

東京湾産水屋生物のPCB

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	新聞, 脩子 有馬, 郷司 長倉, 克男
巻/号	39巻11号
掲載ページ	p. 1151-1162
発行年月	1973年11月

東京湾産水産生物の PCB*

新聞脩子・有馬郷司・長倉克男

(1973年6月13日受理)

PCB contents in marine animals in Tokyo Bay

Hisako SHIMMA**, Satoshi ARIMA**, and Katsuo NAGAKURA**

The PCB contents of 30 species of marine animals in Tokyo Bay were determined. Four species of fish caught around Hateruma Island, Okinawa, were also analysed for comparison with those in Tokyo Bay. The results are as follows:

1. Several extraction methods were tested using the tissues of dragonet and short-necked clam. Nearly the same values were obtained by all except the direct-alkali-digestion method which gave values 1.5 times higher than the others.
2. PCB values of fish meats from Okinawa were found to be between 0.02-0.1 ppm.
3. In the samples from Tokyo Bay, the maximum value was 2 ppm in puffer and the minimum, 0.01 ppm in bloody clam, Tsunoakeusu and sea squirt. All these results suggested that the accumulation of PCB might be caused by a food chain.
4. The highest PCB value based on fat content was 603 ppm in the meat of spotted shark.
5. The PCB values of viscera were always higher than those of meat, on a whole as well as a fat basis. However, on a fat basis, the differences between viscera and meat values were somewhat smaller.
6. The gas chromatographic patterns of PCB in the samples differed not only between fish species but also between the viscera and meat of the same fish.

1968年に北九州地方を中心に発生したカネミ油症事件¹⁾というきわめて不幸な出来事によって、PCB(ポリ塩素化ビフェニール)の毒性が一般に強く印象づけられ、環境汚染物質としてのPCBの存在があらためて大きな問題となつた。その後、各方面の調査が進むにつれてPCBは魚介類、水、底質、および人体、母乳からも検出されるに至つた。

とくに魚介類は生息水域の汚染にきわめて影響されやすいことはよく知られているところであり、環境水あるいは餌料生物中のPCBをとりこみ蓄積している危険性が高い。東京湾は、京浜地区の電気工場等の排水、都市下水、往来する船舶の塗料などによりかなり汚染の進行している水域とみられている²⁾。そこで東京湾に生息する水産動物のPCB含量を明らかにし、汚染の実態を把握することは緊急を要することと考えられ、本研究を行なつた。

魚介類のPCBの分析方法については報告もすくなく、抽出方法に関する検討も十分ではない。そこで魚介類の試料を取り扱う場合、厚生省の定めた公定法³⁾よりも迅速かつ完全にPCBを抽出しうる方法があるのではないかと考え、6種の異なる抽出方法を比較検討した後に、各種水産生物のPCB分析を試みた。

試料および実験方法

試料 1971年10月および11月に、東海区水産研究所の調査船“たか丸”がFig. 1に示した地域、磐

* 東海区水産研究所業績 B 579号

** 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Kachidoki, Chuo-ku, Tokyo, 104)

*** 厚生省環境衛生局 PCB 分析研究班: 分析方法に関する研究 (1972)

Table 1. Details of the marine animal samples analyzed.

Sample No.	Sample name	Locality	Date of catch	Body length cm	Body Weight g	
1	TSUNOAKEUSU, spider crab sp., <i>Achaeus stenorhynchus</i>	Banzu	Oct. 8, '71		2.19*	(26)**
2	AKAGAI, bloody clam, <i>Anadara broughtonii</i>				39*	(5)
3	HATATATENUMERI, dragonet, <i>Callionymus flagrais</i>			11.7*	6.5*	(19)
4	MA-HAZE, common goby, <i>Acanthogobius flavimanus</i>			12.8*	17.7*	(17)
5	AKA-HAZE, goby sp., <i>Chaeturichthys hexanema</i>			11.7	21	
6	MAKO-GAREI, mud dab, <i>Limanda yokohamae</i>			19.0	18.5	
7	"	"		11.2*	21.5*	(10)
8	"	"		35.0	520	
9	UROKOMUSHI sp., <i>Aphroditidae</i> gen et sp	Nakanose	Nov. 2, '71		50.5	
10	HITODE, starfish, <i>Asterias amurensis</i>				21*	(5)
11	SUNA-HITODE, starfish sp., <i>Luidia quinaria</i>				8.2*	(8)
12	ITOMAKI-HITODE, starfish sp. <i>Asterina pectinifera</i>				17.5*	(7)
13	MOMIJIGAI, starfish sp., <i>Astropecten scoparius</i>				8.1*	(5)
14	SANSHO-UNI, sea urchin sp., <i>Temnopleurus toreumaticus</i>				17.4*	(6)
15	EBOYA, sea squirt sp., <i>Styela clava</i>				8.1*	(9)
16	NAGANISHI, fusinas <i>perplexus</i>				8.7*	(3)
17	AZUMANISHIKI, scallop sp., <i>Chlamys nipponensis</i>				7.8*	(2)
18	MIMI-IKA, cuttlefish sp., <i>Euprymna morsei</i>				20.2*	(5)
19	JINDO-IKA, cuttlefish sp., <i>Loligo japonica</i>				2.87*	(6)
20	SARU-EBI, tiger shrimp sp., <i>Trachypenaeus curvirostris</i>			19.0	46.5	
22	HOSHI-ZAME, spotted shark, <i>Mustelus manazo</i>			85.3	900	
23	AKAEL, stingray, <i>Dasyatis akajei</i>			26.0	75	
24	MATO-DAL, dory, <i>Zeus japonicus</i>			12.3	14.5*	(4)
25	HIMEJI, goatfish, <i>Upeneus bensasi</i>				12.6*	(2)
26	TENJIKU-DAI, coral fish, <i>Apogon lineatus</i>					

