

# 神竜湖の水質の現況

誌名	広島県水産試験場研究報告
ISSN	03876039
著者名	橋本,俊将
発行元	広島県水産試験場
巻/号	17号
掲載ページ	p. 37-44
発行年月	1992年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 神竜湖の水質の現況

橋本俊将

Water Quality in Lake Shinryuu

HASHIMOTO, Toshimasa

This paper describes water quality in Lake Shinryuu, located in the north-east of Hiroshima Prefecture.

A freshwater bloom in this lake was first observed in 1975. Waterquality survey has been carried out since 1980, to study the effect of the blooming on fishes,

Average transparency is as low 1.8m and average chlorophyll content in the surface layer in summer is as high as  $30\mu\text{g}/\ell$ . Nutrient concentrations are also significantly higher.

These results show that this lake is classified as mesotrophic or eutrophic. Because two rivers are flowing into the lake, which have higher nutrient levels than the lake itself, the lake is estimated to become eutrophicated.

神竜湖は、県備北地方の比婆郡東城町と神石郡神石町に沿って位置している帝釈峠に、1924年に構築された発電用の人工湖（帝釈川貯水池、帝釈川ダム）で（図1），総貯水量は1,428万トンである。同湖には帝釈川と高光川とが流入しており、その集水面積は120 km<sup>2</sup>である。

同湖では1975年頃から淡水赤潮が発生するようになり、生息魚類に与える影響等を把握する必要が生じた。そこで、1980年から水質、プランクトン調査を、1981年から魚類相調査を開始した。あわせて、帝釈川、高光川においても1980年から水質調査を行ってきた。調査開始以来10年を経過したので、この間の水質についての資料を検討し、神竜湖の水質について知見が得られたので報告する。

## 方 法

水質調査は、1980年からほぼ毎月1回下旬に図1の3定点で実施してきており、この調査結果を主に用いた。とりまとめた項目は、水温、透明度、クロロフィル量、溶存酸素量、pH、COD、BOD、栄養塩量（PO<sub>4</sub>-P、DIN）である。採水は北原式採水器を用いて表層、5 m層、底層について行った。各項目の測定方法は、つきの通りである。測温は棒状水銀水温計、透明度はセッキー板（直径30cm）によった。クロロフィル量はアセトン抽出法<sup>1)</sup>、溶存酸素量はウインクラ

一法<sup>1)</sup>, pHは比色法<sup>2)</sup>, CODはヨウ素適定法<sup>2)</sup>, BODは20°C 5日間法<sup>2)</sup>, PO<sub>4</sub>-Pはモリブデン酸アスコルビン酸法<sup>3)</sup>, DINのうちNH<sub>4</sub>-Nはネスラー法<sup>2)</sup>, NO<sub>2</sub>-NはGRIES法<sup>3)</sup>, NO<sub>3</sub>-Nは銅カドミウム還元法<sup>3)</sup>によった。

## 結 果

各項目とも1980年4月～1990年3月の10か年間における各月の平均値を用いて、年間の推移をとりまとめた。

### 1. 水 温

各層とも年最高水温は8月に示され、表層では25°C以上となるが、5m層、底層は20°C程度である。1月ないし2月に各層ともほぼ5°Cを示し、年最低水温となる(図2 A)。

### 2. 透明度

春～夏期は透明度が低下し、秋～春期は高くなる年変化を示している(図3)。しかし、年平均値は1.8mと低い。

### 3. クロロフィル量

表層では高水温期に高い値を示し、特に6～9月は30μg/l近い値となる。一方、5m層と底層では、5月から12月まで7～10μg/lと、ほぼ一定の値を示す(図2 B)。

### 4. 溶存酸素量

表層では1～8月の溶存酸素量は7ml/l以上で、特に5～8月は高い値となっている。飽和度は、4～8月は100～180%と飽和ないし過飽和状態となる。9月になると急に低下し、溶存酸素量は6～7ml/lとなるが、飽和度は80%以下とはならない。一方、5m層と底層では逆の傾向、つまり1月以降低下し、9月に最低の4.7ml/lとなり、それから次第に増加する。飽和度は70%以下とはならない(図4 A, 4 B)。

