

## 익산시의 열분해방식 폐기물 소각시설 건설에 관한 연구

육 찬 남

원광보건대학 식품과학과

### A Study on the Construction of Waste Incineration Facility by Pyrolysis Type in Iksan City

Chan-Nam Yook

*Department of Food Science, Wonkwang Health Science College*

#### Abstract

Iksan city is planning to construct a waste incinerator on the site of about 110,000m<sup>2</sup> in size that will be selected from a public bid(Oct.~Nov.2002)in the wake of expiration by June 2003 of use for Hamyeol fill-up ground. Since it has usually been difficult to find sites for filling-up or incinerating facilities owing to NIMBY phenomenon, it is badly requested to employ up-to-date technology for processing wastes without environmental pollution.

The conflicts between the administrative authorities and community people with regard to construction of incineration facilities, fill-up ground and facilities for waste processing or recycling are not the matters of just today but are increasingly deepening and spreading countrywide. There seems to be no prospect for these conflicts to be amicably settled through dialogues. They rather become a social disease inflicting the whole country like an epidemic. It is therefore believed to be necessary to introduce measures to design and build environment-friendly facilities that may be accepted by residents as not abominable ones but be used as amusing place while they watch the daily operation of them as watchdogs.

Iksan city's plan to construct environment-friendly waste incineration facilities of pyrolysis type without chimney has undergone the process of public hearings and explanatory gatherings from every class of Iksan citizens to get consensus but is still delayed due mainly to be the failure of inducing foreign investments.

Pyrolysis technology has two advantages ; first, environment-friendly due to less emission of second pollutants ; second, production of by-products highly valuable as resources.

It is known that Germany has recently begun installation and operation of pyrolysis facility urban wastes, an evidence indicating that pyrolysis method will be widely applied to cope with the tightened regulation to preserve environment worldwide.

Key words : Pyrolysis, NIMBY, dioxin

## I. 서론

우리 나라에 도시폐기물 소각시설이 도입된 것은 1985년 이후로 의정부에 1일 50ton 규모가 건설(1997년 폐쇄)된 것이 처음이고, 본격적인 의미에서 정상적인 가동을 시작한 것은 1987년 12월 목동 신시가지에 국내 최초로 지역난방과 연계하여 도입된 에너지 자원회수시설(150ton/일)이며 이 시설의 성공적인 운영결과로 도시 생활폐기물 소각시설 건설은 각 지방 자치단체가 주체가 되어 확대 일로 하여 환경부에서는 2001년까지 가연성 쓰레기를 발생량의 20%까지 소각처리 할 계획을 발표하였다.<sup>1)</sup> 더욱이 폐기물의 발생은 양적 및 질적으로 급변하여 기존의 매립처분만으로는 국민의 환경권을 수호하는데 많은 부족함을 나타내었다.<sup>2)</sup>

우리 나라의 1998년 12월말 현재 사업장폐기물 소각시설은 10,262개소(69.4%) 및 생활폐기물 소각시설은 4,529개소(30.6%)로 총 14,791개소가 운영되고 있으나, 이중 95%인 14,059개소가 시간당 100kg 미만인 소형소각시설이고 소각량에 있어 전체의 15.3%에 불과한 실정이다.<sup>3)</sup> 또한 2001년 12월말 현재 운영중인 대형 생활폐기물 소각시설은 27개소이며, 현재 건설중인 50ton/일 이상의 생활폐기물 설치사업소는 30개소로 나타났다.<sup>4)</sup> 한편, 최근 우리 나라 생활폐기물 발생량은 46,438ton/일이며 처리 방법은 매립 21,831ton/일(47.0%), 소각 5,440ton/일(11.7%), 재활용 19,167ton/일(41.3%)인데 정부는 앞으로 매립을 줄이고 소각 및 재활용은 늘려나갈 계획이다.<sup>5)</sup> 국내에 가동중인 생활폐기물 소각로는 대부분이 80년대에는 일본(K, H, M社), 90년대 이후에는 독일, 덴마크, 벨기에 등 유럽의 기술체류로 화격자 소각로(stoker type)를 건설하였으나 최근에는 유동층 소각로(fluidized bed type)가 건설되어가고 있는 실정이다.<sup>6,7)</sup>

