

アカガイ *Scapharca broughtonii* (SCHRENCK) の
カゴ養殖実験によるへい死と環境要因の関連について

梅 沢 敏・野 上 和 彦・福 原 修

Relation between High Mortality and Some Environmental
Conditions for Ark Shell, *Scapharca broughtonii*
(SCHRENCK) in Cage Culture

Satoshi UMEZAWA, Kazuhiko NOGAMI and Osamu FUKUHARA

Ark shell, *Scapharca broughtonii*, in cage culture often suffer high mortality during period from late summer to autumn. Possible causes that kill the shellfish are rise of temperature, deficiency of dissolved oxygen, lowered salinity or increase of sulfide in mud which frequently prevail in warm month from middle August to late October.

In order to identify the major cause of mass mortality of the artificially reared shellfish, four series of experiments were conducted in 1978 to 1982. The shellfish were kept in plastic cages either containing mud or kept clean without any materials.

The mass mortality occurred in the two earlier series of experiments in September to October. The survival rate of examined shellfish in October was only 3 to 9% in 1978 and 8 to 30% in 1979. The experiment from April 1980 to April 1981 did not show high mortality in 74 to 88% of shellfish were found survival in last month. No mass mortality appeared in last experiment, even though significant number of large size shellfish died in August to October, 48% of initial stock survived by end of September, and 24.6% which were found alive in November, but no shellfish showed even better final survival rate of 52%.

During the earlier two experiments in 1978 and 1979, the high water temperature over 25°C was observed in summer, and during third experiment in 1980, the water temperature staged low even in summer time, 23.4°C or below. Moderate rise of temperature was observed during the last experiment in 1981. Fluctuation in salinity appeared favourable during the third experiment in 1980, having staged between 24.8 and 28.4‰, while high salinity of 29‰ and above appeared in the other series of experiments. No difference of decline of oxygen content occurred among the four series of experiment and the figure exceeding 2.8ml/l even in the month from June to October. The sulfide of mud taken from bottom were observed

in 0.06 to 1.72mg/g among four series of experiment, and maximum, 1.72mg/g were in August 1980. The sulfide of mud in cage were about 1mg/g in August 1979 and 1982.

Observations from those experiments indicate that the high temperature over 25°C for 1.5 or 2 months and diurnal variation of more than 5°C might have resulted in the mass mortality of ark shell in rearing conditions. The other factor of water and mud do not appear to have inserted fatal effects upon ark shells.

アカガイは北海道南部から九州に至る泥質の内湾に広く分布する二枚貝で、小型底曳網漁業などの重要な漁獲対象種であるが、年々その資源は減少している。瀬戸内海においても漁獲量は激減しており、その資源回復が望まれている。

近年、アカガイの人工種苗生産と中間育成が瀬戸内海地域を中心に事業的規模で行われ、その種苗を利用した地播き養殖やカゴ養殖が各地で実施されるようになったが、安定的な成果を得るには至っていない。その原因として、地播き養殖の場合は主としてヒトデ (*Astria amurensis*) の食害による放養初期の減耗 (高見他1978, 高見他1981) が、さらにかご養殖の場合は8月から10月にかけて起る大量への死現象 (石田他1977, 浜本1981) があげられる。

本実験は高温期における環境条件とアカガイのへの死現象の関連性を明らかにするため、供試貝の観察や計測が容易なかご養殖法を用いて実験を行い、2・3の知見を得たので報告する。

本報告をまとめるにあたって、遠洋水産研究所企画連絡室長林繁一博士に英文の校閲をして頂いた。記して深謝の意を表す。

材料および方法

実験は1978年6月から1982年4月にかけて4通り行った (Table 1)。

実験を行った場所は、広島県佐伯郡大野町南西海区水産研究所地先の水深約5mの海域で、2～5個のかごをロープで連結し延縄式に海底へ設置した。海底はカキ、ムラサキイガイ等の貝殻混りの泥質である。

供試したアカガイ種苗は、前年に山口県内海栽培漁業センターで生産されたもので、実験Ⅰ、Ⅱは山口県光市アカガイ生産組合が、実験Ⅲ、Ⅳは山口県大島郡久賀町のアカガイ養殖業者がそれぞれ中間育成したものである。中間育成は、前年9月から翌年4月まで「チョウチンカゴ」方式で中層に垂下飼育されたものである。

実験に使用したかごは野菜出荷用プラスチック製かご (通称ヤサイカゴ、50×35×17cm) で、かごの底部を泥中に埋没させるため鉄筋 (約650g) を取り付けた。

実験Ⅰでは、収容密度のへの死に及ぼす影響を検討するため、50、100、150、200個の4区 (Table 1, No.1～4) を設定した。各区とも収容個数のうち30個に標識を付けた。標識方法は殻頂付近をグラインダーで薄く削り、露出した石灰質の個所に黒インク (不減インク) で一連番号を記した。

Table 1. Experimental characters of ark shell in cage during 1978 to 1982.

Series	Lot No.	Duration	W.T.(°C) Min-Max	Shell length at start(mm) Min - Max	Stocking density at start(1750cm ²)	Mud in cage	Tag
I	1	Jun-Oct, 1978	18.6-25.7	31 - 50	50	None	Exist
	2			32 - 46	100		
	3			32 - 52	150		
	4			30 - 47	200		
II	1-5 6-10	Apr, 1979-Apr, 1980	8.4-27.0	26.5-42.8 22.5-43.1	50	None Exist	None
III	1,2 3,4	Apr, 1980-Apr, 1981	8.5-23.4	25.0-32.3 24.4-32.0	50	None Exist	Exist
IV	1 2	Apr, 1981-Apr, 1982	-25.5	31.1-39.5 15.3-22.5	50	Exist	Exist

Maximum and minimum temperature of series I are record of monthly observation, and those in series II-IV are measured from continuous records.

