

『탄소중립개론』

I. 기후변화의 과학과 경제학

제 3장 탄소중립의 경제학적 접근

목차

01 경제학의 눈으로 본 탄소중립

02 환경경제학의 역사적 전개와
이론적 기반

03 건화변화의 경제학적 분석 틀

04 탄소감축 정책수단의 비교:
시장기반 접근, 직접규제, 한계저감비용 균등화

05 탄소감축과 경제성장의 양립성 논쟁

1. 경제학의 눈으로 본 탄소중립

경제학의 눈으로 본 탄소중립



기후변화와 탄소중립의 개념

- 기후변화: 경제, 사회, 생태계에 지대한 영향을 미치는 인류 최대 위협
- 탄소중립: 인간활동 온실가스 배출량과 흡수·제거량을 같게 하여 '순배출 0' 달성

시장실패와 외부효과

- 시장실패의 대표 사례: 온실가스 배출의 사회적 비용이 시장가격에 반영되지 않음
- 부정적 외부효과: 배출자는 실제 피해 비용을 부담하지 않아 배출 과잉 초래

탄소중립과 경제시스템

- 탄소중립은 단순한 환경정책이 아닌 경제시스템의 구조적 대전환을 요구
- 기존의 대응방식만으로는 필요한 감축 범위와 속도를 달성하기 어렵기 때문에, 경제학적 접근을 통한 새로운 해결책 필요

기존 대응의 한계

- 재생에너지, 효율 향상, 기술 개발만으로는 감축 범위와 속도에 한계
- 국가 간 협력 부족, 기술 확산 불균형
- 경제적 유인체계 미비가 실효성 약화의 핵심 원인

부정적 외부효과

- 환경자원의 비효율적 이용 초래
- 시장의 자원 최적 배분 실패
- 배출자는 실제 피해 비용을 부담하지 않으므로 경제적 유인 약화

경제적 인센티브 필요성

- 탄소세: 배출량에 비례한 세금 부과
- 배출권거래제(ETS): 시장 메커니즘 활용
- 탄소국경조정제(CBAM): 국제 무역에서의 탄소 비용 반영

2. 환경경제학의 역사적 전개와 이론적 기반

환경경제학의 역사적 전개 (1)



고전경제학 시대

- 18~19세기, 산업혁명 초기 배경
- 시장 자율성과 '보이지 않는 손' 강조
- 자연환경은 무한한 배경자원으로 간주
- 환경오염은 별도 문제로 인식하지 않음



고전경제학의 한계

- 이론적 프레임워크 한계
- 완전경쟁시장 가정
- 외부효과 개념 부재
- 환경문제 인식 부족

환경경제학의 역사적 전개 (2)



신고전경제학 시대

- 19세기 말~20세기 초 발전
- 희소성과 한계개념 중시
- 외부효과(Externality) 개념 등장
- 시장실패와 정부의 보완적 역할 정당화



피구세와 외부효과

- 아서 피구(Pigou): 복지경제학 발전
- 피구세(Pigouvian Tax) 제안
- 오염자에게 사회적 비용 과세
- 탄소세의 이론적 기반 마련

환경경제학의 역사적 전개 (3)



현대 환경경제학 시대

- 20세기 중반 이후, 환경오염의 심각화 및 글로벌 위기로 환경경제학 부각
- 환경문제를 경제 외부가 아닌, 핵심 의사결정 요소로 통합하는 시도 확산

정부 개입과 실천적 제도

- 배출권거래제, 탄소세, 국제 협약 등 정부 개입 필요성 대두
- 시장기반 정책도구와 경제지표 내 환경요인 통합 강화(Green GDP, 자연자본 회계 등)

3. 기후변화의 경제학적 분석틀

기후변화의 경제학적 분석틀 (1)

- 외부효과 이론은 온실가스 배출로 인한 사회적 비용이 시장가격에 반영되지 않는 현상을 설명
- 이는 시장실패의 대표적 사례로, 경제적 유인 부족으로 배출 과잉을 초래

외부효과의 개념

- 경제 주체의 활동이 제3자에게 비의도적 손익을 초래하나 시장가격에 반영되지 않음
- 기후변화는 부정적 외부효과의 대표적 사례
- 배출자는 실제 피해 비용을 부담하지 않아 경제적 유인 약화

