

WET 手法による田沢湖水の生態毒性に関する基礎的評価

秋田高専環境都市工学科 学生会員 ○平川奈津子、正会員 金主鉉、非会員 小野聖斗

1. はじめに

田沢湖は、秋田県仙北市にある淡水湖であり直径は約 6km の円形、最大深度は 423.4m と日本で最も深い湖である。1931 年の調査では摩周湖に迫る 31m の透明度があり、水産生物も豊富であったのだが、発電所の建設と農業振興のために、別の水系である玉川温泉から pH1.1 の強酸性の水を導入して以来、導入から約 7 年後には、pH 5.0～5.5 へと酸性化が進行した。これによって魚類の種類が減少し固有種であるクニマスなども確認されなくなってしまった。1991 年には抜本的な解決を目指して玉川酸性水中和処理施設が本運転を開始し湖水表層部は徐々に中性に近づいてきているが、2000 年の調査では深度 200 メートルで pH は 5.14～5.58 と酸性のままであった。現状として田沢湖の生態系に関する情報は少なく、中和処理の影響や流域河川水の水質変化等により田沢湖の水質は、酸性化前と比較して大きく変わっている。

そこで本試験では、田沢湖の現状の水質が生態環境として適しているかについて、水生生物の生物応答による複合的な生態影響を評価する WET 法 (Whole Effluent Toxicity) に着目し、基礎的試験を試みた。WET 法に基づく胚・仔魚期短期毒性試験を実施することで生態系の再生に向けた解決策を模索するための基礎的検討を行ったので報告する。

2. WET 手法の概要

現在、環境省では先進諸国で用いられている米国環境保護庁の WET 手法の導入を検討している。この手法は、例えば事業所等からの排水に、多様な化学物質が含まれている場合があるなかで、各種法令によって規制・監視されている物質は限られてくる。規制の化学物質や複数の物質による複合的な影響については未知な部分が多く、従来の個別の物質・項目を対象とした水環境管理手法のみでは、水生生物への悪影響といった問題に、迅速かつ確実に対応することは困難である。そこで、水生生物を排水に直接曝露し生死や繁殖、生長といった生物応答によって排水の複合的な影響を評価・管理する方法である。米国等の試験法を基にした

国内版の WET 手法では、栄養段階の異なる 3 種の水生生物に対する短期慢性毒性試を実地し、評価することになっている¹⁾。

胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験法は、ゼブラフィッシュ(*Danio rerio*)またはヒメダカの受精卵を用いて、公比 2 で希釈した排水に曝露し、胚の孵化、胚から仔魚期の生存をみる。さらに、ニセネコゼミジンコ(*Ceriodaphnia dubia*)を用いるミジンコ繁殖試験法は、ニセネコゼミジンコの幼体を用いて公比 2 で希釈した排水に曝露し、繁殖(産仔数)や親の生存をみる。淡水藻類を用いる生長阻害試験法は対数増殖期のムレミカヅキモ(*Psuedokirchneriella subcapitata*)を用いて、公比 2 で希釈した排水に曝露し、細胞濃度および生長速度をみる。生物応答指標はすべて、対照区における生物応答と差がないときの排水の濃度(無影響濃度)である。

3. 実験方法

採水地点を図 1 に示す。試験には、田沢湖の水辺で採水した湖水を使用した。なお、実験に用いた湖水の水質分析結果を表 1 に示す。pH は 5.5 で、フッ素および硫酸イオン濃度が高く、アンモニア性窒素は検出されなかった。胚・仔魚期短期毒性試験は、OECD テストガイドライン No.212 に準拠して行った。試験生物のゼブラフィッシュは地元の養殖業者から購入したものを 3 カ月以上飼育し、産卵に用いた。飼育水は、秋田高専の水道水を一日くみ置き、曝気により脱塩素処理

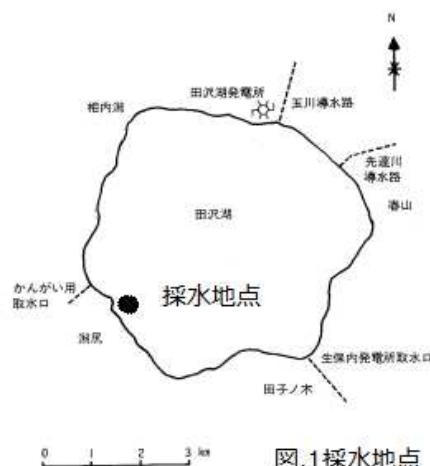


圖.1採水地点

表 1 田沢湖水の水質

水質項目	濃度	項目	イオン濃度 (mg/L)
pH	5.5	F	1.01
EC(mS/m)	16.4	Cl	16.2
DO(mg/L)	7.6	NO ₃	0.72
COD(mg/L)	<0.5	SO ₄	16.1
		Na	2.73
		K	0.32
		Mg	0.67
		Ca	9.27

