

降水による湖沼水質への影響

—山梨県内の湖水のpHとアルカリ度—

小林規矩夫 内田裕之* 堤 充紀

Influence of Rainfall on the Lake Water Quality
— pH and Alkalinity of the Lake Water in Yamanashi Prefecture —

Kikuo KOBAYASHI, Hiroyuki UCHIDA and Mitsutoshi TSUTSUMI

近年, 北米, 北欧において酸性雨により湖沼水が酸性化して生態系に影響を及ぼし大きな社会問題になっている。

一方, 日本においても, 北米, 北欧とほぼ同程度の酸性の雨が観察されている¹⁾が, 現在のところ湖沼等の陸水に顕著な影響は現れていない^{2, 3)}。

しかし今後, 現在と同程度の酸性雨が降下し続けた場合, 陸水に悪影響を及ぼすことが危ぐされている。

そこで, 山梨県内の湖沼の水質について, 降水の影響を知る目的で, 既存の水質測定結果を用いてpHの経年変化を検討するとともに, 湖沼とその流入河川について酸性雨に対する緩衝能の指標となるアルカリ度を中心に調査したので報告する。

調査方法

1. 調査地点

調査対象湖沼を図1に示した。また調査対象湖沼の概

要を表1に示した。山梨県の代表的湖沼である富士五湖(山中湖, 河口湖, 西湖, 精進湖, 本栖湖)と人造湖の広瀬ダム貯水池(以下広瀬湖と略す), 雨畑湖, 荒川ダム貯水池(以下荒川ダム湖)について調査した。

また, それぞれの湖沼の流入河川についても調査した。調査は1985年5月, 11月と1991年の7, 8月と11, 12月に行った。荒川ダム湖については1991年のみ調査した。

2. 測定項目と測定方法

表2に示した。アルカリ度は試料を0.02N硫酸でpH4.3まで滴定して求めた。陰イオンはイオンクロマト法で, 陽イオンは原子吸光法で測定した。

結果および考察

1. pHの経年変化

山梨県による公共水域測定結果⁴⁾を用いて雨畑湖, 荒川ダム湖を除く各湖沼のpHについて1980~1990年の測

表1 各湖沼の概要^{12, 13)}

調査地点	成因	標高 (m)	湖容積 (km ³)	流域面積 (km ²)	環境基準	流域の代表的な地質
広瀬湖	人工湖	1,060	0.011	76.6	A	花崗閃緑岩
雨畑湖	人工湖	550	0.006	99.7	—	粘板岩 輝緑凝灰岩
山中湖	堰止湖	982	0.065	65.5	A	火山灰土 玄武岩
河口湖	堰止湖	832	0.056	126.4	A	玄武岩 石英安山岩
西湖	堰止湖	902	0.084	33.0	A	玄武岩 石英安山岩
精進湖	堰止湖	901	0.0035	25.8	A	玄武岩 泥岩 頁岩
本栖湖	堰止湖	900	0.33	34.5	A	玄武岩 泥岩 頁岩
荒川ダム湖	人工湖	801	0.01	72.4	AA	石英安山岩 黒雲母花崗岩

* 現, 吉田保健所



図1 調査地点図

- 1 広瀬湖
- 2 雨畑湖
- 3 山中湖
- 4 河口湖
- 5 西湖
- 6 精進湖
- 7 本栖湖
- 8 荒川ダム湖

表2 測定項目と分析法

pH	ガラス電極法
導電率	導電率計
アルカリ度	滴定法
SO ₄ , NO ₃ , Cl	イオンクロマト法
Na, K, Ca, Mg	原子吸光法

瀬湖は1985年以降の最低値が7以下を示すとともに、中央値も経年的に低下傾向が認められ、さらに継続して調査する必要がある。また荒川ダム湖は1986年から水質調査が行われ7.0~8.6、平均7.6となっていた。

2. 各湖沼の水質測定結果

今回調査した湖沼の水質測定結果を表3に示した。

1985年と1991年にそれぞれ2回の調査を行ったがいずれの測定結果もほぼ同様な結果であったため1991年の11、12月の結果だけを示した。

pHは1.の経年変化で示した値と同様であった。雨畑湖は平均値で7.8であった。

ECは平均値でみると、雨畑湖、河口湖は100 μ S/cm以上と高く、山中湖、西湖、精進湖、荒川ダム湖は50~100 μ S/cmであり、一方本栖湖、広瀬湖は50 μ S/cm以下と低い値を示し、溶存イオンが少ないソフトウォーター湖であった。

