

음식물을 통한 어린이와 그들의 어머니에 대한 PCDDs/PCDFs 섭취량 평가

문찬석* · 백종민

부산가톨릭대학교 응용과학대학 산업보건학과

Estimation of PCDDs/PCDFs Intake for Korean Children and Their Mothers Through Daily Foods

Chan-Seok Moon* · Jong-Min Paik

School of Industrial Hygiene and Environmental Engineering, Catholic University of Busan, Busan 609-757, Korea

(Received November 22, 2006/Accepted December 2, 2006)

ABSTRACT

This study was performed to evaluate the congeners of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) in Korean foods among children in Korea, in comparison with the findings in their mothers. The PCDDs and PCDFs intakes of 24-h diet duplicates were estimated from the previous Korean reports. In Korean children and their mothers of this study, major sources of lipid intake were plant-based foods (62% for children, 66% for their mothers). The women took 34% of lipid from animal sources, among which meats were leading sources of animal lipids (30%). Fish and shellfish were accounted for 4% in total lipid intake. Daily intake of PCDDs and PCDFs in the children and their mothers were 0.002-3.188 and 0.002-2.717 pg WHO-TEQ/day in animal sources and ND-0.283 and ND-0.296 pg WHO-TEQ/day in plant sources, respectively. PCDDs/PCDFs intake from animal origin was the major exposure source for both children and their mothers in Korea. Among the 17 PCDD/Fs congeners, 2,3,4,7,8-pentachlorodibenzofuran was assumed to be the effective exposure marker for diet intake.

Keywords: dietary intake, children, mothers, PCDDs, PCDFs

I. 서 론

PCDDs(polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins)와 PCDFs(polychlorinated dibenzofurans)는 인체에 위해한 환경오염물이다. 생체에 축적되고, 잘 분해되지 않으며, 환경 중에 장기간 존재하는 특성을 가지고 있으며, 인체에 발암물질로 알려져 있다.¹⁾ 또한 세베소 사건이나,^{2,4)} 베트남 전쟁⁵⁻⁷⁾ 및 일본의 유소/유청 사건^{8,9)}의 경우에서 볼 때 긴 생물학적 반감기를 나타낸다. 직업적인 노출로는 소각, 금속제련, 제지 및 제조제 제조의 공정에서 노출된다.¹⁰⁻¹³⁾ 또한 음식물의 섭취를 통하여 체내에 이입되고 광범위한 독성을 나타낸다. 음식물을 통한 경구 섭취가 일반인에 있어 PCDDs와 PCDFs 노출의 90% 이상을 차지한다.^{14,15)} PCDDs와 PCDFs의 비직업적 노

출에 관한 보고에서는 주 대상이 성인 집단에 근거를 두고 있고, 어린이 집단 특히 국내의 어린이 집단에 관한 연구는 여전히 제한적이다.^{26,27)} 어린이들의 경우는 그들의 어머니들에 의해 조리된 음식물들이 섭취의 대부분을 차지한다고 보았을 때, 어린이에 있어 음식물을 통한 PCDDs와 PCDFs의 노출은 그들의 어머니와 상호 관련성을 가질 것이다. 본 연구에서는 국내 어린이들에 있어 PCDDs/PCDFs의 음식물을 통한 섭취량을 그들의 어머니의 경우와 비교하여 그 농도수준을 추정하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 2000년 4월에서 2001년 9월에 걸쳐 부산 시내의 4개 지역에서 연구 참여자를 모집한 후 실시하였다. 이들 참여자는 생활환경에 의하여 PCDDs와 PCDFs에 노출되고 있다고 판단되었다. 참여자는 어린

*Corresponding author : School of Industrial Hygiene and Environmental Engineering, Catholic University of Busan
Tel: 82-51-510-0633, Fax: 82-51-510-0639
E-mail : csmoon@cup.ac.kr

Table 1. Age distribution of the study population

	Age (year)	n	(%)
Mother	< 30	3	(6.8) ^{a)}
	31-35	19	(43.2)
	36-40	18	(40.9)
	> 41	4	(9.1)
	Total	44	(100.0)
Child ^{b)}	< 6	8	(18.2)
	7-8	25	(56.8)
	9-10	11	(25.0)
	Total	44	(100.0)

Note: Arithmetic mean and standard deviation for ages of the mothers and their children in this study were 35.4 ± 3.6 and 7.4 ± 1.4 , respectively.

