

ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究—IV フタエモク¹⁾

寺脇利信*・野沢治治**・新村 巖***

* 電力中央研究所生物研究所水域部 (270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646)

** 鹿児島大学水産学部 (890 鹿児島市下荒田 4-50-20)

*** 鹿児島県水産試験場生物部 (892 鹿児島市錦江町 11-40)

TERAWAKI, T.*, NOZAWA, K.** and SHINMURA, I.*** 1983. Studies on morphogenesis in the early stages of *Sargassum* (Phaeophyceae, Fucales). IV. *Sargassum duplicatum*. Jap. J. Phycol. 31: 190-195.

This paper presents morphogenesis in the early stages of *Sargassum duplicatum* cultured in the sea. Embryos developed the first primary leaf which was subcylindrical in shape. When plants attained about 2 cm in total length, primary leaf became dichotomous to alternate-pinnate with deeply dentate margin. These primary leaves were arranged spirally on the stem, and older ones fell off successively. When plants attained about 3 cm in total length, main branches were developed in spiral arrangement at the top of the stem. Later, primary leaves changed to rarely divided shapes with sharply serrate to double serrate margin. Leaves were formed alternately at apex of main branches. Leaves were spatulate to ovate in shape with sharply serrate and duplicate margin, and clearly different from primary leaf. When total length of plants reached 20 cm, lateral branches and vesicles were observed on main branches. Plants attained its maturity in 12 months.

Key Index Words: Fucales; growth; morphogenesis; Phaeophyceae; *Sargassum*; *Sargassum duplicatum*.

* Toshinobu Terawaki, Aquatic Biology Department, Biology Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, 1646 Abiko, Chiba, 270-11 Japan;

** Koji Nozawa, Laboratory of Marine Botany, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima, 890 Japan; *** Iwao Shinmura, Biology Department, Kagoshima Prefectural Fisheries Experimental Station, 11-40 Kinkocho, Kagoshima, 892 Japan.

著者らは、褐藻・ホンダワラ属のマメタワラ *Sargassum piluliferum* (TURNER) C. AGARDH (寺脇他 1982), ヤツマタモク *S. patens* C. AGARDH (寺脇他 1983) およびアカモク *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH (寺脇他 1983) の初期形態形成について報告し、アカモクでは他 2 種と比較し特異的であることを明らかにした。今回は *Eusargassum* 亜属に分類されているフタエモク *S. duplicatum* J. AGARDH について報告する。

材料と方法

培養方法および観察方法は前報 (寺脇他 1982) と同じ要領で行なった。

母藻は昭和54年7月6日に、薩摩半島南部の坊津町久志で採集したフタエモクで、多数の生殖器床を備えていた。採集した母藻を大型クーラーで保冷し、鹿児島県水産試験場へ持ち帰った。7月11日、幼胚を養殖網へピペットで採苗後4トン水槽で育苗し、7月20日 (採苗後9日) その養殖網を坊津町久志地先へ沖出しして海中養殖を開始した。

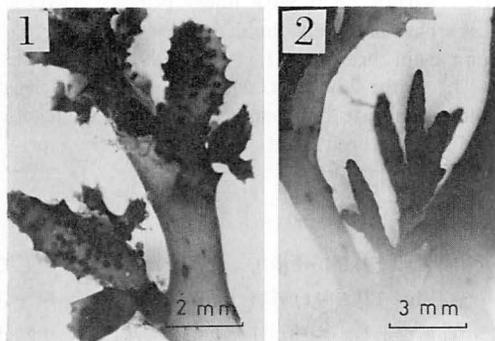
結 果

母藻の特徴: 母藻は黄褐色で全長約 70 cm に達す

1) 本論文は寺脇の鹿児島大学大学院修士論文の一部である。

る。付着器は盤状で、表面が平滑である。付着器から1本の直立する円柱状の茎を生じ、その頂端部から数本の主枝を各方向に発出する。主枝はやや扁押し、幅3 mm程度で、2~4 cm間隔に葉および側枝を互生する。側枝は主枝とはほぼ同様の形態を示す。葉は倒卵形ないしへら形で、長さ2.5 cm、幅1 cmに達し、短柄を有し、膜質で、基部が不均斉、先端部が鈍頭で、縁辺に二重の鋸歯がある。中肋が半ばで消失する。毛葉が散在している。気胞は球形ないし卵形で、長さ1 cm、直径1 cmに達し、円頭または翼状突起を有し、やや扁押しした短柄を有する。雌雄異株。生殖器床は葉腋に形成され、数回分岐している。雌性生殖器床は長さ5 mmに達し、扁押しして両縁に薄く、一方が隆起して三稜形を示すものもあり、縁辺に刺ないし歯状突起を有する (Fig. 1)。雄性生殖器床は長さ8 mmに達し、円柱状で小刺を有し、雌性生殖器床より多少長い (Fig. 2)。

