

## 佐渡南東岸における漸深帯海藻群落

——特にイシモズク及びモク類の分布と底質の安定性との関係——

谷口 和也・大久保久直<sup>1</sup>

### Sublittoral Algal Communities in Southeast Coast of Sado Island, Japan Sea, with Special Reference to Relation between Distribution of *Sphaerotrichia divaricata* and *Sargassum* spp. and Stability of Bottom Characters

KAZUYA TANIGUCHI AND HISANAO OHKUBO<sup>1</sup>

#### Abstract

The distributional patterns of sublittoral algae were investigated in Akadama coast, a spot of southeastern part of Sado Island in the Japan Sea, with special reference to the bottom characters. The zone investigated could be divided into two floral subzones; the one was a belt area between 1 and 2 m beneath the chart datum, and the other between 2 and 3 m. The former shallow subzone was covered with mainly *Sphaerotrichia divaricata*, and *Punctaria latifolia*, and *Tinocladia crassa* were found, too. The latter deeper subzone was occupied dominantly by *Sargassum* spp., and *Gracilaria sublittoralis*, *Corallina pilulifera*, and *Laurensia nipponica* were also distributed.

The perennial algae such as *Sargassum* spp. can grow restrictedly on the stable bottom substrata such as large boulders and rock, while the algae showing seasonal appearances, e. g. *S. divaricata* and *Ulva pertusa*, can be distributed on the unstable bottom in shallower depths.

The mean values of standing crops of *S. divaricata* and *Sargassum* spp. were estimated at 0.93 kg/m<sup>2</sup> and 2.11 kg/m<sup>2</sup> in wet weight respectively.

#### 1. 緒 言

日本海沿岸における海藻群落について、谷口(1970)は潮間帯の帯位の一例を示し、齋藤(1970)は日本海において海藻が貧弱な理由の主要な要因として、潮汐変動幅が太平洋のそれにくらべてはるかに狭いことをあげているが、これらはいずれも潮間帯に関することからあつて、漸深帯についてはこれまでほとんど報告されていない。

漸深帯に分布するイシモズクは食用海藻のなかで重要な地位を占め、最近では、増養殖業化の可能な候補種としての関心も高まり、各地で採苗方式の開発を志向した研究が進められ

<sup>1</sup> 新潟県水産試験場佐渡分場

<sup>1</sup> Sado Branch, Niigata Pref. Fish. Exp. Sta., Ryotsu City, Niigata Pref.

ている。筆者の一人、大久保も佐渡島におけるイシモズクの分布調査を実施するとともに天然採苗の可能性を追求している。しかし、これまでに得られたこの種の生態学的知見はきわめてとぼしい。また、同じ漸深帯に分布するモク類についても、幼稚魚成育場である“藻場”構成種としての意義は強調されているが、その分布様式、群落構造に関する知見は少く、藻場としての機能についても明らかにされていない状態にある。したがって、漸深帯海藻群落の特性を明らかにすることは、日本海における水産増養殖の振興をはかるうえからも急を要する課題となつている。

筆者らは、日本海中部海域の漸深帯における海藻の分布と群落構造の特性を明らかにする研究の一環として、1974年7月に佐渡南東岸の赤玉地区海岸において、海藻群落の生態学的研究を実施した。その結果、特にイシモズク及びモク類を中心にした群落について、その分布の規定要因、群落構造に関する若干の知見を得るとともに、イシモズク及びモク類の現存量を推定する方法についての吟味も行つたので、ここに報告する。

報告に先立ち、本稿の御校閲と貴重な御意見を賜つた日本海区水産研究所、深滝弘浅海開発部長、ならびに本研究の便宜をはかつていただいた同、小金沢昭光浅海開発第三研究室長、新潟県水産試験場、坂井英世佐渡分場長に深謝の意を表す。同試験場佐渡分場、中泉 憲技師、石川義美技師、金子英二郎技師から、野外調査の実施に御協力をいただいた。また、同試験場、柿本 皓海洋課長からは資料の貸与と貴重な御意見を賜り、同試験場、守屋義秀技師、日本海区水産研究所、長沼光亮技官にはそれぞれ専門的な御意見を賜つた。さらに印刷原図の作成等には日本海区水産研究所、長沼典子技官から御協力いただいた。ここに記して筆者の謝意を表すものである。

