

吉崎 誠*：邦産ウミゾウメン目の形態分類学的研究 (5)**
ケコナハダの体構造と生殖器官

Makoto YOSHIKAZAKI*: Morphology and taxonomy of the Japanese representative of Nemaliales (5) Thallus structure and reproductive organs of *Ganonema farinosa*

Type locality を紅海にもつケコナハダ *Ganonema farinosa* (Lamouroux) Fan et Wang は太平洋, 大西洋, インド洋の熱帯, 亜熱帯海域に広く生育し, ウミゾウメン目植物の中で最も広い分布域をもつ種である。この種は多軸型の体構造をもつこと, 体に石灰を沈積すること, および同化糸に側生する造果枝をもつことから従来 *Liagora* (コナハダ属) に所属させられてきた (Yamada 1938c)。しかし, Fan & Wang (1974) はこの種の造果枝が同化糸の基部細胞に生じた短い細胞糸にのみ生ずることを重視し, この形質が他のペニモズク科の属には見られないことから新属 *Ganonema* (ケコナハダ属) の設立を提唱した。これまで, ケコナハダについての研究は幾つか見られるが, 体構造や嚢果についての詳細な知見は必ずしも充分でない。今回筆者はこの属の基本種であるケコナハダ *Ganonema farinosa* の標本を南西諸島から得, その体構造と生殖器官および嚢果形成過程を精査出来たので報告する。

材料と方法 観察に用いた材料は, 1978年3月27日に鹿児島県大島郡笠利町アヤマル岬, 1975年3月27日に沖縄県糸満市名城, および1976年3月22日に同県八重山地区西表島豊原の各海岸で採集したもので, いずれも10%ホルマリン海水で固定, 保存し, 切片は凍結切片法によった。観察に際してはおしつぶし法も用いた。染色剤には1% cotton blue 水溶液, 解離剤に1~10%塩酸, 封緘剤には市販の karo を30~50%に薄めたものを用いた。

観 察 南西諸島におけるケコナハダはサンゴ礁のタイドプールや小さな入江に他のコナハダ類と混生する。大型であること, 群生するが密生することはないこと, および独特の色調と手ざわりとから他のコナハダ類との区別は容易である。

外部形態。体は直径2~7 mm の盤状付着部より通常1~3個の直立枝を生じる。直立枝は高さ10~20 cm, 時に30 cm に達する直立枝を生じる。直立枝は円柱状で, 基部は直径2~5 mm であるが上部に次第に細くなる。石灰の沈積はゆるい。体の分枝は基本的には叉状であるが, 羽状分枝や規則性を示さない側枝も生ずる。若い体の色調

* 東邦大学 理学部生物学教室。Department of Biology, Toho University, Funabashi, Chiba 274.