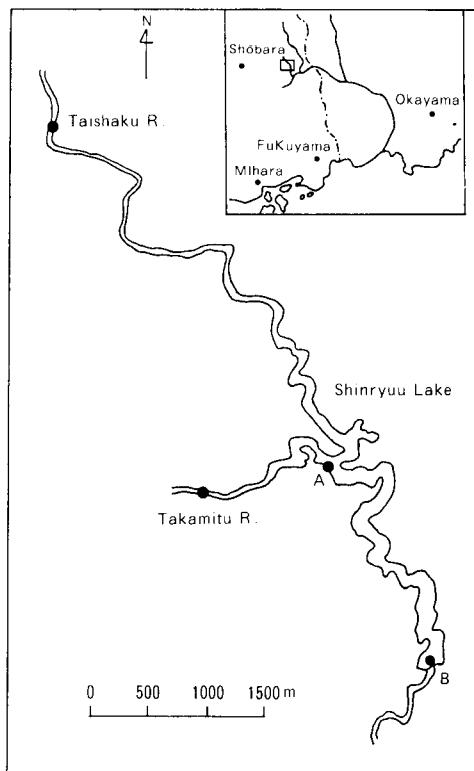


Fig. 1. Shinryuu Lake, showing the location of the sampling stations and two tributaries sampling stations.

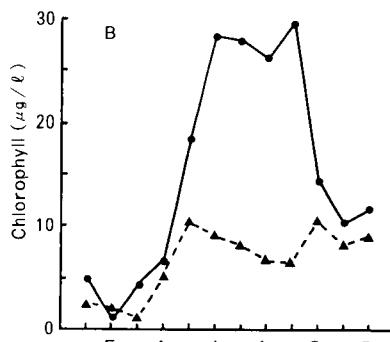
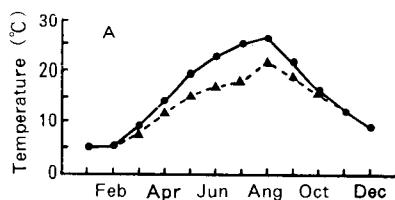


Fig. 2. Monthly changes in water temperature (A) and chlorophyll(B) at depth of 0 m (—) and 5 m (---).

### 5. pH

表層は春～秋期は8以上を示し、8月に8.8と最も高くなる。秋～春期は8以下となり、2月に7と最も低くなる(図5 A)。5m層と底層では表層ほどの明瞭な年変化はみられないが、春～夏期に年平均値よりもやや高くなる。

### 6. COD

表層のCODの年平均値は1.8 ppmである。高い値を示すのは5～9月で、特に6月と9月とは3 ppm以上と高い。5m層、底層の年平均値は約1 ppmであり、5m層では8月に約2.5 ppmを示す(図5 B)。

### 7. BOD

表層では年平均値は2.5 ppmであるが、6月だけは6 ppm以上と非常に高い値となる。これは1981年に約16 ppm、1983年に約9 ppm値が出現したためで、この両年の値を除くと年平均値は2.2 ppmとなる。しかし、このような異常値がときに出現することについて、注意が必要と考えられる。5m層、底層では1～2 ppmの範囲内にある(図5 C)。

### 8. 栄養塩量

#### (1) PO<sub>4</sub>-P

表層の年平均値は約12 μg/lである。1～4月は少し変動が大きいが、その後はほぼ一定である。一方、5m層と底層では明瞭な年変化を示している。5m層では4月に最高、8月に最低となっているが、底層では2月に最高、10月に最低となっている(図6 A)。

#### (2) DIN

DINは、各層とも秋～春期に増加し、春～秋期に減少する明瞭な年変化がみられる。ただし、6月には少し増加傾向がみられる。表層では、年平均値は約500 μg/lであるが、5m層、底層の年平均値は約600 μg/lと、表層より高い(図6 B)。

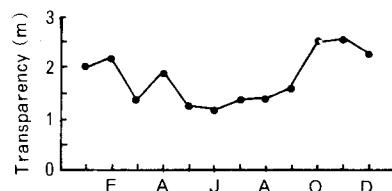


Fig. 3. Monthly changes in transparency.

