

## 통합환경관리제도 운영을 위한 최적가용기법 평가·선정기법 연구

박재홍<sup>†</sup>

국립환경과학원 통합환경관리체계추진 TF

### Evaluation and Selection Method of Best Available Techniques for Integrated Environmental Management System

Jae Hong Park<sup>†</sup>

Integrated Pollution Prevention Control Task Force, National Institute of Environmental Research  
(Received 6 April 2017, Revised 24 May 2017, Accepted 29 May 2017)

#### Abstract

The process of evaluating and selecting the best available techniques presents various characteristics for each country. In the case of EU, BAT is selected through TWG meeting after first screening, mass and energy balance, impact assessment and decision support process. Korea has proposed four principles to select BAT that can be carbon neutral for each environmental infrastructure in order to reduce greenhouse gas emissions. In order to evaluate and select the best available technique, it is necessary to differentiate the method according to whether it is a technique generally applied at the current workplace, whether it is a single technique or a combination technique, and whether it is a technology technique or management technique. In the case of a single technique, it should be evaluated whether it is a technique applied in the workplace, excessive cost, superior environmental technique over BAT, and secondary environmental pollution. In the case of multiple techniques, it is necessary to examine whether the emission standards are met and whether the pollutants can be treated at the same level as BAT. In the case of BAT candidates for management techniques, whether or not they contribute directly or indirectly to lowering the emission level of pollutants can be an important evaluation item. In the case of environmental techniques that are not generally applied in the workplace, it is recommended that the following 8 steps be carried out, including those prescribed by law. In the first stage, the list of performance evaluation factors is listed. In the second stage, the level of disposal of pollutants and the level of satisfaction with standards are listed. In the third stage, the environmental evaluation elements are listed. In the fourth stage, Is to list the economic evaluation elements, step 6 is to list the pollution and accident prevention evaluation factors, step 7 is the quantitative evaluation of the technical working group, and step 8 is BAT confirmation through deliberation of the central environmental policy committee.

**Key words** : BAT, Evaluation & Selection, Management technique, Technology technique

### 1. Introduction

2017년 1월 1일부로 우리나라에서도 기존 매체별 허가제도의 문제점인 인허가 중복, 인허가 절차 복잡, 관리의 비효율, 형식적 허가서류 검토, 단속·적발 위주의 사후관리, 획일적인 환경기준 적용 등을 개선하기 위해서 통합환경관리제도를 시행하였다(MOE and NIER, 2016).

매체별 허가방식의 문제점을 개선하기 위해서 매체별 환경관리방식을 하나로 통합하고, 배출영향분석을 통한 수용체 중심의 환경관리, 진단 및 기술지원, 통계기반의 허가기준, 업종별 맞춤형 환경기준 설정, 자율관리체계로의 전환

등 다양한 요소를 제도에 포함시켜 환경관리의 새로운 패러다임을 마련하였다(MOE, 2016c).

또한 통합환경관리제도의 핵심적인 사항으로는 오염물질 등의 배출을 가장 효과적으로 줄일 수 있고 기술적·경제적으로 적용 가능한 최적가용기법(Best Available Techniques economically achievable, BAT)을 적용하는 것이다. 「환경오염시설의 통합관리에 관한 법률(이하 통합법)」 제 24조에서도 사업장에서의 적용 가능성 등을 고려해서 배출시설 등 및 방지시설의 설계, 설치, 운영 및 관리에 관한 환경관리기법으로서 BAT를 마련하고, BAT를 적용하거나 BAT보다 효율이 우수하다고 인정되는 환경관리기법을 적용하는 사업자에 대해서는 재정적·기술적 지원을 할 수 있도록 하여 BAT의 적용을 유도하고 있다(MOE, 2015).

우리나라 통합환경관리제도의 근간이 되는 EU의 통합환경관리제도의 경우, 1996년에 제정된 통합오염예방·저감지침(Integrated Pollution Prevention and Control Directive,

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
jhong@korea.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

IPPC) 하에서는 BAT 등의 적용이 권고수준이었으나, 2010년 IPPC의 후속으로 산업배출지침(Industrial Emission Directive, IED)으로의 전환 후에는 지금까지 BAT만을 제시하던 BREF에 BATC(BAT Conclusion) 부분이 추가되어 BAT의 적용이 의무화되어 있다(EU, 2010). 우리나라의 경우는 제도 설계 초기의 설계방향과는 다르게 BAT의 적용이 권고수준으로 변경된 면이 있지만 통합환경관리제도의 운영에 있어서 BAT의 적용을 배제하고 제도를 논할 수 없는 중요한 의미를 갖는다.

EU, 영국, 미국 등은 자국의 특성에 맞는 BAT의 평가와 선정을 위한 방법론을 마련하여 운영하고 있으며 우리나라의 경우 국립환경과학원의 BAT 평가·선정에 관한 연구가 수행된바 있으나 아직 규정으로 정립되어 있지 않은 실정이다(NIER, 2014; Polders et al., 2012). 한편 국내에서 해당업종의 BAT는 EU의 기준서 등국내·외 자료들을 참고하고 있으나 체계적인 평가·선정 절차에 의하기 보다는 업종별로 구성된 기술작업반의 경험적인 지식에 크게 의존하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 BAT 평가·선정에 관한 국내의 사례들을 살펴보고 환경오염시설의 통합관리에 관한 법률에서 제시하고 있는 BAT의 마련 시에 고려하여야 할 사항을 참고하여 BAT의 평가 요소와 선정 절차에 관해 제안하고자 하였다.

## 2. Materials and methods

BAT 평가·선정 방법론을 마련하기 위해 통합환경관리제도를 시행하고 있는 EU, 영국과 미국 등 선진 외국의 사례와 평가항목과 선정절차에 대한 국내에서 적용된 유사 사례를 검토하였다.

EU의 경우 IPPC 및 IED 하에서의 사례를 바탕으로, 영국

의 경우는 환경영향성 평가 소프트웨어에서 적용하고 있는 BAT 평가방법, 미국의 경우는 배출시설허가제도(National Pollutants Discharge Elimination System; NPDES), Clean Water Act에서 BAT가 적용된 사례를 각각 조사하였으며, 국내의 경우는 온실가스 감축 프로그램을 개발 과정에서의 탄소중립이 가능한 BAT 선정절차의 사례를 검토하였다.

또한, 국내의 경우 통합법 시행 전 통합환경관리제도를 설계하는 과정과. 전기·증기생산시설 및 폐기물처리시설에 대한 최적가용기법 기준서를 마련하는 과정에서 적용된 사례, 통합법에서 BAT 마련 시에 고려해야하는 사항들에 관하여 규정한 법률 조문에 대한 검토를 바탕으로 환경관리기법의 유형에 따른 BAT 평가 항목과 선정절차에 관해 제안하였다.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. 국내·외 BAT 평가·선정 방법

#### 3.1.1. EU

EU에서 BAT 평가·선정은 BAT 기준서에 기술되는 BAT 결정문(Best Available Techniques economically achievable Conclusion, BACT)을 도출하기 위해 수행된다.

EU의 BAT는 매체통합적방법을 활용하여 결정되는데, 평가·선정 절차는 Fig. 1과 같이 후보 기술선정(First Screening), 물질과 에너지 수지(Mass and Energy Balance), 영향평가(Impact Assessment), 최종결정(Decision Support)과정을 거친 후 이결과에 대해서 최종적으로 BAT 기술작업반(Technical Working Group, TWG) 회의를 통해 결정된다(Geldmann, and Rentz, 2004).

