

田沢湖の水質等に関する調査研究（第3報）

—玉川酸性水中和処理施設稼働後の水質等（2）—

片野 登 加藤 潤 組谷 均*¹⁾ 武藤公二 斎藤 弥 泰良幸男
渡辺 寿 大畑博正 高田 熙*²⁾ 神馬 諭*³⁾ 山田雅春*⁴⁾ 藤田将充*⁵⁾

要 旨

玉川ダム建設事業の一環として玉川上流部に玉川酸性水中和処理施設が建設され、1989年10月に試運転を、1991年4月から本運転を開始した。これにより、玉川水系の水質が改善され、田沢湖の水質回復も進むこととなった。当センターでは、1988年から1997年までの10年間の田沢湖の水質の変化について調査を行ってきた。得られた結果は、次の通りである。

- 1) 玉川酸性水の流入で酸性化した田沢湖のpHは、玉川酸性水中和処理施設の運転により徐々に上昇を続けている。また、8.4酸度は年々低下傾向を示し、その変動はpHと同様に表層部で大きく、下層部で小さくなっている。
- 2) 田沢湖のCl⁻およびSO₄²⁻ともに経年的に低下しており、中和の進行を示した。
- 3) pHの回復に伴い、Al³⁺濃度の大幅な低下がみられた。垂直分布をみると、濃度の減少は表層部で著しく、pHの回復が進んでいない深層部においては小さい。
Ca²⁺濃度もやや上昇する傾向にあるが、今後大幅な濃度の上昇はないものと思われる。
Al³⁺およびCa²⁺以外の陽イオンについては、大きな変化は見られなかった。
- 4) 電気伝導度（導電率）は1990年以降やや低下傾向を示して推移しており、イオンが減少していることを示した。今後さらに低下するものと思われる。
- 5) 田沢湖の全窒素および全リンともに極めて低いレベルにあり、田沢湖は栄養塩的には貧栄養湖に該当する。今後田沢湖の全窒素濃度は、若干増加する可能性がある。また、玉川導水路および先達川導水路の硝酸態窒素濃度が近年上昇傾向を示しているため、その動向に注意を要する。
田沢湖の全リン濃度については、低い状態で推移するものと思われる。
- 6) 田沢湖のクロロフィルaの濃度レベルは極めて低い状態にあるが、今後pHの回復にともなって植物プランクトンが増加してくれば、クロロフィルaおよびCOD濃度の上昇も考えられる。
- 7) 田沢湖の透明度は、最近では年平均値で10mを越えることがなくなり低下してきているものの、年間の値の差も大きい。

1. はじめに

田沢湖は秋田県の中央部仙北郡田沢湖町と西木村にまたがる東西約6*₀、南北約5.8*₀でほぼ円形で、周囲20*₀、面積25.5平方*₀、最大深度425.5*₀の日本で最も深い湖¹⁾である。田沢湖の標高は249m²⁾で湖底は海面下176.5mに位置しており、この現象は潜窪（せんわ）といわれる。この湖の地学的成因はまだよく分かっていないが、火山性カルデラ湖とも、あるいは陥没湖ともいわれている³⁾。

玉川毒水が流入する前の田沢湖はpHが6.3~6.7の貧栄養湖⁴⁾で、特産のクニマスをはじめ、ヒメマス、イワナ、コイ、ウナギ、ウグイなど20種近くの魚が生息し、沿岸漁民65戸がその漁獲で生計を立てていた。1940年（昭和15）、電源開発と農地開拓を目的とした国策で玉川の毒水（酸性水）が導入されたことにより、湖水は酸性化し、魚類はまたたく間に死滅してしまった。

*¹⁾現鷹巣保健所 *²⁾現大館保健所 *³⁾現環境保全課 *⁴⁾現中央流域下水道事務所
*⁵⁾現本荘保健所

玉川の毒水対策として1972年（昭和47）から県が東北電力の協力を得て野積みの石灰石に毒水を散水、中和させる簡易石灰中和法を実施し、それなりの成果を上げているものの十分ではなかった。

1988年5月、玉川ダム建設事業の一環として、『玉川酸性水中和処理施設』（以下、中和処理施設とする）が玉川ダム本体の上流約20km、玉川温泉の下流約2kmの地点に建設着工された（図1）。

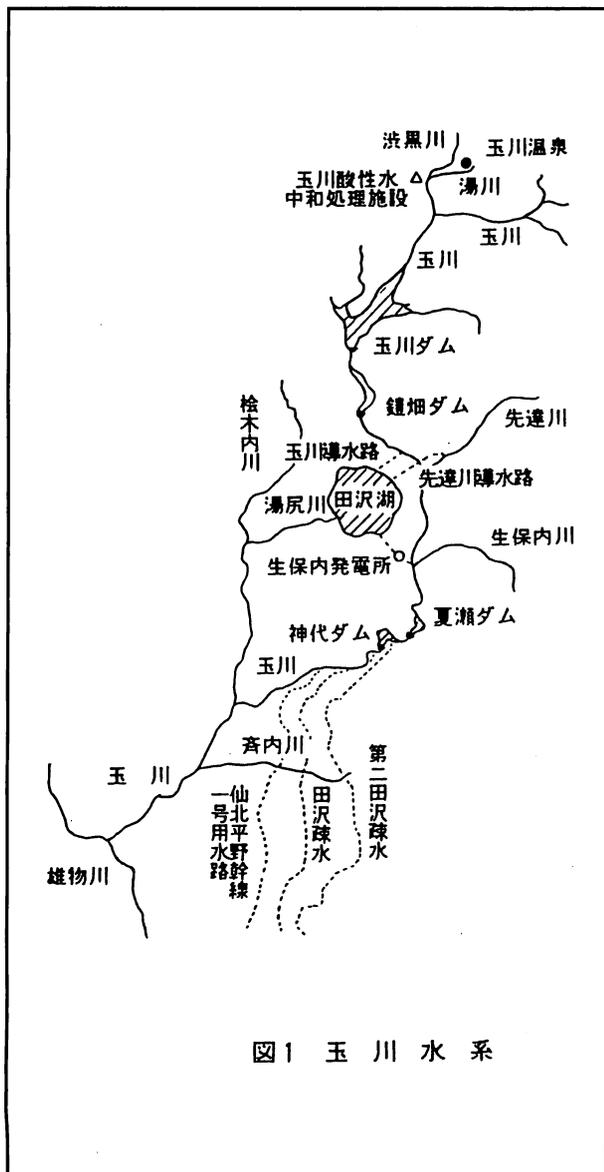


図1 玉川水系

これは、玉川の水質改善と田沢湖の水質の回復、かんがい用水の水質改善および玉川水系の発電所の酸害を軽減すること等を目的として、玉川温泉から導いた湧出水を石灰石と接触反応させる粒状石灰中和法で水質の改善を図るものである。施設は、1989年10月に試運転を、1991年4月には本運転を開始した。秋田県環境保全課によれば、中和処理に必要な石灰石の量は年間約1万トンのことであった。

