

青函トンネル工事排水に伴う漁業影響調査

石 川 哲・長 峰 良 典

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の現況を把握する。

調 査 内 容

1. 調 査 年 月 日 第1回 昭和57年8月17日
 第2回 昭和57年10月19日
2. 調 査 海 域 今別町浜名，三廐村増川，算用子，宇鉄，折戸，小泊村裏内の地先海面の
 半径 500 m の円周内（図1）
3. 調査項目及び調査方法
 - (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)
 ウインクラー法で測定した。
 - (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) Reactive-Si ($\text{SiO}_2 - \text{Si}$)
 同 上

- (m) $\text{NH}_4 - \text{N}$
同 上
- (n) $\text{NO}_2 - \text{N}$
同 上
- (o) $\text{NO}_3 - \text{N}$
同 上

調 査 結 果

各項目別測定結果は、表 1-1 及び 1-2 の分析結果表に示した。特に、10月 は全調査点の 9 割近くまでが底まで透視でき、透明度として数値に表わせる最大値が 27 m と非常に大きく、濁度及び COD は夫々平均で $0.12 \text{ mg}/\ell$ 、 $0.22 \text{ mg}/\ell$ と低かった。

考 察

図 2, 3, 4 に過去の Total-P, $\text{PO}_4 - \text{P}$, 及び塩分量の推移を示した（ただし外海は日本海側の海域、内海-1 は竜飛崎より算用師川までの海域、内海-2 は三厩川より今別までの海域とする）。

これを見ると、測定値の変動傾向には一定の法則性は見られず、一見ランダム変動をしている様に見えるが、これは、採水時の天候・時期・プランクトン量等の諸条件が異なっている事が、測定値に大きく反映している事によると思われる。特に、調査点は河口近くの河川水影響域にあり、水深も浅いため、降水量や、波浪による渦流の影響を強く受けるであろう事は、容易に想像がつく。そこで試みに、今別での気象観測結果（気象庁）をもとに、各測定日当日より 5 日前までの降水量を、2 日間毎に積算した値を説明変数として、元宇鉄川、St 1, 0 m での塩分量測定値との重回帰分析を行なった。結果は、表 2 に示す通りで、重相関係数は 0.8974 で、降水量つまり流入河川水の影響を強く受けている事がわかる。さらに説明変数として、2 日間毎の平均風力積算値を加えた場合、Total-P の重回帰係数は 0.7323 で、風力への重みも高くなっていた。又、昭和 55 年度本報告で述べられている様に、塩分量と逆相関の見られた濁度にも、同様の傾向が表われていた。厳密には、さらに説明変数の選択、偏回帰係数の検定等の検討を行ない、より再現性のあるモデルとしてゆくのであるが、各測定値が多かれ少なかれ天候の影響を受けている事は事実である。

この様に、天候の他にも種々要因の複雑に絡みあった測定値を平均し、ただ単純に前回の測定値と比較して、その増減を議論する事は、誤った結論に陥る危険性がある。理想的には、見せかけ上値を変動させる種々ファクターを補正し、比較する事が望ましいのであるが、現時点では困難であり、又行っていないのが現実である。そこで、水質判定の必要十分条件として、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。

一方、水産環境水質基準では、水質の目安として、 $\text{PO}_4 - \text{P}$ $0.48 \mu\text{g-at}/\ell$ 、濁度 $2.0 \text{ mg}/\ell$ という数値を示しているが、本年度調査結果 $\text{PO}_4 - \text{P}$ 最高値 8 月 $0.44 \mu\text{g-at}/\ell$ 、10 月 $0.36 \mu\text{g-at}/\ell$ 、濁度最高値 8 月 $1.80 \text{ mg}/\ell$ 、10 月 $0.34 \text{ mg}/\ell$ といずれも下回っていた。

