

夜叉ヶ池における酸性雨影響調査について (第3報)

石倉誠司・片谷千恵子・松崎雅之・白崎健一

Survey on Effect of Acid Rain in Yasyagaike (3)

Seiji ISHIKURA, Chieko KATAYA, Masayuki MATSUZAKI, Kenichi SHIRASAKI

1 はじめに

当県では、環境庁の委託業務として平成6年度¹⁾から夜叉ヶ池の酸性雨モニタリング調査を実施しているが、今回これに併せて、動物および植物プランクトン等の調査項目を追加し調査を実施したので、その結果を報告する。

2 調査方法

2.1 調査期間および調査地点

平成10年6月25日、7月27日、9月4日、11月6日の4回、湖心表層(0.5m)および湖心下層(4.5m)で調査を実施した。

2.2 調査項目

表1の水質調査結果に示す項目および、動物、植物プランクトンについて調査した。

2.3 調査方法および測定方法

調査および測定法は前報¹⁾に準じた。

3 結果と考察

3.1 水質調査結果

水質調査結果を表1に示す。

次にこれまでの年度別水質調査結果と今回の調査結果を比較するため、調査共通月(7、9、11月調査)の平均値を表2に示す。

また、環境庁による第3次酸性雨対策調査結果(陸水系調査分)⁴⁾から、調査対象29湖沼における調査データの平均値を表2に併記した。

pHについては、今回5.2~5.9の範囲にあり、白崎³⁾ら

表1 水質調査結果

調 査 年 月 日	平成10年6月25日		平成10年7月27日		平成10年9月4日		平成10年11月6日	
採 水 地 点	表層	下層	表層	下層	表層	下層	表層	下層
全 水 深 (m)	5.6		5.6		5.5		5.5	
採水水深 (m)	0.5	4.5	0.5	4.5	0.5	4.5	0.5	4.5
天 候	曇り		雨		晴		晴	
気 温 (℃)	19.0		19.7		22.5		14.1	
水 温 (℃)	16.5	17.0	20.6	21.3	22.4	20.7	10.5	10.5
色 相	無色	淡黄緑色	淡黄緑色	淡黄緑色	無色	無色	無色	無色
透明度 (m)	4.2		3.8		3.7		3.1	
pH	5.64	5.58	5.27	5.32	5.62	5.56	5.96	5.96
EC (μS/cm)	15.6	15.7	16.3	15.3	13.0	13.1	10.7	10.6
アルカリ度 (meq/l)	0.060	0.060	0.020	0.020	0.024	0.024	0.040	0.040
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	2.20	2.09	2.00	2.07	1.82	1.82	1.48	1.51
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.08	0.09	0.70	0.70	0.55	0.57	0.08	0.10
NO ₂ ⁻ (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cl ⁻ (mg/l)	2.81	2.57	2.19	2.23	1.68	1.72	1.43	1.49
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0.004	0.005	0.004	0.012	0.006	0.009	0.004	0.004
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.13	0.15	0.56	0.56	0.27	0.32	0.25	0.26
Al ³⁺ (mg/l)			<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02
Ca ²⁺ (mg/l)	0.25	0.27	0.29	0.30	0.31	0.33	0.31	0.31
Mg ²⁺ (mg/l)	0.22	0.19	0.19	0.18	0.21	0.20	0.18	0.17
Na ⁺ (mg/l)	1.67	1.47	1.35	1.39	1.12	1.16	0.90	0.88
K ⁺ (mg/l)	0.32	0.31	0.29	0.26	0.27	0.31	0.29	0.33
COD (mg/l)	1.9	5.2	2.2	3.0	3.4	3.6	3.6	3.6
DOC (mg/l)			5.4		1.5		1.8	
クロロフィルa (μg/l)	1.5	1.7	4.6	3.9	1.3	2.1	15.4	15.9
D-Fe (mg/l)			0.02	0.04	0.03	0.06	0.31	0.12
Mn ²⁺ (mg/l)			0.13	0.13	0.14	0.14	0.08	0.08
SS (mg/l)	<1	2	<1	3	2	2	3	3
DO (mg/l)	7.4	6.0	6.8	5.5	7.6	5.6	9.7	7.6
DO飽和度 (%)	78	64	78	64	90	64	90	70
T-N (mg/l)	0.45	0.40	0.33	0.40	0.38	0.40	0.26	0.24
T-P (mg/l)	0.018	0.018	0.020	0.026	0.026	0.021	0.026	0.024

