

多摩川河床の付着藻類の毒性

— 飲料水源としての安全性の面から —

1981年

渡 辺 真利代 ・ 大 石 真 之

東京都立衛生研究所

目 次

緒 言	1
材料及び方法	2
結 果	3
考 察	6
参 考 文 献	7

緒 言

河川の富栄養化の過程において、栄養塩類、特に窒素化合物やリン酸が増加するため、河床に生育する付着藻類に著しい増加が認められる。相崎は多摩川上流の秋川と中流の関戸橋付近とで、付着藻類の現存量に5～20倍の差がみられることを報告している。このような付着藻類は河床である程度まで生育すると離脱し流下するため、河川水の有機物負荷の一因になる。その過程で藻類体内中の有機物の一部は河川水中に溶解する。

一方、富栄養化の進行した湖沼、池などにおいても藻類の著しい増殖がみられ、特に夏期を中心とした藍藻による水の華は、諏訪湖、霞ヶ浦などの自然湖沼のみならず、津久井湖、相模湖などのダム湖にも発生している。この水の華を作る藍藻のなかに水鳥や家畜の斃死を引起す毒素が含まれていることについては、諸外国の数多くの報告がある。我々も東京及び近辺の富栄養化の進行した湖沼、池などから採取した藍藻 *Microcystis aeruginosa* の水抽出液をマウスに腹腔内注射したところ、1時間前後で死亡を引起す毒素が含まれていることを報告した。

西川は河川管理に対する社会的要請として、治水、利水、水質、防災、水と緑のオープンスペースの5項目を挙げている。このうち河川水の直接的利用の面からみると、水道水源としての河川水の役割は、日々の生活と密接に結びついている。東京都の場合、水道水源として河川水に依存している割合は70%近くであり、日本全体の平均からみると、河川水に依存する割合が高い。このような現状において、付着藻類に由来する毒素が河川水中に含まれているかどうかを検査することは、飲料水の安全性という面からは非とも必要なことであろう。そこでまず多摩川の河床から採取した付着藻類および河床より分離した藻類の毒性を検討した。

材 料 及 び 方 法

付着藻類試料は多摩川本流の中流域を中心に、河床の礫に付着しているものをブラシ等でこすり採取した。実験室にもち帰り、夾雑する微生物、ゴミなどをできるだけ除去した後、一部を検鏡用にホルマリンで固定し、残りを凍結乾燥機にかけた。培養は多摩川河床から1979年に分離した藍藻 Phormidium 2種について行った。培地は市村のMA培地を用い、25℃、3000luxの連続照射下で静置して行った。前培養として100mlの三角フラスコ中で良く育ったものを、本培養に使用した。本培養には10Lのガラスびんを用い、これに8Lの培養液を加え、接種後3~4週間で藻体を集め凍結乾燥機にかけた。

乾燥藻体試料にはメタノールを加え、ホモジナイザー（ポリトロン、KinematicaGMBH, Luzern）で磨砕後60℃で20分加熱した。遠心後、残渣について更に2回の熱メタノール抽出を行った。上清液を合わせメタノールを留去後、抽出物を分液3斗中で水とエーテルを用いて分配し、水溶性画分と脂溶性画分を得た。両画分とも濃縮後、水溶性画分はそのまま、脂溶性画分は完全にエーテルを除去した後、1% Tween 80に懸濁した。それぞれの画分について0.2ml ずつマウス（ICR系、体重25~30g）に腹腔内注射した。また魚毒性を調べるためには、200mlの水に5匹のヒメダカを入れたビーカーをいくつか用意した。水溶性画分、脂溶性画分ともそれぞれ1mlずつ別々のビーカーに添加した。コントロールとして、ヒメダカのみを入れたもの、1% Tween 80を1ml添加したもの、試料を加えず、メタノール及びエーテルによる一連の操作をした後1% Tween 80に懸濁したものを1ml添加、の以上3種について同様にヒメダカの死亡率を調べた。