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 57. 8. 17

	St	観 時	測 刻	天候	水 ℃	温 m	深 m	透明度 m	pH	DO mg/ℓ	DO %	COD mg/ℓ	濁度 mg/ℓ	PO ₄ -P μg-at/ℓ	Total-P μg-at/ℓ	塩分量 ‰	SiO ₂ -Si μg-at/ℓ	NO ₂ -N μg-at/ℓ	NO ₃ -N μg-at/ℓ
ホ口内	1	9 : 35	o		22.9		10.3	bot.	8.11	7.01	97.8	0.88	0.57	0.13	0.20	33.22	1.0	< 0.01	< 0.05
	2	9 : 45	c		22.8		12.7	bot.	8.12	6.87	95.7	0.89	0.57	0.21	0.18	33.25	0.8	< 0.01	0.06
	3	9 : 52	c		22.9		13.1	bot.	8.05	6.82	95.2	0.96	0.54	0.04	0.10	33.23	0.9	< 0.01	< 0.05
	4	10 : 00	c		23.0		26.2	14.0	8.10	7.03	98.3	1.03	0.65	0.21	0.48	33.33	0.8	< 0.01	< 0.05
折戸	1	10 : 09	bc		22.9		11.5	bot.	8.10	7.15	99.8	1.75	0.46	0.20	0.35	33.32	0.8	< 0.01	< 0.05
	2	10 : 15	bc		23.2		18.2	14.1	8.10	7.02	98.7	2.03	0.41	0.24	0.18	33.40	0.8	0.02	< 0.05
	3	10 : 24	bc		23.0		14.3	bot.	8.10	7.01	98.1	0.50	1.80	0.11	0.12	33.45	0.9	< 0.01	< 0.05
	4	10 : 34	bc		23.2		28.5	15.5	8.12	6.88	96.7	1.40	0.39	0.13	0.12	33.48	0.8	< 0.01	< 0.05
元字鉄	1	11 : 10	bc		21.8		6.1	bot.	8.10	7.04	96.6	0.32	0.74	0.44	0.34	33.66	1.1	0.02	0.05
	2	11 : 18	bc		22.2		8.5	bot.	8.05	7.06	97.6	0.85	0.51	0.31	0.19	33.69	0.4	< 0.01	< 0.05
	3	11 : 24	bc		22.3		6.2	bot.	8.10	7.03	97.3	1.16	0.87	0.16	0.42	33.70	0.9	< 0.01	0.07
	4	11 : 31	bc		22.5		22.0	15.0	8.12	6.99	97.2	1.09	0.48	0.13	0.13	33.78	0.7	< 0.01	< 0.05
算用師	1	11 : 51	bc		21.4		4.0	bot.	8.10	7.09	96.1	2.05	0.51	0.11	0.17	32.88	4.6	< 0.01	0.20
	2	11 : 57	bc		22.5		6.5	bot.	8.10	6.80	94.5	0.63	0.95	0.21	0.18	33.80	1.6	< 0.01	0.08
	3	12 : 02	bc		22.5		5.4	bot.	8.10	7.04	97.9	0.95	0.94	0.08	0.11	33.84	12.1	0.08	< 0.05
	4	12 : 07	bc		22.8		11.7	bot.	8.10	7.14	99.9	1.48	0.31	0.20	0.19	33.91	2.3	< 0.01	< 0.05
増川	1	12 : 22	bc		22.4		4.4	bot.	8.12	7.26	99.9	0.32	0.67	0.09	0.11	32.55	4.4	< 0.01	0.07
	2	12 : 29	bc		22.4		3.4	bot.	8.12	7.03	97.7	1.11	0.56	0.29	0.16	33.99	1.2	< 0.01	< 0.05
	3	12 : 35	bc		22.3		5.5	bot.	8.10	7.13	98.2	1.29	0.49	0.31	0.10	32.92	5.0	< 0.01	0.06
	4	12 : 42	bc		21.9		10.0	bot.	8.09	7.01	96.6	0.66	0.49	0.21	0.13	34.05	4.8	< 0.01	0.11
黒崎	1	12 : 51	bc		22.3		3.4	bot.	8.08	7.11	98.5	1.30	0.45	0.14	< 0.03	33.95	2.2	< 0.01	< 0.05
	2	12 : 57	bc		22.2		2.9	bot.	8.08	6.94	96.1	2.28	0.40	0.19	0.07	34.08	0.8	< 0.01	< 0.05
	3	13 : 02	bc		22.3		5.4	bot.	8.12	6.99	97.0	2.12	0.39	0.10	0.35	34.08	0.7	< 0.01	0.13
	4	13 : 07	bc		22.0		10.7	bot.	8.11	7.17	99.0	1.60	0.40	0.20	0.09	34.10	2.3	0.04	0.27
Ma X					23.2				8.12	7.26	99.9	2.28	1.80	0.44	0.48	34.10	12.1	0.08	0.27
Min					21.4				8.05	6.80	94.5	0.32	0.31	0.04	< 0.03	32.55	0.4	< 0.01	< 0.05
X					22.49				8.100	7.026	97.52	1.194	0.606	0.185	—	33.569	2.16	—	—
σn-1					0.46				0.019	0.110		0.558	0.307	0.090	—	0.424	2.57	—	—