27	NODOKUSARI, foxfish, <i>Callionymus richardsoni</i>	25.4	28
28	UMAZURA-HAGI, filefish, <i>Navodrom modestus</i>	15.5	85.2
29	" "	16.7	110
30	" "	14.1	72.5
31	SHŌSAI-FUGU, Puffer sp., <i>Fugu vermicularis vermicularis</i>	27.7	590
32	" "	22.0	305
33	" "	20.8	303
34	" "	17.0	80
35	AINAME, rock-trout, <i>Hexagrammos otakii</i>	13.0	41
36	KANAGASHIRA, gurnard, <i>Lepidotrigla microptera</i>	10.0	21.9
37	MAKO-GAREI, mud dab, <i>Limanda yokohamae</i>	15.3	90.5
38	" "	13.2	59
39	" "	14.9	82.5
40	ASARI, short necked clam, <i>Venerupis japonica</i>		
41	" "		
		Urayasu	Apr. 19, '72
		Narawa	
42	TSUKUSHI-TOBIUO, flying fish sp., <i>Cypselurus heterurus</i>		
43	AKA-KAMASU, Japanese barracuda, <i>Sphyræna schlegelii</i>	27.0	224
44	KUSAYAMORO, mackerel sp., <i>Decapterus macrostoma</i>	30.5	366
45	MEAJI, yellow mackerel, <i>Thachrops crumenophthalmus</i>	24.0	250

* Mean value.

** Numbers of samples in parentheses.

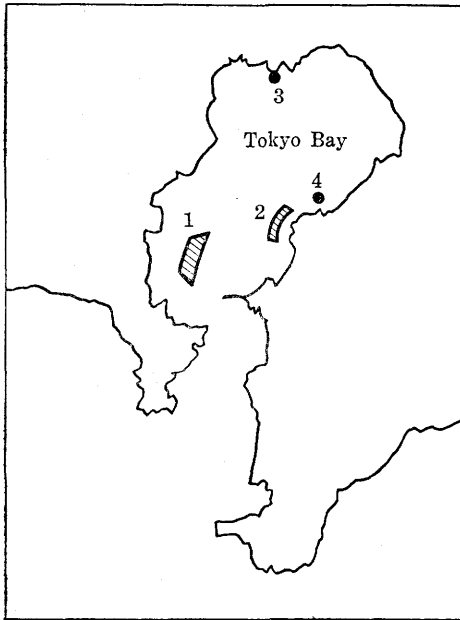


Fig. 1. Sampling places of the marine animals analyzed.

1. Nakanose 2. Banzu 3. Urayasu 4. Narawa

州 (木更津沖), および中ノ瀬 (川崎沖), で底引トロールの試験操業を行ない, その際水揚げされた魚介類, それぞれ 6 種 10 検体および 24 種 34 検体を試料とした。また浦安, 奈良輪産のアサリ, および比較のために沖縄県波照間島近海の魚 4 種についても分析を行なった。

試料の種類および漁獲場所, 漁獲年月日, 体長, 体重を Table 1 に示した。試料は採取後直ちにドライアイス入り保冷バッグに入れて, 研究所に持ち帰り, -30°C の冷蔵庫内に分析時まで保存した。

浦安, 奈良輪産のアサリは現地で購入後, 直ちに殻をはずし肉質部のみを -20°C のフリーザーに分析時まで保存した。波照間島の魚は, 現地で多量の食塩を加えて腐敗を防止し実験室に空輸した。

魚類中マコガレイ (8), ショウサイフグ (31) およびホシザメ (22), アカエイ (23), メアジ (45) は肉質部と内臓に分けて, またマコガレイ (8) は, 卵も分析試料とした。その他の魚類は内臓も含む全魚体を分析試