사회적 비용 발생

- 건강악화, 생산성 저하, 재난비용 증가 등 다양한 형태로 발생
- 사회 전체가 부담하는 비용이지만 시장가격에 반영되지 않음
- 사중손실(Deadweight Loss): 사회적 비용 미반영으로 후생 감소

시장실패와 정부개입

- 외부효과가 시장 가격에 반영되지 않아 비효율 발생
- 피구세(Pigouvian Tax) 등 정부 개입으로 외부비용 내부화 필요
- 탄소세, 배출권거래제 등이 대표적 정책 수단

기후변화의 경제학적 분석틀 (2)

공공재의 특성

- 기후시스템: 비경합성·비배제성을 가진 글로벌 공공재
- 비경합성: 한 사람의 사용이 타인의 사용 가능성을 감소시키지 않음
- 비배제성: 대가를 지불하지 않는 사용자를 배제하기 어려움
- 시장 메커니즘만으로는 효율적 공급 불가능

무임승차 문제

- 개별 국가가 감축 부담을 회피, 타국의 노력에 기대려는 경향
- 각국은 비용 부담 없이 혜택만 누리려 함
- 대표 사례: 미국의 교토의정서/파리협정 탈퇴
- 결과적으로 전체 감축 노력 약화

국제협력의 딜레마

- 법적 구속력·이행력 부족으로 효율적 공동 대응 저해
- 국가별 이해관계와 경제발전 단계 차이로 합의 도출 어려움
- 선진국-개도국 간 역사적 책임과 감축 능력 논쟁
- 국제 협약의 실효성 확보 문제

정부개입의 필요성

- 직접규제, 보조금, 탄소시장(ETS/탄소세) 등 정책적 유도 필요
- 국제적 협력 체계 구축 및 이행 메커니즘 강화
- 투명한 감시·검증·보고(MRV) 시스템 구축
- 성공 사례: 몬트리올 의정서(오존층 파괴물질 규제)

기후변화의 경제학적 분석틀 (3): 공유지의 비극

개념	누구나 자유롭게 이용 시 자원 고갈·생태계 위기 초래
원인	개인의 이익 극대화가 공동 자원의 파괴로 이어짐
사례	어업 남획, 산림 파괴, 대기 오염, 온실가스 배출
대응방안 1	소유권 명확화(구역권, 사유화, 공동체 관리)
대응방안 2	이용 제한 및 규제, 시장과 제도의 결합(탄소세 등)

기후변화의 경제학적 분석틀 (4): 게임이론

죄수의 딜레마	국제협력 구조	개별 합리성	집단적 비합리성
- 상호 불신과 이기적 동기로 협력 실패 - 개인 최적화가 전체 최악 결과	- 기후변화 대응은 전형적 죄수의 딜레마 상황 - 각국의 이해관계 충돌	- 각국은 '미감축'이 단기적으로 유리 - 비용부담 회피, 경제성장 우선 - 내쉬균형 상태	- 모든 국가가 감축 회피 시 기후위기 심화 - 장기적으로 모두에게 손해

- 협력 유지를 위해서 신 구축, 투명성 확보, 감시(MRV) 체계, 인센티브 설계(기후클럽, CBAM 등)가 필수적
- 국제적 제도 설계를 통해 개별 국가의 이기적 행동을 제한하고 공동의 이익을 추구하는 방향으로 유도해야함

기후변화의 경제학적 분석들 (5)

기후 클럽의 개념과 목적

- 기후 클럽(Climate Clubs) 이론은 노벨 경제학상 수상자인 윌리엄 노드하우스가 제안한 개념으로, 기존 국제 기후협약의 한계를 극복하기 위한 새로운 협력 모델이며, 무임승차 문제를 해결하기 위해 인센티브와 제재를 결합한 접근법을 제시함

회원국 혜택 제공

- 기후 클럽은 성실히 감축 의무를 이행하는 국가들만 참여할 수 있는 배타적 그룹으로, 회원국들에게는 무역 특혜, 금융 지원, 기술 공유 등 다양한 혜택을 제공
- 이를 통해 기후변화 대응에 적극적인 국가들의 경제적 이익을 보장

