

富山湾の無節サンゴモとその群落

藤 田 大 介

(富山県水産試験場)

富山湾は日本海側で最も早くから海藻に関する研究が行われている海域であるが、無節サンゴモのうち、海底の岩盤や礫などを被う無節サンゴモについてはほとんど調べられておらず、「富山湾海藻誌」(大島 1952)にヒライボ *Lithophyllum okamurae* FOSLIE が記載されているにすぎない。著者は1988年から湾内の藻場調査を行い、これまでに11種の岩石着生性の無節サンゴモが分布していることを明らかにすることができたので、各種の生育状況、群落の種組織、およびサザエに対する餌料性の検討例について簡単に紹介する。なお、無節サンゴモは一般に馴染みのない分類群なので、分類と生態について概説した。

無節サンゴモの分類

無節サンゴモは、紅色植物門、真正紅藻綱、サンゴモ目、サンゴモ科に属する海藻のうち、膝節をもたない分類群の総称である。かつて、すべてサビ亜科(Melobesioideae)にまとめられていたこともあったが、現在は JOHANSEN の分類体系が若干修正されて5亜科に分けられている(表1)。ちなみに

表1 無節サンゴモの属レベルの分類 (現生のみ)

紅色植物門	
真正紅藻綱	
サンゴモ目 (1986年にカクレイト目から独立)	
サンゴモ科	
無	・イシゴロモ亜科…………… テナレア属, イシゴロモ属, シズクイシゴロモ属, ノリマキ属
節	・イボイシ亜科…………… イボイシ属
サ	・イシノハナ亜科…………… イシノミモドキ属, モカサ属, スポンギテス属 ¹⁾ , ヒドロリトン属, レスエウリア属, イシノハナ属, ウロコイシ属, メタマストフォラ属, マストフォロプシス属, アナアキイシモ属
ン	・サビ亜科…………… サビ属, イシモ属, エダウチイシモ属, シンアルトロ
ゴ	フィトン属, クバレヤ属, キタイシモ属, フィマトリ
モ	・スפורリトン亜科 ²⁾ …… スפורリトン属, ヘイドリキア属
有	・サンゴモ亜科…………… サンゴモ属 ³⁾ , ヘリトリカニノテ属, イソキリ属, エ
節	ゾシコロ属 ⁴⁾ , アルトロカルディア属, サビモドキ属,
サ	チハラエア属, モサズキ属, ヒメシコロ属, ハリブチ
ン	ロン属
ゴ	・カニノテ亜科…………… カニノテ属, リトトリックス属
モ	・メタゴニオリトン亜科… メタゴニオリトン属

備考: ¹⁾イボモカサ属を吸収; ²⁾サンゴモ科に対する独立する科とする意見もある; ³⁾オオシコロ属を吸収; ⁴⁾ヤハズシコロ属を吸収。

膝節を有する分類群は有節サンゴモと呼ばれ、以前はサンゴモ亜科(Corallinoideae)一つにまとめられていたが、現在は3亜科に分けられている。従って、無節サンゴモや有節サンゴモという語は、分類学的にまとまったグループの呼称ではなくなっており、「サビ亜科」や「サンゴモ亜科」を無節サンゴモや有節サンゴモの代名詞としてと用いることもできない。

無節サンゴモは世界中の海に分布しており、ノルウェーの分類学者 M. K. FOSLIE (1855~1909) が記載した種だけでも240種を数え(WOELKERLING 1984)、これまでに記載された種は数百種にのぼる。しかし、属の概念が曖昧なうえに、多くの種が乱立したために、分類は相当混乱している。最近、ようやく各属のタイプ標本に基づく整理が進められているので、著者も紹介した(藤田 1991a)が、その後の動きもある。日本産の無節サンゴモの種は、岡村(1936)、MASAKI (1968)、BABA (1987)などが参考になるものの、属名が変更になったものも多く、ほかに、未記載種や日本未報告種もある。なお、種は外形では決定できず、脱灰して作成した切片を光学顕微鏡で見たり、走査型電子顕微鏡で乾燥標本の断口を観察したりして内部構造を調べる必要がある。

