

猪苗代湖における pH 上昇に及ぼす水生植物の影響について

日本大学 正会員 ○中村玄正
日本大学 正会員 藤田 豊
日本大学 非会員 大和泰祐

1. はじめに

猪苗代湖は、CODが $0.5\sim0.6\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、透明度も良好であり、水質日本一を誇る湖沼である。一方、本来酸栄養湖としての猪苗代湖が、近年中性化に進みつつあるが、pH上昇の原因は究明されておらず、長期的には猪苗代湖の汚濁に関係することも予想され、大きく危惧されているところである。

本研究は、筆者らが猪苗代湖における水質保全に関して進めてきている研究の一環のひとつであり、猪苗代湖の pH 上昇に及ぼす水生植物の影響を検討するものである。

2. 猪苗代湖の概要と本来的 pH 値の試算

図-1 に猪苗代湖湖心の及び裏磐梯湖沼群のpH値の経年変化を示す。図-2 に猪苗代湖流域の概要を示す。猪苗代湖の全流域面積は 820.2km^2 である。そのうち酸性河川である長瀬川流域が 432.8km^2 であり、残り 387.4km^2 が中性の舟津川、高橋川、小黑川、菅川、常夏川等と 104km^2 の湖面である。図-3 に猪苗代湖流入河川のpH値の経年変化を示す。これらの資料から、猪苗代湖の本来的pH値の試算を試みる。試算に当っては、極めて大雑把であるがいくつかの仮定を前提とする。猪苗代湖のpH値の推移を、酸性河川である長瀬川とその他の中性河川の流量及びpH値から試算してみる。

- ①猪苗代湖流域の降水量は、流域内では一定 ($1,134\text{mm}/\text{年}$) とし、河川流量は流域面積に応じた河川水量とする。
- ②蒸発散等の損失はおよそ 35% とする。
- ③長瀬川の流量は約 $10.1\text{m}^3/\text{秒}$ 、舟津川等の中性河川の流量は約 $9.05\text{m}^3/\text{秒}$ となる。
- ④長瀬川の pH 値は、図-6 の昭和 60 年から平成 15 年までのデータから、平均 4.57 とする。
- ⑤その他舟津川等の中性河川の pH 値は、昭和 60 年から平成 15 年までのデータから、平均 7.04 とする。

水素イオン量の収支から、次式が与えられる。

$$[\text{H}^+]_{\text{N}} \times Q_{\text{N}} + [\text{H}^+]_{\text{O}} \times Q_{\text{O}} = [\text{H}^+] \times (Q_{\text{N}} + Q_{\text{O}}) \cdots (1)$$

$$10^{-4.57} \times 10.1 + 10^{-7.04} \times 9.05 = [\text{H}^+] \times 19.15$$

これより、単純に猪苗代湖の本来の pH 値は 4.85 と求まる。

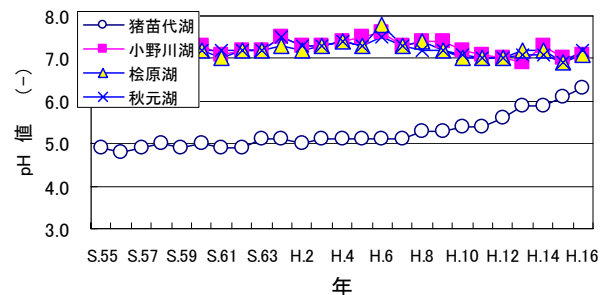


図-1 猪苗代湖湖心の pH 変化

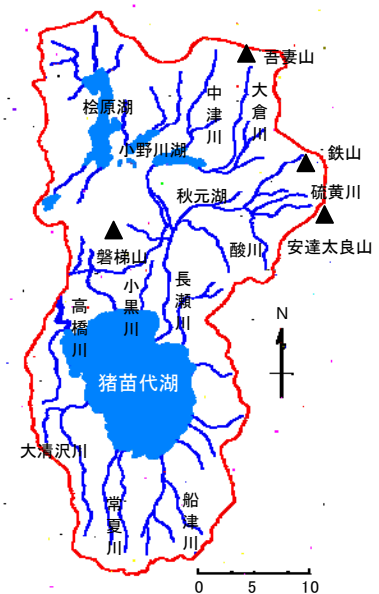


図-2 猪苗代湖流域の概要図

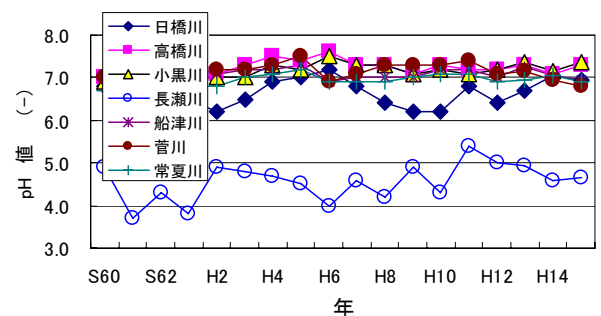
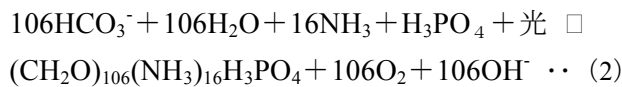


