

# 宮古島のヌグスクガー（野城泉）におけるチスジノリ属藻の現状

藤田 喜久

Yoshihisa Fujita

〒903-0213 沖縄県西原町千原 1 番地 琉球大学大学教育センター

〒904-0113 沖縄県中頭郡北谷町宮城 2-95-101 特定非営利活動法人 海の自然史研究所

e-mail: galatheids@yahoo.co.jp

## 緒言

チスジノリ類は、チスジノリ科チスジノリ属に属する淡水産紅藻類で、分類学的に問題を持つ種を含め、世界に 12 種、国内に 3 種が産する（熊野, 2000; 熊野ら, 2007; Traichaiyaporn *et al.*, 2008）。

沖縄県では沖縄島の湧水井戸からシマチスジノリ *Thorea gaudicaudii* C. Agardh, 1824 が知られている（Seto, 1979; 熊野ら, 2007）。本種は、国外では、グアム島、マリアナ諸島、フィリピンのセブ島、カロリン諸島ヤップ島に分布し、国内では沖縄県その他、近年、鹿児島県の世論島からも発見された（熊野ら, 2007; 洲津ら, 2010）。シマチスジノリは、特殊な生育環境を要することから希少藻類と見なされており、那覇市首里識名園のシマチスジノリは国指定の天然記念物に、今帰仁村天底産は県指定の天然記念物に各々指定されている（香村, 1998, 2006; 香村・大森, 1981）。また、環境省及び沖縄県のレッドリストにて絶滅危惧 I 類 (CR+EX) に区分されている（香村, 2006）。

近年、宮古島からシマチスジノリの変種の生育が確認され、「ミヤコチスジノリ（仮称：以降、単にミヤコチスジノリと表記する）」と呼ばれている（熊野ら, 2002; Kumano *et al.*, 2002）（図 1）。ミヤコチスジノリは、現在のところ、宮古島の唯一カ所の湧水（野城泉：ヌグスクガー）にのみ生育していることが知られる。

著者は現在、宮古諸島の湧水域における生物相の研究を行っているが（Komai & Fujita, 2005; 佐渡山・藤田, 2006; 藤田, 2007, 2009a, b, c; 藤田・北村, 2010; 藤田ら, 2010）、その過程において、ミヤコチスジノリの生育状況が危機的であることを確認したので、本報においてその現状を報告する。

## 材料と方法

ヌグスクガー（野城泉）は、北緯 24° 45' 52.5" , 東経 125° 24' 10.4" に位置し、ウリガーの様式を呈する湧水である。ヌグスクガーにおける調査は、同湧水における十脚甲殻類調査（藤田, 2007）の過程で 2003 年 12 月より開始し、2004 年 7 月から 2009 年 12 月までの期間、毎月 1 回、同湧水を訪れた。2006 年 6 月～2008 年 12 月の調査期間には、同湧水においてミヤコチスジノリを毎回 10～20 分目視にて探索し、デジタルカメラを用いて生育状

況を記録すると共に、最も伸長した藻体を3個体選び、長さを電子ノギスまたは定規にて測定した。一般に、チスジノリ属藻類の生活環は、配偶体、果胞子体、シャントランシア体の3世代の藻体の交代が知られている（右田・当真，1990；熊野，2000）。本研究では、ミヤコチスジノリの藻体の状態を、すべて現地にて肉眼で観察した。しかし、これらの世代の特定には、時に顕微鏡下における観察を必要とする場合もあるため、本報では先に述べた3世代の厳密な区別は行わず、モズク様の藻体（直立体）を単に「藻体」と表記し、その長さの変動に注目した。

