

외국의 BAT제도 분석과 국내도입을 위한 과제

2001. 11

공성용
이병국



<차 례>

I. 서 론	1
1. 연구배경 및 목적	1
2. 연구내용	2
II. BAT제도에 대한 고찰	4
1. BAT의 정의	4
2. BAT와 배출시설허가	7
2.1 배출시설 허가의 기본 원칙	7
2.2 허가 체계	8
2.3 배출허용기준의 설정방법	8
III. BAT 제도의 외국사례 및 국제협약	9
1. 독일	15
1.1 대기관리	15
1.2 수질관리	17
2. 미국	17
2.1 대기관리	17
2.2 수질관리	19
2.2.1 국가오염물질 삭감시스템과 BAT	20
2.2.2 미국의 배출규제지침(ELG) 예에서의 BAT	26
3. 일본의 수질총량규제제도와 BAT	32
4. EU의 수질규제와 BAT	37
5. BAT가 명시된 국제협약	39
5.1 북대서양 해양환경보전 협약	39

5.2 UN Economic Commission for Europe : 장거리 이동 대기오염	40
5.3 스톡홀름협약	41
IV. 국내 배출시설 관리 및 문제점	42
1. 대기배출시설관리	42
1.1.일반 오염물질의 관리 제도	43
1.2 기타 대기오염물질의 관리 제도	45
2. 수질배출시설관리	47
2.1.배출허용기준	48
2.2 폐수배출시설 허가	50
2.3 수질관리의 문제점	52
V. 국내도입을 위한 과제	54
1. 종합계획의 수립	55
2. BAT 정보 및 비용자료의 획득	56
3. 비용분석 방법론의 개발	57
4. 관련제도의 정비	57
5. 제도의 도입을 위한 제언	58
참 고 문 헌	60

<표 차례>

<표 II-1> 주요 국가의 BAT 정의	6
<표 II-2> OECD국가의 BAT 기준과 ELVs	11
<표 III-1> 유해화학물질에 대한 독일과 한국의 배출허용기준 비교	16
<표 III-2> 미국의 BAT 적용체계(대기)	19
<표 III-3> 일반 또는 최고의 폐수처리기술에 의한 산업별 평균 배출 수질	35
<표 III-4> 제1차 총량규제와 제4차 총량규제시의 C값의 하한치와 상한치의 예	36
<표 IV-1> 배출허용기준 적용지역 변경현황	50
<표 IV-2> 폐수배출시설 분류체계 변경	52

<그림 차례>

<그림 II-1> EQOs, EQSs, BAT	14
<그림 III-1> 미국 EPA의 Effluent Guidelines Flowchart · 28	
<그림 IV-1> 산업폐수 배출규제 체계도	49

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

지속성 유기오염물질(Persistent Organic Pollutants: POPs)의 사용을 감시하고 배출을 저감하기 위해 2001년 5월 스톡홀름에서 개최되었던 국제회의는, POPs 물질의 사용금지 혹은 저감을 위한 국가의 의무를 주 내용으로 하는 스톡홀름협약(일명 POPs 협약)을 체결하였다. 이 협약은 각 국가의 비준절차가 남아있기는 하지만 지금까지의 회의 진행과정이나 참가국들의 분위기를 볼 때 정식으로 채택될 가능성이 거의 확실하다고 볼 수 있다. 이번 협약의 내용 중 관심을 끄는 것 중의 하나는 다이옥신 배출시설(주로 폐기물 소각시설과 산업시설)에 대한 규제방법이다. 협약은 다이옥신을 배출하는 주요 시설을 명시하고 이들 시설에 대한 관리기준을 '최고의 이용가능한 기술(Best Available Technology:BAT)'을 사용하여야 한다고 명시하고 있다.¹⁾ 향후 BAT를 어떻게 결정하느냐에 따라 각국의 산업활동에 미치는 영향이 달라지겠지만, 개별국가의 특정산업에 대한 관리수준을 국제사회에서 정식으로 관여하고 나섰다는데 주목할 필요가 있다고 본다. 물론 이전에도 OSPAR(Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic) 협약 등 몇몇의 국제협약이 BAT의 사용을 권고하거나 강제하는 내용을 담고 있었지만, 그것은 어디까지나 이해 당사국들에게만 적용되는 협약이었다는 점에서 이번 POPs 협약과는 또 다른 성격을 갖는다.

본 연구는 POPs 협약 그 자체에는 관심이 있지 않다. 오히려 OECD 국가들에서 환경오염물질 배출시설을 관리하기 위해 많이 채

1) 협약은 BAT를 사용하여야 한다고 기술하고 있지만, 무엇이 BAT인가는 아직 제시하지 않고 있다.

2 외국의 BAT제도 분석과 국내도입을 위한 과제

택하고 있는 BAT 제도가 국제협약에 비중있게 언급되고 있는 현상에 주목하면서, BAT 제도가 무엇이며 외국에서는 배출시설 관리에 어떻게 적용되는지, 그리고 국내도입을 위해서는 어떤 준비가 필요한지에 대해 관심을 갖고 살펴보고자 한다. 그 이유는 BAT 제도에 대한 국내외의 관심증가와 제도 도입의 필요성에 불구하고 아직 이에 대한 논의가 활발하지 않고 발표된 자료도 매우 부족하기 때문이다. 예를 들어, 정부의 중장기 환경정책 계획을 보면 BAT 제도가 자주 언급되고 있지만, 이에 대한 연구는 1998년 대기배출시설 관리를 위한 BAT 제도에 대한 연구²⁾를 제외하고는 후속 연구가 거의 수행되고 있지 않고 있는 실정이다. 위의 연구에서는 대기배출시설에 한정하여 외국의 BAT 제도 운영방법을 위주로 조사하였다면, 본 연구에서는 수질배출시설까지 대상시설을 확대하여 외국의 BAT 제도를 보다 심도있게 살펴보고 향후 국내도입을 위한 방향을 제시하고자 하는데 연구의 목적이 있다.

2. 연구내용

본 보고서는 다음과 같이 구성된다. II장에서는 BAT 제도 자체에 대해서 살펴본다. BAT의 정의, 배출시설 허가제도와 배출허용기준과의 관계, 그 수단으로써의 BAT 제도에 대하여 살펴본다. 왜냐하면 BAT 제도는 궁극적으로 배출시설의 허가기준과 직접 연관되어 있기 때문에 허가제도와 함께 논의하여야 개념이 확실해지기 때문이다. 여기에는 외국의 사례를 중심으로 살펴보고 제도의 일반적인 개념과 장점, 그리고 한계 등에 대해서 논의한다. III장에서는 OECD 국가의 BAT 제도에 대해서 중점 논의한다. 여기서는 대기, 수질 오염물질

2) 공성용, 『대기배출시설에서의 사전오염저감을 위한 관리방안-최적방지시설을 중심으로』, KEI, 1998

배출시설 관리를 중심으로 살펴보고, 각 국가의 제도의 특징을 살펴본다. 그리고 IV장에서는 국내 배출시설 관리제도 중 BAT 제도와 관련된 부분을 중심으로 살펴보되, 현황 및 문제점을 중심으로 BAT 제도의 필요성을 부각한다. 마지막으로 V장에서는 BAT 제도를 국내 도입을 위해 필요한 과제와 도입방안에 대해 논의한다.

II. BAT 제도에 대한 고찰

1. BAT의 정의

BAT란 용어가 처음 사용된 것은 1984년 발틱해 보호를 위한 헬싱키협약(HELCOM)에서이다. 동시에 폐기물의 투기로 인한 해양오염 방지를 위한 오슬로협약과 육상기인 오염물질로 인한 해양오염방지를 위한 파리협약(1984)에서도 BAT 용어가 등장하게 된다. 이 후 미국, 독일 등 OECD 국가를 중심으로 BAT에 근거한 환경관리 제도가 도입되었고 현재는 많은 국가에서 BAT 개념을 사용하고 있다. 1996년에는 유럽연합의 통합오염예방방지 지침(Integrated Pollution Prevention & Control (IPPC) Directive)에서도 오염예방의 차원에서 BAT를 사용하도록 명시하였으며, 가장 최근인 2001년 스톡홀름협약에서도 다이옥신등 부산물로 생성되는 POPs 물질의 저감을 위해 BAT를 의무적으로 사용하도록 하고 있다.

BAT 제도는 배출시설허가와 관련되어 특정시설의 배출허용기준을 설정할 때 사용되는데, 배출허용기준은 기술적 요소뿐만 아니라 경제적 요소, 그리고 사회적 요소를 함께 고려하여 정해지기 때문에, 허용기준이 국가마다 다르듯 BAT의 정의도 국가마다 조금씩 다르게 사용된다. 따라서 세계 공통의 BAT 정의는 존재하지 않지만, 환경오염은 예방이 중요하기 때문에(Precautionary Principle) 가능한 한 최고수준의 기술, 즉 BAT를 사용하여 오염물질의 배출을 저감하려는 노력들이 각 국의 정책에 반영되고 있다.

국내에서는 “이용 가능한 최고의 기술”로 해석되어 소개되고 있으며, 대기환경보전법에서는 ‘최적방지기술’이란 용어으로써 BAT 개념이 사용되고 있고 수질환경보전법에는 그 언급이 없다. 그러나 대기환경보전법에서도 ‘최적방지기술’에 대한 정의가 명확하지 않다.

나라마다 다른 BAT 정의에도 불구하고 공통의 개념이 포함되어 있는데, 요약하면 다음과 같다.

-BAT란 현시점을 기준으로 오염 물질의 배출을 최소한으로 저감할 수 있는 가장 효율적인 기술을 나타낸다. 이는 미래에 개발될 것으로 예상되는 과학 기술의 수준까지 포함하는 것이 아니라 현시점에서 최소한 Pilot 규모로 성능이 확인된 기술까지를 대상으로 하며, 기술의 자국내 보유 여부는 중요하지 않다. 또한 방지기술(End of Pipe Technology)에만 국한하는 것이 아니며 연료의 대체, 연소 기술, 환경 친화적인 공정과 운전 방법 등 오염물질의 배출을 저감할 수 있는 일련의 기술 군을 총칭하고 있다. 다만 기술의 채택시 비용 효과면을 고려하여 산업체의 경제적 부담을 다소 경감시킬 수 있도록 하고 오염물질의 독성정도에 따라 적용기준을 차별화하는 것이 일반적이다.

주요 국가의 BAT 정의를 간략히 요약하면 <표 II-1>과 같다.

6 외국의 BAT제도 분석과 국내도입을 위한 과제

<표 II-1> 주요 국가의 BAT 정의

	Best Available Technology		
	Best	Available	Technology
영국 ¹⁾	-가장 효과적인 방법의 의미	-실제로 이용가능하여야 함 -pilot 규모로 증명된 기술도 포함 -외국기술 포함	-사후처리기술을 포함한 공정의 개선, 연료대체 등을 모두 포함 -편익이 비용보다 커야 함 -개별 기업의 경영 여건을 고려하지는 않음
미국	-BACT: 주요 배출원에서 배출되는 오염물질의 최대감축정도에 근거한 배출한계. 허가기 관이 사안별로 환경 및 에너지, 경제, 그리고 비용을 고려하여 결정하며 청정연료, 혁신적인 연소기술 등을 포함하여 공정, 시스템, 기술을 적용하여 달성할 수 있는 값 -LAER: 같은 종류의 오염원에 대하여 각 주의 실행계획에 포함되어 있는 것 중 가장 엄격한 배출 한계치, 혹은 실제로 달성 가능한 가장 엄격한 배출 한계치를 반영한 배출율을 의미.		
독일	-배출수준을 실제로 저감할 수 있다고 여겨지는 최고수준(State of the Art)의 공정, 시설 및 운전 모드를 모두 포함. 해당 기술이 다른 공장에서 성공적으로 사용되었을 경우에는 이용가능하다고 판단. 비용은 처음 BAT를 규정할 때 고려되고 허가 과정에서는 반영하지 않음.		
오스트리아	-신뢰할만한 과학적 지식을 근거로 그 기능이 시험되고 증명되어진 최신의 기술과 공정, 설비, 운전 방법	-원칙적으로 새로운 기술의 성공 예가 한번이라도 있으면 성립	-직접적인 정의는 없음 -대기배출시설의 경우 관리방법의 개선은 법적인 BAT 정의에 포함되지만, 에너지와 원료물질의 효율적 사용은 비포함 -폐수의 경우, 효율적인 물 사용방법은 포함
유럽연합	-높은 수준의 환경보호를 달성하는데 있어서 가장 효과적인 것을 의미	-경제적/기술적으로 가능한 조건하에서 관련 산업에서 적용할 수 있는 규모로 개발된 것을 의미	-기술 그 자체 뿐만 아니라 장치의 설계, 건설, 유지, 운전 및 해체를 포함
북동대서양 해양환경협약	-폐기물과 오염물질 배출을 제한하는 가장 최신의 공정, 운전방법, 설비를 의미		

주: 1)영국에서는 BAT 대신 BATNEEC(Best Available Techniques Not Entailing Excessive Cost)을 사용함.

2. BAT와 배출시설허가

BAT 제도는 배출시설에 대한 허가제도와 따로 논의될 수가 없다. 왜냐하면 BAT 제도는 배출시설의 배출허용기준을 설정할 때 보다 우수한 기술을 채택하는 제도이고, 배출허용기준의 만족여부가 배출시설 설치 및 운전의 기본적인 허가 요건이기 때문이다. 물론 국내법에서와 같이 배출시설 설치시 신고제로 유지하고 허용기준 준수여부를 계속 모니터링하는 체제도 가능하지만, 환경사고와 환경에의 영향을 사전에 판단한다는 관점에서 보면 배출시설 설치이전에 엄격한 환경성 검토가 필요하다고 본다. 본 장에서는 OECD 국가의 배출시설 허가제도를 살펴보고 허가제도와 연관하여 BAT 제도를 설명하고자 한다.