** 本誌 55: 358-366 (1980) から続く。

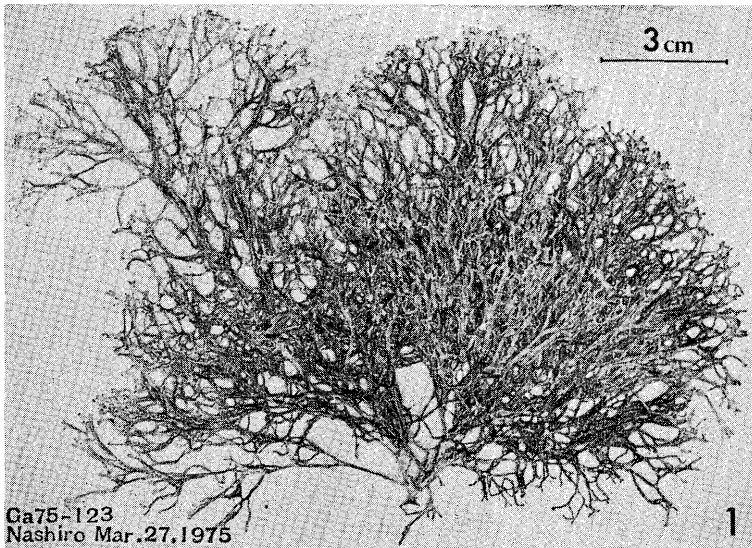
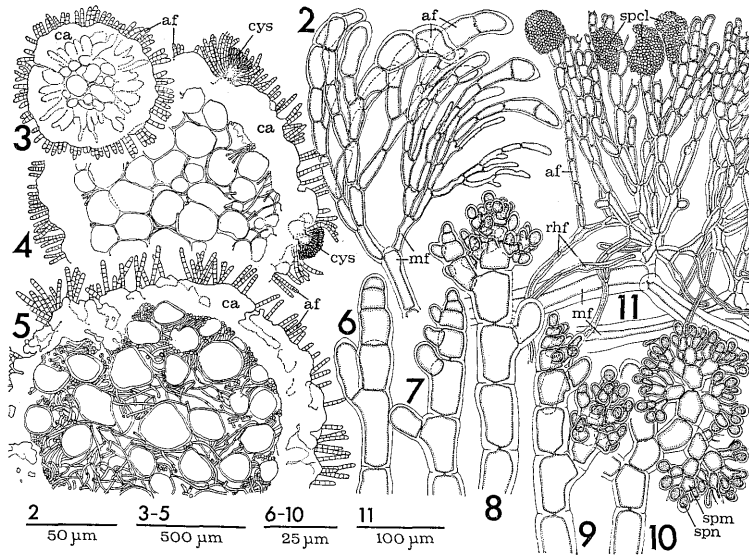


Fig. 1. *Ganonema farinosa* collected at Nashiro, Okinawa Pref. on March 27, 1975.

は白色がかった赤褐色～紫紅色であるが、老成するに従いくすんだ黄灰色となる。

内部構造。体は多軸型構造で、先端部では細胞糸 (Fig. 2) が数本絡み合う。体は髓部と皮層部とからなり (Figs. 3-5), 髓部は体の長軸の方向に伸びる絡み合った細胞糸からなるが、皮層部はこれとほぼ直角に走る多数の同化糸からなる。髓細胞は直径50～70 μm の太い細胞糸と、直径10～15 μm の細い細胞糸とからなり、体の下部になるに従い細い糸の数は増加する。通常1個の太い髓細胞の肩部から1本の同化糸を生じる。同化糸は10～15個の縦に連らなる細胞からなり、5～6回叉状または垂叉状に分枝する。同化糸細胞は円柱状で直径13～16 μm である。一般に雄性体に比べて雌性体の同化糸は多少太く、また細胞質に富む傾向がある。雌雄体ともに同化糸の基部細胞らから直径5～12 μm の仮根状糸を生じる。仮根状糸は髓層内に入り込んだり、体表面と平行して伸長し、やがて同化糸を生ずるものがある (Figs. 11, 17)。髓部の周囲に石灰を沈積し、皮層内部は石灰中に埋まる。

雄性生殖器官。藻体は雌雄異株である。雄性生殖器は同化糸の頂部に小頭状の精子器托として形成される。まず、同化糸の末端細胞が上方に3～5個の小細胞を形成する (Fig. 6)。これらの小細胞は3～9回細胞分裂を繰り返して最初は三角錐状の細胞の密集体をつくり (Figs. 8-9)、後に小頭状の精子器托となる (Figs. 10-11)。精子器托を形成した同化糸の頂部付近の細胞は、頂部細胞と同様に精子器托を形成するものが多い (Figs. 8-9)。結局1本の同化糸に1～3個の精子器托を生ずる場合が多い。精子嚢は

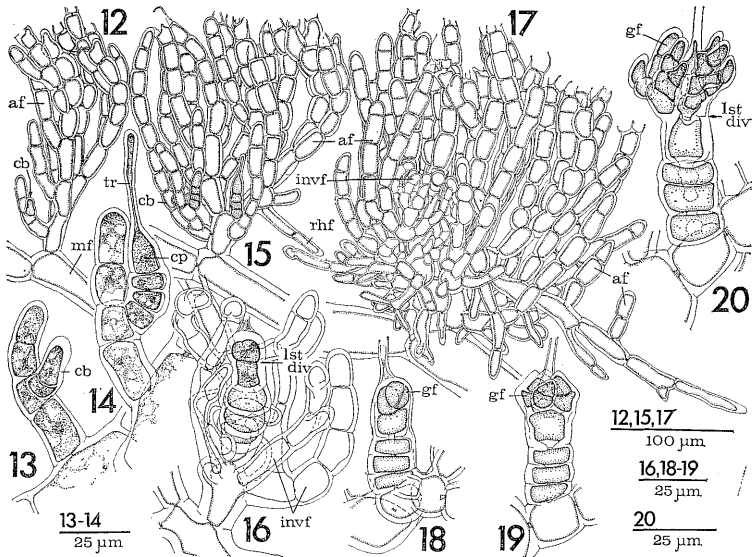


Figs. 2-11. *Ganonema farinosa*. 2. Terminal growing portion of medullary filament (mf), showing the formation of young ordinary assimilatory filaments (af). 3-5. Cross section of terminal, middle and basal parts of thalli, showing calcified layer (ca). 6-11. Various stages in the development of spermatangial cluster (spcl) which developed on the terminal portions of assimilatory filaments. 10. Longitudinal section of a mature spermatangial cluster. For other abbreviations, see legend for Figs. 21-24.

楕円形または球形で、その大きさは3~4 μm である (Fig. 10)。精子は精子囊の先端が破れることにより放出される。精子を放出して空となった精子囊をもつ細胞は、再び精子囊を新生することがある。老成した精子器では、しばしば精子器托構成細胞の全てが精子囊となる。

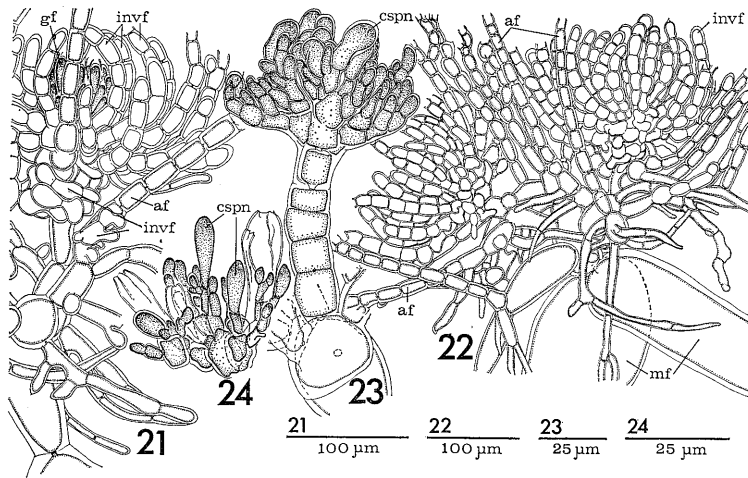
雌性生殖器官。造果枝は髓系より生じた同化系の基部細胞の腹部より二次的に伸びる同化系に形成される (Figs. 12~15)。1個の髓細胞に由来する同化系に1~3個の造果枝が向軸側に生じる。造果枝を構成する細胞の数は通常4個 (Figs. 13, 14)で、まれに3個または5個である。成熟した造果枝は直径15~20 μm の円柱状で、造果器は円錐形を呈する。造果器の頂部からは、直径3~5 μm 、長さ100~500 μm の円柱状の受精毛が伸長する (Fig. 14)。受精毛はほとんど屈曲することはない。

囊果形成過程。受精後、受精毛と受精した造果器との間に細胞壁が形成され、後に受精毛はその基部を残して脱落する。次いで受精した造果器は造果枝の長軸に対してほぼ直角の細胞壁により上下2個の娘細胞に分割する (Fig. 16)。上方の娘細胞は容積を増大し、細胞分裂を繰り返す、叉状または亜叉状に3~5回密に分岐して造胞糸塊を形成



Figs. 12-20. *Ganonema farinosa*. 12-15. Various stages in the development of carpegonial branch (cb). 12. First cell of carpegonial branch developing on a cell of secondary assimilatory filament which issued on the ventral portion of the basal cell of ordinary assimilatory filament (af). 13. A 2-celled young carpegonial branch, rising a trichogyne (tr) from the carpegonium (cp). 14. A 4-celled young carpegonial branch, rising a trichogyne (tr) from the carpegonium (cp). 15. Two young carpegonial branch rising on one assimilatory filament tuft. 16. Post-fertilization stage, showing the zygote is divided transversely, and involucre of sterile filaments (invf) issuing from the adjacent cells of the carpegonial branch. 17. Postfertilization stage showing involucre of sterile filaments and relationship to an assimilatory filaments. 18-20. Various stages of the gonimoblast filaments (gf). For other abbreviations, see legend for Figs. 21-24.