結 果

採取した多摩川河床に生育する藻類資料の顕微鏡写真のうち一部を別紙に示す。試料には多種の珪藻、数種の藍藻、及び数種の緑藻が含まれていた。珪藻が優占している試料が多いが、緑藻がほとんどの試料や、藍藻が優占している試料（例えば是政橋、1981年3月3日写真）もみうけられた。

表1 多摩川河床に生育する付着藻類のマウスに対する毒性

試料 番号	採取場所	採 年	取 月 日	水溶性画分		脂溶性画分		優 占 種
				投与量	死亡数/ 投与数	投与量	死亡数/ 投与数	
				m^2 /マウス				
1	北 浅 川	80.	6.27	6.1	0/2	6.1	0/2	Stigeoclonium sp.
2	平 井 川 (多摩橋付近)		6.27	3.5	0/2	3.5	0/2	Stigeoclonium sp.
3	万 年 橋		7.11	2.00	0/2	2.00	0/2	Phormidium spp.
4	河 辺		7.11	1.00	0/2	1.00	0/2	Stigeoclonium sp.
5	河 辺		7.11	8.4	0/2	5.6	0/2	Spirogyra sp.
6	羽 村		7.11	3.6	0/2	2.5	0/2	Stigeoclonium sp.
7	拝 島 橋		7.11	9.8	0/2	9.3	0/2	Nitzschia spp., Phormidium sp., Achnanthes sp., Melosira sp.
8	河 辺		9.29	1.40	0/2	1.27	0/2	Stigeoclonium sp., Achnanthes sp., Nitzschia sp., Cocconeis sp., 緑藻
9	羽村堰上流		9.29	5.0	0/2	5.0	0/2	Navicula spp., Amphora sp., Cymbella spp., Diatoma sp., Phormidium sp.
10	羽村堰下流		9.29	2.00	0/2	2.00	0/2	Melosira sp., Fragilaria sp., Cymbell sp., Roicosphenia sp., Diatoma sp.
11	日 野 橋		9.29	2.10	0/2	2.10	0/2	Phormidium sp., 緑藻 Fragilaria sp., Navicula spp., Chamaesiphon sp.
12	日野橋上流		10.24	1.00	0/2	1.00	0/2	緑藻, Phormidium sp., Fragilaria sp., Melosira sp.
13	日野橋下流		10.24	1.00	0/2	1.00	0/2	Phormidium spp., Melosira sp., Fragilaria sp., Navicula spp.
14	関 戸 橋		10.24	8.7	0/2	1.00	0/2	Synedra ulna, Phormidium spp., Navicula sp., Gomphonema spp.
15	多摩川原橋		10.24	1.00	0/2	1.00	0/2	Synedra ulna, Gomphonema spp., Phormidium spp.
16	二 子 橋		10.24	1.25	0/2	1.25	0/2	Phormidium spp., Synedra ulna, Navicula spp.
17	小 河 内		11. 4	3	0/2	3	0/2	緑藻

18	川崎	11. 4	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Euglena sp., Phormidium sp., Navicula sp.
19	青梅橋	12. 19	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Synedra ulna, Achnanthus sp., Gomphonema sp., Phormium sp.
20	拝島橋	12. 19	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Phormidium sp., Melosira sp., Gomphonema sp., Fragilaria sp.
21	日野橋	12. 19	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Melosira sp., Synedra ulna, Cymbella sp., Diatoma sp., Achnanthus sp.
22	日野橋	12. 19	1 0 0	0/2	8 7	0/2	緑藻, Gomphonema sp., Nitzschia sp.
23	多摩川原橋	12. 19	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Stigeoclonium sp., Cymbella spp., Gomphonema sp., Cocconeis sp.
24	拝島橋	81. 3. 3	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Synedra ulna, Phormidium spp., Euglena sp., Nitzschia sp.
25	日野橋	3. 3	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Synedra sp., Achnanthus sp., Melosira sp., Phormidium spp., Euglena sp.
26	是政橋	3. 3	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Phormidium spp., Synedra sp.
27	二子橋	3. 3	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Stigeoclonium sp., Achnanthus sp., Gomphonema sp.
28	多摩川大橋	3. 3	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Euglena sp.
29	多摩川大橋	3. 3	1 0 0	0/2	1 0 0	0/2	Synedra ulna., Phormidium sp., Stigeoclonium sp., Gomphonema sp.

