

제 출 문

환경부장관 귀하

본 보고서를 “대기 배출부과금 제도 개선방안 연구 ” 의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 04.

한국환경정책·평가연구원
원장 윤제용

참 여 연 구 진

연 구 기 관 : 한국환경·정책평가연구원

연 구 기 간 : 2018. 08. ~ 2019. 03.

연 구 책 임 자 : 공 성 용

연 구 원 : 이창훈, 안길수, 정예민, 정은혜

요 약

대기배출부과금제도는 대기오염물질을 배출하는 행위자에게 배출량에 비례하여 금액을 부과함으로써 대기오염물질의 배출을 저감하기 위한 경제적 유인책이다. 2018년 초미세먼지(PM2.5) 농도 개선을 위해 질소산화물을 대상물질에 포함하였지만, 제도의 큰 틀은 변화가 없었다. 예를 들어 황산화물의 부과단가가 1983년 500원/kg이 지금도 유지되고 있고 1991년 도입된 먼지의 부과단가 770원/kg도 여전히 적용되고 있다. 초과부과금 대상물질의 종류도 마찬가지이다. 따라서 제도가 도입된 지 수십년이 경과한 지금 부과금제도의 적절성에 대하여 검토하고 제도의 개선방향에 대하여 고찰하였다. 아울러 부과금제도의 오염물질 배출량 저감효과에 대해서도 살펴보았다.

먼저, 부과금제도가 대기오염물질 배출저감에 실질적으로 기여하였는데, 이는 2015년 사업장 TMS 데이터를 가지고 기본부과금 대상물질(먼지와 황산화물)과 비대상물질(질소산화물)의 배출농도를 비교함으로써 확인할 수 있었다. 예를 들어 부과금이 면제되는 30%(배출허용기준 대비 실제 배출농도) 미만의 경우를 살펴보면 먼지는 전체 굴뚝의 89%, 그리고 황산화물은 69%인데 반해 질소산화물은 19%에 불과하다. 이는 2020년부터 시행되는 질소산화물의 배출량 저감을 위해서는 농도별 부과계수를 유지할 필요성이 있다는 것을 의미한다.

다음으로는 먼지와 황산화물의 부과단가의 적정성을 검토하기 위하여 각 물질의 처리비용을 추정하고 서울행정학회(2009)와 미국 EPA(2013)의 처리비용과 비교하였다(〈표 4-15〉과 〈표 4-16〉 참조). 먼지의 경우에는 처리비용의 범위가 매우 커서 평균처리비용을 추정하기에는 한계가 있었다. 황산화물의 평균처리단가는 3,747원/kg으로 추정되었는데 이는 현재의 부과금 853원/kg(500원/kg의 2018년 가격)보다 4배 이상 큰 값이다. 부과금 단가가 해당 오염물질의 처리비용과 사회적 비용 사이에서 결정되는 것임을 감안하면 황산화물의 단가는 조정이 필요하지만, 그 적정 값에 대해서는 사회적 합의가 필요하므로 보다 자세한 조사가 필요하다.

부과금대상 물질의 조정에 대해서도 검토하였는데, 기본부과금의 경우에는 VOCs를 추가하고 초과부과금의 경우에는 황화수소와 이황화탄소는 제외하되 니켈, 디클로로메탄, 벤젠, 트리클로로에탄, 테트라클로로에탄, 포름알데히드, 스티렌, 염화비닐, 크롬 등 8종을 추가하는 것으로 제안하였다. 기본부과금의 경우에는 초미세먼지(PM2.5) 농도 개선을 목적으로 대상물질을 검토하였고, 초과부과금 대상물질의 경우에는 위해성과 배출량, 대기농도 등을 함께 고려한 결과이다.

지역별 부과계수는 II 지역의 부과계수를 1로 상향하는 것을 제안하였다. 현재의 부과계수는 I 지역은 1.5, II지역은 0.5, 그리고 III지역은 1.0의 계수가 주어지는데, 대부분의 배출시설이 입지하고 있는 II지역의 부과금을 50%나 줄여주기 때문에 부과금 본래의 목적을 희석시키고 있다. 농도별 부과계수는 유지하는 것을 제안하였다. 원칙적으로 말하면 부과금을 배출농도와 연계하는 것은 제도의 취지와 맞지 않지만, 농도별 부과계수가 가지는 긍정적 효과를 확인할 수 있었고 2020년부터 시행될 질소산화물에 대해서도 효과가 나타날 것으로 예상하였기 때문이다. 초과횟수별 부과계수는 지금보다 상향할 필요가 있다고 보여진다. 이는 수질배출초과부과금과의 형평성, 수많은 배출시설이 존재하여 배출허용기준 초과여부를 확인하기가 어렵다는 점, 그리고 단속결과 기준 위반율이 높다는 대기배출시설의 특성을 감안한 것이다.

저황유 사용시설에 대한 부과금 면제요건에 대해서도 살펴보았는데, 결론적으로 저황유 사용시설에 대한 부과금 면제는 폐지하는 것을 제안하였다. 그 이유는 저황유 의무 사용지역 확대가 2012년 1월 완료되었고, 저황유가 아닌 다른 연료를 사용하는 배출시설의 배출허용기준이 저황유를 사용하는 시설보다 엄격하기 때문이다. 그리고 저황유에 대한 부과금 면제가 폐지되면 고체연료에 대한 부과금 면제도 폐지하는 것이 타당하다고 본다.

목 차

목 차	i
표 목 차	iii
그 림 목 차	v
I. 서 론	1
1. 연구배경	1
2. 연구범위와 한계	3
II 대기배출부과금제도 현황	5
1. 부과금 종류와 대상물질	5
2. 부과금 산정방식	6
3. 부과금 면제 시설	14
4. 부과금 징수 실적	15
5. 부과금 제도 도입 효과	16
III. 외국의 부과금제도 사례	23
1. 미국	23
2. 중국	30
3. 일본	35
4. 프랑스	35
5. 스웨덴	35
IV. 부과금제도 개선 방안	41
1. 오염물질 1kg 당 부과금액	41
2. 처리비용 산정방법	47
3. 대상 오염물질 검토	67

■ 대기 배출부과금 제도 개선방안 연구

4. 지역별 부과계수 및 농도별 부과계수	75
5. 초과횟수별 부과계수	77
6. 부과금 면제 요건	79
참고 자료	85
부 록	87

표 목 차

<표 1-1>연구의 내용과 범위.....	2
<표 2-1>대기배출부과금 종류와 대상물질(2019.12 현재).....	5
<표 2-2>기본부과금의 확정배출량 산정방식.....	7
<표 2-3>기본부과금의 오염물질 1kg 당 부과금액.....	7
<표 2-4>기본부과금의 부과금 산정지수.....	8
<표 2-5>기본부과금의 지역별 부과계수.....	9
<표 2-6>기본부과금의 농도별 부과계수.....	10
<표 2-7>초과부과금의 기준초과배출량 산정방식.....	11
<표 2-8>초과부과금의 오염물질 1kg 당 부과금액.....	12
<표 2-9>초과부과금의 지역별 부과계수.....	12
<표 2-10>초과부과금의 배출허용기준 초과율별 부과계수.....	13
<표 2-11>초과부과금의 위반횟수별 부과계수.....	13
<표 2-12>부과금 면제시설.....	14
<표 2-13>부과금 징수실적.....	15
<표 2-14>먼지, 황산화물, 질소산화물의 배출허용기준대비 평균배출농도 의 비율.....	18
<표 2-15>먼지의 배출농도 수준 비교(2015년).....	19
<표 2-16>황산화물의 배출농도 수준 비교(2015년).....	20
<표 2-17>질소산화물의 배출농도 수준 비교(2015년).....	21
<표 3-1>미국의 경제적 인센티브 제도 현황.....	26
<표 3-2>미국 Maine 주의 대기 기본부과금 단가.....	27
<표 3-3>미국 SCAQMD 대기배출부과금.....	28
<표 3-4>미국 SCAQMD 대기배출부과금(독성대기물질).....	29
<표 3-5>대기오염물질의 equivalent volume.....	32
<표 4-1>집진시설의 종류와 대수.....	43
<표 4-2>재분류한 집진시설의 종류와 구성 비율.....	45

<표 4-3>탈황시설의 종류와 대수	45
<표 4-4>분류한 탈황시설의 종류와 대수	46
<표 4-5>처리비용 산정시의 가정	47
<표 4-6>사용한 비용자료	47
<표 4-7>집진설비의 처리단가(입구농도로 설계치를 사용한 경우)	48
<표 4-8>먼지의 처리비용(입구농도로 설계치를 사용한 경우)	50
<표 4-9>집진설비의 처리단가(입구농도를 3g/m ³ 이라고 가정한 경우)	51
<표 4-10>먼지의 처리비용(입구농도를 최대 3g/m ³ 으로 가정한 경우)	52
<표 4-11>미국 EPA자료에 의한 먼지 처리단가	53
<표 4-12>탈황설비의 처리단가(환경산업체 컨설팅자료와 수도권 사업장 조사 자료)	57
<표 4-13>황산화물의 평균 처리비용	60
<표 4-14>미국 EPA자료에 의한 황산화물 처리단가	60
<표 4-15>먼지의 처리단가 비교	63
<표 4-16>황산화물의 처리단가 비교	64
<표 4-17>대기오염물질의 단위 배출량당 사회적 피해비용	65
<표 4-18>연료 종류별 사용현황	66
<표 4-19>부과금 단가에 따른 사업장 비용부담 및 사회적 편익	67
<표 4-20>전국 추이측정소 대기오염도의 연도별 변화	68
<표 4-21>먼지와 황산화물 배출량 추이(사업장)(톤)	69
<표 4-22>61종 대기오염물질의 특성 비교	74
<표 4-23>지역별 부과계수와 농도별 부과계수를 적용하는 경우의 부과금	75
<표 4-24>용도지역별 사업장 입주 현황	77
<표 4-25>배출시설 단속 및 위반율	78
<표 4-26>연료 종류별 사용 추이	81
<표 4-27>부과금 제도 개선방향과 일정	83

그림 목 차

<그림 2-1>기본부과금과 초과부과금의 비교(부과금액 기준).....	16
<그림 2-2>부과금대상물질(먼지, 황산화물)과 비대상물질(질소산화물)의 배출농도 수준 비교.....	18
<그림 2-3>부과금대상물질(먼지, 황산화물)과 비대상물질(질소산화물)의 업종별 배출농도 수준 비교.....	22
<그림 3-1>중국 EPTL의 오염물질 부과금 징수 체계.....	34
<그림 4-1>전국 추이측정소의 대기오염도 변화.....	68
<그림 4-2>VOCs와 암모니아의 배출량 변화.....	69
<그림 4-3>불소화물, 황화수소, 이황화탄소 배출량 변화.....	70
<그림 4-4(a)>벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 스티렌의 대기농도 추이.....	71
<그림 4-4(b)>클로로포름, 1,1,1-Trichloroethane, Trichloroethylene, Tetrachloroethylene의 대기농도 추이.....	71
<그림 4-4(c)>Carbontetrachloride, 1,3-Butadiene, Dichloromethane의 대기 농도 추이.....	72
<그림 4-5(a)>Pb, Cd, Cr, Cu의 대기농도 추이.....	73
<그림 4-5(b)>Mn, Fe, Ni, As의 대기농도 추이.....	73
<그림 4-6>액체 연료 종류별 사용 현황.....	81

I. 서 론

1. 연구배경

대기배출부과금제도는 대기오염물질을 배출하는 행위자에게 배출량에 비례하여 금액을 부과함으로써 대기오염물질 배출 저감을 유도하는 일종의 경제적 인센티브(economic incentives) 제도이다. 직접규제가 정부가 정한 일정 수준만 준수하도록 요구하는 것이라면 경제적 인센티브는 생산비용과 직접 연계되어 있어 사업장으로 하여금 지속적으로 배출 저감을 유도할 수 있다는 장점이 있다. 특히 배출허용기준이 매우 강한 상황에서는 추가삭감에 필요한 한계비용이 크게 증가하게 되어 사업자의 부담이 가중되므로 부과금제도와 같은 경제적 인센티브 제도의 활용도가 커지게 된다.

우리나라의 배출부과금 제도는 1981년 「환경보전법」 개정시 처음 도입되었는데(1983년 시행), 도입배경은 ‘사업자가 생산 활동 중에 배출허용기준을 초과하면서 조업을 하더라도 방치하거나, 또는 개선명령 기간과 이전명령 기간 중에는 오염을 방임하는 결과를 초래하여...(중략), 개선명령 또는 이전명령을 할 경우 오염을 극소화하는 방안으로 개선 또는 이전기간을 적정하게 정하여 오염을 줄이고 동 기간 중 배출허용기준을 초과하여 오염물질을 배출하는 업소에 대하여는 그 배출허용기준 초과량에 해당하는 배출부과금을 징수하여 환경오염방지금의 재원으로 조성, 장기 저리의 공해방지설비 자금 등으로 활용’하기 위함이다(환경청(1987)). 그리고 1997년에는 배출허용기준을 준수하더라도 부과금을 부과하는 기본부과금 제도를 시행하였는데, 이는 ‘초과부과금 제도가 환경용량과 연계되지 않아 대기배출시설의 수나 오염물질의 절대 배출량이 증가하기’ 때문이다¹⁾(환경부(1997)). 최근 들어 초미세먼지 문제가 심각해짐에 따라 그동안 부과금 대상에서 제외되어 있던 질소산화물이 2018년 포함되기는 하였지만, 이를 제외하고는 제도의 틀이나 상세항목에 있어서 큰 변화가 없다.²⁾ 예를 들어 황산화물의 부과단가가 1983년 500원/kg이 지금도 유지되고 있

1) 환경부(1997), 대기기본배출부과금업무편람.

고 1991년 도입된 먼지의 부과단가 770원/kg도 여전히 적용되고 있다. 초과부과금 대상물질의 종류도 마찬가지로이다. 따라서 제도가 도입된 지 수십년이 경과하였고 그동안 대기환경 여건이나 배출시설관리 여건 등도 제도 도입당시에 비해 많은 변화가 있어 부과금 제도를 다시 고찰하게 되었다. 본 연구의 내용은 <표 1-1>과 같으며, 이 중에서도 황산화물과 먼지의 부과단가의 적정성 고찰, 부과금면제 항목에 대한 검토, 그리고 부과대상 항목의 조정을 중점적으로 다루었다.

<표 1-1>연구의 내용과 범위

과업 항목	주요 범위
대기배출부과금제도 실태조사분석	현행 대기배출부과금제 현황 및 문제점 파악
	국외 배출부과금제에 대한 구체적 분석을 통한 시사점 도출
	그간 시행된 대기배출부과금제에 따른 대기오염물질 저감 효과
먼지·황산화물 등에 대한 대기배출부과금 현실화 방안 마련	과거 연구자료 및 시장조사를 통해 먼지·황산화물 처리단가 산정
	처리단가, 사회적 비용, 해외사례, 대기오염물질 삭감 효과 및 업계부담 변화 등을 고려하여 부과단가 및 부과계수 등 조정(안) 마련
	개선안 시행 시 비용 편익(B/C) 분석
부과금 감면 규정 개선안 마련	연료의 저황유(황함유량 0.3~0.5% 미만) 사용에 따른 부과금 면제규정('97년 기본부과금제와 함께 도입) 개선안 마련
	기타 부과금 감면 규정 개선안(배출 저감에 따른 인센티브 등) 검토
부과금 부과항목 재조정 등 개선방안 마련	부과대상 오염물질별 배출량 및 현행 부과항목별 부과금액 분석
	부과항목 추가 또는 제외 필요 항목 제안
	대기배출부과금제 개선방향 로드맵 마련

2) 2018년 12월 31일 법 개정을 통해 질소산화물도 부과금 대상물질에 포함하였고 2020년 1월 1일부터 시행할 예정이다.

2. 연구의 범위와 한계

본 연구에서는 부과금 대상물질 모두를 대상으로 하지만 기본부과금 단가와 관련해서는 황산화물과 먼지만을 대상으로 한다. 질소산화물은 최근에 부과대상물질에 포함되어 2020년부터 시행될 예정이기 때문에 이를 다루는 것이 부적절하다고 판단하여 제외하였고, 초과부과금 대상 물질의 단가 검토는 처음부터 본 연구에 포함되지 않았다. 부과금 대상 물질의 추가 또는 삭제 여부를 검토할 때는 「대기환경보전법」의 대기오염물질 모두를 포함하였고, 부과금 산정 계수 등 제도 전반에 대해서는 「수질 및 수생태계 보전에 관한법률」의 수질배출부과금 제도도 함께 검토하였다. 그리고 본 연구의 중요한 내용 중의 하나인 먼지와 황산화물 처리비용 추정은 국내 대표적인 환경산업체에서 제공한 자료와 한국환경공단(2011)이 수도권 사업장을 대상으로 조사한 자료를 사용하였는데, 비용 자료의 특수성 때문에 자료의 수가 매우 제한적이어서(특히 먼지) 본 연구에서 추정한 처리비용은 한계가 있음을 밝힌다.

II 대기 배출부과금 제도 현황

1. 부과금 종류와 대상물질

대기배출부과금의 법적 근거는 「대기환경보전법」이다(이하 대기법). 대기법 제35조에 따르면 대기배출부과금은 기본부과금과 초과부과금 2종류로 구분되며 기본부과금은 배출허용기준 이하로 배출되는 대기오염물질의 양과 농도에 비례하여 부과하는 금액으로 황산화물과 먼지가 이에 해당된다. 초과부과금은 배출허용기준을 초과하여 배출하는 경우에 부과하는 금액으로 황산화물과 먼지를 포함한 9종의 오염물질이 대상이다.³⁾ 그리고 부과금 대상사업장은 원칙적으로 대기오염물질을 배출하는 모든 사업자이다.

<표 2-1> 대기배출부과금 종류와 대상물질(2019.12 현재)

구분	설명	대상물질
기본부과금	배출허용기준 이하로 배출하는 대기오염물질의 배출량 및 배출농도 등에 따라 부과하는 금액	황산화물, 먼지, (질소산화물)
초과부과금	배출허용기준을 초과하여 배출하는 경우 대기오염물질의 배출량과 배출농도 등에 따라 부과하는 금액	황산화물, 암모니아, 황화수소, 이황화탄소, 먼지, 불소화물, 염화수소, 시안화수소, (질소산화물)

자료: 「대기환경보전법」 제35조 및 시행령 23조.

3) 2020년 1월 1일부터 질소산화물도 기본 부과금 및 초과 부과금 대상물질에 포함된다.

2. 부과금 산정방식

가. 기본부과금

배출허용기준 이하로 배출하는 오염물질 배출량에 부과되는 기본부과금은 오염물질 1kg당 부과금액, 연도별 부과금 산정지수, 지역별 부과계수 및 농도별 부과계수를 곱한 금액으로 한다(동법 시행령 28조).

기본부과금 = 배출허용기준 이내 오염물질 배출량(kg)(①) × 오염물질 1kg 당
부과금액(②) × 연도별 부과금 산정지수(③) × 지역별 부과계
수(④) × 농도별 부과계수(⑤)

(1) 오염물질 배출량(확정 배출량) 산정방식

기준이내 배출량(확정 배출량)⁴⁾ 산정방식은 시행령 <별표 9>에서 정하고 있는데, 측정 결과가 있는 경우와 없는 경우로 구분된다. 먼저, 측정 결과가 없는 경우에는 환경부령으로 정하는 대기오염물질 배출계수에⁵⁾ 해당 부과기간에 사용한 배출계수별 단위량(연료사용량, 원료투입량, 또는 제품생산량)을 곱하여 산정한다. 자가측정 결과가 있는 경우에는 일일평균 배출량에 부과기간의 조업일수를 곱하여 산정하는데, 일일평균 배출량은 법 82조의 검사를 받은 경우와 받지 않은 경우 등 3가지로 구분하여 산정된다. 그리고 굴뚝 자동 측정기기 측정 결과가 있는 경우에는 이를 사용한다. 정리하면 다음의 <표 2-2>와 같다.

4) 기준 이하 배출 오염물질의 양을 확정 배출량이라고 정의한다(「대기환경보전법」 시행령 29조).

5) 「대기환경보전법」 시행규칙 <별표10>.

<표 2-2> 기본부과금의 확정배출량 산정방식

구분	확정배출량
측정 결과가 없는 경우	대기오염물질 배출계수 × 해당 기간에 사용한 배출계수별 단위량
자가측정 결과가 있는 경우	· 「대기환경보전법」 82조의 검사를 받지 않은 경우: (일일 배출량의 합계/자가측정 횟수) × 부과기간 조업일 수
	· 「대기환경보전법」 82조의 검사를 받고 그 결과가 배출허용기준 이내인 경우: (((일일배출량의 합계/자가측정 횟수) + 통보 받은 오염물질 배출량의 합계)/(1+검사 횟수)) × 부과기간 조업일 수
	· 「대기환경보전법」 82조의 검사를 받고 그 결과가 배출허용기준을 초과한 경우: (((일일 배출량의 합계/자가측정 횟수) + 통보 받은 오염물질 배출량의 합계)/(1+검사 횟수)) × 부과기간 조업일 수 + (배출허용기준 농도 - 일일평균 배출농도) × 초과 배출기간 × 검사결과에 따른 측정유량)
굴뚝 자동측정 결과가 있는 경우	자동측정 결과를 사용

출처: 「대기환경보전법」 시행령 <별표 9>를 저자가 정리.

(2) 오염물질 1kg당 부과금액

현재 기본부과금 대상물질은 먼지와 황산화물이고 부과단가는 다음과 같다.

<표 2-3> 기본부과금의 오염물질 1kg 당 부과금액

구분	단가 (2019.3 현재)	비고
황산화물	500원/kg	· 「환경보전법」 (1983년, 초과부과금): 연소시설 500원/kg, 산업공정 165원/kg · 「대기환경보전법」 (1997년 기본부과금): 500원/kg
먼지	770원/kg	· 「환경보전법」 1983년(초과부과금): 500원/kg · 「대기환경보전법」 (1997년 기본부과금): 770원/kg

출처: 「환경보전법」 및 「대기환경보전법」 시행령.

(3) 연도별 부과금 산정지수

오염물질당 부과금액은 고정되어 있지만 물가 상승율을 고려하여 매년 환경부장관이 고시하는 지수이며, 최초의 부과연도를 1로하고 그 다음해부터는 전년도 부과금 산정지수에 가격변동 계수를 곱하여 결정된다.

$$\text{연도별 부과금 산정지수} = \text{전년도 부과금 산정지수} \times \text{가격변동 계수}$$

지난 12년간(2006~2018) 부과금 산정지수는 26% 증가하였는데, 비슷한 시기(2006~2007)의 GDP deflator 증가율 22%와 유사하다. 즉, 산정지수는 우리나라 물가 상승율을 반영하고 있는 것으로 보인다.

<표 2-4>기본부과금의 부과금 산정지수

기간	가격변동 계수 및 부과금 산정지수	비고
2018.1~	(2017 가격변동 계수) 1.0260 (2018 부과금 산정지수) (기본)1.7054; (초과)5.7001	(먼지, 기본) 1,313.158원/kg (황산화물, 기본) 852.7 원/kg
2017.1~	(2016 가격변동 계수) 0.9910 (2017 부과금 산정지수) (기본)1.6622; (초과)5.5561	-
2016.1~	(2015 가격변동 계수) 0.9850 (2016 부과금 산정지수) (기본)1.6773; (초과)5.6066	-
2015.1~	(2014 가격변동 계수) 1.0045 (2015 부과금 산정지수) (기본)1.7028; (초과)5.6920	-
2006.1~	(2005 가격변동 계수) 1.0285 (2006 부과금 산정지수) (기본)1.3526; (초과)4.5209	-

출처: 환경부 고시 각 연도.

(4) 지역별 부과계수

기본부과금은 지역에 따라 차등적으로 적용되는데 이를 반영할 수 있는 값이 지역별 부과계수이다. 지역별 부과계수는 대기법 시행령 <별표 7>에 나와 있는데

I ~ III 지역으로 구분되어 있으며 <표 2-5>와 같다. 사업장이 주로 위치하고 있는 산업단지는 II 지역에 해당되며 부과계수는 0.5인데, 다른 지역에 비해 상대적으로 낮은 값이다. 이는 오염물질 배출시설을 공업지역에 입주하도록 유도하고자 하는 목적으로 보이지만 오염물질 배출량에 비례하여 부과금을 부과하여야 하는 원칙에는 부합하지 않는다.

<표 2-5> 기본부과금의 지역별 부과계수

	I 지역	II 지역	III 지역
부과 계수	1.5	0.5	1.0
지역의 정의	「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조에 따른 주거지역·상업지역, 제37조에 따른 취락지구, 제42조에 따른 택지개발지구	「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조에 따른 공업지역, 제37조에 따른 개발진흥지구(관광·휴양개발진흥지구는 제외), 제40조에 따른 수산자원보호구역, 제42조에 따른 국가산업단지·일반산업단지·도시첨단산업단지, 전원 개발사업구역 및 예정구역	「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조에 따른 녹지지역·관리지역·농림지역 및 자연환경보전지역, 제37조 및 같은 법 시행령 제31조에 따른 관광·휴양개발진흥지구

출처: 「대기환경보전법」 시행령 <별표 4>와 <별표 7>로부터 저자가 정리.

(5) 농도별 부과계수

배출구에서 배출되는 농도에 따라 차등적인 계수가 적용된다. 구체적인 계수는 대기법 시행령 <별표 8>에 나와 있는데 이를 정리하면 다음의 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 기본부과금의 농도별 부과계수

구분	농도별 부과계수
측정결과가 없는 경우	○ 연료를 연소하여 황산화물을 배출하는 시설 · 연료의 황함유량 0.5% 이하: 0.2 · 연료의 황함유량 1.0% 이하: 0.4 · 연료의 황함유량 1.0% 초과: 1.0
	○ 먼지 배출시설과 연료를 연소하지 않는 황산화물 배출시설: 0.15
자가측정 결과가 있는 경우	○ 배출허용기준의 백분율(%)=(배출농도/배출허용기준농도)×100 · 30% 미만: 0; 30% 이상 40% 미만: 0.15; 40% 이상 50% 미만: 0.25 · 50% 이상 60% 미만: 0.35; 60% 이상 70% 미만: 0.5 · 70% 이상 80% 미만: 0.65; 80% 이상 90% 미만: 0.8; 90% 이상 100% 미만: 0.95

출처: 「대기환경보전법」 시행령 <별표 8>을 저자가 정리.