無節サンゴモの生態

無節サンゴモの生態についても簡単に触れておく。無節サンゴモは海底の岩盤や礫を覆うほか、他の海藻や動物(フジツボや貝殻など)の体表面を覆う。多くの種は、偶発的な例を除けば、岩石着生性、植物着生性または自由生活種のいずれかである。岩石着生性の種は、概して植物着生性の種よりも大型で、紅藻では珍しい多年生種も多く含まれ、ほかの底生生物との関わりも大きい。今後、本文では、特に断わらない限り、岩石着生性種を単に無節サンゴモという。

無節サンゴモは、潮間帯上部から漸深帯の藻場の下限まで、それぞれの環境に適応した種が生育しており、種群としてみた場合、かなり幅広い垂直分布を示す。ちなみに、大型海藻の中で世界最深生育記録(水深268メートル)を有しているのもこの仲間である。藻場の内部では、階層構造上、最下層を占め、林冠、下層林、ターフ層などの下での生育を余儀なくされているが、潮間帯や藻場の下限周辺、磯焼け地帯などでは優占種となっていることが多い。海底を覆う無節サンゴモは、海藻の孢子・遊走子や動物の浮遊幼生の着底に深い関わりをもち、テングサ類や寄生性サンゴモなどの着生基質、ゴカイ、ホシムシ、二枚貝、ノリの糸状体などの穿孔基質となっているほか、巻貝、ウニ、魚などのグレーザーの餌料となっている。この中には、宿種特異的な寄生植物(例えば、エゾイシゴロモに着生するシズクイシゴロモ)、各種動物の着底・変態誘引物質、専門食者(ユキノカサガイやヒザラガイの仲間)の存在など、特に密接な関係も知られている。また、最近では、無節サンゴモ間あるいは他の海藻の付着器や殻状藻、微細藻や固着動物との競合、イトマキヒトデのような海底食者(bottom feeder)との関わりについても指摘されている(藤田 1995)。もちろん、他の海藻と同様に光合成を行う基礎生産者で、体内に炭酸カルシウムを蓄積して石灰化するために、二酸化炭素のレザーバー、熱帯域ではサンゴ礁における造礁セメントとなっている。

富山湾産の無節サンゴモについて

これまでに属レベルまで固定した11種を表2に示した。以下に、各種について若干の説明を加えた。

表2 富山湾に生育する主な岩石着生性の無節石灰藻

	体型	構造	表層	生殖器巢	連絡	寿命	備考
イシゴロモ亜科							
イシゴロモ属							
クボミイシゴロモ	平	II	多, 剥	単, 凹	ピット	多	朝日
エゾイシゴロモ	平	II	多, 剥	単, 凹	ピット	多	各地
ヒライボ	コブ	II	1, 剥	単, 凹	ピット	多	普通, 氷見
ノリマキ属							
ノリマキ属1種	平	II	1, 痕	単, 凸	ピット	短	各地, 初期入植
イシノハナ亜科							
イボイシモ	コブ	I 共	1	単, 凸	融合	多	氷見
アナアキイシモ属							
オニハスイシモ	平	I 羽	1	単, 凹	融合	?	氷見, 滑川
モカサ属							
モカサ属1種	平	II	1, 痕	単, 凹	融合	短	各地, 初期入植
サビ亜科							
イシモ属							
アッケイシモ?	コブ	I 羽	1, 剥	多, 凸	融合	多	各地, 同定難
エダウチイシモ属							
クサノカキ	ボテチツブ	I 羽	1	多, 凸	融合	1	各地
カガヤキイシモ	平	I 共	1	多, 凸	融合	?	朝日, 氷見

構造：I＝一組織性，II＝二組織性，羽＝羽状組織，共＝共軸構造
 表層：1＝1細胞層，多＝多細胞層，剥＝剥離が知られる，痕＝細胞が小さく痕跡的
 生殖器巢：単＝無性生殖器巢が単孔，多＝同じく多孔，凹＝体表下に埋没した形成される，
 凸＝体外に突出して形成される
 細胞間連絡：ピット＝ピットコネクション，融合＝細胞融合
 寿命：短＝短生命，1＝1年生，多＝多年生

