

대기중 휘발성 유기 오염물질의 환경, 개인, 인체 노출간 상관성 연구
 Corelation Study between the Environmental, Personal and Human Exposure of Volatile
 Organic Compounds in Ambient Air

조성준, 신동천, 이덕희, 정용

연세대학교 환경공해연구소

휘발성 유기 오염물질(volatile organic compounds, VOCs)은 우리의 건강에 영향을 미치는 중요한 물질 중 하나이다. 하지만, VOCs의 노출 평가에 있어서 물질 자체의 특성, 즉 휘발성이 높고 분포의 범위도 넓어 많은 기술적 한계를 가지고 있다.

개인 노출 평가는 인체에 대한 노출과 내적 용량의 관계에 있어서 노출 수준뿐 아니라 노출 빈도, 노출 형태 등의 정보를 제공함으로써 매우 중요한 요소이다. 또한, 생체 모니터링은 위해성 평가를 위한 인체 노출 평가에 있어 외부 노출의 측정 보다 매우 효과적으로 노출 정보를 알려 준다.

이 연구에서는 휘발성 유기 오염물질(VOCs)의 노출 평가를 위해 노출량 측정 방법을 확립하고, 각각의 노출 매체간(환경, 개인, 인체-혈액, 뇨, 호기)의 관계를 알아보려고 하였다.

비교적 고농도의 VOCs에 노출되고 있는 노출군에서 환경, 개인 및 혈액, 뇨 그리고 호기를 채취하여, purge & trap/thermal desorber/gas chromatography/MSD로 분석하였다.

환경 노출 평가 및 혈액, 뇨 및 호기를 매체로 VOCs의 인체 노출 평가에 응용 가능한 trap 방법의 확립과 trap의 break through test, 시료 채취 후 보관 상태와 시간에 따른 회수율 검토 및 MDL(method detection limit) 계산 등을 통하여 이의 신뢰성을 확인하였다. 환경 노출 평가 및 개인 노출 평가를 위해 passive monitor 방법을 확립하였으며, 실험실간 QA/QC를 통하여 신뢰성을 확보할 수 있었다.

노출군을 이용한 실제 적용을 통하여 환경 노출, 개인 노출 및 혈액, 뇨 및 호기중의 VOCs 측정으로 인체 모니터링을 실시하여, 환경 노출, 개인 노출 및 인체 노출(혈액, 뇨, 호기)간 VOCs 그룹의 상관 분석을 하였다. 할로젠 화합물의 경우 각 노출 매체간에는 p 값 0.01 수준에서 상관성이 존재함을 알 수 있었다. 하지만, 방향족 화합물의 경우 환경, 개인 노출 및 혈액, 호기간에는 상관성이 존재하나, 뇨중 VOCs와 그 외 노출량간에는 상관성이 존재하지 않았다.

할로젠 화합물의 경우 개인 노출량에 가장 영향을 많이 미치는 요인은 환경 노출로 분석되었으며, 영향을 미칠 거라 예상했던 흡연 등은 이 연구의 범위에서는 영향이 없는 것으로 나타나 실험 과정중 지원자에 대한 12시간 정도의 금연은 결과에 영향이 없었음을 알 수 있었다. 이에 대한 회귀 모형을 $Halogens_{personal}=3.875+0.068Halogens_{environment}$ ($R^2=.930$)와 같이 설정할 수 있었다.

방향족 화합물 역시 할로젠 화합물과 같이 흡연 여부 등 여러 요인 중 환경 노출량만이 개인 노출에 영향을 미쳤으며 이에 대해 회귀 모형은 $Aromatics_{personal}=34217.757-31.266Aromatics_{environment}$ ($R^2=.821$)와 같이 설정할 수 있었다.

할로젠 화합물의 경우 혈액의 VOCs 증가에 영향을 미치는 요인은 개인 노출의 농도와 성별이었으며, 방향족 화합물에서는 뇨중 VOCs 증가에 영향을 미치는 요인은 개인 및 환경 노출량과 각각의 흡연 기간이었다. 이들의 회귀 모형은:

$$Halogens_{blood}=8.181+0.246Halogens_{personal}+3.975Gender(R^2=.925),$$

$Aromatics_{urine}=249.565+0.135Aromatics_{personal}-5.651D.S(R^2=.735)$, 이었다.

