

BA 100

2003 기술산업정보분석

탈취 기술

Deodorization Technology

박동윤, 강현무, 김기일



한국과학기술정보연구원

머 리 말

21세기 들어 세계의 패러다임은 정보사회를 거쳐 지식사회로 급속히 이동해 가고 있으며, 기업의 활동무대는 세계로 넓어지고 있고, 이제 디지털 네트워크 경제의 시대가 도래하고 있습니다. 또한, IT, BT, NT 등 지식혁명과 기술혁신이 급속도로 진행되는 가운데, 이제는 누가 빨리, 보다 정확한 정보를 입수하여 얼마나 효과적으로 활용하는가 하는 것이 국가 경쟁력 강화의 관건이 되고 있습니다.

이러한 시대적 변화에 능동적으로 대처하기 위하여 한국과학기술정보연구원(KISTI)은 국내외 주요 과학·기술(아이템)에 대한 정보를 심층 분석하여 산학연관에 제공함으로써 국가 과학·기술정보 확산과 국제 경쟁력 강화에 노력하고 있습니다.

이러한 사업의 일환으로 출간하는 탈취 기술은 환경오염 가운데 대기오염의 한 형태로서, 선진국에서는 이미 오래 전부터 악취에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔고 이에 따른 측정, 규제 및 처리기술 개발이 상당한 수준에 이르고 있습니다. 그러나, 대상 물질이 대단히 많고 취급이 어려운 탈취 기술의 특성으로 인해 국내의 경우 다른 공해분야에 비해 분석 및 처리기술 수준이 다소 뒤쳐져 있는 상황입니다.

하지만, 최근 들어 환경문제에 대한 일반인들의 인식이 높아짐에 따라 가장 기본적인 수질 및 공기질에 대한 기대 수준이 높아지고 있는 상황에서 탈취 기술의 개발에 대한 요구는 날로 증가할 것으로 예상되고 있으며, 관련산업도 크게 성장할 것으로 기대되고 있습니다.

다. 국내에서도 대학을 중심으로 이에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있으므로, 현재의 기술 수준이 선진국에 비해 다소 뒤쳐져 있는 것이 사실이나 중장기적인 개발 계획 수립을 통해 기술개발에 매진할 경우 충분히 선진국을 따라잡을 수 있을 것으로 기대됩니다.

본 보고서는 연구개발 동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 통해 향후 탈취 기술의 개발 및 적용, 이에 따른 경제적 파급효과에 대한 심도있는 분석정보를 제공하고자 노력하였으며, 본 연구의 결과가 국가 과학기술정보의 확산 및 국가 경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 박동운 연구원, 강현무 선임연구원, 김기일 선임연구원이 집필한 것으로 노고에 깊이 감사드리며, 본 보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견으로서 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2003년 12월

한국과학기술정보연구원
원장 조영화

목 차

제 1 장 서론	1
1. 연구의 배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 연구의 범위 및 방법	2
제 2 장 기술동향 분석	5
1. 기술의 개요	5
가. 약칭	5
나. 약칭가스의 특성	9
다. 탈취 기술의 분류	10
2. 기술개발 동향	11
가. 흡착법	12
나. 연소법	13
다. 산화법	18
라. 바이오필터	19
마. 비교분석	22
제 3 장 특허정보 분석	29
1. 특허정보 조사	29

가. 이용 데이터베이스	29
나. 조사의 범위 및 결과	30
2. 특허정보 분석	30
가. 해외	31
(1) 미국	31
(2) 유럽	33
(3) 일본	36
나. 국내	38
다. 비교분석	40
제 4 장 시장동향 및 전망	43
1. 산업의 개요 및 특성	43
가. 산업의 개요	43
나. 산업의 특성	44
2. 산업환경 분석	47
가. 외부환경 분석	47
나. 시장 기회요인 및 위협요인 분석	50
3. 국내시장 동향 분석	55
가. 시장동향	56
나. 업체동향	58
다. 수요 예측	59
제 5 장 결 론	61
참고문헌	63

표 목차

<표 2-1> 6단계 취기 강도 표시법	7
<표 2-2> 주요 악취물질의 냄새강도와 농도의 관계	8
<표 2-3> 탈취 기술의 분류	11
<표 2-4> 활성탄의 악취성분별 흡착효과	13
<표 2-5> 직접연소법과 촉매연소법의 연소조건	14
<표 2-6> 촉매독별 피독성 및 재생방법	15
<표 2-7> 연소법 기술별 최적 범위	17
<표 2-8> 악취물질과 오존의 반응식	18
<표 2-9> 미생물 담체의 종류 및 장단점	21
<표 2-10> 탈취방식별 기술의 비교 1	23
<표 2-11> 탈취방식별 기술의 비교 2	24
<표 2-12> 탈취방식별 경제성 비교(탈취풍량: 25m ³ /분 기준)	26
<표 3-1> 국가별 특허정보 조사 결과	30
<표 4-1> ET 분야 국가 재정투자 및 R&D 투자규모	48
<표 4-2> 바이오필터의 적용분야	50
<표 4-3> 국내 바이오환경 오염방지 및 제거분야 시장규모 전망	59

그림 목차

<그림 2-1> 악취 측정법의 분류	6
<그림 2-2> 악취 제거용 촉매	15
<그림 2-3> 바이오필터에 의한 악취물질 제거 원리	20
<그림 3-1> 연도별 특허등록 건수(미국)	31
<그림 3-2> 출원인별 랭킹(미국)	32
<그림 3-3> 국제특허분류에 따른 등록건수(미국)	33
<그림 3-4> 연도별 특허출원 건수(유럽)	34
<그림 3-5> 출원인별 랭킹(유럽)	35
<그림 3-6> 국제특허분류에 따른 출원건수(유럽)	36
<그림 3-7> 연도별 특허출원 건수(일본)	36
<그림 3-8> 출원인별 랭킹(일본)	37
<그림 3-9> 국제특허 분류에 따른 특허출원 건수(일본)	38
<그림 3-10> 연도별 특허출원 건수(한국)	39
<그림 3-11> 출원인별 랭킹(한국)	39
<그림 3-12> 국제특허분류에 따른 출원건수(한국)	40
<그림 4-1> 탈취방식별 설치 및 유지비용 비교	52
<그림 4-2> 탈취방식별 VOC 처리범위 비교	53
<그림 4-3> 바이오필터의 시장규모 동향	57
<그림 4-4> 바이오필터 시장의 수요예측	60


 제1장

서론

1. 연구의 개요 및 필요성

최근 환경에 대한 일반인들의 인식이 제고되면서 인간 생명을 영위하는데 가장 기초적이면서도 중요한 물과 공기에 대한 요구 수준은 크게 높아지고 있으며, 이러한 사회적 변화와 함께 정수기, 공기청정기와 같은 제품이 큰 성장을 지속하고 있다. 이와 함께 공기 중에 불쾌함과 혐오감을 주는 악취를 제거함으로써 산업 및 생활 환경의 질적 제고를 꾀하는 노력도 행해지고 있는데, 이러한 수요 증가에 따라 촉매, 광촉매, 바이오필터, 흡착제 등 다양한 탈취 기술이 개발되어 적용되고 있다.

탈취 기술의 경우 이미 오래 전부터 연구 개발을 통해 측정, 규제 및 처리기술 개발이 상당한 수준에 이른 선진국에 비해 다소 뒤쳐져 있는 것이 사실이나, 최근 들어 대학 연구소를 중심으로 많은 연구가 진행되고 있으며 상업화도 많이 이루어지고 있다.

앞으로도 점점 고도화되어 가는 사회에서 보다 쾌적한 생활 환경을 제공받고자 하는 요구 또한 갈수록 증대될 것으로 예상되므로, 동 보고서에서는 탈취 기술에 대한 종합적인 심층분석을 통해 기술·시장동향 정보를 제공하고자 한다.

2 연구의 목적

최근 산·학·연 등 각 분야에서 관심있는 주요 산업에 대한 종합적이고 신뢰성있는 분석정보의 수요가 증대하고 있으나, 실제 연구·분석기관들을 통한 공급은 미미한 실정이다. 따라서, 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 생활환경에 대한 기대수준이 높아지고 있는 사회적 상황에서 최근 니즈가 크게 증가하고 있는 탈취 기술에 대한 심도있는 기술동향분석, 연구개발동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 수행하였다. 이를 통해 국가정책 수립자에게는 국가연구개발 자원의 효율적 활용과 R&D의 성공가능성을 높일 수 있는 기초 분석자료를 제공하고, 정보획득 및 분석에 한계가 있는 기업 및 연구기관의 기획 및 전략수립자들에게는 기업의 사업계획 또는 R&D계획 수립시 객관적이고 충실한 정보를 제공하는데 연구의 목적을 두었다.

3. 연구의 방법

본 보고서에서 탈취 기술에 응용되고 있는 다양한 기술들을 기술·시장 분석의 대상으로 설정하였다.

제 2 장 기술동향분석에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 보유하고 있는 문헌과 최근 해외발표 저널, 전문가자문 등을 통해 분산전원 관련 기술별로 관련 R&D 동향과, 최근 이슈화되고 있는 문제들에 대해 체계적이고 종합적인 정보분석을 수행하였다.

제 3 장 특허정보분석에서는 탈취 관련 기술별 특허정보를 중심으로 특허분석을 실시하였다. 과거의 기술흐름 추이와 최근의 기술동향, 출원인 분석을 통한 기술의 상위현황 및 기술의 주요 분포도 등을 도식화된 그래프를 이용하여 국가 및 기술분야별 등으로 세분화·체계화하여 다각적으로 분석함으로써 특허의 동향을 분석하였다. 관련 기술에 관한 특허정보분석에는 한국과학기술정보연구원 (<http://www.kisti.re.kr>)에서 제공하는 각국의 특허정보 데이터베이스를 활용하였다.

제 4 장 시장동향 및 전망에서는 탈취 기술 관련 산업의 구조 및 환경과 국내외 시장동향을 조사·분석하였다. 그리고, 해외의 최근 분석보고서, 국내 조사전문기관의 발표자료, 업계 및 연구소의 Field Survey를 통해 향후 국내외 시장을 전망하였다.

제2장

기술동향 분석

본 장에서는 악취에 대해 간단히 살펴본 후, 악취제거를 위한 탈취기술의 종류 및 각 기술별 장단점, 그리고 기술별 개발동향을 분석하였다.

1. 기술의 개요

가. 악취

현재까지 인간이 알아낸 약 200만 가지의 물질 중 40만 가지가 냄새를 갖는 물질로 알려져 있다. 이러한 냄새 가운데 악취라 함은 사람의 후각을 자극하여 불쾌감이나 혐오감을 주는 자극성 있는 기체성 물질을 말하는데, 대기환경보전법에서는 악취를 '황화수소, 메르캡탄류, 아민류, 기타 자극성 있는 기체성 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말한다'라고 정의되어 있다.

이러한 악취의 원인이 되는 물질은 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 악취물질간의 복합작용, 개인별 연령, 성별, 심리적 요인, 몸의 상태

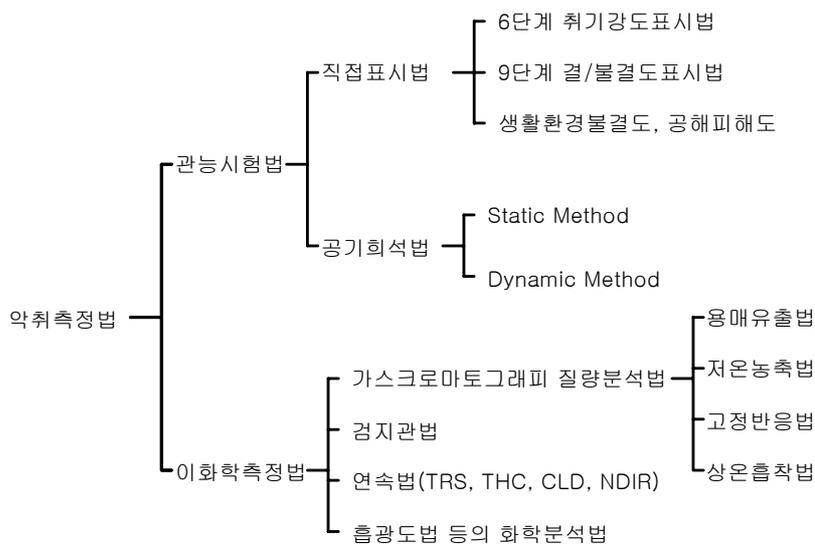
6 탈취 기술

등에 따라 다소 차이가 있으나 대체로 1ppm 이하, 즉 ppb 수준의 농도에서 감지된다. 또한, 사람의 심리적 판단에 따라 악취를 느끼는 정도가 다르게 나타나므로 단순히 악취물질의 절대농도로 악취에 의한 오염 정도를 수치로 나타내는 데는 한계가 있다.

