

アサリの生化学的指標による漁場評価法の確立

中央水産研究所 沼口勝之・中田 薫

平成7年度～9年度

緒言

アサリの漁場造成を行うにあたり最も重要なことは、アサリの成育に適した漁場を造成することであり、造成漁場においてアサリの生産が十分に行われるためには、漁場においてアサリの成長が良いことと同時にアサリの生残率が高いことが必要である。

これまでアサリ造成漁場の評価を行うために、当該漁場におけるアサリの漁獲量をはじめアサリの分布・生息密度調査、アサリ幼・稚仔および成貝の現存量調査および成長・生残率調査などが行われている。しかし、これらの調査には多大な時間と労力と費用がかかることから、従来より短時間にしかも簡便にアサリ漁場の評価を行うための手法の開発が望まれている。

本調査では、短時間に且つ簡便にアサリ漁場を評価する手法を開発することを目的として、アサリの生化学的的成分を指標とした漁場評価の可能性について検討を行った。

アサリ漁場環境は、物理的環境（水温、塩分、底質、流況など）、化学的環境（溶存酸素量、水質、底質など）、生物的環境（餌料、競合種、寄生種など）からなる複合的な生態環境から成り立ち、これらの環境要因は時空間的な変動を伴う。アサリの成育に適した漁場というのは、これらの環境条件がアサリの生態特性と適合している場といえる。

アサリの成長や肥満度あるいは産卵期などの生物学的な性状は、そのアサリが生息する漁場環境の影響を大きく受けており、アサリ漁場の環境とアサリの生物学的な性状とは密接な関係があることが指摘されている。このことはある漁場である時期に取り上げたアサリの生物学的な性状は、その漁場のその時期あるいは過去からその時期までさかのぼったある期間の複合的な環境条件を反映した結果を具現化していると考えられる。すなわち、造成漁場において採集したアサリの生物学的な性状を正確に知ることができれば、採集した時期あるいは過去から採集した時期までさかのぼったある期間の複合的な漁場環境が、アサリに対して良好であるか否かを判断出来ると考えられる。

以上の考え方をもとに、アサリの生物学的な性状をもとに漁場の評価を行うためには①アサリの生物学的な性状のうちどのような性状を指標として用いるのが適当なのか②アサリのどの部位を測定するのが適当か③指標として選んだ生物学的な性状が実際のアサリ漁場でどのような動態を示すのか④指標として選んだ生物学的な性状が実際のアサリ漁場の評価を行うのに妥当であるのか等の問題点を解明する必要がある。本調査では、アサリの生物学的指標として、アサリが生息環境の影響を受けた場合にその影響を正しく反映すること、測定が短時間に且つ簡便に出来ること等の条件を備えるものとして、アサリの血清および軟体部の生化学的的成分について検討することにした。

7年度はアサリの血清と軟体部の生化学的的成分の測定法についての検討を行った。8年度は、前年度に得られたアサリの生化学的的成分の測定法を用いて、愛知県下の天然のアサリ漁場において周年にわたりアサリを採集し、これらの生化学的的成分を測定し、実際のアサリ漁場での生化学的的成分の動態について検討した。9年度は、アサリ血清と軟体部の生化学的的成分が、実際にアサリ漁場の評価を行うのに妥当であるかどうかを判断するため、愛知県下においてアサリの成長と肥満度が良好な漁場と不良な漁場の2箇所の漁場を選定し、両漁場のアサリの生化学的的成分を測定し比較検討することにより、アサリの生化学的的成分の漁場評価手法としての有効性について検討した。

調査方法

(1) アサリ血清と軟体部の生化学的成分測定法の検討

実験材料は、1995年9月に横浜市金沢湾の人工干潟で採集したアサリを研究所に持ち帰り、ほぼ同じ大きさのアサリ70個体(平均殻長と標準偏差; 3.73 ± 0.25 cm、平均全重量と標準偏差; 10.56 ± 2.25 g)を選び、このうち20個体は各個体の後閉殻筋より血リンパ液をツベルクリン用注射器で約0.3ml採血した後、直ちに冷却遠心分離にかけて血球成分等を取り除いた血清を得た後、分析時まで -40°C で凍結保存した。

残りの50個体は氷冷下において解剖バサミで供試貝を外套膜、鰓、貝柱、足部、内臓部(軟体部より外套膜、鰓、貝柱、足部および水管を除いた部分を内臓部とした)の5部位に別けた。このうち20個体分のガブMについては各部位の湿肉重量を測定し、軟体部全重量に対する各部位の重量比を求めた。

また、30個体分のガブMは各部位の生化学的成分測定用として測定を行うまで -40°C で凍結保存した。このうち10個体分のガブMはアンスロン硫酸法¹⁾によりグリコーゲンの測定を行った。残りの20個体分のガブMは、生化学的成分の測定を行う前に以下の処理を行った。それぞれの部位別のガブMは正確に秤量後、氷冷下において冷Tris-HCl(pH7.5)・0.9%NaClを添加してPotter-Elevehjem型ホモジナイザーにて十分にホモジネートした後、冷却遠心分離した。得られた上澄み液を粗酵素液として、酵素法²⁾により以下の生化学的成分をそれぞれ測定した。また、同時に粗酵素液中のタンパク質をLowry法³⁾で測定した。

酵素法による生化学的成分の分析は、ムタロターゼ・GOD法によりグルコースを、 p -ニトロフェニールリン酸法により酸性フォスファターゼ(以下AcPと略す)とアルカリ性フォスファターゼ(以下AlPと略す)を、POP・TOOS法によりグルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ(以下GOTと略す)とグルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ(以下GPTと略す)を、L-ロイシン- ρ ジエチルアミノアニリド基質法によりロイシンアミノペプチダーゼ(以下LAPと略す)をそれぞれ測定した。また、アサリ血清についても同様に上述した生化学的成分の測定を行った。

