

독일의 LULUCF 정책 분석을 통한 국내 정책 및 전략에의 시사점

이우진·김이형*·이루다**†

공주대학교 도시융합시스템공학과

*공주대학교 사회환경공학과

**쿠마모토 대학교 산업나노물질 연구소

Strategic Review of Germany's LULUCF Policy Development Process: Implications for Korea

Woojin Lee·Leehyung Kim*·Ruda Lee**

Dept. of Urban Convergence System Engineering, Kongju National University

**Dept. of Civil and Environmental Engineering, Kongju National University*

***Institute of Industrial Nanomaterials (IINa),*

International Research Organization for Advanced Science and Technology (IROAST),

Faculty of Advanced Science and Technology (FAST), Kumamoto University, Japan

(Received : 3 May 2022, Revised : 20 May 2022, Accepted : 20 May 2022)

요약

글로벌 기후변화는 국제적 협력을 통해서만 해결 방안을 모색할 수 있다. 기후변화는 자연적 및 인위적 원인에 의하여 발생할 수 있으며, 그중에서 인위적 원인에 의한 기후변화 영향물질의 배출량을 줄이는 정책은 중요한 대응 정책이다. 본 연구는 문헌 연구를 통하여 유럽연합(EU)의 온실가스 감축 대응 정책 수립에 좋은 사례에 해당하는 독일의 토지이용 및 산림(Land Use-Land Use Change and Forestry:LULUCF) 정책을 한국의 정책과 비교함으로써 한국의 LULUCF 정책방향을 제시하고자 수행되었다. 독일의 LULUCF 정책은 시너지 효과를 위하여 다양한 정책분야에 초점을 맞추고 있는 반면 한국의 LULUCF 정책은 산림 부문에 편향되어 있다. 한국의 LULUCF 정책은 산림에 초점을 맞추고 있음에도 불구하고 기초 연구는 다소 미흡한 실정이며, 기존 환경정책과의 연계성도 낮은 것으로 나타났다. 따라서 한국의 LULUCF 정책은 농업정책, 환경정책 및 타 분야로의 확장이 필요한 것으로 평가되었다.

핵심용어 : 기후변화, 토지이용 및 산림(LULUCF), 온실가스, 습지

Abstract

Global climate change can be solved only through international cooperation. Climate change can be caused by natural and anthropogenic causes. An important policy responding on the climate change is to reduce the emission of climate change-affecting substances caused by anthropogenic causes. This research was conducted to suggest the direction of Korea's LULUCF(Land Use-Land Use Change and Forestry) policy by comparing Germany's LULUCF policy, which is considered as a good case for establishing the EU's greenhouse gas reduction response policy. Germany's LULUCF policy concerns with various sectors for synergy effects, while Korea's LULUCF policy is biased towards the forest sector. Although Korea's LULUCF policy focuses on forests, basic research is still insufficient and the linkage with existing environmental policies is low. Therefore, Korea's LULUCF policy needs more expansion into many different sectors such as agricultural, environmental, and other fields.

Key words : Climate change, Greenhouse Gas, LULUCF, Wetlands

† To whom correspondence should be addressed.

Institute of Industrial Nanomaterials (IINa), Kumamoto University

E-mail: aeju-lee@kumamoto-u.ac.jp

- Woojin Lee Kongju National University/ Research Professor (woojin.lee@kongju.ac.kr)
- Leehyung Kim Kongju National University/ Professor (leehyung@kongju.ac.kr)
- Ruda Lee Kumamoto University/Associate Professor (aeju-lee@kumamoto-u.ac.jp)

1. 서 론

오늘날 기후변화는 인류의 존속을 위협하는 심각한 문제로 인식되고 있으며 무엇보다 대응 효과를 기대할 수 있는 기간이 촉박하여 이산화탄소 배출량의 감축 방안을 마련하기 위한 세계적 협력이 시급하다. 실제로 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)는 2018년 '1.5°C 특별보고서'를 통하여 2100년까지 산업화 이전 대비 지구의 온도상승이 1.5°C 이내로 유지되는 경우 약 천만 명 이상의 목숨을 구할 수 있다는 결과를 발표하였다. 1.5°C는 국제사회가 2015년 파리협정에서 합의한 지구 상승 온도 2°C보다 강화된 기준으로 2030년까지 2010년 대비 최소 45%의 온실가스 배출량을 감축하고 2050년까지 탄소중립을 이루어야만 성취가 가능한 목표이다(IPCC, 2018). 또한, 기후변화에 따른 자연재해와 관련하여 2020년 유엔 재난위험경감사무국(United Nations Office for Disaster Risk Reduction: UNDRR)은 전 세계의 자연재해 건수가 지난 20년간 1980~1999년 대비 약 75%(3,163건) 늘어났으며, 이로 인하여 매년 6만 명이 사망하고 총 40억이 넘는 인구가 피해를 보았다고 밝혔다. 우리나라 역시 기후변화로 인한 불볕더위, 폭우, 홍수 및 태풍과 대설 등 기후변화로 인한 심각한 농작물 피해와 인명·재산피해가 증가한 것으로 나타났다(RE, 2020). 무엇보다 국내 평균 지표 온도를 살펴보면 1912에서 2017년 사이 1.8°C가 증가하여 같은 시기 0.85°C 상승한 전 지구의 평균 지표 온도를 훨씬 웃도는 수치를 기록하였다. 국립기상과학원은 이러한 추세가 21세기 후반까지 지속되어 앞으로도 한국의 지표 온도 상승률이 지구 평균보다 가파르게 증가할 것으로 예측하였다(NIMS, 2018). 이처럼 기후변화가 우리나라에 미치는 심각한 영향에도 불구하고 기후변화와 관련된 국내 정책은 연구 부족과 협력 주체 간의 거버넌스 구축 미흡, 각 리스크에 적합한 단기·중장기 대책의 발굴 부족, 국민이 체감할 수 있는 정책 부족과 같은 한계를 가지고 있다(RE, 2020). 무엇보다 현재 국내 LULUCF 관련 연구를 살펴보면 Yu et al. (2015)과 Yim et al. (2020), Park et al. (2018)과 같이 위성영상이나 공간정보를 활용한 토지이용 변화 분석 및 토지이용 매트릭스 구축에 초점이 맞추어져 있다. 물론 Jung et al. (2020)의 경우 한국의 LULUCF 연구가 기술적인 부분에 편중되어 있음을 파악하고 온실가스 통계구축과 관련된 국내외 추진체계와 제도를 비교하여 국내 온실가스의 정확한 통계 확보를 위한 개선방안을 연구하였다. 그러나 이 역시 온실가스의 배출 및 흡수량을 산정하는 것에 중점을 두고 있어 LULUCF 부문의 온실가스 흡수량을 증가시킬 수 있는 연구 및 관련 정책의 개발이 필요한 실정이다. 특히, 우리 정부는 2021년 11월 제26차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP26) 당시 2030년까지 온실가스 배출량을 2018년 대비 40% 이상 감축하겠다는 목표를 밝혔다. 이는 기존의 온실감축 목표 26.3%보다 약 14%가 상향된 것으로 LULUCF 부문의 목표량은 22.1백만톤에서 26.7백만톤으로 증가한 상황이다(2050CNC, 2021). 이에 본 연구는 국내 LULUCF 부문의 정책 방향 및 전략을 제시하는 것을 목표로

먼저, 독일의 선진화된 기후변화 대응 정책의 전반적인 발전과정을 살펴보고자 한다. 다음으로 독일 LULUCF 부문의 정책 및 법적 지원, 그리고 수립된 정책의 추진현황을 집중적으로 고찰하고 이를 바탕으로 파악한 독일 LULUCF 정책의 특징을 한국의 현황에 비춰 그 시사점을 도출하고자 한다. 연구의 시간적 범위는 온실가스의 배출 및 흡수량의 증감을 비교하는 기준이 되는 1990년 이후이며, 문헌 자료는 논문과 독일 정부의 기후변화 대응 정책 보고서 및 법률개정 사항, LULUCF 관련 연구소의 문헌과 인터넷 정보를 분석하였다.

2. 독일 LULUCF 부문의 정책 발전과정과 추진현황

2.1 독일의 기후변화 대응 정책의 발전과정

독일의 기후학자 헤르만 플론은 1941년 기후변화로 인하여 초래될 위험이 상상을 초월할 것이라는 연구 결과를 발표함으로써 인간의 활동으로 인한 지구온난화를 긍정적으로 평가하던 국제사회에 첫 경고를 보냈다(UBA, 2021b). 이후 독일 물리학회를 중심으로 산업화와 인구증가가 기후변화에 미치는 위험성이 강조되며 독일의 주요 언론사와 학자들이 기후변화의 심각성에 대하여 언급하기 시작하였다. 또한, 독일 연방의회는 1987년 지구 대기권 보호 대책을 위한 연방하원 조사위원회를 구성하여 구체적인 조치방안을 구상하도록 하였다(ElI and Westram, 2021). 2005년 교토의정서가 발효된 이후 독일은 2007년 '에너지 및 기후 통합프로그램(Integrierte Energie- und Klimaprogramm)'을 수립함으로써 국가 차원에서의 첫 기후변화 대응 정책을 도입하였다. 이 프로그램은 신재생에너지의 이용을 확대하는 방안 및 전력망 확대 기술을 발전시킬 수 있도록 관련 사업의 성장 촉진에 초점을 두었으며, 에너지 절약을 위한 규정의 개정 방향 제시와 더불어 다양한 정부 부서의 참여를 통한 거버넌스 구축의 초석을 마련하였다(BMU V, 2007).

