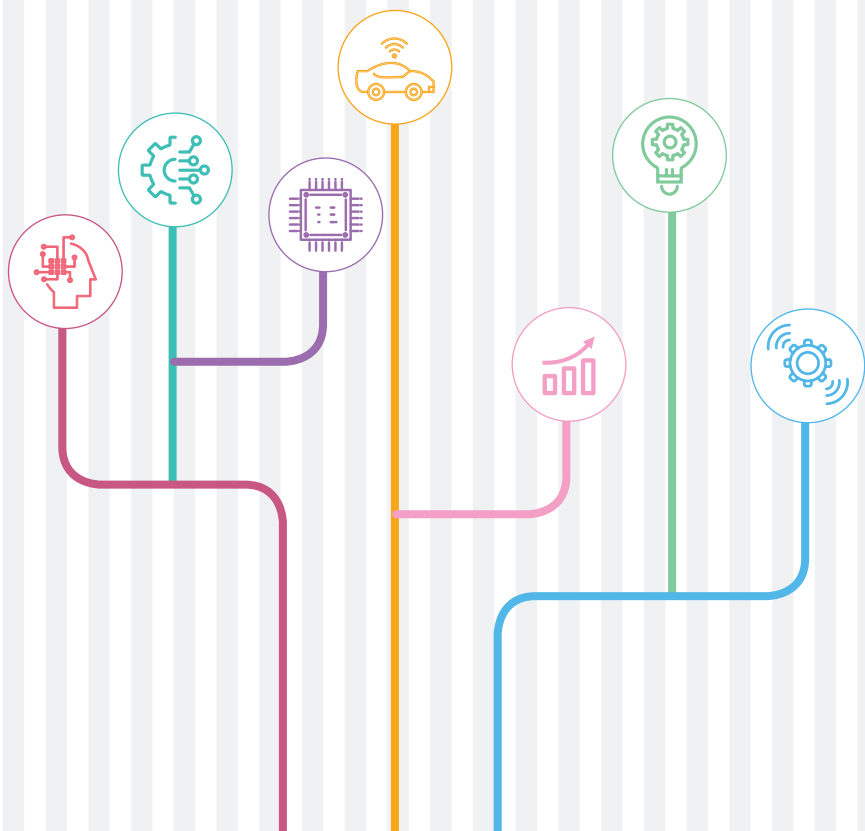




환경규제 강화가 산업 및 지역경제에 미치는 영향

화학물질규제를 중심으로

이상원



환경규제 강화가 산업 및 지역경제에 미치는 영향

화학물질규제를 중심으로

이상원

차 례

요약	7
제1장 서론	11
1. 연구의 필요성 및 목적	11
(1) 연구의 필요성	11
(2) 연구의 목적	14
2. 연구의 차별성	15
3. 실증 분석 방법	16
제2장 주요 환경규제 현황 및 영향	19
1. 해외 환경규제	19
(1) 주요 동향 및 규제 방향	19
(2) 주요국 화학물질규제 현황	21
2. 국내 환경규제	23
(1) 주요 동향 및 규제 방향	23
(2) 화학물질규제 현황	25
3. 환경규제 영향	30
(1) 선행 연구	30
(2) 산업에 미치는 영향	32
(3) 지역경제에 미치는 영향	35
제3장 화학물질규제가 산업 및 지역경제에 미치는 영향 분석	38
1. 분석 목적	38
2. 분석 모형	39
(1) 고정효과(FE) 모형	39

(2) 이중차분법(DID) 모형	42
3. 데이터	44
(1) 화학물질 유통 현황	44
(2) 분석 데이터	48
4. 산업에 미치는 영향 분석	53
(1) 고정효과(FE) 모형 분석	53
(2) 이중차분법(DID) 모형 분석	55
5. 지역경제에 미치는 영향 분석	62
(1) 고정효과(FE) 모형 분석	62
(2) 이중차분법(DID) 모형 분석	64
 제4장 결론	 70
1. 연구 결과 요약	70
(1) 분석 결과 요약	70
(2) 한계점	72
(3) 향후 연구과제	73
2. 정책 시사점	75
 참고문헌	 78
부록	81

표 차례

〈표 2-1〉 주요국 화학물질규제 현황	23
〈표 2-2〉 주요 관련 선행 연구	31
〈표 3-1〉 산업 단위 주요 변수	50
〈표 3-2〉 지역 단위 주요 변수	51
〈표 3-3〉 거시지표 주요 변수	52
〈표 3-4〉 FE 모형 분석 결과(산업 단위)	54
〈표 3-5〉 DID 모형 분석 결과(산업 단위)	55
〈표 3-6〉 FE 모형 분석 결과(지역 단위)	63
〈표 3-7〉 DID 모형 분석 결과(지역 단위)	64

그림 차례

〈그림 1-1〉 업종별 환경투자액 증가폭(좌) 및 환경규제 이행애로 개선 방향(우)	12
〈그림 2-1〉 탄소중립 및 온실가스 감축 기조 강화에 따른 기업 애로사항	33
〈그림 3-1〉 업종별 화학물질 유통 현황	44
〈그림 3-2〉 시·도별 화학물질 유통 현황	47
〈그림 3-3〉 평행 추세 가정 검토(산업 단위)	57
〈그림 3-4〉 이벤트 스터디 분석(산업 단위)	59
〈그림 3-5〉 평행 추세 가정 검토(지역 단위)	66
〈그림 3-6〉 이벤트 스터디 분석(지역 단위)	67

요약

- 본 연구는 2015년에 시행된 화평법 및 화관법이 국내 산업 및 지역경제에 미친 영향을 실증적으로 분석하고, 이를 바탕으로 정책 시사점을 도출
 - 규제 도입 시 제기되었던 산업계 부담 가중과 실제 데이터 기반의 효과를 비교함으로써, 합리적인 정책 결정을 위한 객관적인 근거를 제공하는 데 중점
- 실증 분석을 위해 규제 시행 전후 처리 집단과 통제 집단 간의 변화 차이를 비교하여 규제의 순수한 인과적 효과를 추정하는 이중차분법(DID) 모형을 활용
 - 산업에 미치는 영향 분석을 위해 화학물질규제에 민감한 산업군(처리 집단)과 그렇지 않은 산업군(통제 집단)을 구분하여 분석
 - 지역경제에 미치는 영향 분석을 위해 상기 산업군이 밀집된 지역(처리 집단)과 그 외 지역(통제 집단)을 비교하여 규제의 공간적 파급효과를 분석

- 산업의 생산활동을 나타내는 주요 종속변수로는 생산액, 종사자 수, 설비투자, 연구개발비 등의 지표를 사용하였고, 지역경제의 주요 종속변수로는 제조업 부가가치, 종사자 수, 재정자립도 등을 사용
- 분석 결과의 타당성과 신뢰성을 극대화하기 위해 이벤트 스터디(Event Study) 분석, 강건성 분석 및 플라시보 검정 등 다층적인 검증 절차를 수행
- 산업 단위 DID 모형 분석 결과, 화평법 및 화관법이 처리 집단의 주요 경제지표에 미친 효과는 통계적으로 유의하지 않으나, 대부분의 계수가 음(-)의 방향을 보여 산업 성과에 부정적 영향을 미쳤을 가능성을 시사
 - 규제가 처리 집단 산업 성과에 부정적 영향을 미쳤을 가능성이 있으나, 통계적으로 유의하지 않은 결과는 여러 복합적인 요인들이 작용한 것으로 추정
 - 업종 내 이질성, 통제 집단의 간접효과 등의 요인들을 통제하기 어려운 분석 모형 및 데이터 한계의 결과로 해석 가능
 - 한편, 이벤트 스터디 분석 결과 연구개발비는 규제 시행 1년 후부터 통계적으로 유의미한 양(+)의 효과가 관찰되어, 화학물질규제가 산업의 기술혁신을 유도하는 긍정적인 역할을 했을 가능성을 시사
- 지역 단위 DID 모형 분석 결과, 화학물질규제가 특정 지역에 집중된 제조업 부가가치에 부정적인 영향을 주었음을 확인
 - 규제가 특정 지역 제조업의 부가가치 창출에 직접적인 제약 요인으로 작용했음을 보여주는 결과
 - 또한 제조업 종사자 수의 경우 통계적으로 유의하지는 않지만, 감소

경향이 나타나 규제가 일자리에도 일정한 압력을 가했을 가능성을 시사

○ 본 연구는 화학물질규제의 효과가 단기적으로만 나타나는 것이 아니라, 시간이 흐르면서 다양한 형태로 전개될 수 있음을 확인

- 규제정책을 설계할 때는 즉각적인 영향뿐만 아니라 장기적인 흐름과 변화를 고려할 수 있는 예측 및 관리 체계 마련이 중요

○ 또한 규제의 충격은 산업집적도가 높은 지역에서 더욱 크게 나타날 수 있으므로, 각 지역의 산업구조, 경제적 취약성, 고용 여건 등을 반영한 맞춤형 정책이 필요

- 동일한 규제를 일괄 적용하기보다 지역 특성을 반영한 유연한 접근을 통해 수용성을 높이고 정책 효과를 극대화하는 노력이 필요

제1장 서론



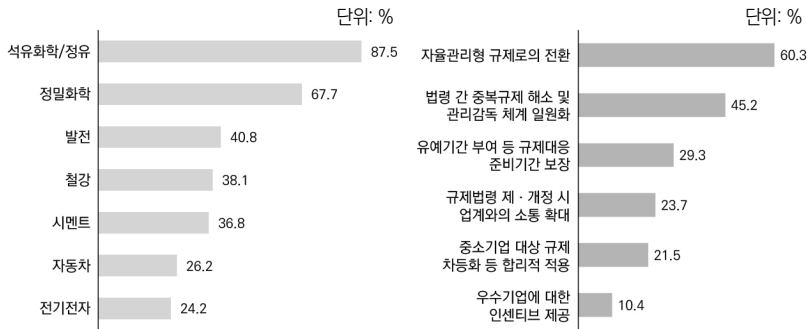
1. 연구의 필요성 및 목적

(1) 연구의 필요성

○ 환경규제 강화에 따른 산업 변화

- 전 세계적으로 기후 변화 대응과 지속 가능한 성장을 위한 정책이 강화되면서, 배출권거래제 · 폐기물 관리 · 화학물질 관리 등 다양한 환경규제가 확대
- 국내에서도 탄소중립 목표와 산업구조의 저탄소화를 위해 환경규제 강화에 대한 목소리가 높아지고 있으며, 관련 정책 변화에 따라 국내 산업의 생산 방식과 비용 조정이 불가피
- 화학물질규제의 경우, ‘화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률’(화평법) 및 ‘화학물질관리법’(화관법)이 국내 화학산업 전반에 큰 변화를 요구

〈그림 1-1〉 업종별 환경투자액 증가폭(좌) 및 환경규제 이행애로 개선 방향(우)



자료: 대한상공회의소(2020), 「환경규제 기업부담 실태와 정책 지원과제」, 자료: 중소기업중앙회(2023), 「중소기업 환경규제 이행애로 실태조사」.

- 올해 2025년은 화평법 및 화관법 시행 10년을 맞은 해로써 그간의 성과를 점검해 볼 필요

○ 기업 부담 가중과 경쟁력 악화에 대한 우려

- 환경규제 강화에 따라 기업에는 생산 방식 재구성, 오염물 배출 저감 설비 설치, 친환경 기술 도입 등 추가 비용 부담 발생
- 대기업에 비해 자금과 인력이 한정된 중소기업은 이러한 변화에 대응하는 과정에서 재정적 부담이 더 크게 작용
- 또한 글로벌 공급망 구조 변화 속에서 환경 규정을 충족하지 못할 경우, 해외 시장에서 불리한 대우를 받거나 진출 자체가 제한될 가능성 존재

○ 산업의 경기 변동, 외부 충격, 정책 변화 등에 따른 특정 산업 의존 지역의 경제 안정성 확보 방안 중요

- 특정 산업에 대한 의존도가 높은 지역에서는 해당 산업의 침체가 지역 전체의 고용, 소득, 기업 활동 등에 치명적인 위기를 초래

- 산업위기대응특별지역 지정: 2018년 4월 전북 군산(조선, 자동차산업 침체), 2018년 5월 및 2019년 5월 경남 거제·창원·통영·고성, 울산, 전남 영암·목포·해남(조선산업 침체)
- 2025년 5월 여수(석유화학산업 침체)는 산업위기 선제 대응 지역 지정
- 산업 침체를 대비한 선제적 정책 부재 시 지역경제 붕괴와 인구 유출로 이어질 수 있기에 이를 위한 전략 필요
- 산업 의존도가 높은 지역의 경제구조를 파악하고, 환경규제 등 주요 위험 요인이 해당 산업과 지역경제에 미치는 영향을 평가하는 것은 매우 중요

○ 산업·지역경제 관점에서의 정책 대응 필요성

- 환경규제가 단기적으로는 기업의 생산비용 증가와 투자 위축을 초래*할 수 있으나, 장기적인 측면에서는 친환경 기술혁신을 촉진**하고 산업구조를 고도화하는 계기

* Greenstone et al.(2012)에 따르면, 미국의 엄격한 대기질규제(US Clean Air Act) 시행 후 제조업 생산성이 약 2.6% 감소

** 반면 Porter(1991)는 엄격한 환경규제는 장기적으로 기업들이 새로운 기술혁신을 모색하고 생산공정의 효율성을 높이도록 유도함으로써 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 가설을 제기

- 환경규제가 산업에 미치는 잠재적 부정적 영향을 최소화하는 동시에 친환경 공정 전환을 촉진하기 위해서는 규제와 지원의 균형 있는 정책이 필요
- 산업부는 '제조 분야 친환경 관리 인프라 구축 사업', '화학 안전 사업장 조성 지원 사업' 등 다양한 지원 제도를 통해 기업의 규제 이행을 지원

- 그러나 상기 정부의 정책이 국내 산업과 지역 여건을 충분히 고려하여 설계·추진되고 있는지에 대해서는 면밀한 검토가 부족
- 본 연구는 이러한 문제의식에 기반하여 화학물질규제가 산업과 지역경제 전반에 미치는 영향을 검토·평가

(2) 연구의 목적

○ 화학물질규제 강화가 산업 및 지역경제에 미치는 영향 분석

- 본 연구의 핵심은 화평법 및 화관법 시행이 화학물질 취급 산업의 생산·운영 구조에 미친 변화를 실증적으로 규명하는 것이며, 더 나아가 지역경제에 미친 영향을 종합적으로 평가

○ 패널 고정효과(FE) 및 이중차분법(DID) 모형을 활용한 정량적 분석

- 산업 및 지역별 고유 요인을 통제하기 위해 패널 고정효과(FE) 모형을 활용하고, 규제 시행 전후의 차이를 비교하기 위해 이중차분법(DID)을 적용
- 이를 통해 화학물질규제가 산업활동 관련 경제지표에 미친 실제 효과를 통계적으로 검증하고, 지역별 차이를 분석

○ 정책 시사점 도출 및 향후 개선 방안 모색

- 화평법·화관법 시행 10년을 맞아 그간의 제도 운영 성과를 종합적으로 점검하고, 향후 방향을 모색
- 또한 산업별 특성과 지역경제 여건을 반영한 맞춤형 규제 설계 필요성을 강조하며, 기업 부담 완화, 친환경 기술혁신 촉진, 산업 경쟁력 강화, 지역경제 활성화 등 복합 목표를 달성할 수 있는 방향을 제시

2. 연구의 차별성

○ 산업활동에 대한 정량 분석과 인과관계 규명

- 기존 관련 연구가 주로 정성적 분석에 의존했던 한계를 보완
- 정량적 접근을 시도한 조용원(2020)은 기업 단위의 성과지표를 활용하여 화평법 도입의 산업 영향에 대해 분석하였는데, 동 연구는 단기적 효과 분석(2018년까지 자료 활용)으로 중장기적 효과를 검증하기에는 제한적
- 본 연구에서는 분석 결과의 신뢰도 제고를 위해 충분한 분석 기간의 데이터를 구축하고, 세부 산업 단위의 주요 동향 지표를 활용하여 산업 부문의 정책적 함의 모색

○ 산업뿐 아니라 지역경제 단위의 분석 수행

- 기존 연구는 환경규제가 개별 기업 또는 산업에 미치는 영향을 분석하는 데 초점을 맞추었으나, 본 연구는 기업 또는 산업 중심의 미시 분석이 간과하기 쉬운 지역적 파급효과까지 평가함으로써 기존 연구의 한계를 보완
- 규제 민감도가 높은 화학 관련 산업이 집중된 지역과 그렇지 않은 지역을 구분하여, 동일한 환경규제가 두 지역군에 미치는 영향을 상호 비교·분석함으로써 차이를 식별

○ 고정효과(FE) 및 이중차분법(DID) 모형 활용

- 패널데이터를 기반으로 한 고정효과(FE) 모형과 이중차분법(DID)을 병행하여 분석을 수행

- 산업별 · 지역별 고유 특성을 통제하고, 규제 시행 전후의 변화를 비교함으로써 정책 효과의 인과관계를 실증적으로 도출
- 분석 자료는 전국 시 · 군 단위 패널데이터를 활용해 지역 간 편차를 반영한 결과를 제시