2.1 배출시설 허가의 기본 원칙

오염물질이 환경에 배출되면 누군가는 환경오염에 대한 피해를 입게되며, 이를 방지할 경우 환경은 더욱 더 크게 훼손될 뿐만 아니라 오염원인과는 상관없는 사람이 그 대가를 지불함으로써 사회정의 및 시장기능이 크게 왜곡된다. 따라서 오염원인자에 대한 법적 규제는 정부의 기본적인 의무이며, 배출시설에 대한 허가제도는 정부의 가장 기본적인 정책수단이 된다. 그런데, 지역의 환경질과 경제상황, 사회의 환경욕구 정도 등의 차이가 허가제도에 반영되기 때문에, 각국의 허가제도는 조금씩 다른 것이 보편적이다. 그러나 최근의 OECD 국가들의 허가제도를 살펴보면 공통적인 요소가 발견되는데, 그 것은 ① 어떤 물질의 배출로 인하여 환경에 악영향이 예상될 때 사전에 이를 예방할 수 있도록 하여야 한다는 Precautionary principle과 사후 처리가 아닌 배출원에서의 저감활동을 강조하고 있는 Pollution prevention의 원칙이 강조되고 있고 ② 개별적 오염물질의 영향보다는 생태계 전체에 대한 환경위해성 평가를 중시하는 생태계 접근방

법(ecosystem approach)과 환경용량(carrying capacity)이 한정되어 있다는 개념이 확산되고 있으며 ③ 단일 매체관리보다는 통합관리의 필요성이 강조되고 ④ 오염으로 인한 사회적 비용을 중요시하고 있다는 점이다. 이러한 추세를 종합하면, 환경오염으로 인한 피해는 사전예방이 우선되고 환경피해에 의한 사회적 비용이 환경정책수립에 반영되기 때문에 배출시설에 대한 허가는 보다 엄격해지고 있다고 요약된다.

2.2 허가 체계

환경악화와 환경에 대한 인식의 변화에 따라 보다 엄격한 배출시설 관리가 요구되고 있고, 이러한 추세는 허가과정에 반영되고 있다. 일반적인 허가 과정은 ① 허가시설에 대한 배출허용기준 설정 ② 설정된 기준을 만족할 수 있는지에 대한 검토 ③ 허가 ④ 기준 준수 여부에 대한 감시 ⑤ 위반시 제재로 이루어져 있다. 이 중에서 BAT제도와 가장 연관이 깊은 것은 ① 허가시설에 대한 배출허용기준 설정 단계라고 할 수 있다. 이후에 보다 구체적으로 논의되겠지만, 배출허용기준은 보통 국가의 환경보전 목표와 기술의 정도, 그리고 비용측면을 함께 고려하여 설정되는데, 특히 오염예방의 원칙(Precautionary principle)을 관리정책에 구현할 수 있는 현실적 방법이 이용가능한 최고의 기술(BAT)에 근거하여 허용기준을 설정하는 것이기 때문이다. 여기서 주의할 점은 BAT 기준이라는 것이 특정 기술이나 공정을 지칭하지는 않는 것이 일반적이다. 예를 들어 현재 이용가능한 최신의 기술로 달성할 수 있는 배출수준이 있으면, 배출수준이 BAT 기준이 되는 것이지 BAT 자체가 기준이 되지 않는다. 왜냐하면, 특정기술을 명시하면 기업의 대응수단을 제한하기 때문에 청정생산이나 혹은 공정개선이 이루어지기 힘들며, 환경기술 개발의 동기도 사라지기 때문이다.

2.3 배출허용기준(Emission Limit Values)의 설정방법

배출시설에 대한 오염물질 배출허용 기준은 경제활동과 직결되기 때문에 매우 중요하다. 오염예방의 원칙과 오염자부담원칙 때문에 배출허용기준의 강화가 일반적인 추세이기는 하지만, 설정된 기준은 기업, 정부, 민간부문을 모두 만족시켜야 하기 때문에 기준설정 자체가 쉬운 일이 아니며 당연히 고려해야 할 요소도 많게 된다. 일반적으로 배출허용기준 설정시에 고려되는 항목은 ① 시장상황, 비용 등 경제적 요소와 ② 기술수준, 기술의 존재여부 등 기술적 요소, 그리고 ③ 건강 위해성, 환경수준, 국제협약, 관련법률 등의 사회·정치적 요소로 대별할 수 있다. 사회·정치적 요소는 일반적으로 고려되지만, 경제적 요소와 기술적 요소를 적절히 조화시킴으로써 합리적인 기준이 설정될 수 있다. 만약 배출허용기준을 설정할 때 기술적 요소, 즉 이용 가능한 기술 수준을 보다 강조하게 되면 기업의 반발을 불러일으키기 쉽고, 경제적 요소만을 강조하게 되면 환경오염예방 기능이 부실해지게 된다.

정부가 배출허용 기준을 설정할 때 위의 세 가지 요소를 어떻게 적절히 조화시키는가 혹은 어떤 요소를 보다 강조하는가에 따라 3가지 접근 방법으로 구분할 수 있다.

① 환경보전목표(Environmental Quality Objectives : EQOs) 접근 방식: 이 방식은 환경생태계 보전과 쾌적한 생활이 가능한 환경질의 달성을 정책목표로 하고, 배출허용기준은 이를 달성할 수 있도록 매우 엄격하게 설정된다. 따라서 경제적 요소(비용 등)가 배제되고 기술적 요소만을 기준 설정의 근거로 하기 때문에 매우 이상적인 접근 방식이라고 평가된다. 그렇지만, 건강 위해성을 방지할 수 있는 정도의 오염수준이 어느 정도인가를 산정하는 것이 어렵고, 오염수준과 환경영향과의 관계가 불명확하며 또한 오염물질의 자연생태계에서의 거동과 반응양식을 완전히 이해한다는 것이 사실상 불가능하기 때문에 허용가능한 배출량의 규모도 추정하기가 힘들다. 따라서 개념적

혹은 정치적 목적의 정책목표로서의 유용성을 제외한다면 실제 배출 허용기준을 결정하는 실천적 수단은 되기 힘든 단점이 있다. EQOs 접근방식의 보완수단으로써 정부는 환경기준(Environmental Quality Standards: EQS)을 설정한다. 이는 부분적이거나 알려진 과학적 사실을 근거로 하여 일부 오염물질에 대한 환경기준을 설정하는 것이다. 그러나 이 방법도 배출량과 환경오염과의 관계를 명확히 할 수 없는 한계를 지니고 있기 때문에, 배출허용기준을 설정하는데 직접적인 관련이 있는 것은 아니다.

② BAT 접근방식: BAT의 정의는 국가마다 다르지만, 기술의 수준을 최대한 반영하되 비용측면, 즉 경제적 요소를 좀 더 반영한다는 점에서 EQOs 접근방식과는 차별된다. 또한 구체적 기술을 근거로 하기 때문에 과학적인 배출허용기준을 설정할 수 있다. 그렇지만 BAT에 근거하여 배출기준을 설정하더라도 배출총량을 저감하거나 오염으로 인한 환경피해를 전적으로 방지할 수 있는 것은 아니라는 단점이 있는 반면, 오염수준과 환경영향과의 관계가 명확하지 않은 상태에서 우수한 기술을 사용함으로써 환경피해를 예방할 수 있는 큰 장점이 있다. <표 II-2>는 OECD 국가를 상대로 조사한 BAT 기준과 배출허용기준을 정리한 것이다.

<표 II-2> OECD국가의 BAT 기준과 ELVs

국가	BAT	General ELVs
호주	- BAT = "state-of-the-art technology" - 각 법령에서의 BAT 규정 (Trade and Industry Act; Water Act; Steam Boiler Emission Act; Waste Management Act)	
벨기에 A) Flanders B) Wallonia	- 법률로 규정 (VLAREM II) - BAT = "가장 최근에 개발된 최고의 공정" - EC 규정 84/360 (대기), 76/464 (물)	- EC 법령의 ELVs
캐나다	- 연방 및 지방 정부 각각 서로 다르게 BAT 정의 - "공정/업무 및 배출규제치를 기술하는 환경 법령 및 시행령" (CEPA)	- 대부분 개별 허가서에 명시
덴마크	- BAT = 오염최소화기술 - 최신의 공정, 운전방법 등	
핀란드	- 활동, 공정 및 운전방법에 대한 기술 - HELCOM 및 EU IPPC 표준과 유사	- SO ₂ 에 대한 국가 기준 - 대기배출기준치 및 목표치에 대한 지침
프랑스	- 사고방지, 오염, 시설설치에 대한 규칙 및 규정	- 사안별 평가

12 외국의 BAT제도 분석과 국내도입을 위한 과제

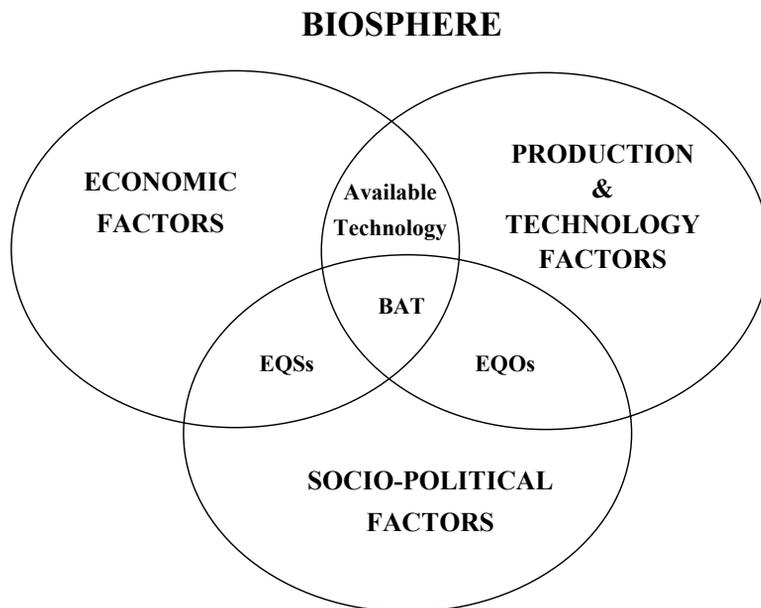
<표 II-2> OECD국가의 BAT 기준과 ELVs - 계속

국가	BAT	General ELVs
독일	- 최고의 우수공정, 시설, 운전 모드	- TA Luft 규제치에 200개의 대기 오염물질목록을 수록
이탈리아	- 배출물질 제어 및 감소를 위한 기술 시스템	- 289개 오염물질에 대한 규제치 (SOx, NOx, 부유분진, CO, 발암물질, 무기 및 유기물질)
일본	- 정의 없음 - 기술평가	- 사안에 따라 설정
한국	- 구체적인 정의 없음 - 오염방지시설에 대한 기술평가	
네덜란드	- ALARA 원칙에 근거 (As Low As Reasonably Achieved) - “state-of-the-art” = 배출물질 제한 수단, 종합공정 혹은 부가기술 - Dutch Emission Guidelines - 비규제대상물질에 대한 Best Practicable Means (BPM) - 규제대상물질에 대한 Best Technical Means (BTM)	- 배출 허용치 규제
뉴질랜드	- 배출환경에 대한 실제 영향 및 예상되는 악영향을 예방하거나 최소화하기 위한, 실현가능한 최상의 선택(BPO)	- 경우에 따라 다르게 결정
노르웨이	- 공정, 시설 혹은 운전방법에 있어서, 가장 최근의 개발 상태	- 경우에 따라 다르게 평가
스웨덴	- 환경 교란을 예방하기 위해 기술적으로 실현가능한 모든 것	- 경우에 다르게 평가

<표 II-2> OECD국가의 BAT 기준과 ELVs - 계속

국가	BAT	General ELVs
영국	<ul style="list-style-type: none"> - 통합오염관리(IPC: Integrated Pollution Control) 기구 산하 = 오염물질배출 예방 및 유해하지 않은 배출물질 제어를 위해 BATNEE를 이용 - 지역 대기오염제어국 (LAAPC) 기구 = ATNEEC 	<ul style="list-style-type: none"> - IPC Process Guidance Notes에 규정, 법령은 없음
미국	<ul style="list-style-type: none"> - CAA, CWA와 RCRA 및 표준에 따라 BAT 규정이 상이: 적용분야 (신규 및 기존배출원), 산업부문, 공정이 이루어지고 있는 지역 (attainment area [AA] 혹은 non-attainment area [NAA] 혹은 재조사 중인 오염물질) - BAT 기준이 개발되지 않은 경우, 규정을 정할 때 최상의 전문적인 판단(BPJ: the Best professional Judgement)을 사용해야만 함; 특히 "non-conventional" 오염물질에 대해서 이러한 사항을 적용 - 수질의 경우, 유출 제한치에 대해 BDT를 준수 (New Source Performance Standards - NSPS), 혹은 모든 지역에 대해 전처리 (Pre-treatment Standards for New Sources - PSNS) 	<ul style="list-style-type: none"> - 표준 오염물질의 경우, 목표달성 여부와 상관없이, 주요한 신규배출원에 대해 "Best Demonstrated Technology" (BDT) 필요 - 기존 시설의 경우, 목표달성 지역에 대해 "Best Available Control Technology" (BACT) 필요. 그러나 목표 미달성지역의 경우, 더욱 엄격한 제한치나 "Lowest Achievable Emission Rate" (LAER) 필요 - 유해 대기오염물질(HAPs: Hazardous Air Pollutants)의 경우, "Maximum Achievable Control Technology (MACT)를 일관되게 적용 - 수질의 경우, 사람들의 건강보호와 필요한 수생생물 보호를 위해 적용가능한 주 수질표준을 따라야 함 - 폐기물 관리의 경우, BAT는 모든 경우에 있어 요구됨
유럽 연합	<ul style="list-style-type: none"> - IPPC 규정 - 통합 BAT는 전반적인 환경 교란물질들 다룸 (대기, 수질, 토지, 소음 등) 	<ul style="list-style-type: none"> - BAT와 기존 EU 규제를 기반으로 하여, 국가 배출규제치를 결정 - ELVs는 다음과 같은 오염물질을 다루어야 함 * 13개 대기오염물질 및 화합물 (SOx, NOx, CO, VOC, 금속, 분진, 석면, 염화 불소, 비소, 시안화물, 발암물질, PCDD/PCDF) * 12개 수질오염물질 및 그 화합물 (할로젠 화유기화합물, 인유기화합물, organotin 화합물, 장기잔류 탄화수소화합물, 시안화합물, 금속, 비소, 부유물질, 질산염, 인화합물, BOD/COD 관련 물질)

③ BAT와 EQOs의 결합방식 : 위에서 언급한 접근방식의 단점을 극복하기 위하여 보통은 두 가지를 함께 고려한다. 즉, EQOs는 정책의 목표 및 궁극적으로 달성해야할 환경질의 최종 목적지로서 역할을 하고, 개별시설에 적용될 배출허용기준은 BAT에 근거하는 것이다. 환경위해성이 큰 물질의 경우에는 EQOs 달성을 위해 매우 엄격한 배출기준을 부여하게 된다.



