

仕立て・養生期間中の飼育海水比重が歩留まりと 真珠品質に与える影響 - I

林 政博

Influences of sea water salinity on the survival of Japanese pearl oysters and pearl quality during short-time stressing and nursing for the insert of nuclei - I

Masahiro HAYASHI

キーワード：アコヤガイ，養生，比重，真珠品質

日本の真珠養殖は真円真珠の発明（1907年）から100年という長い歴史があり、これまで世界の真珠の中核を占めてきた。ところが、近年は南洋真珠や淡水真珠との競合に加え、新たな病気の発生によって厳しい経営を強いられて経営体数、生産量、生産額は減少の一途を辿っている。このような危機的状況から抜け出す最善の策は真珠品質の向上による生産性の改善であると考えられる。真珠養殖の現状を見ると、その余地は非常に大きく、一級品の生産比率が10～30%程度に止まり、無価値のクズ珠が20～30%を占めるという非効率な状況はそれを示している。また、真珠品質に対する要求が年々厳しさを増していることをみても良質真珠生産に向けた技術開発は緊急の課題であると言える。真珠の価値は品質によって決まり、品質の要素には巻き、色調、光沢、形状、キズ（シミを含む）の他に稜柱層の有無がある。しかし、これらのうち色調以外の品質要素は人為的に制御する技術を持っていないか、不十分な技術レベルにある。今回は生産性改善の第一歩として、真珠の品質と生残率に深く関わっているとされる「仕立て」と「養生」を取りあげた。

仕立てには人為的に排精卵させる「卵抜き」と生殖腺の発育を抑える「卵止め」と呼ばれる二つの方法がある。いずれも生殖腺内に生殖細胞がない状態を作り出す技術であり、その手法は類似していて特殊な籠に多数の貝を詰めて海水交流を制限する。従って、仕立てを反復、継続すると貝の活力は低下する。体力の低下には挿核施術の効率を上げる効果があるが、植本（1961）は仕立てに新たな意義を見出した。それは仕立てによって生活機能が抑制されると手術によるショックが防止され、歩留まりと真珠品質が向上するというものであった。これは

「抑制理論」と呼ばれ、当時の養殖現場に大きなインパクトを与えた（和田1991）と言われている。現在も仕立ての成否が養殖成績を決定すると考える養殖業者が多く、生殖細胞の有無にかかわらず、手術前には生活機能の抑制を目的とした仕立てが行われている。挿核後になされる「養生」の目的は手術後の一定期間、手術前より軽度の抑制状態に置き、体内に残された核に対する異常反応を抑えるもので「仕立て」の継続的な措置と考えられている（植本1962）。

このような考え方に基づく仕立てと養生の操作が行われるようになっておよそ50年が経過したが、真珠養殖の生産効率は、この技術が開発された当時と大きな違いはなく、前述したような低い水準に止まっている。そこで、仕立て・養生期間の飼育水の比重を検討したところ貝を低比重環境に置くことによって高率に良質真珠を得ることができたので、その経過を報告する。

材料および方法

供試貝と仕立て

供試貝は2004年9月に生産され、2006年8月19日から南伊勢町神前浦で育成されていた満2歳令のアコヤガイ（中国貝と日本貝の交雑貝、丸籠に100個入り）であった。9月5～6日に閉殻力（岡本ら2006）が3.0～3.9 kgfの個体を選び、9月6日に10個体について全湿重量を測定し、グリコーゲンを目視によって5段階に、生殖腺の発達度を10段階（林1986）に評価した。供試貝は図1に示すように高比重海水（H区）、通常海水（N区）、低比重海水（L区）を入れた試験水槽（2t）に2籠（各70個入れ）に分けて収容した。比重の調整は食塩と水道水を用いて行い、H区は食塩9kgを通常海水に溶かして2

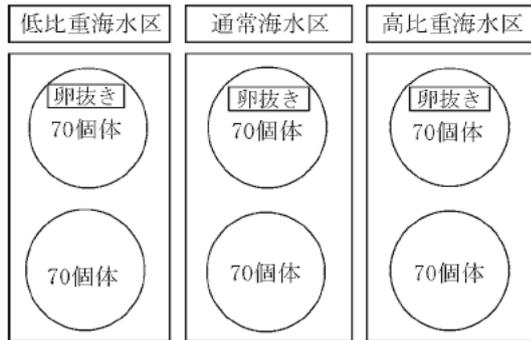


図1 試験区の設定

トンとし、L区は水道水400ℓに通常海水を加えて2トンとした。飼育開始時の比重(σ_{15})はL区が20、N区が23、H区が26であった。いずれの試験区も無給餌とし、水温調整はせず、止水でエアレーションを行って水温を記録式水温計(Optic Stow Away Temp, onset コンピューター社)で測定した。

