

온실가스감축인지 예산제도가 탄소 배출량에 미치는 효과: OECD 국가를 중심으로

The Impact of Greenhouse Gas Reduction Cognitive Budget System on Carbon Emissions: Evidence from OECD Countries

김인혜* · 박순애**

Inhye Kim · Soonae Park

요약: 기후 변화에 대응하기 위한 친환경적 예산의 도입이 전세계적으로 확산되는 가운데 우리나라는 온실가스감축인지 예산제도를 도입하여 시행하고 있다. 본 연구는 온실가스감축인지 예산제도의 개념과 국내외 도입현황을 검토하고, 탄소배출량에 미치는 효과를 살펴보고자 한다. 이를 위해 OECD 35개국의 2010년부터 2024년까지 패널데이터를 구축하고, 고정효과 분석 및 동적 패널 분석을 실시하였다. 고정효과 모형에서는 녹색 예산 태깅의 통계적 유의성이 모형에 따라 다르게 나타났으나, system GMM 모형에서는 비교적 일관된 음(-)의 관계를 보였다. 이는 탄소 배출량의 경로의존성과 모형의 내생성을 고려한 동적 분석에서 제도의 효과가 보다 명확하게 식별됨을 의미한다. 또한 이질성 분석 결과에 따르면 녹색 예산 태깅의 감축 효과는 재생에너지 비중이 낮은 국가에서 유의미하게 나타났으며, 에너지 전환 수준이 높은 국가에서는 유의한 효과가 관측되지 않았다. 이러한 결과는 온실가스감축인지 예산제도의 효과가 국가의 에너지 구조와 여건에 따라 달라질 수 있다는 시사점을 제시한다.

핵심주제어: 온실가스감축인지 예산제도, 녹색 예산 태깅, 탄소 배출량, 기후 재정정책, 에너지 전환

Abstract: As global efforts to strengthen climate action, many governments are adopting green budgeting and South Korea has implemented Greenhouse Gas Reduction Cognitive Budget System(GGRCBS). This study empirically examines the impact of GGRCBS on carbon emissions using panel data for 35 OECD countries from 2010 to 2024. The fixed-effects results show mixed statistical significance across model specifications, while the system GMM estimates reveal a more consistent negative relationship between GGRCBS and carbon emissions. This finding suggests that the system's mitigation effect becomes more apparent when accounting for path dependency and endogeneity in emissions trajectories. Further heterogeneity analyses indicate that the policy's emission-reducing influence is significant primarily in countries with relatively low shares of renewable energy, whereas no such effect is observed in nations with advanced energy transitions. These results highlight that the effectiveness of climate-responsive budgeting depends on energy composition and national contextual factors.

Key Words: Greenhouse Gas Reduction Cognitive Budget System, Green Budget Tagging, Carbon Emissions, Climate Fiscal Policy, Energy Transition

* 주저자, 서울대학교 행정대학원 박사과정

** 교신저자, 서울대학교 행정대학원 교수, 한국행정연구원 겸무연구원

I. 서론

기후변화로 인한 환경문제가 경제와 사회 전반에 미치는 영향이 확대됨에 따라, 이에 대응하기 위한 국제사회의 노력이 지속적으로 추진되고 있다. 1997년 교토의정서와 2015년 파리기후변화협정 체결 이후 세계 각국은 탄소중립을 선언하고, 기후변화 대응을 위한 다양한 정책을 수립하여 이행하고 있다. 이러한 흐름 속에서 재정정책의 역할에 대한 관심도 증가하고 있다. 2017년 OECD는 ‘파리 녹색 예산 협력체(OECD Paris Collaborative on Green Budgeting)’를 출범하여 정부 예산 과정에 기후 및 환경 목표를 통합하는 과정을 지원하고 있다.

예산은 정부 활동의 우선순위를 반영하여 자원을 배분하는 재정 운용의 수단으로서, 정책 목표를 달성하는데 중요한 역할을 한다. 정부는 특정 우선순위에 따라 자원과 인센티브를 조정할 수 있는데, 이러한 예산 운용 방식을 인지 예산(Priority Budgeting)이라고 한다(Bova, 2021, p.6). 인지 예산의 대표적인 유형으로 양성평등 실현을 목표로 하는 성인지 예산제도(Gender Budgeting)와 환경 목표 및 지속가능발전을 지향하는 녹색 예산(Green Budgeting)이 있다.

최근에는 기후변화 대응과 환경 목표 달성을 위한 녹색 예산의 중요성이 부각되면서, 이를 도입하는 국가가 빠르게 증가하고 있다. OECD 회원국을 대상으로 실시한 설문조사 결과에 따르면, 녹색 예산을 도입한 국가는 2020년 14개국에서 2022년 24개국으로 확대되었다(OECD, 2024, p.11). 이는 전체 OECD 회원국 38개국 중 약 3분의 2에 해당한다. 주요 국가들은 녹색 예산의 제도적 기반을 마련하고, 환경적 영향을 평가하기 위해 다양한 방법과 정책 도구를 활용하여 재정 운용과 기후 목표 간의 연계를 강화하고 있다.

이러한 국제적 흐름에 발맞추어 우리나라 역시 환경 목표를 예산 과정 전반에 내재화하기 위한 방안으로 ‘온실가스감축인지 예산제도(Greenhouse Gas Reduction Cognitive Budget System)’를 도입하였다. 우리나라는 온실가스 배출량이 높은 국가로, 2021년 기준 OECD 회원국 중 온실가스 배출량

상위 5개국에 속한다. GDP 대비 온실가스 배출강도와 인구 대비 배출강도 또한 높은 편이다. 이에 따라 정부는 '2050 탄소중립' 목표 달성을 위해 국가적 차원의 탄소중립 전략과 이행계획을 수립하여 추진하고 있으며, 온실가스감축인지 예산제도는 그러한 노력의 일환으로 도입되어 운영되고 있다.

본 연구는 온실가스감축인지 예산제도가 도입된 초기 시점에서 해당 예산제도의 개념과 이론적 배경, 국내외 도입 현황을 검토한다. 그리고 이전부터 제도를 도입하여 시행 중인 국가들과 비교하여 제도 도입에 따른 탄소 배출량 변화를 분석함으로써, 온실가스감축인지 예산제도의 효과를 실증적으로 검증하고자 한다. 이를 통해 향후 온실가스감축인지 예산제도의 발전 방향을 모색하고, 정책적 시사점을 도출해보고자 한다.

II. 녹색 예산제도의 개념 및 유형

1. 온실가스감축인지 예산제도

온실가스감축인지 예산제도(Greenhouse Gas Reduction Cognitive Budget System)는 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제24조에 근거하여, 국가와 지방자치단체의 예산 및 기금이 기후변화에 미치는 영향을 분석하고 그 결과를 재정 운용에 반영하는 제도를 일컫는다. 이에 따라 정부는 매 회계연도마다 온실가스 감축 목표와 기대효과 등을 포함한 온실가스감축인지 예산서와 기금운용계획서를 작성하여 국회에 제출하여야 한다. 결산 단계에서는 집행 실적과 효과 분석의 내용을 온실가스감축인지 결산서 및 기금결산서에 반영하여 작성하고 국회에 보고하여야 한다.

우리나라의 온실가스감축인지 예산제도는 정부의 예산 편성 및 집행 과정에 친환경적 목표를 고려하는 녹색 예산(Green Budgeting)으로 볼 수 있다. OECD(2021, p.5)는 녹색 예산을 기후 및 환경 목표를 달성하기 위해 예산 정책 수립의 도구들을 활용하는 것으로 정의하였다. 정부의 예산 및 재정 체계, 정책, 제도 전반에 기후 및 환경적 고려 사항을 통합하는 것을 의미하는 것이

다(OECD, 2024, p.9).

선행연구에서 녹색 예산의 개념을 살펴보면, Bova(2021, p.5)는 예산 항목의 환경적 기여도를 특정 성과 지표에 따라 평가함으로써 예산 정책을 환경 목표에 보다 부합하도록 만드는 예산 과정으로 정의하였다. 또한 Aydin, Sogut, and Altundemir(2023, pp.1)는 녹색 예산이 정부가 자원을 조달하고 배분하는 예산 편성 과정에서 생태학적 영향을 고려하여 환경 목표 달성을 위한 조치를 취하는 것으로 정의하였다.

