

# 공 기 정 화 기

2002. 12.

박동운 (연 구 원)  
배영문 (책임연구원)  
김석진 (책임연구원)

## < 목 차 >

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 제 1 장 서 론 .....            | 1  |
| 1. 연구의 배경 및 필요성 .....      | 1  |
| 2. 연구의 목적 .....            | 1  |
| 3. 연구의 방법 .....            | 2  |
| 제 2 장 기술동향 분석 .....        | 3  |
| 1. 기술의 개요 .....            | 3  |
| 2. 기술의 특성 .....            | 5  |
| 2.1 환경적 특성 .....           | 5  |
| 2.2 기술적 특성 .....           | 10 |
| 3. 공기정화기의 분류 및 기술 내용 ..... | 15 |
| 3.1 기계식 .....              | 15 |
| 3.1.1 건식 .....             | 15 |
| 3.1.2 습식 .....             | 18 |
| 3.2 전기식 .....              | 20 |
| 3.2.1 이온식 .....            | 20 |
| 3.2.2 전기 집진식 .....         | 22 |
| 3.3 복합식 .....              | 24 |
| 3.4 기술분류 체계 .....          | 26 |
| 4. 기술개발 동향 .....           | 28 |
| 4.1 연구개발 동향 .....          | 28 |
| 4.1.1 국내 동향 .....          | 28 |
| 4.1.2 해외 동향 .....          | 30 |
| 4.2 기술동향과 전망 .....         | 31 |
| 4.2.1 국내의 동향과 전망 .....     | 31 |
| 4.2.2 해외의 동향과 전망 .....     | 33 |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 4.3 비교 분석 .....                      | 35        |
| 4.3.1 국내의 경우 .....                   | 35        |
| 4.3.2 국외의 경우 .....                   | 37        |
| 4.4 산업의 저위요인 및 기술제고 방안 .....         | 38        |
| 4.4.1 저위요인 .....                     | 38        |
| 4.4.2 기술제고 방안 .....                  | 40        |
| <br><b>제 3 장 기술 · 특허정보 분석 .....</b>  | <b>41</b> |
| 1. 문헌정보 분석 .....                     | 41        |
| 1.1 문헌정보 조사 .....                    | 41        |
| 1.1.1 국내 문헌정보 조사 .....               | 41        |
| 1.1.2 해외 문헌정보 조사 .....               | 43        |
| 1.2 문헌정보 분석 .....                    | 45        |
| 1.2.1 국내 문헌정보 분석 .....               | 45        |
| 1.2.2 해외 문헌정보 분석 .....               | 50        |
| 2. 특허정보 분석 .....                     | 57        |
| 2.1 특허정보 조사 .....                    | 57        |
| 2.2 특허정보 분석 .....                    | 59        |
| 2.2.1 국가별 특허출원 동향 .....              | 59        |
| 2.2.2 출원인별 특허출원 동향 .....             | 63        |
| 2.2.3 국제특허분류(IPC)별 특허출원 동향 .....     | 72        |
| 3. 기술개발 전망 .....                     | 77        |
| <br><b>제 4 장 시장 동향 및 향후 전망 .....</b> | <b>80</b> |
| 1. 시장의 개요 및 특성 .....                 | 80        |
| 1.1 시장의 개요 .....                     | 80        |
| 1.2 시장의 특성 .....                     | 82        |
| 2. 산업환경 분석 .....                     | 84        |

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| 2.1 외부 환경 분석 .....          | 84      |
| 2.2 시장 기회요인 및 위협요인 분석 ..... | 88      |
| 2.2.1 기회요인 .....            | 88      |
| 2.2.2 위협요인 .....            | 91      |
| 3. 국내외 시장동향 분석 .....        | 94      |
| 3.1 일본시장 .....              | 94      |
| 3.1.1 시장규모 .....            | 96      |
| 3.1.2 시장점유율 .....           | 99      |
| 3.1.3 가격동향 .....            | 100     |
| 3.1.4 업체동향 .....            | 101     |
| 3.2 국내시장 .....              | 102     |
| 3.2.1 시장규모 .....            | 103     |
| 3.2.2 가격동향 .....            | 105     |
| 3.2.3 업체동향 .....            | 105     |
| 3.3 수요예측 .....              | 107     |
| 4. 사업전략 .....               | 109     |
| 5. 향후전망 .....               | 111     |
| <br>제 5 장 결론 .....          | <br>112 |
| <br>< 참고 문헌 > .....         | <br>113 |

## < 표 목 차 >

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| <표 2-1> 분진에 대한 대기환경기준의 변화 (미국) .....             | 6   |
| <표 2-2> PM-10의 실내·외 기준 비교 (우리 나라 : 2002) .....   | 7   |
| <표 2-3> PM-10과 PM-2.5의 대기환경 기준 (미국 : 1998) ..... | 7   |
| <표 2-4> 분진에 대한 대기질 제한치(EC) .....                 | 8   |
| <표 2-5> 「지하 생활공간 공기질 관리법」 관리기준 .....             | 10  |
| <표 2-6> 대표적인 공기정화기 시험규격 .....                    | 14  |
| <표 2-7> 공기정화기의 세부 분류 및 특징 .....                  | 27  |
| <표 2-8> 국내 공기정화기 연구개발 과제 현황 .....                | 29  |
| <표 2-9> 일본 에어컨 업체별 공기정화기능의 동향 및 주요 특징 .....      | 34  |
| <표 3-1> 과학기술문헌정보(BIST)의 정보원 .....                | 41  |
| <표 3-2> 정기간행물 기사색인(DIGS)의 정보원 .....              | 42  |
| <표 3-3> 정보조사 검색식 및 결과 .....                      | 43  |
| <표 3-4> COMPENDEX의 정보원 .....                     | 44  |
| <표 3-5> 정보조사 검색식 및 결과 .....                      | 44  |
| <표 3-6> 주요 저자별/간행물별 매트릭스 분석 .....                | 48  |
| <표 3-7> 국가별 특허정보 조사 결과 .....                     | 58  |
| <표 3-8> 공기정화기에 관련되는 주요 국제특허분류(IPC)의 기술내용 .....   | 73  |
| <표 4-1> 냉동공조분야의 분류 체계도 .....                     | 81  |
| <표 4-2> 주요국가의 실내공기환경(IAQ) 기준 .....               | 87  |
| <표 4-3> 실내공기질 관리 체계 .....                        | 89  |
| <표 4-4> 그린빌딩인증제도 효과 .....                        | 90  |
| <표 4-5> 직업에 따른 실내/실외 생활시간 비교 .....               | 91  |
| <표 4-6> 공기정화기 관련시장의 규모 및 추이(출하금액 기준) .....       | 97  |
| <표 4-7> 연도별 국내 클린룸 공사 실적 .....                   | 104 |

## < 그림 목 차 >

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| <그림 2-1> 필터 사용 공기정화기(웅진) .....              | 17 |
| <그림 2-2> 필터 종류별 처리 가능 입자의 크기 .....          | 17 |
| <그림 2-3> 광촉매의 원리 .....                      | 21 |
| <그림 2-4> 음이온 발생 공기정화기의 원리 .....             | 21 |
| <그림 2-5> 음이온 공기정화기의 구조(수피네) .....           | 22 |
| <그림 2-6> 복합식 공기정화기의 집진 원리도(중외) .....        | 25 |
| <그림 2-7> 복합식 공기정화기의 구조도1(중외) .....          | 26 |
| <그림 2-8> 복합식 공기정화기의 구조도2(보성전자) .....        | 26 |
| <그림 2-9> 국내 생산 공기정화기의 가스 포집율 .....          | 36 |
| <그림 2-10> 국내 생산, 유통 공기정화기의 가스 포집율 .....     | 36 |
| <그림 3-1> 국내 문헌발표 동향 .....                   | 45 |
| <그림 3-2> 기술분류별 비율 .....                     | 46 |
| <그림 3-3> 주요 간행물별 문헌수목 현황 .....              | 47 |
| <그림 3-4> 주요 저자별 문헌발표 현황 .....               | 48 |
| <그림 3-5> 연도별 저자수/문헌건수/간행물수 동향 .....         | 49 |
| <그림 3-6> 연도별 저자수 대 문헌건수의 추이 분석 .....        | 50 |
| <그림 3-7> 해외 문헌발표 동향 .....                   | 50 |
| <그림 3-8> 자료형태별 비율 .....                     | 51 |
| <그림 3-9> 기술분류별 비율 .....                     | 52 |
| <그림 3-10> 주요 국가별 문헌발표 현황 .....              | 52 |
| <그림 3-11> 주요 간행물별 문헌발표 현황 .....             | 53 |
| <그림 3-12> 주요 저자별 문헌발표 현황 .....              | 54 |
| <그림 3-13> 주요 연구기관별 문헌발표 현황 .....            | 55 |
| <그림 3-14> 연도별 문헌수/저자수/기관수/간행물수 동향 .....     | 56 |
| <그림 3-15> 연도별 저자수 대 문헌건수의 추이 분석 .....       | 56 |
| <그림 3-16> 국가별 특허출원(등록) 비율 .....             | 59 |
| <그림 3-17> 국가별 내/외국인 특허출원(등록) 현황 .....       | 60 |
| <그림 3-18> 한국의 특허/실용신안에 대한 내/외국인 출원 현황 ..... | 60 |
| <그림 3-19> 한국의 특허/실용신안 출원 동향 .....           | 61 |
| <그림 3-20> 미국의 특허등록 동향 .....                 | 62 |
| <그림 3-21> 유럽의 특허출원 동향 .....                 | 62 |
| <그림 3-22> 일본의 특허출원 동향 .....                 | 63 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| <그림 3-23> 전체 특허의 출원인 국적별 특허출원(등록) 비율 .....       | 63  |
| <그림 3-24> 한국 특허(실용신안)의 출원인 국적별 비율 .....          | 64  |
| <그림 3-25> 한국 특허(실용신안)의 주요 내국인에 의한 특허출원인 현황 ..... | 65  |
| <그림 3-26> 한국 특허(실용신안)의 주요 외국인에 의한 특허출원인 현황 ..... | 66  |
| <그림 3-27> 미국특허의 등록인 국적별 비율 .....                 | 66  |
| <그림 3-28> 미국특허의 주요 내국인에 의한 등록인 현황 .....          | 67  |
| <그림 3-29> 미국특허의 주요 외국인에 의한 등록인 현황 .....          | 68  |
| <그림 3-30> 유럽특허의 출원인 국적별 비율 .....                 | 69  |
| <그림 3-31> 유럽특허의 주요 내국인에 의한 출원인 현황 .....          | 69  |
| <그림 3-32> 유럽특허의 주요 외국인에 의한 출원인 현황 .....          | 70  |
| <그림 3-33> 일본특허의 출원인 국적별 비율 .....                 | 71  |
| <그림 3-34> 일본특허의 주요 내국인에 의한 출원인 현황 .....          | 71  |
| <그림 3-35> 일본특허의 주요 외국인에 의한 출원인 현황 .....          | 71  |
| <그림 3-36> 전체 특허의 주요 IPC별 특허출원(등록) 비율 .....       | 72  |
| <그림 3-37> 한국 특허(실용신안)의 주요 IPC별 출원 현황 .....       | 74  |
| <그림 3-38> 미국특허의 주요 IPC별 등록 현황 .....              | 75  |
| <그림 3-39> 유럽특허의 주요 IPC별 출원 현황 .....              | 76  |
| <그림 3-40> 일본특허의 주요 IPC별 출원 현황 .....              | 77  |
| <그림 4-1> 공기정화기 시장의 방향성 .....                     | 81  |
| <그림 4-2> 공기정화 관련시장의 제거대상 물질 및 용도의 확장 .....       | 83  |
| <그림 4-3> 연도별 공기정화기 히트상품의 변화 추이(일본) .....         | 95  |
| <그림 4-4> 공기정화기 관련시장 시장규모(출하금액) .....             | 97  |
| <그림 4-5> 공기정화기 시장에서 가정용과 업무용의 비중 추이 .....        | 98  |
| <그림 4-6> 업무용 공기정화기에서 분연기기 비중의 추이 .....           | 98  |
| <그림 4-7> 가정용 공기정화기 업체별 시장점유율(일본) .....           | 99  |
| <그림 4-8> 업무용 공기정화기 업체별 시장점유율(일본) .....           | 100 |
| <그림 4-9> 공기정화기 구입 시 소비자의 주요 고려사항(일본, 중복답변) ..... | 101 |
| <그림 4-10> 일본 공기정화기 관련시장 규모의 예측(출하금액) .....       | 108 |
| <그림 4-11> 국내 공기정화기 시장규모의 예측 .....                | 109 |

# 제 1 장 서 론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

급격한 산업화와 도시화의 진행에 따라 현대인의 생활환경은 크게 변하고 있다. 이러한 변화 속에서 현대인의 생활이 물질적으로 매우 풍요로워진 것은 틀림없는 사실이지만, 한편으로 인구의 집중, 차량의 과포화 등으로 인해 여러 가지 폐해(주거, 교통, 환경 등)도 발생하고 있다.

이와 함께, 도시인의 주요 생활 무대가 건물 외부에서 건물 내부로 옮겨감에 따라 예전에 비해 건물 내부에서 보내는 시간이 크게 증가하였고, 자연스럽게 실내 공기의 질에 대한 관심이 급속히 커지게 되었다. 특히, 단열을 위해 건물이 점차 밀폐화되고 있고, 대부분의 건물이 외부 공기와의 차단을 위해 내부순환식 공조시스템 등을 도입하고 있기 때문에, 현대인들이 하루 중 대부분의 시간을 보내야만 하는 실내 공기의 중요성에는 부언의 여지가 없다고 할 수 있다. 이러한 사회적 상황을 배경으로 공기정화기는 현대인의 건강과 직결되는 중요한 역할을 담당하는 기기로써 확고한 자리를 잡아가고 있다.

따라서, 일상생활 공간과 산업현장을 망라하여 환경이 중요한 이슈로 부상하고 있는 최근의 조류에 맞추어, 현대인의 건강과 직결되는 실내 공기의 질을 책임지고 있는 공기정화기에 대해 살펴보고자 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 정보의 확산은 미미한 실정이다. 따라서, 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 최근 환경적인 측면에서 그 중요성이 부각되고 있는 공기정화기를 분석대상으로 선정하고, 기술동향분석, 연구개발동향분석, 특허정보분석, 산업 및 시장분석을 수행하였다. 이를 통해 국가정책수립자에게는 국가연구개발 자원의 효율적 활용과 R&D의 성공가능성을 높일 수 있는 기초분석자료를 제공하고, 정보획득 및 분석에 한계가 있는 기업 및 연구기관의 기



획 및 전략수립자들에게는 기업의 사업계획 또는 R&D 계획 수립시 객관적이고, 충실한 정보를 제공하는데 연구의 목적을 두었다.

### 3. 연구의 방법

본 보고서에서 공기정화기는 공기정화 기능만을 가진 제품, 공기정화 기능을 가진 복합 제품, 첨단 산업 분야에 필수적인 클린룸 설비 등을 포함하여 분석하였다.

제 2장 기술동향분석에서는 한국과학기술정보원(KISTI)이 보유하고 있는 문헌과 최근 해외발표 저널, 전문가자문 등을 통해 공기정화기의 기술 및 R&D 전반과, 최근 이슈화되고 있는 문제들에 대해 체계적이고 종합적인 정보분석을 수행하였다.

제 3장 특허정보분석에서는 공기정화 관련기술에 관해 조사된 특허정보를 중심으로 특허맵핑(Patent Mapping)을 실시하였다. 과거의 기술흐름 추이와 최근의 기술동향, 출원인 분석을 통한 기술의 우위현황 및 기술의 주요 분포도 등을 도식화된 그래프를 이용하여 국가 및 기술분야별 등으로 세분화·체계화하여 다각적으로 분석함으로써 특허의 동향을 분석하였다. 공기정화기에 관한 특허정보분석에는 한국과학기술정보연구원 (<http://www.kisti.re.kr>)에서 제공하는 각국의 특허정보 데이터베이스를 활용하였다.

제 4장 시장동향 및 전망에서는 공기정화기 시장의 구조 및 환경과 국내외 시장동향을 조사·분석하였다. 그리고, 일본의 최근 분석보고서, 국내 조사전문기관의 발표자료, 업계 및 연구소의 Field Survey를 통해 향후 국내외 시장을 전망하였다.

## 제 2 장 기술동향 분석

본 장에서는 공기 중의 입자상 및 가스상 오염물질을 제거하여 깨끗한 공기환경을 조성하는데 사용하는 장치인 공기정화기에 관한 것으로, 그 대상으로는 사무 및 주거공간과 지하공간 그리고 클린룸과 같은 생산공간에 사용되는 기기로 한다. 즉, 실내공간에 대한 공기 관련 법안 및 반도체 산업의 발달에 따른 초 청정 클린룸 설비의 변화에 부합하는 공기정화기에 대한 정의 및 분류, 연구현황과 기술전망 그리고 산업현황 등에 대하여 살펴보고자 한다.

### 1. 기술의 개요

산업의 급격한 발달과 함께 지구환경의 오염은 급속히 악화되어, 스모그 및 산성비를 동반하거나 심한 폭풍우 및 폭설의 이상 기상현상과 지구온난화 현상 등 인간이 살아가는데 치명적 영향을 끼칠 수 있는 상황이 속출하고 있는 셈이다. 이로 말미암아, 대기의 환경오염에 대한 인식이 높아지고, 이 환경문제는 범 세계적으로 확대되고 있다. 또한, 건물에서의 고층화 및 에너지 절약화로 공간의 기밀화 및 밀폐화가 더욱 강화되면서 사무실 근로자들의 빌딩증후군 현상이 나타나고 있으며 특히, 지하철 역사나 지하상가에서의 먼지오염은 건강을 해칠 만큼 심각한 형편에 이르고 있다. 반면에, 실내 공간에서의 활동시간의 비중은 더욱 높아짐에 따라 쾌적한 실내공기의 유지는 더욱 요구되고 있다. 그리고 반도체 산업의 발달에 따라 요구되는 초 청정 클린룸 설비를 위한 전체 또는 국부적 공기청정 시스템이 제품의 신뢰성 및 고집적화를 위해 필요한 실정이다.

여기서, 실내공기오염은 대기오염보다 건강에 더 큰 영향을 미칠 수 있으므로 이를 해결하기 위한 여러 가지 노력이 행하여지고 있으며 이에 따라, 실내공기 정화를 위한 공기정화기에 대한 관심이 커지기 시작하였다. 또한, 지금까지 공기정화는 제품생산과 관련되는 클린룸 분야가 주류를 이루었으나 최근 들어 생활공간으로서의 실내공간, 지하공간에서의 건강에 대한 관심

미국 반도체 산업협회(SIA : Semi conductor Industry Association)는 2001년 최악의 시기를 겪은 세계 반도체 업계가 2002년 3.1%의 매출 성장률을 기록한 뒤 오는 2004년까지 성장폭이 더욱 확대될 것이라고 전망하는 가운데, 매출로 보면 2002년 1430억 달러, 내년과 2004년에 각각 1770억 달러와 2130억 달러 기록, 23.2%와 20.9%의 신장율을 보일 것이라고 연중 보고서를 통해 예상하고 있다. 또한, SIA는 이같은 매출 성장률은 전적으로 아시아·태평양 지역의 급신장에 따른 것으로 미주·유럽 및 일본의 경우 지난해에 비해 오히려 감소할 것으로 예상된다고 지적했다. 클린룸 설치 및 가동비용이 전체 반도체 생산비의 10% 이상을 차지하는 점을 고려할 때 클린룸 설비의 가격 경쟁력이 곧 반도체 제품 경쟁력으로 이어지는 현재와 같은 상황에서 효율적이면서도 경제적인 시스템 도입은 불가피하며, 256 MDram 이상 차세대 반도체 제조에는 현재 주종을 이루는 FFU(Fan Filter Unit)나 시스템 셀링 방식의 과도한 동력 소모와 잔존 가스 및 미세 진동에 의한 입자 발생의 위험이 높은 단점을 해소할 수 있는 국부 클린룸 설비로 관심이 이동되고 있다. 이 경우 전체 클린룸 설비 가운데 노광 및 에칭 등 초청정 환경이 요구되는 일부 공간만을 class 1 이하의 초청정 상태로 유지함으로써 전체

클린룸 설비의 사용효율을 극대화시키는 차세대 클린룸 설비이다.

본 장의 공기정화는 공기 중의 입자상 및 가스상 오염물질을 제거하여 깨끗한 공기환경을 조성하는 작용으로, 그 대상으로 사무 및 주거공간, 지하공간, 그리고 클린룸과 같은 생산공간으로 한다. 따라서, 실내공간에 대한 공기 관련 법안 및 반도체 산업의 발달에 따른 초청정 클린룸 설비의 변화에 부합하는 공기정화기에 대한 기술전망 및 산업현황 등에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 기술의 특성

### 2.1 환경적 특성

공기정화기는 공기 중의 입자상 및 가스상 오염물질을 제거하여 깨끗한 공기환경을 조성하는데 사용하는 장치가 공기정화기이므로, 우선 인간의 생활 공간에서 공기의 오염과 이의 규제에 대한 부분을 간과할 수 없다.

가깝게는 실내 공기의 오염에서부터 지하 생활공간에서의 오염, 작업 환경에서의 오염, 생산설비에서의 오염, 대기환경의 오염 등이 있겠다.

#### (1) 대기오염의 환경 기준

대기 중에서 발견되는 입자상 물질은 입자의 크기, 화학적 성분, 액적과의 친화력, 빛의 산란 및 흡수 등의 매우 다양한 특성을 가지고 있다. 그 중에서도 입자의 크기는 입자를 분류하는데 많이 사용되고 있으며 일반적으로, 2.5  $\mu\text{m}$  보다 큰 입자상 물질을 거대분진(coarse particle), 이 보다 작은 입자를 미세분진(fine particle)으로 분류한다. 이들 분진의 발생원을 살펴보면, 거대분진은 주로 기계적인 과정이나 자연적인 현상 등에 의해 발생하며, 미세분진은 연소과정에서 직접 배출되거나 배출된 후 대기 중에서 응집, 응축, 가스에서의 입자로의 전환 등에 의해서 생성되는 2차 입자상 물질이 대부분이다. 이러한 입자상 물질은 발생원에 따라서 중금속, 수용성 성분, 무기탄소, 유기탄소 및 기타 유기물질 등으로 복잡하게 구성되어 있으며 입자들의

이자크기도 매우 다양하다.

<표 2-1>은 미국에서의 입자상 물질에 대한 대기오염 기준의 변천을 나타내고 있으며 미국에서는 1998년도부터 폐 속 깊숙이 유입될 수 있는 PM-2.5에 대한 기준이 적용되고 있는 등 미세입자에 대한 중요성이 증가되고 있다. 또한, 이러한 설정은 TSP, PM-10보다 인위적 분진제어에 집중적인 관심을 보인다는 의미이며, 이는 국민 특히 노약자의 건강 및 시정(visibility) 보호차원에서 PM-10 기준보다 합리적이며 효율적인 규제방법이라 할 수 있다.

<표 2-1> 분진에 대한 대기환경기준의 변화 (미국)

| 연도   | 항목     | 산술평균( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |     |
|------|--------|----------------------------------|-----|
|      |        | 일일평균                             | 년평균 |
| 1971 | TSP    | 260                              | 75  |
| 1987 | PM-10  | 150                              | 50  |
| 1997 | PM-2.5 | 65                               | 15  |
|      | PM-10  | 150                              | 50  |

한편, 우리 나라는 1995년 이후 PM-10과 TSP의 환경기준을 동시에 설정하고 운영하다가 2001년 이후에는 TSP 항목을 삭제하였다. 동일 분진에 대해 6년간 2개의 기준이 설정되어 있어 분진오염 규제에 커다란 혼선이 빚어지기도 하였다. 아울러, 우리 나라에서는 입자상 오염물질 또는 분진을 총칭하여 먼지라 부르고 있다. WHO의 권고기준은 순수하게 인체에 미치는 유해한 영향에 관한 자료를 근거로 한 값이며, 각 국은 이 자료를 바탕으로 사회나 국가의 특성 즉, 기술적 문제, 효과비용, 사회 및 경제적 조건 등을 고려하여 법으로 공표하며 이를 기준치라 한다.

PM-10에 대한 환경기준은 1995년 이후 설정되어 점차 강화, 연평균  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 되고 있지만, 배출기준은 여전히 총먼지에 입각하여 설정되어 있기 때문에 인체에 위해성이 큰 PM-10의 저감정책은 실효를 보지 못하고 있다. <표 2-2>는 우리 나라의 미세먼지 관련 기준을 실내·외로 구분하여 나타내고 있다. 실내에서의 환경부 기준은 현행 지하생활공간 공기질 관리법 시행규칙으로 24시간 평균치가  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 서울시 기준은 서울특별시

조례 제 3752호에 24시간 평균  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 설정하고 있다. 따라서, 실내를 깨끗이 하기 위하여 외부의 공기로 환기시키는 것만으로는 실내를 깨끗이 할 수 없고, 공기정화기를 사용해야 한다는 것을 뜻한다.

<표 2-2> PM-10의 실내·외 기준 비교 (우리 나라 : 2002)

| 항목 |     | 규제기준( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |     |
|----|-----|----------------------------------|-----|
|    |     | 일일평균                             | 연평균 |
| 실내 | 서울시 | 140                              | -   |
|    | 환경부 | 150                              | -   |
| 실외 | 서울시 | 140                              | 60  |
|    | 환경부 | 150                              | 70  |

미국은 1990년 개정된 CAA에서 인체와 환경에 해롭다고 알려진 오염물질에 대해 국가 대기환경기준(NAAQS : National Ambient Air Quality Standards)을 정한 바 있으며, 노약자를 포함한 대중의 건강을 보호하기 위하여 정한 기준(primary standard)과 시정감소, 동물, 식물에 대한 피해를 포함, 인간의 복지를 위한 기준(secondary standards)의 2 가지로 분류하고 있다. PM-10의 경우, 연간 산술평균값이  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 24시간 일일평균이  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM-2.5의 경우, 연간산술평균값이  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 24시간 일일 평균값이  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하지 못하도록 하고 있다(<표 2-3> 참조).

<표 2-3> PM-10과 PM-2.5의 대기환경 기준 (미국 : 1998)

| 오염물질   |        | 기준치( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 기준 형태               |
|--------|--------|---------------------------------|---------------------|
| PM-10  | 연산술 평균 | 50                              | primary & secondary |
|        | 24시간평균 | 150                             |                     |
| PM-2.5 | 연산술 평균 | 15                              |                     |
|        | 2시간 평균 | 65                              |                     |



유럽연합은 고농도 오염물질이 인체에 미치는 영향을 고려하여 대기질 제한치를 두고 있으며 입자상 물질의 제한치 달성목표는 2005년, 강화된 입자상 물질의 경우는 2010년으로 하고 있다. <표 2-4>에 의하면 EC는 1단계 및 2 단계로 나누어 인체의 영향에 대한 정도에 따라 그 기준을 강화시켜 나가는 것을 알 수 있다. 먼저, 1 단계에서는 PM-10과 PM-2.5를 동시에 규제하면서 PM-10의 경우, 24시간 평균  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (25회), 연평균  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 기준을 2005년까지 달성하며, 2010년에는 24시간 평균  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7회), 연평균 각각  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화시킬 예정임을 나타내고 있다. PM-2.5는 24시간 평균  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14회), 연평균  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 2005년도를 목표로 하고 있어서 미국의 기준인 연평균  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 훨씬 엄한 규제임을 알 수 있다.

<표 2-4> 분진에 대한 대기질 제한치(EC)

| 구 분  |                    | 평균기간          | 제한치( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 달성목표일        |
|------|--------------------|---------------|---------------------------------|--------------|
| 1 단계 | 인체보호를 위한 24시간 제한치  | 24시간          | 50, PM-10<br>연간 25회<br>초과시는 안됨  | 1월 1일 /2005년 |
|      | 인체보호를 위한 연 제한치     | calendar year | 30, PM-10                       | “            |
|      | 인체보호를 위한 24시간 활동수위 | 24시간          | 40, PM-2.5<br>연간 14회<br>초과시는 안됨 | “            |
|      | 인체보호를 위한 연활동 수위    | calendar year | 20, PM-2.5                      | “            |
| 2 단계 | 인체보호를 위한 24시간 제한치  | 24시간          | 50, PM-10<br>연간 7회<br>초과시는 안됨   | 1월 1일 /2010년 |
|      | 인체보호를 위한 연 제한치     | calendar year | 20, PM-10                       | “            |

## (2) 지하 생활공간 공기질 관리법

1960년대 이후 급격한 산업 발달과 함께 보행자와 차량의 양적 증가에 비해 교통도로의 부족으로 심각한 교통혼잡과 빈번한 교통사고는 대표적인 도

시문제가 되었다. 그리하여, 그 해소방안의 하나로서 자동차 통행을 원활히 하고 시민의 보행에 안정성을 위해 사람과 자동차를 입체적으로 분리하는 지하보도가 만들어지게 되었다. 또한, 입지의 이점을 이용한 경제적 효과를 얻기 위하여 지하상가가 만들어졌으며 지하철의 건설과 함께 건물에서의 지하상가도 양적 팽창을 하게 되었다. 현재, 지하역사, 지하상가 등 지하 생활공간 현황은 1996년 기준 대규모 지하상가만 전국적으로 59곳이며 총 10만 여평에 이르고 있다. 이러한 지하 생활공간에서의 환기조건은 지상보다 열악할 수 밖에 없으며 따라서, 지하의 생활공간은 지상의 일반 건축물에서의 공기오염보다 더욱 심각할 수밖에 없고 따라서, 지하 생활공간에서의 공기질의 관리가 더욱 절실히 요구되고 있는 실정이다.

각 국의 실내 오염물질에 대한 기준치는 실내 시설물의 특징과 행정기관에 따라 다르게 정해져 있으며 선진국의 경우, 장기간에 걸쳐 실내 오염물질에 관한 위해평가와 분석 등 다양한 연구를 통하여 각 종 생활환경 및 건축물에 따른 적절한 환경기준을 설정하고 있다. 우리 나라의 경우, 1997년 12월에 「지하 생활공간 공기질 관리법」을 시행하여 지금까지의 지하공간 환경기준 권고치만으로는 적정관리가 어려웠던 부분을 보완하고자 하고 있다. 이것은 그 동안 법적 규제능력이 없어 지하 생활공간에 대한 관리가 사실상 방치되어 왔던 것을 환경부에서 새로이 체계적으로 관리하기 위한 조치이다. 이렇듯 「지하 생활공간 공기질 관리법」이 시행됨에 따라 노동부에서는 실내공간에서의 근로자의 건강을 위하여 일정 기준치를 갖고 규제하려고 한다.

「지하 생활공간 공기질 관리법」은 지하 생활공간의 공기오염물질로 먼지, 이산화탄소, 황산화물, 질소 산화물 등 14개 물질을 정하여 지하 생활공간의 공기질 관리에 만전을 기할 수 있도록 하였다. 즉, 권고치에 제시된 내용에 따라 기준을 설정하고 이 기준을 유지하기 위하여 적절한 환기설비의 설치를 의무화하고, 위반 시에는 개선명령과 함께 벌칙을 부과하도록 하고 있다. <표 2-5>는 「지하 생활공간 공기질 관리법」의 관리기준이다.



<표 2-5> 「지하 생활공간 공기질 관리법」 관리기준

| 항 목                     | 기 준                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| 아황산가스(SO <sub>2</sub> ) | 1시간 평균치 0.25ppm 이하                        |
| 일산화탄소(CO)               | 1시간 평균치 25ppm 이하                          |
| 이산화질소(NO <sub>2</sub> ) | 1시간 평균치 0.15ppm 이하                        |
| 미세먼지(PM <sub>10</sub> ) | 24시간 평균치 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하  |
| 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ) | 1시간 평균치 1,000ppm 이하                       |
| 포름알데히드(HCHO)            | 24시간 평균치 0.1ppm 이하                        |
| 납(Pb)                   | 24시간 평균치 0.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 |

## 2.2 기술적 특성

공기정화기의 경우, 1970년대 이후 에너지 위기에 대한 대처를 위한 건물에서의 에너지 절약과 실내환경의 개선을 위하여 많은 노력과 더불어 발전하여 왔다. 유럽공동체(EC)와 SCANVAC(스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크의 연합체로 구성된 HVAC, 에너지, 건축환경, 의학 등을 전문으로 하는 학회)에서는 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내환경, 마감재료에 대한 분류규정을 제정하여 설계지침으로 활용하고 있다. 과거 실내에서 인체로부터 방출된 오염물질만을 제어하는 방법은 이제는 고전적인 방법으로 취급하고, 건물의 내부에서 발생하는 각종 오염물질의 방출특성이 매우 중요한 사항으로 부각되어 새로운 개념의 공기정화기준을 제시하고 있다. 또한, 실내공기 중에 오염물질의 농도를 낮게 유지하기 위해서는 오염물질의 방출량이 높은 재료의 사용이 제한되고, 실내환경의 질을 공기청정도의 기준에 따라 3등분으로 영역을 구분하여 적용하고 있으며, 실내환경의 목표치에 따라 마감재료의 선정과 실내 공기정화기술의 적용범위를 동시에 만족할 수 있도록 고려하고 있다. 이러한 개념은 건축자재 뿐만 아니라 공기정화기 및 에어필터의 소재에 무공해(Non-Toxic) 자재의 개발, 천연자재의 활용(Natural Material), 재생자재(Re-usable Material, Re-cycled Material)의 개발 등을 유도하고 자연 에너지의 활용기술, 새로운 공기정화기기의 개발을 유도하는 파급효과를 초래하고 있다. 이러한 기술개발은 건축자재 생산업체, 설비기술

분야, 건설업체, 건축주, 공기정화기 업체 등 건설산업의 광범위한 분야에 영향을 미치고 있다. 이와 함께 실내공기질(IAQ)을 종합관리할 수 있도록 공기정화기 및 에어필터와 연계된 종합적인 IAQ 관리체제를 확립하고 있다.

또한, 현재 클린룸 설비 기술을 선도하고 있는 반도체 산업의 경우 반도체 칩의 생산수율은 웨이퍼 표면의 오염 정도에 좌우되며, 클린룸, 작업자, 제조장비, 재료(실리콘웨이퍼, 초순수, 가스, 화학약품) 등이 웨이퍼의 주된 오염원이다. 이것들이 웨이퍼 표면에 오염을 일으키는 경우는 제조라인의 수준이나 공정의 종류에 따라 다르다. 반도체 제조공정에 있어서 미소 입자에 의한 오염 발생이 점차 클린룸과 작업자 수준에서 제조장비와 재료 수준, 즉 공정 자체로 이동해 가고 있다. 즉, 필터의 성능 향상 등에 의해 “클린룸”의 오염 기여도는 낮아지고, 클린룸용 의복(무진복), 관리기술의 진보나 자동화의 진전에 의해 “작업자”의 기여도도 급속히 낮아지고 있다. 이에 반해 제조장비와 재료는 청정화 기술 속도가 늦어 상대적으로 오염에 대한 기여도가 증대하고 있어 큰 문제로 되고 있다. 거론되는 중요한 오염문제로는 클린룸 설비의 경우 클린룸 구조, 에어필터의 성능 등이고, 작업자의 경우 무진복, 작업자의 격리이며, 제조장비의 경우 웨이퍼 로딩(loading) 시스템, 웨이퍼 반송 시스템, 공정가스 배관, 제조장비내의 발생입자, 제조장비의 클린화 유지 등이다. 현재 선진국에서 집중적으로 연구개발되고 있는 차세대 클린룸에서는 초청정 구역을 제조공정이 이루어지는 제조장비 근방으로 국소화시키는 SMIF(Standard Mechanical InterFace) 시스템, 클린튜브(clean tube) 시스템과 같은 국소환경(Mini-environment)이다. 최근 들어 이 국소환경과 함께 미생물 오염제어 (Bio-contamination Control)에 대한 관심이 고조되고 있다.

한편, 정보통신시대에 반도체 못지 않게 중요한 산업 분야로 떠오른 LCD 개발에 삼성전자, LG전자, 현대전자 등의 국내 대기업들이 많은 투자를 하고 있다. 이처럼 초청정 클린룸을 필요로 하는 반도체, LCD 산업 등이 국내 클린룸 산업을 주도하고 동시에 수출산업으로서의 그 비중이 매우 높으므로, 클린룸 설비기술의 국내 자립화가 시급히 요구되고 있다. 이 밖에도 의약품, 식품 등의 산업으로 클린룸 설비의 수요가 계속 확대되는 추세이다.

## (1) 클린룸

클린룸은 미세입자오염이 주로 문제가 되는 반도체, LCD, 전자, 신소재, 정밀기계공업, 반도체용 화학약품을 제조하는 화학공장뿐만 아니라 미생물 오염이 문제가 되는 병원, 의약품공장, 식품공업, 농업분야 나아가 우주항공분야에서도 사용되고 있는 핵심 생산기본 기술로 요구되고 있다. 그 중에서 반도체의 경우 집적도의 발전이 약 2-3년 주기로 세대교체가 일어나고 있으며 웨이퍼의 대구경화와 디바이스의 고집적화가 급속하게 진전되고 있다. 즉, 반도체 기술은 현재 256DRAM이 양산단계에 있으며, 곧 GIGA급 반도체인 1G DRAM의 양산체계가 예상되며 2010년에는 16G까지 발전될 것으로 예상하고 있다. 이렇듯 GIGA급 시대로 돌입해야 하는 시점에서 웨이퍼에 대한 오염제어범위가 새로이 개발되어 적용되는 생산장비와 연계하여 점차 확대되고 미세화되고 있으며 16G DRAM 개발에서 제어되어야 할 오염은 회로선폭(feature size)의 1/10인 0.01  $\mu\text{m}$  크기의 초미세입자와 분자크기의 가스까지가 포함된다. 즉, 웨이퍼에 어떤 형태이든 간에 오염원이 부착한다면 여러가지 형태의 디바이스 불량 발생하며 수율과 신뢰성이 저하된다. 따라서, 반도체 제조는 그 집적도가 높아짐에 따라 회로선폭이 좁아져 생산공정라인에서 제어해야 할 오염물질의 크기도 점점 작아지고 있다.