비참여국 제재 메커니즘

- 비참여국에는 탄소국경조정제(CBAM) 등 무역 제재나 관세를 부과하여 무임승차를 억제함
- EU의 CBAM(2026년 본격 도입)이나 G7 기후클럽 등이 실제 정책으로 확대되고 있으며, 이는 미래 기후정책의 핵심 수단이 될 가능성이 높음

단기이익 중심 의사결정과 시장의 한계

시간 불일치의 딜레마

- 현재 이익 우선, 미래 기후피해 과소평가 경향
- 기업/정부 모두 단기성과 중시, 장기적 투자·정책 뒷전
- 기후변화는 장기적 현상이나 의사결정은 단기 중심
- 미래세대 이익 과소평가로 대응 지연

할인율 문제

- 높은 사회적 할인율 적용 시 미래 가치 왜곡
- 미래 기후피해 비용이 현재가치로 과소평가됨
- 장기 투자 가치 저평가로 기후정책 약화
- 세대 간 형평성 문제 발생

단기주의의 제도적 원인

- 정보 비대칭: 장기 영향에 대한 불확실성
- 외부효과 무시: 사회적 비용 미반영
- 정치·제도 주기 불일치: 선거주기와 기후대응 불일치
- 시장 구조: 단기 수익성 중심 평가체계

극복 방향

- 장기 목표 제도화: 탄소중립 법제화
- 낮은 할인율 적용: 미래가치 적정 평가
- 금융시스템 리디자인: ESG 투자 확대
- 장기지표 의무화: 기업 지속가능성 보고서
- 구조적 전환: 장기적 가치 중심 경제체제

새로운 형태의 정책도입: 환경정보 통합과 지속가능한 의사결정

Green GDP	GDP에 환경비용을 반영한 지속가능한 경제지표
자연자본 회계	생태계 서비스와 자연자원의 경제적 가치 평가 체계
ESG 투자	환경·사회·지배구조 요소를 투자결정에 통합
탄소정보 공시	기업의 탄소배출 정보를 투명하게 공개하는 제도
정책 믹스	시장기반 수단과 규제·지원정책의 최적 조합

4. 탄소감축정책수단의 비교

탄소감축 정책수단의 비교



주요 탄소감축 정책수단

- 탄소세(Carbon Tax): 배출량에 비례한 세금 부과
- 배출권거래제(ETS): 총량 제한 후 배출권 거래 허용
- 직접규제(Command-and-Control): 배출기준 직접 설정

정책수단 선택의 중요성

- 각 정책수단은 고유한 장단점과 적용 맥락 존재
- 국가 상황, 산업구조, 정치적 수용성 등 고려 필요

탄소감축정책수단의 이론적 배경

- 탄소감축정책은 경제학 이론에 기반하여 시장실패를 교정하고 외부효과를 내부화하는 방향으로 설계됨
- 각 정책수단은 서로 다른 이론적 배경을 가지고 있으며, 이를 이해하는 것이 효과적인 정책 설계의 기초

외부효과 이론과 피구세

- 기후변화는 전형적인 부정적 외부효과 사례
- 피구(Pigou): 외부비용을 내부화하기 위한 세금 제안
- 탄소세는 피구세의 대표적 적용 사례

코즈 정리와 배출권거래제

- 코즈: 재산권 명확화와 낮은 거래비용 조건에서 협상으로 외부효과 해결 가능
- 배출권 = 오염 배출 재산권으로 정의
- 총량 설정 후 시장 거래로 효율적 자원배분 달성

한계저감비용(MAC) 이론

- 온실가스 1톤 감축의 추가비용(MAC)이 모든 주체에게 균등해질 때 사회적 총비용 최소화
- 비용 낮은 감축수단부터 우선 적용 원칙
- 시장기반 정책수단의 이론적 근거

탄소세의 특징



탄소세의 장점

- 가격 예측성: 안정적인 탄소가격 제공으로 기업 투자 계획 용이
- 행정 단순성: 기존 세금체계에 통합 가능하여 운영 효율적
- 세수 확보: 정부 수입 창출로 친환경 투자, 감세 재원 활용 가능
- 투명성: 명확한 가격신호로 소비자·기업에 직접 영향



