

## 漁獲によって減少したアワビ資源の回復について

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	井上, 正昭
巻/号	20巻3号
掲載ページ	p. 161-171
発行年月	1972年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 漁獲によって減少したアワビ資源の回復について

井 上 正 昭

神奈川県水産試験場

アワビ漁業は、前報<sup>1)</sup>で述べたように、磯根の全域において操業されるのではなく、アワビが高い密度ですみつき区域が存在し、このような区域が漁場として頻繁に利用される。また、開禁当初に漁獲量の多い場が必ずしも優れた漁場とは限らない<sup>2)</sup>が、開禁当初は漁獲量のより多い漁場に操業が集中し<sup>1)2)</sup>、漁獲によってその漁場のアワビが減少すると、相対的に漁獲量の多い漁場を求めて操業の場は移動する。したがって、漁獲によって磯根全域のアワビが減少する過程では、同じ漁場が何回か集中的に利用される。一般にアワビ漁場はこのような形で行使されるから、磯根に散在する各漁場では、必然的に数日～数 10 日間の休漁状態あるいは極端に移動数の減少する期間が生ずる。

一方、アワビ資源の添加と逸散は漁獲が可能な場への出入であるから、漁獲量の減少した漁場のアワビ資源は、漁期中であっても、上記のような休漁期間において、添加個数>逸散個数あるいは漁獲が継続して行なわれている期間中でも、添加個数>逸散個数+漁獲個数の場合には増加して回復に向う。しかし、普通には添加個数>逸散個数であっても漁獲が加わるので、添加個数<逸散個数+漁獲個数となって漁期の経過に伴ない資源は減少する。このことは漁獲から次の漁獲までの期間中における添加量で、前回の漁獲量を補うことができないためであるが、この添加量は漁場によって異なる。

著者<sup>1)2)</sup>は、海底形状の起伏の複雑さに支配される総すみつき個体数(含む潜在すみつき個体数)を添加量すなわち回復速度の異なる原因の一つとしたが、前報<sup>1)</sup>で述べたような理由によって取まとめの機会を得たので、紙面の都合で記載できなかった回復についての 2,3 の知見を報告する。

本文に入るに先だって、指導と本稿の校閲を賜った東京大学大島泰雄名誉教授に厚くお礼申し上げます。なお、この研究に使用した関係資料はすべて、すでに公表されたもので

あり、これらの調査に努力された各位に心から敬意を表するものである。

## 資 料

神奈川県水試<sup>6)</sup>は、一辺が 5.5 m、深さ 1.5 m の方形の水槽に石積みして、マダカを放し、すみつきが安定した後に漁獲を行ない、その結果漁獲後の単位時間内に添加する個体は、岩の下などにすみついて直接漁獲の対象とならないアワビに依存し、この岩場では全すみつき個数が増加しても、それが 35~40 個体前後以上では、漁獲が可能な場にすみつくアワビはほぼ一定となって、25 個体前後より増加せず、しかもすみつく位置はほぼ決まっているとした(資料 1)。

・静岡水試伊豆分場<sup>7)</sup>は、吉佐美地先の禁漁区内で、1966 年 9 月 20 日から 1968 年 10 月 15 日までの約 2 カ年間に、開禁の直前と直後に、1 カ所のすみ場にすみついているアワビの増減を記録して原著の表 3 に示してある結果を得、漁獲後の経過日数と添加個体数の関係を原著の図 4 に示し、添加の速度は季節や周囲にすみアワビ個数および残存個数によって差はあるが、時間の函数として添加によるすみつき個数をとらえ、休漁期間の経過とともにそれが増加するとした(資料 2)。

著者<sup>1)</sup>は、三重県国崎地先で調査された資料を海底形状階級別に階層分けして、その階級別の平均すみつき個体数を前報の表 2 に示し、海底形状の複雑な場ほどすみつき個体数が多く、漁獲によって減少したすみつき個数は休漁期間中の添加によって増加することを報じた(資料 3)。

