

接着剤を用いたアラメ・カジメ個体の人工基盤への移植*

平田 徹¹・坂本和弘²・多田 諭²・横浜康継³

¹筑波大学生物科学系 (305 茨城県つくば市天王台)

²東京都葛西臨海水族園 (132 東京都江戸川区臨海町6)

³筑波大学下田臨海実験センター (415 静岡県下田市5-10-1)

HIRATA, T., SAKAMOTO, K., TADA, S. and YOKOHAMA, Y. 1990. Transplantation of *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava* plants to artificial substrate with adhesive. Jpn. J. Phycol. 38: 61-67.

Many programs of kelp forest restoration have been in progress in Japan. In most of them, embryonic or juvenile plants of the Laminariales and Fucales were transplanted to artificial substrate. However, they often failed to establish due to grazing by fishes or invertebrates in their earlier stage. In the present study, it was tried to transplant adult kelps to artificial substrate with adhesive since grown-up plants might be resistant to the grazing. 'Aron Alpha' GEL-10 (Toagoseikagakukogyo Co., Ltd.) was chosen out of adhesives on the market and used with 'AA-Setter' (Toagoseikagakukogyo Co., Ltd.). Juvenile *Eisenia bicyclis* plants and adult *Ecklonia cava* plants were attached to concrete plates and cultured outdoors in a running seawater pool. They favorably grew and new haptera attached to substrate by themselves about 20 days after the transplantation.

Key Index Words: adhesive—*Ecklonia cava*—*Eisenia bicyclis*—kelp forest restoration—seaweeds—transplantation.

Tetsu Hirata, Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

Kazuhiro Sakamoto and Satoshi Tada, Tokyo Sea Life Park, Rinkai-cho, Edogawa-ku, Tokyo, 132 Japan

Yasutsugu Yokohama, Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, Shimoda, Shizuoka, 415 Japan

海中林あるいはガラ藻場と呼ばれる大型褐藻の群落は、陸上の温帯林をしのぐほどの高い年純生産量をもつことが、吉田(1970)、谷口・山田(1978)、YOKOHAMA *et al.* (1987) によって推定されており、海洋における生物的環境としてきわめて重要な存在とみなされる。しかし我が国の近年における海水汚濁や沿岸環境の物理的破壊の進行は、これらの海藻群落の荒廃を加速しつつあり、海洋環境保全および水産資源保護の両面において深刻な問題になっている。

このような状況に対応し、各地の水産試験研究機関では、海中林やガラ藻場の復元あるいは拡大のための、コンブ科植物あるいはホンダワラ科植物の移植が試みられている(山口県内海水産試験場 1974、中久ら 1977, 1978, 1979a, b, 瀬戸口 1978, 菊地ら 1979, 静岡県水産試験場伊豆分場 1980, 1981, 1983, 1984, 秋山・谷口 1982, 1983, 大野ら 1983, 新村 1983, 山内

1983, 竹本ら 1984, 谷口ら 1984, 1985, 1986, YAMAUCHI 1984, 吉川・月館 1984, 河本ら 1985, 1986, 吉川 1985, 1986, 1987, 山本ら 1986)。しかし、それらの多くは、海底に設置した人工基盤に、投入した成熟藻体からの遊走子や幼胚を着生させるか、採苗した種糸を巻きつけるか、あるいは種網を海中に設置するという方法を採用しているために、初期における藻食動物の食害による個体の減耗率が著しく高く、食害対策が最大の課題として残されている。それゆえ、ある段階まで生長した藻体を移植できれば、食害は緩和され、成功率は高まるものと予想されるが、その可能性が、静岡県水産試験場伊豆分場(1980)および大野ら(1983)によって示された。移植の対象としてはカジメの成体が用いられ、その仮根部を建築用ブロックへゴムバンドなどで固定するという方法が採用されたが、1月ほどで仮根の新生部がブロックへ固着したということである。

