

田沢湖の水深別水質調査結果

—玉川酸性水中和処理施設稼働後の pH について—

梶谷明弘

酸性化した田沢湖の恒久中和対策として、国では玉川酸性水中和処理施設を建設し、平成3年4月から本格的に稼働している。秋田県では中和処理施設による効果などを把握するため、田沢湖の水深別水質調査を行っている。この調査結果から pH に関して次の6つの現象を確認した。①平成13～15年頃に回復から低下に転じている現象、②平成3～14年の回復期の秋から春に表層部では低下し、中層部及び深層部で上昇している現象、③回復期の春から秋に表層部で急激に上昇する現象、④回復期では水深が深いほど回復が遅れている現象、⑤回復期の春から夏にかけて中層部及び深層部で低下する現象、⑥平成15～20年の全水深均一期には全水深ほぼ一致した状態で低下傾向にある現象。また、今回新たに確認した⑤及び⑥の現象については従前から言われている循環のみでは説明がつかないため、pH 以外の水深別水質調査結果と比較した。この結果、pH とアルミニウム及び pH8.4 酸度の相関に回復期と全水深均一期で大きな違いが見られた。

1. はじめに

秋田県仙北市に位置する田沢湖は、十和田湖、八郎湖と並び秋田県の三大湖沼のひとつに数えられるだけでなく、その水深も最大 423m と日本一を誇る。以前には、クニマスなど 20 種類ほどの魚が生息していたが、昭和 15 年 1 月に発電用水やかんがい用水確保のために、酸性河川である玉川の水を湖に導入した結果、湖が酸性化し、魚はほとんど生息しなくなった。このため、秋田県では田沢湖などの酸性化を進行させないように昭和 47 年から簡易石灰中和処理を行うとともに、国に対して恒久中和対策の実施の要請を行った。要請を受けた国は、玉川酸性水中和処理施設を建設し、平成元年9月に試験稼働を、平成3年4月から本格的に稼働を開始した¹⁾。秋田県では酸性水中和処理施設による中和効果などを把握するため、田沢湖の水深別水質調査を行っている。本報では、玉川酸性水中和処理施設稼働後の平成3年から平成20年までの湖心における pH の水深別水質調査結果について報告する。

2. 調査方法

2.1 調査地点

図1に示した田沢湖の湖心

2.2 調査時期

平成3～9年 : 5月, 7月, 9月, 10月

平成10年 : 6月, 7月, 10月

平成11～20年 : 5月, 7月, 9月

2.3 調査水深

0m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 75m, 100m, 200m, 400m

2.4 測定方法

JIS K 0102 に準拠

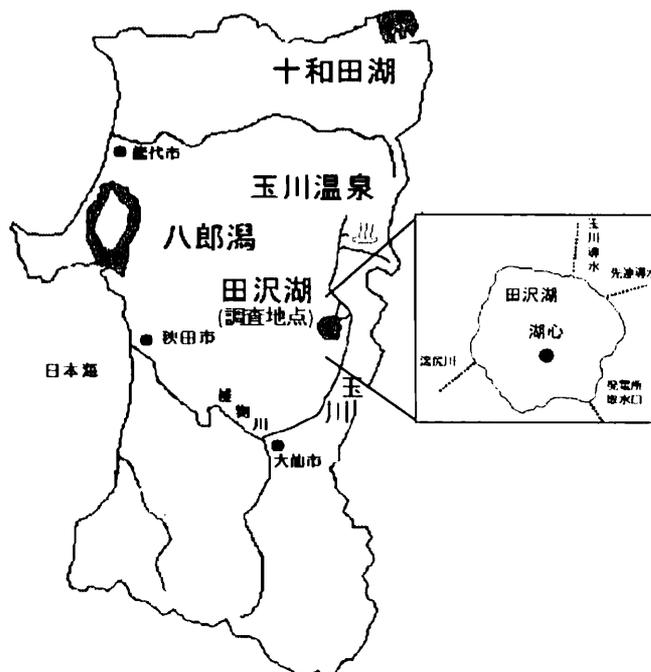


図1 調査地点

3. 調査結果及び考察

3.1 調査結果

玉川酸性水中和处理施設稼働以降の平成3～20年度までのpHの水深別水質調査結果のうち、表層部（水深0m, 20m）、中層部（同50m）、深層部（同200及び400m）を図2に示した。なお、調査結果よりpHに関して次の現象を確認した。