후보기술선정단계에서는 후보기술을 선정하기 위한 조사가 이루어지는데 대체적으로 원료의 선택, 공정설계, 공정 제어, 관리방법, 비 기술적 방법, 사후관리기술의 범위에서

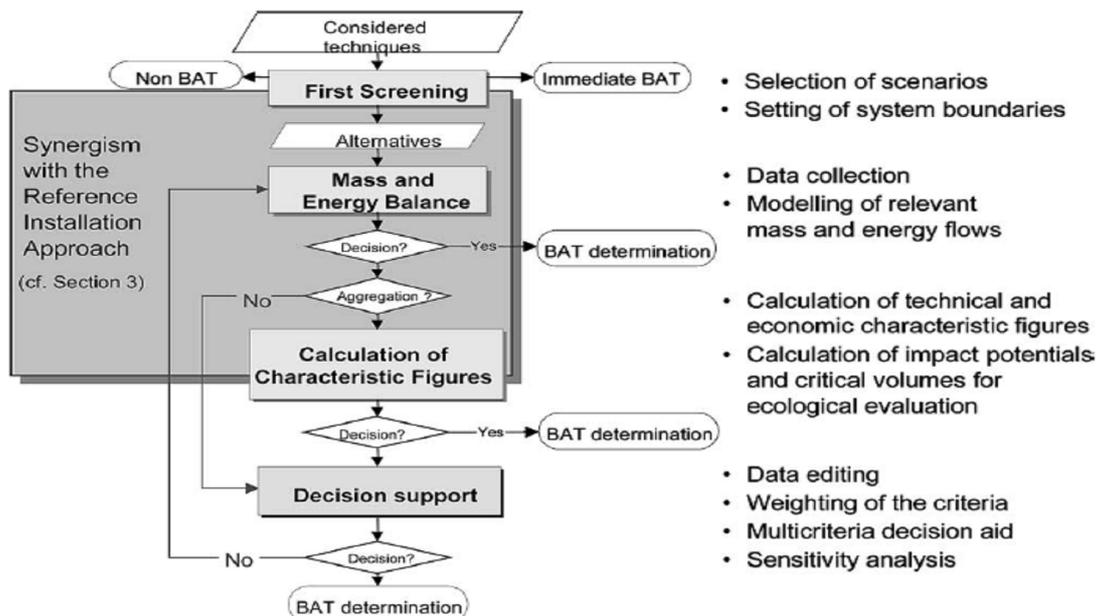


Fig. 1. The proposed cross-media assessment approach for the determination of the BAT.

조사가 이루어진다(NIER, 2003). 조사한 기술이 EU의 배출 허용기준을 초과하는지를 평가하여 Non-BAT, Immediate BAT, BAT Candidate로 나눈다. 여기서 Non-BAT는 EU 배출허용기준을 초과하는 등 BAT로 부적합한 기술이며, Immediate BAT는 바로 BAT로 설정하여도 무방한 기술, BAT Candidate는 세부적인 평가가 필요한 후보기술을 각각 의미한다.

물질과 에너지 수지 단계에서는 BAT Candidate로 분류된 기술들에 대해 물질과 에너지 흐름에 대한 자료를 수집하고 전문가 회의를 통한 평가가 이루어지고 전문가 회의에서 BAT로 선정되지 못하면 다음 단계인 영향평가 단계를 수행한다.

영향평가 단계에서는 BAT Candidate 기술의 환경에 대한 영향 가능성의 크기와 범위를 평가하는 것이다. 이 단계에서 각각의 물질들은 그들의 잠재적인 환경영향에 따라 평가되고 같은 환경영향을 갖는 물질들은 같은 영향 항목으로 분류된다. 이 방법의 장점은 영향항목을 이용하여 환경에 대한 배출의 위해 가능성을 평가할 수 있다는 것이다. 비록 영향항목은 아직까지 완전하지 않고 몇몇 부분에서는 불확실하지만, 오염물질 배출과 생태적인 영향과의 관계를 지적해 주는 과학적인 연구의 기초를 제공하고 있다. 영향평가인자로는 인체독성, 지구온난화, 수서독성, 산성화, 부영양화, 오존층 파괴능, 광화학적 오존 생성능 등이다.

후보기술에 대한 최종결정은 TWG 전문가들의 회의를 통해 결정된다. 후보기술들의 영향인자들에 대해서는 적절한 가중치를 줄 수 있고, 조사한 자료를 검토하여 전문가들의 합의에 의해 BAT를 결정하게 된다(Geldrmann, and Rentz, 2004).

3.1.2. 영국

영국의 BAT 평가는 EU와 비교할 때 매체통합적 방법 적용(NIER, 2014), 후보기법 검토, 영향분석 등 주요 검토 요소 측면에서는 유사하다고 할 수 있을 것이다. 다만, 검토 절차, 단계별 세부검토 요소, 검토 방법 등은 EU와 차별화 되는 것으로 조사되었다. 특히 물질과 에너지 수지 검토, 자본 및 운영비용의 후보기법간 비교(NIER, 2014) 등에서 차이가 있는 것으로 판단된다.

영국의 BAT 기술은 표1에 제시된 것과 같이 크게 6단계로 구분되어 평가되는 나타났다(NIER, 2014). 1단계에서 범위와 기법에 대해 서술, 2단계에서 배출목록 작성, 3단계에서 후보기법의 배출영향분석, 4단계에서 후보기법간의 환경영향평가 비교, 5단계에서 비용분석을 통해 6단계에서 최종 BAT를 선정한다(NIER, 2014).

3.1.3. 미국

미국의 BAT를 평가하는 일반적인 방법은 Fig. 2에서 보

Table 1. Detailed BAT analysis items of United Kingdom

Division		Detailed analysis item	
Step 1	Description of scope and technique	- Description of purpose - Candidate technique	
Step 2	Emission list	- Atmosphere release point - Air discharge list - Wastewater final discharge location - Wastewater outlet - Wastewater discharge list	- Wastewater Temp. - Wastewater pH - Energy consumption - Raw material - Waste list
Step 3	Emission impact	- Related environmental evaluation - Local environmental evaluation - Atmospheric impact - Atmospheric impact review - Atmospheric impact modeling - Atmospheric impact modeling assessment - Soil accumulation of air pollutants	- Water impact - Water impact review - Water impact modeling - Water impact modeling assessment - Visual impact - Ozone generation potential - Global warming assessment - Evaluation of waste - Summary table
	Graph	- Short term air substance graph - Long term air substance graph - Long term air technique graph - Short term water substance graph	- Long term water technique graph - Long term water pollution substance graph - Global warming substance graph - Waste effect graph
Step 4	Environmental impact assessment comparison	- Appraise the technique - Ranking the technique	
Step 5	Cost	- Capital cost data - Operating cost data	- Total cost - Technique cost graph - Annual cost graph
Step 6	BAT	- Selection of BAT - Summary of technique evaluation	

는 것과 같이 ① 오염원 특성과 악 이용 ② 가능한 기술과 약 및 조사 ③ 환경적 및 사 경제적 영향평가, 운영비와 에너지 및 자원 영향평가 ④ 측정 영향인자에 대한 Matrix 전개, 최종 BAT 선정 ⑤ 완전한 BAT 평가와 선정과정에 대한 문서화의 5단계로 진행된다.