する (Figs. 18-20)。一方、下方の娘細胞は細胞分裂をすることなく造胞糸塊の柄細胞として残存する。受精に前後して造果枝の周囲の同化糸細胞は造果枝を取り囲むように総苞糸を發出する (Fig. 16)。造胞糸の発達に伴ない、総苞糸は先端を造胞糸の方向に屈曲させながら生長する (Fig. 17)。発達した囊果の総苞糸は同化糸と似た形態と大きさをもつ (Figs. 21-22)。既述したように同化糸の下部細胞からは多数の仮根状糸が形成されるが、発達した囊果の総苞糸の基部細胞とそれに近接する同化糸細胞からも仮根状糸が形成される (Fig. 21)。しかしこれらの仮根状糸は、同化糸の基部細胞からの仮根状糸に比べて長く伸長することなく、囊果の底部を抱き込むように発達するに過ぎない (Figs. 21-22)。よく発達した造胞糸塊は扁球状で高さ 80 μm 、直径 250 μm に達し、皮層内に埋入する (Fig. 4)。造胞糸の先端細胞が果胞子嚢となる。成熟した果胞子嚢は倒卵形または滴形で、長径 20-30 μm 、短径 8-11 μm である。果胞子を放出し



Figs. 21-22. *Ganonema farinosa*. 21-22. Various stages in the development of the cystocarp, showing carposporangia, involucre of sterile filaments, and their relationship to assimilatory filaments. 23. Mature gonimoblast filaments and enlarged carposporangium. 24. Part of gonimoblast filaments, showing the formation of carposporangium. Abbreviations used in Figs. 2-24. af, assimilatory filament. ca, calcified layer. cb, carposporangial branch. cp, carposporangium. cspn, carposporangium. cys, cystocarp. 1st div., first division of zygote. gf, gonimoblast filament. invf, involucre filament. mf, medullary filament. rhf, rhizoidal filament. spcl, spermatangial cluster. spm, spermatangial mother cell. spn, spermatangium. tr, trichogyne.

て空となった果胞子嚢の内部には再び果胞子嚢が新生されることがある。造胞糸の発達に伴ない、造果枝の構成細胞は肥大し、それらの細胞間の連絡糸は太くなる。造果枝細胞のいくつかは互いに融合することもある。

考 察 今回の観察結果より得られたケコナハダの主な形態学的特徴は次のようである。1) 体構造は多軸型である、2) 髄部の周囲に石灰を沈積し、皮層下部は石灰中に埋まる、3) 雌雄異株である、4) 雄性生殖器官は同化糸の頂部に小頭状の器托として形成される、5) 造果枝は髄糸より生じた同化糸の基部細胞より二次的に生じた同化糸細胞に生じ、造果枝の細胞は4個である、6) 接合子は造果枝の長軸に直角の面で2個の娘細胞に分割し、上方の娘細胞は造胞糸始源細胞、下方の娘細胞は柄細胞となる、7) 造胞糸始源細胞は密に分枝生長して扁球状の果胞子嚢を形成する、8) 受精に前後して造果枝の周囲の同化糸より総苞糸を生じる。総苞糸は造果枝と果胞子嚢をとり囲み、また総苞糸の基部細胞とそれに近接する細胞からは仮根状糸が発出し、囊果の底部を密に囲む、9) 造胞糸の発達に伴ない、造果枝の各細胞は肥大し、連絡糸は太くなり、融合細胞をつくることもある。

