

富士五湖の透明度と降水量の関係について

Effect of Precipitation on the Transparency
of Fuji Five Lakes

清水源治 高橋照美 大久保正弘* 堤 充紀

Genji SHIMIZU, Terumi TAKAHASHI, Masahiro OHKUBO
and Mitsutoshi TSUTSUMI

湖沼の水質指標に透明度がある。この透明度はSSやCOD, クロロフィルa, 全リンなど他の水質汚濁指標と強い相関を持つことが多い。また測定が容易でかつ測定法にも変遷がないため、湖沼の水質評価方法の基本的な指標にもなっている。

湖沼の水質変動には、循環期や成層期などの周年変動の他に、流域人口の増加や増水などによる変化がある。ここではこのような変化をもたらす因子に降水量を選びこの降水量が富士五湖の透明度に及ぼす影響の有無について検討した。

方 法

本県で実施してきた「公共用水域水質測定結果」¹⁾ から1972~89年度(18年間)の富士五湖の各湖心における透明度(毎月1回測定)を抜粋し、これを月間降水量²⁾と比較した。比較は主に移動平均法によった。また透明度の年平均値や年間降水量は全て年度単位で算出した。

結 果 と 考 察

1. 降水量

富士五湖周辺の年間降水量³⁾は1,800mmから2,400mmの範囲にあり、河口湖1,800mm, 西湖1,900mm, 精進湖2,100mm, 本栖湖2,200mm, 山中湖2,400mmとなっている。山中湖では降水量が河口湖の1.5倍になるが、多雨や寡雨の経年推移は五湖に共通すると考え、ここでは河口湖測候所の降水量²⁾を用いることとした。

表3に年間降水量を示した。平年値表⁴⁾からみた河口湖の降水量は1,300~1,700mmの範囲が「並」であり、この18年間で平年並の年は7回あった。また各年度の降水

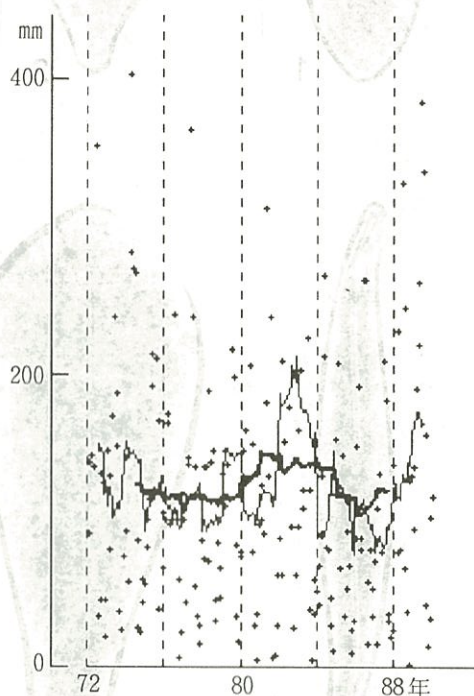


図1 河口湖における月間降水量²⁾の12ヵ月移動平均(細線)と60ヵ月移動平均(太線)

量は82年と83年、89年が2,000mm前後と多く、逆に78年と87年は1,000mm強と少なかった。なお月間降水量は、0mm(73年12月, 75年1月)から927mm(83年8月)の範囲にあり18年間の平均値は126mmであった。

図1に月間降水量の散布図とその12ヵ月移動平均および60ヵ月移動平均を示した。移動平均法は、周期変動や不規則変動を取り除くことによりその増減傾向を明らかにする手法であり、ある期間の測定値を1つずつずらしながら平均値を求めていく方法である。12ヵ月移動平均

*環境保全課

表1 1972～89年度における富士五湖の透明度¹⁾の範囲

	山中湖	河口湖	西湖	精進湖	本栖湖
最高値	7.8(88. 8)	7.5(90. 1)	14.0(87. 6)	7.4(83. 3)	21.0(74. 2)
最低値	1.8(89. 4)	0.8(83. 8)	2.9(76. 6)	0.9(80.10)	3.8(74. 8)
測定数	177	198	201	171	203

単位 透明度 m, ()内:測定年. 月

表2 各月の気温, 降水量と富士五湖の透明度(1972～89年度平均値)