当センターでは、中和処理施設の稼働により水質の回復が期待される田沢湖について、その経年的および垂直的な水質変動を把握するため1988年5月より表層から水深400mまでの水質調査を継続的に行ってきた。中和処理を行う前の田沢湖の水質については第1報⁵⁾で、中和処理後の水質の年変動については第2報⁶⁾で報告した。本報では1988年から1997年までの経年的な水質の変化について報告する。なお、表層部におけるpH、透明度、COD、全窒素、全リンおよびクロロフィルaの経年変化については、公共用水域水質測定計画に基づく調査結果を使用した。

2. 調査方法

2.1 調査期間および調査地点

調査は1988年～1997年の5、7、9、10月に計40回行った。調査地点は湖内については湖心、湯尻(1988、1989年)、田子ノ木(1988、1989年)、発電所前(1989年～)、生保内発電所取水口(1990年～)の5カ所と2つの導水路、すなわち玉川導水路(1990年～)と先達川導水路(1990年～)である（図2）。

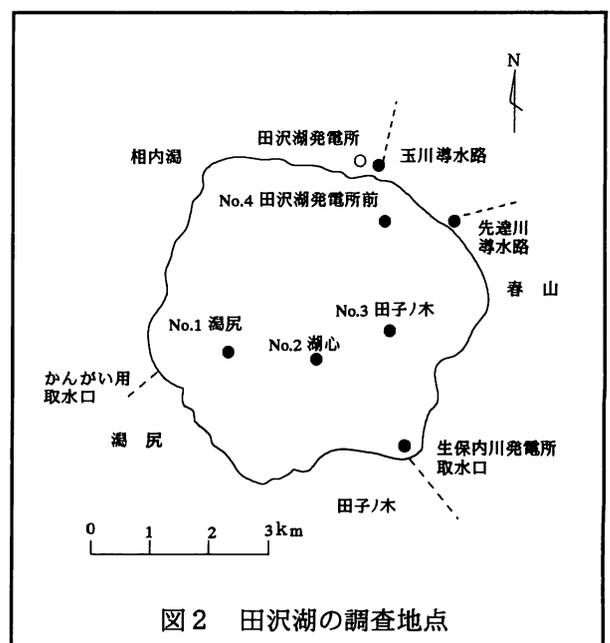


図2 田沢湖の調査地点

2. 2 調査方法

採水は、船上から採水器（G0-GL0ニスキン採水器、バンドーン採水器）を目的の水深まで垂下して行った。採水器の引き上げは、自家製の引き上げ機を使用した。試水はポリ瓶に入れて実験室に持ち帰り、分析した。分析方法は、前報に掲げたとおりである。

3. 結果および考察

3. 1 pH, 8.4酸度

田沢湖（湖心、表層）および田沢湖に流入する2つの大きな導水路、玉川導水路と先達川導水路におけるpHの平均値の経年変化を図3に示した。

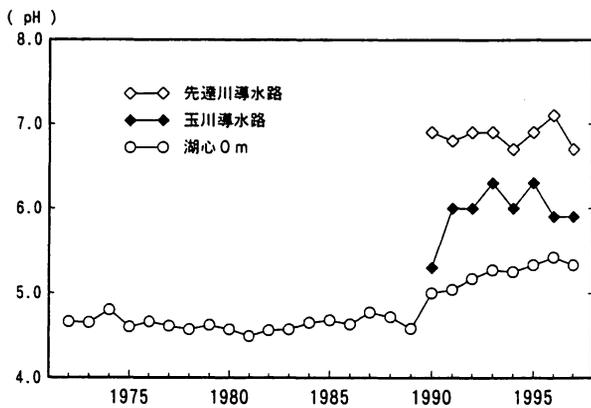


図3 田沢湖のpHの経年変化（1972-1997）

田沢湖のpHは中和処理施設の処理水が流入する前の1989年までは4.7前後で推移していたが、処理水が流入した1990年には平均値が5.0となり、急激に上昇した。その後pHは徐々に上昇を続け、1996年には平均値5.4を記録したが1997年は平均値5.3とやや下降した。

玉川の水は、玉川導水路を経て田沢湖に流入する。玉川導水路のpHの平均値は1991～1997年に5.9から6.3の範囲で推移した。真水である先達川導水路の同期間の平均値は6.7から7.1の範囲にあり、玉川導水路に比較してやや高い。後藤は田沢湖に流入する水量を、玉川から毎秒21.4m³、先達川から毎秒8.6m³および沢水として毎秒1.2m³としている⁷⁾が、田沢湖が酸性化した経緯から考えても玉川導水路から入る玉川の水質が田沢湖の水質に及ぼす影響は大きいと思われる。従って中和処理施設の稼働により今後とも田沢湖のpHは上昇を続け、最終的には玉川導水路の平均値の5.9～6.3付近に落ち着くものと思われる。また、その時点で田沢湖の水質改善の目標値である

pH6.0も達成されるものと考える。後藤は、田沢湖の平均pHが6.0となる日を2003年の7月頃と予測している⁸⁾。

田沢湖におけるpHの垂直分布を図4に示した。

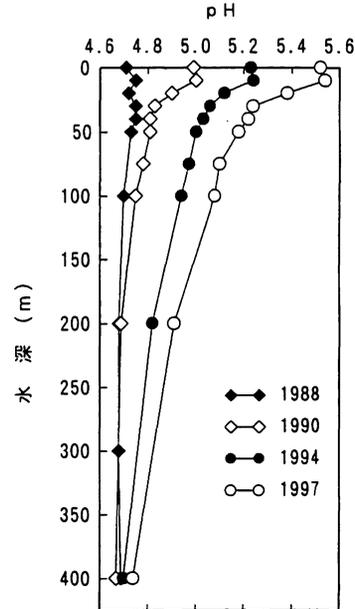


図4 田沢湖のpHの垂直分布

中和処理水流入前の1988年の平均pHは、表層から400m層の間で4.6～4.7であり表層と深層部の間に大きな差はみられなかったが、時間の経過と共に表層部からpHの上昇が進行し、1997年には表層および10m層で平均pHが5.5となり、水質の著しい回復が見られた。また、100m層でもpH5.1と水質の回復が進行していることが示されたが、400m層ではpH4.7と回復がはかばかしくなかった。これは前報⁶⁾で報告したように、深層部の水温が約4℃であり、比重が高いことから水の循環混合が起こりにくい状態にあることに起因していると思われるが、水深200mにおいてもpH4.9と回復が進行していることは、全層の水質回復にとって明るい兆しと言える。