이에 따라 악취의 강도를 나타내는 방법으로 악취물질의 농도 측정에 의한 절대값으로 나타내는 이화학측정법과 함께 사람의 후각 및 불쾌감을 반영하는 관능시험법, 두가지를 함께 사용하게 된다.

<그림 2-1>에 악취 측정법을 관능시험법과 이화학측정법으로 구분하여 해당되는 분석 방법을 나타내었다.

<그림 2-1> 악취 측정법의 분류



자료: 탈취·소취기술의 전용과 응용전개, 토레이리서치센터

이 가운데 관능시험법에서 가장 많이 사용되는 6단계 취기강도표 시법을 <표 2-1>에 나타내었다. 6단계 취기 강도의 기준을 보면 기준이 상당히 주관적임을 확인할 수 있다.

<표 2-1> 6단계 취기 강도 표시법

취기 강도	냄새의 정도
0	무취
1	약간 감지가 가능한 정도
2	무슨 냄새인지를 알아차릴 수 있는 정도
3	충분히 감지가 가능한 정도
4	강한 냄새
5	강렬해서 고통스러운 단계

자료: 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향, 김대승

최근 들어 산업화·도시화와 함께 날로 증가하는 환경오염 문제로 인해 악취 문제는 소음과 함께 가장 보편적인 민원대상이 되고 있는데, 정유공장, 화학공장, 하수처리장, 분뇨 및 축산폐수처리장, 매립장 등의 장소를 중심으로 악취가 문제가 되고 있다. 이러한 악취 가운데에는 단순히 불쾌감이나 혐오감을 주는 물질 뿐만 아니라, 인체의 건강에 직접적인 피해를 줄 수 있는 VOC 등의 유해 물질과 함께 존재하는 것이 일반적이라는 점에서 악취 문제의 심각성이 있다.

<표 2-2>에는 주요 악취물질의 냄새강도와 농도의 관계를 나타내었다.

8 탈취 기술

<표 2-2> 주요 악취물질의 냄새강도와 농도의 관계

(단위 : ppm)

악취물질		냄새강도				냄새의 종류
		2.5	3	3.5	5	
암모니아	NH ₃	1	2	5	40	자극성 냄새
메틸 메르캅탄	CH ₃ SH	0.002	0.004	0.01	0.2	썩은 양파냄새
황화수소	H ₂ S	0.02	0.06	0.2	8	썩은 계란냄새
황화디메틸	(CH ₃) ₂ S	0.01	0.05	0.2	20	썩은 양배추냄새
이황화디메틸	CH ₃ SSCH ₃	0.009	0.03	0.1	3	해초냄새
트리메틸아민	(CH ₃) ₃ N	0.005	0.02	0.07	3	썩은 생선냄새
아세트 알데히드	CH ₃ CHO	0.05	0.1	0.5	10	곰팡이 냄새
프로피온알데히드	CH ₃ CH ₂ CHO	0.08	0.1	0.5	10	느끼한 자극성 냄새
노말부틸알데히드	CH ₃ (CH ₂) ₂ CHO	0.009	0.03	0.08	2	약간 불쾌한 냄새
이소부틸알데히드	(CH ₃) ₂ CHCHO	0.02	0.07	0.2	5	약한 곰팡이 냄새
노말발렌알데히드	CH ₃ (CH ₂) ₃ CHO	0.009	0.02	0.05	0.6	약간 불쾌한 냄새
톨루엔	C ₆ H ₅ CH ₃	10	30	60	700	약간 불쾌한 냄새
스틸렌	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	0.4	0.8	2	20	플라스틱 고무냄새
자일렌	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	1	2	5	50	단냄새
프로피온산	CH ₃ CH ₂ COOH	0.03	0.07	0.2	2	약한 초산냄새
노말락산	C ₆ H ₅ CH ₃	0.001	0.002	0.006	0.09	땀냄새
노말길초산	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	0.4	0.8	2	20	불쾌한 냄새

자료: 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향, 김대승

<표 2-2>에 제시되어 있는 악취발생 물질 가운데 우리가 흔히 생활에서 접할 수 있는 물질로는 계란 썩는 냄새가 나는 황화수소, 야채 썩는 냄새가 나는 메르캡탄류, 생선 냄새와 유사한 아민류 등이 있으며, 가장 흔한 악취유발 물질로 암모니아가 있다. 이들 물질들은 두 종류 혹은 여러 종류의 물질이 서로 혼합되어 악취의 강도를 상승시키기도 하며, 상쇄 혹은 중화시키는 경우도 있다.

나. 악취가스의 특성

악취가스는 발암물질로 알려져 있는 VOCs(Volatile Organic Compounds), 질소산화물 등과 함께 대기오염의 주된 물질로서 규제를 받고 있는데, 이들 악취가스의 특성을 살펴보면 아래와 같다.

- 저농도일 경우에도 자각하기 쉬움
- 악취가스는 다양한 성분의 혼합가스임
- 대부분 저농도임
- 장시간 노출시 악취 감지능 저하

악취공해는 ppb 단위에서 자각하는 경우가 많기 때문에 악취물질이 99.9% 내지 99.99% 제거된다 하더라도 사람들이 자각할 수 있는 경우가 빈번히 발생한다. 이로 인해 많은 비용과 노력을 투입했음에도 만족할만한 기대효과를 얻기가 어려운 문제점이 있다. 또한, 악취

10 탈취 기술

가스는 다양한 종류의 악취유발 물질이 혼합되어 있는 혼합가스일 경우가 대부분인데, 이들 물질의 성질이 서로 상이할 경우가 많기 때문에 다양한 종류의 악취유발 물질을 모두 제거할 수 있는 적정 공법의 선택이 다소 까다로울 수 있다. 그리고, 처리대상 가스에 포함된 악취유발 물질 자체의 농도가 저농도일 경우가 많아 수질 등 타 오염처리 공정에 비해 기술의 적용이 까다롭게 여겨지고 있다.

특히 일반적인 냄새와 마찬가지로 사람의 경우 악취에 장시간 노출될 경우 그 냄새에 익숙해져 더 큰 농도로 변화할 때까지는 악취를 알 수 없게 되는 특징이 있다.

다. 탈취 기술의 분류

악취물질을 제거할 수 있는 탈취 기술을 분류하면 크게 물리적방법, 화학적방법, 그리고 생물학적 방법으로 구분할 수 있다. <표 2-3>에 탈취 기술을 분류하고 해당 세부기술들을 나타내었다. 이들 기술 가운데 악취발생원에서 배출되는 악취성분의 조성 및 농도, 온도, 풍량, 습도, 작업시간, 공정변화, 작업동선, 설치면적, 2차오염, 처리대책, 사용연료 등 각종 데이터를 종합적으로 검토하여 가장 경제적이고 효과가 큰 탈취방법을 선택하게 된다.

<표 2-3>에 나타난 탈취 기술 분류방법 이 외에 악취물질의 은폐·분리·파괴 기술 등으로도 구분이 가능하다. 그러나, 이 방법의 적용시 은폐·분리 기술의 경우 궁극적으로는 악취물질의 처리라고 보기에 다소 무리가 있다.

<표 2-3> 탈취 기술의 분류

구분	세부기술		
물리적방법	수세법(물, 활성탄 현탁액)		
	냉각응축법(수냉, 공냉)		
	흡착법(활성탄, 제올라이트)		
	희석법(대기확산)		
화학적 방법	연 소 법	직접연소법	촉매연소법
	약제처리법	산,알카리 세정법	약액세정법
		산화법	은폐법
		중화법	액상촉매법
생물화학적 방법	토양탈취법		
	활성오니법(스크라바, 포기조 방식)		
	바이오필터		
	부식질탈취법		

자료 : 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향(김대승), 바이오필터(한국기술거래소),
악취 제거 기술(코네티레포트)를 바탕으로 KISTI 재정리

2. 기술개발 동향

여기서는 <표 2-3>에 분류된 탈취 기술들 가운데 많이 이용되고 있거나, 최근 들어 각광을 받고 있는 기술을 중심으로 간단한 기술 개요와 함께 관련 기술의 개발동향을 정리하였고, 마지막으로 기술별로 장단점을 비교·분석하였다.

가. 흡착법

흡착법은 흡착제에 악취물질을 통과시키는 과정에서 악취물질이 흡착제의 공극 사이에 흡착되는 특성을 이용하여 악취물질을 제거하는 방식이다.

흡착법의 이점은 건식조작으로서 습식조작과 달리 배수나 배액을 처리할 필요가 없으며 설비비가 비교적 싸고 유지관리가 쉬우며 광범위한 악취가스 제거에 효과적이라는 점이다. 그러나 흡착법에 반드시 따라 다니는 문제는 활성탄 등의 흡착제 재생으로써 유지관리비용 및 원활한 흡착제의 주기적인 교체가 필수적이다.

흡착제의 종류는 아주 다양하며 사용목적에 따라 최적의 흡착제를 선정해야 하며 활성탄, 제올라이트, 실리카겔, 알루미늄, 백토, 몰리큘라시브 등이 있으나 이중 활성탄과 제올라이트가 가장 많이 이용되고 있다.

현재 이용되고 있는 흡착제 중 활성탄이 가장 많이 이용되고 있는데, 수분이 존재하여도 악취물질의 흡착이 가능하다. 또한, 친수성이 아닌 성분(소수성 성분)에 대해서는 보지력이 커서, 일반적으로 저농도 혼합 악취의 제거용으로 광범위하게 이용되고 있다. 반면 매연이나 분진을 함유한 가스에 대해서는 전처리가 필요하고 고농도의 악취물질에 대하여는 흡착능력의 한계로 인하여 흡착제의 사용기간이 단축되는 문제점이 있다.

또한, 안전성이 중요시되는 경우에는 가연성인 활성탄 대신 불연성인 제올라이트를 사용하기도 한다. 만약 흡착제의 수명이 다하면, 교환식 탈취, 용제회수, 농축탈취 등의 방법을 통해 흡착제를 재생하게 된다.

<표 2-4>에 악취성분별로 활성탄의 흡착효과를 나타내었다.

<표 2-4> 활성탄의 악취성분별 흡착효과

흡착효과정도	악취성분
대	지방산류, 메르캅탄류, 페놀류, 탄화수소류(지방족 및 방향족), 유기염소화합물, 알코올류(메탄올 제외), 케톤류, 알데히드류(포름알데히드 제외), 에스테르류, 기타 많은 성분
중	황화수소, 아황산가스, 염소, 포름알데히드, 아민류 등
소	암모니아, 메탄올, 메탄, 에탄 등

자료: 악취 제거 기술, 코네틱 리포트

흡착제를 이용한 흡착법의 경우 앞서 기술한 바와 같이 흡착제의 재생 혹은 교환 등에 비용이 많이 소모되므로, 화학공장 등과 같은 대규모 시설에는 사용에 한계가 있다. 따라서, 최근에는 숯을 이용한 악취의 흡착과 같이 가정용으로의 적용이 조금씩 증가하고 있는 추세에 있다. 예를 들어 숯을 이용한 분재, 숯마구니 등과 같은 제품이 판매되고 있는 것을 주변에서 확인할 수 있다.

나. 연소법

연소법에는 악취물질을 최저온도 이상에서 산화연소시키는 직접연소법, 축열체로 방사열을 축적하여 열교환율을 향상시킨 축열식 연소법, 촉매를 이용하여 비교적 낮은 온도에서 배가스 중의 악취물질을 접촉산화반응에 의해 산화연소 혹은 열분해시키는 촉매연소법이 있

14 탈취 기술

다. 여기서 축열식 연소법의 경우 기존의 직접연소법에서 열효율을 향상시킨 형태이므로 직접연소법의 한 형태로 보아도 무방하다.

직접연소법은 가연성 성분에 전반적으로 탈취효과가 뛰어나나, 연소시 발생하는 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx) 등의 유독기체에 의한 2차 대기오염의 우려가 있으므로, 배가스에 대한 대책이 필요하다. 또한, 연료소비량이 커서 운영경비가 높은 단점이 있다. 반면, 촉매연소법은 직접연소법에 의해 저온에서 연소가 가능해 운영비가 저렴하고 배가스의 질소산화물 발생을 감소시킬 수 있다.

직접연소법과 촉매연소법의 차이를 <표 2-5>에 나타내었다. 가장 큰 차이는 연소온도로서 직접연소법의 650~800℃에 비해 촉매연소법의 경우 150~400℃의 낮은 온도에서도 연소가 가능하다는 점이다. 이로 인해 직접적인 연료비 절감 효과를 기대할 수 있게 된다. 그러나, 염소와 같은 할로젠 원소, 납, 아연, 수은, 황 등은 촉매의 성능을 저하시키는 촉매독의 역할을 하므로, 이러한 물질이 포함되어 있는 악취가스를 처리할 경우 백금, 팔라듐, 코발트 등의 비싼 귀금속을 사용하는 촉매(<그림 2-2> 참조)의 교체 비용이 크게 증가하게 되어 경제성 확보에 곤란을 겪게 된다.