<그림 II-1> EQOs, EQSs, BAT

III. BAT 제도의 외국사례 및 국제협약

1. 독일

독일은 연방국가이기 때문에 환경관련 법률이 연방법률과 지방법률로 구성되어 있다. 독일의 배출시설 허가제도를 살펴보면 BAT를 적용하였을 때 달성할 수 있는 배출농도를 배출시설 허가조건으로 하고 있는데, 중앙정부는 기준의 제시를 그리고 지방정부는 허가주체로써 기준의 만족여부를 판단하게 된다.

1.1 대기관리

연방의 ‘배출방지법(Immision Control Act)’는 연방 정부로 하여금 1)허가를 받아야 하는 시설의 종류를 공포하고, 2)그러한 시설에 대한 허가요건 그리고 3)허가대상 유무에 상관없이 모든 시설에 대한 배출 한계치와 기술 규제(technical control requirement)를 부과하도록 규정하고 있다. 환경에 유해한 영향을 주는지 혹은 환경에 대해 감소 영향을 주는지의 구별은 의미가 없고 BAT는 두 가지 경우 모두에게 적용된다. 즉, 물질의 종류가 중요한게 아니라 환경에 끼치는 영향이 중요하게 고려된다. ‘연방배출방지법’은 일련의 법률과 시행령(ordinances and regulations)을 통해 실행되는데, 예를 들어 ‘TA-Luft(or TI Air, The Technical Instruction on Air Quality Control)’에는 BAT에 근거한 배출한계치를 설정하고 있다. 그러나 배출한계치를 만족한다고 해서 허가요건을 모두 충족하는 것이 아니다. 사업자는 시설이 입주할 지역의 대기질을 측정하고 대기모델링을 통해 자신의 배출시설로 인한 대기질 평가를 수행하여야 하며, 그 결과에 따라 추가적인 조치를 취해야만 한다.

허가과정에서는 경제성의 이유로 TA-Luft의 기준을 초과할 수 없게 되어있다. 더구나 TA-Luft는 배출한계치를 제시하는 방법과 시설의 기술적 특성상 이 방법이 적당하지 않을 때는 특정한 시설의 설치·운영을 요구하거나 특정한 조치를 취하도록 규정하는 방법을 병용하고 있고, BAT를 만족하더라도 환경영향이 예상될 경우에는 허가를 불허하고 있다.

<표 III-1 > 유해화학물질에 대한 독일과 한국의 배출허용기준 비교

오염물질	유 량 (g/h)	배출기준 (mg/ m ³)	국내기준 (mg/ m ³)
일반먼지	500<	50	10-150
	500 >	150	
무기성분의 먼지			
class I 카드뮴, 수은, 탈륨과 그리고 그 화합물	1<	0.2	카드뮴:1.0 수은:5.0
class II 비소, 코발트, 니켈, 셀렌, 텔루르, 그 화합물	5<	1	비소:10.0
class III 안티몬, 납, 크롬, 시안화물, 불소화물, 구리, 망간, 백금, 팔라듐, 로듐, 바나듐, 주석과 그 화합물	25<	5	납:5-10 크롬:1.0 시안화물:12.1
class I와 class II의 물질들이 동시에 존재한다면 배가스 중 전체 질량농도가 1mg/m ³ 을 초과해서는 안된다.			불소화합물:2.5-4.2 구리:10-20
class I과 class III 그리고 class II 와 class III의 물질이 동시에 존재한다면 배가스중 질량농도는 전체 5mg/m ³ 을 초과하지 말아야 한다.			

자료: 공성용, 『대기배출시설에서의 사전오염저감을 위한 관리방안 -최적방지시설을 중심으로』, KEI, 1998

1.2 수질관리

독일의 수질관리의 기본법은 연방물관리법(Federal Water Management Act, 1986)이다. 그러나 BAT에 대한 정의는 법률에 명시되어 있지 않으며, 일반적으로 GART(Generally Acknowledged Rules of Technology) 혹은 BMP(Best Management Practices) 수준의 배출농도를 요구하고 있다. 그런데 GART는 폐수의 유해성에 따라 기준이 상이하므로 유해물질을 함유한 폐수는 실제로 BAT에 근거한 배출수준을 만족시켜야 한다.³⁾

배출한계치는 행정규제나 행정명령에 나타나 있는데, 지역(즉, 지역의 수질상태)의 구분없이 업종만 고려하여 설정되어 있다. 50여종의 산업을 배출시설을 분류해 놓고 있으며, 위에서 언급한 배출한계치는 허가를 위한 최소한의 요건으로 보며 수질 모델링을 통해 추가적인 기준을 요구하기도 한다.

2. 미국

2.1 대기관리

미국의 대기배출시설에 대한 기술 규제는 매우 복잡하다. 미국은 오염원과 오염물질의 종류 그리고 오염원이 위치한 지역의 대기질 상태에 따라 배출시설의 허가시 정부가 요구하는 오염 방지기술의 수준이 다르며 각기 다른 용어로 사용된다.

1990년 ‘공기청정법’은 환경기준 달성지역의 경우 일정 규모 이상의 신규시설은 BACT(Best Available Control Technology)를 채택하도록 의무화하고 있고 미달성지역의 경우에 있어서는 기존시설은

3) 1999년 현재 독일정부는 연방물관리법을 수정해 BAT를 유해물질(hazardous)과 독성물질(noxious) 둘 다에 적용될 수 있도록 작업중에 있다.

RACT(Reasonably Achievable Control Technology)를, 신규시설은 LAER(Lowest Achievable Emission Rate)를 요구하고 있다. 유해 대기오염물질의 경우에는 모든 지역에 있어서 MACT(Maximum Achievable Control Technology)가 적용된다.

BACT와 LAER은 CAA의 section 169, 171과 New Source Review Workshop Manual에 정의되어 있다. 그러나 BACT나 LAER는 포괄적 개념으로 존재하며 연방정부 차원에서 구체적인 기준이 마련되어 있는 것은 아니다. 다만 BACT/LAER Clearing House를 통해 이에 대한 정보를 제공하고 있는데, 각 각의 주 정부는 그들의 실천계획 수립과 이행을 위해 자체의 BACT/LAER 기준을 설정하여 허가과정에서 이용하고 있다.

NSPS와 MACT 기준은 환경청에서 기준을 설정하고 있다. NSPS는 지역의 대기질 상태와는 상관없이 미국 전역에 적용되는 최소한의 기준이며 이 값을 바탕으로 하여 각 주의 대기질 상태에 따라 BACT 나 LAER을 결정하게 된다. BACT의 선정시에는 에너지, 환경, 경제적 영향을 고려하게 된다.

<표 III-2 > 미국의 BAT 적용체계(대기)

		달성지역(AA)	미달성지역(NAA)
일반 오염 물질	신규시설 (특정오 염원에만 해당)	NSPS : New Source Performance Standards based on Best Demonstrated Technology (BDT)	NSPS: New Source Performance Standards based on Best Demonstrated Technology (BDT)
	신규 혹은 변경시설	BACT:Best Available Control Technology	LAER:Lowest Achievable Emission Rate
HAPs	신규시설	MACT:Maximum Achievable Control Technology \geq top single performer	MACT:Maximum Achievable Control Technology \geq top single performer
	기존시설	MACT:Maximum Achievable Control Technology \geq average of 12% top performers	MACT:Maximum Achievable Control Technology \geq average of 12% top performers

2.2 수질관리

미국의 수질규제제도는 점오염원의 관리와 비점오염원의 관리로 나뉘어지며, 점오염원은 모두 국가오염물질삭감시스템((NPDES: National Pollutant Discharge Elimination System)⁴⁾에 의해 관리되고

4) Randy Hill, Susan Lepow, Mary Ellen Levine, John Michaud, Steve Neugeboren, Carol Ann Siciliano, Richard Witt, OUTLINE OF CLEAN WATER ACT, October 1, 1996

있다. 지점오염원의 경우 특별한 삭감기술을 지정하기보다는 여러 가지 기술중 가장 나은 것을 실행하도록 하는 최선관리실행(BMP: Best Management Practice) 방법을 사용하도록 하고 있다. BAT는 점오염원의 삭감기술을 다루고 있는 NPDES 관련 제도의 하나이지만, NPDES에서는 오염원을 기존/신규, 전처리/최종처리, 일반오염물질/유해오염물질로 나누어 관리하고 용어도 다르기 때문에 용어자체만으로 BAT 개념을 구분하지 않는다.

2.2.1 국가 오염물질 삭감시스템(NPDES: National Pollutant Discharge Elimination System)과 BAT⁵⁾

미국의 NPDES는 점오염원을 관리하는 제도로 배출수의 규제를 위한 제도이다. 1972년 청정수법(CWA: Clean Water Act)가 제정되면서, 배출수의 규제를 다음의 3가지 형태로 하기 시작하였다. 그러나 수질기반규제는 1990년대 들어서면서, 총최대일허용부하량(TMDL: Total Maximum Daily Loads)에 관한 제도를 본격화하면서 시행되고 있다.

- (1) 기술기반 규제(Technology-based limit)
- (2) 수질기반 규제(Water quality-based limit)
- (3) 독성물질 배출제한: 6가지 독성물질에 대한 독성물질 배출기준

- (1) 기술기반 규제 (Technology-based limit)

A. 기존시설의 직접배출 규제

1972, 청정수법(CWA: Clean Water Act) 발효

5) Office of Water, NPDES Permit Writers' Manual, US EPA, December 1996

1976, 34개 부류의 배출지침(Effluent Guidelines) 개발일정 합의, "the Flannery Consent Decree"

1977, 법령화

1979, 보완 수정

1987, 304(m) 조항에서 EPA가 2년 간격으로 배출지침 개정을 위한 일정계획을 제출하도록 함.

1991, 법원은 2003년까지 총 19개의 배출지침을 작성하도록 통보, "Lamberth Decree"

1) 최선실증기술 (BPT: Best Practicable Technology)

- 일단계 수준의 오염삭감 기술로 1977년에 처음 명문화됨.
- 배출기준의 설정시 다음의 사항을 고려함.
 - 장비와 시설의 연령
 - 채택 공정
 - 공정의 변화
 - 수질과 관련없는 환경 영향 (에너지 등)
 - 관리청이 적절하다고 생각하는 기타 요인
 - 비용과 편익
- 최상의 처리시설의 평균치를 근거로 설정
- 독성물질 제거량당 추가 비용 고려
- 기술이전을 할 수 있음.
 - 설탕정제공장에 활성슬러지 공정을 도입 (1985)
 - 알루미늄 업계의 처리기술을 캔 제조업계에 이전

2) 최선가용기술(BAT: Best Available Economically Achievable Technology)

- 1989년에 도입
 - 독성물질, 일반적인 오염물이 아닌 오염물질 (nonconventional pollutants)에 대해 적용

- 배출기준의 설정시 다음의 사항을 고려함.
 - 장비와 시설의 연령
 - 채택 공정
 - 공정의 변화
 - 수질과 관련없는 환경 영향 (에너지 등)
 - 관리청이 적절하다고 생각하는 기타 요인
 - 비용과 편익 분석은 하지 않음
 - 최고의 처리시설의 평균치를 근거로 설정
- 가. 가용 기술 (Available Technology) 판단시 고려 사항
- 산업 분야(category)에 관계없이 가장 성능이 좋은 수준
 - 모든 타당한 기술
 - 실제 운전되는 시설, 파일럿 연구시설, 벤치스케일 시설을 모두 고려하여 결정
- 나. 경제적으로 가능한 (Economically Achievable) 사항의 판단 시 고려 사항
- 잠재적인 직업 손실
 - 공장 폐쇄
 - 무역 수지
 - 연방 세금과 로얄티 수입
 - 산업 분야 또는 세부 분야별 비용
- 3) 최선일반오염물제거기술 (BCT: Best Conventional Pollutant Control Technology)
- 일반오염물질(기름과 그리스, 생화학적산소요구량 BOD, 대장균, pH, 총고형물질 TSS)에 대한 이단계 수준의 삭감 기술
 - BAT 결정시 고려사항에 합리적인 비용을 고려
 - 공공하수처리시설(POTWs: Publicly Owned Treatment Works)에서의 오염물질 추가제거량 대비 비용과 개별 산

업배출원에서의 오염물질 추가제거량 대비 비용을 비교하여 검토

- POTW 비용비교 검사 : POTW를 2차처리에서 고도처리로 향상시키는데 소요되는 총 비용
- 산업체 비용효과 검사 :

$$\frac{\frac{POTW를2차처리에서고도처리로향상시소요비용}{오염물질제거량}}{\frac{개별산업배출원을2차처리하는비용}{오염물질제거량}}$$

- 4) 최선전문가판단 (BPJ: Best Professional Judgement)
 - 배출지침이 법적으로 공표되지 않은 물질에 대해서 적용
 - 퇴보금지 조항 (Anti-backsliding Provision) 적용

B. 신규시설의 직접배출 규제

- 1) 신규오염원성능기준 (NSPS : New Source Performance Standards)
 - 최선가용실증제거기술 (BADCT : Best Available Demonstrated Control Technology)
 - 비용/편익 고려하지 않음
 - 새로운 오염원 (New Source) ≠ 새로운 배출원 (New Discharger)
 - 허가후 10년간 추가규제로부터 보호받음.

C. POTW의 2차처리

- 수질기반기준에 의해 2차처리보다 더 엄격한 규제가 필요

한 경우 이를 따라야 함.