実験Ⅱでは、かご内の泥の有無によるへい死への影響を検討するため、無泥区(No.1～5)と泥を約5cmの厚さで敷いた有泥区(No.6～10)を設定し、それぞれ50個を標識を付けずに収容した。

実験Ⅲは、実験Ⅱと同じ目的で無泥区(No.1, 2)と有泥区(No.3, 4)を設定し、それぞれ50個を収容した。へい死個体が多い場合に成長の追跡が不十分になる恐れがあるため、全個体に標識を付した。標識方法はダイモテープ裏面の接着剤を除去し、片仮名、アルファベットを刻印し、アカガイの殻頂付近の殻皮を取り除いた個所に瞬間接着剤(アロンアルファ)で接着した。

実験Ⅳは、すべて有泥区とし、大型種苗(No.1, 全重量8.0～14.2g)と小型種苗(No.2, 全重量0.7～2.1g)に分け、それぞれ50個に標識を付けて収容した。標識方法は実験Ⅲと同様である。

実験Ⅱ～Ⅳの有泥区に使用した泥は、広島湾宮島西方海域の海底泥をスミス・マッキンタイヤー型採泥器で採取したものである。なお、有泥区のかご内側の底面と側面に寒冷紗を縫い付け泥の逸散を防いたが、泥が逸散した場合は適宜追加した。

実験期間中の減耗および成長を観察するため毎月1回かごを取り上げ生存個体数を確認するとともに、生存個体はすべて殻長、殻高、殻幅、全重量を計測した(ただし、1981年5月および7月を除く)。

また、かご設置場所の環境変化を把握するため水質、底質の調査を行った。水質は海底付近での水温、塩分、溶存酸素量について、底泥は柱状採泥器で表層海底泥を採取し、強熱減量(550℃および850℃)、全硫化物量、有機炭素、有機窒素についてそれぞれ測定した。水温、塩分の測定にはポータブルST計(オートラボ602型, YEO-KAL社製)を使用し、溶存酸素量はDOメーター(57型, YSI社製)とウインクラー法を併用した。全硫化物量の測定は検知管法(ヘドロテック-S, ガステック社製)で行い、有機炭素、有機窒素は採取した海底泥を凍結真空乾燥後、目合0.5mmの篩で貝殻、石等を除いた試料と、その試料を小山他(1972)の方法で有機物を分解したものをそれぞれCHNコーダー(MT-2型およびMT-3型, 柳本製作所製)で分析

し、その差から求めた。また、1979年6月から海底に水温記録計（PB-112A型、東亜電波社製）を設置し、水温の連続記録を行った。

結 果

1) アカガイの生残

実験ⅠからⅣまでの収容個体数に対する月別の生残率を Fig. 1 に示した。

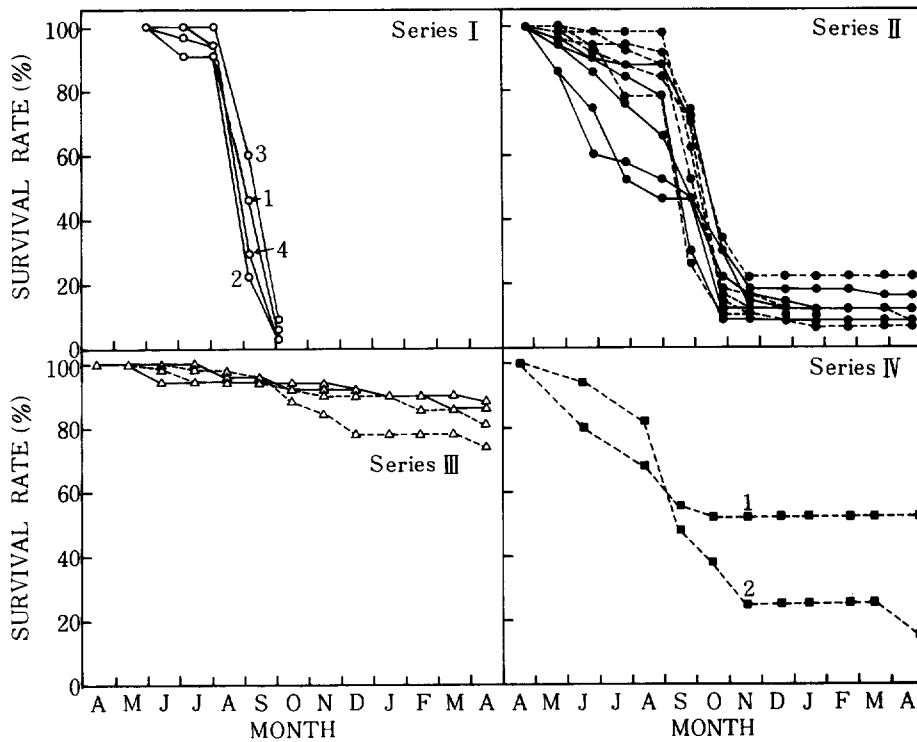


Fig. 1 Monthly changes of survival rate of ark shell cultured in the cage. Solid lines show experiment without mud and broken lines show that with mud.

実験Ⅰ：生残率は、各区とも8月初旬までは高く91~100%であったが、9、10月に大量へのい死が起り、9月初旬で20~60%、10月初旬で3~9%の生残率となり実験を中止した。なお、各区へのい死とも同時期に同じ傾向でみられ収容密度の違いによる生残率の差については検討できなかった。

実験Ⅱ：無泥区では5月から8月までは徐々にへのい死が起り、8月下旬に46~88%の生残率を示した。9月から10月にかけてへのい死が多くなり、9月下旬で30~72%、10月下旬で8~30%、11月下旬には8~18%の生残率であった。12月から翌年4月まではほとんどへのい死がなく、実験終了時には8~16%の生残率であった。有泥区では5月から8月までのへのい死は少なく、8月下

アカガイのへい死と環境要因

旬で78~98%の生残率を示した。しかし、9月から10月にかけて無泥区同様大量へい死が起り、9月下旬で26~76%、10月下旬で10~34%、11月下旬には10~22%の生残率であった。12月以後のへい死はほとんどなく、実験終了時で6~22%の生残率であった。両区を比較すると、8月までは有泥区の生残率が無泥区より良かったが、大量へい死は両区とも同時期に起り、以後へい死は両区とも少なかった。

実験III：無泥区、有泥区とも5月から9月までのへい死は少なく、9月中旬には両区とも94~96%の生残率を示した。10月から12月までは無泥区に比較して有泥区でのへい死が多少多い傾向がみられ、12月下旬では無泥区で92%、有泥区で78~90%の生残率であった。ここでは実験I、IIにみられたような大量へい死現象はみられなかった。

実験IV：大型種苗では8月中旬で82%の生残率を示したが、以後9月にかけてへい死する個体が多く、9月中旬に48%となった。9月から11月にかけても多少のへい死がみられ、11月中旬で24.6%の生残率となったが、それ以後3月まではへい死がみられず、3~4月にわずかのへい死がみられた。小型種苗では4月から8月までのへい死は大型種苗に比べて多く、8月中旬に68%の生残率を示したが、8月以後のへい死は少なく、10月中旬で52%の生残率であった。10月以後のへい死は全くみられなかった。

2) アカガイの成長

各実験の生残個体の平均殻長と平均全重量の月別変化を Fig. 2, Fig. 3 にそれぞれ示した。ま

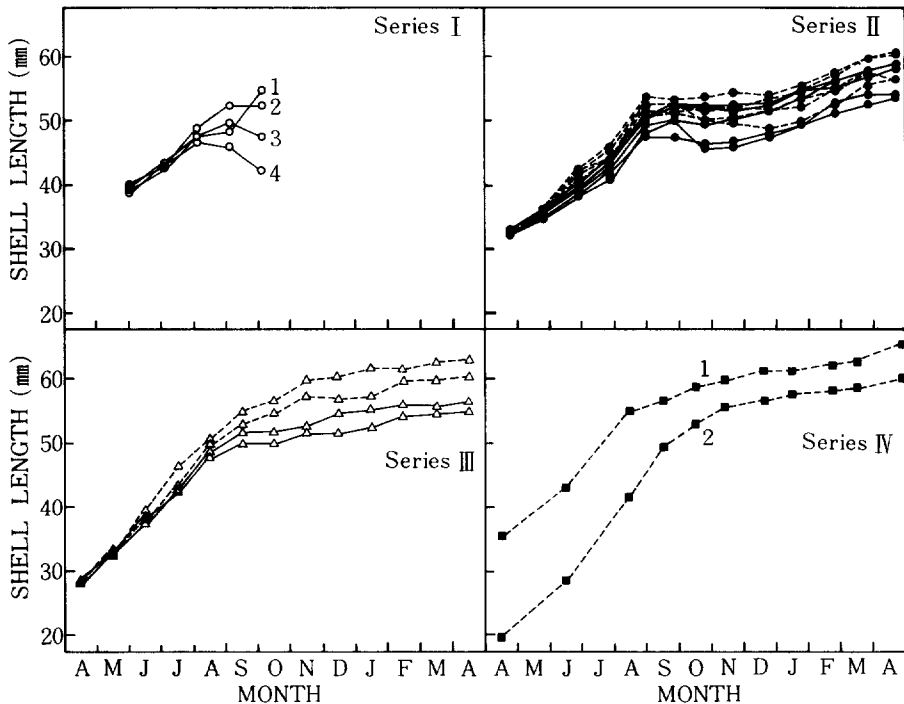


Fig. 2 Monthly changes of mean shell length of ark shells in each cage.
Lines are same in Fig. 1.

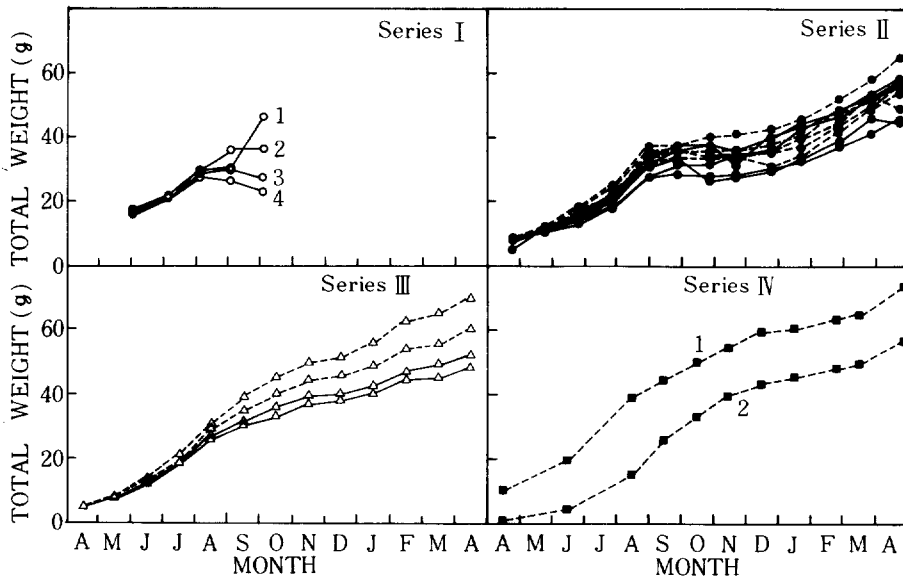


Fig. 3 Monthly changes of mean total weight of ark shells in each cage.
Lines are same in Fig. 1.

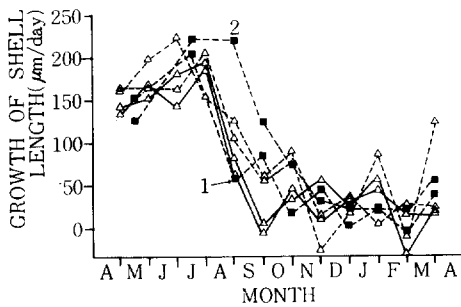


Fig. 4 Monthly changes of mean growth of shell length in a day, which indicated by growth of shell length during one month/days of culture. Lines are same in Fig. 1.
—△—; Series III —■—; Series IV

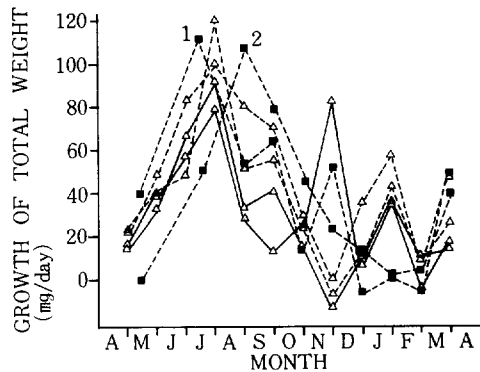


Fig. 5 Monthly changes of mean growth of total weight in a day, which indicated by growth of total weight during one month/days of culture. Lines and symbols are same in Fig. 4.

た、実験Ⅲ、Ⅳの個体毎の殻長と全重量の1日当り平均成長量を月別に Fig. 4, Fig. 5 に示した。

実験Ⅰ：6月から8月までの各区の成長はほとんど変わらず、平均殻長40mmが47~48mm、平均全重量17gが27~29gに増加した。8月以後はへい死個体が多いため、平均殻長、平均全重量では十分な成長の追跡はできなかった。

実験Ⅱ：4月から8月までの成長は、各無泥区平均で殻長33mmが49mmに、全重量8.0gが30.0gに増加した。また、各有泥区平均では殻長33mmが52mmに、全重量7.5gが34.5gに増加した。し

かし、9、10月に大量へい死が起ったため以後の成長追跡は十分にはできなかったが、実験終了時では無泥区平均で殻長57mm、全重量54gに対し、有泥区平均では殻長58mm、全重量56gになった。8月までは無泥区より有泥区の成長が良かったが、以後はへい死個体が多いため詳細はわからなかった。

実験III：4月から8月までの殻長、全重量の平均の増加量は、無泥区で20mm、22g、有泥区で22mm、25gであった。しかし、無泥区、有泥区とも9月以後の成長は小さい。4月から翌年4月まで1年間の成長は無泥区平均で殻長28mmが56mm、全重量5.5gが50.5gに、有泥区平均で殻長28mmが64mm、全重量5.5gが65gと有泥区がやや良い成長を示した。

実験IV：大型種苗が4月から8月までに平均殻長35.4mmが55.1mmに、平均全重量10.7gが39.1gに増加した。1日当り成長量をみると7月から8月までが殻長、全重量とも最も成長が良く、殻長では9月以後、全重量では10月以後に成長の鈍化がみられる。小型種苗では4月から8月までに平均殻長19.6mmが41.6mm、平均全重量1.5gが15.1gに増加している。1日当り成長量をみると殻長では7月から9月が、全重量では8月の成長が最も良く、それ以後は徐々に鈍化している。

3) 水質環境

実験場所の海底付近での水温、塩分、溶存酸素量の測定結果をFig. 6に示した。また、Fig. 7には1979年6月から1982年4月までに得られた水温の連続記録より、1日の最高、最低水温の変化を示した。

水温

実験Iでは6月から急激に上昇し、8月下旬に24.6℃、9月上旬に25.7℃と最高を示し、10月下旬には24.4℃と幾分低下した。実験IIでは日最高水温は7月下旬まで上昇し、8月には最高27.0℃を示し、9月下旬まで25℃以上の水温が続いた。その後2月上旬まで次第に下降している。日最低水温は8月上旬まで上昇し、8月下旬から9月下旬まではほぼ一定で、9月下旬以後日最高水温と同様な傾向で下降している。日較差は5月ですでに3℃と大きく、途中6月下旬から7月初旬にかけてやや小さくなるが、8月初旬には5℃となり8月中旬までこの状態が続いた。8月下旬以後は次第に小さくなる。実験IIIでは日最高水温は8月上旬まで上昇し、8月に最高23.4℃を示し、9月下旬から下降している。日最低水温は9月下旬まで上昇し、その後低下し、最低は1月の9.4℃であった。日較差は4月下旬で1.5℃、6月初旬から3℃と大きくなるが、7月上旬にはやや小さくなり、7月下旬には再び3℃になった。8月下旬まではこの状態が続き以後次第に小さくなった。実験IVでは日最高水温は8月上旬まで上昇し、8月中旬に最高25.5℃を示し、8月中旬から9月上旬まで25℃以上を示した日数は20日間であった。日最低水温は9月上旬まで上昇し、それ以後下降した。日較差は4月中旬に2℃となり、7月下旬から5℃と大きくなり、この状態が8月中旬まで続きそれ以後は徐々に小さくなった。

以上実験IからIVまでを比較すると、日最高水温が25℃を越えた期間は実験IIでは約2ヶ月、実験IVでは20日間であったが、実験IIIでは最高が23.4℃と低く25℃を越えた日はなかった。実験Iでは連続記録がないため正確にはわからないが、月毎の観測結果から推測して実験IIよりは25℃

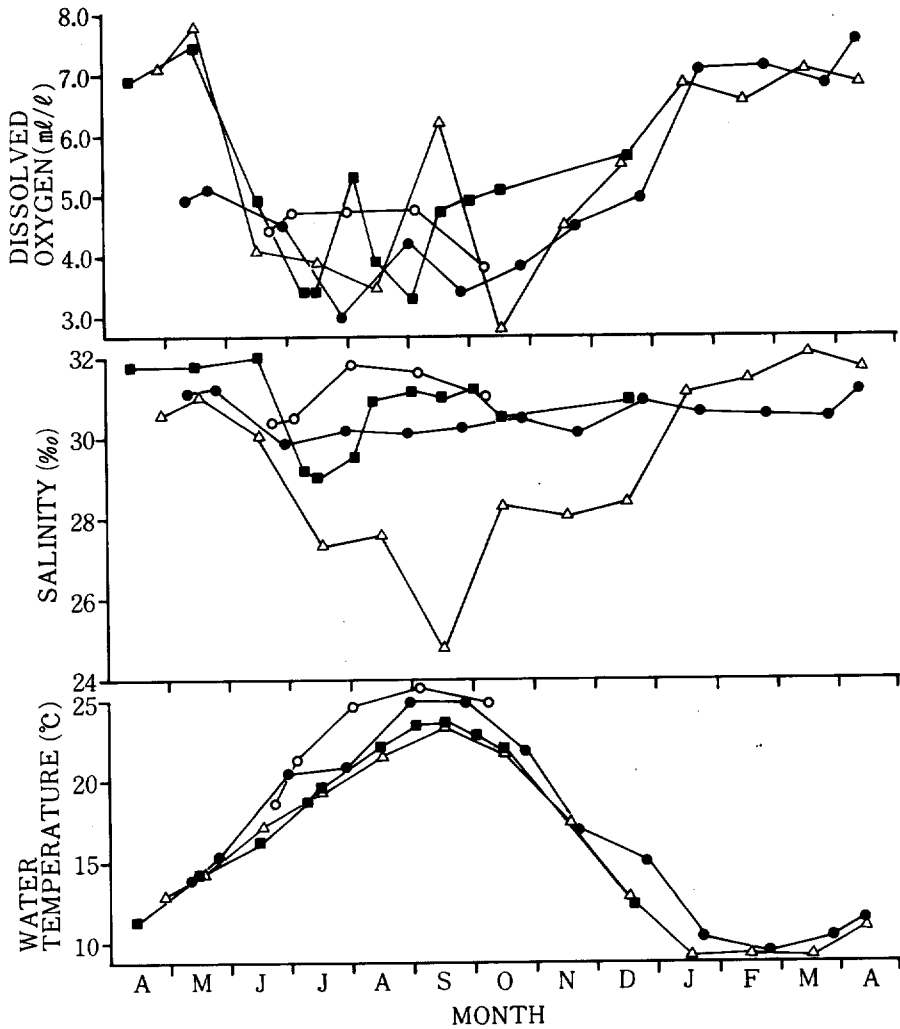


Fig. 6. Changes of water temperature, salinity and dissolved oxygen at the bottom.

—○—; Series I —●—; Series II
 —△—; Series III —■—; Series IV

以上の日最高水温が長期間続いたものと思われる。また、日較差は実験Ⅱ、Ⅳが最大5℃と大きく、実験Ⅲは最大3℃と小さかった。

塩分

実験Ⅰでは7月に30.5%を示したが、他の時期は31.0~31.8%であった。実験Ⅱでは5月に31.1%と最高、6月に29.9%と最低を示したが、7月以後は変化が小さく30.1~30.9%であった。実験Ⅲでは7月から9月にかけて雨量が多かったため低く、8月には最低の24.8%を示した。また10月から12月にかけても低く28.1~28.4%であった。他の時期は30%以上を示した。実験Ⅳでは雨量が多かった7月に低く、7月中旬に29.0%と最低を示し、8月上旬まで30%以下と低かった。他の時期は31%以上の値を示した。

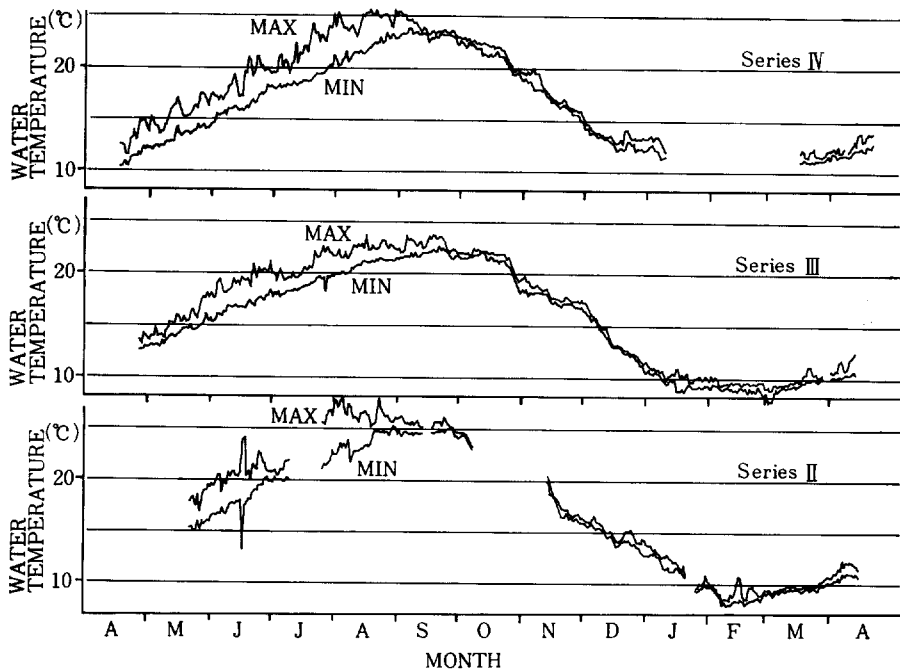


Fig. 7 Daily changes of minimum and maximum water temperature of a day at the bottom.

以上のように塩分は例年6月から8月頃まで降雨のため低くなることが多いが、特に実験Ⅲでは7月に24.8%と4回の実験中最低を示し、さらにこの低塩分は12月まで続いた。

溶存酸素量

実験Ⅰでは6月から9月まで4.4~4.7ml/lと比較的变化が小さく、10月には3.8ml/lとやや低下した。実験Ⅱでは5月から12月まで3.0~4.9ml/lと低く、7月に最低を示し、8月下旬にも再び低下している。他の時期は6ml/l以上を示した。実験Ⅲでは6月から8月にかけて3.5~4.1ml/lと低く、10月にも再び低下して最低の2.8ml/lを示した。他の時期は6ml/l以上を示した。実験Ⅳでは6月から10月が3.3~5.3ml/lと低く、最低は9月上旬であった。

以上のように例年6月から10月頃まで低く、4回の実験ともほぼ同じような経過を示した。

4) 底質環境

実験場所の底泥の強熱減量、全硫化物量、有機炭素および有機窒素の分析結果を Fig. 8 に示した。

強熱減量は実験Ⅱでは550℃が7.3~11.5%、850℃が8.5~17.1%で、両者とも10月に低く8月に高い値を示した。実験Ⅲでは550℃が6.1~10.5%、850℃が7.7~12.8%で、両者とも最低は11月、最高は9月であった。実験Ⅳでは550℃が6.6~10.7%、850℃が7.9~13.8%の範囲にあり、それぞれ9月に最低、7月に最高を示した。

全硫化物は実験Ⅱでは5月と11月が低く、それぞれ0.13、0.14mg/gで、他の時期は0.2mg/g

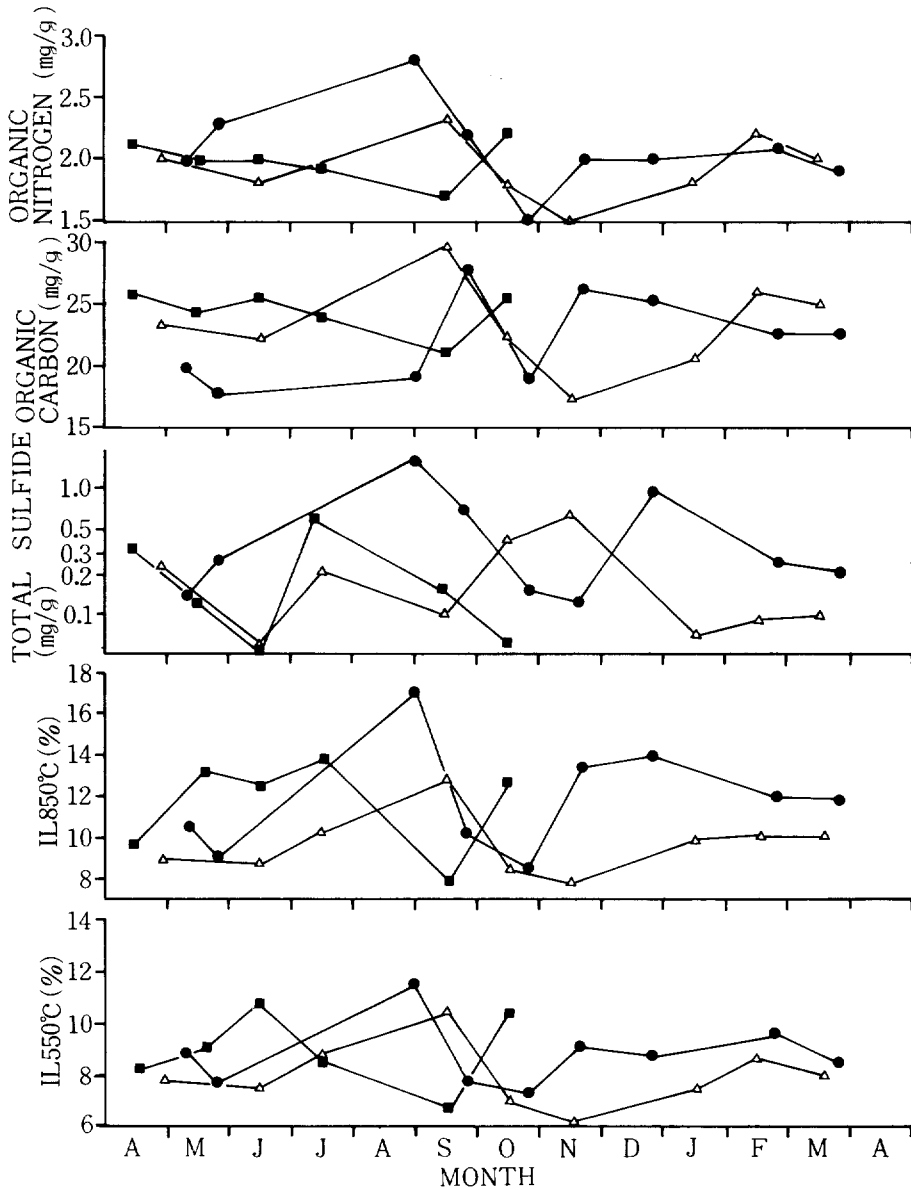


Fig. 8 Environmental conditions of mud at the culture ground. Each is indicated by percentages and mg/g of mud weight. Symbols are same in Fig. 6.

以上を示し、最高は8月の1.72mg/gであった。実験Ⅲでは0.06~0.64mg/gの範囲にあり、6月が最低、11月が最高を示した。4、7、10、11月が0.2mg/g以上であった。実験Ⅳでは0.04~0.60mg/gの範囲にあり、6月に最低、7月に最高を示した。

有機炭素は実験Ⅱでは17.7~27.7mg/gで最高は9月、最低は5月であった。実験Ⅲでは17.1~29.6mg/gの範囲にあり、最高は9月、最低は11月であった。実験Ⅳでは21.0~25.6mg/gで9月に最低、6月に最高を示した。

有機窒素は実験Ⅱでは1.5~2.8mg/gの範囲にあり、最高が8月、最低が10月であった。実験Ⅲでは1.5~2.3mg/gで、最高は9月、最低は11月であった。実験Ⅳでは1.7~2.2mg/gの範囲で、10月に最高、9月に最低を示した。

以上のように底質の各項目は明瞭な季節変化や年変動はみられないが、全硫化物量が実験Ⅱで他年次の実験に比べ多少高い傾向であった。

実験ⅡからⅣの有泥区におけるかご内の泥*の全硫化物量の変化を Fig. 9 に示した。これによると実験Ⅱでは0.09~1.09mg/gで8月に最高を示した。実験Ⅲでは0.13~0.60mg/gで最高は10月であった。実験Ⅳでは0.10~0.91mg/gで最高は8月であった。実験Ⅳの全硫化物量の増加する時期が多少早いようであるが、各回ともほぼ同様な季節変化を示している。



Fig. 9 Seasonal changes of total sulfide of the mud in cage. Symbols are same in Fig. 6.

