

河口湖における水位の変動と降水量との関係

吉田 雅彦・平林 公男・吉澤 一家*

山梨県立女子短期大学

* 山梨県衛生公害研究所

A Study on the Change of Water Level and Quantity of Rainfall in Lake Kawaguchi

Norihiko YOSHIDA, Kimio HIRABAYASHI and Kazuya YOSHIKAWA*

Yamanashi Women's College

* *Yamanashi Institute for Public Health*

Abstract

Lake Kawaguchi is one of five lakes north of Mt. Fuji, it is known that for a long time that the water level has been experiencing extreme yearly changes. This research was on the relationship of rainfall quantity and water level in Lake Kawaguchi based upon data gathered in recent years. It was then compared with data on Lake Shibire.

We mainly used our periodic observations to complete this research.

We used the Yamanashi Prefecture's monthly weather reports to obtain the rainfall quantity information. Data analysis used Pearson's coefficient of correlation.

The tendency of the yearly water level change in Lake Kawaguchi was to increase from August until October and to decrease from October until August. The change of water level in Lake Kawaguchi was large compared with that of Lake Shibire. There was only a little difference in the range of water levels of the past and now in spite of environmental factors such as the installation of drains. The monthly rainfall quantity in Lake Kawaguchi and Lake Shibire increased in July or September and it decreased in the winter. The quantity of rainfall was about the same. In Lake Kawaguchi and Lake Shibire, the rainfall quantity for a year and the rainfall quantity for a month were about the same. In Lake Kawaguchi, the rainfall quantity for a month affected the water level for four months. However, there was no relationship to the affect of water level and rainfall quantity in Lake Shibire.

Key words : 河口湖 (Lake Kawaguchi) 四尾連湖 (Lake Shibire)

水位 (water level) 降水量 (quantity of rainfall)

1. はじめに

河口湖は富士北麓に位置する富士五湖の一つで(図1)、昔からその水位が年により大きく変化することが知られている^{1)~4)}。1910年の水位の上昇は、樹齢200年の樹木が枯死するなどの被害をもたらした⁵⁾。1923年の水位の減少では、広い砂浜や溶岩の半島が出現し、風致を害したと記録されている⁶⁾。1983年の増水は、湖岸道路の冠水や水没により交通を遮断し、湖岸近くにある公園やホテル・民家などの1階部分を水没させるなどの被害をもたらした^{3), 7), 8)}。1994年、山梨県は治水を目的として、河口湖に既存の放水路(東京電力)に加え、新たな放水路を完成させた⁹⁾。

現在河口湖は、1995年の秋から始まった減水傾向により、水位の低い状態がつづいている。水

位の低下は、湖岸線の後退などを引き起こし、沿岸生態系への影響が多方面から懸念されている。

河口湖においては、これまでに水位に関する報告はいくつかあるが^{5), 6), 9)~11)}、その多くが増水・減水を繰り返す要因として降水量との関係を指摘している。田中⁵⁾は多雨の年が長年続くことと水位が著しく上昇すると報告し、吉村⁶⁾は過去3~4年の降水の積算量に水位が支配されていると報告している。一方、山梨県⁹⁾は年水位変化と年間降水量とは相関関係を示し、時間的な遅れがないことを、田中ら¹¹⁾も降水量の変化と水位の変動が平行していることを報告している。

本報告では、河口湖の水位と降水量との関係について、近年の資料をもとに再検討した。さらにその要因を、湖の成因過程は異なるものの近隣に存在し、年間平均降水量がほぼ同じである四尾連湖(河口湖: 1519 ± 366 mm、四尾連湖: 1591

±455 mm、1986～1996年までの年平均降水量 ± S.D.) と比較した (図1)。なお、四尾連湖についての陸水学的研究は乏しく^{12)～17)}、水位と降水量との関係については、本報告が初めてである。