^{a)}percentage, ^{b)}Boys:Girls=29:15

이와 그들의 어머니 44쌍을 대상으로 하였으며, 어머니의 경우 과거 PCDDs/PCDFs에 직업적인 노출력이 없는 비흡연 여성이었다. 이들 피실험 대상자의 연령분포를 Table 1에 나타내었다. 음식물 수집은 사전 설명회를 통하여 본 연구의 취지 및 방법을 충분히 주지시킨 후 24시간 음식물 복제법에 의해 섭취된 음식물을 수집하였으며, 숙련된 영양사에 의해 24시간 음식물로서 타당성을 나타내는 1일 음식 복제물을 연구대상으로 사용하였다. 어린이의 복제 음식물은 그들의 어머니가 마련하였다. 음식물 복제 및 수집에 관한 세부 절차는 기존의 논문을 참고하였다.¹⁶⁾

2. 연구 방법

어린이와 그들의 어머니의 복제 음식물 중 각 음식물의 중량을 측정하고 이것을 기준으로 하여 지질의 함량을 구하였다. 이들 지질의 함량은 어린이와 어머니 각각의 1일 총 지질 섭취량과 동물성 및 식물성 지질 별로 나누어 결과치를 산출하였다. 이들 지질의 결과치를 기준으로 하여 PCDDs와 PCDFs 농도를 국내 선행 보고를 기초로 하여 음식물 중의 PCDDs/PCDFs 섭취량을 계산하였다.¹⁷⁻²¹⁾

PCDDs/PCDFs 중 대상으로 한 동중체(congeners)는 17종으로서 2,3,7,8-tetrochlorodibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD), 1,2,3,7,8-pentachlorodibenzo-p-dioxin (1,2,3,7,8-PeCDD), 1,2,3,4,7,8-hexachlorodibenzo-p-dioxin (1,2,3,4,7,8-HxCDD), 1,2,3,6,7,8-hexachlorodibenzo-p-dioxin (1,2,3,6,7,8-HxCDD), 1,2,3,7,8,9-hexachlorodibenzo-p-dioxin (1,2,3,7,8,9-HxCDD), 1,2,3,4,6,7,8-heptachlorodibenzo-p-dioxin (1,2,3,4,6,7,8-HpCDD), octachlorodibenzo-p-dioxin (OCDD), 2,3,7,8-tetrachlorodibenzofuran (2,3,

7,8-TCDF), 1,2,3,7,8-pentachlorodibenzofuran (1,2,3,7,8-PeCDF), 2,3,4,7,8-pentachlorodibenzofuran (2,3,4,7,8-PeCDF), 1,2,3,4,7,8-hexachlorodibenzofuran (1,2,3,4,7,8-HxCDF), 1,2,3,6,7,8-hexachlorodibenzofuran (1,2,3,6,7,8-HxCDF), 1,2,3,7,8,9-hexachlorodibenzofuran (1,2,3,7,8,9-HxCDF), 2,3,4,6,7,8-hexachlorodibenzofuran (2,3,4,6,7,8-HxCDF), 1,2,3,4,6,7,8-heptachlorodibenzofuran (1,2,3,4,6,7,8-HpCDF), 1,2,3,4,7,8,9-heptachlorodibenzofuran (1,2,3,4,7,8,9-HpCDF), and octachlorodibenzofuran (OCDF)이다.

III. 결과 및 고찰

1. 어린이와 어머니의 1일 음식물 중 지질 섭취원

식물성 지질은 어린이 및 그들의 어머니에 있어 지질 섭취원 중 가장 높은 함량을 나타내고 있었다(전체 64.1%, 어린이 61.9%, 어머니 66.4%). 동물성 지질의 경우는 전체 18.7 g/day(35.9%)이며 어린이와 어머니 각각 20.2 g/day(38.1%)와 17.2 g/day(33.6%)를 나타내었다. 이들 동물성 지질 섭취의 대부분은 쇠고기류, 난류 및 유류로서 어린이는 18.27 g/day이고, 어머니는 15.18 g/day로서 각각 34.4%와 15.18%를 차지하고 있고 어류 및 조개류의 경우는 지질 섭취량이 어린이 1.93 g/day, 어머니 2.02 g/day로서 전체 지질 섭취량 중 3.6%-3.9%를 차지하였다(Table 2).

