



希少種情報

沖永良部島における
 チョウチンミドロ *Dichotomosiphon tuberosus*
 (緑色植物門, チョウチンミドロ科) とシマチスジノリ
Thorea gaudichaudii (紅色植物門, チスジノリ科) の分布記録

岸本 和雄^{1,2*}・藤田 喜久³・香村 眞徳⁴

¹ 沖縄県水産海洋技術センター (〒 901-0354 沖縄県糸満市喜屋武 1528)

² (現所属) 沖縄県農林水産部水産課 (〒 900-8570 沖縄県那覇市泉崎 1-2-2)

³ 沖縄県立芸術大学 (〒 903-8602 沖縄県那覇市首里当蔵町 1-4)

⁴ 琉球大学名誉教授 (〒 901-2213 沖縄県宜野湾市志真志)

Kazuo Kishimoto^{1,2*}, Yoshihisa Fujita³ and Shintoku Kamura⁴: New distributional record of *Dichotomosiphon tuberosus* (Dichotomosiphonaceae, Chlorophyta) and *Thorea gaudichaudii* (Thoreaceae, Rhodophyta) from Okinoerabujima Island, Ryukyu Islands, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 71: 103–110, July 10, 2023

Two species of endangered freshwater algae *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Braun ex Kützing) A. Ernst and *Thorea gaudichaudii* C. Agardh were first confirmed on Okinoerabujima Island, Kagoshima Prefecture. Both species were observed in artificial springs from the Ryukyu limestone layer at the foot of Mt. Oyama, located in the southwestern part of the island. This report renews the northern limit of the domestic distribution range of both species, and the records of habitats and growth conditions are important information for their conservation.

Key Index Words: *Dichotomosiphon tuberosus*, new distributional record, Okinoerabujima Island, Ryukyu Islands, *Thorea gaudichaudii*

¹Okinawa Prefectural Fisheries Research and Extension Center, 1528 Kyan, Itoman, Okinawa 901-0354, Japan

²Present address: Okinawa Prefectural Government, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Fisheries Division, 1-2-2 Izumizaki, Naha, Okinawa 900-8570, Japan

³Okinawa Prefectural University of Arts, 1-4 Shuri-Tounokura, Naha, Okinawa 903-8602, Japan

⁴Professor Emeritus of University of the Ryukyus, Shimashi, Ginowan, Okinawa 901-2213, Japan

* Author for correspondence: kishimkz@pref.okinawa.lg.jp

チョウチンミドロ *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Braun ex Kützing) A. Ernst (緑色植物門, ハネモ目, チョウチンミドロ科) とシマチスジノリ *Thorea gaudichaudii* C. Agardh (紅色植物門, チスジノリ目, チスジノリ科) は, 淡水産の希少藻類である。チョウチンミドロは環境省レッドリストおよびレッドデータ沖縄において絶滅危惧Ⅱ類として, シマチスジノリは環境省レッドリスト, 鹿児島県レッドデータブックおよびレッドデータ沖縄において絶滅危惧Ⅰ類として掲載されている(寺田 2016, 比嘉 2018a, b, 環境省 2020)。チョウチンミドロは 1 科 1 属 1 種の藻であり, 基準産地はスイスで, 欧州(フランス), 北アフリカ(モロッコ), パキスタン, インド, ミャンマー, 中国, 日本, 北米(アメリカ五大湖周辺, テキサス州, ジョージア州, フロリダ州)と飛び石的に分布する(Ernst 1902, 岡田 1936a, b, Corillion 1947, 新崎 1953, Sharma & Moghe 1957, Davis & Gworek 1972, Shameel 1975, 胡 2006)。国内の生育地は, 沖縄島, 宮古島, 与那国島に限られており(香

村 1998, 岸本ら 2017, 比嘉 2018a), 本種は日当たりが良く, 比較的浅い湧水域などに生育しているが, 海産緑藻類が持つ光合成補助色素シホネインを含み(Kageyama & Yokohama 1978), 近年, 遺伝子解析によって海産管状藻類との近縁性が確認されるなど(Verbruggen *et al.* 2009), 非常に珍奇な存在である。

一方, チスジノリ属は分類学的に問題を持つ種も含めて世界に 17 種が存在し, 国内にはチスジノリ *Thorea okadae* Yamada, フトチスジノリ *T. hispida* (Thore) Desvaux, シマチスジノリ *T. gaudichaudii* の 3 種が分布している(Yamada 1949, 熊野 2000, Traichaiyaporn *et al.* 2008, Necchi *et al.* 2015)。このうちシマチスジノリは基準産地であるマリアナ諸島の Guam 島のほか, フィリピン製のセブ島, カロリン諸島ヤップ島で確認されており, 国内では与論島, 沖縄島, 宮城島及び宮古島に産する(熊野 2000, Kumano *et al.* 2002, 洲澤ら 2010, 比嘉 2018b)。なお, 宮古島のシマチスジノリは, その

形態的特徴からシマチスジノリの一変種（ミヤコチスジノリ）としての扱いが提唱されている（Kumano *et al.* 2002）。シマチスジノリは、沖縄県下の一部地域で「カーヌイ」（カー：井戸，ヌイ：もずく）と呼ばれ食用に供されていたことから、人との文化的な関わりも持つ種である（香村 1998）。