익산시는 시민 34만명이 233t/일의 생활폐기물을 배출하고 있으며, 합열매립장이 2003년 6월까지 끝나므로 10만㎡정도의 매립장을 공모한 후 그 위에 최신 소각장을 건설할 계획을 세우고 있다. 그동안 소각시설을 도입하기 위하여 1996년 미국의 BMSK(bio mass systems korea) 방식을, 1998년에는 RDF(refuse derived fuel) 방식을 추진하기

위해 계획을 세웠으나 일부 시민단체의 반발과 처리비용 및 운영기간 합의과정에서 합의를 보지 못하여 차세대 폐기물 처리 신기술인 열분해(pyrolysis) 방식의 소각시설을 도입할 계획으로 추진 중에 있다.

익산시는 각계각층에 대한 설명회, 공청회, 시민 여론 수렴과 검증절차를 거쳐 범시민적 공감대를 형성하고 최적설비 사업을 추진하기 위하여 1999년 8월에는 국민생활관에서 시 관계자와 환경단체 및 시민 등 약 200여명이 참석하여 영국의 E社 주관으로 열분해 방식 소각시설 제안 설명회를 개최하였으며, 9월에는 각종 시민단체 대표, 시의원, 전문가 및 지역주민들을 대상으로 24명의 소각시설 건설 자문위원회를 구성하여 앞으로 45톤/일 규모의 시험설비를 구축하기로 결정하고 추진하고 있다.

최근 세계적으로 도시 생활폐기물의 문제점이 확대되면서 열분해 기술이 저공해에 대한 기여도 뿐만 아니라 99%의 자원재활용이 가능한 점이 부각되어 많은 연구개발이 수행되고 있다.<sup>8,9)</sup> 열분해는 수 백년의 역사를 지닌 기술로서 초기에는 biomass 등을 무 산소 상태에서 가열하여 char, tar, gas 등으로 전환시키는 방법이었으나, 최근에는 폐기물로부터 에너지를 회수하는 매우 효율적인 방법으로 사용되고 있다.<sup>10)</sup> 1990년대에는 환경규제가 엄격해지면서 폐기물 소각의 문제점이 대두되기 시작하였으며, 특히 소각 도중에 다이옥신(dioxin)의 발생은 커다란 사회문제가 되기 시작하였다. 따라서 환경 친화적인 공정으로서 열분해 기술에 대해 관심을 갖기 시작하였고, 독일의 몇 지역에서 도시폐기물을 열분해하기 위한 시설이 운영되기 시작하였다.<sup>11,12)</sup> 전남 보성군에서는 열분해 방식의 소각시설 착공식을 2000년 11월에 갖고, 2001년 6월 21일에 준공식을 가져 본격 가동에 들어가 전국 각 자치단체 관계자들로부터 큰 관심을 보이고 있다.

본 연구의 목적은 님비시설(NIMBY: not in my back yard) 설치의 어려움을 해소하고 지방 자치단체가 지니고 있는 문제점을 해결할 수 있는 소각시설을 건설하는데 기초자료로써 도움을 주고자한다.

