

양식 툯 포복지의 재활용에 관한 연구

황은경 · 조용철* · 손철현
부경대학교 양식학과 · 국립수산진흥원*

Reuse of Holdfasts in *Hizikia* Cultivation

Eun Kyoung HWANG, *Yong Chul CHO, Chul Hyun SOHN

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea,
*National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 619-900, Korea

In the previous *Hizikia* cultivation, holdfasts were thrown into the sea after harvesting in May; the young thalli (5~10 cm in length) of *Hizikia* are annually collected from natural bed by seed collectors for the cultivation, resulting in a ruined natural populations. Therefore, the reuse method of holdfasts by regeneration capability of *Hizikia fusiformis*, was investigated. The effects of emergence on the growth of regenerated thalli from holdfasts over 6 months of outdoor culture from May to November, 1995. The vegetative growth from the holdfasts was good under the emergence of 3 hrs/day on the air than 0, 1 and 2 hr/day. The regeneration of holdfast was determined by measuring total length, number of stipe and weight. The growth was facilitated under the exposure condition of 1~3 hrs/day on the air. Outdoor cultivation for the comparison of to artificial natural seeds were conducted from December 1995 to May 1996. There was no significant differences ($0.05 < P$) between the two kinds of seeds. Therefore, artificial seed maybe used as a replacement for the natural seed in *Hizikia* cultivation. From the results, an useful method was established to obtain young fronds for the cultivation using the reuse method of holdfast, to conserve the natural population of *Hizikia*.

Key words: *Hizikia fusiformis*, reuse, holdfast, seed production

서 론

툯 (*Hizikia fusiformis*)은 우리나라, 중국 및 일본 연안에만 분포하는 대형 갈조류로, 암초지대의 조간대 중부에 밀생하여 자란다(강과 고, 1977; 新井 1993). 툯의 분포는 극히 제한적이므로 이에 관한 연구도 우리나라와 일본에서 주로 이루어져 있다.

툯의 발생·생장(須藤 1951a, b; 寺脇 1985), 생태(片田 1940, 1952), 이식(西川·小川 1977, 新井·新井 1983) 등에 관한 연구가 되어 있으나, 양식에 관한 본격적인 연구는 거의 없다. 최근, 툯 양식에 적용키 위하여 엽체의 재생에 관한 연구들(Hwang et al., 1994 a, b; Park et al., 1995)이 이루어져 왔으며, 황(1997)은 툯의 인공종묘생산에 있어서 유·무성 생식방법을 적용한 방법을 제시하였다.

현재 우리 나라의 툯 양식에 있어서는 종묘로서 유체를 매년 자연 군락으로부터 채취하여 사용하고 있다. 따라서 매년 훼손되어가고 있는 자연군락의 보존과, 인공적으로 조성된 툯 군락으로부터 종묘를 확보하는 방안에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다.

본 연구에서는 종묘확보의 한 방법으로 툯 엽체의 재생능을 이용하여, 수확후 남겨지는 포복지로부터 재생된 유체를 양식의 종묘로 재사용하고자 재생엽체의 성장에 미치는 노출의 영향과 양식실험으로 생산량을 조사하였다.

재료 및 방법

1995년 5월에 툯 엽체를 수확한 후 남은 포복지를 연승에 부착되어 있는 상태로 수거하여, 전남 완도군 보길면 부황리 연안(Fig. 1)의 조간대에 고정시켜 포복지에서 재생된 엽체의 성장에 대한 노출의 효과를 실험하였다. 노출시간은 1일 0, 1, 2 및 3시간의

노출선에 맞추어, 연승이 해안과 평행하도록 시설하였다. 실험기간(1995년 5월 ~ 11월)의 노출선은 툯 자연군락의 분포 한계선을 고려하여 설정하였다. 각 노출선별 평균 조위는 무노출 구간이 기준면으로부터 약 72 cm, 1시간 노출선은 약 118 cm, 2시간 노출선은 약 164 cm 및 3시간 노출선은 약 190 cm로 나타났다. 노출선별 포복지로부터 엽체의 무성적 재생은 월별로 전장, 주지수, 포복지 길이, 포복지수 및 습증량을 측정하여 비교하였다. 재생된 엽체는 다음해 양식 시설기인 11월까지 종묘로서 사용가능한 유체로의 성장 여부를 실험하였다. 양성실험은 자연군락으로부터 채집된 엽체와 동일 엽장의 재생 엽체를 종묘로 하여 전남 완도군 조약도 인근의 동일 어장(Fig. 1)에서 월별 성장과 생산량을 비교 분석하였다.

