

## 처리기술 수준에 근거한 배출허용기준 설정을 위한 BAT 도입 연구

김 영 노\* · 임 병 진 · 권 오 상

(국립환경과학원)

Assessment of the Best Available Technology to Establish the Industrial Wastewater Effluent Limitations Guidelines. \*Kim, Youngnoh, Byungjin Lim and Osang Kwon (Emission Sources Research Division, National Institute of Environmental Research)

**BAT (Best Available Technology economically achievable) assessment is indispensable to effective management policy of industrial wastewater discharging facilities such as setting effluent limitations guidelines for individual industry based on the wastewater characteristics and treatment efficiency, making effluent limitations guidelines for new sources, and calculation of the reducible amount of emission load conforming to a total emission general plan and enforcement plan. This study reviewed foreign cases of BAT assessment and condition of domestic wastewater discharging facilities, and suggested BAT assessment guideline suitable for the domestic conditions. The major assessment factors and flow are; ① Identification of pollution source characteristics, ② Identification and survey on technology, ③ Selection of candidate technology, ④ Assessment of legislation adaptation, ⑤ Assessment of environmental factor, ⑥ Assessment of economical acceptability, ⑦ Total weighting value factor assessment on technological factor, and ⑧ Total assessment and final BAT selection. The result of this study can be utilized as a major policy data and a base of industrial wastewater management system.**

**Key words : BAT (Best Available Technology Economically Achievable), industrial wastewater, effluent limitations**

### 서 론

우리나라의 배출허용기준은 배출시설별 폐수특성이 고려되어 있지 않고 폐수배출량과 배출지역구분으로 차등화 하여 적용하고 있다. 이러한 폐수배출시설 분류체계와 일관된 농도규제 위주의 규제기준 적용방법으로는 폐수 처리비용에 있어서 산업체간에 논란의 소지가 있으며, 신기술개발과 도입을 지연시키는 간접적인 원인이 되고 있다. 또한 신규물질에 대한 규제기준을 설정함에 있어 환

경정책의 효율성이 제고되지 않는 등 수질개선에 한계가 있으며 국제적 변화 추세의 적절한 대응에 애로가 있다. 특히 오염총량관리제 추진과 관련하여 오염총량관리기본 계획 및 시행계획에 따른 오염부하삭감가능량 산정 시 폐수배출시설별 폐수성상 및 처리효율제고를 고려한 BAT (Best Available Technology Economically Achievable) 평가는 필수조건으로 고려되어야 한다. 2004년 5월 19일 스톡홀름협약이 발효됨에 따라 다이옥신 등 잔류성유기오염물질 (POPs)을 배출하는 시설에 대하여 단계적으로 BAT를 적용할 것을 의무화하고 있다. 하지만,

\* Corresponding author: Tel: 032) 560-7572, Fax: 032) 561-7087, E-mail: ynkim@me.go.kr

BAT 평가방법이 국내에서는 생소한 분야이며 세계적으로도 BAT를 결정하는 절차가 정립되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 외국사례와 국내 폐수배출시설들의 현황 등을 조사하여 국내여건에 적합한 BAT 평가 및 도입 방안을 제안하고자 한다.

## 1. BAT 평가제도의 개념 및 도입 필요성

### 1) BAT 평가제도의 개념 및 국외 적용사례

BAT 평가제도는 오염물질 배출시설허가와 관련하여 배출시설의 배출허용기준이나 시설기준 등의 관리기준을 설정할 때 사용하는 기술평가방법으로, 평가기준은 기술적 요소, 경제적 요소, 그리고 사회적 요소를 함께 고려하여 정해진다. 따라서 BAT의 정의도 배출허용기준과 마찬가지로 국가마다 약간의 차이를 나타내고 있다. 환경오염은 예방이 중요하기 때문에 미국과 선진유럽국가에서는 배출시설관리의 주요 목표 중의 하나로 가능한 한 최고수준의 기술인 BAT를 사용하고 있다. 또한 각국에서는 이러한 BAT 평가제도를 오염물질 삭감제도에 활용하고 있다.

