

富士五湖の水質

有泉和紀 吉澤一家

Water Quality of Fuji Five Lakes at the North Foot of Mt. Fuji

Kazunori ARIIZUMI and Kazuya YOSIZAWA

水質汚濁防止法により公共用水域における水質の常時監視測定が義務付けられ、富士五湖については1971年(昭和46年)から山梨県により調査が開始された。さらに1972年からは毎月1回の水質測定が継続して行われている。これらの測定結果は「公共用水域及び地下水の水質測定結果¹⁾」として毎年公表されており、河川水と同様に富士五湖の水質汚濁状況もまとめられている。しかし、ここでは総合的な評価はなされておらず、また長期にわたる測定結果を考察した報告は少なく^{2),3)}、近年の状況については検討されていない。

そこで、「公共用水域及び地下水の水質測定結果¹⁾」の中から湖水の富栄養化に関連する項目を選定し、富士五湖の水質について検討したので報告する。

調査地点および調査頻度

各湖の調査地点を図1に示した。公共用水域測定地点として河口湖のみ湖心と船津沖(河口湖船津沖)の2地点、その他の4湖についてはいずれも湖心1地点であり、測定結果は定点における現地調査および表層水(水深10～20cm)について毎月1回調査されたものである。



図1 富士五湖調査地点

検討項目および報告値の取扱い

検討項目は測定結果¹⁾から湖水の水質汚濁や富栄養化に関連するものを選定した。即ち、湖水の濁りや植物プランクトン量と密接な関係にある透明度(Tr)、有機物による汚濁の程度を示す化学的酸素要求量(COD)、湖水中の懸濁物質量を表す浮遊物質量(SS)、植物プランクトンの増殖に関係する総窒素(TN)、総リン(TP)および植物プランクトン現存量の指標となるクロロフィルa(Chl-a)の6項目について検討した。また、各項目の統計計算にあたり報告下限値未満の値については、報告下限値の1/2値を用い、年度平均値はデータ数が9ヶ月以上ある年度についてのみ算出した。

結果と考察

1. 各湖の水質評価

図2～7に各項目の年度平均値の経年変化を示した。ただし、CODは環境基準達成状況の年間評価に75%水質値を用いて判断するため、各年度の測定値の小さい方から0.75×n番目(n=測定回数、端数切り上げ)の値を用いた⁴⁾。表1～7に1992～2001年度の年度別平均値及び10年間の平均値を示した。

なお、湖水の水質と水位には密接な関係があると考えられるが、本報告では各項目の長期的な傾向や各湖の現状について検討するにとどめた。

1-1 河口湖

1) 河口湖湖心

河口湖は環境基準がA類型に指定されている。図2-1よりCODの75%水質値(以後COD⁷⁵)は全期間を通して環境基準値(3mg/l)を超える年が多く、1993年度前後で基準を満たしたものの1995年度以降はほぼ満たしていない。また、最近10年間の変化では上昇傾向がうかがえた。SSの年度平均値はこれまで環境基準値(5mg/l)を越えることはなく、特に1985年度以後

