

Working Paper 2013-14

지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

이미숙 | 김종호

연구진

연구책임자 이미숙 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)

김종호 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)

© 2013 한국환경정책·평가연구원

발행인 이병욱

발행처 한국환경정책·평가연구원
서울특별시 은평구 진흥로 215 (우편번호) 122-706
전화 02)380-7777 팩스 02)380-7799
<http://www.kei.re.kr>

인쇄 2013년 11월 25일

발행 2013년 11월 30일

출판등록 제17-254호

ISBN 978-89-8464-763-3 93530

서 언

우리나라는 해외 주요국과 비교하여 제조업의 부가가치 비중이 상당히 높은 산업구조를 가지고 있습니다. 이러한 산업구조에 근간하여 1970년대 이후 높은 경제성장을 이루어왔지만, 과연 지속가능한 발전을 구현하기 위해 전 세계적으로 노력하고 있는 상황에서도 현재의 산업구조가 바람직한 결과를 가져올 수 있을지에 대해서는 검토가 필요한 시점이라고 생각합니다. 특히 경제성장과 산업구조가 고용 등 사회적 측면에 미치는 영향에 대해서는 일부 검토가 이루어진 반면, 환경적 측면에 미치는 영향에 대해서는 관심이 부족한 상황입니다.

본 연구는 2000년 이후에 우리나라의 경제성장과 산업구조 변화가 사회적 측면과 환경적 측면에 미치는 영향을 균형적으로 분석하고 있어, 다양한 항목에 대한 자료의 제공과 함께 정책적 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대합니다. 본 연구를 시작으로 향후 보다 세분화된 자료를 이용한 포괄적인 연구가 수행될 수 있기를 바랍니다. 본 연구의 책임을 맡아 수행해주신 이미숙 박사와 김종호 박사의 노고에 감사를 표합니다.

2013년 11월

한국환경정책·평가연구원

원 장 이 병 욱

국문 요약

지속가능한 발전을 달성하기 위해서는 경제와 사회, 환경이라는 세 가지 요소가 균형적으로 발전할 필요가 있다. 지금까지 우리나라는 제조업 중심의 수출 주도형 산업구조 하에서 급격한 경제성장을 이루어왔으며, 이러한 산업구조가 사회적 측면과 환경적 측면에 미치는 효과에 대한 체계적인 분석이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 한국의 경제성장 및 산업구조가 초래한 사회적 및 환경적 측면의 효과를 분석하고자 한다. 이를 위해 주요 경제변수, 사회변수, 환경변수의 변화 추세를 살펴보았으며, 전반적인 산업구조의 변화와 관련해서는 제조업의 비중과 변화 추세에 초점을 맞추었다. 또한 제조업에 대해서는 자료의 이용이 가능한 경우 석유화학, 금속, 기계전자, 운송장비에 대한 세부적인 분석을 병행하였다. 분석 결과, 2000년 이후 한국경제의 성장과 발전 과정이 사회적 측면이나 환경적 측면에서 부정적인 영향을 끼친 부분이 존재하기 때문에 앞으로 좀 더 지속가능한 방향으로 나아갈 필요성이 있다고 할 수 있다.

주제어: 경제성장, 산업구조, 고용, 자원 사용, 오염물질 배출

차 례

제1장 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
2. 연구 내용 및 방법	2
제2장 한국경제의 구조변화	3
1. 경제성장과 산업구조	3
2. 부가가치와 고용	6
제3장 경제성장과 자원 사용	10
1. 에너지	10
2. 천연자원	12
제4장 산업구조와 오염배출	15
1. 온실가스	15
2. 대기오염물질	20
3. 폐수	33
4. 폐기물	38
제5장 맺음말	46
참고문헌	49
Abstract	51

표 차례

<표 2-1> 국가별 제조업 부가가치 창출률 비교(2010년)	6
<표 4-1> 주요 대기오염물질 배출량 변화(톤)	20
<표 4-2> 하수, 폐수 및 가축분뇨 발생량 변화	34
<표 4-3> 폐기물 종류별 발생량 변화	38
<표 5-1> 주요 분석변수의 시계열 추세	47

그림 차례

<그림 2-1> 우리나라 경제성장률 변화	3
<그림 2-2> 우리나라 실질 GDP와 1인당 GDP 변화	4
<그림 2-3> 우리나라 산업별 부가가치 비중(%)	5
<그림 2-4> 제조업 세부업종별 부가가치 비중(%)	5
<그림 2-5> 우리나라 실업률(좌)과 고용률(우) 변화	7
<그림 2-6> 우리나라 산업별 취업자 수 비중(%)	7
<그림 2-7> 제조업 세부업종 취업자 수 비중(%)	8
<그림 2-8> 산업별 부가가치 대비 취업자 수 변화(명/억 원)	9
<그림 2-9> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 취업자 수(명/억 원)	9
<그림 3-1> 우리나라의 에너지 소비량 변화	10
<그림 3-2> 산업별 에너지원단위 변화(toe/천2005-USD)	11
<그림 3-3> 제조업 세부업종별 에너지원단위(toe/천2005-USD)	12
<그림 3-4> 물질사용량의 변화 추세(백만 톤)	14
<그림 3-5> 자원생산성의 변화 추세(백만 원/톤)	14
<그림 4-1> 우리나라 총부가가치 대비 온실가스 배출량	15
<그림 4-2> 우리나라 1인당 온실가스 배출량	16
<그림 4-3> 우리나라 이산화탄소 배출량 변화(천 톤)	16
<그림 4-4> 산업별 이산화탄소 배출량 비중(%)	17
<그림 4-5> 제조업 세부업종별 이산화탄소 배출량 비중(%)	18
<그림 4-6> 산업별 부가가치 대비 CO ₂ 배출량(톤/백만 원)	19
<그림 4-7> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 CO ₂ 배출량(톤/백만 원)	19
<그림 4-8> 산업별 SO _x 배출량 비중(%)	21
<그림 4-9> 제조업 세부업종별 SO _x 배출량 비중(%)	22

<그림 4-10> 산업별 부가가치 대비 SO _x 배출량(톤/10억 원)	23
<그림 4-11> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 SO _x 배출량(톤/10억 원)	23
<그림 4-12> 산업별 NO _x 배출량 비중(%)	24
<그림 4-13> 제조업 세부업종별 NO _x 배출량 비중(%)	25
<그림 4-14> 산업별 부가가치 대비 NO _x 배출량(톤/10억 원)	26
<그림 4-15> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 NO _x 배출량(톤/10억 원)	26
<그림 4-16> 산업별 PM10 배출량 비중(%)	27
<그림 4-17> 제조업 세부업종별 PM10 배출량 비중(%)	28
<그림 4-18> 산업별 부가가치 대비 PM10 배출량(톤/10억 원)	29
<그림 4-19> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 PM10 배출량(톤/10억 원)	29
<그림 4-20> 산업별 VOC 배출량 비중(%)	30
<그림 4-21> 제조업 세부업종별 VOC 배출량 비중(%)	31
<그림 4-22> 산업별 부가가치 대비 VOC 배출량(톤/10억 원)	32
<그림 4-23> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 VOC 배출량(톤/10억 원)	33
<그림 4-24> 우리나라 폐수방류량 및 유기물질부하량 변화	34
<그림 4-25> 산업별 폐수 방류량 비중(%)	35
<그림 4-26> 제조업 세부업종별 폐수 방류량 비중(%)	35
<그림 4-27> 산업별 부가가치 대비 폐수 방류량(m ³ /일/10억 원)	36
<그림 4-28> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 폐수 방류량(m ³ /일/10억 원)	37
<그림 4-29> 우리나라 폐기물 발생량 변화	39
<그림 4-30> 2011년 사업장배출시설계폐기물의 산업별 비중(%)	40
<그림 4-31> 산업별 사업장지정폐기물 발생량 비중(%)	41

<그림 4-32> 제조업 세부업종별 사업장지정폐기물 발생량 비중(%)	41
<그림 4-33> 산업별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 발생량(톤/년/10억 원)	42
<그림 4-34> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 발생량(톤/년 /10억 원)	42
<그림 4-35> 산업별 사업장지정폐기물 처리량 비중(%)	43
<그림 4-36> 제조업 세부업종별 사업장지정폐기물 처리량 비중(%)	44
<그림 4-37> 산업별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 처리량(톤/년/10억 원)	45
<그림 4-38> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 처리량(톤/년 /10억 원)	45

제1장 서론

1. 연구 배경 및 목적

지속가능한 발전의 관점에서 경제-사회-환경이라는 세 가지 축의 균형적 발전은 중요한 정책적 목표이며, 이를 달성하기 위해서는 세 가지 축 간의 연계성 및 관련성에 대한 분석이 우선적으로 수행될 필요가 있다. 특히 양적 확대의 측면에서 경제성장과 질적 변화의 측면에서 산업구조의 변화가 사회적 측면과 환경적 측면에 미치는 효과에 대한 체계적인 분석이 중요할 것이다. 그러나 기존의 연구들은 주로 경제성장이나 산업구조의 변화가 사회적 측면(고용, 소득 분배 등)에 미치는 영향을 분석한 반면, 환경적 측면에 미치는 영향을 분석한 연구는 부족한 실정이다.

이와 관련된 내용을 다루고 있는 선행연구로는 대표적으로 포스코경영연구소(2001)를 참고할 수 있다. 이 연구의 목적은 지속가능한 산업 전략의 방향을 수립하고 산업부문의 지속가능성 목표를 설정하며, 이를 달성하는 데 필요한 산업 정책적 대안 및 정책과제를 제시하는 데에 있다. 특히 경제성장과 산업구조가 환경적 측면에 미치는 영향을 산업별로 검토하였다는 점에서 좋은 정보를 제공하지만, 분석 기간이 2000년까지이므로 이후 우리나라의 현황 파악에는 한계가 있다. 기현석, 정경화(2010)는 요인분해 분석을 이용하여 우리나라 온실가스 배출과 에너지 소비의 특성을 분석하였으며, 이를 통해 저탄소 경제체제 구축을 위한 정책적 시사점을 제시한 바 있다. 한편 시장경제연구원(2010)과 오영석(2013) 우리나라의 산업구조와 고용 창출 간의 관계에 초점을 두고, 일자리 창출을 위한 산업발전 전략을 제시하였다.

본 연구는 지속가능한 경제시스템 구축을 위한 기반연구의 일환으로, 한국경

2 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

제의 구조변화(양적 확대 포함)가 초래한 환경적 측면의 효과를 분석하는 것을 목적으로 한다. 이 중 환경적 측면은 크게 자원 사용과 오염물질 배출로 구분하여 분석한다. 대상 업종은 전체 산업 부문이며, 제조업에 대해서는 상대적으로 세부적인 분석을 수행한다. 경제성장 및 산업구조 변화가 환경적 측면에 미친 영향을 분석함으로써, 지속가능한 경제발전을 위한 시사점을 도출할 수 있을 것으로 기대한다.

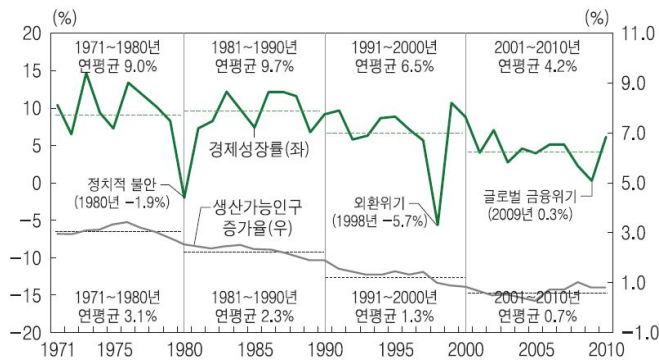
2. 연구 내용 및 방법

본 연구는 크게 4개의 장으로 나누어진다. 첫 번째로 “한국경제의 구조변화”에서는 우리나라의 GDP와 경제성장률, 산업구조 등이 어떻게 변화해왔는지 검토하고, 주요 업종의 경제적 기여도(성장, 부가가치, 고용 등)를 파악한다. 본 연구의 분석대상 기간은 외환위기로 인한 구조적 변화를 감안하여 2000년 이후로 설정하였으며, 개별 자료의 이용가능 여부에 따라 부분적으로 조정하였다. 두 번째로 “경제성장과 자원사용”에서는 에너지와 자연자원의 이용 현황과 변화를 분석한다. 세 번째로 “산업구조와 오염배출”에서는 온실가스 배출량, 대기오염물질 배출량, 폐수 배출 및 폐기물 발생량을 기준으로 업종별 배출 비중과 원단위 변화를 분석한다. 마지막으로 자원이용 및 오염물질 배출 항목별로 경제성장 및 산업구조 변화와 연관된 특징을 분석한 결과를 통해 시사점과 정책적 함의를 도출한다. 본 연구는 문헌조사와 통계분석을 통해 수행되었다.

제2장 한국경제의 구조변화

1. 경제성장과 산업구조

우리나라 경제는 1980년대까지 중화학 공업 기반의 수출주도형 전략으로 연평균 9%의 높은 성장세를 나타내었으며, 1990년대에는 저출산·고령화 현상, 노동자본 등 투입 증가의 둔화, 외환위기 등으로 경제성장률이 연평균 6%대로 둔화되기 시작하였다. 2000년대에는 경제상황의 악화와 민간소비 위축으로 인해 경제성장률이 연평균 4%대로 더욱 둔화되었으며 최근 글로벌 금융위기 이후에 저성장세가 지속되고 있다. World Bank의 국가별 GDP 자료에 따르면 우리나라 경제규모는 1980년 세계 28위에서 1995년 세계 11위 수준까지 성장하였으며, 2008년까지 하락세를 나타내지만 12위~15위 수준을 꾸준히 유지하는 것으로 나타났다.¹⁾



자료: 한국은행 경제통계시스템, 통계청 국가통계포털.

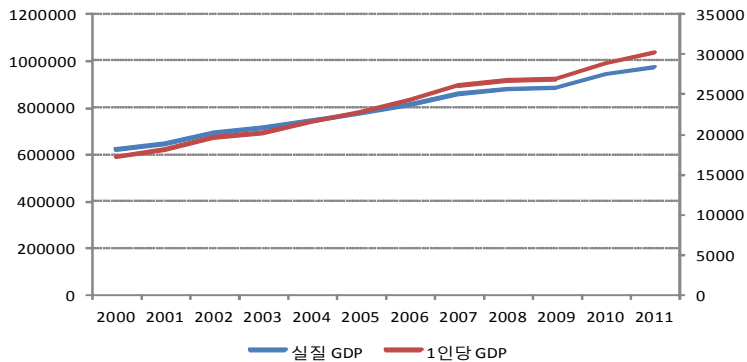
재인용: 이진면 외(2012), p.60.

〈그림 2-1〉 우리나라 경제성장률 변화

1) <http://news.donga.com/3/all/20090707/8752554/1> (최종접속일자: 2013년 11월 18일)

4 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

우리나라 실질 GDP(2005년 기준)는 2000년 이후 꾸준히 증가하고 있으며, 1인당 GDP도 지속적인 증가 추세를 나타내고 있다. 하지만 1990년대 이후에 1인당 GDP 규모는 세계 30위권에서 정체되어 있는 상황이다.



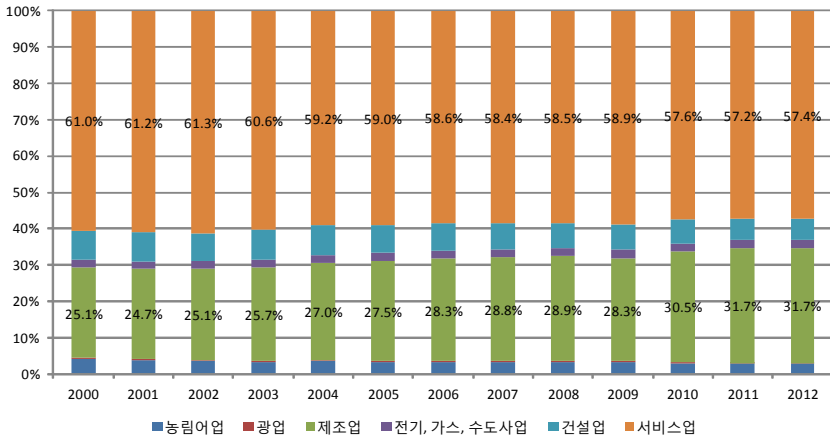
자료: (좌측) 실질 GDP(10억 원): 한국은행 경제통계시스템.