또한, 반도체 디바이스의 경우 청정 제조환경이 요구되는 웨이퍼 처리공정만도 100개가 넘는 공정을 거쳐 생산됨에 따라, 제조공정의 자동화가 점점 요구되고 있고 하나의 공정을 완수하고 다음 공정으로 결함이 없는 웨이퍼를 넘겨주기 위해서는 각 공정상에 있어 미세오염 제어기술을 확보해야 한다.

## (2) 공기정화기의 시험법

<표 2-6>은 공기정화기의 분진제거성능을 평가하기 위하여 개발된 전 세계적으로 사용하고 있는 시험법들이다. 이들 시험법들은 시험분진 유형 및 측정원리 그리고 각 국가의 특성에 따라 매우 다양하다. 그 중에서, 일본의 JIS C 9615와 JEM 1467, 한국의 KS C 9314는 공기정화기(air cleaner)를 “일반 가정, 사무실 등에 설치하여 공기 중에 부유하는 분진을 포집하거나 또는 이와

병행하여 가스를 제거(또는 탈취)하기 위하여 사용되는 송풍기 내장의 장치'로 정의하고 있어 이는 미국의 AHAM AC-1 시험규격에서 다루고 있는 "이동식 가정용 공기정화기(portable household air cleaner)"와 유사하다. 그 외 <표 2-6>의 규격들은 미국의 ASHRAE(1996)에서 기술하고 있는 "건물 내부의 공기조화를 위한 환기(ventilation air)와 재순환공기(recirculated air)의 청정을 위한 장치"라 정의하고 있어 전자와는 다소 차이가 있다. 하지만, 미국이나 유럽의 경우 공기정화기(air cleaner)의 의미는 공기정화장치(air cleaning device)와는 별다른 차이를 두지 않고 사용되고 있다. 즉, 일본과 우리나라에서의 공기정화기의 의미는 AHAM AC-1 시험규격에서 다루고 있는 "이동식 가정용 공기정화기"의 의미가 함축되어 있으며 따라서, 미국이나 유럽의 공기정화기라는 의미 속에 일본 및 한국의 공기정화기라는 의미가 함축되어 있다고 볼 수 있다.

<표 2-6> 대표적인 공기정화기 시험규격

| Standard                       | Pressure Drop | Dust Holding Capacity | Ozone Generation | Particle Size Efficiency | Filtration Performance Classification |
|--------------------------------|---------------|-----------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| <b>USA</b>                     |               |                       |                  |                          |                                       |
| ASHRAE 52.1-1992               | O             | O                     | X                | O                        | X                                     |
| ASHRAE 52.2P                   | O             | O                     | X                | O                        | O                                     |
| AHAM AC-1-1988                 | X             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| IES Rec. Prac. 007             | O             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| MIL-STD-282                    | O             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| ARI-850-84                     | O             | O                     | O                | X                        | X                                     |
| ARI-680                        | O             | O                     | O                | X                        | X                                     |
| <b>EUROPE</b>                  |               |                       |                  |                          |                                       |
| British Standard               |               |                       |                  |                          |                                       |
| 2831                           | O             | O                     | X                | X                        | X                                     |
| 4400                           | X             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| 3928                           | X             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| French Standard                |               |                       |                  |                          |                                       |
| AFNOR NFX44-011                | X             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| AFNOR NFX44-013                | X             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| German Standard                |               |                       |                  |                          |                                       |
| DIN 24184                      | O             | X                     | X                | X                        | X                                     |
| DIN 24185                      | O             | O                     | X                | X                        | X                                     |
| European Standard              |               |                       |                  |                          |                                       |
| EUROVENT 4/5                   | O             | O                     | X                | X                        | X                                     |
| EUROVENT 4/9                   | O             | O                     | X                | O                        | O                                     |
| EUROVENT 4/10                  | O             | X                     | X                | O                        | X                                     |
| CEN EN 779                     | O             | O                     | X                | X                        | O                                     |
| <b>JAPAN</b>                   |               |                       |                  |                          |                                       |
| JIS C 9615-1995                | X             | O                     | X                | X                        | O                                     |
| JACA 10C-1979                  | O             | O                     | O                | X                        | X                                     |
| JEM 1467-1995                  | X             | X                     | X                | X                        | O                                     |
| <b>Others</b>                  |               |                       |                  |                          |                                       |
| Australian Standard 1132       | O             | O                     | X                | X                        | X                                     |
| SAE Air Cleaner Elements 1987  | O             | O                     | X                | X                        | X                                     |
| Korean Standard KS C 9314-1994 | X             | O                     | X                | X                        | O                                     |

### 3. 공기정화기의 분류 및 기술 내용

공기정화기는 대기환경이나 산업상의 작업환경이 아닌, 일반 건축물의 실내공간이나 클린룸 등의 공기조화 항목 중에서 특별히 공기의 필요 청정도를 생성하여 유지하기 위한 소재나 단위 장치, 설비로 정의할 수 있다. 이러한 공기정화기는 기계식, 전기식, 그리고 복합식으로 나눌 수 있다.

#### 3.1 기계식

일명 팬식이라 하며, 본체 내에 설치된 팬에 의해 공기를 강제적으로 흡입하여 필터를 통해 공기 중의 오염을 막는 방식이다. 이 방식은 정화속도가 빠른 반면 운전소음이 크고 소비전력이 전기식에 비해 높은 등의 특징이 있다. 그러나, 최근에는 팬식도 인버터 모터를 사용하여 조용하여 경제적인 것이 있다. 집진필터 및 탈취필터의 필터, 모터, 그리고 센서로 구성된다.

##### 3.1.1 전식

###### (1) 여재필터

여재필터는 다공질 물질이나 유리섬유 등으로 만들어지는데 제거물질 및 종류에 따라 아주 다양한 필터가 상용화되고 있으며 필터의 포집효율은 여재필터의 충전량 및 포집량이 증가할수록 좋게 된다. 그러나, 이에 따른 필터 통과시의 압력강하는 증가하여 공기량을 줄이게 된다. 따라서, 필터는 계속 사용함에 따라 포집효율은 증가되지만 통과 공기량이 감소하므로 주기적 청소 또는 교체가 요구된다.

###### ① 집진필터

정진기를 대전시킨 필터채를 프리소모양으로 안으로 집어넣은 것이 주류지만 최근에는, 포집성능을 향상시킬 목적으로 반도체 공장의 클린룸 등에 사용되고 있는 HEPA 필터, 혹은 그것 이상의 성능을 갖는 ULPA필터를 채용

한 기종도 있다. 또한, 필터표면에 항균가공을 하여 포집한 바이러스의 활동을 억제시켜(불활화) 곰팡이나 세균이 번식할 수 없도록 항균처리된 재료를 사용한 항균필터도 있다.

HEPA 필터는 0.3  $\mu\text{m}$ 의 미세먼지를 99.97% 이상 제거하는 고성능 공기정화필터로, 우수 탈취효과를 가지는 카본(활성탄)피터와 같이 사용하는 경우가 많다. 꽃가루나 애완동물에서 발생하는 미세한 털 등의 제거능력이 뛰어나 호흡기질환이나 알레르기를 겪는 사람이 있는 가정에서 그 효과가 크다. 필터는 2~3년 만에 한번씩 교체해 주어야 한다. 항균필터는 필터이다.

## ② 탈취필터

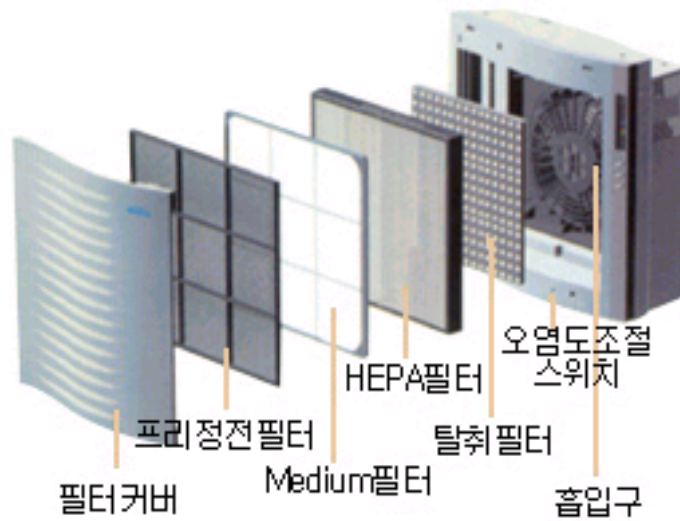
공기 중의 냄새를 제거하는 것으로, 일반적으로는 활성탄을 기본으로 한 필터를 많이 사용되고 있다. 활성탄에는 특수가공을 하여 탈취효율의 향상이랑 장수명화를 꾀하고 있다. 필터 외에 광촉매(산화티탄)에 자외선을 쬌게 하는 것에 의해 산화반응을 촉진시켜 냄새성분을 산화분해하는 것이랑 플라즈마 방전에 의해 냄새성분을 분해하는 장치를 탑재한 것도 있다.

## ③ 고온·고압용 세라믹 필터

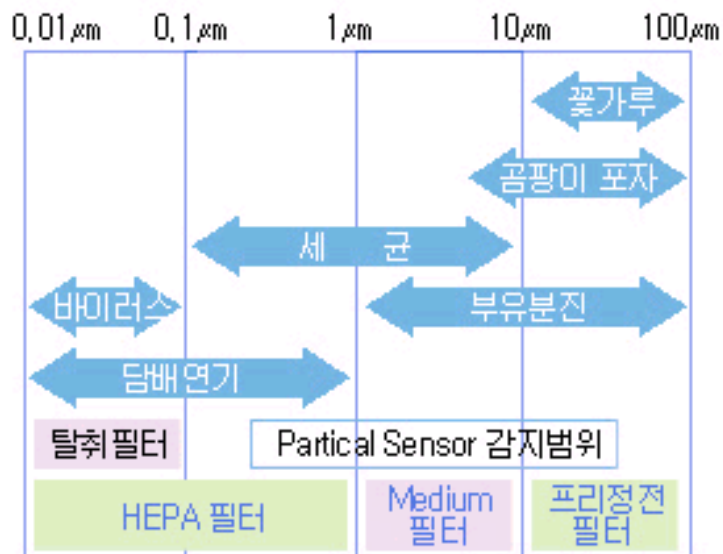
상용화 단계에 있는 장치로 CRIEPI 석탄가스화용 집진기술과 Westinghouse W-APF 시스템 기술, 영국의 British Coal Board와 EPRI, Grimethorpe의 가압유동층 복합 발전설비용 집진기술 등이 많이 알려져 있다. 국내에서는 저밀도 세라믹 fiber 필터 개발, SiC Rigid Ceramic Candle 필터 개발 등 고온·고압용 세라믹 필터 개발을 추진하였으며, 가압유동층 연소설비의 고온·고압 집진장치에 적용하기 위한 기술개발도 추진 중에 있다.



<그림 2-1> 필터 사용 공기정화기(웅진)



<그림 2-2> 필터 종류별 처리 가능 입자의 크기



## (2) 흡착제 / 흡수제

흡착제 또는 흡수제로 활성탄이나 활성알루미나가 사용된다. 활성탄은 구조상 미세한 구멍으로 인하여 아주 큰 표면적을 갖게 되므로 이러한 탄소표면에 가스분자가 충돌로 인하여 제거하게 된다. 그 제거효율은 가스분자의

크기와 관련되는데 주로 큰 분자로 구성된 냄새 가스제거에는 아주 효율적이나 CO와 같은 작은 분자들의 제거에는 효율적이지 못하다. 활성알루미나는 활성탄과 비슷한 다공성 물질로, 그 자체는 가격이 비싼 물질이므로 순수 물질로 쓰이기 보다는 칼륨과망간산염으로 포화시켜 사용한다. 칼륨은 냄새 분자를 산화시키는 강한 산화제의 역할을 하므로 칼륨과망간산염으로 포화시킨 활성알루미나는 실내공간에서 제어해야 할 포름알데히드를 산화하여 이산화탄소와 물로 변화시켜 제거시키는데 매우 효과적이다. 사용된 활성탄은 증기에 의해 재생될 수 있지만 교환이 효과적이고 활성알루미나에 포함된 칼륨과망간산염도 소모성 시약이므로 사용 후 교환되는 것이 좋다.

### (3) 원심식 분리기

공기의 밀도와 입자의 밀도 및 크기에 따라 입자분리 기능을 하는 것이다. 즉, 아주 작은 입자들은 질량에 비해 표면적이 상대적으로 크기 때문에 공기 유동장 안에서 공기역학적 저항이 크게 되므로 사이클론 분리기는 이러한 작은 입자들을 제거하기에는 적합하지 않고 산업용 분진제거에 주로 사용된다.

### (4) 일체형 원심여과 집진기

여과 집진기와 원심력 집진기를 단일장치로 접목한 것으로, 장치의 원리는 유입된 먼지입자는 장치의 하부에서 1차로 집진되고 포집되지 않은 먼지입자는 상부로 상승하여 여과포에서 포집, 제거된다. 특징으로는 먼지가 미리 포집되어 여과포로 유입되기 때문에 집진효율이 높게 유지될 뿐만 아니라 여과포의 압력손실의 상승속도가 느리고 탈진간격이 길어 여과포의 수명을 연장시킬 수 있다.

## 3.1.2 습식

물분사 방식에 의한 공기 중의 균의 제균 원리를 응용하여 1987년에 이즈

미 연구소에서 개발된 것으로, 자연계의 원리 및 법칙에 기인한 것이다. 즉, 지구상의 공기오염물질을 구름, 안개(초미세한 물입자)비, 태풍에 의해 자연적으로 정화되는 원리이다. 그러니까, 먼지 등에 부착하여 부유하고 있는 군은 에어필터에 의해 포집되고 물분사에 의해 군이나 먼지가 물에 포집되거나 에어필터 대신에 여러 겹의 초미세한 물의 망을 만들어 물에 부착되어 물에 잠긴 먼지나 그 먼지에 부착된 군은 물로부터 벗어날 수가 없는 원리를 이용한 것이다.

### (1) 에어와셔(Air washer)

에어와셔란 모터에 의해 팬과 디스크(bio-disk)가 구동되고, 팬에 의해 흡입된 실내공기는 수많은 디스크의 회전에 의해 형성된 수막을 통과하면서 부유 분진 등의 오염물질이 물 속에 침전되면서 제거된다. 이 때, 부유 분진은 물에 흡착되어 제거되며 그 밖의 다른 물질을 제거하기 위해서는 물에 특별한 약품을 첨가하여 사용한다. 즉, 미생물을 제거하기 위해서는 살균력이 있는 bio-absorber, 질소산화물, 황산화물 등을, 가스상 물질을 제거하기 위해서는 gas-absorber라는 약품을 물에 첨가한다. 또한, 자연향을 발생시키기 위해서 장미향이나 신록향을 첨가할 수 있으며 부수적으로 미세한 물입자의 분사로 증발에 의한 가습효과를 얻을 수 있다.

산업용 응용이나 건조용, 및 냉방 시스템에 사용되는 될 때, 화학시약이 파워 플랜트 보일러의 가스로부터 SO<sub>2</sub>와 같은 가스를 분리시키기 위한 세척유체로 사용되고, 원자력 잠수함에서 CO<sub>2</sub>를 제거하기 위해서 사용되기도 한다. 그러나, 이러한 시스템은 가격이 비싸고 정기적인 유지보수가 필요하므로 상업용 건물에서는 사용이 제한되고 있다. 독일 Ventra사의 습식공기정화기는 그 한 예이다.

### (2) 습식 스크러버(Wet scrubber)

분무액에 물리적 힘을 가해 액적을 만들어 분진이 포함된 기체와 충돌 및 접촉시킴으로서 부유분진을 포집하고 동시에 유해가스도 처리할 수 있는 장

치이다. 이 때, 부유분진을 포함한 액적은 중력 집진장치나 원심력 집진장치를 이용하여 기체와 분리시킨다. 세정액으로는 대부분 물을 사용하나 화학약품을 분무액에 첨가하여 유독성 기체와 반응시킴으로서 유독성 기체를 제거하는데 사용되기도 한다.

## 3.2 전기식

### 3.2.1 이온식

필터가 없으며 발생된 음이온이 먼지나 유해물질에 흡착되어 중화시키거나 (-)전하를 띠도록 만들면 (+)전하를 띤 집진판에 달라붙는 방식으로, 이 집진판이 필터를 대신하는 것으로 1~3주 사용 후 알콜이나 중성세제를 사용하여 닦아주면 된다. 유지비용이 거의 들지 않고 반영구적으로 사용할 수 있으며 유지관리가 편리하다. 팬을 사용하지 않는 자연순환방식이므로 소음이 전혀 없으며, 소비전력도 팬식에 비해 낮고 공기정화속도는 느리다.

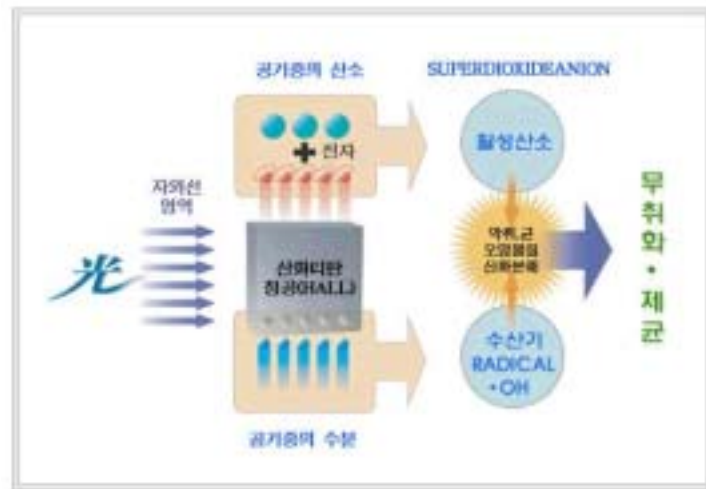
#### (1) 워터필터 이용

음이온 공기정화기와 비슷한 구조로, 정화기 내부에 집진판 대신 물을 넣어 오염물질이 정화기로 유입되면 (+) 전하를 띤 물에 흡착되는 방식으로, 정기적으로 깨끗한 물을 갈아주기만 하면 된다. 물은 담배연기나 유해가스 등의 흡착력이 높고 자연 가습효과까지 있어 정화효과가 크다.

#### (2) 광촉매 이용

최근 관심을 끄는 방식으로, 광촉매(이산화티탄)가 빛을 받으면 수산화라디칼(OH)을 발생시켜 환경오염물질을 분해하는 원리를 이용한 것이다. 기계장치 및 전원 사용도 없어, 오염물질을 분해시키는 화학작용을 일으킨다. 소음도 없고 유지비도 전혀 들지 않는 장점이 있으나 공기정화 범위가 한정되는 단점이 있다.

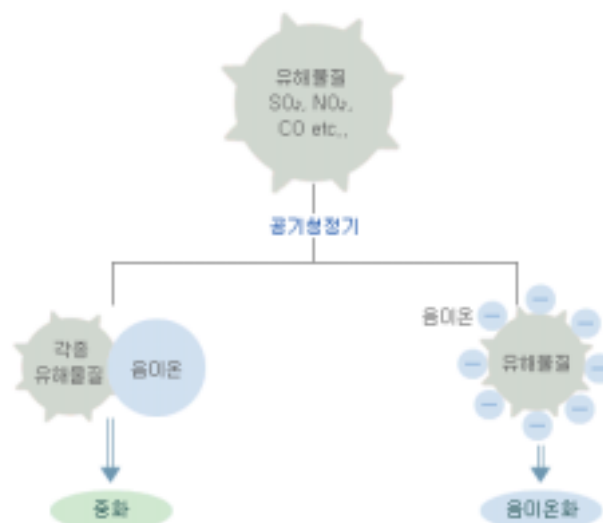
<그림 2-3> 광촉매의 원리



### (3) 음이온/O<sub>3</sub>(오존) 발생식

O<sub>3</sub>은 강력한 산화제로, 염소보다 6배 이상의 강한 살균력을 가지고 유해물질을 분해한다. 그러나, 일정 농도가 넘으면 불쾌한 냄새가 나며 인체에 나쁜 영향을 미친다. 최근 판매되는 제품의 경우 발생 오존농도를 조절한다고 하지만 병원이나 대형업소 등에서 사용하는 것이 바람직하며 가정용으로 사용하는 것은 피하는 것이 바람직하다.

<그림 2-4> 음이온 발생 공기정화기의 원리



<그림 2-5> 음이온 공기정화기의 구조(수피네)



### 3.2.2 전기 집진식

공기 중의 오염입자를 고압방전에 의해 대전시켜 (+)전하를 주어 그것을 본체내의 (-)전극에 끌어당겨 흡착하여 오염입자를 포집지(필터)로 포집하는 방식으로, 고전압 1단 하전식과 저전압 2단 하전식으로 나눈다. 주거용의 경우 소음이 작고 O<sub>3</sub> 발생량이 적은 2단 하전식 전기 집진식이 사용된다. 일반 분진은 물론, 담배연기나 자동차의 매연 등을 제거하는데 탁월한 기능을 발휘하며 물로 세척하여 반영구적으로 사용할 수 있다. 또한, 팬을 사용하지 않기 때문에 전혀 소음이 없는 상태로, 소비전력도 팬식에 비해 낮지만 공기 정화속도는 느리다.

#### (1) 고효율 전기집진기

##### ① 광폭 전기집진기

전극의 간격을 기존의 기술보다 넓게 함으로서 즉, 기존의 전기집진기의 집진극과 집진극의 간격이 150~400mm 인데 이 범위보다 넓은 400~450mm 의 광폭에 해당하며 국내의 경우 G-7 환경기술개발사업에서 개발되었다. 설치비와 유지비를 줄일 수 있는 특징이 있다.



## ② 이동전극형 전기집진기

기존의 고정 집진기 대신에 회전 집진극으로 전환된 장치로서, 집진극을 회전시키면서 배기가스의 흐름이 없는 집진극의 하단부에서 브러쉬를 사용하여 집진극에 부착된 먼지층을 제거시킨다. 이 경우, 집진극이 항상 먼지층이 부착되지 않은 조건을 유지하기 때문에 먼지입자의 높은 전기저항에서 발생하는 역전리 현상을 방지 가능하고 배기가스의 단위처리 용량당 집진효율이 기존의 전기 집진기에 비해 높은 특징을 갖는다.

특히, 기존 전기집진기의 성능을 향상시키고자 할 경우, 기존의 전기 집진기에 직렬로 1기의 이동 전극형 전기 집진기를 증설하거나 증설공간이 없는 경우 기존 전기집진기의 최종단에 이동전극형 전기 집진기를 교체, 설치함으로써 성능향상효과를 얻을 수 있다. 국내에서는 (주)한국중공업 등에서 이동전극형 전기 집진기를 개발하였으며, 집진기를 이동시켜 장치의 하단에서 브러쉬를 사용하여 먼지층을 제거하는 기술로 추타조작시 먼지입자의 재비산 감소가 가능하고 집진극에 부착된 먼지층을 효율적으로 탈진이 가능한 전기 집진기이다.

## ③ 펄스하전 및 조합형 전기집진기

집진효율을 높이기 위해 고정 전극부에 펄스하전방식을 적용하는 기기로서, 기존의 직류하전방식에 비해 수십, 수백  $\mu\text{s}$  정도의 펄스폭이 적용되기 때문에 방전극에서 코로나 불꽃이 없고 방전극 전체 면에서 코로나 방전이 발생하므로 집진극에서의 전류밀도가 균일한 특징을 가진다.

국내에서는 (주)한국중공업 등에서 광폭 전기집진기와 이동전극형 전기집진기를 조합한 조합형 전기집진기를 개발하고 있으며 현재, 대형 시설에 적용하기 위한 기술개발 단계에 있다. 또한, 한국코트렐(주) 등은 ns 펄스 코로나 방전에 의한 유해가스와 먼지입자를 동시에 제거하는 기술을 사용화하기 위한 연구개발을 추진하고 있으나 아직 대형시설에의 상용화는 이루지 못하고 있다. 이 기술은 ns 펄스 고전압을 수십 내지 수백 Hz의 비교적 낮은 주파수로 코로나 방전극과 집진극 사이에 인접함으로서 강력한 코로나 방전에 의한 왕성한 streamer를 발생, 배기가스의 분자와 전자를 충돌시켜 SOx와 NOx를 제거하고 동시에 먼지입자도 제거한다.



#### ④ 원통형 응축 습식 전기집진기

배기가스의 응축과 집진의 2단계로 구성되어 고온의 배기가스는 저에너지 전단 스크러버에서 충분히 응축시킨 후  $2.0\ \mu\text{m}$  이상의 먼지입자는 미리 제거시킨다. 포화된 배기가스는 원통형 집진기의 하부를 통해 유입하여 상부로 상승하며 이 때, 배기가스 중에 함유된 먼지입자는 하전되어 튜브의 내벽에 포집된다. 튜브의 상부에서 분무된 세정액에 의해 튜브벽면은 필름상의 액상이 형성되어 있어 먼지층은 자동적으로 세정되는 특징이 있다.

#### ⑤ 흡수제 분산 조합형 전기집진기

소석회 분말을 배기가스 중에 분사시켜 배기가스 중에 함유된 HCl과 SOx를 반응시켜 중화, 흡수시킨 후에 생성된 물질을 먼지입자와 함께 전기집진기로 포집하는 조합된 장치이다. HCl과 SOx의 제거율은 50~60% 정도이나, 전기집진기에서 포집된 미반응 소석회를  $60\ ^\circ\text{C}$  이하까지 냉각시킨 후 배기가스 중에 다시 분산하므로 HCl과 SOx의 제거율은 80~85% 정도이다.

### (2) 고온·고압용 전기집진기

가압유동층 연소발전설비에서 배출되는 fly ash는 온도가 높고 전기저항율이 낮아 전기집진기를 적용하여도 집진성능의 향상이 가능하므로 고온·고압용 전기집진장치가 필요하다. 장치의 구조는 2중 구조의 내압용기 내에 방전극을 삽입하고 먼지입자는 내부 용기의 내벽에 부착되며 부착된 먼지층은 추타작용에 의해 탈진시켜 외부로 방출시킨다. 국내에서는 가압유동층 연소 복합 발전용 고효율 고온·고압 집진장치의 설계기술을 개발하기 위해서 집진필터 4개가 설치되는 실험실급 장치를 설치하여 기초 성능실험을 수행하였으나 아직까지 상용화되지 않았다.

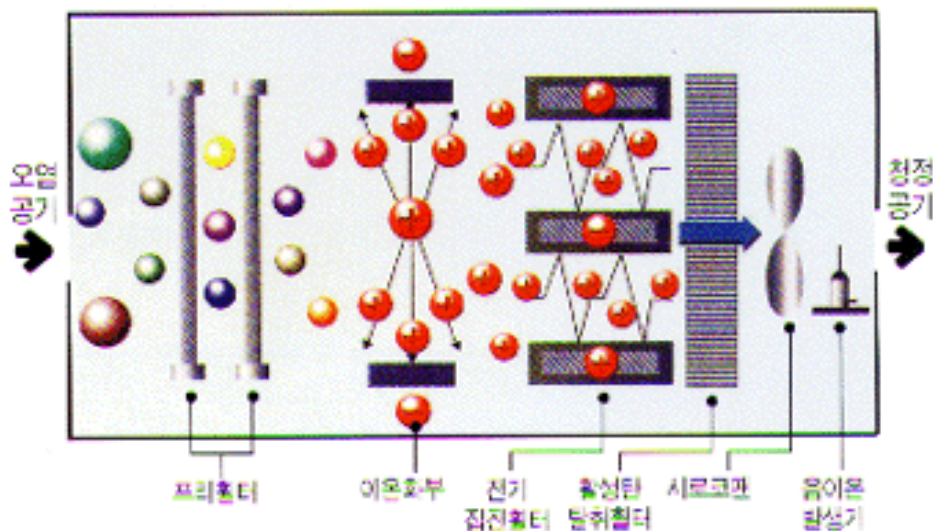
## 3.3 복합식

일명 전기-여과재 집진장치로, 인자의 관성력, 확산, 입자의 중력 그리고 입자의 차단효과로 집진한다. 여과재의 단점적 요소로는 높은 압력손실과 미세

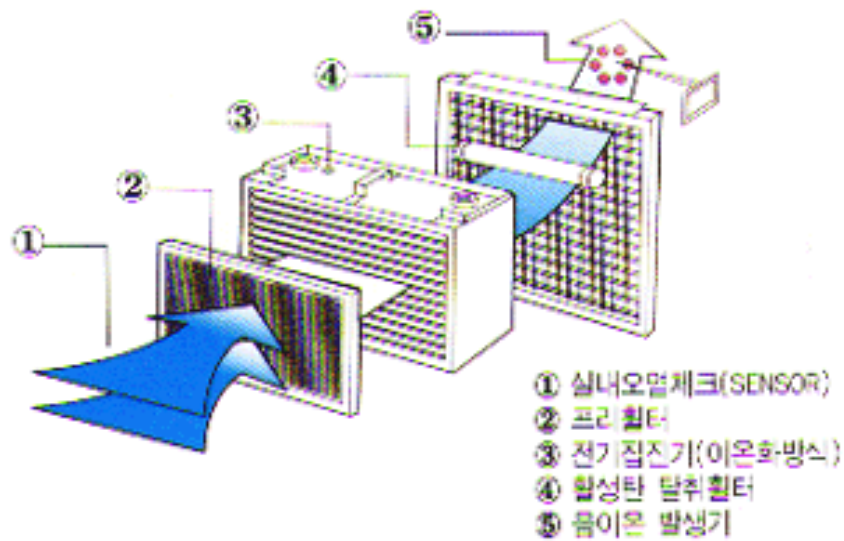
분진의 집진성능의 감소이다. 이를 해결하기 위해 정전기력을 이용하는 전기-여과재 집진기술을 이용한다. 즉, 여과재에 강한 전기장을 형성시키면 정전기력에 의해 분진입자는 여과재 표면에 덴트라이트(Dentrite) 구조의 분진층을 형성시키고 여과재내로 미세입자의 침투를 방지하며 여과재의 눈막힘 현상을 감소시키고 동시에 집진효율을 향상시킨다. 한 예로서, 미국의 EERC(Energy & Environmental Research Center)에서는 전기집진기술과 여과포집진기술이 일체형으로 접목된 하이브리드(hybrid) 여과포 집진장치를 개발하였다. 하이브리드 여과포 집진장치는 전기집진기에서 문제가 되고 있는 미세먼지입자 크기인  $0.01 \sim 50 \mu\text{m}$  범위까지 99.99%로 포집이 가능한 기술로 입증되었다.

또한, 가정용의 경우 본체에 전기식과 기계식의 양 방식을 갖추어서 취침 중에는 전기식으로, 낮에는 기계식으로 운전하는 등 생활시인으로 사용을 나눌 수 있다. 구조는 다소 복잡하다.

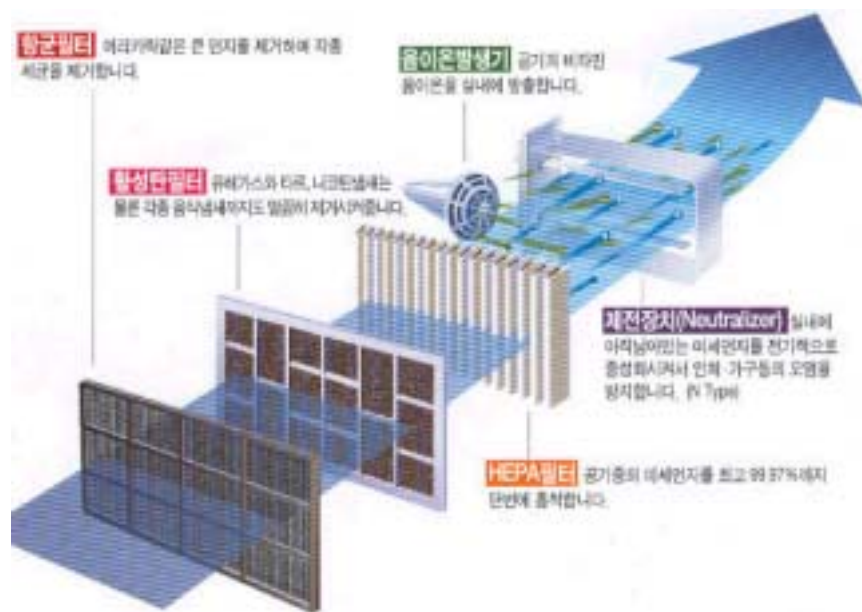
<그림 2-6> 복합식 공기정화기의 집진 원리도(중외)



<그림 2-7> 복합식 공기정화기의 구조도1(중외)



<그림 2-8> 복합식 공기정화기의 구조도2(보성전자)



### 3.4 기술분류 체계

이상의 내용을 체계적으로 정리한 것이 공기정화기의 기술분류 체계이며,

다음의 <표 2-7>에 나타내었다.

<표 2-7> 공기정화기의 세부 분류 및 특징

| 분류  | 구분  | 종류               | 비 고                                                                                                 | 용도                   |
|-----|-----|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 기계식 | 건식  | 여재필터             | -집진필터: ULPA 필터, HEPA 필터,<br>-항균필터<br>-종이모양의 필터를 접어 목재나 금속제 프레임을 사용                                  | 가정용,<br>클린룸용,<br>산업용 |
|     |     |                  | -탈취필터: 활성탄                                                                                          | 가정용                  |
|     |     |                  | -세라믹 필터                                                                                             | 산업용                  |
|     |     | 흡착제/흡수제          | -활성탄, 실리카겔, 염화리튬, 활성알루미늄 등을 이용<br>-가스 종류와 흡착제에 따라 다름<br>-활성탄의 층두께는 압력손실이 과대하지 않을 정도로 / 썰기형, 접어넣기형 등 | 산업용                  |
|     | 습식  | 원심식 분리기          | -공기의 밀도와 입자 밀도 및 크기에 따라 입자 분리                                                                       | 산업용                  |
|     |     | 일체형원심 여과집진기      | -여과 집진기 + 원심력 집진기                                                                                   | 산업용                  |
|     |     | 에어와셔             | -가용성 가스에 대해 효과적, 효율은 좋지 않음<br>-물을 이슬형태로 기류 중에 불어넣어 가스를 용해하여 제거, 가습냉각                                | 산업용,<br>가정용,<br>클린룸용 |
|     |     | 습식 스크러버          | -가용성 가스에 대해 매우 효과적<br>-유리섬유 등의 필터유닛에 물을 뿌려 공기와 물과의 접촉에 의해 제거효율을 높인다.<br>/ 모세필터가 많이 이용됨              | 산업용                  |
| 전기식 | 이온식 | 워터필터             | -정화기내 물을 넣어 오염물질이(+)전하를 띤 물에 흡착됨                                                                    | 가정용                  |
|     |     | 광촉매              | -빛을 받아 수산화라디칼을 발생시켜 환경 오염물질을 분해함                                                                    |                      |
|     |     | 음이온/오존살균         | -강한 살균력으로 유해물질을 분해                                                                                  | 가정용                  |
|     | 전기식 | 전기집진기            | -직류고전압을 하전시켜 분진을 제거<br>-1단형과 2단형의 전기 집진극에 흡착시킨 분진 집진기, 재발진 방지                                       | 가정용,<br>클린룸용,<br>산업용 |
|     |     | 광폭 전기집진기         | -전극의 간격을 기존 것보다 넓게 함                                                                                | 산업용                  |
|     |     | 이동전극형 전기집진기      | -회전 집진기형                                                                                            | 산업용                  |
|     |     | 펄스하전 및 조합형 전기집진기 | -고정 전극부에 펄스하전방식을 적용                                                                                 | 산업용                  |
|     |     | 원통형 응축 습식 전기집진기  | -배기가스의 응축과 집진의 2단계로 구성                                                                              | 산업용                  |
|     |     | 흡수제 분산 조합형 전기집진기 | -소석회분말을 배기가스 중에 분사<br>-배기가스 중 Hcl과 Sox와 반응, 생성물질을 먼지입자와 함께 포집                                       | 산업용                  |
|     | 복합식 | 기계식 + 전기식        | -전기집진기 + 고성능 에어필터                                                                                   | 가정용                  |

## 4. 기술개발 동향

### 4.1 연구개발 동향

#### 4.1.1 국내 동향

'99년도 산업자원부는 기후변화협약 등 국내외 환경규제에 능동적으로 대응하기 위해 '99년 청정생산기술을 개발, 보급하는 기업은 물론 대학, 연구소 등에 300억원을 출원하고, 청정생산시설을 도입하는 기업에 대해서는 설비투자 용자금 430억원을 장기저리로 지원하는 등의 「'99년도 청정생산기술사업 신규사업 시행계획」을 확정, 시행한다고 밝히고 기업들이 제품의 생산단계에서부터 환경오염을 예방, 저감시키는 청정생산방식 도입을 확대하기 위해 '99년도 전자, 반도체 등 23개 업종 126개 과제에 총 730억원을 지원키로 하였다. 산업자원부가 지원하는 청정생산기술 중 전자업종의 경우 전자부품의 청정에칭기술과 불화합물(PFC)가스처리기술이, 반도체 업종의 경우 반도체 건식 세정장비 등이 포함되어 있다.

그리고, 공기정화기에 대한 연구와 기술정보의 교환 및 교류를 행하고 있는 공기청정 전문가 단체로는 한국공기청정협회(KACA, Korea Air Cleaning Association) 및 공기청정연구조합 등이 있으며, 해마다 4회의 기관지 “공기청정기술”을 발행하여 2002년도 9월 현재 통권 58호에 이르렀다. 산업계의 공기정화기 관련업체들은 이 공기청정기술지를 통하여 공기정화기 관련 기술정보들을 수집하고 있으며 10년전부터 한국공기청정연구조합을 중심으로 공기정화기의 발전과 기술개발에 노력하고 있다. 현재 한국공기청정협회에 등록되어 있는 전문가 단체수는 2001년 12월 31일 현재 61개이다. <표 2-8>는 한국공기청정연구조합에서 그동안 수행한 연구과제를 수록하고 있다.