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 57. 10. 19

	St	観 時	測 刻	天 候	水 温 ℃	水 深 m	透明度 m	pH	DO mg/ℓ	DO %	COD mg/ℓ	濁 度 mg/ℓ	PO ₄ -P μg-at/ℓ	Total-P μg-at/ℓ	塩分量 ‰	SiO ₂ -Si μg-at/ℓ	NH ₄ -N μg-at/ℓ	NO ₂ -N μg-at/ℓ	NO ₃ -N μg-at/ℓ
ホ口内	1	9 : 26	b		20.0	10.0	bot.	8.12	7.27	96.0	0.15	0.09	0.36	0.50	32.80	2.1	2.9	0.04	0.49
	2	9 : 34	b		20.1	11.0	bot.	8.11	7.17	94.9	0.06	0.02	0.26	0.85	32.90	2.5	1.5	0.11	0.13
	3	9 : 43	b		20.1	13.5	bot.	8.15	7.05	93.4	0.23	0.07	0.20	0.41	32.95	2.2	< 0.1	0.04	0.15
	4	9 : 49	b		20.2	25.0	bot.	8.15	7.36	97.7	0.17	0.02	0.21	0.44	33.03	3.0	< 0.1	0.06	0.09
折戸	1	10 : 02	b		20.2	12.9	bot.	8.13	7.38	98.0	0.15	0.17	0.13	0.27	33.05	9.8	0.2	0.06	0.34
	2	10 : 06	b		20.2	17.7	bot.	8.15	7.36	97.8	0.07	0.14	0.19	1.74	33.11	2.3	< 0.1	0.11	0.41
	3	10 : 15	b		20.2	14.2	bot.	8.19	7.22	95.9	0.28	0.07	0.31	0.27	33.09	2.4	< 0.1	0.04	0.09
	4	10 : 20	b		20.3	29.8	27.0	8.09	7.19	95.7	0.03	0.02	0.20	0.42	33.17	2.8	< 0.1	< 0.01	0.41
元字鉄	1	10 : 57	b		19.4	4.7	bot.	8.09	7.90	103.4	0.15	0.17	0.17	0.23	33.38	2.8	< 0.1	0.04	0.43
	2	11 : 03	b		19.5	6.8	bot.	8.11	7.18	94.2	0.18	0.45	0.22	0.31	33.38	2.7	< 0.1	0.22	0.42
	3	11 : 07	b		19.5	8.1	bot.	8.10	7.33	96.1	0.09	0.02	0.31	0.44	33.36	3.0	< 0.1	0.06	0.17
	4	11 : 13	b		19.4	22.6	20.0	8.11	7.31	95.7	0.17	0.02	0.24	0.29	33.40	2.9	< 0.1	0.09	0.18
算用師	1	11 : 30	b		18.8	3.6	bot.	8.12	8.06	104.0	0.04	0.14	0.29	1.58	33.02	9.0	< 0.1	0.04	0.32
	2	11 : 35	b		19.3	6.9	bot.	8.08	7.38	96.4	0.15	0.06	0.30	0.41	33.40	2.9	< 0.1	0.15	0.46
	3	11 : 41	b		19.0	5.5	bot.	8.02	7.29	94.6	0.39	0.07	0.20	0.41	33.30	2.8	< 0.1	0.04	0.11
	4	11 : 46	b		19.5	12.2	bot.	8.21	7.36	96.5	0.25	0.01	0.15	0.07	33.40	3.8	< 0.1	0.04	0.11
増川	1	11 : 59	b		19.1	4.1	bot.	8.09	7.46	97.0	0.60	0.25	0.10	0.13	33.35	6.8	< 0.1	< 0.01	0.15
	2	12 : 04	b		19.0	2.3	bot.	8.11	7.96	102.6	0.39	0.09	0.17	0.42	32.30	9.5	0.1	0.04	0.21
	3	12 : 09	b		19.1	6.5	bot.	—	7.21	93.7	0.31	0.08	0.07	0.31	33.32	4.3	< 0.1	0.04	0.07
	4	12 : 15	b		19.2	10.0	bot.	8.11	7.29	95.0	0.29	0.08	0.13	0.42	33.40	8.0	< 0.1	0.09	0.18
黒崎	1	12 : 24	b		18.8	3.2	bot.	8.10	7.48	96.6	0.47	0.34	0.14	0.21	33.14	33.9	< 0.1	0.04	0.12
	2	12 : 30	b		19.0	3.3	bot.	8.07	7.38	95.4	0.23	0.24	0.15	0.32	32.75	40.4	< 0.1	0.06	0.10
	3	12 : 35	b		19.3	6.1	bot.	8.09	7.46	97.4	0.29	0.24	0.12	0.40	33.37	3.6	0.1	0.07	0.09
	4	12 : 40	b		19.3	10.4	bot.	8.08	7.49	97.8	0.11	0.05	0.19	0.07	33.42	28.9	< 0.1	0.06	0.25
Ma X					20.3			8.21	8.06	104.0	0.60	0.34	0.36	1.74	33.42	40.4	2.9	0.22	0.49
Min					18.8			8.02	7.05	93.4	0.03	0.01	0.07	0.07	32.30	2.1	< 0.1	< 0.01	0.07
X					19.52			8.112	7.398	96.91	0.223	0.121	0.200	0.455	33.158	8.02	—	—	2.228
σn-1					0.50			0.040	0.248	2.79	0.140	0.113	0.074	0.404	00.277	10.61	—	—	0.141

