

새로운 대기오염물질 배출원 분류체계에 관한 제언 A Proposal on the New Air Emission Source Categories

허정숙 · 이덕길 · 홍지형* · 석광설 · 이대균 · 엄윤성
국립환경연구원 대기공학과
(2002년 2월 15일 접수, 2002년 5월 1일 채택)

Jeong-Sook Heo, Duk-Kil Lee, Ji-Hyung Hong,
Kwang-Seol Seok, Dae-Gyun Lee and Yun-Sung Eom
Air Pollution Engineering Division, National Institute of Environmental Research
(Received 15 February 2002; accepted 1 May 2002)

Abstract

A better knowledge of emission inventories can serve several important functions such as provision of public information, identification of primary sources, assessment of temporal and spatial trend, and analysis for national modelling studies. The purpose of this paper is to propose the new air emission source categories on the basis of the Korea Standard Industrial Classification. Hence, the paper focuses on reviewing and comparing the air emission source categories of USEPA, UK, and EU. The new emission source categories compose Tiers 1, 2, and 3. For Tier 1, there are 14 categories: fuel combustion-utilities, industries, and heating and others, chemical and allied product manufacturing, metals processing, and petroleum and related industries, etc. Tier 2 consists of small categories classified minutely in Tier 1. Tier 3 connects the categories of Tier 2 with the Korea Standard Industrial Classification.

Key words : emission inventory, Korea Standard Industrial Classification, emission source categories

1. 서 론

많은 국제적인 환경협약이 체결되고 환경보호를 위한 무역규제도 강화되고 있는 현재, 환경부는 기후변화협약과 생물다양성협약 등 각종 국제 환경협약에 대처하고, UNEP, OECD 등 환경관련 국제기구 및 주요 국가와의 환경협력을 추진하고 있다. 이러한 국제적 상황은 국가자료의 국제간 정보의 교

류·협력을 강조하며, 가입국가로서의 활동들을 요구하고 있다. 대기환경분야에 있어서 기후변화협약 등에 대처하기 위해서는 각 국의 국가 대기배출량은 자료의 신뢰성과 각 국 자료의 비교·평가를 위해서 산정방법과 자료 제출 형태 등이 통일되어 이루어져야 한다. 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)은 온실 가스 배출량 작성의 표준화된 지침을 제공하기 위해 "1996 IPCC Guidelines"에 따라 배출량을 산출하여 일정한 형태로 작성·보고를 권장하고 있다(환경부, 2000a). 이러한 국제기구의 환경협력에 대응하

* Corresponding author
Tel : 032-560-7102, E-mail : jhong@me.go.kr

기 위해서는 우리 나라의 대기배출량 자료 등의 기초자료가 필수적이며, 국제기구가 요구하는 표준화된 체계에 맞추어 기초자료 조사연구가 진행되어야 할 것이다.

우리 나라는 1990년 이후 효율적인 대기환경보전을 추진하기 위하여 대기환경보전법이 독자적인 개별법으로 제정·강화하여 왔으나, 대기환경행정의 수요 증가, 전문화, 다양화, 복잡화 추세에 신속하게 대처하며, 대기관련정책을 종합적으로 조성할 수 있는 새로운 법안들이 계속적으로 검토 및 추진되어야 할 필요성이 있다(환경과학연구협의회, 1993). 대기오염 현황을 규명하고 합리적인 관리방안을 모색하기 위해서는 대기오염물질이 어디서 얼마만큼 나오는지에 대해 정확히 파악하는 것이 필수적이다. 배출원별로 시간에 따른 배출량의 공간적 분포를 정량적으로 추정할 수 있어야만 비로소 배출량 저감을 위한 구체적인 전략수립이 가능하기 때문이다. 즉, 배출목록(emission inventory)은 합리적인 자료를 바탕으로 한 대기오염전략 수립의 핵심적인 기초자료이다. 대기오염원을 규명하고, 오염원에서 배출되는 오염물질의 종류와 양을 조사하여 목록화하는 작업은 장기간에 걸친 광범위한 자료조사와 연구를 필요로 하는 일로서 대부분의 선진국가에서는 많은 비용과 인력을 동원하여 대기배출자료를 국가적으로 목록화하는 작업을 추진하여 왔다(경기도, 2000).

국내의 대기오염 배출자료 조사는 1980년대부터 대도시 지역에 대한 대기관리 연구가 수행되는 과정에서 작성되었다. 그 후, 본격적인 배출량 자료 조사 연구는 국립환경연구원에서 수행되고 있다. 그러나, 배출자료의 기초자료가 부실하고, 표준화된 대기오염 배출자료체계에 맞추어 연구가 진행된 것이 아니므로, 일회적인 연구에 그치는 경우가 많아 본격적인 대기오염 배출목록화 체계로 발전하지 못하였다(장영기, 1999).

현재 대기환경보전법에서는 대기오염물질과 대기배출시설을 총 52종의 대기오염물질과 총 14개 대기배출시설로 분류하고 있다. 현행 대기배출시설은 분류체계가 모호하고, 우리 나라 표준산업분류체계의 업종분류와는 큰 차이를 보이고 있으며, 수질, 폐기물 및 독성 등의 자료와 연계성을 갖지 못하고 있다. 또한, 배출되는 오염물질이 극소량이거나 없는

오염원도 배출시설로 분류되어 있는 등, 배출원 분류에 문제점이 있어, 이에 대한 표준화 작업도 시급히 필요한 실정이다. 또한, 국제간 정보교환의 협력에 필요한 역할을 할 수 있는 자료의 확보를 위한 표준화된 대기배출원 분류체계가 절실하다.

따라서, 본 연구에서는 미국과 유럽의 선진외국과 우리 나라의 대기배출원 분류체계 현황을 조사하고 비교·검토하여, 우리 나라의 산업특성에 적합한 즉, 한국표준산업분류체계를 고려한 새로운 대기배출원 분류체계를 제안하고자 한다. 새로운 대기배출원 분류체계안은 대기오염물질 배출원을 효과적으로 관리할 수 있으며, 국가간의 자료가 공유되면서 지구환경문제 등에 능동적으로 대처할 수 있도록 표준화된 형식을 갖추는 등의 기대효과가 있다. 본 연구는 대기배출원 중 점오염원 중심으로 기술해 나갈 것이다.

2. 우리 나라 및 선진외국의 대기오염 물질 배출원 분류체계

2.1 우리 나라

현재, 환경부에서는 대기오염배출량, 오염도현황 등 대기환경 기초자료와 교통량, 에너지 사용량, 기상자료 등 대기환경 관련자료에 대한 데이터베이스 및 행정구역도, 도로망도 대기환경 GIS를 구축하고, 이를 응용하여 대기보전정책 수립시 활용할 수 있는 시스템을 개발 중에 있다(환경부, 2000b). 이 “대기보전 정책수립지원시스템”에서 활용하고 있는 대기배출원은 에너지산업연소, 비산업연소, 제조업연소, 생산공정, 에너지공급, 도로이동오염원, 비도로이동오염원, 폐기물처리, 자연오염원 등 총 10개 대분류 대기배출원과 중분류, 소분류 배출원으로 분류되어 있다. 이러한 분류체계는 유럽연합의 CORINAIR94 (COReInventoryAir) 대기배출원 분류체계를 기준으로 하고 있다.

