

河口湖の最近10年間の水質について

清水源治 大久保正弘* 高橋照美 堤充紀

Water Quality of Lake Kawaguchi in 1980~1989

Genji SHIMIZU, Masahiro OHKUBO

Terumi TAKAHASHI and Mitsutoshi TSUTSUMI

本県では水質汚濁防止法に基づく公共用水域水質測定計画により、県内各湖沼で定期的に水質測定¹⁾を行っている。中でも富士五湖は本県の代表的な観光資源であり貴重な水資源でもあることから、毎月の定期測定に加えて年4回の精密調査を行ってきた。

この調査は、1980年から公共用水域水質測定の補足調査として窒素やリンの測定を行ってきたが、ここでは調査地点数の最も多い河口湖を選んで、これまでに明らかになったことを報告する。

調査方法

図1に示した16地点で、5, 7, 8, 11月の中旬を選んで、透明度やCOD, 窒素, リン, クロロフィルaなどを測定した。測定は全て常法²⁾によった。

結果と考察

1. 水質変動の主成分

調査地点のうち地点11(湖心)と地点13(船津沖)は公共用水域水質測定定点であり、西湖からの流入路が地点1付近、相模川水系への放水路は地点16付近にある。湖底では各所で伏流水が湧出するが、常時流入する河川はない。90年現在、山梨県観光課などの調べでは、流域人口は約2万人、年間観光客数は約650万人である。

80~89年の調査結果から全地点をあわせた月別の平均値(以下、算術平均値)を求めた(表1)。各平均値のうち循環期にあたる11月は $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度が特になくなったが、TPなどのリンは変化が少なかった³⁾。TN/TPの値は18~32と高く、従前どおりリンが富栄養化の制限因子になっていた⁴⁾。

表1 河口湖の調査月別の平均値 (1980~89, n=110~154)

月	Tr	WT	WC	EC	pH	DO	COD	SS	ChA
5	3.8	17	11	122	7.8	9.1	3.6	1.9	5.1
7	3.6	24	11	125	8.6	8.6	3.3	1.8	5.3
8	3.9	25	12	122	8.2	9.8	3.3	2.1	7.2
11	3.5	13	13	125	7.5	8.1	2.8	2.3	7.6

月	TN	DTN	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	TP	DTP	$\text{PO}_4\text{-P}$
5	0.28	0.22	0.014	0.0016	0.09	0.012	0.007	0.004
7	0.23	0.18	0.007	0.0002	0.06	0.012	0.006	0.003
8	0.23	0.18	0.010	0.0002	0.08	0.013	0.006	0.003
11	0.41	0.38	0.054	0.0062	0.22	0.013	0.006	0.003

Tr: 透明度, WT: 水温, WC: 水色, EC: 電導度, ChA: クロロフィルa
 単位 Tr: m, WT: °C, EC: $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChA: $\mu\text{g}/\ell$, その他: mg/ℓ

*: 山梨県環境保全課



図1 河口湖の水質測定地点

調査結果から各項目間の相関行列を求めた。算出にあたり欠測を含むデータ列は解析から除いた。各項目間では、溶存態窒素 (DTN, NO₂-N, NO₃-N), リン (TP, DTP, PO₄-P), 透明度など (透明度, SS, クロロフィル a) の各グループの中で相互に強い相関関係があった。pHとDO, 溶存態窒素とTN, 透明度などとCODの間にも相関がみられた。

河口湖の水質変動の特徴を知るために、CODなど13項目の相関行列を用いて主成分分析を行った (表2)。その結果、季節とは無関係にリンやCOD、クロロフィル a の濃度が一斉に高くなって透明度が下がり水色も悪くなる変化 (第一主成分: リン等の変動) と、循環期にpHが下がりNH₄-N, NO₃-Nなど窒素の濃度が増加する変化 (第二主成分: 窒素の変動) などがみられた。これらの変動の固有値は、夏期に電導度やクロロフィル

aの濃度が下がる変化 (第三主成分: 電導度の変動) や季節を問わずDOやTNが高くなる変化 (第四主成分: DOの変動) より大きかった。これらのことから、河口湖の主要な水質変動は、地点間の水質の差や経年変化などを示す第一主成分と循環期か否かを示す第二主成分で概ね説明できると考えられた。

