

## 柏崎市椎谷地先における海藻相の経年変化

石川 義 美

(新潟県水産試験場)

### 緒 言

新潟県沿岸域の岩礁帯では1990年頃から海藻類の減少が方々で観察され、一部ではいわゆる磯焼け状態となった地域もみられた(新潟県 1992a, 1993a)。1993年以後は全体的に回復傾向にあるものの、その様態は一様でなく、依然として回復の遅れている海域もみられている。このような海藻類の減少は、有用水産動・植物を漁獲対象とする磯根漁業に打撃を与え、その影響は大きいものがある。

海藻類の減少する原因はさまざまなものが考えられ、特定することは困難な場合が多いが、海藻群落の動向を定期的に観察することは、そのような変化をいち早く把握するうえで意義あるものと思われる。

新潟県では、柏崎市及び刈羽村に設置(一部建設中)されている原子力発電所から排出される温排水の影響を調べるため、1983年から各種の調査を行っているが、その調査の一つとして海藻類への影響をみるため、発電所から北東約5 km離れた柏崎市椎谷の観音岬周辺の岩礁帯において、植生、被覆度等を毎年調査してきた。

そこで、これらの定期的に実施した定点調査結果から、調査地先における海藻群落の経年変化をみて、併せて、前述した本県沿岸域における海藻類の減少との関係に若干の検討を加えた。

なお、原子力発電所から排出される温排水(取水水温より1℃高い場合、温排水とした)は、1992年になって、限られた時期の表層のみで調査場所まで到達するようになったことから、1992年以前には調査場所の植物群落に影響を与えていなかったものと思われる。

### 材料と方法

調査場所は、図1に示した新潟県柏崎市椎谷地先の観音岬周辺である。観音岬周辺の水深約1 mの岩礁帯に4調査定点及び2調査測線を設けた。各定点には1×1 mのステンレス製方形枠を常時固定した。また、調査測線は調査定点2及び調査定点4から汀線までとし、その距離はそれぞれ80と120 mである。

各調査定点、調査測線の底質は、岩盤を主体とし、若干の転石等で構成されている。なお、調査場所周辺は、観音岬を中心に沖合い500 m

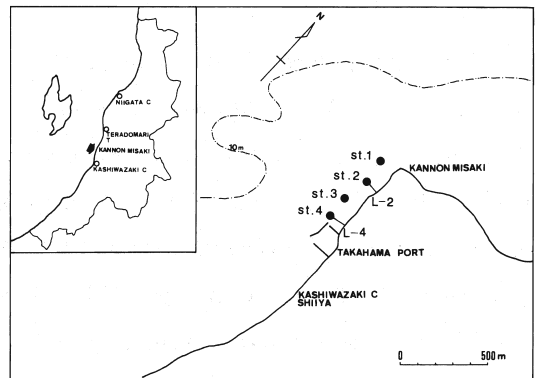


図1 調査場所及び調査定点、測線。

前後(水深 8 m 前後)まで岩礁帯が張り出しているが、高浜漁港に近い定点 3, 4 では、前面の岩礁帯の張り出しは弱くなっている。また、調査定点 1 は岬の先端部で碎波帯に位置するが、他の調査定点 2 ~ 4 は周辺がなだらかに傾斜しているため、そのような条件下となっていない。

調査は、毎年春季及び秋季の年 2 回スキューバ潜水により行った。各年の調査月日を表 1 に示した。各調査定点については、方形枠内の海藻類の種類及び被覆度を、各調査測線については、メジャーロープを張り、ベルトトランセクト法により調査測線の両側 1 m 幅内の優占種等海藻類の植生を観察、記録した。

表 1 各調査年の調査月日

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
春季	5.29	5.29	5.28	5.28	5.11	5.29	5.14	5.29	5.18
秋季	9.06	9.03	9.02	9.03	9.29	9.22	9.26	10.01	9.19

これらの調査によって得られた 1984 ~ 1992 年の結果(新潟県 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992b, 1993b)から、出現種、優占種等の経年変化をみた。

なお、これらの調査のうち、潜水観察については、新潟県が(財)日本気象協会(1984 ~ 1990 年)及び(財)新潟県環境分析センター(1991, 1992 年)に委託して調査を実施した。

## 結 果

### 1 出現種

1984 から 1992 年までの調査で、定点 1 ~ 4 及び調査測線 2, 4 において出現した種類を表 2 ~ 4 に示した。目視観察による調査であるため、一部については科及び属名までの表記とした。また、それらの種類のうちサンゴモ科などについては、複数の種が含まれている。