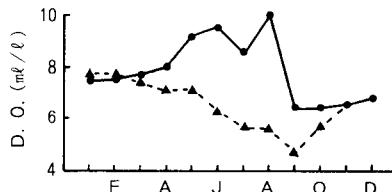


Fig. 4. Monthly changes in dissolved oxygen(A) and its saturation(B) at depth of 0 m (—) and 5 m (···).

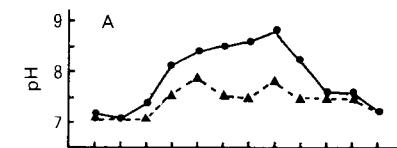


Fig. 5. Monthly changes in pH(A), COD (B), and BOD(C) at depth of 0 m (—) and 5 m (···).

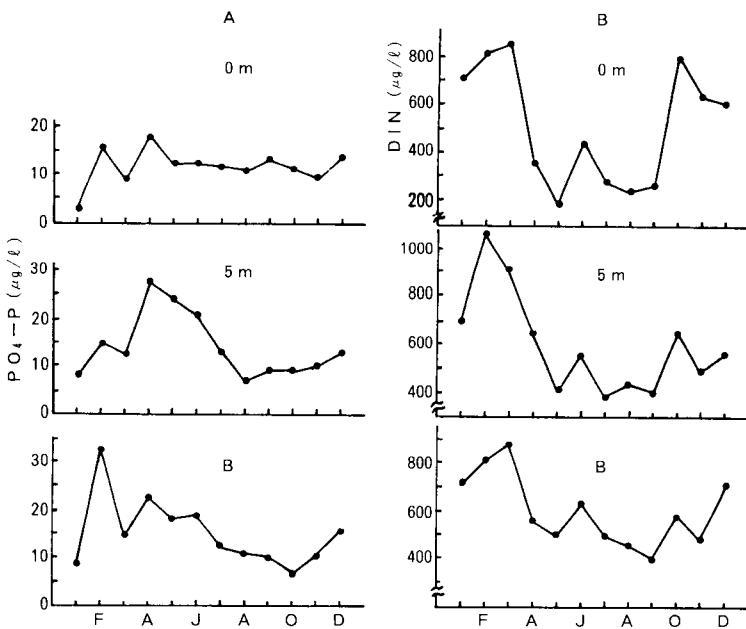


Fig. 6. Monthly changes in phosphate-P(A) and DIN(B),

### 考 察

環境庁は1982年に「湖沼の窒素及びリンに係る環境基準」を定め、利用目的によりⅠ～Ⅴ類型の5段階区分を示した。広島県では湖沼としての類型指定はしていないが、同環境基準ではb表<sup>4)</sup>において全窒素量と全リン量から類型づけをしており、神竜湖がどの類型に相当するのか、検討してみた。

本調査では、全窒素量、全リン量の測定は行っていない。そこで、DINのうち約9割を占めているNO<sub>3</sub>-N値(本調査における10か年の結果による)に対する全窒素値との相関関係を、県内に位置する8人工湖(三川、椋梨、渡ノ瀬、小瀬川、王泊、樽床、立岩、神竜湖一堰堤)の調査結果<sup>5)</sup>から求め、これから本調査の調査点(紅葉橋下)における全窒素値を推算した。全リン値についてもPO<sub>4</sub>-P値から同様に推算した。この結果を坂本による富栄養化度の指標<sup>6)</sup>とあわせて図7に示す。また、広島県府中保健所では同湖堰堤の近くで全窒素、全リンを測定しているので、この調査結果もあわせて図7に示す。ただし、8月の値のうち1987年については他の年の同月値に比べて著しく高い値なので除外した。同図から、神竜湖は中栄養～富栄養状態にあるといえる。前述の環境基準b表において、V類型(全N値；1mg/l以下、全P値；0.1mg/l以下)におおむね相当する。また、同環境基準のa表に示されているpH、COD、溶存酸素量の基準値ともあわせて類型づけを試みると、水産3級(水産3種)の富栄養湖型の水質と考えられる。

