

能泉湖における「96 渇水」とその水質

深澤喜延 小林 浩 堀内雅人 鷹野茂夫

Water Shortage '96 and Quality on Lake NOHSEN

Yoshinobu FUKASAWA, Hiroshi KOBAYASHI, Masato HORIUCHI
and Shigeo TAKANO

荒川ダム(能泉湖)は1985年に完成した多目的ダムで、貯えられている水の一部は甲府市水道局の水源になっている。我々は1994年度から最深地点における垂直方向の水質調査を継続し経月変化を観察してきたが、1996年3月に、湛水以来の減水をきたし貯水率が20%に迫る事態に至った(以下、「96 渇水」という)。

1994年度、1995年度の調査結果の一部については先に報告した¹⁾が、3年間の当該時期(11月～2月)における水質測定結果の比較から、興味深い知見が得られたので報告する。

調査方法

前報¹⁾と同様に実施した。1995年度からは流入河川水の水温、導電率、pH値についても測定した。

結果と考察

1. 1994年度から1996年度の気象状況

甲府地方気象台が甲府で観測した結果²⁾を基に、各年度ごとの月別累積降水量と平均気温の経月変化を、平年と比較して図1に示した。

この間の降水量はいずれの年度も平年(1055.0mm)を大きく下回り、94年度は794.5mm、95年度は871.5mm、96年度は814.0mmにすぎなかった。

平均気温の推移は夏期において94年度と95年度は平年を大幅に上回る猛暑であり、最高気温は94年度が39.8℃(8月4日)、95年度が38.8℃(8月4日)であった。これに対して96年度の夏は平年よりわずかに高かったが、9月には逆に平年値以下であった。

この3年間の気温と降水量をさらに詳細に検討するため、月別平均気温の平年比較を図2に、月別降水量の平年比較を図3に示した。

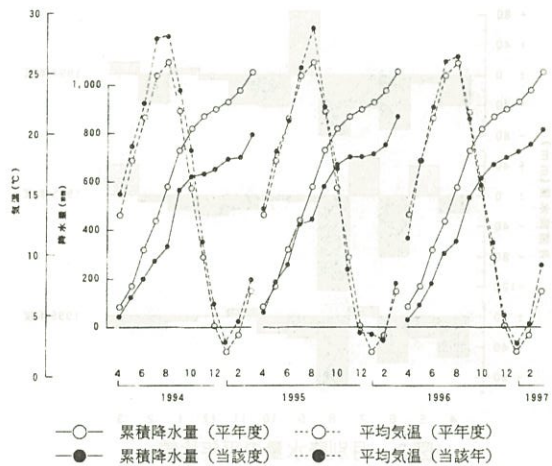


図1 累積降水量と平均気温の経月変化

94年度は年間を通じて月別平均気温が平年より高く、特に7月と10月はともに+3.1℃であった。95年度は8月が特異的に高かった(+2.8℃)が6月、11月、12月、2月は平年より低かった。96年度は4月、5月、9月は低かったが、年度の後半に向かって高温傾向であったことが知られた。

月別降水量は、この36カ月中で平年を上回った月はわずかに8回にすぎず、3年間を通じて極端な小雨傾向であったことが知られた。特に夏期における台風の接近が少なく8月の降水量は3年度ともに平年を大きく下回り、平年(137.3mm)比で94年が-78.8mm、95年が-124.8mm、96年が-90.8mmであった。

さらにこの間の降水量の実測値を季節ごとに区分して図4に示したが、ダム湖管理上の洪水期にあたる7～9月のうち95年と96年の8月は異常な小雨であったことが明らかである。