表2 夜叉ヶ池の年度別水質調査結果(湖心表層平均値)

	昭和61年度 ²⁾	平成6年度 ¹⁾	平成9年度 ³⁾	平成10年度	全国29地点平均値 ⁴⁾
pH	5.79	5.56	5.32	5.62	7.0
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	12.2	18.3	15.8	13.3	65.5
アルカリ度 (meq/l)	0.023	0.054	0.024	0.028	0.29
SO_4^{2-} (mg/l)	1.46	2.45	2.00	1.77	5.54
NO_3^- (mg/l)	0.21	0.33	0.30	0.44	0.78
Cl^- (mg/l)	2.15	3.53	2.50	1.77	5.8
NH_4^+ (mg/l)	0.06	0.03	0.06	0.36	0.05
Ca^{2+} (mg/l)	0.52	0.63	0.33	0.30	5.15
Mg^{2+} (mg/l)	0.22	0.28	0.22	0.19	1.89
Na^+ (mg/l)	1.00	2.04	1.80	1.12	4.85
K^+ (mg/l)	0.26	0.48	0.29	0.28	0.71
COD (mg/l)	2.6	3.8	3.0	3.1	2.6
SS (mg/l)	1.7	1.0		2.0	
DO (mg/l)	8.30	7.64	7.60	8.03	
クロロフィル a ($\mu\text{g}/\text{l}$)	7.2	15.1	3.7	7.1	8.2
T-N (mg/l)	0.25	0.30	0.46	0.32	
T-P (mg/l)	0.022	0.027	0.028	0.024	

が前報で報告したとおり、4.9～6.0の季節間の変動範囲にあった。

ECについては10.7～16.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、アルカリ度については0.020～0.060 meq/l と過去の調査結果と同様の傾向がみられた。

硫酸イオンについては、1.4～2.2 mg/l の範囲にあった。

硝酸イオンについては、6月、11月の春期と秋期が0.08 mg/l であったのに対し、7月、9月の夏期が0.5～0.7 mg/l と高くなる傾向がみられた。

溶存鉄イオンは0.02～0.31 mg/l、マンガンイオンは0.08～0.14 mg/l、アルミニウムイオンは0.02 mg/l 未満～0.03 mg/l となりこれまでの調査結果と同様であった。

また、湖心表層(0.5m)と下層(4.5m)とを比較したところ、層間における変化は特に認められなかった。

これは、夜叉ヶ池が10m以下の浅型湖沼のうへ地理的に風がよく吹く地点にあり、湖内が物理的にも十分攪拌されることが挙げられる。

ここで、環境庁による第3次酸性雨対策調査データ集(陸水系調査分)⁴⁾ から全国調査対象の29湖沼と比較してみると、夜叉ヶ池はpHが一番低く、アルカリ度、ECではそれぞれ下位から4位、5位となり、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、ナトリウムイオンなどのミネラルが特に低い湖沼となった。

しかしながら、クロロフィルa、COD、アンモニウムイオン、硝酸イオンについては、比較的多い湖沼に位置づけられた。

このことは、植物プランクトンの活動が寄与していることが考えられ、動物プランクトンを含めて調査を実施した。

3.2 プランクトン調査結果

動物プランクトンおよび植物プランクトンの調査結果

を、表3、表4に示す。

植物プランクトンについては、7月の調査時においては鞭毛藻類の不明種が1000 cells/ml 出現し優占していたが、9月および11月調査時には*Botryococcus braunii* (図1) がそれぞれ20000 cells/ml、31000 cells/ml と優占して出現しており、特に11月の水質結果におけるクロロフィルが高くなった主因と考えられ、今後さらに調査していきたい。

