低塩分海水養生期間と真珠のキズ・シミ，巻きとの関係

渥美 貴史,^{1*} 青木 秀夫,¹ 田中 真二,¹ 古丸 明²

(2014 年 3 月 6 日受付, 2014 年 5 月 16 日受理)

¹三重県水産研究所, ²三重大学大学院生物資源学研究科

Effect of duration of post-operative holding in low salinity water on pearl quality

TAKASHI ATSUMI,^{1*} HIDEO AOKI,¹ SHINJI TANAKA¹ AND AKIRA KOMARU²¹Mie Prefecture Fisheries Research Institute, Shima, Mie 517-0404, ²Graduate School of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507, Japan

The relationship between the duration of post-operative holding in low salinity water (25 psu) and the yield of high-quality pearls was examined. Implanted oysters were immersed in low salinity seawater (low salinity treatment: LST) for 1, 4, 8, or 14 d. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The control group consisted of oysters that did not receive the LST after implantation of the nuclei. The oysters were cultured in Ago Bay for several months. Harvested pearls were classified as nacreous, or others (prismatic, organic, nucleus). Moreover, nacreous pearls were examined for deformations and blemishes on the surface and their diameter was measured with a digital vernier caliper. The proportion of high-quality pearls tended to be positively correlated with the duration of LST up to a maximum of 8 d after nucleus implantation. However, the proportion of high-quality pearls was lower in oysters subjected to 14 d LST than 8 d LST. The diameter of round nacreous pearls was significantly lower in oysters subjected to 14 d LST than 8 d LST or in the control. Our results suggest that 8 d LST is optimal for the production of high-quality pearls.

キーワード：アコヤガイ，キズ，シミ，真珠，低塩分海水，巻き，養生

アコヤガイ *Pinctada fucata* を用いた真珠養殖において，採取される真珠の 10% が高品質真珠であり，残りの 90% が低品質真珠あるいは商品価値のない真珠である。¹⁾ 高品質真珠に求められる最低条件は，キズ・シミが無く，真珠層の厚さ（巻き）が 0.4 mm 以上あることである。²⁻⁴⁾ “キズ”とは真珠表面の平滑さを阻害する凸状または凹状の箇所を言い，“シミ”とは真珠層以外の稜柱層や有機質の沈着等により，真珠の外観が濃紺色や黒褐色に見える箇所を言う。^{2,5)} 真珠品質の評価では真円性や色合いが重視されるため，こぶやとげのような凸状のキズや大きなシミのある真珠は，商品価値が極めて低い。^{2,4)} また，巻きが厚いほど真珠独特の干渉色や光沢が現れやすく耐久性にも優れているため，巻きは真珠品質を決定する要素の一つとなっている。^{2,4)} 巻きが 0.3 mm 未満の真珠は“薄巻き真珠”と呼ばれ，商品価値が極めて低い。¹⁻⁴⁾ これらのことから，キズ・シミの形成を低減させ，かつ巻きを厚くすることが，現行の真珠養殖に

おける大きな技術的課題となっている。

真珠養殖には，(1)仕立て，(2)挿核手術，(3)養生，(4)養成の工程がある。⁴⁾ その中で養生とは，挿核手術後の貝を目合の細かい籠に多く収容し，波静かな漁場で 1-2 週間飼育する工程を言う。^{2,4,6)} 養生は，高品質真珠を多く生産するための重要な工程とされている。養生期間中には，挿核手術時に真珠核とともに挿入された外套膜片（ピース）の外面上皮細胞が，真珠核面を包むように伸張し“真珠袋”が形成される。⁷⁾ 真珠袋形成過程において，伸張する外面上皮細胞と真珠核の間に血球や生殖細胞等が挟み込まれると，そこにはキズ・シミが形成される。^{4,5,8,9)} また，養生は挿核手術後に起こる貝の急激な生体防御反応を抑えるとされている。⁶⁾

渥美ら^{10,11)}は，挿核手術直後のアコヤガイを塩分 25 psu の海水を満たした循環式水槽で 14 日間養生（以下，低塩分海水養生）すると，現在行われている海上での養生（以下，海上養生）よりもキズ・シミの無い真珠の出