미국 EPA에서는 오염물질을 배출하는 모든 점오염원에 대해 연방수질오염규제법에 의한 국가 오염물질 배출규제제도 (National Pollutant Discharge Elimination System, NPDES; Hill *et al.*, 1996)에 따라 오염물질 배출허가를 받도록 하고 있다. 배출허가는 폐수 처리능력을 기준으로 한 처리기술근거배출허용기준 (Technology Based Effluent Limits)을 적용하고 있으며 처리기술근거배출허용기준이 수질환경기준(목표수질) 달성을 위해 충분하지 않을 경우에는 수질근거배출허용기준 (Water Quality-based Effluent Limits)을 적용하고 있다. 처리기술근거배출허용기준 설정 시 특히 비일반오염물질(특정유해화학물질)에 대해서는 BAT를 적용하고 있으며 일반오염물질에 대해서는 이보다 완화된 처리기술근거기준인 BPT (Best Practicable Control Technology Currently Available), BCT (Best Control Technology for Conventional pollutants) 등을 적용하고 있다. 또한 오염원을 기존/신규, 전처리/최종처리, 일반오염물질/유해오염물질로 나누어 관리하고 각각의 조건에 적합한 처리기술근거배출허용기준을 제시하고 있다. 현재까지 미국 EPA는 54개 배출시설에 대해 지침과 처리기술근거배출허용기준을 설정하였으며, 미국 청정수법 (Clean Water Act (CWA), 304 (m))에서 2년마다 새로운 지침서의 작성계획과 기존 지침의 연간 검토 및 개정 일정계획을 작성하도록 하고 있다.

이 밖에 독일을 비롯한 유럽연합에서도 폐수배출허가제도에 BAT 개념을 도입하여 처리기술수준에 근거한 배출규제를 통한 목표수질 달성에 노력하고 있다 (E.C., 2001).

### 2) 국내 폐수배출규제 제도의 문제점 및 BAT 평가제도 도입 필요성

우리나라의 폐수 배출허용기준은 지역별로 동일한 농도를 오염물질 항목별로 규정하고 이를 준수하도록 하고 있다. 현행 배출허용기준은 지역별로 기준농도가 정해져 있고, 업소별로 기준을 설정하지 않기 때문에 기준설정이 용이하다는 장점이 있다. 그러나 오염원 밀집지역 또는 폐수 다량배출업소가 있는 경우 농도기준을 준수하더라도 오염물질 배출총량이 많아져 수질환경기준 준수가 어렵게 될 수 있다. 또한, 일순간의 채수에 의한 농도검사만으로 기준 준수여부를 판단하게 되어 기준치가 초과된 경우에도 물질수지면으로는 평균적으로 기준치 이하가 될 수도 있는 문제점을 갖고 있다. 또한, 폐수량에 관계없이 동일 농도기준이 적용되어 폐수가 적을수록 오염물질을 적게 내보내게 됨에 따라 상대적으로 소규모 폐수 배출업자에게는 불리한 제도로 판단된다. 즉, 배출시설의 업종, 폐수 중 오염물질의 종류와 양, 폐수처리기술 및 그 수준이 다른데 한 물질 항목에 대한 배출허용기준이 동일한 것은 비합리적이라고 판단된다. 이와 같이 우리나라의 배출허용기준 체계는 목표수질 달성을 위해 오염물질 배출허용기준에 따라 지역별로 4단계 (청정 (수질 I 등급), 가 (수질 II 등급), 나 (수질 III, IV, V 등급), 특례지역)로 구분하여, 수질에 근거한 기준을 준수하고 있으나 처리기술 수준의 배출허용기준은 고려되지 않는 실정에 있다. 또한 이러한 기준도 지역별로 목표수질을 달성하기 위한 정량적이고 구체적 수질 근거 기준이라기보다는 개략적으로 정해진 기준으로 판단된다. 따라서 배출허용기준과 같은 수질규제기준은 미국 등 선진 유럽국가와 같이 하·폐수처리기술과 수체의 수질보호라는 양대 관점에서 설정되어야 합리적일 것으로 판단된다. 먼저, 처리기술수준에 의한 배출허용기준을 설정하고, 이를 근거로 오염물질 항목별로 수계특성에 따라 배출허용량을 정해주는 총량적 개념의 차등 배출허용기준을 적용해야 하며, 최종적으로는 배출시설이 속해 있는 수역에서 오염물질로 인한 생태 안전성이 위협받지 않을 정도의 수준으로 배출허용량을 조절하여 할당해야 한다. 이를 위해서는 현재 추진 중인 수질오염총량관리제와 관련하여 중앙정부와 지자체의 역할분담이 효과적으로 이루어져야 할 것이다.

오염물질 배출저감을 위해서는 기존 배출시설보다 신

규 배출시설에 대해 더 엄격한 배출허용기준을 적용시키는 것이 효과적이다. 기존의 배출시설에 대해서 기준을 강화하거나 최신의 처리공정을 설치하도록 요구하는 것은 부대시설 확장을 위한 인근의 부지매입, 관계법령의 개정 등 현실적으로 어렵거나 복잡하다. 반면, 신규 배출시설의 경우 생산공정에서도 가장 효율적인 시설을 설치할 수 있으며, 오염물질 처리기술도 최신 기술을 적용할 수 있어 기존 배출시설보다 엄격한 배출허용기준의 적용이 가능하다. 우리나라의 경우 신규 배출시설에 대해 기준강화 보다 상위개념에 있는 입지제한은 시행하고 있으면서, 신규 배출시설과 기존 배출시설에 대해 동일한 배출허용기준을 적용하는 것은 관련규정 수행의 객관성 결여, 규제항목 추가 및 BAT 평가제도와 같은 새로운 배출규제제도의 도입에 어려움이 있을 수 있다고 판단된다.

