

青函トンネル工事排水に伴う漁業影響調査

○池内 仁・奈良 賢静

調査目的

青函トンネルの建設に伴う工事排水等が流入する沿岸域の水質を把握する。

調査内容

1. 調査年月日 第1回 昭和58年6月22日
第2回 昭和58年10月26日
2. 調査海域 今別町黒崎, 三厩村増川, 算用師, 元字鉄, 折戸, 小泊村ホロ内の各河川河口から半径500mの円周内(図1)

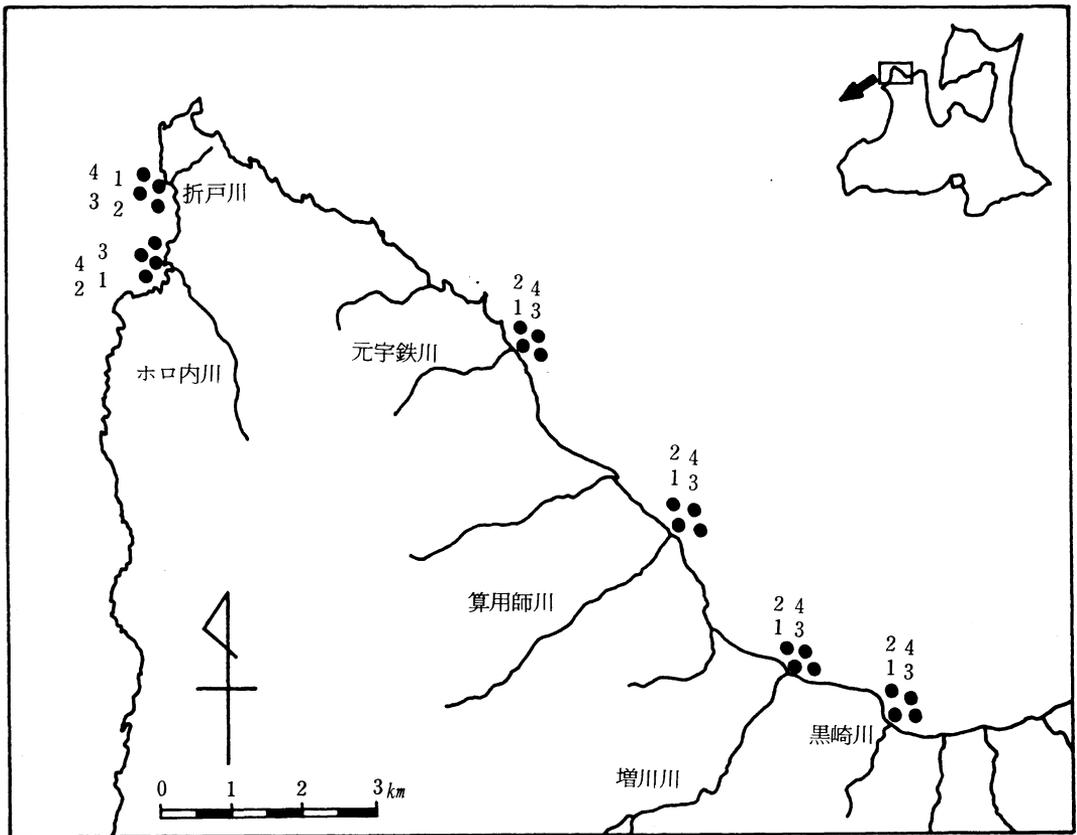


図1 調査点

3. 調査項目および調査方法

- a 採 水
バンドーン型採水器を使用して1 m層より採水した。
- b 水 温
オートラブ・TS計を使用した。
- c 塩 分 (S)
同 上
- d 水 深
測深錘を使用した。
- e 透 明 度
透明度板を使用した。
- f 水素イオン濃度指数 (pH)
室温にて、ガラス電極法 (日立D-5型) で行なった。
- g 溶 存 酸 素 (DO)
ウインクラ法で測定した。
- h 濁 度
積分球式濁度計 (日本分光Sep-TU-P) を用いて測定し、JIS-K-0101に指定する精製カオリン換算値で表示した。
- i 化学的酸素要求量 (COD)
アルカリ高温20分間ヨード変法で分析した。
- j 全 磷 (Total-P)
海洋観測指針に従った。
- k Reactive-P ($\text{PO}_4\text{-P}$)
A practical handbook of seawater analysis (canada 1972) に従った。
- l $\text{NH}_4\text{-N}$
同 上
- m $\text{NO}_2\text{-N}$
同 上
- n $\text{NO}_3\text{-N}$
同 上

