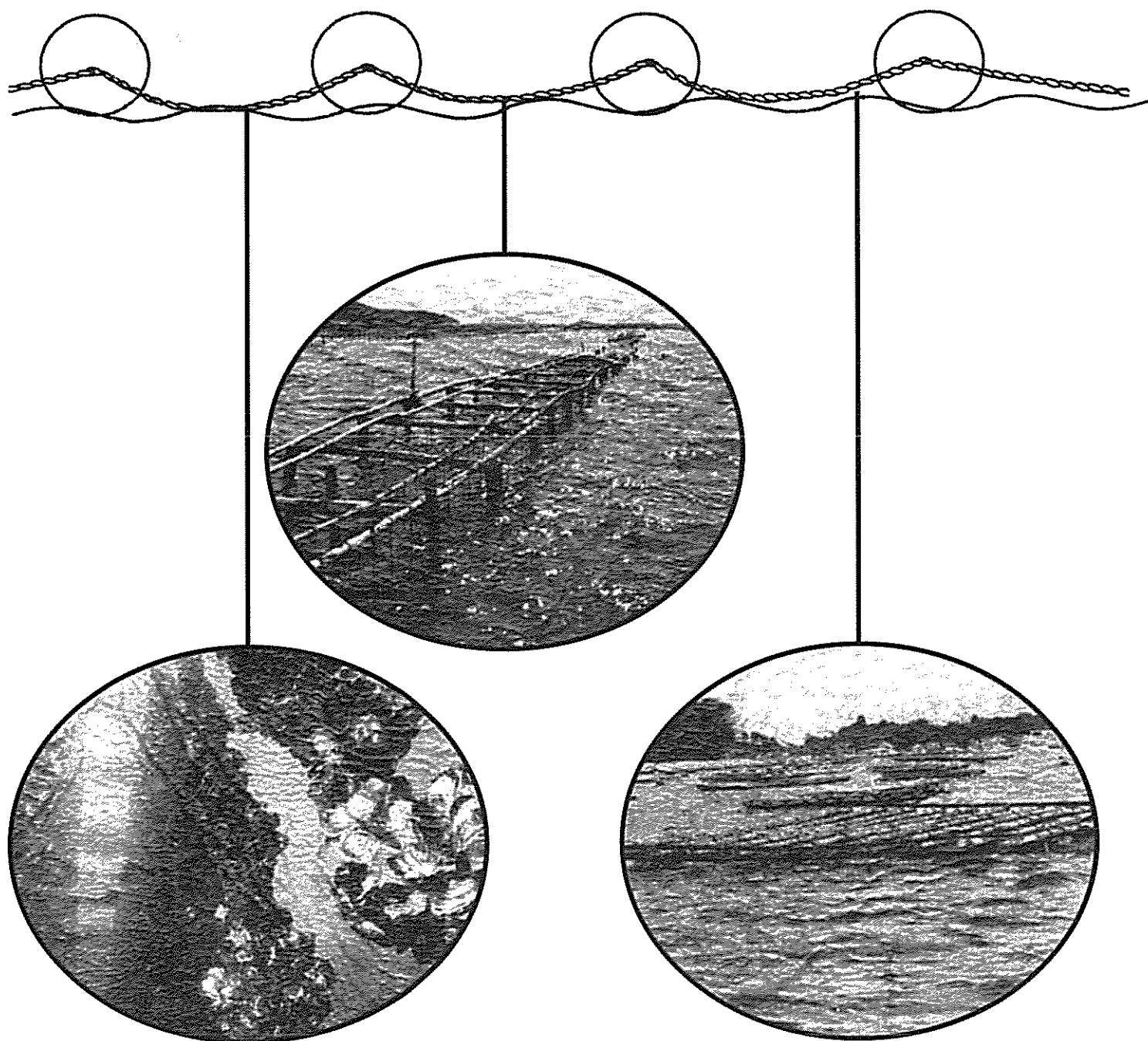


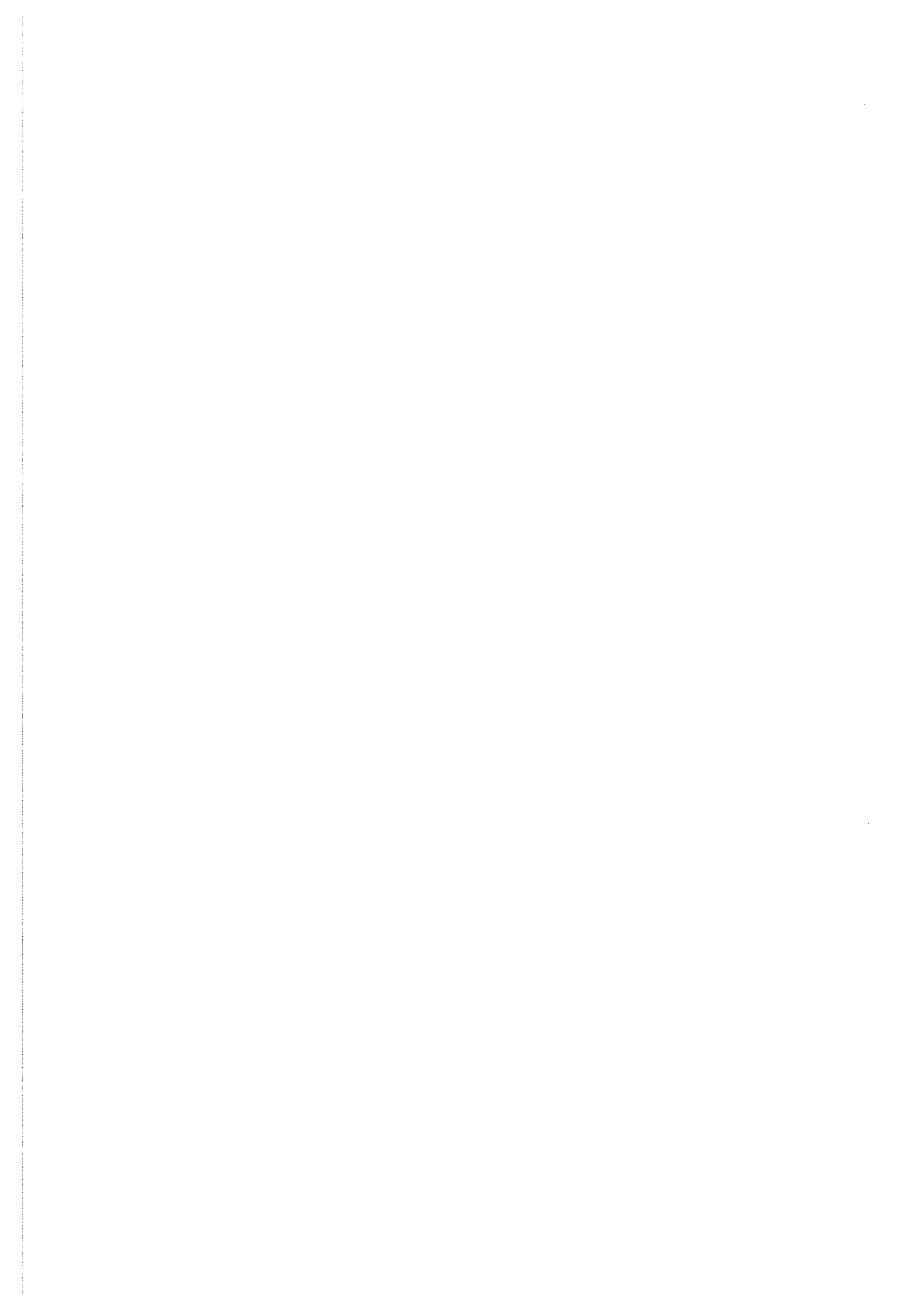
# 宮城県の伝統的漁具漁法 VII

## 養殖編（かき）



宮 城 県

平成6年3月



# 目 次

## I かき養殖の歴史

- 1 かきと人の関わり・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 2 日本における養殖の歴史・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 3 宮城県における養殖の歴史
  - (1) 内海庄左衛門によるかき養殖の始まり（1600年代）・・・・・・ 6
  - (2) 繁殖保護と採苗の始まり（1800年代）・・・・・・・・・・・・・・ 7
  - (3) 広島から教師を招いて技術指導・・・・・・・・・・・・・・ 7
  - (4) 水産試験場の設立と養殖試験の開始と日本産マガキの米国輸出・・・・ 8
  - (5) 宮城県産カキをアメリカに移殖・・・・・・・・・・・・・・ 8
  - (6) 垂下養殖の開発と宮城県への普及・・・・・・・・・・・・・・ 9
  - (7) 宮城氏によるワラ縄使用による養殖法の開発・・・・・・・・・・・・ 10
  - (8) 延縄式垂下養殖法の開発・・・・・・・・・・・・・・ 10
  - (9) 沖合養殖保全施設の設置・・・・・・・・・・・・・・ 12
  - (10) フランス向け種ガキの輸出が開始される・・・・・・・・・・・・ 12
  - (11) 種ガキ輸出の終えんと現在・・・・・・・・・・・・・・ 16

## II かき養殖技術

- 1 養殖施設・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
  - (1) 地まき式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
  - (2) ひび建式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
  - (3) 簡易垂下式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
  - (4) 筏垂下式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
  - (5) 延縄垂下式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
- 2 縄付け（挟み込み）と本垂下・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
- 3 収穫・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
- 4 出荷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
- 5 経営・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26

## III 採苗技術

- 1 仙台湾の環境・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
- 2 かき種苗（種ガキ）の確保・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
  - (1) 種ガキの採苗条件・・・・・・・・・・・・・・ 31
  - (2) 産卵・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33

(3) 幼生の検鏡、採苗予報並びに種見	36
(4) 採苗施設など	37
(5) 種苗の育成(抑制処理)と管理	39
<b>IV 害敵生物とその駆除</b>	
1 ニシ類	43
2 ヒラムシ	43
3 ムラサキイガイ	44
(1) 幼生付着防止(深下げ)	
(2) 付着貝の駆除	
<b>V かきの生物学</b>	
1 かきの分類と分布	47
2 かきのからだ	49
(1) 軟体部の特徴	
(2) 殻の特徴	
3 成熟と産卵	49
4 発生と浮遊生活	50
5 付着	50
6 成長と身入り	50
7 貝殻形成	52
<b>VI かきの栄養学</b>	53
<b>参考及び引用文献</b>	55

# I かき養殖の歴史

## 1 かきと人の関わり

人類がかきを食料として利用してきた歴史は古く、日本の縄文、弥生時代など先史時代の貝塚で、かき殻の出土しないところはほとんどないと言われるほどで、中にはかき殻ばかりで構成されている貝塚も少なくない。

こうした例は、我が国ばかりでなく世界各地に散在する貝塚でも広く知られ、我々の祖先がいかに古くからかきの食品としての価値に関心をはらってきたかが伺える。

かきは「海のミルク」とも言われるほど栄養豊かな自然食品である上に、味覚についても優れた風味を持つことで知られている。そのためヨーロッパではローマ時代に盛んに利用されて、紀元前80年頃イギリスのテムズ河口産のものが運ばれ、養殖も行われたと云われる。また東洋では中国の宋の時代に養殖が試みられ、日本でも江戸時代初期に、すでに広島地先で養殖が始められたとも云われている。

このように我が国も有史以前から蛋白資源としてかきを大いに利用してきた歴史を持ち、現在に至っても世界有数のかき生産国として、その依存度が高い。

## 2 日本における養殖の歴史

数多い魚貝藻類のなかでも、かきは特に古い時代から世界各地で養殖されたものの一つである。かき養殖は第二次産業とはもちろんのこと農業生産とも異なり、自然の生物生産そのもので、その技術開発はかきの生活史に応じた条件、成長、経済を背景として、自然をいかに有効に利用して生産をあげることにある。

日本のかきの養殖法は、環境条件の解明とそれに適応した技術開発を背景として、地まき式養成法から、世界に例を見ない垂下式養殖法へと発展してきた。さらに垂下式養殖法は、簡易垂下式・筏垂下式・延縄垂下式と地域に応じて技術的に改善され、その養殖場は内湾奥部から沿岸部、さらには外洋部へと拡大し、これに伴って生産量が増加してきた。(図1)

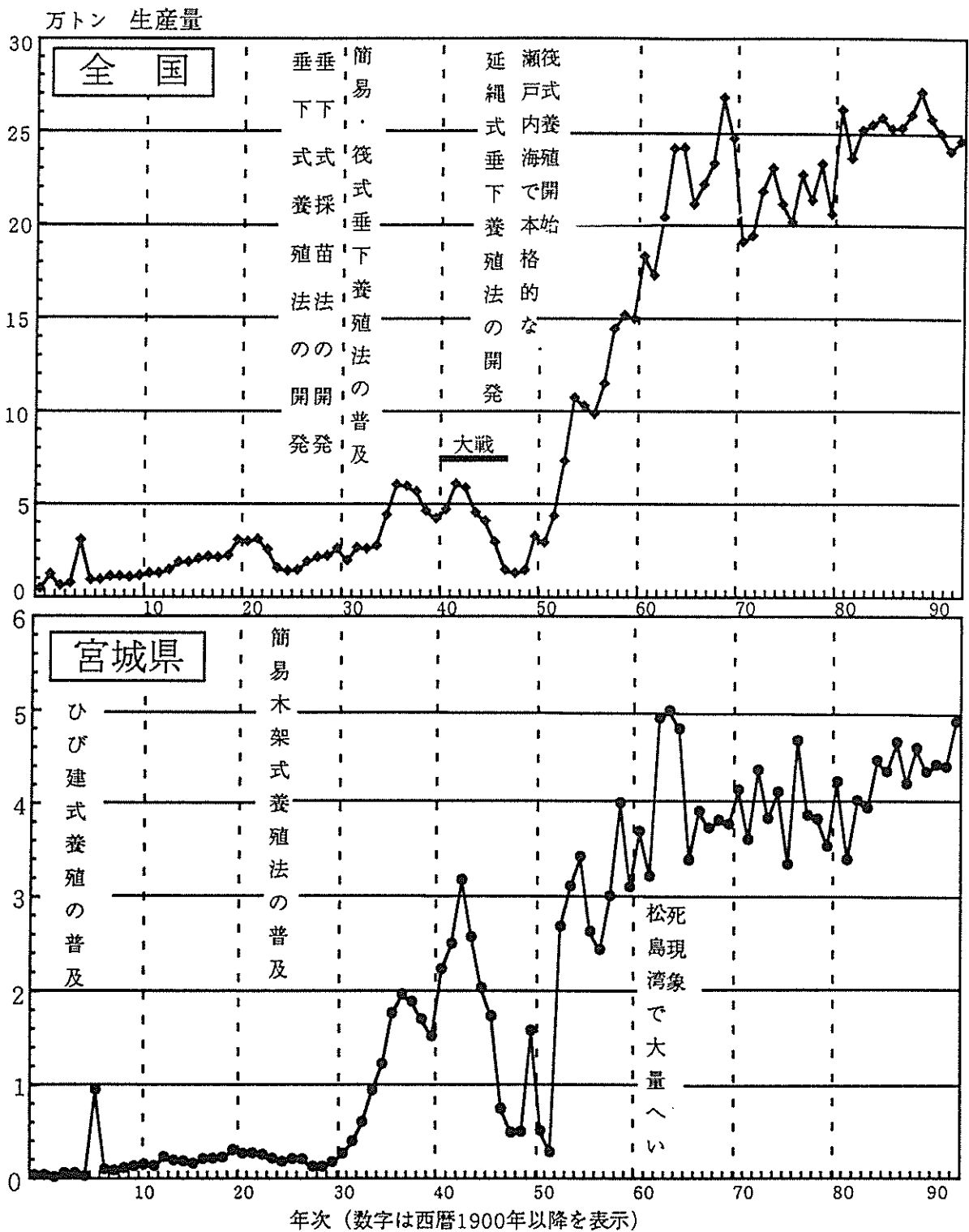


図1 全国及び宮城県のカキ生産量（殻付き換算）の推移

歴年統計を基本としているが、下記については年度統計を使用した。

全国：1941年～1952年

宮城県：1941年～1952年、1956年～1960年、1962年、1965年～1969年

1905年（明治38年）の生産量は時系列的にみて過大と考えられるが、県統計書においても修正が行われていない。

我が国での養殖の歴史としては元和元年（1615～1623）に、浅野氏が安芸の国に転封の際、和歌の浦産のものを移殖したと伝えられる。その後、延宝年間（1673～1680）に広島草津の小林五郎左衛門が竹枝にかきの付着することからひび建法を始めたと伝えられて以来、現在のかき養殖体系に到達するまで約300年の年月が経過しているが、本格的なかき養殖の発展の歴史は、最近60数年の間に集中している。

大正末期（1927年）に垂下式養殖法が開発され、またそれと前後して垂下式による採苗試験が宮城県、神奈川県で成功している。この垂下式養殖法は、それまでのひび建式、地まき式養殖法に比較して、その管理面、漁場利用面、さらに生産性において優れており、これが簡易木架式、筏式、延縄式養殖法として各地に普及し発展していった。また、この発展を支えたものが垂下式の採苗法であった。

垂下式養殖は1930年頃から漸次全国に普及し、また、1950年頃から広島地方で始まった簡易垂下式から本格的な筏式養殖への転換と養殖海面の拡大、さらに1年ガキ養成は戦後の食料不足による需要増大や経済復興を背景として、かき養殖の急激な発展をもたらした。

現在、日本のかき養殖は宮城県を中心とする東北地方太平洋岸と、広島県を中心とする瀬戸内海の二大生産地に特徴づけられる。最近のかき養殖の動向について各区域別に生産量、経営体数で見ると、瀬戸内海が全国の身ガキ生産の71%を占め、その比率は年々高くなっている。次いで宮城・岩手を中心とする太平洋北区の生産が21.1%を占めている。一方、経営体数では太平洋北区が全国の54.6%、次いで広島・岡山を中心とする瀬戸内海区が19%となっている。一経営体当たりの生産は、広島県277トン、岡山県64トン、石川県35トン、宮城県24トンと、広島県と宮城県では10倍以上の差が見られる。瀬戸内海区は静穏な内湾性漁場での筏式養殖を主体とする集約化と専門化による大型経営として、また太平洋北区はその地理的特性から種ガキ生産と小規模経営のかき養殖地として発展してきたことがわかる。（図2、3、4）

