

# 生物群集構造と水質の相互関係

## — 諏訪湖と霞ヶ浦から学んだこと —

花里孝幸（信州大学山岳科学総合研究所）

### Relationship between Community Structure and Water Quality in Lakes Takayuki HANAZATO (Institute of Mountain Science, Shinshu University)

諏訪湖は1960年代以後、アオコが大発生し、大きな環境問題が生じた。その問題を解決するために、1979年に終末処理場がつけられ、その後、長野県は諏訪地域の下水道の普及率向上に努めた。その結果、今では普及率は98%に達し、接続率も97%と高率になり、しかも処理排水を系外放流をしていることが功を奏し、1999年になってアオコが突然激減し、その後アオコの発生量は低い状態が続いている<sup>1)</sup>。また、ほぼ同時に迷惑害虫扱いをされていた双翅目昆虫ユスリカの大発生がなくなった<sup>1)</sup>。

この次に生じた顕著な生態系構造の変化は、水草の繁茂である。浅い諏訪湖は本来水草が多く繁茂する湖であった<sup>2)</sup>。1911年の調査記録によると、水草は水深4m以浅の水域全体にまで分布しており、その面積は湖面積の26%に及んでいた<sup>2)</sup>。ところが、水質汚濁の進展に伴って水草が姿を消すようになり、1978年には、湖面積に対する分布面積の割合は、わずか4.8%にまで低下してしまった。ところがその面積は、1999年のアオコの激減時を境に増加に転じた。特に大きく分布を広げたのが浮葉植物のヒシであるが、昔の諏訪湖で優占していた沈水植物のクロモも増えた。そして、それらの水草の分布面積の増加には、透明度とのあいだに正の相関がみられた。このことから、水草が富栄養湖で増えるためには、透明度の上昇が重要な要因であることがわかった。現在では、水草の分布域は、およそ水深2mより浅い沿岸域に限られ

ている。この水草が、1911年頃の水深4m域まで分布が広がれば、水草が湖の水質に影響を与えるようになると期待される。実際、我々が調査を行っている長野県白樺湖では、コカナダモが大繁茂し、湖面積の30%程を占めるようになった1993年に、湖全体の透明度が上昇した<sup>3)</sup>。

水草帯の回復を目指した大がかりな実験が霞ヶ浦で行われている。そこでは、波浪による沿岸域の攪乱を抑えるために消波工事を行い、その内側に盛り土して、緩やかな斜面を作るなど、様々な工夫をした。その結果、岸から沖に向かって抽水植物帯、浮葉植物帯ができ、その先に沈水植物が生えるようになった。ただし、沈水植物が分布する水域は、水深がかなり浅いところに限られた。これは、霞ヶ浦の透明度が低いからだ。すると、時間が経つにつれ、その浅い場所は、抽水植物に侵略され、沿岸域から沈水植物が駆逐される結果となった。このことから、透明度が低いと、沈水植物は抽水植物や浮葉植物にその場を奪われ、結果として増えることができないことがわかった。したがって、霞ヶ浦で水草帯を増やすには、水草が増えやすい湖岸を作るだけでなく、ある程度までは何とかして水の透明度を上げる必要があるといえる。

諏訪湖では、1999年以後、他の生物群集にも変化が見られている。ひとつは魚の減少である<sup>1)</sup>。諏訪湖では1914~1915年に霞ヶ浦からワカサギを導入し、それがその後の諏訪湖の漁業を支えるようになった。年間の漁

獲量は、1950年頃はおよそ100トンだったが、その後徐々に増加して、1970年代には300トンを超えるまでに至った。ところが、1980年頃から減少に転じ、2000年になると50トンを下回るところにまで減ってしまった。

このワカサギ漁の不振の原因として、魚食魚ブラックバスの侵入や魚食性の鳥類、カワウ、カワアイサの飛来量の増加を挙げる人がいるが、最も大きな原因は水質浄化にあると考えられる。なぜなら、水質浄化は湖水中の植物プランクトンの生産量を低下させる行為である。そのため、それは湖内のほとんど全ての生物の生産量を下げることになるのである。このことは、湖の水質浄化を推進したときには必ず生じることと考えてよいだろう。

アオコやユスリカほどは劇的ではなかったが、動物プランクトン群集にも変化が見られている。それは、体長が8mm程度にまでなる国内最大のミジンコ、ノロの増加である<sup>1)</sup>。ワカサギの胃内容物調査をすると、この魚はノロを選択的に捕食していることがわかった。したがって、諏訪湖のノロ個体群にはワカサギの強い捕食圧がかかっていたと考えられる。その諏訪湖でノロが増えているということは、ワカサギが減っていることを示唆している。また、植物プランクトンは動物プランクトンの主要な餌だが、水質浄化が進んでも動物プランクトンの現存量には顕著な減少傾向が見られていない。いや、減少というよりもむしろ大型のノロが増えているのである。このことから、諏訪湖のような富栄養湖の動物プランクトン群集構造や現存量を決める要因として、餌である植物プランクトンよりも魚による捕食の方が大きかったと考えられる。また、2007年になって、初夏の短期間に、1個体/L以下という低密度だが、大型ミジンコ（ダフニア属）のカブトミジンコが諏訪湖に出現した<sup>4)</sup>。このことも、プランクトン食魚の現存量が低下していることを示唆している。

長野県白樺湖では、2000年からバイオマニピュレーションが行われ、水質の浄化に成功している<sup>5)</sup>。そこでは、ワカサギの多い白樺湖に魚食魚のニジマスを放流し、ワカサギを減らし、植物プランクトンの天敵ともいえるカブトミジンコを増やした。その結果、透明度が劇的に上昇したのである。このことは、プランクトン食魚を減らせば、大型ミジンコが増え、それが植物プランクトンを減らして水質を浄化することを示したといえる。つまり、生態系構造を変えることで水質が変わったのである。

一方、諏訪湖を見てみると、諏訪湖では水質を浄化した結果として魚が減った。その結果、ダフニアが現れるようになった。すると、今、白樺湖で人為的に生じさせた生物群集の変化と同じことが起きているといえる。今後、諏訪湖で魚がもっと減ると、もっと多くのダフニアが現れ、水質がさらに浄化されるようになるだろう。

生態系構造を変えても、湖水中の窒素・リン濃度を低下させて水質浄化を図っても、どちらも魚の減少、ダフニアの増加、そして水質浄化へと、水質と生物群集が相互に影響を及ぼしあいながら、生態系構造と水質は同じ方向に進んで行くように思われる。したがって、水環境を考える際には、この両者の相互関係を理解することが必要だといえよう。

## 参考文献

- 1) 沖野外輝夫・花里孝幸(編)(2005)アオコが消えた諏訪湖:人と生き物のドラマ. 信濃毎日新聞社, 319p.
- 2) アーバンクボタ(1997)特集=諏訪湖. 株式会社クボタ, 64p.
- 3) 花里他(2001)人為的生態系操作による湖沼水質改善手法の開発に関する研究. 文部科学省科学研究費補助金(基盤研究B)研究成果報告書.
- 4) 花里孝幸(2008)ネッシーに学ぶ生態系. 岩波書店, 210p.
- 5) 花里孝幸(2005)魚群集を制御して湖沼水質を改善する. 環境研究 No.137, 112-119p.