BAT 평가과정의 1단계(오염원특성 파악)는 후보기술을 선정하기 전에 먼저 배출원에 대한 모든 정보 즉, 성분분석이나 유량, 농도 등에 대한 정보를 수집해야 한다. 그리고 개개의 질량부하에 대한 세부분석과 프로세스 유출수 흐름이 필요하다. 우선적으로 관심의 대상이 되는 오염물질에는 환경청에 의해 명시된 약 150개의 독성물질로서 이들이 최종 방류되기 전에 BAT에 의해 처리되어야 한다. 이들 외에도 일반적으로 적용되는 오염물질의 종류는 일반항목, 양이온, 중금속, 음이온, 유기물질 등이 있다.

BAT 평가과정의 2단계는 기존 제거기술을 포함하여 오염물질을 제어할 수 있는 각종 후보 기술을 조사해서 파악하는 것이다. 후보기술을 선정하는데 고려해야 하는 사항으로는 기술전환의 용이성, 처리능력 등이고 유사한 공정에 대한 정확한 자료가 없을 때는 일반적인 처리시스템에 의해 후보기술을 선정한다. 후보기술들을 최소의 비용, 신뢰성, 조작의 효율성과 융통성, 유지관리의 용이성, 최소의 기술개발, 최소의 2차 오염물질 생성 등과 같은 항목들을 만족시켜야 한다. 실험실규모의 실험(Bench-scale test)이 제시된 처리기술을 평가하는데 이용되어야 한다. 일반적인 처리시스템의 성능과 개략적인 비용평가는 고려된 후보기술

의 수를 줄이는데 유용하다.

후보기술의 잠재적 영향평가는 BAT를 평가하는 과정에서 중요한 부분으로 일반적인 BAT 평가과정의 가장 세부적인 단계가 된다. 만일 후보기술이 예비영향평가를 통과할 수 있다면 부가적인 환경, 운전, 에너지와 자원, 경제적 영향에 대한 평가가 필요하다. 이러한 인자들에 대한 평가의 결과는 일련의 매트릭스로 기록하고 최종적인 기술의 선정을 위한 매트릭스를 완성하는데 기초가 된다.

최종적인 BAT선정은 3단계로 수행될 수 있다. 즉 1단계는 기술적인 이슈의 매트릭스를 만들고 환경적, 운전적, 에너지 영향에 관련된 이슈를 공정하게 평가하는 것이다. 2 단계에서는 경제적인 성능지수(figure-of-merit)를 만들고 경제적 영향에 관련된 이슈를 수집하게 된다. 3단계에서는 기술적인 이슈(1단계)와 경제적 이슈(2단계)에 대한 모든 정보를 비용효과표로 만들어서 비용효과분석을 수행하게 된다. 각각의 후보기술의 비용/효과비를 구한 후 BAT를 대표하는 후보기술이 선정된다.

3.1.4. 우리나라

국내에서는 환경기초시설에서 온실가스 감축을 위한 프로그램 개발을 위해 추진된 연구의 일부에서 탄소중립이 가능한 BAT의 선정절차를 다루고 있다(MOE, 2010).

이 연구에서는 환경기초시설별로 탄소중립이 가능한 BAT를 선정하기 위한 4가지 원칙을 설정·제안되었다. 첫 번째는 정부정책의 우선순위에 있는 방법인지 여부(Policy Priority), 둘째는 지역특성을 반영했는지 여부(Community Relevance), 셋째는 특정 환경기초시설의 여건에 비추어 볼 때 기술적으로 적합한지 여부(Technical Conformity), 넷째는 대안 중에서 경제적으로 우월한지 여부(Economical Superiority)이다.

탄소중립 BAT 선정항목으로는 감축효과, 환경성, 기술성, 경제성을 선정하였으며 각각의 평가기준을 제시하고 있다. 감축효과에 대한 평가기준은 동일 용량기준(1 MW, 1 m<sup>3</sup>)에 해당하는 온실가스 감축량(tCO<sub>2</sub>), 환경성에 대한 평가기준은 전문가 자문을 통한 환경적 영향 정도와 이차오염물질 발생 정도에 따른 점수화, 기술성에 대한 평가기준은 신재생에너지 R&D 전략 2030 시리즈에 명시된 월별 기술 수준에 따른 점수화, 경제성에 대한 평가기준은 비용(설치비, 운영비 등)/편익(생산전력판매, 배출권거래 등) 분석에 따른 순위 결정 등이다.

또한 위의 선정항목에 세부 평가항목별로 가중치를 달리 주었는데, 여기에서는 온실가스 감축효과와 경제성에 더 높은 비중을 주어 각각 30%를 부여하였고, 환경성과 기술성에 20%를 부여하였다. 이는 온실가스 감축과 관련된 사항이 핵심을 이루고 있기 때문인 것으로 판단된다. 세부항목별 점수배정은 Table 2와 같다(NIER, 2014).

3.2. 통합환경관리제도 운영을 위한 BAT 평가·선정 방법론 제언

3.1의 국내외 사례에서도 살펴본 바와 같이 BAT 평가 및 선정은 국가마다 처해진 상황과 추구하는 목적 등에 따

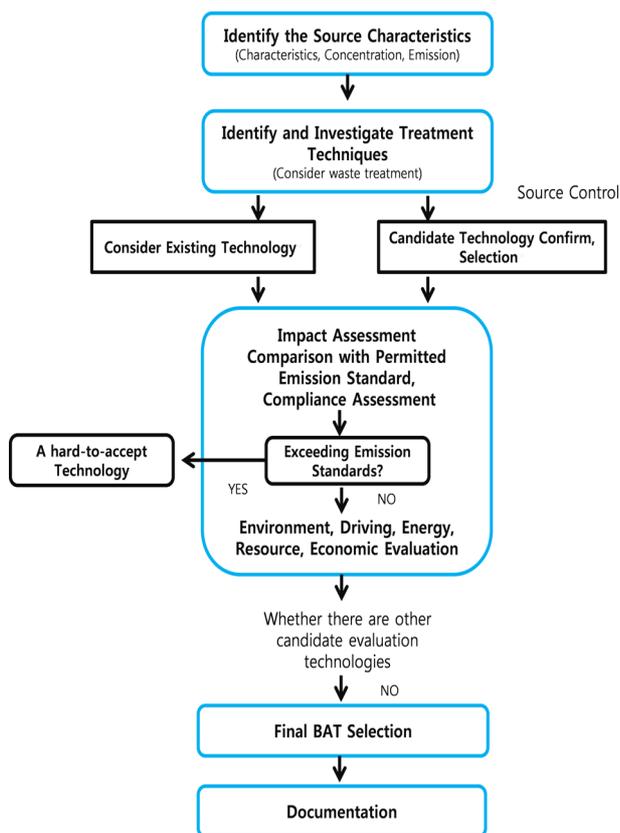


Fig. 2. BAT evaluation method in USA.

**Table 2.** Assignment score by evaluation item of carbon neutral BAT selection criteria

Items	Evaluation items	Assignment score	
Reduction effect	Annual reduction quantity per 1 kW installation (tCO <sub>2</sub> )	30	
	Total score of reduction effect	30	
Environment	Environmental impact	Installation of facility	7
		Operation of facility	7
	Second pollutant generation	6	
	Total score of environment	20	
Technicality	Domestic technical level	20	
	Total score of Technicality	20	
Economics	Cost benefit analysis/NPV analysis	30	
	Total score of economics	30	

라 다양하게 설계될 수 있을 것이다. 또한, 최종적으로 BAT를 선정할 시에 사회적 합의를 통해 도출되기도 하며, 정량적인 점수화를 통해 결정되기도 한다.

