

茶園地帯のため池のpH変動とそのシミュレーション

pH fluctuation and its simulation in irrigation reservoir having tea gardens in the watershed

松澤泰宏* 中曽根英雄* 山本富久** 黒田久雄* 加藤亮*

MATSUZAWA Yasuhiro, NAKASONE Hideo, YAMAMOTO Tomihisa, KURODA Hisao, KATO Tasuku

1. はじめに

現在、畑地への窒素肥料の過剰施肥が原因だと考えられる地下水の硝酸態窒素汚染が広がっている。中でも、茶園地帯では、茶のうまみ成分を増加させるために、年間 1,000kg/ha 前後の窒素肥料が施肥されている。そこで、本研究では集水域に茶園地帯を持つ農業用ため池とその集水域の水質調査を行った。その結果、台地上にある茶園地帯からの湧水で形成される河川とため池において、硝酸態窒素濃度が 30mg/L を超えていることと、水素イオンが流出し酸性化が引き起こされていることが認められた。よって、本報告では、このため池のpHについて測定とシミュレーションの結果から考察することにする。

2. 調査地概要

本調査地は、静岡県小笠郡にある農業用ため池である。このため池は、牧ノ原台地の西側斜面を下った所にあり、最大水深 12m、最大貯水量 233,400m³、周囲長 1.3km である。ため池の集水域面積は 235ha であり、そこに流入する 4本の小河川を集水面積の大きい順に、河川 A・B・C・D と呼ぶことにする。Fig.1 はため池の集水域土地利用図である。茶園面積が全体の 53% を占め、台地上の茶園とため池の間の斜面に森林が 45% を占めている。

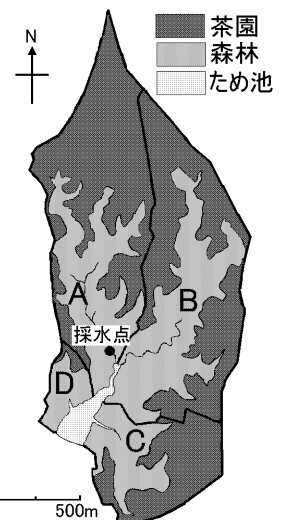


Fig.1 Land Use Map in the Irrigation Reservoir

3. 調査方法

本調査において、集水面積が最も大きい河川 A では地図上に示す点で自動採水器を用いて 24 時間間隔で、ため池と河川 B・C・D 及びため池近辺の井戸においては週一回の採水を行い、pH の測定をした。調査期間は 2000 年 6 月から現在まで継続中であるが、今回の報告では 2001 年 12 月までの 1 年 7 ヶ月とした。

4. 調査結果・考察

Fig.2 に河川 A とため池の pH の変化を、Table1 に調査地点の平均 pH を示した。ため池に流入する 4 本の小河川の中で河川 A だけが pH4~5 で変動しており、酸性河川になっている。これにより、ため池の pH 変動が引き起こされていると考えられる。河川 A が酸性河川になっているのは、台地上の茶園に長期間、多量に施肥され続けた窒素肥料が原因である。一般的

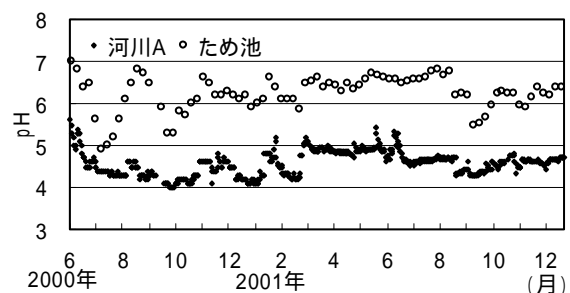


Fig.2 pH fluctuation of A River and Irrigation Reservoir

* 茨城大学農学部 (The School of Agriculture IBARAKI University)

