the needs to power various urban infrastructures including buildings, transportation systems, and smart city systems. During the process of climate change, global surface temperatures have risen and extreme weather events have become more frequently. Increased temperatures lead to heavier use of home appliances, consequently, electrical energy consumption due to climate change is known to account for 30-50% of total electrical energy use (Wang et al., 2021).

While electricity demand is increasing, there is a lack of quantitative research on electricity demand that considers the combined effects of climate change, urbanization, and industrialization. Many researchers use climatic factors (temperature, rainfall and sunshine hours) and non-climatic factors

(GDP per capita, industrial ratio, urbanization process) to study the impacts and predictions of climate change and urbanization on overall energy demand. However, most studies on the impact of climate change on electrical energy demand have focused on changes in electric energy demand in the building, residential, and heating and cooling sectors, without looking at other important factors (industrialization, transportation, etc.) (Fan et al., 2019). Furthermore, research on the nexus between urbanization and energy has mostly focused on impacts and projections for CO₂ emissions and renewable energy, with fewer studies on electric energy (Odugbesan et al., 2020). Given that climate change, industrialization, and urbanization are the main drivers of increasing electrical energy demand, it is important to understand the combined impact of these factors to better predict and manage future electrical energy demand.

Against this background, this study aims to forecast the demand of electric energy. The spatial scope of this study is 226 municipalities in South Korea, and the temporal scope is 2008-2020. We use LSTM (Long Short-Term Memory models) to better analyze and forecast electric energy over time, rather than linear regression, which is commonly used in traditional energy demand forecasting studies. The study is expected to create a more accurate prediction model than previous studies because it takes into account climate change, urbanization, and industrialization factors in predicting electric energy consumption. The results of this study will serve as a basis for policies related to electric energy, helping to prevent the negative effects of increasing electric energy consumption.

※ This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through "Climate Change R&D Project for New Climate Regime." , funded by Korea Ministry of Environment(MOE) (2022003570007)

기후변화 적응 정책의 기후변화 리스크 저감 효과 진단 방법론 마련 -물관리 부문을 중심으로 -

박송미, 송영일, 박진한, 김아라, 이은비, 박주현
한국환경연구원
smpark@kei.re.kr

키워드: 기후변화, 기후변화 적응, 기후변화 영향 평가, 적응 옵션

본 연구는 효과적인 기후변화 적응을 위하여 수립·이행 되는 정책을 대상으로 과학적 방법론 기반을 마련함으로써, 관련 정책이 기후변화 적응에 미치는 효과를 검증하는 체계 구축을 목적으로 한다. 우리나라는 당면한 기후변화에 효과적으로 적응하기 위하여, 적응 정책을 수립 이행중에 있다. 적응 정책은 공간범위에 따라 국가 단위 기후변화 적응을 위한 ‘국가 기후위기 적응대책’, ‘지자체(광역시, 기초) 기후위기 적응대책 세부시행계획’, ‘공공기관 기후위기 적응대책’ 등으로 구분된다. 또한 기후변화에 의한 영향은 대상 분야별로 구분하여 예측이 필요하며, 공간범위에 따라 구분된 정책은 다시 세부적인 분야에 따라 적절히 마련되어 있다. 이들 정책은 마련된 계획에 따라 원활히 시행되고 있으며, 그 중 국가 정책의 이행 수준은 매년 90% 이상으로 평가된다. 이와 같은 정책의 수립 및 이행 노력은 여타 국가와 비교했을 때에도 매우 우수한 수준으로 보여지나, 개별 정책 이행에 따른 효과(또는 성과)에 대한 평가는 그 방법론부터 마련되지 않은 실정이다. 이에, 본 연구에서는 기후변화 적응을 위해 수립된 정책 이행에 따른 효과를 확인하기 위한 방법론을 마련하고자 한다. 대상 부문은 국가 기후위기 적응 대책의 6개 부문중, 상대적으로 정책(적응 옵션) 및 기후변화에 따른 영향 관련 데이터 구축 수준이 높은 물관리 부문으로 선정하였다. 물관리 부문의 국가 기후변화 리스크 목록(10개)을 검토하여 정책 이행에 따른 리스크의 저감 정도를 확인하는 것을 연구의 수행 방향으로 설정하였다. 구체적인 방법으로는 구축 데이터를 활용한 통계기법의 적용과 문헌조사에 따른 효과 도출이 있으며, 각각의 기후변화 적응 옵션별 해당 리스크의 저감 효과를 통합적으로 제시하였다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570007)

기후적합도 모형의 작물 모수 추정을 위한 병렬처리 기능 구현

현신우¹, 현승민², 김광수^{1,2,3}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 식물생산과학부,

³서울대학교 농업생명과학연구원

hswhsy@snu.ac.kr

키워드: Parallel computing, OpenMP, Suitable area, Fuzzy logic, Likelihood

기후변화 조건에 따라 주요작물의 재배적지의 변화를 파악하여 이에 대응하는 적응대책이 수립되어야 한다. 재배 적지의 전망을 위한 모형이 개발되었으나, 작물 재배지의 변동이 어려운 과수작물들의 대부분은 모수가 추정되어 있지 않아 미래 조건에서의 전망자료를 생산하기 어렵다. 본 연구에서는 국내 주요 과수작물인 사과를 대상으로 재배적지 모델의 모수 추정과 이를 효율적으로 처리하기 위한 기법을 개발하고자 하였다. 재배적지 모델의 모수 추정을 위해 전세계 종분포를 제공하는 데이터베이스를 활용하여 사과의 위치 자료를 수집하였다. 임의의 모수값을 생성하고, 각각의 모수값에 따른 likelihood를 계산하여 모수값에 대한 사후분포를 생성하는 GLUE 방식을 사용하였다. Likelihood를 계산하기 위해 각각의 모수값을 활용하여 작성된 재배적지 지도와 사과의 위치자료를 비교하는 방식을 사용하였다. 그러나, 이러한 모수추정 방식은 격자자료 전체에 대한 계산이 필요하기 때문에, 계산 시간을 최소화하기 위해 openmp 기반의 병렬화 기법을 적용하였다. 10개의 CPU를 사용하여 모형을 구동한 결과 병렬처리를 하지 않았을 때에 비하여 약 80%의 시간이 감소하였으나, 이상적으로 예상되는 시간보다 많은 시간이 소요되었다. 이는 병렬처리가 되지 않은 부분에 의한 것으로 판단되었다. 예를 들어, 모형을 구동하기 위해 기상자료를 읽는 과정이 전체 구동 시간의 약 45%를 차지하였다. 주요 과수작물들을 대상으로 재배적지를 평가하는 기존 알고리즘들은 특정 기간의 기후조건을 평가하는 방식이기 때문에 미래 기후조건에서 신뢰도가 낮아질 수 있다. 반면, 본 연구에서 활용한 모형의 경우 재배시기의 변화 또한 고려할 수 있기 때문에, 국내 주요 과수 작물에 대한 모수추정이 진행될 경우 급격하게 변동하는 기후조건에서도 신뢰도를 높은 재배적지 전망을 지원할 수 있을 것이다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570005)

기후변화와 금강 유역의 물환경

김재영¹, 서동일²

¹충남대학교 환경·생물시스템연구소,

²충남대학교 환경공학과

kimjyo0218@gmail.com

키워드: 기후변화 적응대책, 물환경, 수질, 모델링

기후변화로 인한 일반적인 수질 영향은 (1) 홍수기 강우량 증가로 인한 강우 유출수 증가와 함께 유역에서 발생하는 오염물질 유출의 증가와 (2) 갈수기 강우량 감소로 인한 하천 유량 감소에 따른 수질 농도의 증가로 평가된다. 기후변화에 따른 강우량의 변화는 유역의 오염 부하 유입량을 증가시켜서 수질을 악화시킬 수도 있으나 강우량이 현저하게 부족한 경우 지속되는 오염 부하에 대한 완충 능력의 부족으로 수질이 악화될 수 있다. 기존 연구들은 수질 영향평가를 위해 대부분 총 부유 물질, 총질소 및 총인과 같은 수질변수를 이용하여 수질 개선 및 악화 경향을 평가하였으나, 온도 변화에 대한 수질 영향 평가는 아직 미흡한 실정이다. 특히 기후변화로 인해 기온이 상승 시 녹조 현상은 악화할 것으로 예상되어 분석에 대한 시급성이 강조되고 있다. 녹조 현상은 다양한 수질 변수와 함께 복잡한 상호작용을 하므로 정확하게 분석하기 위해서는 종합적인 분석 및 인과 관계에 관한 연구가 요구된다. 우리나라는 기후변화에 대한 국가 기후변화 적응대책 (21~25)에 따라 수질 측정소 확장과 비점오염원 관리 강화 계획이 예정되어 있다. 이러한 대책은 유량 감소 또는 수온 증가와 같은 기후변화 요소로 인한 수질 악화에 대응하기에는 부족할 가능성이 있다.

본 연구는 “기후변화 적응을 위한 의사결정형 통합 영향평가 플랫폼 기반 구축 및 활용 기술 개발”을 위해 수행되고 있으며, 기후변화로 인한 수질 영향평가를 통해 중요한 수질 문제와 오염 정도를 파악하고 이를 완화하기 위한 기후변화 적응대책을 수립하는 것을 최종 목표로 하고 있다. 2023년 현재 단계에서는 금강 유역을 대상으로 현재의 수질 문제를 분석 및 파악하고, 이를 기반으로 기후변화로 인한 수질 변화를 예측하여 적응대책 수립에 활용하고자 한다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570007)

▶ 2023년 6월 22일(목)

한국환경연구원 포스터발표

중회의실 1

[기획세션] 한국환경연구원 포스터발표 (13:30~14:30)

PA-01 **Estimating the effects of climate change on the beach tourism in South Korea**

Seungjoo Baek¹, Heeyeun Yoon²

¹Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University,

²Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering

College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Estimating the effects of climate change on the beach tourism in South Korea

Seungjoo Baek¹, Heeyeun Yoon²

¹Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University

²Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

s_joo94@snu.ac.kr

Key words : Climate Change, Tourism industry, ST GAM

Since 1975, global temperature has increased by 0.15 to 0.20°C on average per decade. Climate change has become a serious issue, exerting multi-faceted and mostly negative influences on daily life, such as food insecurity, increasing the frequency of natural disasters, and disruptions in outdoor exercise. In particular, climate change significantly influences the tourism industry, because weather condition is one of the important factors that people consider in taking outdoor activities. Global warming substantially damages the winter tourism industries, such as skiing or snowboarding, because the days of snow and ice has been shortened, and extra cooling facilities were required to keep the good condition for the sports activities. This results in higher maintenance costs and shorter operating period, hence the reduced profit.

In this backdrop, this study aims to assess the effect of climate change on tourism. We hypothesize that as the global temperature rises, the number of visitors in summer season decreases. The spatial scope of the study is 277 beaches in South Korea, and the temporal scope is summer (June to August), 2019 to 2022. We use the spatial-temporal generalized additive model (ST-GAM) to decipher nonlinear relationships between the level of temperature and the number of tourists in summer season, controlling for various compounding effects of macroeconomic and weather conditions. As an early empirical study of the effect of climate change on seasonal tourism, the findings of this research will guide local governments in establishing local policies for helping tourism industry.

※ This work was supported by Korea Environment Industry &Technology Institute(KEITI) through "Climate Change R&D Project for New Climate Regime.", funded by Korea Ministry of Environment(MOE) (2022003570007)

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

B 발표장 (중회의실 4)

기후변화 적응 I (09:00~10:00)

좌장 : 김진욱 (국립기상과학원)

- B-01** **도시 거리 공간 유형에 따른 열 환경 완화를 위한 녹화 전략**
김나연¹, 윤석환², 김은섭², 이동근³
¹서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 생태조경학전공,
²서울대학교 협동과정 조경학, ³서울대학교 조경·지역시스템공학부
- B-02** **서울시 소재 제로웨이스트샵 특징 및 역할**
- 창업주 심층면접을 중심으로 -
나성은
고려대학교 생명환경과학대학원 기후환경학과
- B-03** **인천광역시 지방 기후위기 적응대책을 위한 기후변화 취약대상 공간적 상세화 및 정책적 활용방안**
류지은, 부찬종, 조경두
인천연구원 탄소중립연구·지원센터
- B-04** **기후탄력성 향상을 위한 도시홍수 대응방안**
Namuun Tuvshinjargal¹, 정혜인², 이정아¹, 전성우¹
¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구원

도시 거리 공간 유형에 따른 열 환경 완화를 위한 녹화 전략

김나연¹, 윤석환², 김은섭², 이동근³

¹서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 생태조경학전공,

²서울대학교 협동과정 조경학, ³서울대학교 조경·지역시스템공학부

younna97@snu.ac.kr

키워드: 가로수, 옥상녹화, 벽면녹화, CFD, 도시 협곡

기후변화로 지구온난화와 이상기후의 빈도가 증가함에 따라 전 세계 인구의 폭염에 대한 노출은 지속적으로 증가할 것이다. 이에 따라 도시 주거지, 주요 인프라에 대한 기후변화 리스크는 중장기적으로 빠르게 증가할 것이며, 추가적인 적응 노력이 없는 경우 고온 관련 사망률의 지리적 격차는 더욱 분명해질 것이다(IPCC, 2021). 밀집되는 도시 인구를 수용하기 위한 급격한 도시화로 인하여 도시 환경의 물리적 구조가 변경되었고 이는 도시 열섬 현상을 초래하여 도시 거주민의 체감 열 환경을 악화시켰다(Oke, 1982; Oke et al., 2017; Lin et al., 2017; Javanroodi and Nik, 2020; Deng et al., 2021). 도시의 지속적인 고온 노출은 도시 전반의 건강과 기반시설의 내구성을 악화시키고 에너지 소비를 증가시키기 때문에 지속가능한 도시 계획을 위하여 도시 열 환경 완화를 통한 기후변화 적응 전략 제공이 필요하다(IPCC, 2021; Santamouris et al., 2001; García-Herrera et al., 2010; Nitschke et al., 2011).

밀집된 도시의 거리는 대부분 두 건물 사이에 도로가 있는 협곡 형태이며 이러한 도시 협곡은 도시 형태의 기본 기하학 단위이자 도시 미기후 형성에 중요한 역할을 한다(Jamei et al., 2016; Deng and Wong, 2020; Moenen et al., 2012). 도시 협곡의 미기후 변화는 실외 보행자 수준의 열 환경에 직접적인 영향을 주며, 건물 에너지 수요에 영향을 미친다(Strømman-Andersen and Sattrup, 2011; Jamei et al., 2016). 기존 선행연구들은 도시 거리 협곡의 열 환경 분석 및 완화를 위하여 크게 거리의 공간 기하학과 녹화 전략 2가지 측면에서 접근하고 있다. 이 두가지 매개변수는 서로 상호작용하여 보행자에게 직접적인 열적 영향을 주기에 복합적인 고려가 필요하다(Lin et al., 2008).

본 연구는 CFD 시뮬레이션을 통하여 도시 협곡에서 거리 기하학 변화에 따른 녹화 전략(가로수, 벽면녹화, 옥상녹화)의 냉각 효과를 분석한다. 건물 높이, 도로 폭과 같은 도시 협곡의 기하학 매개변수를 조정하고, 복사교환과 증산냉각 효과, 잎의 공기역학을 고려한 개선된 식생 모델을 적용한다. 최종적으로 거리 기하학적 유형에 따라 녹화 전략의 기온 냉각 효과가 보행자 수준에서 어떻게 차이가 나는지 분석하고 거리 구조별 적절한 녹화 전략을 제시한다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 신기후체제 대응 환경기술개발 사업의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570004)

서울시 소재 제로웨이스트샵 특징 및 역할 - 창업주 심층면접을 중심으로 -

나성은

고려대학교 생명환경과학대학원 기후환경학과
naranging@gmail.com

키워드: 기후변화적응, 기후행동, 제로웨이스트운동, 지속가능성, 자원순환, 폐기물

기후변화에 관한 정부 간 협의체에 따르면, 지구 기온이 산업화 이전 대비 1.5℃ 이상 상승한다면 인간과 자연에게 돌이킬 수 없는 피해를 발생할 것이라고 경고했다. 기후변화 적응에 있어 국내에서도 크고 작은 변화가 일어나고 있다. 연구자는 기후위기 문제 중 하나인 폐기물 처리에 있어 ‘제로웨이스트 운동’이 2018년 이후 폭발적으로 커지고, 나아가 새로운 비즈니스 형태인 ‘제로웨이스트샵’이 증가하고 있다는 점에 주목하였다.

본 연구에서는 서울시 소재 제로웨이스트샵의 특징과 기후변화 적응에 있어 어떤 역할을 하는지 창업주 4인과의 인터뷰를 통해 확인해보았다. 서울시 소재 제로웨이스트샵 특징의 경우 다음과 같다. 주요 고객은 20대~40대 여성이며, 고객층의 확대를 위해 어떤 전략을 펼쳐야 하는지 고민하며 향후 과제로 삼고 있다. 판매 제품은 폐기물 감축에 기반하여 선정하지만, 제로웨이스트샵마다의 각기 다른 선정 기준을 가지고 있었다. 제로웨이스트샵에서 진행하고 있는 워크샵 및 캠페인은 정부의 정책 및 기업의 변화에 직접 참여하는 ‘참여형 캠페인’과 환경 주제를 토대로 함께 배우고 토의할 수 있는 ‘교육형 워크샵’으로 나뉘었다.

이어 창업주의 인터뷰 언급되는 내용을 바탕으로 서울시 소재 제로웨이스트샵의 역할에 대해 분석해 보았다. 총 5가지로 자원순환 인식 제고를 위한 매개체, 환경 실천에 대한 긍정적 경험 형성, 기후위기 대응 관련 시민 교육의 장, 환경분야 일자리 창출, 지역 내 자원순환 회수센터의 역할을 하고 있다. 본 연구는 환경 실천에 있어 이례적으로 많은 참여자를 보인 제로웨이스트 운동과 그 중심에 있는 제로웨이스트샵의 특징과 역할을 알아보는 데 의의가 있다. 다만 한계점으로는 제로웨이스트 산업을 리딩하고 있는 창업주 일부를 인터뷰하면서, 산업 전체를 아우르는 내용을 분석하지 못하였다. 따라서 후속 연구에서는 제로웨이스트 산업 전반을 다루는 폭넓은 분석이 이뤄져야 할 것이다.

인천광역시 지방 기후위기 적응대책을 위한 기후변화 취약대상 공간적 상세화 및 정책적 활용방안

류지은, 부찬중, 조경두

인천연구원 탄소중립연구·지원센터

jjieun@ii.re.kr

키워드: 지방 기후위기 적응대책, 기후리스크, 리스크목록, 리스크평가

기후변화로 인한 기후위기가 심각해짐에 따라 기후변화로 인한 피해를 예방하기 위하여 국가는 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장기본법」을 제정하였으며, 해당 법에 근거하여 탄소중립 녹색성장 기본계획을 수립하도록 법에 명시하였습니다. 해당 법의 가이드라인에 따르면 지자체는 별도의 기후위기 적응대책 보고서를 통해 지방 기후위기 적응대책을 수립해야 합니다.

지자체 기후위기 적응대책은 국가 및 광역 지자체에서 취약계층을 우선적으로 지원하여 기후변화로 인한 피해를 줄이는 것을 목적으로 하고 있으며, 따라서 정책의 실효성을 높이기 위해서 취약계층 및 지역을 포함하는 취약대상을 정의하고 공간자료를 구축하여 정책 집행 우선순위를 정하는 것이 필요합니다.

본 연구에서는 인천광역시에서 활용 가능한 기후변화 취약대상의 공간적 상세화를 위한 DB구축 방법 및 활용 가능자료를 목록화하고 일부 공간자료를 이용하여 정책적 활용방안 사례를 제시하는 것을 목적으로 합니다.

기후변화 취약대상을 정의하기 위하여 국내·외 사례검토를 하였으며, 취약대상은 취약계층과 취약지역을 모두 포함하는 의미이며, 본 연구에서는 기후변화 취약대상을 기후변화에 취약한 지역에 거주하는 취약계층과 비거주하는 취약계층으로 정의하였습니다.

기후변화 적응대책 수립지침에 지역 기후리스크를 도출 및 종합하여 적응대책을 수립하도록 되어 있으므로, 인천광역시의 우선순위 기후 리스크 목록을 기준으로 취약계층과 취약지역을 구분하고 기구축되어 있는 자료의 활용방법 및 구축이 필요한 경우, 구축 방법을 목록화하고 장단점 및 보완점을 제시하였습니다. 단기간 공간 구축이 가능한 항목을 선정하고 정책과 연계되는 현황을 분석하여 공간데이터를 활용한 기후위기 적응대책 활용방안을 제시하여 추후 기후노출 별 실제 데이터를 구축기반을 마련하였습니다. 이처럼 취약계층에 대한 공간자료가 구체적으로 구축될 경우, 정책 집행시 기후위기 적응 효과가 크게 향상될 것으로 기대합니다.

기후탄력성 향상을 위한 도시홍수 대응방안

Namuun Tuvshinjargal¹, 정혜인², 이정아¹, 전성우¹

¹고려대학교 환경생태공학과,

²고려대학교 오정리질리언스연구원

munaa1015@korea.ac.kr

키워드: 기후탄력성, 도시홍수, 시스템다이내믹스, 기후변화

기후변화로 인한 갑작스럽고 집중적인 강수량이 지속적으로 증가될 것으로 예상됨에 따라 기후변화에 대한 적응을 위해서 홍수에 대한 대응방안이 시급하다. 그러나 홍수로 인한 물리적 피해 및 이로 인한 2차적인 사회경제적 피해 관계에 대한 과학적 기반의 분석 및 의사결정 수립 과정 내에서의 연계·적용에 대한 연구가 부족한 실정이다. 특히 도시 내 홍수 발생에 따른 대표적인 피해 유형 및 피해 유발 정도를 나타내는 주요 요인들을 평가하여 이를 조절함으로써 도시의 기후탄력성을 향상시킬 수 있는 관리방안이 필요하다.

이에 따라 본 연구에서는 전체 도시시스템 관점에서 시스템다이내믹스 모델을 활용하여 System performance 기반으로 도시의 기후탄력성을 평가하고자 한다. 기후탄력성 평가는 홍수 부문에서 다양한 프레임워크 기반으로 이루어지고 있으며 도시 시스템의 특성을 고려한 프레임워크를 설정하는 것이 가장 중요하다. 도시 단위에서의 기후탄력성을 평가하기 위해서 1) 도시를 구성하는 요소들과 2) 구성요소 간의 구조, 그리고 3) 이런 도시 시스템에 영향을 미치는 환경의 복합적인 상호작용을 고려하는 것을 목표로 하여 최종적으로 도시의 기후탄력성을 향상시키기 위해 기존 연구의 한계점을 보완한 정책적 관리방안을 제시하고자 한다.

※ 본성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570003)

[기획세션] 국립환경과학원 국가기후위기적응센터 1부 (10:30~12:30)

사회 : 진형아 (국립환경과학원)

좌장 : 조경두 (인천탄소중립연구·지원센터)

📍 국가 기후위기 적응연구 협의체 23년 상반기 적응연구 포럼

- B-05 국가 기후위기적응정보분류체계 구축 및 활용 방안**
오윤영[†], 진형아, 임철수, 김성미, 김지연, 여소영, 홍정기, 노순아,
성미애, 서도현, 백지원
국립환경과학원 지구환경연구과 국가기후위기적응센터(NACCC)
- B-06 기상청 기후변화 감시·예측 및 서비스 현황**
정주용[†], 변영화
국립기상과학원 기후변화예측연구팀
- B-07 농업분야(농업환경·생태) 기후변화 실태조사 및 영향·취약성 평가**
안난희^{1,†}, 최순균¹, 김명현², 어진우¹, 엽소진¹, 전상민¹
¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²농촌진흥청 연구운영과
- B-08 산림분야의 기후변화 적응 정보 산출 현황 및 정보 활용도 제고를 위한 고찰**
박고은[†], 최원일, 김은숙, 양희문
국립산림과학원 산림생태연구과
- B-09 수산분야 기후변화 적응 정보 생산 및 활용**
한인성[†], 정래홍, 이준수
국립수산과학원 기후변화연구과
- B-10 해양분야 적응정보 구축현황 및 적응대책 활용도 제고 방안**
서광호[†], 오현주, 이화영
국립해양조사원 해양과학조사연구실
- B-11 생태계 분야 기후대응 통합관리체계 구축 방안**
옥기영[†], 원호연, 홍승범, 이효혜미, 박은진
국립생태원 기후생태연구실

- B-12** **농업·농촌분야 기후위기 대응 추진전략**
송석호
한국농어촌공사 미래전략실
- B-13** **기후변화 건강영향의 특징과 정보 구축 제고 방안**
채수미[†], 신지영
한국보건사회연구원 미래질병대응연구센터
- B-14** **물관리 분야 적응정보 구축현황 및 향후 발전방향**
장현우[†], 한지현, 박진기
한국수자원공사

국가 기후위기적응정보분류체계 구축 및 활용 방안

오윤영[†], 진형아, 임철수, 김성미, 김지연, 여소영, 홍정기,
 노순아, 성미애, 서도현, 백지원
 국립환경과학원 지구환경연구과 국가기후위기적응센터(NACCC)
 magojina@korea.kr

키워드: 기후위기, 적응정보, 적응텍소노미, 영향·취약성, 적응정보종합플랫폼

탄소중립기본법의 시행(‘22.3)에 따라 기후위기가 사회 전반에 끼치는 영향과 파급효과를 조사·평가하기 위한 ‘기후위기적응정보관리체계’의 구축·운영을 위해 국립환경과학원 국가기후위기적응센터는 국가 기후위기적응정보종합플랫폼(이하 “종합플랫폼”) 구축사업을 추진하고 있다. 종합플랫폼은 부처별로 별도의 법에 따라 생산·제공·관리되고 있는 적응정보를 단순히 취합하는 것을 넘어 일관된 체계로 연계하여 영향·취약성 평가도구 및 기후위험지도 등과 함께 종합적으로 일괄제공하고 공동활용하여 국가의 적응력 향상을 지원하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 지난 ‘22년 9월 6일 적응정보 생산관련 부문별 대표 전문기관들과 「국가기후위기적응연구협의체」를 구축하여 적응정보의 연계와 공동사업 발굴 등을 위해 협력을 강화하고 있다. 이를 위해 국립환경과학원은 산재한 적응정보의 분류 및 연계의 기준이 되는 「국가기후위기적응정보분류체계(K-Adapt-Taxonomy, 이하 “적응텍소노미”)의 개발을 추진하고 있다. 우선 국제적으로 별도의 정의가 이뤄지지 않은 “적응정보”에 대한 정의와 범위를 명확하게 규정하기 위해 탄소중립기본법 제37조제2항을 근거로 적응정보를 정의하고, 부처 및 분야의 전문가·일반인들의 설문조사를 통해 적응텍소노미의 구성 항목 및 요소들에 대한 초안을 마련하였다. 이에 따라 적응정보(Adaptation Information)를 “기후위기의 영향과 파급효과를 조사·평가하기 위한 정보”로 정의하고, ①과학기반 ②적응해법 ③정책평가의 대분류 체계를 기반으로 각각 영향·취약성 평가도구의 입·출력 항목과 제3차 국가 적응대책의 기후리스크와의 연계를 고려하여 적응텍소노미의 하위 항목들을 구성하였다. 본 연구에서는 현재까지 구축된 적응텍소노미 초안에 대한 적응연구협의체 및 분야별 전문가들과의 심도 깊은 논의를 통해 전반적인 구성체계 및 세부요소들의 적합성 등 향후 개선을 위한 제언을 도출하고자 한다.

※ 이 연구는 “NIER-2022-01-02-147(기후위기 적응정보 종합플랫폼 구축을 위한 사전 기획연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

기상청 기후변화 감시·예측 및 서비스 현황

정주용[†], 변영화

국립기상과학원 기후변화예측연구팀

cychung@kma.go.kr

키워드: 기후변화 감시, 지구대기감시망, 기후변화 예측, 기후정보포털, 전망보고서

기상청은 기후변화감시 및 예측업무를 수행하고 있다. 세계기상기구(WMO; World Meteorological Organization) 지구관측(GAW; Global Atmosphere Watch) 프로그램에 참여하고 있으며, 한반도 기후변화감시망을 운영하고 있다. 안면도, 고산, 울릉도독도, 포항 등 4개소의 기본 관측소에서 온실가스, 반응가스, 에어로졸, 대기복사, 성층권오존 및 자외선, 총대기침적 등 6개 분야 36종의 기후 관측요소를 측정한다. 관측된 자료는 GAW 권고 사항을 충족하는 품질관리 과정을 통하여 기후정보포털, 기상자료개방포털, 국가통계포털, e-나라지표 등 다양한 경로를 통하여 자료를 제공하고 있으며, GAW의 각 분야별 세계자료 센터에 자료를 제출하고 있다. 최근에는 실시간 감시정보 제공에 대한 요구에 부응하기 위하여 이산화탄소, 메탄, 지표오존, 이산화황, PM10 농도와 응결핵수농도, 자외선A, 자외선B 등 관측자료에 대해 가장 최근 자료까지 기후정보포털을 통해 제공하고 있으며, 제공 요소를 지속적으로 확대해 나아가고 있다. 한편 국가기상위성센터는 위성자료를 활용한 기후변화 감시 노력을 진행하고 있다. 해수면온도, 일사량, 지구방출복사량 등 7종의 핵심기후변수(ECVs; Essential Climate Variables)를 산출함으로써 장기간의 변동성을 분석하고 있으며, 미국의 SSMIS(Special Sensor for Meteorological Imager/Sounder) 위성 자료를 이용하여 북극 해빙의 면적, 해빙거칠기, 눈덮임감시 등 빙권감시 업무도 수행하고 있다. 토양수분, 증발산량, 지면온도 등의 산출물을 이용하여 가뭄을 감시하고 있으며, 최근에는 외국 극궤도 위성인 OCO(Orbiting Carbon Observatory)-2/3, GOSAT(Greenhouse gases Observing SATellite), METOP(METEorological OPERational), SNPP(Suomi National polar-orbiting operational environmental satellite system Preparatory Project), Sentinel-5p 등의 자료를 수집하여 이산화탄소, 메탄, 오존 등의 온실가스 농도 분포를 감시하고 활용하고자 노력하고 있다. 한편, 국가표준 기후변화시나리오를 생산하여 분석함으로써 전지구, 한반도, 남한상세 기후변화전망보고서를 발간하였고, 이들 자료를 기후정보포털을 통해 제공하고 있다. 4종의 공통사회경제경로(SSPs; Shared Socio-economic Pathways)에 따라 21세기 전반기, 중반기, 후반기의 기온, 강수, 극한기후지수의 변동성과 자연계절 변화 등의 미래 기후전망을 제시하고, 한반도 연해의 해수면온도, 고도, 염분, 지표오존농도의 미래전망 등 다양한 사회이슈에 대하여 지속적으로 분석하여 국가 정책을 지원함과 동시에 기후변화에 대한 인식을 확산하기 위한 노력을 하고 있다. 기후정보포털에서는 국가 및 지자체 기후위기적응대책수립 지원을 위해 17개 기초지자체 뿐만 아니라 읍면동 단위의 미

래전망 정보를 제공하고 있으며, 최근에는 기존 RCPs 기반의 영향정보(농업, 방재, 보건, 수자원, 산림, 동물생태)를 SSP 기반으로 갱신하고 있다. 또한 기후변화 시나리오 이용확산을 유도하기 위하여 GIS기술을 활용한 기후변화 상황지도 생산 및 서비스를 준비하고 있다.

농업분야(농업환경·생태) 기후변화 실태조사 및 영향·취약성 평가

안난희^{1,+}, 최순군¹, 김명현², 어진우¹, 엽소진¹, 전상민¹

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²농촌진흥청 연구운영과
nanhee79@korea.kr

키워드: 농업, 기후변화 영향, 생물계절, 양분유출, 예측

기후변화 대응을 위해 우선 기후변화 영향을 정확하게 평가하고 예측하는 것이 필요하다. 농촌진흥청은 농업분야 23개 지표에 대해 매년 기후변화 실태 조사와 5년 주기로 영향 취약성 평가를 수행하고 있다. 본 연구에서는 기후변화 영향 취약성 평가 항목 중 환경영향(양분유출), 생물다양성(초본류, 거미류, 곤충류)과 생물계절(초본류, 양서류, 거미류, 곤충류)을 대상으로 평가를 수행하였다. 평가를 위한 기후변화 시나리오로서 AR6에 활용되고 있는 SSP시나리오 기반의 CMIP6 자료를 농업분야에 적용 가능하도록 축소소 기반의 지역단위 상세화와 3km 격자 단위의 상세화 자료를 구축하였으며 기후지표 생산을 통해 기후영향 평가에 활용 할 수 있도록 하였다. 농경지 양분유출 실태 조사를 수행하여 농업 물환경 분야 기후변화 영향 취약성 평가 기반을 마련하였다. 또한 미래 기후 시나리오에 따른 양분 유출 변동 평가를 위하여 과정기반 모델인 APEX/APEX-Paddy 모델을 활용하여 기후변화에 따른 농경지 물순환의 변화와 양분유출 부하량의 변화를 평가하였다. 전국단위 평가에서는 시군별 특성을 고려하여 상대적인 관점에서 양분유출 부하량을 비교 평가하였다. 농업 생태계 생물다양성 및 생물계절 평가 기반 구축을 위해 지표생물종 발굴 및 ICT 기술을 이용하여 생물계절 모니터링 자료의 수집·전송·저장·분석 자동화 시스템을 구축하였다. 다양한 생물 분류군의 생물계절 자료를 일단위로 수집하여 개체군 크기 및 샘플링 빈도에 의한 결과의 오류를 최소화하고 대상 개체군의 생물계절 상황에 대한 전체 기간에 대한 자료를 통하여 현재 및 미래의 변동을 예측하였다. 모니터링 자료의 해석 및 미래 예측을 위해 통계모델인 MaxEnt 모델을 이용하여 우리나라 농경지에서 지역적으로 분포하는 식물들의 잠재서식지 예측과 기후변화에 따른 분포 변동을 분석하였다.

본 연구를 통해 미래 기후변화 예측, 농업환경과 생태계분야의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구 등에서 기초자료로 활용될 수 있으며, 과학적인 근거를 기반으로 한 신뢰성이 있는 적응 대책을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 농업과학기술개발 연구과제 PJ014808”에 의해 수행된 것임

산림분야의 기후변화 적응 정보 산출 현황 및 정보 활용도 제고를 위한 고찰

박고은[†], 최원일, 김은숙, 양희문
국립산림과학원 산림생태연구과
goeunpark@korea.kr

키워드: 영향평가, 취약성평가, 적응 정보, 적응 의사결정자

본 연구에서는 산림부문의 기후변화 적응 정보 산출의 제도적·기술적 여건을 분석하고, 산출된 정보의 활용 증진 방안을 모색하였다. 국토의 63%를 차지하는 산림은 기후변화의 영향을 받으면서도 주요한 탄소흡수원으로 기후변화 완화에 기여하는 생태계이다. 즉 기후변화로 인한 피해를 예방 및 저감하고, 건강하게 가꾸는 기후변화 적응을 통해 기후변화 완화에 기여할 수 있는 부문이다. 산림분야는 효과적인 기후변화 적응을 위해서 선행되어야 하는 기후변화 영향·취약성 평가 정보 산출의 제도적 이행기반이 마련되어있다. 기후변화 영향 실태조사와 영향·취약성평가 의무가 법제화되어있고(농업·농촌 및 식품산업 기본법 제47조의2, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제51조의5), 이행 주체(산림청)와 세부분야가 동법시행령과 산림청 고시에 되어있다. 산림의 생애주기를 고려할 때, 기후변화 영향·취약성 평가를 위해서는 장기간에 걸친 기후변화 영향 실태 조사자료를 안정적으로 수집하여 분석하는 것이 필요하다. 이를 위해 국립산림과학원은 국립수목원과 함께 「기후변화 영향 실태조사 및 평가 지침」을 마련하고 이에 준하여 6개 대분야(산림기상, 산림자원, 산림생태계, 단기소득임산물, 산림교란, 산림생물다양성), 총 18개 세부분야에 대해 조사 및 분석을 실시하고 있다. 그리고 보다 실효적인 적응정보 산출을 위해서 종합적인 적응 능력 평가에 활용할 수 있는 과학적 근거를 산출하고, 해당 부문의 관리 목표와 대안에 대한 평가를 바탕으로 세부분야별 적응 옵션을 도출하여 우선순위를 선정하기 위한 연구를 수행하고 있다. 또한 산림부문의 기후변화 영향·취약성평가 정보의 잠정적 수요자, 즉, 적응에 관한 의사결정자를 고려한 정보의 재가공 및 공유 체계를 개발하고 있다.

※ 이 연구는 “FE0100-2023-02-2023(임업·산림분야 기후변화 영향·취약성 평가 및 적응 연구 II)”의 지원으로 수행되었습니다.

수산분야 기후변화 적응 정보 생산 및 활용

한인성[†], 정래홍, 이준수
 국립수산과학원 기후변화연구과
 hisjamstec@korea.kr

키워드: 기후변화, 감시, 예측, 취약성 평가, 수산업

국립수산과학원의 기후변화 적응연구는 조사·분석, 예측·전망, 영향·취약성·리스크 평가, 정책·법령 대응, 재난재해 대응, 정보제공·지식공유 등 크게 6개의 카테고리로 진행되고 있다. 기후변화 대응을 위하여 관측된 자료는 국립수산과학원의 홈페이지를 통하여 검·보정 작업을 거쳐 일반 국민들에게 제공되고 있으며, 예측·전망자료는 원·내외의 해양수산 연구를 위하여 제공되고 있다. 특히 장기 해양전망자료는 수산과학 연구 각 분야의 응용을 위하여 활용됨과 동시에 취약성 및 리스크 평가의 기본 자료로 활용되고 있다. 취약성 및 리스크 평가는 어업별, 어종별, 지역별 취약성 및 리스크를 정량적으로 평가하고, 그 결과를 지속가능한 수산자원 관리 및 양식 생산성 향상을 위한 정책자료로 활용하고 있다. 또한 조사, 감시, 예측, 전망 및 평가 결과는 매년 기후변화 보고서 형태로 어업인 및 정책 결정자를 위하여 발간, 배포되고 있으며, 5년 단위로 수산업 각 분야의 실태조사 및 영향·취약성 평가 결과를 취합하여 공표할 예정이다.

※ 이 연구는 국립수산과학원“R2023044(수산분야 기후변화 영향 평가 및 예측기술 개발)”의 지원으로 수행되었습니다.

해양분야 적응정보 구축현황 및 적응대책 활용도 제고 방안

서광호[†], 오현주, 이화영

국립해양조사원 해양과학조사연구실

seogh777@korea.kr

키워드: 기후변화, 해수면 상승, 연안재해 위험평가, 해안침수예상도

최근 우리나라의 연안 환경은 기후위기에 따른 폭풍해일과 파도의 영향으로 다양한 위협을 받고 있다. 또한 기후변화로 인한 장기 해수면 상승의 영향 등으로 해양 기인 재해에 대한 연안지역의 취약성이 꾸준히 증가하고 있다.

국립해양조사원은 연안의 재해 취약성을 평가하는 과학적 지수 및 지표와 연안재해 통합 데이터베이스 시스템을 개발한 바 있다. 이 연구의 목적은 IPCC 기본 평가틀을 이용하여 우리나라 연안의 취약성을 평가하는데 있다. 평가 절차는 태풍, 파랑 등 재해 발생 인자 및 연안 인구, 항만 등 재해 영향 인자 정보(18종)를 현행화 및 분석하여 연안재해 영향 정도를 5등급으로 평가하고 있다. 지수는 태풍, 침식 등 재해발생 외적 요인에 따라 결정되는 연안재해노출지수(CODI)와 인구, 산업단지 등 재해에 영향을 받는 내적 요인에 의해 결정되는 연안민감도지수(COSI)로 나누어져 있으며 이 두 지수를 이용하여 최종적으로 연안재해영향지수(CPII)를 평가한다. 각 지수를 구성하고 있는 지표들과 인자들은 국가 공간 통계 정보와 다양한 수치모델링 결과를 활용하여 DB로 구축하였다. 이 지수는 1등급에서 5등급으로 갈수록 취약성은 높아진다. 또한 각 지수를 구성하고 있는 지표들은 국가 지자체의 공간 통계 정보와 다양한 수치모델링 결과를 활용하였으며, GIS 분석을 통해 연안 지역의 공간 자료로 생성 후 확률 분포에 따라 5단계로 분류하였다.

국립해양조사원은 기후변화 영향 파악과 연안의 기후위기에 대한 선제적 대응을 위하여 지속적으로 연구개발 역량을 강화하기 위해 기후변화 시나리오 기반 활용 연안재해 위험평가 체계 개발을 위한 로드맵을 마련하고 지속적인 노력을 계속할 계획이다.

생태계 분야 기후대응 통합관리체계 구축 방안

옥기영[†], 원호연, 홍승범, 이효혜미, 박은진

국립생태원 기후생태연구실

ockgy@nie.re.kr

키워드: 기후변화, 생태계 영향, 생물다양성 감소, 생태관측망, 통합정보관리

유엔 IPCC 6차 보고서에 따르면 지구 평균온도 상승을 2도로 막더라도 극지, 열대 우림, 온대 산호초와 같은 취약지역은 적응한계를 넘어서고 육상생물종의 약 54%가 사라지는 등 기후위기 시대에 생태계와 생물다양성 분야는 더욱 취약하고 그 피해는 심각하다. 정부는 22년 3월 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장기본법’을 제정하여 ‘국가단위에서 기후위기가 생태계에 미치는 영향을 조사하고 종합적인 정보관리 체계’를 운영할 수 있는 법적 토대를 마련하였고, 생태계 분야에서도 이에 적극 대응하여 기후권역별로 실시간 기후생태 관측정보를 수집하는 생태계 표준관측망과 함께, 이를 각 기관의 생태계 기후변화 모니터링 정보와 연계하여 범부처 기후생태 정보를 통합관리하고 생태계 예상리스크를 분석하기 위한 통합정보관리시스템을 구축하고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 ‘생태계 기후대응 통합관리체계’에 대한 계획과 구축 과정을 공유하고 이를 위한 연계와 활용 방안을 소개한다.

농업·농촌분야 기후위기 대응 추진전략

송석호

한국농어촌공사 미래전략실

cowboy5208@ekr.or.kr

키워드: 농업용수, 농업생산기반시설, 위험도 평가, 가뭄위험지역, 홍수위험지역, 적응대책

IPCC 제6차 평가보고서에 따르면 지구 연평균 기온은 산업화 이전보다 2011~2020년 1.09℃ 상승할 것으로 전망하고 있으며, 전 세계적으로 이상고온, 한파, 홍수 등 기상이변의 발생빈도가 증가하면서 피해 규모도 커지고 있다.

우리나라 또한 기후변화로 인해 태풍, 집중호우, 가뭄 등 기상이변의 발생빈도가 증가하면서 그에 따른 피해 규모도 커지고 있다. 특히, 자연재해로 인한 피해 중 국민생활 및 국가 경제에 심각한 영향을 미칠 수 있는 사회기반시설 및 공공서비스분야에 대한 피해는 많은 비중을 차지하고 있어, 이에 대한 기후위기 적응대책 마련과 함께 적극적인 행동을 추진해야 한다고 판단된다.

특히, 농업용 저수지는 농업용수 공급을 위한 이수기능과 홍수발생 시 일정부분 홍수량을 담수하여 하류시설과 하천의 범람을 방어하는 치수의 기능을 동시에 보유한 농업생산기반시설로 적절한 관리가 이루어지지 못하면 인명 및 재산피해, 식량의 안정적인 공급에 차질이 생기기 때문에 급변하는 기후변화에 대해 선제적 대응이 필요하다.

따라서 공사는 공사관리 저수지 3,421개소 중 총 저수량이 10만톤 이상인 1,678개소의 저수지와 전국 167개 시·군에 대하여 현재-2030년대-2040년대-2050년대의 기간을 설정하여 이수 및 치수의 기능에 대한 위험이 얼마나 높아질 것인지에 대한 위험도를 평가하고 우선순위를 선정했다.

미래 가뭄 위험지역은 서해안 인접지역, 충청, 경북지역에서 위험도가 높아지고, 미래 홍수 위험지역은 남해안 인접지역, 경기 서북부, 강원지역에서 위험도가 높아질 것으로 분석되었다.

또한, 기후위기에 대응하기 위해 농업생산기반시설 가뭄위험지역 농업용수 확보사업, 홍수위험지역 방재능력 강화사업, 기후변화 영향 조사·분석 확대 등 다양한 적응대책을 수립하여 추진하고 있다.

뿐만 아니라 이러한 평가 결과를 바탕으로 설계기준 개정을 통해 기후변화 시나리오를 설계에 도입하여 미래기후를 고려한 시설규모를 산정하는 실질적인 중장기적 기후변화 대응체계를 마련하고, 기후변화 위험지역 및 시설을 도출하고 재해대응사업 우선적 추진을 통해 가뭄·홍수 대응기능을 향상하는 위험지역 중심의 재해대응사업 추진으로 미래 기후위기에 안전한 농업·농촌을 만들기 위한 전략을 수립하여 추진할 예정이다.

기후변화 건강영향의 특징과 정보 구축 제고 방안

채수미[†], 신지영

한국보건사회연구원 미래질병대응연구센터

csm1030@kihasa.re.kr

키워드: 기후변화, 건강, 건강적응, 기후보건영향평가

매년 하절기 질병관리청의 온열질환 감시체계를 통해 온열질환자수와 온열질환으로 인한 사망자수 발생 현황을 확인할 수 있다. 그러나 실제 기후변화로 인한 건강 피해는 온열질환과 같은 급성질환에 한정되는 것이 아니라, 다양한 만성질환의 문제를 일으킨다. 특히 만성질환의 영향은 반드시 단기적, 직접적으로 발생하는 것이 아니기 때문에, 우리가 그것을 인식하거나 평가 또는 입증하는 것이 어렵다. 현재 보건 분야에서는 「보건의료기본법」을 근거로 기후보건영향평가가 진행되고 있으며, 이 평가를 통해 기후변화의 건강영향을 집계, 추산하는 형태의 지표를 산출하여 보고하고 있다. 이 연구에서는 첫째, 기후변화로 인해 영향을 받을 수 있는 건강 유형을 살펴보고, 건강피해의 입증과 관련된 이슈를 다루고자 한다. 둘째, 기후변화의 영향을 평가 및 모니터링하는 체계와 시스템을 소개하고, 셋째, 건강적응 정책의 활용도를 높일 수 있는 정보 구축 방안에 대해 제안하고자 한다.

물관리 분야 적응정보 구축현황 및 향후 발전방향

장헌우[†], 한지현, 박진기

한국수자원공사

icanfly@kwater.or.kr

키워드: 물관리 정보 플랫폼, MyWater

정부는 데이터플랫폼정부 구현을 주요 국정과제로 선정하고 공공데이터 전면개방 및 민간과의 협력을 강조하고 있다. K-water는 이러한 정부 정책에 발맞추어 총 297종의 공공데이터(OpenAPI 등)를 현재까지 개방하였으며, 이에 따라 민간의 공공데이터 활용성 또한 매년 30% 이상 크게 상승 중이다. 또한, 많은 국민이 보다 쉽고, 편리하게 각종 물 정보를 이용할 수 있도록 K-water는 '16년부터「MyWwater」라는 대국민 물정보포털을 구축 운영 중이며, 현재 매일 약 1만명의 사용자가 방문하고 있다. 이외에도 K-water는 이상기후 위기의 선제적 대응을 위해 국가가뭄분석센터를 운영 중으로 모델링 기반의 가뭄 예경보 서비스를 국민들에게 제공 중이다.

본 연구에서는 물 관리 전문기관인 K-water가 현재 운영 중인 여러 물정보시스템들에 대해 소개하고, 통합물관리 정보플랫폼, 디지털트윈 등 향후 나아가야 할 발전 방향을 제시하고자 한다.

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

B 발표장 (중회의실 4)

[기획세션] 국립환경과학원 국가기후위기적응센터 2부 (14:30~16:30)

좌장 : 조경두 (인천탄소중립연구·지원센터)

📦 국가 기후위기 적응연구 협의체 23년 상반기 적응연구 포럼

토론

정희철

한국환경연구원

토론

홍진균

연세대학교

토론

이경훈

부경대학교

토론

이주현

중부대학교

토론

정수종

서울대학교

토론

이우균

고려대학교

토론

박은진

국립생태원

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

C 발표장 (소회의실 1)

[기획세션] 국립기상과학원 (09:00~11:00)

좌장 : 정주용 (국립기상과학원)

기후변화 영향정보 산출 및 분석

- C-01 **신기후값에 기반한 한반도 기후 및 기후변화 특성평가와 영향분석 연구**
최영은¹, 민숙주², 허인혜², 최홍준², 김정용², 이도영¹, 이태민¹,
김소정¹, 정현서¹, 박금보라¹
¹건국대학교 지리학과, ²건국대학교 기후연구소
- C-02 **AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 보건정보 산출 및 분석:
한반도 상세지역별 극한 열스트레스 발생특성 전망**
민승기¹, 김유진¹, 김연희¹, 임은순²
¹포항공과대학교 환경공학부, ²홍콩과학기술대학교 토목환경공학과
- C-03 **AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 방재정보 산출 및 분석**
차동현, 박창용, Ana Juzbasic, 신석우
울산과학기술원 도시환경공학과
- C-04 **Amplification of the discrepancy between simplified and
physics-based WBGT in a warmer climate**
임은순¹, 민승기², 김연희²
¹홍콩과학기술대학교 토목환경공학과,
²포항공과대학교 환경공학부

신기후값에 기반한 한반도 기후 및 기후변화 특성평가와 영향분석 연구

최영은¹, 민숙주², 허인혜², 최홍준², 김정용², 이도영¹,
이태민¹, 김소정¹, 정현서¹, 박금보라¹
¹건국대학교 지리학과, ²건국대학교 기후연구소
yechoi@konkuk.ac.kr

키워드: 신기후값, 한반도 기후, 아열대기후, 극한고온기후지수, 영향평가

본 연구에서는 신기후값(1981~2020년)과 최신 기후전망자료를 포함한 새로운 기후자료를 이용하여 다양한 부문에 적용할 수 있는 한반도 기후특성의 변화 분석, 우리나라 관측 지점의 지리 특성 분류, 아열대기후의 상세 정의와 영역, 새로운 극한기후지수의 정의를 시도하였다. 1981~2010년과 비교하여 1991~2020년에 연, 계절 규모에서는 기온의 상승 경향이 뚜렷하나 월 규모에서는 12월 기온이 하강하였다. 연강수량은 여름 강수량이 감소하여 줄었지만, 봄철은 증가하고 있다. 지역별로 고려해야 할 응용정보 파악을 위해서 해발고도, 해안으로부터의 거리, 토지피복, 도시화 등 인문, 자연 지리적 특성을 기준으로 신기후값이 산출된 219개 관측지점을 분류하였다. 평지내륙비도시 특성을 갖는 지점이 91개 지점(41.6%)으로 가장 많았으며, 평지내륙도시 50개 지점(22.8%), 해안비도시 48개 지점(21.9%), 해안도시 20개 지점(9.1%), 산지 10개 지점(4.6%) 순으로 나타났다. 우리나라 아열대 기후형은 겨울철 저온 민감도를 반영하여야 하고, 기존 기준보다 1월 평균기온 0℃ 이상과 같은 겨울철 최한월 기온 특성을 적용하였다. 새로운 기준을 적용했을 때 아열대 기후형의 영역이 확대되는 것으로 나타났다. 초과열요인의 경우 장기간과 단기간의 고온의 영향을 동시에 고려하여 정량적으로 평가할 수 있다는 장점이 있다. 연간 온열질환 사망자(2000~2019년)와 상관관계를 비교해본 결과 EHF가 0.58로 가장 높게 나타났으며 2012~2020년까지 서울의 일별 온열질환자 발생과 상관관계도 0.72로 매우 높게 나타나는 양상을 보였다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발 사업」>(KMI2021-00911)의 지원으로 수행되었습니다.

AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 보건정보 산출 및 분석: 한반도 상세지역별 극한 열스트레스 발생특성 전망

민승기¹, 김유진¹, 김연희¹, 임은순²

¹포항공과대학교 환경공학부, ²홍콩과학기술대학교 토목환경공학과
skmin@postech.ac.kr

키워드: 열스트레스, WBGT, 지역기후모델, SSP-RCP 시나리오, 남한상세

기후변화 영향평가 및 대응대책의 지원을 위해서는 다양한 부문에 대한 기후변화 영향 정보의 분석 및 평가가 필요하다. 특히 여름철 폭염의 빈번한 출현과 강도의 강화로 열 관련 질병과 사망률이 높아짐에 따라, 열스트레스와 같이 보건부문에서 활용 가능한 기후변화 응용정보에 대한 필요성이 증가하고 있다. 본 연구는 열스트레스 지수인 WBGT(wet bulb globe temperature)를 이용하여 우리나라의 권역별 미래 열스트레스 변화를 전망하였다. 미래전망을 위해 CORDEX 동아시아 지역기후모델(HadGEM-RA, CCLM, WRF, RegCM, GRIMs) 모의자료를 4종의 SSP(SSP1-2.6, 2-4.5, 3-7.0, 5-8.5) 시나리오에 대하여 분석하였다.

