

東シナ海黒潮前線域における水型と 植物プランクトン群集の分布*¹

上野俊士郎*²

Phytoplankton Communities and their Relation to the Water Types in the Vicinity of the Kuroshio Front in the East China Sea*¹

Shunshiro Ueno*²

The relationship between water type and phytoplankton community was studied in the vicinity of the Kuroshio Front in the East China Sea in the summer and autumn. In July 1986, coastal water was prevalent on the continental shelf, and water mixed with the Kuroshio water was spread over the surface zone above the Okinawa Trough. However, the phytoplankton communities both on the shelf and above the trough were characterized by the pelagic species, *Trichodesmium thiebautii*, *Richelia intracellularis* and *Oxytoxum* spp. In October 1985, coastal water was observed only on the shelf, and the Kuroshio water was prominent above the trough. The neritic communities, dominated mainly by diatoms, were found over the shelf and the slope, and the mixed phytoplankton communities with neritic and pelagic species occurred over the trough. Both in summer and in autumn, a benthic diatom community, dominated by *Melosira sulcata*, was noted in the bottom water on the shelf, but the water type was coastal in summer and was nearly pelagic in autumn.

1 緒言

東シナ海黒潮流域における植物プランクトンの分布については、Marumo and Asaoka¹⁾による藍藻 *Trichodesmium thiebautii* の分布と海況との関係や、朝岡²⁾による珪藻の分布特性などの研究がある。また、同海域の水型分布については佐原・半沢³⁾や俵⁴⁾などの報告がある。しかし、これら両者の関係についての解析はいままでに行われていない。

本報告では、東シナ海沿岸水と黒潮水の混合海域における植物プランクトンの観察結果にもとづき、優占種の水塊指標性に着目して植物プランクトン群集と水型の分布の間に得られた関係について検討した。

2 材料および方法

本研究の植物プランクトン試料および海洋観測資料は水産大学校練習船耕洋丸の第38,40次航海で採集・収集されたもので、その調査点を Fig. 1 に、調査日時などの基本データを Table 1 に示した。調査点は東シナ海のほぼ中央の大陸棚上から沖縄舟状海盆北部までの定線上に10点設定した。

水温と塩分については転倒温度計付ナンセン採水器による表面から750mの深さまでの採水と観測から測定値を得た。

植物プランクトンについては、各調査点の0.5m, 20m, 50m, 75m, 100m(1985年10月のStn. 3では90m)の深さからバンドーン採水器によって4ℓまたは5ℓ海水を採取し、

水産大学校研究業績 第1453号, 1993年1月14日受付.

Contribution from Shimonoseki University of Fisheries, No.1453. Received Jan.14, 1993.

*¹ 1988年度日本海洋学会秋季大会(長崎)にて発表.

*² 水産大学校増殖学科水産環境学講座 (Laboratory of Fishery Environmental Science, Department of Biology and Aquaculture, Shimonoseki University of Fisheries).

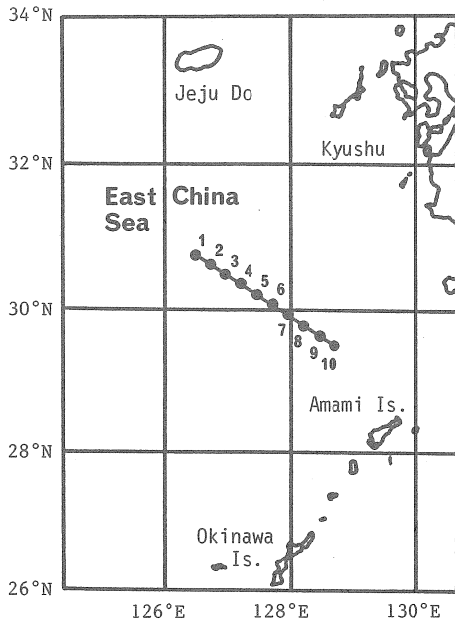


Fig. 1. Locations of sampling stations.