つぎにCARLSONは透明度とクロロフィルa濃度との関係から、透明度を基準とした連続的な富栄養度化指数TSI(SD)を提唱し、相崎等は、透明度を基準とする指数のかわりにクロロフ

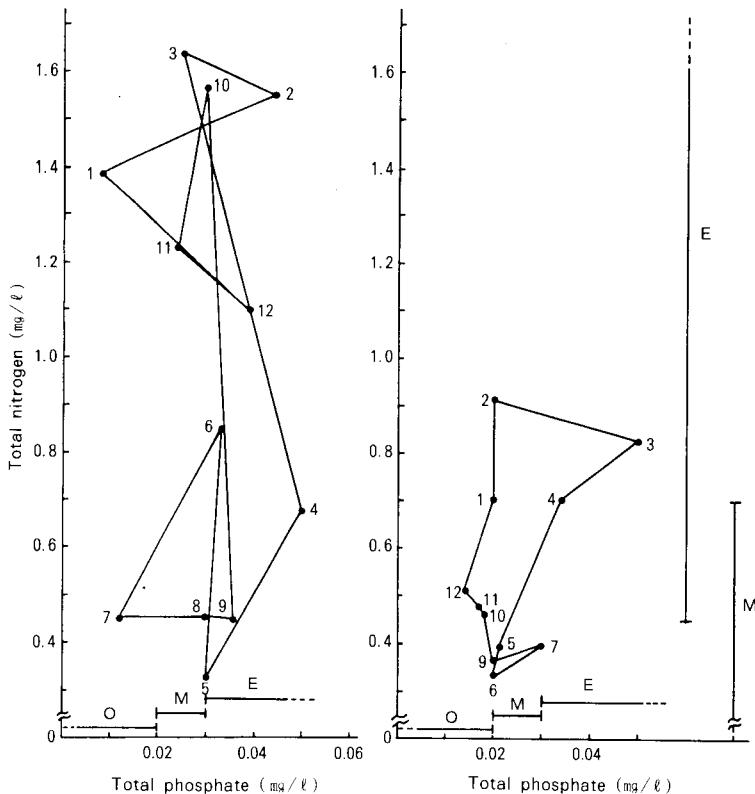


Fig. 7. Monthly changes in trophic state at St. A (left) and St. B (right) at Shinryuu Lake. Numerals in the graph represent month, and E indicates eutrophic, M mesotrophic and O oligotrophic.

ィル  $a$  濃度を基準とする、次式で示される修正カールソン指数<sup>7)</sup>を提唱している。

$$TSIM (\text{Chl}) = 10 \times \left( 2.46 + \frac{\ln \text{Chl}}{\ln 2.5} \right) \dots \text{クロロフィル}$$

$$TSIM (\text{SD}) = 10 \times \left( 2.46 + \frac{3.69 - 1.53 \ln \text{SD}}{\ln 2.5} \right) \dots \text{透明度}$$

この2式に神竜湖堰堤近傍における10か年平均の各月値（クロロフィル量は表層の値）を代入、得られた結果に、ダム貯水池富栄養化対策の手引き（案）<sup>6)</sup>から、クロロフィル量と透明度についての各栄養度範囲を付記して図8に示した。また、紅葉橋下における透明度の状況についても同図に示した。同図の結果からも、神竜湖はおおむね富栄養状態にあるといえよう。

神竜湖へは帝釽川、高光川が流入している。この2河川におけるPO<sub>4</sub>-P, DINの10か年平均の状況を図9に示す。PO<sub>4</sub>-Pについてみると、両河川における年平均値は20~25 μg/lで、湖内の年平均値(12 μg/l)に比べて、約2倍高い。DINについてみると、両河川における年平均値は600~800 μg/lで、湖内の年平均値(500 μg/l)に比べて最高約200 μg/l高く、神竜湖への栄養塩類の補給が大きいと考えられる。このことは、調査期間中において多雨年であっ