또한, 환경부 및 국립환경연구원에서는 난방, 산업, 수송 및 발전분야의 4개 대기배출원에서의 먼지, SO₂, CO, HC 및 NO_x 등의 대기오염물질 배출량을 산정하고 있다(환경부, 2000c). 현재의 대기오염 배출량은 지역별 연료사용 통계자료만을 고려하여 산정된 것이므로 정확한 대기오염배출량 산정에 한

계가 있다. 따라서, 체계적으로 대기배출원을 분류하고, 배출원별 배출특성 파악과 배출계수 산정 등의 연구활동이 마무리될 때, 정확한 국가 대기오염물질 배출량 산정이 가능해질 것이다. 대기배출목록화 사업에서 현실적이고 합리적인 대기배출원 분류체계에 관한 연구가 가장 먼저 선행되어야 할 과제이다.

대기환경보전법 제2조에 대기오염물질의 종류는 입자상오염물질을 포함하여 총 52개 물질로 규정되어 있다. 또한, 동법 제5조의 대기배출시설은 금속 및 용융 또는 열처리시설 등 13개 시설과 1개의 공통시설로 크게 구분되어 있으며, 해당 시설별 개별 공정시설의 용적, 시간당 연료사용량 및 처리능력, 동력 등의 규모를 기준으로 분류하고 있으며, 각 배출시설에 대한 배출허용기준을 설정하고 있다. 대기오염물질 배출시설이란 대기오염물질을 대기 중에 배출하는 시설물, 기계, 기구, 기타 물체를 의미한다(환경부, 2000d). 표 1에는 대기환경보전법상의 대기오염물질 배출시설 분류가 제시되어 있다. 현재의 대기배출시설은 분류체계가 모호하여 현 시점의 관리 방법에서 발전된 효율적인 관리체계를 만들어야 할 것이다. 대기배출시설은 국가의 산업 특성을 고려하여 다양성과 체계성을 갖춘 대기배출원 분류체계에 따라 관리되어야만 효율적일 수 있다.

우리 나라의 모든 산업은 한국표준산업분류체계에 따라 행정적으로 관리되고 있다. 표준산업분류는 사업체가 주로 수행하는 산업활동을 그 유사성에 따라 체계적으로 유형화(분류)한 것으로서, 2000년 3월 개정·시행되어, 현재, 20개 대분류 산업(제1차 분류)으로 분류되어 있으며, 전체 산업은 제1차 분류에서 제5차 분류까지 되어 있다. 특히, 대기오염물질이 가장 많이 배출되는 제조업의 경우, 71개 소분류(제2차 분류), 174개 세분류(제3차 분류), 473개 세세분류(제5차 분류)로 산업 분류가 되어 있다(통계청, 2000). 표준산업분류의 각 분야별 세세분류, 특히, 제조업 분야의 473개 세세분류 업종은 각 산업공정별로 오염물질 배출특성이 다양하여, 배출오염물질 종류와 배출량이 다르다.

2.2 미국

배출계수 개발 및 배출 평가에 관련하여 가장 오래된 역사를 가지고 있는 미국의 경우, 배출원의 주요 분류와 내용은 표 2와 같다. 미국 EPA는 대기배

출원을 크게 5개 범주(category), 즉, 연소, 산업, 도로, 비도로 및 기타로 구분하였다. 각 5개 범주 안에서 4개 Tier Level로 다시 세분화하여 배출원 분류체계를 확립하였다. 대기오염물질의 국가 배출량과 배출추세는 Tier Level별로 산정되어 보고된다. 첫 번째 Level인 Tier 1은 14개 배출원 특성별로 구분되어 있다. 각 Tier 1 배출원이 5개 범주에 포함되는 것을 살펴보면, 발전, 산업 및 기타 배출원에서의 연소활동이 “연소” 배출원에; 화학 및 합성 물질제조, 금속공정, 석유관련산업, 기타 산업공정, 용매 이용, 저장 및 이동, 폐기물 처리 및 재활용이 “산업” 배출원에; 도로 차량이 “도로” 배출원에; 비도로 엔진과 차량이 “비도로” 배출원에; 자연오염원과 기타가 “기타” 배출원에 포함된다(USEPA, 2000a).

두 번째 Level인 Tier 2는 각 Tier 1 범주 안에서 세분화되어 있다. Tier 1과 Tier 2는 6가지 대기오염물질(CO, NO_x, VOCs, SO₂, PM10, PM2.5)에 모두 적용될 수 있는 배출원 범주이다. 세 번째 Level인 Tier 3은 각 오염물질에 따라 배출원이 분류되는 수준이다. 네 번째 Level인 Tier 4는 오염원분류코드(Source Classification Code, SCC) 수준으로 분류되어 있으며, SCC 코드별 오염원이 개별 대기오염물질 배출시설이라 할 수 있다(USEPA, 2000b). 또한, 각 SCC와 상위 3가지 Tier Level은 서로 연결되어 있어, 하위 Level의 배출원에서 배출량 산정이 상위 Level로 합쳐질 수 있도록 구성되어 있다. 미국은 체계적인 배출원 분류체계에 따라 수많은 대기오염물질 배출시설별 배출량이 산정됨으로 체계적이며, 합리적인 대기관리정책을 수립할 수 있는 체계성을 갖고 있다.

미국의 대기배출원 분류체계 중 산업분야의 배출원은 북미산업분류체계(North American Industry Classification System, NAICS)를 기본으로 하고 있으며, 국가대기배출원 목록 작성시, 반드시 표준산업분류(Standard Industrial Classification, SIC) 코드를 입력하도록 되어 있다. 미국 통계청은 1987년 SIC 체계에 의해 전체 산업을 분류하였다. 또한, 1997년에는 기존 자료를 바탕으로 새로운 산업을 보완·수정한 NAICS 체계에 의해 전체 산업을 분류하였고, SIC코드와 NAICS코드의 연결체계를 완성하여 구 산업과 신산업을 확인할 수 있게 하였다. 미국의 산업분류체계는 총 20개 대분류(broad sector) 산업으

표 1. 대기환경보전법상의 대기오염물질 배출시설 (환경부, 2000b)