(2) 愛知県小鈴谷干潟のアサリ漁場におけるアサリの生化学的成分の動態

愛知県常滑市小鈴谷にある小鈴谷干潟のアサリ漁場(図1)において、1995年10月、12月、1996年2月、4月、6月、8月、10月にアサリを採集し、殻長3~4cmのアサリを選び調査に用いた。また、採集時には干潟の水温、泥温、塩分の測定を行った。各時期において採集したアサリのうち20個体のアサリは採集現場で直ちに後閉殻筋から血リンパ液を約0.3mlを採血し、直ちにメタノール・ドライアイス中で凍結した。生物量測定用(20個体)および生化学的成分測定用(10個体)に用いるアサリは殻付きの状態ドライアイスで凍結して研究所まで持ち帰った。

血リンパ液は解凍後、冷却遠心分離し血清成分を得、血清中の蛋白質量の測定を行った。各時期に採集したアサリ20個体については、殻長、全重量、軟体部湿肉重量、乾燥肉重量、乾燥殻重量の測定を行い、乾燥肉重量と乾燥殻重量の比より肥満度を、乾燥肉重量と湿肉重量の比より軟体部の水分含量を求めた。また、各アサリ個体の生殖巣を肉眼観察し各時期の群成熟度⁴⁻⁵⁾を求めた。

各時期に採集したアサリ10個体については、氷冷下において解剖バサミで内臓部と足部を切り出し、内臓部は前項で述べた方法により粗酵素液を得た後、蛋白質量、GOT、GPT酵素活性の測定を行い、足部を用いてグリコーゲン量の測定を行った。

(3) アサリの生化学的成分の漁場評価手法としての有効性の検討

愛知県水産試験場漁業生産研究所が実施した愛知県下の数ヶ所のアサリ漁場の調査結果から、漁場によりアサリの肥満度や成熟過程の状態が異なることが報告されている⁶⁾。本調査では、愛知県水産試験場漁

業生産研究所の調査結果から明らかになったアサリの成長や肥満度が良好とされている三河湾の愛知県幡豆郡吉良町の梶島と、アサリの成長と肥満度が梶島漁場より劣るとされている伊勢湾東岸の愛知県常滑市小鈴谷の2箇所の(図1)アサリ漁場において、1997年3月、5月、8月、11月にそれぞれの漁場からアサリを採集して、両漁場のアサリの生化学的成分を測定し、それらの成分値の比較検討を行った。

調査時には漁場で採集したアサリより殻長3~4cmの大きさのアサリを選び、各時期・各漁場のアサリは前年度(8年度)と同様に、20個体のアサリは採集現場で直ちに後閉殻筋から血リンパ液を約0.3mlを採血し、直ちにメタノール・ドライアイス中で凍結し、生物量測定用(20個体)および生化学的成分測定用(10個体)に用いるアサリは殻付きの状態ドライアイスで凍結して研究所まで持ち帰った。各時期・各漁場のアサリの測定は、肥満度と軟体部の水分含量、血清タンパク質、内臓部の蛋白質量、GOT、GPT酵素活性、足部のグリコーゲン量を前年度と同様な方法で測定した。

調査結果

(1) アサリ血清と軟体部の生化学的成分測定法の検討⁷⁾

アサリの各部位の湿肉重量が全軟体部湿肉重量に占める割合を図2に示した。今回測定に用いたアサリの平均全重量は10.56gで軟体部の湿肉重量は2.14g(20.3%)であった。全軟体部重量に対する内臓部の重量の割合は51.2%で、他の部位の割合が8.5~16.7%であるのに比べて内臓部は軟体部の大部分を占めていた。

アサリ軟体部の生化学的成分の測定を試みた結果、蛋白質量、グルコースおよびGOT、GPT、LAP、AcP、AIPの酵素活性は、今回用いた測定法でいずれも測定が可能であった。図3に軟体部各部位のタンパク質量を、図4にグルコース量を、図5に酵素活性としてGOTを、図6にGTPを、図7にLAPを、図8にAcPを、図9にAIPを、また図10にグリコーゲン量を示した。軟体部の各部位の平均タンパク質量は80~100mg/gであり、各部位で大きな差異は見られなかった。グルコース量はタンパク質量に比較して著しく少なく、最も値が高かった内臓部でも431 μ g/gであった。また、GOT、GPT、LAP、AcP、AIPの酵素活性値はいずれも内臓部において高い傾向が見られた。内臓部、外套膜、足部のグリコーゲン量は25~26mg/gで大きな差異はなかった。

アサリ血清中の生化学的成分の測定を試みた結果、血清グルコース量は6~50 μ g/ml、血清タンパク質は550~900 μ g/mlであり、GOT、GPT、LAP、AcP、AIPの酵素活性は本測定法ではいずれの酵素も検出限界以下の値であった。このことから、アサリ血清中にはグルコース量が少ないのに比べてタンパク質量は比較的多いこと、また血清中の酵素活性値は非常に低いレベルにあることが明らかになった。

測定部位はアサリの軟体部に占める割合が大きくてサンプリングがしやすいこと、また他の部位に比べて酵素活性値が高かった内臓部が適当と考えられた。グリコーゲンの測定法は、他の生化学的成分の測定法と異なることから内臓部以外の部位を用いる必要があるため、グリコーゲン量が比較的多い部位で、またサンプリングがしやすい部位として足部が適当であると考えられた。

以上の結果から次年度以降のアサリ漁場調査では、アサリの生化学的成分として、血清のタンパク質、内臓部のタンパク質、GOT、GPT酵素活性、および足部のグリコーゲン量の測定を行うことにした。

(2) 愛知県小鈴谷干潟のアサリ漁場におけるアサリの生化学的成分の動態⁸⁾

実際のアサリ漁場におけるアサリの生化学的成分の動態を明らかにするため、愛知県常滑市小鈴谷干潟のアサリ漁場で時期別に採集したアサリの生化学的成分を測定した結果、アサリ血清中のタンパク質は季節的な変動がみられ、冬季に低く、夏季に高くなる傾向があった(図11)。しかし、内臓部のタンパク質量は血清タンパク質にみられるような大きな季節変動は見られなかった(図12)。GOT酵素活性(図13)とGPT酵素活性(図14)は季節によりほぼ同様な増減傾向を示した。また、足部のグリコーゲン量は4月

と8月に増加する特徴的な変動がみられた(図15)。

本漁場におけるアサリの生化学的成分の変動は、漁場の物理的・化学的環境環境の変化に伴うアサリの生理的な状態や変化と関係があることが考えられることから、調査漁場におけるアサリの肥満度(図16)およびアサリ群集の成熟の程度や産卵期を知る上での指標値となる群成熟度(図17)との関連について検討を行った結果、アサリの血清タンパク質量の変化は肥満度の変化と良く対応していた。また、GOTとGPT酵素活性値は群成熟度の変動傾向と良く対応していた。このことは、アサリの産卵期には卵巣または精巣において生殖細胞の分裂・増大等の細胞活動が盛んに行われている時期であることから、内臓部(生殖巣を含む)ではタンパク質代謝において重要な役割をしているGOT、GPT酵素活性値が高くなっていたと考えられる。足部のグリコーゲン量はアサリの産卵期前の4月と8月に多くなり、本漁場アサリの産卵期と考えられる6月および10月には急激に低下した。二枚貝ではグリコーゲンは主要な栄養貯蔵物質としての働きがあることが知られている。本漁場のアサリのグリコーゲン量が産卵期前に多くなり、産卵期に減少したことは、アサリの産卵活動に必要なエネルギーの供給が、栄養貯蔵物質であるグリコーゲンを消費することにより行われていたことが推察される。

以上のことから判断して、アサリの生化学的成分の動態はアサリの生体活動の状態を良く反映していると考えられた。

(3) アサリの生化学的成分の漁場評価手法としての有効性の検討⁹⁾

調査を行った1997年3、5、8および11月の愛知県常滑市小鈴谷のアサリ(以下は小鈴谷アサリと略す)と愛知県幡豆郡吉良町梶島のアサリ(以下は梶島アサリと略す)の肥満度を図18に示した。梶島アサリの肥満度は3月に最も高くなり、それ以降減少した。一方、小鈴谷アサリは3月以降増加し8月に最も高くなり、それ以降減少した。今回調査した両漁場アサリの肥満度の季節的な変動の傾向は、1992~1994年に愛知県水産試験場漁業生産研究所が両漁場で調査を行ったアサリ肥満度の季節変化の結果⁶⁾とほぼ同様な傾向が認められた。両漁場の肥満度は梶島アサリのほうが常に小鈴谷アサリより高い値を示した。このことは梶島アサリが小鈴谷アサリより軟体部がよく肥厚していたことを示している。

図19に各月の、両漁場の血清タンパク質を、図20にアサリ足部のグリコーゲン量を、図21にアサリ内臓のGOTを、図22にGPTをそれぞれ示した。両漁場の調査結果から、梶島アサリの血清タンパク質、足部グリコーゲン量および内臓GOT、GPT酵素活性値は季節変動はあるものの、常に小鈴谷アサリの値より高いレベルにあった。このことは、梶島アサリが小鈴谷アサリより栄養状態が良く、また生体タンパク質の代謝活性が高く、生合成能が大きいことを示唆している。

今回得られた調査結果をもとに、両アサリ漁場の質的な評価を行うと、小鈴谷アサリ漁場に生息するアサリよりも、梶島アサリ漁場に生息するアサリのほうが栄養状態、代謝活性、体内物質の生合成能が優れていると判断される。このことは梶島アサリ漁場のほうが小鈴谷アサリ漁場のアサリよりも肥満度が常に高いという事実を裏付けるものと考えられる。以上の調査から、漁場によってアサリの生化学的成分値に差異があること、アサリの成育に適した漁場では生化学的成分値が高い傾向があることが明らかになった。これらのことから、漁場に成育するアサリの生化学的成分を把握することにより、当該漁場がアサリの成育に適している漁場か否かをある程度判断出来ると考えられる。

これまでの結果を整理し、図23にアサリの生化学的成分を指標にした漁場評価の概念図を示した。すなわち、図23において当該漁場のアサリの生化学的成分値がA以下であればアサリ漁場として不適な漁場、A~Bの範囲にあれば好適な漁場、B以上であれば最適な漁場と判断することが出来る。図23のA、Bで示したアサリ漁場評価のための基準値やその変動パターンは図19~22に示したように生化学的成分の種類や時期により異なる。今回、血清タンパク質、内臓GOT、GPT酵素活性、足部グリコーゲン等の生化学的成分については図23に相当するような変動パターンを示すことができたが、今後さらにアサリの生化学的成分についての調査回数や調査漁場を増やすことにより、アサリの生化学的成分についての知見

を充実させ、アサリの生化学的成分を指標とした漁場評価がより正確に効率良く出来るようにする必要があると考える。

考察

アサリの漁場造成において造成漁場の事前、事後調査で当該漁場がアサリの成育、生産に適した漁場であるかどうかを評価する必要があるが、このための調査には多大な時間と労力および費用がかかることから、アサリ漁場の評価をより簡便に且つ短時間にできる方法が望まれている。本調査では、アサリの生化学的成分を指標としてアサリ漁場の評価を、短時間に且つ簡便に行う手法を開発することを目的とした。

本調査では、これまでアサリでは研究されることがなかったアサリ血清や軟体部の生化学的成分の測定法を確立するとともに、天然漁場のアサリの生化学的成分の動態を調査し、アサリの生化学的成分がアサリの生体活動を良く反映していることを明らかにした。さらに漁場によりアサリの生化学的成分値には差異があること、アサリの成育が良好といわれている漁場のアサリの生化学的成分値は、そうでない漁場のアサリより高い傾向があることから、アサリの生化学的成分を指標としてアサリ漁場の評価を行うことが可能であることを明らかにした。

