

氏 名  
授 与 学 位  
学 位 授 与 年 月 日  
学 位 授 与 の 根 拠 法 規  
研 究 科 ， 専 攻 の 名 称

ねま ち けん いち  
沼 知 健 一  
農 学 博 士  
昭 和 37 年 9 月 27 日  
学 位 規 則 第 5 条 第 1 項  
東 北 大 学 大 学 院 農 学 研 究 科  
博 士 課 程 (水 産 学 専 攻)

学 位 論 文 題 目

カキの属，種および品種に関する生物学的研究

指 導 教 官  
論 文 審 査 委 員

東 北 大 学 教 授 今 井 丈 夫  
東 北 大 学 教 授 今 井 丈 夫  
東 北 大 学 教 授 松 平 近 義  
東 北 大 学 教 授 土 屋 靖 彦

## 論文内容要旨

カキ科 (Ostreidae) の属, 種は主に貝殻の外部形態を基準に貝類学的見地から分類されて来た。しかし殻の形態は生活環境によって著しく変異するので, カキの分類は困難なものがあり, 研究者による分類の不一致も多い。

生物の種や品種の問題は生物学の最終的課題であると同時に生物学研究上もっとも基本的なものとされている。著者はカキの分類を単に貝類学的のみならず生物学的立場から検討して, カキに関する諸生物学的研究の基礎にしたいと考えた。本論文は分類学上多くの論議があった日本各地産マガキを中心に分類学および産業上重要な2属6種4地方品種(2属7種1変種)のカキを対象として, 4種類の生物学的方法を併用してそれらの遺伝的異同と分類の妥当性について研究したものである。

論文は6章からなる。緒言において研究の意義, 目的, 各種についての分類学的論議, 各章で採用した研究法の種, 品種研究上の得失と相補的關係および論文の概要を示した。I章では各種の卵や幼生の形態を数理統計的方法で比較し, II章では各種間の配偶子隔離とその機構および雑種の生存と生殖力について交雑試験の結果を, III章では生理生態学的に各種の好適発生条件を明らかにして各種間の生態的隔離の有無について検討し, IVおよびV章においてそれぞれ各種の血清と幼生抽出液中の抗原組成を血清学的に分析し, その異同から属, 種および品種間の遺伝的差異と関連性を検討し, あわせて種, 品種研究に適用される様な血清学的方法を究明した。総括においてこれら各研究の結果を併せて各地産マガキの遺伝的関連性と分類, 各種の特徴と独立性, 属の分類の基準と妥当性およびカキにおける諸形質の分化とその機構等について述べた。

I章—卵および幼生形態の属, 種, 品種における異同と変異性: 東北大学女川水産実験所に保存した各種のカキから人工的に得た卵および浮游各期の幼生を用い, 個体や環境による変異性を検討しながら形態を比較し, 属の特徴としての従来の記載を鉸歯の数や靱帯の位置について修正し, 更に属によって初期幼生の大きさ, 殻の相対生長, 鉸板の構造や長さ等が統計的にあるいは観察上異なることを示して, 初期幼生でも属が識別出来ることを数値的にも明らかにした。同属の各種は北方種が南方種より一般に卵や初期幼生が大きく, 各地産マガキでも有明海の一系統を除いてこの様な地理的勾配において異なっていた。しかし同属の各種は初期幼殻各部の比が酷似し, 好適条件下で飼育するときそれら各部の相対生長に統計的差がなく, その他鉸板の構造や長さ等の諸形態も酷似するので, 浮游幼生期を通じて種を識別することが困難であった。更に幼殻の一般形態が飼育環境特に水温で大きく変異することを相対生長を示す直線式的統計的検討で明示して, 幼殻の形態でカキ科の種を分類出来るとする Ranson の見解に反論した。

II章—交雑と配偶子隔離: Crassostrea 属各種のカキを一連の精子濃度で交配し, 受精の可否と一定の受精率を得るに必要な精子濃度を調べることによって各種間の配偶子隔離の程度を量的に知ろうとした。その結果一部の有明海マガキを除き各地産マガキの間には全く配偶子隔離がなく, 有明海マガキの中には一部の有明海マガキを含む各地産マガキと全く交雑しない♂, この♂と特異的に交配する♀があることを示した。この特異的なA型と称した♀, ♂の存在は本論文で始めて明らかになったので更に研究を進め, マガキ卵表面にA型精子の先体反応を阻止する機構があるためにこの様な隔離が生ずること, A型とB型(各地産マガキと交雑する♂とおよびA型♂, 交雑しない♀)は型によって集落をなしながら有明海各地に混在し一様にマガキとして養殖されていること, および両型は卵や成体の大きさも異なることを明らかにした。更にこの両型は各地産マガキと同様に有明海産ミノエガキとは著しく交雑し難いことを示し, マガキとミノエガキに関する従来の論議

に回答を与えた上、有明海には両種と区別されるべきA型が存在することを示した。各地産マガキとポルトガルガキの間には配偶子隔離がほとんど介在せず、 $F_1$ は成熟して正常な受精能力をもつ卵と精子を生じた。一般に地理的に隔離されている種間、即ちマガキとポルトガルガキを始め、スミノエガキ、マガキおよびポルトガルガキとアメリカガキの組合せでは、純系交配の10~100倍精子濃度で70~90%の受精率が得られた。この様によく交雑するものは同所に移植するとき種の独立性が失われる可能性があり、水産増殖学的には交雑による品種改良あるいは雑種崩壊の面で利用または留意すべき組合せと考えられた。受精における特異性の観点から見ればアメリカガキがもっとも特異性を欠き、有明マガキA型およびスミノエガキが特異的で、ポルトガルガキとマガキは著しく類似した性質をもっていた。

Ⅲ章—発生好適温度と塩分濃度： カキ各種の生理生態的特性あるいはそれらの間の生態的隔離に関する研究は種、品種研究上あるいは水産増殖学的に重要である。この章では生活史中もっとも大きな淘汰が働きその分布を決定すると考えられる初期幼生期における好適発生条件を各種について明らかにし、生態的隔離の有無について検討した。その結果互いによく交雑することが知られた各地産マガキとポルトガルガキはいずれも好適発生条件が類似しほぼ同一条件下で正常に発生することが知られた。各種の好適発生塩分濃度は従来著者によって著しく異なった値が得られ、生理的品種の存在が云われたりした。当論文では好適発生塩分濃度は親ガキが露されている海水の塩分濃度に応じて短時日に可逆的に一時変異し、その変異の範囲が先の2種では14~37%であることを明らかにし、従来の研究結果の不一致が両種については親ガキの生活環境を考慮しなかったことによると帰結した。各地産マガキが90%以上D型幼生期に達する温度範囲は地理的勾配をなして異なり、北方産のものは南方産より低温で好適に且やや速かに発生する傾向があり（温度に対する発生所要時間とその逆数の関係はそれぞれ双曲線と直線で表わされる）、ポルトガルガキは北海道マガキより、なお低温で好適に発生した。しかしこの両種では好適発生温度範囲が互いに重複し、発生速度も互いに類似していた。一方スミノエガキはこれら2種より発生速度が小で、低温で特に発生が遅く、南方系の特徴をもっていた。

Ⅳ章—属、種、品種に関する血清学的研究： 以上の結果が示す様にカキは異種間でも相互に交雑し、又生理生態的特性や形態的特性が類似するものがあつた。Ⅳ章では抗原抗体反応の特異性と抗原の遺伝性に着目し、各種のカキの血清を抗原として沈降反応重層法と吸収試験を併用してそれらの抗原組成の異同から属、種、品種の差と関連性を追求しようと試みた。その結果、各種は共通な抗原成分をもつと同時にスミノエガキを除いて全て種特異的抗原成分をもつことが知られた。更にマガキの抗原と抗血清を互いに吸収交叉することにより、各地産マガキの間にも抗原組成に差があることが知られた。即ち、各地産マガキは各種に共通な抗原とマガキに特異的な抗原を共通にもつが、それぞれ特異的抗原をもつことにおいて異なり、又地理的に近接するものでは互いに共通な抗原成分をもち、地理的分布が近接するものほど抗原組成が類似し分布が離れるほど異なっていた。1遺伝子1抗原説において、これら各地産マガキは地理的隔離に応じて遺伝的に異なると考えられた。この研究の途上異種および同種反応域の比較から *Ostrea* 属のヨーロッパガキが *Crassostrea* 属4種と異なった抗原組成をもつことが知られたが、*Crassostrea* 属4種の差はこの比較によっては明らかに出来なかつた。これらの反応における抗原価と抗体価についてふれながら、種および品種の研究には反応域あるいは沈降量の比較が必ずしも適当でなく、吸収試験による抗原組成の分析が有用であることを述べた。

Ⅴ章—幼生抽出液中の抗原組成： 血清学的研究を更に進め極微量の抗原(0.01~0.015ml.)を用いる寒天平板拡散法を案出して、初期D型幼生の抗原分析を行ない、各種幼生抽出液

中には5～6の抗原成分があり、その内2～3抗原成分が種特異的で、種によって組成が異なることを直接的に検出した。これらの抗原成分は成体の血清抗原成分と直接関係なく、又マガキ×ポルトガルガキF<sub>1</sub>幼生は交雑種に特異的な抗原成分 (Hybrid substance) をもたないこと等が見出された。これら多抗原成分よりなる抗原では寒天法を用いても各成分それぞれについてその異同を明らかにすることが困難な場合があったが、当研究では Björklund による吸収法を用いて特異的抗原の存在を明らかに出来た。一方免疫法で産生する抗体系、抗体価がともに異なり、Ajuvant法は少量の抗原で多くの抗体系を高い力価で産生し、寒天内沈降反応にもっとも有用な抗血清を与えた。この様に微量試料で抗原分析が可能となったことから、個体のもつ抗原分析を通じて、種や品種等繁殖集団の遺伝子型を推定し更に詳細に種、品種を研究する方法を論じた。

以上の知見を併せてカキの属、種、品種について下記の様に総括した。

(A) 各地産マガキの間には配偶子隔離や生態的隔離が認め難いことおよびF<sub>2</sub>が得られたこと (今井等 '61) において、日本沿岸各地に分布するマガキは中間的集団を通じて遺伝的に連続していると考えた。各地産マガキの生理生態的特性、卵や幼生の形態および抗原組成が地理的勾配をもって異なり、産地が離れるほど諸形質の差が著しく、地理的に近接したもののほど類似していたことはこの様な遺伝的関連性を支持している。この見地において関東以北、関東以南および有明海産マガキをそれぞれ *C. gigas*, *C. laperousei*, *C. gigas* var. *sikamea* として別種あるいは変種としてあつかうことは妥当でなく、これらは一様にマガキの地理的品種と見做される。

(B) 有明海マガキの内、当研究でA型と称したものは配偶子隔離の程度においてマガキと区別されるべきである。

(C) マガキとポルトガルガキは形態の類似性から同種であるとする見解がある。当論文で両種は互いに交雑しF<sub>1</sub>も成熟し且生理生態的特性や受精における特異性および幼生の抗原組成も類似することが知られた。一方、両種は成体の抗原組成が明らかに異なり、又F<sub>2</sub>が得られないことも同時に示された。それ故、両種間の地理的隔離をも考え併せるとき、両種は多くの形質が類似した別種あるいは遺伝的隔離の過程にあるものと考えられる。