料とした。

貝類は肉質部および液汁も含めて試料とし, その他ツノアケウス, ヒトデの類, ウニ, イカの類などは全個体を分析に供した。

脂質の抽出方法

1) 無水硫酸ナトリウム・*n*-ヘキサン熱還流法: 試料約 100 g を精秤して乳ばちに取り, 無水硫酸ナトリウムを適量加え, よくすりつぶして 500 ml のナス型フラスコに移し, 十分な量の *n*-ヘキサンを加え冷却管を附して, 沸騰浴中で 1 時間還流を行ない, 抽出液を汙別する。試料はさらに *n*-ヘキサンで 3 回抽出し, 全抽出液を合し, 濃縮して完全に溶媒を溜去して, 脂質をうる。

2) 凍結乾燥・*n*-ヘキサン熱還流法: 試料約 100 g を精秤してアルミ皿にうすくひろげ, 凍結真空乾燥装置 DF-02C (日本真空技術株式会社) に入れ, 棚温 35°C で凍結乾燥を行ない, あとは前記と同様に *n*-ヘキサンを用いて還流により脂質を抽出する。

3) 凍結乾燥・*n*-ヘキサン温浸法: 前記と同様にして凍結乾燥を行なった試料を Fig. 2 に示した温浸形抽出器 (桐山製作所製) を用いて抽出する。

4) メタノール・*n*-ヘキサン法: 試料約 100 g を精秤しホモジナイザーに移す。メタノール 150 ml を加えて約 2 分間攪拌し, さらに 300 ml の *n*-ヘキサンを加えて 30 秒攪拌する。汙過後, 再び残渣にメタノール・*n*-ヘキサン (1:1) の混合溶剤 400 ml を加えて攪拌, 汙過する。汙液を合し分液ロートに取り, *n*-ヘキサン層のみを濃縮して脂質をうる。

5) クロロホルム・メタノール法: クロロホルム・メタノール (2:1) 混液を用い, ホモジナイザー中で攪拌し脂質を抽出する³⁾。

6) 直接アルカリ分解法: 試料 10 g を細切し 100 ml の丸型平底フラスコに取り, 1 N-KOH エタノール溶液 50 ml を加え, 冷却管をつけ沸騰浴中で試料が分解するまで加熱を行なう。分解後は厚生省の定め

た公定法に従って分析する。

PCB の定量方法 定量方法は公定法のアルカリ分解法に従った。すなわち、抽出脂質をアルカリ分解後、*n*-ヘキサンで不鹼化物を抽出し、シリカゲル・クロマトグラフィーによるクリーンアップを行なった。使用したシリカゲルは、和光純薬製ワコーゲル S-1 (Lot-No. P00903) を 130°C 15 時間活性化して用いた。*n*-ヘキサン 50 ml 以内で、添加した PCB 標準品の 100% が回収できたので、以後流出液は初流より 50 ml とした。

流出した PCB 区分は KD 濃縮器 (Kuderna-Danish 濃縮器) で 5 ml に濃縮したのち、その 1-5 μ l を用いて、ECD ガスクロマトグラフィーを行なった。条件はつぎの通りである。機種：島津 GC-5A, GC-4BMPEE, 検出器： ^{63}Ni , 充てん剤：2% OV-1, 担体：Chromosorb W. AW, DMCS, 60-80 mesh, 西尾工業, カラム：ガラスカラム, ϕ 3 mm \times 2 m, ϕ 4 mm \times 2 m, カラム温度：185°C, 検出器温度：210°C, キャリヤースト：N₂, 30 ml/min, チャートスピード：5 mm/min。

PCB 量の算出方法としては、まず標品として *KC 200, 300, 400, 500, および 600 を用い、試料でえられたガスクロマトグラムになるべく近似したパターンとなるよう標品を混合する。この標品混合物および試料のクロマトグラムにおいて Rt (Retention time) の一致する全ピークのピーク高の和を比較して、標品の既知量より試料中の総 PCB 量を算出した。したがって求められる PCB 含量は、標品の混合割合によっても左右されるので、PCB 分析法に関する研修会⁴⁾の申し合せにしたがい、組織中の PCB 含量は、四捨五入によつて有効数字 1 桁にとどめた。

実験結果および考察

抽出方法の検討 Table 1 のハタタテヌメリおよびアサリを試料として、それぞれ異なる抽出方法を用いて脂質を抽出し、PCB を定量した結果を Table 2 に示した。

いずれの場合も脂質の収量はクロロホルム・メタノール法でもつとも高く、無水硫酸ナトリウム・*n*-ヘキサン熱還流法および凍結乾燥・*n*-ヘキサン温浸法で低い値を示した。しかし肉中の PCB 濃度は直接アルカリ分解法が高い値を示す以外は、他のいずれの方法によつてもハタタテヌメリでは 0.2 ppm, アサリでは 0.06-0.07 ppm とほぼ等しい値を示した。

したがって脂質は、抽出方法あるいは抽出溶剤によつて収量に差違を生じるが、組織当りの PCB 量は抽出方法の如何にかかわらずほぼ一定の値となる。このような点から PCB は生体中でおそらく中性脂質部にとりこまれているものと考えられる。