2. 各地点の水質

80年以降の全測定値の平均値を表3に示した。WQI (総合水質指標) と定義した第一主成分スコアと、透明度, TP, クロロフィル a から求めたTSI (富栄養化指標)⁵⁾をあわせて示した。WQIからみた水質ベスト1とワースト1を表中に示したが、ベスト1は89年8月に地点2でワースト1は80年8月に地点15で観測され、透明度は各々8.5m, 1.8mであった。調査中の最高と最低

表2 河口湖の各測定成分の固有ベクトル (×100)

主成分	固有値	寄与率	Tr	WT	WC	EC	pH	DO	COD	SS	TN	NH ₄	NO ₃	TP	ChA
I	3.9	0.30	-43	-4	+31	0	-4	-3	+35	+46	+1	+11	-11	+42	+43
II	3.2	0.25	-1	-41	+18	-7	-46	-20	-26	+1	+34	+43	+42	-5	-1
III	1.2	0.09	-11	+43	+22	-78	+8	-18	-20	-2	-12	-3	+21	+6	-40
IV	1.0	0.08	+10	-6	-22	-32	+1	+69	+18	-1	+46	-15	+22	+2	+21

Tr: 透明度, WT: 水温, WC: 水色, EC: 電導度, ChA: クロロフィル a (1980~89, n=542)

表3 河口湖の全測定値の平均とWQIからみた水質のベスト1、ワースト1

	Tr	WC	EC	COD	SS	TN	NO ₃ -N	NH ₄ -N	TP	ChA	TSI	WQI
全平均	3.7	12	124	3.2	2.0	0.28	0.11	0.02	0.013	6.4	44	0.00
ベスト1 (89.8)	8.5	7	121	2.5	0.5	0.23	0.20	0.00	0.006	1.2	30	-4.25
ワースト1 (80.8)	1.8	4	126	6.3	6.0	0.40	0.10	0.03	0.029	16.7	55	+6.17

Tr: 透明度, WC: 水色, EC: 電導度, ChA: クロロフィル a, TSI: 富栄養化指標, WQI: 水質指標
 単位 Tr:m, EC:μS/cm, ChA:μg/l, その他:mg/l

表4 河口湖の各測定地点の平均値(1980~89, n=35~38)

地点	水深	Tr	WC	EC	COD	SS	TN	NO ₃ -N	NH ₄ -N	TP	ChA	TSI	WQI
1	8.8	4.3	12	119	3.0	1.7	0.24	0.10	0.02	0.010	5.3	41	-0.74
2	12.2	4.3	11	120	3.0	1.6	0.24	0.10	0.02	0.010	5.2	41	-0.87
3	11.0	4.2	11	121	2.9	1.6	0.24	0.10	0.02	0.010	5.1	41	-0.87
4	9.4	4.2	11	120	3.0	1.6	0.24	0.10	0.02	0.010	4.8	41	-0.90
5	10.4	4.2	11	122	3.0	1.8	0.25	0.10	0.03	0.010	5.6	41	-0.62
6	8.1	3.4	12	125	3.2	2.2	0.31	0.12	0.03	0.014	7.1	45	+0.46
7	9.0	3.6	12	124	3.2	2.1	0.30	0.12	0.03	0.013	7.0	44	+0.13
8	5.9	3.4	11	124	3.1	2.2	0.31	0.13	0.03	0.012	6.1	44	+0.07
9	6.0	3.6	12	126	3.2	2.3	0.31	0.13	0.04	0.012	6.3	43	+0.05
10	5.0	3.1	12	124	3.3	2.6	0.35	0.13	0.03	0.014	6.6	45	+0.51
11	9.5	3.6	12	124	3.2	2.2	0.31	0.12	0.03	0.013	6.4	44	+0.08
12	8.4	3.3	12	125	3.2	2.3	0.32	0.11	0.03	0.016	7.0	46	+0.53
13	10.2	3.4	12	126	3.4	2.3	0.31	0.12	0.03	0.014	7.0	45	+0.18
14	9.5	3.4	12	126	3.3	2.2	0.31	0.12	0.03	0.015	6.7	45	+0.32
15	8.6	3.4	12	126	3.4	2.3	0.31	0.11	0.03	0.016	7.0	45	+0.57
16	8.4	3.2	12	127	3.4	2.5	0.32	0.11	0.03	0.017	7.9	46	+0.88