2. 調査地の概要と調査方法

2-1. 調査地の概要

2-1-1. 河口湖

河口湖 (海拔高度: 832 m、湖岸線長: 17.4 km、面積: 5.96 km²、最大深度: 16.1 m、平均深度: 9.3 m、湖心経緯度: 35° 31' N, 138° 45' E) は、富士五湖の中でも最も北に位置し、富士山の噴火によって流出した剣丸尾溶岩によって堰き止められた湖である (図1)。湖盆形態は、東西に細長く中央に鵜ノ島を有している。南岸は溶岩流が突出して複雑な湖岸を形成しているが、他の湖岸は御坂層よりなり砂浜などもみられる (図2)。

湖沼型は富栄養湖に分類されているが¹⁶⁾、本湖周辺

の下水道整備などにより水質は改善されつつあると推察される¹⁷⁾。

本湖には数本の流入河川があるが、年間を通じて継続的に水が流入しているのは湖北東岸の寺川のみであり、湖水の供給は雨水等による伏流水が湧水となって行われているものが大部分であると推測される¹⁸⁾。湖西岸には西湖よりの発電導水路 (東京電力: 1919年完成) がある。流出河川はなく、地下への浸透による漏水によって桂川水系に流出していると考えられている⁹⁾。湖南東岸には