8.4酸度の経年変化を図5に、垂直分布を図6に示した。田沢湖の8.4酸度の平均値は中和処理により1989年の13.3mgCaCO₃L⁻¹から1990年の7.88mgCaCO₃L⁻¹に大幅に低下し、以降低下傾向が続いている。玉川導水路および先達川導水路の平均値はともに田沢湖の平均値を下回って推移していることから、田沢湖の8.4酸度はさらに低下するものと思われる。

垂直分布をみると、1988年と1997年の平均値は表層部でそれぞれ12.6と3.35mgCaCO₃L⁻¹であるのに対して400m層ではそれぞれ15.6と11.5mgCaCO₃L⁻¹であり、

pHと同様に表層部での変化が大きく深層部での変化が小さい。pHの上昇とともに8.4酸度が低下しており、中和の進行を裏付けている。

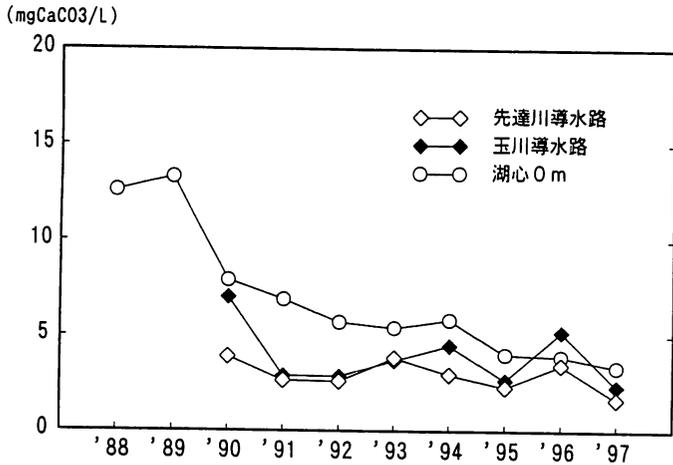


図5 田沢湖の8.4酸度の経年変化(1988-1997)

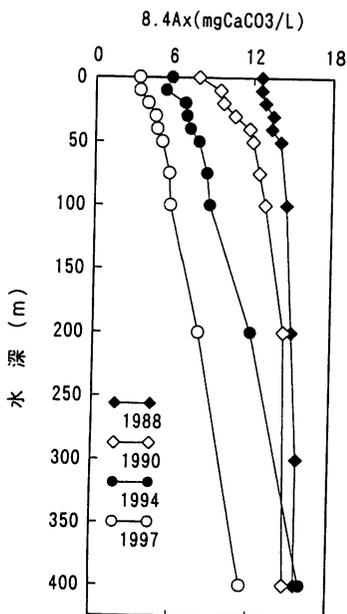


図6 田沢湖の8.4 A xの垂直分布

3.2 陰イオン

塩化物イオン(Cl^-) および硫酸イオン(SO_4^{2-}) は玉川に流入する玉川温泉の主要成分⁹⁾である。玉川温泉(大噴)における両イオン濃度の変動についてみると、両イオン濃度とも1978年に極大値を示した後1991年にかけて低下傾向を示し、1992年以降再び上昇傾向に転じている(図7)¹⁰⁾。

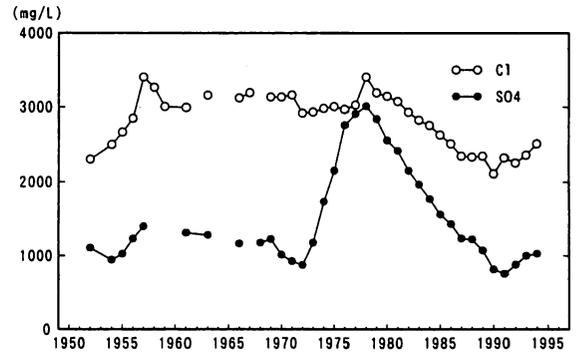


図7 玉川温泉(大噴)のイオン濃度(武藤ら,1992を改変)

田沢湖における Cl^- および SO_4^{2-} 濃度の経年変化と垂直分布を図8~11に示した。玉川温泉の両イオンが増加傾向を示す中で、田沢湖の Cl^- および SO_4^{2-} はともに経年的に低下している。 Cl^- の平均濃度は1988年に $17.8mgL^{-1}$ であったものが1997年には $11.8mgL^{-1}$ と約3分の2に減少し、この間はほぼ直線的に低下した。玉川導水路および先達導水路の濃度も田沢湖とほぼ同程度の濃度で推移していることから、田沢湖の濃度は今後とも $12mgL^{-1}$ 前後で推移するものと思われる。

垂直分布をみても、1997年の濃度を1988年と比較すると200m層で23.3%減、400m層で20%減となっており、深層部にわたって濃度の低下傾向がみられた。

SO_4^{2-} の平均濃度も1988~1997年の間に $25.7mgL^{-1}$ から $16.3mgL^{-1}$ へほぼ直線的に低下している。玉川導水路の濃度は田沢湖の濃度よりやや低めに推移しており、このことから田沢湖の濃度も低下するものと考えられるが、先達川導水路の SO_4^{2-} 濃度は乳頭温泉群の影響を受け¹¹⁾、年変動が大きいものの田沢湖や玉川導水路の2倍以上の濃度で推移していることから、田沢湖の SO_4^{2-} 濃度は先達川導水路の影響を受けながら玉川導水路の濃度をやや上回って推移する可能性がある。垂直分布をみても深層部にわたって濃度の経年的な低下傾向がみられた。

