
정수기 성능 및 부품의 유해성평가방법표준화

선 일 식 박사
(한국화학시험연구원)

제1장 정수기성능 및 부품평가표준화

1. 서 론

1.1 개 요

최근 수자원환경 오염의 심각성이 전세계적으로 대두되고 있고 우리나라 역시 수자원의 오염이 상수원 보호구역까지 미치고 있다. 물은 인간을 포함한 모든 생명체의 구성물질로 필수 불가결한 요소이지만 인구증가로 인한 생활하수, 산업발달에 따른 폐수의 증가 및 오염물질의 다양화로 인하여 상수원이 점차 오염이 되고 있는 실정이다. 이러한 수자원의 오염은 국민의 건강과 직결된 먹는 물의 불신감을 조성하게 되었고 많은 국민들은 보다 나은 양질의 먹는물을 마시기 위해 정수기를 사용하고 있다. 최근 정수처리분야에서 이러한 문제들을 해결하기 위해 많은 연구와 각종 방법들이 제시되고 있다. 정수기 및 정수장치와 관련된 제품의 표준화는 국가에서 강제적인 법규로 다루기보다는 미국이나 일본에서와 같이 공인된 기관에서 제품의 성능 및 필터의 수명, 소재 및 부품에 대한 정확한 시험검사를 받도록 하여야 한다. 이는 국가 표준에 의한 정수업계의 품질관리가 용이하고 소비자는 불량품의 구입이나 사기, 과대광고에 현혹되지 않을 것이다. 따라서 제품성능 및 위해성평가를 위한 신뢰성이 확보된 객관적이고 표준화된 시험평가방법이 필요하다.

1.2 활용분야

정수기 관련 표준화 기술개발은 정수기의 정수방식에 따른 성능평가와 사용목적에 따른 성능평가로 구분을 할 수 있다. 또한 사용되는 소재 및 부품의 유해성 평가도 같이 이루어질 것이다. 정수방식에 따른 성능평가는 사용되는 정수기능 및 복합 사용여부에 따른 적합한 표준화된 평가방법을 개발하여 다양한 방식의 정수기능을 사용하는 업계의 품질관리 및 새로운 기술개발의 향상에 활용이 될 것이다.

또한 수출 사업에 주력하는 업계에는 국가규격의 개발 및 표준화를 통하여 세계시장의 적극적인 참여가 가능할 것으로 예상이 된다. 사용되는 소재 및 부품의 유해성평가는 물과 접촉하는 부분의 내분비계교란물질의 검출유무 및 독성에 대한 한국산업규격(KS)제정을 통하여 표준화평가방법을 구축하고 나아가서는 ISO인증을 통한 국가경쟁력향상 및 업계의 세계시장의 공략에 기여할 것이다.

1.3 표준화대상기술개발의 중요성

국가경제의 성장 및 국민의 삶의 질 향상으로 먹는물에 대한 관심은 날로 증가하고 있다. 정부에서도 맑은물 공급을 위한 여러 가지 대책을 강구하고 있으며 특히 양질의 수도수를 공급하기 위해 노력을 하고 있다. 하지만 우리나라는 협소한 지역에 많은 인구가 살고 있으며 왕성한 경제활동과 산업활동은 국가산업의 성장과 더불어 수자원의 오염이라는 문제를 들출시켰다. 이는 수자원의 오염이라는 문제를 야기 시켰고 지하수의 오염 역시 날로 심각해지고 있는 상황이다 또한 연중 강수량이 한 계절(장마철 약 60%)에 집중이 되고 있어 실제 수원이 풍부한 것으로 보여도 우리나라는 물부족국가로 지명을 받은 것이 현실이다.

또한 하,폐수의 처리율이 낮아 항상 수질오염이 가능한 환경을 가지고 있으며 수처리시설이 재래식이고 고도처리기능이 없으므로 불의의 사고시 발생가능한 독성오염물질이 정수장에 유입되어 각 가정으로 공급될 수 있는 가능성이 있다. 상수배관의 불량시공과 부식성으로 인하여 철 등의 무기물이 녹아 나올 수 있으며 부식관 내면에 미생물이 번식하여 심각한 식수의 오염을 유발될 수 있다. 현재의 물관리 행정력은 저수조의 물탱크까지만 미치고 있어 아파트나 대형건축물의 저수조의 관리의 부실은 적절한 상수도의 공급에도 불구하고 항상 오염될 수 있는 가능성을 가지고 있다.

이와 같은 이유로 국민들은 정수기에 대한 구입욕구가 가중되고 있다. 정수기는 사용되는 정수기 능에 따라 성능 및 가격에서 많은 차이가 있다. 또한 현재 정수기를 생산 및 조립판매하는 업체의 규모에 따라 품질 및 A/S의 차이도 다를 것이다. 이는 소비의 대부분을 차지하는 국민의 가계부담 및 사용 자체에 대한 불신감도 조성할 수 있다. 현재 우리나라에서 시판되거나 공급되는 정수기는 여러 가지 조합형의 모델을 가지고 있다. 사용되는 소재 또한 섬유, 활성탄, 이온교환수지, 세라믹, 분리막등 다양하다. 이런 여러 가지의 소재가 조합을 이루어 하나의 정수기로 만들어지기 때문에 실제 각 조합별의 표준화된 평가방법을 제정하기는 무척 어렵다. 하지만 국민의 안전하고 위생적인 먹는물의 공급을 위해서는 현실적으로 적용가능한 표준화된 평가방법의 제정이 이루어져야하며 나아가서는 국제적인증(ISO, NSF)의 제정에 기여할 것이다.

정수기에 사용되는 기능별 필터의 소재이외에 정수후 물과 접촉하는 부분에 많은 재질의 플라스틱, 용접제, 펌프등이 사용된다. 이러한 고분자 및 무기질 재료를 이용한 재질등에 대해 내분비계교란물질이 국내·외적 관심사이나 기초 자료 및 분석자료가 미미하고 표준화된 평가방법을 수립하지 못하고 있는바 관련된 내분비계교란물질을 조사하며, 이중 각 부품 및 재질에 대한 내분비계교란물질 시험

평가 방법의 한국산업규격(KS)화가 필요하다. 이는 정수된 물이 불량소재의 사용으로 인한 유해물질의 용출, 내분비계교란물질의 검출유무 등은 국민의 건강과 직결된 사항이기도 하다.

1.4 표준화대상기술의 국내·외 현황 및 동향

(1) 표준화대상기술의 국내·외 규격 제정 현황

1) 미국

- ① 연방정부에서는 정수기에 대해 허가나 인증 혹은 시험을 하지 않으며 다만 EPA에서는 수처리제에 대해서 규정하고 있다.
- ② 정수기에 대한 소재와 조립되는 자재는 FDA의 승인을 받아야 한다.
- ③ 인증제도를 시행하고 있는 기관은 수질협회(Water Quality Association) NSF(National Sanitation Foundation)이며 이들 기관은 독자적으로 시험방법을 규정하고 보증제도를 시행하고 있다.
- ④ 소비자들은 정수기의 과대선전이나 허위광고에 두려움을 갖기 때문에 WQA와 NSF의 인증제도를 신뢰하고 있다.
- ⑤ WQA(Water Quality Association)의 기준
WQA는 기계적인 조작과 오염물질 제거능력에 대한 엄격한 기준으로 평가를 시행하고 있다. 일반적인 생산라인에서 시험용정수기를 샘플로 채취하고 시험비용은 제조자가 부담한다. WQA는 건강상유해물질에 대한 인증은 하지 않고 모든 시험항목은 심미적 영향물질에 국한한다.
- ⑥ NSF(National Sanitation Foundation)의 기준
NSF는 1944년 비영리법인으로 미시간주에서 설립되어 현재 여러 가지 환경과 공공위생분야의 연구개발, 교육 및 제품의 건강 위해성 기준을 마련하고 있으며, 1968년에 미국 음용수국의 후원아래 정수에 대한 기준을 만들기 시작했다. NSF는 WQA와는 달리 건강상 유해 영향 물질까지 포함하여 EPA에서 규정한 모든 오염 물질에 대해 기준을 가지고 시험 평가를 하고 있다. 정수기에 대한 NSF의 기준은 NSF의 기준은 안정성, 구조, 작동방법, 디자인, 부품의 독성평가, 상표표시등 제반사항을 포함한다. 시험은 통상적으로 제품에 사용되는 모든 부품의 독성평가를 포함한다.
회사는 부품과 디자인이 변경되면 NSF에 통보를 해야한다. 또한 제조자가 제시한 제품이 아닌 생산공정에서 생산되는 제품을 선택하기 위해 NSF는 수시로 생산공장을 방문하여 시료를 채취한다.
인증과정에서 선입관을 가질 수 있는 정보는 배제한다.

2) 일본

- ① 일본수도협회(JWWA)는 위생국의 도움을 받아 1990년 12월부터 정수기의 구조, 표시, 시험방법등에 관한 기준을 가지고 있다.
- ② 제조자는 자율적으로 인증을 요청하여 받을 수 있다.
- ③ 구조와 표시기준은 본체, 연결부분, 소재, 표시등을 강조하고 있다.
- ④ 제품의 시험기준은 통과수량, 성능, 여과수명, 위생시험 등이다.

3) 한국

- ① 환경부에서는 1998년 1월 26일 정수기의 기준.규격 및 검사기관 지정을 고시
- ② 제정된 환경부 고시에서는 정수기의 종류, 성능, 제조방법, 유통 등에 관한 기준과 성분에 관한 규격과 표시기준을 규정.
- ③ 정수기 품질검사기관으로 한국정수기공업협동조합을 지정, 현재 시판하거나 제작되는 정수기의 품질검사를 대행
- ④ 정수기의 기준,규격 및 검사기관 지정고시에 의하여 품질검사를 받고 합격한 제품에 한하여 물마크를 부여
- ⑤ 환경부에서는 자체계획에 따라 연 1회이상 수거검사를 실시

(2) 표준화대상기술의 국내·외 개발동향 및 향후 전망

1) 국내 현황

<표. 1> 연도별 정수기업체 현황 및 판매현황

구분		1996년	1996년	1997년	1998년	1999년
제조업체	업체수	77	87	101	165	125
	판매대수	173,000	350,000	340,000	250,000	484,000
수입업체	업체수	20	17	15	15	30
	판매대수	36,885	48,000	40,000	30,000	29,838

<표. 1>에서 보는 바와 같이 국민의 먹는물에 대한 인식 및 생활수준에 따라 정수기의 수요 및 업체수가 지속적으로 증가하는 것을 볼 수가 있으며 여과방식에 따른 업계 현황은 <표. 2>와 같다.

