

# '90助成研究ワークショップ

## 「サンゴ礁」

開催日時：1990/12/15(土)9:30~17:00

会場：メルパルクOKINAWA（郵便貯金会館）

主催：財団法人 日本生命財団

### プログラム

9:30	開会挨拶	日本生命財団理事長 高橋 壽常
9:35	特別講演 「サンゴ礁海域の地形的複雑性—その成因と影響—」	(株)東京久栄技術顧問 堀越 増興
	コーディネーター	琉球大学理学部教授 西平 守孝
10:05	報告 「サンゴ礁の環境図作成と保全問題に関する研究」	三重大学人文学部教授 目崎 茂和
10:55	「サンゴ礁海域における漁業活動のパターンの変容に関する生態人類学的研究」	琉球大学医学部助手 武田 淳
11:45	昼食休憩	
12:40	「海流漂流カプセル実験によるオニヒトデ浮遊幼生の琉球列島群島間および黒潮流域沿岸での分散・伝播現象の検証」	琉球大学理学部教授 山口 正士
13:30	「サンゴ礁海域におけるオニヒトデの集団構造 —琉球列島集団の遺伝子組成の時間的・空間的变化を手がかりにして—」	琉球大学理学部助手 西田 睦
14:20	休憩（20分）	
14:40	「西表島北西部海域におけるオニヒトデの成長と稚仔の分布」	東海大学海洋学部助教授 上野 信平 東海大学海洋研究所講師 横地 洋之
15:30	総合討論	コーディネーター 琉球大学理学部教授 西平 守孝 コメンテーター (株)東京久栄技術顧問 堀越 増興
17:00	閉会	

### <コーディネーター>

西平 守孝 (にしひら もりたか) 琉球大学理学部 教授

(略歴) 1939年生まれ。琉球大学文理学部生物学科卒業、東北大学大学院修了。

東北大学理学部助手、同助教授、琉球大学理工学部助教授および京都大学理学部助教授を経て、1982年より現職。

(専攻) 生態学

(著書) 「海洋生態学」(東京大学出版会)(共著)、「沖縄のサンゴ礁」(沖縄県環境科学検査センター)(共著)、「フィールド図鑑造礁サンゴ」(東海大学出版会)

## 珊瑚礁海域の地形的複雑性—その成因と影響—

堀越 増興 (ほりこし ますおき) (株)東京久栄 技術顧問

(略歴) 1925年生まれ。東京大学理学部動物学科卒業、東京大学海洋研究所教授、千葉県立中央博物館設置準備特別顧問、千葉大学理学部生物学科教授を経て1990年より現職。

(専攻) 生物海洋学、海洋生物地理学、軟体動物学

(著書) 「海洋と生物」(共立出版)、「海洋生態学」(海洋学講座9:東京大学出版会)(共著)

「海藻・ベントス」(海洋科学基礎講座5:東海大学出版会)(共著)

「日本の生物」(日本の自然6:岩波書店)(共著)

「日本列島をめぐる海」(日本の自然7:岩波書店)(共著)

珊瑚礁海域生態系の生物群集の複雑な多様性は昔から良く知られていて、近年珊瑚礁生物学者によって精力的に研究され、興味深い事柄が明らかになつてきた。一方、珊瑚礁海域の無機環境系を、中緯度の暖温帯—亜熱帯海域のものと比較すると、その地形の複雑さには眼を見張られる。これは第四紀の氷期の海面の低下による浸食作用に加えて、造礁珊瑚などの礁形成能力を有する動植物の存在によるところが大きい。このような観点に立って複雑な地形の成因と地域生態系の中でのその影響について考察を行うこととした。

第四紀の最終氷期(Würm氷期:約2万年前)には、海面が130±10mほど低下した。戦後マーシャル諸島の環礁で盛んに研究が行われた当時は、環礁は低下した海面とほぼ同平面まで浸食されてしまうと考えられたが、珊瑚礁が空中に露出しても浸食され尽さないことから、近頃は離水時には秋吉台の石灰岩台地に見られる様な“カルスト地形”をなし、海面の復帰と共に、その地形を覆って再び珊瑚礁が形成されると考えられるようになった。礁面にぽっかりと深い井戸状の地形となる“blue hole”は、離水時に生じた鍾乳洞の天井が抜けたものと言われ、筆者もパラオの堡礁で空中から見掛けたことがある。海中にあるカルスト地形による洞窟は、特殊な生息地を成していて、層孔虫(stromatoporoid)という古生代(特にデボン紀)に礁を形成した石灰質の骨格を持つ海綿に近縁の硬骨海綿(sererosponge)が、西インド、濠州などで発見され、琉球列島でも見出された。最近沖縄海域で、洞窟の壁にかなり原始的な二枚貝や巻貝の微小な新種かいろいろと見出されたという。