○ 정책적 시사점 도출 및 지원 전략 제언

- 환경규제가 산업 및 지역경제에 미치는 영향을 종합 평가하고, 산업 및 지역 여건을 고려하는 지원 방안을 마련
- 정부의 최신 산업 정책과 그린 전환 전략과의 연계를 강화하며, 규제 개선뿐만 아니라 지속 가능한 성장과 산업 위기 대응을 동시에 달성할 수 있는 정책 대안을 모색
- 기존 연구가 산업 전반에 초점을 두었다면, 본 연구는 산업위기대응 특별지역을 대상으로 한 선제 대응 전략과 연계한다는 점에서 차별

3. 실증 분석 방법

○ 분석 개요

- 화학물질규제가 산업 및 지역경제에 미치는 영향을 다각도로 평가하기 위해 두 가지 분석 단위를 중심으로 실증 분석을 수행
- (산업 영향 분석) 화학물질규제가 관련 산업의 핵심 활동 지표에 미치는 직접적인 영향을 평가
- (지역경제 영향 분석) 화학물질 취급 산업이 밀집된 지역의 경제지표

에 규제가 미치는 영향을 평가하고, 산업 단위 분석 결과와의 차이점을 파악

- 같은 화학물질 취급 산업 밀집 지역이라도 지역 특성(산업구조, 인프라, 노동력 구성 등)에 따라 규제 영향이 달라질 수 있으므로, 지역별 이질적인 효과(Heterogeneous effects) 분석 수행
- 또한 밀집 지역과 비밀집 지역 간 구체적인 경제지표 차이(고용 변화, 제조 생산 변화 등)를 실증적으로 비교하여, 추상적 예상이 아니라 정확한 정책 수립을 위한 정량적 정보를 제공
- 예상 가능성만으로는 정책을 수립하기 어렵고, 실증적으로 확인된 타당한 데이터 분석 결과가 정책 설계의 중요한 근거자료로 활용

○ 데이터 구축 및 변수 정의

- 2015년 시행된 화평법 및 화관법의 효과를 실증적으로 분석하기 위해 2006~2023년까지의 산업별(지역별)·연도별 패널데이터를 구축하여 분석에 활용
- 산업 관련 종속변수는 산업별(ISTANS 40대 제조업 기준) 생산액·투자·고용 등, 지역경제 관련 종속변수는 시·군 단위 제조업 부가가치·고용 등을 이용
- 통계청, 한국은행, ISTANS 등으로부터 자료 수집
- 독립변수는 화평법 및 화관법 시행 여부이며, 더미변수(1=시행 이후, 0=시행 이전)를 사용
- 산업 관련 통제변수는 산업별 기업 수·외국인 직접투자 등, 지역경제 관련 통제변수는 지역별 제조업체 수·인구 등을 포함

- 또한 시장환경 및 경기 변동 관련 통제변수로 GDP 성장률 · 환율 · 금리 · 국제 원유 가격 등을 추가

○ 화평법 · 화관법 시행이 화학물질 관련 산업에 미치는 영향 분석

- 패널 고정효과(FE) 모형 활용: 화평법 · 화관법이 관련 산업의 생산 · 투자 · 고용 등에 미치는 영향 분석 → 산업별 고유 특성을 통제하면서 화학물질규제의 영향을 분석
- 이중차분법(DID) 모형 활용: 화학물질을 다루는 산업(처리 집단)과 그렇지 않은 산업(통제 집단) 간 차별적인 영향을 미치는지 분석 → 규제 시행 이전과 이후 변화량을 비교하여 정책 효과를 평가

○ 화평법 · 화관법 시행이 화학물질 관련 산업 밀집 지역에 미치는 영향 분석

- 패널 고정효과(FE) 모형은 위의 모형과 동일하나, 지역경제 지표, 지역별 고정효과, 지역 수준 통제변수 등을 사용하여 화평법 · 화관법 시행이 지역경제 변화를 초래하였는지 분석
- 이중차분법(DID) 모형 역시 위의 모형과 동일하나, 화학물질규제 영향을 많이 받는 산업 밀집 지역과 그렇지 않을 것으로 예상되는 지역 간의 변화 차이 변수를 고려

○ 신뢰성 및 타당성 확보 방안

- 도출된 연구 결과의 신뢰성과 타당성 제고를 위해 다양한 강건성 분석과 플라시보 검정 수행
- 계량 분석에 정통한 외부 전문가 자문을 통해 분석 과정의 신뢰성을 제고하고, 업계 전문가 의견 수렴을 거쳐 분석 결과의 타당성을 확보

제2장

주요 환경규제 현황 및 영향



○ 본 장에서는 국내외 주요 환경규제 동향에 대해서 살펴보고, 환경규제가 산업과 지역경제 미치는 영향에 대해 정성적으로 검토

1. 해외 환경규제

(1) 주요 동향 및 규제 방향

- 최근 기후 변화에 대한 인식이 높아지면서 환경규제가 강화되는 추세
 - 기후 변화로 인한 이상 기후 현상과 자연재해의 빈도 및 심각성이 점점 커지면서, 전 세계적으로 온실가스 배출로 인한 지구온난화 문제에 대한 경각심이 고조
 - 주요국은 파리 기후협약, 유엔 기후정상회의의 등 국제 협의체를 중심으로 온실가스 감축 목표를 달성하고자 협력 중

○ 오늘날 환경규제는 단순한 환경보호 수단을 넘어 국제 교역에서 각국의 이해관계를 반영하는 중요한 전략적 도구로 활용

- 전통적인 관세 장벽이 낮아지면서, EU 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)와 같이 환경을 명분으로 하는 새로운 비관세 장벽이 부상
- 전기차 전환을 가속화하기 위한 규제나 보조금 정책 등을 통해 선진국들은 강화된 환경규제를 자국 산업의 경쟁력 제고 수단으로 활용
- 이러한 환경규제 흐름 속에서 기업들은 규제를 준수하는 것을 넘어, 지속가능성을 핵심 경쟁력으로 인식

○ 이와 같은 규제 방향은 국가 경계를 넘어선 글로벌 공급망 책임의 확대를 의미

- EU의 기업 지속가능성 실사 지침(Corporate Sustainability Due Diligence Directive, CSDDD)과 같이 기업이 공급망 내의 환경 및 인권 문제를 식별하고 해결하기 위한 실사를 의무화하는 법안이 전 세계적으로 확산
- 공급망 실사 의무는 기업이 자사뿐만 아니라 협력업체, 하청업체 등 공급망 전체의 환경적 위험을 관리하도록 강제
- 이에 따라 수출 기업들은 공급망 전반의 투명성을 확보하고, 환경 및 인권 성과를 종합적으로 관리할 수 있는 능력을 갖추는 것이 필수적

○ 또한 데이터 기반 환경 거버넌스의 중요성을 부각

- EU CBAM, 배터리 규정, 디지털 제품 여권(Digital Product Passport, DPP) 등은 제품과 공정 전반에 걸쳐 세부적인 데이터의 수집 · 검증 ·

공개를 요구

- 기업은 탄소 회계, 제품 전과정평가(LCA) 등 체계적 데이터 관리 인프라에 적극 투자해야 하며, 앞으로는 환경 데이터의 측정·보고·검증 역량이 시장 진입의 기본 요건이자 경쟁 우위로 작용할 전망
- 자국 내 친환경 전략 산업 분야의 해외 유출 최소화를 위해 인센티브 및 보조금 지원 규제 완화¹⁾
- 일본 그린전환(Green Transformation, GX), EU 핵심원자재법(Critical Raw Materials Act, CRMA), 탄소중립산업법(Net-Zero Industry Act, NZIA) 등 주요국들은 전략적 친환경 산업에 대한 세액 공제, 보조금 지원 대상 및 한도 확대

(2) 주요국 화학물질규제 현황

- EU의 화학물질 등록·평가·허가·제한(Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, REACH)은 화학물질규제 관련 글로벌 표준으로 기능
- EU는 화학물질규제를 지속 강화하고 있으며, 특히 과불화화합물(PFAS), 분류·표시·포장(CLP), 불소계 온실가스(F-gas) 관련 규제를 통해 산업부문 안전 및 환경 대응을 제고
- 2025년 이후 REACH가 1만 개 이상의 물질에 대한 광범위한 PFAS 규제를 추진 중이며 현재 의견 수렴 절차가 진행 중

1) 장영옥 외(2023), “EU ‘그린딜 산업계획’ 후속정책의 주요 내용과 시사점”, 「KIEP 세계경제 포커스」, Vol. 6 No. 5, 대외경제정책연구원, p. 5.

- 2024년 12월 EU CLP 개정안이 발효되면서, 내분비계 교란물질 등의 신규 분류, 화학제품 라벨링과 디지털 표시 의무화 등 규제가 강화될 예정²⁾
- 일본의 ‘화학물질의 심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률’(화심법)은 1973년에 제정된 세계 최초의 화학물질 관리 제도로, 국제적인 화학물질규제 동향에 맞춰 지속적으로 개정 및 강화 중
- 2025년 1월 PFOA(과불화옥탄산) 관련 물질이 인체 및 환경에 미치는 악영향에 대한 국제적인 우려를 반영하여, 제1종 특정 화학물질로 추가 지정되고 수입을 금지³⁾
- 관계 부처는 화심법 정보를 제공하는 데이터베이스인 J-CHECK(Japan CHEmicals Collaborative Knowledge database)를 지속적으로 업데이트하며 정보 접근성을 제고
- EU의 REACH와 유사한 수준으로 화학물질 관리 강화를 지향하며, 국제 협약의 이행 준수를 위해 관련 물질 규제에 대해 지속해서 수정 반영
- 주요국 화학물질규제는 오염물질 및 안전 관리를 기반으로 ESG 경영과 결합하면서, 산업 전반의 혁신을 촉진하는 핵심 정책 수단으로 활용
- 기업 측면에서는 단기적으로 부담이 될 수 있지만, 장기적으로는 친환경 기술개발과 공정 혁신에 유리한 기회를 제공

2) Quentic, <https://www.quentic.com/articles/recent-eu-regulatory-updates-to-watch-in-2025>(접속일: 2025. 9. 1).

3) 캠프레인, https://chembrain.net/bbs/board.php?bo_table=reference&wr_id=63&sst=wr_hit&sod=asc&sop=and&page=1(접속일: 2025. 7. 10).

〈표 2-1〉 주요국 화학물질규제 현황

	EU	일본	미국	중국
법령 명칭	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals(2007)	화학물질의 심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률(1973)	Toxic Substances Control Act(1976)	신규화학물질 환경관리 제도(2021)
관할 기관	유럽화학물질청(ECHA)	경제산업성(METI), 환경성(MOE), 후생노동성(MHLW)	환경보호청(EPA)	생태환경부(MEE)
적용 범위	연간 1톤 이상 제조·수입되는 모든 화학물질	신규·기존 화학물질, 지정화학물질	신규·기존 화학물질 전반	신규 화학물질, 우선 관리물질
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> · 등록, 평가, 허가, 제한 절차 · 고위험물질에 대해 허가제 실시 · 공급망 내 기업 책임 원칙 	<ul style="list-style-type: none"> · 신규 화학물질 사전 심사 필수 · 기존 화학물질 위해성에 따라 구분·관리 · 고유번호 부여 	<ul style="list-style-type: none"> · 2016년 개정으로 위해성 평가 강화 · EPA 사전심사 권한 강화 · 기밀정보 공개 확대 	<ul style="list-style-type: none"> · 신규 화학물질 등록 의무화 · 위해성 기반 관리 체계 강화 · 고위험물질 제한·금지 가능
기업 부담	시험자료, 비용, 공급망 협력 요구	신규물질 심사·시험 비용	시험자료 제출, EPA 심사 대응	자료 제출 및 등록비용 부담

자료: 국가별 규정 자료를 이용하여 저자 정리.

- 환경 이슈와 산업 경쟁력을 연계하는 정책 설계가 점차 중요해지면서, 정부와 기업 모두 규제 준수를 넘어 전략적 혁신의 기회로 활용하는 추세

2. 국내 환경규제

(1) 주요 동향 및 규제 방향

○ 국내 환경규제는 전통적으로 대기, 수질, 폐기물 등 오염 관리 중심의

규제에서 점차 화학물질 안전 관리 및 온실가스 감축 중심으로 확장

- 2010년대 이후 화학물질의 등록·평가·사전관리가 강화되면서 기업의 생산활동과 제품 판매 과정에서 높은 규제 준수 비용을 초래
- 동시에 온실가스 배출권거래제가 도입되며 기업 단위의 배출 감축 책임이 제도적으로 확립
- 최근 탄소중립, 지속가능성, ESG 기조와 맞물려 환경규제가 산업 전반의 혁신 전략과 결합되어 가는 흐름이 뚜렷

○ 사전 예방적 규제 강화, 국제 규제 정합성 강화, 규제와 지원 병행 등으로 환경규제가 변모

- 과거 대기오염, 수질오염 문제와 같이 오염이 발생한 이후 이를 사후적으로 규제 및 처리하는 방식에서, 최근 기업은 신규 화학물질을 시장에 출시하기 전에 반드시 등록 절차를 거쳐야 하는 등 사전 예방적 방식으로 변화
- 국제적으로 규제가 엄격한 국가들이 무역 장벽을 높이는 흐름에 대응하기 위해, 한국도 화학물질 관리 제도를 글로벌 기준에 맞춰 조정
- 현재 국내 규제는 기업의 부담을 가중시키는 데 초점을 두기보다는 준수를 계기로 산업구조를 친환경적으로 전환하도록 유도하는 방향으로 발전 중

(2) 화학물질규제 현황⁴⁾

1) 화평법⁵⁾

□ 제정 배경 및 목적

- ‘화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률’(화평법)은 국내 화학물질 사용의 급증과 이로 인한 질병 및 사고 증가에 대응하기 위해 제정
 - 2011년 가슴기 살균제 사건, 2012년 구미 불산 누출 사고와 같은 대형 화학사고 등이 발생하면서 기존 ‘유해화학물질관리법’의 한계와 국민 건강 및 환경 보호를 위한 법적 공백이 지속 제기
 - 실제로 화평법 제정 이전에는 국내 유통되는 신규 화학물질 중 15%만이 유해성 정보가 확인⁶⁾
- 화평법의 주된 목적은 국내 시장에 유통되는 화학물질의 유해성에 대한 사전 확인, 안전한 사용에 필요한 정보의 확보 및 공유
 - 모든 신규 화학물질 및 일정량 이상의 기존 화학물질을 국내에서 제조하거나 수입하기 전에 반드시 등록하도록 의무화
 - 등록된 화학물질의 유해성 및 위해성에 대한 정보, 안전한 취급 방법에 대한 정보를 생산하고 활용
 - 생산자(제조사, 수입자)는 화학물질을 양도할 때 이러한 안전 정보를

4) 본 보고서 제3장의 화평법·화관법 실증 분석에 앞서 동법의 현황 및 동향을 자세히 살펴보고자 한다.

5) 이하는 국가법령정보센터, ‘화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률’의 주요 내용을 발췌·정리하였다.

6) 이혜영(2017), 「화학물질규제정책(‘화평법’) 사례연구: ‘적정(適正) 규제인가? 악마의 디테일인가?」, 한국행정연구원, p. 4.

사용자(판매자, 최종 사용자)에게 연쇄적으로 제공하도록 의무화하여 공급망 전반에 걸쳐 정보가 투명하게 공유

□ 주요 내용

○ 화평법의 주요 내용은 화학물질의 등록 및 평가 의무 부과

- 국내에서 제조되거나 수입되는 모든 신규 물질과 연간 1톤 이상 수입되는 기존 화학물질에 대해 등록·심사·평가를 의무화
- 특히 유해성이나 위해성이 높다고 판단되는 ‘등록대상기준화학물질’은 우선적으로 등록
- 등록 과정에서 제출된 자료를 바탕으로 해당 화학물질의 유해성(독성, 생분해성, 생물농축성 등)과 위해성을 심사하고 평가

○ 제품 내에 함유된 유해화학물질에 대한 신고 의무를 부과하며, 우려제품의 안전 및 표시 기준을 준수하도록 요구

- 일정 기준 이상의 중점관리물질(유해성 높은 물질)이 함유된 제품(생활용품 등)을 생산하거나 수입하는 자는 환경부에 해당 정보를 신고
- 국민의 건강이나 환경에 위해성이 있다고 우려되는 특정 화학제품들(세정제, 합성세제, 방향제, 탈취제 등)을 ‘위해우려제품’으로 지정

□ 최신 개정 내용

○ 화학물질의 위험도를 보다 정밀하게 평가하고 관리하기 위해 ‘유독물질’의 정의가 삭제되고, 유해성 평가 결과에 따라 더욱 세분화된 물질 정의가 신설(2025년 8월 7일 시행)

- 기존 '유독물질'은 물질의 유해성과 관계없이 동일한 취급 시설 기준과 영업 허가를 적용받는 경향이 있어 문제로 제기
- 인체급성유해성물질, 인체만성유해성물질, 생태유해성물질, 유해성미확인물질 등 새로운 유해성 물질 분류 신설
- EU REACH와 같은 국제적인 기준과의 정합성을 높이고, 기업의 부담을 완화하기 위해 화학물질 등록 및 신고 기준 조정
- 2025년 1월 1일부터 신규화학물질 및 기존화학물질의 등록 의무 기준이 연간 0.1톤 이상에서 1톤 이상으로 상향
- 업무 효율성과 기업 편의를 위해 신규화학물질 신고와 변경신고의 업무가 한국환경공단으로 일원화
- 2025년 8월부터는 신고 대상인 연간 1톤 미만 화학물질의 정보가 공개되고 정부의 관리 감독이 강화

2) 화관법⁷⁾

□ 제정 배경 및 목적

- '화학물질관리법'(화관법)은 화평법과 함께 '유해화학물질관리법'을 전면 개정하여 2015년 1월 1일부터 시행
- 잦은 화학사고와 화학물질 안전 관리의 미흡에 대한 문제 인식에서 출발

7) 이하는 국가법령정보센터, '화학물질관리법' 주요 내용을 발췌·정리하였다.