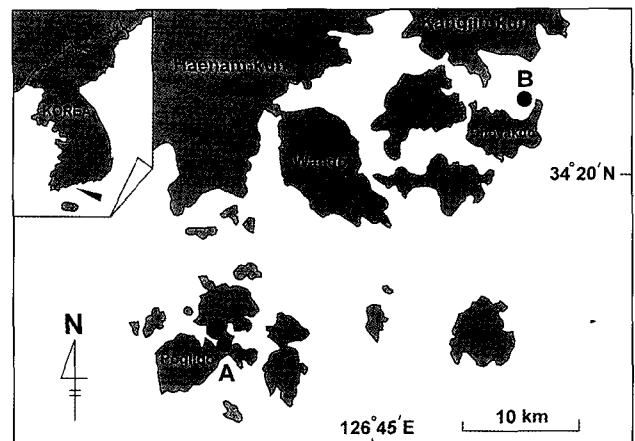


Fig. 1. Map showing the experimental sites on regeneration (A) in the tidal zone and cultivation (B) in the sea.

결 과

1. 포복지로부터 재생된 업체의 성장

야외배양에서 노출선별로 업체 채취후 남은 포복지의 월별 생장은 Fig. 2와 같다. 주지의 길이생장 (Fig. 2A)은 5월부터 6월까지 포복지가 일부 유실되기도 하였으나 7월부터 묘조가 출현하기 시작하여, 8월에 3시간 노출선에서 1.2 ± 0.5 cm로 최소값을 보였으며, 무노출 구간에서 3.3 ± 1.2 cm의 최대값을 보였다. 9월에는 노출선별로 길이생장이 크게 차이를 보이기 시작하여, 무노출 구간에서 3.9 ± 0.8 cm으로 최소값을, 2시간 노출선에서 8.0 ± 2.8 cm의 최대값을 나타내었다. 10월에는 1시간 노출선에서 6.5 ± 0.4 cm로 최소값, 3시간 노출선에서 21.0 ± 2.5 cm의 최대값을 나타내었으며, 다음해 양식시설기인 11월에는 1, 2시간 노출선에서 각각 9.4 ± 1.4 cm, 17.6 ± 1.6 cm를, 3시간 노출선에서는 전달과 비슷한 20.6 ± 1.6 cm를 나타내었다. 주지의 수 (Fig. 2B)는 8월과 9월에 무노출과 각 노출시간별로 1.7 ± 0.6~2.2 ± 0.2개의 범위에서 모두 유사한 경향을 보였으나, 10월에 무노출 구간에서 2.0 ± 0.5개