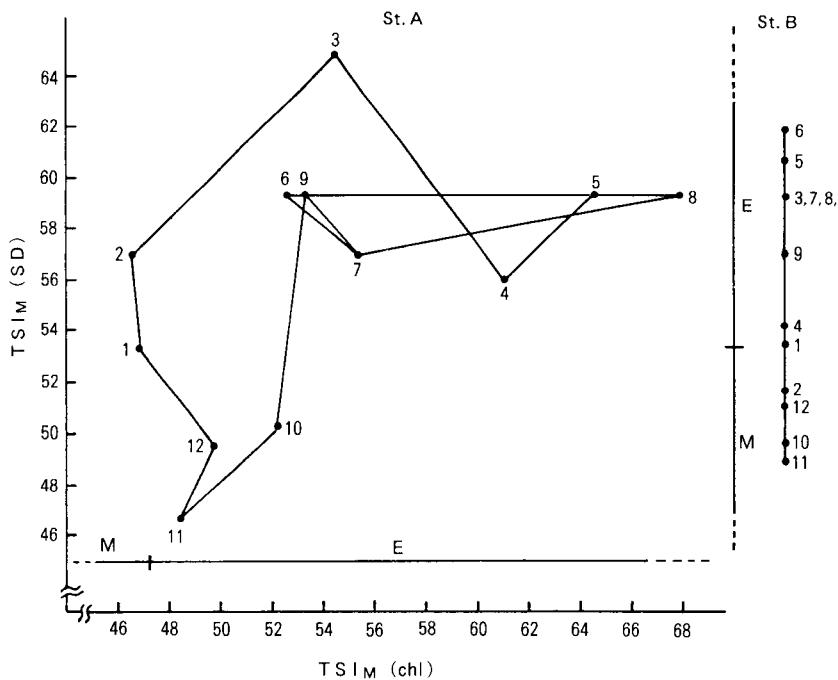


Fig. 8. Trophic states based on chlorophyll content [TSIM (Chl)] and transparency [TSIM (SD)] at St. A. Symbols are the same as in Fig. 7.

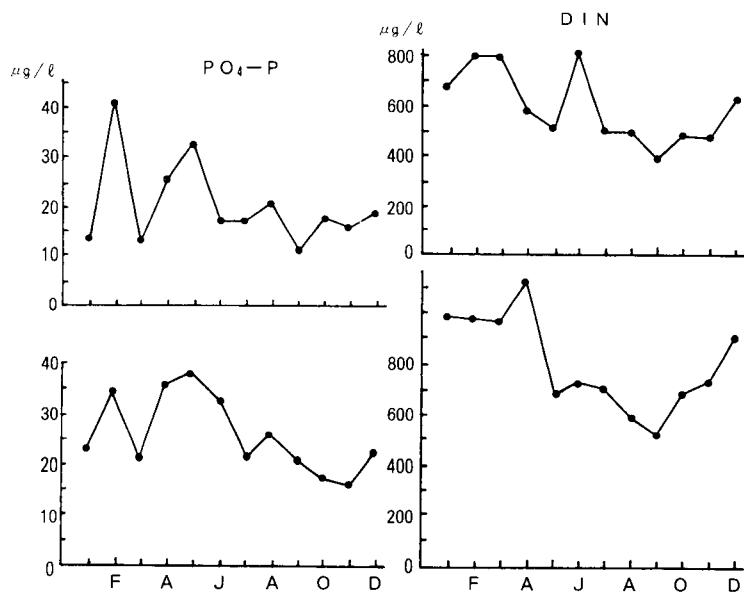


Fig. 9. Nutrient contents of Taishaku River (upper) and Takamitu River (lower).

た1980年において、この傾向が明らかである。

神竜湖は発電を目的として構築されたことから、湖水の滞留時間は小さく、回転率は大きいと考えられる。滞留時間、回転率は次式<sup>7)</sup>で示されている。

$$\text{滞留時間 } \tau = V / Q$$

$$\text{回転率 } R = 1 / \tau = Q / V$$

ただし  $V$  ; 年間の平均貯水量

$Q$  ; 年間の総流入量または総流出量

神竜湖における1961年以降の貯水量、放水量の測定結果<sup>8)</sup>から、この $\tau$ と $R$ とを算出し、 $R$ の状況を図10に示す。同図の右端に $R$ の各範囲を示した。湖沼環境調査指針によると