<표. 2> 여과방식에 의한 분류

여과방식	자연여과식	UF여과방식	R/O여과방식	필터여과식
업체수	8	30	51	36
모델수	11	42	87	44

2) 향후 국내의 정수기 시장규모

분리막을 이용한 여과방식이 주종을 이룰 것으로 보이며 분리막을 이용한 조합형 여과방식의 정수기능을 가진 시장은 지속적으로 성장할 것으로 추정되지만 분리막 종류별의 표준화된 평가기술의 구축이 선행되어야 할 것이다.

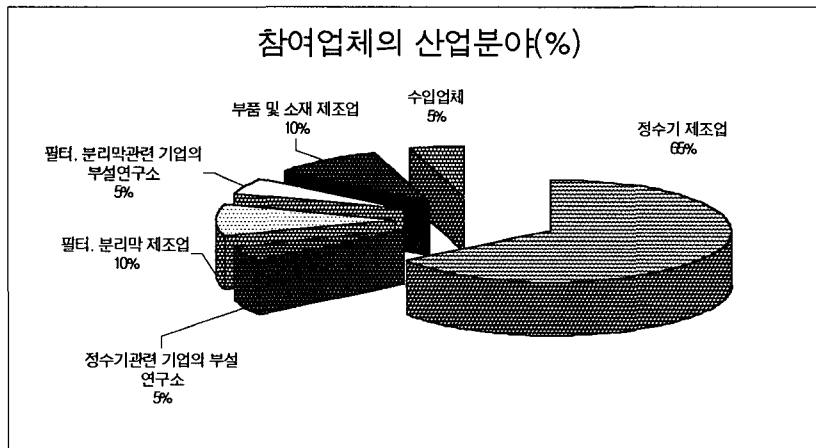
제2장 정수기성능 및 부품평가표준화를 위한 조사

2.1. 설문조사 및 세미나

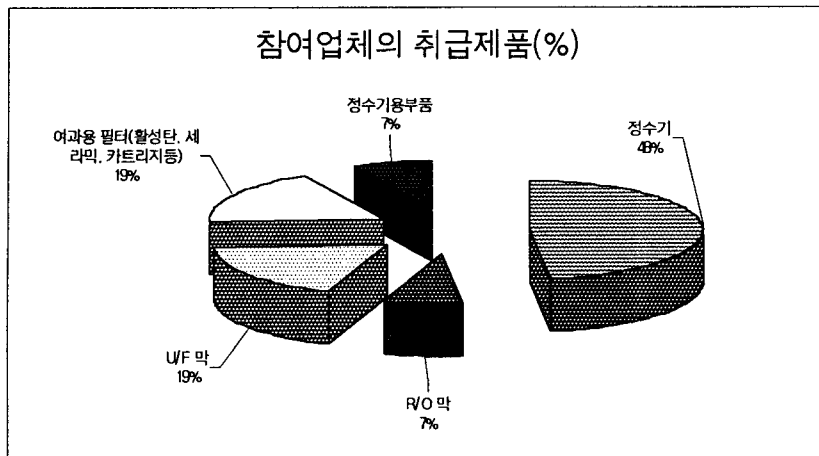
2.1.1. 설문조사

정수기성능평가방법의 표준화 및 정수기부품의 표준화를 위해 정수기관련업체를 대상으로 하여 설문조사를 실시하였다. 웅진코웨이(주)를 비롯하여 총 14개업체에서 18명이 설문조사에 참여하였다.

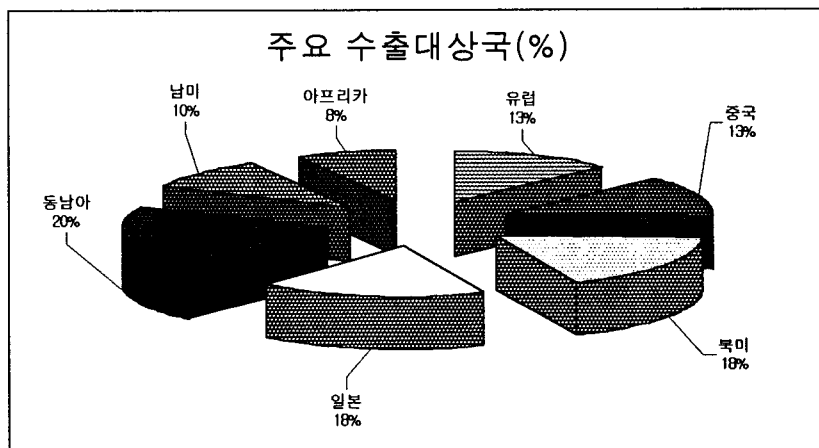
1) 설문조사참여업체 일반현황에 대한 조사



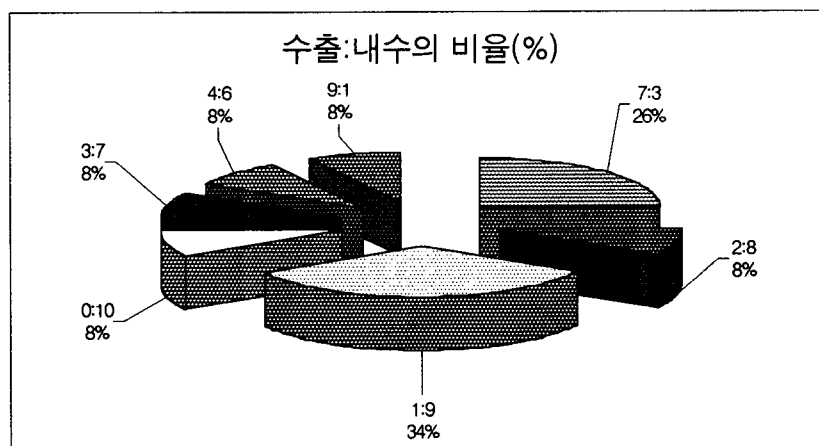
[그림 1.1] 설문조사참여업체의 산업분야



[그림 1.2] 설문조사참여업체의 취급제품



[그림 1.3] 설문조사참여업체의 주요 수출대상국

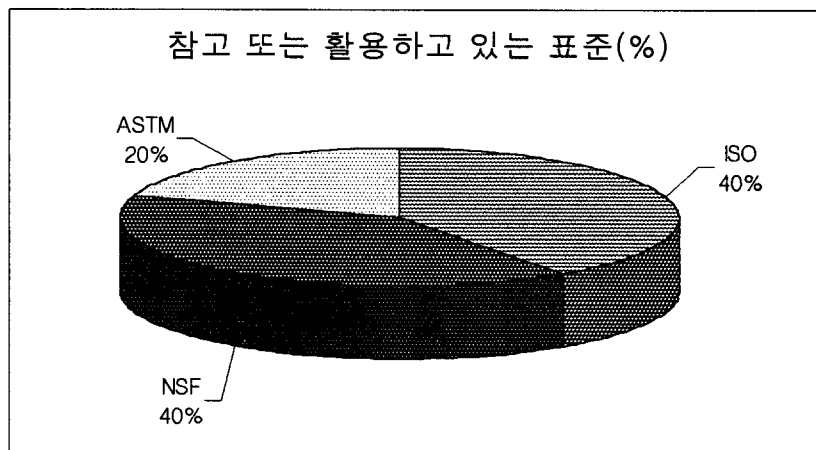


[그림 1.4] 설문조사참여업체의 수출과 내수의 비율

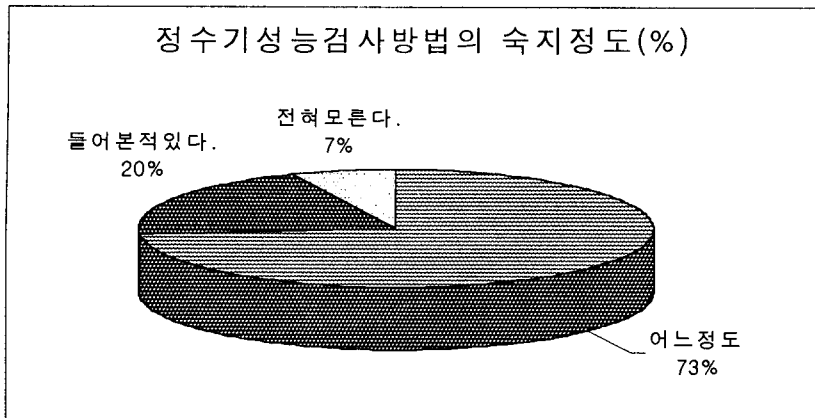
설문조사참여업체의 산업분야는 정수기제조업이 가장 많았으며, 다음 순으로 부품 및 소재의 제조업과 필터 및 분리막의 제조순으로 나타났다. 취급제품으로서 정수기가 가장 많았고, UF를 비롯한 RO막, 기타 여과용필터 정수기용 부품의 순으로 나타났다. 수출대상국은 유럽, 중국, 북미, 일본, 동남아, 남미, 아프리카등 세계전지역으로 수출되는 것으로 나타났다. 수출과 내수의 비율에서는 1:9로 주로 내수가 차지하는 업체가 있는 대다수인 반면, 9:1 수출을 주로하는 업체도 있는 것으로 나타났다. 수출시 애로사항으로서 A/S, 수출인증마크, 운반시 파손의 문제, 각국가마다 전기규격이 다른점을 지적했다.

2) 정수기성능평가방법 표준화에 관한 조사

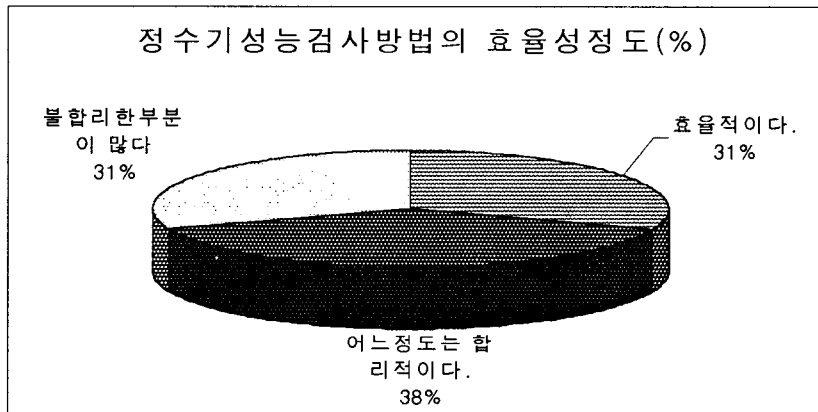
정수기성능평가방법의 표준화와 관련하여 표준화가 가장 시급한 분야로서 정수기를 가장 많이 선택하였고, UF막, 정수기용부품소재, RO막 순서로 나타났다. 현재정수기성능평가방법으로 사용되고 있는 환경부고시 2000-13호의 방법이외에 참고 또는 활용하고 있는 표준으로서 ISO, NSF, ASTM등이 있는 것으로 나타났다.