(1) クボミイシゴロモ *Lithophyllum neoatalense* MASAKI

湾内各地に産する。朝日町の礫海岸の潮間帯で春先に白化し、地元で磯焼けの原因と騒がれた無節石灰藻の優占種である(藤田 1994a, 藤田・湯口 1995)。未成熟体ではエゾイシゴロモとの区別は難しいが、本種では縁辺が非常に薄くなり、体表は四分胞子生殖器巢付近でくぼむ。エゾイシゴロモほど厚くはならず、淡水の影響を受けるような場所にも見られることが多い。内部形態についてはMASAKI (1968)を参照のこと。

(2) エゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense* FOSLIE

北海道南西岸の磯焼け地帯で優占種となっている種類であるが、富山湾にも各地で生育している。北海道南西岸産の個体と比べると、小型で弱令(3～4年)の個体が多く、礫に固着していて剥しにく

い。内部形態については, ADEY *et al.* (1974), 生活史については野呂(1994), 生態については藤田(1995)を参照のこと。

(3) ヒライボ *Lithophyllum okamurae* FOSLIE

富山湾海藻誌(大島 1952)や「日本海の手藻」(野田 1987)に収録されている唯一の岩石着生性無節サンゴモで, 湾内各地に産するが, 氷見市沿岸や朝日町沿岸に多い。砂岩上にも生育する。形態については MASAKI (1968)を参照のこと。

(4) ノリマキ属 1種 *Titanoderma pustulatum* f. *macrocarpum*

湾内各地でふつう。海底に基質(アクリル板, サザエ中間育成用のプラスチック製コンテナなど)を投入した際に, いち早く着生する。表面を *Cocconeis* 属の付着珪藻が覆っていることが多い。日本新産種。形態については CHAMBERLAIN (1991)を参照のこと。

(5) イボイシモ *Neogoniolithon verrucosum* FOSLIE

氷見市の水深7-10m付近の岩盤にふつうで, 特に, ホンダワラ群落の下限(砂地との境界)付近に多く見られる。内部形態については BABA (1987)を参照のこと。

(6) オニハスイシモ *Porolithon orbiculatum* MASAKI

氷見市と滑川市の地先で確認されている。同種が多数接触して隣接する場合に, 縁辺が盛り上がり, オニハスのようになることからこの名がある。氷見市地先に多数投入されているサザエ稚貝着底礁(奈倉・高松 1984)の吊り上げ用鉄製金具は, ほとんど本種によって覆われている。滑川市地先の造成漁場(水深10m)にサザエ中間育成用のプラスチックコンテナを沈めたところ, 多数着生した。本種の体表付近には, 毛生細胞が集塊を成して見られる。内部形態については MASAKI (1968)を参照のこと。本種が含まれるアナアキイシモ属については認否に意見が分かれており, 認められなければ, スポンギテス属に含められることになる。

(7) モカサ属 1種 *Pneophyllum* sp.

富山湾各地にふつう。海底を漂うプラスチック製品(雨桶など)に着生しているほか, 海底にアクリル板やチタン板を設置した時に, 初期入植者として着生。本属の同定は生殖器巣周辺の細胞配列などを詳細に観察する必要があり, 同定は進んでいない。

(8) スポロリトン属 1種 *Sporolithon episporum* (HOWE) DAWSON

氷見市宇波地先の巨礫に着生していた。ヒライボとよく似ているが, イボ状突起はさらに大きく, 表層細胞の上縁がフレア状となっている。本属の無性胞子体は, いわゆる生殖器巣に形成せず, 四分胞子形成様式がほかの無節サンゴモ各属の場合(環状分裂)と異なり, 十字分割の四分胞子を形成する。本種の場合, 多年生で, 体表付近に形成された生殖器巣が周辺組織とともに, 剝離脱落する。内部形態については, KEATS and CHAMBERLAIN (1993)を参照のこと。

(9) イシモ属 1種 *Lithothamnion* sp.