- 기존의 사후 처벌 중심 법률로는 사고를 막는 데 한계가 있다고 판단하고, 사고를 사전 예방하고 사업장의 안전 관리 의무를 강화하는 방향으로 전환

○ 화관법은 특히 화학사고 예방 및 대응에 중점을 두며, 유해성 확인에 초점을 둔 화평법과는 상호 보완적인 관계

- 유독물질, 제한물질, 금지물질, 사고대비물질 등 유해성이 확인된 물질을 효율적으로 관리하기 위해 통계 조사와 정보 시스템을 구축

- 장외영향평가, 위해관리계획서 제출을 의무화하고, 사고 발생 시 발생할 수 있는 영향을 예측하고 대비책을 마련하는 것이 주목적

□ 주요 내용

○ 유해화학물질 영업허가 및 관리

- 유해화학물질을 제조, 수입, 판매, 운반, 보관, 사용하는 모든 사업장은 해당 영업에 대한 허가를 받거나 신고해야 할 의무가 있음.

- 유해화학물질 취급자는 저장, 보관, 운반, 사용 과정에서 발생할 수 있는 사고 예방을 위해 환경부령으로 정하는 취급 기준을 준수

- 유해화학물질 취급시설 설치·운영자는 주 1회 이상 자체 점검을 하고 그 결과를 5년간 기록·비치

○ 화학사고 예방 및 대비 체계 구축

- 유해화학물질을 지정수량 이상 취급하는 사업장은 화학사고예방관리계획서를 작성하여 제출

- 동 계획서는 화학사고 발생 시 사업장 주변 지역 피해 영향 평가 및 피해 최소화를 위한 비상대응체계 구축 및 운영을 목표

○ 유해화학물질 취급시설 검사 및 안전진단

- 유해화학물질 취급시설은 설치 전 설치검사, 주기적인 정기검사, 그리고 비정기적인 수시검사가 의무

□ 최신 개정 내용

○ 화평법과 동일하게 기존 획일적인 ‘유독물질’ 분류가 폐지되고, 물질의 유해성에 따라 더욱 세분화된 체계로 관리

- 세분화된 분류에 따라 각 물질의 위험도와 취급량에 맞춰 영업허가, 취급시설 기준, 검사 주기, 안전진단 주기 등이 차등적으로 적용

○ 유해화학물질 취급시설 검사 면제 및 주기 차등화

- 기존에는 모든 유해화학물질 취급시설에 대해 설치검사 및 정기검사를 이행해야 했으나, 2025년 8월 7일부터는 유해성(급성, 만성, 생태독성)에 따라 정기검사가 면제되거나 취급량 및 위험도에 따라 정기검사 주기가 상이
- 연구 및 교육 현장의 특수성을 반영하여 연구실과 학교의 유해화학물질 취급시설은 설치검사만 실시하고, 정기검사, 수시검사 및 자체 점검 의무가 면제

3. 환경규제 영향

(1) 선행 연구

- 환경규제가 기업 생산성에 미치는 영향에 관한 선행 연구 결과는 긍정적 효과와 부정적 효과가 혼재
 - 일부 연구에서는 환경규제 준수를 위한 추가 비용이 생산 비용을 증가시키고, 비생산적인 자원 배분을 초래하여 단기적으로 기업의 생산성을 저해한다고 분석
 - 김동엽·강신원(2000)은 환경규제로 인해 국내 철강산업의 총요소생산성(TFP)이 31~36% 감소했음을 주장
 - 반면 일부 연구에서는 환경규제가 기업의 기술혁신에 도움이 되고, 자원 효율성을 높여 장기적으로는 생산성이 향상된다는, 이른바 ‘포터 가설(Porter Hypothesis)’을 지지
 - 강희재(2015)는 2000년대 환경규제 강화는 국내 제조업의 기술혁신을 유도하였고, 생산성을 높였음을 주장
 - 환경규제 영향에 관한 연구 결과가 엇갈리는 이유는 환경규제 강도, 시행 방식, 규제 대상 산업 특성 등이 복합적으로 작용하기 때문으로 추정
- 환경규제가 지역경제 전반에 미치는 영향을 직접적이고 포괄적으로 분석한 선행 연구는 상대적으로 미흡
 - 기존 관련 연구는 기업 혹은 산업 단위의 생산성, 비용, 혁신, 경쟁력 등에 초점

- 환경규제가 지역경제에 미치는 영향에 대해서는 기업 및 산업 대상 연구 결과를 바탕으로 유추하는 수준으로, 지역별 특성을 직접적으로 고려한 연구는 부재

〈표 2-2〉 주요 관련 선행 연구

연구명	연구 목적	연구 방법	연구 결과
환경규제가 기술혁신에 미치는 영향: 기술집약도와 기업 규모를 중심으로 (노대민 · 이응균, 2022)	· 기업의 기술 역량과 규모에 따라 환경규제가 기술혁신에 미치는 영향을 분석	· 2020년 한국기업혁신조사 1,739개 기업 데이터 활용 · 환경규제 영향력 조절 변수를 기업의 기술집약도와 기업 규모로 설정하여 로짓모형 및 선행확률모형 분석	· 중고 기술집약도의 기업은 환경규제가 기술혁신에 영향을 미치지 않을 가능성이 높음 · 대기업은 중소기업보다 환경규제에 더 큰 영향을 받는 경향
한국제조업에서의 환경규제가 기술혁신과 산업생산성에 미치는 영향 (강희재, 2015)	· 환경규제와 기술혁신, 생산성 간의 관계를 분석	· 2003~2012년 한국 제조업 14개 중분류 산업 데이터 활용 · 환경규제로 인하여 기술혁신이 유발되고, 생산성 향상을 야기한다는 강형포터가설을 2단계 회귀모형을 통해 분석	· 환경규제는 기술혁신을 유발하고, 생산성을 향상 · 환경규제 정도 1% 증가는 환경 R&D 투자 비용 0.223% 증가 초래
지역별 환경규제정책이 지역 제조업 생산성에 미치는 영향: Porter 가설을 중심으로 (박추환 · 정영근, 2012)	· 환경규제가 제조업 생산성에 어떤 방식으로 영향을 미치는지 분석	· 2001~2007년 한국의 6개 권역 데이터 활용 · 패널 회귀 분석을 이용하여 환경규제, 경제 변수와의 관계를 분석	· 지역별 환경규제는 제조업 생산성에 부정적인 영향 · 환경규제가 외부효과를 내부화하기보다는 규제 비용을 증가
환경규제가 한국 철강산업의 생산성에 미치는 효과 (김동엽 · 강신원, 2000)	· 환경규제가 한국 철강산업의 총요소생산성 성장에 어떤 영향을 미치는지 분석	· 1967~1996년 한국 철강산업 데이터 활용 · 트랜스로그 총요소생산성 모형을 사용하여 환경규제가 생산성 성장에 미치는 영향을 추정	· 환경규제는 한국 철강산업의 생산성 성장에 부정적인 영향 · 총요소생산성 31~36% 감소
주요 국내외 화학물질 규제 동향 및 산업별 영향 조사 - 반도체 · 디스플레이 산업 사례 분석(김성훈, 2022)	· 국내외 화학물질규제 정보를 기반으로 국내 반도체 · 디스플레이 산업에 미치는 영향 분석	· 국내외 화학물질규제 문헌 검토 · 업계 간담회 · 화학물질규제 실태조사	· 긍정적 · 부정적인 영향이 혼재 · 규제 강화에 따른 기업의 인식 개선 · 화학물질 정보 유출 우려

자료: 각 논문을 이용하여 저자 정리.

(2) 산업에 미치는 영향

1) 위기

○ 환경규제 준수에 따른 비용 증가는 산업계의 가장 큰 부담 요인

- 온실가스 배출 감축, 폐기물 재활용률 증대, 유해화학물질 관리 강화 등 다양한 환경규제를 준수하기 위해서는 친환경 설비 도입과 이에 따른 투자 비용이 요구

- 설비투자 외에도 친환경 원료 사용, 폐기물 처리 및 재활용 비용 증가, 에너지 효율 관리 시스템 구축 및 운영 비용 등 전반적인 생산 비용이 증가

· ETS하에서 온실가스 배출량이 많은 기업은 배출권 구매 비용을 추가로 부담

- 새로운 규제에 맞는 기술을 개발하거나, 전문 컨설팅을 받아 규제 준수 계획을 수립하고 시스템을 구축하는 데에도 추가 비용이 발생

○ 중소기업은 대기업 대비 복잡한 환경규제에 대응할 수 있는 전문 인력과 자원이 부족한 실정

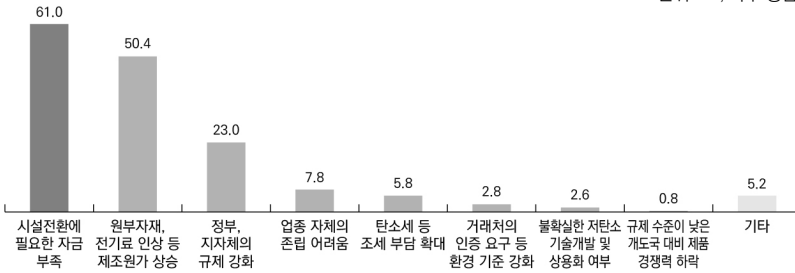
- 화평법과 화관법 같은 법규는 고도의 전문성을 요구하기 때문에, 많은 중소기업이 법령을 정확하게 해석하고 준수하는 데 한계

○ 환경규제 준수 과정에서 영업비밀이 유출될 수 있다는 점 또한 기업들이 크게 우려

- 화평법은 화학물질의 유해성 정보를 등록하고 제품에 포함된 특정 물질을 공개하도록 요구하며, 화관법은 장외영향평가서나 위해관리

〈그림 2-1〉 탄소중립 및 온실가스 감축 기조 강화에 따른 기업 애로사항

단위 : %, 복수 응답



자료: 중소기업중앙회(2024), 「탄소중립 관련 중소기업 실태조사」, p. 14.

계획서에 공정의 세부 내용을 포함시키도록 규정

- 이러한 규정 때문에 기업들은 원료의 배합 비율, 핵심 기술, 공정 노하우 등 민감한 정보가 외부에 노출될 위험에 직면
- 특히 경쟁이 치열한 산업에서는 이러한 위험이 기업 경쟁력을 훼손할 수 있는 요인으로 작용

2) 기회

○ 강화된 환경규제 대응은 기업 ESG 경영과 지속가능한 발전의 추진 동기로 작용⁸⁾

- 환경규제 준수 및 이를 넘어선 친환경 경영 활동은 기업의 ESG 평가를 높여 사회적 책임감을 보여주는 동시에, ESG 투자를 유치하고 기업 가치를 높이는 데 결정적인 역할
- 기업은 친환경 경영을 통해 소비자들에게 긍정적인 브랜드 이미지를

8) 대한상공회의소(2022), 「지속가능경영을 위한 기업 가이드 ESG A to Z」, p. 17.

구축할 수 있으며, 제품 판매 증가로 연결

○ 기업 공급망 관리 효율성 개선 및 수출 경쟁력 확보⁹⁾

- 환경규제는 기업이 자사의 공급망 전체에서 환경 리스크를 파악하고 관리하도록 유도
- 공급망 내 협력사의 환경규제 준수 여부를 확인하고 지원함으로써, 전체 공급망의 환경적 안정성과 효율성을 제고
 - EU의 CBAM 등 글로벌 환경규제에 대한 대응력 강화
- 글로벌 시장에서는 환경규제가 점점 강화되고 있으며, 수요처는 공급망 전반의 친환경성을 요구하는 추세이기에 수출 경쟁력 확보에 유리

○ 혁신 기술개발 촉진 및 새로운 일자리 창출 가능

- 강화되는 환경규제는 기업들로 하여금 환경 부하를 줄이면서도 생산성을 유지하거나 향상시킬 수 있는 혁신적인 기술개발을 촉진¹⁰⁾
- 환경 기술 분야에서 선도적인 위치를 확보한 기업은 미래 시장에서 강력한 경쟁 우위 확보에 유리
- 환경 컨설팅, 환경 설비 제조 및 운영, 친환경 제품 생산 등 다양한 분야에서의 전문 인력 수요가 증가

9) 조진희(2024), 「글로벌 규제 폭풍 속, 기업의 공급망 대응 전략」, 삼정KPMG 경제연구원, pp. 22-23.

10) 고재경·조영무·유영성(2013), “新환경규제 3.0 : 환경과 경제의 융합”, 「이슈&진단」, 제119호, 경기연구원, pp. 6-7.

(3) 지역경제에 미치는 영향

1) 위기

○ 환경규제를 준수하는 과정에서 발생하는 비용 증가는 지역경제 위축으로 연결

- 재정적 여유가 부족한 지방 중소기업들은 비용 부담을 감당하지 못해 생산을 줄이거나 사업 지속 여부를 고민하게 되고, 이는 지역 내 고용 축소로 연결

- 공장 가동률 하락, 인력 감축은 실업률 상승과 소비 감소를 불러와 지역 상권 침체로 이어지는 악순환을 초래¹¹⁾

· 특히 단일 산업 의존도가 높은 산업단지 주변 지역에서 이러한 현상이 심각

- 기업 매출과 영업이익의 하락은 지방세 감소로 이어져 지자체의 재정 안정성에도 부정적 영향을 초래

○ 불합리한 규제 경우 기업의 신규 투자나 기존 사업 확장을 저해하여 관련 산업 밀집 지역의 성장 잠재력에 부정적 영향

- 기업들은 규제의 변화와 예측 불가능성 때문에 신규 설비 도입이나 기존 사업 확장에 대한 투자를 주저¹²⁾

- 규제의 불확실성은 기존 기업의 이탈을 유도하거나 신규 기업의 유

11) 장은교(2019), “제조업 위기극복을 위한 혁신생태계 조성방안: 미국 제조혁신연구소 사례를 중심으로”, 「국토정책 Brief」, No. 697, 국토연구원, p. 2.

12) 원소연(2023), “[기고] 기업 투자 가로막는 규제 불확실성 줄여야”, 「전자신문」, 8월 23일.

치를 어렵게 하며, 지역 산업 클러스터의 성장 동력 약화의 원인으로 작용

- 기업들이 환경규제 준수에 필요한 기술 투자에 집중하면서, 장기적인 성장 동력이 될 수 있는 혁신적인 제품 개발이나 고부가가치 기술에 대한 투자는 상대적으로 위축

2) 기회

○ 지역사회의 공중 보건 및 환경 질 개선 등은 환경규제의 본질적인 목표이며 긍정적인 파급효과 기대¹³⁾

- 환경규제는 대기 오염 물질, 수질 오염 물질, 유해화학물질 등의 배출량을 줄여 지역의 환경 질을 개선하고, 지역 주민들의 건강 증진으로 이어져 사회적 비용 절감 효과를 기대

- 오염물질 배출 감소와 친환경 인프라 구축은 지역의 주거 환경을 쾌적하게 만들어 주민들의 만족도를 높이고, 외부 인구 유입에도 긍정적인 영향

○ 녹색 기술 개발 관련 기업들의 연계, 상호작용 등 전문화된 지역 산업 생태계 형성

- 환경규제 강화는 기업에 친환경 기술개발 및 투자를 독려하는 동시에, 새로운 녹색 산업 시장을 창출¹⁴⁾

13) Pei et al.(2023), "Does environmental regulation improve residents' health? Evidence from China", *Frontiers in Public Health*, 11, p. 973499.

14) Wang et al.(2024), "Environmental Regulations, Green Technological Innovation, and Green Economy: Evidence from China", *Sustainability*, 16(13), p. 5630.

