

식품에서 Non Dioxin-like PCBs와 Indicator PCBs 분석

박효근¹ · 류지정 · 안승희 · 장윤석¹ · 백옥진² · 김미혜² · 서정주[†]

한국기초과학지원연구원, ¹포항공대 환경공학부, ²식품의약품안전평가원

Analysis of Non Dioxin-like PCBs and Indicator PCBs in Food

Hyo-Keun Park¹, Jijeoung Ryu, Seunghee Ahn, Yoon-Seok Chang¹,
Ockjin Paek², Mee Hye Kim², and Jungju Seo[†]

Seoul Center, Korea Basic Science Institute, Seoul 136-713, Korea

¹School of Environmental Science and Engineering, POSTECH

²National Institute of Food and Drug Safety Evaluation

Received October 28, 2011/Accepted December 26, 2011

Occurrence of non-dioxin like PCBs (62 congeners) and indicator PCBs (7 congeners) were thoroughly investigated by analyzing a total of 210 food samples collected from 5 major cities in Korea. For the validation of the test method, extraction efficiency and cleanup patterns of multi-column for various food samples have been tested. In food, the highest mean contamination level was observed in fish and fish derived products followed by eggs, milk and its products, and meat and its products. Most congeners of non dioxin-like PCBs were detected in food and T4CB and P5CB were the majors among them. In case of fish and shellfish, the indicator PCBs (#138, #153 and #101, #118) were main congeners. Simple regression analysis between non-dioxin like PCBs (62 PCBs) and indicator PCBs showed strong correlation. The ratios of indicator PCBs (7 congeners) to non-dioxin like PCBs (62 PCBs) in each food groups were 29%-42% and the sum of the 7 indicator PCBs was on average close to two times higher than the sum of the non-dioxin like PCBs (62 PCBs) in animal origin food.

Key words: Non dioxin-like PCBs, indicator PCBs, Food

1. 서 론

내분비계장애물질로 알려진 폴리염화비페닐(PCBs; Polychlorinated biphenyls)은 중요한 환경오염물질로서 잔류성유기오염물질 즉, POPs(Persistent Organic Pollutants)물질로 관리되고 있다. 폴리염화비페닐은 환경 중에서 매우 안정하고 친지질성을 띠기 때문에 잔류성이 뛰어나고 먹이사슬을 통해 체내에 농축된다¹. 폴리염화비페닐은 주로 호흡, 섭취, 접촉 등의 방법으로 인체에 노출되는데 이들 중 음식물 섭취를 통한 노출이 주요한 경로라고 알려져 있다². WHO의 보고서에 의하면 다양한 오염원으로부터 노출되는 폴리염화비페닐의 수준은 마시는 물, 공기, 음식 등의 순서로 노출량이 증가하며, 식품에 의한 노출이 가장 주요 노

출 경로이다³.

세계보건기구(World Health and Organization: WHO)를 포함하여 우리나라 및 세계 각국은 다이옥신과 같은 오염물질들을 관리하기위해 평생 동안 섭취하여도 안전한 수준인 일일섭취허용량(TDI: Tolerable Daily Intake)을 설정하여 운영하고 있다. 식품에서 일분은 PCBs에 대해 TDI를 5 µg/kg bw/day, 독일은 1~3 µg/kg bw/day로 설정하여 운영하고 있으며, 프랑스에서는 1991년 209종 PCBs에 대해 TDI를 5 µg/kg bw/day로 설정운영하다가 2005년 0.02 µg/kg bw/day로 재설정된 바 있다⁴. 우리나라도 식품의약품안전청에서 2011년 8월 수산물중 어류에 대해 0.3 mg/kg 이하로 잔류허용기준을 정한 바 있다⁵.

PCBs의 사용이 금지된 이후 PCBs의 잔류량은 모든

[†]To whom correspondence should be addressed.

Tel: 82-2-920-0791, Fax: 82-2-920-0789, E-mail: jjseo@kbsi.re.kr

매체에서 지속적인 감소 추세를 보인다⁶⁾. 따라서 검출 한계가 좋은 분석법, 분석기기를 사용하는 방향으로 으로 연구가 진행되고 있으며 다이옥신 유사 폴리염화비페닐 12종은 고분해능 질량분석기를 이용한 방법이 일반화되었다. 하지만 아직까지 고분해능 질량분석기를 이용하는 방법은 일반 GC/MS에 비해 비용이 많이 소요되고 따라서 고분해능 질량분석기를 가지고 있지 않는 실험실에서의 62종의 비 다이옥신 유사 폴리염화비페닐의 분석에는 한계가 있었다.

독성등가계수가 있는 다이옥신 유사 폴리염화비페닐(DL-PCBs: dioxin like PCBs) 12종은 내분비계에 다이옥신류와 같이 유사한 작용을 한다는 점 때문에 많은 연구가 되고 있으나, non-dioxin like PCBs의 경우도 신경독성과 같은 다른 독성학적 측면이 알려져 최근에는 이들에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다³⁾. 또한 이런 물질은 환경 및 음식물 중 잔류농도가 다이옥신유사 폴리염화비페닐에 비해서 훨씬 높으며, 특히 indicator 7종 (PCB28, PCB51, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153, PCB180)은 전체 농도의 50% 이상을 차지하여 7종으로 다이옥신류에 대한 분석여부를 결정하기도 한다^{7,8)}.

