

優占種、多様性指数および純率からみた多摩川の流下藻の生態

吉 武 佐紀子

神奈川県歯科大学生物学教室 (238 横須賀市稲岡町82)

YOSHITAKE, S. 1981. Drifting algae in the River Tama in view of dominant species, diversity index and MOTOMURA's index. Jap. J. Phycol. 29: 117-120.

Drifting algae were investigated at 8 stations in the middle and lower reaches of the River Tama, central Japan. The materials were collected in August and October 1973, and in January 1974. When an abrupt increase of algal density was found in the main course of the river, the first and second dominant species were composed of planktonic species or attached algae which were capable of living also as plankton. In this case, the diversity indices based on SHANNON's formula were generally low because the drifting algal communities were confined to several species. Such an abrupt increase of the algal density with a low value of diversity suggest that the dominant species might derive from proliferating planktonic algae rather than removal of attached algae.

Compared with the average cell density in Japanese rivers, higher values were found at a few stations of the tributary streams. The first and the second dominant species at these stations consisted of attached algae which have a tolerance for water pollution and in addition, the diversity indices were low (1.10-2.62) excluding one exceptional high value, 3.54. Negative correlation was recognized between the diversity index and MOTOMURA's index (MOTOMURA 1943), which is the cell number of the first dominant species divided by the total cell number, and between the dominance index (MCNAUGHTON 1967) and the diversity index. So, it is more time-saving to employ MOTOMURA's index than the diversity index which requires much time to calculate. High values of MOTOMURA's index were recognized at such stations where drifting algae profusely increased or the waters were polluted.

Key Index Words: diversity index; dominant species; drifting algae; MOTOMURA's Index.

Sakiko Yoshitake, Kanagawa Dental College, 82 Inaokacho, Yokosuka, Kanagawa, 238 Japan.

1973年8月、10月および1974年1月の3回にわたって多摩川の中、下流部の本流5、支流3地点、計8地点の流下藻を採集した。これら流下藻の各調査水域における優占種と多様性指数から、多摩川の流下藻の生態を考察してみた。また、計算の複雑な多様性指数にかわるものとして元村の純率の応用を検討してみた。

材料と方法

流下藻の採集は、川の流れの中央部で行ない、表層水 250 ml を採水し、ホルマリン固定を行なった。試料は一昼夜静置した後、上澄液を捨て、この操作を数回繰返して濃縮し、この一定量を採り検鏡を行なった。定量に際しては 300 個体を目標に、出現した藻類を計

数した。

結 果

多摩川の流下藻の現存量を Table 1 にまとめた。これによると多摩川本流では1973年8月には st. 1 より st. 2 までは $5 \times 10^4 \sim 5 \times 10^5$ 細胞であるが、st. 3 では 2×10^6 細胞以上と高い現存量を示し、それより下流も同様に高い値を示している。上流の地点に比べて高い現存量がみられる st. 3, 4 の第一優占種には、それぞれ *Cyclotella* sp. が出現しており、第二優占種は *Chlamydomonas* sp. *Merismopedia* sp. が出現している。(Table 2)。

10月の調査結果では st. 2 までは数十細胞であった。

Table 1. Cell number (cell/ml) and index values in the samples of drifting algae from the River Tama.

station	cell number/ml			diversity index			Motomura's index			dominance index		
	Aug.	Oct.	Jan.	Aug.	Oct.	Jan.	Aug.	Oct.	Jan.	Aug.	Oct.	Jan.
1	58	14	425	2.62	2.88	3.24	44.8	57.1	27.8	60.3	78.5	44.5
2	539	30	1312	3.15	2.66	2.69	28.9	30.0	47.6	46.0	56.5	63.4
3	2117	376	1024	2.48	1.96	2.83	50.6	69.4	32.8	62.1	76.3	65.8
4	9368	1069	383	2.37	1.84	3.39	53.2	64.5	26.9	69.6	81.6	61.9
5	3836	871	311	2.98	2.28	3.07	26.7	44.7	32.8	47.1	70.6	55.9
6	36	8	763	2.49	2.16	3.54	38.9	37.5	25.4	58.3	62.5	36.8
7	2010	396	2371	2.36	3.54	2.62	47.2	22.0	38.8	69.2	42.4	66.3
8	19198	590	214	1.42	1.10	1.82	61.2	80.7	47.7	86.8	89.0	82.7

