

# 白洋淀浮游植物现状

张义科 田玉梅 张雪松\*

(河北大学生物学系,保定 071002)

## 提 要

本文研讨了白洋淀重新蓄水后的浮游植物种类组成、数量分布与环境理化因子的关系,并依据多样性指数标准及指示种评价了白洋淀水质。1990年5月至1992年7月共鉴定到浮游植物8门,10纲,25目,50科,135属,398种,20变种。其中绿藻门65属191种8变种;硅藻门27属98种11变种;蓝藻门27属68种;隐藻门最少,仅有1属4种。白洋淀重新蓄水后浮游植物的数量分布以南刘庄最高,年均值 $973.7 \times 10^4$ 个/L;韩村最低,仅 $26.0 \times 10^4$ 个/L。白洋淀水样含浮游植物细胞密度春季最高,平均值为 $411.4 \times 10^4$ 个/L,并以绿藻占绝对优势,平均值为 $353.2 \times 10^4$ 个/L,占春季总量的85.85%,占绿藻全年总量的40.62%。不同淀区浮游植物种类组成的多样性指数在0.617—0.919 (Simpson's index) 和3.190—4.501 (Shannon-Weaver's index) 范围。

**关键词** 白洋淀,浮游植物,多样性指数

白洋淀位于 $38^{\circ}44'—38^{\circ}59'N$ ,  $115^{\circ}45'—116^{\circ}26'E$ ,海拔高度8m,河北省保定市以东50km,总面积366km<sup>2</sup>。自然地理区划I.II.6(2.15.6)。白洋淀为渤海湾西面低洼地上由92个小型淡水湖泊和毗邻的季节性淹水沼泽组成,淀面沟壕纵横,构成一个不连续的水体,是海陆变迁形成的特殊生态系统<sup>[1]</sup>。水深2—3m,淀底质为黑色淤泥,水体平静,水质良好。白洋淀流域属暖温带大陆性季风气候区,年均温7.3—12.7℃,1月均温—5.6—3.3℃,最低—30.6℃,7月均温21.9—26.8℃,最高43.5℃,年积温2993—4409℃。无冰期250—290d。白洋淀提供了水生生物良好的生境。鱼、虾、蟹、元鱼、贝类、水鸟等达19科32种,浮游动物85属,底栖动物70种,维管束植物16科34种,浮游植物达92属<sup>[2,3]</sup>。芦苇群落镶嵌构成白洋淀景观。

进入60年代中期,由于天气干旱和人为干扰,白洋淀干淀5、6次,1984—1985年彻底干淀,水生生物几乎绝迹。1988年由于连降暴雨及入淀河流上游山洪汇集白洋淀重新蓄水。水深2—4m,汛期水位8.3m,蓄水量3.12亿m<sup>3</sup>。生长季节(4—11月)水体均温20.1℃,最低6.8℃,最高30.2℃。全年各淀泊均偏碱性,pH7.46—8.74。对重新蓄水后的白洋淀采取了保护水域生态环境的有效措施:水利工程,保证每年白洋淀从流域得到足够的水量,从而维持了水域水生生态系统稳定的最小需水量;加强水质监测,在各入

\* 南开大学生物学系,天津300071  
1992年11月28日收到;1994年7月18日修回。

淀口数公里处建立了卫生保护区或污水库,不符合卫生标准的水流不得入淀;每年清淤,并提高汛期泄洪流量,减少入淀泥沙。因此,重新蓄水后水生动、植物迅速恢复,已被鉴定的枝角类 6 科 46 种<sup>[4]</sup>,鱼类 11 科 24 种<sup>[5]</sup>,维管束植物 12 科 21 种<sup>[6]</sup>。浮游植物亦得以迅速恢复,本文研讨了白洋淀浮游植物的种类组成和数量特征,并根据所得资料对水质进行了评价。目的为开发白洋淀水生生物资源和治理白洋淀提供浮游植物方面的科学依据。

