

한국인 지방, 간장 및 혈액 중 유기염소제류 및 PCB congeners의 분포

유영찬[#] · 이상기 · 김기욱 · 이수연 · 양자열 · 김윤신* · 오승민** · 정규혁**

국립과학수사연구소, *국립과학수사연구소 서부분소, **성균관대학교 약학부

(Received May 17, 2002; Revised August 9, 2002)

Distribution of Organochlorines and PCB Congeners in Korean Adipose Tissue, Liver and Whole Blood

Young Chan Yoo, Sang Ki Lee, Ki Wook Kim, Soo Yeun Lee, Ja Youl Yang,
Youn Shin Kim*, Seung Min Oh**, Kyu Hyuck Chung**

National Institute of Scientific Investigation, Seoul, 158-707, Korea

*National Institute of Scientific Investigation, Western District, Jangsung, 515-821, Korea

**College of Pharmacy, SungKyunKwan University, Suwon, 440-746, Korea

Abstract — Persistent organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls (PCBs) have been used intensively in agriculture or industry for a long time. The occurrence of organochlorine pesticides and PCBs in the environment and subsequently in parts of the food chain, resulting in the intake of these compounds by man and animal. The measure of the levels of organochlorine pesticides and PCBs in tissues or blood of human populations are good markers in determining the extent of exposure and in the evaluating the hazards. So, most countries have conducted initial monitoring programs to determine organochlorine pesticides and PCBs in human tissues. But a few reports have been presented in Korea. In this study, α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE, endrin, dieldrin, aldrin and 7 marker PCBs (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) were determined in human blood, adipose tissue and liver tissues collected at autopsy of 10 men and 10 women, 13-79 year of age. Significant differences in the levels of organochlorine pesticides and PCBs between districts where they had lived were found in the following chemicals: total PCB in the blood: β -BHC, total BHC, p,p'-DDE and total DDT in the adipose tissue: p,p'-DDE, total DDT and PCB 118 in the liver. No significant difference was found in the levels of organochlorine pesticides and PCBs between sexes and ages. Though the levels of organochlorine pesticides and PCBs were relatively lower than that of other countries, we could know that organochlorine pesticides and PCBs have been widely distributed in Korean human body.

Keywords □ PCB congeners, Organochlorines, Human tissues, Korean, GC/ECD

BHC, DDT 등의 유기염소제류 농약과 PCB, 다이옥신 등의 잔류성 유기할로젠 화합물은 화학적 안정성, 생체내 축적성이 커 사용이 금지되어 있다. 그러나 이미 사용되었거나 부산물로 생성된 물질들이 토양, 수질 및 대기 등의 환경에 잔류되어 있으므로 가연의 먹이사슬을 통해 동물이나 사람의 체내에 축적되며, 이들은 생식기능 저하나 기형, 암 등을 유발하는 것으로 알려져 있다. 또한 사용이 금지된 BHC 등의 유기염소제류 농약은 아직도 일부 국가에서 사용되고 있어, 농수산물을 통한 인체내 축적은 계속하여 일어나고 있다.^{1,2)}

최근 생체내에 축적된 유기염소제류 농약, 다이옥신, PCB 등

의 물질은 극미량으로 각종 생체호르몬의 합성, 분비, 생체내 수송, 수용체와의 결합, 호르몬작용 및 분해 등의 과정에 작용하여 정상호르몬의 작용을 방해하는 성질을 가지고 있어 내분비계 장애물질(Endocrine disruptor) 또는 환경호르몬으로 총칭하여 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.^{3,7)}

인체에 대한 내분비계 장애물질의 위해를 평가하기 위해서는 인체에 대한 노출평가가 선행과제라고 할 수 있다. 따라서 여러 선진국에서는 내분비계 장애물질로 규정된 유기염소제류 농약 및 PCB 등의 인체에 대한 노출평가를 위해 부검시체를 활용한 사례 연구보고 등,^{1,8-11)} 체계적인 모니터링 시스템을 도입해 가고 있다. 우리 나라의 경우 유기염소제류 화합물의 환경내 오염실태와 인체 지방조직에 대한 연구는 일부 이루어졌다.¹²⁻¹⁴⁾ 그러나 인체 조직을 대상으로 한 연구는 저자 등이 발

[#]본 논문에 관한 문의는 저자에게로
(전화) 02-653-7277 (팩스) 02-2606-8794

표한 인체조직별 유기염소계류의 분포에 대한 연구결과만 보고되어 있고¹⁵⁾ PCB류의 분포에 대한 연구는 거의 없는 실정 이므로 한국인에 대한 유기염소계류 농약 및 PCB류의 분포에 대한 연구가 시급한 실정이다. 본 연구의 목적은 한국인 지방 조직, 간장 및 전혈에서 유기염소계류 농약과 PCB류의 분포를 모니터링하는데 marker compound로 사용되는 7개의 PCB congener(IUPAC nos. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)의 분포를 조사함으로써 지역별, 성별, 연령별 분포의 특성을 살펴보고, 이들 내분비계 장애물질에 대한 노출평가의 기초자료를 제공하며, 위해 여부를 판정할 지표의 확립에 도움을 주고자 함이다.

재료 및 방법

시료의 채취

2001년 5월부터 동년 10월까지 수도권 지역과 호남지역에서 국립과학수사연구소에 부검의뢰된 사체 중 내인성 질환 또는 약독물의 검출이 되지 않은 각각 남녀 10구씩 총20구를 무작위로 선정하여 인체부위별 장기(복부 지방조직, 간장 및 혈액)를 채취하였다. 채취된 장기는 -20°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 채취된 각 시료의 성별, 연령별 분포는 Table I과 같으며, 연령은 13~79세 범위였으며, 평균 47.9세이었다.

시약 및 표준품

α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE, endrin, dieldrin 및 aldrin 등 10종의 유기염소계류 농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH사의 제품을, PCB congener (28, 52, 101, 118, 138, 153 및 180)의 표준품은 Chem Service사의 100 μ g/ml 표준용액과 혼합용액을 구입하여 사용하였으며, n-hexane, acetonitrile, ether 등의 유기용매는 잔류농약분석용 시약을 기타 시약은 시판 특급시약을 사용하였다.

시료의 전처리 및 측정

간장 - 본 시험방법은 liquid-liquid extraction 및 column chromatography를 이용한 전보¹⁵⁾ 및 일본의 위생시험법·주해¹⁶⁾