나. 초과부과금

초과부과금 산정방식은 몇 가지를 제외하면 기본부과금 산정방식과 유사하다. 그러나 배출허용기준을 초과한 경우에 부과되므로 개선 계획서 제출 및 개선 여부에 따라 차별되어 부과된다.

초과부과금(개선계획서를 제출하지 않거나 실제 개선을 하지 않은 경우)

$$= \text{배출허용기준 초과 오염물질 배출량(kg)}\text{①} \times \text{오염물질 1kg당 부과금액}\text{②} \times \text{연도별 부과금 산정지수}\text{③} \times \text{지역별 부과계수}\text{④} \times \text{배출허용기준 초과율별 부과계수}\text{⑤} \times \text{위반횟수별 부과계수}\text{⑥}$$

초과부과금(개선계획서를 제출하고 개선을 한 경우)

$$= \text{배출허용기준 초과 오염물질 배출량(kg)}\text{①} \times \text{오염물질 1kg당 부과금액}\text{②} \times \text{연도별 부과금 산정지수}\text{③} \times \text{지역별 부과계수}\text{④}$$

(1) 오염물질 배출량(기준초과 배출량) 산정방식

기준을 초과하여 배출한 배출량(기준초과 배출량)⁶⁾ 산정방식은 대기법 시행령 25조에서 정하고 있는데, 일일 기준초과 배출량에 배출기간의 일수를 곱하여 산정한다. 자세한 산정방식은 <표 2-7>과 같다.

<표 2-7>초과부과금의 기준초과 배출량 산정방식

구분	기준초과 배출량
기준초과 배출량	일일 기준초과배출량×배출기간 일수
일일기준 초과배출량	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반 오염물질 <ul style="list-style-type: none"> · 황산화물: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×64÷22.4 · 먼지: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶ · 암모니아: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×17÷22.4 · 황화수소: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×34÷22.4 · 이황화탄소: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×76÷22.4 ○ 특정대기유해물질 <ul style="list-style-type: none"> · 불소화물: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×19÷22.4 · 염화수소: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×36.5÷22.4 · 시안화수소: (측정유량×일일조업시간)×(배출농도-배출허용기준농도)×10⁻⁶×27÷22.4
	배출기간 일수
자동측정 결과가 있는 경우	<ul style="list-style-type: none"> ○ (배출허용기준을 초과한 30분 평균치-배출허용기준농도)×30분 동안의 유량 ○ 반기별로 합산

출처: 「대기환경보전법」 시행령 25조와 시행령 <별표 5>를 저자가 정리.

6) 기준을 초과하여 배출되는 오염물질의 양을 기준초과 배출량이라고 정의한다(「대기환경보전법」 시행령 25조).

(2) 오염물질 1kg당 부과금액

현재 적용되고 있는 초과부과금 대상물질은 모두 8종으로 예전에 비하여 염소가 제외되었으며, 각 물질의 부과단가는 다음의 <표 2-8>과 같다. 표에서 알 수 있듯이 현재의 부과단가는 1997년과 동일하다.

<표 2-8> 초과부과금의 오염물질 1kg당 부과금액

구분	단가 (2019.3 현재)	비고
황산화물	500원/kg	· (1997년): 500원/kg
먼지	770원/kg	· (1997년): 770원/kg
암모니아	1,400원/kg	· (1997년): 1,400원/kg
황화수소	6,000원/kg	· (1997년): 6,000원/kg
이황화탄소	1,600원/kg	· (1997년): 1,600원/kg
불소화물	2,300원/kg	· 특정대기유해물질, (1997년): 2,300원/kg
염화수소	7,400원/kg	· 특정대기유해물질, (1997년): 7,400원/kg
시안화수소	7,300원/kg	· 특정대기유해물질, (1997년): 7,300원/kg

출처: (현재단가) 「대기환경보전법」 시행령 <별표 4>, (1997년 단가), 「대기환경보전법」 시행령 <별표 3>.

(3) 연도별 부과금 산정지수

연도별 부과금 산정지수는 기본부과금의 경우와 동일하다(<표 2-4> 참조).

(4) 지역별 부과계수

초과부과금의 경우에도 3가지 지역으로 구분하며 지역의 정의도 기본부과금 지역의 그것과 동일하다. 다만 부과계수가 기본부과금의 부과계수보다 0.5가 크며 물질별 차이는 없다.

<표 2-9> 초과부과금의 지역별 부과계수

	I 지역	II 지역	III 지역
부과 계수	2	1	1.5

출처: 「대기환경보전법」 시행령 <별표 4>.

(5) 배출허용기준 초과율별 부과계수

배출허용기준 초과율별 배출계수는 배출 농도에 따라 차등적인 계수가 적용된다. 구체적인 계수는 대기법 시행령 <별표 4>에 나와 있는데 이를 정리하면 다음의 <표 2-10>과 같다.

<표 2-10> 초과부과금의 배출허용기준 초과율별 부과계수

배출허용기준 초과율별 부과계수
○ 배출허용기준 초과율(%)=(배출농도-배출허용기준농도)/배출허용기준농도)×100 · 20% 미만: 1.2; 20% 이상 40% 미만: 1.56; 40% 이상 80% 미만: 1.92 · 80% 이상 100% 미만: 2.28; 100% 이상 200% 미만: 3.0 · 200% 이상 300% 미만: 4.2; 300% 이상 400% 미만: 4.8; 400% 이상: 5.4

출처: 「대기환경보전법」 시행령 <별표 4>.

(6) 위반횟수별 부과계수

위반횟수별 부과계수는 다음과 같다.

<표 2-11> 초과부과금의 위반횟수별 부과계수

위반횟수별 부과계수
· 위반이 없는 경우 : 1 · 처음 위반한 경우 : 1.05 · 2차 이상 위반한 경우 : 위반 직전의 부과계수에 100분의 105를 곱한 값

출처: 「대기환경보전법」 시행령 26조를 저자가 정리.

초과부과금 산정 방식을 보면 사업장의 배출허용기준 초과 행위에 대한 징벌적 성격이 강하다는 특징이 있다. 초과 되는 농도가 높을수록, 위반 행위가 많을수록 부과금이 가중되며, 지역별 부과계수 역시 기본부과금에 비하여 높은 계수를 적용하고 있다. 즉, 초과부과금 제도의 목적은 부과금을 통한 사업장 배출허용기준 준수 유도에 있다고 할 수 있다.

3. 부과금 면제 시설

「대기환경보전법」 제35조의2는 배출부과금의 감면 등에 관한 조항이다. 이에 따르면 ①대통령령으로 정하는 연료를 사용하는 배출시설, ②대통령령으로 정하는 최적(最適)의 방지시설을 설치한 시설, ③대통령령으로 정하는 바에 따라 환경부장관이 국방부장관과 협의하여 정하는 군사시설, ④대통령령으로 정하는 배출시설, 그리고 ⑤다른 법률에 따라 대기오염물질의 처리비용을 부담하는 시설은 부과금이 면제된다. 동법 시행령 32조는 부과금 면제 시설을 구체적으로 적시하고 있는데, 저황연료(액체 및 기체 연료) 사용시설, 중소사업장이 대상이 된다(<표 2-12>참조).

<표 2-12> 부과금 면제시설

시설의 종류	요건	면제항목
발전시설	황함유량이 0.3% 이하인 고체 및 액체연료 사용시설	황산화물
발전시설 이외의 시설 (설비용량 100MW 미만 열병합발전시설 포함)	황함유량이 0.5% 이하인 액체 연료 또는 황함유량이 0.45% 미만인 고체연료를 사용하는 배출 시설이면서 배출허용기준 준수 시설	황산화물
공정상 발생하는 부생가스 사용 시설	황함유량이 0.05% 이하이면서 배출허용기준을 준수 시설	황산화물
액화천연가스나 액화석유가스를 연료로 사용하는 배출시설	-	황산화물, 먼지
군사시설	-	부과금 면제
최적방지시설 설치시설 ¹⁾	-	해당 물질
「중소기업기본법」 제2조에 따른 중소기업의 배출시설 및 4, 5종 사업장	배출허용기준 준수 시설	황산화물, 먼지
「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」의 총량대상 사업장	황산화물 및 먼지의 배출허용 총량을 할당받은 사업자	해당 물질

출처: 「대기환경보전법」 시행령 32조, 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 시행령 20조를 저자가 정리.

주 1) 최적방지시설은 환경부장관이 고시하도록 되어 있으나 아직 고시된 바 없어 실질적으로는 면제시설에 해당되지 않음.

4. 부과금 징수 실적

배출부과금 징수의무는 환경부장관 또는 시·도지사에게 있다(「대기환경보전법」 35조). 그리고 동법 시행령 31조의2에 의해 징수금액의 일부를 징수비용으로 교부하고 있는데, 2014년까지는 징수율에 상관없이 징수금액의 10%를 교부하였다. 그러나 저조한 징수비율을 높이기 위하여 2015년 이후에는 징수율과 교부징수금을 연계하여, 징수비율이 60% 미만이면 징수금액의 7%, 60% 이상 ~ 80% 미만은 10%, 그리고 80% 이상인 경우에는 13%를 지방에 교부하고 있다. 그 결과 2014년까지는 평균 징수율이 80.1% 이었으나 2015년 이후에는 94.3%까지 높아졌다.

<표 2-13> 부과금 징수실적

(단위: 건, 백만원, %)

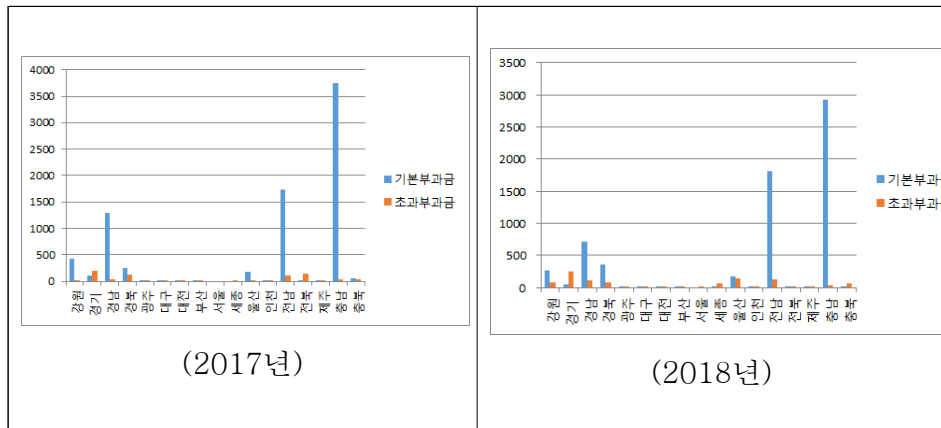
연도	부과			징수			징수율(B/A)
	건수(a)	금액(A)	단위금액(A/a)	건수(b)	금액(B)	단위금액(B/b)	
2010	4,376	10,019	2.3	3,673	7,795	2.1	77.8
2011	3,150	9,089	2.9	2,635	7,639	2.9	84.0
2012	2,577	9,851	3.8	2,189	7,598	3.5	77.1
2013	2,185	9,787	4.5	1,972	7,833	4.0	80.0
2014	1,875	9,271	4.9	1,741	7,900	4.5	85.2
2015	1,687	8,469	5.0	1,700	8,396	4.9	99.1
2016	1,614	14,318	8.9	1,417	12,179	8.6	85.1
2017	1,241	8,638	7.0	1,153	8,300	7.2	96.1
2018	1,463	7,354	5.0	1,610	7,130	4.4	97.0

출처: 환경부 내부자료

2015년 이후의 기간에 한정하여 살펴보면, 징수금액은 71억원 ~ 122억원으로 평균 90억원 수준이고 건당 징수금도 평균 6백만원 수준으로 크지 않다. 이러한 이유는 앞서 살펴본 바와 같이 부과금 산정시 적용되는 각종 계수의 수준과 과다한 면제시설 때문에 실제 부과되는 금액이 적기 때문이다.⁷⁾

7) 예를 들어 배출허용기준의 30% 미만으로 배출하면 농도별 부과계수가 “0” 이므로 실제로는 부과금이 면제되는 효과를 가진다.

기본부과금과 초과부과금의 비율을 보면 압도적으로 기본부과금이 높다. 부과금 기준으로 2017년을 살펴보면 기본부과금이 90.6%를 차지하며, 2018년의 경우에는 그 비율이 86.3% 이다(<그림 2-1>). 다시 말해 황산화물과 먼지 2 종류에 대해 부과되는 기본부과금이 9 종류의 초과부과금보다 훨씬 크며, 2018년 기준으로 살펴보면 부과 건당 금액도 기본부과금이 7.2백만원으로 1.7백만원인 초과부과금의 4.2배에 달한다.



출처: 환경부 내부 자료를 저자가 정리

<그림 2-1> 기본부과금과 초과부과금의 비교(부과금액 기준)

5. 부과금 제도 도입 효과

부과금제도의 도입목적은 부과금이란 경제적 수단을 통하여 오염물질의 배출을 저감하는데 있다. 그런데 오염물질 저감 수단은 부과금뿐만 아니라 배출허용기준 제도라는 강력한 수단이 있기 때문에 오염물질 배출량이 감소하였다 하더라도 이를 부과금 효과라고 단정할 수가 없다. 그리고 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」에 의해 수도권에 위치한 총량대상 사업장은 총량제도 및 배출권 거래제가 배출량 삭감에 더 큰 영향력을 가진다. 따라서 오염물질 배출 삭감량을 가지고 부과금제도의 효과를 분석하는 것은 타당하지 않다. 따라서 그 대안으로 부과금 대상 물질과 그렇지 않은 물질을 대상으로 배출허용기준 대비 실제 배출농도의 비율을 굴뚝별로 구하고 이를 상대

비교하는 방식으로 제도의 효과를 간접적으로 분석하였다. 이는 사업장이 배출허용기준보다 낮은 농도로 배출하는 이유는 기본부과금을 적게 내기 위한 것이라고 전제한 것으로 합리적인 가정이라고 본다.⁸⁾ 분석방법은 다음과 같다.

먼저, 환경부의 협조를 받아 전국 사업장의 2015년 굴뚝자동측정(TMS) 데이터를 확보한 뒤 수도권에 위치한 사업장을 제외한 지역을 대상으로 황산화물과 먼지, 질소산화물의 1년간 평균 배출농도를 구하였다. 그리고 시설별(굴뚝별) 배출허용기준과 실제 TMS 자료에서 구한 평균 배출농도의 비율을 3가지 오염물질에 대하여 비교하였다.⁹⁾ <표 2-14>는 기본부과금 대상 물질인 먼지와 황산화물, 그리고 기본부과금 대상이 아닌 질소산화물의 배출허용기준 대비 2015년 평균 배출농도의 분포를 비교한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 기본부과금 대상물질인 먼지와 황산화물은 부과금대상이 아닌 질소산화물에 비해 배출허용기준 대비 평균배출농도가 상대적으로 낮다. 예를 들어 부과금이 면제되는 30% 미만의 경우를 살펴보면 먼지는 전체 굴뚝의 89%, 그리고 황산화물은 69%인데 반해 질소산화물은 19%에 불과하다. 2015년에 LNG 연소시설 등이 새롭게 대기배출시설에 포함되었으나 배출허용기준은 비교적 느슨하게 설정되었다는 점을 고려하면 질소산화물의 농도 저감 여력은 다른 물질에 비하여 크다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 부과금 면제요건인 30% 미만을 만족하는 굴뚝의 비율이 먼지와 황산화물이 압도적으로 높다는 사실은 부과금과 연계하지 않으면 설명이 되지 않는다. 따라서 배출부과금제도는 사업장의 오염물질 배출저감을 유도하고 있다는 결론을 내리게 된다. 이러한 사실은 <그림 2-2>를 보면 분명하게 들어난다.

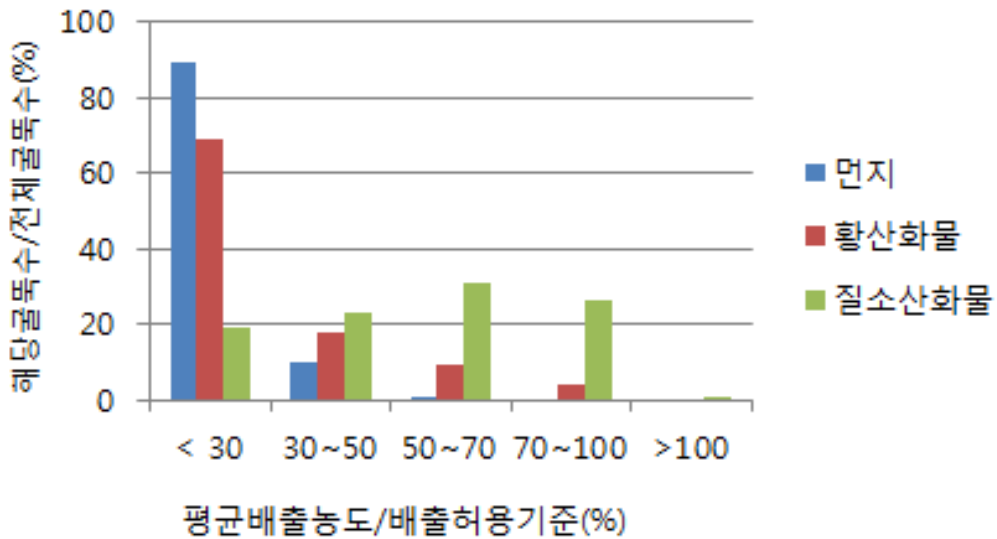
- 8) 기본부과금 산정에 포함되는 항목은 오염물질 배출량, 부과단가, 연도별 부과금 산정지수, 지역별 부과계수, 그리고 농도별 부과계수이다. 이 5개 항목 중 부과단가와 연도별 부과금 산정지수, 그리고 지역별 부과계수는 사업장이 관여할 수 있는 값이 아니므로 결국 사업장이 부과금을 적게 내려면 오염물질 배출량을 줄이고 배출농도를 낮추어야 한다. 물론 오염물질 배출량과 농도별 부과계수가 독립적인 관계인 것은 아니다.
- 9) 2015년은 배출허용기준이 강화된 해이면서도 LNG 연소시설이 처음으로 배출시설에 포함되어 배출허용기준이 처음 설정된 해이기도 하지만, 질소산화물은 여전히 부과금 대상물질이 아닌 해이기도 하다.

<표 2-14> 먼지, 황산화물, 질소산화물의 배출허용기준대비 평균배출농도의 비율

오염물질	굴뚝 수	평균배출농도/배출허용기준(2015) 비율(%)				
		< 30	30~50	50~70	70~100	>100
먼지	775	89%*	10%	1%	0%	0%
황산화물	423	69%	18%	9%	4%	0%
질소산화물	754	19%	23%	31%	26%	1%

주 *) 전체 굴뚝 수중에서 평균배출농도/배출허용기준의 비율을 만족하는 굴뚝의 비율을 의미함. 예를 들어 먼지의 89%는 평균배출농도/배출허용기준 비율이 30% 미만인 굴뚝의 수가 687개로 전체 775개 굴뚝의 89%를 차지한다는 의미임.

출처: 환경부로부터 제공받은 2015년 TMS 데이터를 사용하여 저자가 분석.



<그림 2-2>부과금대상물질(먼지, 황산화물)과 비대상물질(질소산화물)의 배출농도 수준 비교

다음의 <표 2-15> ~ <표 2-17>은 17개 업종별로 대기오염물질의 배출농도 수준을 정리한 것이다. 위와 마찬가지로 2015년 TMS 데이터를 사용하였고 수도권 지역의 사업장은 제외한 것이다. 먼지의 경우 775개 굴뚝 중 89%가 배출허용기준의 30% 미만의 배출농도를 보여 부과금을 면제 받았는데, 1차금속, 기계제품제조, 난방 등 10개 업종이 90% 이상을 나타낸 반면 섬유제품제

조와 화학제품제조는 70% 미만을 나타내 업종간에도 차이가 남을 알 수 있다.

<표 2-15> 먼지의 배출농도 수준 비교(2015년)

업종	굴뚝 수	평균배출농도/배출허용기준(2015) 비율(%)				
		< 30	30-50	50-70	70-100	>100
1차금속	118	96%*	3%	1%	1%	0%
기계제품제조	2	100%	0%	0%	0%	0%
난방 (온수및증기공급)	22	100%	0%	0%	0%	0%
목재펄프	11	82%	18%	0%	0%	0%
발전시설(기력)	123	81%	18%	1%	0%	0%
비금속광물	57	91%	7%	2%	0%	0%
석유정제및석유화학	48	94%	6%	0%	0%	0%
섬유제품제조	5	60%	20%	20%	0%	0%
시멘트	82	87%	12%	1%	0%	0%
식음료제품제조	10	100%	0%	0%	0%	0%
유리제품제조	21	81%	19%	0%	0%	0%
전기전자제품제조	1	100%	0%	0%	0%	0%
종이제품제조	67	90%	9%	1%	0%	0%
폐기물중간처리	130	93%	5%	1%	0%	0%
하수슬러지소각	18	100%	0%	0%	0%	0%
화학제품제조	44	68%	27%	2%	1%	0%
기타	17	76%	24%	0%	0%	0%
계	775	89%	10%	1%	0%	0%

주 *) 전체 굴뚝 수중에서 평균배출농도/배출허용기준의 비율을 만족하는 굴뚝의 비율을 의미함.
 예를 들어 96%는 1차금속 업종의 118개 굴뚝의 96%가 평균배출농도/배출허용기준 비율이 30% 미만이라는 것을 의미함.
 출처: 환경부로부터 제공받은 2015년 TMS 데이터를 사용하여 저자가 분석.

황산화물의 경우에는 429개 굴뚝 중 69%가 배출허용기준의 30% 미만의 배출농도를 보여 부과금을 면제 받았는데 이는 먼지에 비해서는 낮은 편이다. 업종별로는 해당 굴뚝 중에 배출허용기준의 30% 미만을 배출한 굴뚝의 비율이 90% 이상인 업종은 목재펄프와 소각 등 7개 업종이었고 70% 미만을 나타내 업종은 1차금속 등 9개 업종이었다. 먼지에 비해서는 업종간의 차이가 크다는 특성을 보인다.

<표 2-16> 황산화물의 배출농도 수준 비교(2015년)

업종	굴뚝 수	평균배출농도/배출허용기준(2015) 비율(%)				
		< 30	30~50	50~70	70~100	>100
1차금속	20	45%*	50%	5%	0%	0%
난방(온수및증기공급)	8	13%	50%	38%	0%	0%
목재펠프	9	100%	0%	0%	0%	0%
발전 전기 가스업	102	41%	34%	17%	8%	0%
비금속광물	20	50%	30%	20%	0%	0%
비료제조업	6	33%	50%	17%	0%	0%
생활폐기물소각	36	100%	0%	0%	0%	0%
석유정제및석유화학	35	31%	9(26)	26%	17%	0%
섬유제품제조	1	0%	100%	0%	0%	0%
식음료제품제조	3	67%	33%	0%	0%	0%
유리제품제조	3	33%	0%	67%	0%	0%
전기전자제품제조	1	100%	0%	0%	0%	0%
종이제품제조	42	93%	5%	0%	2%	0%
폐기물중간처리	102	94%	5%	0%	0%	1%
하수슬러지소각	17	100%	0%	0%	0%	0%
화학제품제조	16	81%	13%	0%	6%	0%
기타	2	100%	0%	0%	0%	0%
계	423	69%	18%	9%	14%	0%

주 *) 전체 굴뚝 수중에서 평균배출농도/배출허용기준의 비율을 만족하는 굴뚝의 비율을 의미함. 예를 들어 45%는 1차금속 업종의 120개 굴뚝 중 45%가 평균배출농도/배출허용기준 비율이 30% 미만이라는 것을 의미함.

출처: 환경부로부터 제공받은 2015년 TMS 데이터를 사용하여 저자가 분석.

질소산화물의 경우에는 754개 굴뚝 중 19%가 배출허용기준의 30% 미만의 배출농도를 나타내었다. 이는 앞서 보여준 먼지와 황산화물과는 상당한 차이를 보이는 결과인데, 모든 업종에서 유사하다. 예를 들어 배출허용기준의 30% 미만을 배출한 굴뚝의 비율이 90% 이상인 업종은 없으며 하수슬러지 소각을 제외한 16개 업종은 모두 70% 미만이었다.