D. 간접배출자에 대한 기술기반 규제

- POTW로 배출하는 산업배출원
 - 기존오염원의 전처리 (PSES : Pretreatment Standards for Existing Sources)
 - 신규오염원의 전처리 (PSNS : Pretreatment Standards for New Sources)
 - BAT 또는 신규오염원에 대해서는 BACT 적용

E. 기본요구조건이 변경되는 경우

- 근본적인 상이 요인 (FDF : Fundamentally Different Factors) 변화
 - 1987년 도입
 - BAT/BCT/PSES에 대해 적용
- 공장의 경제적 능력 요인
 - BAT를 채택한 비일반 오염물질 항목에 대해서만 적용
 - 독성물질에 대해서는 적용하지 않음.
- 수질을 고려한 변경
 - 비일반 오염물질(암모니아, 염소, 색도, 철, 페놀)에 대해서만 적용
- 혁신적인 기술 진보 또는 도시의 시간연장이 말소된 경우

(2) 수질기준기반 규제 (Water quality standard limit)

A. 수질기준과 수질근거 배출 규제

1) 수질기준

- 수질기준의 구성

- 지정용도 : 상수도, 위락, 수생태
- 수질준거 (Water Quality Criteria) : 지정용도를 달성하기 위해 물에 있을 수 있는 다양한 오염물질의 양
- 오염악화방지 정책 (Antidegradation Policy)
- 개별주의 수질준거는 수치화된 농도값 또는 설명(narrative)으로 표현되어야 한다.
- 한계를 정하는데 있어 기술과 경제적인 면을 고려하는 배출지침과는 달리, 수질준거는 지정용도를 유지하는데 필요한 수질 수준에 근거하여 결정됨

2) 수질기준 설정 과정

- 각 주는 해당되는 오염물질에 대한 수질기준을 설정
- 미국환경청(EPA)은 주의 수질기준을 승인, 비승인시 EPA가 결정

3) 수질기준의 용도

- NPDES의 수질근거 배출규제의 근거
- 총최대일부하량(TMDL : Total Maximum Daily Loads)의 계산 근거
- 각 주의 호소, 하천, 기타 물의 질을 평가하는 이정표

4) 수질근거 배출규제

- 기술근거 규제에 더하여 수질기준을 달성하기 위해 필요한 특정 오염물질에 대해 더 엄격한 규제가 포함되어야 함.
- 수질근거 배출규제는 수용 수체와 오염원으로부터의 오염수준의 조건을 고려하여 결정함.
- 수질근거 배출규제는 배출자가 규제기준 달성을 위해 소요되는 비용에 관계없이, 수질기준을 달성할 수 있는 수준으로 계산되어야 함.

- 수질근거 배출규제는 TMDL과 일관성을 유지해야 함.
- 수질근거 배출규제는 수치 또는 설명의 형태로 표현할 수 있음.

2.2.2 미국의 배출규제 지침(ELG : Effluent Limitation Guidelines) 예에서의 BAT

미국에서는 수질오염물질배출시설의 허가시 수체의 특성에 맞게 배출수 기준과 측정횟수 등을 지정하여 허가를 해 주고 있으며, 허가도 시한을 두고 있다.

배출수 지침은 지표수와 공공처리시설로 배출하는 폐수배출을 위한 국가기준이다. 미국 환경청(EPA)은 Clean Water Act 3장에 의거하여 산업분류별로 기존의 오염원과 신규오염원에 대한 배출수 지침과 기준을 정하고 있다. 기준은 처리와 제어기술의 성능에 근거한 기술적인 측면을 고려한 것으로 방류수체에 대한 위해도나 영향을 고려하여 정해진 것이 아니다. 배출수 지침은 NPDES에 의해 규제되는 직접 배출원에 적용되며, 산업분류별 기준(categorical standards)은 National Pretreatment Program에 의해 규제되는 간접배출원에 적용된다.

EPA는 50여 종류가 넘는 산업체에 대한 배출수 지침과 기준을 공표해왔으며, 현재는 새로운 규제를 만들고 기존 규제를 개정하는 작업을 하고 있다. 이와 같은 규제는 산업체의 공정, 폐수 특성, 경제적인 면에 대한 방대한 연구에 기초하여 만들어진다.

미국의 배출수 지침 변경을 위한 규제 지침은 다음과 같은 일련의 순서를 거쳐 개발된다(<그림 III-1> 참조)

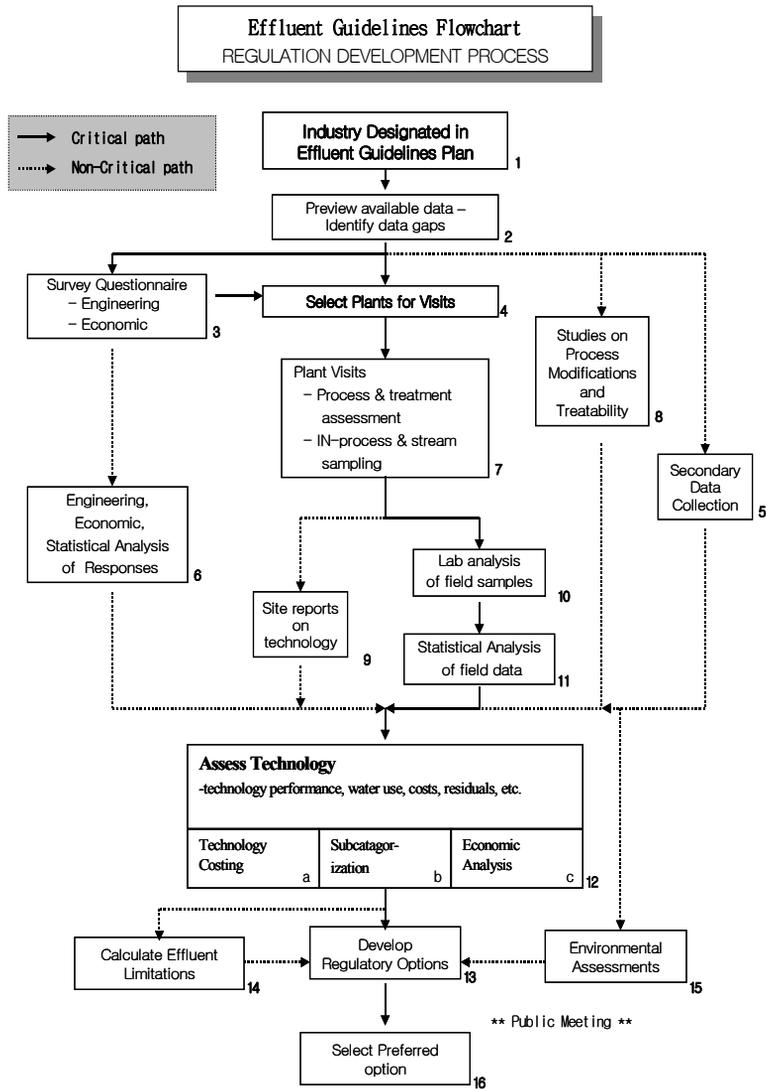
최근에 개정 예고된 철강분야(Iron Steel Category)의 배출규제지침

개정의 상세한 과정을 살펴보면, NPDES에서 적용될 오염원 속성별 규제기준 설정과정을 볼 수 있다.

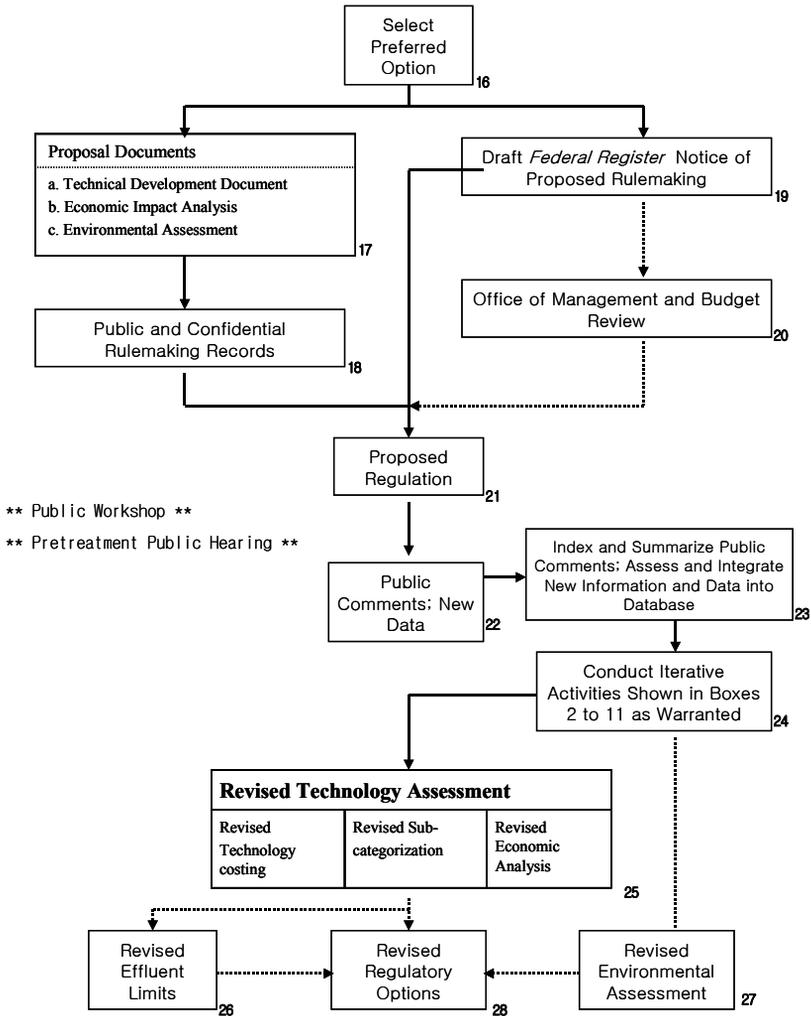
EPA는 철강업체에 대한 기술근거 제한과 기준을 개발하기 위하여 폐수특성(배출 오염물질, 폐수량 등), 폐수처리기술(오염저감기술, 공정내 처리시스템, end-of-pipe 처리시스템 등) 그리고 처리기술의 경제적인 영향에 대한 정보를 수집하고 분석하였다. EPA는 먼저 철강업체에 대한 사전조사를 수행하여 1995년에 완료하였으며, 그 결과 1982년에 배출수 기준이 공표된 이후에 제조기술, 용수절감, 오염저감, 그리고 폐수처리 기술의 발전이 있었음을 발견하였다. 이 조사에 근거하여 제조공정 검토, 산업체 특성 분석, 폐수특성 분석, 오염저감 및 폐수처리기술 규명, 설문서 개발 및 조사, 현장 방문, 현장 폐수 시료채취 및 분석 등을 시행하였다. 설문조사는 838개의 철강업체 사이트중 398개를 선정하여 1998년 10월에 설문서를 발송하고 1999년 4월까지 회수하였으며, 같은 기간동안 70개 사이트를 방문조사하고 16회의 시료채취를 실시하였다.

조사자료의 신뢰도를 확보하기 위하여 EPA는 EPA의 시료채취 및 분석 프로토콜에 따라 시료를 분석하였으며, 설문조사된 항목에 대해서는 시료의 분석한계치를 포함한 QA/QC에 필요한 자료를 조사하였다. 기술적인 자료는 크게 폐수특성에 대한 자료와 제조공정 및 분석자료에 대한 것을 조사하였는데, 상세한 내용은 다음과 같다.

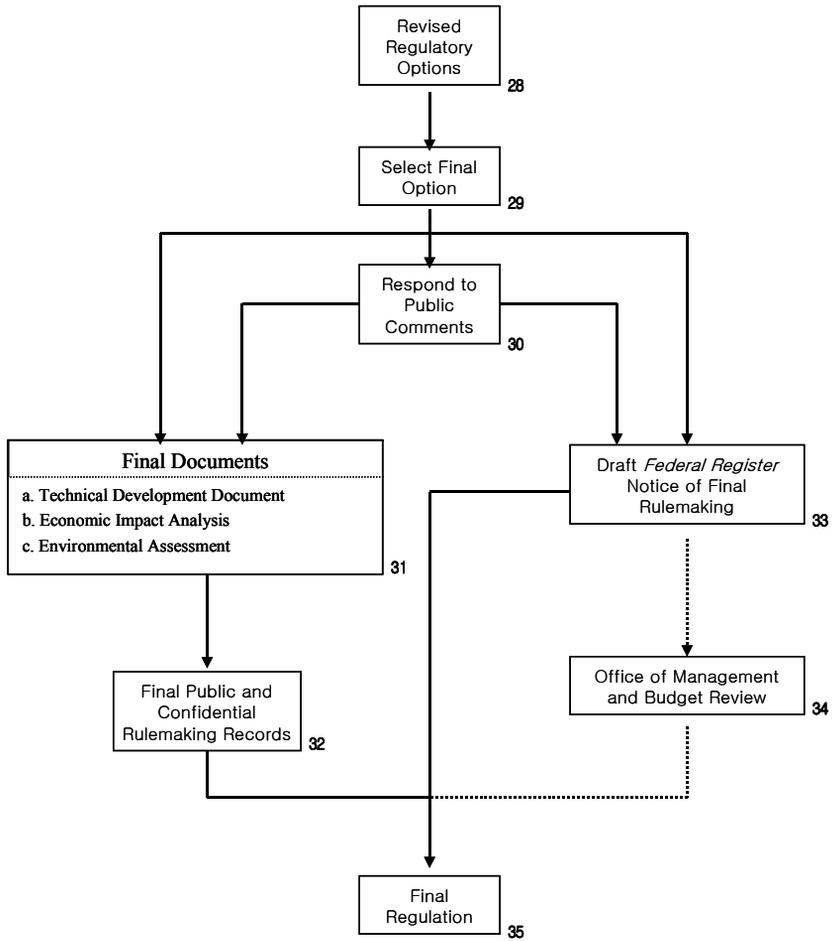
- 폐수특성 자료 (원칙적으로 유입수와 처리수를 함께 측정한 자료여야 함)
 - 공정 diagram과 시료채취 장소
 - 처리기술의 설계근거(유량, 용량, 월류량, 화학약품주입량 등)
 - 시료채취일
 - 시료채취기간의 처리공정의 일유입, 유출 유량
 - 실제 처리약품주입량
 - 공정제어를 위한 설정치



<그림 III-1> 미국 EPA의 Effluent Guidelines Flowchart



<그림 III-1> 미국 EPA의 Effluent Guidelines Flowchart - 계속



<그림 III-1> 미국 EPA의 Effluent Guidelines Flowchart - 계속

- 슬러지 또는 폐윤활유 발생량
- 실제 허가받은 기준의 사본
- 폐수발생 유발 제조공정 목록과 시료채취기간동안의 제조공정 생산량
- 각 제조공정별 시료채취 폐수에 대한 총공정유량의 유량 비율
- 처리대상 오염물질과 평균 처리목표수질(TSS 포함)

