

図1 調査地点

## 2.6 分析方法

「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(水質、底質、水生生物)」(平成10年10月 環境庁水質保全局水質管理課)及び「用水・排水中のアルキルフェノール類試験方法(JIS K0450-20-10:2002)」(平成14年3月20日制定)に準拠して分析を行った。

## 3 結果及び考察

### 3.1 水質

水質試料の測定結果を表2に示す。7物質が検出され、表中にない調査物質は不検出であった。

フェノール類では4物質が検出された。その濃度は、4-*t*-ブチルフェノールが<0.01~0.13 µg/L、4-*t*-オクチルフェノールが<0.01~0.01 µg/L、ノニルフェノールが<0.1~0.1 µg/L、ビスフェノールAが<0.01~0.91 µg/Lであった。

フタル酸エステル類では3物質が検出された。その濃度は、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルが<0.5~0.8 µg/L、フタル酸ジヘキシルが<0.2~0.3 µg/L、フタル酸ジ-*n*-ブチルが<0.5~1.6 µg/Lであった。

### 3.2 底質

底質試料の測定結果を表4に示す。22物質が検出され、表中にない調査物質は不検出であった。

ベンゾ[a]ピレンが検出され、濃度は7~10,000 µg/kg-dryであった。

有機塩素系農薬では2物質が検出された。その濃度は、*cis*-クロルデンが<5~5 µg/kg-dry、*trans*-クロルデン

が<5~6 µg/kg-dryであった。

フェノール類では5物質が検出された。その濃度は、4-*t*-ブチルフェノールが<5~9 µg/kg-dry、4-*t*-オクチルフェノールが<5~72 µg/kg-dry、ノニルフェノールが<50~2,000 µg/kg-dry、ビスフェノールAが7~320 µg/kg-dry、ペンタクロロフェノールが<5~8 µg/kg-dryであった。

フタル酸エステル類では14物質が検出された。その濃度は、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルが170~18,000 µg/kg-dry、フタル酸ブチルベンジルが<10~240 µg/kg-dry、フタル酸ジヘキシルが<10~100 µg/kg-dry、フタル酸ジ-*n*-ブチルが<25~550 µg/kg-dry、フタル酸ジシクロヘキシルが<10~38 µg/kg-dry、フタル酸ジアリルが<10~340 µg/kg-dry、フタル酸ジイソブチルが<10~36 µg/kg-dry、フタル酸ジ-2-メトキシエチルが<25~87 µg/kg-dry、フタル酸ジヘブチルが19~530 µg/kg-dry、フタル酸ジ-2-プトキシエチルが<25~160 µg/kg-dry、フタル酸ジノニルが<10~180 µg/kg-dry、フタル酸ジ-*n*-オクチルが<10~79 µg/kg-dry、フタル酸ジイソノニルが40~3,200 µg/kg-dry、フタル酸ジイソデシルが<25~3,700 µg/kg-dryであった。

## 4 考察

### 4.1 水質

環境省が行った全国調査との比較を表3に示す。

フェノール類では、ビスフェノールAの検出率がやや高いほかは、検出濃度及び検出率ともに全国調査とほぼ同程度であった。フタル酸エステル類では、フタル酸ジ

ヘキシルは全国調査のデータがないため比較できないが、その他2物質については、検出濃度及び検出率ともに全国調査とほぼ同程度であった。

検出率が比較的高く、内分泌かく乱作用があることが推察されているノニルフェノール及びビスフェノールAについて、2002～2004年度の3年間の濃度及び検出率の推移を図2に示す。平均濃度の算出にあたっては、濃度が検出下限値未満の場合は、検出下限値の1/2の値を用いて算術平均を算出した。

ノニルフェノールでは、検出率がやや増加しているが、最大濃度は0.3 µg/Lから0.1 µg/L(検出下限値)に減少している。平均値がほぼ横ばいであることから、ほとんどの地点で大きな濃度変化がなかったことがわかる。また、内分泌かく乱作用を与えないと予測される濃度(予測無影響濃度)である0.608 µg/Lを越えた地点はなかった。

ビスフェノールAでは、検出率はほぼ横ばいであるが、最大濃度が0.16 µg/Lから0.91 µg/Lに増加し、平均値も約4倍となっている。これは、主に海域での検出濃度が高くなったことが原因である。