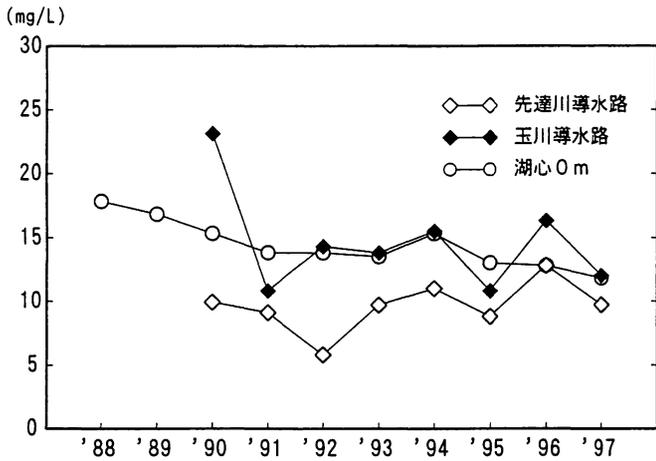


図8 田沢湖の塩化物イオンの経年変化 (1988-1997)

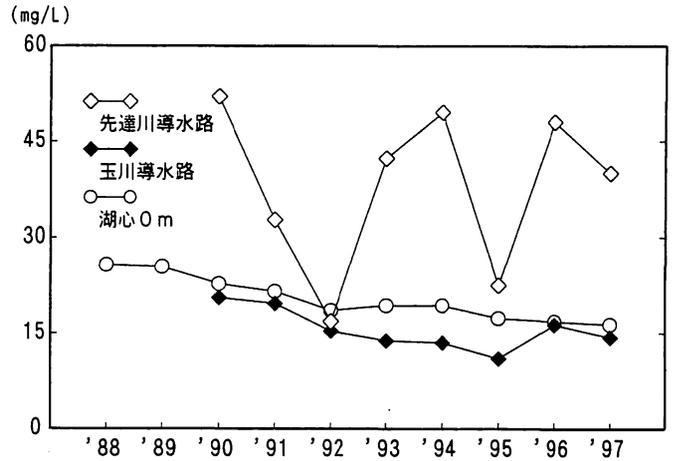


図10 田沢湖の硫酸イオンの経年変化 (1988-1997)

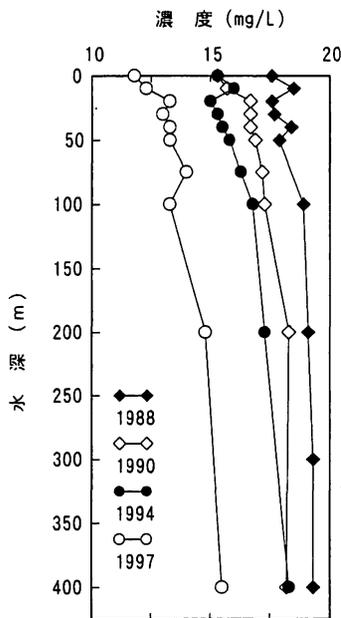


図9 田沢湖の塩化物イオンの垂直分布

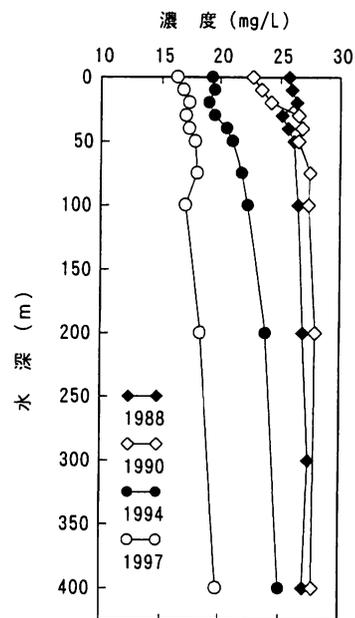


図11 田沢湖の硫酸イオンの垂直分布

3.3 陽イオン

アルミニウムイオン(Al^{3+})濃度の変化を図12, 13に示した。酸性雨に関する議論の中で、土壌においてはpH5.0以下になると Al^{3+} が生成されると指摘されている¹²⁾が、田沢湖においても1989年から1990年にかけてpHの平均値が4.7から5.0に上昇した際に、 Al^{3+} 濃度も $1.60mgL^{-1}$ から $0.82mgL^{-1}$ へと大幅に低下した。 Al^{3+} 濃度はその後も低下を続け、1997年の平均値は $0.28mgL^{-1}$ となり、1988年の平均濃度 $1.44mgL^{-1}$ の約5

分の1に低下した。一方、玉川導水路の平均濃度は1992年に田沢湖よりも低い $0.20mgL^{-1}$ を記録したが、その後は再び上昇傾向にあり、1997年には $0.45mgL^{-1}$ になっている。先達川導水路の Al^{3+} 濃度は乳頭温泉群の影響を受けて比較的高く¹¹⁾近年は $0.45\sim 0.9mgL^{-1}$ の間にあることから、田沢湖の Al^{3+} 濃度は今後やや上昇する可能性があると考えられる。

垂直分布をみると、田沢湖の Al^{3+} 濃度は $0.28\sim 2.0mgL^{-1}$ の範囲にあり、pHの上昇にともなって濃度の大幅

な低下がみられ、その傾向は表層部で著しい。1988年と1997年の平均濃度を比較すると、表層部では上記のように約5分の1にまで低下したが、400m層では、 1.76mgL^{-1} から 1.43mgL^{-1} に変化し約20%の低下にとどまっている。

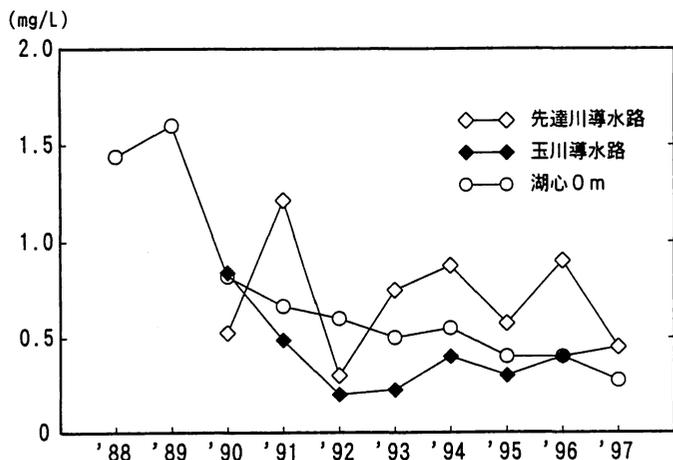


図12 田沢湖のアルミニウムイオンの経年変化 (1988-1997)