** 静岡県立天竜林業高等学校 (Tenryu High School of Forestry)

キーワード 環境保全 水質 土壌

に、施肥された窒素肥料は硝化され硝酸態窒素になる。それが、降雨などにより浸透水に溶けて硝酸イオンと水素イオンになり、土壤中で Na^+ や Ca^{2+} 等のカチオンと H^+ とのイオン交換が行われる。しかし、本調査地点の茶園土壌では、すでに陽イオン交換容量(CEC)を超える程の水素イオンが浸透し、カチオンと置換されている。そのため、新たに浸透してきた水素イオンはイオン交換されずにそのまま流出してしまう。よって河川Aのように、多量の水素イオンが含まれる酸性河川が存在するようになる。そこで、ため池近辺の地下水(井戸水)のpHを測定したところ平均pHが4.1であり、かなり酸性化が進んでいた。このことから、台地下の地下水は全体的に酸性化が進んでいると想像できる。一方、河川B・C・Dにおいては、河川Aと同様に集水域に茶園が存在するが、酸性化はみられていない。河川B・C・Dで酸性化が見られないのは、浸透または流下過程でのpHの緩衝作用が大きいからだと考えられる。河川B・C・D周辺の土壌からは貝殻などの化石が現れている。この貝殻などがpHの緩衝作用として働いていると考えられる。

Table1 pH Average in investigation Points

	ため池	A	B	C	D	井戸
pH	6.2	4.6	6.7	6.3	6.3	4.1

5. シミュレーション結果・考察

本調査地であるため池は、4本の小流入河川により水を貯えているため、その水質は各小河川に大きく関係していると考えられる。そこで、ため池のpHを求めるシミュレーションを行った。各小河川の流量はタンクモデルを用いて求め、測定pHからため池に流入する水素イオン量を計算した。また、ため池の水位-貯水量曲線と測定pHから、ため池内の水素イオン量と、灌漑により流出する水素イオン量を求め計算式に当てはめた。

$$pH = -\log \left\{ \frac{S_H + (\alpha \cdot H_A + H_B + H_C + H_D) - H_{out}}{V} \right\}$$

このとき酸性河川である河川Aから流出する水素イオン量に対してだけ変数を掛けることにした。

S_H : ため池に存在している H^+ 量
 H_A, H_B, H_C, H_D : 各河川からため池に流入してきた H^+ 量
 H_{out} : 灌漑により流出した H^+ 量
 V : ため池の貯水量 : 変数

$\alpha = 1$ とした計算結果がFig.3の計算である。この図からも明らかであるが、計算値と測定値の間に大きな開きが現れた。この開きは、酸性河川である河川Aから流入する多量の水素イオンが、ため池に流入すると、他の河川から流入したカチオンや有機物との結合により、水素イオン濃度が下がるためと考えられる。そこで、河川Aからため池に流入する水素イオンが、どのくらい減少したのかを知るために、再びシミュレーションをし、その計算結果が最も測定値に近づくようにした。このとき $\alpha = 0.02$ になり、その計算結果が計算である。このことから、河川Aから流出する水素イオンの98%が池に流入するとすぐにカチオンや有機物により緩衝されることがわかった。

6. おわりに

茶園地帯では、窒素肥料の多量施肥によって、硝酸に由来する水素イオンが流出し、地下水や河川の酸性化を引き起こしている。しかし、本調査地では、土質や生物化石などにより水素イオン濃度の増加が抑制されたため、ため池の酸性化はある程度緩和されていた。このような窒素肥料が原因による酸性化の抜本的な防止には施肥量の減少が必要であるが、それとあわせて人為的な中和技術の導入も考えていくべきである。

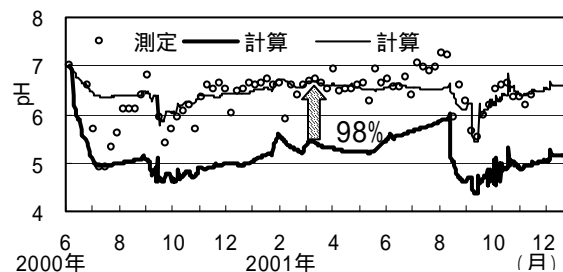


Fig.3 Result of pH Simulation