湾内随所に産する。特に小礫や中礫を覆うことが多い。マクサが着生していることが多い。イシモ属の種の分類は非常に混乱しており, 富山湾内に多産する形態のものはアッケシイシモ *Lithothamnion pacificum* FOSLIE に似るが, 分布上検討の余地があり, また, 1種類だけとも思えず, 今後の検討課

題である。

(10) クサノカキ *Mesophyllum cystocarpideum* FOSLIE

富山湾内各地に産するが、特に滑川市や魚津市の地先に発達する小型海藻群落の沖合に多い。日本産種は主にマクサに着生する種として紹介されていたが、実際には岩石、コンクリート礁、鉄柵礁(いわゆるふとんかご礁)、他の海藻(ウスカワカニノテ)の上にもふつうに生育する。海藻に着生するのは傘状であるが、鉄柵礁などでは overgrowth の結果、激しく重なりあって瓦状を呈する。魚津市や滑川市の地先では水深10m付近で優占しており、滑川市中川原沖の水深30m付近に設置されているジャングルジム魚礁や電柱魚礁にも出現する。富山湾産種のうち、鉄柵礁に着生する個体の写真を藤田(1991b)に、マクサに着生する個体の写真を藤田(1994a)に示してある。雌雄同体。内部形態については MASAKI (1968)を参照のこと。なお、「日本海の生物」(堤 1978)に、褐藻イソガワラと書かれたカラー写真が紹介されているが、これは本種の誤りと思われる。

著者は現在、WOERKERLING (La Trobe University, Australia)、馬場(海洋生物環境研究所実証試験場)らとともに、本種の分類学的研究を進めている。ここでは、これまでの説に従ってエダウチイシモ属に含めておいたが、最近配偶体の雄性生殖器巢の精子形成様式から、シリアルトロフィトン属に含めるべき考えている。*M. cystocarpideum* のタイプ標本との比較などを十分に行った結果、改めて公表する。

(11) カガヤキイシモ *Mesophyllum nitidum* FOSLIE

朝日町宮崎地先に多く、離れ岩周辺に発達する岩礁地帯の水深10~20m付近でパッチ状に優占種となっている(藤田 1994a, 藤田・湯口 1995)。氷見市沿岸では比較的浅所に産し、漁港防波堤などでも見ることができる。本種は、種小名が示すように、表面に光沢がある。体層の中核部は共軸構造が顕著で、四分胞子生殖器巢が月面のクレーターのようになるのでわかりやすい。形態については岡村(1936)を参照のこと。

富山湾の無節サンゴモ群落

富山湾では、朝日町宮崎、入善町各地、魚津市青島、滑川市中川原、氷見市姿地先などで無節サンゴモ優占群落が確認されている。朝日町の宮崎では、礫海岸の潮間帯でクボミイシゴロモが多くなっているほか、離れ岩周辺の水深10m付近でカガヤキイシモが多くなっている。そのほかの場所では、いずれも藻場の沖側(砂地との境界、水深12m付近)に広がる礫地帯に発達しており、北海道南西岸の磯焼け地帯と同様に、キタムラサキウニが生息している。但し、1994年7月に氷見市で50個体/m²以上の濃密なパッチが確認されたのを除けば密度は低く1個体/m²以下で、1994年の猛暑でキタムラサキウニが壊滅的に減少し(藤田 1994b)、1995年3月現在回復していない。

このうち、水産試験場のすぐ近くの滑川市中川原地先では、投石とコンクリート礁からなる造成漁場(53m×120m)が設置されており、著者は定期的に潜水調査を行っている(藤田 1995)。ここでは無節サンゴモ相を調べるとともに、付着板上の遷移観察を行っている。この付近にふつうに生育している無節サンゴモを、形態別、厚さ別に整理して表3に掲げた。また、表中には、生殖器巢が体表上に

表3 滑川市地先の岩石着生性の無節サンゴモ (藤田1995を加筆修正)

	無 突 起	コブ状突起	葉状分枝
極めて薄い ($<0.1\text{mm}$)	モカサ属1種 (▲) ノリマキ属1種 (▲) 各種の初期発芽体	—	—
薄 い ($0.1-1\text{mm}$)	クボミイシゴロモ (▽) エダウチイシモ属1種 (▲) オニハスイシモ (▲)	—	クサノカキ (▲)
厚 い ($1\text{mm}<$)	エゾイシゴロモ (▽)	ヒライボ (▽) イシモ属1種 (▲)	—

