

## 豊前海における養殖カキの特性と環境要因との関係

徳田 眞孝・濱田 弘之・神菌 真人・江藤 拓也  
(豊前海研究所)

Relationship between Cultural Character of Oyster *Crassostrea gigas* and Environmental Factors in Buzen Sea

Masataka TOKUDA, Hiroyuki HAMADA, Masato KAMIZONO  
and Takuya ETOH  
(Buzenkai Laboratory)

豊前海では1983年からかき養殖（マガキ，*Crassostrea gigas*）が営まれており，'91年には，626 t，2.55 億円の生産を揚げるまでとなった。豊前海でのかき養殖は2年生かき養殖の形態をとるが，マガキの成長が早く，漁獲物のほとんどを「一粒がき」として出荷するのが特色である。ここでは豊前海地先の各養殖場におけるカキの成育状況調査および環境調査を実施することにより，養殖環境の特性とマガキの成長との関連を検討したので報告する。なお調査に際し，御協力いただいた，柄杓田，恒見，曾根，蓑島，吉富各漁業協同組合の方々に感謝の意を表す。

### 方 法

福岡県豊前海のかき養殖場のうち，柄杓田地区，恒見・曾根地区，蓑島地区，吉富地区の4ヶ所を'89～'91年の3年間調査した。調査地区を図1に示した。このうち'89，'90年には恒見・曾根地区，蓑島地区，吉富地区においてカキの成長を調査し，'91年には，柄杓田地区，恒見・曾根地区，蓑島地区，吉富地区において，成長調査に加え，他種生物の付着量，収穫量等の調査を行った。調査方法は，各地区の特定した養殖筏から垂下連を引き上げ，カキ垂下連の上層，中層，下層から1

コレクターを採取し，2年生マガキの生，死貝の個体数，生貝の殻高，全重量，生肉重量，シロボヤおよびムラサキイガイの付着量を測定した。水温，塩分，溶存酸素，クロロフィルa量については，各かき養殖場に隣接した環境調査点で，月に1回測定した。

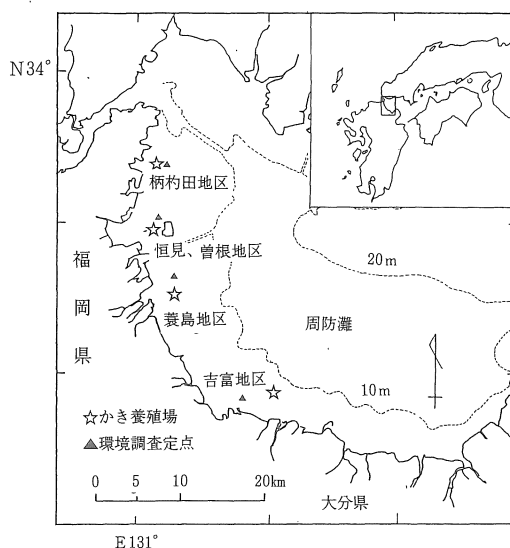


図1 調査地図

結 果

1. 成 長

(1) 殻 高

'89～'91年に行ったマガキ成長調査の結果を  
図2に示した。柄杓田地区の成長は、春季から夏  
季にかけて他地区より遅れたが、その後回復して  
10月に殻高約90mmに達した。恒見・曾根地区の

成長は、年により若干の成長差がみられるが、各  
調査年とも調査地区の中で最も良く、夏季に殻高  
約70mmに達し、10月に殻高約90mm、11月に100  
～110mmとなり「一粒がき」の大きさに達した。  
蓑島地区の成長は、'89年では夏季までの成長が  
良いが、'91年には秋季における成長が良かった。  
このように、年によって成長に差がみられた。大  
きさは、7月に殻高約50mm、収穫期の11～