大野ら(1983)の試験海域では、なおブダイによる食害への対策が必要であったが、場所と時期を選べば、

* 下田臨海実験センター業績 No. 499. 本研究のための費用の一部は東京動物園協会より提供された。

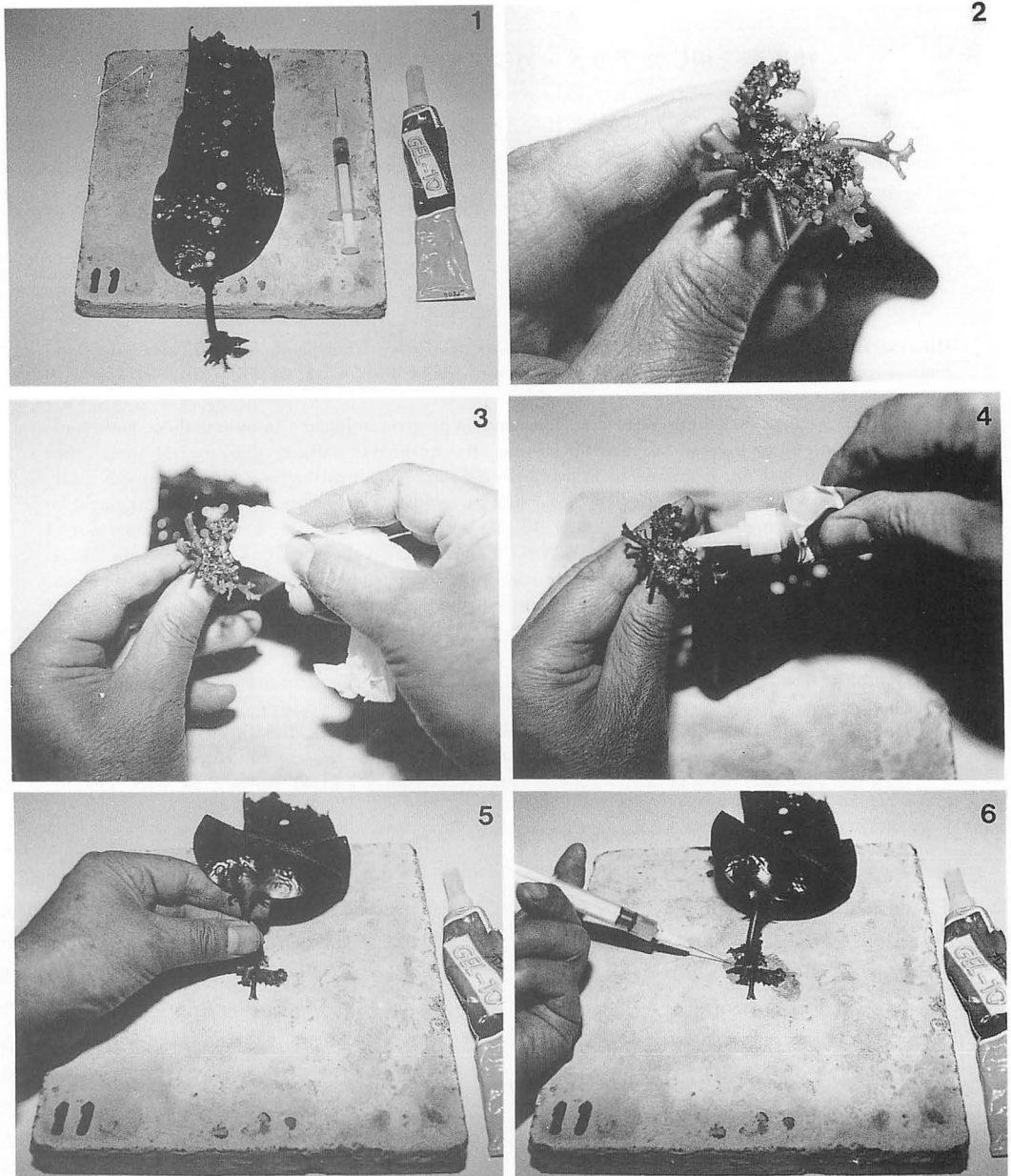