Table 2. Dominant species of drifting algae in the River Tama.

station	date	the first dominant species	the second dominant species
st. 1	Aug. '73	<i>Synedra ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i>	<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i>
	Oct. '73	<i>Ceratoneis arcus</i> var. <i>vaucheriae</i>	<i>Navicula gregaria</i>
	Jan. '74	<i>Nitzschia dissipata</i>	<i>Cymbella ventricosa</i>
st. 2	Aug.	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp.
	Oct.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Navicula gregaria</i>
	Jan.	<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Nitzschia palea</i>
st. 3	Aug.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Chlamydomonas</i> sp.
	Oct.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Melosira varians</i>
	Jan.	<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Stigeoclonium</i> sp.
st. 4	Aug.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Merismopedia</i> sp.
	Oct.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Merismopedia</i> sp.
	Jan.	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Euglena</i> sp.
st. 5	Aug.	<i>Merismopedia</i> sp.	<i>Cyclotella</i> sp.
	Oct.	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Anabaenopsis</i> sp.
	Jan.	<i>Euglena</i> sp.	
st. 6	Aug.	<i>Nitzschia paleacea</i>	<i>Nitzschia palea</i>
	Oct.	<i>Achnanthes</i> sp.	<i>Cocconeis placentula</i>
	Jan.	<i>Cymbella ventricosa</i>	<i>Gomphonema tetrastigmatum</i>
st. 7	Aug.	<i>Synedra ulna</i>	<i>Nitzschia palea</i>
	Oct.	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Stigeoclonium</i> sp.
	Jan.	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Stigeoclonium</i> sp.
st. 8	Aug.	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Stigeoclonium</i> sp.
	Oct.	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Cyclotella</i> sp.
	Jan.	<i>Anabaenopsis</i> sp.	<i>Stigeoclonium</i> sp.

のが、st. 3 では 3×10^2 細胞以上となり現存量が急に高くなっている。st. 3 と St. 4 の第一優占種は *Cyclotella* sp. で、第二優占種はそれぞれ *Melosira varians*, *Merismopedia* sp. になっている。

1月には st. 1 で約 4×10^2 細胞あったが、st. 2 で値がかなり大きくなり 10^3 細胞以上となっている。st. 2 の第一優占種は *Chlamydomonas* sp. で、第二優占種は *Nitzschia palea* になっている。

以上より多摩川本流で流下藻個体数が急に高い値を示す時は、第一および第二優占種はいずれも浮遊

生活可能な種で構成されている (例、8月 st. 3, st. 4, 10月 st. 3, st. 4)。一方、上流の調査地点に比べてかなり高い現存量を示していても、その増加率がそれほど高くない地点では、第一優占種は浮遊生活可能な種であるが、第二優占種は付着性種となっている (例、1月 st. 2)。これら上流の地点に対して、個体数増加の著しい地点の多様性指数 (SHANNON and WEAVER 1963) は概して小さい値で、1.84より2.69の間の値を示している (Table 1)。

支流においても日本の平均値 (数十～数百細胞/ml,

福島1971)に比べて現存量の高い場合が時々みられる。それらは、8月の st. 7 と st. 8 で、第一優占種はそれぞれ *Synedra ulna*, *Nitzschia palea*, 第二優占種は *Nitzschia palea*, *Stigeoclonium* sp. である。10月も同じ2地点で、第一優占種はいずれも *Nitzschia palea*, 第二優占種は *Stigeoclonium* sp., *Cyclotella* sp. である。1月では、st. 7 で *Nitzschia polea*, *Stigeoclonium* sp. が、優占種になっている (Table 2)。