氷期の海面低下期には、現在の陸上河川の延長が干上った陸棚面を流れていて、現在は溺れ谷として谷地形が残っている所と、堆積物に蔽われ見えなくなった埋積谷となった所とがあり、沖縄方面の珊瑚礁海域でも同様なことが見られる。石垣島西岸の名蔵湾は、海岸線のみの地図で見ると簡単な形の湾であるが、海底地形図を画いて見ると、(図1) 大小様々なバッチリーフ状の地形が点在し、さらにこれらのリーフは、水深20~40mの谷地形に隔てられた尾根状の地形の上に乗っていることが分かる。名蔵湾に注ぐ最大の河川は名蔵川であるが、その延長の海底の谷は、湾の北岸の溺れ谷のような深さはない。しかし礁縁の高まり(礁嶺:干瀬)を切っているため、“古名蔵川”は半ば埋積しかかっているものと思われる。

石垣島には河口前面で礁嶺が切れるものと、切れないものがある。東岸の白保では通路川(トゥール川)には水深30mにもなる深い谷が礁嶺を切っているが、その5kmほど南にある轟川では切れて居らず、2kmばかり北にモリヤマグチの切目があるばかりである。轟川は集水域も低平で、余り広くない。下流部が直角に近く曲がって海岸線に斜交しているため、海面低下時にはそのまま北東に向かってモリヤマグチに達していたのかも知れない。これに対して通路川もそれほど集水面積の大きな川ではないが、背

後に高い山を背負っているので、流量が大きく離水時には浸食の激しい川であったのであろう。南岸に流入する宮良川は集水面積が大きく、また於茂登岳の山地から発するもので、河口前面の広い礁嶺を切って、河口に連なる水路がある。このような外礁縁の礁嶺を切る水路の有無は、礁内部の礁地の水流・水質などの環境条件を強く支配し、生物群集や環境問題を考えるにも重要なものと思われる。

西北岸にある川平湾にも外礁を切る深い水路がある。大きな河川の流入はないが、西側と南側が山に囲まれ、山地への降水が湾奥に集まる地形となっている。湾内の細長い内湾主部も外礁を切る水路も、かつての“古川平川”の名残りと考えて良いものであろう。湾内の広い干潟に続く水深1 mほどの浅瀬（1種の礁原）には数ヶ所の壺状の凹地がある。深いものは水深10～12m程の水深があるが、前述のブルーホールとは成因が異なり、内湾主湾部から(1)縊れが生じ、(2)さらに主湾部との間に隔壁が生じ、(3)ついには主湾部とは離れて埋残った凹地になったもののようで、上記の(1)～(3)の過程を示す状態のものが存在している。縊れや隔壁は、その部分の流れが地形的に凸出した部分で増大し、そのために珊瑚の成長が良くなって、地形的な張り出しを形成することによって作られる。このような珊瑚の局地的な好成長による地形の形成は、パラオの内湾やマーシャル諸島の環礁にも見られる。川平湾の壺状地形には、陸上植物の遺骸が多量に堆積し、富栄養的な環境となり、生物量も多く強内湾性の指標動物（ミヤジクモヒトデ）が見出される。

# サンゴ礁の環境図作成と保全問題に関する研究

目崎 茂和 (めざき しげかず) 三重大学人文学部 教授

(略歴) 1945年生まれ。東京教育大学理学部地理学科卒業、東京教育大学大学院修了。  
琉球大学助教授を経て1988年より現職。

(専攻) 自然地理学、環境学

(著書) 「琉球の風水土」(築地書館)(共編著)、「琉球弧をさぐる」(沖縄あき書房)

「南島の地形」(沖縄出版)、「増補・石垣島白保サンゴの海」(高文研)(共著)

---

サンゴ礁の環境をいかに捉えるか。その実態・現状をいかに理解するか、大きな課題である。

本研究は、昭和60・61年度の日本生命財団助成研究によって、島袋仲三(琉球大)・上田不二夫(沖縄水産高)・木庭元晴(関西大)・渡久地健(沖縄協会)・蔡文彩(台湾師範大)の分担者と共同で実施した。

その内容は、1970年以降の開発行為による環境悪化やオニヒトデの食害によって瀕死状態にある日本のサンゴ礁環境の保全および適正利用を検討するために、まず環境図を作成することを目的とした。それには、空中写真・海図などを利用して、地形・底質などの環境要素を主体とした基礎図(1/25000縮尺)を広域に作成した。現地調査のために、さらに詳細な地図(1/5000縮尺)を石垣島や沖縄本島の各所について完成させた。この基礎図に、サンゴなどの生育状況、人為的改変、サンゴ礁小地名、伝統的な生業の利用形態、漁業・養殖などの実態等を現地調査によって加味して、総合的な環境図の作成を試みたものである。