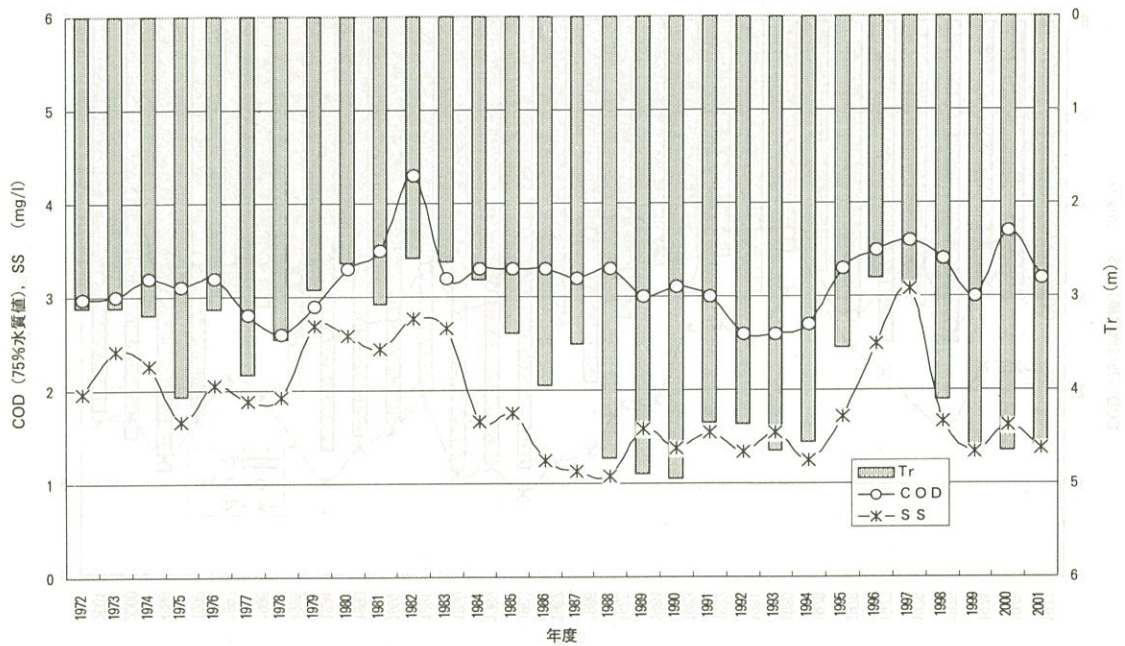


図2-1 河口湖湖心 (COD, SS, Tr) の経年変化

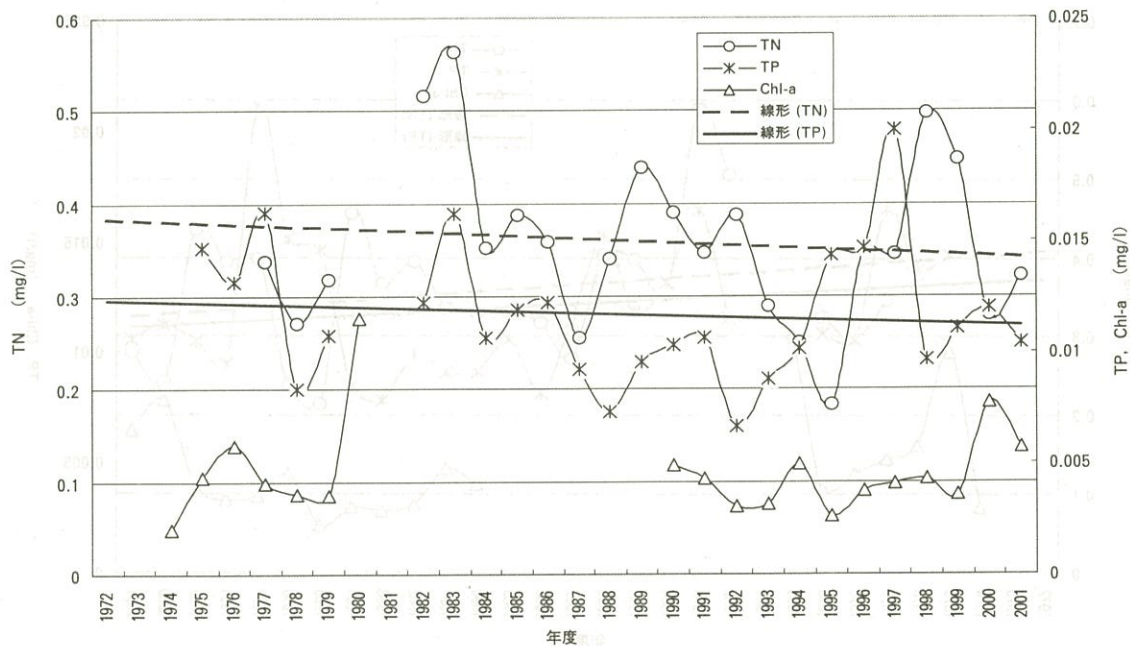


図2-2 河口湖湖心 (TN, TP, Chl-a) の経年変化

は良好な値を示した。しかし、1996、1997年度は大幅に濃度が上昇し、特に1997年度は期間中最も高い値(3.1mg/l)を示した。Trの年度平均値はSSと同様な傾向を示し、1988年度以降は年度平均値が4mを越えるような改善傾向を示したが1996年度前後は3m以下となった。全体的に見てSS、Trは改善方向にあり懸濁物質は減少傾向にあるものの、COD²⁹は横這いの状態であることから相対的に溶存態有機物が増加傾向にあることがうかがわれた。

図2-2よりTN、TPは全体的に見るとやや低下傾向

を示した。しかし、近年のTN、TPは濃度変化の振幅が過去に比べて大きく、高い値を示す年もあるため今後の変化に注意する必要があると考えられた。Chl-aは1980年代のデータが無いことから他の項目とは同等に扱えないものの、年度平均値はほぼ横這いの状態であった。しかし、2000、2001年度は年度平均値が上昇しており、TN、TP濃度が急激に上昇した場合は、さらにChl-aが上昇する可能性が考えられた。

