

# ホタテガイ異常へい死対策試験

## 一 貝の手入・収容密度・施設の振動等についての検討一

高橋 克成・関野 哲雄・横山 勝幸・田中 俊輔  
塩垣 優・小田切明久・浜田 勝雄・鈴木 勝男

### はじめに

垂下養殖貝に見られる異常貝がどのような垂下条件下で発生するかを明らかにすることを目的に、昭和51年から52年の両年にわたり実施した試験の結果を報告する。なお、この報告は指定試験研究「貝類養殖漁場適正利用技術開発研究」の養殖方法の検討の中で同時に行なわれた研究である。

### 供 試 貝

昭和51年7月30日青森市久栗坂沖に設置した採苗器から採取した稚貝をパールネット（以下籠という）当たり約200個収容し、9月16日フルイ選別した大型稚貝、平均殻長は $17.6 \pm 1.3 \text{ mm}$ （異常貝なし  $N=60$ ）。

### 試 験 方 法

- 1) 場 所；青森市久栗坂沖のブイロボット付近、水深45m
- 2) 試験期間；昭和51年9月16日から昭和52年11月1日まで
- 3) 試験群と管理方法；昭和52年11月まで続いた試験群から、9試験群を選びその群の番号と試験群の各称（収容密度、施設の構造、その他の条件の順で記載）およびその解説を次に示すとともに、時期別に表わした管理方法の模式図と施設の構造を第1図に示した。
  1. 低密・安定群……………9群の中で最も良い条件で育てた群。
  4. 秋の高密・振動群……………9月16日から12月18日まで高密振動でその後は低密安定にした。
  5. 冬の高密・振動群……………低密安定群の貝を12月18日から4月13日まで高密振動にした。
  9. 低密・安定・手入少群……………3月までに3回の手入れを行なった。
  10. 低密・安定・籠交換群……………7月までに5回の籠交換を行なった。
  14. 低密・準安定・手入少群……………3月まで2回の手入れを行ないその後低密安定とした。
  11. 高密・準安定・手入多群……………12月の測定まで3回、全部で7回の手入れを行なった。
  12. 低密・準安定・手入多群……………同 上
  13. 低密・準安定・秋の手入多群……………12月までの期間に限り4回の手入れを行なった。

収容密度の低密とはパールネット当たり20個体、高密とは4、11群で400個体5群で150個体を基準として収容した群である。その他の条件にある「貝の手入れ」とは籠を船上にあげ、籠に入れたまま、あるいは外に出して貝に約60回の振動（ゆさぶり）を加えたことであり、「籠交換」とは古い籠内の貝をそのまま新しい籠に移し換えしたことである。第1図に示した「施設の上下」とは幹綱を舷側まで持ち上げたことで、籠は波の動揺でゆさぶられる。当然ながらこの条件は手入れや籠交換にも伴なう。「施設交換」とは籠を船で運んで新しい施設に移し換えたことである。この他に全般的なことと

して、試験開始時の籠は全部 1.5 分目のパールネットを使用し、その後 1.4.5.10 群だけは 2 分目のパールネットに変えた。また連の下には重りをつけた。

4) 貝の取上日；昭和 51 年 12 月 18 日、昭和 52 年 3 月 17 日、7 月 26 日、11 月 1 日の 4 回

5) 観察項目とその方法

イ. 異常貝の出現率 (%)

1 籠ごとの生貝中の異常貝の出現率。異常貝とは外套縁膜に沿った殻内面の着色や殻の欠刻のある貝で、症状に回復の見られる貝を含むが、足糸彎入部の着色やポリドラ穿孔による着色貝を除いた。

ロ. へい死率 (%)

パールネットに収容直後に死亡した貝を除いた。

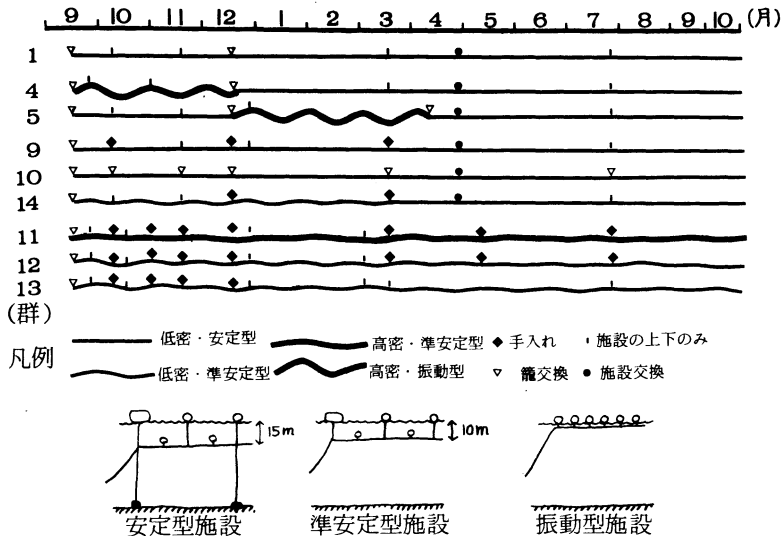
ハ. 左殻の表面彫刻

12 月と 3 月に取り上げた貝について、鱗片突起、成長線、障害痕の形成状態をもとにした下記の分類基準に従い、最近形成された殻の観察を行なった。A から E までのランク分けに当っては、1 籠内の貝にはランクの異なる貝が混じり合っているの、出現率の高いランクを大文字で、低いランクを小文字で表現し、まれに見られるランクは除いた。

