

# 十勝海域における渦鞭毛藻類の出現状況

丸 邦 義  
角 田 富 男

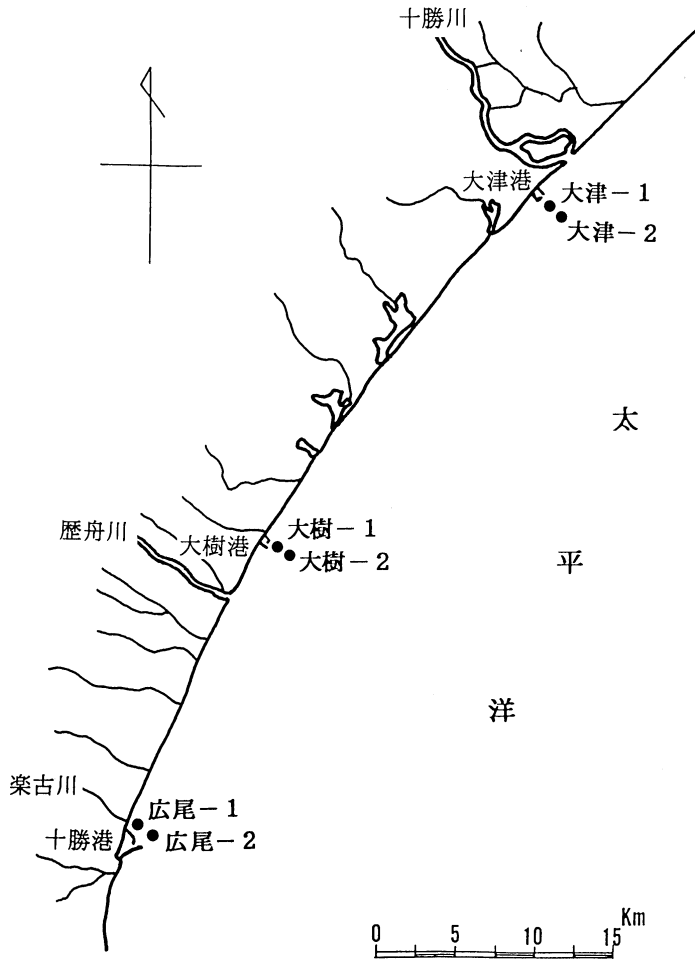


図1 調査地点

はじめに

以前、十勝海域では秋季に赤潮が発生し、サケ定置網への入網に影響があった。このため、釧路水試資源増殖部では当海域での赤潮発生機構の解明と赤潮発生予察のための資料を得ることを目的として、一九八五年より一九八八年まで関係漁協、町、水産技術普及指導所の協力を得て調査を実施してきた。ここでは、一九九二年から一九九八年までの最近七年間の資料から渦鞭毛藻類の出現状況について得られた結果を報告する。

## 調査方法

調査は一九九二年から一九九八年までの八月下旬から十月上旬にかけて年五回行った。調査方法は図1に示した道東太平洋の広尾1(楽古川沖五百m)、広尾2(楽古川沖二千m)、大樹1(大樹港沖五百m)、大樹2(大樹港沖千五百m)、大津1(大津港沖五百m)、大津2(大津港沖千五百m)の計六地点で層別(〇m、二m、中層、底層)に海水一ℓを採水し、試料をホルマリンで固定後、沈殿法により濃縮した。

渦鞭毛藻は赤潮原因種となっている *Prorocentrum*、*Dinophysis*、*Gymnodinium*、*Gyrodinium*、*Alexandrium*、*Gonyaulax*、*Protoperidinium*、*Ceratium* の八属について種類毎に計数した。なお、渦鞭毛藻類の同定