9月7日にL、N、H区の1籠を1トン水槽に移して産卵誘発を行った。誘発には紫外線照射装置(Flonlizer 4L 千代田工販)を使用し、8:30~16:00の間、昇温(24.6~28.6℃)しながら紫外線を照射した海水を循環(40ℓ/min)させた。午後になると貝殻の開閉行動が頻繁になったが、排精卵した個体はなかった。ところが、L区は試験水槽に戻した同日の夜間に放出があり、同居させた非誘発貝も放出したので翌朝、比重調整をした別の水槽に貝を移して換水した。以後の換水もこれと同様に行った。翌9月8日もL、N、H区と同じ籠を8:00~16:20まで紫外線照射海水中に置いた。前日とは違って全く反応がなく、途中で40分間程度の干出刺激を加えても放出しなかったので試験水槽に戻した。9月11日に換水と足糸切り作業を行い、9月13日、14日にも足糸切りを行った。

挿核手術

9月5日~9月14日までの9日間の仕立てを終えて、9月15日に2.1分核(6.59~6.62mm)の1個入れの手術を行った。手術はL区(卵抜き操作あり)、L区(卵抜き操作なし)、N区(卵抜き操作あり)、N区(卵抜き操作なし)、H区(卵抜き操作あり)、H区(卵抜き操作なし)の順にそれぞれ50個ずつ行い、ピース貝には同じ試験区の貝を使用した。手術貝は手術時に目視で〈卵あり〉と〈卵なし〉に分けた。手術時間は9:00~20:00であった。N区とH区では、手術後に排精卵があったので排精卵終了後に換水を行った。

9月19日(手術後)に、開始時と同様に全湿重量、閉殻力、グリコーゲン、生殖腺の発達度の評価を行って仕立て期間中の変化を調べた。測定に使用した貝は手術をしなかった残り貝であった。

養生と育成

施術貝は養生籠(25個/籠)に収容して、9月15日から10月2日までの17日間、手術前と同様に比重調整をした海水中に置いた。養生期間中、1日おきに合計8回、配合飼料(商品名M-1、日本農産社製)を4g与え、9月20日と9月26日に換水した。手術後に出現したへい死貝および外套膜が萎縮した衰弱貝は見つけ次第抜き取った。10月2日に生残貝を軟X線装置(FS100P Rigaku corporation)にかけ、脱核貝を除いてからポケット籠に並べ変えて英虞湾の養殖漁場に垂下した。沖出し以後の管理は淡水処理2回のみで、12月18日に真珠を採取して良品真珠の直径を測定した。良品と不良品の区別は、キズ(突起)とシミ(有機質の分泌)の程度によって行い、良品は無キズまたは小1点キズで、シミは青色がうすく、小範囲に限定されるものとした(図2を参照)。

結 果

仕立て期間中の供試貝の変化

仕立てを開始した翌日の9月6日と手術後の9月19日に行った供試貝の測定結果を表1に示した。仕立て期間中の水温は25.9~30.1℃で、へい死はN区(卵抜きなし)とH区(卵抜きなし)の各1個体だけであった。期間中、無給餌飼育としたが、仕立て終了時の閉殻力は開始時と同じ3kgf台を維持し、H区、N区、L区間に有意差は認められなかった。全湿重量も飼育開始時から仕立て終了時までの減少はわずかで、H区、N区、L区間に有意差は認められなかった。グリコーゲンの評価値は飼育開始時に比べると減少した。しかし、終了時のH区、N区、L区間に有意差は認められなかった。生殖巣の評価値は大きく低下して排精卵の影響が確認された。L区は手術前に排精卵があり、N区とH区は手術日に排精卵したという違いがあったが、生殖巣の評価は手術後に実施したため、H区、N区、L区間に有意差は認められなかった。

養生期間の成績および浜上げ結果

養生期間の成績と浜上げ結果を表2に示し、採取した真珠を図2に示した。養生期間の歩留まり(核入り生残貝数/施術貝数)を比較すると、H区が59.0%、N区が71.0%、L区が88.0%と比重が低いほど歩留まりが高く、