と考えられるが、今後 Al^{3+} 濃度がさらに低下することによって他の魚種も増えることが期待される。

カルシウムイオン (Ca^{2+}) 濃度の変化を図14, 15に示した。

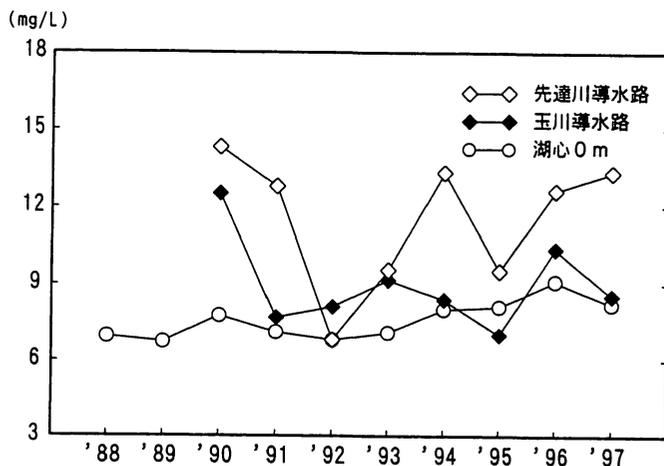


図14 田沢湖のカルシウムイオンの経年変化 (1988-1997)

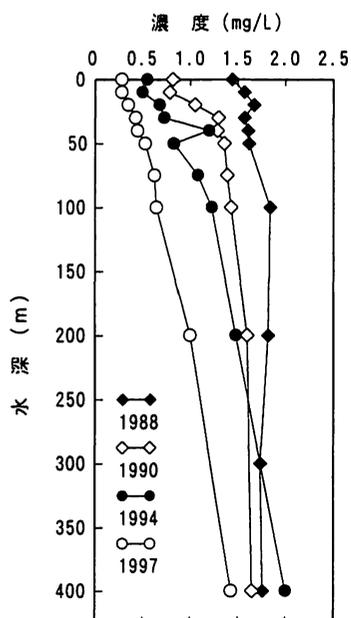


図13 田沢湖のアルミニウムイオンの垂直分布

アルミニウムの水産用水基準は淡水域で 0.002mgL^{-1} となっており¹³⁾、アルミニウムが魚類にとって極めて有害であることを示している。1966年にウグイ20万尾が、青森県の酸性湖であった宇曾利山湖(pH3.5)から田沢湖に移入された。1991年8月には、田沢湖西岸の瀧尻付近でウグイの群れが確認されている。比較的酸性に強い群が水質の回復に伴い増殖したもの

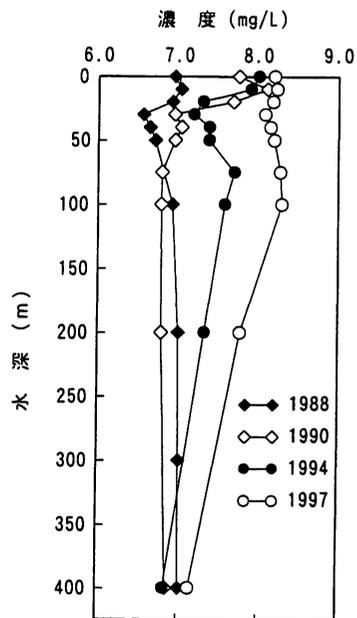


図15 田沢湖のカルシウムイオンの垂直分布

田沢湖の平均濃度は $6.72\sim 9.10\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあって、やや上昇傾向がみられた。これは玉川導水路の濃度が田沢湖の濃度をやや上回って推移していることによるものと思われるが、1997年の平均濃度は田沢湖が 8.20mgL^{-1} に対して玉川導水路が 8.53mgL^{-1} とほぼ同様の濃度になってきていることから、田沢湖の濃度は 8.5mgL^{-1} 前後で落ち着くものと思われる。垂直

分布をみると、 Ca^{2+} 濃度は $6.55\sim 8.30\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、年々増加する傾向にある。1990年は表層から20m層までの間で濃度の上昇が著しかったが、1997年には表層から100m層までの間でほぼ 8.2mgL^{-1} 前後にまで上昇してきている。

上記以外の陽イオンについては、経年の濃度に大きな変化は見られず、ナトリウムイオンが深層部に比較して表層部の濃度がやや低くなる以外はほとんど上下層の濃度に大きな変化が見られなかった。平均濃度についてみるとナトリウムイオン (Na^+) は $4.35\sim 5.18\text{mgL}^{-1}$ 、カリウムイオン (K^+) は $0.68\sim 0.85\text{mgL}^{-1}$ 、マグネシウムイオン (Mg^{2+}) は $1.33\sim 1.70\text{mgL}^{-1}$ 、マンガンイオン (Mn^{2+}) は $0.035\sim 0.073\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあった。

3.4 電気伝導率 (導電率)

導電率の変化を図16, 17に示した。田沢湖の平均値は $96.0\sim 122\mu\text{Scm}^{-1}$ の範囲にあり、中和処理水が流入する前の1989年まではほぼ横這いで推移したが、流入後の1990以降はやや低下傾向を示して推移しており、イオンが減少していることを示した。玉川導水路の導電率は1991年以降田沢湖よりやや低い値で推移していることから、田沢湖の導電率も今後更に低下するものと思われる。先達川導水路の導電率の平均値は $88.3\sim 177\mu\text{Scm}^{-1}$ の範囲にあり、年による変動が大きい。

垂直分布をみると、中和処理水が流入する前の1988年の平均導電率は表層から400m層まで $115\sim 125\mu\text{S/cm}$ の範囲にあったが、中和処理水の流入と共に年々導電率は低下し、1997年には $98.0\sim 114\mu\text{Scm}^{-1}$ の範囲で表層に向かって値が低くなっている。特に50m以浅での低下傾向が大きい。

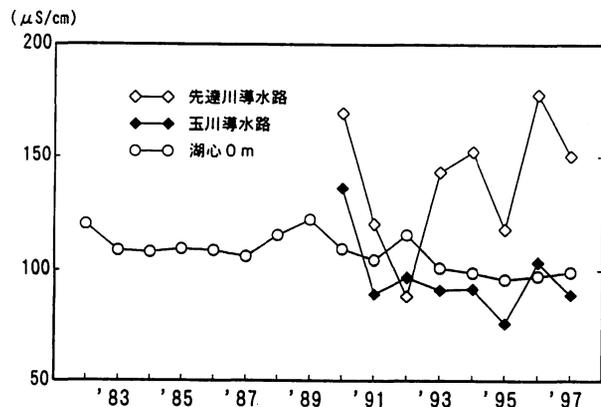


図16 田沢湖の導電率の経年変化 (1982-1997)

