

アコヤガイの閉殻力レベルおよび抑制条件が抑制期間における 閉殻力と生理状態の変動に及ぼす影響

青木秀夫・阿部久代・藤原孝之*¹・渥美貴史・石川 卓*²・古丸 明*²

Factors influencing the changes in shell-closing strength and physiological status of
Akoya pearl oyster during pre-operation conditioning

HIDEO AOKI, HISAYO ABE, TAKAYUKI FUJIWARA,
TAKASHI ATSUMI, TAKASHI ISHIKAWA AND AKIRA KOMARU

キーワード：アコヤガイ, 真珠養殖, 閉殻力, 抑制, 生理状態

Physiological conditions of pearl oysters (host oyster) at nucleus implantation are most important for high quality pearl production. Our previous study demonstrated that the production of good quality pearls was affected by shell-closing strength (SCS) of pearl oyster at nucleus implantation, indicating that SCS is an effective physiologic indicator of the aptitude on implantation timing. Thus, pre-operation conditioning is conducted at pearl oyster farmers to control the pearl oyster's physiological conditions suitably before implantation. The aim of this study is to clarify the effect on changes in SCS and some physiological traits by two factors, 1) initial level of SCS in pearl oysters, 2) position (inner or outer) of oysters housed in a conditioning box during preconditioning period. The results of rearing experiment with 3-year-old Akoya pearl oysters for 4 weeks showed that 1) the level of initial pearl oyster's SCS did not have remarkable effect on the decrease of SCS; 2) the decrease rate of SCS was significantly different between the oysters located in the inner and outer areas of the conditioning box. This indicates that the variation of SCS tends to become larger with preconditioning time. These results are useful for developing the appropriate preconditioning technique for pearl oysters to produce the high quality pearls.

真珠養殖では、挿核施術を行う前の工程として、アコヤガイを挿核に適した状態に調整するために「仕立て」を行う。仕立てには貝の生殖細胞の発達を抑える「抑制」と生殖細胞を人為的に放出させる「卵抜き」の2つのタイプがあり、いずれも核を挿入する生殖巣内の配偶子を少なくする目的がある。「抑制」では、挿核対象のアコヤガイを密閉性の高い専用の容器（抑制籠または仕立て籠と呼ばれる）に高密度で収容して飼育する（赤松 2003）。これにより、アコヤガイの生理活動は低下して真珠に形成されるシミ・キズの要因となる生殖細胞の増殖や貝の生理的反応が抑制され、真珠品質の向上に効果のあることが報告されている（植本 1961, 1967a,b）。

しかしながら、抑制期間中のアコヤガイの生理状態

の評価や抑制期間の設定については養殖業者の経験や勘に頼るところが大きいため、これが真珠品質のばらつきや低下の要因となっていると考えられる。そのため、筆者らは抑制期間中のアコヤガイの軟体部諸形質や栄養成分の変動を調査し、貝が貝殻を閉じようとする力である「閉殻力」（開口器を用いてアコヤガイの貝殻を10mm開けるのに要する荷重値として定義される）（岡本ら 2006）が抑制の程度や効果を把握する客観的な指標として活用できることを明らかにした（青木ら 2011, 2012）。また、高品質真珠の生産率には挿核時における貝の閉殻力のレベルによる差異が認められ、閉殻力が貝の挿核の適性に関する指標として利用できることを実証した（青木ら 2010）。閉殻力は貝を生かした状態で簡易に測定できることから、こうした仕立

*¹ 三重県工業研究所

*² 三重大学大学院生物資源学研究所

てから挿核までの一連の工程における閉殻力を活用した技術は養殖現場での実用性が高いと考えられる。

抑制期間におけるアコヤガイの生理状態の変動は、抑制開始時の貝のコンディションや漁場環境、餌料となる植物プランクトン量等によって影響されるので、抑制を適切に行う期間や条件は一定ではなく、アコヤガイの生理状態をモニターしながら、挿核に適した状態に仕立てる必要がある。そのため、抑制期間における閉殻力の変動がどのような要因の影響を受けるのか把握することは重要である。筆者らは、これまでに抑制飼育中のアコヤガイの閉殻力の変動に及ぼす要因として、抑制籠への貝の収容数（総重量）の影響について検討した。その結果、抑制籠1籠あたり収容した総重量が水温上昇期では3.0～4.5kg、冬季では3.2～4.8kgの範囲においては閉殻力の低下率に明確な違いのないことが明らかとなった（青木ら2011, 2012）。アコヤガイの閉殻力の変動に影響を及ぼす要因としては、現在のところ筆者らによるこの知見以外に得られておらず、他の要因について検討されていない。そこで本研究では、抑制開始時の貝の閉殻力のレベル、および抑制籠内での中央部と周辺部の位置の違いが、抑制期間中の閉殻力や他の生理的形質の変動に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