<표 2-17> 질소산화물의 배출농도 수준 비교(2015년)

업종	굴뚝 수	평균배출농도/배출허용기준(2015) 비율(%)				
		< 30	30~50	50~70	70~100	>100
1차금속	50	30%*	22%	24%	22%	2%
난방(온수및증기공급)	12	8%	0%	50%	42%	0%
목재펠프	7	14%	29%	43%	14%	0%
발전 전기 가스업	169	18%	21%	31%	28%	1%
비금속광물	66	47%	15%	23%	15%	0%
비료제조업	2	0%	100%	0%	0%	0%
생활폐기물소각	88	18%	49%	27%	6%	0%
석유정제및석유화학	64	9%	17%	30%	44%	0%
섬유제품제조	1	0%	0%	0%	0%	100%
시멘트제조	47	2%	6%	32%	60%	0%
식음료품제조	6	17%	33%	33%	17%	0%
유리제품제조	15	7%	0%	47%	47%	0%
종이제품제조	51	4%	20%	29%	47%	0%
폐기물중간처리	94	9%	23%	48%	20%	0%
하수슬러지소각	14	79%	21%	0%	0%	0%
화학제품제조	54	20%	24%	39%	17%	0%
기타	14	57%	29%	0%	14%	0%
계	754	19%	23%	31%	26%	1%

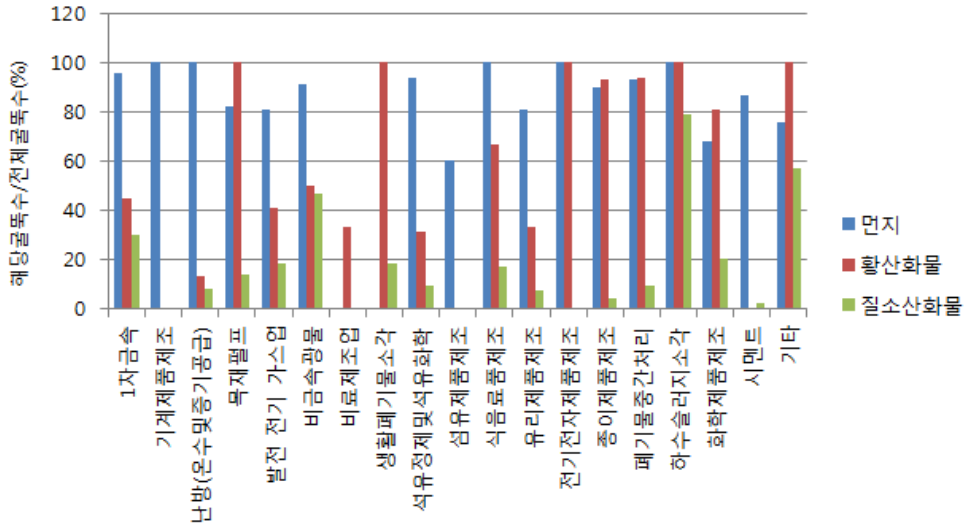
주 *) 전체 굴뚝 수중에서 평균배출농도/배출허용기준의 비율을 만족하는 굴뚝의 비율을 의미함.
 예를 들어 30%는 1차금속 업종의 50개 굴뚝 중 30%가 평균배출농도/배출허용기준 비율이 30% 미만이라는 것을 의미함.

출처: 환경부로부터 제공받은 2015년 TMS 데이터를 사용하여 저자가 분석.

<그림 2-3>은 평균배출농도가 배출허용기준의 30% 미만인 굴뚝의 비율을 업종별로 나타낸 것이다.¹⁰⁾ 그림에서 보듯이 먼지와 황산화물이 전 업종에 걸쳐서 비율이 높고 부과금 대상 물질이 아닌 질소산화물은 전 업종에 걸쳐서 낮은 비율을 보인다. 먼지는 12개 업종에서 그 비율이 1위이고 황산화물은 9개 업종에서 1위이지만 질소산화물은 1위 업종이 없다. 이러한 사실은 특정 업종의 특성에 따라 먼지나 황산화물의 비율이 높은 것이 아닌 전반적인 현상으로 이해할 수 있으며, 이는 질소산화물이 배출부과금 대상물질이 아니기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 배출부과금제도가 오염물질 배출 저감에 기여한 것은 분명한 사실로 보인다. 그리고 질소산화물은 2020년부터 부과금 대상물질이 되므로 이후에 이러한 분석

10) 황산화물과 먼지의 경우에는 기본 부과금이 면제되는 굴뚝의 비율과 동일하다.

을 하여 2015년과 비교하면 제도의 효과를 보다 확실하게 확인할 수 있을 것이다.



<그림 2-3> 부과금대상물질(먼지, 황산화물)과 비대상물질(질소산화물)의 업종별 배출농도 수준 비교

III 외국의 부과금제도 사례

1. 미국

경제적 인센티브는 오염물질을 배출하는 자(이하 배출자)가 그들의 활동(설비나 공정, 제품 등)에 의해 야기되는 환경 또는 건강 위해도를 저감하도록 재정을 통해 동기를 부여하는 수단이라고 정의할 수 있다.¹¹⁾ 전통적인 command-and control 규제방식 하에서는 배출자는 법에서 정한 규제기준보다 더 적게 오염물질을 배출하거나 또는 덜 유해한 제품을 만들 필요성이 없기 때문에, 환경개선이나 또는 경제성장에 따른 배출량 증가에 대응할 수가 없다.¹²⁾

경제적 인센티브(economic incentives) 제도는 전통적인 command-and control¹³⁾(이하 직접규제)와 더불어 널리 사용되고 있다. 직접규제가 정부가 정한 일정 수준만 준수하도록 요구하는 것이라면 경제적 인센티브는 생산비용과 직접 연계되어 있어 사업장으로 하여금 지속적으로 배출저감을 유도할 수 있다는 장점이 있다. 특히 배출허용기준이 매우 강한 상황에서는 추가삭감에 필요한 한계비용이 크게 증가하게 되어 사업자의 부담이 가중되므로 부과금제도와 같은 경제적 인센티브 제도의 활용도가 커지게 된다. 이러한 효과를 실증하는 것이 어렵기는 하지만 몇몇 연구에서는 이론적 분석을 통해 상당한 수준의 비용 절감을 보이기도 한다.¹⁴⁾ 경제적 인센티브 제도는 시장기반 제도(market-based instruments)로도 불리는데, (1)marketable permit system, (2)emission taxes, fees, charges, (3)subsidies, (4)tax-subsidies로 구분할 수 있다.¹⁵⁾

11) USEPA(2001), The United States experience with economic incentives for protection the environment. pp. ii.

12) US EPA website(<https://www.epa.gov/environmental-economics/economic-incentives>).

13) 배출허용기준이 대표적인 사례로 들수 있지만 반드시 이에 국한되는 것은 아니다. 여기서는 market-based regulation에 대비하는 의미로 직접규제라고 번역하여 사용한다.

14) ICF(1989), Economic, environmental, and coal market impacts of SO₂ emission trading under alternative acid rain control proposals. Prepared for regulatory innovations staff, office of policy, planning and evaluation, USEPA.

15) USEPA(2001), The United States experience with economic incentives for protection the

(1) marketable permit system

두 가지 시스템이 있다. 하나는 지역의 허용 총량을 정하지 않은 상태에서 배출권을 거래하는 시스템으로 사업자는 배출율(emission rate)을 만족하는 범위에서 배출량을 삭감하고 초과 삭감된 양은 거래가 가능하다. 단점은 지역 총량이 정해져 있지 않기 때문에 경제성장에 따른 대기질의 악화를 피할 수가 없다는 점이다. 이를 보완하는 방법으로는 지역총량을 먼저 정하고 각 사업장마다 배출량 할당을 받는 것이다(cap-and-trade). 물론 할당받은 양보다 배출량을 삭감하면 그 삭감량은 거래가 가능하다. 우리나라에서도 수도권 사업장 총량제도는 이 방식을 사용하고 있다. 배출권 거래제도는 사업장이 그 회사의 형편에 따라 감축수단을 유연하게 선택할 수 있다는 점에서(물론 비용측면에서) 선호되는 시스템이다.

(2) emission taxes, fees, charges

오염물질을 배출하는 자에게 비용을 지불하게 하는 방식으로 가장 널리 사용되고 있다. 형태는 세금이나 수수료(fee), 또는 부과금(charge)으로 나눌 수 있는데, 배출량에 비례하여 부과하는 것이 일반적이다. 이를 통해 사업자의 오염행위와 투입물 선택에 영향력을 행사하고 정부는 징수한 돈을 환경보호 활동에 필요한 재원을 확보한다. 하지만 부과금액에 따라 삭감되는 배출량이 크게 좌우되고, 한편으로는 구체적인 삭감목표량을 추정할 수가 없다는 점이 한계이다.

(3) subsidies

오염자가 지출해야하는 부과금 대신에 정부가 사업자에게 여러 형태로 보조금을 지원하는 적이다. 예를 들어 방지시설 설치 비용을 저금리로 빌려주거나 세금혜택을 주는 방식이다.

environment.

(4) tax-subsidies

세금과 보조금을 결합한 형태로써 우리나라의 폐기물 예치금제도가 그 것이다. 예를 들어 음료수를 처음 구입할 때는 폐기물 처리비용을 세금의 형태로 부과하고, 사용자가 제품을 사용한 후에 빈병을 반납하면 이를 되돌려 주는 것이다. 다른 용어로는 deposit-refund system이라고 한다.

(5) deposit-refund

제품을 구매할 때 일정 금액을 예치하고 사용 완료 후에 그 제품을 지정 장소에 반납하면 예치금을 환불하는 제도로써 폐기물 관리에 유용하게 사용된다.

<표 3-1>은 미국에서 사용되는 여러 가지 형태의 경제적 인센티브 제도를 모은 것인데, 중앙정부 뿐만 아니라 주정부, 또는 county에서도 많이 활용하고 있다.

<표 3-1> 미국의 경제적 인센티브 제도 현황

종류	사례	비고
pollution charges and taxes	emission charges effluent charges solid waste charges sewage charges	장점: 기술개발 동기 부여; 오염물질 배출량에 따른 손실의 변화가 적을 때 유용 단점: 환경개선효과가 불분명하고 모니터링 데이터가 필요
Input or Output Taxes & charges	Leaded gasoline tax Carbon tax Fertilizer tax Pesticide tax Virgin material tax Water user charges CFC taxes	장점: 제도가 간단하고 모니터링 데이터가 불필요; 세수 증대; 배출원 수가 많고 오염물질 배출량에 따른 손실의 변화가 적을 때 유용 단점: 오염과 연결고리가 약하고 환경개선 효과가 불분명함
Subsidies	Municipal sewage plants Land use by farmers Industrial pollution	장점: 정치적으로 선호되고 타겟이 명확함 단점: 정부 예산의 부담; 효과 불분명
Deposit-Refund Systems	Lead-acid batteries Beverage containers Automobile bodies	장점: 폐기물 발생 저감, 재활용 촉진 단점: 거래비용이 높고 제품은 재사용 또는 재활용이 가능해야 함
Marketable Permits	Emissions Effluents Fisheries access	장점: 오염을 억제할 수 있으며, 오염물질 배출량에 따른 손실의 변화가 적을 때 유용; 기술변화 촉진 단점: 거래비용이 높고 관리에 필요한 한계비용 폭이 넓어야 함

출처: USEPA(2001), The United States experience with economic incentives for protection the environment. pp. xi 재인용

가. 미국 Maine주

Maine주는 1993년부터 대기배출부과금 제도를 시행하고 있는데, 기본부과금(annual license fee)와 추가부과금(air quality surcharge)로 구분된다. 기본부과금은 배출량에 따라 모든 오염물질에 1년마다 부과되고 추가부과금은 물질의 유해성에 따라 차별하여 부과된다.¹⁶⁾ 기본부과금 대상물질은 이산화황, VOCs, 질소산화물, PM10, PM2.5, 납, 암모니아이며 배출량 규모에 따라 부과되는 단위

16) 환경부(2015), 통합환경관리를 위한 배출부과금 개선방안 마련 연구사업.

금액은 \$9.36/톤 ~ \$28.11/톤이다. 최소 부과금은 \$430, 최대 부과금은 \$258,848이다.

<표 3-2> 미국 Maine 주의 대기 기본부과금 단가

연간배출량(톤/년)	부과금 단가(\$/톤)
1 ~ 1,000	9.36
1,001 ~ 4,000	18.79
4,001 이상	28.11

출처: Maine Department of Environmental Protection, Fee Schedule(<https://www.maine.gov/dep/feeschedule.pdf>)(2019.2.1. 접속).

추가부과금 대상물질은 보고대상 유해물질(HAPs)이다.¹⁷⁾ 추가부과금은 각 물질별로 유해성을 기준으로 부과되며 1,000AQU(air quality unit)¹⁸⁾당 2.44\$를 곱하여 기본부과금에 추가한다. 추가부과금의 최소값은 \$172.36이고 최대값은 \$86,310.77 이다.

17) 유해물질의 종류와 보고가 필요한 배출량이 메인 주의 법률에 명시되어 있다(Maine Department of Environmental Protection, Air rules Ch.137)(<https://www.maine.gov/dep/air/rules/index.html>)(2019.2.1.접속).

18) 유해물질의 독성점수(toxic score)에 해당물질의 배출량을 곱한 값을 의미한다.

나. SCAQMD(the South Coast Air Quality Management District)

SCAQMD는 미국의 Los Angeles, Riverside, Orange county 지역의 대기질 관리를 위한 권역이라고 할 수 있다. Rule 301에 따르면 대기배출시설과 대기오염물질에는 여러 가지 종류의 부과금(emission fee)이 부과되는데, 배출량에 비례하여 부과되는 부과금에 한정하여 살펴보면 배출량과 물질의 종류에 따라 각기 다른 부과금이 부과된다. <표 3-3>은 SCAQMD의 대기배출부과금 단가이고 <표 3-4>는 특정대기유해물질의 부과금 단가이다.

<표 3-3> 미국 SCAQMD 대기배출부과금

연간배출량	>1 (lb/년)	>200 (lb/년)	4~25 (톤/년)	>25~75 (톤/년)	>75~<100 (톤/년)	>100 (톤/년)
유기성 기체 (\$/톤)*	-	-	\$647.05	\$1,050.55	\$1,572.54	\$1,572.54
특정유기물질 (\$/톤)**	-	-	\$115.76	\$183.43	\$275.12	\$275.12
질소산화물 (\$/톤)	-	-	\$378.55	\$601.30	\$905.59	\$905.59
황산화물 (\$/톤)	-	-	\$448.80	\$725.50	\$1,089.24	\$1,089.24
CO (\$/톤)	-	-	-	-	-	\$7.75
먼지 (\$/톤)	-	-	\$494.78	\$801.73	\$1,200.40	\$1,200.40
암모니아 (\$/lb)	-	\$0.04	\$0.04	\$0.04	\$0.04	\$0.04
CFCs (\$/lb)	\$0.43	\$0.43	\$0.43	\$0.43	\$0.43	\$0.43
1,1,1-trichloroethane(\$/lb)	\$0.06	\$0.06	\$0.06	\$0.06	\$0.06	\$0.06

주 *)메탄, rule 102에서 정한 물질, 그리고 rule 301 (b)(29)의 물질은 제외.

**) rule 301 (b)(29)의 물질. HFC, HCFC 등이 해당됨.

출처: SCAQMD rule 301, permitting and associated fees(<http://www.aqmd.gov/docs/default-source/rule-book/reg-iii/rule-301-June-2019.pdf>)(2019.2.1. 접속).

<표 3-4> 미국 SCAQMD 대기배출부과금(독성대기물질)

화학물질	보고 기준 배출량 (lbs)	부과 금 (\$/lb)	화학물질	보고 기준 배출량 (lbs)	부과금 (\$/lb)
Asbestos	0.0001	6.74	Benzene	2	2.27
Cadmium	0.01	6.74	Carbon tetrachloride	1	2.27
Ethylene dibromide	0.5	2.27	Ethylene dichloride	2	2.27
Ethylene oxide	0.5	2.27	Formaldehyde	5	0.5
Hexavalent chromium	0.0001	9.01	Methylene chloride	50	0.09
Nickel	0.1	4.49	Perchloroethylene	5	0.5
1,3-Butadiene	0.1	6.74	Inorganic arsenic	0.1	6.74
Beryllium	0.001	6.74	Vinyl chloride	0.5	2.27
Lead	0.5	2.27	1,4-Dioxane	5	0.5
Trichloroethylene	20	0.18	Chlorinated dioxins, without individual isomers reported	0.000001	11.28
2,3,7,8-TCDD	0.000001	11.28	1-8OctaCDD	0.000001	11.28
1-3,7-9HxCDD	0.000001	11.28	1-4,6-8HpCDD	0.000001	11.28
1-4,7,8HxCDD	0.000001	11.28	1-3,7,8PeCDD	0.000001	11.28
1-3,6-8HxCDD	0.000001	11.28	Chlorinated dibenzofurans, without individual isomers reported	0.000001	11.28
1-8OctaCDF	0.000001	11.28	2,3,7,8-TCDF	0.000001	11.28
1-4,7-9HpCDF	0.000001	11.28	2-4,7,8PeCDF	0.000001	11.28
1-3,7,8PeCDF	0.000001	11.28	1-3,6-8HxCDF	0.000001	11.28
2-4,6-8HxCDF	0.000001	11.28	1-4,6-8HpCDF	0.000001	11.28
1-4,7,8HxCDF	0.000001	11.28	1-3,7-9HxCDF	0.000001	11.28
Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs (without individual isomers reported)	0.2	6.74	Benzo[a]pyrene [PAH, POM]	0.2	6.74
Dibenz[a,h]anthracene [PAH, POM]	0.2	6.74	3-Methylcholanthrene [PAH, POM]	0.2	6.74
Benz[a]anthracene [PAH, POM]	0.2	6.74	7,12-Dimethylbenz(a) Anthracene [PAH, POM]	0.2	6.74
Naphthalene [PAH,	0.2	6.74	Dibenzo[a,i]pyrene	0.2	6.74

POM] 0.2 6.74			[PAH, POM]		
Dibenzo[a,h]pyrene [PAH, POM]	0.2	6.74	Dibenzo[a,l]pyrene [PAH, POM]	0.2	6.74
Dibenzo[a,e]pyrene [PAH, POM]	0.2	6.74	Indeno[1,2,3-cd]pyrene [PAH, POM]	0.2	6.74
7H-Dibenzo(c,g)Carbazole [PAH, POM]	0.2	6.74	Benzo[j]fluoranthene [PAH, POM]	0.2	6.74
Benzo[b]fluoranthene [PAH, POM]	0.2	6.74	Benzo[k]fluoranthene [PAH, POM]	0.2	6.74
Chrysene [PAH, POM]	0.2	6.74	Dibenz(a,j)Acridine [PAH, POM]	0.2	6.74
Dibenz(a,h)Acridine [PAH, POM]	0.2	6.74	5-Nitroacenaphthene [PAH, POM]	0.2	6.74
2-Nitrofluorene [PAH, POM]	0.2	6.74	5-Methylchrysene [PAH, POM]	0.2	6.74
1-Nitropyrene [PAH, POM]	0.2	6.74	6-Nitrochrysene [PAH, POM]	0.2	6.74
1,6-Dinitropyrene [PAH, POM]	0.2	6.74	1,8-Dinitropyrene [PAH, POM]	0.2	6.74
4-Nitropyrene [PAH, POM]	0.2	6.74	Diesel Particulate Matter	0.1	0.00

출처: SCAQMD rule 301, permitting and associated fees(<http://www.aqmd.gov/docs/default-source/rule-book/reg-iii/rule-301-June-2019.pdf>)(2019.2.1. 접속)

2. 중국¹⁹⁾

2016년 12월 인민 대표 대회(National People's Congress)는 중국 최초의 「환경 보호 세법」(Environmental Protection Tax Law, 이하 EPTL)을 발표했는데, 이는 기존의 ‘오염물질 배출 수수료(Pollutant Discharge Fees, 이하 PDF) 시스템’을 대체하는 법률이다. EPTL은 대기오염물질, 수질오염물질, 고형 폐기물, 그리고 소음을 배출하는 자에게 세금을 부과하기 위한 목적의 법률로써 2018년 1월 1일부터 효력을 발생한다. 세금부과 대상 범위이나 요율, 납세 대상자 등 주요 내용은 기존 PDF 시스템과 거의 일치하지만 세제상 인센티브와 행정 당국과 관련된 사항은 큰 변화가 있었다.²⁰⁾

19) Jian Wula, Qing Chen, Alon Tal, From Pollution Fee to Environmental Protection Tax: The Potential and Limitations of the New Environmental Tax in China(<https://www.chinalawtranslate.com/environmental-tax-law-draft/?lang=en>).

가. 대상 시설

중국의 영토에서 부과대상 오염물질을 ‘직접배출’²¹⁾하는 기업과 공공기관(public institutions), 그리고 기타 사업자가 대상이며,²²⁾ 정부와 같은 비영업 기관이나 개인은 제외되어 있다. 만약 오염물질을 처리하지 않고 환경으로 배출하는 행위는 EPTL을 위반한 것으로 간주하며, 도시하수처리시설이나 고품폐기물 처리시설로 배출되는 오염물질은 세금부과가 면제되지만 산업폐수처리시설로 오염물질을 배출하는 사업자는 부과대상이 된다.

나. 대상 범위

대기와 수질오염물질, 그리고 고품 폐기물과 소음에 대해 세금을 부과하는데, 동법 부록에 오염물질의 종류와 범위(volume)가 자세히 언급되어 있다. 다만, 농작물 생산과 자동차, 선박, 항공기, 그리고 합법적인 도시하수 처리장에서 배출되는 오염물질은 부과 대상에서 제외되어 있다. 그리고 이산화탄소(CO₂)도 부과대상이 아니다. 그러나 모니터링 기술과 지식이 발전되어 충분한 역량이 갖추어졌다고 판단되면 범위를 조정할 수 있다고 명시함으로써 향후에는 대상 범위를 확대할 수 있는 여지를 남겨두고 있다.

그런데 부과대상 오염물질이라 하더라도 모든 오염물질이 다 부과되는 것은 아니다. 각각의 배출구(discharge outlet)에서 상위 3개의 대기오염물질과 1급 수질오염물질 중 상위 5개 물질, 그리고 고품폐기물과 소음은 상위 3개에 대해서만 부과금이 부과된다.

다. 부과금액

기본적으로 PDF 시스템과 동일한데, 오염물질 배출량에 비례하여 부과되는데 오염물질별로는 다른 요율이 적용된다. 그런데 실제 적용되는 요율은 중앙 정부가 표준 요율을 정하고 지방정부는 중앙정부가 정한 표준 요율의 최대 10

20)USCBC(2017)(<https://www.chinabusinessreview.com/chinas-new-environmental-protection-tax-law> (2018.12.04.접속)).

21) 오염물질이 배출될 수 있는 지리적 위치가 강조된 의미이다.

22) 이하 사업자라고 통칭한다.

배 범위에서 결정하는 이원화된 체계를 가진다. 물론 지방정부가 요율을 정할 때는 각 정부가 처한 상황, 예를 들면 환경용량과 경제성장 목표, 개발지표 등을 감안하여야 하고, 최종적으로는 인민 대표 대회 상무회의(the Standing Committee of the National People's Congress)의 승인을 받아야 확정된다.

대기오염물질에 부과되는 금액은 다음과 같다.

$$\text{tax} = \text{pollutant equivalent weight} \times \text{tax rate}$$

$$\text{pollutant equivalent weight} = \frac{\text{부과대상 오염물질의 배출량}}{\text{pollutant equivalent volume}}$$

여기서 대기오염물질의 tax rate는 1.2위안이고, 오염물질 종류별 pollution equivalent volume은 다음의 <표 3-5>와 같다. 예를 들어 A 사업장이 SO₂ 1 kg 과 Cl₂ 2 kg을 배출할 때 부과되는 세금은 다음과 같이 계산된다.

$$\text{SO}_2 \text{ equivalent weight} = 1/0.95 = 1.05$$

$$\text{Cl}_2 \text{ equivalent weight} = 2/0.34 = 5.88$$

$$\text{SO}_2 \text{ tax} = 1.05 \times 1.2 = 1.26(\text{위안})$$

$$\text{Cl}_2 \text{ tax} = 5.88 \times 1.2 = 7.06(\text{위안})$$

$$\text{합계} = 8.32(\text{위안}) (=1.26+7.06)$$

<표 3-5> 대기오염물질의 equivalent volume(중국)

오염물질	equivalent volume	오염물질	equivalent volume	오염물질	equivalent volume	오염물질	equivalent volume
Sulfur dioxide	0.95	Nitrogen oxides	0.95	Carbon monoxide	16.7	Chlorine gas	0.34
Hydrogen chloride	10.75	Flouride	0.87	Hydrogen cyanide	0.005	Sulfuric Acid Mist	0.6
Chromic Acid Mist	0.0007	Mercury and its compounds	0.0001	General dust	4	Asbestos dust	0.53
Glass wool dust	2.13	Carbon black dust	0.59	Lead and its compounds	0.02	Cadmium and its compounds	0.03
Beryllium	0.0004	Nickel and	0.13	Tin and its	0.27	Soot	2.18

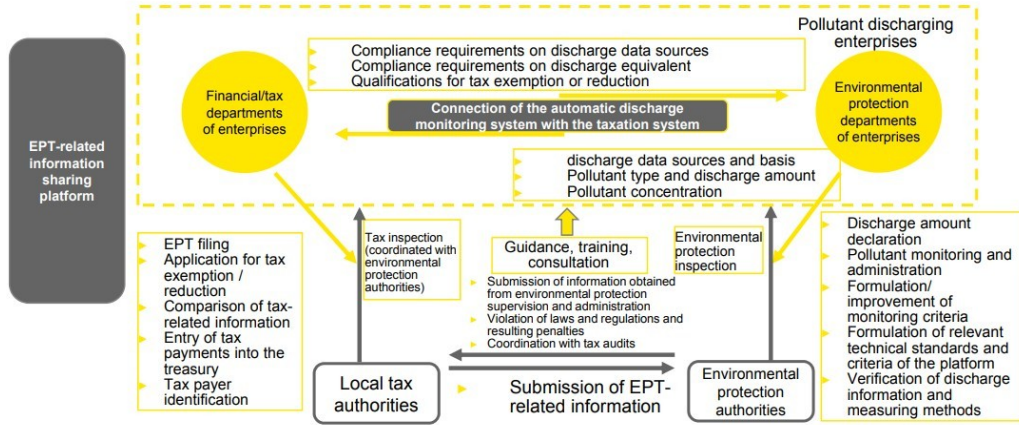
and its compounds		its compounds		compounds			
benzene	0.05	toluene	0.18	p-xylene	0.27	benzo (a) pyrene	0.000002
formaldehyde	0.09	acetaldehyde	0.45	Acrolein	0.06	Methanol	0.67
phenol	0.35	asphalt smoke	0.19	Aniline	0.21	chlorobenzene	0.72
nitrobenzene	0.17	acrylonitrile	0.22	chloroethylene	0.55	Phosgene	0.04
hydrogen sulfide	0.29	Ammonium	9.09	trimethylamine	0.32	methyl mercaptan	0.04
methyl sulfide	0.28	dimethyl disulfide	0.28	styrene	25	carbon disulfid	20

출처: USCBC(2017)([https://www.chinabusinessreview.com/chinas-new-environmental-protection-tax-law/\(20181204접속\)](https://www.chinabusinessreview.com/chinas-new-environmental-protection-tax-law/(20181204접속))).

