

高知工科大学 社会システム工学科 学 ○ 坂本宗志朗

高知工科大学 社会システム工学科 正 村上雅博

千葉県立中央博物館 林紀男

オランダ運輸・建設省 水界生態・水処理研究所 Harry Hosper

アントワープ水道局 H. Crommelinck

1. はじめに

生態系の上位に位置する魚類の種類とバイオマスをコントロールする事で湖沼全体の多様な生態系のバランスを保全し、良好な水質環境を創出するという、水界生態系管理=バイオマニピュレーションという新しい概念を用いた水質管理がオランダ・ベルギー・日本の三カ国でほぼ同時期におこなわれていたという事実に着目し、実例を挙げながらこれらを比較検討した結果を以下に紹介する。

2. オランダ・ウォルダールウェイト湖

ウォルダールウェイト湖はオランダのほぼ中央部に位置する干拓地と陸地の境界に囲まれた細長い半人工湖で、1968年に現在の形となった。面積は約2,650ha、平均水深は約1.5mと比較的浅く、底質の大部分は砂質土からなる。湖の富栄養化は70年代に急速に進み、主としてオシロトリア類(*Oshilatoria*、藍藻類)からなる植物プランクトンが大量に発生し、透明度は30cm前後まで低下する状況であった。このため太陽光が湖底に届かず水草群が消滅、隠れ家を失った微小動物群が魚類に捕食され尽くし、特に動物プランクトンが餌とする植物プランクトンの増殖を抑えられない状況となった。ウォルダールウェイト湖では1991年から1993年にかけて、湖底の泥を激しく巻き上げる大型の雑食魚類と、動物プランクトンを捕食する小型の魚類の間引きを2~3月にかけて行い、同時に他水系との魚の出入を遮断する処置を行なった。この処置により、魚類のバイオマスは間引き前の約200 kg/haから約半分の100 kg/ha前後となり動物プランクトンのバイオマスは増加、春先の植物プランクトンの大量発生を押さえる事に成功し、湖の透明度は改善された。この結果、太陽光が湖底まで届くようになり水草群が復活、水界生態系は安定で多様なものとなった^{1,2)}。

3. ベルギー・アントワープ浄水場

アントワープ市一帯は上水の供給をフランスから流れるミューズ川より引かれた二本の運河の水に頼っているが、同市一帯の水消費量は増加傾向にあり、水資源対策が必要になった。夏の温水対策および不慮の汚染事故にも備えてアントワープ近郊の浄水場に併設した温水対策貯水池を建設した。春に豊富な河川水を取水した後、浄水、貯水して夏の需要期に備えるものである。AWW(アントワープ水道局)では1976年から同市近郊のブロッヘムに容量450万 m^3 の原水貯水池の建設を開始し、1982年に完成した。また1985年からエークホーフェンに急速濾過された水を溜める貯水池の建設を開始し、1993年に完成した。急速濾過によって透明度が高くBOD値の低い水が得られるが、脱窒、脱磷の効果が得られないため、富栄養化状態となりやすい。その水を長期間、特に春から夏にかけて溜めておくと植物プランクトン(藻類)が発生し、飲料水としての使用に適さなくなる。これを防止する水質保全管理の方法として完全な人工湖である貯水池に水界生態系を構築するバイオレギュレーションが取り入れられた。

貯水池の建設によってブロッヘム周辺は付近に点在する森林とあいまって野鳥の生息に適した環境となった。エークホーフェンではより良好で安定した水質を得るための食物連鎖網を構築するにより一層の注意が払われた。池の水深は透明度と水草生育上の制約から約10mとされ、パーチやカワカマス等の肉食魚類が放たれた。貯水池の斜面はなだらかなスロープにして水草が連続的に植えられた。同時に貯水池外の植物相の維持、復元にも配慮がなされ、池の内外で一体的で多様な生態系をつくっている。貯水池内の植物相は現在も発展し、*Characea*, *Elodia candensis*, *Fontinalis antipyretica*, *Myriophyllum sp.*, *Potamogeton*等の水草に池底は覆われるようになった。貯水池内では *Dreissena polymorpha* (カワホトトギスガイ)や、*Lymnaea stagnalis* (オオモノアラガイ)といった貝類や、コケムシの仲間、マミズクラゲ等が観測された³⁾。

4. 千葉県・船田池

船田池は千葉県立青葉の森公園内にある、面積約1.5ha、最大水深1.3mの規模の池である。江戸時代から農業用溜池として利用されていたが、80年代半ば以降に周辺の都市化に伴って雨水排水が流入し水質汚濁が著しく進み、池の底は