表1に多摩川河床付着藻類試料の水溶性画分と脂溶性画分とをマウスに腹腔内注射した結果の死亡率を示す。抽出液の投与量はもとの藻体の乾重量に換算した。用いた試料の優占藻種も表に示してある。各々の試料について、水溶性画分、脂溶性画分とも、まず2匹ずつ注射し、死亡個体がみられた場合には更に実験個体数を増やす予定であった。しかしいずれの場合にも毒性は確認されなかった。同じ試料をヒメダカに与えた結果を表2に示す。

表1と表2の試料番号が同じものは同一試料である。投与量としては200 mlの水に添加した量をもとの藻体乾燥重量に換算した。3種のコントロール及び多摩川河床の付着藻類の水溶性画分を与えられたメダカには死亡個体はなかった。しかし脂溶性画分についてみると、23の試料中6試料、即ち6月27日の平井川、9月2、9日の羽村堰上流、11月4日の川崎、12月19日の拝島橋、日野橋、多摩川原橋の試料に魚毒性が認められた。

淡水の静水域に出現する藍藻に毒性がみられることにより、多摩川河床から分離した藍藻 Phormidium についても培養し、その毒性の有無を調べた(表3)。野外試料と同様に水溶性画分と脂溶性画分に分けてマウスに投与したが、いずれについても死亡個体はみられなかった。

表2 多摩川河床に生育する付着藻類のメダカに対する毒性

試料番号	場所	年月日	水溶性画分			脂溶性画分		
			投与量	24時間後	48時間後	投与量	24時間後	48時間後
2	平井川 (多摩橋付近)	80.6.27	0.18g	0/5	0/5	0.18g	5/5	—
3	万年橋	7.11	1.00	0/5	0/5	1.00	0/5	0/5
5	河辺	7.11	0.42	0/5	0/5	0.28	0/5	0/5
7	拜島橋	7.11	0.49	0/5	0/5	0.47	0/5	0/5
9	羽村堰上流	9.29	0.25	0/5	0/5	0.25	—	3/5
11	日野橋	9.29	1.05	0/5	0/5	1.05	0/5	0/5
13	日野橋下流	10.24	1.00	0/5	0/5	1.00	0/5	0/5
17	小河内	11.4	0.15	0/5	0/5	0.15	0/5	0/5
18	川崎	11.4	0.50	0/5	0/5	0.50	0/5	4/5
19	青梅橋	12.19	0.50	0/5	0/5	0.50	0/5	0/5
20	拜島橋	12.19	0.50	0/5	0/5	0.50	—	4/5
22	日野橋	12.19	0.50	0/5	0/5	0.50	5/5	—
23	多摩川原橋	12.19	0.50	0/5	0/5	0.50	4/5	3/5

表3 培養したPhormidium spp. マウスに対する毒性

試料		水溶性画分		脂溶性画分	
		投与量	死亡数 投与数	投与量	死亡数 投与数
Phormidium sp.	I	3.3	0/2	3.3	0/2
	① II	2.2	0/2	2.2	0/2
Phormidium sp.	I	4.5	0/2	5.4	0/2
	② II	6.4	0/2	7.4	0/2