우리나라를 6개 권역(수도권, 강원권, 충청권, 전라권, 경상권, 제주권)으로 구분하여 권역별 극한 열스트레스를 분석하였다. 극한의 임계치로는 현재기후(1979~2014년)의 여름철 95퍼센타일 기준값을 사용하였고, 이는 모든 야외활동이 제한되는 'Extreme risk' 단계에 해당된다. 우리나라 전 권역에서 현재 10일 미만으로 발생하던 극한 열스트레스가 고배출 시나리오 적용 시(SSP5-8.5), 21세기 후반기(2081~2100년)에는 9배 이상 빈번해지며, 강도가 강해지고 발생면적 또한 넓어져 열스트레스의 영향이 크게 증가할 것으로 전망되었다. 3일 이상 지속되어 발생하는 극한 열스트레스는 현재 7월 하순부터 8월 중순까지 나타나지만, 21세기 후반기에는 6월 중순부터 9월 중순(제주권은 9월 하순)까지 나타나 가을철에도 극한 열스트레스가 발생할 것으로 전망되었다. 또한 극한 열스트레스가 한번 발생했을 때, 70~80일까지 지속되어 여름철 대부분의 기간에 우리나라 모든 권역이 극한 열스트레스에 장기간 노출될 것으로 전망되었다. 향후 한반도를 포함한 동아시아 영역의 미래 열스트레스 발생특성에 대한 불확실성을 평가하여 자료의 신뢰도를 높이고자 한다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발」> (KMI2021-00912)의 지원으로 수행되었습니다.

AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 방재정보 산출 및 분석

차동현, 박창용, Ana Juzbasic, 신석우
 울산과학기술원 도시환경공학과
 dhcha@unist.ac.kr

키워드: SSP 시나리오, 방재정보, 지역기후모델, CORDEX, 미래전망

관측지점의 증가, 향상된 지구시스템의 이해, 컴퓨터 계산능력의 향상 등으로 기후모델의 공간해상도와 모의 능력은 개선되었지만 미래 기후전망의 신뢰도를 낮아지게 하는 다양한 '불확실성 범위 (uncertainty range)'는 여전히 존재한다. 따라서 미래 기후변화 대응에 직접적으로 요구되는 방재분야의 미래 기후변화에 대한 영향평가 및 적응대책을 수립할 때 상세하고 신뢰성 높은 미래 기후변화 정보를 제공하기 위하여 기후모델 결과의 불확실성 요인들의 평가가 필요하다. 본 연구는 기상청 '기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발' 사업 중 'AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 방재정보 산출 및 분석 기술개발' 연구과제의 3차년도 중간성공에 대한 내용이다. 3차년도 현재까지의 결과는 먼저, 미래 시나리오(RCP 및 SSP)의 일강수량과 3시간강수량에 대하여 강수량자료에 적합하다고 알려진 Empirical Quantile Mapping(EQM)과 Quantile Delta Mapping(QDM)의 방법을 적용하여 편의보정을 수행하였다. 우선 EQM으로 편의보정된 자료를 사용하여 동아시아 연강수량의 미래 불확실성 요인의 기여도를 전망한 결과, 2030년대에는 '내부변동성>모델불확실성>시나리오불확실성'의 기여도가 전망되었지만, 2090년대에는 '모델불확실성>내부변동성>시나리오불확실성'의 순으로 변경될 것으로 전망되었다. RX1day와 SDII의 경우 '모델불확실성>내부변동성>시나리오불확실성'의 기여도는 21세기 후반기까지 유지될 것으로 전망되었다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발 사업」>(KMI2021-00913)의 지원으로 수행되었습니다.

Amplification of the discrepancy between simplified and physics-based WBGT in a warmer climate

임은순¹, 민승기², 김연희²

¹홍콩과학기술대학교 토목환경공학과, ²포항공과대학교 환경공학부
ceim@ust.hk

키워드: WBGT 계산방법에 따른 오차, 미래 열스트레스의 민감도

The Simplified Wet Bulb Globe Temperature (sWBGT) is widely used in heat stress assessments for climate-change studies, but its limitations have not been thoroughly explored. Building on recent critiques of sWBGT's use for current climate on global scale, this study examines sWBGT's biases using dynamically-downscaled sub-daily climate projections under multiple future emission scenarios. The analysis is aimed at understanding caveats in the application of sWBGT and the uncertainties in existing climate change analysis dependent on sWBGT. Results indicate sWBGT's biases are heavily influenced by local temperatures, with overestimation of heat stress in East Asia regions, particularly hot and humid areas, due to static assumptions of radiation and wind speed. This overestimation is amplified in warmer climates, leading to exaggerated projected heat stress increases in future. In contrast, underestimations are found for heat stress levels attributed to low wind speeds and strong radiations, such as over the Tibetan Plateau and certain extreme events. Additionally, sWBGT underestimates variability in extreme heatwave events compared to WBGT, irrespective to overestimation in absolute heatwave intensities. This study emphasizes the limitations of sWBGT, especially in warmer climates. Importance of sub-daily data for capturing daily maximum heat stress level and reflecting diurnal variations in different components is also discussed. In conclusion, we recommend using Liljegren's model (i.e., physics-based calculation) with high-resolution sub-daily climate data for more accurate outdoor heat stress assessments in climate change studies.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발」> (KMI2021-00912)의 지원으로 수행되었습니다.

- C-05 **기후변화 적응을 위한 도시 기후 탄력성에 초점을 맞춘
다목적 의사결정에 대한 연구**
남예경¹, 이동근²
¹서울대학교 환경대학원 협동과정조경학, ²서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부
- C-06 **기후변화 적응을 위한 리질리언스 진단 프레임워크 구축**
송기환¹, 김민¹, 이정아², 전진형²
¹고려대학교 오정리질리언스연구원, ²고려대학교 환경생태공학부
- C-07 **위성영상 기반 식생지수를 활용한 산불피해 복원 방법별 효과 분석 연구**
김인화¹, 정혜인², 전성우¹
¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구소
- C-08 **장기 관측자료를 이용한 봄철 꽃가루농도 전망기술**
김규량¹, 한영종¹, 한매자¹, 오재원², 이용희¹
¹국립기상과학원 기상응용연구부, ²한양대학교 의과대학 소아청소년과
- C-09 **유전알고리즘을 이용한 최적의 도로설계 :
생물다양성 및 토양 유실을 우선 고려하여**
김신우¹, 박정강², 이동근³
¹서울대학교 협동과정 조경학, ²북경대학교 자연지리학과, ³서울대학교 조경·지역시스템공학부

기후변화 적응을 위한 도시 기후 탄력성에 초점을 맞춘 다목적 의사결정에 대한 연구

남예경¹, 이동근²

¹서울대학교 환경대학원 협동과정조경학,

²서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부

lisanam90@snu.ac.kr

키워드: 기후변화, 기후변화 적응, 도시 기후 탄력성, 다목적 최적화, 의사결정

최근 전 세계적으로 기후변화를 넘어선 기후위기에 직면해있으며, 따라서 기후변화, 즉 기후위기에 대한 적응이 시급한 상황이다. 이전에는 기후변화 적응 보다는 저감에 초점을 맞추었다면, 최근에는 적응을 어떻게 해 나갈 것인지에 대한 관심이 높다. 기후 위기가 심화됨에 따라 폭염, 폭우, 가뭄과 같은 극한 기상 현상의 강도 및 빈도 증가가 이루어질 것으로 예상되기 때문에, 이로 인해 도시가 받을 피해를 줄이기 위한 방안을 마련하는 것이 필요하다. 도시 지역은 특히 기후변화로 인해 발생하는 극한 기상 현상 등에 취약하기 때문이다.

국외의 많은 선행연구에서는 도시에서 발생하는 기후변화로 인한 재해로부터 ‘적응’을 하기 위해서는 도시의 기후 탄력성을 향상시키는 것을 중요하다고 강조하고 있다 (Voskamp & Van de Ven, 2015). 탄력성의 개념은 일반적으로 주요 시스템 및 외부 충격에 직면하였을 때, 기존의 기능을 유지하는 능력과 관련이 있다(Caputo et al., 2015). 즉, 도시 기후 탄력성은 도시에서 기후변화와 관련된 외부 충격 사항에 직면하였을 때, 도시의 기존 기능을 유지하거나 회복하는 능력을 말한다. 도시 지역이 특히 기후변화에 취약한 것을 감안한다면, 도시 기후 탄력성을 향상시키는 것이 가장 필요한 기후변화 적응 방법 중 하나이다.

이러한 도시 기후 탄력성 관점에서의 기후변화 적응에는 다양한 대안이 있을 수 있다. 도시에 맞는 최적의 대안을 찾기 위해서는 기후변화 적응 기술의 종류, 비용, 위치 및 크기 등 여러 목적을 충족시킬 수 있는 최적화 방법이 필요하다. 이를 위해서 다목적 최적화 알고리즘인 MOEA(Multi objective Evolutionary Algorithm)을 활용한 다목적 최적화 및 의사결정이 필요하다. MOEA는 단일 목적 최적화와는 달리 한가지 대안에만 집중하는 것이 아닌, 수용 가능한 수준에서 목적 함수를 만족하는 일련의 해답을 찾는 것이다 (Ghasemian & Ehyaei, 2018). 따라서 의사결정자 및 다양한 이해관계자가 만족할 수 있는 해답을 찾을 수 있다는 장점이 있다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다.(0698-20230001)

기후변화 적응을 위한 리질리언스 진단 프레임워크 구축

송기환¹, 김민¹, 이정아², 전진형²

¹고려대학교 오정리질리언스연구원, ²고려대학교 환경생태공학부
hyulsamoon@korea.ac.kr

키워드: 리질리언스 지수, 사회생태시스템, 교란, 시스템 사고, 의사결정 도구

최근 들어 나타나는 잦은 폭우와 산불, 폭염과 더불어 기후변화에 대한 문제는 다학제적인 측면에서 주요 쟁점으로 부각되고 있으며 그에 따라 교란에 의한 사회생태시스템의 대응 및 회복 능력을 나타내는 리질리언스의 개념이 더욱 중요해지고 있다. 그러나, 리질리언스에 대한 개념적인 확장에 비해 이를 실질적으로 평가하고 진단할 수 있는 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 특히, 방재, 생태, 사회, 경제 등 개별 분야에서의 각자의 방법으로 제시되는 진단 방법이나 척도 등을 통합하는 진단 프레임워크에 대한 연구는 미비하다고 볼 수 있다. 본 연구의 목적은 기후변화 적응을 위한 리질리언스 진단 프레임워크를 구축하는 것에 있다. 도시, 농촌, 해안, 산림 등 다양한 분야에서 발생하는 기후변화로 인한 환경적 교란에 대한 리질리언스를 평가하고 진단하여 기후변화 적응적 계획 및 관리를 위한 의사결정과정에 지원할 수 있는 프레임워크를 제시하고자 한다. 이를 위하여 첫째, 대상 지역과 그에 따른 교란, 대상 지역에서 나타나는 사회생태시스템을 유형화하고, 리질리언스 개념을 기반으로 사회생태시스템의 속성인 취약성과 적응 능력에 따라 리질리언스를 평가할 수 있는 체계를 구축한다. 둘째, 사회생태시스템의 유형에 따라 교란의 종류와 정도 그리고 시스템의 범위 등을 기준으로 리질리언스 평가 지수를 도출하여 리질리언스 진단할 수 있는 과정을 단계별로 제시한다. 이러한 과정을 통해 구축한 리질리언스 진단 프레임워크는 도시, 농촌, 해안 산림 등의 다양한 지역에서 기후변화에 따른 교란에 대응하기 위한 사회생태시스템을 규정할 수 있으며, 리질리언스를 평가하여 진단하기 위한 과정을 지원할 수 있다. 또한, 구체적인 대상지에 적용하여 도시, 농촌, 해안, 산림 등 다양한 지역에서 기후변화적응을 위한 리질리언스를 측정할 수 있는 지표와 지수를 산출할 수 있는 근거를 마련할 수 있어 보다 과학적이고 체계적인 환경 계획 및 관리 방안을 효과적으로 제시하는데 도움을 줄 수 있다.

※ 이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2021R1A6A1A10045235). 또한 고려대학교 오정리질리언스연구원(OJEong Resilience Institute)의 지원을 받아 수행되었음.

위성영상 기반 식생지수를 활용한 산불피해 복원 방법별 효과 분석 연구

김인화¹, 정혜인², 전성우¹

¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구소
jadekim2082@daum.net

키워드: Monitoring, NDVI Variance, recovery, resilience

최근 기후변화의 가속화 영향으로 산불의 빈도와 강도가 높아지고 있다. 이로 인해 생물 다양성 감소, 임산물 소득 손실, 산업 교란 등 인근 생태계와 기반 시설의 피해가 증가하는 추세이다. 이를 완화하기 위해 산림생태계의 생태적·경제적·사회적 가치를 고려한 산불 피해지 관리방안 수립의 필요성이 강조되고 있다.

산불 발생지역 탐지, 복원, 모니터링 기반의 과학적 대응체계 구축을 위한 연구가 활발히 수행되고 있으나, 관련 데이터의 가용성으로 인해 산불 강도에 따른 피해지 탐지 부문에 초점이 맞추어져 있다는 점에서 연구적 한계가 있다. 하지만 한정된 재원을 가지고 최적 복원 방법을 수립하기 위해서는 산불 발생 이후의 복원 경향을 과학적으로 평가하기 위한 방법론 개발이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 위성영상을 활용한 식생지수 기반 복원 경향 비교를 통해 평가 방법론을 개발하고자 한다.

본 연구에서는 2000년 4월에 발생한 동해안 산불 이후, 인공·자연 복원 방법 차이에 따른 Normalized Difference Vegetation Index(NDVI)의 평균과 분산을 Landsat 영상과 Sentinel 영상을 이용하여 시계열적으로 분석하였다. 인공·자연 복원 방법 모두 NDVI가 산불 직후보다 증가하여 식생이 회복하는 양상을 보였지만, 인공조림지가 더 빠른 회복 속도를 보였다. 분산의 경우 두 복원 방법 모두 산불 이후 낮아졌다가 다시 높아지는 양상을 보여 이질성의 변화가 있었음을 알 수 있었다. 향후 동해안의 삼척뿐만 아니라 동해, 고성, 강릉 등 더 다양한 대상지를 바탕으로 연구가 진행되어야 하며, 인공 복원의 세부 카테고리별 분석과 지형 인자의 영향력 분석을 통해, 보다 효과적인 복원 방법을 탐색하고 향후 산불 피해지역 최적 관리방안 수립을 지원하고자 한다.

※ 본성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570003)

장기 관측자료를 이용한 봄철 꽃가루농도 전망기술

김규량¹, 한영종¹, 한매자¹, 오재원², 이용희¹

¹국립기상과학원 기상응용연구부, ²한양대학교 의과대학 소아청소년과
krk9@kma.go.kr

키워드: 꽃가루 알레르기, 장기 관측, 계절 변동성, 변수선택

식물의 꽃가루는 자손 번식을 위해 곤충(충매화)이나 바람(풍매화)을 매개로 수꽃에서 암꽃으로 전달된다. 이 중 눈에 잘 띄지 않는 풍매화의 꽃가루는 많은 수가 생산되어 공기중 높은 농도로 존재할 수 있는데, 인체에 호흡기 알레르기 반응을 일으킬 수 있다. 우리나라 국민의 약 18% 이상이 꽃가루 알레르기 질환이 있고 점차 증가하는 추세이다. 국립기상과학원은 일상생활과 밀접한 보건기상 서비스를 제공하고자 우리나라 유일의 전국 꽃가루 관측망을 운영 중이다. 본 연구에서는 지난 20여 년간 관측된 일별 꽃가루 관측자료를 분석하여 전년도 기상조건과 생육에 따라 달라지는 봄철 꽃가루 농도를 예측하고자 하였다. 대상 수종은 국내 알레르기 유발성 꽃가루 중 관측 순위를 이용하여 수목류 7종으로 선정하였다. 1998-2021년(24년), 전국 8개 지점(강릉, 광주, 대구, 대전, 부산, 서울, 전주, 제주) 자료를 이용하였다. 연도별 총 꽃가루농도를 로그변환하여 종속변수로 사용하였고, 전년도 총 꽃가루농도 및 월별 기상요소(평균 기온 및 풍속, 누적 강수량)를 지점별 평균과 표준편차로 표준화하여 독립변수로 사용하였다. 개발된 기상변수 선택 방법은 1998-2017년(20년) 기간 중 지점별 꽃가루농도 상위 20%와 하위 20% 수준에 해당하는 년도 사례(2수준 x 4개년 x 8개지점 = 64사례)의 월별 기상요소 변수를 추출하고, 이들 중 t-test를 통하여 꽃가루 농도 수준에 유의미한 변수를 선택하는 방법이다. 선택된 기상변수로부터 glm과 stepwise를 거쳐 최종 회귀모형이 개발되었다(TM방법). 비교를 위하여 전체 기상변수로부터 glm 및 stepwise로 회귀모형을 개발하거나(FM방법), Lasso 회귀분석을 이용하여 모형을 개발하였다(LM방법). 모델 성능지표인 RMSE, MAE, ME, R^2 를 개발기간(1998-2017)과 검증기간(2018-2021)으로 구분하여 평가하였으며, 각 성능지표의 두 기간 사이의 차이를 산출하여 모델의 안정성도 평가하였다. 각 지표의 수종별 순위를 이용하여 기상변수 선택 방법에 따른 효과를 비교하였다. 이에 더하여 모델에 채택된 기상변수의 개수, 기상변수의 월별 범위, 예측력(검증기간 $R^2 > 0$ 여부)을 이용하여 모델의 활용 가능성을 종합적으로 판정하였다. 최종적으로 TM방법으로 개발된 오리, 참, 측백나무 모델과 LM방법의 은행나무 모델이 선정되었다. 이 모델들은 향후 기후변화 시나리오와 접목하여 기후변화 적응 평가에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 “KMA2018-00626(생명기상 및 농림기상 기술개발)”의 지원으로 수행되었습니다.

유전알고리즘을 이용한 최적의 도로설계 : 생물다양성 및 토양 유실을 우선 고려하여

김신우¹, 박정강², 이동근³

¹서울대학교 협동과정 조경학, ²북경대학교 자연지리학과,

³서울대학교 조경·지역시스템공학부

sw99826@snu.ac.kr

키워드: Forest road design, Optimal path algorithm, genetic algorithm, RUSLE, Maxent

도로는 경제발전을 위한 인프라이자 원활한 인적·물류 교류를 위한 편리함을 제공해 왔다 (Joo et al. Citation2005; Ruiz and Guevara 2020).

우리나라는 국토면적의 67%가 산지이며, 도로 건설을 위해 종종 이를 통과해야 하기 때문에 생태계에 심각한 피해를 주고 있다(Nedumpallile Vasu et al., 2016). 산에 인접한 도로를 건설하는 경우, 서식지 파편화 및 토양오염 및 토양 유실로 인한 산사태 등 많은 자연 파괴가 발생한다.

도로 노선의 선정은 전문가 판단의 정성적 방법론을 바탕으로 하였으며, 도로는 운영자의 목적과 최소비용을 최우선으로 계획하였다(Yoon et al., 2017; Çalışkan et al., 2017). 본 연구에서는 유전알고리즘을 이용하여 정량적이고 구체적인 방법을 사용하는 새로운 도로 노선 계획 방법을 제안한다.

도로 건설로 인한 주요 문제점인 '서식지 파괴'와 '토양 유실'에 초점을 맞춰 '비용 최소화'라는 상반된 목표를 각각의 목적에 맞게 가중치를 변경하였다. 제안된 도로는 기존 도로와 비교하여 생물다양성 보전이 85.52% 증가하고 토양 유실 안정성이 4% 향상될 수 있다. 이 모델을 통해 의사결정자는 목표 가중치를 조정하거나 데이터를 대체하여 효율적으로 시나리오를 생성할 수 있다(Ligmann-Zielinska et al., 2008; Yoon et al., 2019).

※ 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 ICT기반 환경영향평가 의사결정 지원 기술 개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2021003360002).

☐ 탄소중립도시와 환경계획

C-10 드론을 활용한 도시지역 열섬 저감 기술의 공간 밀도 유형 별 효과 분석

조영일, 이명진

한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

C-11 정주지 탄소흡수원 식재 의사결정지원시스템 개발

김근한

한국환경연구원 물국토연구본부

C-12 독일 토지소비 정책-“30ha 목표” 추진 현황

이지영

한국환경연구원 환경계획연구실

C-13 거주자 탄소발자국 기반 탄소중립도시 공간계획 연구

김태현

한국환경연구원 환경계획연구실

C-14 지역단위 탄소중립 이행 전략

송지윤, 박창석

한국환경연구원 환경계획연구실

C-15 한국형 탄소중립도시의 개념과 공간계획방향

윤은주

국토연구원 국토환경·자원연구본부

토론

김정곤

도시환경연구소

토론

이제승

서울대학교

토론

이건원

고려대학교

토론

권정주

K-water

드론을 활용한 도시지역 열섬 저감 기술의 공간 밀도 유형 별 효과 분석

조영일, 이명진

한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

leemj@kei.re.kr

키워드: Urban Heat Island, Heat wave, UAV, Heat Island Cooling Strategy

본 연구의 목적은 무인항공기(UAV)를 이용하여 미국 환경보호청(EPA)에서 제안한 HICS(Heat Island Cooling Strategies)의 실제 냉각 성능을 파악하는 것이다. 분석 대상은 경상남도 김해시 장유시 무계동 부근에 적용된 쿨페이브먼트, 지면녹화의 효과를 분석하였다. HICS의 열섬 저감 효과 파악을 위해 지표온도 값을 활용하였다. 지표온도는 드론에 장착된 열적외선 센서를 통해 얻은 밝기 온도값을 다중분광 센서를 통해 구축한 지표면 방사율 정보를 반영한 방사 보정을 통해 실제 지표 온도값으로 산출하였다. 본 연구에 사용된 장비는 DJI Matrice 300 RTK 무인항공기 기체, FLIR Vue Pro R 열적외선 센서, Micasense Red-Edge Mx 멀티스펙트럼 센서를 활용하였다. HICS의 냉각 효과는 도시 공간 밀도 유형별로 평가하였다. 연구 결과, HICS를 적용하지 않은 지표면은 도시 공간 밀도가 증가할수록 지표온도가 평균적으로 약 38.645℃에서 50.093℃로 증가하는 경향을 보였다. 쿨페이브먼트는 약 39.461℃에서 42.532℃의 값을 나타내고 녹화는 약 34.689℃에서 36.459℃의 온도 값을 보였다. 즉, 열섬 저감기법이 적용된 쿨페이브먼트와 지면녹화는 대조군이 되는 일반 인공 피복에 비해 큰 온도 상승이 나타나지 않았다. 본 연구를 바탕으로 HICS의 적용 위치를 고려하는데 참고 자료가 될 것으로 사료된다.

※ 이 연구는 “행정안전부 자연재난 정책연계형 기술 개발 사업(2020-MOIS35-001)”의 지원으로 수행되었습니다.

정주시 탄소흡수원 식재 의사결정지원시스템 개발

김근한

한국환경연구원 물국토연구본부

ghkim@kei.re.kr

키워드: 탄소흡수원, 의사결정지원시스템, GeoXAI, AutoML, Shap, 수목추천지도

국가적으로 지속가능한도시 및 탄소중립도시에 대한 관심이 증대되고 있으며, 지자체에서는 기후변화 대응 및 탄소중립을 위한 주요 정책 중 하나로 수목 식재 사업과 도시녹지의 확충을 전개하고 있다. 하지만 우리나라 대다수 도시지역은 이미 도시화가 많이 진행되어 추가적인 수목 식재를 위한 공간이 제한적이다. 따라서 식재 계획 단계에서부터 효율적으로 탄소흡수원을 심을 수 있는 식재 전략을 모색해야 한다. 이에 본 연구에서는 도시 가로수 대표 5개 수종(느티나무, 메타세콰이어, 소나무, 양버즘나무, 은행나무)에 대해 도시수목에 대한 환경요인과의 정량적 분석과 예측을 통해 최적의 생육활력을 유도할 수 있는 기온, 광환경 등의 생육조건을 고려하여 공간의 조선에 따라 적합한 수목을 선정하고자 했다.

이를 위해 본 연구에서는 GeoXAI 개념을 적용하여, 기존 수목의 위치데이터와 속성데이터를 바탕으로 광환경, 기후환경, 수분환경, 스트레스를 검토하기 위해 도로에서부터의 거리를 독립변수로 식생활력도(NDVI)를 종속변수로 설정했으며, 동일시기에 식재된 동일 수종 수목들의 위치를 기준으로 종속변수, 독립변수들을 추출하여 정형데이터를 생성했다. 이렇게 생성된 정형데이터를 활용하여 AutoML을 수행하였으며, 이때 AutoML 지공 모델 중 가장 설명력이 좋은 모델을 선정했다. 그리고 선정된 모델에서 종속변수에 영향을 미치는 독립변수들의 중요도를 확인하였으며, 수목추천지도 또한 구축 가능했다.

분석 결과 AutoML에서 제공하는 20개 모델 중 Extra Trees Regressor가 가장 설명력이 좋게 나타났으며, 5개 수목의 경우 LSWI, 최고온도, 향, 도로에서부터의 거리가 중요한 인자로 나타났으며, Extra Trees Regressor를 활용하여 수목추천지도를 구축했다. 본 연구의 결과는 도시 대상 수목의 탄소흡수 효과를 극대화할 수 있는 수종 선정 및 식재 전략 및 지역 특성에 따른 식재 가이드라인을 제시하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 논문은 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원(과제번호 : RS-2020-KA158194, 단계-연차 : 3-2)으로 한국환경연구원이 수행한 ‘온실가스 저감을 위한 국토도시공간 및 관리기술 개발(2023-010(R))’의 연구결과로 작성되었습니다

독일 토지소비 정책-“30ha 목표” 추진 현황

이지영

한국환경연구원 환경계획연구실

leejy@kei.re.kr

키워드: 토지소비, 자연자원, 생물다양성, 자연경관 유지, 국토환경정책, 사전예방적 관리

본 연구는 독일의 토지소비 정책의 추진 현황을 바탕으로 우리나라 국토환경정책의 시사점을 도출하였다. 2002년 독일연방 정부는 지속가능한 개발을 위한 전략(Perspektiven für Deutschland- Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung)을 수립하고, ① 세대 간의 형평성, ② 삶의 질, ③ 사회적인 결속, ④ 국제적인 책임의 4가지 큰 범주에서 총 21개 분야별 지표와 목표를 설정하였다. 특히, “세대 간의 형평성” 부문의 하나인 “토지소비”는 자연 상태의 비옥한 토지를 주거용지와 교통용지 등 공공인프라로 전용하는 것을 의미하며 독일의 지속가능한 개발 전략의 일환으로 “30ha 목표(Das 30ha Ziel)”라는 주요한 토지정책목표를 설정하여 추진해 오고 있다. 2030년까지 주거 및 교통용지의 새로운 토지 사용을 하루에 30ha 미만으로 줄이는 내용으로 목표를 설정한 “30ha 목표(Das 30ha Ziel)”의 달성을 위해 토지소비로 인한 비옥한 토양의 생태적 기능의 약화, 생물다양성의 침해, 한정적 경관자원 고갈, 기후위기 대응 저해 등 부정적인 환경영향을 경고하고, 토지소비에 대한 모니터링, 토지소비 감축을 위한 대책, 토지의 미래 시나리오 기법을 마련하였다.

국내 국토환경정책에 있어 “토지소비”의 개념을 정립하고, 확산할 필요성이 있으며 이를 위해 “토지소비”를 조정하는 구체적인 법적 근거의 연계 및 보완, 적정고밀화 등의 정책수단의 고도화, 구체적인 방법론 마련, 관련 법정계획 체계의 재조정 등의 정책적 접근이 필요하다.

해당 연구과제는 과업의 성격상 해외정책의 동향 분석을 중심으로 수행되었으며, 향후 국내적용 및 확산을 위해 “토지소비”와 연계 가능한 국내 국토환경정책의 관련 법령 및 정책 검토, 자원순환적 관점에서의 토지의 활용 정책 방안 마련, 국내현실을 반영한 토지소비 감축을 위한 목표설정 등의 후속 연구가 필요하다.

※ 이 연구는 “한국환경연구원의 2022년도 기초과제(과제번호: BA2022-03)”의 지원으로 수행되었습니다.

거주자 탄소발자국 기반 탄소중립도시 공간계획 연구

김태현

한국환경연구원 환경계획연구실

kimth@kei.re.kr

키워드: 탄소발자국, 탄소중립도시, 공간계획, 구조방정식모형 분석

현재 우리나라는 국가나 지자체 수준에서 부문별 온실가스 인벤토리를 구축하고 있으나 도시 단위에서 공간과 행태가 연계된 탄소정보체계가 구축되어 있지 않아 탄소배출 특성 파악 및 감축 시나리오 설정에 한계가 있다. 이에 IPCC 6차 보고서에서는 소비 기반의 탄소발자국 측정을 탄소 배출량 산정의 중요한 요소로 제시하고 있고, 미국에서는 가구당 탄소발자국 지도를 작성하여 온실가스 감축 공간계획 수립을 위한 우선순위 결정에 활용하고 있다.

이 연구에서는 서울 및 경기도 거주자를 대상으로 주거, 교통 부문 에너지 사용량 설문 조사를 통해 개인별 탄소배출량(personal carbon footprint, PCF)을 산정하고 거주지 주변 공간계획 요소(도시지역 및 주거지역 내 인구밀도, 토지이용 특성)들과 어떠한 상관관계가 있는지를 구조방정식모형 분석을 통해 검증하였다.

분석 결과 도시 및 주거 밀도의 시·공간적 차이가 거주자 통행 발자국에 다양한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 주거용지 비율이 낮은 도시지역에서는 고밀개발에 따른 주거/통행 탄소발자국 감소 효과가 상쇄되는 것이 밝혀졌다. 또한 주거 밀도가 주거 발자국에 미치는 영향이 계절에 따라 차이가 있음이 도출되었다.

이러한 결과는 탄소공간지도 및 도시/환경계획과 연계, 활용하여 향후 공간-행태 기반 탄소정보체계 구축 및 탄소중립을 고려한 국토-환경계획 통합관리, 탄소중립도시 조성 사업 시 공간계획 수립 등에 기여할 수 있을 것이다.

※ 이 연구는 한국연구재단 이공분야기초연구사업(과제번호: 2017R1C1B1012391)의 지원을 받아 한국환경연구원이 수행한 “저성장시대 도시공간구조 조정을 위한 거주자 생태발자국 분석 (2017-029, 2018-018)” 사업의 연구 결과로 Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science에 온라인 게재(‘23.5.2.)된 “Planning factors affecting carbon footprints of residents: Density, land use, and suburbanization” 논문의 일부임을 밝힙니다.

지역단위 탄소중립 이행 전략

송지윤, 박창석

한국환경연구원 환경계획연구실

songjy@kei.re.kr

키워드: 탄소중립, 지역단위 탄소중립, 탄소중립 이행전략

국제사회는 탄소중립을 실현하기 위한 정책을 적극적으로 마련하고 있으며, 우리나라도 2021년에 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장기본법」을 제정하여 법적 기반을 다지고, 2050년까지 탄소중립 목표를 달성하기 위해 노력하고 있다. 하지만 이 목표를 달성하는 것은 매우 어려운 과제로, 중앙정부와 지자체 모두가 적극적으로 이행 전략을 수립해야 한다. 현재의 하향식 정책 수립과 이행 과정에서는 탄소중립 목표를 실현하는 데 제한이 있으며, 이를 해결하기 위해서는 지자체가 주도적인 역할을 수행하는 복합적인 정책 수립 및 이행 과정으로 전환되어야 한다. 본 연구는 이러한 배경에서 탄소중립 정책의 국내외 동향과 사례를 살펴보고 우리나라 탄소중립 정책 수립 및 이행과정을 분석했다. 이를 토대로 탄소중립 이행을 위한 전략 체계를 구축하였다. 본 연구에서는 지역단위의 탄소중립 이행 전략의 하나로 지자체의 역할을 강조하고 있으며, 지역의 탄소배출 현황과 사회·물리적 특성을 파악하여 효율적인 이행 전략을 마련하도록 제안한다. 또한 탄소중립 기반의 거버넌스 구조 마련을 위한 전략, 탄소중립 달성을 위한 모니터링 및 환류에 관한 전략, 광역단위 탄소중립 이행 전략을 제안하면서 다각적으로 지역단위의 탄소중립 이행 전략 및 세부 추진과제를 제안하고 있다. 본 연구 수행 과정에서 제시한 탄소중립 이행수단 인벤토리는 지자체가 탄소중립 계획을 수립할 시 주요한 기초자료가 될 것이며 중앙정부와 지자체가 2050 탄소중립 목표를 달성하기 위한 정책 방향 및 향후 연구의 주요 자료가 될 것으로 기대한다.

※ 이 연구는 한국환경연구원 “RE2022-14(지역단위 탄소중립 이행 전략)”의 지원으로 수행되었습니다.

한국형 탄소중립도시의 개념과 공간계획방향

윤은주

국토연구원 국토환경·자원연구본부

yoonej@krihs.re.kr

키워드: 탄소중립, 인벤토리, 지역, 융·복합, 충전인프라

신기후제체에 들어서면서 전 세계는 1.5℃ 달성하기 위한 탄소중립을 추진 중이며, 우리 정부 역시 2020년 탄소중립 선언 후 전략적 시나리오와 계획안을 잇달아 발표하였다. 이렇듯 지금까지 중앙정부 주도 하에 탄소중립 체계를 신속하게 마련하는 시기였다면, 이제 부터는 지역에서 탄소중립을 어떻게 이행할 것인지 고민해야 할 시기이다. 「탄소중립기본법」에 따르면 광역 및 기초지자체는 ‘탄소중립 녹색성장 기본계획’ 및 ‘탄소중립도시 사업’의 주체로서, 매년 감축 이행결과를 보고해야 할 의무가 있다. 특히 기초지자체는 건물, 수송, 흡수원, 폐기물 등에 대한 책임과 권한이 있는데, 해당 부문은 우리나라의 직·간접적인 온실가스 배출량의 40.6%를 차지한다.

국토·도시의 관점에서 지역 중심의 탄소중립 이행이란 기존 도시를 다양한 감축수단이 통합 구현된 탄소중립도시로 전환하는 것인데, 국내 여건에 적절한 개념정립과 방법론은 부족한 상황이다. 유럽의 도시들은 1970년대부터 생태도시를 조성하면서 온실가스 감축을 단계적으로 구현해 왔으나, 국내의 환경·사회·경제적 여건과 달라 그대로 적용하는 것은 어렵다. 또한, 감축부문별 적용방법론은 일부 마련되었으나, 공간 계획적으로 이를 확산 및 융·복합함으로써 비용대비 최대의 감축효과를 창출할 수 있는 방법론은 미흡하다. 즉, 우리의 고유한 특성을 반영한 ‘한국형 탄소중립도시’의 개념을 정립하고 이를 구현하기 위한 공간계획 방법론을 마련할 필요가 있다.

이에 따라 본 연구에서는 국내 여건에 부합하는 한국형 탄소중립도시의 개념을 정립하고 지역주도의 통합적 접근을 위한 감축수단 선정 및 공간계획방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 먼저, 한국형 탄소중립도시의 개념을 정립하고, 다음으로는 지역 여건을 고려한 감축수단 선정 방안과, 선정된 감축수단(충전인프라 등)에 대한 공간계획 방안을 도출하며, 마지막으로 감축수단간 융·복합 방향성을 제시하였다.

※ 이 연구는 국토연구원 일반사업 “한국형 탄소중립도시 개념정립 및 공간계획방안 수립”의 지원으로 수행되었습니다.

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

D 발표장 (소회의실 3)

[기획세션] 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터 (09:00~11:00)

좌장 : 박민희 (한국에너지기술연구원)

기후변화 적응 기술개발 지표발굴

- D-01 제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획의 수립과 적응 기술개발 지표의 필요성
박민희, 조준묵, 배치혜, 서정윤, 강주현, 김혜진
한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터
- D-02 도시 기후탄력성 확보기술 평가 및 진단 지표 개발
정희철, 임영신
한국환경연구원 국가기후위기적응센터
- D-03 기후변화 적응을 위한 지속가능 물순환 체계 및 평가지표 구축 방안
홍석원, 이호준
한국과학기술연구원 물자원순환연구단
- D-04 탄소중립도시 계획시 활용 가능한 기후적응기술 지표 개발
이은석
건축공간연구원 지속가능공간본부
- D-05 기후변화 적응 기술 평가 지표 산정을 위한 대기모델링 기술 제언
홍진규, 이주엽
연세대학교 대기과학과 미기상학연구실

제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획의 수립과 적응 기술개발 지표의 필요성

박민희, 조준묵, 배치혜, 서정윤, 강주현, 김혜진

한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터

mhpark@kier.re.kr

키워드: 기후변화 적응, 기후변화 기술정책, 기술개발 전략, 기술개발 지표

기후위기 시대로 접어든 현재, 인류는 지속가능하고 안전한 미래를 위해 기후변화 대응 기술개발에 사활을 걸고 있다. 탄소중립을 위한 기술은 국가경쟁력과도 직결이 되어 전 세계적으로 관련 기술과 산업이 빠르게 확대되고 있으며, 변화하는 기후에 적응하기 위해 대기, 농업, 물 순환, 감염병, 재난·재해 대응 등 다양한 분야에서 새로운 기술이 요구되고 있다. 과기정통부는 이러한 환경변화에 대응하고자 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터를 「기후변화대응 기술개발 촉진법(약칭: 기후기술법)에 근거하여 기후변화대응 기술정책 전담기관으로 지정('22.1)하였고, 향후 10년간('23~'32)의 기후변화대응 기술개발 방향성을 제시하는 '제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획'을 수립('22.12)하였다.

기본계획은 기후변화대응 기술 분야 최상위계획으로 14개 부·처·청이 합동으로 수립하였고 매년 이행·점검해 나갈 계획이다. 온실가스 감축뿐만 아니라 기후변화 적응에 대한 기술개발의 중요성을 동등하게 다루었다는 점에서 의의가 있으나, 감축 기술개발 목표와 방향이 정량적이고 구체적인 것에 반해 기후변화 적응은 기술의 적용 대상과 문제 해결 방안에 대한 대략적이고 기본적인 방향이 제시되어 있다.

기후변화 적응에 대한 중요성과 필요성에 대한 공감대가 확대되고, 사회적 관심이 증가함에 따라 국가 기후변화 적응 역량 강화에 기여 가능한 기후변화 적응 기술개발 전략이 필요하다. 본 연구를 통해 국가 기후변화 적응 기술개발 현황을 분석하고, 기술개발 지표와 목표를 발굴하여 적응 기술을 체계적으로 육성할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

※ 본 연구는 과기정통부의 단계도약형 탄소중립기술개발 사업 (NRF-2022M3J1A1085709)의 지원을 받아 수행되었습니다.

도시 기후탄력성 확보기술 평가 및 진단 지표 개발

정휘철, 임영신

한국환경연구원 국가기후위기적응센터

hchjung@kei.re.kr

키워드: 기후영향, 기후탄력성, 기술 인벤토리, 기술평가, 효과·진단지표

기후영향에 따른 강도와 빈도의 증가로 원래 상태로 복원될 수 없는 임계점을 넘어선 리스크가 도래하고 있다. 미래의 기후위험으로부터 안전·안심한 사회로의 전환을 위해서는 기존의 단기적·단편적인 대응 방식에서 벗어나 도시공간의 시스템 자체를 변화시키는 발전적 변화의 기후탄력성 확보가 필요하다. 그간 정부와 지자체에서 폭염, 폭우 등 이상기후에 대응하기 위하여 기후변화 적응대책 등을 수립·시행하고 있으나 대책 마련 시 효율성, 효과성, 시급성 및 탄력성 등을 통합적으로 고려한 의사결정은 미흡하며, 특히 대책·기술의 적용에 따른 기후탄력성 확보 차원 관련정책·기술의 모호성과 그 진단과 효과에 관한 방법·검증 등이 분명하지 않아 객관적이고 정량화된 효과성을 파악하기가 어려운 실정이다.

효과적인 기후변화 적응관리와 도시공간 기후탄력성 확보를 위한 방안으로 토지이용, 녹지, 건물 등 부문별 대응방향을 파악하고, 이에 따른 폭염, 폭우 등에 대응한 기존·최신의 기술들을 통합적으로 스크리닝(기술유형, 기술-정책연계, 도시공간 특성 등) 및 평가(용이성, 효과성, 효율성 등)하여 기후탄력성 확보를 위한 기술 범주를 선정하였다. 이어 기술의 체계화와 의사결정 지원 강화를 위한 필요 정보로써 기술정의, 기능·원리, 입지유형, 계획·조성기법, 자재·공법, 비용, 기간, 진단 및 효과 등의 표준분류 체계를 설정하여 폭염, 폭우 등에 대한 기술별 인벤토리를 구축하였다. 이를 위해 기술별 자료수집 및 조사·분석, 계획기법·효과 분석과 관련한 선행연구 고찰·검토(측정지표·방법, 효과정도 등)를 수행하였고, 특히 성능확보와 진단·효과측면에서 객관성과 불확실성이 높은 기술에 대해서는 전문가 설문조사 및 실험·측정 등의 방법을 적용하여 기술효과·진단을 위한 지표 개발·검증 중에 있다.

향후 도시 전체의 기후탄력성을 진단하고 효과를 평가할 기술 인벤토리와 적용지표 개발을 통하여 현재와 미래변화에 대응의 실효성을 제고할 것으로 기대한다.

※ 본 연구는 환경부의 신기후체제대응 환경기술개발사업(과제번호: 2022003570004)의 지원을 받아 한국환경연구원이 수행한 “도시공간 기후탄력성 확보 기술 평가 및 의사결정지원 시스템 개발(2차연도)(2023-032(R))” 사업의 연구결과로 작성되었습니다.

기후변화 적응을 위한 지속가능 물순환 체계 및 평가지표 구축 방안

홍석원, 이호준

한국과학기술연구원 물자원순환연구단

swhong@kist.re.kr

키워드: 기후후변화 적응, 통합물관리, 물순환 건전성, 평가플랫폼, 맞춤형 관리체계

우리는 언젠가부터 기후위기, 기후변화 대응과 적응, 탄소중립 등과 같은 용어에 익숙해지고 관심을 두게 되었다. 실제로 지난 10년간 폭염과 한파, 가뭄과 태풍, 늦장마, 집중호우 등 다양한 형태의 한반도 기후 및 기상변화를 경험했다. 앞으로의 기후변화 더욱 다양하고 복잡한 형태로 전개될 것으로 예측되는 상황에서 본 발표에서는 물 부문 기후변화 적응을 위한 물순환 체계 및 평가지표 구축에 대해서 살펴보고자 한다. 일반적으로 도시의 물순환은 자연적 그리고 인위적 물순환으로 구분할 수 있다. 자연적 물순환은 강우, 증발산, 지표면유출, 지하침투, 저류 등의 자연적인 물의 흐름이며, 인간의 필요에 따라 설치한 상수도, 하수도, 수자원시설, 물 재이용시설 등에 의한 물의 흐름을 인공적 물순환이라 한다. 기후변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 자연적 및 인위적 물순환이 최대한 조화를 이룰 수 있어야 한다. 이를 위해서는 고정확도 물순환 예측 모델 및 적응력 평가기법과 통합물관리 개념에서의 수질·수량·수생태계 및 수요·공급 균형 관리를 위한 물순환 기술이 개발되어야 한다. 자연적 및 인위적 물순환의 균형 유지를 위해서는 도시, 유역 내 물순환 건전성을 정량·정성적으로 평가할 수 있는 지표의 개발이 필수적이다. 하지만 국내의 경우 물순환 전주기 관리를 평가할 수 있는 체계는 미흡한 편이다. 국외에서는 이와 관련하여 지속적인 시도가 이루어지고 있는데 예를 들어 유럽물혁신평가원(EIP-Water)에서 개발한 도시 물순환관리지수(City Blueprint)가 대표적인 평가플랫폼으로 도시물순환 서비스 지속가능성을 물안보, 수질, 기후변화 대응 등 24개 항목으로 평가하고 있다. 미국, 일본, 호주, 싱가포르 등도 국가별 맞춤형 물순환 관리체계를 구축하고 있다. 우리나라도 통합물관리 제도가 시행되었고 온실가스 감축과 기후변화 적응에 관한 기후변화대응 기술개발 기본계획이 수립된 상황에서 한반도 물순환 전주기 관리를 위한 지속가능한 체계의 구축은 필수적이다.

탄소중립도시 계획시 활용 가능한 기후적응기술 지표 개발

이은석

건축공간연구원 지속가능공간본부

enlee@auri.re.kr

키워드: 기후변화, 탄소중립정책, 녹색기술, 기후탄력적발전

기후변화는 생활영역에서 본격적인 영향력을 발휘하기 시작했다. 생활 터전으로서 도시는 기후변화에 대응하기 위한 신기술을 적용하며 성장하고 있다. 정책분야에서 다양한 도시 개념이 개발되는 과정에서 제안된 탄소중립도시는 기후변화 완화와 적응을 기술적으로 수용하는 기후탄력적 발전을 고려한 개념이다. 개념적 도시에서 현실적 도시로 실현되기 위해서 지표에 근거한 도시계획이 선행되어야 한다. 도시계획 지표는 인구, 기반시설, 건축물 등 도시를 구성하는데 필수적인 요소들이 정량적으로 집계되고 확인 가능하도록 구성된다. 탄소중립도시의 완성을 위해서는 기후적응기술이 적정하게 공간적으로 적용된 결과를 설명할 수 있는 기후적응기술지표의 개발이 필요하다. 기후적응기술지표는 탄소중립도시를 구성하는 공간요소인 탄소배출저감, 에너지전환, 기후변화적응, 흡수원확대, 자원순환, 사회행태전환 등의 유형을 바탕으로 새로이 개발된 기후적응기술을 배정하고 지속적으로 활용될 수 있는 근거가 마련되어야 한다. 본 연구는 탄소중립도시계획에 활용하기 위한 기후적응기술지표의 정의와 기준을 제시한다. 향후 탄소중립도시의 공간시설에 따른 구체적인 기후적응기술지표 개발이 필요하다.

기후변화 적응 기술 평가 지표 산정을 위한 대기모델링 기술 제언

홍진규, 이주엽

연세대학교 대기과학과 미기상학연구실

jhong@yonsei.ac.kr

키워드: 기후위기 적응, 적응 기술 평가, 방법론, 사회경제적 비용

인류의 과도한 화석연료 사용에 따른 지구온난화와 이와 관련된 유례없는 자연재해 발생이 점점 명백해지고 있다. 이에 따라 세계 각국은 급박하게 관련 대책을 세우고 과감한 기술 투자와 사회경제시스템의 변혁을 준비하고 있다. 이러한 대책은 크게 온실가스 배출량을 저감하는 기후변화 완화 대책과 기후 변화에 따른 피해를 최소화하고 그로 인한 이익을 극대화하는 기후변화 적응 대책으로 구분할 수 있다. 특히 폭염으로 인한 초과사망자 발생과 감염병 증가, 극한 홍수와 가뭄으로 인한 산사태 발생, 식수 부족, 에너지 생산 비용 증가, 식량 생산량 감소 등으로 나타나는 기후위기에 적응하는 것은 기후재난 피해를 줄이고, 온실가스 배출량 감축에 따른 사회경제적 비용을 줄이고 새로운 경제성장 동력을 제공함으로써 우리 사회의 충격을 줄이는데 도움이 된다. 이러한 측면에서 우리사회의 사회경제적 비용을 줄이는 다양한 기술과 방법들을 개발하고 실제 적용할 필요가 있다. 본 연구에서는 국내외 기후위기 적응 관련 연구들을 검토하고, 적응 기술의 지표 산정을 위한 방법론에 대한 예시와 방법론을 제시하고자 한다.

※ 이 연구는 기상청 「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발」(KMI2021-01611)의 지원으로 수행되었습니다.

📦 글로벌 기후변화에 대응하는 국제협력의 역할

개회사

조용덕

K-water

D-06 글로벌 기후위기에 대응하는 한국의 역할

송영일

한국환경연구원 국가기후위기연구센터 선임위원

D-07 GTI를 활용한 개발도상국 탄소감축 실현

강동균

K-water 글로벌협력처 차장(GTI 사무국장)

D-08 신재생에너지 글로벌 동향 및 개발도상국에 대한 신재생에너지 적용 방향성에 관한 연구

장재영, 이승철, 김미란

에이티알(주)

토론

박기영

K-water

토론

이서현

환경부

토론

조재필

유역통합관리연구원

토론

안정규

인천대학교

글로벌 기후위기에 대응하는 한국의 역할

송영일

한국환경연구원 국가기후위기연구센터 선임위원

yisong@kei.re.kr

키워드: 기후변화, 온실가스, 탄소감축, ODA, 개발도상국, 지속가능한발전, SDGs, 정책, 국제협력, 거버넌스, 리더십

기후변화는 전지구적인 대응이 필요한 문제이며, 특히 물 분야는 기후변화에 가장 큰 영향을 받는 상황으로. 이상기후에 따른 홍수, 가뭄 등 개발도상국은 다양한 물 문제에 직면하였다. 이를 해결하기 위하여 UN 등 국제사회의 적극적 노력이 절실하며, 대한민국도 물 분야 리딩국가로서 기후변화, 물 문제 해결에 주도적 역할을 수행하여야 한다. 한국이 기존에 추진하고 있는 기후변화 대응 정책, 다양한 물 분야 신기술 개발 및 협력사업을 개발도상국과 공유하고 확대하기 위한 전략이 필요하며, 한국 주도로 기후변화 당면 과제들에 대한 단계적 해결책을 제시하기 위한 정부·기업·시민사회의 역할에 대해 논의해야 한다.

GTI를 활용한 개발도상국 탄소감축 실현

강동균

K-water 글로벌협력처 차장(GTI 사무국장)

kangdk@kwater.or.kr

키워드: 기후변화, 온실가스, 탄소감축, ODA, 개발도상국, 지속가능한발전, SDGs, MDBs, Blending fund, 물안보, Net-zero, 수상태양광

1997년 교토의정서, 2015년 파리협정 이후 기후변화는 지금까지 국제사회의 핵심 이슈로 자리하고 있다. 2030년까지 SDG 달성을 위해, 기후변화 대응에 취약한 개발도상국을 지원하고, 국제사회의 전략적 연대와 저개발국의 탄소감축을 위한 실행력있는 대안이 요구되고 있다.

환경부는 최근 국제 탄소감축을 실현하기 위한 팀코리아 기반 협력 플랫폼 GTI(Green Transition Initiative)를 설립하고, 론칭 행사를 통해 6개국, 4개 국제기구, 3개 MDB의 참여기관을 확보하였다. K-water는 국제환경협력센터로서 환경부를 대행하여 다양한 물 분야 그린 ODA사업을 수행해오고 있으며, 금년 GTI 사무국으로 지정되어, 국제 탄소감축에 기여하기 위한 국제사회의 협력 강화, 탄소감축 정책 개발, 저개발국 역량 강화 및 녹색사업(탄소감축사업) 발굴을 추진할 계획이다. GTI 회원국 확대를 위해 환경부와 K-water는 기존의 그린 ODA 사업 및 개발도상국 공무원 교육훈련을 확대할 계획이다.

환경부와 K-water는 GTI는 국제기구 및 다자개발은행과의 공동협력방식을 기반으로 혼합금융을 활용하여 사업화를 추진할 계획이며, 창립 초기에는 GTI 중심국인 한국-인니 간 시범사업 모델을 개발하고, 이를 활용하여 참여국·기관의 수요맞춤형 탄소감축 ODA사업을 추진할 계획이다. 이후 ODA 사업을 기반으로 후속 투자사업을 연계하여, 한국 물기업의 녹색수출을 확대하고 국제 탄소감축을 실현할 계획이다.

신재생에너지 글로벌 동향 및 개발도상국에 대한 신재생에너지 적용 방향성에 관한 연구

장재영, 이승철, 김미란
에이티알(주)
chang@atr-pt.com

키워드: 기후변화, 신재생에너지 동향, 국제기구, 개발도상국

본 연구에서는 신기후체제 전환에 따른 기후변화 협약의 흐름과 주요 사항, 선진국의 신재생에너지 현황 및 국제기구의 신재생에너지 지원사업 방향 조사를 통해 신재생에너지 글로벌 동향을 파악하고, 나아가 개발도상국에 대한 신재생 에너지의 적용 방향성을 도출하는데 그 목적이 있다.