를 참고로 하여 수행되었다. 즉 장기조직 약 5 g을 정확히 달아, n-hexane으로 정제한 증류수 40 ml 및 무수황산나트륨 약 10 g을 가한 후 호모게나이저로 균질화한다. 완전히 균질화된 다음 n-hexane 50 ml를 가하여 지방성분을 추출한다. 이 조작을 3회 반복한다. n-Hexane 추출액은 미리 무게를 알고있는 농축플라스크에 옮기고 30°C 이하에서 용매를 완전히 제거한 후 무게를 측정하여 전후 무게차에 의하여 지방량을 산출한다. 증발잔사를 n-hexane 15 ml에 용해한 후 n-hexane포화 acetonitrile 30 ml를 가하여 10분간 격렬하게 진탕한 후 acetonitrile층을 취하고 n-hexane층은 n-hexane포화 acetonitrile 30 ml를 넣고 동일한 조작을 2회 더 반복한다. Acetonitrile층은 합한 다음 2% NaCl용액 500 ml 및 n-hexane 100 ml를 가하여 20분간 진탕하여 2회 추출한다. n-Hexane층은 2% NaCl용액 100 ml 씩으로 2회 세척하고 무수황산나트륨을 가하여 탈수시킨 다음 rotary evaporator에서 약 5 ml가 될 때까지 30°C 이하에서 농축한다. 농축액은 florasil칼럼(길이 30 cm, 내경 2.2 cm의 크로마토관에 florasil 20 g을 n-hexane액으로 충전하고 상층에 무수황산나트륨 약 8 g을 넣음)에 주입하여 분당 5 ml 이하의 유량으로 낙하하도록 유속을 조절한다. 용기는 n-hexane 5 ml 씩으로 2회 세척하여 각 세척액을 칼럼에 재차 주입한다. 칼럼은 15% ether 함유 n-hexane 300 ml로 용출하고 용출액은 rotary evaporator에서 30°C 이하에서 농축한다. n-Hexane 5 ml를 가하여 농축잔사를 용해한 다음 농황산 3방울을 가하여 지방성분을 분해한다. 분해한 액은 2,500 rpm에서 원심분리한 다음 용매층을 취한다. 잔액에 다시 n-hexane 5 ml를 가한 후 동일조작을 2회 더 반복한다. 용매층을 합한 다음 30°C 이하에서 농축한다. 분해농축액은 다시 silica gel칼럼(길이 30 cm, 내경 2.2 cm의 크로마토관에 silica gel 10 g을 n-hexane액으로 충전하고 상층에 무수황산나트륨 약 8 g을 넣은 다음 칼럼을 n-hexane 100 ml로 뒤움)에 주입하여 분당 3 ml 이하의 유량으로 낙하하도록 유속을 조절한다. 용기는 n-hexane 5 ml 씩으로 2회 세척하여 각 세척액을 칼럼에 재차 주입한다. 칼럼은 15% ether 함유 n-hexane 300 ml로 용출하고 용출액은 rotary evaporator에서 30°C 이하에서 농축한 다음 내부표준용액 1 ml에 용해하여 그의 1 μ l를 GC/ECD에 주입한다.

지방조직 - 지방조직은 약 3 g을 정확히 취하여 n-hexane 20 ml를 가한 다음 냉각콘텐서를 연결하여 히팅맨틀에서 20분간 환류한 다음 냉각기 선단을 통하여 n-hexane 10 ml를 가하여 냉각기 내부를 씻어준다. 냉각후 n-hexane층을 무게를 알고있는 농축플라스크에 옮긴다. 지방조직 잔사는 n-hexane 20 ml를 가하여 n-hexane액이 황색을 띠지 않을 때까지 동일조작을 2회 이상 추출한다. 용매층을 완전히 제거한 후 무게를 측정하여 전후 무게차에 의하여 지방량을 산출한다. 그 이후의 조작은 앞의 간장의 전처리 및 측정과 동일하다.

혈액 - 혈액은 약 10 g을 정확히 취하여 n-hexane 50 ml를 가

Table I - Distribution of age and gender of individual subjects

Age group	Female	Male	Total
Teens	-	1	1
Twenties	2	-	2
Thirties	1	3	4
Forties	3	1	4
Fifties	1	-	1
Over Sixties	3	5	8
Total	10	10	20

하여 vortex mixer에서 지방성분을 추출한다. 이 조작을 3회 반복한 다음, 그 이후의 조작은 앞의 간장의 전처리 및 측정과 동일하다.

GC/ECD 분석법에 의한 유기염소제류 및 PCB congeners의 정량

표준용액의 조제 - α-BHC, β-BHC, γ-BHC, δ-BHC, p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE, endrin, dieldrin 및 aldrin 등 10종의 유기염소제류 농약 표준품과 7종의 PCB congener(28, 52, 101, 118, 153 및 180) 표준품을 내부표준용액에 용해하여 1 mg/ml의 표준원액을 조제한다. 표준원액을 내부표준용액을 사용하여 단계적으로 희석하여 0.00625, 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 및 0.25 µg/ml의 표준용액을 조제하였다. 내부표준용액은 mirex 및 PCB congener 204를 acetone에 용해하여 0.1 µg/ml 농도로 조제한 것을 사용하였다.

검량선의 작성 - 표준용액을 DB-5 column에서 전자포획검출기- 장착된 gas chromatograph에 1 µl 주입하며, GC의 측정조건에서 측정하였다.

α-BHC 등 10종의 유기염소제류 농약은 내부표준물질로 mirex를, 7종의 PCB congener는 내부표준물질로 PCB congener 204를 사용하였으며, 각각의 내부표준물질의 피크면적에 대한 개개 성분의 피크면적비에 의해 검량선이 작성되었다.

유기염소제류 농약 및 PCB congener의 확인 및 정량 - 정제된 시료는 먼저 DB-1 column과 DB-5 column에서 GC/ECD법에 의하여 측정하였으며, 표준품들의 유지시간을 비교하여 각 column에 공히 동일한 유지시간을 갖는 물질을 유기염소제류 농약 및 PCB congener로 확인하였다. 각 장기조직중 함량은 DB-5 column에 의한 검량선으로 내부표준법에 의해 산출하였다.

이때 사용된 gas chromatograph의 조건은 다음과 같다.

[GC 조건]

GC : Varian star 3400cx

Detector : ECD (⁶³Ni)

Injector temperature : 280°C

Detector temperature : 300°C

Column temperature :

DB-1(30 m×0.25 mm, film thickness 0.25 µm)

8°C/min 15°C/min
150°C(2 min) ----- 240°C(2 min) ----- 280°C(10 min)

DB-5(30 m×0.25 mm, film thickness 0.25 µm)

4°C/min 10°C/min
160°C(1 min) ----- 260°C(5 min) ----- 280°C(5 min)

Carrier gas : N₂ (30 ml/min)

회수율 측정

간장 약 5 g, 지방 약 3 g 및 혈액 약 10 g을 정확히 달아 균

질화시킨 후 10종의 유기염소제류 농약 표준품 및 7종의 PCB congeners 표준품을 각각 0.1 µg씩 acetone 용액으로 하여 첨가하여 하룻밤 방치한 다음 시료의 정제 항에 따라 시험하여 회수율을 측정하였다.

통계학적 분석

각 인체 부위에서 측정된 유기염소제류 농약 및 PCB congener의 함량에 대해 SPSS program을 이용하여 성별, 지역별, 장기별 평균, 표준편차, 함량범위 및 유의성 검정을 실시하였으며, t-검정 결과 p값이 0.05이하인 경우만 표기하였다.

실험결과 및 고찰

검량선 및 회수율 시험

DB-1 column이 장착된 GC/ECD를 이용하여 10종의 유기염소제류 농약과 7종의 PCB congener에 대한 검량선은 r값이 0.99 이상인 양호한 직선성을 나타냈다.

