

# 都市 쓰레기 燒却 施設 Fly Ash 中 DIOXINS(PCDDs/Fs)의 舉動

육 근, 석 현 진\*, 宮田秀明<sup>1</sup>

부경대학교 지구환경과학부, <sup>1</sup>攝南大學 藥學部

## I. 서 론

최근 쓰레기의 양적 증가가 지속됨으로서 최종 처분장의 확보난과 수명 연장이 어려워지고 있는 실정으로 중간 처리 단계인 쓰레기의 소각 처리 처분의 필요성이 요구되고 있으며, 특히 생활 쓰레기 중에도 합성 화학 물질로 구성된 쓰레기가 증가됨으로서 중간 처리 과정인 소각시 2차 오염 물질의 환경 방출의 증가에 대한 규제가 강화되고 있으나 소각에 의한 다이옥신 배출이 소각 시설 건설의 활성화에 어려움을 가중시키고 있다. 이들 다이옥신류 중에서도 특히 대칭 구조인 2,3,7,8-TCDD가 최대의 맹독성(물모트의 LD<sub>50</sub>은 0.6 $\mu$ g/kg) 물질로 알려져 있다. 이러한 독성에 근거하여 2,3,7,8-의 위치에 염소가 부여된 이성체에 독성 등가 환산 계수(TEF)를 부여하여 2,3,7,8-TCDD를 기준으로 한 독성 등량(TEQ)으로서 다이옥신류의 유해성이 평가되고 있으며 다이옥신류는 열적·화학적으로 안정하며 물에는 용해되지 않고 지방 성분에 잘 용해되는 지용성 물질로서 실온에서는 무색의 결정성 고체로 미생물에 대해서도 분해가 낮은 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구는 쓰레기 소각 공정에서 소각에 의해 발생하는 Fly Ash 중 다이옥신류의 거동 특성을 고찰하였다.

## II. 시료 채취 및 분석 방법

본 연구는 스토커 방식의 소각 시설을 대상으로 하였으며, 가스 냉각은 폐열 보일러 방식을 채용하고 있다. 배가스 중의 Fly Ash는 냉각 공정의 보일러를 통과하면서 일부가 보일러 입구 및 출구에서 제거되고 반전식 소석회 주입 장치를 통과하면서 소석회 분말과 Fly Ash가 반응탑 하단부에서 제거된다. 이러한 과정을 거친 후 배가스 중의 Fly Ash는 최종적으로 집진 설비인 백 필터에서 제거되어 재이송 장치로 보내진다. Fly Ash의 시료 채취는 보일러 입구,

보일러 출구, SDR 출구, 백필터 출구에서 채취하여 Toluene으로 Soxhlet 추출 후 농축 하였다. 농축된 시료는 Multi-Column에 의하여 정제되었으며 Multi-Column의 구성은 10% Silver Nitrate Silica Gel, 22% Sulfuric Acid Silica Gel, 44% Sulfuric Acid Silica Gel, 2% Potassium Hydroxide Silica Gel 로 정제하였다. 정제 농축된 시료를 다시 활성 Alumina를 충전한 Alumina Column을 이용하여 정제하였으며 정제된 시료를 100 $\mu$ l까지 농축하여 HP5890GC-JEOL SX102MS의 HRGC-HRMS로 분석 하였으며 분리 Column은 Supelco SP-2331 Capillary Column(60m $\times$ 0.32mm, 0.2 $\mu$ m) 및 J&W DB-5 Capillary Column(30m $\times$ 0.32mm, 0.25 $\mu$ m)를 사용하였다.