試験貝および飼育条件

本研究で設定した各試験区に供したアコヤガイの全湿重量と閉殻力をTable 1に示した。試験貝には、三重県栽培漁業センターにおいて雌雄とも日本産アコヤガイを親貝として生産されたアコヤガイ（3年貝）を用いた。本研究では、抑制籠1籠に収容した試験貝80個体（平均±標準偏差=58.7±4.3g, n=80）の左殻（左側の貝殻）の表面に市販の油性マーカーで番号を書き入れて個体を識別し、開始時における貝の閉殻力の水準によって3kgf台（3.0～3.9kgf）、4kgf台（4.0～4.9kgf）、5kgf台（5.0～5.9kgf）、6kgf台（6.0～6.9kgf）の個体をそれぞれまとめて試験区として設定した。試験貝数は、3～6kgf台区でそれぞれn=20, 31, 20, 9であった。また、同じ個体のデータを用いて、Fig.1に示したとおり中央部に位置する24個（全体の30%）と周辺の56個体（同70%）を目視で区別し、それぞれ書き入れた番号をもとに抑制籠内の位置の違いによる試験区を設定した。中央部の個体の全湿重量および閉殻力（平均±標準偏差）は59.7±3.6g, 5.0±1.1kgfで、周辺部の個体では58.2±4.5g, 4.6±0.9kgfであった。なお、抑制籠に収容した貝の総重量は約4.7kgで養殖現場における通常レベルであった。

Table 1 Whole weight and shell-closing strength of Akoya pearl oysters in each groups used in this study.

(Mean±SD)

	Pre-operation conditioning group			Pocket net group		
	n	Whole weight (g)	Shell-closing strength (kgf)	n	Whole weight (g)	Shell-closing strength (kgf)
<i>Shell-closing strength level</i>						
3.0-3.9 kgf	20	566±4.5	3.6±0.3	18	53.9±3.4	3.6±0.3
4.0-4.9 kgf	31	588±4.2	4.5±0.3	30	57.7±4.1	4.5±0.2
5.0-5.9 kgf	20	59.7±3.6	5.3±0.3	22	58.5±3.9	5.3±0.3
6.0-6.9 kgf	9	61.4±4.1	6.7±0.7	10	59.8±2.4	6.7±0.7
<i>Position in conditioning box</i>						
Inner	24	59.7±3.6	5.0±1.1	-	-	-
Outer	56	58.2±4.5	4.6±0.9	-	-	-

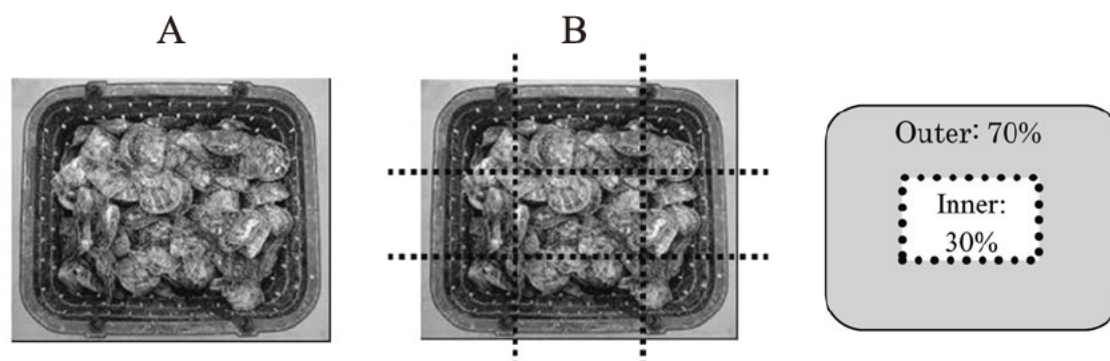


Fig. 1. A: preconditioning box with Akoya pearl oysters (n=80). B: Inner and outer areas of box (inner: n=24; outer: n=56).

抑制籠に収容した区のほか、タテ籠にも同様に80個体(平均±標準偏差=57.4±4.2g, n=80)を収容し、開始時の各閉殻力の試験区の対照として設定した。タテ籠の3~6kgf台区の試験貝数は、それぞれn=18, 30, 22, 10であった。

試験に用いた抑制籠(縦35.5×横42.0×高さ15.5cm)とタテ籠(8段)は市販のものを使用した。飼育漁場は三重県英虞湾塩屋漁場とし、抑制籠とタテ籠を同じ海面筏に垂下した(水深1.5m)。試験期間は、2009年6月16日から7月13日までの4週間とし、その間の水温は24.7~27.9℃であった。

閉殻力および軟体部諸形質の測定

試験開始時、開始2週間後および4週間後(終了時)に、抑制籠区とタテ籠区とも全試験貝の閉殻力および全湿重量を個別に測定した。また、開始時には試験貝の母集団から別途任意に抽出した20個について、終了時の閉殻力と全湿重量の測定後に抑制籠区とタテ籠区から40個体ずつ取り上げて、それらの軟体部重量、閉殻筋重量、貝殻重量を測定し、軟体部重量/全湿重量、閉殻筋重量/貝殻重量を算出するとともに、軟体部の栄養蓄積状態(外套膜の白濁の程度)および生殖巣の充実度を肉眼観察により5段階で評価(1(低)~5(高))した(滝本1997)。閉殻力の測定方法は、岡本ら(2006)にしたがい、試験貝を水道水に約10分間浸漬させて閉殻状態とした後に、開口器を差し込んで、10mm開殻させるのに要する荷重値を測定した。