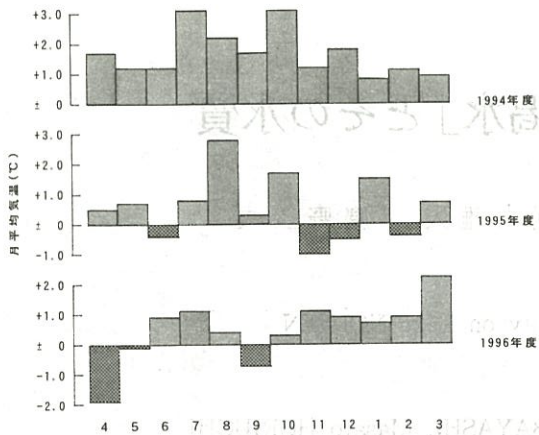


図2 月別平均気温の平年比較
(甲府地方気象台：1994～1996年度)

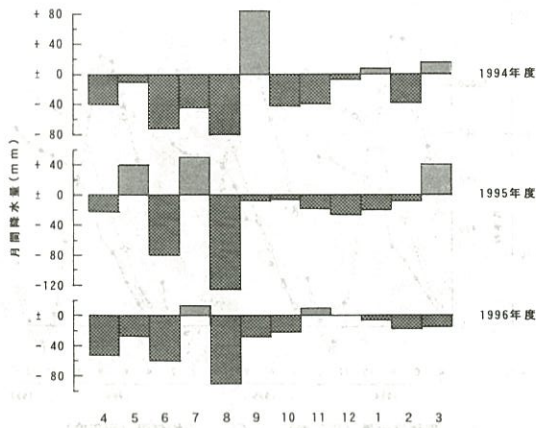


図3 月別降水量の平年比較
(甲府地方気象台：1994～1996年度)

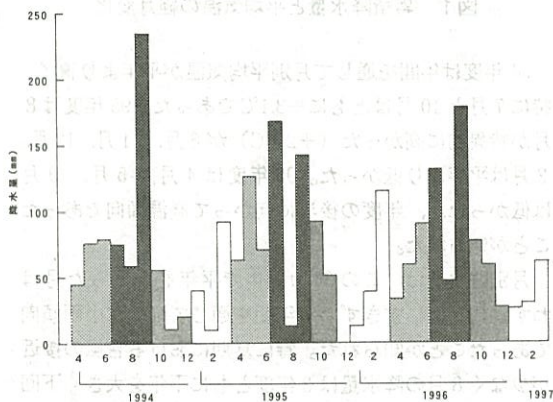


図4 季節4区分月別降水量 (甲府地方気象台)

2. 冬期(11月～2月)における気象の特徴

「96 渇水」の原因を推定するために冬期(11月～2月)の気象状況を詳細に検討した。旬間期毎の平均気温の平均値、最低気温の平均値ならびに降水量を図5に示した。

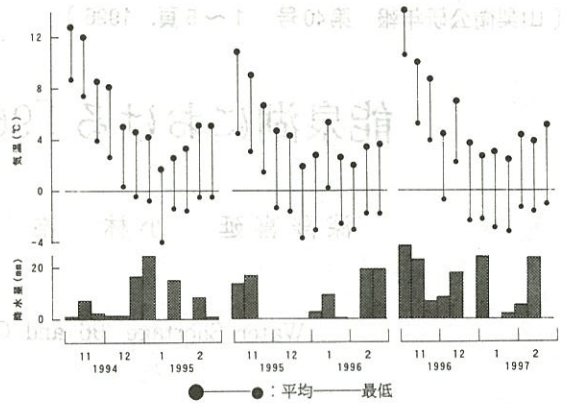


図5 旬別平均気温(平均、最低)と降水量(甲府地方気象台)

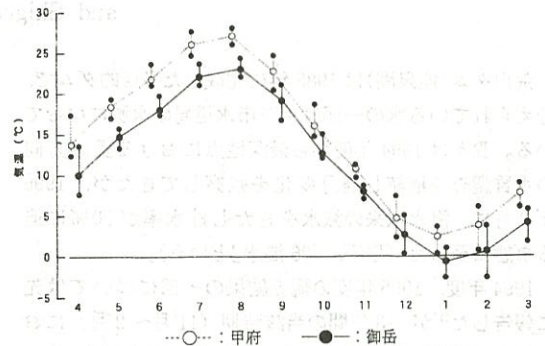


図6 甲府と御岳における月別平均気温変動
(最高, 平均, 最低：1960～1969)