<표 2-5> 직접연소법과 촉매연소법의 연소조건

구 분	직접연소법	촉매연소법
연소온도	650 ~ 800℃	150 ~ 400℃
연소상태	고온 화염중에 일정시간 체류하여 연소	촉매에 접촉하여 연소, 화염 생김
공간속도 (체류시간)	7,500 ~ 12,000/hr 0.5 ~ 0.3초	15,000 ~ 26,000/hr 0.24 ~ 0.14초

자료: 악취 제거 기술, 코네틱 레포트

<그림 2-2> 악취 제거용 촉매



<표 2-6>에 촉매독의 역할을 하는 오염물질별로 피독성 정도 및 그에 대한 대책, 그리고 재생방법을 기술하였다. 일반적으로 미세먼지, 타르, 오일 미스트, 유기인화합물 등은 적절한 재생방법을 통해 재생이 가능하나, 할로젠화합물이나 황화합물의 경우 한번 피독이 될 경우 재생이 불가능하기 때문에 이에 대한 대책 마련이 요구된다.

<표 2-6> 촉매독별 피독성 및 재생방법

촉매독	피독성	대책	재생
미세먼지	일시피독	prefilter	공기, 물세척
타르, 오일 미스트	일시피독	촉매입구 온도를 높여 닥트로 충분히 보온	500℃로 공기중에서 소각
유기실리콘화합물 유기인화합물	영구피독	전처리 촉매 사용	화학세정
유기금속화합물	영구피독	전처리제 사용	촉매교환
할로젠 할로젠화합물 (Cl ₂ , HCl, HBr 등)	희박 일시피독	촉매입구 온도를 승온	해당물질이 없으면 성능회복
	농후 영구피독	특별히 없음	촉매교환
황화합물 (SO ₂ , H ₂ S 등)	희박 일시피독	촉매입구 온도를 승온	해당물질이 없으면 성능회복
	농후 영구피독	특별히 없음	촉매교환

자료: 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향, 김대승

16 탈취 기술

촉매독 이외에도 촉매를 고온에서 장시간 사용하거나, 한계온도를 넘어 사용하게 되면 촉매에 열화가 발생하여 촉매의 성능이 크게 저하하는 현상이 발생한다. 일반적으로 백금촉매의 경우 600℃ 이상에서, 팔라듐 촉매의 경우 700℃ 이상에서 발생하게 된다.

그래서, 최근에는 에너지 절감을 통해 경제성이 향상된 축열식, 열교환기식 연소법과 함께 촉매식 연소법을 적절히 조합하여 아래와 같이 시스템을 설계하는 경우가 많으며, 이외에도 CBR(Concentration Oxidation By Rotary), SRS(Solvent Recovery System) 등이 이용되고 있다.

- 촉매식 + 열교환기식 = CTO (Catalytic Thermal Oxidizer)
- 촉매식 + 축열식 = RTO (Regenerative Thermal Oxidizer)
- 직접산화식 + 열교환기식 = TO (Thermal Oxidizer)
- 직접산화식 + 축열식 = RCO (Regenerative Thermal Oxidizer)

따라서, 연소법의 경우 반응온도, 배출가스의 농도 및 풍량조건에 따라 경제성이 크게 차이가 나므로 규제되는 배기가스의 조건에 따라 직접연소법, 축열식연소법, 촉매연소법 등의 단일 기술, 혹은 이들 기술을 적절히 조합한 방법들 가운데에서 적절한 처리 방법을 선정하여야 한다.

악취제거 기술로 이용되는 연소법에서는 악취물질 제거와 함께 VOCs 제거가 함께 되므로 VOCs 제거를 기준으로 할 경우 일반적으로 500ppm(C₁ 기준) 이하의 저농도에서는 RCO, 500-1000ppm에서는 RTO 그리고 1000ppm이상의 농도에서는 촉매산화(CTO)가 효과적인 것으로 알려져 있다¹⁾.

1) 김용우, 콜로이드 금속담지 촉매에 의한 휘발성유기화합물의 제거, SK

<표 2-7>에는 여러 가지 연소법들 가운데 배기량, 농도, 배기온도 별로 TO, CO(Catalytic Oxidation), RTO, RCO, CBR, SRS의 적용가능성을 ◎의 수로 나타낸 것이다. 표에서 보면 SRS의 경우 배기온도에 따라 효율에 큰 차이가 있고, CO와 RTO, RCO의 경우에는 농도에 많은 영향을 받음을 알 수 있다. 또한, CBR의 경우 농도와 배기온도 모두, TO의 경우에도 배기량이 클 경우 적용이 어려우며, 농도와 배기온도에도 많은 영향을 받아 그 적용이 까다로움을 확인할 수 있다.

<표 2-7> 연소법 기술별 최적 범위
(부적합: -, 적합: ◎, 최적합: ◎◎◎)

구분	범위	TO	CO	RTO	RCO	CBR	SRS
배기량 (Nm ³ / hr)	30,000~600,000	◎	◎◎◎	◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎
	3,000~30,000	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎
	~3,000	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎	◎◎◎
농도 (ppm, C1)	15,000~	◎◎◎	◎◎	◎	◎	◎	◎◎◎
	7,000~15,000	◎◎◎	◎◎◎	◎◎	◎	◎◎	◎◎◎
	1,500~7,000	◎	◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎
	~1,500	-	◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎
배기 온도 (℃)	150~	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	-	-
	60~150	◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	-	-
	~60	◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎	◎◎◎

자료: 대양환경 주식회사 홈페이지

최근의 연소법 연구동향을 정리하면 내독성이 강한 촉매의 개발, 열효율 향상, 다양한 연소법의 조합을 통한 최적의 설계 등으로 요약된다.

다. 산화법

물이나 중화제로 제거가 어려운 악취물질을 산화제로 제거하는 방법으로 산화제로는 차아염소산소, 이산화염소, 염소, 오존 등이 주로 이용된다. 산화법의 경우 악취물질 가운데 암모니아, 황화수소, 메르캅탄류, 아민류 등이 주 대상가스이다.

오존산화법은 오존의 산화작용, 특히 물분자와 반응하여 발생하는 OH라디칼의 산화력을 이용하여 악취물질을 산화분해 시키는 방법으로 오존 자체에 의한 은폐효과(Masking)를 검용하는 탈취방법이다. 이 방법은 황화합물 계통의 악취물질에는 비교적 효과(90%정도)가 있으나, 암모니아나 저급아민류에 대해서는 효과(50%)가 떨어지며 수세법과 병용할 때 효과(85%정도)가 증대된다.

오존과 악취물질과의 반응식은 <표 2-8>과 같다.

<표 2-8> 악취물질과 오존의 반응식

악취물질	반응식
황화수소 (H ₂ S)	$3\text{H}_2\text{S} + \text{O}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$ $3\text{S} + 6\text{O}_3 \rightarrow 3\text{SO}_2 + 6\text{O}_2$ $3\text{SO}_2 + 3\text{O}_3 \rightarrow 3\text{SO}_3 + 3\text{O}_2$ $3\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2\text{SO}_4$
메틸메르캅탄 (CH ₃ SH)	$2\text{CH}_3\text{SH} + \text{O}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{S}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2 + 5\text{O}_3 \rightarrow (\text{CH}_3\text{SO}_2)_2\text{O} + 5\text{O}_2$
황화메틸 ((CH ₃) ₂ S)	$(\text{CH}_3)_2\text{S} + 2\text{O}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{SO}_2 + 2\text{O}_2$
트리메틸아민 ((CH ₃) ₃ N)	$(\text{CH}_3)_3\text{N} + 3\text{O}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NO}_2 + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

자료: 악취 제거 기술, 코네틱 레포트

오존산화법은 화학반응에 의해 악취물질이 치환된 후 환원되지 않는 장점이 있으나 처리후 잔존 오존이 인체에 유해하므로 2차오염 대책이 필요하고, 운영상 전력비가 비싸고 유지관리기술이 많이 요구되는 단점이 있다. 또한, 장치의 재질도 내식성 재료를 이용하여야 한다.

이들 산화제를 이용한 산화법의 가장 큰 문제는 산화제 자체가 역한 냄새를 지니고 있다는 점이다. 특히, 오존의 경우 차량, 실내의 공기청정을 위해 일부 사용되기도 하였으나, 오존 자체의 비린 냄새로 인해 오히려 역효과를 나타내었다. 따라서, 산화법의 경우 일반 생활용으로는 사용에 제한이 있으며, 타 용도로서도 이용은 그리 많지 않은 편이다.

라. 바이오필터

바이오필터는 악취물질을 생물학적으로 처리하는 방법 중의 하나로, 미생물을 다공성의 담체에 고정화시켜 미생물의 대사활동에 의해 악취물질을 물, 이산화탄소, 그리고 무해한 염으로 분해하는 환경 친화적이고 경제적인 처리공법이다.

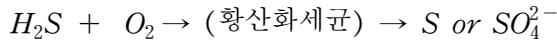
바이오필터에서 질소계열 악취 및 황계열 악취물질의 제거 반응식은 아래와 같다.

*질소계열 악취

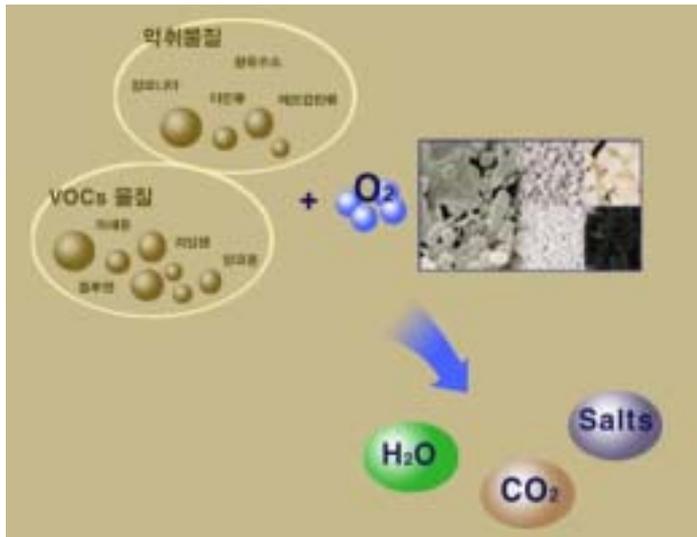


20 탈취 기술

*황계열 악취



<그림 2-3> 바이오필터에 의한 악취물질 제거 원리



일반적으로 담체의 표면에 있는 biofilm에서 자라는 미생물이 기체상의 악취 오염물질을 흡수, 분해, 탈착시키는 능력을 이용하는 시스템으로 볼 수 있다. 따라서, 바이오필터에서는 미생물에 최적의 서식 환경을 제공하여 최대의 효율을 유지하는 것이 중요하다.

최적의 서식환경 확보를 위해서는 미생물 담체의 특성, compaction 정도, 보습능력 등에 대한 특성을 잘 파악하여야 하며, 특히 미생물 성장을 위한 적정 수분 유지가 무엇보다도 중요한 요인으로 작용한다. 이러한 점을 고려하여 바이오필터는 온도, 습도, 분진 등을 전처

리하는 전처리부, 오염물질을 분해하는 필터반응탑, 그리고 송풍기, 제어판, 영양분탱크 등의 부대 설비로 구성되어 있다.

<표 2-9>는 미생물 담체로 이용되는 소재의 종류에 따른 장단점을 보여주고 있다. 일반적으로 미생물 담체의 부착성이 양호할 경우 미생물의 과다 성장으로 통기성 혹은 처리 효율이 떨어질 가능성이 있기 때문에 적절한 부착성과 통기성의 조절이 매우 중요하다.

<표 2-9> 미생물 담체의 종류 및 장단점

종류	장점	단점
유기계 고분자 물질 우레탄 폼 PVA 폴리프로필렌 기타	<ul style="list-style-type: none"> · 미생물의 부착이 용이 · 비교적 통기성이 양호 · 비교적 보수성이 양호 	<ul style="list-style-type: none"> · 가격이 비교적 고가
무기계 물질 다공성 세라믹스 점토광물 활성탄 기타	<ul style="list-style-type: none"> · 촉매입구 온도를 높여 · 닥트로 충분히 보온 	<ul style="list-style-type: none"> · 미생물 부착이 어려움 · 보수성이 나쁨
천연물 peat moss compost 기타	<ul style="list-style-type: none"> · 가격이 비교적 저렴 · 미생물의 부착이 양호 · 보수성이 양호 	<ul style="list-style-type: none"> · 비교적 내구성이 나쁨 · 통기성이 나쁜 경우가 있음

자료: 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향, 김대승

한편, 국내의 대부분의 업체에선 자체 개발한 미생물 담체를 사용하고 있으며 큰 기업에서 분사한 벤처기업들을 중심으로 상업화 시도가 많이 이루어지고 있다. 특히, SK울산 공장, 한화 석유, 화학 중앙연구소, LG 등의 연구소 외에 대학 연구실의 연구실적을 바탕으로 창업한 벤처기업의 사례도 매우 많은 편이다. 그러나, 아직까지는 바이오필터가 울산 석유화학공단 등 악취오염이 심각한 공단 지역을 중심으로 보급되어 있다. 또한, 부지면적이 크고 고농도 대용량 처리에는 어려움이 있어 보급의 확대를 위해서는 연구개발을 통해 이러한 단점들을 극복해야 할 것으로 예상된다.

