

# サンゴの生殖とケミカルシグナル

内尾 康人

鹿児島大学医療技術短期大学部

Coral reproduction and chemical signal

Y. Uchio

サンゴ礁の海に潜ると美しい形や色をもったイシサンゴ (ハードコーラル) や、ゆらゆらと触手をなびかせているソフトコーラルを楽しむことができる。しかし、この水中景観に彩られ、また数多くの生物を育むサンゴ礁の海の大スペクタクルはサンゴの一斉産卵である。毎年、春が終わり初夏を迎えて海水が温みはじめた頃、サンゴ礁の海面下では新たな生命誕生の準備がすっかり調い、何十億個ものサンゴの卵と精子が月から発せられるランデブーの合図を待っている。

サンゴの産卵は本邦の南西諸島海域では5月から8月にかけての満月の前後にみられるが、南半球のグレートバリアリーフでは10月から11月の、きまって満月の1ないし2日後からはじまり、およそ7日間の間に100種以上のサンゴから卵と精子が一斉に同期して放出される。この時、サンゴ礁の海面は粟粒ほどの小さい卵のかたまりで覆われ、薄明かりの月光に照らされた海にこの光景を見ると神秘的な感動を覚える。ピンク色に明るく色付いた卵がポリブから海面に向かって浮上していく様子は、まるで大惑星の衛星みたいにも見え、たくさんの打ち上げ花火のようにも見える実にすばらしい眺めである。

このサンゴの生殖減少については生物学者によるさまざまな説明がなされているが、オーストラリアのJames Cook大学のColl等はグレートバリアリーフのサンゴの生殖機構解明に化学的観点から精力的に取り組んでいる。最近、彼等のグループによって一部のサンゴの生殖に関与する物質 (ケミカルシグナル) が明らかにされた。

ソフトコーラルのケミカルシグナル

ソフトコーラルの多くは雌雄異体のコロニーで分布している。Coll等は数種のソフトコーラルについて卵および完全に卵を放出し終わったコロニーの両方に含まれると化学物質を検索して、卵にのみ存在するものと卵とコロニーの両方にあるが、その存在量に著しい差 (10倍以上) がある数種の脂溶性有機化合物を見いだした。そのひとつは15-epiacetoxy-PGA<sub>2</sub> (1) のプロスタグランジン (PG) であったが、他は基礎骨格が炭素数20個からなる一般にジテルペンと呼ばれる化合物であった。

1975年にハワイ大学のScheuer研究室ではSinularia abrupta (カタトサカ的一种) から酸素原子をたくさんもつ新奇な化学構造のジテンペン、pukalide (プカライド) (2) と epoxy-pukalide (エポキシプカライド) (3) を見いだした。しかしその後、彼らは何度も同一物を抽出しようと試みたが取り出すことができなかった。Coll等は1983年にSinularia gibberosaの産卵3週間前のコロニーと産卵時の卵に含まれる成分の検索を行っていた。そして、Scheuer等が探しもとめていた二つの物質が卵に高濃度 (それぞれ23mg/2.4gと14mg/2.4g) で含まれていることを見いだした。しかし、産卵前のコロニーからは両化合物は全く検出されなかった。数年にわたる研究の結果、産卵前の最後の週にのみこれらの二つの化合物は生産され、卵のみが両物質を含んでいることが明確になった。さらに数種の別のSinularia種の卵を調べた結果、全てにこれらが含まれていることがわかった。

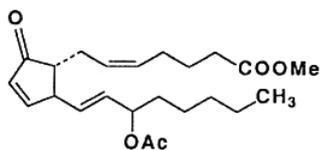
最初、両化合物は卵を守る何らかの毒性をもつものと推測してこのことを検討したが、魚に対して摂食阻害を示さず、ピブリオ菌等の一連の海洋細菌の増殖阻止活性も示さなかった。産卵前のわずかな期間に現れ、卵にのみ特異的に見いだされることから、これらの化合物は産卵過程に参与する物質とらみプカライド (2) のポリプに対する作用 (Xenia elongate : ウミアザミの一種のポリプが用いられた) が調べられた。その結果、卵の放出に重要な働きをしている平滑筋の収縮を引き起こすことが認められた。

前記プロスタグランジン 15 - epiacetoxoy PGA<sub>2</sub> (1) も同様に平滑筋収縮を引き起こすことが明らかにされた。この卵に特異的な物質は卵放出前の焼く14日間にそのレベルが上昇していき、産卵からプラヌラに成長する段階になると減少しはじめ、5日後には完全に消失するという。これらの事実から、卵に特異的に存在する物質がポリプからの卵放出に参与していることが明らかになった。この現象はヒト女性の月経周期に先立ち、一連の性ホルモン (プロゲステロン等) のレベルが上昇するのに類似して興味がある。また、今日プロスタグランジン類は広い範囲の生理活性をもつ化学メッセンジャーとしてヒト

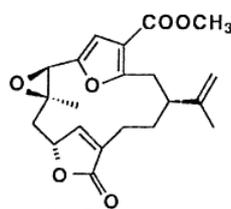
の種々の臓器に存在することが知られ、医薬品としても重要なものが見いだされている。それらのうち 15 - epiacetoxoy PGA<sub>2</sub> (1) に類似の化学構造をもつ PGE<sub>2</sub> (プロスタグランジン E<sub>2</sub>) (4) は分娩促進剤 (子宮の収縮を増大し、胎児の分娩を促す) として知られている。