動物プランクトンについては、7月、9月調査時には、平成6年度の調査と同様に*Acanthodiptomus pacificus* および*Daphnia longispina* が優占していたが、11月調査時にはVorticellidae (図1) が1 l 当たり3695個体数という高密度に出現しており、季節変動を含め今後継続的な調査が必要と考える。

4 まとめ

夜叉ヶ池は他の湖沼と比較して、pHの他、EC、アルカリ度およびカルシウムイオン、マグネシウムイオン、ナトリウムイオン、などのミネラルが特に低かったが、クロロフィルa、COD、アンモニウムイオン、硝酸イオンについては、比較的高い湖沼に位置づけられた。

これは、植物プランクトンの活動が寄与していることが考えられ、動物および植物プランクトンの調査が重要と考えられた。

今回までの調査では、夜叉ヶ池は酸性化の傾向は特に見られなかった。

しかしながら、池周辺土壌の酸性雨に対する緩衝能も弱いと考えられることから、周辺土壌の緩衝能の調査も含め、動植物プランクトン類の継続したモニタリング調査を今後も行なっていきたい。

表3 動物プランクトン結果

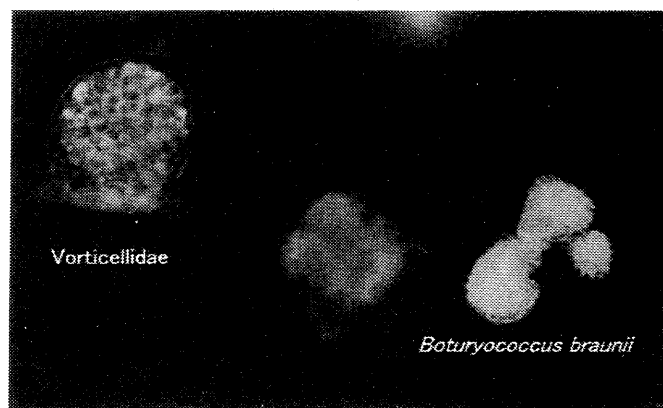
単位：個体数/ℓ

CLASS	SPECIES	H10.7.27	H10.9.4	H10.11.6
LOBOSEA	<i>Arcella</i> sp.	2		
POLYHYMENOPHORA	Vorticellidae			3695
EUROTATOREA	<i>Keratella valga</i>	7	2	
	<i>Monostyla</i> sp.	2		
	<i>Trichocerca</i> sp.			2
	<i>Polyarthra</i> sp.			75
	<i>Conochilus unicornis</i>	42	12	
CRASTACEA	Nauplius, Copepodid	15	10	
	<i>Acanthodiaptomus pacificus</i>	40	15	10
	<i>Daphnia longispina</i>	25	14	

表4 植物プランクトン結果

単位：cells/ml

CLASS	SPECIES	H10.7.27	H10.9.4	H10.11.6
CANOPHYCEAE	<i>Phormidium</i> sp.	41	140	
CRYPTOPHYCEAE	<i>Cryptomonas</i> spp.	14	70	300
DINOPHYCEAE	<i>Ceratium hirundinella</i>	2		4
BACILLARISPHYCEAE	<i>Eunotia</i> sp.	2		
	<i>Nitzschia acicularis</i>	2		
	Others	2		
XANTHOPHYCEAE	<i>Botryococcus braunii</i>	300	20000	31000
CHLOROPHYCEAE	<i>Ankya</i> spp.	7		
	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	100	110	
Microflagellata	Others	1000	20	

図1 Vorticellidae, *Botryococcus braunii* ×100

参考文献

- 1) 坊栄二ほか：夜叉ヶ池における酸性雨影響調査について，福井県環境科学センター年報，24，pp.112-116，1994
- 2) 高田敏夫ほか：陸水環境に及ぼす酸性雨の影響に関する研究（第2報），福井県環境科学センター年報，16，pp.182-190，1986
- 3) 白崎健一ほか：夜叉ヶ池における酸性雨影響調査について（第2報），福井県環境科学センター年報，27，pp.81-83，1997
- 4) 第3次酸性雨対策調査データ集（陸水系調査分冊），平成11年3月，環境庁（財）日本環境衛生センター酸性雨研究センター