(우측) 1인당 GDP(USD, current prices and PPPs): OECD(2013).

〈그림 2-2〉 우리나라 실질 GDP와 1인당 GDP 변화

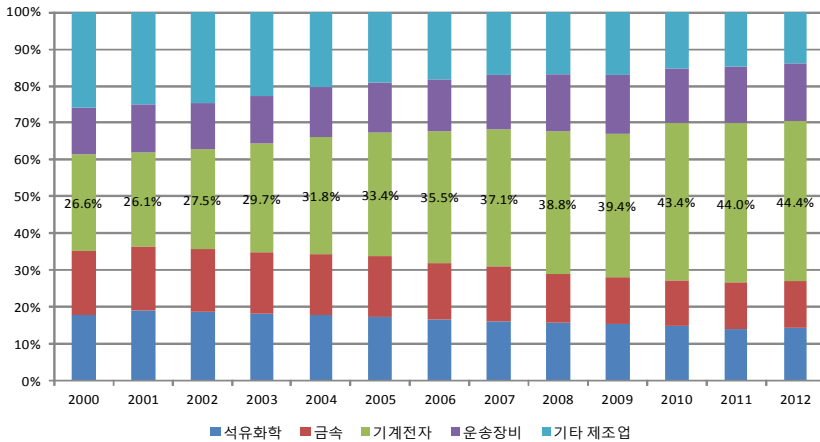
우리나라 주요 산업별 GDP 대비 부가가치 비중을 살펴보면 제조업은 점차 증가하여 2012년 기준 31.7%를 차지하는 반면 서비스업은 소폭 감소하는 추세로 2012년 기준 57.9%를 차지하고 있다. 특히 우리나라는 제조업의 비중이 1990년대 이후 오히려 증가하고 있어, 서비스업 비중이 증가하는 여타 선진국의 경우와는 상이한 결과를 보여준다(그림 2-3 참조).

제조업 내의 세부 업종별로는 기계전자의 비중이 2000년 이후 지속적으로 증가하고 있으며, 2012년 기준 44.4%의 높은 비중을 차지한다. 석유화학, 금속(철강), 기계전자, 운송장비(자동차) 등 주요 4개 산업이 제조업 전체 부가가치의 85% 이상을 차지하고 있어, 이후 분석에서도 상기 4개 사업을 기준으로 결과를 제시한다(그림 2-4 참조).



자료: 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 2-3〉 우리나라 산업별 부가가치 비중(%)



자료: 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 2-4〉 제조업 세부업종별 부가가치 비중(%)

2. 부가가치와 고용

다음으로 우리나라 산업별 생산액 대비 부가가치 비중을 비교한 결과, 제조업의 부가가치 창출률은 2000년까지 감소추세를 나타내며 타 산업, 특히 서비스업(도소매업 제외)에 비해 상당히 낮은 수준을 나타냈다.²⁾ 이후 2010년 기준으로 우리나라 제조업의 부가가치 창출률은 주요 유럽 국가에 비해 상대적으로 낮은 수준에 머무르고 있다. 국가별 제조업 부가가치 창출률 자료에 따르면 영국, 오스트리아, 독일의 제조업은 산출 대비 부가가치 비중이 30% 이상이며, 프랑스, 네덜란드도 우리나라보다 높은 수준을 나타내고 있다. 제조업 세부 업종별로는 비금속광물, 섬유가죽, 목재출판인쇄 등이 상대적으로 높은 부가가치를 창출하는 것으로 보이지만, 이들 업종 역시 유럽 주요 국가에 비해서는 부가가치 창출에 기여하지 못하는 것으로 판단된다.

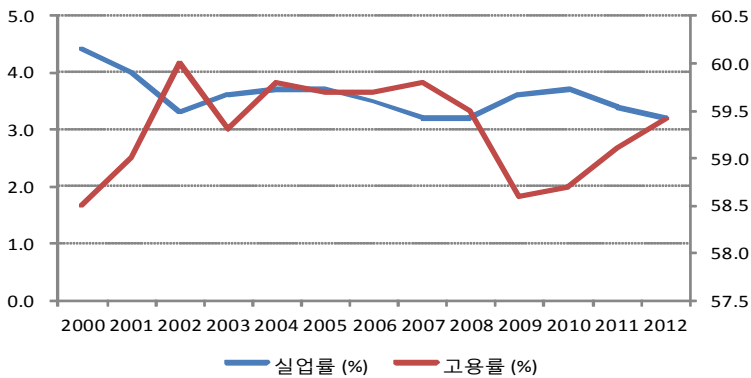
〈표 2-1〉 국가별 제조업 부가가치 창출률 비교(2010년)

구분	한국	독일	영국	프랑스	네덜란드	오스트리아
제조업	20.6%	31.7%	32.3%	24.6%	23.7%	32.2%
음식료 및 담배	15.7%	24.4%	28.9%	21.4%	23.1%	30.2%
섬유가죽	27.1%	32.7%	43.7%	32.0%	31.0%	34.6%
목재종이출판인쇄	26.5%	30.7%	37.8%	30.7%	32.5%	30.0%
석유정제화학고무	14.7%	29.5%	30.0%	21.1%	15.7%	31.3%
비금속광물	30.4%	37.3%	31.8%	29.0%	36.7%	38.7%
1차금속	16.5%	19.5%	17.3%	17.3%	15.8%	22.9%
조립금속 및 기타	23.7%	34.9%	35.2%	27.2%	31.2%	34.7%

자료: 한국은행 경제통계시스템, Eurostat Database 이용.

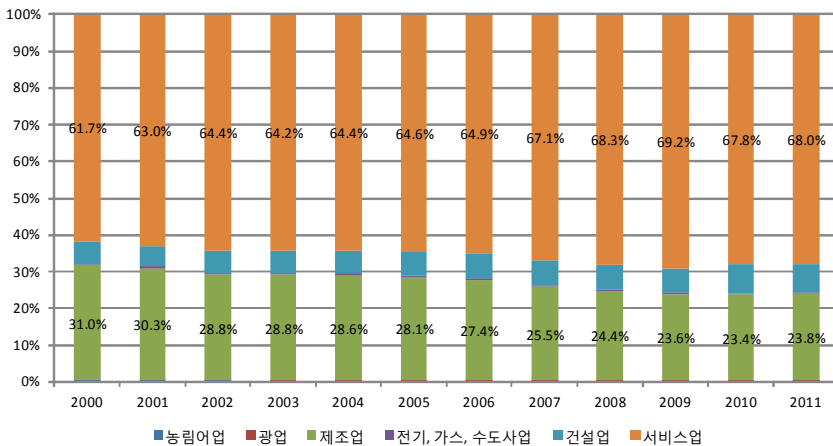
2) 포스코경영연구소(2001), p.67

한편 우리나라의 고용률은 시기별 변동이 있지만 2000년 이후 58%~60% 수준을 꾸준히 유지하고 있으며, 실업률은 2001년 이후 4% 이내를 유지해왔다(그림 2-5 참조). 일자리 창출의 관점에서 우리나라 산업별 취업자 수 현황을 살펴보면, 제조업의 비중은 2000년 이후 감소 추세로 2011년 기준 23.8%에 불과한 반면 서비스업의 비중은 전체의 68%를 차지하고 있다(그림 2-6 참조).



자료: 통계청 국가통계포털.

〈그림 2-5〉 우리나라 실업률(좌)과 고용률(우) 변화

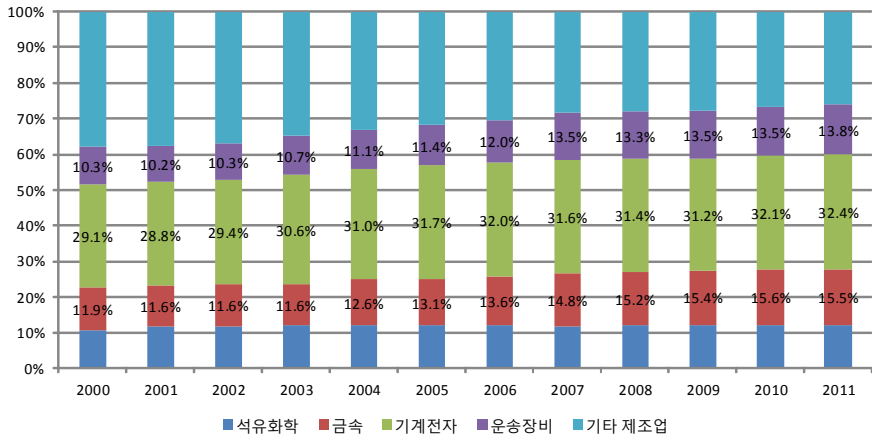


자료: 통계청 국가통계포털 원자료 가공.

〈그림 2-6〉 우리나라 산업별 취업자 수 비중(%)

8 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

제조업 내에서 주요 4개 업종이 차지하는 취업자 수의 비중은 70% 이상을 차지하며, 이 중 기계전자 부문에서의 취업자 수가 2012년 기준 32.4%로 가장 큰 비중을 나타내고 있다. 2000년 이후 금속(철강)과 기계전자, 운송장비업에서의 취업자 수 비중이 소폭 증가하는 추세를 나타낸다.

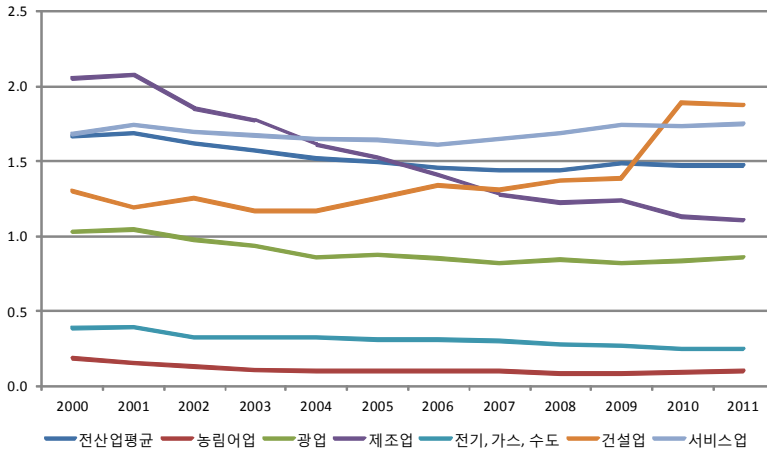


자료: 통계청 국가통계포털 원자료 가공.

〈그림 2-7〉 제조업 세부업종 취업자 수 비중(%)

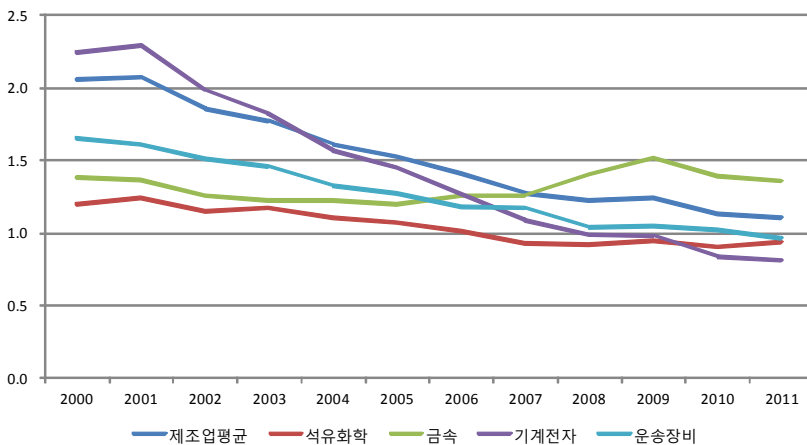
우리나라 총부가가치 1억 원 당 취업자 수는 2011년 기준 1.5명에 해당한다. 주요 산업별 부가가치 대비 취업자 수를 비교하면, 제조업은 2000년 기준 2.1명으로 전산업 평균을 상회하는 높은 일자리 창출률을 보였으나, 2001년 이후 급격히 감소하여 최근에는 전 산업 평균에도 미치지 못하는 결과를 나타낸다. 반면 서비스업의 부가가치 대비 취업자 수는 1.6~1.8명 수준이며, 전 산업 평균을 지속적으로 상회하는 높은 일자리 창출률을 보이고 있다(그림 2-8 참조). 제조업 내에서 금속(철강) 산업을 제외하고는 전반적으로 부가가치 대비 취업자 수가 꾸준히 감소하고 있음을 확인할 수 있다(그림 2-9 참조). 결국 제조업의

비중이 높은 우리나라의 산업구조는 높은 일자리 창출로 이어지기에 한계가 있다고 판단된다.



자료: 한국은행 경제통계시스템 및 통계청 국가통계포털 원자료 가공.

〈그림 2-8〉 산업별 부가가치 대비 취업자 수 변화(명/억 원)



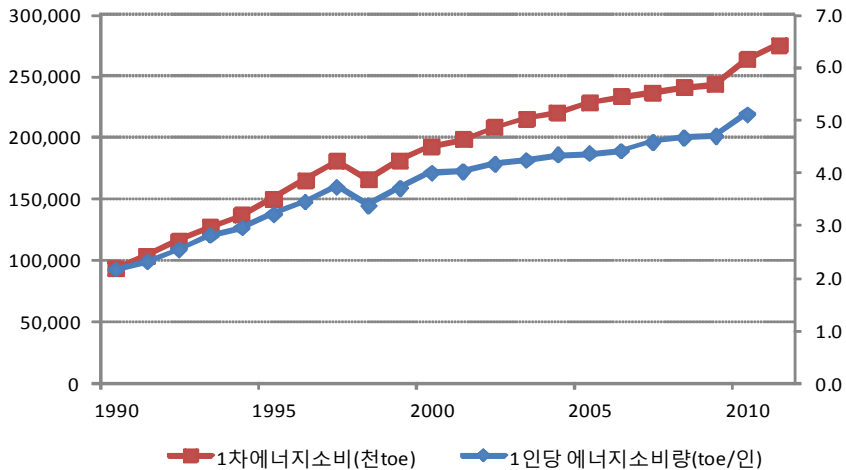
자료: 한국은행 경제통계시스템 및 통계청 국가통계포털 원자료 가공.

〈그림 2-9〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 취업자 수(명/억 원)

제3장 경제성장과 자원 사용

1. 에너지

전 세계적으로 개발도상국 중심의 급속한 경제성장과 인구 증가에 따라 에너지 소비량도 꾸준히 증가하고 있으며, 우리나라의 에너지 소비량 역시 2000년 이후 지속적으로 증가 추세에 있다. 1990년에 93.2백만 toe 수준이었던 우리나라 1차 에너지 소비량은 2011년 기준 275.7백만 toe에 달해 총 2.5배 이상 증가했다. 2000년 이후 에너지 소비량의 연평균 성장률은 3.3%로 경제성장률보다는 낮지만 선진국에 비해 가파르게 증가하는 상황이다.



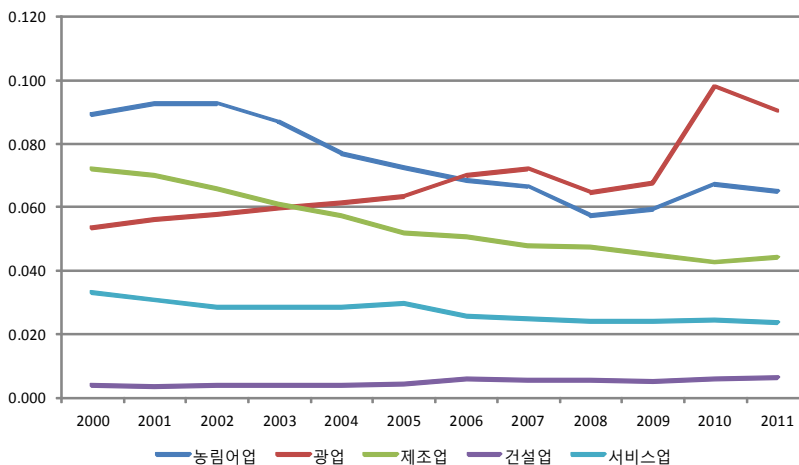
자료: 국가에너지통계종합정보시스템(좌), OECD iLibrary 통계(우).

