

## 생활폐기물 소각장 작업복 샘플의 다이옥신 분석

박순자 · 신정화\* · 신정숙\*\* · 정명희\*\*\* · 안윤경\*

서울대학교, \*한국기초과학지원연구원, \*\*건국대학교, \*\*\*경희대학교

### Determination of PCDD/F in Working Clothes of a Municipal Waste Incineration

Soon-Ja Park · Jeoung hwa Shin\* · Jung-Sook Shin\*\*

Myung-Hee Chung\*\*\* · Yun gyong Ahn\*

Researcher, Seoul National Univ.

\*Concurrent Professor, Korea Basic Science Institute, \*\*KonKuk Univ.

\*\*\*Additional Full Time Instructor, KyungHee Univ.

(2003. 10. 14. 접수)

#### Abstract

PCDD/F (Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans) in both of treated fabric and untreated fabric for working clothes of a municipal waste incineration were determined. The treated fabric for working clothes was developed for less exposure of PCDD/F in municipal waste incinerations. The total concentrations of PCDD/F in some parts such as surface, middle layer, inside for treated and untreated fabric were investigated. The I-TEQ value of surface was 0.23370ng · TEQ/g for treated fabric, 0.15355 ng · TEQ/g for non-treated fabric. On the other hand, the value of middle layer was 0.00077ng · TEQ/g, 0.00177ng · TEQ/g, respectively. The surface of the treated fabric containing high levels PCDD/F was caused by absorption of them. Therefore, PCDD/F of the treated fabric in middle layer was less I-TEQ value than that of the untreated fabric. The treated fabric makes effect on preventing PCDD/F from permeating into human body.

**Key words:** Organic compounds, Dioxins, HRGC/HRMS, Incinerator, Charcoal; 유기화합물, 다이옥신, 고분해능 질량분석기, 소각장, 숯

#### I. 서 론

자원회수시설(쓰레기 소각장)에서 여러 가지 화학 물질의 연소 등으로 인해 배출되는 다이옥신의 발생 증가는 그곳에서 작업하는 사람들과 인근 주민의 질환 발병률을 높이고, 그밖에 배출되는 화학물질들은 발암성, 생식독성(木原, 2002; 肥後, 1999) 등 독성을 가지고 있는 것이 많아, 이것들이 다양한 매체를 경

유하여 사람과 생태계에 영향을 미칠 위험성이 높아 지고 있음은 계속 보도되고 있는 바이다(“평택소각장 다이옥신 정밀검사”, 2002; “녹차 많이 마시면 다이옥신 피해 줄일 수 있다”, 2002). 다이옥신류는 지방에 용해되기 쉬워 생체에 흡입된 경우 지방조직에 이동해서 축적된다(齊藤滿里子, 2001).

쓰레기 소각로의 배기가스에서 다이옥신이 검출되어 세계적으로 문제가 된 것은 1980년대이나 일본에서는 1990년대 초부터 국가차원의 구체적인 지도가 개시되어 진행 중이다. 1995년 「금후의 유해 대기오염물질 대책법에 관하여」 다이옥신류에 대한 시책실

본 연구는 한국학술진흥재단 협동연구지원으로 수행된 것의 일부임.

시지침이 되는 대기환경농도로서 연평균치를 0.8pg-TEQ/m<sup>3</sup>로 정하였다. 1997년 및 1998년에는 다이옥신 농도가 각각 0.56, 0.31pg-TEQ/m<sup>3</sup>로 다이옥신 오염은 매년 감소하고 있으며 사람들의 노출수준도 저하되고 있다(齊藤滿里子, 2001). 그러나 1999년에는 일본 所澤市 산업폐기물 처리시설 집중지역 주변의 야채류에 다이옥신류가 고농도로 존재하여 건강에 영향을 미치는 수준이라는 보도가 세상을 놀라게 하였다(厚生省生活衛生企劃課, 1999; 齊藤滿里子, 2001). 다이옥신류는 의도하지 않아도 생성되어 대기 중에 배출되는 유해한 화학물질이기 때문에 1997년에 다이옥신류에 대한 배출억제기준을 정하여 1999년 다이옥신류 대책 특별조치법이 제정, 공포되었고, 2000년에는 대기환경기준으로서 고시하였으며 연간평균치를 0.6pg-TEQ/m<sup>3</sup>로 수정하였다(野田廣, 2000). 다이옥신 대책추진 기본지침이 발표되고 그 항목 중 다이옥신 발생원인 폐기물 소각시설대책을 중심으로 한 배출억제대책을 관계관청이 추진하도록 하여 2002년도에는 다이옥신 총배출량의 9할을 감소시키려는 목표를 세워놓고 있다.

우리나라에서는 다이옥신의 문제를 신문에서 발표한 것이 2000년대에 들어와서 본격화되었다고 보아야 할 것이다(“평택 市 소각장 다이옥신 정밀검사”, 2002; “늑차 많이 마시면 다이옥신 피해 줄일 수 있다”, 2002). 이것은 환경 문제와도 직결되는데 대기 오염 물질에 대한 대기환경보전법 등이 시행된 것도 2000년 2월에 이르러서이다.

그러나 다이옥신의 환경 중의 거동에 대해서는 불명한 점이 많아, 소각장 자체조사에 의하면 다이옥신 농도가 허용치 이하로 나타났다고 할지라도 이것이 인체에 영향이 없다고는 할 수 없다.

