

選抜育種による高成長・高生残系マガキの作出

尾田 正

Selected Breeding of Oysters for High Growth and Survival

Tadashi ODA

キーワード：マガキ，育種，高成長，高生残

岡山県の海域は水深が浅く，夏季に高水温となるなどマガキ *Crassostrea gigas* 養殖にとって不利な条件が多い。9～10月にかけてみられる大量へい死は，夏季の成熟・産卵による疲弊が原因と考えられており¹⁾，夏季に高水温であった年ほど多い傾向が見られる²⁾。時には5割以上がへい死することもあり³⁾，養殖上大きな問題となっている。そのため，大量へい死がおさまる9月下旬まで内湾の餌の少ない抑制漁場にカキ筏を密集させて餌の供給量を抑えることにより成長（成熟）を抑制してへい死を防いでいる。そして，産卵が終了する9月下旬から10月上旬に餌料の豊富な沖合の養成漁場へ移動させて身入りを図っている。しかし，夏に抑制をかけているために成長が遅れ，10，11月の出荷早期に身入りのよい大型のカキを出荷することができない。

これらの問題に対処するために，岡山県の海域に適したカキを作出する目的で1992年から水産庁の委託を受け，高生残・高成長系統のカキを選抜育種してきた。その結果，有望と思われる系統の作出に成功したので報告する。なお，本研究は水産庁委託「水産生物育種の効率化基礎技術の開発」の一環として実施したものである。

材料と方法

選抜は，カキ漁場での選抜，室内水槽での選抜，大量へい死した漁場からの選抜の3方法で行なった。

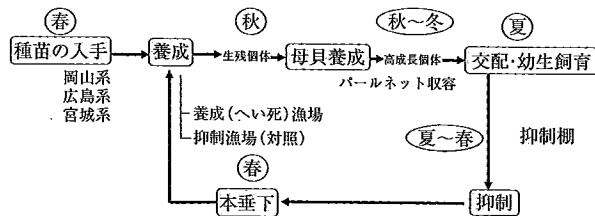


図1 カキ養殖漁場における選抜育種の工程

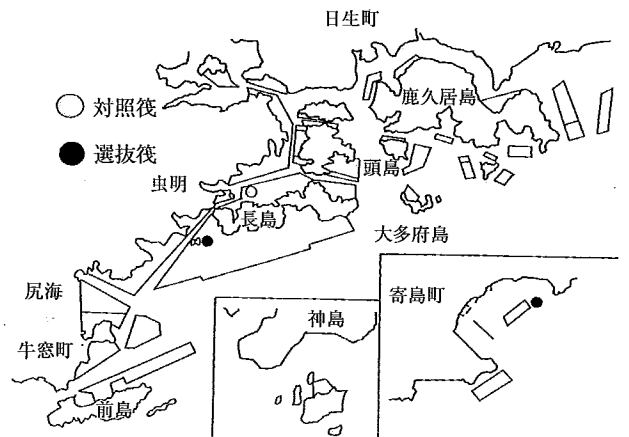


図2 岡山県下のカキ養殖漁場と育種に用いたカキ筏位置

カキ漁場での選抜 '92年から図1に示した工程で県下のカキ漁場（図2）において毎年繰り返し選抜を行なった。選抜育種に用いた母貝は，岡山（O），広島（H），宮城産（M）であり，へい死の多い養成漁場で生残した個体群を高生残系（R），へい死の少ない抑制漁場で生残した個体群を対照（N）とした。これらの個体をパールネットに収容し，県西部の寄島町地先で翌春まで養成した。殻高，殻長，殻幅，全重量を測定後，開殻して殻重量，肉重量を測定し，冬季における日間成長率を求め，高生残系（R）からさらに高成長群（H）を選抜した。