現率（以下、無キズ珠率）が顕著に向上することを明らかにした。三重県では挿核手術の時期になると、真珠養殖業者1人が1日あたり数百個の貝に挿核手術を施す。したがって、多くの挿核貝を低塩分海水養生するには大きな水槽が必要となる。また、低塩分海水養生は挿核手術直後から行うため、水槽の設置場所は真珠養殖業者の工場内が望ましい。しかしながら、三重県の実珠養殖業者の多くは家族経営であり、広い土地に工場を有していない。そのため、大きな水槽の設置に要する土地と費用が、低塩分海水養生を導入する際の大きな障壁となっている。低塩分海水養生期間を14日間から短縮できれば、水槽の小型化とコスト低減が可能となり、低塩分海水養生の普及が進むことが期待される。しかし、低塩分海水養生期間を14日間よりも短くした場合の無キズ珠率や巻きに関する知見はなく、最適な低塩分海水養生期間は明らかにされていない。

そこで低塩分海水養生期間の短縮を図るため、本研究では低塩分海水養生期間と真珠品質を左右するキズ・シミの有無、巻きの関係を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

供試貝および挿核手術 試験は、2011年5月から2011年11月の間に5回（2011試験）、2012年6月から2012年12月の間に4回（2012試験）行った。2011試験には満1歳のアコヤガイ〔全湿重量 22.0 ± 2.9 g（平均 $\pm$ 標準偏差）〕を用いた。2012試験には満2歳のアコヤガイ（全湿重量 41.1 ± 3.2 g）を用いた。2011試験の挿核手術日は、1回目、5月19日；2回目、6月9日；3回目、6月30日；4回目、7月14日；5回目、7月28日とした。2012試験の挿核手術日は、1回目、6月14日；2回目、6月21日；3回目、7月5日；4回目、7月12日とした。挿核手術は2011試験と2012試験で異なる1名の業者に依頼して行い、1個体あたり真珠核1個とピース1個を腸管迂曲部側の生殖巣内（ふくろ⁴⁾）に挿入した。真珠核は2011試験と2012試験でほぼ同じ大きさのものをを用いた（2011試験：直径 6.56 ± 0.01 mm, $6.55-6.58$ mm；2012試験： 6.52 ± 0.01 mm, $6.50-6.55$ mm）。

養生 低塩分海水養生には、5 kLの長円形FRP水槽と3 kLの濾過槽からなる総容量8 kLの大型循環濾過水槽（低塩分水槽）を1台用いた。低塩分海水の作製は、塩分計（ワイエスアイ・ナノテック社製 model 85）で測定し、砂濾過海水（塩分33-34 psu）を水道水で希釈して調整して行い、塩分 25.1 ± 0.1 psuとした。水槽の水温は挿核手術日における海上養生海域とはほぼ同じ水温に設定し、水槽に設置してあるヒーターおよびクーラーにより調整した。2011試験の水槽水温は1回目20℃、2回目22℃、3回目25℃、4回目および5回目27

℃とした。2012試験の水槽水温は1回目および2回目24℃、3回目25℃、4回目26℃とした。低塩分水槽に試験貝を収容した間は無給餌とした。海上養生には、英虞湾内の養生用漁場に設置された筏1台を用い、水深3 mに試験貝を垂下した。

試験区 2011試験では、挿核手術後の養生期間を12日間とし、その12日間のうち低塩分水槽に収容する期間を0, 1, 4, 8日とする4区を設定した。すなわち“低塩分0日区（海上区）”は低塩分水槽に収容せずに海上で12日間養生した区である。また、“低塩分1日区”は低塩分水槽に1日間収容し、その後海上で11日間養生した区である。各試験区の供試貝数は59-61個体とし、挿核手術直後に養生籠（ポリエチレン製、縦41.5 cm×横41.5 cm×高さ12.0 cm、目合0.4 cm）に入れて養生させた。養生終了後、生残貝を試験区毎にポケット籠（ポリエチレン製、縦72 cm×横36 cm、5段ポケット、目合3 cm）に収容し、英虞湾に設置された真珠筏で60日間飼育した後、真珠を採取した。

2012試験では、挿核手術後の養生期間を14日間とし、その14日間のうち低塩分水槽に収容する期間を0, 4, 8, 14日とする4区を設定した。すなわち“低塩分0日区（海上区）”は低塩分水槽に収容せずに海上で14日間養生した区である。また、“低塩分4日区”は低塩分水槽に4日間収容し、その後海上で10日間養生した区である。各試験区の供試貝数は60個体とし、2011試験と同様の養生籠に入れて養生させた。これらの4区については養生終了後、生残貝を試験区毎に2011試験と同様のポケット籠に収容し、英虞湾に設置された真珠筏で60日間飼育した後、真珠を採取した。