〈그림 3-1〉 우리나라의 에너지 소비량 변화

1인당 에너지소비 역시 지속적인 증가 추세에 있으며, 1990년 OECD 평균의 절반 수준이던 1인당 에너지 소비는 2010년에 120% 수준으로 급격히 증가하였

다(이창훈 외, 2013, p.2). GDP 대비 에너지 소비량으로 정의되는 에너지원단위는 에너지효율 기술의 보급과 함께 1990년 이후 개선되는 추세를 보였으나, 2008년 이후 오히려 소폭 악화되고 있다. 독일, 미국, 일본 등 주요 선진국과 비교하여 2배 이상의 에너지원단위를 나타내며, 효율 개선 속도 또한 상대적으로 느린 것으로 파악되었다(이창훈 외, 2013, p.3). 최종수요부문별 에너지 소비량에서는 산업 부문의 비중이 2011년 기준 61.6%로, 1990년 48%에 비해 지속적으로 증가하였으며, 2009년 주요국의 부문별 전력소비 비교³⁾에서도 우리나라의 산업부문 비중은 상대적으로 높게 나타났다. 이처럼 우리나라 산업부문의 에너지 소비 비중이 높은 것은 에너지다소비업종의 영향이 클 것으로 판단된다.

우리나라 주요 산업별 에너지원단위 변화를 살펴보면 제조업과 서비스업의 에너지효율이 개선되고 있으며, 개선 속도는 서비스업보다 제조업이 더 빠른 것으로 나타났다.



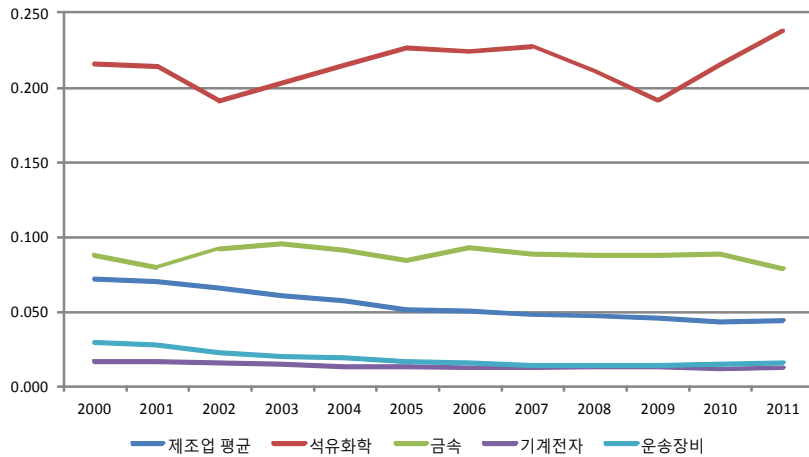
자료: IEA(2013) 및 Global Insight(2013).

〈그림 3-2〉 산업별 에너지원단위 변화(toe/천2005-USD)

3) 에너지대안포럼, 2012, p.17

12 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

제조업 내에서 주요 4개 업종의 에너지원단위 변화를 살펴보면 석유화학과 금속(철강) 산업의 에너지원단위가 제조업 평균을 상회하며, 뚜렷한 에너지 효율 개선을 나타내지는 않는 것으로 판단된다. 운송장비업은 2000년 이후 에너지 원단위가 소폭 개선되는 추세에 있다.



자료: IEA(2013) 및 Global Insight(2013).

〈그림 3-3〉 제조업 세부업종별 에너지원단위(toe/천2005-USD)

2. 자연자원

자연자원은 자연환경으로부터 경제체계 내로 투입되는 물질을 말한다. 자연 자원의 경우 다양하고 이질적인 범주들로 구성되어 있다. 에너지의 경우 열량 단위를 이용해서 이질적 요인들 간의 비교를 수행하고 있다. 자연자원의 경우에는 통상 무게 단위를 이용해서 이질적 요인들 간의 비교를 수행한다.

경제체계로 투입되는 자연자원의 크기를 거시적 차원에서 측정하기 위해 개발된 것이 범경제물질흐름계정(Economy-Wide Material Flow Accounts,

EW-MFA)이다. 범경제물질흐름계정에서 도출되는 물질사용 지표들은 환경에 대한 일국 경제의 물질적 의존의 정도를 측정하는 데 유용하다. 범경제물질흐름계정에서 도출되는 물질사용 지표로는 국내채취량(Domestic Extraction, DE), 직접물질투입량(Direct Material Input, DMI), 국내물질소비량(Domestic Material Consumption, DMC) 등이 있다.⁴⁾

국내채취량(DE)은 국내에서 생산되는 전체 자연자원의 합계로 계산되며, 직접물질투입량(DMI)은 국내채취량에 수입량을 더해서 계산되고 국내물질소비량(DMC)은 직접물질투입량에서 수출량을 제외해서 계산된다. 여기서 직접물질투입량은 생산에 투입된 물질의 양이며, 국내물질소비량은 소비에 사용된 물질의 양이라는 차이가 있다. 그리고 실질GDP 대비 직접물질투입량(DMI)이나 국내물질소비량(DMC)의 변화는 디커플링(decoupling)이나 탈물질화(de-materialization)의 달성 여부를 평가하는 대표적인 지표로 많이 활용되고 있다.

2000년~2010년 동안의 물질사용량을 보면, 직접물질투입량(DMI)이나 국내물질소비량(DMC) 모두 2007년을 기점으로 예전의 증가 추세가 감소 추세로 전환하는 모습을 보이고 있다(그림 3-4 참조).⁵⁾

한편 자원생산성(2005년 불변가격GDP 기준)은 2000년 이후 꾸준히 증가하는 모습을 보이고 있다. 특히 물질사용량이 감소하는 2007년 이후에는 증가율이 더 높아졌다(그림 3-5 참조).⁶⁾ 그럼에도 불구하고 2010년 기준으로 한국의 자

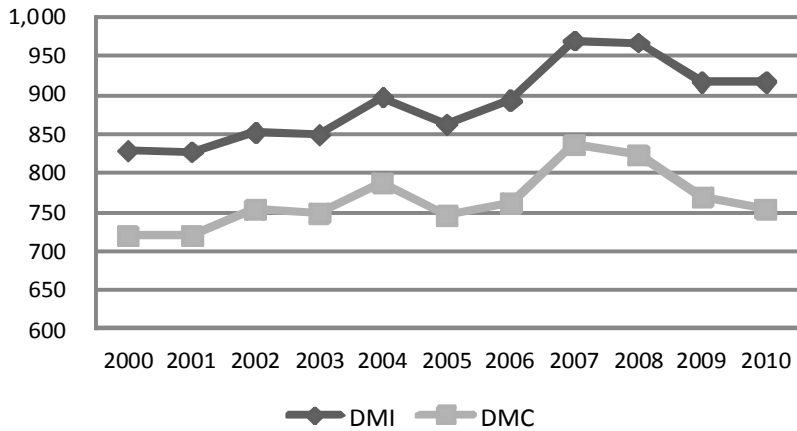
4) 범경제물질흐름계정 및 도출 지표에 대한 상세한 설명은 환경부(2006) 참조.

5) 국내의 범경제물질흐름계정 도출 지표에 대해서는 이미 환경부(2007)와 환경부(2009)에서 추산한 바 있다. 하지만 동 작업의 시계열 자료가 2007년까지만 있어서, 본 연구에서는 한국환경공단에서 구축한 자원순환정보시스템에 수록된 국내채취량 정보와 무역통계의 수입량 및 수출량 정보를 결합해서 물질지표를 새로 추계하였다.

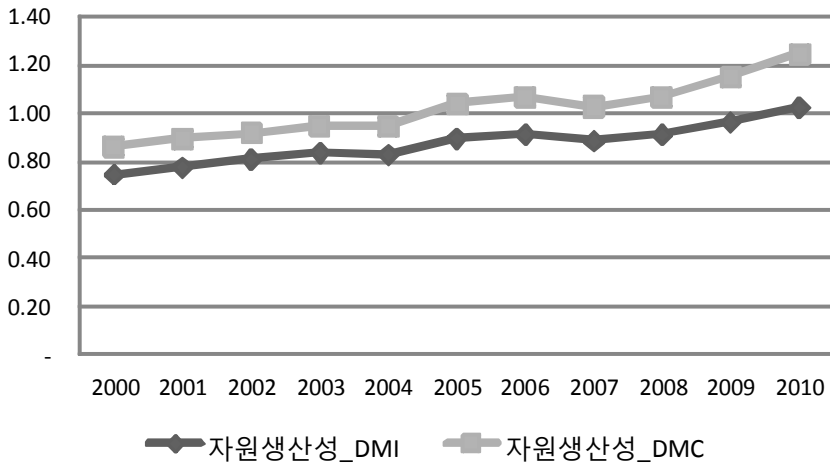
6) 직접물질투입량이나 국내물질소비량에는 히든플로우가 반영되지 않기 때문에, 환경적 측면의 영향(국내의 경우 특히 4대강 사업) 분석에는 한계가 있다.

14 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

원생산성(1.25천 원/kg)은 유럽국가들에 비해 상당히 낮은 수준이다(영국 3.18, 네덜란드 2.82, 프랑스 2.28, 이탈리아 2.16, 독일 1.91, EU 평균 1.65; 단위는 EUR/kg).



<그림 3-4> 물질사용량의 변화 추세(백만 톤)

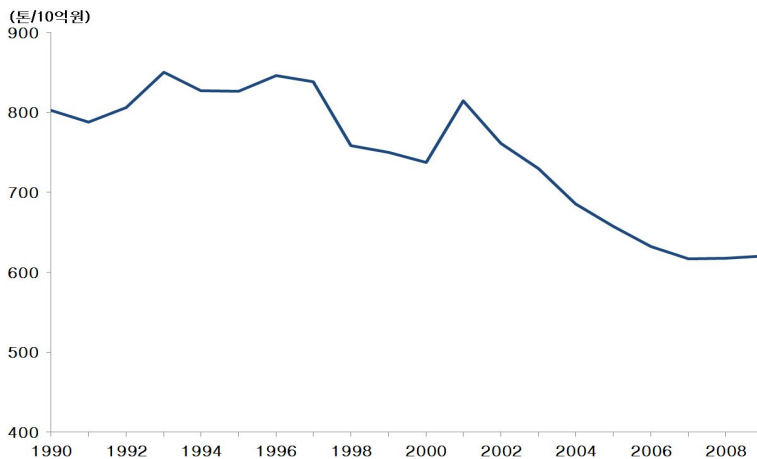


<그림 3-5> 자원생산성의 변화 추세(백만 원/톤)

제4장 산업구조와 오염배출

1. 온실가스

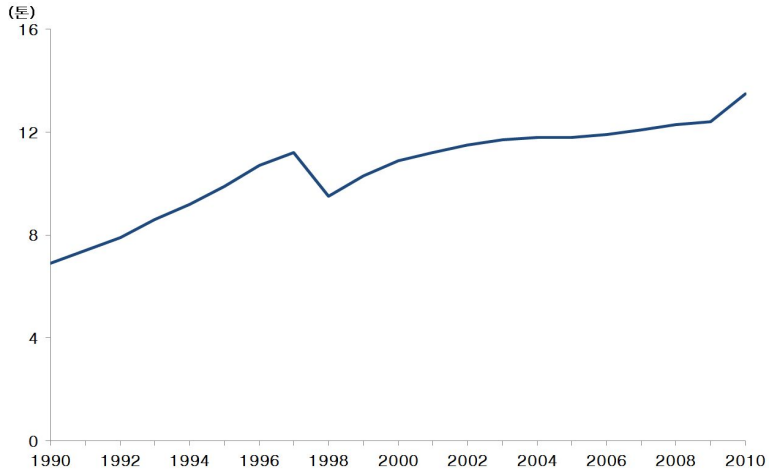
우리나라는 1990년 이후 현재까지 경제성장과 함께 온실가스 배출량도 꾸준히 증가하여 왔으며, 2000년 기준 512백만 tCO₂eq이었던 온실가스 배출량은 2010년에 약 669백만 tCO₂eq까지 늘어났다. 특히 온실가스 배출량은 세계 12위 수준으로 경제규모 기준 순위보다 높으며, 온실가스 배출의 연평균 증가율은 약 4.15%로 OECD 국가 중 최고 수준을 나타낸다. 온실가스 배출 집약도를 나타내는 GDP 대비 온실가스 배출량(그림 4-1 참조)은 1990년 이후 전반적으로 감소하는 추세에 있는 반면, 1인당 온실가스 배출량(그림 4-2 참조)은 1990년 이후 2010년까지 약 2배 증가한 것으로 나타났다.



자료: 온실가스종합정보센터(2013).

〈그림 4-1〉 우리나라 총부가가치 대비 온실가스 배출량

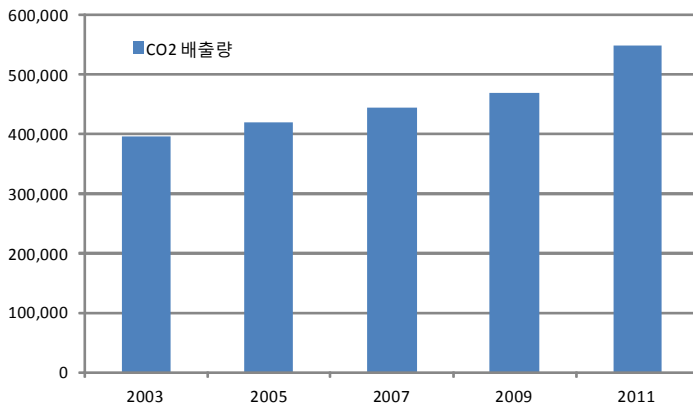
16 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석



자료: 온실가스종합정보센터(2013).

〈그림 4-2〉 우리나라 1인당 온실가스 배출량

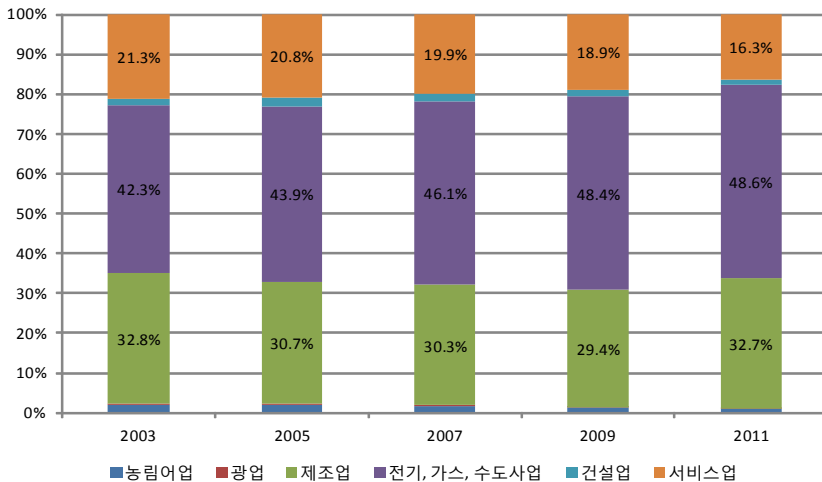
여러 온실가스 중 산업별 비교가 용이한 이산화탄소를 기준으로 추가적인 경향을 살펴보았다. 총 온실가스 배출량과 마찬가지로 우리나라 이산화탄소 배출량은 2003년 이후 지속적으로 증가하고 있다.



자료: KEI 내부자료.

〈그림 4-3〉 우리나라 이산화탄소 배출량 변화(천 톤)

우리나라 주요 산업별 이산화탄소 배출량을 살펴보면, 제조업의 비중이 32.7%로 서비스업에 비해 2배 정도 많은 이산화탄소를 배출하고 있다. 서비스업의 이산화탄소 배출 비중은 2003년 이후 지속적으로 감소하는 추세에 있지만, 제조업의 이산화탄소 배출 비중은 2009년 이후 다시 증가한 것으로 나타났다. 우리나라 이산화탄소 배출량의 절반가량은 전기, 가스, 수도업에서 발생하는 것으로 집계되었다.