このように発展を遂げてきたかき養殖は漁場の競合、埋め立てによる漁場の消失、漁

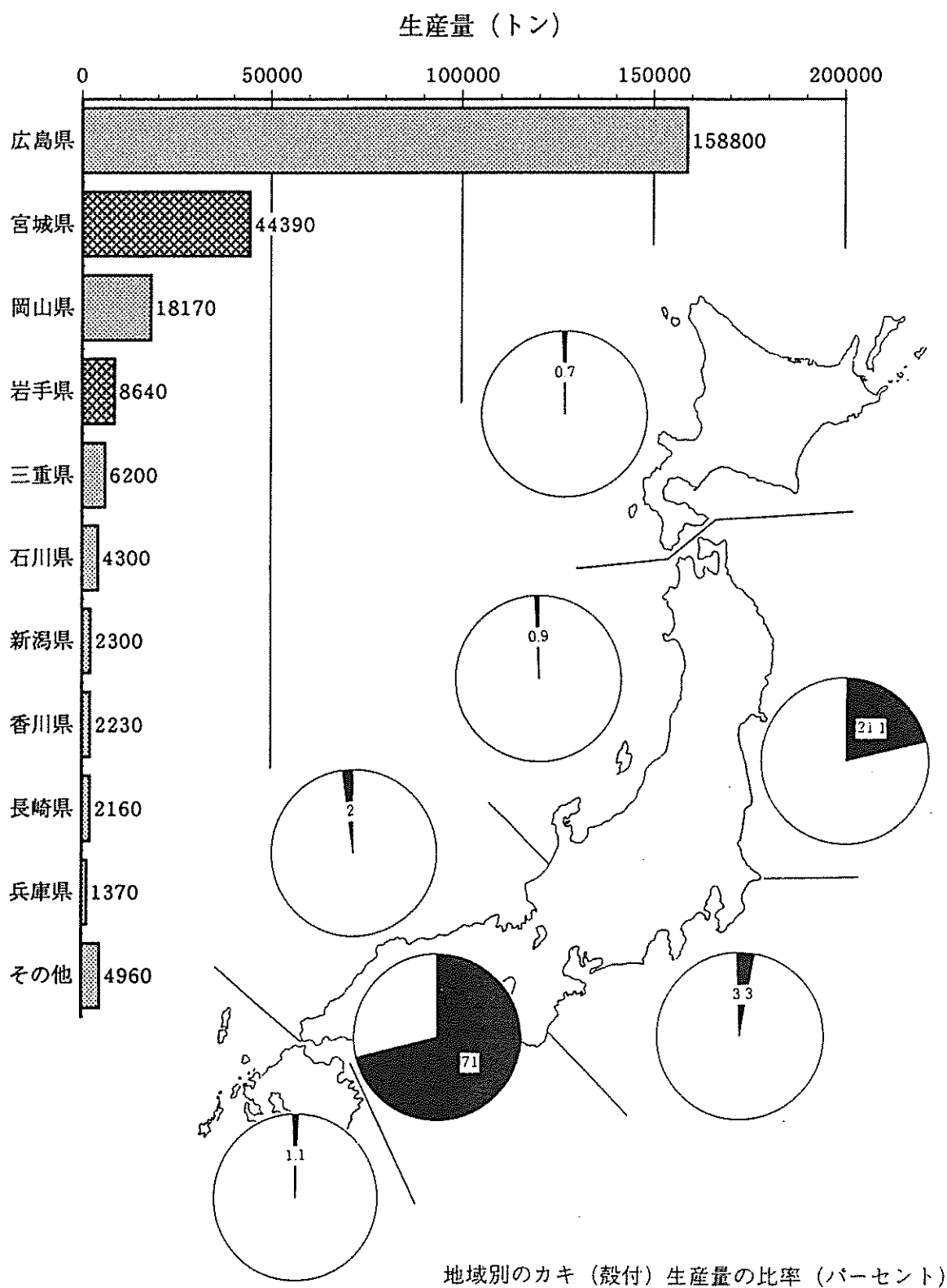


図2 県別のカキ (殻付) 生産量と地域別比率  
(1982~1991年、10年平均)



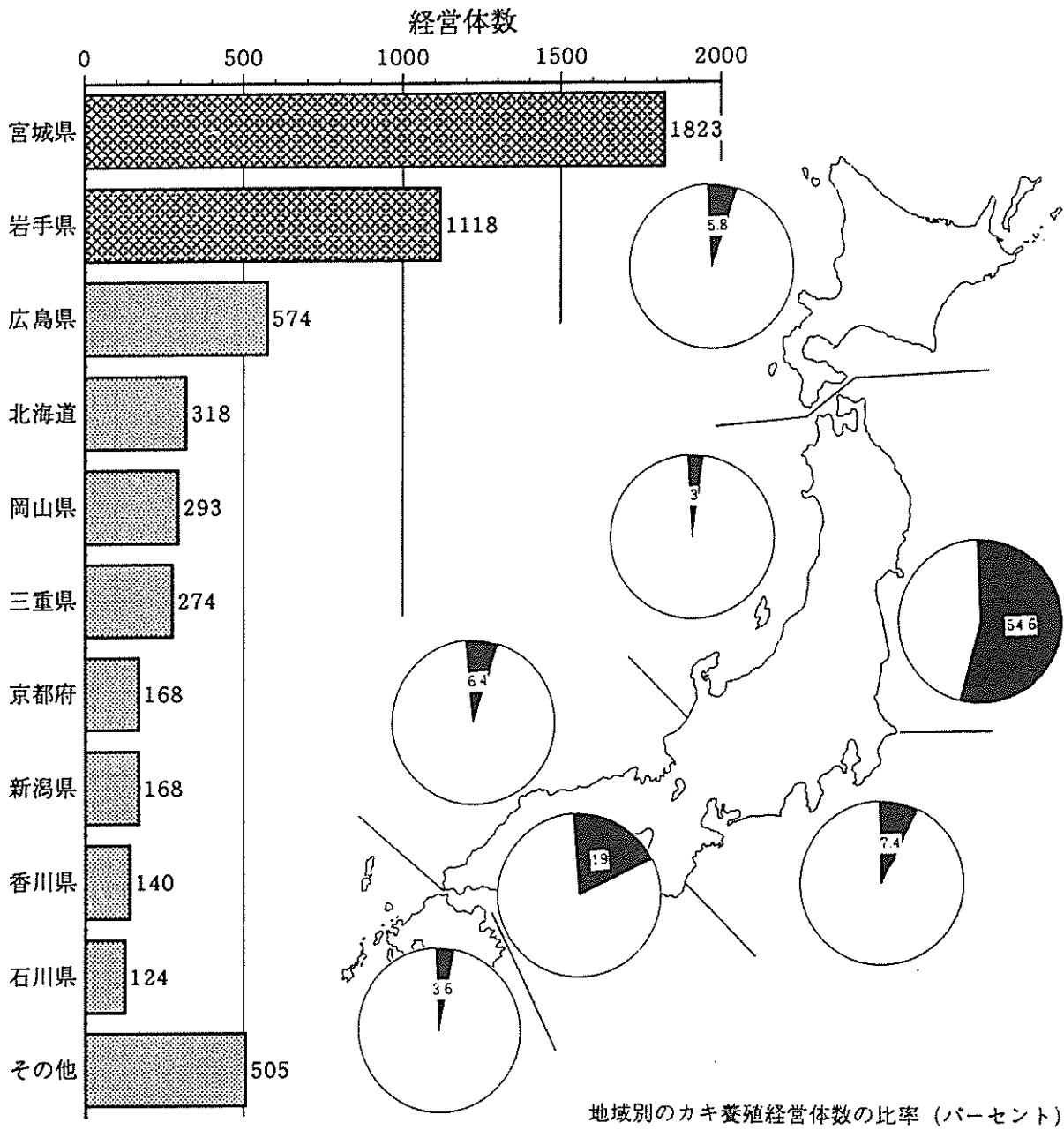


図3 県別のカキ養殖経営体数と地域別比率  
(1982~1991年、10年平均)

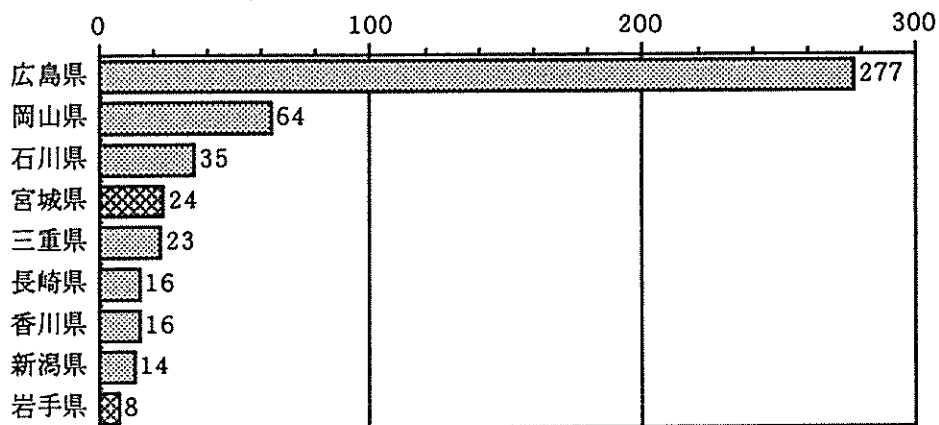


図4 県別の一経営体当りのカキ生産量  
(1982~1991年、10年平均)

場の老化、就業人口の減少など幾多の問題を克服してきたが、現在は高品質生産のための品種改良、貝類毒化プランクトン発生への対応、高鮮度保持や販売価格にかかる流通体制の変革など新たな問題に直面している。

### 3 宮城県における養殖の歴史

日本におけるかき養殖の起源は、天文（1532年）、延宝年間など諸説があるが、宮城県については、「・・・今から280年ぐらい前に、内海庄左衛門という人が、松島湾の野々島周辺に、おびただしいカキの生息するのを発見し、同島の長者屋敷といわれる所に移住し、カキの採取を行ったといわれる。」（伝承、東北水研叢書第2号、1952）が一般的である。

宮城県水産試験場発行の「フィッシュロード26号」で当時場長職であった酒井誠一氏が著したものを参考として、宮城県におけるかき養殖の歴史をまとめると以下のような経過をたどっている。

#### （1）内海庄左衛門によるかき養殖の始まり（1600年代）

松島湾の野々島で内海庄左衛門が島周辺におびただしいかきの付着しているのを発見し、同島の長者屋敷というところに移住し、かきの採取を行ったといわれる。

庄左衛門は漁船漁具を作らせて、もっぱらかきの採取に従事し、また、天然産のかきの採取のみではかきが減少すると考えて、天然稚貝を拾い集め、適当な海面に散布して生育をはかり、かつ、その採取日を定めたと云われる。また、かき殻と稚貝をまいて自然の釣り合いを保つようにしたとも云われ、この方法は湾内の各部落でも行われるようになり、かなりの生産があがったとされる。

その内海庄左衛門は延宝4年丙辰5月3日に死亡し、家系も元禄年間に絶えたといわれる。

## (2) 繁殖保護と採苗の始まり (1800年代)

明治維新前に仙台藩主の食膳に供せられたかきは、塩釜村のうち吉津浜のものに限っていた。しかし、吉津浜は天然物を採取するだけで、繁殖をはからなかったため、かきは減少の一途をたどり、稚貝もほとんどなくなり漁民の生計が苦しい状態であったが、廃藩置県の際の民情視察に来た官吏の復命により、一日一戸米五合宛が支給され、かきの繁殖保護が奨励された。

その後、漁民は貞山運河入り口の海面に発生する天然稚貝を拾い集め、これを適地に移植して保護したので、その効果が現れるようになった。

また、今から120年ほど前、野々島で松の木を伐採したとき、その枝が海中に落ち、年を経てこれにかきが付着していることを知り、それ以来、毎年旧暦3月15日頃、松の木を海中にたて、種苗を付着させ、翌年付着した稚貝を適当な場所に移し、成長させて採取するようにした。かきの成長していない海面には、20～40間(40～80m)の海面を区切って、厚さ1mぐらにかき殻をまき、上面をならし、その上に稚貝を移植し、3ないし4年後に採取するようにした。

以上のように、明治維新までは採取と繁殖がだいたい均衡を保っていたが、維新後は従来の習慣が破られ、また、かきの需要が急激に増したことから、かきの生産額が減少した。しかし、漁民も減産をうれい、明治18年(1885年)12月に漁業組合を設立し、組合規約によって繁殖保護に力を入れるようになったので、次第に生産が回復してきた。

## (3) 広島から教師を招いて技術指導

漁業組合設立当時の宮城郡長 十文字新介は、明治21年(1888年)に郡勤業費38円及び組合費60円を支出し、その他の費用は各村の負担として、広島県から教師を招き、組合各地に模範養殖場を設けて3年間指導に当たさせたが、生産額は多少増加したものの、大きな効果はなかった。

これは、松島湾の地形、底質、潮流、淡水の流入などが広島と異なったことのほかに、

種苗付着用の竹の購入や少ない付着量により収支が合わなかったことによると思われる。しかし、このことから漁業者は養殖の必要性を痛感し、広島方式と在来方式とを折衷して、毎年繁殖をはかったことにより、次第に生産が上がってきた。

#### (4) 水産試験場の設立と養殖試験の開始及び日本産マガキの米国輸出

明治38年(1899年)に塩釜に宮城県水産試験場が設立されて、かき養殖試験が本格的に進められ、周辺漁民の努力もあり、在来方式や広島方式からさらに進んだ「す立棒刺棚」を作りだし、これにともない宮城郡でも棚ひびの施設に補助金を支出して奨励したので松島湾のかき養殖事業は発展し、生産額は増加してきた。

種苗採集には、その地方で容易に入手できる竹枝、枝付き松杉、そだ、割竹、かきその他の貝類、スレート瓦、割石、小石、土管、ロープなどのさまざまな材料を使った。

また、明治35年から45年にかけて実施した水産試験場の松島湾における養殖試験の結果により、ひび建の改良と移殖による育成方法を指導し、また、宮城郡において補助金制度によりひび建の改良普及を奨励した。

一方、明治32年、米国ワシントン州水産局長スミス博士は、日本各地の水産業、特にかき養殖業を視察し、帰国後東京帝国大学の箕作教授に、日本産マガキの米国への導入の可能性について諮ってきた。明治35年、北海道厚岸湾産のマガキが米国に送られたが、その結果は知られていない。

その後、農務省水産講習所が明治40年から41年にかけて、広島産かきをワシントン州へ輸送した。その結果、船倉積みのものはへい死したが、甲板積みのものは概ね良好であり、かつ、適当な時期に輸送すればへい死率が低いことが認められた。

#### (5) 宮城県産かきをアメリカに移殖

1911年(明治44年)、カナダのバンクーバーでローヤル水産会社を経営していた宮城新昌、月本二郎氏らはサミッシュ湾に養殖場を設け、日本からかきを輸入して養殖を

始めることを計画した。

宮城新昌氏は大正2年にアメリカから帰国し、ローヤル養蛎商会を作り、日本各地のかき養殖場を視察した。その結果、宮城県産のかきが最適であると認め、大正3年に万石浦にかき養殖場を設立し、宮城県水産試験場の指導と県内の事業者の協力を得て、宮城県のかきがアメリカに輸出される契機となった。

万石浦で集められたかきは、神奈川県金沢湾に作った種貝採種場に移殖して、整形、身入りなどの完全な輸送向けのかきにしたてて、サミッシュ養蛎場に送り放養した。

輸出するかきは、大型のハーフシェルとして食用に供するものから小型のものまで「一粒ガキ」として養成された。

しかし、宮城氏らの開拓したアメリカのマガキ漁場も、1922年（大正11年）に外人土地所有禁止法が制定され、漁場の所有権を失うことになったため、宮城氏は米国人かき養殖業者に漁場を譲って帰国し、日米養蛎商会を作り、アメリカ側に種ガキを供給する輸出業者となった。

これより先、大正8年（1919年）には、万石浦でアメリカ西海岸にかきを輸出するための試験研究をしていた宮城氏は、輸のかきの貝殻に多数付着した稚貝がへい死せず成育したことからヒントを得て、渡波の阿部善治氏とともに採苗試験を行っていた。

#### （6）垂下式養殖法の開発と宮城県への普及

大正12年（1923年）に、妹尾、堀の両氏により、神奈川県においてかきの垂下式養殖法が開発され、これが我が国のかき養殖が飛躍的に発展する基盤となった。

この垂下式養殖法は、それまでのひび建式、地まき式養殖法に比較して、その管理面、漁場利用面、さらに、生産性において優れ、これが簡易木架式、筏式、延縄式養殖法として各地に普及発展することとなった。

宮城県においては、大正15年に松島村漁業組合連合会が15千円の国庫補助を受け、簡易垂下式の養殖法の導入したのを契機に、松島湾や万石浦に垂下式養殖法が取り入れ

られて普及し始め、従来の養殖法から一新した。

また、大正13年（1924年）には種ガキ採苗にかき殻を使った垂下式採苗法が考案され、急速に普及し、これを契機に輸出の対象は親ガキから種ガキに代わっていった。

さらに、昭和5年（1930年）には、水深の深い場所での筏式養殖法が県水産試験場および小野寺清氏によって、従来施設し得なかった気仙沼湾にも取り入れられ、その後、志津川湾、雄勝湾、長面湾、大原湾、萩浜湾にも拡大普及することとなった。

#### （7）宮城氏によるワラ縄使用による養殖法の開発

従来、針金と竹管を用いて行われていたかき養殖は、宮城新昌氏らによってコールターで煮染めたワラ縄を使用する養殖法が考案され、昭和7年（1932年）特許が公告された。この方法は宮城県内のみならず、三陸沿岸の各地に急速に普及した。

#### （8）延縄式垂下養殖法の開発

昭和27年（1952年）頃から気仙沼市松岩地先において、宮城県水産試験場気仙沼分場等により延縄式垂下養殖法が開発され、昭和30年以降、宮城県のみならず岩手県沿岸の各地に普及し、外洋性漁場におけるかき養殖の飛躍的な発展に大いに寄与した。

（図5）

その反面、漁場の外延拡大にともなって、防災対策が新たな課題となってきた。この延縄式養殖法は、その後、わかめ、ほや、ほたてがいの養殖にも応用され、これらの養殖の発展に大きく貢献した。

