

干拓・淡水化の汽水湖生態系に及ぼす影響

Effects of reclamation and desalination on the ecosystem of a brackish lake

代表研究者 金沢大学教育学部助教授 川 幡 佳 一
Assoc. Prof., Faculty of Education, Kanazawa Univ.
Keiichi KAWABATA

A lot of brackish lakes in Japan have been reclaimed and/or desalinated because of the low utility ability. Nevertheless, changes in the ecosystems have scarcely been studied. Lake Kahoku-gata was partially reclaimed from 1963 to 1970, and desalinated from 1978. It is now a small (surface area, 4 km²), shallow (maximum depth, 5 m), eutrophic (Chlorophyll *a* concentration, 48–113 μg l⁻¹), freshwater (Cl⁻ density, <0.05 g l⁻¹) lake. The inorganic environments and plankton fauna were studied before reclamation (1946–1951) by Mashiko and Inoue (1952), and after partial reclamation and before desalination (1972) by Kamiyjo *et al.* (1973). In the present study the ecosystem of Lake Kahoku-gata was investigated in 1992, and the results were then compared with the previous data, thereby estimating the effects of partial reclamation and desalination. The most conspicuous change was found in copepod fauna: only one species has survived the partial reclamation and desalination, and ten new species have been recruited. Thus partial reclamation and desalination have significantly changed the ecosystem of Lake Kahoku-gata.

研究目的

本研究の目的は、部分的干拓および淡水化が汽水湖生態系に及ぼす影響を評価することである。日本の汽水湖の多くは、その利用価値の低さから、干拓あるいは淡水化されてきた。しかし、自然環境の改変は常に人間-自然系へのリスクを内包しており、事前の環境アセスメントが必要なことは言うまでもない。したがって、すでに部分干拓・淡水化された湖の生態系調査は、それ自身の自然科学的価値もさることながら、今後の事業に対して貴重な資料を与えるものである。

湖沼生態系の構造は、細菌プランクトン・植物プランクトン・動物プランクトンおよび魚類の食物関係がその骨格をなす。なかでも動物プランクトンは、生産者である植物プランクトンを捕食し、魚類に捕食される、基幹産業者である。したがって、動物プランクトンの生態学的研究は、湖沼生態系分析において最も重要な位置を占めるものである。

国内外において多くの汽水湖が干拓・淡水化されてきたが、それに伴う生態系の変化はほとんど調べられていない。特に我が国ではプランクトン研究の歴史が浅く、干拓・淡水化前の情報を欠くことが多い。しかし、北陸最大の汽水湖であった河北潟の動物プランクトンと無機環境に関しては、干拓前と部分干拓直後の調査結果が報告されている。そこで本研究では、部分的干拓・淡水化後の河北潟生態系の分析を、動物プランクトン群集の記載および動態解析を中心にして行う。そしてこれを過去の記録と比較することにより、干拓・淡水化の生態系への影響を評価する。

研究経過

河北潟は金沢市の北東に位置し、内灘砂丘を隔てて日本海に接する北陸最大の汽水湖であった。水田造成を目的とした部分的干拓が1963年から1970年にかけて行われ、その面積は23 km²から5 km²へと減少した。また1978年からは海水の侵入が防止され、現在では淡水湖となっている

る。河北潟の動物プランクトン群集の種組成および無機環境に関しては、干拓前の1946~51年について MASHIKO & INOUE (1952) が、部分干拓直後淡水化前の1972年について上条他 (1972) が報告している。

野外調査は、河北潟中心部の水深2.5 mの定点において、1992年4月17日、5月17日、6月15日、7月10日、8月16日、9月28日の計6回行った。なお予備調査により、10月から3月にかけての低温期には生態系の活性の低いことが分かっている。日周変化を明らかにするために、9-12時と21-23時に各1回調査した。

無機環境および植物プランクトンについての測定のための試水は、バンドーン採水器によって収集した。水温は、現場において棒状温度計で測定した。塩分・溶存酸素・クロロフィルaの各濃度は、試水を実験室に持ち帰り、それぞれモル法・ウィンクラー法・ローレンツェン法により測定した。植物プランクトンの細胞数密度は、試水をルゴール液で固定したのち、自然沈殿で濃縮した標本を、血球計数板を用いて推定した。

動物プランクトンは、プランクトンネットの鉛直曳により定量採集した。標本はまず、透過型微分干渉顕微鏡を用いて種同定を行った。次に、実体顕微鏡を用いて各種個体群の計数を行い、個体群密度を推定した。カイアシ類については、発育段階の組成も分析し、個体群動態を明らかにした。

研究成果

i) 無機環境

水温は、4月の12.0°Cから8月の29.5°Cまで変化した。表層と底層の温度差は、2.3°C以下であった。干拓前は12.5-29.8°Cと今回と同じであったが、部分干拓直後淡水化前は7.6-31.1°Cとより広い範囲で変化した。表層と底層の温度差は、干拓前は6.4°C以下と大きく、部分干拓直後淡水化前は3°C以下であった。

塩分濃度は常に0.05 g/l未満であり、完全な淡水であった。干拓前は1.5-13.9 g/lと高くまた変動が激しかったが、部分干拓直後淡水化前は0.02-5.6 g/lといくぶんか低くなっていた。