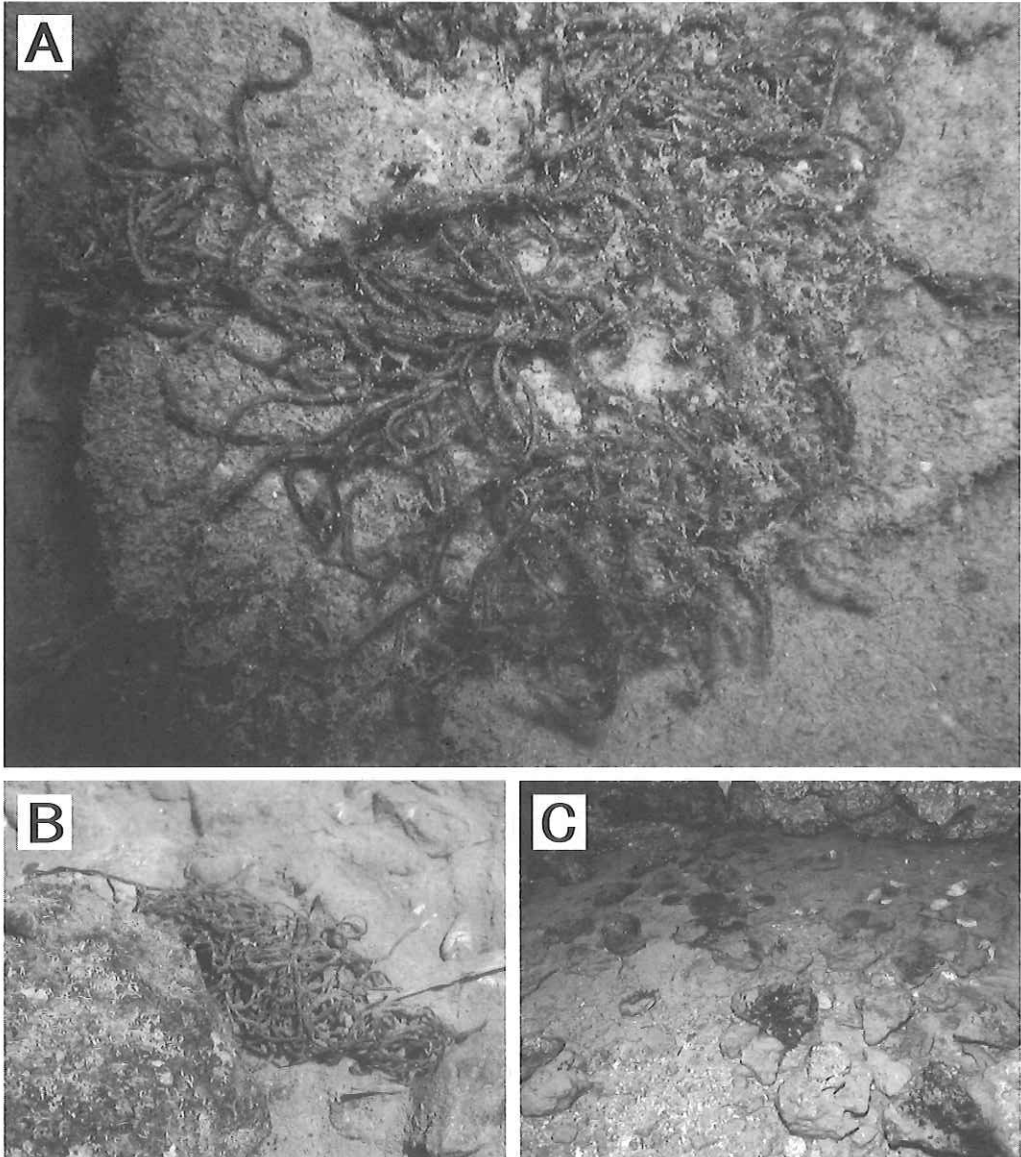


図1. ヌグスクガーのミヤコチスジノリ。A, ミヤコチスジノリ（2005年8月21日撮影）；B, 2004年3月の生育状況；C, 湧出口付近に繁茂するミヤコチスジノリ（2006年9月26日撮影）。

また、湧水環境及び周辺環境についても観察した。水質については、デジタル温度計を用いて水温を計測した。また、2007年12月20日と2008年6月19日には、東亜ディーケーケー株式会社製の多項目水質計 WQC-24 を用いて、水温 (°C) , DO (溶存酸素: mg/L) , pH (水素イオン濃度) , 電気伝導度 (S/m) , 塩分, 濁度 (NTU) , を計測した。なお、地下水の水質調査では通常 RpH 測定するが、今回は RpH 測定の準備ができなかったので、WQC-24 水質計で計測可能な pH のみを示した。上原 (2000) によると、沖縄島の宜野湾市の湧水の水質調査では、RpH の値が pH の値よりも 0.1~0.5 大きくなるとのことである。

## 結果と考察

### 1. ミヤコチスジノリの生育状況

観察開始当初の 2003 年にはミヤコチスジノリは湧水全体に分布しており、主に湧水中に存在する石、取水のために設置されたパイプ、植物の根などに付着していた (図 1B) 。しかし、その後、湧水部に土砂が堆積するようになると共に年々生育面積が減少し、大型の藻体が著しく減少した。2005 年 11 月以降は同湧水の湧出口付近でのみ確認されるようになった (図 1C) 。一方、同時期には湧水の大部分に藍藻類が繁茂するようになった。

ミヤコチスジノリの生育状況を記録するようになった 2006 年 6 月~2008 年 12 月の期間でも、生育状況は顕著に悪化した (図 2~4) 。最も伸長した藻体の長さを記録したところ、概ね 6 月~10 月にかけて藻体が伸長し、その後 11 月~4 月にかけては縮小し、時に直立体の見られない状態 (おそらくシャントランシア体の状態) になる傾向が見られた (図 5) 。しかし、藻体の伸長は年を経るごとに顕著に減少し、2007 年 11 月以降は 1 cm 以上に伸長した藻体を観察することが出来なくなった。そして、2009 年 1 月以降は全く藻体 (シャントランシア体を含む) を確認することができなくなった。なお、本稿をまとめた 2012 年 2 月の時点でもミヤコチスジノリは確認することができなかった。