調 査 結 果

各項目別測定結果は、表1-1および1-2の分析結果表に示した。水産用水基準 (昭和58年3月改訂) には、透明度、pH、DO、CODおよび $\text{PO}_4\text{-P}$ の海域に於ける基準値が定められている。各基準値は次のとおりである。

- (i) 透明度 年間平均 5 m以上, 最低値2.5m
- (ii) pH 7.8~8.4
- (iii) DO 6 mg/ℓ以上
- (iv) COD 1 mg/ℓ以下
- (v) PO₄-P 0.015mg/ℓ (0.48μg-at/ℓ) 以下

測定結果の方は, 透明度の最低値は9.1m, pHは8.20~8.30, DOの最低値は7.50mg/ℓ, CODの最大値は0.92mg/ℓ, PO₄-Pの最大値は0.31μg-at/ℓであった。このことから, 測定海域の水質は, 水産用水基準を全てクリアーしており, 清浄な海域であるといえる。

考 察

本調査は, 昭和46年度より現在に至るまで行なわれている。その間に調査内容(調査方法や調査点など)が若干変化しており, コンスタントに経年変動を追うことができるのはDO, COD, 濁度, PO₄-PおよびTotal-Pであるが, 水質汚濁を評価する上ではCOD, 濁度およびPO₄-Pが重要だと思われる。調査点は前記の各河口前面海域で, 51年と52年には各河川, 56年3月には折戸川のみ水質調査も行なわれている。工事排水が流れ込む河川は, 算用師川, 折戸川およびホロ内川の3河川であり(長峰, 沢田, 長津, 52年青水試事業概要), 又算用師川および折戸川には47年よりクラファイヤー(排水浄化装置)が設置されている。

そこで, まず各河川水の水質を比較してみた(表2)。CODとPO₄-Pでは, 工事排水の入る河川と入らない河川の間に明確な差がみられなかった。このことから工事排水の浄化等が考えられる。

濁度では, 増川川が著しく低い値を示し, 黒崎川およびホロ内川で高い値であったが, 各測定値間のバラツキが大きい。

次に各河川のCODとPO₄-Pの値を, その河口海域の測定4点の平均値と比較してみた(図2-1および2-2)。これによるとCODおよびPO₄-Pとも概して河川内の値が高く, 各海域が河川から流入する有機物や無機成分の影響を受けているように思われる。

各海域のCOD, 濁度およびPO₄-Pの平均値と最大値の経年変動を調べてみた(図3~5)。

石川・長峰は, 水質は降水量や波浪による過流の影響を強く受けるため, ただ単純に過去の測定値と比較してその増減を論議することは誤った結論に陥る危険性が大きいことを指摘し, 水質判定の必要かつ十分条件として測定値の最大値をもって検討判断するのが説得性のある方法と思われる(57年青水試事業概要)。そこでこの経年変動を, 平均値の推移とともに最大値のそれも調べてみた。図3から, 50年から56年にかけてCODの平均値が上昇するとともに最大値も上昇していることがわかる。特に54~56年にかけては, 平均値が水産用水基準の1mg/ℓを超えており, 憂うべき状態であったといえる。しかし, 近年(57~58年)は1mg/ℓを下廻るようになってきており, 清浄になっているようである。図4は濁度の経年変動であるが, CODと同様に50~54年にかけて高い値を示しているものの, 55年以降では低い値を示している。図5はPO₄-Pの経年変動で, CODとは異なり50~51年を除き上昇傾向はみられず, また水産用水基準の0.48μg-at/ℓをクリアーしている。

結 論

水質汚濁評価は様々な環境要因（降水、波浪、潮流等）により影響を受けるが、特に本調査のように河口海域ともなれば、尚さらその影響は大きい。そういう意味では毎年2回程度の調査で、その測定値を比較するのは危険である。しかしCODの経年変動（図3）で見られるように、54～56年の高い値（測定6回）を見せかけ上測定値に作用する環境要因のせいばかりにするのは不自然な感がする。