## 1 材料与方法

1990 年 5 月至 1992 年 7 月,根据河水入淀口、淀出水口、易污染区和典型大淀等四个原则,共选择了 13 个采样点(图 1)。

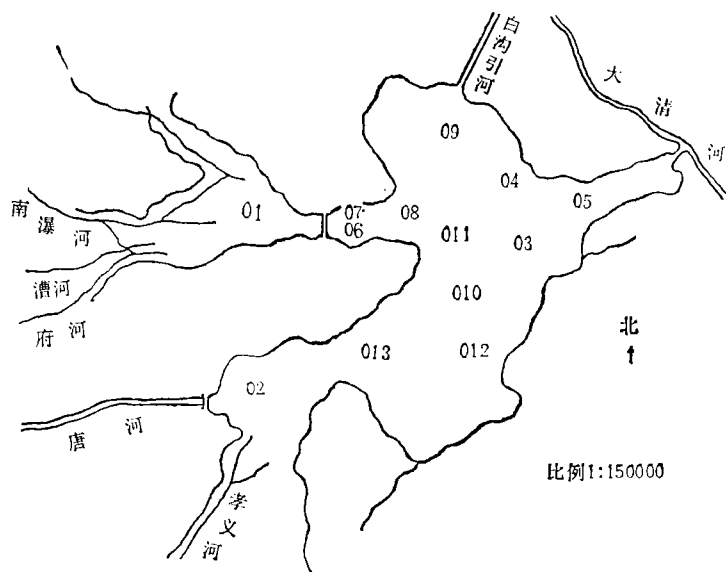


图 1 白洋淀采样点分布图

Fig. 1 Sample stations

0 采样点 Sample stations 1.藻荇淀 Zaozhadian, 2.韩村 Hancun, 3.刘庄子 Liuzhuangzi  
4.赵庄子 Zhaozhuangzi, 5.何庄子 Hezhuangzi, 6.南刘庄 Nanliuzhuang 7.漾堤口  
Yangdikou, 8.鸳鸯岛 Yuanyangdao, 9.烧车淀 Shaochedian 10.涝王淀 Laowangdian,  
11.寨南 Zhainan, 12.圈头 Juantou 13.端村 Duancun

**1.1 采集的样品**<sup>[6]</sup> (1) 用 Lugol 试剂固定;(2) 活体样品。(1)、(2)样品进行显微观察分类鉴定,并绘图、拍照。

**1.2 定量分析** 采集浮游植物样品的同时,测定水物特性,并采取水化分析水样。每个样品重复 3—5 次,取其平均值。

**1.3 种类组成的多样性指数** **1.3.1 Simpson 指数** 公式  $d = 1 - \sum(n_i/N)^2$

$n_i$ ——i 种的个体数; N——总个体数

1) 另文待发表

一般来说,多样性指数越大,水质越清洁。

Shannon-Weaver 指数 公式  $\bar{H} = -\sum(n_i/N) \cdot \log_2(n_i/N)$

$n_i$  和  $N$  同上式。 $\bar{H}$  值: 0—1 为重污, 1—3 为中污, 其中 1—2 为  $\alpha$ —中污, 2—3 为  $\beta$ —中污, >3 为轻污或无污。

## 2 结果与分析

**2.1 区系成分** 对 13 个采样点近三年的显微观察鉴定<sup>[6,7]</sup>, 共发现浮游植物 8 门 10 纲 25 目 50 科 135 属 398 种 20 变种。其中绿藻门最多, 65 属 191 种 8 变种 (占总种数 47.61%, 下同), 硅藻门 27 属 98 种 11 变种 (26.08%), 蓝藻门 27 属 68 种 (16.27%), 裸藻门 6 属 16 种 (3.83%), 甲藻门 4 属 10 种 (2.39%), 黄藻门 3 属 7 种 (1.67%), 金藻门 2 属 4 种 1 变种 (1.19%), 隐藻门最少, 仅 1 属 4 种 (0.96%)。

**2.2 种类组成的分布** 表 1 可见, 韩村浮游植物种类最多, 占总种数 15.0% 以上, 这与该淀区靠近保定污水库, 因渗漏作用淀水营养成分较其他淀区丰富相关。南刘庄和鸳鸯岛种类最少, 仅占 10% 左右, 这二淀区位于城郊, 是重点旅游区, 与易受污染相关。各淀共有藻类 323 种, 只在 1 个淀区出现的 95 种。

**2.3 种类组成的季节变化** 春季 4 月种类最多, 出现 259 种, 夏季 7 月最少, 仅 135 种, 秋季又有增加, 10 月 189 种。这与一般湖泊的浮游植物季节变化规律相一致<sup>[8]</sup>。主要种类组成的百分比大小各月均为绿藻 > 硅藻 > 蓝藻 (图 2)。各季共有种占 67.94%。

**2.4 浮游植物优势种的季节变化 (表 2)** 优势种类组成和分布不仅各季节出现不同, 而且在各淀区也不相同。春季密度最高的绿藻门的月芽藻 (*Selenastrum bibrainum* Reinsch) 仅南刘庄占优势, 其他淀区并不占优势, 而被隐藻门的马氏隐藻 (*Cryptomonas marrssonii*)、金藻门的环状丝藻 (*Dinobryon sertularia* Ehr.)、硅藻门的巴豆叶脆杆藻 (*Fragilaria crotonensis*) 和绿藻门的小球藻 (*Chlorella vulgaris* Beij.) 及双对栅藻 (*Scenedesmus bijuga* Lag.) 等占优势。夏季绿藻门的膨胀新月藻 (*Closterium tumidum* Johus.)、四尾栅藻 (*S. quadricauda* Breb.)、小转板藻 (*Mougeotia parvula* Hass.), 硅藻门的绿脆杆藻 (*F. vagilaria. virescens* Ralfs.)、隐藻门的卵形隐藻 (*Cryptomonas. ovata* Ehr.) 分别在各淀区成为优势种或次优势种。蓝藻门的优势种有悦目颤藻 (*Oscillatoria amoena* Gom.) 和针状蓝纤维藻 (*Dactylocopsis acicularis* Cemm.)。秋季绿藻门的串珠丝藻 (*Ulothrix moniliformis* Kütz.)、二形栅藻 (*S. dimorphus* Kütz.), 硅藻门的线形曲壳藻 (*Achnanthes gracillina*) 及蓝藻门的颤藻 (*O. formosa* Bory.) 占优势。黄藻门的普通黄丝藻 (*Tribonema vulgare*) 在易污染区鸳鸯岛成为优势种。甲藻门优势种有腰带多甲藻 (*Peridinium latum*) 和漏