### 2. ミヤコチスジノリの減少および消滅の要因

本調査期間中、ヌグスクガーの水温 (湧出口周辺) は 22.0~24.0°C で年間を通して大きな変化は見られなかった。また、多項目水質計にて計測した同湧水の水質は、2007 年 12 月 20 日において水温 24.1°C, DO6.96, pH7.26, 電気伝導度 63.8, 塩分 0.3, 濁度 1.4 であり、2008 年 6 月 19 日において水温 23.5°C, DO6.81, pH7.28, 電気伝導度 70.9, 塩分 0.3, 濁度 1.7 であり、冬期と夏期において大きな違いは見られなかった。一方、調査期間中に観察された湧水環境の大きな変化としては、1) 樹木の繁茂 (光量減少) と落葉による、2) 湧水量の減少 (水位低下) , 3) 土砂の堆積, 4) 藍藻類の繁茂, が挙げられた (図 6) 。

ヌグスクガー周辺の樹木の繁茂については、2006 年 3 月ごろから湧水部の約半分を樹木が覆い被すようになり、2008 年には湧水全体がほぼ覆い被された (図 6A, B) 。また、落葉が湧水全体に堆積し、水底が見えない状態になることも観察された (図 6C) 。香村 (1998) は、シマチスジノリの生育環境の特徴として、半日陰を好む性質が強い (シマチスジノリの生育する井戸の 1 日の日照時間が平均 4.7 時間) ことを挙げ、樹木等が井戸を覆い被すような場合には、それを適当に剪定し、適当な明るさを保つ工夫が必要であることを指摘している。

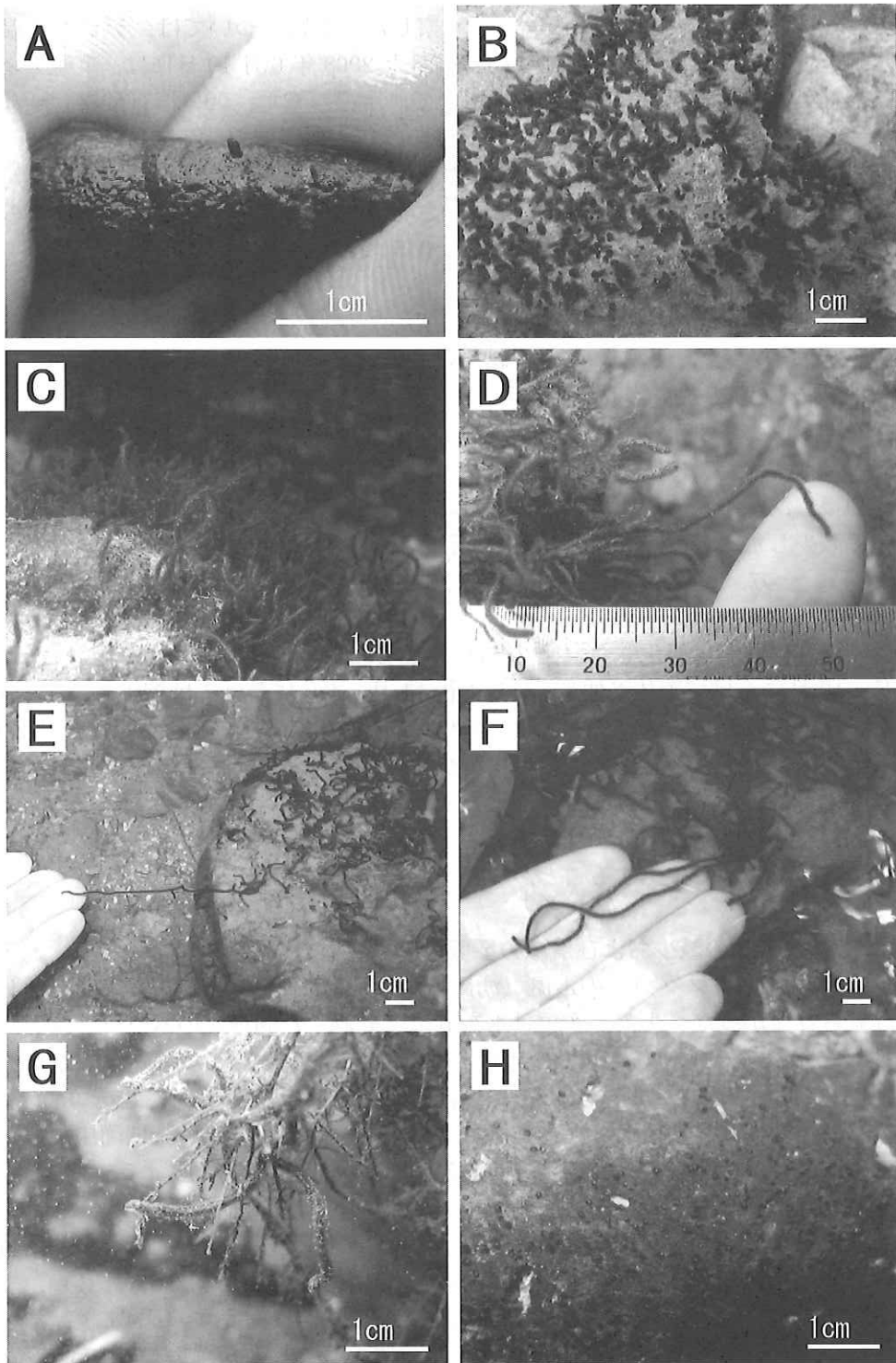


図2. ミヤコチスジノリの生育状況. A, 2006年6月; B, 2006年7月; C, 2006年8月; D, 2006年9月; E, 2006年10月; F, 2006年11月; G, 2006年12月; H, 2007年1月.