この時期に工事排水や生活廃水による有機物が、海域のCODの測定値に影響を及ぼしたと考えるのが妥当であろう。一方、この間に河川水のCODの値を測定したのは56年3月の折戸川のみで、COD $1.4\text{mg}/\ell$ であったが、海域の方は $1.48\text{mg}/\ell$ （全点平均）、 $1.40\text{mg}/\ell$ （折戸川海域平均）であった。このように河川と海域の差は殆どみられなかった。

54～56年のCODの値は水産用水基準を超えるほど高かったが、このことが沿岸生物、ひいては漁業にどのような影響を及ぼしたのかは不明である。一般にCODの増加つまり海水中の有機物の増加は、その分解に要する酸素消費の増加や富栄養化等が考えられるが、この海域は閉鎖的な内湾でもないので、さほど問題ないと思われる。さらにCODの測定値には、植物プランクトン等が上乗せされるのでCODの増加イコール河川からの有機物の流入と考えるのも早計だといえる。

参考までに、水産用水基準からCODに関するものを抜粋してみると、ノリ養殖場（海域）およびサケ・マス・アユの自然繁殖（湖沼）では $2\text{mg}/\ell$ 以下、サケ・マス・アユの生息の条件（湖沼）では $3\text{mg}/\ell$ 以下である。

文 献

- 長峰良典・沢田兼造・長津秀二：青函トンネル工事排水漁業影響調査（52年），青水試事業概要
石川哲・長峰良典：青函トンネル工事排水に伴う漁業影響調査（57年），青水試事業概要

表1-1 青函トンネル工事排水漁業影響調査水質分析表

S t .	観測時刻	天候	水温 ℃	水深 m	透明度 m	p H	DO mg/l	DO %	
黒崎	1	13:59	c	14.6	3.9	bot.	8.25	9.02	106.6
	2	14:04	c	14.5	5.1	bot.	8.23	9.07	106.9
	3	14:09	c	13.8	5.8	bot.	8.21	9.19	107.1
	4	14:14	c	14.0	9.7	bot.	8.30	8.64	101.1
増川	1	13:37	c	13.7	4.5	bot.	8.29	8.88	103.3
	2	13:41	c	13.5	3.9	bot.	8.29	8.53	98.6
	3	13:46	c	14.0	6.1	bot.	8.21	8.70	101.7
	4	13:51	c	13.9	10.0	bot.	8.22	8.53	99.6
算用師	1	13:08	bc	14.4	4.0	bot.	8.22	9.13	107.4
	2	13:13	bc	14.2	7.6	bot.	8.26	8.51	99.9
	3	13:18	bc	13.8	5.3	bot.	8.21	8.40	97.8
	4	13:23	bc	14.8	11.1	bot.	8.20	8.28	98.3
元字鉄	1	12:29	c	13.9	4.2	bot.	8.22	8.93	104.3
	2	12:34	c	13.8	10.7	9.5	8.29	8.64	100.7
	3	12:41	c	13.8	5.7	bot.	8.21	8.75	102.0
	4	12:47	c	14.2	20.8	11.0	8.26	8.31	97.5
折戸	1	11:38	c	15.3	13.0	bot.	8.22	8.32	99.5
	2	11:42	c	15.4	16.6	bot.	8.21	8.34	100.0
	3	11:49	c	15.3	12.5	bot.	8.21	8.06	96.5
	4	11:55	c	15.1	24.5	18.3	8.23	8.26	98.6
ホ口内	1	11:08	c	15.1	13.5	bot.	8.21	8.13	97.0
	2	11:17	c	15.2	14.5	bot.	8.28	8.11	97.0
	3	11:25	c	15.1	15.8	bot.	8.29	7.80	93.1
	4	11:31	c	15.3	26.9	21.8	8.22	8.11	97.2
Max			15.4			8.30	9.19	107.4	
Min			13.5			8.20	7.80	93.1	
X			14.4			8.24	8.53	100.5	
σ_{n-1}			0.6			0.03	0.38	3.8	