また、一般的な真珠採取時期である12月まで飼育⁴⁾した挿核貝の無キズ珠率と巻きについても比較するため、低塩分8日区、海上区と同様の養生を行った供試貝を60個体ずつ別途用意し、さらに2試験区設けた。これらの2区については養生終了後、英虞湾に設置された真珠筏で飼育し、12月6日に真珠を採取した。これら2区は、“低塩分8日12月採取区”、“海上12月採取区”とした。

キズ・シミの評価 採取した真珠は、渥美ら¹⁰⁾の分類を参考に真珠層真珠とそれ以外の真珠（稜柱層真珠、有機質真珠、真珠核）に目視で分類した。真珠層真珠については、渥美ら^{10,11)}の方法に従ってキズ・シミの評価を行い、キズ・シミが無い、あるいは真珠表面の0.5%以下の大きさのキズ・シミが1つある真珠層真珠を無キズ珠とした。試験区毎に無キズ珠数を採取した真珠数で除し、これを百分率で表したものを“無キズ珠率”とした。また、試験区毎に採取した真珠数を挿核貝数で除し、これを百分率で表したものを“真珠採取率”とした。

真円度および巻きの評価 採取した真珠のうち真珠層

Table 1 Numbers of oysters, survivors and pearls obtained by duration of low salinity treatment in each experiment

Experiment	Nucleus implantation date	Duration of low salinity treatment	Implanted oysters	Survivors	Total pearls	Nacreous pearls			Non- nacreous pearls* ¹
						Round pearls		Deformed pearls	
						High-quality pearls	Low-quality pearls		
2011	19-May	0 d	59	47	47	14	22	6	5
		1 d	60	47	46	16	19	3	8
		4 d	60	51	49	21	17	2	9
		8 d	60	49	49	21	23	3	2
	9-Jun	0 d	61	46	46	10	17	10	9
		1 d	60	48	48	15	22	6	5
		4 d	60	54	51	15	24	5	7
		8 d	60	44	42	19	13	3	7
	30-Jun	0 d	60	35	33	6	21	3	3
		1 d	60	33	32	4	16	8	4
		4 d	60	35	32	7	15	4	6
		8 d	60	36	35	19	8	7	1
	14-Jul	0 d	60	38	35	4	23	5	3
		1 d	60	42	42	6	28	7	1
		4 d	60	45	44	14	22	4	4
		8 d	60	44	39	20	17	0	2
	28-Jul	0 d	60	37	33	0	25	5	3
		1 d	61	28	27	3	18	2	4
		4 d	60	28	28	4	17	4	3
		8 d	60	29	26	9	13	3	1
2012-1* ²	14-Jun	0 d	60	47	47	4	23	18	2
		4 d	60	46	46	12	11	18	5
		8 d	60	52	48	13	16	12	7
		14 d	60	48	45	13	11	15	6
	21-Jun	0 d	60	45	43	1	19	21	2
		4 d	60	46	46	6	18	21	1
		8 d	60	45	42	9	15	16	2
		14 d	60	48	44	12	16	12	4
	5-Jul	0 d	60	48	47	7	18	16	6
		4 d	60	54	52	12	16	11	13
		8 d	60	49	41	17	13	7	4
		14 d	60	45	42	12	19	5	6
	12-Jul	0 d	60	47	43	1	23	15	4
		4 d	60	50	49	4	27	17	1
		8 d	60	51	48	18	10	18	2
		14 d	60	51	50	8	24	16	2
2012-2* ³	14-Jun	0 d	60	47	47	5	28	11	3
		8 d	60	47	41	9	16	15	1
	21-Jun	0 d	60	44	43	1	20	19	3
		8 d	60	38	38	8	16	12	2
	5-Jul	0 d	60	46	38	6	19	11	2
		8 d	60	49	45	16	20	8	1
	12-Jul	0 d	60	49	44	6	16	20	2
		8 d	60	43	42	12	14	12	4

^{*1} Non-nacreous pearls included prismatic, organic pearls and nucleus.^{*2} Pearls were harvested after culturing for 60 days in Ago Bay.^{*3} Pearls were harvested in Dec-2012.