배출 시설	해당 시설	규 모
1. 금속의 용융·제련 또는 열처리 시설	가. 전기아크로(유도로 포함) 나. 반사로 다. 용선로 라. 도가리로 마. 평로, 전로(순산소 상취전로 포함), 배소로, 소결로, 가열로, 용융·용해로 바. 용해로, 납의 제2차 정련용 또는 납의 관·관·선 제조용 용해로 사. 제선로(용광로 포함) 아. 알루미늄 정련용 전해로	- 시간당 300kW 이상 - 노상면적 4.5m ² 이상 - 1회 주입연료 및 연료량의 합계가 0.5톤 이상 - 1회 주입 원료량이 0.5톤 이상 또는 연료사용량 시간당 30kg 이상 - 연료사용량이 시간당 30kg 이상 또는 용적 1m ³ 이상 - 연료사용량이 시간당 30kg 이상 또는 용적 1m ³ 이상 - 풍구(노복)면의 횡단면적 0.2m ² 이상 - 용적 1m ³ 이상
2. 금속의 표면처리 시설	가. 도금시설, 탈지시설, 산·알칼리 처리시설, 화성처리시설 나. 금속표면처리용 건조시설 다. 주물사처리시설(코아제조시설포함)	- 용적 1m ³ 이상 - 연료사용량 시간당 30kg 이상 또는 용적 3m ³ 이상 - 시간당 처리능력이 0.1톤 이상 또는 용적 1m ³ 이상
3. 화합물 및 화학제품 제조시설	가. 기초화합물제조 시설, 비료 및 질소 화합물 제조시설, 합성고무 및 플라스틱물질 제조시설 1) 반응시설, 흡수시설, 응축시설, 정제 시설(분리·증류·추출·여과포함), 농축시설, 표백시설 2) 연소시설(화학제품의 연소에 한함), 용융·용해시설, 소성시설, 가열시설, 건조시설, 회수시설 3) 혼합시설 나. 기타화학제품 제조시설 1) 상기 가의 각목에 해당되는 규모 이상의 시설 2) 탄화시설 다. 화학섬유제조시설 1) 상기 가의 각목에 해당되는 규모 이상의 시설 2) 방사시설	- 용적 1m ³ 이상 - 연료사용량 시간당 30kg 이상 또는 용적 3m ³ 이상 - 용적 3m ³ 이상 또는 동력 10마력이상 - 용적 30m ³ 이상 - 분당 방사속도가 50m 이상
4. 고무 및 플라스틱 제품 제조시설	가. 위의 제3호 가의 각목에 해당되는 규모 이상의 시설 나. 혼합시설(소련시설 포함), 분리 시설, 정련시설 다. 성형시설(압출·압연 또는 사출 방법에 의한 시설 포함) 라. 가황시설(열과 압력을 가하여 제품을 성형하는 시설 포함)	- 용적 30m ³ 이상 또는 동력 10마력 - 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌외의 물질을 원료로 사용하는 동력 250마력 이상 - 용적 30m ³ 이상 또는 동력 20마력
5. 석유정제품 제조시설	가. 위의 제3호 가의 각목에 해당되는 규모이상의 시설 나. 촉매재생시설, 황회수장치의 연소시설	- 연료사용량이 시간당 30kg 이상 또는 용적 1m ³ 이상
6. 코크스 및 관련 제품 제조시설	가. 코크스로	- 연료사용량이 시간당 30kg 이상
7. 비금속광물 제품 제조시설	가. 소성시설, 용융·용해시설, 건조시설(시멘트양생시설 제외) 나. 냉각시설(서냉시설 제외) 다. 혼합시설, 계량시설	- 연료사용량이 시간당 30kg 이상 또는 용적 3m ³ 이상 - 처리능력이 시간당 0.5톤 이상 - 용적 3m ³ 이상

표 1. 계속.

배출 시설	해당 시설	규 모
	라. 석면 및 암면 제품 제조시설의 권취시설·압착시설·탈판시설·방사집면시설·절단시설 마. 산처리시설(부식시설 포함)	
8. 가죽·모피가공 및 모피제품제조시설	가. 원피저장시설(염장원피건용시설제외) 나. 석회석시설, 건조시설(도장마무리용 시설에 한함)	- 용적 10m ³ 이상 - 연료사용량이 시간당 30kg 이상 또는 용적 3m ³ 이상
9. 제재 및 목재 가공 시설	가. 목재가공연마시설 나. 제재시설 다. 건조시설(도포 및 도장마무리용 건조시설에 한함)	- 동력 20마력 이상 - 동력 20마력 이상 - 연료사용량이 시간당 30kg 이상
10. 펄프, 종이 및 종이제품 제조시설	가. 증해시설·표백시설 나. 석회로시설·가열시설	- 용적 3m ³ 이상 - 연료사용량이 시간당 30kg 이상
11. 담배 제조시설	가. 습검시설, 건조시설·침향시설·순환식 조화시설 나. 권련시설, 권취·포장시설	- 용적 3m ³ 이상 - 처리능력이 시간당 50kg 이상
12. 음식료품제조시설, 단백질 및 배합사료 제조시설(유기질 비료시설 포함)	가. 증자시설(훈증 시설 포함), 자숙 시설, 발효시설, 증류시설, 산·알칼리 시설, 건조시설(진공냉동건조시설 제외) 나. 재분시설 다. 도정시설	- 연료사용량이 시간당 60kg 이상 또는 용적 5m ³ 이상 - 동력 20마력 이상 - 동력 70마력 이상
13. 섬유제품제조시설	가. 선별(혼타)시설 나. 다림질(텐트)시설 및 코팅시설(실리콘·불소수지외의 유연제 또는 방수용 수지를 사용하는 시설에 한함) 다. 모소시설(모직물에 한함) 라. 기모(식모)시설	- 동력 3마력 이상 - 연료사용량이 시간당 60kg 이상 또는 용적 5m ³ 이상 - 연료사용량 일일 20kg 이상 또는 용적 1m ³ 이상 - 동력 10마력 이상
14. 공동시설	가. 화력발전시설, 열병합발전시설 발전용내연기관(도서지방용·비상용 및 수송용 제외) 나. 보일러 다. 소각시설(소각보일러 포함) 1) 폐기물소각시설·적출물소각시설·폐수소각시설 2) 폐가스소각시설(매립시 발생 가스 소각은 제외) 라. 연마시설, 선별시설, 탈사시설 및 탈청시설 : 습식 및 이동식 제외 마. 분쇄시설 : 습식 및 이동식 제외 바. 유·무기산 저장시설, 유기화합물(원유·휘발유·납사·알켄족·알칸족·알킨족·방향족·알데히드류·케톤류가 50% 이상 함유된 경우에 한함) 저장시설, 고체입자상물질 저장시설 사. 도장시설 아. 고체입자상물질 포장시설 자. 기타로 차. 폐수·폐기물 증발시설, 폐수·폐기물 농축시설, 폐수·폐기물 건조시설	- 120kW 이상 - 시간당 증발량 0.5톤 이상 - 소각능력이 시간당 25kg 이상 - 소각능력이 시간당 100kg 이상 - 동력 10마력 이상 - 동력 20마력 이상 - 용적 50m ³ 이상 - 용적 50m ³ 이상 - 용적 50m ³ 이상 또는 동력 3마력 이상 - 포장능력이 시간당 100kg 이상 - 시간당 연료사용량 50kg 이상 또는 용적 2m ³ 이상 - 시간당 처리능력이 0.5m ³ 이상 - 시간당 처리능력이 0.5m ³ 이상 - 시간당 처리능력이 0.15m ³ 이상

표 2. 미국의 주요 대기배출원 분류체계 (USEPA, 2000b)

Tier 1 코드	Tier 1 이름	Tier 2 코드	Tier 2 이름	Tier 1 코드	Tier 1 이름	Tier 2 코드	Tier 2 이름
01	연료연소-발전	01	석탄	09	저장 및 이동	03	드라이크리닝
		02	오일			04	표면 코팅
		03	가스			05	기타 산업
		04	기타 외부연소			06	비산업
		05	내부연소			07	비분류된 용제 이용
02	연료연소-산업	01	석탄	01	대규모 터미널 및 공장		
		02	오일	02	석유 및 석유제품 저장		
		03	가스	03	석유 및 석유제품 이동		
		04	기타 외부연소	04	서비스 스테이션 : Stage I		
		05	내부연소	05	서비스 스테이션 : Stage II		
03	연료연소-기타	01	상업/기관 석탄	06	서비스 스테이션 : Breathing & Emptying		
		02	상업/기관 오일	07	유기화학물질 저장		
		03	상업/기관 가스	08	유기화학물질 이동		
		04	기타 연료연소 (주거용 제외)	09	무기화학물질 저장		
		05	주거용 목재	10	무기화학물질 이동		
		06	기타 주거용	11	대량 원료 저장		
		07	기타 주거용	12	대량 원료 이동		
04	화학 및 합성제품 제조	01	유기화학 물질 제조	10	폐기물 처리와 재활용	01	소각
		02	무기화학 물질 제조			02	노천소각
		03	중합체 및 합성수지 제조			03	공공처리장
		04	농업용 화학물질제조			04	산업폐수
		05	페인트, 니스, 레커, 에나멜 제조			05	처리저장 및 폐기설비
		06	약품 제조			06	매립
		07	기타 화학물질 제조			07	기타
05	금속공정	01	비철	11	도로차량	01	소형 가솔린 차량 및 이륜차
		02	철			02	소형 가솔린 트럭
		03	금속공정			03	중형 가솔린 차량
		04	금속공정			04	디젤
06	석유관련 산업	01	오일 및 가스 제조	12	비도로 엔진 및 차량	01	비도로 가솔린엔진
		02	석유정제관련 산업			02	비도로 디젤엔진
		03	아스팔트 제조			03	항공기
07	기타 산업공정	01	농업, 음식 및 관련 제품	04	해양선박		
		02	직물, 피혁 및 의복 제품	05	철도		
		03	목재, 펄프 및 종이인쇄 제품	13	자연적 오염원	01	생물학적
		04	고무 및 기타 플라스틱 제품			02	지리적 (풍식)
		05	광물제품			03	기타 (번개/담수/해수)
		06	기계제품	14	기타	01	농업 및 숲
		07	전자장비			02	기타 연소(돌불)
		08	이동장비			03	재해/불의의 배출
		09	건설			04	수리점
		10	기타 산업공정			05	헬스 서비스
08	용제이용	01	탈지	06	냉각탑		
		02	그래픽 아트	07	비산먼지		

