

## 太湖流域の水質調査

吉田 勲\*

平成8年6月24日受付

### An Investigation of Water Quality in the Taihu Lake Basin

Isao YOSHIDA\*

The Taihu Lake Basin is situated at the center of delta of the Yangtze River and is well known as the rich land of rice and fish. In old times, the inhabitant suffered from flood. Therefore, many administrators in this area had to concentrate their efforts on the control of the flood. But, recently, development of industries has been remarkable. On the contrary, the water qualities have been worsening. Then, the agriculture, drinking water and sightseeing spots were damaged seriously by pollution of water, because the factories company discharged wastewater into a public water territory which was not completely treated.

The author made field investigations on the water quality around Taihu Lake 3 times during 1994 and 1995. In this paper, a part of the field investigation is reported. The author just began the cooperative research work with a Chinese researcher to improve the water environment in the Taihu Lake Basin, and earnestly hopes this research will be a good help for improvement of water environment in this region.

#### 緒 言

中国の太湖流域は長江の三角洲の中心に位置し、自然に恵まれ「魚と米の土地」として知られ、淡水魚、真珠、米、茶、キウリ、梅、ミカン、桃、海老、銀魚などを豊富に産する。第1図に示すように流域周辺には上海、江蘇省の蘇州、無錫、常州、県級市、浙江省の嘉興市、湖州市と杭州の一部などの大都市があり、工業と農業生産が盛んな土地である。流域面積は36,355km<sup>2</sup> (全国土の0.3%)、総人口は3,272万人 (3%)と中国全土から見ると面積、人口ともに小さいものの、工業生産は中国の16%

をも占め<sup>3)</sup>、中国の近代化に重要な役割を演じている。人口は南京-上海-杭州間を走る鉄道沿線に集中し、都市域に80%が住み、都会は人口過密状態を呈している。

地形学的には太湖流域は西高東低で平野部と山間部に分けられる。西に位置する山岳部の標高は300~700mの範囲にあり、太湖への水の供給域を形成し、全流域面積の25%を占める。平地部は流域面積の75%を占め、地形は皿状で、太湖はその平野の中心にある。平野部の標高は海拔10m以下で、西部は一般に5m以上、逆に東部は2~4mの範囲にある。中心部の池の周辺の平野は低く、ほぼ2m程度で、最も低いところは0mの場合もある。

\*鳥取大学農学部農林総合科学科生存環境科学講座

\*Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

従って、太湖の水は蘇州から上海を経由して東シナ海に注ぐ。

中国の古い記録によると、4世紀から現在までの間に、太湖流域で245回の洪水が発生し、そのうち、166回が局部的な洪水、79回が大洪水（この内、7回が大洪水）であった。同じ期間に、132回の早ばつがあり、その内訳は87回が局部的な、45回が大早ばつであった<sup>4)</sup>。洪水は6.5年に1回、早ばつは12年に1回の率で発生している。以上のことから、太湖流域においては渇水よりも洪水制御の方が関心事であった。太湖の豊富な水は人口3千万人の流域周辺住民の生活用水、工場用水および農業用水として使われてきたが、最近、この水が汚濁して、住民生活や農業に多大な影響を与えつつある。