2020년 교토체제 종료로 인해 2021년 파리협정 하에 신기후체제가 출범하였다. 신기후체제의 경우 교토체제 운영과정에서 발생된 문제점을 파악하여 자발적인 탄소감축과 지속 가능한 발전이 가능하도록 개선되었다. 또한 감축 대상은 선진국에서 모든 당사국으로 확대되었으며, 교토체제의 목표로는 온실가스 배출량 감축이(1차: 5.2%, 2차: 18%) 2℃ 이하를 기본 목표로 설정하고, 더 나아가 1.5℃까지 감축으로 변경되었다.

선진국의 신재생에너지 현황조사 결과 탄소중립 달성과 맞물려 국가별 움직임이 구체화되고 있으며, 대부분 풍력이 주류를 이루고 있는 것으로 나타났다. 또한 미국의 바이든 정부에서는 청정에너지 부문 미국 정부 역대 최고 수준인 1조 7천억 규모의 지출 예산안이 통과되었으며, 대부분의 선진국에서는 풍력의 대규모화, 해상풍력 기술개발 및 태양광 등 신재생에너지 보급 확대를 위한 각종 지원제도를 시행하고 있으며, EU의 경우 2030년까지 러시아 에너지 의존을 벗어나는 것을 목표로 REPowerEU 정책을 펼치고 있다. 국제기구의 경우 개발도상국을 대상으로 태양광 발전 설비 위주의 지원비중이 높으며, 다양한 신재생에너지원을 보급하기 위해 프로젝트 발굴을 위해 노력하고 있으나, 태양광, 수력, 풍력 외 다양한 신재생에너지원의 적용 가능성은 낮은 실정이다. 개발도상국의 경우 온실가스 감축 및 탄소중립이 현실적으로 어려운 실정으로, 감축과 적응을 위한 선진국의 기술이전 및 소요비용에 대한 지원이 필요한 실정이다. 또한 개발도상국의 경우 외곽지역과 도시지역의 에너지 인프라 및 전력보급 비율이 크게 차이남에 따라, 마을단위 및 소규모 단위 전력망 개선 및 신재생에너지 기본시설 보급 확대를 통한 외곽지역 에너지 빈곤문제 해결 방법을 고려해야 한다.

☐ 탄소중립 기후변화 메커니즘 및 온실가스 영향탐지 진단기술

D-09 탄소중립 시나리오에서 여름철 동아시아/한반도 폭염과 연관된
원격상관 패턴 모드의 중요도 변화

김맹기¹, 오지선¹, 변영화², 성현민²

¹공주대학교 대기과학과, ²국립기상과학원 기후변화예측연구팀

D-10 CMIP6 모델을 활용한 중위도 지역 겨울철 날씨 변동성 연구

이상우, 박효석

한양대학교 해양융합학과

D-11 탄소중립전략에 따른 한반도 영향 태풍활동 변화 분석

박두선^{1,2}, 허정화², 주진희³

¹경북대학교 지구과학교육과, ²경북대학교 대기원격탐사연구소,

³경북대학교 천문대기과학과

D-12 탄소중립시점에 따른 동아시아 극한강수지수 가역성 평가

이민욱¹, 박종연^{1,2}, 김한경², 박지숙¹, 전우진¹

¹전북대학교 환경에너지융합학과, ²전북대학교 지구환경과학과

D-13 이상기후 현상의 인위적 영향 탐지 및 진단기술 개발

김연희¹, 민승기¹, 김대현², 변영화³, 성현민³

¹포항공과대학교 환경공학부, ²워싱턴주 주립대학교 대기과학과,

³국립기상과학원 기후변화예측연구팀

탄소중립 시나리오에서 여름철 동아시아/한반도 폭염과 연관된 원격상관 패턴 모드의 중요도 변화

김맹기¹, 오지선¹, 변영화², 성현민²

¹공주대학교 대기과학과, ²국립기상과학원 기후변화에측연구팀

mkkim@kongju.ac.kr

키워드: 폭염, 진단지수, 원격상관, 탄소중립, CDR-MIP

본 연구에서는 CO₂ 농도의 증감 실험에 따라 동아시아/한반도 폭염과 연관된 주요 모드가 시간에 따라 순위 변화가 나타나는지를 평가하여 Ramp-up (1% 증가/1년) 기간과 Ramp-down (1% 감소/1년) 기간에 어떤 모드가 중요한 역할을 하는지를 분석하였다. 이 연구에 사용한 자료는 국립기상과학원에서 수행한 UKESM1-0-LL 모델의 CO₂ 1% 증감 실험 자료이며, 주로 여름철 7~8월의 250hPa 및 500hPa 지위고도를 사용하여 분석하였다. Ramp-up 기간의 처음 30년을 기준 기간으로 설정한 후 1년씩 이동하면서 매 30년에 대해 EOF (Empirical Orthogonal Function)를 수행하여 주요 모드를 결정하고, 이후에 각 모드의 시간에 따른 순위 변화를 분석하였다. 기준 기간 동안 추세 모드 (첫 번째 모드)는 Ramp-up과 Ramp-down 기간 동안에 공간 패턴이 비교적 일관되게 유지되는 반면, Arctic-Siberian Plain (ASP) 패턴으로 나타난 두 번째 모드는 Ramp-up 기간에 패턴이 잘 유지되었으나, Ramp-down 후에는 하위 모드인 세 번째 모드로 내려갔다. Circumglobal Teleconnection (CGT)로 보이는 세 번째 모드는 Ramp-up 기간에는 점차 하위 모드로 내려갔으나, Ramp-down으로 전환된 이후로는 다시 주요한 모드로 회복되었다. 이러한 결과는 Ramp-up 기간과 Ramp-down 기간에 따라 주요 모드의 순위 변화가 나타나고 그로 인해 동아시아/한반도 폭염에 영향을 주는 주요 패턴이 시기에 따라 달라질 수 있음을 의미한다. 추가적으로 유사한 방식으로 CDRMIP 자료에 기반한 기초적인 분석 결과가 토론될 예정이다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측 정보 응용 기술개발」> (KMI2022-01311)의 지원으로 수행되었습니다.

CMIP6 모델을 활용한 중위도 지역 겨울철 날씨 변동성 연구

이상우, 박효석
한양대학교 해양융합과학과
icepark@hanyang.ac.kr

키워드: CMIP6, 온도 변동성, 지구온난화, 미래기후

지구온난화의 영향으로 북반구의 온도가 지속적으로 상승하고 있으며, 앞으로 북반구 중-고위도 지역에서 겨울철 온도 변동성이 감소한다는 연구가 꾸준히 보고되었다. 본 연구에서는 37개의 CMIP6 모델을 활용하여 최근 35년(1985-2014)과 미래 35년(2065-2099) 동안 북반구 온도 변동성 변화를 분석하였다.

이전 연구와 마찬가지로 지구온난화에 따라 중-고위도 지역에서 온도 변동성은 크게 감소하였다. 반면, 유라시아 대륙 위도 30~40N 중위도 지역의 겨울철 온도 변동성이 적지 않게 증가하는 결과가 나타났다. 동중국의 경우 겨울철 평균온도보다 섭씨 5~10도 이하로 내려가는 한파의 빈도수가 평균 5% 증가하는 것으로 나타났다. 일부 모델에서는 동중국 뿐 아니라 한반도 지역에서도 겨울철 날씨 변동성이 증가한다는 것이 나타났으며, 이는 한반도에서 한파가 더 자주 발생할 수 있다는 것을 시사한다. 향후 미래 탄소중립으로 이산화탄소 농도가 줄어드는 환경에서 겨울철 날씨 변동성이 어떻게 바뀌는지에 대한 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측 정보 응용 기술개발」> (KMI2022-01311)의 지원으로 수행되었습니다.

탄소중립전략에 따른 한반도 영향 태풍활동 변화 분석

박두선^{1,2}, 허정화², 주진희³

¹경북대학교 지구과학교육과,

²경북대학교 대기원격탐사연구소,

³경북대학교 천문대기과학과

dsrpark@knu.ac.kr

키워드: 탄소중립, 한반도, 태풍

기후변화에 의한 태풍활동 변화는 당장 온실기체 방출을 중단하더라도 지속적으로 나타날 수 있으며, 탄소중립 정책에 따라 온실기체의 농도가 산업화 이전 농도로 회귀하더라도 태풍활동이 산업화 이전으로 되돌아올 것인지 그렇지 않을 것인지에 대해서도 불확실한 실정이다. 고로, 2050년 탄소중립을 목표로 하는 정부의 정책기조에 맞추어 한반도에 영향을 미치는 태풍활동의 가역성에 대한 연구는 탄소중립 정책의 방향과 적응 정책 수립에 매우 중요한 기초자료가 될 수 있다. 본 연구에서는 CMIP6의 cdr 실험에 참여한 복수의 기후모형 결과를 바탕으로 한반도 영향 태풍활동에 대한 모형별 성능평가와 함께 탄소 농도변화에 따른 태풍활동의 가역성을 분석하였다.

※ 이 연구는 “KMI2022-01312(기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술 개발)”의 지원으로 수행되었습니다.

탄소중립시점에 따른 동아시아 극한강수지수 가역성 평가

이민욱¹, 박종연^{1,2}, 김한경², 박지숙¹, 전우진¹

¹전북대학교 환경에너지융합학과, ²전북대학교 지구환경과학과

jongyeon.park@jbnu.ac.kr

키워드: UKESM, 탄소중립, 극한강수, 가역성

극한강수량 짧은 시간에 많은 비가 내리거나 혹은 긴 시간 동안 가뭄이 지속되는 양극단적인 기후현상을 의미한다. CO₂ 농도가 증가한 미래기후에서는 극한강수의 특성이 크게 달라지기 때문에, 이러한 특성을 이해하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 극한강수의 빈도, 강도, 지속기간을 대표할 수 있는 6개의 지수를 활용하여 동아시아 지역(110°E-150°E, 20°N-50°N)에서의 각 지수와 CO₂ 농도 사이의 관련성 및 가역성을 평가했다. 이를 평가하기 위해 United Kingdom Earth System Model(UKESM)을 사용하여 Carbon Dioxide Removal (CDR) 실험을 수행했다. 즉, 산업혁명 이전의 CO₂ 농도에서부터 1년에 1%씩 증가시킨 후 서로 다른 네 개의 탄소중립 시점인 A(44년), B(51년), C(70년), D(140년)에서부터는 연 1% 혹은 2%씩 감소시켜 산업혁명 이전의 CO₂ 농도까지 감소시켰다. UKESM의 극한강수 모의성능은 재분석자료와 비교했을 때 동아시아에서 강도의 차이는 있었으나 패턴은 유사하게 모의하였으나, Coupled Model Intercomparison Project Phase 6(CMIP6)에 속한 다른 모델들과 비교하였을 때 상당히 우수한 모의성능을 가진 것으로 평가되었다. CO₂ 농도에 따른 극한강수지수의 반응을 보면 강도와 빈도 지수들은 CO₂ 농도와 비선형적인 시간지연 관계를 보이지만, 지속기간과 관련된 지수들은 CO₂ 농도와 관련성이 적었다. CO₂ 농도가 회복되었을 시기를 기준으로 가역성을 평가해 보았을 때, 모든 극한강수지수에서 평균값과 변동성 모두 비가역적이었으며 탄소중립시점에 따라 가역성이 달랐지만 탄소중립을 늦게 달성할수록 비가역성이 커지는 것으로 나타났다. 특히 빈도를 대표하는 지수 중 하나인 R99는 가장 비가역적인 모습을 보였는데 D 시점부터 A 시점까지 29.50%, 18.13%, 12.08%, 10.61%만큼 덜 회복되는 것으로 분석되었다. UKESM 뿐만 아니라 다른 CMIP6 모델들의 CDR 실험을 분석한 결과 많은 모델들에서 CO₂ 농도가 회복되더라도 극한강수가 현재만큼 회복하지는 못하는 공통된 모습을 보여주었다.

이상기후 현상의 인위적 영향 탐지 및 진단기술 개발

김연희¹, 민승기¹, 김대현², 변영화³, 성현민³

¹포항공과대학교 환경공학부과, ²위싱턴주 주립대학교 대기과학과,

³국립기상과학원 기후변화예측연구팀

yhkim1@postech.ac.kr

키워드: 인위적 영향 탐지, 경계조건, 외부강제력, 폭염 메커니즘

본 연구는 이상기후 현상의 인위적 영향 탐지 실험체계를 구축하고 한반도 폭염의 인덱스 추출 기법을 개발하고자 한다. 이상기후 현상의 인위적 영향탐지 실험 체계는 이상기후 현상의 발생한 시점의 경계강제력(해수면 온도와 해빙)과 외부강제력(온실가스 농도와 에어로졸 농도 등)을 처방한 모든 강제력 실험과 산업혁명 이전의 경계강제력과 외부강제력을 처방한 자연 강제력 실험으로 구성된다. 이를 위해 각 실험의 경계강제력과 외부 강제력 자료를 수집하여 국립기상과학원의 Atmospheric general circulation model (AGCM)에 맞는 입력자료로 변환한다. 앙상블 실험을 위한 초기조건을 산출하고 이상기후 분석을 위해 출력 변수를 선정한다. 향후 모델을 설치하여 적분 테스트를 수행하여 경계조건, 외부 강제력, 초기조건, 출력변수 이상 유무를 확인하고자 한다. 이상기후 현상의 인덱스 추출 기법을 개발하기 위해 한반도 폭염 발생에 인위적 강제력의 영향을 분석하고자 한다. Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6)의 모든 강제력 실험(historical)과 자연강제력만 처방된 실험(hist-nat)의 차이에 따른 한반도 폭염 발생 특성을 비교한다. 또한 열대 대류와 대기순환 패턴을 비교하여 한반도 폭염에 영향을 주는 인덱스를 추출하고자 한다.

※ 이 연구는 “KMI2022-01313(기상청 기후 및 기후변화 감시·예측 정보 응용 기술개발 연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

E 발표장 (중회의실 7)

[기획세션] 국립기상과학원 (09:00~12:00)

좌장 : 주상원 (국립기상과학원)
좌장 : 이창기 (한국생산기술연구원)

온실가스 측정 및 기원추적기술

E-01 국저온 농축기 기반 할로젠화 온실가스 연속측정 기술

권도현¹, 임정식^{1,2}, 주상원³

¹한국표준과학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³국립기상과학원

E-02 Top-down 동아시아 온실가스 배출정보 산출

심창섭¹, 서정빈¹, 문준기²

¹한국환경연구원, ²부산대학교 환경공학과

E-03 Characteristics of STILT footprints driven by KIM and WRF simulated meteorological fields, and designing GHGs observations networks over Korea

Samuel Takele Kenea¹, Sangwon Joo¹, Shanlan Li¹, Haeyoung Lee^{1,2}, Miloslav Belorid³, Lev, D. Labzovskii⁴, Sanghun Park⁵

¹Climate Research Department, National Institute of Meteorological Sciences,

²National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd (NIWA),

³Application Research Department, National Institute of Meteorological

Sciences, ⁴R&D Satellite and Observations Group, Royal Netherlands

Meteorological Institute, ⁵Laboratory for Atmospheric Modeling Research,

Yonsei University

E-04 온실가스 동위원소비 연속관측을 위한 측정기술 개발

임정식^{1,2}, 이정순^{1,2}, 주상원³, 이해영³

¹한국표준과학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³국립기상과학원

E-05 WRF-Chem/DART 및 온실가스 관측자료를 활용한 하향식 온실가스 배출량 산출 시스템 개발 현황

권도윤¹, 구본훈¹, 이주엽¹, 김정원¹, 조성수¹, 홍진규¹, Eri Saikawa²,

Alexander Avramov², 심창섭³, 이해영⁴, 주상원⁴

¹연세대학교 대기과학과, ²Emory University, ³한국환경연구원, ⁴국립기상과학원

- E-06 모바일 적외선 분광간섭계를 이용한 온실가스 측정**
 이정순¹, 트리스나¹, 주상원², 김수민², 오영석²
¹한국표준과학연구원 온실가스표준팀, ²국립기상과학원 기후연구부
- E-07 모바일 센서 관측 자료를 이용한 온실가스 산출 및 정확도 분석**
 강민아¹, 안명환¹, 강민주¹, 김상우², 오영석³
¹이화여자대학교 기후-에너지시스템공학과 ²서울대학교 지구환경과학부,
³국립기상과학원 기후연구부 지구대기감시팀
- E-08 지상원격관측(FTS, M-FTS, Sensor)의 온실가스 농도 특성 분석**
 오영석¹, 주상원¹, 신수련², 이창기³, 정현영⁴, 윤창훈⁵, 함명관⁶,
 안명환⁷, 강민아⁷, 김상우⁸, 김만해⁸, 사무엘¹, 이수정¹, 이선란¹,
 이병일⁹, 김윤재⁹, 김수민¹, 부경온¹
¹국립기상과학원, ²하버드대학교, ³한국생산기술연구원, ⁴경상국립대학교,
⁵전남대학교, ⁶인하대학교, ⁷이화여자대학교, ⁸서울대학교, ⁹국가위성센터
- E-09 온실가스 전량농도 지상관측을 위한 광전센서 개발**
 이창기¹, 윤창훈², 정현영³, 함명관⁴, 신수련⁵, 오영석⁶, 변정환⁷,
 주상원⁶, 안명환⁸, 김상우⁹, 김수민⁶, 부경온⁶
¹한국생산기술연구원, ²전남대학교, ³경상국립대학교, ⁴인하대학교, ⁵하버드대학교,
⁶국립기상과학원, ⁷(주)온메이커스, ⁸이화여자대학교, ⁹서울대학교
- E-10 저비용, 온실가스 관측 시스템 구축을 위한 그래핀 센서**
 정현영¹, 이창기², 윤창훈³, 함명관⁴, 신수련⁵, 오영석⁶, 변정환⁷,
 주상원⁶, 안명환⁸, 김상우⁹, 김수민⁶, 부경온⁶
¹경상국립대학교 에너지공학과, ²한국생산기술연구원, ³전남대학교, ⁴인하대학교,
⁵하버드대학교, ⁶국립기상과학원, ⁷(주)온메이커스, ⁸이화여자대학교, ⁹서울대학교
- E-11 서울 도심 고층타워 온실가스 연속 관측 및 분석**
 이수정¹, 이선란¹, 신대근¹, 오영석¹, 주상원¹, Samuel Takele Kenea¹,
 김수민¹, 부경온¹, 권도윤², 홍진규², 류인철³, 이호찬³, 박대일⁴, 김재현⁴
¹국립기상과학원 기후연구부, ²연세대학교 대기과학과,
³서울시보건환경연구원 대기질통합분석센터 기후대기팀,
⁴롯데물산 물기술팀

E-12 Latitudinal distribution and sources analysis of greenhouse gases and air pollutants observed during the 2021 Yellow Sea Air Quality campaign aboard a research vessel

Shanlan Li, Daegeun Shin, Samuel Takele Kenea, Sumin Kim, Hee-Jung Yoo, Sangwon Joo, Haeyoung Lee, Sangmin Oh, Min Jae Jeong, Wonick Seo, Miyoung Ko, Soo Jeong Lee, Young-Suk Oh, Kyong-On Boo

Climate Research Department, National Institute of Meteorological Sciences

극저온 농축기 기반 할로젠화 온실가스 연속측정 기술

권도현¹, 임정식^{1,2}, 주상원³

¹한국표준과학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³국립기상과학원

kdhyun6@kriss.re.kr

키워드: 극미량, 할로젠화 온실가스, GC-MSD, 극저온 농축장치, IG³IS

할로젠화 온실가스는 배경대기 중 극미량으로 존재하나 이산화탄소 대비 온실효과에 미치는 영향인 Global warming potential (GWP)지수가 많게는 수십만 배 이상 높다. 프레온가스는 사용이 금지되어 대기 조성이 계속 감소하고 있으나, 반도체 공정 등에서 발생하는 육불화황이나 기타 할로젠화 온실가스의 대기 중 농도는 한국 뿐 아니라 전세계적으로 지속적으로 증가하고 있다. 다가오는 탄소중립 시대에 대응하기 위해서 할로젠화 온실가스의 정밀추적감시를 통해 능동적인 기후변화방지대책을 수립할 필요가 있다. 본 연구는 세계기상기구(WMO)의 전지구온실가스과학정보시스템 (Integrated Global Greenhouse Gas Information System: IG³IS)의 성공적인 수행을 위한 상향식 온실가스측정 기법을 적용한다.

상용 가스 크로마토그래프 기반 질량분석기 (gas chromatograph-mass spectrometer, GC-MS)는 신뢰성이 높고 ppb 수준의 우수한 검출한계를 가지기 때문에 대부분의 가스를 측정할 수 있다. 그러나 배경대기 내 할로젠화 온실가스의 농도는 ppt 수준이므로 기기의 검출한계를 극복하기 위한 기술이 필요하다. 본 연구에서는 영하 160도 이하의 헬륨 냉동기 기반의 가스 농축기 개발을 소개한다. 보다 구체적으로 탈부착식 할로젠화 온실가스 흡착관 개발 과정에서 냉각/가열 속도를 극대화하기 위한 고전류 줄히팅 기술과 기계적 안정성을 개선하기 위한 질화알루미늄 기반 절연 방식에 대해 소개한다.

※ 이 연구는 <「배경대기 농도수준 할로젠화 온실가스 연속 측정기술 개발」> (KMI2022-01410)의 지원으로 수행되었습니다.

Top-down 동아시아 온실가스 배출정보 산출

심창섭¹, 서정빈¹, 문준기²

¹한국환경연구원, ²부산대학교 환경공학과

cshim@kei.re.kr

키워드: 온실가스, 배출 인벤토리, Top-down, 동아시아

본 연구는 거시적인 스케일에서 이산화탄소, 메탄 그리고 육불화황(SF₆)의 Top-down 방법에 의한 배출량의 재분석 방법에 관한 논의를 하고자 한다. 이산화탄소와 메탄은 위성 자료의 가용성 증가로 동아시아 및 국가차원의 배출량에 대한 Top-down 방법론에 의한 추정과 평가가 가능해졌으며, 국가통계 기반의 Bottom-up 배출량에 의한 평가가 가능하며, 시공간적인 배출량의 추세를 논할 수 있다. 그러나 여전히 자연적 흡수원의 흡수역량의 변화, 자연적으로 다양한 메탄의 배출량의 추정은 상대적으로 매우 불확실하며 국지적인 시간적 변화를 평가하기 위한 증장기적이고 다양한 배출 관련 정보가 요구된다. 육불화황은 GEOS-Chem 등 주요 대기화학-수송 모델링에서 전지구차원으로 모의가 가능하다. 현재 우리나라는 반도체와 첨단 산업과 관련하여 육불화황의 배출량이 상대적으로 높아 국제사회에 대한 감시 및 저감 노력이 크게 요구되고 있다. 현재 SF₆의 수치모의 기반 top-down 배출량의 추정 방법의 가능성과 요구사항에 대하여 함께 논의하고자 한다.

※ 이 연구는 “KIM2021-01612(기후 및 기후변화 감시예측 정보 응용 기술개발 사업)”의 지원으로 수행되었습니다.

Characteristics of STILT footprints driven by KIM and WRF simulated meteorological fields, and designing GHGs observations networks over Korea

Samuel Takele Kenea¹, Sangwon Joo¹, Shanlan Li¹, Haeyoung Lee^{1,2},
Miloslav Belorid³, Lev, D. Labzovskii⁴, Sanghun Park⁵

¹Climate Research Department, National Institute of Meteorological Sciences,

²National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd (NIWA),

³Application Research Department, National Institute of Meteorological Sciences,

⁴R&D Satellite and Observations Group, Royal Netherlands Meteorological Institute,

⁵Laboratory for Atmospheric Modeling Research, Yonsei University

samueltakele81@gmail.com

Keywords: STILT, WRF, KIM, Bayesian inversion, GHG

In this work, we examined STILT (Stochastic Lagrangian Transport model) simulated footprints for three in-situ stations in Korea - Anmyeondo (AMY), Gosan (JGS), and Ulleungdo (ULD). KIM (Korean Integrated Model) and WRF meteorological fields for July and December 2020 were used to drive the footprints. The aim was to assess the consistency of KIM-STILT and WRF-STILT results in representing the source regions' CO₂ enhancements and estimate CO₂ contributions from fossil fuel emissions (CO₂ff) by convolving the footprints with surface fluxes derived from ODIAC2020b. Differences in footprints between the two models were attributed to uncertainties in driving meteorology. Monthly aggregated footprint results showed some differences, and in selected cases, the models indicated different source areas. However, using the WRF simulated fields with nudging techniques improved this difference. We are also currently designing GHG observation networks over Korea, and a Bayesian inversion system has been implemented for this purpose. Our goal is to determine the amount of information each station can provide in reducing the uncertainty of anthropogenic CO₂ emissions over Korea. In a test run for December 2020, we ranked the sites according to their potential for reducing uncertainty.

온실가스 동위원소비 연속관측을 위한 측정기술 개발

임정식^{1,2}, 이정순^{1,2}, 주상원³, 이해영³

¹한국표준과학연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³국립기상과학원

lim.jeongsik@kriss.re.kr

키워드: 온실가스, 동위원소비, 연속관측, 전처리장치, IG³IS 이행사업

Isotope Ratio Mass Spectrometer(IRMS)를 이용한 항공기 시료의 CO₂, CH₄, N₂O의 안정동위원소비 동시 측정을 위한 전처리 장치 개발에 대해 토의한다. 각 온실가스는 극저온 농축 된 후 분리관을 통해 지연되는데 이때 CH₄는 유로 변경되어 고온 구리촉매를 이용한 산화반응을 통해 CO₂로 전환된 후 주입된다. 따라서 IRMS의 Ion optics 및 paraday cup configuration의 변화 없이 측정이 이루어진다. Autosampler를 통해 측정 자동화가 가능하도록 설계하였다.

※ 이 연구는 “KMI2021-01710(온실가스 동위원소 유출입 감시를 위한 연속추적기술 개발)”의 지원으로 수행되었습니다.

WRF-Chem/DART 및 온실가스 관측자료를 활용한 하향식 온실가스 배출량 산출 시스템 개발 현황

권도윤¹, 구본훈¹, 이주엽¹, 김정원¹, 조성수¹, 홍진규¹,
Eri Saikawa², Alexander Avramov², 심창섭³, 이해영⁴, 주상원⁴

¹연세대학교 대기과학과, ²Emory University,

³한국환경연구원, ⁴국립기상과학원

doyoon_kwon@yonsei.ac.kr

키워드: 온실가스 배출량, 탄소중립, 이산화탄소, 메탄, 고해상도, 하향식, WRF-Chem, DART, 동아시아

2050 탄소중립 실현을 위해서는 정확한 온실가스 배출량 정보로부터 효율적이고 합리적인 정책을 수립하는 과정이 매우 중요하다. 전통적인 통계 기반 상향식 배출량 산정 방식의 다양한 장점과 지속적인 개선에도 불구하고, 이산화탄소 이외의 온실가스 배출량 산정 과정에는 여전히 높은 불확실도가 존재하며, 새로운 흡수원이나 배출원 탐지에 한계가 있다. 이러한 상향식 방법의 불확실성을 보완하고 농도에 기여하는 경로상의 모든 배출 및 흡수 과정을 반영하여 온실가스 배출량의 시공간 변동을 추적할 수 있는 하향식 배출량 산출 방법이 세계적으로 활발하게 시도되고 있으며, 그 일환으로 우리나라도 ‘INVERSE-KOREA’ 프로젝트를 통해 WMO IG3IS 이행사업에 참여 중이다. 본 연구팀은 IG3IS 시스템 개발을 목적으로 WRF-Chem 대기화학 모델과 앙상블 칼만 필터 기반의 DART 자료동화 모델을 바탕으로 한 10km 격자 단위의 고해상도 온실가스 하향식 배출량 산출 시스템을 구축, 이산화탄소에의 적용을 완료하였다. 현재 메탄과 육불화황으로의 시스템 확장 및 개선 연구를 진행 중이며, 본 발표에서는 온실가스 지표 관측자료를 활용한 이산화탄소와 메탄의 하향식 배출량 산출 과정에 대하여 개발 현황 및 성과를 중심으로 간략하게 다루고자 한다. 이로부터 얻은 하향식 배출량 산출 결과와 기존의 상향식 배출량 자료를 상호 보완적으로 이용함으로써 우리나라 및 동아시아 온실가스 배출량을 실시간으로 감시하며, 기후변화 완화 정책을 위한 과학 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

※ 이 연구는 기상청 “WMO IG3IS 이행사업(KMI2021-01610)”의 지원으로 수행되었습니다.

모바일 적외선 분광간섭계를 이용한 온실가스 측정

이정순¹, 트리스나¹, 주상원², 김수민², 오영석²

¹한국표준과학연구원 온실가스표준팀, ²국립기상과학원 기후연구부

leejs@kriss.re.kr

키워드: 온실가스, 이산화탄소, 관측, 교정, 장비합수, 신뢰성

본 연구에서는 최근 온실가스 관측을 위해 사용되고 있는 증분해능 간섭계형 분광기 성능을 검사하고 측정값의 초기 분석결과를 소개하고자 한다. 본 장비는 태양광을 따라가면서 대기중 온실가스의 연직총값 생산하면서, 더불어 이동형 설치 및 관측이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 따라서 전세계 40개 이상의 관측소에서 이산화탄소 등 관측에 활용되고 있으며, 자료 신뢰성 확보를 위해 COCCON(Collaborative Carbon Column Observing Network)을 만들어 자료품질을 관리하고 있다. 이에 COCCON은 장비성능을 평가하고 교정을 위한 절차와 관측값을 구하기 위한 방법을 제시하고 있다.

국립기상과학연구원과 표준과학연구원은 이동형 분광기를 이용하여 온실가스 관측을 시도하고 있다. 본 연구에서는 이를 COCCON 방법을 적용하여 장비 성능검사 결과와 교정 결과, 그리고 시험관측 값을 제시하고자 한다.

※ 이 연구는 “KMI2022-01510 (기후변화 대응 및 정보생산 활용연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

모바일 센서 관측 자료를 이용한 온실가스 산출 및 정확도 분석

강민아¹, 안명환¹, 강민주¹, 김상우², 오영석³

¹이화여자대학교 기후·에너지시스템공학과 ²서울대학교 지구환경과학부,

³국립기상과학원 기후연구부 지구대기감시팀

mina@ewhain.net

키워드: 모바일 온실가스 센서, 온실가스 산출 알고리즘, 모의 자료 생산

국립기상과학원에서는 모바일 온실가스 관측 센서 (EM27/SUN)를 도입하여 안면도 기후변화감시소에서 운영 중인 고정형 고해상도 온실가스 센서 (IFS 125 HR)와 함께 대기 중 온실기체의 전량 농도 측정에 활용하고 있다. 모바일 센서는 이동형 장비라는 특성을 활용하여, 향후 온실 기체의 지역별 특성 규명에도 활용될 것으로 기대된다. 이러한 모바일 센서의 활용도 재고를 위하여 본 연구에서는 관측 자료의 특성 및 정확도를 분석하고자 하였다. 모바일 센서의 경우 분광해상도가 0.5 cm^{-1} 로 고정형 센서에 비하여 (0.02 cm^{-1}) 낮은 해상도를 보이므로, 본 연구에서는 고정형 고해상도 센서의 온실기체 산출 표준 알고리즘인 GGG2020의 forward model을 활용해 저해상도 모의 관측 자료를 생산하였다. 생성된 자료는 고해상도 센서 자료의 간섭계 광경로차 값 조정을 통해 저해상도로 변환한 관측 자료와 상당한 유사성을 보여, 이론적인 모의 관측 자료로 분석에 활용하였다. 분광해상도 변화에 따른 관측 스펙트럼의 흡수선 변화는 크지 않은 것으로 분석되었으나, 가중함수에서는 특성 변화를 보였다. 고해상도 자료의 경우에는 성층권 하부 및 대류권 상부에 최댓값을 보이는 일부 가중함수가 존재하였으나, 낮은 해상도에서는 대부분 가중함수가 대기 중하층에 나타나는 특징을 보였다. 또한 모의 관측 자료를 통해 확인된 해상도 감소에 따른 온실가스 전량 농도 민감도는 이산화탄소의 경우 약 1.4%, 메탄은 약 0.7%로 나타났다. 발표에서는 모바일 센서에서 관측된 실제 자료와 고해상도 센서에서 관측된 자료를 이용한 저해상도 모의 관측 자료 간의 상호비교 및 각 자료로부터 생산된 온실가스의 전량 농도 간의 상호비교를 통해 실제 관측된 모바일 센서 자료의 특성 및 정확도 분석 결과를 보이고자 한다.

※ 이 연구는 기후 및 기후변화 감시·예측 정보 응용 기술개발 사업(KMI2022-01512)의 지원으로 수행되었습니다.

지상원격관측(FTS, M-FTS, Sensor)의 온실가스 농도 특성 분석

오영석¹, 주상원¹, 신수련², 이창기³, 정현영⁴, 윤창훈⁵, 함명관⁶,
안명환⁷, 강민아⁷, 김상우⁸, 김만해⁸, 사무엘¹, 이수정¹, 이선란¹, 이병일⁹,
김윤재⁹, 김수민¹, 부경은¹

¹국립기상과학원, ²하버드대학교, ³한국생산기술연구원, ⁴경상국립대학교,
⁵전남대학교, ⁶인하대학교, ⁷이화여자대학교, ⁸서울대학교, ⁹국가위성센터
ysoh306@korea.kr

키워드: FTS, M-FTS, Sensor, 온실가스, 전량농도, 농도특성

국립기상과학원 기후변화감시소에서는 고정형 고분해 태양흡수분광간섭계(Fourier Transform Spectrometers), 이동형 태양흡수분광간섭계(Mobile Fourier Transform Spectrometers), 저비용 온실가스 감지 센서(Graphene Base Low Cost GHG Sensor)를 통하여 온실가스의 대기 중 축적에 대한 정보와 자연 탄소순환을 교란시키는 영향 정보를 생산하고자 대기 전층(지표~상층)의 전량농도와 태양광 정보(가시광선~근적외선 영역)를 산출하였다. 산출된 정보는 온실기체의 수직수송과 수평수송에 대한 상호작용 정보를 내포하고 있으며, 주간, 계절, 격년변동 등 시공간 범위가 개선된 온실가스 추세 정보를 제공하고 있다. 또한, 태양광의 흡수밴드에 대한 광전자 정보로부터 온실기체의 연직 및 대기경계층 상(하) 특성도 검증되고 있으며, 이는 선형 값 측면에서 새롭고 정확한 표준의 위성 검증 기준으로 사용할 수 있다.

온실가스 전량농도는 태양이 있는 낮시간만 관측하므로 혼합층이 높고, 대기가 잘 혼합되어있는 조건이며, 온실가스 농도가 낮게 분포하는 상층(100km)까지를 포괄한다. 이는 농도가 대표하는 영역이 넓음을 뜻하며, 관측환경 주변의 인간 활동의 영향을 즉각적으로 받지 않는 장점으로 적용된다. 따라서 우리는 이러한 특성을 통하여 우리나라 온실가스의 증가 경향(XCO₂: 3.1 ppm/yr, XCH₄: 9 ppb/yr)과 대기 중 성장률(2020년 대비 2021년 전량농도 증가량: 2.5 ppm(XCO₂), 26ppb(XCH₄)) 등의 정확성 높은 정보를 생산하고 검증하고자 한다.

※ 이 연구는 기후·기후변화 예측기술 지원 및 활용연구 사업의 기후변화 입체감시기술개발(KMA2018-00324)로 수행되었습니다.

온실가스 전량농도 지상관측을 위한 광전센서 개발

이창기¹, 윤창훈², 정현영³, 함명관⁴, 신수련⁵, 오영석⁶, 변정환⁷,
주상원⁶, 안명환⁸, 김상우⁹, 김수민⁶, 부경은⁶

¹한국생산기술연구원, ²전남대학교, ³경상국립대학교, ⁴인하대학교,
⁵하버드대학교, ⁶국립기상과학원, ⁷(주)온메이커스, ⁸이화여자대학교, ⁹서울대학교
withs@kitech.re.kr

키워드: 광전센서, 온실가스, 전량농도, 지상관측, 시각화 플랫폼

본 연구에서는 전 대기층 온실가스 전량 농도를 지상에서 관측 할 수 있는 비접촉식 광전센서를 개발하여 생활권 내 온실가스의 배출 및 흡수원을 실시간으로 전망 할 수 있는 기반기술을 확보하고 있다. 생활권 내 온실가스는 생성, 소멸(확산), 잔량의 단계로 순환되며 이를 조밀하게 관측 하기 위해서는 관측 지역 지상에 직접 설치가 가능하도록 복잡한 광학계 장치가 배제된 소형의 온실가스 센서가 필요하며 다수의 센서에서 수집되는 온실가스 농도 변화 정보를 시각화 할 수 있는 원격 운영 플랫폼이 요구된다. 따라서 본 발표에서는 지상에서 온실가스 전량 농도를 측정할 수 있는 소형 센서를 위한 광전 소재 기반의 온실가스 감지소자 개발 방향과 그 가능성을 발표하고 이를 시각화하기 위한 온실가스 농도변화 디지털 트윈 기술에 대해 소개 하고자 한다. 향후 확보된 기반기술을 통해 온실가스 저감 정책이 수행되는 지역의 온실가스 잔량변화를 지리정보와 연계 실측하여 생활권 단위의 탄소중립 활동에 대한 중요한 지표로 활용 할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

※ 이 연구는 “KMI2022-01610(전대기층 이산화탄소 감지 소자 기술 및 데이터 시각화 플랫폼 개발)”의 지원으로 수행되었습니다.

저비용, 온실가스 관측 시스템 구축을 위한 그래핀 센서

정현영¹, 이창기², 윤창훈³, 함명관⁴, 신수련⁵, 오영석⁶, 변정환⁷,
주상원⁶, 안명환⁸, 김상우⁹, 김수민⁶, 부경온⁶

¹경상국립대학교 에너지공학과, ²한국생산기술연구원, ³전남대학교, ⁴인하대학교,
⁵하버드대학교, ⁶국립기상과학원, ⁷(주)온메이커스, ⁸이화여자대학교, ⁹서울대학교
hyjung@gnu.ac.kr

키워드: 온실가스, 그래핀, 나노소재, 비접촉식 측정, 저비용 센서

현재 온실가스 및 반응가스의 평균 발생량 및 그 변화량 추이를 감시하는 것은 주로 공동감쇠분광기, 가스크로마토그래피 등을 이용한 관측시스템으로 이루어진다. 그러나 넓은 범위에서의 관측 뿐만 아니라 연직분포의 온실가스 관측이 동시에 가능하기 위해서는 분광학적 측정과 온실가스 센싱 방식의 장점을 결합한 새로운 비접촉식 관측 시스템의 도입이 필요한 시점이다.

본 연구에서는 저비용, 비접촉식 그래핀 광전소자 기반의 온실가스 관측 시스템의 개발을 보고하고, 소재 측면에서 온실가스 관측 시스템의 새로운 패러다임을 제시한다. 특히 그래핀은 다파장 흡수가 용이하여 기존 흡수 스펙트럼 방식의 단점을 보완하여 도심 내 실시간 측정을 가능하게 하면서도 연직 분포로 누적되어 있는 온실가스의 측정을 가능하게 하며 시공간적 분포 관측을 통한 입체감시를 강화할 수 있음을 보고한다. 이러한 기술 개발 방향은 전 대기층의 온실가스 정보 수집 및 휴대화, 원격관리 기능이 가능하여 인공위성과 관측소 구축이 어려운 지역에 고밀도 관측망 대체 기술이 될 것이다.

※ Reference: Carbon, 197, 246 (2022)

서울 도심 고층타워 온실가스 연속 관측 및 분석

이수정¹, 이선란¹, 신대근¹, 오영석¹, 주상원¹, Samuel Takele Kenea¹,
김수민¹, 부경온¹, 권도윤², 홍진규², 류인철³, 이호찬³, 박대일⁴, 김재현⁴

¹국립기상과학원 기후연구부, ²연세대학교 대기과학과,

³서울시보건환경연구원 대기질통합분석센터 기후대기팀,

⁴롯데물산 물기술팀

soojeonglee@korea.kr

키워드: 온실가스 (CO₂, CH₄), 도심 고층타워, 서울, 연속 관측

최근 폭염, 폭우 등의 극한 기상 현상이 빈번하게 나타나고, 대규모 산불 등의 발생으로 기후변화의 영향을 직접적으로 체감하게 되면서 기후변화 문제에 대한 전 지구적인 우려가 높아지고 있다. 전 지구적인 노력이 필요한 문제만큼 국제적으로 탄소중립 선언과 NDC의 상향안을 발표하며 기후변화에 대응하기 위한 노력을 지속하고 있다. 기후변화에 대응을 위한 온실가스 정책에서 정확한 측정, 보고, 검증(MRV)이 요구된다. 특히 온실가스 주요 배출지역인 도심지역 관측의 필요성이 중요하게 부각되고 있다. 국립기상과학원에서는 대기 중 농도 관측과 수치모델을 통한 인버전 모델링 기술을 개발하여 중요한 온실가스 배출량을 추정하기 위해 노력하고 있다. 관측 지역의 분포에 따라 인버전 배출량의 공간적인 해상도가 향상되며, 이를 위해서 추가적인 관측지점의 확보가 필요하다. 국립기상과학원은 1999년부터 순차적으로 안면도, 고산 및 울릉도지역배경관측소에서 장기적인 한반도의 배경농도 관측을 수행하였으며 인버전 모델링의 중요한 입력자료로 활용되고 있다. 또한, 2021년에는 서울시보건환경연구원, 연세대학교, 롯데물산과의 4자 업무 협약을 통해 롯데월드타워에 온실가스 관측시스템을 구축하여 서울도심지역의 온실가스 공동연구를 시작하였다. 온실가스 CO₂, CH₄ 관측을 위한 CRDS(G2301, Picarro)장비는 롯데월드타워(Lotte World Tower, LWT) 약 500m 고층에 설치되었으며 5초 주기의 조밀한 간격으로 관측하고 있다. WMO/GAW 척도에 소급성을 갖는 4개 표준가스를 이용하여 일주일 간격으로 4점 교정을 수행하고 있다. 서울 도심의 고층타워관측은 서울지역에서의 온실가스 배출/흡수의 영향을 잘 도출하고, 인버스 모델링의 정확도 향상에 기여할 뿐 아니라 고농도 온실가스 배출지역인 서울지역의 기후변화감시에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 이 연구는“KMA2018-00324(기후변화 입체감시 기술개발연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

Latitudinal distribution and sources analysis of greenhouse gases and air pollutants observed during the 2021 Yellow Sea Air Quality campaign aboard a research vessel

Shanlan Li, Daegeun Shin, Samuel Takele Kenea, Sumin Kim,
Hee-Jung Yoo, Sangwon Joo, Haeyoung Lee, Sangmin Oh,
Min Jae Jeong, Wonick Seo, Miyoung Ko, Soo Jeong Lee,
Young-Suk Oh, Kyong-On Boo

Climate Research Department, National Institute of Meteorological Sciences
sunranlee@korea.kr

Keyword: Research Vessel, Yellow Sea, YES-AQ campaign, GHGs, Air pollutants

This study investigated the spatio-temporal variation of long-range transported green house gases (CO_2 and CH_4) and air pollutants (CO , NO_x , SO_2 , O_3) in the Yellow Sea during the Yellow Sea Air Quality (YES-AQ) campaign. Our analysis reveals that GHGs and air pollutants exhibit a clear latitudinal distribution, with lower levels observed between $31.2\text{--}34.5^\circ\text{N}$, which often receive the oceanic air mass from East China Sea, while higher concentrations occur more frequently at $34.5\text{--}37.8^\circ\text{N}$, where air masses are predominantly from continent region. The regression slopes of CO and CO_2 vary depending on regional characteristics, particularly in air originating from Korea and China. Regression slope analysis between CO , CO_2 and CH_4 , except for high plum of CH_4 ($>2.05\text{ppm}$), indicates that fossil fuel sources play a significant role. A high plume of CH_4 ($>2.05\text{ppm}$) was observed on April 22nd, coinciding with the maximum O_3 concentrations during the period of highest temperatures throughout the voyage. The potential source regions were identified in the west-southern coast of Korea, using footprint analysis from Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport (STILT) and XCH_4 retrieval of TROPOMI. The high CH_4 enhancements is most likely due to biogenic emissions triggered by favorable near-surface temperature for microbial activities in soil. Furthermore, the high CH_4 enhancements were not correlated with CO and CO_2 , indicating that the source was not related to fossil fuel combustion. On March 29–30th, a high plume of NO_x was detected and is likely attributed to the Bohai Sea, which is located just above the Yellow Sea and surrounded by highly industrialized and semi-enclosed areas.

저탄소 경제로의 전환과 전환 위험 관리

E-13 극단적인 기온 현상이 오프라인 매출에 미치는 영향

윤종현¹, 엄지웅², Yuyu Zhou³

¹서울시립대학교 도시공학과, ²KAIST 경영공학부,

³Department of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University

E-14 국내 도로교통부문의 저탄소화 정책효과 분석

임형우, 김용건, 이정은

한국환경연구원 기후대기연구본부

**E-15 실물경기변동모형을 이용한 탄소세 파급효과 분석:
탄소배당과 보조금 효과를 중심으로**

정인섭¹, 이지웅²

¹부경대학교 경제사회연구소, ²부경대학교 경제학부

E-16 에너지전환 비용의 평가: 수송 및 전력 부문을 중심으로

김재엽¹, 이태익¹, 진태영¹, 김도원^{2,†}

¹에너지경제연구원, ²부산대학교

E-17 Optimal Carbon Contracts for Differences: A Principal Agent Approach

Gyu Hyun Kim¹, Jiwoong LEE², Sanglim LEE¹

¹Korea Energy Economics Institute, ²Pukyong National University

토론

노동운

한양대학교

토론

이수민

에너지경제연구원

토론

김규현

에너지경제연구원

토론

이시형

대한상공회의소

극단적인 기온 현상이 오프라인 매출에 미치는 영향

유종현¹, 엄지용², Yuyu Zhou³

¹서울시립대학교 도시공학과, ²KAIST 경영공학부,

³Department of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University
jyoo@uos.ac.kr

키워드: 기후변화 피해비용, 극단적 기온현상, 오프라인 상업매출액, 빅데이터

본 연구는 극단적 기온현상이 오프라인 상업매출액에 미치는 영향을 실증분석하였다. 2017-2020년 서울시의 모든 오프라인 상점을 대상으로 하며, 상업매출액은 신용카드 소비액 데이터를, 기후(기온 및 강수량)는 리모트센싱 기반의 격자 데이터를 활용하였다. 실증 모형으로는 기온과 매출액간의 비선형적 관계를 추정하기 위하여 준모수적 모형을 사용하였다. 실증분석 결과 35도 이하의 기온과 오프라인상업의 매출액은 유의미한 관계를 보이지 않았으나, 35도 이상의 기온에서 매출액이 급격하게 상승하는 현상을 관찰하였다. 예를 들어 40도 일수가 하루 증가할 때 약 4%의 월 매출액이 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 35도 이상의 기온현상 발생시 폭염경보 발효에 따른 일종의 “shelter-in-place” 효과일 것으로 추측된다. 동 연구 결과는 향후 기후변화로 인해 폭염현상 증가시 냉방시설과 같은 실내환경이 매출안정성 담보를 위해 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다.

※ 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 “신기후체제 대응 환경기술개발 사업”의 지원을 받아 연구되었습니다. (RS-2023-00218794)

국내 도로교통부문의 저탄소화 정책효과 분석

임형우, 김용건, 이정은
 한국환경연구원 기후대기연구본부
 hwlim@kei.re.kr

키워드: 도로교통, 온실가스 감축, 탄소중립, CGE 모형, 전기차

도로교통부문은 온실가스의 주요 배출원 중 하나이며, 2050 탄소중립을 위해 효과적이며 효율적인 저탄소화 정책이 필요하다. 한국 정부는 연료 효율성 개선, 교통수단의 전기화 전환, 개인이동수단 수요 조절 등 다양한 정책을 통해 도로교통부문의 저탄소화를 지원하고 있다. 본 연구는 이러한 정책들이 국내 도로교통시스템, 경제 및 환경에 미치는 영향을 분석하고 효과적인 정책수단을 제안하고자 한다. 분석을 위해 자동차 스톡 모형 및 자동차 선택 메커니즘을 포함한 CGE(Computable General Equilibrium) 모형을 구축하였다. 분석 결과, 탄소중립 과정에서 유발되는 전기차로의 전환은 제한적이다. 정부 목표치 수준의 전기차 보급 확대를 위해서는 전기차 보조금 및 연료세 등 자동차 전환에 특화된 정책이 필요하다. 이러한 정책은 전기차 제조 산업의 성장동력 역할을 담당하며, 기존 내연기관차를 대체하여 대기오염 문제를 완화할 수 있다. 본 연구결과는 우리나라뿐 아니라 도로교통부문의 저탄소화를 꾀하는 다른 국가들에 유용한 시사점을 제시할 것으로 기대한다.

실물경기변동모형을 이용한 탄소세 파급효과 분석: 탄소배당과 보조금 효과를 중심으로

정인섭¹, 이지웅²

¹부경대학교 경제사회연구소, ²부경대학교 경제학부

insupch@pknu.ac.kr

키워드: 실물경기변동모형, 탄소세, 탄소배당, 보조금

본 연구는 실물경기변동모형을 이용해 탄소세 도입에 따른 파급효과를 분석하였다. 시나리오는 탄소세 수입을 가계로 이전하는 탄소배당 시나리오와 이를 신재생 에너지 생산기업에게 보조금으로 지급하는 보조금 시나리오를 고려하였다. 균제상태 값을 비교한 결과 복합에너지 생산함수의 대체탄력성과 배분모수 값과 관계없이 사회후생과 거시경제변수 값은 보조금 시나리오에서 큰 것으로 나타났다. 반면, 탄소세율과 탄소감축비용은 대체탄력성 크기에 따라 결과가 달라지는 것을 확인하였다. 또 본 연구에서는 탄소배출계수가 하락하는 충격에 대한 화석에너지의 반응도 살펴보았는데, 화석에너지의 반응도 대체탄력성 크기에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 탄소세를 도입하여 세수입을 활용할 경우 화석에너지와 신재생에너지 간의 대체 정도를 고려해야함을 시사한다.

※ 이 연구는 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다 (NRF-2022S1A3A2A01088457).

에너지전환 비용의 평가: 수송 및 전력 부문을 중심으로

김재엽¹, 이태의¹, 진태영¹, 김도원^{2,+}

¹에너지경제연구원, ²부산대학교

down.kim@pusan.ac.kr

키워드: 에너지전환, 전기차, 전력부문, 수송부문

주요 국가들은 탄소중립을 달성하기 위해 에너지전환과 동시에 에너지 소비 부문의 전기화 정책을 시행하고 있으며 해당 정책은 천문화적인 비용을 수반할 것으로 예상된다. 이러한 비용을 최소화하기 위해서 발전(전환), 산업, 교통 및 건물 등 대표적인 에너지소비 부문들에서는 각기 최선의 탄소감축 전략을 검토하고 있다. 그러나 탄소배출량의 감축은 부문 간 공동의 문제이므로 한 부문의 감축 노력이 다른 부문에 영향을 미칠 수 있다는 점을 고려해야 한다. 예를 들어, 소비 부문의 전기화 전략은 발전 부문에 필연적으로 비용을 전가하는 구조인데, 발전부문의 에너지전환의 방식에 따라 전가되는 비용이 달라질 수 있다. 본 연구에서는 발전부문과 수송부문의 시뮬레이션 모델을 통해 에너지전환 비용을 통합적인 관점에서 추산해보고 발전부문에서의 에너지전환 시나리오에 따른 총비용의 변화를 살펴본다.

Optimal Carbon Contracts for Differences: A Principal Agent Approach

Gyu Hyun Kim¹, Jiwoong LEE², Sanglim LEE¹

¹Korea Energy Economics Institute, ²Pukyong National University
j.lee@pknu.ac.kr

Keywords: Emissions Trading Scheme, Hard-to-Abate industry, Carbon Contracts for Difference

Many authorities are considering introducing Carbon Contracts for Differences (CCfDs) to encourage hard-to-abate industries to cut carbon emissions from their production processes. But, it is still unclear what are the essential elements of the CCfDs and how policymakers should design them in a socially optimal way. This paper applies principal-agent theory to two fundamental aspects of the CCfDs: contract price and duration. Under asymmetric information, where a private company is better informed about its low-carbon technology and cost future path than an authority, we derive the optimal structure of the CCfD. We also investigate how it depends on the parameters of the technology cost and the allowance price dynamics.

※ This work was supported by the Ministry of Education of the Republic Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2022S1A3A2A01088457).