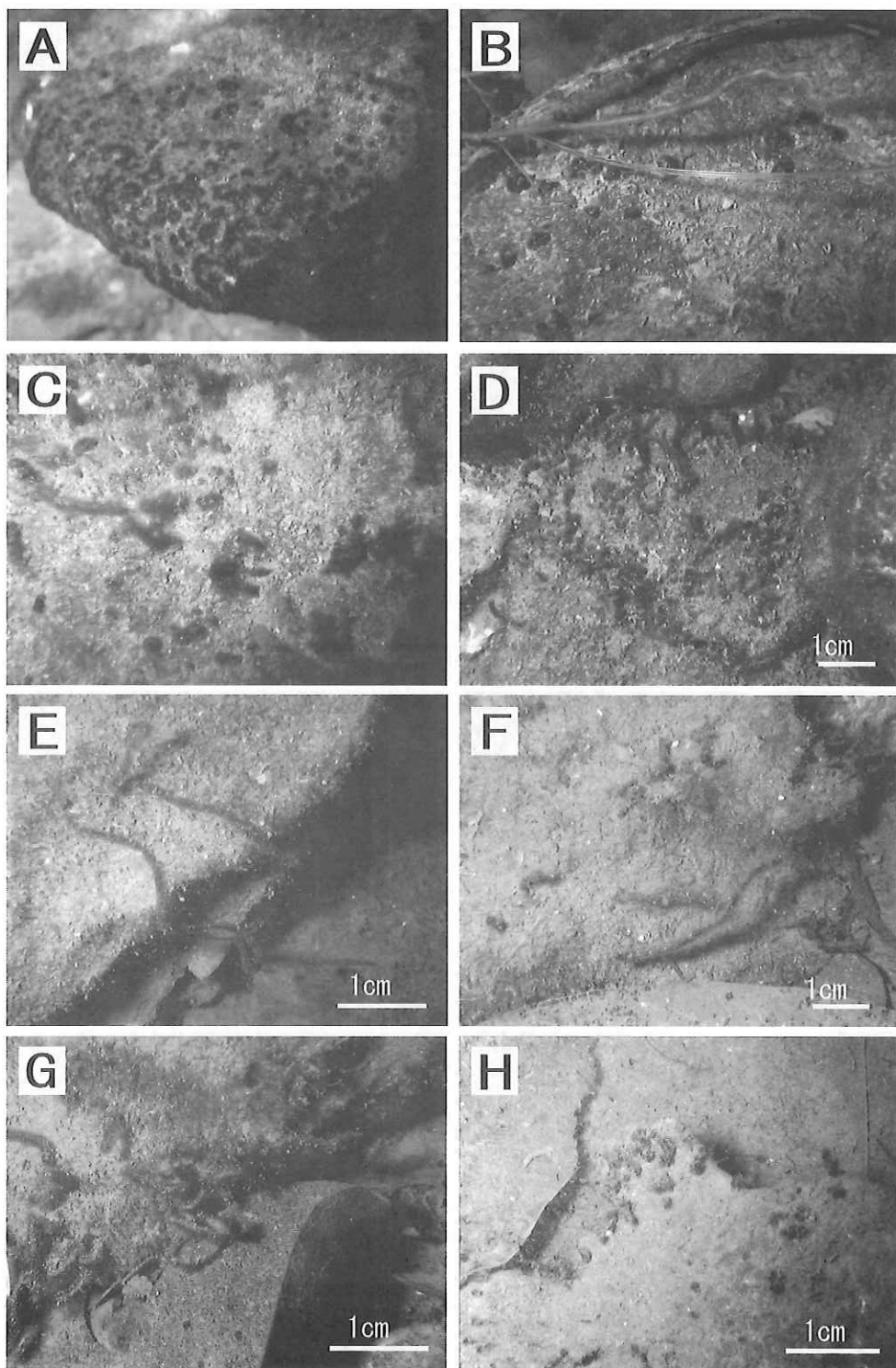


図3. ミヤコチスジノリの生育状況. A, 2007年3月; B, 2007年5月; C, 2007年6月; D, 2007年7月; E, 2007年8月; F, 2007年9月; G, 2007年10月; H, 2007年11月.