C O D mg/ℓ	濁 度 mg/ℓ	P O ₄ - P μg-at/ℓ	Total-P μg-at/ℓ	N O ₂ - N μg-at/ℓ	N O ₃ - N μg-at/ℓ	N H ₄ - N μg-at/ℓ	鹽 分 量 %
0.76	0.30	0.10	0.33	0.02	0.08	0.28	33.732
0.73	0.46	0.17	0.33	0.01	0.09	0.44	33.692
0.76	0.14	0.07	0.24	0.01	0.16	0.10	33.889
0.57	0.06	0.17	0.26	0.01	0.13	0.40	33.848
0.54	0.06	0.20	0.30	0.05	0.59	0.31	33.891
0.57	0.44	0.31	0.26	0.03	0.52	tr	33.405
0.59	0.08	0.10	0.21	0.01	0.28	0.18	33.842
0.79	0.50	0.09	0.27	0.03	0.18	(-)	33.873
0.76	0.10	0.03	0.25	0.01	0.12	1.25	33.594
0.61	0.19	0.15	0.16	0.02	0.20	0.79	33.807
0.92	tr	0.05	0.36	0.04	0.30	0.96	33.762
0.53	0.07	0.12	0.37	0.01	0.22	0.18	33.955
0.68	0.06	0.14	0.29	0.01	0.20	0.10	33.870
0.67	0.10	0.11	0.25	0.03	0.26	0.31	33.873
0.67	0.03	0.02	0.25	0.02	0.24	0.24	33.882
0.59	0.08	0.02	0.18	0.02	0.18	tr	33.823
0.68	0.03	0.04	0.58	0.08	0.19	0.71	33.686
0.89	0.10	0.05	0.56	0.07	0.23	0.28	33.727
0.76	0.03	0.09	0.13	0.05	0.23	0.40	33.770
0.70	0.08	0.26	0.27	(-)	0.09	tr	33.953
0.68	0.09	0.29	0.42	(-)	0.11	0.29	33.901
0.67	0.15	0.21	0.24	0.02	0.09	(-)	33.950
0.68	0.03	0.20	0.21	0.01	0.08	tr	33.948
0.72	0.13	0.03	0.16	0.02	0.09	1.40	33.939
0.92	0.50	0.31	0.58	0.08	0.59	1.40	33.955
0.53	tr	0.02	0.13	(-)	0.08	(-)	33.405
0.69	0.14	0.13	0.29	0.02	0.20	0.37	33.817
0.10	0.14	0.09	0.11	0.02	0.13	0.39	0.131

表1-2 青函トンネル工事排水漁業影響調査水質分析表

S t .	観測時刻	天候	水温 ℃	水深 m	透明度 m	pH	DO mg/ℓ	DO %	
黒崎	1	13:16	c	16.9	2.9	bot.	8.24	7.72	94.7
	2	13:22	c	16.3	2.6	bot.	8.24	7.99	96.9
	3	13:27	c	16.8	5.1	bot.	8.25	7.90	96.7
	4	13:31	c	17.0	8.1	bot.	8.26	7.68	94.4
増川	1	12:43	c	17.0	4.2	bot.	8.23	7.91	97.3
	2	12:49	c	16.4	2.0	bot.	8.23	7.72	93.9
	3	12:55	c	16.4	5.9	bot.	8.25	7.71	93.3
	4	13:05	c	17.3	9.6	bot.	8.26	7.65	94.6
算用師	1	12:18	c	16.2	3.4	bot.	8.23	8.01	97.0
	2	12:22	c	16.6	6.2	bot.	8.21	7.66	93.5
	3	12:26	c	16.7	5.1	bot.	8.22	7.73	94.6
	4	12:32	c	16.7	10.3	9.1	8.21	7.58	92.7
元宇鉄	1	11:45	c	17.2	5.8	bot.	8.21	8.15	100.7
	2	11:50	c	17.2	7.5	bot.	8.24	7.58	93.6
	3	11:57	c	17.2	5.3	bot.	8.21	7.69	95.0
	4	12:01	c	17.3	21.1	16.2	8.23	7.51	92.9
Max			17.3			8.26	8.15	100.7	
Min			16.2			8.21	7.51	92.7	
X			16.8			8.23	7.76	95.1	
σ _{n-1}			0.4			0.02	0.18	2.1	

