

第3章 コアサンプル調査

1. 目的

本調査は内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質の柱状堆積物中の鉛直分布を明らかし、同時に年代測定を実施することにより、これまで報告のない環境負荷量の推移に関する知見を得ることを目的とした。

2. 調査位置及び日程

調査は1999年3月～4月に、東京湾、大阪湾、榛名湖及び琵琶湖の4測点で実施した(図1)。

3. 試料の採取方法

試料は表層堆積物を攪乱しないように潜水夫がアクリルチューブ(外径100mm、内径94mm、長さ1000mm)を堆積物中へ50cm深以上挿入し、採取した。

採取した柱状試料は上下をシリコン栓で密封後、船上で直射日光を避け、垂直に保存し、下船後、層別(15層以上)にカットした。カットは全てアセトンで処理したステンレス製の器具で実施し、アクリルチューブ内面に接した部分を除いた後、対象物質分析用試料は0.5L容スクリューキャップ付(内蓋にテフロンシール付)ガラス製ビン(洗浄済:水 洗剤 水 アセトン ヘキサン 200 2時間)に分取して直ちに冷凍保存、年代測定分析用試料は0.1L容ポリエチレンビンに分取して冷蔵保存し、分析に供した。

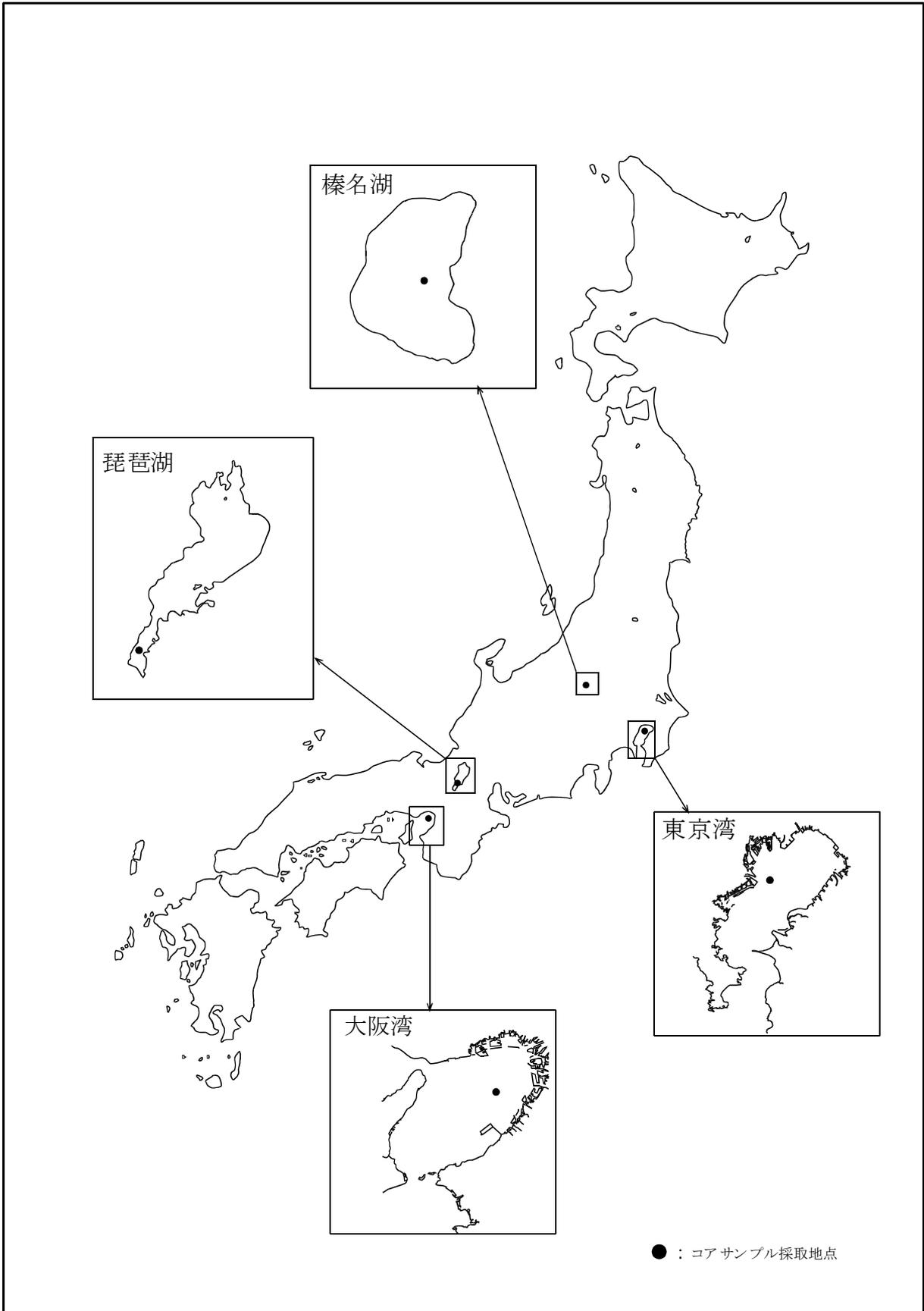


図1 調査位置

4. 分析方法

分析項目及び方法の概要等を表 1 に示した。なお、本調査では採取した 15 層以上の層のうち、堆積物の攪乱が少ないと思われる 10 層を選定し、各層での分析を行った。

4.1 対象物質の測定

本調査における対象物質は、これまで濃度調査があまり行われなかった物質、難分解性或いは分解性が不明、水環境中の内分泌攪乱化学物質（いわゆる環境ホルモン）の実態概況調査一般水域調査秋季（底質）（以下、秋季調査）での検出率が高い、などを考慮して SPEED'98 に記載された内分泌攪乱作用を有すると疑われる 67 物質から 23 物質を抽出した。

なお、23 物質の異性体、関連物質等ごとに 31 測定物質の濃度を分析した。ただし、o,p-DDT と p,p'-DDD 並びにヘキサクロロシクロヘキサンの 体と 体は、分析手法の都合上、各 1 測定物質として分析した。

また、対象物質の鉛直分布傾向をより正確に把握するために、秋季調査より高い検出感度で分析を実施した。

4.2 年代測定

年代測定は鉛-210 法、セシウム-137 法を併用して実施した。

表 1 分析項目及び方法の概要等

分析項目		分析方法の概要	検出限界値 ^{注2} (ng/g)	秋季調査での 検出限界値 ^{注3} (ng/g)	
分析カテゴリー	項目 ^{注1}				