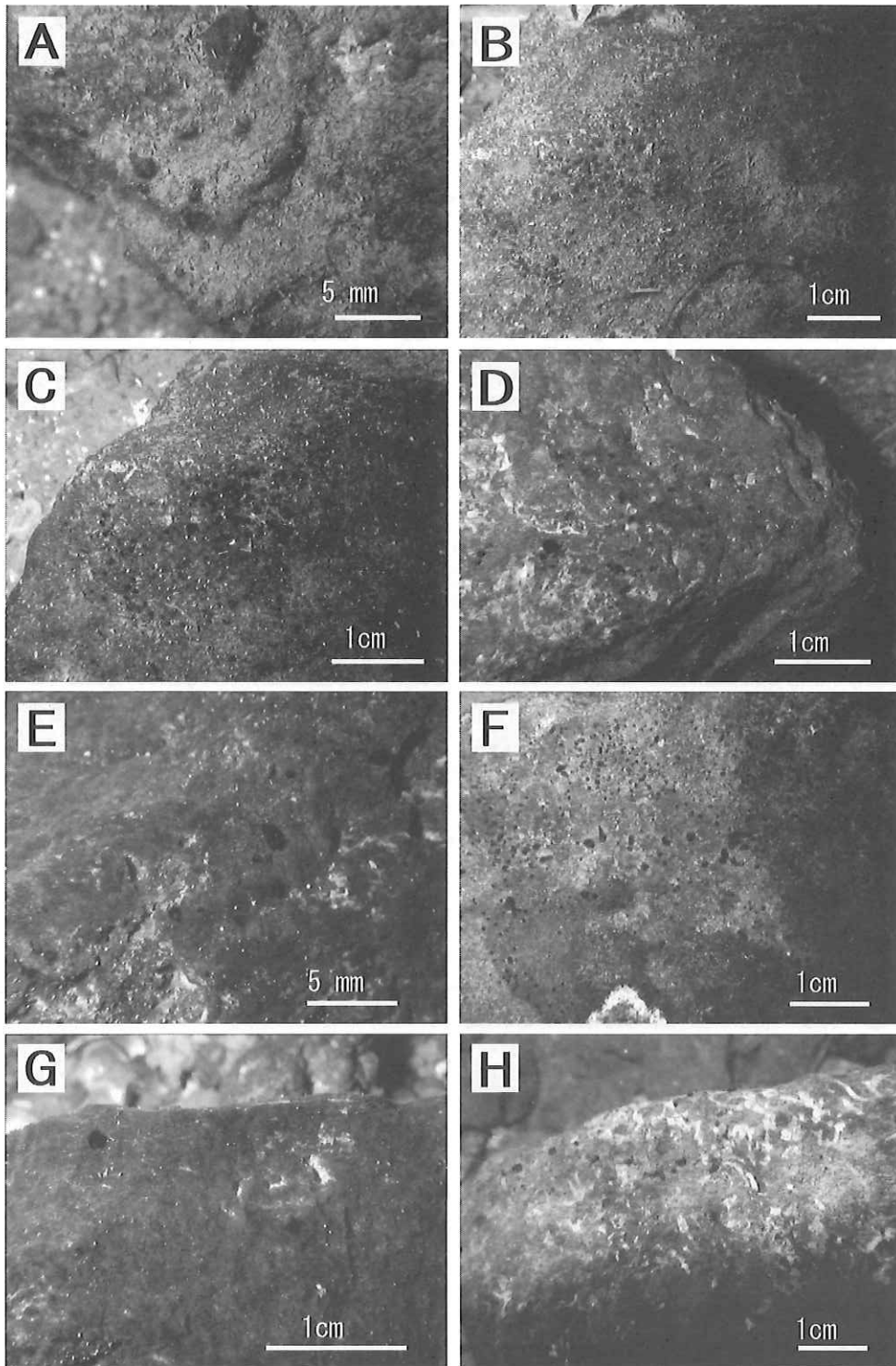


図4. ヤコチスジノリの生育状況. A, 2007年12月; B, 2008年1月; C, 2008年2月; D, 2008年3月; E, 2008年4月; F, 2008年5月; G, 2008年6月; H, 2008年7月.

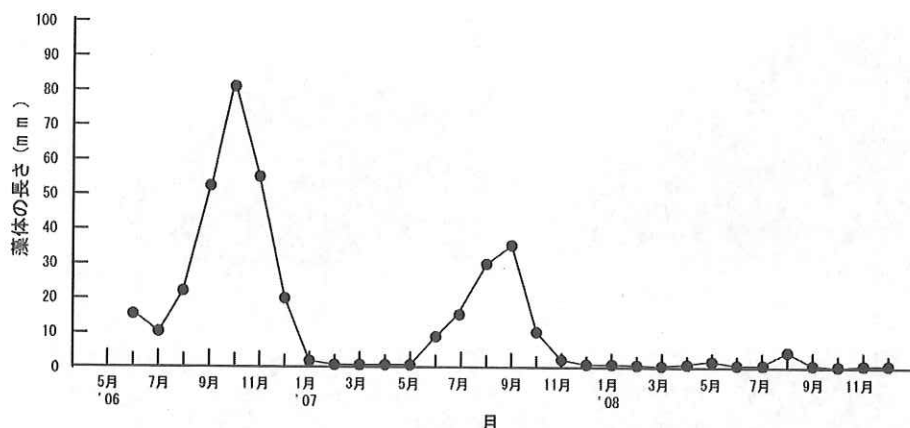


図5. ミヤコチスジノリの藻体長の変動.