アルカリ度の測定結果を表4に示した。各湖沼とも変動の少ないほぼ一定の値を示し、この6年間では明かな変化は認められなかった。各湖沼のアルカリ度はECと

定値を年間の最大値、中央値、最小値として図2に示した。

いずれの湖水もpHの中央値は7以上であり、特に富士五湖は本栖湖を除き年間の変動幅は大きい。中央値は同様なパターンを示しながら徐々にアルカリ性側になる傾向がみられた。これらの湖水のCOD値が平均2~3 mg/lである⁴⁾ことからプランクトン等の生物活動によるものと考えられる。

一方、広瀬湖、本栖湖は他の湖沼と異なり年間の変動幅が小さく、中央値もやや低い値であった。このうち広

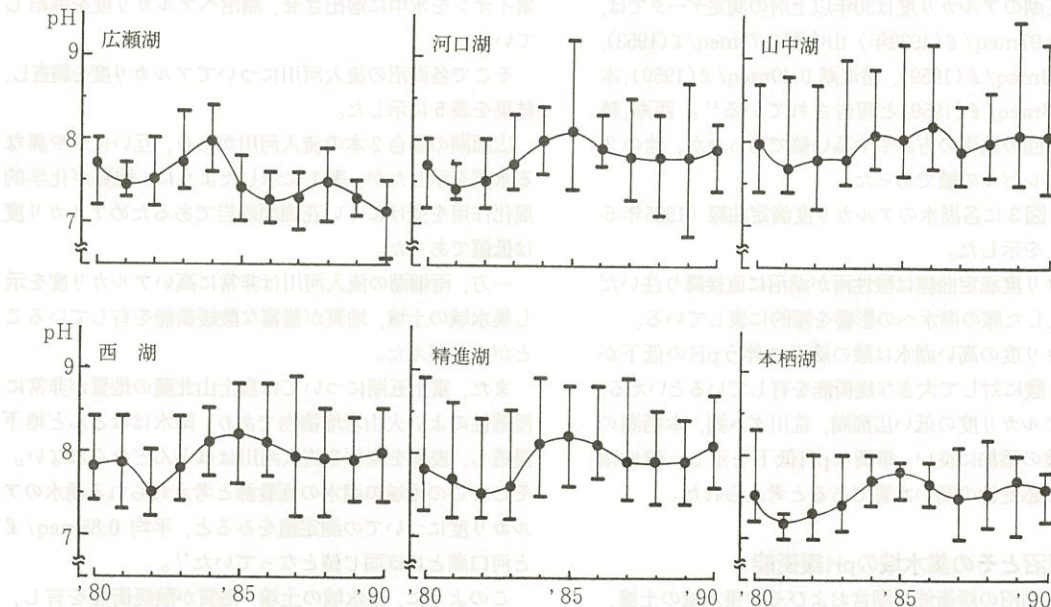


図2 各湖沼のpHの経年変化(最大値,中央値,最小値)

表3 各湖沼の水質 (1991年11,12月)

調査地点	広瀬湖	雨畑湖	山中湖	河口湖	西湖	精進湖	本栖湖	荒川ダム湖
pH	6.5	7.5	8.2	7.4	7.6	6.9	6.9	6.5
導電率($\mu\text{S}/\text{cm}$)	40.9	182	92.9	124	75.6	82.7	45.6	42.9
アルカリ度(meq/ℓ)	0.19	0.92	0.68	0.75	0.55	0.53	0.28	0.25
SO_4 (mg/ℓ)	6.4	47.0	3.0	11.3	4.5	5.5	4.3	7.4
NO_3 "	0.6	0.5	0.1	1.3	0.6	0.6	0.3	1.0
Cl "	0.2	0.1	0.4	0.7	0.3	0.4	0.2	0.5
Na "	1.75	2.75	2.83	3.83	2.76	2.67	1.62	2.29
K "	0.72	1.91	0.99	0.63	0.35	0.62	0.27	0.78
Ca "	3.98	27.8	7.87	11.2	7.50	7.69	4.72	3.52
Mg "	0.54	2.79	3.33	3.77	2.00	1.96	0.82	0.93