□ 제조공정 및 분석 자료 (습식 대기오염 저감시설 포함)

- 공정흐름도
- 공정의 목적과 성능에 관한 설명
- 시료채취기간동안 일생산자료
- 시료채취기간동안 유량 (일유량, 연속배출유량, 간헐배출유량과 빈도, Bath의 부피와 최종배출시간)
- 시료채취 형태(grab 또는 composite)
- 시료 수거일
- Bath의 구성분 물질
- 모든 공정폐수, 폐유, 슬러지의 부피, 배출빈도, 종착지

EPA는 이러한 분석과정을 거쳐 최근의 발전된 공정 조작, 용수 보전, 폐기물 관리와 폐수처리 기술을 반영한 새로운 법규를 제안하였다. EPA는 개정된 법을 시행할 경우 연간 2억천만파운드의 오염물질을 저감하여 환경개선효과에 의한 직접편익이 연간 110만달러에서 270만달러 정도 될 것으로 추정하였으며, 이를 시행하기 위한 비용은 연간 6140만달러가 필요할 것으로 전망하였다. EPA는 법규 개정 과정에서 EPA가 생각하고 있는 가능한 기술선택사항과 규제방법을 설명하고 법규제정과정 초기에 관심있는 이해당사자들로부터의 의견을 반영하기 위하여 철강업계의 이해 당사자 및 시민들과 일련의 설명회 및 의견교환 기회를 1998년 12월부터 2000년 말까지 계속해왔으며, 제안된 법규에 대한 최종 공청회를 2001년 2월에 개최한 후 의견

을 수렴하여 2002년 4월에 공표할 예정이다.⁶⁾

3. 일본의 수질총량규제제도와 BAT

일본은 1978년에 수질오탁방지법을 개정하여 1979년에 총량규제를 시작하였다. 매5년간격으로 제4차 오염총량규제를 오염이 심한 폐쇄성 수역인 동경만, 이세만, 세토내해에 대해 실시해왔으며, 지금은 제5차 총량규제를 실시중이다. 총량규제는 제4차 총량규제까지는 화학적 산소요구량(COD)에 대하여 다음과 같이 총량규제기준의 계산식을 정하여 적용하여 왔다.

$$L = C \cdot Q \cdot 10^{-3}$$

L 배출이 허용되는 오염부하량(kg/일)

C 도도부현지사가 정한 일정의 화학적산소요구량(mg/L)

Q 특정배출수량(m³/일)

C는 농도차원을 가지는 수치이고 도도부현지사가 ① 업종 기타 구분마다 환경처장관이 정한 범위내에서 ② 해당환경처장관이 정한 업종 기타 구분(도도부현지사는 이를 특별히 구분하는 것이 가능하다.)으로 정한다. Q의 「특정배출수」로는 지정지역내사업장에서 배출된 배출수중, 총량규제기준에서 규제대상이 되는 배출수이다.

L은 지정지역내사업장에서 배출된 오염부하량의 허용한도이고 구체적으로는 각지정지역내사업장마다 일일 ○○kg이라는 오염부하량

6) EPA, 40 CFT Part 420 Effluent Limitations Guidelines, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards for the Iron and Steel Manufacturing Point Source Category; Proposed Rule, December 27, 2000

의 허용한도(량)로 표현된다. 각지정지역내사업장에 대해 도도부현지사가 설정한 총량규제기준(L)은 도도부현지사가 정한 일정 화학적 산소요구량(C)과 각 지정지역내 사업장마다의 특정배출수량(Q)와의 곱으로 구해지지만 Q는 지정지역내 사업장마다 정해져 있으므로 구체적으로 도도부현지사가 정하는 것은 업종마다 정해지는 C수치이다. 또한 총리부령에 의하여 화학적 산소요구량에 관계된 특별 총량 규제기준을 다음과 같이 정하고 있다.

$$L=(C_iQ_i+C_iQ_i+C_oQ_o)\times 10^{-3}$$

L: 배출이 허용되는 오염부하량 (단위: kg/day)

C_i: 도도부현지사가 정하는 일정 화학적 산소요구량
(단위: mg/ℓ)

C_i: 도도부현지사가 정하는 일정 화학적 산소요구량
(단위: mg/ℓ)

C_o: 도도부현지사가 정하는 일정 화학적 산소요구량 (전항의 식에서 사용되는 일정값에서 정해지는 C와 동일한 값으로 함, 단위: mg/ℓ)

Q_i: 도도부현지사가 정하는 날짜 이후에 특정시설의 설치 및 구조 등의 변경에 따라 증가되는 측정배출수의 량 (해당 도도부현지사가 정하는 날짜 이후에 설치되는 지정지역내 사업장에 관계된 경우 특정배출수의 량, 단위: m³/day)

Q_i: 도도부현지사가 정하는 날로부터 Q_i의 도도부현지사가 정하는 날 이전까지의 사이에 특정시설의 설치 및 구조 등의 변경에 따라 증가한 특정배출수 량 (해당 도도부현지사가 정하는 날로부터 해당 Q_i의 도도부현지사가 정하는 날 이전까지 사이의 설치된 지정지역 내 사업장에 관계된 경우, 특정배출수의 량 (Q_i제외), 단위: m³/day)

Q₀: 특정배출수량 (Q_j와 Q_i 제외, 단위: m³/day)

특별 총량규제기준은 지정지역 내 사업장에서 신설된 특정시설의 설치, 신설된 지정지역 내 사업장이 설치된 경우 등에 따라 증가된 오염부하량에 대하여 특별히 엄한 기준을 적용하는 것으로 한다. 따라서 이러한 특별 총량규제기준의 설정이 BAT 개념에 속하는 것으로 볼 수 있다.

C 등의 값 (C_j, C_i, C₀)은 업종별로 환경부 장관이 정하고, 도도부 현지사는 이를 변경하여 강화할 수 있으며, 환경부 장관의 고시로 '화학적 산소요구량에 관한 총량규제 기준 관련 업종 이외의 기타 구분 및 이외의 구분에 관한 범위를 정하는 조건'을 정한다. 업종은 별표에서 제시되며 제4차 총량규제시에는 232개로 구분하였는데, 원칙적으로 일본표준산업분류의 분류에 따르며 필요에 따른 배수량, 생산공정 등에 딸 구분되어 변경된 특수한 생산공정 등에서 비고란에 특별히 고시해 놓고 있다.

C값의 최소치는 가장 일반적인 폐수처리공정과 평균배출수질에 의해 결정된다. C_j값은 신규 또는 확장하는 공정에 대해 적용하는 것으로 COD 제거를 위한 최선의 기술에 근거하여 결정된다. C값의 상한은 배출수질의 85% percentile로 결정된다. 지자체장은 관할지역내의 허용 가능한 C 값을 결정할 책무가 있다.

<표 III-3>는 1994년에 제4차 총량규제를 위하여 조사한 자료로부터 유입 COD(50 percentile), 가장 일반적인 폐수처리기술(공정 I), 최선의 기술(공정 II)과 각각의 COD 배출수 값(50 percentile)의 예이다. 공정 I은 유기물을 배출하는 대부분의 산업체에 적용되는 생물학적 처리공정이다. 공정 II는 생물학적 처리공정 후단에 응집과 모래여과 공정을 추가한 것이다.

<표 III-3> 일반 또는 최고의 폐수처리기술에 의한 산업별 평균 배출 수질

Code	산업	평균유입 COD(mg/ ℓ)	배출COD(mg/ℓ)			
			일반 (공정 I)		최선 (공정 II)	
			공정	평균	공정	평균
2	축산농업 (<1,000 t/day)	1,970	B	75	B+C+F	17
18	화학조미료제조업	483	B	21	B+C+F	15
79	펄프제조업, 양지제조업	1,140	C+B	50	C+B+F	45
102	질소질·인산질비료제조업	87	C	12	B+C+F	18
147	석유정제업	87	B	12	B+C+F	9
149	코크스제조업	4,420	B	23	B+C+F	17
169	쇄석제조업	8	C	7	C+F	7
209	하수도업	85	B	12	B+C+F	9

B: 생물학적 처리, C: 응집처리, F: 모래여과

<표 III-4>은 제1차 총량규제와 제4차 총량규제시에 적용되었던 C 값의 하한치와 상한치이다. 제4차 총량규제시에는 현재의 배출수질, 가용한 처리기술, 그리고 이전의 총량규제기간동안의 부하삭감과 산업간 형평성 등을 감안하여, 제3차 총량규제기간보다 97개 산업업종에 대한 C값의 하한치를 강화하였다. 제3차 총량규제시에는 일본의 최소배출기준인 160mg/ℓ를 초과하는 업종이 18개가 있었으나, 제4차 총량규제시에는 펄프, 콜타르, 이온교환과 코크스 제조업의 4 업종만 국가최소기준보다 높게 설정되었다. 이와 같이 꾸준히 업종별

배출수의 규제가 강화되고 있지만, 유제품 제조업종 같은 경우는 강화의 정도가 미미하다.

<표 III-4> 제1차 총량규제와 제4차총량규제시의 C값의 하한치와 상한치의 예

Code	산업	제1차		제4차					
		Co		Co		Ci		Cj	
		하한	상한	하한	상한	하한	상한	하한	상한
2	축산농업 (<1000 t/day)	70	140	70	120	70	100	60	90
6	유제품제조업	30	60	30	50	30	50	20	40
18	화학조미료제조업	90	120	70	100	70	90	40	80
41	과실주제조업	20	120	20	60	20	50	20	40
57	섬유-마제섬	100	120	90	110	90	110	90	110
79	펄프제조업, 양지제조업	210	330	140	170	130	170	130	170
102	질소질·인산질비료제조업	30	120	30	90	30	70	30	60
147	석유정제업	20	60	20	50	20	40	20	40
149	코크스제조업	250	350	180	220	180	200	90	160
209	하수도업	30	110	20	60	20	40	20	40

4. EU의 수질규제와 BAT

유럽의 각 국가들은 Best Available Techniques(BAT)를 이용하여 배출량을 조절하고 적절한 방류수 기준을 설정하고 또한 분산오염원인 비점오염원에는 Best Environmental Practice를 적용하도록 한다. 유럽에서의 수질관리를 위한 규제는 점오염원 및 비점오염에서 배출에 대한 영향을 줄이기 위하여 수질 기준을 인체 및 환경에 유해하지 않는 수준으로 설정하는 수질목표접근법(WQO: Water Quality Objective approach)과 수환경으로 배출되는 방류수의 최대치를 설정하여 관리하는 방법으로 폐수처리 또는 산업폐수처리 공정의 end point에 관심을 두는 배출한계치접근법(ELV: Emission Limit Value approach)의 두가지 개념을 사용하고 있다. 특히 1990년 이후에는 ELV 방법으로 수체에서 받아들일 수 있는 방류수의 최대치를 제한하는 총량규제적인 개념을 도입하고 있으며, 도시폐수처리 지침(1991), 질산성 질소 지침(1991)과 IPPC 지침(1996)이 이에 따른 것이다.

한편 오염조절을 위하여 위의 두 가지 기본 원리를 혼합하여 통합적인 접근방법이 필요함을 인식하고, 통합적인 접근방법(Combined Approach)을 시도하고 있다. 즉, 오염원에서의 배출기준 또는 배출조절로서 오염물을 제한하고, 수체를 위한 수질항목을 설정하는 것이다. 이를 위한 배출기준은 각 배출시설별로 각 국의 해당 지방자치단체에서 결정하고(예 IPPC) 비점오염물질에 관하여서도 기준을 설정한다. 모범인 76/464/EEC의 지침에 따라 특정항목 즉 카드뮴, 납, 헥사클로로헥산 및 위험 물질 방류에 관해서는 각 지침으로 별도로 관리하고 있다.

1999년 의회에서 Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) 법이 통과되면서 환경 보호달성을 위한 강력한 새로운 IPPC 규제가 EC 지침 96/61을 토대로 발전 시행되었다. 영국의 경우는 미국 및 일본의 총량관리와 차이점이 있고 유럽공동체의 물 관리 지침

을 (Waterframe work directives) 토대로 오염관리를 하는데 IPPC(Integrated Pollution Prevention and Control)에 의한 산업체의 오염물질을 규제한다. 오염물질의 배출량 결정시 인접한 하천의 생태적인 측면을 고려하고 하천수자원의 활용도를 고려하여 할당량이 결정되며 각 공정별 BAT를 적용하고 모니터링을 통하여 오염물질을 최소로 배출하도록 규제하고 있다. IPPC는 산업체의 원자재의 사용 및 공장내의 효율적 에너지관리 및 토양오염의 영향까지도 다루고 있으며 각 공정별 Best Available Techniques (BAT)원칙 하에서 실행된다.

IPPC 규제는 기존의 IPC의 장점만을 보완한 것으로서 음식, 음용수, 및 농업에도 적용되며 원자재의 사용 및 에너지의 효율도 고려한 종합적인 규제이다. IPPC는 IPC 보다 약 4000개가 더 많은 공정에 관하여 규제를 하고 또한 IPC에서 서술된 항목보다 훨씬 많은 항목을 다루고 있다. IPPC는 원자재의 사용 및 공장내의 효율적 에너지관리 및 토양오염의 영향까지도 다루고 있으며 Best Available Techniques(BAT)원칙 하에서 실행된다.

IPPC는 각 공장 업종별 지침을 주어 관리하고 있으며 또한 농업지역에도 적용되고 있다. 산업체의 오염물질 규제 대상을 크게 나누어 보면 다음과 같다.

- 금속류의 생산 및 공정 : 철 및 비철금 그리고 표면처리
- 광물산업 : 시멘트, 석면, 유리, 세라믹 및 광물
- 화학산업 ; 유기물, 무기물, 비료, 폭발물
- 폐기물 관리 ; 소각, 매립, 복원, 처리
- 기타 산업 ; 염색, 제지, 도축, 탄소, 축산, 표면처리 등

산업체는 오염방지를 위하여 BAT 사용을 확실하게 입증하여야만 하고 규제항목에 맞는 BAT를 고려하여야만 한다. 환경담당부서는 BAT를 통한 물 재사용을 권장하며 오염물질에 관한 적절한 측정을 수행하여야 한다.