筆者は1994年～1995年の間に3回、現地に出掛け、現地調査をした。ここではその水質調査結果を報告する。

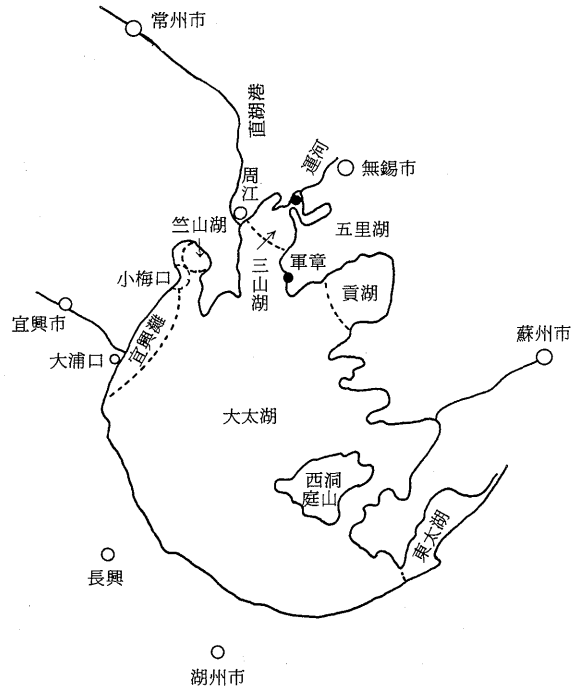
## 太 湖

太湖は中国で第3位<sup>1)</sup>、その水面積は2,338km<sup>2</sup>（琵琶湖の3.5倍）、平均水深は1.89m、内部に55の島を有し、貯水流量は44億トン、約326日の周期で水が入れ代わる大きな湖である<sup>3)</sup>。その太湖の北部に、30年前から植物プランクトンが増加し始め、現在では、その平均生物量は7.31mg/lとなった。主要な種は藍藻および硅藻類で夏を中心に8ヶ月間生存し、水の華を形成する。他方、動物性プランクトンは減少し、その結果、ここに生息する魚は減っている。浮遊生物の種類と数量とから判断して、太湖は富栄養湖となっている。

そこで、中国政府は南京に中国科学院南京地理与湖泊研究所を設置し、太湖の生態系調査に乗り出し、1988年には無錫市の太湖湖畔の軍嶂に太湖湖泊生態系統研究所（現有人員10人、高級研究員2人）を建設し、有機化学、生物、水文気象部門の研究を開始した。ここは北緯31°24′、東経12°13′に位置し、東南の季節風が吹き、平均気温15～16度で降雨は5～8月に集中している。

### 中国の環境水質基準

最初に、中国の主要な水質基準について述べる。国家環境保護局が1988年6月1日に施行した地表面水環境基準（許可番号GB3838-88）によれば、水域は使用目的および保護目標によって、第1表に示す類型に分類される<sup>2)</sup>。一つの水域の使用目的が数種にまたがる場合には、その中のレベルの高い使用目的により、また、使用目的が季節的な場合には、季節によって分類される。地表面水の5類を水質等によって、さらに具体的に示せば、第



第1図 太湖流域の概略図

2表の通りである。

次に基準分級について述べる。表面水域の使用目的及び汚水排出先により一二三級基準が適用される。

① 特別保護水域：これは国家GB3838-88『表面水環境基準』の第I、II類水域を指す。例えば、都市、町などの飲料水源池である第一級保護区、国家指定の名勝、遊覧水域、貴重な魚類保護区、特別に価値のある経済・文化水域、海水浴場、水産物養殖場など。その水域へは新たに汚水の放流は出来ないし、既に排出している事業団体は地方環境保護部門によって水質基準に基づいて厳しく制限される。

② 重点保護水域：国家GB3838-88の第III類水域および『海水水質基準』の第II類水域を指す。例えば、都市、町などの飲料水源池第二級保護区、一般的な漁業水域、行楽地など。上記の水域への排水に対しては第一級基準を当てはめる。

③ 一般保護水域：国家GB3838-88の第IV、V類水域および『海水水質基準』の第III類水域を指す。例えば、一般工業用水域、景観用水域、港、海洋開発区。上記水域への排水には第二級基準を実施する。

④ 都市、町の下水の排水、二級汚水処理水に対しては第三級基準を適用する。

二級汚水処理場が建設されていない都市、町の下水排水に対しては下水道排出口水域によって第一級、二級の基準を適用する。

第1表 水域の使用目的および保護目標と類型

| 類   | 適用範囲                             |
|-----|----------------------------------|
| I   | 主に、水源や国家自然保護区                    |
| II  | 飲料水源地の第1級の保護区、貴重な魚類の保護区、魚やエビの産卵場 |
| III | 飲料水源地の第2級の保護区と一般的な魚類の保護区、水泳区     |
| IV  | 一般工業用水及び人体が直接に接触しない行楽水域          |
| V   | 農業用水域と普通の水域                      |