湧水量の減少（水位低下）については、調査期間中において水位の記録は行わなかったものの、冬期（1月～3月）に水量が低下することが観察された。2009年1月には、通常湧水中に存在する石が露出するほどに水位が低下し（図6D）、同年3月には一時的にほぼ完全に干上がった（砂川、私信）。一方、図7に宮古島の雨量と同市白川田湧水の湧水量の変動を示した。これによると、雨量および湧水量ともに、冬期に減少する傾向があることがわかる。なお、渡久山（1997）は、宮古島の白川田湧水における研究により、年間の雨量と湧水量の間には正の相関関係があり、さらに、ある月の湧水量はその前数ヶ月（1～3か月前まで）の雨量に影響を受けていることを示している。本調査期間においては、水位の低下時期と、ミヤコチスジノリの藻体の長さの短縮時期（11月～4月）とは良く一致しており、湧水量の減少（水位の低下）が、藻体の生育に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

土砂の堆積と藍藻類の繁茂については、先に述べたようにミヤコチスジノリの減少が目につくようになった時期（2005年11月ごろ）に良く一致していた。土砂の堆積によって、湧水中の石が埋まってしまう（石の下には還元層も確認できた）ことや、石の表面に藍藻類が繁茂することにより、土やシルトが溜まり易くなり、結果、ミヤコチスジノリが付着する場所が無くなっているなど、直接的な影響が示唆された（図6E-H）。一方、ミヤコチスジノリが、同湧水の湧出口付近にのみ最後まで生育していた理由としては、湧出口からの水流によって石表面の土砂が洗い流され、埋没を避けられたものと考えられる。

香村（1998）は、沖縄島におけるシマチスジノリの個体群消失の要因として、1) 光条件の悪化、2) 湧水量の減少、3) 過度な清掃、4) 導入魚による食害、5) 水質の悪化、6) 水路改修工事、7) 湧井戸改修工事、8) 湧井戸の破壊、9) 宅地造成による生息地の破壊を指摘した。これらのうち、本調査期間中には、特筆すべき湧水周辺の開発や改修工事などは観察されなかった。一方、同湧水からは、十脚目の甲殻類として、サキシマヌマエビ *Caridina prashadi* Tiwari and Pillai, 1971, トゲナシヌマエビ *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1937, コンジテンナガエビ *Macrobrachium lar* (Fabricius, 1798), ヒラテテナガエビ *Macrobrachium japonicum*

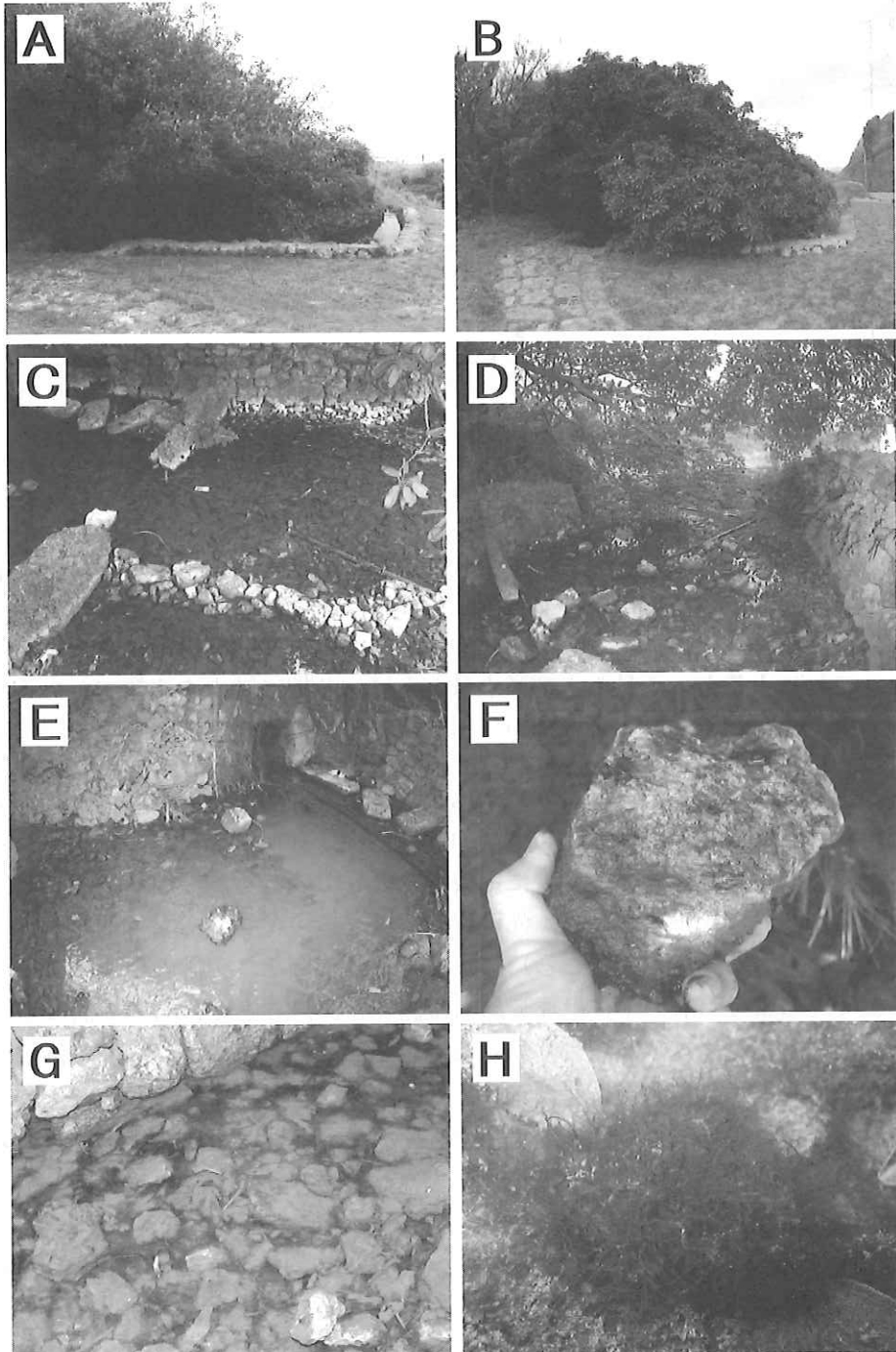


図 6. ヌグスクガーの状況. A, 2006 年の状況; B, 2008 年 12 月の状況; C, 湧水部に大量に堆積した落ち葉; D, 冬期における水位低下 (2009 年 1 月); E, 湧出口付近に堆積した土砂; F, 還元化した転石; G, 土砂が堆積し, 藍藻類 (暗色部分) が繁茂した湧水; H, 湧水内に繁茂した藍藻類.



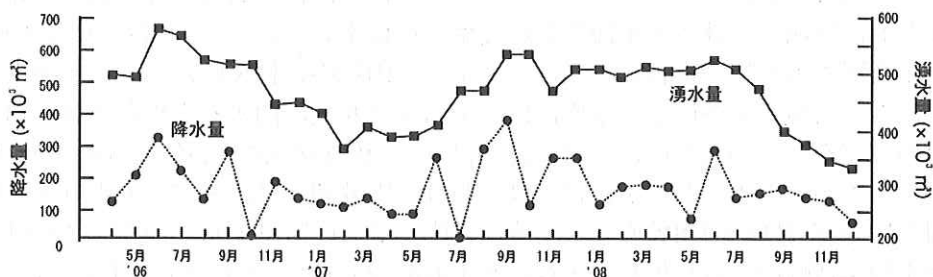


図7. 宮古島市における降水量の変動と白川田湧水の湧水量の変動。

(De Haan, 1849), モクズガニ *Eriocheir japonicus* De Haan, 1835, タイワンベンケイガニ *Sesarmops impressum* (H. Milne Edwards, 1837) が, 貝類ではトウガタカワニナ *Thiara scabra* (Müller, 1774) が, 魚類ではグッピー *Poecilia reticulata* Peters, 1860 の生息が確認されている(佐渡山・藤田, 2006; 藤田, 2007, 未発表データ)。本調査中には, これらの種がミヤコチスジノリを直接摂食している様子は観察されなかったものの, ほとんどが雑食性の動物であり, ミヤコチスジノリ個体群が減少した状況下においては, 何らかの影響を与えている可能性も否定できない。

以上まとめると, ミヤコチスジノリの減少および消滅の要因としては, 土砂の堆積・藍藻類の繁茂・湧水量の減少によってミヤコチスジノリの生育面積が湧出口付近のみに縮小し, 湧水口周辺に僅かに残った個体群も樹木の繁茂による光条件の悪化の影響を受け, 結果, ミヤコチスジノリが消滅したものと考えられる。

2012年2月現在, ヌグスクガーにおいて, ミヤコチスジノリの藻体ならびにシャントランシア体は3年以上確認できない状態にある。国の天然記念物に指定されている那覇市首里識名園のシマチスジノリでは, 1965年を最後に生育が確認されていなかったものの, 2003年に再確認された事例も知られる(香村, 私信)。また, 同属のチスジノリ *Thorea okadae* Yamada, 1949 においても, 兵庫県上郡町・安室川の個体群が, 1991年~1994年までは良好に生育していたものの, 1995年に確認できなくなり, その後, 2004年になって生育が再確認された例もある(佐藤ら, 2006)。ミヤコチスジノリは, 宮古島固有の変種であり(Kumano et al., 2002), ミヤコサワガニ *Geothelphusa miyakoensis* Shokita, Naruse & Fujii, 2002 やエビヤドリミミズ *Holtodrilus truncatus* (Liang, 1963) などと同様に, 純淡水性生物として極めて重要な藻類である。今後, ミヤコチスジノリが再びヌグスクガーで確認されるかどうかは定かではないが, ミヤコチスジノリに好適な湧水環境を整え, 維持することで, 復活の可能性を信じていたいものである。

#### 謝辞

本研究の遂行に際し, 多くの方々に御世話になった。宮古島の砂川博秋氏には, 宮古島

における野外調査全般にわたり、多大なる支援を受けた。宮古島市総合博物館の職員の方々には、子ども博物館における湧水観察会の実施及び標本登録に際しご協力いただいた。宮古島上水道企業団の方々には宮古島における湧水量と雨量の資料をいただいた。沖縄県水産海洋研究センター石垣支所の岸本和雄氏には、チスジノリ類に関する貴重な文献を紹介いただき、原稿の査読をしていただいた。なお、本稿は長期にわたる宮古島での調査の過程で得られた情報をまとめたものであるが、宮古島における野外調査は、財団法人トヨタ財団、財団法人河川環境管理財団の河川整備基金助成、琉球大学 21 世紀 COE プログラムの「サンゴ礁島嶼系の生物多様性の総合解析」、公益信託 TaKaRa ハーモニストファンドおよび平成 19 年度科学研究費補助金（課題番号 19916012）による支援を受けて行われた。以上の関係機関および関係者に深謝する。