표 3. CORINAIR94의 대기배출원 분류체계 (ETC/AE, 1998).

SNAP-Level 1	SNAP-Level 2	SNAP-Level 1	SNAP-Level 2
01	에너지 연소 및 전환 산업		
	010100 공공 발전		070600 자동차로부터 가솔린 휘발
	010200 지역난방		070700 자동차 타이어 및 브레이크 마모
	010300 석유정제	08	기타 이동 오염원과 장비
	010400 고체연료 전환시설		080100 기타 이동오염원과 장비 - 군사용
	(010407 기타 - 석탄 기화 및 액화 등)		080200 기타 이동오염원과 장비 - 철도
	010500 석탄, 오일, 가스추출		080300 기타 이동오염원과 장비 - 내륙 수로
02	비산업 연소시설		080400 기타 이동오염원과 장비 - 해상 활동
	020100 상업 및 공공기관 시설		080500 기타 이동오염원과 장비 - 항공 교통
	020200 주거 시설		080600 기타 이동오염원과 장비 - 농업
	020300 농업, 임업 및 수산업		080700 기타 이동오염원과 장비 - 임업
03	제조업의 연소		080800 기타 이동오염원과 장비 - 산업
	030100 제조업 연소 - 보일러/가스터빈/엔진		080900 기타 이동오염원과 장비 - 가정과 원예
	(030106 제조업 연소 - 기타 고정 장비)		081000 기타 이동오염원과 장비 - 기타 비도로
	030200 제조업 연소 - 비접촉 공정화로	09	폐기물 처리 및 재활용
	(030205 제조업 연소 - 기타 공정화로)		090200 폐기물 소각
	030300 제조업 연소 - 접촉 공정화로		090700 농업 폐기물의 노천소각(100300번 제외)
	(030326 제조업 연소 - 기타)		090900 화장
04	생산 공정		091000 기타 폐기물 처리
	040100 석유정제 산업공정	10	농업과 임업, 토지 이용 및 식재량 변화
	040200 제철제강 산업 및 탄광		100100 비료 경작(동물 배설물 제외)
	040300 비철금속 공정		100200 비료 사용하지않는 경작
	040400 무기화학산업 공정		100300 짚 등의 현장 소각
	040500 유기화학산업 공정		100400 대장 발효
	040600 목재, 종이펄프, 식음료 및 기타 산업 공정		100500 배설물 관리
	040700 냉각 시설		100600 살충제 사용
05	화석연료 및 지열에너지 추출 및 공급		100700 관리되는 낙엽수 산림
	050100 고체 화석연료의 추출 및 1차 처리		100800 관리되는 침엽수 산림
	050200 액체 화석연료의 추출 및 1차 처리		101100 Luwc - 나무 바이오 매스 저장 변화/연간 증가
	050300 기체 화석연료의 추출 및 1차 처리		101200 Luwc - 나무 바이오 매스 저장 변화/연간 수확
	050400 액체 연료의 분배(휘발류 분배 제외)		101300 Luwc - 지상 바이오 매스 전환 / 연소
	050500 휘발류 분배		101400 Luwc - 전환 / 지상 바이오 매스 부패
	050600 가스 분배 네트워크		101500 Luwc - 전환 / 흙 탄소 방출
	050700 지열 추출		101600 Luwc - 관리되던 땅의 방치 < 20y / 지상바이오 매스
06	유기용제 및 기타 제품 사용		101700 Luwc - 관리되던 땅의 방치 < 20y / 흙 탄소의 흡수
	060100 페인트 이용		101800 Luwc - 관리되던 땅의 방치 > 20y / 지상바이오 매스
	060200 세정, 드라이클리닝 및 전자제품 제조		101900 Luwc - 관리되던 땅의 방치 > 20y / 흙 탄소의 흡수
	(060204 기타 다른 산업 클리닝)	11	자연
	060300 화학생산물 제조공정		110100 비 관리 낙엽수 산림
	060400 기타 유기용제 사용 및 관련 활동		110200 비 관리 침엽수 산림
	060500 N ₂ O 사용		110300 산불
07	도로 운송		110400 자연적인 초원
	070100 승용차		110500 습지대
	070200 경량 자동차 < 3.5 t		110600 물
	070300 중형 자동차 > 3.5 t 및 버스		110700 동물
	070400 MOPEDS 및 이륜차 < 50 CM3		110800 화산
	070500 이륜차 > 50 CM3		110900 지표면 근처 침적

로 분류되어 있으며, 특히 제조업의 경우, 474개 세계 업종으로 분류되어 있다 (U.S. Census Bureau, 2001). 미국의 산업별 대기배출원 체계는 그 나라의 업종 분류체계에 맞추어 체계적으로 분류되어 있음을 확인할 수 있다.

2.3 유럽(EV)

유럽의 대기배출목록화 사업은 1983년부터 대기배출자료를 수집하기 위한 체계를 확립시켰던 EC (European Commission)의 CORINAIR 프로그램으로부터 시작한다. 유럽환경국(European Environment Agency, EEA)는 1994년 대기배출 업무와 관련된 일을 지원할 ETC/AE (European Topic Centre on Air Emissions)를 설립시켰다. 과거의 CORINAIR를 새로운 자료로 수정·보강하는 CORINAIR 프로젝트, 즉, CORINAIR85, CORINAIR90, CORINAIR94로 발전되면서, 1996년과 1997년에 EEA와 ETC/AE에 의해 발표되었다. CORINAIR 프로젝트는 유럽연합의 법률과 여러 가지 국제협약(주로 UNFCCC, IPCC)에 따라 의무적으로 국가 대기배출자료를 보고할 수 있도록, 각 나라에 대기배출에 관한 가이드 북과 CollectER (Collect Emission Register)이라는 소프트웨어를 제공한다. CollectER는 데이터 수집(면 오염원과 점오염원의 활동도 자료, 배출계수 및 배출량), 국가별로 나뉘어져 있는 배출조사 목록에 자료저장(bottom up 또는 top down 방식) 및 국가별 대기 배출을 기록할 수 있게 한다. 1996년 현재 20개 유럽국가에서 CORINAIR94 프로젝트에 참여하고 있다. 또한, EEA는 참여 국가가 각 국가마다의 동일한 형식의 자료와 필요성이 있는 세세한 대기배출 자료를 ETC/AE에 제공하도록 요구하고 있다. 이와 같은 방식으로 CORINAIR 프로젝트는 대기배출량을 오염물질별, 주요 오염원 분류별, 국가별 및 환경 이슈인 “기후변화”와 “산성화”에 대한 기여도별 등 다양한 분석·비교 결과를 제공한다 (EEA, 1999a).