마. 비교분석

탈취 방식에 따른 기술별 장단점을 <표 2-10>, <표 2-11>에 정리하여 나타내었다. 바이오필터의 경우 저농도 고품량에 적합하고, 미생물을 이용하기 때문에 운전비가 낮고 2차오염이 없는 장점이 있다. 그러나, 고온, 고농도의 가스처리에는 한계가 있으며, 미생물의 생장이 어려운 환경, 즉 온도, 습도 등에 따라 제한을 많이 받게 된다. 반면, 연소법의 경우 고온, 고농도에서도 이용이 가능하나, 바이오필터와 비교해 상대적으로 높은 초기투자비가 소요된다. 또한, 처리가스가 저농도이거나 간헐적으로 발생할 경우 바이오필터 등의 기술에 비해 경제성이 떨어지는 단점이 있다.

따라서, 특정 탈취 기술이 가장 우수하다고 보기는 어려우며, 탈취 기술의 적용대상인 처리가스의 농도, 온도, 풍량 등을 종합적으로 분석하여 현장 환경에 가장 적절한 탈취 기술을 선택하는 것이 중요하다.

<표 2-10> 탈취방식별 기술의 비교 1

구분	원리	장점	단점
바이오 필터	천연 및 인공 담체에 미생물을 고정하여 생물학적으로 처리	- 저농도 고품량의 가스처리에 적합 - 낮은 운전비 - 복합가스처리 가능 - 2차오염 없음	- 장치의 설치면적이 큼 - 고온배출가스 처리 부적합 - 고농도 가스처리 부적합
토양 탈취	토양층의 미생물을 이용하여 악취성분 제거	- 장비간단 - 낮은 초기투자비 - 낮은 운전비	- 설치면적이 넓음 - 운전조건선정이 어려움 - 고온, 고농도배출 가스처리 부적합
활성탄 흡착	활성탄의 물리적 흡착능에 의해 처리	- 저농도 악취 제거에 적합 - 장비가 단순	- 사용활성탄 폐기시 2차오염발생 - 타르, 수분, 분진 등에 약함 - VOCs 처리시 화재발생 우려
촉매 연소	촉매를 사용하여 350~450℃의 온도에서 악취 성분 산화	- 고농도 가스처리에 유리 - 고온배출가스 처리 적합	- 높은 초기투자비 - 저농도, 간헐적 운전시 높은 운전비 - 촉매피독물질처리 곤란(황성분 등)
직접 연소	850℃ 이상의 고온에서 악취성분을 열적으로 산화분해	- 고농도 가스처리 유리 - 다양한 성분처리 가능	- 높은 초기투자비 - 저농도, 간헐적 운전시 높은 운전비 - 고온산화에 의한 NOx성분 배출가능
약액 세정	산화제를 이용하여 악취 성분 분해	- 처리가스의 온도영향적음 - 저농도 대량가스처리 적합 - 분진동시처리가능	- 낮은 탈취효율 - 복합취기에 대한 비용상승 - 2차오염물질 배출가능 - 장비부식성

자료: 바이오필터, 한국기술거래소

24 탈취 기술

<표 2-11> 탈취방식별 기술의 비교 2

탈취장치		개요	장점	단점	
연소법	직접연소장치	약 800~900℃로 가열, CO ₂ 와 H ₂ O로 산화분해	-광범위의 유기용제를 탈취	-폐열회수 운전비 고가 -NOx 발생	
	축열식연소장치	축열재에 의해 열교환율(>80%)을 높인 연소장치	-중간농도 배가스는 경제적으로 탈취 -NOx의 발생 적음	-설치 공간과 중량이 커짐 -설비비용이 높음	
	축매식연소장치	축매에 의해 200~300℃의 저온에서 산화분해	-직접연소법에 비해 운전비 저렴 -NOx의 발생 적음	-축매독이 있을 경우 대책 필요	
흡착법	회수	고정상식회수장치	-역사가 길고, 실적이 많음 -크기가 작고 조각간편	-폐수가 다량발생 -케톤계 용제는 발화방지 대책필요	
		유동식회수장치	유동층에서 용제 회수, 가열탈착 활성탄이 순환, 연속회수장치 탈착가스는 질소	-폐수 발생 없음 -케톤계 용제도 안전 회수 -회수용제중 수분 소량	-장치가 커짐 -풍량제어장치 필요
	농축	honeycomb식 농축장치	저농도 악취로부터 악취물질을 분리, 농축	-대풍량의 배가스도 경제적으로 처리 -장치가 compact -보수유지가 간편 -작업실 탈취 가능	-활성탄 약화물질 함유시 불가
	교환	교환식흡착장치	흡착제와 산화제를 충전하여 악취통과 충전재의 효과가 떨어지면 교환	-장치비 저렴 -compact -운전조작이 간단	-초저농도에 한정 (교환비 고가)

(다음장에 계속)

탈취장치	개요	장점	단점
생물탈취법	토양탈취법	-운전비가 매우 저렴 -유지관리가 용이 -운전비가 저렴	-처리가스가 한정적 -강우시에 통풍저항이 높아 leak 발생 -넓은 면적필요
	충진탑법	-장치가 compact -유지관리가 용이 -운전비가 저렴	-악취가능 물질이 제한적 -미생물의 적응기간 필요 -산성폐액처리 필요
소탈취제	악취를 소 탈취제로 처리	-간단, 단편	-악취물질을 무취화하지 않는 경우가 대부분임

자료: 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향, 김대승

<표 2-12>는 활성탄 흡착법, 약액세정법, 생물학적 탈취법의 공사비 및 유지관리비를 비교하여 나타낸 것이다. 약품을 많이 사용하는 약액세정법이 유지관리비가 가장 높게 책정이 되어 있으며, 전체적인 처리단가 또한 가장 높게 나타나 있다. 반면 활성탄 흡착법이 공사비와 유지관리비 모두 세 기술 가운데에는 가장 낮은 처리단가를 나타내고 있으나, 활성탄 흡착탑의 경우 제거능에 있어서 타 기술에 비해 신뢰도가 낮아 단순히 경제성이 높다고 보기에는 문제가 있다. 생물학적 탈취법은 생물학적 처리법의 특성상 약품을 사용하는 약액세정법에 비해서는 크게 낮은 처리단가를 보이고 있다.

<표 2-12> 탈취방식별 경제성 비교(탈취풍량: 25m³/분 기준)

구분	활성탄흡착탑	약액세정법	생물학적 탈취법
공사비	<ul style="list-style-type: none"> • 토목공사비 : 3,800 • 기계공사비 : 35,000 -흡입팬: 3.7kW×1대 -흡착탑: 1식 -흡착제: 3m³ (산,알카리) • 전기공사비 : 4,800 <p>합 계 : 43,600(천원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 토목공사비 : 3,800 • 기계공사비 : 41,000 -흡입팬: 2.2kW×1대 -펌프 및 기기류:1식 • 전기공사비 : 4,800 <p>합계 : 49,600(천원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 토목공사비 : 3,800 • 기계공사비 : 46,200 -흡입팬: 3.7kW×1대 -펌프 및 기기류: 1식 -미생물 filter : 1식 -자동운전 : 1식 • 전기공사비 : 9,000 <p>합계 : 59,000(천원)</p>
유지관리비	<ul style="list-style-type: none"> • 인건비(1인) : 1,825 • 전력비 : 2,042 (32,412kWh/yr) • 보수비 : 2,180 • 흡착제 : 3,900 <p>합계: 9,947(천원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 인건비(1인) : 1,825 • 전력비 : 2,461 (39,070kWh/yr) • 보수비 : 2,480 • 약품비(1년) : 54,000 • 충전제 교체 : 600 <p>합계: 62,085(천원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 인건비(1인) : 1,825 • 전력비 : 4,084 (64,824kWh/yr) • 보수비 : 2,950 • MEDIA : 1,800 <p>합계: 10,659(천원)</p>
처리단가	0.76(원/m³)	4.73(원/m³)	0.81(원/m³)

※ 보수비는 시설비의 5%로 적용

자료: 저온 플라즈마와 습식 및 건식촉매를 이용한 악취 제거기술, (주)환경시설관리공사

최근 현장에서 가장 많이 이용되는 방법으로는 축열식연소법 및 촉매연소법, 그리고 바이오필터 등이다. 기존에는 활성탄 등을 이용한 흡착법이 가장 많이 사용되었으나, 활성탄과 같은 흡착제의 교체

비용이 높아 점차 그 이용이 감소하였다. 뒤를 이어 운영 관리 측면에서 간편한 직접연소법의 이용이 증가하여 많은 현장에서 적용되었다. 이후 직접연소법의 열효율을 높인 축열식연소법과 촉매연소법이 각광을 받기도 하였으나, 촉매연소법의 경우 촉매독에 따른 과도한 촉매교체 비용으로 인해 그 이용이 감소하고 있는 추세이다. 이는 촉매독에 대한 저항성이 있는 촉매기술이 아직까지 현장의 신뢰를 얻지 못하고 있기 때문이다.

또한, 바이오필터는 대학 연구실을 중심으로 악취 제거와 함께 VOCs 제거를 목적으로 많은 연구가 이루어지고 있으며, 특히 대학 연구실에서 창업한 벤처기업을 중심으로 현장 적용이 증가하고 있다.


 제3장

특허정보 분석

본 장에서는 탈취 기술 및 탈취를 목적으로 하는 국내외 특허정보를 검색하여 연도별, 분야별, 출원인별 국내외 출원특허를 조사하였고, 이를 이용해 탈취 기술과 관련된 국가별 특허출원 동향을 비교, 분석하였다.

1. 특허정보 조사

가. 이용 데이터베이스

탈취 기술 및 탈취와 관련된 특허정보를 분석하기 위하여 이용한 데이터베이스(DB)는 한국과학기술정보연구원(www.kisti.re.kr)이 서비스하고 있는 한국 공개특허(KUPA)와 미국 등록특허(USPA), 유럽 공개특허(EUPA) 및 일본의 공개특허(JEPA) 데이터베이스였다. USPA, EUPA 및 JEPA의 수록기간은 모두 1976년부터이며, 매월 갱신되고 있다.

나. 조사의 범위 및 결과

정보조사의 범위는 한국, 미국, 유럽, 일본을 분석대상의 국가로 삼았으며, 한국, 유럽과 일본의 경우에는 공개특허를, 미국의 경우에는 등록특허를 조사하였다. 탈취 기술의 특허정보 검색에서는 탈취 기술 이외에 탈취를 목적으로 한 모든 특허를 검색의 대상으로 정하여 관련 특허를 검색하였다.

동향분석 그래프를 이해함에 있어서 유의할 점은, 그래프에 나타난 연도표시는 출원년도이고 특허건수는 매 연도에 출원하여 나중에 공개(한국, 유럽, 일본특허) 또는 등록(미국특허) 된 건수를 나타내고 있으며, 최근(2002~2003년)의 데이터가 온전하지 못한 이유는 출원일자로부터 1년 6개월이 지나야 공개특허가 나오기 때문이다.

이렇게 수집한 국가별 정보검색 결과는 <표 3-1>에 나타내었다.

<표 3-1> 국가별 특허정보 조사 결과

구분	미국	유럽	일본	한국
특허건수	1,584개	1,298개	7,268개	1,141개

2. 특허정보 분석

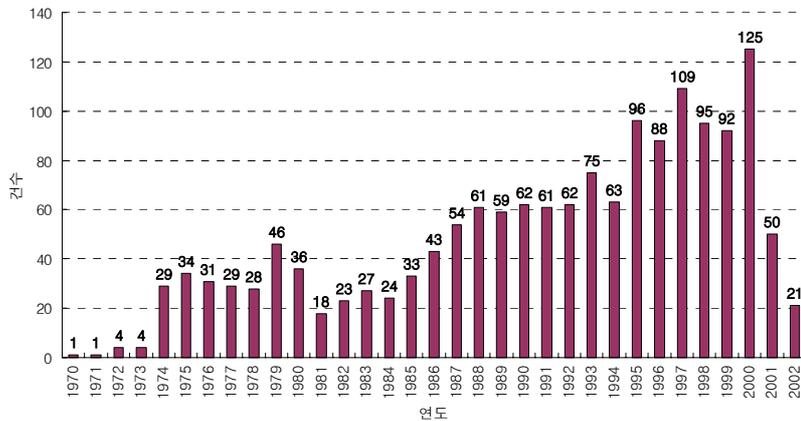
국가별로는 연도별 특허출원 건수와 출원인 랭킹, IPC 분류별 세어를 간단히 살펴본 후, '비교분석'에서 국가별 특허출원 동향 및 특성에 대해 비교·분석을 수행하였다.

가. 해외

(1) 미국

<그림 3-1>은 미국 특허의 연도별 등록 건수를 나타낸 그림이다. 미국 특허의 경우 지금까지 등록된 특허의 수는 총 1,584개로서, 1970년부터 등록 특허가 검색이 되고 있으며, 1970년대 중반 이후 꾸준하게 증가하는 추세를 보이고 있다.

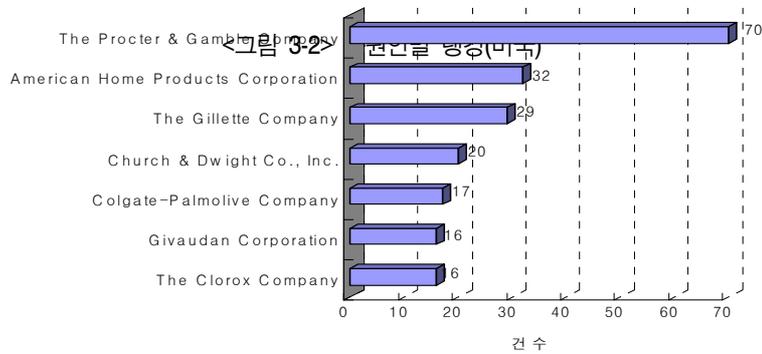
<그림 3-1> 연도별 특허등록 건수(미국)



2001년에는 50건, 2002년에는 21건만이 등록되어 있는데, 미국의 경우 특허출원 후 등록이 되기까지는 평균적으로 3년 6개월이 소요 되는 것으로 알려져 있어, 2001년부터 2003년의 데이터는 아직 심사가 끝나지 않은 특허출원도 상당히 많기 때문에 불완전한 수치라고 해석할 수 있다.

32 탈취 기술

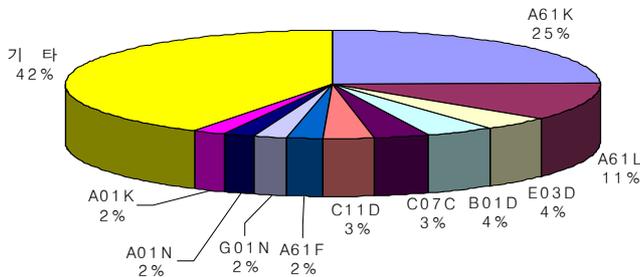
<그림 3-2>는 미국 등록특허의 출원인별 랭킹을 나타낸 것이다. 미국 등록특허의 출원인별 랭킹을 살펴보면 생활용품 기업이자 거대 다국적 기업인 P&G가 수위를 차지하였고, 역시 생활용품 회사인 American Home Products Corporation이 차지하였다. 이는 산업용 탈취 기술에 대한 특허 이 외에 탈취를 목적으로 한 모든 특허를 검색 대상으로 하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 산업용 탈취 기술의 경우 기술의 특성상 생활용 탈취 관련 기술에 비해 특허출원이 빈번하지 않은 점도 생활용품 기업이 수위를 차지한 원인으로 볼 수 있다.



미국의 국제특허분류(IPC)에 따른 기술분야별 등록세어를 <그림 3-3>에 나타내었다. A61K(의약품, 치과용 또는 화장용 제제) 분야에 해당하는 특허가 25%를 차지하였고, A61L(재료 또는 물건을 살균하

기 위한 방법 또는 장치 일반; 공기의 소독, 살균 또는 탈취) 분야의 특허가 11%를 차지하였다. A61K, A61L이 1위와 2위를 차지한 것은 앞서 생활용품 기업이 출원인 랭킹에서 1위, 2위를 차지한 것과도 동일한 결과로 볼 수 있다. 또한, E03D(수세변소(水洗便所) 또는 세정(洗淨) 장치를 갖는 소변소(小便所); 그를 위한 세정(洗淨) 밸브) 분야, B01D(분리) 분야가 모두 4%를 차지하고 있다. E03D의 경우 화장실의 탈취와 관련된 특허들이다.

<그림 3-3> 국제특허분류에 따른 등록건수(미국)



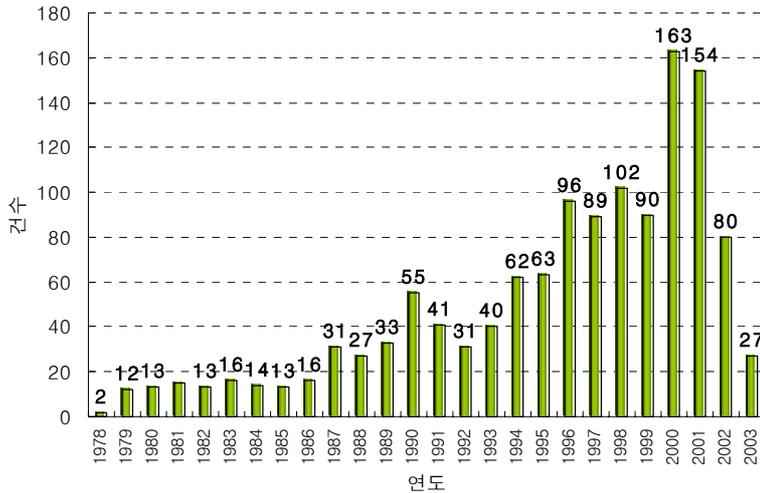
(2) 유럽

<그림 3-4>는 유럽 특허의 연도별 출원 건수를 나타낸 그림이다. 유럽 특허는 2003년까지 총 1,298개의 특허가 출원되었다. 유럽의 경우에는 1978년을 시작으로 미국의 경우보다 1990년대 이후 관련 특허출원의 증가가 두드러지게 나타나고 있으며, 특히 2000년 이후의

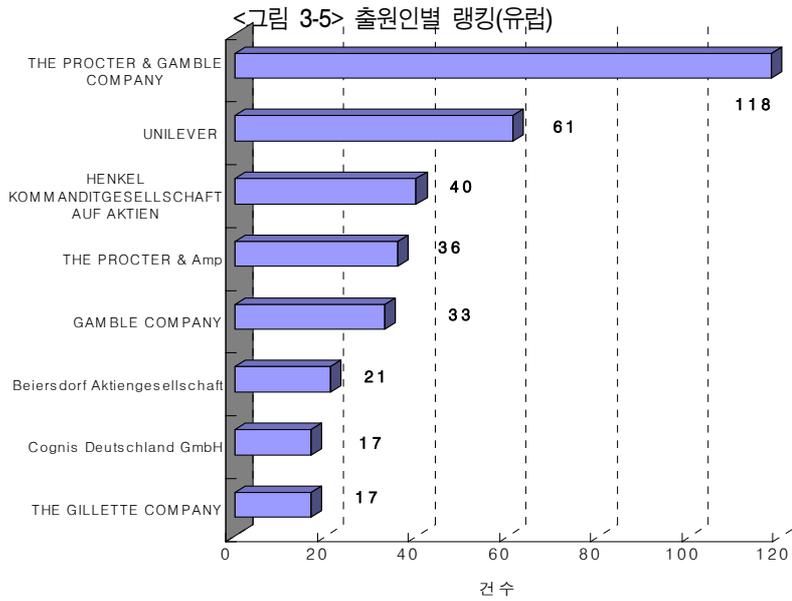
34 탈취 기술

출원이 1990년대에 비해 크게 증가한 것을 확인할 수 있다. 또한, 2002년, 2003년 데이터의 경우 비공개특허는 제외되어 있어 2000년, 2001년 특허출원 결과에 비해 다소 낮은 수치를 나타내고 있다.

<그림 3-4> 연도별 특허출원 건수(유럽)

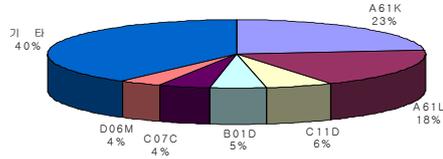


<그림 3-5>는 유럽 출원특허의 출원인별 랭킹을 나타낸 것이다. 미국 등록특허와 마찬가지로 거대 다국적 기업인 P&G가 118건으로 수위를 차지하였고, 유럽계 생활용품 회사인 Unilever(영국과 네덜란드를 본사로 두고 있음)가 61건으로 2위를 차지하였다. 유럽특허에서도 생활용품 관련 탈취 기술에 대한 특허가 큰 비중을 차지하고 있는데, 이는 앞서 기술한 바와 같이 산업용 탈취 기술에 대한 특허 외에 탈취를 목적으로 한 모든 특허를 검색대상으로 하였기 때문인 것으로 판단된다.



유럽의 국제특허분류(IPC)에 따른 기술분야별 등록세어를 <그림 3-6>에 나타내었다. 미국의 경우와 마찬가지로 A61K(의약품, 치과용 또는 화장용 제제) 분야에 해당하는 특허가 25%로 가장 큰 비중을 차지하였고, A61L(재료 또는 물건을 살균하기 위한 방법 또는 장치 일반; 공기의 소독, 살균 또는 탈취) 분야의 특허가 18%를 차지하였다. 이는 미국의 경우와 마찬가지로 P&G, Unilever 등의 생활용품 기업이 출원인 랭킹에서 1위, 2위를 차지하였기 때문이다. 또한, C11D(세정성 조성물) 분야, B01D(분리) 분야가 각각 6%, 5%로 그 뒤를 잇고 있다.

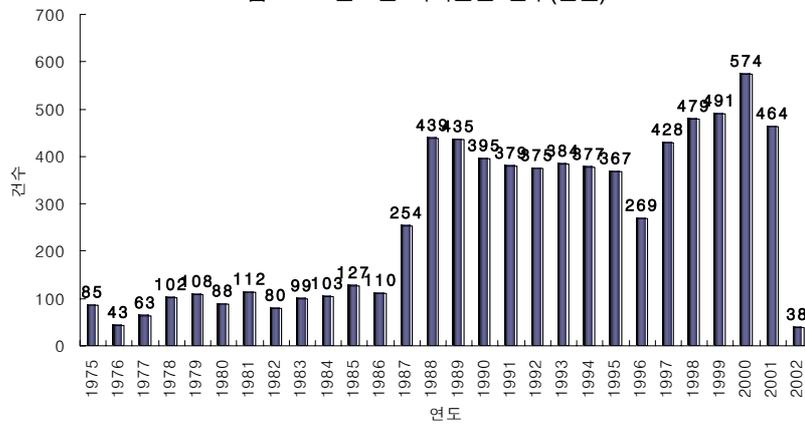
<그림 3-6> 국제특허분류에 따른 출원건수(유럽)



(3) 일본

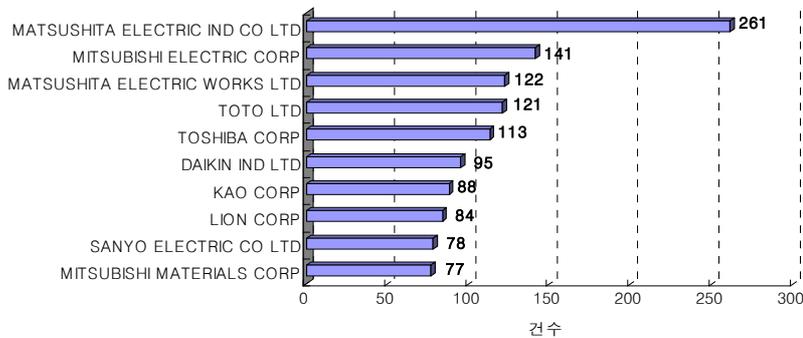
<그림 3-7>에 일본의 연도별 특허 출원 건수를 나타내었다. 일본의 특허출원 건수는 7,268건으로 나타나, 미국과 유럽의 특허 건수를 크게 앞서고 있다. 일본의 경우에도 유럽과 마찬가지로 1990년대 이전에 비해 1990년대 이후의 출원 경향이 두드러져 1990년대 이후 출원특허의 건수가 약 4~5배 정도 증가하였음을 확인할 수 있다. 이는 환경에 대한 인식 제고와 함께 탈취에 대한 일반인의 관심이 1990년대 이후에 크게 증가하였기 때문이다.

<그림 3-7> 연도별 특허출원 건수(일본)



<그림 3-8>은 일본 출원특허의 출원인별 랭킹을 나타낸 것이다. 일본 출원인별 랭킹의 특징은 가전업체들의 출원이 두드러진다는 점이다. 마쯔시타전기가 261건으로 수위를 달리고 있으며, 미쯔비시전기가 141건으로 뒤를 잇고 있다. 생활용품 관련 회사의 경우 평균.탈취형 변기 등의 회사로 유명한 토토가 121건으로 4위를 차지하고 있는 것이 가장 높은 순위를 차지하고 있어, 미국과 유럽과는 상이한 결과를 나타내고 있다.