현재 우리나라의 배출허용기준 항목은 28종으로 미국의 126종, 일본의 40종에 비해 매우 적다. 환경보전법(1977~1982)에서 22개 항목으로 설정된 후 1990년까지 7년 동안 1개 항목이 추가되어 23개 항목으로 유지되었으며, 이후 수질환경보전법(1990~현재)상에 5개 항목만이 추가되어왔다. 이 중에 독성 유해화학물질 항목은 1993년까지 페놀류와 PCBs 정도였으며 1993년 이후 TCE, PCE 2개 항목을 추가 적용하여 현재에 이르고 있어 우리나라는 항목추가가 용이하지 않음을 알 수 있다. 그러나 최근의 신종산업의 발달 등으로 인해 산업폐수에는 상당수의 독성 유해화학물질이 포함되어 있어 배출허용기준의 규제항목 추가는 필연적이라 할 수 있다. 모든 배출업소를 대상으로 규제항목을 추가할 경우 기존 배출업소의 영세성을 감안할 때 현실적으로 곤란하다. 따라서 신규오염원을 대상으로 업종특성에 따라 규제항목을 추가 설정하고, 배출허용기준도 BAT 제도를 도입하여 차등 적용하는 방안이 강구되면 전제적인 수질오염물질 배출량 저감을 위해 매우 효과적일 것이다.

## 재료 및 방법

BAT 평가제도 마련을 위하여 미국 EPA, 미국 에너지부, EU의 배출시설 BAT 평가방법을 참고하였다. 국내 여건에 적합한 BAT 평가방안 도출을 위하여 각 국가 및 기관별 BAT 평가방법의 특성을 조사하였으며, 국내 배출시설분류상의 82개 배출시설 중 18개 배출시설(업체 수 약 300개)에 대한 설문조사와 현장조사를 실시하여 BAT 평가제도 도입여건을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

BAT를 결정하는 정립된 절차가 세계적으로도 없기 때문에, 처음 BAT 제도를 도입하고자 하는 우리나라의 입장에서는 부분적인 시행착오가 불가피하다. 유럽연합 IPPC(Integrated Pollution Prevention and Control)의 경우와 같이 다매체간의 국지적인 환경영향뿐만 아니라 지구온난화 같은 지구적 차원의 영향 요소도 BAT 결정에 포함할 수도 있고, 미국 EPA의 경우와 같이 처리기술에 대한 기술수준과 비용만을 고려하는 경우도 있다. 따라서 우리나라에 적용하기 위해서는 국내 실정에 맞는 BAT 정의와 평가방법이 필요하다. 이를 위하여 외국의 평가방법을 살펴보고 국내여건을 고려한 BAT 평가방안을 제시하였다.

### 1. 외국의 BAT 평가방법

#### 1) 미국 EPA

EPA는 해당업종의 처리기술에 근거한(BPT, BCT, BAT 등) 기준 개발을 위하여 업종을 배출특성에 따라 세분류한 후 각 세분류배출시설별 폐수특성, 폐수처리기술, 처리기술의 경제적인 영향에 대한 정보를 조사한다. 이들 자료를 근거로 각 평가대상기술을 적용할 경우의 환경영향과 경제적 파급효과를 분석하여 환경영향과 경제적 파급효과가 수용 가능한 범위 내에서 최고의 처리효율을 갖는 기술을 BAT로 선정한다(U.S. EPA, 1997a; U.S. EPA, 1998a; U.S. EPA, 2000a, c; U.S. EPA, 2002a; U.S. EPA, 2003a, c; U.S. EPA, 2004a). 미국 CWA 304(b)와 306에서는 BPT, BCT, BAT 등의 기술수준 근거의 배출허용기준 제정 시 에너지사용량을 포함하여 비수질환경영향인자(non-water quality)에 대한 평가를 수행하여 환경에 대한 편익을 반드시 고려토록 하고 있다(U.S. EPA, 2000b; U.S. EPA, 2003b, e). 비용평가는 매우 상세하게 검토하고 있으며 Cost Annualization Model과 Site Closure Model 분석을 통하여 기술도입으로 인해 야기되는 해당산업의 경쟁력 약화와 국가경제에 미치는 영향 등을 조사하여 수용 불가능한 기술은 배제하고 있다(U.S. EPA, 1997b; U.S. EPA, 1998b; U.S. EPA, 2000d; U.S. EPA, 2002b; U.S. EPA, 2003b, d; U.S. EPA, 2004b).