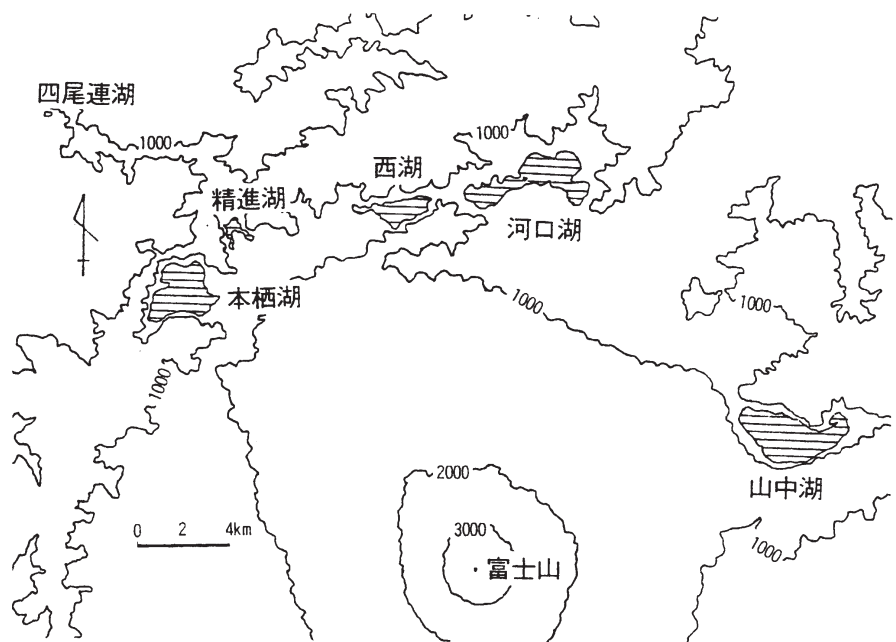


図1 富士五湖と四尾連湖

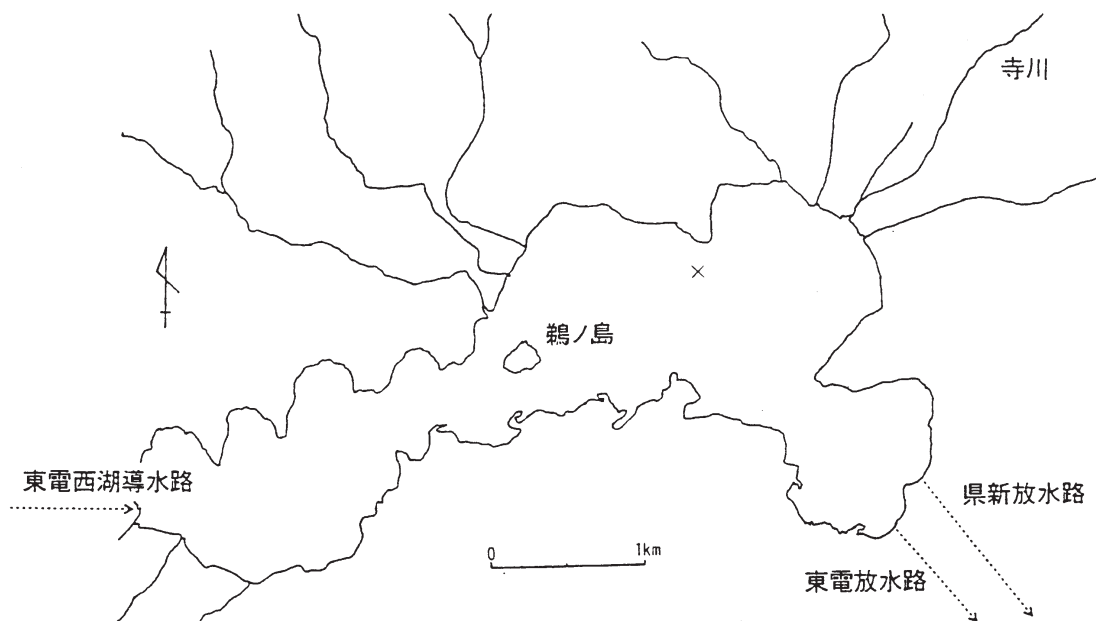


図2 河口湖概要

図中の×点は、水深測定のための定点

嘯山を貫通して、宮川（桂川）に流入する2本の放水路（東京電力放水路：1917年完成および山梨県新放水路）がある。湖水の一部は水道・灌漑用水に利用されているが、その量は比較的少ない。近年、冬期における全面結氷はほとんど観測されないが、2月に一部で結氷することがある。

2-1-2. 四尾連湖

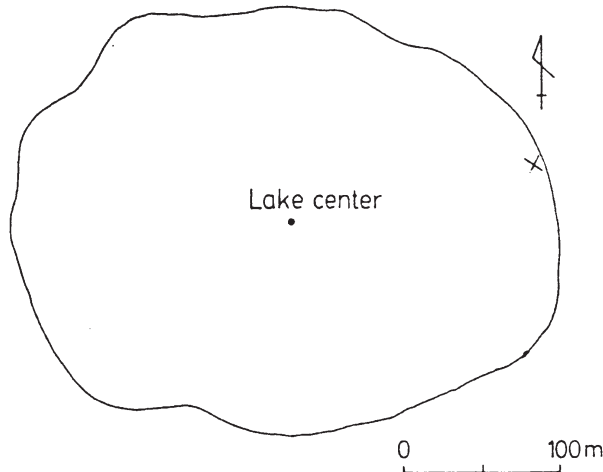


図3 四尾連湖概要

図中の×点に、物差しを設置して水位の測定を行った。

四尾連湖（海拔高度：880 m、湖岸線長：1.04 km、面積：0.058 km²、最大深度：10.9 m、平均深度：6.5 m、湖心経緯度：35° 31′ N, 138° 31′ E）は、山梨県内にある六つの自然湖沼のうちのひとつで、御坂山地に属する大畠山（1118 m）西南にあり（図1）、その成因は陥没湖¹⁶⁾といわれるが、地圧りによる塞止湖¹²⁾という説もある。

湖沼型は貧栄養湖に近い中栄養湖であると報告されている¹⁷⁾。本湖には流入河川も流出河川もなく（図3）、湖水量は主として地下からの湧水で維持されていると思われる¹¹⁾。毎年2月に全面結氷することが多い。

2-2. 調査方法

河口湖の水位と降水量の調査は、1989年から1996年まで行った。月別平均水位は、湖に定点を設置し（図2の×印）、毎月1回水深

を測定することによって推定した。ただし、1989年から1992年は、山梨県都留土木事務所資料を用いた。なお、河口湖の量水標基準（水位0 m）は海拔高度833.525 mである。月間降水量は、甲府地方気象台の山梨県気象月報：河口湖（35° 29.9′ N, 138° 45.8′ E）観測点気象情報のデータを用いた。