부과금 산출을 위해서는 배출량 정보가 필요한데, 배출량은 ①자동측정기기를 사용한 연속측정 데이터의 사용, 또는 ②자가측정을 포함한 비연속 측정 데이터의 사용(주기적인 측정자료가 있다는 전제하에), 또는 ③ 배추계수나 물질수지식을 사용한 계산, 그리고 위의 3가지 방법을 사용할 수 없을 때는 ④ sampling-based measuring method²³⁾를 사용하여 산출하며, 전술한 바와 같이 오염물질별 효율은 각 지방정부마다 다르다.

특징적인 것은 우리나라 부과금제도와 유사하게 배출 정도에 따른 세금 감면 혜택이 있다는 것이다. 만약 배출기준보다 30% 적게 배출하면 25%의 세금이 감면되고 50% 적게 배출하면 세금도 50% 감면이 된다. 이는 사업자가 국가의 배출 기준 준수보다 더 우수한 기술의 사용 또는 투자를 유도하기 위한 인센티브로써 작용하게 된다. 또 하나의 특징은 부과금이 국가의 정식 세금으로 편입된 것이라는 점이다. 따라서 세금의 산출 및 부과, 징수의 주체는 세금당국이고 관련된 환경부서는 이를 보조하는 역할(배출량 확정 등)에 그친다. 이렇게 함으로써 오염물질을 배출하는 자는 보다 강력한 경제적인 부담을 가지게 되었고 이는 결국 배출저감에 기여할 것으로 기대되고 있다.

23) 배출량 산정을 위해 지방정부가 시료를 채취하여 분석하는 것으로 정기적인 측정을 전제로하지 않는다는 점에서 ② 방법과는 구별된다.



<그림 3-1> 중국 EPTL의 오염물질 부과금 징수 체계

출처: EY supports enterprises' growth as China enters the Environmental Protection Tax era ([https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en/\\$FILE/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en/$FILE/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en.pdf) (2018.12.7. 접속)).

라. 시사점

중국의 경우, 대기오염물질에 한정하더라도 부과대상물질이 44종으로 우리나라보다도 많다는 점이 가장 큰 차이 이지만 여기에 더하여 44종 모두 우리나라의 기본부과금, 즉 배출허용기준의 준수 여부와는 상관없이 배출량에 따라 부과되는 기본부과금이라는 점도 큰 차이라고 할 수 있다. 또한 오염물질의 유해성에 따라 부과요율이 크게 다르다. 또 다른 큰 특징으로는 부과금을 세금으로 편입한 것이다. 이렇게 함으로써 오염물질 배출자가 느끼는 압박감은 더욱 커질 수밖에 없을 것이며 결과적으로는 배출자가 보다 적극적으로 오염물질 배출저감을 하도록 유도하게 된다. 이러한 체계가 효과적이기 위해서는 환경당국과 세금당국의 공조가 절대적이겠지만, 징수된 부과금(세금)이 지방정부에 귀속됨으로써 지방정부 역시 적극적으로 관리에 나설 것이다.

3. 일본

일본은 환경오염 관련 질병 피해자 보상 자금을 마련할 목적으로 SO₂에 대한 부과금(fee)를 부과하기 시작했다. SO₂를 배출하는 배출원(고정오염원, 이동오염원)을 대상으로 하며, 이동오염원은 차량 중량에 따라 부과된다. 고정오염원의 부과금은 0.625\$/m³~56.25\$/m³으로 사업장의 위치에 따라 다르고, 세금은 배출원 종류와는 상관없이 0.82\$/m³이다.²⁴⁾

4. 프랑스

HCl, 황을 포함하고 있는 화합물, 질소산화물, NMH, 유기용매, 기타 VOCs 물질을 대상으로 150프랑/톤의 부과금을 부과한다. 대상시설은 20MW 이상 화력 발전시설을 가지고 있는 연소시설, 3톤/시간 이상 용량의 소각시설, 그리고 대상물질을 연간 150톤 이상 배출하는 모든 시설이다.²⁵⁾

5. 스웨덴²⁶⁾

스웨덴은 질소산화물 배출시설에 대상으로 부과금제도를 운영하고 있는데, 이를 NO_x charge system 이라고 한다. 적용 대상은 NO_x를 배출하는 연간 25 GWh 에너지(전기, 열)를 생산하는 보일러 및 가스터빈을 운영하는 회사이며 연료의 종류는 상관없다. 단, 펄프 공장의 소다 보일러는 제외되어 있다. 특징적인 것은 대상 사업장과 그렇지 않은 사업장 사이의 경쟁력 왜곡을 피하기 위해 징수된 부과금은 행정비용을 제외하고 모두 사업장에게 환급하는 것으로 일종의 zero-sum game과 같다.²⁷⁾ 즉, 에너지 생산량에 비하여 NO_x 배출이 적은 사업장은 자신이 지불한 부과금을 돌려받을 뿐만 아니라 실적이 나쁜 사업장이 지불한 부과금을 수익으로 챙기게 된다. 노력 여하에 따라 추가적인 수입이 가능하므로 대상 사업장의 질소산화물 저감 노력을 유도하는 충분한 동기가 되고

24) USEPA(2014), International experiences with economic incentives for protecting the environment.

25) USEPA(2014), International experiences with economic incentives for protecting the environment.

26) 스웨덴 환경청(<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Forbranning/Kvaveoxidavgiften/>)(2018.12.1. 접속).

27) 행정비용은 전체 부과금액의 1% 미만이다.

있다. 이 제도는 1992년부터 시행되고 있으며 현재는 NOx 배출량 1 kg 당 50 SEK라는 비교적 높은 부과 단가를 적용하고 있다.

가. 배경

산성화 문제는 1980년대 스웨덴의 주요 문제였기 때문에 의회는 1980년대 배출량의 30%를 1995년까지 삭감하기로 결정하였고, 1989년 질소산화물 배출부과금 제도(NOx- charge system)가 처음 제안되었다. 기존의 배출허용기준 제도만으로는 추가 삭감에 한계가 있고, 사업장에서는 고가의 방지시설을 설치하는 것을 꺼린다는 것이 주된 논거이다. 스웨덴 정부는 1990년 관련법을 제정(Lag on environmental tax on emission of NOx from energy production)하고 1992년부터 이 제도를 시행하게 되는데, 이 제도를 도입한 의도는 질소산화물의 신속한 삭감 이외에도 비용효과적인 감축을 위한 것이라고 할 수 있다. 이 제도의 특징인 부과금 부과 및 환급은 사업장 사이의 경쟁을 유도하는 확실한 방법이며, 또한 대상 사업장과 비대상 사업장간의 경쟁력 왜곡을 방지하고, 특히 사업장의 저항을 완화하는데 많은 도움을 준 것으로 평가되고 있다.

나. 적용대상

대상시설은 연간 25 GWh 이상의 에너지를²⁸⁾ 생산하는 연소 시설로써 다음과 같다.

- 스팀, 온수, 온유(hot oil)를 생산하는 설비: 생산된 에너지가 건물의 난방이나 전기 생산, 또는 산업용으로 사용되는 경우
- 가스 터빈
- 고정내연기관

제도 도입의 초기인 1992 ~ 1995년까지는 50GWh 이상 시설만 대상이었는데 제도의 효과성이 입증되면서 1996년에는 40GWh, 1997년에는 25GWh로 확대되었다.

28) usefule energy 기준 즉, 설비 용량이 아닌 실제 생산된 에너지를 의미한다.

다. 부과금 부과 및 환급 체계²⁹⁾

부과금은 연료의 종류와는 상관없이 질소산화물(이산화질소로 환산한 량) 배출량 1kg 당 50 SEK이다. 징수된 부과금은 행정 비용을 제외하고 모두 부과금 납부자에게 환급하는데, 이때는 에너지 생산량 비율에 따른다. 즉, 에너지 생산량에 비해 배출량이 적은 사업자는 자신이 납부한 부과금뿐만 아니라 추가적인 금액을 받기 때문에 수혜자가 되고 배출량이 많은 사업자는 손실을 보게 되는 체계이다. 사업자는 실적에 따라 손해도 보지만 이익도 가능하기 때문에, 사업자는 자신의 질소산화물 배출량을 최대한 저감하려는 노력을 하게 되고, 제도에 대한 거부감도 상당히 완화된다.

부과금은 배출량(연속 측정값)이나 배출계수에 의한 계산 값을 근거로 산정하는데, 사업장은 측정값이나 계산 값을 선택할 수 있다. 하지만 배출계수에 의한 배출량은 측정값에 비해 상당히 큰 것이 일반적이므로 사업장은 측정을 선호하게 된다.

(1) 배출량 산정 방법

(가) 측정값의 사용(정부가 정한 요건을 만족하는 모니터링 시스템을 설치하고 기록이 있는 경우)

- 모니터링 시스템 정상 가동 시 배출량: 측정치의 기록이 있으면 이를 사용
- 모니터링 시스템의 수리, 교정 등의 기간 동안의 배출량(가동 시간의 5% 이하, 최대 매일 37시간까지 인정): 유사 운전 조건에서의 배출량을 사용
- 모니터링 시스템의 일시적 장애 기간 동안의 배출량(연간 최대 60일 이하): 동일한 연도의 유사 운전 조건에서의 배출량 1.5배를 사용(150% rule)

(나) 계산 값의 사용(기록 값이 없거나 정부가 정한 요건을 만족하지 못하는 모니터링 시스템을 사용한 경우)

- 가스 터빈: 600 mg of NOx/MJ of fuel input
- 기타: 250 mg of NOx/MJ of fuel input

29) 환경부(2011), 원단위 배출량 관리방안 연구.

(2) 부과금 징수 및 환급

부과금의 징수와 환급은 환경청이 책임을 진다. 부과금 부과기간은 역력(calendar year) 기준이며, 부과금 부과대상 사업주는 환경청에 등록되어 있어야 한다. 사업주는 각 설비에 대하여 전년도 배출량과 에너지 생산량을 증명할 수 있는 데이터(설비관련자료, 부과금 산정 기간, 부과금 산정에 사용된 기타 자료 등)가 포함된 서류를 작성하여 다음 회계기간(accounting period)의 1월 25일까지 환경청에 제출한다. 이를 근거로 환경청은 6월 30일까지 환급액 규모(SEK/MWh)와 개별 사업장이 지불 또는 환급받게 되는 액수를 정하여 정부에 보고하게 되며, 사업장에게는 9월 1일까지 통보한다. 사업장은 순 부과금(=부과금-환급금)을 10월 1일까지 납부하고 환경청은 징수된 순 부과금을 에너지 생산량에 따라 12월 1일까지 환급 대상 사업장에게 환급금을 지급한다. 징수된 부과금은 환경청의 특별회계계정으로 취급된다.

부과금 징수 및 환급과 관련된 환경청의 행정비용은 부과금에서 지출되는데 사업장의 부담비율은 각 설비의 에너지 생산량 비율에 따른다. 정부는 합당한 사유가 있다면 사업장에게 부과되는 부과금의 일부 또는 전체를 면제해줄 수가 있는데, 이때는 이자 감면도 포함된다.

개별 사업장의 부과금 및 환급금의 계산방법은 매우 간단하며 측정 데이터(배출량, 에너지 생산량)의 정확도가 가장 중요한 요소이다. 다음은 부과금 및 환급금 계산의 간단한 예이다.

- 개별 사업장에 부과되는 부과금 = $amount\ of\ NO_x(kg) \times SEK\ 40$
 - 총부과금 = \sum 개별사업장에 부과되는 부과금
 - 총환급액 = (총부과금 - 행정비용 + 전년도이월금 - 당해연도예비비)
 - 총 에너지 생산량 (MWh) = \sum (개별 사업장에서 생산된 에너지량 (MWh))
 - 단위 환급액 (SEK/MWh) = 총환급액 ÷ 총에너지생산량
- 개별사업장환급액 = (개별사업장에서 생산한 에너지량 (MWh) × 단위 환급액 (SEK/MWh)) - (개별사업장에 부과되는 부과금)
- (예) 당해연도 질소산화물 총 배출량이 15,835,659 kg이고 에너지 총생산량이 66,136,158 MWh이며, 전월도 이월금과 예비비, 행정비용이 각각 SEK 10,751,606, SEK 15,000,000, SEK 4,155,000인 경우, 37,495MWh의 에너지를 생산하면서 14,601kg의 NOx를 배출한 A 사업장과 548,374 MWh의 에너지와 110,577 kg의 NOx를 배출한 B 사업장이 부담하는 부과금은 다음과 같이 계산됨
- ① 당해 연도 해당시설에서의 전체 배출량: 15,835,659 kg
 - ② 이 때 전체 부과금액: SEK 633,426,360 = 15,835,659 kg × SEK 40
 - ③ 전년도 이월금³⁰⁾ 수입: SEK 10,751,606
 - ④ 환경청의 행정비용: SEK 4,155,000
 - ⑤ 당해연도 예비비³¹⁾: SEK 15,000,000
 - ⑥ 총환급액: SEK 625,022,966 = ② + ③ - ④ - ⑤
 - ⑦ 당해 연도 총 에너지 생산량: 66,136,158 MWh
 - ⑧ 환급율: 9.45 SEK/MWh = 633,426,360 ÷ 66,136,158
- A 사업장의 환급부과금: SEK 229,712 = 14,601 kg × SEK 40 - 37,495 MWh × 9.45 SEK/MWh
 - B 사업장의 환급부과금: SEK -759,054 = 110,577 kg × SEK 40 - 548,374 MWh × 9.45 SEK/MWh
 - 따라서 A 사업장은 229,712 SEK의 금액을 납부하여야 하고 B사업장은 759,054 SEK의 금액을 환급받게 되어 B 사업장은 저배출에 대한 보상을 받게 된다.

30) 부과금 산정시 오류 발생을 대비하여 징수된 부과금 중 일부를 예비비로 저축하여 두는 금액이다. 사업장은 부과금 산정에 있어서 오류가 있었다는 것을 발견하면 부과금 부과 후 6년 이내에 이를 시정해달라고 요청할 수 있는데, 이때를 대비하여 부과금 중 일부를 예비비로 남겨둔다.

31) 부과금 산정 오류가 발생할 때를 대비하여 저축하는 금액. 부과금 재산정 후 지출된 나머지가 익년도 이월금이 된다.

IV 부과금제도 개선 방안

2장에서 설명한 바와 같이 기본부과금 산정의 요소는 ①배출허용기준 이내 오염물질 배출량, ②오염물질 1kg 당 부과금액, ③연도별 부과금 산정지수, ④지역별 부과계수, ⑤농도별 부과계수이고 초과부과금은 여기에 ⑤배출허용기준 초과율별 부과계수, 그리고 ⑥위반횟수별 부과계수가 추가된다. 이중 오염물질 배출량과 연도별 부과금 산정지수는 제도적으로 조정할 수 없는 항목이므로 제외하고 나머지 다른 항목을 중심으로 제도의 개선방안을 살펴본다. 여기에 더하여 부과금 면제 요건과 부과대상 물질의 적정성도 함께 다룬다.

1. 오염물질 1kg 당 부과금액

본 연구에서는 기본부과금 대상물질인 먼지와 황산화물의 부과단가에 대하여 살펴본다. 배출부과금 제도의 목적이 사업자로 하여금 방지시설을 설치하여(또는 다른 방법으로) 오염물질의 배출을 삭감하도록 유도하는데 있음을 유의한다면 적정 수준의 부과단가는 매우 중요하다. 원칙적으로 말하면 부과단가는 방지시설을 이용한 처리비용보다는 크고 오염물질 때문에 발생하는 사회적 비용보다는 작은 것이 바람직하다. 만약 부과단가가 방지시설을 설치하여 처리하는 비용보다 적다면 사업자는 방지시설을 설치하기보다는 부과금을 납부하는 것이 유리하기 때문에 방지시설을 설치하거나 또는 저감 노력을 하지 않을 것이다. 또 부과금이 사회적 비용보다 크다면 이는 부과금 제도의 도입목적에 정당화할 수 없고 기업의 저항도 만만치 않게 된다. 따라서 부과금 단가는 방지시설을 사용한 처리비용보다 큰 수준에서 결정하는 것이 현실적이라고 할 수 있다.

부과금 산정을 위해서는 오염물질 처리시설의 설치와 운영비 정보가 필수적이지만 아쉽게도 이에 대한 정보가 거의 없다. 방지시설을 판매하는 환경산업체에서는 비용 정보를 영업비밀로 간주하기 때문에 알려 주지 않으며,

수요자인 산업체 역시 여러 가지 사유로 정보 제공을 꺼려하고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 대표적인 환경설비업체³²⁾의 컨설팅과 「수도권 대기개선에 관한 특별법」의 총량관리 사업장 대상으로 조사한 방지설비조사 결과³³⁾를 근거로 추정하였고, 그 결과는 2009년 (사)서울행정학회에서 환경부 용역과제로 진행한 ‘대기배출부과금 제도개선방안 조사연구(Ⅲ)’³⁴⁾ 결과 및 미국 EPA의 방지시설 처리비용 자료와³⁵⁾ 비교하였다. 부과금 대상물질 중에서도 기본부과금 대상물질인 먼지와 황산화물만 검토하였는데, 질소산화물은 2018년에 부과대상에 포함되어 2020년부터 시행예정이기 때문이다.

먼지와 황산화물의 부과단가는 현재 각각 770원/kg, 500원/kg이다. 그런데 이 값은 20년 전에 결정된 것으로 현 시점에서 적정한지 검토할 것이다. 그 출발점은 먼지와 황산화물의 처리비용을 추정하는 것이다.

가. 처리비용 추정방법

본 연구에서 오염물질의 처리비용은 다음과 같은 방식으로 추정하였다. 먼저 SEMS(2015) 자료에 있는 방지시설의 종류를 표로 만들고 처리 원리에 따라 단순화해서 몇 가지로 분류한다. 그리고 그 분류에 맞는 방지시설의 수를 파악한 뒤 그 구성 비율을 계산한다. 두 번째는 방지시설 종류별로 획득한 처리비용 자료를 본 연구에 맞게 재산정한 뒤 첫 번째 단계에서 구한 방지시설 종류별 구성 비율을 곱한 뒤 합계를 내어 그 값을 해당 오염물질의 처리비용으로 추정한다.

$$\text{처리비용} = \sum (\text{방지시설 종류별 구성비율} \times \text{방지시설별 처리비용})$$

32) 방지설비의 국내의 공급실적이 많은 전문 업체이며 개별적인 컨설팅을 받았다.

33) 한국환경공단(2011), 배출허용총량 공매제도 및 시행방안 마련 연구에서 수도권 총량대상사업장을 대상으로 설문조사하여 얻은 결과인데, 아쉽게도 먼지에 대한 정보는 없다.

34) 방지시설별로 처리비용을 제시하고 있으나 raw data의 근거는 언급하지 않고 있다. 그러나 가장 자세하게 비용 정보가 들어 있어 본 연구에서도 이를 활용한다. 다만 조사시점이 2009년 이므로 그동안의 물가 상승을 반영한 2018년 가격으로 전환하여 사용한다. 출처: 환경부(2009), ‘대기배출부과금 제도개선방안 조사연구(Ⅲ)’

35) USEPA(2013), important information concerning the menu of control measures

(1) 방지시설 분류

본 연구에서 대상으로 하는 오염물질은 먼지와 황산화물이다. 먼지를 처리하는 시설은 통칭 집진시설이라고 하고 황산화물을 처리하는 시설은 탈황시설이라고 칭하는데, 기술의 분류에 따라 다양한 구분이 가능하다. 또한 동일한 시설인데도 명칭을 다르게 사용하는 경우도 많기 때문에 처리비용을 산정하는데 어려움이 따른다. 여기서는 방지시설의 종류를 너무 세분화하면 해당 비용자료의 습득이 어렵기 때문에 저자의 판단에 따라 단순하게 시설을 구분하였다.

(가) 집진시설

집진설비는 여과집진기, 전기집진기, 스크러버 등 매우 다양하다. 이러한 시설들은 단독으로 사용되기도 하지만 때로는 함께 사용되는 경우도 많으며, 기술 요소에 따라 다른 명칭으로 분류되기도 한다. 예를 들어 스크러버의 경우, 세정집진시설로 통칭되지만 적용되는 세부 기술에 따라 벤츄리 스크러버, 충전 스크러버(packed bed scrubber) 등으로 변형되며 그에 따라 효율과 처리비용도 차이가 나게 된다. <표 4-1>은 2015년 SEMS 데이터에 신고된 방지시설의 종류와 수를 나타낸 것인데, 원리가 유사하지만 다른 명칭으로 불리는 경우와 집진과는 상관없이 보이는 시설들도 집진시설로 신고하는 경우가 다수 있다. 따라서 여기서는 집진시설이 아닌 것은 제외하고 대표적인 집진시설인 여과집진기, 전기집진기, 스크러버, 원심력 집진기로 새롭게 분류하되 그 수가 많지 않은 시설은 제외하여 비용을 추정하고자 한다.

<표 4-1> 집진시설의 종류와 대수

방지시설의 종류	집진시설 수	재분류	비고
Bio Filter	2	제외	가스 처리시설
건식	29	제외	집진시설 여부 불명확
건식 전기집진시설	291	전기집진기	○
관성력 집진시설	56	제외	전처리 시설
기타 촉매 반응시설	130	제외	가스 처리시설
미스트 제거시설	20	스크러버	○
반건식	40	제외	집진시설 여부 불명확

배출구 연소시설	135	제외	해당 사항 없음
벤츄리 세정시설	331	스크리버	○
분무탑시설	106	스크리버	○
분사식 세정시설	2,074	스크리버	○
선택적 비축매환원(SNCR)	262	제외	가스 처리시설
선택적 촉매환원(SCR)	164	제외	가스 처리시설
습식	161	제외	가스 처리시설
습식 전기집진시설	64	전기집진기	○
여과집진시설	18,733	여과집진기	○
연소조건 조절	44	제외	가스 처리시설
오존 산화시설	3	제외	가스 처리시설
원심력 세정시설	122	원심력집진기	○
원심력 집진시설	2,804	원심력집진기	○
유화식 연소보조장치	31	제외	가스 처리시설
음파 집진시설	3	제외	보조처리시설
응축기	41	제외	가스처리시설
자화식 연소보조장치	2	제외	가스 처리시설
재 연소시설	34	제외	가스 처리시설
저녹스(NOx)버너	13	제외	가스 처리시설
중력 집진시설	136	제외	전처리 시설
축열식 산화(RTO)	213	제외	가스 처리시설
축열식 촉매산화(RCO)	16	제외	가스 처리시설
탈질 시설	53	제외	가스 처리시설
토양미생물을 이용한 처리시설	4	제외	가스 처리시설
황산 설비	2	제외	집진시설 여부 불명확
흡수탑 시설	1,956	스크리버	○
흡착기 시설	2,445	제외	가스 처리시설
기타	365	제외	집진시설 여부 불명확
면제시설	123	제외	-
총 방지시설 개수	31,008	-	-

출처: 2015년 SEMS 자료(국립환경과학원 제공)를 저자가 가공.

<표 4-1>의 방지시설 종류를 대표적인 집진설비인 스크리버와 여과집진기, 전기집진기, 원심력집진기로 재분류한 결과 각각의 설비가 차지하는 비율을 0.169, 0.707, 0.013, 0.110 이고 전체 설비 수는 26,501개 이다(<표 4-2>).

<표 4-2> 재분류한 집진시설의 종류와 구성 비율

방지시설 종류	수	비율
스크러버	4,487	0.169
여과집진기	18,733	0.707
전기집진기	355	0.013
원심력 집진기	2,926	0.110
합	26,501	1.000

출처: 2015년 SEMs 자료(국립환경과학원 제공)를 저자가 가공.

나. 탈황 설비

탈황설비 역시 처리기술에 따라 다양한 변형이 가능하기 때문에 여러 가지 설비와 명칭이 있다. 따라서 여기에서도 큰 범주로 나누어서 기술을 분류하였는데 액상 화학물질의 사용여부에 따라 습식과 건식, 그리고 반건식 기술로 나눌 수 있다. 물론 연료의 교체라든지 배가스 황회수 시설도 방지기술로 볼 수는 있으나 여기서는 배가스 처리기술로만 한정한다.

<표 4-3>은 2015년 SEMs에 보고된 탈황설비의 명칭과 수이고 집진설비와 마찬가지로 부적절한 명칭과 기술이 포함되어 있다. 저자의 판단하에 개별 방지시설을 위에서 언급한 3종류의 기술로 재분류한 결과와 각각의 기술이 차지하는 비율은 <표 4-4>에 나타내었다.