月	気温 ⁴⁾	降水量	山中湖	河口湖	西湖	精進湖	本栖湖
4	10	110	3.6	3.4	7.8	2.1	12.4
5	14	113	4.3	3.4	6.9	2.1	13.2
6	17	173	4.3	3.2	7.9	2.2	12.9
7	22	181	4.6	3.3	7.5	2.4	13.8
8	22	276	4.0	3.1	7.1	2.4	11.8
9	18	225	3.7	3.3	7.1	2.4	10.0
10	12	145	3.4	2.5	8.7	2.2	13.2
11	7	73	3.6	2.9	8.6	2.1	13.8
12	2	34	4.0	3.6	8.1	2.3	14.3
1	-1	41	4.4	4.7	9.7	2.5	14.5
2	0	61	4.0	4.1	8.7	2.8	15.8
3	3	86	3.8	3.8	9.2	2.6	15.5

単位 透明度 m, 気温 °C(河口湖測候所), 降水量 mm/月(同)

からみた降水量は2～3年毎に多寡を繰り返しており、83年付近に大きな峰を持っていた。これは台風および集中豪雨の影響によるもので降水量は82年8月731mm、9月532mm、83年8月927mmであった。この影響は2～3年毎の多寡の周期を除くために行った60ヵ月移動平均にも現れ、81～86年の間に台状の隆起が生じた。

2. 富士五湖の透明度

81年現在で富士五湖は、本栖湖と西湖が富栄養湖に、山中湖が中栄養湖に、河口湖と精進湖が富栄養湖に分類された⁶⁾。81年を含んだこの18年間の結氷期を除いた毎月の透明度の最高値と最低値を表1に示した。これらからみた五湖は、透明度1～8mの山中湖、河口湖、精進湖のグループと3～10m以上の西湖、本栖湖のグループに大別できると考えられた。なお五湖における過去には、次のような測定例⁹⁾があったが、いずれもこの18年間の最高値～最低値の範囲の中にあった。

- 山中湖: 2.5m (1904年8月) 7.5m (1931年8月)
- 河口湖: 4.2m (1930年)
- 西湖: 10.3m (1934年2月)
- 精進湖: 5.5m (1929年7月)
- 本栖湖: 18.0m (1929年8月)

表2に18年間の各月の平均値を示した。ここで、西湖は気温が急上昇する5月に透明度が最も低くなったが、他の四湖では気温が急激に下がり始める循環期(9～11月)に低くなる傾向があった。また山中湖では7月に最も高くなったが、五湖ともに気温が下がる1～2月に透明度は高くなる傾向が見られた。表2に月間降水量の平均値を併記したが、降水量は8～9月に最も多く12～1月に最も少ない年周期を持っていた。この周期は透明度の周期より約1ヵ月先行することから、気温に加えて降水量の影響も考慮する必要があった。

3. 降水量と透明度の移動平均

1) 山中湖

降水量と山中湖、河口湖、精進湖の透明度についてこれらの60ヵ月移動平均を図2に示した。図中、山中湖の透明度は降水量とはほぼ鏡像関係にあり、81～86年の間には降水量の台状の隆起とは全く逆の変化が見られた。図3に降水量と透明度の12ヵ月移動平均を示したが、74年、79年、83年の降水量の峰は透明度の谷に対応していた。このように山中湖では降水量が多くなると透明度が下がる傾向が見られ、降雨によって流域から汚濁物質が流入する汚濁機構が考えられた。

表3 河口湖測候所の降水量²⁾と富士五湖の透明度¹⁾の経年推移

年度	降水量	山中湖	河口湖	西湖	精進湖	本栖湖
72	1,780	3.5	3.1	7.4	2.3	11.1
73	1,330	3.9	3.1	7.8	2.1	15.5
74	1,720	3.1	3.2	7.2	2.2	13.3
75	1,420	4.4	4.1	7.6	2.2	13.9
76	1,280	3.6	3.1	6.5	2.5	12.9
77	1,390	4.1	3.8	7.4	2.2	13.7
78	1,180	4.2	3.4	8.6	3.1	13.8
79	1,760	4.0	2.9	8.4	2.0	12.1
80	1,240	4.2	2.6	8.9	1.8	15.0
81	1,390	4.4	3.1	9.5	1.4	13.5
82	2,260	3.7	2.6	7.1	1.9	13.6
83	2,060	3.4	2.6	6.7	3.2	12.9
84	1,250	4.2	2.8	7.4	2.5	13.9
85	1,380	3.7	3.4	7.1	2.4	14.0
86	1,280	4.4	3.9	8.4	2.7	13.1
87	1,050	3.9	3.5	9.8	2.3	13.7
88	1,540	4.6	4.7	9.5	2.1	13.2
89	1,990	3.8	4.9	9.2	3.1	10.9
平均	1,510	4.0	3.4	8.0	2.3	13.3