그 외 인체 모니터링 매체에 영향을 미치는 요인들은 대상 VOCs 그룹 모두 환경 및 개인 노출량이었다.

각 노출 측정 매체간 상관 분석 및 회귀 모형을 통하여 인체 노출량, 즉 인체 내적 용량 추정에 있어서 환경 노출량보다는 개인 노출량이 더 좋은 설명력을 제공하며, 노출량을 설명키 위해 인체 내적 용량 추정에 있어 가장 좋은 매체는 혈액이지만, 피실험자 및 실험자의 부담 등의 현실적인 면을 고려하여 호기 측정이 바람직함을 알 수 있었다.

이상과 같이 환경, 개인 및 인체 노출량 평가 방법을 정립하였고, 각 측정 매체들의 동시 측정에 의해 환경 노출, 개인 노출 및 혈액, 뇨, 호기중의 VOCs의 노출을 분석하여 각 노출간의 관계를 확인할 수 있었다.

내적 용량(dose)의 추정 모델 및 체내 흡입량(intake)의 추정을 통하여 최종 노출 평가를 해야 하므로 이는 계속 연구되어야 할 과제이다.

구두 발표 (○), 포스터 발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 조 성 준

주 소 : 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 의과대학 종합관 630호

연락처 : 전화 (02-361-5372), 팩스 (02-392-0239), E-mail (sjjo@yumc.yonsei.ac.kr)

Group IV Cytosolic Phospholipase A₂ Is Activated by Methylmercury in Madin-Darby Canine Kidney Cells, but Its Activation Does Not Cause Methylmercury Toxicity

Mi Sun Kang, Ji Heui Seo, and Dae Kyong Kim*

Department of Environmental and Health Chemistry, College of Pharmacy, Chung-Ang University

Methylmercury (MeHg) is a ubiquitous environmental toxicant that readily bioaccumulates in aquatic foodchains. This toxicant is most highly exposed to humans through the ingestion of contaminated food, and thus is an ongoing health concern. Thus far, MeHg has been suggested to exert its toxicity through its high reactivity to thiols of bioactive proteins, elevation in intracellular Ca²⁺ concentration, and generation of reactive oxygen species, but its mechanism remains poorly understood. The present study was designed to investigate a relationship between PLA₂ and the cytotoxicity of MeHg in MDCK cells.

Here we show that MeHg induced the release of AA by activating cPLA₂ through multiple mechanisms including calcium, phosphorylation and oxidative stress. MeHg increased intracellular calcium in a bimodal pattern with a sharp peak at 1 min and sustained increase up to 10 min. Chelation of extracellular calcium reduced MeHg-induced AA release and attenuated a short-term cytotoxicity of MeHg. In contrast, AACOCF₃, an inhibitor specific to cPLA₂, almost completely inhibited MeHg-induced AA release, but did not reverse the cytotoxicity. Furthermore, down-regulation of protein kinase C and N-acetyl cysteine, an antioxidant, could not protect against the cytotoxicity of MeHg despite a significant inhibition of the AA release. These results suggest no correlation between activation of cPLA₂ and cytotoxicity by MeHg. Interestingly, D609, an inhibitor of PC-PLC, inhibited MeHg-induced lactate dehydrogenase release as well as the release of AA.

Taken together, the present study suggests that MeHg may induce its cytotoxicity through activation of PC-PLC or its combined effects on multiple targets, possibly including cPLA₂.

구두 발표 (○), 포스터 발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 김 대 경

주 소 : 서울특별시 동작구 흑석동 221 (우: 156-756)

연락처 : 전화 (02-820-5610), 팩스 (02-825-7920), E-mail (dkkim@cau.ac.kr)

Choriogenin as a sensitive biomarker for environmental estrogenic effects in fish

C.W. Lee, P.S. Choi, E.R. Park, S.S. Nam, K.C. Nam, H.I. Rhu, J.G. Na and K. Park

*National Institute of Environmental Research, Env. Res. Complex, Kyungseo-dong, Seo-gu,
Incheon, 404-170, Korea*

The egg envelope encasing an animal egg plays significant roles in reproductive and developmental processes as an interface between the egg and sperm and as an interface between the embryo and its environment. The outer layer is very thin and is formed around the oocyte at later stages of previtellogenic development. The inner layer, called zona radiata is very thick and occupies most of the egg envelope.

