

夜叉ヶ池における水質およびプランクトン相の季節変動に関する酸性雨影響調査について

松井 亮・福島綾子・荻野賢治・南部浩孝・下中邦俊

Acid Rain Influence Study on the Seasonal Variation of Water Quality and Plankton in the Yasha-Ga-Ike Pond

Ryou MATSUI, Ayako HUKUSHIMA, Kenji OGINO, Hirotaka NANBU, Kunitoshi SHIMONAKA

1. はじめに

福井県南条郡南越前町にある「夜叉ヶ池」は、標高1,099mの山頂付近に位置する東西約75m、南北約80mの小さな池であり、池への流入水および池からの流出水がないことや水が涸れないこと等で知られている。また、人為的汚染がほとんどなく、酸性沈着に対する応答も敏感なことから、酸性雨調査のフィールドとして注目されている。環境省が実施した「第3次酸性雨対策調査」においても、酸性雨による影響が生じている可能性があり、今後も調査を継続して行う必要があるとされている。また、絶滅危惧種の「ヤシャゲンゴロウ」が生息する貴重な湖沼としても知られている。

福井県では、環境省の委託を受けて平成6年度から年4回のモニタリング調査を行っており、平成9年度および20年度には年間を通じた水質の変動をより正確に把握するため、詳細調査を実施している¹⁾²⁾。

この従来から実施している水質調査に加えてヤシャゲンゴロウの幼虫のエサとなるプランクトン相の詳細調査を平成22～24年度に実施したので、その結果について報告する³⁾。

2. 調査方法

2.1 調査期間および調査回数

調査は表1のとおり、計22回実施した。

表1 調査期間および調査回数

調査期間	調査頻度	調査回数
平成22年度4～11月	1回/月	8回
平成23年度5～11月	1回/月	7回
平成24年度5～11月	1回/月	7回

2.2 調査地点および採水方法

試料は、夜叉ヶ池の湖岸にて表層水を採取した。

ただし、動物プランクトン用試料については、湖心付近で、プランクトンネット(41μm)を垂直曳きして採取した。図1に、調査地点を示した。

2.3 調査項目および調査方法

2.3.1 水質

pH、電気伝導率(EC)、総アルカリ度(pH4.8)、イオン類、溶存性有機態炭素(DOC)、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(TN)、全りん(TP)、クロロフィルa(Chl-a)等の項目を、陸水モニタリング手引き書(初版)に準じ分析した⁴⁾。

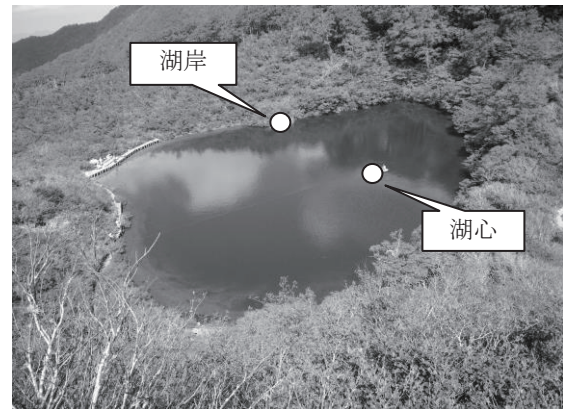


図1 調査地点

なお、pHの平均値については、水素イオン濃度から算出した。また、平均値は定量下限値未満の数値を0として算出した。

2.3.2 プランクトン

固定した濃縮サンプルを、植物プランクトンは0.1mL用計数板、動物プランクトンは1mL用計数板に分取し、検鏡・計数した。

なお、一部の試料については、検鏡・計数を外部検査機関に委託して実施した。

3. 結果および考察

3.1 水質の季節変動

平成22～24年度の3年間における水質の季節変動を図2～6に示した。今回の調査では、水質の季節変動における傾向を確認することはできなかった。

ただし、図3の総アルカリ度では、すべての調査で0.060meq/L未満と低く、酸感受性が高い湖沼であることを確認できた。

なお、酸性雨に対する感受性の指標となる総アルカリ度は、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(Acid Deposition Monitoring Network in East Asia(EANET))では、0.400meq/L以下の湖沼や河川が酸性化に対して感受性が高いとされているが、この指標と比較しても本調査の結果は低いことが分かる。