녹색 예산은 기후변화 대응뿐만 아니라 생물다양성, 수자원 보호, 오염 방지 등 복수의 환경적·생태학적 목표를 포괄하는 개념이다. 이러한 다양한 환경 목표 중에서 국가마다 어떠한 목표를 중점적으로 달성하고자 하는지에 따라 녹색 예산, 기후 예산, 온실가스감축인지 예산 등의 명칭으로 사용되고 있다. 우리나라에서 도입되어 시행 중인 온실가스감축인지 예산제도는 녹색 예산에서 논의되는 여러 환경 목표 중 기후변화 대응, 특히 온실가스 감축에 초점을 맞추고 있다.

Kilicer(2017; Aydin et al., 2023 재인용, pp.1)는 생태 예산, 환경 예산, 환경 민감 예산이라고 불리는 녹색 예산이 제한된 천연자원의 지속가능성을 향상시키고, 시민의 삶의 질을 제고하는데 중요한 역할을 한다고 하였다. 이러한 친환경적 예산제도는 단기적·장기적 관점에서 기후 및 환경과 관련된 재정 리스크를 관리할 수 있게 만들고, 재정 운용의 투명성 제고와 성과 기반 예산제도와의 연계를 가능하게 한다는 점에서 의의를 갖는다(OECD, 2021, p.13-14). 또한 예산 또는 재정 정책이 환경에 미치는 영향을 평가하고, 국가 및 국제적 공약의 이행 여부를 점검하는데 활용될 수 있으며, 지속가능한 성장에 대한 정보에 입각하여 증거기반(evidence-based)의 논의를 촉진하는 데에도 기여할 수 있다(Bova, 2021, p.6).

2. 기후 예산 태깅

녹색 예산은 다양한 방법과 도구를 활용하며, 예산의 적용 범위와 운영 방식은 국가별 정책 목표와 상황에 따라 다르게 나타난다. 녹색 예산의 적용 방

식 가운데 태깅(tagging)은 전체 예산 중 환경과 기후 관련 부문을 분류하는 방법으로, 간단하지만 넓게 활용되는 도구이다(국회예산정책처, 2024, p.31).

기후 예산 태깅(Climate Budget Tagging, CBT)이란 기후와 관련된 정부 지출을 식별·측정·모니터링하는 정부 주도의 과정을 의미한다(World Bank, 2021, p.10). 기후 예산 태깅은 세계은행(World Bank)과 유엔개발계획(UNDP)이 개발한 정부 기후지출 검토(Climate Public Expenditure and Institutional Reviews) 방법론을 기반으로 하여, 정부 지출 중 기후 관련 항목을 파악하고 해당 지출이 환경 목표에 부합하는지를 평가함으로써 정책 결정에 필요한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다.

기후 예산 태깅은 2011년 네팔에서 처음 도입되어, 캄보디아, 인도네시아, 필리핀 등 기후변화에 취약한 개발도상국을 중심으로 확산되었다(World Bank, 2021). 이 국가들은 기후변화 대응이라는 목표를 예산 수립 및 집행 과정에 반영함으로써 정책적 우선순위를 확보하는 목적 외에도 기후 재원의 동원을 위한 수단으로 기후 예산 태깅을 활용하였다. 개발도상국의 기후 금융 지원과 관련한 국제적 기후 공약의 맥락에서 기후 예산 태깅의 도입을 촉진한 것이다.

이후 기후 예산 태깅이 재정 운영의 효율성, 책임성 및 투명성을 강화하는 유용한 방식으로 여겨지면서 전세계적으로 확산되었다. 예산 항목별로 환경 목표 달성에 기여하는지 혹은 저해하는지를 식별하고, 이를 재정 운영에 반영함으로써 예산의 효율성과 책임성을 확보할 수 있는 것이다. 또한 예산 분류에 대한 정보 공개를 통해 투명성을 강화할 수 있다는 점에서 태깅은 녹색 예산을 실시하기 위한 기본적인 도구로 활용되고 있다. 선행연구에 따르면 12개 EU 회원국을 포함하여 전 세계 60여 개국이 기후 예산 태깅을 도입하거나 경험한 것으로 나타났다(Boutron, 2023, p.2).

OECD는 기후 예산 태깅을 포함하여 다양한 환경 목표를 예산 과정에 통합하기 위한 여러 방법과 도구, 제도적 요소를 체계화하여 녹색 예산(Green Budgeting)으로 통칭하고 있다(OECD, 2024, p.10). 국가마다 녹색 예산에

대한 접근 방식은 다르지만, 녹색 예산을 구성하는 공통적인 요소를 도출하였다. 그리고 녹색 예산을 효과적으로 운영하기 위한 정책수단으로 12개의 '방법 및 도구(Methods & Tools)'를 제시하였다(OECD, 2024, p.20).

녹색 예산의 방법 및 도구에는 환경 영향 평가, 녹색 예산 태깅, 비용·편익 분석, 예산 집행의 탄소 영향 분석, 탄소가격제, 탄소예산 등 기존에 실시되었던 주요한 환경 정책이 포함되어 있다. 또한 유해 조세지출 검토, 녹색 리스크 분석, 녹색 거시재정 전망 등 국가 재정 운용 전반에 녹색 예산을 적용하기 위한 거시적 차원의 방법과 도구도 포함된다. 우리나라는 이러한 녹색 예산의 방법과 도구 중 환경 영향 평가, 녹색 예산 태깅, 예산 집행의 탄소 영향 분석 등을 활용하고 있으며, 그 중에서 온실가스감축인지 예산제도는 녹색 예산 태깅을 핵심적인 수단으로 사용하고 있다.¹⁾

III. 이론적 배경

1. 재정 패러다임의 변화와 녹색 예산

전통적인 재정이론에서 예산은 효율적 자원 배분, 소득 재분배, 경제 안정을 달성하기 위한 기능을 수행하는 것으로 여겨졌다(Musgrave and Musgrave, 1989). 정부는 예산을 통해 자원을 효율적으로 배분하고, 공정하게 소득과 부의 재분배를 실시하며, 통화정책과 재정정책을 통해 경제의 안정화를 도모해야한다는 것이다.

Schick(1998)는 공공 지출 관리와 관련한 세 가지 규범으로 총량적 재정규

1) 우리나라 온실가스감축인지 예·결산제도의 적용 대상은 사업의 목적과 효과를 기준으로 온실가스 감축을 직접적인 목적으로 하는 사업 또는 타 목적사업이더라도 부수적으로 감축 효과가 발생하거나 발생이 예상되는 사업이다(기획재정부·환경부·환경공단, 2023 ; 국회예정처 재인용, 2023, p.24). 또한 우리나라 온실가스감축인지 예산에 포함된 예산은 작성지침에 명시된 기준에 따라 각 부처에서 대상 사업을 정량·정성·R&D로 분류(tagging)하여 집계된다. 이러한 분류작업에 대한 검증은 전문기관 및 민간 전문가로 구성된 기술자문위원회를 통해 이루어지며 대상사업, 배출량 산정 등의 정확성·객관성을 확인한다(국회예정처, 2023, p.25).

을, 배분적 효율성, 운영적 효율성을 제시하였다. 예산의 무분별한 증액을 방지하기 위해 개별 지출 결정 전에 지출 총액이 결정되어야 하며, 정책 우선순위 및 예산 프로그램의 효과성에 기반하여 합리적으로 자원을 배분하고, 시장가격과 경쟁할 수 있도록 예산이 효율적으로 집행되어야 한다는 것이다. (국회예정처, 2020, p.25). 이러한 관점에서 예산은 재정의 효율성과 안정성을 관리하는 도구로 인식되었다.

