

資料 2013年春季の粘質状浮遊物出現状況

折田和三・富安正蔵・西 広海

2013年春季(4月～5月上旬)に鹿児島県本土周辺海域で *Thalassiosira partheneia* を原因プランクトンとする粘質状浮遊物が出現し、主に県本土西岸で漁業への影響が見られ、2年連続の出現となった。粘質状浮遊物が出現した海域では、クロロフィル *a* (Chl-*a*) 濃度の鉛直プロファイルが不連続パターンを示し、その水温は連続パターンを示した定点よりも低かった。また、人工衛星の Chl-*a* 濃度分布画像にも粘質状浮遊物と思われる Chl-*a* 濃度の高い海域が確認された。2013年の粘質状浮遊物は出現範囲が狭く、影響を与えた漁業種類の数や程度は2012年よりも小さかった。本種が2012年ほどに優占してコロニーが成長しなかった要因には、粘質状浮遊物の出現時の水温が2012年よりも高かったこと、九州西岸域の2月の日照時間が平年よりも多く、本種以外のプランクトンも増殖したことが考えられた。

2012年3月、本県海域の広い範囲で *Thalassiosira partheneia* Schrader のコロニーを原因とする粘質状浮遊物が出現した。^{1,2)} 本種は、2012年に本県で初めて確認された珪藻類であるため知見に乏しく、さらに高密度になった場合、そこで操業する漁業への影響が懸念されることから出現状況の把握が重要となる。そこで、2013年の本県周辺海域の粘質状浮遊物の出現状況を確認するとともに、本誌第4号で得られた知見について検証した。

本研究で分布調査を併せて行った沖合定線調査は、水産庁委託事業「我が国周辺水域資源評価等推進委託事業」で実施した。

材料及び方法

2013年3月4～7日、4月8～11日、5月7～10日に図1に示す定点で実施した漁業調査船「くろしお」の沖合定線調査の際、ノルバックネット採集物の一部をグルタルアルデヒドで固定して当所に持ち帰り、光学顕微鏡により種組成を確認し、*Thalassiosira* 属が確認されたサンプルを定法³⁾に従って処理した後、走査型電子顕微鏡(以下 SEM という)(日立製 S-3000N)で観察した。

併せて、調査定点における水温及び塩分を CTD (Sea-Bird 社製 SBE19Plus)で、クロロフィル *a* (Chl-*a*) 濃度を CTD に付属した蛍光光度計 (Seapoint-Sensors 社製 Chlorophyll Fluorometer) で測定した。水温と塩分は、水深 0 m 及び 50 m で TS ダイアグラムを描き、粘質状浮遊物が濃密に存在したと考えられる定点群と存在しない又は密度が低いと考えられる定

点群で平均値の差を検定した。検定はフリーソフト R を用い、あらかじめ Shapiro-Wilk 法で比較する項目の正規性を検定し、正規分布が認められる場合、さらに *F* 検定で分散を比較し、母分散は等しいと推定された場合は Student の *t* 検定で、母分散は等しくないとは推定された場合は Welch の *t* 検定で平均値の差を検定した。また、正規分布が認められない場合、Mann-Whitney の *U* 検定で行った。

海面における Chl-*a* 濃度分布は宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が提供する NASA 地球観測衛星 AQUA 搭載センサ MODIS によって観測された 500m 分解能 Chl-*a* 濃度画像 (<http://kuroshio.eorc.jaxa.jp/ADEOS/>, 2014年3月31日) から Tokara の画像を用いた。

気候統計値は、2013年2月及び3月の鹿児島地方气象台 (<http://www.jma-net.go.jp/kagoshima/>, 2014年3月31日) 枕崎及び種子島、熊本地方气象台 (<http://www.jma-net.go.jp/kumamoto/>, 2014年3月31日) 牛深、長崎地方气象台 (<http://www.jma-net.go.jp>