- 지역 내 폐기물 재활용, 에너지 효율 기술, 친환경 소재 개발, 오염 방지 설비 제조 등 환경 기술 관련 기업들이 성장하고 상호 연계하는 계기를 마련
- 환경 기술 R&D, 친환경 설비 시공 및 운영, 환경 컨설팅 등 새로운 유형의 전문 인력에 대한 수요가 증가하여 새로운 고용 창출이 가능
- 환경규제에 적극적으로 대응하고 녹색 산업으로의 전환을 모색하는 지역은 중앙 정부 지원 혜택에 유리하며, 이를 지역경제 활성화의 중요한 마중물로 활용

제3장

화학물질규제가 산업 및 지역경제에 미치는 영향 분석

○ 본 장에서는 국내 화학물질규제가 산업과 지역경제에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고 정량적 결과를 도출

1. 분석 목적

○ 2015년 1월 시행된 화평법과 화관법은 국민 건강과 환경보호 강화를 위해 도입된 핵심적인 제도이나, 시행 초기에는 산업계 전반에 걸쳐 큰 우려가 제기

- 특히 준수 비용이 증가하고 생산공정을 바꿔야 하는 부담 때문에 신규 투자가 위축되거나, 기업 경쟁력이 약화되고 일자리가 줄어들 수 있다는 의견이 제기
- 화학물질을 많이 사용하는 산업이나 기업이 밀집된 지역에서 우려가 더욱 확대

- 본 연구는 이러한 우려가 실제로 현실이 되었는지 과학적으로 검증하는 데 중점
 - 법 시행 전후의 실제 데이터를 분석하여 이들 법규가 산업 및 지역경제에 미친 실질적인 인과관계를 규명
 - 이를 통해 제도의 성과와 한계를 객관적으로 평가하는 데 의미
- 화평법 및 화관법 시행이 산업 및 지역경제에 미친 영향을 다각도로 검토
 - “화학물질규제가 산업 단위의 주요 경제지표에 실제로 부정적인 영향을 미쳤는가?” 만약 그렇다면, “그 영향의 크기는 어느 정도이며, 얼마나 오랫동안 지속되었는가?” 등을 검토
 - “화학물질 관련 산업이 밀집된 특정 지역에서 규제가 지역 경제지표에 미치는 영향은 어떠한가?”, “특히, 산업 단위 분석 결과와 비교하여 지역적 특수성이 존재하는가?” 등을 확인
 - “규제가 단순히 부정적인 영향만을 미쳤는가, 아니면 산업의 혁신이나 효율성 증대와 같은 긍정적인 측면도 유도했는가?”, “규제 효과에 시간에 따라 어떻게 동태적으로 변화하는가?” 등의 질문을 제기

2. 분석 모형

(1) 고정효과(FE) 모형

- 산업별 · 지역별 고유 특성을 통제하면서 화학물질규제의 영향을 분

석하기 위해 고정효과(Fixed Effects, FE) 모형 활용

- 특정 정책이나 규제 효과 분석 시 분석 대상이 저마다 시간 불변의 고유한 특성을 가지고 있다는 점을 고려하는 것이 중요
- 분석 시 이를 반영하지 않으면 추정 결과는 정책의 효과가 아닌 고유한 특성에 의해 나타날 수 있어 편향될 가능성 존재
- 본 연구에서는 FE 모형을 활용하여 시간이 지나도 크게 변하지 않는 산업 및 지역의 고유 특성을 통제함으로써 화학물질규제 도입의 순수한 효과만을 평가

○ 산업 영향 분석의 종속변수로 산업별 생산액, 종사자 수, 연구개발비, 수출, 총비용 등을 이용하여 그 변화를 검토

- 화학물질규제에 민감한 산업과 그렇지 않은 산업이 규제 도입 이전과 이후에 생산활동이 어떻게 변화하였는지 분석
- 독립변수는 화평법 및 화관법 시행 여부이며, 더미변수(1=시행 이후, 0=시행 이전)를 사용
- 산업 관련 통제변수로 산업별 사업체 수, 외국인직접투자, 생산자물가지수 등을 이용
- 또한 시장환경 및 경기 변동 관련 통제변수로 경제성장률, 금리, 환율, 원유가격 등을 추가
- 변수의 이상치 영향을 줄이고, 결과 해석의 편의성을 위해 독립변수와 종속변수에 로그 변환을 적용하여 분석
 - 단, 변수 자체 단위가 %인 경제성장률, 금리 등은 로그 변환 미적용
- 식 (1)의 계수 β_1 은 화평법·화관법 도입 여부가 종속변수에 미치는

평균적인 효과를 나타내며, 예를 들어 $\text{Log}(\text{생산액})$ 를 종속변수로 했을 때 β_1 이 -0.05라면 규제 시행 이후 해당 산업의 생산액이 평균적으로 약 5% 감소했음을 의미

$$\text{Log}(Y_{it}) = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \text{Post}_{it} + \beta_2 X_{it} + \epsilon_{it} \quad \text{식 (1)}$$

Y_{it} : 산업 i 의 생산액, 종사자 수 등

α_i : 산업별 고정효과

γ_t : 연도별 고정효과

Post_{it} : 규제 시행 여부(1=시행 이후, 0=시행 이전)

X_{it} : 통제변수

ϵ_{it} : 오차항

- 지역경제 영향 분석의 종속변수로 지역별 제조업 부가가치, 제조업 종사자 수, 재정자립도 등을 이용하여 그 변화를 확인
- 화학물질 취급 산업 밀집 지역과 그렇지 않은 지역경제가 규제 도입 이전과 이후에 어떻게 변화하였는지 분석
- 독립변수는 화평법 및 화관법 시행 여부이며, 즉 더미변수 1은 2015년 이후, 0은 2015년 이전을 의미
- 지역 관련 통제변수로 지역별 사업체 수, 인구 등을 이용
- 거시경제 통제변수로 경제성장률, 금리, 환율, 원유가격 등을 추가

$$\text{Log}(Y_{rt}) = \alpha_r + \gamma_t + \beta_1 \text{Post}_{rt} + \beta_2 X_{rt} + \epsilon_{rt} \quad \text{식 (2)}$$

Y_{rt} : 지역 r 의 제조업 부가가치, 종사자 수 등

α_r : 지역별 고정효과

γ_t : 연도별 고정효과

$Post_{rt}$: 규제 시행 여부(1=시행 이후, 0=시행 이전)

X_{rt} : 통제변수

ϵ_{rt} : 오차항

(2) 이중차분법(DID) 모형

○ 화학물질규제가 민감한 산업(또는 지역)과 그렇지 않은 산업(또는 지역) 간 차별적인 영향을 미치는지를 분석하기 위해 이중차분법(Difference-in-Differences, DID) 모형을 활용

- 앞서 살펴본 FE 모형과 같이 단순히 규제에 민감한 산업(또는 지역)의 변화만 보거나, 규제에 민감한 산업(또는 지역)과 민감하지 않은 산업(또는 지역)을 단순히 비교하는 것에서 한 발 더 나가는 분석

- 규제에 민감한 산업(또는 지역)에서 '시행 후의 변화 - 시행 전의 변화'를 계산하고, 그렇지 않은 산업(또는 지역)에서도 '시행 후의 변화 - 시행 전의 변화'를 계산한 후 이 둘의 차이 값을 규제의 순수한 효과로 해석

○ DID 모형에서 $Treat_i \times Post_t$ 가 이중차분 변수로 핵심이며*, 규제 시행 후 규제에 민감한 산업에만 1의 값을 갖고, 그렇지 않으면 모두 0의 값을 갖는 변수

* 지역경제 영향 분석 시 $Treat_r \times Post_t$ 로 대체

- 식 (3)의 계수 β_3 는 규제 시행 후 규제에 민감한 산업의 생산액 등이 그렇지 않은 산업과 비교했을 때 추가적으로 얼마나 변화했는지를

나타내며, 동 계수가 바로 본 연구에서 추정하고자 하는 화학물질규제의 순수한 인과적 효과

- 예를 들어 $\text{Log}(\text{생산액})$ 를 종속변수로 했을 때 β_3 이 -0.15라면, 규제 시행 이후 화학물질규제에 민감한 산업의 생산액이 그렇지 않은 산업에 비해 약 15% 추가적으로 감소했음을 의미
- $\beta_3 > 0$ 은 규제가 생산액 등에 긍정적인 영향을 미쳤음을 의미, $\beta_3 < 0$ 은 부정적인 영향을 미쳤음을 의미하며, β_3 가 통계적으로 유의하지 않다면 규제가 생산액 등에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았음을 의미*

* 다만 통계적 유의성과 실제 정책 효과는 구분하여 해석할 필요

- DID 모형 분석 시 인과적 효과를 정확히 추정하기 위해 가장 중요한 것은 평행 추세 가정(Parallel Trends Assumption)의 성립이며, 즉 규제 전 두 집단 간 종속변수의 변화 추세가 유사해야 유효한 추정치를 제공

$$\text{Log}(Y_{it}) = \alpha + \beta_1 \text{Treat}_i + \beta_2 \text{Post}_t + \beta_3 (\text{Treat}_i \times \text{Post}_t) + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad \text{식 (3)}$$

Y_{it} : 산업 i 의 생산액, 종사자 수 등

Treat_i : 규제를 받는 산업(1=규제산업, 0=비규제산업)

Post_t : 환경규제 시행 여부(1=시행 이후, 0=시행 이전)

$\text{Treat}_i \times \text{Post}_t$: 이중차분 변수

X_{it} : 통제변수

μ_i : 산업별 고정효과

λ_t : 연도별 충격 통제

ϵ_{it} : 오차항

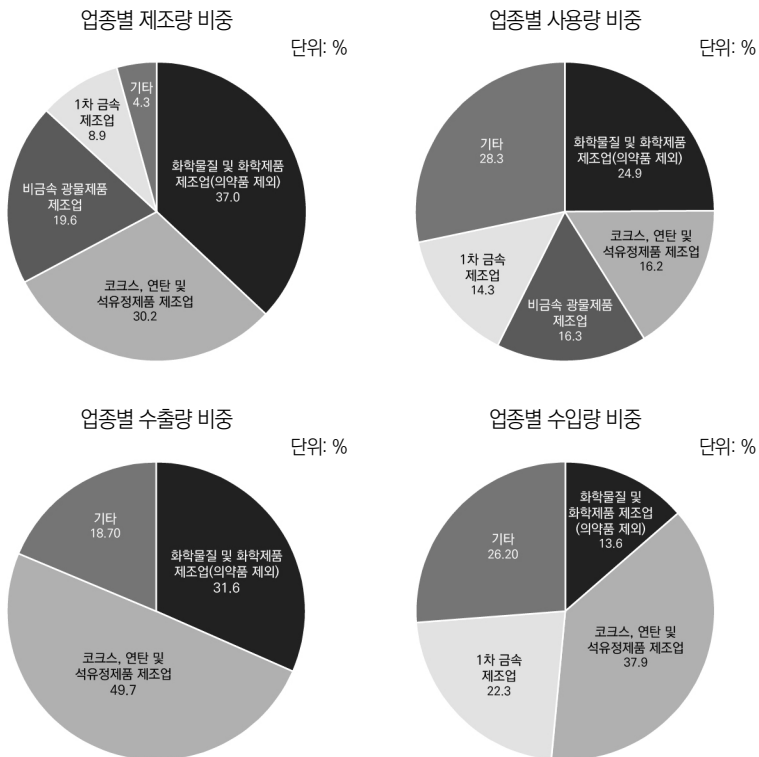
3. 데이터

(1) 화학물질 유통 현황

○ 국내 화학물질 유통량의 대부분은 화학, 정유, 1차 금속, 비금속 광물 제조업 등 특정 소재 산업군에 집중(<그림 3-1> 참조)

- 2022년 기준 전체 화학물질 제조량의 95% 이상, 사용량의 약 72%가

<그림 3-1> 업종별 화학물질 유통 현황



자료: 환경부, 「화학물질통계조사」.

주: 2022년 기준.

화학, 정유, 1차 금속, 비금속 광물 제조업 등 기초소재산업 4개 업종에 집중¹⁵⁾

· 농림어업, 광업, 서비스업 등을 제외한 제조업으로 범위를 한정하면, 상기 4개 업종의 화학물질 제조량은 97.6%, 수출량은 98.2%, 수입량은 98.9%, 사용량은 76.2%의 비중을 차지

- 이들 산업은 전통적으로 중간재 생산 및 공급 역할을 담당하며, 다양한 산업에 투입되는 범용 화학물질 소비처로서 기능

- 이 외에 전기·전자, 기계, 자동차 등 다수의 산업에서도 화학물질을 사용하지만, 유통량 측면에서 이들 소재산업만큼 절대적이지는 않은 수준¹⁶⁾

○ 산업별 기능 특성에 따라 화학물질 유통 형태도 차별화된 양상

- 화학산업은 제조량과 사용량 비중에서 모두 최고 수준을 보이며, 자체 제조 후 자가 사용이 일반적임을 의미

- 정유산업의 경우 제조량에 비해 수출량 비중이 매우 높으며, 이는 정제 후 제품의 수출 지향적 구조를 반영

- 비금속 광물 제조업은 높은 제조량 비중에 비해 수출입 비중이 매우 낮아 내수 중심 산업임을 시사

○ 산업별 화학물질 유통 통계는 화학물질규제에 따른 정량적 영향 분석을 하기에 앞서 중요한 시사점을 제공

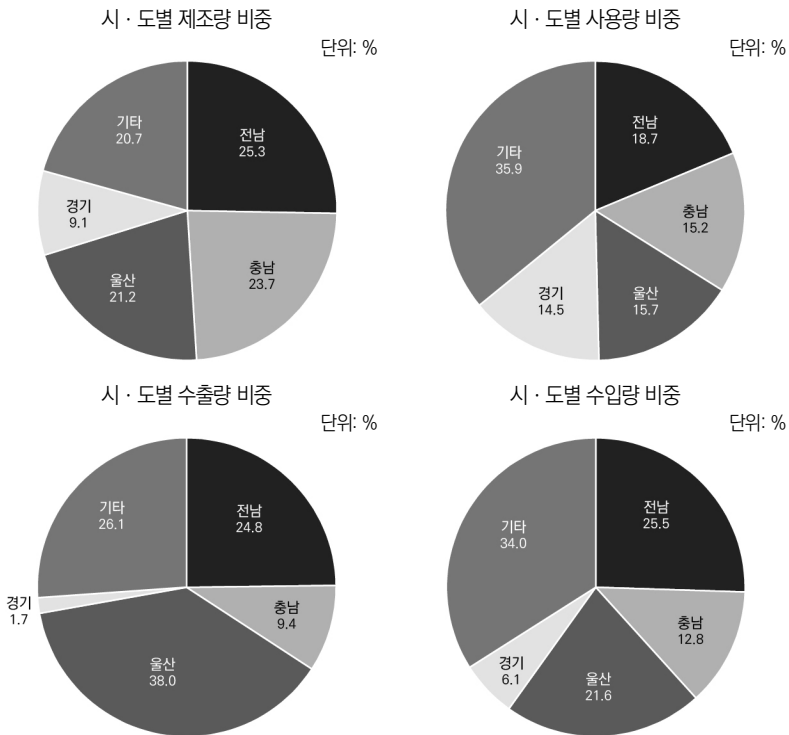
15) 본 연구에서는 편의상 화학물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외)은 화학산업, 코크스, 연탄 및 석유정제업 제조업은 정유산업으로 정의한다.

16) <부표 1> 업종별 화학물질 유통 현황은 상기 기초소재산업 4개 업종의 물량이 압도적으로 많음을 보여준다.

- 화학물질규제 시행에서 그 영향은 광범위한 산업에 분산되기보다는 몇몇 소재산업에 집중될 가능성이 높을 것으로 예상
 - 특히 화학, 정유, 1차 금속, 비금속 광물 제조업은 화학물질규제의 직접적 타깃산업이라 할 수 있으며, 규제 변화 시 가장 먼저 영향을 받는 집단임을 시사
 - 제조업 내 화학물질 유통의 대부분이 동 기초소재산업에 몰려 있는 현실을 고려하면, 규제 효과 분석 시 화학·정유·1차 금속·비금속 광물 제조업 중심의 분석 틀이 정당화
 - 또한 이들 산업은 대부분 국가 주요 산업단지에 클러스터화되어 있어 규제 영향이 특정 지역경제로 집중될 우려 존재
- 국내 시도별 화학물질 유통 현황 통계를 살펴본 결과 화학물질의 제조, 사용, 수출입 측면에서 특정 지역이 압도적인 비중을 차지하고 있음을 확인(〈그림 3-2〉 참조)
- 2022년 기준 국내 화학물질 유통량은 전남, 충남, 울산 등이 화학물질 제조, 사용, 수출입 전반에 걸쳐 절대적인 비중을 차지¹⁷⁾
 - 전남(주로 여수), 울산, 충남(주로 대산)은 국내 화학산업 및 정유산업의 중심지로, 국내 전체 화학물질 유통의 60~70%를 차지하는 핵심 클러스터 지역임을 확인
 - 앞서 업종별 유통 현황을 통해 화학산업과 정유산업이 화학물질 유통량의 압도적인 비중을 차지하고 있음을 보았고, 시·도별 현황에서도 이들 산업의 지역 집중도를 재확인

17) 〈부표 2〉 시·도별 화학물질 유통 현황은 구체적인 수치를 나타낸다.

〈그림 3-2〉 시·도별 화학물질 유통 현황



자료: 환경부, 「화학물질통계조사」.

주: 2022년 기준.