種ガキの輸出も、戦後輸出が再開されるとともに、アメリカにおけるかき養殖業の発展等もあって昭和30年（1955年）には10万ケースを輸出し、最高を記録した。

また、国内かき養殖業の進展にともない、本県種ガキの需要も増加し、国内各地に盛んに移殖されるようになった。

しかし、特産として競争もなく安定した立場であったため、年々過剰生産による生産

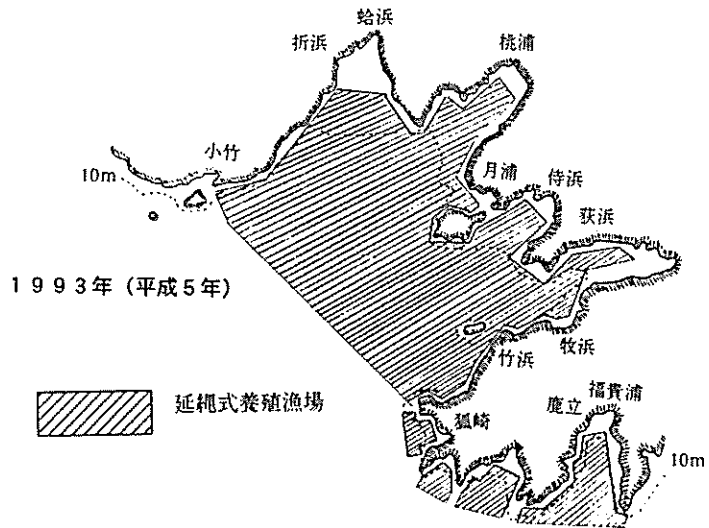
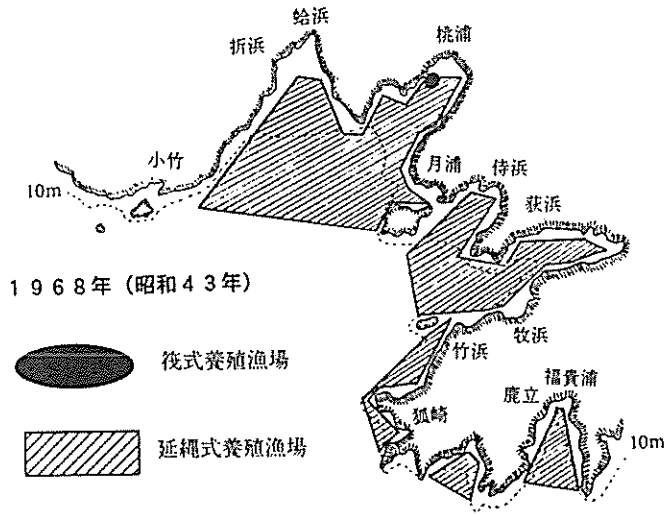
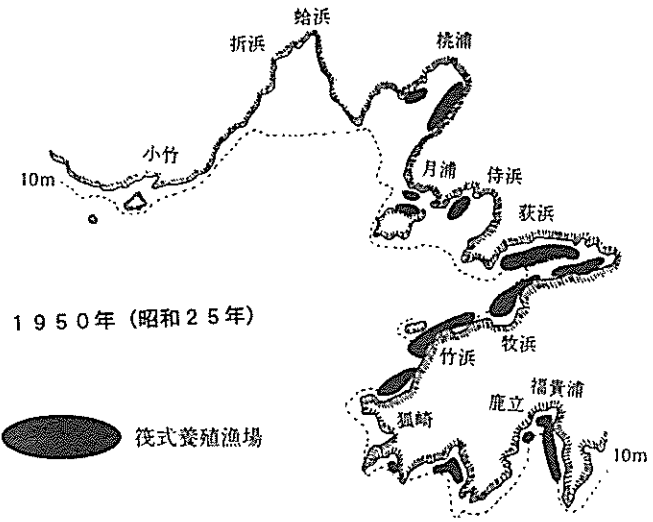


図5 萩浜湾におけるかき養殖場分布の変遷

者間競争がおり価格の維持が問題となり、生産技術の向上と抑制管理の強化等を通じて、生産構造及び流通機構の改善が、種ガキ生産の安定を図るうえで求められてきた。

### (9) 沖合養殖保全施設の設置

昭和37年(1962年)に、沿岸漁業構造改善事業の経営近代化促進対策事業における新たな試みとして沖合養殖保全施設を女川湾ほか五カ所に設置した。以後、毎年各地に数カ所づつ設置し、これまで従来施設では利用できなかった外洋の漁場が開発された。このように漁場の拡大とともに防災対策としての施設の強化が行われ、また、高級品種としてオリンピックガキ、フランスガキ等の養殖も開始されるなどの発展が見られた。

一方、昭和36年(1961年)から松島湾で高水温期に湾内のかきの30~60%がへい死する現象が発生し、5年間継続したことから、のり養殖への転換等により経営体数、生産量ともに半減した。また、気仙沼湾奥部でも漁場老化、水質汚濁からへい死が発生するようになった。

種ガキ生産においても県内最大の採苗場であった松島湾で異常へい死が発生してから湾内での生産が急激に低下し、代わって渡波を含む牡鹿半島地区での生産の比重が高まったが、全体としては数量は次第に減少し、安定性を欠く傾向が見られるようになった。

### (10) フランス向け種ガキの輸出が開始される

1960年代に入りフランスを中心として大西洋沿岸並びに地中海の在来種であるフランスガキ、ポルトガルガキの大量へい死が続いた。このため東北大学今井丈夫教授と宮城県水産課の斡旋指導を受け、松島湾浦戸種牡蛎漁業協同組合が昭和41年(1966年)に、前年夏に採苗した種ガキ20函を空輸したのがヨーロッパ向け輸出の契機となった。これらの種苗はラ・トレインブロード水産研究所のトロシヨン所長の指導のもと、シャランド、マリチーム地方で養殖された。

昭和42年春には80函が輸送され、各地での養殖試験に供された結果、へい死率が



低く、成長が極めて良好であったので、フランスのかき養殖業界に大きな反響を呼んだ。しかし、フランスの養殖場で1966年11月から1967年にかけてポルトガルガキに原因不明のえら病が発生したため、昭和42年秋には日本からの種ガキ移入を一時禁止する措置が取られた。この問題について東北大学農学部はフランスの研究所と連絡を取りながら原因解明に努め、これが病原菌などによる感染症でないことを説明して、昭和44年2月の検査のうえ、フランスの養殖場への移入許可が可能となり、輸出は以後飛躍的に伸び、昭和46年度以降はアメリカ向け輸出を上回るようになった。(32ページ表4参照)

一方、身ガキ生産においては停滞傾向が見られ、これは昭和36年(1961年)頃からのかき養殖業からのり・わかめ養殖業への転換など、松島湾、気仙沼湾のかき養殖経営体の減少の影響と考えられる。

施設数は昭和39年までは増加傾向にあったものの、昭和40年以降は減少傾向に転じ、昭和39年、40年の採苗適期の松島湾内異常海況と異常低温等による種ガキの生産不振のあおりもあって、減少が目立った。また、漁場の外洋への拡大にともなって、耐波性のある延縄施設が増加する一方、水質の汚染、臨海地域開発による埋立等によって内湾漁場は縮小の傾向がみられるようになった。(図6)

種ガキは前述したように昭和39年、40年に著しい不振となり、販売量も平年移比で35～57%と大幅に減少し、県内外の種ガキ必要量を満たし得ない結果となった。

昭和41年以降は概ね順調となり、特に昭和43年は大豊作となったものの、翌44年の生産が思わしくなく、販売も不振となった。

このような種苗生産が安定性を欠く傾向に対して、韓国を始めとする新たな供給地の開発も進められるようになった。

一方、種ガキの「移動採苗法」が昭和43年に考案され、これが現在の方式の基となり、種ガキ採苗場として未利用であった牡鹿半島西側でも採苗が可能となった。

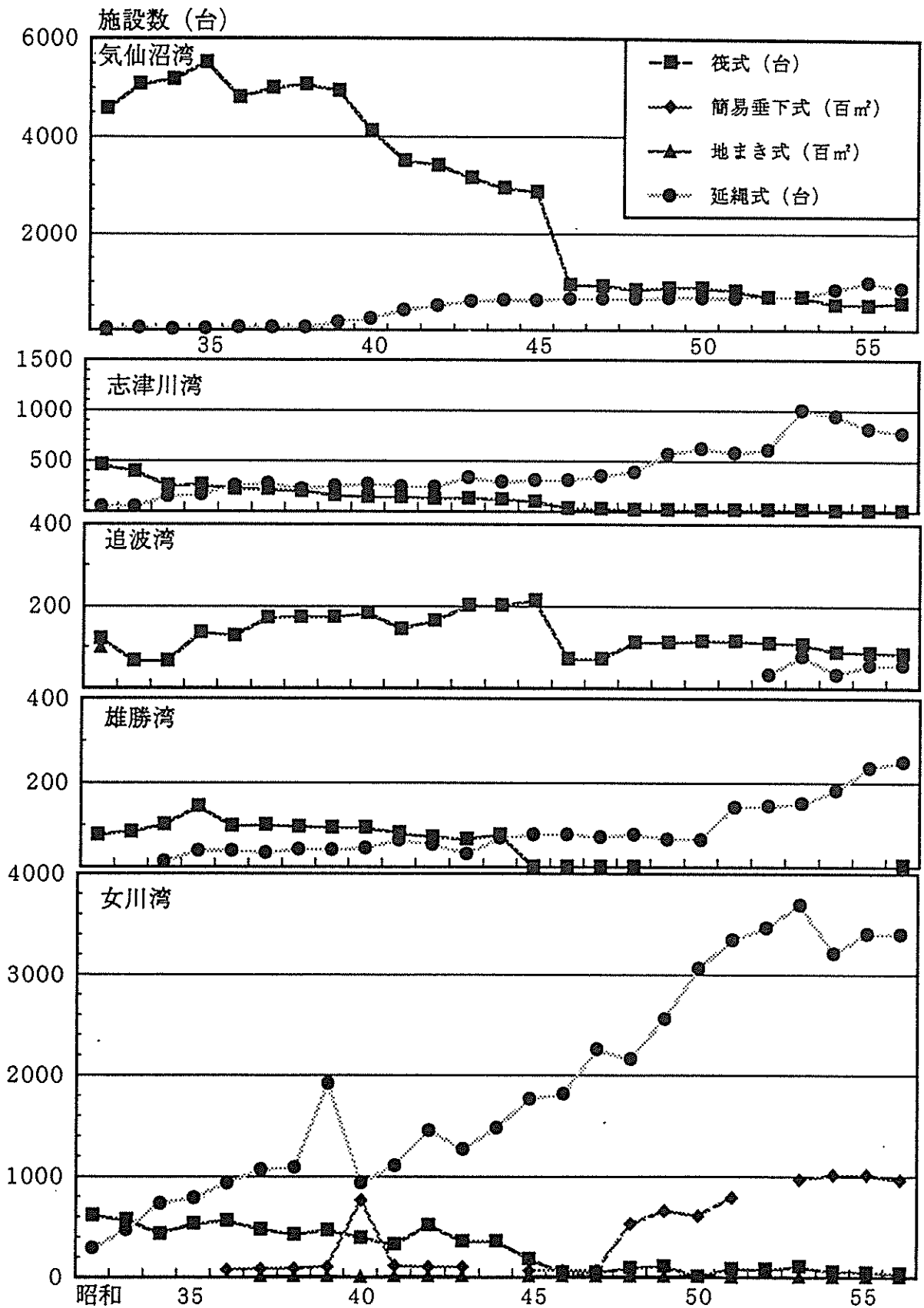


図 6-1 地域別にみたカキ養殖方法の種類別施設数の推移 (農林統計)

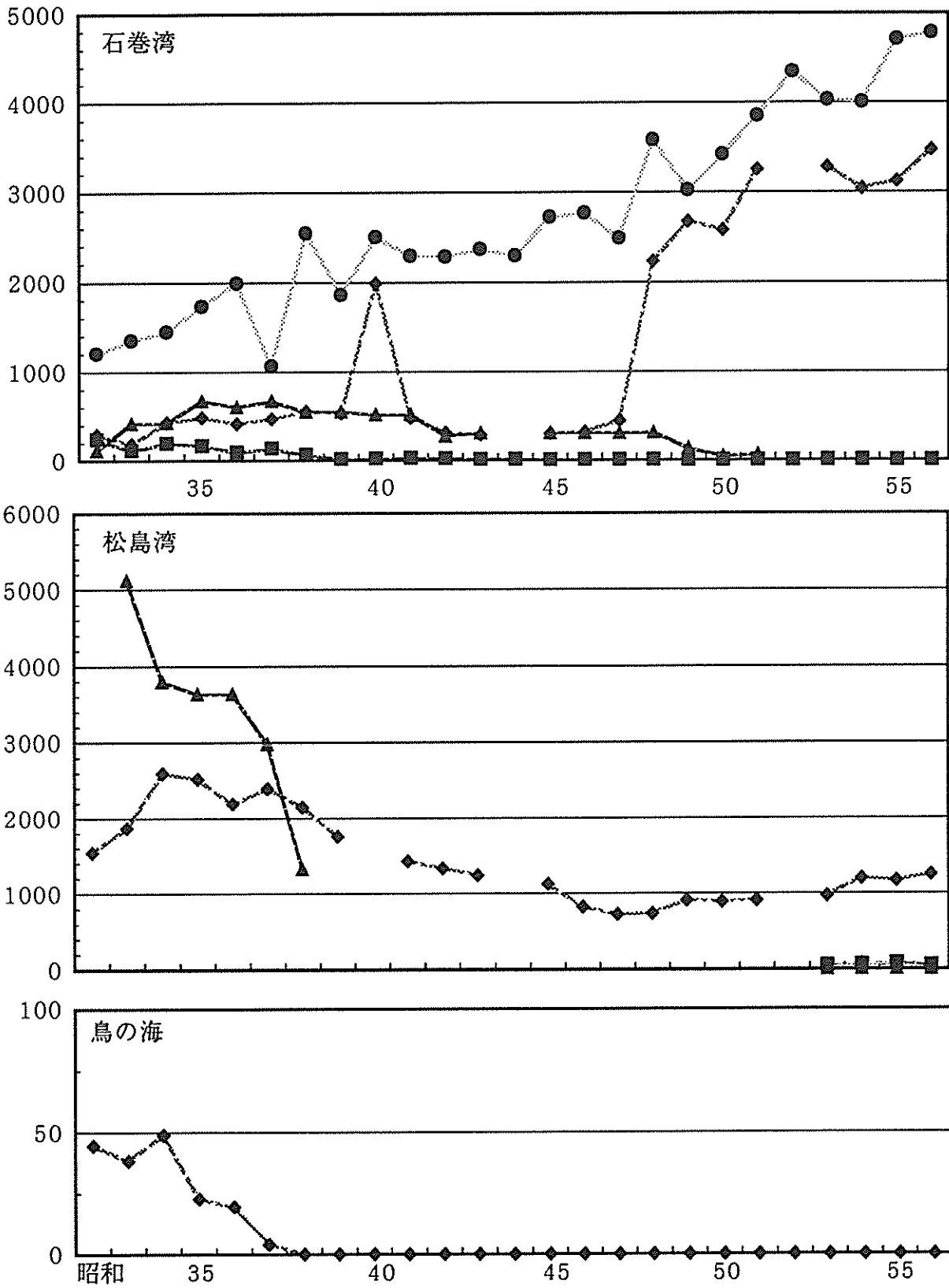


図6-2 地域別にみたカキ養殖方法の種類別施設数の推移（農林統計）

### (11) 種ガキ輸出の終えんと現在

種ガキ輸出は、逐次需要が進展し昭和47年には生産の好調にも支えられてフランス向け輸出が急増したが、昭和48年のオイルショック以降、輸送経費の高騰、世界的不況も影響して減少していった。また、フランスでは日本産マガキが順調に成育して産卵母貝群を形成して天然採苗による自給が可能となった。

さらにはアメリカでもマガキの人工種苗生産システムの確立とその省力化、効率化が図られたことから安価で自給できるようになったうえ、日本で開発された種苗の抑制法を導入して周年種苗を確保することが可能となった。

このように種苗の輸出先における生産技術水準の上昇から、アメリカ向けは昭和53年を、フランス向けは昭和55年を最後として種ガキの輸出が終えんした。

一方、身がき養殖は延縄式垂下養殖法の開発と沖合養殖保全施設の導入、さらには養殖資材の耐久性の向上により、かき養殖漁場は内湾から沖合へと拡大するとともに、主産地も従来の万石浦、松島湾から牡鹿半島、女川湾周辺へと様相を変えてきた。

また、沿岸漁業構造改善事業による共同かき処理場の整備等により、労働環境と衛生設備などの改善も進められてきている。

宮城県においてかき養殖は数多い養殖業種の中でも比較的安定した業種ではあるが、広島を始めとする国内の産地間競争と自由貿易時代を視野に入れた対応が求められ、生産コストの削減、生産の安定化のための技術開発や高品質化への対応など課題は多い。

最近の養殖施設の面での改善についてみると、石巻市東部漁業協同組合の漁業研究会が昭和61年（1986年）から3年の歳月をかけて延縄式垂下養殖施設からの波浪等による養殖かきの脱落を防止し、安定生産を目指した沖合養殖施設の開発に取り組み、プランコ方式を開発した。平成2年（1990年）にはその功績が認められ農林水産大臣賞を獲得している。

また、平成5年（1993年）には石巻市の桃浦地区漁業協同組合青年研究会も同様の目的を持つ養殖施設の改良により、水産庁長官賞を獲得するなど沖合漁場におけるかきの

安定生産に向けた施設開発が進められている。

一方、高品質化への対応についてもマガキに関する新たな取り組みとして、三倍体マガキの作出安定化と特性評価、さらにはマガキの新品種を作出するための交配試験等基礎的研究への取り組みが宮城県水産研究開発センターを中心に進められている。

## Ⅱ かき養殖技術

### 1 養殖施設

かき養殖は、それぞれの海域特性にあった養殖法が行われている。現在、宮城県では簡易垂下式、筏式、延縄式の三方法があるが、特に延縄式養殖法は三陸沿岸のかき養殖の発展に大きく寄与している。(図7、8、表1、2) この方法は昭和27年頃から普及し始め、その後の養殖資材の開発もあって、養殖場は沖合に向かって拡大し、それとともに生産も増大した。

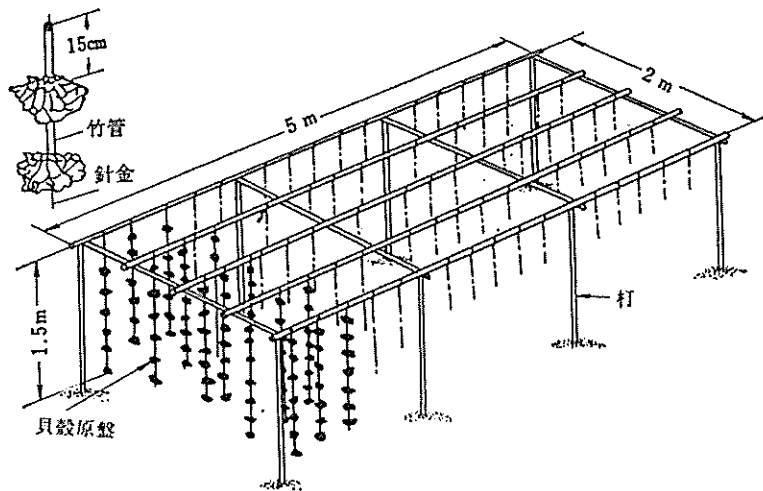
(1) **地まき式** 竹ひび、瓦、貝殻などの採苗器に付着させた種ガキをはぎ取って、干潟に散布する方式である。このため、海底が砂もしくは砂礫質の硬い地盤であること、波や潮流で種ガキが分散流出しないような地形が求められており、養殖場の場所が限定される。底質が軟弱の場合は人工的に底質の改善が必要であり、その方法としては石、竹、貝殻などで養殖床を造成する。また、潮流に沿って潮通しを良くするなどの改善も行われている。しかし、この方式では成長、肥満とも遅く、採苗から出荷までに3、4年を要する。