しかし直接アルカリ分解法を行なった場合に、ハタタテヌメリおよびアサリの両試料において、他の方法でえられる値よりも約 50% 高い値を示したことは重要な事実と考えられる。すなわち、一部の PCB は、直接アルカリで分解しなければ溶剤に移行しないような、組織脂質中に溶解して存在するのか、あるいは組織中のある物質と強固に結合しているものとも考えられる。また他の方法では抽出操作の過程における損失もありうるのではないかと思われる。いずれにしても、とくに PCB 濃度の低い試料では直接アルカリ分解

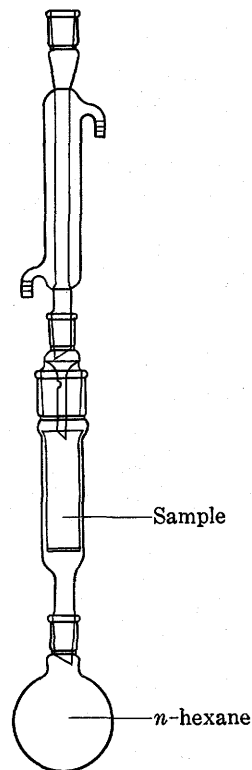


Fig. 2. Extraction Apparatus made by Kiriya Manufacturing.

* 鐘淵化学工業製 PCB, 商品名カネクロール (KC) 200, 300, 400, 500, 600, 1000 などがある。

Table 2. Comparison of PCB contents as analyzed by several extraction methods.

Extraction method	Sample taken (g)	Oil content		PCB content	
		(g)	(%)	in the oil ppm	in the tissue ppm
HATATATENUMERI:					
1) Dehydration with Na ₂ SO ₄ , reflux with hot <i>n</i> -hexane	124	1.03	0.83	19	0.2
2) Freeze-drying, reflux with hot <i>n</i> -hexane	100	1.08	1.08	14	0.2
3) Freeze-drying, extraction with <i>n</i> -hexane	93	0.63	0.68	23	0.2
4) Extraction with methanol- <i>n</i> -hexane	101	0.9	0.89	27	0.2
5) Extraction with chloroform-methanol	115	1.32	1.2	19	0.2
6) Direct-alkali-digestion	10				0.3
ASARI:					
1) Dehydration with Na ₂ SO ₄ , reflux with <i>n</i> -hexane	100	0.64	0.64	10	0.06
2) Freeze-drying, reflux with <i>n</i> -hexane	100	0.86	0.86	7	0.06
5) Extraction with chloroform-methanol	100	1.38	1.4	5	0.07
6) Direct-alkali-digestion	20				0.1

法によるのが好ましいと考えられる。

魚介類の PCB 濃度 Table 1 の試料について、無水硫酸ナトリウム・*n*-ヘキサン熱還流法あるいは、凍結乾燥・*n*-ヘキサン熱還流法によつて脂質を抽出し、PCB 濃度を求めた結果を Table 3 に示した。分析に供したすべての試料において PCB を検出し、対照とした波照間島の魚肉試料においても 0.02-0.1 ppm が見出された。波照間島の試料は塩蔵品（水分 41-65%）であるため水分量の減少だけ鮮魚の場合よりも PCB 濃度が高めに出ていることは止むをえないにしても、水産生物の PCB 汚染の深刻さをあらためて認識せざるをえない。

魚種による PCB 含量の相違: 東京湾の試料では、全魚体中の PCB 濃度は、ショウサイフグの 2 ppm を最高として、アカガイ、ツノアケウスおよびエボヤの 0.01 ppm まで魚種によつて大きな相違が認められる。いま各濃度ごとに試料をまとめてみると Table 4 となる。

DDT などの有機塩素系の農薬が食物連鎖によつて濃縮^{5,6)}されることはよく知られているが、PCB においても同様の濃縮が考えられている²⁾。今回分析した 29 種の水産生物の PCB 濃度についてみると、アカガイ等のプランクトンフィーダー、およびマイクロネクトンやプランクトンを食するクルマエビ、サルエビ等は 0.1~0.2 ppm で PCB 濃度は低い。また当初、高濃度が心配された浦安および奈良輪産のアサリも、いずれも 0.06 ppm と低い値を示した。海底の堆積物や海藻、ゴカイなどを食しているナガニシ、ヒトデ、マハゼ、サンショウウオも 0.2-0.3 ppm で比較的 PCB 濃度の低い生物といえる。

しかし、貝類や小型の魚類を食するようなショウサイフグ、中型のカレイ、ウマヅラハギ、ヒメジ、テンジクダイ、アイナメなどの中型魚になると PCB 濃度も高く 0.3-1 ppm となる。さらにホンザメなどの大型魚になると肉中濃度でも 1 ppm となり、食物連鎖による PCB の濃縮が考えられる。とくにホンザメでは他の魚にくらべて脂質含量が低いこともあつて、抽出脂質の PCB 濃度は内臓で 229 ppm、肉質で 603 ppm と驚異的に高い。