2%濃度のホルマリンで固定して、実験室に持ち帰り、自然沈殿によって10mlまでに濃縮した後、種の同定と計数を行った。

植物プランクトン群集は、試料間で算出した木元⁵⁾の類似度指数C π から群平均連結法によるクラスター分析よりもとめた。また、水型の分類はT-S図を利用した佐原・半沢³⁾の方法によった。

3 結果

3.1 水型分布

1985年10月と1986年7月における300m以浅の水温と塩分の鉛直断面図をそれぞれFig. 2とFig. 3に示した。1985年10月では50m以浅の水温は鉛直的にほぼ一様であった。それ以深ではStn. 6で成層がみられるが、全体的に水温成層は顕著ではなかった。水平的には陸棚上よりも奄美大島寄りで2,3℃程高く、とくにStn. 7, 8, 9では全層的に高温であった。なお、Stn. 8の表層で本調査時の最高水温(26.4℃)が観測された。塩分は水温と同様に陸棚上で低く、奄美大島寄りが高く、また鉛直的にも変化が小さかった。しかし、Stn. 4, 5, 6の表面近くには低塩分水が陸棚のものと分離して存在し、その底層部(水深80-100m付近)には海盆方面か

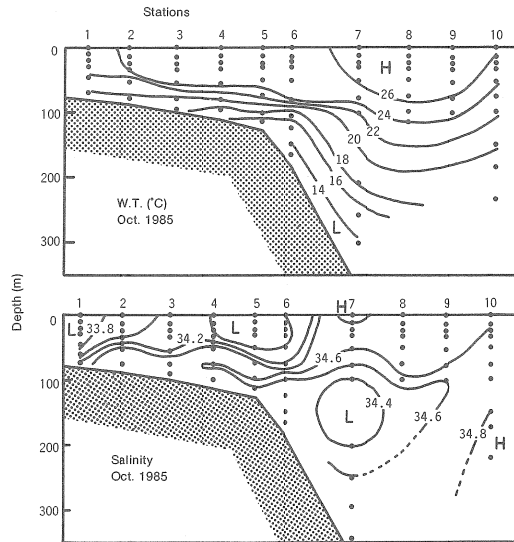


Fig. 2. Vertical sections of water temperature and salinity in October 26-28, 1985.

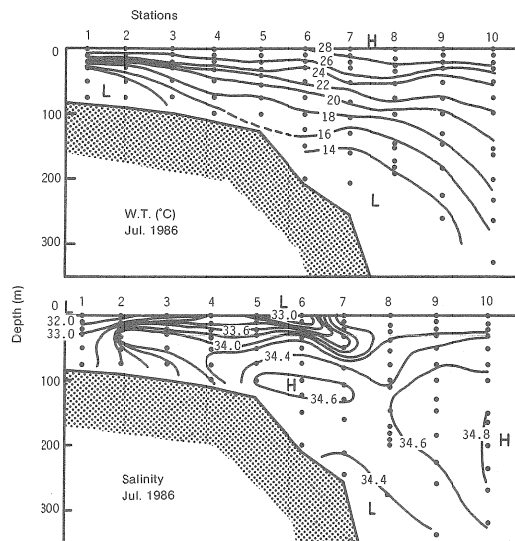


Fig. 3. As Fig. 2, but for July 9-11, 1986.