対象物質濃度の測定	有機塩素化合物	ヘキサクロヘンゼン(HCB)	アセトン抽出 ジクロロメタン抽出 ヘキサン抽出 フロリジルカラム (10×300mmカラム、2g) アセトン・ヘキサン溶出 GC/MS	0.185	10
		cis-カドレン		0.318	10
		trans-カドレン		0.175	10
		p,p'-DDT		0.200	5
		o,p'-DDT+p,p'-DDD ^{注4}		0.218	5
		p,p'-DDE		0.265	5
		o,p'-DDE		0.282	5
		o,p'-DDD		0.211	5
		デイルリン		0.279	20
		ヘプタクロル		0.770	10
		ヘキサクロシクロヘキサン()		0.191	10
		ヘキサクロシクロヘキサン(+ ^{注4})		0.221	10
		ヘキサクロシクロヘキサン()		0.223	10
		trans-ノカロル		0.210	10
		オキシカドレン		0.277	10
		アルドリ		0.273	10
		イントリン		0.274	20
		ヘプタクロルエホキサイト		0.635	10
		フタル酸エステル類		フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	アセトン抽出 ジクロロメタン抽出 5%含水シリカゲルカラム(10×300mmカラム、2g) アセトン溶出 GC/MS
	フタル酸ブチルベンジル		1.124	10	
	フタル酸ジエチル		0.430	10	
	アジピン酸エステル類	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル		0.795	10
	その他(1)	4-ニトロトルエン		0.408	1
		ベンゾフェノ		0.409	1
	その他(2)	ニトロフェン		0.908	10
		フェノール類	ニルフェノール	アセトン抽出 ジクロロメタン抽出 5%含水シリカゲルカラム(10×300mmカラム、2g) アセトン溶出 GC/MS	1.004
	4-n-オクチルフェノール		0.233		5
4-t-オクチルフェノール	0.071		5		
塩素系フェノール類	ペンタクロフェノール		0.209	10	
	2,4-ジクロロフェノール		0.345	5	
その他(3)	1,2-ジブチル-3-クロロベン	メタノール抽出 ヘッドスペース-GC/MS	0.575	5	
年代測定	放射性核種	²¹⁰ Pb、 ²¹⁴ Pb、 ²¹⁴ Bi、 ¹³⁷ Cs	3週間密封 ゲルマニウム半導体検出器による線測定(80000sec)	-	
	その他	水分含有率、土粒子密度、間隙率、積算重量	重量法	-	