유럽식품안전청(ESFA, European Food Safety Authority)식품별 6종의 폴리염화비페닐(PCB28, 52, 101, 138, 153, 180)의 합 농도에 대한 최대 수준을 제안하고 있고, 또한 식품과 사료에 대해 6종의 PCBs를 측정하고 전체 non-dioxin like PCBs의 50%로 환산하여 매해 그 잔류량을 보고하고 있다⁹⁾. 또한 6개의 이성질체, 3개의 이성질체(PCB138, 153, 180), 또는 7개 이성질체(PCB118포함)만의 합으로 대략적인 전체 비 다이옥신 유사 폴리염화비페닐 농도를 예측할 수 있다는 보고가 있고, 6종의 경우는 2배, 3종은 3배, 7종은 1.7배를 하면 실제 합과 거의 유사한 결과를 보여준다¹⁰⁾.

따라서 본 연구에서는 우리나라 식품 210종에서 62종의 비 다이옥신 유사 폴리염화비페닐에 대한 전체 식품군에서 노출정도를 알아보고, 62종의 PCBs의 분석에 대한 대체방법으로 indicator PCBs 7종 분석법을 활용할 수 있는가에 대한 상관관계를 조사하고자 한다.

2. 실험방법

2.1. 식품시료의 선정 및 채취

우리국민이 섭취하고 있는 대표식품군을 선정하는 기

준자료로서 2007년 보건복지부에 의해 실시된 국가 단 위조사인 「2007 국민건강 영양조사」¹¹⁾의 지역별, 연령별 식품소비 내역을 근거로 하여 장바구니 조합을 정하고 항목당 다소비 식품으로 전체 섭취량을 결정할 수 있도록 조합하였다. 각 식품군당 대상 식품과 식품섭취량은 Table 1과 같다.

서울특별시 및 4개 권역(부산, 대전, 광주, 강릉)의 각각 같은 조성의 42식품을 2010년 수거하여 오염량을 조사하기위해 각 도시의 대표적 인구밀집 지역 및 주거지역의 상점을 이용하였다. 한 도시 당 대형 식품상점과 지역 재래시장에서 식품을 구입하여 각 도시 당 식품으로 혼합 조제하였다.

시료는 실제 섭취하는 가식부위를 대상으로 하였으며 시료는 수거 즉시 가식부를 분리하고 균질화하여 드라이아이스 보관 하에 실험실로 이동하였다. 도착한 시료는 -20°C에서 보관하였다.

2.2. 시약 및 기기

본 연구에서 62종 PCBs의 분석대상으로 선정된 이성질체는 PCB-1, 3, 4, 8, 10, 15, 18, 19, 22, 28, 33, 37, 44, 49, 52, 54, 70, 74, 77, 81, 87, 95, 99, 101, 104, 105, 110, 112, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 149, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 167, 168, 169, 170, 171, 177, 178, 180, 183, 187, 188, 189, 191, 194, 199, 201, 202, 205, 206, 208, 209 등 총 62개의 이성질체를 선정하였다. Indicator PCBs로 선택된 7종의 PCBs 분석을 위해서는 PCB-28, 101, 118, 138, 153, 180을 선택하였다.

62종 PCBs 분석을 위한 표준물질로는 native PCBs 혼합물(BP-MS, 62종 PCBs 혼합물), MBP-CG, MBP-19, MBP-54, MBP-104, MBP-167, MBP-170 등을 Wellington Laboratories Inc.에서 구입을 하였다. MBP-CG는 ¹³C로 치환된 mono부터 deca까지 10개로 구성된 혼합물로 내부표준물질로 사용하였고, MBP-19, 54, 104, 167, 170은 각각 tri부터 hepta까지 ¹³C로 치환된 PCBs 이성질체로 회수용 표준물질로 사용하였다. 이들 혼합물을 각각 1 ng/mL부터 250 ng/mL까지 5개의 농도로 정량용 표준물질을 제조하였다.

Indicator 7종의 PCBs 분석을 위해서는 BP-D7(Native PCB congener solution, Wellington Laboratories Inc.) 과 MBP-D7(Mass-labelled PCB congener solution, Wellington Laboratories Inc.)을 사용하였다. 기타 사용 용매는 잔류 농약시험용 (J.T Baker, U.S.A)을 사용

Table 1. Description of food items (and their matching food groups) sampled in Korean market baskets, purchased in five different cities in Korea.