피복 중 다이옥신의 오염은 인간에게 직접, 간접적인 영향을 줄 수 있다. 일차적으로는 다이옥신에 의한 노출정도를 파악할 수 있는 자료를 제공할 수 있으며, 세탁과 같은 생활 활동으로부터 다시 환경으로 배출시킬 수 있는 간접적인 영향이 있을 수 있다. 실제 선진국에서는 근원 추적을 하는 과정에서 피복 중 다이옥신이 문제시되었으며, 그 중 오수 슬러지의 근원 추적 과정에서 피복의 세탁 폐수에 의한 오염임을 보고한 바 있다(Michael, 1995, Klasmeier, 1998, 1999). Michael(1995)과 Klasmeier 등(1998; 1999)은 오수 슬러지의 오염원 중 세탁폐수가 큰 비중을 차지함을 밝혔으며 또한 세탁폐수의 오염원은 피복 내 다

이옥신이 원인임을 연구, 발표하였다. 그 결과 피복 내의 다이옥신 농도는 적게는 pg에서 많게는 ng 정도로 존재함을 알아내었다. 또한 Abad(2000) 등은 소각재 중의 피복류 조각이 다이옥신 배출에 50% 이상 차지함을 보고한 바 있다. 그러나 우리나라의 경우 피복과 관련된 다이옥신에 관한 연구는 전무후무한 실정이다. 우리나라에서도 이러한 분야에 관심을 가져야 할 것이며 특히 다이옥신에 대한 노출이 우려되는 특수 작업환경 하에서의 작업복에 대한 모니터링은 필수적이라 판단되어진다. 그러므로 본 연구는 그런 환경에서 장기간 작업하는 작업자들에 있어서 유해물질이 호흡기 및 피부흡입을 방지하기 위해 마스크를 포함한 작업복 소재 및 디자인 개선에 기여하고자 유해물질의 흡수효과가 높은 옷을 이용하여 소재 개발된 가공포의 효과와 실제 작업 시 작업자가 착용하고 있는 작업복의 다이옥신 분석을 실시하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 다이옥신의 종류 및 성질

다이옥신(Dioxin)이란 폴리클로리네이티드다이벤조-파라-다이옥신(polychlorinated dibenzo-p-dioxin)을 말하며, 두개의 벤젠핵에 두개의 산소가 병렬로 연결되고 벤젠핵에 결합되어 있는 수소의 일부 또는 전부가 염소로 치환된 것(1염소화-8염소화)으로, 염소의 치환수와 치환 위치에 따라서 75개의 동족체(homologue)가 존재하며, 이들 동족체를 총칭하여 PCDDs로 표시한다. 2,3,7,8 위치에 염소원자가 치환된 2,3,7,8-T4CDD(2,3,7,8-Tetrachloro-dibenzodioxin)가 가장 독성이 크다.

다이옥신과 유사한 성질을 가진 것으로 폴리클로리네이티드 다이벤조퓨란(polychlorinated dibenzofuran)이 있는데, 총칭하여 PCDFs로 표시하며 다이옥신과 같이 염소의 치환수와 치환 위치에 따라서 퓨란에는 135개의 동족체가 존재한다. 일반적으로 다이옥신과 퓨란을 합하여 다이옥신류라 하며, 다이옥신류에는 이론적으로 210개의 이성체(isomer)가 존재한다(齊藤滿里子, 2001).

다이옥신의 물리·화학적 성질에 대하여 살펴보면 다이옥신을 구성하고 있는 210개의 이성질체는 치환된 염소의 수와 치환 위치에 따라 물리·화학적 성질

이 다르다. 다이옥신은 수평 및 수직의 양 축에 대하여 대칭적이고 반응성이 큰 작용기가 없기 때문에 화학적으로 매우 안정한 화합물이다. 분자량은 300-500의 범위로 상온에서는 무색의 결정성 고체이고 염소수가 증가함에 따라 물에 용해되기 어렵기 때문에 옥탄올 물 분배계수는 증가한다. 또한 다이옥신은 증기압이 매우 낮으며, 유기용매에는 용해되지만 용해성은 그다지 크지 않으며, 열화학적으로도 안정하고, 미생물에 의한 분해도 거의 되지 않는다. 그러나, 310nm 부근의 자외선을 흡수하여 광화학 분해를 겪게 되어 대기 중에서 분해된다.

## 2. 다이옥신의 발생원 및 배출량

다이옥신류의 발생원으로는 PCBs, 클로로페놀, 페녹시(phenoxy)계 제초제의 불순물질, 도시쓰레기 소각, 자동차 배출가스, 금속(Fe, Mg, Ni, Al)제조, 펄프 표백, 부식물질(humic), 하수 및 폐수 슬러지, 염소사용 등을 들 수 있는데, 이것을 정리하면 1) 화학물질에서 유래되는 것, 2) 연소과정에서 생성되는 것, 3) 제조공정에서 생성되는 것으로 대별할 수 있다. 일본의 경우 제초제에 불순물질로 함유되어 있던 다이옥신에 의한 오염형태가 PCP를 CNP(Chloronitrofen)제로 대체함에 따라 연도별 토양 중의 PCDD 조성도 변환 것으로 보고 되었다(平岡正勝, 1993). 연소과정에서 발생하는 다이옥신류를 분석해보면 비교적 많은 이성체로 구성되어 있는 특유의 “소각패턴(incineration pattern)”을 나타내며, 펄프 폐액 및 제품 중 다이옥신류의 동족체 분포와 이성체 패턴의 특징은 푸란으로는 TCDF가 높은 수준으로 존재하는데 그 중에서도 2,3,7,8-TCDF, 1,2,7,8-TCDF, 1,2,8,9-TCDF가 많으며, 다이옥신으로는 2,3,7,8-TCDD가 많은 “펄프 표백패턴(pulp bleaching pattern)”을 나타낸다. 연소과정에서 발생하는 것 중 대표적인 것으로 도시 쓰레기 소각로를 들 수 있다.