The sex steroid estrogen regulates the synthesis of a range of proteins(eg, egg envelope protein and vitellogenin). The site of synthesis of the egg envelope proteins in a number of teleost species has been studied using biochemical and immunochemical techniques. It has been shown that egg envelope proteins are produced in the liver with vitellogenin in plasma in response to estrogen induction for a number of fishes. In the Japanese medaka (*Oryzias latipes*), the precursors of egg envelope(chorion) proteins have been called choriogenin H (high-molecular weight protein) and choriogenin L(low-molecular weight protein), respectively which are expressed in the liver in female and estrogen-treated male.

A range of man-produced chemicals and some natural substances have been shown to mimic natural estrogens in their effects on aquatic organisms. The present study, we examined the induction of choriogenin mRNA and estrogen receptor of the medaka exposed to 17-estradiol in concentration of 50, 100, 200, 400, 800 μ g/L and exposed to known endocrine disrupting chemicals, bisphenol A(5, 50 and 500 μ g/L) and di-ethyl hexyl phthalate(5, 50, 500 and 5000 μ g/L). After the exposure the isolated liver was homogenized and total RNA was purified. Each pair of primers for choriogenin and estrogen receptor mRNA was used for reverse transcription-polymerase chain reaction(RT-PCR).

When we treated the medaka with 17 β -estradiol for 4 days, the induction level of choriogenin(H&L) mRNA and estrogen receptor mRNA was increased in treated group in an approximate dose-dependent level. However, these genes were expressed each one, at a different level. Choriogenin L cDNA band could be observed when the medaka were exposed to the lowest E2 concentration(50ug/L), to 500ug/L bisphenol A and to 500ug/L DEHP. But no estrogen receptor cDNA could be observed at any concentration of bisphenol A or DEHP. The data suggest that choriogenin is more responsive to estrogen and the xenoestrogens than estrogen receptor, and provides a sensitive means of detecting exposure to environmental estrogens.

구두발표 (○), 포스터발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 박 광 식

주 소 : 인천시 서구 경서동 종합환경연구단지

연락처 : 전화(032-560-7070), 팩스(032-568-2037), E-mail(envipark@hanmail.net)

중금속 이온이 산개구리 난자성숙과 초기 발생계에 미치는 영향에 관한 연구

고선근, 이두표, 이성규¹, 황인영²

호남대학교 생명과학과

¹한국화학연구소 환경독성팀

²인제대학교 환경시스템학부

중금속 이온(Cd, Hg, Cu, Pb) 산개구리의 난자성숙과 초기 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 배양액에 개구리 뇌하수체추출물을 처리하고 일정농도의 중금속 이온을 첨가하여 배양한 후 난자의 핵막 붕괴율을 조사하였으며, 인공수정 후 배양액에 중금속 이온을 첨가하여 배아들의 할구형성 양상을 조사하였다. 실험결과 Cd은 1ppm, Hg과 Cu는 2.5ppm, Pb은 5ppm의 수준에서 난자의 성숙을 억제하였다. 이들 중금속이온 작용의 가역성 여부를 조사한 결과 Cd 1ppm, Hg, Cu, Pb 2.5ppm까지는 가역성을 나타냈으나 Cd 2.5ppm, Hg, Cu, Pb 5ppm에서는 비가역적인 손상을 주었다. 한편, 배아의 경우 Cd 0.1ppm, Pb 1ppm, Hg 2.5ppm, Cu 5ppm에서는 세포붕괴 현상을 나타내었으며 Pb 0.1ppm, Hg 1ppm, Cu 2.5ppm의 농도에서는 난할지연 현상을 나타냈고 Cd 2.5ppm, Pb 5ppm, Hg 10ppm, Cu 10ppm 이상의 농도에서는 난할이 정지되었다. 위의 결과들로 보아 산개구리의 난자성숙 및 초기 발생계는 환경오염물질의 독성검정을 하는데 요긴하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

구두발표 (○), 포스터발표 ()