は(株)エコニクスへ委託した。

## 結果と考察

### 一、年別、地点別渦鞭毛藻類の出現数

各年の地点別渦鞭毛藻類の平均出現数(細胞/ℓ)は、表1に示したように一九九二年の大樹―1が一万六千七百八十四で最も多く、一九九六年の大津―1が三百四十で最も少なかった。地点別年平均出現数は、大樹―1が最も多く六千五百六十三、次いで大樹―2の三千六百五十八、広尾―2の三千五十三、広尾―1の二千八百六十三、大津―2の千八百二十八、大津―1の千五百九十九の順で、全般に大樹、広尾で出現数が多く、大津で少なかった。

六地点を入れた年別の渦鞭毛藻類の平均出現数(細胞/ℓ)は一九九二年が五千六百六十五と最も多く、次いで一九九七年四千六百九、一九九五年四千三百五、一九九八年二千九百九十六、一九九四年二千六百三十五、一九九三年千九百七十八、一九九六年千百三十八の順で、最高と最低の出現数に約五倍の差がみられた(表1)。

### 二、渦鞭毛藻類八属の年別、

#### 海域別の出現状況

渦鞭毛藻類八属の年別、海域別の出現状況を図2に示した。これによると出現数が多い

表1 地点別、年別渦鞭毛藻類の出現数(細胞/ℓ)

地 点	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	年平均	
広 尾	- 1	2,846	2,360	6,610	3,120	2,750	1,636	717	2,863
	- 2	2,535	3,300	2,920	5,630	1,100	2,090	3,799	3,053
大 樹	- 1	16,784	2,530	1,700	6,810	750	13,178	4,191	6,563
	- 2	4,316	1,990	2,160	5,420	900	5,803	5,020	3,658
大 津	- 1	2,468	780	1,080	1,910	340	2,260	2,354	1,599
	- 2	2,038	910	1,340	2,940	990	2,684	1,897	1,828
地点平均	5,165	1,978	2,635	4,305	1,138	4,609	2,996	3,261	

海域	属 名	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
広 尾	<i>Prorocentrum</i>							
	<i>Dinophysis</i>							
	<i>Gymnodinium</i>							
	<i>Gyrodinium</i>							
	<i>Alexandrium</i>							
	<i>Gonyaulax</i>							
	<i>Protopteridinium</i>							
	<i>Ceratium</i>							
大 樹	<i>Prorocentrum</i>							
	<i>Dinophysis</i>							
	<i>Gymnodinium</i>							
	<i>Gyrodinium</i>							
	<i>Alexandrium</i>							
	<i>Gonyaulax</i>							
	<i>Protopteridinium</i>							
	<i>Ceratium</i>							
大 津	<i>Prorocentrum</i>							
	<i>Dinophysis</i>							
	<i>Gymnodinium</i>							
	<i>Gyrodinium</i>							
	<i>Alexandrium</i>							
	<i>Gonyaulax</i>							
	<i>Protopteridinium</i>							
	<i>Ceratium</i>							

左：各海域－1，右：各海域－2

・0、●～100、●～500、●～1,000、●～5,000、●>5,000（細胞／ℓ）

図2 渦鞭毛藻類8属の年別、海域別の出現状況

属は各地点とも *Prorocentrum*、*Protopteridinium*、その他の属は出現数が少ない。  
*Prorocentrum* 属が渦鞭毛藻類8属の出現数に占める割合は各年とも二〇％以上で、特に一九九七年、一九九八年は六五～七四％を占めた。*Prorocentrum* 属の最高出現数は

一九九七年の大樹－1の九千三百五十六細胞／ℓで、最低出現数は一九九六年の大津－1の六十六細胞／ℓであった。  
また、*Protopteridinium* は一九九二年～一九九六年までは各年とも二〇％以上出現したが、一九九七年、一九九八年は

*Prorocentrum*の増加により相対的に少なくなり、一五％以下となった。*Protopteridinium*の最高出現数は一九九二年の大樹－1の一万五千百八細胞／ℓで、最低出現数は一九九八年の大津－1の八十六細胞／ℓであった。

種 名	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Prorocentrum micans</i>							
<i>P. triestinum</i>							
<i>P. compressum</i>							
<i>P. minimum</i>							
<i>Dinophysis fortii</i>							
<i>D. acuminata</i>							
<i>D. norvegica</i>							
<i>D. rudgei</i>							
<i>D. rotundata</i>							
<i>D. spp.</i>							
<i>Gymnodinium spp.</i>							
<i>Gyrodinium spp.</i>							
<i>Alexandrium spp.</i>							
<i>Gonyaulax spp.</i>							
<i>Prorocentrum spp.</i>							
<i>Ceratium kofoidii</i>							
<i>C. fusus</i>							
<i>C. tripos</i>							

左：広尾－1，右：広尾－2

○、●～100、●～500、●～1,000、●～5,000、●＞5,000（細胞／ℓ）

図3 広尾海域における渦鞭毛藻類の種別、年別出現状況

三、渦鞭毛藻類の種別、年別の出現状況  
各海域について種別、年別の出現状況を図3～図5に示した。

広尾(図3)では各年を通じて出現比率が高い種は *Prorocentrum micans* spp. (三二・一%)、*Prorocentrum micans* (二二・八%)、

*Prorocentrum triestinum* (一八・二%) であった。最高出現種は *Prorocentrum triestinum* spp. で、一九九三年広尾－2の二千三百八十四細胞／ℓであった。

大樹(図4)で出現比率が高い種は *Prorocentrum triestinum* spp. (三六・一%)、

*Prorocentrum micans* (二二・七%)、*Prorocentrum triestinum* (二〇・二%) であった。最高出現種は *Prorocentrum triestinum* spp. で、一九九二年大樹－1の二万五千百八細胞／ℓであった。

大津(図5)で出現比率が高い種は

種 名	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Prorocentrum micans</i>							
<i>P. triestinum</i>							
<i>P. compressum</i>							
<i>P. minimum</i>							
<i>Dinophysis fortii</i>							
<i>D. acuminata</i>							
<i>D. norvegica</i>							
<i>D. rudgei</i>							
<i>D. rotundata</i>							
<i>D. spp.</i>							
<i>Gymnodinium spp.</i>							
<i>Gyrodinium spp.</i>							
<i>Alexandrium spp.</i>							
<i>Gonyaulax spp.</i>							
<i>Prorocentrum micans</i>							
<i>Prorocentrum triestinum</i>							
<i>Ceratium kofoidii</i>							
<i>C. fusus</i>							
<i>C. tripos</i>							

左：大樹－1，右：大樹－2

●0，●～100，●～500，●～1,000，●～5,000，●＞5,000（細胞／ℓ）

図4 大樹海域における渦鞭毛藻類の種別、年別出現状況

*Prorocentrum micans* (一九・七%)、*Prorocentrum triestinum* spp. (二六・五%)、*Prorocentrum triestinum* (一六・七%)であった。最高出現種は *Prorocentrum micans* で、一九九五年大津一、二の千四百三十七細胞／ℓであった。

このように、各海域とも *Prorocentrum triestinum* spp.、*Prorocentrum micans*、*Prorocentrum triestinum* の出現数が多く、三海域を統合した出現比率は、それぞれ二三・〇%、二四・〇%、一九・〇%であった。なお、*Prorocentrum micans* と *Prorocentrum triestinum* は一九八五年に当海域で赤潮発生時の *Gymnodinium* spp. に次ぐ構成種であった。また、*Gymnodinium* spp. は最近赤潮が発生していないこともあって出現比率は〇・三～一二%と低かった。

四、渦鞭毛藻の鉛直分布と

水温・塩分との関連

渦鞭毛藻類の鉛直分布と水温・塩分との関連をみるため、出現比率の高い *Prorocentrum micans* と *Protoperidinium* spp. について、出現数の多い大樹におけるこれらの関連

の例を図6、図7に示した。

*Prorocentrum micans* は九月中旬から十月上旬にかけて中層以浅、特に2m以浅の上層で多い傾向がみられた。この時の最高出現数は十月三日大樹1の表層で三万八千二百二十細胞/ℓが出現した。水温・塩分との関連で