### III. 결과 및 고찰

PCDDs와 PCDFs의 농도비는 Table 1과 같으며 농도는 PCDFs가 높은 것으로 나타났다. 또한 소각에 의한 Fly Ash 중 PCDDs/Fs의 수율 변화 경향을 고찰하기 위해 로 출구, 즉 보일러 입구의 Fly Ash에서의 PCDDs/Fs를 출발점의 농도로 보아 수율  $\eta$ 를 0으로 할 때 보일러 출구에서  $\eta=72.74$ 로 농도는 급격히 증가했으며, SDR 출구에서는  $\eta=9.21$ , 백필터에서는  $\eta=46.90$ 을 나타내어 각 공정별 수율 변화가 큰 것으로 나타났다. 특히 보일러 출구가 입구와 비교하여 수율의 급격한 증가는 고온인 로 출구로부터 배가스가 520~210 $^{\circ}$ C 범위 보일러의 냉각 과정에서 300 $^{\circ}$ C 부근의 온도 범위를 거치면서 PCDDs/Fs의 생성을 의미한다고 볼 수 있으며 그 원인으로서는 배가스 중에 존재하는 다이옥신류 생성의 전구체가 Fly Ash에 흡착, 흡수 되어 냉각 과정에서 Fly Ash내에 존재하는 Cu, Fe 등의 촉매 성분의 기여로 de Novo 합성 경로를 통하여 PCDDs/Fs의 생성이 활발해져 가장 높은 농도 증가가 나타난 것으로 사료된다. 또한 보일러 입구와 비교하여 SDR에서의 수율 증가는 로 출구에서 배출된 가스상의 PCDDs/Fs가 HCl 등의 유해 물질 제거 설비인 투입 소석회에 흡착됨으로서 가스상의 PCDDs/Fs가 흡착 제거된 것으로 판단된다. 그리고 백필터 Fly Ash에서의 수율 증가는 보일러에서 생성 휘발된 가스상 PCDDs/Fs 및 미립자 중에 존재하는 PCDDs/Fs가 200 $^{\circ}$ C 이하로 운전되는 백필터 집진에서 Fly Ash 중에 흡착, 흡수된 다이옥신류의 증가분으로 사료된다. SDR 및 백필터에서의 온도는 상당히 낮기 때문에 de Novo 합성 경로에 의한 다이옥신 생성 경로는 다소 열악한 것으로 판단되며 백필터에서 생성에 의한 증가분은 그다지 크지 않을 것으로 사료된다. 이러한 결과에 따른 PCDDs/Fs의 총 농도 변화는 보일러 입구 부분에 비해 보일러 출구 부분이 가장 높은 농도 증가를 나타내었다. 그리고 TEQ의 독성 등가 환산 계수의 적용(TEF: International 적용)에 의한 수율 변화를 보더라도 보일러 출구 부분에서 가장 높은 TEQ 농도 증가가 나타난 것으로 보아 TEQ 환산 농도도 총농도에 좌우되는 것을 알 수 있다. 공정별 PCDDs/Fs

의 수율에 의한 총 농도 변화와 TEQ 농도 변화를 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1. Concentration ratio of PCDDs and PCDFs.

	B in	B out	SDR out	F.F out
$\frac{\text{TCDF}}{\text{TCDD}}$		18.51	6.99	6.59
$\frac{\text{PeCDF}}{\text{PeCDD}}$	2.38	10.53	4.41	3.77
$\frac{\text{HxCDF}}{\text{HxCDD}}$	4.62	3.37	2.25	1.86
$\frac{\text{HpCDF}}{\text{HpCDD}}$	2.45	1.43	1.90	2.01
$\frac{\text{OCDF}}{\text{OCDD}}$	0.25	0.43	0.75	0.68
$\frac{\text{PCDFs}}{\text{PCDDs}}$	1.14	1.01	1.83	1.74

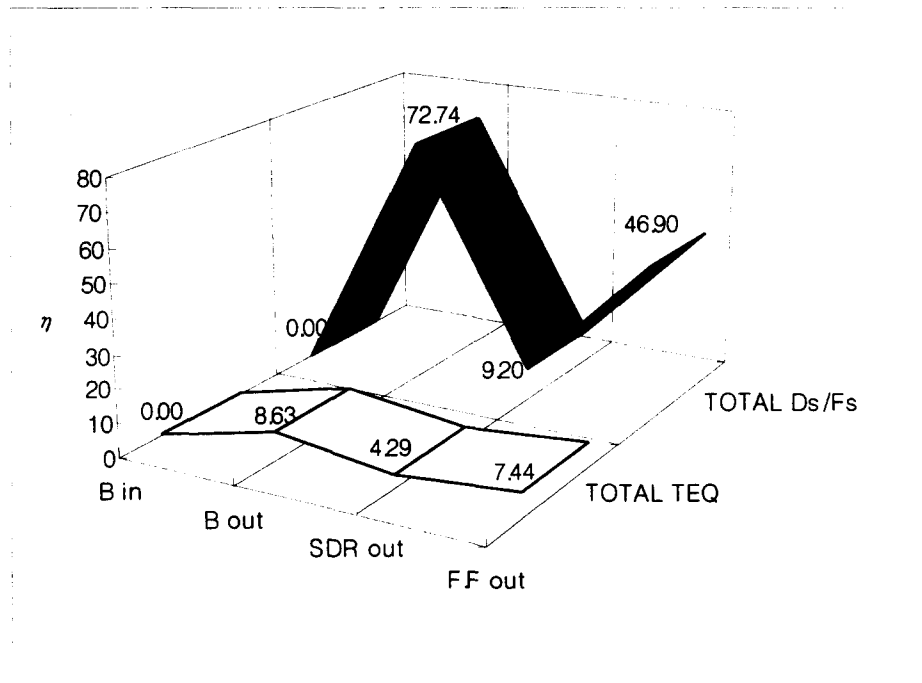


Fig. 1. Variation of efficiency for PCDDs/Fs and total TEQ.