第2表 地表水の水質基準

| 番号                   | I   | II         | III        | IV    | V     |
|----------------------|---|------------|------------|-------|-------|
| 最低基準                 | 全ての水域で人工的な原因で下記の物質が含まれない事。1. 人に不快感をあたえる滞積物、2. 浮遊物質、例えば、碎片、スカム、油類その他、不快感を起こす物質、3. 人に嫌悪寒を起こさせる色、悪臭及び不透明な物質、4. 人間、動物、植物に対しても有害、有毒あるいは生理的に不快感を与える物。5. 人に嫌われる水性植物の発生 |            |            |       |       |
| 1 水温                 | 人為的原因による水温の変化は下記のように制限される。<br>夏季の平均最大上昇温度 ≤ 1℃ 冬季の平均最大降下温度 ≤ 2℃   |            |            |       |       |
| 2 pH                 | 6.5~8.5   |            |            |       |       |
| 3 SO <sub>4</sub>    | 250   | 250        | 250        | 250   | 250   |
| 4 Cl(以下)             | 250   | 250        | 250        | 250   | 250   |
| 5 溶解性鉄(以下)           | 0.3   | 0.3        | 0.5        | 0.5   | 1.0   |
| 6 T-Mn(以下)           | 0.1   | 0.1        | 0.1        | 0.5   | 1.0   |
| 7 T-Cu(以下)           | 0.01  | 1.0(魚0.01) | 1.0(魚0.01) | 1.0   | 1.0   |
| 8 T-Zn(以下)           | 0.05  | 1.0(魚0.01) | 1.0(魚0.01) | 2.0   | 2.0   |
| 9 硝酸塩類(N,以下)         | 10  | 10         | 20         | 20    | 25    |
| 10 亜硝酸塩(N,以下)        | 0.06  | 0.1        | 0.15       | 1.0   | 1.0   |
| 11 アンモニアイオン          | 0.02  | 0.02       | 0.02       | 0.2   | 0.2   |
| 12 窒素                | 0.5   | 0.5        | 1.0        | 2.0   | 2.0   |
| 13 T-P               | 0.02  | 0.1        | 0.1        | 0.2   | 0.2   |
| 14 過マンガン酸塩指数         | 2   | 4          | 6          | 8     | 10    |
| 15 溶存酸素(以上)          | 飽和率90%  | 6          | 5          | 3     | 2     |
| 16 COD <sub>Cr</sub> | 15  | 15         | 15         | 20    | 25    |
| 17 BOD <sub>5</sub>  | 3   | 3          | 4          | 5     | 10    |
| 18 F化物               | 1   | 1          | 1          | 1.5   | 1.5   |
| 19 セシウム              | 0.01  | 0.01       | 0.01       | 0.02  | 0.02  |
| 20 T-ヒ素              | 0.05  | 0.05       | 0.05       | 0.1   | 0.1   |
| 21 T-亜鉛              | 0.00005   | 0.00005    | 0.0001     | 0.001 | 0.001 |
| 22 T-Cd              | 0.001   | 0.005      | 0.005      | 0.005 | 0.01  |
| 23 Cr                | 0.01  | 0.05       | 0.05       | 0.05  | 0.1   |
| 24 T-Pb              | 0.01  | 0.05       | 0.05       | 0.05  | 0.1   |
| 25 T-シアン化物           | 0.005   | 0.05       | 0.2        | 0.2   | 0.2   |
| 26 揮発性フェノール          | 0.002   | 0.002      | 0.005      | 0.01  | 0.1   |
| 27 石油類               | 0.05  | 0.05       | 0.05       | 0.05  | 1.0   |
| 28 陰イオン海面活性剤         | 0.2   | 0.2        | 0.2        | 0.3   | 0.3   |
| 29 大腸菌群数             |   |            | 1000       |       |       |
| 30 ベンゼン(g/l)         | 0.0025  | 0.0025     | 0.0025     |       |       |