Tr: 透明度, WC: 水色, EC: 電導度, ChA: クロロフィル a, TSI: 富栄養化指標, WQI: 水質指標
水深, Tr:m, EC: $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChA: $\mu\text{g}/\ell$, その他: mg/ℓ

は平均値に対して, SS, クロロフィル a は 4~1/4倍, 透明度, TP は 2~1/2倍の範囲にあり, CODやTN, TSIの変動は小さかった。

各地点の水質を表4に示した。WQIからみた水質は湖西部(鶴の島以西: 地点1~5)で-0.62~-0.90と特に良好であったが, 観光客が集中する湖東部(河口湖大橋以東: 地点12~16)では沿岸部で+0.32~+0.88と悪化傾向が目立った。また湖央部の地点6には85年頃まで養魚場があったこと, 地点10は水深が浅く水質がよい時期に透明度が欠測(全透)となって解析から外されたこと, 等により水質はやや劣った。なおTSIは概ね44±10の範囲にあり, 同時に調査している山中湖の41±10とは同程度であったが, 精進湖の51±10よりは良好であった。TSIはWQIによく対応していた(n=16, r=+0.97)。

ここで, 各月毎に各地点の平均値を求め, この平均値の第一主成分スコアと第二主成分スコアを用いてクラスター分析を行った。結果を図2に示したが, 各クラスターは水質が最も良好な第1群から最も悪化した第7群まで7つに分類できた。ここで第3群と第7群は循環期であることを示す第二主成分のスコアが大きく, 11月の全地点はこの両群に分類された。各地点の水質は湖西部では5月が, 湖央部と湖東部では7月が最も良好であり, 11月には各地点とも最も悪化する年周期をもっていた。また7月と8月は湖西部から湖央部, 湖東部の順序で水質が悪化していく傾向がみられた。

3. 水質の経年変化

図3に, 72~89年の公共用水域水質測定結果1)の中から, 湖心における透明度を抜粋してその60カ月(5カ年)移動平均を示した。透明度は本調査を開始した80年以降回復する傾向にあった。図4には本調査で水質悪化の著しかった船津のTPの経年推移を示したが, 調査時期に高次回帰させたTP濃度は80年以降明らかな減少傾向がみられた。またTPの減少にあわせて透明度の回復傾向やCODやクロロフィル a の減少傾向がみられた。同様な傾向は全地点でみることができたが, このような傾向は湖東部で顕著であった。

このようにここ10年間は河口湖の水質が改善される傾向にあった。この理由としては,

- 1) 流域の各家庭で簡易浄化槽を設置したり, 県下ではいち早く無リン洗剤の使用を呼びかける, 等の住民活動が活発であったこと
- 2) 湖畔に集中するホテルや旅館に対する公害監視員の立ち入り検査が厳しく, 排水の水質が改善されたこと
- 3) 86年に一部供用を開始した下水道の加入世帯が次第に増えてきたこと

等, 流域をあげて河口湖の水質浄化に取り組んできたことがあげられた。また下水道の加入地域が毎年広がっていることから, 水質はさらに改善されることが期待された。しかし他方, 異常増水や異常渇水など自然現象に起因する急激な水質悪化の可能性も考えられる。よって, 本県の貴重な資源である河口湖については, 今後もその水質の推移を監視していく必要があると考えられた。