## II. 고찰방법

본 연구는 익산시 폐기물 소각시설 건설과 관련하여 국내·외의 환경부 및 환경관련단체의 논문과 자료를 분석하여 우리 나라의 폐기물 소각시설 현황과 문제점을 살펴보았다. 그리고, 현재 폐기물 소각시설을 설치하려는 익산시 지방자치단체의 예를 들어 폐기물 최종 처분 및 최적의 방법을 제시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 우리 나라의 폐기물 소각시설 현황

우리 나라는 도시폐기물을 직접 매립할 수 있는 매립지 확보가 어렵기 때문에 매립방식에서 소각처리로 정책을 바꾸고 있는 실정이다. 우리 나라는 1985년 의정부 자원회수 시설 가동 이후 1992년 서울 목동, 대수 성서에서 자원회수 시설이 가동되었으며, 1993년부터 1996년까지 서울 상계, 목동 2차, 안양 평촌, 창원, 부천 중동, 부산 해운대, 대대, 고양 일산, 대덕, 광명자원회수 시설이 가동되고 있다. 1998년 12월 현재 14,791개소 중 100kg/hr 이하의 소각시설이 14,059(95.0%)를 차지하고 있으며, 2ton/hr 이상의 대형 소각시설은 93개소(0.6%)에 불과하다 (Table 1).<sup>13)</sup>

최근 노르웨이 O社の 국내투자법인인 K社는 2000년 3월 전남 보성군과 열분해 방식 (25ton/일)의 소각시설에 대한 외자유치계약을 체결했다. 중소 규모 도시의 폐기물 종합처리 시설에는 일일 처리용량 10ton 미만의 중형자원회수 설비가 필수적으로 설치될 것이며, 2000년 신규 발주되는 자원회수 설비의 약 50%는 100ton 미만이 될 것으로 예상된다.<sup>14)</sup>

### 2. 익산시 폐기물의 소각성 검토

익산시는 최근 233t/일의 생활폐기물이 발생되는데 이를 매립153.5t/일(65.9%), 재활용 79.5t/일(34.1%)하고 있어 매립장의 수명이 2003년 6월로 얼마 남지 않아 10만m<sup>2</sup>정도의 매립장을 공모하고 있다.

민달기 등의 연구에 의하면, 폐기물 최종 처분에서 매립만으로는 국민의 환경권을 수호하는데 많은 부족함이 있음을 나타내었다<sup>2)</sup>. 그에 대한 대책안의 하나로 일컬어지는 사항은 폐기물의 30% 감량화 방안 및 재활용성 폐기물의 분리수거, 폐기물의 위생소각처리 등을 손꼽을 수 있다.<sup>15)</sup> 특히 폐기물의 소각처리는 매립지 입지확보의 실패에 따른 혁신적인 대안으로 부각되고 있다. 정부는 향후 지속적인 소각장 건설계획을 지자체별로 어느 정도의 소각능력이 확보되어야 하는가에 대한 검토가 이루어지길 않았다.

소각성 검토는 폐기물의 삼성분(수분, 가연분, 회분)의 관계에 의하여 결정될 수 있다. 삼성분간의 관계에 의한 소각성의 판정은 50% 이하의 수분과 60% 이하의 회분 및 25% 이상의 가연분으로 설정되며, 일반적으로 삼각분표 내의 폐 5각형으로 규정지어진다.<sup>16)</sup> 그리고 발열량 분석을 통해 소각성 검토를 할 수 있다. 이것은 단열열량계로 실측한 발열량과, 기타 이론 발열량인 삼성분법 및 Dulong 방식에 의한 발열량을 통하여 측정된다.

익산시의 경우 소각성 검토를 위한 도시폐기물의 배출원, 화학적 분석 즉, 삼성분 분석 및 발열량 분석 등이 부분적으로 시행되었으나 소각성 검토를 평가하기 위한 구체적 연구는 부족한 형편이다. 도시폐기물은 사업장폐기물과 달리 일반적으로 가연성 폐기물량과 부패성 폐기물량이 높은 편이며, 인천에서 시행된 연구에 의하면 가연성분만 분

Table 1. Status of incineration facilities by scale in Korea

	Total	Smaller than 100kg/hr	100~200kg/hr	200~2ton/hr	larger than 2 ton/hr
Number of sites	14,791 (100%)	14,059 (95.0%)	286 (2.0%)	353 (2.4%)	93 (0.6%)
Amount of incineration	3,477 (100%)	532 (15.3%)	41 (1.2%)	472 (13.6%)	2,432 (69.9%)

Table 2. Emission standards for dioxin in Korea

(Unit: ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>)

Type of facility	Standard	Period of effectiveness
New facilities	0.1	> 1997. 7. 19.
	0.5	1997. 7. 19. ~ 1999. 6. 30.
Existing facilities	0.5	1999. 7. 1. ~ 2003. 6. 30.
	0.1	> 2003. 7. 1.