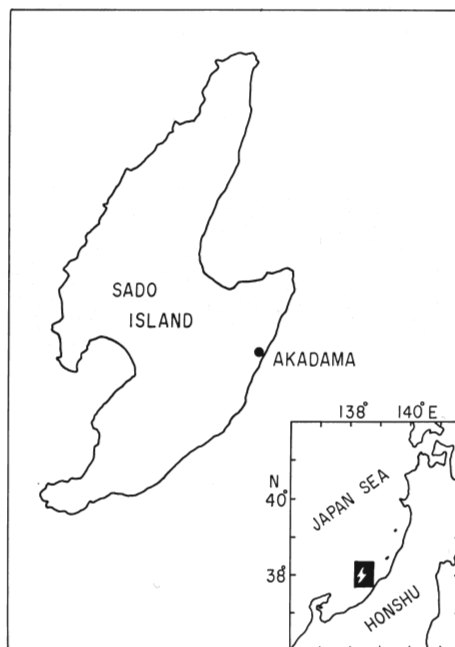
## Ⅱ. 調 査 方 法

両津市赤玉地区海岸において幅50m、沖出し約30mの範囲を調査区域に設定し、1974年7月15日から7月19日にかけて、スキューバ潜水によつて調査区域内の海藻群落と底質を観察した(第1図)。まず区域内における海藻群落の状態を概観的に把握した後、10m間隔で合計6本の調査線を設け、さらにイシモズク群落の観察を目的として各調査線の中間に5本の補助調査線を設けた。各調査線上において海藻の着生が認められたのは沖出し10~30mまでの範囲であつた。各調査線上に2m間隔で調査点を設け、それを中心に0.5×0.5mの方形枠を設置し、その枠内に着生している海藻全種について、種毎に被度\*と頻度を観察した。その後、枠内の全海藻を刈り取り、その個体数と、湿・乾重量を測定した。被度と頻度を測定するため、方形枠の内部を10×10cmの小方形枠25個で区切つておいた。被度の測定はBRAUN-BRANQUET (1964)の方法\*によつた。頻度とは各種海藻が出現する小方形枠数の全小方形枠数に対する百分率である。この報告に用いた密度とは各調査点における小方形枠当りの個体数である。

調査線に沿つて調査点毎に水面からテープ・メジャーをおろして水深を測定し、測定時の潮高を考慮して潮汐基準面からの深度に補正した。

\* 被覆の程度は以下の5階級である。

階級—5: 100~75% (中央値, 87.5%)  
—4: 75~50% ( " , 62.5%)  
—3: 50~25% ( " , 37.5%)  
—2: 25~10% ( " , 17.5%)  
—1: 10~ 1% ( " , 5.0%)



第1図 調査区域(赤玉)の位置  
 Fig. 1. A map showing location of the area surveyed.

各海藻の被度, 頻度, 密度を用いて積算優占度(沼田・依田, 1957)\*を算出して植生図を作成した。ただし, モク類は3種出現したが, モク類としてまとめて取り扱った。また各海藻の分布限界については調査線毎に観察して, その深度で記録した。底質についてはKAIN(1962)の分類を参考にして, その大きさによって砂(直径0.5mm以下), 砂利(直径1~5cm), 玉石(直径10~30cm), 大きな石(直径50cm以上)の4型に分け, それぞれの分布を概観的に把握した後, 各調査線に沿って分布限界をその深度で記録した。