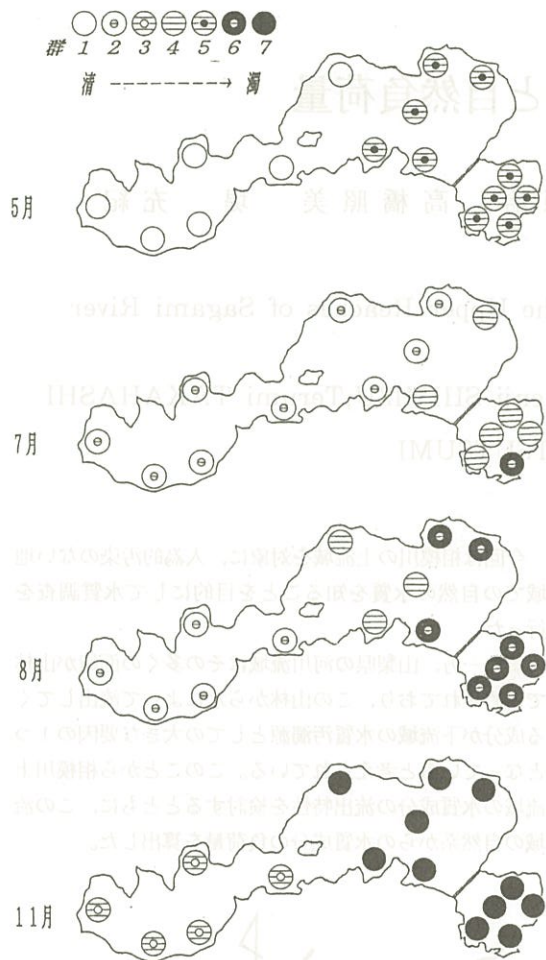


図2 各調査地点の水質

ま と め

河口湖の16地点10年間の調査から次の点が明らかになった。

- 1) 水質変動は、第一主成分（リン等の変動）と第二主成分（窒素の変動）で概ね説明できると考えられた。
- 2) 鶴の島以西の湖西部は水質が良好であり、夏期は湖西部から湖中央部、湖東部の順序で水質が悪化していく傾向がみられた。
- 3) ここ10年間では、全地点でCOD, TP, クロロフィル a や透明度などの測定項目で改善傾向がみられた。

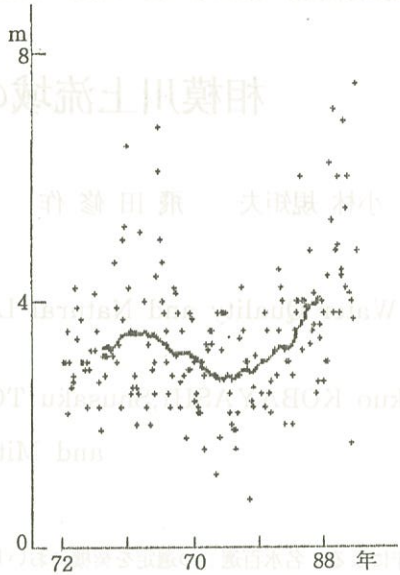


図3 湖心（地点11）における透明度¹⁾の60カ月移動平均

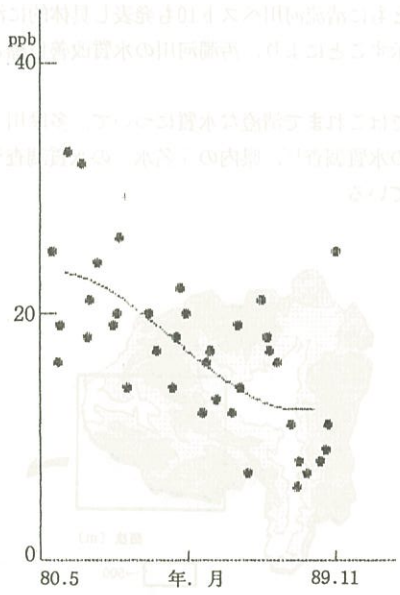


図4 船津（地点16）におけるTP濃度の推移

文 献

- 1) 山梨県：山梨県公用水域水質測定結果（各年度）
- 2) 中島郁子ら：山梨衛公研年報，17, 86～95（1973）
- 3) 環境庁告示第140号（昭和57年12月25日）など
- 4) 笠井和平ら：用水と廃水，18, 861～876（1976）
- 5) 相崎守弘ら：国立公害研究所研究報告，23, 13～31（1981）