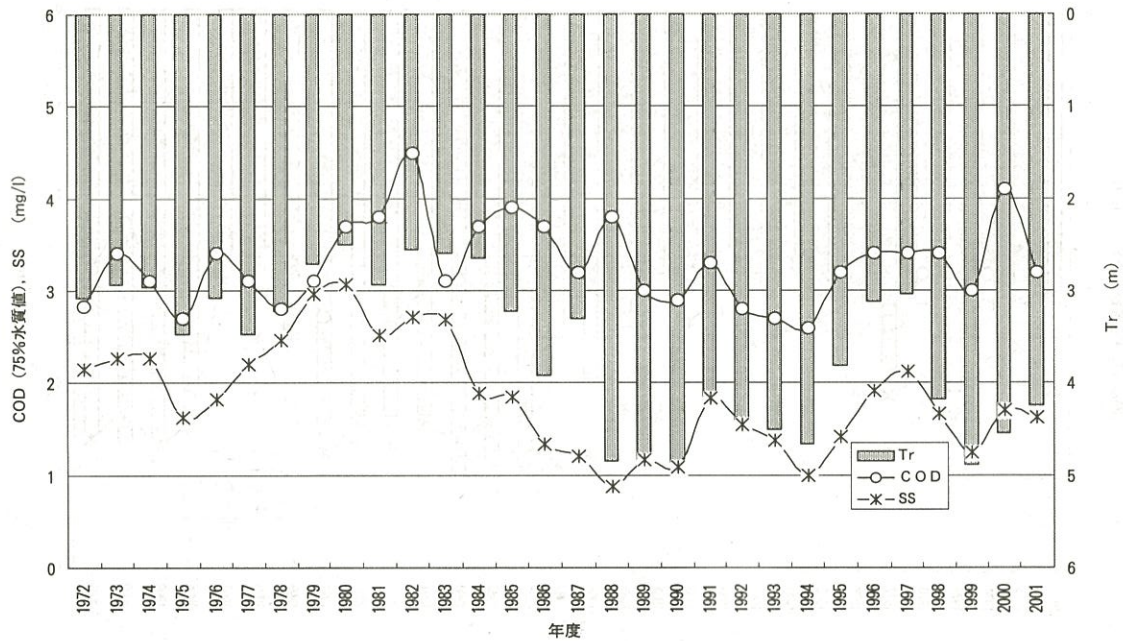


図3-1 河口湖船津沖 (COD, SS, Tr) 経年変化

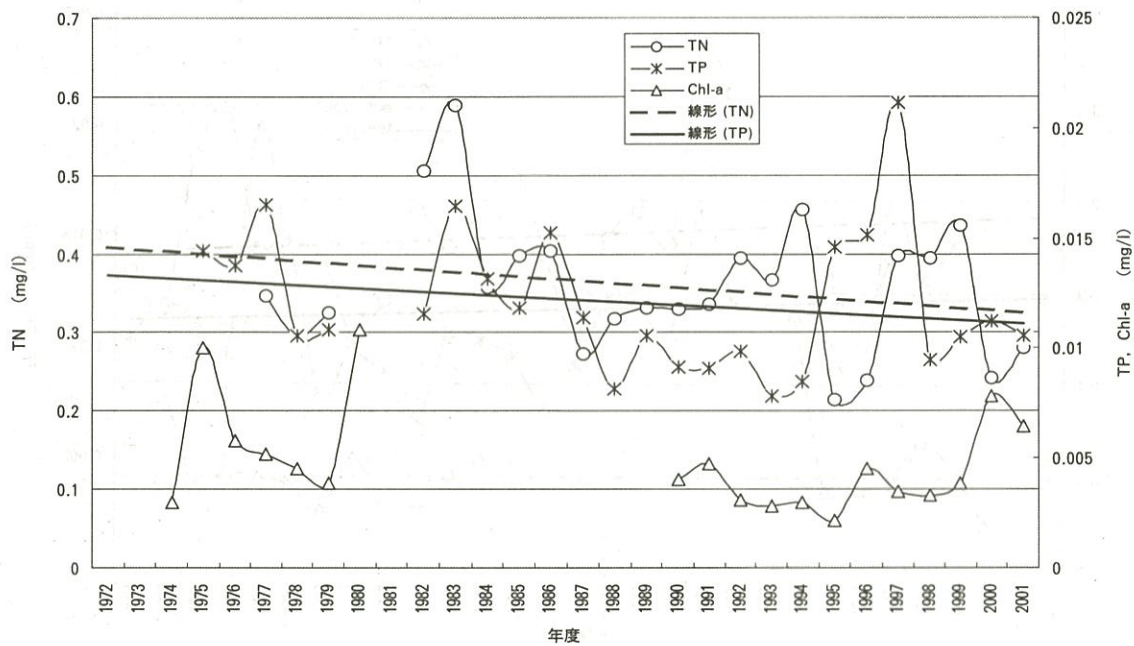


図3-2 河口湖船津沖(TN, TP, Chl-a) の経年変化

2) 河口湖船津沖

図3-1, 2に各項目の経年変化を示した。河口湖船津沖の各項目は湖心とはほぼ同様の变化を示した。COD⁷⁵は環境基準値(3mg/l)を超過する年が多く1995年度以降はほとんど基準を満たしていなかった。SS, Trの年度平均値は1985年度付近を境に改善傾向を示し、SSは2mg/l未満、Trは4m以上を示すようになった。しかし、1996, 1997年度はTrの年度平均値が約3mになりSSの値も上昇した。長期的な傾向を考えると、湖心と同様に溶存態有機物の増加がうかがわれた。TN, TP,

Chl-aも湖心と同様な傾向を示し、TN, TPは低下傾向にあるものの近年の濃度変化は振幅が大きく、Chl-aは1997~1999年度に比べ2000, 2001年度の年度平均値が約2倍の値を示しており、TN, TP濃度が急激に上昇した場合は、さらにChl-aが上昇する可能性が考えられた。

