

## バイの生態およびその増殖に関する研究—V

浅海域における放流バイ稚貝の成長と生残

西広 富夫・中津川俊雄・生田 哲郎\*

### Fisheries and Ecological Studies of Ivory Shell, *Babylonia japonica* (REEVE)-V

Growth and Survival of Released Juvenile Shell in Shallow Area of Sea

Tomio NISHIHIRO, Toshio NAKATSUGAWA and Tetsuro IKUTA

#### Synopsis

For the investigation of the habitats of the wild juvenile ivory shell, *Babylonia japonica* REEVE, 0-age shells (18 mm-size) artificially produced were released into two sandy shallow waters with a depth of 4~6 m, in October, 1984. These were successively recaptured by longlining traps for three years after releasing.

The released shells grew up to  $25.9 \pm 4.0$  mm-sized shell after one year of releasing, to  $36.1 \pm 4.0$  mm after two years, and to  $47.6 \pm 5.4$  mm after three years. After three years, the most shells grew up to the commercial sizes more than 3 cm in shell length. From recapturing test of marked shells by traps, it was suspected that the survival rate of these shells would be about 20 to 30% at the point after two years of releasing.

According to the releasing experiments of three different sized shells into the shallow waters, it was clarified that the recapturing rate of the small shells (8 mm-size) were lower than that of large shells (14 mm-size). Consequently, for getting higher survival of the released ivory shell in the fishing ground, these facts suggest shells should be reared more than 14 mm-size, and should be released into the habitat of the wild juveniles.

西広ら (1985 a, b) は、バイ *Babylonia japonica* (REEVE) 漁場内における天然稚貝の生態について調査を実施し、その生息水域は、水深 4~6 m の浅海域と、産卵群が生息する海域よりやや深所の水深 25~40 m の水域であることを報告した。また、この調査の中で、天然稚貝の移動、成長を探ることを目的として天然稚貝生息水域へ当歳人工種苗の放流を実施したところ、この人工種苗は、放流後 3 年を経過した現在も放流水域内で順調に成育していることが確認されている。人工種苗の天然海域における成長、生残に関する報告は、未だ他に無いことから貴重な資料であると考えられる。また、放流した種苗が天然海域内でどのように生き残っていくかを知

うとする栽培漁業を推進する上で非常に重要な事項でもあると考えられる。

以上のような観点からこの報告では、バイ種苗放流技術を探るため、水深 4~6 m の浅海域におけるバイ種苗放流の有効性について検討した。そして、今後広いバイ漁場全体の中で、大量種苗放流を実施して、放流効果をあげていくためには、どのような方法で放流をしていけばよいのかを探ることを主眼に調査を進めた。また、浅海域における放流サイズと放流後の生残りの関係についても若干の検討を加えたのでここに報告する。

#### 方 法

##### 試験 I

西広ら (1985 b) の調査によって、天然稚貝の生息が確認された京都府与謝郡伊根町蒲入地先の堂ノ浜と蒲入漁港内 (以下「港内」と記す。) に 1984 年 10 月 24 日、平

\* 京都府水産事務所 (Fishery Office of Kyoto Prefecture)

均殻長  $18.0 \pm 1.9$  mm の人工種苗（以下「18 mm 放流群」と記す。）を、前者には 1,500 個体、後者には 1,000 個体放流した (Fig. 1)。その殻長組成を Fig. 2 に示した。放流した水域はいずれも水深 4~6 m で、底質は一部礫場もあるが大部分は細砂であった。堂ノ浜水域の広さはおよそ 150 m×150 m で、同水域に生息するバイはそれより深い水深帯にあるバイ漁場の群と交流がある。港内のバイ漁場の広さはおよそ 200 m×150 m で、同漁場に生息するバイは港外漁場のそれとほとんど交流が見られない。放流時の放流稚貝の貝殻には、天然稚貝と識別が可能なようにプラスチック片を瞬間接着剤で張りつけた。放流は移動中の船上から放流区域内に手でばらまく方法でおこなった。放流後の追跡調査は西広ら (1985b) の方法と同様に殻長 10 mm 以下のバイ稚貝でも再捕することができる網目 2 mm の試験籠を用いた。この試験籠を 3 m 間隔で幹繩にとりつけ、Fig. 1 に示すとおりに配置し、港内の場合には 60 籠、堂ノ浜の場合には 50 籠を使って放流稚貝の追跡調査を実施した。調査時には、この試験籠を、午後投入し、翌日の午前中に回収した。バイを誘引するための餌には、冷凍サバを

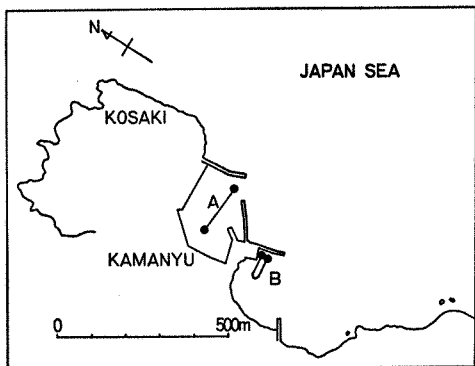


Fig. 1. Map showing two sites (A, B) of the release-recapture experiment by long-lining traps. (A; Area of Kamanyu fishing port, B; Area of Donohama)

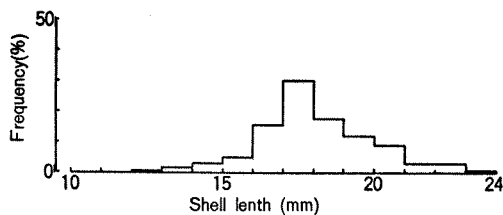


Fig. 2. Shell length composition of the released juvenile shell in 1984. (18 mm-size group)

Table 1. Monthly recapture records of the released shell (18 mm-size group) in 1984

Released Area	Nos.	Nos. of recaptured shells												Total nos. recaptured	Recapture rate (%)						
		1984			1985			1986			1987										
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Apr.	May	June	July	Aug.	Oct.	Nov.	Apr.	June	Oct.						
Donohama	1,500	2	31	49	4	25	6	40	6	69	87	19	29	15	6	37	14	20	40	507	33.8
Kamanyu fishing port	1,000	2	1	38	48	4	5	—	7	25	10	5	3	16	11	78	2	—	14	269	26.9

用い、採捕したバイは、成貝・稚貝共に籠ごとに全個体の殻長を測定し、これらの貝は測定後採捕した水域へ再び放流した。なお、この試験水域を含む付近のバイ漁場は1984年以降全面的にバイ禁漁区とされ、漁業者によるバイの漁獲は行われていない。

試験Ⅱ

1986年10月6日から7日にかけて、「18 mm 放流群」の放流水域内における放流2年後の生息数を調べるための試験籠による追跡調査を実施した。なお、この調査に

先立って、1986年5月13日と同年7月30日に港内で再捕した人工種苗(殻長 19.8~32.8 mm) 25個体を、港の奥部に標識を付けて放流した。また、1985年11月6日から1986年7月30日にかけて、堂ノ浜で再捕した殻長 18.0~33.1 mm の人工種苗74個体と殻長 58~69 mm の成貝156個体を前者については再捕した日に、後者については1986年9月16日に、それぞれ標識をつけて再び採捕海域に放流した。放流方法および放流後の追跡調査方法は前項と同様とした。

試験Ⅲ

1985年に、放流サイズ別の放流群の生残り状態を知ることが目的として、異なる殻長群のバイ稚貝を3回にわたって堂ノ浜漁場に放流した。すなわち、1回目の10月14日には殻頂部にビニールチューブの標識をつけた平均殻長  $7.9 \pm 0.7$  mm のもの2,000個体(以下「8 mm 放流群」と記す。)を、2回目の10月25日には殻にプラスチック片をつけた平均殻長  $10.7 \pm 0.9$  mm のもの1,000個体(同「11 mm 放流群」)を、3回目の11月6日には「11 mm 放流群」と同じ方法で殻に標識をつけた平均殻長  $14.1 \pm 1.0$  mm のもの500個体(同「14 mm 放流群」)を放流した。それぞれの放流群ごとの殻長組成をFig. 3 に示した。放流方法および放流後の追跡調査方法は前項と同様とした。