は、九月中旬以降の中層以浅の一五℃を超える高水温域と三二‰を切る低塩分帯で出現数が多い傾向がみられた(図6)。

*Protoperidinium* spp. は八月下旬と九月下旬から十月上旬にかけて水深2m以浅で多い傾向がみられた。この時の最高出現数は十月

種 名	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Prorocentrum micans</i>							
<i>P. triestinum</i>							
<i>P. compressum</i>							
<i>P. minimum</i>							
<i>Dinophysis fortii</i>							
<i>D. acuminata</i>							
<i>D. norvegica</i>							
<i>D. rudgei</i>							
<i>D. rotundata</i>							
<i>D. spp.</i>							
<i>Gymnodinium</i> spp.							
<i>Gyrodinium</i> spp.							
<i>Alexandrium</i> spp.							
<i>Gonyaulax</i> spp.							
<i>Protoperidinium</i> spp.							
<i>Ceratium kofoidii</i>							
<i>C. fusus</i>							
<i>C. tripos</i>							

左：大津－1，右：大津－2

●0, ●～100, ●～500, ●～1,000, ●～5,000, ●>5,000 (細胞/ℓ)

図5 大津海域における渦鞭毛藻類の種別、年別出現状況

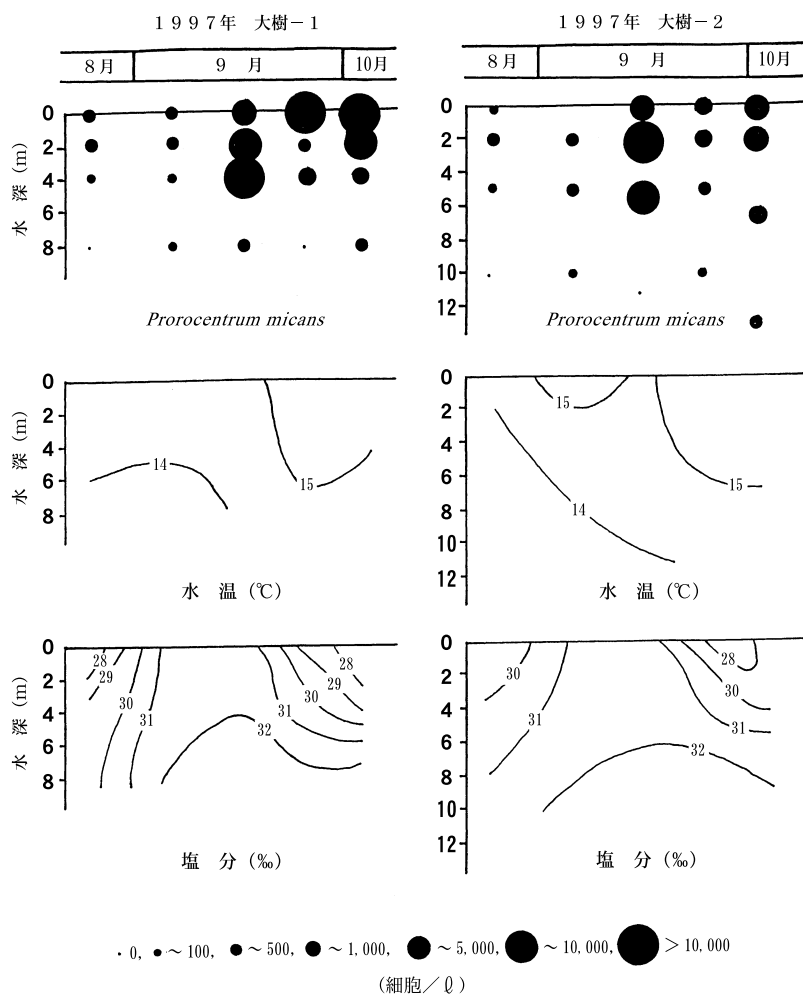


図6 大樹海域における *Prorocentrum micans* の鉛直分布と水温、塩分の関係

五日大樹-1の二m層で七千四十細胞/ℓが出現した。水温は八月下旬以降上層から次第に低下するにつれて、下層の水温は上昇し九月下旬には鉛直的にほぼ一六℃となった。塩分は八月下旬と九月下旬から十月上旬にかけて表層から低塩分化したが、九月中旬に