培養経過: 採苗後の生長経過を Fig. 3 に示した。7月11日には幼胚の下端から約16本の第1次仮根が発出して (Fig. 4)。幼胚の30個体平均の大きさは $262(\pm 20) \times 205(\pm 16) \mu\text{m}$ であった。採苗後のタンク内育苗は、施設の制約等もあって、光、温度、流量等に関して、必ずしも適正条件を満たしたものでなかったが、5日後1.1 mmに達した。7月20日の沖出し後は順調な生長を示し、9月下旬に1.5 cmに達した。その後、葉体の損傷や減少、生長停滞が認められ、魚類による食害と推察されたため、11月9日に瀬々串漁場へ移植した。移植後は生長を回復したが、9~11月に得られた試料のほとんどは先端の切れた不完全なものであった。翌年7月2日には最大42 cmに達し、生殖器床を有する藻体が観察された。7月下旬以降は、主枝の基部を残して流失し、一方、若い主枝の萌出が



Figs. 1 and 2. 1. Female receptacle with embryos; 2. Male receptacle.

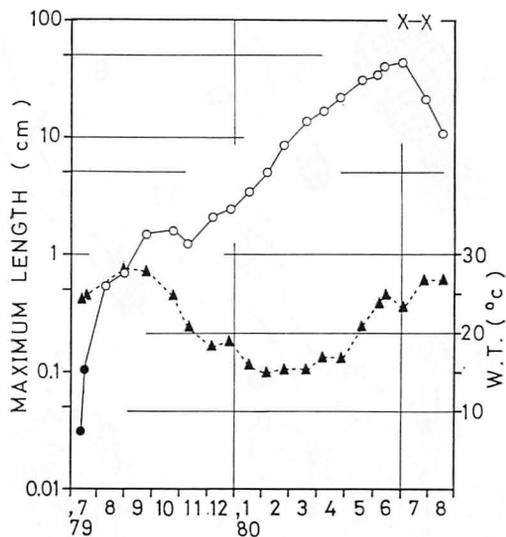


Fig. 3. Growth of *Sargassum duplicatum*. ●-●: cultured in the tank. ○-○: cultured in the sea. X-X: receptacle formation. ▲-▲: water temperature.