<그림 3-8> 출원인별 랭킹(일본)

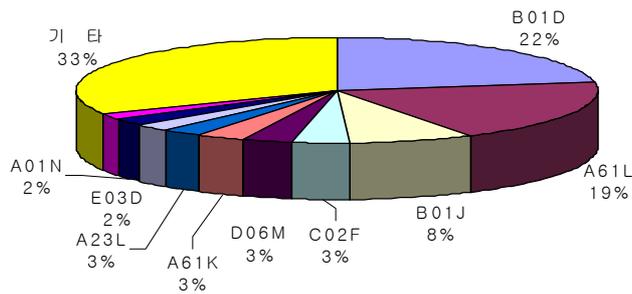


일본의 국제특허분류(IPC)에 따른 기술분야별 등록세어의 경우(<그림 3-6>)에는 B01D(분리) 분야가 22%로 수위를 차지하고 있으며, A61L(재료 또는 물건을 살균하기 위한 방법 또는 장치 일반; 공기의 소독, 살균 또는 탈취) 분야의 특허가 19%로 그 다음을 잇고 있다. 반면, B01J(화학적 또는 물리적 방법, 예. 촉매, 콜로이드 화학; 그들

38 탈취 기술

의 관련 장치), C02F(물, 폐수, 하수 또는 오니(슬러지)의 처리), D06M(섬유, 가연사, 사, 직물, 우모 또는 이와같은 재료로서부터 제조된 섬유제품의 클래스) 분야의 특허가 각각 3%씩을 차지하고 있어 미국 및 유럽과는 다른 결과를 보여주고 있다.

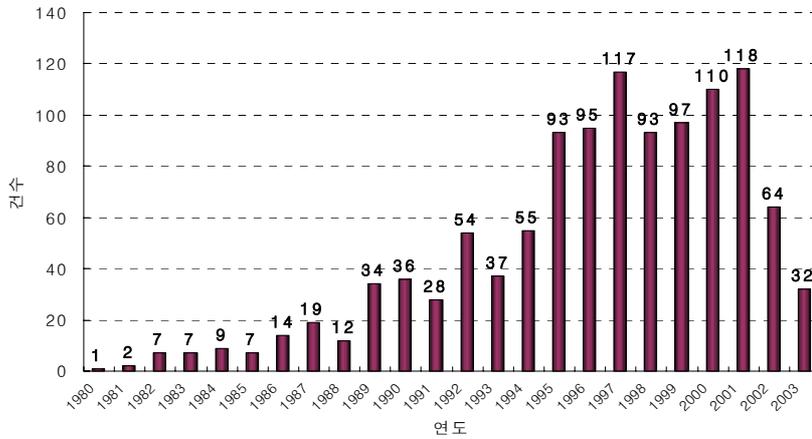
<그림 3-9> 국제특허 분류에 따른 특허출원 건수(일본)



나. 국내

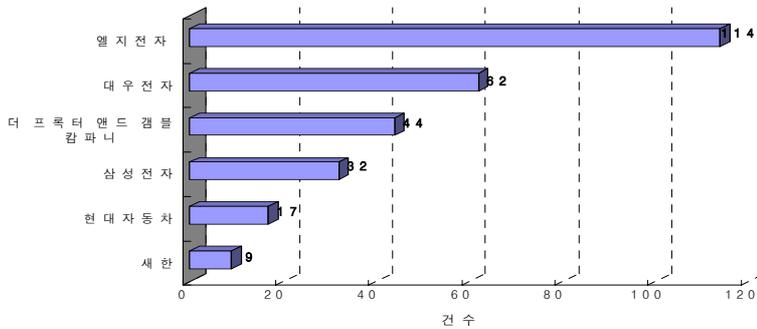
국내 관련 특허출원 건수는 총 1,141건으로서 미국(등록특허임을 감안할 경우)과 일본에 비해서는 크게 뒤지고 있으나, 유럽과는 거의 비슷한 수준을 보이고 있다. <그림 3-10>에서 보는 바와 같이 연도별 특허출원의 경우 1980년 첫 출원이 이루어진 이래, 꾸준한 증가세를 나타내고 있다. 특히 1990년대 중반을 넘어서면서 크게 증가하여 매년 100여건 정도가 출원되고 있는데, 이는 미국, 유럽, 일본 등에 비해서는 약 5년~10년 정도 늦은 추세이다.

<그림 3-10> 연도별 특허출원 건수(한국)



<그림 3-11>에 나타난 출원인별 rankings 살펴보면, 국내의 경우 엘지전자, 대우전자, 삼성전자 등 국내 가전 3사가 114건, 62건, 44건 등으로 탈취 기술 관련 특허를 주도하고 있음을 확인할 수 있다. 이는 미국 유럽의 특허가 생활용품 회사를 중심으로 이루어지는 것과는 달리 일본과 유사한 경우이다. 생활용품의 경우 P&G가 유일하게 44건으로 세 번째로 많은 특허 출원을 기록하였다.

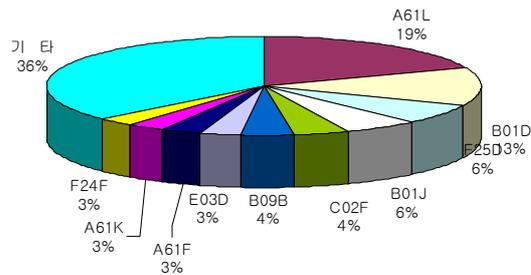
<그림 3-11> 출원인별 ranking(한국)



40 탈취 기술

국제특허분류에 따른 특허세어의 경우 해외와 유사하게 A61L(재료 또는 물건을 살균하기 위한 방법 또는 장치 일반; 공기의 소독, 살균 또는 탈취) 분야와 B01D(분리)가 각각 19%, 13%의 비중을 차지하고 있으며, F25D(냉장고; 냉각실; 아이스박스; 다른 서브클래스에 속하지 않는 냉각 또는 동결장치)가 해외특허와는 달리 세 번째로 6%를 차지하고 있다(<그림 3-12> 참조). 이는 가전업체들이 특허출원을 주도하고 있어 냉장고 내부의 탈취 기술에 대한 특허 출원이 많이 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다.

<그림 3-12> 국제특허분류에 따른 출원건수(한국)



다. 비교분석

미국, 유럽, 일본, 한국의 특허출원 분석을 한 결과, 출원건수에 있어서는 일본이 가장 많은 것으로 나타났으며, 미국이 등록특허 건수인 점을 감안할 경우 미국이 일본 다음으로 많은 특허의 출원이 이루어진 것으로 판단된다. 또한, 미국, 유럽의 경우 생활용품을 주로

하는 다국적 기업인 P&G, Unilever 등을 중심으로 특허출원이 많이 이루어지고 있으나, 일본, 한국의 경우 가전업체를 중심으로 특허가 많이 출원되고 있음을 확인할 수 있었다. 국제특허분류별 특허세어를 확인한 결과, A61K, A61L, A61D, B01D, E03D 등의 분야에 대한 특허출원이 많은 것으로 나타났다.

전반적으로 탈취 기술에 대한 특허 출원은 산업용과 생활용으로 크게 나눌 수 있으며, 산업용에 비해 상대적으로 특허 출원이 이루어질 수 있는 여지가 많은 생활용에 대한 특허가 많이 검색되었다. 국내의 경우 미국, 유럽, 일본과 같은 선진국에 비해 5년~10년 정도 특허 출원 증가 경향이 늦게 나타났으나, 생활용의 경우 최근 들어 세계시장 점유율을 높여가고 있는 가전 3사를 중심으로, 산업용의 경우 대학 연구실을 중심으로 활발한 연구개발이 이루어지고 있으므로, 앞으로도 크게 증가할 가능성이 높은 것으로 판단된다.


 제4장

시장동향 및 전망

본 장에서는 용도별, 목적별로 종류가 다양한 탈취제 시장의 특성을 고려해 최근 국가 차원에서 정책적으로 지원하고, 사회적으로 이슈화되고 있는 환경산업과 관련된 대표적인 탈취제라고 할 수 있는 바이오필터를 중심으로 시장 및 업체 현황, 향후 전망 등을 분석하였다.

1. 산업의 개요 및 특성

가. 산업의 개요

도시가 팽창하면서 주거지역과 생산공장과의 인접성이 커지면서, 배출되는 악취, VOC 등과 같은 환경 오염물질로 야기되는 각종 민원이 제기되고 있다. 이에 용도별, 목적별로 다양한 탈취제가 개발, 적용되어 왔지만, 대부분이 마스킹 효과만을 강조한 단순 방향제 수준에 머물러 대기오염을 근본적으로 해결하지 못하는 형편이었다.

44 탈취 기술

또한 바이오산업의 활성화로 바이오환경분야가 대두되면서 미생물을 이용한 화학반응형 탈취제로서 바이오필터가 개발되었는데, 이는 우리 주변에서 광범위하게 발생하고 있는 각종 악취를 비롯한 대기오염물질을 근원적으로 해결할 수 있는 대표적인 환경오염방지 산업에 해당한다고 할 수 있다.

환경부에서는 2003년 12월 30일에 악취방지법을 제정하면서 기존의 대기환경보전법에 의해 대기 오염물질과 같은 방법으로 관리해 오던 악취를 분리해서 배출허용기준을 엄격하게 설정하는 등 악취의 집중관리체계를 구축하고 있다.

이러한 정부의 환경규제 강화에 힘입어 오폐수 처리와 대기용 바이오필터의 사용이 더욱 보편화되어 기존의 물리·화학적 탈취시스템 보다 탈취효율이 뛰어나고, 가동비가 저렴하며, 운전기술 또한 간단해 환경분야의 탈취 관련 시장의 상당부분을 대체하고 있다.

바이오필터에 대한 이해도가 향상되면서 오폐수 처리 분야에서는 해외 환경 선진국과 거의 동등한 기술 수준을 유지하고 있고, WTO 체제하에서 대기 오염물질의 규제폭이 강화되면서 대기 분야도 수요가 급증하는 등 향후 지속적인 성장이 예상되는 환경산업의 주요 제품군이라고 할 수 있다.

나. 산업의 특성

(1) 정책적 지원 산업

현행 시설위주의 관리체계로는 원인물질이 다양하고 복합적이며, 국지적·순간적으로 발생·소멸하는 특성을 지닌 악취 문제를 해결

하는데 한계가 있어 정부에서도 지방자치단체장이 생활환경의 보전을 위해서 악취의 규제가 필요한 지역을 악취관리지역으로 지정할 수 있게 하는 등 새로운 법규를 제정하였으며, 현재 시행령 및 시행규칙 등을 마련하는 등 구체적인 지원을 수행하고 있다.

또한 바이오필터의 근간이 되는 생물산업을 21세기 국가 핵심전략 산업으로 선정하여 조속한 시일안에 G7 수준으로 발전시키기 위해서 범국가적 차원에서 R&D에 투자하고, 산업화 기반의 조성 및 확충을 지원하고 있다.

(2) 경기변동에 민감한 산업

환경분야의 사업군은 경기변동에 상당히 민감한데, 그것은 환경이 생산적 사업이 아닌 부수적 사업의 형태로 인식되면서 투자대상이 아니라 기타 부수적인 요소로 간주되어 과거 법적 규제를 피하는 수준에서 환경사업이 진행되어 왔기 때문이다. 그러나 21세기 글로벌화로 무역장벽이 낮아지고, 환경문제가 세계적 관심의 대상으로 부각되면서 단순히 국내 법규의 강화에 따른 규제는 물론 세계적인 감시와 규제의 대상이 되고 있다.

따라서 최근 환경기술 선진국을 통한 환경사업이 세계화되고 있는 추세에 있으며, 이에 따라 환경기술의 국산화는 반드시 필요한 과제라고 할 수 있다. 즉, 바이오필터 사업군을 포함한 환경산업은 다양한 분야가 복합적으로 적용되는 시스템 사업으로 자리잡고 있으며, 이는 환경산업이 기초 산업화될 것이란 의미를 내포하므로 향후 환

경산업은 경기변동과는 거의 무관하게 발전할 것이며, 차츰 그 범위와 폭을 넓혀갈 것으로 판단된다.

(3) 다양한 분야가 적용되는 복합산업

바이오필터의 경우 분리, 정제, 배양기술, 대사 산물을 이용한 생물공학과 미생물을 흡착시키는 담체인 Filter Media 조성물인 세라믹을 이용한 소재산업에 기초하고 있는 대표적인 복합산업이다.

관련업체도 탈취처리에 가장 중요한 미생물자원에 대한 연구개발 실적이 풍부한 기존의 중견업체를 비롯해 수많은 중소 벤처기업들과 탈취 처리의 시스템 구성, 엔지니어링 설계, 플랜트 구축 등을 위한 화공, 환경, 건설 등 다양한 분야의 업체들이 관여하고 있는 산업이라고 할 수 있다.

(4) 주문생산형 산업

바이오필터의 적용분야는 하수처리장, 쓰레기 매립장, 도장공장, 정유 및 석유화학, 자동차 등 다양해, 각 분야별로 오염도와 주변 여건, 예산범위에 따라 바이오필터를 설치하는 형식이 다를 수 있으며, 향후 시행될 악취방지법은 악취 배출허용기준이 자치단체별로 차이가 있을 것이므로 바이오필터의 적용 방식은 더욱 다양한 형태로 나타날 수 있을 것으로 판단된다.