緑藻類は 3 属及び 5 種が出現し、調査期間を通して出現した種は、アナアオサ *Ulva pertusa* KJELLMAN のみであった。

褐藻類は 2 科、2 属、26 種が出現し、このうち調査年を通して出現した種は、アミジグサ科 *Dictyotaceae*, エゾヤハズ *Dictyopteris divaricate* (OKAMURA) OKAMURA, ヘラヤハズ *Dictyopteris prolifera* (OKAMURA) OKAMURA, フクロフノリ *Colpomenia sinuosa* (ROTH) DERBES et SOLIER, ワカメ *Undaria pinnatifida* (HARVEY) SURINGAR, ジョロモク *Myagropsis myagroides* (TURNER) FENSHOLT, マメタワラ *Sargassum piluliferum* (TURNER) C. AGARDH, ヤツマタモク *Sargassum patens* C. AGARDH, アカモク *Sargassum horneri* (TURNER) C. AGARDH, ヨレモク *Sargassum siliquastrum* (TURNER) C. AGARDH, フシスジモク *Sargassum confusum* C. AGARDH, イソモク *Sargassum hemiphylum* (TURNER) C. AGARDH, トゲモク *Sargassum micracanthum* (KUTZING) ENDLIGHER で 1 科、12 種であった。ホンダワラ類が 7 種を占め、最も普通に出現していた。

紅藻類は4科, 2亜科, 2属, 45種が出現し, 緑藻類や褐藻類に比べ, 出現した種類数は圧倒的に多かった. このうち調査年を通して出現した種は, マクサ *Gelidium elegans* KUTZING, サンゴモ科 *Corallinaceae* (1986年からはサビ亜科及びサンゴモ亜科で表記), イバラノリ *Hypnea charoides* LAMOUROUX, カバノリ *Gracilaria textorii* (SURINGAR) HARIOT, ユナ *Chondria crassicaulis* HARVEY で1科, 2亜科, 4種であった. 全出現種類数に対してその比は小さく, 褐藻類に比べ, 安定して出現した種は少なかった.

表2 各調査年による出現種類の一覧 (緑藻類)

種類名	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
アナアオサ <i>Ulva pertusa</i> KJELLMAN	○	○	○	○	○	○	○	○	○
アオノリ属 <i>Enteromorpha</i> sp.									○
シオグサ属 <i>Cladophora</i> sp.						○		○	○
キヌシオグサ <i>Cladophora stimpsonii</i> HARVEY							○		
ジュズモ属 <i>Chaetomorpha</i> sp.									○
ハネモ <i>Bryopsis plumosa</i> C.AGARDH					○				
フサイワヅタ <i>Caulerpa okamurae</i> WEBER VON BOSSE	○			○	○		○	○	○
ミル <i>Codium fragile</i> HARIOT			○	○	○			○	○

表3 各調査年における出現種類の一覧 (褐藻類)

種類名	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
クロガシラ科 <i>Sphacelariaceae</i>									○
アミジグサ科 <i>Dictyolaceae</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○
イトアミジ <i>Dictyota linearis</i> GREVILLE									○
コモングサ <i>Spatoglossum pacificum</i> YENDO									○
シワヤハズ <i>Dictyopteris undulata</i> HOLMES	○	○	○		○	○			
エゾヤハズ <i>Dictyopteris divaricata</i> OKAMURA	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヘラヤハズ <i>Dictyopteris prolifera</i> OKAMURA	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ウミウチワ属 <i>Padina</i> sp.									○
オキナウチワ <i>Padina japonica</i> YAMADA	○	○	○	○	○	○	○	○	
ネバリモ <i>Leathesia difformis</i> ARESCHOUX						○			
モズク <i>Nemacystus decipiens</i> KUGKUGK		○	○			○	○	○	
クロモ <i>Papenfussicella kuromo</i> INAGAKI	○								
ケウルシグサ <i>Desmarestia viridis</i> LAMOUROUX			○	○				○	○
ハバモドキ <i>Punctaria latifolia</i> GREVILLE							○	○	○
フクロノリ <i>Colpomenia sinuosa</i> DERBES et SOLIER	○	○	○	○	○	○	○	○	○
セイヨウハバノリ <i>Petalonia fascia</i> KUNTZE	○		○	○	○				
ワカメ <i>Undaria pinnatifida</i> SURINGAR	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ジョロモク <i>Myagropsis myagroides</i> FENSHOLT	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ホンダワラ属 <i>Sargassum</i> sp.	○								
マメタワラ <i>Sargassum piluliferum</i> C.AGARDH	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヤツマタモク <i>Sargassum patens</i> C.AGARDH	○	○	○	○	○	○	○	○	○
アカモク <i>Sargassum homeri</i> C.AGARDH	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ノコギリモク <i>Sargassum macrocarpum</i> C.AGARDH								○	○
ヨレモク <i>Sargassum siliquastrum</i> C.AGARDH	○	○	○	○	○	○	○	○	○
フシシジモク <i>Sargassum confusum</i> C.AGARDH	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ウミトラノオ <i>Sargassum thunbergii</i> KUNTZE	○							○	○
イソモク <i>Sargassum hemiphylum</i> C.AGARDH	○	○	○	○	○	○	○	○	○
トゲモク <i>Sargassum micracanthum</i> ENDLIGHER	○	○	○	○	○	○	○	○	○
フシイトモク <i>Sargassum microceratium</i> C.AGARDH		○	○	○	○	○	○	○	○
スギモク <i>Cocophora langsdorfii</i> GREVILLE	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表4 各調査年における出現種類の一覧(紅藻類)