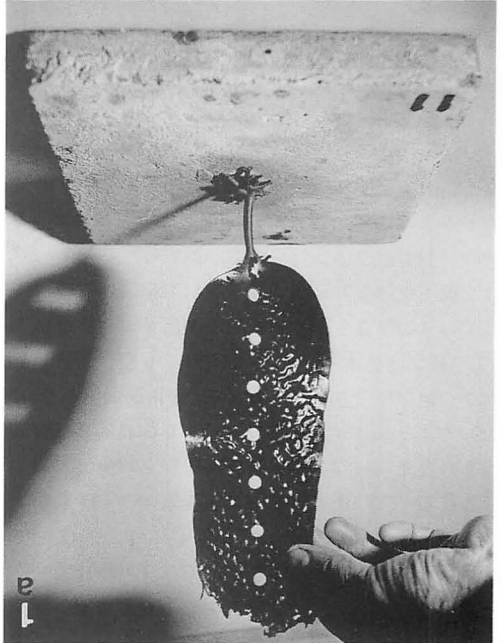
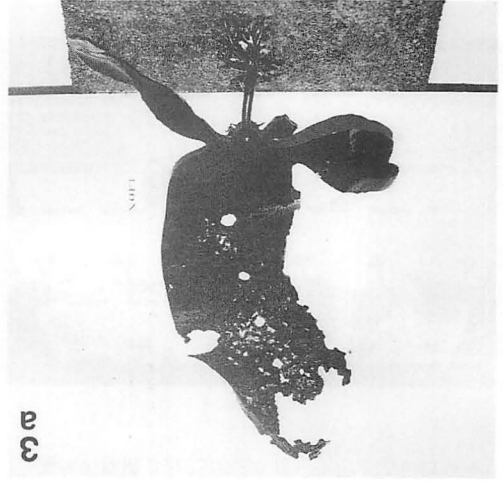
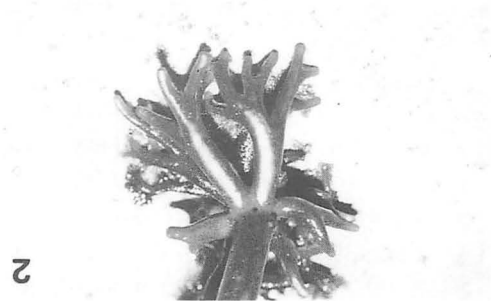
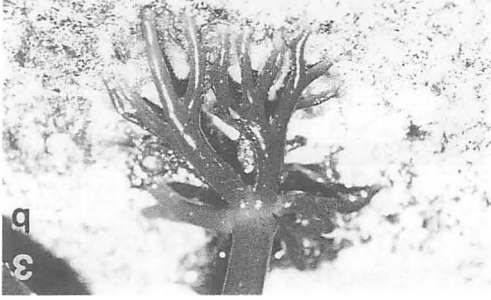


Fig. 1. The procedure of transplantation. Photo 1 shows a juvenile *Eisenia bicyclis* plant, a tube of adhesive (Aron Alpha GEL-10), an injector containing AA-Setter and a concrete plate (20 cm × 20 cm × 2.5 cm). Photo 2 shows the holdfast of the plant. After the holdfast was wiped with tissue paper (Photo 3), a small volume of adhesive was applied on it (Photo 4). Then, the plant was put on the concrete plate (Photo 5), and a few drops of the Setter were applied (Photo 6).

Fig. 2. Growth of a juvenile *Eisenia bicyclis* plant attached to a concrete plate. In the blade of the plant seven small holes were punched at intervals of 2.5 cm before the transplantation on June 6, 1989. The plant and its holdfast on June 6 are shown in two photographs (Photo 1a and b). Photos 2, 3, 4 and 5 show the holdfast on June 23, the plant and its holdfast on July 7, the holdfast on July 23 and the plant and its holdfast on August 8, respectively.



成藻体の移植は海中林造成のための有効な手段になりうるものと期待できる。

一方、海洋生物についての啓蒙を目的とした水族館では、海洋の一次生産者である海藻の展示が企画される傾向にあり、展示水槽内での藻湯・海中林の再現が大きな課題となっている。東京都葛西臨海水族園においても、アラメ・カジメ海中林の再現が企画され、その手段として、成藻体の擬岩ピースへの接着剤による固定が試みられることになった。予備試験として、藻体の仮根部をコンクリート板等へ接着した後、筑波大学下田臨海実験センターの屋外流海水槽内に置き、藻体の生長および仮根の伸長と基盤への附着状態等を追跡したところ、良好な結果が得られたので、この方法が海中林造成の有効な手段の一つになりうるものと考え、ここに報告する。

材料および方法

移植に用いた藻体は、カジメの場合は1989年3月20日に伊豆下田の水深約 5m で採集された成体である

が、アラメの場合は同年6月8日および11日に低潮線附近で採集された幼体である。

人工基盤としては、1辺 20 cm の正方形で厚さ 2.5 cm のコンクリート板および各辺 19 cm および 39 cm で厚さ 12 cm の建築用ブロックを用いた。接着剤としては、10種ほどの市販品を試験したが、東亜合成化学工業株式会社のゼリー状接着剤アロンアルファ GEL-10 を専用の硬化剤 AA・セッターとともに用いるのが最も目的に適うと判断されたので、本研究においては、この接着剤に専用硬化剤を併用することにした。

仮根部の接着は、Fig. 1 に示されている手順にしたがって行なった。図中に示されている藻体は、1989年6月8日に採集し、ただちに移植に用いたアラメ幼体である。まず仮根部に附着している海水をティッシュペーパーで拭ってから、仮根の新しい部分を損なわないように、中心近くの古い部分に接着剤を塗布し、コンクリート板に圧着してから、注射器を用いて硬化剤を滴下すると、瞬時にして板根部はコンクリート板に固着する。

藻体の移植されたコンクリート板あるいはブロック

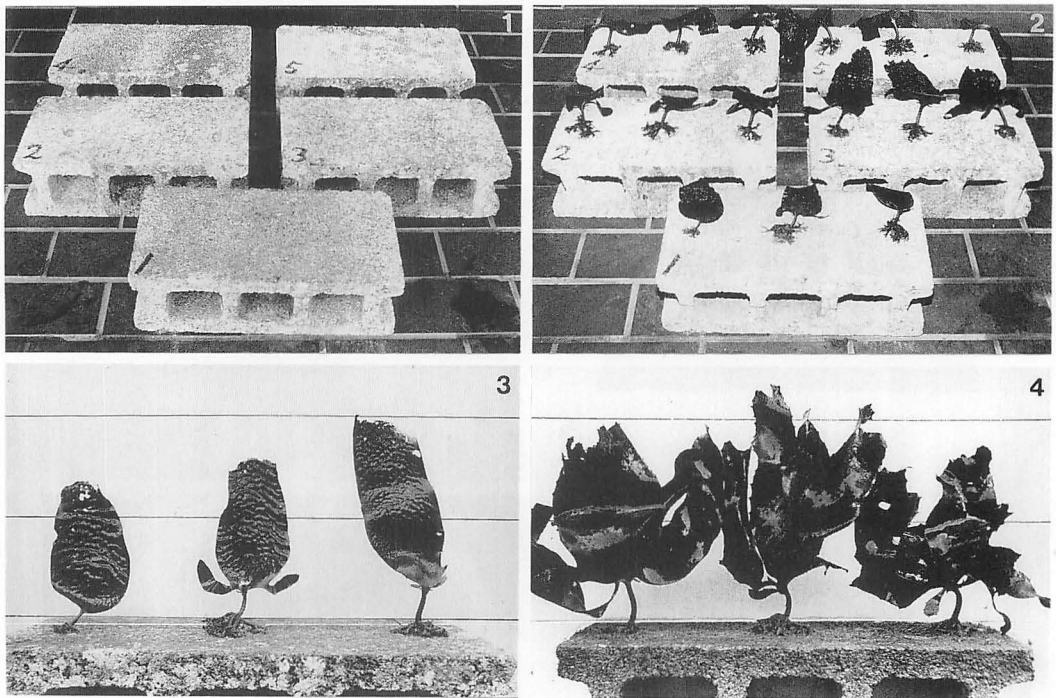
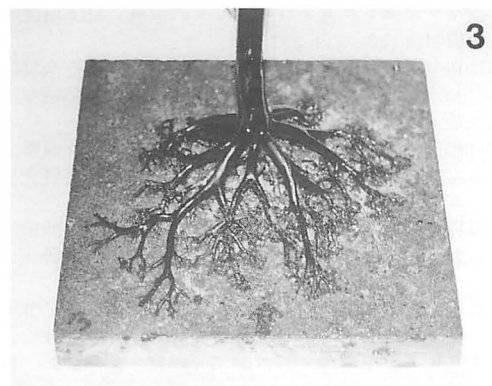
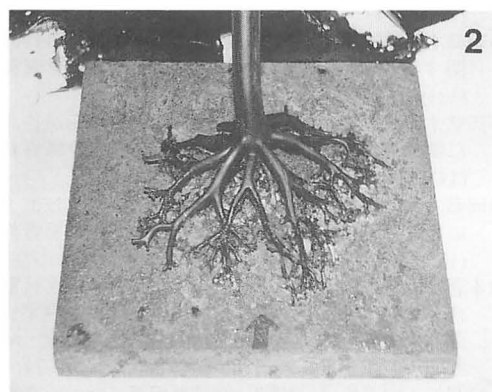
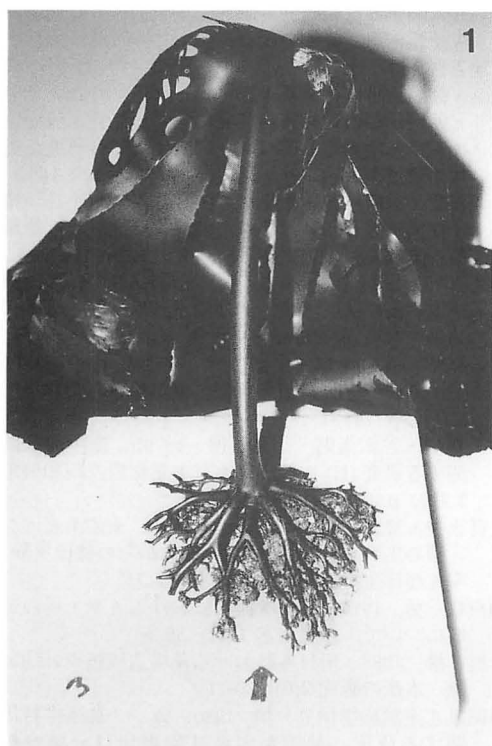


Fig. 3. Juvenile *Eisenia bicyclis* plants transplanted to building blocks and their growth after transplantation. Photo 1 shows the building blocks, on each of which three plants were transplanted as shown in Photo 2. Photos 3 and 4 show three plants just after transplantation on June 10, 1989 and the same plants three months after that (September 10), respectively.



は、ただちに屋外流水水槽に移されたが、アラメの場合は直射日光のあたる場所の水深約 0.5 m の位置に、またカジメの場合は直射日光のあたらない場所の水深約 1 m の位置に置いて、半月あるいは 1 月ごとに、藻体とくに仮根部の生長を観察した。

藻体は移植時およびその後の観察時ごとに水槽から引きあげられ、15~20 分ほど空気にさらされたが、そのために生じたと思われる障害は認められなかった。

結 果

1989 年 6 月 8 日に採集されコンクリート板に移植されたアラメ幼体 (Fig. 1) は、屋外流水水槽内で順調に生育し、半月で仮根の新生部分の先端は基盤に達し、1 月後には吸盤状にひろがって基盤に附着していた (Fig. 2)。一方、葉状部の一次葉は、等間隔に開けた孔の上昇の様子から、基部附近で生長を続けていることは明らかであるが、それをしのぐ速度で先端部の脱落が起こるために、全長は短くなると同時に、二次葉の顕著な生長が起こり、2 月後には大型の二次葉 2 対を有する個体となった。また茎状部は、はじめ長さ 27 mm であったが、2 月後には 32 mm になった。