3.2에는 2017년 통합환경관리제도가 시행됨에 따라 BAT의 평가와 선정에 대한 기본개념이 정립되어야 할 것이다. 환경관리기법에 따라 정량화 수준까지의 절차를 거치지 않고도 직관적으로 모두가 공감할 수 있는 기법으로 간소화된 선정이 필요할 수도 있으며, 경우에 따라서는 이견을 없애기 위해 적정한 정량화수단의 적용도 필요할 것으로 판단된다. 다만, EU에서와 같이 최종적으로 BAT를 선정할 때 정책적인 목표를 포함하여, 전문가, 해당 업종 사업자, 관련 협의체 등의 사회적 합의를 도출하여 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

본 논문에서는 현재 사업장에서 적용하고 있는 환경관리기법과 적용되지 않은 기법으로 나누어 살펴보았으며, 통합법에서 제시된 BAT를 마련할 때 고려해야 할 사항을 기반으로 BAT 평가·선정을 위한 기본적인 개념 및 방법론을 제안해 보고자 하였다. BAT 평가 및 선정을 위한 전체적인 개념도를 그림6에 제시하였다.

**3.2.1. 현재 사업장에서 적용하고 있는 환경 기법**

**3.2.1.1. 단일 환경관리 기법으로서의 평가·선정**

3.2.1.1.1. 동일 업종, 동종규모의 사업장에서 대부분 적용하고 있는 환경관리기법인지 여부

현재 국내에서 동일한 업종의 모든 사업장의 환경관리기법에 대한 자료를 검토했을 때 대부분의 사업장에서 적용하고 있는 환경관리기법은 모두 BAT로 보아도 무방할 것으로 판단된다. 여기에는 다음의 전제조건을 충족하여야 할 것이다. 즉 이들 사업장이 대부분의 사업장에서 적용하고 있는 환경관리기법을 적용했을 때 허가배출기준 이내에서 환경오염배출시설을 운영하고 있어야 한다. 허가 배출기준을 만족하지 못하거나 빈번하게 기준을 초과하는 경우에는 해당 환경기법을 BAT로 선정하기 곤란하기 때문이다.

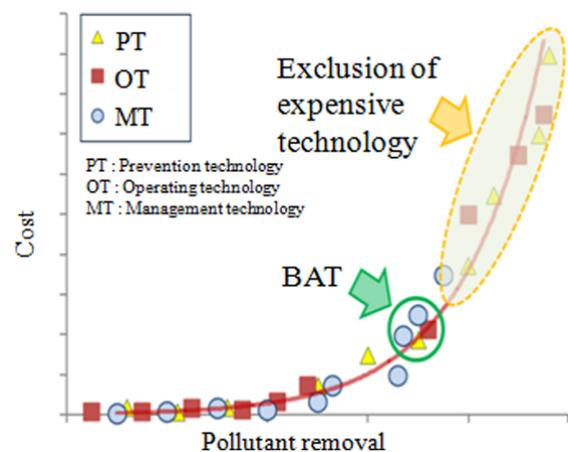
한편, 현재 운영되고 있는 환경관리기법이 BAT로 인정받기 위해서는 사업장에서 “일반적으로” 또는 “대부분” 적용하고 있는 경우 이어야 하는데 그에 대한 정량적인 수치

를 결정하기가 쉽지 않을 것이다. 이는 연구를 통한 결과 도출 보다는 정책적인 판단 내지는 전문가-산업계 협의체 등 사회적 합의가 필요한 결정의 문제로 보아야 할 것으로 판단된다. 따라서 BAT 평가·선정을 위해서는 적용의 일반성이 고려되어야 할 것이다.

3.2.1.1.2. 과도한 비용이 소요되는 환경기술기법인지 여부  
경제성 부분은 사업장의 재정여건, 제품생산 단가 등 다양한 요소들이 결부되어 있어 일률적으로 평가하기 어려운 부분이다. 따라서 일단은 현재 사업장에서 특정 환경관리기법을 적용하고 있다는 것은 소요비용을 감내할 수 있고 경제성을 지니고 있기 때문에 해당 환경관리기법을 적용하고 있다고 보아야 할 것으로 판단된다.

하지만 지나치게 과도한 비용이 소요되는 환경관리기법은 BAT에서 제외하여야 할 것이다. 비용이 많이 소요되는 특정 환경관리기법의 적용은 사업장의 규모, 재정상태, 사업장 관리자의 의지, 허가조건, 엄격한 지역환경기준 등 다양한 여건에 따라서 적용될 수 있을 것이다.

이러한 다양한 여건들은 해당 사업장의 특별한 상황에 따라 제한적으로 적용되는 것으로 사업장에 일반적으로 적용할 수 없는 사항이다. 또한, Fig. 3의 통합법 설명자료에서도 오염물질의 처리효율이 매우 우수하더라도 소요되는



**Fig. 3.** Meaning of best available techniques.

비용이 높은 경우는 BAT로 간주하고 있지 않다(MOE, 2016b). 이는 일반 사업장이 감내하기 어려운 즉 비용대비 효과측면에서 적절하지 않다는 것을 의미한다. 어떤 사업장은 비용이 많이 소요되는 환경관리기법을 적용하는 것이 배출허용기준을 맞추기 위해 어쩔 수 없는 선택일 수도 있으며, 재정적으로 큰 부담이 없을 수도 있으나 대부분 사업장은 재정적으로 큰 부담을 감내하면서 까지 해당 환경관리기법을 적용할 필요가 없을 수 있다.

소요비용의 과다 여부의 판단은 해당업종, 동일 규모의 사업장에서 적용하고 있는 환경관리기법들의 시설비용, 운영비용 등이 어느 정도의 범위에서 소요되고 있는지를 검토하여 설정된 범위 내에 해당된다면 BAT로서 판단할 수 있는 기법의 범주에 포함될 수 있을 것이다. 따라서 BAT 평가·선정을 위해서는 소요비용 즉 경제적인 측면이 고려되어야 할 것이다.

3.2.1.1.3. BAT 이상의 우수한 환경기법인지 여부

BAT 선정의 판단요소로서 BAT 이상의 우수한 환경기법을 적용한 경우를 고려할 수 있다. 즉 우수한 환경기법이 적용되어 오염물질의 배출 수준이 거의 없거나 아주 미량인 경우 해당 환경기법을 BAT로 선정하기 어려울 것이다.

Fig. 4는 BAT 연계배출수준(Best Available Techniques Associated Emission Level, BAT-AEL) 설정을 위한 Polders et al. (2012)의 연구로 BAT 이상의 처리효율이 매우 우수한 환경친화적인 기법들을 사용할 경우 오염물질 배출 농도가 타 사업장의 경우 보다 매우 낮은 수준으로 배출되는 것을 볼 수 있다. Polders 등(2012)은 매우 낮은 수준으로 배출되는 이들 자료를 BAT-AEL 설정시 제외하는데 이는 사업장에서 일반적으로 적용하는 기법으로 볼 수 없다는 것을 의미한다. 즉 배출허용기준을 만족하기 위해 필연적으로 적용되었을 수도 있으며, 해당사업장이 가지고 있는 특기기술 등일 수 있을 것이다. 따라서 매우 낮은 수준으로

배출되는 기술은 BAT에서 제외되어야 한다.

