

# 吉井川上流の付着藻類の分布 金剛川の付着藻類について (2報)

今 田 庸\*

I. IMADA : Distribution of epilithic algae on the upper reaches of Yoshii-Gawa River. II. Further Ecological studies of epilithic algae in the Kongo-Gawa River Mitsuishi-cho, Okayama prefec-ture.

1967年8月(1報<sup>1)</sup>)に続き生物学的水質判定の基礎資料を得るため、11月に同様の調査を行なったので第2報として報告する。この研究を進めるにあたり指導とご激励をいただいた東北大学名誉教授小久保清治博士、指導と資料の提供をいただき、原稿の校閲を願った横浜市立大学教授福島博博士に厚く感謝する。

## 1. 採集時1967年11月の環境

Fig. 2 に示したように各 station の較差は、気温 $5.0^{\circ}\text{C}$ 、水温 $1^{\circ}\text{C}$ 、溶存酸素は $7.17\text{ml}/\ell$ であった。

$\text{KMnO}_4$ 消費量は、St. C の $46.11\text{mg}/\ell$ を最高に St. A が $29.53\text{mg}/\ell$ で最低であった。St. A ~St. C は民家は少ないが、St. C は2つの川と合流し廃棄物が堆積していた。St. E は民家が多く多量の有機物の存在が予想されたが流れが速く、下流の水がよどんだ水域 (St. F, G) でその影響が表われていた。

## 2. 採集及び処理

第1報に報告したのと全く同じ方法で行なった。

\* 和気中学校 岡山県和気郡和気町

Wake junior high school, Wake-cho, Wake-Gun, Okayama Prefecture.