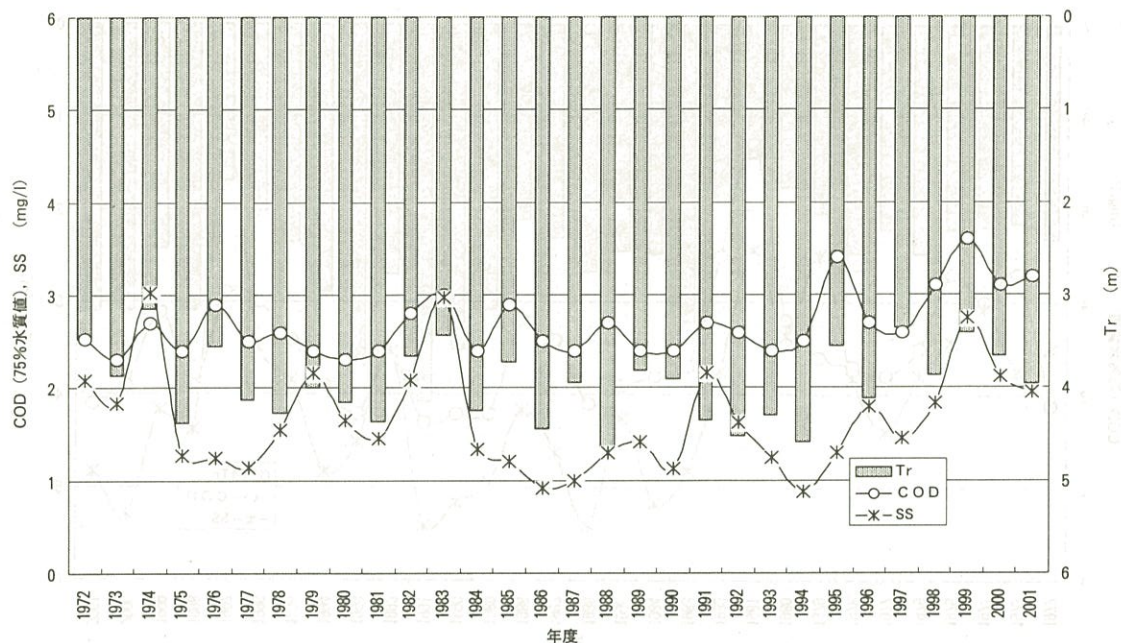


図4-1 山中湖 (COD, SS, Tr) の経年変化

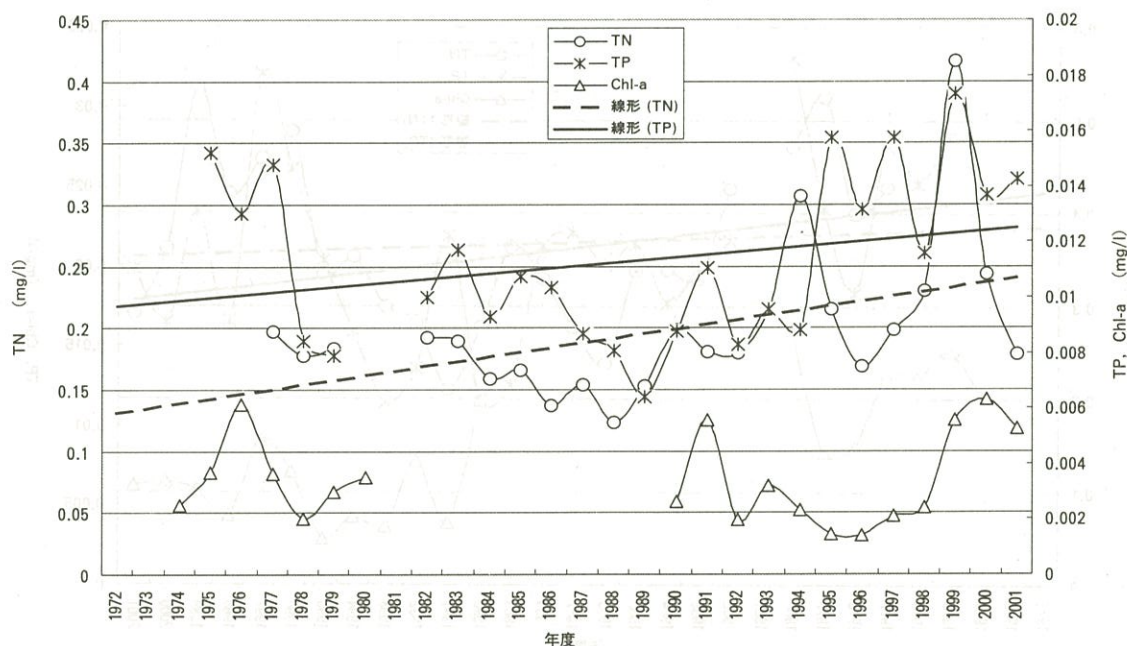


図4-2 山中湖 (TN, TP, Chl-a) の経年変化

1-2 山中湖

山中湖は環境基準がA類型に指定されている。図4-1よりCOD⁷⁵は1994年度までは環境基準(3mg/l)を満たしていたが、近年になって超過するようになり水質悪化が懸念された。SSは環境基準(5mg/l)を越えることが無く3mg/l以下の値で推移し、全体的に見るとほぼ横這い状態であるが、最近10年間を見ると上昇傾向にあることがうかがえた。TrはSSと同様の傾向を示し、全体的に見ると横這い状態であるものの、近年は

年度平均値が4m未満となり悪化の兆しがうかがえた。

図4-2よりTN, TPは共に上昇傾向にあり、最近10年間のTN, TPは濃度変化の振幅が過去に比べて大きく、今後の変化に注意する必要があると考えられた。Chl-aは1980年代のデータが無いことから他の項目とは同等に扱えないが、年度平均値は全体的に横這いの状態であった。しかし、1999年度に濃度が上昇したままほぼ一定の値を示しており、他の項目で水質悪化の兆候が見られることからChl-aについても今後の推移に注意する必要があると考えられた。

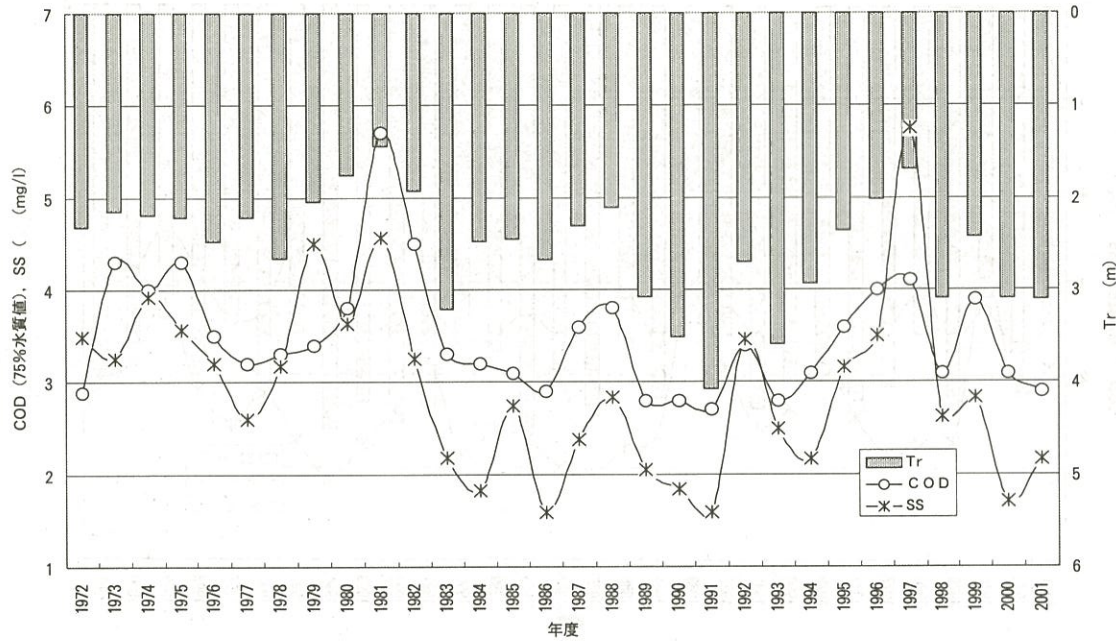


図5-1 精進湖 (COD, SS, Tr) の経年変化

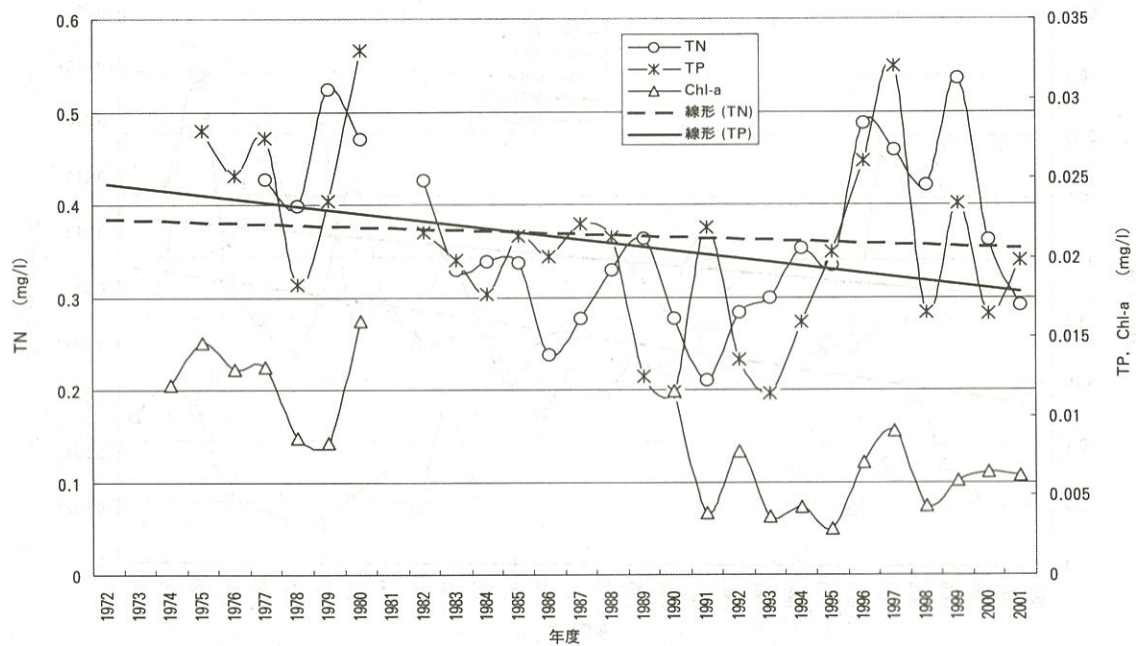


図5-2 精進湖 (TN, TP, Chl-a) の経年変化

1-3 精進湖

精進湖は環境基準がA類型に指定されている。図5-1よりCOD⁷⁵は全期間を通して環境基準値(3mg/l)を超える年が多く、1990年度前後を除き継続して基準を満たすことはなかった。SSは1990年度まで低下傾向にあったが、その後上昇傾向に転じ1997年度(5.8mg/l)に初めて環境基準値(5mg/l)を越えた。その後は大きく値が低下し、3mg/l未満で推移している。Trは1989年度以降の年度平均値が3mを越えることが多くなった