3.2.1.1.4. 2차적인 환경오염을 야기하는 지 여부

적용된 환경기법이 처리대상으로 하는 환경오염물질을 효과적으로 제어 할 수 있다 하더라도 대기오염물질을 발생시키거나, 폐수 또는 폐기물 등의 발생을 초래하여 타 매체 등에 또 다른 환경오염물질의 발생을 야기한다면 BAT로 선정하기 곤란할 것이다. 즉 2차적인 환경오염을 야기한다면 오염제어를 위해 추가적인 방지시설을 설치하거나 추가적인 방지시설 설치 없이 동일한 방지시설로 처리를 한다하더라도 후속 환경기법 또는 최종 처리기법의 처리효율 등에 영향을 미칠 수 있다. 또한 2차적으로 발생된 환경오염물질을 처리하기 위해 에너지,약품 또는 필터 등 추가적인 소모품의 요구가 발생된다면 전체적인 소비비용이 증대하게 되어 BAT로 적합하지 않을 수 있다.

3.2.1.2. 다중·복합 환경기술기법으로서의 평가·선정

BAT 평가·선정시 대부분 단일 환경관리기법에 대해서는 BAT 여부를 평가·선정하고 있으나 다중·복합 환경관리기법에 대한 BAT 평가·선정에 관한 문헌은 찾아보기 힘들다. 즉 단일 환경기법으로는 BAT로 보기가 어려울 수 있으나 환경관리기법이 2개 이상 묶여 작용할 때 BAT로 볼 수 있는 경우도 생각해 볼 수 있다.

Fig. 5에서 보는 것과 같이 다중·복합 환경관리기법이 단일 환경관리기법으로는 모두 BAT에 해당하지 않은 경우(A 유형, Type A)도 있을 수 있으며 B유형(Type B)와 같이 BAT와 BAT가 아닌 기법들이 혼재해 있는 경우도 있을 수 있다. 이런 경우 해당 다중·복합 환경관리기법을 BAT로 볼 수 있을 것인지 여부와 만약 BAT로 볼 수 있다면 판단의 근거에 대한 논란이 있을 수 있을 것이다. 즉 예를 들어 B 유형의 a(BAT가 아닌 기법) + b(BAT가 아닌 기법) + C(BAT 기법) 조합의 경우 a, b는 개별적으로 보면 BAT

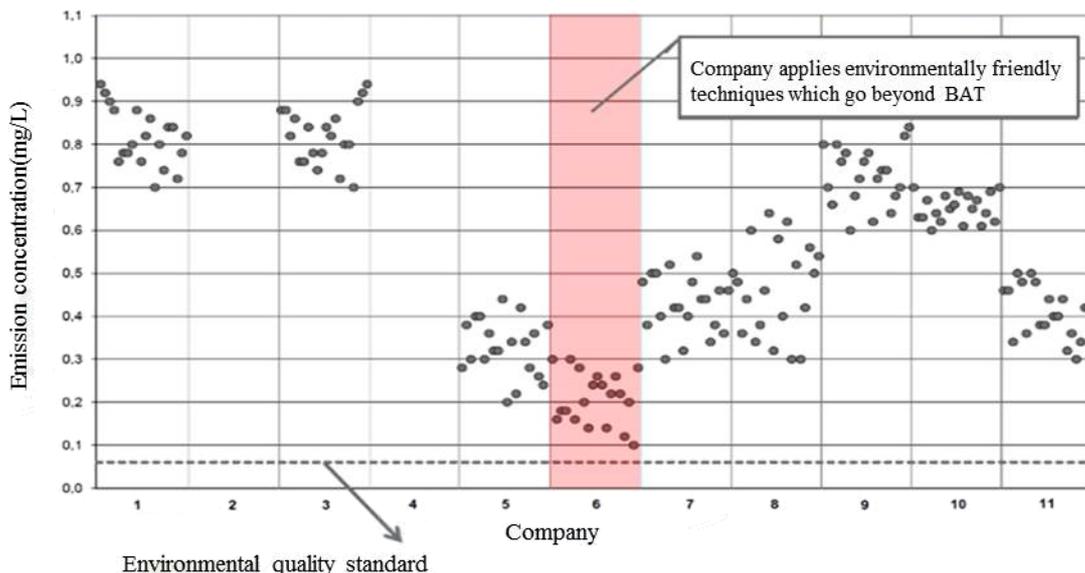
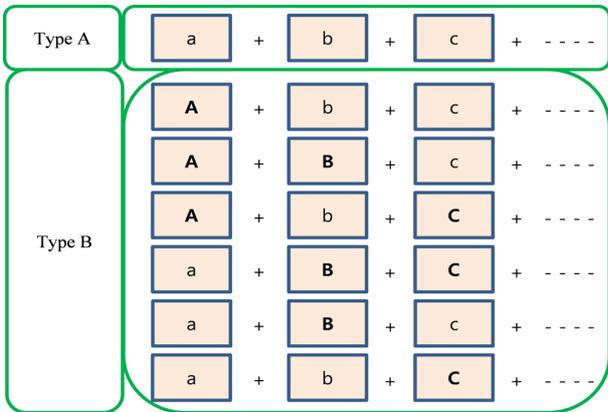


Fig. 4. Exclusion of emission data from companies applying environmentally friendly techniques which go beyond BAT.



**Fig. 5.** Types of complex environmental management techniques (capital letter : BAT, lowercase letter : non-BAT).

가 아니지만 a+b+c의 조합이 어떠한 오염물질의 제어하는 하나의 set기법으로 묶여 질 수 있고 BAT의 기능을 수행한다면 이 조합을 어떻게 볼 것이냐를 언급하는 것이다.

먼저 이런 다중복합 환경관리기법을 BAT로 볼 수 있는냐에 대한 부분은 해당사업장의 허가배출기준을 만족하고, 과도한 비용이 소요되지 않으며, BAT 이상의 우수한 환경기법이 아닌 경우, 또한 2차적인 환경오염을 야기한다 하더라도 추가적인 방지시설의 설치 없이 기존의 후속 환경관리기법에서 동일한 수준으로의 처리가 가능 하다면 BAT로 인정을 해야 할 것으로 판단된다. 왜냐하면 BAT가 단일 기법에 한정된다는 문헌은 없으며, BAT가 아닌 기법(또는 BAT와 BAT가 아닌 기법들 혼재)들의 결합된 형태가 BAT와 동등 이상 수준의 오염물질 저감 또는 환경관리 효과를 나타낸다면 그것 역시 BAT 이기 때문이다. 다만 이 경우에는 반드시 해당 환경관리 기법의 결합 형태가 어떠한 구성으로 이루어져 있는지가 제시되어야 할 것이다.

3.2.1.3. 기술기법 이외 환경관리기법

처리기술, 방지시설 등 기술기법 이외 사업장에서 오염물질 배출수준을 낮추는데 직·간접적으로 기여한 모든 이행사항들(환경관리 등 관리기법)은 모두 BAT로 보아야 할 것이다. 이들 이행 사항들은 단기적으로 오염배출수준을 낮추는데 가시적인 성과가 나타나지 않을 수도 있다. 그럼에도 불구하고 궁극적으로 오염배출수준을 낮추기 위한 일련의

행위들이며 최종적으로 오염배출수준을 낮추는데 기여하기 때문에 BAT에 포함시켜야 할 것이다. 또한, 이러한 행위들이 직접적으로 오염물질의 배출수준을 낮추는 경우도 있으나 다른 부분에 영향을 미쳐 결과적으로 오염물질의 배출수준을 낮추는데 기여한 경우라면 이것 또한 BAT로 보아야 할 것이다. 즉 BAT는 궁극적으로 오염물질등의 배출을 효과적으로 줄일 수 있고 기술적·경제적으로 적용 가능한 경우라면 모두 BAT 범주에 포함시킬 수 있을 것으로 판단된다.