C O D mg/ℓ	濁 度 mg/ℓ	PO ₄ -P μg-at/ℓ	Total-P μg-at/ℓ	NO ₂ -N μg-at/ℓ	NO ₃ -N μg-at/ℓ	NH ₄ -N μg-at/ℓ	塩 分 量 %
0.34	0.42	0.09	0.23	(-)	0.11	0.28	33.267
0.37	0.40	0.10	0.16	(-)	0.05	0.82	33.127
0.19	0.42	0.07	0.17	(-)	0.06	0.58	33.169
0.16	0.04	0.07	0.20	(-)	0.03	0.43	33.437
0.37	0.08	0.04	0.21	(-)	0.14	0.91	33.449
0.35	0.12	0.10	0.15	(-)	0.08	0.68	33.239
0.24	0.10	0.07	0.18	(-)	0.06	0.43	33.530
0.32	0.08	0.09	0.38	0.01	0.11	0.82	33.521
0.23	0.54	0.12	0.14	(-)	0.01	0.74	33.204
0.29	0.12	0.02	0.21	(-)	0.03	0.37	33.340
0.29	0.33	0.08	0.13	0.01	0.07	0.49	33.380
0.18	0.15	0.10	0.16	(-)	0.14	0.86	33.400
0.27	0.25	0.14	0.19	0.01	0.05	0.72	33.549
0.24	0.05	0.09	0.21	0.01	0.06	1.05	33.542
0.21	0.03	0.07	0.20	(-)	0.10	0.34	33.522
0.29	0.04	0.11	0.21	(-)	0.11	0.84	33.562
0.37	0.54	0.14	0.38	0.01	0.14	1.05	33.562
0.16	0.03	0.02	0.13	(-)	0.01	0.28	33.127
0.27	0.20	0.09	0.20	(-)	0.08	0.65	33.390
0.07	0.16	0.03	0.06	(-)	0.04	0.23	0.149

※ 折戸およびホロ内は波浪のため欠測

表2 各河川水の水質分析表

河川		51年 7月	51年 12月	52年 7月	52年 12月	平均値
黒崎	COD	0.92	0.66	1.59	2.58	1.44
	PO ₄ -P	0.39	0.72	0.36	0.4	0.37
	濁度	3.22	62.0	4.22	39.7	27.3
増川	COD	0.5	4.86	0.51	0.74	1.65
	PO ₄ -P	0.11	0.58	0.19	0.2	0.27
	濁度	1.07	1.35	0.42	1.24	1.02
算用師	COD	1.20	3.25	1.21	0.80	1.62
	PO ₄ -P	0.48	0.60	0.42	0.7	0.55
	濁度	1.67	36.0	0.65	2.06	10.10
元宇鉄	COD	0.83	—	1.63	0.48	0.98
	PO ₄ -P	0.48	—	1.05	0.3	0.61
	濁度	6.05	—	2.15	1.25	3.15
折戸	COD	0.08	1.79	1.25	0.92	1.01
	PO ₄ -P	0.95	6.17	0.78	1.5	2.35
	濁度	2.60	11.0	1.60	1.24	4.11
ホ口内	COD	0.55	0.63	0.70	0.56	0.61
	PO ₄ -P	0.30	0.94	0.44	0.6	0.57
	濁度	6.00	31.0	26.81	16.7	20.1

COD (mg/ℓ), PO₄-P (μg-at/ℓ), 濁度 (mg/ℓ)