筆者の一人である藤田は、奄美群島の湧水・洞窟地下水域における生物相調査において、沖永良部島からチョウチンミドロとシマチスジノリの生育を確認した。これまで沖永良部島からの両種の生育報告はないことから、今回の確認はその生育地の追加に加え、それぞれ国内分布域の北限の更新となる。絶滅の危惧される種類に関して、生育地の現状を記録し、生育状況を把握することは、その保全を図る上で重要である。そこで本報では、標本に基づき両種の形態を記載することで新たな分布地として記録し、沖永良部島における両種の現況を報告する。

調査方法

沖永良部島における調査は、2019年3月8日、5月17日から19日、7月10日に実施した。調査は、島内の地表水性湧水及びその周辺水域（水路や道路側溝など）並びに掘り抜き井戸を対象として、計32箇所で行った（Fig. 1）。各調査地では、GPSを用いて位置情報を記録し、チョウチンミドロとシマチスジノリの生育の有無を確認した。両種が生育していた場所では、生育地の規模を計測するとともに、水深、底質、底土の堆積状況及び水質を測定し、標本を採集した。水深は、水面から底質上面までの距離を定規で測定した。底質は、堆積物をその場で採取して肉眼で確認し、堆積量の目安として

その厚みを定規で計測した。水質は、多項目水質計 WQC-24（東亜ディーケー株式会社、東京）を用いて、本種の繁茂しているすぐ近くで、水温（°C）、pH（水素イオン指数）、濁度（NTU）、電気伝導率（ mS m^{-1} ）、塩分（PSU）、溶存酸素（ mg L^{-1} ）を計測した。採集した標本は固定せずにそのまま持ち帰り、形態観察に用いた。細胞の大きさは、光学顕微鏡（ECLIPSE 90i, Nikon, 東京）と画像処理ソフト ImageJ（Schneider *et al.* 2012）を用いて測定し、顕微鏡デジタルカメラ（DS-Ri1, Nikon, 東京）で撮影した。本研究で採集された標本は、国立科学博物館（TNS）に収蔵した。

チョウチンミドロとシマチスジノリの形態的特徴

Dichotomosiphon tuberosus (A. Braun ex Kützing) A. Ernst
チョウチンミドロ (Fig. 2)

Braun 1856, 23, table 65; Ernst 1902, 115, pls 1–5; 岡田 1936a, 272, figs 1–4; Corillion 1947, 88, figs 1–11; Sharma & Moghe 1957, 254, figs 1–10; 山岸 1964, 82, figs 1, 2; Shameel 1975, 19, fig. 1; 胡 2006, 775, pl. XIV-63 figs 2–16.

TNS-AL 221918, あしきぶ公園, 和泊町谷山, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221919, 赤嶺集落の水場, 知名町赤嶺, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221920, ショウヌ川公園, 知名町上平川, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221921, フゲンゴウ, 知名町知名, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集.

藻体は、隔壁のない多核の管状細胞が乱立することで形成

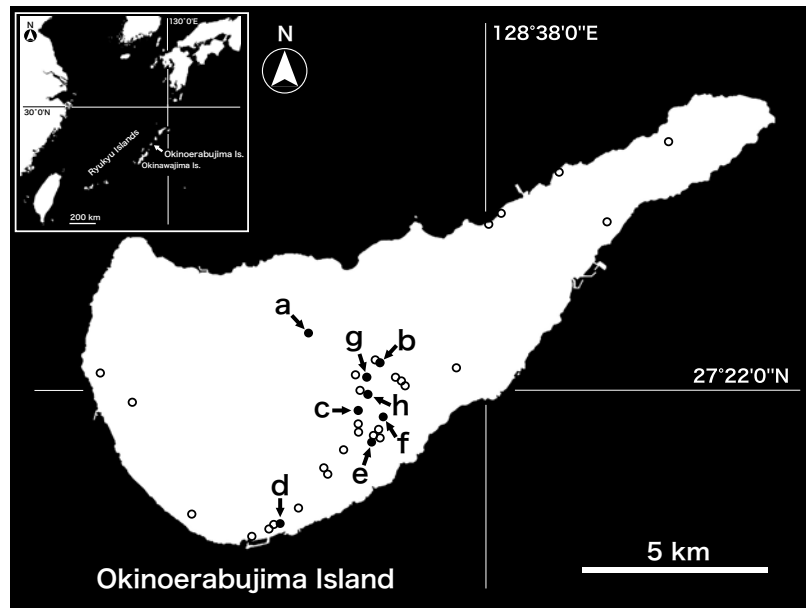


Fig. 1. Map indicating the study sites on Okinoerabujima Island. a, Ashikibu park spring; b, Water place in Akamine; c, Shounu-gawa park spring; d, Fugungo-spring; e, Furichigo-spring; f, Shimubyo-spring; g, Ukonoho-spring; h, Agarigo-spring.

図1. 沖永良部島における調査地点. a, あしきぶ公園; b, 赤嶺の水場; c, ショウヌ川公園; d, フゲンゴウ; e, フリチゴウ; f, シムビョウ; g, ウコノホー; h, アガリゴウ.