2. 1일 음식물 중 PCDDs/PCDFs 섭취량

Table 2를 기초로 하여 섭취 음식물 항목별 PCDDs/PCDFs의 농도를 산출하였고, 이들 농도를 기준으로 하여 개인의 1일 지질 섭취량 중 PCDDs/PCDFs 섭취량을 계산하였다. 섭취량 산정을 위한 계산식은 다음과 같다.

Table 2. Comparison of lipid sources in diet between children and their mothers

Nutrient source (g/day)	Daily intake (g/day)		
	Total	Children	Mothers
Animals	18.7 ^{a)} (35.9%) ^{b)}	20.2 (38.1%)	17.2 (33.6%)
Meats, eggs and milk	16.7 (32.1%)	18.3 (34.4%)	15.2 (29.6%)
Fish and shellfish	2.0 (3.8%)	1.9 (3.6%)	2.0 (3.9%)
Plants	33.4 (64.1%)	32.9 (61.9%)	34.0 (66.4%)

^{a)}mean values, ^{b)}percentages.

Table 3. PCDDs and PCDFs intake between children and their mothers (pg WHO-TEQ/day)

Nutrient source	Total	Children	Mothers	
Animals	PCDDs	0.0004-1.558	0.0004-1.682	0.0003-1.434
	PCDFs	0.001-1.494	0.001-1.613	0.001-1.375
	PCDD/Fs	0.002-2.952	0.002-3.188	0.002-2.717
Meats, eggs and milk	PCDDs	0.0003-0.118	0.0003-0.129	0.0003-0.107
	PCDFs	0.001-0.301	0.001-0.329	0.001-0.273
	PCDD/Fs	0.001-0.330	0.002-0.360	0.001-0.300
Fish sand shellfish	PCDDs	ND-0.150	ND-0.147	ND-0.154
	PCDFs	ND-0.123	ND-0.119	ND-0.125
	PCDD/Fs	ND-0.272	ND-0.267	ND-0.279
Plants	PCDDs	ND-0.275	ND-0.271	ND-0.280
	PCDFs	ND-0.052	ND-0.051	ND-0.053
	PCDD/Fs	ND-0.291	ND-0.283	ND-0.296

sources: Hong *et al.* (2003)¹⁸⁾, Won *et al.* (2003)¹⁹⁾

$$DI(\text{pg WHO-TEQ/day}) = \sum(L \times FI \times DC)$$

DI : 일일 다이옥신 섭취량(pg WHO-TEQ / day)

L : 음식물 항목 별 지질함량(%)

FI : 음식물 항목 별 일일 섭취량(g; wet weight로서)

DC : 음식물 항목 별 PCDDs 또는 PCDFs의 농도 (pg WHO-TEQ/g lipid)

각 음식물 항목별 DI를 계산한 후 최소치와 최대치를 구하였다. Table 3은 어린이와 어머니의 PCDDs 및 PCDFs 섭취량을 식물성 지질 및 동물성 지질로 나누어 최소치와 최대치로서 섭취량의 범위를 나타내었다.

식물성 지질의 경우는 전체 범위에서 볼 때 검출한계 이하에서(ND) 0.291 pg WHO-TEQ/day를 나타내었다. 어린이(최대치 0.283 pg WHO-TEQ/day) 및 어머니(최대치 0.296 pg WHO-TEQ/day)에서 볼 때 두 집단 간에는 PCDDs/PCDFs 섭취량의 범위에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 동물성 지질의 경우 전체 0.002-2.952 pg WHO-TEQ/day로서 어린이가 0.002-3.188 pg WHO-TEQ/day이고 어머니가 0.002-2.717 pg WHO-TEQ/day로서 범위에서 볼 때는 어린이 대상군이 PCDDs/PCDFs의 경우 섭취 범위가 어머니 군보다 폭 넓게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 어린이나 어머니 모두 동물성 지질 섭취의 입입 경로는 육류, 난류 및 유류(어린이 0.002-0.360 pg WHO-TEQ/day, 어머니 0.001-0.300 pg WHO-TEQ/day)에서 기인함을 알 수 있었다.

