

島根県蓮池の水質の季節変化と水生植物

國井 秀伸・國井加代子・高木 嘉子*
(島根大学理学部生物学教室)

Report on Aquatic Plants and Seasonal Changes of Water Quality in Pond Hasu-ike, Shimane Prefecture

Hidenobu KUNII, Kayoko KUNII and Yoshiko TAKAGI*
(Received September 14, 1985)

In Pond Hasu-ike, Shimane Pref., the seasonal changes of water quality (water temperature, % saturation of dissolved oxygen content, pH, Secchi disc transparency, chlorophyll *a* content, COD of both raw and filtered water and PO₄-P content) were observed from April 1984 to April 1985. Floral composition of the pond was also recorded and 12 species were identified. From a physiognomic point of view, the pond was represented mainly by three floating-leaved plants, *Trapa natans* L. var. *japonica* Nakai, *Nelumbo nucifera* Gaertn. and *Nymphoides indica* (Linn.) O. Kuntze.

1. はじめに

蓮池は島根県簸川郡湖陵町にある淡水池で、大学からは国道9号線を利用して車で約1時間の行程にある。この池は海岸からの直線距離約1kmに位置する砂丘堰塞湖であり、アカマツ林を隔てて西方約200mに隣接する蛇池と同じく、弥生後期以降の新砂丘の発達により形成されたものである(蛇池については秋山の未発表資料による)。

蓮池の水生植物相や水質に関しては、高木(1984)が卒業研究として1983年7月から12月の半年間にわたって付着藻類の調査を行った際の記録があるが、一年間を通しての水質の季節変化は調べられていない。そこで著者らは今後の水生植物に関する生態学的調査の基礎資料を得る目的で、この池での水生植物の生育状況と水質の季節変化について通年の調査を行った。以下にその調査結果を報告する。

2. 調査方法

調査は1984年4月から1985年4月にかけて行われた。月1回の割合で池を訪れ、池の中心部において以下の水質の定点観測を行った(Fig. 1 参照)。現場では水温と溶存酸素量(酸

* 現所属：名古屋大学水圏科学研究所。

素計, YSI Model 57) および電気伝導度 (電導度計, YSI Model 33) を水面直下から水深 50 cm ごと (12月以降は 1 m ごと) に測定し, 透明度をセッキ板により測った。また, 表層・中層・底層の水を 2 l ずつ採水し, それぞれの pH を比色法により測定した後研究室に持ち帰り, chl. *a* 量 (アセトン抽出法), 未ろ過の試水とろ過した試水 (TOYO GS25) の過マンガン酸カリウム消費量 (アルカリ30分法による定量で, ここではそれぞれ COD と F-COD と呼ぶ), およびろ過した試水の PO_4 -P 量 (モリブデンブルー法) を定量した。

8月に採水した表層と底層の試水については原子吸光法 (HITACHI 170-40) により Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe の各元素量の定量分析も行った。なお底泥については5月に池の中心部でエクマン・バージ型採泥器により採取したものを, 108°C 48時間乾燥後, 600°C 4時間強熱して灼熱減量を求めた。

水生植物については, 毎月の岸からの観察および夏季のゴムボートによる池の周回により, 生育する植物の種類と水面における植被の広さを決定した。この観察は1983年から1985年の3度の夏を中心に行ったが, この3年間に大きな植被の変動は無かった。

3. 池の概況と植生

Figure 1 は空中写真をトレースして作成した蓮池の形態を示す。池は流入河川を欠き, 東側入江に小さな取水口がある。面積は約 3.6 ha で, 1983年に行った測深により, 池の北側に水深約 7 m の最深部のあることを確かめた。湖岸は一部のコンクリート護岸を除きほぼ自然状態に保たれており, 東岸の一部に国道からゴルフ場 (大社カントリークラブ) に通じる間道が接している。湖心で採取した底質は黒灰色の軟泥で, 灼熱減量は12.5%であった。

