

日本藻類学会秋季シンポジウム 講演要旨

(1994年9月19日, 北海道大学理学部)

海藻の生態関連物質の多様性

(北海道大学大学院地球環境科学研究科)

鈴木 稔

海洋生態系を構成する生物種間の相互関係を制御する生態関連物質(エコケミカルズ)が次々と明らかとなり, 異種生物間に生起する様々な生物現象を物質レベルで議論できるようになってきた。本講演では, 海藻と海洋動物との相互関係に関わっている化学物質について紹介する。

1. 海洋植食動物に対する摂食阻害物質

海藻類は, 魚や底生植食動物から一方的に食べられるばかりではなく, 種々の化学物質を生産して化学的防御機構を備えることによって種の保存と群落の維持, 拡大を図り生態的に適応していると考えられる。アワビ, ウニ, サザエなどの植食動物は, コンプ科の褐藻(アラメ, カジメ, コンプなど)を好んで食べるが, ある種の褐藻類や紅藻類をほとんど食べない。私達の開発した結晶セルロースを塗布したアルミシートを用いる生物試験法で摂食阻害活性物質を検索した。

アミジグサ科の褐藻: 岩手県の三陸中北部沿岸では, コンプの優先群落が消滅した海域にフクリンアミジグサが繁茂することによってアワビやウニが散逸してしまうので, 漁民はケカツグサ(方言で凶作草の意)と呼んで嫌っている。また, 新潟県の佐渡島や粟島では, ホンダワラ類の優先群落が衰退し, その裸地にアミジグサの群落が拡大した結果, サザエやアワビが散逸してしまった現象が起きている。これらの海藻では, 脂溶性の中性部に強い摂食阻害活性が見られたので, 生物試験を指標として分離を行ったところ, 両海藻ともスパタン型やセコスパタン型のジテルペン類が植食動物に対して摂食を阻害していることが明らかとなった。一方, 秋田県金浦町飛の沿岸に見られる“磯焼け”の海底に点在する不動石の上面にはシワヤハズやアミジグサが濃密に繁茂しており, 同所的に生息しているクロアワビによって摂食されない。シワヤハズではゾナロールやゾナロンなどのセスキテルペン誘導体が摂食を阻害していた。

コンプ科の褐藻: アワビなどの植食動物は同属のカ

ジメを食べるのにツルアラメをほとんど食べない。ツルアラメの抽出物について摂食阻害物質をスクリーニングしたところ, アミジグサ科の海藻とは異なってツルアラメでは水溶性部に強い活性が見られた。水溶性部から協力的な阻害活性物質としてフロログリニンのオリゴマーやポリマー(フロロタンニン)が得られた。フロロタンニン類は, 褐藻類に普遍的に含有されているので, アラメについても調べてみた。予想通りアラメでも水溶性部にフロロタンニンによる阻害活性が見られた。このことは, アワビやウニが生鮮のアラメではなく寄り藻(落葉, フロロタンニン含有の低下したもの)を食べているという事実を良く説明できる。

フジマツモ科の紅藻: 北海道日本海沿岸の寿都海域では, キタムラサキウニなどの植食動物と同所的にマギレソゾが生育している。マギレソゾの抽出物でも中性部に摂食阻害活性が見られ, マギレソゾの摂食阻害は含窒素ジテルペン類やトリテルペン類によるものであることが分かった。ミツデソゾやウラソゾでもその主要な二次代謝産物である含氮素化合物に強い阻害活性が見られた。ハケサキノコギリヒバでは, プロモフェノール類が阻害活性を示した。これらの結果から紅藻類の生産している含ハロゲン化合物は, 植食動物に対して化学的防御を担っていると考えられる。

2. 海洋植食動物幼生の着底・変態に関する物質

コンプなどの大型の褐藻群落が消滅した跡に紅藻無節サンゴモの優先群落が広域に形成されるいわゆる“磯焼け”の海底には, キタムラサキウニなどの植食動物が多く生息している。これは, 石灰を沈着する無節サンゴモがアワビやウニ幼生の着底・変態を誘起するためと考えられていた。そこで“磯焼け”現象解明の一環として植食動物幼生の着底・変態誘起物質を検索した。その結果, サンゴモはジプロモメタンを生産し分泌することによってウニ幼生の着底・変態を誘因していることが明らかとなった。陸上においては発ガン物質やオゾン層破壊物質として知られているハロメタン類は, 海洋では植食動物幼生の着底・変態の過程で重要な役割を演じているだけでなく, さらに他の生物現象に関わっている可能性が示唆される。

有機化学からみた渦鞭毛藻

(北海道大学理学部) 中村 英士

海洋生物は、生理活性の強い特異な化合物を提供する生物として有機化学者に着目され、これまでに抗ガン剤、細胞毒性物質、カルシウムイオンチャネル活性化物質など多くの有用な活性物質が単離同定され、実用的な薬剤としても期待されている。

渦鞭毛藻は、赤潮の形成、また魚介類の毒化原因生物として注目されるとともに、海洋生物から得られた生理活性物質の真の生産者として重要視されている。事実、シガテラをはじめ魚介類の毒化原因が、渦鞭毛藻であることが示された。我々は、腔腸動物イワシナギンチャクの毒パリトキシンが、共生する渦鞭毛藻に由来するものと考えスクリーニングを行い、ヒラムシに共生する *Symbiodinium* 種が生理活性ならびに化学的性状が類似した化合物を生産することを見出した。この物質ゾーザンテラトキシンの構造は、最近決定することが出来たが、その構造はパリトキシンとは異なり、大変大きな環状構造を持っていることが明らかとなった。

渦鞭毛藻が多様な物質を生産することが分かるにつれ、有機化学者にとって渦鞭毛藻はますます魅力的になってきた。しかし、生育が遅く無菌化が困難であることなど、問題も多い。また、得られた物質が渦鞭毛藻にとってどのような意味を持つのか、また、赤潮の

形成など渦鞭毛藻自身が示す生物現象の機構についても十分解明されているとは言えない。我々は、渦鞭毛藻の発光時計に興味を持ち、*Gonyaulax polyedra* の発光時計の周期を短縮する内在性物質ゴニオリンから、こうした問題に取り組んできた。渦鞭毛藻の発光は、クロロフィルより合成されるルシフェリンの酵素ルシフェラーゼによる酸化反応で、体内時計の分子機構と直接には関係しない。しかし、その発光反応を形成する成分の生合成は、体内時計によって制御され、発光反応自身の制御機構とともに興味深い。

ゴニオリンは、その構造からメチオニンから生合成されると考えられ、種々の条件でのトレーサー実験を行ったところ、以外にも当初予想したような単純なものではなかった。メチオニンは、まず、磯の香りとして知られるジメチルスルフィドの前駆体であるジメチルプロピオセチンへと分解され、炭素原子を一つ失うが、その後炭素原子を一つ追加して合成されていた。この、一見無駄に見える生体反応が意味する事は何であるのか今のところ分かっていないが、渦鞭毛藻にはメチオニンを出発とする一連の代謝システム（メチオニンカスケード）が共通して存在するようである。ゴニオリンは、*Gonyaulax polyedra* には極めて高濃度で含まれているが、今のところ他の渦鞭毛藻には見出されていない。また、*Gonyaulax polyedra* はゴニオリンに特異な能動輸送系を持っていることも分かってきた。