- ① 平成13～15年頃に回復から低下に転じている現象
- ② 平成3～14年（以下「回復期」と記述。）の秋から春に表層部では低下し、中層部及び深層部で上昇している現象
- ③ 回復期の春から秋に表層部で急激に上昇する現象
- ④ 回復期では水深が深いほど回復が遅れている現象
- ⑤ 回復期の春から夏にかけて中層部及び深層部で低下する現象

- ⑥ 平成15～20年（以下「全水深均一期」と記述。）には全水深ほぼ一致した状態で低下傾向にある現象

3.2 考察

本調査結果により確認したpHに関する現象については、文献などによると以下のとおりであった。

- ①については、平成14年頃からの玉川源泉泉質の変化^{5,7)}によること。
- ②については、冬季に全水深の水温が4℃前後になることで生じる循環^{3,8,9)}であること。
- ③については、停滞期に田沢湖に入った水が表層部のところを通過して湖外に流下していること^{8,9)}。
- ④については、表層部と中層部及び深層部の循環が緩慢⁸⁾であること。
- ⑤及び⑥については、今回新たに確認された現象であること。

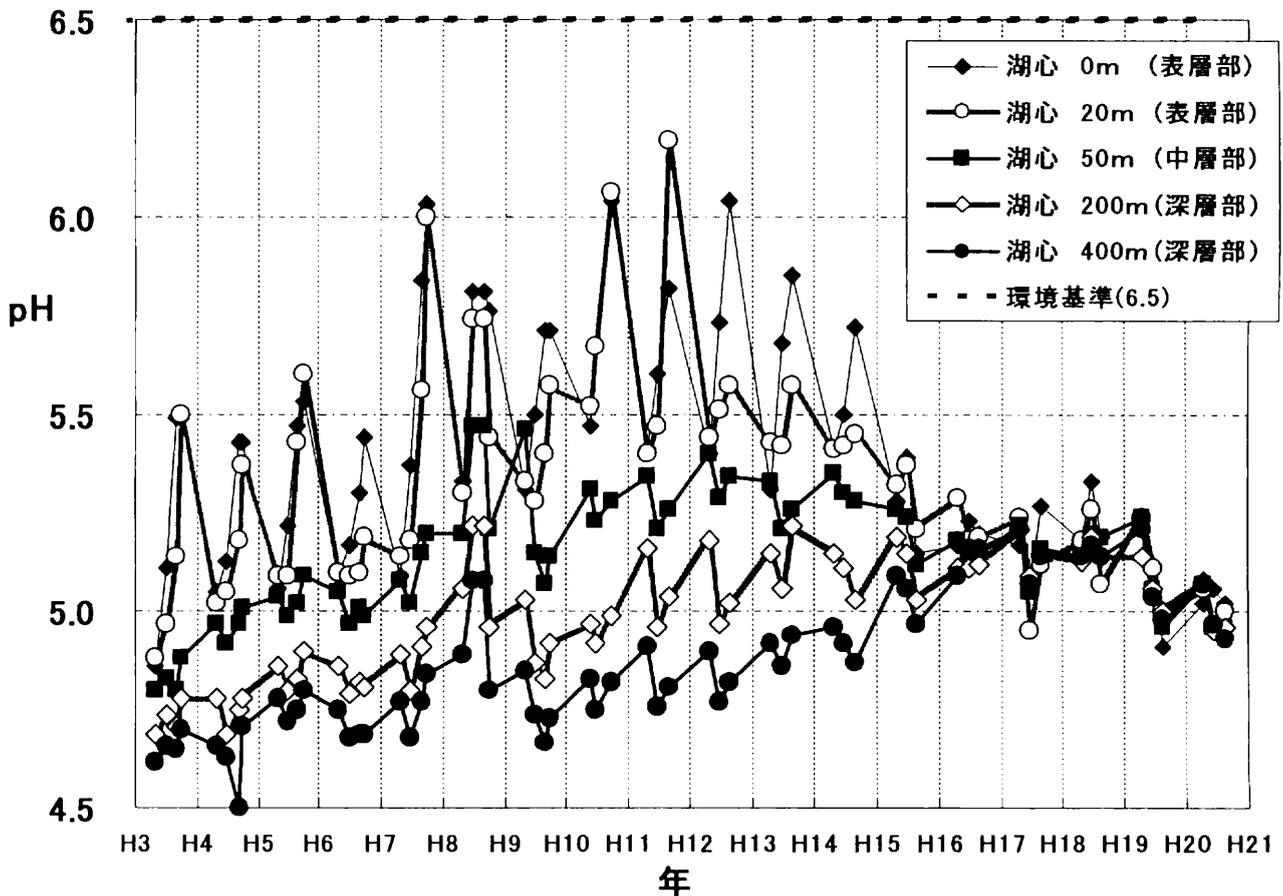


図2 田沢湖水深別 pH の推移（平成3～20年度）

なお、⑤及び⑥の現象については、従前から言われている循環^{3,8,9)}のみでは説明がつかないため、pH 以外の水深別水質調査結果と比較した。この結果、pH とアルミニウム濃度（測定は原子吸光法による）及び pH8.4 酸度（測定は JIS K 0102 に準拠）のそれぞれの相関係数に回復期と全水深均一期で大きな違いが見られたので、これを表 1 に示した。回復期には pH と 2 項目の相関が高いが、全水深均一期には低い。このことから次のことが考えられる。

(a) 回復期では、水素イオンとアルミニウムや pH8.4 酸度に関わる物質が一定比率のまま濃度変化していること。

(b) 全水深均一期には水素イオンとアルミニウムや pH8.4 酸度に関わる物質の比率に関係なく、水素イオンが全水深ほぼ一致した状態で増加していること。

以上のことから、⑤及び⑥の現象の原因としては、流入河川水と田沢湖の水温差及び密度差の変化、流入河川水中の沈降物質量や沈殿物質の粒径や密度の変化、田沢湖における沈殿物質生成量の変化、湖底部からの溶出物質量の変化などが考えられる。なお、これらを解明するためには、従来の調査に加え、アルミニウムなどの形態分析¹⁰⁾、密度、ゼータ電位¹¹⁾や酸化還元電位の測定などが必要と考えている。

表 1 田沢湖水深別 pH とアルミニウム及び pH8.4 酸度の相関係数

深さ (m)	回復期 (平成3～14年)		全水深均一期 (平成15～20年)	