독일 정부가 에너지 부문 이외에 다양한 분야의 온실가스 감축 방안에 대하여 본격적으로 논의하기 시작한 것은 2014년 독일 연방정부 내각의 '기후보호 실천프로그램 2020(Aktionsprogramm Klimaschutz 2020)'의결 이후로 볼 수 있다. 독일연방 내각은 정부가 2020까지 목표한 1990년 대비 40%의 온실가스 배출량 감축을 지원하기 위하여 약 62~82 백만 톤의 온실가스 감축을 위한 실천방안 110여 개를 제시하였다(BMUV, 2014). 이를 바탕으로 2016년 독일 정부는 2030년과 2040년까지 온실가스 감축량을 1990년 대비 각각 55%와 70%로 상향조정하고 2050년 내 탄소중립국으로의 전환을 목표로 '기후보호계획 2050(Klimaschutzplan 2050)'을 수립하였다. 이처럼 독일 정부는 기후보호계획 2050을 통하여 기존의 기후보호 실천프로그램 2020을 보완하고 더불어 파리협정에서 체결된 사항을 국가 차원에서 장기적 기후변화 대응 정책에 반영하였다(BMUV, 2016).

현재 독일의 기후정책은 2019년 연방 내각이 수립한 '기후

보호프로그램 2030(Klimaschutzprogramm 2030)’을 중심으로 추진되고 있다. 이 프로그램은 기후보호계획 2050이 제시한 목표에 따라 2030년까지 55%의 온실가스를 감축하는 방안을 모색하고 있으며, 독일 정부는 같은 해 ‘독일연방 기후보호법(Bundes-Klimaschutzgesetz:KSG)’을 공포하여 기후보호프로그램 2030이 제시하고 있는 에너지 부문의 전략 중 개인의 활동으로 인하여 발생한 난방과 교통부문의 온실가스에 대하여 탄소 요금을 부가하는 방안을 도입하였다(BReg, 2019). 이는 온실가스 감축에 대한 시민 개인의 관심과 참여를 유도하려는 것으로 친환경 난방 및 소형차를 이용하는 시민의 경우 세금을 낮춰 주거나 환급해주는 혜택을 포함하고 있다(Albrecht, 2020). 이 밖에도 독일은 2020년 독일 환경, 자연보호, 원자력 안전 및 소비자 보호를 위한 연방부처(Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz:BMUV)를 통하여 유럽연합 이사회에 온실가스 감축을 50%에서 55%로 상향할 것을 제안하였으며 더 나아가 2020년 수립된 유럽 기후변화 대응 정책 ‘유럽 그린딜(A European Green Deal)’에도 적용되도록 영향을 미쳤다(EC, 2020). 이렇듯 독일은 기존 정책의 실질적인 추진 및 연구를 통하여 기존의 기후 관련 전략 및 법률을 체계적으로 보완하였을 뿐만 아니라 기후협약 국가 중 가장 먼저 유엔에 NDC를 제출하는 등 현재 유럽의 기후정책을 선도해 나가고 있다(BMUV, 2016).

2.2 독일 LULUCF 부문의 전략 및 정책

2.2.1 유럽 LULUCF 정책

모든 유럽연합 가입국은 유럽 의회가 2013년 5월 결의한 유럽규칙 529/2013(Verordnung (EU) Nr. 525/2013) 제10조에 따라 LULUCF 정책을 수립할 의무를 지게 되었다. 특히, 유럽 의회는 2013년 1월 1일부터 2020년 12월 31일 사이 벌채 구역, 재조림, 조림 및 산림관리 구역의 토지이용 등 LULUCF 대상지에서 발생한 온실가스 배출량 및 흡수량에 대한 정확한 조사를 요구하였으며, 2021년부터는 목축 경영 및 농업관리 부문을 포함하도록 명시하였다(EU, 2013a). 이후 개정된 ‘유럽규칙 2018/841(Verordnung(EU) 2018/841)’에서는 유럽연합 협약국들이 LULUCF 항목의 명칭 변경 및 관련 정책을 수립하도록 규정하고 더불어 LULUCF 영역의 온실가스 배출량은 같은 영역의 감축량을 넘어설 수 없다는 ‘No-Debit-Rule’ 규율을 적용하는 등 온실가스 감축을 위한 법규를 마련하였다(Albrecht, 2020). 또한, 유럽연합은 목재의 사용 증가를 통하여 기존 화석연료를 대체할 목적으로 LULUCF 부문에 목제품 항목을 새롭게 추가했다(EU, 2019). 이후 유럽 의회는 ‘시행령 2020/1208(Durchführungsverordnung (EU) 2020/1208 Der Kommission)’을 통하여 인벤토리 작성법, 즉 LULUCF 부문의 온실가스 배출 및 흡수량의 범위 및 계산 방법을 구체적으로 제시하고 이를 바탕으로 유럽연합 국가들이 LULUCF 현황을 문서화하도록 요구하였다(EU, 2020).

2.2.2 독일의 LULUCF 정책

독일연방 환경·자연보호·건설·핵안전부(Federal Ministry for

the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection: BMUV)와 독일연방 식품·농업소비자 보호부(Federal Ministry of Food and Agriculture:BMEL), 독일 연방환경청(Umweltbundesamt:UBA)은 2014년 7월부터 5개월간 LULUCF 전문가 협의와 설문조사를 진행하여 2015년 독일 LULUCF 정책의 근간이 되는 연구보고서 ‘LULUCF 실행을 위한 정보(Informationen über LULUCF-Aktionen)’를 작성하였다. 이 보고서는 산림, 농지, 초지, 습지, 정주지를 LULUCF의 대상으로 채택하였으며, 벌목된 나무를 보관하기 위하여 사용되는 산림 구역, 목초지나 조림과 같이 토지이용에 변화가 없는 지역도 탄소저장량의 변화 조사 대상지에 포함하였다. 이와 더불어 지속 가능한 농지·산림경영과 나무제품의 사용 확대를 통한 목재 사용의 증대방안 마련의 중요성 역시 강조되었다(TI, 2015). 이후 목재 관련 정책은 기후보호실행 프로그램 2020에 반영되어 장기녹지로 지정된 지역을 용도 변경하여 개발할 수 없도록 규제하는 정책과 습지 보전을 통한 CO₂ 감축 전략과 함께 LULUCF 부문의 세 가지 주요 정책 중 하나로 채택되었다(EIONET, 2017). 더 나아가 독일 정부는 기후보호실행 프로그램 2020을 실행한 지 4년이 되는 해 LULUCF 관련 정책추진현황을 분석한 ‘LULUCF 실행을 위한 정보 보고서(Fortschrittsbericht mit Informationen über LULUCF-Aktionen)’를 발표하였다. 기존의 정책과 비교하여 가장 큰 변화로는 LULUCF 부문에 목제품 사용을 조사 항목으로 확정하여 이산화탄소 배출 및 흡수량을 산정한 것과 유기토양 지도 및 이탄과 관련된 통계를 개선하고 무기성 토양에 대한 정보 및 습지 매몰로 인한 유기성 토양의 메탄 발생량에 관한 연구 결과를 제공한 것을 꼽을 수 있다(TI, 2017).

Fig. 1에서 나타나듯 LULUCF 부문을 구성하는 구성요소 가운데 목제품(Harvested Wood Products:HWP)의 사용은 산림과 더불어 CO₂의 흡수량 증가에 이바지함을 알 수 있다(UBA, 2020). 이와 관련하여 Rüter(2011)는 지속 가능한 산림경영을 바탕으로 에너지집약도가 높은 재료를 목재로 대체하는 경우 매년 이산화탄소 배출량을 최대 54.6백만 톤에서 67.8백만 톤가량을 감축할 수 있다고 밝혔다. 목제품 사용 증가 및 산림의 잠재력 개발은 2016년 기후보호계획 2050을 통하여 다시 한번 LULUCF 관련 전략으로 채택되면서 독일 기후정책의 주요 주제로 확고하게 자리를 잡았다(BMUV, 2016). 마찬가지로 독일 정부는 기후보호실행프로그램 2020을 통하여 장기녹지의 지정 및 습지보전을 위한 정책의 기반을 형성하고 이후 기후보호계획 2050에 이탄 사용의 감축을 통한 장기녹지 지정 및 습지보호 관련 규정을 추가함으로써 기존 정책을 강화하였다(BMUV, 2014; BMUV, 2016). 독일의 경우 농지, 초지, 주거지 및 도로 등으로 용도 변경된 습지가 배출하는 온실가스량이 연간 약 51백만 톤, 즉, 독일의 총 온실가스 배출량의 5.7%를 차지하고 있어 습지 보전은 향후 온실가스 감축을 위한 필수 요소로 인식되고 있다(Abel et al., 2019). 이 외에도 농경지 내 인위적·자연적으로 형성된 초원이 나 사료작물을 재배하는 땅으로 최소 5년 이상 경작되지 않은 토지를 장기녹지로 지정함으로써 2030년까지 약 1.6백만 톤의