3. 인체 혈청 및 음식물 중의 PCDDs/PCDFs

혈청 중의 PCDDs/PCDFs 동종체들은 환경적 노출에

대한 생물학적 지표(marker)로서의 의미를 가진다. 현재까지 보고에서는 혈청 중의 PCDDs/PCDFs 농도에 독성 등가 지수로서 total TEQ(Toxic Equivalents)를 흔히 사용하여 농도에 대한 검토를 행하고 있으나 노출원에 대한 동종체의 나타나는 특성이나 노출 패턴이 다르게 나타나는 양상을 보이므로 동종체 별 노출경로와 흡수도 및 인체 내의 생물학적 반감기에 대한 연구는 국내의 적으로 보고가 제한적이다. 따라서 환경 노출에 유효한 지표에 관한 연구도 역시 제한적이며 추후 지속적으로 행해져야 할 필요가 있다.

한국인의 음식물 섭취에서 이입되는 PCDDs/PCDFs 동종체들의 종류와 생물학적 지표의 의미로서의 한국인의 혈청 중 PCDDs/PCDFs의 동종체는 Moon *et al.* (2005)²⁰⁾에 의한 보고 자료를 토대로 하여 나열하였으며, 음식물 항목 별 동종체들이 종류는 홍 등(2003)¹⁸⁾, 원 등(2003)¹⁹⁾, Moon과 Ok(2006)²¹⁾의 자료를 바탕으로 하여 검출된 동종체들을 음식물 항목 별로 배열하였다(Table 4). 현재까지의 보고에서는 음식물 중 total TEQ에 영향을 주는 동종체들로는 2,3,4,7,8-PeCDF, 2,3,7,8-TCDF, 1,2,3,7,8-PeCDD, OCDD의 순으로 나타났으며 혈청 중에서는 2,3,4,7,8-PeCDF, OCDD, 1,2,3,4,7,8-HxCDF, 1,2,3,6,7,8-HxCDD, 1,2,3,6,7,8-HxCDF이다. 2,3,4,7,8-PeCDF는 음식물 및 혈청에서 공통적으로 total TEQ에 영향을 나타내는 동종체임을 알 수 있었다.

최근 보고에서 볼 때 Moon과 Ok(2006)²¹⁾의 보고에서는 해산물에 있어 total TEQ에 영향을 미치는 동종체로서 2,3,4,7,8-PeCDF와 1,2,3,7,8-PeCDD라고 보고하였다. 동물성 지방섭취가 많을수록 다이옥신의 섭취가 많이 나타나며, 개인별 섭취량에서 볼 때는 음식물 섭취기호에 따른 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 또한 계절별 음식물에 대한 차이도 많은 논의가 필요하나 다이옥신류의 섭취량에 있어서는 개인별 음식물의 섭취 기호가 가장 먼저 생각해야 하는 부분이며, 계절별 음식물의 차이는 추후 논의가 필요한 부분이다. 이효민(2002)²²⁾은 국내 5개 대도시에서 수집한 음식물들에 있어 PCDDs/PCDFs 섭취량은 0.226 pg-TEQ/kg · day로 보고하고 있는데, 1일 음식물 섭취량을 2~3 kg으로 본다면¹⁷⁾ 본 연구결과와 공통점을 갖는다고 판단된다. 외국의 경우는 몇 개의 집단조사에 관한 보고가 있으며,²⁵⁾ 일본의 Aozasa 등(2003)²³⁾은 일본의 소각시설 주변에 살고 있는 주민들의 혈청을 대상으로 조사한 연구에서 주요 동종체로는 1,2,3,7,8-PeCDD와 2,3,4,7,8-PeCDF를 보고하고 있으며, 이들 두 동종체는 Kitamura 등(2001)²⁴⁾의 보고에서도 나타나 있다. 이들 일본의

Table 4. The congeners that most influenced the total TEQ of PCDD/PCDFs between food item and human serum