No.	Food group	Main items	Daily Intake g/day
1	Cereal products	rice, ramen noodles	283.0
2	Potatoes and products	potato	30.3
3	Sweeteners	sugar	7.6
4	Pulses and bean products	tofu	37.7
5	Vegetables	chinese cabbage, onion	287.5
6	Fruit	tangerine, apple	175.7
7	Seaweeds	seaweed	6.5
8	Beverages & Alcohol	beer, Soju	153.1
9	Seasonings	soybean paste	29.9
10	Oil & fats	beans oil, butter	7.2
11	Meat & products	pork, beef, chicken, pork belly, ham, cow liver, pig offal	93.9
12	Eggs	egg	21.2
13	Fish and shellfish	boiled fish paste, mackerel, squid, Alaska pollack, anchovy, hairtail, croaker, crab, tuna, clam, eel, pacific saury, salmon, Spanish mackerel, oyster	52.0
14	Dairy products	milk, yoghurt, ice cream, cheese	88.6
Total			1283.2

하였다.

분석법 검증을 위한 인증표준물질로는 SRM1947 (Lake Michigan Fish Tissue, NIST)을 구매하여 사용하였다.

본 연구에서 PCBs의 기기 분석은 Agilent 7890A Gas chromatography와 5975C MSD를 이용한 EI-SIM법으로 행하였다. 이때 장착 되어진 캐필러리 컬럼은 DB5-MS (60 m × 0.25 mm × 0.25)를 사용하였다. GC 온도조건은 초기 110°C에서 2분 머무른 후 분당 30°C/min의 승온 속도로 200°C까지 올린 후 3분간 머무른 후 다시 분당 1°C/min의 승온 속도로 230°C까지 올린 후 분당 6°C/min의 승온 속도로 310°C까지 올린 후 3분간 머물렀다. 주입구온도 280°C에서 비분할 주입하였다.

2.3. 전처리

PCBs의 추출을 위해 냉동 보관한 시료를 실온으로 해동한 후 약 5-10 g의 시료에 무수황산나트륨 50 g을 넣은 후, 어패류 및 육류인 경우는 hexane:dichloromethane(1:1) 혼합용매 200 mL을 추출용매로, 곡류 및 야채류인 경우는 hexane:acetone (4:1) 혼합용매 200 mL을 이용하여 초음파 추출을 하였다. 우유 제품의 경우 (우유, 요구르트 등)는 acetone:hexane (2:1) 혼합용매에 단백질 변성을 위해 sodium oxalate를 넣

어 추출용매로, 주류인 경우는 hexane 200 mL를 추출용매로 이용하여 액액추출을 하였다. 추출 전 모든 시료에 정제용 표준물질을 첨가하였다.

추출한 시료는 농축한 후 다층실리카겔을 통하여 정제하였다. 다층실리카겔은 안지름 25 mm, 길이 550 mm의 정제용 칼럼에 무수황산나트륨 1g, 중성실리카겔 2g, 산성실리카겔 8g, 중성실리카겔 2g, 염기성실리카겔 4g, 중성실리카겔 2g, 무수황산나트륨 1g의 순서로 충전하여 사용하였다. 지방함량이 높은 어류나 육류 시료는 산성실리카의 양을 20g으로 증가하여 사용하거나 실리카 칼럼 정제 전 농황산으로 acidic digestion을 하였다. 농축된 시료를 다층실리카 칼럼에 주입 후 n-hexane 200 mL를 넣어 초당 1방울의 속도로 용출시켰다. 용출된 시료는 농축 후 최종 부피 100 µL로 조정하기 위해 nonane과 회수용 표준물질을 넣은 후 GC-MS로 측정된 후 상대반응계수법(relative response factor, RRF)으로 정량을 하였다.

2.4. QA/QC

시험용액의 크로마토그램상의 각 피크를 표준용액의 표준물질 및 내부표준물질 피크의 머무름 시간과 비교하여 일치되며, 측정된 선택 이온 2개의 이온세기 비율 (M/M+2 혹은 M+2/M+4)이 이론비에 대하여 ±20% 이내로 측정하였다. PCBs의 정량시 크로마토그램의 높

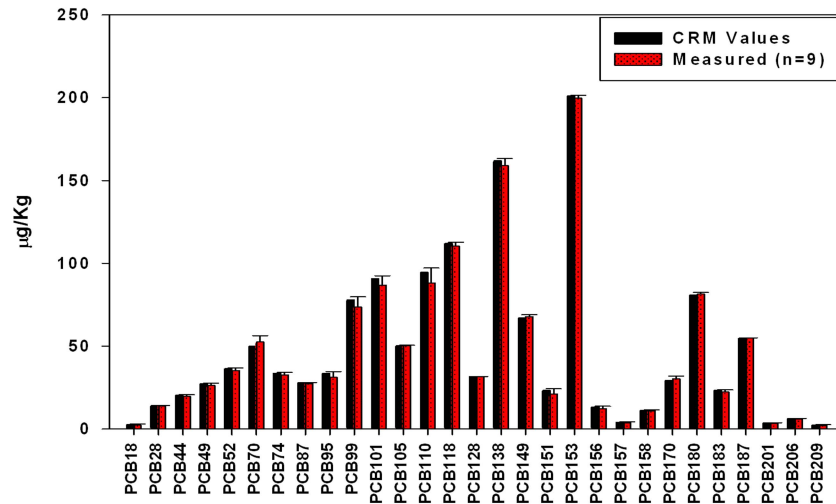


Fig. 1. Analysis accuracy of Standard Reference Material 1947 (NIST).