され、マット状に群生する (Fig. 2a, b)。管状細胞の下部は無色の仮根部で底質中に埋没し、上部は暗緑色で長さ 50 mm に達する。管状細胞の直径は 69–138 μm (平均 99.8 μm) で、2 又分枝 (しばしば 3 又か 4 又) を繰り返し、それぞれの分枝部分には細胞膜の肥厚した強いくびれがあり (Fig. 2e, f)、伸長した細胞先端部は丸くなる。分枝時のくびれの位置は等しく、側枝にはならず、分枝部以外にも、まれに同様のくびれが生じる。生卵器と造精器は、著しく弯曲した管状細胞の先端部分に形成される (Fig. 2c, d)。生卵器は球状で、直径 265–439 μm (平均 324.5 μm) である。造精器は、生卵器を付けた同じ管状細胞の先端に 2–4 個ほど作られ、やや弯曲した円柱状で先端付近がわずかに膨らみ、最も幅の広い部分の直径は 38–70 μm (平均 52.9 μm)、長さは 92–192 μm (平均 127.4 μm) である。

沖永良部島産の標本は本種に特有の生卵器と造精器を有し、これらを含めた各形態部位の大きさは、Ernst (1902) の報告 (藻体の長さ 20–100 mm, 管状細胞の直径 40–112 μm , 通常 70–95 μm , 生卵器の直径 290–320 μm , 造精器の直径 35–50 μm , 長さ 130–170 μm) とほぼ一致した。Ernst (1902) も含め、世界各地からの報告では、有性生殖器官と同時に無性生殖器官 (アキネート) も観察されているが、これまで国内からは無性生殖器官の観察記録は無く、沖永良部島産の標本でも観察されなかった。

Thorea gaudichaudii C. Agardh シマチスジノリ (Fig. 3)

熊野 1977, 170–171, pl. 61; Seto 1979, 37–38, pls 1–2; 右田・当真 1990, 8–10, figs 1–4; 須田・比嘉 2015, 63, figs 3–5.

TNS-AL 221922, フゲンゴー, 知名町知名, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221923, フリチゴー, 知名町屋者, 2019. 3. 8, 藤田喜久 採集; TNS-AL 221924, フリチゴー, 知名町屋者, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221925, シムビョー, 知名町下平川, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221926, ウコノホー, 知名町久志検, 2019. 5. 18, 岸本和雄・藤田喜久 採集; TNS-AL 221927, アガリゴー, 知名町上平川, 2019. 5. 18, 藤田喜久 採集.

藻体 (配偶体) はひも状で暗紅紫色から赤褐色、基部から複数回不規則に分枝して、長さ 44 cm 太さ 1.2 mm に達する (Fig. 3a, b)。髓層は 203–364 μm (平均 251.3 μm)、皮層を形成する同化糸は長さ 287–736 μm (平均 543.4 μm) で円柱状の細胞が 16–39 個 (平均 24 個) 連なることで形成される (Fig. 3d)。それらの細胞の長さは 15–28 μm (平均 20.4 μm)、幅は 3–6 μm (平均 5.0 μm) である。単孢子嚢は同化糸の基部に作られ、倒卵形で長さ 13–25 μm (平均 20.8 μm)、直径は最も膨らんだ箇所 7–15 μm (平均 11.3 μm) である (Fig. 3c)。沖永良部島産の標本では、有性生殖器官は観察されなかった。

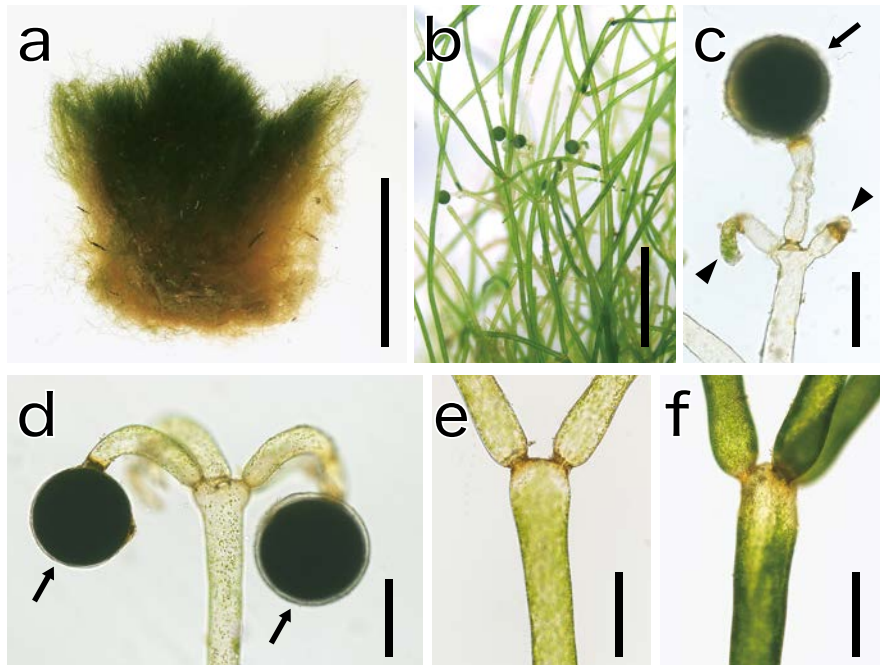


Fig. 2. Morphological characters of *Dichotomosiphon tuberosus* from Okinoerabujima Island. a, fresh specimen; b, part of siphonaceous thalli with reproductive organs; c and d, oogonia (arrows) and antheridia (arrowheads) formed at the apex of filament; e and f, a branched part of filament, the branched part is strongly constricted, but there is a perforated septum. Scale bars: a = 5 cm; b = 2 mm; c–f = 200 μm .