<표 2-8> 국내 공기정화기 연구개발 과제 현황

| No | 과 제 명                                             | 연구개발<br>기간  | 주무부처  |
|----|---------------------------------------------------|-------------|-------|
| 1  | C/R 무정전 내장재 개발                                    | 88.07~90.06 | 통상산업부 |
| 2  | Emitter 및 Controller의 Real-Scale 시제품 개발 및 제작      | 89.07~91.02 | 생기원   |
| 3  | C/R기술기준에 관한 연구                                    | 88.07~91.11 | 과학기술처 |
| 4  | 초청정 공간용 AI Grating Access Panel 제조기술 개발           | 89.06~91.08 | 통상산업부 |
| 5  | 초청정(Ultra) C/R 시스템 개발                             | 90.08~92.07 | 과학기술처 |
| 6  | 도전성 집착제 제조기술개발                                    | 91.08~93.11 | 통상산업부 |
| 7  | 저압손 Air Filter 제조기술개발                             | 91.08~93.11 | 통상산업부 |
| 8  | One-Touch방식의 향온향습기개발                              | 91.08~93.11 | 통상산업부 |
| 9  | 전기집진기 개발                                          | 91.08~93.11 | 통상산업부 |
| 10 | Complex Type Super FFU에 의한 Ultra C/R 개발           | 91.08~93.11 | 통상산업부 |
| 11 | 반도체 제조용 초정밀 클린 향온향습 Chamber 개발                    | 92.09~94.12 | 과학기술처 |
| 12 | Bowling Machine Pin-Setter개발                      | 93.12~94.11 | 통상산업부 |
| 13 | 접촉산화 분해용 연면방전장치 개발                                | 93.08~95.12 | 통상산업부 |
| 14 | 코로나 방전이용 유해가스 및 분진입자의 동시제거장치                      | 93.09~96.08 | 통상산업부 |
| 15 | 전기여과포 집진장치 개발 전기여과                                | 94.08~96.10 | 통상산업부 |
| 16 | 오존에 의한 탈취 및 살균기술개발                                | 94.11~97.03 | 통상산업부 |
| 17 | 중수도 시스템용 오존 발생기 개발                                | 95.12~97.02 | 통상산업부 |
| 18 | 오일미스트 회수용 콜렉터 개발                                  | 95.12~96.08 | 통상산업부 |
| 19 | 다기능 고효율의 공기정화                                     | 96.10~97.09 | 통상산업부 |
| 20 | 고온기체 여과용 여과제 개발                                   | 97.07~98.06 | 통상산업부 |
| 21 | Bio-Hazard 설계 제조기술 개발                             | 97.07~98.06 | 통상산업부 |
| 22 | 국부청정 SMIF(Standard Mechanical Interface System)개발 | 97.7~98.06  | 통상산업부 |
| 23 | 실내환경( IAQ) 통합 조절 시스템 개발                           | 97.12~02.11 | 통상산업부 |

공기정화기 관련 학계 및 연구계의 경우 한양대를 비롯하여 국민대, 서울시립대, 연세대, 경원대, 및 경북대의 학계와 한국과학기술연구원, 한국기계연구원, 한국생산기술연구원 등의 연구계와 같이 많은 대학과 정부출연 연구소에서 공기정화기 연구를 수행하여 왔다. 관련 장비로서는 다양한 에어로졸 발생기 및 측정기, Gas Chromatography, 3차원 레이저 풍속계, Multi-Gas

Monitor 등 고가의 측정장비와 분석장비를 갖추고 있으며 우수한 교수진과 박사 연구진, 대학원생들이 있어 연구진행에 필요한 충분한 연구시설과 연구 인력은 이미 확보되어 있다.

#### 4.1.2 해외 동향

공기정화기에 대한 연구와 기술정보의 교환 및 교류를 하고 있는 공기정화 전문가 단체로는 국제 오염제어협회연합(ICCCS, International Confederation of Contamination Control Societies), 미국 환경과학기술협회(IEST, Institute of Environmental Science and Technology), 일본 공기청정협회(JACA, Japan Air Cleaning Association) 등이 있다. ICCCS는 현재 회원국으로 미국의 IEST, 일본의 JACA, 한국의 KACA 등 전 세계에서 총 16개국으로 결성되어 있으며, 1972년 10월 17일에 처음 6개국의 창립회원국으로 탄생되어 2년마다 공기정화기 및 관련 기술에 대한 국제오염제어 심포지움을 개최하는 비영리 단체이다. ICCCS의 가장 큰 업무중의 하나는 미세오염제어 (micro-contamination control) 및 클린룸 설비기술의 규격을 국제적으로 조화시켜 국제표준화기구(ISO, International Organizations for Standardization)의 기술위원회인 ISO/TC 209에서 "Cleanrooms and associated controlled environments"라는 명칭으로 국제적인 표준화 작업을 진행하는 것이다.

한편, 일본공기청정협회(JACA)는 1963년 협회가 설립된 후로 가장 중요한 활동으로서 기관지인 "공기청정"을 발행하여 공기정화기 산업계에 기술개발 정보들을 제공하고 있다. 이 공기청정 기관지는 1964년 3월에 창간호가 발행된 후에 1996년 8월까지 통권 222호에 달하고 있다. 그 내용은 매우 수준이 우수하여 미국의 환경보호청(EPA)에서 일본공기청정 관련 문헌으로서는 처음으로 영문으로 번역된 적도 있다. 협회 창립후 기술전문위원회를 설치하여 공기정화기 기술 내용을 검토하고, 각각의 완성된 보고서는 기관지를 통해서 알림으로서 산업체 회원들에게 커다란 공헌을 하여왔다. 또한 후생성, 과학기술청 등의 연구의뢰도 받아 연구업무도 수행하였다. 해마다 협회에서 주관하는 학술발표회인 연구대회를 1회 개최하여 기술교류의 장을 마련하였으며 기술 강습회도 개최하여 기술보급에도 앞장섰다.



## 4.2 기술동향과 전망

### 4.2.1 국내의 동향과 전망

우리 나라와 같이 급속도로 산업화된 나라에서는 공기청정 오염의 문제가 선진국가에서 보다 더욱 심각한 상태이지만 공기정화기에 대한 연구는 아직까지 선진국에 비하여 기초기술의 미흡 및 생산기술의 낙후로 독자적인 기술개발이 낮은 수준에 있다. 이는 국내시장의 내수규모가 외국에 비해 상대적으로 작아서 수년간의 기술개발로 인한 실패에 대한 두려움으로 독자적인 연구개발보다는 외국업체와의 기술제휴라는 외형성장에만 치우친 사실에 기인한 것이다. 아직까지 공기정화기의 설계를 위한 기술자료의 축적이 미흡하고 아울러, 공기정화기의 합리적인 유지관리나 객관적인 성능평가를 위한 관련기술도 부족한 상태이다.

공기정화기 산업은 공기 중의 입자상 및 가스상 오염물질을 제거하는 장치 산업으로, 우리 나라의 웅진코웨이, 보성전자, 중외, 옥시큐어, 청풍 그리고 삼정 등의 공기정화기 제조업체에서 다양한 오염제거기술을 이용한 공기정화기 제품을 출시하고 있다. 그러나, 일부 업체서는 외국제품을 단순히 모방하여 그대로 상품화되고 있으며 또한, 개관적인 성능이 제대로 평가되지 않은 채로 판매되고 있어 소비자들을 현혹시키는 사례들이 있다. 특히, 가스상 물질에 대한 제거기능이나 살균기능, 탈취기능에 대해서는 성능평가기준도 마련되어 있지 않아 개관적인 성능평가가 더욱 어려운 실정이다.

그러나, 공기정화기의 수요 증가는 실내환경에 대한 관심 증대 그리고 반도체 산업의 발달로 인하여 서브마이크론 입자들에 대한 공기청정 시스템의 집진효율 극대화를 위한 연구가 진행되었다. 최근에는 미세입자를 제거하기 위하여 종전의 기계식 공기청정에 전기식 등 전기적 시스템을 추가하여 제거하기 어려운  $1\ \mu\text{m}$  미만의 미세한 입자는 물론이고  $0.1 \sim 0.01\ \mu\text{m}$  이하의 미세한 입자까지도 효과적으로 제거할 수 있도록 장치가 만들어지고 있다.

이는 정부의 정책적인 재원과 주로 산업자원부와 과학기술부의 재원으로 정부출연 연구소와 한국공기청정연구조합, 몇 개의 공기조화 전문업체들이 중심이 되어 1990년대부터 관심을 표명하여 공기정화기에 대한 기술확보에

착수하고 있으나, 대부분의 연구가 산발적으로 이루어지고 단품개발에 편중되어 있다. 기술적으로는 일반 여재필터, 2단식 전기집진장치, 활성탄 여재필터, 습식 에어필터 등이 부유입자 및 가스, 냄새 제어를 위해 민수용 공기정화기, 일부 클린룸 설비에 모방, 적용되고 있는 실정으로, 최소한 선진국과 10년 정도의 기술격차가 있는 것으로 여겨진다. 또한, 미국이나 일본과 달리 국내에서는 공기정화기 기술개발에 대해 여러 연구소와 대학, 산업체간의 연구가 컨소시엄과 학회를 통하여 거의 진행되고 있지 못하다. 그러므로, 특히 국내 반도체 회사들이 당면하고 있는 실제 문제에 대한 기술개발 수준까지는 전반적으로 나아가지 못하고 있는 실정이다.

클린룸 설비의 경우 반도체 산업이 클린룸 설비기술을 선도하고 있는데, 우리나라의 경우 대기업의 막대한 투자와 정부의 적극적인 지원에 의해 반도체 산업은 국가 경제를 선도하는 핵심 산업의 역할을 하고 있지만, 클린룸 설비기술 분야에서는 핵심기술은 거의 외국 기술에 의존하고 있는 실정이다. 다행히 십년전부터 국가적으로 반도체 제조장비와 재료·유틸리티 등의 국산화를 목표로 연구개발을 수행해 오고 있다. 그리하여, 지금까지 수행된 연구과제의 내용을 보면, 초창기의 클린룸 기술현황 파악 및 시스템 개발, 고성능 필터 개발 등에서 점차 주제가 다양화, 구체화되어 내장재, 바닥 패널, 국부 초청정 장치, 공기중 입자 계측기, 공기이온화 시스템(Air Ionization System), 초청정 클린룸 시스템 개발 등 세부 요소기술의 개발도 수행되고 있다. 그러나, 반도체 칩의 생산수율을 좌우하는 클린룸 설비기술의 국내 자립화를 위한 장기적인 투자에는 아직까지 눈을 돌리지 못하고 있는 실정이다.

이러한 클린룸 설비기술의 국내 자립화를 위해 해결해야 할 항목은 첫째, 제품수율을 높일 것. 둘째, 설비 제작업체와 반도체 제조업체가 공동으로 설비의 표준화, 불필요한 기능의 삭제, 재료의 사용량 절감을 통한 설비의 단가를 감소시킬 것. 셋째, 제조공정을 단순화시킬 것. 넷째, 클린룸 설비의 초기 투자비 및 매출액의 10% 이상을 차지하는 운전비를 절감할 것. 다섯째, 국제적인 기술/자본 제휴 등이다. 또한, 오염제어 기술뿐만 아니라 다양한 클린룸 설비의 설계기술 및 에너지 절약기술 등도 중요하게 다루어져야 한다.

#### 4.2.2 해외의 동향과 전망

각종 오염물질에 대한 기초연구(공기오염현황 파악, 오염물질 미량측정, 오염물질 제거원리 등)를 바탕으로 다양한 공기정화기와 에어필터가 실용화되어 대기오염 및 실내공기질의 관리로 국민의 건강유지에 그리고 클린룸 등의 산업시설에 기여하고 있다. 또한, 이러한 기기는 대상공간에 따라 적절히 변형되어 사용되고 있다. 즉, 부유입자 제어를 위한 저차압, 고효율의 여재필터, 정전집진장치 그리고 고온·고압의 전기집진기 등이 지속적으로 연구개발되어 실용화되고 있다. 특히, 미세입자를 제거하기 위하여 기계식 대신에 전기식 공기정화기, 유해가스 및 냄새, 분진의 동시 제어를 위한 습식 에어필터, 물리화학 흡착제, 이온교환방식의 화학필터(가스흡착장치), 나노초펄스(Nano-second pulse)를 이용한 코로나 방전 및 연면방전에 의한 플라즈마 전기집진장치 등이 개발되었다.

일본에서의 에어컨에 적용된 공기청정기술의 경우 그 기술은 크게 집진기능, 탈취기능, 항균 및 살균기능, 기타 부가기능으로 나누어 볼 수 있고 사용된 기술을 분류하여 보면 다음과 같다.

- 집진기능 : 전기집진기, 정전필터, HEPA필터 등
- 탈취기능 : 활성탄필터, 광촉매필터, 활성탄+광촉매필터, Hybrid 필터 등
- 항균 및 살균기능 : 사과 및 녹차의 카테킨 성분, 키토산, 인회석, 히노키 치눌 등의 천연 항균 성분을 이용
- 기타 : 음이온, 클러스터 이온 등

또한, 공기정화 기능의 특징을 구체적으로 살펴보면, 집진기능은 전기집진기를 이용한 플라즈마 방식과 필터방식으로 크게 나누어 볼 수 있다. 플라즈마 전기집진방식은 에어컨에서 요구하는 적은 압력손실과 재사용이 가능한 장점으로 인하여 계속 이용되고 있으며, 필터방식은 집진효율을 높이기 위하여 정전필터나 정전필터와 일부 HEPA필터가 결합된 필터를 에어컨에 적용하고 있다. 탈취방식은 기본적으로 활성탄 탈취필터를 많이 이용하고 있으나, 기능의 차별화를 위해 각 종 냄새별로 제거할 수 있는 기능성 필터, 광

촉매를 이용한 무교환 탈취필터, 활성탄과 광촉매를 혼합한 필터 등 여러 가지가 개발되고 있으며, 대상공간에 따라 냄새별 센서작동에 의한 필터사용을 하고 있다. 항균방식은 대다수 업체가 천연 추출물인 사과나 녹차의 카테킨, 소나무의 히노키치놀, 갑각류의 키토산 등을 이용하여 인체에 전혀 무해하며 항균력 및 일부 탈취력이 있음을 강조하고 있다. 기타 부가기능으로는 음이온을 이용하여 이온 밸런스를 유지시켜 신선한 느낌을 가져오게 하거나, 클러스터 이온을 이용하여 곰팡이균 등을 제거할 수 있는 기능을 강조하고 있다.

<표 2-9>은 일본 에어컨 업체별 공기정화 기능의 변화 및 주요 특징을 요약하고 있다.

<표 2-9> 일본 에어컨 업체별 공기정화기능의 동향 및 주요 특징

| 업체 | 1999년                                   | 2000년                                           | 2001년                                                   | 비고                                         |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| T사 | 2단 전기집진기<br>광재생 탈취필터<br>제오라이트 채용        | 플라즈마 전기집진<br>W탈취(플라즈마, 광재<br>생)<br>특수 세라믹, 산화티탄 | 플라즈마 전기집진<br>W탈취(플라즈마, 광재<br>생)<br>특수 세라믹, 산화티탄         | 플라즈마와 광재생필터<br>의 2중 탈취성 강조                 |
| N사 | 정전식 공기청정필터<br>카테킨 공기청정필터                | 카테킨 공기청정 필터<br>광재생 촉매탈취                         | 곰팡이 제거제 (와사비 성<br>분) 카테킨 공기청정 필터                        | 와사비 성분의 항균 천<br>연자연추출물을 이용한<br>탈취 및 항균     |
| M사 | 정전식 공기청정필터<br>카테킨 공기청정필터                | 알레르기 HEPA필터<br>와이드 카테킨 에어필터                     | 광재생 촉매탈취 알레르겐<br>HEPA 필터 와이드 카테킨<br>에어필터                | HEPA 필터를 사용 청<br>정 천연자연추출물을<br>이용한 탈취 및 항균 |
| H사 | 천연소재를 사용한<br>항균처리<br>집진필터 특수 세라<br>믹 도포 | 정전 HEPA 소재 필터<br>천연 탈취제 첨가 필터                   | 정전 HEPA 소재 필터 천연<br>탈취제 첨가 필터                           | HEPA 필터를 사용 청<br>정 천연자연추출물을<br>이용한 탈취 및 항균 |
| S사 | 활성탄과 특수 세라<br>믹 채용 촉매탈취                 | 사과의 카테킨 필터<br>NEO카본 탈취필터                        | 항곰팡이 전처리필터 작동<br>초기 30초간 Dust Catch<br>온 전 카테킨과 Neo카본필터 | 천연자연추출물을 이용<br>한 탈취 및 항균                   |
| C사 | 1단식 전기집진기<br>음이온 전용발생장치                 | 1단식 전기집진기 광재<br>생 탈취필터 세라믹, 산<br>화티탄 적용         | 1단식 전기집진기 광재생 탈<br>취필터 세라믹, 산화티탄 적<br>용                 | 전기집진기와 광재생<br>필터의 2중 탈취성 강<br>조            |
| D사 | 정전식 집진필터 광<br>촉매필터 특수램프                 | 정전식 집진필터 광촉매<br>필터 특수램프                         | 정전식 집진필터 광촉매필터<br>특수램프                                  | 특수램프와 광촉매를<br>이용한 무교환 탈취성                  |
| H사 | 정전식 집진필터<br>인회석 항균필터                    | 정전식 집진필터 인회석<br>항균필터 환기운전                       | 인회석 탈취항균필터 플라즈<br>마 크러스터이온 환기운전                         | 이온을 이용한 공기정<br>화 기능 강조                     |

## 4.3 비교 분석

### 4.3.1 국내의 경우

다양한 형태의 공기정화기가 생산되고 있는 가운데 실내공간용 공기정화기로는 여재 또는 HEPA 필터를 사용하는 기계식, 전기식 그리고 기계식 + 전기식의 복합식이 주로 생산되고 있고, 자동차용의 경우 전기식이 주로 사용되고 있다. 주요 기능으로는 음이온 발생, 리모컨 사용, 오염가스 센서 부착, 냄새 및 세균 제거 등이다. 가격대는 10만원 미만에서 100만원 이상까지 다양하며 이는 실내용의 경우 10평 미만에서 크기는 90여평에 이르는 곳에 사용 가능한 제품이 생산되고 있다. 또한, 이렇게 공기정화기가 단독형으로 사용되는 제품 외에 에어컨, 진공청소기, 컴퓨터, 텔레비전 등 각 종 가전제품에 공기청정 기능을 복합한 제품이 있다.

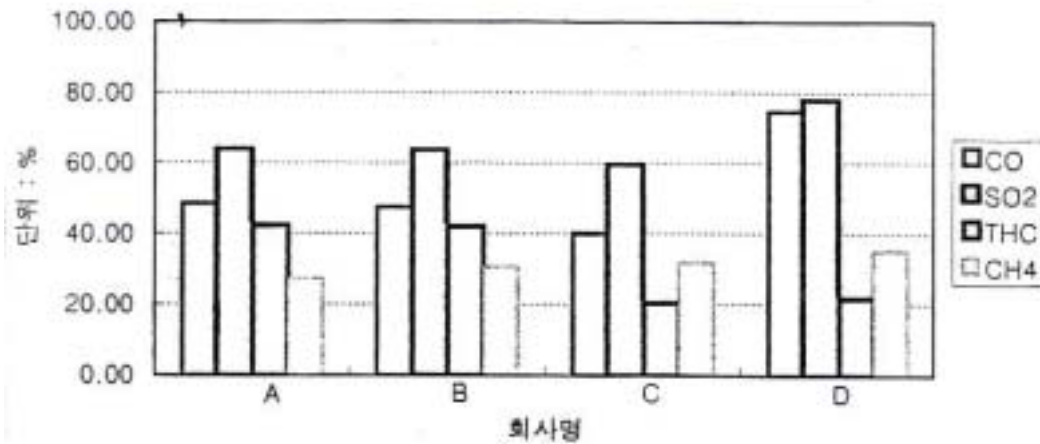
한 예로서, LG전자는 '98년형 패키지 에어컨에 적용한 「에어컨용 광촉매 플라즈마 공기정화 필터」 기술을 최근 한국산업기술진흥협회의 국산 신기술 인정(KT마크) 예정기술로 선정되어 KT마크 인정서를 획득하였다. 이 제품은 '97년부터 에어컨의 공기정화기에 적용하고 플라즈마 전기집진장치와 '96년에 세계 최초로 개발, 처음으로 적용한 광촉매(산화티타늄) 공기정화기술을 결합해 구현한 기술로, 국내 유일의 알레르기 연구기관인 세브란스병원 알레르기 연구소와 협력해 이 기술을 적용한 패키지 에어컨을 알레르기 환자의 가정에 설치, 임상실험을 실시한 결과 알레르기를 일으키는 동물성 단백질 및 꽃가루를 완벽하게 정화하는 것으로 인정을 받았다.

그러나, 일부 업체에서는 외국 제품을 그대로 들여와 모방하여 상품화하거나 객관적인 제품의 성능시험을 거치지 않고 판매하는 경우가 있으며 이로 인하여 소비자로 하여금 혼란을 일으키게 하는 경우가 있다. <그림 2-9>와 <그림 2-10>은 국내 생산, 유통 중인 공기정화기의 가스 및 입자 포집율의 비교실험 결과로서, 이와 같이 회사에 따라 그 차이가 많은 것은 공기정화기에 대한 일정한 규격이 없기 때문이다. 따라서, 이와 같은 차이를 해결하고 소정의 효율 이상으로 제품성능에 대한 신뢰성 있는 제품을 소비자에게 공급하기 위해서는 객관성을 갖는 제품 성능시험 및 성능보장제도 등의 엄격한

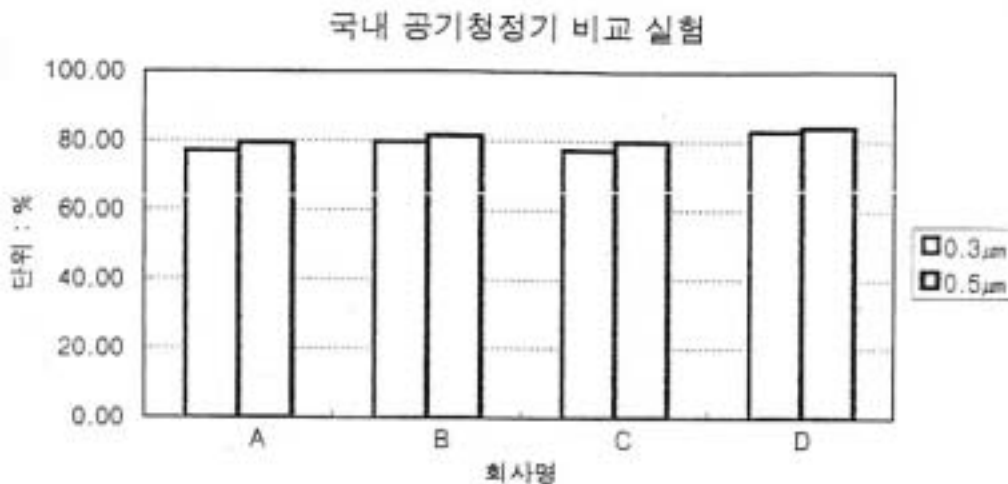


규격 및 법률적 제지가 필요할 것으로 본다.

<그림 2-9> 국내 생산 공기정화기의 가스 포집율



<그림 2-10> 국내 생산, 유통 공기정화기의 가스 포집율



이렇듯, 국내의 경우 공기정화기 산업이 주로 영세한 중소기업에 의해 단편적으로 주도되었고 체계적인 기술개발이 거의 이루어지고 있지 못하며, 성능의 객관적인 검증기준도 미흡하여 기술개발에 의한 상품화시 영세 기업의 저가 판매로 인해 가격 경쟁력이 뒤떨어지고 있다. 또한, 그 동안 대부분의 공기정화기의 연구개발에 있어서는 일본 공기청정협회(JACA)의 연구결과를 입수한 뒤 이를 활용하여 공기정화기의 기술방향을 전개시킨 국면이었다고



볼 수 있어 창조보다는 모방에 치우쳤다.

#### 4.3.2 국외의 경우

공기정화기는 여러 가지 방식이 사용되고 있으나 일본의 경우 대표적인 방식으로는 기계식의 키친 paper 사용 방식 및 (HEPA 필터 + 카본필터) 집진 방식(여재 방식), 복합식의 (전기집진 방식 + 스크롤형의 집진필터 방식)이 널리 사용되고 있고 이들을 살펴보면 다음과 같다.

##### (1) 키친 paper 사용 방식(여재방식)

National, Teac, Sansui 등에서 사용되는 방식으로 두루말이 형태의 여재를 공기정화기에 장착한 형태로서, 일정 시간이 경과하여 더 이상 집진이 어려워지면 오염된 paper를 끊어서 버리고 말려있던 나머지 여재를 다시 장착하여 사용하는 방식으로, 여재교환이 간편하고 교체비용이 적게 드는 것이 장점이다.

##### (2) HEPA 필터 + 카본필터 집진방식(여재 방식)

Aiwa, National, Sanyo 등에서 사용하고 있으며 HEPA 필터를 사용하여 각 중 오염물질 등을 99.999%의 정화효율로 정화하는 방식이다. 오염물질의 다량 포집으로 정화효율이 떨어지게 되면 필터를 교환하며, 카본필터는 우수한 탈취효과를 가진다. 마쓰시다 정공이 개발한 고기능 공기정화기의 경우, 본체 내에 카데킨을 도포한 필터와 고성능 에어필터 등 2장의 필터를 사용하여 실내 담배냄새, 먼지, 바이러스의 99.97%까지 흡입할 수 있다. 이 정화기에는 녹차 성분의 일종으로 발암억제효과 등이 있는 카데킨을 필터에 도포, 흡입한 공기 속의 바이러스를 99% 이상 불활성 상채로 만들어 버린다. 이 카데킨을 사용한 필터는 먼지 등을 흡입하는 기능에 「항균성」이라는 새로운 기능을 추가하기 위하여 삼정농림과 공동으로 개발, 추진하였다. 아울러, 지난해부터 클린룸 등에서 사용되는 고성능 필터인 「HEPA 필터」의

활용방안을 연구, 2장을 함께 사용하는 방법을 고안해 냈다.

### (3) 전기집진 방식 + 스크롤형의 집진필터 방식

National, Daikin, Sanyo, Sharp 등에서 사용하는 방식으로, pre-filter + 탈취필터 + 이온화부(전기 전진기) + 스크롤형의 집진 요소의 순서로 사용된다. 집진요소의 경우 오염물질이 많이 부착되어 정화효율이 떨어질 경우 별도의 필터교환없이 세척만으로 재사용이 가능하다. 그 외 부가적인 기능으로 오염센서, 타이머(timer), 리모컨, 항균기능을 포함하고 있다.

또한, 용도별로는 가정용, 업무용, 차량용 등으로 분류할 수 있고, 그 중에서 시장의 성장성을 중심으로 살펴보면 가정용의 경우가 신규 참여기업이 늘어나면서 기존기업과의 치열한 경쟁이 이루어지는 가운데 가장 큰 신장세를 보여주고 있다.

## 4.4 산업의 저위요인 및 기술제고 방안

### 4.4.1 저위요인

공기정화기의 경우, 시장의 발전을 저해하는 가장 첫 번째 요인은 공기정화기의 정확한 성능평가 기준이 확립되어 있지 않다는 것이다. 한국산업규격인 KS C 9314 "공기정화기"와 같은 기준규격이 있기는 하지만, 다양한 공기정화기의 실정에 부합되지 않는 부분이 많고 일본산업규격인 JIS C 9615 "Air Cleaners"의 복사 수준에 머물러 있다. 또한, 이러한 성능시험을 완전하게 실시할 수 있는 성능시험기관이 전무하다는 것이다. 따라서, 우리 나라의 경우 일정한 성능을 갖추지 못한 제품까지 여과없이 시장에 출하됨으로써 소비자들에게 직접적인 피해가 감은 물론 다른 공기정화기까지 불신감을 심어줄 수 있어 결국 공기정화기 시장자체가 움츠러 드는 사태가 발생할 수 있다. 두 번째 요인으로는 소비자의 공기정화기에 대한 인식부족을 들 수 있다. 대기오염의 심각성은 널리 알려져 있으나 공기정화기는 사치품이라는 개념이 아직은 널리 퍼져 있다. 대기오염이 점차 심화되면서 건강에 대한 인식

이 높아지고 그리하여 공기정화기의 필요성이 요구되고 있는 실정이지만 공기정화기의 경우 가격이 고가인 제품이 많고 TV나 오디오처럼 빠른 시간내 직접적으로 편리함이나 가시적 필요성을 느낄 수 있는 제품이 아니기 때문에 공기정화기의 실질적인 효과를 인식하고 있으면서도 구매로까지 이어지지 않고 있는 것이다. 또한, 최근의 경제불황의 여파로 이러한 경향이 더욱 심화되었다. 세 번째 요인으로는 제조업체 자체의 기술력 부족을 들 수 있다. 일부 제품의 경우 외국의 제품을 그대로 도입하여 모방한 후 시장에 출시하는 경우가 많다. 하나의 제품을 개발하기 위하여 드는 시간과 비용을 절감하고 당장의 눈앞의 수익에만 몰두하는 근시안적인 행동에서 나온 결과이다.

에어필터의 경우, 단순 수입 혹은 중소기업에서 외국상품의 단순 모방에 의한 무분별한 상품화가 진행되어 객관적인 성능이 정확하게 평가되지 않고 있으며 기존 기기와의 연계성이 제대로 검토되지 않아 에너지 낭비, 부수적인 역효과 등이 발생하고 있다. 외국산 에어필터의 수입은 기술수준이 초보단계인 우리 나라의 에어필터 산업계의 연구와 투자의욕을 저하시키며 기술개방화 체제에서 우리 나라의 독자적인 기술의 자립을 어렵게 만들어 향후 건설시장이 완전히 개방화되면 더욱 심화될 것이다.

클린룸 설비의 경우, 1980년대 대기업들이 첨단산업 분야에 집중적으로 투자함에 따라 클린룸의 수요는 급속히 증대한 반면에 국내 클린룸설비 기술은 매우 취약하였다. 이후에 반도체 집적도의 발전은 약 2~3년의 주기로 급속히 세대교체가 이루어져 현재 1G DRAM, 300mm 웨이퍼, 0.13 $\mu$ m 회로선폭의 양산단계까지 도달되었다. 그러나, 이러한 GIGA급 시대에 요구되는 생산조건을 만족시킬 수 있는 국내 클린룸 설비 기술은 현재 상용화단계에 도달된 것은 없다. 이는 그 동안 선진일본기술의 모방을 통하여 기술개발이 이루어지고 있었기 때문에 반도체 등의 첨단제품의 기술발전속도에 맞출 수 있는 창조적인 클린룸 설비 기술이 없었기 때문이다. 더욱이 GIGA 시대에 요구되는 클린룸 설비의 품질이 입자오염 제어관점에서 분자오염 제어수준으로 더욱더 고급화될 수밖에 없기 때문에 국내에서는 클린룸 설비의 건설비와 운전비의 상승, 나아가 반도체의 원가 상승, 타산성에 대한 평가를 내릴 수 없는 실정에 있다.

#### 4.4.2 기술제고 방안

공기정화기의 경우, 소득수준의 향상에 따라 건강이나 환경에 대한 소비자의 관심이 고조되고 대기오염 문제와 맞물려 공기정화기에 대한 수요가 증대되고 있다. 따라서, 정확한 성능평가 기준의 확립과 소비자의 인식부족문제를 해결하기 위하여 신뢰성있는 성능시험규격의 정립과 시험설비를 갖춘 인증기관의 설립이 조속히 이루어져야 할 것이다. 이와 더불어 공기정화기 제조업체의 기술력 부족문제를 해결하기 위하여 끊임없는 연구개발 노력으로 모방이 아닌 독창적인 기술을 확보하는 것이 필요하다.

에어필터의 경우, 실내환기는 필연적으로 많은 에너지를 소비하게 되며 실내공기환경의 개선과 에너지 소비량의 증가라는 상반된 두 가지 입장을 동시에 만족시키기 위해서는 에너지 절약형 고효율 에어필터를 위한 설계와 평가기술, 공조환기설비와의 연계기술의 개발이 요구되어지고 있다. 또한, 기술개발에 의한 상품화와 객관적 검증기준을 마련하기 위해선 기술개발에 대한 정책적 지원과 중소기업을 지원하기 위한 산학연 연계 시스템 구축이 필요하다.

클린룸 설비의 경우, GIGA급 클린룸 설비 기술은 온도, 습도, 청정도(입자상, 가스상), 소음, 진동 등의 공학적인 기본 요소조건을 과거와는 달리 매우 엄격하게 어떤 수준이상으로 모두 정밀제어되지 않으면 안된다. 게다가, 이러한 조건들은 반도체의 집적도가 높아지면 더욱더 엄밀한 조건으로 상향제어되어야 한다. 즉, 클린룸 전체의 청정화에서 웨이퍼 표면의 청정화로 변화에 의한 국소청정 오염제어가 가능한 GIGA급 ULTRA 클린룸 설비가 요구되고 있다. 따라서, 오염이 없는 제조공정에서 높은 수율을 유지시켜 투자효율성을 극대화할 수 있는 종합적인 오염제어 클린룸 설비에 대한 기술개발이 요구된다.

## 제 3 장 기술 · 특허정보 분석

## 1. 문헌정보 분석

## 1.1 문헌정보 조사

## 1.1.1 국내 문헌정보 조사

## (1) 이용 데이터베이스

국내의 문헌정보 분석을 하기 위하여 이용한 데이터베이스(DB)는 KISTI에서 제작하여 서비스하고 있는 과학기술정보(BIST)와 정기간행물 기사색인(DIGS)이며, 국내 발간 자료에 실린 문헌만을 추출하여 분석하였다.

## 1) 과학기술정보 (BIST)

과학기술문헌정보(BIST)는 한국과학기술정보연구원(KISTI)이 국내외에서 발간되는 과학기술분야 정기간행물에 수록된 기사를 정보가치와 시사성을 기준으로 기사를 엄선하고 이들을 한글로 번역한 다음, 분류와 색인 등의 가공과정을 거쳐 데이터베이스를 제작하고 있다. 과학기술문헌정보(BIST)의 정보원(情報源)에 대한 세부 내용은 <표 3-1>에 나타내었다.

&lt;표 3-1&gt; 과학기술문헌정보(BIST)의 정보원

|      |                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수록분야 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건설, 환경</li> <li>- 생물학, 약학, 식품</li> <li>- 화학, 화학공업</li> <li>- 전기, 전자</li> <li>- 기계공업</li> <li>- 금속, 자원, 에너지</li> </ul> |
| 정보원  | 국내 · 외에서 발행되는 산업과학기술분야의 정기간행물에 수록된 기사                                                                                                                          |
| 정보규모 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수록기간 : 1991 ~ 현재</li> <li>- 수록건수 : 100만건</li> <li>- 갱신주기 : 월 1회</li> <li>- DB제작기관 : 한국과학기술정보연구원</li> </ul>            |

## 2) 정기간행물 기사색인 (DIGS)

DIGS(Domestic Information on the General Subjects)는 약 2,000여종 이상의 국내 정기간행물에 수록된 각 분야의 기사들을 수집, 가공한 국내문헌정보 데이터베이스로서, 국회도서관에서 1977년부터 현재까지 수집, 축적해 온 원정보를 활용하여, 한국과학기술정보연구원이 가공 처리하여 제작한 것이다. DIGS에는 과학, 기술 분야는 물론 인문, 사회과학 및 예·체능 등 전 분야의 정보가 수록되어 있으며, 한글, 한자 검색이 가능한 우리말 데이터베이스이다. 정기간행물 기사색인(DIGS)의 정보원(情報源)에 대한 세부 내용은 <표 3-2>에 나타내었다.

&lt;표 3-2&gt; 정기간행물 기사색인(DIGS)의 정보원

|      |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수록분야 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정치</li> <li>- 법률</li> <li>- 경제, 경영</li> <li>- 농수산, 산업</li> <li>- 사회, 노동</li> <li>- 교육</li> <li>- 문화, 예술</li> <li>- 철학, 종교</li> <li>- 역사, 지리</li> <li>- 순수과학</li> <li>- 의학, 약학</li> <li>- 공학, 기술</li> </ul> |
| 정보원  | 국내에서 발행되는 약 2,000여종의 정기간행물에 수록된 기사이며, 국회도서관에서 발행하는 “국내 정기간행물 기사색인집”과 동일한 내용이다.                                                                                                                                                                      |
| 정보규모 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수록기간 : 1977~ 현재</li> <li>- 수록건수 : 84만</li> <li>- 갱신주기 및 건수 : 년 3회</li> </ul>                                                                                                                               |

## (2) 조사의 범위 및 결과

국내 문헌정보는 앞에서 설명한 과학기술정보(BIST)와 정기간행물 기사색인(DIGS)에 대하여 1991년부터 현재까지의 정보를 모두 조사하였다.

한글과 영문 키워드를 사용하여 공기정화기 관련 문헌정보를 총 336건 수집할 수 있었으나, 다시 국내 발표자료로 한정하여 선별한 결과 256건으로 축소되었다. 그러나 2종의 데이터베이스(BIST와 DIGS)에서 중복되는 문헌(동일 잡지의 동일 기사)을 제거하고 주제와 관련이 없는 노이즈 자료를 정리한 결과, 본 과제의 분석을 위하여 최종적으로 229건의 국내 문헌을 수집하여 처리하였다. 노이즈에 관한 자료로서, 가정용 진공청소기(더스트 클리너)와



관련되는 자료는 본 분석 대상에서 모두 제외하였음을 일러둔다.

본 정보조사에서 사용한 질문식과 그 결과는 <표 3-3>에 나타내었다.

<표 3-3> 정보조사 검색식 및 결과

| 검색식 (한/영) ; BIST & DIGS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 번호/<br>질문식              | #1 공기정화? or 공기청정?<br>#2 (공기? or 대기?) and (정화? or 청정?)<br>#3 클린룸? or 클린 adj 룸?<br>#4 전기집진기? or 전기? adj 집진?<br>#5 백필터? or 백 adj 필터? or 더스트 adj (콜렉터? OR 필터?)<br>#6 (공기 OR 에어) ADJ 필터?<br>#7 electrostatic adj (precipitator? or collector?)<br>#8 (air or dust) adj filter?<br>#9 dust adj collect?<br>#10 bag adj filter?<br>#11 is>=1991 |
| 결과                      | 256건(한국)/ 336건(전체)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 분석대상                    | 229건                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### 1.1.2 해외 문헌정보 조사

#### (1) 이용 데이터베이스

공학·기술분야의 대표적인 데이터베이스인 COMPENDEX는 공학분야의 국제적인 출판사인 Engineering Information Inc.의 The Engineering Index Monthly(Ei)지를 컴퓨터 가독형으로 만들어 데이터베이스화한 것이다.