表 2 重回帰分析結果表

入 力 値

R (1)	W (1)	R (2)	W (2)	R (3)	W (3)	S a l i.	T o t a l - P
2	3	25	5	1	3	33.450	0.18
23	2	0	4	0	3	33.847	0.30
0	3	3	6	15	6	33.475	0.30
43	3	5	2	19	2	33.368	0.35
45	2	1	2	72	2	32.333	1.50
0	2	0	2	0	2	33.563	0.60
7	3	0	4	0	3	33.521	1.07
1	2	3	8	25	8	33.706	0.84
27	2	27	2	0	2	32.812	1.14
0	3	1	9	4	3	33.430	0.21
0	3	0	2	1	5	33.377	0.27
5	4	35	5	0	5	33.068	0.98
4	4	8	6	14	16	33.426	0.56
0	3	0	2	0	5	33.66	0.34
0	5	0	7	4	3	33.38	0.23

R (-) : 降水量 W (-) : 風力

塩 分 量

説明変数 : R(1), R(2), R(3)

分散分析表

変動因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
群 間	1.3266	3	0.4422	7.3815
群 内	0.6590	11	0.0599	
全 体	1.9856	14		

寄与率 = 0.6681 重相関係数 = 0.8174

回帰モデル

変 数	偏回帰係数
C o.	33.6476
R (1)	- 0.4651 E - 02
R (2)	- 0.0156
R (3)	- 0.0122

全 燐

説明変数 : R(1), W(1), R(2), W(2), R(3), W(3)

回帰モデル

変 数	偏回帰変数	変 数	偏回帰変数
C o.	0.7872		
R (1)	- 0.1077 E - 02	W (1)	- 0.0741
R (2)	0.0140	W (2)	- 0.0466
R (3)	0.0129	W (3)	0.3006 E - 02