제지공정에서 다이옥신류의 생성은 목재조각을 원료로 펄프를 제조하는 경우 증해(蒸解)와 표백의 두 공정이 필요한데, 증해에 의해서 목재조각중의 대부분의 리그닌과 헤미셀룰로오스(hemi-cellulose)가 제거되는데, 리그닌을 어느 정도 이상으로 제거하면 셀룰로오스의 붕괴가 현저하게 일어난다. 따라서 이 이하의 탈리그닌은 표백공정에서 이루어진다. 이 표백공정에서 염소가 사용되기 때문에 리그닌의 염소화,

산화분해 등이 일어나 유기염소화합물이 생성되는데 이 유기염소화합물에 다이옥신류가 함유되어 있다. 표백공정에서 다이옥신류의 생성은 리그닌에 대해서 일정량 이상의 염소를 반응시키는 과염소 투여(overchlorination)에 의해서 이루어진다는 것이 연구자들의 일치된 견해이다. 리그닌에 염소투여량(chlorine ratio)이 0.15-0.20 이상이 되면 과염소 투여가 되어 다이옥신류의 생성량이 급증하는 것으로 알려져 있다.

환경 중 다이옥신은 주로 금속 정련과 관계된 산업체, 도시쓰레기 소각로 등에서 가스상태로 배출되며, 배출수 상태로는 산업 유해폐기물 소각로, 종이 펄프 산업 등에서 배출된다.

다이옥신은 음식물 섭취나 피부, 혹은 호흡 등 다양한 경로를 통하여 인체로 흡수된다. EPA의 1994년 현재까지 보고된 바에 의하면 많은 비율이 식품과 함께 섭취되고 대기 중 다이옥신이 호흡을 통해 흡수되는 비율은 적다고 하였다.

다이옥신은 환경호르몬성 물질과 잔류성 오염물질(Persistent Organic Pollutants, POPs) 중의 최우선 대책 화합물질로서 폐기물 소각과정 중에서 합성과 분해가 반복적으로 일어나며, 배기가스나 방류수, 소각재, 슬러지 등의 배출경로를 통하여 최종적으로 환경으로 배출된다(유만식, 2002). 다이옥신류의 주요 발생원으로 여겨지는 소각시설에 관한 연구결과를 보면, 소각대상 물질 중에 이미 다이옥신 성분이 함유된 경우로, 독일의 소각시설에 들어오는 생활폐기물을 분리·분석하여 종이류에서 3.1-45.5ppb, 플라스틱, 나무, 가죽 및 섬유류에서 9.5-109.2ppb, 식물류에서 0.9-16.9ppb가 함유된 것으로 보고하였다(유만식, 2002).

최근 다이옥신에 의한 환경호르몬 문제 및 POPs에 대한 문제가 대두되면서 자연환경으로 배출되는 발생원별 배출량 산정을 체계적으로 조사하기 위하여 UNEP(United Nations Environment Program)를 비롯하여 국가별 배출량 확인 작업이 국제적으로 요구되고 있는 실정이다. 국내의 경우는 소각시설에서의 배출기준 준수여부를 확인하기 위하여 200kg/hr 이상의 소각시설에 대하여 1년에 1회 또는 2회씩 다이옥신 배출량을 굴뚝의 배기가스에 대하여 의무적으로 측정하고 있지만 소각시설의 배출경로별 배출량 산정에 대한 상세한 검토는 충분히 이루어지지 않았고 최근에 와서 이에 대한 조사 연구가 계획단계에 있는 실정이다.

III. 실험방법

1. 시료

1) 실험 1

소각로에서 작업하는 작업자에게 각각 2점의 원포

(폴리에틸렌 50%/레이온 50%, 15cm×15cm)와 숯가공포(심정숙 외, 2003년, 참나무 숯을 분말한 후 42~52 $\mu$ m의 입자크기로 원포에 스크린 날염한 것, 15cm×15cm)를 작업복 위 2부위(전완 안쪽, 복부측면)에 흠질로 부착한 후 스카치 매직테이프로 가장자리를 접착시켰으며, 3명의 피험자를 대상으로 하였다.