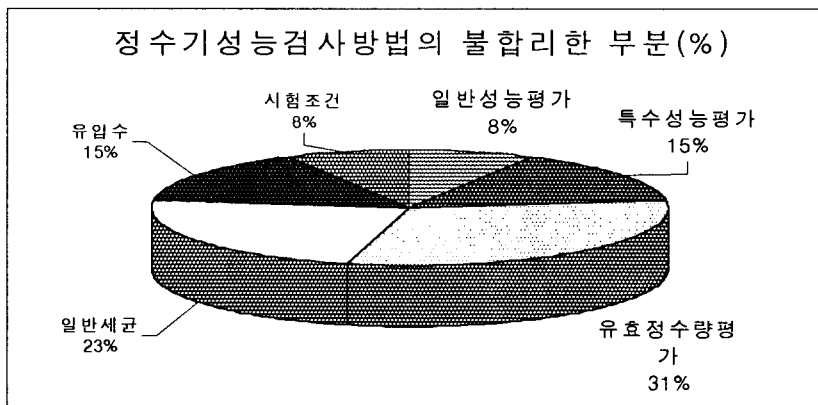
[그림 1.5] 설문조사참여업체가 참고 또는 활용하고있는 표준



[그림 1.6] 설문조사참여업체의 정수기성능검사방법의 숙지정도



[그림 1.7] 설문조사참여업체가 인식하는 정수기성능검사방법의 효율성정도

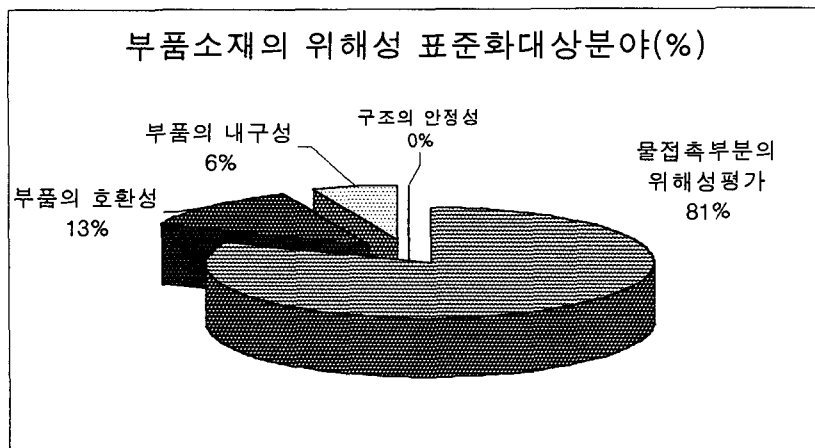


[그림 1.8] 설문조사참여업체가 인식하는 정수기성능검사방법의 불합리한부분

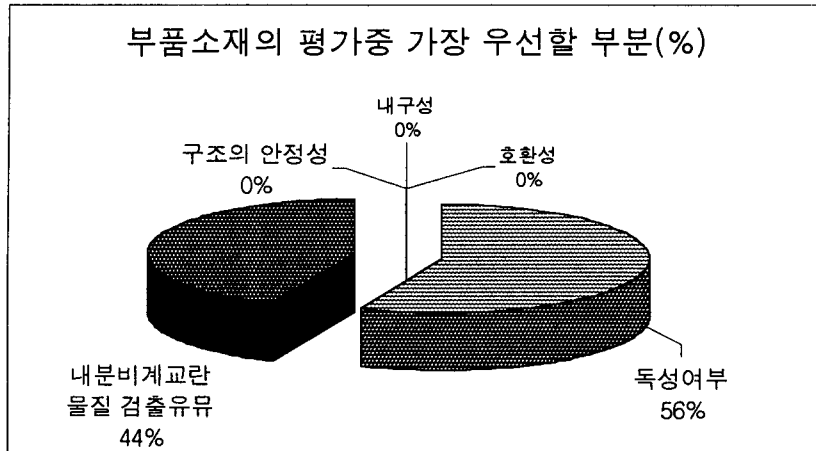
현재 정수기성능평가방법으로 사용되고 있는 환경부고시 2000-13호의 방법의 효율성에 관하여 합리적으로 생각하고 있는 업체가 69%, 불합리하다고 생각하는 31%를 차지하는 것으로 나타났다. 불합리하다고 생각되는 부분중에 가장 우선시 되는 부분이 유효정수량평가방법으로 나타났고, 일반세균, 특수성능평가, 유입수의 문제, 일반성능평가, 시험조건등으로 전반적인 부분에서 불합리함을 지적하였다. 정수기의 품질에 대한 우선순위로서 제품의 안정성과 위해성을 가장 중요하게 생각하는 것으로 나타났고, 오염물질의 제거율, 사용의 편리성, 가격, A/S등의 순으로 나타났다.

3) 정수기부품소재의 유해성 표준화에 관한 조사

정수기용 부품소재의 위해성 표준화와 관련하여 가장 시급한 표준화대상분야는 물과 접촉하는 부분의 위해성 평가로 나타났고, 그 다음으로 부품의 호환성, 부품의 내구성 등으로 나타났다. 부품소재의 평가중 가장 우선시해야 할 부분에서도 독성물질의 검출여부와 내분비계교란물질의 검출여부를 가장 중요하게 생각하는 것으로 나타났다.

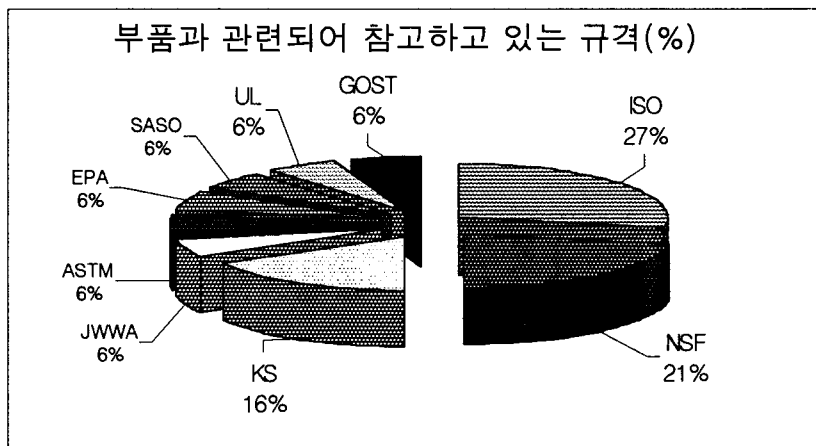


[그림 1.9] 부품소재의 위해성 표준화대상분야

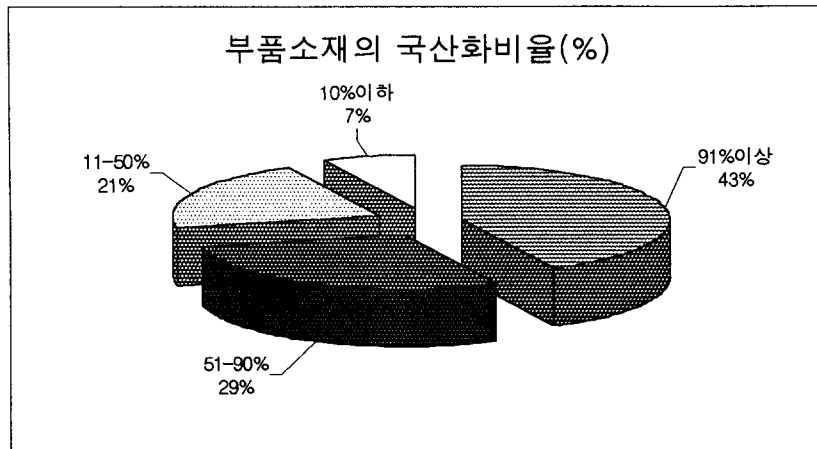


[그림 1.10] 부품소재의 평가중 가장 우선할 부분

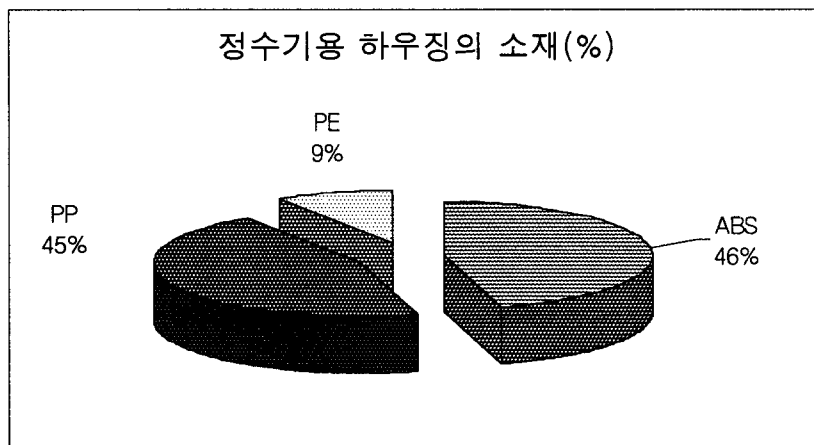
부품소재와 관련되어 참고하고 있는 규격은 ISO, NSF, KS, JWWA, ASTM, EPA, SASO, UL, GOST 등으로 각국의 규격을 참고하여 사용하는 것으로 나타났고 이들 부품소재를 국산화하고 있는 업체의 비율은 91%이상 국산화하고 있는 업체가 43%, 51-90% 국산화하고 있는 업체가 29%, 11-50%국산화하고 있는 업체가 20%, 국산화가 10%이하인 업체는 7%정도인 것으로 나타났다.