리한 발열량은 4,366kcal/kg, 부패성은 363kcal/kg로 나타나 소각이 가능한 것으로 발표하였다.<sup>21)</sup> 그동안 소각성 검토 연구가 부족하지만, 도시폐기물의 처리방식을 매립에서 소각으로 전환함으로써 도시폐기물 처리의 선진화를 기함은 물론 환경성, 기술성, 경제성 있는 소각시설을 건설하며 외자유치로 사업비를 시비 없이 확보토록 노력하고 있다.

### 3. 소각로 시설의 문제점

소각장 시설 설치에 있어서 입지 주민들이 반대하는 가장 중요한 원인은 다이옥신에 대한 불안감이다.<sup>17)</sup> 다이옥신은 1977년 네덜란드에서 쓰레기를 소각하는 과정에서 방출된다는 사실을 발표한 후 쓰레기 자원회수 시설에 대한 지역주민의 반감이 커지고 있어 자원회수 시설의 추진이 어렵게 되고 있다.

국내에서도 1994년 다이옥신 배출조사를 해본 결과 과량 배출되어 환경부에서 1997년 다이옥신 규제 기준을 작성하여 1997년 7월 19일부터 기존 소각장 0.5ng/m<sup>3</sup> 이하, 신설 소각장은 0.1ng/m<sup>3</sup> 이하로 적용하도록 되어 있고 2003년 7월 1일 이후부터는 모두 0.1ng/m<sup>3</sup> 이하로 배출하도록 되어있으며 다이옥신 배출기준치는 Table 2와 같다.

일반적으로 염화 다이옥신과 염화 퓨란을 합쳐 다이옥신이라 부르는데 약 210종의 이성질체가 있으며, 이중 독성이 있다고 알려진 것은 17종이며 독성이 가장 높은 것은 염소가 4개 치환된 2,3,7,8-TCDD인데 염소의 개수가 늘어날수록 그

독성은 상대적으로 줄어든다.<sup>18)</sup> 다이옥신은 유기 염소계 화합물의 소각 및 염소와 염소화합물 존재 하에서 유기물질을 연소 할 경우 생성될 수 있다. 석탄, 석유, 담배, 쓰레기 등의 연소와 화학물질(특히, 농약), 철강(소결로), 제지(표백공정)공정 등 발생원이 다양하며 발생 원별 다이옥신 배출비율은 Table 3과 같다.<sup>19)</sup>

다이옥신은 폐기물을 태우는 것에 의해서 발생하는 것만 98.3%나 된다. 한마디로 폐기물 소각은 다이옥신 발생에 가장 중요한 요인이 아닐 수 없다. 그러므로 쓰레기 소각을 줄이는 방법만이 다이옥신의 새로운 생성을 막을 수 있는 방법이 된다.<sup>20)</sup> 그러나 다이옥신이 인체 내에 유입되는 경로는 이들로 오염된 음식의 섭취가 98% 정도이며 호흡을 통한 대기중의 다이옥신 유입은 상대적으로 매우 작은 2% 미만인 것으로 평가되어 있어 자원회수 시설의 지속적인 적정운영과 배출실태 감시만 잘 이루어진다면 주변 지역에 살고 있는 주민이나 원거리 지역의 주민 모두 2차 공해로 인한 피해우려는 없다고 보아도 무방할 것이나, 그 위해성(risk)을 감안할 때 계속적인 소각로 건설시 문제점이 될 수 있다.