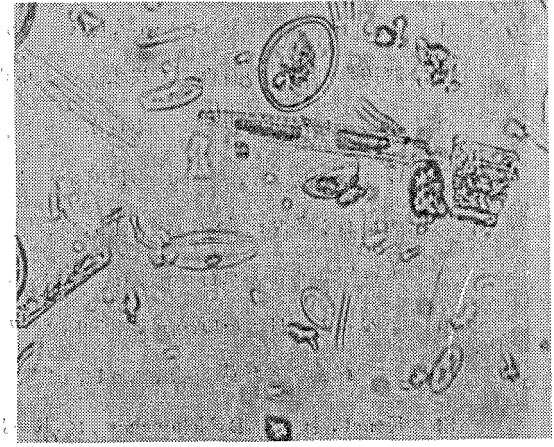
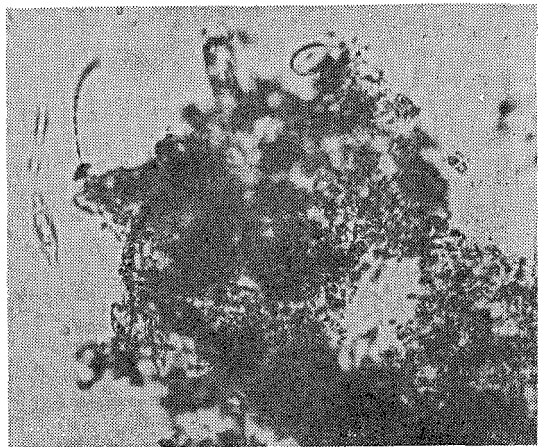
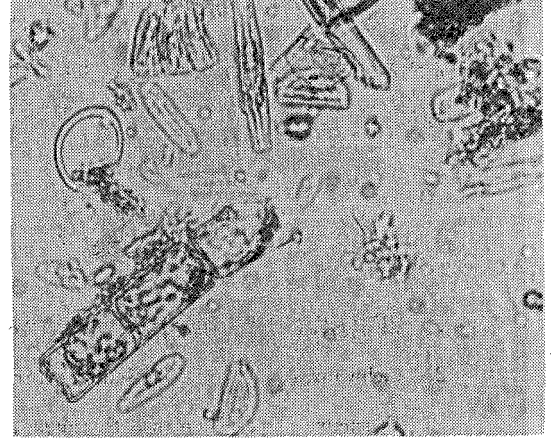
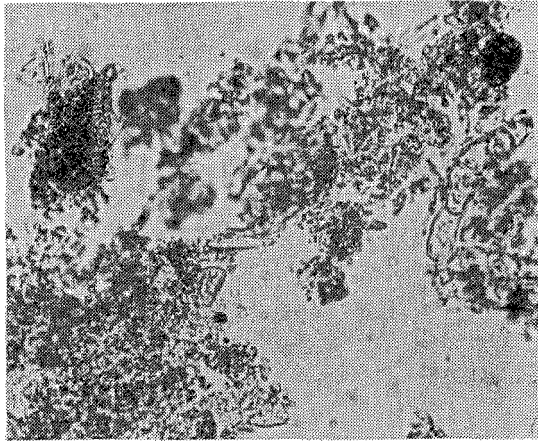
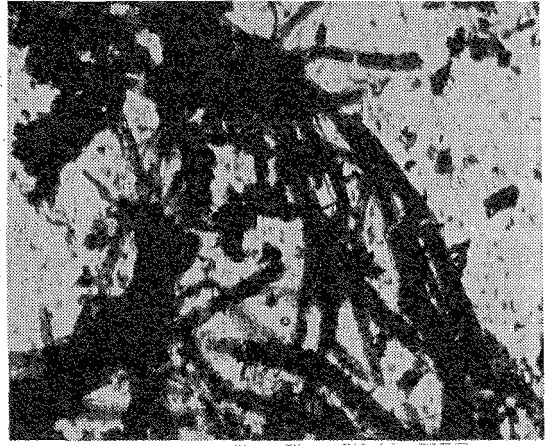
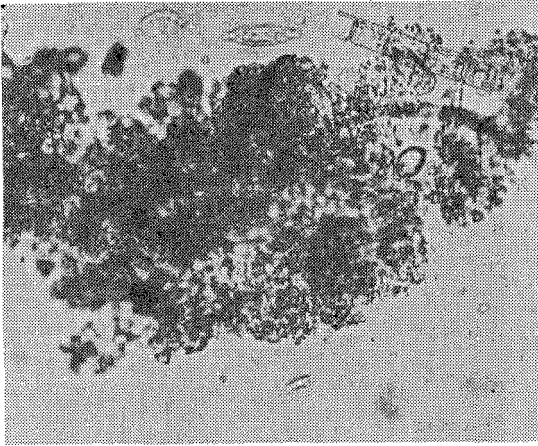
考 察