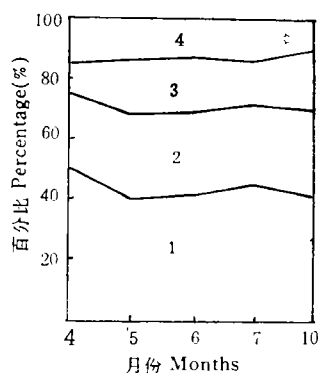


图2 种类组成(%)的月变化

Fig. 2 The monthly variations in the composition (%) of phytoplanktons

1. Chlorophyta 2. Bacillariophyta  
3. Cyanophyta 4. Other five phylums

表 1 不同淀区浮游植物的种类数  
Tab. 1 Number of phytoplankton species in different regions of the lake

| 数量<br>Number       | 淀区<br>Region | 河流入口<br>Inlet    |                 | 出水口<br>outlet  | 易污染区<br>Polluted regions             |                  | 代表性大淀<br>Large regions |   |                  | 总种数<br>Total No. of<br>species | 各淀共有种数<br>Species common<br>to all regions | 仅在一淀出现的种数<br>Species in a<br>single region<br>only |
|--------------------|--------------|------------------|-----------------|--|--------------------------------------|------------------|------------------------|---|------------------|--------------------------------|--|--|
|                    |              | 藻苔淀 <sup>1</sup> | 韩村 <sup>2</sup> |  | 南刘庄 <sup>6</sup><br>淡堤口 <sup>7</sup> | 鸳鸯岛 <sup>8</sup> | 烧车淀 <sup>9</sup>       | 沸王淀 <sup>10</sup><br>寨南 <sup>11</sup><br>圈头 <sup>12</sup> | 端村 <sup>13</sup> |                                |  |  |
| 类别<br>Phylum       |              |                  |                 | 刘庄子 <sup>3</sup><br>赵庄子 <sup>4</sup><br>何庄子 <sup>5</sup> |                                      |                  |                        |   |                  |                                |  |  |
| Cyanophyte         |              | 12               | 22              | 12   | 9                                    | 15               | 8                      | 20  | 14               | 68                             | 54   | 14   |
| Cryptophyta        |              | 1                | 1               | 1  | 1                                    | 1                | 2                      | 1   | 1                | 4                              | 3  | 1  |
| Pyrrhophyta        |              | 1                | 4               | 1  | 2                                    | 1                | 3                      | 3   | 2                | 10                             | 9  | 1  |
| Chrysophyta        |              | 1                | 1               | 1  | 1                                    | 1                | 2                      | 1   | 1                | 5                              | 3  | 2  |
| Xanthophyta        |              | 2                | 2               | 2  | 1                                    | 2                | 1                      | 4   | 2                | 7                              | 6  | 1  |
| Bacillariophyta    |              | 11               | 24              | 25   | 12                                   | 10               | 20                     | 26  | 16               | 109                            | 78   | 31   |
| Euglenophyta       |              | 4                | 3               | 1  | 2                                    | 1                | 4                      | 4   | 1                | 16                             | 13   | 3  |
| Chlorophyta        |              | 36               | 38              | 46   | 33                                   | 31               | 27                     | 31  | 36               | 199                            | 157  | 42   |
| 总计 Total           |              | 68               | 95              | 89   | 61                                   | 62               | 67                     | 90  | 73               | 418                            | 323  | 95   |
| 百分比 Percentage (%) |              | 11.24            | 15.70           | 14.71  | 10.08                                | 10.25            | 11.07                  | 14.88   | 12.07            | 100                            | 77.3                                       | 22.7   |

1—13 注同图 1 图例 1—13

表 2 优势种的季节变化  
Tab. 2 Seasonal changes in dominant species

| 优势种<br>Dominant species | 淀区<br>Region | 河流入口<br>Inlet    |                 | 出水口<br>Outlet | 易污染区<br>Polluted regions             |                  | 代表性大淀<br>Large regions |   |                  |
|-------------------------|--------------|------------------|-----------------|---------------|--------------------------------------|------------------|------------------------|---|------------------|
|                         |              | 藻苔淀 <sup>1</sup> | 韩村 <sup>2</sup> |               | 南刘庄 <sup>6</sup><br>淡堤口 <sup>7</sup> | 鸳鸯岛 <sup>8</sup> | 烧车淀 <sup>9</sup>       | 沸王淀 <sup>10</sup><br>寨南 <sup>11</sup><br>圈头 <sup>12</sup> | 端村 <sup>13</sup> |
| 时间<br>Season            |              |                  |                 |               |                                      |                  |                        |   |                  |
| 春季 Spring               |              | Cr-S             | F-C             | D-F-C         | Se-Cr                                | Cr-F             | D-C-F                  | D-C-F   | D-F              |
| 夏季 Summer               |              | Cry-Cl           | M               | M-Cl          | Da-Sc-Cl                             | Sc-Da            | Cry                    | Sc-Cl   | O-Fr-M           |
| 秋季 Autumn               |              | G-Sc             | Os-P            | P             | U-Sc                                 | Os-T-U           | G-Os                   | A   | Sc               |