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 22일(목)

구두 발표

F 발표장 (중회의실 6)

기후변화 정책 (09:00~11:00)

좌장 : 명수정 (한국환경연구원)

F-01 LMDI 요인분해분석을 활용한 국내 정유업계의 온실가스 배출 특성 연구

윤재호¹, 이승현², 전의찬¹

¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과,

²세종대학교 대학원 기후환경융합학과

F-02 멸종위기종을 고려한 제주도 잠재 보전지역의 선정

신유진¹, 이승연², 정다영¹, 전성우¹

¹고려대학교 환경생태공학과, ²환경연구원 환경평가본부

F-03 머신러닝 기법 활용을 통한 물부문 기후탄력성 평가지표 개발 연구

김진우, MAHVELATI SHAMSABADI ALIREZA, 공성윤, 경대승
울산대학교 건설환경공학부

F-04 농촌 커먼즈가 기후변화교육에 주는 시사점

지혜성¹, 서은정²

¹서울월촌초등학교, ²국립목포대학교

F-05 국외사례 분석 및 전문가 설문을 통한 탄소중립형 메가시티
구축 방향 도출 연구

김병석, 박기웅, 박창석

¹한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

F-06 유럽 배터리 탄소발자국 산정방법론 동향 및 대응안

임희정¹, 유기훈², 남성훈³

¹국가기술표준원 탄소중립 국가표준코디네이터,

²SK온, ³한국표준협회

F-07 탄소중립 민감산업 도출을 통한 산업생태계 전환 방향 연구

박기웅, 김병석, 박창석

한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

**F-08 Co-benefits and Policy Implications of Nature-Based Carbon Sink:
Effects of the Natural Ecosystems on Climate Change and
Crime Response**

Yongsok Kim¹, [Soojeong Myeong](#)²

¹Texas A&M University, Kingsville,

²Korea Environment Institute

LMDI 요인분해분석을 활용한 국내 정유업계의 온실가스 배출 특성 연구

윤재호¹, 이승현², 전의찬^{1,*}

¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과,

²세종대학교 대학원 기후환경융합학과

oxds9554@naver.com

키워드: 정유업계, LMDI, 요인분해분석, 온실가스 배출 특성

산업부문은 2018년 기준 우리나라 온실가스 배출의 2위를 차지하는 온실가스 다배출 부문이기에 탄소중립 달성에 중요하다. 우리나라는 2018년 산업부문 온실가스 배출량 260.5 백만톤CO₂eq을 2030년에 230.7 백만톤CO₂eq, 2050년에 51.1 백만톤CO₂eq으로 감축하는 목표를 수립하였다. 정유업계는 우리나라의 주요 온실가스 다배출 업종으로서 온실가스 감축이 필요한 주요 산업부문으로 주목받고 있다.

본 연구는 국내 정유업계 회사의 지속가능경영보고서를 토대로 정유업계의 온실가스 배출량 변화를 파악하고, 변화에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하는 것을 목표로 한다. 본 연구에서는 요인분해 방법 중 하나인 Log Mean Divisia Index Decomposition Analysis(LMDI) 요인분해분석을 이용하였으며, 에너지 집약도 효과(I·II,) 경제효과, 에너지 구조효과, 온실가스 원단위 효과 등 5가지 요인으로 분해하여 분석하였다.

※ 본 연구는 환경부 「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

멸종위기종을 고려한 제주도 잠재 보전지역의 선정

신유진¹, 이승연², 정다영¹, 전성우¹

¹고려대학교 환경생태공학과,

²환경연구원 환경평가본부

detectivekonan@korea.ac.kr

키워드: 생물다양성 보전, 멸종위기종, 보호지역정책, Zonation Software

생물다양성의 가치를 활용해 보전필요지역을 파악하는 것은 생태계에 미칠 인간의 간섭 및 개발의 영향을 저감하고 조절하는데 필요한 의사결정에 효과적인 도구로 활용될 수 있다 (Li et al, 2021; SANBI&UNEP-WCMC, 2016). 이에 본 연구에서는 체계적인 보전계획수립을 위한 통합적 모델로써 ‘Zonation’ 프로그램을 활용하여 제주도의 기존 보전·보호지역의 지정 타당성을 검토하고, 보호지역으로써 추가할 수 있는 OECM(Other Effective area-based Conservation Measures)등 잠재 보호지역을 도출하고자 하였다. 연구대상지역인 제주도는 화산활동을 통해 만들어진 화산섬으로 특이한 지형·지질경관을 지니고 있어 생태적으로 특수한 환경을 토대로 유전적·생물종다양성의 가치를 인정받아 유네스코 생물권 보전지역(2002년), 세계자연유산(2007년) 등 국제적 보호지역 및 한라산국립공원, 도립해양공원, 천연보호구역, 천연기념물, 생태계보전지역 등 국내에서 유일하게 5개의 보호지역으로 지정·보호되고 있는 섬이다(김태연외, 2015; Kim et al., 2018). Zonation 구동을 위한 입력자료로써 생물다양성 보전 시급성이 높은 8개의 생물종(IUCN 적색목록 EN/VU/NT 범주에 해당)의 MaxEnt 잠재서식지 결과와 환경변수데이터를 활용하였으며, 구동 결과 우선순위 지역분포도(priority rank map)를 통해 보호지역으로써의 가치가 높은 공간적 범위와 위치를 파악할 수 있었다. 종풍부도로써 생물종다양성이 가장 높은 지역은 제주도의 증산간 지역 및 해안가에서 나타났으며, 이 지역은 취약(VU)범주에 속하는 종들이 서식하는 주요 지역인 것으로 파악되었다. 해당 연구는 생물종다양성 가치를 일차적으로 고려하여 제주도의 보전지역 우선순위 및 추가 보호지역등을 도출한 것으로 현실성 높은 보전지역의 설정방안에 대한 제안을 위해서는 보호지역 관련 정책 및 제주도가 직면하고 있는 자연환경에 대한 이용수요, 개발압력등에 대한 추가적인 고려가 필요하다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 신기후체제 대응 환경기술개발 사업의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570003)

머신러닝 기법 활용을 통한 물부문 기후탄력성 평가지표 개발 연구

김진우, MAHVELATI SHAMSABADI ALIREZA, 공성윤, 경대승
울산대학교 건설환경공학부
kjinw1124@ulsan.ac.kr

키워드: Heat wave, Heavy rain, Machine-learning, Indicator, Climate resilience

도시차원에서 지속가능한 물순환 시스템을 구현하기 위해서는 물부문 환경기반시설의 기후변화 취약성을 파악하고, 기후변화 시나리오를 반영하여 기후탄력성을 제고할 수 있는 방안을 필수적으로 마련해야 한다. 이에 본 연구에서는 물환경기반시설에 대해 기후탄력성 평가분야를 수질, 수량, 시스템 안정성으로 세분화하였고, 머신러닝 기법을 활용해 하수처리시설의 수량에 관한 탄력성 평가지표를 도출 및 선별하였다. 대상지를 울산광역시로 선정하고, 2017년부터 2022년까지 5년간의 기상데이터(강수량, 습도, 온도, 풍향 등)를 수집하여 데이터 선별을 수행하고, 극한 기후 중 폭염과 폭우를 중심으로 발생 강도와 빈도에 대한 레이블을 생성하여 머신러닝에 활용가능한 울산지역 데이터셋(기상, 극한기후, 시설 등)을 구축하였다. XGBoost 모델을 선정하여 머신러닝을 수행했고, 수량에 관한 지표 및 영향 매개변수를 도출하였다. 모니터링 결과를 바탕으로 중요도가 높은 평가지표를 선별하고, 수질, 시스템 안정성 분야에도 활용하여 3요소를 통합 평가할 수 있는 지표 DB를 구축하고자 한다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570003)

농촌 커먼즈가 기후변화교육에 주는 시사점

지혜성¹, 서은정²

¹서울월촌초등학교, ²국립목포대학교

wizcastle@snu.ac.kr

키워드: 커먼즈 담론, 농촌 커먼즈, 기후변화교육, 농촌 커먼즈의 교육적 가치, 공공재

이 연구에서는 농촌 커먼즈가 지니는 다양한 특징을 바탕으로 농촌 커먼즈가 기후변화교육에 주는 시사점을 탐색하고자 하였다. 이를 위해 하던과 오스트롬의 논의를 바탕으로 커먼즈의 의미와 함께 농촌 커먼즈의 특징을 살펴보고, 기후변화교육에 대한 농촌 커먼즈의 시사점을 도출하였다. 연구 방법은 메타 연구로 진행하였으며, 분석 대상으로는 ‘농촌’과 ‘커먼즈’를 동시에 다루고 있는 연구물 중에서 커먼즈의 특징을 나타내는 키워드를 중심으로 하여 해외 논문 50편을 선정하였다. 연구 결과, 농촌 커먼즈는 책임 있는 관리, 가치 창출, 지역 정체성 확립 등의 특징이 내재하는 것으로 나타났다. 이러한 농촌 커먼즈의 세 가지 차원, 즉 책임 관리, 가치 창출, 지역 정체성 각각이 갖는 교육적 함의는 다음과 같았다. 책임 관리 측면에서 기후변화교육은 토착 지식을 유용한 지식으로 인식하고 참여와 공유를 통해 활용해야 한다. 가치 창출 측면에서 농촌 커먼즈는 생태적, 문화적 가치를 창출하기 때문에 기후변화교육의 자원으로 활용될 수 있다. 지역 정체성 확립 측면에서 기후변화교육은 장소성을 강조할 필요가 있으며, 이는 기후 행동 참여로 이어질 수 있다. 이 연구는 농촌 커먼즈의 가치를 교육의 관점에서 재해석하여 기후 위기 시대에 농촌 커먼즈를 통한 기후변화교육의 방향에 대한 통찰을 제공하였다는 데 의의가 있다.

국외사례 분석 및 전문가 설문을 통한 탄소중립형 메가시티 구축 방향 도출 연구

김병석, 박기웅, 박창석

한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

bskim@kei.re.kr

키워드: 탄소중립, 메가시티, 초광역권, 그레이터 맨체스터, 라인-루르, 간사이 광역 연합

본 연구에서는 기후변화에 대응하여 탄소중립형 메가시티 구축을 위한 방향성을 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 국외 관련 사례로 영국의 그레이터 맨체스터와 독일의 라인-루르 지역, 일본의 간사이 광역 연합에 대한 분석을 실시하였으며, 탄소중립형 메가시티 구축과 우리나라 균형발전을 위한 방향성을 도출하기 위해 전문가 설문을 하였다. 본 연구의 결과는 향후 탄소중립형 메가시티 구축 시 메가시티 추진을 위한 단일 기구의 설립, 관련 계획과 전략의 핵심 가치로 탄소중립에 대한 반영과 계획 간의 연계, 그리고 기후변화와 탄소중립을 고려하여 산업·교통·에너지 등 전반적인 생태계의 전환이 필요하다는 시사점을 제시한다.

※ 본 논문은 한국환경연구원에서 경제·인문사회연구회의 수탁과제로 수행된 「탄소중립형 메가시티 구축을 통한 국가균형발전 전략 연구(2022-095)」의 연구결과를 기초로 작성되었습니다.

유럽 배터리 탄소발자국 산정방법론 동향 및 대응안

임희정¹, 유기훈², 남성훈³

¹국가기술표준원 탄소중립 국가표준코디네이터,

²SK온, ³한국표준협회

netzero0@net-zero-std.kr

키워드: 배터리, 탄소발자국, 탄소배출량, EU 배터리법

2024년부터 단계적으로 시행될 EU 배터리법에 따르면 2024년 7월부터는 탄소발자국을 명시(선언)해야하고 2026년부터는 탄소발자국 등급에 따라 배터리가 분류되고, 2027년부터는 영향 평가를 통해 배터리 탄소발자국의 상한선을 준수해야 한다. 이에 탄소발자국 산정 방법에 대한 세부기준으로 EU 공동연구센터(JRC)에서는 2023년 초 전기차 배터리 탄소발자국 방법론의 통일 규칙안(CFB-EV)을 제안하였다. 또한 프랑스에서는 산업용 리튬이차전지의 탄소발자국 산정 방법 표준을 국제전기기술위원회(IEC)에 제안하여 국제 표준이 제정 중에 있고 한국도 함께 참여하고 있다. 본 연구에서는 이의 내용을 소개하고 국내 정책 대응안을 모색해 보았다. 우선 기능 단위 및 기준 흐름에 대해서 유럽 CFB-EV에서는 전기자동차의 서비스 수명을 고려해서 배터리가 수명 주기 동안 제공하는 총 전력량으로 설정한 반면 IEC의 산업용 리튬이차전지 국제표준안에서는 총 전력량 중 1kWh라고 정의하였으며, 기준 흐름은 서비스 사양에서 요구하는 배터리시스템 총 용량으로 설정하여 적용범위에 따른 차이를 보였다. 아울러, 각각의 방법론 모두 사용단계(Usage) 산정을 제외한 반면 두 방법론 모두 유럽에서 제정중인 폐기단계의 탄소발자국 계산법 프로젝트(Circular Footprint Formula)를 채용하여 폐기단계 배출량을 계산하도록 하고 있다. 운송단계의 배출량은 포함되나 정해진 계산법 기준은 없는 상황인 반면, 최근 운송단계의 탄소발자국 국제 표준이 제정되어 공표되었다 (ISO14083:2023). 대응방안으로써 배터리의 경우 소재로 인하여 차지하는 배출량이 전체 배출량의 70%를 상회함으로써, 소재 기업 부분의 배출량 산정이 시급한 것으로 분석되었다. 또한, 유럽에서는 전력 믹스를 다양화하며 자가발전의 경우 전력으로 인한 배출량을 줄일 수 있는 여지가 높았다. 또한 배터리를 우리나라에서 생산할 경우, 국가전력배출계수의 검토 및 최신화가 필요한 것으로 파악되었다. 폐기 단계에서 사용되는 유럽의 산정방법론(CFF)에 대응하기 위해서는 주요 재료별 재활용 지수에 대한 국내화 연구 및 보급 등에 정책적 지원이 필요한 것으로 보인다. 아울러 유럽에서는 배터리 공급망 전 단계에서의 환경성 정보를 디지털로 표기하게 하는 디지털 제품 여권(Digital Product Passport) 관련 표준 제정 움직임도 있어 이의 모니터링 및 대응이 필요하다.

탄소중립 민감산업 도출을 통한 산업생태계 전환 방향 연구

박기웅, 김병석, 박창석

한국환경연구원 물국토연구본부 환경계획연구실

gwpark@kei.re.kr

키워드: 탄소중립 민감산업, 균형발전, 탄소중립 산업생태계 전환, 산업 기술혁신

산업부문 탄소중립 이행에 따른 업종별 영향이 다르게 나타나며, 그러한 업종에 의존도가 높은 지역은 부정적인 영향이 클 가능성이 있다. 또한 지역 간 역량의 차이로 탄소중립 실현과정에 있어 기존의 격차가 심화하거나 새로운 양상의 격차가 발생할 여지가 있다. 이러한 지역 간 격차는 국가 경제의 부담으로 작용하므로 탄소중립과 균형발전을 연계한 녹색균형발전으로의 전환이 불가피하다.

이에 본 연구의 흐름은 다음과 같다. 먼저 산업 온실가스 배출량과 일자리, 부가가치 측면을 고려하여 탄소중립 이행으로 인해 부정적 영향이 클 것으로 예상되는 ‘탄소중립 민감산업’을 도출한다. 경제적 측면에서 탄소중립 민감산업의 비중이 높은 지역은 경제적 충격이 클 가능성이 높으므로 지역별 분포를 분석한다. 기술혁신을 통한 제조업 온실가스 감축은 탄소중립의 유일한 대안으로 생각된다. 이에 탄소중립 측면의 산업 관련 정책의 현황과 문제점을 도출한다.

이를 바탕으로 도출한 산업생태계 전환 방향은 다음과 같다. 첫째, 지방 중심의 신산업 육성과 혁신인력 양성을 통한 녹색균형발전 전략이 필요하다. 특히 및 기후기술은 대체로 수도권에 집중된 경향을 보였다. 녹색균형발전을 위해서는 지역 특성을 고려한 혁신 투자와 기술 개발을 위한 산업과 인력에 투자가 필요하다. 둘째, 탄소중립 및 기후기술 개발 등 혁신 관련 지원 및 투자체계 개편이 필요하다. 탄소중립 측면에서 우리나라 또한 『제1차 기후변화대응 기술개발 기본계획(’23~’32)』 및 “탄소중립 산업핵심기술 개발사업” 등 산업부문 기술혁신을 위한 정책이 추진되고 있다. 다만 지역적 여건을 고려한 장소기반적인 측면에서는 균형발전에 대한 고려가 미흡한 편이다.

※ 본 논문은 한국환경연구원에서 경제·인문사회연구회의 수탁과제로 수행된 「탄소중립형 메가시티 구축을 통한 국가균형발전 전략 연구(2022-095)」의 연구결과를 기초로 작성되었습니다.

Co-benefits and Policy Implications of Nature-Based Carbon Sink: Effects of the Natural Ecosystems on Climate Change and Crime Response

Yongsok Kim¹, Soojeong Myeong²

¹Texas A&M University, Kingsville,

²Korea Environment Institute

sjmyeong@kei.re.kr

Keywords: Climate Change, Carbon Neutrality, Sink, Ecosystem Service, Crime, Crime Prevention, Environmental Education

The natural environment provides various ecosystem services related to climate, such as buffering temperature, humidity, and natural disasters like floods and droughts, and greenhouse gas absorption. A healthy natural environment contributes to climate change adaptation at the local level and achievement of the global carbon neutrality goal through these ecosystem services. In addition to this, the natural environment has the potential to induce harmony among members of the community by promoting the citizens' health, psychological stability and stress relief, and by cultivating eco-friendly attitudes and altruistic daily behaviors. This potential of the natural environment was confirmed through a survey of American college students on the associations among environmental awareness, eco-friendly behavior, eco-friendly experiences, criminal propensity, and actual criminal behavior: Experience of the natural environment and environmental awareness and eco-friendly behaviors showed a positive correlation, while experiences of the natural environment, environmental awareness, and eco-friendly behaviors were all negatively correlated with criminal propensity. Therefore, in order to respond to climate change and prevent crimes in the communities at the same time, it is necessary to promote land use policies, environmental management policies, and environmental education through enhancing natural environments, the nature-based carbon sinks, in order to generate the co-benefit of climate change and crime prevention.

구 두 발 표

(2023년 6월 23일)

B 발표장(중회의실4) ... 181

C 발표장(소회의실1) ... 184

D 발표장(소회의실3) ... 195

E 발표장(중회의실7) ... 208

F 발표장(중회의실6) ... 213

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 23일(금)

구두 발표

B 발표장 (중회의실 4)

기후변화 과학 III (10:00~11:00)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

- B-15 **종관패턴 분류를 적용한 우리나라 계절 정의와 계절 분류 모델
구축에 관한 연구**
권재일¹, 최영은²
¹주식회사 포디솔루션 기업부설연구소,
²건국대학교 지리학과
- B-16 **LiDAR 데이터와 다층 모형을 활용한 도시 지표 온도와 도시 구조 관계 연구**
김종혁¹, 송영근²
¹서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학,
²서울대학교 환경대학원 환경설계학과
- B-17 **기후변화에 따른 도시지역의 계통학적 생물다양성 변화 예측**
이종성¹, 오영주², 이용호^{3,4}, 도민석¹,
신수경¹, 이웅¹, 당지희¹, 오현경¹
¹국립생물자원관 기후·환경생물연구과, ²미래환경생태연구소,
³고려대학교 오정리질리언스연구소,
⁴국립한경대학교 인문생태융합리질리언스연구실

종관패턴 분류를 적용한 우리나라 계절 정의와 계절 분류 모델 구축에 관한 연구

권재일¹, 최영은²

¹주식회사 포디솔루션 기업부설연구소, ²건국대학교 지리학과
jaeilkwon86@4dsolution.co.kr

키워드 : 계절, 종관패턴, 기후, 기후변화, 머신러닝

본 연구의 목적은 객관적인 종관패턴 분류를 적용하여 우리나라의 계절을 정의하고, 이를 예측할 수 있는 계절 분류 모델을 구축하는 것이다. 기존의 계절 정의 방법에는 기온과 종관패턴을 사용한 방법 등이 있다. 기온을 이용한 계절 정의는 시공간적 변동과 고정 임계값의 사용, 그리고 하나의 기후요소만 고려한다는 문제가 존재한다. 또한 기존의 종관패턴을 적용한 계절 정의는 정량적으로 종관패턴을 분류하지 못하고, 예보에서 활용하기 어렵다는 단점이 있다. 본 연구는 다양한 변수를 객관적인 종관패턴으로 분류하는 방법을 적용하여 이러한 문제점을 해결하고자 하였다.

종관패턴은 PCA와 K-평균 군집분석을 사용하여 분류하였다. 종관패턴은 7개로 분류되었다. 이 중 2개는 하나의 계절을 나타내는 패턴으로 간주하여, 6개 종관패턴이 지배적으로 나타나는 시기를 각 계절로 정의하였다. 계절은 초봄, 늦봄, 여름, 초가을, 늦가을, 겨울로 구분되었으며, 계절의 시작일은 각각 3월 8일, 4월 15일, 6월 6일, 9월 8일, 10월 23일 11월 29일로 나타났다. 연도별로 산출된 계절 시종의 변화 경향을 보았을 때, 초봄 시작일은 10년당 약 2.0일 빨라졌고, 늦가을은 10년당 1.6일 늦어지는 것으로 나타났다. 그리고 계절 길이에서는 초가을 길이가 10년 1.6일 길어졌으며, 겨울 길이가 10년당 3.3일 짧아졌다.

계절 분류 모델 구축에는 DT, RF, KNN, SVM 등의 머신러닝 알고리즘과 1일, 3일, 5일의 입력자료 기간 중 가장 성능이 뛰어난 것을 선정하여 사용하였다. SVM과 5일의 입력자료가 계절 분류 모델에 사용되었으며, 모델의 F1 점수는 0.9456, 정확도는 0.9499, 정밀도는 0.9452, 재현율은 0.9465로 나타났다.

본 연구에서는 우리나라에서 시도되지 않은 새로운 방법으로 계절을 정의하고, 이에 대한 계절 분류 모델을 구축하였다. 본 연구의 계절 정의 방법은 이전의 연구에 비해 객관적이고 다양한 변수를 고려하여 종합적인 기후 특성을 반영한다. 또한 본 연구에서 제시된 방법론은 연도별 계절을 정의할 수 있어, 계절 시종 변화에 관한 연구에 적용할 수 있다. 마지막으로 구축된 계절 분류 모델은 계절 시종에 대한 예보와 미래 전망에 활용할 수 있을 것이라 기대된다.

※ 이 연구는 “KMI2021-00911(기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발사업)”의 지원으로 수행되었습니다.

기후변화에 따른 도서지역의 계통학적 생물다양성 변화 예측

이종성¹, 오영주², 이용호^{3,4}, 도민석¹,
신수경¹, 이웅¹, 당지희¹, 오현경¹

¹국립생물자원관 기후·환경생물연구과, ²미래환경생태연구소,

³고려대학교 오정리질리언스연구소, ⁴국립한경대학교 인문생태융합리질리언스연구소
2jongsung2@korea.kr

키워드: 기후변화, 도서지역, 미래기후변화시나리오, 종분포모형, 계통학적생물다양성

본 연구는 6 개 도서지역에서 출현한 관속식물을 대상으로 미래 기후변화 시나리오(SSP)에 따른 종 분포와 생물다양성 변화를 예측하기 위해 수행되었다. 연구대상지는 서해의 백령도와 덕적군도, 동해 울릉도, 그리고 남해 가거도, 여서도, 제주도이다. 출현종 3,813 분류군을 대상으로 국립생물자원관 표본 정보와 국립생태원의 자연환경조사 자료 기반 859,751 개의 출현 좌표를 확보하였다. 종분포모형(MaxEnt) 분석을 수행하여 잠재서식지를 분석하였으며, 기후변화시나리오를 적용하여 미래 잠재서식지를 예측했다. 연구대상종의 종분포모형 결과가 특정 도서에서 현재 잠재서식지로 분류되나 미래에는 생육이 불가능한 지역으로 판단되면, 국지적으로 절멸할 것으로 예측했다. 연구 결과, 6 개 도서지역의 연평균기온은 2100년까지 최소(SSP1) 2.2~3.1℃, 최대(SSP5) 5.5~5.9℃ 상승이 예측된다. 이에 따라 백령도의 경우 현재 670 분류군의 관속식물 중 최소 116 분류군, 최대 288 분류군의 절멸이 예측되며, 덕적군도(347 분류군)에서 101~201 분류군, 울릉도(409 분류군) 30~128 분류군, 가거도(417 분류군) 45~55 분류군, 여서도(431 분류군) 32~43 분류군 그리고 제주도(1412 분류군)에서는 115~194 분류군이 절멸할 것으로 분석됐다. 종분포모형 결과를 기반으로 계통학적 생물다양성지수의 변화를 분석하였을 때, 2100년까지 SSP1 경로에 따르면 현재 대비 2.1~14.9%가 감소할 것으로 나타났고, SSP5 경로에서는 4.1~35.6% 감소될 것으로 산출되면서 고탄소시나리오로 갈수록 생물다양성의 감소량도 더 클 것으로 나타났다. 권역별로 분석하였을 때, 저위도에 위치한 남해 권역의 도서들은 계통학적 생물다양성이 4.1~11.4% 감소(SSP5, 2100년 기준)가 예측되어 상대적으로 기후변화에 안정적이었으며, 이에 비해 서해(28.8~35.6%)와 동해(20.2%) 도서들은 상대적으로 취약할 것으로 예측되었다. 특히, 연구대상도서 중 저위도에 위치하고 섬의 크기가 가장 큰 제주도의 경우, 생물다양성이 현재 대비 4.1%만 감소될 것으로 분석되면서 기후변화에 가장 안정적일 것으로 예측되었으나, 고위도에 위치하고 작은 크기의 섬들로 구성되어 있는 덕적군도는 현재 대비 최대 35.6%의 생물다양성이 감소할 것으로 분석되었다. 기후변화로 인해 모든 도서지역에서 생물다양성 감소가 예측되나, 종과 도서별 반응은 상이할 것으로 판단된다. 따라서 기후변화에 대한 도서별 보전 대책이 수립되어야 할 것이며, 특히 취약종에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 23일(금)

구두 발표

C 발표장 (소회의실 1)

기후변화 에너지/온실가스 감축/온실가스 인벤토리/거버넌스 (10:00~12:30)

좌장 : 박창용 (울산과학기술원)

- C-16 전기차 사용후 배터리를 재사용한 에너지저장장치(ESS)의 온실가스감축 효과 분석
최서현, 안영환, 장명진, 이현진
숙명여자대학교 기후환경에너지학과
- C-17 2050 탄소중립 달성을 위한 재생에너지 중심의 에너지 전환 전략 수립 방안
김용욱¹, 오재호², 윤의순³
¹케이아이티밸리(주) 기후기술팀, ²(유)나노웨더, ³한국풍력산업(주)
- C-18 카셰어링이 자가용 소유 및 주행거리에 미치는 인과적 영향 분석
권예중
숙명여자대학교 기후환경에너지학과
- C-19 온실가스 감축정책 수립 지원을 위한 MESSAGEix-GIR 모형 상세화
- 전환·수송 부문을 중심으로 -
이창우, 최보영, 김학영, 방종철, 김양동
온실가스종합정보센터 감축목표팀
- C-20 바이오가스 생산시설의 암모니아 배출계수 개발 및 저감 방안
김고은¹, 강성민², 전의찬³
¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터,
³세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- C-21 LCA에 의한 수소에너지 온실가스 배출계수 개발
조승현¹, 김수빈², 조중휘², 김익³, 전의찬⁴
¹세종대학교 기후변화협동과정, ²세종대학교 기후에너지융합학과,
³스마트에코(주), ⁴세종대학교 기후에너지융합학과

- C-22 **국내 16개 시도의 가정 소비에 기인한 전력 기반 온실가스 배출량 분해 분석**
김민규¹, 김하나²
¹한국과학기술원 건설및환경공학과,
²한국과학기술원 디지털인문사회과학부
- C-23 **AI기반 식생 탄소 포집량 예측을 위한 Spaceborn LiDAR 데이터 활용방안**
이상혁, 윤정호, 손승우
한국환경연구원 환경계획연구실
- C-24 **Computational Analysis on the Dynamic of the Global Environmental Governance within the Twitter's Public Sphere: Climate Change Discourse about the Paris Agreement**
Joohee Kim¹, Yoomi Kim²
¹Department of Public Administration, Ewha Womans University,
²Department of Public Administration, Ewha Womans University

전기차 사용후 배터리를 재사용한 에너지저장장치(ESS)의 온실가스감축 효과 분석

최서현, 안영환, 장명진, 이현진
숙명여자대학교 기후환경에너지학과
comahwaga@sookmyung.ac.kr

키워드: 전기차, 전기차 사용후 배터리, 재생에너지, 에너지저장장치, 에너지시스템모형, 탄소중립

전기차 보급 확대에 따라 서비스수명이 다한 사용후 배터리의 누적 규모가 증가할 것으로 보인다. 전기차용 리튬이온 배터리는 초기용량의 80%가 남아 있어 간헐적 재생에너지원(태양광, 풍력)의 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS)로 재사용이 가능하다. 사용후 배터리를 낮은 가격에 매입하여 재사용한 ESS 제품은 신규 ESS 대비 경제성을 갖출 것으로 보인다.

이러한 배경에서 본 연구는 METER 에너지시스템모형을 사용하여 탄소중립 시나리오의 전기차 보급목표에 따라 발생하는 사용후 배터리의 양을 전망한 후, 이때 발생한 사용후 배터리를 ESS로 재사용하여 발전 부문에 투입하였을 때의 온실가스 감축 효과를 분석하였다.

분석 결과, 투자 비용이 저렴한 재사용 ESS의 도입으로 발전 부문 내 ESS 투입량이 확산하였다. 이에 따라 재생에너지 발전량이 증가하고, 전통 화석연료 발전량이 줄어들어 기존 탄소중립 시나리오 대비 2050년까지 발생하는 온실가스를 누적 1.8%(84.8MTCO₂e) 감축하는 효과를 보였다.

※ 본 연구는 환경부 환경경제 컨설팅 분야 데이터 기반 환경경제컨설팅 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행한 과제입니다.

※ 본 연구는 숙명여자대학교 교내 연구비 지원을 받아 수행한 과제입니다(3-3-2303-0005).

2050 탄소중립 달성을 위한 재생에너지 중심의 에너지 전환 전략 수립 방안

김용욱¹, 오재호², 윤의순³

¹케이아이티밸리(주) 기후기술팀, ²(유)나노웨더, ³한국풍력산업(주)

yongy.kim350@gmail.com

키워드: 에너지믹스, 재생에너지, 해상풍력, 탄소중립, 에너지전환

본 연구에서는 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 에너지 전환의 전략이 해상풍력과 태양광 중심의 재생에너지 기반으로 이루어져야 하며 수소경제, CCUS, 바이오에너지, SME 등의 다른 대안이 에너지 믹스와 국가 전략에서 어느정도의 중요도로 다루어지는 것이 합리적인 지에 대한 결정이 필요하다. 본 연구에서는 2050년까지 탄소 중립을 달성하고 2100년까지 1.5도 내지 2도까지로 지구평균온도의 상승을 제한할 수 있고 전 세계적인 탄소 감축과 에너지 전환의 추세에 보조를 맞추기 위해서는 2030년 까지 에너지믹스의 60% 이상을 해상풍력과 태양광 중심으로 재생에너지로 전환하는 것이 현재의 국정 목표인 2030년까지의 탄소감축 40% 달성할 수 있는 길로 가는 가장 용이한 길인 것을 통합평가 모델 등의 시나리오 분석 기반으로 보이고자 하였다.

※ 본 연구는 2023년도 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 신기후체제 대응 환경기술개발사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (과제번호 : 2022003570008).

카셰어링이 자가용 소유 및 주행거리에 미치는 인과적 영향 분석

권예중

숙명여자대학교 기후환경에너지학과

2131064@sookmyung.ac.kr

키워드: 카셰어링, 자동차등록대수, 자동차주행거리, Propensity score matching, 이중차분법, DiD, 시군구

모빌리티 세계는 공유화라는 변혁을 겪고 있다. 국내에서 그린카와 쏘카를 필두로 2011년부터 시작한 차고지 기반 카셰어링 서비스는 자동차 소유가 아닌 공유 패러다임을 전파하여 자가용 자동차 등록대수를 줄이고 자동차 과밀에 따른 수송부문 온실가스 배출량 증가라는 환경적 악영향을 해소할 것으로 기대되어왔다.

이러한 배경에서 본 연구는 카셰어링 서비스의 진입 이후 전국 시군구의 승용차 등록대수 및 주행거리가 변화했는지 알아보고자 이중차분법을 사용하여 분석하였다. 이를 위해 승용차 등록대수와 승용차 주행거리를 종속변수로, 전국 227개 시군구의 카셰어링 최초 진입 연월 터미변수(터미변수1)을 주요 독립변수로 한 11년간(2010년-2020년)의 패널자료를 구축하였다.

한편, 카셰어링 서비스 진입의 영향은 시군구의 도시화 정도 또는 카셰어링 차고지에 대한 접근성에 따라 다를 것이라 가정하고 각 시군구의 도시화 정도 및 면적 대비 카셰어링 차고지 개수에 따른 분석을 진행하였다.

연구 결과, 도시 지역에서는 카셰어링 진입으로 인해 자가용 등록대수가 유의하게 줄어들었고 차고지 접근성이 좋지 않은 지역에서는 자가용 등록대수에 대한 유의한 영향이 나타나지 않았다. 이로써 본 연구는 시군구에 카셰어링이 진입하면, 도시라는 조건하에 카셰어링 이용자 뿐 아니라 비이용자에게도 편익이 도달할 수 있다는 것을 실증 자료를 통해 확인하였다. 또한, 서비스가 더욱 확산되고 많은 곳에서 차고지가 접근가능하게 되면 개인의 자가용 보유대수를 줄일 수 있다는 가능성을 포착했다. 본 연구를 통해 카셰어링 업체가 환경성을 극대화할 수 있는 사업운영 및 입지 선정 방안에 대한 통찰을 얻기를 기대한다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003560011)*

온실가스 감축정책 수립 지원을 위한 MESSAGEix-GIR 모형 상세화 - 전환·수송 부문을 중심으로 -

이창우, 최보영, 김학영, 방종철, 김양동
온실가스종합정보센터 감축목표팀
lcw37@korea.kr

키워드: 온실가스, 상향식 온실가스 감축 통합모형, MESSAGEix, 최적화 모형

파리협정 제4조에 따라 각 국가는 5년 주기로 NDC(Nationally Determined Contributions)를 수립해야 하며, 기존보다 진전된 목표를 제시해야 한다. 우리나라는 지난 '21년 2030 NDC 상향안(18년 대비 $\Delta 40\%$)를 발표했으며, 최근 확정된 탄소중립 녹색성장 기본계획(23.4.)을 통해 NDC 목표 달성을 위한 부문·연도별 감축경로를 제시하였다.

과학적이고 합리적인 감축목표 수립을 위해 국내·외 연구기관에서는 최적화 방식의 감축 모형을 활용하고 있다. 온실가스종합정보센터(GIR)는 2030 NDC, 2050 탄소중립 등과 같은 국가 온실가스 감축목표 수립을 지원하는 정부기관으로, 국제응용시스템분석연구소(International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA)에서 개발된 통합평가 모형인 MESSAGEix를 활용하여 국내 전 부문을 대상으로 하는 감축모형(MESSAGEix-GIR)을 2022년부터 구축 중에 있다.

MESSAGEix-GIR은 전 부문을 포함한 프레임워크로 구성된다. 통합모형의 토대는 마련되어 있으며, 현재는 부문별 특성 및 자료를 상세히 반영하는 과정에 있다. 본 연구는 MESSAGEix-GIR 내 전환과 수송 부문의 상세화를 목표로 한다. 전환 부문의 경우 제10차 전력수급기본계획(23.1.) 내의 설비계획과 부문특성(피크기여도, 피크부하율 등)을 반영하고, 모형 내 비용정보 등을 갱신하고자 한다. 수송 부문의 경우 차량별 빈티지 반영, 차량에 대한 소비자 선호 등과 같은 특성을 추가하여 모형의 현실성을 제고하고자 한다. 최종적으로 탄소가격제 등과 같은 가상의 시나리오 분석을 통해 에너지 소비 및 배출량 경로를 살펴보고 향후 개선방안을 도출하고자 한다.

바이오가스 생산시설의 암모니아 배출계수 개발 및 저감 방안

김고은¹, 강성민², 전의찬^{3,†}

¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터,

³세종대학교 대학원 기후환경융합학과

go1130@hanmail.net

키워드: 암모니아, 기타폐기물처리시설, 바이오가스 생산시설

우리나라의 2021년 초미세먼지(PM-2.5) 연평균 농도는 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타나 2020년 $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 감소하였으나, 여전히 국내 대기 환경기준인 연평균 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높게 나타났다. 초미세먼지 농도가 증가하는 원인 중 하나로는 2차 생성물질 증가에 따른 영향을 들 수 있다. 초미세먼지 2차 생성 전구물질에는 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 휘발성 유기화합물(VOC), 암모니아(NH_3) 등이 있다. 이중 암모니아는 질소산화물과 황산화물에 비하여 관리 및 연구가 부족한 실정이다. 암모니아는 초미세먼지 관리를 위해서도 중요하지만, 단기 체류성 기후변화 유발물질(SLCP)에 포함되기 때문에 기후변화 대응 측면에서도 관리가 필요하다.

국가 대기오염물질 통계에서는 암모니아 배출량 산정 시 많은 부문에서 해외 배출계수를 적용하고 있으며, 누락된 배출원이 다수 존재한다. 기타폐기물처리시설 중 바이오가스 생산 부문은 암모니아 누락배출원 중 하나로, 활동도 또는 배출계수의 한계로 암모니아 배출량을 산정하지 않고 있다. 유럽 EEA/EMEP에서는 기타폐기물처리시설 중 바이오가스 생산에 대한 배출계수를 제시하고 있으므로, 국내에서 암모니아 배출여부 확인 및 배출계수 개발과 관련된 검토가 필요하다.

본 연구에서는 바이오가스 생산시설을 대상으로 실측을 통해 암모니아 측정 및 배출계수를 산정하여 국내 개발 필요성을 검토하고, 사업장에서 적용하고 있는 암모니아 저감 방안에 대해 알아보고자 한다.

※ 본 연구는 국립환경과학원 「암모니아 배출원 조사 및 배출계수 개발(IV) - 폐기물 처리(기타폐기물 처리시설) 암모니아 배출원 조사 - (과제번호 : NIER-2022-03-02-021)와 환경부「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

LCA에 의한 수소에너지 온실가스 배출계수 개발

조승현¹, 김수빈², 조중휘², 김익³, 전의찬⁴

¹세종대학교 기후변화협동과정, ²세종대학교 기후에너지융합학과,

³스마트에코(주), ⁴세종대학교 기후에너지융합학과

seunghyun_89@Nate.com

키워드: 수소, LCA, 온실가스, 배출계수

2019년 1월, 정부는 수소차와 연료전지를 양대 축으로 세계 최고 수준의 수소경제 선도 국가로 도약하기 위한 「수소경제 활성화 로드맵」을 제시하였고, 2040년까지 수소경제 활성화를 위한 수소 생산·저장·운송·활용 전 분야를 아우르는 정책 방향성과 목표를 세우고 이에 따른 추진전략을 세웠다. 최근 수소경제위원회에서 청정수소에 관한 인센티브 및 의무를 부여하기 위한 기반으로 청정수소 인증제 도입을 의결하였고 이에 따라, '수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률(이하 수소법)'을 개정해 청정수소발전 의무화제도를 법제화할 계획에 있다.

수소는 다양한 제법을 통해 생산이 가능하고, 연소 시 유해물질이 배출되지 않는다는 장점으로 주목받는 대체에너지원이다. 하지만 생산/운반/저장/사용과정 등 전과정에서 온실가스를 배출하고 있기 때문에 이에 대한 정확한 배출량 산정이 필요하다.

본 연구에서는 LCA를 고려한 수소에너지의 온실가스 배출계수 산정방법론을 제시하고, 수소생산 사업장을 대상으로 수소에너지의 온실가스 배출계수를 산정하고자 한다.

※ 본 연구는 환경부「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

국내 16개 시도의 가정 소비에 기인한 전력 기반 온실가스 배출량 분해 분석

김민규¹, 김하나²

¹한국과학기술원 건설및환경공학과

²한국과학기술원 디지털인문사회과학부

kmingyu12@kaist.ac.kr

키워드: Household Consumption Driven GHG Emissions, Inter-Regional Input-Output(IRIO) Analysis, Structure Decomposition Analysis(SDA), Residential Electricity Consumption, Decoupling Analysis

가정에서의 전력 소비는 가정 내에서의 냉난방, 가전기기 사용 등으로 인한 직접적 전력 소비와 가정의 서비스 이용(병원, 교육 서비스 등) 및 상품 구매(음식료품, 생필품 등) 등에서 내포되는 간접적 전력 소비로 구분할 수 있다. 우리나라는 급격한 경제 성장과 이로 인한 가정의 생활 수준 향상 등으로 인해 직접적 전력 소비뿐만 아니라 간접적 전력 소비 또한 급격하게 증가하였다. 특히 이러한 가정에서의 간접적 전력 소비는 국내 주요 온실가스 배출 요인으로 작용하게 되었으나, 분석의 어려움 등으로 간과되어 왔다. 따라서 이번 연구에서는 2005년부터 2015년까지 전국 16개 시도에 대한 가정에서의 소비로 인한 전력 부문의 온실가스 배출량에 초점을 맞추어 분석하고, 해당 기간동안 온실가스 배출 변화의 주요 원인을 파악하고자 한다. 이를 위해 한국은행에서 발간하는 지역산업연관표를 기반으로 환경산업연관분석을 수행하여 온실가스 배출량을 계산하였으며, 대표적인 분해 분석 기법 중 하나인 구조 분해 분석(Structure Decomposition Analysis, SDA) 기법을 활용하여 온실가스 배출 변화에 대한 주요 동인을 파악하였다. 또한, Tapio decoupling model을 통해 온실가스 배출 증감과 1인당 개인소득 증감의 탈 동조화 정도를 확인하였다. 분석 결과, 생산 시스템의 온실가스 배출 집약도를 나타내는 온실가스 집약도 효과는 분석 기간동안 주요 온실가스 저감 동인으로 작용하였으며, 가정의 생활 수준을 나타내는 소비 수준 효과는 주요 온실가스 배출 증가 동인으로 작용하였다. 또한 가구 당 구성원 수를 나타내는 가구 규모 효과는 온실가스 배출을 저감시켰으나, 가구 수의 증감을 나타내는 가구 변화 효과는 온실가스 배출을 증가시켜, 국내 가구의 소형화는 온실가스 배출을 증가시키는 것으로 확인되었다. 이번 연구는 직접적 전력소비에 초점을 맞추었던 기존 연구들의 한계점을 보완하고, 특히 지역별 및 산업별 온실가스 배출량 및 배출 변화 요인을 계산하여 지역에서의 탄소중립 정책 수립에 기여할 것으로 기대된다.

AI기반 식생 탄소 포집량 예측을 위한 Spaceborn LiDAR 데이터 활용방안

이상혁, 윤정호, 손승우
한국환경연구원 환경계획연구실
shlee@kei.re.kr

키워드: 온실가스 인벤토리, AI, 탄소중립, 산림탄소, 정주지, 라이다, 원격탐사

탄소중립이 새로운 국제사회 질서로 확립되면서 국가 경쟁력 제고를 위한 노력 증대가 논의되고 있다. 우리나라 역시 1.5℃ 지구온난화 목표달성에 기여하기 위해 2050년까지 탄소중립 달성할 것을 선언하였으며(21), 온실가스 흡수원의 유지와 확대를 주요 감축수단으로 채택한 바 있다. 교토의정서, 마라케시 합의문, 파리협정에 따라 토지이용, LULUCF 활동의 국가별 온실가스 배출·흡수량 산정을 인정받기 위해서는 국제적 수준(Tier 2 이상, Approach 3)에 부합하는 국가 수준의 MRV 체계가 필요한데, 이에 따라 식생기반 탄소 포집량 및 탄소흡수원 AI 데이터 구축 및 활용이 필요한 시점이다. 기존의 식생 탄소 흡수 산정방식은 제한적인 비용으로 현장조사 등을 통해 추정하는 방식으로, 구축비용이 높아 경제성이 낮은 측면이 있으며, 이를 해소하고자 원격탐사 분야에서 바이오매스를 측정할 수 있는 Spaceborne Optical 기반의 LANDSAT, Sentinel 계열과 SAR기반 ALOS 계열 위성 등이 있다. 최근에는 LiDAR 데이터를 활용한 바이오매스 측정 방식이 주목받고 있다. 특히, GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 데이터는 고해상도의 상대높이 매트릭스를 통해 높은 정확도로 수고와 바이오매스 측정이 가능한 데이터로 최근 활용되고 있다. 이에 본 연구에서는 항공사진과 위성영상을 활용하여 식생 탄소 포집량을 추정할 수 있는 인공지능 학습용 데이터 구축방안과 구축된 데이터를 활용하여 Quantized U-net, DeepLap v3+, HRNet 등의 딥러닝 모델 학습을 수행하고 예측된 포집량에 대한 검증에 Spaceborne LiDAR 즉, GEDI 데이터를 활용하는 방안을 제시하고자 한다. 모델간 비교 결과 DeepLap v3+, HRNet 보다 Quantized U-net의 성능이 우수하게 나타났으며, Quantized U-net의 miou값은 76.22, Pixel Accuracy는 93.01로 다른 두 신경망 모델보다 높은 성능을 보였다. 본 연구의 결과를 통해 전국 단위 탄소 흡수지도 구축, 산림탄소흡수원 인증, 배출권 거래 대상지역 분석 등에 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 과학기술정보통신부가 주관하고 한국지능정보사회진흥원이 지원하는 '인공지능 학습용 데이터 구축사업'의 일환으로 진행되었습니다.

Computational Analysis on the Dynamic of the Global Environmental Governance within the Twitter's Public Sphere: Climate Change Discourse about the Paris Agreement

Joohee Kim¹, Yoomi Kim²

¹Department of Public Administration, Ewha Womans University,

²Department of Public Administration, Ewha Womans University

jooeykim96@ewhain.net

Keywords: Twitter, Public sphere, Global Environmental Governance, Paris Agreement, Semantic network analysis, Big data

The Paris Agreement emphasizes the inclusion of multiple actors and the importance of public information, representing the notable changes in Global Environmental Governance (GEG). Twitter's public sphere presents a unique media environment that is transforming our political communication and its influential actors. In these circumstances, we explore how GEG actors' dynamics transform in providing public information within Twitter's public sphere. We analyze Twitter's climate discourse and specific topics actors discuss using semantic network analysis and Twitter data. By comparing the results of two periods in the Paris Agreement, which are five years apart, we find that Twitter's public sphere shows a unique media environment. Non-state actors were already dominant information providers, while state-driven actors show significant changes in their influence on information providing ability. The findings imply a transformation in the information providing dynamic of GEG.

※ This work was supported by “NRF-2022S1A5A8056405(머신러닝 기법을 활용한 기후 변화 대중인식 데이터 구축과 기후 변화 정책 효과 예측 모델 탐색)”

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 23일(금)

구두 발표

D 발표장 (소회의실 3)

[기획세션] 국립농업과학원 (10:00~12:00)

사회 : 정현철 (국립농업과학원)
좌장 : 정구복 (국립농업과학원)

농업분야 탄소 저감기술 이행기반 구축

D-14 감축수단 이행을 위한 벼재배 메탄 보정계수 개발 및 현장적용

김길원¹, 박성직², 이형석³

¹경상국립대학교, ²한경국립대학교, ³국립농업과학원 기후변화평가과

D-15 바이오차의 농작물 맞춤형 표준사용기준 설정 및 현장실증 연구

이선일¹, 김성현², 박도균¹, 이종문¹, 박혜란¹, 정현철¹, 권효숙¹,

이형석¹, 김성철³, 양재의⁴, 이용복⁵

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²국립농업과학원 토양비료과, ³충남대학교 생물환경화학,
⁴강원대학교 환경융합학부, ⁵경상국립대학교 환경생명화학과

D-16 바이오차 농업현장 보급 확산을 위한 사업화 모델 개발

이선일¹, 정현철¹, 박혜란¹, 권효숙¹, 이형석¹, 최우정², 박성직³, 박원표⁴, 정재운⁵,
윤석인⁶, 곽진협⁷

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²전남대학교 지역·바이오시스템공학과,
³한경대학교 사회안전시스템공학부, ⁴제주대학교 식물자원환경전공,
⁵(주)네이처앤플랜 지역환경공간전략본부, ⁶원광대학교 생물환경학과,
⁷전북대학교 지역건설공학과

D-17 지자체 농업부문 온실가스 통계 플랫폼 구축

정현철¹, 이선일¹, 권효숙¹, 이형석¹, 박혜란¹, 이종문¹, 유예슬¹, 이소라¹,
우문지², 김경대³, 주옥정⁴, 한은희⁵, 김용찬⁶, 곽경진⁷, 이창규⁸, 김유경⁹

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²(주)엔베스트 탄소정책본부,
³강원도농업기술원 농업환경연구과, ⁴경기도농업기술원 환경농업연구과,
⁵경상남도농업기술원 환경농업연구과, ⁶경상북도농업기술원 농업환경연구과,
⁷전라남도농업기술원 친환경농업연구소, ⁸전라북도농업기술원 농업환경과,
⁹제주특별자치도농업기술원 농업환경연구팀

토론

이형석

국립농업과학원

토론

김성철

충남대학교

토론

최우정

전남대학교

감축수단 이행을 위한 벼재배 메탄 보정계수 개발 및 현장적용

김길원¹, 박성직², 이형석³

¹경상국립대학교, ²한경국립대학교,

³국립농업과학원 기후변화평가과

gwkim@gnu.ac.kr

키워드: 농경지, 보정계수, 메탄, 벼재배

우리나라는 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법’ 제36조 및 ‘국가 온실가스 통계의 총괄관리에 관한 규정’에 따라 신뢰성 있는 국가 온실가스 통계 구축을 위해 IPCC 국제 지침을 근거로 온실가스를 산정하고 있으며, 우리나라 농업환경을 반영하기 위해서 국가 고유 배출·흡수계수 개발 연구를 수행하고 있다. 벼짚 및 녹비 시용에 따른 국가 고유 계수는 현재 개발이 완료된 상태이나 부숙퇴비 시용에 관한 계수 개발은 현재 연구한 결과가 전무한 상황이며, 2030 NDC 감축수단 중 하나인 논물관리 기술 역시 메탄 배출 저감에 크게 기여하지만 감축량 산정을 위해서는 추가 계수 개발과 활동자료 구축을 통해 국가 온실가스 통계에 반영할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 농업분야 온실가스 배출량 산정 및 메탄 저감 전략 수립을 위해 논물 얇게 걸러대기 및 부숙퇴비 시용에 따른 벼논에서의 메탄 배출량을 평가하고, 우리나라 농업환경을 고려한 감축 수단별 방법론 개발과 실측한 연구결과를 바탕으로 국가 고유 계수를 개발·등록하여 온실가스 배출량 통계 산정 고도화에 기여하고자 한다.

※ 이 연구는 “RS-2023-00230727(농축산분야 탄소저감기술 이행기반구축)”의 지원으로 수행되었습니다.

바이오차의 농작물 맞춤형 표준사용기준 설정 및 현장실증 연구

이선일¹, 김성현², 박도균¹, 이종문¹, 박혜란¹, 정현철¹, 권효숙¹,

이형석¹, 김성철³, 양재의⁴, 이용복⁵

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²국립농업과학원 토양비료과,

³충남대학교 생물환경화학, ⁴강원대학교 환경융합학부,

⁵경상국립대학교 환경생명화학과

silee83@korea.kr

키워드: 농경지, 바이오차, 사용기준, 현장실증, 탄소격리

본 연구에서는 바이오차 종류 및 농경지 유형별 바이오차 표준 사용 기준을 설정하고 종합적 평가를 통해 정부의 바이오차 보급사업의 공급량 산정과 토양개량제 지원사업에 적용하는 논리 제고를 목표로 한다. 바이오차 종류로써 상이한 특성을 나타내는 식물계와 가축분계 유래 바이오차를 선정하고 이화학적인 특성을 평가한다. 바이오차 특성을 기반으로 농경지에 적용하는 바이오차의 사용 기준을 설정한다. 바이오차를 적용하는 농경지 유형은 우리나라의 대표성을 확보하기 위해 북부권역, 중부권역, 남부권역으로 각각 구분한다. 권역별 노지와 시설재배지의 대표 작물에 바이오차 적용은 5년간 중장기로 현장 실증을 추진한다. 바이오차 단기, 연용 시용에 따른 작물별 생산성, 토양 탄소 축적량 및 배출량 평가한다. 다양한 유형의 농경지 토양에서의 바이오차 적용에 따른 토양의 질 및 양분 수지 관리 기준을 설정하고 세부적으로 지역과 작물을 고려한 맞춤형 바이오차 활용 방법을 설정한다. 이를 통해 탄소중립 및 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위한 바이오차 보급 확산에 기여하고자 한다.