こでのマウスに対する投与量は野外の試料で体重1kgあたり乾燥藻体1~4g、培養試料で0.9~3.0gとなる。これらの値は、静水域は出現する藍藻Microcystisが我々の調査で330~400mg、Konstらのもので80~160mg、Anabaenaが60mgで致死量となるのと比較するとかなり高い値となる。従って今回の資料にマウスに対する急性毒性物質は存在しないと考えられる。

河床に生育する付着藻類群落を主に構成するものは、多数の種類珪藻と限られた種類の藍藻や緑藻である。珪藻のなかで毒性をもつものは、ほとんど知られていない。緑藻に関しては、有毒なものといわれているものは、主として海産の藻類である。また有毒な藍藻のなかで河川の例となっているのはAphanizomenon flos-aquaeである。しかしこの種は今回の多摩川の試料には存在せず、藍藻に属するものとしては、Phormidium 3種とChamaesiphonが出現した。魚毒性のあった試料にはPhormidiumが多いものもあるが、ほとんど緑藻のもの、あるいはほとんど珪藻である試料も含まれており、魚毒性を特定種に限定することはできなかった。この毒を生産する種及び毒物質を明らかにすることが今後の課題となるであろう。

参 考 文 献

1. 相崎守弘：日本生態学会誌，Vol. 28，123，1978
2. Schwimmer, M., and D. Schwimmer: *Algae, Man and Environments*, 270, 1968, Syracuse Univ. Press, Syracuse, N. Y.
3. Gentile, M.: *Microbial Toxins* 7, 27, 1971 Academic Press, New York
4. Collins, M.: *Microbiol. Rev.*, Vol. 42, 725, 1978
5. 渡辺真利代、大石真之、松本浩一、東京衛研年報、Vol. 30、243、1979
6. 渡辺真利代、大石真之：東京衛研年報、Vol. 31、273、1980
7. Watanabe, M. F., and Oishi, S.: *Jap. J. Limnol.*, Vol. 41, 5, 1980
8. 西川喬：多摩川 '80, 2, 1980, とうきゅう環境浄化財団
9. 東京都水道局：水質年報，昭和54年度
10. 半谷高久：日本環境図譜，269, 1978, 共立出版
11. 市村輝宣：藻類研究法，281, 1979, 共立出版
12. Konst, H., P. D. Mekercher, P. R. Gorham, A. Robertson and J. Howell: *Can. J. Comp. Med. Vet. Sci.*, Vol. 29 221, 1965
13. Carmichael, W. W. and D. F. Biggs: *Can. J. Zool.*, Vol. 56, 510, 1978