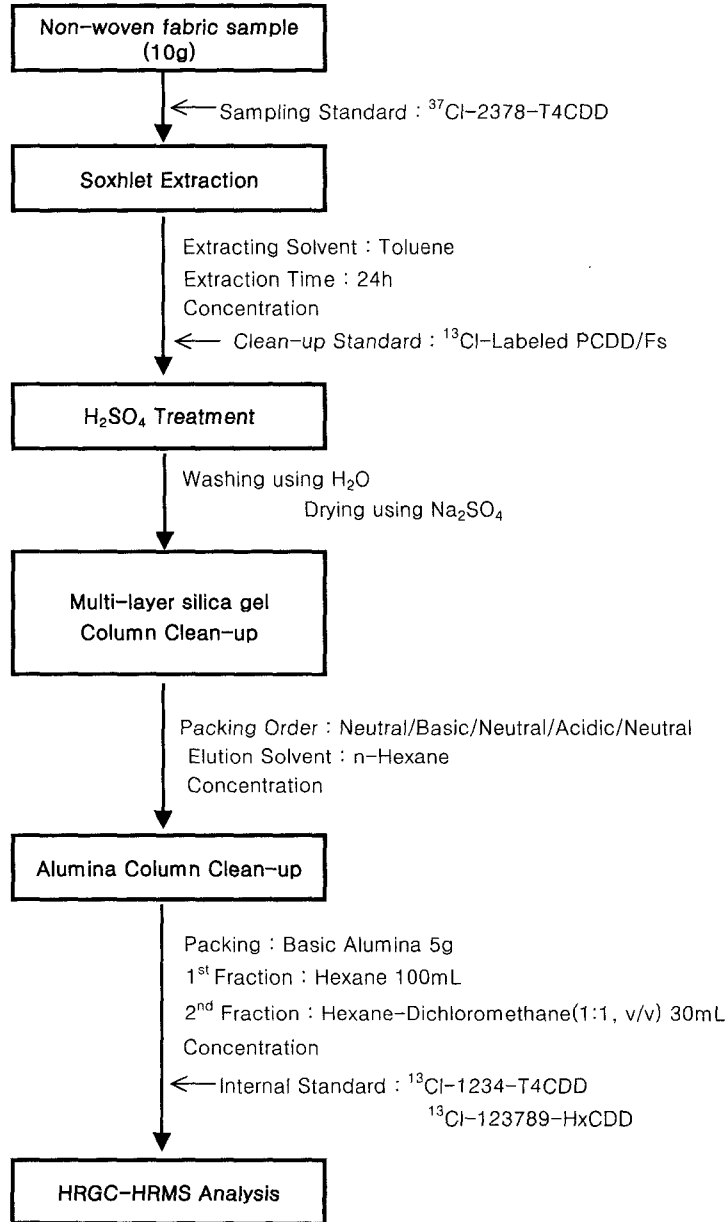


Fig. 1. Schematic diagram for analytical procedure

- 시료의 구분: 원포 2장(안, 겉), 가공포 2장(안, 겉)  
 A - 원포 안(숯 가공하지 않은 것으로 내측에 부착한 것)  
 B - 원포 겉(숯 가공하지 않은 것으로 외측에 부착한 것)  
 C - 가공포 안(10% 농도 숯으로 가공한 것으로 내측에 부착한 것)  
 D - 가공포 겉(10% 농도 숯으로 가공한 것으로 외측에 부착한 것)

## 2) 실험 2

소각로에서 작업 시 착용하는 작업복(폴리프로필렌 100%인 부직포)으로서 작업 전의 작업복과 작업 후의 작업복으로 구분하였으며 3명의 피험자를 대상으로 하였다.

시료의 구분:

Pre-Working - 사용 전 작업복

Post-Working - 사용 후 작업복

## 2. 전처리

섬유제품의 전처리 방법으로 미국의 EPA(Environ-

mental Protection Agency) Method 1613의 시료 전처리 방법(Fig. 1 참조)에 근거하여 실험 1, 실험 2의 각각 시료 10g을 유기용매 toluene을 사용하여 24시간의 Soxhlet 추출한 다음, 황산처리, 실리카겔의 clean up, 알루미늄 clean up의 순서로 진행하였다.

## 3. 분석방법

1) 고분해능 기체크로마토그래프 - 고분해능 질량분석기

분해능 10,000 이상, JEOL MS700D를 사용했다.

2) 데이터의 분석

DIOK법(JEOL의 다이옥신 분석시스템)을 이용했다.

## IV. 결과 및 고찰

Table 1은 피복의 다이옥신 분석결과를 나타내고 있다. 횡측은 시료의 종류이고 종측은 다이옥신의 분석항목을 나타내고 있다.

각각의 시료 중 표면(B와 D)의 다이옥신의 양( $\text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ )을 비교해 보면 가공포 내의 다이옥신의 양은

Table 1. PCDD/F-TEQ in non-woven fabric samples

( $\text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ )

PCDD/F	A	B	C	D
2,3,7,8-TeCDD	N.D	0.00233	N.D	0.00381
1,2,3,7,8-PeCDD	N.D	0.00302	N.D	0.00346
1,2,3,4,7,8-HxCDD	N.D	0.00075	N.D	0.00152
1,2,3,6,7,8-HxCDD	N.D	0.00242	N.D	0.00463
1,2,3,7,8,9-HxCDD	N.D	0.00459	N.D	0.00123
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.00014	0.00249	0.00013	0.00436
OCDD	0.00003	0.00079	0.00006	0.00143
2,3,7,8-TeCDF	N.D	0.00374	N.D	0.00546
1,2,3,7,8-PeCDF	N.D	0.00070	N.D	0.00117
2,3,4,7,8-PeCDF	0.00038	0.04000	N.D	0.07070
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.00077	0.07710	0.00019	0.09320
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.00021	N.D	N.D	0.01260
1,2,3,7,8,9-HxCDF	N.D	0.00167	N.D	0.00357
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.00007	0.00949	0.00026	0.01960
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.00015	0.00382	0.00011	0.00553
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.00001	0.00049	N.D	0.00094
OCDF	0.00001	0.00015	0.00002	0.00049
Total	0.00177	0.15355	0.00077	0.23370