現地調査は、沖縄本島・石垣島の他、小笠原諸島、台湾諸島において実施し、その比較考察も行った。とくに今日でも、環境問題として注目されている石垣島・白保海岸の新石垣空港建設予定地を事例にして、詳細な現地調査をした結果をもとに、環境図を作成し、その保全問題について検討した。

## (1) サンゴ礁環境図の作成

従来、サンゴ礁の実態を正しく把握するための、正確な環境図は皆無に近く島全体を描写したサンゴ礁地図の作成もほとんど実施されていない。水路部発行の海図類では、サンゴ礁は「干出岩」として表現されているが、港湾部の大縮尺図は別にして、正確なサンゴ礁環境を把握するためには不十分である。また、国土地理院発行の地形図類では、その輪郭すら不明瞭である。そのため、一部などを利用して、まず全体像を理解するためにサンゴ礁分布図を図化作成する作業から実施する必要がある。

空中写真を用いて、実体視すれば、サンゴ礁の詳細な微地形の凹凸や底質(サンゴや砂・岩盤)の違いも判読できるので、環境図作成のための基礎として、この方法を用いてサンゴ礁分布図を作ることにした。空中写真(国土地理院撮影・発行の白黒写真で約1/20,000縮尺、とカラー写真で約1/10,000縮尺)、から判読可能な環境要素(地形および底質が主体)を図化すると、図1に示すように外洋側から、礁斜面(Rs)・礁原(Rf)・礁嶺(Re)・礁池(Rm)の基本要素が識別される。さらに、船の出入口になる礁原の切れ目である外水道(O.C)、それが海岸まで礁池を深く切り込む水道(Ch.)がある。

また微地形として、礁斜面に発達する縁溝・縁脚(G&S)、礁池に発達する潮流によって発生した縞模様(Str.)、礁池内の凹地(Dep.)なども判別され図化できる。この分類は、地形と底質を中心に行ったが、これらは後述するように、生業や地名などの地元住民のサンゴ礁環境の認知とも関連するので、基礎的な分類には有効なものと考えられる。

## (2) 生活場としてのサンゴ礁環境図

古くからサンゴ礁が島民にとって大切な生活場であることが認識されてきたにもかかわらず、それが体系的に調査された事例は少なく、とくに図1に示したようなサンゴ礁環境図との関連で研究されたことは全くなかった。本研究では、歴史的な人とサンゴ礁との生活史を追求しつつ、サンゴ礁内につけられた小地名、生業、祭事などを中心に調査を進めてきた。そして、図1にこれら調査結果を包含させて、総合的なサンゴ礁環境図を作成することを試みた。

白保海域の小地名を分析すると、前述したような基礎図に掲げた干瀬・イノーなどの地形を中心に、小さな特徴的な地形に小地名がつけられている。さらに、打ち上げられた石、海藻帯に加え、生活のための採集（魚貝藻など）に関連した形容詞をつけた小地名が認められる。これら小地名の密度の大小によって、利用頻度などを推定することも可能となった。単純な採集から漁業・養殖までが今日まで認められる。採集の対象にしても、魚介類のほか海藻（食糧・薬・肥料など）、石サンゴ（消石灰原料や石材）、板干瀬（建材）、砂（土産品の星砂など）などのほとんどのサンゴ礁生物や物質がリストされる。

漁法もサンゴ礁環境に応じて多様性が認められる。突き・釣り・投網・刺し網・定置網のほか、サンゴ礁特有な魚垣（石干見）や追い込み漁（アギヤー）があるが近年衰退してしまった。一方で潜水による高級魚・エビ類の漁獲が多くなってきた。これらの漁法の中で、とくに魚垣は過去にさかのぼって復元し、環境図の中に描くことにした。

## (3) 保全問題について

環境図の基礎となる地形・底質をもとにした広域の地図に加え、図1のような限定地域の詳細な地図作成の検討を通して、サンゴ礁の保全、環境の適正利用については、次のような予察結果をえた。

- ① サンゴ礁タイプにより、環境条件が大きく異なるので、タイプに応じた保全のあり方が必要である。
- ② サンゴ生育条件、波浪条件などは地形条件と関連が深いので、環境図を作成し、人工改変度、漁業・生業としての利用度などを検討した上で、保全問題を把握することが望ましい。
- ③ 今日オニヒトデの食害で、日本のサンゴ礁の大半が死滅状態が続いている現状を考えると、現在良好な生育域に対しては緊急な保護体制が必要である。
- ④ サンゴ礁は漁業者ばかりか古来より慣行上その地元住民によって、生活場として活用されており、その利用度などの実態や地名・祭事などの文化財相当の調査も、保全問題の検討に有効である。
- ⑤ サンゴ礁環境タイプごとにサンゴ生育状況などの自然度、人工構造物設置や土砂流入などの人工改変度、さらに漁業・生活文化などの環境利用度の3指標をもとに、そのグレード付けによる総合評価によって保全問題の指針が得られるものとする。
- ⑥ 台湾の国家公園のサンゴ礁で実施しているように、調査研究にもとづく、海域生態保護区などの設定が必要である。