栄養成分分析

終了時の個体については、軟体部全体のグリコーゲン量とタンパク質量を分析した。グリコーゲン量はアンスロン法により分析した(吸光度計には日立製作所U-1500を使用)。タンパク質量はCHN同時定量装置(ジェイ・サイエンス・ラボMICRO CORDER JM10)で定量した窒素量に6.25(窒素-タンパク質換算係数)を乗じて算出した。

統計学的処理

開始時と終了時の測定値の比較では、個体別に対応している閉殻力と全湿重量については対応のあるt検定により、集団のデータとして得た軟体部諸形質の測定値については対応のないt検定(Welchのt検定)に

より有意差の有無を検定した。終了時における各形質の区間比較では、対応のないt検定あるいは分散分析とTukeyのHSD検定(多重比較)により有意差の有無を検定した。各検定とも有意水準は5%とした。

結果

1. 試験貝の閉殻力の水準による各形質の比較

抑制籠区とタテ籠区における閉殻力3kgf台、4kgf台、5kgf台、6kgf台区の試験貝の各形質を比較した。なお、試験期間中の死亡率は、抑制籠区では5%、タテ籠区では0%であった。

1) 閉殻力および全湿重量

試験期間中における閉殻力および全湿重量の推移をFig.2に示した。抑制籠区における3kgf台、4kgf台、5kgf台、6kgf台区の閉殻力は飼育の経過とともに低下し、終了時の値(平均値)はそれぞれ2.9kgf、3.4kgf、4.0kgf、4.8kgfで開始時の水準を反映していた。終了時の値について、開始時と比較した相対値(以下、相対値)は70~79%の範囲にあり、3kgf台区が最も高かったが、閉殻力の水準による一定の傾向は認められなかった。一方、タテ籠区における閉殻力は横ばいか上昇し、相対値は100~113%であった。水準間で比較すると、閉殻力が弱い3kgf台および4kgf台区の方が高い相対値を示した。全湿重量の相対値は、抑制籠区およびタテ籠区とも閉殻力の水準による明確な傾向はなかった。

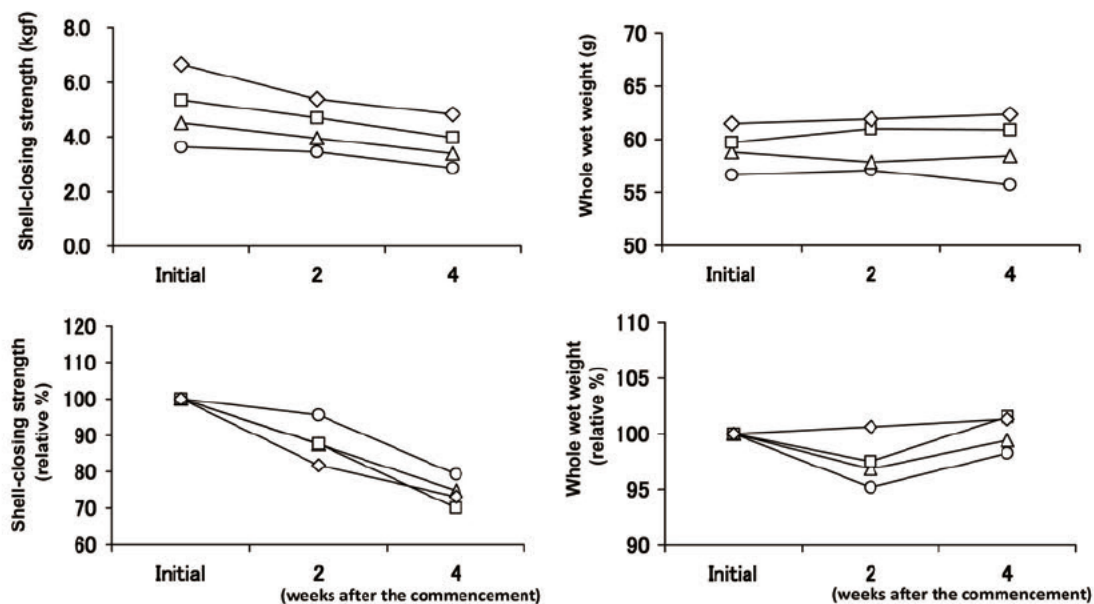
次に、閉殻力の水準ごとに抑制籠区とタテ籠区を比較すると、終了時の閉殻力は3~6kgfの各水準区とも、抑制籠区の方がタテ籠区に比べて有意に低かった。全湿重量については、4kgf区のみ抑制籠区の方が有意に低かったが、その他の水準区では有意差はなかった。

2) 軟体部諸形質

終了時における抑制籠区とタテ籠区の軟体部重量/全湿重量、軟体部の栄養蓄積状態、閉殻筋重量/貝殻重量および生殖巣の充実度の測定結果をFig.3に示した。軟体部重量/全湿重量は、抑制籠区では各水準区に有意差はなかったが、タテ籠区では閉殻力が弱いほど測定値が高くなる傾向を示し、3kgf区では4kgf区、5kgf区との間に有意差がみられた。軟体部の栄養蓄積状態も、抑制籠区では各水準区に有意差はなかった。一方、タテ籠区では閉殻力が強いほど測定値が高くなる傾向を示し、6kgf区と他の区との間に有意差がみられた。閉

Pre-operation conditioning group

Group ◇: SCS 6.0-6.9kgf, □: 5.0-5.9kgf, △: 4.0-4.9kgf, ○: 3.0-3.9kgf.