溶存酸素は一般に過飽和状態であり、富栄養化によって一次生産速度が高くなっていることを示している。7月には底層で酸素飽和度の最低値56%を記録したが、湖水が酸欠になることはなかった。夏季における表層での過飽和状態は、干拓前と部分干拓直後淡水化前ともに見られた。底層は、干拓前には酸欠となることがあったが、部分干拓直後淡水化前は最低値が53%であった。

ii) 植物プランクトン

クロロフィルa濃度は、48 µg/lから113 µg/lまで変動した。6、7月に最大となった。この濃度は、富栄養湖のレベルに達している。植物プランクトンの優占種は、*Cyclotella* sp.と*Cryptomonas* sp.であった。細胞数密度は、*Cyclotella* sp.が $10-108 \times 10^3$ cells/ml、*Cryptomonas* sp.が $2-19 \times 10^3$ cells/mlであり、その継時変化はクロロフィルa濃度のそれと同じであった。これらは動物プランクトンに捕食・消化されやすい種類であり、動物プランクトンの餌条件は良好であると思われる。富栄養化の進行にもかかわらず藍細菌が繁殖していないことも、動物プランクトンには有利な条件である。以前の研究では、クロロフィルa濃度は測定されていない。植物プランクトンでは、干拓前には*Chaetoceros*などの海産種が含まれていたが、部分干拓直後淡水化前には海産種は報告されていない。

iii) 動物プランクトン

最も種数が多かったのはカイアシ類で、以下の11種が同定された。*Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851), *Tropocyclops prasinus* (Fischer 1860), *Paracyclops fimbriatus* (Fischer 1853), *Cyclops vicinus* Uljanin 1875, *Acanthocyclops robustus* (G. O. Sars 1863), *Mesocyclops pehpeiensis* Hu 1943, *Thermocyclops crassus* (Fischer 1853), *Thermocyclops dybowskii* (Lande 1890), *Thermocyclops taihokuensis* Harada 1931, *Schmackeria inopinatus* (Burckhardt 1913), *Eodiaptomus japonicus* (Burckhardt 1913)。このうち、*M. pehpeiensis*, と *T. dybowskii* は本邦初記載である。

干拓前には *Oithona* sp., *Paracyclopsina nana*

Smirnov 1935, *Sinocalanus tenellus* Kikuchi 1928, *S. inopinus* の 4 種が、部分干拓直後淡水化前には *S. tenellus*, *S. inopinus* の 2 種が報告されている。したがって、部分的干拓・淡水化を経て生き残ったのは *S. inopinus* 1 種のみであった。また、特に淡水化が動物相に大きな影響を与えたことが分かった。

枝角類では、*Diaphanosoma brachyurum* Lieve 1848 のみが見つかった。干拓前には枝角類は発見されておらず、部分干拓直後淡水化前には *Moina macrocopa* (Straus 1820), *Bosmina longirostris* (O. F. Müller 1785), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785) の 3 種が報告されている。ここでも、動物相に大きな変化が認められた。

1992 年の 4 月と 5 月には、*E. serrulatus* と *C. vicinus* が優占した。6 月には長雨による湖水の交換のため、動物プランクトンは激減した。7 月には、*E. japonicus* と *S. inopinus* が優占した。8 月と 9 月には、この 2 種に加えて *T. taihokuensis* が増殖した。9 月には、*D. brachyurum* も多かった。また 1992 年には、全種の甲殻類が日周鉛直移動を行っていた。すなわち、昼間は底質付近に集中分布し、日没とともに浮上して夜間は浮遊し、日の出とともに沈降した。

iv) まとめ

部分的干拓および淡水化が、河北潟の無機環境とプランクトン生物相に大きな影響を及ぼしたことが分かった。なかでも、基幹産業者である動物プランクトンの種組成が全く入れ替わってしまっ

たことは、生態系の構造と機能が激変したことを示している。

今後の課題と発展

まず河北潟については、今回扱うことのできなかった藻類以外の微生物および魚類の調査が必要である。前者は、微生物ループとして水界生態系における役割が注目されており、その動物プランクトンへのボトムアップ的影響が重要であると思われる。また後者は、動物プランクトンの捕食者としてのトップダウンの影響が問題である。これと関係するのが、甲殻類の日周鉛直移動である。これは一般に、魚類のような視覚に依存する捕食者からの回避として解釈されている。昼間の底質付近を隠れ家として利用するというわけである。河北潟でもこのような説明が成り立つかどうか、検証する必要がある。いずれにせよ、水界生態系全体の調査には、各分野の専門家による共同研究が必要である。

現在、河北潟のカイアシ類の記載論文を準備中である。特に *Acanthocyclops* 属と *Mesocyclops* 属の分類は現在世界中で問題にされており、今後この二属を中心としてカイアシ類の日本国内の分布を検討したい。さらに、カイアシ類に限らず、河北潟と同じような歴史をもつ他の湖についての知見を増やすことにより、干拓・淡水化をめぐる水界生態系の比較研究を行いたい。

発表論文リスト

- 1) Kawabata, K. and Defaye, D. (in preparation): Planktonic copepods from Lake Kahoku-gata, Japan.