The Bulletin of Japanese Society of Phycology, Vol. XIX. No. 2, 56—64, Aug. 1971

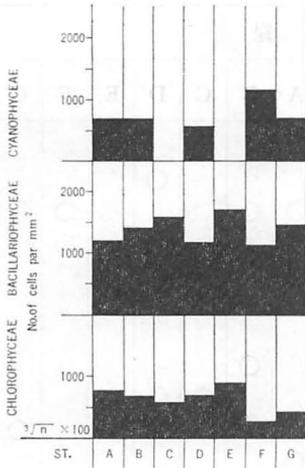


Fig. 1. 観測点の付着藻各綱の細胞数

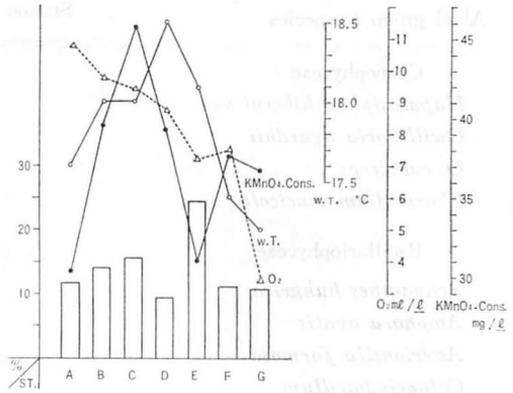


Fig. 2. 各観測点の水温および水中溶存酸素量、 $\text{KMnO}_4$ 消費量と全観測点の細胞数に対する付着藻の百分率



Fig. 3. 金剛川のケイ藻指数とケイ藻群落

Table 1 藻類目録

| Algal group & species                       | Station |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|
|   |         | A | B | C | D | E | F | G |
| Cyanophyceae                                |         |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Hapalosiphon hibernicus</i>              |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>Oscillatoria agardhii</i>                |         | ○ | ○ |   |   |   | ○ | ○ |
| <i>O. curviceps</i>                         |         |   |   |   | ○ |   | ○ |   |
| <i>Phormidium mucicola</i>                  |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| Bacillariophyceae                           |         |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Achnanthes hungrica</i>                  |         |   | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>Amphora ovalis</i>                       |         |   |   | ○ | ○ |   |   |   |
| <i>Asterionella formosa</i>                 |         |   |   |   |   |   |   | ○ |
| <i>Caloneis bacillum</i>                    |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Cocconeis diminuta</i>                   |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>C. placentula</i>                        |         |   | ○ | ○ | ○ |   |   |   |
| <i>Cymbella affinis</i>                     |         |   |   |   |   | ○ |   |   |
| <i>C. gracilllis</i>                        |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>C. sinulata</i>                          |         |   | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>C. tumida</i>                            |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>C. turgida</i>                           |         |   | ○ |   | ○ |   |   |   |
| <i>C. ventricosa</i>                        |         |   | ○ | ○ |   |   |   |   |
| <i>Diatoma elongatum</i>                    |         |   | ○ |   | ○ |   |   |   |
| <i>Epithemia zebra</i>                      |         |   |   |   |   |   |   | ○ |
| <i>Eunotia arcus</i>                        |         | ○ | ○ | ○ | ○ |   |   |   |
| <i>E. gracilis</i>                          |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>E. pectinalis var. minor</i>             |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Fragilaria capusina</i>                  |         | ○ |   | ○ |   |   | ○ |   |
| <i>F. construens</i>                        |         | ○ | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>F. construens str.</i>                   |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>F. construens var. venter</i>            |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>F. crotonensis</i>                       |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>F. pinnata</i>                           |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Frustria rhomboides var. saxonica</i>    |         |   | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>Gomphonema tetrastigmatum</i>            |         |   | ○ | ○ |   | ○ |   |   |
| <i>G. ovalis</i>                            |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>Melosira granulata var. angustissima</i> |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>M. italica</i>                           |         | ○ |   |   |   |   |   |   |

| Algal group & species                          | Station | A | B | C | D | E | F | G |
|--|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>M. varians</i>                              |         |   |   | ○ | ○ |   |   |   |
| <i>Navicula anglica</i> var. <i>subsalsa</i>   |         |   |   | ○ | ○ | ○ |   |   |
| <i>N. cari</i>                                 |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>N. cryptocephala</i> var. <i>intermedia</i> |         | ○ |   |   |   |   | ○ |   |
| <i>N. exigua</i>                               |         | ○ | ○ | ○ | ○ |   |   | ○ |
| <i>N. falaisiensis</i>                         |         |   | ○ |   | ○ |   |   |   |
| <i>N. gracilis</i>                             |         |   |   |   |   | ○ |   |   |
| <i>N. pupula</i>                               |         |   |   |   |   | ○ |   |   |
| <i>N. pupula</i> var. <i>rectangularis</i>     |         |   | ○ |   |   |   | ○ |   |
| <i>N. raniosa</i>                              |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>N. rhyncocephala</i>                        |         | ○ |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>N. viridis</i>                              |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>Nitzschia linearis</i>                      |         |   | ○ |   | ○ |   |   | ○ |
| <i>Nitz. scalaris</i>                          |         | ○ | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>Pinnularia microstauron</i>                 |         |   |   | ○ |   |   | ○ |   |
| <i>P. viridis</i>                              |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Stauroneis anceps</i>                       |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>Synedra acus</i>                            |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>S. tabulata</i>                             |         | ○ | ○ |   | ○ |   |   |   |
| <i>S. tabulata</i> var. <i>fasciculata</i>     |         |   |   |   | ○ | ○ |   |   |
| <i>S. ulna</i>                                 |         | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| <i>S. ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i>       |         |   | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>S. ulna</i> var. <i>impressa</i>            |         |   |   |   |   |   |   | ○ |
| <i>Surirella elegans</i>                       |         |   |   |   |   | ○ |   |   |
| <i>S. robusta</i>                              |         |   |   |   |   |   | ○ |   |
| <i>Tabellaria fenestrata</i>                   |         |   | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>T. fenestrata</i> var. <i>intermedia</i>    |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| Chlorophyceae                                  |         |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i>                 |         |   | ○ |   |   | ○ |   | ○ |
| <i>Bulbochaete</i> sp.                         |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Characium limneticum</i>                    |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>Closterium juncidum</i>                     |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Closteriopsis longissima</i>                |         |   |   |   | ○ |   |   |   |
| <i>Coelastrum riticulare</i>                   |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Cosmarium ciculare</i>                      |         |   | ○ |   |   |   |   |   |
| <i>C. constructum</i> var. <i>ellipsoideum</i> |         | ○ |   |   |   |   |   |   |