COMPENDEX의 가장 큰 특징은 현재 세계 각국에서 만들고 있는 4,000여종의 온라인 데이터베이스 중에서 공학전반에 관하여 수록한 몇 종 안되는 DB 중의 가장 대표적인 DB라 할 수 있는데, 특히 건설공학, 기계공학, 재료, 플랜트 등에 관련된 정보는 타 DB보다 광범위하고 많은 양의 데이터를 수록하고 있으며 특정주제와 관련하여 폭넓게 각 분야에 대해 정보를 검색할 수 있는 장점이 있다. COMPENDEX의 정보원(情報源)에 대한 세부 내용은 <표 3-4>에 나타내었다.

<표 3-4> COMPENDEX의 정보원

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수록분야 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토목공학</li> <li>- 광산·금속공학</li> <li>- 농업공학</li> <li>- 핵기술</li> <li>- 해양학</li> <li>- 통신공학</li> <li>- 건설경영</li> <li>- 환경공학</li> <li>- 석유공학</li> <li>- 기계공학</li> <li>- 우주공학</li> <li>- 음향기술</li> <li>- 응용수학</li> <li>- 식품기술</li> <li>- 지질공학</li> <li>- 화학공학</li> <li>- 제어공학</li> <li>- 열역학</li> <li>- 철도</li> <li>- 응용물리</li> <li>- 소비자행동</li> <li>- 생물공학</li> <li>- 전기·전자공학</li> <li>- 산업공학</li> <li>- 컴퓨터·데이터처리</li> <li>- 광학</li> <li>- 법과 규제조치</li> </ul> |
| 정보원  | 세계 약 40여개국에서 수집된 자료이고 26개의 언어로 기록되고 있다. COMPENDEX DB 수록정보의 70%는 영어로 구성되어 있고, 정보원의 50%는 미국 이외의 국가에서 출판된 자료이다.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 문헌형태 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 잡지(Journal) : 53%</li> <li>- 학회출판물 및 보고서(Conference Proceeding or Article) : 35%</li> <li>- 단행본(Monograph Chapters, Book) : 6%</li> <li>- 보고서(Report) : 5%</li> <li>- 기 타 : 1%</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 정보규모 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수록기간 : 1970~현재</li> <li>- 갱신주기 및 건수 : 약 8,000건 / 월</li> <li>- DB제작기관 : 미국 Engineering Information Inc.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## (2) 조사의 범위 및 결과

해외 문헌정보는 Engineering Information Inc.로부터 도입하여 KISTI에서 서비스하고 있는 COMPENDEX DB를 이용하여 조사하였으며, 공기정화기 관련 문헌을 조사한 결과 총 1,838건이 검색되었으며, 이를 다시 정리(주제와 관련이 없는 노이즈 자료 등)한 결과, 본 과제의 분석을 위하여 최종적으로 1,047건의 자료를 수집하여 처리하였다.

본 정보조사에서 사용한 질문식과 그 결과는 <표 3-5>에 나타내었다.

<표 3-5> 정보조사 검색식 및 결과

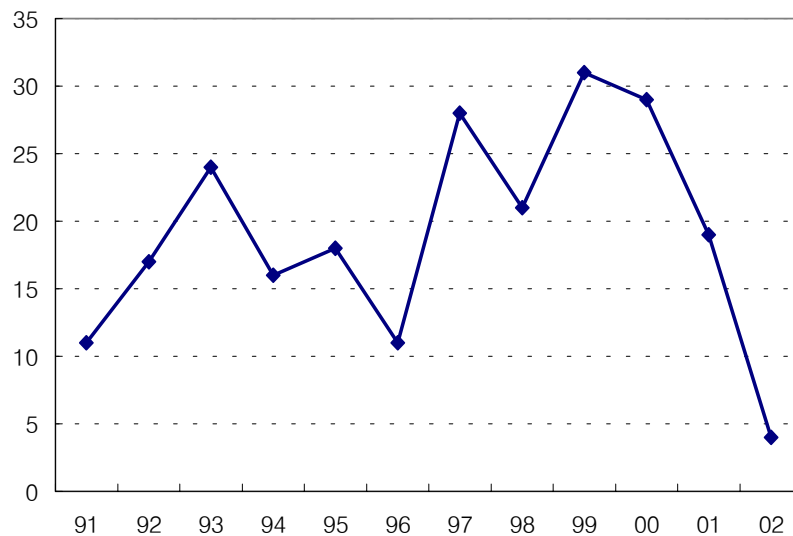
| 검색식 (영문) ; COMP |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 번호/<br>질문식      | #1 (air or dust) adj (filter?/kw or cleaner?/kw)<br>#2 air adj purifi?/kw<br>#3 cleanroom?/kw or clean adj room?/kw<br>#4 dust adj (abatement/kw or collector?/kw)<br>#5 electrostatic adj (precipitator?/kw or separator?/kw)<br>#6 is>=199101 |
| 결과              | 1838건                                                                                                                                                                                                                                           |
| 분석대상            | 1047건                                                                                                                                                                                                                                           |

## 1.2 문헌정보 분석

### 1.2.1 국내 문헌정보 분석

#### (1) 국내 문헌발표 동향

<그림 3-1> 국내 문헌발표 동향



공기정화기(또는 청정기) 관련 분석을 위해 조사된 문헌은 총 229건으로, 이를 최근 10여 년간 연도별 문헌발표 건수를 살펴보면 <그림 3-1>에 나타난 바와 같다. 1990년대 상반기에는 연평균 17건이 발표되었는데 비해 하반기에는 연평균 24건의 발표로 상당히 증가하였음을 알 수 있다. 정보의 조사 시점을 감안하면 2002년의 데이터는 불완전한 자료이므로 분석보다는 참고용으로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

#### (2) 기술분류별 비율

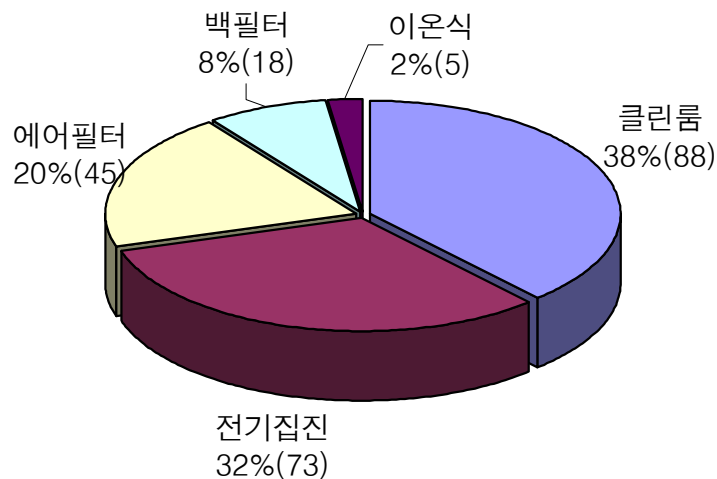
제 2장에서 설명한 공기정화기 관련 기술분류 체계를 참조하여 기술분류별로 분석한 결과를 <그림 3-2>에 나타내었다.

클린 룸에 관한 자료가 38%(88건)로 가장 많으며, 다음으로 전기집진에 관

한 자료가 32%(73건), 에어필터가 20%(45건), 백필터가 8%(18건), 이온식 공기청정 자료가 2%(5건)를 나타내고 있다.

내용적으로 볼 때, 에어 필터와 백 필터는 부품으로서 필터에 관한 문헌도 있지만, 공기정화기의 기능을 가진 용어상의 다른 표현으로 나타낸 문헌도 포함되어 있다. 그러나 에어 클리너 또는 더스트 클리너로서 가정용 진공청소기에 관한 자료는 정보검색 시에 이미 제외하였기 때문에 여기에는 포함되어 있지 않다.

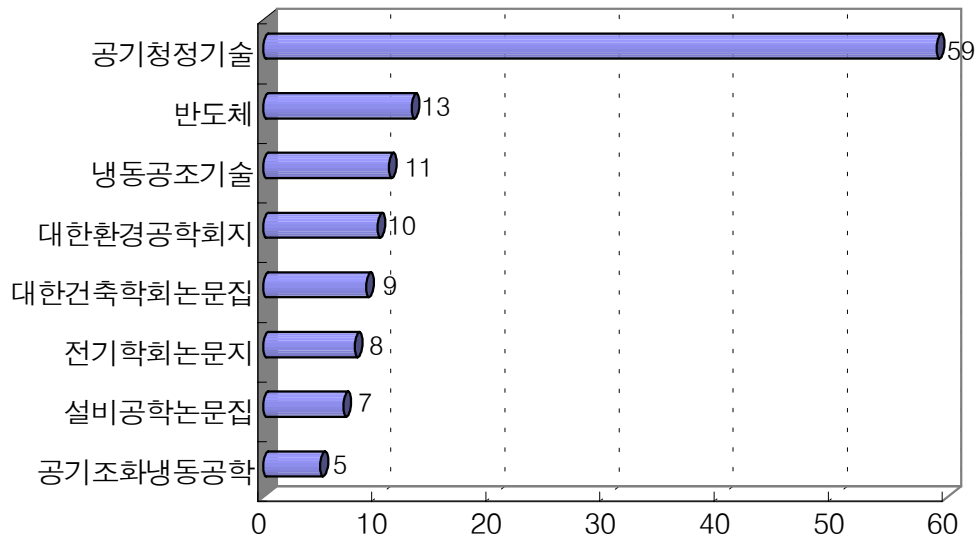
<그림 3-2> 기술분류별 비율



### (3) 주요 간행물별 문헌수록 현황

지난 10여년 간, 공기정화기에 관한 연구 문헌을 수록하고 있는 국내 간행물은 모두 135종인 것으로 나타났는데, 그 중에서 연구문헌을 많이 수록한 순서대로 상위 8위까지 나타낸 그래프가 <그림 3-3>이다.

공기청정기술에 59건, 반도체에 13건, 냉동공조기술에 11건, 대한환경공학회지에 10건, 대한건축학회논문집에 9건, 전기학회논문지에 8건, 설비공학논문집에 7건 및 공기조화냉동공학에 5건을 수록한 것으로 나타났다.



#### (4) 주요 저자별 문헌발표 현황

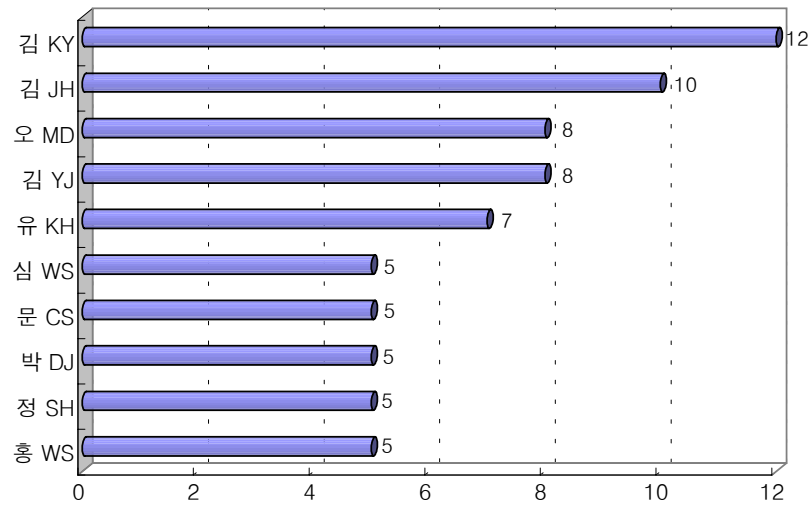
지난 10여년 간, 공기정화기에 관한 연구를 수행하여 연구문헌을 많이 발표한 연구자의 현황을 상위 10위까지 나타낸 그래프가 <그림 3-4>에 나타나 있다.

김 KY가 12건으로 가장 많고, 김 JH가 10건, 오 MD가 8건, 김 YJ가 8건, 유 KH가 7건, 그리고 심 WS, 문 CS, 박 DJ, 정 SH, 홍 WS는 각각 5건씩 발표한 것으로 나타났다.

한편, 상위에 속해 있는 연구자들이 자신의 연구문헌을 주로 어떤 간행물에 많이 발표하는지 알아보기 위해 분석한 것이 <표 3-6>이다.

앞에서 설명한 '주요 간행물별 문헌수록 현황'에서 1위였던 '공기청정기술'에는 상위의 연구자들이 모두 발표하였으며, 김 KY와 김 JH는 '반도체'에 발표한 것으로 보아 클린 룸에 관한 연구도 수행하고 있음을 짐작할 수 있다.

<그림 3-4> 주요 저자별 문헌발표 현황



<표 3-6> 주요 저자별/간행물별 매트릭스 분석

|             | 김 KY | 김 JH | 오 MD | 김 YJ | 유 KH |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 공기청정기술      | 4    | 6    | 2    | 2    | 3    |
| 반도체         | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 냉동공조기술      | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 대한건축학회논문집   | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 설비공학논문집     | 0    | 0    | 0    | 5    | 0    |
| 공기조화냉동공학    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    |
| 기계저널        | 2    | 1    | 1    | 0    | 0    |
| 대한기계학회논문집   | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    |
| 공기조화냉동공학논문집 | 0    | 0    | 2    | 0    | 2    |
| 생산기술        | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 생산기술연구논문집   | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    |
| 합계          | 11   | 10   | 7    | 8    | 7    |

##### (5) 연도별 저자수/문헌건수/간행물수 동향

공기정화기에 관한 연구자수(저자수), 발표문헌 건수, 간행물 종수에 관한 데이터를 동시에 나타내어 연도별 동향을 살펴본 그래프가 <그림 3-5>이다.

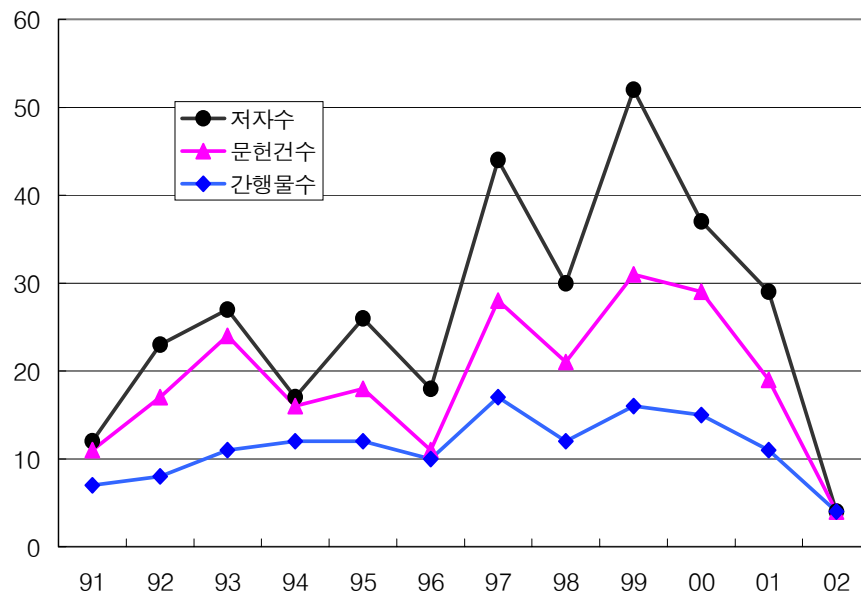
발표문헌 건수와 연구자수의 증가비율이 대체적으로 비례하고 있으며, 1992년과 1993년에 공기정화기에 관한 연구가 활성화되었다가 1997년과 1999년에 연구의 재활성화가 일어나 절정을 이루고 있다. 또한 이 시기에는



간행물의 종수에 있어서도 증가하고 있음을 알 수 있다.

그림에서 문헌건수 대비 연구자수를 산출해 보면 연평균 1.4가 나오는데, 이는 연구문헌 1편 당 1.4명의 공동저자가 있음을 의미하며, 또한 간행물 종수 대비 문헌건수는 연평균 1.7이 나타나는데, 이는 간행물 1종에 대해 연구 문헌 1.7편이 수록되고 있음을 알 수 있는 것이다.

<그림 3-5> 연도별 저자수/문헌건수/간행물수 동향

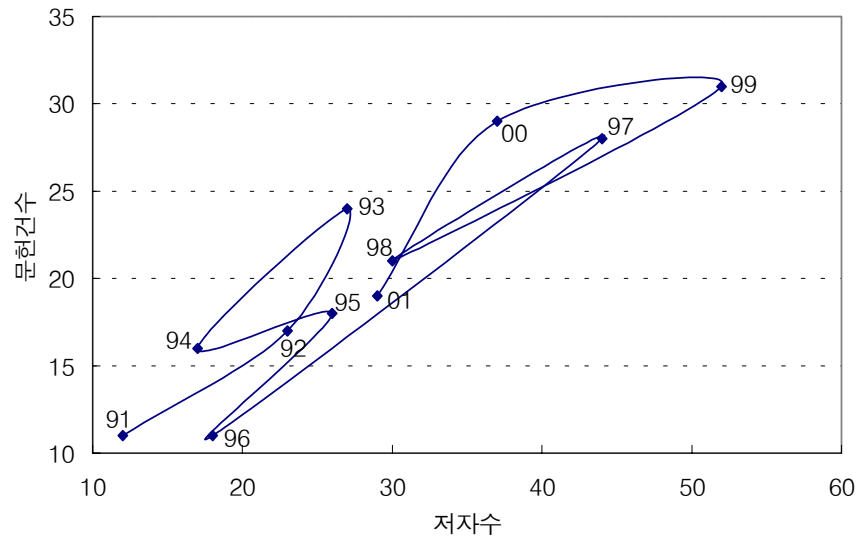


#### (6) 연도별 저자수 대 문헌건수의 추이 분석

공기정화기에 관한 연구활성화의 추이를 알아보기 위하여 <그림 3-6>에서 연구자(저자) 수와 문헌건수의 연도별 추이를 나타내 보았다.

그림의 우측 상단 부분이 연구자 수와 발표문헌 건수가 많은 영역으로서, 연구활동이 활발한 것으로 해석할 수 있는데, 1992년부터 1995년에 걸쳐 연구활성화의 1차 사이클이 형성되었음을 알 수 있고, 또한 1998년부터 2000년에 걸쳐서 2차의 연구활성화가 일어나면서 1999년에 정점에 달하고 있음을 알 수 있다.

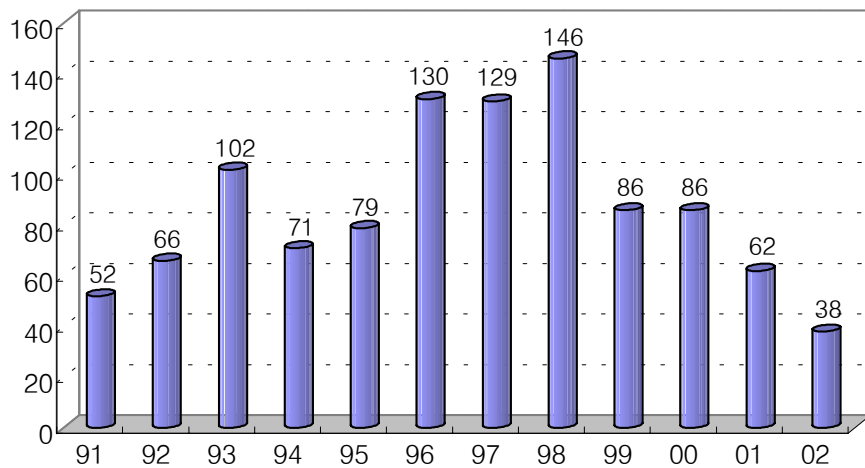
<그림 3-6> 연도별 저자수 대 문헌건수의 추이 분석



## 1.2.2 해외 문헌정보 분석

### (1) 해외 문헌발표 동향

<그림 3-7> 해외 문헌발표 동향



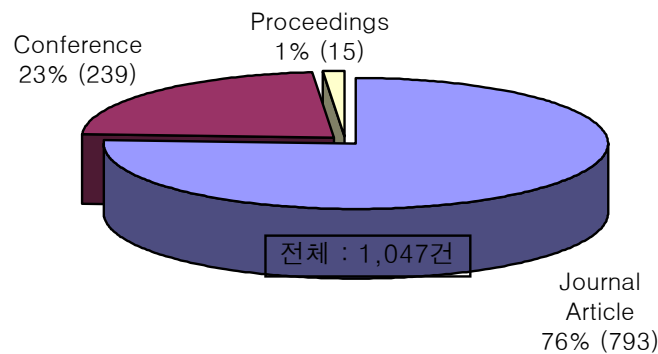
공기정화기에 관한 연구문헌이 해외 간행물에 발표된 연도별 현황을 나타낸 것이 <그림 3-7>이다.

지난 10여년 동안 발표된 총 1,047건의 연구문헌에 대하여 연도별로 나타낸 그림인데, 앞에서 살펴본 국내 동향과 유사하게 1992년에서 1993년에 발표문헌 건수가 증가하였고, 1996년부터 1998년까지 연구문헌의 발표가 상당히 많은 것으로 보아 공기정화기 관련 연구개발이 활발했던 시기로 짐작할 수 있겠다.

## (2) 자료형태별 비율

<그림 3-8>는 연구문헌이 발표된 자료의 형태별 비율을 나타낸 그림이다.

간행물 기사(Journal Article) 자료가 76%로 793건이며, 다음으로 Conference 자료가 23%(239건)이고 Proceedings 자료는 1%(15건)로 소수에 불과하다.



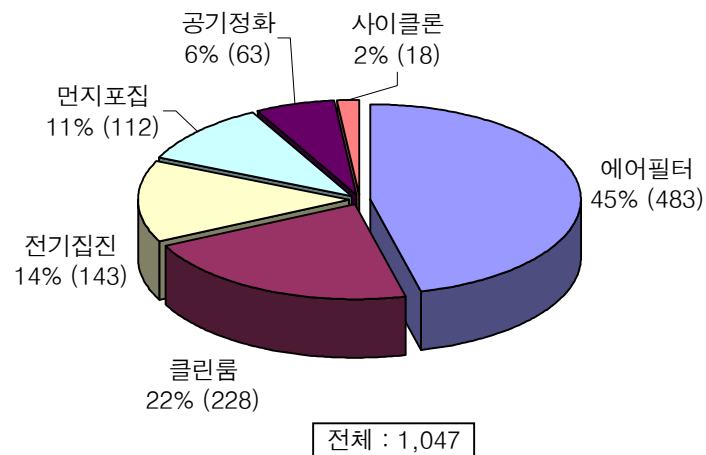
## (3) 기술분류별 비율

기술분류 체계를 참조하여, 전체 1047건의 자료를 분류한 기술분류별 분포 비율을 <그림 3-9>에 나타내었다.

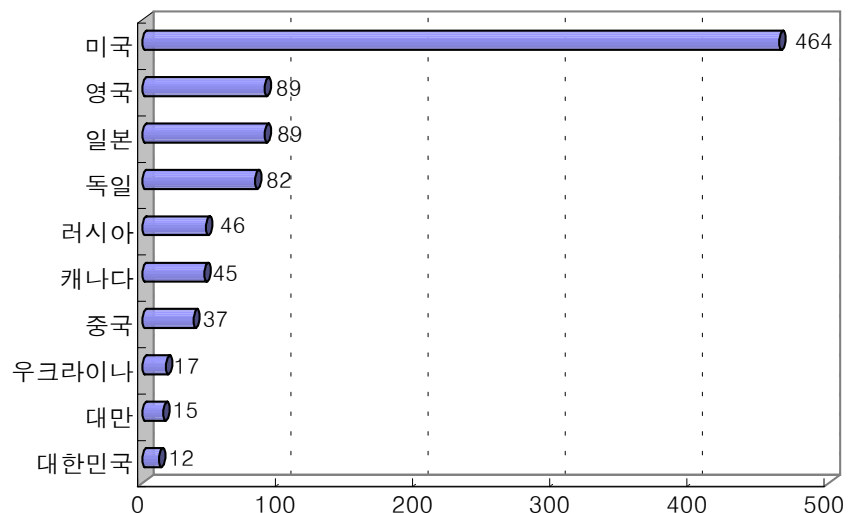
해외 기술문헌 자료에서는 에어필터에 관한 자료가 45%(483건)로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, 국내 문헌자료에서 1위였던 클린 룸 관련 자료는 22%(228건)로 2위를 나타내고 있다. 전기 집진에 관한 자료는 14%(143건)이고, 먼지 포집에 관한 자료는 11%(112건)인데 주로 더스트 콜렉터(Dust

Collector)라는 용어로 사용되고 있으며 국내 문헌자료에서 나타난 백 필터(Bag Filter)라는 용어로도 사용되고 있는 것으로 해석된다. 특히 해외 문헌에서는 사이클론형 더스트 콜렉터에 관한 자료도 2%(18건)나 포함되어 있는 것이 특징이다.

<그림 3-9> 기술분류별 비율

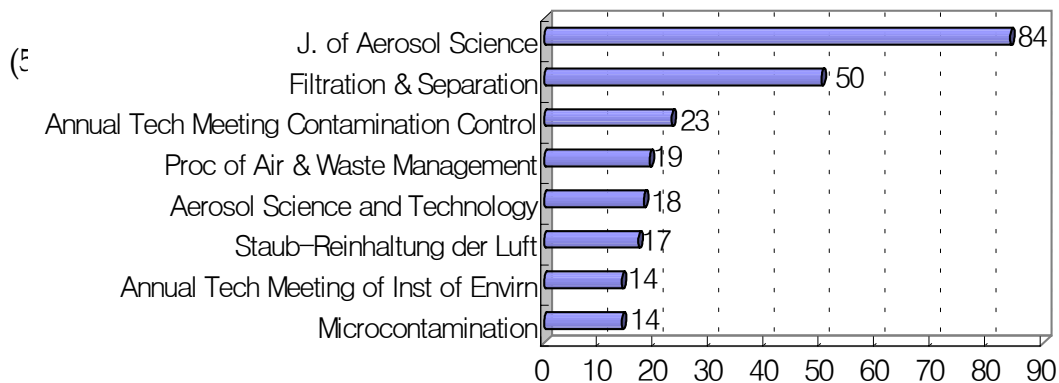


#### (4) 주요 국가별 문헌발표 현황



<그림 3-10>은 공기정화기에 관한 연구문헌을 많이 발표한 주요 국가별 순위를 상위 9위까지 나타낸 그림인데, 참고로 13위에 해당되는 우리나라의 현황도 맨 마지막에 나타내 보았다.

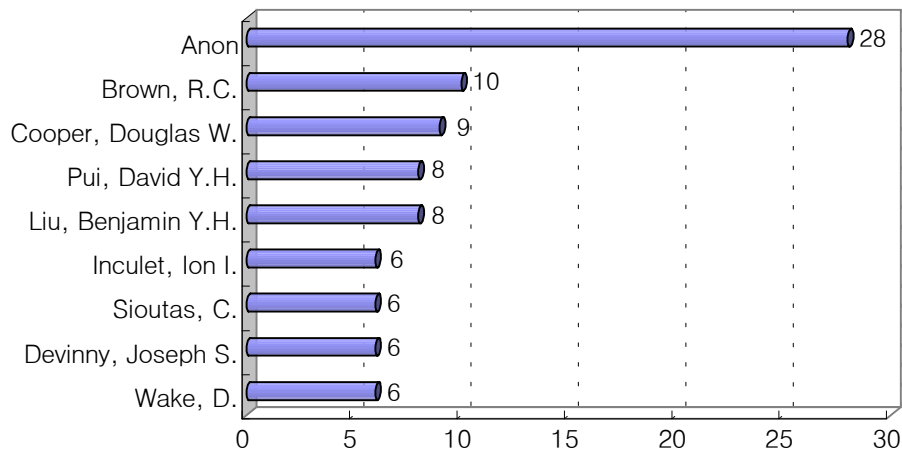
공기정화기에 관한 연구개발에 있어서 독보적 우위를 보이고 있는 미국은 전체 문헌(1047건)의 44%에 해당하는 총 464건의 문헌을 발표하였으며, 이는 2위를 차지하고 있는 영국이나 일본(각 89건)에 비하여 5배 이상이나 되는 것으로 나타났다. 독일과 러시아가 그 뒤를 잇고 있으며, 중국, 우크라이나, 대만도 각각 7위~9위를 차지하면서 13위인 우리나라보다도 더 많은 연구 발표를 하고 있는 것으로 나타났다.



공기정화기에 관한 연구문헌이 주로 발표되는 해외간행물 현황을 상위 8위까지 나타낸 그래프가 <그림 3-11>이다.

가장 많이 발표된 간행물은 'Journal of Aerosol Science'로서 84건이며, 그 다음으로는 50건을 수록하고 있는 'Filtration & Separation'이다. 나머지는 그림에 나타난 순서와 같으며, 나머지 6종의 간행물에 발표된 문헌의 수를 모두 합하여도 앞의 두 간행물에 수록된 량보다 적음을 알 수 있다.

## (6) 주요 저자별 문헌발표 현황



<그림 3-12>는 해외 간행물에 발표된 연구문헌의 주요 저자별 현황을 상위 9위까지 나타낸 그림이다.

이 중에는 미국인이 5명으로 가장 많고, 영국인이 3명 그리고 캐나다인이 1명이다. 영국의 Anon이 다른 연구자들보다 3배 가량이나 많은 28건을 발표하여 단연 1위로 돋보이고 있으며, 10건을 발표한 'Brown RC'도 영국인으로 2위이고, 미국인인 Cooper, Douglas W.는 9건을 발표하여 3위이고, Pui, David Y.H.와 Liu, Benjamin Y.H.는 각각 8건씩을 발표하여 4위를 차지하고 있다. 캐나다의 Inculet, Ion I.와 미국의 Sioutas, C.와 Devinny, Joseph S. 그리고 영국의 Wake, D.는 각각 6건씩을 발표하여 상위 9위안에 포함되었다.

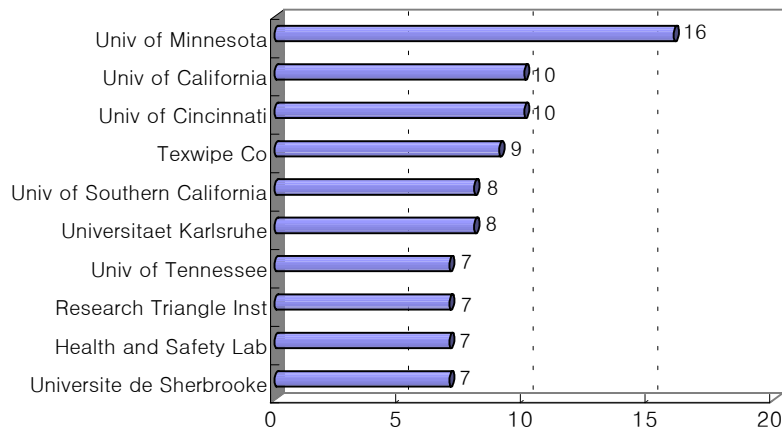
## (7) 주요 연구기관별 문헌발표 현황

<그림 3-13>은 공기정화기에 관한 주요 연구기관별 문헌발표 현황을 상위 10위까지 나타낸 그림이다.

전체 1,047건의 문헌을 발표한 연구기관의 수는 모두 624개인 것으로 밝혀졌으며, 총 문헌(1047건)의 44%에 해당하는 464건을 발표한 미국의 연구기관이 모두 7개로 1위~5위를 차지하고 있으며, 나머지는 독일, 영국, 캐나다의 기관이 각각 1개씩 공동 4위 및 5위를 차지하고 있다.



미국의 Univ of Minnesota에서 16건을 발표하여 1위이며, Univ of California와 Univ of Cincinnati는 각각 10건씩, Texwipe Co에서 9건, Univ of Southern California에서 8건을 발표하였고, 독일의 Universitaet Karlsruhe에서 8건을 발표하여 공동 4위이고, 미국의 Univ of Tennessee와 Research Triangle Inst, 영국의 Health and Safety Lab, 캐나다의 Universite de Sherbrooke에서 각각 7건씩을 발표하여 공동 5위인 것으로 밝혀졌다.



#### (8) 연도별 문헌수/저자수/기관수/간행물수 동향

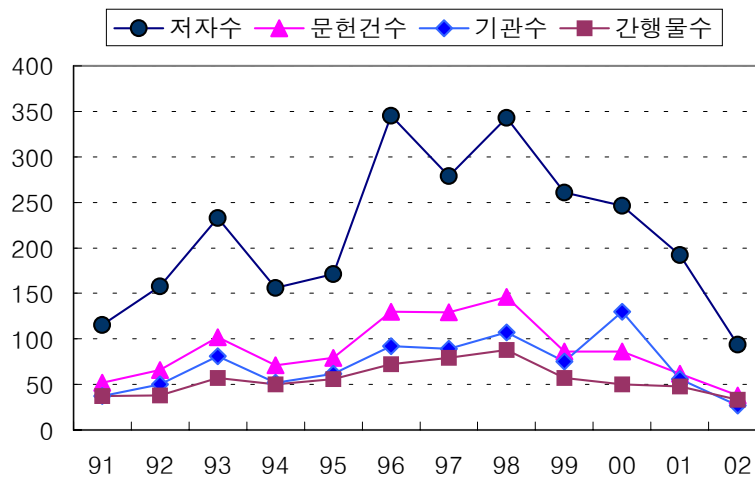
공기정화기에 관한 연구자수(저자수), 발표문헌 건수, 연구기관수, 간행물 종수에 대한 데이터를 동시에 나타내어 연도별 동향을 살펴본 그래프가 <그림 3-14>이다.

연구자수(저자수)의 동향과 발표문헌 건수의 동향이 대체적으로 비례하고 있으며, 1991년부터 1993년까지 모두 증가한 후 그 후에는 감소 추세를 보이다가 1996년에서 1998년까지의 기간에는 공기정화기에 관한 연구가 가장 활발하여 연구자수와 발표문헌 건수에서 절정을 이루고 있다. 또한 이 시기에는 연구기관의 수와 간행물의 종수에 있어서도 증가하고 있음을 알 수 있다.

문헌건수 대비 연구자수(연구자수/문헌건수)는 연평균 2.5이고, 연구기관수 대비 연구자수(연구자수/연구기관수)는 연평균 3.1이며, 연구기관수 대비 문헌건수(문헌건수/연구기관수)는 연평균 1.3이고, 간행물 종수 대비 문헌건수

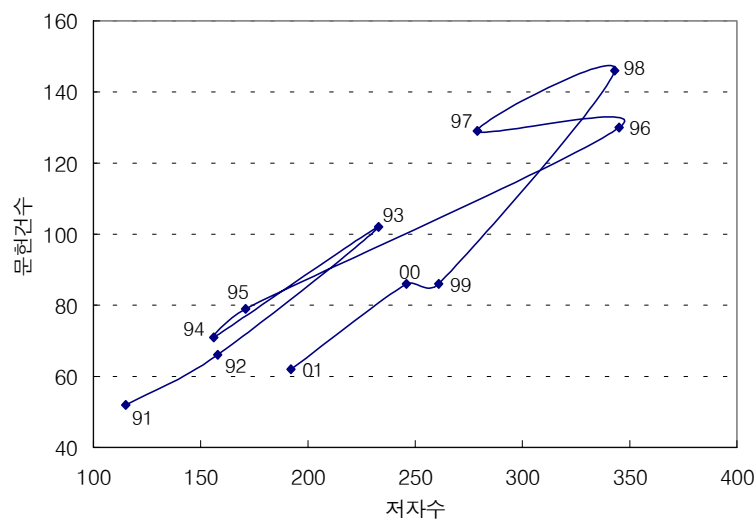
(문헌건수/간행물수)는 연평균 1.5인 것으로 나타났다. 다시 말해서, 발표문헌 1편 당 공동 연구자수는 평균 2.5명이고, 연구기관에 대한 평균 연구원의 수는 3.1명이며, 연구기관마다 평균 1.3편의 연구문헌을 발표하였고, 간행물 1종에는 평균적으로 1.5편의 연구문헌을 게재한 것으로 밝혀졌다.

<그림 3-14> 연도별 문헌수/저자수/기관수/간행물수 동향



### (9) 연도별 저자수 대 문헌건수의 추이 분석

<그림 3-15> 연도별 저자수 대 문헌건수의 추이 분석



<그림 3-15>는 공기정화기에 관한 연구개발의 추이를 알아보기 위해 연구자(저자) 수와 문헌건수의 추이를 나타낸 그림이다.

연구자 수와 발표문헌 건수가 많은 그림의 우측 상단 부분의 영역은 연구개발이 활발한 것으로 해석할 수 있는데, 1991년부터 1993년까지 증가하다가 1994년과 1995년에는 감소하였으며, 1996년부터 1998년 사이에는 공기정화기 관련 연구개발이 가장 활발했던 시기였음을 알 수 있다.

## 2. 특허정보 분석

### 2.1 특허정보 조사

#### (1) 이용 데이터베이스

공기정화기에 관한 특허정보를 분석하기 위하여 정보검색에 이용한 데이터베이스(DB)는 한국과학기술정보연구원([www.kisti.re.kr](http://www.kisti.re.kr))의 웹사이트에서 서비스하고 있는 한국 공개특허(KUPA)와 공고특허(KPTN), 그리고 실용신안 공개와 공고(KUUM, KUMO), 미국 등록특허(USPA), 유럽 공개특허(EUPA) 및 일본의 공개특허(JEPA) 데이터베이스였으며, 부분적으로 정보의 확인이나 수정정보완을 필요로 하는 자료들은 우리 나라의 특허청과 각국 특허청의 DB를 직접 조사하여 확인하였다.