A-inside layeruntreated, B-outside layeruntreated, C-inside layertreated, D-outside layertreated, N.D-not detect

0.23370ng · TEQ/g이었으며 원포 내의 다이옥신의 양은 0.15355ng · TEQ/g으로 가공포 내의 다이옥신의 양이 많았다. 또한 중간층(A와 C)의 다이옥신의 양을 비교해 보면 가공포 내의 다이옥신의 양은 0.00077 ng · TEQ/g였으며 원포의 다이옥신의 양은 0.00177 ng · TEQ/g로 원포의 다이옥신이 많았다. 표면의 다이옥신의 양의 비교에서 가공포 내의 다이옥신의 양이 더욱 많았던 것은 다이옥신에 대한 가공포에로의 흡수가 컸기 때문이라고 생각되며, 중간층의 비교에서 가공포 내의 다이옥신의 양이 적은 것은 표면에서의 흡수에 의해 내층으로의 전달이 없었기 때문으로 사

료되어 가공의 효과가 50% 정도 있었다고 생각되어진다.

Fig. 2는 표면의 원포와 가공포 내의 다이옥신 양을 그래프로 나타낸 것이다. 가공포에서는 모든 이성체에서 잔류했으며, 원포에서는 1,2,3,6,7,8-HxCDF를 제외한 이성체가 검출되었다. 각 이성체에 따른 잔류량을 비교해 보면 두 시료 모두 1,2,3,4,7,8-HxCDF가 가장 큰 값을 나타냈으며, 2,3,4,7,8-PeCDF, 2,3,4,6,7,8-HxCDF도 큰 값을 나타내었다. 이것은 환경시료의 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있다는 것을 알 수 있다. 즉 피복자체의 다이옥신보다는 피복에 부착된

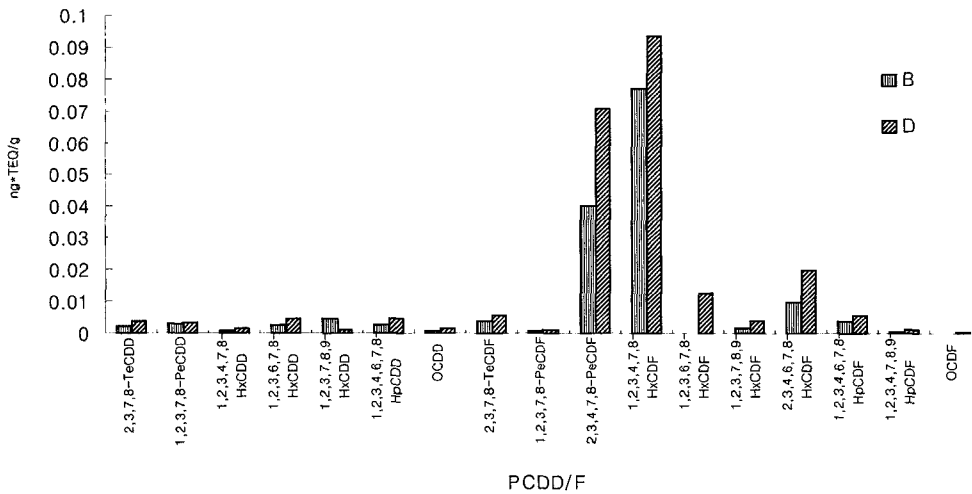


Fig. 2. PCDD/F homologue patterns of two non-woven fabrics samples (B: outside layer of untreated fabric, D: outside layer of treated fabric)

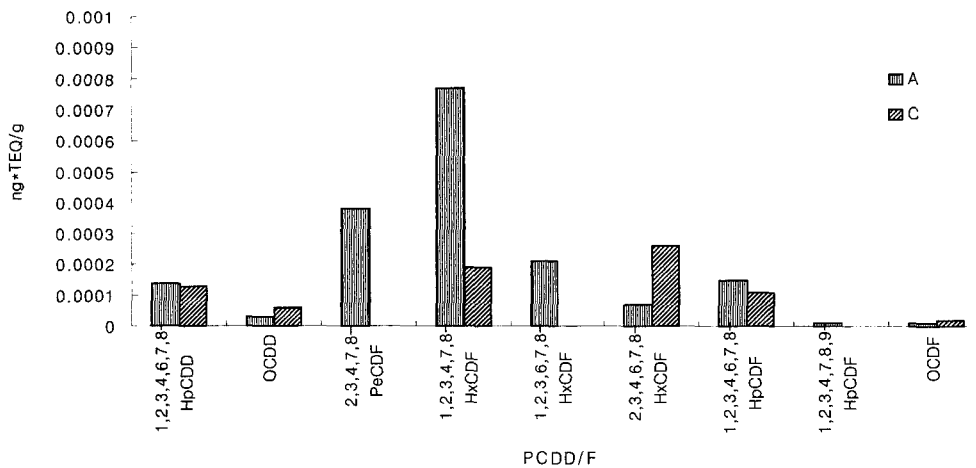


Fig. 3. PCDD/F homologue patterns of two non-woven fabrics samples (A: inside layer of untreated fabric, C: inside layer of treated fabric) Retention Time (min)

소각재의 다이옥신의 양이 크기 때문에 환경시료와 유사한 패턴이 나타난 것으로 사료된다.