※ 이 연구는 “RS-2023-00232247(농축산분야 탄소저감기술 이행기반구축)”의 지원으로 수행되었습니다.

바이오차 농업현장 보급 확산을 위한 사업화 모델 개발

이선일¹, 정현철¹, 박혜란¹, 권효숙¹, 이형석¹, 최우정²,
박성직³, 박원표⁴, 정재운⁵, 윤석인⁶, 곽진협⁷

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²전남대학교 지역·바이오시스템공학과,
³한경대학교 사회안전시스템공학부, ⁴제주대학교 식물자원환경전공,
⁵㈜네이처애플랜 지역환경공간전략본부, ⁶원광대학교 생물환경학과,
⁷전북대학교 지역건설공학과

silee83@korea.kr

키워드: 농경지, 바이오차 보급 확산, 탄소 거래, 자원순환, 토양 탄소

본 연구에서는 바이오차의 농업 현장 보급 확대를 위해 바이오차의 온실가스 저감과 토양 탄소 증진 효과를 과학적으로 검증하고, 바이오차 생산-활용의 환경성과 경제성 전 과정 평가를 통해 농업 친화적 바이오차 사업화 모델을 개발을 목표로한다. 첫째, 바이오차 품질평가 기준 설정 및 표준화를 통하여 산업체·농업인의 안전한 생산·공급 및 현장 활용체계 마련한다. 둘째, 바이오차 시용에 의한 논, 밭, 과수, 시설재배지에서 온실가스 저감과 토양 탄소 증진 등 탄소중립 효과와 토양환경 개선 효과를 정량적으로 검증하여 바이오차 농업 현장 보급 확산을 위한 사업화 모델 개발 근거 자료를 제공한다. 셋째, 바이오차 원료 운반-바이오차 생산 전 과정 평가 목록(LCI) 데이터베이스 구축 및 전 과정 평가(LCA)를 통해 바이오차 사업화 모델 유형별 온실가스 배출 저감량 산정 및 최적 모델 제시한다. 넷째, 경종 바이오매스 원료와 축산분뇨 기반 바이오차를 활용한 바이오차 사업화 모델 개발 및 현장 실증을 통해 농업 분야 온실가스감축사업 확대 및 다각화에 이바지한다. 이를 통해 탄소중립 및 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위한 바이오차 보급 확산에 기여하고자 한다.

※ 이 연구는 “RS-2023-00229969(농축산분야 탄소저감기술 이행기반구축)”의 지원으로 수행되었습니다.

지자체 농업부문 온실가스 통계 플랫폼 구축

정현철¹, 이선일¹, 권효숙¹, 이형석¹, 박혜란¹, 이종문¹, 유예슬¹, 이소라¹,
우문지², 김경대³, 주옥정⁴, 한은희⁵, 김용찬⁶, 곽경진⁷, 이창규⁸, 김유경⁹

¹국립농업과학원 기후변화평가과, ²(주)엔베스트 탄소정책본부,

³강원도농업기술원 농업환경연구과, ⁴경기도농업기술원 환경농업연구과,

⁵경상남도농업기술원 환경농업연구과, ⁶경상북도농업기술원 농업환경연구과,

⁷전라남도농업기술원 친환경농업연구소, ⁸전라북도농업기술원 농업환경과,

⁹제주특별자치도농업기술원 농업환경연구팀

taji152@korea.kr

키워드: 기후변화, 온실가스, 탄소중립, 플랫폼

‘기후변화 대응을 위한 탄소중립·녹색성장기본법 및 시행령’에 따라 정부는 국가 및 지자체의 온실가스 배출량·흡수량, 배출·흡수 계수 등 온실가스 관련 각종 정보 및 통계를 개발·분석·검증해야 한다. 우리나라는 현재 기후변화협약에 따라 매년 국가 단위 온실가스 인벤토리를 산정하고 있고, 파리협약에 따라 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC)도 제출한 바 있다. 그러나 이는 국가 단위 배출량과 감축이행 계획이며, 지자체 단위 온실가스 배출량 산정이나 감축이행은 전략 수립하지 못한 상황이다. 본 연구에서는 국제(국가) 기준에 부합하는 농업분야 온실가스 배출량을 산정하고, 이를 기반으로 지자체별 농업환경을 고려한 온실가스 감축전략을 수립·이행·평가할 수 있는 온실가스 플랫폼을 구축할 계획이다. 연구에는 7개 지자체(도농업기술원)와 국립농업과학원, 플랫폼 구축을 위한 컨설팅 업체가 참여하여 5년 동안 과제를 수행할 계획이다. 국립농업과학원은 국가 단위 농업분야 온실가스 배출량 산정 방법을 지자체 단위로 산정·활용할 수 있도록 개선하고, 각 지자체는 배출량 산정을 위한 농업통계 현황을 조사하여 개선점을 발굴하고 배출량을 산정할 계획이다. 본 연구사업을 통해 지자체 단위 온실가스 배출량을 체계적으로 산정하여 관리하고, 그에 맞는 감축 전략을 분석·검증할 수 있는 플랫폼이 구축될 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 “RS-2023-00228123(농축산분야 탄소저감기술 이행기반구축)”의 지원으로 수행되었습니다.

[기획세션] 국립산림과학원-KSCC 국제특별위원회 (13:00~15:00)

사회 : 송예원 (국가녹색기술연구소)

좌장 : 정서용 (고려대학교)

📌 파리협정 제6조의 흡수-제거(removal) 감축 활동에 대한 국제협상 현황과 우리나라의 입장

개회사

배재수

국립산림과학원 원장

축사

김 호

한국기후변화학회 회장

D-18 파리협정 6.4조 메커니즘 흡수(removal) 관련 동향

최석재¹, 최성원²

¹한국에너지공단 기후국제협력실, ²한국에너지공단 산업기후실

D-19 파리협정 제6.4조 메커니즘 하 산림 흡수원 활동 확대를 위한 방법론적 고찰과 우리나라 협상 방향 연구

김래현, 송민경, 이호상

국립산림과학원 미래산림전략연구부 국제산림연구과

D-20 해양기반 온실가스 감축 국제동향

이숙희, 함주영, 한 정

해양환경공단 국제협력처

D-21 농업부문 온실가스 신규흡수원(바이오차) 연구개발 현황

정현철, 이선일, 권효숙, 이형석, 박혜란, 이종문

국립농업과학원 기후변화평가과

D-22 파리협정 지속가능발전메커니즘 하의 '제거' 활동에 대한 우리나라 협상 입장 연구: 직접대기탄소포집(DAC) 기술 관점에서

오채운, 송예원

국가녹색기술연구소 정책연구본부 글로벌사업화센터

토론

오대균

서울대학교

토론

명수정

한국환경연구원

토론

박순철

한국생산기술연구원

토론

안진우

해양수산부

토론

이우리

산림청

파리협정 6.4조 메커니즘 흡수(removal) 관련 동향

최석재¹, 최성원²

¹한국에너지공단 기후국제협력실, ²한국에너지공단 산업기후실
stones3@energy.or.kr

키워드: 파리협정, 시장 메커니즘, NDC 활용 가능한 배출권, 흡수를 포함한 감축활동, 감축량 산정을 위한 방법론

본 연구에서는 파리협정의 대표적인 시장메커니즘인 제6.4조 메커니즘(또는 지속가능발전전메커니즘)의 운영을 둘러싼 제도적 논의 가운데, 감축활동 유형(type of mitigation activities) 중 제거/흡수(removal)와 관련된 논의 동향을 분석하였다. 제6.4조 메커니즘은 교토의정서 하의 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism)와 유사한 제도 규칙과 운영 방식을 가지고 있다. 물론, 감축사업 유치국의 권한, 지속가능발전, 보수적인 방법론 적용 등 다소 강화된 요건을 요구한다는 점은 차별화된다. 그런데, 여기에서 더 나아가, 제6.4조 메커니즘 제도가 CDM가 차별되는 점은 바로 '제거/흡수'에 대한 사항이다.

기존 CDM에서는 감축활동 유형을 '배출 저감(emission reduction)'과 '제거/흡수'로 구분하고 있는데, 여기서 '제거/흡수' 활동으로 인정받는 감축활동은 '조림 및 재조림(afforestation & reforestation)'에 한정되었다. 그런데, 제6.4조 메커니즘의 제도를 둘러싸고, 이 '제거' 하에서 인정받을 수 있는 감축 활동을 토지 기반 접근법과 공학 기반 접근법 하의 다양한 활동으로 확장하고, 제거 활동에 따른 온실가스 제거 결과물을 NDC 목표달성에 활용 가능한 배출권으로 발행이 가능토록 논의 중이다.

강화된 요건으로 인하여 기존 교토의정서 체제하에서 시행된 기존 유형의 감축활동을 통한 배출권은 다소 감소될 것이지만, 제거/흡수로 대표되는 확장된 감축활동을 통한 배출권 확보는 더욱 중요할 것으로 예상된다. 이에, 향후 제6.4조 메커니즘의 제거/흡수에 대한 정의, 범위, 적용요건, 모니터링 및 배출권 산정과 흡수와 관련된 우리나라의 기후기술 전략에 대한 연구가 필요하다.

파리협정 제6.4조 메커니즘 하 산림 흡수원 활동 확대를 위한 방법론적 고찰과 우리나라 협상 방향 연구

김래현, 송민경, 이호상

국립산림과학원 미래산림전략연구부 국제산림연구과

rhkim@korea.kr

키워드: 파리협정, 제6조, 지속가능발전메커니즘, 흡수원, 산림

기후변화협약은 장기 지구온도 목표와 당사국들의 NDC 달성을 위하여 파리협정 제6조 4항의 지속가능발전메커니즘을 활용할 수 있도록 하였다. 6.4조 감독기구는 6.4조 메커니즘과 관련한 세부 기술 지침과 방법론을 개발하고 있으며, 그 중 하나로 흡수원 활동에 관한 권고안을 개발 중이다. 제3차 감독기구회의(2022.11.)는 ‘6.4메커니즘 하 흡수원 관련 활동 지침’에 대한 권고안 초안을 발표하였으나, 제4차 파리협정당사국총회(CMA4)는 보다 세부적인 권고안 개발을 위해 국가제안서 제출(~2023.3.15.)을 요청했다. 6.4조 메커니즘을 통해 흡수원의 역할을 강화하기 위해서는 다양한 흡수원 활동의 개발과 추가가 핵심적이다. 이에 본 연구는 6.4조 메커니즘 하 다양한 산림 흡수원 활동의 인정과 활성화를 위해 현재의 권고안에서 수정 및 추가되어야 할 사항들을 검토하여 권고안의 개정 방향을 제시하였다. ①(추가 활동) 교토체제에서 승인했던 LULUCF 방법론 관련 결정문과 지침, IPCC의 제6차 평가보고서를 근거로 신규조림, 재조림, 식생복구, 산림경영개선 등의 산림 흡수원 활동을 6.4 메커니즘의 추가적인 활동 유형으로 제안하였다. ②(영속성 처리방안) 교토체제는 조림/재조림(A/R) CDM의 비영속성을 해결하기 위한 방식으로 대체크레딧(tCERs/ICERs) 옵션을 적용하였다. 그러나 결과적으로 A/R CDM 사업의 비활성화 요인으로 작용하였다. 따라서 대체크레딧 옵션을 6.4조 메커니즘에 적용하는 것은 지양되어야 하며, 탄소포집 및 저장분야에서 비영속성 처리방안으로 적용하고 있는 ‘버퍼 계정’과 ‘국가보증’ 방식을 통합적으로 적용하는 방안을 공통 적용할 것을 제안한다. 본 연구는 산림 흡수원 활동 유형의 추가와 방법론 개선 방안을 통해 기후변화 대응과 NDC 달성에 산림 흡수원이 사회·환경·경제적으로 기여할 수 있도록 정책적 시사점을 제공한다.

※ 이 연구는 “FM0800-2022-01-2023(REDD+를 활용한 국외 탄소흡수원 확충 방안 연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

해양기반 온실가스 감축 국제동향

이숙희, 함주영, 한 정
해양환경공단 국제협력처
suki@koem.or.kr

키워드: 해양, 온실가스 제거, 블루카본

해양은 육상의 산림과 함께 주요 탄소흡수원이자 저장소이다. 최근 해양기반의 온실가스 감축이 국제사회의 주요 화두로 대두되기 시작하였으며 그 중요 수단 중의 하나가 블루카본, 즉 해양생태계를 통한 온실가스 제거이다. 블루카본은 해양생태계에 저장되는 온실가스를 의미하며 2010년경부터 국제환경단체 등을 중심으로 중요성이 강조되기 시작하였다. 2014년 IPCC의 인벤토리 보충지침 발간을 계기로 대표적 블루카본인 연안습지가 국가인벤토리에 포함되었으며, 우리나라는 2022년부터 국가인벤토리에 반영하기 시작하였다. 염습지와 해초대의 경우 식생조성에 따른 온실가스 저장량을 감축크레딧으로 인정하는 사업의 방법론이 자발적 감축시장(VCS)에서 개발되어 활용되고 있다. 한편 학계에서는 연안습지 외에 미세조류나 물리·화학적 작용 등 다양한 매체·기작을 통한 해양생태계의 탄소흡수·저장 능력을 평가하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

농업부문 온실가스 신규흡수원(바이오차) 연구개발 현황

정현철, 이선일, 권효숙, 이형석, 박혜란, 이종문
국립농업과학원 기후변화평가과
tajji152@korea.kr

키워드: 기후변화, 온실가스, 탄소중립, 흡수원, 바이오차

우리나라 농업분야 온실가스 배출량은 21.1 백만톤 CO₂-eq.으로 2020년 국가 전체 배출량의 약 3.2%를 차지한다. 온실가스 배출에 미치는 여러 요인(논물관리, 양분사용 등)에 있어 우리나라는 이미 현대화, 시설화가 잘 돼 있음에도 불구하고 파리협약에 따라 제출한 농식품분야 2030 온실가스 감축목표(NDC) 27.1%를 달성하기 위해서는 많은 노력이 필요할 것으로 생각된다. 지금까지 농업분야 온실가스 연구는 주로 배출량 산정방법을 고도화하기 위한 국가 고유 배출·보정계수 개발과 온실가스 저감을 위한 감축기술 개발에 집중되어 왔다. 그러나 농업분야 온실가스 감축목표 달성을 위해서는 배출에 대한 감축기술 개발뿐만 아니라 신규 흡수원에 대한 연구 또한 중요하다. IPCC 가이드라인에는 농업분야 흡수원으로 바이오매스(과수)나 토양탄소 저장 그리고 바이오차(Biochar) 등을 제한적으로 제시하고 있다. 그러나 과수 바이오매스는 재배면적이나 과수 전정 등을 통해 손실되는 탄소량을 고려할 때 흡수에 한계가 있고, 토양탄소 저장은 기술적, 재배적, 물리·화학적 한계가 있다. 이런 측면에서 바이오차는 온실가스 흡수뿐만 아니라 농업에서 토양개량제로서 물리·화학적으로 우수한 장점을 갖고 있어 신규 흡수원으로 가치가 높다고 평가할 수 있다.

지금까지 농업에서 바이오차 연구는 토양개량제로서 많은 연구가 진행되어 왔으며, 최근에는 토양 탄소 저장효과로써 그 가치를 인정받아 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 바이오차는 산소가 없는 조건에서 바이오매스를 열분해하여 만든 탄소함량이 높은 고형물로, 탄소함량이 높고, 비표면적이 넓으며, pH가 높은 특성이 있다. 이러한 특성(분해 안정성 높음)으로 반영구적(100년)으로 토양 내에서 탄소를 저장·격리할 수 있고, 토양 산화력 및 흡착능으로 온실가스 배출을 저감하는 효과도 있다. 그 뿐만 아니라 수분 보유력 증진 및 이온교환능력이 높아 토양개량효과도 높은 장점이 있다.

국립농업과학원에서는 온실가스 저감을 위한 신규흡수원 확보를 위해 올해부터 농축산분야 탄소저감기술 이행기반 구축 사업으로 '바이오차 농업현장 보급 확산을 위한 사업화 모델 개발', '바이오차의 농작물 맞춤형 표준사용기준 설정 및 현장실증 연구' 등을 수행할 예정이다.

파리협정 지속가능발전메커니즘 하의 '제거' 활동에 대한 우리나라 협상 입장 연구: 직접대기탄소포집(DAC) 기술 관점에서

오채운, 송예원

국가녹색기술연구소 정책연구본부 글로벌사업화센터

chaewoon@gmail.com

키워드: 파리협정, 6.4조 메커니즘 (지속가능발전 메커니즘), 제거(removal), 영구성(permanence), 이산화탄소제거(CDR, carbon dioxide removal), 직접대기탄소포집(DAC, direct air capture) 기술

최근 파리협정 제6.4조 메커니즘인 지속가능발전메커니즘(sustainable development mechanism)하에서 대기중에서 이산화탄소를 '제거'하는 다양한 이산화탄소제거(CDR, carbon dioxide removal) 접근법들을 감축활동으로의 인정 여부와 이의 고려 요건들에 대해서 국제적 논의 및 협상이 이루어지고 있다. 즉, '제거(removal)' 활동에 대한 제도 개선 논의가 이루어지고 있다. 6.4조 메커니즘의 전신인 청정개발메커니즘(CDM, Clean Development Mechanism)의 경우, 제거 활동은 조림·재조림(A/R, Afforestation & reforestation) 기술에 대해서만 크레딧이 발행되는 감축활동으로 인정되었다. 이에, 우리나라가 활용할 수 있는 '제거 활동'들이 감축활동으로 인정받을 수 있도록 국제 논의 및 협상에 참여할 필요가 있다.

현재 우리나라는, CDR 접근법 중에서도 공학적 접근법의 일환인 직접대기탄소포집(DAC, direct air capture) 기술에 대한 국가 R&D를 실시하고, 이에 기반한 감축활동에 많은 관심을 가지고 있다. 이에, DAC 기술을 적용한 제거 활동을 6.4조 메커니즘에서 인정 여부와 인정 시 고려할 요소들에 대해서 살펴보고, 이에 대한 우리나라 입장을 수립하는 연구가 필요하다.

이에, 동 연구는 CDR 접근법을 국제탄소시장에 포함하는 것과 관련한 기존 연구의 핵심이 되는 영구성(permanence) 개념을 중심으로 논의되는 네 가지 측면인 i) 온실가스 포집 저장소 및 제거 방식, ii) 저장 기간, iii) 크레딧 대체 가능성(배출저감 크레딧과 제거 크레딧 간의 대체 가능성 / 서로 다른 CDR 옵션간의 대체 가능성), 그리고 iv) 비영구성 해결 방안을 분석틀로 설정하였다. 이에 기반해, DAC 기술을 둘러싼 국제적인 쟁점을 파악하고 이에 대한 DAC 기술 관계자들의 입장을 분석하며, 우리나라의 R&D, 실증 및 활용 현황에 기반하여, 우리나라에 유리한 입장을 도출해 보았다.

※ 이 연구는 “R2210202(IPCC 제6차 보고서를 기반으로 한 기후기술 정책 대응 연구)”와 “C2320401(한-아세안 녹색전환 촉진을 위한 기후과학기술 협력체계 구축 연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 23일(금)

구두 발표

E 발표장 (중회의실 7)

[기획세션] 한국환경연구원 (10:00~12:30)

좌장 : 유철상 (고려대학교)

☐ 습지와 탄소중립

- E-18 습지의 생태계서비스와 탄소중립에의 시사점
명수정
한국환경연구원
- E-19 습지의 탄소 저장량 및 온실가스 흡수·배출 정량화 중요성
- 보호지역을 중심으로 -
이나연
국립공원공단 국립공원연구원
- E-20 내륙습지를 활용한 국가 탄소중립 기여
- 수자원 활용 사례를 중심으로 -
지연숙, 김기준, 장철
한국수자원공사
- E-21 내륙습지의 온실가스 통계 개선 방안 검토
임정철
국립생태원 습지센터
- 토론**
박소영
환경부

습지의 생태계서비스와 탄소중립에의 시사점

명수정

한국환경연구원

sjmyeong@kei.re.kr

키워드: 습지, 생태계서비스, 기후변화, 온실가스, 탄소중립

주요 생태계 유형의 하나인 습지는 공급, 조절, 문화, 그리고 지지 서비스의 다양한 생태계서비스를 제공한다. 습지는 환경오염 정화를 비롯하여 일차생산, 영양물질 및 물 순환, 그리고 기후 완충과 온실가스 흡수에도 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 습지는 영양염 저장과 탄소 격리와 같은 생태계서비스 제공을 통해 탄소중립에 기여할 수 있다. 이에 전 지구적 기후 위기 대응과 탄소중립 목표 달성의 시급성에 따라 기후변화 적응과 완화 수단으로서 습지가 주목받고 있다. 습지는 전 지구적으로 육상생태계의 7% 미만에 불과한 것으로 추측되고 있으나 기후변화로 인해 더욱 심각해지고 있는 각종 자연재해를 완충해줄뿐더러 인류가 배출하는 온실가스의 상당량(최대 1 Pg/yr)을 흡수할 수 있는 것으로 추정된다. 그러나 도시화와 개발로 인해 습지는 꾸준히 줄어들어 전 세계적으로 습지 면적이 급격히 감소하였으며, 우리나라에서도 습지가 빠르게 사라지고 있다. WWF는 1900년 이후 습지의 64%, 1800년 이후는 87%의 습지가 손실된 것으로 추정하였으며, 우리나라가 속한 아시아 지역은 유럽과 더불어 습지가 가장 많이 손실된 지역이다. 습지의 기후 위기 대응 기능과 온실가스 흡수를 통한 자연생태 기반의 흡수원으로서의 기능이 증진되어 국가 탄소중립 목표 달성에 기여할 수 있도록 습지의 중요성에 대한 인식을 제고하고 습지의 조성 및 보호와 복원을 도모해야 할 것이다.

※ 이 연구는 한국환경연구원 지원(RE2023-05)으로 수행되었습니다.

습지의 탄소 저장량 및 온실가스 흡수·배출 정량화 중요성 - 보호지역을 중심으로 -

이나연

국립공원공단 국립공원연구원

nayeon3@knps.or.kr

키워드: 메탄, 비식생 갯벌, 아산화질소, 이산화탄소, 염습지, 조간대, 조하대, 해초지

습지는 지구 육상 면적의 약 5~8%에 지나지 않으나, 생물권 탄소 저장·흡수에 기여하고, 육상생태계 탄소순환을 조절하여 기후에 영향을 주기 때문에 매우 중요하다. 본 연구는 보호지역 중 국립공원을 대상으로 산악형 국립공원 내륙습지와 해상해안형 국립공원 연안습지의 탄소저장량 평가를 바탕으로, 습지 생태계 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O) 흡수·배출 정량 평가의 중요성을 고찰하였다. 우리나라는 65,558개의 보호지역을 40,337km²(육상 27,888km², 해양 12,449km²) 지정하고 있다(23년 기준). 이중 약 4%인 습지는 51개 지역, 1,634km²(환경부 135km², 해양수산부 1,491km², 지자체 8km²)를 차지한다(22년 기준). 국립공원은 람사르 습지로 지정된 신안 장도와 오대산 습지 등을 포함한 내륙습지(약 97ha)와 연안습지(98km², 조간대 염습지에서 조하대 해초지까지)로 구분하여 보호하고 있다. 국립공원 육상 생태계 부문 탄소저장량 평가에 의하면 산지습지의 탄소저장량은 단위면적(ha) 당 평균 397.5t CO₂로(지리산 외곡습지, 경주 암곡습지, 내장산 입안산성습지, 가야산 관음골습지, 오대산 질피늪, 무등산 평두메습지 6개 지점 조사) 습지 전체 면적(17개 공원 43개소)으로 환산하면 38,557t CO₂로 평가된다. 국립공원 해상해안 생태계 부문 탄소저장량 평가에 의하면 단위면적(ha) 당 평균 조간대 염습지 44t CO₂, 비식생 갯벌 37t CO₂, 조하대 해초지 95t CO₂로 평가되었다. 4개 해상해안 국립공원(태안, 변산, 다도해, 한려해상 국립공원) 연안습지의 탄소저장량은 약 1,416,811t CO₂로 추정되었다. 연간 탄소흡수량은 평균 염습지가 63g CO₂ m⁻² yr⁻¹, 해초지가 87g CO₂ m⁻² yr⁻¹로 추정된다. 그러나 국립공원 산지습지 탄소흡수량을 정량적으로 평가한 자료는 매우 미흡하다. 또한 산지습지 토양인 이탄층은 50cm 이상으로 깊은 층의 탄소량을 고려하면 기존 저장량은 과소평가 되었다고 할 수 있다. 보호지역 습지의 탄소저장량뿐만 아니라 CO₂, CH₄, N₂O 플럭스 교환을 통한 흡수와 배출 정량 평가를 위해서 공간 분포 명확성, 플럭스 관측 방법 개발, 연속·시계열적 분석, 온실가스 동태와 환경요인 기작의 이해 등과 같은 요인이 중요할 것이다.

※ 이 연구는 국립공원공단 국립공원연구원 지원으로 수행되었습니다.

내륙습지를 활용한 국가 탄소중립 기여 - 수자원 활용 사례를 중심으로 -

지연숙, 김기준, 장철

한국수자원공사

ysjee99@kwater.or.kr

키워드: 탄소 흡수원, 내륙습지, 수자원, 댐, 탄소중립

2050 탄소중립 달성을 위해 정부는 전환, 산업, 건설 등 9개 부분에서 온실가스 배출을 감축시키겠다는 계획을 수립하였으며, 여기에는 흡수원 부문도 포함되어 있다. 탄소중립을 달성하기 위해서는 온실가스 배출을 줄이는 것과 더불어 자연의 온실가스 흡수능력을 높이는 노력이 동시에 이루어져야 한다. 탄소흡수원은 자연을 기반으로 한 가장 친환경인 온실가스 감축 수단으로, 우리나라에서는 산림이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 이외에도 초지, 습지, 정주지 등이 있다. 특히 습지는 생물서식처, 수질개선 등 생태·환경적 기능과 더불어 탄소 저장고로서 기후조절 기능까지 보유하고 있어 그 역할이 기대되는 분야이다. K-water는 자체적으로 보유하고 있는 댐 유역, 그린도시 등 수자원을 활용하여 내륙습지를 조성하여 온실가스 흡수량을 확대하는 사업들을 추진 중이다. 댐 유역의 댐 홍수터에 생태복원사업, 수변생태벨트 조성사업과 에코델타시티와 송산 그린도시 내 철새 서식을 위한 습지를 조성하고 있다. 이러한 감축사업들은 정부의 2050 탄소중립 시나리오에 반영되어 탄소중립 목표달성의 일정 부분을 담당하고 있다. 아직까지는 재생에너지 사용, 에너지 효율 향상 등 기술적인 측면에서 감축이 대부분을 차지하고 있으나, 자연의 순기능을 통한 친환경 온실가스 감축을 위해 습지와 같은 자연생태 기반의 흡수원 확대가 필수적이며, K-water는 내륙습지를 통한 온실가스 흡수 확대를 국가 탄소중립 목표 달성에 지속적으로 기여할 계획이다.

내륙습지의 온실가스 통계 개선 방안 검토

임정철

국립생태원 습지센터

limsu8002@nie.re.kr

키워드: 흡수원, 기후변화, 완화, 보전, 국제환경협약

최근 우리나라는 기후변화의 부정적인 위협을 줄이기 위해 기후변화 완화 및 적응 활동에 대한 다양한 정책을 발굴하여 대대적으로 참여하고 있다. 그러나 산업구조, 대안 등 국가의 취약성을 감안 할 때 기후변화 대응 노력에 대한 부정적 시각을 동반하고 있다. 또한 산림 중심의 흡수원 관리 정책은 온실가스 전체 배출량의 약 20%를 차지하는 것으로 알려진 토지이용 변화에 대한 자연적 해법 적용의 다각화 기회를 지연시키고 있어 아직은 간과되고 있는 습지에 대한 새로운 인식이 필요한 시점이다. 최근 자연의 흡수원과 관련된 각종 연구에서 LULUCF 분야가 대기 중 탄소를 포집하고 저장하는 능력이 크다는 것은 확인되었다. 그러나 아직 선진국을 비롯한 우리나라의 국가온실가스 인벤토리(NIR)에서 습지는 정의의 차이와 평가체계의 한계로 대부분 배출원으로 보고되고 있다. 그 결과 RAMSAR, CBD 등의 국제환경협약과 달리 유엔기후변화협약에서 습지는 보전과 관리에 관한 충분한 관심을 받지 못하고 있다. 따라서 이 검토의 목적은 우리나라의 습지가 기후행동, 보전 전략 및 기타 문제를 강화하는 데 있어 또 하나의 중요한 자연적 해결책이 될 가능성을 검토하고 평가하는 것이다. 2021년 기준 국토면적의 3.2% 정도인 내륙습지 부문 산정 대상지에서 42만톤CO₂eq. 정도의 온실가스가 배출되는 것으로 산정되고 있다. 그러나 활동자료의 고도화, 정밀화, 산정방법의 개선 등을 통해 온실가스 배출량은 현재보다 분명히 줄어들 것으로 검토되었다. 습지 생태계의 탄소 저장 잠재력과 국가적·세계적 관점에서 기여하고 있는 궁극적인 역할은 기후변화 적응을 촉진하기 위한 국가적인 보전 활동과 각종 정책에서 잘 인식되지 않고 간과되고 있음이 분명해졌다. 습지의 현황과 그 잠재력을 고려할 때 국가의 기후 적응 조치에 습지를 포함하고 지역 사회 기반 습지 관리와 같은 다각적인 접근 방식 도입 등을 통해 보전 및 관리 노력을 다양화할 적절한 시점이다. 더불어 기존의 탄소 배출을 줄이고 미래의 온실가스 배출을 방지하며, 생태계서비스의 복원력을 구축하는 습지에 대해 국제사회에 공동의 인식을 가질 것을 제안하고 그 방향성을 보완·발전시켜야 할 시점이다.

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회

▶ 2023년 6월 23일(금)

구두 발표

F 발표장 (중회의실 6)

[기획세션] 서울시립대-연세대 (10:00~12:00)

좌장 : 이태동 (연세대학교)

리빙랩과 기후적응: 적응 의사결정 지원을 위한 리빙랩 연구방향

F-09 기후적응 주제별 리빙랩 실행 기법 개발 및 의사결정 지원 시스템 구축 연구

이태동

연세대학교 정치외교학과

F-10 지자체 기후적응 리빙랩 기법 개발 필요성과 방향

김 현

연세대학교 정치학과 BK교육연구단

F-11 리빙랩 기반 기후적응 의사결정 지원을 위한 계획 체계와 도구 기초구조 설계

박소민¹, 최재연¹, 김수련², 박찬³

¹서울시립대학교 일반대학원 조경학과,

²서울시립대학교 도시과학대학 도시공학과,

³서울시립대학교 도시과학대학 조경학과

F-12 폭염부문 리빙랩 기반의 적응경로 도출 프레임워크 제안

이재홍¹, 김상혁¹, 김신우¹, 김나연², 이동근³

¹서울대학교 협동과정 조경학, ²서울대학교 조경·지역시스템공학부,

³서울대학교 생태조경·지역시스템공학부

토론

고재경

경기연구원

토론

배민기

충북연구원

토론

성지은

과학기술정책연구원

토론

장정훈

연세대학교

토론

정휘철

한국환경연구원

기후적응 주체별 리빙랩 실행 기법 개발 및 의사결정 지원 시스템 구축 연구

이태동

연세대학교 정치외교학과

tdlee@yonsei.ac.kr

키워드: 기후적응, 리빙랩, 의사결정지원

일반적으로 의사결정 지원도구는 적응옵션을 선택하여 표출하는 구조로 비용 편익분석, 적응 옵션 식별 및 평가지침 모니터링과 같은 기후변화 영향의 상대적 적응 옵션비용을 산출하는 도구 또는 시각화에 도움을 주는 GIS기반 도구 등을 말한다. 그렇기에 의사결정 도구의 주요 목적은 적응경로에서 적응목표 설정, 적응 주요수단 선택, 대응 대안책 제시 및 적응경로의 피드백 제공 등이 있다.

최근 기후변화 적응계획 수립을 위한 의사결정 지원 도구의 개발이 증가하고 있다. 유럽 연합(EU: European Union)은 Climate-ADAPT를 활용하여 유럽의 기후변화 적응전략 수립에 활용하고 있으며 영국의 경우 기후변화 적응 추진 과정에서 리스크평가(CCRA: Climate Change Risk Assessment)를 통해 적응계획을 수립하는 상향식 프로세스 플랫폼 Adaptation Wizard를 개발하였다. 하지만 여전히 사용자들의 접근이 용이하고 쉽게 활용할 수 있는 기후적응 의사결정 지원도구는 미비한 상태이며 특히 주민-기업-관계부처 등 이해관계 당사자가 체감할 수 있는 의사결정 지원 도구 설계가 필요한 상황이다. 이해관계당사자들이 정책형성의 전 과정에 참여하여 솔루션(Prototype)을 공동창조(Co-Creation)하고 이를 직접 실험 및 검증하는 리빙랩(Living Lab) 방법을 활용하여 기후변화 적응 의사결정 지원도구를 개발하고자 한다.

본 연구는 리빙랩 기반 적응경로 의사결정 지원 도구 개발을 실현하기 위해 ① 주체별, 단계별 리빙랩 개발과 ② 사례지역을 선정하여 개발된 리빙랩을 통한 미래 기후변화 적응 경로를 개발을 통해 최종적으로 ③ 적응 부문 및 이해당사자간 통합을 위한 공간과 주체별 의사결정 지원 시스템을 구축하고 효과성을 검증하고자 한다.

※ 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 신기후체제대응 환경기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(RS-2023-00221109)

지자체 기후적응 리빙랩 기법 개발 필요성과 방향

김 현

연세대학교 정치학과 BK교육연구단

hyunkim@yonsei.ac.kr

키워드: 지방자치단체, 리빙랩의 유형, 기후변화 적응 부문, 시범지역, 리빙랩 기법

본 연구는 기후변화 적응을 위한 리빙랩 기반 의사결정 지원 시스템 구축 사업의 일환으로 지자체 기후적응 리빙랩 기법 개발을 목표로 한다. 유럽에서 시작된 리빙랩 접근방식은 한국에서도 다양한 분야에서 여러 주체들이 주도해서 실험적으로 진행되었다. 그러나 선행 사례를 분석해보면 한국 지방자치단체가 정책의사결정과정에서 이 방법을 도입하여 실제 정책을 추진한 경우는 많지 않을 뿐만 아니라, 기후변화적응 분야로 범위를 한정하면 그 사례는 더욱 희박하다. 따라서 한국적 맥락에서 지방자치단체가 기후변화적응을 위한 정책의사결정과정에서 사용할 수 있는 리빙랩 기법을 개발하고 이 기법을 반영한 지원시스템을 구축하는 사업이 필요하다. 이러한 문제의식 하에 본 연구는 향후 6년간 지자체 기후적응 리빙랩 기법의 개발과 유효성 검증 그리고 리빙랩 기법의 지원시스템 반영을 추진해 나가기 위한 기본구상을 제시하고자 한다.

※ 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 신기후체제대응 환경기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(RS-2023-00221109)

리빙랩 기반 기후적응 의사결정 지원을 위한 계획 체계와 도구 기초구조 설계

박소민¹, 최재연¹, 김수련², 박찬³

¹서울시립대학교 일반대학원 조경학과,

²서울시립대학교 도시과학대학 도시공학과,

³서울시립대학교 도시과학대학 조경학과

chaneparkmomo7@uos.ac.kr

키워드: 리빙랩, 기후변화 적응, 의사결정지원, 시민 데이터, 상향식 계획

지역의 물리적, 사회적 특성에 따라 기후변화 영향과 피해가 다르게 나타나기 때문에 기후변화 적응에 있어서 지역 수준의 리스크 평가 및 대응이 필수적이다. 지난 10년간 광역·기초 지자체에서 기후변화 적응대책 세부시행계획이 수립 및 이행되었으나, 기존 정책지원 도구가 기초 지자체 수준 및 공간계획에 활용이 제한적인 점, 계획의 이행력이 낮고, 기후변화 리스크의 실질적 저감 측면에서 실효성이 낮은 점 등 개선이 필요한 것으로 나타났다. 의사결정 지원 측면에서, 국가 수준에서는 상대적으로 다양한 데이터를 활용하여 상세한 예측과 계획이 가능하지만, 지역 수준에서는 활용할 수 있는 데이터의 시공간적 해상도가 낮고 측정 항목도 부족하다. 이에 지역 주민 등 적응주체가 정책 과정에 참여하는 수요자 기반 문제해결인 리빙랩이 주목받고 있다. 이 연구의 목적은 지역 수준의 기후변화 적응대책 의사결정 과정에서 리빙랩을 통해 합리적인 목표 설정과 지역 특성에 맞는 적응 수단의 선택 및 이행할 수 있도록 의사결정 체계와 지원도구를 개발하는 것이다. 체계적인 진행을 위해 적응 의사결정 과정을 4단계로 구분하고, 지자체에서 리빙랩을 통해 계획을 수립할 수 있도록 단계마다 필요한 데이터, 분석 방법을 포함한 지원도구를 제시하고자 한다.

※ 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 신기후체제대응 환경기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(RS-2023-00221110)

폭염부문 리빙랩 기반의 적응경로 도출 프레임워크 제안

이재홍¹, 김상혁¹, 김신우¹, 김나연², 이동근³

¹서울대학교 협동과정 조경학, ²서울대학교 조경·지역시스템공학부,

³서울대학교 생태조경·지역시스템공학부

vaink00@snu.ac.kr

키워드: 폭염 리스크, 열 쾌적성, 시민 데이터, 리빙랩, 적응경로, 의사결정지원

기술도입의 적용 및 효과평가에 따른 실효성 제고 단계에서 다양한 공공 및 민간 참여자의 역할 및 이해상충관계를 이해하고 반영하는 것은 성공적인 기술적용을 위한 핵심적인 요소이다. 이를 위해 문제인식, 현황진단 및 계획 등의 단계별 의사결정 과정에서 기술적용 대상자 및 이해관계자의 핵심가치를 파악하고 수렴하기 위한 리빙랩 기법은 기술적용성을 최대할 수 있는 매우 적합한 방법이다..

극한기후 이벤트 중 폭염은 특히 인구특성 및 개인경험에 따라 체감하는 정도가 다르기 때문에 기술적용성 및 효과평가 측면에서 기술적용자 대상자의 실질적인 영향을 파악하고 활용하기위한 리빙랩의 활용도가 높다. 이에 특정 지역 및 집단의 행동이나 반응을 예상 및 분석하고 어떠한 영향인자로부터 기인한 것인지에 파악하기 용이한 시민설문을 활용, 지역별 인구특성별 폭염체감정도의 시민데이터를 구축하여 좀 더 사실적이며 기술적용 대상자 환경 및 수요에 적합한 폭염 리스크 맵을 구축하고자 한다.

폭염체감정도를 반영한 폭염리스크 맵을 기반으로, 취약지역 선정하여 폭염에 대한 적응 전략 수립 시 최적의 적응대책 대안을 제공할 수 있는 적응경로 기법을 활용하여 의사결정을 지원하고자 한다. 선택한 대안이 기후, 사회, 정치 등의 불확실성 인자들에 의해 더 이상 목표한 기능할 할 수 없는 시점에서 시민데이터를 활용한 리빙랩 기반의 사용자주도의 반복적인 기술적용성 및 효과 평가의 과정을 통해 대안을 도출할 수 있는 의사결정의 프레임워크를 제시하고자 한다.

본 연구의 결과는 기술적용 초기단계의 입지타당성 및 적용효율성을 제고하는데 활용할 수 있으며, 지역유형별 주민체감정도를 반영 기술적용 전략을 수립하는데 기여할 수 있다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다(RS-2023-00221110)

포스터 발표

(2023년 6월 22일, 중회의실 1)

기후변화 과학	219
기후변화 적응	243
기후변화 정책	260
기후변화 에너지	266
온실가스 감축	268
온실가스 인벤토리	283

한국기후변화학회 2023년 상반기 학술대회 포스터 발표

▶ 2023년 6월 22일(목)

포스터 발표

중회의실 1

포스터세션 (기후변화 과학 / 기후변화 적응 / 기후변화 정책 /
기후변화 에너지 / 온실가스 감축 / 온실가스 인벤토리)

기후변화 과학 (13:30~14:30)

좌장 : 김연희 (포항공과대학교)

- P-01 옥수수과 들깨의 군락 온도 비교 분석
Comparison of the Canopy Temperature for Maize and Perilla
엄기철[†] 임채일
주식회사 세종데이터연구소
- P-02 고추와 가을배추의 군락 온도 비교
Comparison of the Canopy Temperature for Red-pepper and Chinese
cabbage
엄기철^{1,†}, 김시주²
¹주식회사 세종데이터연구소, ²(사)농업사회발전연구원
- P-03 들깨와 무의 야간 군락 온도 비교
Comparison of the Canopy Temperature for Perilla and Radish
엄기철^{1,†}, 김시주²
¹주식회사 세종데이터연구소, ²(사)농업사회발전연구원
- P-04 가을배추와 호박의 야간 군락 온도 비교
Comparison of the Canopy Temperature for Chinese cabbage and
Pumpkin in Night Time
엄기철[†], 임채일
주식회사 세종데이터연구소
- P-05 친환경 수소 저장 및 생산을 위한 바이오매스-포름산-수소 전환 공정 개발
박주형¹, 최영찬¹, 이동욱², 이영주¹, 송규섭¹, 노영훈¹, 김진성¹
¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²한국에너지기술연구원 에너지저장연구실

- P-06 농업기후지수의 계절 예측성 개선**
 송찬영¹, 안중배^{1,2}, 서가영¹, 최명주¹, 김소희¹, 정민경¹, 이경도³
¹부산대학교 대기환경과학과, ²부산대학교 기초과학연구원,
³국립농업과학원 기후변화평가과
- P-07 Regional analysis of agricultural climate indices by rice ecotypes during the 30 years from 1991 through 2020**
 Yeji Kim, Sera Jo, Mingu Kang, Yongseok Kim[†]
 Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences
- P-08 계절별 극한 기온 발생에 따른 기상변수 및 미세먼지 농도 변화 이해**
 박선민¹, 윤재승²
¹고려대학교 오정리질리언스연구원,
²고려대학교 4단계 BK21 환경생태공학교육연구단
- P-09 CMIP6 모델에서 동아시아 지역 이산화탄소 농도 변화와 식생 활동의 계절별 상호관계**
 신민석, 예상욱
 한양대학교 해양융합과학과
- P-10 시료 보관기간에 따른 온실가스별 상대정확도 평가**
 임수길¹, 박종호¹, 서경애¹, 김소이¹, 임철수², 임재현², 김보경², 설성희²
¹이아이씨티(주) 기술연구소, ²국립환경과학원 지구환경연구과

옥수수과 들깨의 균락 온도 비교 분석

Comparison of the Canopy Temperature for Maize and Perilla

엄기철⁺ 임채일

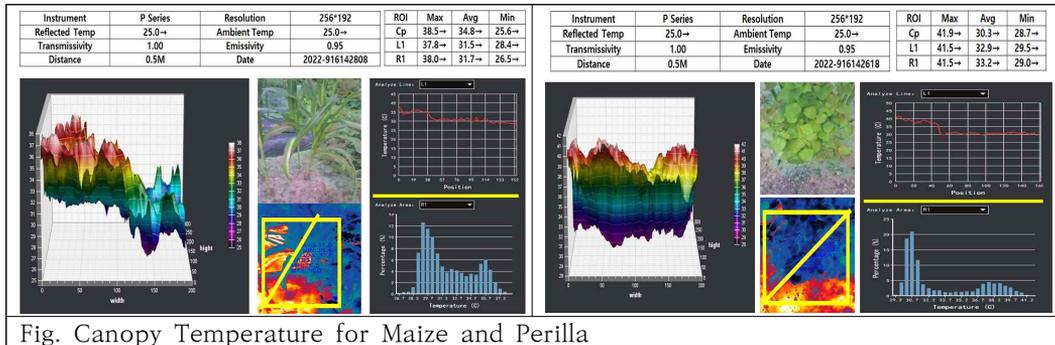
주식회사 세종데이터연구소

kceom6578@hanmail.net

키워드: 옥수수, 들깨, 균락온도

본 연구에서는 전라북도 전주시 완주군 이서면 지사제안길 144에 위치한 농가 포장에서, 토양 수분 센서 (Model : Spectrum #6466)를 이용하여 표층토의 토양 수분 함량을 측정함과 동시에, 열복사 영상 카메라 (Model : InfiRay)를 이용하여 옥수수와 들깨의 균락 온도를 2022년 9월 16일 14:20 - 14:30에 촬영한 열복사 영상 이미지를 분석하여 옥수수와 들깨의 균락 온도를 비교 분석하였다. 옥수수와 들깨 포장의 토양 수분함량 (중량%)은 각각 4.6%와 2.5%로서 아주 극심한 한발 상태이었다. 옥수수와 들깨의 Line 상 균락 최대온도는 각각 37.8°C와 41.5°C, 평균온도는 각각 31.5°C와 32.9°C, 최대온도와 최저 온도의 차이인 Range는 각각 9.4°C와 12.0°C이었으며, 그림에 표시된 지역의 균락 온도의 최대 분포 온도는 각각 28.5-31.0°C와 30.0-31.5°C이었다. 토양 수분함량이 낮을 수록 모든 균락 온도는 높은 경향을 나타내었다.

이와 같은 결과는 향후의 작부체계 모형 개발 연구에 필요하다.



※ 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(공동과제명 : 지역별 재배 적지 발작물 작부체계 실태 조사, D/B 구축 및 경제성 분석, 공동과제 번호 : PJ01528904)의 지원에 의해 수행되었습니다.

고추와 가을배추의 균락 온도 비교 Comparison of the Canopy Temperature for Red-pepper and Chinese cabbage

엄기철^{1,†}, 김시주²

¹주식회사 세종데이터연구소,

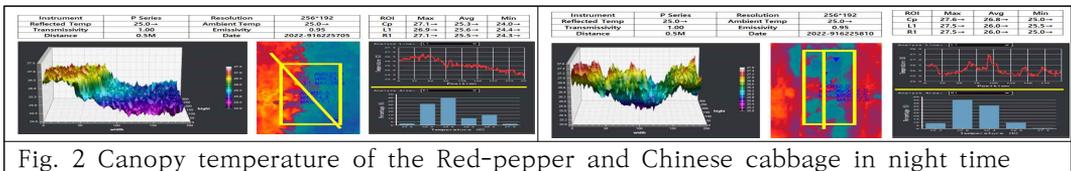
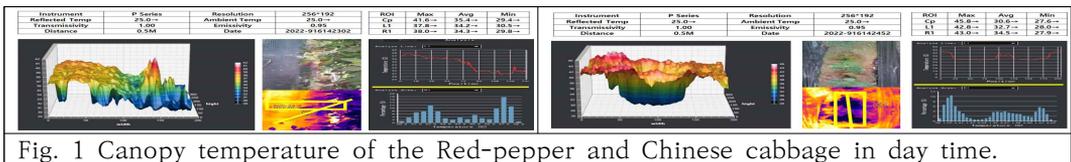
²(사)농업사회발전연구원

kceom6578@hanmail.net

키워드: 고추, 가을배추, 균락온도

본 연구에서는 전라북도 전주시 완주군 이서면 지사제안길 144에 위치한 농가 포장에서, 열복사 영상 카메라 (Model : InfiRay)를 이용하여 생육 후기의 고추와 생육 초기인 가을배추의 균락 온도를 2022년 9월 16일 14:20 - 14:30의 주간과 동일 23:00시경의 야간에 촬영한 열복사 영상 이미지를 분석하여 고추와 배추의 균락 온도를 비교 분석하였다. 고추와 배추의 Line 상 주간의 균락 최대온도는 각각 37.8°C와 42.8°C, 평균온도는 각각 34.2°C와 32.7°C, 그림에 표시된 지역의 균락 온도의 최대 분포 온도는 각각 37.0°C내외와 30.0°C내외이었다. 고추와 배추의 Line 상 야간의 균락 최대온도는 각각 26.9°C와 27.5°C, 평균온도는 각각 25.6°C와 26.0°C, 그림에 표시된 지역의 균락 온도의 최대 분포 온도는 각각 25.5°C와 25.8°C이었다. 주간에 비하여 야간의 균락 온도는 그 차이가 매우 작았다.

이와 같은 결과는 향후의 발작물 한발 지표 개발 연구에 필요하다.



※ 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(공동과제명 : 배추 고추의 토양 수분 이동 특성 및 최적 간단 관개 방법 구명, 공동과제 번호 : PJ017049)의 지원에 의해 수행되었습니다.

들깨와 무의 야간 균락 온도 비교

Comparison of the Canopy Temperature for Perilla and Radish

엄기철^{1,+}, 김시주²

¹주식회사 세종데이터연구소,

²(사)농업사회발전연구원

kceom6578@hanmail.net

키워드: 들깨, 무, 야간 균락 온도

본 연구에서는 전라북도 전주시 완주군 이서면 지사제안길 144에 위치한 농가 포장에서, 토양 수분 센서 (Model : Spectrum #6466)를 이용하여 표층토의 토양 수분 함량을 측정함과 동시에, 열복사 영상 카메라 (Model : InfiRay)를 이용하여 들깨와 무의 야간 균락 온도를 2022년 9월 27일 00:40 - 00:45에 촬영한 열복사 영상 이미지를 분석하여 야간의 균락 온도를 비교 분석하였다. 들깨와 무 포장의 토양 수분함량 (중량 %)은 각각 6.5%와 12.4%이었다. 들깨와 무의 Line 상 균락 최대온도는 각각 16.5°C와 14.1°C, 평균온도는 각각 13.7°C와 12.7°C, 최대온도와 최저 온도의 차이인 Range는 각각 4.1°C와 2.2°C내외이었으며, 그림에 표시된 지역의 균락 온도의 최대 분포 온도는 각각 13.0-14.0°C와 12.7°C내외이었다. 토양 수분함량이 낮을수록 모든 균락 온도는 높은 경향을 나타내었다.

이와 같은 결과는 향후의 작물 수분 스트레스 지수 개발 연구에 필요하다.

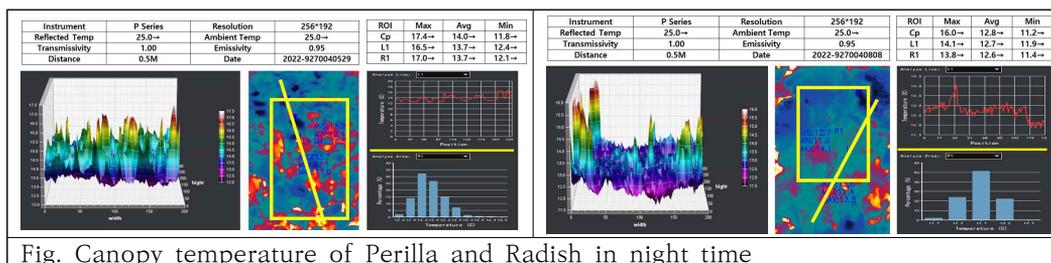


Fig. Canopy temperature of Perilla and Radish in night time

※ 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(공동과제명 : 배추 고추의 토양 수분 이동 특성 및 최적 간단 관개 방법 구명, 공동과제 번호 : PJ017049)의 지원에 의해 수행되었습니다.

가을배추와 호박의 야간 균락 온도 비교 Comparison of the Canopy Temperature for Chinese cabbage and Pumpkin in Night Time

엄기철[†], 임채일

주식회사 세종데이터연구소

kceom6578@hanmail.net

키워드: 가을배추, 호박, 야간 균락 온도

본 연구에서는 전라북도 전주시 완주군 이서면 지사제안길 144에 위치한 농가 포장에서, 토양 수분 센서 (Model : Spectrum #6466)를 이용하여 표층토의 토양 수분 함량을 측정함과 동시에, 열복사 영상 카메라 (Model : InfiRay)를 이용하여 생육 초기 가을배추와 생육 후기 호박의 야간 균락 온도를 2022년 9월 26일 23:00 - 23:05에 촬영한 열복사 영상 이미지를 분석하여 야간의 균락 온도를 비교 분석하였다. 배추와 호박 포장의 토양 수분함량 (중량 %)은 각각 3.5%와 10.0%이었다. 배추와 호박의 Line 상 균락 최대온도는 각각 19.1°C와 15.8°C, 평균온도는 각각 15.9°C와 15.1°C, 최대온도와 최저 온도의 차이인 Range는 각각 4.3°C와 1.2°C이었으며, 그림에 표시된 지역의 균락 온도의 최대 분포 온도는 각각 15.4°C와 15.3°C내외이었다. 토양 수분함량이 낮을수록 모든 균락 온도는 높은 경향을 나타내었다.

이와 같은 결과는 향후의 수분 스트레스 지수 개발 연구에 필요하다.