アメリカでは、今日でも、この地まき式養殖が主流で、かきの採取は満潮時に大型のドレッジを曳き、干潮時には手掘りで行うところもある。

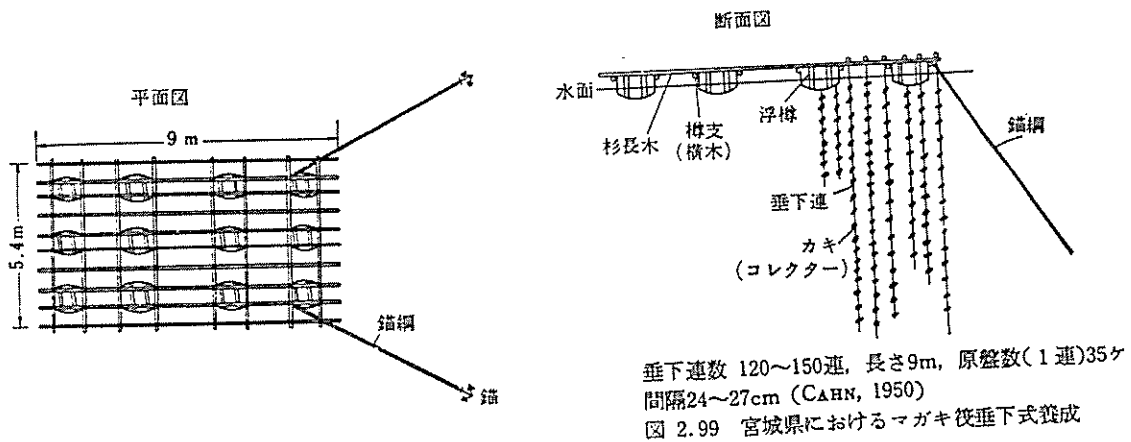
(2) **ひび建式** 濡際または干潟に1 m前後のひびを建てて種ガキを付着させ、2、3年間そのまま成長、肥満させた後に収穫する。この方法は干満によりかきが抑制されるので、品質的には良好となるが、難点は採取を始め作業が潮汐に左右され、また、成長、肥満が若干遅れる。

(3) **簡易垂下式** 杭の打ち込み方や種ガキの垂下の仕方などに地域性があるものの、一般的には水深2～4 m位の干潮時に杭の頭が40～50 cm程度空中に露出する比較的浅い内湾で行われる。一般には海底に杭を平行に2列打ち込み、それに横木をわたし

(1) 簡易垂下式



(2) 筏垂下式



(3) 延縄垂下式

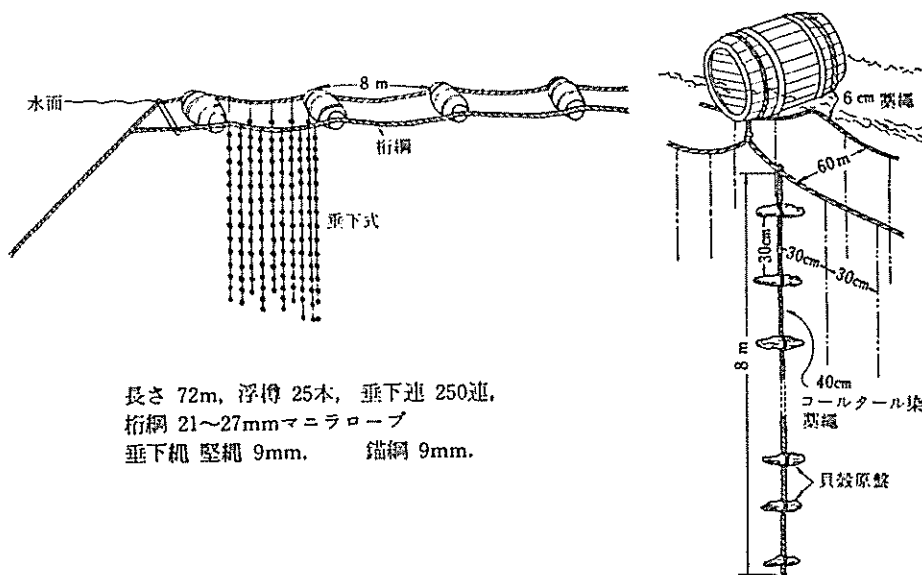


図7 宮城県におけるマガキの養殖法方(Cahn、1950による)

表1 1960年代中期の養殖施設別の資材一覧

(1) 簡易垂下施設資材 (種ガキ採苗用)

種別	数量	備考
杭	111本	雑木長さ3.9m 末口4.5cm 立木93本 控杭18本
横竹	6丸	12cm~18cm丸もの
間木	31本	雑木長さ1.5m 末口4.5cm
釘	2Kg	9cm 12cm
大倉縄	28Kg	結着用径7.5cm
針金	1丸	10番~14番線垂下用3mm 長さ1.5m 1丸から600本
人夫	28人	殻通し女17人 材料運搬棚作り男6人 針金切り男1人 付着器運搬及び垂下男2人、女2人

(2) 種ガキ床上用棚施設の資材

種別	数量	備考
杭	111本	雑木長さ1.8m 末口6cm
横竹	6丸	径12cm 15cm
間木	31本	雑木長さ1.8m 末口4.5cm
大倉縄	20Kg	結着用径7.5cm
針金	1丸	10番~14番線垂下用3mm 長さ1.5m 1丸から600本
人夫	8人	材料運搬棚作3人 移殖(床上)5人

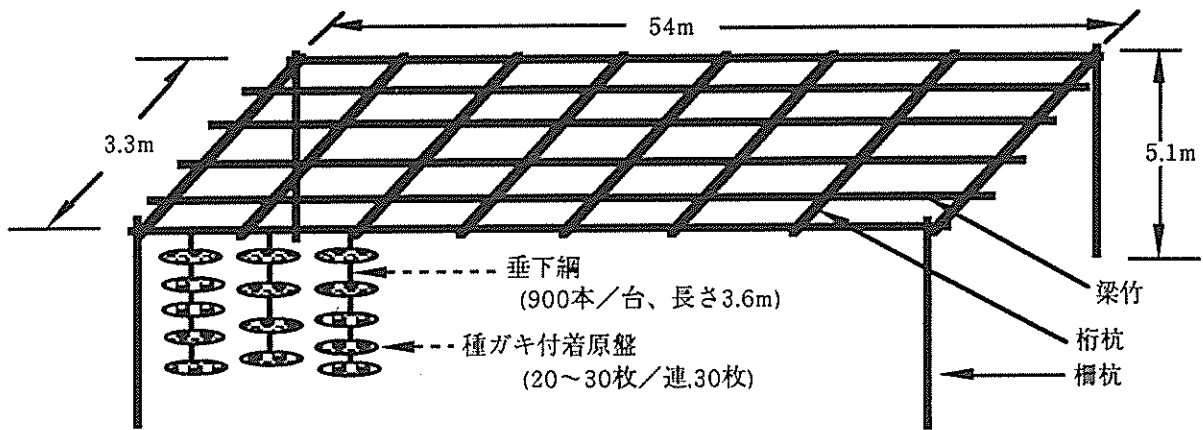
(3) 簡易垂下施設資材 (食用ガキ用)

種別	数量	備考
杭	111本	雑木長さ4.5m 末口6cm 立木95本 控杭18本
横竹	60本	雑木長さ3.9m 末口3cm
間木	31本	雑木長さ2.7m 末口4.5cm
釘	8Kg	9cm 12cm 15cm
大倉縄	20Kg	結着用径8mm
垂下用縄	80Kg	径8mm 2本合せ600本
コールタール	4缶	垂下縄染用 1缶28Kg入り
採苗器	120連分	カキ殻1連から5本
人夫	18人分	材料削り、運搬、棚作り男8人 縄染男2人、1女人 殻結着男2人、女2人 垂下男2人、女2人

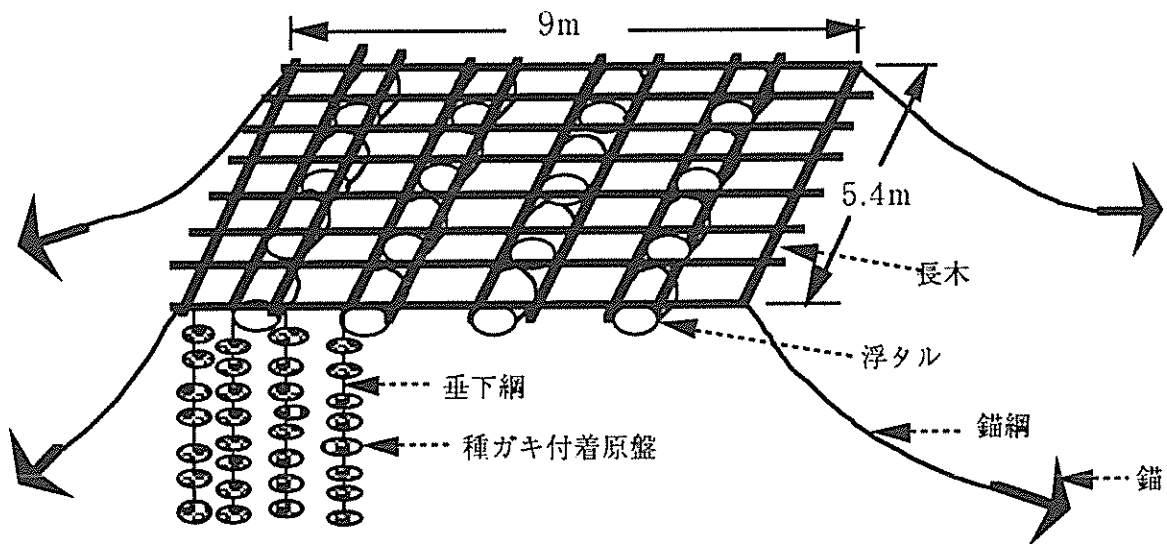
(4) 垂下式筏1台資材

種別	数量	備考
杉長木	30本	長さ7m~7.2m 末口9cm~12cm
釘	8Kg	12cm 15cm各4Kg
木錨	4丁	長さ1.8m 爪0.9m
錨綱	40Kg	3本ねりワラ縄 タール染
浮樽	10個	長さ0.9m 胴周1.95m 杉材
コールタール	5缶	縄染用
ワラ縄	80Kg	径7.5~9cm
種ガキ	70本	
人夫	9人	筏施設男3人 垂下男1人 縄切染方男1人 種ガキ結着女4人

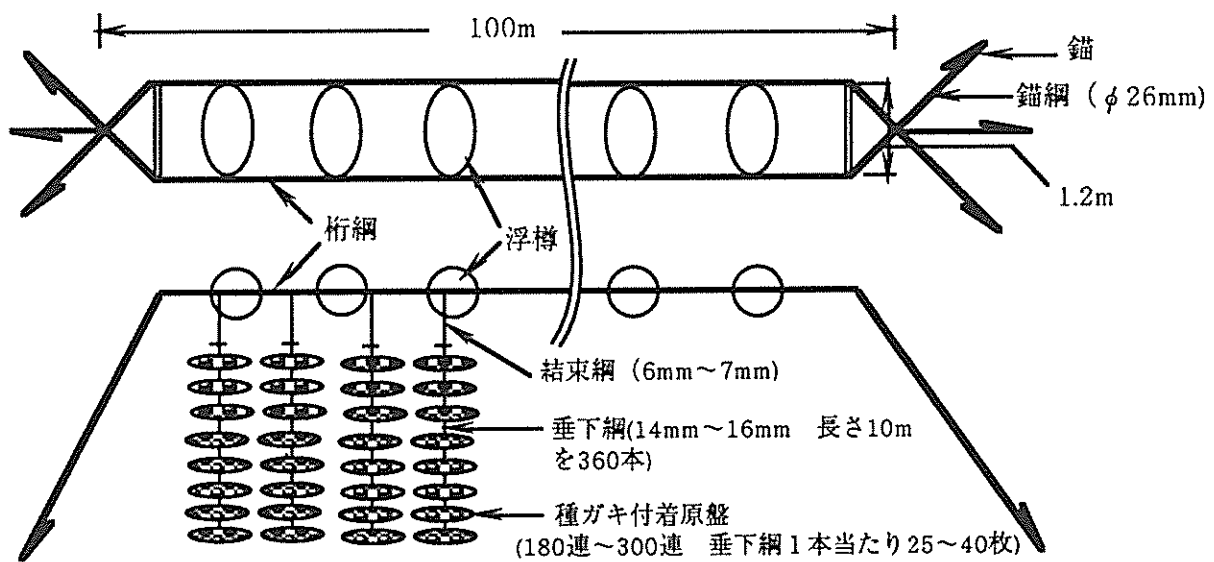




1 木架式養殖施設 (松島湾の事例)



2 筏式垂下養殖施設 (志津川湾の事例)



3 延縄式垂下養殖施設 (宮城県中部の事例)  
(浮樽の両側に桁網を張ることから通称100mダブルという)

図8 現在の養殖施設図

表2 平成5年における養殖施設別の資材（品名）及び金額

1 木架式（松島湾における事例） 施設規模54m×3.3m

区 分	材 質	規 格	数 量	単 価	金 額	備 考
柵 杭 (ウグイ)	ナラ、クヌギ	長さ5.1m 直径15cm	100本	1,700	170,000	
桁 杭 (ウグイ)	クリ、ナラ	長さ3.3m 直径7～8cm	26本	550	14,300	
梁 竹 (ハク)	モウソウダケ	長さ6m 直径7cm	120本	350	42,000	4本を1束で使用
結束網	ダイヤモンド	直径5mm	500m	2,500	6,250	200m単価
垂下網	ダイヤモンド	長さ3.6m 直径14～16mm	900本	14,000	231,000	200m単価
合 計					463,550	

2 筏垂下式（志津川湾の事例） 施設規模9×5.4m

区 分	材 質	規 格	数 量	単 価	金 額	備 考
長 木	杉	7～9m	25本	2,500	62,500	
釘	鋼製	5～6寸	7kg	300	2,100	
錨 網	ダイヤモンド	直径22mm	200m	139	27,800	
錨	鉄製	10ノ	4丁	11,000	44,000	
浮タル	プラスチック	浮力230kg	15個	8,850	132,750	
結 縄	ラックスロープ	直径8mm	100m	14	1,400	
垂下縄	ダイヤモンド	長さ9m 直径14mm	180本	288	51,390	
合 計					322,390	

3 延縄垂下式（県中部の事例） 施設規模100mダブル

区 分	材 質	規 格	数 量	単 価	金 額	備 考
浮 樽	ポリエチレン	ムサシV-230	50本	17,000	850,000	発砲スチロール入り
桁 網	ノーブレン	26mm	1丸	70,000	70,000	1丸220m
錨 網	ハイロープ	26mm	6丸	27,000	162,000	1丸70m
錨	鉄	68.75kg	6丁	18,000	108,000	鉄パイプ含む
垂下網	スタウト双子	18mm	16丸	17,000	272,000	1丸300m
結束網	ポリミックス	7mm	5丸	5,300	26,500	1丸10kg
種苗代	ホタテ盤	中 盤	180連	700	126,000	
合 計					1,614,500	

て棚を作る。この横木に種ガキが付着した原盤を針金などで吊るすが、この方法は波浪の静かな内湾で行われるので、潮流が停滞するところが多い。この対策として、棚に吊るした垂下連の密度、各棚間の距離、場合によっては作添するなどして海水交換をよくするなどの管理が必要である。一方、連作による弊害も生じ、連作年数の長いものほど生産性が低下する傾向がある。

(4) 筏垂下式 内湾でも深いところに、杉または竹を縦横に組み合わせ、海面に浮樽を使って浮かべ四方をアンカーロープで固定するものである。これに種ガキの付着した原盤を10～15cm間隔でロープまたは針金にとおして連を作り、これを40～50cm間隔で筏に垂下する。4.5m×9mの筏に約200連を垂下するのが一般的である。使用する原盤には種ガキが20個程度付着したものが適当とされる。種ガキの垂下時期は採苗年の翌春で、その年の10月以降には殻高10cm以上となって収穫される。

(5) 延縄垂下式 延縄式とは海面に浮かべた樽（木又はプラスチック）の両端をロープで連結し、このロープに連を垂下していく方法である。この方法は耐波性が優れているので、おもに宮城県や岩手県などの風浪の強い湾口や外洋で用いられている。規模は100m×2本が1台で、垂下連数は100m当たり160～180本である。

## 2 縄付け（挟み込み）と本垂下

本養成は、種ガキ原盤を垂下縄に挟み込んで養殖施設に垂下することから始まるが、本県の各地区の養殖作業行程の概要を図9に示した。

一般に原盤の挟み込みは、むきがき作業が終わる春先から行われる。それまで抑制していた種ガキの原盤を14～16mmの垂下縄に約20cmの間隔で挟み込む。垂下縄一本に挟む原盤数は養殖場の水深や作業性の面から決められるが、長いので12m前後である。この縄付けから本垂下に移し収穫するまでの型は二通りあり、各地域によって

月別 養殖年	金華山以北地区の作業行程											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1年目												種苗購入・仮殖
2年目	本養成開始					海藻等付着防止		イガイ駆除				
3年目						本養成の継続 施設補修		イガイ駆除				収穫(カキむき) = 2年子
4年目	収穫(カキむき) = 2年子											

月別 養殖年	牡鹿半島地区の作業行程											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1年目								採苗			抑制・仮殖	
								浮遊幼生調査				種ガキ出荷
2年目	抑制・仮殖			挟み込み	仮殖・深下げ等の イガイ付着防止管理		沖出し・本養成			本養成継続 収穫(カキむき) = 1年子		
	種ガキ出荷											
3年目	収穫(カキむき) = 1年子					本養成(1年子の継続養成) 施設補修					本養成継続 収穫(カキむき) = 2年子	
4年目	収穫(カキむき) = 2年子					本養成(2年子の継続養成) 施設補修					収穫(カキむき) = 3年子 *3年子は2年子の生産残程度	

月別 養殖年	松島湾周辺地区の作業行程											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1年目								採苗			抑制・仮殖 (一部で挟み込み・本養成)	
								浮遊幼生調査				種ガキ出荷
2年目	抑制・仮殖				挟み込み・本養成					本養成継続 収穫(カキむき) = 1年子		
	種ガキ出荷											
3年目	収穫(カキむき) = 1年子					本養成(1年子の継続養成) 施設補修					収穫(カキむき) = 2年子	
4年目	収穫(カキむき) = 2年子											

鳴瀬地区は全て1年子で生産している。松島地区は1年子生産がほとんどで、2年子は少ない。

図9 宮城県におけるかき養殖の地域別作業行程の概要

異なる。

①抑制種を翌春に縄付け垂下し、その秋から翌春にかけて収穫するもの。

②縄付け後、いったん湾奥の仮殖場でムラサキイガイ等の付着防除を兼ねて深吊りし

成長を抑制して翌々年の7月頃に本養成（沖出し）し、その秋から収穫するもの。

原盤一枚当たりの付着稚貝個数は30～40個が普通であるが、最終付着個数約25個までは多いほど一株当たりの重量が増加することから、最適残存個数が約25個以上、残存率を70%とすると種苗数にして約35個以上である。しかし、商品として生産性の向上の観点からすれば最終的に一株当たり15～20個が望ましい。