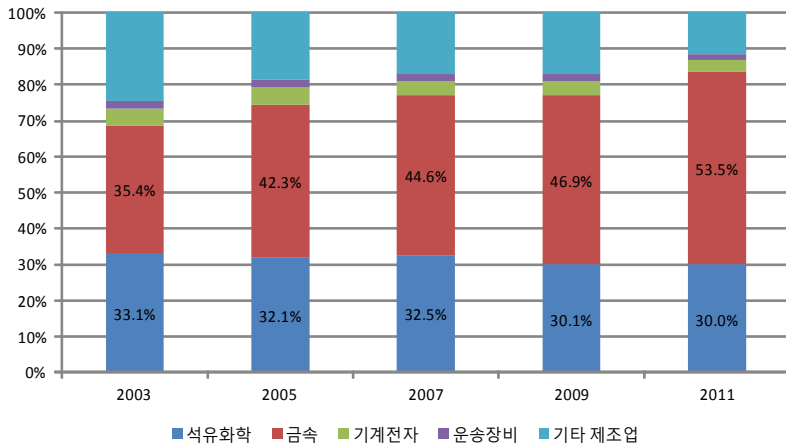


자료: KEI 내부자료.

〈그림 4-4〉 산업별 이산화탄소 배출량 비중(%)

제조업 내에서는 금속(철강) 산업과 석유화학 산업이 차지하는 온실가스 배출 비중이 약 80% 이상을 차지하며, 이 중 가장 큰 비중을 차지하는 금속 산업의 온실가스 배출 비중이 2003년 이후 지속적으로 증가하는 추세를 나타낸다.

18 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석



자료: KEI 내부자료.

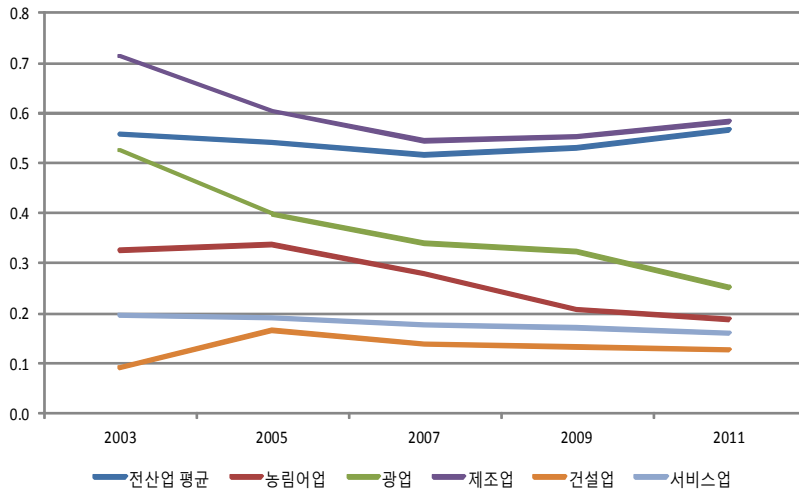
<그림 4-5> 제조업 세부업종별 이산화탄소 배출량 비중(%)

이산화탄소 배출 집약도를 살펴보기 위해 부가가치 대비 이산화탄소 배출량을 비교하면, 제조업이 전 산업 평균을 상회하여 다른 주요 산업에 비해 많은 이산화탄소를 배출하는 것으로 판단된다. 제조업의 부가가치 대비 배출량은 2003년 이후 급격히 감소되었으나 2007년 이후 다시 증가하는 것으로 나타난 반면, 서비스업은 상대적으로 낮은 이산화탄소 배출 집약도를 나타내고 이마저도 지속적인 감소 추세에 있음을 확인할 수 있다(그림 4-6 참조).⁷⁾

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 금속(철강) 산업의 이산화탄소 배출 집약도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 특히 2007년 이후 급격히 증가하고 있다는 점이 특징적이다. 이로부터 제조업에서의 이산화탄소 배출 집약도 변화는 금속과 석유화학 산업의 영향이 큰 것으로 유추할 수 있다. 기계전자와 운송장비업의 부가가치 대비 이산화탄소 배출량은 제조업 평균보다도 매우 낮은 수준을 유지

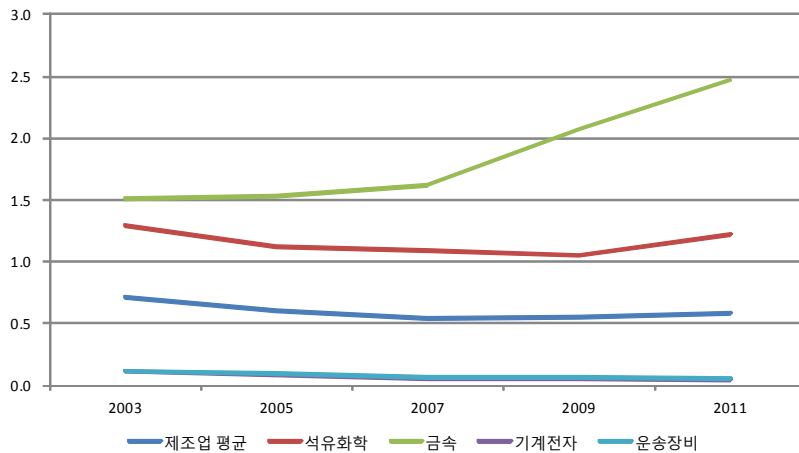
7) 우리나라 산업 중 전기, 가스, 수도업의 이산화탄소 배출 집약도가 상대적으로 매우 크기 때문에 <그림 4-6>에서는 이를 제외한 나머지 산업만을 비교하였다.

하고 있다(그림 4-7 참조).



자료: KEI 내부자료 및 한국은행 경제통계시스템.

〈그림 4-6〉 산업별 부가가치 대비 CO₂ 배출량(톤/백만 원)



자료: KEI 내부자료 및 한국은행 경제통계시스템.

〈그림 4-7〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 CO₂ 배출량(톤/백만 원)

2. 대기오염물질

다음으로 일반 대기오염물질의 배출 현황을 산업별로 살펴보았다. 일반 대기오염물질 중 황산화물(SO_x)은 산성비의 원인으로, 정부 정책에 의해 2000년 이후 전반적인 감소 추세를 나타내고 있다. 반면 질소산화물(NO_x)은 2000년 이후 계속 증가하다가 2004년을 기점으로 감소 추세로 변화하였다. 미세먼지(PM10)와 휘발성유기화합물(VOC)은 2000년 이후 지속적으로 배출량이 증가하고 있어 이에 대한 대책 마련이 필요한 상황이다.

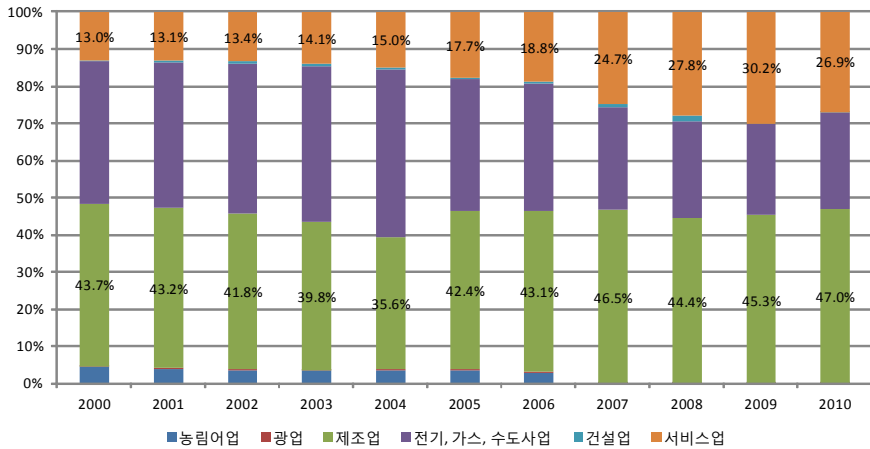
〈표 4-1〉 주요 대기오염물질 배출량 변화(톤)

구분	황산화물	질소산화물	미세먼지	휘발성 유기화합물
2000	490,761	1,122,844	61,719	706,915
2001	487,734	1,219,020	67,368	734,814
2002	474,084	1,242,265	65,100	741,647
2003	469,145	1,362,141	66,357	758,455
2004	446,804	1,377,526	62,491	797,240
2005	408,462	1,306,724	67,343	756,421
2006	446,488	1,274,969	64,795	794,158
2007	402,525	1,187,923	98,143	874,699
2008	417,980	1,045,104	110,797	857,856
2009	387,727	1,014,318	103,735	851,162
2010	401,741	1,062,210	116,808	866,358

자료: 환경부, 환경통계연감, 각 연도.

주요 대기오염물질은 SO_x, NO_x, PM10, VOC 배출량 자료를 활용하여 산업별 배출 현황을 살펴보았으며, 자료의 한계로 인해 2000년부터 2006년까지는 환경부(2009) 자료를 이용하고 2007년부터 2010년까지는 KEI 내부자료를 활용하였다. 먼저 SO_x 배출량의 주요 산업별 비중을 살펴보면 제조업은 2004년까지 감소하다가 이후에 점차 증가하는 양상을 보이며, 2010년 기준으로 가장

큰 비중을 차지하였다. 서비스업은 제조업에 비해 낮은 비중을 차지하지만 2000년 이후 2009년까지 SO_x 배출량 비중이 꾸준히 증가하고 있다는 점이 특징적이다.

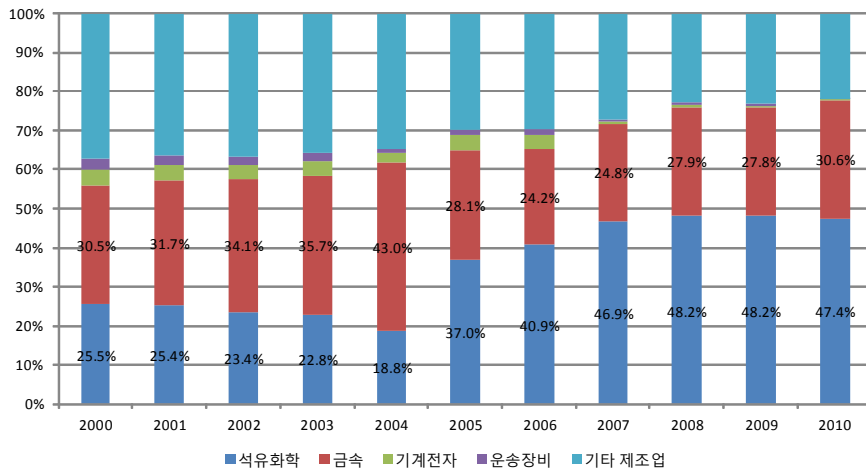


자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

〈그림 4-8〉 산업별 SO_x 배출량 비중(%)

SO_x 배출량을 기준으로 제조업 내 주요 4개 업종이 차지하는 비중은 2000년 대 약 60% 수준에서 2010년 약 78% 수준까지 확대되었으며, 석유화학과 금속(철강) 산업이 대부분을 차지하고 있다. 석유화학의 비중은 2004년까지 꾸준히 감소하다가 이후 급격히 증가하였으며, 금속 산업의 SO_x 배출 비중은 2004년 이후 급격히 감소했다가 2006년 이후 다시 증가하고 있다.

22 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

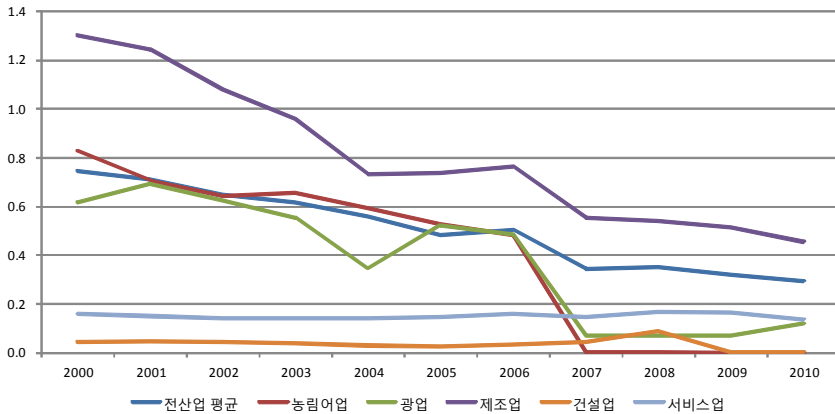
〈그림 4-9〉 제조업 세부업종별 SO_x 배출량 비중(%)

SO_x 배출 집약도를 살펴보기 위해 부가가치 대비 SO_x 배출량을 비교하면, 제조업이 전 산업 평균을 크게 상회하여 다른 주요 산업에 비해 많은 SO_x를 배출하는 것으로 판단된다. 그러나 제조업의 부가가치 대비 배출량은 2000년 이후 급격히 감소하는 추세를 나타내며 다른 산업과의 격차를 줄이고 있다는 점이 긍정적이다. 서비스업은 상대적으로 낮은 SO_x 배출 집약도를 나타내며, 이러한 수준을 꾸준히 유지하고 있음을 알 수 있다(그림 4-10 참조).⁸⁾

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 석유화학과 금속(철강) 산업의 SO_x 배출 집약도가 제조업 평균을 상회하며 가장 높은 것으로 나타났다. 금속 산업의 SO_x 배출 집약도는 전반적으로 감소한 반면, 석유화학의 SO_x 배출 집약도는 2004년 이후 급증하여 금속 산업을 추월하는 결과를 나타내고 있다. 두 산업 모두 최근에는 감소하는 추세를 보인다. 기계전자와 운송장비업의 부가가치

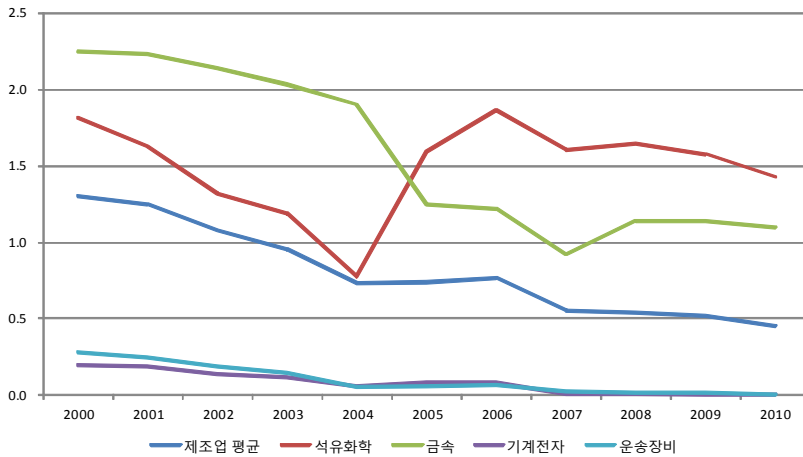
8) 우리나라 산업 중 전기, 가스, 수도업의 SO_x 배출 집약도가 상대적으로 매우 크기 때문에 <그림 4-10>에서는 이를 제외한 나머지 산업만을 비교하였다.

대비 SO_x 배출량은 이산화탄소와 마찬가지로 제조업 평균보다 낮은 수준을 유지하고 있다(그림 4-11 참조).