이가 노이즈의 3배 이상만 정량에 포함시켰으며, 62종의 non dioxin-like PCBs의 첨가회수실험을 통하여 분석법 회수율을 평가하였다.

62종의 non dioxin-like PCBs의 분석법을 검증하기 위하여 정제칼럼의 회수율과 분포패턴을 조사하였다. 62종의 non dioxin-like PCBs의 첨가회수실험을 통하여 휘발성이 있어 시료전처리 과정에서 손실이 큰 저염화물의 회수율이 고염화물보다 약간 낮게 나오나 전체적으로 60-110%의 회수율을 만족하였다.

완비된 분석법이 신뢰성있는 정확도와 정밀도로 분석값을 얻는지를 알아보기 위해 인증표준물질을 사용하여 실험실간의 교차실험을 실시하였다. Standard Reference Material 1947(NIST) 인증표준물질을 사용하여 분석값과 CRM 인증값을 비교하였으며 모두 신뢰 허용구간에 들어오는 결과를 얻었다. 9회 반복 측정하였을 때 각 측정값들은 Fig. 1과 같이 RSD가 2.1%-8.2%의 매우 정밀한 측정결과를 얻었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 식품별 PCBs의 오염도

62종의 non dioxin-like PCBs 각각의 이성질체의 농도를 합하여 식품별 SPCBs 62종의 함량을 구하였다. 또한 indicator 7종의 PCBs와 전체 농도와 비교를 하였으며, 동족체별 분포 패턴을 확인 하였다. 본 연구에서 조사된 non dioxin-like PCBs 및 indicator PCBs의 오염도는 아래 Table 2, 3과 같다.

62종 non dioxin-like PCBs에 대한 오염수준은 곡류는 0.675-1.098 ng/g ww, 감자 0.270-0.797 ng/g ww, 당류 0.522-1.281 ng/g ww, 두부류 0.258-1.299 ng/g ww, 야채류 0.477-1.242 ng/g ww, 과실류 0.229-1.263 ng/g ww 등 식물성 식품에서는 3 ng/g ww 이하의 비교적 낮은 non dioxin-like PCBs 농도가 검출되었다. 동물성 식품인 육류는 0.074-2.065 ng/g ww, 어패류는 0.026-21.497 ng/g ww, 계란 0.593-0.941 ng/g ww, 우유류 0.097-0.842 ng/g ww의 농도가 검출되었다.

우리나라의 수산물 중 어류에 대한 잔류허용기준인 0.3 mg/kg를 초과하는 어패류는 검출되지 않았으며, 어패류 중에서는 연어가 평균농도 15.865 ng/g ww로 제일 높았다. 62종 PCBs의 오염도는 어패류가 다른 식품군들에 비해 높은 비율을 차지하였다. Indicator PCBs 도 같은 경향성을 보였다.

동족체별 검출 정도는 대부분 골고루 검출되었으며 사염화클로로비페닐과 오염화클로로비페닐이 주로 검출되었다. 곡류는 사염화클로로비페닐이 주로 검출되었으며 TeCB-52가 가장 많이 검출되었다. 육류는 Fig. 2와 같이 사염화클로로비페닐이 37%, 오염화클로로비페닐이 30% 그리고 삼염화클로로비페닐이 20% 검출되었다. 62종 PCBs 중에서는 TeCB-52와 TeCB-44가 가장 많이 검출되었으며 indicator PCBs중에서는 TeCB-52와 TrCB-28이 가장 많이 검출되었다.

전체 대상 식품 중 어류의 PCBs 오염도가 다른 시료보다 크게 나타났다. 지질량이 많아 체내 농축이 쉽게 되고, 양식이 아닌 자연산 어패류의 경우 먹이 사슬

Table 2. Concentration of non dioxin-like PCBs in food as ng/g wet weight in Korea