### 3 収 穫

夏期に産卵を終えたかきは、その後水温の低下とともに身入りも回復し、冬から初春にかけてグリコーゲンが増加して旨味のあるかきになる。仙台湾のカキの収穫は10月から始まり翌年の3月ではほぼ終了する。むき身の対象となるのは、だいたい2年ガキであるが、松島湾周辺や万石浦周辺では1年ガキが主体となる。まれに3年ガキもみられるが、前年のむき残しであり量はわずかである。

### 4 出 荷

宮城県の場合、かきのむき身生産量は年間4,000～5,000トンである。そのほとんどは鮮がきとして出荷される。この生食用出荷に当たっては、食品としての安全を図るため食品衛生法等により作業場、加工器具、むき身の洗浄や貯蔵等の衛生維持管理に各種基準が定められ、厳しくチェックされる。

養殖場から取りあげられたかきは殻を洗浄した後、漁業協同組合の共同処理施設等で漁業者、家族や雇用者（むき子と呼ばれる）の手でむき身加工され、殺菌した洗浄用冷海水で洗った後、20kgずつビニール袋をいれたポリ容器に詰められマイナス5℃以下の冷蔵庫に保管される。これらはその日の夕方に保冷車で出荷される。

一方、岩手県山田湾や気仙沼湾の一部を中心として「一粒がき」が出荷されている。一粒がきは単価的にはむき身よりも有利に取引されているが、殻の形が整っていること、身入りが良好なこと、付着物がついていないこと、殺菌海水で一定期間蓄養することなどの条件があり、加えて労働力がむき身よりも多くかかるほか、殺菌の設備経費も要することから、身入りの良好な養殖場などの条件が整わないとメリットがない。

## 5 経 営

三陸地区におけるかき養殖業の特徴は、一部の地域を除けば専業はほとんどなく、他の養殖業、採介藻や漁船漁業などと組み合わせた複合型漁業を営んでいる。漁家は各々の家族の事情により、多くの漁業種類から年間の作業スケジュールの中で組み合わせている。

牡鹿半島などかき養殖を主とする地区では一経営体当たり延縄式の施設を5～7台保有し、むき身にして1台から年間1トン前後の生産をあげており専業もみられる(表3)。

一方、内湾の簡易垂下式施設では一経営体当たり1.5トン前後の生産であるが、養成期間が1年間と短く、施設経費も安い利点がある。

施設経費を見ると、簡易垂下式は約50万円、筏式では30～35万円、延縄式では約150万円となっている。(表2参照)

養殖漁家のかき養殖管理は収穫期や種ガキ生産時期の特に忙しいときに、親類、縁者等からの助力を得るほかは、主に夫婦とその家族によってのみ行われる。このように三陸地区におけるかき養殖業は家族労働の小規模経営のなかで行われており、広島県などと比較すれば零細企業の域を脱しきれないが、低気圧災害やへい死などを除けば、ほぼ安定した生産を上げることができ、販売価格の年変動も少ないため、他の漁業に比べ安定性の面で優位であり、計画性を持った経営ができる。

表3 かき養殖施設別の収支（平成4年）

1 木架式（松島湾の事例）

（単位：千円）

科 目	金 額	備 考
収入		
水揚げ	1,880	むき身換算1.5トン
計	1,880	
支出		
販売手数料	113	6.0%
燃料費	55	漁船、機械等
漁船・機械費	270	
漁具費、修繕費	339	養殖施設費等
消耗品費	143	漁業用資材、諸材料費
種苗費	120	500連
人件費	122	雇用労賃等
減価償却費	169	
その他	76	公租公課、保険料、賃借料、事務費等
計	1,407	
差し引き損益	473	

2 筏垂下式（県北部の事例）

（単位：千円）

科 目	金 額	備 考
収入		
水揚げ	11,900	むき身換算7トン
計	11,900	
支出		
販売手数料	738	6.2%
燃料費	250	漁船、機械等
漁船・機械費	400	
漁具費、修繕費	424	養殖施設費等
消耗品費	255	漁業用資材、諸材料費
種苗費	800	
人件費	1,600	雇用労賃等
減価償却費	800	
その他	1,024	公租公課、保険料、賃借料、事務費等
計	6,291	
差し引き損益	5,609	

3 延縄垂下式（県中部の事例）

（単位：千円）

科 目	金 額	備 考
収入		
水揚げ	12,239	むき身換算9.5トン
計	12,239	
支出		
販売手数料	428	3.5%
燃料費	653	漁船、機械等
漁船・機械費	400	
漁具費、修繕費	572	養殖施設費等
消耗品費	1,600	漁業用資材、諸材料費
種苗費	200	
人件費	300	雇用労賃等
減価償却費	306	
その他	1,380	公租公課、保険料、賃借料、事務費等
計	5,839	
差し引き損益	6,400	

### Ⅲ 採苗技術

#### 1 仙台湾の環境

仙台湾は宮城県の中・南部海域に位置し北の方で牡鹿半島が南東に突出し、西の方では海岸線が陸側にわん曲して福島県に連なる。(図10)

IBP研究グループは「仙台湾水塊の起源は黒潮暖流系水、親潮寒流系水、津軽暖流分枝系水、河川系水、あるいはそれらの混合系水のいずれかであり、そして仙台湾に卓越するこれらのいずれかの系水が大気との関係、地勢との関係および沖合隣接系水との相互作用によって変質し、みかけ単一水塊として仙台湾特有の水塊を形成する」という仮説を導いている。

表層水塊の夏期の状況を見ると、7月の北上川、鳴瀬側の両河川水の影響を受けた水の張り出しは金華山沖から沖合隣接系水の侵入によって阻まれるが、8月には金華山沖から沖合隣接系水の侵入が消滅し、湾表層部の大半が河川水の影響を受けた水で覆われる。このように仙台湾の夏期のかき採苗期を中心とする海況は沖合隣接系水の侵入の消長によって支配される河川水の影響を受けた水の拡張、縮小およびその分布様式によって支配される。

#### 2 かき種苗(種ガキ)の確保

身がき養殖には安定した種苗の確保の裏付けが必要である。農林省統計情報部発行の漁業・養殖業生産統計年報による種苗用として生産された種ガキの販売総数は、平成3年が1,101千連で地域別にみると宮城県が651千連、広島県が450千連となっている。

また、平成4年は全国的に不作年となり総数が611千連で、うち宮城県が284千連、広島県が320千連となっている。

宮城県内の種ガキ採苗地は松島湾周辺と牡鹿半島西側であり、牡鹿半島以北ではほとんど採苗されない。両採苗地の近年の採苗状況を種ガキ原盤の利用形態で見ると、松島



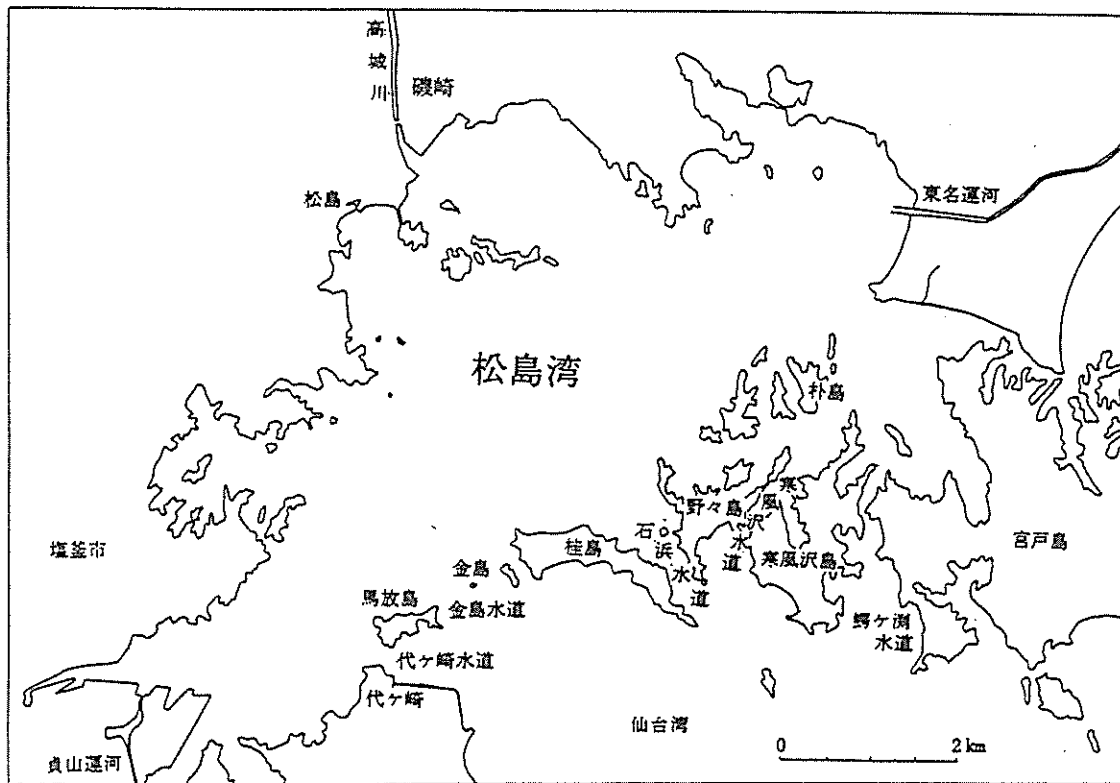
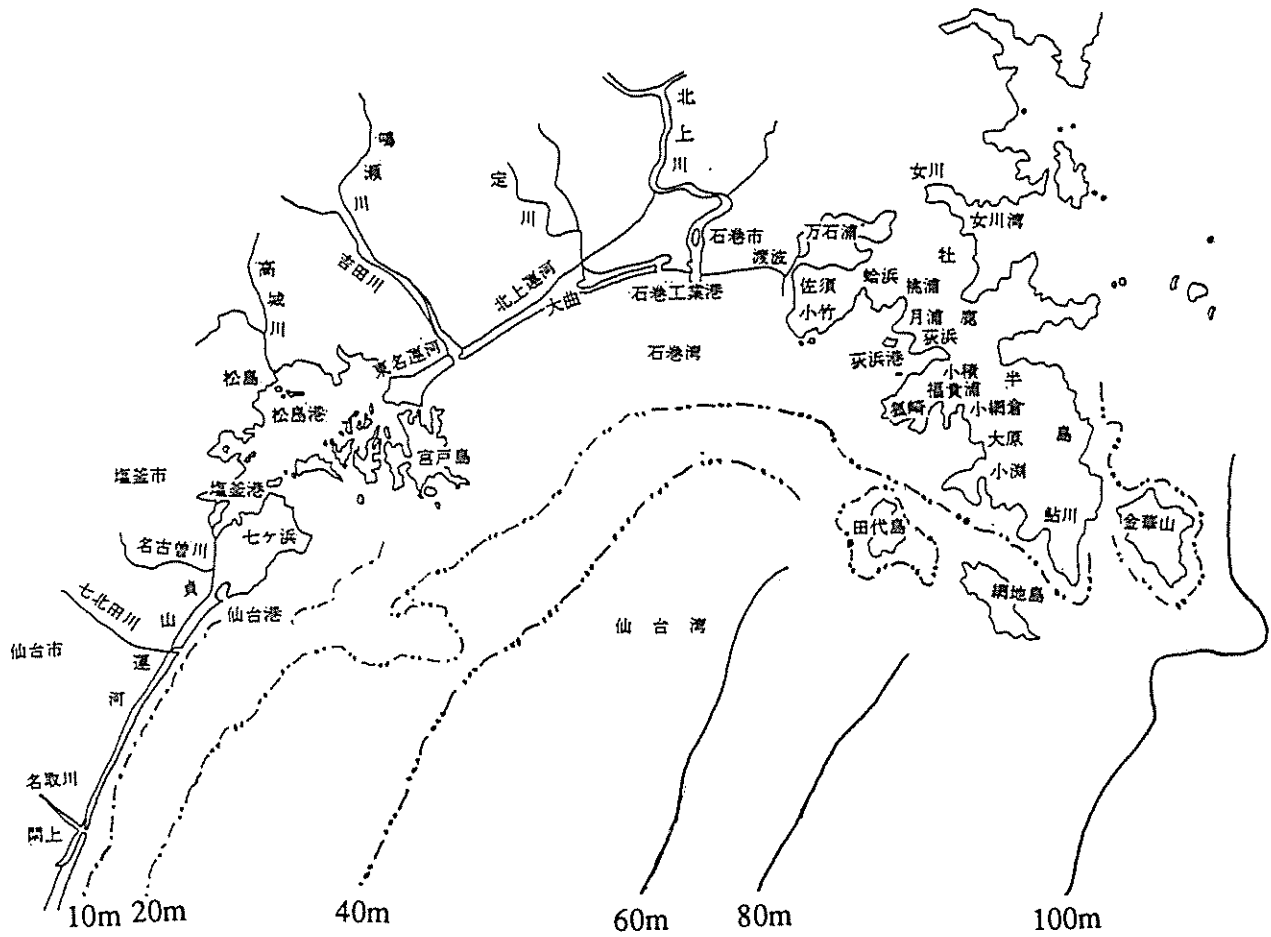


図10 仙台湾の概要

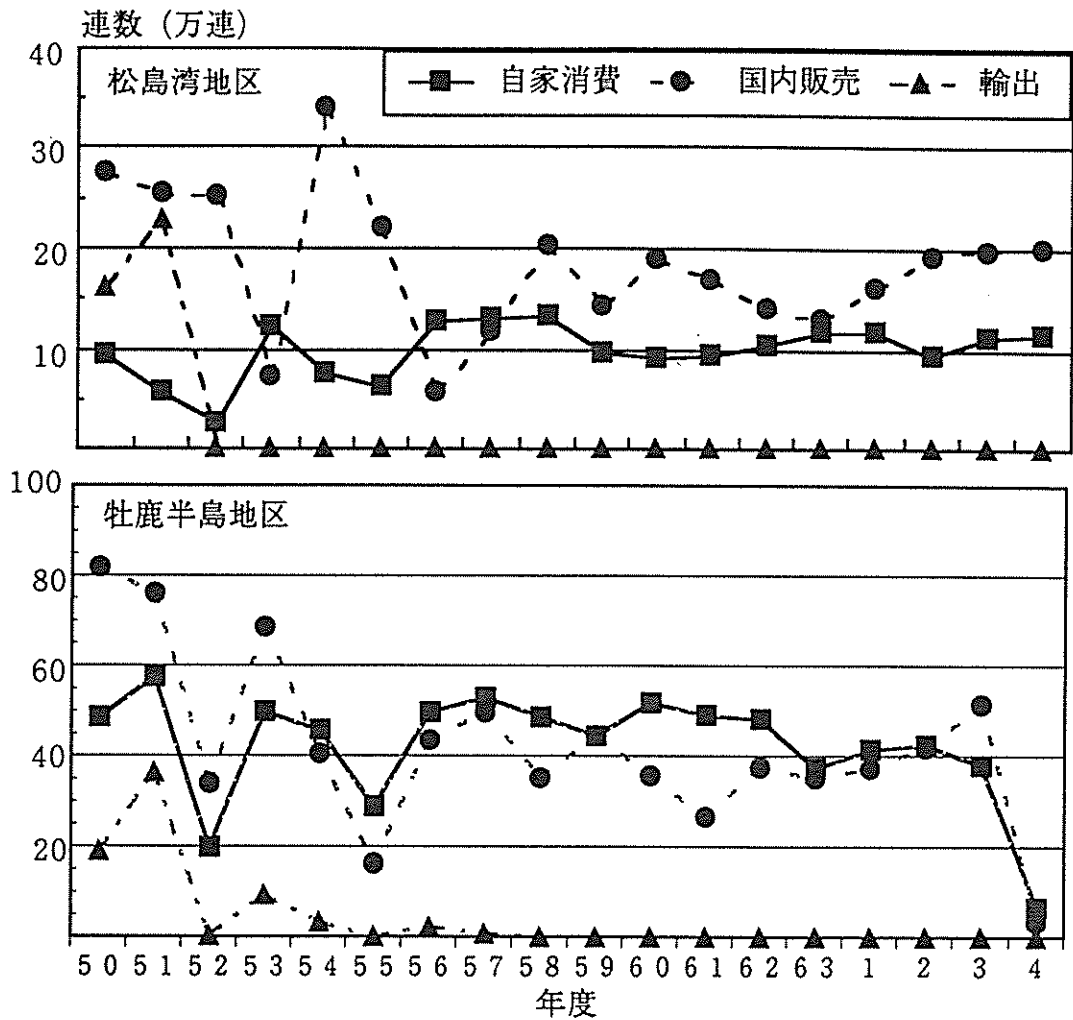


図 1 1 宮城県における地区別の用途別連数の推移 (県漁政課による)

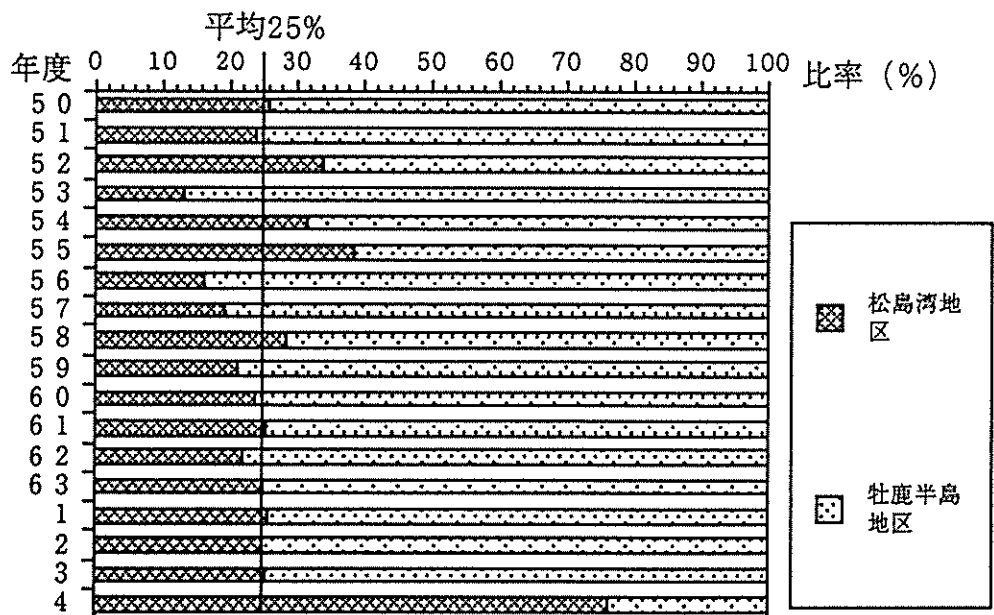


図 1 2 自家採苗及び販売に共された種ガキ原盤の採苗地区別比率の推移  
 平均値の算出は昭和50年度から平成3年度の数値を用いた。

湾地区では20万～30万連、牡鹿半島地区では70万～100万連の間で安定している。一方平成4年度には全国的に不作となったが、この年は本県でも主産地の牡鹿半島地区で約20万連と著しい不作となったものであるが、松島湾地区に限れば30万連強の豊作となった。(図11)