#### (2) 조사의 범위 및 결과

정보조사의 범위는 출원년도를 기준으로 1991년 1월부터 2002년 7월까지로 하여 한국, 미국, 유럽, 일본을 분석대상의 국가로 삼았으며, 한국의 경우에는 특허와 실용신안에 대하여 공개 및 공고 자료를 전부 조사하였으며, 유럽과 일본의 경우에 공개특허를, 미국의 경우에는 등록특허를 조사하였다.

정보 조사와 관련하여 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, 특히 2001년과 2002년의 특허건수는 온전한 통계수치가 아니라는 점이다. 그 이유는, 기술개발의 완성시기를 특허 출원일로 보기 때문에 출원년

도에 대한 기술동향 분석을 하는 것이며, 최근(2001-2002)의 데이터가 온전하지 못한 이유는 출원일자로부터 1년 6개월이 지나야 공개특허가 나오기 때문이다.

국내 특허와 실용신안을 검색할 때 사용한 주요 색인어로는,

- 1) 공기 adj (정화? or 청정?) or 공기정화? or 공기청정?
- 2) 전기 adj 집진기? or 전기집진?
- 3) 클린룸? or 클린 adj 룸
- 4) 백필터?

등이었으며, 위의 색인어 검색결과와 적절히 조합하여 사용했던 주요 국제특허분류(IPC)로는 b01d(분리), f24f(공기조화), b60h-001?(차량 냉,난방), b60h-003?(차량의 공기처리), b03c-003?(정전기에 의한 분리) 및 h01l-021?(반도체 장치)이었다.

또한 미국특허, 유럽특허 및 일본특허는 영어로 작성된 데이터베이스를 검색하였는데, 여기서 사용한 주요 색인어로는

- 1) air adj (filter? or filtration?1 or purifi? or clean?)/ti.
- 2) dust adj2 (abatement?1 or collect? or filter? or filtration or separat?)/ti.
- 3) dust adj2 (abatement?1 or collect? or filter? or filtration or separat?)/ti
- 4) cleanroom?/ti or (clean adj room?/ti)

등이었고, 주요 국제특허분류(IPC)로는 b01d or b01l or b03c or b60h or f24f이었다. 색인어에 의한 검색결과를 특허분류와 적절히 조합하여 재검색을 수행하였으며, 가정용 진공청소기(vacuum adj cleaner?)는 검색결과에서 모두 제외시켰다.

이렇게 조사하여 수집한 국가별 정보검색 결과는 <표 3-7>에 나타내었다.

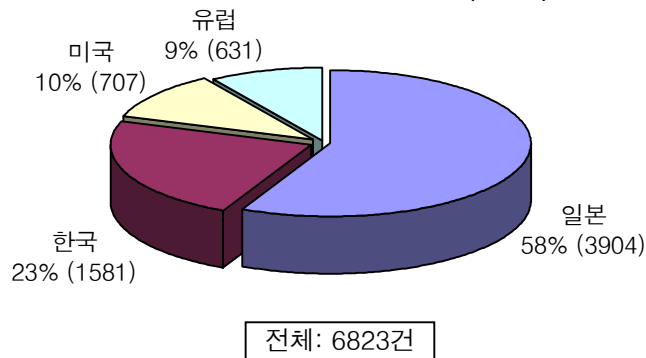
<표 3-7> 국가별 특허정보 조사 결과

| 국가명  | 한국    | 미국  | 유럽  | 일본    | 합계    |
|------|-------|-----|-----|-------|-------|
| 분석대상 | 1,581 | 707 | 631 | 4,300 | 6,823 |

## 2.2 특허정보 분석

### 2.2.1 국가별 특허출원 동향

<그림 3-16> 국가별 특허출원(등록) 비율



공기정화기에 관한 특허정보를 조사한 결과 모두 6,823건이 조사되었는데, 이에 대한 각 국가별 특허출원 (미국의 경우 등록) 비율을 <그림 3-16>에 나타내었다.

일본의 특허출원이 58%(3,904건)로 가장 많은 비율을 점유하고 있으며, 다음으로 한국의 특허(실용신안 포함)출원이 23%(1,581건)를 차지하고 있고, 미국의 특허 등록이 10%(707건)이고 유럽의 특허출원은 9%(631건)인 것으로 나타났다.

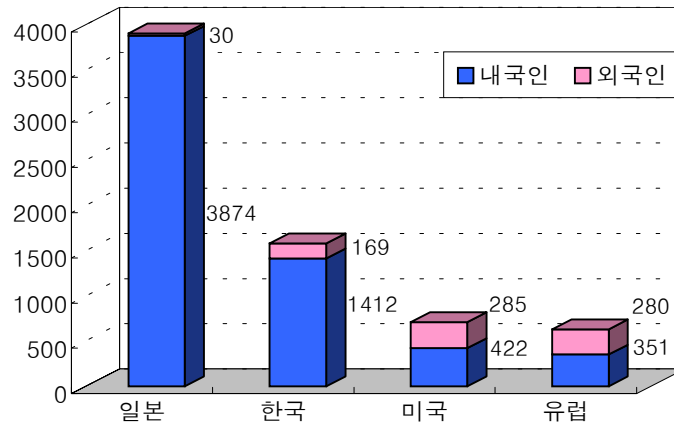
그러나, 미국의 경우 등록된 특허건수를 나타내고 있으므로 일본이나 유럽 그리고 우리 나라처럼 출원 공개된 특허건수와는 단순 비교를 할 수 없는 것이다. 다시 말해서, 출원된 특허의 25%~30% 가량만이 통상 등록되는 것으로 알려져 있기 때문에, 미국의 특허출원은 등록특허의 3~4배 가량인 2,500여건을 출원하였던 것으로 추정할 수 있으며, 이는 일본 다음으로 많은 특허출원을 하였다고 해석함이 옳을 것이다.

<그림 3-17>은 각 국가별 특허출원(등록) 현황에 대하여 내국인과 외국인에 의한 출원비율을 나타낸 그림이다.

전체적으로 볼 때, 외국인에 의한 출원은 전체 특허의 11% 남짓 되는 것으로 나타났으며, 특허출원이 가장 많은 일본에서는 외국인에 의한 출원이

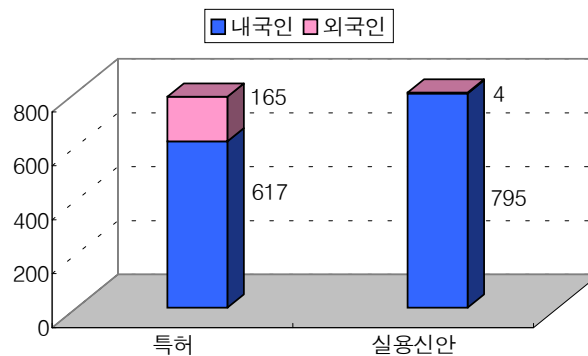
1% 미만인 것으로 나타났고, 한국의 경우 11%(169건) 가량, 미국의 경우 40%(285건) 가량, 그리고 유럽의 경우 44%(280건) 가량이 외국인에 의한 출원인 것으로 밝혀졌다.

<그림 3-17> 국가별 내/외국인 특허출원(등록) 현황



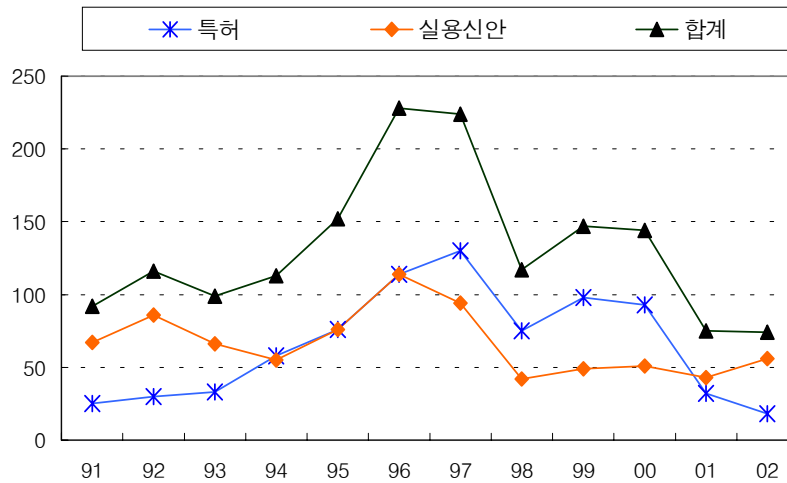
#### (1) 한국

<그림 3-18> 한국의 특허/실용신안에 대한 내/외국인 출원 현황



<그림 3-18>은 우리 나라의 특허와 실용신안에 대하여 내/외국인 출원 현황을 나타낸 그림인데, 특허의 외국인 출원 비중이 실용신안보다 훨씬 높음을 알 수 있다. 우리 나라 특허에서의 외국인 출원은 782건 중에 165건인 반면에 실용신안의 외국인 출원은 불과 4건으로 대단히 저조함을 알 수 있다.

&lt;그림 3-19&gt; 한국의 특허/실용신안 출원 동향



우리 나라에서 공기정화기 관련 특허출원 및 실용신안의 출원 동향을 살펴보기 위해 <그림 3-19>에 나타내었다. 전체적으로 공기정화기에 관한 출원은 1996년과 1997년에 왕성하였는데, 특허출원은 1997년에 절정을 이루고 있고, 실용신안의 출원은 1996년에 절정임을 알 수 있다. 1996년 이후에는 실용신안 출원보다 특허출원이 더 많음을 알 수 있는데, 이는 안정적 권리확보의 차원에서 실용신안 출원보다 특허출원을 더 선호한다고 해석할 수 있다.

2001년과 2002년의 데이터는 산업재산권 제도의 특성상 불완전한 자료인데, 통상적으로 특허는 출원 후 1년 6개월이 경과하여야 일반인에게 공개되는 반면에, 실용신안은 무심사 선등록 제도를 채택하고 있기 때문에 출원 후 행정처리상의 절차를 거치면 즉시 등록되는 특징이 있다.

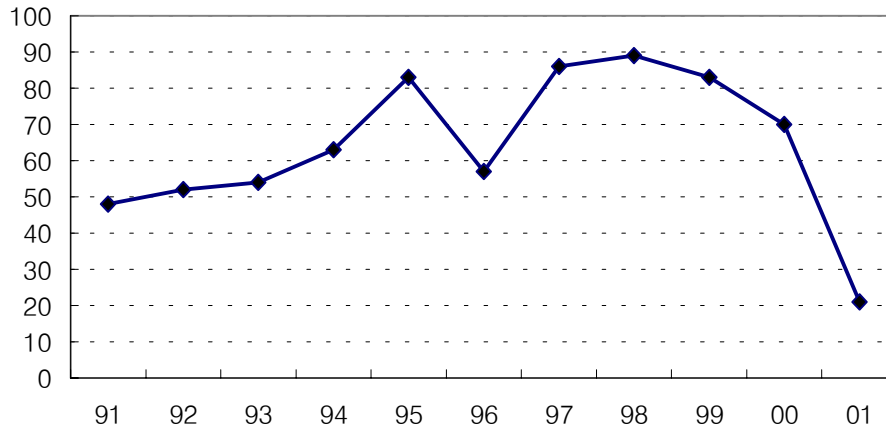
## (2) 미국

<그림 3-20>은 미국 특허의 연도별 등록동향을 나타낸 그림이다. 위의 그림에서 해당 연도에 출원한 특허가 나중에 등록되는 경우의 통계수치인데, 미국의 경우 특허출원 후 등록이 되기까지는 평균적으로 3년 6개월이 소요되는 것으로 알려져 있으며, 이를 감안한다면 2000년과 2001년의 데이터는 아직 심사가 끝나지 않은 특허출원도 상당히 많기 때문에 불완전한 수치라고 해석할 수 있다.



미국에서의 특허 등록동향은, 1990년대 상반기에 연평균 60여건씩 이루어졌는데 하반기에는 연평균 77건씩으로 상당히 증가하였다.

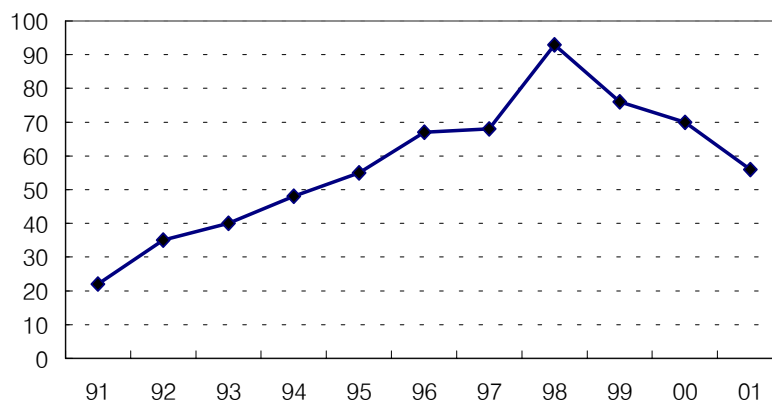
<그림 3-20> 미국의 특허등록 동향



### (3) 유럽

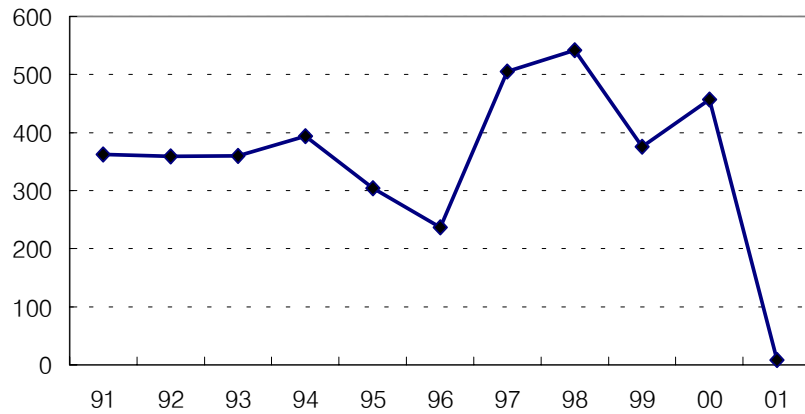
<그림 3-21>은 유럽의 특허출원 동향을 나타낸 그림인데, 1991년부터 1998년까지 특허출원이 지속적으로 증가하여 93건을 나타내는 1998년에는 절정을 이루고 있다. 1999년과 2000년에는 다소 침체되는 현상을 보이고 있다.

<그림 3-21> 유럽의 특허출원 동향



#### (4) 일본

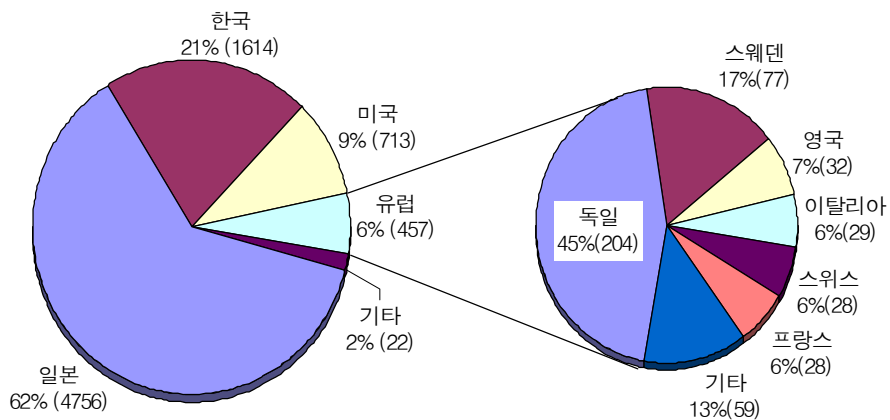
<그림 3-22> 일본의 특허출원 동향



<그림 3-22>는 일본의 특허출원 동향을 나타낸 그림인데, 1990년대 전반기에는 연평균 356건의 출원이 있었다가 후반기에는 연평균 423건으로 상당히 증가하여 공기정화기 관련 특허출원이 활발함을 엿볼 수 있다.

#### 2.2.2 출원인별 특허출원 동향

<그림 3-23> 전체 특허의 출원인 국적별 특허출원(등록) 비율



전체 특허 6,823건에 대하여 공동출원의 특허를 복수로 처리한 결과, 전체

7,204개의 출원인이 있는 것으로 나타났으며, 이를 출원인 국적별로 분석한 그래프가 <그림 3-23>이다.

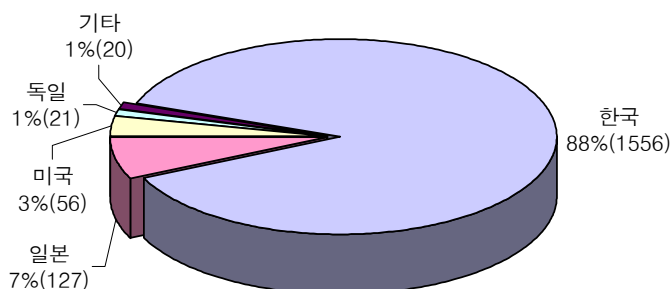
공기정화기에 관한 연구개발과 특허출원은 일본이 단연 우위에 있음을 알 수 있는데, 일본 국적의 출원인에 의한 특허출원이 62%(4,756건)로 전체 특허출원의 절반을 훨씬 웃돌고 있다. 우리 나라가 21%(1,614건)로 그 다음을 나타내고 있으나, 앞에서 설명한 바와 같이 미국인에 의한 특허는 등록된 특허가 대부분이므로 특허출원 현황으로 비교한다면 우리 나라보다 훨씬 많은 출원이 있었다고 추정할 수 있겠다.

유럽 특허의 출원인 국적별 비율은 유럽연합(EC)의 소속국가들을 내국인으로 간주하여 처리한 결과로써, 전체 특허의 6%(457건)를 차지하고 있으며, 유럽연합 국가 내에서는 독일이 45%(204건)로 가장 많이 출원하였으며, 스웨덴이 17%(77건), 영국이 7%(32건), 그리고 이탈리아, 스위스, 프랑스는 각각 6%의 출원을 나타내고 있다.

일본, 한국, 미국, 유럽을 제외한 기타 국가의 국적을 가진 출원인으로는 캐나다 출원인이 44건, 대만의 출원인이 38건, 호주의 출원인이 17건인 것으로 나타났다.

#### (1) 한국

<그림 3-24> 한국 특허(실용신안)의 출원인 국적별 비율



<그림 3-24>는 우리 나라 특허(실용신안 포함)출원의 출원인에 대한 국적별 비율을 나타낸 그림인데, 전체 1,780건의 출원인(특허는 1,581건) 중에 우

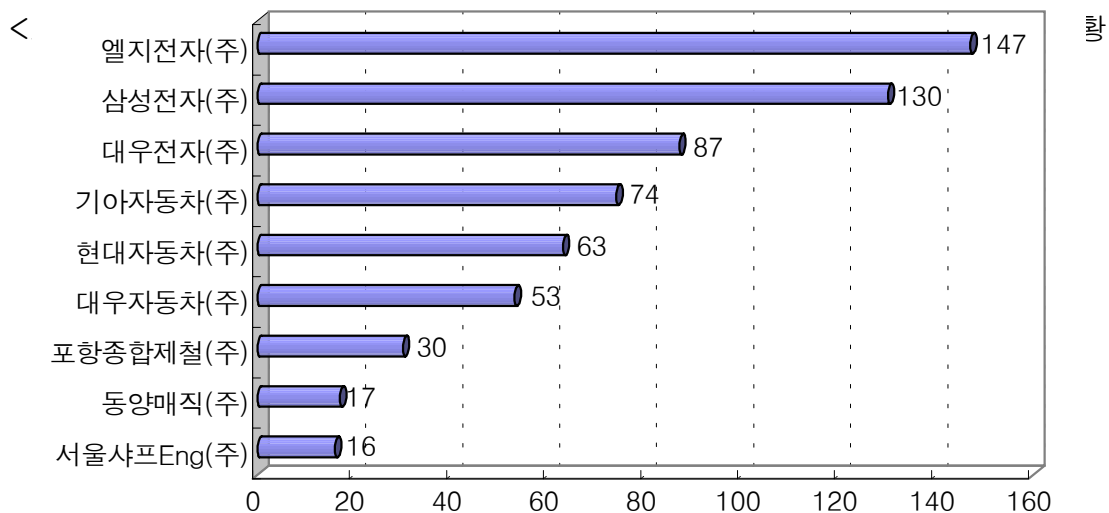
리 나라 국적의 출원인이 88%(1,556건)로 대다수를 점유하고 있음을 알 수 있다.

외국 국적의 출원인으로는 일본이 7%(127건), 미국이 3%(56), 독일이 1%(21건)이며 나머지는 극소수인 것으로 나타났다.

<그림 3-25>는 한국 특허(실용신안) 출원인 중에서 내국인 출원의 최다 출원인에 대한 현황을 상위 9위까지 나타낸 그림이다.

엘지전자(주)에서 147건을 출원하여 1위를, 삼성전자(주)에서 130건을 출원하여 2위를 나타내고 있으며, 대우전자(주)에서 87건, 기아자동차(주)에서 74건, 현대자동차(주)에서 63건, 대우자동차(주)에서 53건을 출원한 것으로 나타났다.

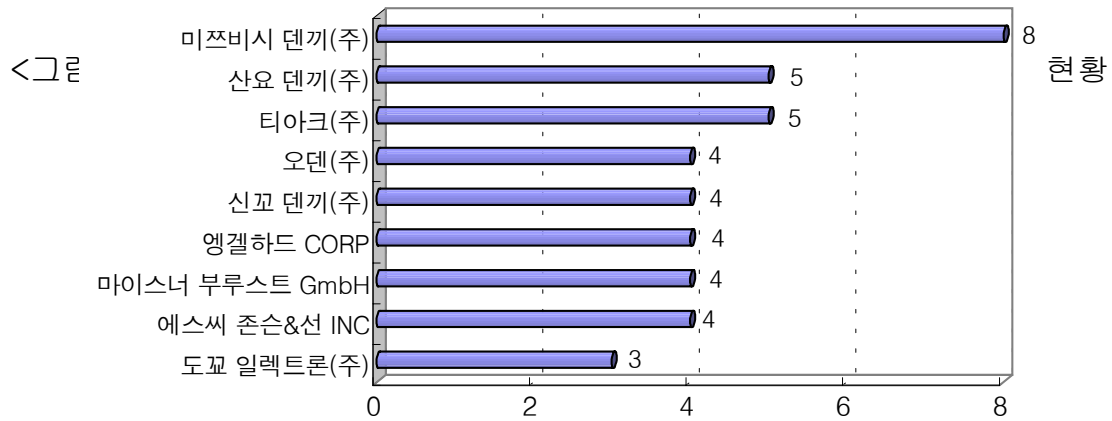
또한 포항종합제철(포스코), 동양매직(주) 및 서울샤프엔지니어링(주)도 상위 10위안에 포함되어 있음을 알 수 있다.



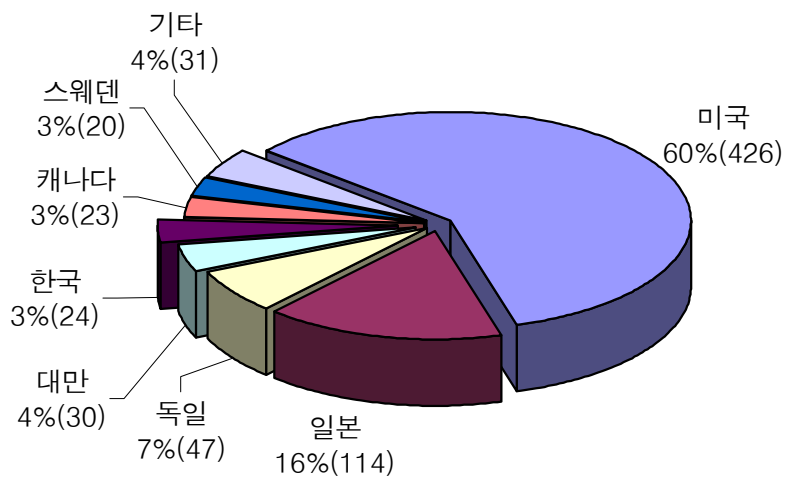
<그림 3-26>은 한국 특허(실용신안) 출원인 중에서 외국인 출원의 최다 출원인에 대한 현황을 상위 4위까지 나타낸 그림이다.

일본 국적의 출원인이 6개로 가장 많으며, 미국의 출원인이 2개 그리고 독일의 출원인이 1개 회사인 것으로 밝혀졌다. 8건을 출원한 미쯔비시 덴끼(주)를 비롯하여 산요덴끼(주), 티아크(주), 오텐(주), 신꼬덴끼(주)의 일본 국적 출원인이 1위~3위를 모두 차지하고 있으며, 공동 3위로 미국의 앵겔하드

Corp와 에스씨 존슨&선 Inc, 그리고 독일의 마이스너 부루스트 GmbH에서 각각 4건씩 출원한 것으로 나타났다.



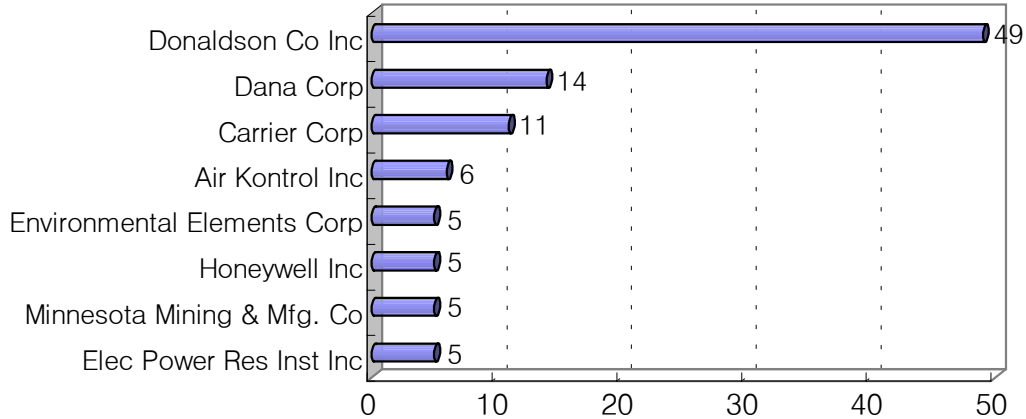
## (2) 미국



<그림 3-27>은 미국의 특허등록 707건에 대하여 공동으로 등록한 특허를 복수로 처리한 결과, 전체 등록인 745건에 대하여 국적별 비율을 나타낸 그림이다(특허등록 건수는 707건).

미국 국적의 출원인이 60%(426건)로 가장 많은 비율을 점유하고 있으며,

일본의 출원인이 16%(114건), 독일의 출원인이 7%(47건), 대만의 출원인이 4%(30건), 한국의 출원인이 3%(24건), 캐나다의 출원인이 3%(23건), 스웨덴의 출원인이 2%(20건)인 것으로 나타났다.



<그림 3-28>은 미국의 등록특허 중에서 미국인에 의한 등록인 현황을 상위 5위까지 나타낸 그림이다.

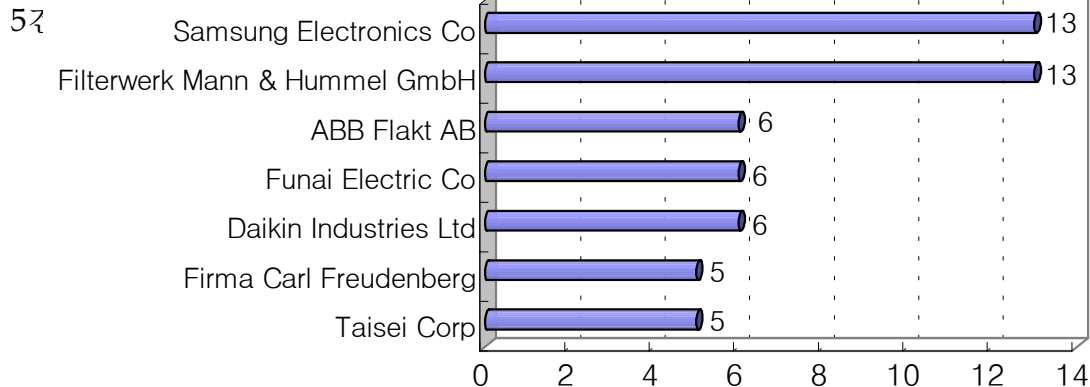
공기정화기에 관한 연구개발과 특허출원은 49건을 등록하고 있는 Donaldson Co Inc가 단연 선두주자로 돋보이고 있으며, Dana Corp에서 14건을 등록하여 1위인 Donaldson Co의 1/4 정도에 불과하고, Carrier Corp에서 11건을 등록하여 3위, Air Kontrol Inc에서 6건을 등록하여 4위에 위치하고 있다.

이 밖에 Environmental Elements Corp, Honeywell Inc, Minnesota Mining & Mfg. Co 및 Electric Power Research Institute Inc에서는 각각 5건을 등록하여 공동 5위를 나타내고 있다.

<그림 3-29>는 미국의 등록특허 중에서 주요 외국인에 의한 등록인 현황을 상위 3위까지 나타낸 그림인데, 출원인은 모두 7개 회사인 것으로 나타났다.

우리 나라의 삼성전자(주)와 독일의 Filterwerk Mann & Hummel GmbH에서 각각 13건을 등록하여 공동 1위이며, 스웨덴의 ABB Flakt AB, 일본의 Funai Electric Co와 Daikin Industries Ltd에서 각각 6건씩을 등록하여 공동

2위이고, 독일의 Firma Carl Freudenberg와 일본의 Taisei Corp에서는 각각



### (3) 유럽

<그림 3-30>은 유럽특허청(EPO)에 출원한 특허 631건에 대한 출원인의 국적별 비율을 나타낸 그림인데, 공동 출원인은 모두 복수 처리를 하여 총 726개의 출원인을 분석한 결과이다.

미국의 출원인이 31%(224건)로 가장 많은 출원비율을 보이고 있으며, 다음은 일본의 출원인으로 19%(135건)이고, 독일은 18%(128건), 스웨덴은 7%(53건), 이탈리아와 우리 나라의 출원인은 각각 3%(22건, 20건)를 출원한 것으로 나타났다.

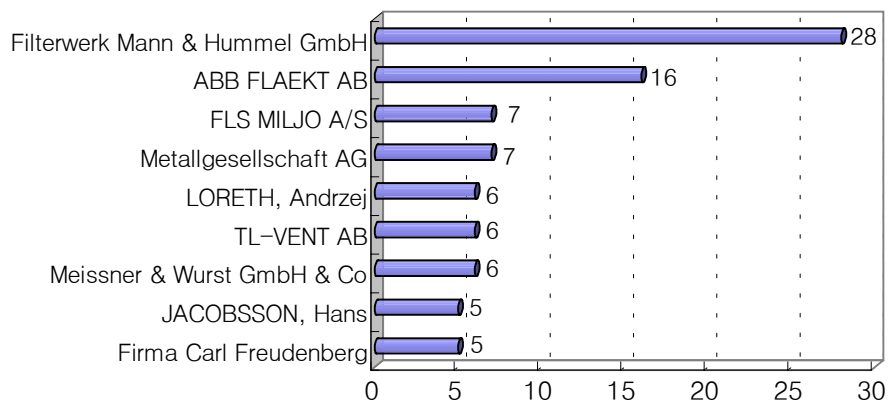
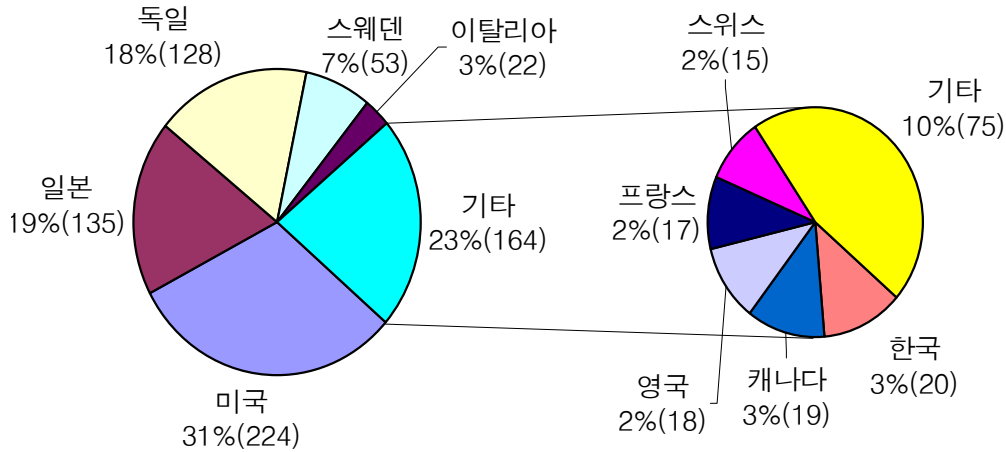
<그림 3-31>은 유럽특허청에 출원한 특허 중에서 주요 내국인에 의한 출원인 현황을 상위 5위까지 나타낸 그림이다.

여기서 내국인이라 함은 유럽연합(EC)에 소속된 국가의 출원인을 말하며, 위의 그림에서 상위 5위까지의 출원인은 모두 9개인 것으로 나타났다.

독일과 스웨덴의 출원인이 각각 4개씩이고 덴마크의 출원인도 하나 포함되어 있는데 3위를 차지하고 있다. 독일의 출원인인 Filterwerk Mann & Hummel GmbH에서 28건을 출원하여 1위이고, 스웨덴의 ABB FLAECT AB에서 16건을 출원하여 2위이며, 덴마크의 FLS MILJO A/S와 독일의 Metallgesellschaft AG에서는 각각 7건씩을 출원하여 공동 3위이며, 스웨덴의



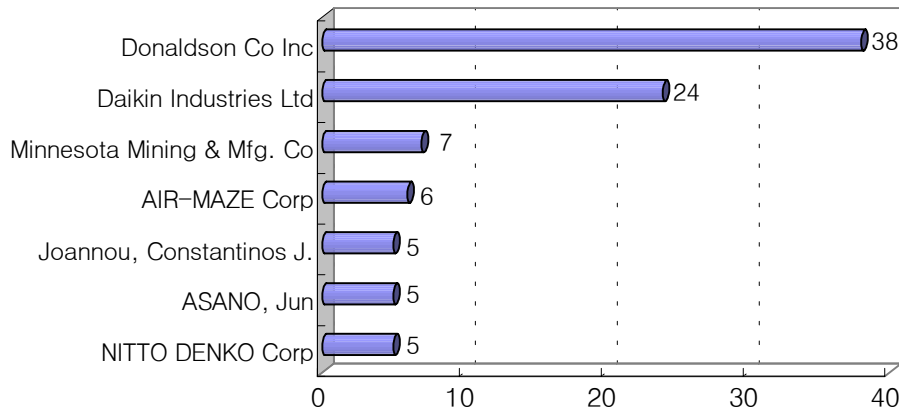
Loreth, Andrzej와 TL-Vent AB 및 독일의 Meissner & Wurst GmbH & Co에서는 각각 6건씩을 출원하여 공동 4위를 차지하고 있다.



<그림 3-32>는 유럽특허청에 출원한 특허 중에서 주요 외국인에 의한 출원인 현황을 상위 5위까지 나타낸 그림이다. 출원인은 모두 7개였는데, 이 중에 일본과 미국의 출원인이 각각 3개씩이며, 캐나다 출원인도 하나 포함되어 있는 것으로 밝혀졌다.

미국의 Donaldson Co Inc에서 38건을 출원하고 일본의 Daikin Industries Ltd에서 24건을 출원하여 1위~2위를 나타내고 있는데, 이는 다른 출원인보다 월등하게 많은 출원량임을 그림에서도 알 수 있다. 또한 미국의

Minnesota Mining & Mfg. Co와 AIR-MAZE Corp는 각각 7건과 6건을 출원하여 3위~4위를 나타내고 있으며, 캐나다의 Joannou, Constantinos J. 및 일본의 ASANO, Jun과 NITTO DENKO Corp에서는 각각 5건씩을 출원하여 5위를 나타내고 있다.



#### (4) 일본

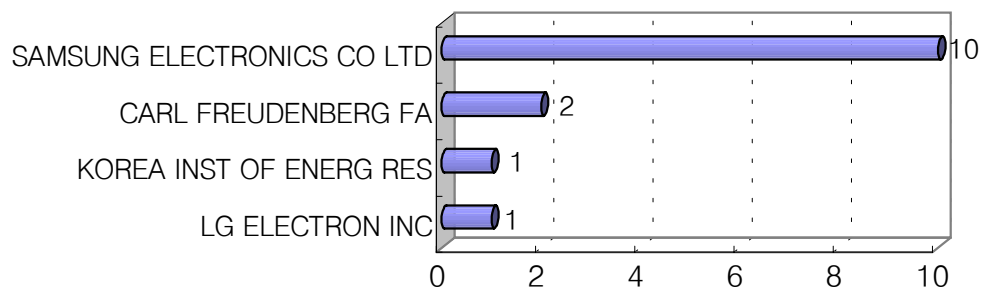
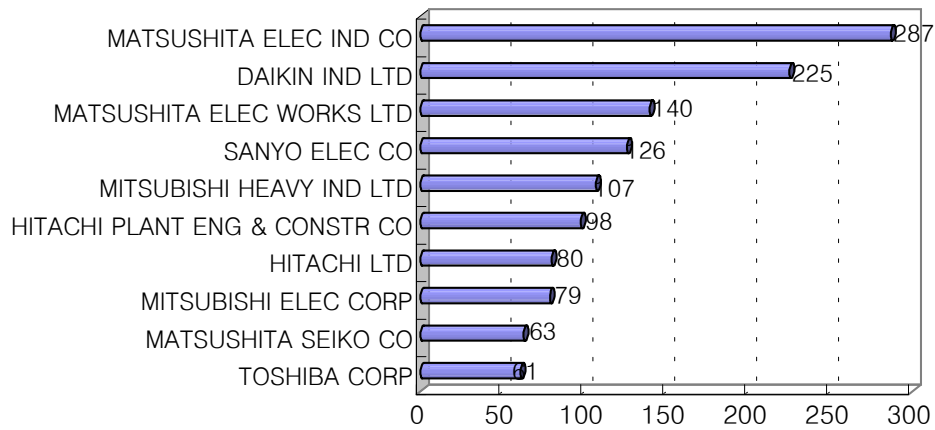
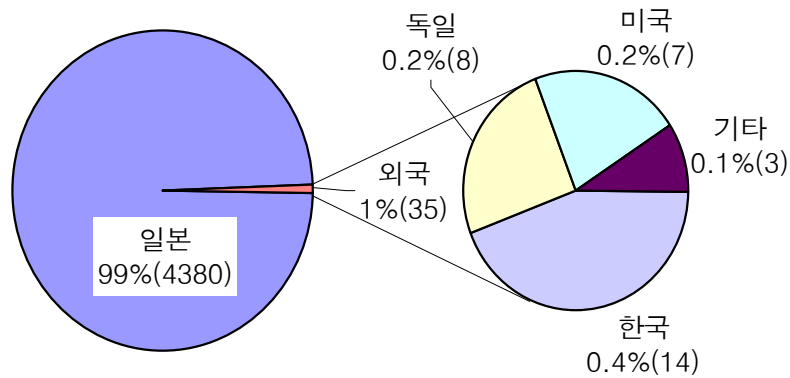
<그림 3-33>은 일본 특허의 출원인 국적별 비율을 나타낸 그림인데, 공동출원인을 포함하여 모두 4,415건의 출원인을 분석한 그림이다(특허건수는 3,904건).