Pocket net group

Group ◆: SCS 6.0-6.9kgf, ■: 5.0-5.9kgf, ▲: 4.0-4.9kgf, ●: 3.0-3.9kgf.

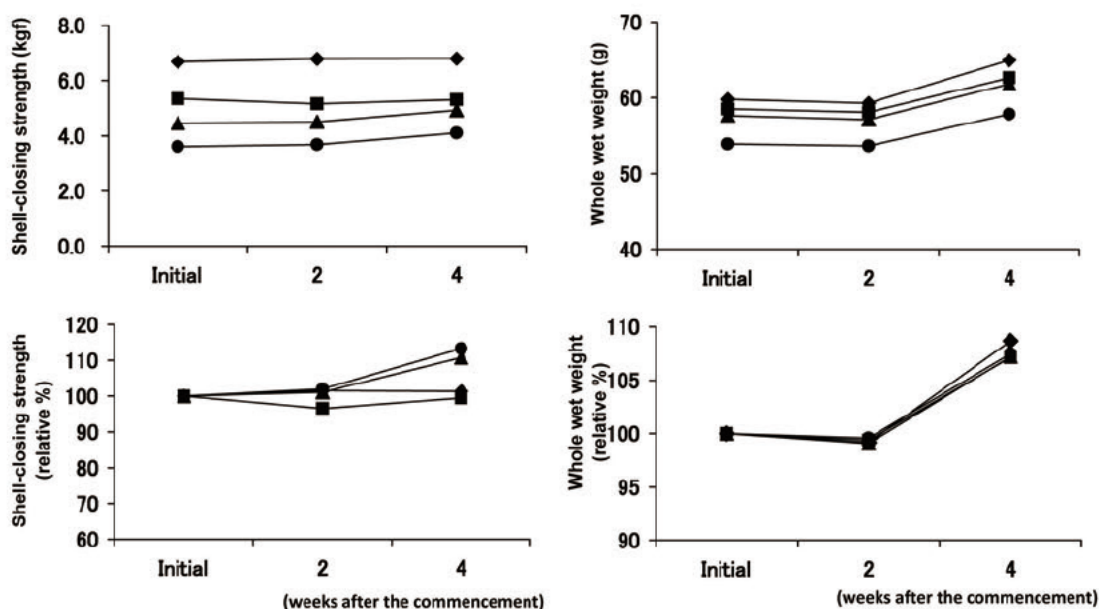


Fig. 2. Changes in shell-closing strength and whole weight of Akoya pearl oysters with different ranges of shell-closing strength at the initial of experiment (mean value).

殻筋重量 / 貝殻重量と生殖巣の充実度については、両試験区とも閉殻力の水準による有意差はなかった。

抑制籠区とタテ籠区の閉殻力の水準ごとの比較では、

軟体部重量 / 全湿重量と軟体部の栄養蓄積状態は、各水準とも抑制籠区とタテ籠区間に有意差はなかった。

閉殻筋重量 / 貝殻重量は 3kgf 区と 4kgf 区ではタテ籠区

の方が有意に高かったものの、その他の水準区では有意差はなかった。生殖巣の充実度には両区間に顕著な違いがみられ、全ての水準区においてタテ籠区の方が有意に高かった。抑制籠区では、閉殻力の水準にかかわらずほとんど全ての個体の生殖巣充実度が1で、生殖細胞が肉眼で全く観察されなかった。

3) 栄養成分

終了時における抑制籠区とタテ籠区のグリコーゲン量およびタンパク質量を Fig.4 に示した。グリコーゲン量は、抑制籠区、タテ籠区とも閉殻力が3~6kgfの各水準区間で有意差はなかった。タンパク質量につい

ては、抑制籠区では閉殻力の各水準区間で有意差はなかったものの、タテ籠区では6kgf区が3kgf区に比べて有意に高かった。閉殻力の各水準区における抑制籠区とタテ籠区の比較では、グリコーゲン量、タンパク質量とも全ての水準でタテ籠区の方が抑制籠区に比べて有意に高かった。