▲：生殖器巣が体表上に突出して形成される。▽：生殖器巣が体表下に埋没して形成される。
(注：原典では誤印刷のために記号と説明が逆になっているが、本表が正しい)

表4 5月に滑川市地先に設置した付着板の無節サンゴモの被度の变化

	モカサ属1種	ノリマキ属1種	計
8月	32.3% (44.5%)	41.3% (55.5%)	73.6% (100%)
12月	51.1% (74.4%)	17.8% (25.6%)	68.9% (100%)

数字は被度； () 内は無節サンゴモ中の相対被度。

突出する種に▲，体表下に埋没する種に▽を示した。非常に多くのタイプが含まれていることがわかるが，藻体が厚く，埋没型の生殖器巣を有する種が大部分を占める北海道南西岸の磯焼け地帯と比べ，きわめて対照的である(藤田 1995)。

遷移観察はまだ全試料の解析が進んでいないが，ここでは1例だけ紹介する。1992年5月に20cm四方のアクリル板を水深10mのFRP礁にロープで固定し，8月と12月に引き上げ，被度を測定した。被度，引き上げたアクリル板の表面5カ所に目盛り1mmが印刷された方眼ガラス(2cm×5cm)を置いて写真を撮影して，無節サンゴモ各種の入った方眼を数えて算出した。

引き上げ時の被度は表4に示した通りで，7カ月間に着生した無節サンゴモはモカサ属1種とノリマキ属1種だけで，3カ月以降，板のおおよそ70%を覆うようになる。残りの30%は，フジツボやウズマキゴカイが占めるほか，基質面も残っていた。その後，イトマキヒトデによる被覆や浮泥の影響を受けて一部個体が白くなって枯死したほか，キタムラサキウニのグレージングによって薄い藻体が寸断された。ここでは2年以上を経過しても，多年性の大型無節サンゴモはほとんど見られず，1年後，1枚にエゾイシゴロモが数個体が確認されたに過ぎなかった。現在，季節別あるいは長期設置試験を継続中である。

サザエは無節サンゴモを食べるか？

クサノカキ、エゾイシゴロモおよびヒライボでは、メタノール抽出物中にサザエやバテイラなど植食性の巻貝動物に対する摂餌刺激物質の存在が確かめられている (FUJITA *et al.* 1992). 富山県で進めているサザエの増殖技術開発の一環として、稚貝に対する各種海藻の餌料価値を検討した際に、無節サンゴモを含む殻状藻類について若干検討したことがあるので、簡単に紹介する。

最初の実験では、滑川市地先の水深10m付近の海底から採取した礫のうち、クボミイシゴロモとベニイワノカワが覆ったものをサザエ稚貝(殻高25mm)とともに水槽に入れ、1月間の各種の被度の減少を調べた。この結果、藤田(1992)に写真で示したように、ベニイワノカワは2日間に大半が摂餌されて被度が著しく減少したが、クボミイシゴロモの被度はほとんど減少しなかった。

また、氷見市大境漁港防波堤で透明プラスチック板を3カ月間吊り下げ、ノリマキ属1種と付着珪藻類が覆ったものを、殻高24mm稚貝10個を収容した多段式水槽(県栽培漁業センター)に沈めてみた。この結果、藤田(1992)に写真で示したように、まず最初の2週間で付着珪藻類がきれいに食われ、その後の2週間に、無節サンゴモの縁辺または中央が摂餌された。以上の2実験から考えると、無節サンゴモは、殻高25mm前後の稚貝の餌料としてみた場合、ほかに食べやすい餌料がある限り、あまり重要ではないものと思われる。