室内水槽での選抜 '98年に岡山産種苗を用いてへい死条件とされる高水温，多餌料条件下で7～9月に選抜を行なった。その方法は図3に示したように，培養した *Chaetoceros* sp. を高水温・多餌料条件の耐性区と自然水温・少餌料条件の対照区に高流量定量ポンプを用いて，それぞれの区に収容した岡山産種苗に給餌した。試験終了後，両区で生残した個体をパールネットに収容し，カキ漁場での選抜と同様に寄島漁場に垂下した。

大量へい死漁場での選抜 '99年に県西部の寄島で養

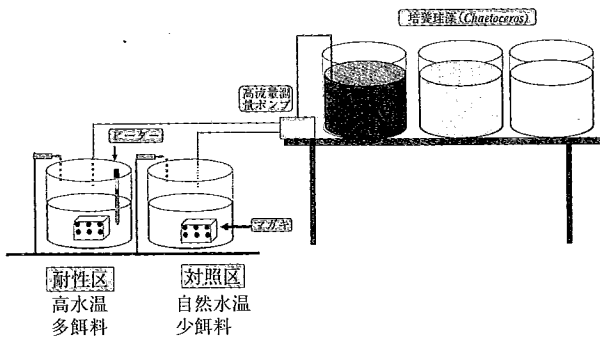


図3 室内水槽における高生存系選抜試験方法

殖カキの60~70%がへい死したが、その時に最もへい死亡率が高かった筏の生残個体群を選抜した。

上記の3方法で選抜した群は、いずれも日間成長率の高い5~10個体を母貝として交配を行い、幼生を飼育した。得られた成熟幼生をコレクターに付着させ、陸上水槽で天然幼生の付着が見られなくなる10~11月まで中間育成した。その後、抑制棚で翌春まで育成し、県下で最もへい死の多い寄島の抑制漁場に垂下して、高生存・高成長形質の発現について調査した。形質の発現が確認された群のみを毎年同様の工程で繰り返し選抜、交配を行った。

養殖試験 カキ漁場で選抜育種した系統のうち、F3まで高生存・高成長形質が認められた95MR1高(宮城産の高生存・高成長系、F4)及び94MHR(宮城産、高生存・高成長系、F5)、室内水槽で選抜した99IR(岡山産、高生存系、F2)、大量へい死した漁場で選抜した99Y-②(高生存系、F2)の4系統を用いて養殖試験を行なった。なお、対照には寄島カキ業者が養殖している天然産(岡山産、広島産)カキを用いた。

養殖試験は寄島の抑制漁場の東端に試験筏を設置し、2002年5月13日に本垂下して11月16日に収穫した。

戻し交配試験 継代交配の影響を検討するために宮城系F4の94MHRを宮城産と雌雄の組み合わせを変えて交配を行い、卵の発生率や本垂下後の成長、成熟、生残率等について調査を行なった。

結 果

選抜育種 '92年から行ったカキ漁場での選抜育種は幾つかの系統においてF1では高生存・高成長形質が発現したが、F2になるとその形質が消失するものがほとんどであった。F2においてもその形質が認められた系統についてさらに選抜育種を行なった結果、F3以上に

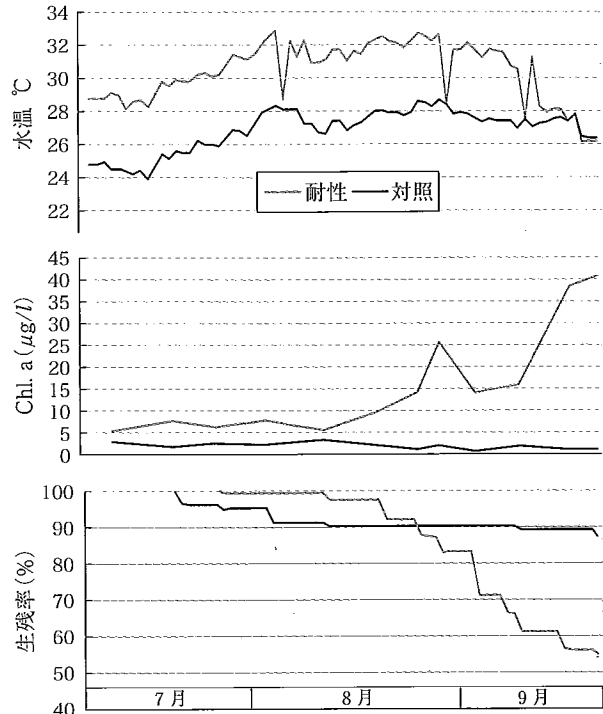


図4 陸上水槽における高生存系選抜試験の生残率、水温、クロロフィルa量の変化

においても高生存・高成長形質の発現が認められたのは、わずかに94MHRと95MR1高だけであった*。

室内水槽で高水温・多餌料条件にした耐性区(99IR)の平均水温は、30.4℃、クロロフィルa量は15.9 µg/l、対照区(99IC)はそれぞれ26.8℃、1.7 µg/lであり(図4)、選抜区をいずれも下回っていた。選抜区の生残率は55%、対照区は86%であり、高水温・多餌料とすることで強い選抜圧が働いた。それらのF1を寄島の抑制漁場に5~10月まで垂下して生残率を調査した結果、99ICの生残率57%に対し、99IRは23%と半分以下であり、選抜効果が認められた。また、9、10月の成熟度を比較すると、99IRは99ICよりも早く放卵・放精していたことが分かった。

寄島で大量へい死した筏から選抜したY99-②のF1の生残率は、対照とした養殖用の岡山産よりも高かった。

養殖試験 養殖試験の結果、94MHR、95MR1高、

表1 選抜育種系統の養殖試験結果

	生残率(%)	平均むき身重量(g)
95MR1高	47	12.41
99IR	49	7.30
94MHR	35	9.09
95Y-②	49	7.77
天然産	35	5.22

*選抜経過については、水産生物育種の効率化基礎技術の開発、平成9~14年度年度末推進会議資料を参照。

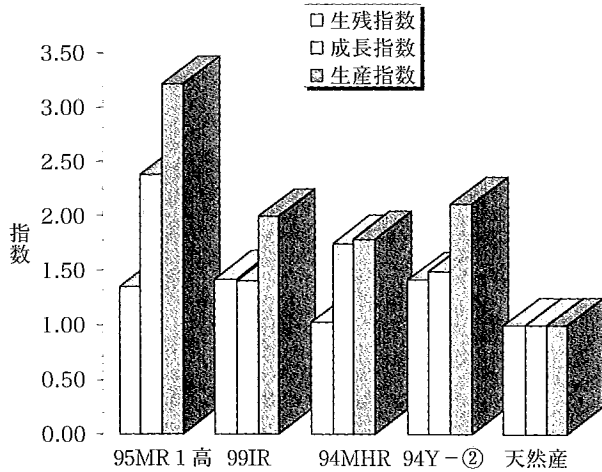


図5 選抜育種系統の生産性
 生存指数：生存率/天然産の生存率
 成長指数：平均むき身重量/天然産のむき身重量
 生産指数：生存指数×成長指数

99IR, 99Y-②はいずれも対照として垂下した天然産カキに比べて生存率、成長（むき身重量）ともに優れており（表1）、選抜効果が明らかであった。生存率が最も高かったのは99IRと99Y-②の49%であり、次いで95MR1高の47%であった。選抜系統で最も低かったのは94MHRの35%であり、天然産カキと同じであった。

成長は95MR1高が特に優れており、平均むき身重量が12.41gと天然採苗カキの5.22gと比べると2.38倍であった。各系統の生存率、成長について天然産カキの値で除して得られた値を生存指数、成長指数とし、それらに乗じて生産指数として図5に示した。その結果、選抜系統の生産指数は1.78～3.20であり、95MR1高が最も優れていた。

収穫時における身入り重量のヒストグラムを図6に示した。天然産カキが5gにモードがあるのに対し、99IR, 99Y-②は7.5g, 95MR1高, 94MHRは10gであった。また、11月中旬における商品区分を、7.5g以下を小、7.5g以上を大とすると、大として出荷できるのは、天然産がわずか15%であるのに対し、95MR1高は73%、99IRは39%、94MHRは61%、99Y-②は48%といずれも天然産を上回っていた。特にF4以上まで高成長方向へ選抜した95MR1高と94MHRは大の割合が多かった。また、身入り状況も99IRや99Y-②に比べると良好であり、グリコーゲン貯蔵組織が発達していた（図7）。

戻し交配試験 D型幼生発生率は94MHRの兄妹交配が最も低く、次いで94MHRの卵を使用した区が低く、宮城産の卵を使用した区に比べて約1/2であった（表

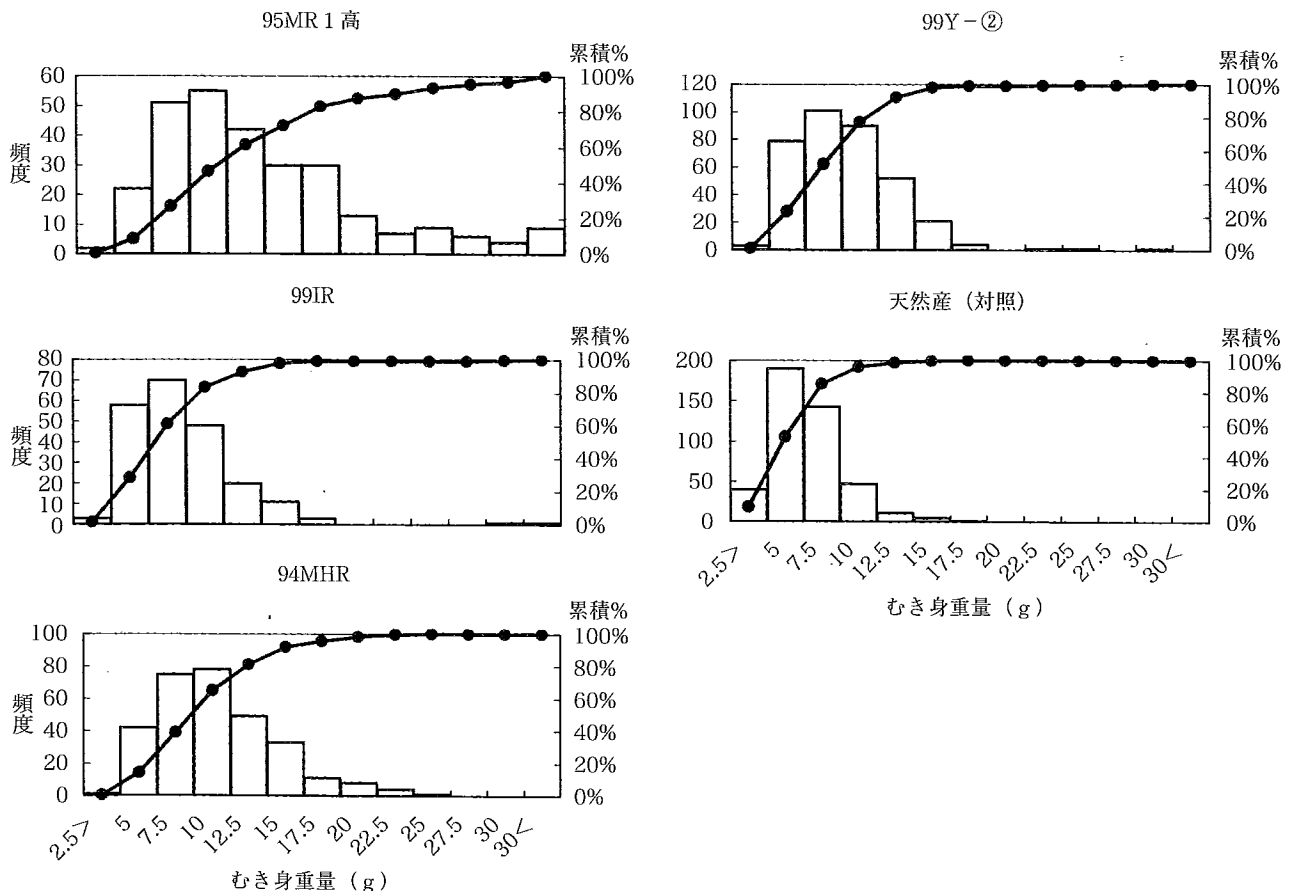


図6 養殖試験終了時における身入り重量のヒストグラム

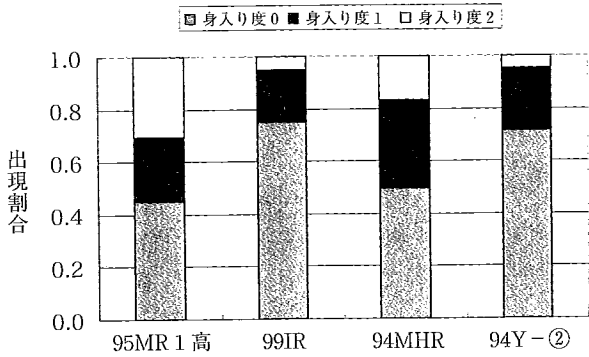


図7 11月における選抜育種系統の身入り度