그러나 지식정보화, 세계화, 시민사회화 등의 재정 환경의 급격한 변화는 새로운 예산 규범과 제도를 요구하고 있다. 운영진(2009, p.542)에 따르면 재정 패러다임은 투입 중심에서 성과 중심으로, 유량 중심에서 저량 중심으로, 아날로그에서 디지털 정보시스템으로, 관리자 중심에서 납세자 주권으로, 물성인지적 관점에서 성인지적 관점으로 전환되고 있다. 예산이 단순한 지출 계획을 넘어 다양한 사회적 가치를 실현하는 전략적 수단으로 여겨지기 시작한 것이다.

기후변화에 대한 예산적 접근방식은 비교적 최근에 등장하였지만 빈곤, 성별 등에 대한 예산 이니셔티브를 기반으로 한다(World Bank, 2021, p.11). 이는 예산을 활용하여 특정 주제에 대한 정부 전체의 중장기적 변화를 이끌어 내고자 하는 전략적 예산 이니셔티브라고 볼 수 있다(Nicol and Igor, 2024; 허경선 재인용, 2024). 우리나라에 도입된 온실가스감축인지 예산제도 역시 재정 환경의 변화와 새로운 가치 확산에 따른 예산개혁의 한 흐름으로 볼 수 있을 것이다.

2. 탄소 배출량의 영향 요인

탄소 배출량의 수준과 변화는 국가의 인구 규모, 경제 발전 단계, 에너지 사용 구조 등 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 거시 경제적 요인과 탄소 배출량 간의 관계를 설명하는 대표적인 이론으로 카야 항등식(Kaya Identity)이 있다. Yoichi Kaya(Kaya and Yokobori, 1997, p.212)에 따르면 한 국가의 탄소 배출량은 인구, 경제 수준, 에너지 집약도, 탄소 집약도의 함수이다. 에너지 집약도는 경제 활동 과정에서 에너지를 얼마나 효율적으로 사용하는

지를, 탄소 집약도는 에너지 소비에서 탄소 함유량이 낮은 에너지를 얼마나 사용하는지를 의미한다. 카야 항등식은 탄소 배출량 감축이 인구나 경제 수준과 같이 변화나 통제가 어려운 변수 보다는 혁신적인 기술 개발을 통한 에너지 효율 개선 및 산업 구조 전환을 통해 가능하다 것을 시사한다.

탄소 배출량은 국가의 경제 발전 단계와도 밀접한 관련을 가진다. 경제성장과 환경오염 간의 관계를 설명하기 위해 제시된 대표적인 가설이 환경 쿠즈네츠 곡선(environmental Kuznets curve, EKC)이다. Grossman and Krueger(1991)는 경제성장과 환경오염 간에 역U자형 관계가 존재한다고 주장하였다. 즉, 경제 성장 초기에는 환경오염이 증가하지만, 소득 수준이 일정 단계에 도달한 이후에는 기술 진보와 환경 정책을 통해 오염이 감소할 수 있다는 것이다. EKC 가설은 이후 다양한 경험적 연구를 통해 검증되어 왔으며, 국가별 여건에 따라 그 성립 여부가 상이하게 나타나는 것으로 보고되고 있다(Park and Lee, 2011).

이와 같은 이론적 논의를 바탕으로 최근에는 배출권거래제(ETS), 탄소세(carbon tax), 탄소가격제(carbon pricing) 등 여러 환경 정책의 효과를 실증적으로 분석한 연구가 다수 이루어졌다. Jung and Song(2023)은 ETS 도입이 탄소 배출량에 미치는 영향을 파악하기 위해 선진국 위주의 탈동조화(Decoupled) 국가군과 개발도상국 위주의 비탈동조화(non-Decoupled) 국가군으로 구분하여 분석하였다. 그 결과 ETS는 두 집단 모두에서 탄소 배출량을 억제하는 효과를 보였으며, 탈동조화 국가에서 배출 감축 속도가 더욱 빠르게 나타났다. ETS의 실효성은 유럽연합 국가를 대상으로 한 Bayer and Aklın(2020)의 연구에서도 나타났다. ETS 도입은 탄소가격이 낮은 수준에서도 탄소 배출량 감축 효과를 나타냈다고 설명한다. 탄소세와 관련한 Lin and Li(2011)의 연구에서는 북유럽 5개국을 대상으로 분석한 결과, 핀란드에서만 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 또한 탄소세의 효과는 차등 세율이나 면세로 약화될 수 있기에 모든 산업에 동일한 평균세율을 적용하고, 산업 구조의 전환, 세금 수입의 재투자 등의 필요하다고 제시하였다. Best, Burke, and Jotzo(2020)는 탄소가격제의 효과를 파악하기 위해 142개

국의 20년간 자료를 활용하여 실증 분석하였다. 분석 결과에 따르면 탄소 가격제를 시행하는 국가는 그렇지 않은 국가에 비해 탄소 배출량 변화율이 낮았으며, 탄소 가격 수준이 높을수록 배출량 감축 효과도 더욱 크게 나타났다.

환경 정책의 효과가 경제 규모나 산업 구조 등에 따라 차이가 있는지 분석한 연구도 있었다. Im and Kim(2025)는 ETS가 제도적 기반을 갖춘 고소득 국가에서 더 효과적이었으나, 탄소세는 환경 규제에 대한 역량이 부족한 저소득 국가에서 더 효과적인 것으로 분석하였다. 또한 Liu(2024)는 중국의 환경 규제의 효과성을 분석하면서 산업과 지역별 이질성 분석을 실시하였다. 법규 및 행정적 처벌, 탄소세 ETS 등 시장 메커니즘의 이용, NGO 등 자발적 감시라는 세 가지 유형의 환경규제는 모두 유의미하게 기업의 탄소 배출량을 감소시키는 효과가 있었고, R&D 투자의 매개효과도 나타났다. 한편 이질성 분석에서 오염이 심한 산업, 경제가 발달한 지역, 시장화 수준이 높은 지역에서 규제의 효과가 높게 나타났다.

3. 예산제도와 탄소 배출량의 관계

정부는 규제나 시장 기반의 환경 정책뿐만 아니라, 재정 지출에 따른 직·간접적 파급효과를 통해서도 탄소배출량에 영향을 미칠 수 있다. 재정 지출이 환경 성과에 미치는 경로를 제시한 연구로는 Lopez, Galinato, and Islam(2011)이 있다. 이들은 정부 지출이 환경에 영향을 미치는 메커니즘을 규모 효과(scale effect), 구성 효과(composition effect), 기술 효과(technique effect)의 세 가지로 구분하였다(Lopez, Galinato, and Islam, 2011, pp.180). 규모 효과는 정부 지출이 경제 성장을 촉진함으로써 생산과 소비를 확대하고, 그 결과 환경 오염을 증가시키는 효과를 일컫는다. 구성 효과는 특정 산업에 대한 보조금과 같은 사적재(private goods) 지출을 축소하고, 교육·환경·인프라 등 공공재(public goods) 지출을 확대함으로써 산업 구조가 자본집약적 산업에서 지식 및 인적자본 집약적 산업으로 전환되어 환경오염이 감소할 수 있음을 설명한다. 기술 효과는 정부가 연구개발(R&D)이나 인프라에 투자함으로써 생산 효율성을 제고하고, 친환경 기술 도입을 촉

진하여 오염을 저감하는 경로를 의미한다. Lopez et al.(2011)은 실증분석을 통해 재정 지출 규모의 확대가 환경오염에 영향을 미치지 않으며, 환경 개선을 위해서는 공공재 중심의 지출 구조로의 전환과 환경에 부정적인 산업 및 보조금 지출의 축소가 중요하다고 강조하였다.

이와 같은 이론적 논의는 환경 보호를 위한 재정 지출이 반드시 환경 성과의 개선으로 직결되지 않을 수 있음을 보여주며, 실증 연구에서도 유사한 결과가 보고된 바 있다. Barrell, Dobrzanski, Bobowski, Siuda and Chmielowiec(2021)은 EU 30개국을 대상으로 2005년부터 2015년까지의 데이터를 분석한 결과, 환경 보호 지출이 증가한다고 해서 반드시 환경 개선 효과가 나타나지는 않았다. EU 국가들의 환경 보호 지출의 증가가 일정한 수준에 도달한 이후에는 환경 개선에 거의 영향을 미치지 않은 것이다.