### 4. 소각시설의 대안인 열분해 시설

1960년대 오일쇼크를 판단으로 일본을 비롯한 구미에서 각종 대체연료 기술개발이 진행되었으며, 석탄의 가스화에 대한 연구가 활기를 띠기 시작했다. 본격적인 폐기물 열분해 기술의 개발은 1970년

Table 3. Discharge ratio of dioxin by occurrences in Japan

Composition ratio (%)	Agricultural chemicals	Incineration	Lubricating oil	Iron manufacture refining	Tobacco	Paper manufacture
100	94.1~86.7	5~12.9	0.4~0.2	0.3~0.5	0.1	0.1

대 미국을 중심으로 활발히 진행되었다. 당시에는 환경 친화적인 기술로서 폐기물 열분해 기술을 개발하기보다는 폐기물로부터 고부가가치의 부산물을 생산하려는 목적에서 출발하였다. 소위 가렛(Garrett)공정과 랜가드(Landgard)공정이 1970년대 미국에서 추진되었던 열분해 기술이나, 에너지 회수 등이 기대에 미치지 못하여 실패하였다. 1990년대에는 환경규제가 엄격해지면서 폐기물 소각의 문제점이 대두되기 시작하였으며 특히 소각도중에 다이옥신의 발생은 커다란 사회문제가 되기 시작하였다. 따라서 환경 친화적인 공정으로서 열분해 기술에 대해 관심을 갖기 시작하였고, 최근 독일의 몇 지역에서 도시폐기물을 열분해하기 위한 시설이 설이 운영되기 시작하였다. 지금까지는 폐기물의 열분해를 에너지 및 자원을 회수할 수 있는 재활용 기술로서 접근하였으나, 환경문제가 심각해지면서 열분해를 환경 친화적인 기술로서 이해하기 시작하면서 각광받기 시작하고 있다.

열분해(pyrolysis)기술은 무 산소나 저 산소 분위기 하에서 원료를 가열하여 큰 분자를 작게 분해시키는 열적 처리방법으로서 주요 생성물은 액체이며, 부산물로서 고체와 기체가 얻어진다. 열분해기술은 가연성폐기물로부터 오염물질이 적게 발생하는 공법으로 유기물을 무 산소나 저 산소 분위기에서 500~1000℃로 가열해 메탄, 수소, 일산화탄소 등의 가연성가스, 상온에서 액상인 식초산, 아세트, 메탄올과 같은 유기화합물을 함유한 타르(tar)분이나 유분, 순 탄소와 유기, 금속, 흙, 모래를 함유한 찌르(char)의 3 성분으로 분해된다. 열분해기술은 소각기술에 비해 배기가스 량이 적고 황(S) 성분이나 중금속이 재(ash) 속에 고정되는 확률이 크며, 환원성 분위기를 유지할 수가 있어서

Cr<sup>3+</sup>가 Cr<sup>6+</sup>로 산화하지 않고 NOx 발생량이 적은 편이다.

## 5. 익산시 소각시설의 추진현황

익산시는 1996년부터 미국의 BMSK 방식과 1998년에는 RDF방식을 추진하였으나 시민단체의 반발과 처리비용 및 운영기간 합의과정에서 합의를 보지 못하여 차세대 폐기물처리 신기술인 ECLIPS(environmental closed loop incineration process system)의 열분해 방식은 미국에서 설계·개발을 하고, 영국에서는 판매·계약하며 한국에는 M社가 설립되어 있다. 이 시설은 특히 등록이 되어 있는 혁신적인 폐기물 소각처리 시설로 30%의 신기술에다가 위험요소를 배제할 수 있는 70%의 검증된 표준적 소각기술을 이용하고 연돌이 없으므로 유해가스 및 다이옥신 배출문제가 없어 환경 친화적이다.