### III. 調査結果

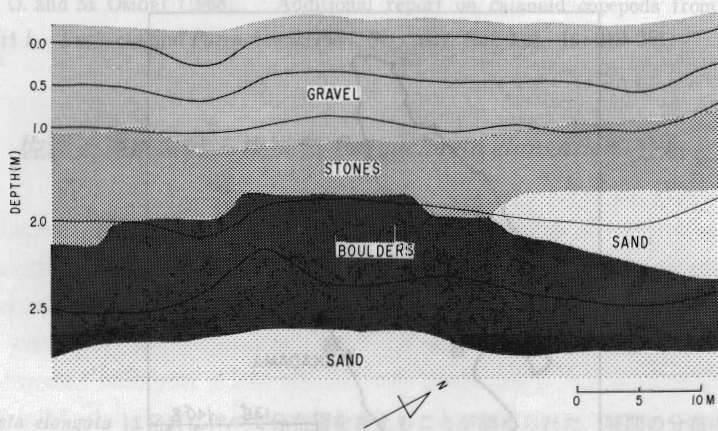
#### 1. 調査海域の性状

両津市赤玉地区海岸は佐渡島南東に位置しており, 佐渡海峡に面している(第1図)。この海峡における海流の流向は北東が最も卓越し, 南西がこれに次ぎ, この2つの流れが周年通して主要なものとなっている。当海域においては4月から10月まで比較的静穏な天候が続くが, 11月以降, 翌年の3月までは荒天の日が多い。

調査海域における水深及び底質の分布を第2図に示した。海岸から水深1mまでは直径1~5cm程度の砂利(gravel)が続く, 水深1~2m前後の間には直径10~30cmの玉石(stones)がしきつめられていたが, 直径50cm以上の大きな石(boulders)の点在も認められた。水深2

\* 積算優占度 (SDR) =  $\frac{\text{密度比数} + \text{頻度比数} + \text{被度比数}}{3}$  (%)

密度比数, 頻度比数または被度比数とは第1位の種の個体数, 頻度または被度総和をそれぞれ100とした時の各種の個体数, 頻度または被度総和の比数。

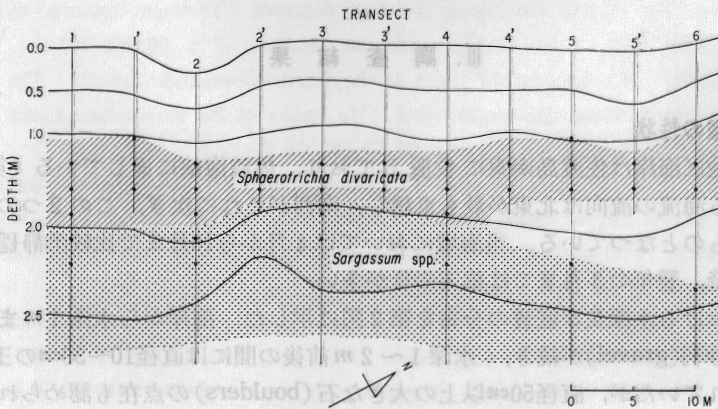


第2図 水深と底質の分布  
 Fig. 2. Water depth and distribution of bottom characters.

～3 m前後の間は直径50cm以上の大きな石で、それ以深は砂 (sand) となっていた。調査海域の北寄りには部分的に玉石と大きな石の分布の中間に砂地が認められた。

2. 海藻の分布様式と群落構造

水深0～1 mまでと3 m以深においては海藻の着生は全く認められなかった。出現した海藻は緑藻類2, 褐藻類10, 紅藻類10の合計22種であった。それぞれの種が示す被度, 頻度, 密度から積算優占度を求めたところ, 明瞭な2つの帯に区分された。すなわち水深1～2 mにおいてはイシモズクが, 水深2～3 mまでにはモク類がそれぞれ優占していた (第3図, 第1表)。各優占帯に出現した海藻の頻度を第1表に示した。両帯に出現した海藻は6種あったが, ツルモトモサズキの1種を別にすれば, いずれも頻度の高い方の帯の付随種とみなすことができた。すなわち, イシモズクの付随種としてはフトモズク, キョウノヒモ, アナアオサ, ハバモドキが, モク類の付随種としてはシンカイカバノリ, ウラソソ, マクサ, ウミウチワ, アミジグサがそれぞれ認められた。