CORINAIR94의 주요 배출원 분류체계는 SNAP (Selected Nomenclature for Sources of Air Pollution)에 따라 정의된다. SNAP은 3개 level 즉, SNAP-level 1, SNAP-level 2, SNAP-level 3로 분류가 이루어진다. 즉, SNAP-level 1은 총 11개 주요 오염원 범주(sector)로 분류되어 있다. 이 level의 대기배출원은 에너지연소 및 전환산업; 비산업연소; 제조업 연

소; 생산공정; 화석연료에너지 추출 및 공급; 유기용제 및 기타 생산품의 사용; 도로이동오염원; 기타 이동오염원; 폐기물처리 및 재활용; 농업, 임업 및 토지이용; 자연오염원 등으로 분류되어 있다. SNAP-level 1내에서 SNAP-level 2는 총 77개 오염원(sub-sector)으로 세분화된다. SNAP-level 2의 오염원은 다시 총 375개 오염원(SNAP-level 3)으로 세세분화된다 (EEA, 2000b; ETC/AE, 1998). 표 3에 CORINAIR94의 대기배출원 분류체계를 제시하였다.

2.4 영국

영국에서는 환경, 식품 및 농산부 (Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA)의 대기환경과 (Air and Environment Quality Division, AEQ)를 대표하여 국가환경기술센터 (National Environmental Technology Centre)에서 영국의 국가대기배출목록(UK National Atmospheric Emissions Inventory, NAEI)을 작성한다. NAEI는 영국의 표준대기배출목록이며, 1970년대 이후부터 주요 대기오염물질의 장기간 배출량을 포함하고 있다. 주요 대기오염물질은 온실가스, 산성침착물질, 광화학오염물질, 유기물질 및 유해중금속물질 등 총 39종을 포함한다 (AEAT, 2002).

NAEI 작성의 주요 목적은 국가 배출량 자료 뿐만 아니라 지역 배출량자료를 쉽게 이용하도록 일반에게 제공하는데 있으며, 또한, 대기환경정책을 위한 기초자료 및 국제기구에 보고자료로 충분히 이용하는데 있다. 실제 영국의 배출량 자료는 유럽UN경제위원회 (United Nations Economic Commission for Europe, UN/ECE)와 기후변화협약 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)에 보고되고 있다. 영국은 IPCC로부터 제공되는 안내 지침에 따라 온실가스의 배출량을 규칙적으로 산정, 수정 및 보강하고 있다 (AEAT, 2002).

1998년 이후, 영국의 대기배출원 분류체계는 기본적으로 UN/ECE의 CORINAIR SNAP94의 분류체계를 따르고 있다. 영국은 기본적으로 대기배출원의 대분류 있어서는 CORINAIR SNAP94의 11개 범주를 따르고 있지만, 각 범주별 세세한 배출원 분류는 영국의 표준산업분류를 고려하고, 세분류하여 대기배출원 분류체계를 확립하였다. 영국의 표준산업분류 (UK Standard Industrial Classification, SIC92)는

총 17 sections, 16 subsections, 60 divisions, 222 groups, 503 classes 및 253 subclasses로 분류되어 있다(UK statistics, 2002). 영국의 표준산업분류체계가 우리나라의 표준산업분류의 업종분류와는 다소 차이가 있음을 확인할 수 있다. 표 4에 영국 대기배출원의 주요 분류체계를 제시하였다.

3. 우리 나라의 대기오염물질 배출원 분류체계의 제언

일찍부터 시작한 선진외국의 배출목록화 사업의 연구 결과들을 참고로, 걸음마 단계인 우리나라의 배출목록화 사업에 적용가능성을 검토·활용하는 것이 바람직할 것이다. 따라서, 이 절에서는 앞서 기술한 국내와 선진외국의 대기배출원 분류체계를 종합·비교하고, 국내의 산업 및 기타 대기오염물질 배출원 등을 고려하여 국내 실정에 적합한 대기배출원 분류체계를 제안하고자 한다. 국가의 합리적인 대기배출원 분류체계를 수립시, 가장 중요한 원칙은 그 나라의 산업분류체계와 배출원의 특성 등을 충분히 고려하여야 한다는 것이다. 실제, 선진외국의 대기배출원 분류는 그 나라의 산업특성을 기반으로 하고 있음을 확인할 수 있었다.

대기환경보전법의 대기배출시설은 점오염원만을 고려한 것으로, 한국표준산업분류체계와 연계하여 대기배출원을 재편성해야 한다. 특히 제조업 분야의 473개 세세분류 업종과 발전업과 폐기물처리 및 재생업 등이 모두 포함된 배출원 분류체계를 마련하여야 한다. 본 연구에서 우리나라의 표준산업분류체계와 선진외국의 산업분류체계의 유사성을 분석한 바, 미국의 산업분류체계가 우리나라의 것과 가장 유사하였다. 우리나라와 미국은 모두 20개 대부분류 산업으로 분류되어 있으며, 특히, 제조업의 경우, 우리나라는 473개 세세분류 업종, 미국은 474개 세세분류 업종으로 분류되어 있다. 영국의 경우, 우리나라의 것과는 다소 차이가 있는 것으로 확인되었다.

또한, 대기배출원 분류체계를 살펴보면, 첫 번째, 연료연소 대기배출원을 발전, 산업, 비산업 분야로 분류한 것은 미국, 영국, CORINAIR 모두 같지만 미국의 경우 연료연소를 연료별로 세분류 하였으

며, 영국과 CORINAIR의 경우, 이들 각 대기배출원을 산업 형태별로 세분류한 후, 연료별로 배출계수 산정 등의 대기배출목록화를 하였다. 우리나라의 경우, 주로 소각로 및 보일러 등의 배출시설 중심으로 연료별 배출계수 산정의 연구가 진행되어 왔었다(국립환경연구원, 2000; 국립환경연구원과 시·도 보건환경연구원, 2000). 따라서, 기존의 연구사업의 결과들이 지속성과 연계성을 갖기 위해서는 미국의 배출원 분류체계를 토대로 연료별 배출목록화가 이루어지는 것이 효과적이다. 두 번째, 산업공정에서 배출원 분류의 경우, 미국은 화학 및 합성제품 제조: 금속공정: 석유관련산업: 기타 산업공정 등으로 대부분류 함으로서, 대기배출원이 산업분류체계를 그대로 옮겨놓은 듯이 분류되어 있다. CORINAIR의 생산공정 부문은 8개 배출원으로 세분류되어 있으며, 이것은 미국의 배출원처럼 세분화되어 있지 않으므로 다양한 산업을 8개 배출원에 연계시키는데는 어려움이 있을 것으로 판단된다. 영국의 경우는 생산제품 위주로 배출원이 분류되어 있어 우리나라의 산업 분류를 연계시키기는 어렵다. 따라서, 산업공정부문의 대기배출원 분류도 미국의 분류체계를 토대로 하는 것이 합리적일 것으로 판단된다. 이러한 방식이 한국표준산업분류체계의 전업종을 대기배출원에 연계시킬 수 있으며, 새로운 배출원에 대한 보완도 가능 할 것으로 사료되고, 향후 수질과 폐기물 배출원자료의 연계성을 고려할 때 바람직할 것으로 보인다.