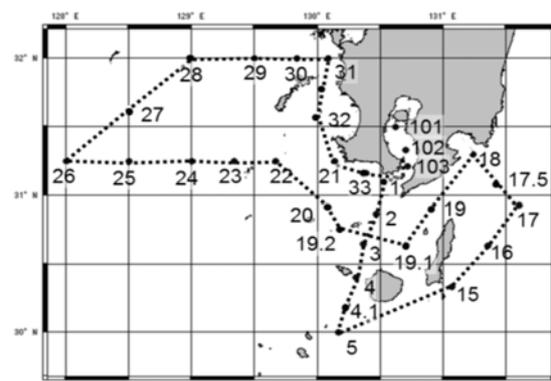


図1 沖合定線調査定点

/nagasaki, 2014年3月31日) 福江におけるそれぞれの気温, 降水量, 日照時間を用いた。

また, 2013年4月15日から5月9日まで, 4回にわたり本県内の沿海13漁協から, 粘質状浮遊物の出現状況と漁業への影響について聞き取り調査を実施した。

結 果

1 出現状況と環境

(1) 原因プランクトン出現状況

採取プランクトン組成を表1に, *Thalassiosira* 属コロニー及び細胞の形態を図2に示す。2013年3月に5定点から採取されたサンプルは *Thalassiosira* 属, *Chaetoceros* 属を主とする珪藻類と動物プランクトンで構成されていた。*Thalassiosira* 属のコロニーは袋状(図2-1)で, 平均直径24.6 μ mの蓋面が膨らんだ太鼓型の細胞が多数認められ, SEM観察

の結果 *Thalassiosira diporocyclus* Hasle と同定された(図2-2,3)。なお, SEM観察中に直径約6 μ mの小型の *Thalassiosira* 属が確認されたが, その形態から *Thalassiosira cf. mala* Takano と推定され(図2-4), *T. partheneia* は確認されなかった。

4月に19定点から採取されたサンプルは *Thalassiosira* 属を主体とする珪藻類でほぼ構成され, 熊毛周辺海域では動物プランクトンも混在した(表1)。*Thalassiosira* 属のコロニーは不定形の繊維状又は膜状(図2-5)で, 平均直径7.3 μ mの蓋面が膨らんだ太鼓型の細胞が多数認められ, SEM観察の結果 *T. partheneia* と同定された(図2-6)。一部のサンプルには直径10 μ mを超える *Thalassiosira* 属のコロニーが構成比としては少ないが混在しており, SEM観察の結果 *T. diporocyclus* と同定された。

5月に3定点から採集されたサンプルは *Thalassiosira* 属を主体とする珪藻類で構成されていた(表1)。*Thalassiosira* 属のコロニーは4月のサン

表1 沖合定線調査採取プランクトン組成

St.	採取年月日	<i>Thalassiosira</i> 細胞サイズ	主要構成種
26	3月6日	M	珪藻類(<i>Thalassiosira</i> spp., <i>Chaetoceros</i> spp. 他), 動物プランクトン
30	3月7日	M	珪藻類(<i>Lauderia annulara</i> , <i>Chaetoceros</i> spp. 他), 動物プランクトン
31	3月7日	M	珪藻類(<i>Chaetoceros</i> spp. 他), 動物プランクトン
32	3月7日	M	珪藻類(<i>Chaetoceros</i> spp. 他), 動物プランクトン
33	3月7日	M-	珪藻類(<i>Chaetoceros</i> spp. 他), 動物プランクトン
102	4月8日	S-	珪藻類(<i>Thalassiosira</i> sp., <i>Pseudo-nitschia pungens</i> 他)
103	4月8日	S	珪藻類(<i>Thalassiosira</i> sp., <i>Pseudo-nitschia pungens</i> 他)
1	4月8日	S	珪藻類(<i>Thalassiosira</i> sp.), 動物プランクトン(ホヤ幼生, <i>Calanus</i>)
2	4月8日	S	珪藻類(<i>Thalassiosira</i> sp.), 動物プランクトン(ホヤ幼生, 太陽虫)
3	4月9日	S,M-	<i>Thalassiosira</i> spp.
4	4月9日	S	<i>Thalassiosira</i> sp., 動物プランクトン(クラゲ組織の一部が混入)
5	4月9日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
15	4月9日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
16	4月9日	S	<i>Thalassiosira</i> sp., 動物プランクトン(クラゲ組織の一部が混入)
18	4月9日	S-	珪藻類(<i>Thalassiosira</i> sp., <i>Thalassionema</i> sp., <i>Chaetoceros</i> spp)
19	4月9日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
32	4月10日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
31	4月10日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
30	4月10日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
29	4月10日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
23	4月11日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
22	4月11日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
21	4月11日	S,M-	<i>Thalassiosira</i> spp.
33	4月11日	S,M-	<i>Thalassiosira</i> spp.
22	5月9日	S	<i>Thalassiosira</i> sp., 動物プランクトン
30	5月10日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.
31	5月10日	S	<i>Thalassiosira</i> sp.