寄与率 = 0.5362 重相関係数 = 0.7323

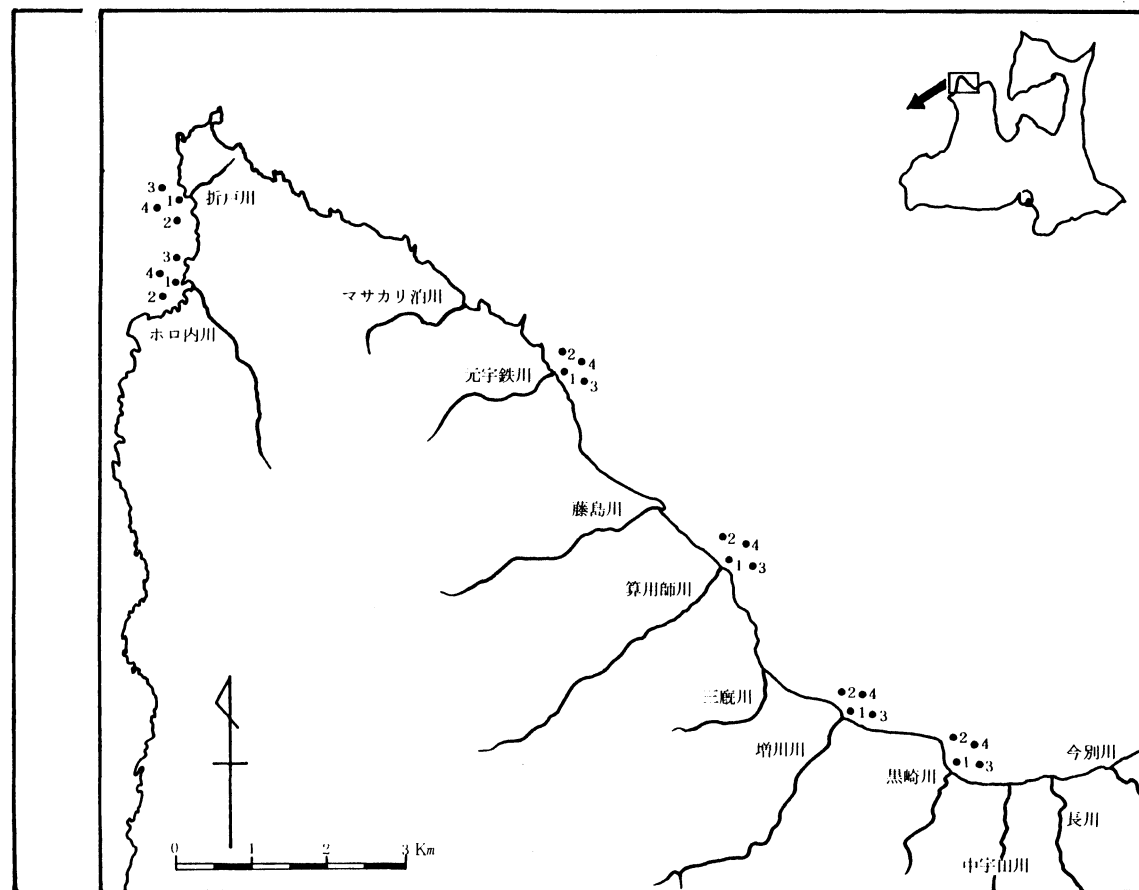


図1 調査点

図2 Total-P経時変化図