以上より、これらの支流で流下藻の多い場合は、いずれも主として付着藻によるもので、これらの藻の有機汚濁耐性は大変強いのが普通である。この場合の多様性指数は、かけ離れた値の3.54を除くと1.10~2.62と小さい値をとっている (Table 1)。

考 察

日本の河川の流下藻は、上流にダム湖がない限りは、一般には付近の石礫に付着している種や、上流の付着性藻類の種が剝離流下してきたものである。従って、藻類の塊が入らない限り、種類は多いがどの種も個体数が少ない。このような場合は多様性指数が大きくなる。しかし本調査では、次のような条件下では流下藻でも低い値の多様性指数を示している。

- 1) 調査水域付近で流下藻が多量に増殖している場合。この例は本流における数地点で既に記した。
 - 2) 流域のかなり広い範囲が汚濁している場合、。また小さい支流等では、源流部付近から汚濁の著しい場合にも多様性指数は小さくなり、st. 8, 野川がこの例にはいる。
 - 3) 何らかの理由で付着藻類が多量に混入した場合。10月に st. 1 で、*Ceratoneis arcus* var. *vaucheriae* が多量に出現したのがこの例である。
- どのような理由によって多様性指数が低い値を示して

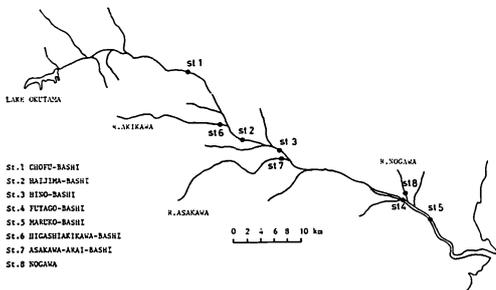


Fig. 1. Location of sampling stations in the River Tama.

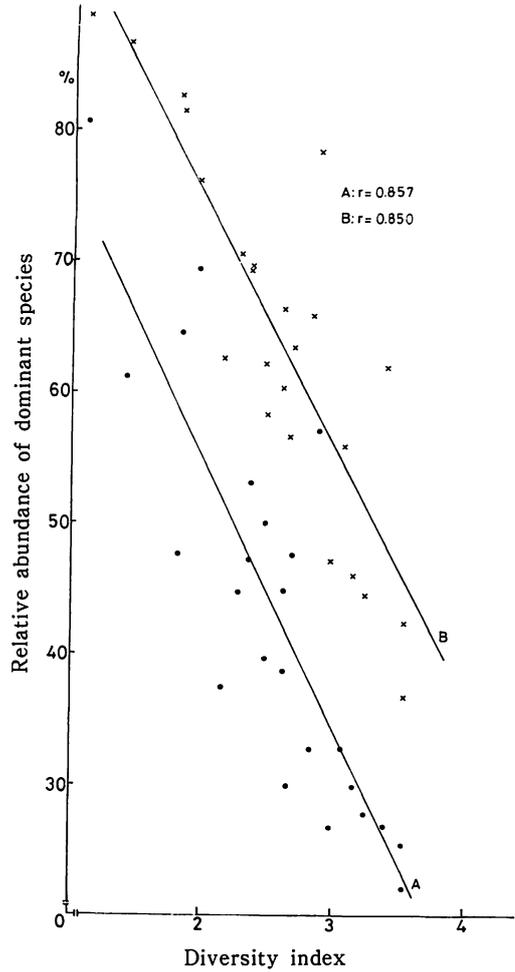


Fig. 2. Relationship between dominance (as percentage of cell number contributed by the most dominant species: line A and that of total cell number contributed by two most dominant species: line B) and diversity index of the River Tama in three seasons. ●.....relationship between MOTOMURA's index and diversity index. ×.....relationship between dominance index and diversity index.