간장, 지방조직 및 혈액 일정량에 유기염소제류 농약 및 PCB congener를 각각 0.1 µg을 가한 다음 회수율을 측정하였다. 본 시험에서는 대조시료에 함유되어 있는 유기염소제류 농약 및 PCB congener의 함량을 공제하고 순수하게 첨가한 유기염소제

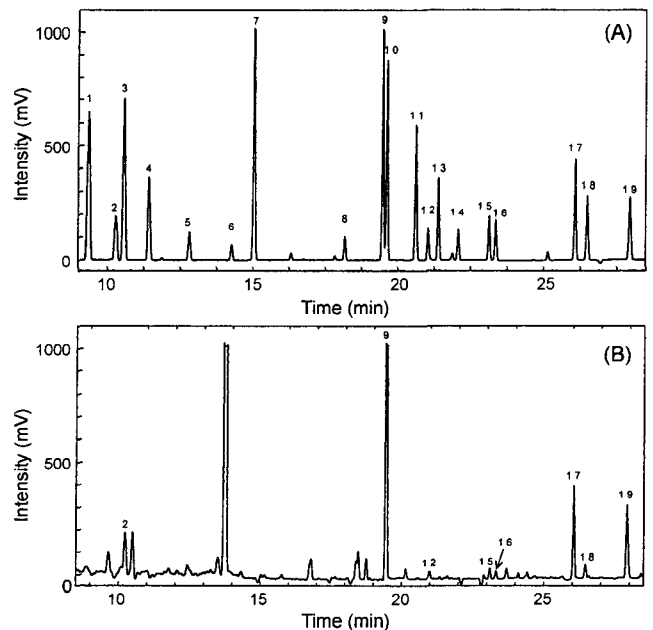


Fig. 1 - Gas chromatograms of organochlorine pesticides and PCB congeners standard (A) and adipose tissue extract (B). (DB-5 column)
1. α-BHC, 2. β-BHC, 3. γ-BHC, 4. δ-BHC, 5. PCB 28
6. PCB 52, 7. Aldrin, 8. PCB 101, 9. p,p'-DDE, 10. Dieldrin
11. Endrin, 12. PCB 118, 13. p,p'-DDD, 14. PCB 153,
15. p,p'-DDT, 16. PCB 138, 17. PCB 204(IS), 18. PCB 180,
19. Mirex(IS)

류 농약과 PCB congener의 회수율을 산정한 것이다. 유기염소 제류 농약의 회수율은 간장에서 65.5%(aldrin)~106.0%(α -BHC), 지방조직에서 71.2%(aldrin)~114.0%(α -BHC), 혈액에서 65.4%(aldrin)~92.3%(p,p'-DDD)로 나타났으며, PCB congener는 간장에서 71.6%(101)~101.8%(118), 지방조직에서 72.8%(180)~96.0%(118), 혈액에서 67.3%(101)~107.2%(118)로 양호하였다.

유기염소제류 농약 및 PCB congener의 함량

시료는 정제 후 acetone에 녹인 0.1 μ g/ml의 mirex 및 PCB congener 204 용액으로 용해하여 GC/ECD에 주입하여 유기염소제류와 PCB congener의 함량을 측정하였다. 무작위로 정제된 시료를 선정하여 acetone에 용해한 후 GC/ECD에 주입한 결과 모든 시료에서 mirex 및 PCB congener 204가 존재하지 않음을 확인한 후 mirex와 PCB congener 204를 내부표준용액으로 사

Table II – Concentration of organochlorine pesticides (μ g/g extracted fat basis) in blood according to the sex and district

Pesticide	Blood									
	Sex	Fre.	Mean \pm SD	Range	N	Dis.	Fre.	Mean \pm SD	Range	N
α -BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
β -BHC	M	10%	0.0335 \pm 0.1059	ND~0.3349	10	S	20%	0.0563 \pm 0.1214	ND~0.3349	10
	F	10%	0.0228 \pm 0.0722	ND~0.2283	10	C	0%	ND	ND	10
	T	10%	0.0282 \pm 0.0884	ND~0.3349	20	T	10%	0.0282 \pm 0.0884	ND~0.3349	20
γ -BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
δ -BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Σ -BHC	M		0.0335 \pm 0.1059	ND~0.3349	10	S		0.0563 \pm 0.1214	ND~0.3349	10
	F		0.0228 \pm 0.0722	ND~0.2283	10	C		ND	ND	10
	T		0.0282 \pm 0.0884	ND~0.3349	20	T		0.0282 \pm 0.0884	ND~0.3349	20
Endrin	M	0%	ND	ND	10	S	10%	0.0168 \pm 0.0530	ND~0.1675	10
	F	10%	0.0168 \pm 0.0530	ND~0.1675	10	C	0%	ND	ND	10
	T	5%	0.0084 \pm 0.0375	ND~0.1675	20	T	5%	0.0084 \pm 0.0375	ND~0.1675	20
Dieldrin	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	10%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Aldrin	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
p,p'-DDE	M	70%	0.1615 \pm 0.1417	ND~0.4080	10	S	80%	0.1952 \pm 0.1230	ND~0.3420	10
	F	100%	0.2058 \pm 0.1278	0.0673~0.4470	10	C	90%	0.1720 \pm 0.1486	ND~0.4470	10
	T	85%	0.1836 \pm 0.1333	ND~0.4470	20	T	85%	0.1836 \pm 0.1333	ND~0.4470	20
p,p'-DDT	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
p,p'-DDD	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Σ -DDT	M		0.1615 \pm 0.1417	ND~0.4080	10	S		0.1952 \pm 0.1230	ND~0.3420	10
	F		0.2058 \pm 0.1278	0.0673~0.4470	10	C		0.1720 \pm 0.1486	ND~0.4470	10
	T		0.1836 \pm 0.1333	ND~0.4470	20	T		0.1836 \pm 0.1333	ND~0.4470	20

M : Male, F : Female, S : Seoul and Kyonggido, C : Chollado, Fre. : Frequency
 ND : under the limit of detection, Σ -BHC= β -BHC
 Σ -DDT=p,p'-DDE

용하였다. 조제시료중 유기염소계류 농약과 PCB congener의 함량은 지방 g당 μg 으로 환산하여 표시하였다. 각 조직에서 지방이 차지하는 비율은 지방조직은 71.9%, 간장은 6.9%, 혈액은 0.25%이었다.

DB-1 column과 DB-5 column에 의해 10종의 유기염소계류 농약과 7종의 PCB congeners는 양호하게 분리되어 확인 및 정량이 가능하였으며, Fig. 1은DB-5 column에 의해 분리된 표준품과 지방시료에 대한 gas chromatogram이다. 비교적 다량이 함유되어 있는 p,p'-DDE는 GC/MSD(Finnigan GCQ)에 의해 검출을 확증할 수 있었다.

시료중 각 농약의 함량은 남녀별과 거주지역별 그리고 전체 총합으로 구분하여 평균, 표준편차 등을 계산하였으며, 남녀간, 거주지역별 함량의 통계학적 차이를 구하였다. 또한 각 장기조직별 함량과 연령간의 상관관계를 측정하였다.

혈액에서는 α -BHC, γ -BHC, δ -BHC, dieldrin, aldrin, p,p'-DDE 및 p,p'-DDD의 함량은 검출량 이하였으며, p,p'-DDE는 20개의 시료중 17개 시료에서 평균 $0.1836 \pm 0.1333 \mu\text{g/g}$, ND- $0.4770 \mu\text{g/g}$ 범위로 검출되어 검출률이 85%이었으며, 남녀별, 지

역별 함량의 차이는 관찰할 수 없었다. 미국의 Connecticut지역에서 수집한 35명 여성의 혈청에서 측정된 p,p'-DDE의 함량은 평균 967 ng/g 이었으며, $<1.0\text{-}2261.5 \text{ ng/g}$ 범위로 검출되었다는 보고¹⁷⁾와 비교하여 보면, 한국인 전혈에서의 p,p'-DDE의 함량은 평균 1/5정도로 낮게 검출되었으며, 전보¹⁵⁾에 비해서도 낮게 검출되었다. 또한 미국과 캐나다 국경에 위치한 5대호의 하나인 온타리오호 지역 남녀주민을 대상으로 실시한 물고기와 물새의 섭취량과 비섭취군 각 군의 혈장에서의 p,p'-DDE의 중앙값 함량범위 $292.8\text{-}383.1 \mu\text{g/kg(lipid weight)}$ ¹⁸⁾보다도 약간 낮았다.