○ 이러한 지역별 통계는 화학물질규제정책의 지역적 파급력을 이해하는 데 중요한 시사점을 제공

- 앞서 살펴본 업종별 통계와 마찬가지로 화학물질규제에 따른 경제적 영향은 전국적으로 균등하게 분산되기보다는 전남, 울산, 충남 등 특정 지역에 집중적으로 발생할 가능성이 높은 것으로 예상
- 동 지역은 화학물질 관련 산업이 밀집되어 있어 규제 준수 부담이 크고 이는 지역 내 생산, 고용, 투자 등에 영향을 미칠 수 있는 상황

- 앞선 업종별 현황에서는 1차 금속, 비금속 광물 제조업의 사용량 비중이 높았으나, 시·도별 현황에서는 이들 산업이 집중된 경북, 충북, 강원 등의 유통량 비중은 높지 않은 수준
- 여수, 울산, 대산 등은 대규모 석유화학단지 및 정유단지로 구성되어 있으며, 원료 수입부터 최종 제품 생산 및 출하까지 화학물질의 대규모 이동과 유통이 한 지역 내에서 집중적으로 발생
- 반면 제철소나 시멘트 공장은 대규모 시설이나 화학물질의 제조 및 수출보다는 사용에 특화되어 있어, 해당 지역에서의 전체 화학물질 유통량 자체는 크지 않은 것으로 추정

(2) 분석 데이터

- 본 연구는 2015년 시행된 화평법·화관법이 산업 및 지역경제에 미치는 영향을 실증적으로 분석하기 위해 산업별·지역별 다양한 경제지표를 활용
 - 분석의 신뢰성과 타당성을 확보하기 위해 사용된 변수들은 산업의 생산활동과 지역경제의 구조적 특성을 대표하는 지표들로 구성
 - 또한 외생적 영향을 통제하기 위한 주요 거시경제 변수들도 포함
- 산업 단위 분석에서는 산업통상자원부·산업연구원의 ‘산업통계분석시스템(ISTANS)’ 산업 분류인 주요 40대 제조업을 기준으로 변수들을 확보
 - 산업의 생산성, 경쟁력, 구조 변화 등을 살펴보기 위해 2006~2023년 산업별 생산액, 종사자 수, 사업체 수, 설비투자, 연구개발비, 수출액,

총비용, 외국인직접투자(FDI), 생산자물가지수(PPI) 등*을 활용¹⁸⁾

* 데이터 가용성 문제로 설비투자자는 2010~2023년, 연구개발비는 2008~2023년 통계를 활용

○ DID 모형 분석에 앞서 산업 단위의 주요 변수들에 대한 기초 통계를 검토하는 것은 처리 집단과 통제 집단 간의 사전 및 사후 특성 변화를 이해하고, 분석 결과의 맥락을 파악하는 데 매우 중요

- <표 3-1>은 화평법·화관법 시행 이전(2006~2014년)과 이후(2015~2023년) 기간에 걸쳐 처리 집단(석유화학, 정밀화학, 정유, 1차 금속, 비금속 광물 제조업으로 정의)¹⁹⁾과 통제 집단(그 외 제조업으로 정의)의 주요 경제지표들을 비교

- 생산액의 경우 두 집단 모두 규제 시행 이후 증가하였고, 처리 집단의 증가 폭이 통제 집단의 증가 폭보다 절대적인 규모 면에서 더 크게 나타나는데, 이는 규제와 무관하게 전반적인 경제성장이나 산업 발전 추세가 있었음을 시사

· DID 모형 분석을 통해 이러한 공통 추세를 제거한 순수한 규제 효과를 파악할 필요

- 수출액 역시 두 집단 모두 증가하였고, 처리 집단의 수출액 규모와 증가 폭이 통제 집단보다 크게 나타나 처리 집단이 수출 지향적인 산업

18) 데이터의 출처는 산업통상자원부·산업연구원의 산업통계분석시스템(ISTANS)이나, 원자료는 생산액, 종사자 수, 총비용, 사업체 수(통계청, 「광업제조업조사」), 설비투자(한국산업은행, 「설비투자계획조사」), 연구개발비(과학기술정보통신부, 「연구개발활동조사」), 수출액(관세청, 「수출입무역통계」), 외국인직접투자(산업통상자원부, 「외국인직접투자통계」), 생산자물가지수(한국은행, 경제통계시스템).

19) 화평법·화관법 규제 시 석유화학, 정밀화학, 정유, 1차 금속, 비금속 광물 제조업만 영향을 받는 것은 아니다. 엄밀히 말하면 이들 산업은 규제를 받는 정도가 상대적으로 큰 산업들이다. DID 분석에서 이와 같은 처리 집단의 설정은 본 분석 모형의 한계라 할 수 있으며, 이러한 문제를 최소화하고 모형의 타당성 검토를 위해 다양한 강건성 분석을 하였다.

〈표 3-1〉 산업 단위 주요 변수

변수	처리 집단		통제 집단	
	시행 이전	시행 이후	시행 이전	시행 이후
생산액(조 원)	68.4 (45.5)	81.9 (46.2)	26.3 (31.0)	35.4 (44.7)
종사자 수(천 명)	45.9 (24.8)	57.2 (29.1)	68.6 (68.1)	76.0 (79.9)
사업체 수(개)	1,042.1 (507.8)	1,293.3 (637.1)	1,630.4 (1,845.7)	1,833.9 (2,137.1)
설비투자(조 원)	3.2 (2.2)	2.9 (1.8)	1.9 (4.0)	2.9 (8.0)
연구개발비(조 원)	.512 (.382)	.856 (.692)	.903 (2.265)	1.723 (3.955)
수출액(백만 달러)	22.1 (18.8)	27.6 (20.6)	10.0 (14.6)	12.5 (20.8)
총비용(조 원)	61.3 (41.2)	76.5 (44.3)	23.7 (27.9)	32.9 (41.1)
외국인직접투자(백만 달러)	213.9 (387.0)	450.2 (693.9)	109.4 (239.7)	159.3 (387.9)
생산자물가지수(2015=100)	109.3 (25.0)	113.9 (24.1)	101.2 (21.8)	102.4 (10.5)

자료: 각 통계를 이용하여 저자 정리.

주: 1) 표는 각 변수의 평균값을 나타내며, 괄호 안은 표준편차를 의미.

2) 처리 집단은 석유화학, 정밀화학, 정유, 1차 금속, 비금속 광물 제조업을 포함하며, 통제 집단은 그 외 제조업을 포함.

3) 시행 이전은 2006~2014년, 시행 이후는 2015~2023년으로 설정.

특성을 가질 가능성을 암시

○ 화평법·화관법 도입이 특정 산업이 밀집된 지역경제 전반에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기 위해 시·군 단위의 지역별 자료를 활용

- 특정 시·군의 제조업 부가가치, 제조업 종사자 수, 사업체 수, 재정자립도, 인구 등*을 활용²⁰⁾

* 데이터 가용성 문제로 시·군 단위의 지역내총생산(GRDP)은 미포함

20) 원자료는 제조업 종사자 수, 부가가치, 사업체 수(통계청, 「광업제조업조사」), 재정자립도(행정안전부, 「재정자립도」), 인구(행정안전부, 「주민등록 인구통계」).

〈표 3-2〉 지역 단위 주요 변수

변수	처리 집단		통제 집단	
	시행 이전	시행 이후	시행 이전	시행 이후
제조업 부가가치(조 원)	19.9 (16.0)	26.1 (17.8)	2.1 (4.6)	3.2 (7.5)
제조업 종사자 수(천 명)	58.7 (64.5)	67.7 (68.4)	15.2 (28.6)	17.4 (31.0)
제조업 사업체 수(개)	579.9 (597.7)	769.5 (742.1)	377.2 (785.7)	432.3 (813.4)
재정자립도(%)	43.2 (18.6)	43.1 (14.8)	26.4 (17.2)	25.5 (14.9)
인구(천 명)	527.1 (436.7)	532.8 (442.1)	307.9 (916.1)	316.6 (882.8)

자료: 각 통계를 이용하여 저자 정리.

- 주: 1) 표는 각 변수의 평균값을 나타내며, 괄호 안은 표준편차를 의미.
 2) 처리 집단은 울산광역시, 여주시, 서산시를 포함하며, 통제 집단은 그 외 시·군을 포함.
 3) 시행 이전은 2006~2014년, 시행 이후는 2015~2023년으로 설정.

- 시·도 단위의 더 넓은 범위의 지역 단위 자료를 활용하면 더 많은 변수를 포함할 수 있으나, 본 연구에서는 보다 엄밀한 분석을 위해 시·군 단위의 자료를 활용

○ 앞서 살펴본 〈표 3-1〉과 같이 〈표 3-2〉에서는 지역 단위 주요 변수들에 대해 처리 집단(울산, 여수, 서산으로 정의)²¹⁾과 통제 집단(그 외 시·군으로 정의) 간의 규제 이전 및 이후 변화를 검토

- 두 집단 모두 규제 시행 이후 제조업 부가가치·종사자 수·사업체 수가 증가하였고, 처리 집단의 증가 폭이 통제 집단보다 절대적으로 크게 나타나는데 이 역시 DID 모형 분석의 필요성 재확인

21) 앞에서 언급한 바와 같이, 화평법·화관법 규제에서 울산, 여수, 서산 지역만 영향을 받는 것은 아니다. 엄밀히 말하면 이들 지역 내 규제 산업이 밀집되어 있어 영향을 받는 정도가 상대적으로 클 것으로 예상된다. 이러한 DID 분석 모형의 문제를 최소화하고 모형의 타당성 검토를 위해 다양한 강건성 분석을 할 것이다.

〈표 3-3〉 거시지표 주요 변수

변수	시행 이전	시행 이후
경제성장률(%)	3.8 (1.7)	2.4 (1.3)
기준금리(%)	3.0 (.9)	1.7 (.9)
환율(원/달러)	1,089.0 (100.7)	1,172.2 (70.5)
원유가격(달러/배럴, Dubai 기준)	86.8 (18.3)	63.1 (17.5)

자료: 각 통계를 이용하여 저자 정리.

주: 1) 표는 각 변수의 평균값을 나타내며, 괄호 안은 표준편차를 의미.

2) 시행 이전은 2006~2014년, 시행 이후는 2015~2023년으로 구분.

○ 산업 및 지역 단위의 미시적 변화 외에도 국가 경제 전반의 흐름이 산업과 지역경제에 미치는 영향을 통제하기 위해 주요 거시 경제지표들을 활용

- 환경규제 외부에서 발생하는 경제적 요인의 영향을 통제하기 위해 경제성장률, 금리, 환율, 국제 원유가격 등의 거시지표들도 검토²²⁾
- 다만, DID 모형에 연도별 고정효과를 포함하기 때문에 시간에 따라 모든 산업 및 지역에 공통적으로 변하는 거시경제 변수들의 효과는 연도별 고정효과에 흡수되어 추정이 불가
- 그럼에도 불구하고 이와 같은 통제변수들은 강건성 검증에서 활용되거나, 분석 기간의 거시경제 환경을 이해하는 데 중요한 정보를 제공 (〈표 3-3〉 참조)

22) 원자료는 경제성장률(OECD, National Accounts), 기준금리(한국은행, 경제통계시스템), 환율(기획재정부, 「통화별 환율 조사통계」), 원유가격(한국석유공사, Petronet).

4. 산업에 미치는 영향 분석

(1) 고정효과(FE) 모형 분석

- DID 분석에 앞서 전 산업, 처리 집단, 통제 집단을 대상으로 각각 FE 분석을 함으로써 전반적인 산업 트렌드나 규제와 무관한 다른 시간 효과들이 각 집단에 상이하게 작용했는지를 검토(〈표 3-4〉 참조)
- 〈표 3-4〉는 본 장의 1절에서 제시한 식 (1)의 결과를 나타내며, 각 패널의 Post 계수는 해당 집단에서 화학물질규제 시행 전후 종속변수의 변화를 의미
- 생산액은 전 산업과 통제 집단에서 통계적으로 유의미하게 증가했지만 처리 집단에서는 유의미한 변화가 나타나지 않았는데, 이는 화학물질규제와 무관하게 전반적인 생산액 증가 추세가 있었음을 의미
- 전 산업 및 통제 집단에서는 규제 시행 이후 종사자 수가 감소하는 추세였음에도 불구하고, 처리 집단에서는 통계적으로 유의미한 변화가 없었음은 처리 집단이 이러한 감소 추세에 상대적으로 영향을 덜 받았거나 혹은 오히려 상대적으로 긍정적인 효과를 겪었을 가능성을 암시
- 모든 산업에서 규제 시행 이후 연구개발비가 100% 이상 크게 증가하면서 규제와 무관하게 전반적으로 연구개발 투자가 활발했음을 보여주며, DID 분석을 통해 처리 집단이 이러한 전반적인 추세와 비교하여 추가적인 변화가 있었는지를 파악할 필요
- DID 분석을 통해 공통의 시간 효과를 제거하고 순수한 규제 효과를 추정하는 것이 필요함을 확인

〈표 3-4〉 FE 모형 분석 결과(산업 단위)

패널 구분	처리 집단 (1)	통제 집단 (2)	전 산업 (3)
<i>Panel A. Log(생산액)</i>			
Post	.033 (.082)	.446*** (.067)	.413*** (.069)
N	83	518	601
$R^2(\text{within})$	.932	.746	.741
<i>Panel B. Log(종사자 수)</i>			
Post	.056 (.028)	-.135*** (.036)	-.140*** (.085)
N	83	518	601
$R^2(\text{within})$	.899	.839	.832
<i>Panel C. Log(설비투자)</i>			
Post	-.835 (.721)	.401* (.206)	.328 (.198)
N	63	358	421
$R^2(\text{within})$	.350	.183	.164
<i>Panel D. Log(연구개발비)</i>			
Post	1.014** (.269)	1.105*** (.264)	1.089*** (.242)
N	73	445	518
$R^2(\text{within})$	.815	.552	.555
<i>Panel E. Log(수출)</i>			
Post	-.201 (.161)	.322** (.127)	.290** (.129)
N	83	518	601
$R^2(\text{within})$	.618	.475	.473
<i>Panel F. Log(총비용)</i>			
Post	.185 (.124)	.544*** (.060)	.514*** (.061)
N	83	518	601
$R^2(\text{within})$	.937	.767	.765

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * $p < .1$; ** $p < .05$; *** $p < .01$

- 대부분의 종속변수에서 전 산업과 통제 집단의 Post 계수가 통계적으로 유의미하게 나타났다는 것은 화학물질규제와 무관하게 전반적인 산업 환경에 변화(시간 효과)가 있었음을 의미
- 이러한 개별 FE 분석 결과들을 통해 각 집단이 규제 전후로 고유한 변화 경로를 가질 수 있음을 선행적으로 검토

(2) 이중차분법(DID) 모형 분석

1) 분석 결과

- DID 분석 결과 화학물질규제가 관련 산업의 주요 경제지표에 미친 확정적 영향은 단정하기 어려우나 부정적 효과의 가능성을 확인
- <표 3-5>는 본 장의 1절에서 제시한 식 (3)의 결과를 나타내며, 화학물질규제가 처리 집단과 통제 집단 간 시간 흐름에 따른 변화에 미친 순수한 효과, 즉 이중차분 모형 추정 결과를 정리
- 분석 결과 화학물질규제가 처리 집단의 주요 경제지표에 미친 효과는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났고, 이는 규제 이후 처리

〈표 3-5〉 DID 모형 분석 결과(산업 단위)

종속변수	Log (생산액) (1)	Log (종사자 수) (2)	Log (설비투자) (3)	Log (연구개발비) (4)	Log (수출) (5)	Log (총비용) (6)
Treat × Post	-.141 (.084)	-.001 (.038)	-.264 (.266)	-.263 (.157)	-.171 (.203)	-.130 (.083)
N	601	601	421	518	601	601
R ² (within)	.746	.832	.172	.563	.480	.769

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

집단과 통제 집단 간 성과 차이가 뚜렷하게 드러나지 않았음을 의미

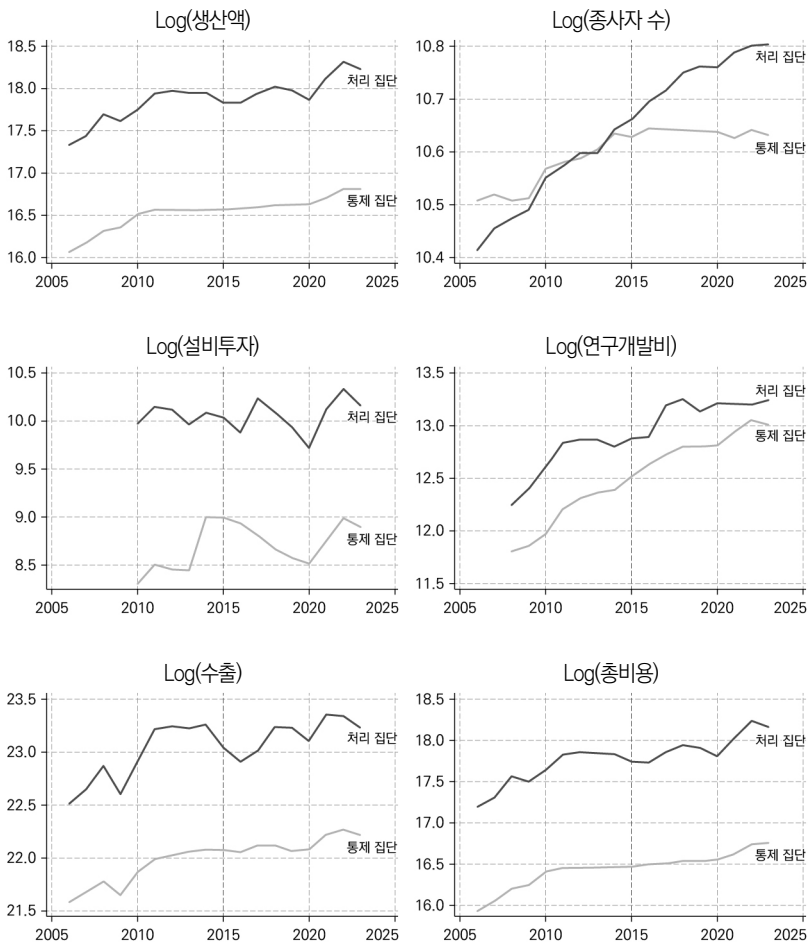
- 그러나 모든 주요 경제지표에서 추정 계수가 일관되게 음(-)의 방향을 보이는데, 이러한 결과는 규제가 산업 전반에 부정적 충격을 미쳤을 가능성을 시사
- 이는 Greenstone(2012) 등 기존 연구에서 지적된 바와 같이, 환경규제가 단기적으로 기업에 비용 부담과 생산성 저하를 가져오는 현상과 일치
- 산업 단위 평균 분석의 한계로 인해 업종 내 기업 규모나 기술 수준에 따른 이질적 효과 포착에는 제한적