本調査で今回開発したアサリの生化学的指標による漁場評価手法は、簡便で且つ短時間に測定出来ることから、沿岸整備事業におけるアサリ漁場造成においてこれまで多大な時間と労力を必要としたアサリ漁場評価のため調査の作業を簡便化することができ、今後の沿岸整備事業を展開する上での有益な手法と知見を提供することができた。

摘要

1. アサリの生化学的成分を指標とした漁場評価手法の可能性について検討を行った。
2. アサリ血清と軟体部の生化学的成分測定法を検討し、アサリの生化学的成分として血清のタンパク質、内臓部のタンパク質、GOT、GPT 酵素活性および足部のグリコーゲン量を測定することが適当であると考えられた。
3. 愛知県のアサリ漁場において、アサリの生化学的成分の動態を調査した結果、アサリの生化学的成分はアサリの生体活動の状態を良く反映していることが明らかになった。
4. 愛知県下でアサリの成育が良好といわれている漁場と、不良な漁場においてアサリの生化学的成分を測定し比較検討した結果、漁場により生化学的成分値に差異があること、アサリの成育に適した漁場では生化学的成分値が高い傾向があることが明らかになった。
5. 以上の調査結果から、漁場に成育するアサリの生化学的成分を把握することにより、当該漁場がアサリの成育に適している漁場か否かを判断出来ると考えられた。
6. 以上の知見を基に、アサリの生化学的成分を指標にした漁場評価法の概念図を提示した。
7. 今回の調査により漁場評価を行うために必要なアサリの生化学的成分とその値についての知見はある程度整備されたが、今後さらに調査の回数や調査漁場を増やしアサリの生化学的成分についての詳細な調査を行うことにより、漁場評価がより正確に、効率よく、簡便に行えるようにしていく必要があると考える。

引用文献

- 1) 吉川春寿 1959 : グリコーゲン、臨床医科学 I、協同医書出版社、東京、150-152.
- 2) 斎藤正行・丹羽正治 1978 : 臨床化学(第 7 版)、講談社サイエンティフィック、東京、111-143.
- 3) Lowry, O.H., Rosebrough, H. J., Farr, A. L., and Randall, R. J., 1951: Protein measurement with the folin phenol reagent, J. Biol. Chem, 193, 265-275.
- 4) 安田治次郎・浜井生三・堀田秀之 1954 : アサリの産卵期について、日水誌、20(4)、277-279.
- 5) 辻 秀二・宗清正廣・井谷匡志・道家章生 1994 : 舞鶴湾のアサリの生殖周期、京都府立海洋センター研報、17、1-9.
- 6) 愛知県水産試験場漁業生産研究所 1996 : 平成 7 年度増殖場造成事業調査 (アサリ資源増殖技術開発調査) 結果報告書データ集(中間)、pp. 1-105.
- 7) 沼口勝之 1997 : アサリ軟体部の部位別体成分の比較、貝類学雑誌、56(1)、78.
- 8) 沼口勝之・中田 薫・柳沢豊重 1997 : 愛知県小鈴谷干潟におけるアサリ体成分の季節変化、平成 9 年度日本水産学会春季大会講演要旨、41.
- 9) 沼口勝之・柳沢豊重・中田 薫 1998 : 愛知県下の異なる漁場におけるアサリの体成分比較、日本貝類学会平成 10 年度大会研究発表要旨集、30.