PCB의 경우 혈액에서는 PCB 52, PCB 101, PCB 138 및 PCB 153의 함량은 검출량 이하였으며, PCB 118은 20개의 시료중 12개 시료에서 평균 $0.6028 \pm 0.8265 \mu\text{g/g}$, ND- $3.1417 \mu\text{g/g}$ 범위로 검출되어 검출률이 60%이었으며, 남녀별 및 지역별 함량의 차이는 관찰할 수 없었다. 총 PCB함량은 평균 $0.7958 \pm 1.0679 \mu\text{g/g}$ 이 검출되었으며, 수도권지역에 거주하였던 사람이 호남지역에 거주하였던 사람보다 통계학적으로 유의성있게 높았다. 벨기에 여성에 대해 1996년부터 1998년까지 96명의 혈청에 대해 7개의 PCB congeners의 함량을 측정된 결과 PCB 28,

Table III – Concentration of PCB congeners ($\mu\text{g/g}$ extracted fat basis) in blood according to the sex and district

PCB congener	Blood									
	Sex	Fre.	Mean \pm SD	Range	N	Dis.	Fre.	Mean \pm SD	Range	N
PCB 28	M	0%	ND	ND	10	S	10%	0.1775 ± 0.5614	ND~1.7752	10
	F	10%	0.1775 ± 0.5614	ND~1.7752	10	C	0%	ND	ND	10
	T	5%	0.0888 ± 0.3970	ND~1.7752	20	T	25%	0.0888 ± 0.3970	ND~1.7752	20
PCB 52	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
FCB 101	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
FCB 118	M	60%	0.8099 ± 1.0061	ND~3.1417	10	S	50%	0.6585 ± 1.0243	ND~3.1417	10
	F	60%	0.3957 ± 0.5782	ND~1.7910	10	C	70%	0.5471 ± 0.6212	ND~1.7910	10
	T	60%	0.6028 ± 0.8265	ND~3.1417	20	T	60%	0.6028 ± 0.8265	ND~3.1417	20
FCB 138	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
FCB 153	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
FCB 180	M	10%	0.2085 ± 0.6593	ND~2.0850	10	S	10%	0.2085 ± 0.6593	ND~2.0850	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	5%	$0.10430.4662$	ND~2.0850	20	T	5%	0.1043 ± 0.4662	ND~2.0850	20
Σ -PCB	M		1.0184 ± 1.3422	ND~3.6658	10	S		$1.0445 \pm 1.3727^*$	ND~3.6658	10
	F		0.5732 ± 0.7024	ND~1.7752	10	C		0.5471 ± 0.6212	ND~1.7910	10
	T		0.7958 ± 1.0679	ND~3.6658	20	T		0.7958 ± 1.0679	ND~3.6658	20

M : Male, F : Female, S : Seoul and Kyonggido, C : Chollado, Fre. : Frequency
 ND : under the limit of detection, Σ -PCB=PCB28+PCB118+PCB180
 *P<0.05

PCB 52 및 PCB 101은 검출되지 않았으며, 7개 PCB congeners의 함량은 평균 0.2578 $\mu\text{g/g}$ 이라는 보고¹⁹⁾에 비해서는 본 실험의 결과가 약 3배 높게 나타났다. 그러나 미국의 New York지역 수유기 산모의 혈청에서 측정된 총 PCB함량 320~728 ng/g이라는 보고²⁰⁾ 및 캐나다 온타리오 지역 주민의 혈장중 총 PCB함량 117~2562 ng/g¹⁸⁾보다는 약간 높았다.

지방조직에서는 모든 시료에서 p,p'-DDE가 0.0098~0.6096 $\mu\text{g/}$

g 범위로 검출되었고, p,p'-DDD, p,p'-DDT 및 β -BHC는 시료에서 80% 이상으로 높은 비율로 검출되었으며, 남녀별 함량의 차이는 관찰할 수 없었으나, β -BHC, p,p'-DDE 및 총 DDT 함량은 수도권지역에 거주하였던 사람이 호남지역에 거주하였던 사람보다 통계학적으로 유의성있게 높았다. α -BHC, γ -BHC, δ -BHC 및 dieldrin은 모든 시료에서 검출량 이하의 농도였다. 본 연구에서 α -BHC, γ -BHC 및 δ -BHC는 검출되지 않고 β -BHC만

Table IV – Concentration of organochlorine pesticides ($\mu\text{g/g}$ extracted fat basis) in adipose tissue according to the sex and district.

Pesticide	Adipose tissue									
	Sex	Fre.	Mean \pm SD	Range	N	Dis.	Fre.	Mean \pm SD	Range	N
α -BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
β -BHC	M	90%	0.0545 \pm 0.0565	ND~0.2045	10	S	90%	0.0750 \pm 0.0740*	ND~0.2160	10
	F	100%	0.0669 \pm 0.0574	0.0244~0.2160	10	C	100%	0.0464 \pm 0.0254	0.0244~0.1039	10
	T	95%	0.0607 \pm 0.0558	ND~0.2160	20	T	95%	0.0667 \pm 0.0558	ND~0.2160	20
γ -BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
δ -BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Σ -BHC	M		0.0545 \pm 0.0565	ND~0.2045	10	S		0.0750 \pm 0.0740*	ND~0.2160	10
	F		0.0669 \pm 0.0574	0.0244~0.2160	10	C		0.0464 \pm 0.0254	0.0244~0.1039	10
	T		0.0607 \pm 0.0558	ND~0.2160	20	T		0.0667 \pm 0.0558	ND~0.2160	20
Endrin	M	40%	0.0010 \pm 0.0014	ND~0.0042	10	S	60%	0.0021 \pm 0.0028	ND~0.0091	10
	F	50%	0.0019 \pm 0.0029	ND~0.0091	10	C	30%	0.0007 \pm 0.0013	ND~0.0039	10
	T	45%	0.0014 \pm 0.0023	ND~0.0091	20	T	45%	0.0014 \pm 0.0023	ND~0.0091	20
Dieldrin	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Aldrin	M	20%	0.0009 \pm 0.0019	ND~0.0049	10	S	30%	0.0025 \pm 0.0048	ND~0.0147	10
	F	20%	0.0021 \pm 0.0048	ND~0.0147	10	C	10%	0.0004 \pm 0.0013	ND~0.0041	10
	T	20%	0.0015 \pm 0.0036	ND~0.0147	20	T	20%	0.0015 \pm 0.0036	ND~0.0147	20
p,p'-DDE	M	100%	0.1520 \pm 0.1667	0.0098~0.6096	10	S	100%	0.2012 \pm 0.1705*	0.0098~0.6096	10
	F	100%	0.1684 \pm 0.0833	0.0793~0.3482	10	C	100%	0.1193 \pm 0.0456	0.0528~0.2072	10
	T	100%	0.1602 \pm 0.1285	0.0098~0.6096	20	T	100%	0.1602 \pm 0.1285	0.0098~0.6096	20
p,p'-DDT	M	80%	0.0234 \pm 0.0202	ND~0.0649	10	S	90%	0.0271 \pm 0.0193	ND~0.0568	10
	F	100%	0.0354 \pm 0.0149	0.0175~0.0568	10	C	90%	0.0316 \pm 0.0180	ND~0.0649	10
	T	90%	0.0294 \pm 0.0183	ND~0.0649	20	T	90%	0.0294 \pm 0.0183	ND~0.0649	20
p,p'-DDD	M	80%	0.0070 \pm 0.0090	ND~0.0317	10	S	70%	0.0043 \pm 0.0097	ND~0.0317	10
	F	80%	0.0067 \pm 0.0093	ND~0.0288	10	C	90%	0.0094 \pm 0.0084	ND~0.0288	10
	T	80%	0.0069 \pm 0.0092	ND~0.0317	20	T	80%	0.0069 \pm 0.0092	ND~0.0317	20
Σ -DDT	M		0.1825 \pm 0.1863	0.0098~0.6845	10	S		0.2326 \pm 0.1906*	0.0644~0.2638	10
	F		0.1805 \pm 0.0947	0.1074~0.4042	10	C		0.1603 \pm 0.0588	0.0098~0.6845	10
	T		0.1965 \pm 0.1422	0.0098~0.6845	20	T		0.1965 \pm 0.1422	0.0098~0.6845	20

M : Male, F : Female, S : Seoul and Kyonggido, C : Chollado, Fre. : Frequency

ND : under the limit of detection, Σ -BHC= β -BHC

Σ -DDT=p,p'-DDE+p,p'-DDT+p,p'-DDD,

*P<0.05

이 시료의 95%에서 검출되었는데 이는 β이성체가 잔류성이 높다는 보고²¹⁾와 일치하였다. Table VI은 여러 국가의 인체 지방 조직중 β-BHC, p,p'-DDT, p,p'-DDE 및 총 PCB류의 평균함량을 정리한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 본 연구에서 검출된 β-BHC, p,p'-DDT 및 p,p'-DDE의 평균함량은 다른 국가는 물론 이

미 보고된 한국인 지방조직중의 함량에 비해서도 낮게 나타났으나,¹⁴⁾ 저자 등이 보고한 함량¹⁵⁾과는 유사하였다. 이러한 결과는 측정된 한국인 시료에 대한 거주지역의 차이도 있으나, 1970년대 이후 이들 화합물의 생산 및 사용금지로 환경내에서의 분해, 이로 인한 섭취량의 감소 등에 의한 것으로 사료된다. DDT는

Table V – Concentration of PCB congeners (μg/g extracted fat basis) in adipose tissue according to the sex and district

PCB congener	Adipose tissue									
	Sex	Fre.	Mean ± SD	Range	N	Dis.	Fre.	Mean ± SD	Range	N
PCB 28	M	20%	0.0044 ± 0.0121	ND~0.0385	10	S	40%	0.0089 ± 0.0153	ND~0.0385	10
	F	20%	0.0045 ± 0.0114	ND~0.0359	10	C	0%	ND	ND	10
	T	20%	0.0044 ± 0.0114	ND~0.0385	20	T	20%	0.0044 ± 0.0114	ND~0.0385	20
PCB 52	M	10%	0.0036 ± 0.0114	ND~0.0360	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	10%	0.0036 ± 0.0114	ND~0.0360	10
	T	5%	0.0018 ± 0.0081	ND0~.0360	20	T	5%	0.0018 ± 0.0081	ND~0.0360	20
PCB 101	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
PCB 118	M	90%	0.0283 ± 0.0319	ND~0.1123	10	S	90%	0.0195 ± 0.0164	ND~0.0498	10
	F	100%	0.0270 ± 0.0195	0.0095~0.0585	10	C	100%	0.0359 ± 0.0313	0.0103~0.1123	10
	T	95%	0.0277 ± 0.0257	ND~0.1123	20	T	95%	0.0277 ± 0.0257	ND~0.1123	20
PCB 138	M	100%	0.0336 ± 0.0389	0.0051~0.1374	10	S	100%	0.0285 ± 0.0179	0.0051~0.0612	10
	F	80%	0.0260 ± 0.0189	ND~0.0612	10	C	80%	0.0311 ± 0.0398	ND~0.1374	10
	T	90%	0.0298 ± 0.0300	ND~0.1374	20	T	90%	0.0298 ± 0.0300	ND~0.1374	20
PCB 153	M	60%	0.0127 ± 0.0214	ND~0.0655	10	S	70%	0.0103 ± 0.0133	ND~0.0345	10
	F	40%	0.0086 ± 0.0135	ND~0.0327	10	C	30%	0.0110 ± 0.0218	ND~0.0655	10
	T	50%	0.0107 ± 0.0176	ND~0.0655	20	T	50%	0.0107 ± 0.0176	ND~0.0655	20
PCB 180	M	90%	0.0177 ± 0.0195	ND~0.0666	10	S	100%	0.0125 ± 0.0067	0.0029~0.0197	10
	F	90%	0.0108 ± 0.0066	ND~0.0265	10	C	80%	0.0159 ± 0.0200	ND~0.0666	10
	T	90%	0.0142 ± 0.0146	ND~0.0666	20	T	90%	0.0142 ± 0.0146	ND~0.0666	20
-PCB	M		0.1003 ± 0.1038	0.0337~0.3818	10	S		0.0796 ± 0.0395	0.0337~0.1462	10
	F		0.0769 ± 0.0393	0.0266~0.1462	10	C		0.0976 ± 0.1043	0.0266~0.3818	10
	T		0.0886 ± 0.0773	0.0266~0.3818	20	T		0.0886 ± 0.0773	0.0266~0.3818	20

M : Male, F : Female, S : Seoul and Kyonggido, C : Chollado, Fre. : Frequency

NC : under the limit of detection,

Σ-PCB=PCB28+PCB52+PCB118+PCB138+PCB153+PCB180

Table VI – Mean concentration of β-BHC, p,p'-DDT and p,p'-DDE in human adipose tissues from various countries (unit : μg/kg lipid weight basis)

Country	Year	β-BHC	p,p'-DDT	p,p'-DDE	PCBs	References
Canada	1991-1992	40	NA	765		Dewailly <i>et al.</i> , 1994 ²⁵⁾
Italy	1989	213	64	395	NA	Gallelli <i>et al.</i> , 1995 ²⁶⁾
Iran	1991-1992	728	190	2,450	NA	Burgaz <i>et al.</i> , 1995 ²⁷⁾
Spain	1991	1,530	400	3,930	2,400	Gomez-Catalan <i>et al.</i> , 1995 ²⁸⁾
USA	1994-1996	37	28	913		Stellman <i>et al.</i> , 1995 ²⁹⁾
Vietnam	1991	30 ^{a)}		4,900 ^{b)}	300	Nakamura <i>et al.</i> , 1994 ³⁰⁾
Mexico	1997-1998	143	1,224	4,355	NA	Waliszewski <i>et al.</i> , 1999 ¹⁾
Japan	1986-1987	1,800 ^{a)}		2,400 ^{b)}		Kashimoto <i>et al.</i> , 1989 ³¹⁾
Korea	1994-1995	190 ^{a)}		1,100 ^{b)}	400	Kang <i>et al.</i> , 1997 ¹⁴⁾
Korea	2000	23	27	153	NA	Yoo <i>et al.</i> , 2001 ¹⁵⁾
Korea	2001	61	29	160	89 ^{c)}	This study.

^{a)}α-BHC+β-BHC+γ-BHC, ^{b)}p,p'-DDE+p,p'-DDT+p,p'-DDD

^{c)}Sum of 7 marker PCBs NA : not available

이전에 사용이 금지되었으나, 1980년대에 열대 및 아열대지역 국가에서 말라리아나 다른 중개물에 의해 전달되는 질환의 예방, 전달 및 확산 조절에 사용되는 살충제로 WHO에 의해 DDT가 추천됨으로써^{22,23)} 다시 사용되고 있어 이러한 지역에 거주하는 인체의 장기조직중 DDT 및 그 대사체의 함량 증가를 예측할 수 있다.

지방조직에서 PCB류는 PCB 118, PCB 138 및 PCB 180이 측정된 시료의 90%이상에서 검출되었으며, 총 PCB함량은 평균

0.0886±0.0773 µg/g 검출되었고, 남녀별, 지역별 함량의 차이는 관찰할 수 없었다. PCB 101은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 벨기에 여성의 지방조직에서 측정된 7개의 PCB congeners중 PCB 153, PCB 180, PCB 138, PCB 118의 함량은 높았고, PCB 28, PCB 52 및 PCB 101의 함량은 매우 낮았으며, 평균 0.3731 µg/g이 검출되었다는 보고¹⁹⁾와 비교할 때 본 실험에서도 총PCB 함량은 4배정도 낮았으나, PCB 138, PCB 118, PCB 180, PCB 153의 함량은 PCB 28 및 PCB 52의 함량에 비해 매

Table VII - Concentration of organochlorine pesticides (µg/g extracted fat basis) in liver according to the sex and district

Pesticide	Liver									
	Sex	Fre.	Mean ± SD	Range	N	Dis.	Fre.	Mean ± SD	Range	N
α-BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
β-BHC	M	90%	0.2793 ± 0.3101	ND~0.9659	10	S	90%	0.2978 ± 0.2085	ND~0.6326	10
	F	100%	0.3647 ± 0.5986	0.0703~0.6326	10	C	100%	0.3462 ± 0.3006	0.0703~0.9659	10
	T	95%	0.3220 ± 0.2530	ND~0.9659	20	T	95%	0.3220 ± 0.2530	ND~0.9659	20
γ-BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
δ-BHC	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Σ-BHC	M		0.2793 ± 0.3101	ND~0.9659	10	S		0.2978 ± 0.2085	ND~0.6326	10
	F		0.3647 ± 0.5986	0.0703~0.6326	10	C		0.3462 ± 0.3006	0.0703~0.9659	10
	T		0.3220 ± 0.2530	ND~0.9659	20	T		0.3220 ± 0.2530	ND~0.9659	20
Endrin	M	30%	0.0106 ± 0.0275	ND~0.0599	10	S	30%	0.0019 ± 0.0040	ND~0.0124	10
	F	20%	0.0018 ± 0.0041	ND~0.0124	10	C	20%	0.0105 ± 0.0223	ND~0.0599	10
	T	25%	0.0062 ± 0.0162	ND~0.0599	20	T	25%	0.0062 ± 0.0162	ND~0.0599	20
Dieldrin	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
Aldrin	M	10%	0.0017 ± 0.0052	ND~0.0165	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	10%	0.0017 ± 0.0052	ND~0.0165	10
	T	5%	0.0008 ± 0.0037	ND~0.0165	20	T	5%	0.0008 ± 0.0037	ND~0.0165	20
p,p'-DDE	M	100%	0.2122 ± 0.1799	0.0415~0.6790	10	S	100%	0.3118 ± 0.2071**	0.0415~0.6790	10
	F	100%	0.2619 ± 0.1571	0.1012~0.5410	10	C	100%	0.1612 ± 0.0545	0.0801~0.2420	10
	T	100%	0.2365 ± 0.1664	0.0415~0.6790	20	T	100%	0.2365 ± 0.1664	0.0415~0.6790	20
p,p'-DDT	M	40%	0.0164 ± 0.0275	ND~0.0855	10	S	50%	0.0241 ± 0.0356	ND~0.1119	10
	F	20%	0.0162 ± 0.0371	ND~0.1119	10	C	10%	0.0086 ± 0.0270	ND~0.0855	10
	T	30%	0.0163 ± 0.0318	ND~0.1119	20	T	30%	0.0163 ± 0.0318	ND~0.1119	20
p,p'-DDD	M	60%	0.0282 ± 0.0400	ND~0.1201	10	S	70%	0.0313 ± 0.0385	ND~0.1201	10
	F	50%	0.0261 ± 0.0336	ND~0.1012	10	C	40%	0.0230 ± 0.0347	ND~0.1012	10
	T	55%	0.0272 ± 0.0359	ND~0.1201	20	T	55%	0.0272 ± 0.0359	ND~0.1201	20
Σ-DDT	M		0.2559 ± 0.2153	0.0584~0.7991	10	S		0.3672 ± 0.2388*	0.0584~0.7991	10
	F		0.3042 ± 0.1848	0.1012~0.6894	10	C		0.1928 ± 0.0888	0.0801~0.3777	10
	T		0.2800 ± 0.1968	0.0584~0.7991	20	Tz		0.2800 ± 0.1968	0.0584~0.7991	20

M : Male, F : Female, S : Seoul and Kyonggido, C : Chollado, Fre. : Frequency, ND : under the limit of detection, Σ-BHC=β-BHC

Σ-DDT=p,p'-DDE+p,p'-DDT+p,p'-DDD,

**p<0.01, *p<0.05

우 높게 나타났다. 1998년 스웨덴인 7명에 대해 측정된 지방조직중 총PCB의 평균함량이 1179 ng/g이었다는 보고²⁴⁾ 등 외국 자료와 비교하여보면 한국인 지방조직중 총 PCB의 함량은 매우 낮았다.

간장에서는 지방조직에서와 같이 α -BHC, γ -BHC, δ -BHC 및 dieldrin의 함량은 모든 시료에서 검출량 이하였으며, p,p'-DDE는 20개 전시료에서 평균 $0.2365 \pm 0.1664 \mu\text{g/g}$, $0.0415 \sim 0.6790 \mu\text{g/g}$ 범위로 검출되어 검출률이 100%이었다. 간장조직에서 유기염소계류농약의 함량은 남녀간에 유의성있는 차이가 없었으나, p,p'-DDE와 총DDT의 함량이 수도권지역에 거주하였던 사람이 호남지역에 거주하였던 사람보다 통계학적으로 유의성이 있게 높았다. 간장에서 검출된 p,p'-DDE의 함량은 스웨덴²⁴⁾ 및 Greenland 사람²⁾의 평균농도 836 ng/g, 2,209 ng/g와 비교하면 3배 이상 낮았으며, β -BHC의 함량은 평균 $0.3220 \mu\text{g/g}$ 이 검출되어 Greenland 사람의 평균농도 395 ng/g보다 약간 낮았다. p,p'-DDE의 함량은 전보에¹⁵⁾ 보고한 $0.1565 \mu\text{g/g}$ 에 비해 약간 높았으나, β -BHC는 전보에 보고한 $0.3316 \mu\text{g/g}$ 과 매우 유사하

였다.

간장에서 PCB류는 지방조직에서와 같이 PCB 118, PCB 153, PCB 138 및 PCB 180의 함량이 높았고, PCB 52 및 PCB 101의 함량은 검출량 이하였다. 총 PCB함량은 평균 $0.1158 \pm 0.1065 \mu\text{g/g}$ 검출되었고, 남녀별 함량의 차이는 관찰할 수 없었으나, PCB 118의 함량은 호남지역에 거주하였던 사람이 수도권지역에 거주하였던 사람보다 통계학적으로 유의성있게 높았다. 간장에서 검출된 총 PCB의 함량은 17종의 PCB congener를 측정한 스웨덴 사람의 평균농도 $1,065 \text{ ng/g}$ ²⁴⁾보다 9배 이상 낮은 수치였다.

본 연구에서 측정된 총 PCB 함량은 외국의 자료에 비해 낮았는데, 이는 한국인의 PCB류에 대한 노출량이 적은 것뿐만 아니라, 본 연구에서는 7개의 marker PCB congener 함량만 측정하였기 때문으로 생각된다.

유기염소계류 농약 및 PCB congeners의 조직내 분포 특성을 살펴보기 위하여 각 유기염소계류 농약과 PCB congeners의 조직내 분포량에 관한 상관관계를 측정한 결과는 Table IX에서 보는 바와 같다. 검출률이 50%미만인 경우에는 불검출 시료로 인

Table VIII - Concentration of PCB congeners ($\mu\text{g/g}$ extracted fat basis) in liver according to the sex and district

PCB congener	Liver									
	Sex	Fre.	Mean \pm SD	Range	N	Dis.	Fre.	Mean \pm SD	Range	N
PCB 28	M	10%	0.0018 ± 0.0058	ND~0.0183	10	S	30%	0.0157 ± 0.0414	ND~0.1324	10
	F	20%	0.0139 ± 0.0417	ND~0.1324	10	C	0%	ND	ND	10
	T	15%	0.0079 ± 0.0296	ND~0.1324	20	T	15%	0.0044 ± 0.0114	ND~0.1324	20
PCB 52	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
PCB 101	M	0%	ND	ND	10	S	0%	ND	ND	10
	F	0%	ND	ND	10	C	0%	ND	ND	10
	T	0%	ND	ND	20	T	0%	ND	ND	20
PCB 118	M	70%	0.0791 ± 0.0844	ND~0.2210	10	S	60%	$0.0380 \pm 0.4254^*$	ND~0.1047	10
	F	70%	0.0741 ± 0.0742	ND~0.2291	10	C	80%	0.1152 ± 0.0868	ND~0.2291	10
	T	70%	0.0766 ± 0.0774	ND~0.2291	20	T	70%	0.0766 ± 0.0774	ND~0.2291	20
PCB 138	M	30%	0.0163 ± 0.0293	ND~0.0831	10	S	30%	0.0129 ± 0.0217	ND~0.0518	10
	F	10%	0.0049 ± 0.0155	ND~0.0491	10	C	10%	0.0083 ± 0.0263	ND~0.0861	10
	T	20%	0.0106 ± 0.0236	ND~0.0831	20	T	20%	0.0106 ± 0.0236	ND~0.0831	20
PCB 153	M	40%	0.0177 ± 0.0358	ND~0.1102	10	S	40%	0.0154 ± 0.0344	ND~0.1102	10
	F	10%	0.0025 ± 0.0078	ND~0.0248	10	C	10%	0.0048 ± 0.0152	ND~0.0481	10
	T	25%	0.0101 ± 0.0264	ND~0.1102	20	T	25%	0.0101 ± 0.0264	ND~0.1102	20
PCB 180	M	30%	0.0114 ± 0.0189	ND~0.0470	10	S	30%	0.0164 ± 0.0319	ND~0.0978	10
	F	10%	0.0098 ± 0.0309	ND~0.0978	10	C	10%	0.0047 ± 0.0149	ND~0.0470	10
	T	20%	0.0106 ± 0.0250	ND~0.0978	20	T	20%	0.0106 ± 0.0250	ND~0.0978	20
Σ -PCB	M		0.1264 ± 0.1183	ND~0.3768	10	S		0.0985 ± 0.0963	ND~0.3042	10
	F		0.1052 ± 0.0986	ND~0.3042	10	C		0.1331 ± 0.1183	ND~0.3768	10
	T		0.1158 ± 0.1065	ND~0.3768	20	T		0.1158 ± 0.1065	ND~0.3768	20

M : Male, F : Female, S : Seoul and Kyonggido, C : Chollado, Fre. : Frequency

ND : under the limit of detection,

Σ -PCB=PCB28+PCB118+PCB138+PCB153+PCB180

**p<0.01, *p<0.05

Table IX – Correlation between tissues for p,p'-DDE and PCB 118 of 20 autopsies (Frequency>50%)

Pesticide	Tissues	r value	p value
p,p'-DDE	Adipose tissue/Liver	0.832	<0.01
PCB 118	Adipose tissue/Liver	0.549	<0.05

하여 상관성이 증가하여 각 농약의 분포특성을 정확하게 규명하기 어려워서 본 연구에서는 50%이상의 검출률을 나타내는 농약에 대해서만 상관성을 측정하였다. 그 결과 p,p'-DDE와 PCB 118가 조직간 분포에서 유의성이 나타났는데, p,p'-DDE의 함량은 지방조직과 간장(Pearson's $r=0.832$, $p<0.01$)에서 강한 상관성이 나타났으며, PCB 118의 함량은 지방조직과 간장($r=0.549$, $p<0.05$)에서 유의성있는 상관성이 나타났다.

지역, 성별 등의 차이에 의한 신뢰성을 높이기 위해 보다 많은 사례의 보완 시험이 필요하나, 본 연구결과 한국인 혈액, 지방조직 및 간장에서의 유기염소계류 농약 및 PCB함량은 이미 보고된 외국의 자료에 비하여 낮았으며, 다양한 유기염소계 화합물이 매우 폭넓게 한국인 장기조직에 분포하고 있음을 알 수 있었다.

결 론

이상의 실험결과 서울 및 경기지역, 호남지역에서 거주하다 사망한 남녀 각 5구씩 20구의 사체에서 혈액, 지방조직 및 간장을 채취하여 장기조직내 α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, p,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE, endrin, dieldrin 및 aldrin 10종의 유기염소계류 농약과 PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 및 PCB 180등 7종의 marker PCB congener의 분포를 조사하였다. 조사결과 α -BHC, γ -BHC, δ -BHC, dieldrin과 PCB 101은 모든 시료에서 검출되지 않았으며, 장기조직내 함량과 연령간, 남녀시료간의 함량에는 통계학적으로 유의성이 있는 상관성이 나타나지 않았다. 거주지역에 따른 함량차이는 혈액에서 총 PCB, 지방조직에서 β -BHC, 총 BHC, p,p'-DDE 및 총 DDT, 간장에서 p,p'-DDE, 총 DDT 및 PCB 118의 함량이 통계학적으로 유의성이 있는 상관성이 나타났다. 유기염소계류 농약 및 PCB류의 조직내 분포량에 관한 상관관계를 측정된 결과 p,p'-DDE 및 PCB 118의 함량은 지방조직과 간장에서 강한 상관성이 나타났다. 극히 일부에 국한되지만 각 장기조직에서 측정된 유기염소계류 농약 및 PCB류의 함량은 여러 국가에서 보고된 함량과 비교하여 보면 매우 낮았으나, p,p'-DDE, PCB#118을 포함한 여러 유기염소계류 화합물이 한국인 장기조직에 고르게 분포되었음을 알 수 있었다. 지속적인 연구로 더욱 많은 개체에서 이들 성분의 분포를 측정하여 신뢰성을 향상시키면 각 지역의 노출평가의 기초자료로 활용될 것으로 보인다.

감사의 말씀

이 연구는 국립독성연구소/식품의약품안전청 2001년도 내분비계 장애물질 평가사업 연구비에 의해 수행되었습니다(ED 2001-23).