単位：降水量 mm/年，透明度 m

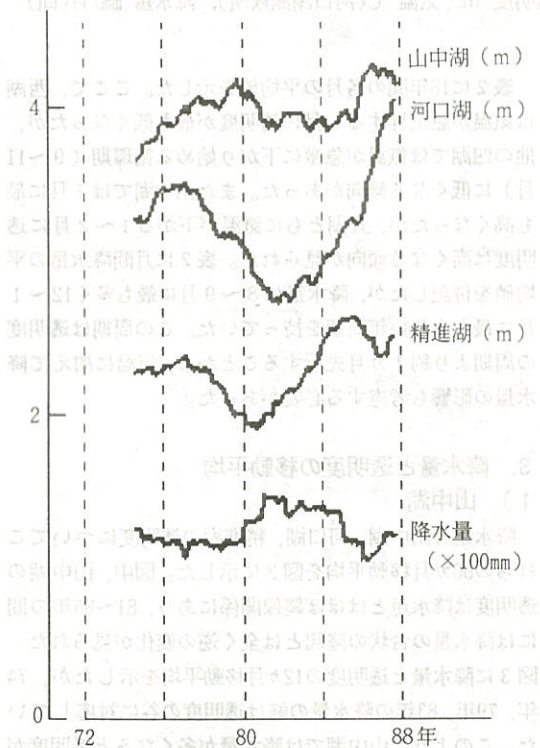


図2 山中湖、河口湖、精進湖の透明度と月間降水量の60ヵ月移動平均

富士五湖には大きな流入河川がない。このため山中湖流域では条例により生活排水は地下浸透することを義務づけており、この浸透水が湖の水質に及ぼす影響が懸念されてきた。しかし透明度から見た水質のトレンドに大きな変化はないことから、その影響は現在のところ顕在化していないと考えられた。

2) 河口湖

透明度の60ヵ月移動平均は82年に深い谷が現われたが(図2)、その後は現在まで回復過程にあった。図4に12ヵ月移動平均を示したが、透明度と降水量の峰と谷の位置は必ずしも一致していなかった。透明度は83年8月の増水時には0.8mまで下がったが翌月には2.4mまで回復し、この年以降透明度の年平均値は前年を下回ることはなかった(表3)。このように河口湖では、降水量の多寡による水質への直接的な影響は山中湖ほどに大きくはないと考えられた。

なお河口湖は湖畔に集中する観光施設などの排水で富栄養化が進んだが、その後無リン洗剤を使用するなど流域を挙げて湖の水質改善に取り組んだ。その結果全リンなどの濃度は著しく減少したが、このような活動も河口湖の水質に大きな影響を及ぼした⁷⁾と考えられる。