真珠（シミが真珠表面のほぼ全面にある真珠，突起キズのある真珠も含む）については，棟朝¹²⁾の方法を参考に測定した3か所の直径の比率から真円度を評価した。本研究では，最大直径と最小直径の差が3か所の平均直径の2%未満である真珠層真珠を“真円真珠”とした。真円真珠の直径は測定した3か所の直径の平均値とし，これを真円真珠の巻きの指標とした。真珠直径の測定方法は次のとおりとした。目視にて突起やコブがあり明らかに変形と認められる真珠については，突起やコブの頂点を通る直径および目視にて最も小さいと考えられた2か所の直径の計3か所の直径を測定した。目視では明らかに変形と認めにくい丸形の真珠については，各真珠につき無作為に3か所の直径を測定した。

統計解析 2011試験のデータと2012試験の養生終了後60日間飼育した4区のデータおよび12月まで飼育した2区のデータは，別々に以下の統計解析を行った。無キズ珠率および真珠採取率は，逆正弦変換法により変数変換した後，試験区と挿核手術日の2因子のうち，挿核手術日をブロック因子とした乱塊法（Randomized block design）により解析した。解析の結果，試験区間に有意差が認められた場合は，Tukey HSD法による多重比較（Tukey HSD multiple comparison test）により，試験区間の無キズ珠率および真珠採取率の検定を行った。また，真円真珠直径は，試験区と挿核手術日の2因子のうち，挿核手術日をブロック因子とした乱塊法により解析した。解析の結果，試験区間に有意差が認められた場合は，Tukey HSD法による多重比較により，試験区間の真珠直径の検定を行った。

結 果

生残貝数および採取した真珠数 各試験における各区の挿核貝数，生残貝数および採取した真珠数（各種真珠数）をTable 1に示した。生残貝数および採取した真珠数は，低塩分海水養生区と海上区の間に明確な傾向は見られなかった。真珠層真珠の無キズ珠数は，低塩分海水養生区の方が海上区よりも多くなる傾向が見られた。一方，真珠層真珠の有キズ珠数（真円の有キズ珠数と非真円真珠数の和）は，低塩分海水養生区の方が海上区よりも少なくなる傾向が見られた。また，真珠層真珠以外の真珠数は，低塩分海水養生区と海上区の間に明確な傾向は見られなかった。

低塩分海水養生期間と真珠採取率 2011試験の真珠採取率は，低塩分4日区が $68.0 \pm 17.1\%$ （平均値 $\pm$ 標準偏差， $n=5$ ）と最も高く，次いで低塩分1日区 $64.9 \pm 15.4\%$ （ $n=5$ ），海上区 $64.7 \pm 11.9\%$ （ $n=5$ ），低塩分8日区 $63.7 \pm 14.2\%$ （ $n=5$ ）の順であったが，試験区間に有意差は認められなかった（ $p>0.05$, Fig. 1）。

2012試験の養生後60日間飼育した場合の真珠採取率

は，低塩分4日区が $80.4 \pm 4.8\%$ （ $n=4$ ）と最も高く，次いで低塩分14日区 $75.4 \pm 5.7\%$ （ $n=4$ ），海上区 $75.0 \pm 3.8\%$ （ $n=4$ ），低塩分8日区 $74.6 \pm 6.3\%$ （ $n=4$ ）の順であったが，試験区間に有意差は認められなかった（ $p>0.05$, Fig. 2）。

2012試験の養生後12月まで飼育した場合の真珠採取率は，海上12月採取区 $71.7 \pm 6.2\%$ （ $n=4$ ），低塩分8

Fig. 1 Proportion of pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control), 1, 4, or 8 d after nucleus implantation on one of four dates in 2011. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested after a 60 d culture period in Ago Bay. Values are mean $\pm$ SD ($n=5$). Values are not significantly different at the $p<0.05$ level (randomized block design).

Fig. 2 Proportion of pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control), 4, 8, or 14 d after nucleus implantation on one of four dates in 2012. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested after a 60 d culture period in Ago Bay. Values are mean $\pm$ SD ($n=4$). Values are not significantly different at the $p<0.05$ level (randomized block design).