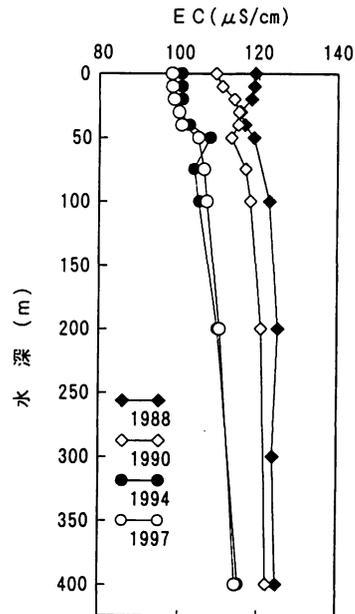


図17 田沢湖の導電率の垂直分布

3.5 窒素・リン

全窒素濃度の変化を図18, 19に示した。田沢湖の平均濃度は $0.045\sim 0.20\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、濃度レベルは低く湖沼分類では貧栄養湖¹⁴⁾に区分される。1978年から1981年にかけて一時的に濃度が上昇し1981年の平均濃度は 0.175mgL^{-1} を記録したが、その後は 0.09mgL^{-1} 前後で推移し、1988年に 0.148mgL^{-1} となってからはやや上昇傾向で推移して、1994年には 0.196mgL^{-1} を記録している。玉川導水路および先達川導水路の平均濃度はそれぞれ $0.13\sim 0.22\text{mgL}^{-1}$ と $0.21\sim 0.39\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、先達川導水路の濃度がやや高い。

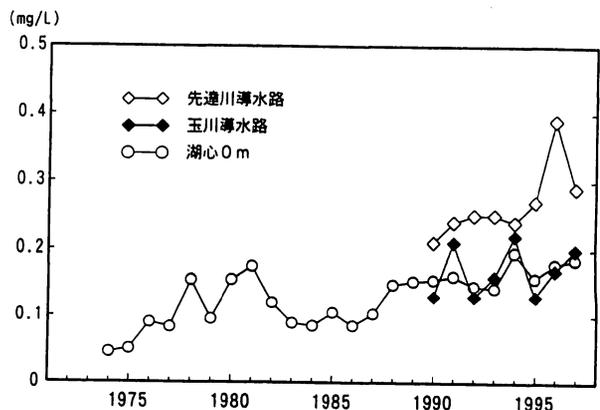


図18 田沢湖の全窒素の経年変化 (1974-1997)

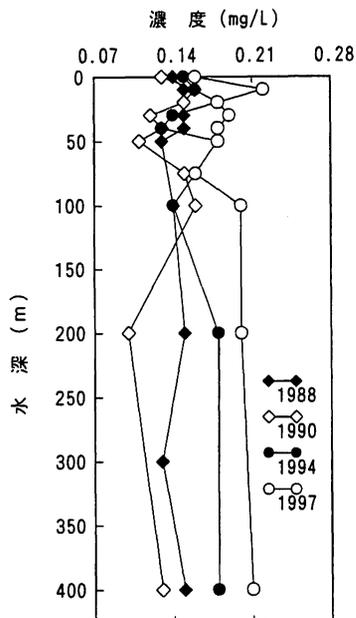


図19 田沢湖の全窒素の垂直分布

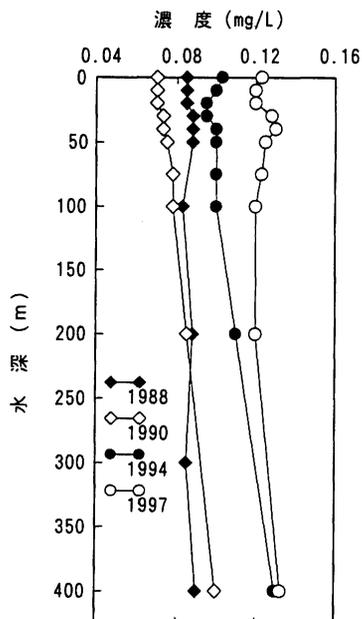


図21 田沢湖の硝酸態窒素の垂直分布

全窒素の垂直分布をみると、平均濃度は $0.10\sim 0.2\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、深度間で濃度の変動が大きい。この要因の1つとして、プランクトンの分布の影響が考えられ、今後さらに検討する必要がある。

硝酸態窒素濃度を図20, 21に示した。田沢湖、玉川導水路および先達川導水路の平均濃度はそれぞれ $0.070\sim 0.123\text{mgL}^{-1}$, $0.05\sim 0.125\text{mgL}^{-1}$ および $0.135\sim 0.223\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、いずれも1990年以降上昇傾向を示している。特に先達川導水路の濃度は高く、田沢湖の富栄養化を懸念する意味からも、今後とも継続して調査を行なう必要があるし、更に濃度が上昇する場合には対策を検討することも必要と考えられる。

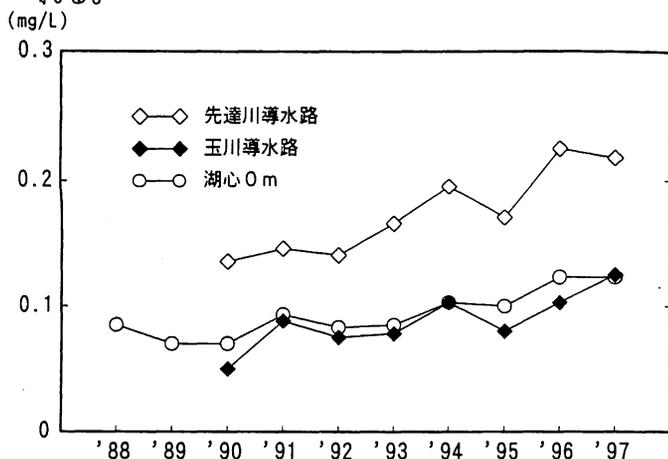


図20 田沢湖の硝酸態窒素の経年変化 (1988-1997)