種 類 名	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
カギケノリ								○	
マクサ	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヨレクサ							○		
オバクサ								○	○
ホソバナミノハナ									○
ナミノハナ									○
イワノカワ科									○
サビ亜科				○	○	○	○	○	○
サンゴモ亜科			○	○	○	○	○	○	○
サンゴモ科	○	○							
ムカデノリ属									○
ムカデノリ	○		○	○	○	○	○	○	
カタノリ	○	○	○					○	
キョウノヒモ	○			○		○	○	○	
フダラク	○	○		○	○	○	○	○	○
ホソバミリン	○			○					
イバラノリ	○	○	○	○	○	○	○	○	○
カバノリ	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オキツノリ	○	○		○	○	○	○	○	○
スギノリ				○	○	○	○	○	○
カイノリ								○	○
クロハギナンソウ								○	○
ツノマタ	○	○	○	○	○	○	○		
マルバツノマタ								○	
タオヤギソウ		○	○	○				○	
ダルス								○	
フシツナギ	○		○	○	○	○	○	○	
コスジフシツナギ								○	
ワツナギソウ	○		○				○	○	○
イギス科	○								○
ランゲリア	○						○	○	○
ハネイギス				○	○	○		○	
イギス			○		○	○	○	○	
アミクサ	○	○	○	○					
エゴノリ	○	○	○	○			○	○	○
ヤレウスバノリ		○	○	○	○	○	○	○	○
ハイウスバノリ	○	○					○	○	○
イソハギ								○	
ダジア科									○
ベンテンモ				○	○	○		○	
モロイトグサ								○	○
キブリイトグサ						○			
ユナ	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ソゾ属		○							○
クロソゾ		○	○			○		○	○
ミツデソゾ				○	○	○	○	○	○
カギソゾ								○	○
ハネソゾ		○		○	○	○	○		
コブソゾ									○
ウラソゾ	○	○	○		○	○		○	
コザネモ	○								
イソムラサキ	○								
ジャバラノリ	○	○		○					

表5 各調査年における季節別出現種類数

	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		平均出現種類数		出現種類数
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	
緑藻類	1	2	1	1	2	2	2	3	2	3	2	1	2	2	2	4	4	6	2.00	2.66	8
褐藻類	18	13	17	12	20	12	17	13	17	14	18	13	17	13	19	12	18	13	17.89 (5.9) <sup>a)</sup>	12.78 (5.2) <sup>a)</sup>	30
紅藻類	17	17	14	9	17	8	20	10	18	9	21	10	21	6	28	16	23	17	19.89 (20.5) <sup>a)</sup>	11.33 (36.9) <sup>a)</sup>	53
計	36	32	32	22	39	22	39	26	37	26	41	24	40	21	49	32	45	36			

a) 変動係数を示す。

次に、各調査年の季節別出現種類数を表5でみると、調査年を通じた出現種類数は前述したように、緑藻類8種類、褐藻類30種類、紅藻類53種類であった。

緑藻類の出現種類数は、春季、秋季とも1992年が最も多く、それぞれ4種類、6種類であった。他の調査年では出現種類数は概して少なく、2種類前後であった。季節別にみると、秋季に多い傾向はみられたものの、大きな差はなかった。

褐藻類の出現種類数は季節によって差がみられ、春季で17~20種類、秋季で12~14種類であった。このように、出現種類数に季節的な差はみられたが、各調査年による出現種類数の変動は小さく、また経年的な変化も認められなかった。

紅藻類の出現種類数は、春季、秋季とも1991、1992年になって多い傾向はみられるものの、特に大きな経年的な変化は認められなかった。出現種類数は、褐藻類同様季節による差がみられ、春季で14~28種、秋季で6~17種と春季の出現種類数が多かった。また、各季節の平均出現種類数は、褐藻類とはほぼ同様であった。ただ、褐藻類では各調査年の出現種類数が比較的安定していたのに対し、紅藻類では春季、秋季とも調査年によって変動がみられ、特に秋季で変動が大きかった。前述したように、調査期間を通して安定的に出現した種が少ないこと、また出現種類数が褐藻類に比べ多いことなどから考えると、出現種の交替が褐藻類などよりもひんばんに起こっていたことがうかがえる。

## 2 各調査地点における優占種と経年変化

表6~9に、各調査地点における主要出現種類(各調査年において単年度でも被覆度が10%以上を示した種類)の被覆度の経年変化を季節別に示した。

### (1) 定点1

定点1では、緑藻類のシオグサ属 *Cladophora* sp., 褐藻類のコモングサ *Spatoglossum pacificum* YENDO, ヘラヤハズ, エゾヤハズ, ウミウチワ属 *Padina* sp., セイヨウハバノリ *Petalonia fascia* KUNTZE, フシスジモク, 紅藻類のマクサ, サンゴモ科, サンゴモ亜科 *Corallinoideae*, イバラノリ, オキツノリ *Gymnogongrus flabelliformis* HARVEY, スギノリ *Gigartina tenella* HARVEY, イギス科 *Ceramiceae* などが