1—13 注同图 1 图例 1—13;  
C—*Chlorella vulgaris*, Cr—*Cryptomonas marssonii*, D—*Dinobryon sertularia*, F—*Fragilaria crotonensis*, S—*Scenedesmus bijuga*, Se—*Selenastrum bibratum* Var. *baiyangdian*, Cry—*Cryptomonas ovata*, Cl—*Closterium tumidum*, O—*Oscillatoria amoena*, Fr—*Fragilaria virescens*, Da—*Dactylococcosis acicularis*, Sc—*Scenedesmus quadricauda*, M—*Mongeaia parvula*, Os—*Oscillatoria formosa*, T—*Tribonema vulgare*, U—*Ulothrix moniliformis*, G—*Glenodinium neglectum*, Sc—*Scenedesmus dimorphus*, P—*Peridinium latum*, A—*Achnanthes gracillina*

选裸甲藻 (*Glenodinium neglectum*)。

**2.5 种类组成的年变化** 共鉴定 418 种(含 20 变种)中, 1990 年出现 187 种, 1991 年最多, 达 263 种, 1992 年降到 246 种。仅 1 年出现的种占 33.73% (表 3)。各门藻类年变化

表 3 浮游植物的种类组成和细胞密度的年变化  
Tab. 3 Annual variations of phytoplankton species compositions and their cell densities

| 项目<br>Item      | 1990            |                         |  |                         | 1991            |                         |  |                         |
|-----------------|-----------------|-------------------------|--|-------------------------|-----------------|-------------------------|--|-------------------------|
|                 | 种数 <sup>1</sup> | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) | 年均量 <sup>3</sup><br>( $\times 10^4$ 个/L) | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) | 种数 <sup>1</sup> | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) | 年均量 <sup>3</sup><br>( $\times 10^4$ 个/L) | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) |
| Cyanophyta      | 21              | 11.23                   | 3.8                                      | 1.70                    | 33              | 12.55                   | 4.4                                      | 1.04                    |
| Cryptophyta     | 1               | 0.57                    | 6.5                                      | 2.91                    | 3               | 1.14                    | 12.8                                     | 3.01                    |
| Pyrrophyta      | 2               | 1.06                    | 1.4                                      | 0.63                    | 5               | 1.90                    | 0.2                                      | 0.05                    |
| Chrysophyta     | 1               | 0.53                    | 8.4                                      | 3.76                    | 2               | 0.76                    | 16.8                                     | 3.95                    |
| Xanthophyta     | 3               | 1.61                    | 1.2                                      | 0.54                    | 6               | 2.28                    | 0.3                                      | 0.07                    |
| Bacillariophyta | 57              | 30.48                   | 13.9                                     | 6.23                    | 68              | 25.86                   | 24.6                                     | 5.79                    |
| Euglenophyta    | 4               | 2.15                    | 0.4                                      | 0.18                    | 10              | 3.80                    | 0.5                                      | 0.12                    |
| Chlorophyta     | 98              | 52.41                   | 187.6                                    | 84.05                   | 136             | 51.71                   | 365.5                                    | 85.97                   |
| 总计 Total        | 187             | 100                     | 223.2                                    | 100                     | 263             | 100                     | 425.1                                    | 100                     |

| 项目<br>Item      | 1992            |                         |  |                         | 共有种 <sup>4</sup> |                         | 仅一年出现 <sup>5</sup> |                         |
|-----------------|-----------------|-------------------------|--|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
|                 | 种数 <sup>1</sup> | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) | 年均量 <sup>3</sup><br>( $\times 10^4$ 个/L) | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) | 种数 <sup>1</sup>  | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) | 种数 <sup>1</sup>    | 百分比 <sup>2</sup><br>(%) |
| Cyanophyta      | 47              | 19.11                   | 7.7                                      | 3.43                    | 40               | 9.57                    | 28                 | 6.69                    |
| Cryptophyta     | 3               | 1.22                    | 5.7                                      | 2.57                    | 2                | 0.48                    | 2                  | 0.48                    |
| Pyrrophyta      | 4               | 1.63                    | 0.9                                      | 0.40                    | 6                | 1.44                    | 4                  | 0.96                    |
| Chrysophyta     | 3               | 1.22                    | 4.5                                      | 2.00                    | 3                | 0.72                    | 2                  | 0.48                    |
| Xanthophyta     | 4               | 1.63                    | 0.8                                      | 0.36                    | 5                | 1.19                    | 2                  | 0.48                    |
| Bacillariophyta | 69              | 28.04                   | 11.9                                     | 5.29                    | 65               | 15.55                   | 44                 | 10.53                   |
| Euglenophyta    | 11              | 4.74                    | 0.9                                      | 0.40                    | 13               | 3.11                    | 3                  | 0.72                    |
| Chlorophyta     | 105             | 42.68                   | 192.3                                    | 85.58                   | 143              | 34.20                   | 56                 | 13.39                   |
| 总计 Total        | 246             | 100                     | 224.7                                    | 100                     | 277              | 66.27                   | 141                | 33.73                   |