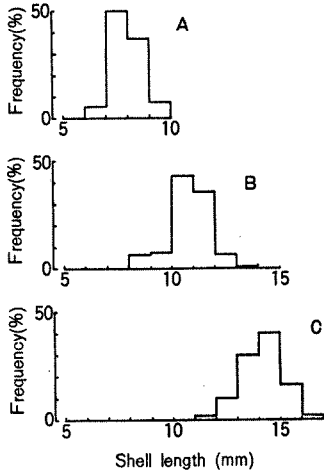


Fig. 3. Shell length compositions released in 1985. (A; 8 mm-size group, B; 11 mm-size group, C; 14 mm-size group)

結 果

試験Ⅰ 「18 mm 放流群」の再捕結果

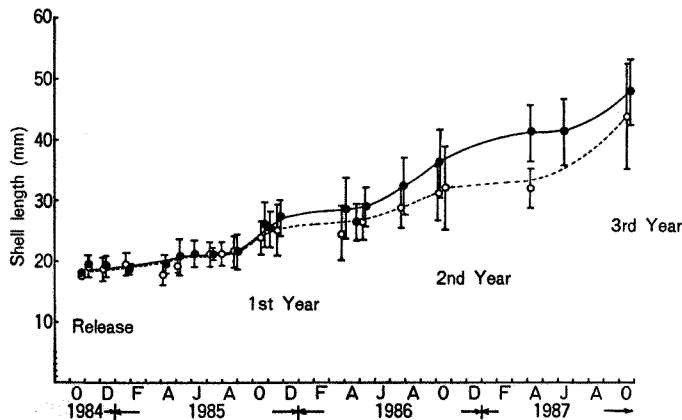


Fig. 4. Growth of the ivory shell released in shallow area, 1984, Donohama and Kamanyu fishing port. Closed and open circles indicate shell length recaptured at Donohama area and at Kamanyu fishing port area, respectively. Vertical lines show standard deviation.

「18 mm 放流群」を1984年10月に放流してから放流3年後の1987年10月までの各放流水域での月別再捕結果をTable 1に示した。調査回数は同じ月内に2回実施した場合、冬期間に実施しない場合があったが、いずれの調査においても放流貝は再捕された。1987年10月までの累積再捕個体数は、堂ノ浜で507個体、港内で269個体であった。この個体数は、それぞれ当初放流数の33.8%、26.9%にあたる。なお、殻に接着した標識は、放流後3年経過した時点に於いても脱落することなく、確認された。

再捕個体の調査回次ごとの平均殻長の変化をFig. 4に示した。堂ノ浜の放流群と港内放流群の成長を比較すると、放流1年後までは大差なかったが、それ以降は堂ノ浜の放流群の方の成長が良好であった。堂ノ浜放流群

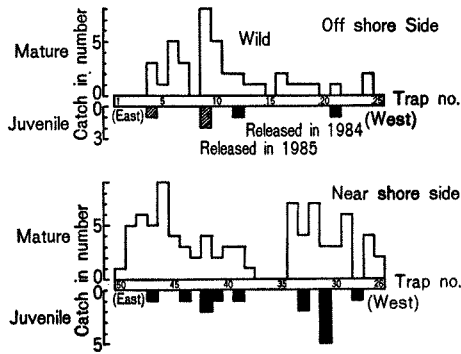


Fig. 5-1. Number of the mature and juvenile shell per trap caught at Donohama, May 1986.