5. BAT가 명시된 국제협약

5.1 북동대서양 해양환경보전 협약(Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic : OSPAR)

본 협약은 해양오염을 완전히 제거하기 위하여 참가국들은 최고의 기술(BAT)과 실천방법(BEP)을 사용하여야 한다고 규정하고 있다. BAT와 BEP에 대한 정의는 부속서 I에 명시되어 있는데, 요약하면 다음과 같다.

BAT

- 가능한 폐기물을 배출하지 않는 기술
- 공정, 설비, 운영방법의 가장 최신의 기술. 다만, BAT를 결정할 때 고려할 사항은 다음과 같다.
 - (a) 최근에 적용에 성공한 공정, 설비, 운영방법
 - (b) 기술이 끊임없이 발전되고 있다는 사실
 - (c) 그러한 기술의 경제성
 - (d) 신규 또는 기존 설비에 적용하는데 걸리는 시간
 - (e) 배출되는 오염물질의 종류와 배출량, 환경영향

BEP

- 가장 적당한 환경관리 수단과 전략
- BEP를 선택할 때는 적어도 다음의 사항들을 고려해야 한다.
 - (a) 어떤 특정 행위와 제품의 선택, 그리고 그것의 사용과 최종처분에 따른 환경적 영향에 대해 국민들과 사용자들에게 알리고 교육시키는 것
 - (b) 제품 생애를 통해 환경에 유해한 영향을 끼치지 않도록 하는 법규의 개발과 적용
 - (c) 제품과 관계된 환경위해에 대해 사용자들에게 정보를 주는

라벨을 의무적으로 적용하도록 하는 것

- (d) 자원과 에너지의 절약
- (e) 공공에 유용한 수집, 처리 시스템
- (f) 유해물질 사용을 피하도록 하는 것
- (g) 재순환, 재활용, 재사용
- (h) 생산품을 생산하는데 있어 경제적인 설비의 적용
- (i) 규정과 금지를 포함해 허가시스템을 구축하는 것

이 협약에서는 특히, 기술이 시간에 따라 진보한다는 것을 강조함으로써 끊임없이 우수한 기술과 정책수단을 사용하도록 하고 있고, BAT나 BEP를 사용하더라도 가능하다면 추가적인 조치를 요구하고 있다.

5.2 UN Economic Commission for Europe : 장거리이동 대기 오염

본 협약은 협약 당사국들이 대기오염을 저감하고 궁극적으로는 대기오염을 예방하기 위한 것이므로 기술에 대한 고려가 매우 중요하다. 따라서 당사국들은 경제성을 고려한 BAT를 사용하여 균형있는 경제발전이 가능한 정책수단을 개발하여야 하고(조항 6), 황산화물과 다른 주요 대기오염물을 감소시키는 기술의 개발에 서로 협조하여야 하며(조항 7), 기술정보를 교환하여야 한다(조항 8).

또한 의정서에는 BAT의 사용과 BAT 교환을 명시하고 있고, 당사국은 경제성과 기술적 사항들을 고려해 BAT에 근거한 배출허용기준을 설정해야 한다. 그러나 기술이 계속 변화하기 때문에 주기적으로 BAT를 재검토하는 작업이 이루어지고 있다.

5.3 스톡홀름협약

지속성 유기화학물질을 국제적으로 관리하기 위한 스톡홀름협약은 현재 각 국가의 비준을 남겨둔 상태이다. 이 협약에서는 다이옥신 등 부산물로 생성되는 유기물질을 배출하는 주요 배출시설을 명시하고 이들 시설에 대해서는 배출저감을 위한 실천계획을 수립하도록 하고 있으며, 특히 신규시설에 대해서는 BAT의 사용을 의무화하고 있다. 다음은 부속서 C에 명시되어 있는 배출시설이다.

- 도시폐기물, 유해폐기물, 의료폐기물, 하수슬러지의 합동소각로를 포함한 폐기물소각로
- 유해폐기물을 원료로 사용하는 시멘트 킬른
- 염소 또는 표백을 위해 염소를 만들어내는 화학약품을 사용하는 펄프생산 공정
- 2차 구리생산 공정
- 제철산업에서 소결설비
- 2차 알루미늄 생산 공정
- 2차 아연 생산공정

이 협약에 가입한 국가는 2년 이내에 국가실천계획을 세워 실행해야 한다. 국가실천계획에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

- 부속서 C에 있는 배출원 분류를 고려하여 배출원 설비의 운영과 개발, 배출량 예측 등을 포함한 현재와 미래의 배출량의 평가
- 오염물 배출에 관계되는 각 회원국의 법률과 정책의 효율성 평가
- 위의 사항을 실천하기 위한 전략
- 위의 내용을 5년마다 검토하고 검토결과를 보고서로 제출

IV. 국내 배출시설 관리 및 문제점

1. 대기배출시설관리

위의 오염물질 발생 현황과 전망에서 살펴 보았듯이 국내의 오염물질 발생량은 경제 성장에 비례하여 계속 증가하여 왔다. 이는 경제 성장에 따른 필연적인 결과로써 비록 IMF 지원 체제하에서 향후 경제성장이 다소 둔화된다 하더라도 오염물질 배출량은 계속 증가할 전망이다. 특히 산업 부문에서의 비중이 전체 배출량의 약 50%를 차지하는 현실을 감안할 때 이에 대한 관리 대책의 마련이 요구된다. 그 이유는 이미 현재의 배출량만으로도 오염물질에 대한 자연의 정화 능력이 지역적으로 특히 공단지역을 중심으로 그 한계를 초과하고 있어 향후 배출량 증가를 감안한다면 기존의 관리 방법으로는 이러한 문제점을 해결할 수가 없을 것으로 판단되기 때문이다. 또한 일반 오염물질 이 외의 대기유해물질(VOCs, 특정대기유해물질, 악취등)은 그 중요성에도 불구하고 현재에도 관리 체계가 미흡하다는 평가가 많다.

현재 우리나라의 환경오염에 대한 법적 규제는 직접적으로 환경오염을 유발하거나 유발할 수 있는 행위에 대한 규제와 간접적으로 환경오염 피해를 유발할 우려가 있는 행위의 입지에 대한 토지이용 규제의 두 가지 종류가 있다. 토지이용 규제는 '국토이용관리법'을 중심으로 '도시계획법', '도시재개발법', '공업배치법', '지방공업개발법', '자연공원법', '도시공원법', '산림법', '택지개발촉진법', '산업기지개발촉진법' 등이 골간을 이루고 있는데, 환경 관련법에서도 토지이용 규제를 통해 환경 피해를 저감시키려는 규정들이 다수 있다.

1.1 일반 오염물질의 관리 제도

‘대기환경보전법’에서 규정하고 있는 산업 활동에 대한 직접 규제는 다음과 같고 이 중 가장 핵심적인 것은 국가가 정한 배출허용 기준을 준수하는 것이라고 할 수 있다.

- 대기오염물질을 배출하는 시설을 설치하는 자는 환경부 장관의 허가를 받거나 신고를 하여야 한다(10조).
- 사업자는 법에 정한 배출 허용기준 이하로 환경오염 물질이 배출되게 하기 위하여 방지시설을 설치하여야 한다. 방지시설의 설치 또는 변경은 방지시설업의 등록을 한 자가 설계, 시공하여야 한다. 사업장이 밀집된 지역에서는 환경부 장관의 승인을 얻어 공동 방지시설을 설치할 수 있다(11-13조).
- 사업자는 배출허용 기준에 적합하도록 배출시설 및 방지시설을 정상적으로 운영할 의무가 있다(15조).
- 사업자는 배출시설과 방지시설의 운영에 관한 사항 및 배출되는 오염물질을 측정하고 사실대로 기록하여 이를 보존하여야 한다(22조).
- 배출허용 기준을 초과하여 오염물질을 배출한 사업자에 대해서는 환경부 장관이 개선 명령, 조업정지 명령, 시설의 이전 명령, 배출시설에 대한 허가 취소 등 필요한 행정 제재를 가할 수 있다(16-20조).

이와 함께 농도 규제 방식의 한계를 극복하기 위하여 ‘대기환경보전법’은 배출부과금 제도와 총량규제 제도, 그리고 지방자치단체 주도의 대기질 개선 실천 계획의 수립 등 다양한 제도를 도입하고 있다.

- 환경부장관은 환경기준을 초과하였거나 초과할 우려가 있는 지

역을 대기환경규제지역으로 지정할 수 있고 이 때 시도지사는 환경기준을 달성, 유지할 수 있도록 실천계획을 수립하고 시행하여야 한다(8조의 3).

-대기오염상태가 환경기준을 초과하여 주민의 건강 등에 중대한 위해를 가져올 우려가 있거나 특별대책지역 중 사업장이 밀집해 있는 지역에는 오염물질을 총량으로 규제할 수 있다(9조).

-배출허용 기준을 초과하여 대기중에 오염물질을 배출하는 사업자는 법정 절차에 따라 별도 산정한 배출부과금을 부과한다(19조).

이 외에도 특정시설의 입지 제한이나 조업의 제한이 가능하도록 하고 있다.

-대기오염도가 대기환경 기준을 초과하여 주민들의 건강 등에 심각한 위해를 가져올 수 있다고 판단될 때 대기오염경보를 발령할 수 있고, 이 때 시도지사는 필요시 자동차의 운행제한, 사업장의 조업단축 등을 조치할 수 있다(7조의 2)

-환경부 장관은 주민의 건강 등에 중대한 위해를 가져올 수 있을 경우에는 특정대기유해물질을 배출하는 시설 또는 특별대책지역 안에서의 배출시설의 설치를 제한할 수 있다(10조).

이와 같이 다양한 제도가 도입되어 있으나 농도규제를 제외한 다른 제도는 아직 활발하게 시행되지 않고 있다. 총량규제는 많은 연구가 진행되었지만 아직 실시되지 않고 있으며 배출부과금 제도 역시 본래의 기능을 수행하고 있지 못하다는 평가가 일반적이다. 그리고 허가 대상인 특별대책지역내의 배출시설은 허가 기준이 마련되어 있지 않아 허가기관의 주관적 판단에 크게 의존하고 있다. 이러한 상태에서 일반오염물질을 배출하는 시설인 경우 특별대책지역안에서는 배출시설의 설치를 제한할수 있도록 한 규정(10조)은 향후 산업의 입

지 자체를 불가능하게 할 가능성이 있어 국가경제 혹은 지역경제에 미칠 파장이 매우 크리라 생각된다.

1.2 기타 대기오염물질 관리 제도

특정대기유해물질의 관리는 일반 오염물질의 관리보다 다소 엄격하다. 특정대기유해물질을 배출하는 시설은 시설의 설치를 위해 허가를 받도록 하고 있으며, 특별한 경우(주민의 건강 및 재산, 동식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있을 때)에는 환경부 장관이 배출시설의 설치를 제한할 수 있도록 하고 있는데(제10조), 이 때의 경우로는 배출시설 반경 1km 내에 상주 인구가 2만명 이상이면서 특정대기유해물질 연간 배출량이 단일 물질은 10톤, 2종 이상의 혼합물은 25톤 이상 배출하는 경우로 정하고 있다. 배출허용 기준 이하로 배출되더라도 도시지역 안에서 그 규모가 일정 규모 이상인 경우에는 배출시설을 설치할 수 있도록 하고 있다(11조). 또한 유해화학물질 관리법에는 유해화학물질을 제조, 판매 또는 취급하는 자는 유해화학물질로 인한 위해가 발생하지 않도록 적절한 조치를 취할 의무가 있다(유해화학물질법 제5조). ‘대기환경보전법’ 이 외의 다른 법에서도 특정대기유해물질 배출시설의 입지를 제한하고 있다. 예를 들어 ‘국토이용관리법’에는 준농림지역 및 준도시지역에 배출시설의 입지를 제한하고 있으며 ‘산업입지법’에서는 농공단지의 경우 기능 및 공정상 방지시설을 거치지 않고도 항상 배출허용 기준 이하로 배출된다고 인정되는 경우에만 입지를 허용하고 있다.

‘대기환경보전법’은 특정대기유해물질로서 25종의 물질을 지정하고 있다. 이 중 배출허용 기준이 설정되어 있는 항목은 12개 항목이며 VOCs 규제대상 물질(특별대책지역은 47개 물질, 그 외 지역은 32개 물질)중에는 6개물질이, 그리고 악취물질로서 규제되고 있는 물질은 2개물질(1개물질은 VOCs 규제와 중복)이다. 따라서 6개물질에 대해서는 관리기준이 전혀 없기 때문에 대책 마련이 필요하다.

특정대기유해물질의 배출량과 그 독성에 대한 과학적 자료가 충분하지 않은 상태에서 향후 산업의 발달과 지방 자치제의 활성화는 대기유해물질의 관리에 심각한 문제점을 유발할 수 있다. 이러한 상황은 두 가지의 극단적인 방향으로 진행될 수 있는데, 그 하나는 위해성의 정도와 실제 배출 정도를 알수 없으므로 관리에 소극적이 되는 경우와 그렇기 때문에 더욱 관리를 엄격히 해야 한다는 주장이 그것이다. 그러나 보다 심각한 문제는 현재보다 특정대기유해물질로 지정되는 물질이 늘어나고(미국의 경우 189개) 이의 배출원 역시 증가할 것으로 예상되는 시점에서 위의 여러 가지 법률에 근거할 때 특정대기유해물질을 배출하는 산업의 입지가 점점 어려워질 것이란 점이다. 그리고 현재로서도 허가 대상인 특정대기유해화학물질 배출시설은 허가기준이 마련되어 있지 않아 허가기관의 주관적 판단에 크게 의지하고 있는 형편이다.

VOCs 물질은 대기환경규제지역과 특별대책지역 안에서만 특정 시설에 한정하여 관리되고 있다. 즉, 증기압이 높아서 휘발이 잘 되는 탄화수소류 물질을 배출하는 석유정제시설 및 석유화학제품제조시설, 저유소, 세탁시설은 대기환경규제지역 안에 설치할 경우 법에서 정한 방지시설을 설치하도록 의무화 하고 있다(29조). 그러나 배출현황 조사 결과에서 보듯이 가장 주요한 배출원인 도장 산업은 관리대상이 아니다. 또한 현행 법체계는 오존 이 외의 오염물질로 인해 대기환경규제지역으로 지정되더라도 VOCs 규제를 받게 되어 있어 거의 미국의 MACT 기준과 유사한 엄격한 규제에 의해 사업체의 경제적 부담을 초래할 수 있다. 한편 대기환경규제지역으로 지정되지 않은 지역은 배출시설의 설치에 제약이 없어 지역적 환경문제를 유발할 가능성이 많다.