<표 4-3>탈황시설의 종류와 대수

방지시설의 종류	시설 수	재분류	비고
건식	16	건식탈황시설	○
건식 전기집진시설	151	제외	집진시설
관성력집진시설	16	제외	집진시설
기타촉매반응시설	99	제외	불명확
미스트제거시설	30	제외	탈황설비 아님
반건식	40	반건식 탈황시설	○
배출구연소시설	70	제외	탈황설비 아님
벤츨리 세정시설	54	제외	집진시설
분무탑시설	23	제외	집진시설
분사식 세정시설	696	제외	집진시설
선택적비촉매환원(SNCR)	244	제외	질소산화물 처리
선택적촉매환원(SCR)	146	제외	질소산화물 처리

■ 대기 배출부과금 제도 개선방안 연구

습식	70	습식탈황시설	○
습식 전기집진시설	42	제외	집진시설
여과집진시설	931	제외	집진시설
연소조건조절	45	제외	질소산화물 처리
오존산화시설	-	제외	가스처리 시설
원심력세정시설	41	제외	집진시설
원심력집진시설	1,006	제외	집진시설
유화식 연소보조장치	31	제외	가스처리 시설
음파집진시설	1	제외	집진시설
응축기	31	제외	-
자화식 연소보조장치	3	제외	가스처리 시설
제연소시설	20	제외	질소산화물 처리
저녹스(NOx)버너	24	제외	질소산화물 처리
중력집진시설	45	제외	집진시설
축열식산화(RTO)	141	제외	가스처리 시설
축열식촉매산화(RCO)	3	제외	가스처리 시설
탈질시설	45	제외	질소산화물 처리
황산설비	3	제외	수가 적음
흡수탑시설	1,258	습식탈황시설	○
흡착기시설	269	제외	가스 처리시설
기타	72	제외	불명확
면제시설	69	제외	-
총 방지시설 개수	5,735		

출처: 2015년 SEMS 자료(국립환경과학원 제공)를 저자가 가공.

<표 4-4>분류한 탈황시설의 종류와 대수

방지시설 종류	수	비율
습식 탈황시설	1,328	0.959
건식 탈황시설	16	0.011
반건식 탈황시설	40	0.029
합	1,384	1.000

출처: 2015년 SEMS 자료(국립환경과학원 제공)를 저자가 가공.

2. 처리비용 산정방법

오염물질 처리비용은 설비 투자비와 운전비로 구분하였다. 설비 투자비와 운전비는 앞에서 설명한 자료³⁶⁾에 나와 있는 경우에는 그 값을 사용하였고, 운전비가 명시되지 않은 경우에는 설비비의 10%를 매년 운전비로 지출한다고 가정하였다.³⁷⁾ 다음으로는 설비의 감가상각기간을 10년으로 가정하고, 동일한 분류에 해당되는 방지시설의 처리비용의 평균값을 구한 뒤, 우리나라 방지시설 설치비율을 반영하여 최종 처리비용을 산정하였다. 요약하면 다음과 같다.

<표 4-5> 처리비용 산정시의 가정

설치비	운전비	입출구 농도	가동율	현재 가치화
자료 값	자료에 운전비가 있으면 그 값을 사용하고, 그렇지 않은 경우에는 설치비의 10%를 매년 운전비로 가정	자료 값을 사용되 먼지의 경우에는 입구 농도를 $3g/m^3$ 으로 가정할 경우도 계산함	최근 10년간 제조업의 연평균 가동율 0.76 적용	EPA 자료는 환율과 물가상승률을 반영한 2018년 가격(원)으로 전환, 국내 자료는 설치연도로 부터 물가상승률을 반영한 2018년 가격(원)으로 전환

<표 4-6> 사용한 비용자료

자료	설치비 정보	운전비 정보
환경산업체 컨설팅	○	×
수도권사업장 조사자료	○	○
미국 EPA	설치비와 운전비가 포함된 처리비용이 주어짐	
(사)서울행정학회	2009년 보고서, 오염물질별 처리단가가 주어짐	

36) 환경설비업체의 컨설팅과 「수도권대기개선에관한 특별법」의 총량관리 사업장 대상으로 조사한 방지설비조사 결과를 말한다.

37) 집진기의 풍량과 입출구농도(설계치), 그리고 설치비 정보가 포함되어 있는데 운전비 자료는 회사마다 달라서 산정하기가 어렵다는 의견을 들었다. 따라서 여기에서는 집진설비의 운전비는 설치비의 10%라고 일괄적으로 가정하였다.

(1) 먼지 처리비용

국내 방지설비의 처리비용을 추정하기 위하여 환경산업체 컨설팅자료를 사용하였다. 두 가지 경우를 구분하여 계산하였는데, 하나는 입출구 농도를 설계치를 그대로 사용한 경우이고 또 다른 하나는 입구 농도를 최대 3g/m³로 가정한 경우이다. 입구농도를 최대 3g/m³으로 가정한 이유는 설계치가 사업장의 현황을 잘 반영한 값이 아니라 설비의 효율 보장 측면에서 과하게 설정되는 경향이 있기 때문이다.

(가) 입구농도로 설계치를 사용한 경우

입구 농도를 설계치를 인정하여 계산한 결과는 <표 4-7>과 같다. 전기집진기의 처리단가는 건식의 경우 5원/kg ~ 3,026원/kg, 습식은 1원/kg ~ 64원/kg으로 처리비용의 범위가 넓다. 여과집진기의 경우에도 비용의 범위가 2원/kg ~ 112원/kg으로 비용의 범위가 넓다. 원심력 집진기는 6원/kg, 그리고 세정집진기 13원/kg으로 계산되었는데, 이 경우에는 샘플의 수가 각각 1개에 불과하여 대표성을 가지기 어렵다. 여과집진기와 전기집진기는 상대적으로 샘플 수가 많은 편이나 처리비용의 범위가 넓어 산술 평균한 값을 대푯값으로 하기에는 무리가 따른다.³⁸⁾ 이 같이 처리비용이 개별 방지시설마다 크게 차이나는 것은 시장 상황에 따라 가격이 크게 영향을 받게 되고 입구농도 및 출구농도의 설계 값(실제 값이 아님)에 따라 처리단가가 크게 변하게 되는 상황 등이 그 이유이다. 여기에 비용 자체가 영업 비밀에 해당되어 정확한 정보를 획득하는데 한계가 있다는 점도 또 다른 이유로 들 수 있다.

<표 4-7> 집진설비의 처리단가(입구농도로 설계치를 사용한 경우)

종류 ¹⁾	풍량 (A ³ /hr)	입구농도 (mg/m ³)	출구농도 (mg/m ³)	처리효율 (%)	설치비 (백만원)	운영비 (백만원/년)	처리단가 ²⁾ (원/kg)
건식 전기집진기	765,000	12,000	100	-	3,400	340	11

38) 최대처리비용과 최소처리비용의 비율이 건식전기집진기는 605, 습식전기집진기는 64, 그리고 여과집진기는 55이다.

IV. 부과금제도 개선 방안 Ⅱ

ㄴ	1,140,000	2,000	10	99.5	14,000	1,400	185
ㄴ	2,930,340	17,400	100	99.4	15,000	1,500	9
ㄴ	2,930,340	17,400	1	99.99	20,000	2,000	12
ㄴ	4,950,000	20,700	30	99.86	20,000	2,000	6
ㄴ	4,950,000	20,700	1	-	25,000	2,500	7
ㄴ	558,600	300	15	-	4,100	410	773
ㄴ	756,000	10,000	30	-	1,350	135	5
ㄴ	48,000	150	20	-	500	50	2,404
ㄴ	779,000	5,000	100	-	810	81	6
ㄴ	102,000	4,735	10	-	1,280	128	80
ㄴ	438,660	15,000	10	-	1,540	154	7
ㄴ	439,440	28,000	20	-	2,100	210	5
ㄴ	164,280	100	30	-	1,160	116	3,026
ㄴ	1,700,000	600	40	-	3,820	382	120
ㄴ	116,385	60,000	350	-	2,810	281	12
여과 집진기	540,000	11,000	11	-	2,000	-	10
ㄴ	312,000	5,000	10	-	800	80	15
ㄴ	90,000	1,500	10	-	500	50	112
ㄴ	720,000	7,000	10	-	1,200	120	7
ㄴ	390,000	30,000	50	-	1,237	124	3
ㄴ	300,000	20,000	50	-	1,355	136	7
ㄴ	240,000	30,000	50	-	1,043	104	4
ㄴ	540,000	30,000	50	-	2,274	227	4
ㄴ	432,000	30,000	50	-	1,566	157	4
ㄴ	780,000	30,000	50	-	1,926	193	2
ㄴ	540,000	30,000	50	-	1,384	138	3
ㄴ	30,000	5,000	50	-	105	11	21
ㄴ	12,000	5,000	50	-	65	7	33
ㄴ	103,620	5,000	50	-	510	51	30
ㄴ	183,240	5,000	50	-	790	79	26
ㄴ	62,160	10,000	50	-	459	45.9	22
ㄴ	49,260	200,000	50	-	335	33.5	1
ㄴ	119,040	10,000	50	-	443	44.3	11
ㄴ	14,460	10,000	50	-	59	5.9	12
ㄴ	456,000	20,000	50	-	804	80.4	3
ㄴ	54,000	15,000	20	-	151	15.1	6
ㄴ	14,520	15,000	20	-	29	2.9	4
원심력 집진기	815,000	9,930	2,900	-	1,200	120	6
습식 전기집진기	300,000	2300	50	-	42	4.2	49
ㄴ	1,050,000	10,000	50	-	2,975	297.5	9
ㄴ	138,000	20,000	50	-	137	13.7	1
ㄴ	7,500	5,000	50	-	79	7.9	64

〃	7,860	5,000	50	-	44	4.4	34
〃	6,000	5,000	50	-	25	2.5	25
〃	7,860	5,000	50	-	32	3.2	25
세정집진기	54,000	10,000	30	-	240	24	13
주 1) 국내 환경산업체의 사례; 공사비의 60%는 자체비, 40%는 공사비. 2) 운영비는 설치비의 10%, 감가상각기간은 10년, 가동률은 최근 10년간(2009~2018) 제조업의 평균가동률인 0.76으로 가정.							

<표 4-8> 먼지의 처리비용(입구농도로 설계치를 사용한 경우)

집진설비	처리 단가(원/kg)
세정집진기 ¹⁾	13
여과집진기	2 ~ 112
전기집진기	1 ~ 3,026
원심력 집진기 ¹⁾	6
주 1) 제한된 샘플 수 때문에 대표성을 띄지는 못함.	

(가-1) 입구농도를 3g/m³이라고 가정한 경우

환경산업체로 부터 컨설팅을 통해 획득한 자료에는 입출구 농도가 주어져 있으나 이 농도가 실제 산업협장에서의 농도를 부분적으로만 반영하는 것으로 보인다. 대부분의 산업 시설에서는 입구농도를 측정할 수 있는 시료 채취구가 없기 때문에 먼지의 입구농도를 정확히 알 수가 없는 상태이다. 그런데 처리비용 단가는 입출구 농도에 의해 크게 좌우되므로 입구농도는 처리단가 산정에 있어서 매우 중요한 변수이다. 이러한 이유로 <표 4-9>의 입구농도를 최대 3g/m³로 가정하여 처리비용을 다시 산정하였다. 산정 결과를 보면 건식 전기집진기는 11원/kg ~ 3,026원/kg, 습식 전기집진기는 10원/kg ~ 107원/kg, 여과집진기는 17원/kg ~ 112원/kg의 범위를 보였으며, 원심력 집진기는 442원/kg, 세정집진기 45원/kg 이었으나 전술한 바와 같이 원심력 집진기와 세정집진기는 샘플 수가 제한되어 있다는 한계가 있다.

<표 4-9> 집진설비의 처리단가(입구농도를 3g/m³이라고 가정한 경우)

종류 ¹⁾	풍량 (Am ³ /hr)	입구농도 ²⁾ (mg/m ³)	출구농도 (mg/m ³)	처리효율 (%)	설치비 (백만원)	운영비 (백만원/년)	처리단가 ³⁾ (원/kg)
건식 전기집진기	765,000	12,000	100	-	3,400	340	46
〃	1,140,000	2,000	10	99.5	14,000	1,400	185
〃	2,930,340	17,400	100	99.4	15,000	1,500	53
〃	2,930,340	17,400	1	99.99	20,000	2,000	68
〃	4,950,000	20,700	30	99.86	20,000	2,000	41
〃	4,950,000	20,700	1	-	25,000	2,500	51
〃	558,600	300	15	-	4,100	410	773
〃	756,000	10,000	30	-	1,350	135	18
〃	48,000	150	20	-	500	50	2,404
〃	779,000	5,000	100	-	810	81	11
〃	102,000	4,735	10	-	1,280	128	126
〃	438,660	15,000	10	-	1,540	154	35
〃	439,440	28,000	20	-	2,100	210	48
〃	164,280	100	30	-	1,160	116	3,026
〃	1,700,000	600	40	-	3,820	382	120
〃	116,385	60,000	350	-	2,810	281	273
여과 집진기	540,000	11,000	11	-	2,000	-	37
〃	312,000	5,000	10	-	800	80	26
〃	90,000	1,500	10	-	500	50	112
〃	720,000	7,000	10	-	1,200	120	17
〃	390,000	30,000	50	-	1,237	124	32
〃	300,000	20,000	50	-	1,355	136	46
〃	240,000	30,000	50	-	1,043	104	44
〃	540,000	30,000	50	-	2,274	227	43
〃	432,000	30,000	50	-	1,566	157	37
〃	780,000	30,000	50	-	1,926	193	25
〃	540,000	30,000	50	-	1,384	138	26
〃	30,000	5,000	50	-	105	11	36
〃	12,000	5,000	50	-	65	7	55
〃	103,620	5,000	50	-	510	51	50
〃	183,240	5,000	50	-	790	79	44
〃	62,160	10,000	50	-	459	45.9	75

■ 대기 배출부과금 제도 개선방안 연구

〃	49,260	200,000	50	-	335	33.5	69
〃	119,040	10,000	50	-	443	44.3	38
〃	14,460	10,000	50	-	59	5.9	41
〃	456,000	20,000	50	-	804	80.4	18
〃	54,000	15,000	20	-	151	15.1	28
〃	14,520	15,000	20	-	29	2.9	20
원심력 집진기	815,000	9,930	2,900	-	1,200	120	442
습식 전기집진 기	300,000	2300	50	-	42	4.2	49
〃	1,050,000	10,000	50	-	2,975	297.5	29
〃	138,000	20,000	50	-	137	13.7	10
〃	7,500	5,000	50	-	79	7.9	107
〃	7,860	5,000	50	-	44	4.4	57
〃	6,000	5,000	50	-	25	2.5	42
〃	7,860	5,000	50	-	32	3.2	41
세정집진기	54,000	10,000	30	-	240	24	45
주 1) 국내 환경산업체의 사례; 공사비의 60%는 자재비, 40%는 공사비 2) 입구농도(설계)가 3g/m ³ 이상인 경우에는 3g/m ³ 으로 가정 3) 입구 농도는 3g/m ³ , 운영비는 설치비의 10%, 감가상각기간은 10년, 가동률은 최근 10년간 (2009~2018) 제조업의 평균가동률인 0.76으로 가정.							

<표 4-10> 먼지의 처리비용(입구농도를 최대 3g/m³으로 가정한 경우)

집진설비	처리 단가(원/kg)
세정집진기 ¹⁾	45
여과집진기	17 ~ 112
전기집진기	10 ~ 3,026
원심력 집진기 ¹⁾	442
주 1) 제한된 샘플 수 때문에 대표성을 띄지는 못함.	

나. 서울 행정학회 자료

환경부 용역과제로 수행한 서울 행정학회 연구보고서는 먼지의 처리비용이 3,656원/kg으로 제시되어 있다. 이 값을 인용하되 그 간의 물가상승률을 반영하여 2018년 가격으로 환산하면 4,643원/kg이다.

다. 미국 EPA 자료³⁹⁾

미국 EPA의 먼지 처리비용 자료는 다음의 <표 4-11>과 같다. 이를 정리하면 스크러버의 처리비용은 1,221원/kg, 여과집진기 254원/kg, 그리고 전기집진기 286원/kg 이다. 이 값을 사용하고 국내 방지설비 설치대수를 감안하여 산정하면 456원/kg이다.

<표 4-11>미국 EPA자료에 의한 먼지 처리단가

종류	처리효율 (%)	처리단가(\$/ton) (2006년 가격)	처리단가(원/kg) (2018년 기준)	비고
condensation scrubber ^{d)}	≥99	65	81	· 입구온도 20~26°C · 풍량: ~ 10 sm ³ /sec · 설치비: 13,000/(sm ³ /sec) · 운영비: \$5,300/(sm ³ /sec)
venturi scrubber	90	1,567	1950	축매분해시설; SO ₂ 도 제거
venturi scrubber	89	1,067	1,328	금속가공(코크스); PM10기준; PM2.5도 처리
wet scrubber	90	41~1,270	51~1,580(816) ²⁾	ICI 보일러(목재); SO ₂ 도 처리
venturi scrubber	25	1,067	1,328	보일러(액체연료); PM10 기준
venturi scrubber	98	1,067	1,328	무기재료 생산(coal cleaning); PM10기준
venturi scrubber	90	1,067	1,328	채석장; PM10 기준
wet scrubber	70~99	80~2,726	100~3,392(1,746) ²⁾	보일러; SO ₂ 도 처리
Impingement-Plate Scrubber	64	613	763	철금속(gray iron 로)
venturi scrubber	94	1,067	1,328	철금속(gray iron 로)
venturi scrubber	25	1,067	1328	철금속(일관제철소)
venturi scrubber	25	1,067	1328	강생산; PM10기준
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	아스팔트 제조업; PM10 기준
여과집진기	95~99.9	34~74	42~92(67) ²⁾	시멘트 킬른
여과집진기	99	159~186	198~231(215) ²⁾	철금속 가공(코크스)

39) USEPA(2013), Important information concerning the menu of control measures.

■ 대기 배출부과금 제도 개선방안 연구

여과집진기	95~99.9	94~990	117~1,232(674) ²⁾	보일러(목재)
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	무기재료 생산(coal cleaning); PM10기준
여과집진기	99	159~186	198~231(215) ²⁾	합금생산
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	철금속 생산, PM10 기준
여과집진기	99	159~186	197~231	철금속(gray iron 로)
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	곡물 공장, PM10 기준
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	기타 무기재료 생산
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	채석장, PM10 기준
여과집진기	99	159~186	198~231(215) ²⁾	알루미늄 생산시설, PM10기준
여과집진기	95	159~186	198~231(215) ²⁾	구리 생산시설, PM10기준
여과집진기	99	159~186	198~231(215) ²⁾	납 생산시설, PM10기준
여과집진기	95	159~186	198~231(215) ²⁾	기타 비철금속 생산시설, PM10기준
여과집진기	99	159~186	198~231(215) ²⁾	아연 생산시설, PM10기준
여과집진기	95~99.9	42~383	52~477(264) ²⁾	보일러
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	일관제철소
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	강생산, PM10 기준
여과집진기	95~99.9	42~383	52~477(264) ²⁾	ICI 보일러(coal)
여과집진기	95~99.9	94~990	117~1,232(674) ²⁾	ICI 보일러(wood)
여과집진기	99	147~186	183~231(207) ²⁾	채석장
여과집진기 (cartridge type)	99	311	387	금속제조, 연마; PM10 기준
여과집진기 (cartridge type)	99	244	303	금속 제조, 기계; PM10 기준
여과집진기 (cartridge type)	99	244	303	금속제조, 용접; PM10 기준
여과집진기 (cartridge type)	99	179	223	곡물 공장, PM10 기준
여과집진기 (cartridge type)	99	179	223	시멘트제조시설, PM10 기준
여과집진기 (cartridge type)	99	179	223	무기재료 생산(coal cleaning); PM10기준
여과집진기 (cartridge type)	99	179	223	채석장, PM10 기준
여과집진기 (cartridge type)	99	179	223	기타 무기재료 생산, PM10기준
전기집진기	90~99	27~86	34~107(70) ²⁾	시멘트제조시설, Hg도 제거
전기집진기(wet)	95	313	390	화학물질제조시설, PM10기준

전기집진기(wet)	95	313	390	기타 무기재료 생산 PM10기준
전기집진기(wet)	95	156	194	채석장; PM10 기준
전기집진기(wet)	95	313	390	채석장; PM10 기준
전기집진기	95	156	194	소각시설; PM10기준
전기집진기	95	156	194	알루미늄 생산시설; PM10기준
전기집진기(wet)	95	313	390	알루미늄 생산시설; PM10기준
전기집진기(wet)	95	313	390	납 생산시설; PM10기준
전기집진기	95	156	194	기타 비철금속 생산시설; PM10기준
전기집진기(wet)	95	313	390	기타 비철금속 생산시설; PM10기준
전기집진기	95	156	194	아연 생산시설; PM10기준
전기집진기(wet)	95	313	390	아연 생산시설; PM10기준
전기집진기	96~99	40~591	50~735(393) ²⁾	보일러; 수온도 처리
전기집진기(wet)	95	313	390	철강생산(일관제철소); PM10기준
전기집진기(wet)	95	313	390	제지
전기집진기(level 1으로 upgrade)	5	55/kW	-	석탄화력(bituminous); (SCA를 250ft ² /1,000afm ³) + (high frequency transformer-rectifier)
전기집진기(level 2로 upgrade)	10	80/kW	-	석탄화력(bituminous); (SCA를 300ft ² /1,000afm ³) + (high frequency transformer-rectifier)+집 진기내부 보완
전기집진기(level 3으로 upgrade)	20	100/kW	-	석탄화력(bituminous); (기존설비 SCA에 100ft ² /1,000afm ³ 추가(높이 20% 추가)) + (high frequency transformer-rectifier)+집 진field 추가
전기집진기(level 1으로 upgrade)	1	55/kW	-	석탄화력(lignite); (SCA를 250ft ² /1,000afm ³) + (high frequency transformer-rectifier)
전기집진기(level 2로 upgrade)	2	80/kW	-	석탄화력(lignite); (SCA를 300ft ² /1,000afm ³) + (high

				frequency transformer-rectifier)+집진기내부 보완
전기집진기(level 3으로 upgrade)	5	100/kw	-	석탄화력(lignite); (기존설비 SCA에 100ft ² /1,000afm ³ 추가(높이 20% 추가)) + (high frequency transformer-rectifier)+집진field 추가
전기집진기(level 1으로 upgrade)	12	55/kW	-	석탄화력(subbituminous); (SCA를 250ft ² /1,000afm ³) + (high frequency transformer-rectifier)
전기집진기(level 2로 upgrade)	25	80/kW	-	석탄화력(subbituminous); (SCA를 300ft ² /1,000afm ³) + (high frequency transformer-rectifier)+집진기내부 보완
전기집진기(level 3으로 upgrade)	50	100/kw	-	석탄화력(lignite); (기존설비 SCA에 100ft ² /1,000 afm ³ 추가(높이 20% 추가)) + (high frequency transformer-rectifier)+집진field 추가
전기집진기	95	156	194	합금생산, PM10기준
전기집진기	95~99	118~614	147~764(455) ²⁾	보일러(목재)
전기집진기	95	156	194	보일러(액상폐기물); PM10 기준
전기집진기	95	156	194	보일러(액체연료); PM10 기준
전기집진기	95	156	194	기타 무기재료 생산
전기집진기	95	156	194	구리 생산시설; PM10기준
전기집진기(wet)	95	313	390	구리 생산시설; PM10기준
전기집진기	95	156	194	납 생산시설; PM10기준
전기집진기	95	156	194	철(일관제철소)
전기집진기	96~99	40~591	50~735(393) ²⁾	ICI 보일러(coal)
전기집진기	96~99	118~614	147~764(455) ²⁾	ICI 보일러(wood)
전기집진기	95	156	194	채석장
전기집진기	95	156	194	도시폐기물소각
전기집진기	95	156	194	제지

주 1) aerodynamic diameter가 0.25-1.0 μ m인 입자 제거에 효과적인 기술. 1차 집진처리 설비 후단에 설치; 출처: USEPA, EPA-CICA fact sheet, packed bed/packed tower scrubber, EPA-452/F-03-010.
 2) ()는 평균값을 의미함.
 3) afm: actual feet per minute.
 출처: USEPA(2013), Important information concerning the menu of control measures.

다. 황산화물의 처리비용

황산화물 처리비용 산정방식은 먼지의 경우와 동일하다.

(1) 환경산업체 컨설팅 자료와 수도권 사업장 조사자료

국내 환경컨설팅업체에서 제공한 방지설비 자료와 수도권 총량규제 대상사업장 조사 자료를 가지고 분석한 결과는 <표 4-12>와 같다. 평균처리비용을 보면 습식탈황 3,728원/kg, 반건식 탈황설비 3,005원/kg, 건식 탈황설비 7,695원/kg으로 평균 3처리비용은 3,747원/kg으로 추정되었다(<표 4-13>).