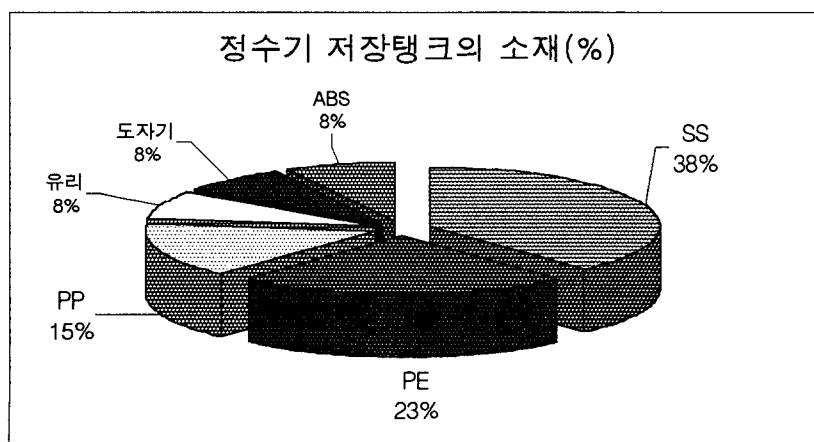
[그림 1.11] 부품소재와 관련되어 참고하고 있는 규격



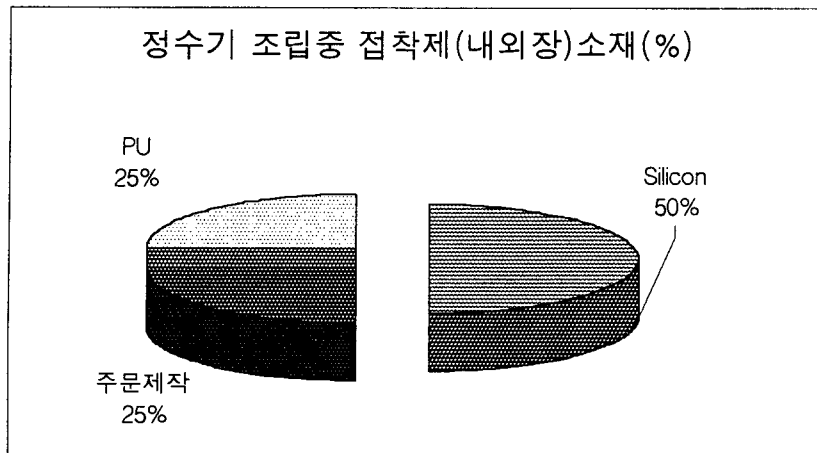
[그림 1.12] 부품소재의 국산화 비율



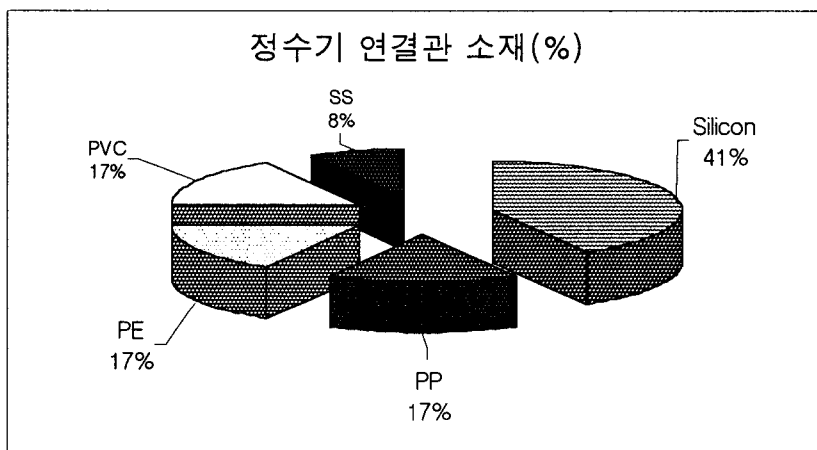
[그림 1.13] 부품소재 중 정수기용 하우징의 소재



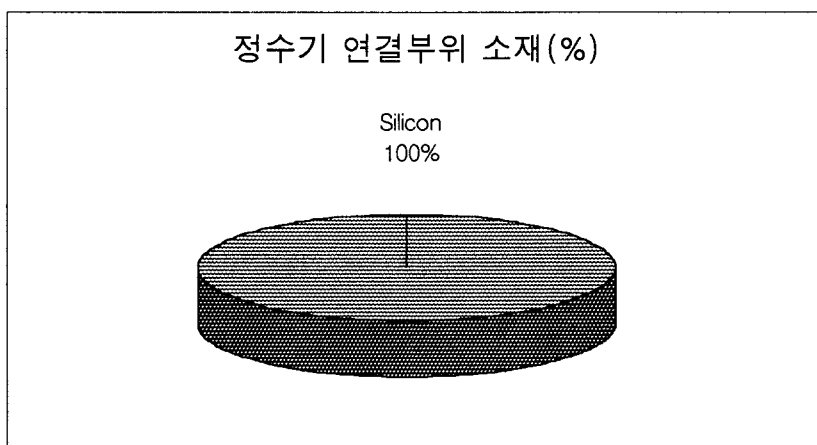
[그림 1.14] 부품소재 중 정수기 저장탱크의 소재



[그림 1.15] 정수기조립중 접착제(내외장) 소재



[그림 1.16] 부품소재 중 정수기 연결관의 소재



[그림 1.17] 부품소재 중 정수기연결부 소재

정수기용 하우징에 사용되는 부품의 재질로서 ABS, PP, PE 순으로 사용되고 있으며, 저장탱크에 사용되는 부품의 재질로서 SS, PP, PE, 유리, 도자기, ABS 순으로 사용되고 있으며, 접착제의 재질로서 Silicon, PU, 주문제작 등의 있다. 연결호스의 소재로서 Silicon, PP, PE, SS 등을 사용하고 있으며 연결부위는 모두 Silicon을 사용하고 있었다. 정수기성능평가방법의 표준화 및 정수기부품의 표준화를 위해 정수기관련업체를 대상으로 한 설문조사에서 다음과 같은 문제점들을 제시하였다.

- 정수기성능평가는 사용소재별 특성에 맞는 방법을 채용해야한다.
- 명확한 시험규격과 방법
- 공공기관의 시험방법의 표준화
- 필터의 신뢰성 테스트방법
- 지역별 수질오염에 대한 정확한 데이터베이스
- 공공기관의 수질오염에 대한 데이터 공유
- 국내실정에 맞게 기준설정
- 내분비계장애물질 배출자재 사용금지
- 일반세균시험의 문제점
- 정수기 종류에 따른 시험방법의 차별화
- 국내인증과 해외규격인증의 호환성
- 국내인증이 해외인증이 될 수 있는 기구
- 관련법규의 난립
- 정수기 평가시 정수방식대로 대표모델만 성능평가
- 국제규격의 정수기성능평가가 가능한 국내분석기관없음
- 국내의 평가방법이 비합리적
- 세라믹필터에 대한 구분이 없음.

2.2 ANSI/NSF 규격조사

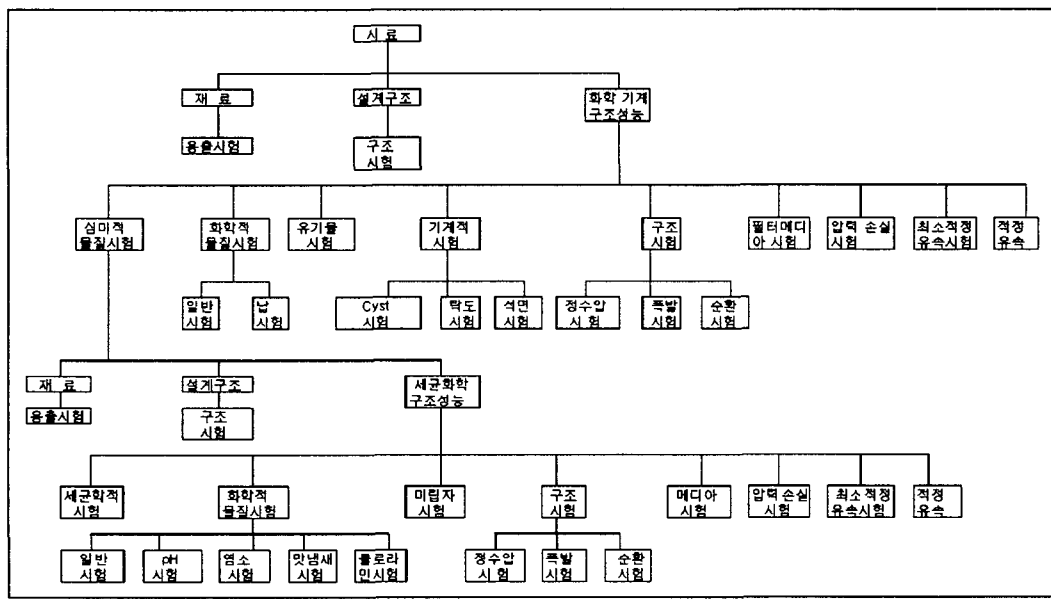
2.2.1. ANSI/NSF

정수기 성능평가의 표준화를 위한 대표적인 해외 관련규격은 NSF 규격으로서 NSF는 미국 미시간주에서 1944년 비영리법인으로 설립되어 현재 여러 가지 환경과 공공위생분야의 연구개발, 교육 및 제품의 건강 위해성기준을 마련하고 있는데 정수기 관련 규격으로서 NSF 42(먹는물처리장치의 건강적측면), NSF 53(먹는물처리장치의 심미적측면)의 체계적인 이해가 필요하다.

2.2.2 NSF 42, 53 규격

1) 구성

NSF 42, 53의 규격은 대체적으로 유사한 부분이 많은 것으로 조사되었다. [그림 2.5]는 NSF 42, 53의 평가방법에대한 내용을 간략하게 도표화 한 것이다. 건강적 측면과 심미적측면 모두 구조시험, 필터메디아시험, 압력손실시험, 최소적정유속시험, 적정유속시험은 동일하게 적용이 되고 있고 NSF 42는 화학기계 구조성능, NSF 53은 세균화학구조성능을 중점적으로 평가하는 것으로 조사되었다.



[그림 1.18] ANSI/NSF42, 53의 평가시스템

3. 부품의 유해성 평가

3.1 내분비계장애물질

내분비계장애물질이란 내분비계의 정상적인 기능을 방해하는 화학물질로서 환경중 배출된 화학물질이 체내에 유입되어 마치 호르몬처럼 작용한다고 하여 환경호르몬으로 불리우기도 한다. 내분비계장애물질로 알려진 물질의 대부분은 산업용 화학물질이 차지하고 있으며, 그밖에 에스트로젠 기능약물, 식물에서 생산되는 식물성에스트로젠 등이 포함된다. 이들 내분비계장애물질은 생태계 및 인간의 생식기능저하, 기형, 성장장애, 암 등을 유발하는 물질로 추정되고 있으며 생태계 및 인간의 호르몬계에 영향을 미쳐 전세계적으로 생물종에 위협이 될 수 있다는 경각심을 일으켜 오존층 파괴, 지구온난화 문제와 함께 세계 3대 환경문제로 등장하였다.