魚体中の部分による PCB 含量の相違: 肉質部と内臓とを分けて分析した試料の結果を Table 3 でみると、内臓中の PCB 濃度はつねに肉質中の濃度よりも高い。両者における組織中 PCB 濃度の差はホンザメ、マコガレイ、メアジではわずかに数倍程度に止まるが、ショウサイフグやアカエイでは 200 倍近い相違を示した。しかし両者の抽出脂質中の PCB 濃度はいずれの場合でも 2-数倍の差にすぎないのであるから、ショウ

サイフグやアカエイで見られる PCB 濃度の相違は、単に肉質部と内臓との脂質含量の差が大きく影響しているためと思われる。

Table 3 の結果から、内臓中の PCB 量の全魚体中の総 PCB 量に対するおおよその割合を推算してみると、ショウサイフグおよびアカエイではほとんど 100% に近い値となるが、マコガレイ、ホンザメ、メアジでは 40-50% となる。つまりショウサイフグやアカエイのように魚体中の脂質のほとんどの部分が内臓に見出される魚種では、PCB もほとんど内臓中に存在する。しかしその他の魚種においては肉質中にも 3% 程度の脂質が存在するために総 PCB 量の 50-60% が肉質中に存在することとなる。

肉質部と内臓部とから抽出した脂質中における PCB 濃度は、一般に内臓部が高かったが、ホンザメの場合には肉質脂質中の PCB 濃度のほうが高かった。ホンザメは他の魚と異なり、内臓中でも脂質含量が低く、魚体中に脂質をあまり蓄積しないようである。つまりホンザメは他の魚と異なつた脂質代謝をしているものと思われる。すなわち食物とともに魚体中にとりこまれた PCB は、貯蔵脂質の多い内臓部へ移行することが少なく、脂質のみが燃焼して消費されるため、肉質中に PCB が残留してしまうことが多いのではないかと考えられる。しかしこの点に関してはさらに検討する必要がある。

道口ら*は東京湾産ボラの肉質中に 19.1 ppm と非常に高濃度の PCB を検出しているが、われわれの今回の調査では、肉質部ではホンザメの 1 ppm が最高値であつた。

ガスクロマトグラムのパターンについて： PCB は理論的には 210 種類の分子とその異性体が存在するといわれる。魚介類からえられたガスクロマトグラムの結果でも多数のピークがみられたが、代表例としてハタタテヌメリおよびメアジのガスクロマトグラムを Fig. 3, 4 に示した。またこの試料の PCB 量の算出に著者らが使用した標品混合物のガスクロマトグラムも同図中に併記した。

実験方法の項で述べたように標品混合物のピークパターンは試料のそれと一致することが好ましいのであるが、魚介類からえられたピークパターンはきわめて複雑で、著者らが使用した標品では完全に一致するピークパターンを作ることはできなかつた。環境水中、あるいは生体中において一部の異性体が分解あるいは消失することも考えられる。

PCB 量の算出の基礎となるこの混合標品の選定は、現在のところ、実験者の経験的な直感にたよるざるをえないため、標品の選定によつて分析値が左右されざるをえない。例えばハタタテヌメリにおいて KC 400:KC 500 (1:1) の混合物 20 ng を標品とすれば PCB 量は 0.17 ppm となるが、KC 300:KC 400:KC 500 (1:1:1) 30 ng を標品に選べば 0.22 ppm となる。

Table 3 には個々の試料について、上記のような点に留意して選定、使用した標品の混合割合を併記したが、KC 500 に似たピークパターンを示すものが多く、とくに食物連鎖の下位の試料に KC 500 タイプが目立つ。これは KC 500 がトランスやコンデンサーなどの絶縁油、機械油として用いられるほかに、塗料や可塑剤にも添加されている⁷⁾ ことなどからも興味深い。

また Table 3 で明らかなように、同一水域の試料においても、あるいは同一試料の肉と内臓とにおいても PCB が異なるピークパターンを示すことは、魚介類における PCB の蓄積が簡単なものでないことを示すものと考えられる。また最近環境水からの直接の取り込みが明らかにされて来た**。したがつて魚種によつて水からの取り込み方にも、大きな相違があるということも当然考えられる。

また肉質部のピークパターンは内臓部のそれよりも単純であることは、生体中でなんらかのえりわけ、あるいは選択的な分解が起つているものと考えられる。いずれにしても魚介類中における PCB の蓄積は、今後検討すべき多くの問題を残している。

* 厚生省環境衛生局：PCB 資料 No. 2 PCB 分析結果 4-10 (1972)

** 科学技術庁研究調整局：昭和 46 年度特別研究促進調整費 PCB 様物質による環境汚染の防止に関する特別研究、55-64 (1972)

Table 3. PCB contents of the marine animals in Tokyo Bay.