2. 수질배출시설관리

우리나라에서는 산업활동 과정에서 불가피하게 발생하는 산업폐수를 효과적으로 관리하기 위하여, 1990년 8월 수질환경보전법을 제정한 이후로 제도운영상에 나타난 미비점의 보완 및 환경변화 등에 능동적으로 대처하고자 2000년 1월 21일까지 8차에 걸쳐 개정을 추진하여 왔다.

수질환경보전법에서 정하고 있는 주요 산업폐수 관리수단은 ①사전 배출시설설치허가 및 신고제도, ②법적 규제기준의 설정, ③법적 규제기준의 이행여부 확인을 위한 지도·점검 및 처분, ④경제적 유인수단인 배출부과금제도, ⑤산업단지 등 오염원 밀집지역의 폐수를 효과적으로 처리하기 위한 폐수종말처리시설 설치·운영 등으로 구분할 수 있다.

산업폐수 관리의 주요 법적 규제기준에는 배출시설의 종류·규격 및 배출허용기준의 설정이 있으며 합리적인 기준을 설정하기 위하여 연구용역, 문헌조사, 관계전문가 의견수렴 등의 절차를 거치고 있다.

또한 향후 배출사업장에 대한 관리방향은 지도·점검 및 위법행위에 대한 처분같은 규제적인 이행수단보다는, 폐수의 최적처리 및 재이용 확대를 위한 배출부과금제도의 개선 등 경제적인 유인제도의 강화 및 신규 도입·폐수재이용 등과 같이 기업 스스로 능동적이고 자율적으로 오염물질 배출을 줄이도록 유도할 수 있는 방안마련에 중점을 두고 있으며, 지속적으로 폐수종말처리시설 등 환경기초시설을 확충하여 공공수역의 수질목표 달성을 위해 노력하고 있다.

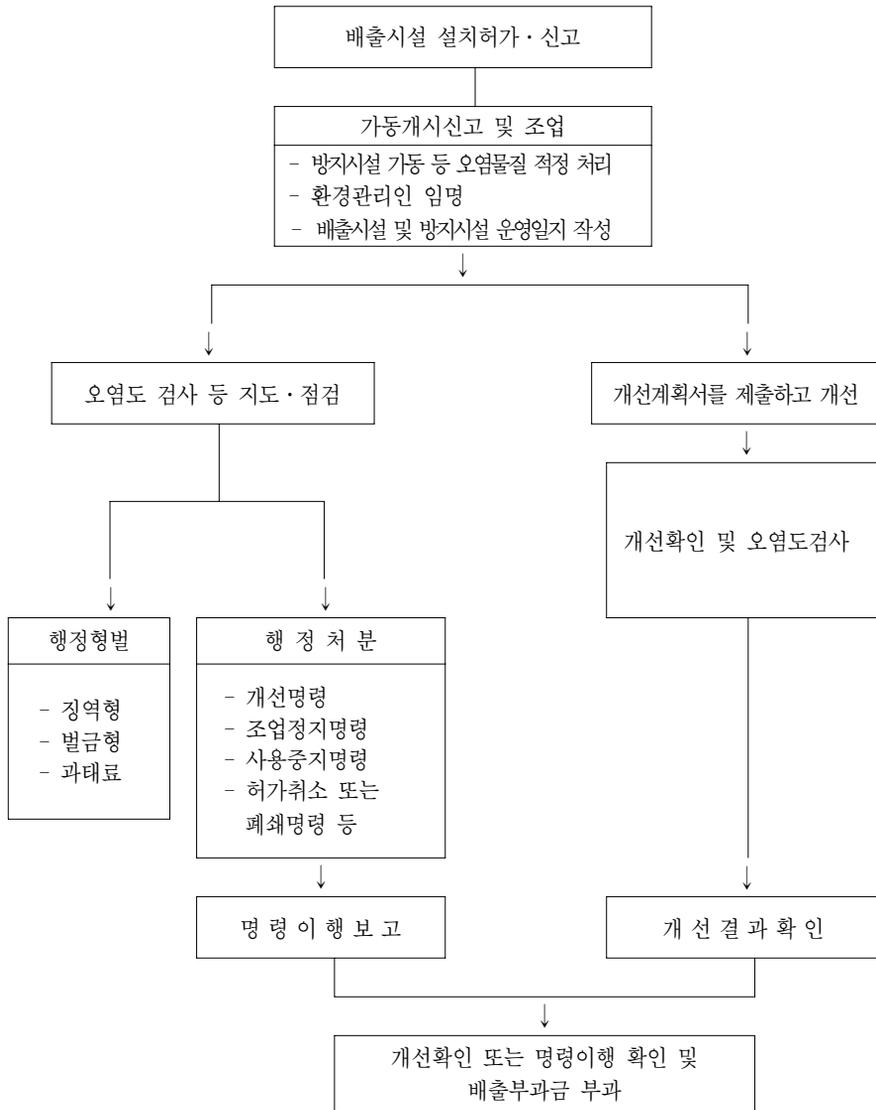
이중 BAT와 관련된 폐수관리대책은 배출허용기준 설정과 배출시설 허가이다.

2.1 배출허용기준⁷⁾

배출허용기준은 환경기준을 달성하기 위한 규제수단의 하나로 배출사업장의 배출수 농도를 규제하는 것인데 환경기준과 하천의 자정능력 등을 고려하여 설정하고 있다. 현재 수질환경보전법 제8조 및 동법 시행규칙 제8조에서 유기물질, 부유물질 및 폐놀류 등 29개 항목에 대하여 폐수배출허용기준을 설정하고 있으며, 수역별 수질등급 등을 고려하여 지역별로 3단계(청정, 가, 나지역)로 구분하여 적용하고 있다.

또한 유기물질 및 부유물질 항목에 지역별로, 사업장의 폐수배출량에 따라 차등 적용하고 있다. 즉 폐수를 일일 2,000m³ 이상 배출하는 폐수다량배출 사업장에 대해서는 하천에 미치는 영향을 고려하여 소규모 사업장보다 엄격한 배출허용기준을 적용하여 농도 규제방식에 양적 규제방식을 병용하도록 하였고, 특례지역에 해당되는 산업단지나 농공단지 폐수종말처리시설로 폐수를 유입하는 사업장에 대해서는 폐수종말처리시설 처리능력 등을 고려하여 적정하게 운영할 수 있는 범위 내에서 별도의 배출허용기준을 적용하고 있다. 아울러 1997년부터는 호소의 부영양화 방지를 위하여 팔당호, 대청호, 낙동강 및 낙동강하구연 유역에 입지하고 있는 사업장에 대해 총질소·총인 항목에 배출허용기준을 적용하고 있으며, 2003년부터는 전국으로 확대하여 적용할 계획이다. 1999년 1월 8일에는 폐수배출허용기준 적용지역 지정현황을 재검토했던 후 일부 불합리하게 지정된 지역을 합리적으로 조정하여 개정고시(환경부고시 제1999-2호, 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정)하였고, 1999년 11월에는 한강수계 잠실수중보 상류 전역과 임진강유역을 청정지역으로 강화하여 개정고시(환경부고시 제1999-187호)하고 이에 따라 강화된 지역기준을 적용받는 사업장의 경우에는 2003년부터 적용하도록 예고하는 등 배출허용기준의 합리적 설정 및 적용을 위한 제도개선 등을 추진하여 왔다.

7) 환경부, 환경백서 2000



<그림 IV-1> 산업폐수 배출규제 체계도

향후에도 산업여건의 변화, 폐수처리기술의 발전, 국민의 욕구 등 제반 여건을 반영하여 배출허용기준 적용항목수의 확대, 배출허용기준 적용지역의 조정 등 제도적 보완을 지속적으로 추진해 나갈 예정이다. 참고로 최근의 배출허용기준 적용지역 변경현황은 <표 IV-1>와 같다.

<표 IV-1> 배출허용기준 적용지역 변경현황

구 분		계	청정지역	가지역	나지역
1995	면적(km ²)	99,262	42,219	41,810	15,323
	구성비(%)	100	42.4	42.1	15.2
1998	면적(km ²)	99,262	43,393	41,043	14,826
	구성비(%)	100	43.7	41.3	15.0
1999	면적(km ²)	99,262	44,969	41,434	12,859
	구성비(%)	100	45.3	41.7	13.0

2.2 폐수배출시설 허가

산업폐수 관리의 주요분야 중의 하나가 폐수배출시설의 종류 및 규격설정이다. 용어에서 추론할 수 있듯이, 산업활동의 생산공정 및 폐수배출특성을 조사하여 폐수가 나오는 시설을 관리대상으로 지정하고 폐수배출시설을 설치하고자 하는 사업자는 사전에 설치허가(또는 신고)절차를 거친 후에 적정한 수질오염 방지시설을 설치하도록 하였다. 이는 공공수역의 수질을 보전하기 위한 사전관리 수단이다.

우리나라의 폐수배출시설에 대한 규제는 1963년 “공해방지법”이 제정되면서부터 이루어지기 시작했다. 그러나 당시에는 폐수배출시설

에 대한 허가개념은 도입되지 않았고, 1971년 6월 공해방지법이 개정되어 화학공업 등 9개 제조시설을 배출시설로 규정하면서부터 배출시설 인·허가제도가 처음으로 시행되었다.

폐수배출시설 허가제도는 이후 1978년 환경보전법 시기를 거쳐 1990년 수질환경보전법의 제정으로 구체적, 체계적으로 발전하기 시작하였다. 1995년에는 기업의 경쟁력을 강화하고 보다 효과적으로 배출사업장을 관리하기 위하여, 오염원의 입지 또는 배출되는 오염물질의 성상 등을 고려, 차등관리하기 위한 폐수배출시설 신고제를 도입하였다. 즉 동일 배출시설이라 하여도 특별대책지역 또는 특정수질유해물질을 배출하는 시설 등은 허가를 받도록 하고 그 외에는 신고를 하도록 규제의 합리화를 추진하였다.

1996년에는 기존의 시설단위 분류에서 한국표준산업 분류체계를 도입, 141개의 공정단위 분류체계로 변경하는 조치를 취함으로써 폐수배출시설 분류체계를 개선하였다. 2000년에는 폐수배출시설 분류체계를 조정통합하여 82개의 공정단위시설로 개선하였으며, 폐수를 재이용하는 사업장에 대하여 기본부과금을 감면하는 등 인센티브제도를 도입하였다. 아울러 향후에도 폐수배출시설 분류체계는 산업폐수 관리의 중요 지표임을 감안하여 지속적으로 현행 분류체계를 개선·보완하고, 폐수배출시설로 신규 지정할 필요성이 있는 시설에 대한 문헌조사·연구 등을 통하여 산업변화에 따라 능동적, 합리적으로 배출시설 분류체계를 재조정할 계획이다. 폐수배출시설 분류체계의 변천사를 요약하면 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 폐수배출시설 분류체계 변천

구 분	주 요 특 징 및 변 천 과 정
1963 공해방지법 제정	- 전문 21개조의 위생법적 성격 - 공해방지구역 내 소재 공장에 대한 공해안전기준 준수 - '71년 1월 동법 개정으로 배출시설 개념 도입
1977 환경보전법 제정	- 화학제품 등 26개 제조시설을 배출시설로 지정 ○ 세부기능별 시설분류 및 용적 등 기준설정 - '84 ~ '94에 걸쳐 환경기술감리단 운영
1990 수질환경보 전법 제정	- '95년 수질환경보전법 개정 : 폐수배출시설 신고제 도입 - '96년 수질환경보전법시행규칙 개정 : 단위시설별 허가에서 일련의 공정단위별 허가로 개선 ○ 표준산업분류기준 141개 배출시설로 세분화
2000 수질환경보 전법 개정	- 폐수배출시설 분류체계 통합·조정 ○ 141개 시설 → 82개 시설로 유사시설 통합분류

2.3. 수질관리의 문제점

환경부령으로 정해진 배출허용기준은 배출시설이 위치한 지역과 규모에 따라 달리 정해지나, 업종별 특성을 고려되지 않고 동일한 배출허용기준농도를 적용받는다. 또한 배출시설의 허가조항에 허가기간이 정해져 있지 않아, 여건변화에 따른 시설의 개선이나 기준강화가 어려운 실정이다.

정부는 기존의 수질환경보전법과는 별개로 수계별 특별법의 제정을 통해 수질오염총량관리제 등을 도입하여 별도의 배출수 규제를 할 수 있는 근거를 마련하려고 하고 있다. 한강의 경우 오염총량관리

제 시행에 따라 필요한 경우 배출시설에 대해 강화된 기준을 적용할 수 있어야 하나, 근거가 미약하다. 현재 국회에 계류중인 낙동강과 금강·영산강 관련법의 경우 배출시설별로 단위시간당 배출량을 정할 수 있도록 하는 조항이 있어서 배출시설에 대한 강화된 기준을 적용할 수 있다. 한편 교통재해영향평가법에서는 영향평가대상사업에 대하여 기존의 방류수 또는 배출수기준보다 강화된 별도의 협의기준을 설정할 수 있도록 되어 있다.

그러나 국내에는 아직까지 업종별 또는 배출원특성별로 상이할 수 밖에 없는 배출수의 특성과 이에 따른 기술적 고려에 대한 규정이 없다. 따라서 오염배출원에 대한 기준강화가 과도한 경제적 부담 또는 기술적인 문제점 때문에, 시행하여도 효과를 거두지 못할 가능성이 매우 크다. 또한 신규오염원이 진입할 경우 기존보다 강화된 기준을 적용하여야 하는데, 이에 대한 지침이나 규정이 없는 실정이다.

따라서 개별배출시설의 공정과 강화된 기준에 의한 경제성 등을 고려하여 배출수 기준을 강화하기 위해서는 배출원의 특성별, 오염물질 종류별 적용가능한 기술을 설정하는 것이 필요하다. 즉, 배출원 종류별 또는 산업별로 기존의 오염원과 새로운 오염원에 대한 배출기준을 별도로 정하여 배출수를 규제하는 방안이 도입되어야 한다. 이를 위해서 적용가능한 기술의 한계를 정하는 BAT 개념을 도입하여야 한다.