らの高塩分水の潜入があり、またStn. 7の深さ150m付近にも低塩分水が存在した。このように、塩分は鉛直的にも水平的にも水温よりやや複雑な分布を示した。

1986年7月では水温は全域で成層し、とくに陸棚上のStn. 1, 2の表層で顕著な成層化がみられ、その底層には14℃

Table 1. Sampling dates, locations and oceanographical conditions

Station	Date	Time	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Depth (m)	Water transparency	Surface water temp. (°C)	Air temp. (°C)	Wind direction & force
Oct 1985									
1	26	18:30	30°46.2'	126°27.7'	82	9	23.5	21.5	NE 6
2	27	6:20	30°38.0'	126°41.6'	88	13	24.2	21.2	NE 3
3	27	9:00	30°29.7'	126°56.4'	100	21	24.6	22.1	NE 5
4	27	11:40	30°21.3'	127°11.4'	112	23	24.5	23.1	ENE 4
5	27	13:50	30°12.1'	127°24.8'	127	22	24.8	23.0	E 4
6	27	16:20	30°03.5'	127°29.0'	183	23	24.8	22.4	ENE 4
7	27	17:10	29°54.3'	127°53.7'	370	—	25.3	22.8	E 4
8	27	22:30	29°45.6'	128°08.5'	810	—	26.3	24.9	SE 5
9	28	8:30	29°37.2'	128°22.2'	1,100	26	26.2	25.5	ESE 5
10	28	11:30	29°28.5'	128°35.8'	1,020	25	26.1	25.5	SE 5
Jul 1986									
1	9	13:40	30°47.3'	126°29.9'	86	22	27.7	28.9	S 3
2	9	16:00	30°37.7'	126°42.5'	90	20	27.3	28.2	S 3
3	9	18:15	30°29.1'	126°56.5'	98	22	27.8	28.8	S 2
4	10	8:50	30°21.0'	127°11.3'	112	30	28.0	28.5	SE 3
5	10	11:30	30°11.5'	127°25.5'	127	33	27.6	28.2	SSW 3
6	10	13:30	30°02.8'	127°39.4'	208	32	28.0	29.2	SSW 4
7	10	16:00	29°54.6'	127°53.9'	280	33	28.6	29.6	SSW 3
8	11	9:00	29°47.5'	128°10.3'	830	26	28.8	28.8	S 4
9	11	13:15	29°37.1'	128°22.6'	1,060	26	29.0	29.0	S 4
10	11	16:00	29°30.1'	128°39.7'	980	29	28.6	28.6	S 4

以下の低水温水塊が存在した。塩分については、10月の場合と同様に、陸棚上の表層にふたつに分離した低塩分水がみられた。これらの低塩分水の中間地点 (Stn. 4) の中底層には34以上の高塩分水が陸棚斜面をはいあがるように分布していた。したがって、低塩分水と高塩分水の間には塩分の等濃度線が密集し、顕著に塩分が変化していた。

佐原・半沢³⁾の方法によって分けた水型分布を Fig. 4 に示した。ここで、K は黒潮水であり、I~IVでは数字が大きいほど沿岸水の影響が強いことを示す。1985年10月では沿岸水の張り出しが弱く、IVはわずか Stn. 1 にのみ存在し、I~IIIの混合水型の分布も Stn. 8 までに限られており、Stn. 7 の表層から海盆上の調査点の深さ300m までのほとんどは黒潮水で占められていた。また、Stn. 3, 4, 5 の底層部と Stn. 6 の深さ100m には黒潮水に近いIが潜入していた。なお、Stn. 7 の200m 付近におけるIIIの存在は沿岸水の陸棚斜面上での落込みを示唆している。一方、1986年7月では沿岸水の張り出しが強く、IVが大陸棚縁部付近まで表面と底層でみられた。ここより奄美大島寄りではIが表層と

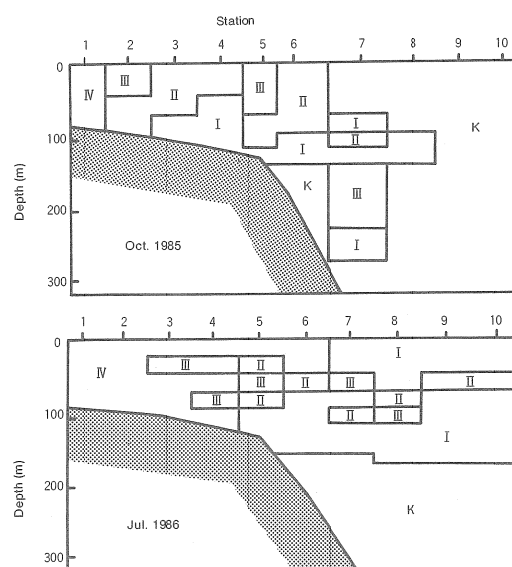


Fig. 4. Vertical distributions of water types.