Food (n=5)	Σ62 PCBs concentration (ng/g)			SD	
	Average	Min.	Max.		
Cereal products	rice	0.903	0.715	1.098	0.177
	ramen noodles	0.884	0.675	1.052	0.153
Potatoes	potato	0.574	0.270	0.797	0.246
Sweeteners	sugar	0.754	0.522	1.281	0.315
Bean products	tofu	0.730	0.258	1.299	0.390
Vegetables	chinese cabbage	0.918	0.722	1.231	0.193
	onion	0.701	0.477	1.242	0.318
Fruit	tangerine	0.867	0.674	1.263	0.260
	apple	0.775	0.229	1.041	0.337
Seaweeds	seaweed	1.299	0.923	1.729	0.304
Beverages & Alcohol	beer	0.766	0.551	0.977	0.201
	Soju	1.794	0.472	2.899	1.040
Seasonings	soybean paste	1.488	1.072	2.644	0.657
Oil & fats	beans oil	1.964	1.667	2.316	0.310
	butter	0.818	0.459	1.120	0.280
Meat & products	pork	0.361	0.212	0.555	0.130
	chicken	0.103	0.074	0.167	0.038
	beef	0.855	0.411	2.065	0.692
	pork belly	0.514	0.293	0.699	0.148
	ham	0.404	0.341	0.509	0.078
	cow liver	0.709	0.407	1.442	0.426
Eggs	pig offal	0.548	0.340	0.733	0.212
	egg	0.740	0.593	0.941	0.155
Fish and shellfish	boiled fish paste	0.990	0.848	1.115	0.117
	mackerel	4.958	2.483	11.168	3.558
	squid	1.299	1.020	1.608	0.215
	Alaska pollack	1.356	1.001	1.723	0.293
	anchovy	3.877	2.086	6.936	1.912
	hairtail	6.409	2.341	11.544	3.614
	croaker	3.684	2.579	4.767	0.859
	crab	3.090	1.793	3.918	0.873
	tuna	0.483	0.095	0.801	0.336
	clam	2.105	1.598	2.868	0.505
	eel	4.102	0.787	14.510	5.842
	pacific saury	3.035	2.682	3.411	0.293
	salmon	15.865	10.152	19.427	4.083
	Spanish mackerel	13.867	9.868	21.497	5.063
oyster	1.576	0.026	2.096	0.873	
Dairy products	milk	0.233	0.097	0.524	0.168
	yoghurt	0.434	0.303	0.842	0.231
	ice cream	0.582	0.173	0.830	0.253
	cheese	0.401	0.287	0.466	0.068

Table 3. Concentration of indicator PCBs in food as ng/g wet weight in Korea

Food (n=5)	Σ7 Indicator PCBs concentration (ng/g)			SD	
	Average	Min.	Max.		
Cereal products	rice	0.324	0.240	0.418	0.079
	ramen noodles	0.305	0.236	0.356	0.052
Potatoes	potato	0.215	0.093	0.289	0.094
Sweeteners	sugar	0.268	0.164	0.478	0.127
Bean products	tofu	0.305	0.153	0.482	0.126
Vegetables	chinese cabbage	0.358	0.289	0.487	0.082
	onion	0.289	0.177	0.490	0.123
Fruit	tangerine	0.313	0.236	0.459	0.095
	apple	0.304	0.090	0.413	0.131
Seaweeds	seaweed	0.540	0.374	0.677	0.129
Beverages & Alcohol	beer	0.232	0.168	0.309	0.065
	Soju	0.523	0.133	0.864	0.310
Seasonings	soybean paste	0.559	0.410	0.965	0.230
Oil & fats	beans oil	0.573	0.472	0.712	0.124
	butter	0.449	0.251	0.684	0.169
Meat & products	pork	0.129	0.062	0.221	0.061
	chicken	0.039	0.028	0.062	0.014
	beef	0.370	0.124	1.023	0.370
	pork belly	0.204	0.099	0.249	0.061
	ham	0.164	0.129	0.218	0.041
	cow liver	0.237	0.132	0.477	0.140
Eggs	pig offal	0.177	0.114	0.258	0.071
	egg	0.228	0.175	0.284	0.044
Fish and shellfish	boiled fish paste	0.385	0.327	0.437	0.047
	mackerel	1.699	0.773	3.909	1.287
	squid	0.516	0.392	0.641	0.091
	Alaska pollack	0.547	0.395	0.707	0.134
	anchovy	1.666	0.815	3.123	0.889
	hairtail	1.943	0.976	2.853	0.857
	croaker	1.365	0.976	1.621	0.289
	crab	1.449	0.770	1.981	0.456
	tuna	0.243	0.039	0.481	0.188
	clam	0.787	0.601	1.064	0.186
	eel	2.022	0.357	7.216	2.915
	pacific saury	1.343	1.236	1.485	0.128
	salmon	7.670	4.858	9.190	1.849
	Spanish mackerel	5.746	3.914	8.918	2.250
oyster	0.608	0.010	0.790	0.336	
Dairy products	milk	0.090	0.047	0.145	0.035
	yoghurt	0.133	0.082	0.255	0.071
	ice cream	0.189	0.077	0.279	0.075
	cheese	0.161	0.122	0.225	0.040