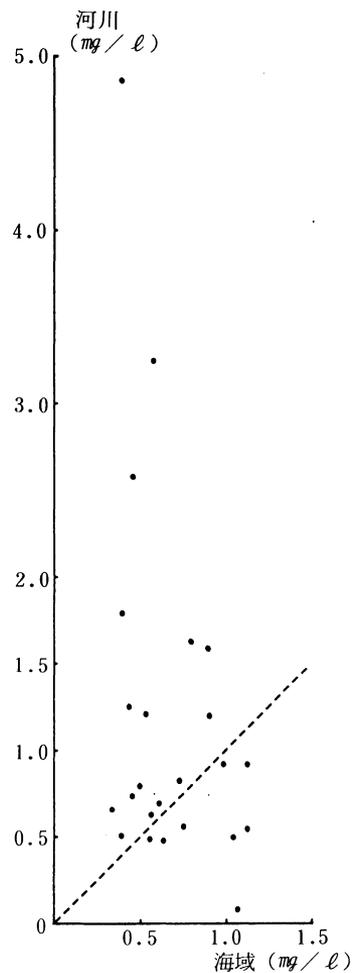


図2-1 河川とその海域の
CODの相関図

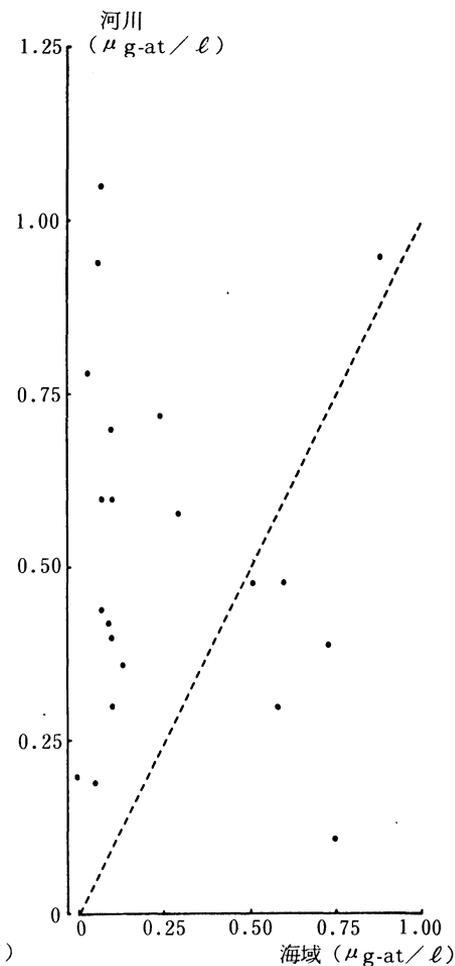