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료, 산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

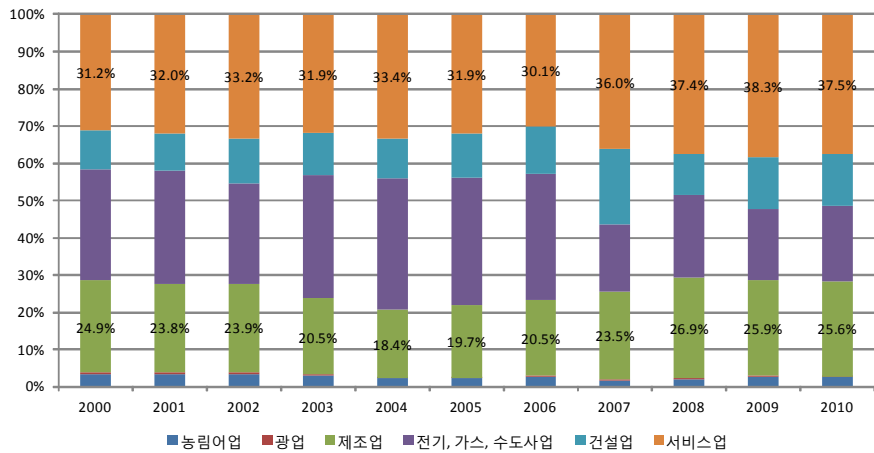
〈그림 4-10〉 산업별 부가가치 대비 SO_x 배출량(톤/10억 원)



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료, 산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

〈그림 4-11〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 SO_x 배출량(톤/10억 원)

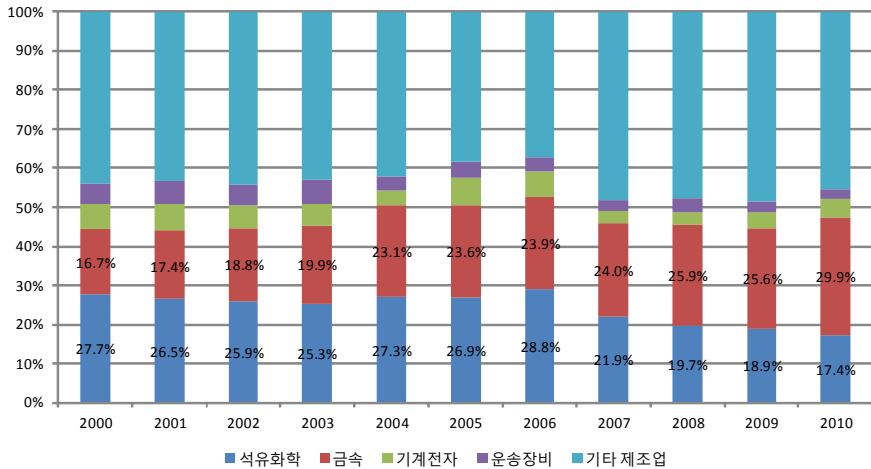
다음으로 NO_x 배출량의 주요 산업별 비중을 살펴보면 2006년 기준으로 전기, 가스, 수도업이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 제조업은 20.5%, 서비스업은 30.1%의 비중을 나타냈다. 그러나 2006년 이후 전기, 가스, 수도업의 NO_x 배출량 비중은 축소된 반면, 제조업과 서비스업의 비중이 각각 증가한 것으로 나타났다. 이산화탄소나 SO_x와 달리 NO_x는 서비스업에서 가장 많이 배출되고 있다는 점이 특징적이다.



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

〈그림 4-12〉 산업별 NO_x 배출량 비중(%)

제조업 내 주요 4개 업종이 차지하는 비중은 2006년에 60%를 넘었다가 이후 50% 초반의 수준을 유지하며, 금속(철강)과 석유화학의 비중이 대부분을 차지하는 것으로 나타났다.



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

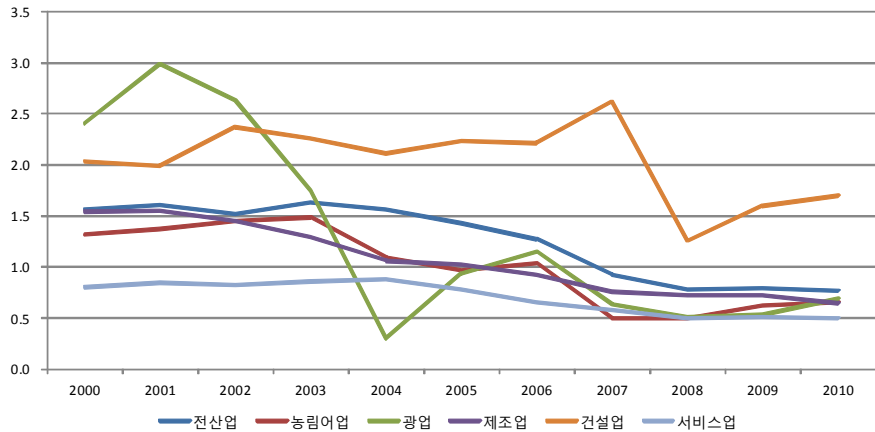
〈그림 4-13〉 제조업 세부업종별 NO_x 배출량 비중(%)

NO_x 배출 집약도를 살펴보기 위해 부가가치 대비 NO_x 배출량을 비교하면, 다른 대기오염물질과 달리 제조업이 전 산업 평균보다 낮은 배출 집약도를 나타내고 있다는 점이 특징적이다. 제조업의 NO_x 배출 집약도는 서비스업보다 높은 수준이지만, 제조업과 서비스업 모두 전반적으로 감소하는 추세를 나타내고 있다. 부가가치 대비 NO_x 배출량은 건설업이 가장 큰 것으로 나타났으며, 광업의 경우 2000년대 초반에 가장 큰 집약도를 나타냈으나 이후 급격히 감소하였다가 2004년 이후 다시 증가하는 양상을 보인다(그림 4-14 참조).⁹⁾

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 다른 대기오염물질과 마찬가지로 석유화학과 금속(철강) 산업의 NO_x 배출 집약도가 제조업 평균을 상회하며 가장 높은 것으로 나타났다. 다만 석유화학, 기계전자, 운송장비의 배출 집약도는 꾸준히 개선되고 있는 반면, 금속 산업의 NO_x 배출 집약도는 거의 일정 수준을 유지하

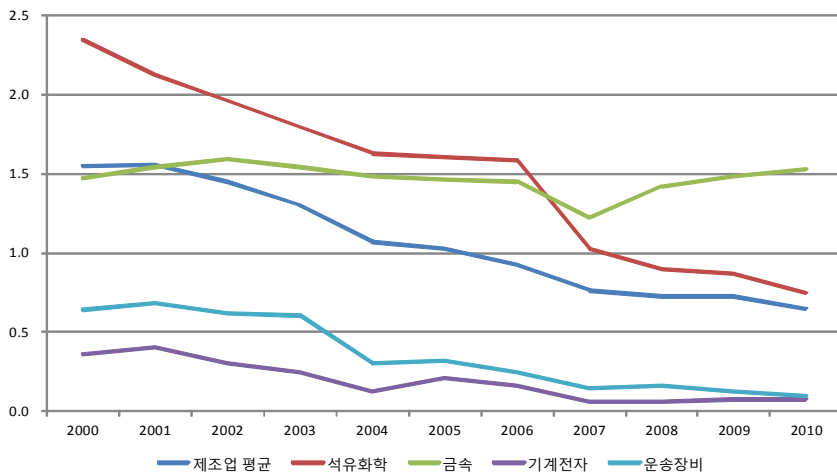
9) 우리나라 산업 중 전기, 가스, 수도업의 NO_x 배출 집약도가 상대적으로 매우 크기 때문에 <그림 4-14>에서는 이를 제외한 나머지 산업만을 비교하였다.

고 있다는 점이 차별적이다(그림 4-15 참조).



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료, 산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

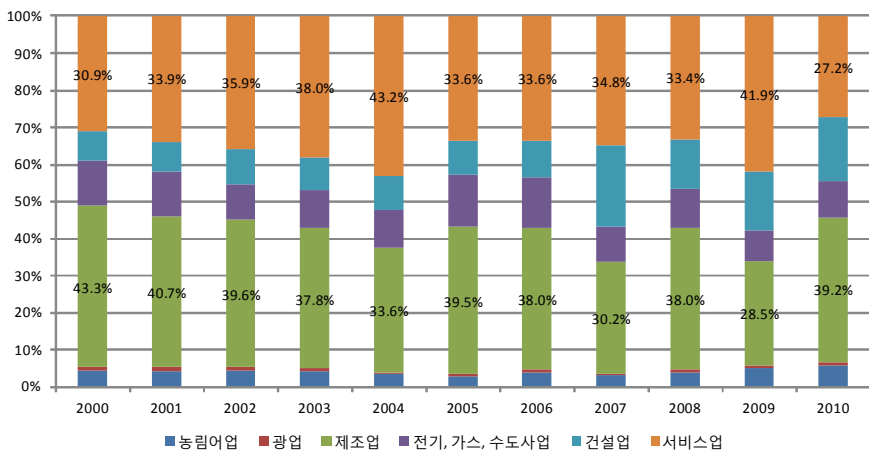
<그림 4-14> 산업별 부가가치 대비 NO_x 배출량(톤/10억 원)



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료, 산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

<그림 4-15> 제조업 세부업종별 부가가치 대비 NO_x 배출량(톤/10억 원)

세 번째로 PM10 배출량의 주요 산업별 비중을 살펴보면 제조업과 서비스업의 비중이 증감을 반복하며 어느 정도 유사한 수준을 유지하다가, 2010년 기준으로 제조업의 비중이 10% 이상 크게 나타났다. 앞서 이산화탄소나 SO_x가 제조업에서 압도적으로 많이 발생했던 것과 달리, PM10은 서비스업과 제조업이 비슷하게 배출된다는 특징이 있다.

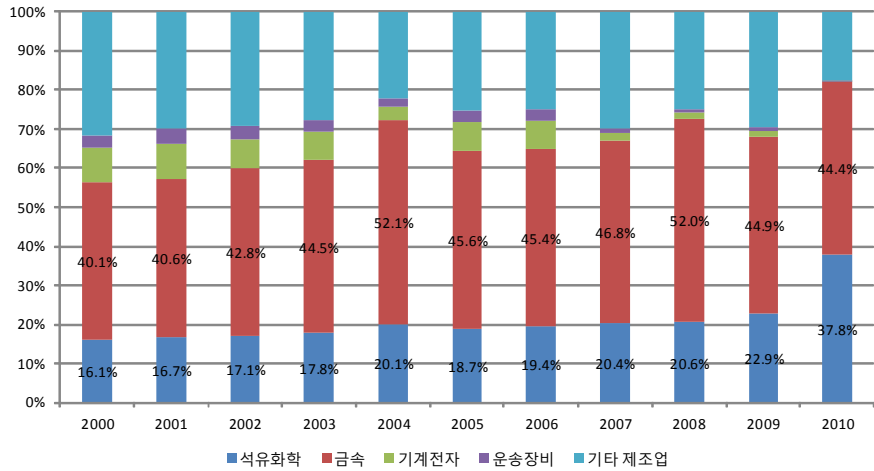


자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

〈그림 4-16〉 산업별 PM10 배출량 비중(%)

제조업 내 주요 4개 업종이 차지하는 비중은 80% 이상까지 확대되었으며, 금속이 압도적으로 많은 비중을 차지하고 있다. 2000년부터 2010년까지 제조업 내 PM10 배출의 구조적인 변화는 발견되지 않았으나, 2010년 기준으로 석유화학의 비중이 급격히 증가한 것으로 나타났다(그림 4-17 참조).

28 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

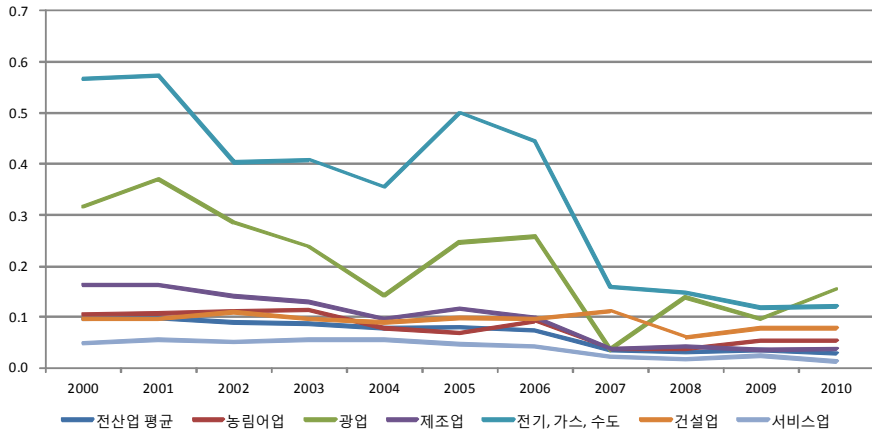


자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

〈그림 4-17〉 제조업 세부업종별 PM10 배출량 비중(%)

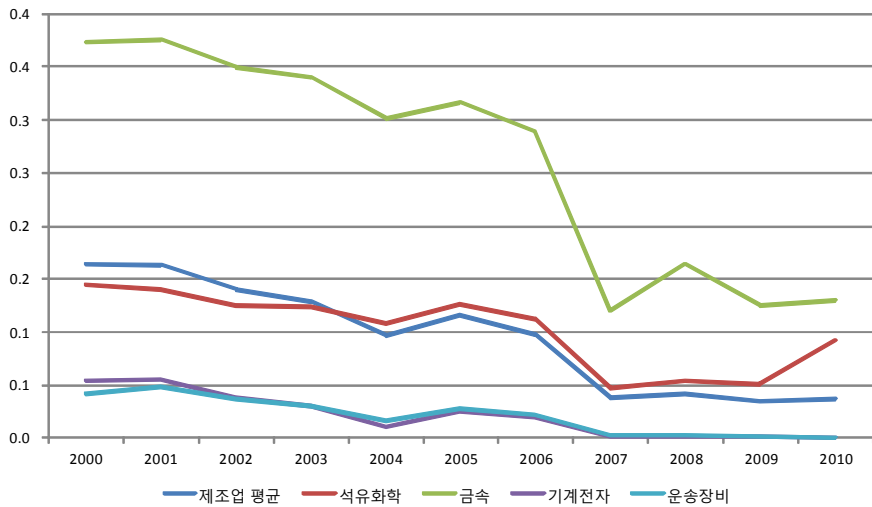
PM10의 배출 집약도를 살펴보기 위해 부가가치 대비 PM10 배출량을 비교하면, 전기, 가스, 수도업과 광업의 집약도가 상대적으로 매우 크게 나타났다. 제조업 역시 전 산업 평균보다 높은 집약도를 나타내는 반면, 서비스업은 가장 낮은 수준의 배출 집약도를 유지하고 있다. 대부분의 산업에서 2004년에 배출 집약도가 감소했지만 이후 다시 증감을 반복하는 양상을 나타내었다(그림 4-18 참조).

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 금속 산업의 부가가치 대비 PM10 배출량이 압도적으로 많으며, 석유화학은 제조업 평균 수준의 집약도를 나타내다가 2010년에 크게 증가하였다. 운송장비와 기계전자 산업의 집약도는 매우 낮은 수준이며, 두 산업의 집약도가 유사한 양상으로 2006년까지 개선되었다(그림 4-19 참조).



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료,
산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

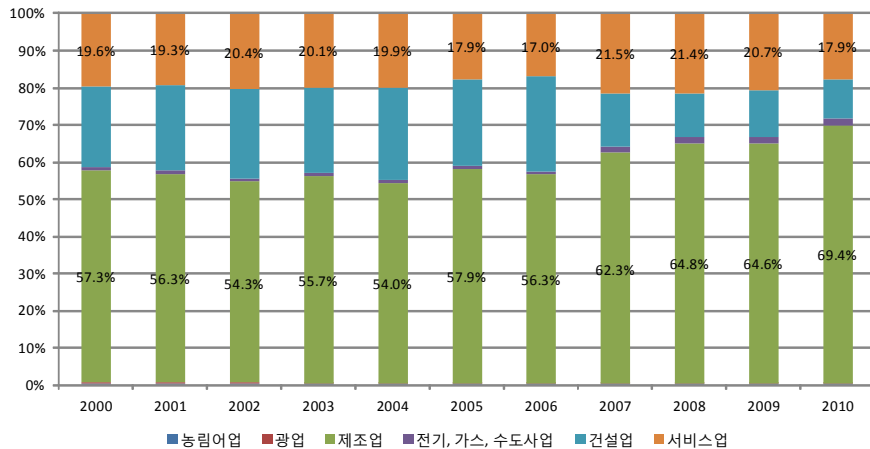
〈그림 4-18〉 산업별 부가가치 대비 PM10 배출량(톤/10억 원)



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료,
산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

〈그림 4-19〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 PM10 배출량(톤/10억 원)

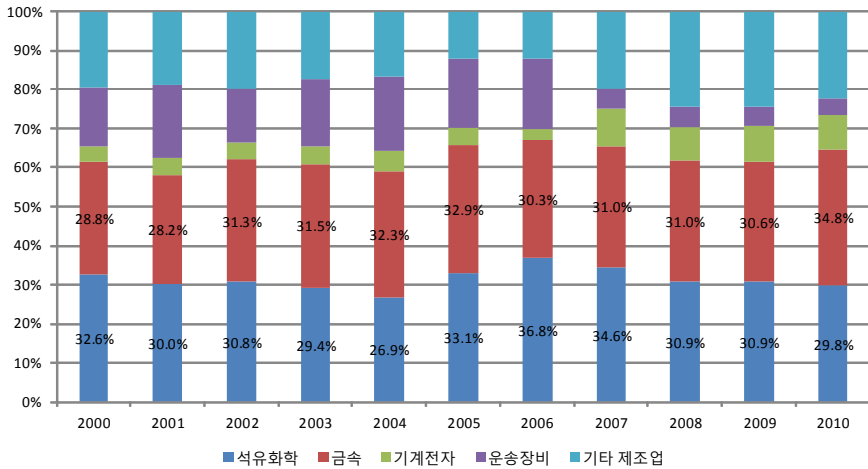
마지막으로 VOC 배출량의 주요 산업별 비중을 살펴보면 제조업은 2000년 초반에 56% 내외의 비중을 차지하다가 2010년에 69.4%까지 확대되었다. 반면 서비스업은 2000년 이후 17%~21% 수준을 유지하고 있다. 이는 이산화탄소나 SO_x가 제조업에서 압도적으로 많이 발생했던 것과 유사한 결과이다.