3.2.2. 사업장에서 현재 일반적으로 적용하고 있지 않은 환경기법

3.2.2.1. 1단계 : 실적 평가요소의 목록화

BAT 선정의 첫 단계로는 후보 BAT 기법이 현장에서 적용된 사례가 있는지가 중요한 요소 중 하나로 간주 될 수 있다. 왜냐하면 현재 사업장에서 일반적으로 적용되고 있지는 않지만 현장 적용사례가 있다는 것은 그만큼 적용실적에 따라서는 향후 적용이 확대되어 보편화 될 수 있는 가능성이 크다는 것을 의미하기 때문이다. 즉 유망기술(emerging techniques)로 주목을 받을 수 있다는 의미이다.

현장의 적용사례는 없지만 파일럿 규모로 적용된 적이 있는지, 국가기관 또는 공공기관 등 공신력 있는 기관으로부터 평가를 받거나 관련 연구보고서가 있는지 여부, 관련 특허를 가지고 있는지, 해당 BAT 후보 기법에 대한 연구 논문이나 피인용된 사례가 있는지의 여부등도 실적 평가요소에 포함될 수 있을 것이다.

한편, 각 평가요소에 대해서는 실적량에 따른 정량화된 평가지표가 마련되어야 할 것이다.

3.2.2.2. 2단계 : 허가배출기준 오염물질 항목별 처리수준 및 기준 만족 여부 목록화

2단계에서는 오염물질을 저감하는데 어느 정도의 효과가 있는지를 검토하여야 할 것이다. 즉 BAT로 선정되기 위해서는 오염물질의 저감 효과가 입증되어야 한다. 통합법 제24조제1항 제2호에서도 오염물질의 배출량 저감 효과를 고려해서 BAT를 마련하여야 한다고 규정하고 있다(MOE, 2015).

먼저 처리기술(공법)을 포함한 기술기법인 경우 BAT 후보 환경관리기법이 각각의 허가배출기준 설정 항목에 대해서 Table 3과 같이 어느 정도의 저감 효율(능력)을 지니고

**Table 3.** Example of pollutant reduction level and satisfaction with permitted emission standards (Technology)

EMT	Pollutant reduction level and satisfaction with permitted emission standards								
	Dust				Hg				...
	PES (µg/m³)	RL (µg/m³)	TE (%)	SS (%)	PES (mg/L)	RL (mg/L)	TF (%)	SS (%)	...
A	40	100→70	30	57					...
B	40	100→50	50	80					...
C	40	100→30	70	100					...
⋮									...

\*EMT (Environmental management technique), PES (Permitted Emission Standards), TL (Reduction level), TE (Treatment efficiency), SS (Standard satisfaction)

있는지를 조사하여야 할 것이다. 오염물질 처리수준, 처리 효율, 허가배출기준 대비 처리정도 등이 포함될 수 있을 것이다. 허가배출기준은 오염물질의 배출이 주변 환경에 미치는 영향을 고려하여 설정되기 때문에 허가배출기준을 만족하면 주변에 미치는 영향은 크지 않다는 것을 내재하고 있기 때문에 별도의 주변 환경영향에 대한 검토는 불필요할 것으로 판단된다.

한편, Table 4와 같이 기술기법부문의 BAT에 해당하지 않고 관리기법에 해당되는 BAT의 경우라면 오염물질 배출과 주변 환경에 미치는 영향을 저감하는데 직·간접적으로 어느 정도 기여할 수 있는지를 조사하여야 할 것이다.

3.2.2.3. 3단계 : 환경성 평가요소의 목록화

BAT 평가·선정에 있어 환경성 요소에 대한 검토는 오염물질의 배출수준과 더불어 경제적인 부분과도 결부되는 평가 항목이다. BAT 후보기법을 적용하여 연료, 원료, 부재료, 용수 등의 사용을 감소시킬 수 있다면 물질 내에 있는 오염물질의 유입량이 감소되어 궁극적으로 오염물질의 배출량도 감소될 가능성이 매우 크다. 용수의 사용량이 감소한 경우에도 물 사용비용의 절감과 더불어 결국 배출되는 폐수의 발생량이 감소되어 약품사용량 감소 등에 따라 처리비용을 절약할 수 있게 된다. 열, 전기 등의 에너지 사용의 감소는 관리비 절감에 직접영향을 미쳐 생산단가를 인하하는 효과도 있을 것이다.

한편, 폐기물의 재이용과 재활용이 증가되는 효과가 있다면 폐기물의 배출을 감소시켜 처리비용이 절감되며, 오염물질의 배출량이 감소할 가능성이 매우 클 것이다. 재이용 및 재활용을 함으로써 비용절감 효과도 부가적으로 발생할 수 있을 것이다.

한편, BAT 후보 기법이 저독성 물질 등 유해성이 상대적으로 낮은 물질을 사용한다면 심리적인 안정감 이외에 부식 등으로 인한 노출시 2차적인 환경피해와 환경오염사고가 발생되었을 때 주변 환경에 미치는 환경피해가 상대적으로 적게 나타날 것으로 예상할 수 있을 것이다.

3.2.2.4. 4단계 : 적용성 평가요소 목록화

오염물질의 저감수준이 우수하다고 하더라도 사업장의 운

영 요인들에 민감하게 반응하여 경우에 따라 저감 수준의 변화폭이 매우 큰 경우는 그만큼 신뢰도가 저감될 것이다.

한편 후보기술을 적용할 때 유지관리가 매우 어려울 경우 전문 관리자가 필요하거나 문제가 생겼을 때 대응하기가 용이하지 않아서 사업장에서는 쉽게 해당 기법을 선정하기가 곤란할 것이다. 또한 무엇보다도 해당 후보기술을 적용할 때 현재 사업장의 운영 및 공정설비 등과도 큰 무리 없이 연계가 되어야 할 것이다. 해당 후보기술을 현 사업장에 접목시킬 때 추가적인 설비가 필요하거나 기존의 시설 및 설비들과 불협화음이 발생한다면 향후 운전과정에서 예기치 못한 문제가 발생할 수도 있을 것이다.

따라서 BAT 후보기법 적용시 오염물질의 저감수준이 운영요소의 변화에 크게 영향을 받지 않고 연중 일정하게 유지될 수 있는지를 평가할 수 있는 요소를 목록화하여 진단이 이루어져야 할 것이다.

3.2.2.5. 5단계 : 경제성 평가요소 목록화

경제성 평가요소는 사업장에서 BAT 기법을 적용할 때 허가배출기준 만족도 여부와 더불어서 가장 관심이 있는 평가 요소일 것으로 판단된다. 평가요소로는 오염물질 삭감량 당 설치비용, 오염물질 삭감량 당 유지비용, 후보기법의 추가적용이나 대체 적용시 도출될 수 있는 이윤 부분 등을 생각해 볼 수 있을 것이다.

한편, 설치비용이 고가여서 후보기법을 도입하기가 단기적으로는 사업장에 부담으로 작용될 수도 있으나 유지비용이 타 기법에 비해 저렴하거나 후보기법의 추가적용이나 대체 적용시 발생하는 경제적 이익이 크다면 설치비용을 해소시킬 수 있다. 따라서 이러한 경제성 평가요소들은 후보기법의 내구성 및 사용연한 등을 고려해서 장기적인 측면에서 평가되어야 하고, 여러 요소들을 연계해서 평가해야 할 것이다.