환경문제는 민원대상이므로 의회, 환경단체, 시민들의 의견을 수렴하기 위하여 자원회수 시설 건설 자문위원회를 구성하여 1999년 8월 국민생활관에서 약 200명 정도가 참석한 가운데 제안설명회를 개최하였으며, 1차 회의 시 45ton/일 규모의 pilot plant(180억원)를 건설하여 이상이 없을 때 대형 소각로(계약기간 15년, 처리비용 45 US\$/ton)를 건설하기로 결의하였다. 2000년 9월 2차 회의 시 자원회수 시설 건설위치에 지역주민대표 자문위원의 반대가 있었다. 만약 계약이 이루어져, 앞으로 익산시가 45ton/일 규모의 pilot plant가 만들어지면 시험 운전하여 가동상태를 공인기관(환경부, 환경관리공단)과 시민단체, 시민대표 등이 참여한 가운데 심사 후 합격해야만 정상 운전할 수 있다. 우리 나라에서 폐기물 소각시설 건설로

Table 3. Project schedule for waste incinerator facility of pyrolysis type in Iksan city.

Item	Required term
Basic design	8 ~ 12 weeks
Manufacture design and manufacture	20 ~ 12 weeks
Transportation by sea	3 ~ 5 weeks
Establishment	15 ~ 24 weeks
Operation	2 ~ 4 weeks
Total	48 ~ 75 weeks

곳곳에서 난항을 겪고 있는 것에 대해 이치선<sup>21)</sup>은 먼저 주민들에게 적극적인 홍보활동이 선행되어야 한다고 강조했다. 익산시 열분해방식 폐기물 소각시설의 사업추진 일정표는 Table 3과 같지만, M社가 금년내에 외자유치가 안되면 사업추진이 어려운 상태이다.

ECLIPS의 열분해 소각시스템은 대기압 이상 또는 이하의 압력에서 작동하고 가스가 방출되지 않는 밀폐된 'closed loop' 시스템이므로 대기오염의 우려가 없다. 이 시스템은 연소를 촉진시키기 위하여 공기대신 순수 산소를 사용하므로 주요한 공해물질인 NOx가 발생되지 않는다. 또한 시동 시에 존재하고 있거나 폐기물 자체에 함유되어 있는 그 어떠한 질소성분도 공정 중 부산물로 발생하는 CO<sub>2</sub>를 이용하여 시스템으로부터 연소시킬 수 있다. 폐기물은 최고 980℃에서 작동하고 그 후 연소가스는 2차 연소실로 유입되어 최소 2초간 체류하고 여기서 온도가 최고 1,370℃로 상승하게 된다. 폐기물이 연소된 후 배출되는 연소가스는 1μm 이상 되는 연소가스 입자의 99.99%를 제거하는 싸이클론과 세라믹 필터에서 청정해 지거나 세정된다.

그 후 연소가스는 충분한 전력을 생산할 수 있는 발전보일러를 거친 후 최소 230℃로 냉각되고 이러한 가스의 일부는 세정 및 세척되어 판매 가능한 상품을 생산하기 위하여 이송되며 소각공정 중에 발생하는 연소가스의 100%를 항상 시스템 내에 유지하고 있어 연돌의 필요성이 없고, 방출물이 없으며 공해가 없어 환경친화적인 최신 기술이다.

#### IV. 결 론

익산시는 2003년 6월까지 합열매립장이 끝나므로 10만㎡정도의 매립장 공모(2002.10~11)를 한 후 그 위에 소각장을 건설할 계획을 세우고 있다. 매립장 및 소각장은 님비현상 때문에 장소를 선정하는데 어려움이 너무 많아 이 문제를 해결해 나가기 위해서는 공해가 없는 최신소각처리 기술이 필요하다.

우리 나라의 소각시설 및 매립장 등 폐기물처리·처분·재활용 시설의 설치를 둘러싼 지역 주민들과의 갈등은 어제, 오늘의 일이 아니며 해결의

조짐은커녕 갈수록 심화되고 전국적으로 확산되고 있다. 이와 같은 갈등은 대화로 풀 수가 없어 결국 사회 병이 되어 버렸고, 이 병은 전염병이 되어 전국적으로 번지고 있다. 따라서 환경친화적인 시설로 설계·시공하여 지역주민들의 휴식공간으로 이용할 수 있게 함으로써 혐오시설의 범주에서 벗어나게 하고 일상적인 주민감시가 이루어지게 하는 방안도 도입할 필요가 있다.