Sample* No.	Used part	Sample taken (g)	Gained lipid		PCB content		Combination ratio of standards PCB
			(g)	(%)	in the oil ppm	in the tissue ppm	
1	Whole body	57	0.15	0.27	5.6	0.01	KC 500**
2	Shelled	100	0.11	0.11	9.7	0.01	KC 500
3	Whole body	124	1.03	0.83	26	0.2	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600, 0.5: 1: 1: 0.5
4	Whole body	200	3.15	1.57	11	0.2	KC 400: KC 500: KC 600, 1: 1: 1
5	Whole body	21	0.53	2.53	20	0.5	KC 400: KC 500: KC 600, 1: 1: 1
6	Whole body	18.5	0.24	1.32	31	0.4	KC 500
7	Whole body	200	5.0	2.50	25	0.6	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600, 3: 3: 2: 0.5
8	Flesh	185	6.09	3.29	25	0.8	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600, 3: 3: 2: 0.5
	Viscera	47.5	7.94	16.6	37	6	KC 300: KC 400: KC 500, 1: 1: 1
	Egg	15.5	0.06	0.4	78.8	0.3	KC 400
9	Whole body	50.5	0.35	0.69	21.6	0.1	KC 300: KC 400: KC 500, 1: 1: 1
10	Whole body	100	1.53	1.53	22	0.3	KC 400: KC 500, 1: 1
11	Whole body	100	0.91	0.91	20.5	0.2	KC 500
12	Whole body	100	0.81	0.81	4.4	0.04	KC 300: KC 400, 0.5: 1
13	Whole body	40.5	0.19	0.48	14.1	0.07	KC 500
14	Whole body	87	0.28	0.33	28.1	0.09	KC 500
15	Whole body	72.8	0.03	0.04	33	0.01	KC 300: KC 400, 1: 1
16	Shelled	26	0.33	1.28	23.9	0.3	KC 500
17	Shelled	100	0.55	0.55	10	0.06	KC 500
18	Whole body	15.5	0.11	0.74	107	0.8	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600, 1: 1: 1: 1
19	Whole body	101	1.11	1.10	22	0.2	KC 400: KC 500, 1: 1
20	Whole body	17.2	0.23	1.31	12	0.2	KC 500
21	Whole body	46.5	0.60	1.28	6.2	0.1	KC 500
22	Flesh	100	0.20	0.20	603	1	KC 500
	Viscera	100	1.18	1.18	229	3	KC 400: KC 500: KC 600, 1: 1: 1

23	Flesh	100	0.29	0.29	7.1	0.02	KC 500	1:1:1:1
	Viscere	100	18.4	18.4	20	4	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600, KC 400: KC 600,	1:1
24	Flesh	75	0.81	1.10	23	0.3	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
25	Whole body	58	3.02	5.21	12	0.6	KC 400: 500: KC 600,	1:1:1
26	Whole body	25.2	0.47	1.85	24	0.5	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
27	Whole body	28	0.07	0.26	141	0.4	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
28	Whole body	84.8	4.42	5.21	23	1	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
29	Whole body	100	2.49	3.50	24	0.9	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
30	Whole body	100	3.09	3.09	23	0.7	KC 400: KC 500,	1:1
31	Flesh	100	0.21	0.21	6.4	0.01	KC 500	1:1
	Viscera	95	30.4	32.0	40	13	KC 400: KC 500,	1:1
32	Flesh	100	0.20	0.2	22	0.04	KC 300: KC 500,	1:1
33	Flesh	100	0.19	0.19	15	0.03	KC 300: KC 500,	1:1
34	Whole body	73.6	4.5	6.1	35	2	KC 300: KC 400: KC 600,	1:1:1
35	Whole body	41	0.24	0.59	49	0.3	KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1
36	Whole body	21.9	0.71	3.25	8.7	0.3	KC 400: KC 500,	1:1
37	Whole body	82.5	2.16	2.62	36	0.9	KC 400: KC 500,	1:1
38	Whole body	90.5	2.56	2.83	22	0.6	KC 300: KC 500,	0.5:1
39	Whole body	59	1.06	1.80	29	0.5	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
40	Shelled	100	0.86	0.86	7.4	0.06	KC 400: KC 500,	1:1
41	Shelled	100	0.68	0.68	8.3	0.06	KC 400	1:1
42	Flesh	90	2.87	3.19	2.7	0.09	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
43	Whole body	92	0.50	0.54	21	0.1	KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1
44	Flesh	100	0.78	0.78	2.1	0.02	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1
45	Flesh	100	4.71	4.71	0.78	0.04	KC 600	1:1:1:1
	Viscera	12	0.66	5.56	3.7	0.2	KC 300: KC 400: KC 500: KC 600,	1:1:1:1

* Numbers of samples are equal to Table 1.