いるのかは、優占種の生態によって推定が可能である。優占種がいわゆる浮遊性種である場合は 1) に相当する事が多く、汚濁耐性の大変強い種である場合は 2) と推定でき、上記以外の生態を示す種の場合は 3) と一応考える事が妥当である。即ち、優占種の生活型や汚濁耐性などの生態的特性が、流下藻群集の成因、由来を推定するには重要である。

流下藻群集の由来を推定するには、優占種の生態的特性及び多様性指数を検討する必要があることを既に記

したが、多様性指数の算出は簡単ではないので、この方法にかわるもっとも簡単な方法として純率を考えてみた。純率は元村 (1943) によると群集に出現する種類のうち、最大の個体数を有する種類、即ち優占種の個体数を、出現した藻類の総個体数で割った値である (Table 1)。等比級数の法則に従う群集では、純率のみから等比級数の公比を推算する事が可能である。従って、優占順位第一位の種類の純率は、きわめて重要な意味をもち、この種の示す生態が流下藻群集の成因、由来を推定するのに重要となってくる。そこで、多摩川の流下藻の純率と SHANNON and WEAVER の多様性指数の相関関係を Fig. 2 の直線 A に示した。その相関係数は $r=0.857$ で信頼度95%, 99%ともに負の相関関係を認める事ができ、回帰式は $y = -20.85x + 96.59$ である。これは上記の元村 (1943) によると当然の事である。

次に McNAUGHTON (1967) によると優占度指数 (dominance index) が種多様性と負の相関関係を認める事ができるとしている。

この優占度指数は、個体数のもっとも多い種とその次の種の個体数、即ち上位2種の個体数の和をその群落の総個体数で割った値を言う (Table 1)。優占度指数は SHANNON and WEAVER の多様性指数とも相関関係が成立するはずで、両者の関係も Fig. 2 の直線 B に示す。相関係数 $r=0.850$ で、信頼度95%, 99%共、負の相関関係が成立し、回帰式 $y = -19.08x + 113.25$ である。

上記のような事から群集構造の解析に簡便法として、純率および優占度指数共に有効であるが、純率の方がその計算がより簡単であるので、これを利用する方が便利である。

多摩川本流で、流下藻の増殖していると考えられる地点の純率は、8月の st. 3 の50.6, st. 4 の53.2, 10月の st. 3 の69.4, st. 4 の64.5, 1月の st. 2 の47.6であり、その値は47.6~69.4と大きい値を示している。支流においては、47.6以上を示すのは8月、10月、1月の st. 8 だけである。

以上より推定すると、流下藻の純率の大きい値を示すのは、河水中で浮遊性の流下藻が顕しく増殖したときか、著しく汚濁した河水の場合であると考えられる。

引用文献

- 福島 博 1971. 河川の流下藻について。横浜市大輪叢 22: 34-61.
- 福島 博・小林艶子・金子喜美江・福島 悟・堀口 昂・中村正夫 1973. 付着藻の分離指数 (diversity index) とケイ藻の汚濁指数 (biotic index) について。用水と廃水 15: 846-851.
- 木元新作 1976. 動物群集研究法 I—多様性と種類組成。生態学研究法講座14, 共立出版。東京。
- McNAUGHTON, S.J. 1967. Relationships among functional properties of Californian grasslands. Nature 216: 188-189.
- 森谷清樹 1976. 多様性による水域環境の生態学的評価。用水と廃水 18: 729-748.
- 元村 勲 1932. 群聚の統計的取扱に就いて。動雑 44: 379-383.
- 元村 勲 1943. 群聚の統計的取扱について (続報)。生態研 9: 117-119.
- 岡田光正・須藤隆一 1976. 生物種の多様性指数による水質汚濁の評価。用水と廃水。18: 712-724.
- SHANNON, C.E. and WEAVER, W. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana.