

김상집 의원 구정질문 자료

제80회 임시회

1998. 10. 23

구 정 질 문

I. 상무신도심 소각로의 다이옥신 해결방안

1. 인류의 재앙 - 환경호르몬
2. 인류 최악의 독물 - 다이옥신
3. 상무신도심 소각로
4. 근본적인 다이옥신 제거방안 - 플라즈마 열분해용융기술

II. 도심 한복판에 마구 뿌려대는 농약 방역소독

1. 바람직한 소독의 방향 - 광주 동구 보건소의 보고서
2. 서구의 농약살포 현황
3. 안전하고 효율적인 모기구제 방안

III. 풍암택지 주변 도시자연공원에 생태이동 통로를

광주광역시서구의회의원 김 상 집

I. 상무신도심 소각로의 다이옥신 해결방안

1. 인류의 재앙 환경호르몬

몇 년 전 영국의 천체물리학자 스티븐 호킹 박사가 일본을 방문했을 때 기자들이 호킹 박사에게 『박사님, 이 우주에는 우리 인간과 같은 고등동물이 존재하는 혹성이 몇 개나 있다고 생각하십니까?』 하고 물었다.

이에 대해 호킹 박사는 주저없이 약 10^{11} 개의 혹성이 존재할 것이라고 대답했다. 둘러싸고 있던 기자들은 그럴 수가 있을까 하는 얼굴들이었고 곧 다음과 같은 질문이 뒤따랐다. 『박사님, 그러면 우리는 왜 지금까지 외계인과 한번도 접촉을 못하고 있는 겁니까?』 이에 대해 호킹 박사는 이렇게 차분히 설명을 했다. 『하나의 혹성에서 문명이 고도로 발달돼 다른 혹성으로 가는 운반수단이 발달할 때쯤이면 그 혹성은 문명적으로 매우 불안해져서 순간적으로 파괴되기를 반복하기 때문에 아직 우리가 외계인을 만날 수 없었던 게 아닌가 생각합니다.』 순간 둘러싸고 있던 기자들은 모두 침묵해버리고 말았다.

미국 뉴욕의 자연사박물관 의뢰로 여론조사 전문기관인 해리스가 저명한 과학자 4백 명을 대상으로 실시한 최근의 설문 결과, 미국 과학자의 70%가 45억년 지구 역사상 지금이 생명체에 대한 최대의 위기상황이라고 판단하고 있는 것으로 조사됐다. 그것은 동식물의 멸종이 오존층 파괴, 지구 온난화보다도 심각하다는 견해로 응답자 중 70%는 앞으로 30년 동안 현존 동식물종의 5분의 1이 소멸될 것이라고 답했으며, 30%는 절반 정도가 사라질 것으로 내다봤다. 이러한 지구생명체의 급속한 멸종위기는 자연환경파괴 등이 원인이라고 일반적으로 알려져 있으나, 그 자세한 내막은 아직 모르는 것이 많다.

그러나 최근 미국, 유럽, 일본에서 발표돼 사람들을 경악케 하고 있는 환경호르몬(내분비계 장애물질 : endocrine disruptors)이 지구생명체 멸종에 커다란 영향을 끼치는 한 요인임이 틀림없다고 세계 각국의 과학자들이 인식하기 시작했다. 우리가 다소 생활에 편리하다는 이유로 지금까지 사용해 왔던 합성화학적 생산물인 여러 가지 농약, 비닐, 플라스틱류 등은 그 역사가 50년이 안 되는 것이 많다. 그런데 그것들의 위해성을 알게 돼 DDT나 PCB 등처럼 제조나 판매 등을 금지시켰지만 지구 생태계는 그것들에 의해 이미 하천, 호수, 토양 등이 엄청나게 오염돼버렸다.

우리는 위에서 호킹 박사가 『고도로 발달된 혹성이 문명적으로 불안해져서 파괴될 가능성이 높다』고 한 말을 듣고 핵물질 등에 의한 순간적인 폭발적 파괴만을 생각할 것이다. 그러나 기나긴 45억년 가량의 지구역사 속에서 50~100년쯤의 기간이라는 것은 그야말로 심광에 지나지 않는 기간이며, 현재 환경호르몬에 의한 생물종의 절멸 양태는 핵폭발에 의한 순간적 파괴와 하등 다를 바가 없을 것이다.

환경호르몬 가운데 대표적인 것으로 PCB, 농약인 DDT, 디엘드린(Dieldrin), 독사펜(Toxaphene) 등이 있는데, 미국을 비롯한 여러 나라에서 이미 70년대 말~80년대 초에 사용을 금지한 물질들이다. 농약의 사용과 규제에 대해서 우리나라는 제도적으로 매우 느슨하다. 이에 대한 대책이 절실한 상황이다.

이 물질들이 수질이나 토양 중에 잔류해 자연의 먹이 사슬을 통해 동물이나 사람의 체내에 들어가 축적되면서 생명을 위협하고 있다. 세계 각지에서 역학적으로 조사된 내용을 보면, 이런 물질들이 인간이나 야생동물들에 기형을 유발한다거나, 어류, 거북, 악어 등 야생동물들의 암컷화 경향을 촉진하고 있다. 또 아이들의 과민행동증(hyperactivity syndrome)을 유발하는 것으로 밝혀졌다.

최근 환경호르몬과 사람의 정자 수 감소 현상의 관계가 큰 관심거리가 되고 있다. 실제로 덴마크에서는 1940년 ml 당 1억 1,300만개이던 남성의 정자수가 1990년에는 6,600만개로 반감됐다는 조사 발표가 있었고, 일본에서는 최근 테이쿄대학 의학부 조사에서 20대 남성 34명의 정액을 조사해 본 결과 정자의 농도와 운동성에서 WHO 기준을 충족시킨 사람은 1명에 불과했다는 충격적인 사실을 발견했다. 우리나라도 최근 연세대의대 남성의학연구소에서 남성 정자 수의 급격한 감소 현상을 발표한 바 있다.

환경호르몬이 사람에게 투입되면 이렇게 정자 수가 급격하게 줄어드는 현상 외에도 고환암이나 요도하열과 같은 기형 증가를 유발시킨다. 여성의 유방암 증가도 이와 관련된 것으로 보는 경향이 있으며, 이는 동물실험에서 실험적으로 입증되기도 했다.

열교환매체 절연용액 내염제 등으로 공장과 가정에서 사용돼온 PCB는 그 축적성과 강한 독성 때문에 사회문제가 됐다. 이 물질에 오염된 식용유를 사용한 산모에게서 태어난 아이들 가운데 성장지연, 주의력 결핍증, 사춘기의 성기왜소증 등이 관찰됐다.

또 강력한 여성호르몬 합성에스테로젠인 DES 약화사고도 충격적이다. 임신을 지속시키기 위해 산모가 DES를 사용했을 경우 산모는 아무 이상 없이 아이를 출산시켜도 후유증은 남았다. 그 아이가 성년이 됐을 때 딸은 임신이 잘 안되고 생식기 계통에 암이 발생하며, 아들일 경우는 성기 발육부전으로 왜소한 생식기를 갖거나 정상이어도 정자가 형성되지 못하는 이상증상이 다수 발견됐다. 물론 지금은 그런 목적으로 DES를 쓰지는 않고 있다.

또 한국에서 발생된 환경호르몬에 의한 직업병이 있는데 국제적으로도 자주 인용되는 유명한 예가 있다. 그것은 2-브로모프로판(2-bromopropane)에 의한 것으로서 「솔벤트 중독되면 불임」이란 제목으로 1997년 8월 모 일간지에 게재됐다. 그것에 중독된 근로자들에 대한 역학조사에서 33명(여성 25명, 남성 8명)의 근로자 중 17명의 여성근로자가 난소기능 저하증, 6명의 남성근로자가 정자 생성기능 저하증세를 나타냈다. 이처럼 우리나라는 환경호르몬 피해의 중심에 놓여 있음을 알 수 있다.

최근 들어 생활용품에 쓰이는 비스페놀 에이(bisphenol A)가 환경호르몬으로 분류되고 여성호르몬과 같은 효과를 나타내는 것으로 알려져 주목받고 있다. 비스페놀 에이는 현재 플라스틱류, 에폭시레진, 폴리카보네이트의 원료로 사용되고 있다. 플라스틱류들은 음식용기와 음료포장재로 전세계적으로 널리 사용되고 있으며, 에폭시레진과 폴리카보네이트는 음료의 캔이나 병뚜껑, 그리고 물공급용 파이프 등 금속을 코팅하는 물질로 널리 이용되고 있다. 또 치과용 재료에도 비스페놀 에이가 포함되어 있는 것으로 알려졌다. 비스페놀 에이의 문제점은 심각하다. 이미 미국 일본 등은 2년 내까지 이 재료를 폐기처분토록 정해놓고 있다.

합성세제 도료 제초제 살충제 화장품에 널리 쓰이는 **알킬페놀류**는 1998년도에만 전세계적으로 30만t이 넘게 생겨날 것으로 예상된다. 이 물질들은 하수를 통해 흘러나가 수질환경에 위해를 가하게 된다.

이와 관련, 흥미로운 연구 결과가 있다. 1998년 미국 보스턴 퍼프트대학 의대 실험실에서 한 교수가 사람의 혈청을 이용, 유방암 세포증식 실험을 하던 중 여성호르몬인 에스트로젠을 투여하지 않았는데도 유방암 세포가 증식되는 것을 발견했다. 처음에는 실험조작에 잘못이 있는 줄 알고 여러 번 실험을 반복했으나 결과는 마찬가지였다. 원인을 추적해보니 폴리스티렌제의 플라스틱에서 노닐페놀이라는 화학물질이 용해돼 나왔기 때문이었다. 노닐페놀은 합성세제의 주성분인 계면활성제나 농약 유용성 페놀수지 등의 원료이며 플라스틱의 성형에 사용하는 산화방지제다. 여기서 나온 물질이 여성호르몬과 같은 작용을 한 것이었다.

이밖에 컵라면, 1회용 도시락, 접시 등 각종 폴리스티렌 용기에서도 환경호르몬이 용출돼 나오므로 조심해야 한다. 1998년 4월 일본의 국립의약품 식품위생연구소에서는 최근 시판 중인 컵라면 용기 등 25종류의 폴리스티렌 용기를 분석한 결과, 검사 용기 전부에서 **스티렌다이머와 스티렌트리머**라는 물질이나 g당 평균 9,590ppm이나 검출됐다고 밝혔다. 이처럼 환경호르몬은 농약류나 환경 오염물질에만 국한돼 있지 않고, 식품 의약품, 생활용품, 산업물질 등에 광범위하게 분포돼 있다.

쓰레기를 태울 때 발생하는 **다이옥신류**도 강력한 환경호르몬의 하나로 분류되고 있다. 다이옥신은 환경호르몬 가운데 가장 독성이 강한 물질이다. 일본의 후생성과 북해도 오비히로 수의학산대학에서 발표한 연구결과는 충격적이다. 쓰레기 소각처리장에 가까울수록 그 지역 주민의 모유에서, 그리고 그 지역 낙농장의 젖소의 우유에서 다이옥신이 고농도로 함유돼 있다는 사실이 지난 4월 일본에서 발표돼 사회적으로 커다란 파문을 일으켰다.

환경호르몬으로 야생동물의 수컷 생식기가 위축되고, 성장에 장애가 온 연구보고는 상당히 많다. 그 피해대상이 되고 있는 야생동물도 복족류, 파충류, 어류, 조류, 포유류 등 광범위하다. 이런 사례는 우리 나라 연구조사에서도 몇 가지 밝혀진 것이 있다.

대표적인 사례로 복족류 피해가 있다. 우리 나라 해양연구소 연구팀은 진해만을 중심으로 '88 ~ '93년에 굴·피조개·홍합·바지락 생산량이 해마다 10%씩 줄어든 원인을 찾기 위해 현지 조사를 하다가 '96년 고둥의 암컷에 수컷 성기가 달린 것을 처음 발견했다. 고둥은 소라·대수리 따위와 함께 복족류에 속하는 바다생물이다. 그뒤 남해와 제주해역 31개소를 3년 넘게 조사한 결과 보성만·강진만 등 일부 해역을 제외하고 전 지역에서 고둥의 「임포섹스」 현상을 발견했다.

선박용 페인트 따위에 함유된 **트리뷰틸 주석(TBT)**이 바다를 오염시켜 이런 현상이 일어나는 것인데 외국에서는 이미 이와 같은 조사보고가 있었다. TBT는 바다 생물들이 선체에 달라붙거나 쳐놓는 그물에 달라붙는 것을 방지하기 위해 페인트 등에 첨가하는 화학물질이다. 암컷 고둥이 TBT에 오염되면 체내 호르몬에 교란이 일어나 수컷 성기와 수정관이 생기게 되고, 이 수정관이 과도하게 발달하면서 암컷의 음문을

막아 알이 방출되는 것을 억제하게 되고, 그 결과 고등의 번식력이 떨어지는 것이다.

어류의 경우 1980년대 후반 영국 각지에서 수컷인지 암컷인지 판단키 어려운 물고기가 대량 발견됐다. 규명 결과 합성세제, 유화제 등의 성분인 비이온 계면활성제 분해물인 알킬페놀이 원인이었다. 학자들은 부지개 송어를 키우는 수조에 이 알킬페놀을 투여해 수컷의 정소 발달이 방해받는다라는 사실을 밝혀냈다. 또 그 실험에서 원래라면 암컷의 간장에서만 만들어지는 난황단백질(vitellogenin)을 수컷이 산출한다는 것도 알게 됐다.

조류의 경우 DDT나 그 대사물인 DDE에 노출된 독수리류에서 부화 장애가 일어났다. 같은 물질에 노출된 갈매기에서는 「수퍼 노멀(super normal)」이라고 불리는 다산란 현상을 비롯, 이상한 동성짝짓기(female-female pairing)가 관찰됐다. 동성이 짝짓기를 하니 알을 낳아도 무정란이어서 새끼가 태어날 리가 없는 것이다.

플로리다 표범에서는 DDE나 PCB류가 사료에 오염돼 발육과 생식기 이상이 나타나는 예가 있다. 이밖에 수달의 극격한 감소, 밍크새끼의 높은 사망률, 큰 백곰(great white-bear) 집단의 감소, 대서양 해안에서 생긴 병모양코 돌고래 죽음, 시베리아 바이칼 호수 물개들의 폐죽음, 지중해에서 일어나 1천 마리의 얼룩돌고래 죽음 등은 각종 환경호르몬에 의한 것으로 확인됐다.

서울대학교 수의과대학 이영순 교수는 이러한 환경호르몬에 대해서 일반 유해화학 물질과 다른 차원에서 인식해야 할 이유를 명백히 다음과 같은 몇 가지 이유로 설명하고 있다.

첫째, 이들 환경호르몬은 물 등에 매우 적은 양(인간에게 유해하지 않다는 환경위해성 평가치)이 들어있다 하더라도, 일단 인간 생체 내로 들어가면 엄청난 축적 효과를 미친다. 또 이런 외부 독성 물질은 인체 내 모든 장기가 아니라 어떤 하나의 장기에 치명적 해를 가하는 표적장기에서 호르몬 효과를 낳는다.

미국의 현직 부통령 앨 고어가 머리말을 쓴 『도둑맞은 미래(Our stolen future)』(1996, 콜 본 등)를 보면 환경호르몬이 어째서 인간에게 위대한 지를 잘 설명해 주고 있다. 이 책에 따르면 비록 PCB와 같은 물질이 표준 수질오염 측정치로는 그 농도가 매우 낮게 나타나더라도 물에 사는 식물성 플랑크톤과 동물성 플랑크톤이 섭취할 경우 그 몸 안에 250~500배로 축적된다. 이것을 먹고 사는 갑각류나 빙어류에서는 4만5천~83만5천배로 농축되며 다시 그 상위의 먹이사슬 관계에 있는 송어류에는 280만배, 또 그 위에 최종 숙주인 재갈매기나 인간에게 올 때는 최고 2,500만배까지 농축돼 체내에 섭취될 수 있다는 것이다. 실로 상상을 초월하는 축적효과가 아닐 수 없다.

둘째, 환경 중에 배출된 환경호르몬이 자연생태계에서 어떻게 이동되는지에 관해서는 아직 모르는 부분이 많다. 안정적인 환경에서는 오래도록 그 성질을 잃지 않고 환경호르몬 역할을 하는 것이 많으나, 어떤 것은 화학적으로 변화돼 환경호르몬 작용을 갖는 물질도 있을 수 있다. 더욱이 환경을 오염시키고 있거나 식품을 통해 흡수되는 환경호르몬은 그 종류가 다양하지만 내분비계 장애를 일으키는 역할은 같기 때문에 이것들이 복합적으로 흡수되면 중층적으로 내분비계 교란을 일으킬 우려가 있다는 것이다.

셋째, 내분비계 교란작용의 강도는 환경호르몬 물질간에 1백만배가 넘는 차이를

보이기도 하므로 물질들의 환경위해성을 명확히 평가해야 한다. 예컨대 노닐페놀(nonylphenol, 합성세제의 주성분인 계면활성제나 농약, 유용성 페놀수지 등의 원료이며, 플라스틱의 성형에 사용하는 산화방지제)은 그 강도가 에스트로젠의 1백만분의 1 밖에 안된다.

넷째, 환경호르몬은 체내에 축적되어 차세대에 미치는 영향이 크기 때문에 대물림 독물(hand-me-down poison)이라는 관점에서 검토할 필요가 있다. 태어나 젖먹이 어린이들에게 더 심각한 영향을 줄 가능성이 있는데, 태아가 자궁 내에서 이런 물질을 받게 되면 태어난 뒤 20~30년 후에 장애가 나타날 가능성이 있기 때문에 세대를 초월해서 관심을 가질 필요가 있다는 점이다.

2. 인류 최악의 독물 - 다이옥신

1. 다이옥신이란?

다이옥신은 사염화다이옥신(TCDD), 폴리염화디벤조푸란(TCDF)과 함께 250여종의 다이옥신류를 총칭하며, 인류가 만든 최악의 독물이라 부른다. 그 독성은 1g으로 몸무게 50kg의 사람 2만 명을 죽일 수 있을 정도이며 청산가리보다 1천배나 강한 독성을 지니고 있다.

몸 속에 들어가면 간장, 신장을 파손하고 면역성 저하, 피부병, 암, 기형아, 유전자 이상, 성격이상, 정서불안 등을 일으킨다. 모든 제초제에 포함되기 때문에 농촌의 우물물 오염이 우려되고 있다. TCDD(Tetrachlorodibenzodioxin) 테트라클로로 디벤조다이옥신. 맹독 다이옥신류 가운데서도 특히 독성이 강하고 2,3,7,8-TCDD는 사상 최강의 독성 물질이라고도 한다. 만성독성으로 안정한 물에 용해되지 않고 쓰레기 소각 때에 발생됨이 유럽, 미국, 일본 등에서 확인되었다.

농약의 제초제로 현재도 사용하고 있다. 미군이 베트남 전쟁에서 화학병기로서 사용한 바 있는데, 그 당시의 작전명이 [고엽제 작전]이었던 것으로 인해 고엽제라는 명칭이 유래되었다. 게릴라가 숨은 지역에 식량원을 끊을 목적으로 대량으로 살포했던 압호명 에이전트 오렌지에는 2,4,5-T와 2,4-D가 같은 양 혼합되어 있었지만 불순물로 포함되어 있던 다이옥신이 베트남인, 미군, 한국군 등 전쟁에 참여했던 많은 사람과 주변환경에 막대한 피해를 입혔다.

도시쓰레기 소각장의 비산재와 연소중의 2,3,7,8-사염화다이옥신(TCDD)을 비롯한 염화다이옥신 이성체군, 염화디벤조푸란 이성체군(여기서는 양쪽을 합쳐 편의상 다이옥신류라 부른다)의 검출이 크게 신문에 보도되어 다이옥신류의 인체에의 영향이 널리 사회적으로 다루어지기 시작하였다.

현재 일본에서 다이옥신류와 관계된 환경오염에는 우선 다이옥신류를 0.2%나 함유한 CNP계 제초제(MO 등)의 문제이다. 이들 유기염소계 제초제는 베트남전쟁 이래로 다이옥신 오염의 주류이며 일본에서도 매년 약 4톤의 다이옥신류가 MO 등과 함께 전국의 논에 살포되어 쓰레기 소각장에서의 다이옥신류(매년 약 1톤)보다 광범위하게 오염되어 있다. 주된 이성체인 1,3,6,8-TCDD도 발생이상 등 이성독성을 가지고 있다는 것이 판명되었고 또한 CNP자체도 돌연변이성 등 중대한 독성을 가지고 있다는 것이어

서 문제는 보다 크다고 생각된다. MO등 CNP계 제초제의 독성과 위험성을 따로 한 데 모아서 다이옥신류 공통의 독성특징과 함께 또 하나로 위험성이 높은 다이옥신 오염의 원인은 쓰레기 소각장으로부터의 배출물(타고남은 재, 소화용 폐수와 연도 가스세정용 폐수, 집진장치에서의 비산재, 굴뚝으로부터의 방출물)이다.

다이옥신류의 독성은

- ① 환경에 방출되어진 경우라도 안정하고, 분해되는 것이 작다.
- ② 생체농축이 되고 설령 미량이라도 오랫동안 생체 내에 축적된다.
- ③ 체내에 들어간 다이옥신은 발암성, 최기성, 유전독성을 가지고 각각 수년 내지 수십년이 지난 때부터 혹은 자식의 대, 손자의 대가 되었을 때부터 비로소 인 과응보적으로 독성이 두드러지며 또 한 번 증상이 나타나면 거의 회복의 기미가 없는 피해를 초래한다.

는 특징이 있다.

이제 곧 상무신도심에 400t 규모의 소각로가 들어설 예정이다. 시공업체인 (주)선경에서는 다이옥신을 0.1Ng이하로 줄이겠다고 하지만 보완대책이나 일본의 예를 보아도 불안하기는 마찬가지다. 작년에 삼성중공업 종합연구소의 박현서 박사팀에서 다이옥신을 거의 완벽하게 제거하는 플라즈마열분해용융기술을 개발하여 파일럿플랜트를 시험 운영하고 있다. 현재 스토카방식의 소각공정에 배출가스와 소각재의 다이옥신을 완전 분해할 수 있는 60톤 규모의 플라즈마열분해소형소각공정을 연결함으로써 상무신도심 소각로의 다이옥신문제는 해결될 수 있을 것이다.

2. 다이옥신의 주 발생원

구 분	항 목	세 부 내 용
오 염	화 합 물 제 조	클로로페놀 관련 물질의 제조공정(제초제, 곰팡이 방지제, 살충제의 용도) 예) 2,4,5-T, PCP, 헥사클로로펜
	폐 기 물 소 각	도시폐기물, 산업폐기물, 의료폐기물, 슬러지의 소각에 따르는 연돌배출물, 비산재 및 잔재의 매립지
	펄프, 종이제조	염소화합물에 의한 표백처리공정
	차 동 차	포착제(2클로로 2브로모에탄) 사용
	기 타	화산, 화재, 번개 및 산불, 담배연기등
다이옥신 함유물질	식품, 음용수, 공기, 토양, 하수슬러지, 퇴비 및 퇴적물 등	

※ PCP(Penta Chlorophenol), 2,4,5-T(Trichlorophenoxyaceticacyl)

3. 소각시설에서 배출되는 다이옥신량

▣ 목동소각시설 거주주민이 소각장에서 배출되는 다이옥신의 1일 최대흡입농도는 7.08×10^4 pg/kg·day로서 공기를 통하여 흡입되는 다이옥신이 인체에 미치는 영향은 무시 가능

○ 그러나 다이옥신은 축적성이 높아 먹이사슬과 음식물을 통하여 인체에 축적되므로 소각장 시설에서 배출 다이옥신 문제는 소각장 주변지역 주민의 문제가 아니라, 우리나라 국민 전체 측면에서 검토되어야 함.

■ 소각시설 배출 다이옥신량의 개략적 산정

○ '96년 현재 우리나라 쓰레기소각시설에서 배출되는 다이옥신량은 1일 0.047g 배출되어 연간 17.2g 배출

다이옥신 배출량

- 다이옥신 총배출량 = 쓰레기소각량 × 단위쓰레기소각시 가스발생량 × 배기가스중 다이옥신농도
- 소각시설배출 다이옥신 발생량
 $= 2,000\text{ton/일} \times 10,000\text{Sm}^3/\text{ton} \times 2.35 \times 10^{-9}\text{g/Sm}^3$
 $= 0.047\text{g/일} \times 365\text{일} = 17.2\text{g}$

< 참고 >

- 미국의 다이옥신 배출량 : 13.5kg/년
- 독일의 다이옥신 배출량 : 400g/년('90년 기준)
- 담배에서 배출되는 다이옥신량 : 35mg/년('95년 우리나라)
 - 담배소비량 : 50억갑
 - 담배 1갑당 다이옥신 배출량 : 7pg(피코그램)

4. 국내 쓰레기소각 시 다이옥신 측정사례

구분	시료채취일시	분석기관	독성등가환산계수	측정결과(ng/Sm ³ -TEQ)				
				평균	1차	2차	3차	
목	기 설 로	'95. 5.10~ 5.16	미국트라이앵글사	'87EPA	3.17	2.8	4.0	2.7
			기초과학지원연구소	'87EPA	6.4	6.4	-	-
	신설1호기	'96. 2. 8~ 2.13	미국트라이앵글사	'87EPA	0.43	0.49	0.37	
			기초과학지원연구소	'87EPA	0.038	0.041	0.034	
동	신설2호기	'96. 1.31~ 2. 1	일본야노찌엔지니어링	I-TEF	0.077	0.077		
		'96. 2. 8~ 2.13	미국트라이앵글사	'87EPA	<0.11	0.14	0.081	
		'96. 1.31~ 2. 1	일본야노찌엔지니어링	I-TEF	0.065	0.065		
	평 촌	'95.10.18~10.30	국립환경연구원	I-TEF	3.88	3.88	4.00	
일 산	'95.10.21	일본야노찌엔지니어링	I-TEF	0.28	0.28	0.34		

※쓰레기 소각시설외에 광양제철소의 소결로에 대하여 '95.10.31~11. 2 측정된 결과 다이옥신이 9.34~9.36ng/Sm³-TEQ검출

5. 향후 다이옥신 측정계획

주 관	조사대상시설	조사진행상황	비 고
환 경 부	대구성서소각시설	시 료 분 석 중	'96년 도시쓰레기 소각시설 다이옥신 배출량 조사연구
	창원소각시설	"	
	성남소각시설	"	
부 천 시	중동소각시설	측정분석기관 선정중	1억3천만원
고 양 시	일산소각시설	"	
국립환경연구원	미 정	연구사업계획 수립중	9천2백만원

6. 외국의 다이옥신 배출농도

6-1 일 본

▣ 동경도 쓰레기소각시설 다이옥신 측정결과

(단위 : ng/Sm³)

시설명 \ 년도	'90	'91	'92	'93	'94	비 고 (완공년도)
練馬	6.1			3.6		
世田谷	9.8			9.8		'69
大井		2.6			5.0	'73
多摩川			2.2			'73
江東		5.0			8.9	'74
板橋		1.7			1.8	'74
募飾		6.3			6.6	'76
足立			3.5			'67
彩並	1.9			2.7		'82
光方丘			8.5			'83
大田第一	4.6	3.0	6.6	4.6	4.6	'90
大田第二	2.0	1.6	50	37	11	'90

6-2 독 일

▣ 1985~1990년 연방 환경청 주관하에 연방연구 기술부에서 독일연방 11개소 15개 쓰레기 소각설비의 다이옥신 측정결과

○ 검사결과

구 분	측정횟수	농 도	비 고
먼지제거원가스	33	2~84ng/m ³	
배 출 가 스	89	0.2~63ng/m ³	

※ 배출가스농도는 '91년 이후 다이옥신 제거시설을 설치하고 소각로 운전조건을 개선하여 대부분 0.1ng.Sm³미만으로 배출된 것으로 알려져 있음.

■ 독일 바이에른주, 도시 쓰레기소각시설 다이옥신 측정결과(단위 : ng/Sm³)

시설명	년 도	측정 결과 (ng/Sm ³)					비 고
		'90	'91	'92	'93	'94	
Bamberg	1				2.9		
	2				3.3		
	3				2.3		
Burgau					0.04	0.008	
Coburg	1					0.045	
	2					0.073	
Geiselbullach	3			0.009	0.007		
	2			0.024	0.005		
Ingolstadt			0.006		0.015	0.002	
Kempten		0.09			0.005	0.003	
Landshut				0.064	0.528	2.237	
Mardcober	dort	0.06			0.217		
Muenchen-Nord					3.15	4.8	시설개수중
Muenchen-Sued				0.078	0.029		
Neufagrn			1.023	1.68	0.042		
Nuernberg		0.07		0.22			
Rosengeim		0.5	0.21		0.025		
Schweiridorf	3		0.21				
	1~2		1.63			0.004	
Schweinfurt						0.056	
Weissengorn	1					0.09	
	2					0.1	
Wuerzburg	1		0.045			0.209	
	2			0.017		0.013	
Zimndorf			0.006	0.001			

■ Ingolstadt 쓰레기소각시설에 대한 다이옥신 측정결과

소각시설	설치시기 (년)	시설용량 (톤/일)	측정 결과 (ng/Sm ³)		
			시설개수전 1차	('90. 8) 2차	시설개수후 ('91. 1)
1호기	1977	60	142~398	25~91	-
2호기	1977	60	92~292	-	-
3호기	1983	200	6.0~7.5	-	0.0056~0.0063

* 시설개수전 다이옥신 측정결과 1,2호기는 다이옥신이 너무 많이 검출되어 폐쇄

* 시설개수전 소각시설에는 습식 세정장치만 설치되어 있으나 시설을 개수하여 배기가스 재연 소장치, 백필터 등을 설치

7. 각국의 다이옥신 기준 및 규제경과

▣ 각국의 다이옥신 기준

국 가 명	배 출 농 도 기 준	환산농도	허용섭취량
스웨덴	2,3,7,8-TCDDeq(Eadon) 기설로 00.5~2.0ng/Nm ³ 신설로 0.1ng/Nm ³	CO ₂ =10%	5
덴마크	2,3,7,8-TCDDeq(Eadon) 1ng/Nm ³	O ₂ =10%	2
노르웨이	2,3,7,8-TCDDeq(Eadon) 0.1ng/Nm ³	-	-
네덜란드	2,3,7,8-TCDDeq(Eadon) 0.1ng/Nm ³	O ₂ =11%	4
독일	2,3,7,8-TCDDeq(BGA) 0.1ng/Nm ³	O ₂ =11%	1
오스트리아	2,3,7,8-TCDDeq(Eadon) 0.1ng/Nm ³	O ₂ =11%	-
이탈리아	PCDDs+PCDFs 0.01ng/Nm ³ TCDD+TCDF 50ng/N+	O ₂ =10%	-
캐나다	2,3,7,8-TCDDeq(I-TEF) 0.5ng/Nm ³	O ₂ =11%	10
영국	2,3,7,8-TCDDeq(I-TEF) 0.1ng/Nm ³	-	-
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 신설로 - 250t/d이상 PCDDs+PCDFs 5~30ng/Nm³ - 250t/d미만 PCDDs+PCDFs 75ng/Nm³ • 기설로 - 220t/d이상 PCDDs+PCDFs 5~30ng/Nm³ - 220~250t/d PCDDs+PCDFs 125ng/Nm³ - 250t/d미만 PCDDs+PCDFs 500ng/Nm³ 	O ₂ =7%	
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 신설연속로 2,3,7,8-TCDDeq(I-TEF) 0.5ng/Nm³(가이드라인의 기대치) 	O ₂ =12%	100

[주] 1pg(피코그램)은 1조분의 1g임.
1ng(나노그램)은 10억분의 1g임, 1ng=1,000pg.

▣ 각국의 다이옥신 규제경과

【 미국사례 】

- 1957년 농약 2,4,5-T 불순물중 다이옥신 확인
- 1985년 다이옥신의 유해성 평가
- 미국의 경우 다이옥신이 인체에 미치는 건강영향평가에 초점
- 미국아카데미는 1일 허용섭취량을 2,3,7,8-TCDD 100pg/kgbw/D로 결정
- 미국의 환경보호청은 1일 허용섭취량을 1pg/kgbw/D로 함.
- 연간 다이옥신의 배출량은 약 30lb(약 13.5kg) TEQ로 보고
- 1일 평균 다이옥신의 노출량은 0.3~1.0
- 1994년 이후 다이옥신의 발암가능성을 인식하고, 제어방법 및 기준검토
- 1995년 다이옥신의 배출기준 제시

【 일본사례 】

- 1983년에 에히메大 Tatsukawa교수 도시소각로의 다이옥신 발생 보고
- 1984년 5월 “폐기물처리에 관계되는 다이옥신등 전문가 회의”에서 미국 EPA 과학자 문위원회의 2,3,7,8-TCDD 1,000pg/kgbw/D(1980년 설정)을 기준으로, 미국과학아카데미의 허용섭취량 100pg/kgbw/D와 Nesbit가 1982년에 실시한 1,000pg/kgbw/D 등의 자료를 인용, 다이옥신의 허용섭취량을 100pg/kgbw/D로 설정.
- 1985년 다이옥신에 대한 전문가회의가 조직 및 연구
- 1990년 12월 “다이옥신류의 생성과 억제에 관한 가이드라인”을 제정, 신설 소각로의 다이옥신배출량을 0.5ng TEQ/m³이하로 규정
- 1997년 10월 “다이옥신류의 생성과 억제에 관한 가이드라인”의 내용 중 신설소각로의 다이옥신배출량을 2005년까지 0.1ng TEQ/m³, 2010까지 0.02ng TEQ/m³로 변경

【 독일사례 】

- 1990년 약 400g TEQ/년의 다이옥신 배출 보고
- 독일의 모든 폐기물소각로는 다이옥신 배출허용치를 0.1ng TEQ/m³이하로 유지할 수 있는 방지시설을 갖추도록 법으로 규정
- 2,3,7,8-TCDD 1~2pg/kgbw/D이하
- 배출억제를 위한 소각장 배출허용기준, 배출권장기준, 소각로 운전관리 기준을 엄격히 정하여 실시
- 다이옥신의 생성기전 및 배출량 조사, 유해성평가, 저감대책 등을 위한 관련 연구와 저감 기술 보급을 위한 신기술 개발투자 및 연구가 활발히 추진
- 다이옥신 억제를 위한 방지장치는 고효율 먼지집진기(여과 및 전기집진기), 촉매장치(SCR, 선택적 촉매환원장치), 활성탄 흡착, 건식 및 반건식 세정탑 등이 있으며, 최근에 건설되는 쓰레기 소각로에는 집진시설+촉매시설+세정탑 등을 설치함으로써 다이옥신 배출을 거의 완벽한 수준으로 억제가 가능한 것으로 알려져 있음.

8. 소각로 다이옥신 저감기술

▣ 일본의 다이옥신 저감기술

제작사 항목	EBARA-INFILCO	EBARA 제작소	KAWASAKI
처리공정	DR → BF → SCR(촉매)	SDR → BF	DR → BF
각 설비의 특징	① 반응탑-소석회분말투입	① SDR-반전식(소석회슬러지)	① 건식반응탑
	② BF-항온유지 순환장치 (220℃승온)	② BF-Pulse Air Jet식 (0.5~1.2m/min)	② BF or EP
	③ SCR-암모니아투입법		
처리가스 온도/ 제거효율	200℃이하 가스유입	130~190℃	140~200℃
	DR+VF : 92%	• SDR출구측 - 140℃ (97%) - 180℃ (95%) - 200℃ (95%)	140℃일 때 95% 제거
	SCR : 99%이상	• BF출구측 99.97%(0.002)	200℃일 때 80~90% 제거
최종 배출농도	• BF출구측 : 0.43ng/Sm ³ • SCR출구측 : 0.13ng/Sm ³	0.002ng/Sm ³	0.15ng/Sm ³
각종 참고자료	• SCR온도 : 220℃(NO _x 및 다이옥신 동시 제거) • 설비 저온부식방지책 - 열풍순환장치		• EP의 경우 최저 15ng/Sm ³ 까지 제어(온도 230℃) • SCR의 경우 200~210℃ 일 때 86% 제거효율
특기사항			

▣ 독일의 다이옥신 저감기술 적용사례

설치기준	소각용량 (톤/일)	농도 (ngTEQ/m ³)	방지시설공정	다이옥신 주방지공정
Augsburg	720	최대 0.007	Dry EP+Wet Scrubber+Wet EP+SCR+Bag Filter	Bag Filter (활성탄분사)
Ingolstadt	450	0.021이하	EP+3단계 Wet Scrubber+후연소 SCR+Bag Filter	Bag Filter (활성탄분사)
Zirndorf	85	'91년 : 0.0059 '92,'93년 : 0.001 '94년 : 0.002	EP+2단계 Wet Scrubber+Bag Filter	Bag Filter (활성탄분사, 석회석, 혼합분사)
Herten	1,300	0.028	EP+2단계 Wet Scrubber+건식 흡수탑	건식흡수탑
Bonn	500	0.01	건식반응로+EP+급냉각기+4단계 Wet Scrubber+Bag Filter	Quench 및 Bag Filter (활성탄, 석회석, 혼합분사)
Frankfurt	1,100	0.0105 0.0093	건식흡수탑+EP+Bag Filter	Bag Filter (활성탄분사)

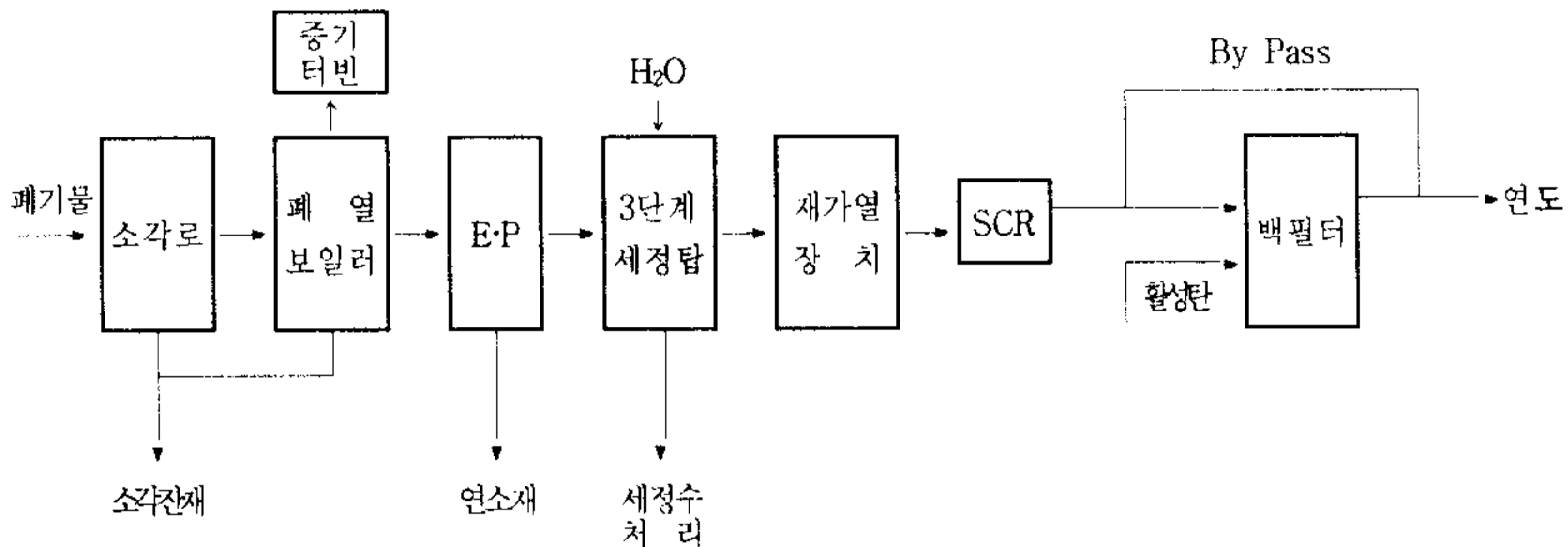
■ 독일의 다이옥신 저감 최신기술 적용사례

Ingolstadt쓰레기소각시설 3호기를 개조하여 미세입상활성탄이 유동하는 백필터 다이옥신 저감 기술을 적용한 결과 독일의 연방 다이옥신 배출허용기준 0.1ng/Sm³를 달성

• 개조시설 개요

설치시기	시설용량	개조전방지시설
1983	200톤/일	전기집진기, 세정기

• 개조후 공정도



• 시설개조 전·후 다이옥신 농도변화

시설개조전	시설개조후
6.0 ~ 7.5ng/S m ³ ('90. 5 측정)	0.0056 ~ 0.0063ng/S m ³ ('91. 1 측정)

9. 방지시설원리

■ 전기집진기(E·P)

- 집진기내에 방전판과 집진판을 설치하여 방전판에 고압의 전기를 보내면 코로나(Corona) 방전이 일어나고 이로 인해 다량의 전자 및 이온이 발생되며, 이 물질들이 가스내 함유되어 있는 입자와 충돌하여 먼지입자가 대전되어 전하를 띠게 되어 집진판에 포집·제거되는 원리
- 먼지농도가 너무 높거나 섬유상 분진은 전처리 집진설비를 갖추어야 함.

■ 백필터(Bag Filter)

- 방출되는 연기 등을 섬유질 물질로 만든 자루속에 넣어 여과시키는 방법이며, 입자의 크기가 약 1 μ m보다 큰 경우에 효과적임. 처음 자루가 깨끗할 때에는 자루의 구멍크기 정도의 입자 밖에는 제거시키지 못하나 입자들이 퇴적되면 자루의 구멍크기보다 더 작은 입자를 제거시켜 여과를 돕게 됨.

▣ 습식집진장치

• 습식집진장치(Wet Scrubber)

이 방법은 쉽게 자연환경 속에서 관찰할 수 있다. 즉 강우가 있으면 분진이 감소하는데 이는 강우가 대기중의 먼지 등을 흡수하기 때문이다. Wet Scrubber는 먼지에 수증기나 물을 살포시켜 먼지를 물에 흡수시켜서 세정시키는 방법이다.

10. 각국의 시료채취 및 분석방법 비교

구 분	미 국	일 본	한 국	트라이앵글사
• 시료채취방법 -Probe가열 -여지 -채취장치 연결순서	가열식 원형여지 채취관→원형여지→XAD-2수지 →임판저 5개 ※5개중 2개만 물 100ml씩 채워 사용	비가열식 원통여지 채취관→원통여지→임판저 3개 →XAD-2수지→임판저 2개 ※2개의 임판저에 물 150ml 및 300ml씩 채워 사용하고, 1개의 임판저에 디에틸글리콜 100ml 사용하여 흡수	비가열식 원통여지 일반과동일	가열식 원형여지 미국과동일
• 분석방법 -정량용내부 표준물질 -환산계수	15종 PCDD+PCDF	4종 I+TEF	15종 I+TEF	- '87EPA

• 현재 우리나라의 시험방법은 미국의 시험방법과 비교할 때 원통여지를 사용하므로 분진포집율이 높고, 디에틸글리콜에 의하여 가스상 다이옥신까지 포집할 수 있어 검측 다이옥신량이 많으며 일본방식과 비교할 때 정량용 내부 표준물질수가 많아 신뢰도가 높은 우수한 방식임.

• I+TEF 환산농도로 3배이상 높게 산정됨.

11. 국내 다이옥신 측정장비 보유 및 측정분석 능력

기 관 명	장 비 분해능	모 델 명	측정분석경험			비 고
			시료채취	전처리	분석	
국립환경연구원	80,000	Autospecultima	○	○	○	'95.6도입
한국표준과학연구원 (기초과학지원연구소)	60,000	Tandem SX-102	×	○	○	
한국과학기술원 (도핑콘트롤센터)	60,000	Mat 95	×	×	×	'94
환경관리공단	125,000	Concept 2S	×	×	×	
화학연구소	60,000	Tandem SX-102	×	×	×	
서울시보건환경연구원	80,000	Autospecultima	×	×	×	장비 설치중
서울시립대학 (환경공학과)	80,000	Autospecultima	×	×	×	장비 설치중

12. 국내소각장의 방지시설 가동현황

소각장명	방 지 시 설
서울 동	<p>소각로 → 폐열보일러 → 흡수탑 → $\begin{matrix} \text{NaOH} \\ \downarrow \\ \text{소석회} \end{matrix}$ 반건식세정탑 → 백필터 → 가스열기 → 선택적촉매장치 → 연돌 환원</p>
안양 촌	<p>소각로 → 폐열보일러 → $\begin{matrix} \text{소석회} \\ \downarrow \\ \text{반건식세정탑} \end{matrix}$ → 여과집진기 → 연돌(굴뚝)</p>
고양 산	<p>소각로 → 폐열보일러 → 전기집진기 → 선택적촉매환원장치 → $\begin{matrix} \text{NaOH} \\ \downarrow \\ \text{습식세정탑} \end{matrix}$ → 연 돌</p>
의정부	<p>소각로 → 가스냉각탑 → $\begin{matrix} \text{물} \\ \downarrow \\ \text{소석회(덕트내살포)} \end{matrix}$ → 전기집진기 → 연 돌</p>
부천중동	<p>소각로 → 폐열보일러 → $\begin{matrix} \text{소석회} \\ \downarrow \\ \text{건식반응기} \end{matrix}$ → 전기집진기 → 세정탑 → 백연방지시설 → 연돌</p>
대구성서	<p>소각로 → 폐열보일러 → 전기집진기 → 세정탑(2단) → 백연방지시설 → 연돌</p>
창원	<p>소각로 → 폐열보일러 → 선택적비촉매환원장치 → $\begin{matrix} \text{소석회} \\ \downarrow \\ \text{반건식세정탑} \end{matrix}$ → 백필터 → 연 돌</p>
부산다대	<p>소각로 → 폐열보일러 → 전기집진기 → $\begin{matrix} \text{NaOH} \\ \downarrow \\ \text{습식세정탑} \end{matrix}$ → 연 돌</p>
성남	<p>소각로(유동상) → 가스냉각탑 → $\begin{matrix} \text{물} \\ \downarrow \\ \text{건식반응기} \end{matrix}$ → 여과집진기 → 연 돌</p>
서울 상계	<p>소각로 → 폐열보일러 → 전집진기 → $\begin{matrix} \text{NaOH} \\ \downarrow \\ \text{습식세정탑(2단)} \end{matrix}$ → 가스열기 → 선택적촉매환원장치(고온촉매) → 연돌</p>
부산 해운대	<p>소각로 → 폐열보일러 → 전기집진기 → $\begin{matrix} \text{NaOH} \\ \downarrow \\ \text{습식세정탑} \end{matrix}$ → 가스열기 → 선택적촉매환원장치 → 연돌</p>

[참고] 서울 상계소각장과 해운대소각장은 현재 시운전 중임.

13. 전문 교수 자문 및 실무 협의 내용에 대한 조치 내용

항목	조치 사항
건물 조형미	<ul style="list-style-type: none"> • 광주광역시 소재 건축사 사무소에서 용역을 추진중임. (광주광역시 소재 : 창조 건축사사무소) • 용역기간 : 1997. 2. 1 ~ 1997. 5. 30. • 용역기간중 자문위원의 의견을 미리 반영하여 용역을 실시함.
다이옥신 배출 허용 기준	<ul style="list-style-type: none"> • 다이옥신 배출 허용 기준을 일평균 0.5ng/Nm³에서 0.1ng/Nm³이하로 배출 허용기준을 준수하기 위하여 여러 가지 방안을 검토한 결과 당초 제시된 촉매제(활성탄 등)의 분사방법을 습식에서 건식으로 변경하였으며, 세계 유수의 대기오염 방지시설의 LICENSE를 보유한 업체와 접촉 및 협의한 결과 일본의 미쓰비시 (MITSUBISHI CORPORATION)사의 제품이 우수한 성능을 보유한 것으로 판단, 이에 따른 성능보증 관계를 협의 완료하였음. (첨부자료 LIST 참조) • 다이옥신 측정은 환경부 고시 제1996-49호에 의거 준공 이전에 실시하겠으며 추후 선정되는 공인 기관의 공인을 득하겠음 (현재의 측정 방법중 가장 까다로운 방법임. 외국에서는 사용을 꺼리고 있음) • 외국 공인기관의 측정을 실시(외국보다 우리나라 환경부가 더욱 확실한 측정값이 나오는 추세임) • 측정시기 : 시운전 기간 중 실시
쓰레기 성상 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 타당성 조사 및 기본계획시 종량제 실시에 대한 고려가 이루어졌으며 이를 기준하여 당소각 설비를 설계하였고, 시운전 착수이전에 쓰레기 성상분석을 재차 시행하여 소각장 운전에만전을 기하겠음.
연돌 높이	<ul style="list-style-type: none"> • 연돌 높이의 상향 조정은 현재 불가하므로, 공해 방지시설을 다이옥신 배출 허용기준 변경과 관련하여 공해방지 시설을 강화하였으며, 연돌 입구의 유인 송풍기의 압력을 830mmAQ에서 850mmAQ로 상향 조정하였음. • 150M 연돌의 효과를 내기 위해 풍량, 풍속을 상향 조정할 시는 성능 및 시설보호 차원에서 더 이상은 불가능함.

첨부 #1 다이옥신 포집 방법

구 분	서울 목동 MSW	광주 상무 MSW		비 고	
		시스템개선전	시스템개선후		
LICENSER	• ABB	• ABB	• MHI	첨부자료 LIST 참 조	
1. 반응탑	• 연소가스 온도를 다이옥신이 가스상에서 입자상으로 변화될 수 있는 온도인 141℃이하로 떨어뜨린다.	좌 동	좌 동		
	• 소석회와활성탄을SLURRY형태로 분사하여 가스상, 입자상 물질을 포집 제거한다.	좌 동	• 소석회만 SLURRY 형태로 반응탑에 분사하여 모든 공해물질을 포집 제거한다.		
2. 닥 트	• 연소가스 통로 역할	좌 동	• 활성탄을 반응탑과 백필터사이의 닥트에 분사하여 가스상에서 입자상으로 응축된 다이옥신과 결합을 촉진시킨다.		
3. 백필터	• 가스상에서 입자상으로 응축된 다이옥신과 기타 먼지들을 여과 포집 제거한다.	좌 동	• 응축된 다이옥신과 결합한 활성탄의 표면적이 커짐으로써 백필터에서의 포집 효과가 극대화 된다.		
4. SCR	• V_2O_5 등의 촉매에 의해 잔류 다이옥신이 제거된다.	좌 동	• V_2O_5 등의 촉매에 의해 잔류 다이옥신이 제거된다.		
5. 노내 조연 조건	• 노내온도가 70℃이하인 경우만 보조버너 가동한다.	좌 동	• 가능한한 800℃이하에서도 조연이 될수있도록 하여 다이옥신의 생성을 적극 저지한다.		
백필터 사 양	백재질	유리섬유	유리섬유 + 테프론 마감		유리섬유 + 테프론 마감
	여과 면적	2230M ² /기	2359M ² /기		좌 동
	여과 속도	0.9M/분	0.71M/분		좌 동
	여과방	6개/기	좌 동	8개/기	

첨부 #2 공정 대비표

구분	서울 목동 MSW 광주 상무 (시스템 개선전)	광주 상무 (시스템 개선후)
반응탑	<ul style="list-style-type: none"> • LIME, 활성탄을 공정수와 혼합하여 반건식 반응탑에 슬러리 상태로 분사하여 HCl, SO_x 등의 산성가스를 제거하고 연소가스를 141℃이하로 떨어뜨려 입자상으로 변화시킨 후 다이옥신을 흡착시킨다. 	<ul style="list-style-type: none"> • LIME을 공정수와 혼합하여 반응탑에 슬러리 상태로 분사하여 산성 유해가스를 제거하고 연소가스 온도를 141℃이하로 떨어뜨려 입자상으로 변화시킨다. • LIME SLURRY는 5,000-18,000RPM의 속도로 운전되는 ATOMIZER에 의하여 반건식 반응탑내에 분사되며, 이시설은 유해물질과 LIME SLURRY와의 매우 효과적인 접촉방버이다. • 최대 202KG/H의 Ca(OH)₂와 1,481Kg/H의 물이 혼합된 LIME SLURRY는 1,738Kg/H의 공정수와 혼합되어 반건식 반응탑내로 분사될 때 약 245℃의 연소가스와 접촉하여 MIST액상으로 증발되면서 산성유해가스와 반응하고 결정상태를 형성하는데 이 방법은 거의 완벽하게 산성가스를 중화시킬 수 있는 방법이다.
덕트		<ul style="list-style-type: none"> • 활성탄 주입팬에 의하여 420Nm³/H의 AIR로 분말상태의 활성탄을 POWDER INJECTOR에 의해 DUCT 내부로 분사되어 다이옥신 등 유해물질을 흡착하여 백필터에서 포집 제거한다.
백필터	<ul style="list-style-type: none"> • 입자상으로 응축되어 흡착된 다이옥신, 산성유해가스를 여과 포집한다. • 백필터는 6개의 모듈로 구성되어 있으며 다이옥신 및 분진을 완벽하게 제거하기 위하여 백필터 하부 PLENUM에서 각각의 모듈에 연소가스를 균일하게 배분하고 호퍼부위에서 1개 모듈은 고립시킨 채 분진 및 유해물질 제거 작업을 시행하고 나머지 5개 모듈로만 연소가스를 통과시켜 유해물질을 여과, 포집한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 당시설에 채택된 백필터는 10u이하의 미세분진까지 제거할 수 있으며 8개의 모듈로 구성된다. 1개의 모듈은 고립시켜 분진 및 유해물질을 제거 작업을 시행하고 나머지 7개의 모듈에 연소가스를 통과시켜 분진 및 다이옥신 입자를 제거한다. • 목동MSW나 시스템개선전의 상무MSW와 달리 분말상태의 활성탄은 연소가스중의 다이옥신 입자와의 결합이 용이할뿐만아니라 표면적이 커진 다이옥신을 백필터에서 여과 포집하는 것도 용이하여 다이옥신 및 유해물질의 제거 효율이 높아진다.

3. 상무신도심 소각로

1. 상무생활폐기물 소각시설 건설사업

1) 사업개요

- 위 치 : 광주광역시 상무택지개발지구내
- 시설규모 : 400톤/일 (200톤/일 × 2기)
- 부지면적 : 33,058m² (10,000평)
- 건축물 : 연면적 14,134m² (4,275평)
 - 건축규모
 - 공 장 동 : 지하 1층, 지상 6층(9,632m²)
 - 관 리 동 : 지하 1층, 지상 3층(1,632m²)
 - 복지시설 : 지하 1층, 지상 2층(2,144m²)
 - 기타 부속시설 : 정비, 정문, 세차, 계량동등(726m²)
- 사업비 : 65,143백만원 (도시개발공사 50% 공동부담)
- 사업기간 : '94. 4. ~ '99. 3

2) 소각시설 시설계획

○ 소각로

- 시공회사 : (주) 선경건설 (벨기에 시거스사와 기술제휴)
광주종합, 대영토건, 서해개발 공동도급(10%)
- 로 형 식 : 스토카식 (왕복역동식)

○ 공해방지시설

- 반진식 반응탑
- 백필터
- SCR촉매탑

○ 조 경

- 조경면적 14,240m² (4,610평) - 시설면적 46%
- 주변 지역과의 차폐를 위한 녹지공원 조성
(휴식공간 및 시설경관유지)

3) 홍보사항

- '92. 12. 14 상무지구 기본계획 및 기본설계
- '94. 1. 22 토지분양 안내공고 (도개공 공고 94-1)
-토지이용계획 소각장 건설포함 안내공고
- '94. 11. 12 상무(1)지구 택지개발사업 실시계획 의견승인 공고
-쓰레기 소각장 33,058m² 고시
- '94. 12. 15 환경영향평가(초안)공람 및 주민 의견수렴 공고
-서구청 공고(94 - 326)
- '94. 12. 20 주민설명회 개최 - 상무 1동사무소
-소각장 개요 및 환경현황 설명
- '95. 1. 21 환경영향평가(초안)공람 및 주민 의견수렴 공고
-광산구 공고 (95 - 20)
- '95. 3. 8 주민공청회 개최 - 서구청 회의실

- '95. 3. 8 ~ '95. 12. 18 공동주택(아파트)입주자 모집공고 및 계약서 작성
 내 용 : 상무지구내 대형소각장 건설 홍보

4) 추진현황

- '94. 4. ~ '95. 5. 상무소각시설 기술용역 실시
 (기본계획 및 타당성조사, 환경영향평가, 설계시공 일괄입찰지침)
- '95. 4. ~ '95. 9. 환경영향평가 협의(환경부)
- '95. 12. 29 기본설계 중앙기술심의(건설교통부)
- '96. 4. 16 실시설계 중앙기술심의(건설교통부)
- '96. 6. 4 폐기물처리시설 설치승인(환경관리청)
- '96. 6. 7 공사계약 (주) 선경건설
- '96. 6. 14 공사착공
- '96. 7. 10 공사중지(다이옥신 우리시 요구사항 수용)
- '96. 8. 9 공사중지 해제 및 책임감리용역(금호엔지니어링)
- '97. 5. 28 현재 공정 25.45%
 골뚝(연돌) 입상 및 공장동 건축공사

2. (주)선경의 다이옥신 발생요인과 제거대책

1) 개 요

쓰레기의 발생량의 급격히 증가함에 따라 매립지 부족현상이 심화되어, 쓰레기처리 방법을 매립지 위주에서 소각처리로 진행함에 따라 소각과정에서 인체에 유해한 다이옥신화합물이 생성되고 배출되어 사회문제가 되고 있다. 따라서 광주 상무소각장의 다이옥신 배출현황과 제거대책을 사전점검하고 사회문제화 되지 않도록 기술적으로 검토 완료한 후 공사진행하고 있다.

2) 소각공정에서 다이옥신 발생원

- 다이옥신을 함유한 화합물 또는 가열 산화반응에 의하여 다이옥신을 생성하는 화합물
- 소각후의 과정에서 미연소가스 중의 전구물질이 소각온도보다 낮은 조건하에서 반응하여 생성
- 유기물질에 염화나트륨, 염화수소, 염소 등이 300℃ 정도의 저온에서 반응하면서 생성

3) 소각로 운전시 다이옥신 생성방지 방안

- 연소과정-소각로에서 고온(850℃이상)으로 연소하고 2초이상 체류케하여 유기물을 완전 분해함.
- 냉각과정 - 급격한 연소가스 냉각으로 다이옥신의 재형성 시간을 줄임

4) 소각로 가동시 발생하는 다이옥신의 제거

- 온도강화 -다이옥신의 높은 비동점과 낮은 증기압 특성 때문에 온도가 낮을수록 기체상에서 고체상으로 변하기 쉬운 성질을 이용하여 냉각시켜 제거
- 흡착 -기체상의 다이옥신을 다공성물질(활성탄)을 투입하여 흡착 제거함
- 포집-미세한 분진에 부착되어 있는 다이옥신의 포집 제거(동일량의 분진이라도 분진의 크기가 작아지면 분진의 표면적은 기하급수적으로 증가함)
- 화학적 분해 -촉매의 설치로 다이옥신을 분해 제거함

5) 다이옥신 발생 억제 및 제거를 위한 설비

- ① 고온의 연소온도를 유지할 수 있는 소각로 설치
- ② 연소가스를 장시간 체류시킬 수 있는 2차 연소로 설치
- ③ 연소가스 온도를 급냉각시킬 수 있는 반건식 반응탑 설치
- ④기체상의 다이옥신까지도 제거할 수 있는 활성탄 주입설치 설치
- ⑤고체상 다이옥신이 부착되어 있는 미세분진도 제거할 수 있는 백필터 설치
- ⑥고체상의 다이옥신을 화학적촉매로 제거할 수 있는 SCR(촉매탑) 설치

6) 상무소각장과 타소각장의 비교

처리 공정	구분	선경건설시공		기타					비 고
		광주상무 소각장	서울목동 소각장	대 구 성서2차	안 양	창 원	부 천	부 산 해운대	
	용량	200t/d ×2기	200t/d ×2기	200t/d ×2기	200t/d ×2기	200t/d ×2기	200t/d ×2기	200t/d ×2기	
1	고온유지소각로설 치	○	○	○	○	○	○	○	
2	2차연소로설치	○	○	○	○	○	○	○	
3	반건식반응탑 설치	○	○	습 식 반응탑	습 식 반응탑	○	습 식 반응탑	습 식 반응탑	
4	활성탄주입설비	○ (슬러리 상태분사)	○ (공정개선하 여분말로분사)	×	×	×	×	×	
5	백필터설치	○	○	○	전 기 집진기	○	전 기 집진기	전 기 집진기	
6	SCR촉매탑 설치	○	○	○	×	×	×	○	
	준공년도	'99. 3	'96. 2. 28	'96. 12	'93.12	'95. 2	'94.12	'95.12	
	다이옥신측정결과	0.1ng/m ³ 보증하여 시공중	기준0.1ng/m ³ ('96.12.3일 발표0.06ng/m ³)						

※ '97. 1. 1부터 환경부 다이옥신 권고기준 설정(0.2ng/Nm³)

※ 기존 소각로 경우 3 ~ 5년 유예기간 중 방지시설 보완(기준달성 불가능 시 소각로 폐쇄조치)

3. (주)선경의 보완대책에도 불구하고 남는 문제점

1) 스토카방식 소각로로는 근본적인 다이옥신 제거대책이 아니다.

① 연소과정상 소각로에서 고온(850℃이상)으로 연소하고 2초 이상 체류케 하여 유기물을 완전 분해한다고 하지만, 물기와 염분이 많은 음식물쓰레기 때문에 소각로의 고온유지가 어렵다는 데 문제가 있다. 또한 고온을 유지하더라도 체류시간을 유지하기 위해 선회유동방식과 2차연소과정을 채택하고 있으나, 소각로 전공간의 고온유지와 모든 연소가스의 체류시간 유지가 어렵기 때문에 어차피 유기물을 완전분

해하기란 불가능하게 되어 있다. 하물며 다이옥신의 산소고리를 끊기 위해서는 1,300° C 이상의 고온이 유지되어야 하는데 스토카방식의 소각로로는 이 온도를 맞출 수 없다.