이렇게 다양한 분야에 엔지니어링 성격이 강한 바이오필터를 적용하기 위해서는 분야별로 주문자의 요구를 충분히 반영해야 하며, 일반적으로 주문 → 공장 → 제작 → 출하 → 고객으로 연결되는 주문 생산형 산업이라고 할 수 있다.

(5) 소득수준의 향상에 비례하는 산업

환경산업의 분야별 산업 활성화 정도를 비교할 때 먹는물에 대한 관심이 높아지면서 수질오염 방지시설에 대해 최우선적으로 광범위한 지원 및 투자가 이루어졌으며, 그와 함께 공장이나 폐기물 소각로 등에서 배출되는 각종 대기 오염물질의 방지시설에 대해서도 관심을 갖게 되었다.

이들 방지시설의 발전은 국민 소득수준의 향상에 따라 증대하는 삶의 질에 대한 개선욕구에 기인하므로 선진국일수록 더욱 관련 산업의 성숙도가 높는데, 대체로 1인당 국민소득이 1만불 이상인 국가에서 본격적으로 성장하는 소득수준의 향상에 비례하는 산업이라고 할 수 있다.

2. 산업환경 분석

가. 외부환경분석

(1) 정부의 정책적 지원

환경부에서는 범부처 차원에서 환경의 세기인 21세기를 맞아 인류의 생존을 위협하는 국내의 환경문제에 대처하기 위하여 WTO 등 국제기구를 중심으로 환경과 무역을 연계하려는 움직임이 구체화되는데 대응하고, 환경산업(ET : Environmental Technology)을 유망 환경기술 개발과 환경산업 육성으로 2007년 세계 7위권 수준으로 향상시킬 수 있는 「환경기술개발종합계획」을 수립하고 있다.

국가과학기술 기본계획(안)에 따르면, 동 계획의 원만한 달성을 위해서 환경기술분야에 대한 정부의 연구개발투자비는 <표 4-1>에서 알 수 있듯이 매년 지속적으로 확대될 것이다.

<표 4-1> ET 분야 국가 재정투자 및 R&D 투자규모
(단위 : 백만원)

구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	계
ET	205,397	245,665	253,000	257,150	283,850	1,245,062

자료: 국가과학기술기본계획(안)

상기와 같이 산업적 측면에서 환경분야에 대해 정부가 정책적으로 지원하기 위해서는 세부분야별 법규가 우선적으로 뒷받침되어야 하며, 바이오필터의 경우도 적용된 시설별로 시장의 형성이 악취방지법을 비롯해 수질환경보전법, 대기환경보전법 등의 환경 관련 법규에 의해 크게 좌우된다고 할 수 있다.

(2) 지속적인 시장성장

세계 환경시장 규모는 2000년 기준으로 약 5,800억불이지만, 향후 10년 이상 세계는 연평균 6% 이상, 아시아 지역은 18%씩 성장할 것으로 전망됨에 따라 선진 주요국가에서는 환경기술을 21세기 국가전략산업으로 선정하여 전략적으로 기술개발을 추진하고 있다.

심지어는 항상 우리의 후발주자로만 여겨졌던 중국의 경우도 WTO 가입, 2008년 북경올림픽 유치 등으로 환경질 개선을 목표로 한 『21세기 녹색 프로젝트』를 추진중에 있다.

이는 복합산업군에 속하는 바이오필터가 적용되는 수처리 및 대기오염방지 설비 등의 연평균 시장 성장률²⁾이 각각 12.5%, 11.3%에 달하므로 관련 시장도 지속적으로 성장할 것으로 판단된다.

(3) 다양한 산업분야에 적용

물과 대기의 악취 제거를 주요 목표시장으로 하는 현재 바이오필터 시장에 최근에 VOC와 같은 오염물질의 생물학적 제거를 위한 기술혁신이 충분히 이루어질 경우 이를 목표시장으로 하는 바이오필터 시장이 추가되어 일정한 비율로 양적, 질적 성장을 할 것으로 판단된다.

바이오필터의 적용분야는 <표 4-2>와 같으며, 향후 생물산업에 대한 연구개발 성과를 고려할 때 더욱 광범위한 분야에 적용될 것으로 예상된다.

2) 삼성지구환경연구소, 국내환경산업의 세부분야별 시장규모 전망, 2001

<표 4-2> 바이오필터의 적용분야

악취 발생원	VOC 발생원
하수 처리장	페인트 제조공장 및 도장공장
오폐수 처리장	석유화학 제조업
축산폐수 및 분뇨처리장	정유공장
하수슬러지 처리과정	자동차 제조업
담배 제조공장	고무 제조과정
퇴비화 시설	타이어 제조과정
음식물 쓰레기 처리과정	매립가스 제거시설
식품 가공 공장	저유소
사료 공장	주유소
폐기물 보관 및 처리 시설	세탁시설
농수산물 도매시장 및 공판장	자동차 정비업

나. 시장 기회요인 및 위협요인 분석

(1) 기회요인

◆ 21세기 전략산업으로서 생물산업의 육성

바이오필터의 효율을 극대화시킬 수 있는 기술력을 인정받고, 관련 시장을 활성화시키는데 결정적인 역할을 하는 요소는 악취를 내는 물질 등과 반응해 탈취, 멸균시키는 미생물군의 선별기술이라고 할 수 있다.

정부에서는 21세기 전략산업으로서 생물산업을 육성하기 위하여

2010년까지 세계수준의 80% 수준으로 발전할 수 있는 범국가적 인적, 물적 체제를 효과적으로 구축하고, 경쟁우위가 있는 관련 제품군에 대해서는 집중적으로 지원하고 있다.

이러한 정부의 지원에 힘입어 2000년 현재 전체 생물산업의 시장 규모가 9,000억원에 달하고, 세부분야로 미생물 처리제 등을 포함한 생물환경과 관련한 시장규모는 280억원³⁾으로 나타났다. 하지만, 바이오필터 시장에는 미생물군 선별만이 아니라 담체 제작기술을 비롯해 각종 관련 시스템까지 포함되어야 하므로 관련시장의 규모는 훨씬 더 클 것이고, 향후 생물산업에 대한 국가적 지원이 계속되는 한 관련 시장의 규모도 더욱 증대할 것으로 판단된다.

◆ 국산화를 위한 R&D 투자 지속

미생물에 의한 효소작용으로 유기물질을 분해하는 방식에 대해서 선진국을 비롯한 국내에서 연구개발이 활발히 되고 있는 가운데, 국내의 대부분의 업체에서는 바이오필터를 자체 개발하거나, 대기업의 경우 환경 관련 벤처기업이나 대학교 등에서 지속적으로 연구개발해 현재 바이오필터 시장중 가장 크게 차지하고 있는 오폐수용과 관련한 기술력은 해외 선진국과 거의 동등한 수준으로 국산화율이 95% 정도로 나타나고 있다.

국산화율이 선진국에 비해 60%에 불과한 대기용에 대해서도 계속적으로 연구개발하고, 성능측면에서 부지면적이 크고 고농도, 대용량 처리가 가능한 담체를 개발한다면, 현재보다도 타시스템에 비해 더욱 가

3) 한국생물산업협회, 2000년도 국내 생물산업 실태조사, 2001년

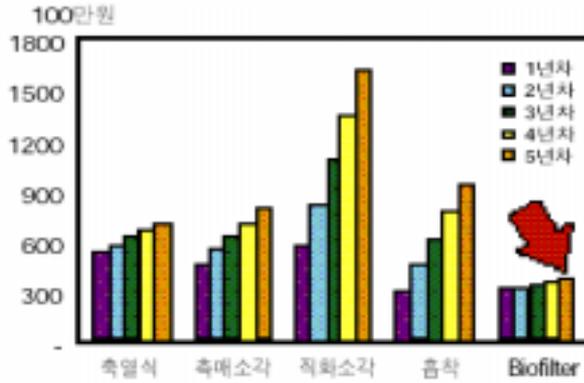
격 경쟁력이 커져 향후 시장규모도 훨씬더 증대할 것으로 판단된다.

◆ 저렴한 유지관리비

WTO 체제하의 교역조건상 대기 환경오염 유발제품은 수출입에 불리하게 되면서 정부에서 정유 및 석유화학 제조시설, 도료공장 등에서 배출되는 대기오염물질에 대한 규제를 강화하고 있다.

이에 대기오염물질을 줄이거나 완전히 없애기 위해서 축열식, 촉매소각, 직화소각, 흡착 등 다양한 기술이 적용되었지만, <그림 4-1>에서 알 수 있듯이 현재까지 바이오필터가 가장 적은 유지관리비가 소요되는 것으로 나타났다. 또한 <그림 4-2>를 통해 확인된 것처럼 VOC의 처리능력도 재생흡착법, 소각, 응축 등에 비해 훨씬 뛰어난 것으로 나타났다.

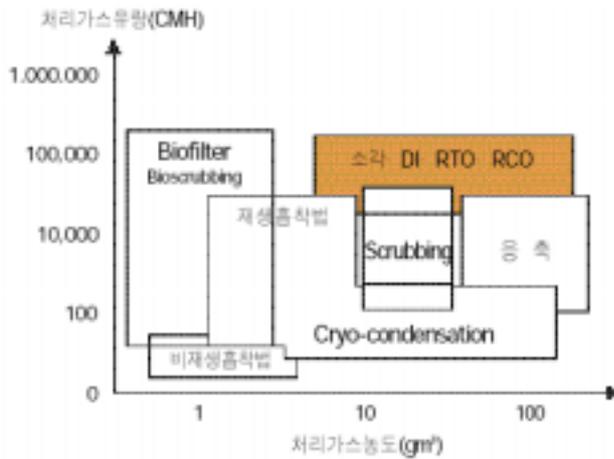
<그림 4-1> 탈취방식별 설치 및 유지비용 비교



비교근거

- 처리물질: Toluene 100ppm - 용량: 200Nm³/min
- 온도: 30℃ - 운전시간: 7200hr/year
- 연료비: 300원/1만kcal - 동력비: 60원/kWh
- 활성탄: 1000원/kg(20g/100g 포화흡착율적용)
- 감가상각및이자율제외

<그림 4-2> 탈취방식별 VOC 처리범위 비교



악취를 발생하는 시설의 경우는 초기 시스템의 구축에도 비용이 많이 소요되지만, 탈취를 위해서 계속적으로 유지관리하기 위하여 많은 인력과 경비가 소요되는 특성을 갖고 있어 상대적으로 유지관리비가 적게 드는 탈취 시스템이 필요한 것을 고려하면, 바이오필터를 탈취제로 적용하는 것은 당연하다고 할 수 있다.

(2) 위협요인

◆ 설비업 위주의 사업형태 치중

바이오필터는 대부분의 환경 관련 제품군과 마찬가지로 토목, 기계, 화공 등과 관련된 설비업 위주의 사업형태를 갖추고 있으며, 실질적으로 부가가치가 높은 생물학적 시스템에 대한 기술력이 미약하다고 할 수 있다. 즉, 바이오필터가 기술적으로 생명공학 제품에 가깝기 때문에 국내의 경우에는 관련기술의 노하우를 구비한 업체가 상당히 드물고, 상당부분 외국에서 수입하고 있는 실정이다.

하지만, 최근 생물산업에 대한 정부의 연구개발 투자가 계속되고 있고, 관련 벤처기업을 비롯한 업체 또한 많이 생겨나면서 바이오필터의 핵심기술이자 부가가치가 높은 기술에 대한 국산화가 본격화되고 있어 가까운 장래에 양적, 질적으로 국산제품 및 기술중심으로 재편될 가능성도 배제할 수 없다.

◆ 전문인력 부족

환경기술 인력은 환경 관련 연구개발, 재정지원을 환경산업체에 종사하면서 환경시설 설치에 참여하는 등 환경보전의 주체가 되고 있다는 점에서 적정한 공급과 질적 수준 향상은 환경산업 성장에 중요한 부분을 차지하고 있다.

그래서 각급 교육기관에서 환경분야에 종사할 많은 인력을 매년 배출하고 있지만, 현장에서 설비 및 시설을 운전, 운영하는 기술은 별도로 지도를 받아야 하는 등 교육과 실무의 괴리가 생각보다 심하다고 할 수 있다.

바이오필터의 경우는 아주 예민한 미생물을 취급해야 하므로 현장에서의 미생물의 대사과정 등에 대한 확실한 이해가 부족할 경우 전체공정에 차질을 일으키고, 거꾸로 미생물에 대한 이해에 치우쳐 시설 및 장치의 취급이 숙련되지 못하는 등 복합산업으로서 요구되는 바이오필터와 관련된 다양한 분야의 지식과 경험이 중요한데, 대체로 공정 엔지니어링과 미생물중 한가지만을 알고 있는 경우가 많아 두 가지 모두를 갖추고 있는 전문인력은 부족하다고 할 수 있다.