1989 年 6 月 10 日に採集されたアラメ幼体は、5 個の建築用ブロックのそれぞれに 3 個体ずつ移植された (Fig. 3)。これらも屋外流水水槽で順調に生育し、いずれも 1 月後までに仮根が自力で附着した。図には最も小型の 3 個体の移植時と 3 月後の状態が示されている。

カジメは中型成体 3 個体が、1989 年 3 月 20 日に採集され、それぞれ 1 枚のコンクリート板に移植された。いずれも屋外流水水槽内で順調に生育したが、図 (Fig. 4) には、はじめ茎状部の長さ 23 cm、長さ 10 cm 以上の側葉 10 対をつけていた個体が示されている。この個体は、2 月後には茎状部の長さが 27 cm、側葉は 14 対となり、また仮根も 1 月後には自力で基盤に附着し、2 月後には仮根の先端が最大で 5 cm 程度伸長していた。

Fig. 4. An adult *Ecklonia cava* plant transplanted to a concrete plate and the growth of its holdfast after transplantation. Photo 1 shows the plant just after transplantation on March 20, 1989. Photos 2 and 3 show its holdfast on April 20 and May 19, respectively.

考 察

移植後の藻体は屋外流水水槽という人工環境に置かれたが、常時新鮮な海水がかなりの速度で流れているために、藻体は自然に近い環境に置かれていたと言える。それゆえ、本研究で得られた結果は、自然の海底で得られるものに近いものと言えよう。

アラメおよびカジメのいずれにおいても、移植後1月で仮根新生部の基盤への固着が確認されたが、このような仮根の自力による基盤への附着は約20日で起こるものと考えられる。しかし秋まで続けられた観察から、両種のいずれでも、夏には仮根部の新生頻度の低下することが認められたので、基盤に接着された仮根が自力で附着するまでの期間は季節によって異なる可能性がある。

本研究で使用した屋外流水水槽には藻食動物としてはムラサキウニが生息していたが、カジメ成体の仮根新生部のごく一部に食害を受けた程度であった。アラメおよびカジメの成体を移植しても、自然の海底では、大野ら(1983)の報告のように食害を受ける懸念は残されているが、場所、時期および規模などによって、食害の程度は異なるであろう。

移植の規模が大きいほど食害は緩和されるものと考えられるが、藻体の確保、運搬、作業時間等により、その規模は制約を受けるであろう。しかし過度の乾燥を避ければ、カジメでも少くとも5時間空気にさらされても障害を受けないことが確認されている(横浜ら、未発表)。それゆえ、かなり大型のコンクリートブロックに多数の藻体を空気中で接着するという方法によって、かなり大規模な海中林の造成を実現することも可能と思われる。