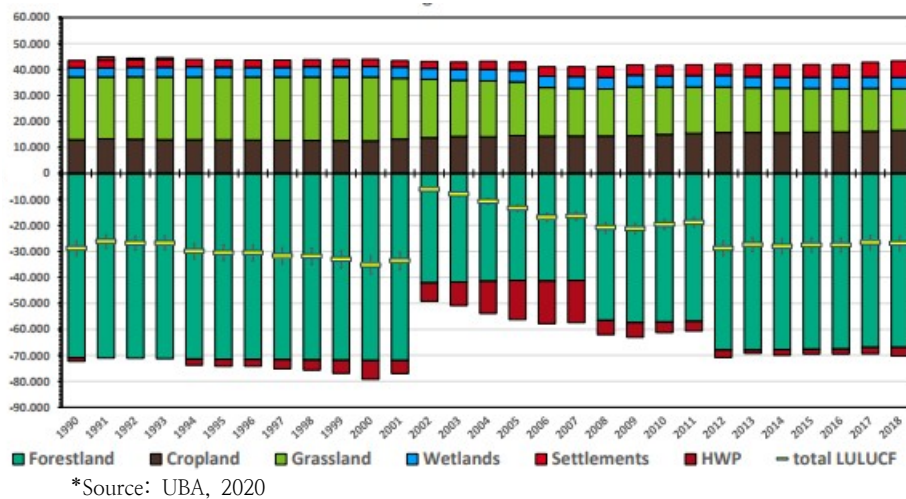


Fig. 1. Time series for greenhouse gas emissions and removal in the LULUCF sector since 1990.

CO₂를 감축한다는 계획과 주거와 도로 용지로 개발되는 독일 전역의 토지 면적을 2019년 기준 평균 58ha에서 2030년까지 30ha 이하로 제한하여 64만 톤을 감축하는 방안을 제시하였다(EIONET, 2017).

이렇듯 현재 독일은 LULUCF 부문의 잠재력을 이용하여 온실가스 흡수량을 증가시키는 것이 2030년 및 2050년을 대상으로 한 온실가스 감축 목표의 성공 요인이 될 것으로 판단하고 관련 분야의 정책을 개발 및 연구하는 데 집중하고 있다. 관련 지원 법규로는 유럽규정과 독일연방의 기후보호법이 있으며, 특히 독일연방 기후보호법은 LULUCF와 관련하여 2021년부터 유럽규정에 따라 유럽 국제 보고서는 2년마다, 독일 내 기후 보호 구상방안은 독일연방 기후보호법에 따라 매년 제출하도록 규정하였다. 더불어 각 보고서에는 LULUCF 부문의 온실가스 배출 및 흡수량 산정을 의무화하도록 하였다(BMJ, 2019). 2030년까지 독일의 기후정책의 지침서가 될 기후보호프로그램 2030에는 Fig. 2에서처럼 목재 사용, 습지 및 이탄지 보호, 장기

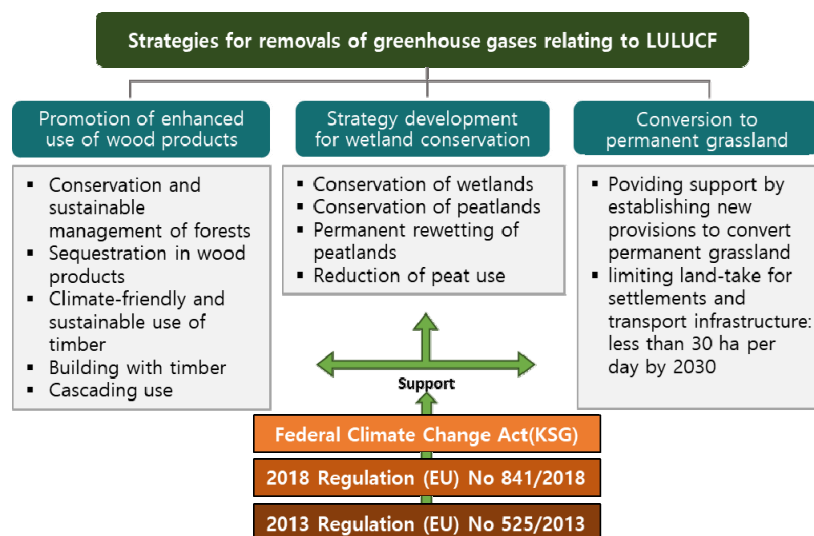
녹지 확보가 LULUCF 부문의 주요 정책으로 제시되어 있다.

더 나아가 독일환경청은 기존에 수립된 온실가스 감축 계획과 기후보호프로그램 2030을 비교한 연구 결과 LULUCF 부문과 국제 항공 및 선박 운항 등 기타부문의 정책을 기존 기후변화 대응 정책과 조화시키는 것을 기후보호프로그램 2030의 주요 전략으로 꼽았다. 이는 다양한 부문의 정책을 연계하는 것만으로도 2030년까지 1990년 대비 약 51.0%의 이산화탄소를 감축할 수 있을 것이라는 연구 결과에 따른 것으로 볼 수 있다(UBA, 2020).

2.2.3 독일 주요 LULUCF 정책 추진현황

2.2.3.1 목재 사용 정책 추진현황

독일 정부는 2002년 목재 사용 증가가 에너지, 자원의 효율적 운영, 기후 및 환경보호 등 다양한 분야의 정책에 긍정적인 영향을 미치며 산림경영과 일자리 창출에 이바지한다는 사실을 밝히고 논의 끝에 2004년 목재 선언(Charter für Holz)을 발표하였다. 목재 선언은 '신재생에너지법(Gesetz für den Vorrang



Source: Own representation based on BReg, 2019.

Fig. 2. Strategies for LULUCF of the Climate Action Programme 2030.

erneuerbarer Energie)’에 따라 추진되었으며, 정부와 연방이 합의한 ‘농경지와 해변 보호를 위한 공동과제(Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes)’가 제시하고 있는 정책에 기반을 두고 있다(BVL, 2004). 이 선언의 주요 목표는 10년 이내 국민 1인당 목재의 사용 비율을 20% 증가시키는 것으로 예상보다 짧은 기간 내에 목적이 달성됨으로써 2007년 임업 및 목재산업의 시장침체를 이겨내는 계기를 제공하였다. 또한, 목재 사용에 대한 정책적 관심은 목재거래법의 강화에 영향을 미쳐 2017년에는 목재의 원산지 검사 및 산림관리와 생산과정의 합법성에 대한 관리가 2013년 대비 약 35% 증가하였다(BMEL, 2018). 이후 2017년 독일 연방은 기후 보호계획 2050년이 추구하는 지속 가능한 목재 사용을 실현하기 위하여 보완한 목재 2.0 선언(Charter für Holz 2.0)’을 발표하였다. 목재 2.0 선언은 기후 보호와 부가가치 창출, 자원의 효율적 이용을 기본 목표로 설정하고, 정책실행을 위하여 시민 교육 및 참여, 행정기관의 지속적인 계획추진, 그리고 홍보 및 연구에 대한 지속적인 투자가 가능하도록 정치가, 행정기관, 시민, 연구기관, 관련 기업이 협력하는 거버넌스를 구축하였다(BMEL, 2018). 정책 추진 대상은 목조 건물 조성, 바이오매스로서 목재의 잠재력, 재료 및 에너지 효율 증대, 산림 및 목재 자원, 산림과 목재의 산업클러스터, 산림과 목재의 일상화, 즉 6개 분야로 연구 결과 연간 약 126 백만 톤의 CO₂가 감량될 것으로 예측되었다(BMEL, 2016; BMEL, 2018). 실제로 목재 2.0 선언의 추진상황을 분석한 튀넨 연구소에 따르면 2017년 산림과 목재 건축물을 통하여 감축한 CO₂량은 대략 64만 톤가량이며, 2018년 목재 건축물의 신축률은 2000년 대비 주택은 17.6%, 비주택은 18.7% 증가한 것으로 나타났다. 더불어 2016년 재사용된 목재는 6.6백만 톤으로 그 가운데 68.6%가 에너지 생산에 사용되었으며 산림과 목재 관련 산업클러스터를 통하여 창출된 부가가치는 약 570억 유로로 보고되었다(FNR, 2019). 무엇보다 다양한 연구가 진행되고 있는 목조 건물 건축 사업의 경우 2030년까지 12만 톤의 CO₂ 감량에 이바지할 것으로 예측되었다(Hafner et al., 2017). Fig. 3은 2011년 독일 바이에른주의 도시 갈미쉬 팔텐키르헨에 세워진 세무서로서 목조건축의 연구를 목적으로 추진된 대표적 사례라고 할 수 있다. 570t가량의 나무로 건축된 이 세무서는 장기적인 관점에서 920톤가량의 CO₂를 흡수하고 일반 건축자재의 사용을 피함으로써 970t의 CO₂ 배출을 감소시켰다. 더 나아가 세무서 건축에 쓰인 목재를 추후 재활용하거나 에너지원으로 사용하는 경우 약 600톤가량의 CO₂를 감소할 수 있는 것으로 나타났다(BMEL, 2018). 이처럼 목조건축의 중요성을 알리고 다양한 분야에서의 연구를 유도하고자 독일연방 식품·농업소비자보호부는 2012년부터 독일 연방 공모전을 실시하고 있다. Fig. 4는 2020년 당선작으로 슈투트가르트 대학교 건축과는 컴퓨터와 로봇 기술 연구를 통하여 열흘 간 두 명의 인원으로 실외 공연장을 건축하였다. 이는 융합의 의미뿐 아니라 쉽고 안전하게 목조 건물을 지을 수 있음을 증명한 사례로 퍼즐 조각처럼 구성되어 분리 또한 쉽도록 제작되어 재활용이 가능한 혁신적 작품으로 평가되었다(BMEL, 2021a).