한편 예산제도가 환경 목표에 미치는 영향을 실증적으로 분석한 연구로 Pindiriri and Kwaramba(2024)의 논문을 들 수 있다. 이 연구는 개발도상국을 대상으로 녹색 예산 태깅이 기후 금융 유입 및 탄소 배출량 감축에 미치는 효과를 분석하였다. 녹색 예산 태깅의 도입은 기후 금융의 유입을 증가시키는데 효과가 있었으나, 기후 금융의 유입이 탄소 배출량 감축에는 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 이는 개발도상국에서 녹색 예산 태깅이 기후 금융 재원을 동원하기 위한 전략적 수단으로 활용될 수 있음을 보여준다.

Aydin et al.(2023)은 EU 20개 국가를 대상으로 1995년부터 2018년까지의 데이터를 분석하여 천연 자원과 녹색 예산이 환경의 질에 미치는 영향을 조사하였다. 녹색 예산을 측정하는 지표로서 환경 보호 지출, 환경세를 활용하였고, 환경 오염을 측정하기 위해 생태발자국 지표를 활용하였다. 환경보호지출, 환경세, 경제성장, 생태발자국 등 변수들 간의 관계를 분석한 결과, EKC 가설은 일부 국가에서만 유효한 것으로 나타났다. 환경 보호 지출의 증가는 이탈리아와 슬로베니아의 생태 발자국 감소로 이어졌고, 환경세의 효과는 국가별로 다르게 나타났다. 이러한 결과를 통해 지속가능성 맥락에서 국가별 저탄소 배출을 위한 녹색 경제의 중요성과 녹색 예산 도입의 필요성을 제시하였다.

한편 우리나라의 온실가스감축인지 예산제도와 탄소 배출량 간의 관계를 분석한 연구는 주로 해외 사례 비교나 제도 도입 현황에 초점을 맞추고 있는 것으로 나타났다. 양지원(2021)은 프랑스와 노르웨이의 기후 예산 사례를 비교하였고, 안상욱·한희진(2021)은 프랑스의 재정 및 예산 분야에서의 기후 변화 대응 사례를 보여주었다. 또한 고재경(2023)은 ESG 관점에서 지방자치단체의 온실가스감축인지 예산제도를 검토하고, 탄소중립을 위한 재정 수단으로서 제도의 가능성과 한계를 논의하였다.

IV. 연구설계

1. 가설 설정

본 연구에서는 온실가스감축인지 예산제도의 효과성을 살펴보기 위해서, 온실가스감축인지 예산제도의 핵심 수단으로서 녹색 예산 태깅을 도입한 국가를 파악한다. 녹색 예산 태깅의 도입 여부는 OECD 설문조사(2024) 결과를 바탕으로 녹색 예산 태깅을 도입했는지에 대한 질문에 ‘그렇다(yes)’고 응답한 국가(13개국)를 도입국으로 분류하였다. 도입 연도에 관한 데이터는 국제기구 보고서, 국가별 법률정보 또는 홈페이지, 정책문서, 보도자료 등을 참고하였다. 이를 통해 온실가스감축인지 예산제도(녹색 예산 태깅)의 도입이 탄소 배출량 감축에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고자 한다.

가설 1: 온실가스감축인지 예산제도(녹색 예산 태깅)의 도입은 탄소 배출량 감축에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

〈표 1〉 녹색 예산 태깅 도입국 현황(OECD)

국가 (도입연도)	주요 내용
칠레 (2022)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(예산법 Ley de Presupuestos/2022, 기후변화기본법 Ley Marco de Cambio Climático/2022)에 따라 예산청(Dipres)은 매년 기후 변화 공공지출 보고서 (Informe de Gasto Público en Cambio Climático)를 작성하여 의회에 제출(OECD, 2024) · 칠레의 국립투자시스템(SNI)에서 공공 투자 사업 기획 시 기후완화/적응에 대한 기여도를 기준으로 사전 태깅을 하고, 공공 프로그램 모니터링 데이터를 기반으로 기후 보고서 작성 * 출처: OECD(2024), UNDP 「Strengthening Climate Finance Architecture in Chile」 (2021)
스페인 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(Ley 7/2021)에 따라 2021년 연방 예산안(PGE 2021)부터 재무부는 매년 '녹색 예산 보고서(Informe de Presupuesto Verde)'를 부속 서류로 첨부 · EU 분류체계(EU Taxonomy) 및 OECD의 권고안에 따라 예산 항목을 분류(직접/간접/부정적 영향) * 출처: OECD(2024), 스페인 재무부 「녹색예산 보고서(Informe de Presupuesto Verde)」 (2021)
핀란드 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> · 2018년 예산안에서 주요 지출 항목에 지속가능발전 목표를 명시하기 시작하였고, 2019년부터 '탄소중립 핀란드'라는 별도 챕터를 예산에 포함 · 예산(지출)과 세금(에너지세, 차량세 등)이 환경에 미치는 영향을 분석 * 참고자료: OECD(2024)
프랑스 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(Loi de finances pour/2020) 등에 따라 정부는 2021년 예산안(PLF 2021)부터 매년 예산안이 환경이 미치는 영향을 분석한 보고서를 의회에 제출 · EU 분류체계(EU Taxonomy)에서 6가지 환경 목표를 기준으로 정부 지출을 태깅(부정적지출 포함) * 출처: OECD(2024), 프랑스 재무부 보도자료(2020.1.10) "녹색예산편성"
영국 (2020)	<ul style="list-style-type: none"> · 부처별 예산안 작성 시 탄소배출영향(증가, 감소, 불변)을 분류(Ex-ante tagging) · 2020년 및 2021년 지출 검토(Spending Review)에서 부처의 예산안의 탄소 영향 정보를 바탕으로 예산 배분에 활용(OECD,2024) · 녹색채권 원칙에 따라 영국 국가예산 중 6개 핵심 환경 분야의 적격 녹색 지출(Eligible Green Expenditures)선별 및 태깅 * 출처: OECD(2024), 영국 재무부(HM Treasury), 「Autumn Budget and Spending Review 2021: Environmental impacts」(2021), 「UK Government Green Financing Framework」(2021)
그리스 (2022)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(Law 4936/2022) 및 정책(NRRP)에 따라 2021년부터 재무부와 환경에너지부로 구성된 실무 그룹을 신설하고 OECD의 지원 하에 태깅 방법론 개발(OECD, 2024) · 2022년~2023년 공공투자프로그램(PIF)와 회복 및 복구기금(RRF) 예산에 시범 태깅(pilot tagging)의 시범적용, 2023년부터 예산안에 기후 변화 지출을 별도 부속서로 공개 * 출처: OECD(2024), 그리스 국가 기후법(Law 4936/2022)
아일랜드 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> · 2019년 예산안부터 모든 정부 부처는 지출(안)에 기후 및 환경성과 평가 · 2021년 세금 시스템의 기후 영향을 분석한 보고서를 발표(OECD, 2024) · 정부지출만 아니라 세금(tax) 항목까지 태깅을 실시 * 출처: OECD(2024), 아일랜드 재무부 보도자료(2023.9.18.) "녹색예산관리"
이탈리아 (2011)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(Law 196/2009, Law 39/2011)에 따라 환경 관련 지출을 분류한 '에코빌란초 (Ecobilancio, 예산안 부속서)', '에코렌디콘토(Ecorendiconto 결산부속서)'를 매년 예산안 및 결산서와 함께 의회 제출 · CEPA(환경 보호 활동 분류), CReMA(자원 관리 활동 분류) 등을 기반 분류 · 모든 중앙부처 사업을 대기 및 기후 보호, 폐기물 관리, 생물 다양성 보호 등 10개 이상의 범주에 따라 분류하고, 환경 목표와 관련 있는지 평가 · 녹색 정도를 단계별로 나누어 평가하는 태깅(scaled tagging) 추진 * 출처: OECD(2024), OECD(2021), 이탈리아 재무부 「국가 환경 예산서와 환경 결산서 (L'Ecobilancio e l'Ecorendiconto dello Stato)」(2023)