この4カ月間は迎春に備えて水位の回復を図る時期であるが、95年末は4旬にわたってまったく降水がなかった。さらに96年1月の総降水量も13mmにとどまった。

一方、気温は先に述べたように95年の11月と12月が平年より低く、特にそれぞれの月の下旬は前後の年の同時期を2～3℃下回った。

能泉湖は標高約800mに位置し、甲府地方気象台がある甲府市とは500mを超える標高差がある。しかしながら能泉湖の気象状況は直接測定できなかったため、ここまでは甲府地方気象台の観測値から能泉湖の状況を類推してきた。山梨県が荒川ダムを建設するにあたって事前調査した1960年から1969年の成績³⁾によれば、平均気温で能泉湖付近の気温は夏期では約3.7～3.9℃、冬期においては2.2～3.2℃甲府地方気象台の観測値より低いことが確認されている(図6)。

したがって、95年末に降水量が少なかったこと、早い時期から上流部の凍結が始まったことが能泉湖への流入量を大幅に減じ、湛水開始以来の異常渇水現象を生じた主な要因であろうと推定された。

3. 能泉湖の貯水位の経月変化

能泉湖は多目的ダムとして建設され、洪水期(7月1

日～9月30日) においては5,300,000 m^3 の洪水調節容量を確保すること⁴⁾が定められ、その水位は標高783.7mに設定(夏期制限水位)されている。それ以外の時期(非洪水期)は標高793.6mに常時満水位が設けられている。

3年間の調査時における水位の変動を図7に示した。なお、水位の数値は山梨県荒川ダム管理事務所の自動測定数値(午前10時現在)を採用した。

「96 濁水」にいたる水位の状況は図7に示したとおりであるが、95年は洪水期を過ぎてからの水位回復がないまま直線的に減水し、96年2月の調査時には774.36 EL.mに低下して常時満水位から-19.2mに達した。その後、気温の上昇による上流域の融水雪と降雨によって、5月調査時には夏期制限水位にまで回復した。

この時期の貯水量はマスメディアを通じて報道されたが、3月2日づけの地方紙で報道された⁵⁾前日の貯水率が最も低く20.7% (荒川ダム管理事務所発表)であった。その後前述したように回復傾向に転じ、4月13日づけ地方紙の41.6%⁶⁾を最後に報道が止んだ。

4. ダム湖表層付近の水質

能泉湖は常時水面下1mの位置から取水して発電に供したのち放流している。放流水は東京電力(株)の放流水と混合されて昇仙峡を流下し、その一部が甲府市平瀬地内で甲府市水道局によって水道原水として取水されている。

従って、表層付近の水質を清浄に保つことが求められる。我々の調査において、常時満水位が維持されている状態では水深45m付近までの測定が可能であり、夏期においては明確な成層が観察されている。

能泉湖の水質を肉眼的に観察したデータとしては透明度があるが、図7に示したように、夏から秋にかけての成層が完成している時期は概ね良好な透明度が得られ、

これまでの最高値は11.6mであった。「96 濁水」の時期は12月から4月にかけての透明度が著しく低下して5mを超える成績は得られなかった。

溶存酸素飽和率の経月的変化を水面下1mと水温躍層の下部である10mで比較して図8に示した。その飽和率の差から成層期と循環期が明瞭に区分され、成層期では両深度における値の差が大きかった。しかしながら、そのパターンは年度毎に異なり、94年度は水深10mでの飽和率が高く、95年度と96年度は逆に水深1mにおける測定値が高かった。

94年度はともに過飽和の状態からスタートしたが表層での飽和率の低下が顕著で、8月には55%にまで低下した。夏期における昼夜の温度差と植物プランクトンが少ないことが原因と考えられるが、特異な現象であり調査を継続していく中で究明していきたい。95年度は過飽和の状態はまったく観察されず、表層付近においても80%前後の飽和率で推移した。これに対して96年度は小規模ダム湖の典型的なパターンを示した。