 身入り度0：グリコーゲン貯蔵組織がほとんど認められず、水ガキ状を呈しているもの
 身入り度1：グリコーゲン貯蔵組織が肉質部を薄く覆っているもの
 身入り度2：グリコーゲン貯蔵組織が肉質部を厚く覆っているもの

2)。本垂下後の成長、生残率において、94MHRの兄妹交配したものは、宮城産や対照とした岡山産などの無選

表2 戻し交配における発生率(%)

	♂94MHR	♂M宮城産
♀94MHR	45.9	49.5
♀M宮城産	99.0	89.4

抜と比べると成長はよいが、宮城産と交配したものと比べると劣っている傾向が見られた(図8, 9)。これらのことから94MHRはF₅になって近交弱勢の兆候が出てきているものと考えられる。

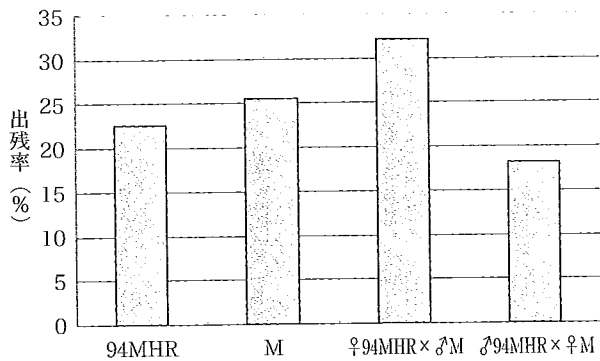


図8 11月における選抜育種系統の身入り度

考 察

選抜育種 '92年からは「新品種作出基礎技術開発事業」, '97年から「水産生物育種の効率化研究」の中で行った選抜育種は、対照を含めて延べ60系統の交配群を作出し、その形質について調査した。その結果、選抜育種の目的とした高生残・高成長形質をF₃以上まで示し