EPA의 BAT 평가방법은 환경영향 및 경제성에 대한 적합성을 직접적으로 반영할 수 있는 장점이 있다. 하지만 평가를 위해서 방대한 조사가 필요하며 각 인자별 평가를 전문가의 판단에 의존해야만 하는 단점이 있다.

**2) 미국 Department of Energy (DOE)**

미국 DOE의 BAT 평가절차는 후보기술을 선정하는 단계까지는 EPA의 절차와 유사하나 환경인자, 운전인자, 에너지인자, 경제성인자에 대한 매트릭스를 구성한 후 각 인자별 가중치 (Weighting Factor)를 결정하고 평점 (Value Factor)하는 총가중치인자 (TWVFs)평가를 수행하여 가장 높은 점수를 얻은 후보기술을 경제성검토 후 BAT로 선정하고 있다 (U.S. DOE, 1997).

본 평가방법은 정해진 양식을 이용하여 모든 평가항목에 대한 객관적 판단이 가능하다는 장점이 있으나 평가항목별 수용가능성 여부를 반영할 수 없는 한계가 있다.

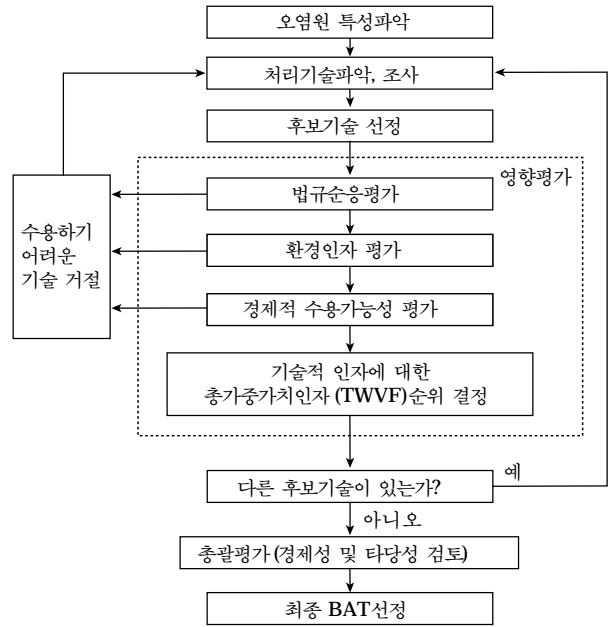
**3) 유럽연합 (EU)**

유럽연합의 BAT평가는 IPPC 지침서에 근거하여 이루어지고 있으며 미국의 BAT 평가방법이 처리기술에 국한되어 있는데 반해 EU의 BAT 평가방법은 원료사용, 청정기술 등 생산공정 상의 기술까지 포함하고 있다. 고려되는 모든 기술에 대하여 필요한 BAT 수준에 따라 단계적 평가를 거치는 cross-media적인 평가방법을 이용하고 있다. 후보기술 중 배출규제를 만족하고 BAT로 분류할 수 있다고 판단되면 바로 BAT로 선정한다. 배출규제를 만족하나 더 세부적인 평가가 필요하다고 판단되는 기술은 LCA (Life Cycle Assessment)와 환경영향평가 단계를 거치며 BAT로 선정된다. 여러 국가가 인접해있어 이웃국가간에 직접적으로 환경영향을 받기 쉬운 유럽의 지리적 특성 상 환경영향평가는 지구온난화, 오존의 고갈, 부영양화와 같은 지역을 초월하는 영향인자를 포함하여 자원의 소비, 인체 또는 생태 독성 등에 대해서 평가하고 있다. 평가방법은 DOE의 경우와 마찬가지로 모든 인자를 매트릭스화하여 TWVFs 평가를 전개한다. 이러한 단계별 평가가 끝난 후보기술들은 마지막단계로 전문가에 의하여 BAT가 결정·보완되어 진다 (EC, 2002; IPPC, 1998; IPPC, 2000a, b; IPPC, 2001a, b, c).

본 평가방법은 EPA와 DOE의 평가방법을 보완할 수 있으며 자료의 질과 양에 따라 적절한 평가가 가능한 장점이 있는 반면 처리기술만을 고려할 경우 평가가 극히 단순해질 수 있는 단점이 있다.