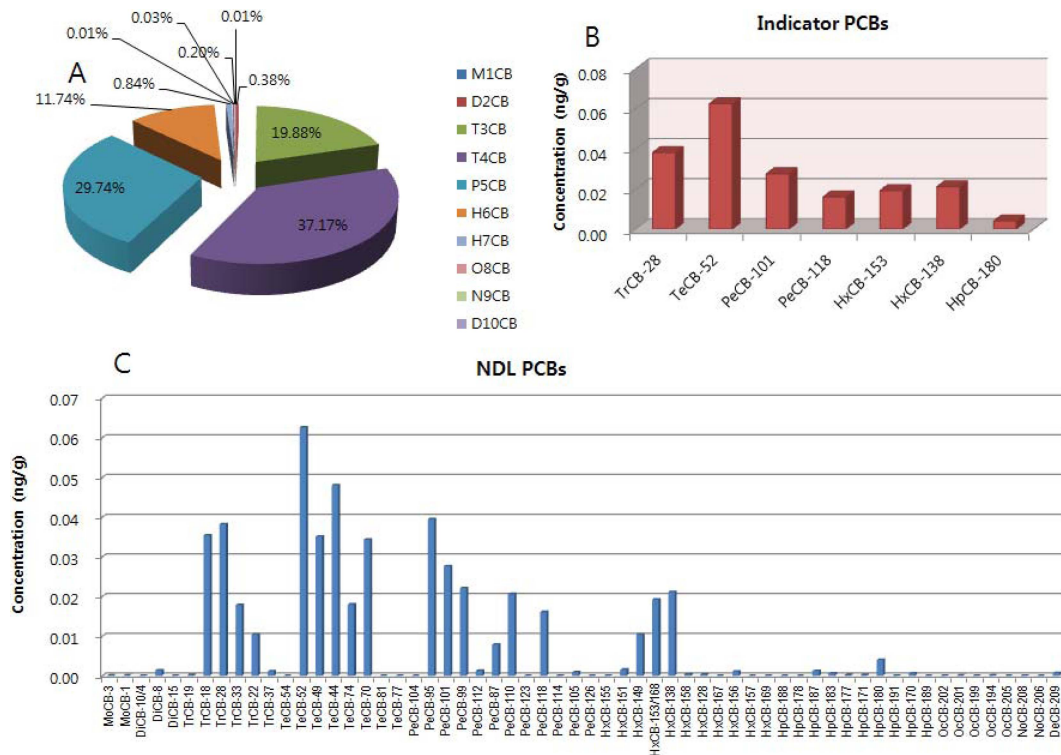


Fig. 2. Distribution of PCBs in meat and meat products. A: Congener group contribution(%) to the levels of Σ62 PCBs. B: Concentration level of indicator PCBs(ng/g ww). C: Concentration level of 62 non dioxin-like PCBs(ng/g ww).

에 의해 PCBs가 농축이 되기 때문에 농도가 높게 나타난 것으로 판단된다. 또한, 이런 어류의 특징은 저염화 물질보다 고염화 물질 (5, 6염화)의 농도가 높다는 것이다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 TrCB-28, 28, 33, TeCB-52, 49, 44, 74, 70, PeCB-95, 101, 99 그리고 HxCB-149, 153/168, 138이 어류에서 특징적인 분포패턴을 보인다.

3.2 Σ62 PCBs와 Σ7 PCBs 상관관계

62종 non dioxin-like PCBs에 대한 7종의 Indicator PCBs의 비율은 곡류가 38%, 채소류 40%, 과일류 37%, 난류 36%, 당류 36%, 두류 42%, 어패류 41%, 유류 35%, 유지류 42%, 육류 38%, 주류 29%, 조미료류 38%, 해조류 42% 수준으로 높은 비율을 나타내었다. 동물성 식품에서 indicator PCBs의 비율은 평균 48%로 indicator PCBs 농도의 약 2배가 non dioxin-like PCBs의 농도가 된다. 전체식품에서 PCBs의 농도 분포를 Fig. 4에 나타내었으며 7종 indicator PCBs의 농도분포가 non dioxin-like PCBs 62종의 농도분포와 매우 일치하는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 총 PCBs 및 indicator PCBs의 경제적이고 효율적인 분석을 위해 모니터링 자료를 근거로 PCBs 및 indicator PCBs의 상관관계 여부를 확인하기 위해 SPSS 통계프로그램을 이용한 pearson 상관계수 (이변량 상관계수)를 확인하고 단순 회귀분석을 시행하였다. 그 결과 Table 4와 같이 식품군별로 봤을 때 유지류가 가장 낮은 상관계수 0.74를 보였으며 대부분 시료에서 0.9 이상의 높은 상관 계수를 보였다.

또한, 전체 시료에 대해서 총 PCBs의 농도와 indicator PCBs의 상관관계를 확인한 결과 Fig. 5와 같이 높은 양의 상관관계를 보였다 ($p < 0.01$). 따라서 PCBs의 일일섭취허용량이 정해져있는 어패류의 경우 pearson 상관계수가 0.983으로 7종 indicator PCBs의 농도측정으로 전체 62종 non dioxin-like PCBs 농도를 대변할 수 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

