

西の湖および琵琶湖における赤潮現象の発生例 (1972年~1977年)について

中 賢 治

淡水湖での赤潮現象と発生種に毒性が認められたのは、1962年の相模湖の例¹⁾²⁾があるが、漁場として使用されている淡水面で、赤潮現象が発生し問題化したのは、1970年に琵琶湖の内湖の1つである西の湖が初めてであろう。発生種は、*Peridinium africanum* Lemmermann で西の湖では、その後も毎年ほど発生をくり返してきたが、発生種に毒性がみられず、淡水養殖真珠母貝への被害が認められないことから、自然に問題は小さくなっていった。

ところが1972年に琵琶湖岸で、又、1973年にも琵琶湖岸で、西の湖と同種と認められる発生があり、問題は再び大きくなりつつあった。そ

して、1977年に琵琶湖において、西の湖の発生種とは異なる *Uroglena volvox* Ehrenberg が琵琶湖の各所に大発生するに至って、問題は単に漁業関係者に止まらなくなった。ここに報告するのは、1970年から1977年の発生例についてである。

なお水質分析は当場の村長義雄、前河孝志、水島久宣の各氏が担当した。

西の湖

1. 1970年5月における西の湖で赤潮現象発生について

1970年5月6日に、西の湖 (図1図2参照)

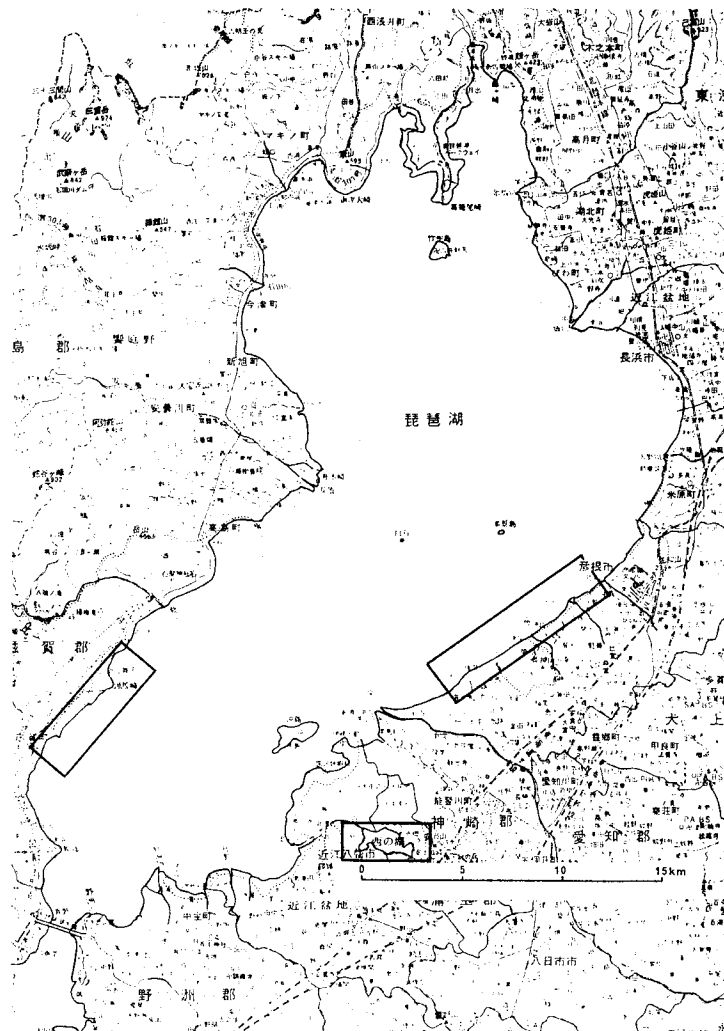


図1 琵琶湖および西の湖での *Peridinium africanum* 発生水域の概略

* 現環境衛生センター

の淡水真珠養殖漁業者より通報があり、その概況を調査し、図1、表1にその結果を示した。西の湖は県内では優良な淡水真珠の養殖漁場であるため問題は深刻であった。そのため、直ちに発生種の同定を京都大学理学部大津臨湖実験所、根来健一郎助教授に依頼し、毒性については、東京大学農学部水産化学教室、橋本芳郎教授に依頼した。

発生期間 閉取りによると4月上旬(1万~1.2万個体/ $m\ell$)が最もよく発生し、その後雨で消えた(500個体/ $m\ell$)

発生水域 一定していないが、図3に示した水域が主である。

発生種名 *Peridinium africanum* Lemmermannと同定され、平均長さ(高さ) $30\mu\sim 37\mu$ (平均 33μ)、幅 $29\mu\sim 37\mu$ (平均 33μ)であった。



図2 *Peridinium africanum* Lemmermann

長さ(高さ) $30\sim 40\mu$ (平均 36μ)
幅 $29\sim 37\mu$ (平均 33μ)
最小目盛 2.5μ

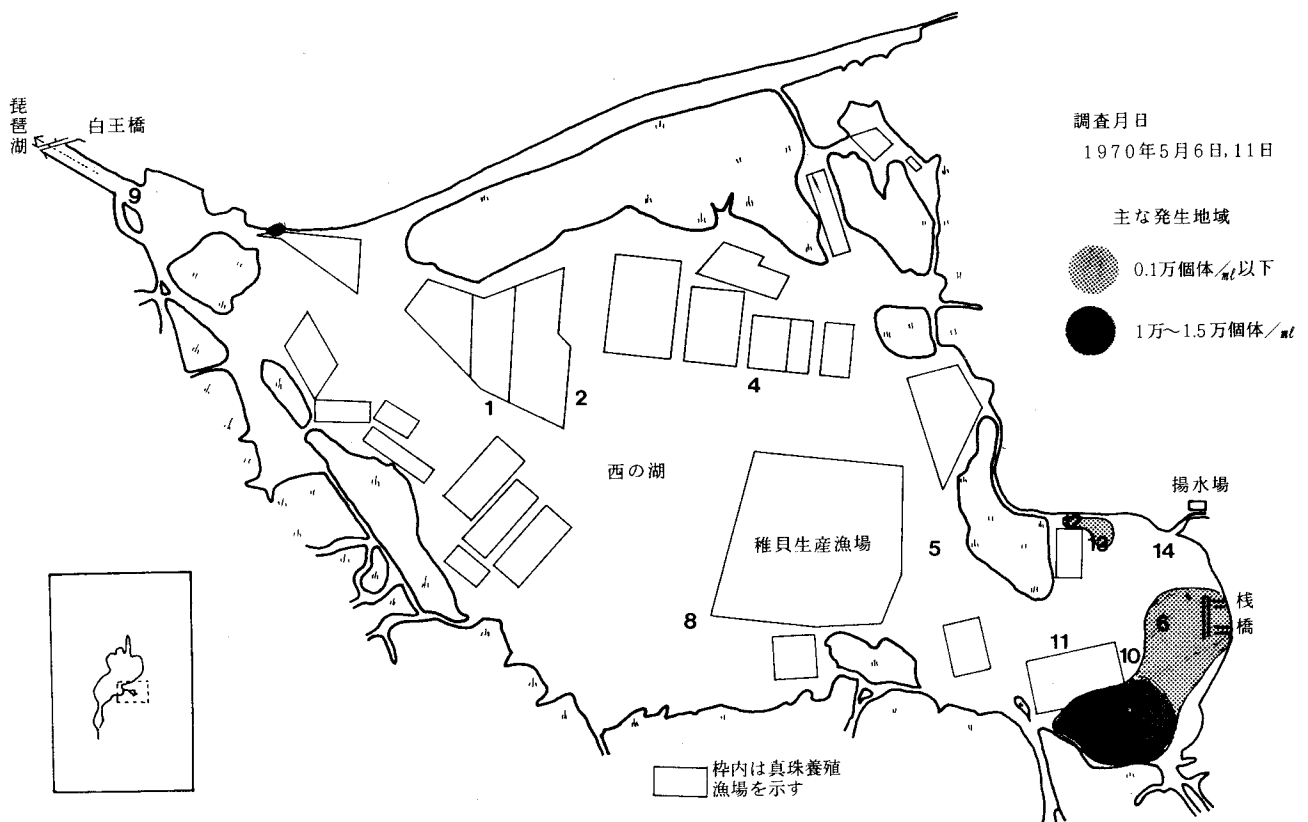


図3 西の湖における1970年5月の赤潮現象の発生状況

表1. 1970年5月6日, 11日の水質調査結果

項目	地点		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
	調査月日	時刻	5.6 10.17	5.6 10.35	5.6 10.50	5.6 11.25	5.6 11.40	5.6 11.50	5.6 12.15	5.6 12.30	5.11 10.15	5.11 10.50
気象	天雲	候量 向力 °C	曇	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨
	風		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
水象	風											
	温		17.8							15.9	17.0	
	色	茶	茶	茶	暗茶	暗茶	茶黒	灰緑	灰緑	灰緑	灰緑	灰緑
	深 m	1.55	1.53	1.50	1.57	2.00					2.00	1.60
透明度 m	1.00	0.93	1.10	0.80	0.59	0.39	1.06	1.42	1.07	0.77	0.77	
採水層 m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	上下	上下	
水温 °C	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6			
水質	P	H	8.98	8.87	9.18	7.32	8.82	8.43	9.02	8.97	6.93 6.95	6.91 6.83
	DO	cc/l	7.16	7.17	7.31	7.48	7.82	8.68	7.09	6.70	5.18 5.12	5.65 5.24
	DO	%	108.6	108.8	110.9	113.5	118.7	131.7	107.6	101.7	79.0 78.0	85.0 78.5
	MO	アルカリ度	32.6	34.5	32.4	31.3	33.0	33.7	28.7	31.2	30.1 29.3	28.9 28.4
	PP	アルカリ度	1.3	1.2	2.1	0.0	0.9	0.0	2.2	1.8	3.2 1.5	3.3 3.8
	PP	酸度	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 0.0	0.0 0.0
	※	PO ₄ -P	0.00	0.00	0.00	コンセキ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00	0.00 0.00
		NH ₄ -N	0.11	0.06	0.08	0.25	0.11	0.15	0.00	0.09	0.71 0.85	1.17 1.25
	※	NO ₂ -N	0.010	0.010	0.010	0.017	0.017	0.025	0.011	0.010	0.026 0.024	0.028 0.030
		NO ₃ -N	0.368	0.400	0.328	0.440	0.390	0.400	0.338	0.338	0.550 0.506	0.480 0.480
	※	NO ₃ -N	0.317	0.337	0.317	0.369	0.384	0.394	0.317	0.327	0.480 0.480	0.394 0.394
		Ca ⁺⁺	13.77	14.05	14.57	15.32	14.63	14.72	15.54	14.48	26.21 27.57	30.06 27.77
		Cl [']	11.36	12.35	11.08	13.35	12.07	13.21	10.37	13.77	15.33 16.61	17.60 17.60
		Fe	0.14	0.09	0.12	0.60	0.36	0.30	0.12	0.06	0.52 0.55	0.77 0.95
	※	Fe	0.09	0.09	0.06	0.20	0.17	0.14	0.06	0.09	0.20 0.20	0.28 0.26
※	SiO ₂ -Si	7.56	8.05	7.56	8.96	10.28	10.29	8.05	7.56	9.02 8.38	8.68 8.38	
※	Organic-C	5.29	4.85	6.86	5.52	5.42	5.93	7.25	5.68	7.32 7.32	8.32 7.92	
※	COD	1.9	2.2	2.2	2.5	2.7	2.7	2.2	2.5	4.2 5.5	4.1 4.7	
懸濁物	BOD		3.0	4.4	4.3	4.6	23.7	23.8	4.1	3.3		
	乾燥全量		9.4	14.2	10.9	14.8	23.9	23.0	12.2	6.4		
	乾灼減量		3.8	6.2	5.2	5.3	19.7	17.2	4.8	2.5		
〃	〃		5.6	8.0	5.7	9.5	9.2	5.8	7.4	3.9		

註 単位 ppm ※ガラスファイバーフィルター濾過液

毒 性 簡易な毒性の判別法として、濾過して20万個体を集め、乳鉢にて攪りつぶし、濾過水1ℓと共にピーカーに入れ、CaOH, NaOHの溶液でPH8に調整し、メダカ1~2尾を入れ、10分間で斃死の有無によって、有毒の可能性を探る事とした。試験結果は、20万個体/ℓ、80万個体/ℓで30分後でもメダカに異常はみられなかった。

st7のように本種の異常発生水域では中層でD.O値が多くなる傾向がある。これは昼間、中層に群集している事を示しているものと思われる。

以上のような結果を得て、5月上旬の調査を終了したが、今回の水質分析結果からでは、赤潮現象の部分と、赤潮現象を呈していない灰緑色の水

表3. 調査地点のD.Oの垂直分布

水深	st5	st6	st7	st11	st12	st13	st14
0cm	114% 22.0°C	118% 21.5°C	146% 22.2°C	142% 20.7°C	140% 19.7°C	120% 20.1°C	149% 22.5°C
50	117 18.9	122 20.1	148 20.1	145 20.2	130 18.4	117 18.6	185 19.7
100	114 18.7	120 18.5	153 18.5	96 18.2	94 17.5	96 17.7	102 17.8
150			97 18.0	88 17.8		73 17.0	82 17.2

明暗試験 発生種による二次的被害を考慮して、明暗によるD.O量の変化をみた。

表2. 明暗によるD.O量変化

試水	st7の原水	D.O量
明	4時間	128.0%
暗	12時間	66.5%

この値では、魚貝類への影響はないといえる。

域との間に差異は殆んどなく、植物的生活から発生水域でD.O値が高い事ぐらいである。又、本種は早朝表面に見えても、昼間は表面より下に集まっているようであり、舟の航跡が赤茶色く色づいて見えた。

2. 1971年11月における西の湖での赤潮

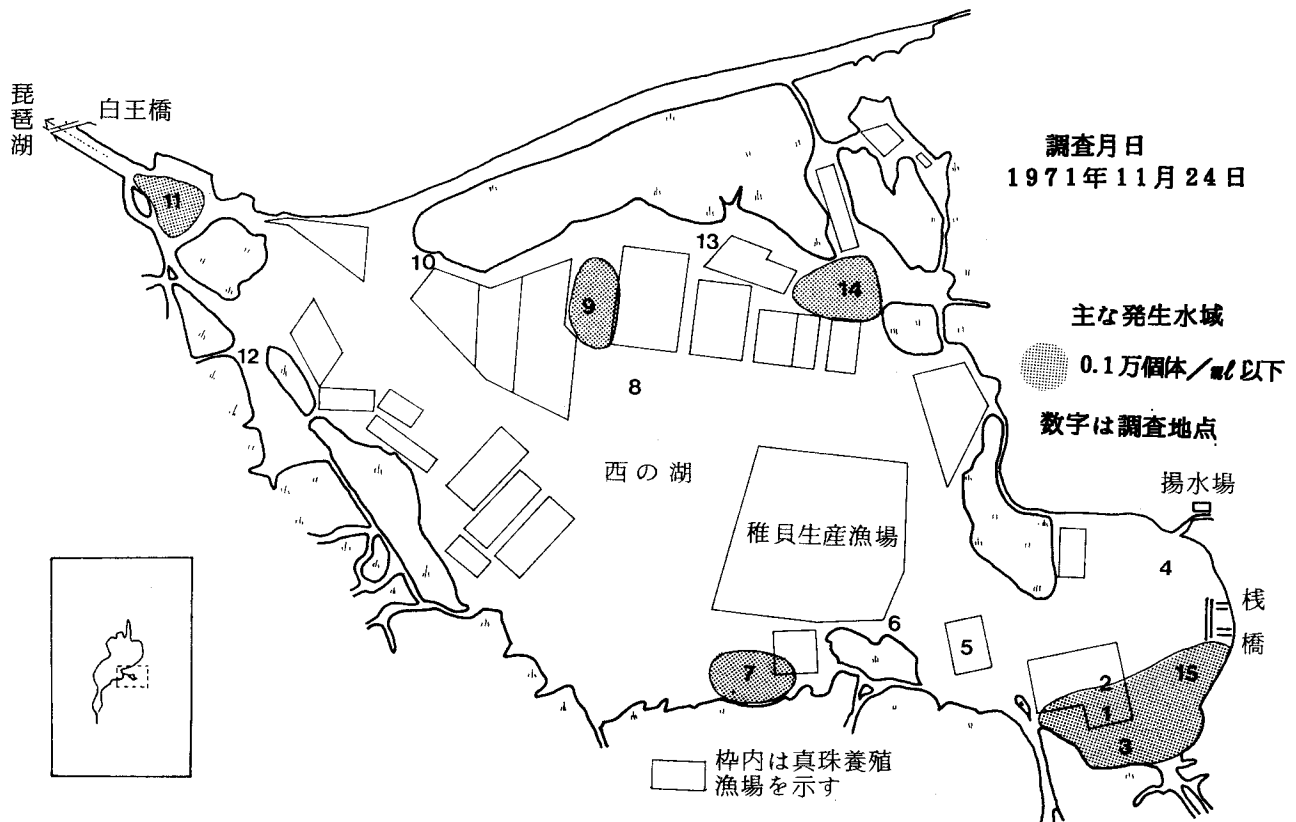


図4 西の湖における1971年11月の赤潮現象の発生状況

現象の発生について

発生期間 11月10日頃から11月末頃まで
 発生水域 11月24日調査時の概略を図4に示した。
 図は表層が赤褐色を示している場所を示してあるが、航跡に赤味を帯びる場所は他にもあった。
 発生種名 *Peridinium africanum*

毒性 毒性の簡易判別法で、メダカで、10分後、24時間後も異常はなかった。毒性はないものと判定した。
 明暗試験 st.15の678個体/mlを用いて、暗16時間でDOが101%から72.5% (WT 18.6°C) に減少したがこの値では魚貝類への影響はないといえる。

表4. 調査地点のD.O水温, 発生数

水深	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
0cm	106% 11.3°C	110% 11.1°C	109% 11.1°C	109% 11.0°C	97% 11.2°C	104% 10.9°C	112% 10.8°C
50	108 11.2	112 11.1	112 11.0	112 11.0	97 11.2	106 10.8	111 10.8
100	109 11.1	114 11.1	114 11.0	113 11.0	96 11.2	108 10.7	114 10.8
150	107 11.0	114 11.1	114 11.0				
発生数個体数/ml	43	198		678			

水深	st.8	st.9	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14
0cm	100 10.7	103 10.8	104 11.0	94	—	102 11.8	107 10.8
50	102 10.7	103 10.8	105 11.0	95	—	104 11.3	105 10.8
100	102 10.7	105 10.8	104 10.8	96	—	106 11.3	110 10.8
150				96	—		
200				96	—		
発生数個体数/ml				119	—		276

3. 1972年2月における西の湖での赤潮現象の発生について
 発生期間 1月末から2月中旬

発生水域 2月8日の調査時の概略を図5に示した。
 発生種名 *Peridinium africanum*

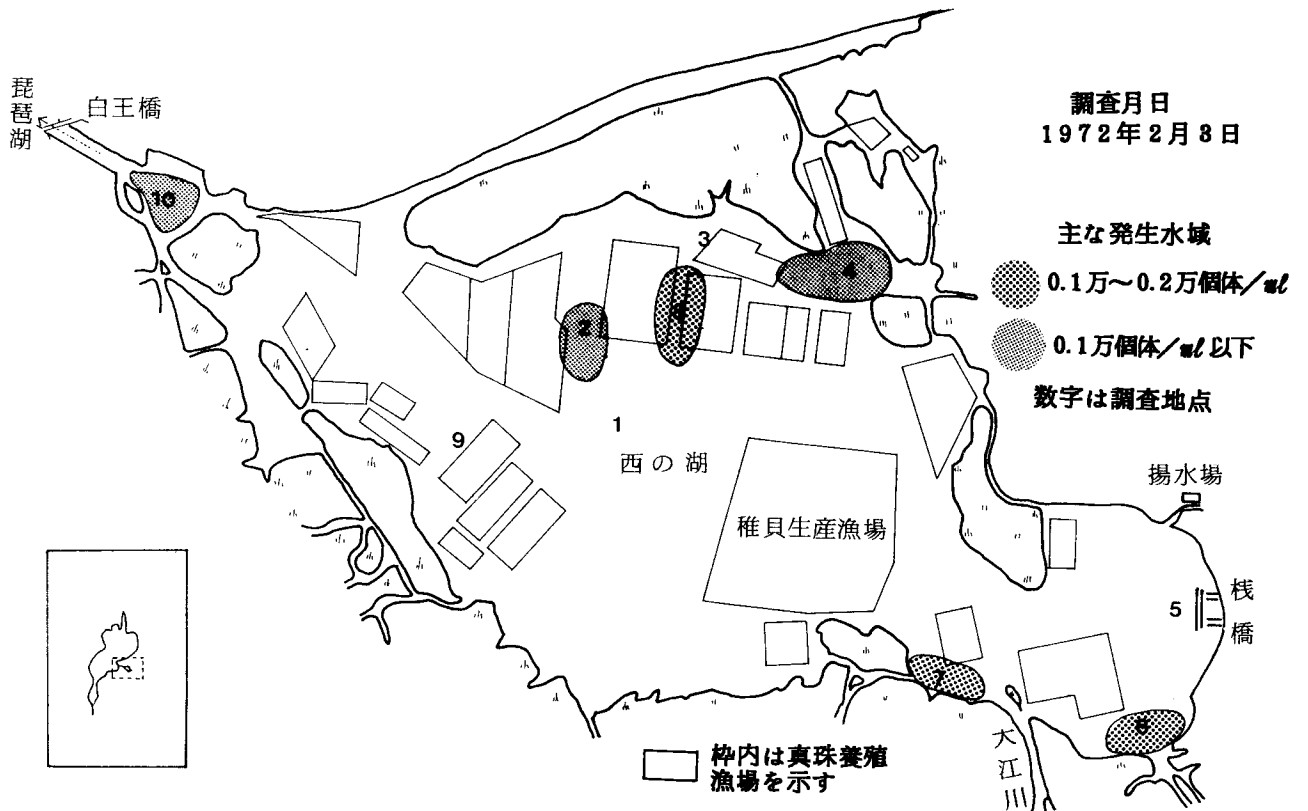


図5 西の湖における1972年2月の赤潮現象の発生状況

毒性 簡易判別法により、10分後、12時間後もメダカに異常なし、毒性はないものと思われる。

明暗試験 st.7の2,070個体/mlについて、明17時間で、D.Oは126%~130% (24.0℃) 暗24時間で77%~79% (W.T 11.0℃)であった。D.Oによる生物への影響はないといえる。

われる。

明暗試験 発生個体数が0が3か所、その他は、st.5 (440個体/ml)から、st.4 (2,000個体/ml)と、本年2月同様に小さな値なので本試験は省略した。

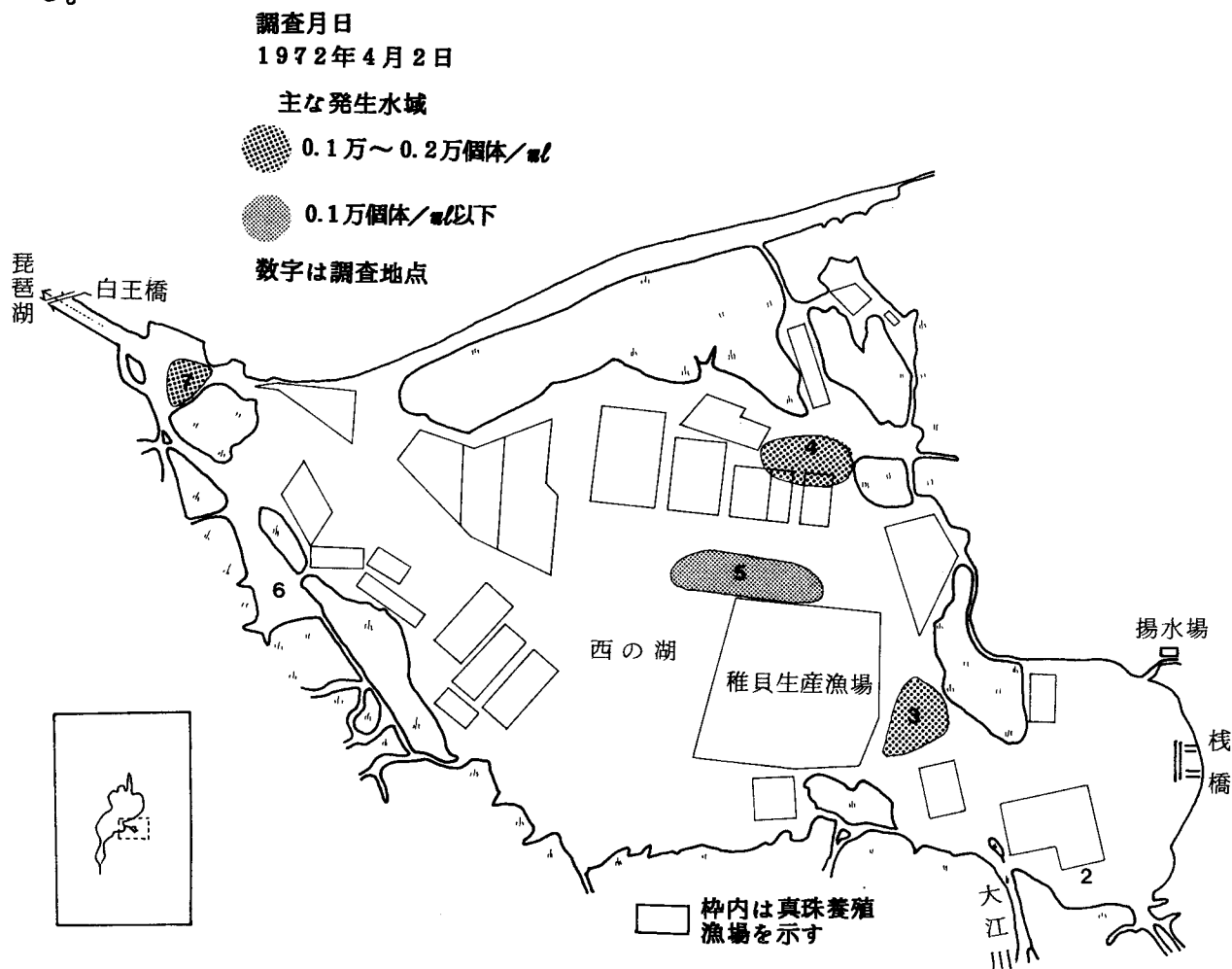


図6 西の湖における1972年4月の赤潮現象の発生状況

4. 1972年4月における西の湖での赤潮現象の発生について

発生期間 3月末から4月下旬

発生水域 1972年4月12日の調査日の発生水域を図6に示した。

発生種名 *Peridinium africanum*

毒性 簡易判別法により、10分後、12時間後もメダカに異常なし、毒性はないものと思

琵琶湖

1. 1972年4月における志賀町地元の琵琶湖岸での赤潮現象の発生について

1972年4月7日に、志賀町北小松(図7参照)の追又手漁業者から通報があり、湖岸が醬油色をしており、追又手漁に支障があるので、周辺一帯の調査依頼を受けた。当初、琵琶湖北湖にお



図7 志賀町地方における1972年4月の赤潮現象の発生状況
 調査年月日 1972年4月10日, 14日, 18日
 発生水域 発生密度 1.6万~2.6個体/ml
 数字の番号は調査地点(1~8)

ける赤潮現象があると思わなかったもので、当時工事中の湖西線の濁水の可能性もあるので、4月10日に調査計画を立てるため視察と少数の採水を行った所、赤潮現象であり、発生種は西の湖と同種と思われた。発生期間は4月初旬から4月中旬の間であった。調査は4月10日, 14日, 18日と行なったので調査日毎に報告する。

発生期間 4月初旬から4月中旬
 4月10日

発生水域 松の浦水泳場から青柳北浜水泳場, 青柳北浜水泳場の発生量は16,235個体/mlと

西の湖以上の密度であった。

発生種名 *Peridinium africanum*?

(*Peridinium africanum*又は近縁種)

毒性 簡易判別法で20万個体/l, 80万個体/lで, 10分後, 1時間後, 24時間後メダカに異常は認められず, 毒性はないものと判定した。

4月14日

発生水域 松の浦水泳場, 青柳水泳場から北比良の湖岸, 近江舞子水泳場だが発生密度は小さい。

発生種名 *Peridinium africanum*?

毒性 表5に示したように発生密度が少なく,

表5. 1972年4月14日の赤潮現象発生時の水温, 溶存酸素量, 発生密度

水深 m	s t.1			s t.2			s t.3			s t.4			s t.5		
	水温 °C	D. O mg/l	発生種 の密度 NOS/ml	水温 °C	D. O mg/l	発生種 の密度 NOS/ml	水温 °C	D. O mg/l	発生種 の密度 NOS/ml	水温 °C	D. O mg/l	発生種 の密度 NOS/ml	水温 °C	D. O mg/l	発生種 の密度 NOS/ml
0	10.8	7.75	0.6m 99	10.3	7.45	0.75m 24	10.7	7.73	27	10.6	7.36	21	10.2	7.66	13
0.5	10.7	7.89		10.3	7.64		10.7	7.72		10.4	7.48		10.1	7.65	
1.0			11.0	7.48	10.3	7.58	10.2	7.58	10.2	7.58	9.8	7.59			
1.5			10.7	7.46	10.1	7.64	10.1	7.64	10.1	7.69	9.7	7.58			
2.0			10.4	7.56	10.0	7.68	10.0	7.68	9.9	7.74	9.6	7.59			
2.5			10.2	7.62	9.8	7.70	9.8	7.70	9.8	7.73	9.6	7.58			
3.0			10.2	7.62	9.2	7.78	9.2	7.78	9.8	7.73	9.5	7.60			
3.5			10.2	7.66	3	7.72	9.2	7.72	9.7	7.74	9.5	7.61			
4.0			10.1	7.64	9.2	7.72	9.2	7.72	9.7	7.74	9.6	7.63			
4.5			10.0	7.63	9.2	7.72	9.2	7.72	9.6	7.76	9.5	7.67			
5.0			10.0	7.63	9.2	7.69	9.2	7.69	9.6	7.76	9.4	7.69			
5.5			10.0	7.61	9.1	7.69	9.1	7.69	9.3	7.66	9.4	7.69			
6.0			10.0	7.61	9.1	7.67	9.1	7.67	9.3	7.64	9.3	7.66			
6.5			10.0	7.59	9.0	7.64	9.0	7.64	9.2	7.66	9.3	7.64			
7.0			9.9	7.59	9.0	7.66	9.0	7.66	9.2	7.65	9.2	7.64			
7.5					9.0	7.69	9.0	7.69			9.2	7.62			
8.0					9.0	7.70	9.0	7.70			9.2	7.51			
8.5					8.9	7.73	8.9	7.73			9.1	7.52			
9.0					8.9	7.74	8.9	7.74							
9.5					8.9	7.74	8.9	7.74							
10.0					8.9	7.76	8.9	7.76							
10.5					8.9	7.79	8.9	7.79							
11.0					8.9	7.80	8.9	7.80							
11.5					8.9	7.80	8.9	7.80							
12.0					8.9	7.80	8.9	7.80	3						
12.5					8.9	7.82	8.9	7.82							
13.0					9.0	7.83	9.0	7.83							
水深m		0.70			7.39			14.25			7.00			8.50	

発生種の濃縮濾過が困難で中止した。
 水質分析 表5, 表6に示したが, s.t.6~8は
 家庭排水の流入する小川の水であることを考え

日, 4日), 発生前の天候は降雨がなく5月下旬から河川は渇水し, 6月29日の雨で各河川共出水した。その後風の殆んどない蒸し暑い日

表6. 1972年4月14日の赤潮現象発生時の水質分析

項目	単位	s.t.1	s.t.2	s.t.3	s.t.4	s.t.5	s.t.6	s.t.7	s.t.8		
採水深度	m	0.85	0.75	3.50	2.00	1.150	3.50	5.00	0*	0*	0*
PH		7.70	7.68	7.60	7.85	7.72	7.42	7.70	7.85	7.82	—
アルカリ度(MD)	CaCO ₃ mg/l	255	26.0	26.0	27.0	27.0	26.0	27.0	45.0	17.0	27.0
酸度(P.P)		0.50	1.00	0.50	4.00	1.00	0.00	0.50	0.50	4.00	1.50
BOD	mg/l	1.22	1.50	2.06	1.37	1.52	1.38	1.43	2.22	0.73	—
COD(KMn)	mg/l	0.23	0.16	0.16	0.31	0.00	1.95	2.97	—	—	0.16
Fe ion	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca ion	mg/l	—	10.081	10.879	10.267	10.842	—	—	18.005	6.175	10.842
SO ₄ ion	mg/l	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	3.1	3.1	3.0
Cl ion	mg/l	5.96	6.06	7.08	7.08	5.94	5.94	8.60	3.54	15.04	7.08
SiO ₂ — Si	mg/l	1.66	1.44	1.09	1.15	1.09	1.12	1.23	—	9.90	1.57
PO ₄ — P	mg/l	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—
NO ₂ — N	mg/l	0.005	0.003	0.006	0.005	0.006	0.005	0.004	0.005	0.003	—
NO ₃ — N	mg/l	0.095	0.093	0.100	0.076	0.095	0.079	0.083	0.305	0.231	—
NH ₄ — N	mg/l	0.06	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.06	0.07	—
O — N	mg/l	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.03	—	—	—	—
O — P	mg/l	0.004	0.003	0.011	0.001	0.000	0.000	0.000	0.036	0.017	—
T — N	mg/l	0.220	0.166	0.196	0.171	0.161	—	—	—	—	—
T — P	mg/l	0.004	0.003	0.011	0.001	0.000	0.000	0.000	0.036	0.017	—
乾燥全量	mg/l	4.30	2.83	3.40	4.15	3.83	—	—	—	—	3.35
灼熱減量	mg/l	1.48	1.13	1.33	1.48	1.33	—	—	—	—	1.00
残量	mg/l	2.82	1.70	2.07	2.67	2.50	—	—	—	—	2.35

*印 流入水(家庭排水が主)のある湖岸の表面を採水した。

れば, 他の s.t.4, s.t.5 のCODがやや高い値である以外は, 特に指摘する点はない。

4月18日

発生水域 松の浦水泳場から近江舞子水泳場に至る。

発生種名 *Peridinium africanum*

毒性 発生水域中で最も茶褐色の濃かった所を採水(26,060個体/ml)した原水を用いて, 簡易判別法により, 20万個体/l, 100万個体/lで, 10分後, 30分後, 2時間後, 24時間後メダカに異常は認められなかった。

明暗試験 発生個体数26,060個/mlの原水を用いて, 明9時間後でD.Oは115% (W.T 26.0℃), 暗9時間後でD.Oは13% (W.T 16.8℃)と暗では今まで最小値を示したので発生種の死滅を確かめるため, 明4時間でD.O124% (W.T 24℃)と回復し, 生残している事を示したが, 広範囲にこのようにD.Oの低下を来たすと, 生物への被害が考えられる。

2. 1973年7月における彦根市近辺の琵琶湖湖岸での赤潮現象の発生について

発生期間 6月30~7月6日(最盛期, 7月3

が続いた時期に発生した。

発生水域 彦根市大藪町南川より20m程離れた所を北端とし, 柳川町を南端とする範囲であった。沖への広がり, 調査地点2, 3, 4では3m~4mと巾狭く, 調査地点5, 6では15m~20m, 水産試験場附近から宇曾川までは10m~15m, 宇曾川河口では, 200m沖でも認められたが, 宇曾川から南へ60m程からは, 巾は狭くなり, 薩摩町では3~5mで, 柳川町では水色の異常は認められなかった。その概略は図8に示した。7月3日・4日の調査日には, 発生密度が1万個体/mlを超える所が4か所あった。

発生種名 *Peridinium africanum*?

(西の湖, 志賀町の発生種と同種と思われる。)

毒性 橋本の簡易判別法により, Blank, 20万個体/l, 80万個体/l, 200万個体/l, 2000万個体/l, について10分後, 30分後, 60分後, 24時間後の各区共メダカに異常は認められなかった。毒性はないものと判断した。

明暗試験 調査地点6の源水を用いたところ, 明

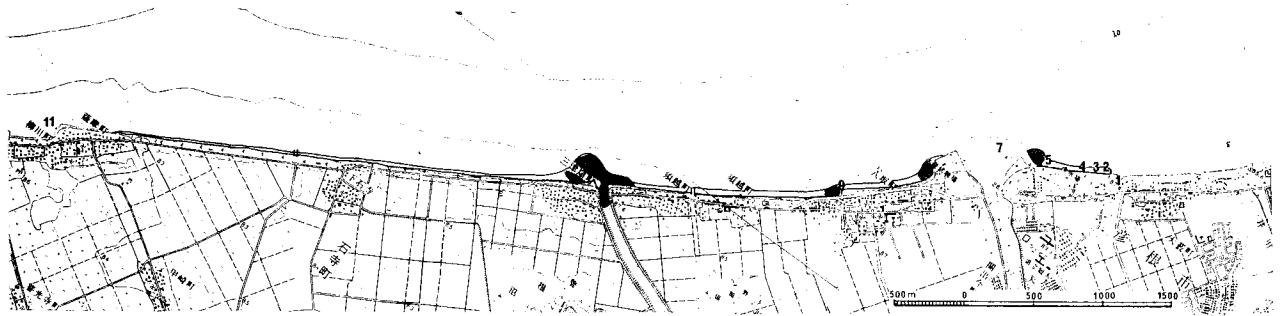


図8 彦根市入坂近辺の湖岸における1973年7月における赤潮現象の発生状況
 調査年月日 1973年7月3日, 4日
 数字の番号は調査地点(1-11)
 発生水域 XXXXXXXXXX 発生密度1万~2.7万個体/ml

15時間後でD.O132% (WT82.3℃),
 暗15時間後でD.O54% (WT26.2℃)で,
 D.Oについても魚類への影響はないものと思わ
 れる。

発生密度等 調査時の資料を表7に示した。

表7. 1973年7月3日~4日の発生水域の密度等

調査地点	Pedridinium africanum? nos/ml	D.O %	WT °C	PH	備考
1	125	92	23.2		北川の流入水
2	355	129	26.0	8.0	
3	1,065	130	26.2		水深30~40cm
4	2,355	130	26.2		
5	2,960	130	26.2	8.32	
6	15,850	149	26.2	7.60	
7	105	127	27.6		
8	10,992	142	27.2	8.72	水深4.5m
	—	135	26.8		
9	10,260	141	27.2	8.35	水深6.0m
	—	138	26.8		
10	27,145	95	24.8	7.64	水深6.2m
	—	85	23.3	7.52	
	1,880	78	22.9		
11	65	115	27.0	8.12	水深3.7m

3. 1975年6月における彦根市近辺の琵琶湖湖岸での赤潮現象の発生について

発生期間 1975年6月14~18日, 短期間であった。発生前の天候は1973年の場合と同様であった。

発生水域 彦根市大藪町の北川と南川のはほぼ中間点から, 南へ水産試験場を経て, 江面川河口の南約100mの区間であった。発生密度は江面

川口で3,500個体/mlが最大であった。

発性種名 *Peridinium africanum?*

毒性 橋本の簡易判別法により調査地点5(3,029個体/ml)を用いて, Blank, 20万個体/l, 40万個体/l, 80万個体/lで試験した所, 10分後, 20分後, 3時間後, 12時間後ともメダカに異状は認められなかった。毒性はないと思われる。

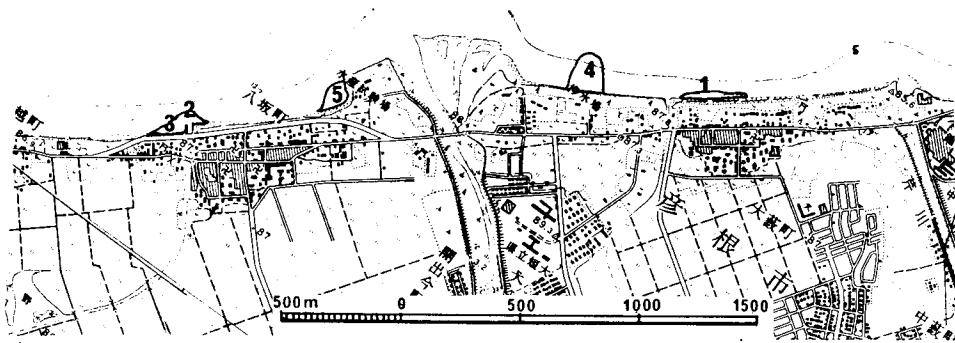


図9 彦根市八坂町大藪町における1975年6月の赤潮現象の発生状況
 調査年月日 1975年6月15日, 17日
 数字の番号は調査地点 発生水域

明暗試験 調査地点3 (3,519個体/ml)を原水として, 明16時間後でD.O130%, W.T 29.5℃, PH8.70, 暗16時間後でD.O88

表8. 1975年6月16日の発生密度等

採水地点	発生密度 個体数/ml	PH	PO ₄ ³⁻ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	備 考
1	少数	8.70	0.188ppm	痕跡ppm	0.006 ppm	0.069ppm	s.t.1のPO ₄ ³⁻ -Pの値は異常に高いが, 他の値は平常の値である。
2	3,519	8.65	0.005	0.02	0.006	0.078	
3	—						
4	2,531						
5	3,029						