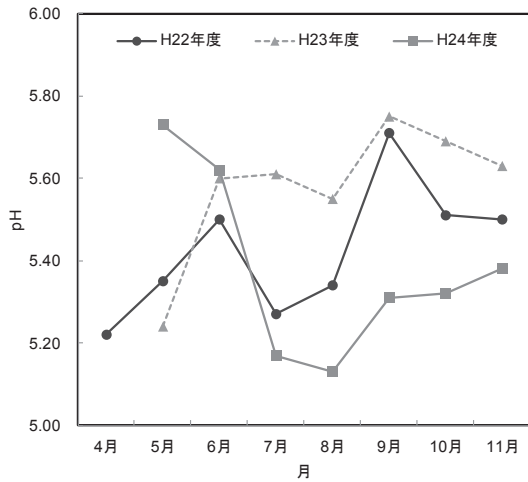
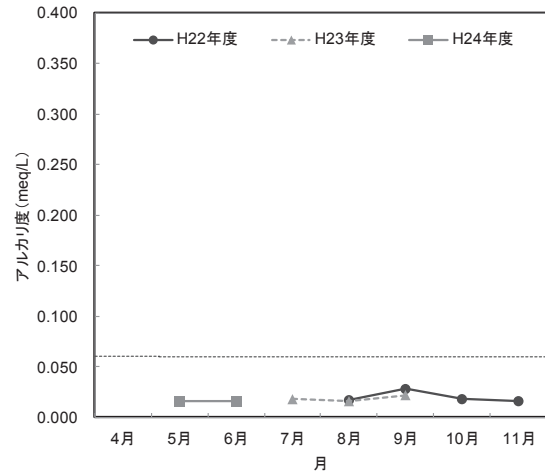
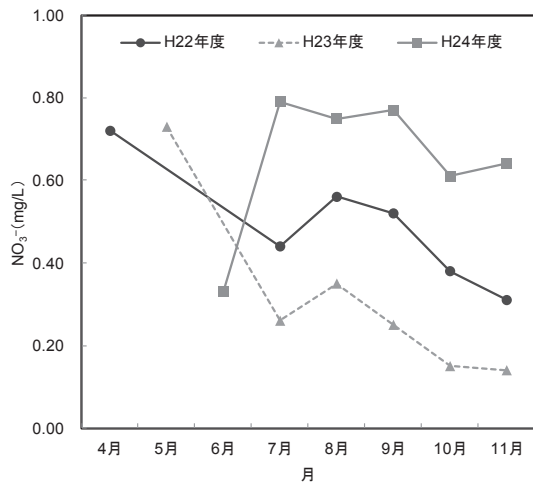