우리나라 식품에서 62종의 non dioxin-like PCBs에 대한 노출정도를 알아보았다. 우리나라의 수산물중 어

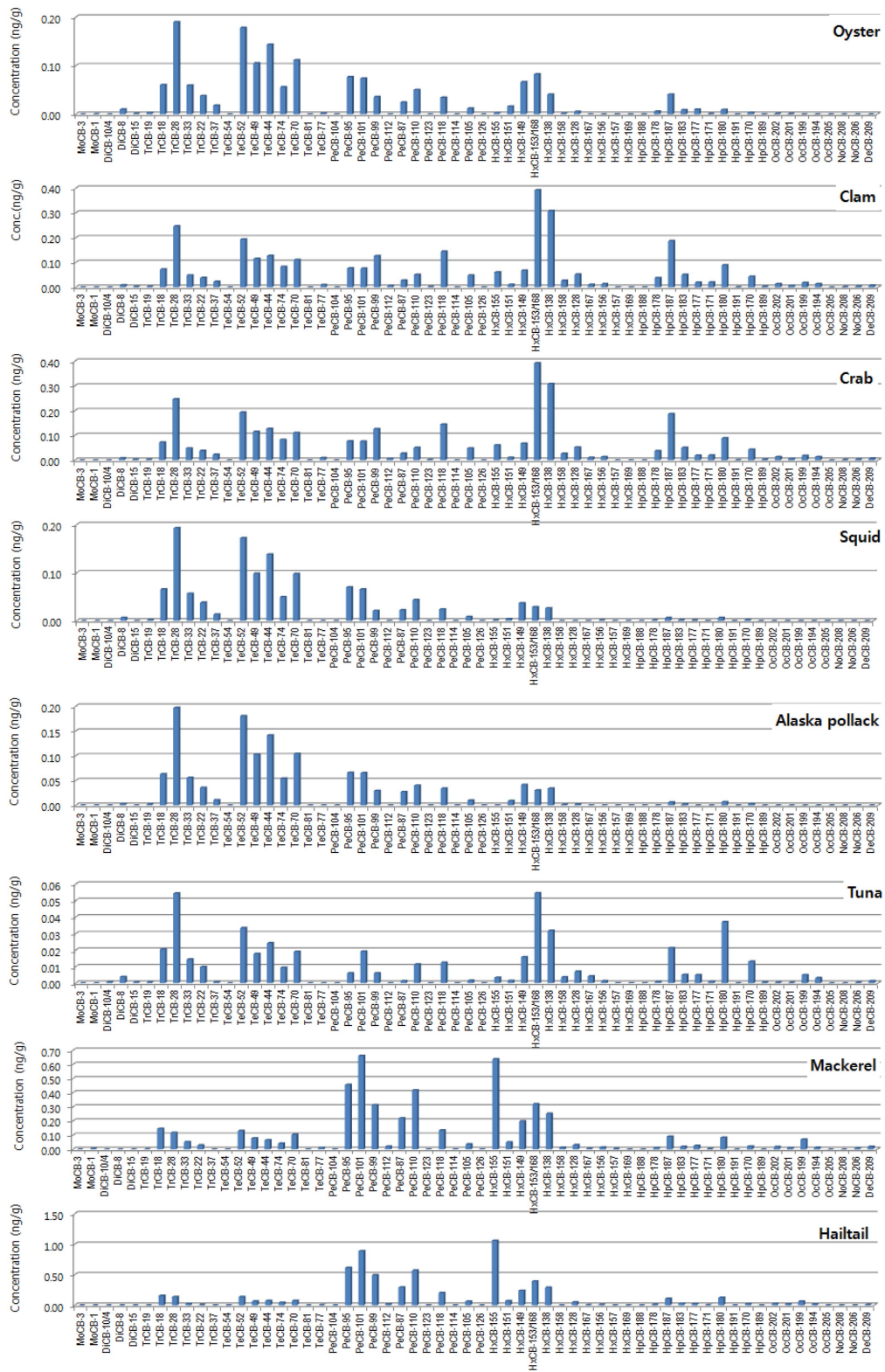


Fig. 3. The comparison of non dioxin-like PCBs congener pattern in fish and shellfish.