◆ 인위적 시장 조성

바이오필터 시장도 환경산업 전체에 공통으로 적용되고 있는 것처럼 자연발생적인 시장 창출보다는 국내 환경정책이나 국제 환경규제 등 법적 및 제도적 요인에 의해 환경산업의 수요가 창출되는 것이 일반적이다. 따라서 정부 정책에 따라 시장규모, 신규상품 개발, 기술

개발 등에 많은 영향을 받고 있다.

이것은 과거 IMF를 경험하면서 값비싸게 치루었던 우리의 산업현상을 돌이켜보면, 정부의 정책변화의 우선순위에서 바이오필터와 같은 환경분야 관련 산업에 대한 지원이 배제되는 등, 인위적 시장 조성에 따른 역효과도 발생할 수 있는 위협요인이 항상 내재하고 있다.

3. 국내시장 동향 분석

바이오필터의 시장동향을 분석하기 위하여 해외 시장자료의 불확실성을 배제하고, 주로 오폐수 처리와 대기용으로 적용되고 있는 시장의 흐름을 파악하고, 현재 경쟁을 하고 있는 업체의 동향과 향후 성장이 예상되는 관련시장의 수요를 예측하였다.

가. 시장동향

바이오필터는 오폐수 처리 및 대기오염물질에서 배출되는 VOC와 악취를 생물학적으로 분해·제거하는 기술로서 축매연소, 화학산화 등과 같은 기존의 제품군에 비해서 운영비가 저렴하고, 운전기술이 간단해 각광받고 있다.

또한 국내의 경우 초기설치 비용도 기존설비에 비해 1.5~2배 가깝게 소요되지만, 오폐수를 처리할 때 최적상태에서 탈취효율이 95% 이상으로 뛰어나고, 가동비도 저렴하다.

최근 환경부에서는 대기 오염물질중 NOx와 VOC를 핵심 규제물질로 정해 규제폭을 대폭 강화할 방침인데, 특히 날로 증가하고 있는 스모그 현상을 줄이기 위해 휘발성유기화합물질 규제대상을 현행 31개에서 37개로 확대지정하기로 했으며, 새롭게 편입되는 휘발성유기화합물질로는 도장시설 및 석유화학제품 제조 과정에서 발생하는 톨루엔과 자일렌, 에틸벤젠, 스틸렌, 니트로벤젠, 테트라클로로에틸렌(TCE), 아세트산 등 총 7개가 있다.

따라서 수도권을 중심으로 한 대기 환경규제지역과 울산·여천 등 특별 대책지역내의 신규 규제물질 배출업소중 세탁시설 및 페인트 제조업체, 주유소 등에 방지시설을 설치해야 하는데, 이는 곧 바이오필터의 수요 증대를 의미한다고 할 수 있다.

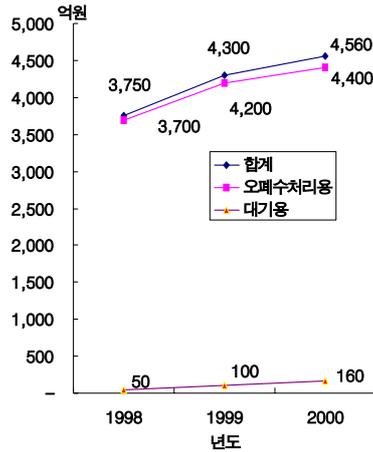
대기용과 오폐수 처리용으로 대별되는 바이오필터의 시장규모 추이를 살펴본 결과 1998년 3,750억원에서 2000년 4,560억원으로 증대해 불과 2년만에 22%에 육박할 정도로 크게 증가하고 있음을 알 수 있다.

특히 대기용 바이오필터의 2000년도 매출은 <그림 4-3>에서 보듯이 1999년에 비해 60% 정도 급증해 약 160억원을 기록한 것으로 추정되고 있다.

이렇게 대기용의 매출이 급증하고 있는 것은 오염의 정도가 바로 나타나고 눈에 띄는 수질오염에 비해 대기오염의 경우는 기술적으로 측정하기 힘들고, 규제기준이 미흡해 규제가 활발하게 진행되지 않았지만, 최근에는 WTO 가입에 따른 교역조건상 대기 환경오염 유발제품은 수입 및 수출에 있어 불리할 뿐만아니라 유럽, 미국, 일본 등 우리나라의 주요 교역국가들의 규제폭이 강화되면서 우리 정부가 적

극적으로 대기오염물질 규제폭을 강화하였기 때문이다. 또한 ISO 인증을 통한 환경친화적 기업 이미지 제고를 위한 노력도 대기용 바이오필터 수요를 증가시킨 것으로 판단된다.

<그림 4-3> 바이오필터의 시장규모 동향



자료 : 화학저널, 2001.1.18.

수도권 지역과 울산, 여천, 대산 등 석유화학단지에 VOC 정화기기 설치를 2000년 12월 31일까지 의무화한 이후 2003년에 악취방지법이 공포되면서 대기 오염물질의 배출 허용기준이 더욱 강화될 방침이며, 아울러 대기용 바이오필터의 시장규모 또한 훨씬 더 커질 것으로 전망된다.

그리고, 국내 바이오필터 시장의 95% 이상을 점유하고 있는 오폐수 처리용 바이오필터는 2000년에 4,400억원의 시장을 형성해 전년도 대비 4.8% 증가한 것으로 추정된다. 또한 대기용에 비해 수요시장이

이미 형성되어 있어, 기존 설비의 유지, 보수가 많고, 신규수요 창출은 어려울 것으로 예상된다.

바이오필터의 핵심기술은 미생물의 서식지인 담체의 제작기술과 악취원 및 VOC를 효과적으로 제거할 수 있는 미생물 선별기술을 들 수 있는데, 오폐수용의 기술력은 유럽, 미국, 일본 등 환경 선진국과 동등한 수준이며, 대기용은 향후 수요증대를 예상할 때 기술의 보완 대책이 마련되어야 할 것이며, 해외에 비하여 국산화율이 약 60%에 불과하다.

나. 업체동향

국내의 바이오필터 생산업체로는 대기업군으로는 주로 화학 및 건설 관련 업체로서 LG건설, 효성화학의 바이오텍분야, 삼성엔지니어링 등이 있으며, 벤처 및 중소기업군으로는 프랑스 Bord Na Mona사에서 국산화 이전을 받은 엑센(과거 신일), 독일의 Envi Verfahrens Technik사와 기술제휴해 국산화에 성공, 폐수처리장과 하수처리장, 쓰레기 적환장에 탈취 설비로 운전한 실적이 있는 엔비시스, 산업단지 등에서 발생하는 악취와 유해가스 등을 2차 오염없이 완벽하게 제거하는 바이오필터 기술을 자체 개발한 한국과학기술원(KAIST) 입주 벤처기업인 카보텍, 국내의 다양한 악취원에서 분리한 우수한 미생물 및 현장 분리 미생물종(악취 80여종, VOCs 120여종)을 보유하고 있어 주문 생산형 바이오필터를 제작하는 인바이오넷, 바이오서버란 제품으로 바이오필터를 판매하고 있는 엔마이온 등이 있으며, 생물산업 육성정책에 따라 계속적으로 증대하고 있는 실정이다.

다. 수요예측

바이오필터의 향후 시장규모를 예측하기 위해서 삼성경제연구소에서 예측한 바이오환경산업의 오염방지 및 제거와 관련된 대표적인 사업인 바이오 수처리설비의 시장규모를 활용하였는데, 이는 현재까지 바이오필터 시장의 95% 이상이 오폐수 처리 분야이므로 관련 시장인 바이오 수처리설비의 연평균 성장률을 이용해도 무관할 것으로 판단된다.

<표 4-3> 국내 바이오환경 오염방지 및 제거분야 시장규모 전망

(단위 : 억원)

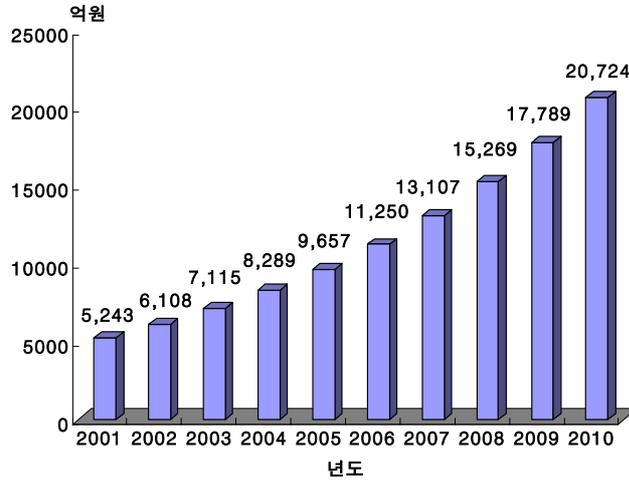
구 분	2000년	2005년	2010년
수처리설비	11,150	20,090	12,930
바이오 수처리설비	560	2,010	2,590

자료 : 삼성지구환경연구소, 무한한 가능성, 환경산업, 2001.

따라서 바이오필터의 연평균 성장률은 상기 <표 4-3>에 나타난 바이오 수처리설비의 연평균 성장률과 동일하게 16.5%로 나타났다. 또한, 시장현황에서 기술한 바와 같이 국내 바이오필터 관련 시장 규모는 2000년에 오폐수처리용과 대기용을 합쳐 4,500억원 정도로 추정되고 있다. 이를 이용하여 국내 바이오필터 시장의 수요 예측을 하면 <그림 4-4>와 같다. 따라서, 향후 악취방지법이 구체적으로 시행되고, 대기용에 더 많이 적용될 것을 감안하지 않더라도 시스템 및 엔지니어링 성격이 강한 국내 바이오필터의 시장 규모가 2010년에는

적어도 2조 이상 되는 아주 큰 시장이 형성될 것으로 예상된다.

<그림 4-4> 바이오필터 시장의 수요예측




 제5장

결 론

국민 소득의 증가와 함께 주변 환경에 대한 인식이 제고되고 법적 규제가 강화되면서 탈취에 대한 니즈도 높아지고, 그 대상 범위도 넓어지면서, 탈취제는 이제 하나의 상품만이 아닌 필수품으로서 자리 매김하고 있다.

기술적 측면에서 소각처리기술과 마찬가지로 아직까지 해외 선진 기술에 주로 의존하고 있지만, 정부의 환경산업에 대한 꾸준한 지원으로 VOC 저감 처리 등과 함께 악취 제거 기술개발에 대한 노력의 결과가 결실을 맺고 있다. 따라서 향후 악취 물질에 대한 규제 강화가 본격화될 것을 감안할 때 더욱 관련 기술의 필요성은 부각될 것으로 예상된다.

시장규모를 보면, 바이오필터 시장은 오폐수 처리용과 대기용으로 2000년 4,500억원 가량의 규모에서 향후 악취방지법의 시행과 함께 다양한 분야의 산업용 탈취에 대한 니즈를 비롯해, 공장내 작업환경 개선에 대한 니즈가 증대하면서 관련 시장규모도 더욱 커질 것으로 예상되므로 바이오 수처리설비와 관련한 연평균 성장률 16.5%를 적용할 경우 2010년에 2조 이상 되는 아주 큰 시장이 형성될 것으로 전망된다.

참고 문헌

1. 2003년판 ファインケミカル년감, CMC출판
2. 바이오필터, 기술시장정보, 한국기술거래소
3. 바이오필터 기술 현황, 박용준, 기술뉴스브리프, KISTI
4. 박종식, 김태용, 무한한 가능성, 환경산업, 2001, 삼성경제연구소
5. 산업현장의 악취제거기술과 최근 동향, 김대승
6. 새로운 악취문제 고충에 대한 행정대책 동향, 환경연구정보센터, 2003년
7. 악취 제거 기술, 한국과학기술정보연구원, Konetic Report
8. 최근의 악취문제에 대한 환경성의 대책, 환경연구정보센터, 2002년
9. 탈취·소취기술의 전용과 응용전개, 토레이리서치센터
10. 환경부, 악취방지법 시행 관련 보도자료, 2003.12.
11. VOC 및 악취제거를 위한 Biofilter 기술, 환경관리인 회보, 2000년 10월
12. www.bak.or.kr(한국생물산업협회)
13. www.ceicinfo.co.kr/DATA

저자 소개

박 동 운

- 현, 한국과학기술정보연구원 연구원

강 현 무

- 산업정보분석실 선임연구원
- 건설기술정보와 데이터베이스 활용(1993.10)
- 교량 구조물의 보수·보강공법 편람(1995, 문영호 공저)
- 음식물쓰레기 퇴비화(강현무 등, 2002)
- 바이오 인공장기(강현무 등, 2002)
- 건축용 단열재(강현무 등, 2002)
- 연료전지(강현무 등, 2002)

김 기 일

- 공학 박사
- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원