図2 pHの季節変動



・プロットのない部分は、未測定または定量下限値未満の値である。
 ・定量下限値は、0.016 meq/L

図3 総アルカリ度の季節変動



・プロットのない部分は、未測定または定量下限値未満の値である。
 ・定量下限値は、0.07 mg/L

図4 NO₃⁻の季節変動

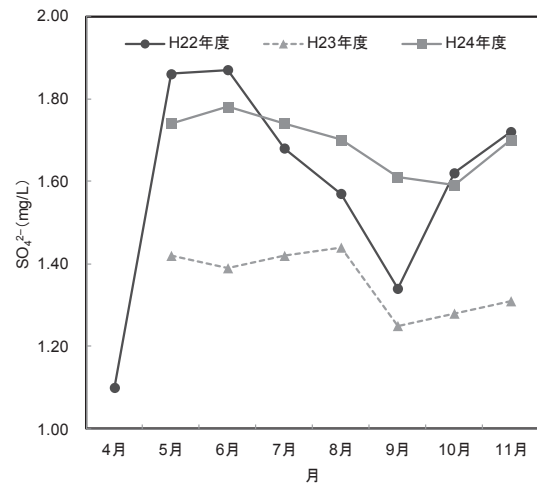


図5 SO₄²⁻の季節変動

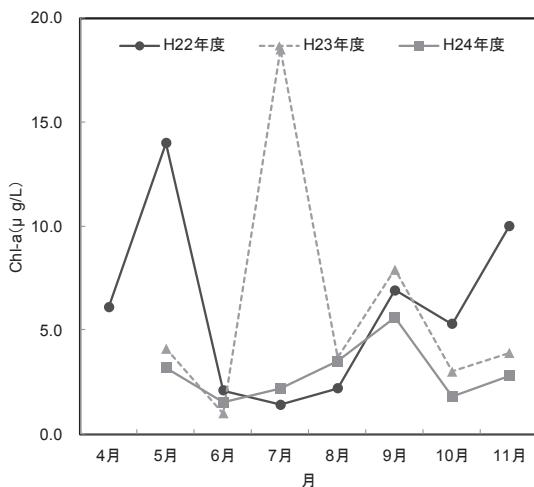


図6 Chl-aの季節変動

3. 2 pHとイオン成分濃度の相関

pHとイオン成分濃度の相関を図7、8に示した。

pHとNO₃⁻濃度の間には、有意な負の相関がみられた。このことから、NO₃⁻濃度はpHの変動挙動に影響していると考えられる。

ECとNO₃⁻、SO₄²⁻濃度の間には、有意な正の相関がみられた。このことから、ECを変化させる因子としてNO₃⁻、SO₄²⁻が考えられる。

3. 3 プランクトンの季節変動

3. 3. 1 植物プランクトン

植物プランクトンであるクリプト藻綱 (Cryptophyceae) およびツノオビムシ (*Ceratium hirundinella*) の季節変動を図9、10に示した。今回の調査では、植物プランクトンの季節変動における傾向を確認することはできなかった。