**2. 국내에 적합한 BAT 평가절차**

국내의 경우 청정기술과 처리기술을 담당·관리하는 기관이 서로 틀리며 통합된 관련법을 만들기가 용이하지 않으므로 EU의 BAT 평가방법 보다는 미국의 BAT 평가방법이 적합하다고 판단된다. 하지만 BAT가 정립되어 있지 않은 상태에서 EPA와 같이 전문가의 판단위주로



**Fig. 1.** General assessment process for BAT.

평가가 이루어질 경우 평가에 일관성이 결여될 수가 있다. 따라서 평가절차는 EPA의 방법을 근간으로 하되 기술평가방법은 DOE의 TWVFs 평가방법을 참조하여 Fig. 1과 같은 BAT 평가절차를 마련하였다. 국내 업체들에 대한 설문 및 현장조사 결과 운영이 일정치 않고 배출시설 규모 4종 이하의 영세한 소규모 사업장 수가 압도적으로 많으며 처리시설에 대한 정확한 정보(투자 및 운전비용, 운전비용 세부명세 등)를 입수하기가 곤란한 경우가 많았다. 따라서 본 연구에서는 이러한 국내 여건을 고려하여 각 평가인자별 평가방법을 입수 가능한 자료위주로 다음과 같이 하였다.

**1) 오염원특성파악, 처리기술파악 및 조사**

자료 및 설문조사를 통하여 대상 업소를 선정하고 현장조사를 실시하여 폐수배출공정의 오염물질 성상, 농도 및 배출량 등 오염원의 특성을 파악한다.

수집된 정보는 유사단위처리공정별로 분류하여 그룹화하며, 각각의 그룹별로 폐수처리기술의 구성, 처리용량, 연간운전시간, 배출수의 오염물질 농도, 폐수처리시설의 설치비용, 연간 운전비용, 슬러지발생량에 대한 목록을 작성한다. 수질항목 중 일반오염물질은 각각에 대해서 정리하고, 유해오염물질은 개별물질이 조사대상업종의 주 처리대상인 경우에는 별도로 목록을 작성하며 그렇지 아니한 물질에 대해서는 총독성치 (U.S. EPA, 1986; U.S. EPA, 2002c)에 대해서 목록을 작성한다.

2) 후보기술 선정

처리용량 및 처리효율 등이 조사된 업소마다 차이가 있어 기술 간의 직접적인 비교가 불가능하므로 후보기술 그룹을 선정한 후 각각의 후보기술그룹별 대표치를 도출하여 그룹들의 처리용량을 균일화 한다. 개별그룹별 기준 처리용량의 투자비용 및 운전비용은 식(1)을 이용하여 구한다.

$$\frac{C_1}{C_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k \quad (1)$$

여기서,  $V_1$ 과  $V_2$ 는 처리용량을 나타내며,  $C_1$ 과  $C_2$ 는 각각의 설계처리용량에 대응하는 투자비용 또는 운전비용,  $k$ 는 설계처리용량변환계수이다. 업소별 투자비용은 소비자물가지수를 고려하여 산출한다. 기준처리용량의 연간 운전비용 및 연간슬러지발생량은 처리용량과 연간운전비용, 연간슬러지발생량 각각의 상관관계를 구하여 산출하며, 운전비용은 인건비, 에너지비용, 약품비 등의 개별항목에 대해 목록화한다.

3) 법규준응평가

후보기술의 배출수 수질이 현행배출허용기준 및 기타 법규를 만족시킬 수 없을 경우 후보기술에서 제외시킨다.

4) 환경인자평가

대기오염물질 배출량, 제거된 오염물질당 발생된 슬러지량, 처리장에서 사용한 에너지사용량, 자원 재순환과 재사용(처리수 재이용 등)량 등에 대해서 평가하며 환경에 대한 영향이 큰 기술은 이 단계에서 제외시킨다.

5) 경제적 수용가능성 평가

후보기술 도입이 업체 및 업계전체에 미치는 경제적 부담을 평가하는 단계로 대상기술 도입업체 수, 도입비용 및 시장경쟁력 등을 고려하여 식(2)를 사용하여 평가한다. 이 식에서 수용한계치(AL)가 0 보다 작은 값을 가질 경우 업체가 대상기술 도입 시 소요되는 비용을 수용하지 못해 폐쇄된다고 본다. 여기서, FE는 향후 얻어질 경상이익, IC는 대상 기술 도입 시 들어가는 총비용(운전비용 포함), CP는 폐수배출시설 운영상의 손실보전분(percent cost pass-through)이다.

$$AL = FE - IC(1 - CP) \quad (2)$$

위 식으로부터 대상기술 도입에 따른 업체폐쇄 여부를 결정하고 이들이 현재의 실업률에 미칠 영향을 구한다. 또한 폐쇄되는 업체가 무역수지에 잠정적으로 미칠 영향을 조사하여 이들 영향이 수용 가능한 범위인지를 판단한다. 이때 수용범위를 넘는 기술들은 경제적으로 수용하기 어려운 기술로 판단해 이 단계에서 제외시킨다. 단 수용범위에 드는 기술이라 하더라도 업종 특성상 대규모 업체와 소규모 업체간의 차이가 커 기술도입 시 폐쇄되는 소규모 배출시설이 다수 발생되는 기술은 제외시킨다.