3.2 내분비계장애물질의 성질

내분비계장애물질은 일반적으로 합성화학물질로서 물질의 종류에 따라 저해호르몬의 종류 및 저해방법이 각각 다르다. 그러나 수많은 화학물질중 명확하게 내분비계장애물질로 밝혀진 것은 극히 일부분이며, 대부분의 물질이 잠재적 위험성이 있는 것으로만 알려져 있다.

생체내에 합성되는 호르몬과 비교하여 내분비계장애물질의 특성은 다음과 같다.

- 생체호르몬과는 달리 쉽게 분해되지 않고 안정하다.
- 환경중 및 생체내에 잔존하며 심지어 수년간 지속되기도 한다.
- 인체 등 생물체의 지방 및 조직에 농축되는 성질이 있다

3.3.3 내분비계 장애를 유발할 수 있는 물질

현재 내분비계 장애를 일으킬 수 있다고 추정되는 물질로는 각종 산업용화학물질(원료물질), 살충제 및 제초제 등의 농약류, 유기중금속류, 소각장의 다이옥신류, 식물에 존재하는 식물성 에스트로젠(phytoestrogen) 등의 호르몬유사물질, DES (die thylstilbestrol)과 같은 의약품으로 사용되는 합성 에스트로젠류 및 기타 식품, 식품첨가물 등을 들 수 있다. 현재 세계생태보전기금(WWF, World Wildlife Fund) 목록에는 67종의 화학물질이 등재되어 있으며, 일본 후생성에서는 산업용화학물질, 의약품, 식품첨가물 등의 140여종의 물질을 내분비계장애물질로 분류하고 있다[표 1.1].

내분비계 장애와 관련해 연구결과 및 그 사례가 보고된 대표적 물질로는 식품

이나 음료수캔의 코팅물질 등에 사용되는 비스페놀A와 과거 농약이나 변압기절연유로 사용되었으나 현재 사용이 금지된 DDT와 PCB, 소각장에 주로 발생하는 다이옥신류, 합성세제원료인 알킬페놀, 플라스틱 가소제로 이용되는 프탈레이트 에스테르 및 스티로폴의 성분인 스티렌다량체 등이 내분비계장애물질로 의심을 받고 있다.

<표. 3>내분비계 장애가 우려되는 물질 및 주변 생활용기

세계생태보전기금 (WWF) 분류(67종)	일본 후생성의 분류 (142종)	내분비계장애물질 유출우려가 되는 생활용품
<ul style="list-style-type: none"> - 다이옥신류 등 유기염소물질 6종 - DDT 등 농약류 44종 - 펜타 - 노닐 페놀 - 비스페놀 A - 디에틸헥실프탈레이트 등 프탈레이트 8종 - 스티렌 다이머, 트리머 - 벤조피렌 - 수은 등 중금속 3종 	<ul style="list-style-type: none"> - 프탈레이트류등가소제 9종 - 플라스틱에 존재하는 물질 17종 - 다이옥신 등 산업장 및 환경오염물질 21종 - 농약류 75종 - 수은 등 중금속 3종 - DES 합성에스트로젠 8종 - 식품 및 식품첨가물 3종 - 식물에 존재하는 에스트로젠 유사호르몬6종 	<ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 용기, 음료, 캔, 병마개, 수도관의 내장코팅제, 치과치료시 이용되는 코팅제 : 비스페놀 A - 합성세제: 알킬페놀 - 컵라면 용기 : 스티렌 다이머, 트리머 - 폐건전지 : 수은

3.3.4 각국의 내분비계 장애물질의 종류

우리나라 환경부 및 일본의 후생성, 미국의 EPA에서 규정한 산업용 화학물질의 내분비계장애물질의 종류는 <표.4>, <표. 5>, <표. 6>과 같다.

<표. 4> 우리나라 환경부의 내분비계 장애물질

분 류	물 질 명	용 도
산 업 용 화 학 물 질 (18종)	2,4-디클로로페놀(2,4-Dichlorophenol,120-83-2)	원료중간체
	디비피(DBP,84-74-2)	가소제
	디시에이취피(DCHP,84-61-7)	가소제
	디에이취피(DHP,84-75-3)	가소제
	디에틸헥실아디프산(Diethylhexyladipate,103-23-1)	가소제
	이에이취피(DEHP,117-81-7)	가소제
	디이피(DEP,84-66-2)	가소제
	디피알피(DprP,131-16-8)	가소제
	디피피(DPP,131-18-0)	가소제
	벤조페논(Benzophenone,119-61-9)	의약품합성원료
	비비피(BBP,85-68-7)	가소제
	비스페놀 A(Bisphenol A,80-05-7)	가소제
	스티렌(styrene dimer, trimer)	플라스틱제조원료
	알킬(C=5~9)페놀(pent~nonylphenol)	계면활성제 원료
티비티오(TBTO,56-35-9)	방오제	
피비비(PBBs,59536-65-1)	난연제	
피시비(PCBs,1336-36-3)	열매체	

<표.5> 미국 EPA의 내분비계 장애물질 목록

분 류	물 질 명
산 업 용 유 기 화 합 물	2-Acetylaminofluorene(53-96-3), Acenaphtene(83-32-9)
	Anthracene(120-12-7), Benzo(a)anthracene(56-55-3)
	Benzo(a)pyrene*(50-32-8), Benzo(b)fluoranthene(205-99-2)
	Benzo(k)fluoranthene(207-08-9), Bisphenol-A(80-05-7)
	Buthyl benzyl phthalate*(85-68-7),
	Buthylated hydroxyanisole(BHA, 25013-16-5)
	Buthylated hydroxytoluene(128-37-0), Chrysene(218-01-9)
	Dibuthyl phthalate(84-74-2), Indeno(1,2,3-cd)pyrene(193-39-5)
	p-Nonylphenol*(25154-52-3), PCBs*(1336-36-3)
	Pentachlorophenol*(87-86-5), Phenanthrene(85-01-8)
	Pyrene(129-00-0)

<표. 6> 일본 후생성의 내분비계 장애물질 목록

구분	물질명	
가소제	butylbenzyl phthalate(BBP)	diethylhexyl adipate(DEHA)
	di-n-butyl phthalate(DBP)	di-n-hexyl phthalate(DHP)
	dicyclohexylphthalate(DCHP)	di-n-pentyl phthalate(DPP)
	diethyl phthalate(DEP)	di-n-propyl phthalate(DprP)
	di(2-ethylhexyl) phthalate	
플라스틱화학 물질	alkylphenol ethoxylates	4-propylphenol
	nonylphenol ethoxylates	4-sec-butylphenol
	octylphenol ethoxylates	4-n-butylphenol
	bisphenol A	2- <i>t</i> -butylphenol
	alkylphenol	3- <i>t</i> -butylphenol
	2-octylphenol	4- <i>t</i> -pentylphenol
	4-nonylphenol	4- <i>t</i> -octylphenol
	octylphenol	styrene dimers and trimers
p-octylphenol		
산업용 화학물질 및 환경오염물 질	alkylphenol ethoxylates	hexachlorobenzene
	PCBs/Aroclor	tributyltin compound
	benzophenone	para-nitrotoluene
	benzo(a)pyrene	nonylphenol
	6-bromonaphtol-2	octachlorostyrene
	chlorobenzenes	PBB
	chlorophenate	pentachlorophenol
	dibromoacetic acid	TCDF, PCDF, furan
	2,4-dichlorophenol	TCDD, PCDD, dioxin
	4,4'-dihydroxybiphenyl	tributyltin oxide
4-dodecylphenol		

제4장 정수기 성능평가System

4.1 국내의 정수기 관련 평가 System

4.1.1 국내의 정수기 성능평가

환경부에서는 1998년 1월 26일 “정수기의 기준 규격 및 검사기관 지정고시”를 제정하여 정수기의 종류 및 성능, 제조방법, 유통등에 관한 기준과 성분, 관련 규격 및 표시 기준을 규정하고 있다. 환경부 고시는 정수기에 대한 자율적인 품질관리를 행함으로서 소비자를 보호하고 제품의 품질향상에 기여함을 목적으로 만들어 졌으며 제품의 품질기준은 크게 구조, 유효정수량, 일반정수성능(의무항목), 특수정수성능(선택항목)으로 되어있다. 제품의 정수성능은 <표. 7> <표.8 >과 같

이 반드시 냄새, 맛, 색도, 탁도, 일반세균이 제거기준에 합격하여야 하며, 그의 특수정수성능은 선택사항으로 제품의 성능에 따라 제거가능물질을 선택하여 인증 받을 수 있도록 되어 있다.

<표. 7> 환경부고시의 의무항목

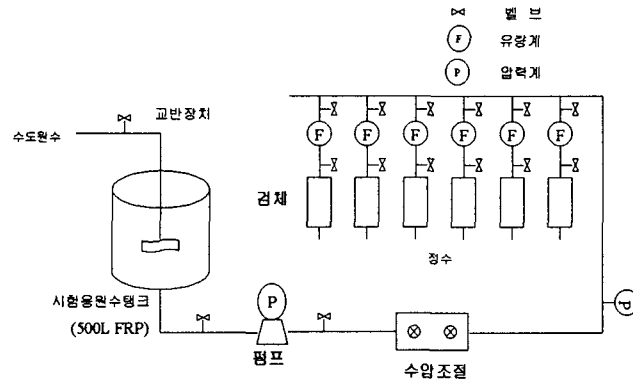
구분	항목		
의무항목	· 냄새 · 탁도	· 맛 · 일반세균	· 색도

<표. 8> 환경부고시의 물질군별 분류

군 별	검 사 항 목	
	대표항목	기타 먹는물수질기준 항목
I군 유기화학물질	톨루엔, 세제	1.1.1-트리클로로에탄, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 디클로로메탄, 벤젠, 에틸벤젠, 크실렌, 1.1 디클로로에틸렌, 사염화탄소, 페놀, 총트리할로메탄, 과망간산칼륨소비량, 클로랄하이드레이트, 디브로모아세트니트릴, 디클로로아세트니트릴, 트리클로로아세트니트릴, 할로아세틱에시드(디클로로아세틱에시드, 트리클로로아세틱에시드)
II군 농약류	카바릴	다이아지논, 말라티온, 파라티온, 페니트로티온
III군 무기성양이온	경도	암모니아성질소
IV군 유해중금속	납, 비소	수은, 6가크롬, 카드뮴, 세레늄, 망간, 철, 알루미늄, 아연, 동, 보론
V군 무기성음이온	염소이온, 질산성질소	황산이온, 시안, 불소
VI군 미생물	대장균군, 일반세균	
VII군 일반정수항목	냄새, 맛, 색도, 탁도	증발잔류물
VIII군 기타		수소이온농도

4.1.1.1 국내의 정수기 성능검사 시스템

환경부고시 제2000-13호에서 규정하고 있는 정수기 성능평가 Flow chart는 [그림 2.1] 과 같다.