1. No. of species 2. Percentage 3. Mean cell density ( $\times 10^4$  individuals/L) 4. Common species  
5. Found in one year only

趋势各不相同, 蓝藻种类组成的百分比逐年上升, 绿藻逐年下降, 而硅藻 1991 年最低。因为蓝藻多喜生于含氮量较高的碱性水体中<sup>[6]</sup>, 1990—1992 年蓝藻逐年上升, 可表明白洋淀水体有机质含量有逐年增加的趋势。

3 讨论

3.1 浮游植物的数量和环境参数

**3.1.1 浮游植物的分布与环境参数** 表 4 显示出, 南刘庄的密度最高, 年均值  $973.7 \times 10^4$  个/L, 韩村最低, 仅  $26.0 \times 10^4$  个/L。环境参数的色度、COD、总磷、总无机氮也以南刘庄年均值为最大, 而 pH 值和透明度最小。韩村 pH 值最高, 其他因子无明显规律性。

**3.1.2 细胞数量的季节变化** 白洋淀浮游植物数量的季节变化, 各门出现的峰值不同。绿藻量的丰盛密度决定着全淀浮游植物的季节变化。绿藻在 4 月出现峰值, 为  $353.2 \times 10^4$

表 4 各淀区浮游植物数量及有关环境参数的年均值  
Tab. 4 The annual mean cell density of phytoplankton and environmental parameters  
in different regions 1990.5—1992.7

| 项目<br>Item                                  | 淀区<br>Region | 河流入口<br>Inlet    |                 | 出水口<br>Outlet  | 易污染区<br>Polluted region              |                  | 代表性大淀<br>Large regions |   |                  |
|---|--------------|------------------|-----------------|--|--------------------------------------|------------------|------------------------|---|------------------|
|   |              | 藻荇淀 <sup>1</sup> | 韩村 <sup>2</sup> | 刘庄子 <sup>3</sup><br>赵庄子 <sup>4</sup><br>何庄子 <sup>5</sup> | 南刘庄 <sup>6</sup><br>漾堤口 <sup>7</sup> | 鸳鸯岛 <sup>8</sup> | 烧车淀 <sup>9</sup>       | 涝王淀 <sup>10</sup><br>寨南 <sup>11</sup><br>圈头 <sup>12</sup> | 端村 <sup>13</sup> |
| 细胞密度<br>Cell density (×10 <sup>4</sup> 个/L) |              | 70.8             | 26.0            | 48.2   | 973.7                                | 172.5            | 33.8                   | 69.2  | 44.8             |
| 水温<br>Water temperature (℃)                 |              | 12.5             | 12.7            | 12.3   | 12.8                                 | 12.8             | 12.4                   | 12.3  | 12.1             |
| 色度<br>Colour degree                         |              | 36°              | 56°             | 35°  | 69°                                  | 33°              | 26°                    | 24°   | 28°              |
| pH  |              | 8.68             | 8.98            | 8.56   | 8.07                                 | 8.48             | 8.89                   | 8.75  | 8.41             |
| COD (mg/L)                                  |              | 39.8             | 41.2            | 38.9   | 64.0                                 | 27.9             | 32.1                   | 29.6  | 30.9             |
| 总磷<br>Total phasphorus (mg/L)               |              | 0.027            | 0.072           | 0.016  | 0.656                                | 0.041            | 0.024                  | 0.014   | 0.069            |
| 总无机氮<br>Total nitrogen (mg/L)               |              | 0.145            | 0.559           | 0.128  | 5.099                                | 0.855            | 0.176                  | 0.136   | 0.246            |
| 透明度<br>Transparent degree (cm)              |              | 95               | 100             | 150  | 47                                   | 51               | 165                    | 140   | 160              |

1—13 注同图 1 图例 1—13

个/L, 占春季总量的 85.85%, 占绿藻全年总量的 40.62%, 秋季最少, 仅  $9.6 \times 10^4$  个/L, 但仍占秋季总量的 42.48%。由春至秋呈降低趋势的还有硅藻、隐藻和金藻, 峰值均出现在 4 月, 分别为  $24.6 \times 10^4$  个/L (占本门总量的 41.0%)、 $12.9 \times 10^4$  个/L (47.1%)、 $16.8 \times 10^4$  个/L (50.3%)。甲藻量和黄藻量由春至秋呈升高趋势, 二者在 10 月出现峰值, 甲藻为  $2.8 \times 10^4$  个/L, 黄藻为  $2.1 \times 10^4$  个/L。蓝藻和裸藻呈单峰型, 蓝藻在 6 月出现峰值, 为  $11.6 \times 10^4$  个/L, 裸藻在 7 月出现峰值, 为  $1.4 \times 10^4$  个/L。