四尾連湖の水位の調査は、1994年4月より1996年12月まで行い、湖東岸の定点（図3の×印）において、湖面に対して垂直に立てた物差しの値を毎月観測した。四尾連湖の量水基準は、水位測定用の物差しを設置した1994年4月の水面より40 cm上部とした。月間降水量は、甲府地方気象台の山梨県気象月報：上九一色（35° 32.5′ N, 138° 37.1′ E）観測点気象情報（1989年から1996年まで）のデータを用いた。

データの解析には、ピアソンの積率相関係数を用い、その有意性の検定には無相関の検定を用いた¹⁹⁾。

3. 結果と考察

3-1. 河口湖と四尾連湖の水位変動と降水量

図4に河口湖の1989年1月から1996年12月までの、月別平均水位の変動と月間降水量を示した。月別平均水位は、1991年10月に大きく水位が上昇した0.63 mが最高でその後の6ヶ月間を除けば、-1~-2 mの範囲にあった。しかし、1995年11月より水位の低下が始まり、1996年12月には-3.63 mで現在も水位の低い状態が続いている。1989年から1996年までの8年間の各月の平均水位は、10月の-1.40 mが最も高く、

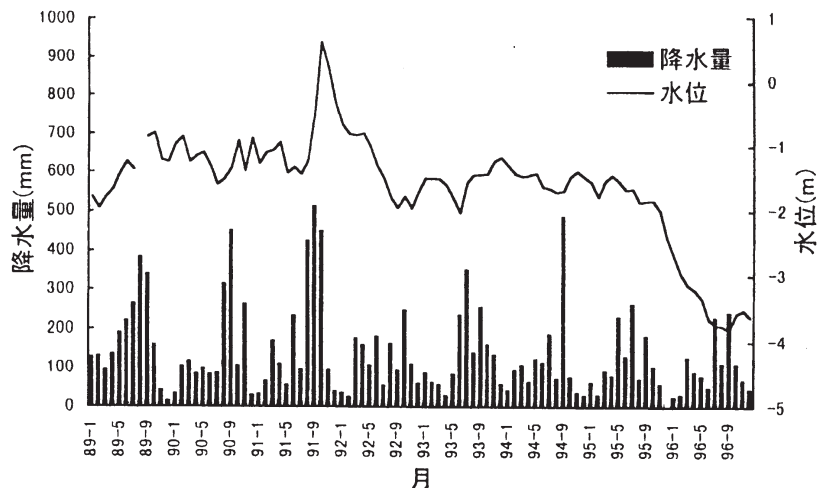


図4 河口湖の降水量と水位

（1989年8月の測定値は欠測）

8月の -1.91 m が最も低かった。水位の年変化は、8月から10月にかけて上昇し、10月から8月にかけて減少する傾向が認められた。植野¹⁸⁾は1938年から1943年までの年変化のデータから、河口湖の水位変化のパターンを、(1)水位下降期(11月上旬から4月上旬)、(2)水位上昇期(6月下旬から11月上旬)、(3)水位停滞期(4月上旬から6月下旬)の三期に分類している。現在ではこれらのパターン

が明確に認められなくなり、植野の報告した水位停滞期が不明で、水位上昇期も短期間になっているようである。

一方、各月の降水量は、7月あるいは9月に年間を通じて最大値を示し、12月から1月にかけて最低値を示した。8年間の各月の降水量の分布は、それぞれ3.3%(1月)、4.1%(2月)、7.0%(3月)、5.7%(4月)、7.2%(5月)、9.5%(6月)、11.7%(7月)、12.8%(8月)、20.0%(9月)、10.7%(10月)、6.0%(11月)、2.0%(12月)で、山梨県⁹⁾の報告(1943年～1964年)とほぼ一致していた。年間降水量は1991年の2265mmが最大で、1994年から減少する傾向が認められた。山梨県⁹⁾の報告では、河口湖の年間降水量の平均は1685mm(1923～1951年)、1647mm(1951～1964年)で、近年の年間降水量(1286mm:1995年、1189mm:1996年)は、過去のものとは比べ約70%程度にまで減少し、小雨の傾向がうかがえた。