2. 抑制籠内の位置（中央，周辺）による各形質の比較

抑制籠内の中央部に位置した試験貝（全体の30%）と周辺部の試験貝（同70%）について、各形質を比較

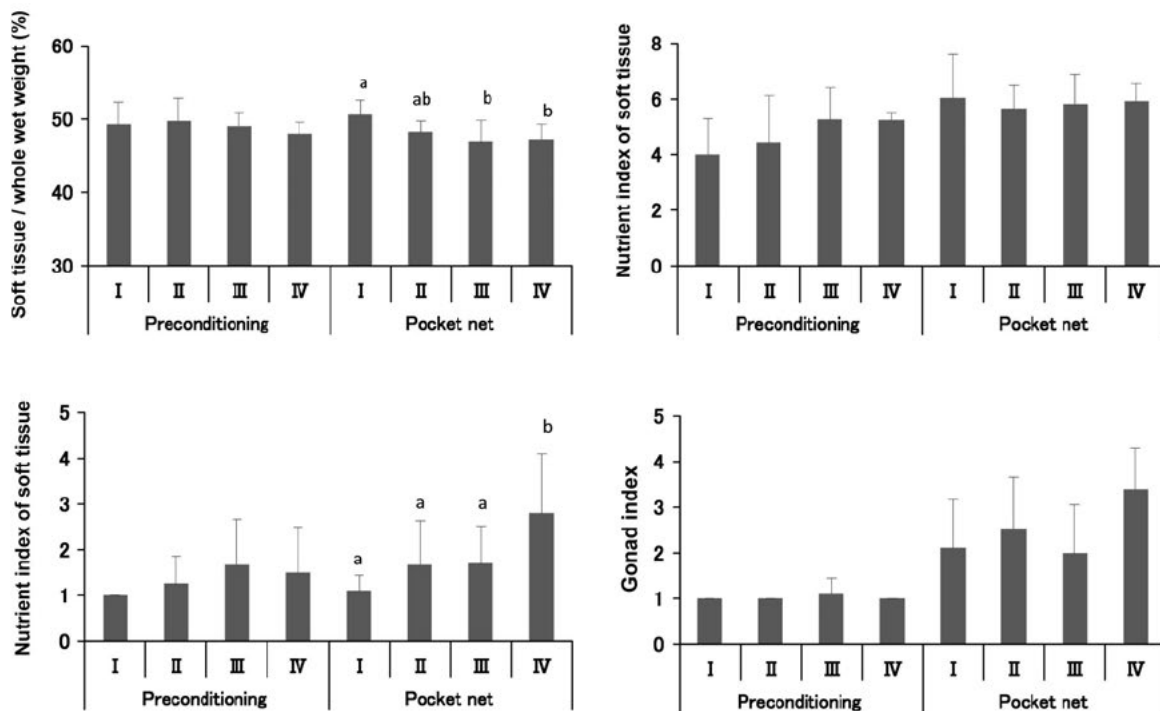


Fig. 3. Various physiologic traits of Akoya pearl oysters with different ranges of shell-closing strength (SCS) at the final of experiment (mean and SD). Different letters above each bar indicate significant difference between the groups by Tukey's HSD test. Group I : SCS 3.0-3.9kgf; II : 4.0-4.9kgf; III : 5.0-5.9kgf; IV : 6.0-6.9kgf.

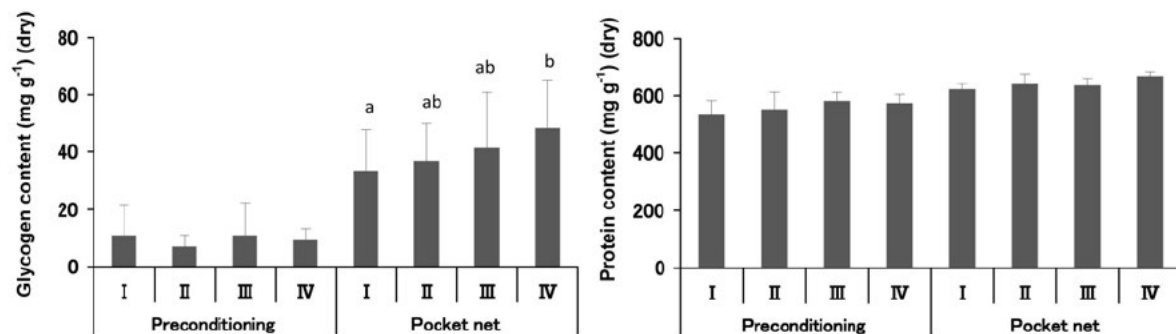


Fig. 4. Glycogen and protein contents of soft tissue of Akoya pearl oysters with different ranges of shell-closing strength (SCS) at the final of experiment (mean and SD). Different letters above each bar indicate significant difference between the groups by Tukey's HSD test. Group I : SCS 3.0-3.9kgf; II : 4.0-4.9kgf; III : 5.0-5.9kgf; IV : 6.0-6.9kgf.

