

総 説

涸沼・那珂川河口域に発生する赤潮

岩 崎 順

1. はじめに

赤潮(red tide)という言葉は現在ではごく一般的になったが、元来は学術用語であり、「ある種のプランクトンが急激に増殖して水の色を変えること」という定義をもっている。この定義に従えば、どんなプランクトンでもそれが急激に増殖して水の色が変われば、海でも川でも湖でも、また赤くなっても青くなっても黄色くなっても赤潮ということになる。しかし一般には、動物性プランクトンとしては顕微鏡的サイズの小型甲殻類によるものを含めて、単細胞藻類によるものを指すことが多い(表1)。また、池や湖の淡水性プランクトンによる赤潮もあるが、これらの多くは緑色をしているために水の華(water bloom)という名称をもっており、一般には赤潮と区別している。

ここでは、涸沼・那珂川河口域で今までに見られた代表的な赤潮構成プランクトンの発生状況とその特徴、全国的な位置付け、および今後の赤潮研究の課題について概説する。なお、ここで発表するデータは1993年までのものであることをお断りしておく。

2. 赤潮構成プランクトンの発生状況とその特徴

(1) *Protogonyaulax*(=*Alexandrium*) sp. (図1, 表2参照)

1978年9月に涸沼全域で発生し、9月8日から29日にかけて顕著であった。調査時(1978年9月13日)には、湖は一面赤黒色で、あたかも醤油を流したようであった。特に、涸沼中央部から西部にかけての北側沖合で着色が強く、涸沼東部の北側沿岸で弱かった。赤潮の発生機構については、降雨量の減少に

起因する塩素量の増加が関係していたものと思われる。調査時の最大細胞数は14,130cells/mlであったが、魚介類への影響は見られなかった。

Protogonyaulax 属の栄養細胞は長さ26~46 μ mの球形で、無性的な二分分裂直後には2細胞が連鎖を形成する。通常は独立栄養で無性的な二分分裂により増加するが、一時的な環境悪化などには鱗板を脱ぎ、運動性を失ったシスト(休眠接合子)となって底泥中で耐える。シストは粘液質に取り巻かれていて、温度刺激などで発芽し、再び栄養細胞となる。

Protogonyaulax 属は、日本、韓国、タイ、アラスカ、北米大西洋岸、ヨーロッパおよびオーストラリア南部に分布が知られている。国内では、北海道の東部から徳島県までの太平洋沿岸、新潟県佐渡島から山口県までの日本海沿岸および瀬戸内海に分布している。一部の種類は、二枚貝の麻痺性貝毒の原因となることが知られている。

(2) *Prorocentrum minimum*(図1, 表2参照)

1984年11月に涸沼全域で発生し、11月29日から翌年1月5日にかけて顕著であった。調査時(1984年11月29日)には、涸沼全域の北岸域で赤褐色の赤潮が分布していた。平均細胞数から計算した倍加時間は2.74日であった。赤潮発生には、発生数ヶ月前の低降雨量と海水交換の増大に起因する塩素量の増加が直接的な要因になっていたものと思われる。

*Prorocentrum minimum*は渦鞭毛藻類に属するが、横溝と縦溝をもたないことで他属と区別される。本種の細胞は殻面観では三角形、卵形または丸みを帯

※本報告は、1994年8月30日に行われた涸沼水環境討論会(茨城県生活環境部霞ヶ浦対策課主催)の発表内容を取りまとめたものである。

表 1 赤潮生物の分類* (入江 1980 に加筆)

DIVISIO (門)	CLASSIS (綱)	ORDO (目)	GENUS (属)
Bacteriomycota 細菌	Pseudomonadomycetes ブセウドモナス	Rhodobacterales	<i>Chromatium</i>
Cyanophyta 藍色植物	Cyanophyceae 藍藻	Nostocales	<i>Trichodesmium</i>
		Chroococcales	<i>Microcystis</i>
Cryptophyta クリプト植物	Cryptophyceae 褐色鞭毛藻	Cryptomonadales	<i>Chroomonas</i> <i>Cryptomonas</i> <i>Rhodomonas</i>
	Ebriophyceae エブリア藻	Ebriales	<i>Ebria</i>
Dinophyta 渦鞭毛植物	Dinophyceae 渦鞭毛藻	Prorocentrales	<i>Prorocentrum</i> <i>Exuviaella</i>
		Dinophysiales	<i>Dinophysis</i>
		Gymnodiniales	<i>Amphidinium</i> <i>Cochlodinium</i> <i>Gymnodinium</i> <i>Warnowia</i> <i>Polytrikos</i> <i>Oxytrhis</i> <i>Katodinium</i> <i>Noctiluca</i>
		Peridinales	<i>Glenodinium</i> <i>Peridinium</i> <i>Gonyaulax</i> <i>Pyrodinium</i> <i>Ceratium</i>
Haptophyta ハプト植物	Haptophyceae ハプト藻	Coccosphaerales	<i>Coccolithus</i>
		Prymnesiales	<i>Prymnesium</i>
Chrysophyta 黄色植物	Chrysophyceae 黄色鞭毛藻	Ochromonadales	<i>Olisthodiscus</i> ** <i>Uroglena</i> <i>Uroglenopsis</i>

Dictyochales	Dictyochales	Dictyochales
Bacillariophyceae 珪藻 [Centricae] [中心亜綱]	Discales	<i>Dictyocha</i> <i>Cyclotella</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Skeletonema</i>
[Pennatae] [羽状亜綱]	Soleniales	<i>Rhizosolenia</i>
	Biddulphiales	<i>Bacteriastrum</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Eucampia</i>
	Araphidales	<i>Fragilaria</i> <i>Asterionella</i>
	Biraphidales	<i>Nitzschia</i>
Rhaphidophyceae (Chloromonadophyceae) ラフイド藻 (緑色鞭毛藻)***	Rhaphidomadales	<i>Chattonella</i> <i>Hornellia</i> <i>Heterosigma</i> <i>Fibrocapsa</i>
Euglenophyceae みどりむし藻	Euglenales	<i>Eutreptia</i> <i>Eutreptiella</i> <i>Euglena</i>
Prasinophyceae プラシノ藻	Pyramimonadales	<i>Asteromonas</i> <i>Pyramimonas</i>
	Prasinocladales	<i>Tetraselmis</i>
Chlorophyceae 緑藻	Volvocales	<i>Dunaliella</i> <i>Chlamydomonas</i>
	Protococcales	<i>Protococcus</i>
PHYLUM**** Protozoa 原生動物 [Ciliata] [繊毛虫亜門]	Ciliatea 繊毛虫 [Holotrichia] [全毛亜綱]	<i>Mesodinium</i> <i>Cycolotrichium</i>

* 藻類に関しては、主として PARKE and DIXON³⁾ によった。

** *Olisthodiscus* はラフイド藻と考えられる¹⁾。

*** 現在国際植物命名法では、目(亜目なども含む)より上位のタクソンに先取権の規定はない。したがって、何れを用いるも自由である。

**** 植物門は Divisio, 動物門は Phylum を用いる。

アンダーライン 瀬沼・那珂川に出現する属を示す。

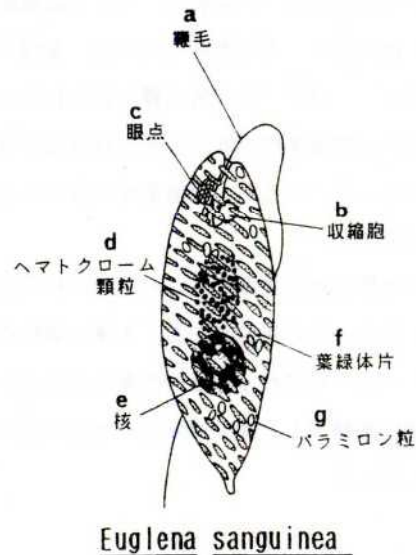
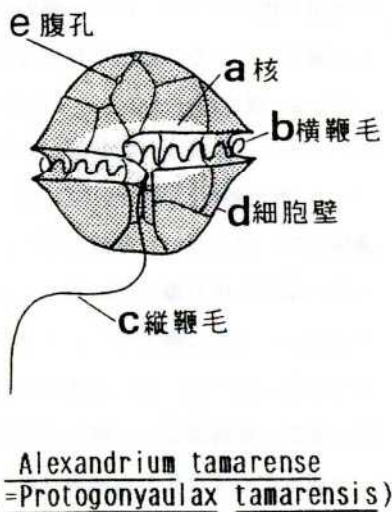
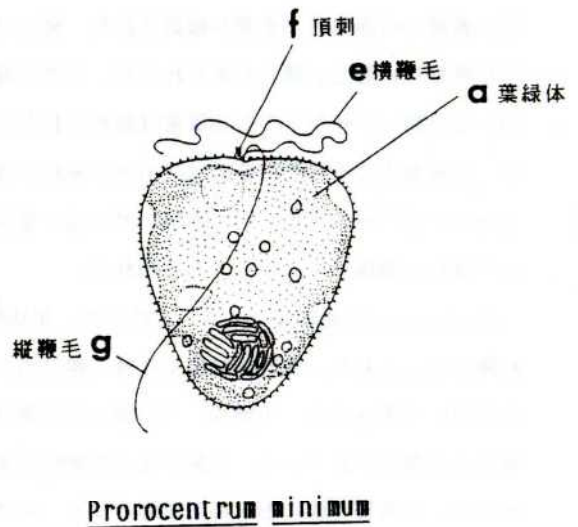
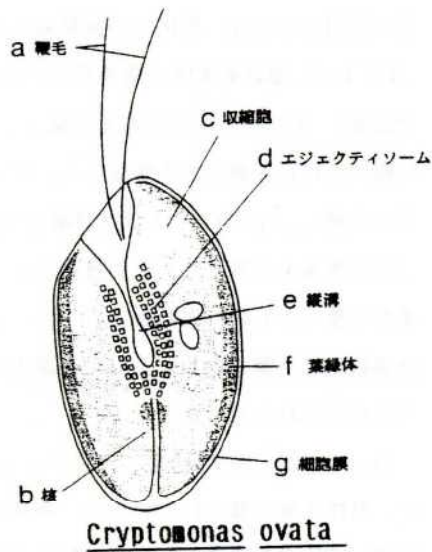


図1. 濁沼・那珂川に出現する赤潮生物(藻類の生活史集成 1993 より引用)

びた五角形を呈し、側面観ではレンズ形を呈している。細胞の大部分は2枚のほぼ同形の皿型の鎧板によって覆われており、その表面には多数の小刺が存在する。2本の鞭毛は細胞の前端より伸びているが、それぞれは形態および運動性が異なっており、他の渦鞭毛藻類の横鞭毛と縦鞭毛に相当するものである。増殖は、二分裂により行われる。本種に関しては、有性生殖の存在は確認されていない。

本種は、世界各地の沿岸域でその分布が報告されている。また、しばしば赤潮を形成することでもよく知られた種である。日本でも、東京湾を始めとして各地の内湾、汽水域で赤潮形成の報告がある。

(3) *Euglena* sp. (図1, 表3参照)

1986年6月に那珂川河口域(勝田橋付近)で発生し、6月12日から15日にかけて顕著であった。調査時

(1986年6月13日)には、水戸市東大野地先から勝田橋、水戸大橋、寿橋に至る約3 kmの水域において、河川表層で暗赤褐色の赤潮が確認された。発生は特に左岸寄りに著しい傾向が見られたが、この区域において魚類へい死などの生物異常は認められなかった。赤潮発生の直接的な要因は河川水の流れの停滞であったが、その下地として那珂川河口域の富栄養化の進行が関係していたものと思われる。

Euglena sp. は通称ミドリムシと呼ばれ、単細胞で紡錘形をしており、導管開口部より外に伸び出した鞭毛を用いて遊泳する。生殖は、二分裂による無性生殖のみが報告されている。分裂に先立ち細胞は遊泳を止め、粘液質の膜に包まれて球形となる。粘液質の膜の中で細胞は2つに分裂し、できた娘細胞はこの膜から抜け出し、再び遊泳し始める。環境条件が変化すると、一時的に粘液質の膜に包まれることもある。また、環境条件が悪くなると粘液質の厚い鞘で覆われるようになるが、環境条件が良くなると鞘から抜け出す。

本属は世界各地に生育することが知られており、国内でも各地からの報告がある。本属は細胞内にヘマトクロームと呼ばれる赤色の色素を含んでいるため、大量に増殖すると池や川などの水面や泥の表面を赤色に変える。

(4) *Cryptomonas* sp. (図1, 表3参照)

1993年4月に那珂川河口域(湊大橋上流)で発生し、4月18日から21日にかけて顕著であった。調査時(1993年4月20日)には、水戸市西大野地先から上流

の千歳橋付近にかけての約11kmにわたって赤潮が発生し、醤油粕を流したような状態であった。赤潮発生の原因としては、那珂川の流量減少があげられる(4月16日,建設省常陸工事事務所に「渇水対策支部」を設置)。すなわち、河川流量が減少したために、河川流出口付近の潮位との関係から、河口付近で河川水が停滞し、4月17~18日の急激な気温上昇に伴って河川水温も上昇したことが推測され、赤潮発生の条件が整ったものと思われる。しかし、赤潮による漁業被害は、聞き取りおよび現場調査いずれにおいても認められなかった。

Cryptomonas sp. は通常二分裂による無性生殖を行い、有性生殖は知られていない。単細胞遊泳性の藻類で、細胞の亜頂端から2本の鞭毛を生じる。細胞は大型で楕円形ないし卵形の輪郭をなし、背腹に著しく扁平している。細胞の長さは26~40 μ m,幅は15~23 μ m,厚さは8~10 μ mである。縦溝はよく発達し、その下には袋状の咽頭部があり、エジェクティソーム(射出器官)で覆われている。葉緑体は大きく薄板状で、褐色ないし緑色を呈し、2枚の裂片に分かれて細胞全体を覆っている。ピレノイドおよび眼点はない。分裂は鞭毛をつけたまま、寒天質に包まれた状態で起こる。この状態の細胞は、しばしば細胞の周囲に数層重なった膜状の構造を形成する。

本属は広く全世界から報告されており、日本でも普通に出現すると考えられる。デトライタス(水中に沈んだ枯れ葉など)の搾り汁から多く分離され、プランクトンネットの試料中にもしばしば見られる。

表2 溜沼における赤潮発性状況(岩崎1988に加筆)

発生時期	赤潮構成プランクトン種名	発生場所	発生状況及び発達状況	漁業被害の有無	備考
1967年 7月7日	不明	網掛, 下石崎 秋成新田	7月中旬には溜沼全域が絵の具を流したように真っ赤になっていた。	コイ, ボラ, ハゼ, シジミ 少量弊死	いはらき (1967. 7.23)
1972年 8月	<u>Ceratium</u> sp. <u>Peridinium</u> sp. <u>Mesodinium</u> sp.	溜沼南岸	発生した赤潮は湖のなかを循環し, 水面上を吹く風で寄せられて濃くなり, 赤潮となった。	魚類, シジミ 弊死	山崎 (1975)
1974年 8月20日	<u>Microcystis</u> sp. <u>Anabaena</u> sp.	松川~網掛, 広浦	密集したアオコは5~10cmの層をなし, 湖周囲のヨシ, マコモやコンクリートブロックに付着していた。	なし	位田・中村 (1977)
1977年 8月下旬	<u>Protoгонyaulax</u> sp.?	広浦下流	9月上旬には, 親沢から東永寺にかけて湖水が赤くなっていた。	張網の中の魚 類弊死	熊丸私信
1978年 9月8日	<u>Protoгонyaulax</u> sp.	宮前~三条	9月13日には湖は一面赤黒色で, あたかも醤油を流したようであった。赤潮は9月29日に消滅した。	なし	岩崎・位田 (1981)
1982年 4月9日	<u>Synechocystis</u> sp.	松川~宮前	4月中旬から5月中旬にかけて, 溜沼全域が黄緑色を呈していた。	なし	大溜沼漁協私信
1984年 11月29 日	<u>Prorocentrum</u> <u>minimum</u>	大谷川河口	11月下旬から翌年1月上旬まで, 広浦から親沢にかけての溜沼北岸で赤褐色の赤潮が風に寄せられた。	なし	岩崎 (1985)
1985年 12月中旬	不明	広浦	広浦付近が赤褐色を呈していた。	なし	漁業者からの 聞き込み
1987年 4月27日	<u>Euglena</u> sp. <u>Cyclotella</u> sp.	川口~広浦	下溜沼川から溜沼東部にかけて, 一面に濃い緑褐色を呈していた。	なし	岩崎 (1987)

表3 那珂川における赤潮発生状況

発生時期	赤潮構成プランクトン種名	発生場所	発生状況及び発達状況	漁業被害の有無	備考
1984年 5月下旬	<i>Euglena</i> sp.	湊大橋～中大野	5月中旬に、すでに赤黒色（あずき色）を呈していた。	ボラ、マルタ、フナ斃死	公害技術センター（1986）＜濁水＞
1986年 6月中旬	<i>Euglena</i> sp.	東大野～寿橋	那珂川下流域の左岸寄りの水面が、暗赤褐色に変色し、著しく濁っていた。	なし	公害技術センター（1986）
1987年 4月下旬	<i>Plagioselmis</i> sp. <i>Thalassiosira</i> sp.	勝田橋～千歳橋	赤潮発生水域は、濃い赤褐色をした河川水が帯状に流れ、河岸域の一部に滞留していた。	不明	公害技術センター（1987）＜濁水＞
1991年 5月下旬	不明	湊大橋～寿橋	5月30日の時点では、すでに赤潮状態になっていた。	不明	公害技術センター（1991）
1993年 4月下旬	<i>Cryptomonas</i> sp.	環大野～千歳橋	那珂川下流域は、「醬油粕」を流したような赤潮状態になっており、特に上流側が濃くなっていた。	なし	内水面水産試験場（1993）＜濁水＞

注）（濁水）：建設省常陸工事事務所に「濁水対策支部」を設置

3. 酒沼・那珂川河口域の赤潮の全国的な位置付け

最近の淡水・汽水域における植物プランクトンの最高出現細胞数について Table 4 に、また最高出現クロロフィル a 量について Table 5 に、出現値の高いものから低いものへと配列して示した。

最高出現細胞数は $1.5 \times 10^4 \sim 2.9 \times 10^{10}$ cells/l の範囲にあり、1978 年 9 月 13 日に酒沼で発生した *Protogonyaulax* (= *Gonyaulax*) sp. の値はその中間値近くに位置する。一方、最高出現クロロフィル a 量は 23~6,840 μ g/l の範囲にあり、1978 年 5 月 16 日に酒沼で発生し

た *Skeletonema costatum* の値はその中間値近くに位置し、最高出現細胞数と同様の傾向を示している。

通常の赤潮生物の体長別濃度は、試水 1 ㍓中に微小プランクトン (<10 μ m) で 10^7 、小型プランクトン (10-29 μ m) で 10^6 、中型プランクトン (100-299 μ m) で 10^5 オーダーにあると言われている。

Protogonyaulax sp. は小型プランクトンの範疇に入るので、1978 年 9 月 13 日に酒沼で発生した 1.4×10^7 cells/l という細胞数は通常より 1 オーダー高い値ということになる。

TABLE 4. MAXIMUM DENSITY IN CELL NUMBER OF PHYTOPLANKTON AT VARIOUS LOCALITIES IN THE INLAND WATERS OF JAPAN (IIZUKA, 1986)

No.	Date	Maximum cell number (cells/l)	Dominant species	Locality	
1	18/08/79	2.9×10^{10}	<i>Microcystis aeruginosa</i>	L. Kasumigaura	霞ヶ浦
2	23/05/79	$(1 \sim 2) \times 10^9$	<i>Uroglena americana</i>	North Basin, L. Biwa	琵琶湖北湖
3	26/08/76	5.8×10^8	<i>Peridinium</i>	L. Nagase (Kochi P.)*	永瀬ダム湖
4	29/08/84	3.6×10^8	<i>Microcystis</i> sp.	L. Asahikawa (Okayama P.)*	旭川湖
5	06/05/81	2.5×10^8	<i>Cyclotella</i> spp.	L. Sagami (Kanagawa P.)	相模ダム湖
6	28/05/84	6.0×10^7	<i>Uroglena americana</i>	North Basin, L. Biwa	琵琶湖北湖
7	06/04/81	5.3×10^7	microspherical algae?, <i>Cyclotella</i> sp.	L. Yamaguchi (Tokyo)*	山口貯水池
8	23/08/83	4.9×10^7	<i>Anabaena</i>	L. Kizaki (Nagano P.)	木崎湖
9	25/08/84	3.4×10^7	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Lake M (Hiroshima P.)*	広島県Mダム湖
10	28/09/81	3.0×10^7	<i>Cyclotella</i> sp., <i>Synedra</i> sp.	L. Murayama (Tokyo)*	村山(上)貯水池
11	27/08/83	1.9×10^7	<i>Microcystis</i> spp.	L. Suwa	諏訪湖
12	13/09/78	1.4×10^7	<i>Gonyaulax</i> sp.	L. Hinuma (Ibaragi P.) (estuarine lake)	酒沼
13	03/08/81	1.4×10^7	<i>Cyclotella</i> sp., micro- spherical algae?	L. Murayama (Tokyo)*	村山(下)貯水池
14	19/05/82	1.2×10^7	<i>Peridinium bipes</i> f. <i>occultatum</i>	L. Kanayama (Gifu P.)*	金山ダム湖
15	10/12/84	7.5×10^6	<i>Plagioselmis</i> sp.	R. Nakasuji (Kochi P.)	中筋川
16	11/05/82	3.4×10^6	<i>Fragilaria</i> sp., <i>Asterionella</i> sp., <i>Synedra</i> sp.	L. Kizaki (Nagano P.)	木崎湖
17	?/04/82	2.3×10^6	<i>Rhizosolenia eriensis</i>	L. Ogochi (Tokyo)*	小河内貯水池 ¹³
18	12/09/83	1.5×10^6	<i>Achnanthes</i> sp., Coscinodiscaceae	L. Tanzawa (Kanagawa P.)*	丹沢ダム湖 ¹⁴

Abbreviations: L, Lake; P, Prefecture; R, River. Symbol: *, a man-made lake.
The table shown here was corrected by the author.

TABLE 5. MAXIMUM CHLOROPHYLL-*a* CONCENTRATION AT VARIOUS LOCALITIES IN THE INLAND WATERS OF JAPAN (IZUKA, 1986)

No.	Date	Maximum chl.- <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)	Dominant species	Locality	
1	18/08/79	6,840	<i>Microcystis aeruginosa</i>	L. Kasumigaura	霞ヶ浦
2	27/08/83	1,054	<i>Microcystis</i> spp. (<i>M. aeruginosa</i> , <i>M. biridis</i> , <i>M. wesenbergii</i>)	L. Suwa	諏訪湖
3	26/07/84	881	<i>Melosira</i> spp.	L. Peketto (Sapporo C., Hokkaido)	ペケレット沼 (札幌)
4	06/08/80	518	<i>Microcystis aeruginosa</i>	L. Barato (Hokkaido)	茨戸湖
5	?/06/81	370	<i>Peridinium cunningtonii</i>	L. Nagase (Kochi P.)*	永瀬ダム湖
6	24/05/84	337	<i>Peridinium bipes</i> f. <i>occultatum</i>	L. Kanayama (Gifu P.)*	金山ダム湖
7	07/04/82	320	<i>Synedra</i> sp.	Takahamairi Bay, L. Kasumigaura	霞ヶ浦, 高浜入
8	13/10/80	220	<i>Peridinium bipes</i>	L. Tanzawa (Kanagawa P.)*	丹沢ダム湖
9	29/10/71	165		L. Kozima (Okayama P.)*	児島ダム湖
10	08/08/84	120	<i>Euglena</i> sp.	Lake X (Hiroshima P.)*	広島県Xダム湖
11	16/05/78	112	<i>Skeletonema costatum</i>	L. Hinuma (Ibaragi P.) (estuarine lake)	瀬沼
12	09/06/78	84	nanoplankton	South Basin, L. Biwa	琵琶湖南湖
13	10/12/84	67	<i>Plagioselmis</i> sp.	R. Nakasuji (Kochi P.)	中筋川
14	28/05/84	51	<i>Uroglena americana</i>	North Basin, L. Biwa	琵琶湖北湖
15	29/08/84	33	<i>Microcystis</i> sp.	L. Asahikawa (Okayama P.)	旭川湖
16	16/08/83	28	<i>Anabaena</i>	L. Kizaki (Nagano P.)	木崎湖
17	07/06/82	23	<i>Fragilaria</i> sp., <i>Synedra</i> sp.	L. Kizaki (Nagano P.)	木崎湖

Abbreviations: C, City; L, Lake; P, Prefecture; R, River. Symbol: *, a man-made lake.
The table shown here was corrected by the author.

4. おわりに

赤潮の発生に関連する要因は極めて複雑多岐であり、現状では十分解明されていないものが多い。また、研究の進め方もとうてい一括りにできるものではないが、一応の整理を試みれば次のようになるであろう。すなわち、①流動などの物理的環境を明らかにし、栄養塩類などの移動・収支の基礎試料を得る、②赤潮生物を分離・培養し、増殖に必要な生理条件を調べる、③水中の赤潮生物増殖促進因子を分析し、分布と変動の様相を明らかにする。④赤潮生物増殖促進因子の来源を探る、⑤底泥中のシストの分布を調査する、の4項目が考えられる。

赤潮のように発生機構が複雑な現象を解明するためには、各種の学問分野における研究を平行して進める必要があり、特に従来の学問領域のみならず領域間にまたがる問題を含めた広範な研究が行われなければならない。また、赤潮現象とそれに伴う漁業被害などの現象は一貫

して綿密にとらえる必要があり、そのためには単に研究者のみならず赤潮に関心をもつ人々の協力がなければならない。このような人たちの協力を効果的にするためにも、解明の程度が遅れている分野の研究をより一層進展させる必要がある。赤潮の研究はもはや個々の研究者によるものだけでなく、各分野の研究者および協力者を包含した強力な体制による総合的・組織的な研究を必要とするようになってきている。

5. 参考文献

- 花岡 資(1980): 赤潮に関する近年の知見と研究の問題点(水産研究叢書33). 274pp. 東京, 日本水産資源保護協会
- 堀 輝三(1993): 藻類の生活史集成—第3巻. 単細胞性・鞭毛藻類—. 313pp. 東京, 内田老鶴園
- 茨城県公害技術センター(1986): 那珂川の赤潮に係る水

質等の試験検査. 9 pp. (プリント版)

茨城県公害技術センター(1987): 那珂川下流域における赤潮について. 7 pp. (プリント版)

茨城県内水面水産試験場(1993): 那珂川における赤潮発生について. 4 pp. (プリント版)

飯塚昭二(1986): 最近のわが国沿岸内湾域における植物プランクトンの出現状況(3) - 淡水・汽水域の最高出現細胞数と最高クロロフィル a 量に関するアンケートまとめ. 日本プランクトン学会報(33), 67-69

岩崎 順・位田俊臣(1981): 昭和 53 年 9 月に涸沼で発生した赤潮(*Gonyaulax* spp.) について. 茨城内水試調研報(18), 107-113

岩崎 順(1985): 1984 年 11 月に涸沼で発生した赤潮(*Prorocentrum minimum*) について. 茨城水試試研(25), 1-9

岩崎 順(1988): 涸沼で発生した赤潮について, 涸沼勉強会(茨城大学理学部生物学教室主催)資料. 11pp. (プリント版)

村上彰男(1976): 赤潮と富栄養化. 207pp. 東京, 公害対策技術同友会

岡市友利(1987): 赤潮の科学. 294pp. 東京, 恒星社厚生閣

[総合討論でのコメント]

涸沼の生物の多様性に関することとして, 湖流と生物との係わりについて話す。一つは 1984 年の調査結果であるが, 塩分の鉛直分布と *Amphiprora alata* という汽水産ケイソウ類の鉛直分布に着目して, 3 時間ごとあるいは 6 時間ごとの変化をとったものである。それによると, 両者とも潮汐との関係がよく出ている。すなわち, 塩分の成層ができるときに壊れるときに, *A. alata* の鉛直分布は塩分の鉛直分布と非常によく似たパターンを示している。これは, 塩分成層が壊れるときに汽水産の植物プランクトンは拡散し, 塩分成層ができるときに集積することを意味している。このように, 涸沼における植物プランクトンとその環境は, 水塊を通して深い関連性をもっていると言える。汽水湖の場合, 生物調査を行うときには, 流動との関係をかなりきちんと把握しないと総合的な評価はできないと考えている。

もう一つは霞ヶ浦での食物連鎖について調査した例であるが, 汽水性あるいは富栄養化が進んだ湖では植食連鎖(grazing food-chain)というものは成立しにくいのではないか。実際には腐食連鎖(detritus food-chain)がかなり大きなウェートを占めている可能性があり, 琵琶湖では 50% が腐食連鎖で占められているというデータもある。涸沼でも, 一元的な食物連鎖ではなく, 時間的・空間的にかなり異なった連鎖モデルが描けるのではないか。それを明確にする調査もこれからは必要になると考えている。