流入河川水とダム湖水質の相関を検討するために95年度から上流河川(荒川)の水質も測定しているの、能泉湖の表層(水深5m)の導電率とあわせて経月変化を図9に示した。

能泉湖へ流入する河川は本流の荒川と、湖尻に合流す

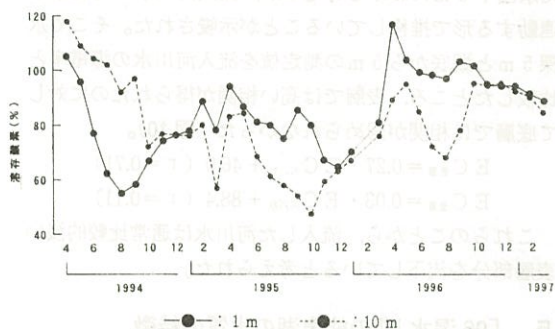


図8 ダム湖水(1m, 10m)の溶存酸素(%)と経月変化

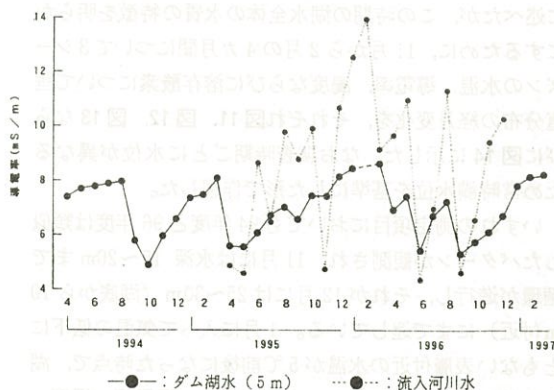


図9 流入河川水とダム湖水(5m)の導電率経月変化

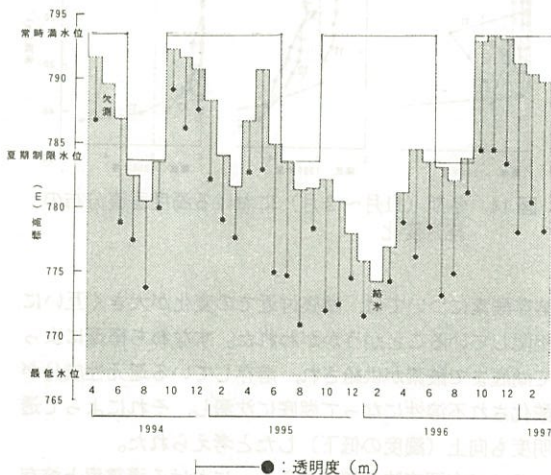


図7 能泉湖における水位と透明度の経月変化

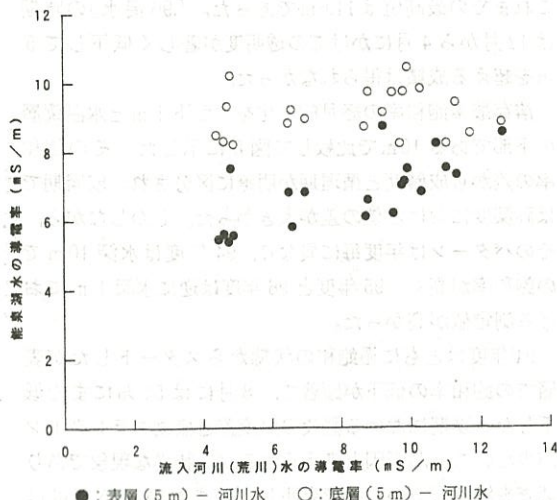


図10 流入河川水と能泉湖水の導電率の相関

る板敷溪谷河川が主なものであるが、その流量比は平時で100:34⁷⁾であることが知られている。荒川はさらに上流部には先に記述した東京電力(株)の取水地点があり、流量の変化が著しく、導電率に大きな影響を与えその範囲は4.5~14 mS・m⁻¹と変動していた。