文 献

- 秋山和夫・谷口和也 1982. 適地の選定と育成種苗の定着. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和56年度 I-6 課題研究成績報告書. p. 25-29.
- 秋山和夫・谷口和也 1983. 適地の選定と育成種苗の定着. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和57年度 I-6 課題研究成績報告書. p. 29-34.
- 河本良彦・宮後富博・岩本哲二 1985. 人工種苗による藻場造成. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和59年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 49-67.
- 河本良彦・宮後富博・岩本哲二 1986. 人工種苗による藻場造成. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和60年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 39-53.
- 菊地省吾・浮 永久・秋山和夫・鬼頭 鈞・菅野 尚・佐藤重勝・桜井喜十郎・鈴木 博 1979. アワビ餌料藻類の造林技術開発に関する研究. 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究. 農林水産技術会議事務局研究成果 (116): 129-189.
- 中久喜昭・宮崎一誠・田原恒男・城 泰彦・小島 博・松岡正義 1977. 磯焼け地の藻場造成試験. 徳島県水試事業報告書 (昭和52年3月). p. 138-145.
- 中久喜昭・谷本尚則・小島 博・松岡正義 1978. 磯焼け地の藻場造成試験. 徳島県水試事業報告 (昭和53年3月). p. 233-238.
- 中久喜昭・谷本尚則・小島 博 1979a. 海中造林に関する研究 (I). 徳島県水試事業報告 (昭和54年3月). p. 74-81.
- 中久喜昭・谷本尚則・小島 博 1979b. 海中造林に関する研究 (II). 徳島県水試事業報告 (昭和54年3月). p. 82-86.
- 大野正夫・笠原 均・井本善次 1983. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究 II, 成体からの移植実験. 宇佐海洋生物センター研報 5: 65-75.
- 瀬戸口 勇 1978. 磯焼け漁場におけるガラモ場の造成について. 水産土木 15(1): 59-61.
- 新村 巖 1983. 南日本における藻場造成技術と問題点. 水産の研究 2(6): 67-71.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1980. カジメ群落維持に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料 (122): 1-14.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1981. カジメ群落維持に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料 (124): 1-13.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1983. カジメ群落域拡大に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料 (143): 1-14.
- 静岡県水産試験場伊豆分場 1984. カジメ群落域拡大に関する研究. 静岡県水産試験場伊豆分場資料 (153): 1-19.
- 竹本憲治郎・高山繁昭・吉岡貞範・河本良彦・宮後富博 1984. 人工種苗による藻場造成. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和58年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 51-74.
- 谷口和也・山田税正 1978. 能登飯田湾における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 日本海区水産研報告 (29): 239-253.
- 谷口和也・原 素之・秋山和夫 1984. 内海性漁場における造林技術. 大型別枠研究 有用海藻研究グループ58年度レポート. p. 1-6.
- 谷口和也・原 素之・秋山和夫 1985. 内海性漁場における造林技術. 大型別枠研究 有用海藻研究グループ59年度レポート. p. 1-10.
- 谷口和也・原 素之・秋山和夫 1986. 内海性漁場における造林技術. 大型別枠研究 有用海藻研究グループ60年度レポート. p. 1-9.
- 山口県内海水産試験場 1974. 人工種苗によるアカモク藻場造成について. 栽培技研 3(1): 133-142.
- 山本秀一・児玉理彦・野口雄二・綿貫 啓 1986. 相模湾西部海域におけるカジメ場造成試験. 水産土

- 木 23(1): 13-18.
- 山内幸児 1983. 人工藻場造成に関する研究-V, ヤツマタモクの種苗移植による人工藻場造成試験. 兵庫県立水産試験場研究報告 (22): 66-77.
- YAMAUCHI, K. 1984. The formation of *Sargassum* beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (TURNER) C. AGARDH and *S. muticum* (YENDO) FENSHOLT. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50: 1115-1123.
- YOKOHAMA, Y., TANAKA, J. and CHIHARA, M. 1987. Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan. Bot. Mag. Tokyo 100: 107-112.
- 吉田忠生 1970. アラメの物質生産に関する 2, 3 の知見. 東北水研研報 (30): 107-112.
- 吉川浩二 1985. ホンダワラ藻場造成に関する研究-I. ヤツマタモク親藻移植による藻場造成. 南西水研報 (18): 15-23.
- 吉川浩二 1986. ホンダワラ藻場造成に関する研究-II. 人工採苗した幼体の移植と成熟親藻投入によるホンダワラ類の成長. 南西水研報 (20): 137-146.
- 吉川浩二 1987. ホンダワラ藻場造成に関する研究-III. 幼体集積法によるヤツマタモク群落の形成. 南西水研報 (21): 25-35.
- 吉川浩二・月館潤一 1984. 人工基質投入による藻場の拡大. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究 昭和58年度 III-6 課題研究成績報告書. p. 75-89.