70~90cm のヘドロで全体が埋め尽くされる状態にあった。

千葉県立中央博物館の生態園の一部として整備する際に、池のヘドロをすべて浚渫し、一年間空干しをした後に池底に山砂を敷き詰め、その後の水環境の復元を水界生態系の保全から検討する実験を行った。浚渫による水質改善の効果は著しく、浚渫前に 17.5 mg/l もあった TOC が浚渫後に 5.1 mg/l まで低下、T-N は 4.5 mg/l から 0.69 mg/l まで、T-P も 0.43 mg/l から 0.045 mg/l まで低下した。水の透明度は浚渫前の 30 cm から 160 cm に向上した。池の動物相に着目すると、浚渫前は 31 属 42 種であったものが浚渫後には 73 属 94 種に増大し、生態系が多様となったことを示した。しかし浚渫後 3 年目に鯉、鮒科の魚類が生息しはじめ魚類の生息密度が上がり、池の透明度は再び 30 cm まで悪化した。この間の優先プランクトン種に着目すると、植物プランクトンは浚渫前の珪藻類の *Gomphonema parvulum* (クサビケイソウ)、*Navicula minima* (フナガタケイソウ) から浚渫後の *Arthrodesmus convergens* (緑藻類) などに変化し、その後の富栄養化によって藍藻類の *Microcystis aeruginosa* (アオコ)、緑藻類の *Coelastrum reticulatum* などに変遷した。動物プランクトンは浚渫前の *Brachionus angularis* (ツボウムシ)、*Keratella chochlearis* (カメノコウムシ) などが浚渫後は *Conochiloides dossuarius* (テマリウムシモドキ)、*Brachionus angularis* (ツボウムシ) などに変化し、その後の富栄養化によって *Filinia longiseta* (ナガミツウデウムシ)、*Asplanchna brightwelli* (フクロウムシ) などに変遷した⁴⁾。

5. 比較

オランダでは低水深 (数メートル) の半人工湖という公共水域の水域環境保全及び環境復元にバイオマニピュレーションを導入した。オランダは国土全体が低地にあるため、同様な地形は各地にあり、これらの水環境は国土の総合的な保全対策に大きく影響する。このためバイオマニピュレーションの導入にあたっては、水草や周辺の植生まで含む水界生態系について入念な研究がなされ、その結果に基づいて魚類の生息密度の調整 (間引き) が行われた。ベルギーでは新規に造られる完全な人工貯水池の水質保全管理にバイオレギュレーションを導入した。この際、その水質保全管理の効果は言うに及ばず、周辺の環境、景観整備、工法などを含めた多面的な検討がなされている。日本の船田池ではオランダ等と同時期にバイオマニピュレーションという事を知らずに、独自に魚類の生息密度が水質に及ぼす影響について実験を行った。しかし、船田池の場合は、水草・ミジンコ・魚類の有機的な食物連鎖システムを考慮に入れていなかったために 3 年後には再び水質が悪化した。

6. おわりに

旧教 (カトリック) 地域では生態系を「操作する (manipulate)」という言葉を嫌う。このためオランダとベルギーは同じフラマン語圏に属するが、宗教的概念の違いによって同じ水界生態系管理のことを「バイオマニピュレーション」(オランダ/プロテスタント)、「バイオレギュレーション」(ベルギー/カトリック) と表現する。技術体系と文化的概念が融合する背景には宗教的概念を含むことがあり、生態 (生命) 系に係る新しい欧米の技術体系を日本に導入する際には、科学倫理問題への配慮も同時に必要である。

参考文献

- 1) RIZA (1995) "Actief Biologisch Beheer in het Wolderwijd-Nulderwijd", pp.11-70
- 2) 坂本宗志朗、村上雅博、Harry Hosper(1999) “バイオマニピュレーションーウオルダーウェイト湖(オランダ)の水界生態系管理ー” 平成 11 年度土木学会四国支部第五回技術研究発表会講演概要集, pp. 448-449
- 3) 村上雅博(1996)、“バイオマニピュレーションー生物多様性に配慮したアクティヴな水界生態系管理の応用技術ー” 水文・水資源学会誌第 9 巻 4 号, pp. 367-374
- 4) H. Crommelinck (1996) “Storage Reservoirs for Antwerp: economic necessity and ecological principles reconciled”, Proceedings of international conference on aspects of conflicts in reservoir development & management 3-5 September 1996, pp.517-524