は逆に下層から上層へ高塩分水が張り出し、鉛直混合が行われていることがわかる。*Protoperdinium* spp. は低塩分帯へ分布し、鉛直混合がみられる高塩分帯での分布は希薄である(図7)。

五、渦鞭毛藻の出現パターンと海況  
渦鞭毛藻の中で出現比率の高い *Prorocentrum micans*、*Protoperdinium* spp. は水塊の安定が渦鞭毛藻の出現条件の一つと考えられる。

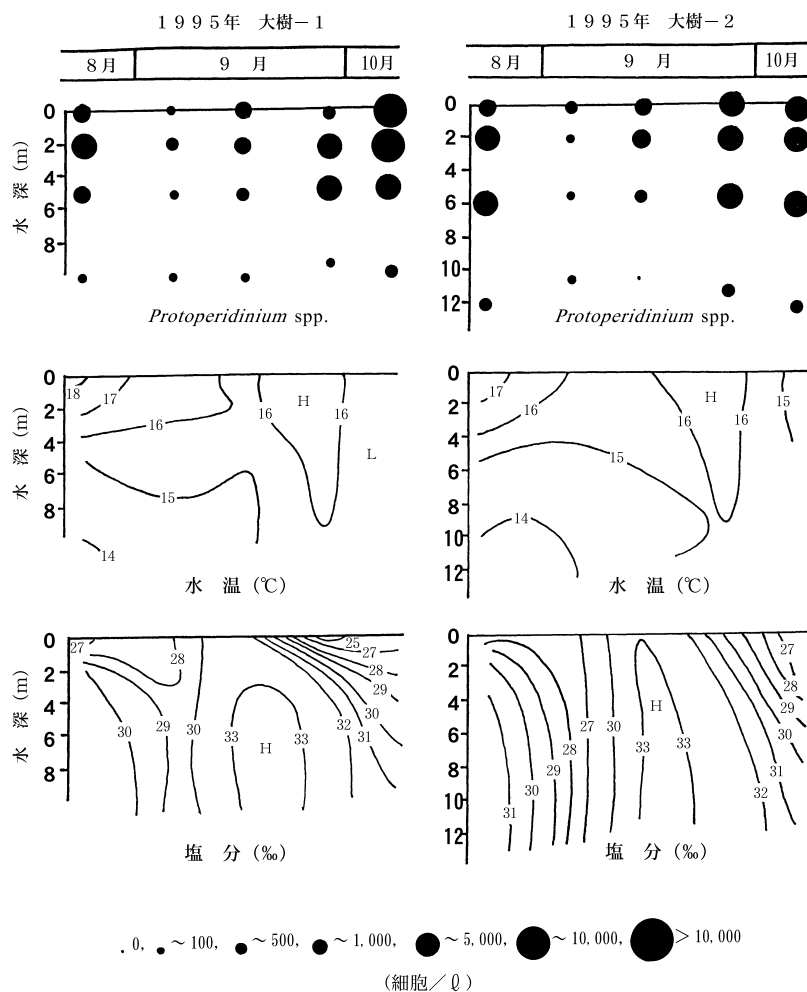


図7 大樹海域における *Protoperidinium* spp. の鉛直分布と水温、塩分の関係

について時期別の出現傾向をそれぞれ図8、図9に示した。これを見ると、出現傾向は各年により異なっているが、出現パターンを便宜的に区分すると、表2のようになる。この中で表層水温が年間で最高に達する八月下旬～九月中旬に渦鞭毛藻が多く出現する②③④

のタイプが赤潮発生の可能性が高いと考えられた。赤潮は一九八七年以降発生していないが、参考までに赤潮が発生した一九八五年と一九八六年の渦鞭毛藻の出現パターンと海況を表3に示した。これを見ると、両年とも出