<표 4-12>탈황설비의 처리단가(환경산업체 컨설팅자료와 수도권 사업장 조사 자료)

종류	풍량 (Am ³ /hr)	입구 농도 (ppm)	출구 농도 (ppm)	처리 효율 (%)	설치비 (백만 원)	운영비 (백만원 /년)	처리단가 (원/kg) (2018년) ⁴⁾	설치연 도
중조+여 과집진기 ¹⁾	1,140,000	310	50	83.9	16,000	1,600 ³⁾	619	-
〃 ¹⁾	2,520,000	190	50	73.7	27,000	2,700 ³⁾	827	-
FGD ¹⁾	2,301,715	778	70	91	30,000	3,000 ³⁾	211	-
〃 ¹⁾	2,301,715	778	1	99.87	80,000	8,000 ³⁾	513	-
FGD+W EP ¹⁾	2,544,030	1,000	1	-	140,000	14,000 ³⁾	631	-
FGD ¹⁾	2,544,030	1,000	40	-	70,000	7,000 ³⁾	328	-
탈황시설 ²⁾	450,890	220	13	94	38,000	1,283	3,964	2007
탈황시설 ²⁾	450,890	220	13	94	38,000	1,283	3,964	2007
탈황시설 ²⁾	450,890	220	13	94	38,000	1,143	3,855	2007
semi-dry reactor ²⁾	73,671	131	2	98	290	367	2,898	2008

■ 대기 배출부과금 제도 개선방안 연구

습식세정 탑 ²⁾	95,877	272	20	92.6	9	177	734	1997
습식세정 탑 ²⁾	95,877	272	20	92.6	9	177	734	1997
semi-dry reactor ²⁾	46,377	100	20	80	928	218	7237	2001
semi-dry reactor ²⁾	46,377	100	20	80	928	218	7,237	2001
반건식알 칼리흡수 탑 ²⁾	24,140	150	10	93.3	245	65	2,287	2001
반건식알 칼리흡수 탑 ²⁾	24,140	150	10	93.3	245	65	2,287	2001
semi-dry reactor ²⁾	39,409	250	3	98	417	143	1,744	1999
semi-dry reactor ²⁾	37,651	250	4	98	417	143	1,793	2000
흡수반응 탑 ²⁾	16,745	321	225	30	113	15.4	1,397	2002
세정감습 탑 ²⁾	15,932	225	4.5	98	205	132.2	3,655	2002
분사식세 정시설 ²⁾	40,500	31.7	9.5	70	440	52.2	8,164	2005
분사식세 정시설 ²⁾	27,000	23.1	11.5	50	297	36.6	16,151	2005
선회류식 세정시설 ²⁾	4,500 ⁹⁾	2	1	50	120	7	293,565	2008
탈황시설 ²⁾	3,667,200	818	45	94.5	59,300	4,744	296	2004
탈황시설 ²⁾	3,335,640	833	25	97	118,300	7,497	499	2008
semi-dry reactor ²⁾	9,202	1,374	962	30.0	155	15.5 ³⁾	688	2002
건식반응 집진기(B F) ²⁾	9,348	962	481	50	189	4.0	428	2002
세정감습 탑(W/S) ²⁾	9,348	481	10	97.9	241	208	4,432	2002
세정집진 시설 ²⁾	454	41.4	29.0	30	300	30 ³⁾	795,332	2006

세정집진 시설 ²⁾	250	41.4	29.0	30	200	20 ³⁾	962,883	2006
탈황시설 ²⁾	163,000	1,322	29	97.8	4,000	931	586	1998
전기 집진기 ²⁾	18,000	380	200	47	500	119	3796	2007
semi-dry reactor ²⁾	40,800	66	26	60	322	61	3,754	2010
DRY VENTUR Y ²⁾	43,200	26	21	20	84	53	18,685	2010
BAG FILTER ²⁾	43,200	21	9	60	540	10	8,115	2010
semi-dry reactor ²⁾	72,420	93	23.3	75	262	26.2 ³⁾	722	2008
1차 Bag Filter ²⁾	62,820	23.4	15.3	34.5	213	4.0	3,457	2008
2차 Bag Filter ²⁾	62,100	15.3	10	34.5	213	37.0	12,316	2008
습식세정 탭 ²⁾	68,400	14.9	7.5	50	150	138	20,453	2009
반건식반응 탭 ²⁾	44,183	134	25.4	81	900	145	3,654	2006
건식반응 탭 ²⁾	46,368	25.4	17.7	30.3	150	30	8,528	2009
백필터 ²⁾	46,368	17.7	10.6	40.1	1,200	50	38,535	2006
습식탈황 ¹⁾	2,173,000	650	50	-	30,000	3,000 ³⁾	264	-
반건식탈황 ¹⁾	576,000	56	5	-	4,500	450 ³⁾	1756	-
건식탈황 ¹⁾	746,000	305	262	-	2,000	200 ³⁾	715	-
<p>주 1) 국내 환경산업체의 사례; 공사비의 60%는 자재비, 40%는 공사비. 2) 수도권 사업장 사례. 3) 운영비가 별도로 제시되어 있지 않은 경우이며, 이때는 설치비의 10%를 운영비로 가정함. 4) 감가상각기간은 10년, 가동률은 최근 10년간(2009-2018) 제조업의 평균가동률인 0.76으로 가정. 물가상승률을 반영한 2018년 현재 가격임.</p>								

<표 4-13> 황산화물의 평균 처리비용

탈황설비 종류	평균처리단가(원/kg)
습식 탈황설비	3,728
반건식 탈황설비	3,005
건식 탈황설비	7,695
평균	3,747

(2) 서울 행정학회 자료

환경부 용역과제로 수행한 연구보고서는 황산화물의 처리비용을 2,084원/kg으로 제시하고 있다. 이 값을 인용하되 그 간의 물가상승률을 반영하여 2018년 가격으로 환산하면 2,647원/kg이다.

(3) 미국 EPA 자료⁴⁰⁾

미국 EPA의 먼지 처리비용 자료는 다음의 <표 4-14>와 같다. 이를 정리하면 습식 탈황설비를 사용한 처리비용은 8,729원/kg이고, 건식과 반건식 탈황설비의 처리비용은 3,127원/kg이다. 이 값을 가지고 국내 방지설비 설치대수를 감안하여 평균 처리비용을 산정하면 8,496원/kg이다.

<표 4-14> 미국 EPA 자료에 의한 황산화물 처리단가

종류	처리 효율 (%)	처리단가(\$/톤) (2006년 가격)	처리단가(원/kg) (2018년기준)	비고
흡수제 추가	60~80	2,000~7,400	2,489~9,209(5,849) ¹⁾	시멘트 킬른
건식 탈황	90	3,400~5,700	4,231~7,093(5,662) ¹⁾	시멘트 킬른
건식 탈황	90	2,300~5,700	2,862~7,093(4,978) ¹⁾	시멘트 킬른(예열기)
건식 탈황	90	2,300~3,400	2,862~4,231(3,547) ¹⁾	시멘트 킬른(예열기)
건식 탈황	90~95	1,555~7,521	1,935~9,359(5,6)	ICI 보일러(<100MMBTU/hr)

40) USEPA(2013), Important information concerning the menu of control measures.

			47) ¹⁾	
건식 탈황	90~95	1,448~3,922	1,802~4,881(3,341) ¹⁾	ICI 보일러(<250MMBTU/hr)(coal)
건식 탈황	90~95	1,900~5,400	2,364~6,720(4,542) ¹⁾	ICI 보일러(residual oil)
건식 탈황(duct injection)	40	700~1,400	871~1,742(1,307) ¹⁾	ICI 보일러(<250MMBTU/hr)(high sulfur coal)
건식 탈황(duct injection)	40	700~1,700	871~2,115(1,493) ¹⁾	ICI 보일러(<250MMBTU/hr)(low sulfur coal)
건식 탈황	70~96	160~300	199~373(286) ¹⁾	utility 보일러(coal)
wet gas scrubber	90~99.9	2,000~7,000	2,489~8,711(5,600) ¹⁾	시멘트 킬른, HCl, NH ₃ , 금속제거
wet gas scrubber	90	3,400~5,700	4,231~7,093(5,662) ¹⁾	시멘트 킬른
wet gas scrubber	90	2,300~5,700	2,862~7,093(4,978) ¹⁾	시멘트 킬른(예열기), HCl, NH ₃ , 금속제거
wet gas scrubber	90	2,300~3,400	2,862~4,231(3,547) ¹⁾	시멘트 킬른(예열기), HCl, NH ₃ , 금속제거
wet gas scrubber	90	6,800~9,100	8,462~11,324(9,893) ¹⁾	시멘트 킬른(습식법), HCl, NH ₃ , 금속제거
wet gas scrubber	90~99	2,592~7,545	3,225~9,389(6,307) ¹⁾	ICI 보일러(<100MMBTU/hr)(coal)(수은제거)
wet gas scrubber	90~99	1,369~3,746	1,704~4,662(3,183) ¹⁾	ICI 보일러(<250MMBTU/hr)(coal)(수은제거)
wet gas scrubber	90~99	2,000~5,400	2,489~6,720(4,604) ¹⁾	ICI 보일러(residual oil)(수은도제거)
wet gas scrubber	95~99.9	500~3,000	622~3,733(2,178) ¹⁾	석유정제 촉매분해
wet gas scrubber	10ppmv달성	22,563	28,077	coke calciner
wet gas scrubber	95	5,091	6,335	유리용해로
FGD	90~99.9	7,600~45,000	9,457~55,998(32,728) ¹⁾	석유정제-가열로
연료교체(3000ppm->500ppm)	75	2,800	3,484	ICI 보일러(oil)(PM도제거)
연료교체(3%->0.2%)	94	5,300	6,595	ICI 보일러(residual oil)(PM2.5도제거)
연료교체(3%->1%)	67	760	946	ICI 보일러(residual oil)(PM2.5도

				제거
연료교체(1%→0.5%)	50	1,858~3,717	2,312~4,625(3469) ¹⁾	ICI 보일러(residual oil)(PM2.5도 제거)
연료교체(0.3%→0.05%)	84	1,174~1,956	1,461~2,434(1947) ¹⁾	ICI 보일러(residual oil)(PM2.5도 제거)
연료교체(0.3%→0.05%)	75	2,600	3,235	가정난방(oil)(PM10, PM2.5, NOx)
연료교체(bituminous→lignite)	80	160~240	199~299(249) ¹⁾	utility boiler(coal)
연료교체(bituminous→subbituminous)	73	160~240	199~299(249) ¹⁾	utility boiler(coal)
연료교체(subbituminous→lignite)	27	160~240	199~299(249) ¹⁾	utility boiler(coal)
촉매첨가	35~50	495~872	616~1,085(851) ₁₎	석유정제 촉매분해
탈황설비 용량증가 및 tail gas 처리 스크러버 효율증가	97~99.9	170~450	212~560(386) ¹⁾	석유정제-SRU
coal washing	35	420	523	utility boiler(coal)
limestone forced oxidation system	52~98	200~500	249~622(436) ¹⁾	utility boiler(coal)
magnesium enhanced lime system	52~98	200~500	249~622(436) ¹⁾	utility boiler(coal)

주 1) ()는 평균값임
출처: USEPA(2013), important information concerning the menu of control measures.

라. 처리비용 요약

처리비용을 요약하면 <표 4-15>, <표 4-16>과 같다. 먼지의 경우에는 자료의 한계 또는 처리비용의 범위가 매우 커서 평균처리비용을 추정하기에는 한계가 있었다. 개괄적으로 말하면 입구농도를 최대 3g/m³으로 가정했을 때 건식 전기 집진기는 부과단가 보다 높으나, 기타 방지시설은 처리비용이 현재의 부과단가 770원/kg(2018년 가격으로 환산하면 1,313원/kg)보다 낮다. 자료의 부족이 가장 큰 이유이기도 하지만 한편으로는 기술의 발전과 시장에서의 경쟁 등으로의 사

유로 처리가격이 하락했을 수도 있다. 반면 행정학회의 단가 4,613원/kg과 미국 EPA 단가 456원/kg과 비교할 때 본 연구의 결과가 미국 EPA 결과에 가장 근접하고 있다.

<표 4-15> 먼지의 처리단가 비교

자료	시설별 처리단가(원/kg)(2018년 가격)				
	전기집진기	여과집진기	원심력집진기	세정집진기	평균
①	1 ~ 3,026	2 ~ 112	6	13	-
①-1	10 ~ 3,026	17 ~ 112	442	45	-
②	-	-	-	-	4,613
③	286	254	-	1,222	456
대기부과금(한국)	770 → 1,313(2018, 물가상승 반영)				
외국 대기부과금	50(중국), 1,333(미국 SCAQMD)				

- 주) ① 환경 설비업체에서 제공한 설계 값을 사용한 경우
 ①-1 환경 설비업체에서 제공한 설계 값중 입구농도를 최대 3g/m³으로 가정한 경우
 ② 서울행정학회 (2009) 자료를 사용한 경우
 ③ 미국 EPA 자료(2013)

황산화물의 경우, 본 연구의 평균처리단가는 3,747원/kg으로 추정되었는데 이는 현재의 부과금 853원/kg보다 4배 이상 큰 값이다. 행정학회 연구결과나 미국 EPA 결과도 지금의 부과단가보다 높는데 이는 부과금 조정이 필요하다는 것을 보여준다.

<표 4-16> 황산화물의 처리단가 비교

자료	시설별 처리단가(원/kg)(2018년 가격)			
	습식탈황	반건식탈황	건식탈황	평균
①	3,728	3,005	7,695	3,747
②	-	-	-	2,647
③	8,729	3,127		8,496
대기부과금(한국)	500 → 853(2018, 물가상승 반영)			
외국 대기부과금	212(중국), 1,209(미국 SCAQMD)			

마. 부과금 조정 방향

「대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법」이 2020년 4월 3일부터 시행될 예정인데, 이 법에 의하면 대기관리권역 내의 사업장에 대해서는 먼지와 황산화물, 질소산화물에 대해 총량제가 시행된다(법 제17조). 그리고 총량제 사업장은 배출부과금이 면제되는데(법 제19조), 현재 논의되고 있는 대기관리권역에는 울산과 여수 등 대규모 국가산업단지와 대형 배출시설이 모두 포함되어 실질적으로 기본부과금을 적용받는 시설은 매우 제한적일 것으로 보인다. 이는 기본부과금제도에 의한 오염물질 저감 효과가 그리 크지 않을 것임을 의미한다. 이러한 배경을 전제로 부과금 단가 조정에 대해 논의한다. 먼저, 먼지의 경우에는 분석 대상 설비의 수가 제한되어 있고 방지시설별로 처리단가의 범위가 커서 대푯값을 정하는데 한계가 있었다. 그리고 몇 개의 사례를 제외하면 현재의 부과금 단가보다 처리비용이 작아서 부과금 단가 조정의 필요성이 크지 않다고 판단된다. 황산화물의 경우에는 본 연구결과도 그렇고 행정학회(2009)의 결과, 그리고 미국 EPA의 결과를 보더라도 현재의 부과금 단가는 조정의 필요성이 있다. 다만, 본 연구결과의 평균처리단가인 3,747원/kg을 그대로 적용하기에는 다소의 검토 과정이 필요하다. 오염자부담 원칙에서 보면 부과금 단가는 사회적 피해를 보상할 수 있는 수준에서 결정되어야 하지만, 우리나라의 부과금 제도는 순수한 오염자부담원칙의 적용이라기보다는 사업장으로 하여금 오염물질배출을 저감하도록 유도하기 위한 목적도 가미되어 있다. 만약 사회적 피해비용이 처리비용보다 작다면 부과금은 피해비용 수준에서 결정하면 되지

만, 사회적 피해비용이(<표 4-17>) 처리비용보다 매우 크기 때문에 사회적 피해 비용을 부과금액으로 결정하면 사업장에 큰 부담이 되고 배출저감 동기도 부족하게 된다. 따라서 처리비용보다는 크고 사회적 피해비용보다는 작은 어떤 값에서 결정하는 것이 타당하다고 판단하지만, 그 적정 값에 대해서는 사회적 합의가 필요하다. 그리고 현재 부과단가인 500원/kg(2018년 가격 853원/kg)의 4배로 급격히 증액하는 것도 사업장의 수용성 측면에서 검토해야 할 또 다른 고려 사항이다. 따라서 부과금 조정에 대한 설득력을 확보하기 위해서는 더 많은 사례 조사를 통해 보다 정확한 비용을 산정할 필요가 있다.

바. 부과금 조정에 의한 비용·편익

먼지의 부과금 단가는 현재를 유지하고, 황산화물에 대해서만 몇 가지 시나리오를 가정하여 사업장의 부담을 파악하였다. 먼저, 대기오염물질을 저감하면 얻을 수 있는 사회적 편익은 한국 자동차환경협회(2015)의 대기오염물질의 사회적 피해비용 값을 사용한다. 이에 따르면 황산화물의 단위 배출량당 사회적 피해비용은 38,957원/kg이다(<표 4-17>). 그리고 황산화물 배출에 의한 사회전체의 피해비용을 계산하기 위하여, 국립환경과학원(2017)에서 발표한 연료별 사용량과 「대기환경보전법」 시행규칙 <별표 10>의 연료별 배출계수를 사용하여 계산한 황산화물 배출량은 약 5,247,309톤이다(<표 4-18>).⁴¹⁾

<표 4-17> 대기오염물질의 단위 배출량당 사회적 피해비용

오염물질	추정값(원/kg) ¹⁾
황산화물	38,957
질소산화물	48,040

주 1) 2018년 가격으로 재산정(출처: 한국 자동차환경협회(2015), 대기오염물질의 사회적 비용 재평가 연구).

41) 방지설비를 거치지 않은 배출량이므로 최대 배출량이라고 할 수 있다.

<표 4-18> 연료 종류별 사용현황

연료명	사용량(2016년, 천TOE)	황산화물 발생량(2016년, kg) ^{d)}
B-C(0.3%)	2,426	1,755,497
B-C(0.5%)	594	561,166
B-C(1.0%)	138	206,653
B-C(2.5%)	2,310	7,289,849
B-C(2.5% 이상) ^{d)}	149	684,352
유연탄 ²⁾	58,338	4,735,227,273
무연탄 ³⁾	1257	500,796,813
LNG	27,630	786,946
합계	92,842	5,247,308,550

주 1) 황함유량이 2.5% 이상인 B-C는 황유량이 3.8%인 것으로 가정하였다.
 2) 황함량은 0.5%, 회분함량은 10%로 가정하였다(출처: 「대기환경보전법」 시행규칙 <별표 10>)
 3) 황함량은 0.7%, 회분함량은 40%로 가정하였다(출처: 「대기환경보전법」 시행규칙 <별표 10>)
 4) 발생량은 대기환경보전법」 시행규칙 <별표 10>의 배출계수를 사용하여 산정하였다.
 출처: 연료 사용량은 국립환경과학원(2017), 2016 대기배출원조사 결과를 이용하고 발생량은 연료사용량과 배출계수를 사용하여 저자가 산정하였다.

<표 4-17>의 사회적 피해비용과 <표 4-18>의 오염물질 배출량, 그리고 부과금에 관한 몇 가지 시나리오를 가정하여 계산한 사업장이 부담하게 될 비용과 사회적 피해비용(편익)을 계산한 결과는 <표 4-19>와 같다. 부과금 효율의 크기에 따라 사업장이 부담하게 될 잠재적 총비용과 사회적 총편익이 다르지만 비용과 편익의 비율은 항상 1보다 크다. 이는 당연한 것으로 부과금 단가가 사회적 비용보다 작은 경우에는 오염물질 저감은 항상 사회적으로 이익이라는 것을 의미한다.

<표 4-19> 부과금 단가에 따른 사업장 비용부담 및 사회적 편익

	부과금 단가 (원/kg)	근거	사회적비용 (원/kg)	사업장 부담(백만 원)(C) ⁴⁾	사회적 편익(백만 원)(B) ⁵⁾	편익/비용 (B/C) 비율
황산 화물	1,000	II지역 사업장에 적용되는 실제 부과금 단가가 500원이 됨 ¹⁾	38,957 ³⁾	293,184	11,421,569	39.0
	1,727	질소산화물 부과단가를 고려 ²⁾		506,329	11,421,569	22.6
	3,747	처리단가		1,098,560	11,421,569	10.4

- 주 1) 만약 지역별 부과계수를 1로 변경한다면 부과단가는 현재와 동일한 500원/kg으로 두어도 됨.
 2) 가장 최근에 결정된 질소산화물의 부과단가(2,130원/kg)가 처리비용을 가장 잘 반영하고 있다고 가정함. 이 값과 <표 4-19>의 한국자동차환경협회(2015)의 사회적 피해비용의 비율(4.43%)을 같은 표 황산화물의 사회적 피해비용과 곱한 값.
 3) <표 4-19> 한국자동차환경협회(2015)의 황산화물의 사회적 피해비용을 적용함.
 4) 2016년 사업장의 황산화물 배출량 293,184톤에 부과금 단가를 곱한 값으로 잠재적 총 비용을 의미함.
 5) 2016년 사업장의 황산화물 배출량 293,184톤에 단위 사회적비용을 곱한 값으로 잠재적 총 편익을 의미함.

3. 대상 오염물질 검토

가. 기본부과금 대상 오염물질

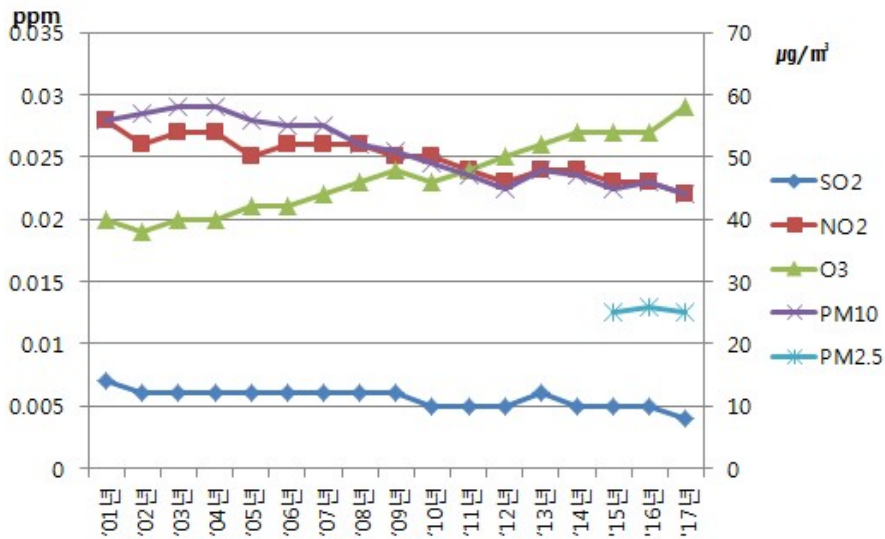
우리나라 대기오염도의 변화추이를 보면 질소산화물과 황산화물, PM10은 감소추세이 있지만 오존은 증가추이를 보인다(<그림 4-1> 및 <표 4-16>)). 그리고 PM2.5는 환경기준을 초과하고 있는 상황이다. 따라서 PM2.5와 오존의 관리가 더 강화될 필요가 있음을 알 수 있다. 그런데 PM2.5와 오존은 모두 대기중에서의 이차생성이 주를 이루고 있으며 여기에 관여하는 물질이 먼지와 황산화물, 질소산화물, VOCs, 암모니아이므로 PM2.5와 오존 관리는 결국 먼지와 황산화물, 질소산화물, VOCs, 암모니아 관리와 연계될 수 밖에 없다. 이중 먼지와 질

소산화물, 황산화물은 이미 기본부과금 대상물질이므로 논외로 한다면, VOCs와 암모니아의 포함 여부를 검토하여야 한다.

<표 4-20> 전국 추이측정소 대기오염도의 연도별 변화

항목	'00년	'01년	'02년	'03년	'04년	'05년	'06년	'07년	'08년	'09년	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년
SO ₂ (ppm)	0.008	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004
NO ₂ (ppm)	0.024	0.027	0.025	0.026	0.026	0.024	0.024	0.024	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.024	0.024	0.023	0.022	0.022
O ₃ (ppm)	0.02	0.021	0.02	0.02	0.021	0.022	0.022	0.022	0.023	0.025	0.023	0.024	0.025	0.026	0.028	0.027	0.028	0.029
CO (ppm)	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56	60	64	58	58	58	58	57	53	53	49	49	44	48	48	48	46	45
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)																26	26	25

출처: 환경부, 대기환경연보 각 연도



<그림 4-1> 전국 추이측정소의 대기오염도 변화

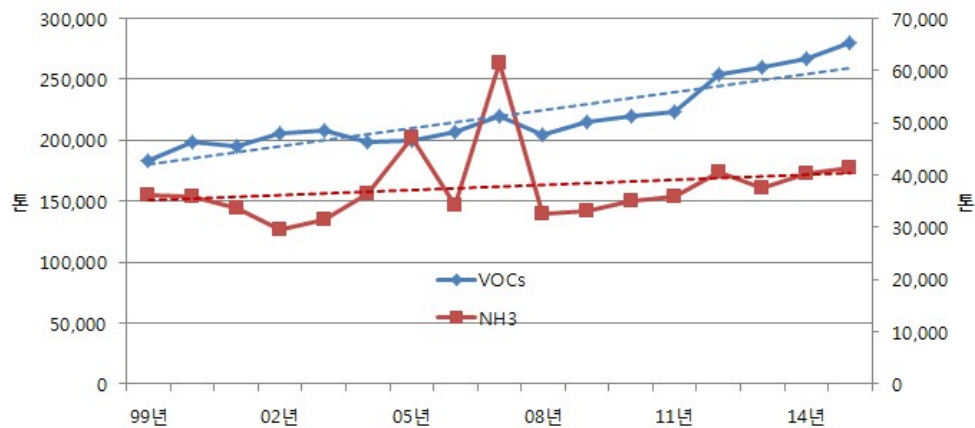
출처: 국립환경과학원, 대기환경연보 각 연도의 데이터를 이용하여 저자가 작성.

그런데 VOCs와 암모니아 배출량은 연도별로 부침이 있지만 장기적으로는 증가 추세를 보인다(<그림 4-2>). 이들 물질은 「대기환경보전법」의 대기오염물

질이며 배출허용기준이나 시설관리기준으로 관리하고 있지만 배출량의 증가는 지속되고 있으며, 이는 기존의 관리제도외의 추가적인 수단이 필요하다는 것을 의미한다. 반면, 먼지와 황산화물 배출량은 2011년 이후 약간의 감소추세를 보인다(<표 4-21>). 따라서 VOCs와 암모니아를 기본부과금 대상으로 검토할 필요가 있는데, 다만 암모니아는 사업장에서의 배출비율이 14% 정도여서 실효성 문제가 제기될 수 있어 논의가 필요하다.

<표 4-21> 먼지와 황산화물의 배출량 추이(사업장)(톤)

	11년	12년	13년	14년	15년
먼지	171,704	152,613	155,936	119,973	138,576
황산화물	312,079	312,001	308,251	278,317	283,845



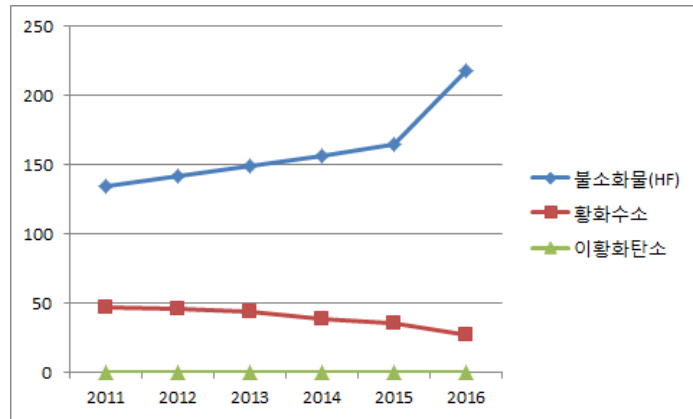
<그림 4-2> VOCs와 암모니아의 배출량 변화

출처: 국립환경과학원, 대기오염물질배출량 각 연도 데이터를 이용하여 저자가 작성.