## 方 法

資料 1 では、漁獲が可能な場にすみつく個体数すなわち資源は、岩場全体にすみついた全個数(漁獲が不可能な場のアワビを含む)が 35~40 個体以上では、25 個体前後となって、ほぼ一定の値となるから、25 個体をこの実験条件の範囲内における漁獲が可能な場の最大すみつき個体数とすると、漁獲後のすみつき個体数( $S_t$ )は、 $S_t = 25 - (\text{漁獲個数} + n)$ となるが、この  $n$  は各実験(漁獲)以前において、既に漁獲されていた個数(すみ場数)で、この場に対しても添加は働くから、上記の  $S_t$  と単位時間(漁獲後の 5 日間)内における添加個数との関係を添加率( $r$ )として求め、 $(n + \text{漁獲個数})/25$  を漁獲率( $f$ )とした。さらに、添加個数は、漁獲後の経過時間とともに増加するが、 $f$  と  $r$  の関係からは、許容個数( $V$ ) = [(すみつき最大個数) - (すみつき現在個数)] によっても添加は影響をうけるから、25 個体をこの実験での最大すみつき個数として、漁獲後の日数

( $T$ ) と許容個数 ( $V$ ) との積に対する  $T$  日間における添加個体数 ( $R$ ) との関係を求めた。

資料 2 では、原著の表 3 に示してある最大すみつき個体数 60 個を飽和個体数\* と仮定し、開禁から次の開禁までの月数 (時間,  $T$ ) と、60-すみつき個体数, すなわち許容個数 ( $V$ ) との積 ( $T \cdot V$ ) に対する  $T$  時間における添加個体数 ( $R$ ) との関係を求めた。

また、前報<sup>1)</sup>において海底形状階級別に示した表 2 のうちから、漁期の終了した 8 月 4 日以後の結果を使って、最もすみつき個体数の多い 3 月 20 日の値を各海底形状階級別にすみつき飽和個体数\* と仮定して、許容個数 = (飽和個体数) - (漁期終了日のすみつき個体数) を求め、大型群、小型群をこみにした全体の値から、各海底形状階級別に許容個数 ( $V$ ) と日数 ( $T$ ) の積 ( $T \cdot V$ ) に対する添加個体数 ( $R$ ) の関係を求めた。

第 1 表 水槽 (5.5 m × 5.5 m × 1.7 m) 内におけるマダカの漁獲実験結果。

項 目	実験番号*1	II, III	IV	V	VII	VIII	IX
	実験個数 ( $N$ )		48	35	42	46	33
漁獲個数 ( $F$ )		7	10	11	7	16	23
獲り残り個数 ( $S_t$ )		18	15	14	18	9	2
添加個数 ( $R$ )*2		2	4	5	4	5	9
漁獲率 ( $f$ )		0.28	0.40	0.44	0.28	0.64	0.92
添加率 ( $r$ )*2		0.11	0.26	0.36	0.22	0.56	4.50