第3表 第一類汚染物最高排出許可濃度 (mg/l)

| 汚染物質      | 排水濃度         | 汚染物質   | 排水濃度    |
|-----------|--------------|--------|---------|
| 1 T-水銀    | 0.05(建0.005) | 6 T-ヒ素 | 0.5     |
| 2 アルキル基水銀 | 検出されない       | 7 T-Zn | 1.0     |
| 3 T-Cd    | 0.1          | 8 T-Ni | 1.0     |
| 4 T-Cr    | 1.5          | 9 ベンゼン | 0.00003 |
| 5 6価クロム   | 0.5          |        |         |

## 基準値

基準は放流される汚染物の性質によって二種類に分類される。

## ① 第一類汚染物

環境あるいは動物、植物の体内に蓄積し、人体の健康に長期間にわたり影響を与える。このような有害汚染物質を含んでいる汚水について、事業、種類、排出方式を問わず、その排出される水域の使用目的にも関係なく、

職場あるいは処理施設の排出口において採水し、第3表の規定に合致しなければならない。

## ② 第二種類汚染物

これは長期的な影響が第一種類よりも小さい物で、この場合、排水口で採水した水質が第3表、第4表に合わなくてはならない。

湖沼の富栄養化に関する分類基準<sup>5)</sup>は第6表に示す通りである。

第4表 第二種類汚染物最高排出許可濃度 (mg/l)

|              | 第一級基準 |     | 第二級基準 |     | 第三級基準 |
|--------------|-------|-----|-------|-----|-------|
|              | 新建    | 現在  | 新建    | 現在  |       |
| 1 pH         | 6-9   | 6-9 | 6-7   | 6-9 | 6-9   |
| 2 色度         | 50    | 80  | 80    | 100 | -     |
| 3 SS         | 70    | 100 | 200   | 250 | 400   |
| 4 BOD5       | 30    | 60  | 60    | 80  | 300   |
| 5 CODcr      | 100   | 150 | 150   | 200 | 500   |
| 6 石油類        | 10    | 15  | 10    | 20  | 30    |
| 7 動物・植物油類    | 20    | 30  | 20    | 40  | 100   |
| 8 揮発性フェノール   | 0.5   | 1.0 | 0.5   | 1.0 | 2.0   |
| 9 シアン化物      | 0.5   | 0.5 | 0.5   | 0.5 | 1.0   |
| 10 流化物       | 1.0   | 1.0 | 1.0   | 2.0 | 2.0   |
| 11 アンモニア性窒素  | 15    | 25  | 25    | 40  | -     |
| 12 F化物       | 10    | 15  | 10    | 15  | 20    |
| 13 硫酸塩類      | 0.5   | 1.0 | 1.0   | 2.0 | -     |
| 14 フォルムアルデヒド | 1.0   | 2.0 | 2.0   | 3.0 | -     |
| 15 アニリン類     | 1.0   | 2.0 | 2.0   | 3.0 | 5.0   |
| 16 硝基ベンゼン類   | 2.0   | 3.0 | 3.0   | 5.0 | 5.0   |
| 17 合成洗剤(LAS) | 5.0   | 10  | 10    | 15  | 20    |
| 18 銅         | 0.5   | 0.5 | 1.0   | 1.0 | 2.0   |
| 19 亜鉛        | 2.0   | 2.0 | 4.0   | 5.0 | 5.0   |
| 20 マンガン      | 2.0   | 5.0 | 2.0   | 5.0 | 5.0   |

第5表 水質評価基準

|                   | 1 級   | 2 級  | 3 級  | 4 級  | 5 級  |
|-------------------|-------|------|------|------|------|
| DO                | ≧8    | ≧6   | ≧4   | ≧3   | ≧1   |
| COD               | ≦1    | ≦3   | ≦5   | ≦5   | ≦15  |
| BOD               | ≦10   | ≦15  | ≦15  | ≦20  | ≦25  |
| NH <sub>3</sub> N | ≦0.01 | ≦0.5 | ≦1.0 | ≦2.0 | ≦4.0 |

第6表 湖の富栄養化分類基準 (mg/l)

| 栄養状況 | 貧-中        | 中         | 中-富      | 富    |
|------|------------|-----------|----------|------|
| 全リン  | 0.005-0.01 | 0.01-0.03 | 0.03-0.1 | >0.1 |
| 全窒素  | 0.2-0.4    | 0.3-0.65  | 0.5-1.5  | >1.5 |