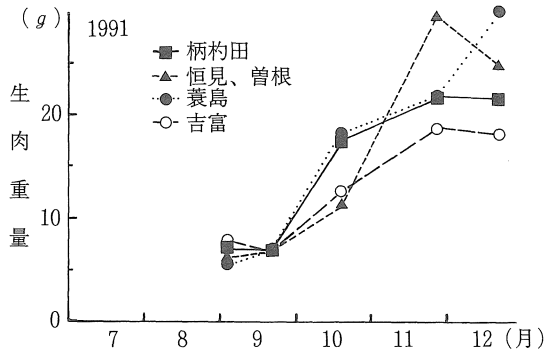
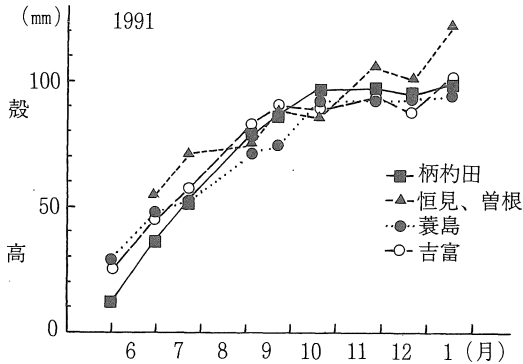
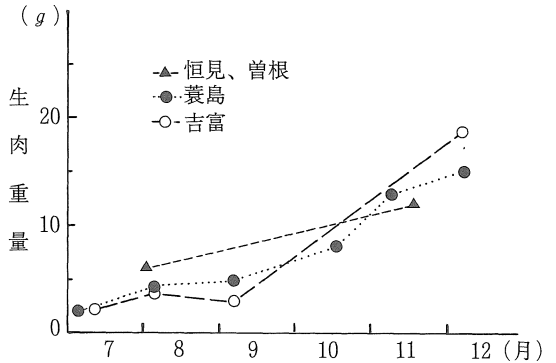
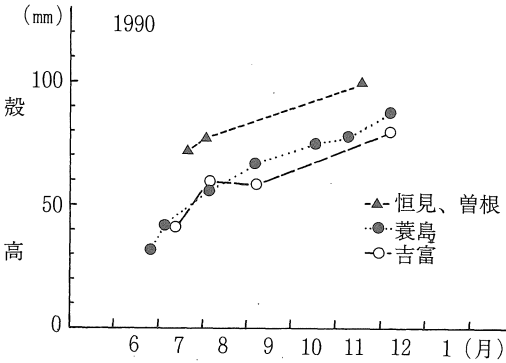
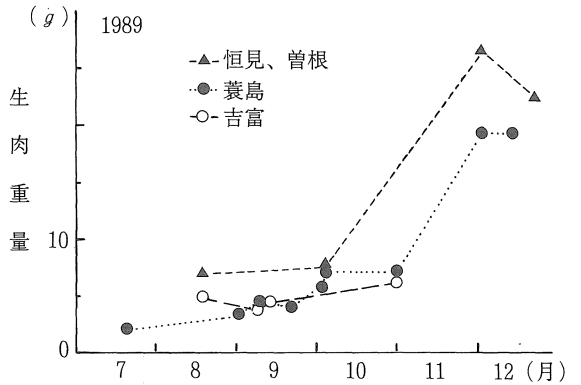
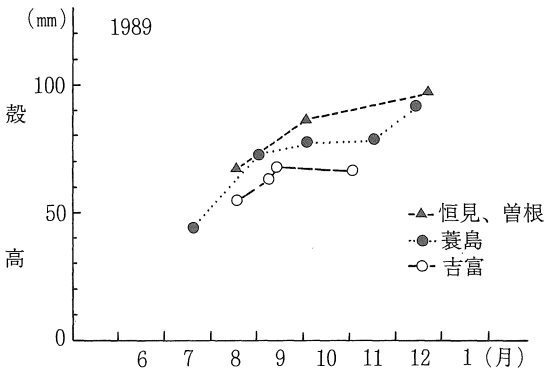


図2 年別、地区別殻高の成長

図3 年別、地区別生肉重量の成長

12月に殻高約90mmに達し、恒見・曾根地区のものに比べ若干小さかった。吉富地区では、調査年によって大きな成長差がみられた。'89, '90年における成長は悪く、収穫期になっても殻高約70~80mmに成長したに過ぎなかった。しかし、'91年での成長は、7月に殻高約50mm、11月に約90mmと柄杓田、蓑島地区に比べほとんど差がなかった。

3年間の成長調査をまとめると、いずれの地区でも11月までに「一粒がき」の商品の大きさである殻高80mmに達していた。成長は恒見・曾根地区>柄杓田地区>蓑島地区>吉富地区の順であった。

(2) 生肉重量

'89~'91年に行った生肉重量の調査結果を図3に示した。いずれの地区においても生肉重量は9月下旬まで5~8g/個体で推移し、その後急激に成長して12月には15g/個体以上に達した。恒見・曾根地区のマガキは、'89年と'91年の調査で4地区の中で最も大きくなり、11月には25g/個体となったが、'90年では最も小さかった。柄杓田地区、蓑島地区、吉富地区の生肉重量はほぼ同じ増加を示し、11月で15~20g/個体となった。特に吉富地区については、殻高は最も小さかったにもかかわらず、生肉重量は蓑島地区とほぼ同程度であった。

2. へい死亡率

'89~'91年におけるへい死調査結果を図4に示した。いずれの年も8月から9月にかけてへい死し、その後へい死カキの脱落のため、見かけ上のへい死は少なくなる。最もへい死亡率が高かったのは、'91年の柄杓田地区で、約70%に達した。恒見・曾根地区、蓑島地区では毎年、20~50%発生した。吉富地区のへい死亡率は30%以下で、4地区中最も少なかった。