認められ、2年目の生長期に入った。

観察結果: 生長経過における長さ別の形態的特徴は、概略以下の通りであった。

全長約1 cm: 第1初期葉の形態は、やや扁押しした円柱形で、葉幅が0.2 mm程度であった (Figs. 5, 17)。

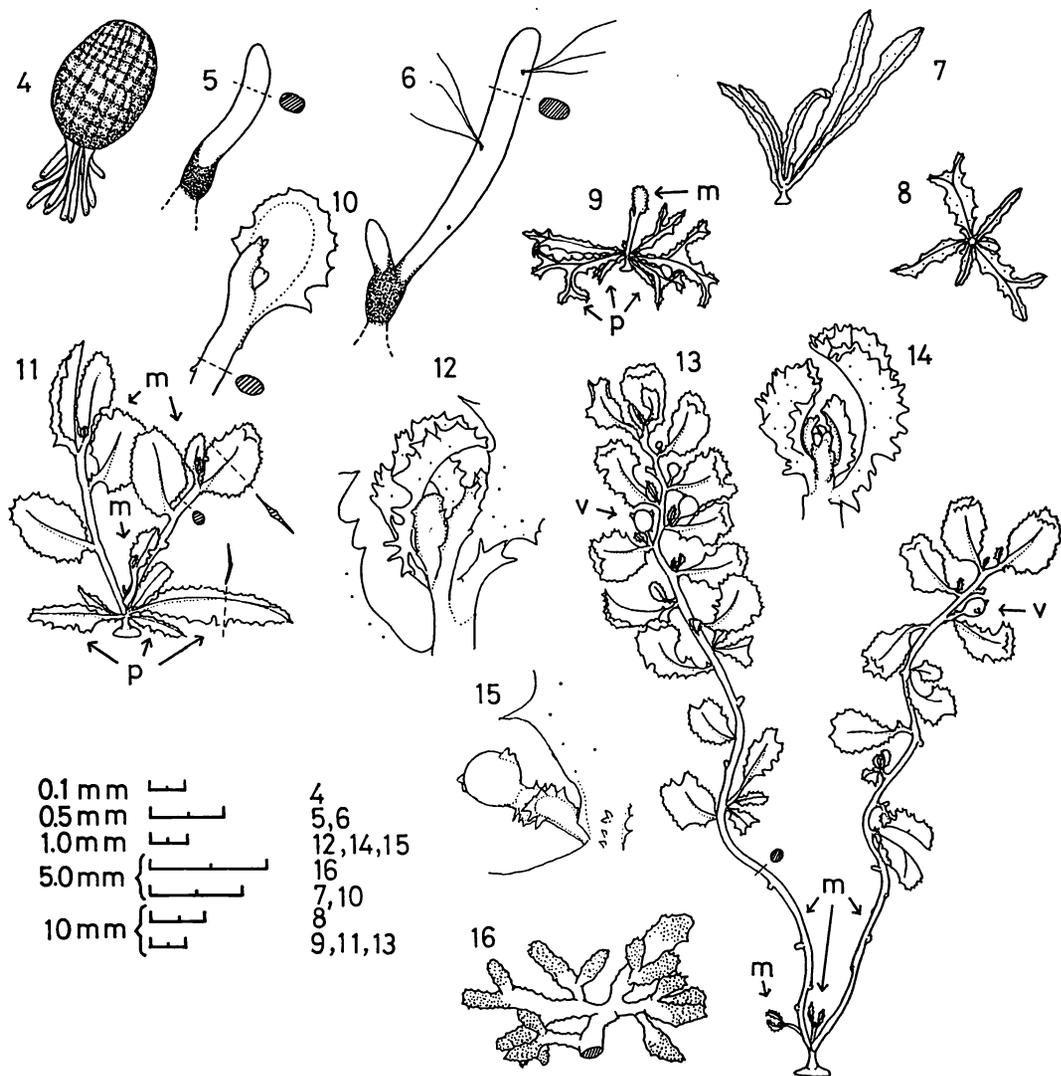
全長2~3 cm: 第1初期葉は、幅0.2~0.3 mmの円柱形であり、その基部付近から第2初期葉が形成され始めていた (Figs. 6, 18)。

以後、全長の伸長に伴い糸状ないし線形で単条の初期葉が、茎上にらせん状に形成され、葉数が増加した。第2初期葉以降では、次第に中肋が明らかになった。

全長約1 cm: 6~7枚の初期葉を備えているのがみられ、初期葉は葉幅0.8~1.2 mmの線形で、縁辺が波状を呈していた (Figs. 7, 19)。

全長約2 cm: 叉状ないし互生羽状に分裂する初期葉が茎上部から形成されており、多いもので7~8枚であった (Figs. 8, 20)。それらは縁辺が深い歯状を呈し、中肋が裂片の先端近くまで明らかであった。一方、茎下部には線形で単条の初期葉がみられ、更に下部の茎面には葉痕が残っていた。

全長約3 cm: 初期葉は互生羽状に分裂し、裂片の最大幅が2~4 mmで、縁辺の鋸歯が鋭く明瞭になっていた (Fig. 9)。茎の先端から主枝が形成され始めた。主枝はやや扁押しした円柱形で、先端に葉芽を備えていたので、初期葉とは容易に区別できた (Figs.



Figs. 4-16. Morphogenesis of *Sargassum duplicatum*. 4. Embryo with short rhizoids detached from receptacle; 5. Five days old plant after sowing, development of first primary leaf; 6. After 30 days, first primary leaf and bud of second one; 7. After 76 days, plant with linear primary leaves; 8. After 149 days, development of dichotomously to alternate-pinnately divided primary leaves; 9. After 190 days, development of main branch; 10. Young main branch; 11. After 299 days, plant with three main branches; 12. Apex of main branch; 13. After 289 days, development of vesicles and duplicate leaves; 14. Apex of main branch with some duplicate leaf buds; 15. Young stage of vesicle with small winglike spines; 16. Female receptacle of cultured plant. Main branch(m); primary leaf(p); vesicle(v).