3) 精進湖

透明度の60ヵ月移動平均は河口湖同様に深い谷が現わ

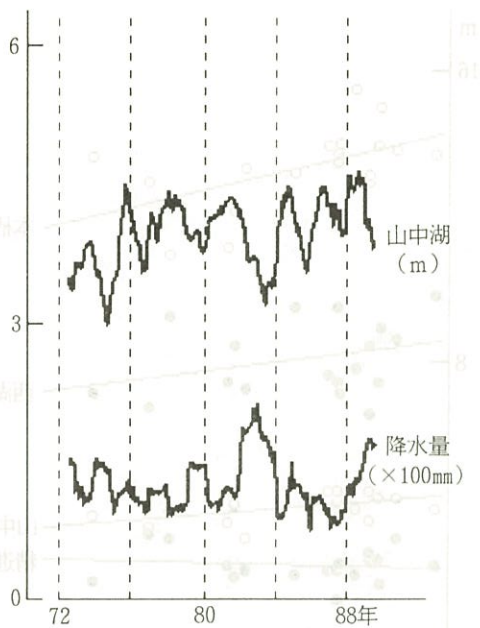


図3 山中湖の透明度と月間降水量の12ヵ月移動平均

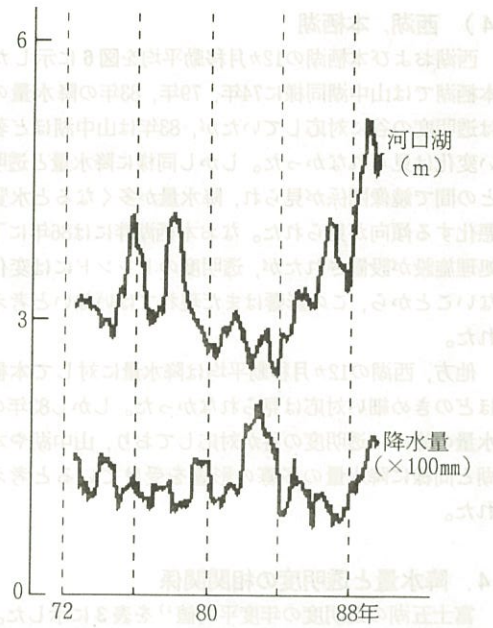


図4 河口湖の透明度と月間降水量の12ヵ月移動平均

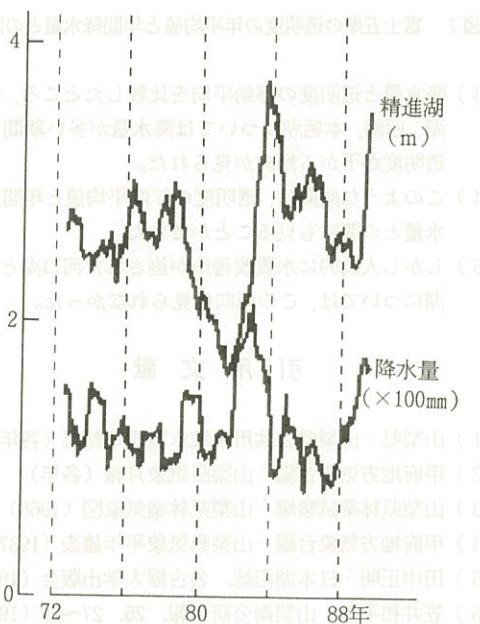


図5 精進湖の透明度と月間降水量の12ヵ月移動平均

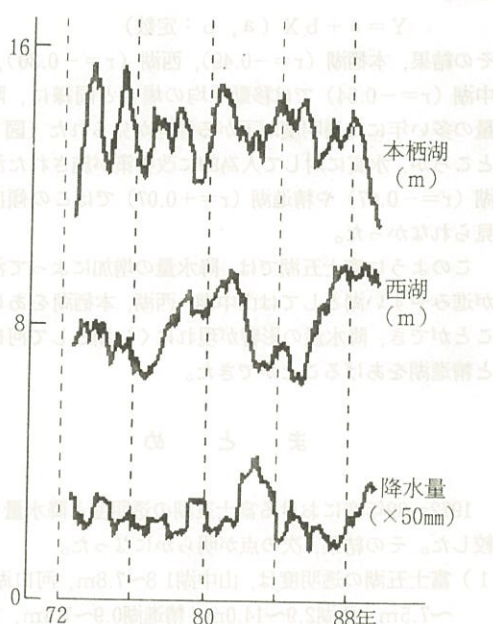


図6 本栖湖、西湖の透明度と月間降水量の12ヵ月移動平均

れたが(図2),その出現時期は河口湖より早かった。81以降透明度は回復する傾向にあったが、河口湖ほど急激ではなかった。図5に12ヵ月移動平均を示したが、近年は山中湖の場合とは逆に降水量が多ければ透明度が高くなる「降水による希釈効果」が現れていた。

精進湖は五湖の中でもその容積が特に小さく⁸⁾、このためヘラブナ釣りで湖面にまく餌や養殖生簀の残り餌に

よる富栄養化が心配されていた。しかし生簀は85年までに完全に撤去され、この時期に透明度は急激に改善された。なお釣り客の多かった年(88年約17,000人)は少ない年(89年約12,000人)に比べて透明度が悪化することから、釣り客に対してはまき餌を必要としない魚種を優占させるなど漁業サイドからの対策が必要であると考えられた。