3.2.2.6. 6단계 : 오염 및 사고 예방성 평가요소 목록화

오염물질이 발생한 후에 사후적으로 오염저감을 하는 것 보다는 오염물질이 발생되기 전에 선제적으로 오염발생 요소를 제거하고 감소시키는 것이 무엇보다도 중요하다. 이를 위해 통합법 제24조제1항 제6호에는 BAT을 마련할 때 오

Table 4. Example of Contribution level for pollutant emission reduction (Management)

EMT	Contribution level for pollutant emission reduction										
	Dust					Hg					...
	PES ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DC		IC		PES ( $\text{mg}/\text{L}$ )	DC		IC		...
	RL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	C (%)	RL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	C (%)		RL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	C (%)	RL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	C (%)		
A	40	100→75	53	100→90	44						...
B	40	100→70	57	100→85	47						...
C	40	100→65	62	100→80	50						...
⋮											...

\*EMT (Environmental management technique), PES (Permitted Emission Standards), RL (Reduction level), C (Contribution), DC (Direct contribution), IC (Indirect contribution)

염물질의 원천적 감소를 통한 사전 예방적 오염관리 가능성을 고려하도록 하고 있다(MOE, 2015).

또한, 사업장에 적용할 BAT은 상대적으로 환경오염사고의 발생가능성이 낮으며, 사고가 발생되더라도 환경 및 인체에 치명적이지 않고, 피해의 발생이 적고, 쉽고 용이하게 사고의 수습이 가능한 특성을 지녀야 한다. 이를 위해 통합법 시행규칙 제26조제1항 제2호에는 환경오염사고의 예방 및 피해의 최소화 여부를 고려해서 BAT을 마련토록 규정하고 있다(MOE, 2016a).

3.2.2.7. 7단계 : 기술작업반의 정량 평가

BAT를 선정하기 위해서는 앞에서 기술한 평가요소들에 대한 정량적인 평가가 선행되어야 할 것으로 판단된다. 정량평가의 부분도 완벽하다고 할 수 없지만 수치화된 평가지표를 마련하여 BAT를 선정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

정량적인 평가를 위해서는 정책적인 판단, 전문가 의견수렴, 산업계로 구성된 협의체 등 사회적 합의 단계가 반드시 필요할 것으로 판단된다. EU에서도 중요한 결정사항

에 있어서는 반드시 회원국간의 합의를 이끌어 내는데 우리나라의 경우도 통합환경관리제도가 자율적인 환경관리를 지향하고 있기 때문에 해당 산업계를 포함하여 합의된 결과가 도출되어야 할 것이다.

통합법 제24조제1항에는 환경부 장관이 BAT을 마련하여야 한다고 명시되어 있는데(MOE, 2015) 해당 업종의 산업계 관계자가 포함된 업종별 기술작업반이 구성되어 기술작업반에서 BAT 기준서를 만들고 이 기준서에 BAT가 포함되어 있다. 따라서 후보 BAT 기법에 대한 정량 평가표는 기술작업반에서 수행하며, 평가표의 평가항목 및 가중치 등도 관계기관의 다양한 의견을 수렴하여 기술작업반에서 확정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

Table 5에는 앞에서 기술한 사항을 바탕으로 평가표의 사례를 제시하였다. 물론 Table 5의 평가항목 등은 추가적인 연구를 통해 가감되어야 할 것이며 가중치의 경우도 정책방향 등을 고려하여 합의가 필요한 부분이다.

3.2.2.8. 8단계 : 중앙환경정책위원회 심의를 통한 BAT 확정  
최종적으로 BAT는 환경오염시설의 통합관리에 관한 법

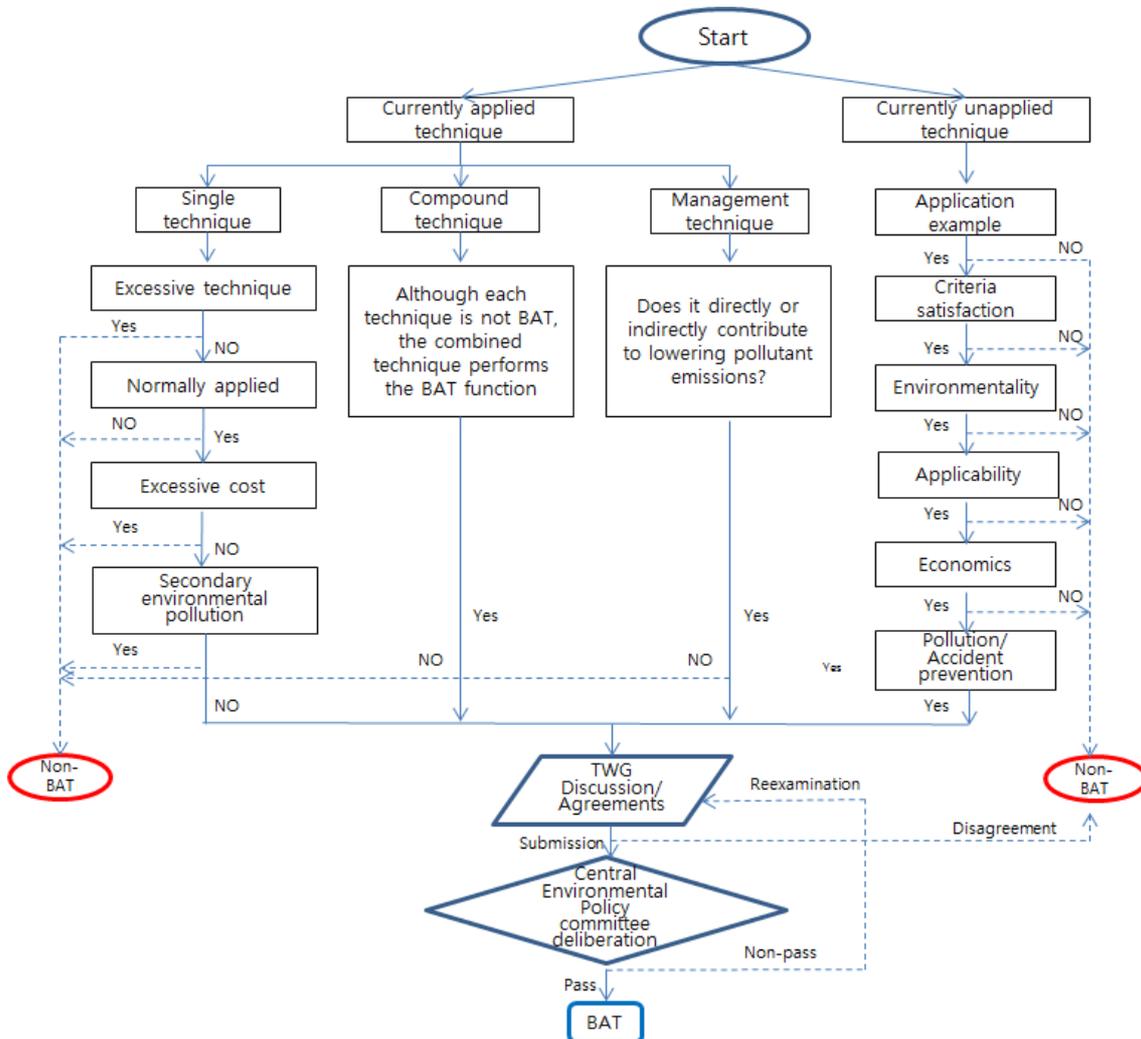


Fig. 6. Conceptual diagram for BAT evaluation and selection.

를 제24조제3항에 따라 중앙환경정책위원회의 심의를 거쳐 확정된다(MOE, 2015). 중앙환경정책위원회는 기술작업반의 검토를 거쳐 상정된 BAT(안)에 대한 평가결과를 심의하여 타당한 경우 확정하고 추가적인 검토가 필요할 경우는 다시 기술작업반에서 재검토가 이루어진다.