図2-2 河川とその海域の
PO₄-Pの相関図

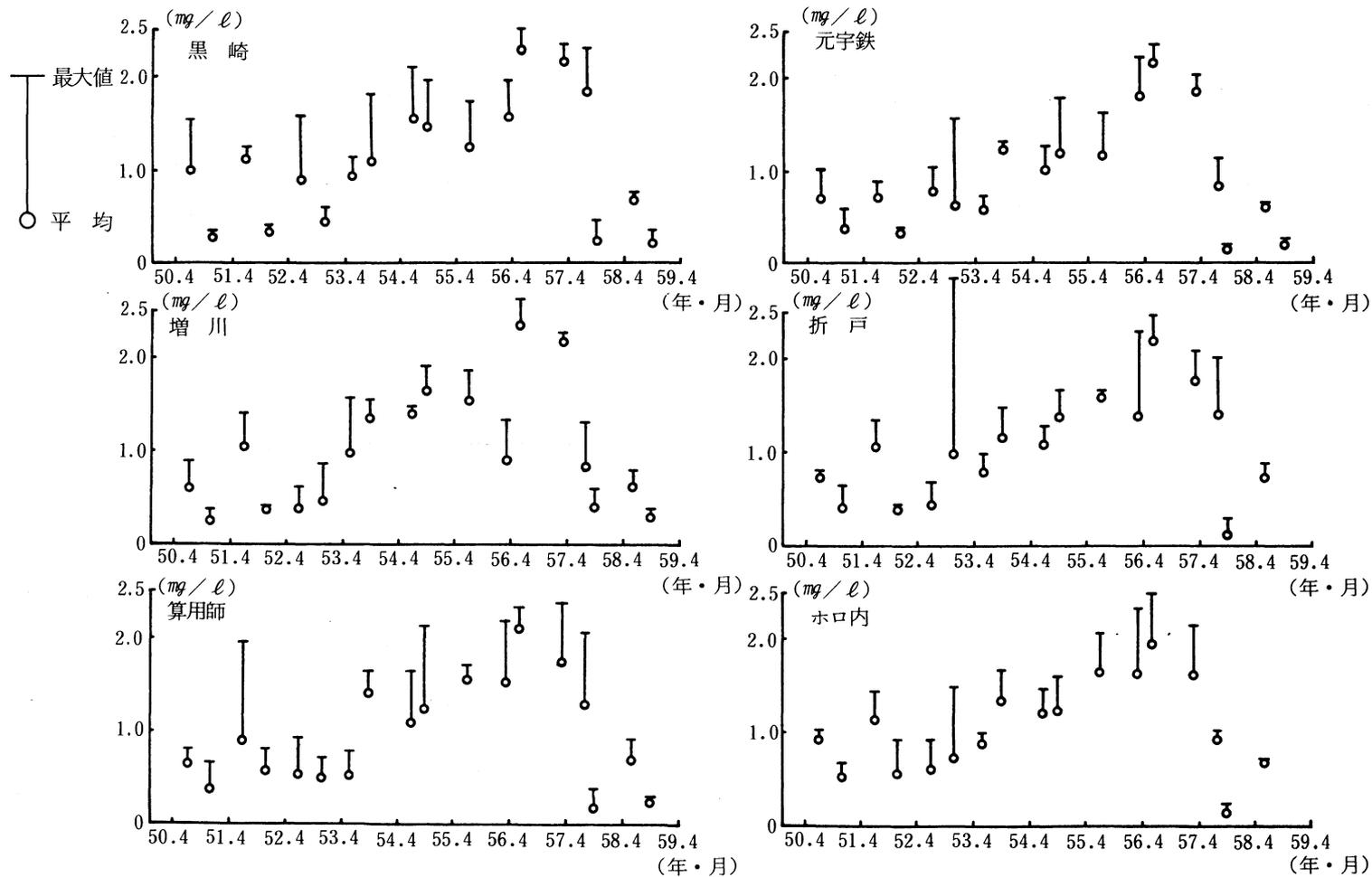


図3 各河川海域のCODの経年変動

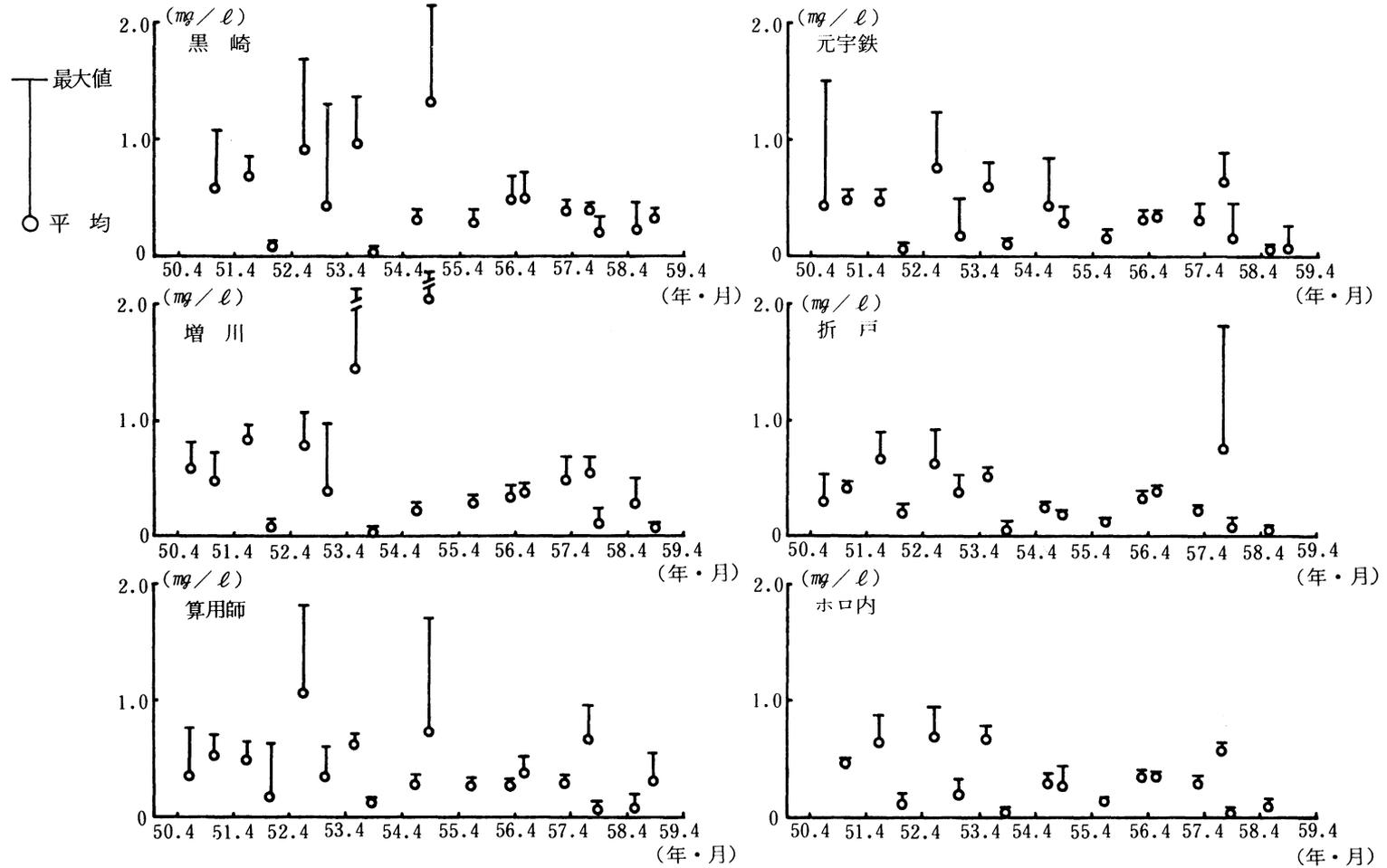