미국의 대기배출원별 주요 대기오염물질 배출량을 살펴보면 표 5와 같다. 이 자료는 1998년 미국의 대기오염물질 연간 배출량과 주요 오염원별 배출비율이다. 이를 살펴보면 황산화물은 발전과 산업부문 연료연소에 의하여, 질소산화물은 차량과 연료연소에서, 일산화탄소는 차량에서, VOC는 용제사용과 차량 부문에서, 미세먼지는 기타 오염원(자연오염원, 도로, 농업, 건설활동)에서 주로 발생하고 있다. 또한, 산업부문과 폐기물처리 오염원에서 차지하는 각 오염물질의 배출비율 또한 10% 내외의 범위로서 산업공정 전반에서 기타 유해대기오염물질의 배출이 큼을 확인할 수 있다. 따라서, 우리나라의 경우도 산업별 전체공정의 배출특성 파악이 집중적으로 수행될 필요가 있다.

표 6은 한국표준산업분류체계와 연계하여 작성된

표 4. 영국의 대기배출원 분류체계 (AEAT, 2001)

CORINAIR SNAP 94 Source Category	NAEI Class	CORINAIR SNAP 94 Source Category	NAEI Class
01 에너지 제조 및 전환산업의 연소	코크 생산 탄광 가스 생산 핵연료 생산 근해 가스 이용 발전소 정제-연소 활동 무연고체연료 생산 도시가스 생산	납 채광(탈수) 석회 생산(탈탄소) 마그네슘 합금 질산 생산 비철 금속(기타 비철 금속) 알루미늄 생산(일반적) 일차아연 생산 주석 제조 기타 식품 아스팔트 제조 기타 산업공정 인산염 비료 생산 안료 & 안정제 채석장 정제소(배수장치, 공정 & 저장소) 압연기(열간 및 냉간 압연) 고체무연연료 생산 알칼제조 설탕 사탕무 제조 황산 제조 방직코팅 목재 주입	
02 상업, 기관, 주거 및 농업의 연소	화재 농업 연소 주거 연소 기타 기타 비산업 연소 공공 서비스(공공 건물) 철도(고정오염원 만)	05 화석연료의 추출 및 공급 석탄 저장 및 이동 탄광에서 석탄 채광 파이프 등으로부터 가스 누출 기화 공정 근해의 연료 적재 근해 오일 및 가스 오일 최종 저장소 연료의 육지 적재 Open-Cast 석탄 휘발류(저장, 운송, 휘발류 stations, 운송 탱크) 석유공정	
03 산업 연소	암모니아 연소 산업 활동에 공급되는 발전소 시멘트 및 석회 생산-연소 활동 시멘트(비탈탄소 연소) 세라믹 제조 유리 생산 철과 강철(고로) 철과 강철(연소) 철과 강철(회철 주조) 철과 강철(소결공정) 납 크리스탈 글라스 생산 석회 생산(연소) 니켈 생산 일차구리 생산 일차납 생산 일차납-아연 생산 이차알루미늄 제련 이차구리 이차납 기타 산업-연소 활동	06 용제 사용 에어로졸(차량 관리, 화장품, 가정 생선품) 농약 사용 코팅 산업(접착제, 잉크, 페인트) 크레오소트 사용 장식용 페인트 드라이크리닝 필름 코팅 산업 접착제 산업 코팅(자동차, 코일코팅, 상업용 운송수단) 피혁 그리스제거 피혁 코팅 비에어로졸 생산(가정용, 자동차, 화장품, 접착제) 기타 고무 생산 기타 용제 사용 종이 코팅 프린팅 Seed Oil 추출 표면 클리닝	
04 생산 공정	아디프산 생산 암모니아 생산과 공급원료의 이용 제빵 양조 시멘트와 콘크리트 배칭(batching) 시멘트(탈탄소) 화학산업(유기화학) 클로로알카리 산업 Cider 제조 코크스 제조(도어 누출) 건축 및 도로 건설 유리 제조(비연료 연소 배출) 철 및 강철(Ni-Cr 사용, 강철 산세척, 로, flaring)		

표 4. 계속.

CORINAIR SNAP 94 Source Category	NAEI Class	CORINAIR SNAP 94 Source Category	NAEI Class
07 도로운송	방직 코팅 타이어 제조 목재 주입 도로 이동(버스) 도로 이동(자동차) 도로 이동(자동차 CAT) 도로 이동(자동차 non CAT) 도로 이동(HGV Articulated) 도로 이동(HGV rigid) 도로 이동(LGVs) 도로 이동(LGV CAT) 도로 이동(LGV non CAT) 도로 이동(Motorcycle)	항공기(군사) 항공기 지원 운송수단 항공기 이륙 및 착륙(국내) 항공기 이륙 및 착륙(국제) 선박(영국 선박 해안선 12km 까지) 가정용 및 정원 기계 어업 기타 비도로 산업(지게차 등) 철도(화물운송) 철도(도시간) 철도(지방간) 해군 선박	09 폐기물처리 10 농업, 임업, 토지 이용 변환 11 자연
08 기타 이동 및 운송기계 농업 동력 장치			

표 5. 미국의 오염원별 대기오염물질 배출현황-1998 (USEPA, 2000b)

구 분		CO	NO _x	VOC	SO ₂	PM ₁₀	
총배출량(천톤)		81,153	22,185	16,254	17,824	31,518	
배출 비율 (%)	연료연소	발전	0.5	25.0	0.3	67.3	0.9
		산업	1.2	12.1	0.9	14.7	0.7
		기타	4.3	4.6	3.8	3.1	1.6
	산업공정	화학 및 합성제품생산	1.3	0.6	2.2	1.5	0.2
		금속 공정	1.7	0.4	0.4	2.3	0.5
		석유관련 산업	0.4	0.6	2.8	1.8	0.1
		기타산업 공정	0.7	1.7	2.5	1.9	1.0
	기타	용제 사용	0.002	0.01	29.5	0.01	0.02
		저장 및 운반	0.1	0.03	7.4	0.02	0.3
		폐기물 처리	1.3	0.4	2.4	0.2	0.9
		도로 오염원	56.3	31.8	27.7	1.7	0.7
비도로 오염원	22.3	21.6	13.7	5.5	1.3		
기타	10.0	1.3	4.4	0.1	91.9		

대기배출원 분류체계안이다. 분류체계는 제1분류, 제2분류, 제3분류로 되어있으며, 제1분류와, 제2분류는 미국의 Tier 1과 Tier 2의 분류방식을 거의 그대로 적용한 것이다. 제3분류는 표준산업분류의 업종분류를 토대로 제2분류에 해당되도록 분류한 것이다. 제3분류에 해당되는 업종은 표준산업분류의 2차 분류에서 5차 분류까지에 포함되는 것으로, 2차 분

류에서 대기배출원 분류가 가능하면 2차 분류의 업종코드와 이름을 제시하였으며, 5차 분류 업종이 각 대기배출원 분류에 해당되면 5차 분류의 업종코드와 이름을 나타냈다.