V. 국내도입을 위한 과제⁸⁾

국가가 법으로 정하여 관리하고 있는 배출시설은 주로 산업시설로써 이들 오염원에 대한 효과적이고 체계적인 관리는 매우 중요하다. 이들 시설에 대한 관리의 기본은 배출허용기준을 정하고 그 기준의 준수여부를 감시하는 것이다. 현재의 국내법도 이러한 관리체계를 갖추고 있으나, 환경오염을 예방할 수 있는 적극적인 체계는 아니라고 판단된다. OECD 국가의 예를 살펴보았지만, BAT 제도를 배출시설 관리의 최소허가 요건으로 삼고 있음을 볼 때 국내의 관리체계는 개선의 여지가 있다.

기본적으로 일정수준의 경제성장을 유지해야만 하는 국내 여건은 향후 계속적으로 환경에 부하를 줄 것이기 때문에 이에 대응하는 정책이 요구된다. 또한, 일반오염물질에서 특정오염물질의 관리가 보다 중요해지고 국민의 환경보전 욕구 또한 증대될 것이므로 이러한 물질의 관리 또한 중요해질 것이다. 특히, 특정물질은 그 위해성의 크기 때문에 매우 엄격한 관리가 요구될 것이다. 한편으로는 2001년 스톡홀름 협약에서 보았듯이, 이제 국제사회는 자국의 환경보전을 위해 타국의 배출시설에 대해 BAT를 요구하기 시작하였다. 그 이전에도 국제사회는 그들이 공유하고 있는 환경(해양, 대기, 강 등)보전을 위해 BAT를 요구한 사례가 있었지만, 이전에는 환경보전 의식이 높은 서구사회에 한정되었던 것이다. 이러한 추세는 향후에도 계속될 것으로 보인다. 현재 한·중·일 사이에 진행되고 있는 월경성 대기 오염 개선을 위한 노력도 협의가 진행되면서 궁극적으로는 BAT의 사용을 국가의 의무조항으로 채택될 가능성이 크다. 왜냐하면 이 방법이 가장 현실적이고 공평하기 때문이다.

8) BAT제도의 필요성, 국내에 적합한 BAT의 개념, 선정절차 등은 공성용(1998)의 보고서에 언급되어 있으므로 여기서는 제외한다.

최근 수질분야에서의 오염총량관리제 시행에 따라 배출허용량을 기존의 농도기준보다 강화된 수준으로 할당하게 될 경우, 기술적·경제적 한계를 고려하지 않으면 시행시 큰 어려움에 봉착할 수 있다. 또한 최근 여천공단의 예를 보면, 새로운 기업이 기존의 공업단지에 진입할 경우, 기존의 배출수 농도기준만 맞추는 수준의 오염방지시설을 갖추고 들어오는 것을 막을 수 있는 방법이 없다. 이를 위해서는 처리공정 도입시기와 현재의 기술수준을 고려하여 지역여건에 맞도록 최선의 기술도입을 강제할 수 있는 제도정비가 시급히 필요하다.

따라서 우리도 이러한 국내외적 변화에 대응하여 BAT 제도에 대해서 연구하고 준비하여야 한다. BAT 제도가 체계적으로 시행되기 위해서는 인프라의 구축이 필요하다. 배출원의 조사와 저감기술에 대한 분석과 평가, 비용평가 방법의 개발, 기술정보의 획득과 보급체계 구축 등 많은 비용과 시간이 필요한 업무가 산재해 있다. 따라서 처음부터 확실한 비전과 장기적 목표를 가지고 접근할 필요가 있다.

1. 종합계획의 수립

(1) BAT 제도를 본격 시행하기 위해서는 배출원 자료와 저감기술에 대한 광대한 정보가 필요하다. 따라서 이러한 작업은 시간과 비용이 많이 들기 때문에 관리의 시급성, 시행의 용이성과 효과 등을 고려하여 장기적 추진계획이 먼저 수립되어야 시행착오를 줄일 수 있다. 추진계획이 수립되면, 담당공무원의 이동으로 인한 업무 공백을 최소화하기 위하여 외부 전문가를 주체로 하여 추진하는 것이 요구된다.

(2) 종합계획에는 다음의 사항이 포함되어야 한다
- 관리대상 시설의 우선 순위 선정과 추진 일정

- 관리대상 물질의 우선 순위 선정과 추진 일정
- 지역의 환경질, 물질별 위해성, 신규 및 기존시설에 따라 BAT 수준의 차별 여부 및 정도(BAT의 정의 포함)
- 관련제도 즉, 배출시설 분류와 허가제도에 대한 검토
- 관련 법률의 검토 및 개정
- BAT 기술에 대한 조사 방법과 추진 일정
- 비용 분석방법의 개발
- 예산확보계획
- 추진주체의 선정
- BAT 제도의 도입으로 인한 효과분석

2. BAT 정보 및 비용자료의 획득

우리나라에도 폐수배출시설조사표 조사 등을 통해 기초적인 자료를 수집하고 있으나, 자료의 정확도에 대해 의문이 많은 실정이다. 일본의 경우 매년 수질오탁물질배출량종합조사를 통해 5만여개의 환경기초시설을 포함한 오염물질배출시설의 처리실태를 조사하여 향후 업종별 농도규제 강화에 사용하고 있다. 또한 미국의 경우 배출수처리 지침을 개정하면서 설문조사와 전문가방문조사를 통하여, 처리실태 뿐 아니라 upstream 공정의 조사를 포함한 비용조사를 병행하고 있다.

대상공정 및 대상물질의 우선순위에 따라 해당 기술사항을 수집, 분석하여야 한다. 기술자체의 성능뿐만 아니라 비용문제, 다른 공정에서의 이용가능성이 함께 조사되어야 하며 외국기술에 대한 조사도 필요하다. 또한 이러한 기술을 분석하고 정리하여 DB로 작성하는 것도 중요한 업무이며, 체계적인 기술수집 조직을 갖추는 것도 필요하다.

3. 비용분석 방법론의 개발

BAT 선정시 비용측면을 고려하는 것이 바람직하다. 미국을 위시하여 대부분의 국가는 기술의 비용을 고려하고 있고, 또한 유해성 정도에 따라 적용 기술의 수준을 차별화하는 것이 합리적이기 때문에 우리도 비용문제를 기준 설정에 반영할 필요가 있다. 그러나 비용산정시 포함되어야 할 항목(예: 감가상각기간, 할인을 등)을 범으로 정하고 단위물질처리에 필요한 한계비용의 결정 등 객관적인 기준도 결정하여야 한다.

4. 관련제도의 정비

우리나라는 배출시설의 설치 및 운영시 대부분 신고제를 유지하고 있고, 허가대상 시설도 실질적인 환경성 검토가 이루어지지 않고 있다. BAT 제도의 도입목적이 환경오염을 예방하는데 있기 때문에, 그리고 환경사고나 환경오염은 일단 문제가 되면 불특정 다수가 피해를 입고 비용도 부담하게 되므로, 배출시설에 대해서는 원칙적으로 허가제를 유지할 필요가 있다. 물론 현재의 신고제를 유지하면서 배출허용기준을 BAT에 근거하여 설정하는 방법도 가능하지만, BAT 제도가 최신의 기술을 사용하는 제도이고 따라서 그 기준(허용기준 혹은 시설기준)도 기술의 발전에 따라 계속 바뀌어야 하기 때문에, 기준의 만족여부를 사전에 검토하는 것이 합리적이라고 생각된다. 시설가동 후 기준준수 여부를 철저히 감시함으로써 환경오염이나 환경피해를 최소화할 수 있겠지만, 현실적으로 관리대상 시설 모두에 대해서 모니터링하는 것은 어려운 일이고 특정유해물질의 관리는 더욱 어렵다. 허가대상 시설이 확대되면 기업의 반발이 예상되지만, BAT 제도의 적용에 있어서 기존시설을 제외하고 신규시설에 대해서 우선 적용한다든지 혹은 특별히 관리가 필요한 시설에 대해서 적용한다든지

지 한다면 제도의 도입이 가능하리라고 생각된다. 따라서 오염물질의 종류나 지역의 환경질, 배출시설의 규모 등을 감안하여 점진적으로 허가제로 전환하는 것을 검토하여야 한다고 생각된다.

이와 함께 현재 매체별 허가제를 통합하여 시설별 허가제를 도입하여, 사업자의 편의를 도모하고 검토에 필요한 행정비용도 최소화하여야 한다. 이러한 통합 허가제는 오염물질의 단순한 매체별 전이를 방지할 수 있는 효과도 있다.

또한, 현재의 배출시설 종류를 보다 세분화하여 특정 공정에 적합한 특정 BAT가 적용될 수 있도록 제도를 정비하여야 할 것이다. 기술이란 원리가 같더라도 특정조건에서 최고의 효율을 나타내도록 설계되어지므로 가능한 한 적용대상 배출시설을 세분화하고 각각의 관리기준을 제시하여야 BAT 제도의 의미가 있다. 예를 들어 집진기의 경우, 폐가스의 온도에 따라 적용할 수 있는 집진기술이 다른데 이의 구분없이 일괄적으로 허용기준을 제시하는 것은 불합리하며, 수처리의 경우에 있어서도 폐수의 조건(조성, 온도 등)에 따라 최고의 처리 효율(경제성을 감안하여)을 나타낼 수 있는 수처리 기술이 다르기 때문이다.

5. 제도의 도입을 위한 제언

BAT 제도는 그 필요성에도 불구하고 도입이 어려운 주된 이유가 막대한 업무와 기업의 거부감 때문이라고 보여진다. 배출시설을 공정별로 조사하고, 적합한 기술자료를 획득하여 적절한 BAT를 결정하는 일은 앞에서 언급한 바대로 매우 큰 업무이기 때문에 시작하기가 쉽지 않다. 또한, 기업의 입장에서는 매우 민감한 문제이기 때문에 이를 조정하는 일도 용이하지 않다. 따라서 전면적인 도입보다는 단계적인 접근이 필요하다.

먼저, 신규시설중 대규모 배출시설에 대하여 우선 적용하도록 한

다. 기존시설은 이미 현재의 법률에 규정된 법절차를 거쳤고 기준 강화에 따른 시설변경도 용이하지 않기 때문에, 기존시설은 현재의 허용기준치를 적용하고 신규 시설에 대해서만 BAT에 근거한 기준을 적용하는 것이 합리적이다. 이렇게 하면 기존 사업장의 기득권을 인정하는 것이므로 사업장의 동의를 구하기가 쉬울 것으로 생각된다. 그러나 시설의 내구연수가 끝나는 시점에서부터는 BAT를 적용하도록 한다.

둘째, 기존시설이라고 하더라도 관리의 필요성이 큰 상황이 있을 경우, 예를 들어 지역의 환경이 심각하게 오염되어 있다든가 혹은 특정 유해물질에 대해서는 BAT 기준을 적용하도록 할 필요가 있다. 이 경우에는 사회적 동의를 구하기가 용이할 것이다.

셋째, BAT 결정시 그 절차가 투명하고 공개되어야 한다. 배출허용 기준의 수준은 기업의 투자규모와 직접적인 관련이 있으므로, 기업이 참여하여 의견을 개진하고 기술/비용 판단을 함께 도출하는 것이 필요하다. 이렇게 합의도출과정을 거치면 BAT 제도도입에 따른 막연한 거부감을 해소할 수 있고, 실제로 합리적 기준 설정을 기대할 수 있기 때문이다.

< 참고 문헌 >

- 김강석 외, 『폐수배출시설 분류 및 배출허용기준 적용 체계에 관한 연구』, KEI, 2000
- 김희강 외, 『선진국의 배출시설관리에 관한 조사연구』, 한국 환경과학연구협의회, 1993
- 공성용, 『대기배출시설에서의 사전오염저감을 위한 관리방안-최적방지시설을 중심으로』, KEI, 1998
- 공성용 외, 『산업환경규제의 새로운 동향과 전망』, POSCO, 2001
- 동종인 외, 『대기배출허용기준 설정 및 조정에 관한 연구』, 환경부, 1997
- 서울대 환경대학원, 『스톡홀름협약의 채택과 우리나라의 대응방안』, 회의자료, 2001
- 우석훈, 『제 22차 산업환경문제연구회 회의자료: VOCs 문제에 대한 현실적 해법』, 대한서울상공회의소, 1998
- 윤성규, 독일의 연방 배출방지법에 관한 개인자료
- 한화진 외, 『2000년대 대기보전시책 수립에 관한 연구』, 환경부, 2000
- 환경부, 『환경백서』, 2000
- The Environment Agency(UK), 『Environmental Protection Act 1990:Technical Guidance Note, Best Practicable Environmental Option Assessments for Integrated Pollution Control Guidance for Operators of IPC Processes』, 1990
- European IPPC Bureau, 『Integrated Pollution, Prevention and Control: Draft Reference Document on best available techniques in the Iron and Steel industry』, 1998

- Michael von Hauff, *The Economic Importance of Environmental Technology-The Relevance of German Experience for Newly Industrialised Countries in Asia*, 세미나자료, 1998
- Nanda,V.P., 『International Environmental Law & Policy』, Transnational Publisher, Inc., NY, 1994
- OECD, 『Environmental Requirements for Industrial Permitting』, vol. 1, *Approaches and Instruments*, 1999
- OECD, 『Environmental Requirements for Industrial Permitting』, vol. 2, *Workshop on the Use of BAT and EQOs*, in Paris, 1999
- OECD, 『Environmental Requirements for Industrial Permitting』, vol. 3, *Regulatory Approaches in OECD Countries*, 1999
- Randy Hill et al., 『Outline of Clean Water Act』, 1996
- Santa Barbara County(USA), 『Best Available Control Technology : APCD BACT Policy and Procedure』
- SCAQMA, 『Best Available Control Technology Guidelines』, 1988
- SCAQMD, 『BACT Methodology Report』, 1995
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, *final draft*, 2001
- USEPA, 『NPDES Permit Writers Manual』, 1996
- USEPA, 『Multimedia Pollution Prevention Permitting Project』, 1997
- USEPA, 『40 CFT Part 420 Effluent Limitations Guidelines, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards for the Iron and Steel Manufacturing Point Source Category; Proposed Rule』, December 27, 2000