Table 2. Mean relative composition (%) of dominant phytoplankton species in each community

Species name	C1	C2	C3	C4	CO1	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	B
CYANOPHYCEAE												
<i>Trichodesmium thiebautii</i>					6.2	37.6						
<i>Richelia intracellularis</i>									7.4			
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Chroomonas</i> sp.					6.3		7.7	8.0				
DINOPHYCEAE												
<i>Pronoctiluca rostrata</i>											25.0	
<i>Oxytoxum tessellatum</i>							13.9	47.4				
<i>O.</i> spp.					21.3	5.6	15.4	5.5		8.3	12.5	
<i>Gymnodinium simplex</i>								9.9	5.2			
<i>G.</i> sp.				25.0								
<i>Peridinium quinquecorne</i>									57.0			
<i>Scrippsiella trochoidea</i>						13.3		7.9				
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Melosira sulcata</i>												62.9
<i>Thalassiosira subtilis</i>	12.8											
<i>T.</i> sp.											12.5	
<i>Skeletonema costatum</i>	16.7	9.3										
<i>Chaetoceros affine</i>										6.3		
<i>C. boreale</i>											37.5	
<i>C.</i> sp.				25.0								
<i>Bacteriastrum varians</i>	12.9											
<i>Leptocylindrus danicus</i>										5.2		
<i>L. mediterraneus</i>		17.4										
<i>Corethron hystrix</i>			5.3	25.0								
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>		6.5										
<i>Hemiaulus</i> sp.						7.5						
Biddulphiaceae sp.										6.3		
<i>Fragilaria</i> sp.							24.6		5.8			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	13.8	5.6										
<i>T.</i> sp.										35.4		
<i>Neodelphineis pelagica</i>			27.3									
<i>Navicula membranacea</i>			5.4									
<i>Cylindrotheca closterium</i>				25.0								5.6
<i>Nitzschia pungens</i>	7.6	22.5			5.2							
<i>Plagiogramma</i> sp.			18.4		21.7		6.2		9.1			
pennate diatom spp.								5.4			12.5	
Others	36.2	38.7	43.6	0.0	39.3	36.0	32.2	15.9	20.7	33.3	0.0	31.5

深さ100m付近の層に2層化して水平にひろがり、この水型ⅠにはさまれるようにⅡとⅢがStn.10まで分布していた。黒潮水はStn. 6から沖の150m以深にのみ分布した。

3.2 植物プランクトン群集の分布

1985年10月と1986年7月の両時期に採集した95本の試料から珪藻類106種、渦鞭毛藻類44種、藍藻類2種、クリプト藻類1種、ミドリムシ藻類1種の計154種の植物プランクトンが同定された。優占種の水塊指標性などを考慮してクラスター分析した結果、95本の試料は12の群集(C1, C2, C3, C4, CO1, CO2, CO3, CO4, CO5, CO6, CO7, B)にまとめられた(Fig. 5)。

これらの各群集における優占種の平均出現率をTable 2に示した。C1-4はおもに沿岸性の出現傾向をもつ珪藻からなり、珪藻以外の優占種としては渦鞭毛藻の *Gymnodinium* sp. がわずかに1種出現したにすぎなかった。これに対してCO1-7では黒潮の指標種である藍藻の *Trichodesmium thiebautii* と *Richelia intracellularis* や外洋性の渦鞭毛藻で