제1분류는 총 14개 대기배출원으로 연료연소-발전, 산업 및 난방; 화학 및 합성제품; 금속공정; 석유관련산업; 기타 산업공정; 용제 이용; 원료 및 제품

표 6. 한국표준산업분류체계와 연계한 새로운 대기배출원 분류체계안

1분류 코드	1분류 이름	2분류 코드	2분류 이름	3분류 코드 ^a	3분류 이름 ^b	1분류 코드	1분류 이름	2분류 코드	2분류 이름	3분류 코드 ^a	3분류 이름 ^b
01	연료연소- 발전	01	석탄			06	석유관련 산업				
		02	오일			01	오일, 가스 생산	4020	가스제조 및 배관 공급업		
		03	가스	4011	발전업	02	석유 정제 및 관련 산업	2310	코크스 및 관련제품 제조업		
		04	기타 외부 연소					2321	원유정제 처리업		
		05	내부연소			03	아스팔트 제조				
02	연료연소-산업	01	석탄			07	기타 산업공정				
		02	오일		각 산업공정	01	농업, 음식 및 관련생산	15	음·식료품 제조업		
		03	가스					16	담배 제조업		
		04	기타외부연소			02	직물, 피혁 및 의복 생산	17	섬유제품 제조업		
		05	내부연소					18	봉제의복 및 모피제품 제조업		
03	연료연소-난방 및 기타	01	석탄					19	가죽, 가방 및 신발 제조업		
		02	오일			03	목재, 펄프, 종이 및 출판 생산	20	목재 및 나무제품 제조업		
		03	가스					21	펄프 종이 및 종이 제품 제조업		
		04	기타연료					22	출판, 인쇄 및 기록매체 복제업		
04	화학 및 합성제품	01	유기화학물질 제조			04	고무 및 각종 플라스틱 생산	251	고무 제품 제조업		
		24111	석유화학계 기초유기화합물제조업					252	플라스틱 제품 제조업		
		24112	석탄화합물제조업			05	광물 생산	26	비금속광물 제품 제조업		
		24119	기타기초유기화합물제조업					3720	재생용 비금속가공원료 생산		
		2415	합성고무 및 플라스틱물질 제조업			06	기계 생산	29	기타기계 및 장비제조업		
		02	무기화학물질 제조					(2951 가정용 전기기기 제조업 제외)			
		2412	기초무기화합물제조업			07	전자 장비	2951	가정용 전기기기 제조업		
		2413	무기안료, 염료, 유연제 및 기타착색제제조					30	컴퓨터 및 사무용 기기 제조업		
		03	중합체 및 합성수지 제조					31	기타 전기기계 및 전기변환장치		
		24113	천연수지 및 나무화합물 제조업					32	전자부품, 영상, 음향 및 통신장비		
		04	농업용 화학물질 제조			08	운송 장비	34	자동차 및 트레일러 제조업		
		2414	비료 및 질소화합물 제조업					35	기타 운송장비 제조업		
		2431	살충제 및 기타 농약 제조업			09	기타 산업 공정	33	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업		
		05	약품 제조					36	가구 및 기타 제품 제조업		
		242	의약품제조업			08	용제 이용				
		06	기타 화합물질 제조			09	원료 및 제품의 저장 및 이동				
		2432	도료, 인쇄잉크 및 유사제품 제조업			10	폐기물 처리 및 재생업				
		2433	비누, 세정광택제 및 화학제품 제조업			01	소각				
		2434	기록용 매체 및 관련화학제품 제조업			02	노천소각				
		2439	그외 기타 화학제품 제조업			03	일반폐기물 처리				
		2440	화학섬유 제조업			04	특정폐기물 처리				
05	금속공정					05	매립				
	01	비철금속				06	기타				
		1120	비철금속 광업			11	도로차량				
		272	제1차 비철금속			12	비도로 엔진 차량				
		2732	비철금속 주조업			13	자연적오염원				
	02	철				14	기타				
		1110	철광업								
		271	제1차 철강산업								
		2731	철강주조업								
	03	기타 금속공정									
		281	구조용금속제품, 탱크 및 증기발생기 제조								
		289	기타 금속제품 제조 및 금속처리업								
		3710	재생용 금속가공원료 생산업								

a, b: 표준산업분류의 업종코드, 업종명.

표 7. 제안된 대기배출원 분류체계에 따른 산업별 사업체수.

1분류 코드	1분류 이름	2분류 코드	2분류 이름	3분류코드 (표준산업 분류코드)	3분류 이름 (표준산업분류 업종이름)	사업체수 (통계청, 2000)	총 계 (비율 %)
01	연료연소-발전			4011	발전업	173	173(0.06)
04	화학 및 합성제품	01	유기화학물질 제조	24111	석유화학계기초유기화학물질제조업	60	1,338 (0.43)
				24112	석탄화학물질제조업	6	
				24119	기타기초유기화학물질제조업	141	
				2415	합성고무 및 플라스틱물질 제조업	1,131	
		02	무기화학물질 제조	2412	기초무기화학물질제조업	402	669 (0.21)
				2413	무기안료, 염료, 유연제 및 착색제 제조	267	
		03	중합체 및 합성수지 제조	24113	천연수지 및 나무화학물 제조업	72	72 (0.02)
		04	농업용 화학물질 제조	2414	비료 및 질소화학물 제조업	432	537 (0.17)
				2431	살충제 및 기타 농약 제조업	105	
		05	약품 제조	242	의약품 제조업	843	843(0.29)
		06	기타 화학물질 제조	2432	도료, 인쇄잉크 및 유사제품 제조업	490	2,616 (0.83)
				2433	비누, 세정광택제 및 화학제품 제조업	693	
				2434	기록용 매체 및 관련화학제품 제조업	158	
				2439	그외 기타 화학제품 제조업	1,018	
2440	화학섬유 제조업			257			
2440	화학섬유 제조업			257			
05	금속공정	01	비철금속	1120	비철금속광업	15	2,007 (0.64)
				272	제1차 비금속산업	1,504	
				2732	비철금속 주조업	488	
		02	철	1110	철광업	9	3,244 (1.03)
				271	제1차 철강산업	2,499	
				2731	철강주조업	736	
		03	금속공정	281	구조용금속제품, 탱크 및 증기발생기 제조	16,097	38,785 (12.36)
				289	기타 금속제품 제조 및 금속처리업	22,399	
				3710	재생용 금속가공원료 생산업	289	
06	석유관련 산업	01	오일, 가스생산	4020	가스제조 및 배관 공급업	299	299(0.10)
		02	석유 정제 및 관련 산업	2310	코크스 및 관련제품 제조업	8	194 (0.06)
		2321	원유정제 처리업	186			
03	아스팔트 제조	2692	아스팔트제품 제조업	-	-		
07	기타 산업공정	01	농업, 음식 및 관련 생산	15	음·식료품 제조업	54,022	54,037 (17.22)
				16	담배 제조업	15	
		02	직물, 피혁 및 의복 생산	17	섬유제품 제조업	24,875	57,909 (18.45)
				18	봉제의복 및 모피제품제조업	27,160	
				19	가죽, 가방 및 신발 제조업	5,874	
		03	목재, 펄프, 종이 및 출판 생산	20	목재 및 나무제품 제조업	8,688	35,675 (11.37)
				21	펄프 종이 및 종이 제품 제조업	5,085	
		22	출판, 인쇄 및 기록매체 복제업	21,902			
		04	고무 및 각종 플라스틱 생산	251	고무 제품 제조업	2,156	11,500 (3.66)
				252	플라스틱 제품 제조업	9,344	
		05	광물 생산	26	비금속광물 제품 제조업	9,313	9,971 (3.18)
				3720	재생용 비금속가공원료 생산	658	
		06	기계 생산	29	기타기계 및 장비제조업 (2951 가정용 전기기기 제조업 제외)	30,713	30,713 (9.79)
				2951	가정용 전기기기 제조업	1,184	
		07	전자장비	30	컴퓨터 및 사무용 기기 제조업	1,531	22,440 (7.15)
				31	기타 전기기계 및 전기변환장치	12,277	
				32	전자부품, 영상, 음향 및 통신장비	7,448	
				34	자동차 및 트레일러 제조업	5,553	
08	운송장비	35	기타 운송장비 제조업	1,950	7,503 (2.39)		
		33	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	5,662			
36	가구 및 기타 제품 제조업	27,603	33,265 (10.60)				
총 계						313,790	313,790 (100.00)