② 때문에 140° C 이하로 급속냉각시켜 다이옥신의 재결합을 방지하고, 활성탄과 화학적 촉매, 백필터로 이미 생성된 다이옥신을 제거시킨다고 말하고 있지만 운영비가 많이 들고, 또한 배출가스의 다이옥신 농도를 맞추기 위해서는 고난도의 기술을 필요로 하고 있다. (주)선경의 보완대책은 다이옥신의 생성을 근본적으로 억제하기보다는 나올 수밖에 없는 다이옥신을 줄이는데 노력하고 있는 것이라고 할 수 있다.

2) 배출가스 외 비산재, 소각재에 훨씬 많은 고농축 다이옥신이 있다.

① 1일 400t 규모의 상무신도심 소각로에서는 비산재(fly ash), 소각재(bottom ash)가 약 60t 정도 나올 것으로 예상하고 있다. 그런데 이 비산재, 소각재에 고농축 다이옥신이 들어 있다는데 문제가 있다. 보통 비산재에서 4Ng이 검출되고 있으니 비산재, 소각재, 냉각폐수야말로 핵폐기물에 버금가는 인류의 재앙이라고 할 수 있다. 마치 원자력발전소가 전력생산을 명분으로 하고 있지만 고농축 플루토늄을 산출하는 것처럼, 스토카소각로는 쓰레기 처리를 명분으로 또 다른 인류의 재앙물질인 다이옥신을 산출하고 있는 것이다. 매일매일 60t의 비산재와 소각재가 쏟아져 나올 터인데, 이 다이옥신 문제를 해결하지 않은 채 상무신도심 소각로를 가동시켜서는 안될 것이다.

② (주)선경에서는 비산재, 소각재 등을 반건식반응탑을 거치면서 활성탄과 소석회, 냉각수를 뿌려 고형화시키고, 이 고형물을 폐기물처리업자에게 처리토록 하면 문제가 없다고 말하고 있다. 그러나 비산재나 소각재가 물과 접촉하게 되면 강한 산성을 띠게 되므로, 소석회로 고형화시킬 경우 콘크리트를 용해시켜 비산재 등이 용출되어 환경을 오염시킬 것은 뻔한 일이다.

4. 근본적인 다이옥신 제거방안-플라즈마 열분해용융소각로

가. 씨멘스의 쓰레기 플라즈마열분해 재활용공정 요약서

1. 개발목적

독일 3대기업중의 하나인 씨멘스그룹은 약 36만명의 종업원과 16개의 회사로 구성되어 있는 세계적인 다국적 기업으로서 연간 매출액은 600억불 규모이다. 씨멘스 쓰레기 열분해 재활용공정은 년 60억불의 매출과 2만명의 종업원을 가진 씨멘스그룹내 주력회사중의 하나로서 발전설비 전문회사인 카.베.우(KWU)사가 개발하였으며, 주 개발목적은 아래와 같다.

- 쓰레기속의 모든 오염물 분리 및 처리
- 매립량의 극소화
- 재활용의 극대화
- 소각재의 안정화처리에 의한 재활용
- 배출가스의 환경오염 감소

- 다양한 쓰레기의 적응성
- 운전조작, 보수관리 등 운영관리의 용이성
- 건설기술 및 성능(공정)에 대한 신뢰성 및 안정성
- 에너지화(전기등)의 극대화

1984년부터 개발에 착수한 씨멘스 공정은 1988년까지 일일 70톤 처리규모의 독일 Goldshoefe 파이롯트 공장에서 10,000 시간의 시운전을 거쳤으며, 독일 Ulm 시범공장 (Demo. Plant)에서도 95년까지 10년 이상 성공리에 운영됨으로서 독일 환경국의 공정 공인, 독일 환경청의 가동 안정성 인정, 독일 기술조사국에서의 구성품 신뢰성, GFA 등의 인증기관에서 재질 및 방청성검사, 독일 여러 대학연구소의 부산물에 대한 검증 등 이미 34개 기관으로부터 130여개의 보고서를 통해 다양한 쓰레기의 적응성 및 환경, 안전성면에서 매우 엄격한 독일규정을 충분히 만족시켰고, 이미 6개의 상업용프란트를 수주한 바 있으며, 현재 하루 500t 처리규모의 독일 Fuerth의 첫 번째 상업용 프란트가 가동중에 있다.

2. 기본원리

씨멘스 쓰레기 열분해 재활용 공정은, 종래 도시쓰레기의 소각처리가 직면하고 있는 유해가스 배출, 폐수처리의 2차 공해 및 매립 처분량을 감소시키는 소위 무공해형 처리 프로세스를 목표로, "열분해(탄화)"와 "고온연소"라는 두 개의 개념을 하나로 최적화시킨 방식으로서, 쓰레기에 들어있는 물질 및 에너지를 회수·이용하기 때문에 씨멘스 방식을 쓰레기 재활용공정이라고 명명하였으며, 그 주요공정은 아래와 같다.

- 쓰레기 반입 및 전처리 단계 : 파쇄를 통한 쓰레기 전처리 공정
- 열분해 단계 : 탄화를 통해 탄화가스와 고형물 분리 공정
- 고형잔류물 선별 단계 : 재활용이 가능한 금속 및 불활성 물질/ 탄화가루 분리
- 고온연소 단계 : 완전 연소를 통한 용융 슬래그 생산
- 에너지 생산 단계 : 발전 공정

도시에서 배출되는 도시 고형물이나 일반 산업 폐기물, 자동차 조각 등 조대(粗大) 쓰레기뿐만 아니라 65%의 수분을 가진 하수슬러지를 중량으로 30%까지 일반쓰레기와 함께 처리할 수 있는 등 그 적응성이 매우 뛰어나다. 씨멘스 공정의 설계장점은 쓰레기 투입이후 가스가 굴뚝에 배출될 때까지 전공정이 주위환경의 기압보다 약간 저압으로 운전되게 되어 있어 유사시에도 가스나 악취의 유출이나 고압으로 인한 폭발의 위험성이 없다.

3. 공정별 설명

1) 파쇄단계

쓰레기 병커에 반입된 쓰레기를 안정된 탄화 공정을 위하여 길이가 약 150mm이하가 되도록 파쇄시킨다. 파쇄불가능한 큰 쇳덩이 등이 유입될 때는 자동정지 후 역회전하여 별도로 분리 배출될 수 있도록 유압식 저속 회전형 파쇄기를 채택하고 있으며 폭발 위험에 대해서도 수류탄 폭파 시험등을 통해 그 안정성이 인정된 바 있다.

2) 열분해(탄화)단계

전처리 단계에서 파쇄된 쓰레기는 스크류 이송기를 통해 씨멘스 핵심기술인 열분해 드럼으로 보내진다. 스크류 운동에 의한 자동압착으로 공기가 제거된 쓰레기가 연속작업이 가능하도록 중단없이 연속적으로 열분해드럼으로 투입된다. 열분해드럼은 처리용량에 따라 직경이 약 3m에서 4m정도, 길이는 20~30m가 되고, 열을 쓰레기에 균일하게 전달시키기 위해 100여개가 넘는 열관을 선형으로 배열하고 있으며, 자동적으로 쓰레기가 흘러가도록 수평으로부터 약 1.5도 경사져 있다.

쓰레기는 드럼에서 약 450도로 가열되는데 이 450도는 프라스틱이나 캔의 코팅물질 등 다양한 성상으로 구성된 물질 - 예를 들어 밧데리, 부서진 전화기, 자동차 조각, 인형등 - 들을 용융 탄화 경화시키는데 필요한 온도로서 600도에서 용융이 시작되는 알루미늄등 비철금속이 녹지 않게 하기 위해 450도로 설정한 것이다. 결과적으로 희산소 상태에서 450도의 가열은 재활용가능한 물질들의 산화와 합금현상을 방지하고 유기물을 공정가스와 숯, 석탄 등의 형태인 탄화물로 변환시킨다. 열분해드럼에서 쓰레기가 체류하는 시간은 약 1시간 정도이다.

3) 고형잔류물 선별단계

열분해 드럼에서 발생한 탄화가스는 고온연소실로 보내져 열원으로 사용되어지고, 수분이 없는 탄화물과 각종 무기물등 고형잔류물은 여러 단계의 진동체에 의하여 분리되어, 5mm이하로 탄화물은 분쇄기에 의해 가루화되어 탄화가루로서 고온 연소실에서 열원으로 사용된다. 5mm이상의 잔류물은 공기부양 냉각진동장치에 의해 냉각되고 표면에 붙어 있는 미세먼지들을 분리 시킨 후 자석분리기에 의해 철금속을 1차로 걸러내면, 와전류 유도 방식에 의해 알루미늄 등 비철금속이 유리 및 돌 등의 불활성 물질로부터 분리되어 더 이상의 처리가 필요없는 깨끗한 상태로 재활용된다.

4) 고온 연소단계

공정용 탄화가스와 탄화가루는 고온연소실에서 곧바로 연소시키며, 3단계 공기유입 방법으로 그 온도가 1,300도로 유지되도록 연소시킨다. 재의 용융점이 1,050도에서 1,100도이므로 이보다 150도 이상의 온도를 유지시킴으로서 재의 완전용융이 가능할 뿐만 아니라 다이옥신 및 퓨란(이하 "다이옥신"이라 칭함)을 완전 분해할 수 있다. 인체에 매우 유해한 다이옥신은 쓰레기 자체에 함유한 양 이외에도, 소각과정의 연소단계 및 배기가스 냉각단계에서 발생하며 1,200도에서 0.01초만에 완전분해되고 260도~316도에서 쉽게 재생성되는 특징이 있으므로, 연소가스를 1,300도에서 2초간 체류시킴으로서 다이옥신을 연소단계에서 완전 제거시킨다. 또한, 후단설비인 보일러에서 발생한 비산재 및 정전집진기에서 제거된 미립자, 백하우스 필터에서 검출된 흡착제 등이 고온연소실에 되돌려 보내져 함께 연소·용융되는 등 기존 스토카 방식보다 매우 우수한 기능을 수행한다. 연소에 필요한 과잉공기비가 1.2 수준으로서 스토카식의 1.8~2.5보다 40%이상 적어 배출가스 정화설비를 간편하게 해준다.

5) 유해 배출가스 정화단계

기존 소각방식과 동일한 정화단계를 거치게 되나, 연소실에서의 과잉공기비가 1.2 정도로 전체 배출가스 역시 기존 방식에 비해 약 40%이상 적기 때문에 정화설비 규모가 그만큼 줄어들게 된다. 주로 구성품은 먼지나 분진 등 미립자 수거를 위한 정전집진기, 집진 잔류물을 건조 증발시키는 분무식건조기, 미세먼지 수거를 위한 섬유필터 및 염산과 황산제거를 위한 2단계 습식정화기, 촉매탈질 설비, 활성탄 흡착베드 또는 석회 및 활성탄 여과층이 있는 비말 동반반응기 등 매우 다양하다. 고온연소실에서 완전 분해된 다이옥신이 배기가스 냉각단계에서 0.5ng 정도 새로이 합성되지만 정화단계에서 이를 0.006ng 수준까지 쉽게 낮춰지며 염산, 황산화물, 불화수소, 질소화합물 및 먼지, 기타 중금속 등 오염물질을 굴뚝을 통과할 때 거의 함유하지 않도록 한다. 정화단계에서 걸러진 분진 등의 미립자, 보일러 비산재, 흡착물 등이 고온 연소실로 보내져 용융됨으로서 소각에 따른 2차 공해물질인 필터 더스트가 전혀 없고 폐수 발생도 없다.

6) 에너지 생산 단계

전기발생과정은 열회수장치에서 이루어지며 40바 압력과 400도의 수증기 조건으로 설계되어 스팀을 발생시켜 터빈을 가동시킵니다. 연간 150,000톤(일일 500톤 규모)의 독일 Fuerth 공장의 경우 매년 7500만Kwh의 전기를 발전하는데, 이는 약 2만5천가구의 전력공급이 가능한 수치이다.

4. 배기가스 정화 수치

씨멘스 방식을 거쳐 배출된 가스의 유해물질 수치는 아래와 같다.

종 류	독일기준	씨멘스 수치
다이옥신	0.1 ng/m ³	0.006 ng/m ³
황산화물(SO ₂)	17.5 ppm	0.28 ppm
염화수소(HCl)	6 ppm	0.12 ppm
질소산화물(NO ₂)	100 ppm	34.08 ppm
일산화탄소(CO)	40 ppm	4 ppm
불소화합물(HG)	1.12 ppm	0.02 ppm

상기도표에서 보드시피, 씨멘스에서 배출치는 매우 만족한 수준이며, 기존 방식보다 현격히 낮은 수치이다.

5. 시스템 검증

1) 10년 이상의 연구실험을 거쳐 개발된 씨멘스방식은 환경적으로 세계에서 규제가 매우 엄격한 독일에서만 이미 4개 프란트를 일반경쟁을 통해 수주한 바 있고, 환경 우선정책을 추진하는 스위스시장에도 지난 95년 7월 성공적으로 진입한 바 있다(베른 시:1일 600톤 규모). 또한, 최근에는 일본시장 개척에도 성공하여 그 우수성을 인정받고 있으며, 앞서서 언급했다시피, 그 기술적 성능에 있어서도 독일의 34개 정부 및 관련 전문기관으로부터 130여 개 보고서로 우수하게 평가받은 바 있다.

2) 씨멘스 방식은 세계적으로 그 기술을 인정받고 있는 씨멘스 프랜트 엔지니어링 및 발전소건설 분야에서의 수십 년의 경험을 바탕으로 하여, 지난 10년 이상에 걸친 실제 운영을 통해 이룩한 기술이다.

3) 씨멘스 방식은 소위 열분해 폐기물처리 기술에 있어서 가장 앞서가는 기술이다. 이 기술은 쓰레기를 소각후 매립폐기시키는 기존의 시스템과 매립율 0%를 추구하는 미래기술을 이어주는 가교역할을 하고 있다.

6. 최종 매립량

씨멘스 방식의 개발 목적중의 하나가 매립량의 최소화에 있었으며, 최종매립량은 투입쓰레기 기준으로 볼 때 모든 재활용 물질을 선별·추출했을 경우 0.1~0.3%까지 달성했다. 즉, 1톤의 쓰레기를 처리했을 시 매립량은 3kg내에 불과하다.

7. 실적증명서

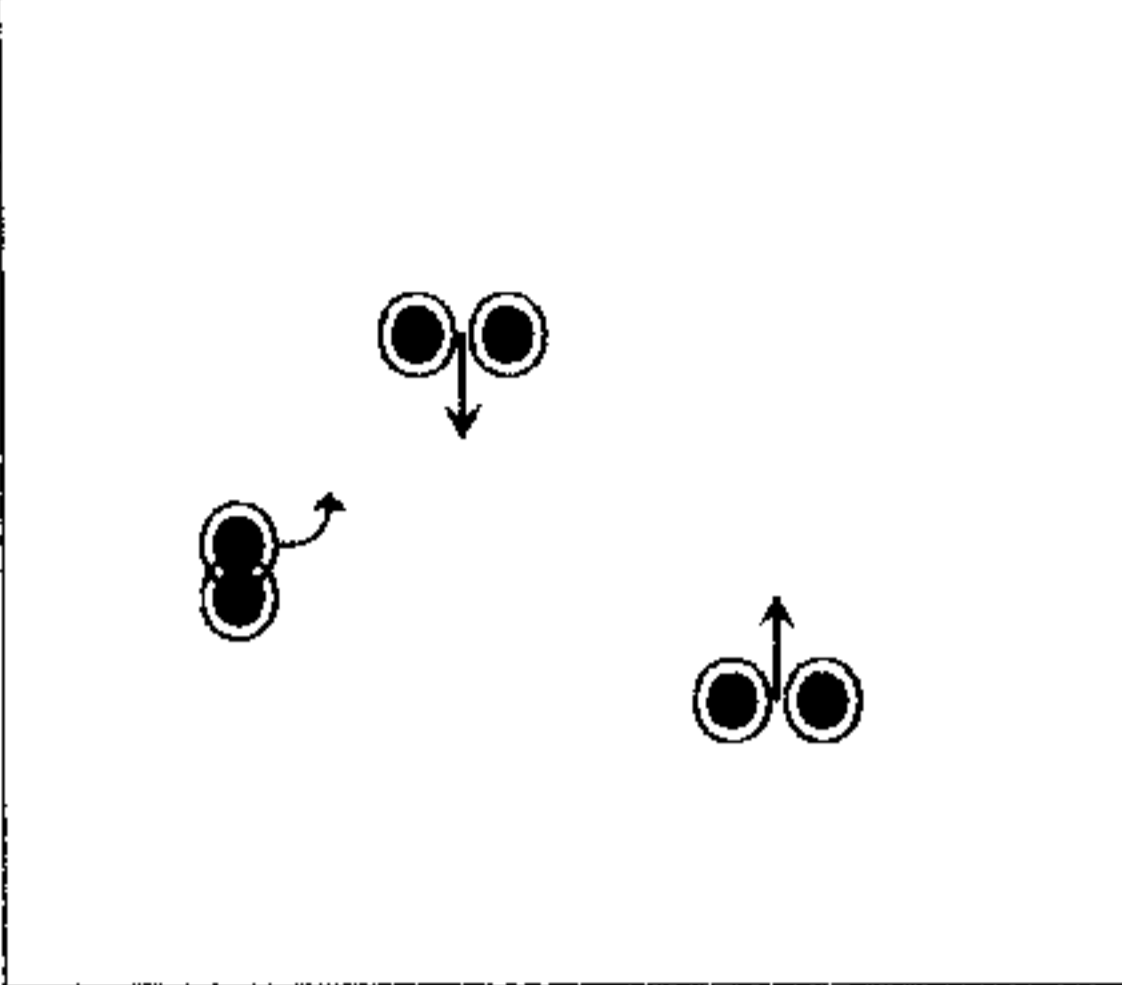
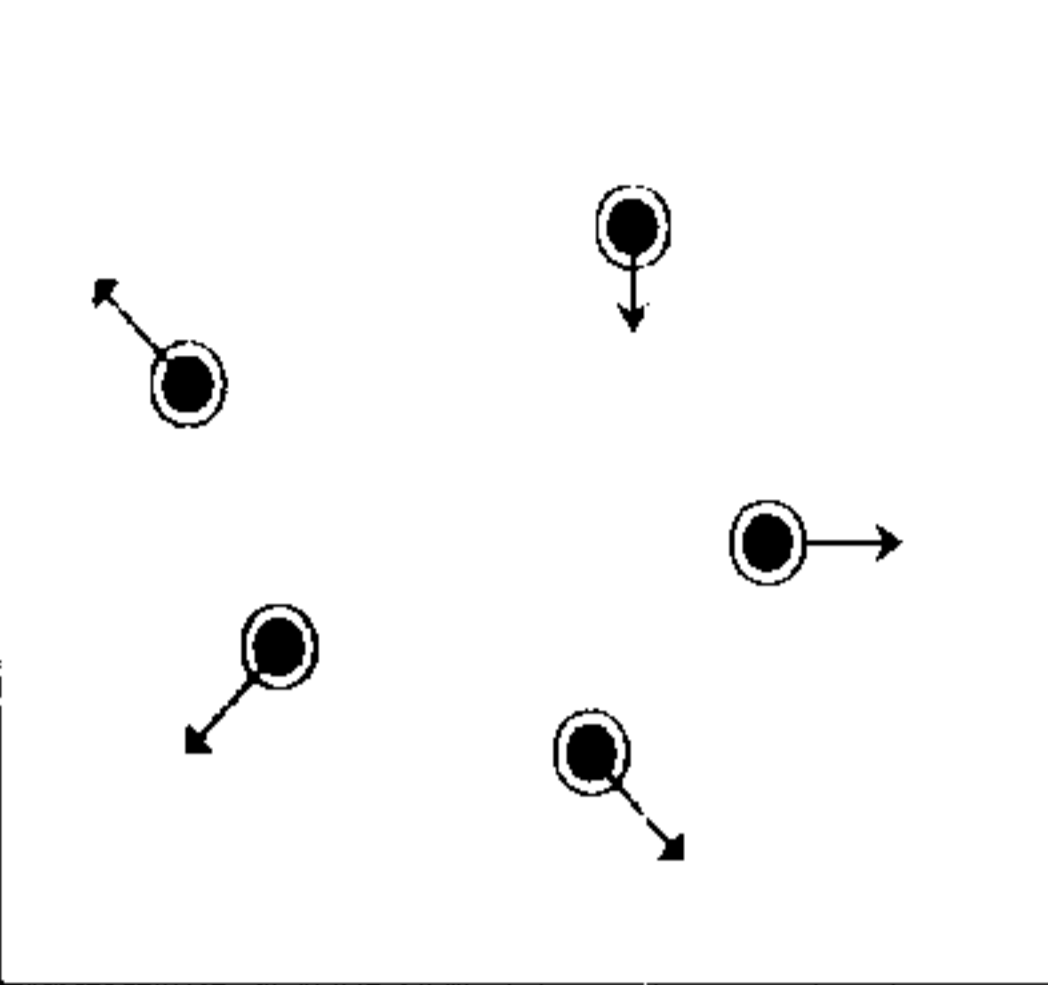
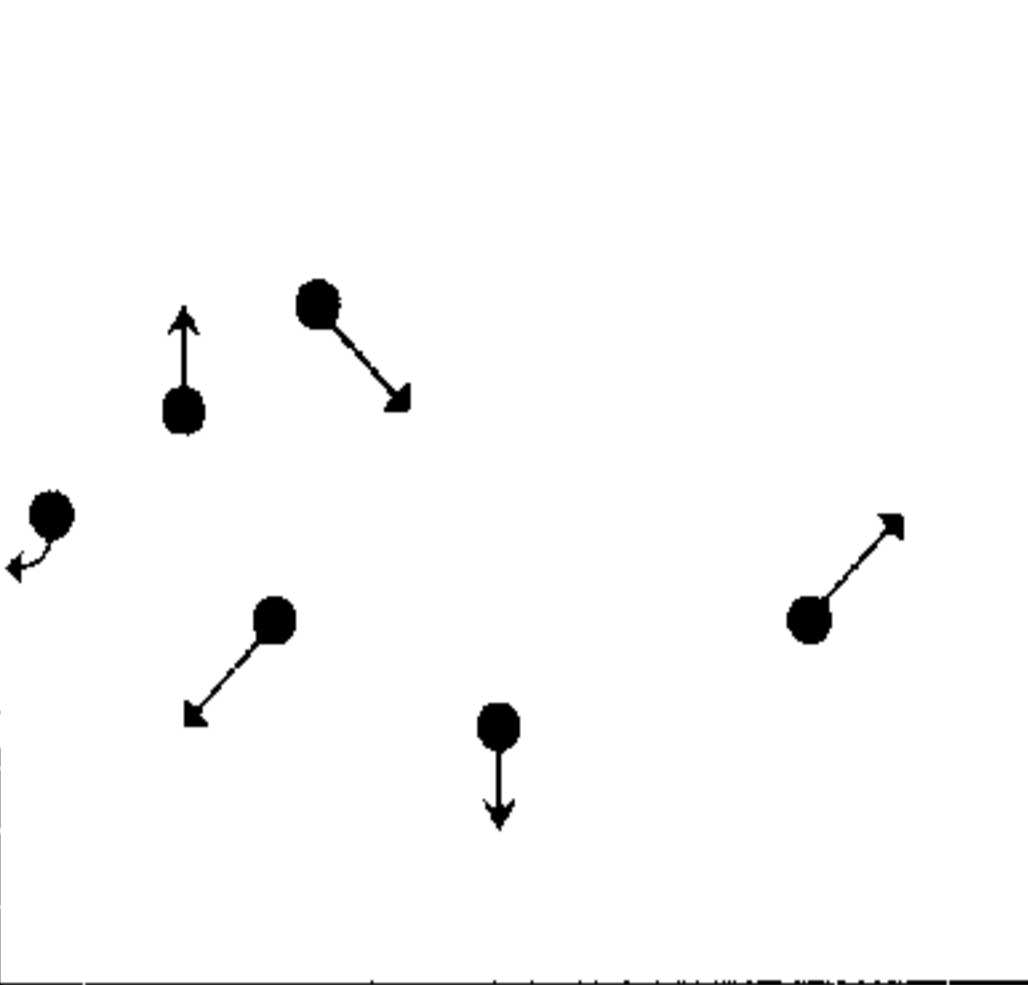
구 분	지 역	처리규모 (일일)	운영기간/ 가동(예정)일	비 고
파이롯트프란트	독일 Goldshoefe	70톤	1984년부터 88년까지 10,000시간 가동	
시범공장 (Demo. plant)	독일 Ulm	4톤	1984년~1995년	
시범공장	일본 Yokohama	24톤	1994년~1996년	
상업용프란트	독일 Fuerth	500톤	1997년 2월 가동예정	최초의 상업용 프란트
상업용프란트	독일 Deggendorf	500톤	1999년 가동예정	
상업용프란트	스위스 Bern	600톤	2000년 가동예정	
상업용프란트	독일 Waren	500톤	2000년 7월 가동예정	
상업용프란트	독일 Ludwigshafen	500톤	1994년 4월 계약	
상업용프란트	일본 Kanemura	75톤	1998년 중반	

