

## 水草と pH (1)

角野 康郎

(神戸大学教養部)

水草の分布が水の pH と関係している事実については多くの報告がある。しかし、この事実から、pH が水草の直接的な分布要因であると理解するのは早急である。pH と相関をもって変化する他の環境条件が、実際の制限要因になっているかもしれないからである。また pH 値は、同じ水域でも時間的に、あるいは場所的に大きく変動するものであって、測定値の取り扱いについては慎重であらねばならない。

本稿では、水草の分布と pH について議論を進めるとき、踏まえておかねばならない問題点について簡単にふれてみようと思う。

## 1. pH の時間的变化

沈水植物や植物プランクトンの光合成によって CO<sub>2</sub> が取り込まれると pH は上昇する。逆に、光合成がとまり、呼吸によって CO<sub>2</sub> が放出され始める夜になると、pH は下がる。その理由については、生態学や陸水学の本にたいてい述べてあるので省略する。

図 1 (a) は加茂川 (京都市) で、溶存酸素と pH の日変化を 30 分毎に測定したデータである。調査地点には、コカナダモとエビモが繁茂していた。夜明けとともに溶存酸素量がどんどん増加し、それに伴って pH も上昇する。2 時間足らずの間に、pH 7 前後から 9 以上に変化している。そして、夕刻になって陰ると pH は下がり始める。

図 1 (b) は (a) の観測点にほど近い高野川で、同じ日に行なった調査の結果である。加茂川の例ほど極端ではないが、昼間に pH が上昇し、夜間に下降するという同じパターンがくり返されている。

これは、変化の幅や変化の急激さには差があるが、沈水植物の繁茂した水域や富栄養化した水域で、典型的に見られるパターンである。

しかし、どこも水域でもこのような日変化パターンを示すかというそうでない。図 1 (c) は三木茂博士が、深泥池 (京都市) で観測された資料 (三木, 1929) より作図したものである。この例のように腐植栄養型水域では、さほど大きな日変化を示さず、終日、酸性を保っ

ている。

このように、水域によって日変化のパターンや変化の幅に差のあることがわかる。

つづいて pH の年変化を見てみよう。図 2 は、いくつかの水域で 1 年間にわたって pH を測定した資料の一部である。深泥池 (c) の例にみるように、腐植栄養型水域では、いつ測定しても酸性である。中栄養型の山間の溜池の場合 (b) でも、通年、中性～弱アルカリ性の値を示

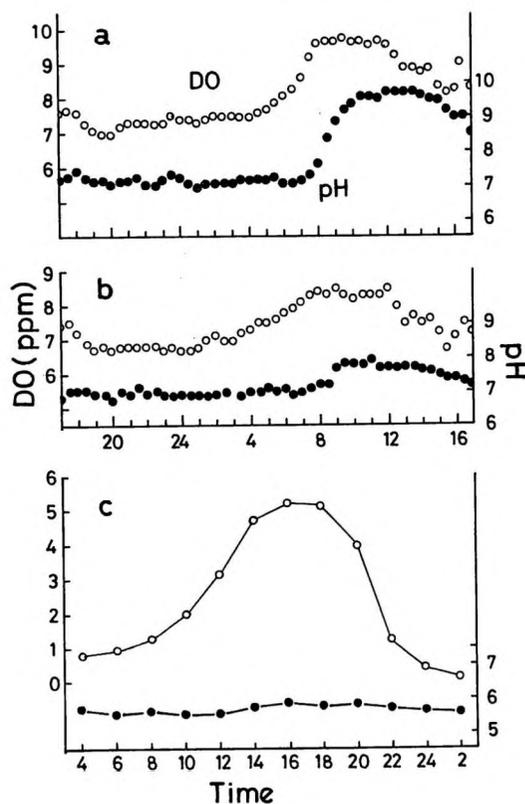


図 1. 溶存酸素 (DO) 及び pH の日変化. a. 加茂川, b. 高野川, いずれも 1975 年 7 月 28 ~ 29 日測定. c. 深泥池ジュンサイ群落 (三木, 1929 年より).