表 2 各試験区の pH、EC、DO

項目	対照区	10%	20%	40%	80%	100%
pH	7.8	7.7	7.6	7.5	7.4	7.3
EC(mS/m)	17.2	17.7	17.1	16.9	16.6	16.4
DO(mg/L)	8.12	8.07	8.02	8.02	8.02	8.05

を行って用いた。飼育温度は、 $26\pm1^{\circ}\text{C}$ とし、飼育水はパワーフィルター(ジェック株式会社)で循環ろ過し、使用した。給餌はキリミンとテトラミンを混合し 1 日 4 回行ったが、試験前は冷凍ブラインシュリンプを飼育水で解凍し、与えた。明暗周期は 16 時間明、8 時間暗に設定し、オスとメスをあらかじめ分けて飼育した。本試験用の容器は、容量 90mL のペトリ皿(滅菌済プラスチックシャーレ)を使用した。公比は 2 とし、対照区(0%)と希釈水(10%、20%、40%、80%、100%)を用意した。なお、各試験区の硬度は 90 程度になるよう、 $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{KCl}$ 溶液を添加し、調整した。受精卵は、試験日の朝にペアリングし、産卵床から採卵した卵を実体顕微鏡下で観察し、受精卵のみ実験に用いた。ペトリ皿には、受精卵を各 15 個ずつ入れ、各濃度区 3 連で試験を実施した。温度は $26\pm1^{\circ}\text{C}$ 、明暗周期は 16 時間明、8 時間暗に設定した。なお、48 時間毎に換水し、水質の時間経過による変化が起こらないようにした。各試験区の pH、EC、DO を表 2 に示す。また、pH の影響を調べるため、CaO 水溶液で pH のみ調整した試験区においても胚・仔魚期短期毒性試験を行った。各試験区の pH は、5.5(湖水)、6.5、7.5 とした。

4. 実験結果

図 2 に胚・仔魚期短期毒性試験の結果を示す。対照区は曝露後 4 日目までに孵化率が 100%に達した。それに対し、各試験区も 4 日目までにおおむね 100%の孵化率を確認した。その後、9 日目まで試験を行ったが、全ての試験区で異常は確認できなかった。以上、採水

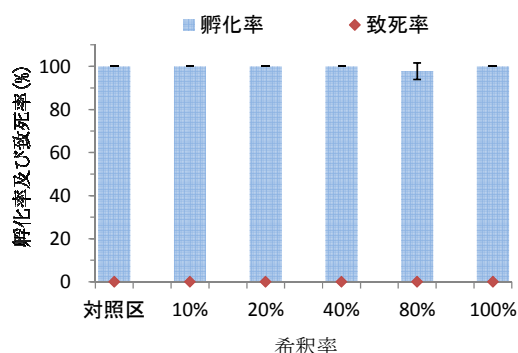


図 2 各濃度区における孵化率および致死率

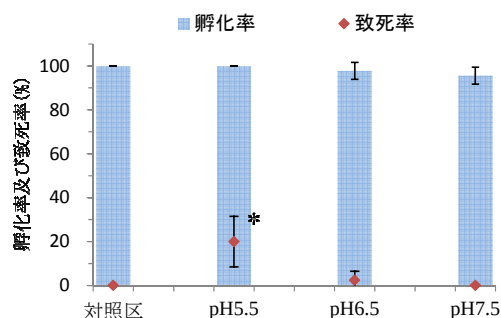


図 3 各 pH 濃度区における孵化率および致死率

地点の田沢湖水による孵化から仔魚期における魚類への短期毒性はみられなかった。しかし、図 3 に示したように pH 無調整(pH5.5)の場合では、ANOVA 後の t 検定より致死率への影響 ($p<0.05$) が認められたが、pH6.5 以上での致死率の違いはみられなかった。

5. まとめ

今回の魚類胚・仔魚期短期毒性試験では、試験水の硬度調整により pH 7 以上の条件下での影響はみられなかったものの、田沢湖水では孵化後の仔魚に対し短期毒性が確認された。現在、田沢湖には生息していないクニマスなどのマス類は、環境の酸性化によって内分泌機構等の生理機能に影響を現し、繁殖機能の低下が起こるとされている²⁾。以上より田沢湖水は魚類の生態に影響を及ぼすことが分かった。今後は湖心や流域の酸性水など、多くの地点におけるデータ集積を行い、田沢湖の生態系復元の糸口を見つけたいと考えている。

参考文献

- 1) 鑑迫典久：新しい排水管理手法の動き, 日本印刷学会誌, vol.49(2012) No.1, 34-44.
- 2) 生田和正, 天野勝文, 北村章二：酸性降下物と生態系影響陸水生態系に及ぼす酸性雨の影響-特に魚類への影響, 環境化学学会誌 vol.12(1999) No.2, 259-26.