考 察

アカガいの地播き養殖やかご養殖は漁場の区画設定および管理のし易さなどの関係から、主として比較的浅い泥質の内湾域で行われているが、高水温の年は夏から秋にかけて大量へい死現象がみられている(塩垣・青山1975, 石田他1977, 高見他1977, 浜本1981)。ここでは大量へい死と水質、底質環境との関係、特に夏期水温との関連について検討する。

今回の実験では、実験Ⅰ、Ⅱで9、10月に大量へい死がみられたが、実験Ⅲではへい死が少なく、実験Ⅳでは大型種苗で9、10月のへい死は多かったが、小型種苗ではこの時期のへい死は少なく、実験Ⅰ、Ⅱの場合とはへい死状況が異なっていた。

4回の実験期間中、特にへい死との関係が大きいと考えられる8月から10月にかけての水質、底質環境を比較すると、塩分は24~32%の範囲で、30%以下を示したのは実験Ⅲの6月から12月までと実験Ⅳの7、8月で、特に実験Ⅲの9月には24.8%を示し、長期間低塩分の状態にあったにもかかわらずへい死率は4回の実験のうち最低であった。塩屋他(1961)は水温27~30℃、塩分17.04%で室内飼育で13日間異常は認められなかったとしている。浜本(1981)も室内実験で塩素量が8%以上であれば20日間の飼育で異常がなかったと述べている。また、中西(1981)は天然海域における飼育試験で平均26.4%の塩分では成長阻害はみられるもののへい死には至らないとしている。これらのことから、4回の実験期間中にみられた程度の塩分低下ではアカガいのへい死に大きな影響を及ぼしたとは考えられない。

溶存酸素量については、丹下他(1971)は兵庫県における移殖例で1.39~1.63ml/lの低酸素

*かご内の泥については設置場所の底泥と同様な分析を行ったが、底泥と似た分析値となったため、全硫化物量を代表値として示した。

がへい死要因であるとし、中西(1981)は天然海域での飼育例で、 2ml/l ではアカガイはへい死に至らないが、成長阻害の影響がみられたとしている。また、高見他(1970)は室内水槽で低酸素海水による抵抗試験を行い、水温 25°C 、溶存酸素量 0.5ml/l では8日および10日目から死に始め、12日目で100%がへい死し、 0.25ml/l では7日目から死に始め、10日目に100%のへい死をみたと報告している。今回の実験では全期間を通じて 2.8ml/l 以上を示し、また、実験Ⅲ、Ⅳが実験Ⅰ、Ⅱより低い値を多く示したにもかかわらず生残率が高いことから、この程度の溶存酸素量の低下がアカガイの生残に大きな影響を与えたとは考えられない。

底泥中の全硫化物量については、今回の実験中 $0.06\sim 1.72\text{mg/g}$ の範囲にあり、最高値は実験Ⅱの8月にみられた。また、有泥区のかご内の泥の全硫化物量は実験Ⅱ、Ⅳの8月に 1mg/g 前後の値を示した。山口県他(1975)は周防灘のアカガイ主要漁場での夏期の底泥中全硫化物量は $0.4\sim 0.8\text{mg/g}$ であったとしている。今回の実験ではこれより高い値が観測されており、また、前述のように有泥区のかご内の泥は実験Ⅱ、Ⅳに 1mg/g と高い値を示していたにもかかわらずへい死率との直接的な関係はみられていない。硫化物のアカガイに対する影響については既往の資料に乏しく詳らかでないが、 1mg/g 程度ではへい死の主要因であるとは考えにくい。

底泥の有機物量の尺度の一つとして強熱減量や有機炭素、有機窒素がよく用いられている。強熱減量は分析者によって強熱温度が少し異なっているが、仙台湾のアカガイ漁場では管野(1966)によると平均値として10.2% ($400\sim 600^\circ\text{C}$)、燧灘のアカガイ生息域では越智・岡市(1983)によると7~11.6% (700°C)で、本試験の 550°C の分析値とほぼ同程度の値を示している。有機炭素、有機窒素は仙台湾ではそれぞれ16.52%、1.40% (全窒素)、燧灘で $13\sim 19\text{mg/g}$ 、 $1.4\sim 2.5\text{mg/g}$ で、本実験の海域ではそれぞれ $17.1\sim 29.6\text{mg/g}$ 、 $1.5\sim 2.8\text{mg/g}$ の範囲にあり、両者とも一般のアカガイ生息域と比べてやや大きく、有機物の多い海域といえるがこれ以上の海域にも生息しており、へい死の主要因とは考えにくい。

水温の変化とアカガイのへい死状況の関連についてみると、実験Ⅰは連続記録がないため変化の詳細はわからないが、6月以降急激な水温の上昇がみられ、7月から9月にかけて 25°C 以上の日最高水温が2カ月以上続き、日較差も大きかったものと推定される。アカガイの大量へい死は収容密度に関係なく8月から9月にかけて起り、10月初旬にはわずか3~9%の生残率をみたにすぎない。実験Ⅱは日最高水温が6月初旬ですでに 20°C を越え、7月下旬から9月中旬まで 25°C 以上が続き、最高 27.0°C まで達した。日較差も大きく、最大 5°C を示した。アカガイのへい死は無泥区の一部では8月下旬に50%程度に達したものもあるが、両区とも全般に実験Ⅰとほぼ同時期に大量へい死が起きている。実験Ⅲは日最高水温が 20°C に達したのは6月下旬で、それ以降の水温上昇も遅く最高で8月に 23.4°C を示したにとどまった。また、日較差も小さく最大で 3°C であった。アカガイのへい死は無泥区、有泥区とも実験Ⅰ、Ⅱと比較して少なく、10月中旬で88~94%の生残率であった。実験Ⅳは日最高水温が 20°C に達したのは6月中旬で、最高は8月の 25.5°C で、 25°C 以上を示したのは8月下旬から9月中旬にかけての20日間に限られ、夏から秋にかけての日最高水温のレベルは実験Ⅱと比較して低く、実験Ⅲと比べて高い傾向にあった。また、日較差は最大 5°C であった。アカガイのへい死は大型種苗で8月から9月にへい死が多く、10月中