### 本研究の成果公表

目崎茂和（1986）：八重干瀬－サンゴ礁と人とが織りなす風土的ロマン，季刊民族学第：36号

目崎茂和（1988）：「白保のサンゴ礁だけは」，池原・加藤編『ニライカナイの島じま』，築地書館

目崎茂和・小橋川共男（写真）（1988）：『石垣島・白保サンゴの海』高文研

渡久地健（1989）：「南島のサンゴ礁と人」，南島史学33号

渡久地健・目崎茂和（1987）：「石垣島・西表島のサンゴ礁地形」，日本地理学会予稿集，第31号

渡久地健・長谷川均（1989）：「父島にみる北限のサンゴ礁」，地理34巻11号

島袋伸三・渡久地健（1990）：「イノエの地形と地名」，民族文化2号

石再添・蔡文彩・目崎茂和他（1989）：「墾丁國家公園地区的珊瑚礁定年及地形研究」，墾丁國家公園管理处保育研究報告57号

# サンゴ礁海域における漁撈活動のパターンの変容に関する生態人類学的研究

武田 淳 (たけだ じゅん) 琉球大学医学部 助手

(略歴) 1943年生まれ。東京大学理学部人類学科卒業、東京大学大学院修了。1974年より現職。

(専攻) 生態人類学・漁撈生態学

(著書) 「現代の人類学―生態人類学」(至文堂)(分担執筆)

「アフリカ文化の町究」(アカデミア出版)(分担執筆)

「アフリカ：民族学的研究」(同朋舎出版)(分担執筆)

---

古来、多種多様な水族の習性や行動およびそれらの生息環境に対応した様々な漁撈の開発と展開は、サンゴ礁海域における沖縄漁撈の大きな特質であった。また、糸満漁法を代表する追い込み漁(廻高網の一種)のように潜りを主体にした漁撈が多いのも大きな特徴といえる。こうした潜りをともなう漁撈活動の多さや漁具・漁法の多様性は、石垣島、宮古・大神島、沖縄本島・久高島などにおけるこれまでの生態人類学的研究においても同様に指摘されているところである。しかし、沖縄の海辺社会を個々に観た場合、その構造や生業活動の地理的変異も多様であり、しかもその変容の過程も個別的であるために一様ではない。いわばこうした特徴は、商業的な漁業色が弱くかつ伝統的な漁撈形態が強く維持されている漁村社会において現存しているものの、沖縄全域にあてはまるものでない。それゆえに既に近代漁業を確立している本島・糸満や本部、宮古・伊良部などの漁撈社会においては伝統的な特色は既に希薄になっているし、島の周囲に裾礁(fringed reef)の発達が乏しい与那国や本島西海岸域などの漁撈はさほど多様でない。

戦前戦後を通して遠く日本本土や南洋諸島にまで足をのばして活躍していた糸満漁民の存在とその影響は、南西諸島の海辺社会を考察するさいに無視できない要素である。長崎県・五島列島などにおいて、アギヤーと呼ばれる追い込み漁を駆使してイサキ、トビウオ、ダツなどを捕獲した糸満漁民の技量たるや、地元の人たちの度胆を抜かし、時には地元の漁民との競合・紛争の一因になるほどであった。特に南西諸島の海辺社会においては、イチマンウイ(糸満売り)され兵役に入る18才までの数年を年季奉公として糸満漁撈(主に追い込み漁)に携わった人々や年季あけした雇子(ヤトイグァー)であった人たちが、自分の郷里に帰り、雇子中に体得した漁撈技術で幅広く漁を行っている漁村が多い。いわば糸満漁民の流れを汲んだ漁師たちが、若い時代に体で覚えこんだ漁撈技術を生計の基盤にし、主体的に漁村の維持・運営にあたっている漁村は、沖縄本島・北部や八重山諸島だけにかぎらない。