日 12 月採取区 $69.2 \pm 4.8\%$ ($n=4$) の順であったが、試験区間に有意差は認められなかった ($p>0.05$, Fig. 3)。

低塩分海水養生期間と無キズ珠率 2011 試験の無キズ珠率は、低塩分 8 日区が $45.7 \pm 7.7\%$ ($n=5$) と最も高く、次いで低塩分 4 日区 $28.0 \pm 10.8\%$ ($n=5$)、低塩分 1 日区 $20.8 \pm 11.3\%$ ($n=5$)、海上区 $16.2 \pm 11.2\%$

Fig. 3 Proportion of pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control) or 8 d after nucleus implantation on one of two dates in 2012. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested in December 2012. Values are mean $\pm$ SD ($n=4$). Values are not significantly different at the $p<0.05$ level (randomized block design).

Fig. 4 Proportion of high-quality pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control), 1, 4, or 8 d after nucleus implantation on one of four dates in 2011. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested after a 60 d culture period in Ago Bay. Values are mean $\pm$ SD ($n=5$). Values sharing a common letter are not significantly different at the $p<0.05$ level (randomized block design, Tukey HSD).

($n=5$) の順であり、試験区間に有意差が認められた ($p<0.01$, Fig. 4)。4 試験区間の無キズ珠率を比較したところ、低塩分 8 日区と海上区の間、低塩分 8 日区と低塩分 1 日区の間、それぞれ有意差が認められた ($p<0.01$, Fig. 4)。

2012 試験の養生後 60 日間飼育した場合の無キズ珠率は、低塩分 8 日区が $31.9 \pm 9.2\%$ ($n=4$) と最も高く、次いで低塩分 14 日区 $25.2 \pm 6.2\%$ ($n=4$)、低塩分 4 日区 $17.6 \pm 8.4\%$ ($n=4$)、海上区 $7.0 \pm 6.0\%$ ($n=4$) の順であり、試験区間に有意差が認められた ($p<0.01$, Fig. 5)。4 試験区間の無キズ珠率を比較したところ、低塩分 8 日区と海上区の間、低塩分 14 日区と海上区の間、それぞれ有意差が認められた ($p<0.01$, Fig. 5)。また、低塩分 4 日区と海上区の間にも有意差が認められた ($p<0.05$, Fig. 5)。

2012 試験の養生後 12 月まで飼育した場合の無キズ珠率は、低塩分 8 日 12 月採取区 $26.8 \pm 6.7\%$ ($n=4$)、海上 12 月採取区 $10.6 \pm 5.9\%$ ($n=4$) の順であり、試験区間に有意差が認められた ($p<0.01$, Fig. 6)。

低塩分海水養生期間と真円真珠直径 2011 試験の真珠直径は、海上区 ($n=142$)、低塩分 1 日区 ($n=147$)、低塩分 4 日区 ($n=156$) がともに 6.93 ± 0.17 mm と同値で、低塩分 8 日区は 6.91 ± 0.18 mm ($n=162$) と小さかったが、試験区間に有意差は認められなかった ($p>0.05$, Fig. 7)。

2012 試験の養生後 60 日間飼育した場合の真珠直径は、海上区が 7.12 ± 0.26 mm ($n=96$) と最も大きく、

Fig. 5 Proportion of high-quality pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control), 4, 8, or 14 d after nucleus implantation on one of four dates in 2012. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested after a 60 d culture period in Ago Bay. Values are mean $\pm$ SD ($n=4$). Values sharing a common letter are not significantly different at the $p<0.05$ level (randomized block design, Tukey HSD).

次いで低塩分 4 日区が 7.11 ± 0.21 mm ($n = 106$), 低塩分 8 日区が 7.11 ± 0.23 mm ($n = 111$) とほぼ同値で, 低塩分 14 日区が 6.99 ± 0.19 mm ($n = 115$) と最も小さくなり, 試験区間に有意差が認められた ($p < 0.01$, Fig. 8)。また, 試験区と挿核手術日の間には交互作用が認められなかった ($p > 0.05$)。4 試験区間の真珠直径を比較したところ, 低塩分 14 日区と他 3 区の間にそれぞれ

Fig. 6 Proportion of high-quality pearls produced by oysters held in low salinity seawater for 0 (control) or 8 d after nucleus implantation on one of two dates in 2012. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested in December 2012. Values are mean $\pm$ SD ($n = 4$). Values sharing a different letter are significantly different at the $p < 0.05$ level (randomized block design).

Fig. 7 Diameter of pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control), 1, 4, or 8 d after nucleus implantation on one of four dates in 2011. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested after a 60 d culture period in Ago Bay. Values are mean $\pm$ SD ($n = 142$ – 162). Values are not significantly different at the $p < 0.05$ level (randomized block design).