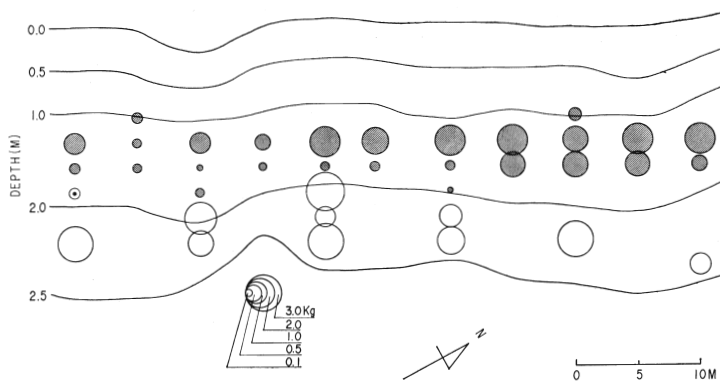
第3図 植 生 図  
 Fig. 3. Vegetation map.

第1表 イシモズク帯とモク帯における各種海藻の頻度  
Table 1. Frequencies in marine algae by two zone

種	<i>Sphaerotrichia</i> zone	<i>Sargassum</i> zone	Species
イシモズク	94.3%	3.6%	<i>Sphaerotrichia divaricata</i>
ハバモドキ	10.8	5.1	<i>Punctaria latifolia</i>
フトモズク	10.3	—	<i>Tinocladia crassa</i>
キヨウノヒモ	2.5	—	<i>Grateloupia okamurai</i>
アナアオサ	0.3	—	<i>Ulva pertusa</i>
ボウアオノリ	+	—	<i>Enteromorpha intestinalis</i>
オキナモズク	+	—	<i>Padina japonica</i>
ツルキ	2.5	2.5	<i>Chorda filum</i>
モサズキの一種	+	+	<i>Jania</i> sp.
モク類	0.5	62.5	<i>Sargassum</i> spp.
シンカイカバノリ	—	7.3	<i>Gracilaria sublittoralis</i>
ピリヒバ	0.3	4.4	<i>Corallina pilulifera</i>
ウラソゾ	—	2.9	<i>Laurensia nipponica</i>
マクサ	—	2.2	<i>Gelidium amansii</i>
ウミウチワ	—	1.1	<i>Padina arborescens</i>
アミジグサ	—	0.7	<i>Dictyota dichotoma</i>
ムカデノリ	—	+	<i>Grateloupia filicina</i>
スギノリ	—	+	<i>Gigartina tenella</i>
カキノテの一種	—	+	<i>Amphyroa</i> sp.
エゴノリ	—	+	<i>Campyraephora hypnaeoides</i>

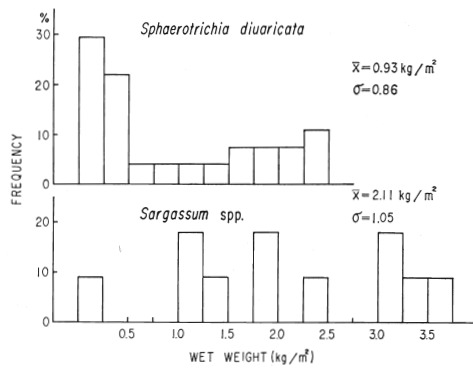
### 3. イシモズク及びモク類の現存量推定

調査区域で優占し、帯位をなすイシモズクとモク類との調査点毎の現存量（湿重量）を第4図に示した。植生図の場合と同様に水深2m前後を境界にして、それ以浅にはイシモズク、以深にはモク類が量的にも卓越していることが明らかである。イシモズク帯については補間



第4図 イシモズク（中実円）とモク類（空円）の各測区毎1m<sup>2</sup>当りの湿重量の分布  
Fig. 4. Distribution of wet weight of *Sphaerotrichia divaricata* (solid circle) and *Sargassum* spp. (open circle) per 1m<sup>2</sup> on each transect.