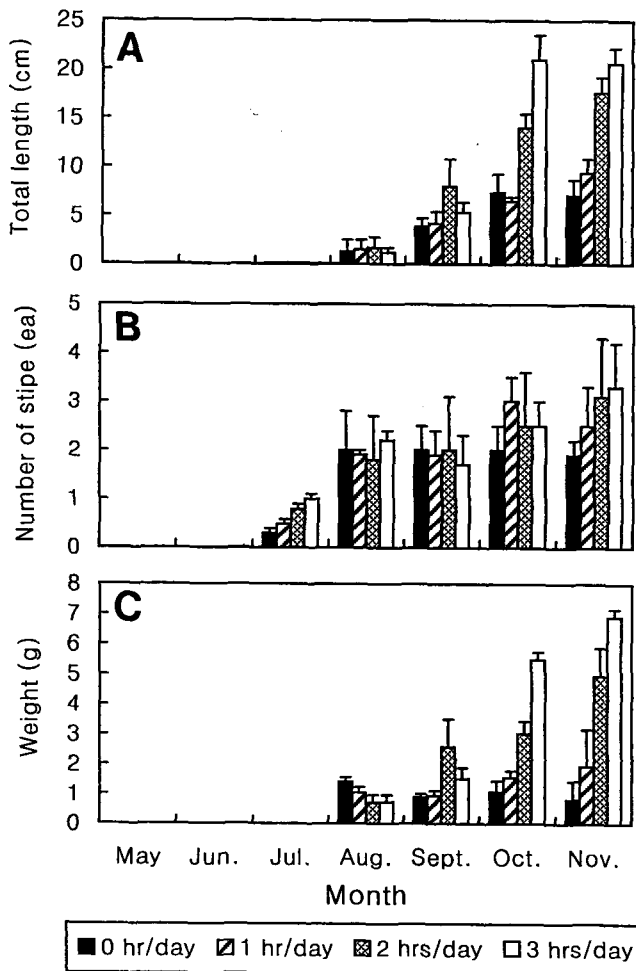


Fig. 2. Effects of exposure on the regeneration of holdfast in *Hizikia fusiformis*. A: Total length (cm). B: Number of stipe (ea). C: Weight (g).

로 최소값을, 1시간 노출선에서 3.0 ± 0.5개의 최대값을 나타내었으며, 11월에는 각 노출선별로 주지수가 증가하는 경향이 뚜렷이 나타나 3시간 노출선에서 최대 3.3 ± 0.9개를 나타내었다. 각 개체별 습증량 (Fig. 2C)은 8월에 2시간 노출선에서 0.71 ± 0.25 g의 최소값을 보였고, 무노출 구간에서 1.40 ± 0.15 g의 최대값을 보였으나 9월에는 무노출 구간에서 오히려 습증량이 감소하여 1.07 ± 0.36 g의 최소값을, 2시간 노출선에서 2.58 ± 0.93 g의 최대값을 보였다. 10월에는 각 노출 시간별 습증량 차가 뚜렷이 구분되어 무노출 구간에서 1.07 ± 0.36 g으로 최소값을 나타내었으며, 3시간 노출선에서 5.5 ± 0.25 g의 최대값을 나타내었고, 11월에는 10월과 같은 경향이 보다 뚜렷하여 3시간 노출선에서 최대 6.91 ± 0.26 g을 보였다.

노출시간대별로 6개월 동안 야외 배양 관리한 월하 포복지의 생장은 Fig. 3과 같이 무노출 구간에서는 주지의 신장이 부진한 반면 1시간 노출선에서는 정상적인 주지의 신장은 되었으나 2~3 시간 노출선에 비교하여 주지의 수가 적은 특징을 보였다. 3시간 노출선에서는 주지의 길이신장과 주지의 수 면에서 월등한 성장을 나타내었다. 즉, 본 실험에서 나타난 포복지로부터의 재생 업체는 모든 실험구간에서 양식의 종묘로 사용할 수 있는 크기 5~10 cm 크기의 조건을 만족시키고 있으나, 3시간 노출 조건이 포복지로부터의 업체 재생에 가장 적합한 것으로 나타났다.

2. 자연산 업체와 재생업체의 양성효과

자연산 종묘와 포복지로부터 재생된 인공종묘에 의한 생장은 Fig. 4와 같이 나타났다. 자연산 종묘의 길이생장은 12월에서 2월까지 10.1 ± 1.2~12.5 ± 3.8 cm로 큰 증가를 나타내지 않다가 3월부터 갑자기 증가하기 시작하여, 5월에는 33.0 ± 9.5 cm로 최대값을 나타내었다. 반면 재생업체의 길이생장은 12월에서 4월까지 10.0 ± 0.9~18.3 ± 6.8 cm로 큰 차이를 보이지 않다가 5월에 35.9 ± 13.4 cm로 최대값을 나타내었다 (Fig. 4A). 개체의 중량은 자연산 종묘의 경우 12월에서 1월까지 5.0 ± 1.4~8.1 ± 1.8 g으로 차이를 보이지 않다가 2월부터 크게 증가하기 시작하여 5월에는 182.5 ± 18.4 g의 최대값을 나타내었다. 포복지로부터 재생된 인공종묘의 경우 개체의 중량은 1월부터 꾸준히 증가하여 수확기인 5월에는 184.2 ± 10.5 g으로 최대값을 나타내었다 (Fig. 4B). 양성실험을 통한 생산량은 수확기인 5월에 자연산 종묘의 경우 3.6 ± 0.9 kg/m, 인공종묘의 경우 3.8 ± 0.5 kg/m를 나타내었다.

