

참전복, *Haliotis discus hannai* 標識個體의 室内飼育 및 放流效果

康慶浩 · 魏鍾煥 · 金光洙

浦項水産種苗培養場

Effects of Stocking and Laboratory Rearing in Abalone, *Haliotis discus hannai* by Tagging

Kyoung Ho Kang, Chong Hwan Wi and Kwang Soo Kim

Pohang Hatchery, National Fisheries Research and Development Agency,
Pohang City 795-920, Korea

Tagging method, recapture frequencies and mortalities were investigated to obtain the basic data for the effective release technique of abalone, *Haliotis discus hannai*.

Tagged and untagged *H. discus hannai* were reared for 90 days in the laboratory.

Attachment of plastic piece by Alteco was used as tag material. The growth, mortality and falling rate of tags were examined.

Data from stock in natural condition showed that fishing rate, fishing mortality and natural mortality of tagged group were 0.04, 0.0195 and 0.4652, respectively.

Key words : Release technique, Tagging method, Recapture, Mortality

序 論

우리나라 沿岸域에서 중요한 養殖對象種인 전복류의 人工種苗生産은 1976년에 본격적으로 실시된 이후, 해마다 생산량이 증가되어 1994년 현재 2,000만마리 이상의 종묘가 생산, 방류되거나 양식용으로 공급되어 오고 있다(國立水産振興院, 1995). 이러한 중요성에도 불구하고, 이들 자원의 潜在生産力을 무시한 남획으로 인하여, 자원의 고갈을 초래할 위험성이 매우 크다. 따라서 이 종의 자원을 효율적으로 관리하고 이용하기 위해서는 인공적으로 생산된 종묘를 방류한 후 資源動態의 把握과 放流技術을 개발할 필요가 있다.

전복류의 標識方法은 殖田 · 岡田(1941)에 의

해서 시도된 이후, 井上(1976)가 참전복 방류시 殻長 크기에 관해서 언급하였고, 菊地 等(1967)이 移動距離에 관해서, 小島(1981)가 까막전복의 방류후 성장에 관하여 보고하였다.

한편 우리나라에서는 張 等(1985)이 標識附着없이 방류한 보고만이 있을 뿐이다. 그러나 이러한 연구는 포괄적인 관찰 결과만을 보고함으로써, 標識方法과 바다에서의 標識 放流方法 및 標識 放流效果에 대해서는 체계적인 연구가 되어 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구는 참전복의 標識方法을 확립하고, 방류한 이후의 移動距離, 中心水深 및 死亡率 등을 추정함으로써 참전복 표지개체의 방류 효과를 조사하였다.

材料 및 方法

1. 標識方法別 調査

有用 수산 생물의 방류용 표시 및 표지 방법으로서는 Fig. 1(能勢 等, 1988)과 같이 여러가지 종류가 있겠으나, 본 실험에서는 Alteco(순간 강력 접착제, Alteco 技研製)와 Silicon(株, 韓國 다우코닝製)에 의한 빨간색 프라스틱(3.0×2.0 mm)과 Aqua-Master(수중용 접착제, (株)中央製)를 전복치패의 껍에 부착 및 표지를 하여 사용하였다.

표시 및 표지 효과에 사용한 재료는 평균각장 1.0 cm인 참전복 치패로서 60마리를 표시 및 표지방법별로 20마리씩 사각 프라스틱 수조(40×60×35 cm)에 수용하여 그 효과를 조사하였다.

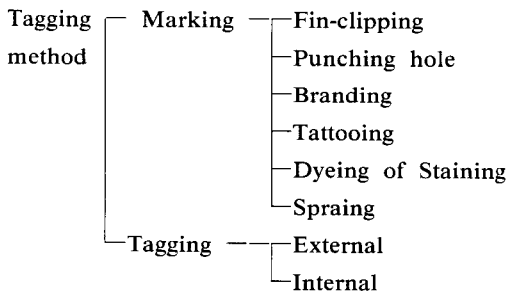


Fig. 1. Various kinds of tagging method.

2. 室内飼育 實驗

표시 및 표지효과 시험에서 효과가 가장 좋았던 Alteco에 의한 프라스틱 표지를 택하여 平均殼長 1.0 cm인 치패 60마리에 부착시킨 후, 실내 사각 프라스틱 수조에 수용하여 유수 사육하면서 성장, 생존 및 표지 탈락율을 조사하였다.

이와 병행하여 비표지개체 60마리도 동일한 방법으로 사육하면서 표지 부착에 따른 生理 · 生態學的 影響이 있는지를 비교, 조사하였다.

3. 標識放流 效果調査

재료는 平均殼長 1.0 cm인 치패 1,000마리에

표시 및 표지효과에서 효과가 가장 좋았던 Al-teco에 의한 프라스틱을 부착시킨 후 방류하였다. 放流地域은 저질이 암반이고 주변에 자연산 미역과 서실 등이 풍부하게 번식하는 지역으로 放流水深은 井上(1976)의 연구 결과에 따라 3 m인 지역으로 하였으며 재포작업은 연구자 한사람이 1시간동안의 scuba diving에 의하였다.

방류한 전복의 재포는 10일마다 潜水에 의해 이루어졌고, 田中(1985)와 Paulik (1963)의 방법에 의해 分布 中心水深, 移動距離, 漁獲率 및 死亡率 等を 추정하였다. 分布 中心水深의 추정은 재포된 모든 수심과 재포 마리수의 합을 재포수의 합으로 나누어 줌으로서 구하였고(식 1), 移動距離는 放流點에서 모든 再捕點까지의 직선 거리와 再捕點에서의 재포 마리수의 합을 再捕點에서 재포마리수의 합으로 나누어 줌으로서 산출하였다(식 2). 그리고 漁獲率의 추정은 재포 마리수를 방류개체수로 나눔으로서 구하였고(식 3), 漁獲死亡係數는 생존율에 자연대수를 취한 값에 漁獲率을 곱한후, 생존율로 나누어서 계산하였으며(식 4), 自然死亡係數는 생존율에 자연대수를 취한 값으로부터 漁獲死亡係數를 빼 줌으로서 구하였다(식 5). 또한 全死亡係數는 漁獲死亡係數와 自然死亡係數를 합하여 산출하였다(식 6).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i C_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \dots\dots\dots (1)$$

D : released center depth
 δ_i : depth of recaptured every point
 C_i : number of recapture

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i Y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i} \dots\dots\dots (2)$$

D_p : migration distance of average

Y_i : distance of straight line from release point to every recapture point

Y_i : number of recaptured individual in every point

$$\hat{u} = \frac{n}{N} \dots\dots\dots (3)$$

\hat{u} : estimated value of fishing rate

N : number of tagging release

n : number of recapture

$$\hat{F} = \frac{-\hat{u} \log s}{1-s^j} \dots\dots\dots (4)$$

F : fishing mortality

$$\hat{M} = -\log s - F \dots\dots\dots (5)$$

M : natural mortality

$$\hat{Z} = F + M \dots\dots\dots (6)$$

Z : total mortality

結 果

1. 標識方法別 調査

참전복 치패의 최적 표지 방법을 구명하기 위하여 조사한 결과는 Table 1과 같다. 標識方法別 실험 결과, 표지 부착 재료로 사용한 Silicon 시험구는 20일째에 모든 개체에서 표지가 탈락하였고, Aqua-Master구에서는 25일째 표시 흔적이 없어졌으나, Alteco구에서는 30일 이후에도 계속 부착되어 있음으로서, 표지로서의 효과는 Alteco에 의한 부착이 가장 좋았다.

Table 1. Effects of marking and tagging of *Haliotis discus hannai*

Method	Elapsed time (day)					
	5	10	15	20	25	30
Alteco	E	E	E	E	E	E
Silicon	E	E	E	N	—	—
Aqua-Master	E	E	E	E	N	—

E : Exist, N : Non-exist

2. 室内飼育實驗

표지 및 비표지 개체 60마리씩을 수조에 각각 수용하여 성장, 생존 및 표지탈락율을 100일 동안 실내에서 조사하였다.

Table 2는 표지 개체의 표지 탈락율과 사망 개체수를 조사한 결과로, 실험 개시시 30일 이전에 4개체가 표지 탈락하였으나, 시간이 경과함에 따라 표지 탈락 개체는 없었고 사망 개체는 5마리였다. 全實驗期間동안 표지 탈락율과 사망율은 각각 6.7 % 및 8.3 % 였다.

Fig. 2는 비표지개체와 표지개체 60마리씩과 방류개체 1,000마리에 대해 1994년 12월 10일부터 1995년 3월 10일까지 30일 간격으로 실내사육 및 재포된 개체의 성장을 비교조사한 결과로서, 實驗開始時 각구 모두 平均殼長 1.0 cm이던 치패가 30일 경과후 비표지 개체, 표지 개체 및 방류 개체의 平均殼長은 각각 1.06, 1.08 및 1.04 cm였고, 60일 경과 후에는 1.14, 1.22 및 1.40 cm, 90일 경과 후에는 1.62, 1.80 및 1.68 cm로 나타났다. 또한 全實驗期間동안의 생존율은 비표지 개체 95.0 %, 표지 개체 91.7 % 였던 반면 방류 개체의 추정 생존율은 52.6 % 였다.