Fig. 3은 중간층의 원포와 가공포 내의 다이옥신 양을 그래프로 나타낸 것이다. 두 시료 모두 다이옥신류에서 독성도가 환산계수가 높은 TCDD(1), PCDD(0.5), HxCDD(0.1)는 피복 내에 잔재하지 않았으며, HpCDD, OCDD만이 같은 정도로 존재하였다. 또한 선행연구(Jorg Klasmeier, 1998; Jorg Klasmeier, 1999; Michael Horstmann, 1995)에서 보고된 바 있는 피복 내에 잔재하는 다이옥신류 중 HpCDD, OCDD가 50-90%를 차지하는 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있다.

퓨란류의 결과로서는 두 시료 모두가 잔재하지 않는 것으로서는 TCDF, 1,2,3,7,8-PCDF, 1,2,3,7,8,9-HxCDF는 피복 내에 잔재하지 않았으며, 그 외의 이성체는 가공포보다 원포내에 많이 존재하였으며 선행연구의 결과에서 보여준 HpCDF, OCDF의 존재보다 그 외의 이성체의 존재가 훨씬 많은 것으로 볼 때 원포내에 잔재하는 퓨란류는 소각재에서 온 것으로 사료된다.

Table 2는 실제 소각로에서 작업시 착용하고 있는 작업복의 피복내 다이옥신 분석결과를 나타내고 있다. 횡축은 시료의 종류이고 종축은 다이옥신의 분석 항목을 나타내고 있다. Table 2에서 Pre-Working은 작업 전의 작업복에서 검출된 양이고 Post-Working은 작업시 착용한 작업복에서 검출된 양을 나타내고 있으며, Fig. 4와 Fig. 5는 각각 검출된 compound들의 크로마토그램을 나타낸 것이다. Pre-Working의 다이옥신의 양( $\text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ )은  $0.00318 \text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ 이었으며 Post-Working의 다이옥신의 양은  $0.11277 \text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ 을 나타내고 있다. Pre-Working 내에 존재하는 다이옥신의 패턴은 피복내의 존재하는 다이옥신의 패턴과 유사함을 알 수 있다. Post-Working 내의 다이옥신의 패턴은 Fly ash내의 다이옥신의 패턴과 유사함을 알 수 있었다. 즉 소각로 작업시 Fly ash의 부착으로 인하여 이러한 패턴이 나타났음으로 사료된다. 그러나 숯 가공한 부직포의 사용 전 샘플에서는 다이옥신이 검출되지 않았다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서 개발한 원포와 가공포에 있어서 다이옥신류의 분석결과, 본 연구에서 사용한 각각의 시료 중 표면의 다이옥신의 양을 비교해 본 결과 가공포

Table 2. PCDD/F-TEQ in working clothes ( $\text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ )

PCDD/F	Pre-Working	Post-Working
2,3,7,8-TeCDD	N.D	0.00461
1,2,3,7,8-PeCDD	N.D	0.00280
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.00014	0.00100
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.00031	0.00230
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.00015	0.00179
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.00020	0.00239
OCDD	0.00004	0.00075
2,3,7,8-TeCDF	N.D	0.00334
1,2,3,7,8-PeCDF	N.D	0.00050
2,3,4,7,8-PeCDF	0.00175	0.06450
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.00052	0.00378
1,2,3,6,7,8-HxCDF	N.D	0.00458
1,2,3,7,8,9-HxCDF	N.D	0.00217
2,3,4,6,7,8-HxCDF	N.D	0.01390
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.00009	0.00354
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	N.D	0.00051
OCDF	N.D	0.00031
Total	0.00318	0.11277

Pre-Pre working clothes, Post-Post working clothes, N.D-not detect

내의 다이옥신의 양은  $0.23370 \text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ 이었으며 원포 내의 다이옥신의 양은  $0.15355 \text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ 으로 가공포 내의 다이옥신의 양이 많았다. 또한 중간층의 다이옥신의 양을 비교해 본 결과, 가공포 내의 다이옥신의 양은  $0.00077 \text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ 이었으며 원포의 다이옥신의 양은  $0.00177 \text{ng} \cdot \text{TEQ/g}$ 로 원포의 다이옥신이 많았다. 표면의 다이옥신의 양의 비교에서 가공포 내의 다이옥신의 양이 더욱 많았던 것은 다이옥신에 대한 가공포에로의 흡수가 컸기 때문이라고 생각되며, 중간층의 비교에서 가공포 내의 다이옥신의 양이 적은 것은 표면에서의 흡수에 의해 내층으로의 전달이 없었기 때문으로 사료되어 가공의 효과가 약 50% 정도 있었다고 보아진다.

우리나라의 경우 피복이 관련된 다이옥신에 관한 연구는 전무후무한 실정이다. 피복 중 다이옥신의 배출이 인체에 미치는 직접, 간접적인 영향으로 볼 때 우리나라에서도 이러한 분야에 관심을 가져야 할 것이며 특히 다이옥신에 의한 노출이 우려되는 특수 작업환경에서의 작업복에 대한 모니터링은 필수적이라 판단되어진다.