고 찰

조간대에 서식하는 해조류의 생장은 온도, 염분, 광량 등 여러 가지 환경요인에 의해 영향을 받는다 (Gendron, 1989; Santelices et al. 1993). 특히 조간대의 갈조류들은 건조에 견디는 능력을 가지고 있으며, 일부는 건조 상태에서 경화 (hardening) 되는 능력을 갖기도 한다 (Schonbeck and Norton, 1979a,b). 노출에 대한 식물의 반응은 단순히 노출에 견디는 것뿐만 아니라 능동적으로 막지질의 포화도를 변화시키므로써, 세포의 붕괴를 감소시키고,

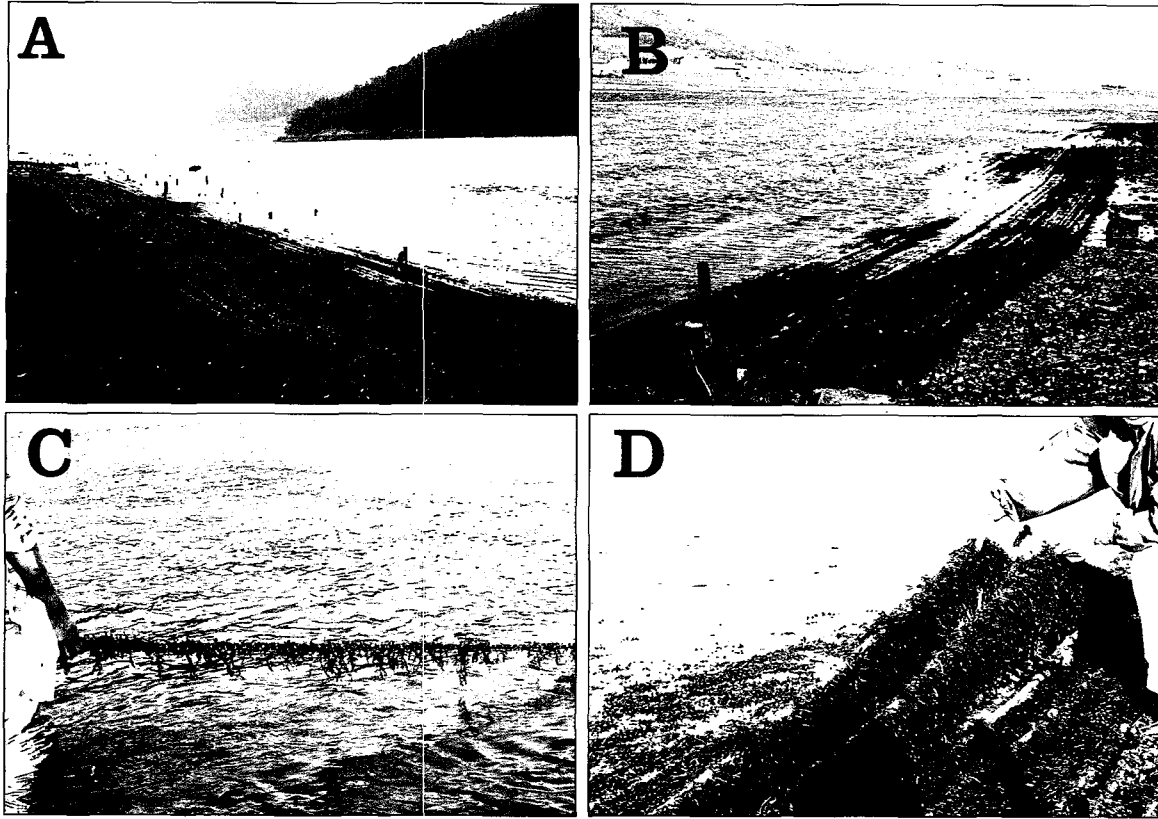


Fig. 3. The regeneration from holdfast of *Hizikia fusiformis*. A, B: The culture rope laid at intertidal zone in Pogildo, Korea from May to November 1995. The tidal range is 72 cm~190 cm from datum level. C: None exposed culture rope. D: 3 hrs/day exposed culture rope.