羽村堰上流

1980.9.29

1980.12.19

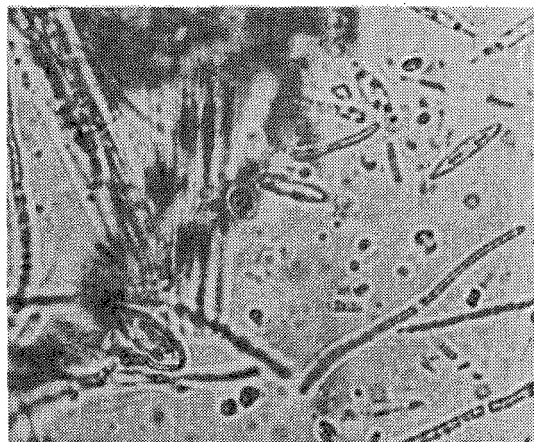
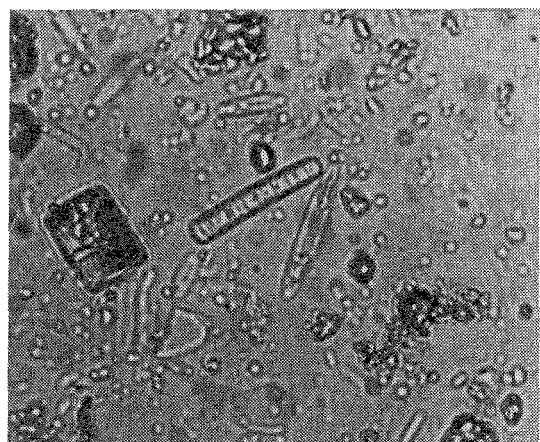
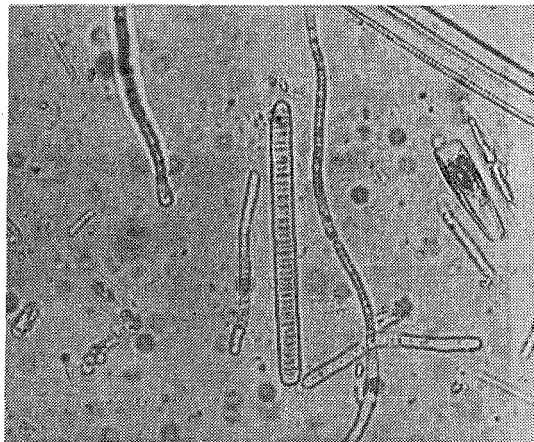
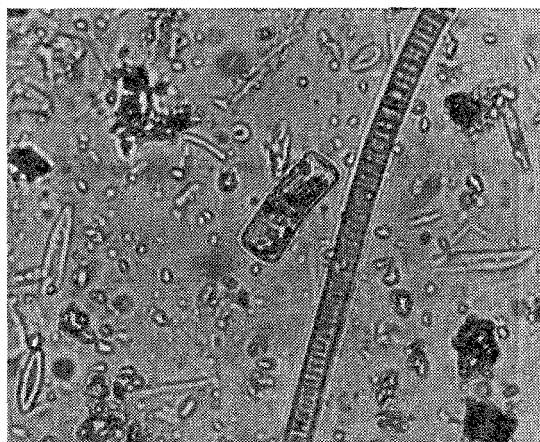
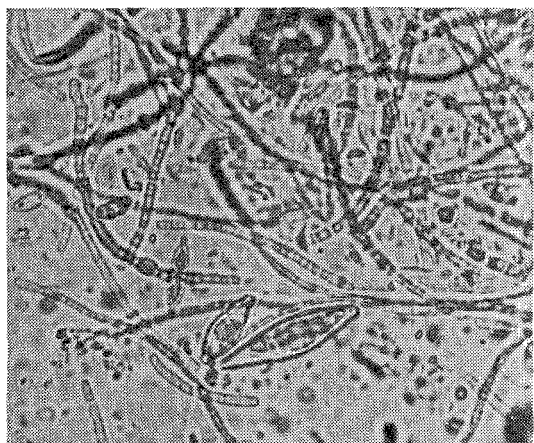
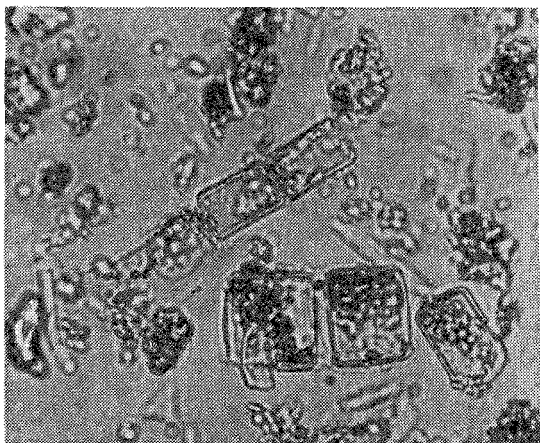
1980.12.19

1980.12.19

1980.12.19

多摩川原橋

1980.9.29, 1980.12.19, 1980.12.19, 1980.12.19, 1980.12.19



拜島橋
1980. 12. 19

是政橋
1981. 3. 3