主要出現種類であった。

緑藻類 1 種類，褐藻類 6 種類，紅藻類 7 種類，計 14 種類が主要出現種類として出現し，各定点では最も多かった。

緑藻類のシオグサ属は出現頻度が低く，被覆度が 10% を超えたのは 1992 年の秋季のみであった。

褐藻類は，大型の種類はホンダワラ類のフシスジモクのみで，小型の種類が多かった。このうち，コモングサは 1992 年の春季，ウミウチワ属は 1992 年の秋季，セイヨウハバノリは 1984 年の春季にそれぞれ被覆度が 10% を超えたが，それ以外の季節，年度では全く出現していなかった。これに対し，フシスジモク，エゾヤハズは出現しない季節，年度もあるが，比較的安定して出現していた。ただ，両種とも被覆度が 10% を超えたことは少なく，エゾヤハズが 1984 年の春季及び 1986 年の春季に被覆度が 50% と高く，優占種となっていたのみであった。

紅藻類はサンゴモ科及びサンゴモ亜科の被覆度が調査期間を通して高く，サンゴモ亜科は，1988 年の春季，1990 年の秋季及び 1992 年の秋季で被覆度が 50% を超えていた。その他の種類ではマクサが比較的安定して出現し，1988 年の春季，秋季，1989 年の春季には被覆度が 10% を超えていた。オキツノリは 1988 年春季から 1991 年秋季までは被覆度が 10% を超えることが多かったが，それ以外では全く出現していなかった。イバラノリ，スギノリ，イギス科は，それぞれ 1992 年の秋季，1989 年の春季，1992 年の秋季に被覆度が 10% を超えたのみで，出現頻度は低かった。

表 6 定点 1 における被覆度の経年変化（主要出現種）

	被 覆 度 (%)																		
	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	
シオグサ属	-	-	※ <sup>a)</sup>	- <sup>b)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	+ <sup>c)</sup>	-	-	-	+	+	10
コモングサ	-	-	※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
ヘラヤハズ	-	-	※	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	10	10
エゾヤハズ	50	+	※	-	50	+	+	+	-	+	-	+	-	20	-	+	-	-	-
ウミウチワ属	-	-	※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
セイヨウハバノリ	10	-	※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
フシスジモク	+	+	※	+	+	+	+	+	-	+	-	+	20	10	10	+	+	+	+
マクサ	-	-	※	+	+	+	+	+	30	20	10	-	+	-	-	-	+	+	+
サンゴモ科	25	+	※	30	20	+	40	20											
サンゴモ亜科									50	+	30	+	30	50	40	10	60	10	
イバラノリ	-	-	※	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	10
オキツノリ	-	-	※	-	-	-	-	-	+	10	10	20	+	10	+	10	-	-	-
スギノリ	-	-	※	-	-	-	+	-	+	-	10	-	+	-	+	-	-	-	-
イギス科	-	-	※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10

a) ※：調査を実施しなかったことを示す。

b) -：出現しなかったことを示す。

c) +：被覆度 10% 以下を示す。

(2) 定点2

定点2では、緑藻類は10%以上の被覆度を示した種類はなく、褐藻類はヤツマタモク、フシスジモク、ヨレモク、紅藻類はサンゴモ科及びサンゴモ亜科、ヤレウスバノリ *Acrosorium flabellatum* YAMADA などであった。褐藻類3種、紅藻類3種類、計6種類で、比較的単純な植生となっていた。

褐藻類ではヤツマタモクの被覆度が調査期間を通して高く、1984年春季及び1991年春季に20%台を示した他はいずれも優占種となっており、特に1988年春季には100%を示していた。ヤツマタモクの被覆度が高かったためか、フシスジモク、ヨレモクについては、出現頻度は比較的高かったが、被覆度が10%を超えることは少なかった。

紅藻類はサンゴモ科及びサンゴモ亜科が調査期間を通して出現し、1987年秋季までのサンゴモ科の被覆度はほぼ10%以上となっていた。1988年以後のサンゴモ亜科については、被覆度が10%を超えたのは1991年秋季以後のみであった。ヤレウスバノリの出現頻度は低く、1987年春季に被覆度が10%を示したのみであった。

表7 定点2における被覆度の経年変化（主要出現種）

	被 覆 度 (%)																	
	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季
ヤツマタモク	25	65	75	70	45	45	70	40	100	50	80	70	60	90	20	70	80	70
フシスジモク	15	- <sup>a)</sup>	-	+ <sup>b)</sup>	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-
ヨレモク	-	+	10	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
サンゴモ科	25	+	15	10	20	10	10	10										
サンゴモ亜科									+	+	+	+	+	+	+	10	10	20
ヤレウスバノリ	-	-	-	-	+	-	10	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-

a) -: 出現しなかったことを示す。

b) +: 被覆度10%以下を示す。

(3) 定点3

定点3では、緑藻類で被覆度10%を超えた種類はなく、褐藻類はアミジグサ科、ヤツマタモク、アカモク、ヨレモク、イソモク、トゲモク、紅藻類はサンゴモ科、サビ亜科 *Melobesioideae* 及びサンゴモ亜科などであった。褐藻類6種類、紅藻類3種類、計9種類で、褐藻類はホンダワラ類が多くを占めていた。