3. 収 獲 量

'91年の11月での1コレクター当たりの収獲量を表1に示した。なお、収獲量は「一粒がき」と

して出荷される、殻高80mm以上の個体の総量を計量した。最も収獲量が多かったのは、恒見・曾

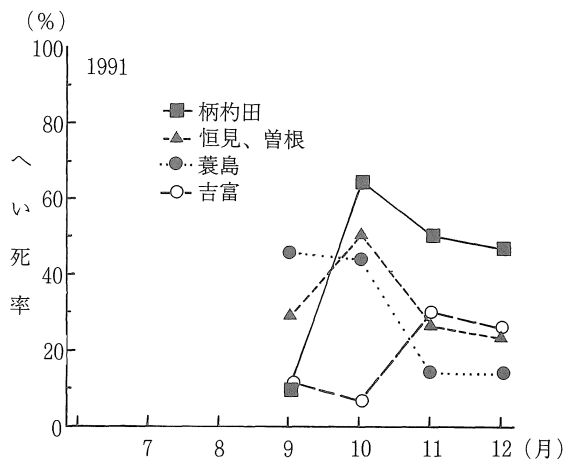
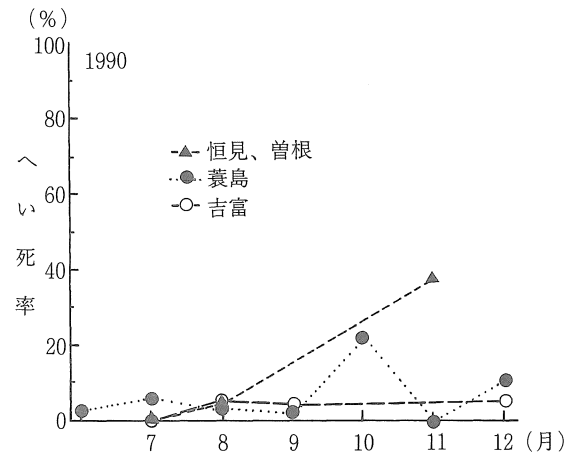
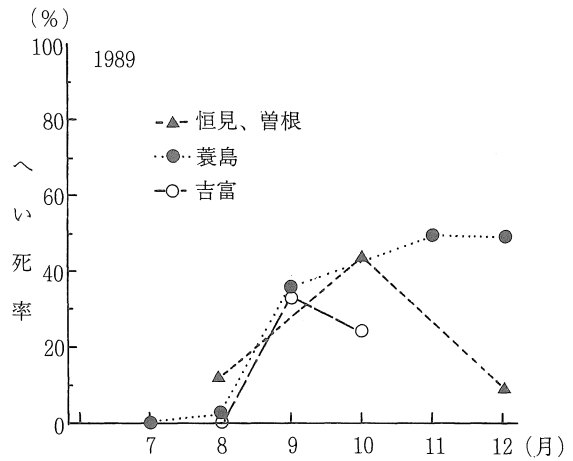


図4 年別、地区別へい死亡率の推移

根地区の約1,200gで、他地区の1.5～2倍の収穫量があった。次に、蓑島地区、吉富地区、柄杓田地区の順に収穫量が多かったが、これらの3地区間の差は少なかった。

表1 各地区別の収量(1991, 11月)

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4
1コレクターあたりの 漁獲量(g) (殻高 $\geq$ 80mm)	630.4	1,156.2	842.5	790.0