한국 (2022)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(탄소중립기본법 등)에 따라 온실가스감축인지 예산제도를 도입 · 2022년 시범적용을 통해 예·결산서 부속서로 온실가스감축인지 예·결산서를 매년 의회 제출하며, 녹색 예산 태깅을 핵심 수단으로 활용
룩셈부르크 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> · 예산 내에서 기후 및 환경 관련 지출을 식별하기 위해 태깅 시스템(Tagging system)을 사용하며, 국가 에너지 및 기후 계획(NECP)과 연계하여 수행 · 2021년 국가 예산안(Draft Budget 2021)에 녹색 예산 태깅 방법론 시범 적용, 2022년 예산안부터 정부 지출 항목대상 태깅 방법론 시행 * 출처: OECD(2024), 룩셈부르크 재무부 「국가 예산안(2021)」
멕시코 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(LFPRH/2012)에 따라 2013년부터 연방 지출 예산(PEF 2013)부터 기후 변화 관련 부속서(Anexo Transversal) 통합 · 멕시코 재무부(SHCP)와 국립기후변화연구소(INECC)의 방법론(명시적/직접적/암묵적/간접적 분류 및 가중치 적용)을 개발하여 2021년 예산부터 적용 * 출처: 멕시코 재무부 「기후 변화 공공 지출의 식별 및 정량화를 위한 방법론」(2021), 「기후변화 범분야 부속서(Anexo Transversal) 평가 보고서」(2022)
노르웨이 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(Climate Change Act)에 따라 2018년부터 정부는 매년 예산안 제출 시 국가 기후 목표 달성 방법 및 온실가스 배출량에 미치는 영향을 포함한 부속서를 의회에 제출 · 정부는 예산안에 기후 목표 달성 방법과 예산의 기후 영향을 보고해야 하며, 기후환경부 웹사이트에서 배출량 전망과 각 부처별 예산안에 기후 영향을 기술 * 출처: OECD(2024)
스웨덴 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> · 법률(Klimatlag 2017:720)에 따라 정부는 2018년부터 매년 예산 법안(Budget Bill)에 기후 보고서(Climate Report)를 의회에 제출 · 정규 예산 과정 내에서 환경 및 기후 영향을 평가하고, 녹색 국채 발행 시 EU Taxonomy에 따른 태깅 적용 * 출처: OECD(2021), OECD(2024)

자료: OECD(2024) 설문조사, 국제기구 보고서, 국가별 법률정보, 홈페이지, 정책문서 등을 활용하여 작성

다만, 선행연구에서 확인되듯이 환경정책의 효과는 국가의 경제 수준, 정책 역량 등에 따라 상이하게 나타날 수 있다(Im and Kim, 2025 ; Jung and Song, 2023). 또한 산업구조와 에너지 집약도, 재생에너지 보급 수준은 예산을 통한 자원 재배분의 효과에 영향을 미칠 수 있다(Barrell et al., 2021; Liu, 2024; Lopez et al., 2011). 이러한 이질성을 고려하여 다음과 같은 하위 가설을 설정한다.

가설2: 온실가스감축인지 예산제도(녹색 예산 태깅)가 탄소 배출량 감축에 미치는 영향은 국가적 여건에 따라 다르게 나타날 것이다.

- 2-a. 저소득 국가에서 탄소 배출량 감축 효과가 더 높을 것이다.
- 2-b. 에너지 집약도가 높은 국가에서 탄소 배출량 감축효과가 더 높을 것이다.
- 2-c. 재생에너지 비중이 낮은 국가에서 탄소 배출량 감축효과가 더 높을 것이다.
- 2-d. 환경정책 수준이 낮은 국가에서 탄소 배출량 감축효과가 높을 것이다.

2. 데이터와 분석방법

본 연구는 온실가스감축인지 예산제도(녹색 예산 태깅)의 도입이 탄소 배출량에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 2010년부터 2024년까지의 기간을 대상으로 OECD 35개국의 패널데이터를 구축하였다. 분석의 기본 목적은 제도 도입과 탄소 배출량 간의 인과적 관계를 검토하는 데 있으며, 이를 위해 고정효과 모형²⁾과 동적 패널 모형을 단계적으로 적용하였다.³⁾ 분석 과정에서 도구변수의 과다식별 여부는 Hansen J-test를 통해 검증하였으며, 오차항의 자기상관 존재 여부는 Arellano-Bond AR(2) 검정을 통해 확인하였다.

모형에는 이론적 논의와 선행연구를 바탕으로 탄소 배출량에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인들을 통제변수로 포함하였다. 먼저 국가의 경제적 수준을 반영하기 위해 세계은행에서 제공하는 국가별 1인당 GDP를 사용하였다. 또한 환경 쿠즈네츠 곡선(EKC) 가설에 따라 경제 성장 초기에는 탄소 배출량이 증가하다가 일정 수준 이후 감소할 가능성을 검토하기 위해 1인당 GDP의 제곱항을 함께 포함하였다. 에너지 구조와 관련된 요인으로는 OECD에서 제공하는 에너지 집약도를 활용하였다. 에너지 집약도는 국가의 총 에너지 공급량을 인구수로 나눈 값으로, 1인당 에너지 사용 수준을 나타내는 지표이다.⁴⁾

-
- 2) 분석 기간 동안 발생한 글로벌 금융위기나 코로나19 팬데믹과 같이 모든 국가에 공통적으로 영향을 미칠 수 있는 시간 충격 요인을 통제하기 위해 국가 고정효과와 연도 고정효과를 동시에 포함하는 이원 고정효과(two-way fixed effects) 모형을 사용하였다.
 - 3) 탄소 배출량은 과거의 배출 수준이 현재의 배출 수준에 영향을 미칠 수 있는 경로의존적 특성을 지닐 가능성이 크다. 이러한 동태적 특성을 고려하여 Arellano and Bover(1995), Blundell and Bond(1998)가 제안한 system GMM(generalized method of moments) 모형을 적용하였다. system GMM은 차분식과 수준식을 결합한 추정 방식으로, 종속변수의 시차항을 도구변수로 활용함으로써 종속변수의 동태성과 설명변수의 내생성 문제를 동시에 고려할 수 있다.
 - 4) 에너지 집약도가 높은 국가는 에너지 집약적인 산업 구조, 설비 노후화, 낮은 에너지 효율 등으로 인해 탄소 배출량이 상대적으로 높을 가능성이 있다.

〈표 2〉 주요 변수와 측정방법

구분	지표	측정방법	데이터 출처
종속 변수	1인당 탄소배출량	국가별 1인당 CO ₂ 배출량(토지 이용, 토지 이용 변화, 산림 ; LULUCF) 부문 제외(단위: t CO ₂ e/capita)	World Bank data (Carbon dioxide emissions excluding LULUCF per capita)
독립 변수	제도도입 여부	도입 = 0, 미도입 = 1	OECD 설문조사, World Bank, 각국 홈페이지 및 법률 자료
통제 변수	1인당 GDP	GDP per capita, PPP (단위: constant 2021 international \$)	World Bank data (GDP per capita, PPP)
	에너지 집약도	1인당 총 에너지 공급량 (단위: Total Energy Supply toe/person)	OECD data (Green Growth database)
	제조업 비중	GDP 대비 제조업 비중(단위: %)	World Bank data (Manufacturing, value added)
	재생에너지 비중	총 에너지 소비 대비 재생에너지 비중(단위: %)	World Bank data (Renewable energy consumption)
	환경정책 수준	기후 행동 및 정책 측정 프레임워크의 환경정책 엄격성(policy stringency) 지수(단위: 0~10)	OECD data(CAPMF)
	도시화율	총 인구 중 도시인구 비율(단위: %)	World Bank data(Urban population)
	무역개방도	GDP 대비 수출액과 수입액의 비중(단위: %)	World Bank data(Trade)

사회·경제적 특성을 반영하기 위해 도시화율과 무역개방도도 통제변수로 포함하였다. 도시화율은 전체 인구 대비 도시 거주 인구의 비율을, 무역개방도는 GDP 대비 무역 비중으로 측정하였다. 마지막으로 국가별 환경정책의 전반적인 수준을 통제하기 위해 OECD의 ‘기후 행동 및 정책 측정 체계 (Climate Actions and Policies Measurement Framework, CAPMF)’에서 제공하는 환경정책 엄격성(Environmental Policy Stringency, EPS) 지수를 사용하였다. 이 지수는 탄소세, 배출권거래제, 보조금 등과 같은 시장 기반 정책(market-based policies)과 에너지 효율 기준과 같은 비시장 기반 규제(non-market-based policies)를 포괄적으로 반영하여 국가별 환경정책의 강도를 측정한다. 이를 통해 각국의 전반적인 환경정책 수준이 탄소 배출량에 미치는 영향을 통제하였다.