褐藻類では、ヤツマタモクの被覆度が1988年春季までの調査期間前半に高く優占種となっていたが、以後は減少し、1991年春季以後は被覆度10%以下となった。ヨレモク、トゲモクはほぼ調査期間を通して出現していたが、被覆度は高くなく、ヨレモクは1984年秋季から1985年秋季まで被覆度が10%を超えたのみであった。また、トゲモクは、ヤツマタモクの減少した時期に合わせて被覆度が高くなり、1989年春季以後は10%を示すことが多かった。アカモク、イソモクは調査期間前半にはほぼ出現して

おらず、トゲモク同様、ヤツマタモクの減少に伴って被覆度が増加したと思われた。アミジグサ科は安定的には出現せず、被覆度が10%を超えたのは1989年春季及び1992年春季のみであった。

紅藻類はサンゴモ科が1987年秋季まで全て10%以上の被覆度を示し、また1988年秋季からはサンゴモ亜科が全て10%以上の被覆度であった。サンゴモ亜科の被覆度は、1989年の春季及び秋季には50%、1992年秋季には60%と高く、優占種となっていた。トゲモクなどのホンダワラ類と同様に、ヤツマタモクの減少に合わせて増加していた。サビ亜科はサンゴモ亜科ほど被覆度が高くなく、出現していない季節もあったが、1991年の秋季以後は被覆度が10%を超えていた。

表8 定点3における被覆度の経年変化（主要出現種）

	被 覆 度 (%)																	
	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季
アミジグサ科	+ <sup>a)</sup>	- <sup>b)</sup>	-	-	+	-	+	-	+	-	10	-	+	-	-	-	10	-
ヤツマタモク	50	70	70	70	50	55	60	55	70	30	10	30	50	20	+	+	+	-
アカモク	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	10	+	30	+
ヨレモク	+	15	15	10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
イソモク	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	10	10
トゲモク	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	+	10	10	+	-	10	10
サンゴモ科	35	10	15	10	15	15	20	15										
サビ亜科									-	+	+	+	-	+	+	20	10	10
サンゴモ亜科									+	10	50	50	30	30	10	20	30	60

a) +：被覆度10%以下を示す。

b) -：出現しなかったことを示す。

#### (4) 定点4

定点4では、緑藻類で被覆度が10%を超えた種類はなく、褐藻類はアミジグサ科、ワカメ、ヤツマタモク、アカモク、イソモク、紅藻類はサンゴモ科及びサビ亜科、サンゴモ亜科などであった。褐藻類5種類、紅藻類3種類、計8種類が主要出現種類として出現していた。

褐藻類では、ヤツマタモクの被覆度が1988年春季までの調査期間前半で高く、1984年の春季を除くと優占種となっていた。特に、1988年春季には定点2と同様に被覆度が100%となっていた。1988年秋季から被覆度は急激に減少し、以後被覆度が20%を超えることはなかった。このような状況は定点3とはほぼ同様であったが、減少の度合いは更に大きかった。アカモクは1987年まで出現していなかったが、ヤツマタモクの減少に合わせて出現し、1990年以後の春季には被覆度も70~100%と非常に高く、優占種となっていた。イソモクは1986、1987及び1989年春季には出現していなかったが、被覆度は高くないものの、アカモク同様ヤツマタモクの減少に合わせて増加していた。アミジグサ科は1989年春季に60%、ワカメは1984年春季に30%と比較的高い被覆度を示したが、他に被覆度が10%を超えることはなく、また安定的な出現もしていなかった。



紅藻類は、サンゴモ科が1987年春季まで被覆度が10%以上であったが、被覆度は徐々に減少していた。サビ亜科はホンダワラ類の量が少ない秋季に比較的高い被覆度を示し、1991年秋季には60%と高く優占種となっていた。サンゴモ亜科は常に出現していたものの、1992年に被覆度が20%を示したのみであった。

表9 定点4における被覆度の経年変化 (主要出現種)

	被 覆 度 (%)																	
	1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992	
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季
アミジグサ科	- <sup>a)</sup>	-	+ <sup>b)</sup>	-	+	-	+	-	+	-	60	-	+	-	-	-	-	+
ワカメ	30	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-
ヤツマタモク	15	55	75	65	70	70	75	100	20	+	20	+	10	-	+	+	10	
アカモク	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	80	+	100	30	70	10	
イソモク	15	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	10	+	+	10	30	
サンゴモ科	35	20	15	25	10	10	10	+										
サビ亜科									+	10	-	+	+	20	+	60	+	20
サンゴモ亜科									+	+	+	+	+	+	+	+	20	20

a) -: 出現しなかったことを示す

b) +: 被覆度10%以下を示す

以上、定点1～4における結果を述べたが、定点1では、前述したような地形条件のため他の定点と異なり、当地先海域で大型の海藻類に属するホンダワラ類は少なく、優占種となることはなかった。このため、小型の褐藻類や紅藻類も一定の被覆度を占め、また出現種類数も多かった。しかし、安定して出現していたのはサンゴモ科及びサンゴモ亜科のみで、優占種となっている場合が多かった。1987年以前にはサンゴモ科を除く海藻類は極めて少なく、単純な植生となっていたが、1987年以後はサンゴモ科以外にも一定の被覆度を占める種類が出現し、植生の多様性が増していた。