%, W.T 24.5℃, PH7.43で生物への二次的な影響もないものと思われる。
 発生密度, 水質等 調査時の資料を表8に示した。

4. 1977年5月中旬から, 6月上旬にかけて琵琶湖の南湖, 北湖の西および西北部での発潮現象について

1977年5月27日, 琵琶湖西岸の北小松(図11参照)より赤潮現象発生の通報で調査したところ, 図10に示したように, 1975年まで赤潮現象の発生種とは明らかに別種によるものであった。群体をなし, 環境条件が悪くなると容易に壊れ, 個体も数分のうちに壊れ, 特有の臭気(fishy)を発する。本発生種の同定を三重大学水産学部安達六郎博士に依頼した。

1) 5月27日の調査結果

発生水域 北小松および今津近辺, 発生の濃いと思われる場所での採水結果は表9の如くであった。

表9 5月27日における北小松および今津における発生状況

採水場所	発生種の群体数 群体数/ml
北小松 A	396
" B	215
" C	44
今津沖	90

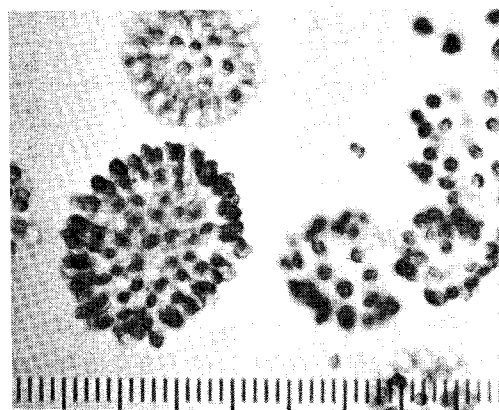


図10 *Uloglena volvox* Ehrenberg

1977年塩津湾で採取した赤潮現象の発生種 個体5~7μ, 群体30~400μと種々で球形, 三角体, 円筒, 随円と各種であるが, 球形のものが多い。

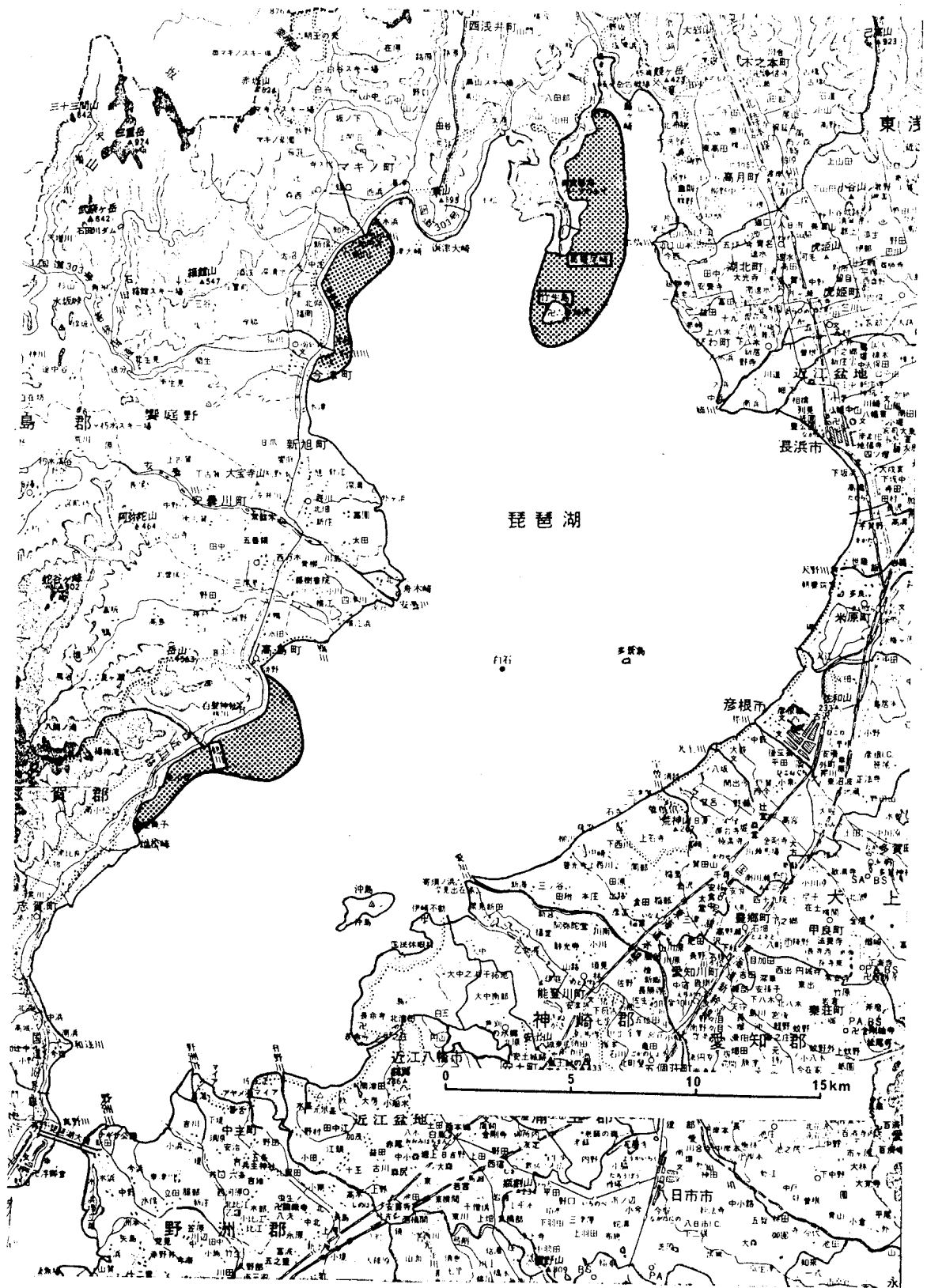


図11 1977年 *Uloglena.v*による赤潮現象の発生状況の聞き取りと陸上からの目視による(1988年5月31日, 6月5日, 6月6日)概略

発生種名 不明 (同定依頼中)

毒性 群体も個体も壊れ易いので、採水中の濃度の高いものを原水として用いた。

表10. 発生水域の原水による生物試験

試水	供試魚	結果
原水 (396群体/ml)	メダカ 8尾	12時間後も異状認められず
対照区 (水試で揚水の湖水) //		

明暗試験 明暗によるD.O量の増減は表11のとおりであった。

表11. 明暗によるD.O量の変化

試験区	試水量と発生種密度	開始時	24時間20分後
明	1 l	WT 21.7°C D.O 12.6% PH 9.04	WT 23.5°C D.O 11.0% PH 7.99
暗	1 l	WT 21.6°C D.O 12.5% PH 9.05	WT 20.2°C D.O 10.2% PH 7.82