垂直分布をみると、前報⁶⁾で報告したように水深が深くなるに従って濃度が上昇する傾向が見られ、また経年的にも濃度が上昇している傾向が見られた。

全リン濃度の経年変化を図22に示した。

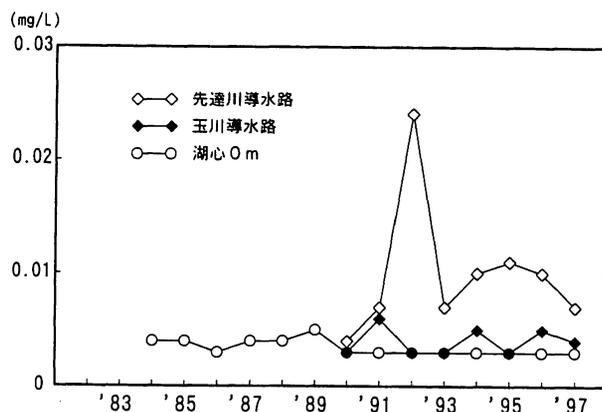


図22 田沢湖の全リンの経年変化 (1984-1997)

田沢湖の全リンの平均濃度は $0.003\sim 0.005\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、極めて低いレベルで湖沼分類では窒素の場合と同様に貧栄養湖¹⁴⁾に区分される。玉川導水路の全リンの平均濃度も $0.003\sim 0.006\text{mgL}^{-1}$ と極めて低く、先達川導水路の濃度が $0.004\sim 0.024\text{mgL}^{-1}$ とやや高い。

垂直分布でも、表層から400m層までの濃度は $0.003\sim 0.005\text{mgL}^{-1}$ の範囲にあり、極めて低い状態にある。

田沢湖を生活排水による汚濁から守るため、田沢湖町が1980年（昭和55）から春山の湖畔地区で建設を進めてきた田沢湖町特定環境保全公共下水道事業が1992年（平成4）4月に完成した。事業費は8億円で、処理区域は30ha、1日当たり1,600m³の生活排水を処理し、これにより区域内の住民116人の他、最大時には日帰り客を含む約2万人の観光客が出す生活排水の処理が可能になった。田沢湖の富栄養化にとって大きな防波堤となることが期待される。

3.6 クロロフィルa（葉緑素a）、化学的酸素要求量（COD）

田沢湖におけるクロロフィルa濃度の経年変化を図23に示した。図23では $<0.5\mu\text{g/L}$ を $0.5\mu\text{g/L}$ として表示している。

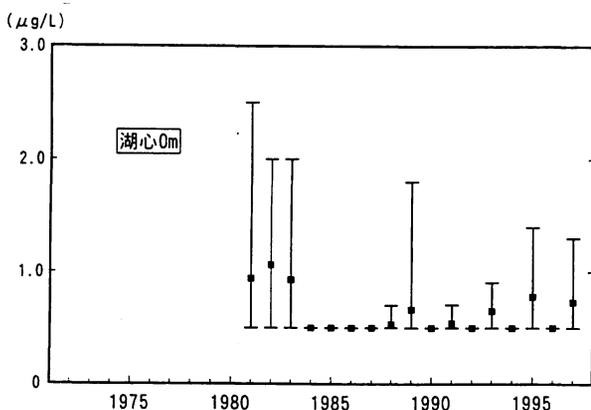


図23 田沢湖のクロロフィルaの変化（1981-1997）

クロロフィルaの濃度レベルは極めて低く、植物プランクトンの現存量が少ないことを示している。しかし、pHの回復にともなって、栄養塩の供給があれば植物プランクトンが十分増殖が可能な状態になってきている。リンについては今後大きな変化はないと思われるが、窒素については硝酸態窒素が増加傾向を示していることからpHの回復とともに植物プランクトン量が増加し、クロロフィルa濃度が増加することは考えられる。

COD濃度の変化を図24、25に示した。図24においても $<0.5\text{mg/L}$ を 0.5mg/L として表示している。田沢湖の経年変化をみると、1980年代は低かったCOD濃度が1992年以降は 0.5mg/L を越えるようになり、年々大きくなる傾向を示している。この原因の1つとして、表層部のpHの回復によるプランクトンの増加が考えられる。今後pHの回復がさらに進めば、低い栄養塩の状態ではあるが、プランクトンも若干増加するこ

とは十分に考えられることから、COD濃度についてもさらに若干の上昇が予想され、注意深い調査が必要である。

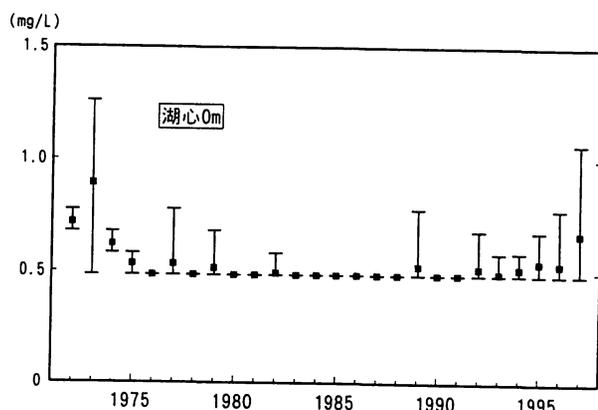


図24 田沢湖のCODの変化（1972-1997）

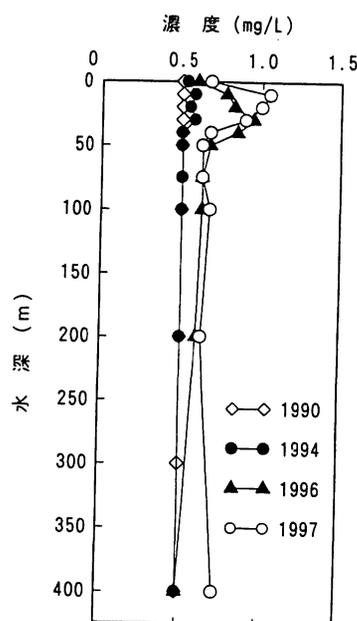


図25 田沢湖のCODの垂直分布

垂直分布をみると、1988～1993年は表層から400m層までの間でCODの濃度は $<0.5\text{mg/L}$ で、有機物が極めて少ないことを示したが、1994年以降は上層部で濃度が年々上昇する傾向がみられ、その傾向は10～30m層で顕著であった。この原因はプランクトンによるものと考えられ、今後とも注意深い調査が必要である。