Source: BSH, 2010

Fig. 3. Tax office Garmisch-Partenkirchen.



Source: ICD, 2019

Fig. 4. BUGA Wood Pavilion.

이 밖에도 현재 목재 2.0 선언과 관련하여 건축 부문뿐 아니라 나무를 주재료로 하는 화장품과 목재 리그닌에 기반을 둔 새로운 전지 개발, 캐스케이드 관련 연구의 목적으로 재활용 목제품을 이용한 CO₂ 제로 건축용 접착제 및 에너지 자원의 이용방안 등 다양한 연구가 진행되고 있다(BMEL, 2021b). 무엇보다 수확된 목재의 경우 직접 에너지원으로 사용하는 것보다 먼저 내구성 있는 목제품으로 제조하여 사용한 후 단계별 재활용, 즉 캐스케이드를 통하여 에너지 원료 사용하여야 기후 보호에 이바지할 수 있다(Fehrenbach et al., 2017). 이러한 이유로 독일연방 환경청은 재활용된 목재를 에너지 원료로 개발하는 연구와 캐스케이드 활용을 증가시킬 수 있는 사업에 대한 지원 강화계획을 밝혔다(UBA, 2021a).

2.2.3.2 습지 보존 정책 추진현황

독일 정부는 2030년까지 LULUCF 부문 가운데 습지 부문에서만 약 5백만 톤의 CO₂를 감소하겠다는 목표를 밝혔다. 습지는 생물다양성과 수질정화에 이바지할 뿐 아니라 자연과 정주지의 역사에 관한 중요한 자료를 제공하며, 이산화탄소를 흡수하여 기후 보호에 막대한 영향을 미친다(BMUUV, 2020). 현재 독일의 습지는 영토의 4.2%, 약 1.3백만 헥타르로 약 2.4백만 톤의 탄소를 저장하고 있을 것으로 추정되고 있다(NABU, 2012). 지표면에서 습지가 차지하는 비율은 겨우 3%이지만, 전 세계적으로 습지가 흡수하는 이산화탄소량은 일 년에 약

1.5~2억 톤가량으로 알려져 있다. 특히, 습지 내 이탄지는 지구상의 3분의 1에 달하는 이산화탄소를 저장할 수 있으며, 이는 숲의 바이오메스가 흡수하는 양보다 약 두 배가량 많은 수치이다(IMCG, 2008). 그러나 매립이나 간척을 통하여 습지가 파괴되는 경우 수위가 10cm씩 줄어든 때마다 헥타르 당 약 5 톤가량의 CO₂를 발생시켜 온실가스 흡수원에서 심각한 배출원으로 변하게 된다. 독일 내 습지 총면적 18,250km² 가운데 15,000km², 즉 90%의 습지가 농경지, 목초지, 이탄채굴 용지, 그리고 주거지 및 도로의 확보를 위하여 매립된 것을 고려하면, 습지 복원 정책이 독일의 온실가스 감축에 미치게 될 영향이 지대할 것으로 보인다(GM, 2019).

LULUCF 실행을 위한 정보 보고서 습지 공간의 확보만으로도 매해 헥타르당 2.5 톤의 CO₂ 감량이 가능함을 강조하고 대응 전략으로써 습지 지역의 농지화 최소와 매립된 지역의 재습지화를 목표하였다(UBA, 2015). 이 목표가 처음 언급된 것은 기후보호실행 프로그램 2020으로 이후 기후보호계획 2050을 통하여 LULUCF 관련 주요 정책으로 자리 잡았다. 습지보호 관련 정부가 정책적으로 추진해야 할 구체적인 방향이 제시된 것은 기후보호실행 프로그램 2030으로 여기에는 습지 및 이탄지 보호를 위한 새로운 기법개발과 유럽 공동농업정책(Common agricultural policy:CAP)과의 연계, 이탄의 대체 에너지 연구 및 시범 사업의 추진을 위한 지속적인 경제적 지원, 그리고 연구 및 정책 개발에

대한 투자가 포함되었다(BReg, 2019). 2020년 독일환경청은 기후보호프로그램 2030에서 제시한 습지 정책을 실행하는 경우 2030년까지 LULUCF 부분의 온실가스 배출량을 약 2.7t 감축할 수 있다는 연구 결과를 내놓았다(UBA, 2020).

기후변화에 대응하기 위한 습지 연구와 관련하여 독일 정부와 연방주는 특별히 습지보호와 습지의 물관리, 그리고 습지 농사의 가능성 연구가 지속될 수 있도록 노력을 기울여 왔다(BMUV, 2016). 그러나 습지와 관련된 시범 사업이 추진되는데 결정적 역할을 한 것은 유럽 차원의 경제적 지원으로 볼 수 있다. 현재 독일의 습지보호 관련된 대부분의 시범 사업은 ‘농업용지의 개발을 위한 유럽 농업기금(European agricultural fund for rural development:EAFRD)’과 ‘지역개발을 위한 유럽 기금(European Regional Development Fund:ERDF)’에서 지원하고 있기 때문이다. 이 가운데 유럽 농업기금(EAFRD)의 투자는 기후변화에 대응하기 위하여 향후 유럽과 독일의 농업 방식이 습지식물을 이용한 습지 개발과 습식농업 방향으로 발전할 가능성을 시사하는 것으로 볼 수 있다(BMUV, 2016; Nitsch and Schramek, 2020). 또한, 습식농업 도입의 중요성 및 가능성을 파악하고 관련 전략을 개발하기 위하여 독일 북부의 포어포메른(Vorpommern) 지역의 대상지에 시범 사업을 추진한 결과 습식농업과 습지식물을 통한 관리가 습지의 지속 가능성 및 경제성을 확보하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다(Joosten, 2013).

이와 더불어 연방주는 지속 가능한 습지 보전 방안의 마련을 위한 전략 중 하나로 학교 등 교육기관과 독일 자연보호 재단(Naturschutzbund Deutschland e.V.:NABU)을 연계를 하여 습지 보존 계획 및 사업의 실행 과정에서 Fig. 5와 Fig. 6에서처럼 어린이와 청소년에게 생태교육 및 참여의 기회를 제공하는 것을 볼 수 있다(KZ, 2015; Stache, 2015).

2.2.3.3 장기녹지 확보 정책 추진현황

장기녹지의 역할은 부식토를 형성하여 이산화탄소를 저장하며 생물다양성을 유지하는 것으로 2018년 추정 유럽연합 내 장기녹지가 저장하고 있는 이산화탄소의 양은 대략 4.3 백만 톤으로 나타났다(Scheffler and Wiegmann, 2020). 더불어 장기녹지가 헥타르당 저장할 수 있는 이산화탄소량은 약 64톤CO₂eq로 알려졌다(TI, 2019). 유럽의 장기녹지 확보 정책은 유럽규정 1306/2013 (Regulation(EU) No 1306/2013)이 명시하고 있는 CC 규정(Cross-Compliance)에 따라 법적 효력을 가지며, 이에 따라 유럽연합의 모든 회원국은 자연보호, 기후변화 대응, 동물 보호, 농지의 토양 친화 경화 등을 고려하여 농작물을 재배할 의무를 지니게 되었다(EU, 2013b). CC 규정은 2003년 유럽규정1782/2003 (Regulation (EU) No 1782/2003)을 통하여 도입되었으나, 실제로 그 의무가 강화된 것은 유럽연합이 기후 및 환경 보호를 위해 공동농업정책(CAP)을 개혁한 2013년 이후로 볼 수 있다. 유럽연합은 기존 공동농업정책의 핵심 지원정책인 직불제도(Direct payments)와 농촌개발프로그램(Rural development programmes)을 기후변화에 대응하기 위한 수단으로 사용하고 자 경제적 지원의 조건으로 지속적이며 친환경적인 농지 이용 및 농법을 도입하도록 정책을 개혁하였다(EU, 2003; BT,



Source: KZ, 2015.

Fig. 5. Project for kids to learn about wetland.