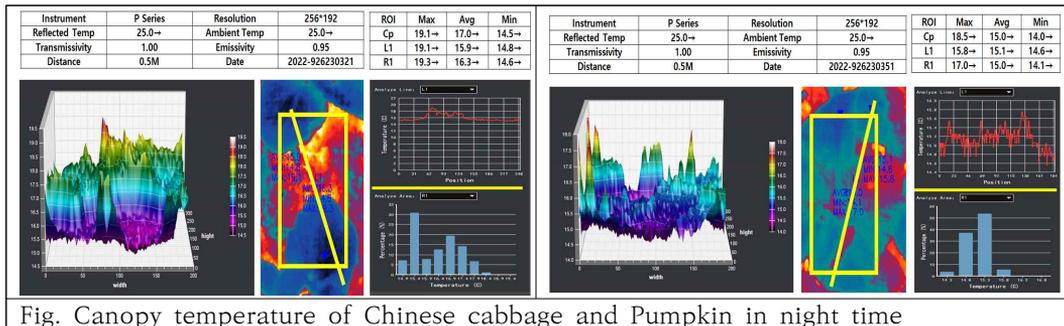


Fig. Canopy temperature of Chinese cabbage and Pumpkin in night time

※ 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(공동과제명 : 배추 고추의 토양 수분 이동 특성 및 최적 간단 관개 방법 구명, 공동과제 번호 : PJ017049)의 지원에 의해 수행되었습니다.

친환경 수소 저장 및 생산을 위한 바이오매스-포름산-수소 전환 공정 개발

박주형¹, 최영찬¹, 이동욱², 이영주¹, 송규섭¹, 노영훈¹, 김진성¹

¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실,

²한국에너지기술연구원 에너지저장연구실

parkjh20317@kier.re.kr

키워드: 수소 생산, 수소 저장, 바이오매스 전환, 포름산, 탈수소 촉매, 레블린산, 액체 유기 수소저장체(LOHC)

미래 청정에너지인 수소의 활용 요구는 지속적으로 늘어나고 있으나 다음 두 가지 문제를 반드시 해결해야만 한다. 현재 수소는 천연가스, 석탄 등 화석연료로부터 생산되고 있다. 가까운 미래에 수소 수요가 급격히 증가할 것으로 예상되므로 보다 깨끗하고 효율적이며 지속가능한 수소 생산 기술 개발이 요구된다. 두 번째는 지속가능한 수소 생산이 가능하더라도 수소의 물리적인 특성상 안정성과 저장성 문제를 해결해야만 한다. 현재 수소는 고압 또는 액화와 같은 물리적인 저장방법이 상용화되어 있다. 본 연구팀에서는 바이오매스로부터 액체 유기 수소저장체(LOHC)인 포름산이 생산된다는 점에 주목하여 바이오매스(친환경 원료)-포름산(수소저장)-수소(수소생산) 전환 공정을 개발하였다. 다양한 초본계/목본계 바이오매스로부터 기계적 유기산촉매 해중합 공정과 공용솔벤트 첨가 방법으로 50% 이상의 높은 포름산 생산 수율을 달성하였다. 바이오매스로부터 생산된 포름산은 팔라듐 불균을 촉매를 이용하여 모두 수소로 전환되었다. 제안한 수소 생산 공정은 바이오매스로부터 수소 생산을 위한 더 효율적이고 지속가능하며 경제적인 공정이 될 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 2023년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단(NRF)의 지원을 받아 수행한 연구결과입니다. (2021R1C1C2013768, C3-6622)

참고문헌

1. Park J-H, Jin M-H, Lee D-W, Lee Y-J, Song G-S, Park S-J, Namkung H, Song KH, and Choi Y-C.: "Sustainable Low-Temperature Hydrogen Production from Lignocellulosic Biomass Passing through Formic Acid: Combination of Biomass Hydrolysis/Oxidation and Formic Acid Dehydrogenation", Environ. Sci. Technol., 53-23, 14041-14053 (2019).
2. Park J-H, Lee D-W, Jin M-H, Lee Y-J, Song G-S, Park S-J, HJ Jung, KK Oh, and Choi Y-C.: "Biomass-formic acid-hydrogen conversion process with improved sustainability and formic acid yield: Combination of citric acid and mechanocatalytic depolymerization", Chemical Engineering Journal, Part2, 421-1, 127827 (2021).

농업기후지수의 계절 예측성 개선

송찬영¹, 안중배^{1,2}, 서가영¹, 최명주¹, 김소희¹, 정민경¹, 이경도³

¹부산대학교 대기환경과학과, ²부산대학교 기초과학연구원,

³국립농업과학원 기후변화평가과

cysong@pusan.ac.kr

키워드: 미국, 농업기후지수, 계절예측, 지역기후모형, 경험적분위사상법

우리나라는 주요 곡물(밀, 옥수수, 대두 등)에 대한 곡물 자급률이 현저히 낮아 대부분 해외 국가로부터 수입에 의존하고 있다. 그 중 미국은 주요 곡물에 대한 주요 생산 및 수출 국가 있기 때문에 해당 지역에 작황을 추정하는 것은 우리나라의 곡물 수급을 안정적으로 계획 및 수립하기 위해 중요하다. 본 연구에서는 지표 기온으로 산출되는 미국 농업기후지수의 계절 예측성을 개선하고자 한다. 이를 위해 먼저 Pusan National University Coupled General Circulation Model (PNU CGCM)에서 생산된 시간 별 전지구 예측 자료를 지역기후모형인 Weather Research and Forecasting (WRF)의 초기 및 측면 경계조건으로 사용하여 미국 전역에 대해 역학적으로 규모축소된 예측자료를 생산했다. WRF의 적분은 22년(2000~2021년) 동안 매년 하반기를 포함하는 기간(6~12월)에 대해 수행된다. 본 연구에서는 WRF에 의해 모의된 일 평균·최저·최고기온에 대해 경험적 분위사상법(empirical quantile mapping, EQM)을 적용하여 모형이 갖는 편의를 보정했다. EQM을 이용하여 보정된(보정되지 않은) 자료들은 WRF_C (WRF_UC)로 명명했다. WRF_UC는 미국 내 대부분의 지역에서 일 최저기온(최고기온)을 과대(과소) 모의했는데, 이는 저온(고온) 범위를 과소 모의한 특징에서 비롯되었다. WRF_C는 WRF_UC에 나타난 일 평균·최저·최고기온의 편의가 감소하고 공간분포에 대한 예측성이 향상되었기 때문에 결과적으로 일 기온을 기반으로 산출되는 농업기후지수의 예측성 향상을 유도했다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01475503)”의 지원으로 수행되었습니다.

Regional analysis of agricultural climate indices by rice ecotypes during the 30 years from 1991 through 2020

Yeji Kim, Sera Jo, Mingu Kang, Yongseok Kim[†]

Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences
0802geegee@korea.kr

Keywords: Climate Indices, Climatic Production Index (CPI), Rice

Climatic Production Index (CPI) is the agricultural index which estimates the crop productivity in terms of climatic conditions (temperature and sunshine hours) during the crop maturing period. Therefore, this index can be used as one of the indicator showing the impact of climate on agricultural sector. We analyzed rice CPI in 167 cities and counties in South Korea (S. Korea) during the 30 years (1991-2020) in this study. As for the rice, three different ecotypes are considered (early, medium, and mid-late maturing variety). To obtain more accurate CPI values, high-resolution (270m horizontal resolution) weather data (temperature and sunshine hours) extracted over only farm-land regions based on Farm Map database (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, S. Korea) are used. The result shows that the minimum CPI is recorded in Gangwon-do for all ecotypes of rice (66.67%, 56.67% and 63.33% for early, medium and mid-late maturing variety). The maximum CPI for early maturing variety was shown in Jeju-do (26.67%), followed by Jeollanam-do (20%). As for medium maturing variety, Jeju-do (33.33%) and Gyeonggi-do (23.33%) shows the highest CPI. For the mid-late maturing variety, Gyeonggi-do (30%) and Jeju-do (23.33%) was chosen as the maximum region. The southern regions have relatively longer sunshine hours and higher temperatures during rice maturing period, resulting in higher CPI values, while Gangwon-do, north-eastern part of S. Korea with high altitude with lower temperature, shows lower CPI values. Since the CPI only considers the fixed heading date of rice by each ecotype for all regions, there are limitations to understanding rice production levels by region. For the follow-up study, it is suggested that the rice heading should be considered separately in terms of rice growing area to get more advanced climate indices of rice.

※ This research was supported by the Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ015008), NAS, RDA

계절별 극한 기온 발생에 따른 기상변수 및 미세먼지 농도 변화 이해

박선민¹, 윤재승²

¹고려대학교 오정리질리언스연구원,

²고려대학교 4단계 BK21 환경생태공학교육연구단

mireiyou@korea.ac.kr

키워드: 극한기온, 미세먼지, 상관성, 기후변화

세계적으로 기온이 증가하는 현상이 뚜렷하게 나타나고 있으며 지역별 계절별 극한 기온의 발생 빈도, 강도 등이 증가하고 있는 실정이다. 이러한 극한 기온의 발생은 사회/경제/환경에 다양한 영향을 미치며 특히 에어로졸의 농도에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구는 대한민국에서 지역별로 발생하는 극한 기온이 계절별 미세먼지와 초미세먼지(PM10과 PM2.5)의 농도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 이해를 최종 목표로 하고 있다. 자료는 ECMWF Reanalysis v5(ERA5), Automated Surface Observing System (ASOS), Climate Predict Center(CPC), Air Korea 등에서 제공하는 기상변수, 측정 최고, 최저, 평균 기온, 강수량, 미세먼지를 사용하였다. 극한기온은 계절마다 계산되었고, 지역적 특성을 반영하기 위해 정해진 값이 아닌 95 percentile 값을 기준으로 사용되었다. 미세먼지와 기온측정 지점이 다르므로 기온측정 지점을 기준으로 가까운 미세먼지 측정지점을 뽑아 상관성을 분석하고 기상변수들은 연/계절 평균 외 극한기온 발생했을 경우를 Empirical Orthogonal Function, composite 사용하여 분석하였다.

※ 이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2021R1A6A1A10045235)과 한국연구재단 4단계 BK21사업(과제번호 4120200313708)으로 수행되었습니다.

CMIP6 모델에서 동아시아 지역 이산화탄소 농도 변화와 식생 활동의 계절별 상호관계

신민석, 예상욱

한양대학교 해양융합학과

ddengkkang@gmail.com

키워드: 동아시아 탄소, 계절별 변화, 식생 모델, 탄소 순환, CMIP6

전 지구적 기후변화와 함께 이산화탄소 방출량은 지속적으로 증가하고 있으며 이러한 방출량의 절반가량이 지구 대기에 그대로 잔류하여 대기 중 이산화탄소 농도 증가에 기여하고 있다. 인간 활동으로 인해 발생하는 이산화탄소 방출이 대기 중 농도 증가의 주요한 원인이지만 육상 및 해상 탄소 흡수원들 또한 대기 중 이산화탄소 농도변화에 영향을 미친다. 특히 동아시아 지역의 탄소 배출량은 다양한 관측 자료의 분석 결과를 비교할 때 세계 평균보다 빠르게 증가하고 있으며 또한 육상 및 해상 탄소 흡수원의 영향을 크게 받고 있다. 1987년 이후 동아시아의 이산화탄소 농도변동 폭은 관측 자료를 기준으로 볼 때 전 지구 평균 변동 폭의 두 배에 가까운 모습을 보이고 있는데 이는 이 지역의 탄소 흡수원 등의 요인이 전 지구 값에 비해 더 지배적인 영향을 미치고 있음을 보여주는 것이다. 본 연구에서는 계절별 이산화탄소 농도 변화와 이에 영향을 미치는 요인이 계절에 따라 어떤 관련성을 가지고 있는지에 대해 연구하였으며 이를 확인, 전망하기 위해 CMIP6에 참여한 지구시스템 모델들에서 모의된 이산화탄소 농도 변수와 함께 잎 면적지수(Leaf Area Index, LAI), 총 일차 생산량(Gross Primary Production, GPP), 순 일차 생산량 (Net Primary Production, NPP)등 여러 변수들을 사용한 모델을 이용하여 1987년~2014년 기간 동안 동아시아 이산화탄소 농도값과 식생과 관련한 다양한 변수 값에 대한 상호 관련성을 살펴보고 분석하였다.

시료 보관기간에 따른 온실가스별 상대정확도 평가

임수길¹, 박종호¹, 서경애¹, 김소이¹, 임철수², 임재현², 김보경², 설성희²

¹이아이씨티(주) 기술연구소, ²국립환경과학원 지구환경연구과

sooglim@gmail.com

키워드: 온실가스, 굴뚝연속자동측정기기, 온실가스공정시험기준, 상대정확도, 소각장

환경부는 2022년 11월 25일 온실가스공정시험기준 13종을 제정·고시하였다. 온실가스 공정시험기준에는 굴뚝연속자동측정기기를 이용한 측정이 있으며, 굴뚝연속자동측정기기를 이용하여 측정할 경우 주시험법인 가스크로마토그래프와 상대정확도를 산출하여야 한다. 온실가스공정시험기준에서는 시료의 분석을 7일 이내로 규정하고 있다. 본 연구에서는 현장에서 채취한 시료의 보관 안정성을 확인하기 위하여 시료채취 직후부터 온실가스공정시험기준에서 규정한 시료의 분석기간인 7일 후까지 온실가스 농도의 변화추이를 확인하고, 상대정확도를 평가하였다. 현장실험은 생활폐기물 소각장 및 가구를 만드는 공장의 사업장 폐기물 소각장에서 수행하였다. 생활폐기물 소각장에서는 7일간의 농도 추이를 확인하였으며, 사업장폐기물 소각장에서는 농도 추이 및 상대정확도를 평가하였다. 대상 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O)이며, 상대정확도 평가를 위해 주시험법인 GC와 온실가스공정시험기준에서 사용되는 연속자동측정장비 FTIR을 이용하여 측정·분석하였다. 생활폐기물 소각장 및 사업장폐기물 소각장에서 채취한 시료의 이산화탄소 농도는 보관기간에 따라 지속적으로 감소하였다. 생활폐기물 소각장 경우 당일 분석한 이산화탄소의 농도에 비해 7일 후 분석한 이산화탄소의 농도는 변화가 거의 없었으며, 사업장폐기물 소각장은 감소하는 경향을 보였다. 메탄은 생활폐기물 소각장 및 사업장폐기물 소각장에서 보관기간에 따른 감소는 거의 나타나지 않았다. 아산화질소는 생활폐기물 소각장에서 보관기간에 따른 농도변화는 거의 나타나지 않았으나, 사업장폐기물의 경우 아산화질소는 이산화탄소 및 메탄의 경우와 다른 경향을 나타내었다. 사업장폐기물 소각장에서 아산화질소 농도는 시료채취 1일 후의 농도가 가장 높았으며, 시료 보관기간이 증가할수록 농도가 감소하는 경향을 나타냈다. FTIR로 측정한 사업장폐기물 소각장은 NO 농도가 높게 나타났다. NO와 내부 유기물과의 반응에 의해 아산화질소를 생성하여 시료채취 1일차에 아산화질소 농도가 높게 나왔을 것으로 판단한다. 상대정확도는 주시험법과 연속자동측정기기의 차이가 20% 이내로 나타나야 한다. 본 연구의 상대정확도 평가에서 메탄과 아산화질소는 시료채취 당일부터 7일의 보관기간까지 상대정확도 기준을 만족하였으나, 이산화탄소는 6, 7일 후의 경우 상대정확도 기준을 만족하지 못하였다. 추 후 다양한 폐기물 소각장에서의 평가가 필요할 것으로 판단된다.

- P-11 **서울 열대야의 발생 조건 및 서해 SST 영향 분석**
강태훈¹, 윤동혁², 차동현^{1,†}
¹울산과학기술원 도시환경공학과, ²Princeton University, USA
- P-12 **춘천시 산림지역의 기상인자 특성 분석**
임찬진¹, 채희문²
¹강원대학교 산림환경시스템과, ²강원대학교 산림과학부
- P-13 **단일 측정 지점에서의 온실가스 및 대기오염물질 변동성 분석**
박수희, 박채린, 심소정, 정수종
서울대학교 환경대학원, 기후테크센터
- P-14 **이산화탄소 농도 변화에 따른 엘니뇨/라니냐 기간 극 지역 반응 변화 분석**
송성현, 예상욱, 송세용
한양대학교 해양융합과학과
- P-15 **Reconstruction of Antarctic surface temperature using artificial neural network**
Mingi Oh, Sang-Yoon Jun, Seong-Joong Kim
Korea Polar Research Institute
- P-16 **머신러닝을 이용한 서리발생추정 연구**
김용석, 심교문, 강민구, 김예지, 조세라, 김응섭
국립농업과학원 기후변화평가과
- P-17 **기후 환경 분야 국내외 드론 특허기술 분석**
임은정
Association of Science and Technologic Information
- P-18 **국민 건강에 영향을 주는 주요 기상 및 기후 인자 분석**
김석철^{1,2}, 박문수¹, 강민수^{1,2}, 백기태², 고광근³
¹세종대학교 기후환경융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터,
³(재)차세대수치예보모델개발사업단

- P-19 새로운 초극한고온지수(a Super Extreme High Temperature index)의
정의와 특성에 관한 연구
이태민
건국대학교 지리학과
- P-20 한반도 건조도지수(Arid Intensity Index)의 변화 경향 분석과 적용가능성에
관한 연구
김소정
건국대학교 지리학과

서울 열대야의 발생 조건 및 서해 SST 영향 분석

강태훈¹, 윤동혁², 차동현^{1,†}

¹울산과학기술원 도시환경공학과,

²Princeton University, USA

tmahs9638@unist.ac.kr

키워드: 열대야, 폭염, 북서태평양 고기압, SST

지구온난화에 의한 전지구 평균 기온 상승은 폭염과 열대야의 발생을 증가시켰다. 특히, 열대야는 폭염과 비교해 더 뚜렷한 증가 경향을 가지는 것으로 밝혀졌지만, 관련 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 서울지역의 열대야에 대한 이해를 높이기 위해 수행되었다.

먼저, ASOS (Automated Surface Observing System) 서울 지점 온도 자료를 이용해 열대야($TMIN \geq 25^\circ C$)를 전날 폭염($TMAX \geq 33^\circ C$) 발생 유무를 기준으로 나눠 빈도를 분석하였다. 분석 기간(1979-2018, 7-8월) 동안, 전날 폭염 없이 발생한 열대야(pure-TN)는 211일, 전날 폭염에 연달아 발생한 열대야(HWTN)는 160일 발생하였으며, 두 열대야 현상 모두 7월 하순부터 8월 중순(7/21-8/20) 사이에 대부분(pure-TN:176일/211일, HWTN:145일/160일) 발생하는 것으로 나타났다.

ERA5 재분석 자료를 사용하여 pure-TN과 HWTN의 발생 평균 종관패턴을 분석한 결과 두 열대야 현상은 서로 다른 대기 조건에서 발생한 것으로 나타났다. 특히, 서울지역 상공 925 hPa의 온난이류 편차는 pure-TN에서만 나타나는 기상학적 특징으로 남서풍이 지배적인 환경에서 높은 해수면 온도(SST)의 영향으로 서해 상공의 더운 공기가 서울지역으로 이류되어 나타난 결과로 추정된다.

서해의 SST가 두 서울 열대야에 미치는 영향을 분석하기 위해 WRF (Weather Research & Forecast) 모델 실험을 수행하였다. pure-TN (HWTN)이 가장 빈번했던 2013(2018)년을 분석 연도로 설정하였으며, 각 연도 별 기존 SST를 사용한 통제 실험(CTL)과 서해($34.5-38^\circ N$, $121-127^\circ E$) 영역 평균 편차(2013:1.39K, 2018:2.69K)를 제거한 SST를 사용한 대조군 실험(WEST)을 서로 분석하였다. 그 결과, 2018년과 비교해 2013년의 WEST 실험은 CTL 실험 대비 서울지역의 최저기온을 더욱 낮게 모의하는 것으로 나타났다. 이는 낮아진 서해의 SST에 의해 서울지역 상공의 온난이류가 감소하였기 때문으로 보인다.

춘천시 산림지역의 기상인자 특성 분석

임찬진¹, 채희문²

¹강원대학교 산림환경시스템과, ²강원대학교 산림과학부
lim6581@kangwon.ac.kr

키워드: 산림기후, 기상인자, 산림인접지역

지구온난화로 기후변화에 관심이 높아짐에 따라 도시 숲 개발, 나무 가꾸기, 탄소 축적 등 산림을 통한 지구 온난화 대책 연구가 진행되고 있다. 산림은 수관에서 태양에너지를 흡수하기 때문에 산림 인접지와 비교하였을 때 지표면에 도달하는 태양에너지가 감소하므로 최고기온은 낮고 상대습도는 높게 측정된다. 산림지역의 기상인자분석은 산림구조를 결정하고 산림의 기후특성을 이해하는데 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 2018년 3월 15일부터 2023년 3월 14일까지 5년간 기상청에서 제공하는 춘천기상대(ASOS 코드:101) 과 산림 내 지역에 설치한 기상측정장비(HOBO Data Logger)를 통해 기상데이터를 수집하였고, 2021년 3월 15일부터 2023년 3월 14일까지 2년간 산림 인접 지역의 기상데이터를 수집하여, 춘천기상대, 산림 내 지역, 산림 인접 지역의 기상 데이터를 비교하였다. 춘천기상대와 산림 내 지역의 기온(°C)과 상대습도(%)를 비교한 결과 춘천기상대가 산림 내 지역보다 연 평균 기온 0.34°C, 월 평균 최고기온 0.42°C으로 더 높았으며, 월 평균 최저기온 0.40°C, 연평균 상대습도 1.4%로 더 낮았다. 또한 춘천기상대, 산림 내 지역, 산림 인접 지역의 기온(°C)과 상대습도(%) 데이터를 비교한 결과 연평균 기온은 산림 인접 지역 13.31°C, 춘천기상대 12.18°C, 산림 내 지역 10.82°C 순으로 높았고 상대습도는 산림 인접 지역 64.9%, 춘천기상대 69.77%, 산림 내 지역 71.0% 순으로 낮았다.

※ 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2023R1A2C100779911).

단일 측정 지점에서의 온실가스 및 대기오염물질 변동성 분석

박숙희, 박채린, 심소정, 정수중

suki_bluetdot@snu.ac.kr

키워드: 온실가스, CO₂, 대기오염물질, CO, NO₂, 온실가스 지상관측

도시에서 일어나는 다양한 형태의 화석연료 연소는 일산화탄소(CO) 및 이산화질소(NO₂)와 같은 대기오염물질과 이산화탄소(CO₂)와 같은 온실가스를 함께 배출하는 경향을 가진다. 따라서 도시에서 CO₂와 CO, NO₂의 상관성을 파악하는 것은 온실가스의 효율적 저감 및 온실가스와 대기질 개선이라는 공편익의 관점에서 중요한 화두로 대두되었다. 하지만 현재까지 국내의 관련 연구는 대부분 온실가스와 대기오염물질을 한곳에서 측정하지 못한 경우가 많았다. 본 연구는 서울시 관악구 서울대에 위치한 단일 측정 지점에서 관측된 대기 중 CO₂, CO, NO₂의 농도 현황을 면밀히 파악하는 것을 목표로 한다. 자료는 적외선 분광법을 이용한 측정 장비를 통해 2021년 4월부터 현재까지 엄격한 정도 관리를 통해 측정된 측정값을 활용하였다. 일반적으로 세 기체 모두 하루 중 오전(6~9시)에 점차 농도가 높아지고, 오후(12~15시)에 감소했다가, 일몰 이후(18~21시) 다시 농도가 상승하는 추세를 보였다. 계절별 농도 변동으로 세 기체 모두 여름과 겨울에 각각 최저농도와 최고농도를 나타냈으며, CO₂와 CO는 여름에, NO₂는 겨울에 가장 큰 표준 편차를 나타냈다. 측정 농도에서 배경 농도를 제거한 값으로 정의되는 농도 증가량(enhancement, Δ CO₂, Δ CO, Δ NO₂)을 활용한 기체간 상관성 분석결과, 측정 지점의 CO₂와 대기오염물질의 비율(Δ CO: Δ CO₂, Δ NO₂: Δ CO₂)은 각각 3.42ppb/ppm ($R^2=0.27$), 0.32ppb/ppm ($R^2=0.40$)를 보였다. 또한, 사계절 중 겨울에 가장 높은 비율과 상관성을 나타냈다(Δ CO: Δ CO₂=5.09ppb/ppm, $R^2=0.68$, Δ NO₂: Δ CO₂=0.40ppb/ppm, $R^2=0.57$). 앞으로 주변 환경, 배출요인, 기상 변동성 등 추가 분석을 통하여 CO₂와 대기오염물질의 비율의 시간 변동성 등을 논의할 예정이다.

※ 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2019R1A2C3002868)

이산화탄소 농도 변화에 따른 엘니뇨/라니냐 기간 극 지역 반응 변화 분석

송성현, 예상욱, 송세용
한양대학교 해양융합과학과
natalsong@hanyang.ac.kr

키워드 : 이산화탄소 농도, 엘니뇨/라니냐, ENSO-극 지역, ENSO 원격 상관성

본 연구에서는 이산화탄소 농도 변화에 따른 열대와 극의 ENSO 원격 상관성 변화에 대해 분석하였다. 분석한 자료는 CESM 모형을 이용하여 이산화탄소 농도가 현재 기후값에서 4배가 될 때까지 1년에 1%씩 증가하고(ramp-up 기간, RU), 대칭적으로 농도를 감소시킨(ramp-down 기간, RD) 이상화된 실험을 통해 얻어진 것이다. 분석 결과는 모두 Present-day (PD, 이산화탄소가 현재 농도, (367ppm)로 고정된 환경)을 기후값으로 하는 편차에 대한 분석값이다. RU, RD 기간에 따른 하강 장파복사와 수증기 플럭스, 해빙 면적 등에 대한 엘니뇨, 라니냐 합성도 분석을 수행하였으며, 극 해빙 면적과 극 수온의 상관성 분석을 수행하였다. 분석 결과, RU 기간보다 RD 기간의 엘니뇨 때, 북극 지역에서 하강 장파 복사와 수증기 플럭스는 미세하게 감소하였으며, 북극의 해빙 면적은 미세하게 증가하였다. 극 해빙과 극 수온의 상관관계는 RU, RD 기간 모두 음의 값을 나타내었다. 이것으로 보아 RD 기간 엘니뇨 때, 북극으로의 수증기 유입의 미세한 감소와 해빙의 증가가 RD 기간 엘니뇨 때의 북극 수온에 영향을 준 것으로 보인다.

Reconstruction of Antarctic surface temperature using artificial neural network

Mingi Oh, Sang-Yoon Jun, Seong-Joong Kim

Korea Polar Research Institute

omg@kopri.re.kr

Keyword: Antarctic surface temperature, Trend of reconstructed temperature, kriging interpolation, Deep learning

We made a reconstruction of monthly surface temperature throughout the Antarctica during 1961-2022 using an artificial neural network (ANN) method. The temperature, pressure, wind speed in surface level and altitude of Antarctica obtained from 76 stations located in Antarctica were used for training materials of ANN to improve the existing reconstruction data. The reconstructed surface temperature using the ANN method become closer to the observations than that reconstructed by kriging interpolation. Compared to temperature trends in reconstruction using kriging method, the improved reconstruction shows increased warming in both intensity and extent in Antarctic Peninsula during two periods, 1961-2012 and 1961-2022. For seasonal scales, remarkable warming appears in the Antarctic Peninsula and west Antarctica in austral fall and winter, which leads to an increase of annual temperature changes.

※ This study is supported by the project PE22030 of the Korea Polar Research Institute.

머신러닝을 이용한 서리발생추정 연구

김용석, 심교문, 강민구, 김예지, 조세라, 김응섭
국립농업과학원 기후변화평가과
cyberdoli@korea.kr

키워드: 서리, 기상, 재해, 농작물, 머신러닝

서리의 발생은 농작물에 많은 피해를 발생시키고 있다. 봄에 서리는 과수작물의 꽃이 피기 시작할 무렵 발생하여 꽃봉우리에 피해를 주고 결국 결실을 맺지 못하게 하기 때문에 과수농가는 많은 피해를 입히고 있으며, 대부분의 농작물 수확시기인 가을철에는 수확물의 상품성을 크게 떨어뜨려 큰 피해를 입히기도 한다. 이러한 서리를 예방하기 위해서는 서리 발생을 미리 예측할 수 있는 기술의 개발이 필요하며, 서리발생 예측 기술은 과거 데이터 기반으로 구축되기 때문에 데이터의 구성이 중요한 요인으로 작용한다. 그래서 서리를 사전에 예측하여 피해를 줄이기 위해 서리 발생과 관련이 높은 최저기온, 강수량, 풍속, 이슬점온도, 상대습도, 구름량, 지면온도, 초상최저온도 등의 기상요소들에 대한 데이터를 기반으로 다양한 머신러닝 기법을 이용하여 서리발생을 추정하는 모형을 구축하는 연구를 수행하였다. 서리 발생과 관련된 데이터는 전국의 24개 기상청 종관관측지점으로 부터 서리 발생 유무에 대한 정보를 수집하였으며, 또한 해당 지점의 기상관측자료도 함께 수집하였다. 그리고 이러한 데이터를 기반으로 랜덤포레스트(RF, Random Forest)와 인공신경망(ANN, Artificial Neural Network), 장단기메모리(LSTM, Long Short-Term Memory) 등의 머신러닝 기법을 이용하여 서리 발생 분류 모형을 구축하고 정확도를 비교하였다.

※ 이 연구는 농촌진흥청 “신농업기후변화대응체계구축사업(PJ015151, 농장단위 상세기상정보 활용 농업재해정보 분석 연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

기후 환경 분야 국내외 드론 특허기술 분석

임은정

Association of Science and Technologe Information
ejim@korea.ac.kr

키워드: 특허분석, Patent-Map, 드론, 기후변화, Climate Change

비행하는 카메라 ‘드론’은 군사 목적으로 개발되었으나, 에너지, 물류, 운송, 재난구조, 교통 관측, 과학 연구, 농업, 환경오염 제거, 촬영, 취재, 취미 등 다양한 분야에서 드론 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다. 본 논문에서는 드론을 활용한 기후변화와 환경분석 관련 특허기술의 빅데이터 분석과 향후 드론 산업 추세와 특성을 예측하였다.

국내외 특허 분석 결과 미국이 특허 출원이 가장 많았고 한국과 중국이 뒤를 이었다. 환경과 기후 분야 주요 특허로는 중국 드론 중 Method for sampling and intersecting positioning of drone for air pollution emission monitoring, Gobi soil sampling drone set (고비 사막 토양 시료 채취 드론), 일본 환경오염 관련 측정기술로는 환경오염 (environmental pollution) 사건을 위한 긴급 감시 무선 조정 무인기, 미국 특허로는 Apparatus and method for determining location of pollutant source using drone (드론을 이용하는 오염 물질 소스의 결정 위치를 위한 장치와 방법) 등이 출원되었다.

국내 특허로는 드론을 활용한 수질환경 감시방법 (Method for Monitoring Water Quality Environment Using Drone), 드론을 이용한 수질현황 모니터링 방법 및 시스템 (Water Quality Monitoring Method and System for Using Unmanned Aerial Vehicle), 드론 기반의 풍력발전설비 점검관리를 위한 시스템 및 방법 등의 기술 개발이 이루어지고 있다. 국내 주요 출원인으로는 한국항공우주연구원, 한국전력공사, 한국해양과학기술원, 한국건설기술연구원, 한국지질자원연구원, 한국전자기술연구원, 한화시스템, LG 등 이다. 그리고 출원건수는 2015년부터 급격히 증가하여 코로나 팬데믹의 영향으로 2020년 드론 관련 특허기술이 급격히 증가하였다. 주요 IPC는 B64C, G06Q, B64D, G05D, G08G 등이다.

드론 특허기술 개발은 에너지, 운송, 군사, 촬영 분야와 최근에는 농업과 환경오염 분야에서 특허 출원이 증가하고 있다. 특히 환경분야와 기후변화 관련 드론 기술이 증가할 것으로 예측된다.

국민 건강에 영향을 주는 주요 기상 및 기후 인자 분석

김석철^{1,2}, 박문수¹, 강민수^{1,2}, 백기태², 고광근³

¹세종대학교 기후환경융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터,

³(재)차세대수치예보모델개발사업단

ksc819@gmail.com

키워드: 기상, 기후, 건강, 국민건강영양조사, 랜덤 포레스트

본 연구에서는 기후변화로 인해 달라지고 있는 기상 및 기후 환경에 따른 기상 및 기후 인자와 건강영양 인자의 변화 경향을 살펴보고, 건강영양에 영향을 주는 기상 및 기후 인자를 분석하였다. 이를 위해 3~4년의 주기로 실시한 국민건강영양조사를 국가에서 매년 실시하기 시작한 2007년부터 COVID-19가 본격적으로 영향을 주기 이전인 2019년까지를 분석 대상 시기로 선정하였다. 분석에는 기상자료개방포털에서 제공하는 전국 ASOS에서 관측된 기상 인자 및 기상현상일수 자료와 국민건강영양조사 홈페이지에서 제공하는 활동제한, 우울감, 일상 활동, 자살 생각, 외식, 물 섭취량 자료 등 건강영양조사 자료를 활용하였다. 분석 대상 원시 자료를 가공하여 전국 및 중부 및 남부 지방별로 구분하여 분석하였으며, 기상, 기후, 건강 인자의 추세와 상관분석 이후에 랜덤 포레스트 기법을 활용하여 건강 인자별로 영향을 주는 기상 및 기후 인자의 중요도를 분석하였다.

기온, 일조시간, 증발량은 상승 추세인 반면에 상대습도, 강수량은 하강 추세를 나타내었고, 폭염, 우박, 열대야 일수는 증가 추세인 반면에 강수, 결빙, 장마 기간, 안개, 뇌전, 황사 일수는 감소하는 추세로 나타났다. 건강 인자는 스트레스, 일상 활동, 결근, 외식, 물 섭취량이 증가하는 추세이고 결근 일수, 우울감, 자살 생각, 불안 및 우울은 감소하는 추세를 나타내었다. 주요 건강 인자 가운데 일상 활동의 지장에는 일조 시간과 뇌전 일수가, 외식 횟수는 평균 풍속과 평균 기온이, 자살 생각은 일조 시간과 뇌전 일수가 유의미한 상관성이 있었다. 건강에 영향을 주는 기상 및 기후 인자 중요도 분석 결과에서 활동 제한은 평균 기온과 눈 일수가, 우울감은 일조 시간이, 일상 활동은 평균 풍속과 강수일이, 자살 생각에는 일조 시간과 뇌전 일수가, 외식에는 평균 기온과 결빙일이, 물 섭취량은 증발량과 강수일이 가장 중요한 기상 및 기후 인자로 분석되었다. 특히, 자살 생각에는 일조 시간 및 뇌전 일수가 유의미한 상관성을 보이는 동시에 가장 중요한 요인으로 분석되어, 자살 생각에 영향을 주는 기상 및 기후 인자에 대한 상세 후속 연구가 필요함을 확인하였다.

새로운 초극한고온지수(a Super Extreme High Temperature index)의 정의와 특성에 관한 연구

이태민

건국대학교 지리학과

ltm7149@konkuk.ac.kr

키워드: 초극한고온지수, 폭염일, 열대야, 극한기후, 고온

극한기후란 기후 또는 기상 분포의 상, 하한 부근에서 대푯값보다 매우 높거나 낮은 요소의 값을 가진 현상을 의미한다(IPCC, 2021). 폭염일과 열대야와 같은 극한 고온현상의 증가는 사망 위험과 질병에 대한 적응 비용과 취약성을 증가시킨다고 알려져 있다(Gasparini *et al.*, 2015; Guo *et al.*, 2017). 극한기후 현상은 발생 지속기간이 길어지거나 강도가 강해지면 그 피해가 더욱 커진다(IPCC, 2021). 야간에 냉각 효과가 약한 도시에서 여름철 낮 시간에 발생한 폭염은 열대야로 이어지고 다시 그다음 날의 폭염으로 이어지면서 전날 폭염보다 강도가 강해질 수 있다. 본 연구에서는 최근 50년(1973~2022년) 동안 서울과 양평을 도시와 주변 비교 지역으로 각각 선정하여 폭염일과 열대야의 발생 특성을 분석하였다. 폭염일과 열대야의 연 누적일수만으로는 지속되어 강해지는 고온현상의 영향을 파악할 수 없기에 폭염과 열대야가 연속적으로 발생하는 경우를 초극한고온 상태로 정의하고 그 특성을 분석하였다. 고온 강도(기간 내 최고기온과 일 최저기온들 중 최고값), 시작일과 종료일, 계속일수, 최대 강도 도달률(Rate-onset)을 분석하였다. 최대 강도 도달률은 초극한고온현상 시작일의 최고기온 값에서 기간 내 최고기온 값까지의 도달 속도로 정의하였다.

초극한고온의 계속일수는 서울에서는 2018년 7월 21일부터 2018년 8월 8일까지 19일, 양평에서는 2018년 8월 1일부터 2018년 8월 9일까지 9일로 가장 길었다. 서울과 양평에서 50년 간 초극한고온 현상은 각각 96번, 36번이 발생했으며 양평은 서울보다 지속기간이 짧은 초극한고온 현상들이 주를 이뤘다. 도시화의 영향이 큰 서울에서 폭염일이 열대야로 이어지는 비율이 높아지면서 계속일수가 길었다. 서울과 양평에 기간 내 최고기온과 계속일수, 일 최저기온들 중 최고값과 계속일수, 일 최저기온들 중 최고값과 기간 내 일 최고기온이 두 지역 모두에서 유의미한 양의 상관관계를 보였다. 계속일수가 길수록 열이 누적되어 초극한고온현상의 강도가 강해지는 것을 알 수 있다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발」> (KMI2021-00911)의 지원으로 수행되었습니다.

한반도 건조도지수(Arid Intensity Index)의 변화 경향 분석과 적용가능성에 관한 연구

김소정

건국대학교 지리학과

ally920@konkuk.ac.kr

키워드: 건조도지수, 건조 감수성, 산림 부문, 위험도

전 세계적으로 지구온난화가 발생하고 있으며, 이러한 기후변화는 물관리 취약성을 증가시킬 전망이다(IPCC, 2007). 가뭄은 홍수와 달리 단기적으로는 수개월, 장기적으로는 수년간 지속되며, 공간적으로 넓은 영역에 나타나는 특성이 있다(배덕효와 손경환, 2012). 건조한 정도를 비교적 간단하게 분류하는 방법으로 Costa *et al.*(2009)이 고안한 건조도지수(Simple Aridity Intensity Index, AII)가 있다. 건조도지수는 산림 부문의 적응대책에 자주 활용되는 정보로, 현재 기상청도 기후정보포털에서 이를 제공하고 있다. 하지만, 건조도지수를 우리나라에 적용해서 분석한 연구는 거의 없다.

본 연구는 1973~2022년의 종관기상관측자료를 이용하여 건조한 날의 강수량과 건조한 날의 수에 대한 비율인 건조도지수를 산출하고, 그 변화 경향성을 파악하였다. 지점별로 AII 값이 우리나라 전체 평균 중간값(median)보다 작은 연도가 전체 분석 기간에 차지하는 비율을 0~1 사이의 값으로 전환하여 건조 감수성(Susceptibility)을 파악하였다. 장기간의 변화는 선형회귀분석을 이용하였다. 특정 지역의 건조도는 일반적으로 그 지역의 기온과 강수량에 의해서 결정된다(이준원과 김광섭, 2012). 우리나라는 여름철에 강수량이 많아서 건조 감수성이 낮기 때문에 상대적으로 강수량이 적은 건조기간의 변화를 파악하였다.

건조도지수값을 25%씩 4등급으로 위험도를 분류한 결과, 연평균과 건조시기인 10~5월과 11~3월의 건조도는 동해안을 제외한 중부지역과 남서해안 지역에서 상대적으로 높게 나타났다. 또한, 11~3월의 위험과 약함 지점의 평균 건조도지수의 차이는 0.59(mm/일)로 나타났다. 건조에 대한 감수성 증가를 구분하는 임계값을 0.6으로 설정하여 분석한 결과 건조에 취약한 지점의 증가를 나타냈다. 가장 감수성이 높은 11~3월에 전국 건조도지수의 증양값 미만에 해당하는 관측지점이 35%에 도달했다.

※ 이 연구는 기상청 <「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발」> (KMI2021-00911)의 지원으로 수행되었습니다.

기후변화 적응 (13:30~14:30)

좌장 : 최영은 (건국대학교)

- P-21 **기후변화에 따른 미래 지상 작전 영향**
박수연¹, 박상환¹, 이태진¹, 김민지¹, 강경민¹, 변신웅¹, 황재돈¹, 김성²
¹공군기상단, ²(주)위즈아이
- P-22 **IPCC AR6 기후변화 시나리오를 이용한 보령호 유역 오염 부하 유입특성 변화 연구**
이어진¹, 이승문¹, 김재영², 서동일¹
¹충남대학교 환경IT융합공학과, ²충남대학교 환경·생물시스템연구소
- P-23 **ICT 기반 농업생태계 지표생물의 기후변화 영향 자동 모니터링 시스템 구축**
전상민, 안난희, 어진우, 최순균, 엽소진
국립농업과학원 기후변화평가과
- P-24 **기후변화 위험도 평가 및 분석 - 한국 국립공원의 생태계 중심으로 -**
김도현, 문정문, 오유림, 김익태, 최은혜
국립공원공단
- P-25 **The characteristics of Rice CPI during the present climatological normals (1991-2020): Jeollanam-do, Chungcheongnam-do and Jeollabuk-do**
Yeji Kim, Sera Jo, Mingu Kang, Yongseok Kim[†]
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences
- P-26 **식생지수를 이용한 경상남도 도서(섬)산림의 교란 분석**
김재범, 박찬우⁺, 이보라, 이광수
국립산림과학원 난대·아열대 산림연구소
- P-27 **기후위기 대응을 위한 그린인프라 적용 방안**
이효정¹, 권순철¹, 신현석²
¹부산대학교 사회환경시스템공학과, ²부산연구원

- P-28 **한반도 영향 태풍에 적용 가능한 영향예보 개발 및 구축**
 나하나, 정우식
 인제대학교 대기환경정보공학과/태풍사전방재선도센터
- P-29 **한반도 영향 태풍에 적용 가능한 영향예보 가능성 평가**
 나하나, 정우식
 인제대학교 대기환경정보공학과/태풍사전방재선도센터
- P-30 **2023년 농업기상재해 조기경보 서비스 현황 및 계획**
 심교문, 김지원, 김예지, 김응섭, 김용석, 조세라, 강민구
 국립농업과학원 기후변화평가과
- P-31 **우리나라 서식 생물종의 기후변화 영향 도출을 위한 기초조사정보 통합 및 시공간적인 분포 현황 분석**
 홍승범, 이경은, 차재규
 국립생태원
- P-32 **Earwax cortisol concentration as a potential chronic stress indicator in Korean native cattle (Hanwoo): Analysis of left and right ear canals**
Mohammad Ataallahi, Geun-Woo Park, Eska Nugrahaeningtyas, Mahla Deghani, Dong-Woo Kim, Jong-Sik Lee, Kyu-Hyun Park
 College of Animal Life Sciences, Kangwon National University
- P-33 **기후변화에 따른 한지형 목초 재배적지 분석(2021년)**
 정종성
 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과
- P-34 **기후변화에 따른 이탈리아 라이그라스 영향평가**
 정종성
 국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과
- P-35 **기후변화 영향 대응 지리산 구상나무 현지보전을 위한 고해상도 종분포 변화 예측**
 이경은¹, 김대근², 차재규², 홍승범³
¹국립생태원 정책기획부, ²국립생태원 기후탄소연구팀, ³국립생태원 기후생태관측팀

기후변화에 따른 미래 지상 작전 영향

박수연¹, 박상환¹, 이태진¹, 김민지¹, 강경민¹, 변신웅¹, 황재돈¹, 김성²

¹공군기상단, ²(주)위즈아이

sypark9117@naver.com

키워드: 기후변화, 공동사회경제경로, CORDEX, 지상작전영향, 기상제한치

본 연구에서는 미래사회 변화를 고려하여 산출한 저탄소(SSP1)·고탄소(SSP5) 배출 시나리오를 사용하여 2100년까지의 한반도 지역 미래기후를 전망하였고, 이를 바탕으로 네 가지 지상작전(매복, 공수, 도하, 수색)에 대한 미래 기후변화영향을 분석하였다. 분석을 위해 남·북한 55개 기상관측지점을 선정하였고, 각 작전의 기상제한치를 적용하여 작전 제한일수의 미래 변화 경향을 분석하였다.

연구 결과, 매복 및 공수 작전의 미래 제한일수는 기후변화에 따른 기온의 증가로 인해 남·북한 모두 지속해서 감소하여 한반도 내 작전 운용 환경은 현재보다 양호해질 것으로 분석되었다. 반면 도하 및 수색 작전의 미래 제한일수는 현재보다 증가하지만, 그 증가량이 현재와 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.

본 연구는 기후변화에 따른 미래 한반도 전장 환경변화와 그로 인한 지상 작전 영향연구를 국가 기후변화 표준 시나리오 자료를 사용하여 정성적으로 분석했다는 점에서 의미가 있다. 향후 기상청 국립기상과학원과의 협력으로 다중(多種) 모델 결과로부터 산출 분석 변수를 확장하여 지상 작전뿐만 아니라 항공, 해상작전까지 다양한 작전 영향을 분석하는 연구가 필요할 것이다.

IPCC AR6 기후변화 시나리오를 이용한 보령호 유역 오염 부하 유입특성 변화 연구

이어진¹, 이승문¹, 김재영², 서동일¹

¹충남대학교 환경IT융합공학과,

²충남대학교 환경·생물시스템연구소

djwls1105@gmail.com

키워드: 기후변화, 물환경, 수질, 모델링

IPCC에 의하면 기후변화로 인해 우리나라는 폭염, 폭우, 가뭄 등 이상 현상이 반복적으로 발생하면서 양극단의 차이가 더욱 증가할 가능성이 커질 것으로 전망되며, 이에 따라 유량 및 오염부하 배출에 대한 관리 필요성이 더욱 증가될 것으로 전망되고 있다. 본 연구는 기후변화에 따른 기온 및 강수량 변화가 유역의 오염부하 이동 및 지표수의 수질에 미칠 수 있는 잠재적 영향을 고려하고 이러한 위험을 완화하기 위한 방법을 제안하고자 수행하였다. 기후변화 시나리오는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 6차 평가보고서의 SSP(Shared Socioeconomic Pathways) 중 2가지(SSP2 4.5, SSP5 8.5)를 고려하였으며 유역의 오염부하 이동특성 변화를 예측하기 위해서는 HSPF(Hydrological Simulation Program - FORTRAN)를 사용하였다. 대상 유역은 보령호 유역으로 결정하였으며 총질소(Total Nitrogen), 총인(Total Phosphorus), 총유기탄소(Total Organic Carbon) 등 부영양화 및 조류 발생과 관련된 수질항목의 변화를 중점적으로 분석하였다. 기후변화 영향 예측은 2025년-2034년, 2035년-2044년, 2045년-2054년, 2055년-2064년, 2065년-2075년, 총 6개의 구간으로 나누어 분석하였다.

이 연구는 기후변화로 인한 미래 보령호 유역의 수질 변화를 분석하여 보령호 유역에 비점오염 저감시설 설치 등을 통해 보령호의 수자원을 위한 효과적으로 보전하고 관리 전략을 개발하는 데 사용될 수 있을 것으로 전망된다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570007)

ICT 기반 농업생태계 지표생물의 기후변화 영향 자동 모니터링 시스템 구축

전상민, 안난희, 어진우, 최순균, 엽소진
국립농업과학원 기후변화평가과
luckyjism@korea.kr

키워드: 기후변화, 농업생태계, 생물계절, 지표생물, ICT, 모니터링

기후변화로 인해 기상환경이 달라짐에 따라 농업생태계에 서식하는 생물의 생물계절이 변하고 있다. 생물계절은 식물의 개화시기, 곤충의 출현시기 및 조류의 이동시기와 같은 생물의 계절적 반복 현상을 의미한다. 농촌진흥청에서는 「농업분야 기후변화 실태조사 및 영향·취약성평가 기준」을 고시하여 기후변화가 농업에 미치는 영향 및 취약성의 조사·평가 방법을 제시하고 있으며, 이에 따라 국립농업과학원은 농업생태계의 생물계절 실태조사를 매년 수행해야 한다. 농업생태계 생물계절 모니터링을 위해서는 지표식물 개화시기, 지표 곤충 출현시기 등의 지속적인 관찰이 필요하며, 이를 연구진의 인력으로 수행하기에는 한계가 있다. 따라서 ICT, AI 기술 기반 농업생태계 생물계절 자동 모니터링 시스템을 구축하고, 기후변화가 농업생태계에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 ICT 기반 농업생태계 지표생물 생물계절 자동 모니터링 시스템을 구축하고, 기후변화에 따른 지표생물의 생물계절 변화를 분석하고자 한다. 연구대상지는 기상 및 지형조건을 고려하여 전국에 총 7개 지점 (철원, 당진, 상주, 부안, 완주, 남원 및 해남)을 선정하였으며, 각 지점에 초본류 4종과 곤충류 10종의 생물계절을 관찰할 수 있는 무인관측시스템을 구축하였다. 시스템은 현장 촬영, 영상자료 전송·저장 및 영상자료 분석 모듈로 구성되어 있다. 현장에 설치된 카메라는 초본류 및 곤충류를 정해진 시간에 30분 간격으로 자동 촬영하도록 설정되어 있으며, 촬영된 영상은 국립농업과학원의 서버로 전송되어 저장되도록 통신망이 구축되어 있다. 전송된 영상자료는 웹시스템을 통해 실시간으로 확인이 가능하며, AI 기술 기반 영상자료 자동분석 프로그램을 이용해 초본류의 개화시기와 곤충류의 출현시기를 분석할 수 있다. 구축한 시스템은 향후 기후변화에 따른 농업생태계 영향 및 취약성 분석에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 연구개발사업 (과제번호: PJ0167402023)의 지원으로 수행되었습니다.

기후변화 위험도 평가 및 분석 - 한국 국립공원의 생태계 중심으로 -

김도헌, 문정문, 오유림, 김익태, 최은혜
국립공원공단
yurim0670@knps.or.kr

키워드: 기후변화, 기후위기 적응대책, 생태계, 기후변화 위험도평가, 국립공원

국립공원공단은「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(약칭: 탄소중립기본법)」 및 「공공기관기후위기적응대책 수립 대상기관 고시(환경부고시 제2022-84호)」에 따라 국립공원의 기후위기 적응대책 수립을 해 기후변화 위험도 평가 및 평가 결과 분석을 통해 적응 방안을 도출하였다. 특히 공단은 적응대책 수립 대상 공공기관 중 유일하게 비시설인 생태계를 중점 고려한 기관으로 위험도 평가 시 기후발생가능성과 설문조사를 통한 체크리스트 평가 외에 생물종 서식 환경(온도, 강수량)을 고려한 영향평가 모형 방식(MOTIVE Ecosystem)을 활용하여 기후변화 위기 식물(300종) 중 180종에 대하여 분석하였다. 본 연구는 국립공원의 생태계를 중심으로 한 기후변화 위험도 평가 및 분석결과를 소개하고자 한다. 특히 기존 지자체의 기후위기 적응대책 수립 시 적용한 영향평가 모형 방식은 지자체의 해당 지역을 대상으로 분석하였다면, 국립공원은 전국적으로 분포하여 우리나라 생태계 종분포 경향성(기후변화 위기 식물)을 예측하였다는 것에 의의가 있다.

영향평가 모형 분석 결과 가장 많은 식물(북방계·특산식물)이 고사하는 공원은 지리산과 무등산이며, 주왕산, 월출산 순으로 고사하는 것으로 예측되었다. 반대로 설악산에서는 가장 많은 식물종이 미래에 분포하는 것으로 나타났다. 국립공원별 북방계식물은 주왕산, 지리산, 무등산, 소백산에서 고사하는 식물이 많았으며, 특히 남부 및 연안 지역의 국립공원에서 북방계 식물 분포가 감소하는 경향을 보인다. 남방계식물은 주로 남부 및 연안지역에서 식물이 고사되었으며, 북부 및 중부 지역에서 신규 유입종이 많이 분포하는 것으로 나타났다. 즉, 남방계식물이 고위도로 북상하는 경향을 보였다.

현재 국립공원은 국내 멸종위기종(267종)의 66%(177종)가 서식하는 생태계의 보고이나, 기후변화 위험도 평가 분석 결과, 향후 국립공원 생태계(생물자원, 서식지)는 폭염, 호우, 한파, 대설 순으로 피해가 예상되어, 고산식물 등 취약생태계 보호와 호우로 인한 산사태 등 재난재해 대응 관련 적응대책 수립이 필요하다. 이에 따라 공단은 기후현황 및 전망과 위험도 평가결과 등과 함께 관련 상위계획 등 종합적으로 분석하여 ①재난재해 리스크 대응 강화, ②생태계 관리역량 강화, ③국민 인식 제고 및 협력을 3대 전략으로한 2023-2027 기후위기 적응대책을 수립하였으며, 적응대책 세부 이행계획 추진을 통해 자연 보전과 안전한 국립공원을 실현해 나갈 예정이다.