した。なお、試験開始2週間後および4週間後の抑制籠内の貝の位置については、概ね開始時と変化がなく、飼育期間中に中央部と周辺部の貝の位置が入れ替わったり、混合していないことを目視で確認した。

1) 閉殻力および全湿重量

試験期間中における閉殻力および全湿重量の推移をFig.5に示した。中央部、周辺部の試験貝とも閉殻力は飼育の経過とともに低下し、2週間後および終了時とも開始時との間に有意差が認められた。終了時の相対値は、中央部が63%、周辺部が80%と中央部の方が低く、両者の間には有意差が認められた。全湿重量につ

いては、中央部、周辺部とも横ばいで推移し、両者とも終了時の相対値は約100%であった。

2) 軟体部諸形質

終了時における中央部、周辺部の軟体部重量/全湿重量、軟体部の栄養蓄積状態、閉殻筋重量/貝殻重量および生殖巣の充実度をFig.6に示した。このうち、軟体部重量/全湿重量、軟体部の栄養蓄積状態および生殖巣の充実度は、中央部、周辺部とも同程度の値を示し、両者の間に有意差はなかった。閉殻筋重量/貝殻重量(平均値)は、中央部では3.79%、周辺部では5.11%で、中央部の方が有意に低い値を示した。

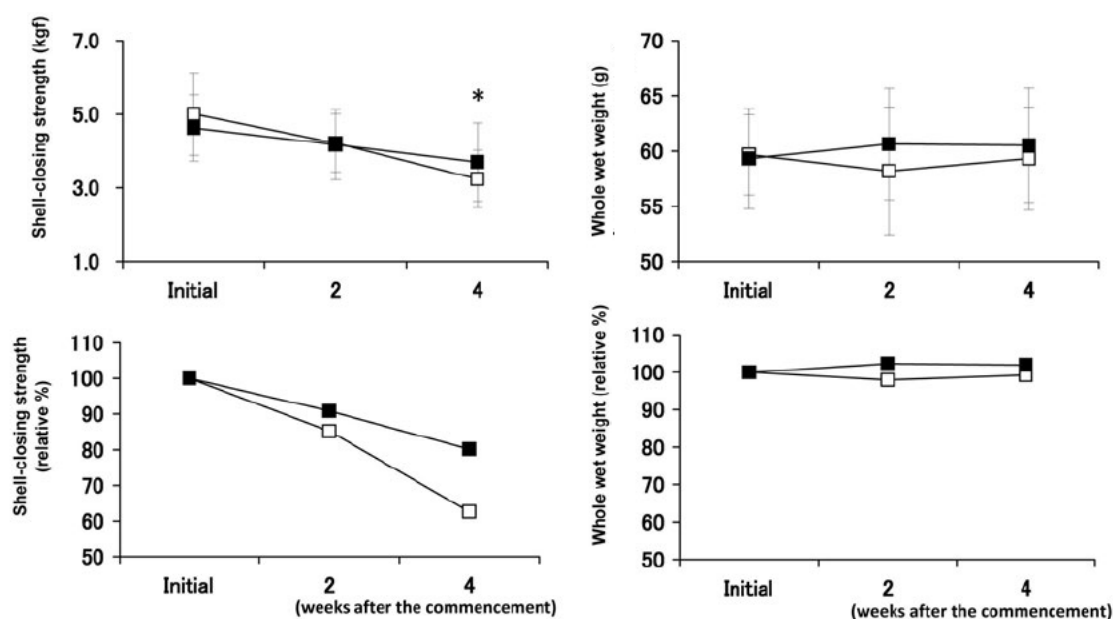


Fig. 5. Changes in shell-closing strength and whole weight of Akoya pearl oyster located in the inner and outer areas of preconditioning box (mean and SD). Asterisk (*) indicates significant difference between the inner and outer groups by Welch's *t*-test. Group □ : inner (n=24); ■ : outer (n=56) of preconditioning box.

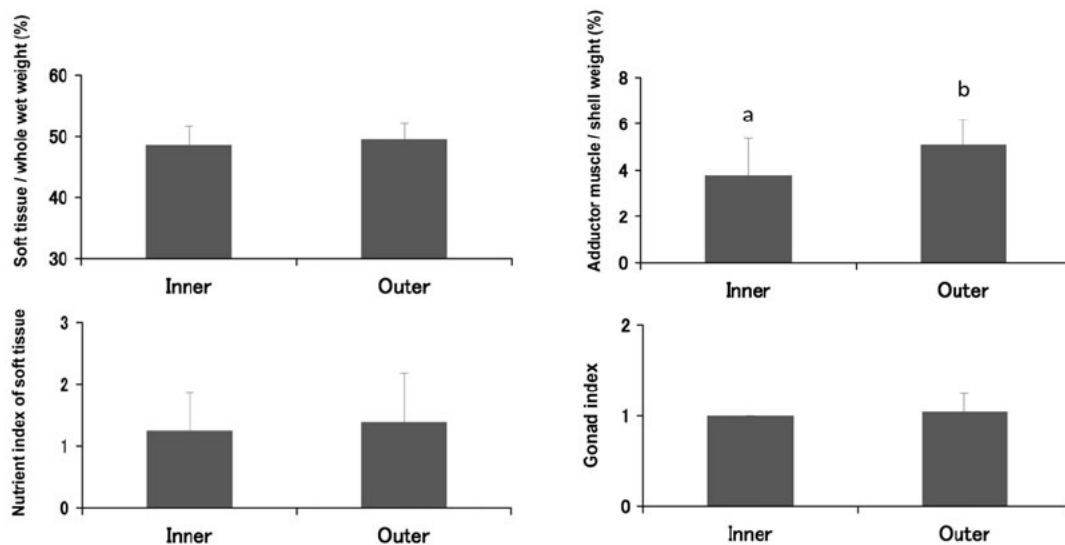


Fig. 6. Various physiologic traits of Akoya pearl oyster located in the inner and outer areas of preconditioning box (mean and SD). Different letters above each bar indicate significant difference between the inner and outer groups by Welch's *t*-test. Inner : n=23 ; outer : n=53.