注 1 対象物質濃度の測定の項目は、SPEED'98 から抽出した 23物質の異性体等 31 測定物質である。

注 2 検出限界値は外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(環境庁水質保全局水質管理課、1998)に従った。

注 3 秋季調査とは「水環境中の内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)の実態概況調査一般水域調査秋季(底質)」を示す。

注 4 分析手法の都合上、1測定物質として扱った。

5. 結果

本調査の分析結果を表2に示した。測定物質の濃度は、単位乾泥当たりで示した。単位乾泥当たりの濃度は、湿泥当たりの測定物質濃度から各分析層の水分含有率及び土粒子密度を用いて換算した。

5.1 検出状況

31 測定物質のうち、今回実施した4測点から17物質が検出された。測点ごとにみると、東京湾測点で9物質、大阪湾測点で11物質、榛名湖測点で8物質、琵琶湖測点で13物質が検出された。このうち全測点で認められたのは5物質であり、ディルドリン、ヘキサクロロシクロヘキサン(+)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジエチル及びノニルフェノールであった。

参考までに秋季調査での検出感度を用いた場合での検出状況を示すと、全体では10物質であり、全測点で認められたのはフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及びノニルフェノールの2物質となった。

5.2 鉛直分布状況

ここでは各測点において連続する分析層で検出された測定物質についてのみ、鉛直分布の傾向を記述した。

(1) 東京湾測点

フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは1960～1970年代頃にいったん増加した後に減少するが、それ以降1990年代後半まで増加傾向にあった。フタル酸ジエチルはフタル酸ジ-2-エチルヘキシルと概ね同様の傾向にあった。4-ニトロトルエンは1950年代頃の1層で検出されたが、その後1980年代後半まで検出されず、1990年代以降に再び検出されはじめ、1990年代後半にかけて増加傾向にあった。ノニルフェノールは1970年代中盤以降検出され、1990年代にピーク、1990年代後半にかけて減少していた。ペンタクロロフェノールは1940年代頃から検出されはじめ、1970年代後半にいったん増加した後に減少するが、1990年頃にピークがあり、1990年代後半にかけて減少

傾向にあった。

(2) 大阪湾測点

ディルドリンは 1930～1940 年代頃の 2 層で検出されたのみであった。フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは概ね 1970 年代頃まで増加、それ以降 1980 年代頃にかけて減少、再び 1980 年代後半にピークが認められるが 1990 年代後半にかけて減少傾向にあった。フタル酸ジエチルは概ね 1980 年代頃まで増加、それ以降 1980 年代後半にかけて減少、再び 1990 年代にピーク、1990 年代後半にかけて減少傾向にあった。4-ニトロトルエンは 1970 年代頃から検出されはじめ 1980 年代中盤ピークとなり、1980 年代後半に減少、1990 年代頃に再び検出されるが 1990 年代後半にかけて減少傾向にあった。ベンゾフェノン は 1950 年代後半から検出されはじめて 1980 年代頃にかけて増加、1980 年代中盤頃にいったん減少するが、それ以降 1980 年代の濃度レベルで横這い傾向にあった。

(3) 榛名湖測点

p,p'-DDE は 1980 年代頃から検出されはじめ、1980 年代後半頃にピーク、1990 年代以降では検出されなかった。フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは 1950 年代頃から 1990 年代後半にかけて増減を繰り返しており、1990 年代後半で最も高濃度となっていた。フタル酸ジエチルもフタル酸ジ-2-エチルヘキシルと同様の傾向にあった。