[그림 2.1] 국내의 정수기 성능평가 Flow chart

유입수는 수도수를 사용하고 500L의 시험용탱크와 교반기를 갖추고 있으며 펌프를 이용하여 시험수를 이송하고 유량계를 이용하여 순간유량과 적산유량을 확인하며 압력계를 이용하여 검사시료의 압력을 조절하고 있다.

4.1.2 NSF(National Sanitary Foundation)의 정수기 성능평가

NSF는 1944년 비영리법인으로 미시간주에서 설립되어 현재 여러 가지 환경과 공공위생분야의 연구개발, 교육 및 제품의 건강 위해성 기준을 마련하고 있으며 1968년에 미국 음용수국의 후원아래 정수에 대한 기준을 만들기 시작했다. NSF는 WQA와는 달리 건강상 유해영향물질까지 포함하여 EPA에서 규정한 모든 오염물질에 대해 기준을 가지고 시험평가를 하고 있다. 정수기에 대한 NSF의 기준은 안정성, 구조, 작동방법, 디자인, 부품의 독성평가, 상표표시등 제반사항을 포함한다. 시험은 통상적으로 제품에 사용되는 모든 부품의 독성평가를 포함한다. 회사는 부품과 디자인이 변경되면 NSF에 통보를 해야한다. 또한 제조자가 제시한 제품이 아닌 생산공정에서 생산되는 제품을 선택하기 위해 NSF는 수시로 생산공장을 방문하여 시료를 채취한다.

1) NSF의 시험내용

제품의 성능시험에서는 오염물질 제거성능과 구조적 성능, 일반성능에 대한 시험을 실시하며 오염물질 제거성능시험은 연수기의 경우를 제외하고는 2회 반복시

험한다. 또한 제품의 성능시험에 있어서 규격 42, 53 및 55는 각각의 구성부품에 대해서 시험되며 규격 44, 58 및 62는 결합된 완성제품에 대해서 시험된다. 건강에 미치는 영향을 사용자가 쉽게 인지할 수 있도록 경보장치가 부착된 제품의 경우에는 그 장치도 규격에 따라 시험된다.

① 오염물질 제거성능시험

오염물질 제거성능시험은 유입수의 농도를 최대오염물질농도(MCL)의 3배가 되도록하여 장치수명의 120% 또는 200%까지 통수시켰을 때 처리수의 농도가 MCL농도보다 낮아야 한다. 또한 사용자가 제품의 상태를 쉽게 인지할 수 있도록 경보장치가 부착되어야 하는데 규격 53에 적용되는 제품의 경우는 배출 완료를 알리는 경보음 또는 경보등 장치나 간이측정기는 규격 58, 44와 62에 적용시 필요하고, 수질분석을 위한 시료채취 서비스는 규격 58과 62 제품에 적용된다.

② 구조적 성능시험

구조적 성능시험은 15분동안 정수압이나 정역학적 분출압력 또는 압력순환 주기 (10,000 또는 100,000회)를 유지하였을 때 제품에 아무런 이상이 없어야 한다.

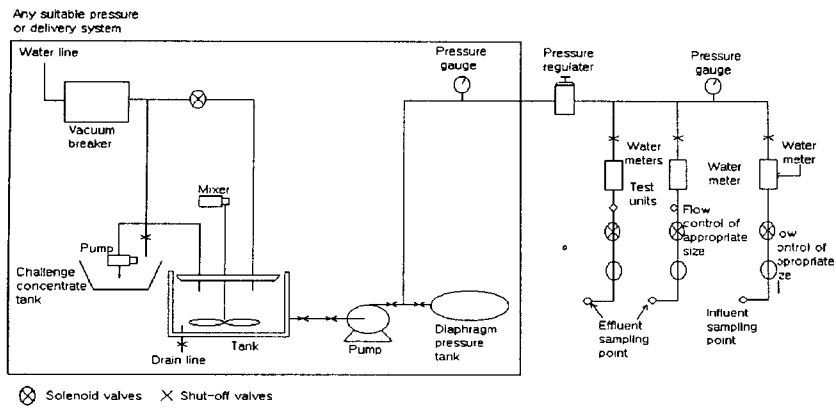
③ 일반성능시험

일반성능시험은 다음과 같은 항목에 대해서 실시한다.

- 최소수량(42, 53, 55)
- 정격처리수량(44)
- 여과장치의 수명(42, 53)
- 에어 갭 장치(58)
- 처리율(58, 62)
- 경보장치의 성능(55)
- 정격압력저하(42, 53, 44)

2) NSF의 성능평가 장치

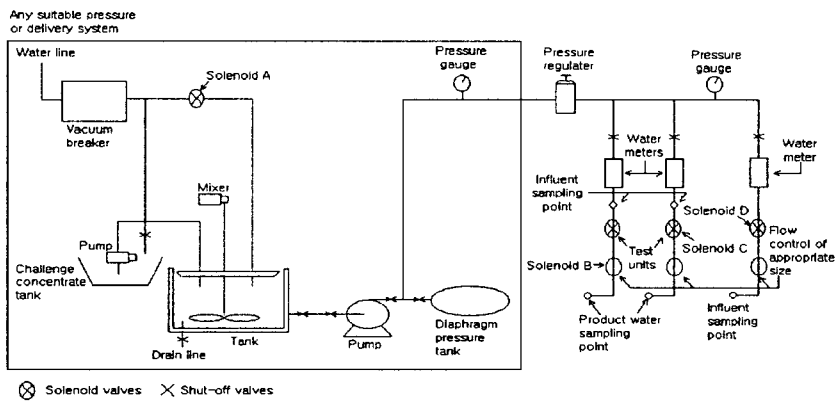
ANSI/NSF42(먹는물처리장치의 건강적측면), ANSI/NSF53(먹는물처리장치의 심미적측면)에 있는 시험장치의 예는 [그림 2.2]와 [그림 2.3]과 같다. NSF에서는 이 시험장치를 통하여 용출물 시험과 오염수의 제거율 시험, 화학적물질시험, 유기물질시험, Cyst 시험, 분진, 석면시험등을 실시하고 있다.



Example test apparatus

NOTE 1 : Faucet-attached systems and portable systems shall be placed after solenoid valves B and C.
 NOTE 2 : Solenoid valves shall be controlled by appropriate timer(s)

[그림 2.2] ANSI/NSF42의 성능평가 system



Example test apparatus

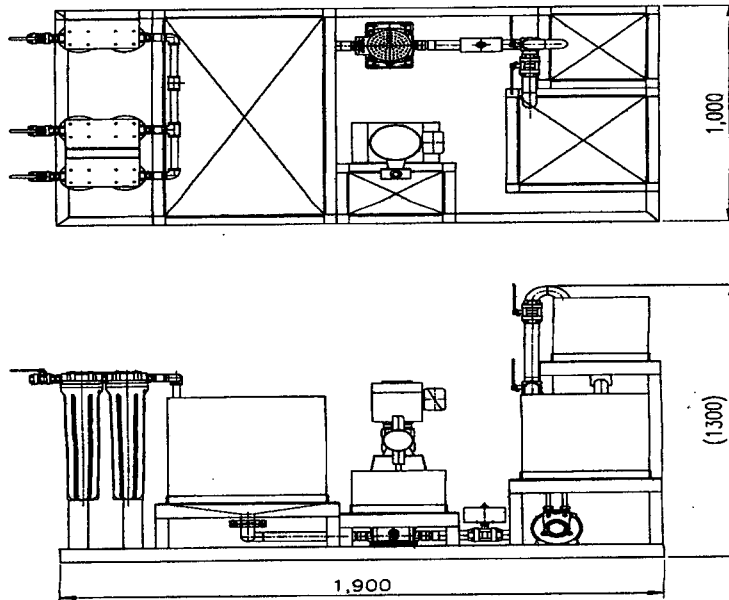
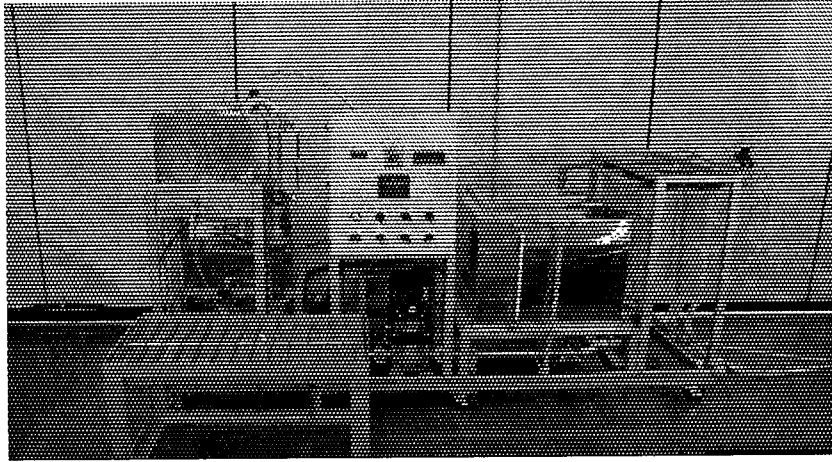
NOTE 1 : Faucet-attached systems and portable systems shall be placed after solenoid valves B and C.
 NOTE 2 : Solenoid valves shall be controlled by appropriate timer(s)

[그림 2.3] ANSI/NSF53의 성능평가 system

4.2. 정수기 성능평가장치의 제작

4.2.1 System Layout 설계

NSF System에 준하는 정수기 성능평가를 위한 평가실험장비의 제작은 국내외 성능평가 장치의 자료를 검토한 후 제작용체를 선정하고 설계를 하였다. 정수기 성능평가 System 개발을 위해 설계한 Lay out과 도면은 [그림 2.4],[그림 2.5] 와 같다.