太湖流域の水質変化

1. 既往の調査

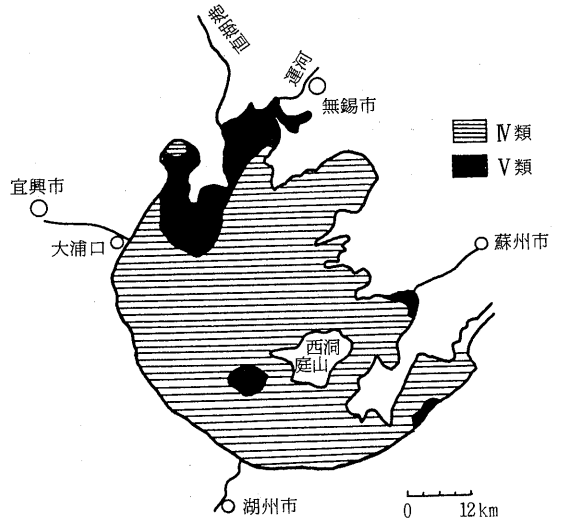
太湖は第1図に示すように五里湖，三山湖，竺山湖，貢湖，宜興灘，小梅湖，東太湖および大太湖に区分される<sup>6)</sup>。また，図示していないが，多くの流入・流出河川がある。

第2図と第3図に過去の調査結果を示す<sup>2)</sup>。第2図から1980年頃には湖州市の先の湖岸の一部がⅣ類であるのを除けば，湖岸はは全てⅢ類，太湖の中央部がⅡ類であった。即ち，太湖の中心を除けば，ほとんどの湖岸流域の水質はⅢ類となっている。これが8年後（第3図）にはⅣとⅤ類型になり，特に，無錫市からの排水を運ぶ運河の流入域（五里港，三山湖），工場都市の常州市から流れてくる河川である直湖港の河口流域にあたる（竺山湖）と東太湖の一部はⅤ類となっている。特に悲劇的なのは無錫市住民の飲料水の揚水機場のある梅園上水場がⅤ類と汚染されていることである。

2. 太湖の湖上調査

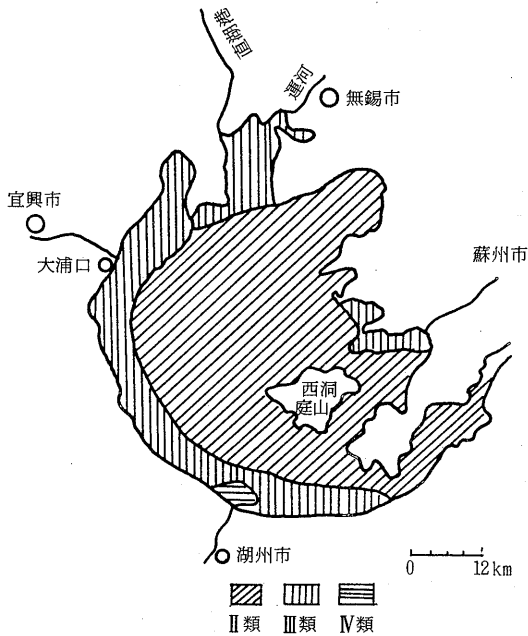
筆者は汚染の最も酷い無錫市内の運河，太湖北部の五里湖，三山湖，竺山湖，宜興灘，小梅湖および常州市から流れてくる河川の直湖港を河口から上流12kmの間の水質調査を行った。