일본의 출원인이 99.2%(4,380건)으로 대부분을 차지하고 있으며, 외국의 출원인은 0.8%(35건)로 한국이 14건, 독일이 8건, 미국이 7건으로 극소수의 비율을 점유하고 있다.

<그림 3-34>는 일본 특허의 출원인 중에서 내국인에 의한 주요 출원인 현황을 상위 10위까지 나타낸 그림인데, 이들 출원인이 전체 특허의 1/3 가량을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

Matsushita Electric Ind Co에서 287건을 출원하여 1위이며, 그 다음으로는 DAIKIN IND LTD에서 225건, MATSUSHITA ELEC WORKS LTD에서 140건, SANYO ELEC CO에서 126건, MITSUBISHI HEAVY IND LTD에서 107건, HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO에서 98건, HITACHI LTD에서

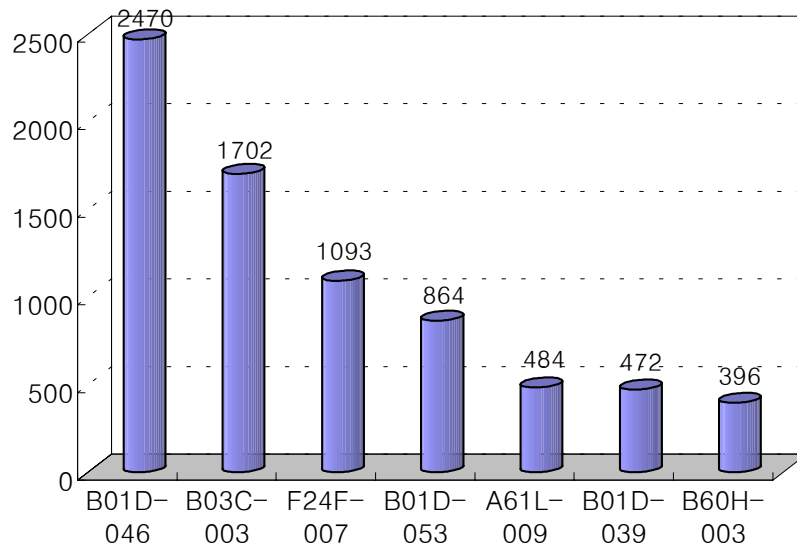
80건, MITSUBISHI ELEC CORP에서 79건, MATSUSHITA SEIKO CO에서 63건, 그리고 TOSHIBA CORP에서 61건 출원한 것으로 나타났다.



<그림 3-35>는 일본의 특허 중에서 외국인에 의한 주요 출원인의 현황을 나타낸 그림인데, 외국인에 의한 전체 출원량이 극히 미미한 가운데 우리나라의 삼성전자(주)가 10건을 출원하여 1위이고, 독일의 CARL FREUDENBERG FA에서 2건을 출원하여 2위를 보이고 있다. 우리나라의 Korea Institute of Energy Research와 LG Electron Inc에서도 1건씩 출원하고 있는 것으로 나타났다.

### 2.2.3 국제특허분류(IPC)별 특허출원 동향

<그림 3-36> 전체 특허의 주요 IPC별 특허출원(등록) 비율



<그림 3-36>은 공기정화기에 관련된 특허들이 분류되어 있는 주요 국제특허분류(IPC)의 현황을 나타낸 그림이다.

공기정화기에 관한 전체 특허 6,823건에 대하여 복수분류가 부여된 특허는 중복 처리를 한 후, 가장 많이 분류되어 있는 7개의 국제특허분류(IPC)를 메인그룹(8자리)까지 분석하여 나타낸 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이, B01D-046에 2,470건으로 가장 많이 분류되어 있으며, 그 다음으로 B03C-003에 1,702건, F24F-007에 1,093건, B01D-053에 864건, A61L-009에 484건, B01D-039에 472건, 그리고 B60H-003에 396건이 분류되어 있는 것으로 나타

났다.

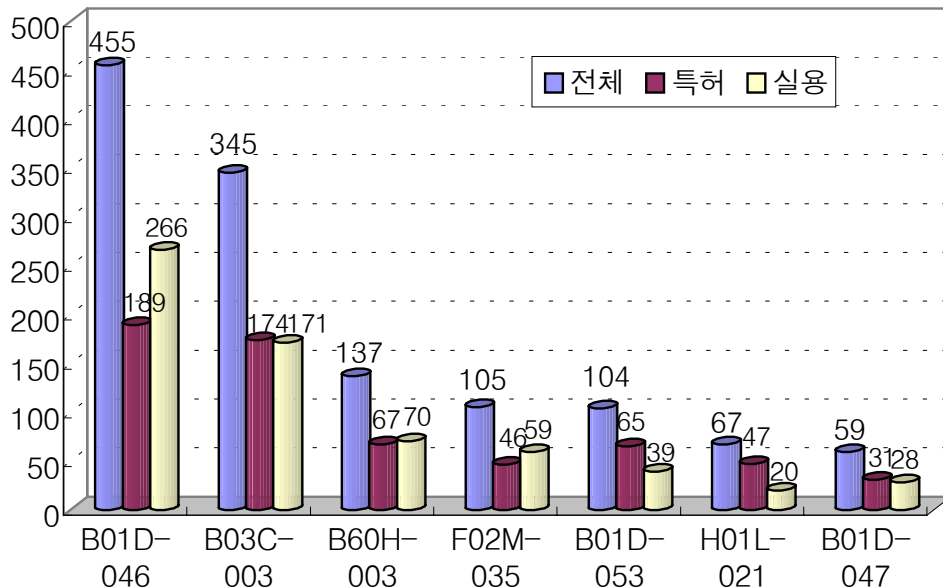
가장 많이 분류되어 있는 B01D-046은 ‘가스나 증기로부터 분산입자를 분리하기 위하여 특별히 개량된 여과기 또는 여과공정’에 관한 기술을 분류하고 있으며, 위에 나타난 나머지 특허분류들은 국제특허분류(IPC)표의 정의에 따라 다음의 <표 3-8>에 나타내었다.

<표 3-8> 공기정화기에 관련되는 주요 국제특허분류(IPC)의 기술내용

|              |                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A61L-</b> | 재료 또는 물건을 살균하기 위한 방법 또는 장치일반/ 공기의 소독/ 살균 또는 탈취/ 포대, 피복용품, 흡수성패드 또는 수술 용 물품을 위한 재료               |
| 9/00         | 공기의 소독, 살균 또는 탈취                                                                                |
| <b>B01D-</b> | 분리                                                                                              |
| 29/00        | 여과조작을 하는 동안 정지해 있는 여과체를 갖고 그 밖의 가압 또는 흡인여과체                                                     |
| 35/00        | 기타의 여과장치 ; 여과조작을 위한 부속장치 ; 필터 하우스 구조                                                            |
| 39/00        | 액체 또는 가스유체용 여과재                                                                                 |
| 46/00        | 가스 또는 증기로부터 분산입자를 분리하기 위하여 특별히 개량된 여과기 또는 여과공정                                                  |
| 47/00        | 분리제로서 액체를 사용하고 기체, 공기 또는 증기로부터의 분산입자분리                                                          |
| 50/00        | 가스 또는 증기로부터 입자를 분리하는 장치의 조합                                                                     |
| 53/00        | 가스 또는 증기의 분리 ; 기체로부터 휘발성 용제증기의 회수 ; 배연 또는 배가스의 화학적 또는 생물학적 정화                                   |
| <b>B03C-</b> | 자기 또는 정전기에 의한 유체 또는 고체물질로부터 고체물질의 분리/ 고전압전계에 의한 분리                                              |
| 3/00         | 기체 또는 증기, 예. 공기로부터 분산입자의 정전력에 의한 분리                                                             |
| <b>B60H-</b> | 특히 차량의 객실 또는 화물실의 난방, 냉방, 환기 또는 다른 공기 처리수단에 관한 장치 또는 개조장치                                       |
| 3/00         | 기타의 공기처리                                                                                        |
| <b>F02M-</b> | 일반 연소기관에의 가연혼합물 또는 그의 성분의 공급                                                                    |
| 35/00        | 내연기관에 특히 적용되거나 또는 배비되는 연소공기청정기 공기취입구, 흡입측 소음기 또는 흡입계통                                           |
| <b>F24F-</b> | 공기조화/ 공기가습/ 환기/ 차폐를 위한 기류(air current)의 이용                                                      |
| 3/00         | 조정된 1차공기를 1개 또는 그 이상의 중앙장치로부터 2차처리를 위하여 방 또는 공간에 설치된 분배유닛에 공급하는 공기조화방식 ; 이같은 방식을 위하여 특별히 설계된 장치 |
| 7/00         | 환기                                                                                              |
| <b>H01L-</b> | 반도체장치/ 타류에 속하지 않는 전기적 고체장치                                                                      |
| 21/00        | 반도체장치 또는 고체장치 또는 그것들의 부품의 제조 또는 처리에 적합한 방법 또는 장비                                                |

## (1) 한국

&lt;그림 3-37&gt; 한국 특허(실용신안)의 주요 IPC별 출원 현황



<그림 3-37>은 한국 특허(실용신안)의 주요 IPC별 출원 현황을 특허와 실용신안 및 전체에 대하여 상위 7위까지 나타낸 그림인데, 전체 현황의 분류와 동일한 분류는 4개이고 다른 분류가 3개이다.

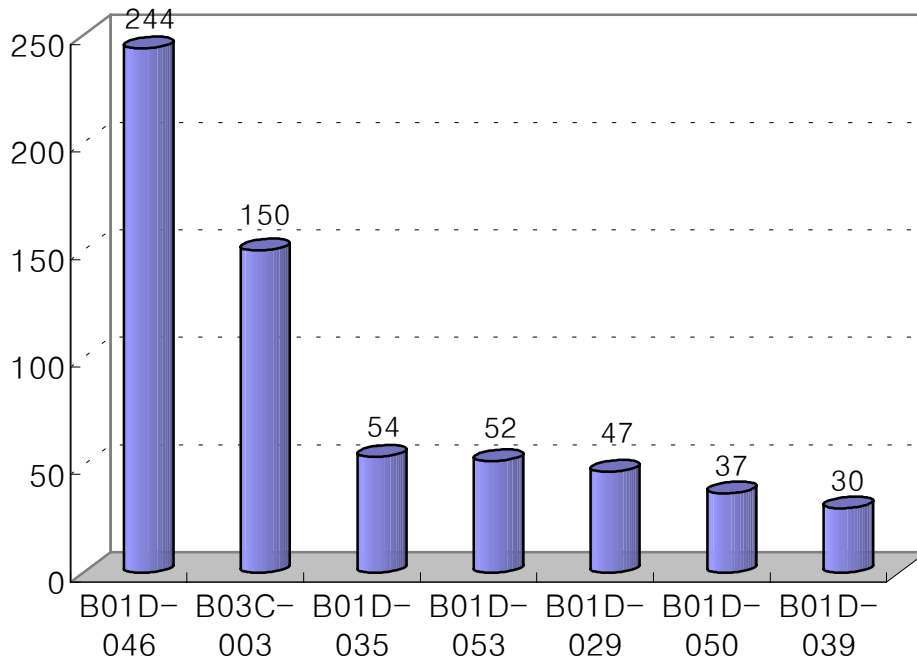
전체 현황에서 많이 나타난 상위 2개의 분류는 우리 나라에서도 동일하게 나타나고 있는데, B01D-046에 455건이 분류되어 있으며, 다음으로 B03C-003에 345건이 분류되어 있는 것으로 나타났다. 우리 나라에서는 이 두 가지 특허분류에 상당히 많은 양의 특허를 분류하고 있는 것으로 보아 공기정화기와 관련되는 중요한 특허분류라고 짐작할 수 있다. 참고로 B01D-046은 '가스나 증기로부터 분산입자를 분리하기 위하여 특별히 개량된 여과기 또는 여과공정'에 관한 기술이 분류되어 있으며, B03C-003은 '공기로부터 분산입자의 정전력에 의한 분리'에 관한 기술이 분류되어 있다.

우리 나라에서 부여한 특허분류 중에 전체 현황의 분류에 나타나지 않은 3가지 다른 분류로는, F02M-035에 105건, H01L-021에 67건, 그리고 B01D-047에 59건 분류되어 있는 것으로 밝혀졌다.

나머지 특허분류에 대해서는 <표 3-8>을 참조하면 된다.

## (2) 미국

<그림 3-38> 미국특허의 주요 IPC별 등록 현황



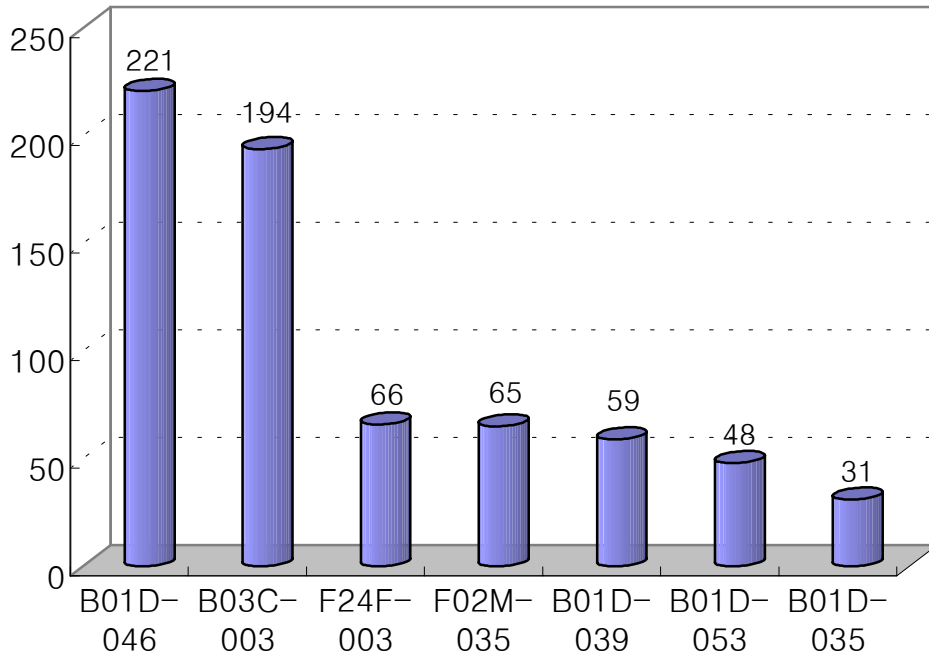
<그림 3-38>은 미국 특허에서 부여하고 있는 주요 IPC별 현황을 7위까지 나타낸 그림인데, 전체 특허의 현황과 동일한 분류가 4개이고 다른 분류가 3개인 것으로 나타났다.

전체 현황에 나타난 분류와 동일한 미국의 특허분류는, 상당히 많은 특허가 분류되어 있어서 미국특허에서 중요한 분류라고 판단되는 B01D-046과 B03C-003을 비롯하여 B01D-053과 B01D-039의 분류가 있는데, B01D-046에는 244건의 특허가 분류되어 있고 B03C-003에는 150건의 특허가 분류되어 있다. 전체 특허의 현황과 다른 3개의 분류는 모두 B01D의 메인 그룹(029, 035 & 050)에서 나타나고 있는 점이 타 국가와 상이한 점이다.



## (3) 유럽

&lt;그림 3-39&gt; 유럽특허의 주요 IPC별 출원 현황



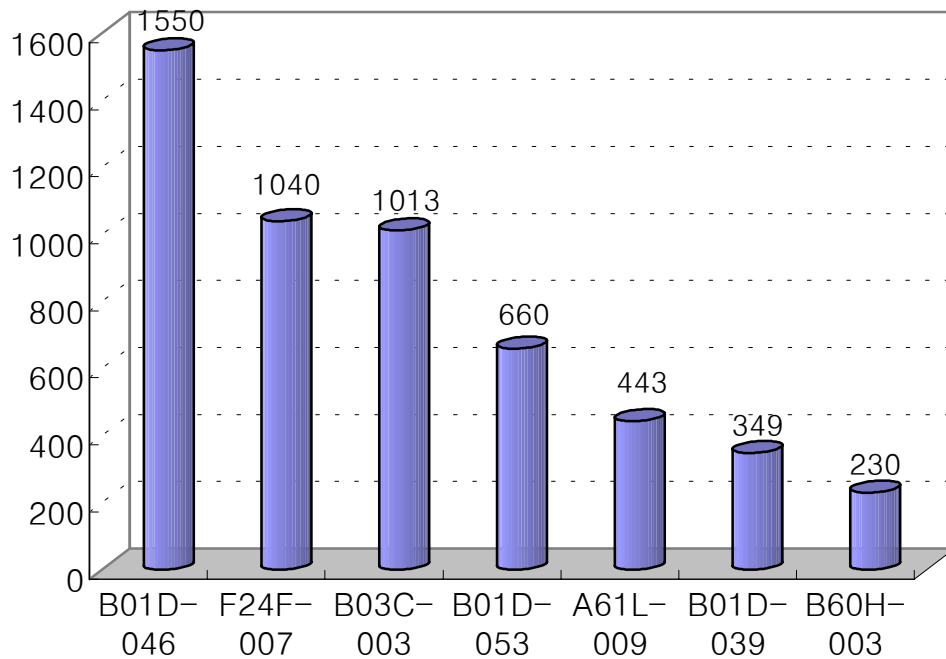
<그림 3-39>는 유럽 특허에서 부여하고 있는 주요 IPC별 현황을 7위까지 나타낸 그림인데, 전체 특허의 현황과 동일한 분류가 4개이고 다른 분류가 3개인 것으로 나타났다.

전체 현황에 나타난 분류와 동일한 유럽의 특허분류는 미국의 특허분류와 동일하며, 상당히 많은 특허가 분류되어 있는 B01D-046과 B03C-003을 비롯하여 B01D-053과 B01D-039의 분류가 있다. B01D-046에는 221건, B03C-003에는 194건의 특허가 분류되어 있으며, 유럽특허의 대부분이 이 두 가지 분류에 분포되어 있어서 상당히 중요한 특허분류라고 생각된다.

전체 특허의 현황과 다른 3개의 분류로는 B01D-035와 F02M-035 그리고 F24F-003인 것으로 나타났는데, F24F-003은 공기조화장치와 관련된 공기청정장치 기술로서 유럽특허에서만 상위 7위안에 나타나고 있는 분류이다.

## (4) 일본

&lt;그림 3-40&gt; 일본특허의 주요 IPC별 출원 현황



<그림 3-40>은 일본 특허에서 부여하고 있는 주요 IPC별 현황을 7위까지 나타낸 그림인데, 일본특허가 전체 특허의 57%를 차지함에 따라 전체 특허의 현황에서 나타난 특허분류와 모두 동일한 것으로 나타났다.

공기정화기와 관련된 주요 특허분류인 B01D-046에 가장 많은 1,550건의 특허가 분류되어 있으며, F24F-007에 1,040건, B03C-003에 1,013건, B01D-053에 660건의 특허가 분류되어 있으며, 일본 특허에서는 이들 4개의 특허분류가 공기정화기와 관련된 중요한 특허분류로 생각된다.

### 3. 기술개발 전망

최근 들어 급속한 산업발달로 인하여, 인간의 생활환경, 동식물의 생태계 유지와 관련된 지구환경, 그리고 고효율 및 다기능성 제품개발과 공정개선

관련된 산업환경 등 환경에 대한 문제를 해결하기 위해 끊임없는 연구개발이 이루어지고 있다.

본 분석과제에서 다루고 있는 공기정화기는 인간의 생활환경과 산업환경에 있어서 집진, 향균, 탈취 등의 문제를 해결하기 위한 장치로써, 가정용으로 공기정화 기능을 갖춘 공기조화기가 이미 보편화되어 있으며, 산업현장의 청정생산기술에 관한 클린 룸도 기술의 고도화와 정밀화, 그리고 지구환경의 보존에까지 관련하여 필수 시설로 자리매김되고 있다. 일찍이 거론되었던 환경기준과 무역을 연계시킨 그린라운드(GR) 협상이 그러하고, 최근의 지구환경협약(교토의정서) 문제가 그러하다.

앞에서 살펴본 국내 문헌정보 및 특허정보 분석에 의하면, 우리 나라에서 공기정화기에 관한 연구개발은 1992년부터 1995년에 걸쳐 1차 연구활성화의 사이클이 형성되었다가 1998년부터 2000년에 걸쳐서 2차의 연구활성화가 일어나고 있음을 알 수 있었다. 연구문헌으로 살펴본 기술동향에 있어서도, 1990년대 후반으로 가면서 연구문헌의 발표량은 1.4배 가량, 특허(실용신안)는 1.5배 가량 증가하였고, 연구자 수에 있어서는 1.7배 가량 증가한 것으로 나타났다. 기술분류별 연구문헌의 발표 비율에 있어서는 클린 룸에 관한 연구문헌의 비율이 38%이고, 전기 집진에 관한 문헌의 비율이 32%였는데, 이 두 가지 기술이 70%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 특허(실용신안)에 있어서도, “기체 중의 분산입자를 분리하기 위해 특별히 개량된 여과기”에 관한 기술이 분류되어 있는 B01D-046과 “기체로부터 분산 입자의 정전력에 의한 분리”에 관한 기술이 분류되어 있는 B03C-003이 전체 특허의 절반 가량을 차지할 만큼 공기정화기에 관한 주요 국제특허분류(IPC)인 것으로 나타났는데, 이 두가지 분류에 포함된 특허의 기술 내용은 클린 룸과 전기집진에 관련된 내용이 대부분인 것으로 밝혀졌다. 이를 종합해 볼 때, 문헌분석과 특허분석에서 나타난 동향분석은 주로 청정생산기술과 관련되는 중요한 기술인 것으로 해석할 수 있는 것이다.

이처럼 우리 나라에서의 공기정화기 관련 연구개발은, 국내·외 환경규제의 강화가 예상됨에 따라 전자부품과 반도체 산업 등 산업현장의 생산기술에 관련되는 클린 룸 등의 기술개발에 더욱 활성화가 일어날 것으로 전망된다. 이것은 나노기술(NT), 환경기술(ET), 바이오기술(BT) 등 우리 정부에서

향후 집중 투자하고자 하는 첨단기술 육성정책과도 맥을 같이 하고 있기 때문이다.

한편 해외 문헌정보 및 특허정보 분석에 의하면, 해외 문헌분석에서 나타난 공기정화기 관련 연구개발은 우리 나라에서보다 빨리 1996년부터 1998년까지 연구개발이 활성화 되었다가 최근에는 다소 침체된 경향을 보이고 있다. 국내 문헌분석과는 다소 다르게 기술분류별 비율에 있어서도 에어 필터에 관한 연구문헌이 가장 많아서 45%를 차지하고 있으며, 그 다음으로 클린룸에 관한 기술이 22%, 전기집진에 관한 기술이 14%인 것으로 나타났다. 특허분석에 있어서는 국내 동향과 유사하게 1990년대 상반기에 비해 후반기의 특허 출원건수가 1.3배 가량 증가한 것으로 나타났으며, 특허분류별 비율에 있어서도 국내 동향에서 나타난 것과 유사하게 B01D-046 분류와 B03C-003분류에 나타난 특허가 56%를 차지할 만큼 공기정화기에 있어서 중요한 특허분류인 것으로 나타났다.

종합적으로 볼 때, 공기정화기 관련 기술개발은, 환경기준과 무역을 연계시킨 그린라운드(GR) 협상이나 지구환경협약(교토의정서) 등의 협의 결과에 따른 국내·외 환경 규제 강화에 따라 강도만 달라질 뿐 선택의 여지는 없는 것으로 판단된다. 다시 말해서 전자부품과 반도체 산업, 나노기술(NT), 환경기술(ET), 바이오기술(BT) 등 첨단산업의 발달에 따라 산업현장의 생산 기술에 관련되는 더욱 미세하고 고도화된 공기정화 또는 청정기술의 개발이 이루어질 것으로 전망된다.

## 제 4 장 시장 동향 및 향후 전망

이 장에서는 공기정화기 시장의 개요 및 특성을 살펴보고, 공기정화기 시장을 둘러싼 외부환경 분석을 통해 기회요인 및 위협요인을 확인하였다. 또한, 국내외 시장동향 및 수요예측을 통하여 향후 공기정화기 시장을 전망하였다.

### 1. 시장의 개요 및 특성

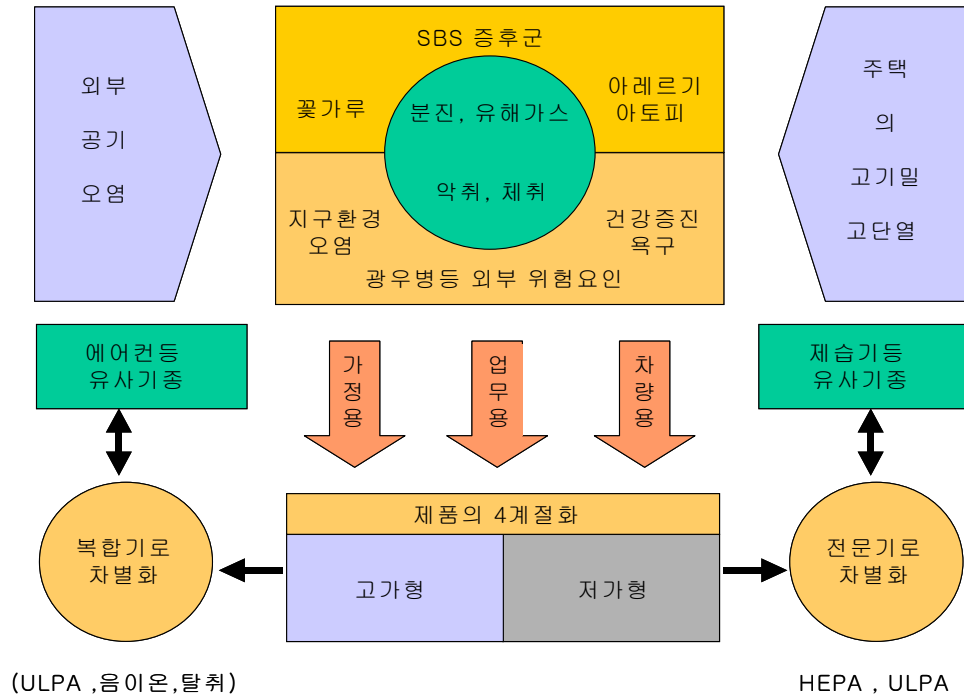
#### 1.1 시장의 개요

최첨단 설비가 갖추어진 안전하고 위생적인 인텔리전트빌딩에서 빌딩병(Sick Building Syndrome)이 다발함에 따라, 실내 공기청정에 대한 필요성이 대두되고, 이와 함께 공기정화기 관련 시장 또한 크게 성장하고 있다.

공기정화기 시장의 방향성을 살펴보면 <그림 4-1>과 같다. 외부공기에 의한 오염, 주택의 고기밀성 및 고단열성으로 인해 계절에 관계없이 재실자의 건강이 심각하게 위협을 받고 있다. 이에 따라, 이전과는 달리 공기정화기 자체가 계절개념이 사라지고, 점차 4계절 상품으로 바뀌고 있다. 또한, 제품 구성은 크게 고가형과 저가형으로 양분되고 있으며, 각각 에어컨, 제습기 등의 유사기종과 전문기 및 복합기의 형태로 차별화가 시도되고 있다.

선진국에서는 환경오염에 대한 인식이 높아지고 실내공기의 질에 대한 관심이 고조되어, 공기정화기 관련시장에서 특히 가정용을 중심으로 신규참여기업이 크게 늘어나고 있다. 그 예로, 일본의 경우 1995년 공기정화기 관련 제품에서 공기정화기가 차지하는 비율은 65.3%였는데, 이 중 가정용 공기정화기의 비율이 43.8%에 달하였다고, 그 비중 또한 계속 증가하는 추세에 있다. 최근에는 실내 공기의 질을 개선하기 위해 다양한 기능을 지닌 공기정화기가 공공건물, 병원, 사무실, 주택 등에서 널리 사용되고 있으며, 미세먼지의 제거뿐만 아니라 악취제거 등의 복합적인 기능을 지닌 공기정화기가 주류를 이루고 있다.

<그림 4-1> 공기정화기 시장의 방향성



공기정화기는 열유체산업군의 공기청정기기에 속한다. 공기청정기에는 <표 4-1>에서와 같이 공기청정기, 클린룸설비, 환경재해방지기, 오염제어기기 및 관련기기 등이 있으며, 공기청정기에는 소분류로서 공기청정기, 필터, 환기장치 및 배기장치 등이 있다.

<표 4-1> 냉동공조분야의 분류 체계도

| 대 분류   | 중 분류    | 소 분류                    |
|--------|---------|-------------------------|
| 공기청정기기 | 공기청정기   | 공기청정기, 필터, 환기장치, 배기장치   |
|        | 클린룸설비   | 산업용 클린룸, 바이오 클린룸        |
|        | 환경재해방지기 | 원자력용, 바이오해저드용, 광산용, 방폭용 |
|        | 오염제어기기  | 집진기, 가스제거기              |
|        | 관련기기    | 오염측정장치, 제어기기            |

자료: 2000년을 향한 산업기술 개발수요, 산업기술정책연구소, 1996

공기청정 관련시장은 공기 청정을 목적으로 하는 기기의 시장을 말하며, 공기 정화에 사용되는 약제 등은 포함하지 않는 것이 일반적이다. 또한, 공기정화기 관련시장의 대상제품은 그 기능에 따라 공기정화기, 오존발생기, 탈취·악취제거기, 에어컨용 필터류 등으로 나눌 수 있고, 제품의 용도에 따라 업무용, 가정용, 차량용, 클린룸 설비 등으로 나눌 수 있다.

## 1.2 시장의 특성

공기정화기는 최근 들어 환경에 대한 의식의 제고에 따라 크게 인기를 끌고 있다. 그러나, 아직까지는 기술 의존도가 높아 대부분의 핵심기술을 일본 등의 선진국에서 수입하고 있다. 또한, 공기정화기는 산업이 고도화되고 생활수준이 향상됨에 따라 그 필요성이 증대되어 사용이 지속적으로 증가할 것으로 기대되는 제품이다. 뿐만 아니라, 환경에 대한 의식 수준의 제고와 실내공기 오염이 심각해짐에 따라 청정의 대상물질이 점차로 확대되는 경향을 보이고 있어 지속적인 연구개발이 필요한 현재 진행형의 기기라 할 수 있다.

### (1) 기술 의존도가 높음

외국에서는 1970년대 초부터 실내공기질에 대한 연구가 활발히 이루어졌지만, 우리나라의 경우 1990년대에 접어들면서 국민들의 의식 수준이 향상되어 지하공간에 대한 공기오염도 조사가 수행되었고, 뒤이어 사무실, 주택, 지하상가, 백화점 등과 같은 다양한 실내공간을 대상으로 조사가 시작되었다.

공기정화기 시장에는 다양한 기능을 지닌 공기정화기가 다수 시판되고 있으나, 최근까지도 주로 소규모 중소기업에 의해 단편적으로 주도되어 왔다. 이에 따라, 공기정화기에 대한 체계적인 기술개발이 거의 이루어지지 못했고, 성능의 객관적인 검증기준이 마련되지 않아 기술개발에 의한 상품화를 시도하였을 경우 중소기업의 저가 판매로 인해 경쟁에 어려움이 매우 컸다.

국내에 시판되고 있는 공기정화기의 종류로는 필터 여지를 이용하는 기계식과 정전기현상을 이용하는 전기식, 물을 이용하는 습식 공기정화기 등이



있는데, 이들 제품 대부분이 일본 등 선진국 제품의 부품만을 들여와 조립한 것으로서, 핵심기술에 대한 체계적인 연구는 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

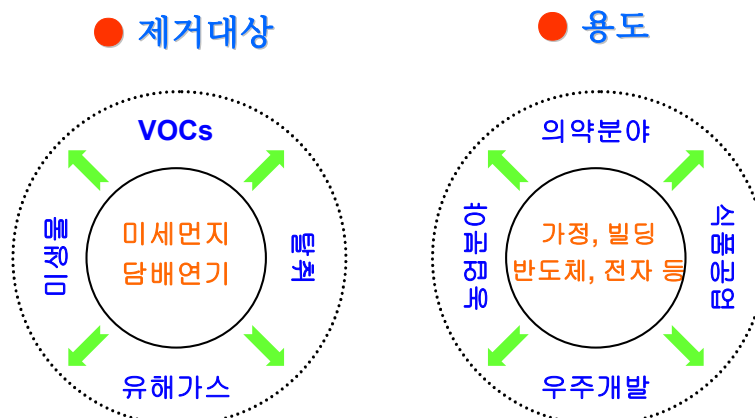
## (2) 현재 진행형임

산업의 고도화와 생활 수준의 향상으로 실내공기오염이 심화되고 첨단제품의 정밀화를 위한 제어 대상이 VOCs(Volatile Organic Compounds), 악취, 유해가스 등으로 확대됨에 따라, 공기정화기의 경쟁력 확보를 위한 지속적인 연구개발이 요구되고 있다.

클린룸 설비의 경우, 첨단 제품의 생산과정에서 오염물질에 의한 제품불량 문제를 총체적으로 해결하는데 필수적인 설비로서, 이제는 생산에 필요한 기본설비로 인식되고 있다. 특히, 반도체 산업의 경우 반도체 제조기술의 급격한 발달로 인해 1 GIGA DRAM 이후의 반도체 공장에서는 공기 중에 포함된 미소 입자뿐만 아니라 이온, 중금속, 유기물질, 유해가스 등의 분자급 오염(AMC: Atomic Molecular Contamination)물질을 제어할 수 있는 GIGA급 Ultra 클린룸 설비가 요구되고 있는 것이 현실이다.

최근에는 미소 입자 오염이 주로 문제가 되는 반도체, LCD, 전자, 신소재, 정밀기계공업, 반도체용 화학약품 제조공장 뿐만 아니라 미생물 오염이 문제가 되는 병원, 의약품 제조공장, 식품공업, 농업 분야, 나아가 우주개발에서도 공기정화 관련설비가 사용되고 있다.

<그림 4-2> 공기정화 관련시장의 제거대상 물질 및 용도의 확장



## 2. 산업환경 분석

### 2.1 외부 환경 분석

실내환경에 대해 새로운 개념들이 속속 도입되고 있고, 전세계적으로 실내 공기 오염에 대한 기준을 설정하여 규제를 강화하고 있다. 또한, 첨단 기술의 발전과 함께 반도체, 바이오산업 등에서는 갈수록 미세한 오염물질의 제거에 대한 요구가 증가하고 있다.

#### ◆ 실내환경에 대한 새로운 개념의 도입

지난 200여년 동안 실내공간에서 사람이 중요한 단일 오염원이라는 가정이 실내공기 청정개념에서 지배적인 철학으로 작용해 왔다. 그러나, 1930년대 중반 이후부터 기존 공기질 개념에 중요한 전환점을 맞게 되는데, 즉 실내공기의 청정이 독성물질이나 감염물질의 희석이 아닌 쾌적한 생활을 위해 필요하다는 생각이 대두된 것이다.

최근에는 여기서 한걸음 더 나아가 오염원이 인체에 국한되어 있던 것이 인체와 건물로 그 범위가 확대되고 있다. 이는 과거에는 자연에서 얻은 건축재료만이 이용되어 실내공기 오염에 별다른 영향을 미치지 않았으나, 최근 들어 인공적인 신소재들이 실제 건물에 적용됨으로써 치명적인 오염물질이 방출될 가능성이 점차 커지고 있기 때문이다.

또한, 공기 중의 무언가를 제거하는 역할을 하는 과거의 공기정화기가 아니라, 음이온과 같이 공기 중에 신체나 정신 건강에 이로운 물질을 방출하는 공기정화기 또한 친환경적인 물질에 대한 사회적 욕구를 반영하는 것이다.

과거 실내에서 인체로부터 방출된 오염물질만을 제어하는 방법은 이제 고전적인 방법으로 취급되고 있으며, 건물의 내부에서 발생하는 각종 오염물질의 방출특성이 매우 중요한 사항으로 부각되어 새로운 개념의 공기청정기준에 반영되고 있다. 또한, 오염물질을 방출할 가능성이 높은 재료의 사용은 제한하고, 실내환경의 목표치에 따라 마감재료를 선정하고 공기정화 기술을 적용하고 있다.

이러한 개념들은 비단 공기정화기기 업체에만 국한된 것이 아니라, 건축자재 생산업체, 설비기술분야, 건설업체, 건축주 등 건설산업 전반에 영향을 미치고 있으며, IAQ(Indoor Air Quality)을 종합관리할 수 있도록 에어필터 및 공기정화기와 연계된 종합적인 실내 IAQ 관리체제를 확립하고 있다. 그 예로 유럽공동체(EC)와 SCANVAC(스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크의 연합체로 구성된 HVAC, 에너지, 건축환경, 의학 등을 전문으로 하는 학회)에서는 건축자재의 오염물질 방출강도의 특성을 활용하여 실내환경, 마감재료에 대한 분류규정을 제정하여 설계지침으로 활용하고 있다.

이 외에도 애완동물을 기르는 등의 생활 패턴 변화로 인해 애완동물에서 발생하는 악취제거에 대한 요구도 사회적으로 큰 니즈의 변화라 볼 수 있다.