* 현재 오스트리아, 태국, 싱가포르 등지에서 수주 협상중

나. 플라즈마를 이용한 폐기물 처리시스템 개발-삼성중공업(주) 중앙연구소

최근 삼성중공업(주) 중앙연구소의 박 현서 박사는 순천대 반 봉환 교수와 함께 과학 기술처의 G7프로젝트 사업의 일환으로 플라즈마열분해용융기술을 개발하는데 성공했다. 특히 플라즈마 토치에 물을 이용하는 러시아방법을 채택함으로써 독일이나 미국의 기술보다 운영비를 보다 저렴하게 할 수 있는 잇점이 있는 신기술이다. 현재 대전 대덕연구단지에 100t 규모의 파일럿 플랜트를 시험가동하고 있고, 인천에 250t 규모의 소각로를 건설하고 있다.

○ Plasma(플리즈마)란?

		
(1-a) Molecular state	(1-b) Atomic state	(1-c) Plasma state

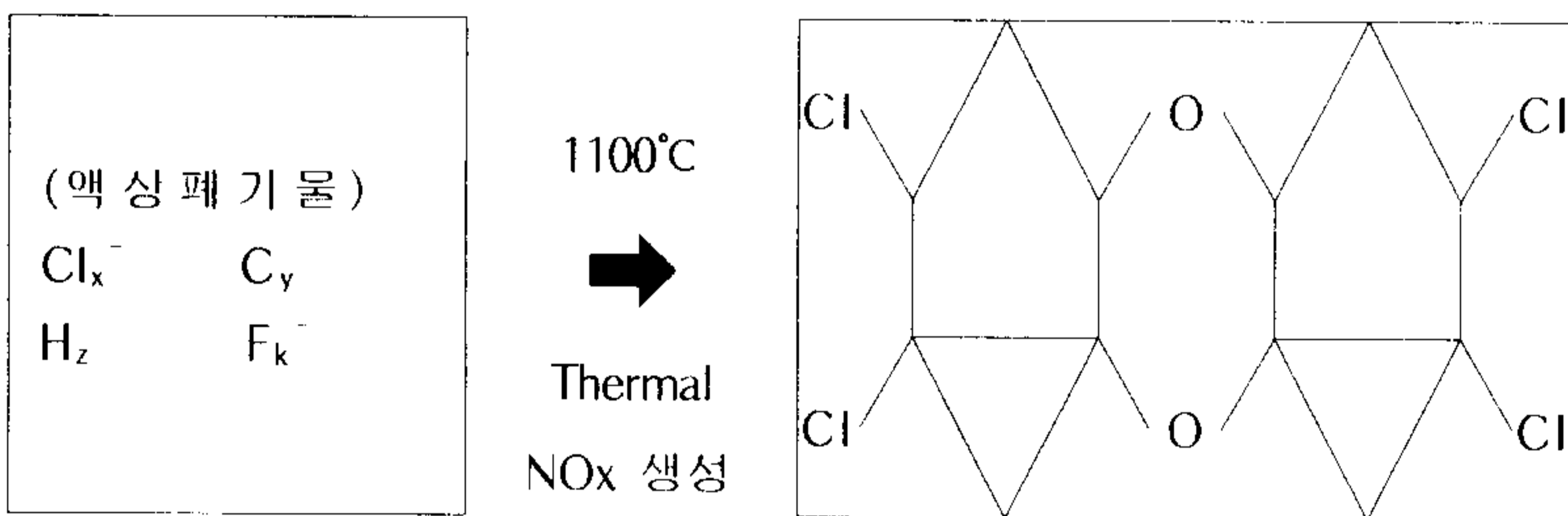
수소기체의 상태

기체상태(1-a)의 물질에 熱을 가하면 기체원자의 최외각전자(1-b)는 불안정하여 궤도를 이탈하고 이와같이 전자와 양성자가 공존(1-c)하는 상태를 Plasma 상태라 한다.

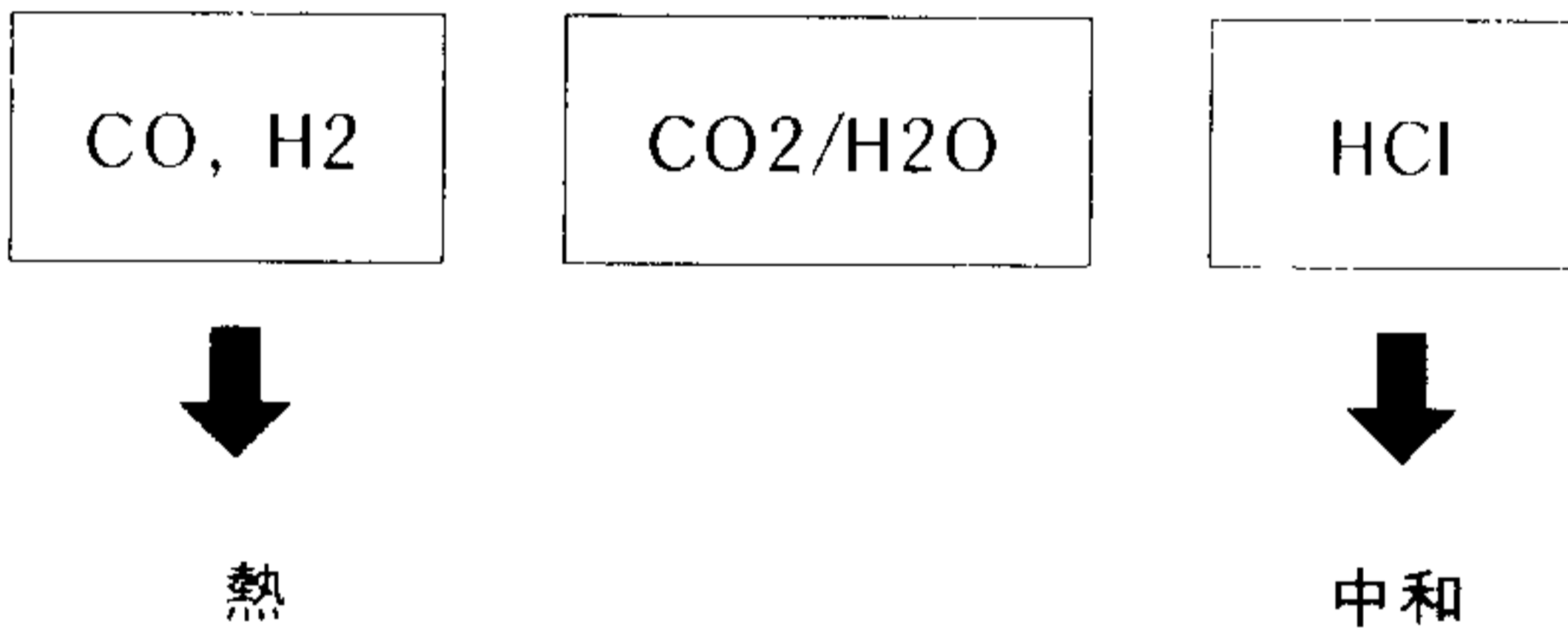
○ 처리원리 : 전기 Energy를 이용하여 증기(H₂O)을 Plasma화하고 증기가 갖고 있는 산소/수소를 이용하여 폐기물에 함유되어 있는 중금속을 산화 용융하여 유리내 고용화하고 염화물은 수소개스와 반응시켜 중화 시킴.

반응원리(액상)

열원 : Air(O₂/N₂)/중유



↓ 열원 : Plasma(O/H)

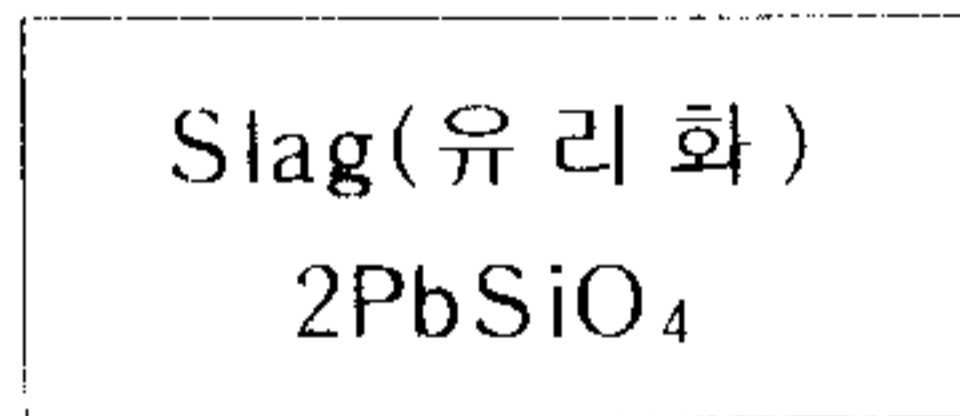
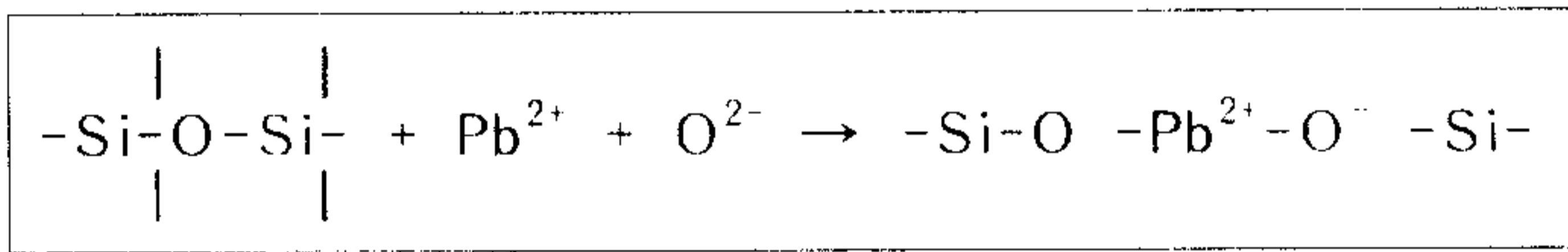
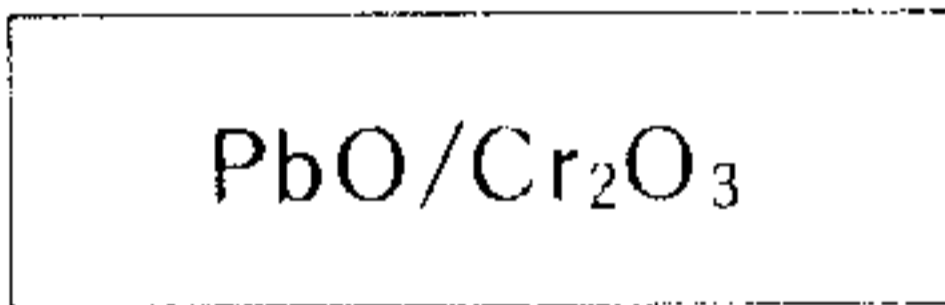
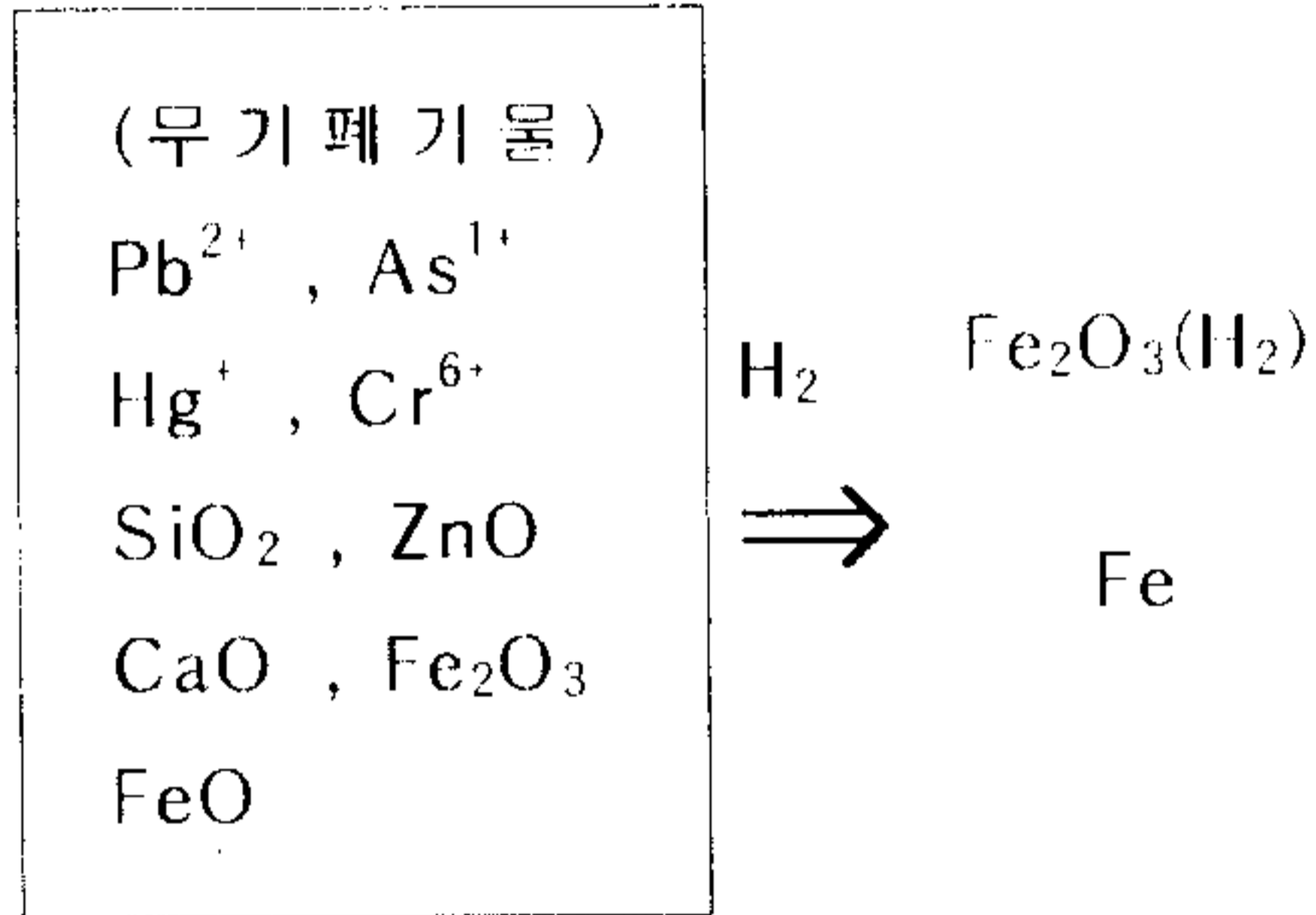


* H₂O의 이온화 온도 : 2000°C 이상

특징 : - 반응속도가 大 (Ion/고온 반응)
 - 산화환원 반응유도
 - Plasma 가스 : steam/air

처리 후 생성물 : CO, H₂, CH₄, CO₂, H₂O

반응원리(고상)



* 1300°C - 1600°C

* 저/중전위 방사성 폐기물로 유리화가능(침출無)

* 처리후생성물 : 중금속 無침출 slag(골재이용)

Plasma 소각과 일반 소각과의 비교

	일반소각설비	Plasma 소각설비	비 고
반응 ZONE 온도	1100℃	1300~1800℃	대상 폐기물에 따른 처리 온도 변화
유해원소 분해 및 고용화	무	유	플라즈마 처리시 slag내 고용
무게감량(slag/ash 기준)	1/20	1/100	약 5배 감소 (폐기물성분에 따라)
부피감량(slag/ash 기준)	1/4	1/150	약 38배 감소 (폐기물성분에 따라)
발생 steam량(ton)	8	17.5	
NOx, SOx 발생량	유	무	일반소각시 Air 사용
유독2차 유기오염물 (다이옥신, 퓨란)	유(900℃)	무(1500℃)	
보조연료 사용	유	무	일반소각시 중유, 천연가스 이용
처리후 가스 발생량	대(9,912m ³ /ton)	소(850m ³ /ton)	
폐수처리	유	무	중금속 침출, 폐수처리설비 필수
발생가스 에너지화	무	유	메탄, H ₂ , CO gas로 이용
에너지 효율	60%	95%	1500℃ 고온시
설치면적	대	소	
자원회수(금속)	불가	가능	자원재활용
Ash 발생	유	무	
Slag 이용도(자원 재활용)	불가	가능	자원재활용(건축자재)
반응후 가스발생	CO, CO ₂ , H ₂ O, NOx, SOx, HCl	C ₂ , C ₃ , H ₂ , N ₂ , O ₂ , CH ₄ , C ₂ H ₂ , C ₂ H ₄	플라즈마소각시 가스의 에너지 가능
에너지 흡수	Steam	Steam, 전기, CH ₄	

○ 유독폐기물 처리후 생성 slag의 중금속 용출 Test 결과

금속류	처리후 생성물 용출농도 수준(mg/L)(slag)		
	환경규제치(mg/L)	도시폐기물	소각로 ash
As	1.5	< 0.002	< 0.01
Cd	0.3	< 0.002	< 0.01
Pb	3.0	0.02	< 0.5
Cr	1.5	< 0.005	< 0.2
Hg	0.005	< 0.001	< 0.001

○ Plasma를 이용한 액상폐기물 처리시스템

처 리 결 과		
항 목	Westinghouse(미국)	삼 성
반응시간	50~60 min	60~120 min
PCB장입속도	6.9g/s(solvent 첨가)	2.55~12.0 g/s(solvent 무첨가)
Working Torch Power	327 KW	52 KW(max. 100kw까지 가능)
처리량	0.02g/kw · s	0.049~0.187 g/kw · s
Reactor 온도	1136℃	1100~1250℃
처리후 Dioxine (환경규제치 0.5ng/Nm ³)	0.011~0.32 μg/m ³	1차: 0.3~0.8 ng/Nm ³ (러시아분석)
		2차:검출안됨(러시아분석)
		3차:검출안됨(미국 EPA기준 분석) *Furan: 0.2ng/Nm ³
PCB 분해율	99.99999%	99.99999999%

다. 상무신도심소각로의 다이옥신 해결방안

위에 설명한 대로 플라즈마방식의 소각로는 소각재가 스토카의 15%에 비해 1%도 되지 않고 소각재도 재활용이 가능하며, 배출가스의 다이옥신도 극히 적다. 이러한 신기술이 우리나라에도 개발되어 있기 때문에 상무신도심의 소각로도 이 플라즈마방식의 소각로로 바꾸어야 할 것이다. 그러나 이미 많은 돈을 들여 소각로가 거의 다 지어졌기 때문에 현 단계에서 몇 가지 대안을 제시하고자 한다.