통합법 제24조제2항은 과학기술의 발전 수준을 고려하여 BAT 기준서를 5년을 주기로(필요한 경우 2년 연장 가능) 검토하고 필요한 경우 수정·보완 할 수 있도록 되어 있다(MOE, 2015). 따라서 기준서에 포함되어 있는 BAT과 BAT 이외 새롭게 개발된 환경관리기법에 관한 사항도 같은 주기로 검토와 필요한 경우 수정·보완 할 수 있다. 따라서 기존에 BAT로 선정된 기법도 변화될 수 있으며, 기존에 BAT로 선정되지 않은 환경관리기법도 BAT로 새롭게 설정될 수 있다.

#### 4. Conclusion

국내에서 BAT는 업종별 EU 기준서에서 제시된 BAT와 사업현장에서 적용되고 있는 기법을 고려하여 산업계의 전문가 등으로 구성된 업종별 기술작업반의 검토 후 중앙환경정책위원회 심의를 거쳐 확정되고 있다. 하지만 명확히 제시된 관련 규정은 없는 관계로 BAT 평가·선정 가이드라인 마련이 필요할 것으로 판단되어 주요검토항목과 절차에 대해 제안하고자 하였다.

통합환경관리제도를 시행하고 있는 EU, 영국, 미국 등 주요 선진국의 BAT 평가 선정사례와 국내의 유사 사례 및 「환경오염시설의 통합관리에 관한 법률」에서 규정하고 있는 BAT를 선정할 때 고려해야 하는 사항들을 포함하여 검토가 필요하다고 판단되는 사항을 추가하여 제시하였다.

BAT 평가·선정을 위해서는 현시점에서 현장에서 적용되는지 여부에 따라 세분화할 필요가 있는데 현재 적용되고 있는 경우라면 단일 환경관리 기법으로서의 BAT와 다중·복합 환경기술기법으로서의 BAT, 기술기법 이외 환경관리 기법으로서의 BAT로 구분할 필요가 있다. 단일환경관리 기법일 경우는 동일 업종, 동종규모의 사업장에서 대부분 적용하고 있는 환경관리기법인지 여부, 과도한 비용이 소요되는 환경기술기법인지 여부, BAT 이상의 우수한 환경기술기법인지 여부, 2차적인 환경오염을 야기하는 지 여부 등을 검토하여 BAT가 선정되어야 할 것이다.

사업장에서 현재 일반적으로 적용하고 있지 않은 환경기법인 경우에는 실적 평가요소에 대한 검토, 오염물질 항목별 처리수준 및 기준 만족 여부, 환경성 평가요소, 적용성 평가요소, 경제성 평가요소, 오염 및 사고 예방성 평가요소, 기술작업반의 정량 평가 등에 대한 검토 및 평가가 이루어진 후에 중앙환경정책위원회 심의를 통한 BAT 확정되어야 할 것이다.

BAT 평가·선정 방법은 국내·외 사례에서 나타난 것과 같이 국가간 유사한 부분도 있으나 일반적으로 국가별로 처해진 상황에 따라 차별화 되어 설정된다. 국가 정책에서 강조되는 부분이 강화되어 설정되거나, 여러 여건들을 종합

적으로 고려하여 설정되는 등 다양하게 설계될 수 있다.

BAT의 평가·선정 방법론 마련시 다양한 항목들에 대한 검토가 필요시 되며, 무엇보다도 「환경오염시설의 통합관리에 관한 법률」에서 규정하고 있는 사항들에 대해서는 빠짐없이 검토가 되어야 할 것이다. 즉, 사업장에서의 적용가능성, 오염물질 등의 발생량 및 배출량 저감효과, 환경관리 기법 적용·운영에 따른 소요비용, 폐기물의 감량 또는 재활용 촉진 여부, 에너지 사용의 효율성, 오염물질 등의 원천적 감소를 통한 사전 예방적 오염관리 가능 여부, 저독성 물질 등 유해성이 낮은 물질의 사용여부, 환경오염사고의 예방 및 피해의 최소화 여부 등을 고려하도록 되어있다.

한편, BAT 평가·선정 항목의 결정과 정량화를 위해서는 정부 주도식 접근을 최소화하고 전문가 의견, 사업장 등 산업계의 의견, 관계기관 협의체 등의 다양한 의견수렴 과정을 거쳐 업종별 기술작업반 주도하에 이해관계자간의 합의안이 도출되도록 지속적으로 발전시켜 나가야 할 것이다. 물론 국내 실정이 EU 등과 같이 사회적으로 협업, 상생 등이 보편화 되어 있지는 않지만 전기·증기생산시설과 폐기물소각시설의 사례에서 볼 수 있듯이 BAT 기준서와 BAT-AEL이 TWG가 중심이 되어 마련된 점을 고려하면 충분히 가능할 것으로 판단된다. 다만, 제도의 설계초기인 점을 고려하여 큰 틀에서의 방향성과 핵심사항에 대해서는 중앙정부에서 가이드라인을 제시하는게 바람직할 것으로 판단된다.

#### Acknowledgement

본 내용은 『최소가용기법(BAT) 평가·선정지침 마련 및 업종공동 기준서 작성계획 수립』의 연구결과의 일부와 전기·증기생산시설 및 폐기물소각시설 기준서 마련·심의 진행 현황 등을 고려하여 작성되었으며, 일부 내용 등은 환경부의 통합환경관리제도 정책 방향과 다를 수 있음을 밝힙니다.

#### References

European Union (EU). (2010). Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control), Official Journal of the European Union.

Geldmann, J. and Rentz, O. (2004). The Reference Installation Approach for the Techno-economic Assessment of Emission Abatement Options and the Determination of BAT According to the IPPC-directive, *Journal of Cleaner Production*, 12, 389-402.

Ministry of Environment (MOE). (2010). *A Study on the Development of Optimal Carbon Neutral Program for National Environmental Facilities*, Ministry of Environment. [Korean literature]

Ministry of Environment (MOE). (2015). *Act on Integrated Management of Environmental Pollution Facilities*, Ministry of Environment. [Korean literature]

- Ministry of Environment. (MOE). (2016a). *Enforcement Rule of the Act on Integrated Management of Environmental Pollution Facilities*, Ministry of Environment. [Korean literature]
- Ministry of Environment (MOE). (2016b). *Explanation of Legislation on Integrated Management of Environmental Pollution Facilities*, Ministry of Environment. [Korean literature]
- Ministry of Environment (MOE). (2016c). *Workplace Presentation Booklet on Integrated Environmental Management System*, Ministry of Environment. [Korean literature]
- Ministry of Environment and National Institute of Environmental Research (MOE and NIER) (2016). *International Seminar 2016 on Integrated Prevention and Control*, Ministry of Environment-National Institute of Environmental Research. [Korean literature]
- National Institute of Environmental Research (NIER). (2003). *Comparative Analysis of BAT Evaluation Techniques*, National Institute of Environmental Research. [Korean literature]
- National Institute of Environmental Research (NIER). (2014). *Establishment of Guidelines for Evaluation of Best Available Techniques and Establishment of Plans for Writing Common BREF for Industry*, National Institute of Environmental Research. [Korean literature]
- Polders, C., Abee, L. V., Derden, A., and Huybrechts, D. (2012). Methodology for Determining Emission Levels Associated with the Best Available Techniques for Industrial Waste Water, *Journal of Cleaner Production*, 29-30, 113-121