pHと植物プランクトン細胞数の相関についても有意な相関を確認することはできなかった。

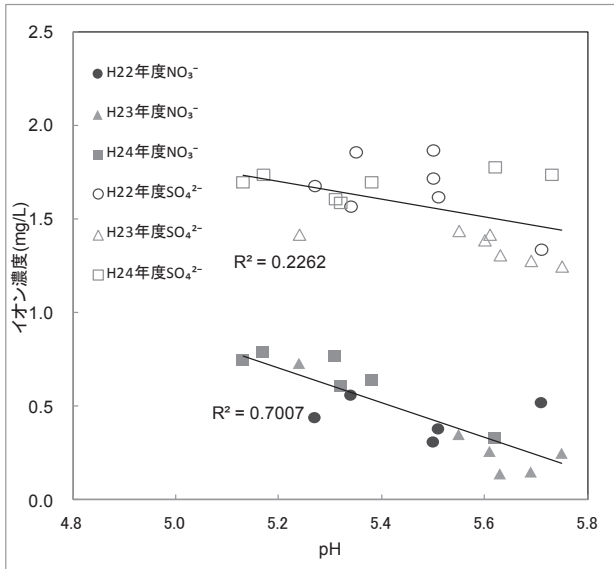


図7 pHとNO₃⁻、SO₄²⁻濃度の相関

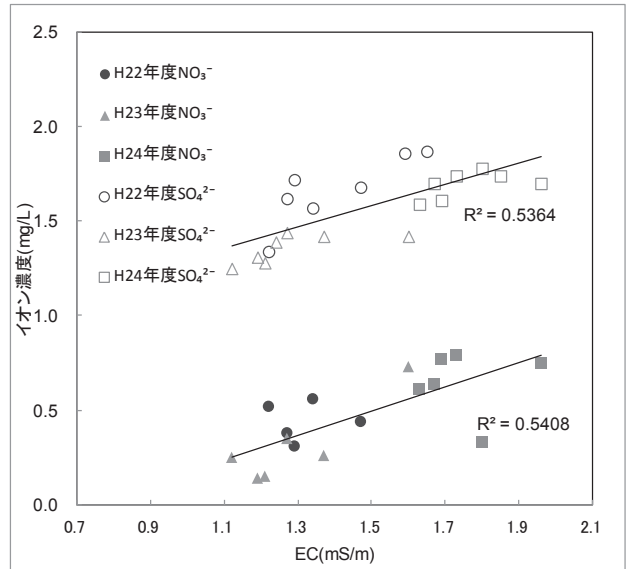


図8 ECとNO₃⁻、SO₄²⁻濃度の相関

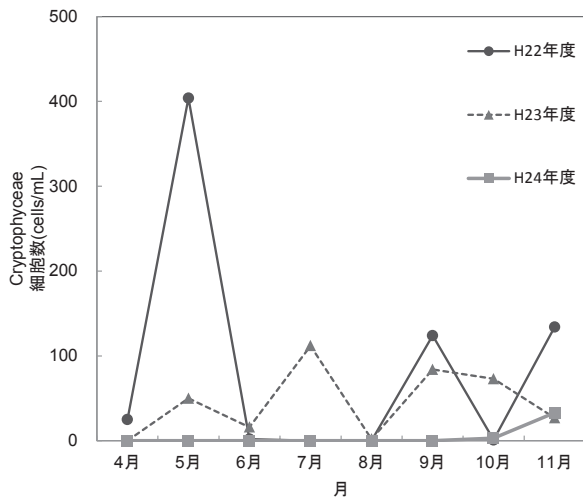


図9 Cryptophyceaeの季節変動

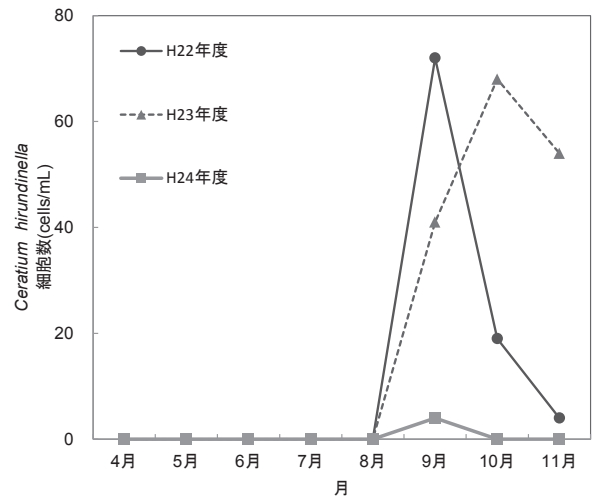


図10 Ceratium hirundinellaの季節変動

しかし、今回の調査により夜叉ヶ池は、植物プランクトンの出現数が少ない湖沼であることが確認された。一般的な湖沼では、プランクトンの炭酸同化作用により、湖沼水中のCO₂が消費され、その分pHが高くなる。さらに、プランクトンの窒素同化作用により、湖沼水中のNO₃⁻が栄養分としてプランクトンに取り込まれることで、NO₃⁻が消費される。

つまり、前述のように夜叉ヶ池湖沼水中では、植物プランクトンの出現数が少ないため、これらの作用が弱く、このことが図7に示すpHとNO₃⁻濃度の間の有意な負の相関に寄与していると推察された。

3.3.2 動物プランクトン

この3年間における動物プランクトンであるハリナガミジンコ (*Daphnia longispina*) および橈脚亜綱のノープリウス期幼生 (Copepoda (nauplius)) の季節変動を図11、12に示した。今回の調査では、動物プランクトンの季節変動における傾向を確認することはできず、pHと動物プ

ランクトン細胞数についても有意な相関を確認できなかった。

3.4 イオン成分における湖沼水と湿性沈着量との相関

夜叉ヶ池湖沼水質、降水量と降水中の成分がおよぼす影響を検討するため、各イオン成分について夜叉ヶ池湖沼水中の濃度と降雨による湿性沈着量の相関を図13~15で評価した。