$R < 10$  ; 成層現象がみられる貯水池

$R > 20$  ; 混合が卓越して成層現象が常にみられない貯水池

としている。調査期間中における同湖の回転率の年平均は17.5とかなり大きく、弱い水温成層がみられる程度である。のことから、両河川からの流入水が神竜湖の栄養化度に与える影響は大きいと考えられる。

調査期間中において、年間の $R$ が大きく $\tau$ の小さかった1980年と、その逆の状況であった1986年の月別の状況を、あわせて同図中に示す。

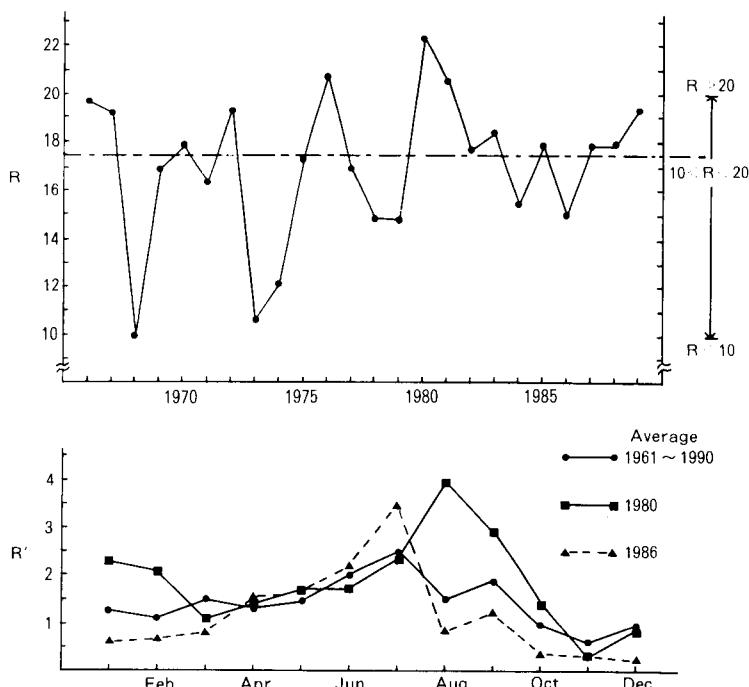


Fig. 10. Recycle rate (a reciprocal of bulk residence time) at Shinryuu Lake. R indicates recycle rate per year, and R' indicates recycle rate per month.

## 要 約

1. 神竜湖の水質の現況について、1980年以降実施してきた観測結果をとりまとめた。
2. 平均透明度は1.8mと低く、クロロフィル量も夏期の表層では $30\mu g/l$ にも達する。そして栄養塩量から「湖沼の窒素及びリンに係る環境基準」に照らしあわせてみると、中栄養～富栄養状態にあることが分かった。また相崎等の修正カールソン指数によると、やはり富栄養状態にあることが示された。
3. 発電を目的とした人工湖であることから、湖内へ流入する河川水及び湖水の流況は大きい。このことは、湖水の水温成層が弱いことにもうかがわれる。また、流入河川水の栄養塩類濃度は一般に湖内の濃度に比べて高く、湖内への栄養塩類の補給源となっている。

## 文 献

- 1) 気象庁（編）：海洋観測調査指針、日本海洋学会、東京、1970, pp 250～252, pp 175～177.
- 2) 松江吉行（編）：公共用水域保全のための水質汚濁調査指針、増補改訂版、恒星社厚生閣、東京、1965, pp 114～115, pp 130～131, 136.
- 3) 小山忠四郎・半田暢彦、杉村行勇：湖水、海水の分析、講談社、東京、1979, pp 53～57, pp 49～51.
- 4) 広島県環境保健部：広島県環境白書（平成2年版）、1990, pp 151～152.
- 5) 広島県環境センター：公共用水域の水質測定結果、1979～1989.
- 6) （財）国土開発技術センター：ダム貯水池富栄養化対策の手引き（案）、1986, pp 23.
- 7) (社)日本水質汚濁研究協会（編）：湖沼環境調査指針、公害対策技術同友会、東京、1984, pp 95～96, 107, pp 233～234.
- 8) 中国電力株式会社：帝釈ダム貯水池月表、1966～1989.