(4) 琵琶湖測点

アルドリンは 1950 年代頃から検出されはじめ、1990 年代後半まで増減を繰り返しており、1990 年代後半で最大となっていた。フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは 1990 年代後半まで増減を繰り返して 1990 年代後半で最大となっていた。フタル酸ブチルベンジルは 1990 年代頃から検出されはじめて 1990 年代中盤にピーク、1990 年代後半にかけて減少していた。フタル酸ジエチルは 1950 年代頃に検出され、1960 年代頃にかけて減少するが、それ以降 1990 年代後半にかけて緩やかであるが概ね増加傾向にあった。4-t-オクチルフェノールは 1970 年代後半から検出され、1980 年代後半までほぼ横這い、1990 年代中盤にかけて減少するが、1990 年代後半にかけて増加傾向にあった。

表2(1) 分析結果

単位:ng/g(dry)

採取地点	深度 (cm)	有機塩素化合物																		堆積年代 (平均堆積速度: g/cm ² /年)
		ヘキサクロロベンゼン(HCB)	cis-クロルデン	trans-クロルデン	o,p'-DDT + p,p'-DDD	p,p'-DDT	o,p'-DDE	p,p'-DDE	o,p'-DDD	デイトリン	ヘプタクロル	ヘキサクロロシクロヘキサン(α)	ヘキサクロロシクロヘキサン(β+γ)	ヘキサクロロシクロヘキサン(δ)	trans-ノナクロル	オキシクロルデン	アルドリン	エンドリン	ヘプタクロルエポキシド'	
東京湾	N.D.の参考値の範囲 ^{注1)}	0.432 ~1.10	0.744 ~1.90	0.401 ~1.05	0.510 ~1.30	0.466 ~1.19	0.659 ~1.69	0.620 ~1.58	0.493 ~1.26	0.652 ~1.67	1.80 ~4.60	0.446 ~1.14	0.516 ~1.32	0.521 ~1.33	0.491 ~1.25	0.647 ~1.65	0.638 ~1.63	0.640 ~1.64	1.48 ~3.79	(0.180)
T-1	表層~5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
T-2	5~8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1990
T-3	8~11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
T-4	11~14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1980
T-5	14~17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
T-6	17~20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1970
T-7	20~23	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
T-8	23~26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1960
T-9	26~29	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.21	N.D.	N.D.	1.24	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1950
T-10	29~32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T-11	32~35	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1940
T-12	35~38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1930
T-13	38~41	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
T-14	41~44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1920
T-15	44~47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1910
T-16	47~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T-17	50~53	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.61	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1900
大阪湾	N.D.の参考値の範囲 ^{注1)}	0.316 ~0.553	0.545 ~0.952	0.300 ~0.524	0.373 ~0.652	0.341 ~0.597	0.483 ~0.843	0.454 ~0.793	0.361 ~0.631	0.477 ~0.834	1.32 ~2.30	0.327 ~0.571	0.378 ~0.660	0.381 ~0.666	0.359 ~0.628	0.474 ~0.828	0.467 ~0.816	0.469 ~0.819	1.09 ~1.90	(0.319)
O-1	表層~5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-2	5~8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1990
O-3	8~11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-4	11~14	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1980
O-5	14~17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-6	17~20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1970
O-7	20~23	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-8	23~26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1960
O-9	26~29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-10	29~32	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1950
O-11	32~35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-12	35~38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1940
O-13	38~41	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.697	N.D.	N.D.	0.784	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-14	41~44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1930
O-15	44~47	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.807	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-16	47~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1920
O-17	50~53	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	

注1: 湿泥あたりの濃度から乾泥あたりの濃度へ換算する場合に最低検出値も変動するため、便宜上「N.D.の参考値」という形で示した。また、各層ごとに乾泥への換算を行っているため、それぞれで換算値が異なるため範囲で示した。

注2: 「N.D.」は検出限界値未満であること、「—」は分析していないことを示す。

表2(2) 分析結果

単位:ng/g(dry)