<책임연구자>

성명 : 고 선 근

주소 : 광주광역시 광산구 서봉동 59-1

연락처 : 전화(062-940-5432)

다이하지논 처리가 송사리의 행동과 Tyrosine Hydroxylase 발현에 미치는 영향

Effect of Diazinon on Behavior and Gene Expression of Tyrosine Hydroxylase in Japanese Medaka (*Oryzias latipes*)

Sung-woo Shin¹, Nam-Il Jung³, Jong-Sang Kim², Tae-Soo Chon³, Oh-Shin Kwon⁴, Sung-Kyu Lee⁵ and Sung-Cheol Koh¹

¹Division of Civil and Environmental Engineering, Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

²Dept. of Animal Engineering, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

³Dept. of Biology, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

⁴Dept. of Biochemistry, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

⁵Toxicology Res. Center, Korea Res. Inst. of Chemical Technology, Taejon 305-600, Korea

Diazinon[0,0-diethylO-(2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidinyl) phosphorothioate], an organo-phosphorous insecticide, has been reported to accumulate within the biological system and to cause physiological disorder and abnormal behavior resulting from a nervous system disruption. Although diazinon undergoes fairly rapid degradation in the environment, it may cause toxic effect on fish due to a prolonged exposure with repeated input into the aquatic environment. In this study we have tried to elucidate a mechanistic basis of the abnormal behavior caused by a neural toxicity of diazinon in Japanese medaka (*Oryzias latipes*) as a model organism. For experiments, the Japanese medaka were treated under different sublethal concentrations and exposure times of diazinon and their behavioral responses were observed. The responses were comparatively analyzed with activity and gene expression of tyrosine hydroxylase (TH) that could trigger production of catecholamines as neurotransmitters. The responses were also comparatively analyzed with the quantitative behavioral data obtained from automatic data acquisition and image processing systems.

There was no significant differences in the activities of tyrosine hydroxylase in both head and body tissues within the concentration. Under a higher concentration of diazinon (5 ppm), however, mRNA level of TH gene at body based on semiquantitative RT-PCR appeared to significantly decrease 24hr after treatment and there was a concomitant change in the behavioral responses. Immunohistochemistry data showed that the treatment of diazinon (1000 ppb) significantly decreased the expression of TH protein in the olfactory bulb, midbrain and brain stem regions. This study reveals a molecular basis of the abnormal behaviors caused by neurotoxic chemicals such as diazinon in the fish and will contribute to development of an efficient biomonitoring system for toxic chemicals.

구두발표(○), 포스터발표()

<책임연구자>

성명: 고성철

주소: 606-791 부산광역시 영도구 동삼동 1번지 한국해양대학교 토목환경공학부

연락처: 전화(051-410-4418), 팩스(051-410-4415), E-mail(skoh@hanara.kmaritime.ac.kr)

Effects of Water Chemistry on Copper Toxicity of *Ceriodaphnia dubia*

Sang Don Kim¹ and Daniel K. Cha²

¹*Department of Environmental Science and Engineering,
Kwangju Institute of Science & Technology, Kwangju, Korea*

²*University of Delaware, Civil & Environmental Engineering, Newark, DE., 19716*

The effects of physicochemical conditions such as pH, hardness, flow rates and natural organic substances on the toxicity of copper to *Ceriodaphnia dubia* were investigated using static bioassay cups and specially designed flow-through bioassay chambers. We found that *C. dubia* was very sensitive in the low pH ranges, even though no copper was added to the test solution. Copper toxicity to *C. dubia* neonates was highly dependent on pH, that is, total copper LC50 values increased by 15-fold as pH increased from pH 7 to 10. In the experiment of hardness effect, it was observed that toxicity of copper to *C. dubia* decreased with increasing hardness. The LC50 values increased sharply with increasing hardness value up to 2.4 meq. Although the effects of flow rates on the percent survival of *C. dubia* were small, the increasing flow rates from no flow rate to 50 mL/hr had a detectable effect on the copper toxicity possibly due to hydrodynamic stress. In addition, the presence of natural organic substances (humic acid, dissolved organic matter, and suspended particles) showed the decrease of copper toxicity. This significant decrease of the copper toxicity in the presence of natural organic materials can be explained by the reduction of free ion concentration due to the complexation with these materials. Furthermore, we observed that the kinetics of copper interactions with natural organic materials are a significant factor and that the acute LC50 values increased with increasing reaction time of metal ions with materials in water.

구두발표(0), 포스터발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 김 상 돈

주 소 : 광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 환경공학과

연락처 : 전화 (062-970-2445), 팩스 (062-970-2434), E-mail (sdkim@kjist.ac.kr)

**Development of mammalian cell as an highly sensitive biosensor
for human**

Kim, Eun Jin, Lee, Young and Gu, Man Bock*

Dept. of Environmental Engineering Kwangju Institute of Science and Technology

With respect to that concern-developing more familiar to human biosensor, many other methods for monitoring the eukaryotic toxicity of certain chemicals, including estrogenic effects, have been studied such as rodents and mammals. One of the more famous and traditionally used methods is the enzyme linked immunosorbent assay(ELISA). It takes relatively long time to prepare and the *in vivo* assay is also carried. Therefore, a recombinant mammalian cell was developed and characterized as a bio-monitoring tool to reduce the limitations of conventional eukaryotic bioassay protocols

In this study, the recombinant fluorescence mammalian cells were used for detection of toxic chemicals.

As expected, the mammalian cells showed very sensitive response comparing with any other species. In the response to EDCs, It had lower detection level than bacteria-about 50times in the range of no growth inhibition. The Bisphenol A as an EDCs and Mitomycin C were used for observing sensitive response of toxicity of recombinant fluorescence mammalian cell were studied. In the case of MMC, recombinant mammalian cell showed their response from very low concentration of toxicant. It was very sensitive response comparing with bacteria-10times higher than bacteria

구두발표(0), 포스터발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 구 만 복

주 소 : 광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 환경공학과

연락처 : 전화 (062-970-2454), 팩스 (062-970-2456), E-mail (mbgu@kjist.ac.kr)

발광성 미생물을 이용한 환경호르몬의 유해성 분석 및 분류

민지호, 김상돈, 구만복*

광주과학기술원 환경공학과

환경호르몬의 경우 생명체의 면역계나 생식계에 유해효과를 유발하는 estrogenic effect로 유해성을 나타내고 있다. 그러나 최근에 들어 환경호르몬으로 인해 나타나는 cytotoxicity 또는 genotoxicity 등의 효과가 증명되면서 환경호르몬이 나타내는 cellular stress effect에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 본 연구에서는 특이적인 stress에 bioluminescence (생물학적 빛)를 발생시키는 promoter를 지닌 재조합 발광성 미생물인 *Escherichia coli* DPD2794 (*recA::luxCDABE*), DPD2540 (*fabA::luxCDABE*), DPD2511 (*katG::luxCDABE*), 그리고 TV1061 (*grpE::luxCDABE*)을 이용하여 여러 가지 종류의 환경호르몬으로 인한 stress 형태를 규명하고 미생물의 성장저해 정도를 비교하여 cytotoxicity를 비교하고자 하였다. 그 결과, 동일한 농도 범위에서 순수하게 estrogenic effect 만을 보유하는 환경호르몬 group과 estrogenic effect와 cellular stress effect, 둘다 보유하는 환경호르몬 group으로 분류할 수 있었으며, 각각의 환경호르몬들이 특이적인 stress로 세포에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 본 연구에서는 이러한 환경호르몬들이 포함되어 있어 문제시되고 있는 몇몇 일회용 용기를 간단히 처리하여 발광성 미생물을 이용하여 유해성 여부를 확인하였다.

구두발표(0), 포스터발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 구 만 복

주 소 : 광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 환경공학과

연락처 : 전화 (062-970-2454), 팩스 (062-970-2456), E-mail (mbgu@kjist.ac.kr)