現パターンは④の逆V型である。この時の優占種は一九八五年は *Gymnodinium* sp. で、一九八六年は *Prorocentrum micans* で、両種とも十萬細胞以上/ℓ が出現した。一九八六年は *Prorocentrum micans* 以外に *Prorocentrum triestinum* と *Gymnodinium* sp. が出現した。



表2 渦鞭毛藻類の時期別の出現パターン

平坦型	時期を通して出現量の増減がなく、平坦なタイプ ( <i>Prorocentrum micans</i> 1996, <i>Protoperidinium</i> spp. 1996, 1997, 1998)。
L 型	8月下旬に出現量が多く、以後減少するタイプ ( <i>Protoperidinium</i> spp. 1993)。
V 型	8月下旬に出現量が多く、以後減少するが、再び増加するタイプ ( <i>Protoperidinium</i> spp. 1992)。
逆V型	8月下旬に出現量が少なく、9月中旬にかけて多くなり、以後減少するタイプ ( <i>Prorocentrum micans</i> 1993, 1994, 1998, <i>Protoperidinium</i> spp. 1994)。
逆L型	8月下旬から9月中旬までは出現量が少なく、以後増加するタイプ ( <i>Prorocentrum micans</i> 1992, 1995, 1997)。

表3から赤潮の発生時期は九月上旬から九月中旬であり、海況は両年とも豪雨により多量の陸水が海域へ流出し、塩分が低下し、以後、風が続き静穏で、水温が高めに経過した時に赤潮が発生している点で共通している。従って、このような要因が重なった時には赤