[그림 2. 4, 5, 6] 정수성능평가장치 Lay out

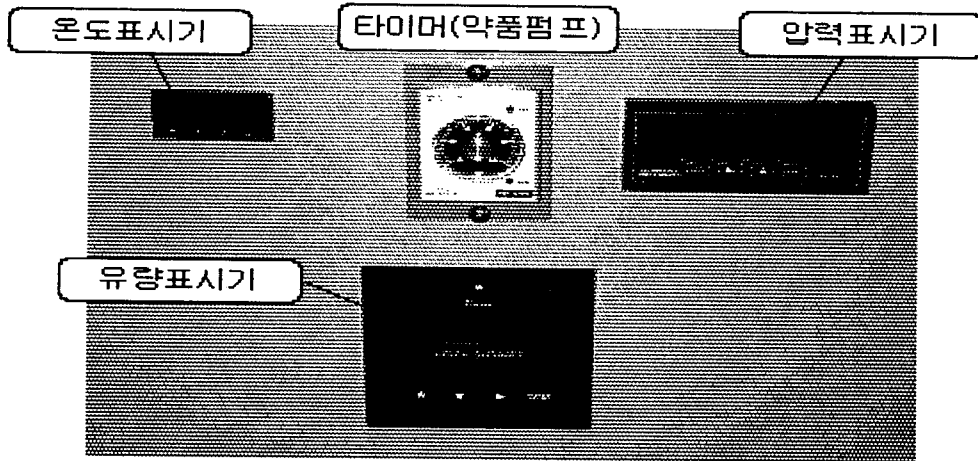
4.2.2 정수기 성능평가장치

Layout에 의해 설계 제작된 정수기 성능평가장치는 [그림 2.6]과 같다.

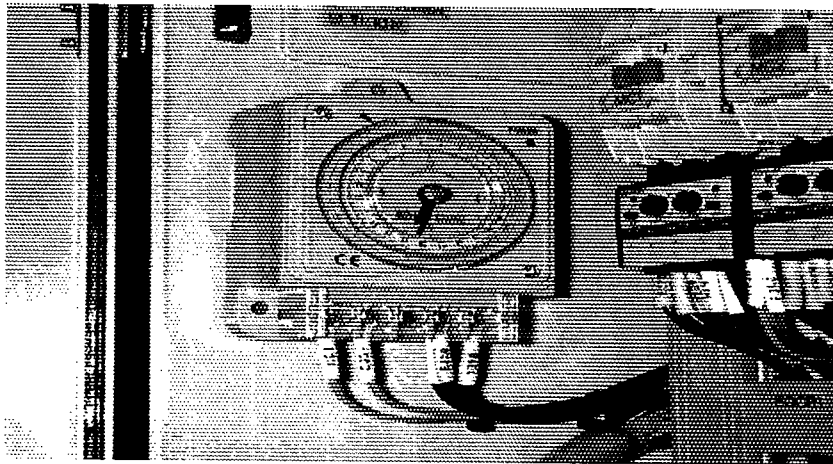
4.2.3 정수기 성능평가장치의 설명

1) 제어판

[그림 2.7]은 정수기 성능평가 장치의 제어판으로 최종 시험시료에 공급되는 시험수의 수의 압력, 온도, 유량을 표시한다.



[그림 2.7] 제어판



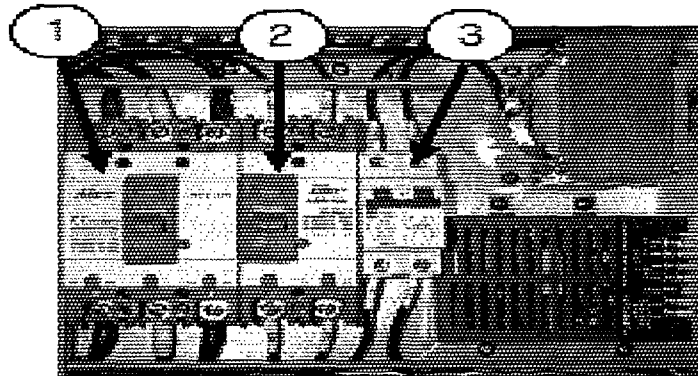
[그림 2.8] 운전타이머

2) 운전타이머

[그림 2.8]은 제어판 내부에있는 운전타이머로 성능평가장치 운전시 운전 조건에 설정하면 자동으로 운전이 진행된다.(최소 조절단위 10분)

3) 차단 스위치

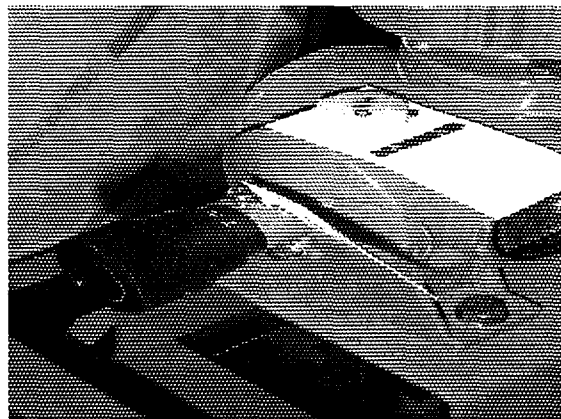
[그림 2.9]은 제어판안에 있는 차단스위치이다. 왼쪽부터 ①주전원, ②단상 주전원, ③제어전원이고 비상정지 스위치를 정상으로 선택하고 공급탱크의 수위가 정상운전 수준 이상이 되면 공급펌프와 약품펌프가 작동한다.



[그림 2.9] 차단 스위치

4) 조제 원액 공급펌프

조제수탱크는 1회 15ℓ 공급을 기준으로 하며 탱크에 15ℓ가 공급되면 공급 펌프가 자동으로 멈춘다. 조제수의 농도는 [그림 2.10]의 원액공급펌프의 유량과 작동시간에 의해 조절된다. 약품펌프의 유량은 약품펌프 측면의 검정색 다이얼을 돌려 조절할 수 있으며 작동시간은 제어반 전면에 부착된 타이머에 의해 조절이 가능하다.



[그림 2.10] 조제 원액 공급펌프와
조절계이지

예) 유량 150mL/min, 작동시간 1분

$$\text{농도} = 150(\text{mL}/\text{min}) \times 1(\text{min}) / 15000(\text{mL}) = 1 \text{ vol}\%$$

다이얼(%)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
유량(mL/min)	69	96	123	150	177	204	231	258	285

제5장 정수기 평가실험

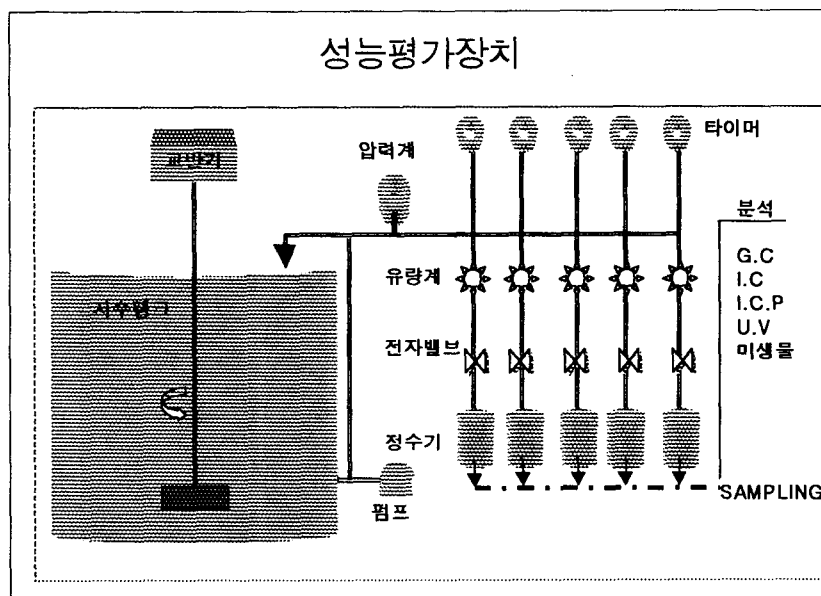
5.1 정수기 성능평가의 시험장비 및 방법

5.1.1 시험방법 및 조건

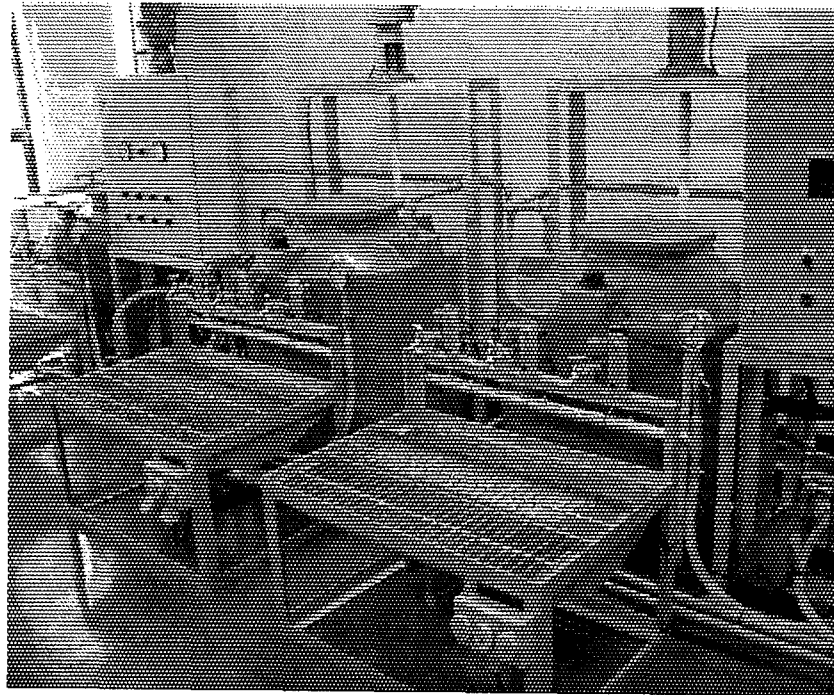
- 1) 시험방법 : R/O막을 이용한 정수기의 성능평가를 위해서 국내 규격(환경부 고시 제 2000-13호)에서 규정한 시험 방법을 사용하였다.
- 2) 시험조건
 - 수압 : 3kgf/cm²
 - 조제원수 : 수도수를 사용하여 먹는물 공정시험법에 준하여 조제
 - 유입수 통과방법 : 연속식

5.1.2 시험장비

시험장비는 국내규격인 환경부고시 제2000-13호 “정수기의기준·규격및검사기관 지정고시”에서 규정하는 정수기 검사시스템인 [그림 3.1]을 기준으로 제작된 본 연구원의 시험장비를 사용하였다. 시험장비는 [그림 3.2]와 같다.