表4 各湖沼のアルカリ度

調査年月	単位(meq/ℓ)			
	1985.5	1985.11	1991.7,8	1991.11,12
広瀬湖	0.17	0.20	0.20	0.19
雨畑湖	1.05	1.02	1.05	0.92
山中湖	0.75	0.74	0.75	0.68
河口湖	0.94	0.84	0.94	0.75
西湖	0.69	0.65	0.69	0.55
精進湖	0.53	0.61	0.53	0.53
本栖湖	0.32	0.31	0.32	0.28
荒川ダム湖	-	-	0.34	0.25

表5 各湖沼の流入河川、湧水のアルカリ度

調査年月	単位(meq/ℓ)				
	1985.5	1985.11	1991.7,8	1991.11,12	
広瀬湖	1	0.13	0.13	0.14	0.17
	2	0.27	0.26	0.32	0.36
雨畑湖	1	2.56	2.54	2.48	2.12
	2	1.60	-	1.60	1.44
荒川ダム湖	1	-	-	0.40	0.25
	2	-	-	0.35	0.32
富士山麓湧水			0.85		

似た傾向にあり、平均値で雨畑湖、河口湖が $0.85\text{meq}/\ell$ 以上の高い値であり、一方、荒川ダム湖、本栖湖が $0.30\text{meq}/\ell$ 、広瀬湖が $0.19\text{meq}/\ell$ と低い値であった。

富士五湖のアルカリ度は30年以上前の測定データでは、河口湖 $0.97\text{meq}/\ell$ (1939年) 山中湖 $0.77\text{meq}/\ell$ (1953)、西湖 $0.43\text{meq}/\ell$ (1959)、精進湖 $0.40\text{meq}/\ell$ (1959)、本栖湖 $0.23\text{meq}/\ell$ (1959)と報告されている⁶⁾。西湖、精進湖は今回の結果の方がやや高い値であったが、他の3湖沼は同レベルの値であった。

次に、図3に各湖水のアルカリ度滴定曲線(1985年5月測定)を示した。

アルカリ度滴定曲線は酸性雨が湖沼に直接降り注いだし、流入した際の湖水への影響を端的に表している。

アルカリ度の高い湖水は酸の滴下に伴うpHの低下が緩慢で、酸に対して大きな緩衝能を有しているといえる。

一方アルカリ度の低い広瀬湖、荒川ダム湖、本栖湖の湖水は酸の添加に従い、単調なpH低下を示し、酸性雨に対して感受性の高い水質であると考えられた。

3. 各湖沼とその集水域のpH緩衝能

一般に湖沼の緩衝能は湖盆およびその集水域の土壌、地質により決まるといわれる⁶⁾。降水が地中に浸透し、

土壌中の二酸化炭素とともに炭酸塩に作用して $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$ のように Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等の陽イオンと、アルカリ度と密接な関係のある炭酸水素イオンを水中に溶出させ、湖沼へアルカリ度を供給している。

そこで各湖沼の流入河川についてアルカリ度を調査し、結果を表5に示した。

広瀬湖の場合2本の流入河川があり、互いにやや異なる水質を示したが、表1に示したように、地質が化学的風化作用を受けにくい花崗閃緑岩であるためアルカリ度は低値であった。

一方、雨畑湖の流入河川は非常に高いアルカリ度を示し集水域の土壌、地質が豊富な酸緩衝能を有していることがうかがえた。

また、富士五湖については富士山麓の地質が非常に浸透性のよい火山岩堆積物であり、降水はほとんど地下浸透し、表層を流れる流入河川はほとんどみられない。そこでこの地域の湖水の涵養源と考えられる湧水のアルカリ度についての測定値をみると、平均 $0.85\text{meq}/\ell$ と河口湖とほぼ同じ値となっていた⁷⁾。

このように、集水域の土壌、地質が酸緩衝能を有し、アルカリ度を湖沼に供給していることと、さらに H^+ イ