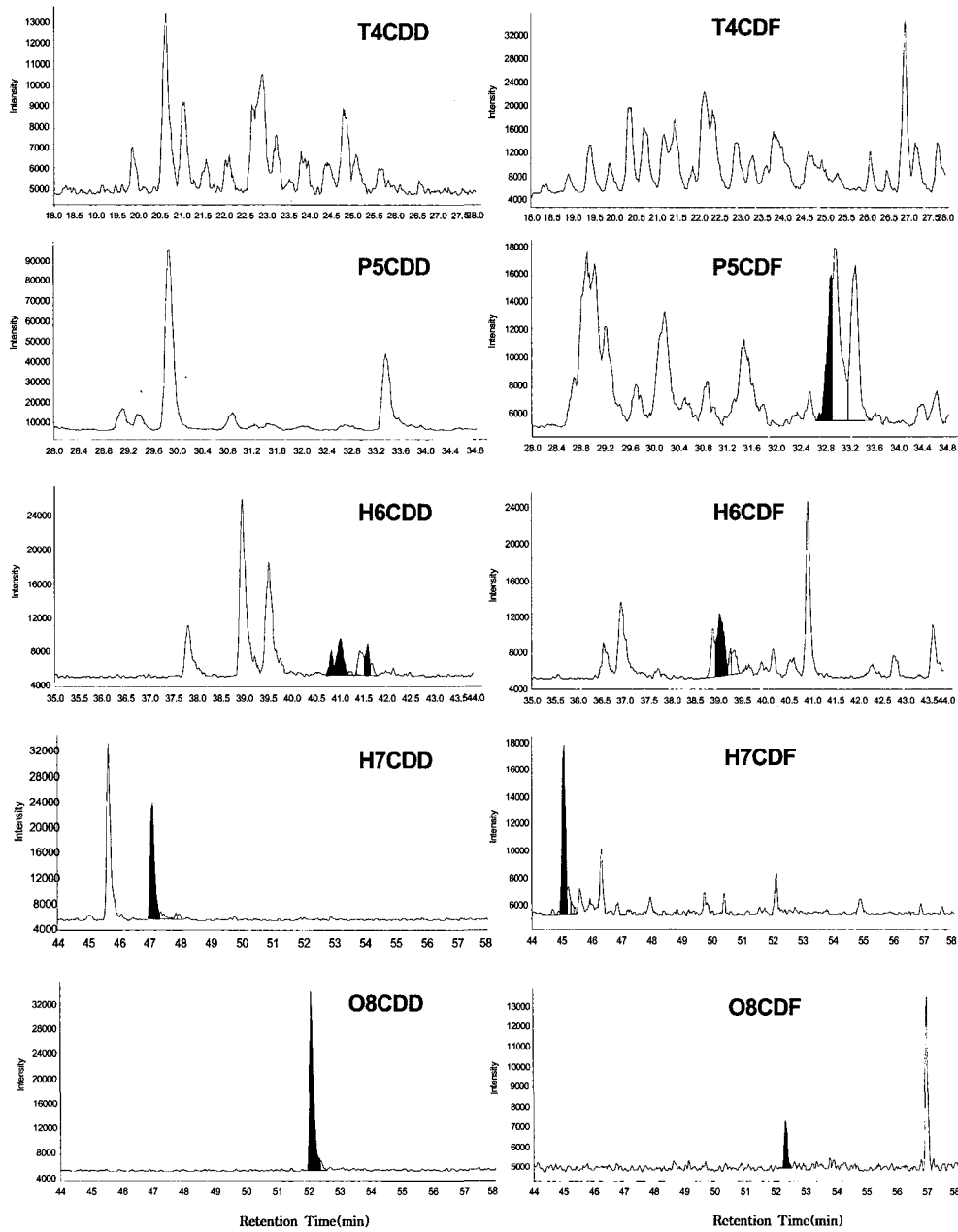


Fig. 4. HRGC-HRMS-SIM chromatograms of dioxins of pre-working clothes Retention Time (min) Retention Time (min)

폐기물 소각량을 줄이는 것은 다이옥신의 발생량을 감소시키는데 매우 효과적이다. 다이옥신은 한편으로는 폐기물 처리 문제이기 때문에 쓰레기 감량화를 목표로 해서 소비형 사회에서 순환형 사회로 전환

하는 대책을 추진하지 않으면 안 된다. 그러기 위해서는 폐기물 처리 방법에 대하여 검토를 함과 동시에 정부가 쓰레기의 감량화 목표를 정할 것이며, 그 목표량을 달성하기 위해 다 쓴 제품을 재사용하거나 리