各月の夜叉ヶ池湖沼水中の各イオン成分濃度として、夜叉ヶ池で採水した試料の濃度 (μmol/L or mg/L) を横軸に、各月の各イオン成分の湿性沈着量として、当センター屋上 (夜叉ヶ池からの距離約50km) で定期的に捕集した雨水を、各月毎に降水量で加重平均して求めた量 (mmol/m²/月) を縦軸とした。しかし、今回の解析では有意な相関を確認することはできなかった。

この原因として、雨水を捕集した地点が夜叉ヶ池湖沼水採取地点から離れすぎていたことと、統計上の「選抜効果」により、相関関係を検討する対象についてその対象の中の

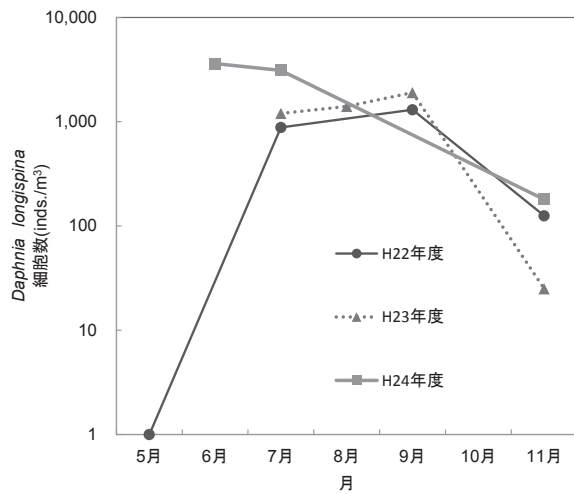


図 11 *Daphnia longispina* の季節変動

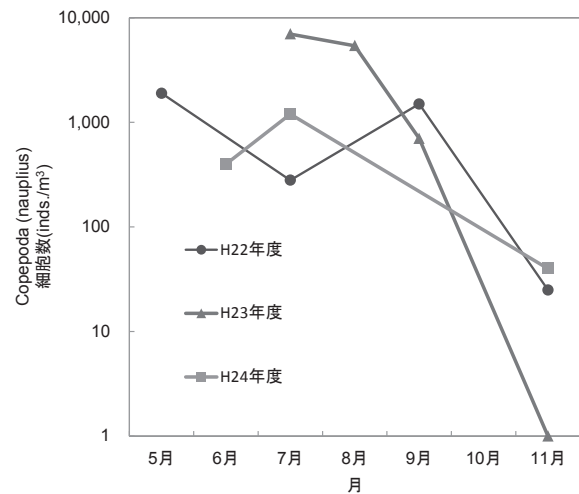


図 12 Copepoda (nauplius) の季節変動

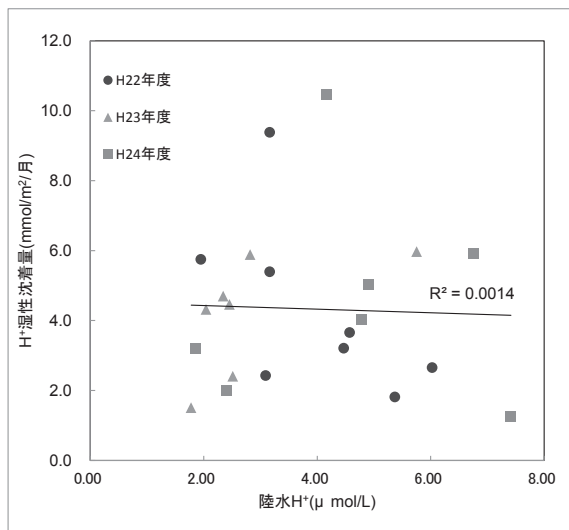


図 13 H⁺における湖沼水と湿性沈着量の相関

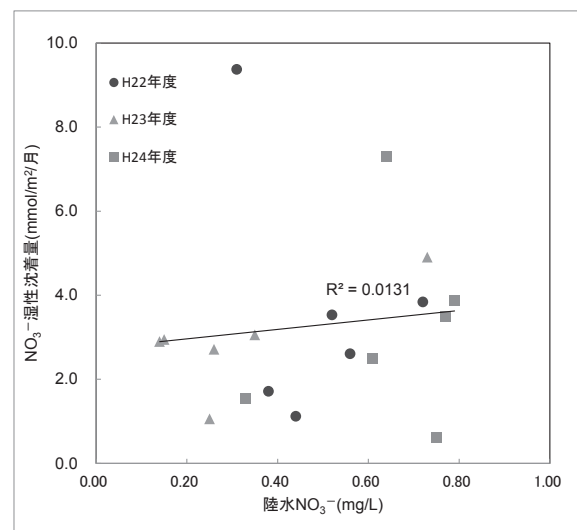


図 14 NO₃⁻における湖沼水と湿性沈着量の相関

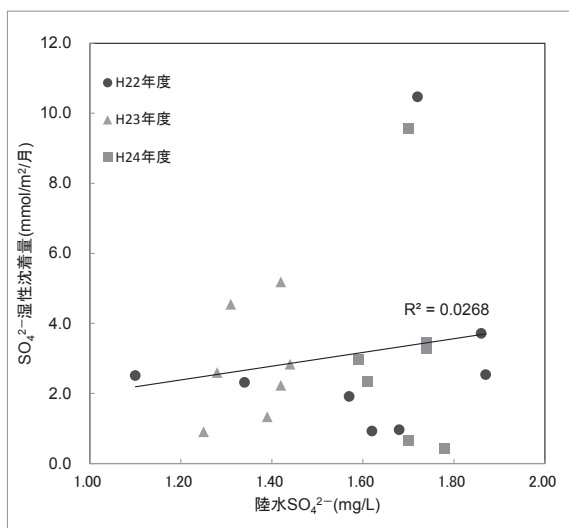


図 15 SO₄²⁻における湖沼水と湿性沈着量の相関

一部分の偏ったデータだけを用いて相関をとったことが考えられた。そのため、夜叉ヶ池付近の湿性沈着量データを収集することと、できるだけ偏りの少ない多数のデータを収集する必要があるが、夜叉ヶ池が標高 1,099m の山頂付近に位置することや、「夜叉ヶ池水生昆虫特定動物生息地保護林」に林野庁が指定していることからモニタリング用計測機を池に常設することは難しく、当該データの収集は極めて困難である。