定点2～4については、前述したように直接的な波浪の影響が弱いため、いずれの定点ともホンダワラ類を主体とした植生となっていた。1984年春季を除くと、いずれの定点とも1988年春季までヤツマタモクが圧倒的に多く、優占種となっていた。また、増減の傾向もほぼ似ていた。しかし、1988年秋季以後は各定点で様相が異なり、定点2では変動はあるもののヤツマタモクの大きな減少がみられず、引き続き優占種となっていたのに対し、定点3、4ではヤツマタモクは大きく減少していた。これらの様子を図2に示した。

このようなヤツマタモクの減少によって、定点3ではサビ亜科及びサンゴモ亜科が大きく増加し、ホンダワラ類のトゲモクも若干増加していた。定点4では一時的にサビ亜科が優占したものの安定せず、1990年春季からはホンダワラ類のアカモクが大きく増加していた。

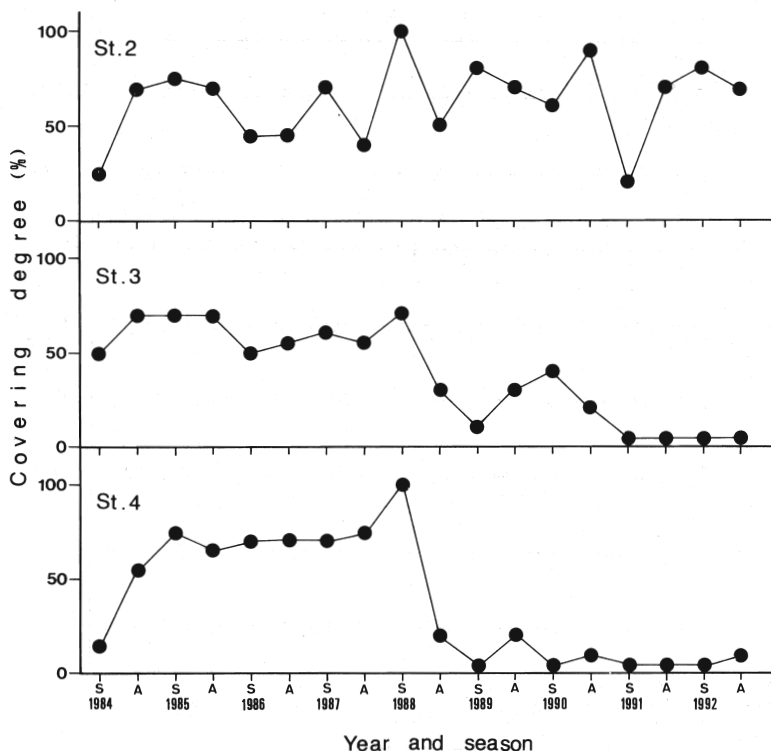


図2 調査定点（2～4）におけるヤツタモクの被覆度と経年変化。

### 3 調査測線 2, 4 における春季の優占種と経年変化

各調査年の春季の優占種及びそれに準ずる種を図3, 4に示した。

#### (1) 調査測線 2

距岸0～20m付近までフシイトモク *Sargassum microceratium* (TURNER) C. AGRDH が、そこから定点2に至る距岸80mまではヤツタモクが優占する機会が多く、各調査年を通して増減はあるものの、その基本的な構成に大きな変化はみられなかった。その他の優占種としては、ジョロモク、ヨレモク、トゲモク、マメタワラなどのホンダワラ類が調査年によっては部分的に優占していた。

前述した定点2では、定点3, 4に比べヤツタモクの大きな減少はみられなかったが、調査測線2においてもほぼその傾向を反映した結果となっていた。

#### (2) 調査測線 4

1984から1987年までは、定点4に至る沖合でヤツタモクが、岸寄りではフシスジモクが優占していた。1988から1990年にかけては、岸寄りでフシスジモクが優占することに大きな変化はなかったが、沖合ではヤツタモクが減少し、代わってアカモクが優占するようになった。なお、1989年については、フシスジモクが沖合までその優占範囲を広げていた。1991年になると、沖合でアカモクが優占す