10, 21)。

全長 5~10 cm: 初期葉は広線形ないし披針形を呈し、分裂の少ないものが多くなり、長さ 4~5 cm, 幅 1 cm 程度に達し、縁辺に鋭い鋸齒と、所々に細かな重鋸齒を有していた (Figs. 11, 22)。主枝は 2~3

条形成され、表面が平滑で、先端では葉芽が互生していた (Fig. 12)。葉は膜質ないし肉質で、へら形ないし倒卵形を示し、中肋が隆起して葉の半ばから先端付近まで達し、葉自体がゆるやかに波打っていた。葉は縁辺が鋭い歯状ないし鋸齒状を呈し、葉の先端の鋸齒

が外側へ開き、凹みの観察されるものもみられた。

全長約 20 cm: ほとんど全ての初期葉が脱落し果て、茎の高さは 5~10 mm となっていた (Figs. 13, 23)。主枝は 3~4 条で、次々と形成される様子がうかがえた。主枝上部の葉は、先端がらっぱ状に開く形態を示し、主枝先端の長さ 3~4 mm の葉芽でも、その傾向を示していた (Figs. 14, 24)。一方、主枝下部の葉は脱落し、その基部が残っていた。葉腋には気胞が形成され、気胞は球形で、直径 1~2 mm の形成初期のものも既に翼状突起を備えているのが観察された (Fig. 15)。

以上のように、全長約 20 cm に達したものは、生殖器床を除けば母藻の有する形質を表わしていた。その後、養殖によって全長約 40 cm に達する試料まで得られた。それらは、葉腋から主枝先端部と同形の側枝を伸長させた。7月に、これら養殖藻体に生殖器床が形成され、その形態 (Figs. 16, 25) が母藻のそれと一致し、フタエモクであることが確認された。一方、付着器は多数の仮根が束状ないし塊状に癒合して形成された。本種の付着器は表面が平滑な盤状であるが、全長の伸長につれ養殖網を包み込むように発達し、全長約 40 cm の試料では、着生基質の 4.2 mm ロープを、ほぼ一周していた。

考 察

本研究に用いた母藻は、付着器、茎、主枝、葉および気胞の形態がフタエモク (岡村 1956) とよく一致した。しかし、フタエモクについては、生殖器床が同一個体または同一枝上においても無刺のものと有刺のものとの混在する (岡村 1956) とあるのみで、雌雄性等の詳細については記載が見当たらないようである。これに対し、調べた範囲では、母藻は雌雄異株であり、生殖器床の特徴がナンカイモク *S. sandei* REINBOLD (YAMADA 1950) のそれとよく一致した。一方、ナンカイモクは、付着器が仮盤状で、茎に疣々を有することもあり、全縁の葉が混在し、葉の先端が稀に二重になる (YAMADA 1950) 点が、母藻と異なっていた。いずれにしろ、本邦に産するフタエモク、ナンカイモクおよびその近縁な種類に関しては、分類学的研究が未だ不十分であり、生殖器床の特徴についてもトサカモク *S. cristaefolium* C. AGARDH (岡村 1956)、フタエヒラギモク *S. ilicifolium* var. *conduplicatum* GRUNOW (山田 1942b) 等明らかにされていない種が多いようである。以上の点などから、本研究に用いた