有意差が認められた ($p < 0.01$, Fig. 8)。

2012 試験の養生後 12 月まで飼育した場合の真珠直径は, 海上 12 月採取区 7.36 ± 0.26 mm ($n = 101$), 低塩分 8 日 12 月採取区 7.32 ± 0.29 mm ($n = 111$) の順であったが, 試験区間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$, Fig. 9)。

Fig. 8 Diameter of pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control), 4, 8, or 14 d after nucleus implantation on one of four dates in 2012. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested after a 60 d culture period in Ago Bay. Values are mean $\pm$ SD ($n = 96$ – 115). Values sharing a common letter are not significantly different at the $p < 0.05$ level (randomized block design, Tukey HSD).

Fig. 9 Diameter of pearls produced by oysters held in low salinity water for 0 (control) or 8 d after nucleus implantation on one of two dates in 2012. After treatment, the oysters were suspended from a raft in Ago Bay. The pearls were harvested in December 2012. Values are mean $\pm$ SD ($n = 101, 111$). Values are not significantly different at the $p < 0.05$ level (randomized block design).

考 察

挿核貝のへい死や挿入した真珠核が貝の体外に出る“脱核”は、真珠採取率を低下させる主要因子として考えられる。¹³⁾ 本研究の結果、生残貝数および採取した真珠数と低塩分海水養生期間の間に明確な傾向は見られなかった (Table 1)。また、真珠採取率に関して、試験区間に有意差は認められなかった (Figs. 1-3)。したがって、低塩分海水養生期間が 14 日間までの場合、低塩分海水養生は挿核貝のへい死や脱核に大きな影響を及ぼさないことが明らかになった。

養生後 60 日間飼育した試験結果から、低塩分海水養生期間が 8 日間までの場合、期間が長いほど無キズ珠率は高くなることがわかった (Figs. 4, 5)。また、低塩分海水養生期間を 14 日間にした場合の無キズ珠率は、期間を 8 日間にした場合よりも高くないことがわかった (Fig. 5)。これらのことから、最も高い無キズ珠率が得られる低塩分海水養生期間は 8 日間であることが明らかになった。また、低塩分海水養生期間を 4 日間まで短縮した場合においても、無キズ珠率は海上養生より高くなることが示唆された (Figs. 4, 5)。

養生後 12 月まで (130 日間以上) 飼育した場合においても、低塩分海水養生を 8 日間行った場合の無キズ珠率は、海上養生よりも有意に高くなった (Fig. 6)。この結果は、Fig. 5 に示した養生後 60 日間飼育した場合の無キズ珠率と同じ傾向を示した。Figs. 5, 6 に示した結果を得た試験に用いた各試験貝の試験条件で異なるのは、養生後の飼育期間の長さだけであった。したがって、低塩分海水養生による無キズ珠率向上効果は、一般的な真珠採取時期である 12 月まで維持されることが明らかになった。また、キズ・シミの多くは養生後 60 日までに形成されることが判明した。キズ・シミのある真珠の断面構造を観察した研究から、キズ・シミの多くは真珠核の表面から形成されていることが明らかになっている。^{5,8,9)} したがって、多くのキズ・シミは挿核手術直後から養生後 60 日までの間 (真珠形成初期) に形成されると判断された。

低塩分海水養生に供する貝の年齢について、満 1 歳貝を用いた 2011 試験と満 2 歳貝を用いた 2012 試験はともに、低塩分海水養生期間が 8 日間までの場合、無キズ珠率とその期間の関係は同様の傾向を示した (Figs. 4, 5)。このことから、貝の年齢に拘わらず低塩分海水養生による無キズ珠率向上効果は得られることがわかった。岩永ら¹⁴⁾は越物真珠 (飼育 2 年目の挿核貝から採取した真珠) を生産するには満 1 歳貝に挿核手術した方が従来の満 2 歳貝よりも生残率および真珠品質が高くなることを報告している。満 1 歳貝に挿核手術を行った後、低塩分海水養生を 8 日間行えば、当年

物真珠 (飼育 1 年目の挿核貝から採取した真珠)、越物真珠のどちらを生産するにしても、これまでの養殖方法よりも高品質真珠の生産率が向上する可能性が高いと考えられる。