潮が発生しやすく、発生予察の指標になり得ると考えられる。

一九九二年から一九九八年までの七年間の渦鞭毛藻類全体の出現パターンを表2の区分に従い整理すると表4のようになる。これによると七年間のうち、逆L型三回、

平坦型二回、L型一回、逆V型一回で、赤潮の発生しやすい②、④のタイプがそれぞれ

一九九三年、一九九四年にみられた。しかし、海況は一九九三年は低温、一九九四年は表層の高塩分のためか、幸いにも赤潮は発生しなかった。それ以外の年については、

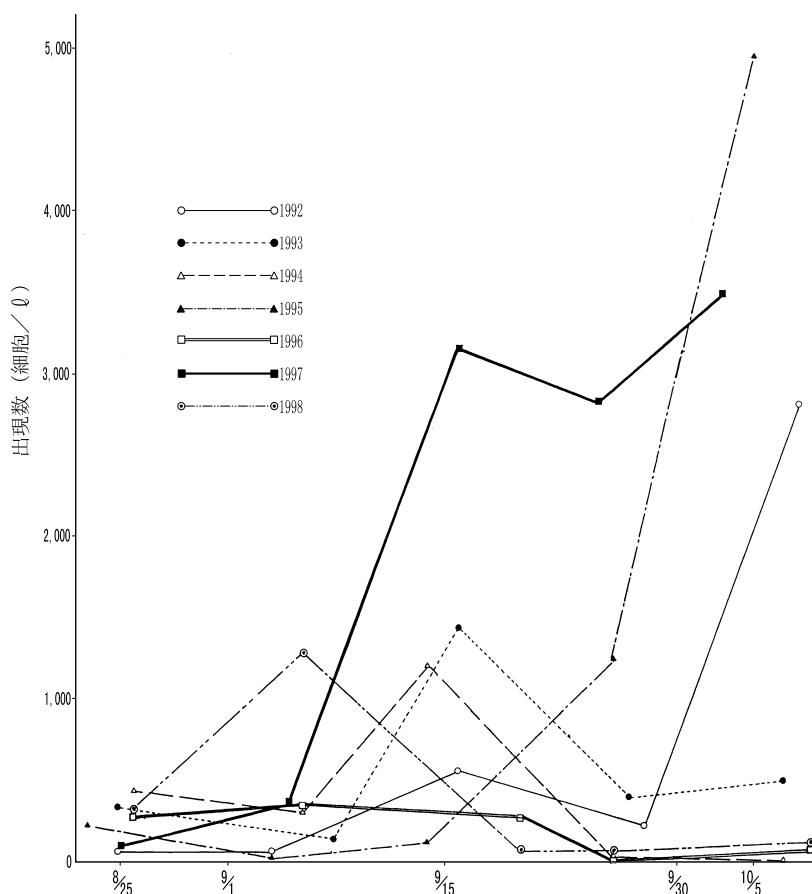


図8 *Prorocentrum micans*の年別出現数

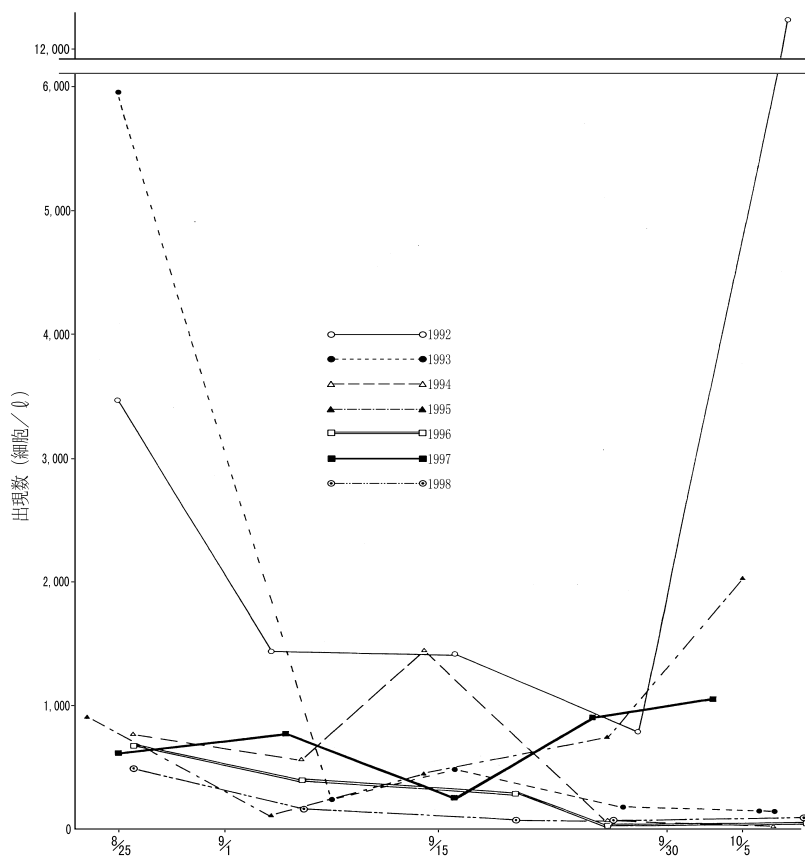


図9 *Protoperidinium* spp. の年別出現数

表3 赤潮発生年における渦鞭毛藻類の出現パターンと海況

年	出現パターン	渦鞭毛藻類の最高出現数(細胞 / ℓ)	赤潮の発生状況と海況
1985	逆V型	9月3～4日 大樹 - 1 表層 <i>Gymnodinium</i> sp. 100,000	9月3日に十勝川河口域を中心とした大津沿岸に赤潮の発生が認められ、沖合1,500mまで帯状に大樹方面に向けて拡がり翌4日には大樹沖でも確認された。5日は荒天となったため沿岸域から消え始めた。10日の調査時に歴舟川沖距岸1,000m、長さ1,500m程の範囲に赤潮の水塊が認められた。 9月1日の豪雨により河川、湖沼が増水し、多量の陸水が海域へ流出した。9月3、4日は海上が静穏となり、水温は3、4 上がり、9月一杯は高目に経過した。塩分は9月中は4 m層以浅で26～30‰と低かった。
		9月10日 歴舟川沖 表層 <i>Gymnodinium</i> sp.85% 2,676,000 と残りは <i>Prorocentrum</i> の <i>triestinum</i> と <i>micans</i>	
1986	逆V型	9月17日 大樹 - 1 4 m層 <i>Prorocentrum micans</i> 141,000 <i>Prorocentrum triestinum</i> 5,280 <i>Gymnodinium</i> sp. 960	9月12日頃から歴舟川河口付近を中心に水色の褐色化が認められ、14日まで持続した。大津沖でも11日以降同様な現象がみられたが、17日以降は認められなかった。 水温は9月中旬過ぎに表層で18 の最高を示し、下層との差は小さかった。塩分は豪雨後の9月9日には広尾沖の表層で25‰まで低下した。