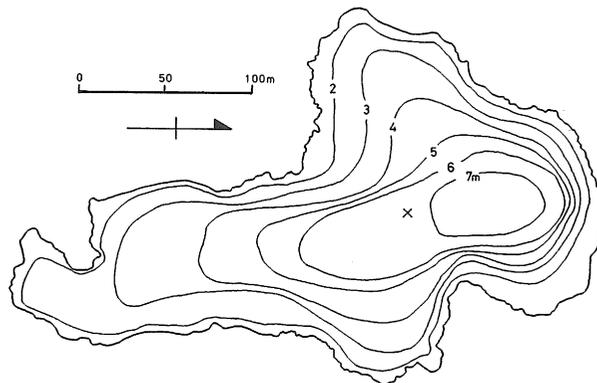


Fig. 1. Bathymetric map of Pond Hasu-ike. ×; water sampling and measuring point.

池に生育していた水生植物は12種であった (Table 1)。抽水植物ではヨシが優占し, 浮葉植物ではオニビシ* が優占してハスとガガブタがこれに続いた。池での分布を見てみると, 池

*; ヒシ属の分類については現在分類学的再検討がなされようとしているが (角野, 1984), ここでは種子の形態によりオニビシとした。

Table 1. Aquatic plants in Pond Hasu-ike*

| |
|--|
| Emergent species |
| <i>Leersia japonica</i> Makino |
| <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. |
| Floating-leaved species |
| <i>Potamogeton distinctus</i> A. Benn. |
| <i>Potamogeton octandrus</i> Poir |
| <i>Brasenia schreberi</i> J. F. Gmel. |
| <i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn. |
| <i>Trapa natans</i> L. var. <i>japonica</i> Nakai |
| <i>Nymphoides indica</i> (Linn.) O. Kuntze |
| Submerged species |
| <i>Najas minor</i> All. |
| <i>Hydrilla verticillata</i> (Linn. fil.) Casp. |
| <i>Nitella</i> sp. |
| Free-floating species |
| <i>Utricularia japonica</i> Makino |

*; Nomenclature of taxa follows mainly Ohwi (1975).

の周囲の水深の浅い場所にハス、ガガブタ、ホソバミズヒキモ、タヌキモが生育し、深い場所にオニビシが生育していた (Fig. 2)。ハスは池の西側入江で繁茂していたが、南側の入江でも小パッチを形成していた。ジュンサイ、クロモ、トリゲモは池の南端部の岸近くでよく見られた。Table 1 の植物のうち、アシカキ、ジュンサイ、ヒルムシロ、クロモ、トリゲモは生育場所が限られていた。

相観的には蓮池はオニビシ、ハス、ガガブタの3種で代表されていた (Fig. 2)。浜島 (1979) は東海近畿地方のため池を植生から7つの型に分類したが、それによると蓮池はヒ

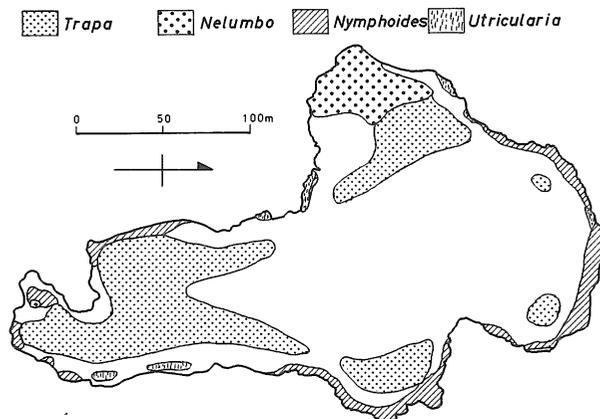


Fig. 2. Surface cover of aquatic plants in Pond Hasu-ike observed during the summer of 1983–1985.