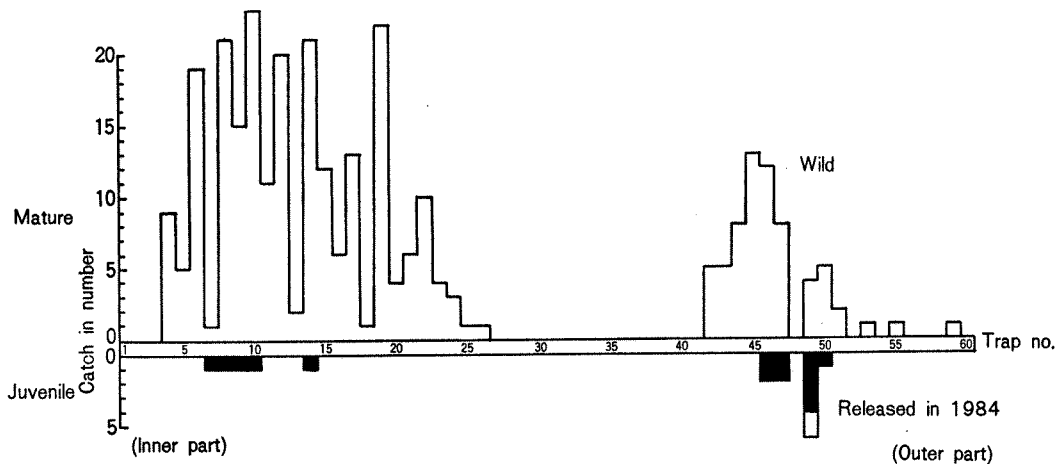


Fig. 5-2. Number of the mature and juvenile shell per trap caught at Kamanyu fishing port, May 1986.

と港内放流群の平均殻長は、それぞれ放流1年後の1985年10月には  $25.9 \pm 4.0$  mm,  $23.7 \pm 2.8$  mm, 2年後の10月には  $36.1 \pm 5.3$  mm,  $30.6 \pm 4.6$  mm, 3年後の10月には  $47.6 \pm 5.4$  mm,  $43.6 \pm 8.4$  mm となり、両放流群とも全ての放流バイの殻長が漁獲可能サイズの30 mmを超えた。放流稚貝の成長量は、水温が高く、バイの摂餌活動が活発と思われる8~10月に大きく、低水温期にあたる12月から4月までの間は小さかった。なお、堂ノ浜へ放流した稚貝の放流x年後の平均殻長(y mm)の関係は、

$$y = 14.8227 + 10.865x \quad (r = 0.9994)$$

で表される(rは相関係数)。

放流水域内でのバイ稚貝・成貝の分布状態を1986年5月の調査時(放流2年後)における籠ごとのバイ採集結果でみると、Fig. 5に示すように、礫場が点在する堂ノ浜では、部分的に分布密度の高い所、低い所が見られた。また、港内では中央の礫場を除き、港の奥部(港奥部)と入口部(港口部)に高い分布域が見られた。堂ノ浜および港内の底質は砂場と礫場であるが、バイの生息する場は底質が砂場である所によく対応していた。放流稚貝と天然成貝のそれぞれの分布場所を精密にみると、堂ノ浜ならびに、港内の港奥部、港口部においても両者ともに混在していた。

放流貝が天然群に添加していく状況を毎年の堂ノ浜での殻長組成の変化で示した(Fig. 6)。天然成貝は放流時の1984年に大多数が殻長6 cm以上であったので、その後の成長による殻長組成モードの変化は小さかった。

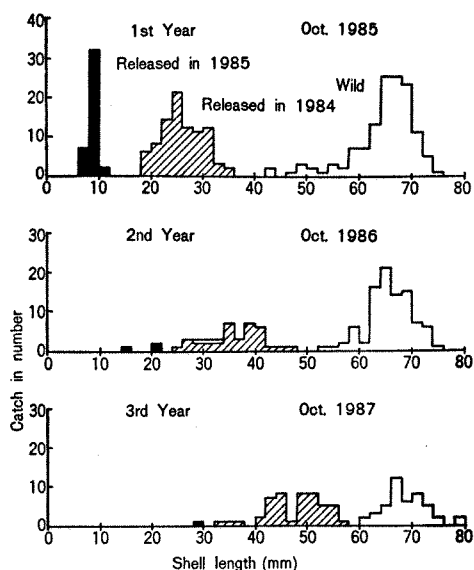


Fig. 6. Shell length compositions of the ivory shell caught by traps at Donohama area.