익산시는 연돌이 없고 환경친화적인 열분해 방식의 폐기물 소각시설을 건설하기 위하여 각계각층에 대한 설명회, 공청회, 시민여론 수렴과정을 거쳤으나 외자유치가 이루어지지 않아 건설이 지연되고 있다.

열분해 기술은 두 가지 측면에서 장점을 지니고 있다. 첫째, 2차 오염물질의 발생이 적어 환경친화적이고, 둘째, 자원으로서의 가치가 탁월한 부산물을 생성한다.

최근 독일에서는 도시폐기물을 열분해하기 위한 시설이 설치 운영되기 시작하였으며, 앞으로 점차 환경규제가 엄격해지면서 열분해방식이 정착될 것으로 추정된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2001학년도 원광보건대학 학술연구비에 의하여 수행되었음을 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. 환경부 : 환경백서, 2001.
2. 민달기, 김종규, 최상기 : 인천지역 사업장쓰레기의 소각성 검토에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 14(3), 261-270, 1997.
3. 고재영 : 폐기물 관리정책의 방향, 첨단환경기술, 환경관리 연구소, 10, 27-28, 2000.
4. 환경부 : 운영중인 소각시설 현황, 2002.
5. 환경부 : 2000년 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2001.
6. Martin, J.J.E. : Moderne abfallverbrennung nach dem Martin-system, Marin GmbH, 1989.
7. 김성중, 김승기, 유영돈, 최상민 : 폐기물 소각

- 로의 연소실 설계 고찰, 한국폐기물학회지, 11(4), 619-629, 1994.
8. Merchant, A.A. and Petrlich, M.A. : Pyrolysis of srup tires and conversion of chars to activated carbon, AICHE J., 39(8), 1370-1376, 1993
  9. 김기홍, 노재경, 류경옥 ; 열분해를 통한 페타이어의 유용성분 회수, 한국폐기물학회지, 13(4), 329-338, 1996.
  10. 김기홍, 전상철, 류경옥 : 폐플라스틱의 열분해를 통한 자원회수, 한국폐기물학회지, 13(4), 504-513, 1996.
  11. 이기호, 장정국, 박수철, 이제근, 김우현, 전해수 : 도시 폐기물 소각공정에서 다이옥신류 생성에 관한 연구, 한국폐기물학회지, 11(4), 645-662, 1994.
  12. Buser, H.R. and Bosshardt, H.P. : Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in ashes from municipal and industrial incinerators, Mitt.Geb.Levensmitt, Hygiene, 69, 191-199, 1998.
  13. 고재영 : 한국의 폐기물관리에 대한 정책 전략, ICIPEC, 2000.
  14. 이춘식, 저종수 : 중형폐기물 소각설비 개발과 정의 한-독 기술협력의 경험, 환경관리인, 10(12), 12, 2000.
  15. 구자공, 김환기, 엄원탁, 최주섭 : 퇴비화와 폐기물 관련정책의 미래 - 제 1차년도, 국내 폐기물 관리 제도 및 정책, 한국유기성자원화협회 회 보고서, 1994.
  16. AWWA & WPCF : Standard Method, 16th ed.
  17. 도갑수 : 생활폐기물 소각로에 의한 다이옥신의 영향과 제어방안, 한국폐기물학회지, 14(6), 501-506, 1997.
  18. ECOVISION 21, 1999.
  19. 환경부 : 폐기물관리 종합계획, 1999.
  20. <http://chem.yonsei.ac.kr/~leejh/>
  21. 이치선 : 쓰레기 매립시대는 지나, 환경컬럼집, 217, 1998