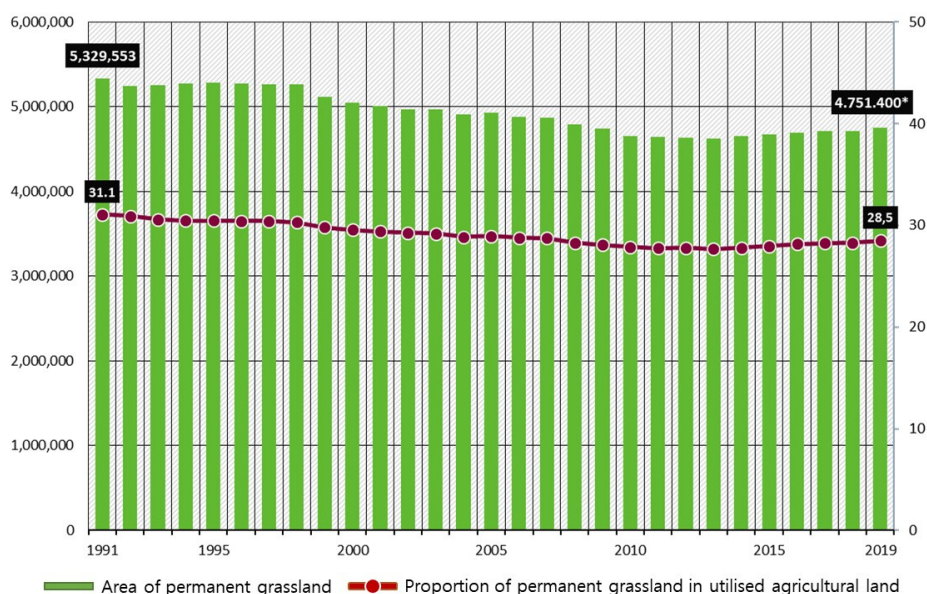
Source: Stache, 2015

Fig. 6. Youth initiative for Wetland conservation.

2020). 이를 바탕으로 2015년 유럽 의회는 농업 종사자가 직불 제도의 지속적인 혜택을 받기 위해서는 CC 규정을 구성하고 있는 두 가지 항목, 즉 ‘농업경영관리 기본요구사항(Statutory management requirements: SMRs)’과 ‘건강한 농업적·생태적 농지 상태를 유지하기 위한 기준(Standards for good agricultural and environmental condition of land: GAEC)’에 명시된 사항들을 준수하도록 의무화하였다. 더 나아가 농지 부문 내 최대 장기녹지 확보 및 농지 면적의 최소 5% 이상을 친환경적이고 기후변화에 대응할 수 있는 경작법을 도입하여 관리하도록 하는 ‘녹화(Greening)’ 정책을 의무조항으로 추가하였다(EU, 2019; BT, 2020). 독일 정부는 2014에서 2015년 사이 개편된 공동농업정책을 국내 농업정책에 적용하면서 기존에 사용했던 ‘기타 보호의무규정(Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen)’이라는 용어를 CC 규정으로 변경하여 유럽연방과 정책의 명칭을 통일하였다. 이와 더불어 독일은 직불정책의 틀을 기본수당, 녹화, 청년 농업인 지원, 소농 지원과 같이 네 가지로 분류하고 녹화 항목의 일부로 장기녹지의 확보를 채택하여 직불정책의 지원항목이 되도록 하였다. 또한, 지속적·환경친화적 농지개발과 관련하여 CC 규정의 GAEC 항목이 제시하고 있는 7개 항목을 농업 정책에 도입하였으며 이 중 장기녹지는 최소한의 토지피복 요구(GAEC 4) 항목과 토양 내 유기물 확보(GAEC 6) 항목의 하나로 추진되었다(EU, 2013a; BMEL, 2015). 그러나 2018년 유럽 의회와 유럽 이사회가 유럽규정1306/2013을 개정한 이후 농지 내 장기녹지 확보는 GAEC의 첫 번째 항목으로 채택되었다(EU, 2021). 이는 공동농업정책 내 환경 및 기후 보호 방안의 강화를 위하여 공동농업정책(CAP)의 두 축을 구성하고 있는 CC 규정과 녹화정책을 연계하여 구축한 ‘강화 조항(Enhanced conditionality)’의 하나로 기존 정책을 발전시켜 기후변화에 대응하는 전략을 수립한 대표적 사례라고 할 수 있다. 더불어 새롭게 추가된 GAEC 2항목 ‘습지와 이탄지의 보호’와 기존 GAEC

6항목에서 GAEC 3항목으로 변경된 ‘논·밭 소각 금지’ 조항은 농업인의 기후 보호 의무 및 농지 보호 관련 규제를 강화하여 이산화탄소 배출을 통제하고 있다(EU, 2019; BMEL, 2021c). 이와 반대로 개정된 공동농업정책은 기존의 복잡한 녹화정책을 대신할 수 있는 생태계획(Eco-schemes)을 도입함으로써 농업 인에게는 정책에 참여를 선택할 수 있는 자율성을 제시하였다. 이는 생태계획과 관련하여 유럽의 각 회원국은 국가 차원에서 기후보호에 기여할 농업정책 및 그에 합당한 투자 예산을 수립할 의무가 있으나, 농업인은 국가의 생태계획에 자발적으로 참여하여 그 효과를 극대화하려는 전략이라고 볼 수 있다(EU, 2019). 독일은 이러한 공동농업정책의 개혁 내용을 기후보호프로그램 2030을 통하여 국가정책으로 반영하고 세부 실행전략 가운데 질소 비료 사용과 경작을 최소화하는 조치 및 자연을 보호하는 방향의 녹지 활용이 결국 장기녹지 확보를 통한 경제적 이득을 창출하며 기존 장기녹지를 지속해서 유지하는 원동력이 된다고 평가하였다(BReg, 2019). 더 나아가 독일 지역에 적절한 생태계획 지원 조건으로 최소한 다섯 개 이상의 작물 섞어짓기, 농경지 내 녹지확보, 휴경지에 여러 종류의 야생화 등 다양한 식물 심기, 농경지 내 나무 심기 등을 내세웠다(TI, 2021).

현재 독일은 2030까지 대략 1천 9백만톤의 온실가스 배출량을 줄일 수 있는 규모의 장기녹지, 즉 2019년 대비 약 3십만 헥타르 증가한 5백만 헥타르의 장기녹지 확보를 계획하고 있다(TI, 2019; BMEL, 2021c). 물론 Fig. 7에서처럼 독일의 장기녹지 면적은 1990년에서 2019년 사이 약 5.3ha에서 약 4.7 백만 헥타르로 약 11%가 감소하였으나, 1991년과 2013년 사이 지속해서 감소하던 장기녹지 면적이 2013년 이후 소폭 증가하는 추세도 확인할 수 있다. 이는 독일이 공동농업정책(CAP)을 적용하면서 장기녹지의 면적을 2012년을 기준으로 감소하지 않도록 목표를 세우고 녹화전략을 직불정책의 지원 조건으로 규정한 결과로 해석할 수 있다(UBA, 2021b).



Source: UBA, 2021b.

Fig. 7. Total area of permanent grassland and proportion of permanent grassland in utilized agricultural land.

3. 한국 LULUCF 정책 현황

국내에서 LULUCF는 탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 제2조 9항에 따라 LULUCF를 산림과 농지, 초지와 습지, 그리고 주거지 및 그 밖의 범주로 구분되며, 범주별 토지이용변화 및 인위적 활동을 통하여 배출·흡수되는 온실가스의 양을 산출하기 위하여 규정한 정의 및 방식과 규칙으로 해석하고 있다(KLT, 2012). 또한, 온실가스 감축과 관련하여 국내의 기후정책을 다루고 있는 계획으로는 ‘기후변화 적응대책’, ‘2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵’, ‘탄소흡수원 증진 종합계획’과 ‘대한민국 2050 탄소중립 전략’이 대표적이다. 국내 기후정책을 바탕으로 앞서 밝힌 독일 대표적 LULUCF 정책인 목재 사용, 습지 보존, 장기녹지와 관련하여 한국의 현황을 살펴보고자 한다.

3.1 국내 목재사용 정책 현황

목재와 관련하여 우리 정부는 2020년 수립한 ‘대한민국 2050 탄소중립 전략’에서 LULUCF 관련 부분을 ‘탄소흡수원’으로 분류하고 산림경영 및 목재제품 이용 확대의 필요성을 강조하였다. 이는 2016년 산림청이 ‘2030 산림탄소 경영전략’을 통하여 기후변화에 대응하기 위한 전략으로 목재제품의 이용 활성화를 종합계획에 포함한 것과 더불어 국내 산림의 노령화가 진행되어 CO₂ 흡수능력이 2013년 대비 53%까지 감소할 것이라는 분석을 내놓은 것에 바탕을 둔 것으로 해석할 수 있다. 2023년까지 5년 중장기전략을 담은 ‘제2차 탄소흡수원 증진 종합계획’ 또한 국산 목재의 사용을 탄소 저장량 증가를 위한 연구 및 산림의 탄소 흡수 및 저장, 그리고 감축 기능의 증진을 목표로하였다(KFS, 2016). 이 목표는 산림청이 2021년 수립한 ‘2050 산림부문 탄소중립 전략(안)’에 별기령을 낮추고 30년 동안 30억 그루의 나무를 심어 2050년까지 탄소 3,400만톤을 흡수하겠다는 정책으로 발전되었다(MCSTRK, 2021a). 그러나 이 계획은 산림면적의 72%를 차지하고 있는 30년생 이상의 나무를 대규모로 벌목하는 계기가 될 수 있다는 반대이견 및 생태계에 대한 이해가 부족한 정책이라고 비판받았다. 이에 산림청은 30억 그루의 나무를 심는 대신 산림을 지속 가능한 순환경영과 도시숲과 같은 신규조림을 확대하는 것으로 목표를 수정하고 더불어 공공기관을 중심으로 국산 목재의 이용을 의무화하는 방안을 제시하고 있다(MCSTRK, 2021b).