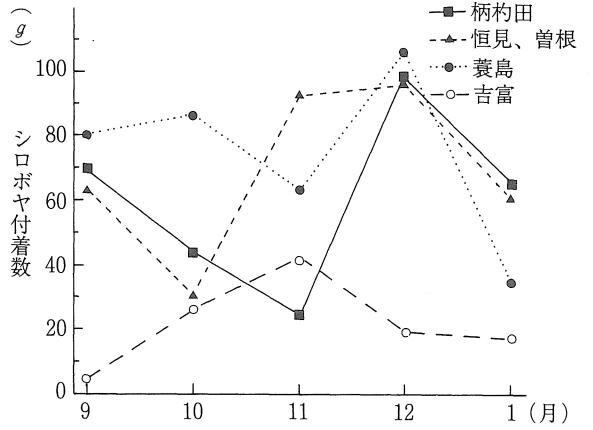


図6 1コレクターあたりのシロボヤ付着量

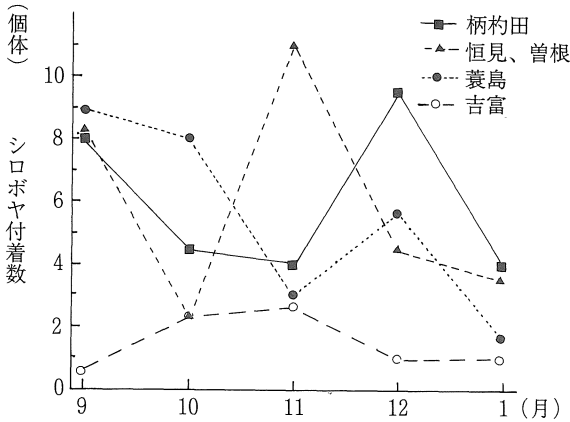


図5 1コレクターあたりのシロボヤ付着数

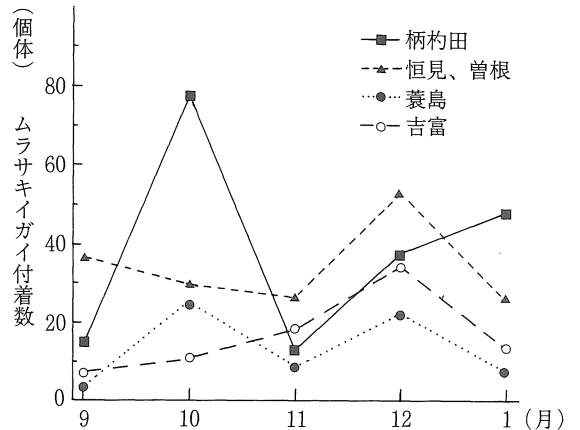


図7 1コレクターあたりのムラサキイガイ付着数

#### 4. 他種生物の付着量

'91年調査による1コレクター当たりのシロボヤ付着個体数を図5に、付着量を図6に、また、ムラサキイガイの付着個体数を図7に、付着量を図8に示した。シロボヤの付着量は12月に最大を示し、柄杓田地区、恒見・曾根地区、蓑島地区が多く吉富地区が少なかった。シロボヤの付着が多かったものは、11～12月に4～10個体、100gの付着がみられた。ムラサキイガイの付着量もシロボヤと同様に12月に最大を示し、このとき柄杓田地区、恒見・曾根地区、吉富地区、蓑島地区の順に多く、20～50個体、300～500gが付着した。全調査期間中最も多い付着は1月の柄杓田地区の約800gでマガキの付着量を上回った。

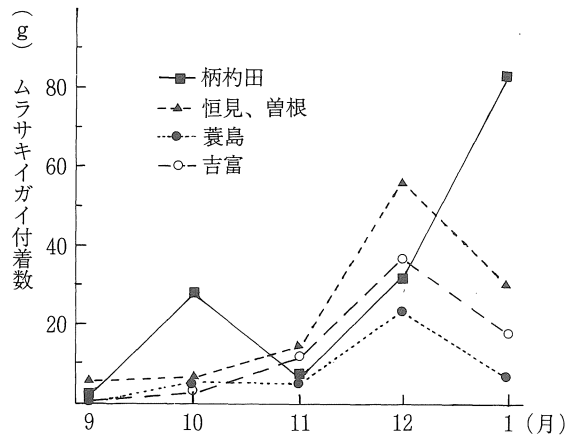


図8 1コレクターあたりのムラサキイガイ付着量

### 5. 水温、塩分、溶存酸素

豊前海の海況の季節変化を見るため、'91～'92年の水温を図9、塩分を図10、溶存酸素の推移を図11に示した。

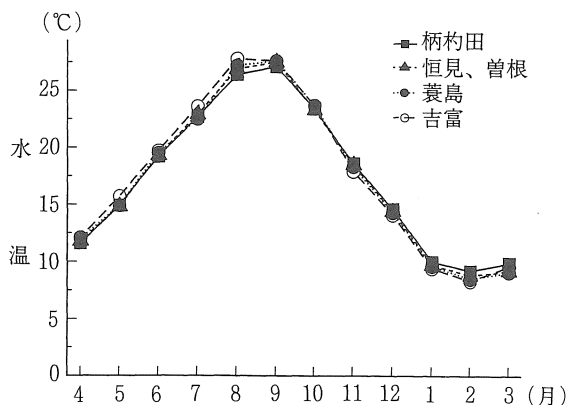


図9 地区別水温の推移 (表層、1991)

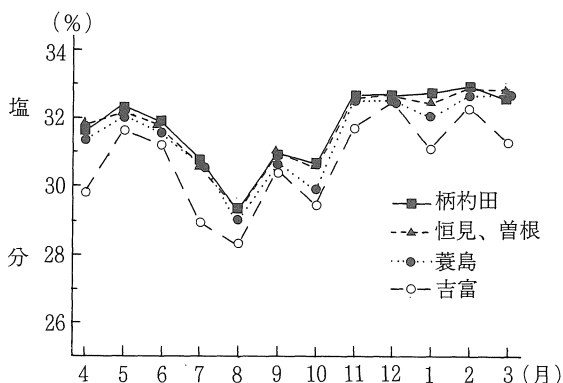


図10 地区別塩分の推移 (表層、1991)