が、1997年度のように2mを切ることもあることから改善傾向にはあるものの安定した状態ではないことがうかがえた。

図5-2より全体的に見るとTNは若干の低下傾向、TPは低下傾向にあるが、最近10年間では値が大きく変動し上昇傾向にあることがうかがえた。Chl-aは1970年代に比べて1991年以降は低下しており、改善傾向がうかがえた。しかし、TN、TPの最近の傾向を考慮すると、今後Chl-aが過去のような値に上昇する可能性は十分考えられた。

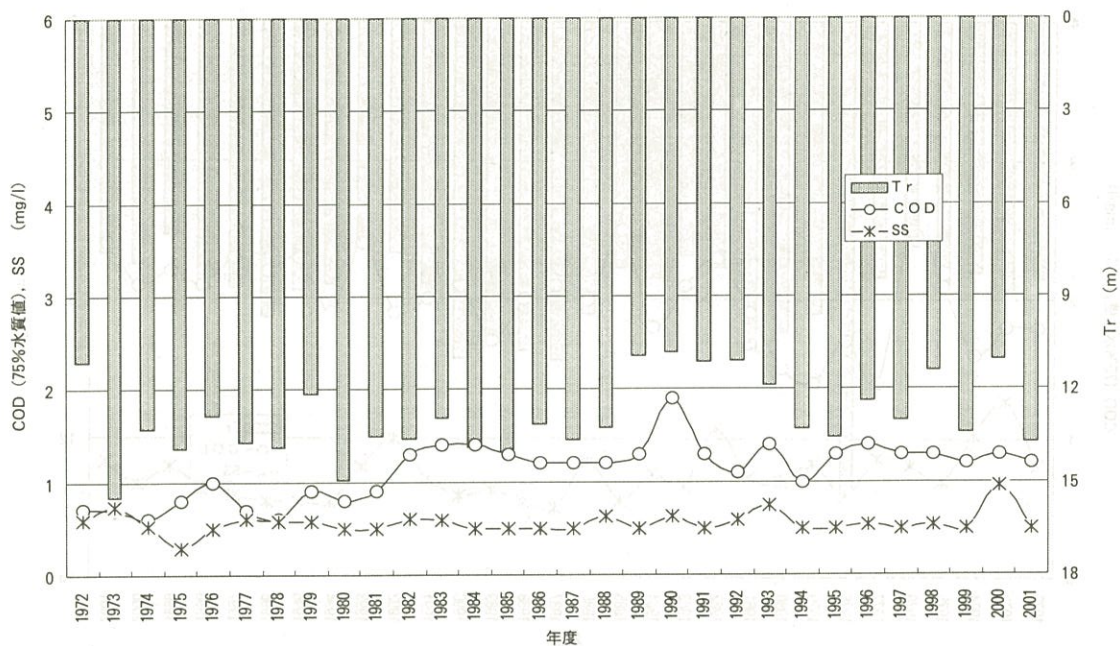


図6-1 本栖湖 (COD, SS, Tr) の経年変化

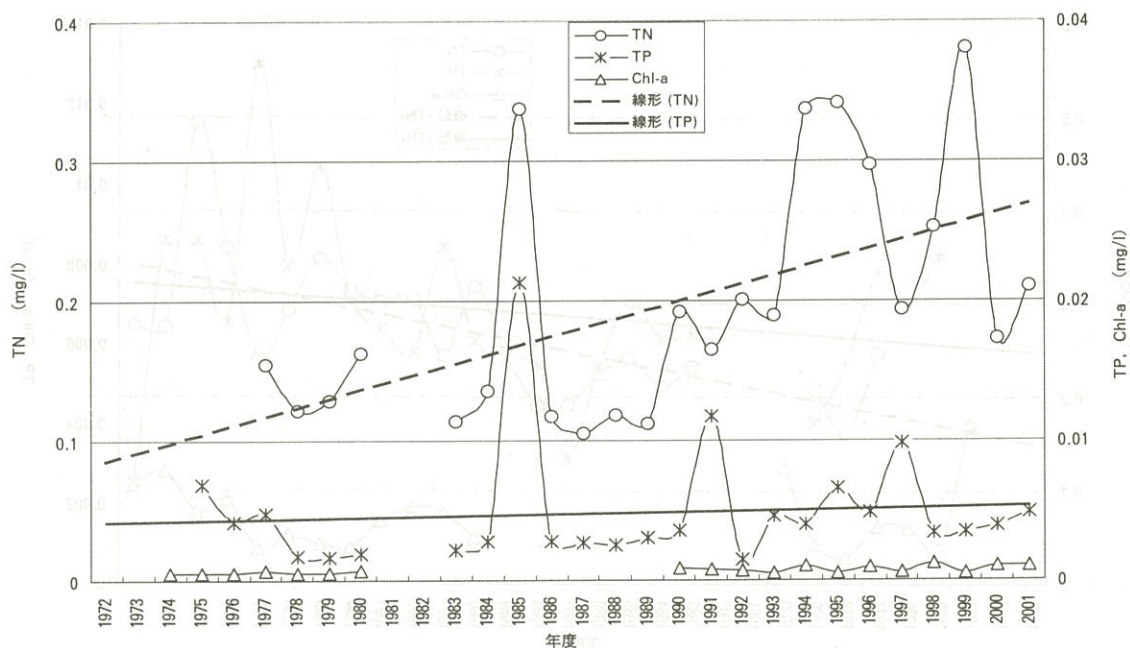


図6-2 本栖湖 (TN, TP, Chl-a) の経年変化

1-4 本栖湖

本栖湖は環境基準がAA類型に指定されている。図6-1よりCOD⁷⁵は1982年度に環境基準値(1mg/l)を超えてから概ね1.4mg/l前後で推移し、以降1994年度を除き基準を満たすことはなかった。SSは結果の大部分が下限値未満(<0.5mg/l)であり、環境基準値(1mg/l)を越えることはなかった。Trは1988年度以前の年度平均値が概ね12m以上あったのに対し1989年度以降は12m未満を示す年が多くなり、水質悪化の兆候