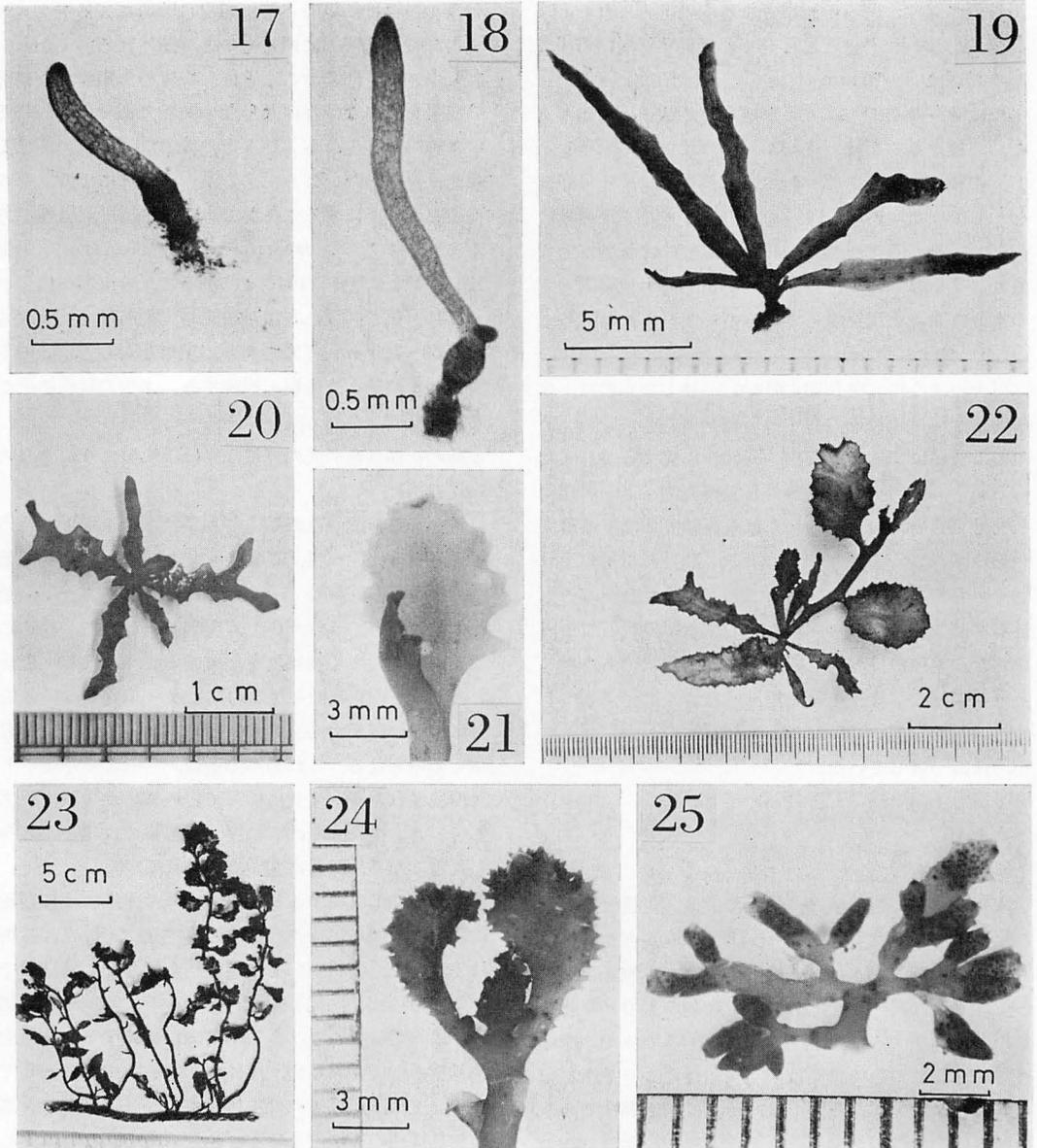
母藻の特徴は、現時点では岡村 (1956) によるフタエモクの記載の範囲内にあるものと判断される。しかし、これを正しく同定することは、今後の分類学的な研究の成果を待たなければならない問題であると思われる。

本種の胚発生、および、その後の形態形成に関する報告は見当たらないようであるが、本研究により、その概要を明らかにすることができた。本種の近縁種であるアツバモク *S. crassifolium* J. AGARDH (山田 1942a) は、猪野 (1947) によると、放出卵が他のホンダワラ属と同様に 8 核が散在し、楕円形で、大きさが 260×190 μm 程度であり、正常なもので幼胚の下端に 16本の第 1 次仮根を形成する。本種の観察結果からも、ほぼ、それと同様であろうと思われた。次に、本種の初期形態形成の特徴は、ほぼ次のようにまとめられる。