	pH [*] と アルミニウム濃度	pH [*] と pH8.4酸度	pH [*] と アルミニウム濃度	pH [*] と pH8.4酸度
0	0.948	0.933	0.266	0.599
10	0.945	0.928	0.370	0.513
20	0.918	0.917	0.488	0.193
30	0.920	0.898	-0.029	-0.362
40	0.866	0.883	-0.142	-0.305
50	0.929	0.916	-0.081	-0.109
75	0.933	0.870	0.111	-0.109
100	0.905	0.890	-0.425	-0.217
200	0.910	0.851	-0.319	-0.268
400	0.690	0.606	0.017	0.098

※) pH から水素イオン濃度を算出し、これから相関を求めた。

参考文献

- 平成 20 年度版環境白書(本編), 秋田県, 2009, 60-65.
- 組谷均ほか: 田沢湖の水質等について—玉川酸性水中和処理施設稼働以前のの水質等—, 秋田県環境技術センター年報, 17, 1989, 120-121.
- 加藤潤ほか: 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, 19, 1991, 93-94.
- 片野登ほか: 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—, 秋田県環境技術センター年報, 25, 1997, 61-63.
- 武藤倫子, 鈴木憲, 松葉谷治: 2003 年の玉川温泉(大噴)における酸性成分の急激な増加について, 秋田県衛生科学研究所報, 49, 2004, 76.
- 金津茂人, 松倉孝道: 玉川ダム中和処理施設の効率化にむけて, www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/k00360/happyoukai/H20/ronbun/2-18.pdf
- 後藤達夫: 「続報」神秘的な田沢湖の水質改善について(4) その 1, 水, 50, 1, 2008, 33-37.
- 後藤達夫: 「続報」神秘的な田沢湖の水質改善について(1), 水, 47, 7, 2005, 70-78.
- 後藤達夫: 「続報」神秘的な田沢湖の水質改善について(2), 水, 48, 3, 2006, 76-83.
- 越川(金尾)昌美, 高松武次郎: 土壌—河川—湖沼系におけるアルミニウムの動態と化学, www.airies.or.jp/publication/earth/pdf/09-01-10.pdf
- 梅津芳生: 玉川温泉酸性水の中和に伴う沈殿生成物, 温泉科学, 43, 3, 1993, 78-86.