3.2 국내 습지 관련 정책 현황

2018년 기준 국내 등록된 연안습지의 총면적은 2,487.2km²이며 내륙습지는 총 2,499개소로 그 면적은 734.6km²이다(ME, 2018). 이 중 습지 개선지역 및 주변 관리지역을 포함한 습지보호구역은 46개 지역으로 총면적은 1,558.129km²이며 습지보호지역 가운데 23개 지역 196.160km²가 람사르습지로 등록되어 있다(ME, 2020b). 습지와 관련하여 정부는 대한민국 2050 탄소중립 전략 가운데 산림 이외에 추가적인 흡수원으로 연안습지를 제시하고 특히, 블루카본이 온실가스 감축에 미치는 긍정적인 영향을 고려하여 손실된 국내 갯벌 복원의 필요성을

강조하였다. 그러나 내륙습지 보호의 중요성 및 전략은 제시되지 않았다(ME, 2020a). 이는 내륙습지가 기후에 미치는 영향에 대한 인식 및 관련 연구가 부족하기 때문으로 볼 수 있다. 실제로 Kim et al.(2013)은 2007년 수립된 제1차 습지보전기본계획에 대하여 국가 차원의 전반적인 습지 기초자료 확보와 이를 활용할 수 있는 시스템 구축 및 습지 보전을 위한 관리정책의 미흡하며 습지의 활용을 위한 정책의 부족과 습지 활용의 활성화를 위한 만·관·학 거버넌스가 구축되지 않았다고 평가하였다. 환경부는 이러한 문제점을 제2차 습지보전기본계획에 반영하였으며 그 결과 제2차 계획이 추진되는 2013~2017년 사이 전국 내륙습지 약 873개소가 추가로 발굴되었다. 더불어 국가 습지정보현황 DB 또한 구축되었다. 그러나 습지 정보 현황 DB의 경우 습지 관련 일반현황 중심의 정보에 머물렀으며 습지조사 과정에 최신기술의 도입과 시민의 참여가 부족하여 객관성과 효율성이 떨어지는 한계점이 드러났다(ME, 2018). 또한, 2018년에 수립된 제3차 습지기본계획의 경우 기존의 습지보호계획과는 달리 습지가 기후변화 조절에 영향을 미친다는 사실을 명시하고 있으나, 습지의 온실가스 흡수능력을 강화하는 방안이나 관련 정책을 다루고 있지 않다. 무엇보다 환경부에 따르면 1989~2009년 사이 국내 습지의 면적이 61% 감소하였을 뿐만 아니라 2016~2018년 사이 2,499곳의 내륙습지 중 1,408곳의 습지를 조사한 결과 경작지와 도로 등의 용도로 74곳의 습지가 소실되고 91곳의 면적이 감소하는 등 습지의 훼손이 심각한 것으로 나타났다(ME, 2015; MCSTRK, 2019). 이처럼 내륙습지의 면적 및 개소가 감소하고 있음에도 불구하고 관련 현황정보를 파악할 수 있는 자료는 2017년에 공개된 정보에 머물러 있어 내륙습지와 관련된 국내 현황은 기초조사를 진행하고 있는 단계로 볼 수 있다.

3.3 국내 공익직불제 정책 현황

현재 국내에서는 독일의 장기녹지 확보 전략 가운데 공동농업정책(CAP)과 유사한 개념의 농업정책인 공익직불제가 시행되고 있다. 공익직불제는 기존의 9가지 직불제를 6가지로 간소화하여 2020년 5월 처음 도입되었으며 소농직불금과 면적직불금으로 구성된 기본형과 친환경농업 및 축산직불제, 경관보전직불제, 논활용직불제를 포함한 선택형으로 나뉜다. 공익직불제의 지원을 받는 모든 농업인은 환경과 생태, 공동체와 먹거리 안전 등의 사항을 준수하여 공익을 창출할 수 있도록 지원하고 있다(MFAFF, 2020). 특히, 환경 분야 항목은 화학비료와 가축분뇨의 사용기준 준수와 더불어 물환경보전법에 따른 하천수·지하수 이용기준의 준수를 명시하여 관련 사항을 위반하는 경우 감액을 적용하고 있다(MFAFF, 2021). 이처럼 공익직불제는 기존의 복잡한 신청과정을 단순화하여 농업인의 편의를 도모하고 더불어 기존에 추진하던 친환경·경관보전·논활용직불 정책을 유지함으로써 추가적인 지원을 통하여 농업인이 자발적으로 환경보호에 참여하도록 개편되었다. 그러나 농경지가 LULUCF 부문의 주요 항목임에도 불구하고 공익직불제는 농업 활동을 통하여 기후변화에 대응하는 방안과의 연계가 함께 고려되고 있지 않다.

4. 독일 LULUCF 정책의 한국에 시사점

독일은 인류 활동으로 야기된 지구온난화와 기후변화 대응에 관한 선진 연구를 이끌어 왔으며 그 결과를 토대로 국가 차원의 기후변화 대응 장기정책을 수립하였다. 무엇보다 Fig. 8에서 볼 수 있듯 독일은 파리협정에서 온실가스 감축을 위하여 토지이용의 중요성을 강조하기 이전부터 국가 기후정책에 LULUCF 부문을 포함하고 관련 실행계획을 수립하여 LULUCF의 발전 방향을 제시하였다. 앞서 살펴본 바에 따르면 독일 LULUCF 정책 및 전략의 발전과정은 크게 세 가지 특징으로 나누어 볼 수 있다. 먼저, 독일 정부는 LULUCF 정책이 통일성을 가지고 지속해서 추진될 수 있도록 국가 차원의 기후변화 대응계획을 통하여 체계적으로 발전시켜 왔다. 대표적인 예로 2016년 독일 정부가 채택한 기후보호계획 2050은 기존에 LULUCF 정책으로 추진해 오던 습지보호와 장기녹지 확보 정책을 재도입하고 그와 관련된 추진전략을 개발하여 제시하였으며, 더불어 목제품 사용 증가를 새로운 LULUCF 전략으로 도입하였다. 이는 3년 뒤 수립된 기후보호프로그램 2030을 통하여 구체적인 실행방안으로 발전시켰다. 두 번째, 2015년 이후 발표되고 있는 LULUCF 보고서는 환경·자연보호·건설·핵안전부와 독일연방 식품·농업소비자보호부, 그리고 독일 연방환경청과 튀빙 연구소의 협력하에 작성되고 있다. 이 기관들은 자연보호 관련 연구 및 정책 수립을 이끌어 오던 기관으로 짧은 시간 내 세 가지 LULUCF 주요 정책의 실행방안 수립할 수 있었던 것은 기존에 추진하던 자연보호 정책을 기후변화와 연계하여 발전시켰기 때문으로 볼 수 있다. 또한, 관련 기관들의 협력은 보고서에 온실가스 배출·흡수량을 산정할 뿐만 아니라 학제적 관점에서 LULUCF 부문의 정책 추진현황

분석 및 개선방안을 포함하는 계기를 마련하였다. 세 번째 특징으로 LULUCF의 정책 추진에 시민이 참여할 수 있도록 전략을 세운 것을 들 수 있다. 목재 부문의 경우 공공기관 건축에 목재를 사용하여 목재 활용에 대한 사회의 인식을 긍정적으로 바꾸고 일반적으로 사용되는 다양한 품목들을 목재로 대체할 수 있는 기술을 연구하여 시민들이 일상에서 목제품 사용에 참여하도록 노력을 기울이고 있다. 장기녹지 확보 부문에서도 마찬가지로 농업인의 자율적이며 적극적인 참여를 유도할 방향으로 법안 및 정책을 개혁하고 있다. 또한, 습지보호와 관련하여 어린이와 청소년을 대상으로 답사와 생태환경교육을 진행하고 있어 독일이 LULUCF 부문의 기후변화 대응 정책 실현과 관련하여 시민참여를 중요한 요소로 인식하고 있음을 파악할 수 있다.

우리 정부의 탄소흡수원 부문 정책 역시 목재 사용을 증가하는 전략을 포함하고 있으며 더불어 공익직불제 또한 개편되어 추진 중이다. 그러나 정부가 수립한 대한민국 2050 탄소중립 전략과 산림청에서 발간하고 있는 탄소흡수원 증진 종합계획 모두 탄소흡수원 정책이 산림 분야에 편중된 것을 볼 수 있다. 게다가 정부가 대표 산림 정책으로 내세운 대규모 벌채 계획마저 민관협력의 미흡과 더불어 우리나라 산림의 특징에 맞는 벌령기 관련 연구가 뒷받침되지 않아 공감을 얻지 못하였다. 이는 나무의 나이와 온실가스 감축의 상관관계와 같은 기초 연구가 산림 부문 정책을 위하여 활성화되어야 하는 것은 물론 독일의 사례에서처럼 일상에서 기존 제품을 목제품으로 대체할 수 있는 다양한 방안 및 상품 연구가 필요함을 보여준다. 특히, 목제품 소비가 온실가스 감축에 미치는 긍정적 영향에 대한 전문적인 홍보 전략을 통하여 시민의 관심과 참여를 높일 수 있는 전략 수립 및 아동을 대상으로 한 조기 생태환경