シ・ガガブタ型の群落となろう。また下田 (1983) による広島県下でのため池の分類化に従えば、蓮池はフサモ・ガガブタなどの種群で特色づけられるE型の池に相当すると思われる。

4. 水質の季節変化

Figure 3 は水温、溶存酸素飽和度および透明度の季節変化を示す。10月下旬から3月にかけて

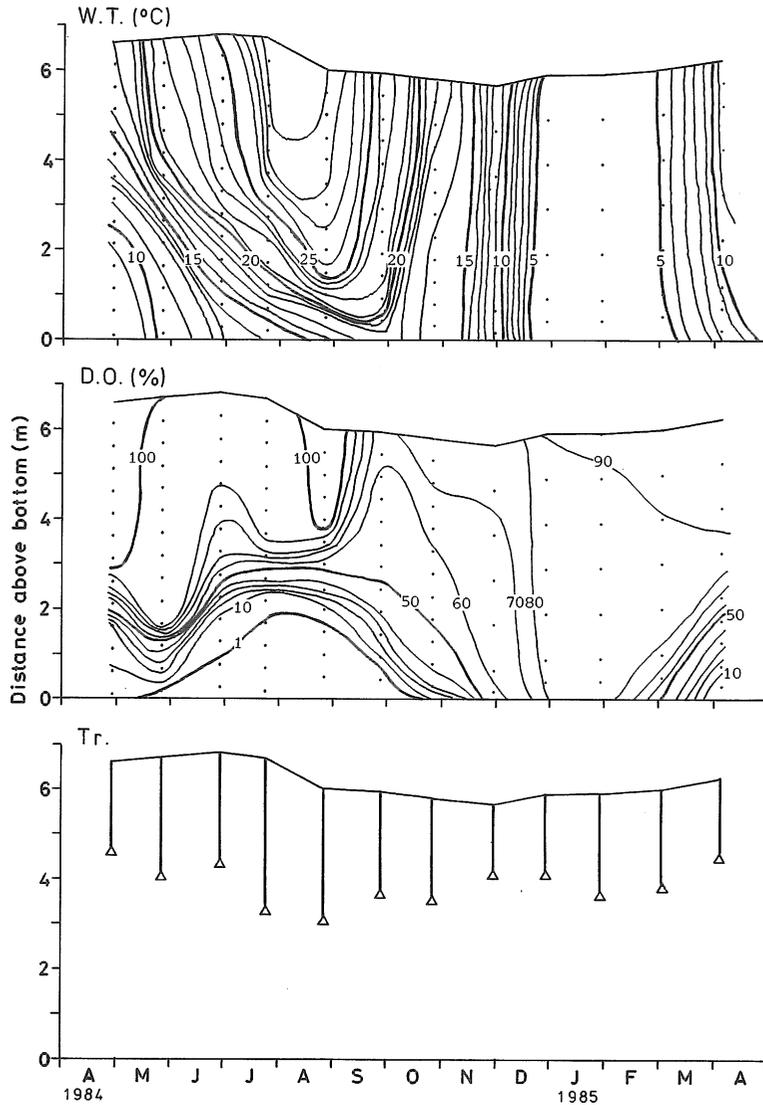


Fig. 3. Seasonal changes of water temperature, % saturation of dissolved oxygen content and Secchi disc transparency.

ては池の表層と底層の間にほとんど水温差が無かったが、4月以降徐々に成層が形成されていった。7月下旬には、わずか6.5mの水柱で、表層29.2°Cに対し底層14.2°Cと15°Cもの水温差ができていた。酸素飽和度も水温同様夏季に著しい成層を形成した。4月下旬から10月下旬にかけては表層は飽和状態から過飽和状態であったのに対し、水深3~5mで急激に酸素量が減少し、底層付近では飽和度1%以下の嫌気状態となっていた。しかしこの表層と底層の酸素飽和度の違いも、水温差が無くなると同時に(10月下旬~11月下旬)見られなくなった。透明度は12回の測定の平均で2.4mであった。最大値は7月の3.5m、最小値は11月の1.7mであった。