一方、放流群の殻長組成は、毎年明瞭な年級群として現われ、年々そのモードは大きい側に移行した。そして、

放流3年後には、天然群の殻長組成のモードに接近した。

試験Ⅱ 「18 mm 放流群」の放流水域内における生息数の推定

「18 mm 放流群」の放流2年後の放流水域内での生息数を推定するためにおこなった試験籠による追跡調査での採捕個体数を Table 2 に示した。堂ノ浜では殻長50 mm 以上の成員を94個体、稚貝43個体を採捕し、そのうち「18 mm 放流群」は37個体であった。そして、事前に標識放流した稚貝を2個体、同成員を29個体再捕した。港内では195個体の成員と53個体の稚貝を採捕した。そのうち、「18 mm 放流群」は47個体、事前に標識放流した稚貝は5個体であった。港奥部と港口部での「18 mm 放流群」の採捕個体数、事前に標識放流した稚貝の採捕個体数の内訳はそれぞれ25個体、5個体と22個体、0個体であった。

標識貝の再捕率から放流水域内の「18 mm 放流群」の生息数を推定した。堂ノ浜では、標識放流成員の再捕率は18.6%であり、成員・稚貝ともに籠による採集効率が一で自然死亡や逸散は一定であると仮定すると、標識放流した時点には、199個体の「18 mm 放流群」の稚

Table 2. Catch records in experiment II

Shells	Dōnohama		Kamanyu fishing port			
	Release	Catch	Release	Inner part	Catch Outer part	Total
Mature						
Nos. of the wild	—	65				
Nos. of the marked	156	29				
Total nos.	156	94				195
Juvenile						
Nos. of the marked (Double marking shells)	74	37 (2)	25	25 (5)	22 (0)	47 (5)
Others		6				6
Total nos.		43				53
Total nos.		137				248

Table 3. Recapture records of three different sized shells

Released			Recaptured								
Shell length (mm)	Date	Nos. of shell	1985		1986		1987		Total Nos.	Accumulati- ve recapture rate (%)	Accumulative recap- ture rate more than one year after releasing (%)
			Oct.	Nov.	Apr.	May	Oct.	Oct.			
7.9±0.7	14 Oct. 1985	2,000	40	4	2		1		47	2.4	0.2
10.7±0.9	25 Oct. 1985	1,000		7	3				10	1.0	0.3
14.1±1.0	6 Nov. 1985	500		2	8	2	3	1	16	3.2	2.8

貝が堂ノ浜の調査した水域内に生息していたことになる。一方、標識稚貝の再捕率から生息数を推定すると1,369個体となり、この値は上述の推定値より著しく大きい。これらの推定値は堂ノ浜への放流稚貝数（1,500個体）の13.3%、91.3%に相当する。

港内では前述したように、バイの分布域は港奥部と港口部に分かれていたが、標識放流稚貝は港奥部だけで再捕され、港口部では再捕されなかった。そこで、標識貝の再捕率から港奥部の「18 mm 放流群」の生息数を推定すると、港奥部のそれは125個体となった。また、試験用バイ籠による「18 mm 放流群」の採捕率が港口部でも港奥部と同様に20%であったとすると、港口部の生息数は110個体と算出され、港内全体では235個体の放流稚貝が生息していると推定された。この値は港内への放流稚貝数（1,000個体）の23.5%に相当する。

#### 試験Ⅲ 放流サイズ別の採捕状況

1985年に堂ノ浜漁場に放流された殻長サイズの異なる3群の放流稚貝の1987年10月までの再捕結果をTable 3に示した。

「8 mm 放流群」の放流直後の再捕個体数は40個体と多かったが、越冬後の翌年以降の再捕数は少なく、3個体のみであった。累積再捕率は、「8 mm 放流群」、「11 mm 放流群」、「14 mm 放流群」でそれぞれ2.4%、1.0%、3.2%（累積再捕個体数はそれぞれ47個体、10個体、16個体）であったが、放流翌年以降の累積再捕率では0.2%、0.3%、2.8%となり、放流時の殻長の大きい群ほど再捕率が高く、「8 mm 放流群」の再捕率を1とすると、「11 mm 放流群」、「14 mm 放流群」のそれは、2.0倍、18.7倍であった。