3. 標識放流 效果調査

Table 3은 수심 3 m인 곳에 방류한 참전복을

Table 2. Number of falling individual and mortality of tagging individual during the indoor rearing period

Rearing days	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Falling inds.	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Mortality (inds.)	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0

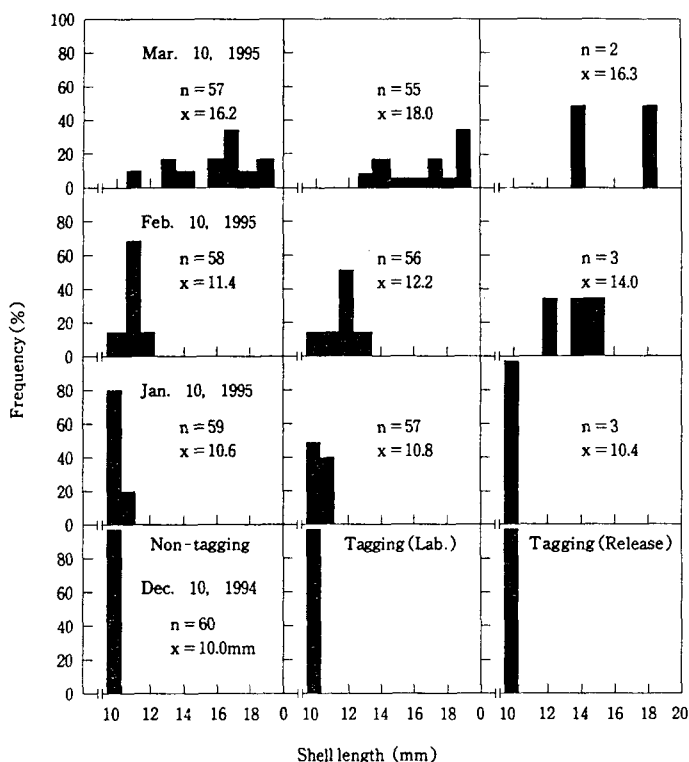


Fig. 2. Growth and survival rate among nontagged, tagged and release groups of *Haliotis discus hannai*.

Table 3. Number of recapture in different water depth of tagged *Haliotis discus hannai* after release

Date	Depth (m)	No. of recapture
Dec. 20, 1994	2.6	21
Dec. 30	2.2	7
Jan. 10, 1995	2.7	3
Jan. 20	—	0
Jan. 30	2.3	—
Feb. 10	2.8	4
Feb. 20	2.8	1
Feb. 28	—	—
Mar. 10	3.0	2
Mar. 20	—	0
Mar. 30	—	0

10일 간격으로 재포한 결과로서, 재포된 수심의 범위는 2.2~3.0 m 였다. 이러한 결과를 田中 (1985)의 방법에 의해 分布中心水深을 알아보면

2.6 m 였다.

Table 4는 방류한 개체가 放流地點에서 얼마나 이동하였는 가를 10일 간격으로 조사한 결과로서, 그 이동 범위는 1.8~3.7 m 였다. 이러한 결과를 田中(1985)의 방법에 의해 平均移動距離를 산출해 보면 2.6 m 였다.

Table 5는 참전복 치패 1,000마리를 방류한 후 10일 간격으로 재포한 마리수로서, 방류 직후인 10일 경과후에는 21마리를 재포하였으나, 시간이 경과함에 따라 80일 이후에는 한마리도 관찰되지 않았으며, 조사 기간동안 총 40마리를 재포하였다. 이러한 결과를 Paulik (1963)의 방법에 의하여 漁獲率과 死亡係數를 추정해 보면 漁獲率은 0.04, 漁獲死亡은 0.0195, 自然死亡은 0.4652 및 全死亡係數는 0.4847의 수치를 보였다.

Table 4. Distance of migration and number of recapture of tagged *Haliotis discus hannai* after release

Date	Distance of migration (m)	No. of recapture
Dec. 20, 1994	2.8	21
Dec. 30	1.8	7
Jan. 10, 1995	2.3	3
Jan. 20	—	0
Jan. 30	3.7	2
Feb. 10	3.0	4
Feb. 20	2.5	1
Feb. 28	—	0
Mar. 10	2.5	2
Mar. 20	—	0
Mar. 30	—	0

Table 5. Recapture data of tagged *Haliotis discus hannai* after release

Date	No. of recapture
Dec. 20, 1994	21
Dec. 30	7
Jan. 10, 1995	3
Jan. 20	0
Jan. 30	2
Feb. 10	4
Feb. 20	1
Feb. 28	0
Mar. 10	2
Mar. 20	0
Mar. 30	0