また、宮城県における種ガキ採苗は、昭和50年から平成4年までの18カ年の平均実績は約120万連で、その割合は松島湾地区が25%、牡鹿半島地区が75%となっている。(図12) そのうち52万連が自家養殖用、残り60万連が国内向け販売に振り向けられているなど、本県は身がき生産用の種苗確保とともに、我が国の種ガキ供給の一大基地としての重要な役割も担っている。(表4)

### (1) 種ガキの採苗条件

宮城県水産林業部の調査によると、本県の種ガキ採苗用の施設連数は昭和58年までは200万連以上であったが、昭和59年以降は100万～150万連程度となっている。

この仙台湾周辺での種ガキ生産を可能としている条件としては以下の好条件を備えていることなどが考えられている。

- ①母貝群の数量 ②夏季の十分な水温上昇 ③幼生の良好な発育 ④幼生の分散集積の物理的条件 ⑤外洋における好適な幼生ストック水塊 ⑥沿岸部の採苗適水面
- ⑦)床上(とこあげ:成長抑制管理)処理水面

現在の仙台湾における種ガキ採苗は、カキ殻を使った付着器の開発と沖合での採苗技術開発が大きな役割を果たしてきた。特に沖合採苗技術については、従来は「産卵母貝」＝「養殖かき」、「産卵地」＝「採苗地」との考え方により松島湾や万石浦等の内湾で採苗が行われてきた。しかし、内湾で発生した幼生も外洋部まで広範囲に分散集積を繰り返して付着期に至ることが調査により明らかになり、また、母貝群が内湾から牡鹿半島を中心とする外洋漁場に移ったことから沖合に広く移動集積している幼生を利用する

表4 種ガキの生産と国内移出および国外輸出状況

年度	施設数 (千連)	国内向け (千連)	アメリカ向け (函)	フランス向け (函)	年度	施設数 (千連)	国内向け (千連)	アメリカ向け (函)	フランス向け (函)
大正 12			492		昭和 34	4,004	1,005	47,802	
13			840		35	4,800	1,025	35,630	
14			1,403		36	4,469	1,170	40,308	
15			4,050		37	4,399	1,602	56,735	
昭和 2			2,800		38	4,457	1,676	39,270	
3			8,000		39	3,644	1,006	36,929	
4			14,000		40	3,716	821	14,113	20
5			16,000		41	3,337	1,267	43,103	80
6			32,453		42	3,447	818	36,000	755
7			47,392		43	2,697	977	43,607	2,735
8			68,103		44	2,569	643	25,137	1,246
9			71,787		45	2,739	911	30,160	9,544
10			42,953		46	2,865	1,070	6,660	66,628
11			32,956		47	3,729	1,442	8,345	58,820
12			17,788		48	1,780	870	12,406	18,769
13			18,529		49	3,544	887	10,871	48,103
14			14,839		50	3,076	1,092	15,820	5,819
15			15,629		51	2,436	1,014	30,439	3,284
16		523	0		52	2,046	592	0	35
17		923	0		53	2,043	761	4,133	1,690
18		933	0		54	2,072	746		2,347
19		828	0		55	1,956	384		35
20		199	0		56	2,132	494		
21	2,084	788	56,704		57	1,952	616		
22	1,483	704	33,359		58	1,790	555		
23	1,514	485	45,873		59	1,313	589		
24	1,729	1,190	45,993		60	1,449	546		
25	2,048	520	52,534		61	1,223	433		
26	2,539	620	83,825		62	1,204	517		
27	2,933	709	72,011		63	1,059	481		
28	3,213	514	66,958		平成 1	1,131	534		
29	3,287	528	53,788		2	1,152	610		
30	4,440	566	99,792		3	1,263	712		
31	3,525	629	59,824		4	917	234		
32	4,796	634	59,938						
33	4,414	581	60,465						

1：浅海完全養殖及び水産宮城を基本として作成したが、国内向けに県内向けを含むかは不明である。

2：昭和24年の国内向けの値は前後から判断して過大と推定されるが、その後修正されていないので、そのまま記載した。

3：昭和34年～44年までの国内向けについては農林統計を使用し、県内向け販売を含んでいる。

4：国外輸出及び昭和45年以降の国内向けについては、宮城県漁政課調べを用いた。

方法の開発が必要になってきた。

このことについては、沖合水域で採苗する「移動採苗法」が昭和43年に考案され、これが現在の方式の基になった。現在の沖合採苗は浮遊幼生調査と付着状況調査の結果を見ながら幼生の付着時期を見定め、施設を設置し採苗する形態となっている。この結果、これまで未利用漁場であった牡鹿半島西側でも採苗が行われるようになり、種苗の安定確保に大きく貢献し、今ではこの地域が宮城県種ガキ生産の中心となっている。

## (2) 産 卵

種ガキ生産の対象とされる母貝群は養殖ガキである。産卵量は養殖場の施設数や養殖密度により、また、年齢によって決まる。

2年ガキと1年ガキでは2年ガキの方が産卵量が多く、松島湾では2年ガキでは概ね2,000万個以上、1年ガキでは1,000万個以下と推算した調査結果もある。また、産卵の山も2年ガキの方が水温上昇期の初期に現れるので幼生の発育も順調と言われる。

マガキの産卵の好適水温は23～30℃で25℃以上に達したときが最もよく、宮城県では7月上旬から8月までで、これらの期間に2～3回の産卵が行われる。産卵の刺激は水温の上昇や降雨による比重の低下、あるいは精子海水など様々考えられるが、卵が熟して産卵可能な状態であれば、なんらかの軽微な刺激でも産卵する。

近年、仙台湾では母貝群を外洋漁場に依存していることから、水温の急上昇による産卵よりも、低気圧等による波浪や海水の攪拌等の物理的な刺激での大量放卵が採苗に結びついている場合が多いと考えられる。

かきの生殖巣は水温の積算量がある一定度合いに達することによって促進され、良好な産卵が期待される。この積算量を生殖巣の成熟温量指数(T)と呼び、 $\sum (T_i - \theta)$ ℃で表される。松島湾の場合は生殖細胞の分裂増殖が盛んになる10℃を基準値 $\theta$ として、 $T = 600$ 度を目安としている。

この値に達する時期は松島湾奥部、松島湾水道部、万石浦、石巻湾で異なっており、

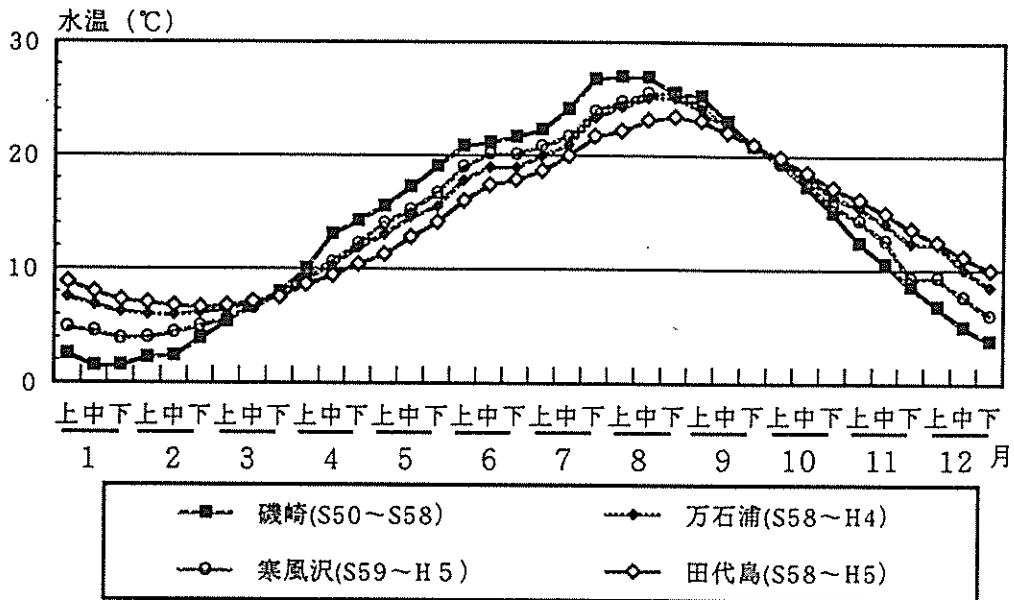


図 1 3 仙台湾の各地先における平均表面水温の変化  
 平均表面水温の算出期間は各地先名の後に ( ) で示した。  
 磯崎は昭和 5 9 年以降観測を止めている。

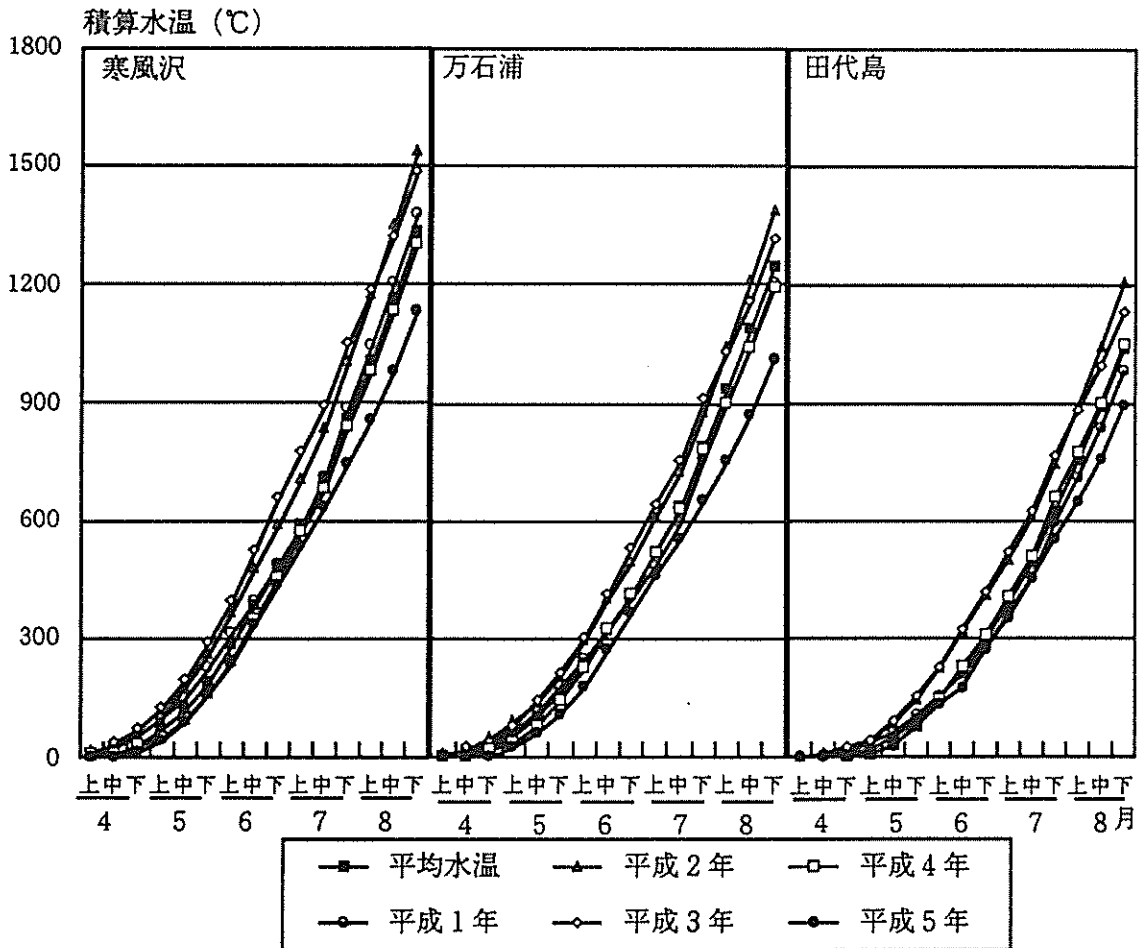


図 1 4 宮城県 of 各地区における積算水温

このことから母貝群も早期産卵群としての松島湾産、中期産卵群としての万石浦産、晚期産卵群としての牡鹿半島産の三つに分類される。すなわち仙台湾におけるかき幼生の出現は松島湾から始まり、次いで万石浦そして牡鹿半島へと拡大していく。(図13,14)

また、積算水温と採苗時期の関係については、田代島を代表として昭和48年以降の水温の推移を当てはめ、便宜上「お盆」前に原盤投入が終了した年を早期採苗年、「お盆」以降に終了した年を中期採苗年、9月以降に採苗が行われた年を晚期採苗年と区分している。(図15)

水温の推移と産卵については、春から夏にかけて水温が期間の経過とともに順調に上昇した場合は非常に良好な産卵が行われ、反対に適水温に達する前後の時期に水温の上下差が不規則で水温の上昇が大きかったり、小さかったり、あるいは停滞するなど、水温が順調に上昇しない場合には、良好濃密な産卵が行われなことがある。

いままでのデータでは大まかな傾向をつかむ程度であるが、これからも観測と蓄積を行い、産卵傾向や幼生出現予想の基礎データとする必要がある。

このようにして各地のかき養殖水域から産出された幼生は成長しながら移動分散する一方、その時の気象海況条件によって集積現象がみられる。

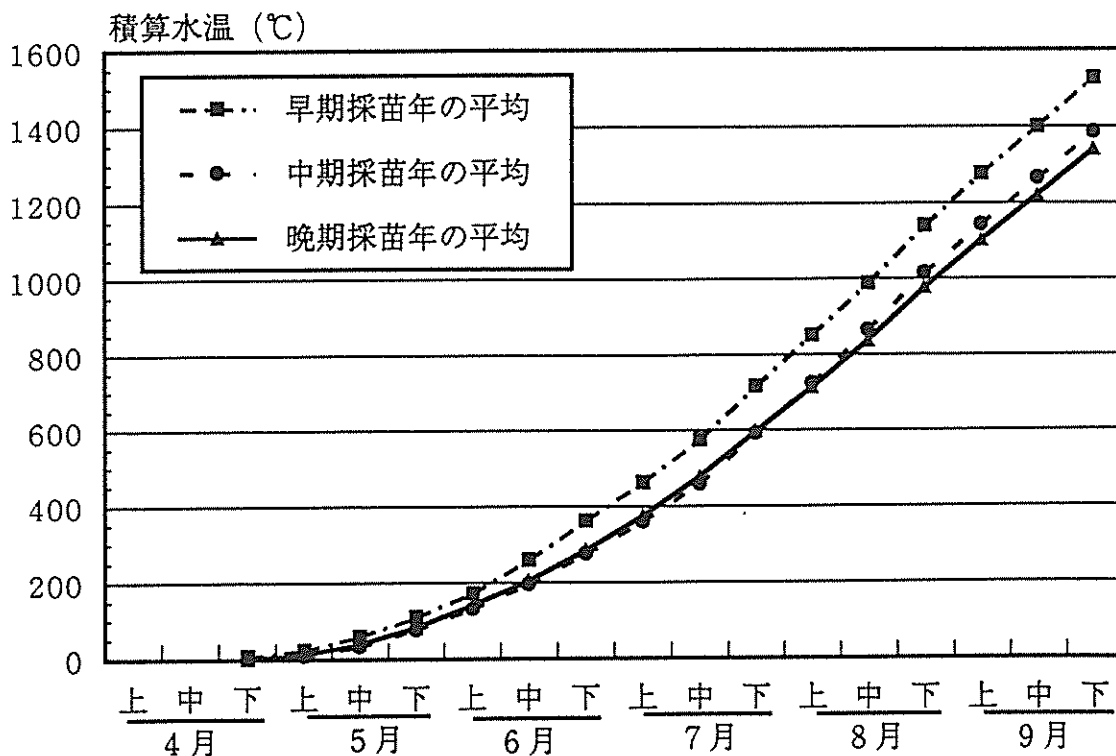


図15 採苗時期別の田代島の積算水温

### (3) 幼生の検鏡、採苗予報並びに種見

受精から1～2日経過して70～80 $\mu$ になったD型幼生は摂餌しながら大きくなり、左右の殻が不等なアンボ期幼生となる。幼生の浮遊期間は2～3週間で殻長が300 $\mu$ 前後になると、他物に付着して付着生活に入る。(表5) この間の歩留まりは非常に低く、幼生の出現から付着幼生までの減耗は80%以上に達し、採苗に結びつくのは有効産卵数100万個に対し2.6～4.8個、抑制処理を経ていわゆる種ガキになるのは0.2～1.2個程度にすぎない。このようなことから、効率的また安定的な種ガキ生産をあげるため、仙台湾では宮城県水産研究開発センターや宮城県種牡蛎漁業協同組合を始め地元漁協が各々の役割分担の中で、以下の調査を基にした通報作成などにより情報提供・交換を通じ、安定した採苗に努めている。

表5 カキ浮遊幼生の着生までに要する日数

区分	大きさ ( $\mu$ m)	着生までの所要日数			次期幼生までの所要日数
		早いもの	普通	遅いもの	
産卵受精	50前後	13	14～15	18	1～2
D型幼生	～90	12	12～14	16～17	3～4
小型アンボ期幼生	～150	9	9～10	12	3～4
中型アンボ期幼生	～220	6	7～8	8～9	3～4
大型アンボ期幼生	220～	3	3～4	4～5	2～3
成熟幼生	300	1	1～2	2	1～2

#### イ 産卵母貝の成熟度調査

各地先における幼生出現時期の目途をつけるためには、積算水温を算出するとともに、産卵母群の放卵放精の時期を把握しておく必要がある。

良く成長したかきでは、産卵可能な状態に達すると生殖巣が非常に発達し、内臓や諸器官が体中央部に押し縮められた格好になる。これを利用して生殖巣と内臓の直径比及び成熟状態を調査しながら放卵放精の状況を判断している。



## ロ 幼生の浮遊状況調査

仙台湾における幼生の分布は、沿岸流、吹送流、潮汐流等に支配される。仙台湾の沿岸流は三陸沿岸に南北から接岸する黒潮、親潮の沖合分枝の消長の影響を受け、仙台湾固有の水塊の範囲を規定する。気象要素の影響を受ける吹送流は幼生の分散、移動および集積に働く重要因子である。潮汐流は接岸した幼生群の内湾への移動に、また、局地的に湾入部をもつ地形のところでは渦流停滞域を形成し幼生の集積に働く。

各漁協では採苗器が投入されるまで連日地先の海況と合わせ産卵、幼生分布、付着状況の観察が、また、県や種牡蛎漁協によって、週1～2回採苗器が投入されるまで観測が続けられる。県の調査については石巻湾外洋部の11定点で幼生数、サイズ、水温、塩分、比重、透明度などの観測を行っている。幼生は口径25cm、網目75 $\mu$ のプランクトンネットを使用し、水深2mからの垂直曳きで採集する。採集された幼生はサイズにより100 $\mu$ 以下、100～150 $\mu$ 、150～200 $\mu$ 、200～250 $\mu$ 、250 $\mu$ 以上の5段階に分けて計測し、成長と分散を追跡していく。