1994年の10月1日に船で太湖の調査をした。第4図に

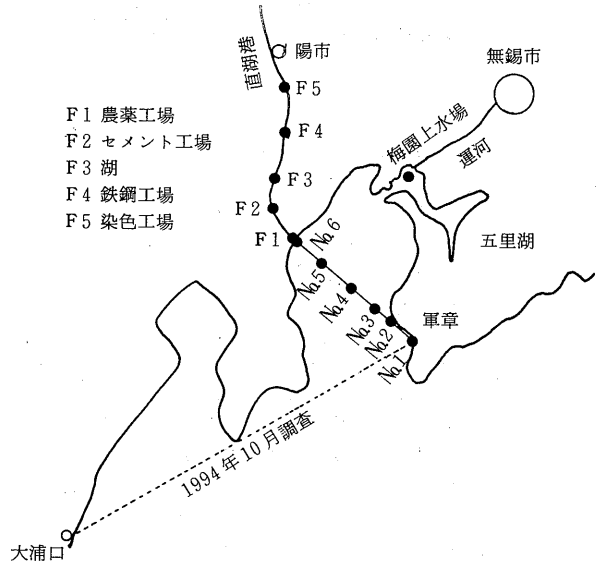


第3図 太湖の水質評価図 (1988)<sup>7)</sup>

示す軍嶂にある研究所から太湖への最大の汚染負荷河川である直湖港河口の周口へ向けて約13kmを船でアオコの上を走る。その後，三山島や梅園上水場を経由して帰る。三山島はアオコによって囲まれ悪臭が甚だしい。梅園上水場は無錫市住民の水道水源であるが，ここも厚いアオコで覆われていた。アオコの汲み上げを防止するために，割竹で広い地区を四角に囲み，その中にホテイアオイな



第2図 太湖の水質評価図 (1980-1981)



第4図 太湖および直湖港の水質 (1995)

どの水生植物を育成させ、アオコがポンプに入らないように防御していた。翌日の10月2日には馬山夾、白江口、大浦口（上流に宜興市）、陶山などの水質調査に出かけた。これらの地区はすべてアオコで覆われていた。

### 3. 太湖の水質調査

1995年の8月7日に第4図に示すように、軍嶂から直湖港の河口の周口へ向けて、採水しながらボートで水上

を走る。その後、周口から直湖港を遡る。途中、多くの工場からの排水口で水を採水した。それらの水質を第7表に示す。

第7表中の工場廃水の詳しい水質調査結果を第8表に示す。

以上の事から、河川には非常に悪い水が放流されていることが分かる。

第7表 水質調査結果 (1995.8)

|       | 距離    | pH  | EC* | T-N  | T-P  | 備 考              |
|-------|-------|-----|-----|------|------|------------------|
| No. 1 | 0 km  | 8.1 | 290 |      |      | 実験所              |
| No. 2 | 1.7km | 8.4 | 310 |      |      | 北西へ走る 大浮水庫       |
| No. 3 | 3.3km | 8.5 | 330 |      |      | 灯台               |
| No. 4 | 6.5km | 6.8 | 320 |      |      | ほぼ中央、北側にアオコが多い。  |
| No. 5 | 10 km | 6.7 | 330 |      |      | 灯台               |
| No. 6 | 3 km  | 6.6 | 330 |      |      | 太湖への最大負荷河川直湖港の河口 |
| F 1   | 0 km  | 6.4 | 300 | 2.91 | 0.48 | F1農業工場           |
|       | 1 km  | 6.6 | 320 |      |      | 鉄鋼工場。しかし排水見えず。   |
|       | 2 km  | 7.0 | 310 |      |      | 住宅地              |
| F 2   | 4 km  | 6.8 | 310 | 2.91 | 0.48 | F2セメント工場直湖港に注ぐ河川 |
| F 3   | 6 km  | 6.8 | 310 | 2.48 | 0.48 | F3湖              |
|       | 8 km  | 7.4 | 320 |      |      | 鋼鉄工場             |
| F 4   |       | 6.5 | 320 | 2.60 | 0.24 | F4 鋼鉄工場排水        |
|       | 9 km  | 6.6 | 330 |      |      | 煉瓦工場             |
|       | 10 km | 6.6 | 330 |      |      | 陽山口              |
| F 5   |       | 8.4 | 580 | 3.09 | >17  | F5染色工場 悪臭        |
| 陽市    | 12 km | 5.1 | 330 |      |      |                  |

\*単位はEC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), ECとpHを除くその他は (mg/l)