し大きな変動はない。しかし、富栄養化が進んだり、沈水植物が繁茂し始めると、その日の天候や植物（プランクトン含む）の繁茂状態によって、pH はずいぶん変わる。(a) の加茂川の例は、測定時刻を 12～13 時の間と決めて調査したものだが、測定日によって大きく変わっている。そして、pH 値はそのときの溶存酸素量と相関を示したのである(図 3)。これは、その水域でおこなわれている光合成の量によって pH が影響を受けている事実を示している。

以上の限られた例からもわかるように、我々がある場所で、ある時刻に測定する pH の値は、時間的変化の中の一点にすぎない。したがって、たまたま pH が 10 近い値を示しても、その水域が恐しくアルカリ性であると決めつけることには問題があるし、あるいは、逆に若干酸性の値を得ても、その値がその水域を特徴づけるとは限らない。

ところで、調査しようとする場所全てで終日観測をするというのは、実際問題として不可能なことである。日変化のパターン自体も季節や天候によって変わる。特定の水域を詳しく研究する場合は別にして、広くいろいろな場所を調査する仕事では 1 回りの測定値しか得られないことが多い。では、その値に基づいて考察を進めることは砂上の楼閣を築くに等しいことなのであろうか。以上に述べてきたことからわかるように、この値を絶対視することには問題がある。しかし、pH がさまざまな水域でどのように変化するものであるか押えておけば、十分に生かせる資料となる。

ここでたいへん参考になるのが、Iversen (1929) の論文である。彼は pH の時間的変化のパターンによる水域の分類を試みた。彼は、試水を沸とうさせて CO<sub>2</sub> を追い出したときの pH 値がその水域の pH 最大値に相当し、逆に、ばっ気して CO<sub>2</sub> を完全に溶かし込んだときの pH が最小値にあたることを確かめた上で、多くの湖沼を調査し、次の 5 つのタイプを導き出した。

#### I. 常に酸性である水域

- (1) 常に強酸性水域 (ss)
- (2) 強～弱酸性の変動を示す水域 (s)

#### II. 酸性～アルカリ性の変動を示す水域

- (1) おおよそ酸性だが、ときにアルカリ性を示す水域 (ns)
- (2) 中性～アルカリ性の変動を示す水域 (n)

#### III. 常にアルカリ性の水域 (a)

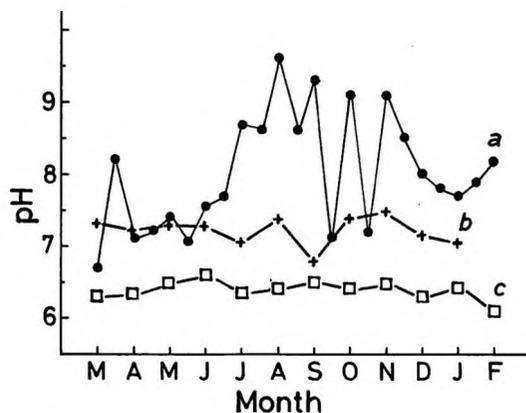


図 2. pH の年変化. a. 加茂川, b. カマド池 (福知山市), c. 深泥池. a・b は 1976～77 年, c は 1978～79 年.

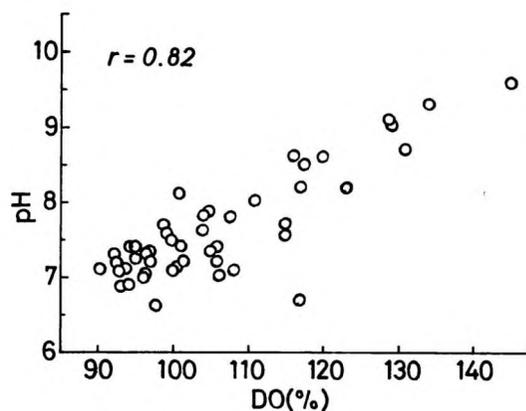


図 3. pH と溶存酸素の相関関係. 1976 年 3 月より 1977 年 2 月にかけて 12～13 時の間に測定した値をプロットした。

この 5 つの類型は、我が国でも基本的にあてはまる。ただ、彼は ss 型の pH の上限を 5.3 としたが、我が国では 5.5～6.0 くらいに改めたほうが適切かと思う。