| Algal group & species          | Station | A | B | C | D | E | F | G |
|--------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>C. impressulum</i>          |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Desmidium aptogonum</i>     |         | ○ |   |   |   |   |   |   |
| <i>Elakatothrix geratinosa</i> |         |   |   |   |   |   | ○ |   |
| <i>Microspora willeana</i>     |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>Nephrocytium lunatum</i>    |         | ○ | ○ | ○ | ○ |   |   | ○ |
| <i>Oocystis lacstris</i>       |         |   |   | ○ | ○ |   |   |   |
| <i>Penium minuta var.</i>      |         |   |   |   |   |   |   | ○ |
| <i>Schroederia setigera</i>    |         |   |   |   |   |   | ○ |   |
| <i>Ulothrix aequalis</i>       |         |   |   | ○ |   |   |   |   |
| <i>U. zonata</i>               |         | ○ |   |   |   |   |   |   |

Table 2 各地点にみられる付着藻の細胞数 (mm<sup>2</sup>)

| station           | A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cyanophyceae      | 300  | 300  |      | 133  |      | 1600 | 300  |
| Oscillatoriaceae  | 300  | 300  |      | 100  |      | 1600 | 300  |
| Scytonemaceae     |      |      |      | 33   |      |      |      |
| Bacillariophyceae | 2070 | 2700 | 3500 | 2330 | 5300 | 1450 | 2000 |
| Melosiraceae      | 500  |      | 200  | 100  |      |      |      |
| Tabellariaceae    | 400  | 300  |      |      |      |      |      |
| Diatomaceae       |      | 200  |      | 33   |      |      |      |
| Fragilariaceae    | 475  | 600  | 1250 | 433  | 1100 | 1100 | 1100 |
| Achnantheaceae    |      | 200  | 100  | 33   |      |      |      |
| Naviculaceae      | 425  | 500  | 900  | 398  | 2900 | 350  | 400  |
| Gomphonemaceae    |      | 200  | 200  | 100  | 200  |      |      |
| Cymbellaceae      |      | 300  | 480  | 233  | 600  |      |      |
| Epithemiaceae     |      |      |      | 50   |      |      | 300  |
| Eunotiaceae       | 250  | 200  | 300  |      |      |      |      |
| Nitzschiaceae     | 20   | 200  | 300  | 600  |      |      | 200  |
| Surirellaceae     |      |      |      | 50   | 500  |      |      |
| Chlorophyceae     | 355  | 319  | 149  | 333  | 500  | 50   | 99   |
| Coccomyxaceae     |      |      |      |      |      | 25   |      |
| Characiaceae      |      |      |      | 80   |      |      |      |
| Coelastraceae     | 25   |      |      |      |      |      |      |

|                |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Oocystaceae    | 25   | 99   | 66   | 235  | 500  | 25   | 66   |
| Ulothricaceae  | 200  |      | 33   |      |      |      |      |
| Microsporaceae |      |      | 50   |      |      |      |      |
| Oedogoniaceae  | 20   |      |      |      |      |      |      |
| Mesotaeniaceae | 85   | 220  |      |      |      |      |      |
| Desmidiaceae   |      |      |      |      |      |      | 33   |
| Totals         | 2725 | 3319 | 3649 | 2796 | 5800 | 3100 | 2399 |

### 3. 結果と考察

St. A は Table 2 のように、ケイ藻が圧倒的に多く、2070/㎥で76.14%を占め、6科17属で Melosiraceae が最高で500/㎥、続いて Fragilariaceae, Naviculaceae となる。代表種は *Melosira granulata* var. *angustissima*, *M. itarica*, *Synedra ulna*, *Navicula exigua* であった。

ラン藻 (Oscillatoriaceae, 1科のみ) は300/㎥で10.9%、緑藻 (5科8属) は355/㎥ (12.9%) があった。8月の緑藻が1科1属 (Oocystaceae) であったのに対し増加していた。8月と11月では種の構成にかなりの変動が認められた。Fig. 2のごとく  $\text{KMnO}_4$  消費量が少ないことから、緑藻の生育に水質が大きい影響を与えていると思われる。

St. Bもケイ藻が多く、9科16属で2700/㎥ (81.2%) であった。Fragilariaceae, Naviculaceae が多く、*Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *Cymbella turgida* などが300/㎥で多かった。