#### 4.2 底質

環境省が行った全国調査との比較を表5に示す。

ベンゾ[a]ピレンでは、検出率は100%で全国調査とほぼ同程度であるが、最大濃度が約2.7倍とやや高めであった。この物質は水質からは全く検出されないことから、疎水性が高く底質に蓄積されやすい傾向があるといえる。

クロルデンは、化学物質審査規制法第1種特定化学物質に指定されている殺虫剤である。cis体、trans体ともに河川の同一地点(No.22)で検出されており、海域では不検出ある。輸入・製造・使用が原則禁止されていることから、過去に使用されたものが蓄積しているとも考えられるが、はっきりとした由来は不明である。

フェノール類では、4-*t*-ブチルフェノールが全国調査では不検出であるが、本調査では海域2地点で検出された。また、ペンタクロロフェノールが、河川の1地点のみ(No.15)で検出された。その他の3物質については、検出率は全国調査より高めであるが、検出濃度はほぼ同程度であった。

フタル酸エステル類は、プラスチックの可塑剤としての使用量が非常に多く<sup>3)</sup>、検出率が高い物質が多い。フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジヘプチル及びフタル酸ジイソノニルの3物質は検出率100%であり、フタル酸ブチルベンジル、フタル酸ジ-*n*-ブチル及びフタル酸ジイソデシルも検出率が高い。検出濃度は全国調査とほぼ同程度であるが、特に使用量の多いフタル酸ジ-2-エチルヘキシルの濃度は他の物質に比べて50～300倍高い値である。

内分泌かく乱作用があることが推察されているノニルフェノール及びビスフェノールA、検出濃度が高いベンゾ[a]ピレン及びフタル酸ジ-2-エチルヘキシルについて、2002～2004年度の3年間の濃度及び検出率の推移を

図3に示す。平均濃度の算出は、水質の場合と同様に行った。ベンゾ[a]ピレンの2003年度は調査地点が大きく異なっているため、また、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの2002年度は調査を行っていないため、データを掲載していない。

ノニルフェノールでは、検出率はほぼ横ばいである。2003年度の最大濃度及び平均濃度がやや高いものの、検出濃度もほぼ横ばいである。

ビスフェノールAの検出率は3年間100%である。検出濃度の最大値が78 µg/kg-dryから320 µg/kg-dryと約4倍に増加しているが、平均値はほぼ横ばいである。これは、特定の地点で濃度が高くなったものの、その他の地点では大きな濃度変化がなかったことを示している。

ベンゾ[a]ピレンの検出率は測定した全年度で100%である。最大濃度及び平均濃度ともほぼ横ばいであり、大きな濃度変化がなかったことがわかる。

フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの検出率は測定した全年度で100%である。2003年度に比べて2004年度は、最大濃度及び平均濃度ともに大きく減少しているように見えるが、2002年度以前のデータは2004年度並の濃度であるため、ほぼ横ばい状態で推移しているといえる。

底質試料については、調査年度による変化があまり見られない。底質に吸着した物質は、特に海域では浚渫等の外的な影響を受けない限り大きく変化することはないと考えられる。底質のモニタリング調査を行う場合には、調査間隔をあまり細かくしなくても十分なデータが得られると考えられる。

#### 5 まとめ

本調査は、水環境中に存在する未規制化学物質の汚染状況の把握及びその対策に資する基礎データの蓄積を目的としている調査である。検出率が高い物質、あるいは、全国調査の値を超えて検出される物質等については、定期的なモニタリングを行い、濃度の推移を監視していく必要があると思われる。

今後も、時代背景を考慮してよりニーズにあった物質を選定し、川崎市というフィールドの環境実態把握に努めていきたいと考えている。

#### 文献

- 1)環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課編：平成15年度内分泌攪乱化学物質における環境実態調査結果のまとめ(2004)
- 2)環境省環境保健部環境安全課編：化学物質と環境(1975～2003)
- 3)化学工業日報社：14303の化学商品(2003)

表2 水質調査結果

(単位: µg/L)