6) 기술적인자 평가

배출수 중의 오염물질농도 또는 제거율로 ① 처리효율을 평가하며, 그 외에 ② 운전 및 유지관리 용이성, ③ 처리성능의 안정성, ④ 기존공정에의 도입용이성을 고려한다. 각각의 인자들의 평가에는 가치인자(VF)와 가중인자(WF)를 적용하여 각각의 수질항목에 대해 평가한다.

Table 1. Criteria for establishing value factors for evaluating candidate technologies.

		농도범위	점 수										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
농도	COD <sub>Mn</sub> , BOD, SS	10 mg L <sup>-1</sup> (주2)	-	-	-	m+25< ≤m+15	m+15< ≤m+5	m+5< ≤m-5	m-5< ≤m-15	m-15< ≤m-25	-	-	-
	TN	5 mg L <sup>-1</sup>	-	-	-	m+12.5< ≤m+7.5	m+7.5< ≤m+2.5	m+2.5< ≤m-2.5	m-2.5< ≤m-7.5	m-7.5< ≤m-12.5	-	-	-
	TP	0.5 mg L <sup>-1</sup>	-	-	-	m+1.25< ≤m+0.75	m+0.75< ≤m+0.25	m+0.25< ≤m-0.25	m-0.25< ≤m-0.75	m-0.75< ≤m-1.25	-	-	-
제거율	COD <sub>Cr</sub> , 개별유해물질, 총독성치		≤m-5N	-	-	m-3N< ≤m-2N	m-2N< ≤m-1N	m-1N< ≤m+1N	m+1N< ≤m+2N	m+2N< ≤m+3N	-	-	m+5N<
	운전 및 유지관리 용이성		곤란	←————— 보 통 —————→						용이			
	기존공정에의 도입 용이성		곤란	←————— 보 통 —————→						용이			
	처리성능의 안정성		불안정	←————— 보 통 —————→						안정			

주 1) 농도단위 : mg L<sup>-1</sup>, 제거율 : %, 주 2) 농도가 10 mg L<sup>-1</sup> 이하인 경우에는 5 mg L<sup>-1</sup> 범위로 설정. 주 3) m = 기존 기술 또는 대상시설의 처리수평균, N = (100-m)/6

**Table 2.** Technology issues matrix for comparisons between technology options

Factor	기술 1			기술 2		기술 3		...	
	WF	VF	WVF	VF	WVF	VF	WVF	VF	WVF
처리효율									
운전 및 유지관리 용이성									
기존공정에의 도입 용이성									
처리성능의 안정성									
총가중가치인자 (TWVF) = $\sum WVFs$									

WVF : 가중가치인자 = WF × VF

가치인자 평가는 기존기술(기존의 BAT)과 대상기술 간의 우열을 평가하는 것으로 기존기술의 점수가 중간점(5점)이 되도록 한다(Table 1). 단 기존의 BAT 기준이 없을 경우에는 대상배출시설의 처리수 평균값을 중간 값으로 취한다. 평가 인자 중 처리효율은 정량적으로 평가하며 수치로 나타내기 곤란한 그 외의 인자에 대해서는 정성적으로 평가한다.

다음으로는 각 업종과 환경관련 전문가로 구성된 평가위원회를 소집하여 각 인자들의 상대적인 중요도를 기초로 WF를 결정한다. 각 인자들의 가중인자합계는 100이 되도록 하며 그 중 처리효율 인자는 50% 이상이 되도록 한다.

각 영향인자별 가중치와 평점이 결정되면 Table 2에 나타낸 매트릭스 형태로 각 기술들의 총가중가치인자(TWVF)를 평가하여 후보기술들의 순위를 결정한다.