V. 분석 결과

1. 기술통계

본 연구의 분석 대상은 OECD 회원국 중 녹색 예산 관련 설문조사(OECD, 2024)에 응답하지 않은 이스라엘과 코스타리카를 제외한 35개국이며, 2010년부터 2024년까지의 연도별 관측치를 활용하였다. 주요 변수에 대한 기술 통계량은 <표 3>에 제시되어 있다.

종속변수로 1인당 탄소 배출량은 평균 7.882(tCO₂/capita)로 나타났다. 표준편차와 최대값 및 최소값을 살펴보면 국가 간 배출 수준의 격차가 있고, 분포가 다양하여 로그값을 통해 정규화 하였다. 국가별로 살펴보면 2022년 기준 1인당 탄소 배출량 상위 5개 국가는 캐나다, 호주, 미국, 한국, 룩셈부르크였으며, 하위 5개 국가는 콜롬비아, 스웨덴, 포르투갈, 라트비아, 멕시코였다.

경제수준을 나타내는 1인당 GDP 변수도 로그값을 취하고, GDP 제곱항과 다중공선성이 발생할 수 있어 중심화 처리(Mean-centering)를 실시하였다. 이를 통해 공선성 수치를 완화하였다.

에너지 사용의 효율성과 관련한 에너지 집약도 역시 국가별 편차가 있었다. 2022년 기준 1인당 에너지 집약도가 가장 낮은 국가인 콜롬비아는 가장 높은 국가인 아이슬란드와 10배 이상의 차이가 있어 정규화 분포를 위하여 로그값을 취하였다.

<표 3> 기술통계표

변수		평균	표준편차	최소값	최대값	관측수
탄소 배출량(1인당)	overall	7.882	3.964	1.522	22.119	N=525
녹색예산대강(더미)	overall	0.133	0.34	0	1	N=525
경제수준(1인당GDP)	overall	51,593.11	22,196.59	14,037.06	136,772.4	N=525
에너지 집약도(1인당)	overall	3.967	2.71	0.69	18.21	N=525
재생에너지 비중	overall	22.688	16.576	1.3	82.9	N=455
환경정책 엄격성	overall	4.482	0.977	1.583	6.957	N=487
제조업 비중	overall	14.099	5.615	3.912	37.098	N=455
무역개방도	overall	102.401	63.464	23.402	412.177	N=455
도시화율	overall	77.746	9.95	53.19	94.986	N=455

재생에너지 비중은 평균 22.7%로 나타났으며, 제조업 부가가치 비중은 GDP 대비 평균 14.1% 수준이었다. 이들 변수 역시 국가 간 상당한 차이를 보이며, 산업 구조와 에너지 전환 수준의 이질성을 반영하고 있다. 무역 개방도의 평균은 102.4%로 분석 대상 국가들이 전반적으로 대외 의존도가 높은 개방형 경제 구조를 유지하고 있음을 보여준다. 도시화율은 평균 77.7%로, 대부분의 OECD 국가들이 이미 높은 도시화 단계에 진입해 있음을 확인할 수 있다. OECD의 환경정책 엄격성 지수를 활용한 정책 수준은 0~10점 척도에서 평균 4.482로 나타났다.

2. 실증분석

1) 고정효과 분석

〈표 4〉는 고정효과 모형을 통해 온실가스감축인지 예산제도(녹색 예산 태깅)와 1인당 탄소 배출량 간의 관계를 분석한 결과를 제시한다. 기본 모형에서 녹색 예산 태깅 변수가 탄소 배출량 감소와 음(-)의 관계를 보였으나, 경제 수준과 에너지·산업·정책 관련 통제변수를 포함할 경우 그 효과는 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 이는 녹색 예산 태깅의 효과가 다른 구조적 요인을 통해 점진적으로 작동할 가능성을 보여준다.

모형 2에서 경제 수준(GDP)과 그 제곱항은 각각 양(+)과 음(-)의 유의한 계수를 보여 환경 쿠즈네츠 곡선(EKC) 가설과 부합하는 결과를 나타냈다. 그러나 여타 통제변수를 포함한 모형에서는 계수의 방향성과 통계적 유의성은 유지되지 않았다. 에너지 집약도는 유의한 양(+)의 계수를 보이며 에너지 사용 강도가 탄소 배출 증가와 밀접하게 연관되어 있음을 확인하였다. 반면 재생에너지 비중은 음(-)의 유의한 계수를 보여 재생에너지 확대가 탄소 배출 저감에 기여함을 시사한다. 제조업 비중, 무역개방도, 도시화율 등의 변수는 전반적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

〈표 4〉 고정효과 모형 분석결과

변수	모형1	모형2	모형3
녹색 예산 태깅	-0.062* (0.035)	-0.016 (0.029)	-0.014 (0.020)
GDP		0.538*** (0.095)	0.04 (0.111)
GDP제곱		-0.381*** (0.066)	0.007 (0.063)
에너지 집약도			1.006*** (0.164)
재생에너지 비중			-0.059** (0.026)
제조업 비중			-0.017 (0.056)
환경정책			0.002 (0.012)
무역개방도			0.081 (0.058)
도시화율			0.082 (0.162)
cons	2.085*** (0.022)	2.225*** (0.026)	0.263 (0.764)
Observations	525	525	453
R-squared	0.598	0.722	0.845

* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01

2) system GMM을 활용한 동적 패널 분석

〈표 5〉는 종속변수의 동태적 특성과 설명변수의 내생성 문제를 고려하여 system GMM 모형을 통해 온실가스감축인지 예산제도(녹색 예산 태깅)가 1인당 탄소 배출량에 미치는 영향을 분석한 결과를 제시한다. 모든 모형에서 전기(t-1) 탄소 배출량의 계수는 양(+)의 값으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타나, 탄소 배출량이 강한 경로의존성을 지니고 있음을 확인할 수 있다.

고정효과 모형에서 명확히 드러나지 않았던 녹색 예산 태깅의 효과는 system GMM 모형에서 유의미한 음(-)의 값으로 나타났다. 이는 녹색 예산 태깅이 탄소 배출량을 감소시키는 실질적인 정책 효과가 있음을 의미한다(가설 1 지지). 녹색 예산 태깅의 탄소 배출량 감축 효과는 통제변수를 추가하

거나 시차를 다르게 적용한 모형에서도 대체로 일관되게 나타났다.

〈표 5〉 system GMM 분석결과

구분	모형4	모형5	모형6	모형7	모형8
전기(t-1) 탄소 배출량	0.782*** (0.146)	0.526*** (0.140)	0.872*** (0.125)	0.799*** (0.184)	0.871*** (0.096)
녹색예산태깅(t-1)	-0.098** (0.046)				
녹색예산태깅(t-2)		-0.123** (0.055)			
녹색예산태깅(t-3)			-0.062* (0.033)	-0.089* (0.052)	-0.005 (0.065)
GDP	0.067 (0.110)	0.227* (0.125)	0.085 (0.088)	0.151 (0.128)	0.091 (0.126)
GDP제공	0.095 (0.103)	-0.058 (0.145)	0.034 (0.122)	-0.137 (0.174)	-0.021 (0.086)
에너지 집약도	0.117 (0.114)	0.091 (0.149)		-0.061 (0.163)	0.058 (0.159)
재생에너지 비중	-0.022 (0.040)	-0.077*** (0.022)		-0.008 (0.036)	-0.014 (0.032)
제조업 비중					-0.017 (0.040)
환경정책					-0.075* (0.037)
무역개방도					0.053 (0.060)
도시화율					-0.034 (0.250)
cons	0.365 (0.315)	1.048** (0.390)	0.253 (0.256)	0.534 (0.389)	0.466 (1.323)
· Observations	420	385	420	350	348
AR(1) p-value	0.001	0.004	0.003	0.015	0.000
AR(2) p-value	0.279	0.472	0.375	0.596	0.673
Hansen p-value	0.89	0.998	0.394	0.985	0.578

* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01

통제변수의 경우, 경제 수준(GDP)과 GDP 제공항은 대부분의 모형에서 통

계적으로 유의하지 않아, 일부 고정효과 모형에서 확인되었던 환경 쿠즈네츠 곡선(EKC) 가설은 동태적 분석에서는 지지되지 않았다. 에너지 집약도 역시 system GMM 모형에서는 전반적으로 통계적 유의성이 나타나지 않아, 에너지 구조 변수의 단기적 영향은 제한적인 것으로 해석된다.