※ *Thalassiosira* 細胞サイズ: M >10 μ m, S <10 μ m 英字後ろの符号-は存在が少量を示す。

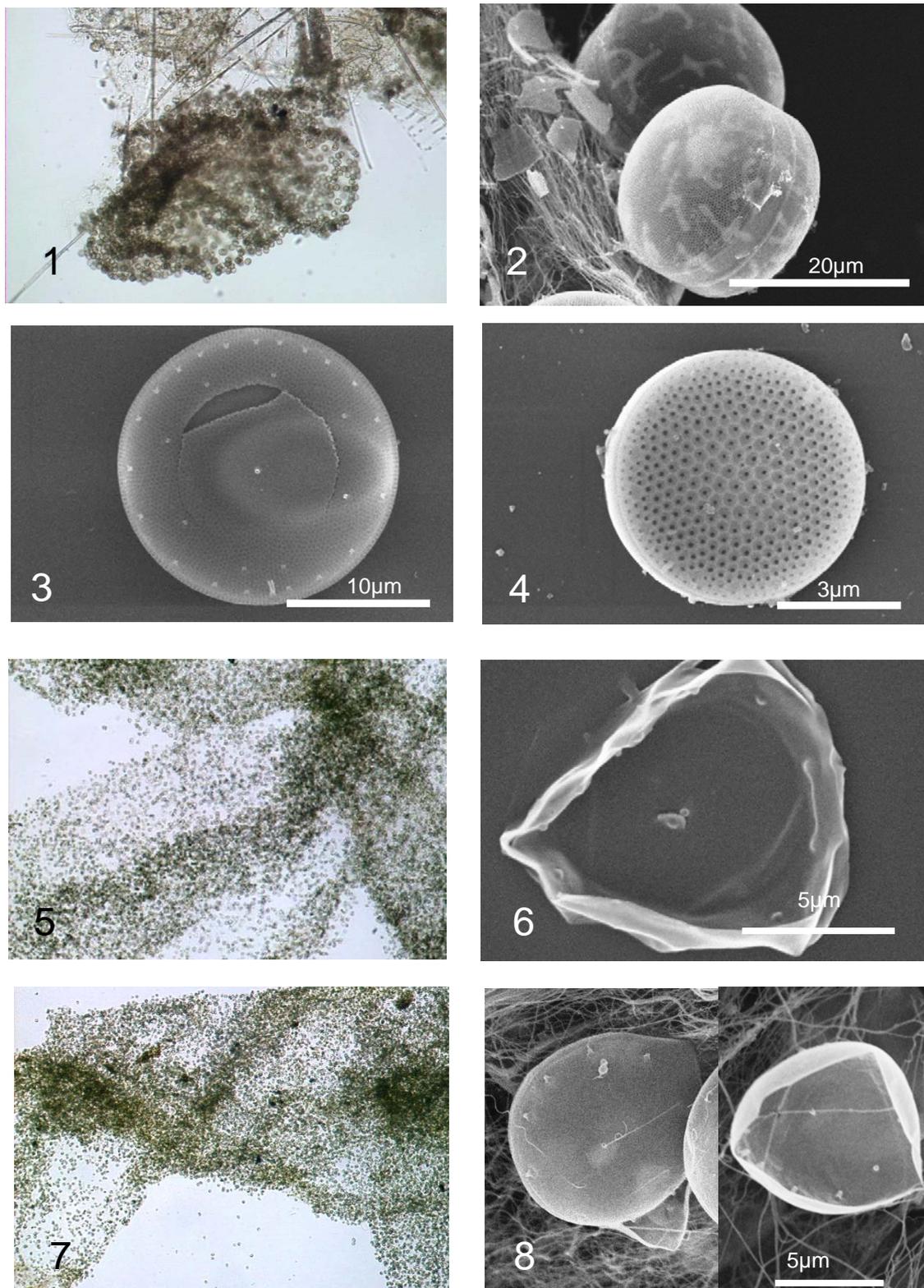


図2 沖合定線調査で採取された *Thalassiosira* 属

1. 3月採取 *Thalassiosira* 属のコロニー 2. *Thalassiosira dypolocyclus* (外面観)
 3. *T. dypolocyclus* (内面観) 4. 小型 *Thalassiosira* 属 (*T. cf. mala*) 5. 4月採取 *Thalassiosira* 属のコロニー 6. *Thalassiosira partheneia* (内面観) 7. 5月採取 *Thalassiosira* 属のコロニー
 8. *T. partheneia* (左: 外面観, 右: 内面観) 1, 5, 7はLM, 他はSEM

ブルと同じ不定形の繊維状又は膜状 (図 2-7) で, SEM 観察の結果 *T. parthenia* と同定された (図 2-8)。

(2) Chl-*a* 鉛直プロファイルパターン

折田ら¹⁾は, *T. parthenia* を原因プランクトンとする粘質状浮遊物の発生海域では, CTD による Chl-*a* 測定値の鉛直プロファイルが大きくばらつき, 滑らかに連続しない不連続パターンを示すことを確認した。2013 年 3～5 月の 3 回の調査で Chl-*a* 鉛直

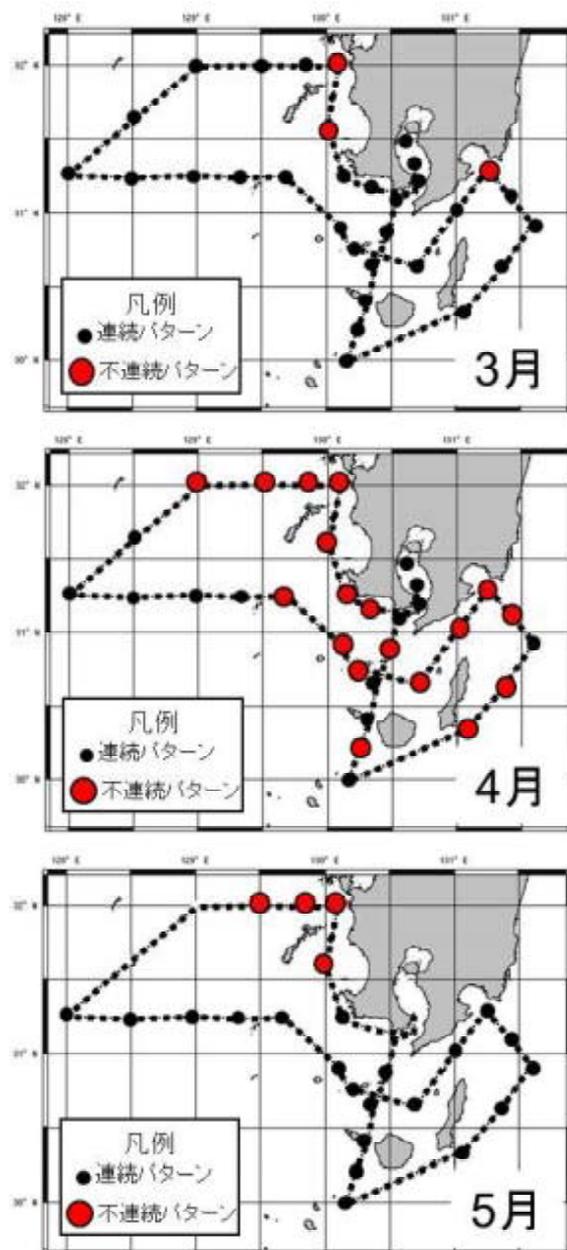


図3 Chl-*a* 鉛直プロファイル不連続パターン適合定点

プロファイルが同様の不連続パターンを示した定点を図 3 に示す。3 月は本県本土西岸及び志布志沖で, 4 月は本県本土沿岸周辺及び西方沖合並びに熊本周辺海域の広い範囲で, 5 月は本県本土西岸から甌島周辺海域で確認された。

(3) 水温・塩分

T. parthenia のコロニーが確認された 4 月及び 5 月の不連続パターンと連続パターンを示した定点の TS ダイアグラムを図 4 に示す。4 月の調査で不連続パターンを示した定点の 0 m 水温は平均 18.9 °C, 50 m 水温は平均 18.1 °C であった。連続パターンを示した定点の 0 m 水温は平均 19.5 °C, 50 m 水温は平均 18.7 °C で, いずれも不連続パターンを示した定点の方が 0.6 °C 低かったが有意差は認められなかった ($p > 0.05$: *t* 検定)。一方, 塩分は不連続パターンを示した定点の 0 m 塩分は平均 34.59, 50 m 塩分は平均 34.57 であった。連続パターンを示した定点の 0 m 塩分は平均 34.55, 50 m 塩分は平均 34.49 で, いずれも不連続パターンを示した定点の方がやや高く, 50 m では 0.08 ($p < 0.05$: *U* 検定) 有意に高かった。

また, 5 月の調査で不連続パターンを示した定点の 0 m 水温は平均 20.1 °C, 50 m 水温は平均 18.1 °C であった。連続パターンを示した定点の 0 m 水温は平均 22.7 °C, 50 m 水温は平均 21.0 °C で, 不連続パターンを示した定点の方が 0 m で 2.6 °C ($p < 0.01$: *U* 検定), 50 m で 2.9 °C ($p < 0.01$: *U* 検定) 有意に低かった。一方, 塩分は不連続パターンを示した定点の 0 m 及び 50 m 塩分はいずれも平均 34.52 であった。連続パターンを示した定点の 0 m 及び 50 m 塩分はいずれも平均 34.47 で, 不連続パターンを示した定点の方が 0.05 高かったが有意差は認められなかった ($p > 0.05$: *U* 検定)。