ケコナハダの生育状況, 外部形態, 体構造, および生殖器官の構造等については Weber van Bosse (1921), Børgesen (1927), Taylor (1928), 山田 (1938 a, b, c), Tseng (1941), Abbott (1945), Levring (1953), 梅崎 (1961), Womersley (1965), Stosch (1965), および Fan & Wang (1974) の報告がある。今回の筆者の観察結果は, 基本的にこれらの報告と一致する。Fan & Wang は同化糸の基部より生じた短い細胞糸に造果枝が形成されることからケコナハダを *Liagora* (コナハダ属) より分離し, 新属 *Ganonema* (ケコナハダ属) を設けた。コナハダ属の基本種である *L. viscida* (Forsskal) Lamouroux の造果枝は, 同化糸が十分に発達する前に同化糸上に形成される (Desikachary & Balakrishnan 1981)。筆者等はさきにイシハダ *L. valida* Harvey について研究したが, その造果枝も *L. viscida* と同様な形成様式を示した (Abbott & Yoshizaki 1981)。Fan & Wang がケコナハダ属の属の形質とした造果枝形成様式は既に Weber van Bosse, Yamada, Tseng, および梅崎らが図示している。今回の筆者の観察もそのような造果枝形成様式がケコナハダに存在することを明らかにした。同化糸上に特別に用意された側生糸につくられる造果枝の形成様式は, 同化糸上に直接形成されるそれに比べてより分化が進んだもののように思われる。このような形質はベニモヅク科の他の属には見られないことから, Fan & Wang による *Ganonema* (ケコナハダ属) の設立は適当であると思う。

奄美大島産の材料をいただき, また研究の指導と原稿の校閲をいただいた筑波大学生物科学系千原光雄教授にお礼申し上げる。高松市の福家文子氏は西表島産の材料を提供して下さった。記してお礼申し上げます。

Summary

Detailed morphological studies were carried out on the vegetative thallus, reproductive organs, and cystocarp in *Ganonema farinosa* (Lamouroux) Fan et Wang collected in southern Japan, including the Ryukyu and Amami Islands. The following results were obtained: 1) Thallus structure is of the so-called multiaxial type. 2) Calcification occurs around the medulla, and inner parts of the cortex are embedding in the calcium layer. 3) The plant is dioecious. 4) The male reproductive organs forming the head-like clusters toward the tips of the assimilatory filaments. 5) The carpogonial branch is borne on a cell of secondary assimilatory filament which is issued from the ventral portion of the basal cell of ordinary assimilatory filament. 6) The carpogonial branch is straight or slightly curved, and usually consists of four cells. 7) After fertilization, the zygote divides transversely to the carpogonial branch,

resulting in two daughter cells. Of these two cells, only the distal one takes part in the formation of the gonimoblast filament, while the other one becomes the so-called stalk cell. 8) Gonimoblast filaments branch out compactly and produce carposporangia terminally. 9) As the gonimoblast filaments develop further, the cells of carpogonial branch become broader at their pit connections. The results of this study correspond well with those obtained by Weber van Bosse (1921), Børgesen (1927), Taylor (1928), Yamada (1938a, b, c), Tseng (1941), Abbott (1945), Levring (1953), Umezaki (1961), Wormersely (1965), Stosch (1965), and Fan & Wang (1974), except 3) which is disagree with those by Børgesen and Abbott. Sexuality, however, is not primary character of taxonomy in this species. The carpogonial branches of this species are formed on the specialized secondary assimilatory filaments which are issued from basal cells of the ordinary assimilatory filament. This characteristic was illustrated in papers of Weber van Bosse, Yamada, Tseng, Umezaki, and Fan & Wang. The last mentioned authors established a new genus *Ganonema* based on this character. The carpogonial branches of *Liagora viscida*, the type species of the genus *Liagora*, are formed on the ordinary assimilatory filaments even before the cortical assimilatory filaments are fully developed (Desikachary & Balakrishnan 1957), and female organs are formed directly by the assimilatory filaments in any genus of Helminthocladiaceae, except *Ganonema*.