** KC means industrial polychloro biphenyls manufactured by Kanegafuchi Chem. Co., Ltd.

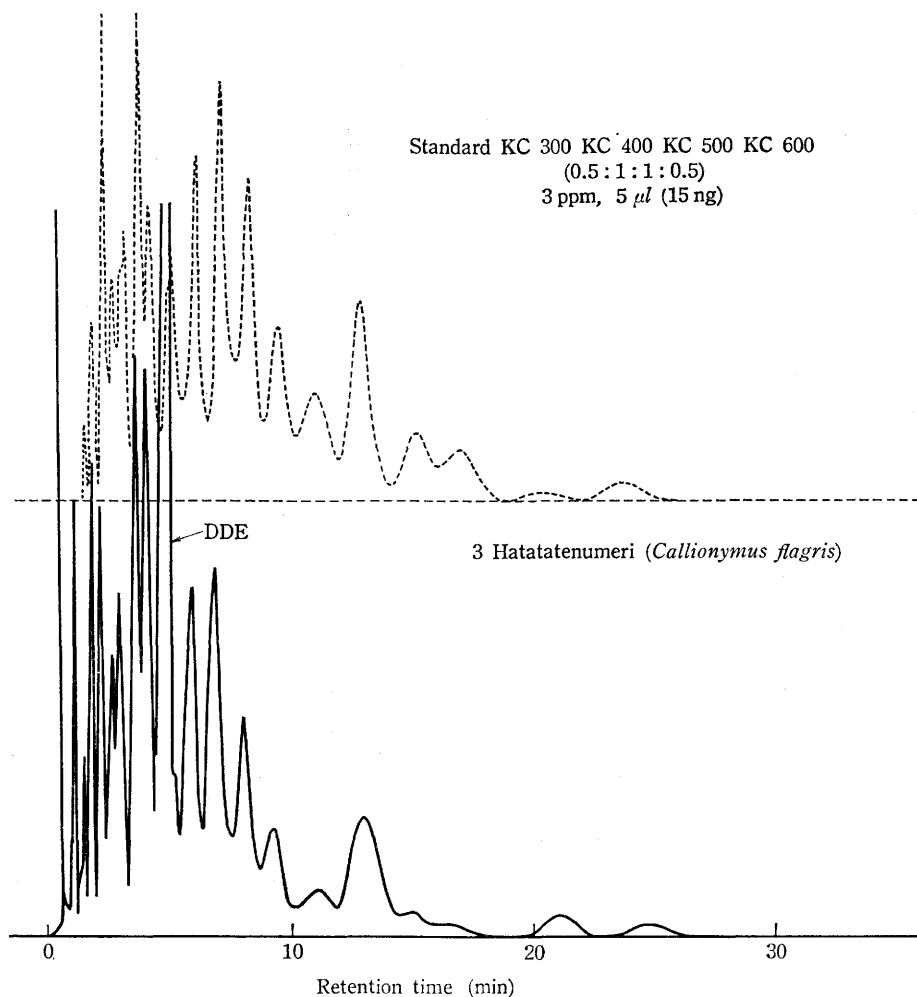


Fig. 3. ECD gas chromatogram of Hatatatenumeri *Callionymus flagris*

G.C. Condition

Shimazu GC-4BMPEE

2% OV-1 on Chromosorb W. AW-DMCS (60-80 mesh)

ϕ 4 mm. \times 2 m. glass column

Column Temp. 185°C Detect. Temp. 220°C

Carrier Gas N₂ 30 ml/min.

Sens. 10² Range 16 mV.

Chart Speed 5 mm/min

要 約

東京湾の磐州，中ノ瀬における底引トロール漁獲物 29 種，浦安，奈良輪のアサリの PCB を定量した。また比較のため沖縄県波照間島産の 4 種の魚についても PCB を定量した。

1. ハタタテヌメリおよびアサリについて種々異なる方法により脂質を抽出して PCB を測定したが，組織当りの PCB 量はほぼ等しかった。しかし直接アルカリ分解法によると 1.5 倍高い値が得られた。

Table 4. PCB contents of the marine animals.

1-2 ppm	SHŌSAI-FUGU, UMAZURA-HAGI			
0.8-0.9 ppm	UMAZURA-HAGI, MIMI-IKA			
0.6-0.7 ppm	MAKO-GAREI,* HIMEJI, UMAZURA-HAGI			
0.4-0.5 ppm	MAKO-GAREI,*	TENJIKU-DAI,	AKA-HAZE,*	NODOKUSARI
0.2-0.3 ppm	SARU-EBI, KANAGASHIRA, HATATATENUMERI*	ZINDŌ-IKA, AINAME,	HITODE, NAGANISHI,	SUNA-HITODE, MA-HAZE,
0.01-0.1 ppm	TSUNOAKEUSU,* AZUMANISHIKI, KURUMA-EBI,	AKAGAI,* MOMIJI-GAI, UROKOMUSHI sp.	EBOYA, SANSHŌ-UNI,	ITOMAKI-HITODE, ASARI,**

* Caught at Banzu.