**7) 총괄평가 및 BAT선정**

이상의 영향평가를 통해 순위가 결정된 후보기술들은 마지막 단계로 경제성평가 및 타당성을 검토한 후 최종적으로 BAT를 선정한다. 경제성평가는 후보기술들의 초기투자비용과 유지관리비용 및 운전비용으로부터 산출한 연간처리비용을 구하고, 다시 비용효과(Incremental cost)를 구하여 비교한다. 이때 비용효과는 주 대상오염물질에 대해서만 구한다. 여기서,  $CE_k$ 는 기술  $k$ 에 대한 비용효과(원/kg),  $ATC_k$ 와  $ATC_{k-1}$ 은 각각 기술  $k$ 와 기술  $k-1$ 을 사용했을 때의 연간처리비용,  $PE_k$ 와  $PE_{k-1}$ 은 각각 기술  $k$ 와 기술  $k-1$ 에 의해 제거된 오염물질량(kg/년)이다.

$$CE_k = \frac{ATC_k - ATC_{k-1}}{PE_k - PE_{k-1}} \quad (3)$$

다음으로 후보기술들을 TWVF 값이 높은 순서로 연간오염물질제거량, 연간처리비용, 비용효과를 Table 3과 같이 나열한다. TWVF 값이 높은 상위 기술 중 TWVF 값의 차이가 미미하고 비용효과가 차이가 매우 큰 경우에는

**Table 3.** Cost effectiveness analyses for final BAT selection

후보 기술	수질항목별 TWVF 합계	연간오염물질 제거량	연간 처리비용	비용 효과
기술 1	가장 높은 TWVF	kg/년	원/년	원/kg
기술 2	두 번째 높은 TWVF	kg/년	원/년	원/kg
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
기술 N	가장 낮은 TWVF	kg/년	원/년	원/kg

하위기술을 최종 BAT로 선정한다. 이때 TWVF는 최종 BAT 선정 시 가장 우선적으로 고려해야할 인자이며 가장 높은 TWVF 값이 BAT로 선정되지 않았을 시에는 그 이유를 충분히 설명하여야 한다.

**3. BAT 평가 원칙 및 도입절차**

**1) 대상기술의 범위**

검토대상 기술은 실제의 배출시설에 적용 가능하여야 하기 때문에 현장 적용실적이 있는 기술 혹은 정부가 실증 성능을 인증한 기술로 한정하는 것이 바람직하다. 또한 국내에서 개발된 기술과 외국에서 개발된 기술이라 하더라도 국내에 도입되어 적용사례가 있는 기술에 한정하는 것이 필요하다. BAT 평가제도의 원래 취지는 외국의 기술까지 모두 포함하는 것이 일반적이라 할 수 있으나, 국내 환경기술 수준과 환경산업체의 영세성을 고려할 때 외국 선진국의 기술까지 모두 포함한다면, BAT 기준이 높아져서 규제로 인해 형성되는 시장에 국내 환경산업체의 점유율이 매우 낮아질 것으로 예상된다(환경부, 2002). 또 하나의 이유로는 외국사례까지 모두 포함할 경우, 자료수집에만 막대한 비용과 시간이 소요되는 점도 무시할 수 없기 때문이다.

**2) 오염물질과 시설의 종류에 따른 기준의 차별성**

외국의 경우 독성이 강한 물질과 새롭게 시장에 진입

하는 시설에 대해서는 보다 엄격하게 관리하는 것이 보편적인 추세로 이는 비용편익보다 처리효율이 높은 기술을 도입이 용이한 신규시설부터 우선적으로 보급시켜 관리하는데 목적이 있다. 따라서 기존시설과 신규시설 각각에 대해 BAT 평가를 달리하여 신규시설에 대해서는 기존시설보다 처리효율이 높은 기술에 근거한 배출허용기준을 제시하는 것이 폐수배출시설에 대한 효율적 관리가 가능할 것으로 사료된다.

**3) 사업장 규모에 따른 기준 차별성**

현재 우리나라에서는 사업장의 용수 사용량에 따라 배출시설을 1~5종으로 구분하고 있다. 또한, 용수사용량이 많을수록 수질오염물질의 배출도 증가한다고 가정하고 대규모 배출시설에 대해서 보다 엄격하게 관리하고 있다. 하지만 수질오염물질의 배출량이 용수사용량과 직접 비례하는 것은 아니다. 따라서 소형 배출시설에 대해서도 BAT 기준을 적용할 필요가 있는데, 이 때에는 소형배출 시설에서 사용하고 있는 처리기술이 대형배출시설의 기술에 비해 열악하므로 이를 BAT 수준으로 개선하는데 얼마나 많은 비용이 소요될 것인가 하는 점을 고려하여 판단하여야 할 것으로 판단된다.