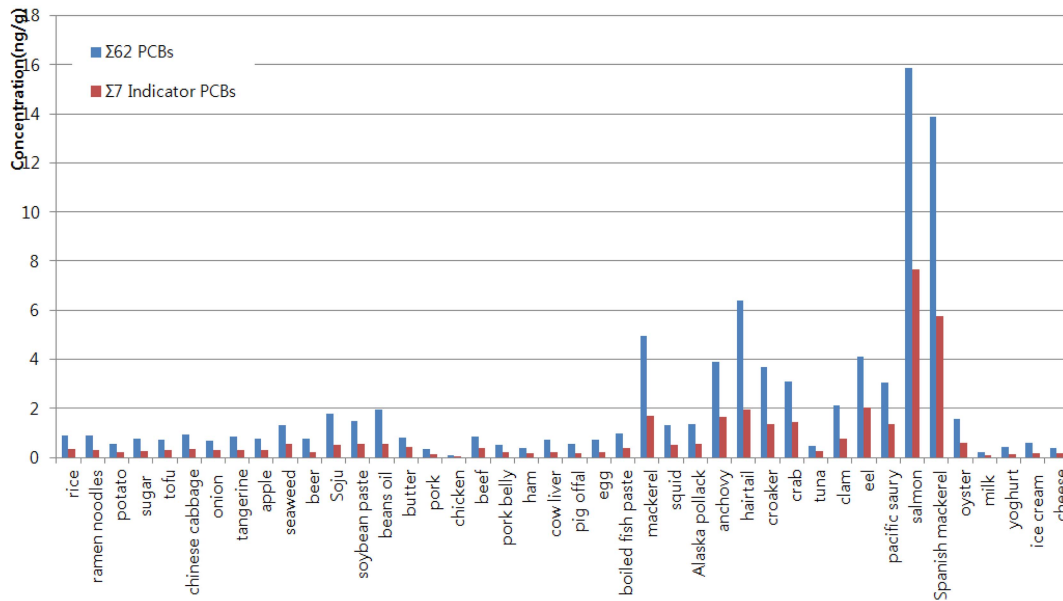


Fig. 4. PCBs concentration of Σ62 PCBs and Σ7 PCBs in food.

Table 4. Pearson correlation coefficient of Σ62 PCBs and Σ7 PCBs in food group

Food group	Pearson correlation coefficient
Cereal	0.976
Ramen	0.993
Sweeteners	0.999
Bean products	0.903
Vegetables	0.989
Fruit	0.977
Seaweeds	0.809
Beverages & Alcohol	0.999
Seasonings	1.000
Oil & fats	0.738
Meat & products	0.971
Eggs	0.904
Fish and shellfish	0.983
Dairy products	0.894

류에 대한 잔류허용기준인 0.3 mg/kg를 초과하는 식품은 검출되지 않았으나 PCBs의 오염도는 어패류가 다른 식품군들에 비해 높은 비율을 차지하였다. 지질량이 많아 체내 농축이 쉽게 되고, 양식이 아닌 자연산 어패류의 경우 먹이 사슬에 의해 PCBs가 농축이 되기 때문에 농도가 높게 나타난 것으로 판단된다. TrCB-28, 28, 33, TeCB-52, 49, 44, 74, 70, PeCB-95, 101, 99 그리고 HxCB-149, 153/168, 138이 어류에서 특징적인 non dioxin-like PCBs 분포패턴을 보인다.

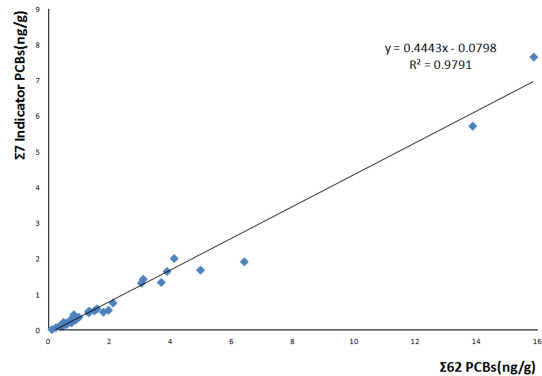


Fig. 5. Correlation of Σ62 PCBs concentration and Σ7 PCBs concentration in food.

PCBs의 일일섭취허용량이 정해져있는 어패류의 경우 62종 PCBs에 대한 7종의 PCBs의 비율은 41%이고 pearson 상관계수가 0.983으로 indicator PCBs의 농도측정으로 전체 63종 non dioxin-like PCBs 농도를 대변할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 식품의약품안전평가원의 용역사업(10162 식품안008)과 한국기초과학지원연구원 과제(T30750)로 진행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. V. Lang, *Journal of Chromatography*, **1992**, 595, 1-43.
2. H. Kiviranta, M.L. Ovaskainen, T. Vartiainen, *Environ. Int.* **2004**, 30, 923-932.
3. World Health Organization "Polychlorinated biphenyls : Human health aspects" Concise International Chemical Assessment Document 55, **2003**, 15-22, Geneva, www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad55.pdf
4. 김동술, 장영미, 박희라, 김상엽, 백옥진, 안중훈 : 식품중 Dioxins, PCBs의 실태조사, *내분비장애물질 연구보고서*, 식품의약품안전청, 2009
5. 식품의약품안전청 공고 제2010-294호, 식품의 기준 및 규격 일부개정고시
6. D.B. Barr, R.Y. Wang and L.L. Needham, *Environmental Health Perspectives*, **2004**, 113, 1083-1091.
7. *Official Journal of the European Communities*, 1253, **1999**, 19-31.
8. N. Arnich, A. Tard, J.C. Leblanc, B. L. Bizec, J.F. Narbonne, R. Maximilien, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **2009**, 54, 287-293.
9. European Food Safety Authority, SCIENTIFIC REPORT OF EFSA, Results of the monitoring of non dioxin-like PCBs in food and feed, *EFSA Journal*, **2010**, 8(7), 1701.
10. E. Fattore, R. Fanelli, E. Dellatte, A. Turrini, A. di Domenico, *Chemosphere*, **2008**, 73, S278-S283
11. 보건복지부 **2007** 국민건강통계 국민건강영양조사 제4기, 2007 -2008. 12.