- 1) 현 소각로에서 비산재, 소각재, 냉각수의 다이옥신을 처리할 수 있는 플라즈마소각공정을 갖추어야 한다.
- 2) 정식 가동 전에 배출가스의 다이옥신 농도를 측정하여 안전성이 입증되어야 한다.
- 3) 스토카소각로의 특성상 다이옥신의 생성을 억제하는 기능이 현저히 떨어지기 때문에 다이옥신 생성의 원인물질인 플라스틱류를 철저히 분리하여 소각되지 않도록 하여야 한다.
- 4) 처음 시험가동할 때에는 활성탄과 촉매제, 냉각수 등을 열심히 뿌려 기준치를 통과할 수는 있으나, 일단 가동하게 되면 경비절감과 기술적 결함, 나태 등으로 다이옥신이 배출되는 경우가 일본에서조차 허다하다. 그러므로 주민의 의구심을 해소하기 위해서라도 환경단체와 주민대표로 하여금 플라스틱류의 분리와 활성탄과 촉매제의 정상적인 사용과 냉각수의 무단방류 등을 일차적으로 감시하도록 하여야 한다.
- 5) 가동 중에 혹시라도 배출가스의 다이옥신 농도가 기준치를 초과할 경우 소각로를 폐쇄한다.

Ⅱ.도심 한복판에 마구 뿌려대는 농약- 방역소독

1. 바람직한 소독의 방향 - 광주 동구보건소의 보고서

가. 방 침

행정의 여건의 급속한 변화와 개혁의 흐름 속에 성과와 질 중심의 행정을 추진하고 국민의 정부의 행정 일부분을 민간에 위탁 실시함에 따라 그 동안 동에서 추진하여온 동 자율방역을 방역전문업체에 위탁 운영하여 행정의 생산성을 높이고 소독의 전문성, 안전성을 확보하는 방향으로 하계방역소독을 실시 보다 나은 소독의 효과를 달성하고자 함.

1) 원 칙

- ① 모기 등 위생해충 구제
- ② 인축에 대한 독성 최소화
- ③ 약제내성 발현 억제 또는 최대한 지연
- ④ 환경오염의 피해 최소화

2) 소독의 방향(전략)

- ① 모기서식처 제거
- ② 방역약품의 적정량 사용
- ③ 가능한 한 저독성 단일제제 사용
- ④ 가정용 약품 사용으로 가구 내 소독 유도
- ⑤ 연막살충 소독보다는 분무살충 소독
- ⑥ 소독 이외의 예방 대책 모색

나. 그간의 추진상황

1) 위탁방역 실시

- 실시 횟수 : 권역별 15회중 7회 소독 실시 중임.
- 소독 방법 : 분무살충소독과 연막살충 소독을 2 : 9 비율로 병행 실시
- 소독확인 방법
 - ┌ 초기에는 동에 지정한 모니터 요원의 확인
 - ┌ 민원발생 증가로 각 동의 통장 확인으로 변경
 - ┌ 보건소 직원의 현장 확인
- 소독일정 : 월 3회 실시
- 민원발생 시 : 방역기동반을 상시 준비하여 즉시 소독실시

2) 지원방역 실시

- 실시기간
 - ┌ 제1단계 : 1998. 6. 20. - 7. 11까지 매일 2회(오전, 오후)실시
 - ┌ 제2단계 : 1998. 7. 12. 9. 30까지 매일 2회(오전, 오후)실시
- 실시 방법
 - ┌ 제1단계 : 연막소독
 - ┌ 제2단계 : 분무 실시
- 실시 횟수 : 취약지, 영세민아파트, 민원발생지 등에 7회차 실시

3) 위탁방역에 대한 주민의 민원증가

- 집중민원 발생시기 : 1998. 6. 11 - 6. 26.
- 민원발생 지역 : 지원동, 학운동, 동명동, 산수동, 계림동, 지산동
- 민원내용

- ┌ 영세민 밀집지역에 대한 세밀한 소독요구
- ├ 소독의 여부를 주민이 느끼지 못함으로 만족도 저하
- └ 분무살충 소독보다 연막살충 소독 요구 등

4) 민원 해결을 위한 활동

- 민원발생 동의 동장, 사무장, 통장, 방역회사, 보건소장과의 직접 대화
 - 제1차 : 1998. 6. 12. 16:00 - 17:30
 - 장소 : 학1동 현장민원실
 - 제2차 : 1998. 6. 26. 15:00 - 18:00
 - 장소 : 동명동, 산수1동, 지원동
 - 참석자 : 통장 83명(동명동 20명, 산수1동 31명, 지원동 32명)
 - 통장의 건의 내용
 - 소독방법 확인을 해당 동의 통장의 확인서로 대체
 - 보건소 지원방역 실시 : 주민이 선호하는 연막살충 소독 실시 요구
 - 주민이 원할 경우 집 내부까지 소독 실시 요구
 - 방역업체에서 상시 방역기동반을 준비하여 민원에 적극 대처토록 함.
 - 보건소 지원방역 소독을 연막살충 소독으로 실시
 - 소독확인을 통장에게 확인받도록 함

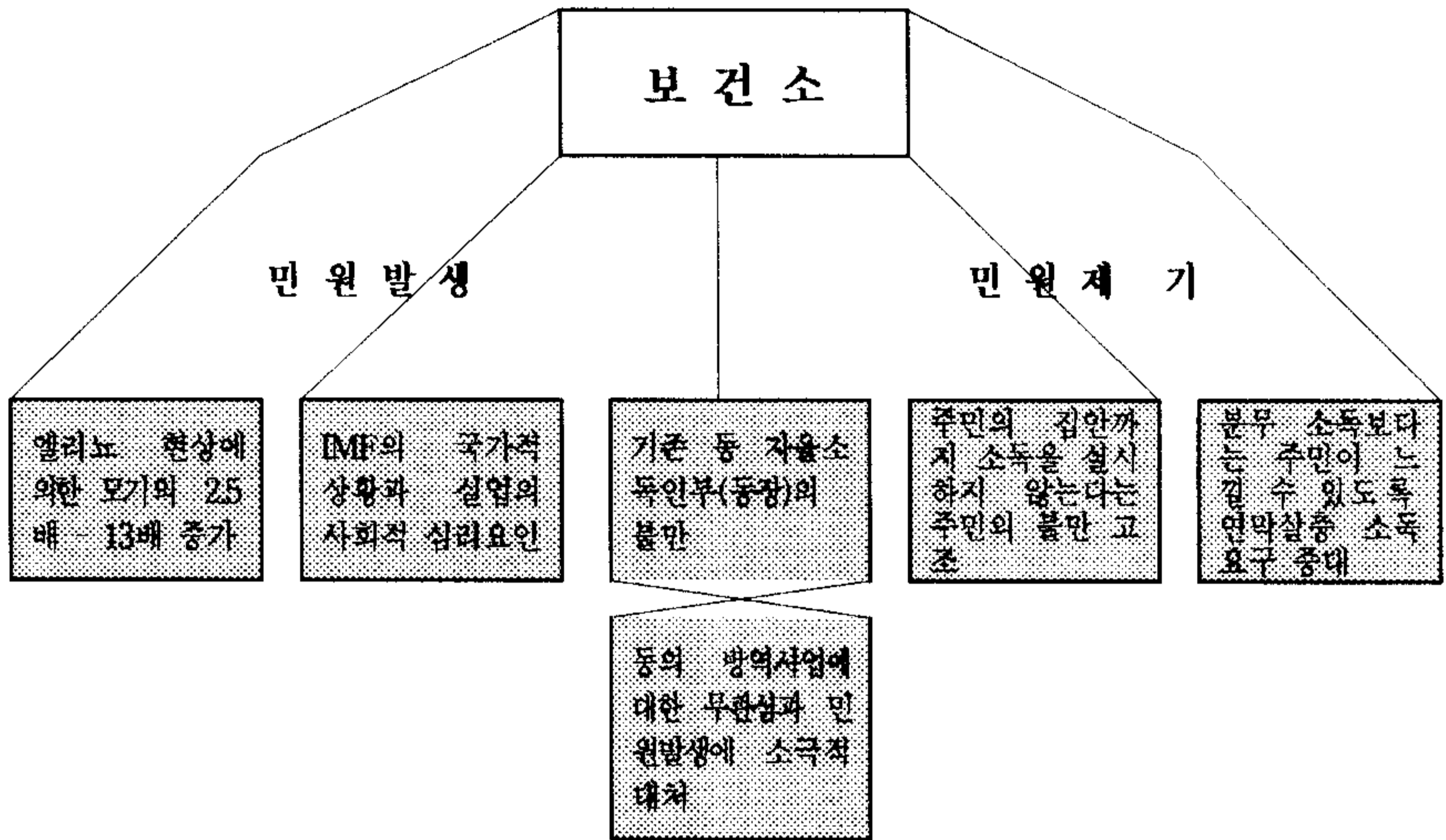
다. 위탁방역 소독

1) 위탁방역과 동자율방역의 비교

동 자 율 방 역	위 탁 방 역
종 은 점	종 은 점
<ul style="list-style-type: none"> - 관내 지리를 잘 파악하여 빠짐없이 소독실시 가능 - 주민의 주택 내부까지 소독을 실시함으로써 주민의 만족도 증가 - 민원발생 시 즉시 해결 가능 - 동직원의 방역에 대한 관심 	<ul style="list-style-type: none"> - 방역소독을 전문업체에 실시함으로써 소독의 전문성, 안전성 확보 - 질과 성과 중심의 생산적인 행정추진에 적합 - 경제적, 효율적 측면에서 방역소독에 대한 행정의 생산성이 높다
문 제 점	문 제 점
<ul style="list-style-type: none"> - 전문적, 효율적 방역소독보다는 무분별한 소독실시에 따른 낭비요인이 많음 - 방역약품의 극독성과 방역기계의 조작에 대한 안전성 확보의 문제 - 방역사업비 집행상의 투명성 문제 	<ul style="list-style-type: none"> - 관내 지리정보에 미흡하여 세밀한 소독을 실시치 못함 - 주로 골목길, 취약지 중심으로 소독을 실시하고 집 내부는 실시하지 않음으로써 주민의 만족도 저하 - 민원발생 시 해결이 어려움

2) 위탁방역 소독의 문제점

○ 민원발생 및 문제점의 요인



○ 문제점 분석

- 3월부터 시작한 이상고온 현상에 의한 모기개체수가 예년에 비해 25배에서 최고 13배 증가함으로써 주민이 느끼는 방역소독 효과에 대한 부정적 인식과 소독 시간이 주로 새벽시간인 관계로 소독을 실시하지 않는다는 인식팽배
- 동에서 실시하는 자율방역은 방역인부들 대부분이 인근 주민, 통장인 관계로 집안 내부사정을 잘 파악하여 자발적으로 집 내부까지 소독을 하였으나 위탁방역은 집안 내부까지 자발적으로 소독을 하여 주지 않는다는 주민의 불만 고조
- 예년에 동 자율방역의 사역 인부들이 대부분 통장이었고 일부 동에서 몇 명의 통장들은 방역기계까지 구입하여 조직적으로 동 자율방역에 대비하여 준비하여 왔으나 올해의 방역이 위탁됨으로써 위탁방역에 대한 불만과 피해로 민원발생에 적극적 자세와 조장
- 예년에는 연막살충 소독을 위주로 실시하여 주민이 소독 여부를 피부, 시각적으로 느꼈으나 현재는 분무살충 소독 위주로 실시함으로써 소독의 효과, 소독 실시를 주민이 느끼지 못하는데 따른 불신

3) 문제점의 개선 대책

○ 위탁방역 소독에 대한 민원발생 증가

- 민원발생 지역에 대한 보건소 지원방역 실시
 - 제 1단계 : 1998. 6. 20 - 7. 11 매일 2회(오전, 오후) 실시
 - 소독지역 : 민원발생 집중 지역, 취약지
 - 소독방법 : 연막살충 소독
 - 제 2단계 : 1998. 7. 12 - 9. 30까지 매일 2회
 - 소독지역 : 관내 전 지역, 영세민 아파트, 취약지 등
 - 소독방법 : 분무살충 소독으로 실시

○위탁방역 실시 확인 방법 개선

- 초 기 : 동 거주 주민들에게 소독 실시 확인서를 징구하여 확인
- 개 선 : 동의 통장과의 긴밀한 협조하에 동행 소독을 실시하고 확인서 징구 및 소독 전·후 동의 사무장 지시받은 후 소독

○주민 불만사항 의견 청취 및 설명

- 민원발생 동의 동장, 통장과의 직접 대화
- 일 시 : 1998. 6. 12 16:00 - 17:00 (제1차)
- 장 소 : 학1동 현장민원실
- 참석자 : 보건소장, 동장, 예방의약계장, 방역회사 대표
- 내 용 : 동의 불만사항을 청취 개선하여 소독에 적용토록 함
- 일 시 : 1998. 6. 26 16:00 - 18:00 (제2차)
- 장 소 : 동명동, 산수동, 지원동
- 참석자 : 보건소장, 동장, 사무장, 보건소 직원, 통장 83명
- 내 용 : 방역소독에 대한 통자의 의견 청취하여 소독에 적용
전염병 예방전략과 소독의 효과에 대한 홍보

○소독에 대한 주민 홍보

- 한숲 스포츠 센터의 주부, 동구 주부대학생에 대한 교육
- 대상자 : 주부 300명 / 보건소장 직접 교육
- 내 용 : 소독과 전염병에 대한 홍보 및 교육

라. 동구의 방역소독 방향

1) 방역소독의 개념

○목 적

전염병 예방을 위한 전략의 단위 사업으로 모기 등 위생 해충으로 매개되는 전염병을 사전 예방하기 위하여 살균, 살충을 보다 효과적으로 실시함으로써 쾌적한 환경개선을 통한 국민보건향상에 기여코자 함.

○정 의

- 방 역 : 역질을 막는다는 뜻으로 전염병 예방 대책을 총괄하는 의미
- 소 독 : 전염병 예방의 한 가지 아이템으로 보통 살충, 살균 소독을 의미하고 방역소독으로 불리워진다.
- 그러므로 방역은 전염병 예방활동(전염병 감시, 예방접종, 소독, 홍보)을 총괄하는 뜻이고, 방역소독은 매개 모기 등을 구제하기 위한 활동인 소독, 살균활동으로 약품의 사용은 약 제내성을 최소화하는 적정 수준으로 소독을 실시하여야 한다.

2) 방역소독으로 예방 가능 전염병

○전염병의 종류 : 총 49종

- 제1종 : 콜레라, 장티푸스, 세균성 이질 등 (8종)
- 제2종 : 일본뇌염, 유행성 이하선염, 말라리아 등 (17종)

- 제3종 : 결핵, 성병, 나병, 만성간염 (4종)
- 기 타 : 해외 유입 전염병 23종
- 방역소독으로 예방가능 전염병
- 제2종 : 일본뇌염, 말라리아 (2종)
- 해외유입전염병 : 뎅기열 (1종)
- 총 3종(일본뇌염, 말라리아, 뎅기열)만이 소독으로 예방 가능
- 일본뇌염은 98%가 예방접종으로 예방하며 몇 년은 발생 보고 없음.
- 말라리아 발생 지역은 주로 강원도 철원, 경기도 파주 지역 발생.
- 뎅기열은 아프리카 열대지역의 모기에 의해 감염 → 전국 발생 없음
- 결론적으로 소독은 여러 가지 전염병 예방대책 중의 하나에 불과함

3) 방역약품의 종류

○ 살충제의 분류

- **피레스로이드계(Pyrethroids) 살충제** : 식물인 제충국의 추출물을 합성하여 만든 살충제로서 포유동물에는 저독성이고 유충에는 맹독을 발휘하는 것이 특징
- 종류 : 페머스린(Peremethrin), 델타메스린(Deltamethrin), 사이페메스린(Cypermethrin), 디-사이페노스린 등
- 장점 : 식물에서 추출된 성분으로 만든 살충제이므로 사람과 가축에게는 저독성인 반면, 모기 등 해충에는 독성을 발휘함
- 단점 : 저독성 때문에 광활한 지역을 소독하는 방법에는 부적합하고 주로 가정용으로 사용한다.
- 사용예 : 가정용 흙메트, 전자모기향, 에프킬라 등
- 중독성 : 피로이드계 성분의 흡입 시 재채기, 비염, 천식, 혼수, 두통, 이명, 구역 등이 나타남 - 밀폐된 공간에서 사용 금하며 어류, 양서류에 독성이 강하다.
- **유기인계 살충제** : 인(P)을 주성분으로 흡성된 살충제로서 1937년부터 개발되어 현재까지 널리 사용되는 살충제
- 종류 : 마라치온(Malathion), 템포스(Temphos), 다이클로로보스(D.D.V.P) 등
- 장점 : 살충작용이 강력하고 해충 구제에 대한 적용 방법이 넓고 경제적이고 효과적이어서 많이 사용함
- 단점 : 포유동물 등 사람, 가축에게 독성이 크다.
- 사용예 : 대부분 합성으로 방역 약품, 농약 등으로 사용한다.
- 중독성 : 유기인계 살충제는 신경세포, 적혈구 등에 각종 장애 발생을 초래하고 급성중독을 일으키나 최근 자연성 마비를 일으키는 성분이 있음.
- **유기염소계 살충제** : 염소(CL)기를 합성화하여 만드는 살충제로서 DDT가 최초로 합성된 이래 대단히 많이 사용되는 살충제이다.
- 종류 : DDT, 디엘드린(Dieldrin), 크로텐(Chlordane) 등
- 장점 : 급성독성이 적다. 잔류 효과가 크다.
- 단점 : 생태계에 잔류 효과가 커서 만성독성에 대한 잠재성이 있다.
- 사용예 : 대부분은 살충제로써 농약으로 사용한다.

- 중독성 : 화학적 합성이 견고하여 분해되지 않으므로 환경오염 및 생태계파괴 등의 중독성이 확인
- 카바메이트계 살충제 : 카바민족을 주성분으로 합성된 살충제
- 종류 : 카바릴(Carbaryl), 프로포서(Propoxur), 파단(Padan) 등
- 장점 : 인축에 독성이 낮다.
- 단점 : 만성독성이 있다.
- 사용예 : 농약으로 벼멸구, 흑병나병, 바퀴 구제로 에어로솔이 시판됨.
- 중독성 : 발암성, 돌연변이 유발성과 눈, 점막의 강한 자극으로 기관지경련, 천식, 호흡곤란, 폐부종 등 호흡기계 이상 증상이 보고됨.