挿核手術者は 2011 試験と 2012 試験で異なるが、同様の傾向が得られた (Figs. 4, 5)。本研究結果は、挿核手術者の違いに拘わらず低塩分海水養生による無キズ珠率向上効果が得られるとした渥美ら^{10,11)}の報告を支持した。

町井ら⁷⁾の報告によると、海上養生された挿核貝の場合、真珠袋の完成が早い個体は 5-7 月 (水温 16.5-23.8 °C) で 5 日間、8 月 (水温 30.7 °C) で 3 日間を要する。本研究の結果、最も高い無キズ珠率が得られる低塩分海水養生期間は 8 日間であることが明らかになった。したがって、海上区においては、挿核手術後 8 日目までに真珠袋完成個体が現れ始めると推察される。アコヤガイは低塩分海水環境におかれると濾過水量の低下、¹⁵⁾ 桿晶体重量の減少、¹⁶⁾ 血清蛋白質量の減少¹⁷⁾等の生理活性の低下が認められる。このことから、低塩分海水養生が真珠袋形成にもなんらかの影響を与えている可能性は高い。また、真珠袋と真珠核の間に血球や生殖細胞等が挟み込まれると、そこにはキズやシミが形成される。^{4,5,8,9)} したがって、著者らは低塩分海水環境が挿核貝の真珠袋形成速度を遅くさせ、真珠袋と真珠核の間に有機物を挟み込みにくくさせた結果、キズ・シミ形成が低減されたと推察している。しかしながら、本研究の結果のみでは推察の域を脱せず、低塩分海水養生によりキズ・シミの形成が低減される理由を説明することはできない。今後、低塩分海水養生技術の確立を目指す一方で、低塩分海水養生によるキズ・シミ形成低減メカニズムの解明に向けた取り組みを行う必要がある。具体的には、養生期間中の塩分条件が真珠袋形成に与える影響を調査する必要がある。

真珠の巻きに関して、低塩分海水養生期間が 8 日間までの場合には、真珠直径に顕著な差異は認められなかった (Figs. 7-9)。低塩分海水養生を 14 日間行った場合の真珠直径は、期間を 8 日間までにした場合より顕著に小さくなることが明らかになった (Fig. 8)。また、12 月に採取した真円真珠の巻きは、低塩分海水養生を 8 日間行った場合と海上養生した場合の両方において 0.4 mm 以上あった (Fig. 9)。したがって、低塩分海水養生期間が 8 日間までの場合には、真珠の巻きに大きな影響を及ぼさないことが判明した。また、14 日間の低塩分海水養生は、巻きの厚い真珠を生産するためには長すぎると判断された。

真珠形成に使われるカルシウムの供給源は、主として水中に溶けているカルシウムイオンであり、カルシウムイオンは鰓や外套膜内面等の上皮細胞から吸収され

る。⁴⁾ 真珠形成に利用される炭酸イオンの供給源は、アコヤガイが呼吸した際に生じる二酸化炭素である。⁴⁾ 低塩分海水養生は無給餌で行うため、低塩分水槽収容中の挿核貝は絶食状態となる。前述したとおりアコヤガイは低塩分海水環境におかれると様々な生理活性の低下が認められる。¹⁵⁻¹⁷⁾ また、著者らは低塩分海水養生が真珠袋完成に要する期間を海上養生よりも長くすると推察している。これらのことから、低塩分水槽収容中の挿核貝は、ほとんど真珠形成を行っていないと推察される。町井ら⁷⁾は、6-7月に海上養生された挿核貝の場合、真珠形成の早い個体では挿核手術後12日目で真珠核への沈着が見られたと報告している。したがって、Fig. 8に示した低塩分14日区の真珠直径が海上区よりも顕著に小さかった原因として、長期間の低塩分海水への浸漬による真珠核への沈着時期の遅れが考えられた。しかしながら、本研究の結果のみでは推察の域を脱せず、また低塩分4日区や低塩分8日区の真珠直径が海上区よりも顕著に小さかった原因については、現在のところ不明である。そのため、低塩分海水養生期間と真珠形成開始時期に関する調査や低塩分海水養生期間が挿核貝の生理活性に与える影響を調査する必要がある。