注) 資料は釧路水試事業報告書より抜粋

表 4 赤潮発生年における渦鞭毛藻類の出現パターンと海況

年	出現 パターン	渦鞭毛藻類の最高出現数 (細胞 / ℓ)	海 況
1992	逆 L 型	10月 8 日 大樹 - 1 表層 274,720	9 月 10 日前後に豪雨があり、河川、湖沼からの流出水で、 海域の表～中層の塩分は著しく低下した。豪雨の後は時化 が続き、海上は泥濁状態が長く続いた。
1993	L 型	8 月 25 日 広尾 - 2 表層 27,400	8 月末に豪雨があり、河川が増水し、河口域の表層～2 m 層まで極低塩分となった。水温は平年より 1～3℃ 低温で 推移した。
1994	逆 V 型	9 月 14 日 広尾 - 1 2 m 層 36,920	海域は 9 月前半まで静穏で、その後は降雨と時化が断続的 に見られた。水温は全般に高く、表層では 20℃ を超えた。 9 月中旬までは表層の塩分は例年になく高かった。
1995	逆 L 型	10月 5 日 大樹 - 1 2 m 層 45,160	海域は全般に静穏で、時化が少なかった。降水があったが、 河川が増水は小さかった。表層塩分が高く、上下層間の密 度差が小さく、9 月中旬の沖合水の流入により表層は 33‰ 近くまで達した。
1996	平坦型	8 月 26 日 広尾 - 1 2 m 層 7,300	海域は 9 月中～下旬の荒天を除き比較的静穏であった。降 水量が少なく、表層塩分は 26‰ 以上であった。水温は全般 に低く、表層水温は 18℃ に達したのはまれであった。
1997	逆 L 型	10月 3 日 大樹 - 1 0 m 層 107,280	海域は 9 月中旬までは比較的静穏で、以後 10 月上旬にかけ て荒天が断続的に続いた。水温は 9 月中旬までは若干低め で、以後は前年より幾分か高かった。9 月中旬～10 月上旬の 豪雨により低塩分化した。
1998	平坦型	9 月 7 日 大樹 - 2 6 m 層 18,480	8 月下旬と 9 月中旬の豪雨により、降水量は例年の 2 倍と 多く、海域は著しく低塩分化した。水温は例年より 2～ 3℃ 高かった。9 月下旬～10 月上旬の台風により海は大時 化で透明度が低かった。

注) 資料は釧路水試事業報告書より抜粋

水温、塩分、荒天などの海況条件が赤潮の発  
生に適していなかったために赤潮が発生しな  
かったものと思われる。

おわりに

一九八五年から始まった十勝海域赤潮予察  
調査は、ここ数年赤潮が発生していないこと  
と各種事業の点検・見直しにより、一九九八  
年をもって終了した。北方冷水域において渦  
鞭毛藻類の出現と消長について同一地点で毎  
年ほぼ同時期に長年にわたって調査した事例  
は少なく、その意味では基礎的な資料が得ら  
れたと考えられる。

今後は、得られた知見を基にして赤潮発生  
の可能性がある時には事前に海域の監視を強  
める必要がある。なお、本事業の中での水質  
環境調査の結果は別の機会に報告する予定で  
ある。

最後に、本調査に御協力頂いた関係機関の  
担当者の方々に謝意を表する。

(まるくによし・かくだとみお  
資源増殖部)