*北小松の採水 396群体/mlを用いる

この試水程度の発生密度では、メダカに対する毒性、低酸素等による二次的被害もないといえる。

2) 5月31日の調査結果

発生水域 赤潮現象がさらに拡がりをみせはじめたので、その発生状況について、漁業者等から聞取すると共に現地での確認を行なった。その結果によると、塩津湾の中央部および葛籠尼崎より山沿いにさらに湾の奥部にも発生し、海津湾は不明だが、知内から浜分にかけて湖水は茶褐色を帯び、浜分湖岸、浜分新漁港では、風で吹き寄せられた発生種で濃い茶色を帯び臭気も強かった。白髪神社付近では鶴川近辺まで茶褐色を帯び沖合へも数kmの拡がりがあるものと思われ、南東の風による波も茶色に見え臭気も強かった。北小松では、湖岸は濃い茶色であったが、沖合への拡がりには白髪神社近辺よりも狭かった。びわ湖大橋付近では、水色に特に変化はなかった。発生密度等を表12に示した。

表12. 1977年5月31日塩津湾での発生密度 (群体数/ml)

採水場所	発生密度
塩津湾A	3100
" B	360
" C	560

毒性 塩津湾の採水とした生物試験を試みた。結果表13の如く、アユに対しては、毒性の可能性がでてきたので、ただちに、東京大学農学部水産化学教室、橋本周久教授に毒性の有無及び毒性物質の検出を依頼した。

表13. 塩津湾の試水による生物試験

試験区	試水量	供試魚	結果
経過時間及び観察結果			
1	3 l (360群体/ml)	アユ 5尾	1h 30 1尾死
			3h 00 4尾死
2	3 l (560群体/ml)	アユ 5尾	1h 15 1尾死
			1h 30 2尾死
			3h 00 8尾死
		メダカ 5尾	18h 00 死魚なし
3	0.5 l (3,100群体/ml)	アユ 2尾	17分 ~ 40分 2尾死

発生種名 *Uroglana uoluoxx* Ehrenberg と同定された。

3) 6月1日~6月6日の調査結果 6月1日から5日の間は波浪、低気温、降雨で、発生種の採集が困難であった。6月6日に塩津湾で、中央部から竹生島を含む広い範囲での発生がみられたので、発生密度の高いと思われる水域 (透明度で10cm~50cm) で、150 lを採水し、氷で低温に保って当场へ輸送し、毒性物質検出のための、高速連続遠沈 (9,000 rpm, 連続量は10 l/30分) を行なった。6月5日にも本発生種を少量、ながら採取していたので、本日分と合わせて約90 lをwetで採取出来たので、-20°Cに凍結し、余った原水は、冷蔵庫で4°Cで保管し、アユを用いて、生物試験を続けた。生物試験の結果は表14のように、アユにとって何らかの毒性物質を本発生種が含んでいることを示唆する結果であった。

表 1 4. 1977年6月6日 塩津湾にて採水した原水による生物試験(A)

試験開始直前の水質等	I-1区		II区		対照区		
	D. O %	100	102	115	P H	8.90	8.66
W. T °C	16.6	18.5	19.6	試水量 ℓ	10	10	10
供試魚数尾	アユ3	アユ3	アユ3	発生種	4.000	2.000	當場湖水
密度 (群体/ml)	水温の上昇を防ぐため、二重水槽として、地下水 (19.7°C) を周囲に注いだ。						
供試アユの状態と経過時間等	1 h 4 2 m	水表面に浮くことが多い。	異状なし	異状なし			
	1 h 5 4 m	WT 19.6°C D.O 7.3%	{ 19.9°C 9.9%	{ 20.0°C 8.8%			
	2 h 0 5 m	3尾共苦悶 3尾共死 WT 19.9°C D.O 6.3% P.H 7.0	異状なし	異状なし			
	3 h 0 6 m		1尾苦悶 やがて死	WT 2.0°C D.O 6.8% PH 6.89	異状なし		
	4 h 5 4 m		2尾目死	WT 2.0°C D.O 6.8% PH 6.89	異状なし		
	8 h 2 7 m		3尾目死	WT 2.0°C D.O 4.7% PH 6.82	異状なし		
	9 h 1 0 m				異状なし { WT 2.0°C D.O 2.2% PH 6.63		

表 1 5. I-1区の緑変した試水を用いた生物試験(B)

試験の水質開始等前	D. O %	W. T °C	試水量 ℓ	供試尾数
	81	20.1	10	アユ3
供試アユの状態と経過時間等	0 h 2 7 m	1尾水表面に浮上、遊泳不活発		
	0 h 3 0 m	1尾施回、横転、苦悶		
	0 h 3 5 m	1尾死、他2尾も苦悶、平衡感覚なし		
	m	{ W.T 20.3°C D.O 8.3%		
	0 h 4 8 m	2尾目死		
0 h 5 1 m	3尾目死			
	{ W.T 21.0°C D.O 8.3% PH 7.1			

表14の生物試験中、I-1区において、約2時間経過頃から水色が茶褐色から緑色を帯び始め、10分間程の間に緑色に変色した。既にI-1区のアユは、3尾共斃死していたので、死アユを取り除いた後、今まで使っていた試水はそのままエアレーションのみを行いD.O量を増加させ、再び試験水として用いI-2区生物試験(B)を行なった。その結果は表15に示すとおりであった。対照区は、生物試験Aが続行中であったので、そのまま生物試験Bの対照区とした。

試水が茶褐色の時(生物試験(A), I-1区)と緑変した時(生物試験(B))では、試水が緑変した時の方がアユが致死に到る時間が1/2と短くなっている。茶褐色である事は、本種の生存時であり、緑色の時は群体が壊れ、個体も死んで、葉緑体が水中に溶出した状態であると思われる。とすると本発生種は、生存時よりも、死滅直後の方がアユを短時間に致死に到らせる事になるものと思われる。

その後、本発生種の体内にある遊離脂肪酸がその毒性物質である事が明らかとなった。

稿を終るに当たり、1970年赤潮現象発生時には発生種の同定をして戴いた現近畿大学水産学部根来健一郎教授、発生種の毒性について教示を戴いた、東京大学農学部水産化学教室、故橋本芳郎教授、野口玉雄博士、又相模湖の発生状況について種々教示を戴いた元淡水区水産研究所、徳永英松相模湖支所長に深謝の意を表する。

1977年赤潮現象発生時には、発生種の同定をして戴いた三重大学水産学部、安達六郎博士、毒性の可能性について種々教示を戴いた東京大学農学部水産化学教室、橋本周久教授、神谷久男博士に厚く感謝する。

引用文献

- 1) Y. Matida, S. Kimura, C. Yosimuta, H. Kumada and E. Tokunaga 1967
A toxic fresh-water algal GLENODINIUM GYMNO-DINIUM PENARD, caused fish kills in artificially impounded Lake SAGAMI. Bul. Freshwater, Fish. Res. Lab. 17(2), 73-77
- 2) Y. Hashimoto, T. Okaichi, L. D.

Dang and T. Noguchi 1968 :
Glenodinine, an ichthyotoxic substance produced by a dinoflagellate, *Peridinium polonicum*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 34, 528-534

- 3) H. Kamiya, K. Naka, and K. Hashimoto 1979 : Ichthyotoxicity of a Flagellata *Uroglena volvox*, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 45, 129