採取地点	深度 (cm)	有機塩素化合物																		堆積年代 (平均堆積速度: g/cm ² /年)
		ヘキサクロロヘン ゼン(HCB)	cis-クロルデン	trans-クロル デン	o,p'-DDT + p,p'- DDD	p,p'-DDT	o,p'-DDE	p,p'-DDE	o,p'-DDD	ダイオキシン	ヘプタクロル	ヘキサクロロシクロ ヘキサン(α)	ヘキサクロロシクロ ヘキサン (β+γ)	ヘキサクロロシクロ ヘキサン(δ)	trans-ノナク ロル	オキシクロルデ ン	アルドリ ン	エンドリ ン	ヘプタクロルエ ポキシド'	
榛名湖	N.D.の参考 値の範囲 ^{注1}	1.69 ~5.02	2.92 ~8.64	1.61 ~4.76	2.00 ~5.92	1.83 ~5.41	2.58 ~7.65	2.43 ~7.20	1.93 ~5.72	2.55 ~7.57	7.05 ~20.9	1.75 ~5.18	2.02 ~5.99	2.04 ~6.05	1.92 ~5.70	2.54 ~7.51	2.50 ~7.40	2.51 ~7.43	5.81 ~17.2	(0.0462)
H-1	表層~3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6.47	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-2	3~5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-3	5~7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1990
H-4	7~9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	25.7	N.D.	12.5	N.D.	N.D.	17.4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-5	9~11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	15.4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-6	11~13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-7	13~15	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	7.66	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1980
H-8	15~17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-9	17~19	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-10	19~21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1970
H-11	21~23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-12	23~25	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1960
H-13	25~27	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-14	27~29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-15	29~31	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1950
琵琶湖	N.D.の参考 値の範囲 ^{注1}	0.456 ~0.986	0.785 ~1.70	0.432 ~0.935	0.538 ~1.16	0.492 ~1.06	0.695 ~1.50	0.657 ~1.41	0.520 ~1.12	0.687 ~1.49	1.90 ~4.10	0.471 ~1.02	0.544 ~1.18	0.549 ~1.19	0.517 ~1.12	0.682 ~1.48	0.673 ~1.46	0.675 ~1.46	1.56 ~3.38	(0.165)
B-1	表層~3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.79	N.D.	N.D.	
B-2	3~5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.54	N.D.	N.D.	N.D.	2.24	N.D.	N.D.	
B-3	5~7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.74	N.D.	N.D.	← 1990
B-4	7~9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.36	N.D.	N.D.	
B-5	9~11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.08	N.D.	N.D.	
B-6	11~13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1980
B-7	13~15	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.81	N.D.	N.D.	
B-8	15~17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-9	17~19	N.D.	N.D.	2.17	N.D.	N.D.	N.D.	1.35	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.73	N.D.	N.D.	← 1970
B-10	19~21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-11	21~23	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.83	N.D.	N.D.	← 1960
B-12	23~25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-13	25~27	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.59	N.D.	1.36	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.38	N.D.	N.D.	← 1950
B-14	27~29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-15	29~31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1940
B-16	31~33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-17	33~35	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1930

注1: 湿泥あたりの濃度から乾泥あたりの濃度へ換算する場合に最低検出値も変動するため、便宜上「N.D.の参考値」という形で示した。また、各層ごとに乾泥への換算を行っているため、それぞれで換算値が異なるため範囲で示した。

注2: 「N.D.」は検出限界値未満であること、「—」は分析していないことを示す。

表2(3) 分析結果

単位:ng/g(dry)