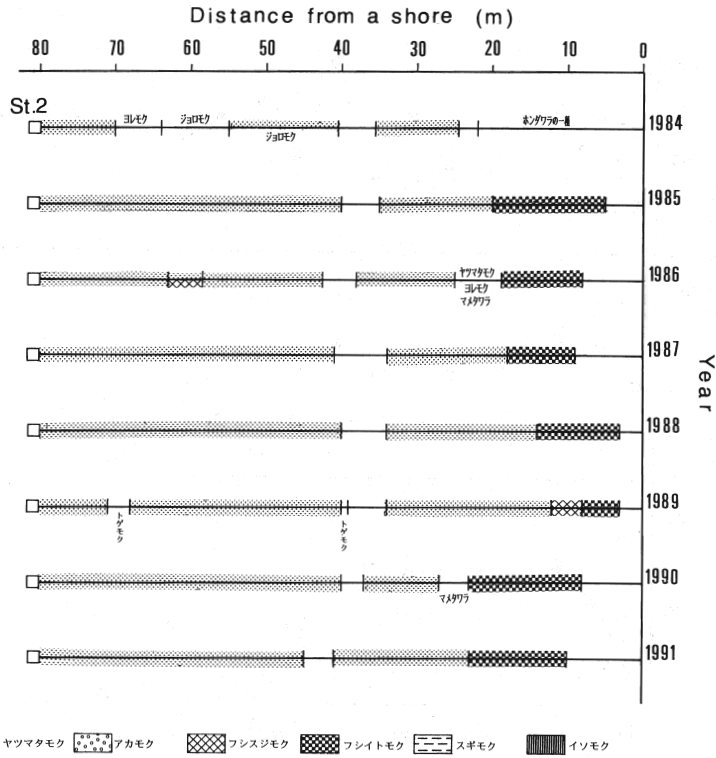


図3 調査測線2における春季の優占種と経年変化 (模式図).

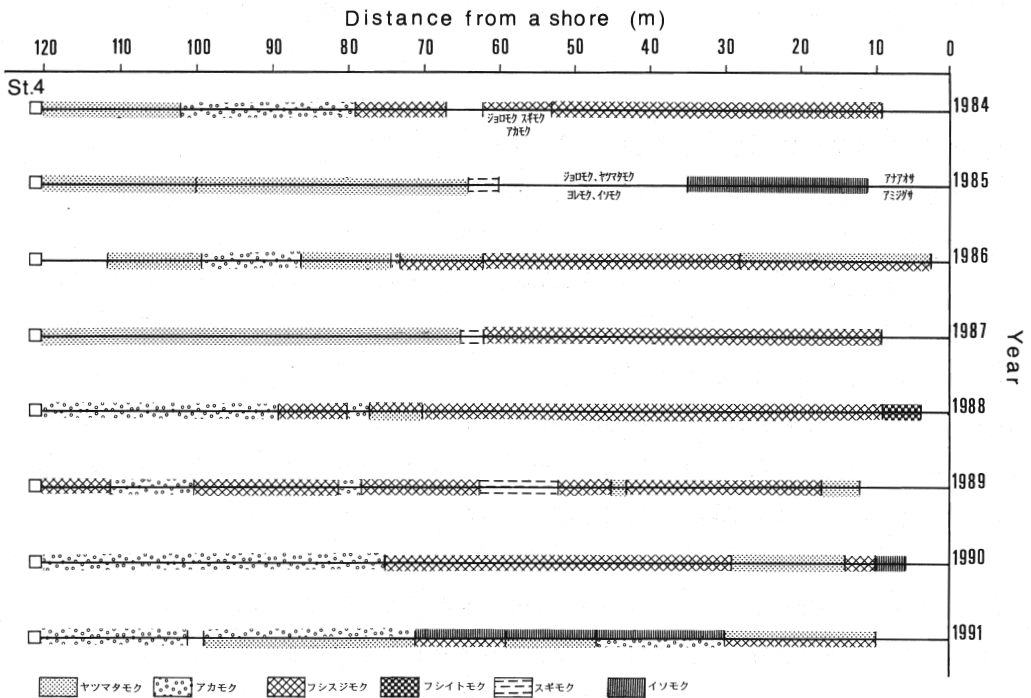


図4 調査測線3における春季の優占種と経年変化 (模式図).

ることに変わりはないが、岸寄りではフシスジモクが減少し、イソモク、ヤツマタモク、アカモクなども部分的に優占するようになり、以前とは異なった植生を示していた。また、沖合の一部で再びヤツマタモクが優占し、ヤツマタモクの回復する兆しがうかがえるようにも思われた。

前述した定点4では、1989年からヤツマタモクが大きく減少していたが、調査測線4ではその前年からすでに大きな減少がみられていた。

ここでは秋季の結果を示していないが、両調査測線ともホンダワラ主体の植生であり、多年生のホンダワラ類では上部が流失した後の新たな伸長期にあたること、また一年生のアカモクは新しい芽生えの伸長期にあたることから、ホンダワラ類は量的に減少するものの基本的な植生は、短期的には春季と変わっていない場合が多かった。

調査測線2、4ともホンダワラ類が優占していたが、優占種の構成及び経年的な変化については、両者で差がみられた。調査測線2が比較的単純な植生で年変動も少なかったのに対し、調査測線4は出現した優占種数も多く、より複雑な構成となっており、年変動も比較的大きかった。また、沖合では1988から1989年にかけて、ヤツマタモクからアカモクへの優占種の交替がみられた。

両者には地形的に大きな差はみられないが、調査測線2がより砂や波の影響が少ないように思われる。このことが、どの程度結果に影響したかは明らかでない。

## 考 察

今回まとめた調査結果については、調査方法が狭い範囲の定点、定線調査であること、また水深の極く浅い所に調査場所を設定したことから、周辺全体の海藻相を正確に反映したものはなっていない。