#### ハードコーラルのケミカルシグナル

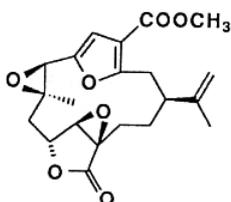
ハードコーラル (イシサンゴ) はソフトコーラルと異なり多くが雌雄同体のコロニーとして分布している。これらのイシサンゴのポリプは卵と精巣が一体となった塊 (egg-sperm bundle) を放出し、受精はこれらの塊が浮上して海面で個々の卵と精子にバラバラになって起こる。産卵が年に一回しか起こらないなかで、しかも広大な海でどのようにして間違いなく同種の卵と精子が出会うことができるのだろうか? Coll 等は Montipola digitata (エダコモンサンゴ) の卵から、この興味ある配偶行動の活性物質を見つけた。M. digitata のコロニーにネットをかぶせて海面に浮上する前に卵 精巣の塊を集め、再び少量の海水に浮かせ軽くゆすって卵と精子を分離させ、バラバラになった卵のみをすくい取ると精子の懸濁海水と分けることができる。集めた卵の含有成分を有機溶媒で抽出した後、クロマトグラフィー操作を繰り返して含有成分を分離していった。この分離操作は、ドイツの Muller 等が褐藻に見いだした卵の精子誘引物質研究のバイオアッセイ方法を応用して進められた。すなわち、水に溶けないフッ化炭素の油滴にクロマトグラフィーカラムから順次溶出してくるフラクションの一部を溶かす。この少滴に精子の海水懸濁液をたらすと精子誘引活性があればこの油滴のまわりに精子が群がってくる。アッセイは顕微鏡下で行われ、コントロール群と比較しながら10倍以上過剰の精子が群がるものを指標として検索し、活性画分は濃い溶液 (0.1mg/ml) では全て



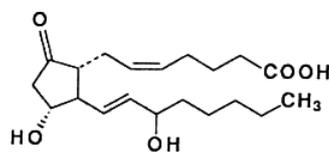
(1) 15-epiacetoxoy-PGA<sub>2</sub>



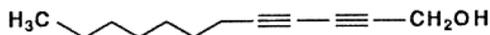
(2) Pukalide



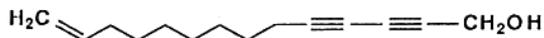
(3) Epoxy pukalide



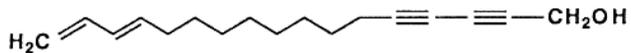
(4) PGE<sub>2</sub>



(5)



(6)



(7)

の精子が死ぬほどの強い毒性を示したが、これを 100 倍ほどに希釈すると明確な精子誘引活性が観察された。この活性画分は高速液体クロマトグラフィーにかけたところ 3 種の化合物からなる混合物であることがわかった。精製されたこれら 3 成分の化学構造は分光学的方法によりそれぞれ (5)、(6) および (7) と決定された。そして各々の単一物質のバイオアッセイを再度行ったところ、(5) のみが精子誘引活性を示し、(6) は精子の動きを活発にさせるものの明確な活性は認められなかった。最後の (7) には全く活性が認められなかった。しかしながら、卵にあるのと同じく、これらの 3 種の物質を再び混合した溶液は各々を単独にアッセイした場合に比べ、より強い活性を示した。このように複合成分にしてはじめて本来の活性が発現することは多くの昆虫のフェロモン類にもみられる (役に立たないものはない!)。これらの活性物質は他の *Montipola* 種の精子には働かないので、種特異性があるものと思われる。

上記エダコモンサンゴの精子誘引物質はそれぞれ炭素数が  $C_{12}$ 、 $C_{14}$  および  $C_{17}$  であるが、共通の部分構造を持っている。これらの化学構造はお互いに酷似しており、違いは末端の炭素 炭素結合の不飽和度 (単結合、二重結合、共役二重結合) の差にある。このような構造をもつ低分子化合物は一般に不安定で空気酸化等に弱く壊れやすい。したがって、活性物

質の単離は短時間内に済ませねばならない。さらに、サンゴの生殖が毎年 1 回のみ現象であり、配偶子を長時間保存できないのでチャンスを逃すと研究は年単位の長期間におよぶことになる。事実、Coll 等は上記の物質単離に 6 年以上を費やしている。このような研究は生物学、生態学、生理学および化学等の諸分野の協力なくしては行けない。より多くのサンゴについて配偶行動に關与するケミカルシグナルが明らかにされるとともに、さらに他のサンゴ礁生物の生態行動と化学シグナル研究が進展することを期待したい。これらの研究によって陸とは異なる海水環境下に生活する生物からの種々の特異な生理活性物質が見いだされ、また生命活動維持に必要な情報受容体 (ケモレセプター) や伝達メカニズム (セカンドメッセンジャー) の解明、そして有用な医薬品開発につながる可能性もある。

おわりに本稿の作成のためにサンゴのケミストリーに関する種々の情報を提供された James Cook 大学のコル教授に謝意を表す。

#### 参考文献

- Coll, J. C., Bowden, B. F., Alino, P. M., Heaton, A., Konig, G. M., De Nys, R. and Willis, R. H. 1989. Chemically mediated interactions between marine organisms. *Chemica Scripta*, 29: 383-388.
- Pass, M. A., Capra, M. F., Carlisle, C. H., Lawn, I. and Coll, J. C. 1989. Stimulation of contractions in the polyps of the soft coral *Xenia elongate* by compounds extracted from other Alcyonacean soft corals. *Comp. Biochem. Physiol.*, 94c (2) : 677-681.

深海 浩, 1985. 昆虫の行動制御にかかわる物質. *化学と工業* (日本化学会), 38 (8) : 597-600.