図-3 猪苗代湖流入河川の pH 変化

3. 一次生産と水酸イオンの理論的考え方の導入

猪苗代湖の北部水域や天神浜等において夏季に水生植物群がみられる。また、夏季から秋季には、天神浜等の東部湖岸一帯にかけて相当量の水生植物群が打ち上げられている。Richards は、植物プランクトンの増殖について、次式のような関係を提示している。すなわち、



この式によれば、窒素 $16 \times 14 = 224 \text{ g}$ とリン 31 g がバランスよく存在し、かつ太陽等光のもとでは $3,550 \text{ g}$ の水生植物が生産され、 106 モル (g イオン) の水酸イオンが水中に放出されることを意味している。

また、pH5 の水 1 l を pH6 にするためには、 $0.9 \times 10^{-5} \text{ モル} = 0.000009 \text{ モル}$ のアルカリが必要となる。pH5 の水 1 m^3 を pH6 にするためには、 $0.9 \times 10^{-2} \text{ モル} = 0.009 \text{ モル}$ のアルカリが必要となる。

4. 猪苗代湖の pH 上昇への水生植物の影響の適用

前述の考え方を、水量 $38 \text{ 億 } 5900 \text{ 万 m}^3$ の猪苗代湖に単純に適用し、試算してみる。

pH5 の猪苗代湖の水 $38 \text{ 億 } 5900 \text{ 万 m}^3$ の湖水 pH6 にするためには、 $38 \text{ 億 } 5900 \text{ 万 m}^3 \times 0.009 \text{ モル/m}^3 = 34,731,000 \text{ モル}$ のアルカリが必要となる。1 モルの水酸イオン生成には 33.5 g の植物が必要であるから、

$$34,731,000 \text{ モル} \times 33.5 \text{ g/モル} = 1,163,488,500 \text{ g} = 1,163,489 \text{ kg} = \text{約 } 1,164 \text{ トン}$$

すなわち、約 $1,164 \text{ トン}$ の水生植物によって、猪苗代湖の湖水が pH5 から pH6 となる計算となる。

平成 6,7 年ごろから約 10 年以上にわたって pH 値が約 1 上昇しているが、滞留時間が 1350 日（約 3.7 年）と長いこと、季節による湖内の循環によるもの等により、湖内はほぼ完全混合に近く、湖心の pH 値はほぼ湖水全体を代表していると考えて良いものと考えられた。

5. 結 論

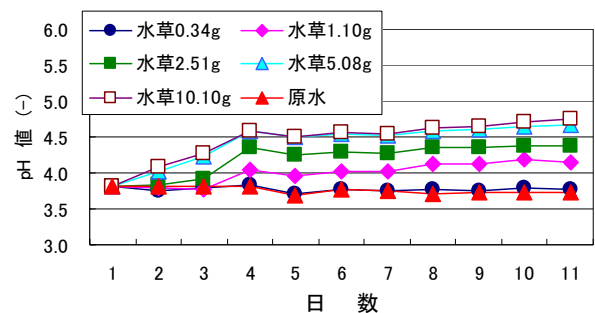
猪苗代湖の pH の経年変化に関して、水生植物の影響について検討し、以下のようなことがわかった。

- 1) 水素イオン量の収支から、猪苗代湖の本来の pH 値は 4.85 と推算された。
- 2) pH5 の $38 \text{ 億 } 5900 \text{ 万 m}^3$ の湖水を pH6 にするためには、 $4,731,000 \text{ モル}$ のアルカリが必要となり、約 $1,164 \text{ トン}$ の水生植物の生産によると計算された。

湖水の中性化及び窒素、リン濃度の上昇は、一次生産を増加、加速するものであり、窒素、リンを含む植生や有機物等の水域からの排除が望まれる。

謝 辞 本研究は、福島県との共同研究であり、ことに福島県環境センターには、調査や情報交換等でお世話になっている。また本学片山善重教授および平山和雄教授、衛生工学研究室学生諸士志氏のご協力を得ている。ここに記して心より謝意を表します。

- 1) **参考文献**：□福島県：水質年報, 福島県生活環境部, (昭和 60 年—平成 15 年), □ 宗宮功、津野洋：環境水質学, p.230, コロナ社 (1999),



図－4 水生植物による pH 変化



写真－1 湖岸に打ち上げられた水生植物