ラン藻は St. A と同じく *Oscillatoria agardhii* のみで9.1%、緑藻は3科出現し319/㎥ (9.6%) であり、*Cosmarium ciculare* が半数を占めていた。8月にはこの種が観察されなかった水域であるが、水温の低下と日照時間、溶存酸素量の影響で増殖したと思われる。

St. C：ラン藻の生育が見られなかった。ケイ藻が3500/㎥ (94.8%)、緑藻は149/㎥であった。ケイ藻は Fragilariaceae, Naviculaceae が多く、Fragilariaceae は1250/㎥で最も多かった。緑藻は3科4属で、*Oocystis*, *Nephrocytium* が66/㎥で多かった。水温は18°C、 $\text{KMnO}_4$  消費量は全観測点中最高の46.12mg/lで、St. Aと対照的な水域である。

St. Dの細胞数は2796/㎥で8月の約1/3であった。ケイ藻は2330/㎥ (78.8%) で、Nitzschaceae, Fragilariaceae, Naviculaceae が多く、10科19属を観察した。そして *Synedra ulna*, *Navicula exigua*, *Nitzschia linearis* が代表種であった。この水域は夏には Cymbellaceae が多かったが、秋季に入り Nitzschaceae と交代していた。

ラン藻、緑藻それぞれ2科出現し、6.43%、8.73%で少ない。8月に St. F のみで見られた Scytonemataceae が33/㎥生育していた。付着藻の細胞数は他の水域より最も少なかった。

St. E はラン藻が観察されなかった。ケイ藻が緑藻の約10倍出現し、5300/m<sup>3</sup> (91.4%)であった。この水域は民家が多く、KMnO<sub>4</sub>消費量は31.74mg/l で8月より増加しているが、他の水域より非常に少ない。ケイ藻は *Navicula anglica* var. *subsalsa*, *N. gracilis* が多く、細胞数は900~1200/m<sup>3</sup>であった。8月には比較的多くの Mesotaeniaceae が見られたが、11月には *Ankistrodesmus falcatus* のみであった。

St. F は工場廃液の影響を強く受け、水酸化鉄の沈澱が見られる水域である。全細胞数は3100/m<sup>3</sup>、緑藻は50/m<sup>3</sup>でわずか1.6%にすぎず、*Elakatothrix gelatinosa*, *Schroederia setigera* が見られた。

ラン藻は1600/m<sup>3</sup>で51.61%を占め、ケイ藻を上回っていた。しかし、出現種は *Oscillatoria curviceps*, *O. agardhii* の1科のみであった。

ケイ藻は1450/m<sup>3</sup>で2科4属で、*Fragilaria capcina*, *Synedra ulna*, が多かった。溶存酸素量は7.52 ml/l と上流より少なかった。

さらに最下流の St. G は、水はかなり透明になり肉眼的付着物は認められない状態であるが、細胞数2400/m<sup>3</sup>を観察した。ケイ藻が2000/m<sup>3</sup>で優勢になり、4科4属が見られた。上流のものどちがい、*Asterionella formosa*, *Synedra ulna* var. *impressa* が多かった。

ラン藻は緑藻より多いが、*Oscillatoria agardhii* のみであった。緑藻は5.8%で2科3属見られたが、*Nephrocytium* が単独で観察されたため、種の同定にはまだ研究の余地が残っている。<sup>2),3)</sup>

これら全水域の付着藻と環境要因は、Fig. 1 Fig. 2 に示した。付着藻の全細胞数は8月に比べ $\frac{1}{10}$ ~ $\frac{1}{100}$ 程度少なくなっていた。またラン藻がSt. CとSt. Eで11月には消失したのでこの2つの水域に対する詳細な調査が年間を通して必要である。

ケイ藻も全水域にわたって細胞数は8月より少なかったが、St. Cを除いて大体同じ植生であった。緑藻はほとんど250~500/m<sup>3</sup>前後の生育であった。St. Bでは8月にはみられなかったが11月には319/m<sup>3</sup>とかなり出現した。