図5に四尾連湖の1994年4月から1996年12月までの、水位の変動と月間降水量を示した。調査期間中の月別水位は、観測を開始した1994年4月の -40 cm が最高で、1995年4月から7月にかけて上昇傾向を示したが、その後は減少する傾向がつづいた。そして、1996年8月には -101 cm で最低を記録し、現在も水位の低い状態が続いている。1994年から1996年までの3年間の各月の平均水位は、7月の -64.5 cm が最も高く、12月の -87 cm が最も低かった。水位の年変化は、7月に最大を示し、8月に一旦減少するが9月から10月に再び増加し、その後減少して3月に最低を示す傾向が認められた。

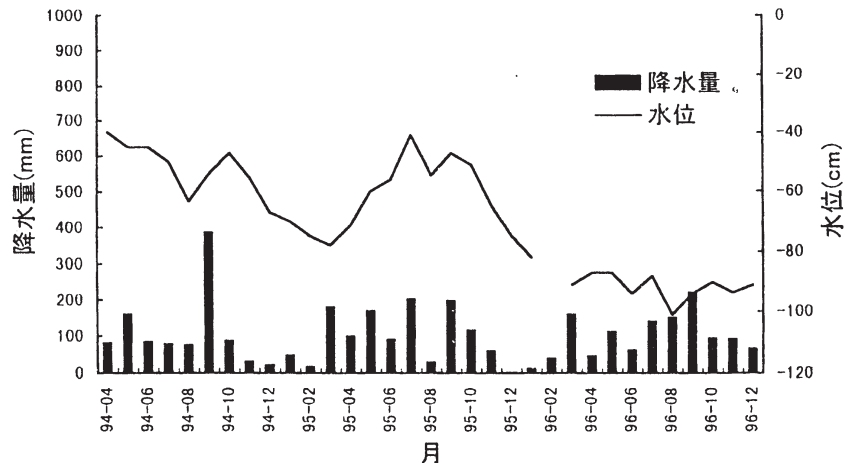


図5 四尾連湖の降水量と水位

(1996年2月は湖面凍結のため水位は測定不可)

一方、10年間(1986年～1996年)の各月の降水量の分布は、それぞれ2.7%(1月)、4.0%(2月)、8.7%(3月)、5.9%(4月)、8.0%(5月)、9.0%(6月)、7.6%(7月)、14.2%(8月)、22.0%(9月)、9.8%(10月)、5.2%(11月)、3.0%(12月)で、秋期に最大値を示し、冬期には減少する傾向を示した。年間降水量は、1991年の2400mmが最大で、1994年から減少傾向が認められるが、1986・87年と同程度の降水量であった。

歴史的にみると、河口湖の最高水位は1910年には8m以上を記録したこともあるが²⁾、大正時代には3m以下となった⁸⁾。これは、1913年完成の県庁隧道や1917年完成の東京電力うそぶき放水路からの増水時の放流による効果と思われる。1938年には3.07m¹⁸⁾で、1945年10月に2.16mを記録し、以後2m以下となった¹⁸⁾。1950年8月に1.18mを記録して以来、約30年間にわたって(1982年と1983年を除いて)1m以下の水位が観測されている⁹⁾。

本報告で示した河口湖の8年間の年平均水位の最高は -0.81 m (1991年)、最低は -3.43 m (1996年)、平均水位は -1.62 m であった。田中⁵⁾は、1896年から1899年の水位観測で年平均水位の最高および最低の差が2mで、絶対最高最低水位の差が4mであったことを報告している。また、1940年から1983年までにおける平均水位は -1.55 m であった⁸⁾。したがって、1989年から1996年までの8年間における平均水位の変動は、放水路の設置などの環境要因が変化しているにもかかわらず、安定しているものと推測される。ただし、河口湖の年平均水位の変動は、四尾連湖のそれ(最