(4) 人工衛星画像

2013 年 3 月 6 日～5 月 8 日までの Chl-*a* 濃度分布画像から, 比較的雲の影響が少なかった主な画像を図 5 に示す。3 月の沖合定線調査期間中である 3 月 6 日は本県本土周辺海域には Chl-*a* 濃度の高い海域は認められなかった。4 月の調査期間中である 4 月 8 日は本県本土周辺海域で Chl-*a* 濃度が高く, 15 日にはさらに Chl-*a* 濃度の高い海域が沖合域にまで広がった。その後, 4 月 22 日, 29 日には Chl-*a* 濃度は全体的に低くなり, 5 月の調査期間中である 5 月 8

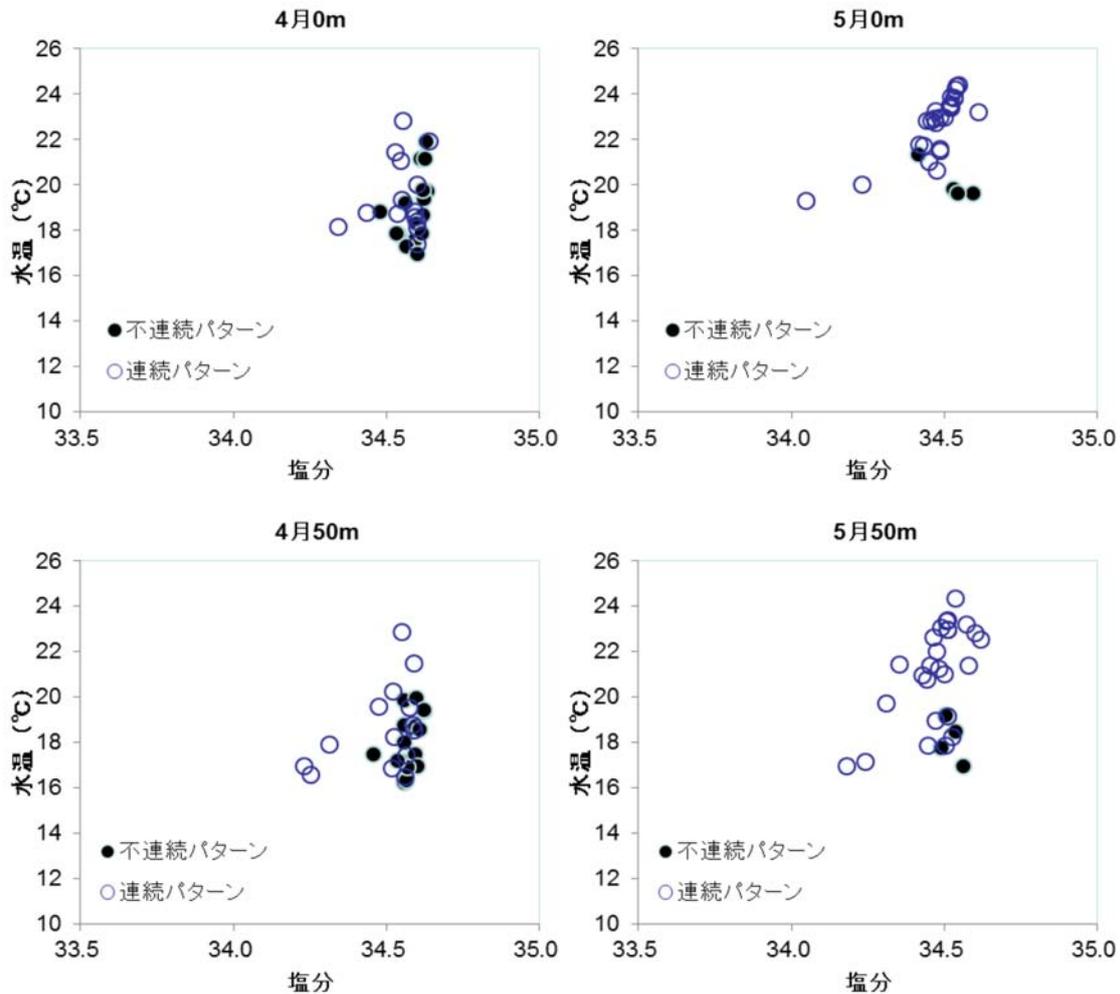


図4 水深0m及び50mのTSダイアグラム

日は Chl-a 濃度の高い海域は北薩から甌島周辺に少し認められるのみであった。

(5) 気象環境

九州西岸域の主な地点の気候統計値を表 2 に示す。2 月の平均気温はいずれも「平年並」から「高い」、降水量は種子島が「平年並」以外は「かなり多い」、日照時間はいずれも「多い」となった。3 月の平均気温はいずれも「かなり高い」、降水量は「少ない」又は「かなり少ない」、日照時間は「平年並」から「かなり多い」となった。