4. まとめ

1. 夜叉ヶ池湖沼水において、pH と NO₃⁻濃度の間には負の相関がみられた。また、EC と NO₃⁻、SO₄²⁻濃度の間には、正の相関がみられた。
2. 夜叉ヶ池は植物プランクトンの出現数が少ない湖沼であることを確認した。
3. 夜叉ヶ池は、一般的な湖沼に比べて総アルカリ度が低く、酸感受性が高い湖沼であることを確認した。

4. プランクトン検鏡・計数結果では、湖沼水 pH 変化の指標となる有効なプランクトンは確認できなかった。
5. 各イオン成分について、夜叉ヶ池湖沼水中の濃度と降雨による湿性沈着量の有意な相関を確認することはできなかった。

謝辞

本調査研究にあたり、試料の採取等の多大な協力をいただきました近畿中国森林管理局 福井森林管理署パトロール員川崎 正俊氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) 石倉誠司他：夜叉ヶ池における酸性雨影響調査について(第3報),福井県環境科学センター年報, 28,108-110 (1998)
- 2) 松永浩美他：夜叉ヶ池における酸性雨影響調査について(第4報)－水質の季節変動に関する研究－,福井県衛生環境研究センター年報, 8,78-81 (2009)
- 3) 片谷千恵子他：夜叉ヶ池における酸性雨影響調査について(第5報)－水質およびプランクトン相の季節変動－,福井県衛生環境研究センター年報, 10,72-78 (2011)
- 4) 環境省地球環境局環境保全対策課, (財) 日本環境衛生センター 酸性雨研究センター：陸水モニタリング手引書(初版), (2005)