調査点を設けているので、面積上の抽出率はイシモズクが約1/37、モク類は約1/56である。第5図に示したとおり、各調査点毎の現存量の変動範囲はきわめて大きく、この程度の抽出率では精度の高い現存量の推定は困難であることが明らかになった。

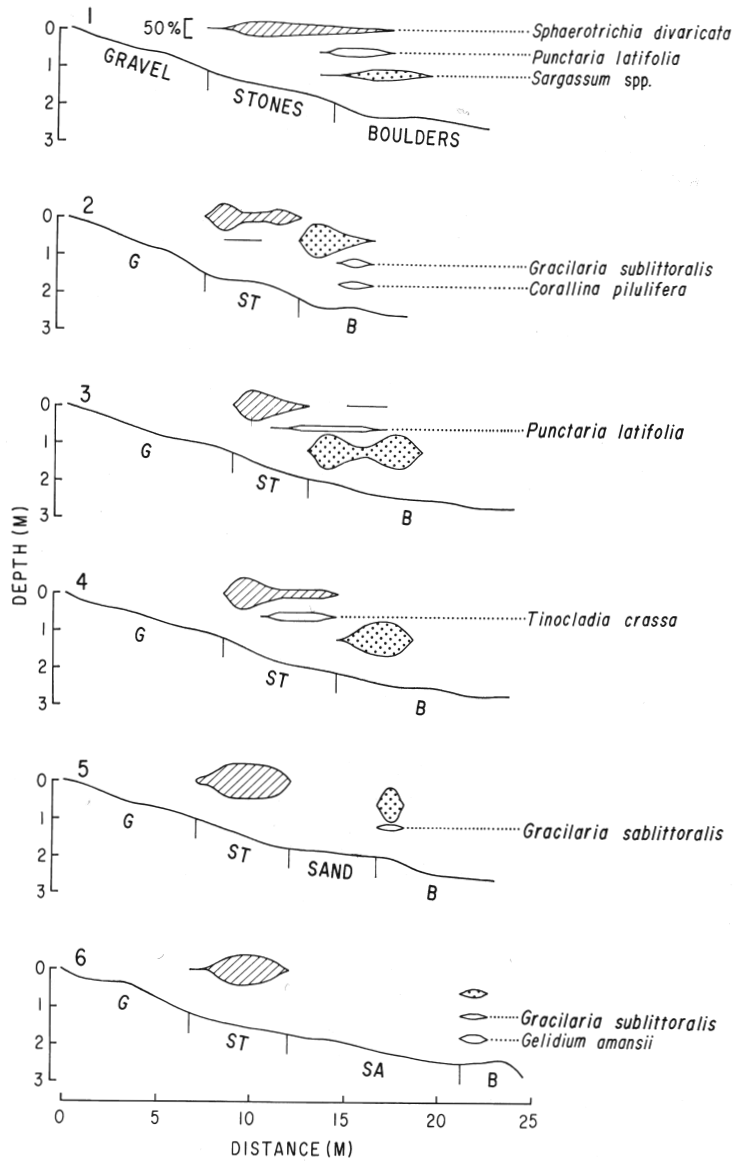


第5図 イシモズクとモク類の1 m<sup>2</sup>当りの湿重量の頻度分布  
 Fig. 5. Frequencies distribution of wet weight of *Sphaerotrichia divaricata* and *Sargassum* spp. per 1 m<sup>2</sup>.

#### IV. 論 議

調査海域における海藻の分布と底質の分布はよく対応していた (第2, 3図). すなわち砂利帯, 砂帯には海藻の着生は全く認められず, 玉石帯にはイシモズク, 大石帯にはモク類が主に認められた. これらの対応関係を調査線毎に第6図に示した. ところで底質の相違を考慮しなければ, イシモズクは水深1~2 mに, モク類は2~3 mに分布するところから, この漸深帯における明瞭な海藻の帯位は底質以外の要因, 例えば光条件とか波浪条件等によつて規定されているものとも考えることもできよう. ところが佐渡海峡の本土側に位置する出雲崎海岸においてはイシモズクの分布は水深1~12 mの広い範囲に認められており, この水深帯内にモク類の分布も認められている (新潟水試, 1972; 1973). また著者の1人, 谷口 (未発表) も新潟県能生町地先で底質が岩盤の場合, イシモズクとモク類とは同じ水深とともに群落をなして着生していることを観察している. これらの報告及び観察は底質が岩盤のように安定したものである場合には, イシモズクとモク類とは同じ水深帯内でともに群落を形成していることを示す. したがつて赤玉地区海岸において1~3 mの狭い水深帯のなかで, イシモズクとモク類とがそれぞれ帯位を示しているのは, 水深にもとづく条件よりも, むしろ底質, とくにその大きさに起因する安定性の程度によるものと考えられる.

同様な事例はコンブ属の2種においても認められている. すなわち, WALKER (1950, 1954, 1957) によれば, *Laminaria hyperborea* は岩において優占するのに対し, *L. saccharina* はより不安定な底質で優占する. また, KAIN (1962) はこの両種の分布様式を競争関係とみなし, その条件として底質の安定性と波動の強弱をあげ, 砂利や石のような不安定な底質のところでは波動が強い場合, 何ものも着生しないが, 弱い場合には *L. saccharina* が優占し, 一方, 大きな石や岩のような安定した底質のところでは, 波動が強い場合, *L. hyperborea* が優占し, 弱くなるにつれて *L. saccharina* が優占してくるとのべている. これらの例は分類



第6図 調査線毎の地形、底質と主要種の被度による分布様式

Fig. 6. Distributional pattern in coverage of major species on six transects with profile of topography and bottom characters.

学的位置も生活形も等しいコンブ属植物の種間関係であるが、分類学的にも生活形においても著しく異つているイシモズクとモク類とが、なぜ底質の安定性によつて分布が限定づけられているのであろうか。

日本海中部海域において、イシモズクの肉眼的葉体は5月頃に発芽し、9月頃に消失する夏季一季節海藻である。一方、調査海域に出現したモク類3種は茎部越年多年生の種とみなし得る。したがつて底質の安定性を要求される期間はイシモズクの場合、肉眼的葉体の着生期間のみに限られるが、モク類の場合はそれが周年にわたつていると考えてよい。

調査海域に出現した海藻の生活形について、FELDMANN (1951), 片田 (1963), 谷口(1974)の報告を参考にして整理した結果を第2表に示した。この表からイシモズク帯の主要な付随種とみなし得るフトモズク, ハバモドキはいずれも夏季に繁茂する一季節海藻である。一方, モク類の主要な付随種とみなし得るシンカイカバノリ, ピリヒバ, ウラソゾ, マクサは多年生海藻である。したがって, イシモズク及びモク類に対して推定した生活形の相違と底質の安定性との関係は, その付随種においても同様になりたつものとしてよい。一方, アナアオサやボウアオノリのような多季節海藻は胞子放出時期によつて不安定な底質にも着生し得ると思われる。また真一年生海藻とみなされるアミジグサ, ウミウチワ属2種, ムカデノリ属2種は, 種によつてイシモズク帯, モク帯のいずれかに分布しているので, 真一年生海藻は, 多年生海藻ほど底質の安定性を要求しないと思われるが, この点については種毎の繁茂時期や生殖周期をさらに詳細に明らかにしたうえで結論づける必要がある。