採取地点	深度 (cm)	フタル酸エステル類			アジピン酸エステル類	その他(1)		その他(2)	フェノール類			塩素系フェノール類		その他(3)	堆積年代 (平均堆積速度: g/cm ² /年)
		フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸ブチルベンジル	フタル酸ジエチル	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	4-ニトロトルエン	ベンゾフェノン	ニトロフェン	ノニルフェノール	4- <i>t</i> -オクチルフェノール	4- <i>n</i> -オクチルフェノール	ペンタクロロフェノール	2,4-ジクロロフェノール	1,2-ジプロモ-3-クロロプロバン	
東京湾	N.D.の参考値の範囲 ^{注1}	0.815 ~2.08	2.66 ~6.71	1.00 ~2.57	1.86 ~4.75	1.00 ~2.56	1.52 ~3.88	2.12 ~5.42	2.35 ~6.00	0.166 ~0.424	0.544 ~1.39	0.488 ~1.25	0.806 ~2.06	1.34 ~3.43	(0.180)
T-1	表層~5	401	N.D.	85.1	N.D.	4.28	N.D.	N.D.	29.5	3.09	N.D.	2.65	N.D.	N.D.	
T-2	5~8	349	N.D.	46.2	N.D.	3.73	N.D.	N.D.	68.5	N.D.	N.D.	8.64	N.D.	N.D.	← 1990
T-3	8~11	83.9	N.D.	16.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	7.70	N.D.	N.D.	0.733	N.D.	N.D.	
T-4	11~14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1980
T-5	14~17	40.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.33	N.D.	N.D.	2.17	N.D.	N.D.	
T-6	17~20	21.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1970
T-7	20~23	71.5	N.D.	20.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.769	N.D.	N.D.	
T-8	23~26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1960
T-9	26~29	26.9	N.D.	N.D.	N.D.	4.56	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.09	N.D.	N.D.	← 1950
T-10	29~32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T-11	32~35	14.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.03	N.D.	N.D.	← 1940
T-12	35~38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T-13	38~41	18.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1930
T-14	41~44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1920
T-15	44~47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1910
T-16	47~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
T-17	50~53	13.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1900
大阪湾	N.D.の参考値の範囲 ^{注1}	0.597 ~1.04	1.92 ~3.36	0.735 ~1.29	1.36 ~2.38	0.734 ~1.28	1.11 ~1.94	1.55 ~2.71	1.72 ~3.00	0.121 ~0.212	0.398 ~0.696	0.357 ~0.625	0.590 ~1.03	0.983 ~1.72	(0.319)
O-1	表層~5	80.9	N.D.	45.7	N.D.	1.28	1.94	N.D.	26.4	N.D.	1.80	1.00	N.D.	N.D.	
O-2	5~8	90.6	N.D.	59.7	N.D.	1.51	2.12	N.D.	14.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1990
O-3	8~11	135	N.D.	35.2	N.D.	N.D.	2.04	N.D.	19.8	N.D.	N.D.	1.43	N.D.	N.D.	
O-4	11~14	79.2	N.D.	32.6	N.D.	1.99	1.20	N.D.	13.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-5	14~17	116	N.D.	88.5	N.D.	1.34	1.98	N.D.	5.69	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1980
O-6	17~20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-7	20~23	151	N.D.	41.0	1.91	0.910	1.62	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1970
O-8	23~26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-9	26~29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1960
O-10	29~32	75.8	N.D.	25.4	N.D.	N.D.	0.924	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
O-11	32~35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1950
O-12	35~38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-13	38~41	62.6	N.D.	18.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1940
O-14	41~44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-15	44~47	29.9	N.D.	19.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1930
O-16	47~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
O-17	50~53	42.7	N.D.	27.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	

注1: 湿泥あたりの濃度から乾泥あたりの濃度へ換算する場合に最低検出値も変動するため、便宜上「N.D.の参考値」という形で示した。また、各層ごとに乾泥への換算を行っているため、それぞれで換算値が異なるため範囲で示した。

注2: 「N.D.」は検出限界値未満であること、「—」は分析していないことを示す。

表2(4) 分析結果

単位:ng/g(dry)

