

(16) 茨戸湖の水質汚濁現象の解析～富栄養化に関連して～

京都大学工学部 井 上 頼 輝

近年、湖沼の富栄養化が問題となってきた。橘、那須氏の本論文は、石狩川の流路切替工事によってできた三ヶ月湖の調査である。

(1) 夏期における茨戸湖の chl-a が $300\mu\text{g}/\ell$ 近くにも達し、アオコが発生するのはたしかに富栄養化が進んでいる証拠である。しかし、この富栄養化のために、何らかの被害 — たとえば異臭の発生 — などが起っているのであろうか。もしそうでなければ、この湖は下水処理場放流水の一種の酸化池として機能し、石狩放流路の水質の安定に役立っており、石狩川や石狩湾への放流に較べれば、環境への impact は小さいと、積極的にその役割りを評価することも、あるいはできるのではなからうか。

(2) 下水処理水は一般に窒素過多で、したがって、リンが富栄養化の限定栄養素となることが多い。一般に、藻類の利用できる窒素対リンの比が、 $15:1$ 以上ならリンが、また $10:1$ 以下ならば窒素が限定栄養素になると考えられるが、図-6の結果から見て、この湖の窒素の濃度が高く、リンが限定栄養素となっているものと推定される。ところでこのリンは、昭和43年頃までは $\text{PO}_4\text{-P}$ として $0.2\sim 0.4\text{mg}/\ell$ の高濃度であったが、昭和48年の処理場本格運転開始により、 $0.01\text{mg}/\ell$ 以下の低濃度に激減したと指摘されている。ということは、下水処理場の設置により、茨戸湖の富栄養化が抑止されたことになるが、果してそうであったのであろうか。

(3) 示されたデータで若干の解析を試みる。この三ヶ月湖は湖としては大きなものではない。この水面積で、どれほどの藻類が発生するのかを推定してみよう。札幌は北緯43度にあるので、湖の条件の最も悪い8月には太陽エネルギー量 $E(\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{日})$ は、 $E = 141 + (252 - 141) \times 0.7 = 220\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{日}$ 程度である。ただし、札幌の8月の晴天日を7割とした。湖の面積は $4.4 \times 10^6\text{cm}^2$ であるから、全エネルギー量 $E_s(\text{cal}/\text{日})$ は $E_s = 2.2 \times 10^2 \times 10^4 \times 4.4 \times 10^6 = 9.6 \times 10^{12}\text{cal}/\text{day}$ W. J. Oswald は E_s のうち、藻類に固定されるものの割合 F を、水 1ℓ あたりの光のエネルギー量と、滞留時間、周期、BOD、水温の関数として与えている。彼の示した効率 F を計算してみると、 $F = 0.0375$ となる。(なお、Oswald の計算式に対して、少なくとももう一桁小さい数値であるはずだとする説もある)。したがって、藻類に固定されるエネルギー $H(\text{cal}/\text{日})$ は、 $H = FE_s = 3.6 \times 10^{11}\text{cal}/\text{日}$ となる。これだけの量のエネルギーが茨戸湖で夏期(8月)に光合成に使用されるわけであるが、これにより生ずる藻類の量を $M(\text{g})$ とすると、 $M = H/h$ である。ここに h は藻類単位重量あたりの発熱量であって、実測によれば生物の種類によりあまり変化せず、おおよそ $5.5\sim 6.5 \times 10^3\text{cal}/\text{g}$ である。これを $6000\text{cal}/\text{g}$ にとると、湖には1日に $M = 3.6 \times 10^{11}\text{cal}/\text{day} / 6000\text{cal}/\text{g} = 60\text{ton}/\text{日}$ の藻類が発生し、水量が 1400万m^3 であるから、 $6 \times 10^7\text{g} / 1.4 \times 10^7\text{m}^3 = 4.3\text{mg}/\ell$ すなわち1日に 4.3ppm だけ藻類量が増加する可能性がある。もっとも対象とする湖は小さく、Dead Water が多いと思われるので、この理論を直接あてはめるわけにはゆかないのかも知れない。水の交換の悪い水域で、アオコが発生していることが考えられる。

(4) 夏期にアオコが発生しないようにするには、どうすれば良いであろうか。湖の富栄養化対策として、現在世界中で取られている方法は、効果の発現は遅いが根本的な防止策である流域内の栄養塩発生量の抑制法として、①廃水処理、②放流路の変更 ③土地利用の規制 ④湖へ流入する河川水の処理 ⑤家庭洗剤中のリンの制限の5つが、また、拙速策である湖内の栄養塩を除去する方法として ⑥浚渫 ⑦薬剤による池水の凝集沈殿処理 ⑧希釈とフラッシュ ⑨生物除去 ⑩深層水への放流 ⑪池干し ⑫池底をカバーする方法の7つがある。更に応急策として ⑬ばつ気 ⑭水深の増大 ⑮物理的対策 ⑯化学薬剤の使用 ⑰生物の利用が考えられる。このような各項目を検討してみると、石狩川の豊水時に、茨戸湖へ導水する方法などは、検討に値するのではなからうか。