문 헌

- 1) Waliszewski, S. M., Aguirre, A. A., Infanzon, R. M., Benitez, A. and Rivera, J. : Comparison of organochlorine pesticide levels in adipose tissue and human milk of mothers living in Veracruz, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **62**, 685 (1999).
- 2) Dewailly, E., Mulvad, G., Pedersen, H. S., Ayotte, P., Demers, A., Weber, J. P. and Hansen, J. C. : Concentration of organochlorines in human brain, liver, and adipose tissue autopsy samples from Greenland. *Environ Health Perspect.*, **107**, 823 (1999).
- 3) Colborn, T., vom Saal, F. and Soto, A. M. : Developmental effects of endocrine disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environ. Health Perspect.* **101**, 378 (1993).
- 4) Waller, C. L., Minor, D. L. and McKinney J. D. : Using three-dimensional quantitative structure-activity relationships to examine estrogen receptor binding affinities of polychlorinated hydroxy-biphenyls. *Environ. Health Perspect.* **103**, 702 (1995).
- 5) Hileman, B. : Concerns broaden over chlorine and chlorinated hydrocarbons. *Chem. Eng. News* **71**, 11 (1993).
- 6) Hileman, B. : Environmental estrogens linked to reproductive abnormalities, cancer. *Chem. Eng. News* **72**, 19 (1994).
- 7) Soto, A. M., Sonnenschein, C., Chung, K. L., Fernandez M. F., Olea, N. and Serrano, F. O. : The E-SCREEN assay as a tool to identify estrogens : An update on estrogenic environmental pollutants. *Environ. Health Perspect.* **103** (Suppl 7), 113 (1995).
- 8) WHO : Assessment of health risks in infants associated with exposure to PCBs, PCDDs and PCDFs in breast milk. *Environ. Health Series* **29** (1988).
- 9) Schecter, A., F r st, P., Kr ger, C., Meemken, H. A., Groebel, W. and Constable, J. D. : Levels of polychlorinated dibenzofurans, dibenzodioxines, PCBs, DDT and DDE, hexachlorobenzene, dieldrin, hexachlorocyclohexanes and oxychlorodane in human breast milk from the United States, Thailand, Vietnam and Germany. *Chemosphere* **18**, 445 (1989).
- 10) Cok, I., Bilgili, A., Yarsan, E., Ba Ci, C. and Burgaz, S. : Organochlorine pesticide residue levels in human adipose tissue of residents of Manisa (Turkey), 1995-1996. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **61**, 311 (1998).
- 11) Dewailly, E., Dodin, S., Verreault, R., Ayotte, P., Sauve, L., Morin, J. and Brisson, J. : High organochlorine body burden in women with estrogen receptor-positive breast cancer. *J. Natl. Cancer Inst.* **86**, 232 (1994).
- 12) Im, S. H., Matsuda, M., Wakimoto, T. and Min, B. Y. :

- Distribution of polychlorinated biphenyls (PCBs) in sediments from Masan bay, Korea. *J. Environ. Chemistry* **4**, 851 (1994).
- 13) Im, S. H., Min, B. Y., Matsuda, M. and Wakimoto, T. : Levels of polychlorinated-p-dioxines and dibenzofurans in surface sediments and soils around Masan bay, Korea. *J. Environ. Chemistry* **5**, 625 (1995).
 - 14) Kang, Y. S., Matsuda, M., Kawano, M., Wakimoto, T. and Min, B. Y. : Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxines and dibenzofurans in human adipose tissue from western Kyungnam, Korea. *Chemosphere* **35**, 2107 (1997).
 - 15) 유영찬, 이상기, 이수연, 양자열, 인상환, 김기욱, 정규혁 : 한국인 장기조 직중 유기염소계류 농약의 분포. 약학회지, **45**, 366 (2001).
 - 16) 衛生試験法・註解, 日本薬學會編, 金原出版(株) (1995).
 - 17) Archibeque-Engle, S. L., Tessari, J. D., Winn, D. T., Keefe, T. L., Nett, T. M. and Zheng, T. : Comparison of organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in human breast adipose tissue and serum. *J. Toxicol. Environ. Health* **52**, 285 (1997).
 - 18) Kearney, J. P., Cole, D. C., Ferron, L. A. and Weber, J. : Blood PCB, p,p'-DDE, and Mirex levels in Great lakes fish and waterfowl consumers in two Ontario communities. *Environmental Research Section A* **80**, S138 (1999).
 - 19) Pauwels, A., Covaci, A., Weyler, J., Delbeke, L., Dhont, M., De Sutter, P., D'Hooghe, T. and Schepens, P. J. C. : Comparison of persistent pollutant residues in serum and adipose tissue in a female population in Belgium, 1996-1998. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **39**, 265 (2000).
 - 20) Greizerstein, H. B., Stinson, C., Pendola, P., Buck, G. M., Kostyniak, P. J. and Vena, J. E. : Comparison of PCB congeners and pesticide levels between serum and milk from lactating women. *Environmental Research Section A* **80**, 280 (1999).
 - 21) Kutz, F. W., Wood, P. H. and Battimore, D. P. : Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyls in human adipose tissue. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* **120**, 1 (1991).
 - 22) Najera, J. A., Kouznetzov, R. L. and Delacollette, C. : Malaria epidemics. Detection and control forecasting and prevention. *World Health Organization WHO/MAL/98* 1084 (1998).
 - 23) WHO : Chemical method for the control of anthropod vectors and pests of public health importance. Geneva, Switzerland (1984).
 - 24) Weistrand, C. and Noren, K. : Polychlorinated naphthalenes and other organochlorine contaminants in human adipose and liver tissue. *J. Toxicol. Environ. Health, Part A* **53**, 293 (1998).
 - 25) Dewailly, E., Ryan, J. J., Laliberte, C., Bruneau, S., Weber, J. P., Gingras, S. and Carrier, G. : Exposure of remote maritime populations to coplanar PCBs. *Environ. Health Perspect.* **102**(Suppl1), 205 (1994).
 - 26) Gallelli, G., Mangini, S. and Gerbino, C. : Organochlorine residues in human adipose and hepatic tissues from autopsy sources in northern Italy. *J. Toxicol. Environ. Health* **46**, 293 (1995).
 - 27) Burgaz, S., Afkham, B. L. and Karakaya, A. E. : Organochlorine pesticide contaminants in human adipose tissue collected in Tebriz (Iran). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **54**, 546 (1995).
 - 28) Gomez-Catalan, J., Lezaun, M., To-Figueras, J. and Corbella, J. : Organochlorine residues in the adipose tissue of the population of Navarra (Spain). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **54**, 534 (1995).
 - 29) Stellman, S. D., Djordjevic, M. V., Muscat, J. E., Gong, L., Bernstein, D., Citron, M. L., White, A., Kemeny, M., Busch, E. and Nafziger, A.N. : Relative abundance of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in adipose tissue and serum of women in Long Island, New York. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* **7**, 489 (1998).
 - 30) Nakamura, H., Matsuda, M., Quynh, H. T., Cau, H. D., Chi, H. T. K. and Wakimoto, T. : Levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxines, dibenzofurans, PCBs, DDTs and HCHs in human adipose tissue and breast milk from the south of Vietnam. *Organohalogen compounds* **21**, 71 (1994).
 - 31) Kashimoto, T., Takayama, K., Mimura, M., Miyata, H., Murakami, Y. and Matsumoto, H. : PCDDs, PCDFs, PCBs, coplanar PCBs and organochlorinated pesticides in human adipose tissue in Japan. *Chemosphere* **19**, 921 (1989).