図4 各河川海域の濁度の経年変動

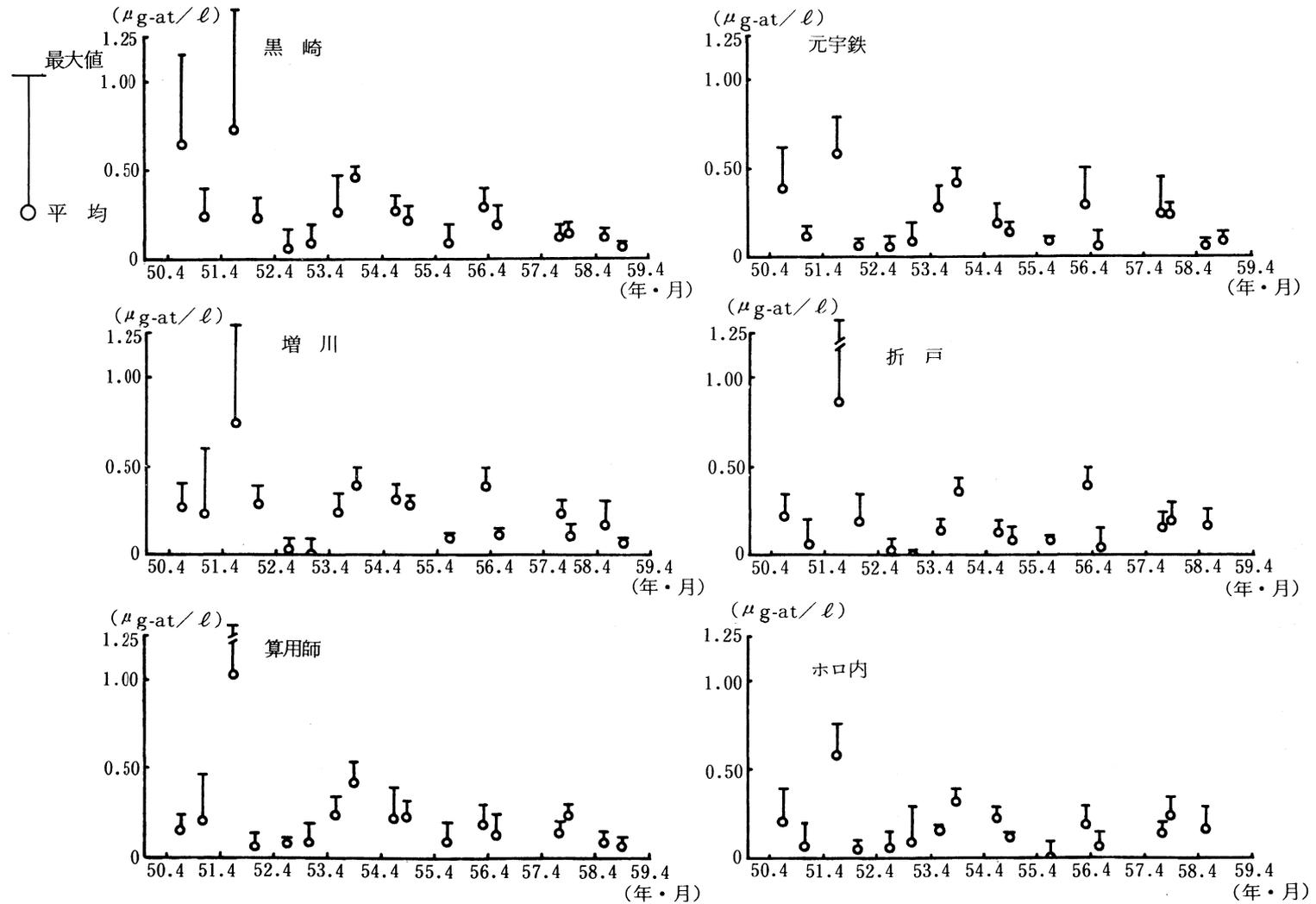


図5 各河川海域の $\text{PO}_4 - \text{P}$ の経年変動