(D) スミノエガキとマガキは成体や幼生の抗原組成が明らかに異なる。同所性の両種におけるこの様な差異はⅡ章に示した著しい配偶子隔離によって達成される。従って両種の異同に関する従来の論議には一応の終止符を打つことが出来る。

(E) 各種のカキは形態や生理生態的特性において必ずしも明瞭に区別出来ない。従ってこれらの諸形質の比較と同時に配偶子あるいは地理的隔離等諸隔離機構の介在の有無を調べ、又血清学的形質等遺伝的な分化が明瞭に知られる様な形質について比較した上で総合的に決定されるべきである。

(F) 属の分類は元来人為的要素を含むが、生殖法、幼生あるいは軟体部の形態および生態的特性によって *Ostrea* 属と *Crassostrea* 属を分類することは生物学研究上便宜である。幼殻の形態による属の分類は諸生物学的特性による分類と合致する。幼殻の形態の属による特徴はⅠ章で詳細に図示あるいは数値的に示した。

(G) 吸収法を併用して血清学的に抗原を分析する方法はカキの種のみならず品種の研究にも有用であった。寒天平板拡散法あるいは当研究で考案した微量用寒天平板法を用いれば赤血球より保存が容易で且各種生物より採取できる微量の可溶性抗原を用いてその中に含まれる多抗原成分とその異同を直接検出できるので、血清学的方法は近年益々重要になった水産生物の種内集団の研究にも広く用いられるべきものがある。

## 審 査 結 果 要 旨

カキの属、種は貝類学的に外部形態によって分類されているが、その形質は生活環境による変動も大きく従って不明確で疑問の点が多い。本論文は単に貝類学的のみならず、種々の生物学的判定方法を導入して、各種のカキの遺伝的異同を明かにし分類の妥当性の検討を試みたものである。

材料として分類学上及び産業的に代表的なマガキの各地方品種、ポルトガルガキ、スミノエガキ、アメリカガキ、ヨーロッパヒラガキ、オリムピアガキ等二属六種四地方品種を用いた。

先づ(1)卵および幼生形態の属、種及び品種における異同と変異性を統計的に検討し、(2)交雑試験によって配偶子隔離の可能性を明かにし、(3)発生好適温度及び塩分濃度を精しく調査して生態的隔離を検討、次いで(4)血清学的方法を導入して各種カキの血清中の抗原組成の異同から属、種、品種間の差とその関連性を追求、最後に(5)微量の抗原を用いてその組成を調べる方法を考案して、カキの幼生抽出液を用いて抗原組成を比較検討した。

以上の研究結果として次の諸点を明かにすることが出来た。即ち(1)各地産のマガキの間には配偶子隔離や生態隔離が認め難いことなどから、日本沿岸各地に分布するマガキは一様にマガキの地方品種と見なされること、(2)但し有明海産のマガキの内、配偶子隔離の面から他のマガキと区別すべき一系統の存在が認められること、(3)マガキとポルトガルガキは交雑試験結果、抗原組成から見て著しい地理的隔離の結果、遺伝的隔離の過程にあるものと認められること、(4)スミノエガキとマガキは成体及び幼生の抗原組成、生理、生態的特性が明かに異なり、両種の同所性は配偶子隔離によって成り立ち得ることを証明し、両種の異同に関する多年の論議に終止符を与えたこと、(5)現行分類の属間には単に形態的のみならず、生殖法に於ても、生態的にも更には血清学的にも差は明確であり、属分類の妥当性が確認されたこと等である。

これを要するに本論文は従来、成貝及び幼貝の形態的異同のみに基準をおいたカキの分類法を検討して発生、生理、生態学的に吟味するとともに、交雑実験、更には血清学的解析によって不明確であったカキ分類の諸問題を解決したのみでなく、今後の水産動物分類の研究に新しい指針を与えたものとして、その業績は高く評価される。よって著者は農学博士の学位を授与するに十分な資格があると判定される。