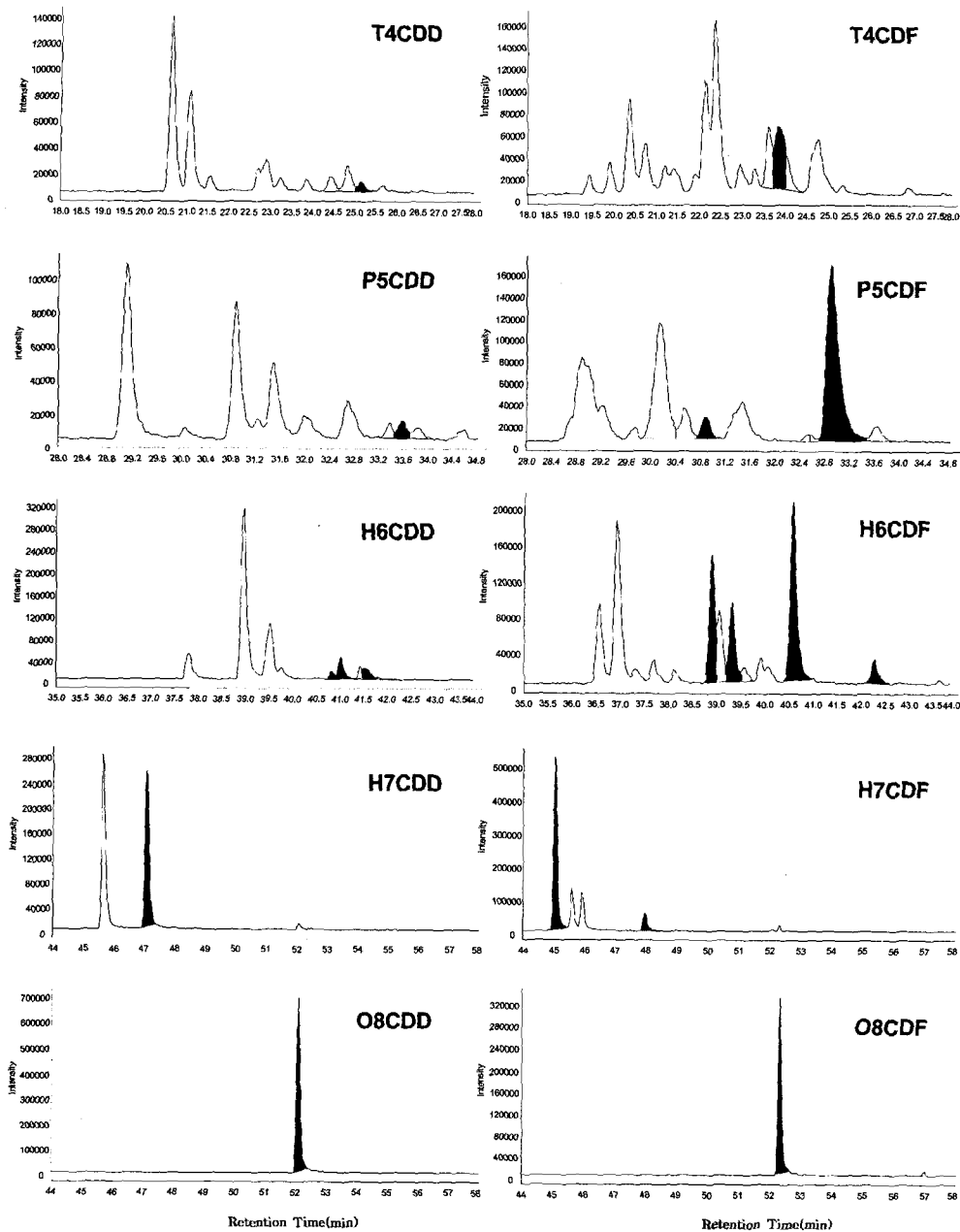


Fig. 5. HRGC-HRMS-SIM chromatograms of dioxins of post working clothes

사이클을 추진해야 할 것이다. 구체적으로 용기포장 리사이클법과 가전제품 리사이클법에 기초하여 회수, 재자원화를 추진함과 동시에 현재 대량으로 배출되고 있는 건축폐기물의 분별, 리사이클 추진을 위해 법제도화가 검토되어야 한다.

#### 참고문헌

심정숙, 박순자, 정명희, 田村照子, 小紫朋子. (2003). 솥 날업을 이용한 일회용 작업복 소재의 폐적성 및 기능성 향상에 관한 연구. *한국의류학회 춘계학술대회*, 93.

- 녹차 많이 마시면 다이옥신 피해 줄일 수 있다. (2002, 8.16).  
조선일보.
- 평택市. 소각장 다이옥신 정밀검사. (2002, 8. 2; 2002. 8. 23).  
조선일보.
- 유만식. (2002). 도시생활폐기물 소각시설의 다이옥신 배출  
특성과 저감방안. 인하대학교 대학원 박사학위논문.
- 齊藤滿里子. (2001). 環境ホルモン研究現狀-ダイオキシン類  
による環境汚染問題の現狀. 文化女子大學紀要. 服裝  
學・造形學研究, 32集, 123-132.
- 木原隆英. (2002). 化學物質の生殖發生毒性概論. 織消誌,  
43(2).
- 肥後盛明. (1999). 化學物質の安全性や環境問題報道につい.  
織消誌, 40(2).
- 野田 廣. (2000). ダイオキシン類の大氣環境基準について.  
生活と環境, 45(3), 8-10.
- 厚生省生活衛生局企劃課. (1999). 化學物質とダイオキシン.  
生活と環境, 44(6), 15-20.
- 平岡正勝. (1993). 廢棄物處理とダイオキシン對策, 環境公  
害新聞社.
- E. Abad, M. A., Adrados, J., Caixach, B., & Fabrellas Riv-  
era, J. (2000). Dioxin mass balance in a municipal  
waste incinerator. *Chemosphere*, 40(1), 1143-1147.
- Jorg Klasmeier, & Michael, S. McLachlan. (1998). PCDD/Fs  
in textile-Part I: A Screening method for detection of  
octachlorodibenzo-p-dioxin and octachlorodibenzo-furan.  
*Chemosphere*. 36(7), 1627-1635.
- Jorg Klasmeier Anneke Muhlebach, & Michael S. McLa-  
chlan. (1999). PCDD/Fs in textile-Part II: Transfer from  
clothing to human skin. *Chemosphere*, 38(1), 97-108.
- Michael Horstmann, & Michael S. McLachlan, (1995). Results  
of an initial survey of polychlorinated dibenzo-p-diox-  
ins(PCDD) and dibenzofurans(PCDF) in textiles. *Chemo-  
sphere*, 31(2), 2579-2589.