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

〈그림 4-20〉 산업별 VOC 배출량 비중(%)

제조업 내 주요 4개 업종이 차지하는 비중은 2000년 기준 80%에서 점차 증가하여 2006년에는 90%에 가깝게 확대되었다가 2010년에는 80% 이하로 축소되었다. 세부적으로는 석유화학과 금속업이 차지하는 비중이 크며, 해당 기간 동안 특별한 구조적 변화는 없었다.

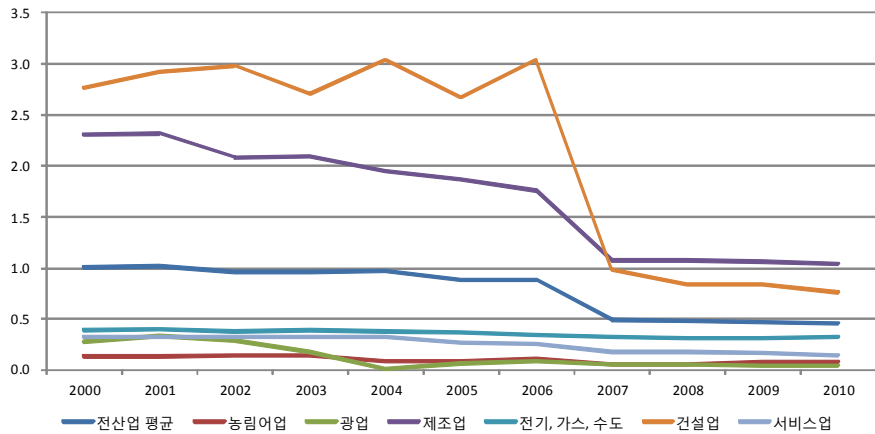


자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료.

〈그림 4-21〉 제조업 세부업종별 VOC 배출량 비중(%)

VOC의 배출 집약도를 살펴보기 위해 부가가치 대비 VOC 배출량을 비교하면, 다른 대기오염물질이 동일한 부가가치를 기준으로 전기, 가스, 수도업에서 가장 많이 배출되었던 것과 달리 건설업의 배출 집약도가 가장 높다는 점이 특징적이다. 제조업은 건설업 다음으로 높은 배출 집약도를 나타내며, 2006년까지 지속적으로 감소 추세를 나타냈지만 여전히 전 산업 평균을 상회하는 높은 수준을 나타내었다. 2007년 이후에는 건설업의 VOC 배출 집약도가 급격히 감소하여 제조업을 추월하였다. 서비스업은 제조업에 비해 매우 낮은 VOC 배출 집약도를 나타내며, 해당 기간 동안 이러한 수준을 유지하고 있다.

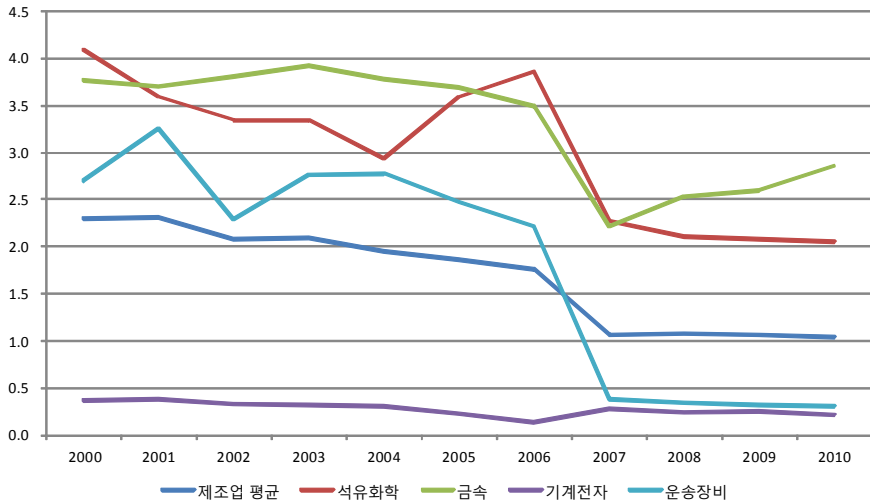
32 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료, 산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

〈그림 4-22〉 산업별 부가가치 대비 VOC 배출량(톤/10억 원)

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 석유화학과 금속 산업의 부가가치 대비 VOC 배출량이 압도적으로 많으며, 해당 기간 동안 제조업 평균을 크게 상회하였다. 다른 대기오염물질과 비교하여 가장 큰 특징은 운송장비업에서의 부가가치 대비 VOC 배출량이 일부 개선되는 추세를 보이지만, 제조업 평균을 상회하여 상당히 높게 나타났다는 점이다. 기계전자는 대기오염물질 전반에 걸쳐 낮은 배출 집약도를 보이고 있다. 운송장비업의 VOC 배출 집약도는 2007년 이후 급격히 개선되어 기계전자와 유사한 수준을 나타내었다.



자료: 2000년~2006년은 환경부(2009), 2007년~2010년은 KEI 내부자료,
산업별 부가가치는 한국은행 경제통계시스템.

〈그림 4-23〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 VOC 배출량(톤/10억 원)

3. 폐수

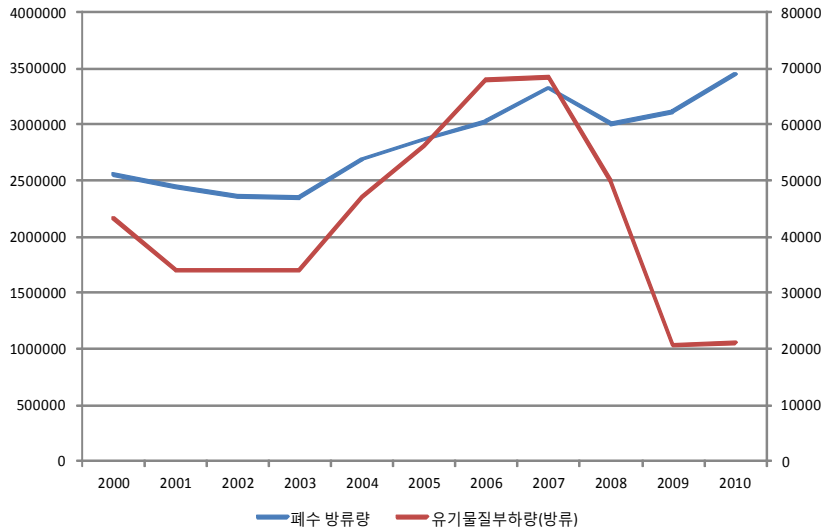
앞 절에서 대기오염물질인 SO_x, NO_x, PM₁₀, VOC의 배출 현황을 검토하였다면, 본 절에서는 산업별 수질오염물질 배출 현황을 비교하고자 한다. 우리나라의 하수와 폐수, 그리고 가축분뇨의 발생량은 1990년 이후 꾸준히 증가하다가 2000년대 중반 이후에 뚜렷한 경향 없이 증가와 감소를 반복하는 것으로 나타났다(표 4-2 참조). 이 중 산업별 폐수 발생량을 비교하기 위해 공장폐수의 발생 현황 자료를 6대 주요 산업과 4개 주요 제조업종으로 분류하여 방류량 기준으로 정리하였다. 그 결과, 1990년 이후 우리나라 산업의 폐수 방류량은 전반적으로 증가하였으나 유기물질부하량(방류 기준)은 2007년 이후 급격히 감소한 것을 확인할 수 있다(그림 4-24 참조).

〈표 4-2〉 하수, 폐수 및 가축분뇨 발생량 변화

(단위: 1,000m³/일)

구분	하수 발생량	산업폐수 발생량	가축분뇨 발생량
1990	12,323	4,106	128
1995	14,976	8,926	168
2000	15,441	7,907	125
2005	16,833	9,181	138
2006	16,920	6,215	137
2007	16,745	5,352	154
2008	17,113	4,557	128
2009	16,681	4,622	138
2010	16,111	5,229	136

자료: 환경부, 환경통계연감, 각 연도.

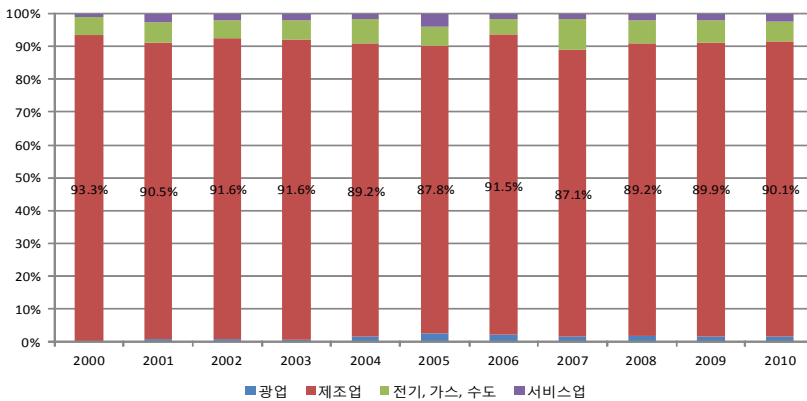


주: 좌측은 폐수 방류량(m³/일), 우측은 유기물질부하량(kg/일)

자료: 환경부 환경통계포털.

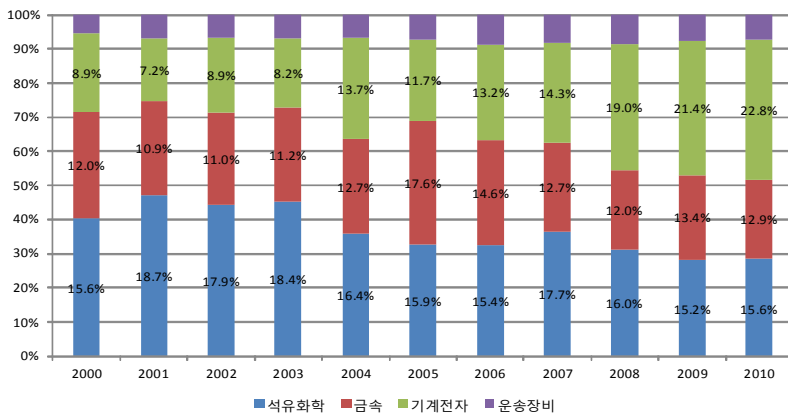
〈그림 4-24〉 우리나라 폐수방류량 및 유기물질부하량 변화

우리나라 주요 산업별 폐수 방류량을 살펴보면, 제조업이 90% 이상으로 압도적인 비중을 차지하고 있다. 이러한 산업구조는 2000년 이후 2010년까지 동일하게 유지되어 왔다(그림 4-25 참조). 제조업 내에서는 주요 4개 업종 외에 폐수 발생이 집계되지 않았으며, 2000년 기준 8.9%였던 기계전자의 비중이 지속적으로 증가하며 2010년 기준 22.8%로 확대되었다(그림 4-26 참조).



자료: 환경부 환경통계포털 원자료 가공.

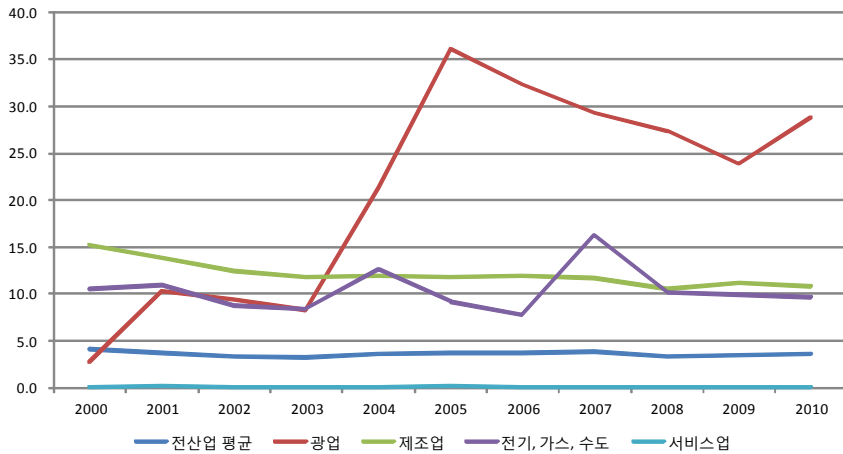
〈그림 4-25〉 산업별 폐수 방류량 비중(%)



자료: 환경부 환경통계포털 원자료 가공.

〈그림 4-26〉 제조업 세부업종별 폐수 방류량 비중(%)

산업별 폐수 배출 집약도를 살펴보기 위해 부가가치 대비 폐수 방류량을 비교한 결과, 산업별 부가가치 대비 폐수 방류량은 서비스업을 제외하고 모두 전산업 평균을 상회하는 것으로 나타났다. 온실가스나 대기오염물질과 달리 광업에서의 배출 집약도가 2003년 이후 급격히 증가하여 압도적인 수치를 나타내었다. 제조업 역시 전 산업 평균의 약 3배에 해당하는 집약도를 나타내어, 다른 산업에 비해 동일한 부가가치 대비 많은 폐수를 배출하는 것으로 볼 수 있다. 제조업과 대비적으로 서비스업은 해당 기간에 걸쳐 상대적으로 매우 낮은 수준의 배출 집약도를 나타내고 있다.¹⁰⁾



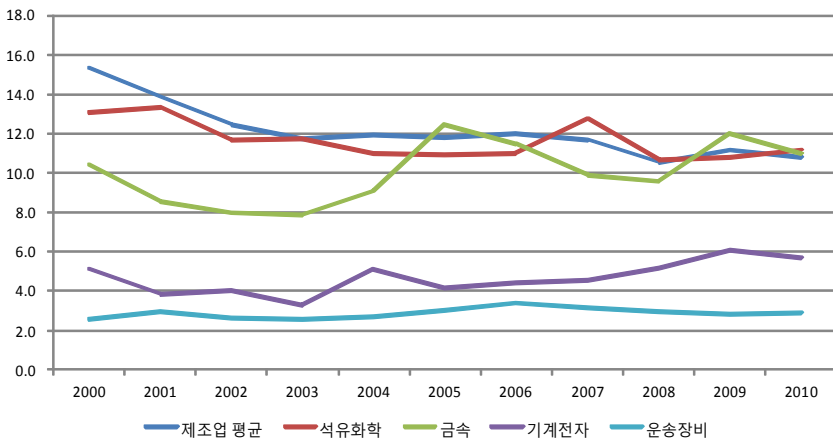
자료: 환경부 환경통계포털 및 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 4-27〉 산업별 부가가치 대비 폐수 방류량(m³/일/10억 원)

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 석유화학과 금속(철강) 산업의 폐수 배출 집약도가 상대적으로 높지만, 제조업 평균과 유사한 수준인 것으로 보인다. 금속

10) 농림어업에서의 폐수 방류량은 없는 것으로 집계되었다.