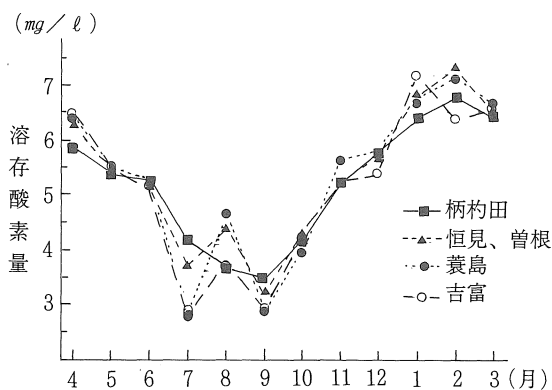


図11 地区別溶存酸素の推移 (底層、1991)

豊前海での水温は冬季に約8℃、夏季に約28℃となる。各地区間の水温は、夏季において吉富地区、蓑島地区、恒見・曾根地区、柄杓田地区の順で高いが、他の季節では地区間の水温差は小さい。

豊前海での塩分は、冬季～春季に30～33と高めで推移し、7、8月の夏季と10月の秋季に低下する。地区間の塩分は、柄杓田地区、恒見・曾根地区、蓑島地区、吉富地区の順に高かったが、このうち吉富地区は全期間を通じて最も低く、また、他の地区との差も大きかった。

溶存酸素量は、'91年において、7月に蓑島地区、吉富地区で溶存酸素の大幅な低下がみられ、また、9月には全地区において低下した。

### 6. 餌料環境

豊前海のクロロフィルa量の季節変化を見るために、蓑島地区における'89～'92年のクロロフィルa量の推移を図12に示した。クロロフィルa量が特に増加する期間は春季～夏季および冬季の年に2回ある。水深は8.5mと浅く、鉛直分布にほとんど差はみられない。一方、クロロフィルa量が減少する時期は年によって違うが、2～3月、8～9月の年2回ある。しかし、量は2～3μg/lであり、1μg/lを下回することはほとんどない。次に、豊前海内のクロロフィルa量の地理的分布を図13に示した。クロロフィルa量は、豊前海の北方ほど高い傾向がうかがえるが、年によって濃密度となる地区に若干の移動がみられた。また、'91年の6月、'89年の10月のように、時期によっては地区間のクロロフィルa量の差がかなり生じた。