2) 평행 추세 가정 검토

- DID 모형은 정책의 순수한 인과적 효과를 추정하기 위한 유용한 방법론이지만, 평행 추세 가정이 충족되어야 분석 결과의 신뢰성을 확보
- 평행 추세 가정은 정책이 시행되지 않았더라면 처리 집단과 통제 집단의 종속변수가 시간이 지나도 평행한 추세로 변화했을 것이라는 가정이며, 정책 시행 전 두 집단 간 종속변수 변화 패턴이 유의미하게 다르지 않아야 함을 의미
- 만약 정책 시행 전에 이미 두 집단의 추세가 달랐다면, DID 분석에서 추정된 정책 효과는 실제 정책으로 인한 효과가 아니라, 단순히 두 집단 간에 원래 존재하던 본질적인 추세 차이를 반영하는 것이며 이 경우 분석 결과는 편향

- <그림 3-3>의 시각적 검토만으로는 모든 종속변수가 완벽한 평행 추세 가정을 충족한다고 단정하기는 어려우나 비교적 충족한 모습
- 생산액의 경우 규제 시행 이전(수직 점선 왼쪽) 처리 집단과 통제 집단 모두 완만한 증가 추세를 보이며 두 선이 거의 평행하게 유지

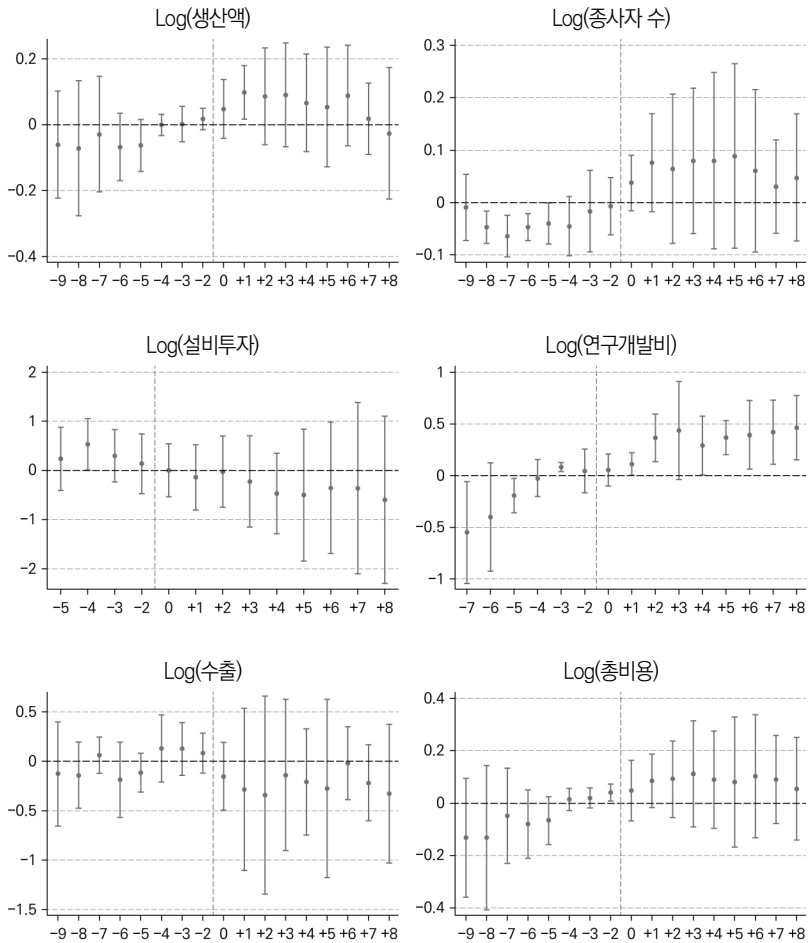
<그림 3-3> 평행 추세 가정 검토(산업 단위)



자료: 저자 작성.

- 반면, 종사자 수는 규제 시행 이전 시점에서 처리 집단과 통제 집단 간의 추세가 완벽하게 평행하다고 보기는 어려우며, 특히 교차점이 존재하여 평행 추세 가정이 다소 약하게 충족
 - 또한 처리 집단이 규제 이후에도 종사자 수 증가를 유지한 것은 규제 관련 산업이 고용 측면에서 예상보다 견조했거나 규제 준수 과정에서 새로운 고용 수요가 발생했을 가능성 존재
 - 설비투자는 규제 시행 이전 두 집단 모두 변동성이 크며, 2010년 이전 데이터가 부족하여 전반적으로 평행한 추세라고 보기에는 무리
 - 이벤트 스터디(Event Study) 분석을 통해 정책 시행 전 유의미한 차이 유무에 대한 더 엄밀한 검증이 필요
- 이벤트 스터디 분석은 평행 추세 가정을 검증하는 동시에 시간에 따른 효과의 발현 및 지속 등 정책 효과의 동태적 변화를 파악하는 데 유용
- <그림 3-4>는 규제 시행 시점인 2015년을 't=0'으로 설정하고, 2014년 인 't=-1'을 기준으로 하여 시점별 처리 효과와 95% 신뢰구간을 보여주는 이벤트 스터디 플롯을 제시
 - 평행 추세 가정 검토를 위해서는 플롯의 수직 점선 왼쪽 부분을 집중적으로 살펴봐야 하는데, 규제 시행 이전 시점들의 추정 계수들은 대체로 Y축 0선 주변에 위치하며 대부분의 신뢰구간이 Y축 0선을 포함
 - 이를 통해 규제 시행 이전 기간에 처리 집단과 통제 집단 간 종속변수의 통계적으로 유의한 차이가 없었음을 알 수 있으며, 전반적으로 평행 추세 가정이 비교적 잘 충족됨을 재확인
 - 플롯의 수직 점선 오른쪽을 살펴보면, 연구개발비를 제외하고 모든

〈그림 3-4〉 이벤트 스터디 분석(산업 단위)



자료: 저자 작성.

시점에서 추정치가 0선 주변에 머물고 신뢰구간도 모두 0을 포함하고 있어 통계적으로 유의한 영향을 보이지 않는 것으로 판단

- 연구개발비의 경우 규제 시행 1년째부터 통계적으로 유의한 양(+)의 효과를 보이는데, 화학물질규제가 기업들의 연구개발 활동을 촉진했

을 가능성을 암시

- 이 결과는 <표 3-5>에서 $\text{Log}(\text{연구개발비})$ 이중차분 계수가 -0.263 으로 통계적으로 유의하지 않았던 것과 대조적인데, DID 평균 효과가 전체 기간의 다양한 효과(단기적으로 양(+))의 효과, 이후 효과 없음을 평균화하면서 유의성을 상쇄시켰을 가능성이 존재
- 즉, 단기적으로 유의한 긍정적 효과가 있었음에도 불구하고, 장기적으로는 그 효과가 유지되지 않거나 감소하면서 전체 평균은 유의미하지 않게 나타난 것으로 해석

3) 강건성 분석 및 플라시보 검정

○ DID 분석 후 강건성 분석(Robustness checks)과 플라시보 검정(Placebo test)을 수행하는 것은 분석 결과의 타당성과 신뢰성을 확보하는 데 필수적임.

- DID 분석의 핵심인 평행 추세 가정을 다양한 방식으로 검증할 필요가 있으며, 플라시보 검정은 이 가정을 우회적으로 검증
- 분석 결과가 특정 통제변수의 포함 여부, 고정효과의 설정, 분석 기간의 정의 등 모형 선택에 따라 크게 달라질 수 있으므로 다양한 모형 사양에서도 핵심 결과가 일관되게 유지되는지 확인할 필요
- 또한 처리 집단의 경계를 다르게 설정하여도 핵심 결과가 유지되는지 확인함으로써 인과적 주장을 강화

○ 분석 기간 조정, 특정 기간 제외 등을 통해 분석 결과의 강건성 강화

- <부표 3>은 규제 시행 전 기업이 규제 도입을 예상하고 미리 반응했

을 가능성, 즉 공표 효과(Announcement effect)²³⁾를 제거하기 위해 2013년과 2014년을 제외한 모형 분석 결과이며, 앞선 주요 결과와 유사한 것으로 확인

- 다만, 연구개발비는 0.1 유의수준에서 음(-)의 유의성을 보이는데, 이는 기존 분석에서는 유의하지 않았지만 공표 효과가 강했던 기간을 제외하니 규제가 연구개발비에 평균적으로 부정적인 영향을 미쳤을 가능성이 일부 나타남을 의미
- <부표 4>는 코로나19 충격이 산업 주요 경제지표에 영향을 미치는 가능성을 배제하기 위한 강건성 검정으로, 2020년 이후 기간을 제외한 후에도 분석 결과는 유사
- 규제와 무관한 시점인 2011년을 가상의 규제 시행 시점으로 설정하여도 유의한 효과가 나타나지 않음을 확인(<부표 5> 참조)

○ 규제 영향을 받는 처리 집단을 다르게 정의하여도 분석 결과는 유지

- <부표 6>의 분석 모형은 화학물질규제에 가장 밀접한 핵심 산업군만이 처리 집단으로 설정되었고, 규제 효과가 가장 명확하게 나타날 수 있는 대상에서 유의한 변화가 있는지 확인해 보았으나 분석 결과는 동일
- 화학물질을 많이 다루는 것으로 알려진 반도체 및 디스플레이산업²⁴⁾까지 처리 집단에 포함하여 규제의 영향이 더 넓은 범위의 산업에 걸

23) '기대' 또는 '예상'은 경제 분석에서 중요한 변수이기 때문에 경제학자들은 경제주체가 경제적 의사 결정에서 환경 변화에 대응하는 미래 지향적 집단이라고 가정한다(Blundell et al., 2011).

24) 김성훈(2022), 「주요 국내외 화학물질규제 동향 및 산업별 영향 조사 - 반도체 · 디스플레이 산업 사례 분석」, 국회예산정책처, pp. 43-51.

쳐 나타나는지, 혹은 효과가 희석되는지 확인한 결과 분석 결과는 유사(〈부표 7〉 참조)

- 다만 연구개발비는 0.05 유의수준에서 음(-)의 유의한 효과를 나타내며, 반도체 및 디스플레이산업처럼 특정 기술 집약적 산업에서 규제 준수 비용이 연구개발 활동에 영향을 줄 수 있음을 암시

○ 다양한 통제변수 및 고정효과 설정에 따른 모형 민감도 분석에서도 핵심 결과는 유사

- 〈부표 8〉과 같이 각 종속변수에 대해 통제변수 및 고정효과 설정이 달라져도 계수의 부호와 통계적 유의성은 전반적으로 크게 변하지 않는 경향이 확인
- 이는 연구 결과가 자의적인 모형 선택에 의해 좌우되지 않으며, 안정적인 결론을 도출했음을 의미

5. 지역경제에 미치는 영향 분석

(1) 고정효과(FE) 모형 분석

○ DID 모형 분석에 앞서 전 지역·처리 집단·통제 집단별로 FE 분석을 함으로써 의미 있는 바를 파악(〈표 3-6〉 참조)

- 제조업 부가가치는 전 지역과 통제 집단에서 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 보아 규제와 무관하게 전반적인 제조업 부가가치 증가 추세가 있었음을 시사

〈표 3-6〉 FE 모형 분석 결과(지역 단위)

패널 구분	처리 집단 (1)	통제 집단 (2)	전 지역 (3)
<i>Panel A. Log(제조업 부가가치)</i>			
Post	.869 (.570)	.649*** (.048)	.651*** (.048)
N	51	2,662	2,713
R^2 (within)	.843	.575	.576
<i>Panel B. Log(제조업 종사자 수)</i>			
Post	-.015 (.300)	.032 (.022)	.030 (.022)
N	51	2,663	2,714
R^2 (within)	.902	.726	.727
<i>Panel C. Log(재정자립도)</i>			
Post	-.228 (.213)	-.085*** (.026)	-.086*** (.026)
N	51	2,622	2,673
R^2 (within)	.359	.106	.096

주: 1) 괄호 안은 지역별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * $p < .1$; ** $p < .05$; *** $p < .01$

- DID 분석을 통해 규제에 민감한 처리 집단이 규제가 없었다면 통제 집단과 동일하게 변화했을 것이라는 가정을 바탕으로, 실제 규제 이후 처리 집단이 겪은 변화와 통제 집단의 변화를 비교하여 규제의 순수한 영향을 파악할 필요
- 모든 지역 집단에서 화학물질규제 시행 전후 제조업 종사자 수에 통계적으로 유의한 변화가 관찰되지 않아 제조업 종사자 수가 규제 시행과 직접적인 관련 없이 비교적 안정적이거나, 혹은 다른 요인에 의해 복합적으로 영향을 받았음을 의미
- 전 지역과 통제 집단에서 재정자립도가 유의미하게 감소하였고, 처리 집단은 음(-)의 방향으로 더 큰 값을 보이지만 통계적 유의성은 부족

- 처리 집단이 규제로 인해 순수한 추가 변화를 겪었는지 DID 분석을 통해 확인할 필요

(2) 이중차분법(DID) 모형 분석

- 지역 단위 DID 분석 결과, 화학물질규제는 관련 산업이 밀집된 지역의 제조업 부가가치에 부정적 영향을 미친 것으로 확인(〈표 3-7〉 참조)
 - 규제 시행 이후 화학물질 관련 산업이 집중된 지역의 제조업 부가가치는 그렇지 않은 지역에 비해 평균적으로 약 16.4% 감소하는 추가 효과 확인
 - 규제가 해당 지역 내 제조업의 전반적인 생산활동이나 부가가치 창출 능력에 실질적인 제약 요인으로 작용했을 가능성을 시사
 - 앞서 산업 단위 분석에서 생산액이 통계적으로 유의하지는 않지만 음(-)의 방향성을 보였던 것과 궤를 같이하며, 규제의 영향이 산업 전반의 평균적인 변화보다 특정 지역의 공간적 집중도를 가진 산업 활동에 더 두드러지게 나타날 수 있음을 의미
 - 제조업 종사자 수 역시 음(-)의 계수를 보여 규제가 고용 측면에서도

〈표 3-7〉 DID 모형 분석 결과(지역 단위)

종속변수	Log(제조업 부가가치) (1)	Log(제조업 종사자 수) (2)	Log(재정자립도) (3)
Treat × Post	-.164* (.093)	-.066 (.047)	.017 (.056)
N	2,713	2,714	2,673
R ² (within)	.577	.728	.107

주: 1) 괄호 안은 지역 지역별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

부정적인 영향을 미쳤을 경향이 있음을 보여주나 통계적 유의성은 미확보

○ <그림 3-5>에 따르면 2015년 이전 처리 집단과 통제 집단 간 평행 추세 가정이 비교적 충족되는 것으로 나타나 DID 분석 결과의 신뢰도를 확보

- 제조업 부가가치는 규제 시행 전 평행 추세 가정이 비교적 잘 충족되는 것으로 보이며, 다만 2019년 이후 처리 집단의 변화 폭이 있어 이벤트 스터디를 통해 더 세밀히 확인할 필요

- 재정자립도의 경우 규제 시행 이전 두 집단의 추세가 완벽하게 평행하다고 보기는 어려워 이 역시 이벤트 스터디 분석을 통해 더욱 명확히 검증할 필요