Group	Item	2,3,4,7,8-PeCDF	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDD	OCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	2,3,4,6,7,8-HxCDF	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDF
Cereals	Rice								O		
	Barley		O								
Legume fruits	Red bean				O						
	Pear		O								
Meats	Beef	O		O		O		O			
	Pork	O									
Milks	Chicken								O		
	Milk					O				O	O
Milk products	Cheese			O							
Fishes	Mackerel	O	O	O							
	Hairtail	O	O								
	Eel	O	O	O							
	Spanish mackerel	O	O	O							
	Pacific saury	O	O								
Shellfishes	Crab	O			O		O				
	Oyster	O	O	O							
Human serum		O			O	O			O	O	

sources: Moon *et al.* (1997)¹⁷, Hong *et al.* (2003)¹⁸, Won *et al.* (2003)¹⁹, Moon *et al.* (2005)²⁰, Moon and Ok (2006)²¹

보고와 본 연구를 비교해 보았을 때, 혈청내의 주요 동종체로서는 1,2,3,6,7,8-HxCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF, 1,2,3,6,7,8-HxCDD²⁴ 및 2,3,4,7,8-PeCDF²³임을 추정할 수 있었다. 물론 일본 보고의 경우는 지금까지 다른 나라에 비해 일본인들의 다이옥신의 노출이 높다는 인식을 하고 있으며, 우리나라와 직접적으로 비교하기에는 노출 특성에 따른 제한점이 있다고 할 수 있으나, 한국인에 대한 노출 동종체의 특성을 파악하기에 필요한 참고자료라 판단된다. 본 논문과 공통점을 가지고 있는 동종체로서는 2,3,4,7,8-PeCDF이며 추후 노출 지표로서의 유용성에 관한 검토가 필요하다고 생각한다.

IV. 결 론

동물성 지질은 한국 어린이와 그 어머니에 있어 PCDDs/PCDFs의 가장 주요 노출원이다. 식물성 지질의 경우는 섭취량에서는 동물성 지질보다 높으나 PCDDs/PCDFs의 농도가 상대적으로 낮으므로 주 노출원이 되지 못하였다. 17종의 PCDDs/PCDFs 중 2,3,4,7,8-PeCDF은 음식물 섭취에 따른 생물학적 지표로서의 의미를 가진다고 생각된다. PCDDs/PCDFs 노출 및 노출 경로를 더욱 명확히 하기 위하여 추후 한국인 대상의 혈청 및 음식물에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. International Agency for Research on Cancer : IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 69, Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans, IARC, Lyon, 1997.
2. Landi, M. T., Needham, L. L., Lucier, G., Mocarelli, P., Pertazzi, P. A. and Caporaso, N. : Concentrations of dioxin 20 years after Seveso. *Lancet*, **349**, 1811, 1997.
3. Needham, L. L., Gerthoux, P. M., Patterson Jr., D. G., Brambilla, P., Smith, S. J., Sampson, E. J. and Mocarelli, P. : Exposure assessment: Serum levels of TCDD in Seveso, Italy. *Environmental Research. Sec. A*, **80**, S200-S206, 1999.
4. Eskenazi, B., Warner, M., Mocarelli, P., Samuels, S., Needham, L. L., Patterson Jr., D. G., Lippman, S., Vercellini, P., Gerthoux, P. M., Brambilla, P. and Olive, D. : Serum dioxin concentrations and menstrual cycle characteristics. *American Journal of Epidemiology*, **156**, 383-392, 2002.
5. Michalek, J. E. and Tripathi, R. C. : Pharmacokinetics of TCDD in veterans of operation ranch hand: 15-year follow-up. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, **57**, 369-378, 1999.
6. Ahmad, K. : Agent Orange no longer linked to childhood AML. *Lancet Oncol.*, **3**, 199, 2002.
7. Stellman, J. M., Stellman, S. D., Christlan, R.,