高-52 cm：1994 年、最低-91 cm：1996 年、平均水位-68 cm) に比べるとかなり大きいことがわかる。四尾連湖の約 3 年間にける絶対最高最低水位の差は 70 cm で、河口湖で観察された大きな水位変動は認められなかった。栗谷川ら^{12)~14)} は四尾連湖の年間水位の差について、夏期と冬期の観測データから 50 cm 程度であると報告しており、本報告とあまり大きな差はなかった。

3-2. 河口湖と四尾連湖の水位変動に及ぼす要因について

表 1 河口湖と四尾連湖における月間降水量と月平均水位との相関関係

水 位	相 関 係 数	
	河 口 湖 n = 95	四尾連湖 n = 33
同じ月の水位	0.167 *	0.115
1 ヶ月後の水位	0.313 **	0.191
2 ヶ月後の水位	0.313 **	0.217
3 ヶ月後の水位	0.276 *	0.081
4 ヶ月後の水位	0.259	0.186
5 ヶ月後の水位	0.226	0.073
6 ヶ月後の水位	0.226	-0.024

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$

表 1 に、河口湖および四尾連湖の月平均水位と月間降水量との相関関係について解析した結果を示した。河口湖では、月間降水量と同じ月から 3 ヶ月後の月平均水位との間に有意な相関関係が認められた。

短期間に多量の降水があった時に、河口湖において急激な水位上昇が観察されることは、以前から良く知られている^{8)~10)}。河口湖周辺地域のうち、その多くは第三紀の御坂層群と呼ばれる地層から成り、不透水層で浸透性が悪く、降水は河川となって河口湖に流入すると考えられている^{8), 21)}。一方、南岸から富士山にかけての地域は浸透性の良い地質（富士山の噴出による砂礫または玄武岩質溶岩）で覆われており^{8), 20), 21)}、この地域への降水はほとんどが地下浸透し、地下水系を形成するものと報告されている^{8), 20)}。これらのことから、急激な水位の上昇は、御坂山地からの降水の流入と富士山側の地下水による湧水などが、河口湖からの流出よりも大きいために起こると考えられている。植

野¹⁸⁾ は、水位上昇量と降水量が直線的な関係にあり、降水量から水位の上昇を計算すると 15 日の位相差で一致することを報告し、河口湖からの自然流出量（地下水への流出と湖面からの蒸発）がおおよそ一定であることを推測している。また、有泉ら²²⁾ も降水量と水位が約 2 ヶ月の位相差で一致することを報告している。河口湖の集水域については、山本²⁰⁾ や山梨県⁸⁾ が想定しているが、どちらも富士山の 1800 m 地点から河口湖の湖岸までの部分を集水域に含んでいる。集水域から河口湖までの地下水の到達時間や経路は解明されていないが、浸透・移動・湧出という過程を経るため、地下水の移動距離の長短による到達時間の違いが、月間降水量と同じ月から 3 ヶ月後の月平均水位との間に有意な相関関係が認められる結果になったものと推測される。なお、河口湖の水利使用規則によれば⁸⁾、東京電力は平水位（水位 0 m）以上の水位の時のみ、河口湖からの自由取水が可能であるが、それ以下の場合は西湖からの放水量と同量のみの取水しかできないことになっている。本調査期間中、平水位以上の水位であったのは、1991 年 10 月と 11 月の 2 ヶ月のみであった。また、不定期な放流が時々行われているが少量であった。したがって、放水路からの放流による河口湖の水位への影響は、ほとんどないものと推測され、本報告では放流量については検討を行わなかった。

四尾連湖についても月間降水量と各月の水位との関係について、河口湖と同様に解析を行ったが、全てにおいて有意な相関関係は認められなかった。このことから四尾連湖においては、その水位が降水量によってほとんど影響されていないことが示唆された。