페놀류의 독성 - 재조합 발광박테리아를 이용한 탐지 및 분류

최수형 · 구만복*

광주과학기술원 환경공학과

생물학적 빛(Bioluminescence)을 방출 함으로서 독성을 알려주는 재조합 발광 박테리아는 독성탐지 영역에서 그 중요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 세포막의 fatty acid 부분이 손상되었을 경우에 bioluminescence을 방출하도록 유전공학적으로 재조합된 DPD2540 (*fabA::luxCDABE*)을 이용하여 다양한 phenol류가 미치는 세포막의 fatty acid 손상에 대하여 알아보았다. 실험된 phenol류는 bioluminescent response와 그들 고유의 pKa에 따라 두 그룹으로 분류가 가능하였는데, pKa가 7보다 크면서 주로 undissociated form[HA]으로 존재하는 phenol류에 있어서는 phenol류의 양이 증가함에 따라 bioluminescent response도 증가하는 상관관계를 갖는 반면, pKa가 7보다 작으면서 주로 dissociated form[A⁻]로 존재하는 phenol류에 있어서는 phenol류에 의한 DPD2540의 bioluminescent response가 나타나지 않았다. 이러한 구별되는 반응을 설명하기 위해 배지와 세포사이에 존재하는 phenol류의 new distribution model을 제시하였다. 그 결과 이 모델을 통해서 유도된 [HA]*(세포막에 박혀있거나 세포막을 통과한 undissociated form[HA])의 양이 fatty acid limitation에 의해 방출되는 bioluminescence 양과 밀접한 관계가 있음을 확인하였으며, 또한 cellular toxicity는 KI(배지와 세포막 사이의 phenol류의 분포비)과 밀접한 관계가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 최대 bioluminescent response를 나타내는 phenol류의 농도인 critical concentration을 새로운 독성지표로써 제시하였다.

구두발표(0), 포스터발표 ()

<책임연구자>

성 명 : 구 만 복

주 소 : 광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 환경공학과

연락처 : 전화 (062-970-2454), 팩스 (062-970-2456), E-mail (mbgu@kjist.ac.kr)

PCDDs/DFs and PCBs in the blood of workers and residents of industrial area

Dongchun Shin, Jiyeon Yang, Soungun Park, Youngook Lim¹ and Yoonseok Jang²

The Institute for Environmental Research, Yonsei University, Seoul, Korea.

¹*School of Environmental Health, Sounam University, Namwon, Korea*

²*School of Environmental Engineering, Pohang Univ. of Science and Technology, Pohang, Korea*

We describe the results of study in which serum levels of PCDDs/DFs and PCBs in a group of workers at a hazardous waste incinerators were compared to those in a comparison group of community residents who had never worked at the incinerators.

We determined blood concentration of PCDDs/DFs and PCBs in 10 employers at a hazardous waste incinerators and 10 community residents living in the industrial area including the hazardous waste incinerators. Quantitative assessment of PCDDs/DFs and PCBs in blood was analyzed by HRGC/HRMS in the School of Environmental Engineering at Pohang University. The Fisheries & Oceans Lab. of Canada is international certified laboratory for analysis of dioxins in human tissue and cooperated with our laboratory in interlaboratory validation program. Calculation of PCDDs/DFs and PCBs body burden was made according to a subjects body weight and percentage of body fat(Schechter et al., 1998).

PCDDs/DFs levels in blood of smokers showed higher average concentration than those of non-smokers. Dioxin levels in blood of workers were higher than those of residents. The detection ranges of dioxin in non-smokers were 7.91~33.90 TEQ pg/g lipid and 15.04~65.18 TEQ pg/g lipid for residents and workers, respectively. For PCBs, smokers were slightly higher than non-smokers for both residents and workers. For PCBs levels of non-smokers, the average level of residents was similar to workers. For PCDDs/DFs, HxCDD/HxCDF(above 40%) and PeCDD/PeCDF (above 30%) were the predominant congener, and the proportion of 2,3,7,8-TCDD was less than 10%(non-smoking residents : 1%, non-smoking workers : 8%). For PCBs, the proportion of PCB-126(above 50%) was the highest and the that of PCB-156 was about 15%. The body burden levels based on the concentration of dioxin-like compounds in blood were 1.61~10.36 TEQ ng/kg for PCDDs/DFs and 0.58~3.12 TEQ ng/kg for PCBs.

구두발표 (o), 포스터발표 ()

<책임연구원>

성 명 : 신 동 천

주 소 : 서울 서대문구 신촌동 134번지 의과대학 종합관 630호 환경공해연구소

연락처 : 전화 (02-361-5361), 팩스 (02-392-0239), E-mail(dshin5@yumc.yonsei.ac.kr)