The characteristics of Rice CPI during the present climatological normals (1991-2020): Jeollanam-do, Chungcheongnam-do and Jeollabuk-do

Yeji Kim, Sera Jo, Mingu Kang, Yongseok Kim[†]

Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences
0802geegee@korea.kr

The Climatic Production Index (CPI) was analyzed during the present climatological normals (1991-2020). The major rice-producing regions of South Korea (S. Korea), Jeollanam-do, Chungcheongnam-do, and Jeollabuk-do, are selected as the study area. The parameters of CPI are set to mid-late maturing variety which is major ecotype of rice cultivated in S. Korea. The rice heading date is set to 25th of August over whole domain. The high-resolution (270m horizontal resolution) weather data (temperature and sunshine hours), observation based weather data downscaled by microclimate model (an empirical model; an adequate downscaling of synoptic weather data using geospatial schemes based on topo-climatology), are used to calculate the CPI. To increase accuracy, we masked out the high-resolution weather data over only farm-land regions by using Farm Map database, which is public digital agricultural map service published by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, S. Korea. The year with the highest CPI during the period from 1991 through 2020 was 2001 for Jeollanam-do and Chungcheongnam-do and 2014 for Jeollabuk-do, while the year with the lowest CPI was 2007 for all three regions. The average CPI during the period was 0.95 for Jeollanam-do, 1.35 for Chungcheongnam-do, and 1.26 for Jeollabuk-do. The masking out of the high-resolution weather data over only farm regions is expected to remove the uncertainties inherent in CPI estimation, effectively. In future works, to get more accurate CPI values, the actual heading date of rice for each county should be considered instead of arbitrarily fixing the heading date.

※ This research was supported by the Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ015008), NAS, RDA

식생지수를 이용한 경상남도 도서(섬)산림의 교란 분석

김재범, 박찬우[†], 이보라, 이광수
 국립산림과학원 난대·아열대 산림연구소
 jb.kim@kangwon.ac.kr

키워드: Island forest, Sentinel-2 NDVI, Trend analysis, Disturbance detection

도서(섬)는 바다로 둘러져 육지와 격절된 공간으로 고유·희귀종이 존재하고, 기후변화와 병해충 등의 교란요인에 최전선에 위치한다. 산림은 교목과 관목, 초본으로 구성되는 다층형 구조의 식생지대로 생물에 다양한 서식처를 제공하여 높은 생물 다양성을 보유하게 한다. 식생지수는 식물의 엽면적과 광자흡수를 개념으로 광합성을 설명하는 함수로 변동은 성장, 기후, 교란 등에 의한 결과이다. 본 연구는 Sentinel-2 영상을 이용하여 7년(2016~2022)간 경상남도에 속한 도서산림의 식생지수 변동을 분석하였다. 이상치 제거 및 내삽을 전 처리하였고, 표준편차를 이용한 CV와 Z score를 바탕으로 지역의 변동 특성을 고려하였다. 도서산림의 교란을 지표의 광합성 기능의 감소로 이해하고 그 원인을 역 추적하려 노력했다. 향후 BEAST 분석 등을 통해 시계열 상의 변화지점을 추정하여, 교란 탐지 및 도서산림 변화를 추적하는 도서산림 모니터링 체계 개발에 기여하길 바란다.

※ 이 연구는 산림과학원의 “도서산림 생태계의 지속적인 유지·보전을 위한 관리 및 활용 기술 개발”의 지원으로 수행되었습니다.

기후위기 대응을 위한 그린인프라 적용 방안

이효정¹, 권순철¹, 신현석²

¹부산대학교 사회환경시스템공학과, ²부산연구원

hjlee2419@pusan.ac.kr

키워드: 그린인프라(Green Infrastructure,GI), 도시, 물순환, 기후위기 대응

최근 기후변화 대응을 위해 그린인프라(Green Infrastructure, GI)의 도입이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 주요 기후변화 영향 요소로는 물순환, 열순환, 대기오염을 들 수 있는데(KEI, 2012), 그 중에서도 가장 피해가 빈번하고 크게 발생하는 물순환 회복을 위한 GI 적용 방안을 제시하고자 한다.

이미 국내에서도 GI 도입 필요성을 인식하고 2013년부터 환경부 ‘그린빗물인프라 조성 사업’을 추진 중에 있다. 이에 각 지자체별 GI 도입이 활발히 이루어지고 있는 실정이나, 경남지역의 경우「기후변화 적응대책 시행계획(2017년-2021년)」에 따르면, 물관리분야 이행률은 78.9%로 다른 분야에 비해 낮은 것으로 조사되었다. 이는 빗물관리 사업의 제반 여건의 미성숙에 따른 결과이며, 지역적 특성을 고려한 기후위기 대응 방안 마련이 시급하다.

경상남도는 지형적 특성상 해안과 육지가 혼재되어 있고, 토지이용상 임야 및 농지지역이 총 면적의 70% 이상으로 분포되어 수도권에 비해 녹지비율이 높으나, 과거 2011년에 비해 2021년의 불투수면적율은 약 23%가 증가되어 지속적으로 도시화가 심화되고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기후 취약성 분석에서 활용되고 있는 홍수 취약성 평가 지표를 활용하여 취약지역 선정, 도시유출모형을 이용한 GI 적용 효과 검증, 이를 통합한 기후위기 대응을 위한 GI 적용 방안을 연구 결과로 제시하고자 한다.

※ 본 연구는 환경부 “기후변화특성화 대학원사업”의 지원을 받아 수행되었습니다.

한반도 영향 태풍에 적용 가능한 영향예보 개발 및 구축

나하나, 정우식

인제대학교 대기환경정보공학과/태풍사전방재선도센터

hana717@nate.com

키워드: 기후변화, 기후위기, 영향예보, 태풍영향예보, 복합기상재해

최근 지구는 기후변화가 아닌 기후위기 시대에 접어들고 있다. 이에, 세계기상기구에서는 증가하는 기상재해로 인한 피해를 저감하기 위하여 ‘영향예보’에 대한 가이드라인을 구축하고, 기상 영향예보를 권고하고 있다. 현재, 한국 기상청에서는 날씨에 의한 사회, 경제적 영향을 고려한 영향정보를 제공하여 방재대응 의사결정을 지원하기 위하여 ‘영향예보’ 기술개발을 추진하였다. 현재 폭염 영향예보와 한파 영향예보는 수행하고 있지만, 여전히 태풍 영향예보는 현장에서 활용가능한 수준으로 제공되지 못하고 있다. 한국기상학회(2016)의 연구에 따르면, 많은 자연재해 가운데 태풍 영향예보의 수행 시기 경제적 가치를 가장 높게 평가하고 있다. 그러나 실제 우리나라의 태풍 영향예보 연구와 실용적 수준의 결과도출은 거의 전무하여 실제 현장에서의 태풍사전방재 활동에 도움이 되지 못하고 있다. 본 연구진은 우리나라 태풍 영향예보 도입을 위한 과정으로 미국 기상청(National Weather Service, NWS)의 영향기반 의사결정 지원 기상정보 서비스 Weather-Ready Nation(WRN) 패러다임 전환에 맞추어, 우리나라에서 유일하게 WRN과 Ambassador 협약을 체결하였다. 본 연구에서는 한반도 태풍 영향예보의 기반을 구축하기 위하여 국외 태풍 영향예보의 현황 및 사례를 조사하고, 한반도 영향 태풍에 적용 가능한 태풍 영향예보를 제안하고자 한다.

※ 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.RS-2023-00212688).

한반도 영향 태풍에 적용 가능한 영향예보 가능성 평가

나하나, 정우식

인제대학교 대기환경정보공학과/태풍사전방재선도센터

hana717@nate.com

키워드: 태풍 영향예보, 위험지수, 재해요인, 취약요인, 태풍 사전방재

우리나라의 국가기관에서 제공하는 기상예보와 특보는 기상 현상예보 중심이라 재해 저감에 큰 효과를 거두지 못하는 경우가 많다(WMO, 2015). 자연재해의 피해를 저감하기 위한 가장 중요하고, 확실한 방법으로는 사전에 그 위험을 파악하고, 대비하는 것이다. 특히, 태풍은 단일기상재해로의 접근이 아닌 복합기상재해로써의 사전대비 및 평가가 요구되며, 세계기상기구에서는 영향예보에 대한 가이드라인을 구축하고, 태풍 영향예보를 권고하고 있다. 본 연구에서는 한반도 영향 태풍에 대한 사전방재 영향예보 개념의 'Ready'를 도입하기 위하여, 기후 위기 시대, 한반도 영향 태풍에 대한 영향예보의 기반인 의사결정 지원 기상정보 시스템(Typhoon-Ready System, TRS)을 개발 및 구축하였으며, 이를 활용하여 산출한 결과를 소개하고자 하였다. 본 연구의 TRS에서는 태풍에 동반된 복합기상재해인 강풍, 호우, 해일, 대기오염에 대한 기상학적 위험성과 규모를 재해요인(hazard)으로 정의하였고, 지역 특성 및 취약성을 취약요인(vulnerability)으로 정의하고, 재해요인과 취약요인을 모두 고려한 위험지수(risk)를 산출하여 제공한다. 특히, 본 연구에서는 사전방재 활동의 긍정적인 효과를 위하여 개인과 지자체 수준에서 사전 방재활동을 할 수 있도록 TRS에서 산정된 지역 맞춤형 위험지수를 제공하는 방안에 대해 제안하고, 사례분석을 통한 가능성 평가 이후 적용 가능성에 소개하고자 한다.

※ 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.RS-2023-00212688).

2023년 농업기상재해 조기경보 서비스 현황 및 계획

심교문, 김지원, 김예지, 김응섭, 김용석, 조세라, 강민구

국립농업과학원 기후변화평가과

kmshim@korea.kr

키워드: 농장, 작물, 기상, 재해, 조기경보 서비스

본 연구에서 개발한 ‘농업기상재해 조기경보 서비스’는 농장(필지) 단위의 상세 기상정보와 작물 생육에 맞는 재해 예측정보를 위험단계(주의, 경보)에 따른 농가 관리대책과 함께 인터넷과 모바일로 미리 받아볼 수 있는 웹-GIS 시스템이다. 기상청에서 일반 국민에게 공통으로 제공하는 동네예보, 중기예보 등 각종 기상정보를 바탕으로 하며, 재해위험을 줄이거나 회피하기 위한 기술정보와 함께 농장의 지형 특성과 농촌 지역에서 관측한 기상정보를 반영한 기상과 작물의 재해 예측정보를 최대 30×30m(900m²) 공간 단위로 상세하게 생산해서 제공하고 있다. 2023년 4월 현재, 농업기상재해 조기경보 서비스기술은 전국 60개 시군(전북 14, 전남 17, 경남 16, 경북 8, 충북 5)에 적용하여 인터넷(<https://agmet.kr>)과 모바일(문자, 앱·웹)을 통해서 농업인에게 제공되고 있다. 인터넷 서비스는 서비스 대상 시군의 모든 농업인이 이용할 수 있으며, 모바일 서비스는 서비스를 신청한 농업인을 대상으로 맞춤형 정보를 제공하고 있다. 전국 60개 시군의 16,605 농업인(28,506필지)이 본인의 농장 위치와 재배작물 등의 농장정보를 시스템에 등록하여 개별 농가 맞춤형 모바일 서비스를 받고 있으며, 이 중에 9,209 농가에서는 매일 18시에 휴대전화 문자서비스도 병행하고 있다. 개별 농업인에게 제공되는 기상정보는 최고기온을 비롯하여 11개 요소이고, 작물의 재해정보는 가뭄을 포함하여 15개 요소이며, 서비스 대상 작목은 총 38종이다. 2025년까지 전국 155개 시군(농업기술센터가 있는 전체 시군에서 울릉도를 제외)을 대상으로 서비스를 기술적용을 완료할 계획이다.

※ 이 연구는 “PJ014880(전국 농업기상재해 통합서비스 체계 구축)”의 지원으로 수행되었습니다.

우리나라 서식 생물종의 기후변화 영향 도출을 위한 기초조사정보 통합 및 시공간적인 분포 현황 분석

홍승범, 이경은, 차재규
국립생태원
sbhong@nie.re.kr

키워드: 기후변화 영향, 종분포 변화, 기초조사 정보 통합

본 연구에서는 장기적인 생물종의 국내 시공간적 분포상황을 파악하고 기후변화 영향에 대한 민감도를 진단하기 위해 환경부 산하 유관기관들이 보유하고 있는 생물종 정보를 수집하고 통합하고자 하였다. 이를 위해 국립생태원의 전국자연환경조사자료를 포함하여 국립생물자원관의 생물 표본 정보, 국립공원공단의 자연자원조사 자료이다. 여기에 국가자연사 연구종합정보 시스템(60여개의 대학 자연사박물관, 지자체 생태 박물관 정보 통합)에서 제공하는 생물종 표본 및 관찰정보를 추가하였다. 정보의 통합은 서로 다른 정보의 통합 기준 설정, 자료별 검보정 등 크게 2단계로 진행되었다. 정보 통합의 기준은 총 3가지로 선정되었는데, 생물종 명칭(국명 또는 학명), 위치 정보(경위도), 정보 수집 시기(연도)이며, 검보정 단계에서 국가생물종목록을 기반으로 자료별 생물종 명칭의 통일(종동정 불일치 검토 및 보정), 위치정보 검보정(경위도 정보가 우선이나 행정주소 정보만 존재할 경우 최소 시군구 단위에서 해당 폴리곤의 중심 경위도 좌표로 변환하여 적용), 마지막으로 기관별 중복자료 검토 및 배제 등의 과정을 거친다. 위의 과정을 통해 현재 우리나라 식물종 분포 자료 통합을 진행한 결과, 확보된 식물종 통합 자료 수는 약 100만개이며 자료의 기간은 1885년부터 2020년까지 약 130년이다. 기관별로 본격적인 생물종 자료 수집은 2000년 이후였으며, 그 이전 시기의 자료들은 주로 국립생물자원관의 표본정보에 의한 자료로서 자료 수가 전체에서 10% 미만으로 매우 적은 편이다. 국가 생물종목록 상에 명시된 식물종은 총 4,606종인데, 2000년 이전 약 2,000여종의 정보가 누적 수집되었고, 그 이후 신규 식물종 기록정보가 매년 꾸준히 증가하다가 최근 약 4,000여종에 가까워지는 것으로 확인되어 온 만큼, 전국적인 식물 종 풍부도의 시공간적 변화 정보를 도출하기엔 정보 자료 축적이 더 필요한 것으로 판단된다. 다만, 30년이상(최대 120년) 자료의 축적을 보이는 종이 약 1,500종 이상으로 개별 종에대한 시계열 분석을 어느정도 가능할 것으로 판단되는데, 2000년 이전 정보 수가 매우 적어 최소 분석 기간(가령 20년 이상) 및 연차별 수집 정보 수 등의 합리적 기준 설정을 통해 분석 가능 식물종 선별이 필요해 보인다. 위와 같은 생물종 통합 정보는 여러 기후환경 정보와의 연계를 통해 다양한 방식의 종별 기후민감도 분석에 기초자료로 쓰일 것으로 기대된다.

Earwax cortisol concentration as a potential chronic stress indicator in Korean native cattle (Hanwoo): Analysis of left and right ear canals

Mohammad Ataallahi, Geun-Woo Park, Eska Nugrahaeningtyas, Mahla Dehghani, Dong-Woo Kim, Jong-Sik Lee, Kyu-Hyun Park
College of Animal Life Sciences, Kangwon National University
ataallahim@kangwon.ac.kr

Keywords: Earwax cortisol, Hanwoo cattle, Methodology, Stress indicator

Stress can be measured through hormonal analyses such as cortisol, in both liquid and non-liquid biomatrices. This study aimed to investigate earwax cortisol concentration (ECC) in the left and right ear canals of Korean native cattle (Hanwoo) to identify potential sources of variation within the earwax matrix. Approximately 500 mg of earwax samples were collected from both ears of 18 cattle with the average age months (30.2 ± 18.3) in the livestock research farm at Kangwon National University. Cortisol was extracted from 50 mg of earwax samples using methyl alcohol, and determined using enzyme immunoassay. The average ECC (pg/mg) was 24.3 ± 11.2 in the left ear and 21.9 ± 10.1 in the right ear. The results showed no significant difference in ECC between the left and right ear canals. In conclusion, earwax sampling from both ear canals did not influence ECC, when used as a chronic stress indicator in Hanwoo.

기후변화에 따른 한지형 목초 재배적지 분석(2021년)

정종성

국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과

jjs3873@korea.kr

키워드: 기후변화, 목초, 재배적지

기온이 온난화됨에 따라 한지형 목초의 이용연한이 짧아지고 있어 초지를 이용하는 방목농가의 경쟁력이 저하되고 있다. 기후변화 신시나리오(RCP 8.5)에 따르면 한반도 평균 기온이 2100년에는 5.7℃ 상승하여 전 세계 평균 4.7℃보다 높을 것으로 전망하고 있다. 현재 국내에서 기후온난화 및 가뭄으로 인한 기존 한지형 목초의 생산성과 영속성 저하문제 발생하고 있고 기존 한지형 목초의 피해 증가에 따라 2019년도 기준 생산성이 낮은 하급초지 면적은 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 본 연구는 기후변화에 따른 한지형 목초의 재배적지를 분석한 연구로 기후변화 대응을 위한 자료로 활용하기 위하여 수행되었다. 한지형목초의 생육적온 기준은 8월 평균 최고기온을 기준으로 4단계로 나누었다. 적지구분별 기준은 최적지 25℃이하, 적지 26~28℃, 가능지 29~31℃, 저생산 32℃이상 이었다. 분석결과 기준 값(2016-2020) 적지 비율은 최적지 6%, 적지 22%, 가능지 72%, 저생산지 1%의 비율을 보였고 2021년 적지 비율은 최적지 14%, 적지 52%, 가능지 34%, 저생산지 0%로 나타났다. 2021년도 적지 이상 면적 비율은 66%로 기준값(2016~2020년 평균) 28% 대비 38%가 높게 나타났다. 적지 분포는 대부분 증산간 지역에 분포 하였고 가능지는 대부분 남부 및 서부 해안가 인근으로 나타났다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ015079012023)”의 지원으로 수행되었습니다.

기후변화에 따른 이탈리아인 라이그라스 영향평가

정종성

국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과

jjs3873@korea.kr

키워드: 기후변화, 이탈리아인 라이그라스, 재배적지, 영향평가

이탈리안 라이그라스(Italian ryegrass, IRG)는 주로 벼 수확 후 파종하여 이듬해 봄 수확할 수 있는 동계사료작물로 사료가치와 가축 기호성이 높아 국내에서 널리 재배되고 있다. 하지만 추위에 약한 특성 때문에 주로 남부지에서 많이 재배되었으나 국내에서 추위에 강한 내한성 품종이 개발되면서 중북부지역까지 재배가 가능하게 되었다. 하지만 기후변화로 인한 이상기상이 빈발하면서 IRG의 생산성에 영향을 주고 있다. 따라서 본 연구는 기후변화가 IRG에 미치는 영향정도 등을 분석하여 기후변화 대응을 위한 기초자료로 활용하기 위하여 수행되었다. IRG 영향정도를 분석하기 위해서는 기준 값과 분석 값이 필요하다. 기준 값은 과거 5년 평균(2016~2020년) 그리고 분석 값은 2021년 기준으로 산정을 하였다. IRG의 생육적온 기준은 1월 평균 최고기온으로 온도 범위와 건물생산량과의 상관관계를 활용하여 재배적지를 4단계로 구분하였다. 분석결과 기준 값(2016-2020) 적지 비율은 최적지 34%, 적지 50%, 가능지 14%, 저생산지 2%의 비율을 보였고 2021년 적지 비율은 최적지 20%, 적지 43%, 가능지 24%, 저생산지 13%로 나타났다. 2021년도 적지 이상 면적 비율은 63%로 기준 값(2016~2020년 평균) 84% 대비 21%가 낮게 나타났다. 주로 가능지 및 저생산지 분포는 강원, 충북일부 중산간지역에 편중되어 있고 최적지는 저지대에 분포되어 있다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ015079012023)”의 지원으로 수행되었습니다.

기후변화 영향 대응 지리산 구상나무 현지보전을 위한 고해상도 종분포 변화 예측

이경은¹, 김대근², 차재규², 홍승범³

¹국립생태원 정책기획부, ²국립생태원 기후탄소연구팀,

³국립생태원 기후생태관측팀

kelee@nie.re.kr

키워드: 구상나무, 고해상도 종분포 예측, 잠재서식지, 현지보전

우리나라의 고유식물종인 구상나무가 최근 기후변화 영향으로 심각한 쇠퇴를 겪고 있다는 연구들이 증가하고 있다. 하지만 구상나무에 대한 지역 수준 규모에서의 공간분포 모델링 연구들은 종의 현지 보전 정책에 활용하기엔 많은 한계점을 보여왔다. 본 연구는 지리산 국립공원에 서식하는 구상나무를 대상으로 고해상도의 종분포예측 모델링 시스템을 구축하고 현지 보전을 위한 후보 지역 탐색 활용 가능성을 시험하고자 수행되었다. 10개의 종분포 모형이 탑재된 앙상블 예측 시스템에 100m급의 공간적으로 상세화된 기후변수들과 동일 해상도의 환경변수들을 입력하여 고해상도 종분포 예측 시스템을 구축하였으며, 다양한 모델링 실험을 위해 지리산 일대 구상나무의 우점도별 분포 현황 정보를 활용하여 4개로 구분된 잠재서식지 예측 실험을 수행하였다. 현재 기후환경 조건에 따른 잠재서식지 예측 결과에 의하면, 구상나무의 분포는 모든 지역 및 모든 실험에서 기온에 가장 민감하게 반응하는 것으로 나타났으며, 그다음으로는 지역적인 편차를 보이며 강수 및 경사도 등 수문학적 특성에 관여하는 환경요소들에 민감한 것으로 나타났다. RCP4.5 및 8.5 미래 기후변화 시나리오를 활용하여 구상나무 분포에 대한 2100년까지 20년 단위(2021~2040년, 2041~2060년, 2061~2080년, 2081~2100년)의 변화 예측을 한 결과, 2060년대에서 잠재서식지가 대부분 사라질 것으로 예측되었다. 이러한 결과는 구상나무가 기후변화에 따른 기온 상승에 대해 취약하고, 현지 보전을 위해 지형학적으로 토양수분 함유를 최대화할 수 있는 지역을 탐색하는 것이 중요함을 시사하는 것이다. 지리산 일대 구상나무 절멸 위험을 낮추기 위해 보전 후보 지역 등급화를 실시하였는데, 우선 4개의 실험 중 현재의 구상나무 분포 양상에 가장 근접한 잠재서식지 분포 예측 결과를 보여준 실험 결과를 토대로, 시기별 잠재서식지의 분포 확률과 지역별 잠재서식지 지속 시간 등 2개 요소를 활용하여 매트릭스 방식의 보전 지역 등급지표를 개발하였다. 그 결과 지리산 천왕봉 주변의 남쪽 지역이 현지보전을 위해 가장 적합한 지역으로 나타났다.

※ 이 연구는 “NIE-B-2022-35와 NIE-B-2023-35(생태계의 기후변화 리스크에 대응한 적응역량 강화 연구)”의 지원으로 수행되었습니다.

기후변화 정책 (13:30~14:30)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

- P-36 **기후위기 적응대책 수립을 위한 상하수도시설 기후변화 위험도평가**
박여진¹, 김희종², 경대승¹
¹울산대학교 건설환경공학부, ²울산연구원
- P-37 **탄소중립과 대기질 개선정책이 동아시아 근미래 기후변화에 미치는 영향**
김윤아, 최 정, 손석우
서울대학교 지구환경과학부
- P-38 **태평양도서국의 NDC 분석 및 시사점**
김이진
한국환경연구원
- P-39 **건물 및 도시부문 탄소중립 추진전략**
김두식, 정승현
한국건설기술연구원 스마트도시클러스터
- P-40 **국내·외 기후변화 적응대책 동향 분석: 폭염 대책을 중심으로**
이가을¹, 조한나²
¹한국환경연구원 국가기후위기적응센터 연구원,
²한국환경연구원 국가기후위기적응센터 연구위원

기후위기 적응대책 수립을 위한 상하수도시설 기후변화 위험도평가

박여진¹, 김희종², 경대승¹

¹울산대학교 건설환경공학부, ²울산연구원

247wls@naver.com

키워드: 상하수도시설, 기후영향요소, 기후위기 적응대책, 기후변화 위험도 평가

본 연구에서는 울산광역시 관내 상하수도 시설을 대상으로 기후변화에 우선적으로 대응해야 하는 기후변화 위험을 도출하여, 시설 및 사업장별로 적절한 적응전략과 대책의 방향을 설정하고자 하였다. 기후변화 위험도 평가체계는 위험도 평가 목적 및 대상선정, 기후변화 위험도 평가, 평가결과 분석, 우선순위 위험도 도출의 4단계로 진행하였다. 기후영향요소 중 폭염, 한파, 호우, 대설, 강풍에 영향을 받을 것으로 예상되는 주요 상하수도 시설물을 대상으로 하였으며, 기후영향요소의 발생가능성과 영향의 크기를 고려한 리스크 매트릭스 방식의 위험도 평가를 수행하였다. 기후현황 및 기후전망 분석 결과 울산 지역의 경우 폭염과 호우의 발생 가능성이 강풍, 대설, 한파에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 시설 및 사업소별 맞춤형 체크리스트를 바탕으로 기후변화에 의한 영향의 크기를 산정하였으며, 위험도 평가 결과를 통해 기후변화 적응대책 마련을 위한 우선순위를 도출하였다. 연구결과를 바탕으로 사업소별로 분류된 기후영향 취약시설에 대한 중점적인 관리와 기후변화에 대응할 수 있는 효과적인 방안 마련을 통해 기후변화 위험도를 완화하고, 회복탄력성을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003570003)

탄소중립과 대기질 개선정책이 동아시아 근미래 기후변화에 미치는 영향

김윤아, 최 정, 손석우
서울대학교 지구환경과학부
rladbsdk1541@snu.ac.kr

키워드: CMIP6, 탄소중립, 대기질 개선정책, 동아시아 근미래 기후변화

산업화 이전 대비 전지구 평균 지표 대기 온도가 21세기 말 1.09도 상승함에 따라 우리나라를 포함한 전 세계 많은 나라들이 탄소중립을 선언하였다. 온난화의 가속화를 막기 위해서는 이산화탄소뿐만 아니라 에어로졸, 메테인, 화학반응 가스 등과 같은 근기 기후변화 유발물질(Near-term climate forcers: NTCFs)의 배출량 감소가 논의되고 있다. 에어로졸은 대표적인 대기오염 물질로 대기질 개선을 위한 배출원 관리 방안이 수립되는 등 이미 감축을 위한 상당한 노력이 이루어지고 있다. 마찬가지로 이산화탄소를 비롯한 온실기체 배출량을 줄이려는 다양한 시도가 있다. 그러나 대기 중 이산화탄소와 에어로졸의 감축이 동아시아 및 한반도의 근미래 기후에 미치는 영향에 대한 정량적인 연구가 부재한 실정이다.

본 연구에서는 CMIP6에서 제공하는 시나리오 중 기후변화 완화 및 적응정책에 소극적인 SSP3-7.0 시나리오를 중심으로, 2050년대 탄소중립이 실현되는 시나리오인 SSP1-1.9와 온실기체 배출량 감소와 근기 기후변화 유발물질의 감축이 대기질 개선만을 가정한 SSP3-7.0-lowNTCF 시나리오를 비교하여 동아시아 근미래 기후변화 전망을 살펴보았다. 분석을 위해 40년간(2015-2054년)의 5개 기후모델 결과를 사용하였으며, 현재 기후(2015-2024년)와 30년 이후(2045-2054년)의 기후값을 비교하였다. 그 결과 현재 기후 대비 30년 후 동아시아 지표 기온은 SSP3-7.0 시나리오에서 약 0.85도 증가하는 추세를 보였다. 탄소중립이 실현되었을 경우에도 동아시아 평균 기온은 증가하는 것으로 나타났지만, SSP3-7.0 시나리오 대비 온난화가 약 0.45도 약화될 수 있음을 확인하였다. 이와 반대로 대기질 개선정책에 의한 근기 기후변화 유발물질의 감축은 온난화를 약 0.1도 강화시키는 것으로 확인되었다. 이 연구는 온난화를 지연시키기 위해서는 에어로졸 이외의 다른 근기 기후변화 유발물질(예를 들어, 메테인)의 감축 정책이 절실함을 시사한다.

태평양도서국의 NDC 분석 및 시사점

김이진

한국환경연구원

ljkim@kei.re.kr

키워드: 태평양도서국, 정상회의, NDC, 기후변화, 국제협력

오는 5월 29~30일 서울에서 한-태평양도서국 정상회의가 개최될 예정이다. 이번 정상회의를 계기로 우리 정부는 태평양도서국의 당면과제인 기후변화·재난 대응과 지역발전에 기여하고 공동의 번영을 추구한다는 계획이다.¹⁾ 따라서 앞으로 한-태평양도서국 간 기후변화 협력 활성화가 예상된다. 이에 따라 세부 협력의제 발굴 및 기획을 위해 태평양도서국의 기후변화 관련 정보 수집과 분석이 필요한 시점이다. 이에 본 연구에서는 이번 정상회의에 참여하는 14개 태평양도서국(쿡제도, 마이크로네시아, 피지, 키리바시, 마셜군도, 나우루, 니우에, 팔라우, 파푸아뉴기니, 사모아, 솔로몬제도, 통가, 투발루, 바누아투)의 NDC를 분석함으로써 태평양도서국의 기후변화 대응목표를 파악하고 목표 이행을 위해 국제적인 지원 협력이 필요한 분야를 도출하고자 한다.

※ 이 연구는 “GP2023-01(지구환경정보센터 운영)”의 지원으로 수행되었습니다.

1) 대한민국 대통령실 보도자료(2023.4.18.), “尹 대통령, 2023 한-태평양도서국 정상회의 주재”.

건물 및 도시부문 탄소중립 추진전략

김두식, 정승현

한국건설기술연구원 스마트도시클러스터

dusikkim@kict.re.kr

키워드: 스마트시티, 탄소중립, 탄소저감, 도시계획, 도시재생

지자체에서 추진하는 도시 환경의 물리적 개선사업에는 탄소저감에 기여할 수 있는 다양한 수단들이 적용될 수 있다. 도시가스 공급확대, LED 조명 교체, 노후건물 그린리모델링을 통한 건물 에너지 효율 향상 등 관련 사업을 통해 탄소저감을 추진할 수 있는 가능성은 있으나 이러한 친환경 사업들을 통해 달성할 수 있는 탄소저감 성과는 지자체 내에서 집계/활용되지 못하는 경우가 많다. 아직 지자체에서 추진하는 모든 유형의 사업들에 대해 온실가스 배출 저감 성과를 계산할 수 있는 원단위 체계가 마련되지 않은 것도 하나의 원인이나, 근본적으로 이러한 지자체의 활동들에 대해 누적하여 관리할 수 있는 체계를 확보하지 못한 것도 중요한 원인일 것으로 판단된다. 도시 지속가능성 향상을 위해서는 지속적인 지역 모니터링과 개선사업 추진 및 사업성과 관리가 필요하다. 특히, 매년 한정된 지자체 예산으로 단계적으로 노후지역의 물리적 환경개선을 추진하기 위해서는 스마트도시 관점에서 디지털 기반 도시 정밀분석을 할 수 있는 체계가 필요하다. 궁극적으로는 지속적인 도시 모니터링과 유지관리를 위해 기존의 도시재생에서 스마트도시재생으로의 패러다임 전환이 필요하다. 탄소중립 달성을 위해서는 산업부문의 감축과 에너지 전환도 중요하지만 도시내에서 탄소중립에 기여할 수 있는 기술들의 적용이 필요하다. 도시는 탄소중립 달성을 위한 기술 실증지역이자 플랫폼으로 도시내 각 부문별 탄소배출량 관리와 저감계획 및 관련사업 시행이 이뤄져야 장기적으로 탄소중립 달성에 도달할 수 있을 것이다. 본 연구는 국토·도시 저탄소화 추진을 위한 탄소중립형 스마트도시재생의 개념과 추진방안을 제시하였다. 특히, 도시 및 건물 분야에 포커싱하여 도시 지속가능성 향상과 탄소저감을 스마트 시티 기술을 통해 추진할 수 있는 방법을 기술하였다.

※ 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2003-00242291).

국내·외 기후변화 적응대책 동향 분석: 폭염 대책을 중심으로

이가을¹, 조한나²

¹한국환경연구원 국가기후위기적응센터 연구원,

²한국환경연구원 국가기후위기적응센터 연구위원

leegu@kei.re.kr

키워드: 폭염, 기온상승, 기후변화 적응대책, 동향 분석

IPCC 제6차 평가보고서에 의하면 전 지구 평균기온은 지속적으로 상승하고 있으며, 그로 인한 피해가 급증하고 있다. 특히 우리나라는 폭염에 의한 온열질환 증가로 야외근로자, 고령자 등 취약계층이 발생하고 있다. 건강 부문뿐만 아니라 국토·연안, 농수산, 물관리, 산업·에너지 등 전 분야에 걸쳐 폭염에 의한 피해가 발생하고 있으나, 폭염을 중심으로 한 적응 분야의 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 폭염 대책을 중심으로 국내·외 기후변화 적응대책의 동향을 파악하기 위해 제3차 국가 기후변화 적응대책과 7개 광역지자체의 기후변화 적응대책, 미국, 영국, 일본 등 국외 폭염 관련 정책들을 분석하였다. 국가 적응대책의 경우 폭염을 직접적으로 명시한 대책은 건강 분야에 한정되어 있었으나, 폭염 피해 및 폭염으로 인한 취약계층의 영향을 고려하는 경우 다른 분야에도 포괄적 의미의 폭염대책을 확인할 수 있었다. 지자체 적응대책의 경우, ‘폭염’, ‘기온상승’, ‘기온변동폭 증가’ 키워드가 들어간 리스크 158개 중 ‘폭염’ 키워드에 해당하는 세부사업 79개를 선정하고, 지자체별 폭염 대책을 비교·분석하였다.

폭염 대책을 중심으로 국내·외 적응대책의 동향을 파악함으로써 기존의 대책들을 점검하고, 국내 폭염 대책의 한계점과 개선방안을 도출하여 실효성 있는 폭염 대책 마련에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

※ 이 연구는 “2020-MOIS35-001(도심환경을 고려한 폭염저감기술 최적화 개발)”연구의 지원으로 수행되었습니다.

▶ 2023년 6월 22일(목)

포스터 발표

중회의실 1

기후변화 에너지 (13:30~14:30)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

P-41 에너지효율 향상을 위한 산업체 최적전압제어시스템 개발 및 방법론 적용

김현지, 신중현, 박관, 문정은

(주)엔틀

에너지효율 향상을 위한 산업체 최적전압제어시스템 개발 및 방법론 적용

김현지, 신중현, 박관, 문정은

(주)엔틀

khj9936@eentl.com

키워드: 과전압, 전압제어, CVR, 방법론, 에너지효율, 최적화, M&V, 외부사업

국내 에너지소비는 2018년을 정점으로 감소했으나 에너지절감 실적은 2030 에너지소비 절감 목표 및 국가 온실가스 감축목표 (NDC) 대비 미진한 상황이다.

산업부문에서는 온실가스 감축 목표 달성을 위해 연료 전환, 고효율 설비 도입, 설비 제어 등 다양한 감축사업을 진행해왔으나, 감축량이 큰 대부분의 사업은 이미 완료하여 추가적인 대책이 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 산업부문의 전력사용량 감축을 위해 사업장의 변압기 단에서의 전압 조정을 통한 전력사용량 절감에 대한 M&V방안과 온실가스 감축사업 추진 타당성을 검토하였다.

기존의 전압 제어방식은 한전 중심의 중앙집중식으로 한전 변전소에서 전압 조정이 가능했으며, 변전소와 실제 소비 장소와의 거리에 따른 전압강하를 고려하여 필요 전압보다 높은 전압을 공급할 수밖에 없었다. 이에 보존전압감소(CVR) 기술을 도입하여 사용자의 변압기 지점에서 전압제어를 통해 필요전압을 공급하도록 하여 전력 사용량을 절감할 수 있다. 이러한 전력사용 절감량을 정량화하기 위해 해외 CVR실증 사례를 검토한 결과, 부하의 종류에 따라 CVR의 효과가 다르기 때문에 부하별 전력사용량 절감을 측정하기 보다는 IPMVP의 옵션 C를 적용하여 사업장 단위로 절감량을 산정하는 것이 타당한 것으로 평가되었다. 이에 본 연구에서는 M&V방법 초안을 개발하였고, 이를 바탕으로 배출권거래제 외부사업으로의 추진 타당성을 검토하기 위해 CDM사업과 국내 외부사업 지침을 분석하였다. 대부분의 사항은 문제가 없지만, 상쇄사업은 기본적으로 타 온실가스 감축효과를 배제할 수 있어야 하기 때문에 이에 대한 대책이 필요한 것으로 나타났다. 이에 따라, 설비교체 등의 다른 감축사업을 추진할 경우, 해당 사업의 계측을 통해 감축량을 별도 산정하여 CVR사업의 온실가스 감축사업 추진할 수 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 1차년도에 개발한 M&V 방법 초안을 바탕으로 2026년까지 수요기업별 실증을 통해 개발한 외부사업 방법론을 등록하여 온실가스 감축 사업 추진 기반을 마련할 예정이다.

※ 이 연구는 “제2022-55호, 20222020900101 (산업체 효율향상을 위한 최적 전압제어 시스템 개발 및 실증)”의 지원으로 수행되었습니다.

온실가스 감축 (13:30~14:30)

좌장 : 김영현 (울산과학기술원)

- P-42** **폐PS의 연속식 열분해 공정을 통한 열분해오일 최적 조건 산출에 관한 연구**
이영주^{1,†}, 노영훈¹, 송규섭¹, 박주형¹, 김진성¹, 김용구¹, 최영찬¹, 최재석²
¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²㈜상수
- P-43** **표고버섯 폐배지의 열분해 공정을 통한 바이오차 제조 및 특성 연구**
송규섭, 박주형, 노영훈, 김진성, 김용구, 최영찬, 이영주[†]
한국에너지기술연구원 미세먼지연구실
- P-44** **실험실 규모의 폐PS(Polystyrene) 열분해 공정을 통한 SM(Styrene monomer)의 고농도 생산 조건 도출에 관한 연구**
노영훈^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 김진성¹, 최영찬¹, 송광호², 이영주^{1,†}
¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²고려대학교 화공생명공학과
- P-45** **LCA 기법을 활용한 수소 생산방식별 환경효과 분석**
장소정¹, 정대웅¹, 황용우², 안희경^{1,†}
¹한국생산기술연구원 첨단메카트로닉스연구그룹, ²인하대학교 환경공학과
- P-46** **GREET 모델을 활용한 차량 연료별 생산단계의 환경효과 분석**
장소정¹, 정대웅¹, 황용우², 안희경^{1,†}
¹한국생산기술연구원 첨단메카트로닉스연구그룹, ²인하대학교 환경공학과
- P-47** **농업부산물을 활용한 탄소 포집 저장 및 이산화탄소 흡착 특성 연구**
김진성^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 노영훈¹, 최영찬¹, 전충환², 이영주^{1,†}
¹한국에너지기술연구원, 미세먼지연구실, ²부산대학교, 기계공학부 에너지시스템전공
- P-48** **논 토양의 메탄균 발현에 미치는 질소비료 심층시비 효과**
홍성창, 김민욱, 김진호
국립농업과학원 기후변화평가과

- P-49 농경지 풋거름작물 재배의 온실가스 저감효과에 대한 국내외 연구 사례**
박혜란, 정현철, 이선일, 권효숙, 이형석, 이종문
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
- P-50 탄소배출권 확보를 위한 위성영상 기반 동티모르 맹그로브 조림 적합도 평가**
안현권¹, 최은솔¹, 조원희², 고동욱¹, 임철희³
¹국민대학교 산림환경시스템학과, ²국민대학교 산학협력단,
³국민대학교 교양대학
- P-51 동티모르 ICS 사업과 재조림에 따른 산림면적 변화와 탄소배출 및 흡수량 산정·평가 연구**
홍승현¹ 정강연¹ 이유환¹ 임철희² 고동욱¹ 조원희³
¹국민대학교 산림환경시스템학과,
²국민대학교 교양대학, ³국민대학교 산학협력단
- P-52 위성기술을 활용한 동티모르의 혼농임업 가능성 분석과 탄소배출권 산정 연구**
김혜민¹, 이하은¹, 고동욱¹, 임철희², 조원희³
¹국민대학교 산림환경시스템학과, ²국민대학교 교양대학,
³국민대학교 산학협력단
- P-53 벼 재배 시 벗짚 및 퇴비가 온실가스 배출에 미치는 영향**
권효숙, 박혜란, 이형석, 이선일, 정현철, 이종문, 이소라
국립농업과학원 기후변화평가과
- P-54 최소경운을 적용한 벼 재배과정에서 발생하는 온실가스 배출량 산정: 전과정 평가**
진주현, 정현철, 이선일, 이형석, 박혜란, 유예슬, 이종문, 권효숙
국립농업과학원 기후변화평가과

폐PS의 연속식 열분해 공정을 통한 열분해오일 최적 조건 산출에 관한 연구

이영주^{1,†}, 노영훈¹, 송규섭¹, 박주형¹, 김진성¹, 김용구¹, 최영찬¹, 최재석²

¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실, ²(주)상수

lyj3380@kier.re.kr

키워드: 폴리스티렌, 열분해오일, 열분해, 연속식 공정, 폐기물

플라스틱의 물질이 개발된 이후, 전 세계적으로 사용의 편리성으로 인한 플라스틱의 사용량이 급격하게 증가하였으며, 이에 따라 폐플라스틱의 발생량도 매년 증가하고 있는 추세이다. 폐플라스틱의 경우, 매립 시 분해가 잘 되지 않으며, 소각을 할 경우 다이옥신과 같은 환경오염 물질이 다량 발생하는 문제점을 가지고 있다. 또한, 중국의 폐플라스틱 수입 금지 조치에 따라 각 국가에서는 폐플라스틱의 처리에 한계를 느끼고 사용량을 줄이는 정책을 추진하고 있다. 하지만, 생활 속에 널리 보급되어 있는 플라스틱의 사용을 급격히 줄이는 것에는 한계가 있으며, 발생된 폐플라스틱을 물질재활용 측면에서 다시 활용할 수 있는 기술들이 개발되고 있다. 그 중, 열분해오일 생산 기술의 경우 무산소 분위기에서 분자구조의 결합을 단량체로 분해하는 기술이다. 열분해오일은 연분해유로 활용이 가능함에 따라 기존 화석연료의 대체제로 각광받고 있다. 전통적으로 열분해오일 생산 공정의 경우, 회분식으로 일정한 크기의 밀폐용기에 폐플라스틱을 넣어놓고 외부에 열을 가해 열분해오일을 생산하는 기술이다. 배치식으로 운영되는 기술이라 설비의 크기가 커지게 되고, 후단 열분해가스를 처리하기 위한 설비의 용량이 증가하여 설비 운영비가 많이 소요되는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서 개발하는 연속식 열분해 기술의 경우, 대형 공정에서 상용화되어 운영되고 있는 로타리킬른(Rotary kiln) 방식을 적용하였으며, 회전체가 구동되는 특성을 가지고 있는 로타리킬른의 내부 산소 유입을 방지하기 위한 sealing과 안정적인 원료 공급 및 배출 장치 등이 포함되어 있다. 또한, 폐PS의 경우 밀도가 매우 낮아 INGOT 형태로 로타리킬른 내부에 공급이 되도록 구성하였으며, 안정적인 열분해오일 생산 기술에 대하여 연구하였다.

※ 이 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 “폐PS의 저에너지사용 연속식 열분해 공정을 통한 고순도 스티렌모노머(SM) 생산 기술 개발 사업(2022003490002)”의 지원으로 수행되었습니다.

표고버섯 폐배지의 열분해 공정을 통한 바이오차 제조 및 특성 연구

송규섭, 박주형, 노영훈, 김진성, 김용구, 최영찬, 이영주[†]

한국에너지기술연구원 미세먼지연구실

songgs@kier.re.kr

키워드: 바이오매스, 바이오차, 표고버섯, 폐배지, 열분해

본 연구는 국내 표고버섯 재배 농가에서 발생하는 부산물인 폐 버섯배지를 열분해(Pyrolysis)하여 바이오차(Biochar)를 제조하는 연구를 진행하였으며, 제조된 바이오차의 활용 특성에 대한 연구를 진행하였다. 바이오매스의 경우, 최종 제품의 활용 방법에 따라 다양한 전처리(Biomass pre-treatment) 기술이 연구되고 있으며, 크게 건조-펠릿화(Pelletizing) 공정을 통한 연료화 기술과 열량증가를 목적으로 하는 반탄화(Torrefaction) 공정, 탄소를 저장하기 위한 수단으로 바이오차로 전환되는 열분해 공정이 있다. 그 중, 열분해 공정의 경우 바이오매스가 성장하는 과정에서 흡수한 온실가스(CO₂)를 외부로 배출시키지 않고 바이오차의 형태로 고착화 시키는 기술로 국내외 탄소저장의 수단으로 인정되는 기술이다. 바이오차로 전환하기 위해서는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 대한 정부간 협의체)에 명시된 350℃ 이상의 무산소 분위기에서 열분해를 진행해야 하며, 다양한 바이오매스 종류 및 처리온도, 방식 등에 따라 가중치를 달리하여 최종 저장되는 바이오차의 온실가스 감축량이 산정되어 있다. 본 연구에서는 lab규모 회분식 열분해 반응기를 이용하여, 350~700℃의 온도에서 처리된 바이오차의 제조 특성에 대하여 분석하였으며, 온도가 증가할수록 바이오차의 품질은 증가하는 반면 회수율이 감소하여, 경제적인 바이오차를 생산하기 위한 최적의 처리온도를 산정하였다. 또한, 바이오차를 제조하는 과정에서 표면의 OH 기능기 등의 결합이 끊어지며, 미세기공(micro pore)이 발달함에 따라 대기에 존재하는 이산화탄소를 추가적으로 흡착 및 저장 가능함에 따라 안정적인 탄소 저장(CCS, Carbon Capture&Storage) 기술로 활용이 가능하다고 판단하고 있다.

※ 이 연구는 중소벤처기업부의 재원으로 중소기업기술정보진흥원(TIPA)의 “스마트팜-신재생에너지 융복합을 통한 자원순환 농가형 에너지 자립모델 개발 및 실증(NO. RS-2022-00165586)”의 지원으로 수행되었습니다.

실험실 규모의 폐PS(Polystyrene) 열분해 공정을 통한 SM(Styrene monomer)의 고농도 생산 조건 도출에 관한 연구

노영훈^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 김진성¹, 최영찬¹, 송광호², 이영주^{1,+}

¹한국에너지기술연구원 미세먼지연구실,

²고려대학교 화공생명공학과

shdudgns95@kier.re.kr

키워드: 플라스틱 재활용, 열분해, 폴리스티렌, 스티렌 모노머, 폐기물 저감

플라스틱의 사용이 꾸준히 증가하면서 폐플라스틱 발생량이 지속적으로 증가하였고, 대부분의 폐플라스틱이 매립 또는 소각됨에 따라 토양 및 대기오염 문제가 심화되고 있다. 이를 저감하기 위해 플라스틱 재활용의 중요성이 강조되고 있으며, 그중에서도 열분해 공정을 이용한 화학적 재활용 방식은 원료 회수 및 폐기물 발생량 저감 측면에서 많은 주목을 받고 있다. 다양한 플라스틱 중 폴리스티렌(Polystyrene)은 열분해 시 모노머 수율이 가장 높고, 간단한 열처리만으로 모노머로 전환되기 때문에 유망한 옵션이다. 본 연구에서는 폴리스티렌의 상당량을 차지하는 폐 EPS(Expandable Polystyrene)의 열분해를 배치반응기를 사용하여 수행하였으며 최적의 조건을 선정하기 위해 온도와 촉매 조건을 다양화하여 연구를 진행하였다. 열분해 실험 결과, 390°C에서 BaO 촉매를 사용했을 때 생성된 오일과 SM(Styrene Monomer) 질량이 최대값(오일 33.2g, SM 19.27g)을 보였으며, 이를 최적의 폐 EPS 재활용 조건으로 선정하였다.

※ 이 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 “폐PS의 저에너지사용 연속식 열분해 공정을 통한 고순도 스티렌모노머(SM) 생산 기술 개발 사업(2022003490002)”의 지원으로 수행되었습니다.

LCA 기법을 활용한 수소 생산방식별 환경효과 분석

장소정¹, 정대웅¹, 황용우², 안희경^{1,†}

¹한국생산기술연구원 첨단메카트로닉스연구그룹,

²인하대학교 환경공학과

xnthwjd@kitech.re.kr

키워드: Hydrogen Energy(수소에너지), Hydrogen Production(수소생산), Greenhouse Gas(온실가스), Carbon Neutrality(탄소중립), LCA(전과정평가)

전 세계적으로 기후 온난화가 가속화되면서 탄소중립 달성을 위한 핵심 수단으로 수소 경제 정책을 집중적으로 논의하기 시작하였다. 국내에서도 저탄소 산업구조로의 전환을 위해 수소 에너지 기반의 탄소중립 정책을 강화하고 있다. 수소 에너지는 사용단계에서 오염 물질이 발생하지 않으나, 생산단계에서 다량의 오염물질이 배출되는 특성이 있다. 따라서 수소 에너지의 환경성을 검증하기 위해서는 수소 생산방식별 환경영향 평가 및 분석 연구가 필요하다.

본 연구에서는 전과정평가 방법(LCA: Life Cycle Assessment)을 활용하여, 기존의 그레이 수소(Grey Hydrogen), 블루 수소(Blue Hydrogen), 그린 수소(Green Hydrogen), 청록 수소(Turquoise Hydrogen) 등 생산방식별 환경영향을 분석하였다. 각각의 수소 생산과정에서 배출되는 오염물질의 양을 산출하였으며, 이를 토대로 환경영향을 분석하였다. 그 결과, 각 생산방식별 환경영향은 청록 수소>그레이 수소>그린 및 블루 수소 순으로 나타났다. 청록 수소의 환경영향이 가장 크게 나타난 원인은 전과정평가 수행 과정에서 시스템 경계 설정의 한계에 의한 것으로 분석된다. 생산방식별 환경영향을 정확하게 분석하기 위해서는 수소의 생산과정에서 발생하는 탄소 포집 및 저장 공정, 부산물로 배출되는 고체 탄소의 재활용 상쇄 부분에 대한 심층 분석이 추진되어야 할 것이다.

※ 본 연구는 한국생산기술연구원 기본사업의 지원으로 수행하였습니다.

GREET 모델을 활용한 차량 연료별 생산단계의 환경효과 분석

장소정¹, 정대웅¹, 황용우², 안희경^{1,+}

¹한국생산기술연구원 첨단메카트로닉스연구그룹,

²인하대학교 환경공학과

xnthwjd@kitech.re.kr

키워드: Green Vehicle(친환경차량), Fuel Production(연료생산), Greenhouse Gas(온실가스), Carbon Neutrality(탄소중립), LCA(전과정평가)

우리나라는 2021년 2월에 발표된 『제4차 친환경자동차 기본계획』에 따라 2030년까지 자동차 온실가스 24 % 감축을 목표로 785만 대의 친환경 차량이 보급될 수 있도록 차량 공급망 확대 정책을 추진하고 있다. 현재 국내 에너지 공급은 대부분 화석연료 기반으로 공급이 이루어지고 있어 친환경 차량의 정책적 효과를 검증하기 위해서는 차량 연료별로 생산단계에서 발생하는 환경영향에 대한 분석이 필요하다고 판단된다.

이에 본 연구에서는 차량 연료 중 휘발유(Gasoline), LPG(Liquefied Petroleum Gas), 경유(Diesel), 전기(Electricity), 수소(Hydrogen)에 대한 환경영향을 미국 아르곤 국립연구소의 운송 수단 전과정평가 소프트웨어인 GREET(The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation Model) 내 데이터베이스 기반으로 평가하였다. 또한 기존 차량에 사용되는 연료와 친환경 차량에 사용되는 연료에 대해 분석하고, 미래 친환경 차량 보급에 따른 환경효과를 평가하였다.

현재 국내에는 차량 연료생산에 따른 환경영향평가, 정책적 효과성 그리고 국내 실정에 맞게 분석한 연구 자료가 부족하다. 본 연구를 통한 분석 결과는 차량 연료별 환경영향을 비교하기 위한 참고 자료로 제시하고자 한다.

※ 본 연구는 한국생산기술연구원 기본사업의 지원으로 수행하였습니다.