採取地点	深度 (cm)	フタル酸エステル類			アジピン酸エステル類	その他(1)		その他(2)	フェノール類			塩素系フェノール類		その他(3)	堆積年代 (平均堆積速度: g/cm ² /年)
		フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸ブチルベンジル	フタル酸ジエチル	アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	4-ニトロトルエン	ベンゾフェノン	ニトロフェン	ノルフェノール	4-tert-オクチルフェノール	4-n-オクチルフェノール	ペンタクロロフェノール	2,4-ジクロロフェノール	1,2-ジブromo-3-クロロプロバン	
榛名湖	N.D.の参考値の範囲 ^{注1}	3.20 ~9.46	10.3 ~30.5	3.94 ~11.7	7.28 ~21.6	3.93 ~11.6	5.95 ~17.6	8.31 ~24.6	9.19 ~27.2	0.650 ~1.93	2.13 ~6.32	1.91 ~5.67	3.16 ~9.36	5.26 ~15.6	(0.0462)
H-1	表層~3	2570	N.D.	360	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	48.2	6.79	N.D.	13.2	N.D.	N.D.	
H-2	3~5	165	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-3	5~7	1680	N.D.	135	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1990
H-4	7~9	1190	N.D.	70.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-5	9~11	2220	N.D.	90.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-6	11~13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-7	13~15	9.24	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1980
H-8	15~17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-9	17~19	347	N.D.	51.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-10	19~21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1970
H-11	21~23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-12	23~25	10.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1960
H-13	25~27	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
H-14	27~29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
H-15	29~31	75.8	N.D.	176	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1950
琵琶湖	N.D.の参考値の範囲 ^{注1}	0.860 ~1.86	2.77 ~5.99	1.06 ~2.29	1.96 ~4.24	1.06 ~2.29	1.60 ~3.46	2.24 ~4.84	2.47 ~5.35	0.175 ~0.378	0.574 ~1.24	0.515 ~1.11	0.850 ~1.84	1.42 ~3.07	(0.165)
B-1	表層~3	385	46.9	65.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	27.8	5.01	1.44	N.D.	N.D.	N.D.	
B-2	3~5	241	76.4	32.7	N.D.	N.D.	3.51	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
B-3	5~7	351	61.2	29.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.799	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1990
B-4	7~9	471	N.D.	29.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.42	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
B-5	9~11	169	N.D.	14.0	N.D.	N.D.	1.75	N.D.	N.D.	1.21	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
B-6	11~13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1980
B-7	13~15	94.2	N.D.	12.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.51	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
B-8	15~17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-9	17~19	115	N.D.	15.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1970
B-10	19~21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-11	21~23	353	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1960
B-12	23~25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-13	25~27	39.8	N.D.	28.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1950
B-14	27~29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-15	29~31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	← 1940
B-16	31~33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
B-17	33~35	13.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	← 1930

注1: 湿泥あたりの濃度から乾泥あたりの濃度へ換算する場合に最低検出値も変動するため、便宜上「N.D.の参考値」という形で示した。また、各層ごとに乾泥への換算を行っているため、それぞれで換算値が異なるため範囲で示した。

注2: 「N.D.」は検出限界値未満であること、「—」は分析していないことを示す。

6. 考察

本年度の調査結果で明らかとなった堆積物中の対象物質の鉛直分布と過去の生産量の変化とを比較した。ただし、対象物質ごとに得られた生産量データの年度範囲が異なるので、その範囲内だけで実施した。生産量のデータは農薬便覧（1964～1997）、化学商品（1975～1997）、などを引用した。

本調査で得られた鉛直分布と過去の生産量の変化が概ね同じ傾向を示す物質は、東京湾測点のフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及び大阪湾測点のノニルフェノールの2物質があった（図2）。ノニルフェノールの場合はアルキルフェノールとしての生産量との比較であったが、2物質とも鉛直分布、生産量ともに近年にかけて増加しており、同様の傾向を示していた。今後、堆積物中における分解速度等の研究が進めば、過去の環境負荷量の推測に非常に役立つものと考えられた。また、全分析層で検出されなかった或いは中深層で検出されたが表層付近で検出されなかった DDT 類などは、毒性・蓄積性などから何らかの規制があり現在生産されていない物質が多く、少なくとも近年の生産量とよく一致していた。

鉛直分布と過去の生産量の間傾向が認められなかった対象物質のうち、表層でのみ検出された 4-t-オクチルフェノール、4-n-オクチルフェノールなどは、堆積物に移行しにくい、堆積物中での分解速度が速い、などの可能性が考えられた。生産量が増加しているにも関わらず、ほぼ全層で検出されなかったアジピン酸ジ-2-エチルヘキシルなどは、水環境中に負荷されにくい状況での使用、堆積物に移行しにくい、堆積物中での分解速度が速い、などの理由が考えられた。

内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質に関する研究は発展途上であり、現時点では研究報告例が非常に少ないため、他の報告例との比較検討を充分に行えなかった。今後の課題として、鉛直分布に関する情報、堆積物移行性・分解速度の情報などを引き続き収集し、環境負荷量の推移に関してより正確な知見を得ていく必要があると考えられた。