나. 초과부과금 검토 대상물질

현재 초과부과금 대상물질은 황화수소와 암모니아, 이황화탄소, 불소화물, 염화수소, 그리고 시안화수소 등이다. 이 중 황화수소와 이황화탄소, 그리고 불소

화물(HF)의 배출량을 살펴보면, 불소화물은 증가하고 있고 황화수소는 감소, 그리고 이황화탄소는 변화가 없고 배출량도 미미하다(〈그림 4-3〉).⁴²⁾

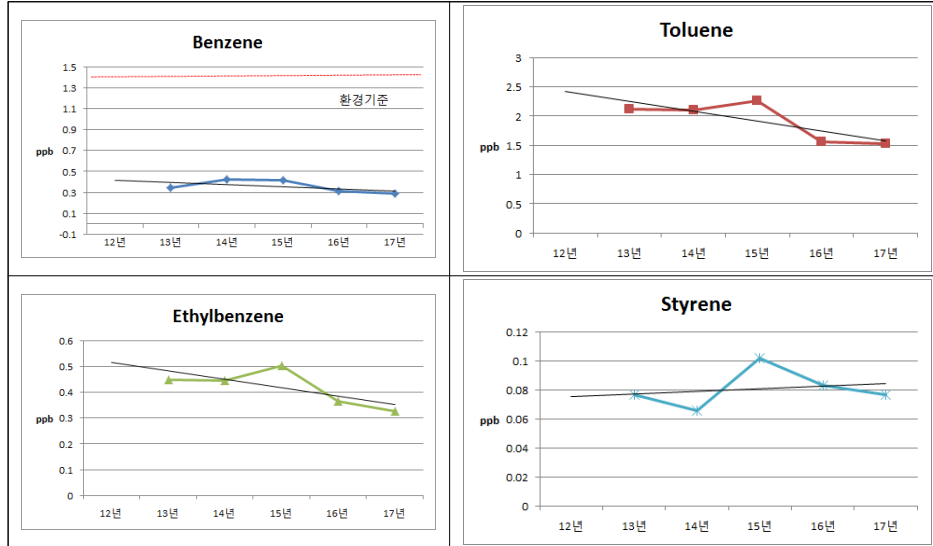


〈그림 4-3〉 불소화물, 황화수소, 이황화탄소 배출량 변화

출처: 화학물질안전원, 화학물질배출량 이동정보(대기배출)를 가지고 저자가 작성.
(<http://icis.me.go.kr/prtr/prtrInfo/mtrSearch.do>).

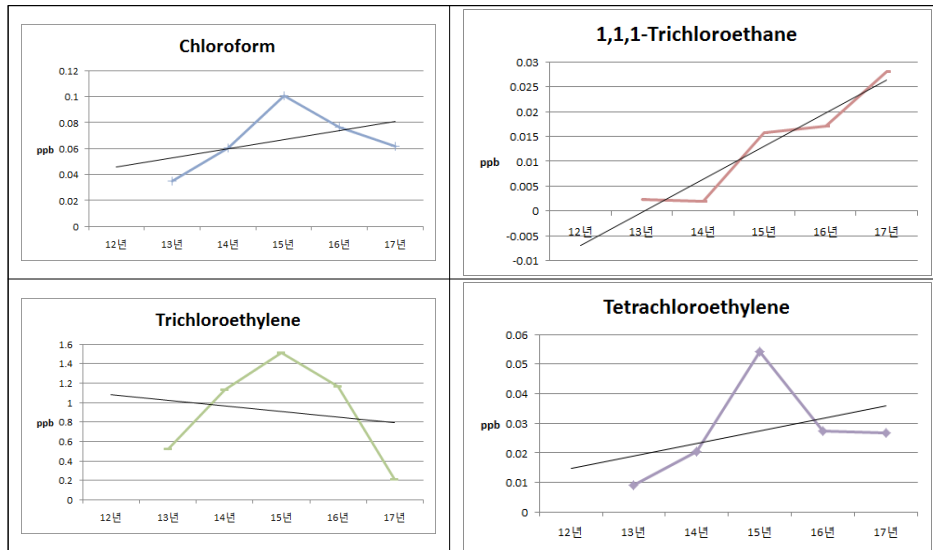
초과부과금 대상물질을 검토하기 위하여 국립환경과학원에서 발간하는 대기 환경연보의 오염물질 대기측정농도를 살펴보았다. 먼저 유해대기 측정망에서 측정하는 물질은 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 스티렌, 클로로포름, 1,1,1-Trichloroethane, Trichloroethylene, Tetrachloroethylene, 1,1-Dichloroethane, Carbontetrachloride, 1,3-Butadiene, Dichloromethane 등 모두 12종이며, 이들 물질의 5년간(2013~2017년)의 농도 변화 추이를 〈그림 4-4〉에 나타내었다. 12종의 물질 중 증가추이를 보이는 것은 스티렌, 클로로포름, 1,1,1-Trichloroethane, Tetrachloroethylene 4종이며 다른 8개 물질은 감소추이를 보인다.

42) 배출량을 확인할 수 있는 자료는 화학물질배출량 이동정보이다. 그런데 이중 암모니아는 국립환경과학원의 대기오염물질배출량에서 정보를 제공하고 있고 〈그림 4-2〉에 나타내었으므로 여기서는 생략하였고, 염화수소와 시안화수소는 화학물질배출량 정보에서도 제공하지 않는다. 〈그림 4-3〉의 배출량은 화학물질 배출량 중 대기배출량만을 나타낸 것이다(출처: 화학물질안전원, 화학물질배출량 이동정보(대기배출), <http://icis.me.go.kr/prtr/prtrInfo/mtrSearch.do>).



주) 벤젠과 에틸벤젠은 특정대기유해물질임.
출처: 국립환경과학원, 대기환경연보의 측정값을 가지고 저자가 작성.

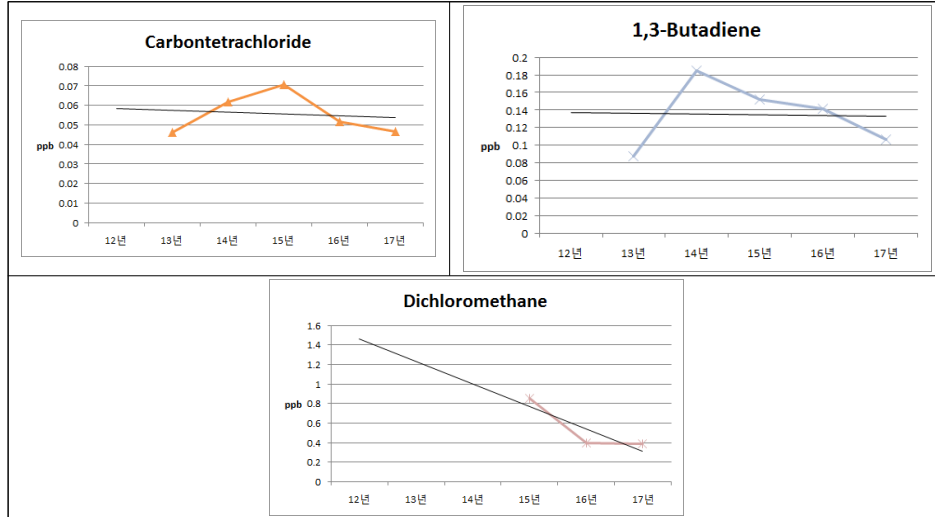
<그림 4-4(a)> 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 스티렌의 대기농도 추이



주) 클로로포름, 1,1,1-Trichloroethane, Trichloroethylene, Tetrachloroethylene은 특정대기유해물질임.
출처: 국립환경과학원, 대기환경연보의 측정값을 가지고 저자가 작성.

<그림 4-4(b)> 클로로포름, 1,1,1-Trichloroethane, Trichloroethylene, Tetrachloroethylene의 대기농도 추이

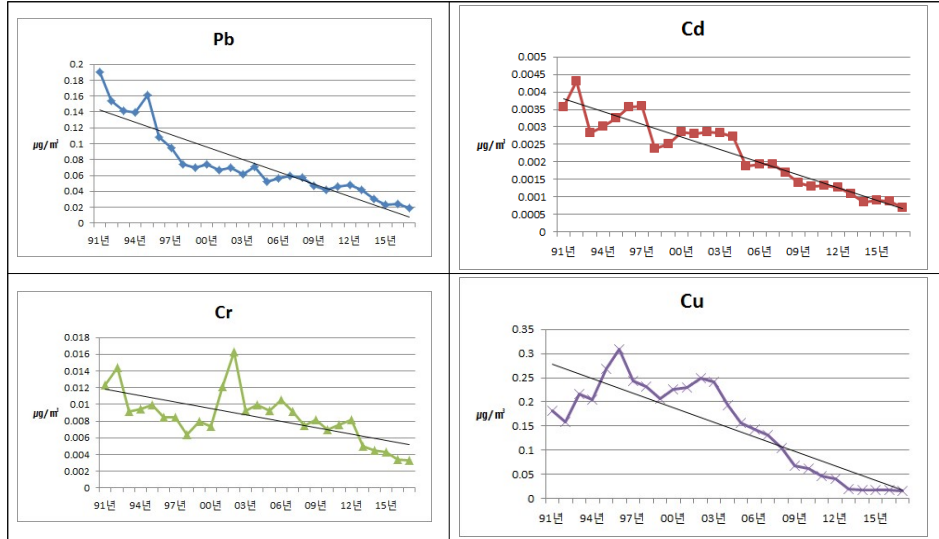
■ 대기 배출부과금 제도 개선방안 연구



주) Carbontetrachloride, 1,3-Butadiene, Dichloromethane은 특정대기유해물질임.
출처: 국립환경과학원, 대기환경연보의 측정값을 가지고 저자가 작성.

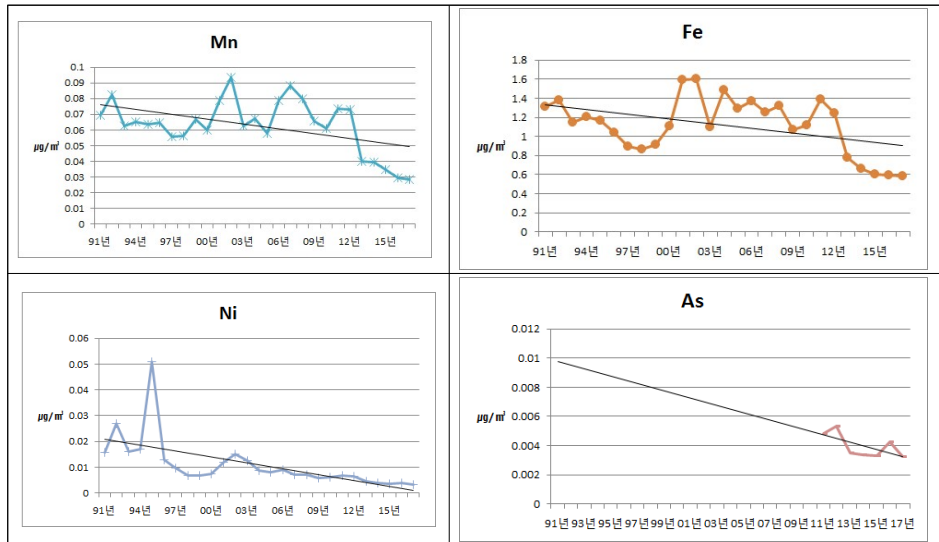
<그림 4-4(c)> Carbontetrachloride, 1,3-Butadiene, Dichloromethane의 대기농도 추이

한편 중금속 측정망의 Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, As 등 모두 8가지 물질에 대하여 지난 17년간(1991~2017)의 농도 변화 추이도 살펴보았는데 <그림 4-5>와 같다. 그림에서 보듯이 8개 중금속의 농도는 모두 뚜렷한 감소추세를 보인다. 이는 그동안 해당 물질의 배출허용기준을 강화한 결과이기도 하지만 먼지의 배출허용기준 강화도 큰 영향을 미친 것으로 이해된다.



주) Pb, Cd, Cr은 특정대기유해물질임.
출처: 국립환경과학원, 대기환경연보의 측정값을 가지고 저자가 작성.

<그림 4-5(a)> Pb, Cd, Cr, Cu의 대기농도 변화 추이



주) Ni, As는 특정대기유해물질임.
출처: 국립환경과학원, 대기환경연보의 측정값을 가지고 저자가 작성.

<그림 4-5(b)> Mn, Fe, Ni, As의 대기농도 변화 추이

다음은 61종의 대기오염물질을 대상으로 특정대기유해물질 여부, 부과금 대상 여부, 발암성 여부, 그리고 배출량을⁴³⁾ 살펴보고 그 결과는 <표 4-22>에 나타내었다. 물질의 위해성과 배출량을 가지고 초과대상물질 포함여부를 검토하였는데, 본 연구에서는 발암등급 1이면서 10톤 이상 배출되는 물질, 또는 발암등급 2A이면서 배출량이 20톤 이상인 물질을 우선 제안하고 싶다. 여기에 해당하는 물질은 할 때 고려할 요건은 검토 가능한 요건은 물질은 니켈, 디클로로메탄, 벤젠, 트리클로로에탄, 테트라클로로에탄, 포름알데히드, 스티렌, 염화비닐, 크롬 등 모두 8종이다. 물론 이는 연구자의 개인 의견이므로 필요하다면 조정이 가능할 것이다. 반면 기존의 부과 대상물질인 황화수소와 이황화탄소는 발암등급도 없고 배출량도 적기 때문에 대상에서 삭제하여도 무방하다고 본다.

<표 4-22> 61종 대기오염물질의 특성 비교

대기오염물질	특정	부과금	IARC 등급1)	PRTR 점배출량 (2014)(kg/2)	대기오염물질	특정	부과금	IARC 등급1)	PRTR 점배출량 (2014)(kg/2)
1,2-디클로로에탄	○		2B	15,198	테트라클로로에틸렌	○		2A	80,436
1,3-부타디엔	○		1	8,823	텔루륨 및 그 화합물			-	-
구리 및 그 화합물			-	26,806	트리클로로에틸렌	○		1	319,748
납 및 그 화합물	○		2A	10,244	폐놀 및 그 화합물	○		3	58,955
니켈 및 그 화합물	○		1	26,787	포름알데히드	○		1	18,252
다이옥신	○		1	-	폴리염화비페닐	○		1	-
다환 방향족 탄화수소류	○		-	-	프로필렌옥사이드	○		2B	1,509
디클로로메탄	○		2A	1,096,096	황산화물		기본/초과	-	-
망간화합물			-	49,376	황화메틸			-	0
메르캅탄류			-	-	황화수소		초과	-	1,247
마나륨 및 그 화합물			2B	77	히드라진	○		2A	0
바륨 및 그 화합물			-	28,721	일산화탄소			-	-
베릴륨 및 그 화합물	○		1	0	입자상물질		기본/초과	-	-
벤젠	○		1	20,265	주석 및 그 화합물			-	3,196
벤지딘	○		1	-	질소산화물		기본/초과	-	-
불소화물	○	초과	3	108,543	철 및 그 화합물			-	-
붕소화합물			-	7,307	카드뮴 및 그 화합물	○		1	60
브롬 및 그 화합물			2A	9,004	크롬 및 그 화합물	○		1	18,540
비소 및 그 화합물	○		1	70	클로로포름	○		2B	18,757
사염화탄소	○		2B	263	탄화수소			-	-
석면	○		1	0	에틸렌옥사이드	○		1	786
셀렌 및 그			3	0	에틸벤젠	○		2B	280,004

43) 화학물질안전원의 화학물질배출량조사 결과 중 점오염원에서 대기로 배출되는 양을 참고하였다 (<http://icis.me.go.kr/prtr/main.do>)(2019.3.15. 접속).

화합물 수은 및 그 화합물	○		3	0	염소 및 그 화합물	○	초과	-	291,000
스티렌	○		2A	46,575	염화비닐	○		1	67,017
시아나화물	○	초과	-	5,471	이황화메틸	○		-	147
아닐린	○		3	336	이황화탄소		초과	-	110
아민류			-	6,941	인 및 그 화합물			-	912
아세트알데히드	○		2B		안티몬 및 그 화합물			2B	4906
아연 및 그 화합물			-	70,543	알루미늄 및 그 화합물			-	234185
아크롤레인			3	0	암모니아		초과	-	194,907
아크릴로니트릴	○		2B	36,111	-	-	-	-	-

주1) Group 1 Carcinogenic to humans; Group 2A Probably carcinogenic to humans; Group 2B Possibly carcinogenic to humans; Group 3 Not classifiable as to its carcinogenicity to humans
(출처: <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>).

주2) 화학물질안전원, 화학물질배출량보고 2014.

4. 지역별 부과계수 및 농도별 부과계수

우리나라는 부과금 산정에 있어서 지역별 부과계수와 농도별 부과계수를 고려하고 있기 때문에 실제 부과금은 부과단가에 미치지 못한다. 예를 들어 부과 대상 사업장의 대부분이 위치하고 있는 산업단지에는 지역부과계수 0.5를 적용하고 농도부과계수 중 가장 큰 0.95를 곱하더라도 실제 부과금은 부과단가의 47.5%에 불과하다. 연료 연소시설의 경우, 황 함유량이 1.0%를 초과하는 경우에도 실제 부과금은 부과단가의 50%에 불과하다. 따라서 사업장에서 느끼는 부담은 겉으로 들어나는 부과단가보다 훨씬 낮다(<표 4-23>).

<표 4-23> 지역부과계수와 농도별 부과계수를 적용하는 경우 부과금

지역별 부과계수 ¹⁾	농도별 부과계수 (배출농도/배출허용기준)	지역부과계수× 농도부과계수 ¹⁾	비고
0.5	30% 미만: 0	0	연소외 시설
0.5	30% 이상 40% 미만: 0.15	0.075	
0.5	40% 이상 50% 미만: 0.25	0.125	
0.5	50% 이상 60% 미만: 0.35	0.175	
0.5	60% 이상 70% 미만: 0.5	0.25	
0.5	70% 이상 80% 미만: 0.65	0.325	
0.5	80% 이상 90% 미만: 0.8	0.4	
0.5	90% 이상 100% 미만: 0.95	0.475	
0.5	황 함유량 0.5% 이하: 0.2	0.1	연소시설
0.5	황 함유량 1.0% 이하: 0.4	0.2	
0.5	황 함유량 1.0% 초과: 1.0	0.5	

주 1) 사업장이 산업단지 즉, II 지역에 위치하고 있다고 가정

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따라 지역을 I, II, III 지역으로 나누고 I 지역은 1.5, II지역은 0.5, 그리고 III지역은 1.0의 계수가 주어진다(〈표 2-5〉 참조). 지역별 계수를 살펴보면 노출인구가 많은 지역에 사업장의 입주를 억제하고 한편으로는 산업단지에 사업장을 입주시키려는 정부의 의도가 반영된 것으로 이해된다. 그러나 노출인구만을 가지고 살펴보면 II지역의 노출인구가 III 지역보다 적은지는 의문이 든다. 예를 들어 III 지역의 자연환경보전지역과 녹지지역이 II지역의 공업지역보다 노출인구가 많다고는 볼 수가 없다. II지역 즉, 공업지역이나 산업단지 등에 사업장을 입주시키려는 의도 외에는 지역별부과계수의 의미가 불분명하다.

〈표 4-24〉는 우리나라 사업장의 입주 지역 상황을 나타낸 것으로, 이에 따르면 I지역에는 전체 대기배출사업장의 7%가 입주해 있고 II지역은 41%, 그리고 III지역은 52%가 입주해 있다. 이는 지역별 부과계수를 이용하여 사업장을 공업지역에 입주시키려는 정부의 의도가 성공하지 않았음을 보여준다. 물론 다른 지역에 입주한 사업장에게 II지역에 입주한 사업장보다 상대적으로 불이익을 준다는 장점은 있지만 III지역에 입주한 사업장이 대부분 중소기업이기 때문에 불이익의 정도가 크지 않을 것이다. 한편으로는 II지역에 입주한 사업장이라 하더라도 부과금을 50%나 줄여준다는 것은 부과금을 통해 사업장의 배출저감 노력을 유도하겠다는 제도의 취지에 반하는 결과를 가져오게 된다. 이런 관점에서 보면 지역별부과계수는 불필요한 또는 제도 본연의 목적을 희석시키는 요소일 수도 있다. 더구나 대기오염물질은 수질오염물질과는 달리 장거리 이동의 특성이 있고 오염현상도 광역적이라는 현상을 이해한다면 지역별 부과계수의 의미는 더욱 퇴색하게 된다. 따라서 지역별 부과계수의 삭제에 대해서 진지한 고민이 필요하며, 최소한 대형 배출시설이 입지한 II 지역의 부과계수를 1로 상향하는 것이 타당하다고 본다.

<표 4-24> 용도지역별 사업장 입주 현황

용도지역		입주 사업장의 수	
		전체 사업장 수	대기배출사업장 수(%)
도시지역	주거지역	18,626	1,543(8.3%)
	상업지역	10,043	931(9.3%)
	공업지역	44,338	14,256(32.2%)
	녹지지역	7,178	2,874(40.0%)
관리지역	보전관리지역	1,963	398(20.3%)
	생산관리지역	1,798	357(19.9%)
	계획관리지역	38,373	13,566(35.4%)
농림지역		2,330	812(34.8%)
자연환경보전지역		456	114(25%)
총계		125,105	34,851(27.9%)

출처: 환경부(2010), 대기오염물질 배출시설 입지규제 개선방안 연구

농도별 부과계수의 도입목적이 배출허용기준보다도 가능하면 더 낮은 농도로 오염물질을 배출하도록 사업장을 유도하는 것으로 이해된다. 원칙적으로 말하면 부과금을 배출농도와 연계하는 것은 제도의 취지와 부합하지는 않는다. 중국을 제외하면 외국에서도 이러한 사례는 발견할 수가 없었다. 하지만 농도별 부과계수의 존재로 인하여 실제로 사업장의 배출삭감 노력이 이루어지고 있음을 간접적으로 확인할 수 있었고(<표 2-4>), 이러한 노력이 2020년부터 시행될 질소산화물에 대해서도 이루어질 것으로 예상하기 때문에 당분간은 유지하는 것도 무방하다고 판단된다. 단, 장기적으로는 이 항목의 삭제도 검토가 필요하다.

5. 초과횟수별 부과계수

초과부과금은 배출허용기준 준수를 목적으로 하며 초과횟수에 따라 차별적인 계수를 적용하고 있다(<표 2-11>). 위반이 없는 경우에는 1을 적용하지만 위반시에는 1.05(즉 5%)를 적용하게 되고 위반이 추가될수록 이전 계수에 다시 1.05를 곱하게 된다.⁴⁴⁾ 이는 반복적으로 배출허용기준을 위반하지 말라는 의미가 내포된 것으로 이해되는데 여기에서 논의가 필요한 부분은 부과계수의 적정성 여부이다. 즉, 초과시마다 약 5%를 가중하는데 이 값이 사업자로 하여금 허

44) 위반횟수가 추가될 때마다 약 5%씩 증가한다. 예를 들어 만약 2회를 초과하게 되면 1.1025(1.05×1.05)가 적용된다.

용기준 준수를 강력하게 유도하기에 적절한가 하는 것이다. 사실 굴뚝자동측정기가 설치된 대기배출시설은 매우 제한적이고 대부분은 자가측정에 의지하여 기준 준수 여부를 판단하기 때문에 행정기관의 단속시에 적발되지 않으면 기준 준수 여부를 확신하지 못하는 실정이다. 그런데 「물환경보전법」에 근거한 수질배출초과부과금의 경우, 배출구가 적어서 상대적으로 기준초과 여부를 확인하기 쉬움에도 불구하고 초과횟수별 부과계수는 1.1~1.8로 대기초과부과금의 1.05보다 크다.⁴⁵⁾ <표 4-25>는 대기배출시설과 폐수배출시설의 단속결과를 나타낸 것인데 대기배출시설의 위반율이 폐수배출시설의 위반율보다 전반적으로 높다. 이는 대기배출시설의 기준 준수를 보다 강하게 유도할 필요가 있으며 초과횟수별 부과계수의 조정이 하나의 방법이라는 것을 의미한다. 따라서 기준위반시 보다 강력하게 부과금을 부과함으로써 사업자로 하여금 스스로 배출허용기준을 준수하도록 초과횟수별 부과계수 조정을 검토할 필요가 있다고 보여 진다.

<표 4-25> 배출시설 단속 및 위반율

	대기배출시설		폐수배출시설	
	단속대상시설	위반율	단속대상시설	위반율
2010	41,650	4.8	48,245	5.0
2011	38,414	6.1	45,468	5.3
2012	29,854	7.0	34,227	5.7
2013	26,546	8.7	30,534	7.9
2014	28,697	9.0	31,800	7.9
2015	27,129	9.0	29,647	7.4
2016	32,009	8.8	32,242	7.3

출처: 환경부, 2017 환경통계연감.

45) 사업장 규모에 따라 부과계수가 다른데 5종 사업장은 1.1을 적용하지만 1종사업장은 1.5-1.8을 적용한다(출처: 「물환경보전법」 시행령 <별표 16>(부록 C)).