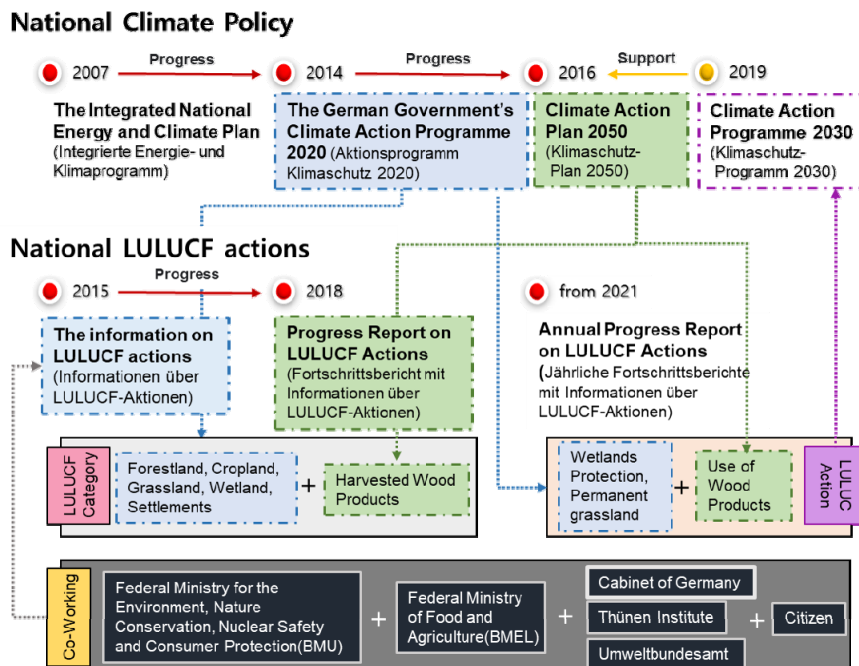


Fig. 8. Germany's National Climate Policy and LULUCF Actions.

교육이 요구된다. 마찬가지로 습지 부문 역시 현재 국내 내륙 습지의 전체 면적을 파악할 수 있는 일관적인 기본정보가 제공되고 있지 않으며, 더 나아가 무분별한 개발로 습지 면적이 급격하게 감소하였다. 이러한 현상은 자연환경보호 관점에서 볼 때 아직 우리 사회 내 생물다양성 보존의 중요성에 대한 인식이 부족하며, 또한 기후변화 대응에 습지가 미치는 영향력을 함께 고려하지 않는 예라고 할 수 있다. 따라서 국내 습지의 형태와 위치에 따른 기후변화 대응 능력을 연구할 수 있도록 정부의 지원과 기존 습지와 관련하여 추진된 환경보호 정책을 기후변화 정책과 연계할 필요가 있다. 이처럼 기존 정책의 개선 시 온실가스 감축 전략이 함께 고려되지 않은 사례는 공익 직불제 정책에서도 찾아볼 수 있다. 독일의 사례에서처럼 공익 직불제를 통한 규제를 토대로 녹지를 확보하는 경우 장기녹지의 비율 증가를 통하여 온실가스 감축에 이바지할 수 있음에도 불구하고 2020년 개선된 공익직불제는 환경 및 생태 보호 차원에서의 비료나 물관리, 농지의 형상과 기능 유지 등을 지원금 지급조건으로 다루고 있을 뿐 기후변화와 연계하는 방안을 포함하고 있지 않다. 독일이 기존 정책과 기후변화 대응 방안의 연계를 기반으로 실용 가능한 LULUCF 정책을 단기간에 수립한 것에 비춰 볼 때 국내 LULUCF 정책 역시 기존 정책과 기후 관련 정책을 연계하는 방안을 중점적으로 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 독일의 전반적인 기후정책 수립과정을 살펴보고 더불어 LULUCF 정책 및 전략의 발전과정을 분석함으로써 국내 LULUCF 정책에 시사점과 향후 정책의 수립 방향을 모색하고자 하였다.

독일은 현재 기후변화와 관련하여 유럽 규정의 규제를 받는 것에서 나아가 유럽연합의 온실가스 감축 대응 전략 수립에 방향성을 제시하고 있다. 이는 독일이 기후변화 대응 정책 수립 과정에서 기존에 추진 중인 기후 전략과 법률의 취약점을 보완해 나감으로써 체계적으로 선진 기후정책의 틀을 구축한 결과라고 할 수 있다. 특히, 독일의 LULUCF 정책을 분석한 결과 세 가지 특징을 보였다. 먼저, 독일은 기존에 환경보호 및 농업 정책과 관련하여 추진 중이던 목재 사용 증가, 습지보호 및 재건, 장기녹지 확보 정책을 LULUCF 부문과 연계하여 대표 정책의 추진 방향 및 세부 전략을 단기간에 구체적으로 제시하였다. 두 번째로 독일 정부는 LULUCF의 대표 전략이 지속될 수 있도록 국가 차원에서 목재 사용 증가와 습지보호 및 재건, 그리고 장기녹지 확보를 LULUCF 부문의 중점목표로 일관성 있게 추진하고 있는 특징을 볼 수 있다. 세 번째로는 대표 LULUCF 정책에 시민이 관심을 가지고 참여할 수 있도록 일상에 적용할 수 있는 제품의 개발 및 전략을 수립하며 특히, 습지 부문의 경우 어린이와 청소년이 자연과 기후에 관심을 가질 수 있도록 다양한 체험학습을 도입하는 것을 볼 수 있다.

이러한 독일의 LULUCF 정책 개발 과정과 비교하여 볼 때 현재 국내 LULUCF 부문의 정책이 산림 부문에만 집중되어

있으며 관련 기반 연구조차 미흡한 것을 알 수 있다. 또한, 국내에서도 독일의 대표 LULUCF 정책이 시행되고 있으나 기존 정책과 기후변화 정책의 연계가 부족한 실정이다. 이를 바탕으로 국내 LULUCF 정책이 나아가야 할 방향을 살펴본 결과 먼저, LULUCF 정책의 발전을 위하여 산림뿐만 아니라 다양한 부문으로의 정책 확장이 요구된다. 특히, 독일을 주축으로 유럽 국가들이 추진하고 있는 목재 사용의 증가, 습지보호 및 재건과 더불어 농업 관련 전략을 기존에 우리 정부가 추진해 오던 환경보호나 농업 관련 정책과 연계시킴으로써 정책 수립 기간을 단축하고 더 나아가 기후변화 대응 정책을 이끌어가고 있는 유럽의 흐름에 발맞춰 나가는 계기를 도모할 수 있을 것으로 판단된다. 다음으로 국민이 온실가스 감축이 중요성을 인식하고 기후변화 대응에 참여할 수 있도록 일상에 적용 가능한 전략 제시가 필요하다. 특히, 어린이와 청소년을 대상으로 조기 생태환경교육을 제공하여 기후변화에 대한 시민의식을 고취하는 것이 중요할 것으로 파악된다. 본연구는 독일과 한국이 기후변화 대응 기간 및 전략의 차이가 있음에도 독일에서 추진 중인 LULUCF 정책을 기준으로 한국의 정책을 살펴보았다는 한계를 가진다. 그러나 선진 사례와 비교하여 국내 LULUCF 정책의 현황을 파악함으로써 세계화에 발맞추기 위한 한국 LULUCF 정책 개발의 시급성을 밝히고 향후 개발 방향을 제시하였음에 그 의미를 지닌다. 본연구가 국내 LULUCF 정책 개발 방향 설정에 이바지할 수 있기를 기대한다.

사 사

이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2021R111A1A01048830)

References

- 2050 Carbon Neutrality and Green Growth Commission (2050CNC) (2021). https://www.2050cnc.go.kr/flexer/view/BOARD_ATTACH?storageNo=174. [Korean Literature]
- Abel, S, Barthelmes, A, Gaudig, G, Joosten, H, Nordt, A and Peters, J (2019). https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:m32Xq5rQ5E0J:https://greifswaldmoo r.de/files/images/pdfs/201908_Broschuere_Klimaschutz %2520auf%2520Moorb%25C3%25B6den_2019.pdf+%cd=2&hl=ko&ct=clnk&gl=kr. [German Literature]
- Albrecht, J (2020). The federal climate protection law – background, regulatory structure and essential content, *Natur und Recht*, 42, 370–378. [German Literature]
- Brettschichtholz (BSH) (2010). https://www.brettschichtholz.de/gebaute-objekte/mn_42512?arch_uuid=9c31aaa5%5F20ed%5F76a6%5F2c75ad5b4cd12e18&objectid=wieha g%5Ffinanzamt%5Fgarmisch%5Fpartenkir. [German Literature]