本研究により、高品質真珠を最も効率的に生産するための低塩分海水養生期間は8日間であることが明らかになった。これまでの14日間^{10,11)}から8日間まで期間を短縮しても、同等以上の無キズ珠率向上効果が得られる上、真珠の巻きも劣らないことが判明した。以上の結果は、14日間での低塩分海水養生を2回行う間(28日間)に、8日間での低塩分海水養生であれば3回(24日間)行うことが可能であることを示している。すなわち、低塩分海水養生期間を8日間とした場合には、14日間とした場合よりも水槽の容量を40%程度小型化しても一定期間内に14日間とした場合と同数の挿核貝を低塩分海水養生させることが可能であることが示唆された。水槽の小型化は、初期設備投資の軽減にもつながるであろう。また、本研究結果は養殖現場に低塩分海水養生の導入を図る上でも貴重な知見となるであろう。

謝 辞

本研究は、農林水産省・農林水産技術会議事務局の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「真珠挿核技術イノベーションと高生残・高品質スーパーアコヤ貝の現場への導入による革新的真珠養殖実証研究」にお

いて実施した。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) 青木秀夫, 林 政博, 岩城 豊, 山本満彦, 伊藤孝男, 竹内章浩, 出口明彦, 小賀史哉, 西川一生, 野村清孝, 大山清孝, 山下雅彰, 岩城秀夫. 日本産アコヤガイと交雑アコヤガイの養殖特性および真珠品質の比較. 全真連技術研究会報 2007; **21**: 1-5.
- 2) 赤松 蔚. 「カルチャード・パール」真珠新聞社, 東京. 2003.
- 3) 和田浩爾. 真珠形成機構の生鋳物学的研究. 国立真珠研究所報告 1962; **8**: 948-1059.
- 4) 和田浩爾. 「真珠の科学」真珠新聞社, 東京. 1999.
- 5) Ogimura T, Futami K, Katagiri T, Maita M, Goncalves AT, Endo M. Deformation and blemishing of pearls caused by bacteria. *Fish. Sci.* 2012; **78**: 1255-1262.
- 6) 植本東彦. アコヤガイの挿核手術に関する生理学的研究Ⅳ 術後の養生について. 国立真珠研究所報告 1962; **8**: 896-903.
- 7) 町井 昭, 中原 皓. 真珠袋の組織学的研究Ⅱ 季節による真珠袋形成速度の差異. 国立真珠研究所報告 1957; **2**: 107-112.
- 8) 青木 駿. 異常真珠の出現防止に関する研究. 真珠技術研究会会報 1966; **53**: 1-204.
- 9) Norton JH, Lucas JS, Turner I, Mayer RJ, Newnham R. Approaches to improve cultured pearl formation in *Pinctada margaritifera* through use of relaxation, antiseptic application and incision closure during bead insertion. *Aquaculture* 2000; **184**: 1-17.
- 10) 渥美貴史, 石川 卓, 井上誠章, 石橋 亮, 青木秀夫, 西川久代, 神谷直明, 古丸 明. 低塩分海水養生によるキズ・シミの無い真珠の生産率向上効果. 日本水産学会誌 2011; **77**: 68-74.
- 11) Takashi A, Takashi I, Nariaki I, Ryo I, Hideo A, Hisayo A, Naoaki K, Akira K. Post-operative care of implanted pearl oysters *Pinctada fucata* in low salinity seawater improves the quality of pearls. *Aquaculture* 2014; **422-423**: 232-238.
- 12) 棟朝淳州. 「真珠の常識2000」柏書店松原, 東京. 1994.
- 13) 渥美貴史, 石川 卓, 井上誠章, 石橋 亮, 青木秀夫, 西川久代, 神谷直明, 古丸 明. 水温一定の水槽を用いた養生によるアコヤガイの脱核低減法. 日本水産学会誌 2011; **77**: 381-386.
- 14) 岩永俊介, 平井正史, 細川秀毅. 1オアコヤガイを用いた施術貝の生残率および真珠品質の向上. 水産増殖 2008; **56**: 73-79.
- 15) 宮内徹夫. アコヤガイ濾過水量Ⅱ 濾過水量におよぼす水温と比重の影響. 水産増殖 1962; **10**: 7-13.
- 16) Wada KT. Studies on the crystalline style of Japanese pearl oyster-I. Effect of diluted sea water on the crystalline. *Fish. Sci.* 1969; **35**: 133-140.
- 17) 船越将二. アコヤガイ血清蛋白質量の年齢差および血清蛋白質量におよぼす低比重海水の影響. 全真連技術研究会報 1987; **3**: 49-51.