アカガイのへい死と環境要因

旬で38%の生残率であった。小型種苗では4月から10月まで徐々にへい死が進み、10月中旬に52%の生残率であった。

以上のように高水温の持続期間及び日較差の大きさとアカガイのへい死との間には強い関連が伺える。すなわち、大量へい死現象がみられたのは8月から9月にかけて25℃以上の日最高水温が長期にわたり、かつ日較差の大きい実験Ⅰ、Ⅱに顕著に現われ、夏期の水温が低い実験Ⅲではへい死率も低い。また、日最高水温が25℃を越えた期間が20日程度の実験Ⅳはへい死率も実験Ⅰ、Ⅱに比べ低く、特に小型種苗で低い。底質環境は一般のアカガイ生息域と比べると有機物量等がやや多く、アカガイの生息環境としては良い条件にあるとは思われないが、へい死状況と最も良く対応している要因は水温であり、25℃以上の日最高水温が長期間続き、日較差の大きいことがアカガイのへい死に最も大きな影響を及ぼしたものと推定される。一方、浜本(1981)の室内実験によると水温27℃で20日間の飼育では異常がみられなかったとしているが、この実験は室内で日較差が小さく無投餌である等条件の相違が大きいため、この結果を直ちに天然海域に当てはめることには問題があると思われる。

また、殻長、全重量の成長をみると、各回とも4月から8月までは順調な増加がみられるが、9月以後は成長の鈍化がみられる。特に実験Ⅱでは9、10月の成長はほとんどみられず、大量へい死時期と一致していることから、生残個体であっても高水温の影響を受け活力が著しく低下したことの現われであると推定される。さらに実験Ⅲでも実験Ⅱほどではないが9、10月に成長の鈍化がみられることから、実験Ⅲのような水温経過であってもへい死には至らないまでも活力の低下を招いたと考えられる。

今回の実験結果から、水温の上昇と共に溶存酸素量の低下や、底泥の有機物量、硫化物の増加もみられ、これらの要因もアカガイのへい死や活力低下に影響した可能性も否定できないが、日最高水温が25℃を越えた期間が長く、日較差が大きければアカガイのへい死率は高く、水温がへい死に最も大きな影響を及ぼしているものと推定した。

摘 要

- 1) アカガイの放養中、8月から10月頃にかけて大量へい死がしばしばみられる。この原因を解明するため1978年から1982年にかけて南西水研地先でかご養殖実験を4回行い、へい死状況および成長をみると共に水、底質環境の調査を行った。
- 2) 4回の実験中、大量へい死は実験Ⅰ、Ⅱの9、10月に起り、実験Ⅰの10月には生残率3~9%、実験Ⅱの10月には生残率8~30%であった。実験Ⅲではへい死は少なく、実験終了時の翌年4月においても74~88%の生残率を示した。実験Ⅳは大型種苗では8月から10月にへい死が多くみられ、11月で24.6%の生残率であった。小型種苗では5月から10月まで徐々にへい死が起り、10月で52%の生残率を示した。
- 3) アカガイの成長は殻長、全重量でみると4回の実験を通じて4月から8月までは順調な増加がみられたが、9月以後成長の鈍化傾向がみられた。

- 4) 4回の実験期間中の水質環境は、水温では実験Ⅰ、Ⅱの夏期に日最高水温25℃以上が長期にわたり、日較差も大きかった。実験Ⅲでは水温の上昇が遅れ、最高でも23.4℃と低く日較差も小さかった。実験Ⅳの夏期水温のレベルは実験Ⅰ、Ⅱに比較すると低く、実験Ⅲより高かった。塩分は実験Ⅲの7月から12月にかけて24.8~28.4%と低かったが、他の時期は29%以上であった。溶存酸素量は4回とも6月から10月が低いが、すべて2.8mg/l以上であった。
- 5) 実験場所の底質は、全硫化物量が0.06~1.72mg/gであったが、0.2mg/g以上の時期が多かった。有機炭素、有機窒素はそれぞれ17.1~29.6mg/g、1.5~2.8mg/gの範囲にあり、一般のアカガイ生息域と比べてやや有機物の多い泥底質であった。
- 6) 以上の結果から、実験Ⅰ、Ⅱで顕著に現われた9、10月の大量へい死は、水温の上昇と共に起る溶存酸素量の低下や底泥の有機物量、硫化物量の増加の影響も否定できないが、8月から9月にかけて25℃以上の日最高水温が長期間継続し、日較差の大きいことが主な要因であると推定された。

文 献

- 浜本俊策, 1981: アカガイ *Scapharca broughtonii* (SCHRENCK) のへい死要因と抵抗力に関する基礎的考察. 香川水試報告, (18), 1—19.
- 石田雅俊・林 功・鶴島治市, 1977: アカガイの網生簀式養殖試験. 福岡豊前水試研業報, 昭和55年度, 49—52.
- 管野 尚, 1966: 仙台湾の底質とアカガイ漁場について. 東北水研報, (26), 55—75.
- 小山忠四郎・半田暢彦・杉村行勇, 1972: 湖水・海水の分析, 講談社, 東京, 294p.
- 中西雅幸, 1981: アカガイの成長におよぼす水温、塩分、溶存酸素濃度の影響について. 京都海洋センター研報, (5), 23—28.
- 越智 正・岡市友利, 1983: 燧灘東部海域の堆積有機物濃度について. 香川大学農学部学術報告, 34(2), 169—174.
- 塩垣 優・青山宝蔵, 1975: アカガイ養成試験. 青森水増試事業概報, (4), 66—67.
- 塩屋照雄・稲葉 昇・原 武史, 1961: アカガイの浅部(干潟)移殖について—予報—. 9(1), 29—34.
- 高見東洋, 1978: アカガイの生物学並びに増殖技術に関する既往資料. 南西海区ブロック会議貝類技術部会, 1—53.
- ・井上 泰・岩本哲二・桃山和夫・中村達夫・吉岡貞範, 1981: アカガイの増殖に関する研究—Ⅰ, 放流アカガイの減耗について. 水産増殖, 29(1), 38—46.
- ・岩本哲二・中村達夫・井上泰, 1978: 山口県におけるアカガイの増養殖の現況と問題点. 栽培技研, 7(1), 55—56.
- ・吉岡貞範・岩本哲二・中村達夫・井上泰, 1970: アカガイの増殖に関する研究. 昭和54年度指定調査研究総合助成事業報告, 山口内海水試, 1—19.
- 丹下勝義・伊丹宏三・山内幸児, 1971: アカガイ漁場環境調査について. 兵庫水試報, (10), 35—37.
- 山口県・福岡県・大分県, 1975: 西瀬戸地域漁業調査報告書. 昭和46—49年度, 1—245.