\*1 原著の番号によった。なお、実験個数の極端に多い No. I と少ない No. VI は除外した。

\*2 漁獲後 5 日間の値

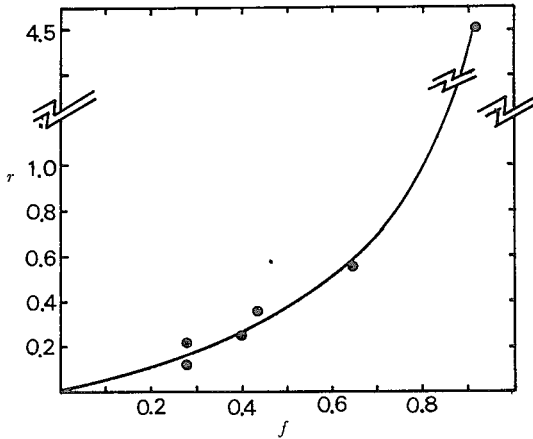
( $N$ ) 漁獲のできないアワビ (潜在資源) を含む。

( $S_t$ ) 漁獲することのできるアワビのみ

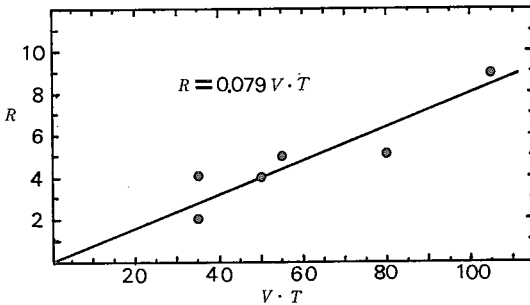
\* 各階級の最大すみつき個体数は、休漁期間が充分で、しかも、添加に関与するアワビがそれに見合うだけ充分に存在し、すみつき密度が高くなることによって他の海域へ逸散しなければ、休漁期間の経過とともにそれは増加するだろうが、それと同時に階級間の差も縮小し、休漁期間が無限ではその差は 0 に近似すると考えられるが、これらの場合アワビがすみつくときは、相対的な関係が生じ、しかも、添加に関与する海域の総アワビ個数は、調査 (漁獲) から次の調査 (漁獲) までの各休漁ごとに、これらの各すみ場に対しては変わらないから休漁期間と添加に関与するアワビを有限として取扱えば、最大のすみつき個体数はこれらの調査が行なわれた条件下では飽和個体数として一応取扱うことができる。なお海底形状階級間の飽和個体数の差を 0 とした場合と差があるとした場合は、ある単位時間に限って取扱えば、階級間の相対値としての比較の結果は変わらない。

## 結 果

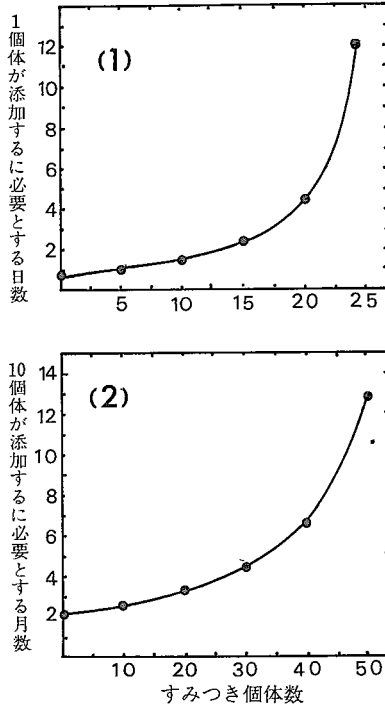
以上の方法によると、資料1では表1が得られ、これらを漁獲率( $f$ )に対する添加率( $r$ )の関係として示すと $f$ の高いほど $r$ も高い図1が得られるが、この実験で使用した石場では、全体のアワビ個数が35~40個体以上では、その個数が増えても漁獲可能な場のアワビ個数は、原著の図15から見ると25個体前後でほぼ一定の値をとり、しかも、アワビのすみつく場はほぼ決まっているので、当然であるが $f$ の高いほど漁獲可能な場のアワビが減少して、すみつきの見られないすみ場が増加し、そのために添加個数が多くなると考えられるから、漁獲後の資源が少ない(漁獲率が高い)ほど添加率が高くなるといえる。



第1図 水槽実験による漁獲率( $f$ )と添加率( $r$ )の関係



第2図 許容個数( $V$ )×経過日数( $T$ )と添加個体数( $R$ )の関係(資料I)



第3図 すみつき個体数と単位個体が添加するに必要とする時間との関係。  
(1) 資料 1, (2) 資料 2.

なお、 $T \cdot V$  と  $R$  の関係をプロットすると、図 2 に示すようになり、これらの関係は図に附記したように原点を通る  $R=0.079T \cdot V$  で表わすことができ、この式によって既にすみついている個数を  $5 \cdot 10 \cdots 25$  として、これらのすみつき個体数別に 1 個体が添加するに必要とする日数との関係を示すと図 3-1 のようになり、すみつき個体数の多いほど単位個体が添加するために要する日数は増加する。すなわち、すみつき個体数が増加するほど回復速度は遅くなる。このことは、図 1 に示した  $f$  が高いほど  $r$  が高くなることと同意である。

そこで、すみついているアワビ個体数の影響についてみると、 $x$  個のすみつき個体数のとき 1 個体が添加するに要する時間 ( $t_x$ ) を、すみつき個体数 0 のときに 1 個体が添加するに要する時間 ( $t_0$ ) で除した値、すなわちすみつき個体数=0 の時の回復速度に対する速度割合 ( $t_x/t_0$ ) を求めて示すと表 2 が得られ、すみつき個体数の多いほど  $t_x/t_0$  の値