我々が調査をするとき、たとえ直接測定できるのは限られた回数であっても、pH がどのタイプの日変化を示す水域であろうかと予想することは、pH と水草の問題についての理解を深めてくれる。

実際の測定値を扱った例は次回に譲り、ひきつづいて

pHの場所による変化について述べよう。

## 2. pHの水平的変化

ある水域で、同じ時刻に測定しても、少し離ればpH値がはなはだしく異なることがある。私の経験の中で、いちばん印象に残っているのは京都市の深泥池での調査である。この池はミズゴケ湿原の発達した浮島が存在することで、腐植栄養的性格をもって、全体としては酸性の反応を示す。しかし、開水域の一部にコカナダモがびっしりマット状の群落をつくっている。そして、pHについてもコカナダモ群落内だけ、晴天の日はアルカリ性に傾く。コカナダモのない所でpH 6.5ぐらいだったのが、コカナダモ群落に入った途端pHメーターの針が大きくふれ、わずか5mほど移動しただけでpH 9以上を指したのは驚いた。

このような極端な例は沈水植物が繁茂して水の動きが著しく悪くなっている場合に限られるが、より小さな水平的変化は、多くの止水域で認められる(群落の構造に対応したpHの垂直的变化も見られるが、ここではふれない)。したがって、水辺から離れた沈水植物群落の環境を測定しているつもりで、岸から手のとどくヨシ群落の中で測って済ますというのでは具合が悪い。

それでは、一体どこでpHを測定すればよいのかという問題が出てこよう。それは、自分が何を調べているかにかかってくる。測定箇所の選定にあたって自分なりに

基準を決めておくことが大切であろう。

## (付) pHの測定方法について

pHを測定するのに比色法による場合とガラス電極製のpHメーターを用いる場合がある。困ったことに用いる方法によって得られる値が異なるのである。ふつう、比色法のほうが低い値を示す。その差はわずかである場合も多いが、腐植栄養型の水域では1前後異なることがある(例えば、比色法でpH 4.5なのに対し、pHメーターを使うとpH 5.5になる。同様の経験を沖野外輝夫博士も述べておられる『富栄養化調査法』、講談社、P 25)。したがって、pHの測定値を示す場合、測定方法を明記することが絶対必要である。それがないとデータの比較が不可能になる。

なお、pH試験紙を用いる場合、実験室で調製した無色の溶液については慣れさえすればかなり正確な値が出せようが、野外では今一つ不正確に思える。この方法で得た値は、およその見当と理解しておくのが無難であろう。

## 引用文献

J. Iversen (1929). Studien über die pH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluss auf die Hydrophyten-Vegetation. Bot. Tidskr. 40: 277-331.

三木 茂 (1929). 深泥ヶ池特に浮島の生態研究。

<余録> フロリダ大学の Aquatic Weed Program のニュースレター "Aquaphyte" (1981) に "Typha — not just another weed" と題する記事が載っている。ガマは単なる雑草ではなく、根っこから花の先まで利用できるのだという訳である。メタンガスを発生させると有望なエネルギー源になるし、富栄養化した水域からの栄養塩類の除去にもホテイアオイ以上の効率をもっているという。その他、生物指標に、食料にと最近の研究成果の一端が紹介されている。

ガマ属は、湖沼ばかりでなく休耕田や溝などで、どんどんふえていてどこでも見かける植物だが、日本ではどういう訳かこのグループの研究が少ない。

欧米の文献を見ていると、ガマ属はよく雑種をつくるという。しかし、日本の文献ではガマ属は3種に分かれ

ると書いてあるだけで雑種の報告は見たことがない。生態学をやっておられる方なら、ガマ属については進化生態学の立場から興味深い研究が次々と発表されていることも御存知だろう。

実に興味深い研究材料だと思うのだが、日本でもどなたか手がけられる人はおられないものだろうか。(K)

## ○ IPPC Aquatic Weed Program

水草に関する文献の情報センター。カテゴリーを特定するか(例、クロモの光合成、エゾノミズタデの分布)、キーワードを指定して申し込めば、コンピューターに入っている関連文献が打ち出されて送られてくる。このサービスは無料であるが、利用者は自分の出版物を送るなど、データバンクの充実に協力することが求められている。