2 漁業への影響

粘質状浮遊物の出現状況と漁業への影響を表 3 に示す。4 月 15～17 日の情報では、北薩、甌島、西薩、南薩、熊毛で網漁業や一本釣りのテグスに絡む

といった影響があった(図 6) が、鹿児島湾や大隅では粘質状浮遊物の出現情報は聞かれなかった。その後、4 月 26 日になると、粘質状浮遊物は少なくなったとの情報が増え、5 月 1 日には甌島西を除いて、5 月 9 日には西薩を除いてほとんど出現情報は聞かれなくなった。

考 察

2013 年に出現した粘質状浮遊物から大量の *T. partheneia* のコロニーが確認され、本種による粘質状浮遊物は 2 年連続の出現となった。

2013 年は 3 月の沖合定線調査では *Thalassiosira* 属のコロニーは主に *T. diporocyclus* で *T. partheneia* は確認されなかったが、4 月の調査では *T. partheneia* による大量のコロニーが確認されていることから、3

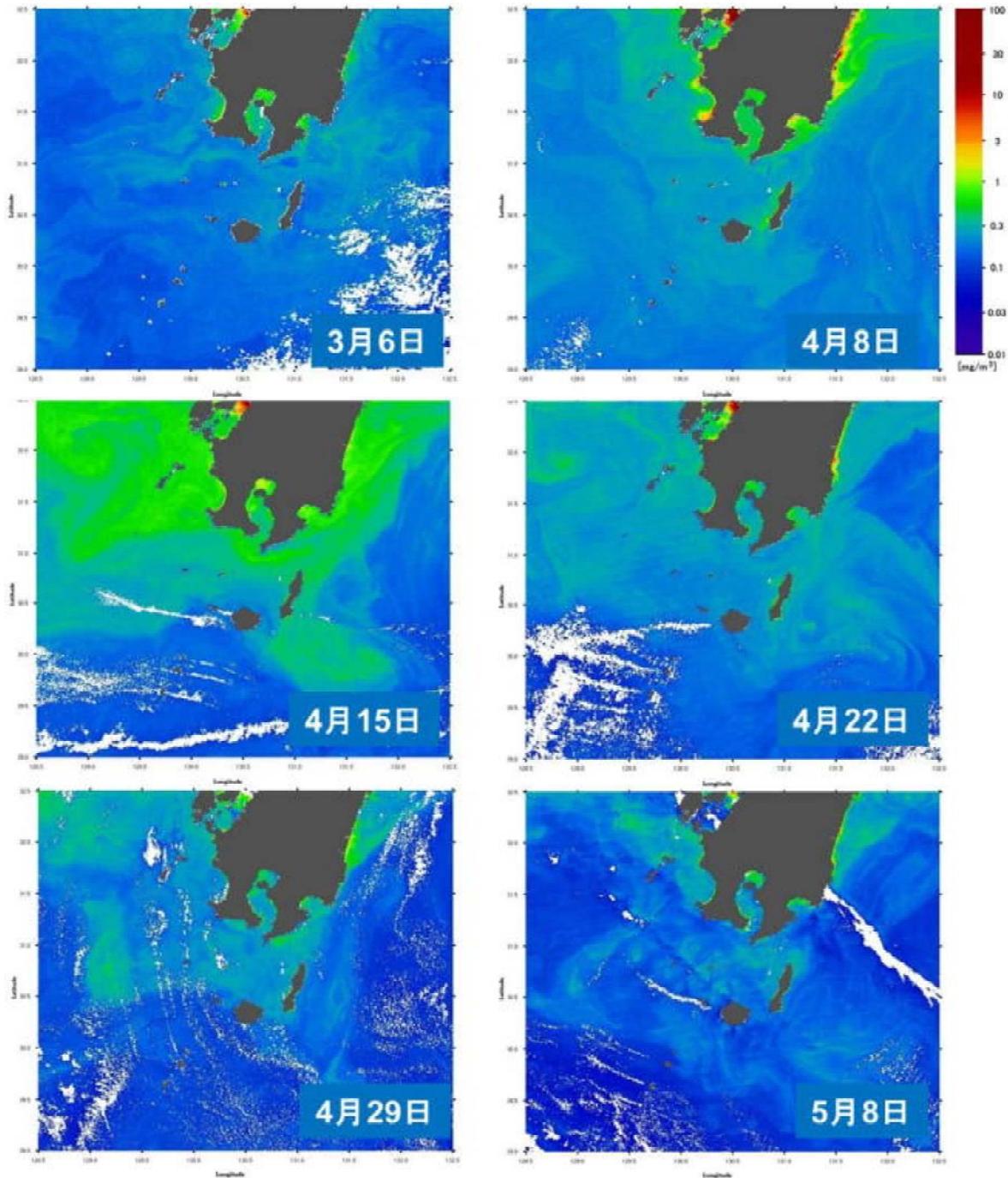


図5 人工衛星画像Chl-a濃度分布の推移

表2 九州西岸域の主な地点における2~3月の気候統計値

月	地点	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (hr)	平年比 (%)	階級
2	福江	8.4	0.3	○	227.5	214	++	121.2	117	+
	牛深	9.4	0.2	○	177.0	194	++	132.8	112	+
	枕崎	10.2	0.5	+	265.5	247	++	131.3	112	+
	種子島	12.6	0.6	+	107.5	95	○	134.5	119	+
3	福江	11.9	1.2	++	66.5	36	-	159.5	112	○
	牛深	13.2	1.2	++	81.0	57	--	180.3	120	+
	枕崎	14.0	1.6	++	114.5	63	-	179.5	127	++
	種子島	16.2	1.8	++	116.0	67	-	176.0	139	++

※階級 ++:かなり高い(多い) +:高い(多い) ○:平年並 - :低い(少ない) --:かなり低い(少ない)

表3 鹿児島県沿海漁協における粘質状浮遊物の出現状況と漁業への影響

地区 漁協	4月15~17日	4月26日	5月1日	5月9日
北薩				