**3.1.3 细胞密度季节变化与环境参数** 浮游植物数量的季节变化与环境参数的季节变化相关(图 3)。径相关分析及其显著性检验表明: 细胞密度与透明度 ( $r = -0.2696$ )、COD ( $r = 0.4973$ )、BOD<sub>5</sub> ( $r = 0.2527$ )、DO ( $r = 0.7764$ )、水温 ( $r = -0.3763$ ) 等因子相关均不显著。

**3.1.4 细胞密度的年变化** 白洋淀重新蓄水后浮游植物年均值  $291.0 \times 10^4$  个/L, 1990 年为  $223.2 \times 10^4$  个/L, 1991 年升高到  $425.1 \times 10^4$  个/L, 1992 年下降到  $224.7 \times 10^4$  个/L。1990—1992 年均以绿藻占绝对优势, 细胞密度年均值在  $187.6-365.5 \times 10^4$  个/L (占总量的 84.05—85.97%) 之间。裸藻、黄藻和甲藻的密度最低, 年均值  $0.2-1.4 \times 10^4$  个/L (0.05—0.63%) (表 3)。

**3.2 浮游植物种类组成的多样性指数<sup>[7,9]</sup>**

比较白洋淀不同淀区及其不同季节的多样性指数结果可知: Simpson 指数(d)平

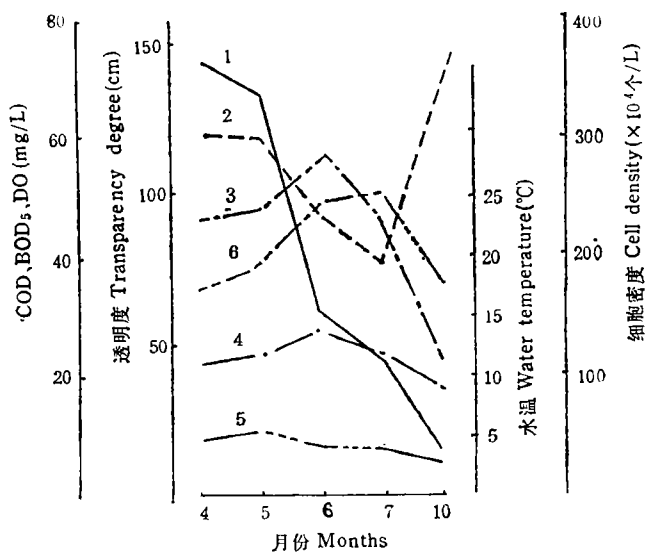


图3 浮游植物细胞密度与环境参数

Fig. 3 Comparisons of the cell density of phytoplanktons and environmental parameters

1.细胞密度 Cell density of phytoplankton ( $\times 10^4$  个/L), 2.透明度 Transparency (cm), 3.COD (mg/L), 4.BOD<sub>5</sub> (mg/L), 5.DO(mg/L), 6.水温 Water temperature (°C)

表5 不同淀区浮游植物多样性指数的季节变化

Tab. 5 Seasonal variations of diversity indices of phytoplanktons in different regions

| 淀区 Region |           | 指数 Index         |                 |  |                                      |                  |                  |   |                  |          |
|-----------|-----------|------------------|-----------------|--|--------------------------------------|------------------|------------------|---|------------------|----------|
| 时间 Season |           | 藻荇淀 <sup>1</sup> | 韩村 <sup>2</sup> | 刘庄子 <sup>3</sup><br>赵庄子 <sup>4</sup><br>何庄子 <sup>5</sup> | 南刘庄 <sup>6</sup><br>深堤口 <sup>7</sup> | 鸳鸯岛 <sup>8</sup> | 烧车淀 <sup>9</sup> | 涝王淀 <sup>10</sup><br>寨南 <sup>11</sup><br>圈头 <sup>12</sup> | 端村 <sup>13</sup> | 平均值 Mean |
|           |           |                  |                 |  |                                      |                  |                  |   |                  |          |
| 春季        | d         | 0.740            | 0.941           | 0.830  | 0.066                                | 0.760            | 0.858            | 0.807   | 0.736            | 0.718    |
| Spring    | $\bar{H}$ | 2.622            | 4.983           | 3.641  | 0.295                                | 3.492            | 3.940            | 2.972   | 2.022            | 3.141    |
| 夏季        | d         | 9.890            | 0.912           | 0.943  | 0.854                                | 0.947            | 0.937            | 0.939   | 0.878            | 0.913    |
| Summer    | $\bar{H}$ | 4.124            | 4.095           | 4.576  | 3.601                                | 4.712            | 1.581            | 3.990   | 3.984            | 3.833    |
| 秋季        | d         | 0.880            | 0.903           | 0.920  | 0.931                                | 0.933            | 0.920            | 0.956   | 0.942            | 0.926    |
| Autumn    | $\bar{H}$ | 3.810            | 4.426           | 3.001  | 6.586                                | 4.629            | 4.050            | 4.991   | 4.729            | 4.528    |
| 平均值       | d         | 0.839            | 0.919           | 0.898  | 0.617                                | 0.880            | 0.905            | 0.901   | 0.852            | 0.852    |
| Mean      | $\bar{H}$ | 3.585            | 4.051           | 3.739  | 3.494                                | 4.278            | 3.190            | 3.971   | 3.915            | 3.834    |