### 7. 各地区における養殖漁場の特性

以上の結果から豊前海における各地区の養殖漁場の特性を、次のようにまとめた。

#### (1) 柄杓田地区

殻高の成長は7月に約50mm、10月には約90mmとなった。へい死率は高く、収穫量は最も少なかった。他種生物の付着、特にムラサキガイが

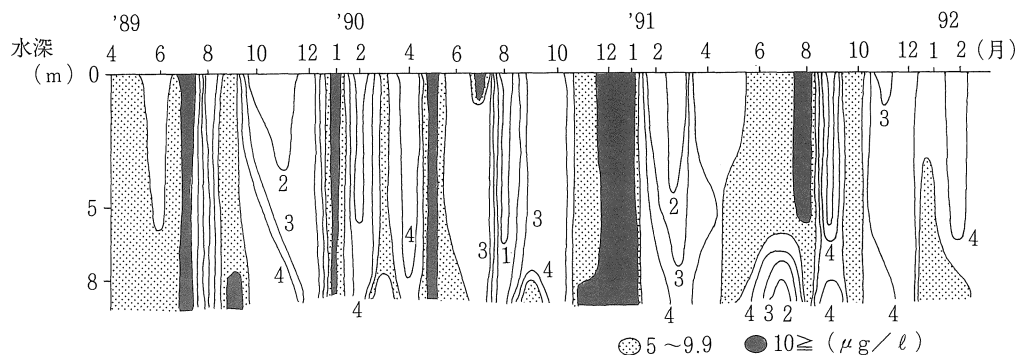


図12 蓑島地区におけるクロロフィル a 量の推移

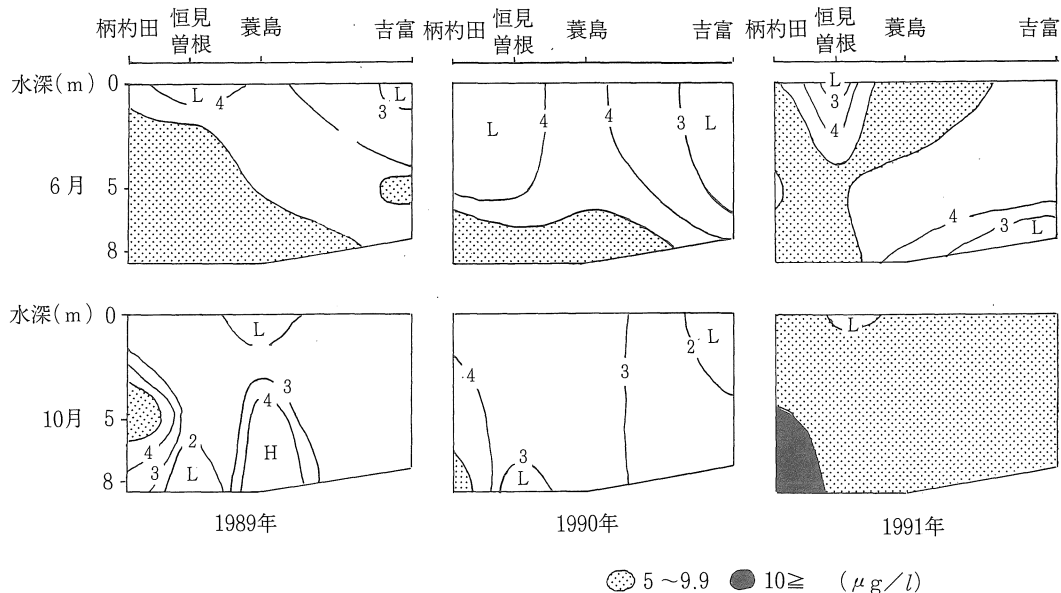


図13 クロロフィル a 量の地理的分布

多く、マガキの成長と収穫量に悪影響を与えているものと考えられる。

(2) 恒見・曾根地区

調査地区中最も殻高の成長が良く、7月に殻高約70mm、11月に約100mmとなった。それにともない生肉重量は増加し、約30g/個体と調査地区中最も大きくなった。一方、'90年のように身入りが悪い年もみられた。収穫量も他地区の1.5~2倍と多かった。これは'91年の秋季に大きな台風が襲来し、豊前海のかき養殖に被害を与えた

が、この地区の東方に位置する土砂処分場が防波堤の役目をして、養殖カキの脱落を防止したと推定される。

(3) 蓑島地区

殻高の成長、生肉重量ともほぼ柄杓田地区と同じであった。収穫量は恒見・曾根地区の次に多く、他種生物の付着量が少ないので養殖環境条件としては恒見・曾根地区に次ぐと考えられる。しかし、波浪により筏が破壊されることが多く、今後波浪対策が必要と思われる。

(4) 吉富地区

殻高の成長は最も悪く、殻高 90 mm に達する時期が最も遅い。しかし、身入りの速度は早く、生肉重量は菟島地区と同程度となる。へい死は最も少なく、多くても約 30% に留まった。この地区は調査地区中夏季における溶存酸素が最も少なかったが、それにもかかわらずへい死は少ないので、今回の調査では溶存酸素とへい死の関連は認められなかった。

8. マガキの成長と餌料環境との関係

二枚貝の成長と餌料環境との関連については、懸濁物の残量とマガキの成長との間に相関関係を示したもの、<sup>1)</sup> アコヤガイについてその餌料量はクロロフィル a 量によって指標化されるとしたものの、<sup>2)</sup> マガキ生肉重量の増加量 (g/月) とクロロフィル a 量との間に相関関係を示したものの、<sup>3) 4)</sup> 海水中に存在する植物色素量に加え、間接濾過水量と餌料効率を加味して計算した色素指数を用いて増肉量との間に相関関係を示したもの、<sup>5)</sup> 等が報告されている。ここでは、秋期と春期に分けてその関係を求めた。

(1) 秋期におけるクロロフィル a 量と生肉重量の増加量との関係

楠木の方法<sup>3)</sup>にしたがい、秋季における増肉量とクロロフィル a 量との関係を求めた。豊前海でのマガキの秋季における生肉重量は、9 月下旬から急激に増加し、11 月中旬に 15 ~ 20 g/個体になる。したがって、9 ~ 11 月の 1 ヶ月当たりの増肉量を '89 ~ '91 年調査の全資料を用いて算出した。また、この期間のクロロフィル a 量は、それぞれの年の 10、11 月のクロロフィル a 量の平均値を用いた。両者の関係を図 14 に示した。相関係数は  $r = 0.518$  となり、両者の関係に正の相関が認められた。