北さつま	4/12頃から吾智網, アラカブ延縄に付いてくる。	-	-	-
甌島				
甌島	エビ網に付いた。4/15頃がひどく、海が緑色になっていた。	4月初旬から見られている。4/22から少なくなった。	甌島の西側に多い。	-
西薩				
江口	吾智網等に付いてくる。	吾智網に付いてくるが、バッチ網には入らない。	情報なし。	情報なし。
市来町	-	網に少し絡み付く。	-	-
川内市	4/13頃からひどい。吾智網, 刺網, 釣りのテグスに絡み付く。	先週と同じような状況。	情報なし。	刺網に少し絡んでくる。完全にはなくなっていない模様。
南薩				
加世田	先週からノリみたいなのが付く。昨年並み。	減ってきた。	情報なし。	情報なし。
南さつま	先週ぐらいから、エビ網, キビナゴ刺網に多く絡み付く。	4/22から少なくなった。	情報なし。	情報なし。
笠沙町	聞かない。	つぼ網に少し付く。	情報なし。	情報なし。
鹿児島湾				
かいゑい	情報なし。	情報なし。	情報なし。	情報なし。
大隅				
おおすみ岬	情報なし。	情報なし。	情報なし。	-
志布志	情報なし。	情報なし。	粘質状浮遊物かわからないが、藻のようなものが絡む。	-
熊本				
種子島	モジャコ, ロープ曳き, 釣り糸に絡み付く。	-	情報なし。	定置網に絡んでくる。少しはあるようだ。
屋久島	ロープ曳き等で絡み付く。	4/22から少なくなった。	情報なし。	情報なし。



図6 粘質状浮遊物が絡んだ漁網
(吾智網, 北さつま漁協提供)

月中旬から4月にかけて増殖し粘質状浮遊物を形成したものと考えられる。5月の調査では北薩から甌島周辺海域を除きコロニーが採取された定点は減少していることから、この時期以降に衰退し消滅したと考えられる。

また、CTDによるChl-a濃度の鉛直プロファイルパターンは、3~5月まで不連続パターンを示す定点が確認されたが、4月に最も適合定点が多く、それらの分布はノルパックネットの採取サンプルから*T. partheneia*が確認された定点と良く一致した。人工衛星のChl-a濃度分布画像も4月に広い範囲で高く、その前後の3月や5月の画像はChl-a濃度が低く、原因プランクトンの増減とChl-a濃度分布画像の動向は良く一致していると思われる。さらに、沿海漁協からの粘質状浮遊物の出現情報が4月15日に最も広範囲だったことを踏まえると、2013年の粘質状浮遊物は3月中旬から形成が始まり、4月中旬が分布のピークとなり、5月上旬には一部を残し