4) 소독 시 사용하는 방역약품

○분무용 방역약품

- 주 성분 : 유기인계, 유기염소계 살충제 주성분에 피레스로이드계 성분을 합성하여 만드는 살충제.
- 사용방법 : 물에 희석하여 서식지 등에 뿌려 사용한다.
- 사용효과 : 약의 성분이 오래 가므로 유충 제거와 서식지 표면에 뿌렸을 경우 접촉으로 인하여 신체 침투하는 효과가 크다.
- 사용상의 단점 : 넓은 지역, 숲, 갈대밭 등에 적용하기 어렵다.
- 중독성 : 유기인계 살충제 성분 대부분이 극독성, 고도 독성, 중도 독성 성분이므로 인체, 가축, 어류 등에 급성 또는 만성 독성을 일으킴.
- 내 성 : 모든 성분에 모기 등 위생해충은 저항력이 확인되고 내성이 있는 것으로 보고됨.
- 사용상의 문제 : 분무 약품을 저농도 또는 고농도로, 지속적, 장기간 사용하였을 경우 토양에 축적되어 결국 어류나 가축에게 전달되어 인체에 영향을 미치게 되며, 모기 등 위생해충이 사용된 약품에 대한 내성이 생겨 또 다른 종의 해충이 발생, 갑작스런 모기의 증가 등을 초래한다.

○연막약품

- 주 성분 : 유기인계 살충제 성분인 디크로보스, 클로르피리포스 등에 부성분을 피레스로이드계 성분인 카데스린, 델타메스린을 혼합하여 만든 약품이 대부분이다.
- 사용방법 : 경유와 연막약품을 혼합하여 가열함으로써 연기를 발생시켜 방역소독 지역에 적용함.
- 사용효과 : 주성분이 독성이 강한 성분으로 성충 구제에 효과가 크고 넓은 지역(숲, 갈대밭, 공한지 등)에 적합.
- 사용단점 : 역품 성분의 잔류 기간이 짧고 공기의 흐름이 심한 경우에는 사용하기 어렵음.
- 중독성 : 인체에 미치는 성분이 극독성인 디크로보스, 클로르피리포스 등 유기인계 살충제를 가열하여 발생하는 기체독으로써 사람, 가축의 폐를 통한 급성중독을 일으키고 어패류에 강한 독성을 일으킴.
- 사용상의 문제 : 경유를 가열하여 매연을 발생시키므로써 공기오염을 초래하고 극독성분이 혼합된연기를 사람이나 가축이 직접 흡입하여 급성, 아급성중독현상을 초래한다.

5) 소독방법의 비교

구 분	장 점	단 점
분무소독 (약품을 물에 정비율로 희석 분무기로 살포하는 방법)	- 잔류 효과가 크다. - 유충 구제에 적합. - 경제적 측면의 비용 저렴 - 소독 시간 제약 없음.	- 넓은 지역, 숲 주변 소독 곤란. - 시각적 효과가 없으므로 소독 실시 등 피부로 느끼지 못함.
연막소독 (약품을 경유에 희석연막기로 연기화하여분사)	- 넓은 지역 방역 용이 - 시각적 효과 크다.	- 잔류 효과가 없다. - 일출 후 소독 효과 미약 - 소독비용이 많음으로 비경제적. - 살충 효과 적음. - 사람, 인축에 독성이 큼.

6) 방역약품 사용의 문제

○ 환경적 측면

- 토양, 하천에 축적 잔류 오염으로 먹이사슬 중독에 의한 어패류 오염.
- 연막소독 시 매연 발생으로 대기오염 초래.

○ 사회적 측면

- 방역약품은 독성분으로 사람, 가축에게 중독 사고 초래.

※ 우리 구 방역 소독 시 중독사고 발생의 예

- 내 용 : 위탁방역 시 원하는 경우 집 내부까지 소독을 실시 후 경미한 중독사고 발생
- 발생내용
 - 계림동 김모 씨 외 4명의 경미한 중독 3증상 호소
 - 서석동 주민 박모 씨의 구토 증세 호소
 - 지산동의 이모 씨의 어지러움 증세 호소 등 외 2건

○ 경제적 측면

- 약제내성이 생김으로써 또 다른 모기 등 위생해충 출현 후 증가

○ 생물곤충학적 측면

- 약제내성이 있는 살충제를 대체함으로 발생하는 경제적 손실
- 파괴된 생태계 회복을 위한 장기간의 시간과 비용 필요

7) 동구 방역소독의 방향

○원 칙

1. 모기 등 위생 해충을 구제
2. 인축에 대한 독성 최소화
3. 모기 등 위생해충의 약제내성 발현 억제 또는 최대한 지연
4. 환경오염의 피해 최소화

○소독의 방향 (전략)

1. 모기 서식지 제거 활동

- 모기 구제활동을 주로 방역약품 살포에 의한 방법을 지양하고 모기 서식처인 주택주변의 웅덩이, 숲 등을 제거하는 등 환경개선과 천적을 이용하는 생물학적 방법이나 기구에 의한 기계적 방법에 의하여 모기 구제활동.

2. 방역약품의 적정량 사용

- 방역약품을 고농도 대량 살포에 의한 소독방법보다는 사용 지역의 특성에 따라 적정량 약품을 사용하여 소독 실시.

3. 가능한 한 저독성이면서 단일제제인 방역약품을 사용.

- 방역약품의 특성인 독성 성분으로 사람, 가축, 식물에 중독을 초래할 가능성이 있으므로 친환경적인 약품, 단일제제를 선택 사용하여 사람, 가축, 환경오염의 피해를 최소화하는 방향으로 추진.

4. 가구 내 소독은 가정약품 사용으로 소독

- 연막살충 소독을 집 내부까지 요구하는 주민이 많은 실정이나 독성이 강한 소독보다는 집 주변을 깨끗이 청소하는 등 환경을 개선하고 집 내부의 소독은 저독성인 가정용 약품 (예 : 홈메트, 에프킬라, 레이드 등)으로 가구내 소독을 유도하고 홍보.

5. 연막살충 소독보다는 분무살충 소독으로 실시

- 방역소독 비용이 경제적이고 유충과 성충을 동시에 구제하며 지속성이 있는 등 소독효과가 높고 위해가 적은 분무살충 소독 위주로 소독.

6. 소독 이외의 예방 대책 모색

- 방역소독으로 예방 가능한 전염병이 극히 일부이므로 방역소독은 전문업체 위탁 운영하고 전염병 예방활동인 전염병 감시, 예방접종, 홍보 등에 중점을 두어 전염병 예방대책 추진.

〈참 고 문 헌〉

- 1) 야전미군의 소독지침 : 1986년판
- 2) 보건복지부 소독지침 : 1987년판
- 3) 환경독성학 : 1997년 3월 2일판 · 동화기술
- 4) 방역약품의 사용지침
 - ┌ 심자성약품
 - ├ 전우방제
 - ├ 국보제약
 - └ 한국소독
- 5) 급성전염병 관리지침 : 1998년 보건복지부

2. 서구의 농약살포현황

1. 방역예산 내역

(단위 : 천원)

년 도	구 분	예 산 액						
		계	인건비	약품대	유류대	간식비 등	수선비	장비구입
'97	계	185,614	91,345	44,317	32,256	6,841	4,255	6,600
	보건소	53,622	10,425	23,068	16,192	1,282	855	1,800
	동	131,992	80,920	21,249	16,064	5,559	3,400	4,800
'98	계	188,859	104,303	39,354	26,784	5,587	3,480	9,351
	보건소	46,065	9,267	18,105	13,933	1,140	760	2,860
	동	142,794	95,036	21,249	12,851	4,447	2,720	6,491

2. 예산집행 내역

(단위 : 천원)

년 도	구 분	예 산 액						
		계	인건비	약품대	유류대	간식비 등	수선비	장비구입
'97	계	171,642	86,745	40,808	29,685	4,884	3,175	6,345
	보건소	49,558	9,923	19,564	17,673	1,164	809	425
	동	122,084	76,822	21,244	12,012	3,720	2,366	5,920
'98	계	171,930	96,384	34,502	24,915	4,272	2,506	9,351
	보건소	30,907	7,442	13,256	6,280	822	247	2,860
	동	141,023	88,942	21,246	18,635	3,450	2,259	6,491

※ '98. 10. 17 현재

3) 방역약품별 구입 내역

년 도	구 분	약품명	수량(ℓ)	금액(원)	비 고
'97	계			40,808,160	
	연 막	델타지논	185	4,464,640	
		메스탄-B	200	4,157,400	
	분 무	할로퍼	650	14,898,950	
		푸시킬라	931	17,087,010	
살균제	나가졸	60	200,160		
'98	계			34,502,100	
	연 막	수퍼그린-F	80	1,687,290	
	분 무	푸시킬라	260	7,502,370	
		에스람스린	140	3,790,330	
		카 포 스	743	21,245,930	
	살균제 우물소독약	닥 터 큐	135	442,700	
		유한락스	50	89,000	
크로칼키		52(kg)	194,480		

4) 약품별 농약성분과 합량

구분	품명	성분	포장단위	희석요령	포장단위당 살포면적
분무	푸시킬라	푸시링 10g 펜발러레이드 5g 디클로르보스 20g	1ℓ (통)	물에 100배 희석 50ml/m' 단위로 살포	약2,000m'
	할로퍼	람다싸이할로스린 2g 알파메스린 2.5g	"	물에 250배 희석 40ml/m' 단위로 살포	약6,250m'
	에스람스린	람다싸이할로스린 1g 프리미엄 3g 에스펜발레트 3g	"	물에 100배 희석 40ml/m' 단위로 살포	약2,500m'
	카포스	카데스린 0.5g 크로르피리포스 9.5g 디클로르보스 20g	"	물에 250배 희석 40ml/m' 단위로 살포	약6,250m'
연막	메스탄-B	플루발리네이트 7.5g 싸이퍼메스린 7.5g 클로르피리포스 10g	"	경유에 150배 희석 0.4ml/m' 단위로 살포	약375,000m'
	하이프로틴	델타메스린 2.55g 프로페탐포스 16.66g 디클로르보스 34.21g	"	경유에 250배 희석 0.4ml/m' 단위로 살포	약625,000m'
	델타지논	카데스린 0.5g 델타메스린 2.5g 디클로르보스 10g 다이아지논 17g	"	경유에 200배 희석 0.4ml/m' 단위로 살포	약500,000m'
	슈퍼그린-F	알파싸이퍼메스린 5g 하이시스싸이퍼 4g 펜치온 15g	"	경유에 300배 희석 0.4ml/m' 단위로 살포	약750,000m'

위에 나와 있는 대로 분무소독이나 연막소독에 사용하는 약품의 성분이 모두 농약살포에 쓰이는 성분임을 쉽게 알 수 있다.

3. 안전하고 효율적인 모기구제방안

가. 모기의 생활사와 유충구제에 대한 연구

모기는 일반적으로 물속이나 물위에 떠있는 수초에 산란하며, 종에 따라 깨끗한 빗물, 고인 연못이나 웅덩이, 개울 가장자리, 심지어는 바닷물에도 산란한다. 산란형태는 종에 따라 다르나 뇌염모기의 경우 알덩어리로 낳고 일반모기는 낱개로 낳으며, 산이나 알칼리, 온도 등에 저항성이 매우 강하다. 보통 22° C 이상의 수온에서 7~16일이 지나 부화, 변태를 하여 성충인 모기가 되나 수온이 낮은 경우에는 수개월을 견딜 수

있다. 산란된 알과 유약충은 건조하고 추운 곳에서도 상당한 기간을 견딜 수 있으며, 비가 오면 짧은 기간에 부화하여 성충이 된다. 우기가 되어 약간의 비가 오면 모기의 수가 급속히 증가하게 되는 것도 이 때문이다. 그러나 많은 비가 내리면 알과 유약충이 빗물에 씻겨 가버리기 때문에 1주일 정도는 모기의 수가 거의 증가하지 않게 된다. 모기는 보통 과일즙이나 당즙을 섭식하며 사는데, 암컷의 경우에서 산란을 목적으로 포유동물의 혈액을 흡혈하며 산란의 개수도 종에 따라 많은 차이를 보이고 있다. 보통 모기 유충 1마리가 성충이 되면 흡혈 3일 후에 약 250개의 알을 산란한다. 모기는 일생 동안에 6~7회 이상 흡혈하면서 1,000~1,200여 개 이상의 알을 낳아 모기는 기하급수적으로 증가하게 된다. 모기는 밤이 되면 행동을 개시하며, 아침에는 원위치로 되돌아온다. 모기의 행동반경은 보통 하룻밤에 수Km를 이동했다 돌아오며 흡혈할 때까지 밤새도록 이동하는 습성이 있는 끈질긴 곤충이다. 낮에는 나뭇잎과 수풀 사이 어두운 곳에 숨고 주로 밤에 활동하기 때문에 제아무리 독성이 강한 살충제를 쓴다 해도 성충이 된 모기를 구제하는 일은 거의 불가능에 가깝다고 할 수 있다.

모기는 말라리아나 심장사상충, 뇌염 등의 질병을 전파하는 매개체로서 특히 여름철 질병퇴치에 있어서 매우 중요한 곤충이다.

동시에 모기구제에 쓰이는 살충제인 맹독성 농약들은 인축에 대한 독성 때문에 이미 70년대 말이나 80년대 초에 대부분 사용금지되었거나 앞으로 사용금지될 약물들이다. 그러나 모기는 반드시 물속이나 물위의 수초에 산란하고 부화하기 때문에 서식처인 물 웅덩이를 없애거나, 모기의 유충인 장구벌레를 제거하는 방법을 일찍이 미국 등지에서는 연구해 왔고 지금은 상당히 많은 성과를 나타내고 있다.

A. 박토색

1. 박토색의 효능과 사용에 관한 연구

○성인제약의 “박토색®(BTI)”에 관한 내용중 일부 요약

- 1) 살충력(모기유충에 대한)이 매우 강하다. - 약을 살포하면 즉시 모기 유충이 죽는다.
- 2) 빈대를 잡기 위해 초가집을 태울 수는 없다. - 모기를 잡기 위해 독성물질인 유해화학물질을 쓸 수는 없다. 무공해 생물학적 유충용 살충제이다. (유충 이외는 아무 것도 죽지 않는 선택적 살충제이다.)
- 3) 100년을 뿌려도 효력이 변함이 없다. - 내성이 없다.
- 4) 날아다니는 성충을 쫓아다니며 살충하는 시대는 지났다. 유충을 잡으면 근원적으로 해결되는 과학 선진시대이다.

○성분 및 함량

주성분 : (BIT활성 결정성 단백질 - 역가 3,500ITU/mg)

○특성

- 1) 박토색®은 국내 최초로 성인제약에서 7년여의 노력을 기울인 무공해 생물학적 살충제이다.(유충만을 선택적으로)

- 2) 또한 효능(말라리아 및 뇌염모기 등 각종 모기 유충)과 안정성에 대한 철저한 검토를 거친 보건복지부에 의약품으로 제조품목허가(제176호)를 받은 우수한 제품이다.
- 3) 박토섹®의 주성분인 BTI 균주 안에 생성되는 활성 결정성 단백질은 각종 모기유충(말라리아 및 뇌염모기, 갈따뀌, 흑파리 등)에 한해 선택적으로 우수한 살충작용을 하고 각종 해충의 천적인 다른 곤충과 동물, 사람에게는 전혀 무해한 무공해 생물학적 살충제로 안심하고 사용할 수 있다.
- 4) 말라리아 모기유충 및 뇌염 모기 유충을 박멸하기 위해 사용된 박토섹®은 환경 중에서 완전히 분해되는 환경친화형 살충제로 기존의 유기인계 살충제 등의 사용으로 야기되는 환경오염과 독성으로 인한 피해를 막을 수 있다.
- 5) 현재 미국 등의 선진국에서 무공해 생물학적 살충제로 각광을 받으며 널리 사용되고 있다. 모기유충을 구제하므로써 모기성충 1천2백마리를 구제하는 효과(모기 한마리가 30~40일을 살면서 번식을 통해 1,000~1,500마리의 새끼를 산란)를 거둘 수 있어 가장 효과적인 모기구제 수단으로 인식되고 있다.

○ 용도 및 사용법

- 1) 엘리뇨 현상 등 이상기후로 인해 최근 문제가 되고 있는 말라리아 모기와 뇌염모기 등 각종 모기유충의 가장 안전하고 효과적인 구제에 사용한다.
- 2) 각종 해충의 종류 및 서식처에 따른 사용량은 다음과 같다.
(본 결과는 국내의 실정에 맞게 실시한 시험결과임 - 96년 9월 3일 해남군 화산면 소재 간척지에서 실시)

해충의 종류	해충의 서식처	ha당 사용량(kg/ha)	
		(보통의 경우)	(아주 심한 경우)
Chlex (뇌염모기)	오염이 적은 수로	0.5~1	5~10
	오염이 심한 지역	1~2	10~20
Aedes (사상충 모기)	얕고 맑은 물	1.5~1	5~10
	초지/축사 주변	1	10
	숲	1~2	10~20
Anopheles (말라리아 모기)	연못, 웅덩이, 얕은 시내	1~2	10~20
	논, 그늘진 곳	3~6	30~60

2. 합성화학살충제의 문제점

- 1) 자연생태계 파괴 - 수서 곤충과 모기 유충 천적 어류들의 살생
환경 오염에 의한 먹이사슬의 부작용
- 2) 환경 호르몬에 의해 생식 억제
- 3) 해충의 저항성 증가
- 4) 인축에 대한 급성 및 만성 중독 그리고 발암성 유발

- 5) 잡재 해충의 주요 해충화
- 6) 아무리 저독성 살충제라도 장기간 사용할 때 몸에 축적됨

3. *Bacillus thuringiensis israelensis* Ne-87의 특성

- 1) 아포형성 시기에 살충독소 단백질을 생성
- 2) 대상 해충은 모기 유충뿐 아니라 깔다구 유충, 굽추파리 유충 등 몇몇 위생 해충을 선택적으로 치사 시킴
- 3) 독소 단백질을 먹으면 충상이 파괴되어 죽게 됨
- 4) 프랑스 파스퇴르 연구소의 표준 균주보다 살충력이 3배 정도 우수함

4. 국제적 추세

- 1) 1992년 리오정상회담의 생물다양성 회담에서 합성화학살충제의 문제점 제시
- 2) 각 정상들 무공해 생물학적 해충 방제 연구 지원
- 3) 선진 각국을 비롯 BTI 제제로 활용 되고 있음
- 4) 심지어 대상 해충의 천적 등을 개발, 증식하여 판매함

5. Bactosec®의 장점

- 1) 박토섹을 이용한 모기 유충 방제는 성충 방제 효과보다 1,000 - 1,200배의 방제 효과를 기대할 수 있다.
- 2) 무공해 생물학적 살충제로서 특정 해충만 선택적으로 치사시키고 곧 없어짐으로 생태계 파괴나 환경 호르몬 등의 피해가 전혀 없다.
- 3) 여러 생물군을 비롯하여 모기 천적들을 보호 해주기 때문에 천적효과를 극대화시킬 수 있다.
- 4) 인축에 전혀 독성이 없음으로 누구나 안전하고 쉽게 사용할 수 있다.

6. Bactosec®(BTI)의 표준 사용 기준표(1ha 기준)

물깊이(물의 량)	사 용 량	원 액 농 도	살포시 희석농도	면적당 살포량
10cm(1,000m ³)	1kg/400 l	785.75ppm	0.346ppm	40ml/m ²
20cm(1,000m ³)	2kg/800 l	"	"	80ml/m ²
30cm(1,000m ³)	3kg/1,200 l	"	"	120ml/m ²
40cm(1,000m ³)	4kg/1,600 l	"	"	160ml/m ²
50cm(1,000m ³)	5kg/2,000 l	"	"	200ml/m ²
60cm(1,000m ³)	6kg/2,400 l	"	"	240ml/m ²
70cm(1,000m ³)	7kg/2,800 l	"	"	280ml/m ²
80cm(1,000m ³)	8kg/3,200 l	"	"	320ml/m ²
90cm(1,000m ³)	9kg/43,600 l	"	"	360ml/m ²
1m(10,000m ³)	10kg/4,000 l	"	"	400ml/m ²

7. Bactosec®(B.T.I)의 모기유충에 대한 감수성 시험 및 수서곤충과 포식어류에 대한 영향평가 비교실험

(서울대학교 농업생명과학대학 응용생물화학부 유 효 석, 양 영 철, 정 승 태, 1998. 7. 10)

1) 실험목적

성인제약(주)의 무공해 미생물학적 살충제인 Bactosec®의 향후 야외 모기유충 구제에 활용하기위한 기초자료로 삼고자 감수성 시험을 실시하였고, 또한 Bactosec®(BTI)의 안정성을 검증하기 위해 수서곤충과 민물천적어류(송사리)를 비교실험군으로하여 본 실험을 1998년 7월 9일 실시하였다.