#### ◆ 각국의 실내공기오염 규제

전세계적으로 각 국가별로 자국의 실정에 따라 실내 작업자의 권익과 복지향상을 위해 작업환경에 대한 기준이 설정되고 있으며, 실내공기 오염에 대한 규제가 강화되고 있다.

미국의 경우는 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)와 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)에서 주로 작업환경 조건에 대한 환경기준을 규정하고 있으며, ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Engineers, Inc.)에서는 ASHRAE Standard 55-1992에서 채실자를 위한 온열환경 조건을, 그리고 Standard 62-1989에서 실내공기의 질이 고려된 실내공기환경을 유지하기 위한 환기규정을 제시하고 있다.

유럽국가들의 경우 노르웨이, 덴마크를 비롯한 많은 나라에서는 WHO에서 1987년 제정한 유럽의 '실내공기환경 지침서(Air Quality Guidelines for Europe)'에 근거하여 기준을 설정하고 있으며, WHO는 이 기준을 실내공기환경과 건강 측면의 여러 연구결과의 축적된 증거자료를 참고로 1997년 개정안을 제시하였다. 또한, 많은 나라에서 건강위해평가(Health Risk Assessment)가 기준정립의 기초자료로 채택되고 있으며, 앞으로도 그 수는 계속 늘어날 것으로 보인다.

일본은 건축기준법, 빌딩위생관리법 외에 학교보건법 등에서 생활환경 기준치가 제정되어 있고, 대기환경보전법에 외기환경을 규제하고 있으며, 노동안전위생법, 사무소 위생규칙 등에서 노동환경 기준치가 제정되어 있다.

오염물질에 대한 노출의 한계치 설정에 있어서 미국의 OSHA는 시간가중평균농도(TWA: Time Weighted Average Concentration), 단기노출농도한계(STEL: Short Term Exposure Limits), 허용노출농도한계(PEL: Permissible Exposure Limits)를 사용하고 있으며, ACGIH에서는 최대허용한계치(TLV: Threshold Limit Value)를 적용하고 있고, NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)에서는 권장노출농도한계(REL: Recommended Exposure Limits)를 이용하고 있다.

최근 주요한 실내공기 오염물질로서 그 관심이 크게 증대되고 있는 휘발성 유기화합물(VOCs: Volatile Organic Compounds)에 대한 비산업용 실내공기 환경기준을 갖고 있는 나라는 아직 거의 없는 실정이다. 핀란드에서는 FISIAQ(Finish Society of Indoor Air Quality and Climate)에서 1995년 실내환경기준치로 제시한 총휘발성유기화합물 기준  $0.2\sim0.6\text{mg}/\text{m}^3$  이하 정도가 있을 뿐이며, 통상적으로 일반 주거용 건물에서 총휘발성유기화합물 기준의 허용 최대평균농도는  $20\text{mg}/\text{m}^3$  이하가 되어야 하는 것으로 보고되고 있다.

#### ◆ 미소입자 제어기술의 요구

현재 클린룸 기술을 선도하고 있는 반도체 산업의 경우 반도체 칩의 생산수율은 웨이퍼 표면의 오염 정도에 좌우되며, 클린룸, 작업자, 제조장비, 재료(실리콘 웨이퍼, 초순수, 가스, 화학약품) 등이 웨이퍼의 주된 오염원이다.

최근의 반도체 제조공정에서는 미소 입자에 의한 오염 발생이 클린룸설비의 발전으로 인해 점차 클린룸과 작업자 수준에서 제조장비와 재료 수준, 즉 공정 자체로 이동해 가고 있다. 다시 말해 필터의 성능 향상 등에 의해 “클린룸”의 오염 기여도는 낮아지고, 클린룸용 의복(무진복), 관리기술의 진보나 자동화의 진전에 의해 “작업자”의 기여도도 급속히 낮아지고 있는 것이다. 이에 반해 제조장비와 재료는 청정화 기술 속도가 늦어 상대적으로 오염에 대한 기여도가 증가하고 있기 때문에, 점차 그 중요성이 부각되고 있다.

<표 4-2> 주요국가의 실내공기환경(IAQ) 기준

| 오염물질                        | 실내환경<br>(Indoor Air)                                                                                                                                       | 대기환경<br>(Ambient Air)                                                                               | 작업환경<br>(Workplace)                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 일산화탄소<br>(CO)               | 10ppm(일본 건축법/빌딩위생관리법)<br>20ppm(일본 학교위생기준)<br>8.6ppm(WHO Europe 8시간 평균)<br>25ppm(WHO Europe 1시간 평균)<br>51ppm(WHO Europe 30분 평균)<br>86ppm(WHO Europe 15분 평균) | 9ppm<br>(EPA, 8시간 평균)<br>35ppm<br>(EPA, 1시간 평균)                                                     | 50ppm(OSHA, TWA)<br>50ppm(일본 산업위생학회)<br>10ppm(일본 사무소위생기준/노동안전/위생법)                                                                                                                                                                               |
| 포름알데히드<br>(HCHO)            | 0.1ppm(ASHRAE)<br>0.081ppm(WHO Europe)<br>0.1ppm(스웨덴:신축주거)                                                                                                 |                                                                                                     | 1ppm(ACGIH, TLV TWA)<br>2ppm(ACGIH, STEL)<br>2ppm(일본 산업위생학회)                                                                                                                                                                                     |
| 이산화질소<br>(NO <sub>2</sub> ) | 0.21ppm(WHO Europe 1시간 평균)<br>0.075ppm<br>(WHO Europe 24시간 평균)                                                                                             | 0.055ppm<br>(EPA, 1시간 평균)                                                                           | 3ppm(ACGIH, TLV TWA)<br>5ppm(ACGIH, STEL)<br>5ppm(일본 산업위생학회)                                                                                                                                                                                     |
| 오존<br>(O <sub>3</sub> )     | 0.05ppm(ACGIH 8시간 평균)<br>0.03(뉴질랜드 8시간 평균)<br>0.08ppm(WHO Europe 8시간 평균)<br>0.1ppm(WHO Europe 1시간 평균)                                                      | 0.12ppm<br>(EPA, 1시간 평균)<br>0.06ppm<br>(일본 대기환경기준<br>1시간 평균)                                        | 0.1ppm(ACGIH, TLV TWA)<br>0.3ppm(ACGIH, STEL)<br>0.10ppm(일본 산업위생학회)                                                                                                                                                                              |
| 라돈<br>(Radon)               | 4pCi/mℓ(EPA/주택)<br>2.7pCi/mℓ(WHO)<br>2.9pCi/mℓ(스웨덴, 주택)                                                                                                    |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 이산화황<br>(SO <sub>2</sub> )  | 0.12ppm(WHO/STEL, 1시간)<br>0.18ppm(WHO/STEL, 15분)                                                                                                           | 0.03ppm(EPA, 연평균)<br>0.14ppm<br>(EPA, 24시간 평균)<br>0.5ppm<br>(EPA, 3시간 평균)<br>0.04ppm<br>(일본 대기환경기준) | 2ppm(ACGIH, TLV TWA)<br>5ppm(ACGIH, STEL)<br>5ppm(일본 산업위생학회)                                                                                                                                                                                     |
| 부유분진<br>(TSP)               | 0.15mg/m <sup>3</sup><br>(일본 빌딩위생관리법/건축법)<br>0.1 0.12mg/m <sup>3</sup> (WHO, 8시간 평균)                                                                       | 0.075mg/m <sup>3</sup><br>(EPA, 연평균)<br>0.26mg/m <sup>3</sup><br>(EPA, 24시간 평균)                     | 0.15mg/m <sup>3</sup> (일본 사무소위생기준)                                                                                                                                                                                                               |
| 이산화탄소<br>(CO <sub>2</sub> ) | 1,000ppm(일본 건축기준법)<br>920ppm(WHO Europe)<br>1,000ppm(ASHRAE)                                                                                               |                                                                                                     | 1,000ppm(일본 사무소위생기준)<br>5,000ppm(OSHA TWA)<br>5,000ppm(일본 산업위생학회)                                                                                                                                                                                |
| 석면<br>(Asbestos)            |                                                                                                                                                            | 0.01f/cc<br>(일본 대기환경)                                                                               | 0.1f/cc(OSHA PEL)<br>2f/cc(일본 산업위생학회)                                                                                                                                                                                                            |
| 휘발성<br>유기화합물<br>(VOCs)      | 0.2~0.6mg/m <sup>3</sup> (핀란드 FISLAQ)                                                                                                                      |                                                                                                     | 벤젠<br>10ppm(OSHA TWA)<br>0ppm(NIOSH TWA)<br>10ppm(ACGIH TLV)<br>0.63(EPA)<br><br>톨루엔<br>200ppm(OSHA TWA)<br>100ppm(NIOSH TWA)<br>100ppm(ACGIH TLV)<br>2.1(Europeam WHO)<br><br>자일렌<br>100ppm(OSHA TWA)<br>100ppm(NIOSH TWA)<br>100ppm(ACGIH TLV) |

그럼에도 불구하고, 아직까지 클린룸 설비에 대한 중요성에는 변함이 없으며, 클린룸 설비와 관련되어 거론되는 중요한 오염문제로는 클린룸 구조, 에어필터의 성능 등이 있다. 작업자의 경우에는 무진복, 작업자의 격리이며, 제조장비의 경우 웨이퍼 로딩(loading) 시스템, 웨이퍼 반송 시스템, 공정가스 배관, 제조장비내의 발생입자, 제조장비의 클린화 유지 등이다.

현재 선진국에서는 이러한 요구를 반영하여 차세대 클린룸에서 초청정 구역을 제조공정이 이루어지는 제조장비 주위로 제한하는 SMIF(Standard Mechanical Interface) 시스템, 클린튜브(clean tube) 시스템과 같은 국소환경(Mini-environment) 등과 같은 기술을 적용하려 하고 있다. 최근에는 미생물 오염제어(Bio-contamination Control)에 대한 관심 또한 고조되고 있다.

## 2.2 시장 기회요인 및 위협요인 분석

### 2.2.1 기회요인

공기정화기 시장의 기회요인으로는 실내공기질 관리를 규정한 국내 관련 법률의 제정과 그린빌딩 인증제도, 실내 활동시간의 증가 등을 들 수 있다.

#### (1) 국내 관련 법률

정부 차원의 실내공기질 관리는 1986년 5월에 보건복지부에서 ‘공중위생법’ 안에 공중 이용시설을 대상으로 7개 항목에 대한 위생관리기준을 정하면서 부터 시작되었다. 그 후 1992년 건설교통부의 ‘건축설비기본법’에서 환기설비의 공기질 관리를 위하여 보건복지부의 기준과 유사한 5개 항목에 대한 기준을 정하였고, 1996년 12월에는 환경부에서도 ‘지하생활공간 공기질관리법’을 제정하여 지하역사, 지하도 상가를 대상으로 7개 물질에 대한 관리 기준을 규정하였다. 건설교통부의 건축설비기준은 현재 폐지되었으며, 보건복지부의 ‘공중위생법’은 1999년 2월 ‘공중위생관리법’으로 개정되어 시행되고 있다. 이 외에도 교육부와 노동부에서도 학교와 작업장을 대상으로 실내공기질을 관리하고 있다. 이는 현재 실내공기 오염문제가 환경문제로 부각되고 있음을 단적으로 보여주고 있는 예라고 할 수 있다.



이렇게 법적 실내공기 기준을 맞추기 위해서는 공기정화기가 필수적이므로, 향후 법적 기준의 강화와 함께 공기정화기 시장확대에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

<표 4-3>에는 각 부처별로 관리하고 있는 관리대상 시설과 관련 법령을 예시하였다.

<표 4-3> 실내공기질 관리 체계

| 부처명         | 관리대상시설                                                                                                                          | 관련 법령                                                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 환경부         | · 지하역사<br>· 2000m <sup>2</sup> 이상 지하도상가(지상건물에 부속된 지하층 시설 제외)                                                                    | - 지하생활공간공기질관리법                                                                   |
| 보건<br>복지부   | · 3000m <sup>2</sup> 이상의 사무용 건축물<br>· 2000m <sup>2</sup> 이상의 복합건물, 학원,<br>· 2000m <sup>2</sup> 이상 지하상가 (지하생활 공간공기질관리법 적용대상시설제외) | - 공중위생관리법                                                                        |
| 건설<br>교통부   | · 터널<br><br>· 지하선로<br><br>· 건축물                                                                                                 | - 도로법<br>· 도로의구조·시설기준에관한규칙<br>- 도시철도법<br>· 도시철도건설규칙<br>- 건축법<br>· 건축물의설비기준등에관한규칙 |
| 교육인적<br>자원부 | · 학교<br>· 학원(공중위생관리법 적용대상제외)<br>· 특수학교                                                                                          | - 학교보건법<br>- 학원의설립·운영에관한법률<br>- 특수학교시설·설비기준령                                     |
| 노동부         | · 작업장                                                                                                                           | - 산업안전보건법<br>· 산업보건기준에 대한 규칙                                                     |

자료: <http://www.me.go.kr>

## (2) 그린빌딩 인증제도의 도입

‘그린빌딩인증제도’는 건축물의 자재생산에서부터 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등에 이르기까지 건축의 전과정을 대상으로 에너지절약, 자원절약, 재활용, 자연환경 보전, 쾌적한 주거환경 등 환경에 영향을 미치는 요소를 평가함으로써 건축물의 환경성능을 인증하는 제도이다. 그러므로, 건축물의 건설과 관련하여 친환경적 요소에 대한 사전 고려가 필요하며, 전과정에 걸쳐 환경



성능에 대한 정량적, 정성적 평가를 수행함으로써 보다 환경친화적인 설계, 시공 및 운영관리를 유도할 수 있다. 또한, 이러한 건축물의 환경친화성을 정량화하여 인증등급을 부여하고, 이해관계자와 대중에게 홍보하는 역할을 수행하게 된다. 따라서, <표 4-4>와 같은 측면에서 효과를 거둘 수 있다.

<표 4-4> 그린빌딩인증제도 효과

| 구분            | 효 과                                                                                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 정부            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발</li> <li>- ESSD 실현</li> <li>- 녹지 및 생태계의 보전 등 예방적 차원의 환경관리</li> </ul> |
| 건설업체          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물 가치의 증진</li> <li>- 건물임대율이나 분양율상승</li> <li>- 운영비가 절감</li> </ul>                         |
| 건축 재료<br>제조업자 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 친환경적 재료와 설비를 건축물 계획 및 시공에 적용</li> <li>- 재료의 설계 및 제조방법이 발전</li> </ul>                     |
| 사용자           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 쾌적한 환경<br/>(효과적인 환기 , 자연적이고 적절한 수준의 조도 , 실내 공기질 그리고 좋은 음향을 포함)</li> </ul>                |

그린빌딩에 관한 연구는 2개의 국제기구 GBC(Green Building Challenge), IEA(The International Energy Agency)와 영국, 미국, 캐나다 등에서 각 나라의 실정에 맞는 그린빌딩 인증제도를 운영함으로써 국제적으로 부각되기 시작했다. 영국, 미국, 캐나다 등의 선진국에서는 설계와 시공, 유지관리 단계에서 건축물이 주위 환경에 미치는 영향을 최소화하고, 인간을 위한 쾌적한 환경을 제공하는지를 평가하여 등급을 매기는 그린빌딩의 인증이 확산되고 있다. 특히, 이들 국가를 포함한 19개국이 GBC(Green Building Challenge)라는 건축물의 환경성능을 국제적으로 평가하는 새로운 방법을 개발하는 국제협의체를 구성하였고, IEA와 함께 그린빌딩의 국제적 연구기관으로 그린빌딩 평가기준의 국제규격화에 노력하고 있다.

우리나라에서는 한국능률협회인증원이 1999년 7월에 GBC에 가입하여 활동하고 있다. 국내 그린빌딩 인증은 아파트, 사무용 건물, 백화점, 일반주택, 공공 건물 등 모든 건축물에 적용될 수 있으나, 1차적으로 주거건물의 40%를 차지하는 아파트에 적용하고 이를 확대해 나갈 계획이다. 또한, 건축설계와

착공단계까지를 심사하여 예비인증하고, 건축물 완공시 설계내용의 이행여부를 확인하여 인증을 하는 단계로 구분함으로써 분양과정에서 예비인증 사실을 홍보할 수 있도록 할 방침이다. '그린빌딩시범인증제도'를 운영하고 있던 환경부와 이와 비슷한 성격의 제도인 '주거환경 우수주택 인증제도'를 운영하던 건설교통부에서는 두 제도를 2001년 12월부터 '친환경 건축물 인증제도'로 통합, 운영하고 있다.

### (3) 실내 생활 시간의 증가

미국이나 유럽과 같은 산업화된 사회의 경우 사람들은 실내에서 하루 평균 90% 이상의 시간을 보내는 것으로 나타나고 있다. 우리나라의 경우에도 수도권 주민들이 실내 공간에서 보내는 시간은 하루 평균 22시간 54분(95.4%)으로 나타나고 있어(한국환경정책·평가연구원, 2001), 선진화된 국가들과 비슷한 상황이다. 실내 공기의 질은 실외 공기와는 달리 재실자에 대한 피해 정도가 훨씬 심각하게 나타나므로, 실내에서 보내는 시간이 많아지는 현대인과 공기정화기와는 불가분의 관계에 있다고 할 수 있다.

<표 4-5> 직업에 따른 실내/실외 생활시간 비교

| 분류      | 실내    |      | 실외    |     |
|---------|-------|------|-------|-----|
|         | 시간    | %    | 시간    | %   |
| 사무실 근로자 | 23:12 | 95.7 | 00:54 | 3.8 |
| 공동주택 주부 | 22:36 | 94.2 | 01:24 | 5.8 |
| 학교 교사   | 22:54 | 95.4 | 01:12 | 5.0 |
| 의사/간호사  | 23:00 | 95.8 | 00:54 | 3.8 |
| 지하역사 직원 | 23:12 | 96.7 | 00:48 | 3.3 |

자료 : 실내공기질에 대한 국민 의식 조사, 2001

## 2.2.2 위협요인

공기정화기 시장의 발전을 위협하는 요인으로서는 공기정화기 성능에 대한 평가가 확립되지 않았고, 대기오염이 심각한 상황인 점은 동의하면서도 실내에서 주로 생활한다는 이유만으로 스스로 안전하다는 잘못된 인식 때문에

대기오염의 심각함이 공기정화기의 구매로 이어지지 못하고 있는 점을 들 수 있다.

### (1) 성능평가 미확립

공기정화기 시장의 발전을 저해하는 가장 첫 번째 요인은 공기정화기에 대한 정확한 성능평가 기준이 확립되어 있지 않다는 것이다. 한국산업규격인 KS C 9314 "공기청정기"와 같은 기준규격이 있기는 하지만, 적용 기술에 따라 다양하게 보급되고 있는 공기정화기의 실정에 부합되지 않는 부분이 많다. 또한, 일본산업규격인 JIS C 9615 "Air Cleaners"의 복사수준에 머물러 있다. 무엇보다도 큰 문제는 이러한 성능시험을 완전하게 실시할 수 있는 성능시험기관이 전무하다는 것이다. 따라서, 우리 나라의 경우 일정한 성능을 갖추지 못한 제품까지 여과없이 시장에 출하됨으로써 소비자들에게 직접적인 피해를 입힐 뿐만 아니라 다른 공기정화기 제품에까지 불신감을 심어줄 수 있어, 결국 공기정화기 시장자체가 움츠러드는 결과를 낳을 수 있다.

### (2) 대기오염의 심각성에 대한 인식 부족

사무실 근로자들은 하루 평균 23시간을 실내에서 보내고 있는데, 그 가운데 10시간 정도를 직장에서 보내고 있다. 그러나, 한국환경정책평가연구원의 '실내공기오염에 대한 국민 의식 조사와 정책 방안 연구'에 따르면 조사 대상 가운데 60% 이상이 건강에 가장 큰 해를 끼치는 오염은 대기오염이라고 생각하고 있으며, 실내공기 오염이 가장 해롭다는 견해는 6% 이하로 나타났다. 또한, 공동주택 거주자 가운데 실내공기 오염이 건강에 가장 큰 해를 준다고 생각하는 경우는 1%에 불과한 것으로 나타났다. 이는 살고 있는 아파트의 실내공기 질에 만족한다는 응답이 66%에 이르고, 공기가 나빠 질환이 생긴다고 생각하는 경우는 27%에 불과한 것과 같은 맥락으로, 본인이 생활하면서 관리하는 집안의 실내공기는 나쁘지 않을 것으로 생각하기 때문이다.

결론적으로 대기오염의 심각성은 사회적으로 널리 알려져 있으나, 실내에서 생활하는 것이 대기오염과는 무관하다는 잘못된 인식이 공기정화기의 실

질적인 효과에도 불구하고 구매로까지 이어지지 않고 있는 것이다.

### (3) 선진국과의 기술격차

국내 공기정화기 시장은 공기정화 관련제품의 기술 격차와 영업력 부족 등으로 인해 일본 등 환경선진국보다 경쟁력이 취약한 실정이다. 또한, 국내 공기정화 관련시장도 대부분 일본의 연구결과를 도입하여 사업수행이 이루어진 것으로, 국내 공기정화 관련제품의 기술개발이 제대로 수행되지 못하고 있다. 이 밖에 공기정화관련 제품개발에 있어서도 국내 공기정화 관련제품의 개발체계가 효과적으로 구축돼 있지 못해 역할분담, 사업화 등이 제대로 이뤄지고 있지 않으며, 본격적인 공기정화 관련제품의 개발기간이 부족하여 사후처리 기술개발에 치중돼 있다. 여기에 국가차원의 중장기 공기정화 관련제품 개발계획이 전무한 것 또한 공기정화기기에 대한 기술개발이 이루어지지 못하고 있는 주요 원인으로 나타나고 있다. 이에 따라 일부 제품의 경우 외국의 제품을 그대로 도입하여 모방한 후 시장에 출시되기도 하는데, 당장 눈 앞의 수익에만 몰두하는 근시안적인 행동에서 나온 결과라 할 수 있다.

국내 클린룸 설비의 경우에도, 1980년대 대기업들이 첨단산업 분야에 집중적으로 투자함에 따라 클린룸에 대한 수요는 급속히 증가하였으나 국내 클린룸설비 기술은 매우 취약한 상황이다. 반도체 집적도는 최근에 1G DRAM, 300mm 웨이퍼, 0.13 $\mu$ m 회로선폭의 양산단계까지 도달하였으나, GIGA급 시대에 요구되는 생산조건을 만족시킬 수 있는 국내 클린룸설비 기술은 현재 상용화단계에 도달하지 못하고 있다. 더욱이 GIGA 시대에 요구되는 클린룸 설비의 품질은 입자오염의 제어수준에서 분자오염 제어수준으로 더욱더 고급화될 수 밖에 없다.

에어필터의 경우, 단순 수입, 혹은 중소기업에서 외국상품을 단순 모방하여 상품화하였기 때문에 객관적인 성능 평가가 이루어지지 못했다. 또한, 기존 기기와의 연계성이 제대로 검토되지 않아 에너지 낭비 등 역효과가 발생하고 있다. 만약, 기술개발없이 외국산 에어필터의 수입이 계속된다면, 기술수준이 초보단계인 우리나라의 에어필터 업계는 향후 건설시장이 완전히 개방되면 큰 어려움에 빠질 것으로 예상된다.

### 3. 국내외 시장동향 분석

세계시장의 경우 국내시장과 비슷한 생산환경 및 공급체계를 지녀 향후 국내시장의 추이를 예측할 수 있는 일본시장에 대해 분석을 수행하였고, 국내시장 또한 시장동향과 함께 일본시장의 추이를 참조하여 향후 전망을 기술하였다.

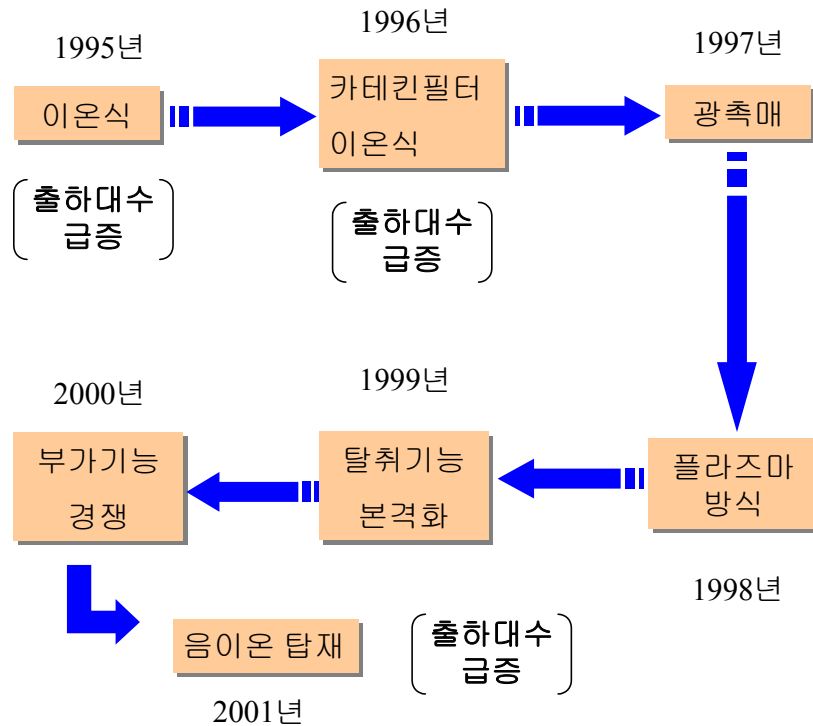
#### 3.1 일본시장

일본의 경우 각종 오염물질에 대한 기초연구(공기오염현황 파악, 오염물질 미량측정, 오염물질 제거원리 등)를 바탕으로 다양한 공기정화기와 에어필터가 실용화되어 국민의 건강 유지에 기여하고 있으며, 환경오염에 대한 인식이 높아짐에 따라 공기정화기 관련시장이 착실히 성장하고 있다. 공기정화기 관련시장은 공기정화기와 부가장치로 구성되어 있는데, 부가장치로는 오존 발생기, 탈취기, 음이온 발생기 등이 있다.

일본에서는 <그림 4-3>에서 보는 바와 같이 1995년에 「칸쿄」 등에서 출시한 이온식 공기정화기가 크게 히트하여 출하대수가 급증하였고, 1997년에는 다이킨工業에서 광촉매를 이용한 공기정화기를 선보였다. 또한, 1998년에는松下電工에서 플라즈마방식의 공기정화기를 출시하였고, 1999년에는 업체들이 탈취기능을 탑재한 공기정화기를 판매하였다. 2000년에 접어들면서 여러가지 부가기능을 지닌 공기정화기가 개발이 되었고, 특히 2001년에 음이온 발생 기능을 가진 공기정화기가 빅히트를 치면서 공기정화기 시장이 크게 성장하였다.

2001년도의 가정용 공기정화기 시장은 연초부터 각월별로 일관되게 전년도를 상회하는 판매현황 추이를 보이고 있으며, 출하량 또한 과거 최대 출하량 기록을 계속 갱신하였다. 이에 따라, 예년처럼 5월의 연휴가 지나면서 판매량이 감소하는 경향이 없어지고, 4계절 상품으로 자리를 잡아가고 있다. 아직까지는 겨울철이 성수기인 점은 변함이 없지만, 연중 내내 판매가 고른 신장을 보이고 있다.

<그림 4-3> 연도별 공기정화기 히트상품의 변화 추이(일본)



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

이러한 시장 성장의 배경으로는 소비자가 건강 및 안전에 대한 지향성이 강해져 공기질에 관한 관심이 높아졌고, 생수와 같이 깨끗한 공기를 위해 돈을 투자하는 것에도 적극적인 사람들이 늘어났기 때문으로 추측된다. 최근에는 에어컨과 제습기에도 공기정화기능을 부가하는 등 경쟁대상이 공기정화기 이외에 다른 가전제품으로 확대되고 있는데, 그만큼 공기의 질에 대한 관심이 높아졌다고 말할 수 있다. 또한, 계속되는 불황과 2001년 가을에 미국에서 발생한 테러의 영향으로 사람들의 의식이 내부지향적으로 변한 것도 영향을 미친 것으로 보인다.

한편, 업무용 공기정화기의 경우 수요분야가 더욱 세분화되어감에 따라 그 이용 범위가 지속적으로 확대되고 있다. 예를 들어 공기정화 기능에 살균효과가 부가적으로 필요한 의료기관, 특히 탈취에 대한 기능이 부가적으로 요구되는 고령자시설, 담배 연기 등의 제거 기능이 필수적인 오락장 등을 들 수 있다.



### 3.1.1 시장규모

일본 공기정화기 시장은 계속되는 불황 속에 1997년 이후 3년 연속 정체와 감소를 반복하였다. 그러나, 2001년 들어 시장은 회복세를 보여서 10% 이상의 증가세를 보이고 있다. <표 4-6>과 <그림 4-4>는 일본의 공기정화기 관련 시장의 규모와 그 추이를 보여주고 있다.

일본의 공기정화기 관련시장은 1994년에 약 4,880억원 규모였으나, 1997년에는 약 6,480억원 규모로 성장하였다. 그러나, 경기 침체와 함께 이온식 공기정화에 대한 부정적인 논문들이 발표되면서 1998년부터 2000년까지는 큰 변화없이 약 6,350억원 규모를 유지하였다. 이후 2001년을 기점으로 경기가 어느 정도 회복되었고, 환경에 대한 전반적인 인식의 제고와 함께 음이온 발생기능을 부가한 공기정화기가 대히트를 치면서 크게 성장하였다.

일본의 공기정화기 관련시장은 가정용과 업무용 공기정화기가 전체시장의 90%를 차지하고 있고, 오존 발생기 및 탈취기 등이 8~9%, 나머지는 차량용으로 구성되어 있다. 이 중 차량용은 2000년에 전체 공기정화기 시장의 6.6%를 점유하였으나, 점차 감소 추세에 있어 2001년부터는 제외되었다.

<그림 4-4>를 보면 1996년을 기점으로 2000년까지 가정용 공기정화기 출하금액은 급격히 감소하고 있으나, 업무용과 공기정화기 부가장치의 출하금액은 일정 수준을 유지하고 있다. 공기정화기 관련제품 출하금액의 급격한 감소는 경기 침체에 따라 일본국민들의 구매능력이 감소하여, 필수품의 성격이 강하지 못한 가정용 공기정화기의 수요가 곧바로 감소하였기 때문이다.

그러나, 2001년 들어 가정용 공기정화기 시장에 대기업 중심의 신규참여기업이 늘어남에 따라 출하금액도 가중 크게 신장되었다. 또한, 전체 공기정화기 시장에서 가정용과 업무용 공기정화기의 2000년과 2001년 출하금액 비중의 변화를 살펴보면, 업무용 공기정화기의 비중이 2000년도에 53.1%에서 2001년에는 52.5%로 감소한데 비해, 가정용 공기정화기의 비중은 2000년 40.3%이었던 것이 2001년에는 47.5%로 높아졌음을 알 수 있다. 이러한 경향은 모두 일본 경제가 경기 침체에서 어느 정도 벗어나게 되어 구매자들의 구매력이 커졌고, 삶의 질을 중요시 여기는 사회적 공감대가 자리잡았기 때문이다. 또한, 음이온 발생기나 산소발생기와 같은 히트성 상품의 출시도 가



정용 공기정화기의 성장에 영향을 준 것으로 보인다.

<표 4-6> 공기정화기 관련시장의 규모 및 추이(출하금액 기준)

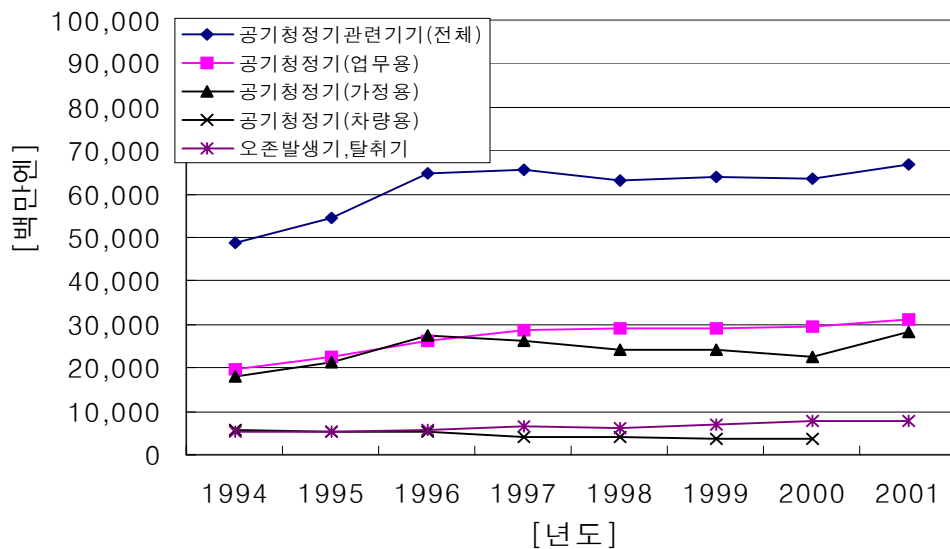
(단위:백만엔)

| 년도<br>분류        |       | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 공기청정기           | 업 무 용 | 19,670 | 22,440 | 26,360 | 28,550 | 29,010 | 29,010 | 29,635 | 31,090 |
|                 | 가 정 용 | 17,950 | 21,500 | 27,440 | 26,300 | 24,000 | 24,250 | 22,500 | 28,100 |
|                 | 차 량 용 | 5,940  | 5,200  | 5,170  | 4,300  | 4,080  | 3,870  | 3,680  | -      |
|                 | 소 계   | 43,560 | 49,140 | 58,970 | 59,150 | 57,070 | 57,130 | 55,815 | 59,190 |
| 오존발생기<br>탈취기 등  |       | 5,250  | 5,500  | 5,850  | 6,560  | 6,180  | 6,800  | 7,610  | 7,610  |
| 공기정화기<br>관련시장합계 |       | 48,810 | 54,640 | 64,820 | 65,710 | 63,270 | 63,930 | 63,425 | 66,800 |

자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

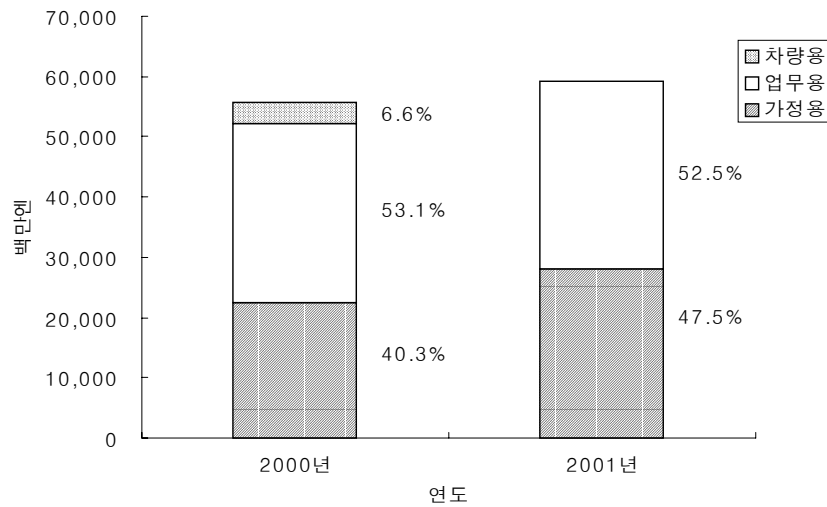
주: 차량용 업무정화기의 경우 관련시장 축소로 2001년 조사에서 제외

<그림 4-4> 공기정화기 관련시장 시장규모(출하금액)



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

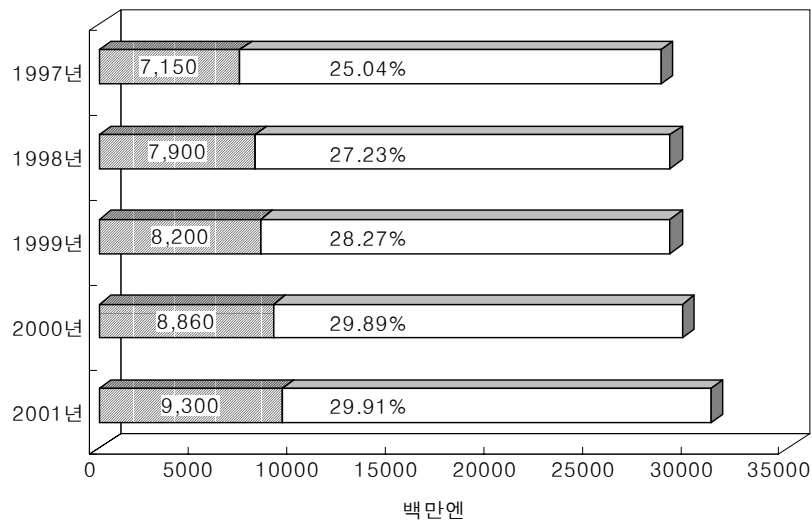
&lt;그림 4-5&gt; 공기정화기 시장에서 가정용과 업무용의 비중 추이



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

업무용 공기정화기 시장에서는 분연기기의 성장이 두드러진다. <그림 4-6>에서 알 수 있듯이 분연기기에 대한 수요는 지속적으로 상승하고 있으며, 2001년을 기준으로 출하금액이 업무용 공기정화기 시장의 29.9%에 달하는 것으로 추산되고 있다. 분연기기는 비흡연자에 대한 건강권 확보 차원에서 관공서 수요를 중심으로 민간기업으로 점차 확대되고 있어, 앞으로도 상승기조는 이어질 것으로 예상된다.