図9から、年間を通じて河川水の水温に近い値を示した水面下5mにおける導電率が、流入河川水の導電率と連動する形で推移していることが示唆された。そこで水深5mと湖底から5mの測定値を流入河川水の導電率と比較したところ、表層では高い相関が得られたのに対して底層では相関が認められなかった(図10)。

$$EC_{表層} = 0.27 \cdot EC_{河川水} + 46.0 \quad (r=0.71)$$

$$EC_{底層} = 0.03 \cdot EC_{河川水} + 88.4 \quad (r=0.11)$$

これらのことから、流入した河川水は通常比較的浅い表層部分を流下していると考えられた。

5. 「96 濁水」期の能泉湖の水質の特徴

「96 濁水」期には透明度が著しく低下したことは先に述べたが、この時期の湖水全体の水質の特徴を明らかにするために、11月から2月の4カ月間について3シーズンの水温、導電率、濁度ならびに溶存酸素について垂直分布の経月変化を、それぞれ図11、図12、図13ならびに図14に示した。なお調査時期ごとに水位が異なるため常時満水位を基準にした形で作図した。

いずれの測定項目においても94年度と96年度は類似したパターンが観測され、11月には水深15~20mまで循環が進行し、それが12月には25~30m(湖底から10m付近)にまで達している。1月に入って気温の低下にともない表層付近の水温が5℃前後になった時点で、湖水全体の循環が完了したことが、水温、導電率、濁度、溶存酸素の測定値から確認された。特に導電率、濁度、

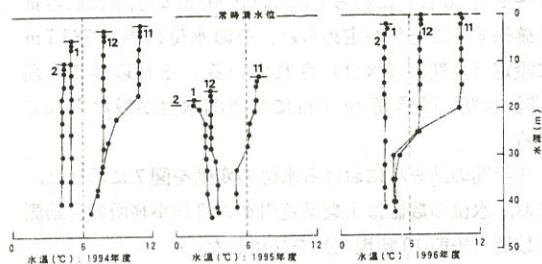


図11 冬期(11月~2月)における水温垂直分布の経月変化

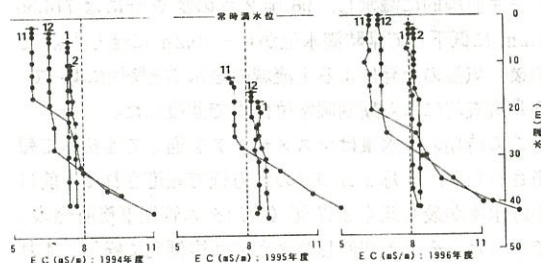


図12 冬期(11月~2月)における導電率垂直分布の経月変化

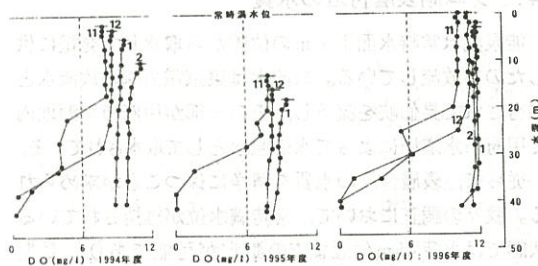


図13 冬期(11月~2月)における溶存酸素垂直分布の経月変化

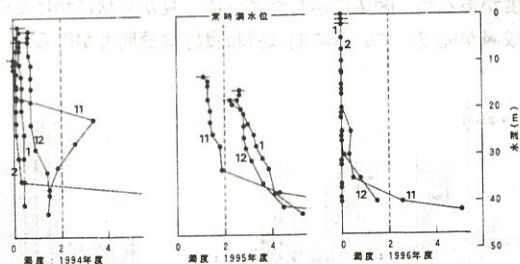


図14 冬期(11月~2月)における濁度垂直分布の経月変化

溶存酸素については、湖底付近での変化が大きく互いに相関していることがうかがわれた。すなわち循環によって湖底まで酸素が供給され、溶存している還元性成分が酸化され不溶性になって湖底に沈澱し、それによって透明度も向上(濁度の低下)したと考えられた。