No.	調査地点	調査項目				フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸ジヘキシル	フタル酸ジ- <i>n</i> -ブチル
		4- <i>t</i> -ブチルフェノール	4- <i>t</i> -オクチルフェノール	ノニルフェノール	ビスフェノールA			
1	末広運河先	<0.01	<0.01	<0.1	0.02	<0.5	<0.2	<0.5
2	大師運河先	<0.01	<0.01	<0.1	0.12	<0.5	<0.2	<0.5
3	夜光運河先	<0.01	<0.01	<0.1	0.08	<0.5	<0.2	<0.5
4	桜掘運河先	<0.01	<0.01	<0.1	0.18	<0.5	<0.2	<0.5
5	池上運河先	<0.01	<0.01	0.1	0.91	<0.5	<0.2	<0.5
6	南渡田運河先	<0.01	<0.01	0.1	0.03	<0.5	<0.2	<0.5
7	浮島沖	<0.01	<0.01	<0.1	0.01	<0.5	<0.2	<0.5
8	東扇島沖	<0.01	<0.01	0.1	0.01	<0.5	<0.2	<0.5
9	川崎航路	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	<0.5	<0.2	<0.5
10	京浜運河千鳥町	<0.01	<0.01	<0.1	0.23	<0.5	<0.2	<0.5
11	川崎港防波堤西	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.5	<0.2	<0.5
12	京浜運河扇町	<0.01	<0.01	<0.1	0.23	<0.5	<0.2	<0.5
13	扇島沖	<0.01	<0.01	<0.1	0.01	<0.5	<0.2	<0.5
14	多摩川河口先	<0.01	<0.01	<0.1	0.03	<0.5	<0.2	<0.5
15	三沢川一の橋	<0.01	<0.01	<0.1	0.03	<0.5	<0.2	<0.5
16	五反田川・追分橋	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.5	<0.2	0.5
17	二ヶ領本川・堰前橋	<0.01	<0.01	<0.1	0.03	<0.5	0.3	<0.5
18	二ヶ領用水・今井仲橋	<0.01	<0.01	0.1	0.04	0.8	<0.2	<0.5
19	平瀬川・平瀬橋	0.13	<0.01	0.1	0.43	<0.5	<0.2	<0.5
20	麻生川・耕地橋	<0.01	<0.01	<0.1	0.01	0.6	0.2	<0.5
21	真福寺川・水車橋前	<0.01	<0.01	<0.1	0.07	0.7	<0.2	1.6
22	矢上川・日吉橋	<0.01	0.01	0.1	0.08	<0.5	0.2	<0.5
23	早野川・馬取橋	0.02	<0.01	0.1	0.31	<0.5	<0.2	<0.5

表中にない物質はすべての地点で不検出

表3 全国調査との比較(水質)

(単位: µg/L, ( )内は検出頻度・検出率)

調査項目	調査項目				フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	フタル酸ジヘキシル	フタル酸ジ- <i>n</i> -ブチル
	4- <i>t</i> -ブチルフェノール	4- <i>t</i> -オクチルフェノール	ノニルフェノール	ビスフェノールA			
調査名							
2004年度調査(川崎市)	<0.01 ~ 0.13 (2/23: 8.7%)	<0.01 ~ 0.01 (1/23: 4.3%)	<0.1 ~ 0.1 (8/23: 34.8%)	<0.01 ~ 0.91 (20/23: 87.0%)	<0.5 ~ 0.8 (3/23: 13.0%)	<0.2 ~ 0.3 (3/23: 13.0%)	<0.5 ~ 1.6 (2/23: 8.7%)
過去データ	環境実態調査結果 <sup>1)</sup> (環境省)	ND(<0.01) ~ 1.9 (16/75: 21.3%)	ND(<0.01) ~ 0.47 (33/75: 44.0%)	ND(<0.1) ~ 2.9 (25/75: 33.3%)	ND(<0.01) ~ 0.40 (52/75: 69.3%)	-	ND(<0.3) ~ 0.5 (4/75: 5.3%)
	化学物質と環境 <sup>2)</sup> (環境省)	ND(<0.08-5) ~ 0.1 (6/377: 1.6%)	ND(<0.04-1.5) (0/6: 0%)	ND(<0.05-5) ~ 0.26 (2/173: 1.2%)	ND(<0.005-0.1) ~ 0.268 (42/225: 18.7%)	ND(<0.01-3.9) ~ 15 (268/568: 47.2%)	-

表中にない物質はすべての地点で不検出

- 1) 「平成15年度内分泌攪乱化学物質における環境実態調査結果のまとめ」環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課(2004)のデータで、もっとも調査年度が新しいものを掲載  
 2) 「化学物質と環境」環境省環境保健部環境安全課(1975 ~ 2003)