#### 引用文献

- 藤田喜久, 2007. 宮古の湧水に生息する十脚甲殻類. 宮古島市総合博物館紀要 11: 89-110.
- 藤田喜久, 2009a. 宮古島におけるミヤコサワガニの新たな生息地について. 宮古島市総合博物館紀要 13: 71-76.
- 藤田喜久, 2009b. 宮古島から得られたキノボリエビ. 沖縄生物学会誌, 47: 29-31.
- 藤田喜久, 2009c. ミヤコサワガニの食性: デジタルカメラ撮影による直接記録. *CANCER*, 18: 11-15.
- 藤田喜久・北村崇明, 2010a. 宮古島崎田川にて採集されたツノナガヌマエビとニセモクズガニ. 宮古島市総合博物館紀要, 14: 115-121.
- 藤田喜久・川原 剛・丹羽 信彰・諸喜田茂充, 2010b. 琉球列島から初めて見つかったヒルミミズ類について (環形動物門: 環帯綱: ヒルミミズ亜綱). 沖縄生物学会誌, 48: 25-33.
- 香村真徳, 1998. 湧井戸 (カー) に依存する貴重藻類 2 種とその保護について. 財団法人 沖縄県環境科学センター報, 2: 58-74.
- 香村真徳・大森 保, 1981. 天然記念物シマチスジノリと今帰仁村字天底の湧井戸「アミスガー」の水質. 今帰仁村文化財調査報告書第 4 集: 27-40.
- 香村真徳, 2006. シマチスジノリ. 399-400. 沖縄県編, 「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 (菌類編・植物編) レッドデータおきなわ」, 沖縄県, 510pp.
- Komai, T., & Fujita, Y., 2005. A new stygiobiont species of *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae) from an anchialine cave on Miyako Island, Ryukyu Islands. *Zootaxa* 1021: 13-27.
- 熊野茂, 2000. 世界の淡水藻類. 内田老鶴圃, 東京, 395pp.
- 熊野 茂・香村真徳・新井章吾・佐藤祐司・飯間雅文・洲澤 譲・洲澤多美枝・羽生田岳昭・三谷 進, 2002. 1995年以降に確認された日本産淡水紅藻の産地について. 藻類, 50: 29-36.
- 熊野 茂・新井章吾・大谷修司・香村真徳・笠井文絵・佐藤裕司・洲澤 譲・田中次郎・千原光雄・中村 武・長谷井稔・比嘉 敦・吉崎 誠・吉田忠生・渡遺 信, 2007. 環境省「絶滅のおそれのある種のリスト (RL) 2007年度版 (植物 II ・藻類・淡水産紅藻) について

- て. 藻類, 55: 207-217.
- Kumano, S., Kamura, S., Sato, H., Arai, S., Hanyuda, T., Seidenschawarz, F., & Ueda, K., 2002. Morphological and molecular phylogenetic analyses of the Thorea 2. A variety of the *Thorea gaudichaudii* from the Miyako Island, Japan. Abstracts of the 26th annual and 50th anniversary congress of Japanese Society of Phycology and 3rd Asian Pacific Phycological Forum joint Conference Algae 2002. Tsukuba, Japan, p. 96.
- 右田清治・当真 武, 1990. 紅藻シマチスジノリの室内培養. 長崎大学水産学部研究報告, 68: 7-12.
- 佐藤裕司・横山 正・真殿克磨・辻 光浩・水野雅光・魚留 卓・妹尾嘉之・杉野伸義・永野正之・三橋弘宗・浅見佳世・道奥康治・原田一二三, 2006. 兵庫県上郡町・安室川における淡水産紅藻チスジノリ配偶体の出現—特に河川の流量変化との関係について. 陸水学雑誌, 67: 127-133.
- 佐渡山正吉・藤田喜久, 2006. 宮古の湧水—地下水環境・生物・人とのつながり—. 宮古島市企画政策部地域振興課 (編), 宮古島市, 16pp.
- Seto, R., 1979. Comparative study of *Thorea gaudichaudii* (Rhodophyta) from Guam and Okinawa. *Micronesica* 15(1-2):35-39.
- 洲津多美枝・洲津譲・中島淳・竹盛窪・熊野茂, 2010. 鹿児島県与論島初記録のシマチスジノリ *Thorea gaudichaudii* C.Agardh. 藻類, 58:141-143.
- 渡久山 章, 1997. 石灰岩地域の湧水量を規定している因子と湧水量予報に関する研究—宮古島白川田湧水を例にして. 工業用水, 467: 52-59.
- Traichaiyaporn, S., Khuantrairong, T., & Kumano, S., 2008. *Thorea siamensis* sp. nov. (Thoreaceae: Rhodophyta) from Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 8(1): 27-33.
- 上原富二男, 2000. 宜野湾市の地形・地質・水, p. 55-124. *In*: 「宜野湾市史, 第9巻資料編 8 自然」.