농업부산물을 활용한 탄소 포집 저장 및 이산화탄소 흡착 특성 연구

김진성^{1,2}, 박주형¹, 송규섭¹, 노영훈¹, 최영찬¹, 전충환², 이영주^{1,+}

¹한국에너지기술연구원, 미세먼지연구실,

²부산대학교, 기계공학부 에너지시스템전공

asthorethrin@kier.re.kr

키워드: 바이오매스, 바이오차, CCS(carbon Capture&Storage), CDR(carbon dioxide removal), Carbon capture

전 지구적으로 산업의 발전은 화석연료 사용량 증가와 함께 CO₂와 같은 온실가스(GHG, green house gas) 배출을 증가시켰다. 또한 화석연료의 높은 수요를 감당하기 위하여 석탄, 천연가스, 석유와 같은 재생 불가능한 화석에너지 자원에 의존한 결과 많은 양의 CO₂와 같은 온실가스가 발생하였고 이렇게 증가한 온실가스는 지구 기후 변화에 관련된 다양한 문제들의 주된 원인이 되었다. 이에 지구 온난화와 같은 환경문제를 해결하기 위해 전 세계적으로 국가 결정 기여 온실가스 감축 목표(NDC, nationally determined contribution) 협약을 통해 배출량을 감소하도록 협의하였다. 그러나 협약이 체결된 2015년 이후 1인당 온실가스 배출량은 감소했음에도 불구하고 전 세계 인구의 증가로 인해 총 온실가스 배출량에는 큰 변화가 없었다. 따라서 누적된 온실가스를 줄이기 위해서는 온실가스 배출량을 줄이는 것 이외에도 이미 대기 중으로 배출된 이산화탄소를 제거하는 CDR(carbon dioxide removal) 기술의 필요성이 생겨났다. 본 연구에서는 단순 소각 방지 및 폐기 되어 부패되는 과정을 통해 다량의 메탄 및 이산화탄소를 발생시키는 폐 바이오매스 자원인 농업부산물을 열분해 공정을 거쳐 바이오 차(Biochar)로 전환시키고자 한다. 바이오차로 전환시킴으로써 탄소격리 및 저장(CCS, Carbon Capture&Storage)의 탄소 네거티브 효과와 더불어 생성 후 용도가 제한적인 바이오차를 활용 하여 CO₂와 같은 온실가스를 흡수 하는 연구를 진행 하였다. 다양한 실험과 온도 조건에서 열분해 과정을 거쳐 높은 탄소저장능력과 효율적인 CO₂ 흡착능력을 가진 바이오차의 최적의 생산조건에 대해 알아보았다.

※ 이 연구는 중소벤처기업부의 재원으로 중소기업기술정보진흥원(TIPA)의 “스마트팜-신재생에너지 융복합을 통한 자원순환 농가형 에너지 자립모델 개발 및 실증(NO. RS-2022-00165586)”의 지원으로 수행되었습니다.

논 토양의 메탄균 발현에 미치는 질소비료 심층시비 효과

홍성창, 김민욱, 김진호
국립농업과학원 기후변화평가과
schongcb@korea.kr

키워드 : 논 토양, 메탄산화균, 메탄생성균, 심층시비, 질소비료

담수상태의 논에서 벼 재배 과정 중 유기물의 혐기분해(anaerobic digestion)에 의해 배출되는 메탄(CH_4)은 온실가스 중 하나이다. 벼 재배를 위해 기비로 살포된 질소질 비료는 산화되어 질산(NO_3^-)이 생성되고(nitrification) 질산은 환원상태인 하층으로 이동하여 탈질에 의해 질소(N_2)까지 환원된다(denitrification). 논 토양의 25~30cm 깊이에 질소 비료를 심층시비하면 공기와의 접촉을 줄여 질산의 생성이 감소되므로 메탄균의 전자수용체와 관련된 대사에 영향을 줄 수 있다. 따라서 본 연구에서는 질소비료의 심층시비에 따른 메탄 배출과 관련된 미생물의 발현 양상을 검토하기 위해 메탄생성균(methanogens)과 메탄산화균(methane oxidizing bacteria)의 발현을 분석하였다. 실험 1은 2022년 1월 2일에 직경 18cm, 높이 55cm의 토양 칼럼 속에 벧짚 250g을 넣고 벧짚 위에 논 토양 5kg 을 채운 후 질소 1g 을 각각 처리하였으며 무비료구, 토양표면 처리구, 토심 25~30cm 심층시비 처리구로 구성하였다. 실험 2는 토양 표면처리, 기비 심층시비 후 2회 옷거름, 심층시비로 질소 표준시비량의 50%, 심층시비로 질소 표준시비량의 100% 처리구로 구성하였고 시비처리 후 참동진벼를 2022년 12월 6일 이앙하여 재배하였다. 벼의 등숙기인 2023년 3월 21일 채취한 토양 시료는 냉장 보관 후 DNA를 추출하여 qPCR(quantitative real time PCR)을 수행하였다. 메탄생성균 유전자는 A109, mcrA 를 사용하였고 메탄산화균 유전자는 pmoA, mmoX, type I, type II 을 사용하였다. 유전자 발현량을 분석한 결과, 실험 1의 심층시비 처리구에서 메탄생성균 유전자인 mcrA 발현량은 토양표면 처리구 보다 유의하게 증가하였으나 메탄산화균의 발현은 4종 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다. 실험 2의 메탄생성균 유전자 mcrA의 발현량은 토양 표면살포 처리구 보다 심층시비 질소 100% 처리구에서 유의하게 증가하였고, 메탄산화균 유전자인 mmoX의 발현도 심층시비 질소 100% 처리구에서 유의하게 증가하였다.

결론적으로, 질소비료 심층시비는 벼가 재배되는 환경에서 관행의 토양 표면살포 방법보다 메탄생성균 유전자 mcrA와 메탄산화균 유전자 mmoX의 발현량을 동시에 유의하게 증가시켰다. 따라서 질소비료 심층시비 처리 후 논 시험포장에서 메탄의 발생량을 산정하는 추가적인 연구가 필요하다고 판단되었다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 농업과학기술개발 연구과제 PJ 016763”에 의해 수행된 것임

농경지 풋거름작물 재배의 온실가스 저감효과에 대한 국내외 연구 사례

박혜란, 정현철, 이선일, 권효숙, 이형석, 이종문
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
parkhr098@korea.kr

키워드: 풋거름작물, 온실가스, 탄소저장, 유기물

풋거름이란 녹비라고도 불리며 녹색식물의 줄기와 잎을 퇴비화하지 않고 바로 경작지에서 갈아엎어 비료로 사용하는 것이다. 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)에 따르면 풋거름작물 재배는 농경지에서 나지를 줄이고 광합성을 증가시킴으로써 토양탄소 저장량을 증가시키고, 콩과 풋거름작물의 질소 공급효과로 질소질 비료에 대한 의존성을 낮춰 온실가스 배출을 저감할 수 있다.(IPCC, 2007) 아산화질소(N_2O)의 직접배출과 비료의 생산과 유통에서 발생하는 온실가스 간접배출에 큰 영향을 미치기 때문에 질소질 비료 과다 사용은 농경지 온실가스 배출의 주된 원인으로 지목받고 있다. 이에 풋거름작물의 질소질 비료 대체에 관한 연구가 우리나라를 비롯한 전세계에서 활발하게 이뤄지고 있다. 국내에서는 풋거름작물 재배의 토양 물리성 향상, 미생물 활성화 등 토양환경 개선효과와 질소질 비료 대체와 관련된 연구가 많이 수행되고 있다. 일본에서도 헤어리베치와 같은 콩과 풋거름작물이 질소비료를 일정 수준 대체할 수 있다는 연구가 수행되었다. 그러나 질소원(풋거름, 화학비료)이 농경지의 온실가스 직접배출에 미치는 영향은 미비하다는 연구도 존재한다. 캐나다에서는 풋거름작물과 최소경운의 복합기술이 온실가스 저감에 유의미한 효과가 있다고 평가하였다. 중국에서는 풋거름작물 재배에 따른 탄소와 질소의 동태 평가를 통해 풋거름이 질소질 비료를 대체하고 토양 탄소저장에 효과가 있다는 연구 결과를 보였다. 이 외에도 미국, 유럽 등 세계 각국에서 풋거름작물의 온실가스 저감효과에 대한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 논에서의 풋거름작물 활용으로 인한 아산화질소 배출 평가 위주로 이루어지고 있어 다양한 농경지 유형에 따른 풋거름작물과 온실가스 배출에 관련된 연구가 필요한 상황이다. 그래서 2023년부터 2025년까지 3년간 ‘다년생 과수 및 과원의 탄소 축적량 평가 연구’를 통해 과수원에서의 풋거름작물 재배를 통한 온실가스 저감효과에 대한 연구를 수행하고자 한다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업(RS-2023-00220456)”의 지원으로 수행되었습니다.

탄소배출권 확보를 위한 위성영상 기반 동티모르 맹그로브 조림 적합도 평가

안현권¹, 최은솔¹, 조원희², 고동욱¹, 임철희³

¹국민대학교 산림환경시스템학과, ²국민대학교 산학협력단,

³국민대학교 교양대학

postmist@kookmin.ac.kr

키워드: 맹그로브, 위성영상, 앙상블, 종분포모델, 탄소흡수, 탄소배출권, 기후위기 대응, 산림복원

전 세계적으로 기후변화 대응 목적의 탄소흡수원 조성을 위해 다양한 조림·재조림이 시행되고 있다. 블루카본은 해양 및 연안 생태계에서 흡수·저장되는 탄소를 기후변화 완화에 중요한 역할을 한다. 이에 따라 블루카본의 중요성이 증대되고 있으며, 연안에 서식하고 높은 탄소흡수량과 장기간 탄소를 저장할 수 있는 맹그로브 생태계 복원에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 본 연구는 동티모르 북부지역의 맹그로브 생태계 복원을 위한 조림·재조림 적합지를 추정하기 위해 수행되었다. 이를 위해 위성영상과 앙상블 형태의 종분포 모델(species distribution models, SDMs)을 활용하여 동티모르의 과거 맹그로브 서식지를 분석하고 현재 조림 적합 서식지를 기후와 지형·환경을 기반으로 예측하여 조림·재조림의 가능성을 확인하고자 한다. 동티모르 맹그로브의 출현좌표는 유럽우주국(ESA)에서 제공하는 토지피복도의 맹그로브 출현데이터를 수집하였으며 기후정보는 Worldclim에서 제공하는 1970~2000년대 평균 기후데이터를 활용하였다. 또한, 동티모르 북부의 맹그로브가 해안가를 중심으로 분포하는 점을 고려하여 조건대를 추정하기 위해 2022.01.01~2022.12.31 사이의 Sentinel-2 Top of Atmosphere영상을 수집하고 이를 토대로 정규 수분화 지수를 비교 분석하였다. 과거 맹그로브 서식지는 Landsat-4, 5 영상을 기반으로 추정하였으며, 현재 맹그로브 서식지는 Sentinel-2 영상을 기반으로 추정하였다. 추정된 과거·현재 맹그로브 서식지를 비교한 결과, 과거 맹그로브 서식지의 분포가 넓은 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 동티모르 북부지역의 맹그로브 서식지 복원을 위한 조림·재조림 적합지역을 추정할 수 있었다. 이 연구는 동티모르의 맹그로브 생태계 보전 및 관리와 탄소흡수를 위한 맹그로브 조림지 선정에 유의미한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대되며, 장기적으로 동티모르 북부지역의 맹그로브 생태계 복원을 통한 탄소흡수·저장을 증진시킬 수 있을 것으로 예상된다.

동티모르 ICS 사업과 재조림에 따른 산림면적 변화와 탄소배출 및 흡수량 산정·평가 연구

홍승현¹ 정강연¹ 이유환¹ 임철희² 고동욱¹ 조원희³

¹국민대학교 산림환경시스템학과,

²국민대학교 교양대학, ³국민대학교 산학협력단

hongsh@kookmin.ac.kr

키워드: Improved Cook Stove, 원격탐사, CDM, 탄소배출권, 기후위기 대응, 산림복원

Clean Development Mechanism (CDM)은 선진국이 개발도상국에 자원과 기술을 지원하여 감축된 탄소배출량을 선진국의 탄소배출권으로 인정함과 동시에 개발도상국의 발전을 돕는 체제로 이를 수행할 다양한 방법이 존재한다. 이에 본 연구는 최근 우리나라와 산림협력을 체결하는 등 긴밀한 관계를 맺고 있는 동티모르를 대상으로 UNFCCC의 AMS-II.G 방법론과 VERRA의 VM0037 방법론을 활용하여, ICS 사업추진과 함께 연료목 채취 지역을 대상으로 재조림을 실시했을 때 연계 되는 탄소배출량의 저감 및 탄소흡수량 증진 효과를 산정·평가하였다. AMS-II.G는 Improved Cook Stove (ICS)가 사업 대상지에 보급되었을 때, 열효율을 증진시켜 연료목 채취 감소에 따른 탄소배출량 저감을 평가하는 방법론이다. VM0037은 황폐화된 지역의 조림·재조림을 통해 연계되는 탄소흡수량을 산정하는 방법론이다. 이를 적용하기 위해 동티모르 북부지역의 시계열에 따른 Landsat 위성영상을 기반으로 NDVI, NDWI, NBRI를 제작하고 K-mean clustering 기법을 활용해 산림지 변화를 추정하였다. 이후 ICS 보급 사업이 추진되고 있는 국가에서 나타나는 산림지 감소율의 변화를 시나리오로 적용하여 ICS 사업추진 이후의 탄소배출량 저감효과를 산정하였다. 또한, 멀리 주 산림지 접근성(도로로부터의 거리, 거주지 분포 등), 인구의 공간 분포 등 사회적 요인과 ICS 사업추진 이후 산림지 변화를 복합적으로 고려하여 재조림 지역 선정 및 적용에 따른 탄소흡수량 증진 효과를 산정하였다. 그 결과 동티모르 북부지역을 대상으로 탄소배출량 저감과 탄소흡수량 증진에 따라 복합적인 탄소배출권 확보가 가능할 것으로 예측되며, 이를 통해 기후변화에 적극적으로 대응할 수 있을 것으로 판단된다.

위성기술을 활용한 동티모르의 혼농임업 가능성 분석과 탄소배출권 산정 연구

김혜민¹, 이하은¹, 고동욱¹, 임철희², 조원희³

¹국민대학교 산림환경시스템학과, ²국민대학교 교양대학,

³국민대학교 산학협력단

khm7373@kookmin.ac.kr

키워드: 혼농임업, 탄소배출권, CDM, 원격탐사, 기후위기 대응, 탄소중립

기후변화 대응을 위한 탄소중립 실현 요구가 증대됨에 따라 탄소배출권 시장 규모가 확대되고 있다. 우리나라는 2023년 3월 21일 국가 온실가스 감축목표(NDC)에서 2030년 국외 감축분을 종전 33.5%에서 37.5% 개정함에 따라 국외 감축사업의 중요성이 커질 것으로 예상된다. 동티모르는 동남아시아의 신생 국가로 2002년 독립 이후 지속적으로 인구가 성장하고 있고, 인구의 65%가 농업에 종사하고 있다. 그러나 동티모르는 농업 생산성이 낮고 인구의 증가로 극심한 산림황폐화와 빈곤 문제를 겪고 있다. 혼농임업은 농업과 임업이 공존하는 지속가능한 농업 방식으로 생태계의 보전과 함께 농작물의 생산성도 높일 수 있는 방법으로 인정받고 있다. 이와 함께 경작지의 조림을 통해 탄소흡수원 조성과 탄소배출권(CERs) 확보도 가능한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 위성영상 자료를 활용하여 동티모르 내 1)혼농임업 적지를 분석하고, 2)혼농임업 적지의 조림 시나리오에 따른 탄소흡수량 추정 및 3)조림·재조림에 대한 CDM 방법론을 활용하여 발행될 수 있는 CERs를 산정하였다. 이를 위해 문헌 조사를 바탕으로 혼농임업 적지 추정에 필요한 자연환경·사회·경제적 공간변수(고도, 경사도, 토양보정식생지수, 토양습윤지수, 강수량, 토지피복, 접근성 등) 및 가중치를 선정하고, 위성기술을 활용하여 공간변수를 구축하였다. 또한, 공간분석을 기반으로 수집된 변수를 중첩시켜 혼농임업의 적지를 추정하였다. 혼농임업을 위한 조림 시나리오는 UNDP에서 제시한 4가지 방법을 통해 구축하였으며, 추정된 혼농임업 적지에 이를 적용하여 생성되는 탄소흡수량을 산정하였다. 이와 함께 CDM AR-ACM0003 방법론을 토대로 혼농임업을 통해 발행할 수 있는 CERs를 산정하였다. 이를 통해 동티모르의 혼농임업에 따른 국외 감축 사업 가능성을 제시할 수 있을 것으로 기대되며, 본 연구가 우리나라 국외 감축 사업 추진에 기여할 수 있기를 기대한다.

벼 재배 시 볏짚 및 퇴비가 온실가스 배출에 미치는 영향

권효숙, 박혜란, 이형석, 이선일, 정현철, 이종문, 이소라

국립농업과학원 기후변화평가과

gwonhs@korea.kr

키워드: 온실가스, 논, 퇴비, 볏짚

우리나라 논의 83%(491,754ha)에 해당하는 면적에서는 지력 향상 및 유지를 위해 유기물을 사용하고 있으며, 그중 36%는 퇴비를, 35%는 볏짚 및 보릿짚을 활용하고 있다. 그러나 논에 사용한 유기물은 메탄(CH₄)의 기질로 활용되어 온실가스 배출에 큰 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 유기물원으로 대표적으로 사용하고 있는 퇴비(C) 또는 볏짚(ST)을 처리하였을 때 온실가스 배출에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 챔버법을 이용하여 온실가스 시료 채취 및 정량분석하였으며, 순 온실가스 배출량 (net Global warming potential; net GWP) 산정을 위하여 NECB(net ecosystem carbon budget)법을 활용한 탄소 변화량을 함께 구하였다. 연구결과 작기 중 메탄과 아산화질소에 의한 온실가스 배출은 유기물 무시용 처리구 대비, 퇴비 시용 처리구에서 84%, 볏짚 시용 처리구에서 468% 증가하는 것이 확인되었다. 그러나 유기물 시용으로 탄소 투입량이 증가함에 따라 net GWP는 유기물 무시용 처리구에서 0.464 Mg CO₂eq. ha⁻¹, 퇴비시용 처리구에서 -7.547Mg CO₂eq. ha⁻¹, 볏짚시용 처리구에서 6.241Mg CO₂eq. ha⁻¹ 로 나타나 퇴비 시용에 의한 온실가스 배출 저감 효과가 큰 것으로 나타났다. 특히 퇴비 시용 처리구에서는 유의적이지는 않으나 수확량이 증가하여 수량 당 온실가스 배출량인 GHGI(greenhouse gas intensity) 값이 타 처리구보다 낮게 나타나 효율적인 감축기술로 활용 가능성이 높은 것으로 판단된다. 본 연구결과를 기반으로 향후 논에서의 온실가스 배출 저감을 기반으로 한 적절한 유기물 관리방법 개발 시 본 연구 결과의 활용이 가능할 것으로 판단된다.

※ 이 연구는 “PJ015580(논 유래 메탄 생성 미생물 군집 변화에 따른 온실가스 발생량 평가 연구)의 지원으로 수행되었습니다.

최소경운을 적용한 벼 재배과정에서 발생하는 온실가스 배출량 산정: 전과정 평가

진주현, 정현철, 이선일, 이형석, 박혜란, 유예슬, 이종문, 권효숙
국립농업과학원 기후변화평가과
j199911@naver.com

키워드: 벼, 온실가스, 최소경운, 전과정평가

최소경운은 작물을 심는 일부분만 경운하는 농법이다. 무경운에 가까운 기술로, 선행연구 대부분은 작기 중 농경지에서의 직접적인 온실가스 배출량 또는 토양 탄소 변화량에 초점을 두고 수행되었다. 그러나 작물 재배과정에서는 에너지, 비료, 작물보호제 및 기타 농자재 투입으로 인해 온실가스가 배출된다. 따라서 본 연구에서는 벼 재배 시 최소경운을 수행함으로써 토양에서의 직접적 온실가스 배출과 농자재 투입에 의한 온실가스 배출량을 포괄적으로 평가하고자 하였다. 본 연구는 김제에 위치한 벼 재배농가에서 관행경운과 최소경운을 각각 적용하였을 때 온실가스 배출량을 비교하였다. 작기 중 폐쇄 챔버법을 활용하여 가스 시료를 채취, 가스크로마토그래피를 이용하여 온실가스 배출량을 정량 분석하였다. 토양 탄소 변화량을 산정을 위해 또한 NECB(Net Ecosystem Carbon Budget)법을 활용, 농경지에서의 직접적인 온실가스 배출량인 net GWP(Global warming potential)를 구하였다. 다음으로 농자재 투입에 따른 온실가스 배출량을 계산하기 위해 전과정평가(Life cycle assessment)법을 활용하였다. 그 결과 net GWP는 관행경운구에서 $-4.56 \text{ Mg CO}_2\text{-eq. ha}^{-1}$, 최소경운구에서 $-5.04 \text{ Mg CO}_2\text{-eq. ha}^{-1}$ 로 산정되었다. 이는 작기 중 토양 탄소 유입량이 많은 영향으로 판단되며, 처리구 간 큰 차이는 나타나지 않았다. 그러나 연료 사용량 차이에 의해 농자재 투입에 따른 온실가스 배출량은 관행경운구에서 $8.42 \text{ Mg CO}_2\text{-eq. ha}^{-1}$, 최소경운구에서 $6.28 \text{ Mg CO}_2\text{-eq. ha}^{-1}$ 이 배출되었다. 총 온실가스 배출량(직접 배출량+농자재 투입에 의한 배출량)은 관행경운구에서 $3.87 \text{ Mg CO}_2\text{-eq. ha}^{-1}$ 보다 최소경운구에서 $1.24 \text{ Mg CO}_2\text{-eq. ha}^{-1}$ 로 낮았다. 이는, 온실가스 배출량이 에너지 투입량에 크게 영향을 받는다는 것을 나타내는 결과이다. 이 연구 결과는 에너지 사용량 감축과 같은 농자재 투입량을 기반으로 한 효율적인 온실가스 감축 전략 수립에 활용될 것으로 예상된다.

※ 이 연구는 농촌진흥청(Project No. PJ01558702)의 지원을 받아 수행되었습니다.

온실가스 인벤토리 (13:30~14:30)

좌장 : 부경은 (국립기상과학원)

- P-55 **지자체 탄소배출 특성 분석을 통한 탄소저감 인센티브 제도 설계**
김희성, 정수종
서울대학교 환경대학원 환경계획학과
- P-56 **한국의 일별 화석연료 기반 이산화탄소 배출량 산정**
조수완, 정수종
서울대학교 환경관리학과
- P-57 **반도체 및 디스플레이 분야의 F-gas DRE 개발을 위한 연구**
우지윤¹, 강성민², 전의찬²
¹세종대학교 기후환경융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터
- P-58 **반도체 및 디스플레이 분야의 PFCs 저감효율계수 연구**
강성민¹, 우지윤², 전의찬^{2,+}
¹세종대학교 기후환경융합센터, ²세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- P-59 **LULUCF 초지부문 온실가스 인벤토리 통계 개선 및 산정(1990~2021)**
정종성¹, 이유경²
¹국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과,
²국립축산과학원 축산생명환경부 동물영양생리과
- P-60 **탄소공간지도의 온실가스 배출량 산정 타당성 검토**
김민서, 정승현⁺
한국건설기술연구원 스마트도시클러스터
- P-61 **IGCC발전의 CH₄ 배출계수 개발 연구**
조중휘¹, 조승현², 전의찬³
¹세종대학교 대학원 기후환경융합학과,
²세종대학교 대학원 기후변화협동과정,
³세종대학교 대학원 기후에너지융합학과

- P-62 녹두 영농부산물 소각에 따른 미세먼지 배출계수 개발**
 송새눈, 우지윤, 전의찬
 세종대학교 대학원 기후환경융합학과
- P-63 부생가스 발전시설의 CH₄ 배출계수 연구**
 김수빈¹, 조승현², 강성민³, 전의찬¹
¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과,
²세종대학교 대학원 기후변화협동과정,
³세종대학교 기후환경융합센터
- P-64 기초지자체 탄소중립 달성을 위한 온실가스 감축방안 연구
 - 서울특별시 광진구를 중심으로 -**
 이승현¹, 유재호², 전의찬²
¹세종대학교 대학원 기후환경융합학과,
²세종대학교 대학원 기후에너지융합학과

지자체 탄소배출 특성 분석을 통한 탄소저감 인센티브 제도 설계

김희성, 정수종

서울대학교 환경대학원 환경계획학과

hskim78@snu.ac.kr

키워드: 지자체 인벤토리 구축, 온실가스 이동 관측, 탄소저감 인센티브, 부문별 등가화

지난 2021년 9월, 탄소중립 달성을 위한 제도적 기반이라 할 수 있는 ‘탄소중립·녹색성장기본법(탄소중립기본법)’이 제정되고, 2022년 3월 25일부터 시행되었다. 지역주도 탄소중립 이행체계가 확대됨에 따라 탄소감축을 위한 지자체의 역할 및 책임이 중요해졌으며, 개인의 적극적이고 자발적인 탄소감축 행동을 유도할 수 있는 지자체 차원의 제도 도입이 필요하다. 본 연구는 전주시를 사례로 효과적인 개인단위 탄소저감 인센티브를 설계하기 위해, 환경부가 지정한 탄소감축 부문 중 건물(가정, 상업/공공), 수송, 폐기물 등의 탄소배출량과 자연녹지의 탄소흡수량 특성을 분석하여 지역 배출 특징을 파악하였다. 그리고 이러한 지역 배출 특성에 근거하여 배출원 부문별 감축 인센티브를 차등 지급하는 제도를 설계하고자 한다. 전주시 기초지자체 수준의 월단위 탄소배출량을 산정하기 위해 방대한 양의 오픈소스 데이터와 실측 온실가스 자료를 활용하여 2020년 대상 탄소배출량을 산정하였다. 산정 결과 전주시 1인당 이산화탄소 배출량은 전국 평균 대비 164kg 가량 높았으며, 건물, 수송, 폐기물 순으로 많았다. 부문별로는 건물 부문에서 ‘완산구 효자동3가’, 도로수송 부문에서 ‘완산구 효자동3가’가 높은 배출량을, 자연녹지 부문에서 ‘완산구 중인동’이 높은 흡수량을 보였다. 이러한 전주시의 탄소배출 특성을 반영하여 부문별로 인센티브를 등가화하는 탄소저감 인센티브 제도를 제안한다. 본 연구에서 살펴본 바와 같이 효율적인 탄소저감 제도 수립을 위해서는 지자체 수준의 온실가스 인벤토리를 활용하여 탄소배출 특성을 파악하는 것이 중요하다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003560006)

한국의 일별 화석연료 기반 이산화탄소 배출량 산정

조수완, 정수종

서울대학교 환경관리학과

whtndhks007@snu.ac.kr

키워드: 온실가스, CO₂, 인벤토리, 화석연료, 시간 고해상도, 일일

고해상도 시공간 온실가스 인벤토리는 상세한 시공간 배출량과 배출패턴을 파악하여 연구 및 정책의 기초 자료로 활용되므로 중요하다. 하지만 기존 국내 온실가스 인벤토리는 산정까지 2년이 소요되며 1년 동안 발생한 인벤토리 총값이 공표되므로 시차가 발생하고, 계절별, 월별, 평일 및 주말의 배출패턴의 차이를 파악할 수 없다. 따라서 본 연구는 한국의 일별 FFCO₂ 인벤토리 구축을 목표로 하였다. 일일 CO₂ 배출량은 1990~2020년의 온실가스 yearly 인벤토리 값을 화석연료 사용량, 교통량, 항공기 운항 횟수 등의 proxy 데이터를 사용하여 월 배출량으로 분배한 후, 같은 방식으로 일 값으로 분배해 추정하였다. 또한, 정확도를 높이기 위해 여러 proxy 데이터들을 사용해 배출량을 역산한 후, 참값과 가장 오차가 적은 proxy 데이터만을 사용하였다. 연구 결과 국가 온실가스 인벤토리와 5% 이내의 오차를 가진 2010~2020년의 일일 온실가스 배출량을 확정하였다. 이를 통해 한국 FFCO₂의 계절별, 월별, 일별 배출패턴을 파악할 수 있었다. 본 연구는 한국 FFCO₂의 일 배출량을 파악하여 앞으로의 탄소 연구와 정책 수립의 기초 자료로 활용될 수 있다는 점에서 의의가 있다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다. (2022003560006)

반도체 및 디스플레이 분야의 F-gas DRE 개발을 위한 연구

우지윤¹, 강성민², 전의찬²

¹세종대학교 기후환경융합학과, ²세종대학교 기후환경융합센터

woojune92@gmail.com

키워드: 온실가스, 산업공정, 전자산업, 반도체 및 디스플레이, 배출계수, DRE

2020년 기준, 우리나라 반도체 및 디스플레이 분야의 온실가스 배출량은 약 2,000만톤 CO₂eq.로, 생산량 증가와 기술의 고부가가치화에 따라 배출량이 지속적으로 증가하고 있다. 반도체 및 디스플레이 분야의 온실가스는 식각 및 증착 공정 중 F-gas를 사용하는 과정에서 다량 발생되고 있으며, 공정상 배출되는 온실가스를 감축하기 위해 공정에서 사용된 F-gas를 제거하는 배출제어기술(Scrubber)의 설치와 효율 제고 방안이 제시되고 있다.

반도체 및 디스플레이 분야의 온실가스 배출량은 2006 IPCC 가이드라인에 따라 기본 배출계수를 적용해 산정하고 있다. IPCC에서는 F-gas 종류별 배출제어기술에 의한 저감 효율(DRE, Destruction Removal Efficiency)을 제시하고 있다. 그런데, 2006 IPCC 가이드라인에서 제시하는 DRE는 대부분 미국 사례를 기준으로 개발되었고, 생산설비의 노후화로 인해 보수적으로 평가되고 있다. 또한, 현재 우리나라의 기술 수준을 반영하지 못해 국내 반도체 및 디스플레이 분야의 온실가스 배출량이 과다 산정될 가능성이 있어 국내 실정을 반영한 국가 고유 DRE를 개발할 필요가 있다.

본 연구는 반도체 및 디스플레이 분야의 F-gas별 DRE를 개발하기 위한 연구로, -DRE 산정을 위하여 작성된 Non-CO₂ 온실가스 체적 유량 측정방법(KS I 0587)에 따라 측정된 DRE 자료를 활용하여 공정가스별 DRE를 산정 및 비교하였다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다.(과제번호: 2022003560008)

※ 본 연구는 환경부「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

반도체 및 디스플레이 분야의 PFCs 저감효율계수 연구

강성민¹, 우지윤², 전의찬^{2,†}

¹세종대학교 기후환경융합센터,

²세종대학교 대학원 기후환경융합학과

smkang9804@gmail.com

키워드: 온실가스, 산업공정, 반도체 및 디스플레이, 배출계수

반도체 및 디스플레이 산업의 2020년 기준 온실가스 배출량은 약 2천만톤CO₂eq.로 반도체 수요의 증가 및 기술발전에 따라 배출량이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 반도체 및 디스플레이 산업의 온실가스는 전력 사용과 식각 및 증착 공정에서 불소계 온실가스 사용을 통해 발생된다. 그 중 불소계 온실가스 사용으로 인한 온실가스 배출은 국가인벤토리의 불소계 온실가스 소비 항목의 온실가스 배출량 중 많은 부분을 차지하고 있다.

반도체 및 디스플레이 산업에서는 사용된 불소계 온실가스의 저감 효율을 향상시키는 것이 온실가스 감축 전략 중 하나이다. 반도체와 디스플레이 산업의 경우, 관련 배출제어 기술 측정 자료가 없는 경우에는 IPCC 기본값을 적용하고 있다.

IPCC에서는 온실가스 배출량 산정 시 해당 국가의 값을 사용하는 것을 인벤토리 신뢰성을 높이는 방법 중 하나로 소개하고 있다. 본 연구에서는 반도체 및 디스플레이 산업의 Tier 3 수준 PFCs 가스저감효율 자료를 검토하고 IPCC 계수와의 비교를 통해 우리나라의 PFCs 가스저감효율 수준을 확인하고 계수 개발을 하고자한다.

※ 본 연구는 환경부「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

※ 본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다.(과제번호: 2022003560008)

LULUCF 초지부문 온실가스 인벤토리 통계 개선 및 산정(1990~2021)

정종성¹, 이유경²

¹국립축산과학원 축산자원개발부 초지사료과,

²국립축산과학원 축산생명환경부 동물영양생리과

jjs3873@korea.kr

키워드: LULUCF, 초지, 온실가스, 인벤토리, 개선

초지는 전 세계 토지의 25~40%를 차지하고 있으며, 온실가스 흡수에 중요한 역할을 하고 있다. 또한, 전체 토양 유기탄소(Soil organic carbon; SOC)의 약 10%가 초지에 저장되어 있다. 초지의 탄소격리 효과는 기후, 토성, 이용 방법 등에 따라 차이가 발생한다. 최근 탄소중립 달성을 위하여 국가별로 감축목표(NDC) 달성을 위한 탄소중립 기본계획을 수립하였다. NDC달성을 위해서는 흡수원인 초지의 역할이 그 어느 때보다 중요하다. 초지의 탄소 격리 능력을 향상시키기 위해서는 영년생초지이용, 탄소 능력이 낮은 초종에서 두과 목초 등 격리능력이 높은 초종으로 변경하고 생산성을 향상시키는 것이 탄소 격리에 도움이 된다. 또한 토양 미생물로부터 유기물의 격리가 필요하며 분해를 늦추기 위해 물리화학적 안정된 형태로 변환을 유도해야한다. 본 연구는 1990년부터 2021년 까지 LULUCF의 초지부문의 온실가스 흡수량을 산정하고자 수행되었다. IPCC GPG-LULUCF 2003에 따라 초지로 유지되는 초지와 타토지에서 전용된 초지로 구분하여 IPCC의 토양 기본 유지기간 20년을 기준으로 연도별로 초지의 면적을 세분화하였다. 각 인벤토리 연도를 기준으로 20년간 초지로 유지된 초지 면적과, 20년간 증가한 초지의 면적을 타토지에서 전용된 초지로 구분하여 산정하고 있다. 초지로 유지된 초지는 토양탄소축적 변화량을 0으로 가정하므로 시계열 일관성에 따라 전체 시계열 배출량을 0으로 보고하였다. 토양형별 면적비율은 LAC 4.96%, HAC 91.95%, 사질토 1.56%, 화산회토 1.53%이다. 활동자료는 국토교통부 목장 용지 면적(1990~2021)을 활용하였다. 초지 흡수량변화는 1990년 648.67 CO₂eq로 2000년부터 지속적으로 감소하여 2021년 기준 6.68 CO₂eq로 나타났다.

※ 이 연구는 “농촌진흥청 공동연구사업(과제번호:PJ015079012023)”의 지원으로 수행되었습니다.

탄소공간지도의 온실가스 배출량 산정 타당성 검토

김민서, 정승현⁺

한국건설기술연구원 스마트도시클러스터

mskim@kict.re.kr

키워드: 탄소중립, 온실가스 인벤토리, 이산화탄소, 온실가스 감축

본 연구는 온실가스 인벤토리를 기준으로 표출된 탄소공간지도의 온실가스 배출·흡수에 대한 타당성을 검증하였다. 또한, 온실가스 인벤토리에서 분야별 지도화 가능성에 따라 향후 탄소공간지도 구축방향을 검토하였다.

탄소중립기본법 제정('21.9.)과 「2050 탄소중립 시나리오」 발표('22.10)는 지역주도의 탄소중립 추진이 본격화되는 토대가 되었다. 특히, 탄소중립기본법에 '시·도 탄소중립 녹색성장 기본계획'과 '시·군·구 탄소중립 녹색성장 기본계획'을 5년마다 수립·시행하여야 함을 의무사항으로 명시하고 있다는 점에서 지자체의 탄소중립 의무가 강화되었다고 할 수 있다. 그러나, 현재 온실가스 인벤토리는 광역지자체 단위로 제공되고 수집에서 공표까지 2년의 시차가 발생하고 있다. 또한, 온실가스 배출·흡수 관련 통계데이터만 구축되고 공간 단위 데이터가 구축되지 않고 있다. 따라서, 시·군·구 차원에서 탄소중립을 위한 공간계획수립에 한계가 존재한다. 이와 같은 배경에서, 온실가스 배출·흡수에 대한 위치 및 규모를 공간정보화하는 '탄소공간지도'가 구축되고 있다. 탄소공간지도는 전국을 대상으로 건물, 수송, 흡수원의 3개 부문에 대한 이산화탄소(CO₂)의 배출·흡수량을 산정하고 격자단위로 시각화하고 있다. 구축된 탄소공간지도의 전국단위 총 CO₂ 배출량과 현 온실가스 인벤토리의 CO₂ 통계자료를 비교하였을 때, 유사성이 높게 나타났다(2019년 기준).

본 연구는 탄소공간지도에서 표출되고 있는 온실가스(CO₂) 배출량·흡수량의 정확도를 검토하고, 전국단위로 구축된 탄소공간지도의 정합성을 확인할 수 있었다. 그러나, 직접·간접배출에 따른 지역별 산출 구체화와 흡수원 부문에서의 배출·흡수원 다양화에 따른 산정 구체화가 한계로 존재한다. 이에 따라, 건물, 수송, 흡수원 이외에도 온실가스 인벤토리의 공간정보화에 대한 기술적 논의와 정책적 제언이 이루어져야 한다.

※ 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2003-00242291).

IGCC발전의 CH₄ 배출계수 개발 연구

조중휘¹, 조승현², 전의찬³

¹세종대학교 대학원 기후환경융합학과,

²세종대학교 대학원 기후변화협동과정,

³세종대학교 대학원 기후에너지융합학과

Jungwhhee@nate.com

키워드: IGCC, Emission Factor, Greenhouse gases, CH₄

2018년 연료연소 부문의 온실가스 배출량은 6억 2천 7백만톤 CO₂eq.으로 우리나라 온실가스 배출량의 86.1%를 차지하고 있어 온실가스 배출량 감축을 위한 노력이 필요하다. 석탄발전의 연소기술 중 석탄가스화복합발전(Integrated Coal Gasification Combined Cycle, IGCC)은 높은 발전효율로 석탄 소비량을 절감하고 온실가스 배출량을 줄일 수 있어서 기후변화 대응 차원에서 주목받고 있다. 2021년 기준 IGCC발전 시설은 국내 1개, 국외 7개가 운영 중이지만 온실가스 배출계수에 관한 연구는 거의 진행되지 않았다.

본 연구에서는 국내 IGCC발전 시설의 배기가스를 Lung Sampler를 이용하여 포집하고, 가스크로마토그래피법으로 CH₄ 농도를 분석하고, 관련 자료를 이용하여 CH₄ 배출계수를 산정하였다. 그리고, 기존에 연구되었던 초임계압 및 초초임계압 석탄발전의 CH₄ 배출계수와 비교하였다.

※ 본 연구는 환경부 「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

녹두 영농부산물 소각에 따른 미세먼지 배출계수 개발

송새눈, 우지윤, 전의찬

세종대학교 대학원 기후환경융합학과

ioiyz@naver.com

키워드: 영농부산물, 녹두, 미세먼지, PM-10, PM-2.5, 배출계수

영농부산물 소각에 의한 PM-2.5 배출량은 생물성연소 부문 배출량의 약 63%를 차지하고 있다. 현재 CAPSS 영농부산물 소각부문에는 주요 작물 11종에 대해서만 배출량을 산정하고 있어, 농촌에서 소각되고 있으나 배출량이 누락되고 있는 작물에 대한 배출량 산정이 필요하다. 두류에서는 콩의 배출계수만이 제시되어 있고, 콩 다음으로 재배면적이 큰 녹두는 배출계수가 제시되어 있지 않고 배출량도 산정되지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 EPA-600/R-96-128 기반으로 제작된 실험챔버에서 광산란 방식의 Aerosol monitor(TSI-8533)로 미세먼지 농도를 측정하고, 녹두 영농부산물 소각에 따른 PM-10, PM-2.5 배출계수를 산정하였다.

※ “본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 「영농부산물 소각에 의한 미세먼지 배출특성 구명 및 배출계수 개발」(과제번호: PJ016996)의 지원으로 수행되었습니다.”

※ “본 연구는 환경부「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.”

부생가스 발전시설의 CH₄ 배출계수 연구

김수빈¹, 조승현², 강성민³, 전의찬¹

¹세종대학교 대학원 기후에너지융합학과,

²세종대학교 대학원 기후변화협동과정,

³세종대학교 기후환경융합센터

su136806@naver.com

키워드: 부생가스, 부생가스 발전, Non-CO₂ 배출계수, CH₄ 배출계수

우리나라는 2018년 온실가스 총배출량 대비 40%인 291 백만톤 CO₂eq.으로 온실가스 감축 목표를 상향하였다. 에너지 분야의 온실가스 배출량은 2020년 기준 569.9 백만톤 CO₂eq.으로 우리나라 전체 온실가스 배출량 중 86.8%를 차지하고 있어, 온실가스 배출량 관리와 인벤토리 신뢰성 확보가 중요하다.

에너지 분야 중 연료연소 부문에서는 에너지 생산을 위해 다양한 연료를 사용하고 있으며, 그 중 부생가스는 제철 공정의 부산물로 생산된다. 최근 철강업체는 부생가스를 이용하여 발전하고 있으나, 온실가스 배출량을 관리하고 있지 않기 때문에 부생가스 발전시설에서 발생하는 온실가스에 대한 통계 및 연구가 필요하다.

IPCC에서는 연소기술 및 특성을 반영한 국가 고유 배출계수를 사용할 것을 권장하고 있으나 부생가스 발전의 국가 고유 CH₄ 배출계수는 개발되지 않은 실정이다. 본 연구는 부생가스 발전시설 현장에서 채취한 배기가스 시료를 분석한 후, 관련 자료를 확보하여 CH₄ 배출계수를 개발하고자 한다.

※ 본 연구는 환경부「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

기초지자체 탄소중립 달성을 위한 온실가스 감축방안 연구 - 서울특별시 광진구를 중심으로 -

이승현¹, 유재호², 전의찬²

¹세종대학교 대학원 기후환경융합학과,

²세종대학교 대학원 기후에너지융합학과

dltmdgus3847@gmail.com

키워드: 기초지자체, 온실가스 감축, 인벤토리, 탄소중립

2050 국가 탄소중립 목표 달성을 위해서는 광역 및 기초지자체 단위의 온실가스 감축이 필요하다. 『기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법』시행에 따라 광역 및 기초자치단체는 탄소중립·녹색성장 기본계획을 수립해야 하며, 지자체 온실가스 배출·흡수 현황 및 전망, 중장기 온실가스 감축 목표를 포함한 온실가스 감축 계획을 발표하여야 한다.

본 연구는 서울특별시 광진구를 대상으로 온실가스 배출현황 및 배출전망을 분석하고, 온실가스 감축방안을 도출하고자 한다. 온실가스 인벤토리를 구축하여 분야별 온실가스 배출현황을 분석하고 회귀분석을 통해 광진구의 온실가스 배출량을 전망한다. 온실가스 배출량 전망을 토대로 분야별 감축량을 산정하고 지자체의 특성을 반영한 온실가스 감축방안을 제시하고자 한다.

※ 본 연구는 환경부 「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

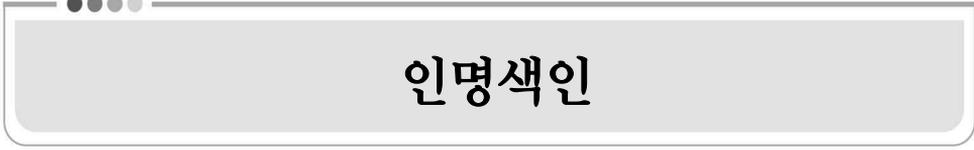


좌장 리스트

좌장 리스트

좌장	소속	발표날짜	발표시간	발표장	세션
백승목	연세대학교	6월 22일	09:00~10:30	A발표장	[일반세션] 기후변화 과학 (I)
김백조	국립기상과학원	6월 22일	10:30~12:30	A발표장	[일반세션] 기후변화 과학 (II)
송영일	한국환경연구원	6월 22일	13:30~15:30	A발표장	[기획세션] 한국환경연구원
김진욱	국립기상과학원	6월 22일	09:00~10:00	B발표장	[일반세션] 기후변화 적응 (I)
조경두	인천탄소중립연구· 지원센터	6월 22일	10:30~12:30	B발표장	[기획세션] 국립환경과학원 국가기후위기적응센터 1부
조경두	인천탄소중립연구· 지원센터	6월 22일	14:30~16:30	B발표장	[기획세션] 국립환경과학원 국가기후위기적응센터 2부
정주용	국립기상과학원	6월 22일	09:00~11:00	C발표장	[기획세션] 국립기상과학원
박창용	울산과학기술원	6월 22일	11:00~12:30	C발표장	[일반세션] 기후변화 적응 (II)
박창석	한국환경연구원	6월 22일	14:00~16:30	C발표장	[기획세션] 한국환경연구원
박민희	한국에너지기술연구원	6월 22일	09:00~11:00	D발표장	[기획세션] 한국에너지기술연구원 국가기후기술정책센터
박기영	K-water	6월 22일	11:00~12:30	D발표장	[기획세션] K-water
정주용	국립기상과학원	6월 22일	14:30~16:30	D발표장	[기획세션] 국립기상과학원
주상원	국립기상과학원	6월 22일	09:00~12:00	E발표장	[기획세션] 국립기상과학원
이창기	한국생산기술연구원				
이지용	부경대학교	6월 22일	14:30~16:30	E발표장	[기획세션] 부경대(경제사회연구소) SSK 사업단

좌장	소속	발표날짜	발표시간	발표장	세션
명수정	한국환경연구원	6월 22일	09:00~11:00	F발표장	[일반세션] 기후변화 정책
부경은	국립기상과학원	6월 23일	10:00~11:00	B발표장	[일반세션] 기후변화 과학 (III)
박창용	울산과학기술원	6월 23일	10:00~12:30	C발표장	[일반세션] 기후변화 에너지/온실가스 감축/ 온실가스 인벤토리/거버넌스
정구복	국립농업과학원	6월 23일	10:00~12:00	D발표장	[기획세션] 국립농업과학원
정서용	고려대학교	6월 23일	13:00~15:00	D발표장	[기획세션] 국립산림과학원- KSCC 국제특별위원회
유철상	고려대학교	6월 23일	10:00~12:30	E발표장	[기획세션] 한국환경연구원
이태동	연세대학교	6월 23일	10:00~12:00	F발표장	[기획세션] 서울시립대-연세대
김연희	포항공과대학교	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 기후변화 과학
박창용	울산과학기술원	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 기후변화 과학
최영은	건국대학교	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 기후변화 적응
부경은	국립기상과학원	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 기후변화 정책
부경은	국립기상과학원	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 기후변화 에너지
김영현	울산과학기술원	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 온실가스 감축
부경은	국립기상과학원	6월 22일	13:30~14:30	중회의실 1	[포스터세션] 온실가스 인벤토리



인명색인

인명색인

* 발표자 위주로 색인하였습니다.

Hyerin Kim	A-05	권예중	C-18	김용석	P-16	명수정	E-18
Jiwoong LEE	E-17	권재일	B-15	김용욱	C-17	문태호	A-06
Joohee Kim	C-24	권효숙	P-53	김윤아	P-37	민승기	C-02
Mingi Oh	P-15	김고은	C-20	김은지	A-11	박고은	B-08
Mohammad Ataallahi		김규량	C-08	김이진	P-38	박기웅	F-07
	P-32	김근한	C-11	김인화	C-07	박두선	D-11
Namuun Tuvshinjargal		김기욱	A-09	김재범	P-26	박민희	D-01
	B-04	김길원	D-14	김재영	A-21	박선민	P-08
Samuel Takele Kenea		김나연	B-01	김종희	B-16	박송미	A-19
	E-03	김도원	E-16	김진성	P-47	박수연	P-21
Seungjoo Baek		김두식	P-39	김진우	F-03	박숙희	P-13
	PA-01	김래현	D-19	김태준	A-12	박여진	P-36
Seungmok Paik		김맹기	D-09	김태현	C-13	박종연	D-12
	A-01	김민규	C-22	김현	F-10	박주형	P-05
Shanlan Li	E-12	김민서	P-60	김현지	P-41	박찬	F-11
Soojeong Myeong		김백조	A-08	김혜민	P-52	박혜란	P-49
	F-08	김병석	F-05	김희성	P-55	박효석	D-10
Yeji Kim	P-07, P-25	김석철	P-18	나성은	B-02	박희정	A-04
Yoojin Shin	A-18	김소정	P-20	나하나	P-28, P-29	서광호	B-10
강동균	D-07	김수경	A-16	남예경	C-05	송규섭	P-43
강민아	E-07	김수빈	P-63	노민우	A-15	송기환	C-06
강성민	P-58	김신우	C-09	노영훈	P-44	송새눈	P-62
강태훈	P-11	김연희	D-13	류경식	A-17	송석호	B-12
권도윤	E-05	김영현	A-10	류지은	B-03	송성현	P-14
권도현	E-01						

송영일	D-06	이수정	E-11	전준구	A-03
송지윤	C-14	이숙희	D-20	정인섭	E-15
송찬영	P-06	이승현	P-64	정종성	P-33, P-34
신민석	P-09	이어진	P-22		P-59
신유진	F-02	이영주	P-42	정주용	B-06
심교문	P-30	이용한	A-02	정현영	E-10
심창섭	E-02	이은석	D-04	정현철	D-17, D-21
안난희	B-07	이재홍	F-12	정휘철	D-02
안현권	P-50	이정순	E-06	조수완	P-56
엄기철	P-01, P-02 P-03, P-04	이종성	B-17	조승현	C-21
		이지영	C-12	조종휘	P-61
예상욱	A-07	이창기	E-09	지연숙	E-20
오새윤	A-13	이창우	C-19	지혜성	F-04
오영석	E-08	이태동	F-09	진주현	P-54
오유림	P-24	이태민	P-19	차동현	C-03
오윤영	B-05	이효정	P-27	채수미	B-13
오채운	D-22	임수길	P-10	최서현	C-16
옥기영	B-11	임은순	C-04	최석재	D-18
우지윤	P-57	임은정	P-17	최영은	C-01
유재호	F-01	임정식	E-04	한인성	B-09
유종현	E-13	임정철	E-21	현신우	A-20
윤동현	A-14	임찬진	P-12	홍석원	D-03
윤은주	C-15	임형우	E-14	홍성창	P-48
이가을	P-40	임희정	F-06	홍승범	P-31
이경은	P-35	장소정	P-45, P-46	홍승현	P-51
이나연	E-19	장재영	D-08	홍진규	D-05
이명진	C-10	장현우	B-14		
이상혁	C-23	전상민	P-23		
이선일	D-15, D-16				



(사)한국기후변화학회

수신 (참조) 총장 및 기관장

제목 한국기후변화학회 2023년 상반기학술대회 참석 요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리 학회는 기후변화와 관련된 학술연구, 기술개발, 정보교환 등을 통하여 사회 일반의 공익과 국가발전에 기여함을 목적으로 하고 있으며, 한국기후변화학회 2023년 상반기학술대회를 아래와 같이 개최하오니, 귀 기관에 소속된 우리 학회 회원들이 적극적으로 참여할 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

- 가. 행사명 : 한국기후변화학회 2023년 상반기학술대회
- 나. 행사기간 : 2023년 6월 22일(목) ~ 6월23일(금) 2일간
- 다. 행사장소 : 한국과학기술회관(ST Center)

(사)한국기후변화학회장



제출자 사무국
시행 KSCC2023-043 (2023-05-30) 접수 ()
우 06654 서울특별시 서초구 효령로53길 18 석탑 401호 / <http://www.ksccl.re.kr>
전화번호 02-557-7897 팩스번호 02-557-7893 / ksccl@ksccl.re.kr / 공개

한국기후변화학회 2023년 상반기학술대회

서기 2023년 6월 20일 인쇄

서기 2023년 6월 21일 발행

발행인 : 김 호

발행처 : 사단법인 한국기후변화학회

06654

서울특별시 서초구 효령로 53길 18

석탑 401호

TEL. 02-557-7897

FAX. 02-557-7893

E-mail : ksc@ksc.re.kr

Homepage : www.ksc.re.kr

인쇄처 : 동진프린테크

04549

서울 중구 을지로 148, 드림오피스타운 1105호

TEL : 02-2272-2351

FAX : 02-2272-2352

E-mail : djpt2351@naver.com

한국기후변화학회 2023년 상반기학술대회

기후변화 대응을 위한 민간기업의 역할



(사) 한국기후변화학회
THE KOREAN SOCIETY OF CLIMATE CHANGE RESEARCH

Tel 02-557-7897 Fax 02-557-7893 E-mail ksccl@ksccl.re.kr

Homepage www.ksccl.re.kr