図 2. 沖永良部島のチョウチンミドロの形態的特徴。

a, 生標本; b, 生殖器官の形成された藻体の一部; c と d, 生卵器 (矢印) と造精器 (矢頭) が形成された管状細胞の先端部; e と f, 管状細胞の分枝部分の形状, 分枝の狭窄部位は隔壁で閉ざされておらず, 穴の開いた状態である。スケールバー: a = 5 cm; b = 2 mm; c–f = 200 μm 。

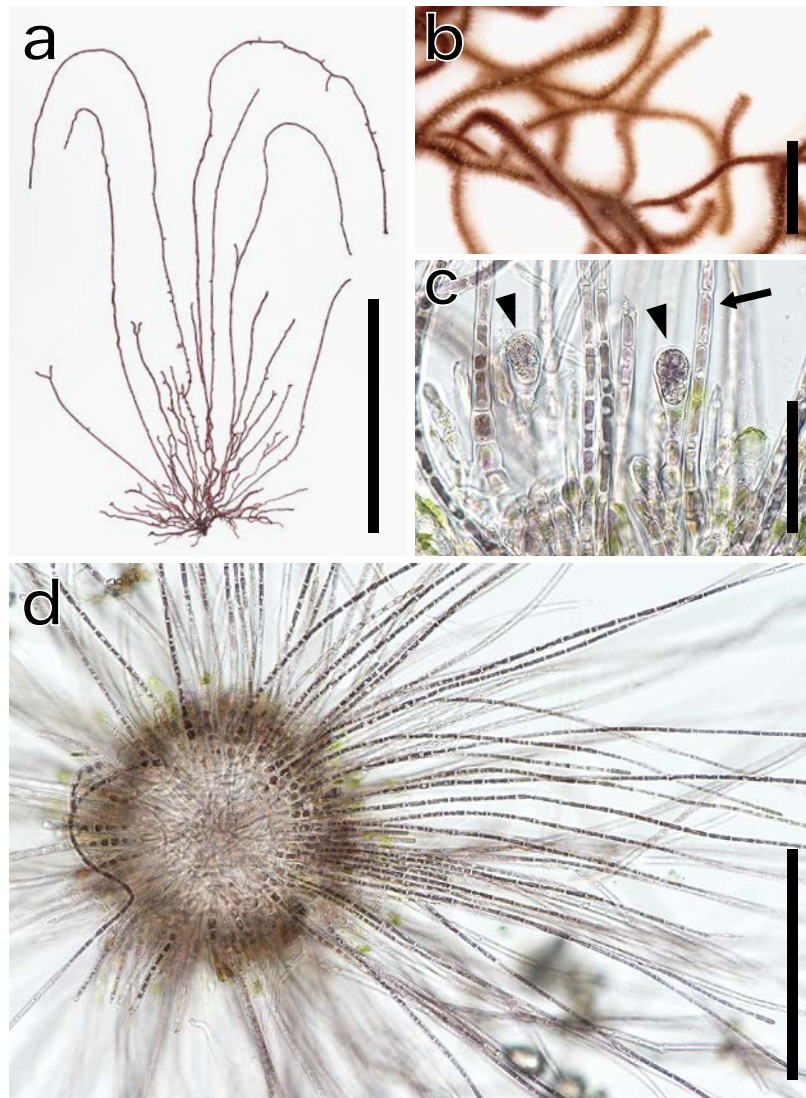


Fig. 3. Morphological characters of *Thorea gaudichaudii* from Okinoerabujima Island. a, dried specimen; b, part of thallus of fresh specimen; c, assimilatory filaments (arrow) and monosporangia (arrowheads); d, cross section of thallus. Scale bars: a = 10 cm; b = 5 mm; c = 50 μ m; d = 200 μ m.

図3. 沖永良部島のシマチスジノリの形態的特徴。

a, 乾燥標本; b, 生標本の藻体の拡大写真; c, 同化糸 (矢印) と単胞子嚢 (矢頭); d, 藻体の断面図. スケールバー: a = 10 cm; b = 5 mm; c = 50 μ m; d = 200 μ m.

シマチスジノリの国内産同属2種との比較について、熊野(2000)によると、チスジノリは藻体が3 mに達し、太さも2.1–4.0 mmと太い反面、同化糸の長さが150–400 μ mと短く、単胞子嚢は同化糸の先端に房状に形成され、フトチスジノリは同化糸の長さが700–1400 μ mと長く、単胞子嚢が8個までの房状となることで、それぞれシマチスジノリと区別される。沖縄県宮古島で確認されたシマチスジノリの変種と考えられているミヤコチスジノリは沖縄島産シマチスジノリと遺伝的に異なり、外部形態的には藻体の太さが0.4–1.2 mmで、分枝はしばしば基部で見られ、中間や先端付近では少なく、同化糸は長さ210–560 μ m、細胞数は10–22個であることを特徴としている(Kumano *et al.* 2002)。沖永良部島産の標本では、大型個体の分枝の状態がミヤコチスジノリに似た形

態を示すものも確認されたが(Fig. 3a)、藻体の太さ、同化糸の長さ、細胞数は、熊野(2000)の報告によるシマチスジノリ(藻体の太さ1–2 mm、同化糸の長さ300–800 μ m、細胞数18–32個)に近かった。形態的特徴に基づくミヤコチスジノリとシマチスジノリの区別については、今後、分子系統学的手法の活用などによる同定方法の確定が待たれる。

チョウチンミドロとシマチスジノリの生育場所と生育状況

鹿児島県沖永良部島では多くの井戸や湧水が存在し、古くから生活や農業用としての地下水利用が盛んである。今回の調査では32箇所の湧水域のうち8箇所において、絶滅の危惧されるチョウチンミドロとシマチスジノリの生育を確認することができた(Figs 1, 4)。今後の両種の保全調査時における



Fig. 4. Habitat conditions of *Dichotomosiphon tuberosus* and *Thorea gaudichaudii* on Okinoerabujima Island. a, b, Ashikibu park spring; c, d, Water place in Akamine; e, f, Shounu-gawa park spring; g, h, Fukungo-spring; i, j, Furichigo-spring; k, l, Shimubyo-spring; m, n, Ukonoho-spring; o, p, Agarigo-spring.

図4. 沖永良部島におけるチョウチンミドロとシマチスジノリの生育地の状況。

a, b, あしきぶ公園;c, d, 赤嶺の水場:e, f, ショウヌ川公園:g, h, フクンゴー;i, j, フリチゴー;k, l, シムビョー;m, n, ウコノホー;o, p, アガリゴー。

基礎資料とするため、以下に各生育場所の概況を示す。

1) あしきぶ公園 (Fig. 1a, 27°22'52.2"N, 128°34'59.1"E) : 谷山地区の親水公園として整備された湧水域で、湧水口は高さ 1.8 m, 幅 1.9 m のコンクリート製の建屋で覆われていた (Fig. 4a)。チョウチンミドロは、湧水口前面に広がる直径約 6 m の水場とその下流の水路で確認された (Fig. 4b)。水場の水深は中央部で約 20 cm, 水底には泥混じりの砂が 5 cm ほど堆積していた。水場の中央部ではクレソンの繁茂が見られ、チョウチンミドロはその周縁部にパッチ状に生育していたが、比較的豊富にみられた。赤嶺の水場と同様、藻体が浮いて水面に張り付いた部分で生殖器官の形成が確認された。水場下流の水路での生育は限定的で生育量は少なく、比較的流れの早い箇所には、外観がチョウチンミドロに酷似したフシナシミドロ属の一種が生育していた。

2) 赤嶺の水場 (Fig. 1b, 27°22'24.5"N, 128°36'16.3"E) : 赤嶺地区内にある地域住民の共同利用の水場であり、自然の湧水の流路の一部をせき止めて整備されており、三面コンクリート張りで、幅 1.9 m, 奥行き 6.4 m, 深さ 0.3 m であった (Fig. 4c)。水場は露天で、南側は水場への斜路となっており、北側には樹木が茂っていた。調査時の水深は 22 cm, 水底には部分的に砂泥が 5 cm ほど堆積しており、チョウチンミドロは水場の約 50% を覆うほど繁茂していた (Fig. 4d)。藻体が浮いて水面に張り付いた状態となり、体色がやや褐色がかった部分では、本種特有の生殖器官の形成が確認された。

3) 上平川地区のショウヌ川公園 (Fig. 1c, 27°21'43.7"N, 128°35'48.1"E) : 上流から湧水を引き込んで園内に水路と水場を整備した親水公園であり (Fig. 4e), 園内水路の上流側ではクレソンとクサシヤジクモの繁茂が見られ、チョウ

ウチンミドロは下流側の幅 0.8–1.2 m の水路部でパッチ状に生育していた (Fig. 4f)。最大幅 4.3 m、長さ 14.3 m の多角形の水場は水がやや滞留した状態であり、チョウチンミドロの生育は確認されず、アオミドロ類のみが観察された。

- 4) 知名地区のフゲンゴウ (Fig. 1d, 27°20'02.5"N, 128°34'29.8"E) : 集落内の歩道沿いに位置し、井戸全体が高さ 1.5 m、幅 3 m のコンクリート製の建屋で覆われ、方位 160° の南南東方面のみが開口した構造であった (Fig. 4g)。水面は幅 2.7 m、奥行き 1.4 m の方形で、水深は中央部で 28 cm、水底はこぶし大の石が多数散乱していた。貯留した湧水の濁りは少なく、コンクリート製の踊り場の下を通して、少量ずつ、絶え間なく排水されていた。この井戸ではチョウチンミドロとシマチスジノリの両種が確認されており、両種とも水底の石全体を覆う状態で生育していた (Fig. 4h)。シマチスジノリの藻体長は最長 11 cm であった。
- 5) 屋者地区のフリチゴウ (Fig. 1e, 27°21'13.8"N, 128°36'04.0"E) : 耕作地に囲まれた湧水で、幅 2.3 m の石灰岩窟から地下水が湧き出ており、その前面にコンクリート三面張りの最大幅約 4 m、長さ 6.7 m の水場が整備されていた (Fig. 4i)。水場はやや窪地に位置し、方位 110° の南東方向に開けていた。水場の水深は 21–31 cm で、水底には 10 cm ほど砂や小石が堆積していた。シマチスジノリは水場のコンクリート側壁のほぼ全面を覆うほど生育しており (Fig. 4j)、藻体は水面から水底に届くまでに生長し、その最大長は 44 cm に達した。水場の中央部に、エビモと思われる水生植物の生育が確認された以外、特に生育地が競合するような生物は見られなかった。
- 6) 下平川地区のシムビョー (Fig. 1f, 27°21'36.1"N, 128°36'15.4"E) : 耕作地沿いの道路脇に位置し、湧水部全体が高さ 1.3 m、幅 1.9 m のコンクリート製の建屋で覆われ (Fig. 4k)、方位 150° の南東方面のみが開口した構造であった。井戸内の水面は幅 1.7 m、奥行き 0.9 m の方形で、水深は中央部で 50 cm、底には砂泥が 7 cm ほど堆積していた。井戸から外部へ直接水が流れ出す構造とはなっておらず、湧水口や湧水状況は確認できなかったが、貯留した水は比較的濁りが少なく、周辺耕作地の自然側溝に周辺土壌から浸みだした湧き水の流れも確認できたことから、井戸内の水は滞留していないと考えられた。シマチスジノリは井戸内の水面付近のみに生育しており (Fig. 4l)、全体的に縮れて塊状状態であった。藻体を手で伸ばすと最長 17 cm の個体が確認された。
- 7) 久志検地区のウコノホー (Fig. 1g, 27°22'11.2"N, 128°35'59.9"E) : 四方を低木等に囲まれた窪地にあり、湧き水が貯留されて溜め池状態となっており、湧水貯留部の最大幅は 6.6 m、奥行きは 14.9 m であった (Fig. 4m)。湧水域につながる斜路と排水路等はコンクリートで整備されていたが、湧水貯留部は露天であった。調査時は、斜路沿いの約 1 m 四方の排水枡から常に音を立てて水が排水されており、湧水

量は豊富であると考えられた。今回は踏査調査であり、湧水口や池内部の状態は直接確認できなかったが、エビモと思われる水生植物を中心に、クレソンやアオミドロ類が大量に繁茂する中、シマチスジノリは斜路脇や排水路沿いのコンクリート壁、その周辺で水につかっていた木の枝など、溜め池の周縁部に限定して確認された (Fig. 4n)。生育範囲の水深は 50–52 cm で、底に小石混じりの砂が 2 cm ほど堆積していた。排水升周辺のコンクリート壁全面にシマチスジノリが生育しており、最も伸長したものの藻体長は最長 22 cm であった。

- 8) 上平川地区のアガリゴウ (Fig. 1h, 27°21'57.8"N, 128°35'58.3"E) : 民家沿いの湧水で、民家基礎部分の石灰岩盤から湧き出ていたが、岩盤全体が高さ 2 m、幅 7.4 m のコンクリート壁で囲われており、コンクリート壁の開口部は約 1 m 四方一箇所のみで、岩盤とコンクリート壁の間のわずかな貯留部に点在する小石上に、シマチスジノリのシャントランシア体が確認された。湧水はコンクリート三面張りの幅 7.4 m、奥行き 4.3 m、高さ 0.3 m の水場を経て、耕作地側へ排水されていた (Fig. 4o)。水場の各所で黒色の藍藻類の繁茂が見られ、シマチスジノリは排水口付近のコンクリート壁でわずかに観察された (Fig. 4p)。縮れた状態の藻体ばかりで伸ばすと最長 22 cm であったが、分枝も少なく部分的に緑色化していた。水場内に農業用の肥料袋が見られたことから、水場内が富栄養化するなどして生育に不適な状況にあると考えられた。

沖永良部島は北緯 27 度 22 分、東経 128 度 37 分にあり、島の南西部の知名町側は標高 246 m の大山を中心とした丘陵状で、北東部の和泊町側は 100 m 以下の低平丘陵を呈し、琉球石灰岩に覆われた隆起珊瑚礁の島であるが、北東部は島の基盤層を構成する花崗閃緑岩などが広く露出する (中川 1967)。今回チョウチンミドロとシマチスジノリの生育が確認できた湧水地は、全て沖永良部島南西部 (知名町側) にある「大山」の麓に位置しており、石灰岩性の地層を起源とした湧水環境であった。チョウチンミドロは、世界各地では湿地 (Ernst 1902)、池 (Corillion 1947)、湧水域 (Davis & Gworek 1972) などで生育することが報告されており、湖の水深約 10 m の底から採集された記録もある (Wolle 1887)。シマチスジノリにおいてはグアム島の Ylig River で、水の流れの停滞した場所の岩に生育することが報告されている (Seto 1979)。一方、両種の国内の生育地は、沖永良部島と同様に全て石灰岩層由来の湧水域であり、チョウチンミドロは湧水貯留部の水が滞留した箇所からその下流水路の流水部まで幅広く、シマチスジノリは湧水貯留部の水の流れがほとんどみられない箇所に生育しており (香村・大森 1981, 香村 1998 など)、今回の調査結果は両種ともに国内の既知の生育地の状況とよく一致していた。