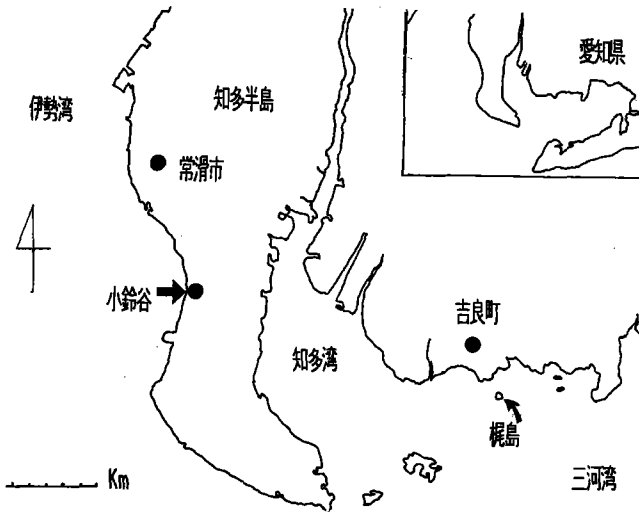


図1. 愛知県アサリ漁場の調査地点

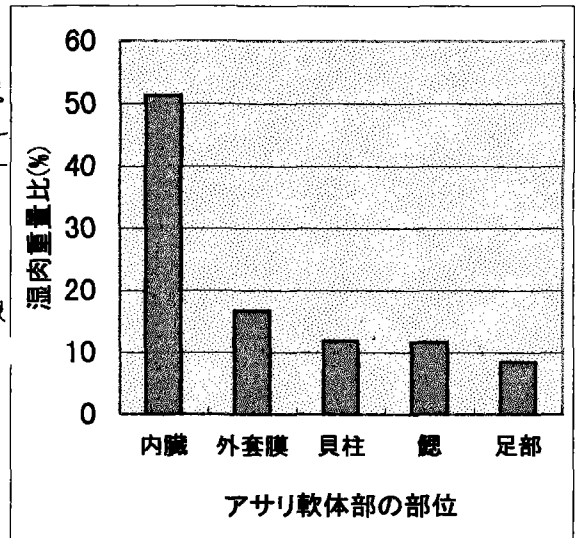


図2. アサリ軟体部の部位別重量比

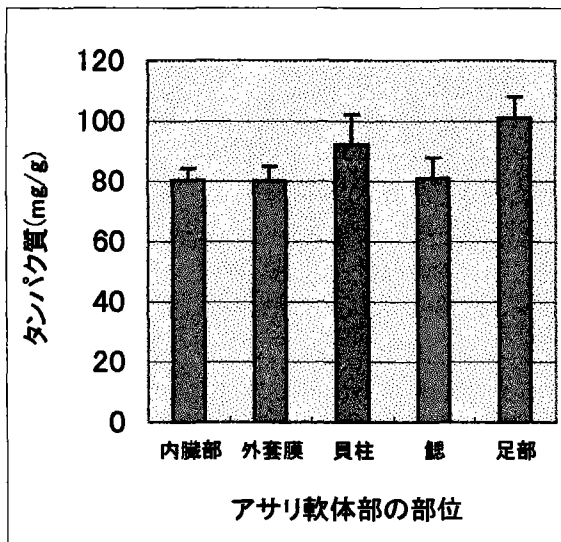


図3. アサリ軟体部のタンパク質

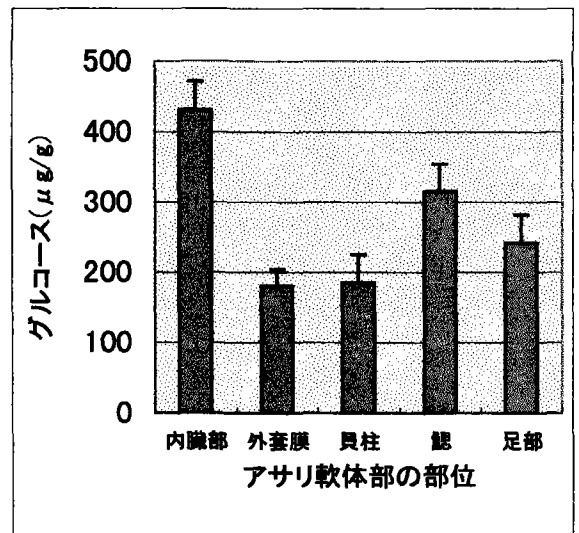


図4. アサリ軟体部のグルコース

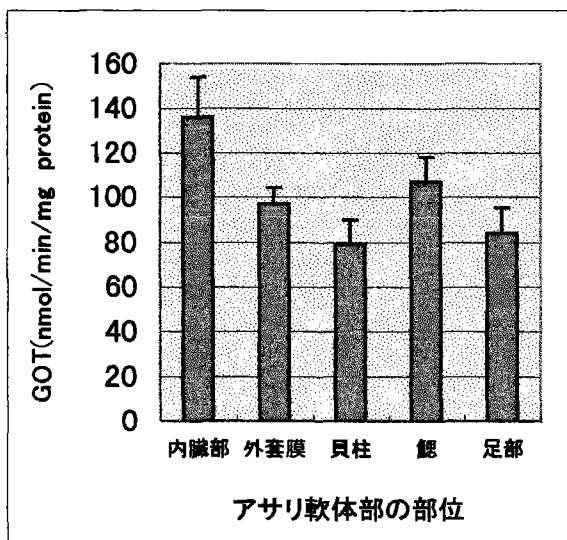


図5. アサリ軟体部のGOT酵素活性

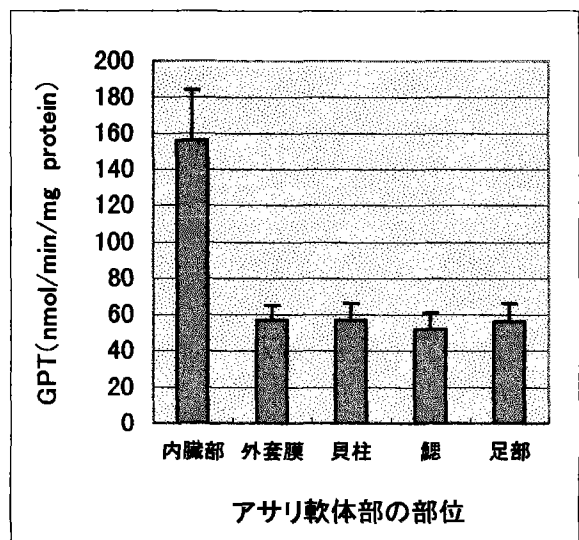


図6. アサリ軟体部のGPT酵素活性