1—13 注同图1图例 1—13, d-Simpson's index,  $\bar{H}$ -Shannon-Weaver's index

均值 0.6—0.9, Shannon-Weaver 指数 ( $\bar{H}$ ) 平均值为 3.1—4.5。表 5 指出, 韩村的 d 和  $\bar{H}$  指数值均高于其他淀区, 各淀区总平均值 d 和  $\bar{H}$  值均呈春季<夏季<秋季的变化趋势。依据多样性指数标准以及优势种的耐污性(表 6) 评价水质, 则可认为白洋淀在 1990 年 5 月至 1992 年 7 月期间各淀区均为轻污或无污, 而且秋季水质较清洁。

表 6 白洋淀浮游植物优势种的耐污性

Tab. 6 Resistance of the dominant species of phytoplankton to pollution in Lake Baiyangdian

| 耐污性<br>Resistance to<br>pollution (+) | 项目<br>Item | 最大密度<br>Maximum<br>density<br>( $\times 10^4$ 个/L) | $\alpha$ -中污水性<br>$\alpha$ -Mesosaprobic | $\beta$ -中污水性<br>$\beta$ -mesosaprobic | 寡污水性<br>Oligosaprobic |
|---------------------------------------|------------|--|--|--|-----------------------|
| 优势种<br>Dominant species               |            |  |  |  |                       |
| 春季优势种 Dominant species in spring      |            |  |  |  |                       |
| <i>Selenastrum bibrainum</i>          | (A)        | 2700.0   | +  |  |                       |
| <i>Cryptomonas marssonii</i>          | (D)        | 59.8   | +  | +                                      |                       |
| <i>Dinobryon sertularia</i>           | (H)        | 36.7   |  | +                                      | +                     |
| <i>Chlorella vulgaris</i>             | (A)        | 33.5   |  | +                                      | +                     |
| <i>Fragilaria crotonensis</i>         | (B)        | 31.4   |  | +                                      | +                     |
| <i>Scenedesmus bijuga</i>             | (A)        | 28.6   | +  | +                                      |                       |
| 夏季优势种 Dominant species in summer      |            |  |  |  |                       |
| <i>Cryptomonas ovata</i>              | (D)        | 30.0   | +  | +                                      |                       |
| <i>Oscillatoria amoena</i>            | (C)        | 15.7   | +  | +                                      |                       |
| <i>Fragilaria virescens</i>           | (B)        | 13.6   |  | +                                      | +                     |
| <i>Closterium tumidum</i>             | (A)        | 13.5   |  | +                                      | +                     |
| <i>Dactylococcus acicularis</i>       | (C)        | 12.9   | +  | +                                      |                       |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i>        | (A)        | 11.2   | +  | +                                      |                       |
| <i>Mougeotia parvula</i>              | (A)        | 9.7  |  | +                                      | +                     |
| 秋季优势种 Dominant species in autumn      |            |  |  |  |                       |
| <i>Oscillatoria formosa</i>           | (C)        | 30.0   | +  | +                                      |                       |
| <i>Tribonema vulgare</i>              | (F)        | 15.0   |  | +                                      | +                     |
| <i>Ulothrix moniliformis</i>          | (A)        | 15.0   |  | +                                      | +                     |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i>          | (A)        | 8.2  |  | +                                      | +                     |
| <i>Peridinium latum</i>               | (E)        | 6.0  |  | +                                      | +                     |
| <i>Glenodinium neglectum</i>          | (E)        | 5.6  | +  | +                                      |                       |
| <i>Achnanthes gracillina</i>          | (B)        | 5.2  |  |  | +                     |

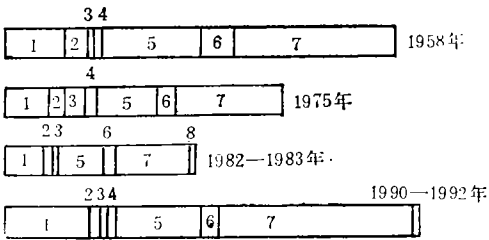


图 4 干淀前和重新蓄水后浮游植物属数的比较

Fig. 4 Comparison of number of phytoplankton before drying and after storing water

1. Cyanophyta 2. Pyrrophyta 3. Chrysophyta 4. Xanthophyta 5. Bacillariophyta  
6. Englenophyta 7. Chlorophyta 8. Cryptophyta

柱长 (Post lines)Imm = 2 属 (Geneta)