がうかがえた。

図6-2よりTNの大幅な上昇傾向が確認された。TPは特異的に高い値を示す年はあるものの、全体の傾向としてはほぼ横這いであった。Chl-aは結果の大部分が下限値未満(<0.001mg/l)であり、低い値のまま推移していた。しかし、TNの状態を考慮すると今後TPの変化によってはChl-aが上昇する可能性があることが示唆された。

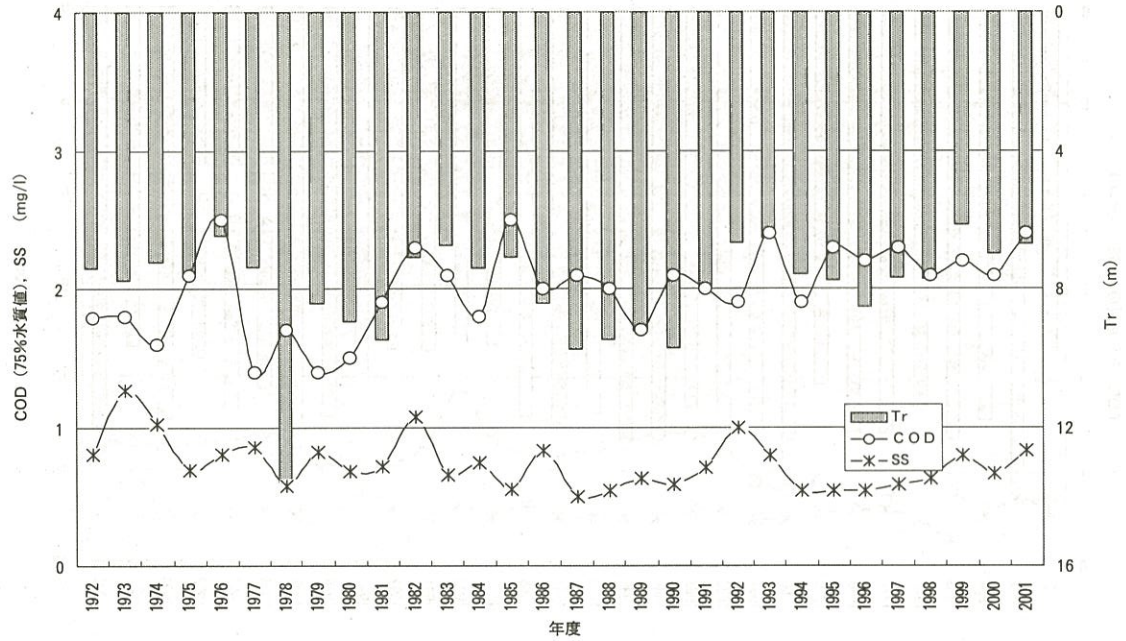


図7-1 西湖 (COD, SS, Tr) の経年変化

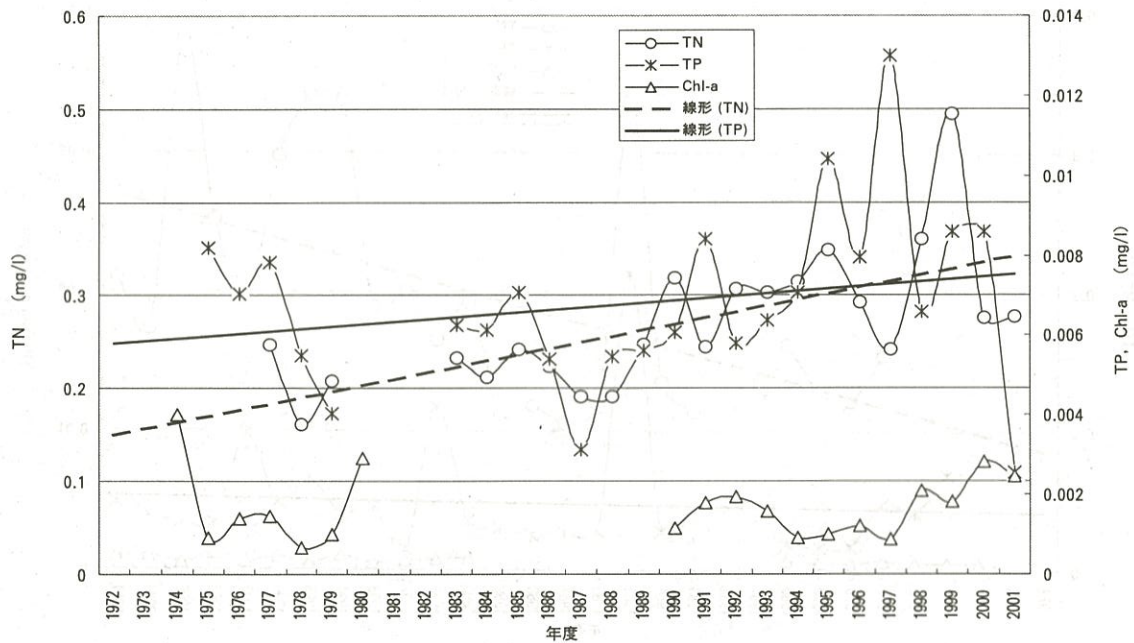


図7-2 西湖 (TN, TP, Chl-a) の経年変化

1-5 西湖

西湖は環境基準がA類型に指定されている。図7-1よりCOD⁷⁵は全期間を通して環境基準値(3mg/l)未満であったが、全体的には上昇傾向にあり1995年度以降は2mg/l以上の値を示すようになった。SSは全期間を通して基準を満たし、概ね年度平均値が1mg/l以下であった。Trは最近10年間では年度平均値が8mを超えた年が1996年度のみであり、過去に比べるとやや低下傾向にあることがうかがえた。

図7-2よりTN, TPは上昇傾向にあり、徐々に濃度変化の振幅が大きくなっていることから栄養塩濃度の急激な上昇に伴う湖水水質の変化に注意する必要があると考えられた。また、Chl-aはTN, TPとは異なり明らかな傾向はみられないものの、1998年度以降は上昇傾向にあることがうかがえた。近年のTN, TPの状況から、今後さらにChl-aは上昇する可能性があると考えられた。