반면 재생에너지 비중은 일부 모형에서 음(-)의 유의한 계수를 보여, 재생에너지 확대가 탄소 배출량 저감에 기여할 가능성을 시사한다. 환경정책 변수 역시 모형 8에서 음(-)의 값으로 유의하게 나타나, 전반적인 정책 강도가 배출 감소와 연관될 수 있음을 보여준다.

모형의 적합성과 추정의 타당성을 검토하기 위한 진단 결과를 살펴보면, 모든 모형에서 AR(1) 검정은 유의하게 나타난 반면 AR(2) 검정은 유의하지 않아 2차 자기상관이 존재하지 않음을 확인하였다. 또한 Hansen 검정의 p-value는 일반적인 유의수준 범위 내에 위치하여 도구변수의 과다식별 문제는 거의 나타나지 않은 것으로 판단된다. 이는 system GMM 추정 결과가 통계적으로 신뢰할 수 있음을 의미한다.

3) 이질성 효과 분석

〈표 6〉은 이원 고정효과 모형에서 유의미한 값이 나온 경제규모, 에너지 집약도, 재생에너지 비중, 환경정책 수준에 대해 중간값 기준으로 집단을 구분하여 정책 효과가 특정 집단 내에서 선택적으로 작동하는지를 분석한 결과이다. 먼저 경제 수준에 따른 이질성(모형 9)을 살펴보면, 녹색 예산 태깅 계수는 고소득국과 저소득국 모두에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

에너지 집약도 기준 분석(모형 10)에서도 녹색 예산 태깅 변수는 고·저 집단 모두에서 통계적으로 유의하지 않았다. 반면 에너지 집약도 자체는 두 집단 모두에서 양(+)의 유의한 계수를 보여, 에너지 사용 강도가 탄소 배출량 증가와 밀접하게 연관되어 있음을 재확인하였다.

반면 재생에너지 비중 기준 분석(모형 11)에서는 뚜렷한 이질성이 관측되었다. 재생에너지 비중이 낮은 국가 집단에서 녹색 예산 태깅 계수는 음(-)의 값으로 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 재생에너지

보급 수준이 상대적으로 낮은 국가에서 녹색 예산 태깅이 탄소 배출량 감축에 보다 효과적으로 작용할 수 있음을 의미한다(가설 2-c 지지). 재생에너지 비중이 높은 국가 집단에서는 녹색 예산 태깅 효과가 유의하지 않았다. 기존에 재생에너지 전환이 상당히 진행된 국가에서는 예산 태깅으로 인한 효과가 제한적일 가능성이 있다.

〈표 6〉 이질성 효과 분석결과

구분	모형9. 경제수준		모형10. 에너지집약도		모형11. 재생에너지		모형12. 환경정책	
	고(high)	저(low)	고(high)	저(low)	고(high)	저(low)	고(high)	저(low)
녹색예산태깅	-0.008 (0.023)	-0.012 (0.016)	-0.004 (0.029)	0.005 (0.013)	0.032 (0.025)	-0.044** (0.016)	0.002 (0.015)	-0.013 (0.021)
GDP	0.163 (0.277)	0.124 (0.079)	0.064 (0.202)	0.140*** (0.037)	0.202 (0.246)	0.303*** (0.037)	-0.152 (0.228)	0.456*** (0.114)
GDP제곱	-0.05 (0.228)	-0.206** (0.074)	0.344 (0.244)	-0.068** (0.03)	-0.323*** (0.102)	-0.166*** (0.045)	0.110 (0.148)	-0.278** (0.098)
에너지 집약도	0.072*** (0.023)	0.294*** (0.040)	0.094*** (0.027)	0.398*** (0.042)	0.093** (0.044)	0.119*** (0.006)	0.144*** (0.047)	0.071** (0.027)
환경정책	-0.025 (0.017)	-0.004 (0.009)	-0.011 (0.012)	0.002 (0.009)	-0.025* (0.013)	-0.007 (0.013)	-0.004 (0.016)	-0.017** (0.008)
cons	1.834*** (0.189)	0.708*** (0.156)	1.608*** (0.211)	0.537*** (0.123)	1.510*** (0.348)	1.665*** (0.075)	1.265*** (0.247)	1.844*** (0.150)
Observations	239	248	245	242	227	226	243	244

* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01

마지막으로 환경정책 수준에 따른 분석(모형 12)에서는 녹색 예산 태깅 변수 자체는 통계적으로 유의하지 않았으나, 환경정책 수준이 낮은 집단에서 환경정책 변수의 계수가 음(-)으로 유의하게 나타났다. 이는 제도적·정책적 기반이 상대적으로 취약한 국가일수록 환경정책 강화가 탄소배출 저감에 더 큰 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

종합하면, 이질성 분석 결과 녹색 예산 태깅의 효과는 모든 국가에서 일률적으로 나타나기보다는, 재생에너지 비중이 낮은 국가에서 상대적으로 뚜렷하게 관측되었다.

VI. 결론

본 연구는 온실가스 감축이라는 환경 목표를 재정 운용 과정에 내재화한 제도로써 온실가스감축인지 예산제도가 탄소 배출량 감축에 어떠한 영향을 미치는지를 실증적으로 분석하였다. 이를 위해 2010년부터 2024년까지 OECD 35개국을 대상으로 패널 데이터를 구축하고, 고정효과 분석과 system GMM 분석을 활용하여 국가 고유의 이질성과 탄소 배출량의 동태적 특성을 단계적으로 통제하였다. 또한 국가적 여건에 따른 정책 효과의 이질성을 분석함으로써 제도의 작동 조건을 보다 구체적으로 검토하고자 하였다.

고정효과 모형에서는 녹색 예산 태깅의 통계적 유의성이 모형에 따라 다르게 나타났으며, 탄소배출량이 많은 국가에서 제도를 도입하는 것과 같은 내생성 문제를 통제하지 못하는 등의 한계가 있었다. 이에 따라 system GMM 분석을 통해 종속변수에 시차를 반영한 동적 패널 분석을 실시한 결과, 녹색 예산 태깅의 계수는 음(-)의 방향으로 비교적 일관되게 유의미한 결과가 확인되었다. 전기 탄소 배출량 변수는 모든 모형에서 강한 유의성을 보였는데, 이는 탄소 배출량이 높은 경로의존성을 지닌다는 점을 의미한다.

이질성 효과 분석에서 녹색 예산 태깅의 효과가 모든 국가에서 동일하게 나타나기 보다는 국가의 여건에 따라 다르게 관측되었다. 재생에너지 비중이 낮은 국가군에서 녹색 예산 태깅이 탄소 배출량 감축에 통계적으로 유의미한 효과가 있었고, 재생에너지 비중이 높은 국가군에서는 확인되지 않았다. 이는 에너지 전환이 아직 이루어지지 않은 국가에서 예산제도 도입을 통한 효과가 보다 크게 작용할 수 있음을 보여준다. 경제 수준, 에너지 집약도, 환경정책 수준에 따른 이질성 분석에서는 녹색 예산 태깅의 효과가 유의하게 나타나지 않았다.