第8表 工場排水の水質

|       | pH    | EC*   | T-N    | T-P    | Cu    | Mn    | Zn    |        |
|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| No. 1 | 6.4   | 300   | 2.91   | 0.48   | 0.007 | 0.004 | 0.026 | 農業工場   |
| No. 2 | 6.8   | 310   | 2.91   | 0.48   | 0.001 | 0.001 | 0.025 | セメント工場 |
| No. 3 | 6.8   | 310   | 2.48   | 0.18   | 0.003 | 0     | 0.017 | 湖      |
| No. 4 | 6.5   | 320   | 2.60   | 0.24   | 0.004 | 0.001 | 0.057 | 排水     |
| No. 5 | 8.4   | 580   | 3.09   | 17以上   | 0.011 | 0.256 | 0.711 | 染色工場   |
|       | Si    | Fe    | Ca     | Mg     | Al    | K     |       |        |
| No. 1 | 10.91 | 0.254 | 22.914 | 13.322 | 0.601 | 3.680 |       | 農業工場   |
| No. 2 | 3.86  | 0.267 | 23.437 | 7.186  | 0.620 | 2.104 |       | セメント工場 |
| No. 3 | 2.75  | 0.099 | 31.552 | 7.563  | 0.302 | 2.164 |       | 湖      |
| No. 4 | 3.43  | 0.261 | 23.831 | 7.336  | 0.625 | 2.185 |       | 排水     |
| No. 5 | 10.83 | 2.297 | 33.785 | 12.573 | 0.186 | 3.484 |       | 染色工場   |

\*単位はEC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), ECとpHを除くその他は (mg/l)

## 4. 無錫市の河川、西湖、周庄の水質

次に、無錫市の河川、西湖、周庄の水質調査を第9表に示す。西湖は杭州市にあり、その美しさは旧くから詩人に歌われ有名である。周庄は水郷蘇州の隣に位置し、

昔の蘇州の面影を最もよく現代に伝える所で、年中、多くの人が訪れる。しかし残念ながら、これらはの水は悪い事が分かる。

第9表 無錫、西湖および周庄の水質 (1995年8月測定)

|         | pH  | EC*   |                              |
|---------|-----|-------|------------------------------|
| 無錫市の恵山遙 | 6.9 | 1,300 | 工場排水工場排水                     |
| 京杭運河    | 7.5 | 440   | 無錫市内を流れる新運河                  |
| 朝陽湾     | 7.9 | 340   | 無錫市内の河川                      |
| 杭州 西湖-1 | 7.4 | 177   | 平均水深1.6m, 最大5 m              |
| 蓮池      | 9.5 | 164   | 周囲15km, 面積5.6km <sup>2</sup> |
| 水郷周庄    | 7.7 | 490   | クリーク10点                      |

\*単位はEC ( $\mu\text{s/cm}$ )

## 結 論

以上、簡単に太湖およびその周辺の水質調査結果について述べた。広大な中国の水質を僅かなデータで判断する事は非常に難しいが、残念ながら、分析をするまでもなく、目で観察しただけで水質が悪い事が判定できるように、水が汚染されている。経済発展と環境保全とを両立させる事は非常に難しいことを、ここでも痛感する。しかし、このままでは飲み水さえもなくなる危険がある。中国では水質保全は国家上げて取り組まなくてはならない重要課題である。

## 参 考 文 献

- 1) 趙龍順：太湖蘭藻爆発原因初探，工程有關論文集22-24 (1992)

- 2) 中国科学院南京地理与湖泊研究所：太湖，海洋出版社，北京(1993)，pp.217-219
- 3) 中国科学院南京地理与湖泊研究所，水利部太湖流域監理局：太湖流域自然資源地図集，科学出版社，北京(1991)，pp.1-4
- 4) Huang Kuanwei : Taihu Lake, Wter Resources of Ministry, Taihu Lake Basin Administration, 1-20, 1993
- 5) 石建華：東太湖的環境質量現狀調査と評価，湖泊科学Vol. 6, No. 2, 166-170, (1994)
- 6) 叶祖德：90・7 梅梁湖濫藻爆発的の初歩調査報告，工程有關論文集，10-21 (1992)