### 3.3 重新蓄水前、后的比较(图 4)

1958 年(未受污染时期)白洋淀有浮游植物 129 属, 1975 年(典型污染时期)降到 92 属。文献中无隐藻记录。1982—1983 年(干淀前)仅有 63 属<sup>1)</sup>, 而且黄藻消失并出现隐藻。1984 年彻底干淀, 浮游植物基本绝迹。1988 年重新蓄水后浮游植物迅速恢复, 到 1992 年已鉴定到 135 属, 比五十年代以来最高水平的 1958 年多 6 属。

浮游植物细胞密度年均值(图 5)1991 年( $425.1 \times 10^4$  个/L)是干淀前年均值最高的

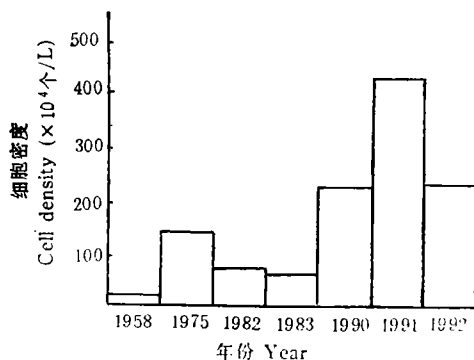


图 5 干淀前和重新蓄水后浮游植物细胞密度的比较

Fig. 5 Comparison of cell densities of phytoplanktons before drying up and after storing water

1975 年( $136.4 \times 10^4$  个/L) 3 倍以上。上述结果表明白洋淀 1988 年重新蓄水后到 1991 年浮游植物的种类组成和数量不仅恢复到干淀前的水平, 而且是五十年代以来的最高水平时期。

目前国家投资, 进一步整治白洋淀水域环境, 重新设计淀内水生动物、植物生态系统, 使其形成物种多样、相对稳定、经济效益高, 自我调节能力强的水生态系统。这些都将为浮游植物创造最良好的生态环境。

### 参 考 文 献

- [1] 陆健健. 中国湿地. 上海: 华东师范大学出版社. 1990: 38.
- [2] 赵一为等. 白洋淀水源保护图集. 北京: 科学出版社. 1983: 4, 66.
- [3] 白洋淀水源保护协作组. 白洋淀水污染与控制研究报告. 石家庄: 河北人民出版社. 1982: 2.
- [4] 阎书民. 河北白洋淀蓄水后的枝角类. 动物学杂志. 1992, 27(4): 8—2.
- [5] 曹玉萍. 白洋淀重新蓄水后鱼类资源状况初报. 淡水渔业. 1991, (5): 20—22.
- [6] 胡鸿钧等. 中国淡水藻类. 上海: 上海科学技术出版社. 1980: 6—7, 9.
- [7] 沈韞芬等. 微型生物监测新技术. 北京: 中国建筑工业出版社. 1990: 14, 120—125, 130—136, 145.
- [8] Round F E. The ecology of algae. London: Cambridge Univ. Press. 1981.
- [9] Santhanam R, Krishnamurthy K, Sundararaj V. Quantitative phytoplankton ecology, *Bull. Dept. Mar. Sci. Univ. Cochin*. 1975, 7(4): 769—779.

1) 张奇等. 大清河水系鱼类及自然资源调查报告. 资料, 1983: 28—30

## STUDIES ON PHYTOPLANKTON IN LAKE BAIYANGDIAN

Zhang Yike, Tian Yumei and Zhang Xuesong\*

(Dept. of Biology, Hebei University, Baoding 071002)

### Abstract

Seasonal observations were made on phytoplankton species composition, their quantitative distribution and their relations with environmental factors in Lake Baiyangdian after storing water from May 1990 to July 1992. Four hundred and eighteen species of phytoplanktons were identified, of which 191 species and 8 varieties belong to 65 genera of Chlorophyta, 98 species and 11 varieties to 27 genera of Bacillariophyta, and 68 species to 27 genera of Cyanophyta. The dominant species were *Selenastrum bibrainum*, *Cryptomonas marrssonii*, *Dinobryon sertularia*, *Fragilaria crotonensis*, *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus bijuga* in spring, *C. ovals*, *Oscillatoria amoena*, *F. virescens*, *Closterium tumidum* and *Dactylococcopsis acicularis* in summer, and *O. formosa*, *Tribonema vulgare* and *Ulothrix moniliformis* in autumn. The maximum density of  $973.7 \times 10^4$  cell/L occurred in Nanliuzhuang lake region and minimum density of  $26.0 \times 10^4$  cell/L in the Hancun lake region. The annual mean cell density in the whole lake including eight lake regions was  $291 \times 10^4$  cell/L. The maximum density of  $411.8 \times 10^4$  cell/L was observed in spring, and chlorophyta was most abundant, with an average density of  $353.2 \times 10^4$  cell/L. The diversity indices of phytoplankton composition ranged from 0.6 to 0.9 (Simpson's index) and 3.1 to 4.5 (Shannon-Weaver's index).

**Key words** Lake Baiyangdian, Phytoplankton, Diversity indices

---

\* Dept. of Biology, Nankai University, Tianjin 300071