そこで全調査時の湖底から5mにおける導電率と溶存酸素量の相関を求めたところ、次の関係が得られ高い相

ま と め

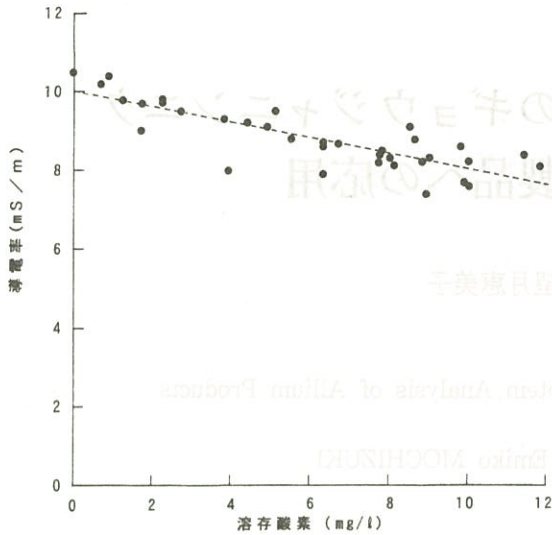


図 15 湖底から 5 m における導電率-溶存酸素相関

関が存在することが確認された (図 15)。

$$EC_{5m} = -0.20 \cdot DO_{5m} + 10.0 \quad (r = -0.83)$$

「96 濁水」期は 95 年年末の降水量不足と 11 月末に始まった低温による上流部凍結が原因していることを先に推定したが、95 年 11 月の各測定項目はいずれも垂直分布が 94 年、96 年の 12 月に相当しており、急速な気温の低下が水温を低下させていたことを裏付ける結果であった。

2 月には湛水開始以来といわれる凍結で湖上調査ができなかったが、12 月、1 月における導電率と濁度の値からは、水深が浅くなった能泉湖で急速な温度循環による攪拌が湖内全体におよび、湖底付近の堆積物が浮上して結果的に透明度を低下させたと考えられる。また、溶存酸素の値が 1 月時点でも低かったことは供給量を上回る消費が進行していた過程であったと推定された。

1. 「96 濁水」の主な原因は非洪水期 (10 月以降) に入ってから的小雨と、11 月下旬に始まった低温によって流入河川水の凍結による流入量の減少によるものであることが推定された。
2. 水位の低下と急速な温度循環の進行によって湖内全体が急激に攪拌され、湖底堆積物が表層にまで達し、透明度などの主に物理的な水質低下をもたらしたことが考えられた。

謝 辞

本調査にあたり、調査について特段のご配慮をいただきました荒川ダム (能泉湖) の管理責任者であります山梨県土木部河川開発課長、ならびに同課ダム企画管理担当職員の皆さんに感謝します。

また、毎月の湖上調査に際して、観測船の借用とその操縦に多大のご協力をいただきました、荒川ダム管理事務所職員の皆さんに感謝します。

文 献

- 1) 深澤喜延, 小林 浩, 鷹野茂夫, 村松克彦: 山梨県公研年報, 39, 5~10 (1995)
- 2) 甲府地方気象台防災業務課: 山梨県気象月報, 1994~1996, (財) 日本気象協会
- 3) 山梨県土木部荒川ダム建設事務所: 荒川ダム, p.42~43, 山梨県荒川ダム建設事務所, 1986
- 4) 山梨県土木部荒川ダム建設事務所: 荒川ダム, p.19, 山梨県荒川ダム建設事務所, 1986
- 5) 1996 年 3 月 2 日づけ山梨日日新聞
- 6) 1996 年 4 月 13 日づけ山梨日日新聞
- 7) 山梨県土木部荒川ダム建設事務所: 荒川ダム, p.48~49, 山梨県荒川ダム建設事務所, 1986