Figure 4は表層・中層・底層の3層について測定したpHと電気伝導度の季節変化を示す。pHの年平均は表層で6.7、中層で6.4、底層で6.5とすべて弱酸性であり、目立った季節変動は無かった。電導度は各層とも夏季に高く冬季に低い傾向があり、特に夏季の底層での値が著しく高かった(最高は8月の205 μmhos)。この時期の電導度の深度別測定の結果では、値が池の底から1mの範囲(水深5m以下)になって急激に高い値となっていた。この8月を中心とした夏季の底層での高い電導度は、この時期の底層の嫌気状態による底泥からのイオンの水中への溶解と強く結びついていると考えられる(Wetzel (1975) など参照のこと)。電導度の年平均は表層で111.1、底層で125.3 μmhos であった。

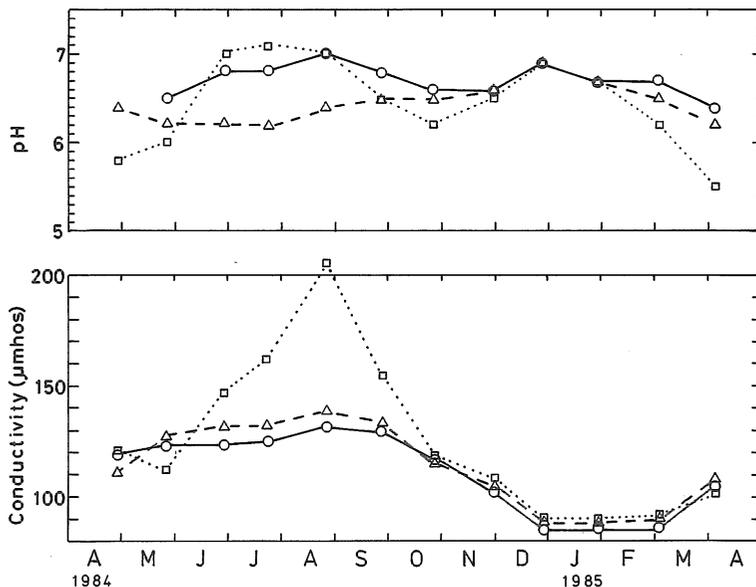


Fig. 4. Seasonal changes of pH and electric conductivity at surface (solid lines), middle (broken lines) and bottom (dotted lines) water layers.

Table 2はchl. *a*量、COD、F-COD、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 量の各層における分析結果を示す。Chl. *a*量の年平均値は表層で5.6、中層で11.5、底層で25.9 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ であった。5月から9月にかけて底層で高い値が見られるのは、上層からの死んで間もない植物プランクトンの沈澱が多く含

Table 2. Seasonal changes of chlorophyll *a* content, COD of both raw and filtered water and PO₄-P content in three water layers (S=surface, M=middle, B=bottom)

| | | 28 | 25 | 28 | 23 | 25 | 26 | 25 | 29 | 27 | 28 | 2 | 4 |
|---|---|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Mar | Apr |
| Chl. <i>a</i> ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) | S | 2.7 | 1.9 | 4.3 | — | 5.1 | 4.8 | 2.8 | 7.6 | 3.3 | 8.6 | 13.1 | 7.4 |
| | M | 17.4 | 5.8 | 9.1 | — | 19.0 | 7.1 | 7.7 | 9.3 | 11.9 | 11.4 | 8.9 | 19.1 |
| | B | 10.3 | 32.3 | 21.4 | — | 53.3 | 105.8 | 7.6 | 11.1 | 15.6 | 9.4 | 5.8 | 12.3 |
| COD ($\text{mg KMnO}_4 \cdot \text{l}^{-1}$) | S | 11.5 | 11.4 | 11.1 | 12.3 | 12.3 | 10.3 | 11.4 | 10.7 | 11.7 | 12.0 | 9.5 | 12.0 |
| | M | 19.2 | 11.7 | 14.9 | 25< | 12.0 | 10.7 | 11.5 | 11.9 | 10.7 | 10.6 | 9.2 | 11.5 |
| | B | 10.9 | 19.0 | 22.8 | 16.4 | 25< | 24.0 | 14.2 | 10.7 | 11.1 | 9.8 | 10.1 | 11.7 |
| F-COD ($\text{mg KMnO}_4 \cdot \text{l}^{-1}$) | S | 10.2 | 8.2 | 10.7 | 10.4 | 9.5 | 7.7 | 10.0 | 8.5 | 8.2 | 8.9 | 7.3 | 7.1 |
| | M | 10.7 | 9.8 | 13.0 | 8.2 | 11.1 | 8.4 | 9.6 | 9.2 | 8.2 | 7.7 | 7.6 | 8.5 |
| | B | 7.6 | 10.4 | 13.3 | 9.8 | 25< | 21.2 | 9.0 | 8.4 | 9.2 | 7.4 | 7.9 | 6.6 |
| PO ₄ -P ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) | S | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| | M | 0 | 0 | 26 | 5 | 0 | 0 | 3 | 1.5 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | B | 0 | 0 | 5 | 39 | 5 | 6 | 4.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