이러한 분석 결과는 온실가스감축인지 예산제도가 모든 국가에서 동일한 감축 효과를 보장하는 보편적 정책 수단이라기보다는, 국가의 에너지 구조와 전환 단계에 따라 선택적으로 효과를 발휘할 수 있는 제도라는 점을 나타낸다. 재생에너지 비중이 낮은 국가에서는 녹색 예산 태깅을 통해 탄소 집약

적 지출을 식별 및 관리하고, 재정 운용 과정에 저탄소 전환 목표를 반영하는 것이 상대적으로 효과적인 정책 전략이 될 수 있다. 반면 이미 에너지 전환과 환경정책이 상당히 진전된 국가에서는 예산 태깅만으로 감축 효과가 나타나기 어렵고, 다른 환경 규제와 시장에 기반한 정책과의 정합성을 강화하는 접근방식이 요구된다.

본 연구는 녹색 예산 태깅을 중심으로 한 온실가스감축인지 예산제도의 효과를 실증적으로 검토하였다는 점에서 의의를 갖는다. 고정효과 분석과 동적 패널 분석을 실시함으로써 제도의 효과성을 정교하게 분석하고자 하였다. 향후 연구에서는 국가별 다양한 방법과 도구를 활용하여 계속하여 발전하고 있는 온실가스감축인지 예산제도의 제도화 수준을 반영한 정책적 효과를 보다 심층적으로 살펴보는 것이 필요할 것이다.

■ 참고문헌 ■

- 고재경, 2023, “ESG 와 온실가스감축인지예산제: 지자체 사례를 중심으로”, 『GRI 연구논총』, pp.1-36.
- 국회예결산특별위원회, 2020, 『현대적 공공지출 관리: 예산편성 및 분석방법론』, 서울: 국회예산정책처.
- 국회예산정책처, 2023, 『온실가스감축인지 예산서 분석』, 서울: 국회예산정책처.
- 국회예산정책처, 2024, 『온실가스감축인지 결산서 분석』, 서울: 국회예산정책처.
- 기획재정부·환경부·한국환경공단, 2023, 『2024년 온실가스감축인지 예산서 작성지침』
- 룩셈부르크 재무부, 2021, 『DE BUDGETSPLANG』.
- 멕시코 재무부, 2021, 『Metodología para la identificación y cuantificación del gasto público en cambio climático』.
- 멕시코 재무부, 2022, 『Anexo Transversal 16』.
- 스페인 재무부, 2021, 『Informe de Presupuesto Verde』.
- 안상욱·한희진, 2021, “프랑스 재정 및 예산분야의 기후변화 대응: 녹색국채와 녹색 예산 사례”, 『국제지역연구』, 25(2), 1-24.
- 양지원, 2021, “유럽 기후 관련 예산제도 사례 연구: 한국에의 정책적 시사점”, 『유럽연구』, 39(3), 163-180.
- 영국 재무부, 2021, 『Autumn Budget and Spending Review 2021: Environmental impacts』.
- 영국 재무부, 2021, 『UK Government Green Financing Framework』.

- 윤영진, 2009, 『새재무행정학』, 서울: 대영문화사
- 이탈리아 재무부, 2023, 『L'Ecobilancio e l'Ecorendiconto dello Stato』.
- 허경선, 2024, 『온실가스감축인지 예산의 효과성 연구』, 조세재정 Brief, 174, 1-12.
- Aydin, M., Sogut, Y., & M. E. Altundemir, 2023, "Moving toward the sustainable environment of European Union countries: Investigating the effect of natural resources and green budgeting on environmental quality", *Resources Policy*, 83, 103737.
- Arellano, M., & O. Bover, 1995, "Another look at the instrumental variable estimation of error-components models", *Journal of econometrics*, 68(1), 29-51.
- Barrell, A., P.Dobrzanski, S.Bobowski, K.Siuda, & S.Chmielowiec, 2021, "Efficiency of environmental protection expenditures in EU countries", *Energies*, 14(24), 8443.
- Bayer, P., & M.Aklin, 2020, The European Union emissions trading system reduced CO2 emissions despite low prices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(16), 8804-8812.
- Best, R., P. J.Burke, & F.Jotzo, 2020, "Carbon pricing efficacy: Cross-country evidence" *Environmental and Resource Economics*, 77(1), 69-94.
- Blundell, R., & S.Bond, 1998, "Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models", *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.
- Boutron, C., 2023, Greener, better, stronger: Factors for the successful implementation of green budgeting in EU Member States.
- Bova, E., 2021, Green budgeting practices in the EU: a first review. *European Economy-Discussion Papers*, (140).
- Grossman, G. M., & A. B.Krueger, 1991, Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement (NBER Working Paper No. 3914). National Bureau of Economic.
- Im, H., & Y. H. Kim, 2025, "How do developmental stages influence the effectiveness of carbon taxes and emissions trading systems?", *Economic Analysis and Policy*.
- Jung, H., & C. K. Song, 2023, Effects of emission trading scheme (ETS) on change rate of carbon emission. *Scientific Reports*, 13(1), 912. Effects of emission trading scheme (ETS) on change rate of carbon emission.
- Kaya, Y., & K.Yokobori, 1997, Environment, energy, and economy: strategies for sustainability (Vol. 4), Tokyo, Japan: United Nations University Press.
- Kiliçer, E., 2017, ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS BUDGETING SYSTEM: BOLOGNA SAMPLE. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 67(1), 117-139.

- Lin, B., & X.Li, 2011, The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions. *Energy policy*, 39(9), 5137-5146.
- Liu, K, 2024, "Impact of Heterogeneous Environmental Regulation on Carbon Emissions: Firm-Level Evidence from China's Manufacturing Industry", *International Journal of Economics and Finance*, 16(12), 1-44.
- López, R., G. I.Galinato, & A. Islam, 2011, "Fiscal spending and the environment: Theory and empirics", *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(2), 180-198.
- Musgrave, R. A., & P. B. Musgrave, 1989, *Public finance in theory and practice* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Nicol, Scherie and Igor Dosen, 2024, "The Emergence of Strategic Budget Initiatives", *OECD Journal on Budgeting*, Vol.23(3). pp. 1~16.
- OECD, 2021, *Green Budgeting: Towards Common Principles*, OECD Publishing, Paris.
- OECD, 2024, *Green Budgeting in OECD Countries*, OECD Publishing, Paris,
- Park, Soonae and Lee, Youngmi, 2011, "Regional model of EKC for air pollution: Evidence from the Republic of Korea", *Energy Policy* 39. 5840-5849.
- Pindiriri, C., and M. Kwaramba, 2024, "Climate finance in developing countries: green budget tagging and resource mobilization", *Climate Policy*, 24(7), 894-908. <https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2302325>
- Pojar, S., 2023, "How Green Budgeting is Embedded in National Budget Processes" (No. 196), Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission.
- Schick, A, 1998, *A contemporary approach to public expenditure management*. World Bank.
- UNDP, 2021, *Strengthening Climate Finance Architecture in Chile*.
- World Bank, 2021, *Climate change budget tagging: a review of international experience*.

웹사이트

프랑스 녹색예산편성 보도자료(2020.1.10) retrived from <https://www.economie.gouv.fr/budget-vert-france-1er-pays-monde-mesurer-impact-budget-etat-environnement>.

김인혜: 서울대학교 행정대학원에서 행정학 박사과정을 수료하였으며, 국가녹색기술연구소에서 근무하고 있다. 주요 관심사는 공공관리, 환경정책, 정책평가로 관련 분야 연구를 수행하고 있다(positiveasha@snu.ac.kr).

박순애: 미시간대(University of Michigan-Ann Arbor)에서 도시계획학 박사학위를 취득하고, 현재 서울대 행정대학원 교수로 재직 중이다. 관심 분야는 공공관리, 성과관리, 환경정책 등이다. 최근 주요 저서와 논문으로는 「지속가능한 미래를 설계하다: ESG 경영에서 기후난제까지」, How does exposure to climate risk contribute to gentrification? (2023), How does exposure to climate risk contribute to gentrification? (2023) 등이 있다(psoonae@snu.ac.kr).

투 고 일: 2025년 10월 16일
심 사 일: 2025년 11월 03일
게재확정일: 2026년 01월 27일