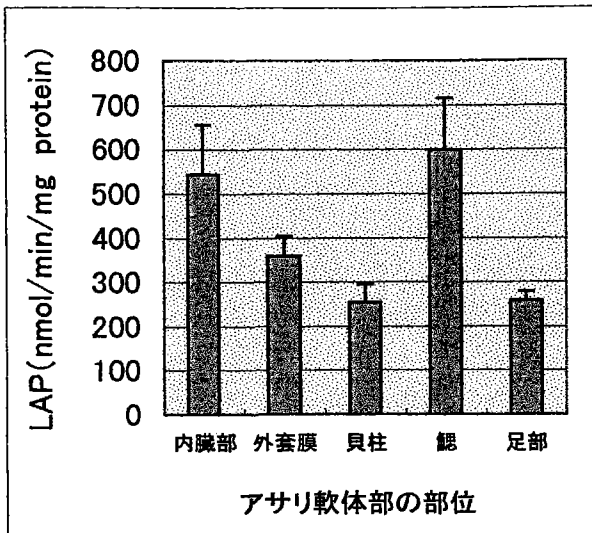


図7. アサリ軟体部のLAP酵素活性

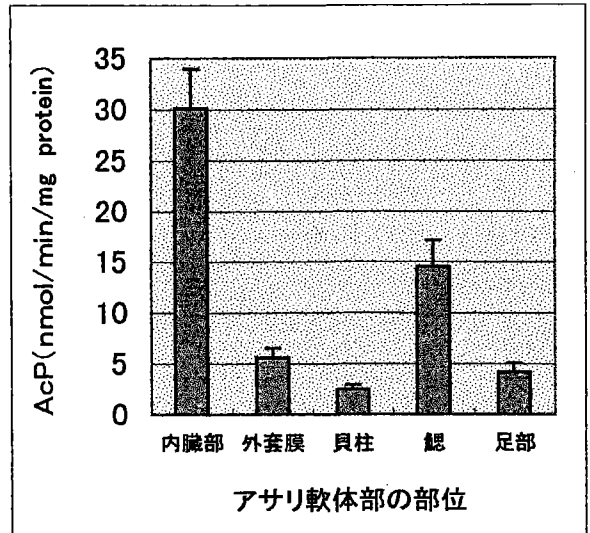


図8. アサリ軟体部のAcP酵素活性

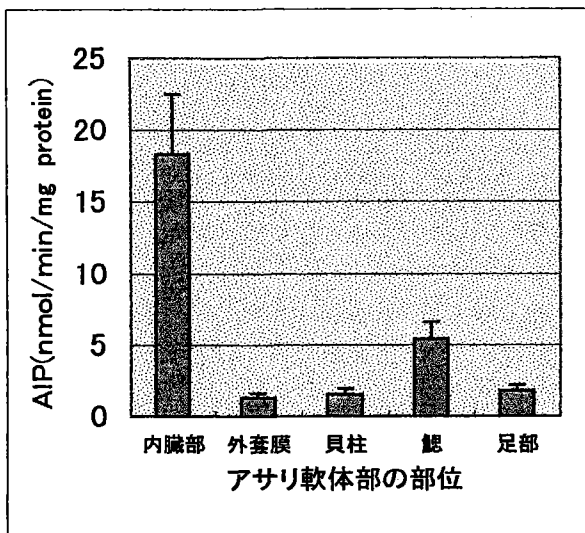


図9. アサリ軟体部のAIP酵素活性

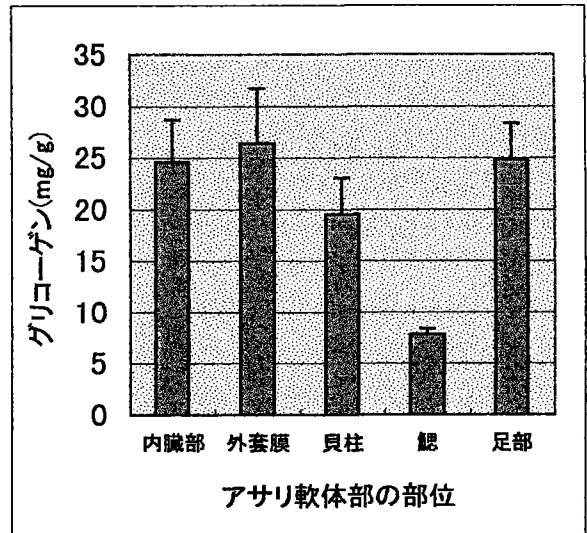


図10. アサリ軟体部のグリコーゲン量

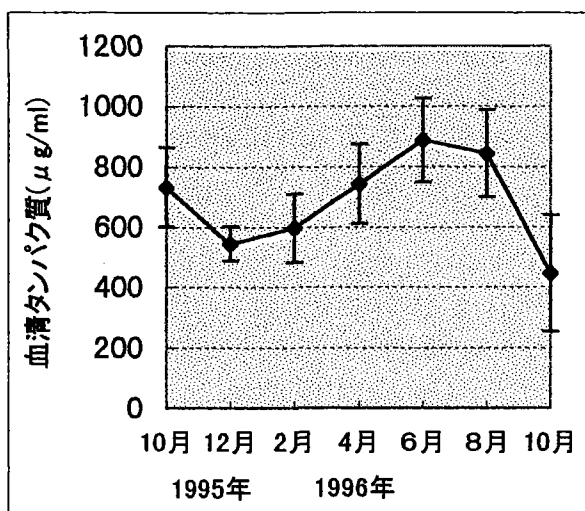


図11. 血清タンパク質の季節変化

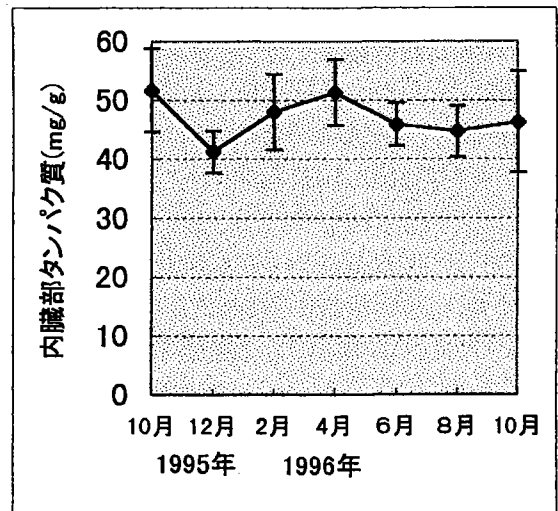