考 察

전복류의 放流實驗에 관하여는 여러 보고들이 있으나(殖田・岡田, 1941; 宇野 等, 1972; 小河 等, 1978; 内場 等, 1979), 그 표지 및 방법이 아직까지도 개발 단계에 있고, 특히 표지 방법별 효과에 관한 연구는 전혀 찾아 보기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 참전복 치패의 적정표지 및 표지 방류 효과를 조사하기 위한 기초 조사로서 Altec와 Silicon에 의한 프라스틱과 수중용 접착제인 Aqua-Master를 전복 치패의 殼에 부착 및 표지를 하여 적정 표지를 조사한 결과, 實驗終了時까지 Altec 시험구에서

표지가 계속 부착되어 있음으로서 표지로서의 효과가 가장 좋았다(Table 1).

전복류의 표지 및 표지는 殖田・岡田(1941)에 의해 최초로 시도되어 오늘에 이르고 있으나 그 표지 효과는 아직까지도 초보 단계에 있고, 특히 참전복 치패의 표지에 관해서는 언급되고 있지 않고 있다.

본 연구는 표지 방법별 시험 결과, 성적이 가장 좋았던 Altec를 이용하여 전복의 殼에 프라스틱을 부착시킨후, 井上(1976)의 연구결과에 따라 수심 3 m인 海底岩盤 地帶에 방류하였다. 이와 병행하여 실험실에서 표지 및 비표지 개체 각 60마리를 사육하면서 성장과 생존율을 비교 조사한 결과(Fig. 2), 성장이나 생존이 표지의 부착유무에 크게 관계가 없었다는 것을 알 수 있다. 또한 표지 부착 시험구에서 표지 부착의 효과를 본 결과(Table 2), 30일 이전에 표지의 탈락이 4마리였으나, 표지의 탈락으로 인한 폐사는 없었다. 全實驗期間中 표지 탈락과 사망 개체수는 각각 4마리 및 5마리로, 표지를 부착하지 않은 자연구에서도 이 기간동안 3마리가 폐사함으로서 표지 부착에 의해서 참전복 치패가 생리・생태적으로 받은 영향은 없다고 판단된다.

비표지 개체와 표지 개체 및 방류 개체의 성장과 생존을 조사한 결과 實驗開始時 각구 모두 平均 殼長 1.0 cm이던 것이 實驗終了時인 1995년 3월 10일에는 비표지 시험구가 平均殼長 1.62 cm와 95.0%의 생존율을 보였고, 표지 개체는 1.80 cm와 91.7%였던 반면, 표지 방류 개체는 1.68 cm와 52.6%의 추정 생존율을 보임으로서 Altec에 의한 표지 부착이 참전복 치패에 어떠한 영향도 없다는 것을 추정할 수 있다(Fig. 2).

참전복의 표지 방류후, 재포는 10일 간격으로 이루어졌는데, 방류 10일 후인 1994년 12월 20일에는 수심 2.6 m에서 21마리가 재포되었으나 그후의 재포 수심은 2.2~3.8 m의 범위였다. 이러한 결과를 田中(1985)의 방법에 의해 分布 中心水深을 계산해 보면 평균 2.6 m였다. 이러한 결과는 井上(1976)가 보고한 참전복의 서식 수

심이 3 m였다는 결과와 일치하고 있어 참전복의 適正棲息水深은 3 m 이내라고 생각된다.

방류후, 참전복의 평균 移動距離를 산출하기 위하여 10일 간격으로 재포한 결과, 그 移動範圍는 1.8~3.0 m 였다. 이러한 결과를 田中(1985)의 방법에 의하여 평균 移動距離를 계산하면 2.6 m였다. 이러한 移動距離는 日本栽培漁業協會(1992)가 보고한 방류 3개월 후, 평균 移動距離가 3 m 정도였다는 결과와 거의 일치하고 있어, 참전복은 이동성이 극히 적은 定着性 水産生物 이라는 것을 알 수 있다.

Alteco에 의해 표지를 부착한 참전복 치패 1, 000마리를 바다에 방류한 후, 10일 경과시 21마리를 재포하였으나 90일 이후에는 한마리도 재포할 수 없었고, 조사 기간동안 총 41마리를 재포하였다. 이러한 결과를 Paulik (1963)의 방법에 의해 漁獲率과 死亡係數 등을 추정해 본 결과, 漁獲率 4%, 漁獲死亡은 0.0195, 自然死亡은 0.4652, 全死亡係數는 0.4847의 수치를 보임으로서, 48% 정도는 漁獲 및 自然死亡하는 것으로 추정된다.