3) 栄養成分

終了時における中央部、周辺部のグリコーゲン量およびタンパク質量を Fig.7 に示した。グリコーゲン量およびタンパク質量とも、中央部と周辺部の値は同程度で有意差はなかった。

考察

抑制飼育したアコヤガイでは、生理状態の指標となる軟体部の形質が抑制飼育中に漸次低下する傾向がみられることが明らかとなっている（青木ら 2011, 2012）。本研究では、個体識別したアコヤガイの抑制飼育中における、閉殻力の変動を個体ごとに把握することで、抑制開始時の閉殻力の強さ、および抑制管内の位置の違いが閉殻力の低下に及ぼす影響について検討した。まず開始時の閉殻力の強さ（3～6kgf区）と抑制4週間後における相対値から計算した低下率の関係をみると、各区の低下率は21～30%の範囲で、3kgf区が最も低かったものの、閉殻力4kgf以上のアコヤガイでは閉殻力の強さと低下率には明確な傾向はみられなかった。すなわち抑制4週間後においては、開始時の閉殻力の強さにかかわらず、概ね同じ割合で閉殻力が低下することが分かった。今回の抑制4週間後の低下率を、水温上昇期の抑制期間における閉殻力の変動をみた前報（青木ら 2012）のデータと比較すると、試験貝の全湿重量や水温帯等がやや異なるが、開始30日目の値（19～28%）とほぼ同じレベルであった。これらの結果から、水温上昇期の抑制では、貝の生理状態に関係なく約1ヶ月間の抑制飼育により閉殻力が20～30%程度低下するものと考えられた。筆者らのこれまでの研究から、高品質な真珠の生産に適した挿核時の貝の生理状態の指標としても閉殻力が有効であり（青木ら 2010）、本研究で得られたこの知見は、挿核に適

した貝に仕立てるために設定する抑制飼育の期間を検討するうえで重要な目安になると考えられる。

次に、抑制管内のアコヤガイの位置の影響について、本研究の結果から中央部に位置する貝は周辺部の貝と比べて閉殻力の低下率が大きいことが明らかとなった。抑制期間中の閉殻力の低下率は、中央部では37%、周辺部では20%で、両者の間には17ポイントの差がみられた。また軟体部諸形質のうち閉殻筋重量/貝殻重量では、中央部の方が周辺部よりも有意に低かった。これらのことから、中央部に位置する貝の方が生理・栄養状態のレベルが低下しやすい、すなわち抑制の影響を強く受けることが示唆された。上述したとおり、抑制管内に通常レベルの個数のアコヤガイを収容すると、管内は貝でほぼ満たされる状態となることから、中央部と周辺部では貝によるプランクトンの摂取量や溶存酸素量に差が生じることが閉殻力や閉殻筋重量/貝殻重量の低下率の違いに結び付いていると考えられた。

このように、抑制飼育下においては同一の管内においても閉殻力のバラツキが大きくなりやすい。本研究のデータでも抑制管区における開始時と終了時の閉殻力の変動係数を計算すると、それぞれ0.207, 0.282で終了時の方が高くバラツキが大きかった（タテ管区では0.211, 0.233）。抑制飼育では、挿核対象の貝を適切な生理状態の範囲にコントロールするとともに、個体のバラツキを小さくすることが重要である。そのためには、本研究で明らかになった抑制管内の位置の違いによる影響を小さくする対策が必要である。位置の違いによる影響を解消する方法としては、定期的に管内の貝の位置を変えることが有効であり、それには貝を取り出して収容しなおす作業が必要であると考えられる。養殖現場においては、抑制飼育している貝の生理状態の目視によるチェックや死亡した貝を取り除くために再収容作業を行う場合があるが、こうした作業は管内

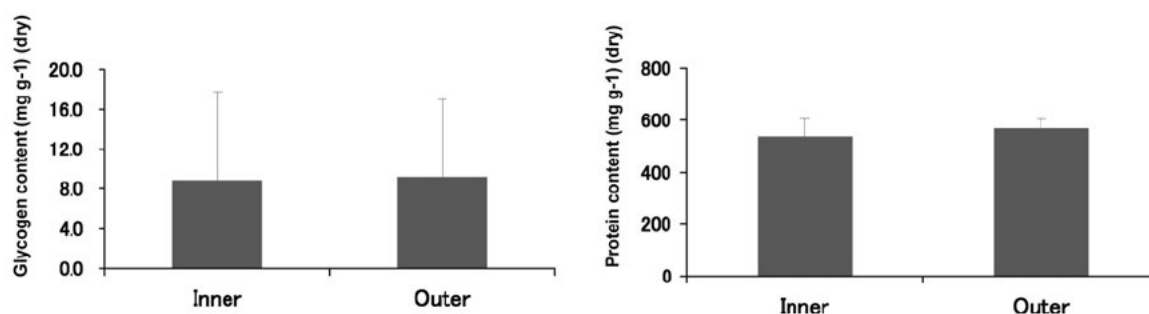


Fig. 7. Glycogen and protein contents of soft tissue of Akoya pearl oyster located in the inner and outer areas of preconditioning box (mean and SD). No significant differences were found between the inner and outer groups. Inner : n=23 ; outer : n=53.