まれたために起きた現象であろう。つまり、夏季の底層の値にはクロロフィルの分解途上にあるフェオ色素が多く含まれていたと考えられる。COD は表層で年平均 $11.4 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。中層と底層ではそれぞれ7月と8月に $25 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ を越える高い値となったが、これを $25 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ として年平均をとると、それぞれ $13.2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ と $15.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ となった。ろ過した水の COD である F-COD は三層でそれぞれ $8.9, 9.3, 11.3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。PO₄-P 量はほとんど検知されない程度に微量であった。高木 (1984) が1983年7月から12月にかけて定量した値も $2 \sim 3 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ と低いものであった。

各種元素の定量結果を、参考のために Table 3 に示す。なお蓮池を含む松江市近辺の水生植物の生育する52の任意のため池と河川での水質分析の結果によれば (国井・国井 (1985) および未発表資料), Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe の表層での平均値 (ppm) は、それぞれ $10.44 (\pm 6.17 \text{ SD}, n=50)$, $2.17 (\pm 1.16 \text{ SD}, n=51)$, $4.99 (\pm 4.93 \text{ SD}, n=51)$, $3.22 (\pm 2.27 \text{ SD}, n=51)$, $0.21 (\pm 0.33 \text{ SD}, n=51)$, $0.18 (\pm 0.10 \text{ SD}, n=50)$ であった。

Table 3. Contents of sodium, potassium, calcium, magnesium, manganese and iron (ppm) in surface and bottom water sampled on 25 August 1984 in Pond Hasu-ike

| | Na | K | Ca | Mg | Mn | Fe |
|---------|-------|------|------|------|------|------|
| Surface | 13.18 | 2.14 | 4.09 | 5.20 | 0.07 | 0.14 |
| Bottom | 13.18 | 3.64 | 9.72 | 8.15 | — | — |

5. ま と め

1984年4月から翌年4月までの一年間、島根県湖陵町にある蓮池で水質の季節変化を調べ、同時に水生植物相の記載と植被の図示を行った。その結果、蓮池は弱酸性の池であり夏季に

水温および溶存酸素量の成層が形成されることがわかった。また、chl. *a*, COD, PO₄-P 量などは比較的小さな値をとった。

水生植物は12種が見出された。抽水植物を除いての優占種はオニビシであり、ハスとガガブタがこれに続き、この3種がこの池の相観を決定していた。

6. 引用文献

- 浜島繁隆 (1979) 池沼植物の生態と観察。ニュー・サイエンス社。110頁。
角野康郎 (1984) 兵庫県東播磨地方における溜池の水生植物。植物地理・分類研究 32:127-135。
国井秀伸・国井加代子 (1985) 松江市近辺の水草の分布に関する予報。植物と自然 19(11): 31-34。
大井次三郎 (1975) 日本植物誌。顕花編。至文堂。1582頁。
下田路子 (1983) 広島大学統合移転地およびその周辺部に分布するため池の水草。植物地理・分類研究 31: 46-57。
高木嘉子 (1984) 蓮池における人工付着板による付着藻類について。島根大学理学部生物学教室卒業研究。43頁。
Wetzel, R. G. (1975) *Limnology*. Saunders. 743 p.