漁撈の変容に与えた大きなインパクトには、戦後アメリカによる統治とその後の本土復帰にともなう技術革新の波があった。1983年に導入されたパヤオ(人工浮き魚礁)漁と1990年から始まったセイイカ(ソデイカ：俗称でナキイカとも呼ばれる)漁の急速な普及は、従来の漁撈活動パターンを大幅に変えることになる。漁獲資源の問題もパターンの変容を加速させる要因になっている。例えば与那国やインドネシアにまで漁場を移すようになった石垣島のアギヤー協進会の例は、地元漁場の魚資源の遊休と技術の伝授を図る意味合いもあるが、漁獲資源の激減がその契機になっている。また、最近多くの漁業協同組合は海藻類(オキナワモズクなど)の養殖や稚魚、稚貝などの人工放流といったイノー(礁池：reef flat)での栽培漁業(seafarm)を始めた。それは環境の保全とは一線を画するものとはいえ、資源の枯渇を目のあたりにした漁民が従来のように漁獲資源の一方的な略奪的漁業をもはや続けられなくなった状況にあることを物語っている。同時に、一種の仕掛けに近いパヤオで回遊魚群を餌付けるように捕獲したり、大小の定置網などを魚道に設置して魚群を一網打尽に捕獲するといった畷的な要素が

強い漁法に依存することも多くなった。また、集団漁から個人単位の漁に、あるいはきつい夜間漁から負担の少ない昼間漁に変換するようになった。こうした漁法の選択や変換を迫られる傾向はいずれも時代の流れを汲むものとはいえ、彼らを取り巻く自然環境も多種多様な変容の過程を経てきていることにも関連している。戦後、赤土流出やオニヒトデによるサンゴの被害などの環境汚染や改変に悩まされてきた沖縄の漁民は、今後こうした状況から改善される余地はあってもまったく解放されることはないであろう。島影をつたって移動するという魚類の習性は漁師であれば誰もが経験的に心得ている事実である。また、採餌のために深場から浅瀬に移動したり、海面に影を作るような樹木や岩石などが張りだした所は魚が寄ってくる絶好の場所でもある。したがって、陸上での安易な緑林の伐採や、岩や山の切り崩しなどの無計画な開発などは魚群の誘致にプラスの要因として決して働かない事象であることを広く認識されるべきである。

報告者は、糸満漁師がヤードゥイグァー（寄留）してできた漁村のイノー（礁地：reef flat）とリーフの外域で展開される漁撈がサンゴ礁という島嶼生態系の中で変容する過程を生態学的観点から検討した。漁具などの装備や漁獲をめぐる競争原理や競合が魚価の値崩れや魚資源の枯渇につながりかねないといった状況下で、新規導入された漁法をめぐる漁民の行動学的な対応と経済的背景を探った。その結果、新規導入された漁法への大幅な移行と集中は、経済的には漁民の生活を潤すことになり水揚げの魅力にひかれた若年層に漁撈への就労を促し、漁村の活性化に寄与している。しかし、その反面、漁法と漁撈活動の均一化現象を引き起こし、伝統的な漁撈技術離れという状況を招いているのである。



# 海流漂流カプセル実験による、オニヒトデ浮遊幼生の・琉球列島群島間および黒潮流域沿岸での分散・伝播現象の検証

山口 正士 (やまぐち まさし) 琉球大学理学部海洋学科教授

(略歴) 1942年生まれ。東京大学農学部水産学科卒業、東京大学大学院修了。

グアム大学助教授、James Cook大学研究員、琉球大学助教授を経て1985年より現職。

(専攻) サンゴ礁生物学

(著書) 「ニライ・カナイの島じま」(築地書館) (分担共著)、Biology and Geology of Coral Reefs (Academic Press) (分担共著)

---

オニヒトデの大発生はサンゴ群集を壊滅状態にし、サンゴ礁の水中景観を著しく損なうので熱帯インド・太平洋の全域で重要な問題となっている。我が国では、1970年代以降、琉球列島のほとんどのサンゴ礁が食害を受けてきた。さらに、黒潮流域においても、伊豆諸島、南紀、足摺・宇和海、南九州のサンゴ群集でほぼ同時期にオニヒトデの集団発生が見られ、琉球列島からの幼生の供給と、黒潮の流路変動がそれに影響を及ぼすものと考えられた。また、オーストラリアのグレート・バリア・リーフでも、オニヒトデの大発生は時間がたつにつれ発生域が拡大するのが繰り返され、それは浮遊幼生が介在した伝播現象によるものと想像されている。オニヒトデは雌雄異体の動物であり、卵と精子はそれぞれ海水中に放出された後に受精する。そして、それから発生した幼生は、早くも2週、長くても6週間ほどの浮遊生活を送る。オニヒトデの大発生現象のメカニズムを理解する上で、この浮遊期間中における幼生集団の沿岸滞留、流動・分散、そして希釈・拡散の実態がどのようになっているのかを知るのには重要な課題の一つである。そこで、この研究では、主として海面直下を流動すると思われる幼生群の挙動を推察するため、オニヒトデの産卵期に合わせて、漂流カプセルと漂流はがきを放流し、それを回収した結果を解析した。