の位置の違いによる影響を小さくする意義も大きいと言える。しかし、現状で行われている再収容作業の頻度やタイミングは漁業者の経験により判断されている。再収容作業は貝にストレスを与えることになると考えられるため、頻繁に行うことは避けなければならないが、本研究の結果をみると、抑制開始2週間後では中心部と周辺部の閉殻力の低下率の差は5ポイントと小さかったことから、抑制期間が2週間より長期間となる場合には、約2週間に1回の頻度で貝の再収容作業を行うことが適切ではないかと考えられた。

以上、本研究では抑制期間におけるアコヤガイの閉殻力の低下率について、開始時における貝の閉殻力のレベルによる大きな影響はみられないものの、抑制管内の中心部と周辺部の位置の違いにより大きな差異が生じることを明らかにした。養殖現場では、抑制飼育している貝の生理状態の確認のために貝の再収容作業を実施しているが、本結果はその必要性を裏付けるとともに、閉殻力を指標として作業を行うタイミングを適正化することにより、飼育管理技術の向上につながる可能性を示した。ただし、再収容作業については、貝の位置を中央部と周辺部で変更するよう生産者が留意して行う必要がある。今後は、閉殻力のバラツキを小さくする再収容作業の効果について現場試験により実証することや、より効果的な作業の実施方法について検討することが望まれる。また、抑制期間中における閉殻力の変動に影響する要因として、本研究で検討した開始時の閉殻力の強さや抑制管内の位置のほか、漁場環境や餌料プランクトン量等の影響についても知見の集積をさらに進める必要がある。

要約

1. 抑制飼育したアコヤガイの閉殻力および生理状態を示す軟体部の諸形質の変動に及ぼす開始時の閉殻力のレベルと抑制管内の位置（中央部と周辺部）による影響について検討した。
2. 抑制開始時のアコヤガイの閉殻力を3～6kgfの間で1kgf毎に区分し、それらの4週間後（終了時）の閉殻力を比較した結果、各区の低下率は21～30%の範囲で、開始時の閉殻力の強さと低下率には明確な傾向はみられなかった。
3. 抑制管内の中央部と周辺部に位置する貝の閉殻力

の低下率は、それぞれ37%、20%で中央部の方が高かった。また抑制飼育したアコヤガイでは、飼育の経過とともに抑制管内の個体全体でバラツキが大きくなった。

4. 抑制期間において生じる閉殻力のバラツキを小さくするには、抑制管内の貝の位置を中央部と周辺部で変更する再収容作業が有効であると考えられ、閉殻力をモニタリングして本作業を実施するタイミングを適正化することにより、効果的で適切な抑制飼育を実践できる可能性が示された。

謝辞

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構（JST）の地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム（研究開発資源活用型）「次世代真珠養殖技術とスーパーアコヤ貝の開発・実用化」において実施した。

文献

- 青木秀夫・渥美貴史・阿部久代・神谷直明・石川 卓・古丸 明（2010）：挿核時のアコヤガイの閉殻力と養殖特性および真珠品質との関係。全真連技術研究会報，24，1-5。
- 青木秀夫・藤原孝之・石川 卓・渥美貴史・阿部久代・神谷直明・古丸 明（2011）：抑制飼育期間におけるアコヤガイの閉殻力および軟体部諸形質の変動。三重県水産研究所研究報告，20，1-7。
- 青木秀夫・藤原孝之・渥美貴史・石川 卓・古丸 明（2012）：冬季の抑制飼育期間におけるアコヤガイの生理状態の指標としての閉殻力の有効性。三重県水産研究所研究報告，21，1-6。
- 赤松 蔚（2003）：真珠の養殖，カルチャード・パール，真珠新聞社，東京，pp.53-83。
- 植本東彦（1961）：アコヤガイのそう核手術に関する生理学的研究 I - III。国立真珠研究所報告，6，619-635。
- 植本東彦（1967a）：真珠養殖技術における仕立て作業の意義とその効果に関する研究。真珠技術研究会，6，1-99。
- 植本東彦（1967b）：仕立て作業および挿核手術がアコ

アコヤガイの閉殻力レベルおよび抑制条件が抑制期間における閉殻力と生理状態の変動に及ぼす影響

ヤガイの生理状態に及ぼす影響. 日本水産学会誌,
33, 705-712.

岡本ちひろ・古丸 明・林 政博・磯和 潔 (2006) :
アコヤガイ *Pinctada fucata martensii* の閉殻力とへ
い死率および各部重量との関連. 水産増殖, 54,
293-299.

滝本真一 (1997) : 真珠貝新仕立て技術開発研究. 平
成7年度愛媛県水産試験場事業報告, 115-119.