今回の調査時の沖永良部島の各生育地の水質は、水温 21.4–23.3°C、pH 6.87–7.35、濁度 0.0–2.9 NTU、電気伝導

率 52.1–74.5 mS m⁻¹, 塩分 0.2–0.3 PSU, 溶存酸素 3.59–6.07 mg L⁻¹であった (Table 1)。各生育地の水量は、「シムビョー(湧水貯留部が比較的小規模で、十分な水の流れが確認できなかった)」以外は安定しており、これらの生育地には石灰岩層を通った清澄な地下水が安定的に供給されていると考えられた。両希少藻類の生育地は、人為的に改変・加工された湧水井戸などが生育地となっている場合がほとんどであるが、湧水地の過度な清掃によって藻類の生育が影響を受ける例も知られている (香村 1998)。また、湧水域周辺の樹木などの影響による照度不足など、逆に人の管理が維持されないことによる生育環境の悪化も報告されている (藤田 2012, 藤田・岸本 2013)。今回の調査で両種の生育が確認できなかった水場について、湧水部が林の中や暗渠に存在し、明らかに日光が届きづらく光合成に支障をきたすと考えられる場所も存在したが、露天の水場であっても、アガリゴの様に人間活動の影響による水質の悪化が原因と思われるアオミドロ類の繁茂や、一部では過度な清掃も認められたことから、既報との一致が見られた。これらの状況が改善されれば、将来的に両種の生育が確認できる可能性はあると考えられる。なお、今回は石灰岩層由来の湧水域以外では調査を行っていないため、今後の追加調査が必要である。沖永良部島における本調査時点での生育地の状況は、「アガリゴ」の水場内の富栄養化が懸念される以外、生育状況は良好であった。今回の調査で得られた湧水域の状況や水質情報は、今後、両種の保護・保全を図る上での参考指標になると考えられる。

今回の沖永良部島における両希少藻類の新たな生育地確認は、同島における両種の初記録であり、また、両種の分布域

の北限更新となる。チョウチンミドロは、これまでの分布域が沖縄島、宮古島、与那国島の3島に限定されているが、沖縄島における代表的な生育地である宜野湾市のタイモ畑一帯の水域は、生産者の減少によって水量が減少し、ごくわずかな生育場所 (タイモ畑の水が排水される最下流部のみ) を残すのみとなっている (2022年2月最終確認, 岸本 未発表データ)。一方、シマチスジノリでは近年、新たな生育地として鹿児島県与論町 (洲澤ら 2010, 岸本ら 2020) や沖縄県南城市 (須田・比嘉 2015) が追加されたものの、沖縄県の天然記念物となっている沖縄島今帰仁村天底の生育地では水が白く濁っており、藻体の確認されない状況が続いている (2022年1月最終確認, 岸本 未発表データ)。このように、生育地によっては両種共に絶滅が危惧される状況が続いている。沖永良部島における生育地の現況は極めて良好であるものの、今後、地域行政や地元住民の理解と協力を得ながら、この状況が維持されるよう努める必要がある。

謝辞

本報をまとめるにあたり、鹿児島県自然保護推進員の山下芳也氏には、島内の湧き水域の案内のほか、調査への協力をいただき、また、匿名の査読者の方々には、大変有益なご助言をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。本研究の実施および本報告の取りまとめには、独立行政法人日本学術振興会による平成28年度科学研究費助成事業 (科学研究費補助金) (基盤研究 S: 課題番号 16H06309: 研究代表 菅 浩伸) および令和2年度科学研究費助成事業 (基盤研究 B: 課題番号 20H03313: 研究代表 藤田喜久) による支援を受けた。

Table 1. Water quality of springs where *Dichotomosiphon tuberosus* and *Thorea gaudichaudii* were found on Okinoerabujima Island. The survey date is May 18, 2019.

表 1. 沖永良部島の湧水におけるチョウチンミドロおよびシマチスジノリの生育状況と水質 (調査日 2019年5月18日)。

	Occurrence of <i>D. tuberosus</i>	Occurrence of <i>T. gaudichaudii</i>	Water temperature	pH	Turbidity	Conductivity	Salinity	Dissolved Oxygen
	チョウチンミドロの生育	シマチスジノリの生育	水温 (°C)	水素イオン指数	濁度 (NTU)	電気伝導率 (mS m ⁻¹)	塩分 (PSU)	溶存酸素 (mg L ⁻¹)
Ashikibu park spring あしきぶ公園	○	×	21.4	7.16	1.8	52.1	0.2	5.85
Water place in Akamine 赤嶺の水場	○	×	22.5	7.18	0.2	61.5	0.2	5.74
Shounu-gawa park spring ショウヌ川公園	○	×	21.8	7.35	1.1	54.1	0.2	5.88
Fukungo-spring フゲンゴ	○	○	23.3	7.10	1.9	74.5	0.3	5.61
Furichigo-spring フリチゴ	×	○	22.5	7.11	1.8	63.3	0.3	5.56
Shimubyo-spring シムビョー	×	○	23.2	6.87	2.9	70.8	0.3	3.59
Ukonoho-spring ウコノホ	×	○	21.7	7.20	1.3	52.5	0.2	6.07
Agarigo-spring アガリゴ	×	○	22.6	7.01	0.0	59.5	0.2	4.30