実験を行った1987年には、沖縄本島周辺で7月上旬にオニヒトデの繁殖のピークが認められた。この時期に合わせて、ポリカーボネート製のフタ付き試験管に返信用のカードを封入した漂流カプセルと塩化ビニルシートに封入された漂流はがきを7月4日と11日にそれぞれ、本部半島沖の瀬底島、水納島、そして伊江島の沿岸海上の合計3地点から、1地点当たり各1,000本と250枚が放流された。

1987年10月末までに回収されたものでは、第一回放流分がカプセル136本(回収率4.5%)とはがき91枚(同12.1%)、第二回放流分からはそれぞれ66本(2.2%)と67枚(8.9%)であった。このように回収率には大きな差異が認められたが、漂着先の分布においてはカプセルとはがきの間でそれほど大きな差異は認められなかった。そこで、両者をまとめて漂着先の分布から漂流状況を推定した。

まず、三つの異なる放流地点の間では漂流経路の傾向がやや異なった。すなわち、伊江島からのものは他の二つの地点からのものより回収率が低く、漂着先がより狭い範囲に限られた。しかし、マクロに見れば、同じ日に放流されたものは、その時期にこの海域にあった卓越流を反映させた、同様な経路に添って流動したようであった。どちらにしても、第二回の伊江島からの放流直後に近接した海岸に打ち上げられたのを除き、放流した地点の近辺に滞留することなく外の海域に流出したようであった。

間隔を一週間おいて放流した2回の間で、漂流経路が大きく変化したのがこの実験においても顕著な結果であった。第一回の放流では、初めは北上したが、沖縄本島の北端から東側の太平洋側に抜けた後で南下した。それに対し第二回のもは大部分が北上を続け、奄美群島の各地に漂着して回収された。これは、おそらく、台風の接近に伴った南ないし南東の強風が第二回の放流後の数日間吹き続け

た影響によったものと考えられた。すなわち、幼生など漂流物を運ぶ表層の海流は風の吹く方向の変動によって変化し易く、したがって幼生が定着時期に到達する場所は不安定となるであろう。特に初夏に産卵期のあたるオニヒトデでは、その約一か月の幼生浮遊期間に台風が接近するか否かで流動・拡散の程度、あるいは外海に吹き流される無効分散の頻度などが大きく異なるであろう。

今回の実験では、幼生の漂流期間のうちに黒潮によって琉球列島より北に流動するような結果は見られなかったが、沖縄本島から奄美群島への幼生の供給がありうる事は十分推定できた。また、沖縄本島の西海岸から東側に漂流して伝播する幼生もありうる事が分かった。変動性の激しい海流から、具体的に幼生の受給関係を推定するのは難しいが、オニヒトデ集団の発生は視野を広くとって、広域の海洋学的な現象として把握するべきである。

# サンゴ礁海域におけるオニヒトデの集団構造 —琉球列島集団の遺伝子組成の時間的・空間的变化を手がかりにして

西田 睦 (にしだ むつみ) 琉球大学理学部海洋学科 助手

(略歴) 1947年生まれ。京都大学農学部水産学科卒業、京都大学大学院修了。1980年より現職。

(専攻) 水生生物学、集団遺伝学

(著書) 「日本の淡水魚類」(東海大学出版会)(分担執筆)

## 1. 研究目的

異常発生したオニヒトデ *Acanthaster planci* (Linnaeus) がイシサンゴ類を食害することにより、サンゴ礁生態系が壊滅的に破壊されることが世界的に大きな問題となっているが、いまだその異常発生のメカニズムは十分解明されていないのが現状である。重要な問題点のひとつは、浮遊幼生期を有する本種のような海洋生物の場合、異常発生集団がそこで産出された卵に由来するとは限らないことである。異常発生現象をより深く理解するためには、幼生分散による遺伝的連続性をもつものとして、集団の実態を動的に解明することが不可欠である。ところが、小さな幼生に標識を付けて追跡するわけにいかないため、一般に海洋生物集団の遺伝的構造を解明するのはたいへん困難な課題であった。

近年発展した生化学的・分子生物学的手法を活用した集団遺伝的分析は、この課題への一つの有効なアプローチ法と考えられる。最近の集団遺伝学的研究によると、オニヒトデ集団には、地理的に相当広い範囲で幼生分散による遺伝的交流が推定される一方、ほんの数10kmしか離れていないような近隣集団間において、1・2の遺伝子座の遺伝子頻度が有意に異なっている場合のあることも明らかになってきた (Nishida and Lucas, 1988 ; Nash et al., 1988)。地域集団間に生じたこうした遺伝的差異がどの程度の時間的安定性をもっているかは、オニヒトデの集団構造を知るうえで大変重要な情報を提供するものと考えられる。