河口湖の水位と降水量との間に有意な相関関係が認められ、四尾連湖では認められなかったのは、河口湖と四尾連湖の成因²¹⁾の違いと、集水域の地質構造の違いによるためと思われる。

今後は、さらに多くのデータを用いて、水位の変動と降水量との関係についてより明確にしていきたいと考えている。

謝 辞

本調査を行うにあたり、山梨県衛生公害研究所の水質部長 飛田修作氏、研究員 有泉和紀氏、佐久長聖高等学校 荒河 尚氏、山梨県都留土木事務所にご協力を頂きました。ここに深く感謝しお礼

申し上げます。なお本研究の一部は、1996・1997年度全労済（環境問題）の研究助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) 伊藤堅吉 (1968) 富士山御師. 345-356 図譜出版 (東京)
- 2) 河口湖教育委員会 (1984) 河口湖町水災の今昔. 43.
- 3) 北條 浩 (1989) 河口湖水利権史. 446 河口湖治水組合 (山梨)
- 4) 遠藤秀男 (1989) 富士山よもやま話. 81-84 静岡新聞社 (静岡)
- 5) 田中阿歌麿 (1927) 趣味と伝説 湖沼巡礼. 173-176 國本社 (東京)
- 6) 吉村信吉 (1941) 湖沼の科学. 47-53 地人書館 (東京)
- 7) 角田吉博 (1984) 出水騒動てんまつ記. 富士山. 1, 18-21.
- 8) 山梨県 (1995) 河口湖嘯放水路工事誌. 7-10.
- 9) 山梨県 (1966) 水シリーズⅦ 水資源と用水対策 (富士北麓・八ヶ岳山麓). 14-33.
- 10) 笠井和平・堤 充紀・中島郁子・庄司元和・田中正二郎 (1976) 富士五湖の水質と富栄養化 (I). 用水と廃水. 18(6), 695-711.
- 11) 田中正二郎・笠井和平・堤 充紀・笹本 順・長田照子 (1983) 1982年富士五湖異常増水時の水質調査結果および水収支について. 山梨県立衛生公害研究所年報. 26, 22-28.
- 12) 栗谷川 晃・麻生行二 (1978) 四尾連湖 (山梨県) におけるプランクトンの生産に関する研究. 昭和 52 年度文部省科学研究費補助金研究報告書. 1-10.
- 13) 栗谷川 晃・麻生行二 (1979) 湖沼の底棲動物についての研究. 昭和 53 年度文部省科学研究費補助金研究報告書. 1-8.
- 14) 栗谷川 晃 (1981) 四尾連湖 (山梨県) における *Aphanothece stagnina* の分布と推移について. 陸水学雑誌. 42(3), 180-183.
- 15) 栗谷川 晃 (1981) 山梨県四尾連湖の観光化による底生生物の変化. 水温の研究. 25(4), 24-27.
- 16) 田中正明 (1991) 日本湖沼誌. 363-365 名古屋大学出版会
- 17) 吉田雅彦・吉澤一家・平林公男 (1995) 四尾連湖における陸水学的研究 (予報). 山梨県立女子短大紀要. 28, 147-155.
- 18) 植野隆壽 (1950) 富士五湖の水位について. 中央气象台 富士五湖観測資料. 5-11.
- 19) 青木繁伸 (1989) 医学統計解析リファレンスマニュアル. 258-260 医学書院 (東京)
- 20) 山本莊毅 (1971) 富士山 — 富士山総合学術調査報告書. 2-207.
- 21) 田中 収 (1987) 地学のガイド — 山梨県の地質とそのおいたち —. 276 コロナ社 (東京)
- 22) 有泉和紀・小林 浩・渡辺由香里・小林規矩夫 (1997) 富士五湖の水位と水質について. 日本陸水学会甲信越支部会報. 23, 42.

(1998年1月12日受理)