表1 仕立て開始時 (9/6) と終了時 (9/19) の測定結果

試験区	卵抜き	収容数 (個)	へい死数 (個)	測定数 (個)	閉殻力±SD (kgf)	*t= (g)	全湿重量±SD (g)	グリコーゲン *t=5段階評価	生殖巣 *t=10段階評価	*t=		
開始時												
L	あり	70	0	10	3.3±0.4	a	35.0±3.5	a	2.4	a	4.4	a
	なし	70	0	10	3.3±0.7	a	32.0±3.1	a	1.8	b	1.5	b
N	あり	70	0	10	3.3±0.4	a	33.0±2.5	a	1.9	b	2.9	b
	なし	70	1	10	3.1±0.5	a	-	a	2.0	b	1.9	b
H	あり	70	0	10	3.2±0.5	a	33.6±2.6	a	2.0	b	2.0	b
	なし	70	1	10	3.5±0.4	a	34.2±2.8	a	1.8	b	1.8	b

*t: t検定 異符号間は差あり (p<0.05)

表2 養生期間の成績および浜上げ結果

試験区	卵抜き	卵	施術数 (個)	養生期間の成績				浜上げ結果						
				へい死 (個)	脱核 (個)	χ ² = *歩留り (個)	χ ² =	真珠数 (個)	良品数 (個)	良品率 (%)	χ ² =	直径 (mm)	t=	
L	あり	あり	20	0	0	20		14	8		6.95			
	なし	あり	30	1	3	26		24	11		6.94			
	なし	なし	21	0	3	18		18	11		6.91			
合計			29	1	4	24		21	15		6.94			
N	あり	あり	31	1	4	26		23	5		6.88			
	なし	あり	19	1	2	16		13	4		6.92			
	なし	なし	36	2	13	21		17	5		6.87			
合計			14	2	4	8		4	1		6.96			
合計			100	6	23	b	71	b	57	15	26.3	b	6.89	ab
H	あり	あり	36	1	12	23		18	3		6.81			
	なし	あり	14	0	7	7		5	1		6.83			
	なし	なし	30	2	10	18		15	2		6.94			
合計			20	0	9	11		9	1		6.79			
合計			100	3	38	c	59	b	47	7	14.9	b	6.85	b

*歩留り: 核入り生残貝数(施術数-へい死数-脱核数)
 χ²: χ² 独立性の検定 (P<0.05)
 t: t検定 (P<0.05)
 異符号間は差あり (p<0.05)