탄소세의 단점

- 배출량 불확실성: 정확한 감축량 예측 어려움
- 역진성: 저소득층에 상대적으로 큰 부담
- 정치적 저항: 새로운 세금에 대한 반발 가능성
- 국제 경쟁력 약화 우려: 탄소누출 위험성

배출권거래제 (ETS)의 특징



배출권거래제의 장점

- 배출량 확실성: 총량(Cap) 설정으로 감축목표 달성 보장
- 비용효율성: 한계저감비용 균등화로 사회적 최적 감축비용 실현
- 유연성: 기업이 감축 또는 구매 선택 가능
- 시장 메커니즘: 혁신 촉진 및 저탄소 기술 개발 유도

배출권거래제의 단점

- 가격 변동성: 배출권 가격 예측 어려움으로 투자 불확실성
- 복잡성: 설계·운영·모니터링 시스템 구축 필요
- 시장 성숙도: 유동성 확보와 시장 안정화에 시간 소요
- 초기 할당 문제: 무상할당 vs 유상할당 논쟁

직접규제 (명령-통제)



직접규제의 특징

- 정부가 일률적 감축 기준·목표를 강제하는 방식
- 기업별 특성과 상관없이 동일한 배출 기준이나 감축률 적용

직접규제의 장단점

- 장점: 실행력이 강하고 예측 가능한 감축량 확보 가능
- 단점: 개별기업 감축비용 차이를 반영하지 못해 사회적 비효율 초래

한계저감비용(MAC) 균등화 원칙과 감축효율성

MAC 균등화	감축 효율성	MACC 분석	코즈 정리 연관
- 모든 기업의 MAC이 같아질 때 사회적 총비용 최소화 - 배출권거래제가 이 원칙에 부합	- 감축비용 낮은 곳이 더 많이 감축 - 비용 높은 곳은 배출권 구매	- 감축 기술의 경제성·우선순위 판단 도구 - 정책·투자 결정에 활용	- ETS는 재산권 명확화로 시장 기반 효율적 감축 구현 - 코즈정리의 적용

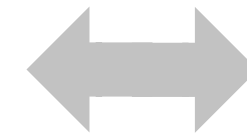
- 한계저감비용 균등화는 온실가스 감축의 경제적 효율성을 극대화하는 핵심 원칙
- 각 기업이 자신의 비용구조에 맞게 감축하거나 배출권을 거래함으로써 동일한 환경목표를 최소 비용으로 달성할 수 있음
- 이는 시장 메커니즘을 활용한 환경정책의 경제학적 정당성을 보여줌

5. 탄소감축과 경제성장의 양립성논쟁

양립성 논쟁 (1)

환경 쿠즈네츠 곡선(EKC)

- 경제 성장과 환경오염의 관계를 역U자형 곡선으로 설명
- 초기 경제발전 단계에서는 환경오염이 증가하지만, 일정 소득 수준 이상에서는 오염이 감소
- 소득 증가에 따른 환경의식 향상, 서비스산업 비중 증가, 환경기술 투자 확대가 주요 원인
- 경제성장이 궁극적으로 환경개선으로 이어질 수 있다는 낙관적 관점 제공
- 그러나 모든 환경문제에 적용되지 않으며, 특히 기후변화에는 한계 존재



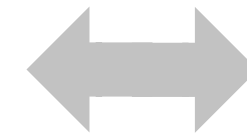
녹색성장(Green Growth)

- 환경을 고려한 지속가능한 경제성장 모델
- OECD가 2009년 공식 제안, 경제성장과 환경보호의 동시 추구
- 핵심 요소: 친환경 기술혁신, 시장기반 환경규제, 녹색산업 육성
- 재생에너지, 에너지효율, 순환경제 등을 통한 새로운 성장동력 창출
- 환경투자를 비용이 아닌 미래 성장기회로 인식하는 패러다임 전환
- 기존 경제체제의 근본적 변화 없이 기술·시장 중심 접근이라는 비판도 존재

양립성 논쟁 (2)

포터 가설(Porter Hypothesis)