第2表 すみつき個体数別の  $t_x/t_0$ 

すみつき個体数	0	5	10	15	20	24
$t_x/t_0$	1.0	1.24	1.66	2.55	5.00	25.00

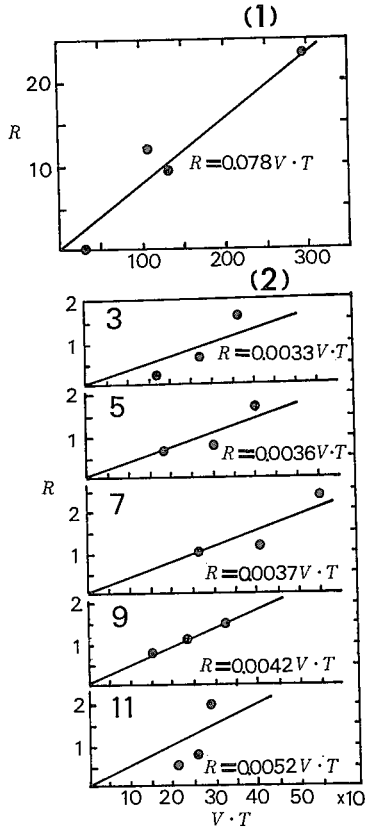
は大きくなるから、このことから、すみつき個体数が多くなるほど回復速度は減衰するといえる。

ここで、アワビの単位個体 ( $n$ ) が添加するに要する時間をすみ場価値\* の指標として見ると、各すみつき個体数についての  $(1-t_x/t_0)**$  はすみ場価値の減少率を表わすから各すみつき個体数についての  $(1-t_x/t_0)$  をプロットすると図 5-(1) に示すとおりとなり、すみつき個体数の増加とともに場の価値は減衰して、この実験例では、飽和個体数  $S=25$  個に対する  $n$  の割合 ( $n/25$ ) が 0.6 を越える頃から急速に衰える。

資料 2 での  $T \cdot V$  と  $R$  の関係は、資料 1 の結果から、それが原点を通る直線であるとする、図 4-(1) に示す  $R=0.078T \cdot V$  で表わすことができ、この式によって、既にすみついている個数を資料 1 での方法に習って  $10 \cdot 20 \cdots 50$  個として、これらのすみつき個体数別に 10 個体が添加するに必要とする月数との関係を示すと図 3-(2) のようになり、すみつき個体数の多いほど単位個体が添加するに要する月数は増加する。したがって、すみつき個体数が増加するほど回復速度は遅くなるといえ、上記資料 1 と同じように、アワビの単位個体が添加するに要する時間を、すみ場価値の指標として、各すみつき個体数 ( $n$ ) について  $(1-t_x/t_0)$  を求めて、既にすみついているアワビ個数の影響を見ると、飽和個体数 ( $S$ ) = 60 個に対する  $n$  の割合 ( $n/60$ ) との関係では、図 5-(2) に示すとおりとなって、すみつき個体数の増加とともに、すみ場価値は資料 1 の結果と同じように減衰する。

\* すみ場におけるアワビのすみつき個体数は無限ではなく限界 ( $M$ ) があり、その個数はすみ場の規模と構造によって決まり、アワビがすみつくこと、それに見合う個数 ( $N$ ) だけ、その後すみつくことのできる個数 ( $n=M-N$ ) は減少し、生物的に独立した 2 カ所以上のすみ場が存在する場合は、それらのすみ場における最大すみつき個数の範囲内において、相対的な関係を持ち、その相対値に反応してアワビはすみ場を選ぶが、この相対値の大小は  $M$  および  $n$  の大小によって原則的には評価できても、アワビのすみついている個数によって変化し、順位の入れかわりもあり、周囲にアワビがすみつくことによって、はじめて価値を生ずるすみ場もあり、 $M$  あるいは  $N$  で評価できる値ではないからここでは一応この相対値を「すみ場価値」と表現しておく。