図12. 内臓タンパク質の季節変化

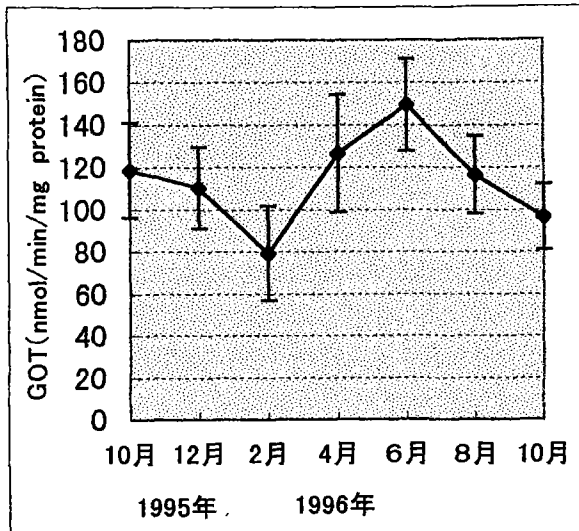


図13. GOT酵素活性の季節変化

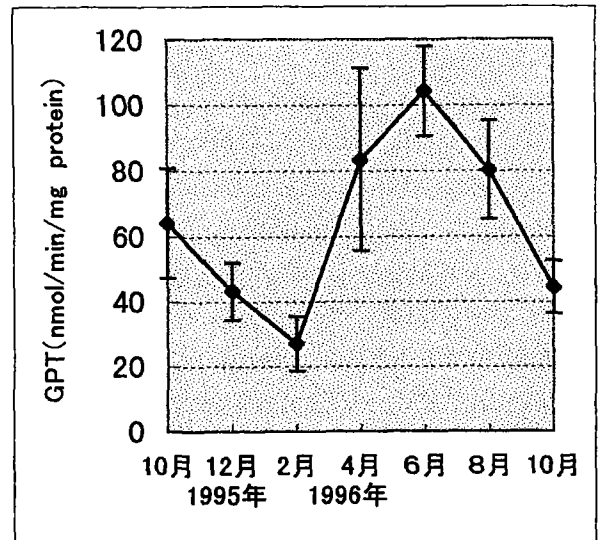


図14. GPT酵素活性の季節変化

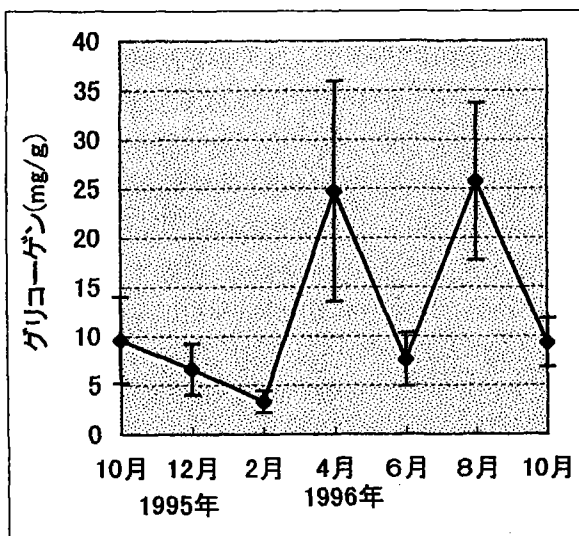


図15. グリコーゲンの季節変化

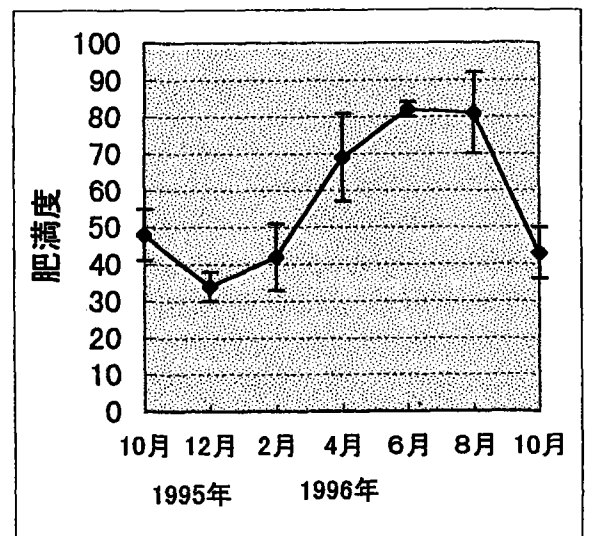


図16. アサリ肥満度の季節変化

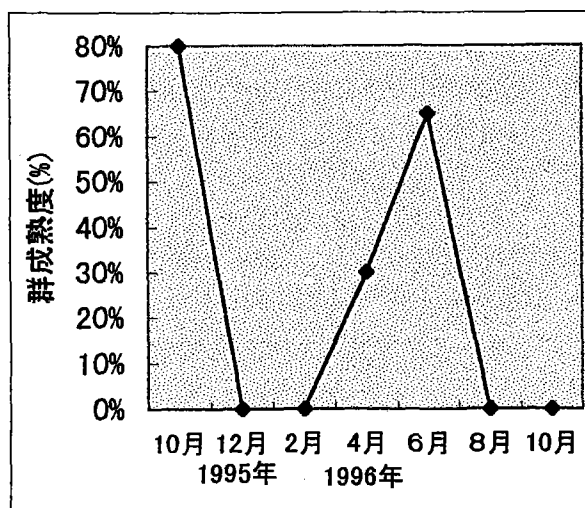


図17. アサリの群成熟度の季節変化

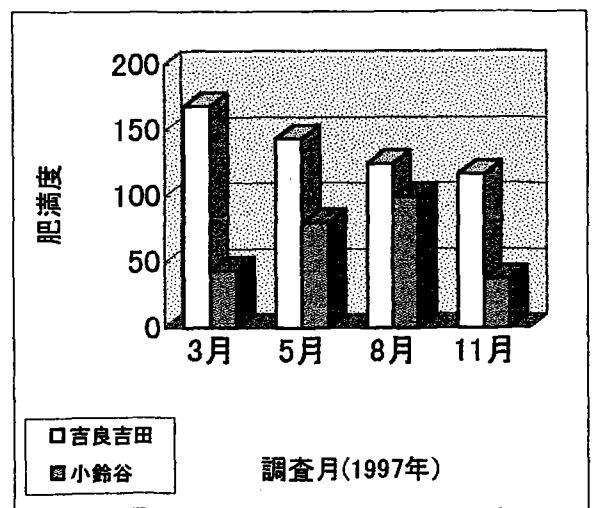