&lt;그림 4-6&gt; 업무용 공기정화기에서 분연기기 비중의 추이



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

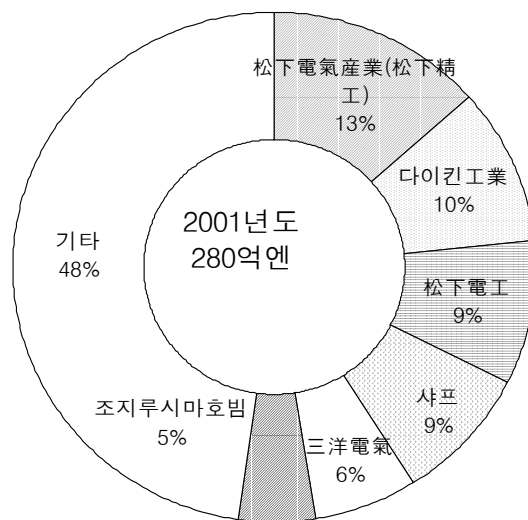
### 3.1.2 시장점유율

가정용 공기정화기의 경우 2001년을 기준으로 松下電氣産業(松下精工)이 13%, 다이킨工業이 10%, 松下電工 9%를 점유하고 있으며, 샤프, 三洋電氣, 조지루시마호빔, 이 외에도 많은 업체들이 시장에 참여하고 있다. 상위 6개사에서 전체 시장의 50% 정도를 점유하고 있을 뿐, 나머지 50%는 많은 수의 소규모 회사들에 의해 나뉘어져 있다.

업무용 공기정화기 시장에는 미도리安全이 15%, 오뎅이 12%, 山武가 10%를 점유하고 있으며, 그 뒤를 톨넥스가 9%, 리코에레맥스가 7% 정도를 차지하고 있다.

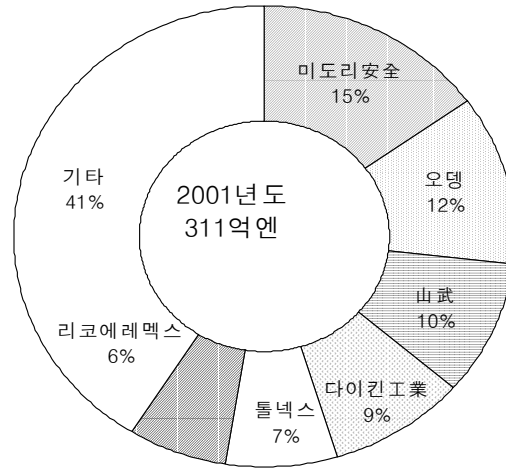
그러나, 이러한 점유율은 향후 새로운 공기정화 기술이 개발되거나, 새로운 부가기능(예: 음이온 발생 기능)을 탑재한 공기정화기가 출시된다면 단기간에 크게 시장의 판도가 변할 수 있기 때문에 큰 의미는 없는 것으로 보여진다.

<그림 4-7> 가정용 공기정화기 업체별 시장점유율(일본)



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

&lt;그림 4-8&gt; 업무용 공기정화기 업체별 시장점유율(일본)



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

### 3.1.3 가격동향

일반적으로 일본의 공기정화기 가격은 10만원대에서 100만원 이상까지 다양하게 출시되어 있으나, 고가형은 가격이 50만원~60만원대에서 주로 판매되고 있으며, 저가형은 HEPA 필터를 탑재하고 10만원 전후로 판매되고 있다. 또한, 고가형은 건강에 좋다고 알려져 붐이 일고 있는 음이온이 주도하고 있으며, 저가형은 싼가격으로 인해 개인 용도로 주로 판매되고 있다.

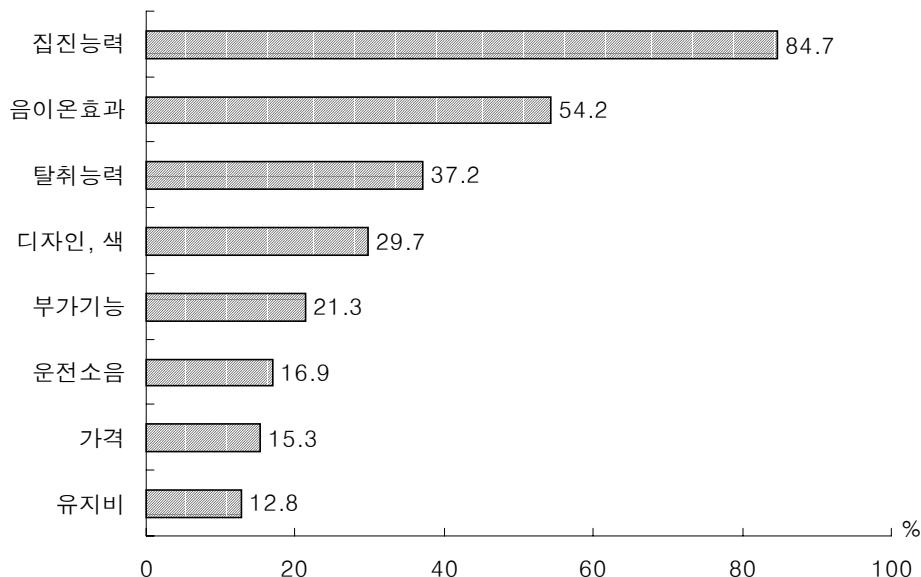
가정용 공기 정화기나 업무용 공기정화기의 가격은 앞으로도 계속 하락할 것으로 예상되는데, 그 요인으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 공기정화 기능이 있는 유사제품의 출현(예: 에어컨, 가습기 등)
- 2) 공기정화기 시장에 뛰어들 기업 많고, 대기업의 경우에도 간접적으로 시장진입을 추진 중에 있음
- 3) 공기정화기 자체의 효과가 직접적으로 나타나지 않으므로, 필수품으로 인식되지 못함
- 4) 연말 신개발품 판매에 따른 재고성 구형 제품의 저가 판매

### 3.1.4 업체동향

일본 전파신문에서 조사한 바에 따르면 공기정화기를 구입할 때 소비자들은 아직도 집진능력을 가장 우선적으로 고려하는 것으로 나타났다. 이는 집진 기능이 다른 정화 기능에 비해 눈으로 가장 뚜렷하게 확인이 가능하기 때문인 것으로 보인다. 집진능력 다음으로는 2001년 출시하여 크게 히트한 음이온효과, 탈취 능력 등이 그 뒤를 잇고 있다.

<그림 4-9> 공기정화기 구입 시 소비자의 주요 고려사항(일본, 중복답변)



자료: 일본 전파신문, 2002년 10월 10일

이러한 소비자의 니즈에 발맞추어 업계에서도 나름대로 사업전략을 구성하여 시장에 참여하고 있다.

먼저 업무용 공기정화기 시장에는 도시바, 마쓰시다전기, 산요전기 등 가전 대기업이 참여하고 있다. 업무용 공기정화기의 집진 방식은 대다수가 전기집진방식을 쓰고 있다. 그 외에도 방전방식, 필터방식도 볼 수 있으나, 그 비중은 매우 작다. 각 회사의 주력 신제품은 집진성능을 확보하기 위하여 HEPA 필터를 채용해 왔으며, 99.9%이상 집진효율을 보유한 ULPA 필터가 가정용으로 채용되는 추세에 있다.

마쓰시다전기산업은 경쟁력을 확보하기 위해 ULPA 필터 이 외에 탈취 기

능을 추가하기 위하여 이에 대한 연구개발을 진행 중에 있으며, 고가형에는 음이온 발생을 포함한 부가기능을 넣어 가격대 성능비를 높이는 전략을 구사하고 있다. 산요전기에서는 HEPA 필터를 사용한 저가형에 공기의 흡입구를 전후좌우 4면에 설치한 4면흡기와 슬림한 몸체(약13cm)를 채용하여, 컴퓨터 옆이나 책장과 같이 4면 중 한면만 흡입할 수 있는 장소에서도 사용가능한 제품을 개발하여 인기를 얻고 있다.

일본의 공기정화기 업체들은 주로 부가기능의 차별화를 통해 경쟁력을 확보하려는 계획을 세우고 있는데, 집진 다음의 테마로 탈취가 떠오르고 있다. 이에 따라, 매년 새로운 탈취방법이 제안되어 체취, 애완동물의 냄새 등 일상생활에서 발생하는 냄새를 제거하는 기능에 대한 관심이 높아지고 있다.

그 밖의 부가기능으로 들 수 있는 것이 특히 고가형에 붙어있는 음이온 발생기능이다. 음이온이 인기있는 이유는 건강에 매우 효과가 있는 것으로 알려져 있기 때문인데, 산요전기는 음이온의 건강증진효과가 과학적으로 증명되지 않았다는 이유로 판매를 보류하였으나, 샤프는 오히려 음이온과 플라즈마의 발생비율을 조절할 수 있는 기능을 부착하여 차별화시킨 제품을 출시하였다.

앞으로는 구조적으로 새로운 시스템이나 필터를 채용하여 기존의 집진, 탈취, 음이온 발생 등의 기능 이외에 건강에 해로운 물질을 제거하는 기능이 추가될 것으로 예상된다. 예를 들면, 빌딩신드롬의 원인이 되는 포름알데히드나 VOC, 유해가스류의 제거기능 등이다. 일본의 국토교통성에서는 2001년 8월, 주택의 실내에서 퍼져나가는 화학물질 가운데 포름알데히드 외에 4가지 화학물질(톨루엔, 자일렌, 에틸벤젠, 스티렌)을 특정측정물질로 지정하여 표시하는 제도를 만들었다. 이러한 이유로 5개 오염물질의 제거 기능도 공기정화기가 가져야 할 중요한 기능이 될 것으로 보인다. 또한, 담배연기에 포함된 CO 등과 같은 해로운 가스의 제거 기능도 향후 공기정화기가 가져야 할 필수적인 기능으로 자리잡을 것으로 예상된다.

### 3.2 국내시장

국내 공기정화기 시장은 1996년 '실내공기질 관리법안'의 입법화 이후 급성장 할 것으로 예측되었으나, 갑작스런 외환위기로 인해 한동안 주춤하였다.

그러나, 2000년을 기점으로 국내 경제가 회복되었고, 대기오염에 대한 시민들의 인식이 크게 변화하고 있어 공기정화기 시장에 큰 호재로 작용하고 있다. 특히, 매년 봄철에 찾아오는 황사의 농도가 2002년에는 예년의 3배 정도 짙은 것으로 조사되었고, 황사와 함께 미세먼지, 철, 망간, 니켈 등 중금속과 유해물질이 섞여 날아오고 있다는 것이 알려지면서 깨끗한 공기에 대한 요구는 어느 때보다 높아지게 되었다.

이러한 호재 속에 국내 공기정화기 시장에는 정수기를 전문적으로 생산해 오던 여러 업체가 일본과의 기술제휴를 통해 속속 시장에 진입하였고, 업체들의 적극적인 마케팅과 함께 시장규모도 급속히 커져가고 있다.

### 3.2.1 시장규모

#### (1) 공기정화 관련제품

국내 공기정화 관련제품 시장규모는 절대액 측면에서 세계 공기정화 관련시장의 약 2%에 불과하며, 국내 총생산 대비 공기정화 관련제품의 비중도 선진국의 절반 정도에 불과한 것으로 추정되고 있다. 따라서, 선진국형 산업구조로 전환되는 과정에서 공기정화 관련시장의 비중이 현재의 2배 정도 늘어날 것으로 기대된다.

한국경제신문(2002년 5월 14일자)에 따르면, 국내 공기정화기 시장은 2000년 1,700억원, 2001년 1,250억원 규모였으며, 2001년도 공기정화기의 보급률은 6% 정도였다. 시장규모는 일본시장의 약 20%에 해당하는 것으로 한국공기청정협회는 추정하고 있으며, 연평균 약 10~15% 정도 성장하고 있는 것으로 분석되고 있다. 이 중 가정용 공기정화기의 경우 일본시장과 마찬가지로 공기정화기 시장에서 그 비율이 점차 높아져 최근에는 시장의 약 50%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다.

#### (2) 클린룸 설비

클린룸 설비의 경우, 우리 나라에서는 80년대 후반부터 국내 반도체 회사에서도 1M bite DRAM 이상의 초고집적 회로의 반도체 칩을 개발, 양산함



에 따라 초청정 클린룸설비가 필요하게 되어 공기정화기 시장도 양적 및 질적으로 급속한 성장을 이루게 되었다. <표 4-7>은 국내 클린룸 시장 규모의 변천을 보여주고 있다.

<표 4-7> 연도별 국내 클린룸 공사 실적

(단위: 백만원)

| 년도   | 클린룸<br>설비 | 클린룸<br>장비 | 필터      | 판넬      | 클린룸<br>바닥 | 합계        |
|------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|
| 1993 | 230,417   | 8,324     | 13,930  | 72,100  | 8,699     | 333,470   |
| 1994 | 149,261   | 7,862     | 20,529  | 94,257  | 11,140    | 283,049   |
| 1995 | 206,009   | 11,135    | 34,548  | 33,130  | 13,051    | 297,873   |
| 1996 | 135,987   | 11,356    | 28,988  | 45,548  | 9,500     | 231,379   |
| 1997 | 89,222    | 8,192     | 27,512  | 56,094  | 12,500    | 193,520   |
| 1998 | 112,094   | 6,358     | 19,449  | 14,402  | 14,654    | 166,957   |
| 1999 | 127,087   | 9,765     | 28,161  | 63,300  | 11,543    | 239,856   |
| 2000 | 128,310   | 21,409    | 22,513  | 19,070  | 20,343    | 211,645   |
| 합계   | 1,178,387 | 84,401    | 195,630 | 397,901 | 101,430   | 1,957,749 |

자료 : 한국공기청정협회

최근의 클린룸 설비는 초청정을 지향하는 초청정 클린룸과 실내의 기류가 단일 방향류 분포인 저청정의 범용 클린룸으로 양극화되는 현상이 뚜렷하게 나타나고 있다. 최근 자료는 아니지만, 1992년에 실시한 설문조사에 의하면 당시 국내에 200개 이상의 클린룸이 사용되고 있었고, 세계적인 수준에 있는 국내 반도체 산업의 영향으로 공기 청정도 등급 class 10 이상의 초청정 공간이 40% 이상을 차지하고 있었다. 현재, 우리 나라에서 사용되고 있는 클린룸의 용도별 구성비를 보면, 산업용 클린룸이 67%, 바이오 클린룸이 32%, 바이오 하자드 설비가 1%로 되어 있어, 반도체, LCD, 전자, 신소재, 정밀기계 공업 등의 산업용 클린룸이 전체의 약 2/3를 차지하고 있고 미생물 오염이 문제가 되는 병원, 의약품 제조공장, 식품 공업, 농업 분야 등의 바이오 클린룸이 약 1/3을 차지하고 있다. 한편, 시공사별로 보면 국내 클린룸설비 시장은 공조위생설비업체가 62%, 종합건설업체가 33% 정도 점유하고 있어, 이들 업종에 의해 클린룸설비 시장이 주도되고 있다고 할 수 있다.

### 3.2.2 가격동향

LG, 삼성 등은 자사 대리점을 통해 판매하고 있으며, 중소기업체, 수입업체 제품은 대형할인점, 전자상가 등지에서 팔리고 있다. 가격은 판매장소에 따라 적게는 1만원에서 많게는 5만원까지 차이나기도 한다. LG전자 제품은 가정용인 4~8평형이 14만 8천원, 8~12평형이 28만원이다. 그리고, 업소용으로 분류할 수 있는 30~40평형이 98만원, 40~60평형이 1백 35만원이다. 삼성전자 제품도 기본적인 가격대가 비슷하다. 이밖에 동양매직 제품은 10평형이 13만 5천원, 전기집진방식으로 가습기를 겸용하는 제품은 10평형이 40만 5천원, 20평형이 48만 6백원선이다. 한편, 중소기업체들은 매장없이 인터넷 홈페이지나 인터넷 쇼핑몰을 이용해 전화주문 방식으로 판매하고 있다. 일부 중소기업체들의 경우 외국제품을 그대로 모방 생산하거나 수입해 팔고 있다. 청호나이스, 웅진코웨이개발 등 기존 정수기 업체들은 정수기 시장에서 쌓은 기술과 판매노하우를 살려 최근 들어 이 시장을 집중공략하고 있다.

### 3.2.3 업체동향

국내 공기정화기 업체는 IMF 위기 이후인 1998년 초에 약 65개가 있었으나, 2002년 현재 약 90여개 업체로 늘어났다. 대표적인 업체로는 웅진코웨이개발(주), (주)청풍, 청호나이스, 삼정인버터, (주)JM글로벌 등이 있다. 삼성, LG, 대우 등의 대기업도 공기정화기 시장에 참여하고 있는데, 이들 대기업은 대부분 공기정화 기능만을 가진 제품보다는 복합기능을 가진 제품에 주력하고 있다. 예를 들면, 공기정화기로서 뿐만 아니라 여름에는 에어컨으로 사용할 수 있는 제품들이다.

#### (1) 웅진코웨이

웅진코웨이는 지난 2000년, 국내에서 처음으로 정수기와 공기정화기의 렌탈제도를 도입하면서 급속히 시장점유율을 확대시켰으며, 공기정화기 시장의 30~40%를 점유하고 있다. 웅진코웨이는 렌탈제도를 여성 품질관리요원인 "

코디"와 접목시켜 큰 성과를 거두고 있는데, 렌탈시스템을 활용하여 고가 제품인 공기정화기를 소비자들이 작은 부담으로 사용할 수 있도록 한 것이 주효하였다. 또한, 공기정화기의 특성상 정기적으로 필요한 필터 교환과 품질 검사를 해야 하는데, 이를 7천여명에 달하는 코디들이 전담함으로써 소비자 만족도를 높일 수 있었던 것이 성공의 비결이었다. 웅진코웨이 공기정화기의 월 평균 판매대수는 2001년도에 1천6백대에서 2002년에는 2만대로 늘어났다.

## (2) 청풍

공기정화기 시장의 10%~15% 정도를 점유하고 있으며, 8~120만원 대까지 다양한 용량의 제품을 출시하고 있어 소비자의 선택폭이 크다. 또한, 차량용, 욕실용 등 틈새 시장을 공략하는 제품도 출시하고 있다. 공기정화기 시장의 진입 초기에는 전기집진 방식의 공기정화기를 출시했으나, 최근에는 다양한 방식의 공기정화기 제품을 출시하고 있다.

이 회사 제품의 특징은 음이온 발생을 기본 기능으로 하고 있는데, 신선한 음이온을 발생시켜 유해한 양이온을 중화제거하고, 스트레스 호르몬의 양을 감소시켜 VDT 증후군, 빌딩병 증후군과 같은 여러 가지 질병을 억제시켜 주며, 풍부한 음이온을 만들어 인체의 활성을 높여주는 등 다양한 역할을 하는 것으로 일본에서 알려져 있어 국내에서도 인기를 끌고 있다.

## (3) 청호나이스

청호나이스는 갤럭시, 울트라에어, 클래스I 등의 다양한 공기정화기를 선보이고 있고, 시장의 10%~20%를 점유하고 있다. 클래스I은 공기정화 기능과 가습 기능을 동시에 갖춘 다기능 공기정화기로 청호나이스가 주력으로 삼고 있는 제품이다. 프리필터-항균필터-헤파(HEPA)필터-가스필터 등 4단계 필터를 통해 공기를 깨끗하게 하며, 무엇보다 클린룸에서 쓰이는 고성능 필터인 3M의 헤파필터를 사용 0.3 $\mu$ m의 미세먼지를 99.9% 이상 제거한다. 2001년 공기정화기 분야에서 1백20억원의 매출을 올린 청호나이스는 2002년 들어 4월까지 65억원 가량의 매출을 기록했다. 이러한 매출은 작년 같은 기간과 비교할 때 2배 가까운 신장세를 보이고 있는 것이다.

#### (4) 삼성인버터(주)

35만원~90만원대의 제품을 다양하게 출시하고 있으며, 실내인테리어를 고려한 제품이 특징이다. 호흡기 질환의 원인이 되는 공기 중의 집먼지, 진드기, 바이러스, 곰팡이 등의 오염물질은 헤파(HEPA)필터와 고압 집진기를 이용해서 걸러주며, 카본필터의 빠른 흡착력으로 악취는 물론 담배연기, 유해한 가스를 흡착 및 제거한다.

#### (5) JM 글로벌

JM 글로벌의 제품가격은 대략 130만원 정도의 고가로 형성되어 있다. 이 제품은 실내공기 오염의 주요 요인인 미세먼지를 제거하는 능력이 뛰어나며, 최근에 이용되고 있는 신소재 HEPA항균 및 탈취기술을 응용하여 사용함으로써 유해병원균이나 유해가스 또는 악취를 제거하는 성능을 가지고 있다. 특히 산소발생 기능을 전면에 내세워 큰 인기를 끌어, 시장 진입 1년여만에 시장의 약 8%를 점유할 정도로 확고한 위치를 다지고 있다.

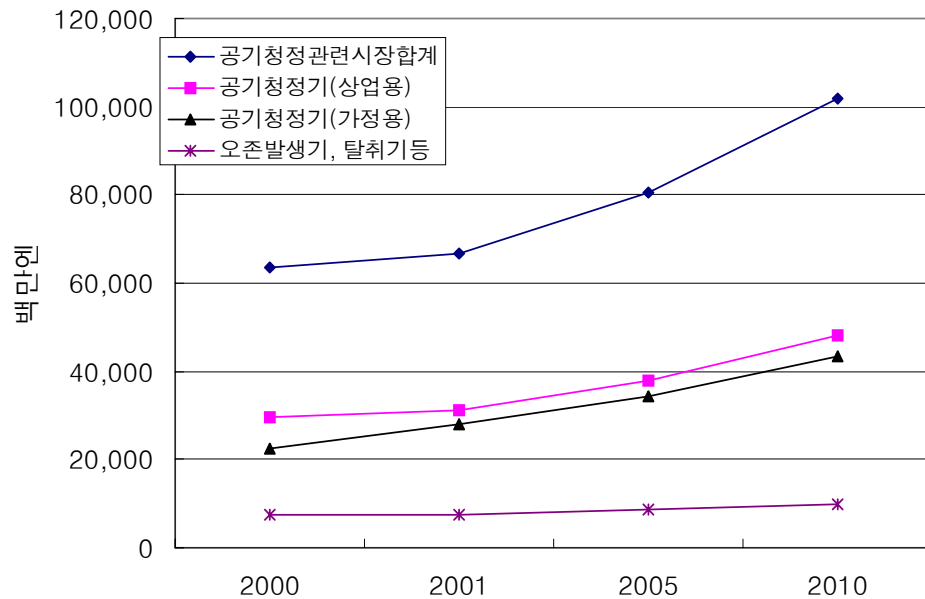
현재 국내에서 시판되고 있는 모든 제품은 0.3 마이크론 입자를 99.97% 제거할 수 있는 HEPA를 사용하고 있으며 대부분의 제품에서 부가기능으로 음이온 및 카본필터, 산소, 수분 제공 등을 갖추고 있다.

### 3.3 수요예측

#### 3.3.1 일본시장

일본의 경우, 공기정화기 시장이 2001년 완전히 회복된 이후, 2001년~2005년 20.6%(CAGR 4.79%), 2005년~2010년 26.3%(CAGR 4.78%) 성장할 것으로 예측되었다. 또한, 2005년 약 806억엔, 2010년 약 1,018억엔에 이를 것으로 전망되었다.

&lt;그림 4-10&gt; 일본 공기정화기 관련시장 규모의 예측(출하금액)



자료 : 空氣清淨關聯市場の展望と戰略, 矢野經濟研究所, 2002

### 3.3.2 국내시장

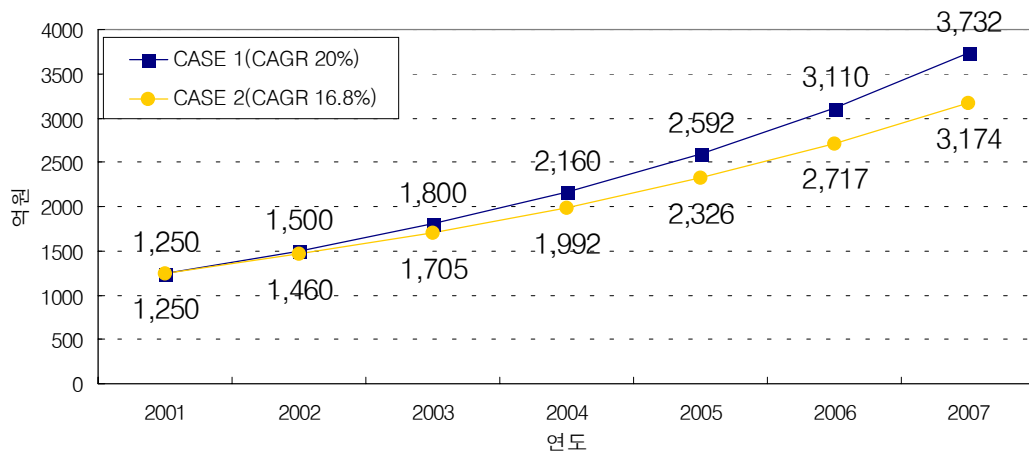
국내 공기정화기 시장은 2001년 1,250억원 규모였으며, 국내에서도 일본의 경우와 마찬가지로 2001년 이후 공기정화기 수요가 지속적으로 신장될 것으로 예상되고 있다.

국내 공기정화기의 수요예측을 위해 공기정화기 생산업체 관계자<sup>1)</sup>들과의 설문조사를 수행한 결과 업계 전문가들은 향후 5년간 평균 성장률이 20% 정도 될 것으로 전망하였다. 이 경우 향후 5년 뒤 2007년 시장규모는 3,732억원에 달할 것으로 보인다.

한편, 국내 공기정화기 시장은 2000~2001년 16.8% 성장하였는데, 이를 계속 유지한다고 가정하여 국내 공기정화기 시장을 예측하여 보면, 2005년 2,326억원, 2007년에는 3,174억원에 이를 것으로 보인다.

1) J사, D사, C사

&lt;그림 4-11&gt; 국내 공기정화기 시장규모의 예측



자료: KISTI 작성

이같은 공기정화기 시장규모의 성장은 생활수준의 향상, 건강 및 위생의식의 고조와 함께 앞으로도 꾸준히 지속될 것으로 예상된다.

## 4. 사업전략

### ◆ 제품의 차별성 강화

2001년에 공기정화기로는 CO가 제거되지 않는다는 사실이 밝혀지면서 이 문제가 사회적으로 큰 이슈가 되었다. 이에 따라 기존의 공기정화기가 가지고 있던 단순한 집진능력과 여과효과만으로는 더 이상 소비자의 요구를 맞출 수 없게 되었다.

이러한 문제점은 단기적으로 공기정화기 업계에 위협요인으로 작용할 수 있으나, 기술개발 여하에 따라 경쟁 업체와 차별성을 가질 수 있는 절호의 기회로 삼을 수도 있다. 특히, 공기정화 기능을 가진 에어컨과 제습기 등의 복합제품이 대기업에 의해 판매되고 있는 국내 현실에 비추어 볼 때, 공기정화 전용기를 생산하는 업체로서는 유사기종 및 복합기종과 다른 전용기만의 강점을 십분 발휘할 수 있는 좋은 기회가 될 것이다.

또한, 최근 소비자의 건강지향적 성향이 강해져 환경을 쾌적하게 하는 기

능이 있는 것으로 알려진 마이너스 이온과 산소 등이 유행처럼 번지고 있는데, 이러한 기능을 공기정화기에 탑재함으로써 다른 제품과의 차별성을 둘 수 있는 좋은 기회요인이 될 것으로 판단된다.

결론적으로 공기정화기 업체에서 다른 회사와는 다르게 소비자의 잠재적인 요구를 쫓아가는 독창적인 제품을 지속적으로 출시하고, 이 외에도 선택품목을 늘려서 소비자가 중요시 여기는 기능을 탑재한 제품을 손쉽게 선택하도록 하는 것이 중요하다.

#### ◆ 공기정화 성능의 향상

공기정화기는 출시 이후 시장의 요구에 맞추어 담배, 꽃가루, 오일미스트, 특정 종류의 냄새, 균·바이러스 등 제거 대상을 꾸준히 넓혀왔다. 그럼에도 불구하고, CO를 시작으로 많은 유해가스가 현재의 공기정화기로는 제거되지 않는다. 이는 그만큼 사람의 일상 생활을 위협하는 오염된 공기가 늘어나 오염원 또한 계속 증가하고 있기 때문이다. 이러한 문제제기에 대해 업체에서는 정면으로 대응하여 위협을 기회의 요인으로 전환할 필요가 있다. 물론 비용의 문제 때문에 소비자의 측면에서도 모든 오염물을 제거 할 수 있는 공기정화기를 요구하는 것은 아니므로, 소비자의 요구에 맞는 오염원 제거 대상을 선정하여 공기정화기의 기능 향상이 이루어져야 한다. 앞으로 단순한 공기정화기능과 탈취, 살균, 음이온 발생장치 등 복합화한 기능을 포함한 다양한 형태의 공기정화기가 개발, 시판되는 시장에서 꾸준한 기술개발을 통해 소비자의 요구에 부응하는 성능을 유지하는 것이 필요하다.

#### ◆ 온라인 유통 및 마케팅의 강화

인터넷은 제품 판매 및 유통분야에서 크나큰 변화를 가져왔는데, 이러한 인터넷 매체를 활용하면 관심있는 소비자들에게 제품에 대한 신뢰를 향상시킬 수 있는 계기가 될 수 있다. 또한, 이름이 알려지지 않은 회사로서는 저렴하게 좋은 이미지를 구축할 수 있는 탁월한 수단이 된다.

국내에서 공기정화기에 관심을 갖는 소비자는 계속 증가하고 있지만, 그 수요는 전체 인구의 6%~9% 정도에 지나지 않고 있다. 그러나, 소비자의 구



매 패턴이 점차 오프라인에서 온라인으로 옮겨가고 있고, 특히 인터넷을 통한 구매가 증가되고 있는 추세에 있으므로, 인터넷 상에 VP(Virtual Prototyping)를 구축해서 제품의 간접마케팅 구사를 하거나, 이와 연계된 실제 제품사용 체험관을 이용해 직접 구매로의 유도를 촉진시킬 수 있을 것이다.

## 5. 향후전망

환경에 대한 일반인들의 인식이 제고되고 있는 현실과 국외의 상황을 고려해 보면, 국내 공기정화기 시장 전망은 밝은 편이다. 1990년 후반 IMF를 거치면서 잠시 주춤하기도 하였지만, 2000년 이후로 소비자들의 구매력 회복과 함께 국내 공기정화기 시장은 지속적인 성장을 거듭하고 있다. 그러나, 시장의 성장에도 불구하고 선진국에서 기술만을 가져와 조립 판매하는 방식으로 장기적으로 시장 개방에 따른 경쟁력 확보에 어려움이 클 것으로 예상된다.

한편, 최근 들어 일부 벤처기업에서 독자적인 기술개발을 통해 공기정화기 시장에서의 진입을 시도하는 등 업계의 대처 노력은 바람직한 방향으로 흘러가고 있는 것으로 판단된다. 따라서, 조속한 연구개발을 통해 독자적인 핵심 기술을 확보하여야만, 상대적으로 시장의 판도변화가 쉬운 공기정화기 시장에서 경쟁력을 가질 수 있을 것이다.

## 제 5 장 결론

최근 들어 실내공기에 대한 관심의 증대, 점차로 찾아지는 황사 현상으로 인해 공기정화기에 대한 수요는 폭발적으로 증가하고 있다. 또한, 공기정화기는 미세먼지 등을 제어함으로써 정밀화학, 반도체 산업 등에 필수적으로 사용되고 있으며, 실내에서 생활하는 시간이 지속적으로 증가함에 따라 현대인들의 건강도 책임지고 있어 산업설비와 생활 가전제품의 역할을 동시에 하고 있는 셈이다.

공기정화 기술은 지난 수십년간 필터여과식, 습식, 전기집진식 등의 다양한 방법이 개발되어 왔다. 과거 공기정화기는 단순히 미세먼지만을 제거하는 역할을 수행하는 것으로 인식되어 왔으나, 최근에는 대기오염이 날로 증가하고 사람들의 기호가 변함에 따라 담배연기, 음식 등의 다양한 냄새, VOCs 등과 같은 유해물질의 제거하는 기능 등이 추가로 요구되고 있다. 이에 따라 최근에는 오존, 음이온 등의 발생, 광촉매를 이용한 새로운 기술과 함께 이를 복합적으로 이용하는 새로운 방법들이 다양하게 시도되고 있다.

그러나, 아직까지 국내 공기정화 기술의 수준은 매우 낙후되어 있는 상황으로, 국내 공기정화기 시장에 참여하고 있는 대부분의 업체들은 해외 선진기술, 특히 일본 기술을 도입하여 생산, 판매하는 수준에 머물러 있어 독자적인 공기정화 기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

한편, 국내 공기정화기 시장은 이미 1,000억원을 넘어서고 있으며 매년 20% 정도 급성장을 거듭하고 있고, 향후 5년 정도는 이러한 성장을 지속할 것으로 전망되고 있다.

그러나, 국내 공기정화관련 시장에서 국내 업체가 보다 경쟁력을 갖추기 위해서는 먼저 수요 측면에서 내수기반의 확충과 해외수출의 확대가 적극적으로 이뤄져야 하고, 공급측면에서는 공기정화 관련제품 전문업체의 육성 및 대형화 유도, 공기정화 관련산업체의 수직계열화를 통한 수출 증대 등이 필요하다.

또한, 공기정화 관련제품의 개발에 있어서는 공기정화 관련제품의 기술개발 체계 확립, 유망기술의 집중개발 등이 이뤄져야 한다. 이상과 같은 공기정화 관련산업에 대한 정책이 무리 없이 진행될 때, 국내 공기정화 관련제품은 비로소 경쟁력을 갖추 세계 시장에 자신 있게 발걸음을 내딛을 수 있게 될 것이다.

## < 참고 문헌 >

1. 건설기술정보지, '신축 공동주택 단위세대에서의 실내 포름알데히드 농도 특성' 이윤구, 통권 221 호, 2002년 4월호
2. 환경부대기보전국, '오존 오염의 현황과 대응방안', 2001
3. 환경정책평가연구원, '21세기 대기보전 시책 수립', 2000
4. 국립환경연구원, '제8차 동북아환경협력 고위급회의 및 국경간 동북아 환경협력 지역기술지원을 위한 중간검토회의 참석 보고서', 2002
5. 보건복지부 보도자료, '흡연실 설치 및 공기청정기 지원', 2002
6. 환경부, '제품군별 환경성적표지 작성지침 개발', 2002
7. 환경부, '실내공기질 관리방안에 관한 연구', 1999
8. 환경부, '그린빌딩 시범인증 성과분석 및 국제협력방안 연구', 2001
9. 환경부, '그린빌딩시범인증 위탁연구용역 최종보고서', 2000
10. 환경부, '실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구', 2002
11. 환경부생활공해과, '地下生活空間 空氣質管理 業務 便覽', 1999
12. 한국산업기술평가원, '열유체기계부문 산업분석', 2002
13. 산업자원부, '환경산업부문 산업분석(대기/폐기물/수질)', 2002
14. 한국환경정책평가연구원, '실내공기오염에 대한 국민 의식 조사와 정책 방안 연구', 2001
15. 한국환경정책평가연구원, '환경예산과 정책목표', 2001
16. KEI, '환경정보' 제3권 제1호(통권7호) 2001
17. 야노경제연구소, '공기정화관련시장의 전망과 전략', 1997년판
18. 야노경제연구소, '공기정화관련시장의 전망과 전략', 2002년판
19. 오명도, 2000, "21세기 공기청정기술의 발전동향", 한국공기청정협회 공기청정기술지, 제13권, 제1호, pp.15-33
20. 한국공기청정연구조합, 1999, "GIGA급 Ultra 클린룸 시스템 개발", 산업자원부 중기거점 기술개발 연구기획 보고서
21. 배귀남, 한화택, 유경훈, 김용진, 1998, "국내 공기청정산업 현황 및 기술 개발 동향", 한국공기청정협회 공기청정기술지, 제11권, 제1호, pp.40-68
22. 조상준, 2000, "클린룸 시스템의 과거, 현재 그리고 미래", 한국공기청정

- 협회 공기청정기술지, 제13권, 제1호, pp.34-64
23. 최철원, 1998, “공기청정기 산업현황”, 한국공기청정협회 공기청정기술지, 제11권, 제2호, pp. 59-70
  24. 오명도, 1998, “국제오염제어협회연합”, 한국공기청정협회 공기청정기술지, 제11권, 제1호, pp.21-26
  25. 조상준, 1998, “일본공기청정협회”, 한국공기청정협회 공기청정기술지, 제11권, 제1호, pp.27-35
  26. 1997, “지하 생활공간 공기질 관리법안”, 공기청정기술 제 9권 제 4호
  27. 최철원 외, 1997, “대기오염 방지의 필요성과 청정기술”, 건설기술/쌍용
  28. 失野經濟研究所, 1997, “空氣清淨 市場의 展望과 戰略(日本)”
  29. 한국산업기술평가원, 2002, “열유체기계부문 산업분석”, 산업자원부 연구보고 202-06-117
  30. 유경훈, 1998, “공기청정기 시험법의 특성과 동향”, 한국공기청정협회 공기청정기술지 제 11권 제 2호, pp. 40-49
  31. 일본산업규격, 1995, “Air Cleaners”, JIS C 9615
  32. 한국산업규격, 1994, “공기청정기”, KS C 9314
  33. 일본 전기공업회 규격, 1995, “가정용 공기청정기”, JEM 1467
  34. 김신도, 2002, “미세먼지 규제와 영향”, 공기청정기술 제 15권 1호, pp. 19-28
  35. 홍지형, 2002, “산업시설의 미세먼지 제어기술”, 공기청정기술 제 15권 1호, pp. 54-66
  36. 오명도, 1990, “실내 공기질(IAQ) 유지를 위한 오염제어 및 Air Cleaning 시스템”, 공기조화·냉동공학 제 19권 제 6호, pp. 342-351
  37. 이재근, 1995, “IAQ 청정설비 기술동향”, 한국공기청정연구조합 공기청정기술 세미나(제12회), pp. 101-123

## <저자소개>

박동운

- 현, 한국과학기술정보연구원 연구원

배영문

- 산업연구원 책임연구원
- 산업기술정보원 연구위원
- 현, 한국과학기술정보연구원 책임연구원
- 저서 : 특허정보분석의 이론과 실제 등

김석진

- 산업연구원 책임연구원
- 산업기술정보원 선임연구위원
- 현, 한국과학기술정보연구원 책임연구원
- 저서 : 특허정보검색기법 등