(2) 春期におけるクロロフィル a 量と殻高との関係

垂下後 7 月までの成長とクロロフィル a 量との関係を求めた。垂下時点ではいずれの地区も垂下時期、種苗の大きさも大差はないので、7 月時に

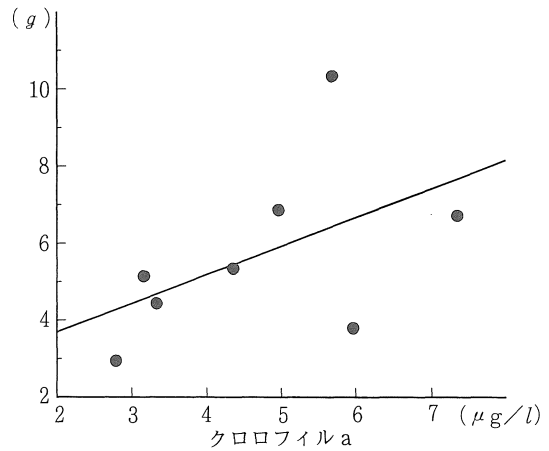


図14 クロロフィル a 量とマガキ成長との関係 (秋期)

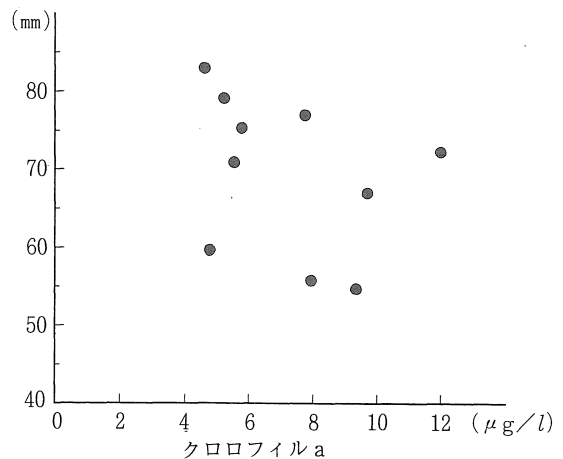


図15 クロロフィル a 量とマガキ成長との関係 (春期)

における殻高と、5、6 月のクロロフィル a 量の平均値との関係を求めた。結果を図 15 に示したが、両者には相関関係が認められなかった。

考 察

豊前海のマガキは非常に成長が良いと考えられるので、他産地との殻高の成長を比較検討してみる。広島 (地御前, 安芸津),<sup>5)</sup> 岡山 (虫明湾)<sup>6)</sup> と菟島地区の成長の比較を図 16 に示した。11 月での殻高は地御前が約 60 mm, 安芸津が約 70 mm, 虫明湾が 73 mm に対し、菟島地区は約 90 mm であっ

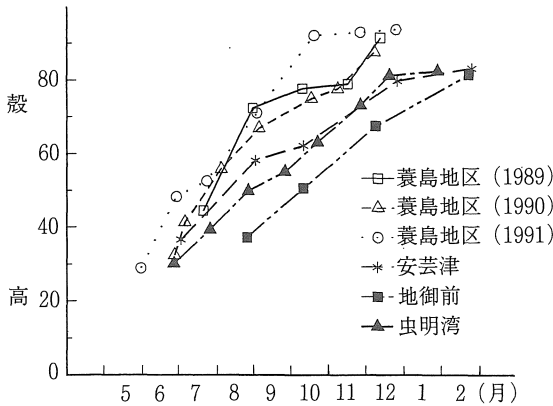


図16 豊前海(蓑島地区)と他産地との成長の比較

た。このような成長差は、ひとつは各地区の垂下時期が違うため生じると推定される。豊前海では4月垂下のマガキに対して、地御前、虫明湾は共に5月下旬及び6月垂下のマガキである。これらの豊前海以外の地区ではムラサキイガイの付着を防止するため、ムラサキイガイの産卵期を避け、浮遊幼生が減少した後で垂下を行うので、垂下時期が遅い。また、広島では夏季にはフジツボ等の他種生物の付着を防ぐために、4.5mの吊り手をつけて垂下する(深吊り)。<sup>5)</sup> それに対し、豊前海では水深が浅く、深吊りは行われていない。このため、豊前海でのかき養殖は、このような養殖方法をとる地区よりも垂下期間が長く、また、育成水温が高いので成長が良くなると推測される。また、もうひとつの要因として春季から夏季にかけての成長が良いこともその一因といえる。安芸津のマガキは豊前海と同じく4月に垂下を行う。それにもかかわらず、両者は収穫期において成長に大きな差が生じる。この成長差は、夏季以降の成長度が両者においてあまり違いが見られないので、既に7月の時点で豊前海産が約50mm、安芸津産が38mmと成長差があることに起因すると考えられる。このように夏季までに成長差が生じる要因としては、両者の春季～夏季の餌料環境の違いが指摘できる。豊前海では5～7月のクロロフィルa量が4～10  $\mu\text{g}/\text{l}$ 以上であるのに対し、安