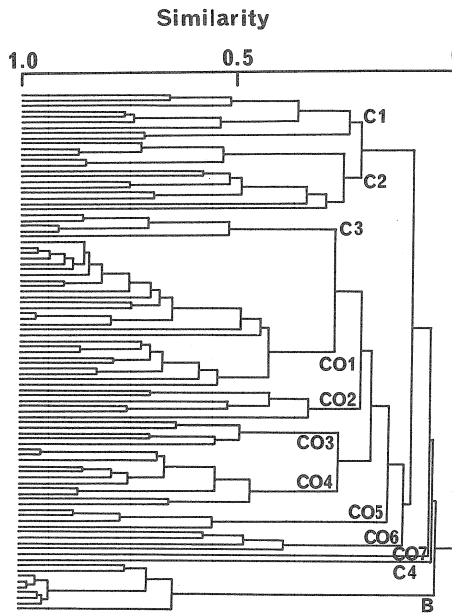


Fig. 5. Phytoplankton communities grouped on dendrograms resulting from linkage clustering of similarity matrices with group averaged method.

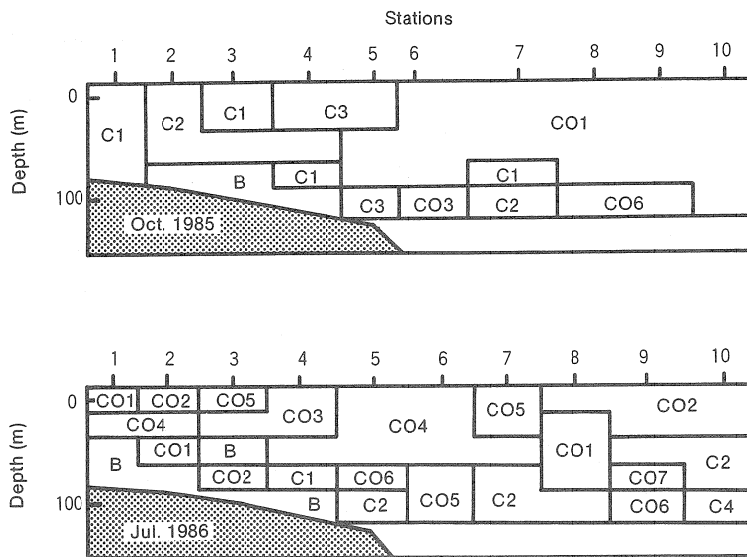


Fig. 6. Vertical distributions of phytoplankton communities.

ある *Oxytoxum* 属などが優占したほか、沿岸性の渦鞭毛藻の *Peridinium quinquecomae* や *Scrippsiella trochoidea* と珪藻の *Leptocylindrus danicus* などが優占種として出現したことが特徴としてあげられる。なお、CO1-7における珪藻の優占種は11種で、C1-4における優占種数13より少なかった。また、Bでは底生性の珪藻である *Melosira sulcata* が非常に高割合で出現した。

各群集の分布を Fig. 6 に示した。1985年10月では、沿岸水の影響が強い大陸棚上に C1, C2, C3 が分布し、黒潮の影響が強い大陸棚斜面から奄美大島寄りでは CO1 と CO5 が分布し、群集の分布は水型の分布とほぼ一致していた。しかし、I と II の水型が分布していた Stn. 4 の 50m と 75m および Stn. 7 の 75m と 100m には沿岸性の珪藻が優占する群集 (C1, C2) が分布し、群集と水型の分布が一致しない場合もあった。また、底生性の *M. sulcata* が優占する B は Stn. 1, 2, 3 の底層に分布しているが、それら地点の水型は I と II であった。