나아가 공기중에 노출되었을때도 활발히 광합성을 수행하므로써 해조류의 총탄소 고정에 공헌한다. Pham Quang and Laur (1976)에 의하면 갈조 지질의 포화도는 여름철에 최대치를 보였으며, 노출에 대한 이러한 경화와 탈경화(dehardening)는 매우 빠르게 일어나서 단 며칠간의 노출에도 식물체는 다가올 노출에 대해 적응할 수 있다고 보고하였다.

또한, 대형 갈조류의 경우 자연에서도 부착기의 재생에 의해서 완전한 엽체를 재생하여 수관층을 회복하는 능력(McCook and Chapman, 1991)이 보고된 바 있으며, 툯의 경우 Hwang et al. (1994b)은 포복지의 재생능력이 우세함을 보고한 바 있다. 이러한 연구들은 노출에 대한 적응력이 조간대 해조류에서 엽체의 재생과 어떤 관련이 있을 가능성을 나타내고 있다.

현재 우리나라의 툯 양식에 있어서는 해마다 양식 시설기인 11월에 자연 군락으로부터 종묘로 사용키 위한 유체를 채집하여 양식에 이용하고 있다. 따라서 자연군락의 훼손뿐 아니라 종묘의 수급에도 매년 불안정한 요인이 되고 있다.

Fig. 5와 같이 매년 자연산 종묘를 사용하지 않아도 양식후 남겨진 포복지를 재활용함으로써 자연군락의 툯을 보호할 수 있으며, 노출선을 인위적으로 조절하므로써, 자연산 툯 군락이 없었던 곳에도 인위적인 툯 군락을 조성할 수 있는 잇점이 있다.

자연상태에서 툯은 4~5월경 생식세포를 방출하고 나면 엽

체가 녹아서 유실되며, 포복지의 일부분만이 암반에서 여름을 지내고, 포복지로부터 무성적으로 자란 유체가 가을철에 유성생식에 의해 가입된 유엽과 혼생한다. 그러나 유성생식에 의한 유체는 재생엽체와는 형태적으로 뚜렷이 구분되며, 양식에 사용될 시 당년도에 산업적으로 유용한 현존량에 도달하기 어려운 단점이 있다. 여름철에도 조위에 따라 툯 엽체의 생육이 확인되었는데 이는 주로 포복지의 재생에 의한 것이고, 이와같은 여름철의 툯 포복지로부터의 무성적 재생은 *Ascophyllum nodosum*에서도 보고된(Strömgren, 1983) 여름철의 주된 길이생장과 일치하는 결과라 할 수 있다. 이는 대기에 의한 엽체 온도의 상승이 길이신장(elongation)을 자극하였으며, 엽체가 물로 덮여있지 않을 때인 고조도 하에서 성장 효과가 더 높게 나타나, 노출된 시간동안 광합성이 보다 효율적으로 이루어진 때문으로 해석된다. 툯을 무노출 양식방법으로 양식함에 따라 유발될 수 있는 부착생물로 인한 생육억제와 상품가치 저하를 막기 위해서도 적정 노출 관리에 의한 양식 기법을 확립시키는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

무성적인 재생에 의한 양식생산이 계속 반복될 경우 유전적 열성형질이 발현될 가능성도 있으므로, 차후 유성생식을 이용한 인공종묘의 대량생산 기법에 관하여도 계속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