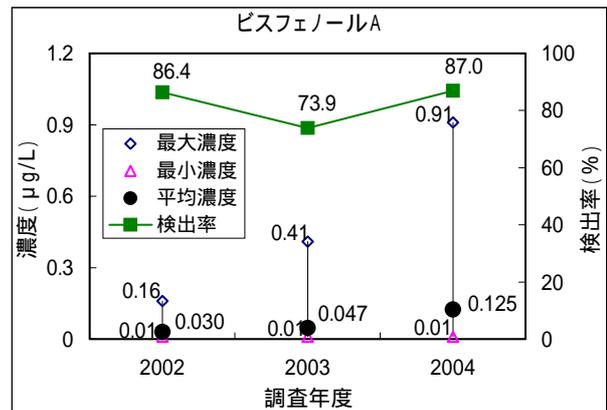
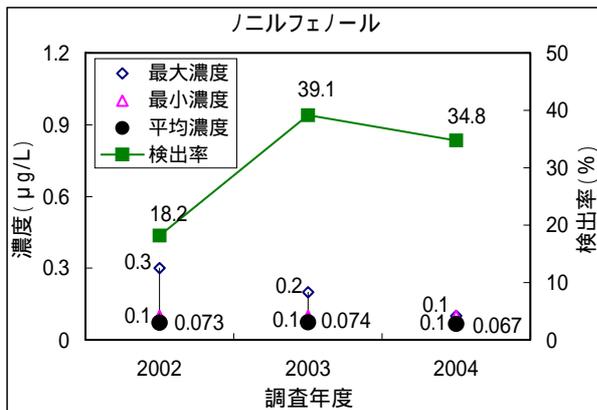


図2 水質濃度及び検出率の推移(2002 ~ 2004年度)

表4 底質調査結果

(単位: μg/kg-dry)

調査項目									
No. 調査地点	ベンゾ[a]ピレン	cis-クロルデン (-クロルデン)	trans-クロルデン (-クロルデン)	4-t-ブチル フェノール	4-t-オクチル フェノール	ノニルフェノール	ビスフェノールA	ペンタクロロ フェノール	
1	末広運河先	140	<5	<5	<5	6	250	46	<5
2	大師運河先	420	<5	<5	<5	16	620	24	<5
3	夜光運河先	340	<5	<5	<5	30	720	84	<5
4	桜掘運河先	10000	<5	<5	9	72	2000	320	<5
5	池上運河先	420	<5	<5	<5	7	240	19	<5
6	南渡田運河先	1400	<5	<5	8	31	1100	220	<5
7	浮島沖	100	<5	<5	<5	<5	180	12	<5
8	東扇島沖	150	<5	<5	<5	7	230	15	<5
9	川崎航路	720	<5	<5	<5	9	170	7	<5
10	京浜運河千鳥町	500	<5	<5	<5	7	230	21	<5
11	川崎港防波堤西	360	<5	<5	<5	5	160	16	<5
12	京浜運河扇町	670	<5	<5	<5	12	310	23	<5
13	扇島沖	190	<5	<5	<5	5	150	9	<5
14	多摩川河口先	49	<5	<5	<5	6	230	27	<5
15	三沢川一の橋	7	<5	<5	<5	<5	<50	11	8
19	平瀬川・平瀬橋	140	<5	<5	<5	6	280	37	<5
22	矢上川・日吉橋	22	5	6	<5	5	210	140	<5

調査項目									
No. 調査地点	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 ジヘキシル	フタル酸 ジ-n-ブチル	フタル酸 ジシクロヘキシル	フタル酸 ジアリル	フタル酸 ジイソブチル	フタル酸ジ-2- メトキシエチル	
1	末広運河先	2100	34	<10	89	<10	<10	<10	<25
2	大師運河先	3000	<10	34	32	<10	<10	<10	<25
3	夜光運河先	2300	110	100	55	<10	<10	<10	<25
4	桜掘運河先	18000	180	38	170	38	340	<10	<25
5	池上運河先	600	11	<10	57	<10	24	<10	<25
6	南渡田運河先	11000	240	50	330	34	100	<10	<25
7	浮島沖	500	24	15	61	<10	21	<10	<25
8	東扇島沖	330	22	27	30	<10	25	<10	72
9	川崎航路	380	14	34	28	<10	89	36	26
10	京浜運河千鳥町	820	18	12	45	<10	100	<10	87
11	川崎港防波堤西	320	26	<10	220	<10	<10	<10	<25
12	京浜運河扇町	2000	24	<10	70	<10	<10	<10	<25
13	扇島沖	170	12	10	<25	<10	<10	<10	<25
14	多摩川河口先	750	12	<10	30	<10	<10	<10	<25
15	三沢川一の橋	300	<10	<10	<25	<10	<10	<10	<25
19	平瀬川・平瀬橋	1700	<10	<10	200	<10	<10	<10	<25
22	矢上川・日吉橋	2500	78	<10	550	<10	<10	<10	<25