\*\*  $1 - \frac{t_x}{t_0} = \frac{t_0 - t_x}{t_0} \cdots$  減少率

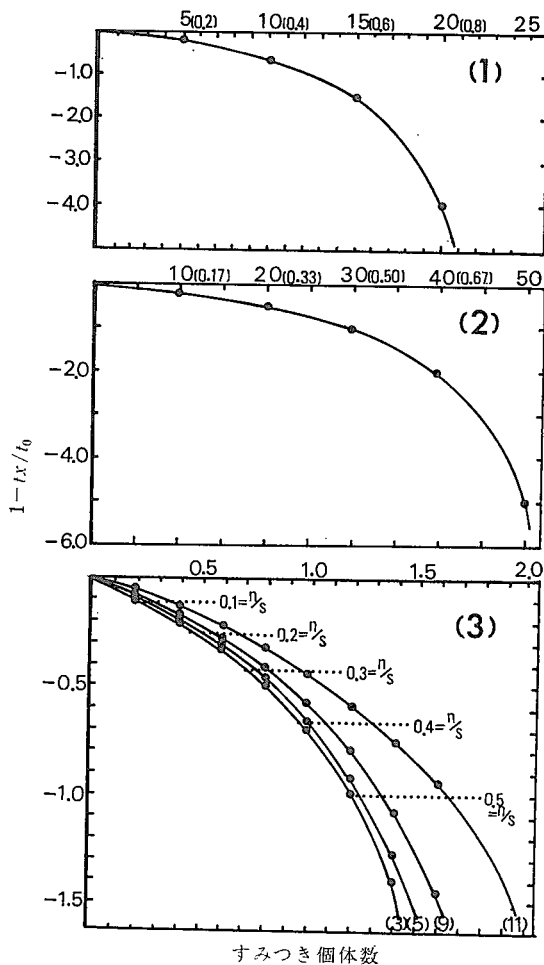


第4図 許容個数 ( $V$ ) $\times$ 経過日数 ( $T$ )  
と添加個体数 ( $R$ )との関係。  
(1) 資料 2, (2) 資料 3, 3~  
11; 海底形状階級

資料 3 についての階級別の  $T \cdot V$  と  $R$  の関係式は、資料 1 の実験による結果から、それらが原点を通るとすると図 4-(2) に示すようになる。そこで図に示した式から単位個体が添加するために必要とする時間(日数)を求めて、各海底形状階級別にすみつき個体数に対する  $(1 - t_x/t_0)$  の関係として示すと図 5-(3) になり、各階級ともにすみつき個体数が多くなるにしたがって、先に述べた資料 1 および資料 2 の事例と同じようにすみ場価値は減衰する。

また、資料 3 の記録は、一日だけ漁獲しているので、漁獲中の添加はないと考えてよい

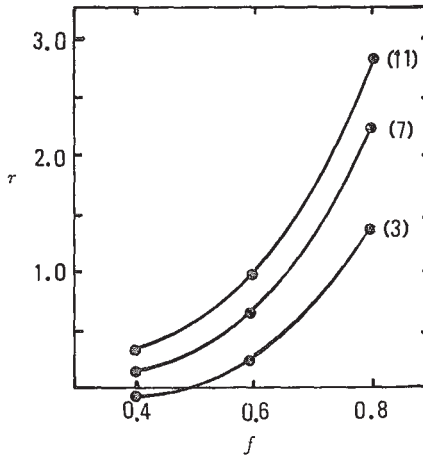




第5図 すみつき個体数と  $1-tx/t_0$  の関係  
 (1) 資料 1, (2) 資料 2, (3) 資料 3  
 $n/S$  すみつき個体数/飽和個体数

から、漁獲直後の獲り残し個体数 ( $St$ ) は、資源量を  $S_0$  とすると  $St=S_0(1-f)$  で表わされる。他方、アワビの単位時間における添加個体数は、上記の事例から既にすみついている個体数の影響をうけ、すみ場の条件(資料3の事例では海底形状)が同じ場合は  $f$  の高いほど  $r$  も高い。すなわち  $St$  の小さいほど  $r$  は大きい。

そこで、この例では、漁獲から次の漁獲までの休漁期間に添加が働くから、これを



第6図 海底形状階級別の漁獲率と添加率の関係。  
(数字は海底形状階級を示す。)

$r^*$  とすると、前報<sup>1)</sup>の表2の値から求めることのできる  $f=0.4\sim 0.8$  の範囲でしかも漁獲をくり返すことによって間接的に減少する、直接に漁獲の対象とならないアビが、休漁期間中に直接漁獲対象となる群(資源)へ添加する個数/単位時間に影響を及ぼさない範囲では、各海底階級ごとの  $(1-f)(1+r)$  は、ほぼ一定の値をとるので、3月20日のすみつき個体数を、この調査時におけるストック量 ( $S_0$ )\*\*とし、それと、4月6日(漁獲後)のすみつき個体数 ( $S_t$ ) との差を漁獲個数 ( $F$ ) とし、その  $S_t$  と4月20日のすみつき個体数 ( $S_{t+r}$ ) の差を添加個体数 ( $R$ ) として  $S_{t+r}=S_0(1-f)(1+r)^t$  から  $f$  と  $r$  の関係を求めてみると図6に示すとおりとなり、 $f$  の高いほど  $r$  も高く、この  $r$  は同じ休漁期間について取扱った値であるから、単位時間における  $r$  は、回復速度の指標としても評価でき、この結果においても、すみつき個数が回復速度に影響するといえる。