- Weber, T. and Tomasallo, C. : The extent and patterns of usage of Agent Orange and other herbicides in Vietnam. *Nature*, **422**, 681-687, 2003.
8. Ikeda, M. : Comparison of clinical picture between Yusho/Yucheng cases and occupational PCB poisoning cases. *Chemosphere*, **32**, 559-566, 1996.
 9. Lida, T., Hirakawa, H., Matsueda, T., Takenaka, S., Yu, M.-L. and Guo, Y.-L. L. : Recent trend of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and their related compounds in the blood and serum of Yusho and Yu-Cheng patients. *Chemosphere*, **38**, 981-993, 1999.
 10. 윤완진, 오승민, 정규혁 : EROD-microbioassay에 의한 학교 소각로 잔재 중 다이옥신 유사물질의 측정. 한국환경보건학회지, **26**, 11-17, 2000.
 11. Flesch-Janys, D. : Analyses of exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins, Furans, and hexachloro-chlohexane and different health outcomes in cohort of former herbicide-producing workers in Hamburg, Germany. *Teratogenesis Carcinogenesis, and Mutagenesis*, **17**, 1997/98.
 12. Domingo, J. L., Schuhmacher, M., Granero, S. and De Kok, H. A. M. : Temporal variation of PCDD. PCDF levels in environmental samples collected near an old municipal waste incinerator. *Environmental Monitoring and Assessment*, **69**, 175-193, 2001.
 13. Steenland, K., Deddens, J. and Piacitelli, L. : Risk assessment for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) based on an epidemiologic study. *American Journal of Epidemiology*, **154**, 451-458, 2001.
 14. International Programme on Chemical Safety : Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans. In: Environmental Health Criteria 88. Geneva, World Health Organization, 1989.
 15. Neuberger, M., Grossgut, R., Gyimothy, J. and Leibeseder, J. : Dioxin contamination of feed and food. *Lancet*, **355**, 1883, 2000.
 16. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Watanabe, T., Moon, D.-H., Lee, C.-U., Lee, B.-K., Ahn, K.-D., Lee, S.-H. and Ikeda, M. : Dietary intake of cadmium and lead among general population in Korea. *Environmental Research*, **71**, 46-54, 1995.
 17. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Imai, Y., Shimbo, S., Watanabe, T., Moon, D.-H., Lee, B.-K., Lee, S.-H. and Ikeda, M. : Nutritional evaluation of women in urban and rural areas in Korea as studied by total food duplicate method. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, **181**, 245-265, 1997.
 18. 홍무기, 최동미, 황인균, 서정혁, 이은주, 이강봉, 오금순, 김정미, 김민정, 김명철 : 식품중 Dioxins 모니터링. 내분비계장애물질연구보고서, **5**, 2003.
 19. 원경풍, 최동미, 황인균, 서정혁, 박성수, 이강봉, 오금순, 최영미, 박진호, 차수진, 김창민 : 내분비계 장애물질 시험연구 - 식품중 Dioxins 모니터링(II). 내분비계장애물질연구보고서, **5**, 2003.
 20. Moon, C.-S., Chang, Y.-S., Kim, B.-H., Shin, D. and Ikeda, M. : Evaluation of serum dioxin congeners among residents near continuously burning municipal solid waste incinerators in Korea. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **78**, 205-210, 2005.
 21. Moon, H.-B. and Ok, G. : Dietary intake of PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs, due to the consumption of various marine organisms from Korea. *Chemosphere*, **62**, 1142-1152, 2006.
 22. 이효민 : 식품 중 다이옥신의 위해성 평가 및 최근 관리동향. 한국환경독성학회 심포지움 및 학술발표회, 19-48, 2002.
 23. Aozasa, O., Ohta, S., Nakao, T., Miyata, H., Mochizuki, A., Fujimine, Y. and Noumra, T. : Monthly variation in blood dioxin level, characteristics of congener composition, and congener changes in residents near an incineration facility. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, **70**, 660-667, 2003.
 24. Kitamura, K., Yoshikawa, K., Iwama, M. and Nagao, M. : Justification of measurement of eight congener levels instead of twenty congeners of dioxins for mass screening of human exposure. *The Journal of Toxicological Sciences*, **26**, 163-168, 2001.
 25. Gonzales, C. A., Kogevinas, M., Huici, A., Gadea, E., Ladona, M., Bosch, A. and Bleda, M. J. : Blood levels of polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in the general population of a Spanish Mediterranean city. *Chemosphere*, **36**, 419-426, 1998.
 26. 이준복, 김교봉, 정권, 김민영 : 서울 시내 어린이 놀이터 토양오염도 평가. 한국환경보건학회지, **36**, 249-253, 2006.
 27. 이충대, 이운진, 조남영 : 시 어린이 놀이터의 토양 중 중금속 오염에 관한 연구. 한국환경보건학회지, **27**, 57-62, 2001.