調査項目							
No. 調査地点	フタル酸 ジヘブチル	フタル酸ジ-2- フトキシエチル	フタル酸 ジニニル	フタル酸 ジ-n-オクチル	フタル酸 ジイソニニル	フタル酸 ジイソデシル	
1	末広運河先	140	<25	180	17	340	260
2	大師運河先	190	<25	11	<10	180	1600
3	夜光運河先	63	<25	19	<10	130	1200
4	桜掘運河先	530	<25	150	79	3200	3700
5	池上運河先	40	<25	<10	56	40	100
6	南渡田運河先	470	160	120	69	1500	1800
7	浮島沖	140	<25	11	<10	100	290
8	東扇島沖	110	28	<10	<10	56	310
9	川崎航路	51	<25	<10	<10	93	720
10	京浜運河千鳥町	50	<25	14	<10	220	430
11	川崎港防波堤西	37	<25	<10	<10	180	98
12	京浜運河扇町	97	<25	11	<10	120	270
13	扇島沖	58	<25	<10	<10	40	150
14	多摩川河口先	68	<25	<10	13	170	92
15	三沢川一の橋	19	<25	<10	<10	91	<25
19	平瀬川・平瀬橋	140	<25	16	32	970	75
22	矢上川・日吉橋	250	26	22	10	430	110

表中にない物質はすべての地点で不検出

表5 全国調査との比較(底質)

(単位:  $\mu\text{g}/\text{kg-dry}$ , ( )内は検出頻度:検出率)

調査項目		No. 調査地点							
No. 調査地点		ベンゾ[a]ピレン	cis-クロルデン (-クロルデン)	trans-クロルデン (-クロルデン)	4-t-ブチル フェノール	4-t-オクチル フェノール	ノニルフェノール	ビスフェノールA	ベンタクロロ フェノール
2004年度調査(川崎市)		7~10000 (17/17:100%)	<5~5 (1/17:5.9%)	<5~6 (1/17:5.9%)	<5~9 (2/17:11.8%)	<5~72 (15/17:88.2%)	<50~2000 (16/17:94.1%)	7~320 (17/17:100%)	<5~8 (1/17:5.9%)
過去データ	環境実態調査結果 <sup>1)</sup> (環境省)	1~1500 (24/24:100%)	ND(<10) (0/94:0%)	ND(<10) (0/94:0%)	-	ND(<1)~100 (18/24:75.0%)	10~2600 (24/24:100%)	ND(<1)~350 (21/24:87.5%)	ND(<10) (0/94:0%)
	化学物質と環境 <sup>2)</sup> (環境省)	ND(<0.1-300)~ 3700 (455/550:82.7%)	ND(<0.025-1)~22 (317/609:52.1%)	ND(<0.018-1)~75 (407/609:66.8%)	ND(<10-250) (0/404:0%)	ND(<4-54)~4 (2/6:33.3%)	ND(<1.4-487)~ 1300 (55/161:34.2%)	ND(<0.2-13)~600 (95/215:44.2%)	ND(<2.4-50)~360 (13/83:15.7%)

調査項目		No. 調査地点								
No. 調査地点		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 ジヘキシル	フタル酸 ジ-n-ブチル	フタル酸 ジシクロヘキシル	フタル酸 ジアリル	フタル酸 ジイソブチル	フタル酸ジ-2- メトキシエチル	
2004年度調査(川崎市)		170~18000 (17/17:100%)	<10~240 (14/17:82.4%)	<10~100 (9/17:52.9%)	<25~550 (15/17:88.2%)	<10~38 (2/17:11.8%)	<10~340 (7/17:41.2%)	<10~36 (1/17:5.9%)	<25~87 (3/17:17.6%)	
過去データ	環境実態調査結果 <sup>1)</sup> (環境省)	47~10000 (24/24:100%)	ND(<10)~32 (7/48:14.6%)	-	ND(<25)~700 (12/24:50.0%)	ND(<10) (0/48:0%)	-	-	-	
	化学物質と環境 <sup>2)</sup> (環境省)	ND(<2-6600)~ 22000 (289/451:64.1%)	ND(<4-28)~134 (27/165:16.4%)	-	ND(<1-2900)~ 2300 (203/448:45.3%)	ND(<50) (0/27:0%)	ND(<20) (0/27:0%)	ND(<0.05-100)~ 3800 (57/383:14.9%)	-	