산업의 폐수 배출 집약도는 2000년 기준으로 제조업 평균의 3분의 2 수준에 불과했으나, 제조업 평균 집약도의 하락으로 2010년에는 유사한 수준에 이르렀다. 이러한 결과는 앞서 제시한 온실가스나 대기오염물질에서의 분석 결과와 크게 다르다. 결국 음식료품, 석유가죽, 목재출판 등 온실가스나 대기오염물질의 배출 집약도가 높지 않았던 기타 제조업 부문에서의 부가가치 대비 폐수 방류량이 주요 4개 업종의 방류량을 압도할 만큼 큰 것으로 유추할 수 있다. 기계전자와 운송장비업의 부가가치 대비 폐수 방류량은 제조업 평균보다도 매우 낮은 수준을 유지하고 있으나, 기계전자의 경우 소폭 상승하는 추세를 나타낸다.



자료: 환경부 환경통계포털 및 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 4-28〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 폐수 방류량(m^3 /일/10억 원)

4. 폐기물

마지막으로 우리나라 산업별 폐기물 발생량을 비교·분석하였다. 우리나라 폐기물 발생량은 크게 생활폐기물(가정과 사업장의 합계), 사업장폐기물(사업장 배출시설계와 건설 폐기물의 합계), 사업장지정폐기물로 구분할 수 있다. 생활폐기물 발생량은 2000년 이후 뚜렷한 추세 없이 증감을 반복하는데, 이는 쓰레기종량제의 영향으로 해석할 수 있다. 이와 달리 사업장폐기물은 2000년 이후 급격하게 증가해왔는데, 이는 가장 큰 비중을 차지하고 있는 건설폐기물이 증가함에 따른 결과이다. 지정폐기물 발생량은 2006년까지 꾸준히 증가했지만 이후 2010년까지는 뚜렷한 양상 없이 증감을 반복하고 있다.

〈표 4-3〉 폐기물 종류별 발생량 변화

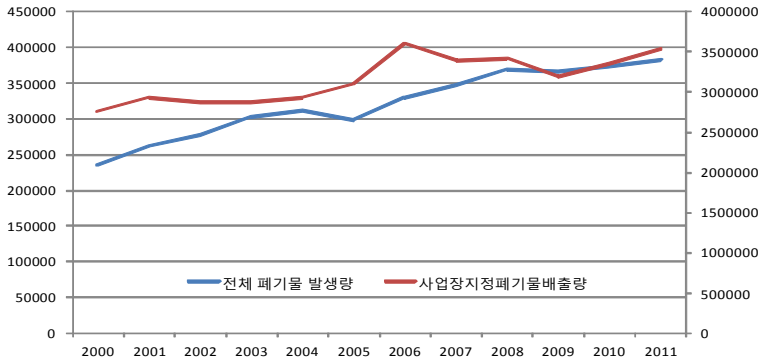
(단위: 톤/일)

구분	일반폐기물		지정폐기물
	생활폐기물	사업장폐기물	
1995	47,774	95,823	4,445
2000	46,438	180,230	7,615
2005	48,398	247,325	8,634
2006	48,844	270,084	10,026
2007	50,346	286,812	9,511
2008	52,072	307,224	9,594
2009	50,906	306,955	9,060
2010	49,159	315,995	9,488

자료: 환경부, 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」, 「지정폐기물 발생 및 처리현황」, 「환경통계연감」 각 연도.

상기 폐기물 종류별 발생량을 합한 우리나라 전체 폐기물 발생량은 꾸준히 증가하며, 이 중 사업장지정폐기물 배출량은 2006년 이후 감소하다가 최근 다시 증가하고 있다. 폐기물 종류별 발생량 자료에서 산업별 배출량 비교가 가능한 사업장배출시설계폐기물과 사업장지정폐기물 발생 현황에 대해서 추가적인 분

석을 수행하기로 한다.



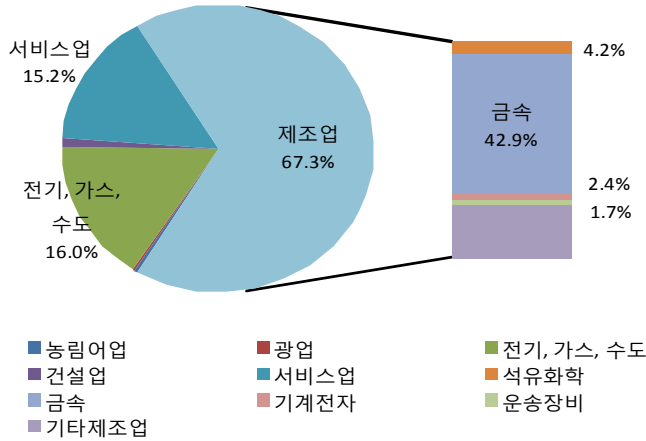
주: 좌측은 전체 폐기물 발생량(톤/일), 우측은 사업장지정폐기물 배출량(톤/년).

자료: 환경부 환경통계포털.

〈그림 4-29〉 우리나라 폐기물 발생량 변화

먼저 산업별로 사업장배출시설계폐기물 발생량을 비교하면 2011년 기준으로 제조업이 전체 사업장배출시설계폐기물의 67.3%를 차지해 대부분의 발생이 제조업에서 일어나고 있음을 확인할 수 있다. 이에 반해 서비스업의 사업장배출시설계폐기물 발생량은 15.2%의 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 제조업 내에서 주요 4개 업종별 비중을 살펴본 결과 제조업 비중 67.3% 가운데 금속산업에서의 발생 비중이 42.9%(제조업의 약 64%에 해당)로 압도적이다.¹¹⁾

11) 사업장배출시설계폐기물의 발생 현황을 산업별로 집계한 자료는 최근에 제공되기 시작 하였으므로 연도별 변화를 살펴보기에는 한계가 있다. 또한 사업장배출시설계폐기물의 처리 현황은 산업별 자료의 이용이 불가능하기 때문에 분석에 한계가 있다.



자료: 환경부-한국환경공단(2012), p.18 자료 가공.

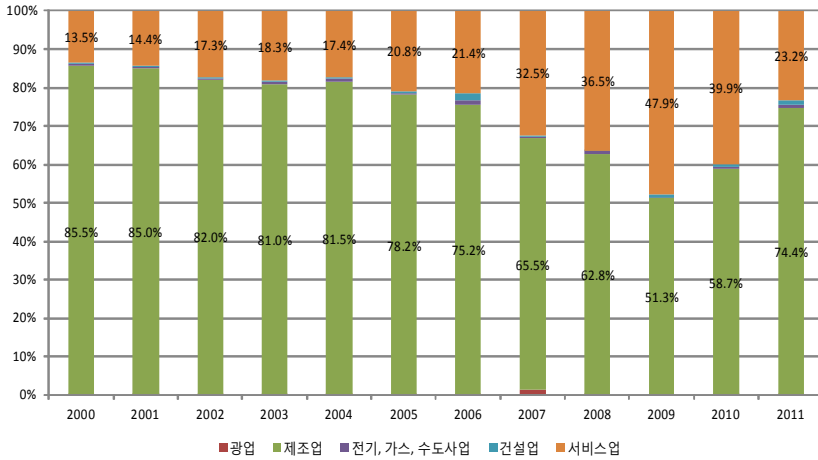
〈그림 4-30〉 2011년 사업장배출시설계폐기물의 산업별 비중(%)

한편 우리나라 주요 산업별로 사업장지정폐기물 발생량²⁾을 비교하면, 제조업이 2011년 기준 74.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 제조업이 차지하는 비중은 2000년 기준 85.5%에서 점차 감소하여 2009년에는 50% 수준으로 떨어졌으나, 이후 다시 급격히 증가하는 양상을 나타내었다. 이와 반대로 서비스업의 비중은 2009년까지 급격히 증가하여 약 48% 수준에 이르렀다가 이후 다시 감소하는 추세를 나타내고 있다(그림 4-31 참조).¹³⁾

제조업 내에서는 주요 4개 업종이 배출하는 사업장지정폐기물의 비중이 90% 이상을 차지하며, 2011년 기준으로 금속(철강) 산업의 비중이 가장 큰 것으로 파악되었다. 전반적으로 제조업 내에서는 석유화학, 금속, 기계전자 산업의 발생 비중이 유사한 수준에서 증감을 반복하고 있다(그림 4-32 참조).

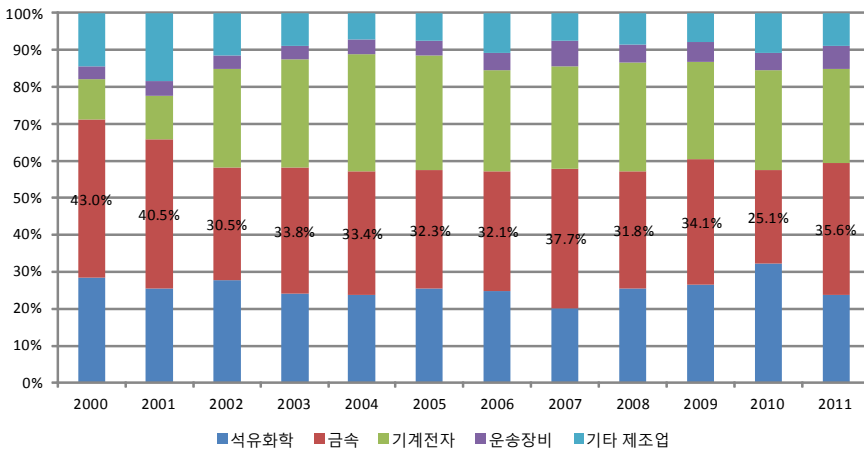
12) 해당연도 발생량을 기준으로 정리하였다.

13) 농림어업에서의 사업장지정폐기물 발생량은 없는 것으로 집계되었다.



자료: 환경부 환경통계포털 원자료 가공.

〈그림 4-31〉 산업별 사업장지정폐기물 발생량 비중(%)

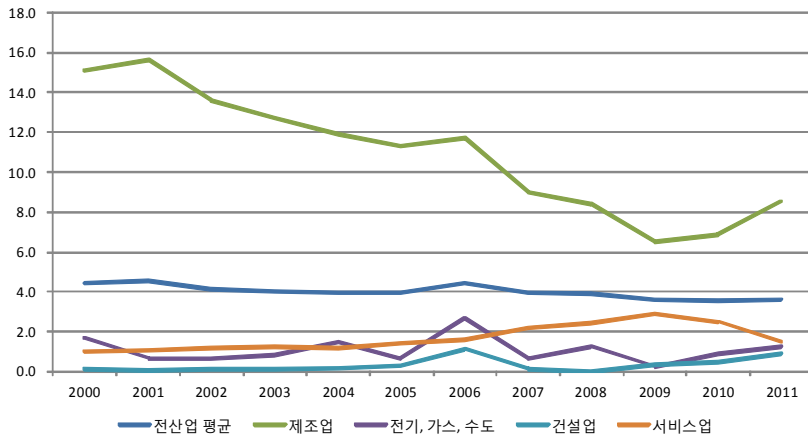


자료: 환경부 환경통계포털 원자료 가공.

〈그림 4-32〉 제조업 세부업종별 사업장지정폐기물 발생량 비중(%)

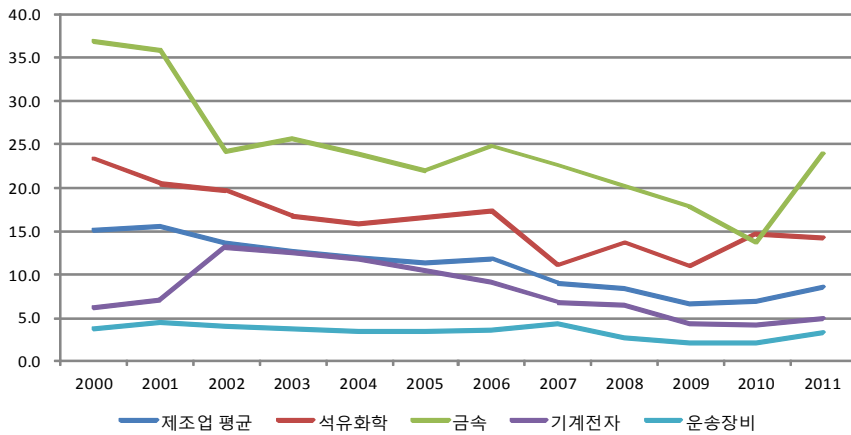
부가가치 대비 사업장지정폐기물 발생량에서는 제조업이 전산업 평균을 크게 상회하며, 서비스업에 비해서도 최소 30배 이상의 집약도를 나타내었다.¹⁴⁾

42 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석



자료: 환경부 환경통계포털 및 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 4-33〉 산업별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 발생량(톤/년/10억 원)



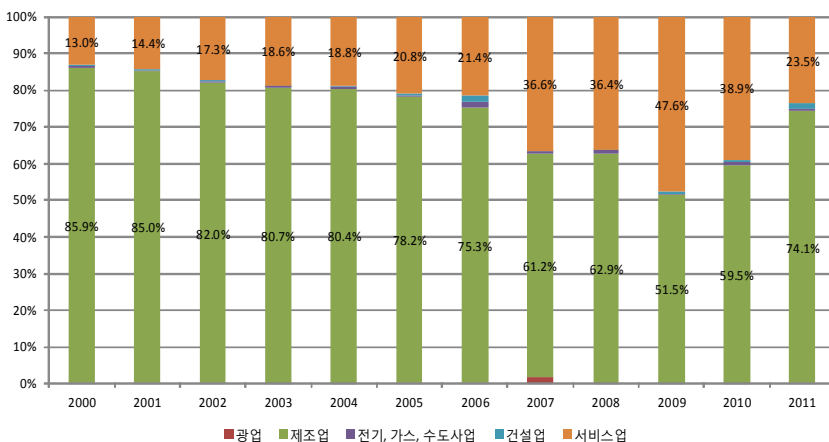
자료: 환경부 환경통계포털 및 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 4-34〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 발생량(톤/년/10억 원)

14) 광업 부문의 사업장지정폐기물 발생량은 집계되었으나, 자료의 이상으로 본 분석에서 제외하였다.

제조업 내에서 주요 4개 업종별로는 금속(철강) 산업과 석유화학의 부가가치 대비 발생량이 제조업 평균보다 높은 것으로 나타났다. 시기별 증감은 있으나 전반적으로 배출 집약도가 감소하는 추세였으며, 최근 다시 증가하는 양상을 보이고 있다(그림 4-34 참조).

마지막으로 우리나라 주요 산업별로 사업장지정폐기물의 처리량¹⁵⁾을 비교하면, 제조업이 2011년 기준 74.1%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 즉 제조업에서 발생하는 사업장지정폐기물이 많은 만큼, 처리량 역시 많은 것으로 볼 수 있다. 제조업이 차지하는 비중은 2000년 기준 85.9%에서 점차 감소하여 2009년에는 50% 수준으로 떨어졌으나, 이후 다시 급격히 증가하는 양상을 나타내었다. 이와 반대로 서비스업의 비중은 2009년까지 급격히 증가하여 약 48% 수준에 이르렀다가 이후 다시 감소하는 추세를 나타내고 있다. 이러한 추세는 앞서 살펴본 사업장지정폐기물의 배출 현황과 동일하다.



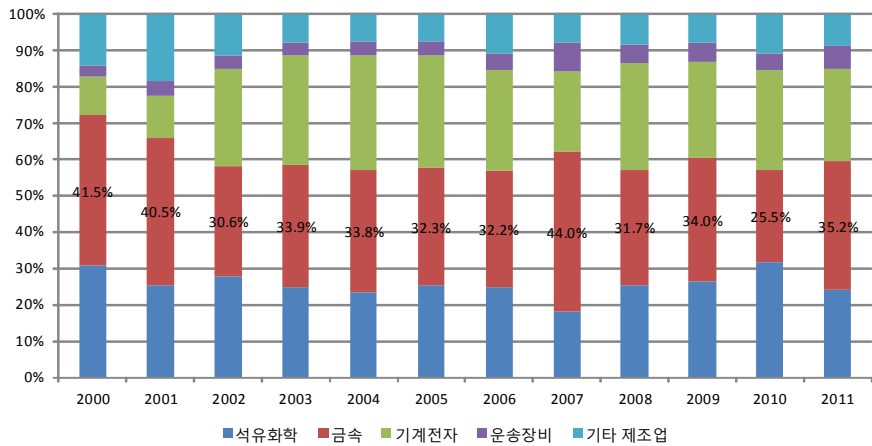
자료: 환경부 환경통계포털 원자료 가공.