3.7 透明度

透明度の平均値、最大値および最小値の経年変化を図26に示した。田沢湖では1925年（大正15）3月に30mの透明度を記録したが、1938年（昭和13）10月には13m、翌1939年（昭和14）6月には18mに低下した。過去24年の透明度は、年平均値で10mを越えることが無く、最大値も1985年の17mにとどまっている。年によって最大値と最小値の間かなりのへだたりがみられ、この原因を明らかにする上からも今後とも調査を継続する必要がある。

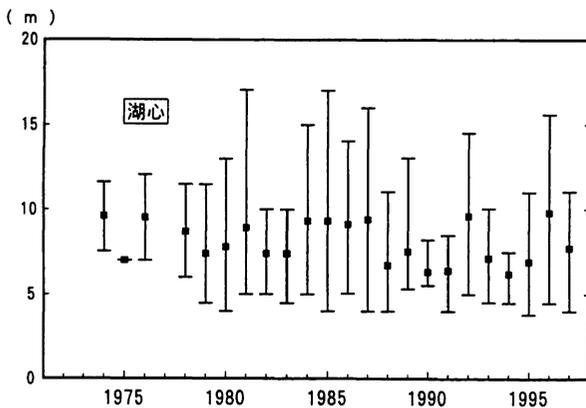


図26 田沢湖の透明度の変化（1974-1997）

4. まとめ

玉川ダム建設事業の一環として玉川上流部に玉川酸性水中和処理施設が建設され、1989年10月に試運転を、1991年4月から本運転を開始した。これにより、玉川水系の水質が改善され、田沢湖の水質回復も進むこととなった。当センターでは、1988年から1997年までの10年間の田沢湖の水質の変化について調査を行ってきた。この間の水質の変化について、報告する。

1) pH, 8.4酸度

玉川酸性水の流入で酸性化した田沢湖のpHは1989年まで4.7前後で推移してきたが、玉川酸性水中和処理施設の運転によりpHは上昇し、1990年には表層の平均値が5.0となった。以降pHは徐々に上昇を続け、1996年には平均値5.4を記録したが、1997年度はやや下降して5.3となっている。垂直分布をみると、回復状況は表層部で大きく、深層部で小さい。

8.4酸度は年々低下傾向を示し、その変動はpHと同様に表層部で大きく、下層部で小さくなっている。

2) 陰イオン

田沢湖のCl⁻およびSO₄²⁻ともに経年的に低下しており、中和の進行を示している。

3) 陽イオン

土壌中においてはpHが5.0以下になるとAl³⁺が生成されると指摘されているが、田沢湖においては、pHが約4.7から平均5.0になった時点でAl³⁺濃度の大幅な低下がみられた。垂直分布をみると、表層部では著しい濃度の低下がみられたが、pHの回復が進んでいない深層部においては、濃度の低下は小さかった。

Ca²⁺濃度もやや上昇する傾向にあるが、田沢湖のCa²⁺濃度が玉川導水路の濃度に近づいてきていることから、今後大幅な濃度の上昇はないものと思われる。

Al³⁺およびCa²⁺以外の陽イオンについては、大きな変化は見られなかった。

4) 電気伝導率（導電率）

1990年以降やや低下傾向を示して推移しており、イオンが減少していることを示している。玉川導水路の導電率は、田沢湖表層よりやや低い値で推移していることから、田沢湖表層の導電率は今後さらに低下するものと思われる。

5) 窒素・リン

田沢湖の全窒素および全リンともに極めて低いレベルにあり、田沢湖は栄養塩的には貧栄養湖に該当する。玉川導水路の全窒素濃度は田沢湖表層に比較してやや高いことから、今後田沢湖の全窒素濃度は若干増加する可能性がある。

玉川導水路および先達川導水路の硝酸態窒素濃度が近年上昇傾向を示していることから、今後とも注意深い調査が必要である。

田沢湖の全リン濃度については、低い状態で推移するものと思われる。

6) クロロフィルaおよびCOD

田沢湖のクロロフィルaの濃度レベルは極めて低い状態にあるが、今後pHの回復にともなって植物プランクトンが増加してくれば、クロロフィルaおよびCOD濃度の上昇も考えられ、今後とも注意深い調査が必要である。

7) 透明度

田沢湖の透明度は、最近では年平均値で10mを越えることがなくなり低下してきているものの、年間の値の差も大きく、透明度を左右する因子について今後とも継続して調査する必要がある。

参考文献

- 1) 藤岡一男, 秋田大百科事典(秋田魁新報社), p. 522 (1981)
- 2) 日本の湖沼環境II, 環境庁自然保護局, p.131 (1995)
- 3) 加納 博, 秋田魁新報1989年9月5日号
- 4) 後藤達夫, 田沢湖の水質改善化について(1), 水, Vol.40-8, p.31 (1998)
- 5) 組谷均, 小林裕, 片野登, 泉博克, 高橋浩, 小玉幹生, 神馬諭, 菅雅春, 山田雅春: 田沢湖の水質等に関する調査研究(第1報) - 玉川酸性水中和処理施設稼働以前の水質等 -, 秋田県環境技術センター年報, 第17号, p.120-129 (1989)
- 6) 加藤潤, 組谷均, 久米均, 片野登: 田沢湖の水質等に関する調査研究(第2報) - 玉川酸性水中和処理施設稼働後の水質等 -, 秋田県環境技術センター年報, 第19号, p.93-102 (1991)
- 7) 後藤達夫, 田沢湖の水質改善化について(4), 水, Vol.40-13, p.79-80 (1998)
- 8) 後藤達夫, 田沢湖の水質改善化について(5), 水, Vol.41-3, p.37 (1999)
- 9) 武藤倫子・松葉谷治: 玉川温泉の最近の泉質変動について, 日本地球化学会年会講演要旨集, p.163 (1992)
- 10) 武藤倫子・松葉谷治: 温泉の泉質, 泉温変動についての地球化学的考察 - 秋田県八幡平地区の温泉について -, 第32回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p.162-163 (1995)
- 11) 後藤達夫, 田沢湖の水質改善化について(4), 水, Vol.40-13, p.80 (1998)
- 12) 八木久義・丹下 健・相沢州平: 酸性雨によるスギの成長および森林土壌に及ぼす影響, 資源環境対策, Vol.29, No.2, p.37 (1993)
- 13) 水産用水基準1995年版, (社)日本水資源保護協会, p.7 (1995)
- 14) 須藤隆一, 環境保全と微生物, 環境と微生物(共立出版(株)), p.78 (1979)