調査項目		No. 調査地点					
No. 調査地点		フタル酸 ジヘブチル	フタル酸ジ-2- ブトキシエチル	フタル酸 ジノニル	フタル酸 ジ-n-オクチル	フタル酸 ジイソノニル	フタル酸 ジイソデシル
2004年度調査(川崎市)		19~530 (17/17:100%)	<25~160 (3/17:17.6%)	<10~180 (10/17:58.8%)	<10~79 (7/17:41.2%)	40~3200 (17/17:100%)	<25~3700 (16/17:94.1%)
過去データ	環境実態調査結果 <sup>1)</sup> (環境省)	-	-	-	-	-	-
	化学物質と環境 <sup>2)</sup> (環境省)	ND(<3-1500)~ 300 (7/78:9.0%)	-	-	ND(<0.05-5000)~ 44000 (6/409:1.5%)	ND(<3500) (0/33:0%)	ND(<0.06-3100) (0/227:0%)

表中没有物質はすべての地点で不検出  
 1) 「平成15年度内分泌攪乱化学物質における環境実態調査結果のまとめ」環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課(2004)のデータで、もっとも調査年度が新しいものを掲載  
 2) 「化学物質と環境」環境省環境保健部環境安全課(1975~2003)

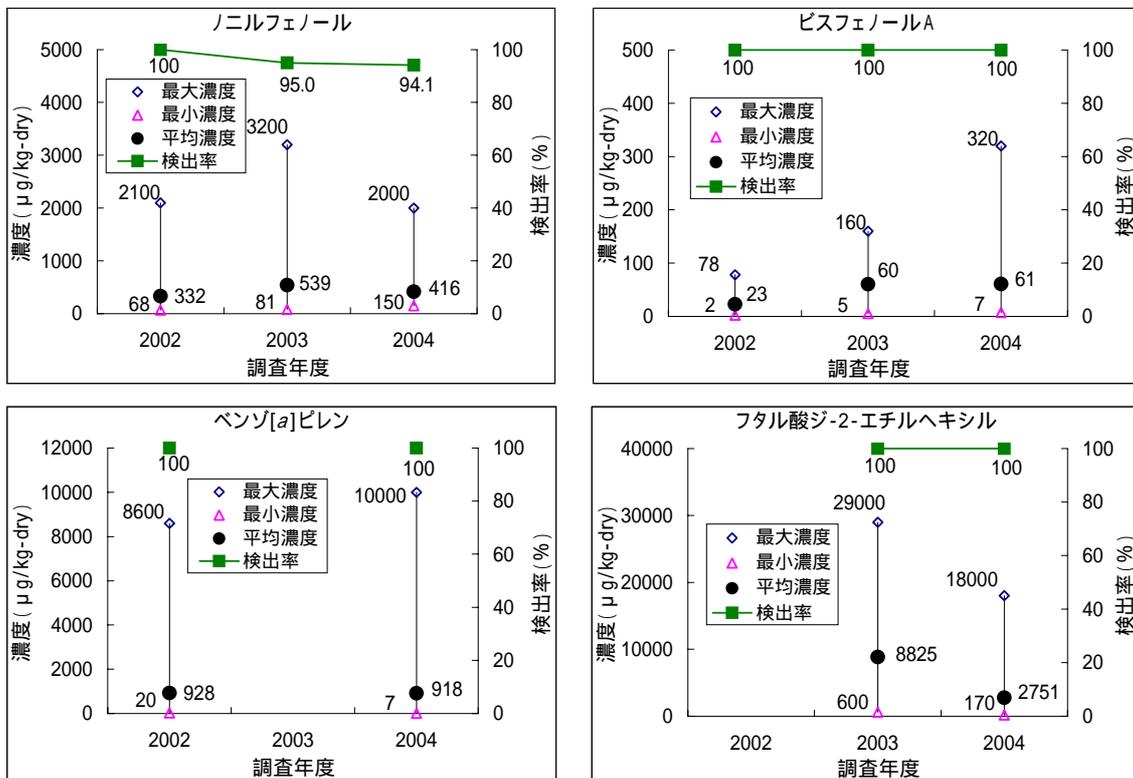


図3 底質濃度及び検出率の推移(2002~2004年度)