そこで本研究は、琉球列島のオニヒトデ集団を対象に、アロザイム分析法を用いてその遺伝的変異を調べ、これをすでに得られている過去のデータと比較することにより、遺伝子頻度の時間的・空間的变化を検討し、オニヒトデの集団構造についての知見を深めることを目的とした。

## 2. 材料および方法

本研究では沖縄本島の瀬底島周辺と、八重山群島の石垣島と西表島の間にある石西礁湖内に生息するオニヒトデをそれぞれ1つの集団とみなし、このレベルの地理的スケールの遺伝子頻度の変化を問題にすることとした。

1989年に瀬底島集団および石西礁湖のオニヒトデ集団より採集したそれぞれ194個体および37個体を試料とした。後者の個体数はやや少ないが、これは石西礁湖内でオニヒトデ密度が現在かなり低くなっているためである。相当の採集努力を払った結果得られたのがこの数であり、当初予定よりは少ないものの、統計的検討には充分耐え得る数である。

採集したオニヒトデはただちに解剖して肝盲嚢を取り出し、ドライアイスで $-70^{\circ}\text{C}$ まで急冷・凍結して実験室に持ち帰った。凍結保存した各個体の肝盲嚢組織より得た粗抽出液を試料に、水平式デンブングル電気泳動法によって、すでに多型的であること分かっている4種類の酵素、すなわち、alkaline phosphatase (ALP)、glucosephosphate isomerase (GPI)、isocitrate dehydrogenase (IDH) およびmalate dehydrogenase (MDH) の分離を行った。諸酵素の検出法はNishida and Lucas (1988) に従い、Shaw and Prasad (1970) およびHarris and Hopkinson (1978) に若干の修正を施した方法を用いた。

電気泳動結果より、各酵素を支配する遺伝子座について、各集団の遺伝子頻度を求めた。その結果を、すでに同じ地域より得ている1982年および1984年のそれぞれ136個体および684個体分のデータと比較・検討した。

### 3. 研究結果および考察

両集団間には、1982年にGpi遺伝子座で、1984年にGpiおよび1dh遺伝子座で有意な遺伝子頻度の差異が認められたが、1989年には分析を行ったすべての遺伝子座で有意な差異は認められなかった。各集団内における遺伝子頻度の調査期間内における時間的変化を調べたところ、瀬底島集団ではAlp、Gpiおよび1dh遺伝子座で、また石西礁湖集団ではAlp遺伝子座で有意な変化が確認された。以上の結果、琉球列島のオニヒトデ集団の遺伝子組成は、およそ5から10年の時間的スケールで有意に変動しており、また地域集団間に生じた遺伝的差異も、10年を待たずして解消されることか初めて明らかになった。こうした知見は、オニヒトデに関して今回初めて得られたものである。いくつかの海産動物種の集団において、遺伝子組成の時間的変化の減少は知られていたか（Johnson and Black, 1984など）、オニヒトデにおいて今回初めて予想以上にダイナミックな変動が認められたわけである。この知見は、オニヒトデの集団構造のあり方を解明する上でたいへん有用な情報であると考えられる。

海域全体の平均的遺伝子組成からの局地的なずれが生じる原因はまだ十分明らかでない。おそらく特定の地域集団への一時的で特異的な選択圧や、時による加入幼生の供給元の偏りなどによるものと思われるが、より詳しい検討が必要である。

分子生物学的研究手法は、いわゆるバイオテクノロジーとして近年ますます進歩してきており、DNAレベルの分析手法が、多数の個体を扱う集団研究に適用可能なところまで急速に近づいてきている。今回の研究によって、時間を追って集団の遺伝子組成の変化をモニタリングすることの有用性が確認できた。今後さらに調査を継続することは、実り多いものと考えられる。その際、解析がDNAの塩基配列のレベルにまで及べば、集団の遺伝的組成の解明の精度はさらに飛躍的に高まることが期待される。こうしたDNAレベルでのモニタリングへと深めることが、本研究の今後の重要な課題であろう。

## 西表島北西部海域におけるオニヒトデの成長と稚仔の分布

上野 信平 (うえの しんぺい) 東海大学海洋学部 助教授

(略歴) 1948年生まれ。東海大学海洋学部水産学科卒業、東海大学大学院修了。  
東海大学海洋学部講師を経て1989年より現職。

(専攻) 海洋生態学

横地 洋之 (よこち ひろゆき) 東海大学海洋研究所 講師

(略歴) 1953年生まれ。東海大学海洋学部水産学科卒業。1978年より現職。

(専攻) 海洋生物生態学

---

オニヒトデ、*Acanthaster planci* (L.) はインド・太平洋のサンゴ礁に分布するサンゴ食のヒトデで、ここ20年来各地で大発生し、サンゴに大きな被害を与えている。西表島でも、1980年頃からオニヒトデの集団によるサンゴの食害が顕著となり、1985年には、ほぼ全域でサンゴが壊滅状態となった。その後オニヒトデはほとんど見あたらないほどに減少し、現在サンゴは回復過程にある。