同じように、同漁港防波堤に1カ月間垂下して天然仕立てした波板には、付着珪藻類、マクサなどの幼体、アワビモ、イソハナビなどとともに、モカサ属などの無節サンゴモや有節サンゴモの発芽体が多数着生していた。この波板を室内仕立ての波板とともにタンクに入れて採苗したところ、稚貝はこれらを盛んに摂餌して成育し、天然稚貝に見られるような暗紅色の縞模様が生じた(藤田 1994c)。これには紅藻である無節サンゴモ(特に発芽体)も貢献しているものと思われる。現在、培養した無節サンゴモの発芽体を用い、着底当初の餌料として検討中である。

一部の無節サンゴモについては、北海道教育大学函館分校の秋岡英承助教授、海洋生物環境研究所の馬場将輔主任研究員に御教示をいただいた。ここに、厚くお礼申し上げる。

文 献

- ADEY, W. H., MASAKI, T. and AKIOKA, H. (1974) Ezo epiyessoense, a new parasitic genus and species of Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). *Phycologia*, 13, 329-344.
- BABA, M. (1987) Taxonomic study of Lithophylloideae and Mastophorideae (Corallinales, Rhodophyta) in southern Japan. Dr.thesis. 1-429.
- CHAMBERLAIN, Y. M. (1991) Historical and taxonomic studies in the genus *Tilano-derma* (Rhodophyta, Corallinales) in the British Isles. *Bull. Br. Mus. Nat., Hist. (Bot.)*, 21, 1-80.
- 藤田大介 (1991a) 無節サンゴモの属レベルの同定について —Woelkerlingの検索表の紹介—. 藻類, 39, 285-290.
- 藤田大介 (1991b) 藻類の仲間 —富山の海藻と淡水藻—. とやまの魚, 富山県水産試験場, 滑川,

- 藤田大介 (1992) 平成3年度地域特産種増殖開発事業報告書 (巻貝グループ). 富山 1-14.
- 藤田大介 (1994a) 富山の海藻. 藤田大介・濱田 仁・渡辺信編 富山の藻類. 富山県水産試験場, 滑川, 1-64.
- 藤田大介 (1994b) 1994年の夏に富山湾浅海域で見られた猛暑の影響. 富水試だより, 61, 16-19.
- 藤田大介 (1994c) 平成5年度地域特産種増殖放流技術開発事業報告書 (巻貝グループ). 富山 1-11.
- 藤田大介 (1995) 磯焼けに地帯に生育する無節サンゴモ. 月刊海洋, 27, 60-65.
- 藤田大介・湯口能生夫 (1995) 富山県朝日町宮崎沿岸の海藻. 富山県水産試験報. (6), 1-15.
- FUJITA, D., IWASAKI, Y. and SAKATA, T. (1992) Cralline algae contain feeding stimulant glycerolipids for marine gastropods. *Bull. Toyama Pre. Fish Exp. Stn.*, (3), 1-6.
- KEATS, D. W. and Y. M. CHAMBERLAIN (1993) *Sporolithon ptychoides* HEYDRICH and *S. episporum* (HOWE) DAWSON : two crustose coralline red algae (Corallinales, Sporolithaceae) in South Africa. *S. Afr. J. Bot.*, 59, 541-550.
- MASAKI, T. (1968) Studies Melobesioideae of Japan. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 16, 1-80.
- 奈倉 昇・高松賢二郎 (1984) 昭和57年度大規模増殖造成事業調査報告書 (氷見地区・サザエ). 富山県水産試験場, 滑川, 1-50.
- 野田光藏 (1987) 日本海の海藻. 風間書房, 東京, 1-557.
- 野呂忠秀 (1994) エゾイシゴロモ. 堀輝三編 藻類の生活史集成第2巻. 褐藻・紅藻類. 内田老鶴圃, 東京, 254-255.
- 岡村金太郎 (1936) 日本海藻誌, 第1版, 内田老鶴圃, 東京, 1-964.
- 大島勝太郎 (1952) 富山湾海藻誌. 大東出版文化協会, 東京, 1-196.
- 堤 徹 (1978) 日本海の生物. —水面下の佐渡・粟島—. 野島出版, 新潟, 1-178.
- WOELKERLING, W. J. (1984) M. H. Foslie and the Corallinaceae : an Analysis and Indexes. J. Cramer, Hircheburg (Germany), 1-142.