[그림 3.1] 환경부고시 제2000-13호의 정수기 검사시스템



[그림 3.2] KOTRIC 정수기 성능평가 장치

5.2 조제수에 의한 제거율 실험

5.2.1 색도, 탁도, 잔류염소 제거실험

- 1) 조제원수 : 수돗물을 사용하고 먹는물수질공정시험법에 준하여 조제하였다. 단, 잔류염소의 조제는 차아염소산나트륨을 사용하여 조제하였다.
- 2) 시험 시료의 채취 : 조제원수를 유입수로하여 [그림 3.2]의 시험장치를 이용하여 연속식으로 통수시키고 100L 통수후 채수하여 시험시료로 하였다.
- 3) 시험방법 : 먹는물수질공정시험법

5.2.2 제거율 실험결과

국내에서 생산되고 판매되는 역삼투압 정수기를 대상으로 제거율 실험한 결과는 [표 3.1]과 같다.

[표 3.1] 역삼투압 정수기의 색도, 탁도, 잔류염소 제거율 실험

구분	단위	S산업		K사		S엔지니어링		W산업		G사		W사	
		유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출
색도	도	16	ND	17	ND	15	ND	16	ND	17	ND	17	ND
탁도	NTU	5.01	ND	5.05	ND	4.95	ND	5.03	ND	4.98	ND	4.96	ND
잔류염소	mg/L	2.0	ND	2.0	ND	2.0	ND	2.0	ND	2.0	ND	2.0	ND

* ND : 불검출

제6장 부품의 특성분석

6.1 실험방법 및 장치

6.1.1. 알킬페놀류 및 비스페놀 A (에틸유도체화법)

1) 분석대상물질

4-t-Butyl phenol, 4-n-Pentyl phenol, 4-n-Hexyl phenol, 4-n-Heptyl phenol, 4-t-Octyl phenol, 4-n-Octyl phenol, Nonyl phenol, Bis phenol A

2) 분석법 개요

시료를 고상카트리지에 흘려 포집한 후, 초산메틸로 용출하고 농축, n-헥산에 전용시킨다. 무수황산나트륨으로 탈수하여 건고한다. 수산화칼륨 존재하에 디에틸황산으로 에틸화 처리하여, 동위원소표준물질 함유 n-헥산용액으로 추출하고 탈수한 GC/MS-SIM 으로 정량한다.

6.1.2. 프탈산에스테르류

1) 분석대상물질

프탈산-디-에틸, 프탈산-디-프로필, 프탈산-디-이소부틸, 프탈산-디-n-부틸, *프탈산-디-펜틸, *프탈산-디-헥실, 프탈산-디-2-에틸-헥실, 프탈산-디-시크로헥실, 프탈산부틸벤질, 다만 *는 혼합물로 존재하지만, 본법에서는 노르말로 한다.

2) 목표검출한계

목표검출한계는 수질시료가 프탈산-디-n-부틸, 프탈산-디-2-에틸헥실은

0.5 $\mu\text{g}/\ell$, 그 이외의 프탈산 에스테르는 0.2 $\mu\text{g}/\ell$ 이다.

3) 분석법 개요

수질시료는 염화나트륨을 넣어 n-헥산으로 추출하고, GC/MS-SIM으로 측정한다. 본 법에서는 시약, 용매, 기구로 인한 오염, 조작 중 및 공기 중에서의 오염이 프탈산에스테르의 측정결과에 큰 영향을 미치므로 세심한 주의가 필요하다. 조작 중 및 공기중에서의 오염을 피하거나 시약, 용매, 기구로 인한 오염을 방지하기 위하여 청정실에서 시험하는 것이 바람직하다. 많은 실험실에 청정실이 없기 때문에 시약량, 용매량을 최소로 하고, 또한 공기와의 접촉량, 접촉시간을 최소한으로 할 필요가 있다.

6.2. 실험 결과

6.2.1. 제품 특성분석

1) 인장 특성

Glycerine계 가소제를 이용한 고무 제품에 대한 인장 특성 시험

- ① 시험기기 : 만능재료시험기 (UTM)
- ② 시험속도 : 10mm/min
- ③ 시험방법 : KSM6518

2) 제품특성

Glycerine계 가소제를 이용한 고무 제품에 대한 특성시험
분석기기는 TGA, FT-IR.

6.2.2. 내분비계 장애물질 분석

내분비계 장애물질의 분석대상시료는 완제품인 Polyoxymethylene(P.O.M)재질의 정수기부품(2종류)와 실리콘 재질의 고무링, 고무호스를 대상으로 하였다. 또한 금속재질(SUS)에서는 납과 안티몬을 분석하였다. 시험 결과는 [표 4.2]와 같이 나타났다. 따로 내분비계 장애물질의 검출이 예상되는 tefron, N66, 고무(NBR), P.P, GGPS, HIPS의 재질의 부품을 분석한 결과는 [표 4.3]과 같다.

<표 4.3> 고분자 물질의 내분비계 장애 물질에 대한 분석 결과

시험항목	단위	결과치					시험방법
		부품1	부품2	고무링	고무호스	SUS	
비스페놀-A (재질)	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	식품의약품 안전청고시 2000-18호
비스페놀-A (용출)	mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
납(재질)	%	-	-	-	-	검출안됨	
안티몬(재질)	%	-	-	-	-	검출안됨	
납(용출)	mg/L	-	-	-	-	검출안됨	
DEP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	GC/MSD
DPrP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
DBP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
BBP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
DEHA	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
DCHP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
DEHP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
DPP	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
4-t-Butyl	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
4-n-Pentyl	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
4-n-Hexyl	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
4-t-Octyl	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
4-Heptyl	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
4-n-Octyl	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
Nonyl phenol	mg/kg	0.0	0.0	0.0	0.0	-	

<표 4.2> 정수용 소재의 내분비계 장애 물질분석결과

번호	재질	내분비계 장애 물질	단위	결과	시험방법
1	tefron	DEHP	mg/kg	3.72	GC(ECD)
2	고무	DEHP	mg/kg	1.88	GC(ECD)
3	N66	DEHP	mg/kg	1.67	GC(ECD)
4	고무(NBR)	DEHP	mg/kg	20.36	GC(ECD)
5	P.P	4-n-Octyl	mg/kg	3.1	GC/MSD
6	P.P	비스페놀-A	mg/kg	230.2	식약청고시00-18
7	GGPS	비스페놀-A	mg/kg	34.0	식약청고시00-18
8	HIPS	4-n-Octyl	mg/kg	2.8	GC/MSD

○ 1998. 1 환경부, 정수기기준.규격 및 검사기관의 지정고시 제정
 - 개정 : 환경부고시 2002-152호(환경부령 제122호)

[특수정수성능 시험용 유입수농도]

항 목	단 위	먹 는 물 수질기준	유입수 농 도	제거율 기준
총트리할로메탄	mg/l	0.1 이하	0.3	90%
1,1,1-트리클로로에탄	mg/l	0.1 이하	0.3	90%
트리클로로에틸렌	mg/l	0.03 이하	0.3	90%
테트라클로로에틸렌	mg/l	0.01 이하	0.1	90%
디클로로메탄	mg/l	0.02 이하	0.2	90%
벤젠	mg/l	0.01 이하	0.1	90%
에틸벤젠	mg/l	0.7 이하	2.0	80%
에틸렌	mg/l	0.3 이하	0.9	90%
크실렌	mg/l	0.5 이하	1.5	80%
다이아지논	mg/l	0.02 이하	0.06	70%
파라티르티온	mg/l	0.06 이하	0.18	70%
카바릴	mg/l	0.04 이하	0.12	70%
페닐제논	mg/l	0.07 이하	0.21	70%
수은	mg/l	0.005 이하	0.05	90%
납	mg/l	0.5 이하	1.5	80%
6가크롬	mg/l	0.001 이하	0.01	90%
비소	mg/l	0.05 이하	0.5	90%
가드뮴	mg/l	0.05 이하	0.5	90%
보론	mg/l	0.005 이하	0.05	90%
세레늄	mg/l	0.3 이하	0.9	90%
망간	mg/l	0.01 이하	0.1	90%
철	mg/l	0.3 이하	0.9	80%
알루미늄	mg/l	0.3 이하	0.9	80%
아연	mg/l	0.2 이하	0.6	80%
동	mg/l	1.0 이하	3.0	70%
몰리브덴	mg/l	1.0 이하	3.0	70%
암모니아성질소	mg/l	0.5 이하	1.5	80%
시안소산성질소	mg/l	0.01 이하	0.5	90%
불소	mg/l	1.5 이하	4.5	70%
염소	mg/l	10 이하	30	70%
염소이온	mg/l	250 이하	300	70%
화산이온	mg/l	200 이하	400	70%
경도	mg/l	300 이하	600	70%

항 목	단 위	먹 는 물 수질기준	유입수 농 도	제거율 기준
총대장균군 (대장균, 분원성대장균군)	MPN	불검출	20-1000	불검출
1.1 디클로로에틸렌사염화탄소	mg/l	0.03 이하	0.3	90%
1.2-디브로모-3-클로로프로판	mg/l	0.002 이하	0.02	90%
클로랄하이드레이트	mg/l	0.002 이하	0.01	90%
디브로모아세토니트릴	mg/l	0.003 이하	0.09	70%
디클로로아세토니트릴	mg/l	0.1 이하	0.3	90%
트리클로로아세토니트릴	mg/l	0.09 이하	0.27	90%
할로아세틱에시드	mg/l	0.004 이하	0.04	90%
(디클로로아세틱에시드+트리클로로아세틱에시드)	mg/l	0.1 이하	0.3 (각각0.15+0.15)	90%

참고문헌

1. 정수기기준.규격 및 검사기관의 지정고시 제정, 환경부, (1998. 1)
2. 환경부고시 2002-152호(환경부령 제122호), (2002. 9.27)
3. 정수기부품 및 성능평가방법에 대한 표준화 WORKSHOP, 한국화학시험연구원 (2002. 2.20)
4. ANSI/NSF42(먹는 물 처리장치의 건강적측면)
5. ANSI/NSF53(먹는 물 처리장치의 심미적측면)