第2表 調査海域に出現した海藻の生活形  
Table 2. Life forms of marine algae on all sampling area

I. 一年生海藻	I. Annual algae:
A) 一季節海藻	A) Algae found during one season of the year only
イシモズク	<i>Sphaerotrichia divaricata</i>
フトモズク	<i>Tinocladia crassa</i>
ハバモドキ	<i>Punctaria latifolia</i>
ツルモ	<i>Chorda filum</i>
B) 多季節海藻	B) Algae found during several season of the year
ボウアオノリ	<i>Enteromorpha intestinalis</i>
アナアオサ	<i>Ulva pertusa</i>
C) 真一年生海藻	C) Algae found throughout the year
アミジグサ	<i>Dictyota dichotoma</i>
ウミウチワ	<i>Padina arborescens</i>
オキナウチワ	<i>P. japonica</i>
ムカデノリ	<i>Grateloupia filicina</i>
キヨウノヒモ	<i>G. okamurai</i>
エゴノリ	<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>
II. 多年生海藻	II. Perennial algae:
A) 根部越年海藻	A) Only the basal creeping portion of the frond persisting
ピリヒバ	<i>Corallina pilulifera</i>
カニノテの1種	<i>Amphyroa</i> sp.
モサズキの1種	<i>Jania</i> sp.
スギノリ	<i>Gigartina tenella</i>
シンカイカバノリ	<i>Gracilaria sublittoralis</i>
B) 茎部越年海藻	B) Only a part of the erect frond persisting
ヤツマタモク	<i>Sargassum patens</i>
フシスジモク	<i>S. confusum</i>
トゲモク	<i>S. micracanthum</i>
ウラソゾ	<i>Laurensia nipponica</i>
C) 真多年生海藻	C) The whole frond perennial
マクサ	<i>Gelidium amnii</i>



現在のところ、明確に言及できるのはモク類のような多年生海藻は安定した底質に分布を限定されるが、イシモズクのような一季節海藻や一部の多季節海藻は不安定な底質にも分布し得るという事実である。

## V. 要 約

- 1) 佐渡南東、赤玉地区海岸において1974年7月に、幅50m、沖出し30mの範囲でスキューバ潜水によつて海藻群落の生態学的調査を実施した。
- 2) 水深1～2mにおいてはイシモズクが、水深2～3mにはモク類が、それぞれ優占する明瞭な2帯に区分されたが、これは底質の分布に対応していた。
- 3) イシモズクの主要な付随種としてハバモドキ、フトモズクが、モク類の付随種としてシンカイカバノリ、ピリヒバ、ウラソゾがそれぞれ認められた。
- 4) 出現種の生活形を検討した結果、多年生海藻は安定した底質に分布を限定されるが、一季節海藻及び一部の多季節海藻は不安定な底質にも分布し得ると推定した。
- 5) イシモズクおよびモク類の現存量（湿重量）は、調査地点間で変動範囲が大きいので推定精度は低いが、標本平均値としてそれぞれ $0.93\text{kg}/\text{m}^2$ 、 $2.11\text{kg}/\text{m}^2$ と計算された。

## 引 用 文 献

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. Springer-Verlag, Wien [鈴木時夫訳; 植物社会学 I. 朝倉書店, 東京, 359 pp.]
- FELDMANN, J. (1951). *Ecology of marine algae. Manual of phycology*. Ronald Press Co., New York, 373 pp.
- KAIN, J. M. (1962). Aspects of the biology of *Laminaria hyperborea*. I. Vertical distribution. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 42 (2): 377-385.
- 片田 実 (1963). 海藻の生活形と遷移. 日水会誌, 29(8): 798—808.
- 新潟県水産試験場 (1972). 原子力発電所温排水漁業影響調査報告書 (昭和46年度). 新水試資料, 72—4: 172pp.
- (1973). 同上報告書. 新水試資料, 48—4: 144pp.
- 沼田 真・依田恭二 (1957). 人工草地の群落構造と遷移. I. 日草地研会誌, 3: 4—11.
- 斎藤 譲 (1970). 日本海沿岸の海藻が貧弱な理由. 科学, 40(10): 561—565.
- 谷口和也 (1974). 北海道臼尻弁天島における潮間帯海藻の遷移. 日本植物学会第39回大会講演要旨.
- 谷口森俊 (1970). 日本の海藻群落学的研究. 井上書店, 東京, 112 pp.
- WALKER, F. T. (1950). Sublittoral seaweed survey of the Orkney Islands. *J. Ecol.*, 38: 139-165.
- (1954). A sublittoral survey of the *Laminariaceae* of Little Loch Broom. *Trans. bot. Soc. Edinb.*, 36: 305-308.
- (1957). An ecological study of the *Laminariaceae* of Ailsa Craig, Holy Island, Inchmarnock, May Island and Seaforth Island. *Ibid.*, 37: 182-199.