** Caught at Urayasu and Narawa.

No superscript; caught at Nakanose.

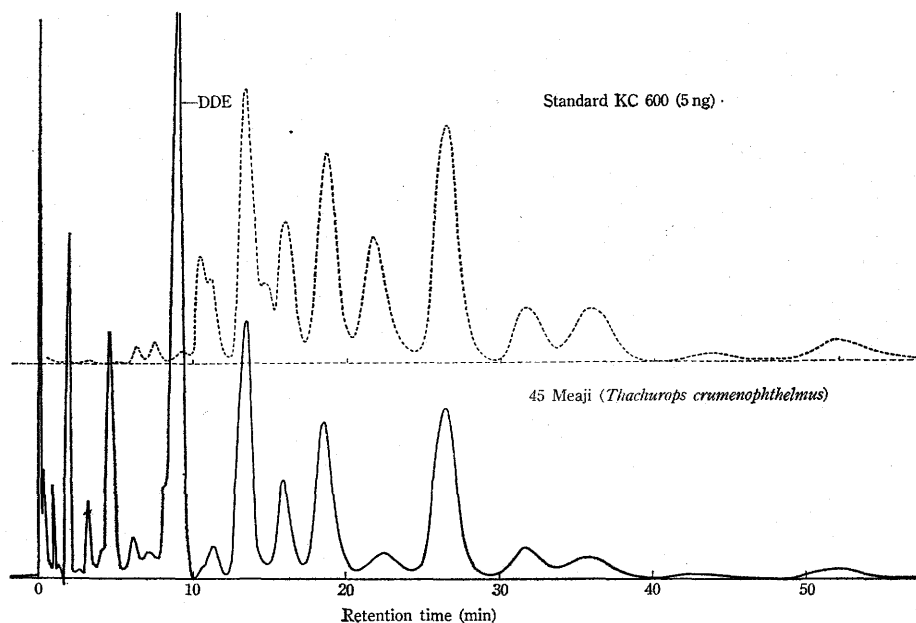


Fig. 4. ECD gas chromatogram of Meaji *Thachurops crumenophthelmus*

G. C. Condition

Shimazu GC-5A

2% OV-1 on Chromosorb W. AW-DMCS (60-80 mesh)

φ 3 mm. × 2 m glass column

Column Temp. 185°C Detect. Temp. 210°C

Carrier Gas N₂ 30 ml/min.

Sens. 10² Range 32 mV.V

Chart Speed 5 mm/min

2. 波照間島の魚肉では 0.02-0.1 ppm の PCB が見出された。
3. 東京湾の試料では全個体中の PCB 濃度はショウサイフグの 2 ppm がもつとも高く、ツノアケウス、アカガイ、エボヤの 0.01 ppm が最低であり、これらのことから食物連鎖による PCB の濃縮が推定された。
4. 抽出脂質中の PCB 濃度はホンザメ肉質中の 603 ppm が最高であつた。
5. 肉質部と内臓について比較すると、組織中 PCB 濃度はつねに内臓が高く、ホンザメ、マコガレイおよびメアジでは数倍、ショウサイフグおよびアカエイでは 200 倍に達した。しかし、抽出脂質中の PCB 濃度について比較するといずれの場合にも 2-数倍の差であつた。
6. 試料中の PCB が示すガスクロマトグラムのピークパターンは魚種によつて異なるばかりでなく、同一生物の内臓と肉質部でも異なる。また同一水域の同一魚種においても個体によつて異なるピークパターンを示すものがあつた。
7. 全試料のうちツノアケウス、アカガイ、サンショウウニ、アズマニシキなど食物連鎖の下位にあるものには KC 500 タイプのピークパターンを示すものが多かつた。

おわりに、試料の採集、調製に協力して下さつた当研究所“たか丸”乗組員の各位、漁具漁法部・資源部・生物化学部の各位、東京家政大学の吉武喜代子嬢、農林省東京輸出品検査所の並木章氏、種の査定をして下さつた当研究所の阿部宗明博士、奥谷喬司博士、また種々御指導下さつた国立衛生研究所食品部長田辺弘也博士、また本稿の取りまとめにあたり助言と校閲を賜つた生物化学部長平尾秀一博士に対し深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 倉恒匡徳・他 16 名：福岡医誌，**60**, 513-532 (1969).
- 2) 磯野直秀・藤原邦達：科学，**42**, 312-322 (1972).
- 3) J. OSTRANDER and L. R. DUGAN: *J. A. O. C. S.* **39**, 178-181 (1962).
- 4) 武田明治・大槻久美子・田辺弘也：食品衛生研究，**32**, 761-770 (1972).
- 5) G. M. WOODWELL: *Science*, **156**, 821-824 (1967).
- 6) G. M. WOODWELL: *Sci. Amer.*, **216**, 24-31 (1967).
- 7) 田辺弘也：食の科学，**8**, 6-9 (1972).