引用文献

- 新崎盛敏 1953. 提灯ミドロの地理的分布と種の生成時代についての考察. 科学 23: 530-531.
- Braun, A. 1856. *Vaucheria tuberosa*. In: Kützing, F. T. (ed.) 1856. *Tabulae phycologicae oder Abbildungen der Tange*. Vol. 6. p. 23. Nordhausen.
- Corillion, R. 1947. Une nouvelle localité française du *Dichotomosiphon tuberosus* Ernst. Bull. Soc. Bot. Fr. 94: 88-90.
- Davis, J. S. & Gworek, W. F. 1972. *Dichotomosiphon* in Florida springs. J. Phycol. 8: 130-131.
- Ernst, A. 1902. *Siphoneen-Studien*. 1. *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst, eine neue oogame Süßwasser-Siphonee. Beihefte zum Botanischen Centralblatt 13: 115-148, Taf. 6-10.
- 藤田喜久 2012. 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. 宮古島市総合博物館紀要 16: 42-52.
- 藤田喜久・岸本和雄 2013. 2012年にヌグスクガー(野城泉)で再確認されたミヤコチスジノリ. 宮古島総合博物館紀要 17: 87-97.
- 比嘉敦 2018a. チョウチンミドロ. 沖縄県環境部自然保護課(編)改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 第3版(菌類編・植物編)ーレッドデータおきなわー. pp. 570-571. 沖縄県環境部自然保護課, 沖縄.
- 比嘉敦 2018b. シマチスジノリ. 沖縄県環境部自然保護課(編)改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 第3版(菌類編・植物編)ーレッドデータおきなわー. pp. 579-580. 沖縄県環境部自然保護課, 沖縄.
- 胡鴻鈞 2006. 管藻目. 胡鴻鈞・魏印心(編著)中国淡水藻類一系統, 分類及生態. pp. 774-775. 科学出版社, 北京.
- Kageyama, A. & Yokohama, Y. 1978. The function of siphonein in a siphonous green alga *Dichotomosiphon tuberosus*. Jap. J. Phycol. (Sôru) 26: 151-155.
- 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 4: 27-40.
- 環境省 2020. 別添資料3 環境省レッドリスト 2020. 2020年3月27日更新(2021年7月21日閲覧) <https://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf>
- 岸本和雄・藤田喜久・麓才良・香村真徳 2020. 与論島におけるシマチスジノリ *Thorea gaudichaudii* C. Agardh の生育地追加記録. Nature of Kagoshima 47: 191-196.
- 岸本和雄・藤田喜久・香村真徳 2017. チョウチンミドロ *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Braun ex Kützing) A. Ernst の宮古島からの新産地報告. 沖縄生物学会誌 55: 27-37.
- 熊野茂 2000. 世界の淡水産紅藻. 内田老鶴圃, 東京.
- 熊野茂・廣瀬弘幸 1977. Class Rhodophyceae 紅藻綱. 廣瀬弘幸・山岸高旺(編)日本淡水藻図鑑. pp. 157-173. 内田老鶴圃, 東京.
- Kumano, S., Kamura, S., Sato, H. et al. 2002. Morphological and molecular phylogenetic analyses of the Thoreaceae 2. A variety of the *Thorea gaudichaudii* from the Miyako Island, Japan. 26th annual and 50th anniversary congress of Japanese Society of Phycology and 3rd Asian Pacific Phycological Forum joint Conference. Algae 2002. Tsukuba, Japan. 19-24 July 2002: Abstracts. p. 96. Japanese Society of Phycology, Asian Pacific Phycological Association, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, and National Institute for Environmental Studies.
- 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.
- 中川久夫 1967. 奄美群島 徳之島・沖永良部島・与論島・喜界島の地質(1). 東北大地質古生物研報 63: 1-39.
- Necchi Jr., O., Paiano, M. O., West, J. A., Ganesan, E. K. & Loiseaux-de Goër, S. 2015. *Thorea indica* sp. nov. (Thoreales, Rhodophyta) from Uttar Pradesh, India. Algae 30: 265-274.
- 岡田喜一 1936a. 日本新産の淡水藻類の数種に就て(其一). 植物研究雑誌 12: 272-278.
- 岡田喜一 1936b. 珍奇藻「提灯みどろ」と其近似種. 植物及動物 4: 1205-1210.
- Schneider, C. A., Rasband, W. S. & Eliceiri, K. W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nat. Methods 9: 671-675.
- Seto, R. 1979. Comparative study of *Thorea gaudichaudii* (Rhodophyta) from Guam and Okinawa. Micronesica 15: 35-39.
- Shameel, M. 1975. Observations regarding phylogenetic position of Dichotomosiphonales (Bryopsidophyceae). Pak. J. Bot. 7: 19-31.
- Sharma, S. & Moghe, S. S. 1957. On the occurrence of *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst. from Indore (M. P.). Curr. Sci. 8: 254-256.
- 須田彰一郎・比嘉敦 2015. シマチスジノリ(チスジノリ目, 紅藻綱)~沖縄の新産地, 系統, 形態について~. 沖縄生物学会誌 53: 61-64.
- 洲澤多美枝・洲澤讓・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.
- 寺田竜太 2016. シマチスジノリ. 鹿児島県環境林務部自然保護課(編)改訂・鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動植物 植物編 一鹿児島県レッドデータブック 2016一. pp. 421-422. 一般財団法人鹿児島県環境技術協会, 鹿児島.
- Traichaiyaporn, S., Khuantrairong, T. & Kumano, S. 2008. *Thorea siamensis* sp. nov. (Thoreaceae: Rhodophyta) from Thailand. Nat. Hist. J. Chulalongkorn Univ. 8: 27-33.
- Verbruggen, H., Ashworth, M., LoDuca, S. T. et al. 2009. A multi-locus time-calibrated phylogeny of the siphonous green algae. Mol. Phylogenet. Evol. 50: 642-653.
- Wolle, F. 1887. Fresh-water Algae of the United States. Comenius Press. Bethlehem, PA.
- Yamada, Y. 1949. On the species of *Thorea* from the Far Eastern Asia. J. Jpn. Bot. 24: 155-158.
- 山岸高旺 1964. 二三の沖縄産管状藻類について. 植物研究雑誌 39: 82-90.

(2023年1月19日受付, 2023年5月9日受理)

通信担当編集委員: 芹澤(松山)和世