1986年7月には1985年10月よりも沿岸水の張り出しが強かったにもかかわらず、外洋性の藍藻や渦鞭毛藻と沿岸性の珪藻が共存した CO 系の群集が陸棚上までの全調査点に分布した。水型 I が分布する海盆上の各調査点には CO 系の群集が分布して、水型分布とよく対応していた。しかし、Stn. 7, 8 の深さ 50m, 75m および 100m では、表層部と同様に水型が I であったが、植物プランクトン群集は沿岸性の C 系が分布していた。また、大陸棚上の底層には 7月と10月の両時期とも B 群集が分布した。しかし、これらの両時期の水型は、7月では IV で 10月で I および II であり、群集と水型の関係が両時期で大きく相違した。

4 考察

本研究の調査定線は東シナ海の黒潮前線の最終端部を横切って位置しており⁷⁾、このため水型と植物プランクトン群集はそれぞれに複雑な分布を示した。以下には、水型分布と植物プランクトン群集分布との関係で特に注目されることについて考察した。

1986年7月では、沿岸水の影響を受けた水型が全調査点を覆っているにもかかわらず、藍藻の *T. thiebautii* などの黒潮指標種を含む CO 系の群集が全調査点に分布した。Marumo & Asaoka¹⁾ は東シナ海の黒潮流域において、*T. thiebautii* が7月に活発に増殖して黒潮流軸にそって幅広く分布すること、また永沢・丸茂⁶⁾ は *T. thiebautii* が沿岸水の影響を受ける黒潮流域で多量に増殖することを報告している。このことから、*T. thiebautii* を含む CO 系の群集が7

月に分布したことは決して不自然なことではないと考えられる。一方1985年10月には、黒潮水が海盆上の表層に分布し、*T. thiebautii* が優占した CO1 がこれとほとんど一致するように分布した。Marumo and Asaoka¹⁾ によれば、*T. thiebautii* は10, 11月には減少するとされているので、本調査結果も分布域が狭くなって、黒潮域に限られるようになったものと推察される。このように、指標生物の季節的分布特性によって群集と水型との関係は大きく変化する場合がある。

M. sulcata が優占した B 群集は7月と10月にほぼ同様に陸棚上の底層に分布した。朝岡²⁾ は *M. sulcata* が東シナ海中部底層水に多量に分布していて、冬季には季節風による鉛直混合によって全層に分散され、いわゆる“ニゴリ”になると報告している。本調査結果からみると、10月にはすでに表層水において鉛直混合が起り始めていると推察できるが (Fig. 2 参照)、*M. sulcata* 群集が底層にのみ分布していることから、全層的な混合はまだ起きていないと考えられる。また、B 群集は7月と10月の両時期で相違する水型に分布していた。すなわち、7月には沿岸水の影響が強い水型 IV であり、10月では黒潮水寄りの水型 I と水型 II であった。このことから、*M. sulcata* は水塊の交代にも影響されにくいほどの強い底生性をもち、冬季の鉛直混合はこの *M. sulcata* を表層まで浮上させるほどに強いことが示唆される。

謝辞

本研究を始めるにあたりご指導を戴いた水産大学校名誉教授鶴田新生博士と、試料の採集などにご協力を戴いた当時の同練習船耕洋丸の片岡昭吉船長および乗組員の方々に深謝の意を表します。

文献

- 1) R. Marumo and O. Asaoka: *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **30**, 298-303 (1974).
- 2) 朝岡 治: *海洋科学*, **7**, 38-45 (1975).
- 3) 佐原 勉・半沢洋一: *海と空*, **54**, 135-148 (1979).
- 4) 俵 悟: *海洋科学*, **17**, 611-620 (1985).
- 5) 木元新作: *動物群集研究法 I 多様性と種類組成*, 共立出版, 東京, 1976, p192.
- 6) 永沢祥子・丸茂隆三: *日本プランクトン研究連絡会報*, 松江吉行博士還暦記念号, 139-144.
- 7) T. Sugimoto, S. Kimura and K. Miyaji: *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **44**, 125-135 (1988).