1984から1992年の調査結果をみると、出現種類数は紅藻類が最も多かったが、もともと紅藻類の属種が多いことから当然の結果と思われた。また、季節的な出現動向も褐藻類、紅藻類とも春季から初夏にかけて成熟する種が多いことから、当然の結果と思われた。このように、調査期間を通した紅藻類の出現種類数は多かったが、各調査年の褐藻類と紅藻類の出現種類数に大きな差はみられず、褐藻類がより安定的に存在していた。これは、褐藻類が多年生のホンダワラ類を主体とした組成となっていたためと考えられた。紅藻類は出現種類、出現種類数とも各調査年毎の変動が大きく、特に一定な傾向を持った経年変化はみられなかった。

調査定点1を除くと、各調査定点、調査測線とも褐藻類のホンダワラ類がほぼ調査期間を通して優占し、量的に最も多かった。ホンダワラ類は日本海沿岸では普通にみられ、藻場を構成する最も重要な種類として知られている。今調査で主として出現したホンダワラ類は、ヤツマタモク、アカモク、フシスジモクであったが、山田・谷口(1977)は能登半島飯田湾について、ヤツマタモクは水深4～8mの斬深帯に優占的に出現し、フシスジモクは水深1m前後に出現するとしている。また、中原(1985)は、若狭湾についてはほぼ同様な結果を述べ、フシスジモクについては波の影響の少ない場合、上部に多いとしている。今調査海域は開放的な地形で比較的波浪の強い所であるが、フシスジモクについては岸寄りに多く、そこでは前面で碎波し、比較的静穏域となっていたためと思われた。ヤツマタモク

の分布水深については、山田・谷口(1977)、中原(1985)と異なっているが、前二者に比べ、比較的強い波浪条件が、浅所まで分布する一因となっていたように考えられる。

定点3、4及び調査測線4の沖合いでは1988から1989年にかけてヤツマタモクが大きく減少していたが、その時期は、新潟県の沿岸域で海藻類の減少した時期に符合していたように思われた。前述した1990年に新潟県の各地(本土側沿岸、佐渡、粟島)から報告のあった海藻類の減少は、前後の関係から考えると、既に1988、1989年には進行しつつあったように考えられる。ヤツマタモクはマメタワラなどとともに、新潟県沿岸域においては、浅所から漸深帯の藻場を構成する主要なホンダワラ類であり、その大きな減少がこのような結果につながったと推察された。それらの様相は県内一様でなく、前述したように、磯焼け状態に陥った所も何か所かみられていた。中原(1984)は、個体群の変動する原因として、植食動物による摂餌圧の増大の他、様々な要因をあげている。

ほぼ新潟県全域で発生したと思われるこのような海藻類減少の原因については、現在のところ、特定することは難しく今後の検討が必要である。

このように、定点3、4及び調査測線4におけるヤツマタモク群落の変動は、周辺及び新潟県の変動も示唆していたように思われるが、漸深帯での調査結果があれば、より明らかになったと考えられた。また、極く近辺の定点2及び調査測線2では定点3、4及び調査測線4と明らかに様態が異なっていたが、この点については、周辺の地形、底質が若干異なっており、その結果として波浪や波浪が巻き上げる砂の影響が異なっていたためと考えられるものの、今後の細かい検討が必要である。

## 文 献

- 中原紘之 (1984) 褐藻類の生活史 XVI 個体群をめぐって(3). 海洋と生物, 6, 301-302.
- 中原紘之 (1985) 褐藻類の生活史 XIX 生物間の相互作用と生活史(1). 海洋と生物, 7, 63.
- 新潟県 (1985) 昭和59年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 85-2, 32-37.
- 新潟県 (1986) 昭和60年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 86-1, 42-45.
- 新潟県 (1987) 昭和61年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 87-1, 41-45.
- 新潟県 (1988) 昭和62年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 88-3, 29-31, 41.
- 新潟県 (1989) 昭和63年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 89-3, 30, 52-57.
- 新潟県 (1990) 平成元年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 90-5, 37-38, 62-67.
- 新潟県 (1991) 平成2年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料 91-1, 38-39, 70-75.

新潟県 (1992a) 平成 2 年度新潟県水産試験場年報. 新潟県水産試験場, 98-103.

新潟県 (1992b) 平成 3 年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料92-1, 40-41, 70-75.

新潟県 (1993a) 平成 3 年度新潟県水産試験場年報. 新潟県水産試験場, 94-111.

新潟県 (1993b) 平成 4 年度柏崎・刈羽原子力発電所温排水等漁業調査報告. 新潟県水産試験場, 資料93-1, 41-43, 60-65.

山田悦正・谷口和也 (1977) 能登半島飯田湾の漸深帯における海藻の垂直分布. 石川県水産試験場研究報告, (2), 33-40.

### [質疑応答]

今野 (東水大) 定点 3, 4 では1990年前後にヤツマタモクが衰退し, その後回復していないとのことであるが, 衰退域の地形, 特に底質について知りたい.

石川 (新潟水試) 定点 3, 4 は他の定点に比べ岩礁帯の張り出しが弱く, 波浪, 砂の影響がより強いように思われるが, 特に大きく変わっている点はない.