幼胚から形成された第 1 初期葉は、やや扁平した円柱形であった。以後、単条で糸状ないし線形の初期葉を形成するが、全長 1~2 cm に達すると、次第に葉幅が広くなり、叉状ないし互生羽状に分裂し、縁辺に深い歯状を呈する初期葉を形成するようになる。全長 5~10 cm に達したものの初期葉は、広線形ないし披針形で、分裂が少なくなり、縁辺に鋸歯や重鋸歯を有するものとなる。これら初期葉は、らせん葉序を示して形成されるが、生長に伴って古いものから順次脱落していき、全長 20 cm に達したものではほとんどみられなくなり、次第に茎が形成されていく。

全長 3 cm に達するころから、茎の先端には初期葉に代って主枝が形成され始める。主枝に形成される葉は、互生し、膜質ないし肉質のへら形ないし倒卵形で、先端がらっぱ状に開く形態へと発達し、初期葉とは明らかに異なっている。全長 20 cm に達すると、気胞や側枝が形成され始め、成体の形態的特徴を表わしてくる。主枝の形成後には主枝の伸長が旺盛であり、茎の伸長は極めて緩慢となる。全長 30~40 cm に達した個体の茎の高さは 1 cm 以下である。

本種の初期形態形成の過程、すなわち、第 1 初期葉がやや扁平した円柱形であること、その後、単条または分裂する初期葉が茎上にらせん状に形成された後に主枝が形成されること、主枝に形成される葉が互生することなどの一連の過程は、マメタワラ (寺脇他 1982) のそれと同様の傾向を示している。本種とマメタワラとの相違点として、マメタワラでは主枝に形成される葉と、分裂する初期葉とが形態的に類似しているのに対し、本種ではそれらの形態が明らかに異なっている点があげられる。また、本種では、単条の後に分裂す



Figs. 17-25. Morphogenesis of *Sargassum duplicatum*. 17. After 5 days, development of first primary leaf; 18. After 30 days, first primary leaf and bud of second one; 19. After 76 days, plant with linear primary leaves; 20. After 149 days, development of dichotomously to alternate-pinnately divided primary leaves; 21. Young main branch; 22. After 211 days, plant with two main branches; 23. After 289 days; 24. Apex of main branch with some duplicate leaf buds; 25. Female receptacle of cultured plant.

る初期葉が形成されるが、主枝が形成され始めると、葉幅が広く分裂の少ない初期葉となる傾向が認められた。ヤツマタモク（寺脇他 1983）では、第1初期葉の形態にやや疑問が残るものの、主枝を形成するまでの過程は本種とよく類似している。ただ、ヤツマタモ

クでは、主枝が扁平し、その両縁から分裂する葉を二列互生する点为本種と異なっている。以上のように、マメタワラ、ヤツマタモクおよび本種の3種間には、主枝形成までの過程および、主枝形成後に茎の伸長が緩慢になる点に3種の共通性が認められた。

一方、アカモク（寺脇他 1983）の場合は、第1葉がやや扁圧した円柱形を示して形成され、以後、分裂する葉が茎上にらせん状に形成される点では、上記3種と同様の傾向を示すが、その後、茎が大きく伸長し続け、側枝のみが葉腋から形成される点で異なっている。

最後に、御校閲をいただいた北海道大学理学部助教授吉田忠生博士に厚くお礼を申し上げます。また、本研究の発表の機会を与えられ御配慮をいただいた電力中央研究所生物研究所長中村宏博士および同水域部長下茂繁博士に謝意を表す。

引用文献

- 岡村金太郎 1956. 日本海藻誌第2版。内田老鶴圃，東京。
- 寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1982. ホンダワラ類の初期形態形成に関する研究-I マメタワラ。藻類 30: 305-310.
- 寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983. 同上-II ヤツマタモク。藻類 31: 38-43.
- 寺脇利信・野沢治治・新村 巖 1983. 同上-III アカモク。藻類 31: 97-101.
- 山田幸男 1942a. 南日本産ホンダワラ属の種類に就て(2)。植研 18: 503-519.
- 山田幸男 1942b. 同上(3)。植研 18: 553-562.
- YAMADA, Y. 1950. A list of marine algae from Ryukyusho, Formosa I. Chlorophyceae and Phaeophyceae. Sci. Pap. Inst. Alg. Res. Fac. Sci. Hokkaido Univ. 3(2): 173-194.
- 猪野俊平 1947. 海藻の発生。北隆館，東京。