芸津では0.29～2.13と少なく、この餌料環境の違いが7月までの成長差に関連すると推定される。このように、豊前海産マガキは垂下時期が4月と早く、また、夏季までの餌料環境に恵まれ、他産地より水温の上昇が早いこともあり、非常に早い成長を示すと考えられる。

各地区間での養殖カキの育成状況については若干の違いがあり、特に成長差が認められた。本報告では、その成長差の一因が餌料環境にあると考え、まず、秋季における増肉量とクロロフィルa量との関係を求めた。両者の関係に正の相関が認められたので、秋季でのクロロフィルa量の地域差が、その地区におけるマガキの身入りを決定すると推定される。次に、春季における成長と餌料環境との関係について述べる。収穫時において豊前海と他産地との間に成長差が生じるのは、7月時点での成長差に起因していると考えたが、豊前海域において恒見・曾根地区の成長が最も良いのも、7月の時点で殻高約70mmに成長するからであると推測できる。そこで、春期におけるクロロフィルa量と殻高の成長の関係を求めたが、両者には関係は認められなかった。これは前述の豊前海と他産地とのマガキの成長差は、春季～夏季におけるクロロフィルa量の差によるという推定と相反する。このような結果が生じたのは二つの原因が考えられる。一つは、殻の成長は海水中のCaイオン等に影響され、<sup>7)</sup> 餌料量との関係は、生肉重量の増加よりも薄いと考えられることであり、またもう一つは、この時期の殻高1～5cmのマガキの海水濾過量は、秋季の殻高5～8cmのマガキの海水濾過量の1/3なので、<sup>7)</sup> 豊前海域では餌料量が必要基準量に達し、そのため餌料量の多少と成長とは相関関係がないと考えられることである。成長が良い恒見・曾根地区は東方に土砂処分場が位置し、これが防波堤となって静穏域をつくり、他の地区より波浪の影響を受けにくい。この場所的要因がマガキの成長に影響を及ぼす可能性があり、波浪、水流等の因子を検討する必要がある。

他種生物の付着については、特にムラサキイガ



イがめだった。ムラサキイガイの付着については、マガキに対するイガイの全重量比とマガキ1個体の平均全重量との間には逆相関の関係がみられる。<sup>7)</sup> 豊前海でマガキを大きく成長させ「一粒がき」として出荷させるためには、早期垂下がひとつの条件となるが、4月下旬までムラサキイガイの浮遊幼生が多く発生し、養殖カキへの付着が避けられない。今後、付着を減少させる垂下方法の開発も必要となろう。

### 要 約

- 1) 豊前海での養殖カキの特性を明らかにするために、'89～'91年にかき養殖漁場調査を行った。
- 2) 豊前海のマガキは、殻高が7月に約50mm、11月に90mm以上に達した。地区別にみると、殻高の成長は恒見・曾根地区が最も良く、柄杓田地区、蓑島地区が同程度で吉富地区が悪かった。生肉重量については年により差はあるが、恒見・曾根地区が最も大きく、柄杓田地区、蓑島地区、吉富地区は同程度であった。
- 3) 豊前海での成長は他産地に比べて良いが、その要因としては、早期垂下、良好な春～夏季の餌料環境、早期水温上昇が推定される。
- 4) 秋季における生肉重量の増重量とクロロフィルa量との間には正の相関関係があり、クロロフィルa量が、その地区における身入りを決定すると推定された。
- 5) 春～夏季での殻高の成長とクロロフィルa

量には相関関係はみられなかった。これは餌料量が必要基準量に達しているの、餌料量の多少と成長には相関関係がないと推測された。

### 文 献

- 1) 今井丈夫・伊藤 進・中村 捷・小野寺弘・気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究－環境条件とカキの生産性－。気仙沼湾開発研究会，1957。
- 2) 関 政夫：養殖環境におけるアコヤガイ，*Pinctada fucata* の成長及び真珠品質に影響を及ぼす自然要因に関する研究。三重水試研報，第1号，32－149，1972
- 3) 楠木 豊：マガキの成育とクロロフィルa量との関係。広水試研報，第9号，28－36，1977。
- 4) 藤沢邦康・小橋啓介・佐藤二郎：虫明湾における養殖カキの成長と環境要因の関係。岡山水試研報，第2号，44－51，1987
- 5) 楠木 豊・木村知博・馬久地隆幸・橋本俊将：カキの成育と餌料量との関係について。広水試研報，第13号，7－33，1983。
- 6) 寺島 朴・片山勝介・篠原基之・池田善平：抑制効果がカキの成長。収量に及ぼす影響。岡山水試事報，269－285，1975。
- 7) 今井丈夫・沼地健一・森 勝義・菅原義雄：カキ養殖の技術。「浅海完全養殖」，恒星社厚生閣，東京，1971：，pp. 153－189，