て消滅したと推測される。2012年の出現は、3月中旬～4月中旬と考えられ、人工衛星のChl-*a*濃度分布画像は3月31日頃が出現海域、濃度ともにピークを示していた。¹⁾このことから、2013年の粘質状浮遊物の出現は、2012年と比較してピークの時期は約15日遅かったと推定される。

粘質状浮遊物が出現する水温・塩分は、2012年の不連続パターンを示した定点の平均水温が連続パターンを示した定点の平均水温よりも約1.5℃低く、約18℃以下が*T. partheneia*の増殖に適する水温と考えられた。¹⁾2013年の場合も2012年と同様に不連続パターンを示した定点の平均水温は、連続パターンを示した定点の平均水温よりも低かったが、0mで4月が平均19.5℃、5月が平均20.1℃、50mで4月が平均18.7℃、5月が平均18.1℃であり2012年に推定された増殖に適する水温18℃¹⁾よりも高かった。しかしながら、不連続パターンを示した定点は連続パターンを示した定点よりも平均水温が低い点では共通していることから、水温のより低い海域で増殖しやすいと考えられ、5月に北薩から甌島周辺海域で粘質状浮遊物が残留した一つの原因と考えられる。

粘質状浮遊物による漁業への影響は、2012年は北薩から甌島、薩摩半島、大隅半島、熊毛海域の広い範囲で出現し、沿岸から沖合で営まれるほとんどの漁業種類で報告され、操業に支障を生じるほどその影響は大きかった。²⁾2013年は北薩から甌島、西薩、南薩及び熊毛海域で漁業への影響が報告されたが2012年に比べて操業に支障を生じるほどではなく、鹿児島湾から大隅半島にかけては影響は聞かれなかった。このように2012年に比べて出現範囲が狭く、影響を与えた漁業種類の数や影響の程度も小さかったと推定される。これは、前述した*T. partheneia*のコロニー出現時の水温が、2012年よりも高かったことが影響していると考えられる。

さらに*T. partheneia*のコロニーの大量発生は、出現環境から低い光環境と強まった乱流、これに伴う富栄養化で成長が促されると考えられている。⁴⁾九州西岸域における2012年2月の日照時間はかなり少なく、これが低い光環境でも適応できる本種が優占した一要因と考えられた。¹⁾一方、2013年の九州西岸域の気象環境は、2月の日照時間は平年よりも多く、3月に採取されたプランクトン組成も*Chaetoceros*属などが優占しており、*T. partheneia*以外の植物プランクトンも増殖したためこれらのプラ

ンクトンと競合したことが、2012年ほどには本種が優占してコロニーが成長しなかった要因の一つと考えられる。

以上のように、2013年春季も2012年に引き続き*T. partheneia*を原因プランクトンとする粘質状浮遊物が本県本土周辺海域で出現し、大隅半島を除く主に西岸沖合で2012年ほどではないが漁業への影響が見られた。本種の季節的消長や九州西岸域で出現するまでの経路等明らかにされていないが、2年連続して出現したことで今後も4月を中心に出現し、漁業へ影響することが予想される。関係漁協や九州西岸域に面している他県と情報を共有し、早期の情報提供に努める必要がある。

謝 辞

今般の粘質状浮遊物出現状況調査にあたり、聞き取り調査への協力や写真提供していただいた関係漁業協同組合の職員の方々に感謝申し上げます。また、沖合定線調査に合わせて分布確認調査を実施いただいた漁業調査船「くろしお」の乗組員の方々及び当所資源管理部各研究員に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 折田和三, 富安正蔵, 鈴木秀和, 南雲 保. 2012年春季に鹿児島県周辺海域で広域に出現した粘質状浮遊物とその分布特性. 鹿水技セ研報 2012; 4: 1-16.
- 2) 田原義雄, 折田和三, 西 広海, 小湊幸彦, 中村章彦. 2012年春季に鹿児島県周辺海域で出現した粘質状浮遊物の消長の記録. 鹿水技セ研報 2012; 4: 40-44.
- 3) (社)日本電子顕微鏡学会関東支部. 走査型電子顕微鏡 共立出版, 東京. 2000.
- 4) Gould Jr R W, Wiesenburg D A. Single-species dominance in a subsurface phytoplankton concentration at a Mediterranean Sea front. *Limnol. oceanogr.* 1990; 35(1): 211-220.