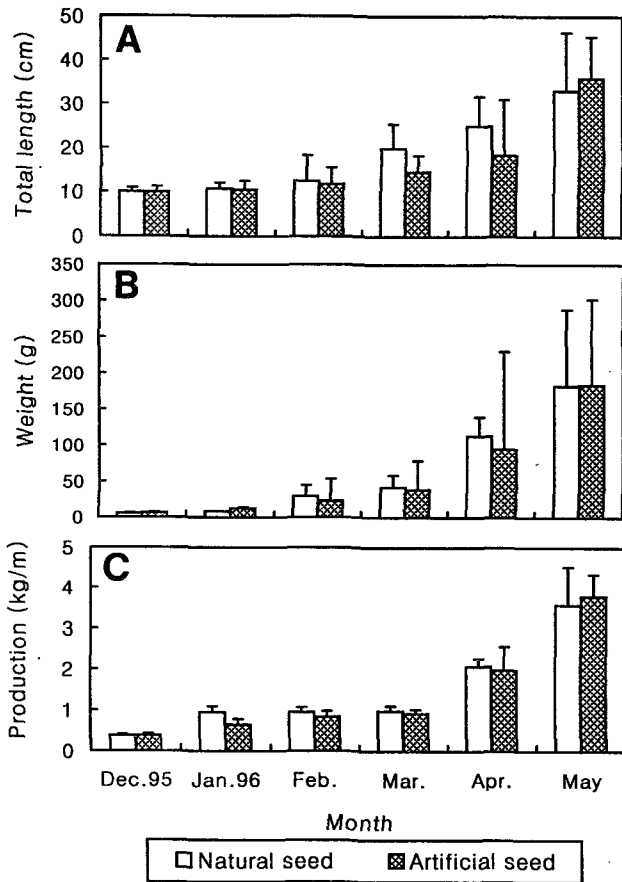


Fig. 4. Comparisons of culture effects between artificial seed by regeneration of holdfast and natural seed, from December 1995 to May 1996. A: Total length (cm). B: Weight (g). C: Production (kg/m). Vertical bar is SD.

요 약

툯 포복지의 재생력을 이용하므로써, 수확후 남겨지는 포복지로부터 재생된 엽체를 양식의 종묘로 재사용하고자 하였다. 엽체 채취후 남겨진 포복지를 연승과 함께 수거하여, 1995년 5월부터 11월까지 조간대의 인공 노출 조건(1일 0, 1, 2, 3시간)에서 월하관리하여, 엽체의 재생 여부를 실험하였다. 재생엽체의 생장은 엽체의 전장, 주지수 및 중량으로 나타내었다. 생산성 비교를 위하여 재생엽체를 현재 양식방법에서 사용되고 있는 자연산 종묘와 함께 동일 양식장에 이식하여 1995년 12월부터 1996년 5월까지 양성실험을 실시하였다. 생산성 비교 결과 재생엽체와 자연산 유체를 사용한 경우 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 포복지의 재사용으로 자연군락으로부터 매년 유체를 채취하지 않고도 지속적인 양식생산을 할 수 있다.

사 사

이 연구는 해양수산부 수산특정연구과제 및 교육부 지방대특성화 사업 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

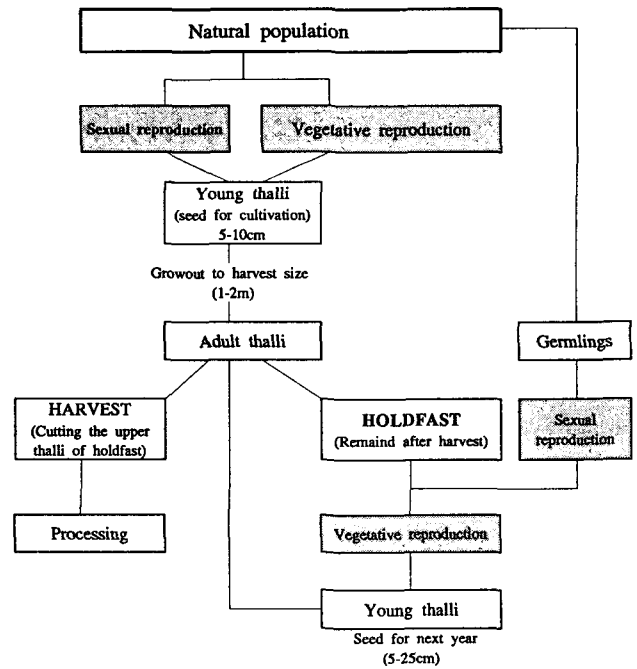


Fig. 5. Flow diagram for the cyclic production of *Hizikia fusiformis* using the regeneration of holdfast.