この金剛川は8月と同じくケイ藻の優勢な河川であるが、Fig. 2のように水温は中流部で高く、KMnO<sub>4</sub>消費量はSt. Cをピークに下流部で高くなっていた。溶存酸素は下流程多くなっていた。ラン藻についてみると、St. C, E(出現しない水域)は、KMnO<sub>4</sub>消費量が最高(46.12mg/l, St. C)と最低(31.74mg/l, St. E)になっており、生育要因の1つとしての有機物の多少が大きい影響を与えているとは言いきれない。第1報のごとく、相模川<sup>4)</sup>、千曲川<sup>5)</sup>、荒川<sup>6)</sup>や、福島博の未発表資料といた数量であった。そして8月に比べても減少していた。

#### 4. ケイ藻の種類数による汚染度

生物学的水質判定の方法には、出現する藻類の構成群ごとの種類数の比によって推定する方法などいろいろあるが、福島が提唱したベック・津田・福島法<sup>7)</sup>(井出、福島・森田

1966) によって判定した。そして判定結果を Fig. 3 に示した。

金剛川は大ケ池に発し、St. D までの指数が27~30で清冽であることを示す。この流域は農家が多く、殆んど汚濁の原因になるものが流出しないため、透明度は高い。St. E に入ると指数は11と低下し、汚濁が急速に進んだことがわかる。これは民家の廃棄物の流入とともに、選鉱（ロウ石）に使用した工場廃液の流入が最大の原因である。

St. E から St. F にかけてもロウ石鉱山があり、St. G に至るまでは汚濁がさらに進んでいることが確認できた。

St. G 以後 10km 余り農村地帯を流れるが、汚濁についての調査は行なわなかった。しかし下流に行くに従って透明度は高くなり、礫上にもかなりの付着物が見られるので相当回復するものと推察される。

#### 引用文献

- 1) 今田 庸 (1970) : 吉井川上流の付着藻類の分布金剛川の付着藻類について 藻類, 18, 20-28.
- 2) 福島 博 (1948~1950) 本邦産陸水藻類図説 採集と飼育 10-12.
- 3) 水野寿彦 (1964) 日本淡水プランクトン図鑑 P.198.
- 4) 水質汚濁防止京浜地区協議会 (1956) 相模川調査報告.
- 5) 福島 博 (1957) : 千曲川水系藻類の定量的研究, ハケ岳硫黄鉱山開発に伴う千曲川の水質変化が、水産業に及ぼす影響をさけるために、千曲川の水質を水産業用水として適切な範囲に保持するために必要な廃水の基準について, 2 : 53-56.
- 6) 二瀬ダム建設水産科学調査団 (1961) : 二瀬ダム (埼玉県) 建設の荒川漁業への影響と今後の開発に関する調査報告1-369.
- 7) 井出嘉雄・福島 博・森田良実 (1966) : 渡良瀬川の陸水学的研究. 用廃水 8 : 842-856.

#### Summary

Ecological observations on the epilithic algae in the Kongo-Gawa River, Mitsuisicho, Okayama Pref. made in August, 1967 (Imada, 1970) were followed by those made in November, 1967.

Cell number of epilithic algae were counted ; water temperature, dissolved oxygen,  $\text{KMnO}_4$ -consumption and pH-value were measured at 7 stations shown in the previous paper (IMADA, 1970). The water temperature varied between  $17.5^{\circ}\text{C}$ ~ $18.5^{\circ}\text{C}$ , the dissolved oxygen,  $3.61\text{ ml/l}$ ~ $10.74\text{ ml/l}$ ,  $\text{KMnO}_4$ -consumption,  $29.54\text{ mg/l}$ ~ $46.11\text{ mg/l}$ , the value of pH, 7.1~7.2. The Bacillariophyceae showed preponderance throughout all stations, about 78.9%.

The maximum cell number of the Bacillariophyceae was  $5300/\text{mm}^2$  (station E) and the

minimum was 1450/ $m^3$  (station F).

The Cyanophyceae and the Chlorophyceae were much less in cell number at all stations 8.6~12.8%.

The maximum cell number of the Cyanophyceae was 1600/ $m^3$  (station F). and the order was not found at station C and E.

The maximum cell number of the Chlorophyceae was 500/ $m^3$  (station E) and the minimum was 50/ $m^3$  at station F. Calculated biotic index of Bacillariophyceae quantity by Beck-Tsuda-Fukushima method.