オニヒトデは雌雄異体で、放卵・放精による体外受精を行う。孵化した幼生は10日から1ヶ月ほどの浮遊期間を経て着底変態し、直径およそ0.5mmの5腕の稚ヒトデとなる。着底後しばらくは石灰紅藻のサンゴモを食し、直径10mmほどでサンゴ食に変換した後は成長が速まり、直径200mm程度で性成熟に達することが、過去の飼育例から明らかにされている。しかし、自然界における幼生やサンゴモ食期の稚ヒトデの分布や生態については、近年ようやくその一端が明らかにされてきてはいるものの、まだほとんどわかっておらず、このことがオニヒトデ大発生の原因や機構を解明できない最も大きな原因の一つとされている。我々は西表島北西部海域において、1983年12月以降この稚ヒトデの生態解明に主眼を置いた研究を行ってきた。

1984年と1985年に、定期的に採集したオニヒトデの生殖腺指数を調査した結果、当海域における本種の産卵期は、海面水温が27℃を越える5月下旬から6月中旬であることがわかった (図1)。サンゴ礁に堆積した、サンゴモに覆われた礫を採集して持ち帰り、その中から着底初期の稚ヒトデを探したところ、1984年8月に初めて、直径0.55~1.70mmの着底後間もないサンゴモ食期の稚ヒトデを、礁斜面や縁溝床の堆積物中から得た。これによって、自然界でもオニヒトデはサンゴモ上に着底するものと思われ、変態後はサンゴモを食べることが明らかとなった。1985年以降はサンゴモ上の食痕を手がかりとして、稚ヒトデの探索と生息密度調査を行ってきた。その結果、稚ヒトデはサンゴ礁のいたるところから見つかり、水深と生息密度には関連がみられなかった。しかし、礁原における密度は礁斜面に比べより低い値であった。これは稚ヒトデの48時間で50%以上が生き残る範囲が10.4~34.5℃であること、また34℃ではまったく摂餌しないことを考慮に入れると、着底時期にあたる夏季には、礁原の水温が日中の干潮時には頻りに34℃を越えることによって、着底後の生き残りが困難となることが一因と思われる。

1986年には礁斜面上で0.82個体/という比較的高密度の稚ヒトデがみられ、多くの加入が起きたことを示した。しかし、他の年は密度が低く、加入密度は年によって大きく変化するようである。多くの加入がみられた1986年級群を中心に、定期採集によって自然界における成長を追跡した。その結果、サンゴモ食期の成長は2~3mm/月で、サンゴへの食性変換は月齢6ヶ月 (平均直径12~15mm) 頃に始まり、月齢11ヶ月 (平均直径25~35mm) で終了した。食性変換後、成長は8~15mm/月と速くなり、ふ化後2年で平均直径約150mmに達した。その後成長は緩やかとなり、その1年後には約200mmとなった (図2)。

ふ化後2年で一部の個体が、3年でほとんどの個体が性成熟に達し、成熟後は成長速度が低下するものと思われた。既往の飼育結果と比較すると、食性変換や成長が遅く、到達する最大直径も小さいものと思われるが、これには餌の条件が大きく影響しているようである。

稚ヒトデの大量加入がみられた1986年には、周辺の崎山湾や船浮湾でも多くの稚ヒトデがみられたので、調査地点周辺だけの局所的な現象ではなく、比較的広範囲に大量の加入があったものと思われる。したがってその後の生き残りや成長が良ければ、十分に大発生につながる量であったと思われる。しかし周辺のサンゴが、前回のオニヒトデ大発生による壊滅的打撃を受けた直後の回復初期にあっており、稚ヒトデの食性変換後の餌である生きたサンゴが少なかったために、その後の減耗が大きく、大発生には至らなかったであろう。

現在西表島のサンゴ礁は、オニヒトデの食害による荒廃からの回復期にあり、各地でサンゴの旺盛な回復がみられる。一方、沖縄本島においては、サンゴが回復しつつあるところに再びオニヒトデの集団が現れるという、サンゴ礁の荒廃が慢性化している状況にある八重山地方においてはいまだそのような慢性化の兆候はみられていないが、今後一層のサンゴの回復が見込まれることは、新たに加入してくるオニヒトデにとっても餌の条件が好転することを意味しており、今後も十分な監視を続ける必要があるものと思われる。