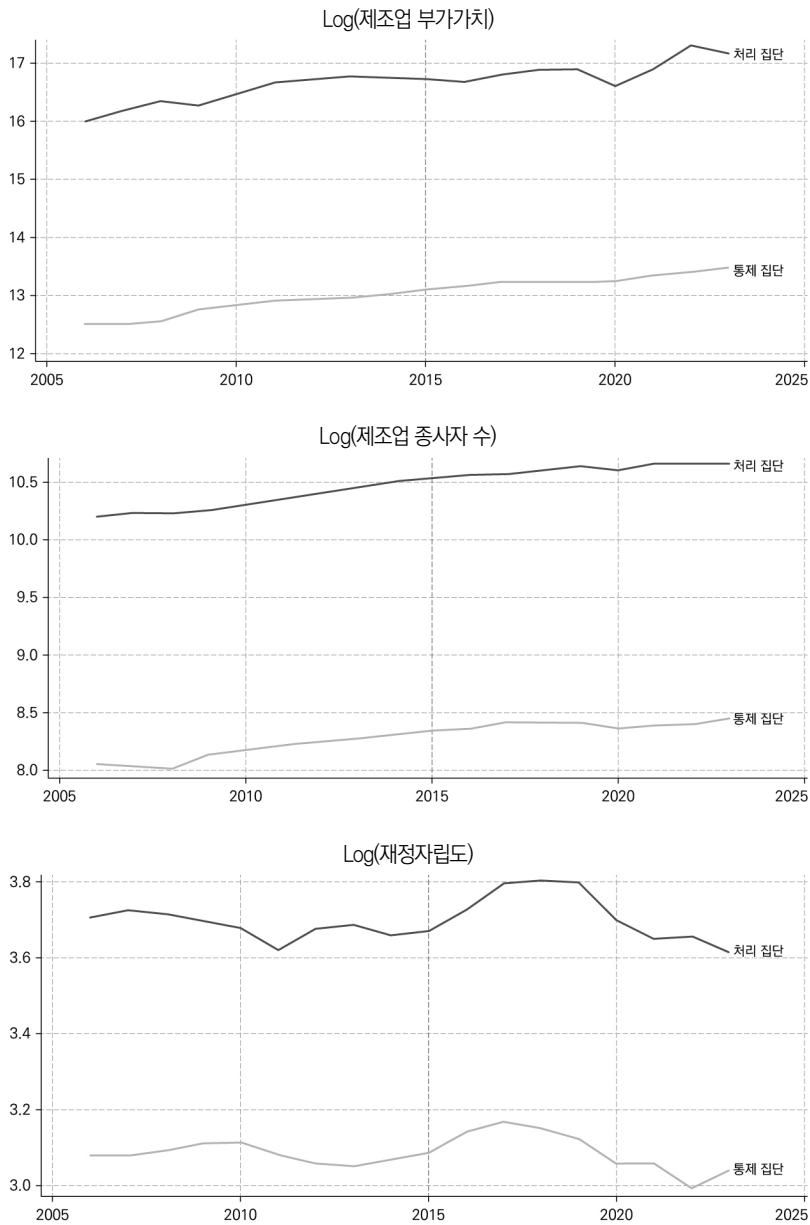
○ 화학물질규제 시행 이전 시점들의 계수는 0선 주변에 위치하며, 95% 신뢰구간이 모두 0선을 포함하고 있어 평행 추세 가정을 지지

- <그림 3-6>의 이벤트 스터디 분석 플롯을 통해 규제 시행 이전에 처리 집단과 통제 집단 간 종속변수에 통계적으로 유의한 사전적 차이가 없었음을 재확인

- 정책 효과의 시차 및 동태적 변화 측면에서 제조업 부가가치의 규제 시행 이후 즉각적 혹은 단기적 영향은 나타나지 않았으나, 시행 6~7년 후 통계적으로 유의한 긍정적 효과가 관찰

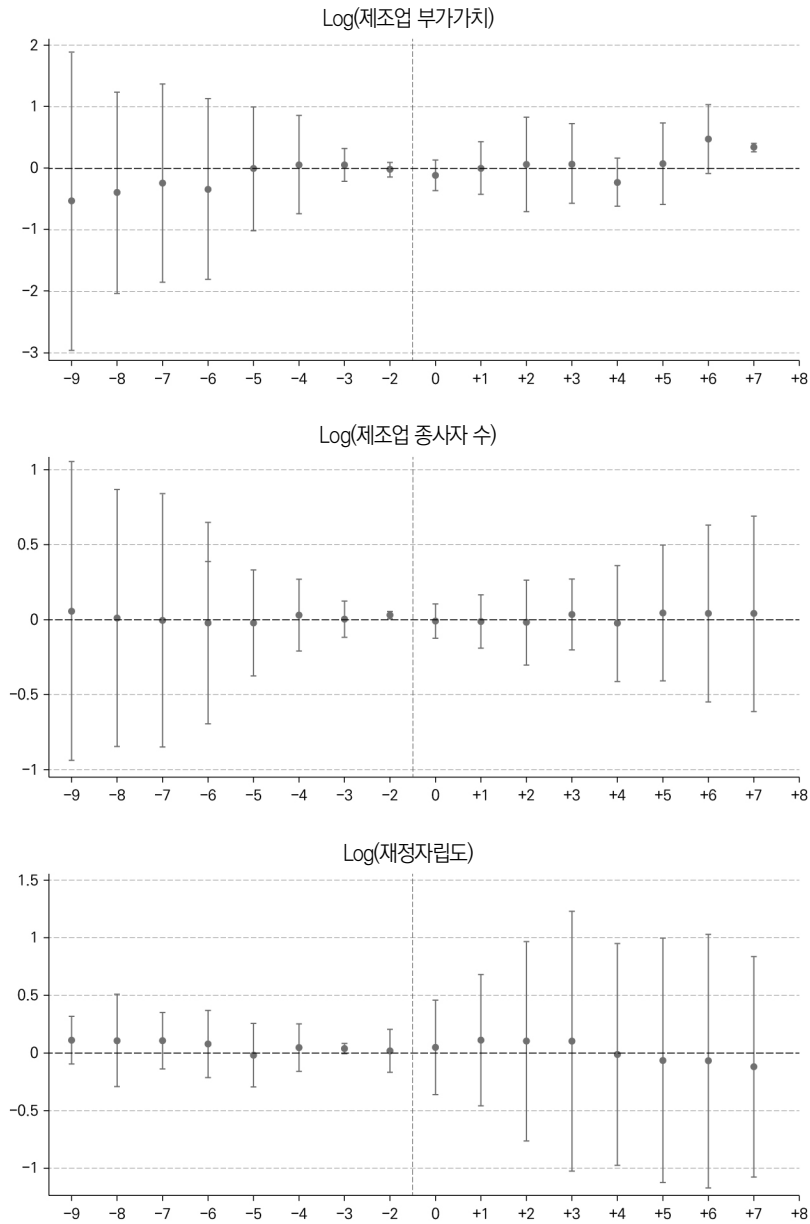
• 이벤트 스터디 분석을 통해 <표 3-7>의 결과처럼 평균적으로는 음(-)의 효과를 보이더라도 시점별로 상이한 양상이 나타날 수 있음을 확인

〈그림 3-5〉 평행 추세 가정 검토(지역 단위)



자료: 저자 작성.

〈그림 3-6〉 이벤트 스터디 분석(지역 단위)



- 이는 규제가 지역경제에 미치는 영향이 부정적일 수 있다는 우려와 달리, 장기적으로는 지역 내 기업들이 규제에 적응하거나 혁신을 통해 새로운 기회를 창출할 수 있음을 시사
- 지역 단위 DID 모형 분석에 대한 강건성 분석 및 플라시보 검정 결과 제조업 부가가치에 대한 음(-)의 효과는 비교적 강건하게 지지
 - 공표 효과를 고려하여 2013~2014년 데이터를 제외한 모형(〈부표 9〉 참조)과 코로나19 충격에 대해 2020년 이후 데이터를 제외한 모형(〈부표 10〉 참조)에서 제조업 부가가치의 통계적 유의성이 사라진 것은 일부 민감성을 시사하지만, 추정 계수 자체는 음(-)의 방향성을 유지²⁵⁾
 - 특히 처리 집단을 1차 금속 제조업 밀집 지역(포항, 광양, 당진)과 비금속 광물 제조업 밀집 지역(제천, 단양, 영월, 동해, 삼척)까지 포함한 모형 분석 결과에서 통계적으로 유의한 음(-)의 효과가 유지되고 크기가 더 커진 것은 제조업 부가가치에 대한 부정적 효과가 견고함을 지지(〈부표 12〉 참조)
 - 가상 기준 연도를 2011년으로 설정한 플라시보 검정에서 통계적으로 유의한 효과가 나타나지 않아, 평행 추세 가정과 인과적 해석의 신뢰도를 확보(〈부표 11〉 참조)
- 제조업 종사자 수의 경우 기본 모형에서는 통계적 유의성이 없었으나, 코로나19 이후 기간을 제외하자 통계적으로 유의한 음(-)의 효과가 포착

25) 통계적 유의성은 표본 크기나 분산 등에 따라 달라질 수 있으므로, 계수의 방향과 크기 자체의 일관성도 중요하게 고려된다. 따라서 DID 분석 결과가 완전히 부정될 수 없으며, 여전히 일정 수준 지지가 된다고 볼 수 있다.

- 코로나19의 충격이 제조업 고용에 미친 영향이 워낙 크다 보니 규제의 효과가 다른 요인에 의해 가려져 있었을 가능성
- 즉, 규제 자체는 제조업 고용에 부정적인 영향을 주었으나, 팬데믹으로 인한 경기 침체와 업황 부진이라는 외부 충격 속에서 그 효과가 통계적으로 드러나지 않았던 것으로 추정



- 본 장에서는 앞서 살펴본 분석 결과에 대한 요약 및 한계점, 향후 잠재적 연구과제에 대해 정리하고, 화학물질규제에서의 정책적 시사점을 도출

1. 연구 결과 요약

(1) 분석 결과 요약

- 본 연구에서는 2015년 도입된 ‘화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률’(화평법) 및 ‘화학물질관리법’(화관법)이 국내 산업 및 지역경제에 미친 영향을 실증적으로 분석
 - 특히 화학물질 취급 비중이 높은 산업(처리 집단)과 그렇지 않은 산업(통제 집단), 그리고 관련 산업 밀집 지역(처리 집단)과 그 외 지역(통제 집단)

제 집단)을 구분하여 이중차분법(Difference-in-Differences, DID) 모형을 활용

- 분석 결과의 인과적 타당성과 신뢰성 확보를 위해 평행 추세 가정 검토, 이벤트 스터디 분석, 다양한 강건성 분석과 플라시보 검정 등을 수행

○ DID 분석 결과 화평법·화관법 도입이 산업 단위 주요 경제지표에 미친 영향은 통계적으로 유의하지 않으나 부정적 효과가 관찰

- 화평법·화관법 도입 이후 화학물질 취급 산업의 생산성과 경영 성과가 그렇지 않은 산업에 비해 평균적으로 0.1~26.4% 추가 감소

- 다만 연구개발비의 경우 기본 DID 모형에서는 유의한 효과가 관찰되지 않았으나, 이벤트 스터디 분석에서는 규제 시행 1년 후부터 통계적으로 유의한 양(+)의 효과가 관찰

- 이는 화학물질규제가 단기적으로는 비용 요인으로 작용했으나, 동시에 기업들로 하여금 규제 준수와 기술혁신을 위한 연구개발 활동을 촉진하는 긍정적 역할을 했을 가능성 시사

○ 화학물질규제에 민감한 산업이 밀집된 지역의 경제지표에는 일부 유의한 영향을 미친 것으로 확인

- 제조업 부가가치의 DID 모형 분석 결과 화학물질 관련 산업이 밀집된 지역은 비밀집 지역에 비해 평균적으로 16.4% 추가 감소

- 그러나 이벤트 스터디 분석에서는 단기적 음(-)의 효과는 유의하지 않았으며, 오히려 시행 6~7년 후부터 양(+)의 효과가 나타나 규제 효과의 복합적인 시차가 확인

- 제조업 종사자 수를 종속변수로 하는 DID 모형에서는 유의한 효과가 없었으나, 코로나19 충격 기간(2020년 이후)을 제외한 강건성 분석에서는 통계적으로 유의한 음(-)의 효과가 확인
- 이는 코로나19라는 외부 충격에 의해 규제의 고용 효과가 드러나지 않았을 가능성을 의미하며, 실제로는 화학물질규제가 지역 고용에 부정적 영향을 미쳤을 가능성이 존재함을 시사

(2) 한계점

○ 처리 및 통제 집단 선정의 한계

- 본 연구는 화학물질 유통량(제조, 사용 비중 등)을 기준으로 처리 집단을 정의하였는데, 실제 규제 효과는 산업별·지역별 규제 준수 역량, 기술 수준, 시장 구조 등 다양한 요인에 따라 달라질 가능성 존재
- 집단 내 이질성으로 인해 규제 효과가 통계적으로 유의하지 않게 나타난 결과는 해석 시 신중함이 요구
 - 규제 대응 역량 차이에 따라 대기업은 영향을 받지 않을 수 있지만, 중소기업은 유의미한 부정적 영향을 받았을 가능성 존재
- 또한 통제 집단으로 정의된 산업 및 지역도 화학물질규제에서 완전히 벗어나 있지 않거나, 간접적 영향을 받을 수 있어 이상적인 통제 집단으로 보기에는 무리
 - 통제 집단이 처리 집단과 유사한 방향으로 일부 영향을 받았다면, 정책 효과가 과소 추정될 수 있어 본 연구의 추정치는 실제 효과의 하한선(Lower bound)일 가능성

○ 복수 규제의 영향 분리 한계

- 본 연구는 목적과 적용 범위가 서로 다른 화평법과 화관법을 함께 분석했기 때문에 각 법률이 산업에 미친 개별적인 영향을 명확하게 구분하는 데 한계
- 또한 같은 시기에 배출권거래제와 같은 다른 환경규제들도 시행되면서, 각 규제가 상호작용한 효과를 분리하여 독립적으로 파악하는 데 제약

○ 데이터의 제약

- 분석 자료가 주로 산업 및 지역별로 집계된 통계에 한정되어 있어 기업 단위의 구체적인 변화(특정 화학물질의 대체, 공정 개선을 위한 투자 등)를 세밀하게 파악하는 데 한계
- 또한 지역경제의 주요 지표인 GRDP의 경우 분석에 필요한 만큼 충분한 기간의 자료가 시·군 단위로 확보되지 않아 분석 변수에서 제외

○ 이러한 한계에도 불구하고 본 연구는 산업과 지역 차원의 경제적 파급효과를 동시에 고려하고, 이벤트 스터디 기법을 활용해 규제 효과의 동태적 변화를 검증했다는 점에서 기존 연구와 차별

- 분석의 한계점들은 본 연구 결과의 무의미성을 뜻하기보다, 향후 심화 연구에서 보완해야 할 중요한 과제

(3) 향후 연구과제

○ 본 연구는 화평법·화관법 도입이 산업 및 지역경제에 미치는 영향을

실증적으로 분석하여 중요한 시사점을 도출하였으나, 앞서 언급된 한계점들을 극복하고 연구의 완성도를 높이기 위해서는 향후 연구과제 및 개선 방안을 고려

○ 분석 방법론의 고도화

- 통제 집단 합성법(Synthetic Control Method)을 사용하여 처리 집단의 특성과 유사한 가상의 통제 집단을 구축하고 정책 효과를 추정
- 규제 효과가 모든 산업 또는 지역에 동일하게 나타나지 않을 수 있으므로, 처리 효과의 이질성을 고려한 분석을 통해 특정 산업 및 지역 특성(규모, 기술 수준 등)에 따라 규제 효과가 어떻게 달라지는지 심층적으로 분석
- 동태적 패널데이터 모형(Dynamic Panel Data Model)을 사용하여 규제 효과의 시차, 지속성, 시간이 지남에 따른 효과의 변화 양상 등에 초점을 두고 추정

○ 데이터 및 변수 측정의 개선

- 개별 기업 수준의 재무 데이터(기업의 R&D 투자 내역, 환경 관련 투자, 생산공정 변화 등), 화학물질 유통량 및 배출량 데이터 등을 확보하여 분석 단위를 미시화함으로써, 규제 효과의 구체적인 경로와 기업의 대응 전략을 더욱 상세하게 파악
- 화학물질 취급량 외에 규제 준수 비용, 규제 관련 투자 비중 등 규제 민감도를 나타내는 다양한 지표를 활용하여 처리 집단을 더욱 정확하게 정의하고, 통제 집단은 규제로부터의 독립성이 더욱 확실한 산업 및 지역으로 구분하는 노력이 필요
- 화학물질 배출량 감소, 환경 오염도 변화, 지역 주민 건강 지표 등 규

제의 본래 목적인 환경적·사회적 성과 지표를 분석에 포함하여 규제의 총체적인 비용-편익을 종합적으로 평가

2. 정책 시사점

□ 화학산업 위기 대응을 위한 규제-혁신 결합형 전환 전략

○ 환경규제를 단순히 기업의 부담 요인으로 한정하기보다, 산업구조를 근본적으로 개선하고 고부가가치 분야로의 도약을 이끄는 정책 도구로 활용할 필요

- 국내 석유화학산업은 중국의 자급 확대, 글로벌 공급 과잉, 원가 경쟁력 약화 등으로 구조적 침체에 직면

- 이러한 여건 속에서 정부는 규제를 활용하여 폐플라스틱 열분해유, 바이오 기반 화학제품과 같은 친환경 신산업으로의 전환을 촉진하고, 기업의 혁신 활동이 성과로 연결될 수 있도록 제도 지원

○ 산업 차원의 연구개발비에서 확인된 긍정적 효과는 규제가 혁신 촉진의 계기가 될 수 있음을 시사

- 정부는 규제 이행을 위한 R&D 투자 확대, 기술개발 인센티브 제공, 친환경 산업 생태계 조성을 통해 기업의 혁신 역량을 강화하고 장기적인 경쟁력 확보를 지원