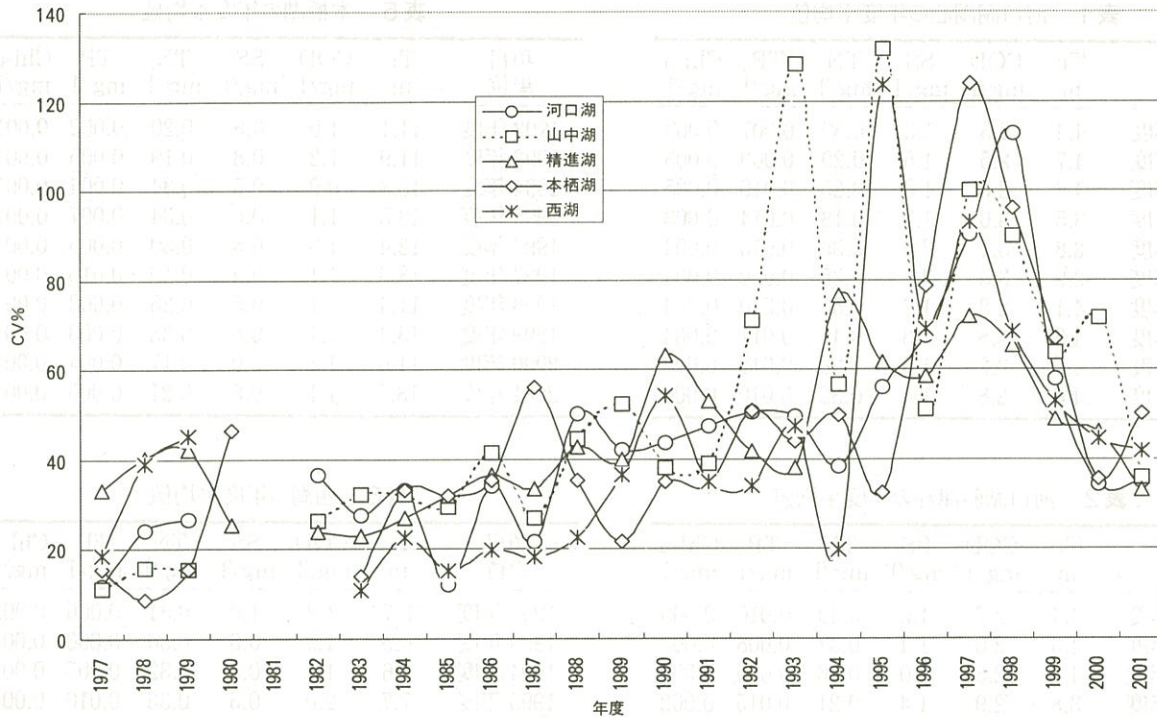


図8 富士五湖 TN の変動 (CV%)

2. TN の変動

栄養塩濃度の変動幅をみるため、各年度における変動係数 (CV%) を計算し図8に示した。ここでは各湖の測定値に報告下限値未満がほとんどない TN について検討した。TN の年度 CV% は各湖とも全体的に増加傾向にあり、1990 年度以降はおおむね 40% を超える値を継続して示した。また、近年になるに従い年度間における CV% の変動幅が大きくなる傾向を示した。近年の富士五湖の TN は年間および年度間の濃度変化が大きくなる傾向にあり、不安定な状態であると考えられた。

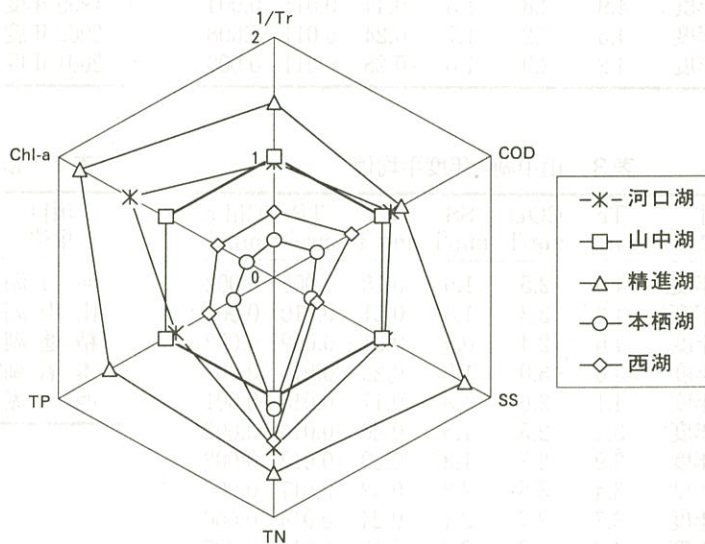


図9 富士五湖の相対評価 (1992~2001 年度)

3. 富士五湖の相対評価

表1~5に示した各項目の1992~2001年度平均値について山中湖の値を基準にして (Trのみ逆数) 五湖の相対評価を行い図9に示した。図は内側に行くほど状態が良いことを示している。

図9より水質の良好な順から見ると本栖湖>西湖>山中湖≧河口湖>精進湖となった。このように、本栖湖は他の四湖に比べ最も良好な結果を示したが、TNは山中湖と同程度の値であった。また、西湖は本栖湖に次いで良好な結果であったが、TNは河口湖と同程度の値を示した。本栖湖と西湖のTNは富士五湖における水質の序

列としては下位の湖と同等の値を示しており、他の項目の今後の変化に注意する必要があると考えられた。

また、図9でTNは特に他の項目とは異なった序列を示しており、TNの負荷源について検討する必要があると考えられた。今後、湖水のTNと下水道の普及率や降水等との関係等について検討する予定である。

表1 河口湖湖心の年度平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
1992年度	4.4	2.5	1.3	0.39	0.007	0.003
1993年度	4.7	2.5	1.5	0.29	0.009	0.003
1994年度	4.6	2.6	1.3	0.25	0.010	0.005
1995年度	3.5	3.0	1.7	0.18	0.014	0.003
1996年度	2.8	3.1	2.5	0.35	0.015	0.004
1997年度	2.9	3.3	3.1	0.35	0.020	0.004
1998年度	4.1	2.8	1.7	0.50	0.010	0.004
1999年度	4.8	2.8	1.3	0.45	0.011	0.004
2000年度	4.7	3.2	1.6	0.28	0.012	0.008
2001年度	4.6	2.8	1.4	0.32	0.010	0.006