- Bundestag (BT) (2020). <https://www.bundestag.de/resource/blob/794026/3613f67ce498172e2bbb5382229c8931/W/D-5-086-20-pdf-data.pdf>. [German Literature]
- Cabinet of Germany (BReg) (2019). <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/klimaschutzprogramm-2030-der-bundesregierung-zur-umsetzung-des-klimaschutzplans-2050.pdf?blob=publicationFile&v=2>. [German Literature]
- Ell, R and Westram, H (2021). <https://www.br.de/klimawandel/klimawandel-klimaforschung-geschichte-historisch-100.html>. [German Literature]
- European Council (EC) (2020). <https://www.consilium.europa.eu/media/47346/1011-12-20-euco-conclusions-de.pdf>. [German Literature]
- European Environment Information and Observation Network (EIONET) (2017). https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/projections/envwq4_g/170426_PB_2017_-_final.pdf. [German Literature]
- European Union (2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R1208&from=DE>.
- European Union (EU) (2003). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1782&from=DE>.
- European Union (EU) (2013a). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0525&from=DE>.
- European Union (EU) (2013b). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1306&from=en>.
- European Union (EU) (2018). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0841&from=DE>.
- European Union (EU) (2019). https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-post-2020-enviro-benefits-simplification_de.pdf.
- European Union (EU) (2021). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2115&from=EN>.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2019): https://www.natureplus.org/fileadmin/user_upload/ChartaFuerHolz_2.0_Kennzahlenbericht_2019.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) (2007). https://www.bmuv.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klimapakete_aug2007.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) (2014). https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Aktionsprogramm_Klimaschutz/aktionsprogramm_klimaschutz_2020_broschuere_bf.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) (2016). https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV) (2020). https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/diskussionspapier_moorschutzstrategie_bundesregierung_bf.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) (2015). <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/UmsetzungGAPinDeutschland2015.pdf?blob=publicationFile>. [German Literature]
- Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) (2016). https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/Klimaschutzgutachten_2016.pdf?blob=publicationFile&v=3.
- Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) (2018). https://www.charta-fuer-holz.de/fileadmin/charta-fuer-holz/dateien/service/mediathek/Web_Broschuere_Charta-fuer-Holz_3._Aufl_2018.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) (2021a). <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/HolzbauPlus2020.pdf?blob=publicationFile&v=5>. [German Literature]
- Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) (2021b). https://www.charta-fuer-holz.de/fileadmin/Statustagung_2021/HF2_Statustagung_Zscheile.pdf. [German Literature]
- Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL). (2021c). <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/EU-Agrarpolitik-Foerderung/gap-strategieplan-umweltbericht.pdf?blob=publicationFile&v=3>. [German Literature]
- Federal Ministry of Justice (BMJ) (2019). https://www.gesetze-im-internet.de/englisch_ksg/englisch_ksg.html.
- Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (BVL) (2004). https://v2.verband-crm.de/dateien/5830-65/09_2004%20charta%20fuer%20holz%201.0. [German Literature]
- Fehrenbach, H, Köppen, S, Kauertz, B, Detzel, A and Wellenreuther, F (2017). *BIOMASS CASCADES Increasing resource efficiency by cascading use of biomass — from theory to practice*, UBA-FB 002490/KURZ. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV), Bonn.
- Hafner, A, Rüter, S, Ebert, S, Schäfer, S, König, H, Cristofaro,

- L, Diederichs, S, Kleinhenz, M and Krechel M (2017). https://www.ruhr-uni-bochum.de/reb/mam/content/t_hg_bericht-final.pdf. [German Literature]
- Institute for Computational Design and Construction (ICD). (2019). <https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/buga-wood-pavilion-2019/>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>.
- International Mire Conservation Group (IMCG) (2008). http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/assessment_peatland.pdf. [English Literature]
- Joosten, H (2013). *Final report. VIP – VorpommernInitiative Paludiculture*, FKZ: 033L030 A–R, Universität Greifswald, Greifswald. [German Literature]
- Jung, YJ, Yim, JS and Kim, JS (2020). Improving Institutional Arrangements to Enhance GHG Inventory of the LULUCF Sector, *Journal of Climate Change Research*, 11(6), 729–738. [Korean Literature]
- Kim, TS, Jeong, JW, Moon, SK, Yang, HS and Yang, BG (2013). Introduction to National Mid-term Fundamental Plan for Wetlands Conservation and Management, *Journal of Wetlands Research*, 15(4), 519–527. [Korean Literature]
- Korea Forest Service (KFS). (2016). https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TU-H5vzd9EQJ:https://www.forest.go.kr/newkfswb/cmm/fms/FileDownload.do%3Bjsessionid%3Dufgzk8lWwlwsTVFIM3W11vO8X0ns77rN7AX07kf5P2yEzJgg1LmW14VteB23xC.frswas01_servlet_engine1%3FatchFileId%3DFILE_000000_000698990%26fileSn%3D0+&cd=5&hl=ko&ct=clnk&gl=kr.
- Korea Legislation Research Institute (KLT). (2012). https://elaw.klri.re.kr/kor_service/lawView.do?hseq=39660&lang=KOR.
- Kreiszeitung (KZ). (2015). <https://www.kreiszeitung.de/lokales/diepholz/wagenfeld-ort53277/moorwelten-eroeffnung-barfussparks-stroehen-4900053.html>. [German Literature]
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MFAFF). (2020). [file:///C:/Users/user/Downloads/200324_%EA%B3%B5%EC%9D%B5%EC%A7%81%EB%B6%88%EC%A0%9C%EB%94%B0%EB%9D%BC%EC%9E%A1%EA%B8%B0_%EB%A6%AC%ED%94%8C%EB%A0%9B%EC%B5%9C%EC%A2%85%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/200324_%EA%B3%B5%EC%9D%B5%EC%A7%81%EB%B6%88%EC%A0%9C%EB%94%B0%EB%9D%BC%EC%9E%A1%EA%B8%B0_%EB%A6%AC%ED%94%8C%EB%A0%9B%EC%B5%9C%EC%A2%85%20(1).pdf).
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MFAFF). (2021). <http://uni.agrix.go.kr/docs7/customized/file/pdf/1-3.pdf>.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism, Republic of Korea (MCSTRK). (2019). <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156311905>.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism, Republic of Korea (MCSTRK). (2021a). <https://www.korea.kr/news/policyBriefingView.do?newsId=156449414>.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism, Republic of Korea (MCSTRK). (2021b). <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156477351>.
- Ministry of Environment (ME). (2015). https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10261&seq=6659.
- Ministry of Environment (ME). (2018). https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10259&orgCd=&condition.deleteYn=N&seq=7216.
- Ministry of Environment (ME). (2020a). <https://me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%ED%83%84%EC%86%8C&menuId=286&orgCd=&boardId=1418350&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=>.
- Ministry of Environment (ME). (2020b). https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?jsessionid=zh8QKUTJBTYAuDqo4qtd-TCg.mehome1?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10259&orgCd=&condition.deleteYn=N&seq=7624.
- National Institute of Meteorological Sciences (NIMS). (2018). *Climate changes in South Korea over the last 100 years*, 11-1360620-000132-01, National Institute of Meteorological Sciences.
- Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2012). https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/naturschutz/moorschutz/220210_nabu-broschuere-moorschutz-2021.pdf. [German Literature]
- Nitsch, H and Schramek, J (2020). *Peatland Protection Strategy for the federal government*, FKZ 3519 800 300, Institut für Ländliche Strukturforchung (IfLS), Frankfurt am Main. [German Literature]
- Park, EB, Song, CH, Ham, BY, Kim, JW, Lee, JY, Choi, SE and Lee, WK (2018). Comparison of Sampling and Wall-to-Wall Methodologies for Reporting the GHG Inventory of the LULUCF Sector in Korea, *Climate Change Research*, 9(4), 385–398. [Korean Literature]
- Relevant Ministry (RE). (2020). *The 3rd National Climate Change Adaptation Plan (2021–2025)*, 11-1480000-001715-13, Relevant Ministry.
- Rüter, S (2011). https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn048900.pdf.
- Scheffler, M and Wiegmann, K (2020). Institute for Applied Ecology. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Verbesserung-Beitrag-GAP-Klimaschutz-EU.pdf>. [German Literature]
- Stache, B (2015). <https://www.extra-verlag.de/wedemark/lokales/gymnasiasten-entkusseln-im-schwarzen-moor-d49146.html>.

- Thünen-Institut (TI) (2015). https://www.thuenen.de/media/institute/Ir/LULUCF-Beteiligung_2014/Bericht_an_die_Europaeische_Kommission/150109_LULUCF_Bericht_DE_fin.pdf. [German Literature]
- Thünen-Institut (TI). (2017). https://www.thuenen.de/media/institute/Ir/LULUCF-Beteiligung_2014/Bericht_an_die_Europaeische_Kommission/180227_Progress-Report_on_LULUCF_final.pdf. [German Literature]
- Thünen-Institut (TI). (2019). https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn061835.pdf. [German Literature]
- Umweltbundesamt (UBA) (2015). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-06-13_texte_53-2017_biokaskaden_kurzfassung.pdf. [German Literature]
- Umweltbundesamt (UBA). (2020). *Estimation of the GHG mitigation impact of the German Federal Government's Climate Protection Program 2030. Sub-report of the project "GHG projection: further development of methods and implementation of the EU Effort Sharing Decision in the 2019 projection report ("Policy Scenarios IX")*, UBA-FB-000160/ZW-ANL, Öko-Institut, Berlin, Dessau-Roßlau. [German Literature]
- Umweltbundesamt (UBA) (2021a). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_hgp_umweltschutzwald_u_nachhaltigeholznutzung_bf.pdf. [German Literature]
- Umweltbundesamt (UBA) (2021b). <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/klima-treibhaus-effekt#grundlagen>. [German Literature]
- Yim, JS, Moon, GH, Park, JM and Shin, MY (2020). Comparison of Uncertainty in the Land-Use Change Matrix by Sampling Intensity, *June Journal of Climate Change Research*, 11(3), 203–213. [Korean Literature]
- Yu, SC, An, JW and Ok, JA. (2015). A Study on Construction Plan of the Statistics for National Green House Gas Inventories(LULUCF Sector), *Spatial Information Research*, 23(3), 67–77. [Korean Literature]