참 고 문 헌

Gendron, L. 1989. Seasonal growth of the kelp *Laminaria longicuris* in Baie des Chaleurs, Québec, in relation to nutrient and light availability. *Bot. Mar.*, 32, 345~354.

Hwang, E.K., C.H. Kim and C.H. Sohn. 1994a. Callus-like formation and differentiation in *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura. *Korean J. Phycol.*, 9, 77~84.

Hwang, E.K., C.S. Park and C.H. Sohn. 1994b. Effects of light intensity and temperature on regeneration, differentiation and receptacle formation of *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura. *Korean J. Phycol.*, 9, 85~94.

McCook, L.J. and A.R.O. Chapman. 1991. Community succession following massive ice-scour on an exposed rocky shore: effects of *Fucus* canopy algae and of mussels during late succession. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 154, 137~169.

Park, C.S., E.K. Hwang, Y.H. Yi and C.H. Sohn. 1995. Effects of day-length on the differentiation and receptacle formation of *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura. *Korean J. Phycol.*, 10, 45~50.

Pham Quang, L. and M.H. Laur. 1976. Teneur, composition et répartition cytologique des lipides polaires sulfur et phosphorés de *Pelvetia canaliculata* (L.) Decn. et Thur., *Fucus vericulosus* (L.) et *Fucus serratus* (L.). *Phycologia*, 15, 367~375.

Santelices, B., R. Westermeier and M. Bobadilla. 1993. Effects of stock loading and planting distance on the growth and production of *Gracilaria chilensis* in rope culture. *J. Appl. Phycol.*, 5, 517~524.

Schonbeck, M.W. and T.A. Norton. 1978a. An investigation of drought avoidance in intertidal furoid algae. *Bot. Mar.*, 22, 133~144.

Schonbeck, M.W. and T.A. Norton. 1978b. Drought-hardening in the upper shore seaweeds *Fucus spiralis* and *Pelvetia canaliculata*. *J. Ecol.*, 67, 687~696.

- Strömberg, T. 1983. Temperature-length growth strategies in the littoral alga *Ascophyllum nodosum* (L.). *Limnol. Oceanogr.*, 28, 516~521.
- 片田 實. 1940. ヒジキの増殖に関する生態研究. *水産研究誌*, 35 (12), 320~326.
- 片田 實. 1952. ヒジキの生態學的研究 第1報. 小嶽に於るヒジキ及びウミトラノヲの群落に就て. *農水講研報*, 2 (1), 40~47. 捨須藤俊造. 1951a. ヒジキの卵・精子の放出及び幼胚の離脱と着生について (海藻の胞子付けの研究 第11報). *日水誌*, 17 (1), 9~12.
- 須藤俊造. 1951b. ヒジキの株の成長について. *日水誌*, 17 (1), 13~14.
- 新井章吾. 1993. *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura (ヒジキ). 藻類の生活史集成. 第2巻 褐藻・紅藻類. 堀輝三 編. 166~167pp.
- 新井朱美 新井章吾. 1983. ヒジキとウミトラノオの入植に影響する諸條件. *水産増殖*, 30 (4), 184~191.
- 西川博 小川英雄. 1977. ヒジキの移植効果について. *水産増殖*, 24 (4), 123~127.
- 寺脇利信. 1985. 三浦半島小田和灣におけるヒジキの生長と成熟. *水産増殖*, 33 (3), 115~118.
- 四井敏雄. 1992. ヒジキ. 88~93pp. 食用藻類の栽培 (三浦昭雄編). 恒星社厚生閣.
- 강제원 · 고남표. 1977. *해조양식*. 태화출판사, 부산, 294pp.
- 황은경. 1997. 갈조식물 뜻의 생식방법을 이용한 인공종묘생산. 부경대학교 박사학위논문, 139pp.

1997년 11월 5일 접수

1998년 11월 7일 수리