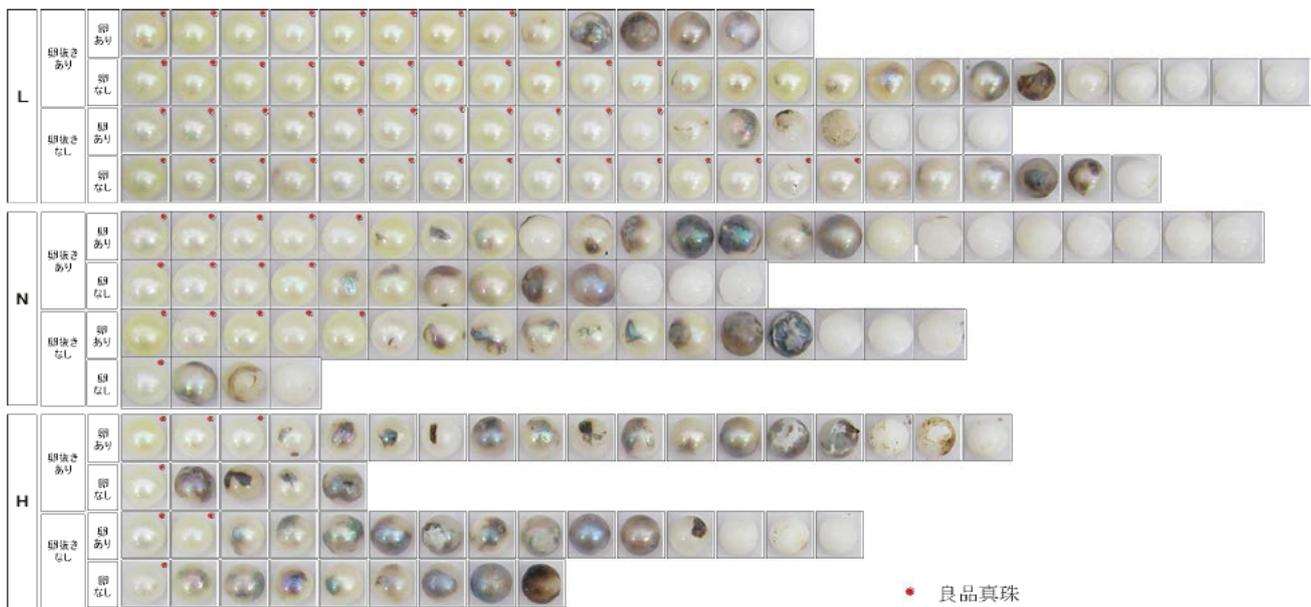


図2 採取した真珠の外観と良品評価結果

表3 <卵抜きあり>と<卵抜きなし>および<卵あり>と<卵なし>の比較

	養生期間の成績					浜上げ結果						
	施術数 (個)	へい死 (個)	脱核 (個)	*歩留り (個)	歩留り (%)	χ^2	真珠数 (個)	良品数 (個)	良品率 (%)	χ^2	直径 (mm)	t=
卵抜きあり	150	4	28	118	78.7	a	97	32	33.0	a	6.92	a
卵抜きなし	150	7	43	100	66.7	b	84	35	41.7	a	6.92	a
卵あり	174	6	42	126	72.4	a	86	34	39.5	a	6.9	a
卵なし	126	5	29	92	73.0	a	73	33	45.2	a	6.93	a

*歩留まり：核入り生残貝数(施術数-へい死数-脱核数)
 χ^2 ： χ^2 独立性の検定(P<0.05)
t：t検定(P<0.05)

L区とN区・H区間に有意差が認められた。3区間の歩留まりの違いには脱核数が大きく関わっていた。

良品真珠の出現率と良品真珠の直径も、L区(64.9%, 6.94mm), N区(26.3%, 6.89mm), H区(14.9%, 6.85mm)の順であり、良品率はL区とN区・H区間に、直径はL区とH区間に有意差が認められた。

卵抜き操作の影響と生殖細胞の有無による違いは表3に示すように、卵抜きなし(66.7%)と卵抜きあり(78.7%)の歩留まりに有意差が認められただけで、その他の項目に差は認められなかった。

養生期間および育成期間の水温(図3)は止水としたため変化が大きく、22~27℃の間でふれた。

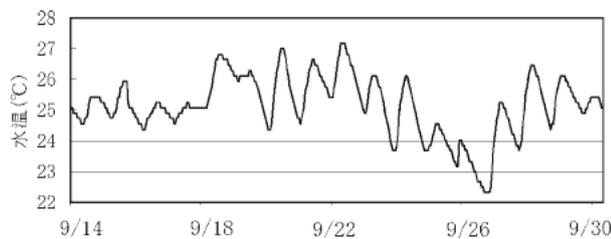


図3 養生期間の水温

考 察

アコヤガイと比重の関係については、真珠養殖初期に安全性の観点から多くの研究がなされてきた。主なものを挙げると、小林・渡部(1959)は低比重海水が鰓の繊毛運動や心臓拍動に影響し、極端な低比重はアコヤ貝の生活機能を停止させるとしており、片田(1959)は施術貝が低比重環境に長時間おかれると真珠品質(巻き・色調)に影響があるとしている。また、生理的な研究としては、船越(2000)がアコヤガイを低塩分環境に置くと無顆粒血球が減少し、顆粒性血球が増加することを見て

今回設定したL区の比重は片田(1958)が示したアコヤガイの限界比重($\sigma_{15}=15$)より高く、H区も一般に安全とされる範囲($\sigma_{15}=18\sim 25$)に近かったので、生存に関わるような危険はなかったと考えられる。しかし、比重の違いはアコヤガイに何らかの影響を与え、その結果が、H区、N区、L区の成績の違いに反映されたと考えられた。

そこで、まず比重が異なる海水で飼育された仕立て期間の差違(表1)をみると、へい死はN区とH区の各1個体だけでL区ではへい死がなく、生存に関わるような影響はなかったといえる。閉殻力、全湿重量、グリコーゲン評価値にも差が生じることはなかった。3試験区間にみられた違いは、L区だけが仕立て期間中に排精卵したことであり、これは卵抜き操作時に低比重環境から通常海水に移されたことによる環境変化が関係したと考えられた。