図18. 異なる漁場でのアサリの肥満度の比較

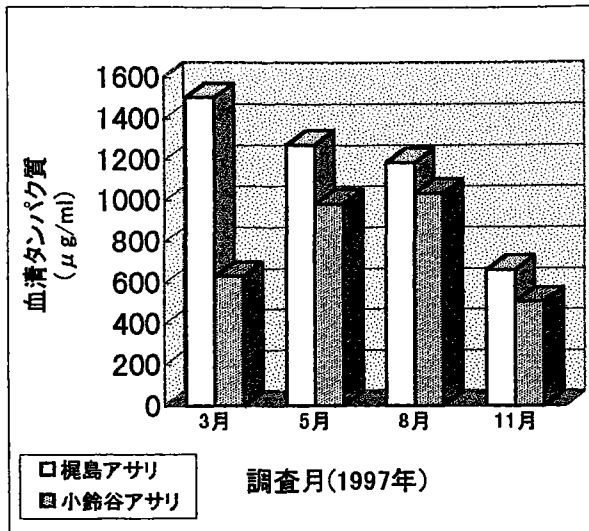


図19. 異なる漁場でのアサリ血清タンパク質の比較

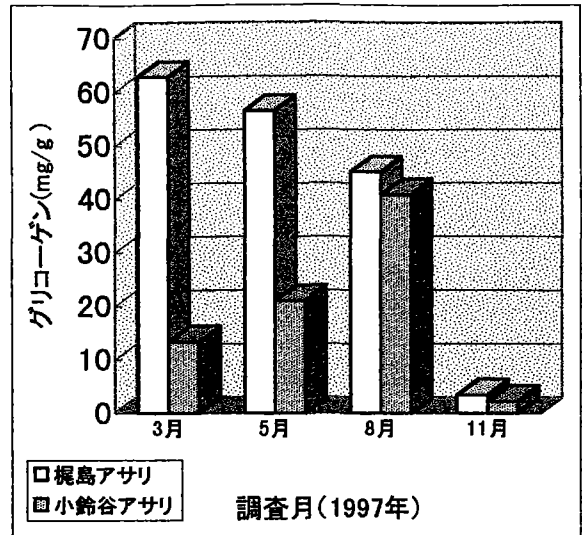


図20. 異なる漁場でのグリコーゲン量の比較

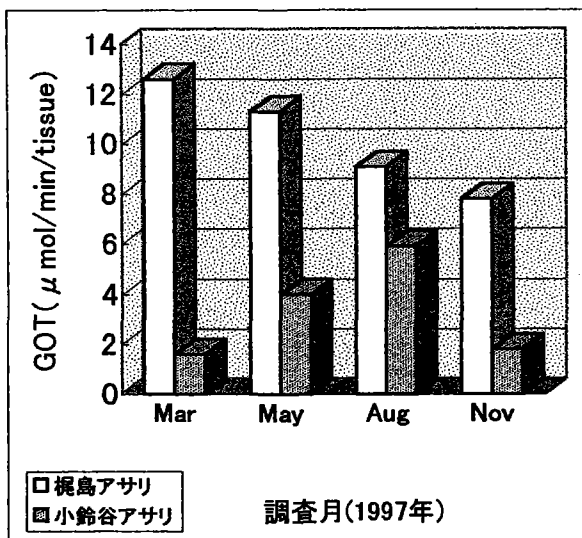


図21. 異なる漁場でのアサリGOT酵素活性の比較

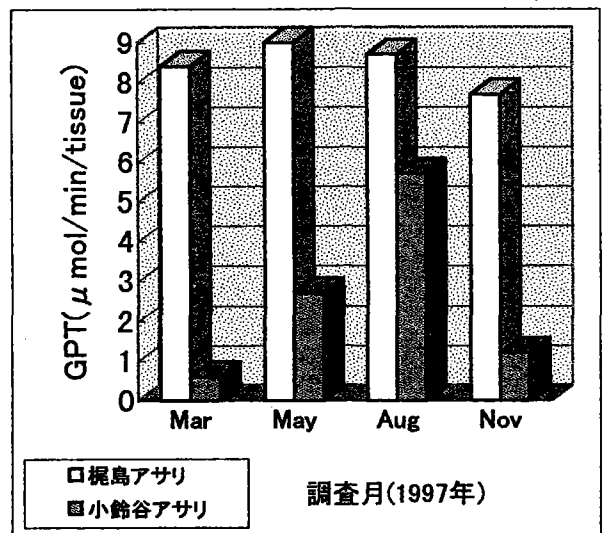


図22. 異なる漁場でのアサリGPT酵素活性の比較

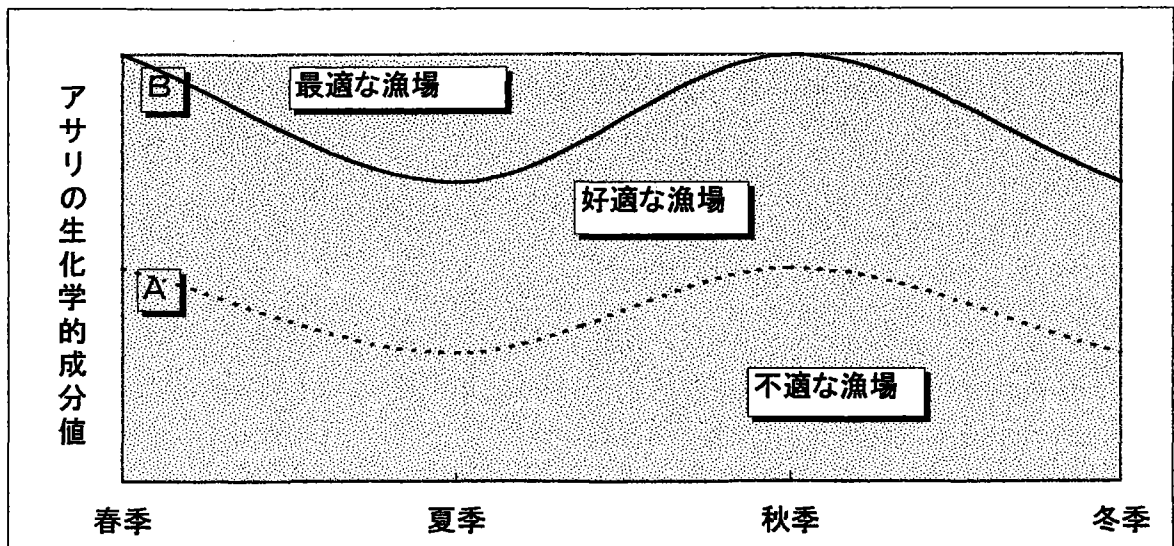


図23. アサリの生化学的成分を指標にした漁場評価の概念図