- 1991년 마이클 포터가 제안한 이론
- 강한 환경규제가 기업의 혁신을 촉진하고 경쟁력을 강화한다는 주장
- 환경규제가 기업에게 비효율 개선, 자원절약, 오염 감소 유인 제공
- 규제로 인한 초기 비용 증가는 장기적으로 혁신과 효율성 향상으로 상쇄
- 약한 가설: 특정 조건에서만 규제가 혁신 촉진
- 강한 가설: 규제로 인한 혁신이 규제준수 비용보다 더 큰 이익 창출
- 실증연구에서는 혼합된 결과가 나타나 논쟁 지속 중



탈동조화(Decoupling) 이론

- 경제성장과 환경영향(특히 온실가스 배출)의 연결고리 단절 현상
- 절대적 탈동조화: GDP 증가하면서 배출량 절대적 감소
- 상대적 탈동조화: GDP 증가율보다 배출량 증가율이 낮음
- 에너지효율 향상, 산업구조 변화, 청정에너지 전환이 주요 동인
- 선진국에서 주로 관찰되며, 탄소중립과 경제성장 양립 가능성의 근거
- 그러나 일부 탈동조화는 생산기반 해외이전 (탄소누출) 효과일 수 있음
- 소비기반 배출량 고려 시 실제 탈동조화 정도는 과대평가될 수 있음

양립성 논쟁 (3)

EU의 성공 사례

- EU: 1990~2023년 GDP 68% 성장하면서 온실가스 배출 37% 감소
- 배출권거래제(EU-ETS), 재생에너지 확대, 에너지효율 정책 등 시장기반 정책 성공
- 특히 전력·산업부문에서 큰 감축 성과 달성
- 독일, 영국, 덴마크 등이 대표적 성공국가

선진국의 탈동조화

- 대부분의 OECD 국가들에서 1인당 CO₂ 배출 감소, GDP 증가 현상 관찰
- 미국: 셰일가스 전환, 재생에너지 확대로 배출량 감소 추세
- 영국: 석탄발전 퇴출, 해상풍력 확대로 배출량 대폭 감소
- 일본: 에너지효율 정책으로 상대적 탈동조화 달성

탄소생산성 향상

- GDP 단위당 온실가스 배출량 지속 감소 추세
- 기술혁신, 에너지효율 향상이 핵심 동인
- 디지털화, 서비스산업 확대로 경제성장의 탄소집약도 감소
- 그린 R&D 투자 확대가 탄소생산성 향상에 기여

정책적 시사점

- 시장기반 정책수단(탄소가격제)과 규제의 적절한 조합 필요
- 녹색기술 혁신 지원 및 확산 정책 강화
- 산업구조 전환 지원과 공정전환 정책 병행
- 국제협력을 통한 탄소누출 방지 및 글로벌 탄소가격 조화

양립가능성에 대한 비판적 입장

탈동조화의 한계

많은 탈동조화 사례가 일시적·상대적이며, 절대적 지속 달성은 어려움

리바운드 효과

효율 향상이 소비 증가로 이어져 실제 환경 개선 효과 상쇄

문제 이동

환경문제가 해결되지 않고 다른 지역이나 영역으로 이전되는 현상

기술적 한계

기술혁신만으로는 필요한 감축 속도와 규모 달성 불가능

충분성 전략 필요

효율성(Efficiency)과 함께 충분성(Sufficiency) 전략 병행 필요

탄소감축과 경제성장의 양립성 논쟁



기술 효율성의 한계

- 영국 기후변화위원회(CCC)는 기술 효율성만으로는 Net Zero 달성이 불가능하다고 지적
- 현재 기술 중심 접근법은 배출량 감축에 한계 존재
- 특히 수송·농축산업 등 분야에서는 배출량 정체 또는 증가 추세
- 고소득층 중심의 소비·정책 혜택 불균형 문제도 지적



행동변화와 충분성 전략

- 국민 행동변화와 자원 총량 감축(충분성) 전략 필요
- 소비 패턴 변화, 에너지 사용량 절대적 감소 필요
- 기술 혁신과 함께 사회적 가치관 전환 병행 요구
- 정책 혜택의 공정한 분배와 취약계층 지원 강화 필요