## ハ 試験連垂下による付着状況の調査（種見）

採苗期が近づいてきたら、採苗海域に試験的に採苗連を垂下し、毎日の付着数、色調など付着状況を観察する。観察は10倍程度の拡大鏡でかきの付着数を数えて、付着数の変化を把握し、採苗器の投入時期を見定める。付着1日後のかき稚貝はハマグリのような貝らしい形をしているが、フジツボは長卵形で成長体に似た桃色をしているので区別が付く。

### （4）採苗施設など

#### イ 採苗器

採苗器としては、カキとホタテガイの殻が使用されている。

かつてアメリカに輸出していたときは、切り詰めし易く、また輸出先で散布しやすい

ように、採苗器としてカキ殻を用いたが、昭和51年に逆転し、現在ではほとんどホタテ殻になっている。

ホタテ殻は垂下養殖の際、ロープに挟み込んでも硬くて割れないこと、脱落しにくいことから用いられている。

ホタテ殻の中央にドリルで孔をあけ、長さ2mの15、16番線の針金に殻の大きさによって60～80枚を使うが、このとき殻が密着しないように長さ2～3cmの塩化ビニール管とホタテ殻を交互に通す。こうしてできた1組を「1連」と呼ぶ。

## ロ 採苗施設

採苗施設は内湾部が簡易木架式、外洋部では延縄式である。簡易木架式の場合、一般に長さ45m、幅1.5mの竹や丸太の棚を作り、上部に4本の渡りをつけて、この横木に採苗器を2つ折りにして垂下するか、水深の浅い場所では水平に横掛けする。延縄式の場合は浮きの両端を長さ60～100mのロープで平行に結んでいき、そのロープに2つ折りした連をおよそ20cm間隔で垂下する。

## ハ 採苗施設の設置場所

施設の設置場所は内湾部では湾口部水道部及び濜筋であり、外洋部でも潮通しの良い沖合漁場で地形によっては自然に渦を作るところもあるが、設置した施設によって潮の流れを停滞させたり、渦を作らせることによって幼生を集積させることができる。また、これらの場所は比較的高塩分のため、幼生の分布は表層近くに濃密に認められるので、採苗器もだいたい水深1m前後に設置される。幼生の付着は採苗器の表面が完全にきれいなものよりも、ある程度汚れているものの方が多く付着すると云われているが、他の付着物で表面が汚れると稚貝の成育が妨げられたり、死なせたり、あるいははく離、脱落することになるのであまり好ましくない。

採苗上最も重要なことは採苗器を垂下する時期の選定である。この適期を1日でも誤

ると採苗器の再投入を余儀なくされたり、採苗不良の結果を招いたりすることとなる。

## (5) 種苗の育成（抑制処理）と管理

採苗後の種苗が養殖に移される時期は地域特性や養殖法によって異なり、仙台湾産種苗の出荷時期を見ても国内向けは早いもので10月、遅いものでは翌年5月まで、さらに国外に輸出していた時期には、アメリカ向けが2～3月、フランス向けが12～4月と多様である。特に仙台湾のように生産量の過半数を移出する場合には、広範な供給地からの需要に対応できるように種苗の集中管理体制と長期の輸送に耐える種苗を作る管理技術が必要である。

このため、種苗生産地では、成長の抑制と空中活力をつけるための抑制処理（床上げ）を行うが、この管理が種苗の良、不良を左右する。

### イ 採苗後の種苗管理

付着直後の稚貝は石灰質の殻を作りながら急速に成長するが、この時期の稚貝は環境変化に弱いので、採苗器の移動は付着後4～5日以上経過してから、朝夕の気温の低い時期を選んで行う。

仙台湾での採苗は7月下旬から始まるが、採苗後の管理は採苗時期の差によって異なってくる。「早種」の場合は浮游期の水温条件が良く採苗後も安定した条件が続くので、稚貝の成長が早く健康なものも多く、8月下旬には5～7mmに達するものもある。この早種は環境の激しい変化がない限り、仮殖中の管理はポンプ洗浄や手直し等の程度でよい。しかし、「遅種」の場合は採苗時期の前後から水温が低下し始め、不安定になりがちなので、稚貝の成長が遅く、へい死率も高い傾向がある。このため、遅種は採苗後一週間程度したら採苗棚より低目の仮殖棚に移して、十分に活力をつけることになるが、このとき注意すべき点は、潮通しの良い場所で仮殖し、養成中は原盤に付着した浮泥等の除去を行うことである。

このように、仮殖棚で養成した後、早種は8月下旬頃から、遅種は9月下旬頃から抑制棚に移動させる。

#### □ 抑制処理（床上げ）

採苗後、仮殖棚で養成を続けると、稚貝は2～3月頃までには30mm～50mmに成長し、箱詰めや長期輸送の過程での損傷し易く、へい死する個体も多くなる。このため、稚貝が4～7mmくらいに成長した頃に比較的浅い内湾に設置した抑制棚に採苗連を移動し、潮汐を利用した干出により餌量を制限する。また、日光や風波によって貝殻の縁辺部の成長を抑制し、10mm前後の空中活力の強い種苗を作る抑制処理が必要となる。

このいわゆる「抑制種」は各地の養殖場に移殖されて成長するが、このような種苗は本養殖に移してからの成長が早く、また、環境に対しても抵抗力の強い優良品種となる。

一方、浅海を有しない牡鹿半島などでは、抑制棚の代わりに採苗後一度種苗を陸揚げして天日で乾燥させてから再び垂下し、これによりイガイやカイメン類などの付着物駆除と健苗育成を図る。

なお、床上げについては、以下に注意して行う必要がある。

- ① 床上げ時期は残暑による高温や強烈な直射日光をさける
- ② 連を積み重ねたとき、時々手直しをして中積みの種ガキも十分抑制する
- ③ 棚の高さは低すぎて海底と接触して食害にあったり、高すぎて凍結、へい死しないように調節する

#### ハ 移殖、輸出時の種苗管理

##### (イ) 種苗基準

種ガキについては農林省告示において「種がきの日本農林規格」が定められている。また、輸出に当たっては「輸出種ガキの検査基準」が設けられ、その中に品質基準が設

けられていた。

#### (ロ) 国内移出

種ガキが各地に移殖される場合、トラックを利用し一週間以内に到着する。しかし、かきの空中活力の保持が気温18.5℃の場合約7日間、10.4℃の場合17日間程度であることを考慮して、輸送中はへい死を防ぐために気温をなるべく低く、湿度をできるだけ高くするようにすることが望ましい。このようなことから移出は10月～翌年5月の間に行われるのが一般的であり、北海道向けは結氷期が過ぎた4月以降に行われる。

#### (ハ) 国外輸出

本県の種ガキ輸出は、大正12年頃からの垂下式採苗法の採用により発展し、昭和3年頃からは本格的な輸出産業に成長した。戦後輸出が再開されるとともに、アメリカにおけるかき養殖業の発展もあって、昭和30年には10万ケースを輸出し最高を記録した。また、昭和43年にはフランス向けの新規輸出も行われるようになった。しかし、アメリカを中心とした地場採苗技術の開発と共に輸出量が減少し、アメリカ向けは昭和53年を最後に、また、フランス向けは昭和55年を最後として終えんした。

##### ①アメリカ向け輸出

輸送は船積みで約二週間を要し、その間毎日海水を散水しながら運ばれる。輸出検査は「輸出種がき検査基準」に従い農林省輸出品検査所が実施するが、種ガキという特殊品目であるため、更にアメリカの検査官による出荷現地での検査が行われていた。

陸揚げ、洗浄、夾雑物の除去、選別（種苗数確認と害敵駆除）、洗浄、選別（害敵駆除中心）、洗浄、箱詰めという一連の作業行程中、特に注意すべき事項は害敵生物の混入防止である。水洗による浮泥、付着物の完全除去を行うほか、特にニシ類については完全駆除が要求され、たとえ浮出後の卵囊といえども混入があったときは、再選別することになった。

##### ②フランス向け輸出

フランス向け輸出は航空機を使用し、約3日間で到着する。この場合散水は行わず、

むしろ脱水して容器は耐水段ボール箱等で軽量化が図られた。これらについても輸出種がき検査基準に従わなければならない、輸出作業行程及び管理面での留意点はアメリカ向けと同様であるが、害敵生物駆除の点で、さらにヒラムシの完全駆除が要求されたので、淡水浸漬処理による駆除が必要とされた。

## IV 害敵生物とその防除法

かき養殖場では棘皮動物（ヒトデ）、肉食性巻貝（ニシ類）、渦虫類（ヒラムシ）さらにはタコ、クロダイ等の食害生物やムラサキイガイ、フジツボ、ユウレイボヤ、群体ボヤなどの餌の競合者がいる。これらのうち巻貝や渦虫類は種ガキ養殖期に、また、身ガキ養殖期にはムラサキイガイの被害が大きい。

### 1 ニシ類

アメリカのかき養殖場の一部では、ニシ類が繁殖して大きな被害を与えたことがある。このニシ類は大正13～14年頃に、我が国から輸出した松島湾産の種ガキに付着して移殖され、アメリカ税関の検閲の際にしばしば問題を起こした。ニシ類はアカニシ、レイシ、イボニシ、オオウヨウラク等の穿孔性巻貝の総称で、穿孔腺から硫酸を出して、貝を溶かしてくぼみを作り、次にするどい歯で貝に穴をあけて吻を入れて肉を食べる。

一般に食害は水温18℃に達すると始まり、以後水温の上昇と共に食害量が増え、水温が10℃以下になるまで続く。

駆除法としては、初夏の産卵期及び夏季に岩礁、杭棒等の垂直面等の浅い所に産卵又は移動してくるので、大潮時に産卵前のニシや産卵された卵囊を取り除くことである。

### 2 ヒラムシ

ヒラムシは扁平動物、渦虫綱、多岐腸類に属する。雌雄同体であるが自家受精は行わない。再生力が強く、分体による無性生殖を行うことがあるが、一般には交接又は皮下注入法での受精が行われる。

卵は卵殻に包まれ、さらに多数の卵殻がゼラチン様物質で覆われて、円形ないし不規則な形の薄板を形成し、かきに付着する。

生息環境に関する詳細な報告はないが、雨量の少ない高塩高水温の年に大発生し、そ

の生態が付着性で遊泳力が弱いことから、内湾部のかき抑制場、沿岸部を中心とするかき養殖施設などは最適な生息場といえる。

本邦のヒラムシでかきに被害を与えるタイプには、貝殻間より侵入し食害するものと穿孔食害するものがあり、前者は身がき養成時に後者は種ガキ抑制時に被害が大きい。

防除法としては塩分濃度に対するヒラムシの抵抗性を考慮した淡水処理と高濃度塩水処理が考えられるが、一長一短があり、各地の立地条件を考慮して行うのがよい。

### 3 ムラサキイガイ

ムラサキイガイは雌雄異体で、まれに同体のものもみられる。

仙台湾での産卵期は春先の水温が15℃前後に達する5～6月と20℃以下に降下する10～11月を中心に年2回見られるが、秋の産卵は春に比べて小規模である。

産出された卵と精子は海中で受精し、その後幼生は3～4週間の浮遊期間を経て付着期に達する。

付着幼生は足糸でかき連等に付着するが、一般に付着数は表層に多く深くなるにつれて少なくなり、4m層では表層の四分の一程度に減少する。付着直後の稚貝は殻高0.3mm程度の白色であるが、一週間後には殻高1mmほどの黒紫色となる。ムラサキイガイの付着とかきの身入りとの関係については、イガイの付着数が増加するに従って身入りが減少し、自然放置の場合は約半分程度に低下する。

#### (1) 幼生付着防止（深下げ）

イガイ幼生の付着数は表層部に多く深くなるに従って減少することから、幼生が浮遊している間、かき連を深下げして幼生が付着するのを防ぎ、付着期間が過ぎたら本垂下に移す。

この場合、深下げ深度は7m程度が適当であるが、各地域によって付着層が異なるので、養殖筏の錨綱に付着する状況を観察しながら垂下深度を決める。



深下げ期間については、イガイの産卵状況と浮游状況を観察して決めるが、一般には表層から5m層の水温が20℃に達すると、本垂下に移行させても良い。

## (2) 付着稚貝の駆除

付着したイガイの稚貝などの駆除方法として、淡水浸漬法、焼殺法、空中露出法、温湯処理法などがある。

イ 淡水浸漬法：水温が15～20℃で約50時間淡水に浸漬することによりかきをへい死させずに稚貝やその他の付着生物を駆除することができる。この場合、流水で処理しないと、死んだ付着性物から発生する硫化水素等がかきがへい死するので注意する。

ロ 焼殺法：熱処理と乾燥処理とを短時間に行うため、トーチランプなどを用いる方法である。処理に際してはかき連を吊り上げ、トーチランプなどで焼殺する。この場合あらかじめ5～10分程度かき連の水切りを行うと効果的である。

ハ 空中露出法：かきとムラサキイガイの太陽の輻射熱の吸収差と乾燥に対する抵抗差を利用したものである。ムラサキイガイは殻が黒味をおびて太陽熱の吸収が良く、そのうえ殻の構造及び足糸の部分からの水分蒸発等がかきに比べて乾燥しやすく、また、両者の温度抵抗性の差もみられる。

実際に処理する場合、時期、天候、風力、温度によって露出時間が異なる。夏の快晴時は湿度が低く、風の強い時は2～3時間で駆除できるが、曇りの湿度が高い日には5～6時間でもイガイが死なない。大体の目安として原盤の表面が白く乾燥するくらいが適当であるが、表と裏で乾燥度が異なったりするので、注意しながら行う。

ニ 温湯処理法：かきとムラサキイガイの温度に対する抵抗性の違いを利用するもので、50～60度の温湯にイガイの付着したかき連を浸漬して駆除する方法である。

船にドラム缶などを利用した釜を設け、海水を入れて、水温を55～60℃に保ち、そこにクレーンで吊り上げたかき連を浸漬するが、イガイが1～2cmぐらいたと10～15秒間の浸漬で完全に駆除することができる。(表6)

表6 マガキおよびムラサキイガいの温度耐性 (表中はへい死率：%を示す)

処理 時間 (秒)	処 理 水 温								
	50℃			55℃			60℃		
	イガイ (1~2cm)	イガイ (4~5cm)	マガキ (1~2.5cm)	イガイ (1~3cm)	イガイ (4~5cm)	マガキ (1~2.5cm)	イガイ (1~2cm)	イガイ (4~5cm)	マガキ (1~2.5cm)
1	—	—	—	—	—	—	0	0	0
3	—	—	—	—	—	—	70	0	0
5	0	0	0	0	0	0	100	0	0
10	0	0	0	60	0	0	100	0	0
15	10	0	0	100	0	0	100	20	8
20	30	0	0	100	0	0	100	30	13
30	100	0	0	100	10	0	100	60	20
60	100	0	0	100	20	10	100	100	60

イガいのサイズが小さいほど抵抗力が小さいので、本県北部ではイガイ幼生の付着期が終了した頃を見計らって、船にワカメのポイル釜を設置し、温湯処理を行っているところもある。(表7)

処理時間と温度に注意して行えば、イガイ及び他の付着性物も完全に駆除することができるが、浸漬後直ぐに海水にカキ連を海水で冷やさないと余熱でかきまでへい死させる事になるので、十分注意して行う。

また、本県北部沿岸での最高水温は夏季でも23℃程度であり、25℃以上になることは稀である。そのため、かきの成熟に達する積算水温が県中南部に比べて日数を要する他、産卵に必要な刺激も少ない。そこで近年、温湯処理の副次的効果として、温度刺激により放卵放精を誘発し、もってかきの身入りの回復を図ることが注目され、県北部地区の養殖業者の一部で行われている。

表7 宮城県北部地区の温湯処理の実例

地区名	実施時期	かきの年齢	処理温度(℃)	処理時間
戸 倉	8月	1年	72~73	5秒
志 津 川	8月	1年	62~63	5秒
気仙沼階上	8月	1年	60	数秒
		2年	65	30秒
唐 桑	8月	2年	65	約10秒

## V かきの生物学

### 1 かきの分類と分布

かきは軟体動物の仲間では世界で100種類以上知られているが、産業的に重要なものは10種類程度である。

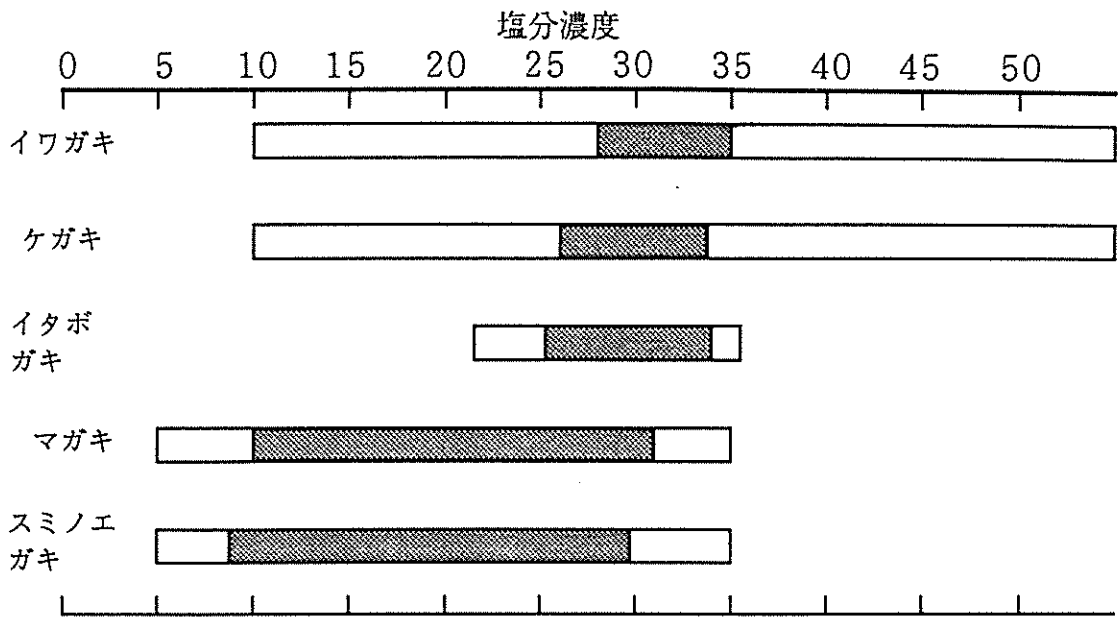
かきは軟体動物門、二枚貝綱、ウグイスガイ目、イタボガキ科に属する。イタボガキ科にはクラソストレア属(*Crassostrea*属)とオストレア属(*Ostrea*属)に分かれる。両属の特徴はクラソストレア属では雌雄異体、卵性、多産性(数千万~1億粒)、内湾~外洋性なのに対し、オストレア属では雌雄同体、卵胎性、小産性(200~800万粒)、外洋性である。(図16、17)