그러나 이 조사 기간동안 방류한 참전복 치패들이 불가사리 등의 害敵生物에 의해 飽食되었을 경우나 放流前 隣近漁村契에 事前弘報를 하였으나, 海女들의 호기심에 의한 漁獲 등으로 死亡係數가 높아졌을 가능성도 생각해 볼 수 있다.

지금까지 참전복 치패의 방류 효과에 관한 몇 가지 결과를 얻었으나, 앞으로 보다 더 연구되어야할 여지들이 있다고 생각된다. 즉 방류후, 방류 개체를 발견할 수 있느냐 없느냐에 관한 가변상황들을 들수 있다. Table 6과 같이 살아있으면서 발견 가능한 경우와 발견 불가능한 경우, 죽어

있으면서 발견 가능한 경우와 발견 불가능한 경우를 생각할 수 있는데, 본 조사에서는 A상태의 경우만을 분석했다는 점에서, 나머지 3가지 경우에 대해서는 더 연구되어야 할 여지를 남기고 있다고 판단된다.

要 約

우리나라 沿岸域에서 가장 중요한 養殖對象種의 하나인 참전복의 標識 放流效果에 관한 조사는 보고된 바 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 우리 배양장에서 자체 생산된 참전복의 표지 방법별 효과를 검토하고, 放流效果를 구명함으로써 연안 자원의 증강을 도모 하고자 1994년 11월 10일부터 1995년 3월 30일까지 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 참전복의 표지 및 표지 방법별 효과는 Alteco에 의한 표지 부착이 가장 좋았다.
2. 실내 사육에 의한 표지의 탈락 및 폐사율은 각각 6.7% 및 8.3%였고, 표지에 의한 폐사는 없었다.
3. 실내 사육 및 방류한 표지 개체는 실험 개시시 각구 공히 평균각장 및 전중량이 1.0 cm, 0.092 g 이던 것이 실험종료시에는 각각 1.80 cm, 0.74 g, 1.68 cm, 0.68 g으로 성장하였다.
4. 재포된 모든 개체의 분포 중심 수심은 2.6 m 였다.
5. 재포된 모든 개체의 평균 이동 거리는 2.6 m 였다.
6. 어획사망계수, 자연사망계수 및 전사망계수의 추정치는 각각 0.0195, 0.4652, 0.4847였다.

參 考 文 獻

- Paulik, G. J., 1963. Estimates of mortality rates from tag recoveries. *Biometrics.*, 19 : 28-57.
- 井上 正昭, 1976. アワビの種苗放流とその効果. 水産學シリ-ズ 12, 日本水産學會編, 恒星社厚生閣,

Table 6. Classification of state variables for tagged *Haliotis discus hannai*

Variable	State	Place
A	alive	observable
B	alive	unobservable
C	dead	observable
D	dead	unobservable

- 9-25.
- 國立水産振興院, 1995. 水産種苗培養場現況. 國立水産振興院養殖資料集, 22. 240 pp.
- 小河 淳一・内場 登夫, 1978. アワビ種苗の海上符による中間育成について. 福岡縣水試験研業報, 160-181.
- 小島 博, 1974. 徳島縣海部郡におけるクロアワビ稚貝のすみ場について. ミチュ-リン生物學研究, 10: 155-160.
- 菊地 省吾・櫻井 保雄・佐佐 木實・伊藤富夫, 1967. 海藻20種のアワビ稚貝に對する餌料效果. 東北水研報, 27: 93-100.
- 張貞源・白國基・黃永泰・盧鎔日, 1985. 韓國 東海産 참전복의 放流效果에 관한 研究 (I) 放流種苗의 成長 및 再捕率. 水振研報, 36: 61-68.
- 宇野 寛・小池康之・門間 春博, 1972. アワビ類の増殖に關する生態學的研究-I. 放流メガイの分布と移動, 10: 43-49.
- 能勢 辛雄・石井 丈夫・清水 誠, 1988. 水産資源學. 東京大學出版會, 217pp.
- 日本栽培漁業協會, 1992. アワビ類放流種苗の初期減耗原因解明調査報告書. 日本栽培漁業協會研究資料, 48, 47pp.
- 殖田 三郎・岡田喜一, 1941. 卷貝類の天然餌料に關する研究 II. 魚. 日水誌, 10: 139-142.
- 田中 昌一, 1985. 水産資源學總論. 恒星社厚生閣. 381pp.
- 内場 登夫・二島 賢二・豊福 猪走, 1979. アワビの中間育成について. 福岡縣水試験研業報, 111-120.