6. 부과금 면제 요건

부과금이 면제되는 시설이나 조건은 <표 2-12>와 같다. 여기에 기본부과금 산정방식에 따라 배출농도가 허용기준의 30% 미만인 경우에도 부과금이 면제된다. <표 2-12>의 요건과 농도별 부과계수 요건 중에서 군사시설과 최적방지시설 설치시설, 중소기업 및 4, 5종 사업장, 총량제 대상 사업장, 가스 사용 시설에 의한 면제 항목은 여기서 다루지 않고, 황함유량이 0.3% 이하인 고체 및 액체연료를 사용하는 발전시설과 황함유량이 0.5% 이하인 액체연료 또는 황함유량이 0.45% 미만인 고체연료를 사용하는 배출시설(발전시설 제외)과 농도별 부과계수, 그리고 최적방지시설에 의한 면제시설에만 대해서 검토한다.

저황유 또는 저황 고체연료 사용시설에 대해 부과금 면제를 하는 것은 저황유(또는 저황 고체연료)의 보급을 촉진하기 위한 것이다. 우리나라의 저황유 보급은 2008년 12월31일 「대기환경보전법」 시행령 <별표 10의 2> 신설로 시작되었는데, 0.1% 경유는 2008년 12월 31일부터 전국적으로 사용이 의무화되었고 저황유는 황함유량에 따라 지역별, 시기별로 순차적 사용을 의무화하였다(<부록 B>). 그리고 2012년 1월 1일부터는 7개 특별시 및 광역시, 제주도를 포함한 51개 주요 도시들이 0.3% 저황유 의무 사용지역이 되어 현재에 이르고 있다.⁴⁶⁾ 이와 같이 저황유 보급이라는 저황유 의무사용지역 지정제도의 목적은 이미 달성되었다는 뜻이며, 목적 달성을 용이하게 하기 위한 보조수단인 부과금 면제 제도도 그 역할이 끝났다는 것을 의미한다. <표 4-26>은 연료 종류별로 최근 5개년의 사용량 현황을 나타낸 것인데, 제조업 가동률과 관계된 광공업 생산지수가 5년동안 약 2% 증가하였음에도 불구하고 부과금 면제 대상인 0.3% 저황유와 0.5% 저황유의 사용량이 감소하거나 또는 정체상태에 있다(<그림 4-6>). 이는 앞서 설명한 저황유 의무사용지역 지정제도의 목적 달성과 부합하는 결과라고 본다.

한편, 배출허용기준이 강화됨에 따라 저황유를 사용하는 시설과 그렇지 않는 시설과의 형평성에도 문제가 발생하고 있다. 예를 들어 2020년부터 시행되는 배출허용기준에 따르면 시간당 증발량이 10톤~40톤 보일러의 경우, 2014년 12

46) 이에 따라 이들 지역 액체연료 사용 배출시설은 대부분 부과금 면제를 받고 있다.

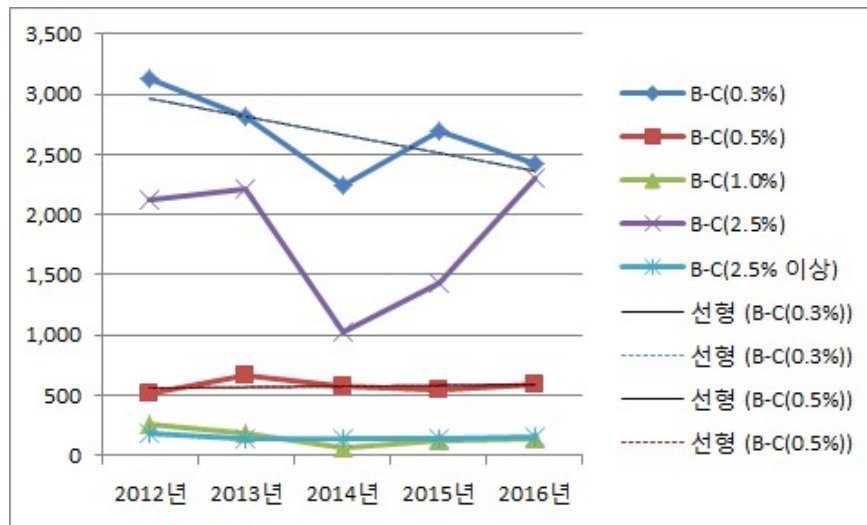
월 31일 이전 설치된 보일러가 0.3% 저황유를 사용하면 배출허용기준이 125(4)ppm이고 2015년 1월 1일 이후 설치되는 보일러는 연료의 종류와 상관없이 50(4)ppm을 적용받는다. 만약 후자의 시설이 1.0% 저황유를 사용한다고 가정하면 배출허용기준 50(4)ppm 이하로 배출하면서도 기본부과금 부과대상인 반면 125(4)ppm을 적용받는 시설은 0.3% 저황유를 사용한다는 사실만으로 부과금이 면제되는 상황이 발생한다. 즉, 보다 높은 농도로 배출하는 시설이 그렇지 않은 시설보다 제도적으로 더 많은 혜택을 받는 모순이 생기게 된다.

요약하면, 저황유 의무 사용지역 지정제도는 2012년 1월부터 지역 확대가 완료되어 제도의 목적을 달성하였는데 이 제도를 보조하기 수단으로써의 부과금 면제제도는 지금까지 유지되고 있다는 사실, 면제제도 유지로 인해 저황유가 아닌 다른 연료를 사용하는 배출시설과의 형평성 문제가 발생하고 있다는 사실, 그리고 이 형평성의 문제는 앞으로 배출허용기준이 강화될수록 더욱 부각될 가능성이 크다는 사실을 종합하면 저황유 사용에 대한 부과금면제 요건은 폐지하는 것이 바람직하다. 그리고 저황유에 대한 부과금 면제가 폐지되면 고체연료에 대한 부과금 면제도 폐지하는 것이 타당하다고 본다. <표 4-26>에서 보듯이 고체연료(유연탄과 무연탄) 사용에 의한 황산화물의 발생량은 저황유보다 약 500배정도 크다. 따라서 저황유를 부과금면제에서 제외하면서 이보다 배출량이 500배나 되는 고체연료는 부과금 면제대상으로 유지하는 것은 합리적이지 않다. 따라서 저황유 보급 현황과 2020년 배출허용기준 시행에 따른 배출시설간의 형평성을 감안할 때 저황 연료 사용에 따른 부과금 면제는 폐지하고 농도별 부과계수에 의한 면제로 단일화 하는 것이 바람직하다.

<표 4-26> 연료 종류별 사용 추이

연료명(천TOE)	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
B-C(0.3%)	3,124	2,821	2,248	2,699	2,426
B-C(0.5%)	510	663	577	551	594
B-C(1.0%)	258	184	60	129	138
B-C(2.5%)	2,130	2,218	1,032	1,432	2,310
B-C(2.5% 이상)	192	146	136	137	149
유연탄	56,759	55,941	54,996	55,899	58,338
무연탄	758	684	867	1161	1257
LNG	27,022	30,023	26,037	23,217	27,630
광공업 생산지수	100	100.682	100.908	100.628	102.842

출처: 국립환경과학원(2017), 2016 대기배출원조사



<그림 4-6> 액체 연료 종류별 사용 현황

출처: 국립환경과학원(2017), 2016 대기배출원조사

최적방지시설 설치시설에 대한 면제는 아직 최적방지시설이 무엇인지 법률에서 제시하고 있지 않으므로 실질적인 면제 항목은 아니다. 사실 최적방지시설을 정의하기가 어렵고⁴⁷⁾ 농도별 부과계수와 일정부분 중복되기도 한다.

따라서 최적방지시설은 추후 검토가 필요하다.

반면 농도별 부과계수는 당분간 유지하는 것이 바람직하다. <표 2-14>에서 보듯이 부과금 면제요건(배출농도가 기준의 30% 미만)이 존재하는 먼지와 황산화물은 그렇지 않은 질소산화물에 비해 저농도로 배출하는 경향이 뚜렷하다. 이는 농도별 부과계수 도입의 목적이 실제적으로 작용하고 있다는 사실을 의미하며, 이제 시행에 들어갈 질소산화물의 조기 삭감을 유도하기 위해서도 농도별 부과계수는 유지할 필요가 있다.

이제까지 논의한 부과금제도 개선방향을 정리하면 <표 4-26>과 같다. 다만 여건이나 시급성을 고려하여 단기와 중·장기로 구분하여 제도 개선(안)을 제안하였는데 기본부과금과 초과부과금으로 구분한 현 제도의 틀을 유지하는 것을 전제하였다.

먼저 부과금 대상물질은 일부 조정이 필요할 것으로 본다. 기본부과금의 경우에는 미세먼지와 오존의 대기농도가 현안 문제이기 때문에 암모니아와 휘발성유기화합물질(VOCs) 포함여부에 대한 검토가 필요한데 다만 암모니아의 경우에는 사업장에서의 배출량 비중이 작다는 점을 고려하여 VOCs를 우선 제안한다. 이는 단기적으로 검토가 필요한 사항이다. 초과부과금 대상 물질의 경우에는 니켈, 디클로로메탄, 벤젠, 트리클로로에탄, 테트라클로로에탄, 포름알데히드, 스티렌, 염화비닐, 크롬을 새로운 대상물질로 검토하고 기존 물질 중 황화수소와 이황화탄소는 제외한다. 모두 9종의 물질이 추가대상인데 한꺼번에 모두 포함하기가 부담스럽다면 발암등급 1이면서 배출량이 연간 10톤 이상인 니켈, 벤젠, 트리클로로에틸렌, 포름알데히드, 크롬, 그리고 염화비닐 6종을 우선 검토하고 스티렌과 테트라클로로에틸렌, 그리고 디클로로메탄은 후순위로 검토한다.

지역별부과계수 제외 여부는 단기적으로 검토할 필요가 있으며, 농도별 부과계수는 현재의 체계를 유지하되 연소시설의 황함유량에 따른 부과계수는 장기적으로 폐지하는 방향이 바람직하다. 저황연료 사용에 의한 면제는 폐지

47) 법의 취지상 구체적인 방지기술(예: 여과집진기술) 또는 일정 수준 이상의 처리효율(예: 처리효율이 90% 이상)을 염두에 둔 것으로 보이는데, 환경관리에 있어서 특정 기술을 최적방지시설로 정의하는 것은 사례가 없어 적절하지 않다. 만약 처리효율로 정의하는 경우에는 입구농도와 배출농도를 모두 알아야만 하는데 현실적으로 사업장에서 입구농도를 측정하는 것이 용이한 일은 아니다

하고 농도별 부과계수로 단일화한다. 이는 모두 단기적으로 검토가 가능한 항목이다.

<표 4-27> 부과금 제도 개선 방향과 일정

		단기 ('20 ~ ' 24)	중·장기 ('25 ~)
기본	대상물질	VOCs 추가	-
	지역별 부과계수	폐지	-
	농도별부과계수	유지	연소시설의 황 함유량에 따른 부과계수 폐지
	저황연료 사용시의 부과금 면제	폐지	-
초과	대상물질	(추가)니켈, 벤젠, 크롬, 염화 비닐, 트리클로로에틸 렌, 포름알데히드 (제외)황화수소, 이황화탄소	(추가)스티렌, 테트라클 로로에틸렌, 디 클로로메탄

참고 자료

<국내 법령>

「대기환경보전법」

「대기환경보전법」 시행령

「대기환경보전법」 시행규칙

「대기환경보전법」 시행령 <별표 3>, <별표 4>, <별표 5>, <별표 7>, <별표 8>, <별표 9>

「대기환경보전법」 시행규칙 <별표10>

「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 시행령

「환경보전법」

<국문 자료>

국립환경과학원, 대기오염물질배출량 각 연도

국립환경과학원, 대기환경연보 각 연도

환경부(2015), 통합환경관리를 위한 배출부과금 개선방안 마련 연구사업

환경부(2011), 원단위 배출량 관리방안 연구

환경부(2010), 대기오염물질 배출시설 입지규제 개선방안 연구

환경부(2009), 대기배출부과금 제도개선방안 조사연구(II)

환경부(1997), 대기기본배출부과금업무편람

환경청(1987), 배출부과금 업무편람(공무원용)

<외국 자료>

EY supports enterprises' growth as China enters the Environmental Protection Tax era([https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en/\\$FILE/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en/$FILE/ey-environmental-protection-tax-alert-2-jan-2018-en.pdf))

ICF(1989), Economic, environmental, and coal market impacts of SO₂ emission trading under alternative acid rain control proposals. Prepared for regulatory innovations staff, office of policy, planning and evaluation, USEPA

Jian Wu, Qing Chen, Alon Tal, From Pollution Fee to Environmental Protection Tax: The Potential and Limitations of the New Environmental Tax in China(<https://www.chinalawtranslate.com/environmental-tax-law-draft/?lang=en>)

Maine Department of Environmental Protection, Fee Schedule(<https://www.maine.gov/dep/feeschedule.pdf>)

Maine Department of Environmental Protection, Air rules Ch.137(<https://www.maine.gov/dep/air/rules/index.html>)

SCAQMD rule 301, permitting and associated fees(<http://www.aqmd.gov/docs/default-source/rule-book/reg-iii/rule-301-June-2019.pdf>)

USEPA(2014), International experiences with economic incentives for protecting the environment.

USEPA(2013), Important information concerning the menu of control measures.

USEPA(2001), The United States experience with economic incentives for protection the environment.

<인터넷 자료>

화학물질안전원(<http://icis.me.go.kr/prtr/main.do>).

USCBC(2017)(<https://www.chinabusinessreview.com/chinas-new-environmental-protection-tax-law/>).

US EPA website(<https://www.epa.gov/environmental-economics/economic-incentives>).

Sweden 환경청(http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Forbranning/Kvaveoxidav_giften/).

부록 A 대기오염물질 배출계수(대기환경보전법 시행규칙 [별표 10])

배출시설의 시간당 대기오염물질 발생량 산정방법(제43조 관련)

1. 대기오염물질 배출계수에 의한 방법

배출시설의 시간당 대기오염물질 발생량 산정방법은 다음과 같다.

$$\text{배출시설의 시간당 대기오염물질 발생량} = \text{가목 또는 나목에 따른 대기오염물질 배출계수} \times \text{해당 시설의 시간당 최대 연료사용량}$$

가. 연료별 대기오염물질배출계수는 다음과 같다.

〈대기오염물질 배출계수〉

연료명	면지			황산화물			질소산화물		
	난방	산업	발전	난방	산업	발전	난방	산업	발전
등유(황함량 0.001%)		0.05	0.05		17.0S		2.16	2.16	2.16
등유 (황함량 0.1%)		0.24	0.24		17.0S		2.40	2.40	2.40
경유(황함량 0.1, 0.05%)		0.24	0.24		17.0S		2.40	2.40	2.40
B-A유		0.84	0.84		5.28		5.99	5.99	5.99
B-B유		1.20	1.20		14.3S		2.47	2.47	2.47
B-C유(황함량 0.3 ~ 4.0%)	1.1S+0.39	1.1S+0.39	1.1S+0.39		14.3S		6.64	6.64	6.64
무연탄		5.0A	5.0A		19.5S		5.83	5.83	9.00
유연탄		5.0A	5.0A		19.0S		4.55	5.55	7.50
LNG		0.03	0.03		0.01		3.70	3.70	6.04
LPG		0.07	0.07		0.01		2.18	2.28	42.9 ²⁾

- 비 고 : 1. A(회분함량) : 무연탄(40%), 유연탄(10%)의 회분함량 값은 각각 40, 10임
 2. S(황함량) : 등유(0.1%), B-A유(1.5%), B-B유(1.2%), 무연탄(0.7%), 유연탄(0.5%)의 황함량 값은 각각 0.1, 1.5, 1.2, 0.7, 0.5임
 3. 배출계수단위 : 유류(g/l), 석탄(g/kg) LNG(g/m³), LPG(g/kg)
 4. 환산계수 : LNG(1kg=1.238m³), LPG(1kg=1.97 l =0.529m³)
 5. 주 1) : 가스터빈
 주 2) : 내연기관

나. 가목 외의 연료 또는 에너지를 사용하는 경우와 공정 등의 대기오염물질 배출계수는 국립환경과학원장이 정하여 고시한다.

부록 B 저황유의 공급지역 및 사용시설의 범위(대기환경보전법 시행규칙 [별표 10의2])

1. 저황유의 공급·사용지역 및 사용시기

가. 경유(황함유량 0.1% 이하): 전국

비고: 경유 외에 「석유 및 석유대체연료 사업법」 등 관계 법령에 따른 등유 1호(보일러 등유), 부생연료유 1호(등유형)나 「폐기물관리법」 등 관계 법령에 따라 고온열분해방법 또는 감압증류방법으로 재생처리한 정제 연료유를 사용할 수 있다.

나. 중유

1) 황함유량 1.0% 이하 중유 공급·사용지역: 황함유량 0.5% 이하 및 0.3% 이하 중유 공급·사용지역을 제외한 지역

2) 황함유량 0.5% 이하 중유(LSWR 포함) 공급·사용지역 및 사용시기

사용시기 사용지역	기 존	2009. 1. 1.부터 (추가)	2010. 7. 1.부터 (추가)	2012. 1. 1.부터 (추가)
경기	과천시, 광명시, 안양시, 의왕시, 의정부시, 하남시, 고양시, 남양주시, 광주시, 김포시, 오산시, 이천시, 용인시, 화성시	동두천시, 양주시, 파주시	안성시, 여주군, 포천시	가평군, 양평군, 연천군
강원	원주시, 강릉시, 동해시, 삼척시	-	-	태백시, 홍천군, 횡성군, 영월군, 평창군, 정선군, 철원군, 화천군, 양구군, 인제군, 고성군, 양양군, 속초시
충북	충주시, 제천시	-	청원군, 증평군, 진천군, 음성군,	보은군, 옥천군, 영동군, 괴산군, 단양군
충남	서산시, 아산시, 천안시, 당진군	-	공주시, 보령시, 논산시, 연기군, 부여군, 서천군, 청양군, 홍성군, 예산군, 태안군	계룡시, 금산군
전북	전주시	-	정읍시, 남원시, 김제시, 완주군, 임실군, 고창군, 부안군	진안군, 무주군, 장수군, 순창군
전남	광양시, 나주시, 목포시	-	순천시, 담양군, 곡성군, 영암군, 함평군, 완도군	구례군, 고흥군, 보성군, 화순군, 장흥군, 강진군, 해남군, 무안군, 영광군, 장성군, 진도군, 신안

경북	경산시, 구미시, 김천시, 경주시, 포항시	-	안동시, 영주시, 영천시, 상주시,	군 문경시, 군위군, 의성군, 청송군, 영양군, 영덕군, 청도군, 고령군, 성주군, 예천군, 봉화군, 울진군, 울릉군, 칠곡군
경남	창원시, 마산시, 진해시, 진주시, 김해시, 양산시	-	통영시, 사천시, 거제시, 함안군	밀양시, 의령군, 창녕군, 고성군, 남해군, 하동군, 산청군, 함양군, 거창군, 함천군
제주	전지역	-	-	-

비고: 저황유 사용자는 사용시기부터 1개월 이내에 위 표에 적합한 연료로 교체·사용하여야 한다.

3) 황함유량 0.3% 이하 중유(LSWR 포함) 공급·사용지역 및 사용시기

사용시기 사용지역	기 존	2009. 1. 1.부터 (추가)	2010. 7. 1.부터 (추가)	2012. 1. 1.부터 (추가)
특별시 및 광역시	서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시, 울산광역시, 광주광역시, 대전광역시	-	-	-
경기	수원시, 안산시, 군포시, 시흥시, 부천시, 성남시, 구리시, 평택시	의정부시, 안양시, 광명시, 고양시, 오산시, 의왕시, 하남시, 용인시, 이천시	과천시, 남양주시, 김포시, 화성시, 광주시	동두천시, 양주시, 파주시
강원	춘천시	-	원주시, 강릉시	-
충북	청주시	-	충주시, 제천시	-
충남	-	천안시	아산시, 서산시, 당진군	-
전북	군산시, 익산시	전주시	-	-
전남	여수시	목포시	광양시	-
경북	-	포항시, 구미시, 경산시, 경주시	김천시	-
경남	-	창원시, 마산시, 진해시, 김해시, 양산시	진주시	-
제주	-	전지역	-	-

비고: 1. 저황유 사용자는 사용시기부터 1개월 이내에 위 표에 적합한 연료로 교체·사용하여야 한다.

2. 황함유량 0.3% 이하 중유(LSWR 포함) 외에 「석유 및 석유대체연료 사업법」 등 관계 법령에 따른 부생연료유 2호(중유형)를 사용할 수 있다.

3. 서귀포시 남제주 화력발전소는 2013년까지는 황합유량 0.5% 이하 중유를, 2014년 1월 1일부터는 황합유량 0.3% 이하 중유를 사용하여야 한다.

- 다. 「폐기물관리법」 등 관계 법령에 따라 이온정제방법으로 재생처리한 정제연료유와 그 밖에 환경부장관이 인정하는 유류의 공급·사용지역 및 사용시기는 나뭇을 준용한다.
 - 라. 해상의 선박에서 사용되는 연료와 「비상대비자원관리법」 제13조에 따라 정부가 비축하였다가 방출하는 연료에 대하여는 가목부터 다목까지의 규정을 적용하지 아니한다.
2. 제1호에도 불구하고 황합유량 0.5% 이하 또는 0.3% 이하의 중유 공급·사용지역 안에서 연료용 유류 사용시설을 설치하거나 운영하고 있는 사업자(법 제23조에 따라 배출시설의 설치 허가를 받거나 설치 신고를 한 자를 말한다) 중 해당 중유를 사용하는 경우보다 황산화물 및 먼지의 배출을 더 줄일 수 있는 방지시설(이하 “방지시설”이라 한다)을 설치하고자 하는 자가 방지시설의 설치계획 등을 수립하여 그 계획의 이행 등에 관하여 환경부장관과 협약(이하 “자율환경관리협약”이라 한다)을 체결한 경우에는 방지시설의 설치 공사기간 동안에는 방지시설이 설치되는 해당 연료용 유류사용시설에 황합유량 1.0% 이하의 중유(황합유량 0.5% 이하 중유 공급·사용지역의 경우) 또는 황합유량 0.5% 이하의 중유(황합유량 0.3% 이하 중유 공급·사용지역의 경우)를 사용할 수 있다.
3. 제2호에 따른 방지시설의 설치계획 등을 수립하여 그 계획의 이행 등에 관하여 정부와 「에너지이용 합리화법」 제28조에 따른 자발적 협약(이하 “자발적 협약”이라 한다)을 체결한 경우에는 자율환경관리협약을 체결한 것으로 본다.
4. 환경부장관은 제2호 및 제3호에 따라 황합유량 1.0% 이하 또는 0.5% 이하 중유를 사용하는 자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우에는 자율환경관리협약을 해지하거나, 자발적 협약 중 대기오염물질 저감분야의 협약내용에 제시된 환경부문 인센티브의 부여를 중단할 수 있다. 이 경우 환경부장관은 그 내용을 즉시 문서로 통지하여야 하며, 해당 사업자는 통지받은 날부터 1개월 이내에 제1호에 적합한 연료로 교체·사용하여야 한다.
- 가. 제2호에 따른 방지시설 설치기간 내에 방지시설의 설치가 불가능하다고 인정되는 경우
 - 나. 자율환경관리협약의 내용 또는 자발적 협약 중 대기오염물질 저감분야의 협약내용을 이행하지 아니하거나 그 이행이 불가능하다고 인정되는 경우

부록 C 수질배출 초과부과금 초과횟수별 부과계수(「물환경보전법」 시행령 <별표 16>)

1. 위반횟수별 부과계수 적용의 일반기준

가. 위반횟수는 사업장별로 제46조에 따른 초과배출부과금 부과 대상 수질오염물질을 배출(법 제41조제1항제2호가목의 경우에는 배출허용기준을 초과하여 배출한 경우를 말한다)함으로써 법 제39조·제40조·제42조 또는 법 제44조에 따른 개선명령·조업정지명령·허가취소·사용중지명령 또는 폐쇄명령(이하 “개선명령등”이라 한다)을 받은 경우 그 위반행위의 횟수로 하되, 그 부과금 부과에 원인이 되는 위반행위를 한 날을 기준으로 최근 2년간의 위반행위를 한 횟수로 한다.

나. 둘 이상의 위반행위로 하나의 개선명령등을 받은 경우에는 하나의 위반행위로 보되, 그 위반일은 가장 최근에 위반한 날을 기준으로 한다.

다. 삭제 <2010.2.18.>

2. 사업장의 종류별 구분에 따른 위반횟수별 부과계수

종 류	위반횟수별 부과계수				
제1종 사업장	○처음 위반한 경우				
	사업장 규모	2,000m ³ /일 이상 4,000m ³ /일 미만	4,000m ³ /일 이상 7,000m ³ /일 미만	7,000m ³ /일 이상 10,000m ³ /일 미만	10,000m ³ /일 이상
	부과계수	1.5	1.6	1.7	1.8
	○다음 위반부터는 그 위반 직전의 부과계수에 1.5를 곱한 것으로 한다.				
제2종 사업장	○처음 위반의 경우: 1.4 ○다음 위반부터는 그 위반 직전의 부과계수에 1.4를 곱한 것으로 한다.				
제3종 사업장	○처음 위반의 경우: 1.3 ○다음 위반부터는 그 위반 직전의 부과계수에 1.3을 곱한 것으로 한다.				
제4종 사업장	○처음 위반의 경우: 1.2 ○다음 위반부터는 그 위반 직전의 부과계수에 1.2를 곱한 것으로 한다.				
제5종 사업장	○처음 위반의 경우: 1.1 ○다음 위반부터는 그 위반 직전의 부과계수에 1.1을 곱한 것으로 한다.				

비고: 사업장의 규모별 구분은 별표 13에 따른다.

3. 폐수무방류배출시설에 대한 위반횟수별 부과계수

처음 위반한 경우 1.8로 하고, 다음 위반부터는 그 위반직전의 부과계수에 1.5를 곱한 것으로 한다.