次に、比重と養生期間の歩留まりとの関連をみる。歩留まりは養殖成績の指標として重要であるが、本試験の場合、各試験区のへい死数が僅かであったので、歩留まりを脱核率と言い換えることができる。脱核は挿核位置近くの皮膚が破れて起こることが多く、核サイズが大きいほど脱核率が高いことから、脱核には皮膚の厚さや強度が関係していると考えられている(和田1994)。本試験での脱核率はL区が10%、N区が23%、H区が38%であり、試験区間に有意差が認められた。手術前の仕立て期間(9日間)に皮膚の厚さが変化したとは考えにくいですが、その間に皮膚の柔軟性などに変化が生じた可能性や比重差に起因する貝の生理的変化が脱核率に影響した可能性が考えられた。

比重と真珠品質の関連をみると、良品率は、L区が58%、N区が26%、H区が15%であった。真珠品質については前述した排精卵の違いが反映された可能性が考えられた。これまでの知見に照らして真珠品質に関係しそうな精排卵の相違点は2点あった。一つは、L区だけが

紫外線照射海水の刺激によって排精卵したことであり、手術前の排精卵が真珠品質と関係していることは、広く知られた卵抜き効果である。二つ目は手術直後に N 区と H 区で排精卵があったことであり、手術直後の排精卵によって、ピースや核が移動した可能性が考えられた。術前の排精卵が真珠品質に好影響を与え、逆に術後の排精卵が悪影響を及ぼしたとすれば、L 区と N・H 区の成績の違いは大きくなるのが考えられる。しかし、良品率が低比重ほど高く、逆に脱核率は低比重ほど低い、という比重との相関に加えて、真珠直径も L 区が 6.94mm、N 区が 6.89mm、H 区が 6.85mm と低比重ほど大きかったという結果は、これらの成績に比重が直接関与したことを強く伺わせた。そして、この結果は、植本 (1961) が確認した仕立ての効果 (歩留まり、良品率、巻きの上) と同じであった。従って、今回の結果も植本の抑制理論にそって解釈すると理解しやすく、低比重が貝の手術反応を抑えた (筋肉の動きが制限された) とすれば、核の移動が小さくなって脱核が減り、ピースのズレによるキズやシミが減少することになり、手術反応が軽微であれば、術後の回復が早められて巻きに差が生ずると考えられた。しかし、このような理解は推論の域を出ないものであり、結論は今後の研究に委ねたい。

今回の事例を真珠生産の効率という視点から見ると、同じ施術貝数 (各 100 個) から得られた良品真珠数が L 区では 45 個、N 区は 15 個、H 区は 7 個という大きな違いであった。L 区、N 区、H 区の成績の違いが、比重によるものか、排卵の影響なのかについては追試験によって明らかにする予定であるが、本試験の意義は次の点にあると考える。それは母貝の育成経歴、重量、閉殻力、核サイズを揃えて、1 人の施術者が 1 日で手術を完了するなど諸条件を統一した施術貝に、養殖経営に関わる大きな成績の違いが生じたことである。自然環境に委ねた成績は要因解析が困難であるが、今回行ったような室内水槽を使っての試験は再現が可能である。これまでに仕立て・養生の環境の影響を調べた報告はなく、今後、真

珠品質に関わる手術前後の短期間に焦点をあてた研究が期待される。

要 約

食塩と水道水を使って比重を調整した環境で仕立てと養生を行ったところ、低比重、通常海水、高比重の順に歩留まりが高く、良品真珠の出現率が高い結果が得られ、環境制御によって真珠の生産効率を改善できる可能性が示された。

文 献

- 林 政博・瀬古慶子 (1986) アコヤガイの種苗生産について、三重県水産技術センター研究報告, 1, 39-68.
- 船越将二 (2000) 二枚貝における血球の分類・形態および機能に関する研究. 養殖研究所報告, 29, 1-103.
- 片田清次 (1958) 低比重海水のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) に及ぼす影響 I. 国立真珠研究所報告, 4, 308-314.
- 片田清次 (1959) 低比重がアコヤガイの斃死、成長および真珠の品質に及ぼす影響. 真珠研究会報, 4 (1・2), 16-19.
- 小林新二郎・渡部哲光 (1951) 真珠の研究. 技報堂, 東京, 137-143.
- 岡本ちひろ・古丸 明・林 政博・磯和 潔 (2006) アコヤガイ *Pinctada fucata martensii* の閉殻力とへい死及び軟体部の諸形質との関連. 水産増殖, 54, 293-299.
- 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 (1962) 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, 8, 896-903.
- 和田浩爾 (1991) 科学する真珠養殖. (社)日本真珠振興会, 77-80.
- 和田浩爾 (1994) 続・科学する真珠養殖. 真珠新聞社, 93-95.