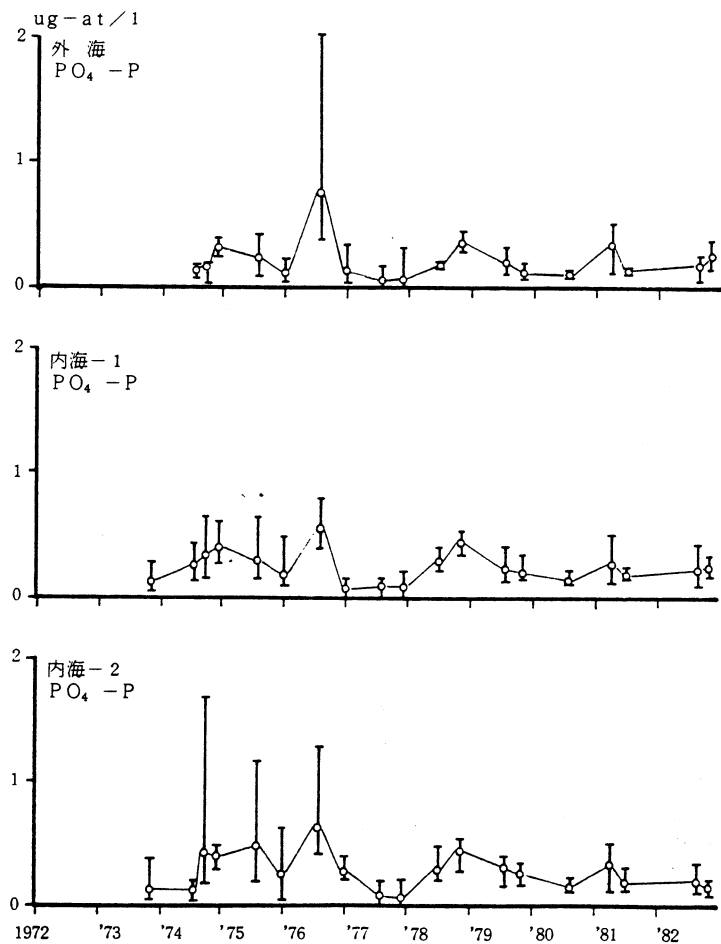


図3 $\text{PO}_4\text{-P}$ 経時変化図

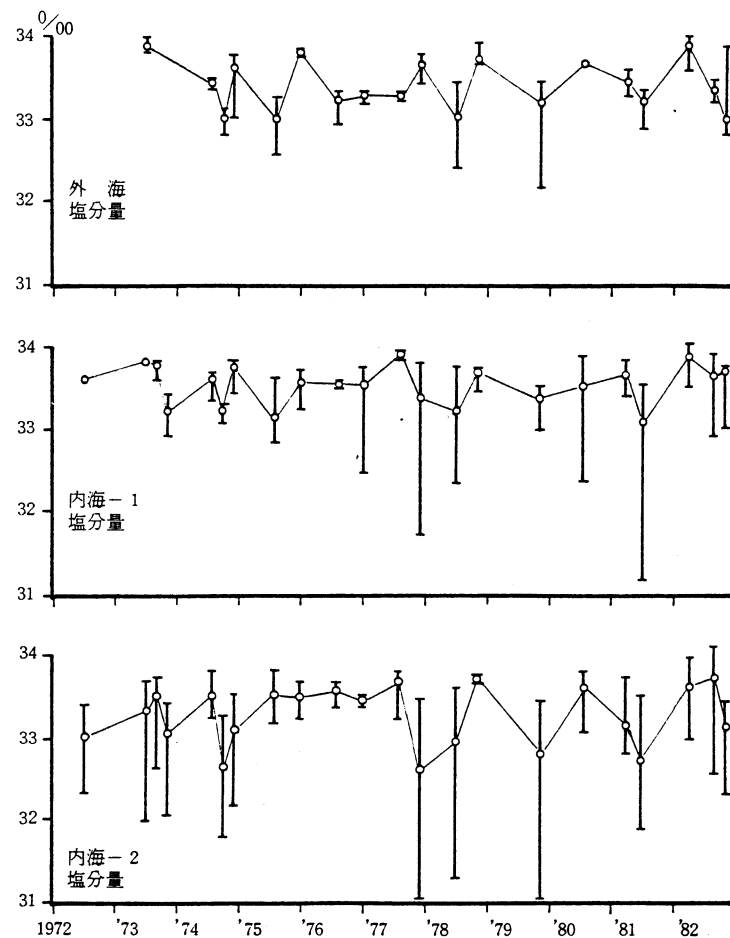


図4 塩分量経時変化図