그린성장의 모순



자원·소비 절대량 증가 가능성

- 그린성장은 경제성장과 환경보호의 동시 달성을 주장하지만, 실제로는 자원과 에너지 소비의 절대량이 계속 증가할 가능성이 높음
- 효율성 향상만으로는 총 소비량 증가를 상쇄하기 어려움

소비주의 유지의 위험성

- '청정성장'이 단순히 에너지원만 교체할 뿐 기존 소비주의 경제 패러다임을 유지한다면 근본적 해결책이 될 수 없음
- 지속적 소비 증가를 전제로 한 경제모델은 장기적으로 지구 생태적 한계에 직면

탄소중립 주류정책의 한계

- 현재의 탄소중립 정책은 기술 낙관론과 시장기반 메커니즘에 과도하게 의존하고 있으며, 이는 기후위기의 근본적 해결에 한계가 있음
- 효율성 중심의 접근법만으로는 리바운드 효과와 자원 한계 문제를 해결하기 어려움

기술 낙관론의 한계

- 기술 혁신만으로 탄소중립 달성은 비현실적
- 재생에너지, 효율 향상 기술의 보급 속도와 규모에 한계
- 기술 발전의 불확실성과 상용화 지연 위험 존재

시장기반 수단의 불충분성

- 탄소세, 배출권거래제 등은 단기적 감축에 효과적이거나
- 장기적 구조 전환에는 제한적 영향
- 시장 실패 가능성과 정책 설계의 복잡성 문제

구조적 전환 부재

- 현 정책은 경제성장 패러다임 자체에 대한 근본적 성찰 부족
- 소비주의 경제구조를 유지한 채 기술적 해법만 추구
- 사회·문화적 변화와 제도적 혁신 필요성 간과

대안 정책의 필요성

충분성 전략

- 필요한 만큼만 사용하는 절제 원칙 도입
- 불필요한 소비 감축과 자원 사용 최적화
- 내구성 높은 제품 사용 장려
- 공유경제와 순환경제 활성화

구조적 정책 재구성

- 탄소예산제 도입으로 배출 총량 명확한 제한
- 수요 관리 정책 강화 및 총량 규제 도입
- 탄소가격제와 규제의 효과적 조합
- 장기적 관점의 정책 일관성 확보

행동 변화 유도

- 저탄소 생활양식으로의 전환 지원 정책
- 국민 인식 개선 및 교육 프로그램 확대
- 지역사회 기반 실천 프로그램 활성화
- 소비자 선택 구조 변화를 위한 제도적 지원

정의로운 전환

- 취약계층과 산업 전환 지역 지원 강화
- 기후정의 관점의 정책 설계
- 탄소중립 과정의 비용과 혜택의 공정한 분배
- 사회적 합의 기반 정책 추진 체계 구축

탄소중립 정책의 근본적 전환



소비·성장구조의 성찰 부족

- 현재 탄소중립 정책은 기술·시장 중심 접근에 치중
- 경제성장과 소비 증가를 전제로 한 정책 프레임워크
- 자원 사용의 절대적 감소 없이는 한계 직면
- 기후위기의 근본 원인인 과잉소비 문제 미해결



소비주의 유지의 위험성

- '청정성장'은 에너지원 교체에 불과할 위험성
- 기존 소비주의 경제모델 유지는 지속가능성 저해
- 탄소중립과 지속적 경제성장의 양립 가능성 재검토 필요
- 생태적 한계 내에서의 번영 모델로 전환 요구

결론

- 탄소중립의 경제학적 접근은 시장실패 교정과 외부효과 내재화를 넘어 경제 시스템의 근본적 전환을 요구
 - 효율성(Efficiency)과 충분성(Sufficiency) 정책의 균형적 추진이 필수적
 - 기술 혁신과 시장 메커니즘만으로는 기후위기 해결에 한계 존재
 - 소비 패턴과 경제구조의 근본적 변화 없이는 탄소중립 달성 어려움
 - 정의로운 전환을 통한 사회적 수용성 확보가 성공의 핵심 요소
 - 지속가능한 문명으로의 전환을 위해서는 경제적 유인, 행동 변화, 정책조합의 정교한 설계가 필요
-