なお、図5-(3)から、海底形状階級別には、階級の高いほど同じすみつき個体数に対する  $(1-t_x/t_0)$  の絶対値は小さいから、同数のアビがすみついている時のすみ場価値

\*  $r=[(\text{添加量})-(\text{逸散量})]/(\text{獲り残し量})$  で、普通には添加量  $>$  逸散量であるが、添加量  $<$  逸散量の場合の  $r$  は負となり、したがって、ここで扱う  $r$  は見掛上のものである。

\*\* 漁獲によって減少した資源が最大すみつき個体数に回復しないうちに次の漁獲が行なわれているから休漁期間中の添加は、すでに漁獲されていたすみ場(個数)に対しても働らくから最大すみつき個体数をストック量とした。

は、海底形状の高い場（複雑な場）ほど大きいといえ、これを飽和個体数（ $S$ ）に対するすみつき個体数（ $n$ ）の割合（ $n/S$ ）との関係として見ると図 5-(3) に附記したように、等しい値の  $n/S$  に対しては  $\text{const}$ 、となり、回復速度（ $R/T$ =添加個数/時間）は、すみつき個数が相対値であるすみ場価値の順位（ $n/S$  の小さい順）に影響をおよぼさない範囲では海底形状階級の高い場ほど速いといえ、その順位は  $n/S$  によって決められる。

## 考 察

以上から、クロでは、漁獲によってそのすみつき個体数が減少すると、すみ場価値は相対的に増大して単位時間の添加個体数は多くなり、すみつき個体数が増加すると、その分だけ場の価値は減衰して、逆に単位時間の添加個体数は他のすみ場との相対的な関係によって小さくなるから、すみつき個体数（漁獲による場合は残り個体数）がその後の単位時間における添加個体数に影響する。これらのことは、マダカについての実験から得られたすみ場価値の減少率とすみつき個数の関係および漁獲率と添加率との関係などと、その取扱い方および内容は若干異なるが、本質的には同じ現象をとらえているから、マダカ、クロでは既にすみついている個体数が添加速度に影響をもち、また、海底形状階級別には、海底形状が複雑であるほどすみつき速度が速く、既にすみついている個体数が同じである場合にはその影響度合（すみ場価値の減少率）が小さいといえる。なお、これらの事柄は、ともに個体間の干渉の存在することを示唆するものであろう。

ところで、海底の複雑な場ほど単位投影面積当りの実面積は広いが、このことのみによってすみつき個体数が多かったり、既にすみついている個体数の影響度合が小さかったりするのではなく<sup>3)</sup>、しかも、 $n/S$  が一定の値である場合には、各海底形状階級における場の価値は  $\text{const}$ 、となり、また、その価値は  $n/S$  が小さいほど高いから、その内容についてまでは示せないが、すみ場要求がより満たされるような場ほど、個体の占める生物的空間のあり方が変化するためと考えられ、また、これらはアワビの大小によっても、種によっても異なるだろう。したがって、高い密度でアワビをすみつかせ、しかも、漁獲後の添加による回復速度（漁獲が可能な場）の速いことを要求されるすみ場造成などの増殖手段をより効果的に行なうためには、各種についてそのすみ場要求を具体的に示す必要があるだろう。

## 文 献

1. 井上正昭 1973: アワビのすみつきと海底形状 本誌 20 (3)

2. 井上正昭 1967: 海底地形から見たアワビの漁獲量 本誌 15(1)
3. 井上正昭 1973: アワビの大きさによるすみ場の差異 本誌 20 (3)
4. 茨城水試 1967: 磯根資源調査 (アワビ) 茨城水試 43 年度報告
5. 大島泰雄 1963: 沿岸浅海増殖事業の生産効果見積りに関する研究, 農林省 漁業 研究報告
6. 神奈川水試 1967: 磯根資源調査 (アワビ) 神水試資料 N.64
7. 静岡伊豆分場 1969: 磯根資源調査, 静岡水試研報 (2) 31~36