クラソストレア属の属する種類と分布域は以下のとおりである。

マガキ	日本各地、朝鮮半島、中国大陸、(欧米には移殖により生息)
イワガキ	陸奥湾から九州
スミノエガキ	大阪湾、有明海
バージニアガキ	アメリカ大西洋岸
ポルトガルガキ	ポルトガル、スペイン、フランス
シドニーガキ	オーストラリア

オストレア属に属する種類と分布は以下のとおりである。

イタボガキ	房総半島以南、朝鮮半島、中国大陸
コケゴロモガキ	陸奥湾から九州、朝鮮半島、中国大陸
ヨーロッパヒラガキ	ヨーロッパ一円
オリンピアガキ	アメリカ太平洋岸



白抜きの範囲は生存範囲で、黒塗りは好適塩分濃度

図16 日本産カキの生活環境の塩分濃度 (Amemiya,1828 から引用)

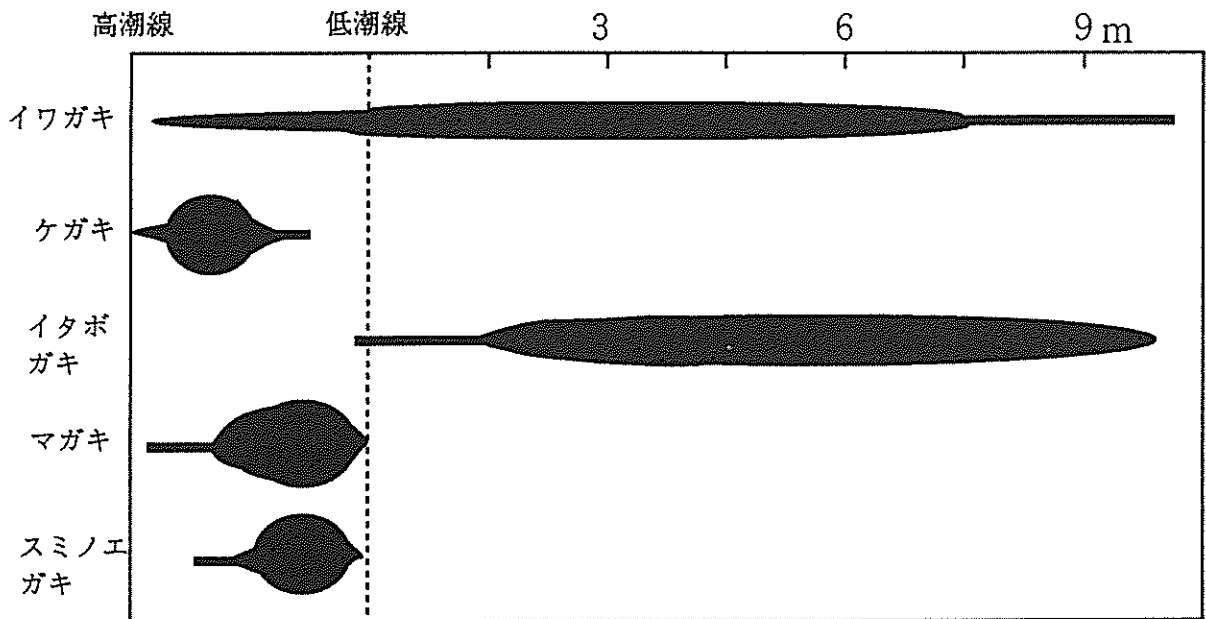


図17 各種のカキの垂直分布

(Amemiya,1828 から引用；原図の「尋」を1.5倍しメートルに換算した)

## 2 かきのからだ

### (1) 軟体部の特徴 (図18)

- イ 成体は足も足糸も持たないが、浮遊末期と定着期には足が出現する。
- ロ 閉殻筋 (貝柱) は一方が発生途上で退化し、後閉殻筋のみを持つ。
- ハ 左右の外套膜が軟体部を覆うが、蝶番部と鰓の終止部でのみ融合接着する。
- ニ 水管を持たないが、巨大な鰓を発達させて、大量の水交換 (5~25 L/時間) を行う。

### (2) 殻の特徴

- イ 左殻で他物に付着する。一般には左殻の方の容量が大きく、右殻は扁平な蓋となる。
- ロ 殻は主として炭酸カルシウムからなるが、内部には軟らかいチョーク層を持つ。
- ハ マガキの場合、北方のものほど殻が長大で色が白く、南方ほど矮小で黒色となる。

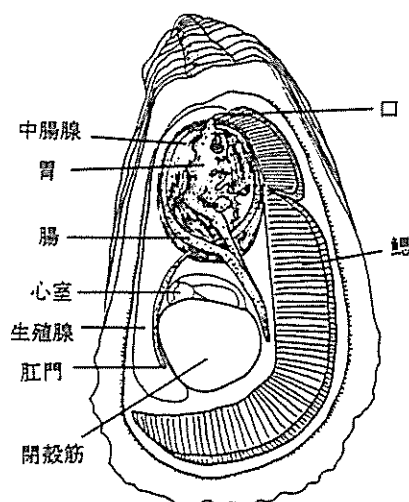


図18 かきの体構造

## 3 成熟と産卵

マガキは雌雄異体 (極まれに雌雄同体) であるが、不規則な性転換が行われる。かきの成熟は水温と栄養によって支配され、冬期においても人為的に成熟させることができる。天然では成熟の始まる水温10℃以上の積算水温が指標となり、一般には600度以上で産卵が可能となる。ただし、放卵放精には成熟に加えてさらに別な要因 (水温、塩分等の変化) が必要となる。条件が満たされると、まず雄が放精し、それが引き金と

なり雌が放卵する。

#### 4 発生と浮遊生活

受精卵の分割から付着幼生に至るまでの経過を図19に示した。

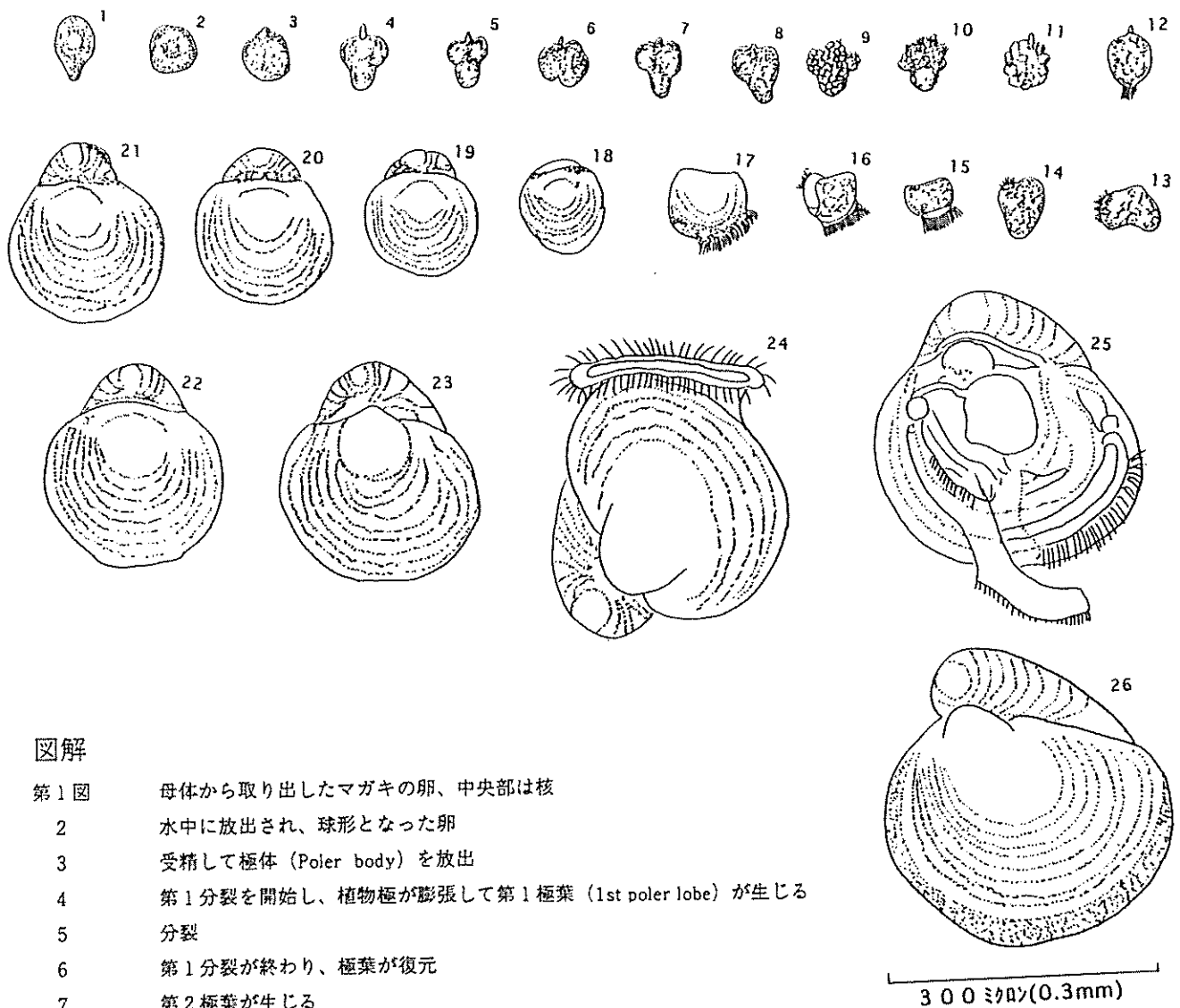
受精卵の大きさは50~60 $\mu$ mで受精後1時間から卵割が始まり、その後卵割が繰り返されて、桑実期、胞胚期、のう胚期となる。この頃より、からだの外面に繊毛が生じて回転運動を始めるようになる。さらに繊毛が増え、担輪子(トロコフォア)幼生となり消化管が形成される。その後、遊泳器官である面盤(ベラム)と貝殻の原基が生じて被面子(ペリジャー)幼生となる。やがて、貝殻全体を覆うようになりD型幼生期(100 $\mu$ m以下)、アンボ期(100~250 $\mu$ m)、成熟幼生期(250 $\mu$ m)を経て付着生活に移行する。

#### 5 付着

付着期に近い成熟幼生は面盤と足を突出させたままで遊泳し、足が固形物の表面に触れると同時に面盤を引っ込め、足で匍匐を始める。もし、その場所が気に入れば付着し、さもなければ再び遊泳する。気に入った基質が見つかった場合は条件の良い場所に遭遇するまで匍匐(ほふく)を続ける。付着位置が決まると左殻を下にして横向きとなり、足と外套膜からセメント物質を出して2~3分間で固着する。固着した種ガキの体には様々な変化が生じる。浮遊幼生期に見られた面盤、眼点、足が退化する一方、鰓が急速に発達する。貝殻もそれまでのキチン質のものと異なり石灰質の貝殻を形成するようになる。

#### 6 成長と身入り

かきの成長は種類によっても異なるが、さらに同一種でも品種によってかなりの差が見られる。マガキの場合、移殖試験の結果からは北方のものほど成長が早いことが明



図解

- 第1図 母体から取り出したマガキの卵、中央部は核  
 2 水中に放出され、球形となった卵  
 3 受精して極体 (Polar body) を放出  
 4 第1分裂を開始し、植物極が膨張して第1極葉 (1st polar lobe) が生じる  
 5 分裂  
 6 第1分裂が終わり、極葉が復元  
 7 第2極葉が生じる  
 8 第2分裂  
 9 第2分裂後、極葉が生じる  
 10 第3分裂  
 11 数回の分裂後、桑実期 (Morula stage) となる。受精後3時間  
 12 原腸期 (Gastrula Stage); 体に繊毛 (せんもう) が生じて遊泳する  
 受精後4~5時間  
 13 同下方の凹所は原口を示す  
 14 トロコフォラ期; 活発に運動する  
 15 貝殻原基の出現  
 16 貝殻が体を被い、ベラムにより運動。受精後24時間  
 17 D型幼生期  
 18 殻頂が出現する。受精後3~4日経過  
 19~23 貝殻の発達。マガキは左殻の殻頂頂が突出し、後方に傾く  
 24 ベラムにより運動する状態  
 25 付着期幼生; 殻長300ミクロン、殻外に出した足で伸縮し遠回り  
 適当な場所で付着物質を分泌して付着する  
 26 付着して、新たな貝殻を殻縁に分泌する

300ミクロン(0.3mm)

図19 マガキの発生過程

らかにされている。また、同一の種ガキでも養殖水域や垂下深度によって成長が大きく異なるのは周知のとおりである。いずれにせよ、本県の場合、貝殻は春から夏にかけて大きくなり、秋から冬の間停滞する。一方、身入りでは夏期の高水温期（産卵期）には停滞し、放卵放精後から翌年の初夏までの間に順調に肥満する。つまり、個体維持（体の成長）と種族維持（繁殖）の生理的なサイクルが季節的に繰り返されている。かきの旨味の一つであるグリコーゲン（多糖類）はエネルギー貯蔵のために使われる物質で、秋から春にかけて蓄えられ、それを消耗しながら卵や精子を成熟させる。夏のマガキが甘味が少なく、まずいのはこのためである。

## 7 貝殻形成

かきをはじめとする二枚貝類は外套膜の外面上皮細胞が貝殻となる物質（炭酸カルシウムと有機基質）を分泌するため、貝殻の内側から縁辺部に向かって壁を塗り上げていくような状態になる。養殖マガキの場合、貝殻の殻質層に空洞が生じることがあるが、この原因は身入りの悪いかきに良く見られることから貝殻と軟体部の成長のバランスの乱れによって起こるものと考えられている。



## VI かきの栄養学

ドイツのビスマルクは一度に175個のかきを食べ、ナポレオンは戦場でもかきを食べたという。また、シーザーもかきを好物とした。このように好んで食べられたかきは「海のミルク」と言われるほど栄養価が高い強壮食品である。(表8) かきには肝臓の働きを活発にするグリコーゲンが多く含まれており、このグリコーゲンは10月以降冬から春にかけて含有量が増えてくる。

かきの蛋白質に含まれるグルタミン酸、システイン、タウリンなどのアミノ酸類は、体内の毒素を分解し、放出する働きがあり、かきの粘液にあるタウリンはコレステロールを低下させる役目がある。

また、EPA(エイコサペンタエン酸)、DHA(ドコサヘキサエン酸)という高度不飽和脂肪酸の含有量も高く、特に陸上の動植物にはほとんど含まれないEPAは、心筋梗塞や脳血栓などの血栓性疾患を予防する。

一般に貝類にはビタミンB群が多く含まれ、これらは肝臓に多く、丸ごと食べる貝類は最適なビタミン補給源である。かきにはとくにビタミンB<sub>2</sub>、B<sub>12</sub>が豊富で、肝臓障害に良く、造血作用もあるといわれ、レバーと同程度の含有量がある。また、ビタミンB<sub>12</sub>のなかにはコバルトというミネラルが含まれ、鉄分とともに貧血予防の効力を持っている。

また、かきに豊富に含まれる亜鉛は、子どもの成長に欠かせないといわれている。

このように、かきにはビタミンA、B、C、カルシウム、鉄などが多く含んだ、動物性食品には珍しいアルカリ性食品である。

表8 かきの栄養成分

1 栄養比較成分表

(100gについての各種成分一覧)

食品名	エネルギー (Kcal)	水分 (g)	タンパク 質 (g)	炭水化物		灰分 (g)	無機質				
				糖質 (g)	繊維 (g)		Ca (mg)	リン (mg)	鉄 (mg)	Na (mg)	K (mg)
かき(生)	78	81.9	9.7	5.0	0	1.6	55	130	3.6	280	230
牛乳(生)	60	88.6	2.9	4.5	0	0.7	100	90	0.1	50	150
鶏卵(全卵生)	162	74.7	12.3	0.9	0	0.9	55	200	1.8	130	120
まいわし(生)	213	64.6	19.2	0.5	0	1.9	70	200	1.7	360	340
豚肉(バラ)	433	46.1	12.8	0.2	0	0.7	5	80	0.8	50	210

食品名	ビタミ						
	A(IU)			B1 (mg)	B2 (mg)	ナイアシン (mg)	C (mg)
	レチノール	カロチン	A効力				
かき(生)	7	55	55	0.16	0.32	2.0	4
牛乳(生)	30	12	120	0.04	0.15	0.1	2
鶏卵(全卵生)	190	15	640	0.08	0.48	0.1	0
まいわし(生)	18	0	60	0.03	0.36	7.7	1
豚肉(バラ)	14	0	47	0.46	0.17	4.0	1

科学技術庁資源調査会編/四訂日本食品標準成分表より

2 かきの主要成分(軟体部100g当たり)

水分 (g)	タンパク 質 (g)	脂質 (g)	グリコ ーゲン (g)	タウリン (mg)	Ca (mg)	鉄 (mg)	Zn (mg)	EPA (mg)	DHA (mg)
76.0	9.0	2.4	0.5	729	23.6	2.7	21.2	212	140
~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
79.3	12.1	3.5	3.6	884	89.5	3.8	42.4	570	315

広島産養殖2年もので、かき剥き時期のものを測定  
広島県食品工業技術センター(1989)

## 参考及び引用文献

- 1 荒川好満・山崎妙子（1977） 牡蛎—その知識と調理の実際。柴田書店，pp. 199.
- 2 今井丈夫監修（1976） 改訂版 浅海完全養殖。恒星社厚生閣，pp. 468.
- 3 國崎直道（1994） 養魚家のための食卓栄養学講座（10）。養殖，5月号，（株）緑書房
- 4 小金沢昭光（1964） 普及シリーズ「かきの養殖」。宮城県，pp. 22.
- 5 小金沢昭光（1972） 今月の管理（かき）。養殖，1月～12月号，（株）緑書房
- 6 小金沢昭光（1978） マガキの種苗生産に関する生態学的研究。日水研報告，29，pp. 88.
- 7 小金沢昭光（1984） 松島がき今昔。東北水研ニュース，NO26，水産庁東北区水産研究所，pp. 18.
- 8 酒井誠一（1977） 宮城県における浅海養殖の歴史Ⅱカキの養殖。フィッシュロード，26号，宮城県水産試験場，pp. 15.
- 9 岡本・早坂（1986） カキ。浅海養殖，（社）資源協会編，（株）大成出版社，pp. 648.
- 10 大洋漁業広報室編（1984） お魚おもしろ雑学辞典（実用版）。（株）講談社，pp. 336.
- 11 農林省統計情報部 漁業・養殖業生産統計年報 . 1953～
- 12 宮城県水産林業部 宮城の水産概要。昭和26年度
- 13 宮城県水産林業部 宮城の水産。昭和31年版～昭和39年版
- 14 宮城県水産林業部 水産宮城。昭和41年版～

表紙説明

中 央 木架式養殖施設  
下段左 延縄式垂下養殖施設  
          (水中撮影)  
下段右 筏式垂下養殖施設