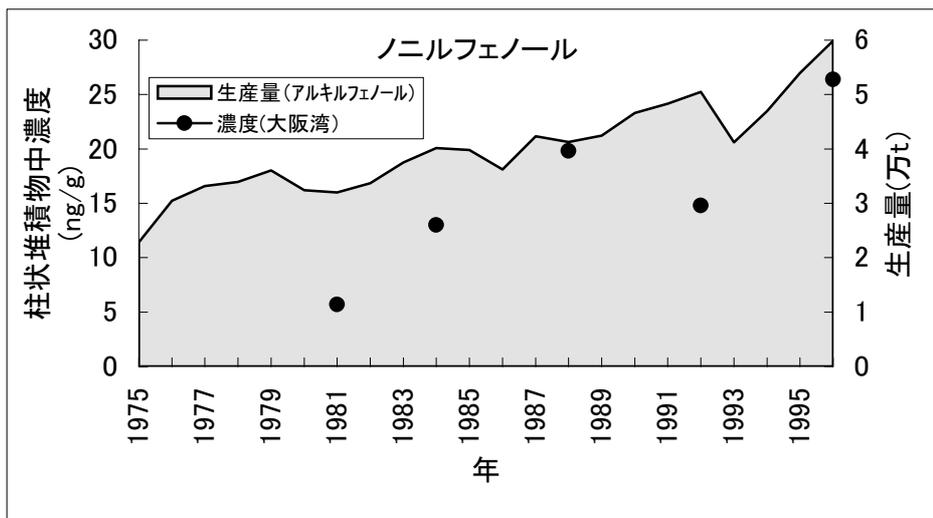
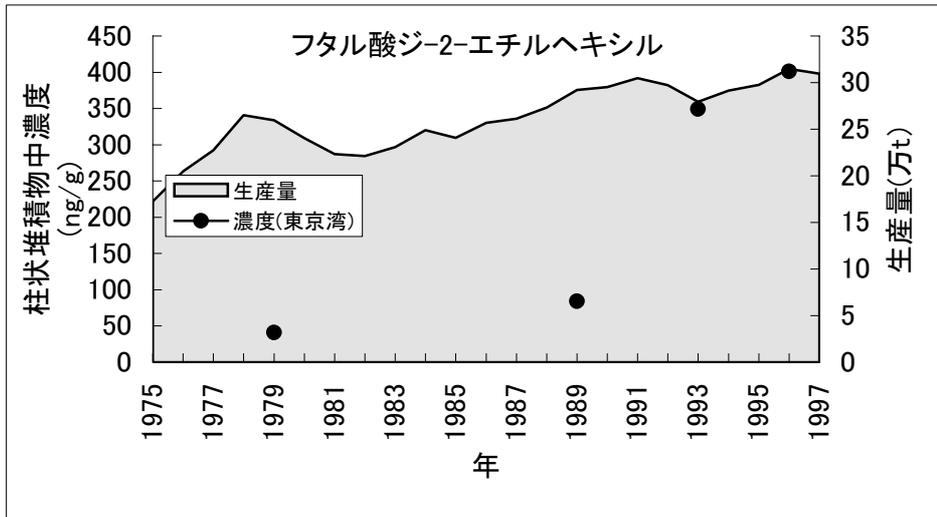


図2 堆積物中の鉛直分布と過去の生産量の変化との関係

7. まとめ

今回の調査結果より、内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質のうちの一部ではあるが、柱状堆積物中の鉛直分布を明らかにした。このうち、東京湾測点のフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及び大阪湾測点のノニルフェノールは過去の生産量と同様の傾向を示していることが分かった。また、全分析層で検出されなかった或いは表層付近で検出されなかった対象物質の多くは何らかの規制があるもので近年の生産状況をよく示していることも分かった。

内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質に関する研究は発展途上であり、現時点では研究報告例が非常に少ないため、他の報告例との比較検討を充分に行えなかった。今後の課題として、鉛直分布に関する情報、堆積物移行性・分解速度の情報などを引き続き収集し、過去の環境負荷量の推移に関してより正確な知見を得ていく必要があると考えられた。

8. 参考文献及び引用文献

化学工業日報社、化学商品、1975～1997

農林水産省農産園芸局植物防疫課監修、農薬要覧、1964～1997、日本植物防疫協会