## 考 察

近年、全国各地の試験研究機関、栽培漁業センターで放流用のバイの種苗生産技術開発がおこなわれ、種苗の量産化が可能になりつつある。そして、近い将来には生産した人工種苗の天然海域への大量放流がおこなわれることが予想される。この放流事業が成功するかどうかは、放流稚貝が天然海域で生残するためにはどのように放流し、どのように天然海域で生残していくかを知る必要がある。しかし、現在までに長期間にわたる放流バイ稚貝の天然海域における生残り・成長に関する報告は見当たらない。

この調査では、まずバイ漁場の中で天然バイ稚貝の生息水域を調べ、そこへ人工バイ稚貝の放流を行なった。浅海域の狭い一定範囲内の水域においては、この放流稚

貝は放流後も、放流水域内で生息しつづけ、漁獲サイズに達するまで成長することが確認された。これは、放流地点が天然稚貝の生息する水域であり、人工稚貝にとっても生存に好適な環境であったためと思われる。

放流バイ稚貝の成長は、鳥取県栽培漁業試験場(1984)での水槽飼育結果と比べるとやや遅い。天然海域ではバイの餌となるものが毎日水槽内で与えられるほど豊富に存在するとは考えられない。したがって、天然海域での成長量が水槽内のそれより小さくなることは餌条件の違いによるものと推察される。このことから天然海域内でのバイの成長は、漁場ごとに大きく異なり、同じ漁場内の生息水深によっても差が生じることが予想される。今後は、生息水域ごとの餌生物、底質等の生息環境を調査し、稚貝の成長量との関係を明らかにしていく必要がある。

平均殻長 13 mm で浅海域の狭い一定範囲内水域に放流した人工種苗は、同水域内では明瞭な年級群として天然バイに加わっていることが確認された (Fig. 6)。この結果をもっと深い広い漁場全体で再現し、稚貝放流によってバイ資源を増やすことができるかどうかを確認する必要がある。現在、筆者らは天然稚貝の生息が確認されている蒲入バイ主漁場（水深 25~40 m 水域）への殻長 14 mm 種苗の大量放流試験を進めているところであり、ここでは、放流1年後でも多数の放流稚貝が卓越年級群として生残していることが確認されている。この試験結果についての詳細は次の機会に報告することとする。

放流貝の放流後の生残率を知るために、「18 mm 放流群」の放流2年後における放流水域内の生息数を推定した。閉鎖的な水域の港内では放流数の22.5%が生息していると推測され、この水域内の放流稚貝が外部へ逸散することは少ないと思われることから、この数値はほぼ生残率に等しいと考えられる。一方、堂ノ浜での生息数は成貝の再捕率から推定した数値と稚貝の再捕率から推定した数値は大きく異なった。稚貝の再捕率から推定した数値は、再捕稚貝数が少なく、そのために誤差が大きく、生息数を過大評価しているものと思われる。そこで標識成貝の採捕結果から推定した生息数（199個体）の値から「18 mm 放流群」の生残率を推定すると、水域外への逸散も予想されること、追跡調査による累積再捕率が33.8%であったこと、港内での生残率が23.5%と推定されたことなどから、おそらく20~30%程度であると推定される。

放流サイズと生残率の関係については、この試験では

採捕稚貝数が少なく精度の高い結果は出せないが、放流時の生物のサイズは他の魚類の放流と同様に、放流後の生残りに大きな関係があると思われる。

鳥取県栽培漁業試験場(1987)では、放流直後のヒトデ等の外敵生物による食害は、小さなバイほど大きいと報告していることから、今後の大量放流を事業的に成功させようとするれば、放流適サイズを早急に決定していく必要があろう。今回の調査結果によると、「18 mm 放流群」の生残率が20~30%であると推定されたこと、11 mm 以下の放流群の採捕が良くなかったことなどを考慮に入れると、放流貝を殻長 14 mm 以上の大型稚貝に育ててから放流すれば天然海域での高い生残りを期待することができるであろう。今後はこの結果を用いて大型稚貝の深く広いバイ主漁場全体への放流を実施し、浅海域の場合と同様にバイが生残っていくかどうかを確認する必要があろう。