〈그림 4-35〉 산업별 사업장지정폐기물 처리량 비중(%)

15) 통계자료 상에서 연도별로 차이는 있으나 모든 처리방법을 포함하여 해당연도의 처리량을 기준으로 정리하였다.

44 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

제조업 내에서는 주요 4개 업종이 차지하는 사업장지정폐기물 처리량의 비중이 90% 이상을 차지하며, 2011년 기준으로 금속(철강) 산업의 비중이 가장 큰 것으로 파악되었다. 전반적으로 제조업 내에서는 석유화학, 금속, 기계전자 산업의 발생 비중이 유사한 수준에서 증감을 반복하고 있으며, 이러한 결과도 발생량에서와 동일하다.

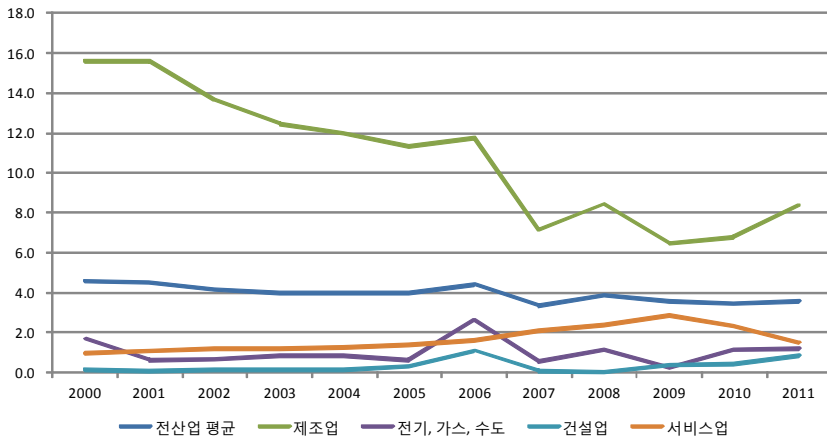


자료: 환경부 환경통계포털 원자료 가공.

〈그림 4-36〉 제조업 세부업종별 사업장지정폐기물 처리량 비중(%)

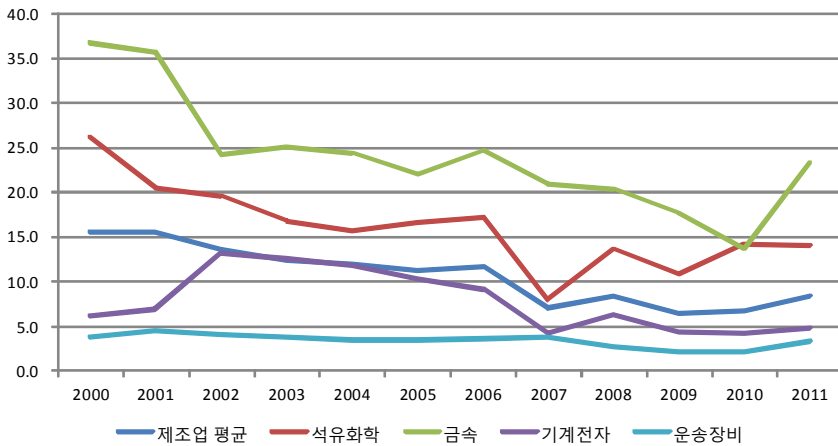
부가가치 대비 사업장지정폐기물 처리량의 산업별 비교 결과는 부가가치 대비 배출량과 거의 유사하게 나타났다.¹⁶⁾

16) 광업 부문의 사업장지정폐기물 처리량은 집계되었으나, 자료의 이상으로 본 분석에서 제외하였다.



자료: 환경부 환경통계포털 및 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 4-37〉 산업별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 처리량(톤/년/10억 원)



자료: 환경부 환경통계포털 및 한국은행 경제통계시스템 원자료 가공.

〈그림 4-38〉 제조업 세부업종별 부가가치 대비 사업장지정폐기물 처리량(톤/년/10억 원)

제5장 맺음말

본 연구에서는 한국 경제의 구조변화와 관련된 지속가능성을 평가하기 위한 작업의 일환으로 주요 경제변수, 사회변수, 환경변수의 변화 추세를 살펴보았다. 특히 전반적인 산업구조의 변화와 관련해서는 제조업의 비중과 변화 추세에 초점을 맞추었다. 나아가 한국 경제의 견인차 역할을 수행하고 있다고 평가 받는 석유화학, 금속(철강), 기계전자(반도체), 운송장비(자동차) 업종에 대한 심도 있는 분석을 위해 제조업을 세분하여 살펴보았다.

본 연구의 다양한 분석결과 중에서 전반적인 산업구조의 변화 및 제조업 업종 구성의 변화와 관련된 것들을 정리한 것이 <표 5-1>이다. 이 표는 부가가치, 고용, 에너지, 오염물질 등을 기준으로 전체 산업에서 제조업이 차지하는 비중의 변화, 제조업 내에서 석유화학, 금속, 기계전자, 운송장비 각각이 차지하는 비중의 변화, 그리고 제조업, 석유화학, 금속, 기계전자, 운송장비 각각의 원단위 또는 집약도의 변화 등을 정리한 것이다.

이러한 분석과 정리를 통해 우선 2000년 이후 한국 경제의 성장과 발전 과정이 사회적 측면(고용)이나 환경적 측면(자원 사용, 오염물질 배출)에서 좋지 않은 영향을 끼친 것도 많이 있으며, 따라서 앞으로 좀 더 지속가능한 방향으로 나아갈 필요성이 있다고 할 수 있다.

하지만 구체적인 변화 방향(예컨대, 오염물질 배출 비중이 큰 석유화학이나 금속 같은 업종의 비중 축소)을 제시하기에는 본 연구의 분석이 여러 가지 차원에서 한계를 가지고 있다. 무엇보다 산업구조의 변화와 환경 영향 사이에 일반론 수준의 상관관계(예: 환경쿠즈네츠곡선가설)를 설정하기는 어렵다. <표 5-1>에서 나타나듯이 환경 이슈의 특성에 따라(또는 업종 특성에 따라) 경제와 환경

간의 관계가 매우 다르게 나타나기 때문이다.

〈표 5-1〉 주요 분석변수의 시계열 추세

구분	제조업 전체	석유 화학	금속	기계 전자	운송 장비
부가가치 비중	+	-	-	++	+
고용 비중	-	0	+	+	+
에너지 원단위	-	0	0	-	-
CO ₂ 배출 비중	0	-	++	-	0
CO ₂ 배출집약도	0	0	+	-	-
SO _x 배출 비중	0	+	-	0	-
SO _x 배출집약도	-	0	-	-	-
NO _x 배출 비중	0	0	+	0	-
NO _x 배출집약도	-	-	0	-	-
PM10 배출 비중	0	+	+	-	0
PM10 배출집약도	-	-	-	-	-
VOC 배출량 비중	0	+	+	-	+
VOC 배출집약도	-	0	0	-	-
폐수 방류량 비중	0	-	0	+	0
폐수 방류 집약도	-	-	0	+	0
지정폐기물 발생량 비중	0	0	0	0	0
지정폐기물 발생원단위	-	-	-	-	-

주: '+'와 '-'는 분석 대상 기간(주로 2000~2010) 동안 비중이나 원단위의 증감을 의미(추세가 특히 두드러진 경우 2개로 표시). '0'은 변화가 거의 없거나 일정한 추세 없이 진폭만 있는 경우를 의미함.

향후 좀 더 포괄적이고 체계적인 분석을 위해서는 다음과 같은 사항들이 해결 또는 보완되어야 할 것이다. 첫째, 업종별 세부 데이터의 확보가 가장 중요하다. 경제 데이터와 달리 환경 데이터는 업종별 세부 정보가 없는 경우가 많이 있다 (자연자원 사용, 용수 사용, 사업장폐기물 처리 등). 나아가 업종별 데이터가 있다고 하더라도 업종분류의 해상도가 떨어지는 경우도 많이 있다. 본 연구에서도 에너지, 대기, 폐수, 폐기물 등 여러 영역의 업종분류 체계를 통일하는 과정에서 구분이 필요한 업종들을 묶을 수밖에 없는 경우가 많았다.

둘째, 원단위나 집약도에 기초한 환경-경제효율성(eco-efficiency) 평가에 대한 보완 맥락에서 비용이나 편익과 관련된 정보와 연계하여 입체적으로 분석할 필요가 있다. 예컨대, 실제 경제주체들이 지불하는 비용 정보(예: 환경보호지출 데이터)와 배출량 데이터를 결합함으로써 오염배출 측면에서의 효율성을 비교평가할 수 있으며, 특정한 오염에 대한 사회적 비용 정보(상대적으로 불확실성이 크긴 하지만)를 이용할 수 있다면 업종 간 비교 평가도 가능할 수 있다.

이러한 한계점에도 불구하고 본 연구가 제시하는 다양한 통계 자료와 분석 결과는 관련 연구를 수행하는 과정에서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단되며, 상기 지적된 사항을 보완하여 향후 포괄적이고 심도 있는 연구가 추진될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

<국문 자료>

- 기현석, 정경화. 2010. 「저탄소 경제시스템 구축 전략 연구: 저탄소 경제체제 구축 전략 수립」. 에너지경제연구원.
- 시장경제연구원. 2010. 「산업구조 변화에 따른 고용창출 정책방향 연구」.
- 에너지대안포럼. 2012. 「2030 에너지대안 시나리오」. 2012년 6월.
- 오영석. 2013. “경제산업구조의 변화와 일자리 창출 전략”. KIET 산업경제. 2013년 1월.
- 온실가스종합정보센터. 2013. 「2012 국가온실가스 인벤토리 보고서」.
- 이진면 외. 2012. 「고령화를 고려한 중장기 산업구조 전망」. 산업연구원.
- 이창훈, 강희찬, 이미숙. 2013. “친환경 에너지정책 방향”. KEI 포커스 vol.1. 한국환경정책평가연구원.
- 포스코경영연구소. 2001. 「지속가능한 산업발전 전략」. 산업자원부.
- 환경부. 2006. 「환경경제통합계정 개발 및 녹색GDP 작성(IV)」.
- _____. 2007. 「환경경제통합계정 작성기반 구축 및 활용방안 연구(V)」.
- _____. 2009. 「환경경제통합계정 도입 및 환경정책 경제성 분석」.
- 환경부, 한국환경공단. 2012. 「2011 전국 폐기물 발생 및 처리현황」.

<영문 자료>

- Global Insight. 2013. *Gross output real 2005 US dollar*.
- IEA. 2013. *Energy Balances of OECD Countries*.
- OECD. 2013. *OECD Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics*.

<온라인 자료>

- 국가에너지통계종합정보시스템
통계청 국가통계포털

50 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석

한국은행 경제통계시스템

환경부 환경통계연감, 각 연도

OECD iLibrary 통계

Abstract

Analysis on Industrial Structure Change from a Sustainability Perspective

A sustainable development involves a balanced growth among the economy, society and environment. South Korea has experienced a rapid economic development based on the export-oriented industrial structure with a significant contribution of manufacturing. It would be meaningful to examine the social and environmental impacts of industrial structure change from a sustainability perspective. In this context, this study analyzed how economic growth and industrial structure in South Korea affect social and environmental dimensions. Changes in economic, social, and environmental variables are first reviewed and then the overall industrial structure, mainly focused on the trend in manufacturing sector, is examined as well. Additional analysis is conducted on manufacturing sectors such as petrochemical, metal, machinery and electronics, transportation equipment industries if data allowed. As a result, it can be said that a process of economic growth and industrial development in South Korea has adversely affected social and environmental dimensions. Therefore, more sustainable strategies should be considered in the process of economic development in South Korea.

Keyword : Economic Growth, Industrial Structure, Employment, Resource Utilization, Emission of Pollutants

| KEI Working Paper 목록 | 2012~2013

- 2013년**
- 2013-01 토양자원 유실 최소화를 위한 국내외 환경영향평가 사례 연구(신경희)
 - 2013-02 PM-2.5 환경영향평가 방안 연구(이영수)
 - 2013-03 지자체 적응대책 수립지원을 위한 기후변화 시나리오 자료 활용 방안(정휘철)
 - 2013-04 기후변화에 따른 도심지역 지질재해 리스크 체계 마련(이명진)
 - 2013-05 비전동가스 개발의 환경영향평가 가이드라인 마련을 위한 기초연구(조한나)
 - 2013-06 모니터링을 통한 친환경 계획기법의 적절성 검증 기초연구 - 도시공간에서의 stepping stone을 중심으로(최희선)
 - 2013-07 국가와 지자체의 기후변화 적응대책 실효성 제고를 위한 연계강화 방안(임영신)
 - 2013-08 KEI 환경정보체계 발전방안(전성우)
 - 2013-09 도시하천 유역의 환경평가 방법 마련을 위한 기초 연구(홍헌정)
 - 2013-10 제조업 환경비용의 국제비교(조일현)
 - 2013-11 바이오가스의 재생연료의무혼합제도에 관한 해외사례 분석(조지혜)
 - 2013-12 자연경관심의제도의 현황분석 및 제도 개선방안(주용준)
 - 2013-13 충간소를 관리를 위한 기초연구(박영민)
 - 2013-14 지속가능성 관점에서의 산업구조 변화 분석(이미숙)
 - 2013-15 KEI 중국환경 증장기 연구계획 수립을 위한 기획연구(추장민)
 - 2013-16 기후변화 적응관련 취약계층 지원대책 현황조사 및 분석 연구(신지영)
 - 2013-17 한국 ODA사업의 환경평가 모니터링 현황과 해외사례 비교 연구 - 사업 종료 후 모니터링 사례를 중심으로(김태형)
 - 2013-18 국내 전략환경평가의 사회경제성 부문 기능 확립을 위한 기초연구(이상윤)
 - 2013-19 환경영향평가시의 시설별 유해대기오염물질 배출량 산정을 위한 기초연구(주현수)
 - 2013-20 지형장애물 분석을 통한 환경현황자료 작성방안(김지영)
 - 2013-21 상수원보호구역 상하류의 수변지역 관리방안 연구 - 잠실상수원 보호구역과 팔당 상수원 보호구역 구간 중심으로(김태윤)
 - 2013-22 2013 국민환경의식조사 연구(이미숙)
- 2012년**
- 2012-01 기후변화를 고려한 농업 가뭄지수 활용 및 적용 기초 연구 (이진영)
 - 2012-02 산림경영 기반시설의 주요 환경영향 - 선형사업(임도) 중심으로 (천영진 외)
 - 2012-03 방조제 건설에 따른 연안환경의 증장기 변화 평가 연구 - 아산만 수질모델링 중심으로 (김태윤)
 - 2012-04 지속가능한 지하수자원 확보를 위한 지하수보전구역 지정 연구 - 외국의 지하수 보전구역 사례 분석 (현운정)
 - 2012-05 공공부문의 지역별 환경보호지출 및 수입통계(EPER) 추계 (조일현, 김중호)
 - 2012-06 누적영향평가 적용의 사례 분석 및 시사점 연구 (김진오)
 - 2012-07 유해성에 따른 「폐기물 종료기준」의 해외 현황 및 정책적 시사점 (조지혜 외)

- 2012-08 도시 지하공간 조성에 따른 환경영향 관리 방향 연구 (김윤승)
- 2012-09 폐기물 처리관련 업종의 여건변화가 여타 산업에 미치는 영향 분석 (신상철)
- 2012-10 미래 건강부담 추정영향요인 고찰- 기후변화에 따른 폭염 증가를 중심으로
(하종식, 신용승)
- 2012-11 셰일가스 국내 도입에 따른 에너지·환경 정책 수립을 위한 기초연구
(주현수, 조한나)

※ KEI 설립 이후 현재까지의 보고서 원문은 KEI 홈페이지(www.kei.re.kr)에서 보실 수 있습니다.