4) 西湖, 本栖湖

西湖および本栖湖の12ヶ月移動平均を図6に示した。本栖湖では山中湖同様に74年, 79年, 83年の降水量の峰は透明度の谷に対応していたが, 83年は山中湖ほど著しい変化は見られなかった。しかし同様に降水量と透明度との間で鏡像関係が見られ, 降水量が多くなると水質が悪化する傾向が見られた。なお本栖湖畔には86年に下水処理施設が設置されたが, 透明度のトレンドには変化がないことから, この影響はまだ現れてはいないと考えられた。

他方, 西湖の12ヶ月移動平均は降水量に対して本栖湖ほどのきめ細い対応は見られなかった。しかし83年の降水量の峰には透明度の谷が対応しており, 山中湖や本栖湖と同様に降水量の多寡の影響を受けていると考えられた。

4. 降水量と透明度の相関関係

富士五湖の透明度の年度平均値¹⁾を表3に示した。この平均値Y (m)と年間降水量X (mm)を次式に回帰させた。

$$Y = a + bX \quad (a, b: \text{定数})$$

その結果, 本栖湖 ($r = -0.49$), 西湖 ($r = -0.30$), 山中湖 ($r = -0.54$)では移動平均の場合と同様に, 降水量の多い年には透明度が下がる傾向が見られた(図7)。ところが, 水質に対して人為的に改善策が施された河口湖 ($r = -0.07$)や精進湖 ($r = +0.07$)ではこの傾向は見られなかった。

このように富士五湖では, 降水量の増加によって汚濁が進みやすい湖としては山中湖, 西湖, 本栖湖をあげることができ, 降水量の影響が現れにくい湖として河口湖と精進湖をあげることができた。

ま と め

1972~89年度における富士五湖の透明度と降水量を比較した。その結果, 次の点が明らかになった。

- 1) 富士五湖の透明度は, 山中湖1.8~7.8m, 河口湖0.8~7.5m, 西湖2.9~14.0m, 精進湖0.9~7.4m, 本栖湖3.8~21.0mの範囲にあった。
- 2) 富士五湖周辺の降水量には12ヶ月移動平均で82年付近に大きな峰があり, 60ヶ月移動平均では81~86年の間に台状の隆起があった。

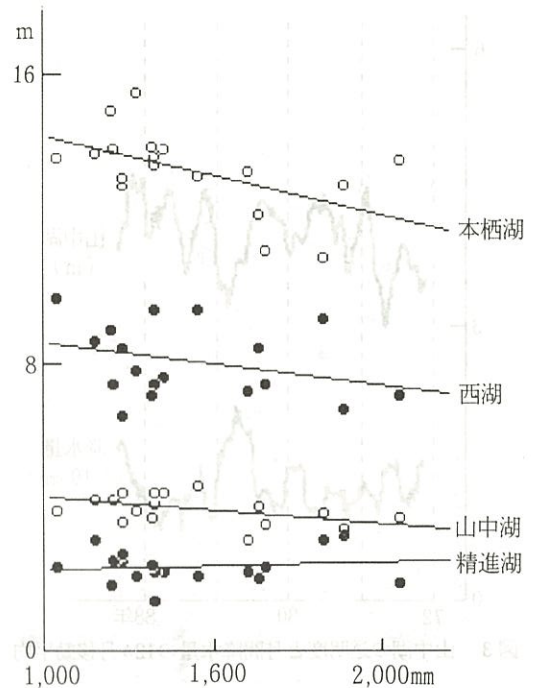


図7 富士五湖の透明度の年平均値と年間降水量との関係

- 3) 降水量と透明度の移動平均を比較したところ, 山中湖, 西湖, 本栖湖については降水量が多い期間には透明度が下がる傾向が見られた。
- 4) このような傾向は, 透明度の年間平均値と年間降水量との間にも見ることができた。
- 5) しかし人為的に水質改善策が施された河口湖と精進湖については, この傾向は見られなかった。

引用文献

- 1) 山梨県: 山梨県公共用水域水質測定結果(各年)
- 2) 甲府地方気象台編: 山梨県気象月報(各年)
- 3) 山梨県林業試験場: 山梨県林業気象図(1968)
- 4) 甲府地方気象台編: 山梨県気象年値表(1987)
- 5) 田中正明: 日本湖沼誌, 名古屋大学出版会(1992)
- 6) 笠井和平ら: 山梨衛公研年報, 25, 27~29(1981)
- 7) 清水源治ら: 山梨衛公研年報, 34, 52~55(1990)
- 8) 堤 充紀, 長田照子: 山梨衛公研年報, 25, 30~32(1981)