#### 要 約

1. 天然稚貝が確認された浅海域(浦入漁港, 堂ノ浜)に殻長  $18.0 \pm 1.9$  mm の人工種苗を放流したところ、放流水域内で放流3年後まで連続して放流稚貝の生息が確認された。
2. 放流稚貝は放流1年後には平均殻長 25.9 mm に、2年後には 36.1 mm に、3年後には 47.6 mm になり、放流3年後には全ての放流貝が漁獲可能なサイズに達した(堂ノ浜放流群)。

3. 放流稚貝の放流2年後の生残率は、港内では23.5%、堂ノ浜では20~30%と推定された。

4. 殻長サイズ別放流試験では、放流時の殻長の大きい群ほど再捕率が高く、「8 mm 放流群」の再捕率を1とすると、「11 mm 放流群」のそれは2.0倍、「14 mm 放流群」では18.7倍であった。

5. 以上のことから、殻長 14 mm 以上の人工種苗を天然稚貝の生息する水域に放流すれば、放流稚貝は放流水域内で高い割合で生残ることが期待された。

終りに、この調査を進めるにあたり、漁場を調査のために開放していただき、多大なるご協力をいただいた浦入漁業協同組合の方々と、調査の材料となったバイ種苗を快く提供いただいた兵庫県但馬水産事務所試験研究室と鳥取県栽培漁業試験場の各位に深謝します。

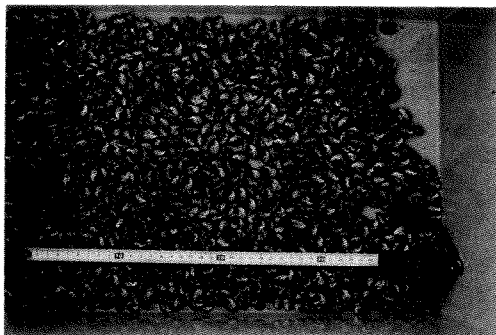
#### 文 献

- 西広富夫・生田哲郎・山崎 淳. 1985. バイの生態およびその増殖に関する研究—Ⅰ 未成熟群と成熟群の生息域. 本誌, 9: 23-29.
- . 1985. バイの生態およびその増殖に関する研究—Ⅱ 天然稚貝の生息水域と放流稚貝の成長. 本誌, 9: 31-39.
- 鳥取県栽培漁業試験場. 1984. 砂浜漁場増殖実証調査, 昭和58年度鳥取県栽培漁業試験場事業報告書, 82-87.
- 鳥取県栽培漁業試験場. 1987. 海洋牧場開発調査, 昭和61年度鳥取県栽培漁業試験場事業報告書, 46-48.

Plate I View of the sites and the ivory shells released/recaptured.



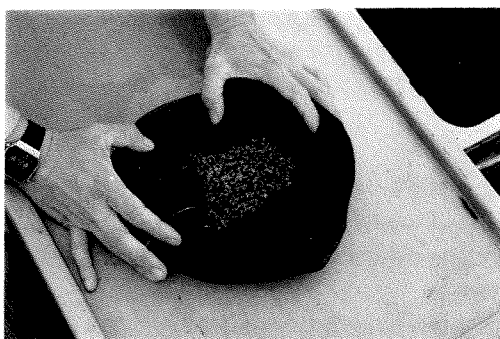
1 View of two experimental sites, Donohama and Kamanyu fishing port.



2 Shells (18 mm-size group) released in 1984.



3 Marked/recaptured shells in Donohama, October, 1987, three years after releasing. Notice a plastic marker has been successfully glued for three years. The range of the shell length was between 35 mm and 57 mm.



4 Shells (8 mm-size group) released in 1985. Vinyl tubes were glued to the top of the shells as markers.