2) 실험방법

① 공시충

- 모기유충 : *Culex pipiens pallens*(빨간집모기)
- 기타 수서곤충 : *Laccophilus difficilis*(깨알물방개)
Orthetrum sp(밀잠자리 자충)
- 민물어류 : *Orizias*(=*Aplocheilus*) *latipes*(송사리)

② 사용농도(mg/ℓ)

0.02ppm, 0.04ppm, 0.08ppm, 0.16ppm, 0.32ppm, 0.64ppm, 2.0ppm

농도별로 공시충을 25마리씩 2반복 실험하였고, 24시간 후 치사량을 계수하였다.

3) 실험 결과

① 빨간집모기유충의 감수성 시험결과

사용농도(ppm)	사용 모기유충 수	치사된 모기유충 수	Mortality(%)
Control	50	0	0
0.02	50	5	10
0.04	50	11	22
0.08	50	30	60
0.16	50	46	92
0.32	50	49	98
0.64	50	50	100
2.0	50	50	100

빨간집모기유충의 감수성 시험결과 LC₅₀(중앙치사농도)은 0.0632ppm이었고, LC₉₀은 0.1687ppm으로 높은 감수성을 보였다.(분석표 참조) 그리고 2.0ppm에서는 노출시키고 3시간 경과 후에 100% 치사되었다.

② 기타 수서곤충 시험

[깨알물방개]

사용농도(ppm)	사용 마리수	치사된 마리수	Mortality(%)
0.16	5	0	0
2.0	5	0	0

[밀집자리 유충]

사용농도(ppm)	사용 마리수	치사된 마리수	Mortality(%)
0.16	5	0	0
2.0	5	0	0

③ 송사리 시험

사용농도(ppm)	사용 마리수	치사된 마리수	Mortality(%)
0.16	10	0	0
2.0	10	0	0

이상과 같이 깨알물방개와 잠자리유충 그리고 송사리를 BTI제제 2.0ppm에 노출시켜 24시간 후에 관찰했을 때 전혀 치사된 개체가 없었다.

B. 아베이트-S

1. 모기의 유충 구제 당위성

매개모기의 유충은 벼논을 비롯하여 미나리밭, 물웅덩이, 저습지대, 갈대밭과 바다를 매운 0.1~0.8% 염도의 간척지에서도 발생하므로 실로 모기는 가장 방대한 발생원을 갖고 있다.

모기 유충 1마리가 성충이 되면 흡혈 3일 후에 약 250개의 알을 산란한다. 모기는 일생 동안에 6~7회 이상 흡혈하면서 1,000~1,200여 개 이상의 알을 낳아 모기는 기하급수적으로 증가하게 된다. 이러한 이유 때문에 모기 유충 1~2 마리의 방제 효과는 1,000~1,200 마리의 모기 성충을 미리 방제 할 수 있다는 이론이 된다. 따라서 모기 유충 방제 사업을 지속적으로 실시하게 되면 4~5년 이내에 모기가 없는 환경에서 생활을 누릴 수 있게 된다. 모기유충 방제 약제 중에서 모기 유충과 깔다구 유충만을 죽이고 모기의 천적인 다른 생물에는 전혀 피해를 주지 않는 살충제를 선택하여야 한다. 세계적으로 가장 보편적이고 널리 사용하고 있는 유충방제 약제(Larvicide)는 아베이트(Abate)로 모기가 항상 들끓고 있는 인도네시아, 태국과 같은 동남아시아 지역에서는 음료수에도 모기 유충이 많이 때문에 음료수에 아베이트를 1ppm으로 희석하여 마시면서 생활하고 있다. 그 외 미생물 살충제인 비티아이(B.t.i.)와 스페리커스(*B.sphaericus*) 등이 있다. 그러나 아베이트의 특이한 장점은 저독성(LD50, 14,000mg/kg)일뿐만 아니라 1회 살포로 3개월 이상 잔류효과를 발휘하면서 모기유충과 깔다구 유충이 동시에 장기간 방제되기 때문에 가장 경제적인 약제라 할 수 있다.

이러한 이유로 모기의 유충구제 필요성을 인식한 당사에서는 경제적인 유충구제 원

료인 아베이트를 도입하게 되었으며 최근 급격한 증가율을 보이며 사회적 문제가 되고 있는 말라리아 매개모기를 박멸하기 위하여 말라리아 매개모기에 감수성이 매우 우수한 펜치온(Fenthion)을 첨가하여 아베이트S라는 제품으로 국내에 소개하게 되었다. 이 아베이트S는 강화된 살충력 만큼 사용상의 주의가 요구된다. 사용자의 주의가 요구되는 가장 중요한 사항은 당사가 권장하는 사용용법을 정확히 준수하는 것이다. 사용용법을 간략히 설명하면, 먼저 약제를 물로 400배 희석하여 일반동력분무기를 이용해서 논, 갈대밭, 늪지, 물웅덩이 등에 보건복지부 방역약품 처리 지침인 평방미터 당 40ml의 비율로 살포하면 된다. 이렇게 처리된 약제는 수중에 고르게 확산되어 최종 사용농도인 1-2ppm이하로 유지되게 된다. 이 농도는 수중 생태계에 영향을 최소화하면서 모기유충구제 목적을 달성할 수 있는 최적의 농도로 이미 여러 실험을 통하여 확립되었다.

또한 펜치온의 첨가로 강화됨으로써 말라리아 매개모기와 일본뇌염 매개모기 유충 등 모든 종의 모기 유충을 구제할 수 있게 되었을 뿐 아니라, 약제 살포 지역내의 풀잎사귀 등에 앉아 휴식을 취하고 있던 모기 성충도 치사시킬 수 있는 부가적인 효과도 얻을 수 있게 되었다. 이와 같이 수생 생태계 오염 문제로 약제사용이 제한되는 늪지 등에 1회 처리로 모기 유충뿐만 아니라 성충까지도 함께 구제할 수 있는 것은 아베이트-S만의 또 하나의 장점이다.

2. 아베이트-S의 효능

아베이트는 미국에서 개발된 후 모기가 극심하게 발생하고 있는 미국을 비롯하여 유럽, 남미, 아프리카와 동남아 국가에서 모기와 곱추파리 유충 구제용으로 가장 많이 사용하고 있는 살충제이다.

이 살충제의 특징은 LD50이 13,000mg/kg으로 유기인계 살충제 중에서 가장 저독성이며 토양이나 수질에 축적되지 않아 환경에 전혀 악영향을 주지 않으며, 모기의 천적 역할을 하는 송사리와 왜물개 등 어류에 안전하면서, 모기와 갈다구 그리고 곱추파리 등 해충에만 살충효과를 나타내고 있는 살충제이다. 또한 1회 살포로 1~2개월 이상 잔류효과를 볼 수 있기 때문에 경제효율성의 특징을 겸비하고 있다.

우리나라에서는 지난 7월초에 국내에서 처음으로 울산시 울주군 오천, 오대마을에서 1회 살포로 매우 놀라운 방제효과를 입증하였으며, 현재 그 방제 효과를 계속 추적하면서 연구중이다.

과거 20년간 국내에서 발생이 없었던 말라리아가 해마다 4~5배씩 발생율이 증가하고 있는 이때에, 매개모기 성충방제 방법으로는 한계가 있기 때문에 성충과 동시에 유충을 방제하고 또한 모기 발생원 제거를 병행함으로써 말라리아모기를 효과적으로 구제할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 말라리아모기는 벼논을 비롯하여 미나리밭, 물웅덩이, 저습지대 갈대밭과 바다를 매운 0.1~0.8% 염도의 간척지에서도 발생하므로 모기 중 가장 방대하고 복잡한 발생원을 갖고 있는 것을 감안할 때 유충방제 없이는 효과적인 모기방제가 전혀 불가능하다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 당사는 전문 유충구제 살충제인 **아베이트S**를 개발

하였다. 이 아베이트S는 안전성과 잔류효과를 지닌 아베이트(Abate)에 살충력이 탁월한 펜치온(Fenthion)을 첨가하여 말라리아, 일본뇌염 등 모든 질병 매개모기의 유충구제 효과를 극대화시킨 제재이다.

3. 아베이트 S의 사용방법

※ 작업 전 약제 처리 대상 장소의 물의 깊이를 조사하여 물깊이가 10cm 이하일 경우 아래의 표와 같이 작업 함.

처 리 장 소	사용농도	사 용 방 법	비 고
깨끗한 물 는 물웅덩이	1ppm/ha	아베이트S를 물로 400배 희석하여, 분무기로 40~50ml/m² 의 비율로 분무하면 최종농도가 1ppm이 됨.	작업 시 가능한 한 작업한 장소의 물의 양을 조사하여 약제 처 리량을 조정함
하수구 더러운 물	2ppm/ha	아베이트S를 물로 200배 희석하여, 분무기로 40~50ml/m² 의 비율로 분무하면 최종농도가 2ppm이 됨.	
정화조 오물 쌓인 물 물이 흐르는 도랑 유기물 농도가 높은물	4ppm/ha	아베이트S를 물로 100배 희석하여, 분무기로 40~50ml/m² 의 비율로 분무하면 최종농도가 4ppm이 됨.	

☞ 처리 장소의 물깊이가 10cm 이상일 경우, 약제 처리량은 60~70ml/m²가 적당함.

[참고 자료]

“Toxicity of Agricultural Chemicals to Larvivorous Fish in Korean Rice Fields”

J.C.Shim 외 1명. 1973.

[발 취]

Table 2. LC50 values for the larvae of Cu. Tritaeniorhynchus and two field fish after 24 hours exposure.

시험 약제	반수치사량 LC ₅₀ (ppm)			안전성 Factor 물고기/모기유충	
	모기유충	송사리	왜물개	송사리	왜물개
펜치온 (Fenthion)	0.0056	2.6	7.2	464	1286

표에 나타난 결과와 같이 펜치온은 모기유충에는 민감한 감수성을 보이고 있으나 모기유충의 천적인 송사리나 왜물개 등의 수서 생물에는 극히 안전한 약제임이 확인된다.

위와 같은 연구자료를 기초로 하여 당사 아베이트S 권장 사용농도(1~2ppm)로 사용하면 모기 유충에는 탁월한 살충력을 지니면서 수서생물에는 안전한 사용농도임을 확인할 수 있다.

나. 동구의 바람직한 소독의 방향

동구보건소는 다음과 같은 바람직한 소독의 방향과 원칙을 세우고 있다.

1) 원 칙

- ① 모기 등 위생해충 구제
- ② 인축에 대한 독성 최소화
- ③ 약제내성 발현 억제 또는 최대한 지연
- ④ 환경오염의 피해 최소화

2) 소독의 방향(전략)

- ① 모기서식처 제거
- ② 방역약품의 적정량 사용
- ③ 가능한 한 저독성 단일제제 사용
- ④ 가정용 약품 사용으로 가구 내 소독 유도
- ⑤ 연막살충 소독보다는 분무살충 소독
- ⑥ 소독 이외의 예방 대책 모색

위에 나타난 대로 보건복지부의 시범지구로 지정되어 조사 보고된 광주광역시 동구 보건소의 보고서 내용에는 모기서식처 제거라는 언급만 있을 뿐 모기서식처 제거에 대한 구체적인 대안도 미흡할 뿐 아니라, 특히 미국, 유럽 등 선진국에서 일반적으로 적용되고 있는 유약충 구제방안에 대해서는 아예 언급조차 없다. 보고서에 나타난 대로 도심에 무차별 살포되는 농약의 피해는 의견상으로도 포착될 정도로 문제는 심각하다. 그러나 더욱 심각한 것은 유기인계 살충제나 유기염소계 살충제에 의한 독성의 발현이 체내에 축적되어 서서히 나타날 뿐 아니라, 해충과 익충을 가리지 않는 무차별적인 살충효과에 의해 생태계가 교란되고, 먹이사슬에 의해 보다 농축된 독성물질이 부메랑처럼 다시 인간에게 되돌아 와 인류의 생존을 위협하고 있다는 데에 있다.

다. 가장 합리적인 모기구제방안

현재 보건소에서는 민원을 이유로 연막소독과 분무소독을 실시한다고 한다. 그러나 지금까지 살펴본 바와 같이 방역소독이라는 이름 하에 유기인계 살충제, 유기염소계 살충제 등 세계적으로 사용이 금지된 농약들을 도심 한복판에 무차별 살포하고 있을 뿐 아니라, 그 약물의 위험한 독성에 대해서는 방역소독이라는 이름으로 아예 무시하고 있고 주민에게 알리지도 않고 있다. 주민의 생명과 재산을 보호하고 쾌적한 삶의 터전을 제공할 의무가 있는 행정이 거꾸로 주민의 생명을 위협하는 독성물질인 다량의 농약을 그 위해성에 대해 경고조차 하지 않은 채 무차별 살포하고 있는 것이다. 주민의 생명을 보호하고 효율적으로 모기를 구제하기 위해서는

첫째, 모기 살충제인 농약의 독성을 주민에게 적극 홍보할 것.

둘째, 매년 6월 장마 이전에 주택가 모기 서식처인 하수구를 준설할 것.

셋째, 모기 서식처인 하수구, 광주천, 운천저수지, 풍암제, 전평제 등에 모기 유충인 장구벌레를 제거하는 아베이트나 박토색 등을 사용할 것.

을 명심해야 할 것이다.

첫째, 모기 살충제인 농약의 독성을 주민에게 적극 홍보할 것을 주장하는 이유는 주민의 민원을 이유로 도심 한복판에 독성물질인 농약살포를 정당화해서는 안 된다는 것이다. 방역소독이라는 이름으로 무차별 살포되는 농약의 독성을 주민들이 알고 있다면, 그 독성이 서서히 체내에 축적되고, 마침내 통증이 오고, 기형아를 낳고, 유전변이가 자식대로 전이된다는 사실을 알고 있다면 감히 어느 주민이 농약살포를 요청하겠는가? 민선자치시대가 되면서 방역소독이라는 이름의 농약살포가 민심을 얻기 위한 득표 수단으로 활용되고 있는 것은 아닌가? 방역소독용 약품이 인체에 심각한 위해를 가하는 줄 뻔히 알면서도, 의회에서 농약의 독성에 대해 주민에게 홍보하도록 요구하자 홍보하겠다고 답변하고서도, 아직껏 서구 소식지나 보건소 소식지에 방역소독 약품의 독성에 대해 단 한 줄의 홍보도 하지 않는 것은 부지런한 농약살포를 자신의 치적으로 정당화하려는 것은 아닌가?

둘째, 매년 6월 장마 이전에 주택가 모기 서식처인 하수구를 준설할 것.

주택가 하수구는 모기의 산란장소이면서 동시에 모기의 습성상 낮에는 숨어있기 좋은 서식처이다. 하수구에 토사나 오물이 쌓이면 물웅덩이가 생기고 모기가 산란할 장소를 제공하게 된다. 모기 때문이 아니더라도 원활한 배수를 위해서는 장마가 시작되기 전에 우수관 준설을 마쳐야 한다. 서구청은 금년 상반기에 바켓준설로 총관로 531,942m의 12.1%인 64,400m를 준설하는데 그치고 있다. 원활한 배수 뿐 아니라 모기 유충구제의 중요성을 감안하여 반드시 매년 장마 이전에 전 관로를 준설하여야 한다.

셋째, 모기 서식처인 하수구, 광주천, 운천저수지, 풍암제, 전평제 등에 모기 유충인 장구벌레를 제거하는 아베이트나 박토색 등을 사용할 것.

성충인 모기를 완벽하게 구제한다는 일이 불가능하다는 것은 모기의 생활사를 보아도 쉽게 알 수 있는 일이다. 때문에 효과면에서도 세계적으로 이미 유충제거에 중점을 두고 있으며, 약물도 다양하게 개발되어 널리 사용되고 있는 실정이다. 앞에 설명한 대로 유충 한 마리를 구제하는 것이 보통 성충모기 1,200여 마리를 구제하는 효과가 있고, 유기인계 살충제와 유기염소계 살충제의 사용에 따른 인축에의 피해를 우려하지 않아도 되기 때문에 마땅히 아베이트나 박토색 등을 사용하여 유충구제로 모기구제방향을 전환해야 할 것이다.

단지 아베이트-S의 경우, 유기인계 살충제인 펜치온이 첨가되어 있는데 노동환경부의 약품제조 지침상 단일제제의 제조를 금지하는 규정 때문에 독성물질인 펜치온을 첨가하고 있다. 미국, 유럽 등에서는 모두 아베이트 단일제제만을 사용하고 있다. 정부에 단일제제의 제조를 허가할 수 있도록 촉구하여야 할 것이다.

Ⅲ. 풍암택지 주변 도시자연공원에 생태이동통로를

1973년 로마클럽에서는 '성장의 한계'라는 책을 통해 미국, 유럽, 일본 등 구미선진국의 성장위주의 개발에 대해 인류의 위기를 경고하였고, 세계환경개발회의는 1972년 스톡홀름선언과 1987년 브룬트란트보고서를 통해 '환경적으로 건전하고 지속가능한 발전 (ESSD: Environmentally Sound and Sustainable Development)'의 개념을 정립하여 마침내 1992년 브라질의 리우에서 유엔환경개발회의(UNCED)가 열렸다. 인류 역사상 가장 큰 규모의 국제회의인 리우회의에서는 지구헌장이라 불리는 '환경과 발전을 위한 리우선언'이 채택되었고, 지속가능발전의 이념을 실천하기 위한 '21세기 지구환경보전 강령'에 따라 세계의 모든 지방도시들이 '지방의제 21(Local Agenda 21)'을 선언하고 있다. 일찍이 지방자치가 실시되었던 미국, 유럽, 일본에서는 많은 도시들이 개발위주의 정책에서 이제 거꾸로 생태도시(ECOPOLIS)로의 복원을 위해 엄청난 비용을 들여 도심속의 콘크리트를 철거하고 있다. 콘크리트로 복개된 하천을 철거하여 자연하천으로 복원하고, 도시공원을 연결하는 녹도를 조성하여 시민에게 1시간 이상의 산책로를 제공하고 있다. 도시의 교통정책도 자동차 중심에서 보행자 중심으로 전환하여 자전거 이용을 활성화시켜 교통문제와 대기오염을 동시에 해결하고 있다. 비록 우리의 지방자치가 출발단계이기는 하나 구미선진국의 행정 패러다임이 변화한 시점에서 우리 후손에 물려줄 아름다운 지역가꾸기를 이제라도 실천해 나간다면 결코 늦은 일은 아닐 것이다.

풍암제를 끼고 있는 풍암택지는 어릴적 먹을 감고 새떼사이를 노닐던 추억이 깃든 곳이다. 청둥오리와 왜가리떼, 산토끼와 청설모를 지금도 가끔은 곳곳에서 볼 수가 있다. 풍암택지를 조성하면서 토지공사는 도로를 내기 위해 도시자연공원인 야산을 절개하여 동물들의 생태통로를 완전히 차단시켜 버렸다. 이동통로가 차단된 동물들은 근친교배가 반복되면서 조만간 열성유전자가 발현되어 종의 번식이 중단되고 멸종될 것이다. 동물들이 사라지면 식물들의 생태계도 교란되어 회복불능의 황량한 빈산이 되고 만다. 나무 몇 그루만 남은 빈산인 도시공원이 오늘날의 도심속 공원이다. 물과 새떼들이 노닐던 아름다운 풍암제와 그 주변경관도 이제는 택지개발로 인하여 짐차 콘크리트 숲으로 변해가고 있다. 마지막 남은 도시자연공원인 야산조차 길을 뚫기 위해 산을 절개하여 자연생태계를 파괴하는 일이 또다시 반복되어서는 안 될 것이다.

토지공사는 일산과 분당에 신도심을 조성하면서 환경친화적인 개발을 자랑삼아 얘기해 왔다. 특히 분당에서는 중앙공원과 맹산 사이를 가로지르는 도로 위에 동물들의 이동통로인 생태이동통로(Ecobridge, 혹은 Ecocorridor, 넓은 형태로는 Ecodome이라 한다. 방식으로는 overbridge와 underpass가 있다.)를 만들어 시민들의 산책로인 녹도를 연결하고 있다. 그런데 왜 토지공사는 이곳 푸른 광주에서 그 아름답던 풍암주변경관을 파헤치고서도 생태이동통로와 녹도를 만들어 도시자연공원의 생태계를 보전할 계획조차 세우지 않고 있는가? 토지공사는 자신의 잇속을 채우기 위해서는 푸른 광주를 황량한 빈산과 죽음의 도시로 만들어도 좋다는 것인가?

광주광역시에서는 환경보전중기종합계획(1998~2002년)에서 '무등산 제2순환도로 등