· 규제 준수 목표를 달성한 기업에 세금 감면, 친환경 기술개발을 위한 펀드 조성, 규제 기술 표준화를 통한 시장 확대 지원 등을 고려

□ 지역 산업구조와 경제 여건을 고려한 차등적 규제 및 지원 전략

○ 지역 단위 제조업 부가가치에 대한 부정적 영향(단기적/평균적)은 화학물질규제의 영향이 전국적으로 균등하지 않으며, 특정 산업구조를 가진 지역에 더 큰 부담을 줄 수 있음을 시사

- 더 나아가 지역 단위의 부정적 영향이 특정 화학물질의 의존도가 높은 산업 때문인지, 해당 지역에 규제 대응 여력이 부족한 중소기업이 밀집해 있기 때문인지 등의 세부 검토가 필요

○ 규제정책은 지역별 산업구조와 경제적 여건을 반영한 차별적 접근이 필요

- 규제 대응 역량이 부족한 지역에는 재정 지원을 확대하고, 친환경 전환이나 공정 개선을 위한 기술 지원 프로그램을 운영

- 아울러 중소기업에는 컨설팅·정보 제공, 인력 재교육 및 직업 전환 훈련을 병행해 규제 대응을 돕는 방안이 필요

· 특히 특정 유해화학물질을 당장 대체하기 어려운 지역 기업에는 일정 기간 규제를 유예하고, 대체 기술 개발을 위한 R&D 바우처를 제공하는 등 맞춤형 지원이 요구

□ 지속 가능한 규제 성과관리체계 구축

○ 환경규제의 효과는 단기간에 뚜렷하게 나타나지 않고, 여러 요인이 복합적으로 작용하면서 장기적으로 드러날 수 있음에 유의

- 규제 성과를 단기적 관점에 국한하지 않고, 지속적으로 추적·평가할 수 있는 체계가 필요

- 관계 부처와 전문 기관은 규제 시행 이후 나타나는 경제·환경·사회적 변화를 정기적으로 관찰하고, 관련 데이터를 축적·분석
 - 분석 결과는 주기적으로 공개·갱신하여 정책의 신뢰성과 투명성을 높이고, 규제 개선 및 보완의 근거로 활용할 필요
 - 지역별·기업 규모별 규제 준수 현황과 경제지표 변화를 실시간으로 모니터링하는 스마트 규제 플랫폼 구축
 - 이러한 과정을 통해 규제정책의 문제점을 조기에 발견하고, 필요에 따라 유연하게 정책을 조정하여 효과를 극대화
- 특정 지표에서 예상치 못한 부정적 변화가 감지될 경우, 즉각적인 원인 분석과 함께 규제 강도 조절과 같은 정책 조정이 가능한 적응형 규제 프레임워크 도입이 필요

참고문헌


- 강희재(2015), 「한국제조업에서의 환경규제가 기술혁신과 산업생산성에 미치는 영향」, 박사학위논문, 서울대학교.
- 고재경 · 조영무 · 유영성(2013), “新환경규제 3.0: 환경과 경제의 융합”, 「이슈&진단」, 제119호, 경기연구원.
- 과학기술정보통신부(2024), 「연구개발활동조사」.
- 관세청(2024), 「수출입무역통계」.
- 기획재정부(2025), 「통화별 환율 조사통계」.
- 김동엽 · 강신원(2000), “환경규제가 한국 철강산업의 생산성에 미치는 효과”, 「Environmental and Resource Economics Review」, 9(5), pp. 947-971.
- 김성훈(2022), 「주요 국내외 화학물질규제 동향 및 산업별 영향 조사 - 반도체 · 디스플레이 산업 사례 분석」, 국회예산정책처.
- 노대민 · 이응균(2022), “환경규제가 기술혁신에 미치는 영향: 기술집약도와 기업규모를 중심으로”, 「환경정책」, 30(3), pp. 87-122.
- 대한상공회의소(2020), 「환경규제 기업부담 실태와 정책 지원과제」.
- _____(2022), 「지속가능경영을 위한 기업 가이드 ESG A to Z」.
- 박추환 · 정영근(2012), “지역별 환경규제정책이 지역 제조업 생산성에 미치는 영향: Porter 가설을 중심으로”, 「지역발전연구」, pp. 193-217.
- 산업통상자원부(2025), 「외국인직접투자통계」.
- 원소연(2023), “[기고] 기업 투자 가로막는 규제 불확실성 줄여야”, 「전자신문」, 8월 23일.
- 이해영(2017), 「화학물질규제정책(‘화평법’) 사례연구: ‘적정(適正)’ 규제인가? 악마의 디테일인가?」, 한국행정연구원.
- 장영욱 외(2023), “EU ‘그린딜 산업계획’ 후속정책의 주요 내용과 시사점”, 「KIEP 세계경제 포커스」, Vol. 6 No. 5, 대외경제정책연구원.
- 장은교(2019), “제조업 위기극복을 위한 혁신생태계 조성방안: 미국 제조혁신연구소 사례를 중심으로”, 「국토정책 Brief」 No. 697, 국토연구원.

- 조용원(2020), 「화평법 시행이 국내 화학산업에 미친 영향과 대응방향」, 산업연구원.
- 조진희(2024), 「글로벌 규제 폭풍 속, 기업의 공급망 대응 전략」, 삼정KPMG 경제연구원.
- 중소기업중앙회(2023), 「중소기업 환경규제 이행으로 실태조사」.
- _____(2024), 「탄소중립 관련 중소기업 실태조사」.
- 최혜경(2023), 「기후위기 대응을 위한 환경규제 관련 법제 연구」, 법제처.
- 통계청(2024), 「광업제조업조사」.
- 한국산업은행(2024), 「설비투자계획조사」.
- 환경부(2024), 「화학물질통계조사」.
- 행정안전부(2024), 「재정자립도」.
- _____(2025), 「주민등록 인구통계」.

- Blundell et al.(2011), *Anatomy of welfare reform evaluation: announcement and implementation effects*, No. 6050, IZA Discussion Papers.
- Greenstone et al.(2012), *The effects of environmental regulation on the competitiveness of US manufacturing*, National Bureau of Economic Research.
- Pei et al.(2023), “Does environmental regulation improve residents’ health? Evidence from China”, *Frontiers in Public Health*, 11, p. 973499.
- Porter(1991), “Towards a dynamic theory of strategy”, *Strategic Management Journal*, 12(S2), pp. 95-117.
- Wang et al.(2024), “Environmental Regulations, Green Technological Innovation, and Green Economy: Evidence from China”, *Sustainability*, 16(13), p. 5630.

- 국가법령정보센터, <https://www.law.go.kr/>(접속일: 2025. 6. 10).
- 산업통상자원부 · 산업연구원, 산업통계분석시스템(ISTANS), <https://istans.or.kr/>(접속일: 2025. 5. 21).

- 캠프레인, https://chembrain.net/bbs/board.php?bo_table=reference&wr_id=63&sst=wr_hit&sod=asc&sop=and&page=1(접속일: 2025. 7. 10).
- 한국석유공사, Petronet, <https://www.petronet.co.kr>(접속일: 2025. 5. 27).
- 한국은행, 경제통계시스템, <https://ecos.bok.or.kr>(접속일: 2025. 5. 23).
- OECD, National Accounts, <https://www.oecd.org/en/about/programmes/oecd-data-collection-programme/national-accounts.html>(접속일: 2025. 5. 23).
- Quentic, <https://www.quentic.com/articles/recent-eu-regulatory-updates-to-watch-in-2025>(접속일: 2025. 9. 1).



부 록

1. 산업별 · 지역별 화학물질 유통 현황
2. 강건성 분석 및 플라시보 검정 결과



부록 1. 산업별 · 지역별 화학물질 유통 현황

〈부표 1〉 업종별 화학물질 유통 현황

단위: 천 톤

업종	제조량	수입량	수출량	사용량
식품품 제조업	515	27	656	55,526
음료 제조업	431	242	0	14,036
담배 제조업	2	1	1	3,160
섬유제품 제조업; 의복 제외	397	155	23	3,468
의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	0	0	0	12
가죽, 가방 및 신발 제조업	0	65	76	582
목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	531	183	0	774
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	459	122	1	9,105
인쇄 및 기록매체 복제업	17	24	0	1,666
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	197,545	143,870	62,799	202,087
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	241,542	51,644	39,981	309,925
의료용 물질 및 의약품 제조업	69	24	18	10,666
고무제품 및 플라스틱제품 제조업	2,947	585	997	55,781
비금속 광물제품 제조업	128,295	5,989	1,484	203,040
1차 금속 제조업	57,968	84,766	4,023	178,239
금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	6,082	145	56	41,760
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	2,510	260	31	31,335
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	2	3	1	38
전기장비 제조업	614	1,179	79	23,898
기타 기계 및 장비 제조업	49	114	33	6,039
자동차 및 트레일러 제조업	392	101	4	6,958
기타 운송장비 제조업	0	7	0	2,581
가구 제조업	0	0	0	21
기타 제품 제조업	44	11	5	3,295
기타(서비스업, 농림어업, 광업 등)	13,222	89,855	16,150	80,396
합계	653,634	379,373	126,419	1,244,388

자료: 환경부, 「화학물질통계조사」.

주: 2022년 기준.

〈부표 2〉 시·도별 화학물질 유통 현황

단위: 천 톤

시·도	제조량	수입량	수출량	사용량
서울특별시	290	30,907	16,584	4,432
부산광역시	5,956	2,788	1,628	35,829
대구광역시	3,638	223	128	10,085
인천광역시	17,328	27,777	3,596	68,879
광주광역시	527	2,843	95	4,619
대전광역시	548	67	31	6,607
울산광역시	138,392	82,051	48,046	195,030
세종특별자치시	244	63	10	4,322
경기도	59,700	23,273	2,114	180,489
강원도	33,413	4,593	1,344	29,064
충청북도	31,237	2,685	1,499	46,443
충청남도	155,184	48,693	11,935	188,613
전라북도	7,760	2,025	545	21,143
전라남도	165,500	96,884	31,358	232,243
경상북도	27,121	33,759	684	156,229
경상남도	6,566	20,234	6,731	58,280
제주특별자치도	232	510	90	2,083
합계	653,634	379,373	126,419	1,244,388

자료: 환경부, 「화학물질통계조사」.

주: 2022년 기준.

부록 2. 강건성 분석 및 플라시보 검정 결과

〈부표 3〉 DID 모형 분석 결과(2013~2014년 제외, 산업 단위)

종속변수	Log (생산액) (1)	Log (종사자 수) (2)	Log (설비투자) (3)	Log (연구개발비) (4)	Log (수출) (5)	Log (총비용) (6)
Treat × Post	-.141 (.093)	-.000 (.043)	-.414 (.280)	-.292* (.161)	-.168 (.208)	-.129 (.090)
N	532	532	358	451	532	532
R ² (within)	.755	.842	.179	.596	.489	.781

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 4〉 DID 모형 분석 결과(코로나 이후 기간(2020년~) 제외, 산업 단위)

종속변수	Log (생산액) (1)	Log (종사자 수) (2)	Log (설비투자) (3)	Log (연구개발비) (4)	Log (수출) (5)	Log (총비용) (6)
Treat × Post	-.118 (.083)	-.008 (.038)	-.170 (.241)	-.153 (.161)	-.137 (.168)	-.114 (.080)
N	470	470	302	388	470	470
R ² (within)	.727	.806	.264	.519	.532	.757

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 5〉 DID 모형 분석 결과(가상 기준 연도 2011년 설정, 산업 단위)

종속변수	Log (생산액) (1)	Log (종사자 수) (2)	Log (설비투자) (3)	Log (연구개발비) (4)	Log (수출) (5)	Log (총비용) (6)
Treat × Post	-.088 (.078)	.007 (.038)	-.362 (.270)	-.235* (.119)	-.061 (.142)	-.067 (.071)
N	601	601	421	518	601	601
R ² (within)	.743	.832	.168	.559	.474	.766

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 6〉 DID 모형 분석 결과(처리 집단: 화학 및 정유산업)

종속변수	Log (생산액) (1)	Log (종사자 수) (2)	Log (설비투자) (3)	Log (연구개발비) (4)	Log (수출) (5)	Log (총비용) (6)
Treat × Post	-.142 (.090)	-.002 (.032)	.120 (.205)	-.137 (.167)	.107 (.190)	-.123 (.090)
N	601	601	421	518	601	601
R ² (within)	.744	.832	.165	.557	.475	.767

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 7〉 DID 모형 분석 결과(처리 집단: 반도체 및 디스플레이산업 추가)

종속변수	Log (생산액) (1)	Log (종사자 수) (2)	Log (설비투자) (3)	Log (연구개발비) (4)	Log (수출) (5)	Log (총비용) (6)
Treat × Post	.041 (.121)	.027 (.036)	-.178 (.246)	-.561** (.252)	-.124 (.203)	.038 (.114)
N	601	601	421	518	601	601
R ² (within)	.741	.833	.168	.594	.477	.765

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 8〉 DID 모형 분석 결과(모형 민감도 분석, 산업 단위)

패널 구분	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Panel A. Log(생산액)</i>				
Treat × Post	.027 (.193)	-.045 (.207)	-.141* (.082)	-.141 (.084)
<i>Panel B. Log(종사자 수)</i>				
Treat × Post	.136 (.181)	.050 (.074)	.004 (.039)	-.001 (.038)
<i>Panel C. Log(설비투자)</i>				
Treat × Post	-.251 (.272)	-.155 (.278)	-.264 (.260)	-.264 (.266)

(계속)

패널 구분	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Panel D. Log(연구개발비)</i>				
Treat × Post	-.205 (.311)	-.284 (.269)	-.274* (.155)	-.063 (.157)
<i>Panel E. Log(수출)</i>				
Treat × Post	-.059 (.428)	-.016 (.372)	-.173 (.199)	-.171 (.203)
<i>Panel F. Log(총비용)</i>				
Treat × Post	.033 (.196)	-.036 (.213)	-.132 (.080)	-.130 (.083)
통제변수		✓	✓	✓
산업 FE			✓	✓
연도 FE				✓

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

<부표 9> DID 모형 분석 결과(2013~2014년 제외, 지역 단위)

종속변수	Log(제조업 부가가치) (1)	Log(제조업 종사자 수) (2)	Log(재정자립도) (3)
Treat × Post	-.158 (.121)	-.084 (.054)	.022 (.055)
N	2,391	2,392	2,355
R ² (within)	.596	.734	.115

주: 1) 괄호 안은 지역 지역별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

<부표 10> DID 모형 분석 결과(코로나 이후 기간(2020년~) 제외, 지역 단위)

종속변수	Log(제조업 부가가치) (1)	Log(제조업 종사자 수) (2)	Log(재정자립도) (3)
Treat × Post	-.155 (.149)	-.096** (.045)	.022 (.035)
N	1,749	1,750	1,733
R ² (within)	.550	.741	.074

주: 1) 괄호 안은 지역 지역별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 11〉 DID 모형 분석 결과(가상 기준 연도 2011년 설정, 지역 단위)

종속변수	Log(제조업 부가가치) (1)	Log(제조업 종사자 수) (2)	Log(재정자립도) (3)
Treat × Post	-.042 (.132)	-.096 (.061)	-.003 (.036)
N	2,713	2,714	2,673
R ² (within)	.576	.728	.107

주: 1) 괄호 안은 지역 지역별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 12〉 DID 모형 분석 결과(처리 집단: 1차 금속, 비금속 광물 지역 추가)

종속변수	Log(제조업 부가가치) (1)	Log(제조업 종사자 수) (2)	Log(재정자립도) (3)
Treat × Post	-.194*** (.068)	-.049 (.033)	-.035 (.050)
N	2,713	2,714	2,673
R ² (within)	.580	.728	.108

주: 1) 괄호 안은 지역 지역별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈부표 13〉 DID 모형 분석 결과(모형 민감도 분석, 지역 단위)

패널 구분	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Panel A. Log(제조업 부가가치)</i>				
Treat × Post	-.081 (.225)	-.253 (.159)	-.173* (.090)	-.164* (.093)
<i>Panel B. Log(제조업 종사자 수)</i>				
Treat × Post	.050 (.306)	-.107*** (.030)	-.065 (.047)	-.066 (.047)
<i>Panel C. Log(재정자립도)</i>				
Treat × Post	.017 (.098)	-.002 (.036)	.022 (.057)	.017 (.056)
통제변수		✓	✓	✓
지역 FE			✓	✓
연도 FE				✓

주: 1) 괄호 안은 산업별 클러스터링한 표준오차(Cluster-robust Standard Errors)를 의미.

2) * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

연구진

연구책임자 이상원 산업연구원 탄소중립산업전환연구실 부연구위원

연구자료 2025-13

환경규제 강화가 산업 및 지역경제에 미치는 영향 화학물질규제를 중심으로

발행일 2025년 9월 15일

발행인 권남훈

발행처 산업연구원

등록 1983년 7월 7일 제2015-000024호

주소 30147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동

전화 044-287-3114

팩스 044-287-3333

문의 044-287-3146

인쇄처 (사)남북장애인교류협회 인쇄사업부

값 4,000원

ISBN 979-11-94827-26-9 93320

내용의 무단 복제와 전재 및 역재를 금합니다.