表5 本栖湖の年度平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
1992年度	11.1	1.0	0.6	0.20	0.002	0.001
1993年度	11.9	1.2	0.8	0.19	0.005	0.001
1994年度	13.3	0.9	0.5	0.34	0.004	0.001
1995年度	13.5	1.1	0.5	0.34	0.007	0.001
1996年度	12.4	1.3	0.5	0.30	0.005	0.001
1997年度	13.0	1.1	0.5	0.19	0.010	0.001
1998年度	11.4	1.1	0.5	0.25	0.003	0.001
1999年度	13.4	1.1	0.5	0.38	0.003	0.001
2000年度	11.0	1.1	1.0	0.17	0.004	0.001
2001年度	13.7	1.1	0.5	0.21	0.005	0.001

表2 河口湖船津沖の年度平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
1992年度	4.4	2.7	1.5	0.40	0.010	0.003
1993年度	4.5	2.6	1.4	0.37	0.008	0.003
1994年度	4.7	2.5	1.0	0.46	0.009	0.003
1995年度	3.8	2.9	1.4	0.21	0.015	0.002
1996年度	3.1	3.1	1.9	0.24	0.015	0.005
1997年度	3.0	3.1	2.1	0.40	0.021	0.003
1998年度	4.2	2.8	1.7	0.39	0.009	0.003
1999年度	4.9	2.8	1.3	0.44	0.011	0.004
2000年度	4.5	3.2	1.7	0.24	0.011	0.008
2001年度	4.2	2.9	1.6	0.28	0.011	0.006

表6 西湖の年度平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
1992年度	6.7	1.8	1.0	0.31	0.006	0.002
1993年度	6.5	1.9	0.8	0.30	0.006	0.002
1994年度	7.6	1.7	0.5	0.32	0.007	0.001
1995年度	7.7	2.0	0.5	0.35	0.010	0.001
1996年度	8.5	2.0	0.5	0.29	0.008	0.001
1997年度	7.7	2.1	0.6	0.24	0.013	0.001
1998年度	7.7	1.9	0.6	0.36	0.007	0.002
1999年度	6.2	1.9	0.8	0.50	0.009	0.002
2000年度	7.0	1.9	0.7	0.28	0.009	0.003
2001年度	6.7	2.0	0.8	0.28	0.003	0.002

表3 山中湖の年度平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
1992年度	4.5	2.5	1.6	0.18	0.008	0.002
1993年度	4.3	2.3	1.3	0.21	0.010	0.003
1994年度	4.6	2.4	0.9	0.31	0.009	0.002
1995年度	3.6	3.0	1.3	0.22	0.016	0.001
1996年度	4.1	2.6	1.8	0.17	0.013	0.001
1997年度	3.4	2.5	1.5	0.20	0.016	0.002
1998年度	3.9	2.7	1.8	0.23	0.012	0.002
1999年度	3.4	3.3	2.8	0.42	0.017	0.006
2000年度	3.7	2.7	2.1	0.24	0.014	0.006
2001年度	4.0	2.9	2.0	0.18	0.014	0.005

表7 富士五湖(1992~2001年度平均値)の平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
河口湖	4.1	2.9	1.7	0.34	0.012	0.004
山中湖	3.9	2.7	1.7	0.24	0.013	0.003
精進湖	2.7	3.1	3.0	0.38	0.020	0.006
本栖湖	12.5	1.1	0.6	0.26	0.005	0.001
西湖	7.2	1.9	0.7	0.32	0.008	0.002

表4 精進湖の年度平均値

項目 単位	Tr m	COD mg/l	SS mg/l	TN mg/l	TP mg/l	Chl-a mg/l
1992年度	2.7	3.1	3.5	0.28	0.014	0.008
1993年度	3.6	2.6	2.5	0.30	0.011	0.004
1994年度	2.9	2.9	2.2	0.35	0.016	0.004
1995年度	2.4	3.2	3.2	0.34	0.020	0.003
1996年度	2.0	3.7	3.5	0.49	0.026	0.007
1997年度	1.7	3.7	5.8	0.46	0.032	0.009
1998年度	3.1	2.9	2.6	0.42	0.017	0.004
1999年度	2.4	3.6	2.8	0.54	0.023	0.006
2000年度	3.1	2.9	1.7	0.36	0.017	0.007
2001年度	3.1	2.8	2.2	0.29	0.020	0.006

まとめ

1972～2001年度までの公共用水域水質測定結果の富士五湖の値について、湖水の水質汚濁や富栄養化に関連する項目を検討した結果つぎのことが明らかとなった。

- 河口湖および精進湖の水質は初期の状態からみるとやや改善傾向にあったが、河口湖においては溶存態有機物の増加が懸念され、精進湖は近年 TN, TP が上昇傾向を示すなど、今後も両湖の水質について注意が必要であると考えられた。
- 山中湖、本栖湖、西湖は COD, Tr, TN, TP 等の項目で水質悪化の兆候がみられた。
- 近年の富士五湖の TN は年間および年度間の濃度変化が大きくなる傾向にあり、不安定な状態であると考えられた。
- 1992～2001年度までの結果から五湖の水質を検討した結果、水質の良好な順は以下のとおりとなった。
本栖湖>西湖>山中湖≧河口湖>精進湖



図1 1972～2001年度までの富士五湖水質測定結果の傾向

- 本栖湖と西湖の TN は富士五湖の水質としては下位の湖と同等の値を示しており、今後は他の項目の変化に注意する必要があると考えられた。
- TN と他の項目では異なった序列を示しており、TN の負荷源について検討する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 山梨県：公共用水域及び地下水の水質測定結果（各年度）
- 2) 山梨県環境局：富士五湖の水質 21 年（報告書）（1993）
- 3) 有泉和紀，小林浩，渡辺由香里，小林規矩夫：日本陸水学会甲信越支部会報，23，42（1997）
- 4) 環境庁：環水企第 92 号 環境基本法に基づく環境基準の水域類型の指定及び水質汚濁防止法に基づく常時監視等の処理基準について（2001）

美濃の河口湖

美濃の河口湖は、山梨県と岐阜県にまたがる湖で、その水質は近年悪化傾向にある。この湖は、美濃川と長良川が合流する地点にあり、その水質は、美濃川の水質と長良川の水質の両方に影響を受ける。また、この湖は、美濃川と長良川の水質を調整する役割を果たしている。この湖の水質を改善するためには、美濃川と長良川の水質を改善することが必要である。また、この湖の水質を改善するためには、美濃川と長良川の水質を改善することが必要である。