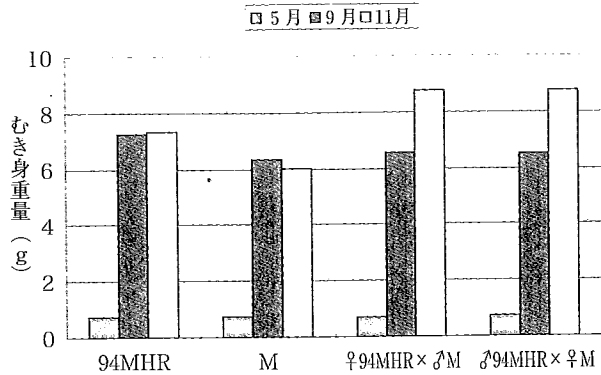


図9 戻し交配におけるむき身重量の推移

たのは、94MHRと95MR 1 高の2系統だけであり、その他のほとんどもはF₁では高生残或いは高成長形質を示したが、F₂以降はその形質を示さなかった。94MHRと95MR 1 高はそれぞれ'93年, '94年に宮城産を用いて第1回目の選抜を天然漁場で行なった時に非常に強い選抜(大量へい死)が働いた系統であることから、高生残形質を獲得するためには強い選抜圧が必要であることが分かった。生残に対する選抜圧が強い場合は、室内水槽であっても高生残形質を獲得できることが明らかになった。また、高成長形質については、冬季の日間成長率を基にして高成長群を交配して選抜したが、日間成長率は開始時の大きさが小さいほど大きくなるために、厳密な選抜は困難であった。そのために継代交配を重ねても高成長形質が出現することが少なかった。また、カキの成長は餌料環境に大きく左右され、筏や連の位置、また連の上下によって異なり、絶対的な大きさだけで選抜しても遺伝的に安定しない。このことは、いわゆるトビのF₁がトビのように大きくならなかったことからもうかがえる*。

高生残・高成長系統は、放卵・放精が早く、身入り開始時期も早くなることが明らかになった。94MHRと95MR 1 高はいずれも宮城系であり、一般に宮城系は産卵が早く、身入りも早い³⁾と言われているが、近年は広島産との交配もあり、その傾向が弱くなってきている。しかし、岡山県海域で選抜育種することにより、従来の形質が強くなり、かつ岡山県海域の環境に適合して生残率の高い系統になったものと思われる。

養殖試験 選抜系統は天然産に比べ、生産指数は2, 3倍となり、単純計算でも2, 3倍の生産額となる。また、寄島町における'02年11月の1kg当たりのむき身単価は7.5g以下の小が3,000円、7.5g以上の大が3,200円で

*平成11年度水産生物育種の効率化基礎技術開発年度末報告会資料, 岡山県

あり、大が多い選抜系統、特に94MHRと95MR 1 高の生産額はさらに上がる。殻付き出荷すれば、一斗缶当たり小が3,000円、大が6,000円となり、生産額はさらに倍となる。

餌料が多いため産卵後のへい死は多いが、秋以降の成長が良い寄島のような海域では、作出した選抜系統を用いることで生産額は大きく上がると思われる。一方、県東部の抑制漁場では餌料が少なく、ほとんどへい死しないことから、選抜系統を用いてもその効果は小さくなると考えられる。

戻し交配試験 94MHRはF₅において発生率の低下、成長の鈍化が認められたことにより、継代交配の限界が明らかになった。宮城産と交配したものは、94MHRの卵由来の発生率低下が認められたが、94MHRの精子には認められなかった。しかし、成長においては94MHRの卵または精子を使用したもの同士では差はなかったことから、近交弱勢の弊害を防ぐため系統間交配などによる優良形質の存続を図る必要がある。

今後の問題点 目的とする系統は作出できたが、実用化にはまだ残された課題がある。すなわち、作出した系

統は近親交配を数代にわたって実施してきたために近交弱勢が生じる危険性があることから、その防除対策を検討する必要がある。具体的には作出した他の高生残・高成長系との交配や天然産との交配により、近親交配を押し退けた継代を実施していく必要がある。また、これらの系統を漁業者に普及していくためには、種苗生産方法の簡素化を図り、種苗生産マニュアルを作成することにより漁業者への技術移転を検討しなければならない。

文 献

- 1) 森 勝義・今井丈夫・豊島清明・白杵 格：IV. 性成熟及び産卵に伴うカキの生理的活性と糖原量の変化，松島湾におけるカキの大量へい死に関する研究，東北水研研究報告，25，49-63 (1965)。
- 2) 草加耕司：平成7年度カキ養殖概況，岡山水試報，11，120-123 (1966) 7-16。
- 3) Imai T. and Sakai S. : Study of breeding of Japanese oyster, *Crassostrea gigas*, Tohoku Journal of Agricultural Research, 12 (2), 125-170 (1961)。