引用文献

- Abbott, I.A. 1945. The genus *Liagora* (Rhodophyceae) in Hawaii. Occ. Pap. B.P. Bishop Mus. 18(10): 145-169. — & M. Yoshizaki 1982. *Liagora valida* Harvey (Rhodophyta) from Sand Key, Florida. Jap. J. Phycol. 30: 9-14. Børgesen, F. 1927. Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceae Part I Bangiales and Nemalionales. Det Kgl. Nidensk. Selskab. Biol. Medd. VI, 6: 1-97. Desikachary, T.V. & M.S. Balakrishnan 1957. Post-fertilization development in *Liagora*. J. Ind. Bot. Soc. 36: 457-471. Fan, K. & Y. Wang 1974. Studies on the marine algae of Hsisha Islands, China I. *Ganonema* gen. nov. Acta Phytotax. 12: 489-493, pls. 94-95. Levring, T. 1953. The marine algae of Australia. Ark. Bot. Ser. 2, 2: 457-530. Stosch, H.A. von 1965. The sporophyte of *Liagora farinosa* Lamour. Br. Phycol. Bull. 2: 486-496. Taylor, Wm. R. 1928. The marine algae of

Florida, with special reference to the Dry Tortugas. Publ. Carnegie Inst. Wash. 1-219, 3 figs, 37 pls. Tseng, C.K. 1941. Studies on the Chinese species of *Liagora*. Bull. Fan Mem. Inst. Biol., Bot. Ser. 10: 265-281. 梅崎 勇 1961. 紅藻類ケコナハダの生殖器官の発達に関する研究。植研 36: 233-239. Weber van Bosse, A. 1921. Liste des algues du Siboga. Siboga-Exped. Monogr. 596: 197-203. Womersley, H.B.S. 1965. The Helminthocladiaceae (Rhodophyta) of southern Australia. Aust. Bot. 13: 451-487. 山田幸男 1938a. こなはだ属ニ就テ (其二) 植研 14: 1-10. — 1938b. こなはだ属ニ就テ (其三) 植研 14: 77-163. Yamada, Y. 1938c. The species of *Liagora* from Japan. Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. 2(1): 1-34.

□コリンズ野生ラン図典 (J.G. Williams, A.E. Williams & N. Arlott: A field guide to the Orchids of Britain and Europe with North Africa and the Middle East) 176 pp. 1978. Collins, London. 秀文インターナショナル発売, 東京. ¥4,200. 少し遅いが, 欧州全体はもとより, 北アフリカや中近東まで含めて論ずるようになったことと, 日本の本屋が発売するに至ったので一報する。野生植物(花)図典や地名小事典と同時に販売されている。最初に各属の key をかかげ, 次に種の多い *Ophrys* と *Orchis* の詳しい検索表をつけ, この後に左ページにランの開花した全体図を掲げ, 右ページに簡単な記載を載せているが, 主な亜種に及ぶなど中々詳しく, 全部で245亜種及び変種に達する。7ページに及ぶ用語解説の他に, 全138種の採集した地点や日付を書き込む用紙が添えてあるなどは, 大分日本より保護が必要なことを暗示している。附録に‘中野 進: ラン, 東西比較考’を添える。22ページの小冊子ながら存外面白い。

(前川文夫)

□倉知 敬 (訳): 青いケシの国 (Ward, F. Kingdon: The land of the blue poppy) 363 pp., 地図1, pls. 9. 1982. 白水社, 東京. ¥1,800. 著者 F.K. Ward は著名な探検家で中国内陸, チベット, ビルマ等に22回も入り込んだ人である。第2回目, 1911年に雲南北部と東チベットにわたり, 植物を採集し, 且つ年の終わりに再び植物の種子を集めるといった風の探検をした記事が本著である。ビルマから入り, 揚子江, メコン, サルウインの三河が奥深くしかも平行して流れ三河の間には巖々として聳える山脈が横たわっているところを何度も横断し, またビルマにかえったのであるが, その間の紀行文をじつに生々と記しており, 訳文も流暢である。距離は近いのに高さがひどく違い, 閉鎖された河谷の有様などがよく描かれていて興味深い。それにたくさんの植物名がでてくるが, 括弧内にその学名や科名がそえられていて, 読んでいてまことにありがたい。

(前川文夫)