**적 요**

폐수배출시설별 BAT 평가제도는 폐수특성을 고려한 배출시설별 배출허용기준 설정, 오염총량관리기본계획 및 시행계획에 따른 오염부하사감 가능량 산정, 신규오염물질에 대한 배출허용기준 산정 등 효율적인 산업폐수 관리를 위해서 도입할 필요가 있다. 본 연구에서는 외국 사례와 국내 폐수배출시설들의 현황 등을 조사하여 국내 여건에 적합한 BAT 평가방안을 제시하였다. 본 평가절차의 핵심은 폐수배출시설별 처리시설에 대한 환경인자, 경제적 수용가능성, 기술적 인자 및 경제성 등을 객관성 있고 전문적인 판단이 가능토록 한데 있다. 본 BAT 평가방안은 처리수준에 근거한 폐수배출시설별 배출허용기준 마련 및 오염총량관리를 위한 기초 자료로 활용할 수 있으며, 신규오염물질 및 유해오염물질의 배출허용기준 마련 등 정책적·법적 제도개선에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

**사 사**

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업의 지원

으로 수행되었습니다.

**인 용 문 헌**

환경부, 2002. 차세대핵심환경기술개발사업 10개년 종합계획.  
 European Commission (EC), 2001. The Impact of Best Available Techniques (BAT) on the Competitiveness of European Industry.  
 European Commission (EC), 2002. Integrated Pollution Prevention and Control, Draft Reference Document on Economics and Cross-Media Effects.  
 Hill, R., S. Lepow, M. Levine, J. Michaud, S. Neugeboren, C. Siciliano and R. Witt. 1996. OUTLINE OF CLEAN WATER ACT, October 1.  
 IPPC. 1998. Draft Reference Document on Best Available Techniques in Iron and Steel industry, E.C. Joint Research Centre.  
 IPPC. 2000a. Reference Document on Best Available Techniques for the Pulp and Paper industry I, E.C. Joint Research Centre.  
 IPPC. 2000b. Reference Document on Best Available Techniques for the Pulp and Paper industry II, E.C. Joint Research Centre.  
 IPPC. 2001a. Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins, E.C. Joint Research Centre.  
 IPPC. 2001b. Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry I, E.C. Joint Research Centre.  
 IPPC. 2001c. Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry II, E.C. Joint Research Centre.  
 U.S. Department of Energy (DOE). 1997. Standard, Application of Best Available Technology for Radioactive Effluent Control.  
 U.S. EPA. 1986. Quality Criteria for Water.  
 U.S. EPA. 1997a. Development Document for the Proposed Effluent limitations Guidelines and Standards for the Pulp, Paper, and Paperboard Category.  
 U.S. EPA. 1997b. Economic Analysis for the National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Category: Pulp, Paper, and Paper Production; Effluent Limitations Guidelines, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards: Pulp, Paper, and Paperboard Category - Phase 1.  
 U.S. EPA. 1998a. Development Document for Final Effluent limitations Guidelines and Standards for the Pharmaceutical Manufacturing Point Source Category.

- U.S. EPA. 1998b. Economic Analysis of Final Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Pharmaceutical Manufacturing Industry.
- U.S. EPA. 2000a. Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Iron and Steel Manufacturing Point Source Category.
- U.S. EPA. 2000b. Environmental Assessment of the Proposed Effluent Limitations Guidelines for the Iron and Steel Manufacturing Point Source Category.
- U.S. EPA. 2000c. Technical Development Document for the Final Action Regarding Pretreatment Standards for the Industrial Laundries Point Source Category.
- U.S. EPA. 2000d. Economic Assessment for Final Action Regarding Pretreatment Standards for the Industrial Laundries Point Source Category.
- U.S. EPA. 2002a. Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category.
- U.S. EPA. 2002b. Economic and Environmental Benefits Analysis of the Final Meat and Poultry Products Rule.
- U.S. EPA. 2002c. National Recommended Water Quality Criteria, Human Health Criteria Calculation Matrix.
- U.S. EPA. 2003a. Development Document for the Proposed Effluent limitations Guidelines and Standards for the Metal Products and Machinery Point Source Category.
- U.S. EPA. 2003b. Economic, Environmental and Benefits Analysis of the Final Metal Products & Machinery Rule.
- U.S. EPA. 2003c. Development Document for the Centralized Waste Treatment Point Source Category.
- U.S. EPA. 2003d. Economic Analysis of Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Centralized Waste Treatment Industry.
- U.S. EPA. 2003e. Environmental Assessment for the Final Effluent Limitations Guidelines and Standards for New and Existing Sources and New Source Performance Standards for the Centralized Waste Treatment Point Source Category.
- U.S. EPA. 2004a. Technical Development Document for the Proposed Effluent limitations Guidelines and New Source Performance Standards for the Concentrated Aquatic Animal Production Point Source Category.
- U.S. EPA. 2004b. Economic and Environmental Impact Analysis of the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Concentrated Aquatic Animal Production Industry.

(Manuscript received 29 May 2005,  
Revision accepted 6 September 2005)