의 저장 및 이동; 폐기물처리 및 재생업; 도로차량; 비도로 엔진차량; 자연적 오염원; 기타 등으로 분류하였다. 제안된 대기배출원 분류체계는 연료연소와 산업분야(점오염원)의 경우만을 산업별로 세세히 분류하였으며, 이동오염원, 면오염원 및 비산오염원인 원료 및 제품의 저장 및 이동; 도로차량; 비도로 엔진차량; 자연적 오염원; 기타 등의 배출원 분류는 향후 연구과제로 진행되어야 할 것이다. 제2분류는 연료연소와 산업 부문에서 총 40개 세분류로 분류되었다. 제안된 대기배출원 분류체계에는 우리나라의 제조업 473개 업종과, 발전업과 폐기물처리 및 재생업이 모두 포함되어 있으며, 이러한 분류체계는 각 업종별 대기오염배출원의 특성을 파악하는데 공정별 해상도를 높일 수 있다.

지금까지 우리나라의 연료사용 통계자료에서 파악할 수 없는 발전과 산업부문의 오염원별 해상도를 보완하기 위하여, 제안된 대기배출원 분류체계에 따른 사업체수를 파악하여 보았다. 제안된 대기배출원 부문별 사업체수를 표 7에 제시하였다. 통계청(2002)이 조사한 업종별 사업체는 총 313,790 개가 등록되어 있다. 그 중 가장 많은 사업체가 등록된 업종은 “직물, 피혁 및 의복생산” 분야가 전체 18.45%를 차지하였고, 다음으로, “농업, 음식 및 관련생산” 분야가 전체 17.22% 사업체가 등록되었다. 황산화물이 가장 많이 배출되는 발전업은 173개 사업체로 전체 0.06%를 차지하였다. VOC 배출량이 큰 석유관련 산업은 766개 사업체로 0.24%로 파악되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 미국과 유럽 등 선진외국의 대기배출원 분류체계를 검토하고, 우리나라의 대기배출원 분류체계 수립시, 적용 가능성을 조사하였다. 우리나라의 표준산업분류체계와 가장 유사한 산업특성을 가진 미국의 대기배출원 분류체계를 모델로 하여 유럽의 CORINAIR 체계를 고려한, 우리나라의 실정에 적합한 새로운 대기오염배출원 분류체계를 제안하였다. 합리적으로 분류된 대기배출원은 대기배출목록화 사업의 출발점으로, 이러한 분류 체계가 표준이 되어 국가 대기오염물질 배출량 산정, 배

출원 조사 및 배출특성 조사 사업 등이 수행될 수 있다.

새로운 대기오염배출원 분류체계는 제1, 제2 및 제3분류 체계를 가졌다. 제1분류는 총 14개 대기배출원으로 분류된 대분류이며, 제2분류는 제1분류 범주에서 세세히 분류된 소분류 대기배출원이며, 제3분류는 제2분류를 표준산업분류체계의 업종분류와 연계한 수준이다. 새로운 대기오염배출원 분류체계는 표준산업분류의 업종과 모두 연계되어 있어 다음의 기대효과를 가질 수 있다. 첫 번째, 향후, 수질과 폐기물, 독성물질 등의 자료를 연계하여 통합 관리할 수 있으며, 두 번째, 정책적으로 대기배출원을 체계적으로 관리할 수 있는 표준이 될 수 있으며, 세 번째, 지구환경문제의 각종 국제협약에 능동적으로 대처할 수 있는 표준화된 지침이 될 수 있다.

대기오염 연구 분야에서 가장 핵심이 되는 대기배출목록화가 시급히 요구되는 실정이며, 최근, 일부 연구그룹에 의해 대기배출 목록화사업이 진행되고 있다. 추후 연구과제로서, 제안된 분류체계를 표준으로 대기배출 목록화 및 배출계수 개발 연구활동이 진행될 것이며, 특히, 산업분야의 공정별 배출특성 조사사업 등을 통해 대기배출원 분류체계에서 제4분류수준, 즉, 개별 배출원들이 직접적으로 해당업종의 배출시설과 연결되도록 배출원 분류와 배출특성 조사를 수행할 것이다. 또한, 국가대기배출 목록화사업의 결과는 향후, “대기정책수립 지원시스템”의 기초자료로서 충분히 활용될 수 있는 전망을 가지고 있다.

감사의 글

본 연구는 차세대 핵심환경기술개발사업 중 “대기 inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정 연구”의 일환으로 수행되었습니다. 연구비를 지원하여 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

경기도(2000) 21C 경기 대기보전실천 계획 보고서.
 국립환경연구원(2000) 먼 오염배출원의 총 먼지 및 PM-10 배출계수 개발(소형보일러와 소각로를 중심

으로).

국립환경연구원과 시·도 보건환경연구원 (2000) 대형 연소시설의 NO_x 배출계수 산정을 위한 공동조사: 국가 NO_x 배출계수 자료집 (I).

장영기 (1999) 대기오염 배출자료의 현황과 발전방향-대기모델링의 현황 및 문제점. 한국대기환경학회 Workshop, Apr., 1999.

통계청 (2000) 한국표준산업분류: (<http://www.nso.go.kr/stat/indclass/k-industry.htm>).

통계청 (2002) 시도별/신산업별/조직형태별 사업체기초통계, 2001:(http://www.nso.go.kr/cgi-bin/sws_999.cgi)

통상산업부와 에너지경제연구원 (1997) 기후변화협약 대응 실천계획 수립을 위한 연구보고서.

환경부 (2000a) 환경기초시설에서 발생하는 온실가스 배출량 조사 보고서.

환경부 (2000b) 1999년도 정보화지원사업 대기보전 정책 수립 지원시스템 완료보고서.

환경부 (2000c) 대기오염물질 배출량 산정 결과보고서('99).

환경부 (2000d) 대기환경보전법령집.

한국전력공사 (1997) 서해안권역내 발전소 입지에정지역 주변의 대기오염원조사 보고서.

한국환경기술개발원 (1994) 국가 대기오염물질 배출원자료 체계 구축에 관한 연구 보고서.

한국환경과학연구협의회 (1993) 선진국의 배출시설 관리에 관한 조사 연구 보고서.

AEAT (2002) The UK national atmospheric emissions inventory:<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep99>.

EEA (1999a) Air Emissions Annual Topic update 1998. Topic reopr No 12/1999.

EEA (1999b) Atmospheric Emission Inventory Guidebook.

ETC/AE (1998) CORINAIR 1994 Inventory.

UK statistics (2002) UK standard industrial classification of economic. UK SIC (92):(http://www.statistics.gov.uk/methods_quality/sic/default.asp).

U.S. Census Bureau (2001) North american industry classification system:(<http://www.census.gov/epcd/www/naicsect.htm>).

USEPA (2000a) Compilation Air Pollutant Emission Factors, Volume 1. Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition.

USEPA (2000b) National Air Pollutant Emission Trends, 1900-1998.