第 1 表 左殻表面彫刻のランク分けとその基準

ラ ン ク	鱗片突起の形成	正常な成長線の形成	障害痕を伴う成長線（障害輪）の形成
A	完 全	規 則 的	な し
B	不 完 全	〃	部分的欠損痕をもつ
C	痕 跡 以 下	不 規 則	欠損痕多い
D	な し	な し	大型の障害痕が多い

注) A ランクは標準的な彫刻であり、成育条件の悪化に伴ないランクが下がる。上記の 4 ランクの他に D ランクのまま成長が停止している貝は、D の下位として E ランクとした。



第 1 図 ホタテガイの管理方法と施設の構造

6) 測定項目とその方法

イ. 個体測定項目；殻長、殻高、全重量、肉重量、殻重量

ロ. 殻の肥厚度； $\text{平均殻重量} \div \{ (\text{平均殻長} + \text{平均殻高}) \div 2 \}^3 \times 1,000$  (g/cm<sup>3</sup>)

ハ. カゴの底面積に対する生貝1個当りの生活面積；

$\{ 1,156 (\text{底面積}) - (\text{平均殻長を直径とする円の面積} \times \text{生貝数}) \} \div \text{生貝数}$  (cm<sup>2</sup>/個)

ニ. カゴの底面積に対する生貝総面積の占有率；

$(\text{平均殻長を直径とする円の面積} \times \text{生貝数}) \div 1,156 \times 100$  (%)

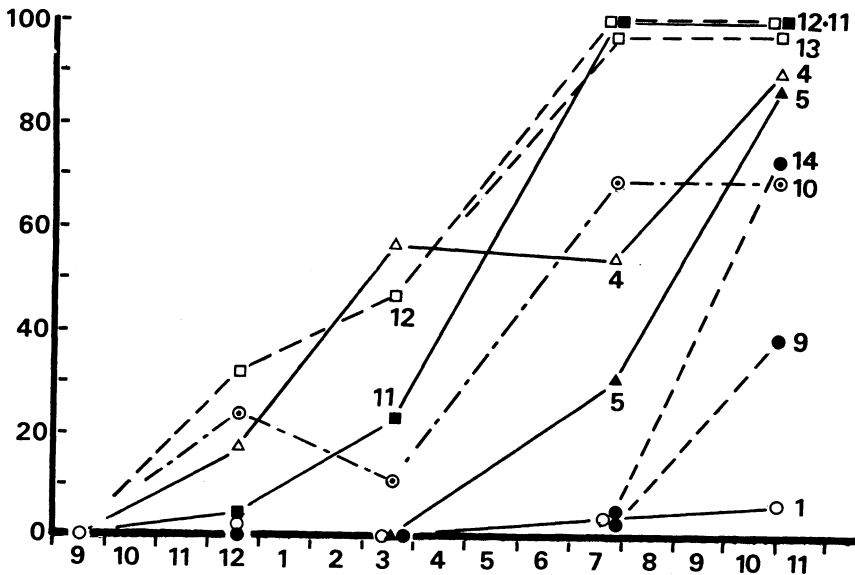
注) ハとニの計算値はカゴの中における貝の生活空間を示す。

試験結果

I 異常貝の出現率とへい死率について

試験群ごとに1～5籠分の貝の観察、測定を行なったが、その中から異常貝の出現率(生貝中)、へい死率、平均殻長、殻の肥厚度について試験群ごとの平均値を第1表に示した。異常貝の出現率とへい死率についての特徴は1つにコントロールの意味をもつ低密安定群がきわめて小さい値であるのに対し、種々の条件を加えた他の群は試験が進行するに従がい大きな値を示すようになり、垂下条件の影響が明瞭に現われたことと、2つに一般的に同じ試験群でも籠の違いによる差が大きく現われたことである。

へい死貝は籠に収容した時の障害で死亡した個体の多い12月の観察を除き、その大部分は異常貝であり、異常貝でない貝もそれぞれの垂下条件の影響を受けたダメージの結果と考えられる。そこでそれぞれの垂下条件の影響を知る指標として異常貝(生貝中)とへい死貝を加えた比率(平均値)を求め、第2図に表わした。見方を変えて縦軸の比率の値を逆転すれば、全観察数に対する正常貝(生貝)



第2図 異常貝+へい死貝の比率の推移

12月の値は収容時に死亡した個体の多い群があった為、生貝中の異常貝の出現率で示した。

第1表 各試験群の観察・測定結果（1籠からの値の平均値）

試験群 No.		1	9	10	14	4	5	11	12	13
垂下条件	収容密度	低	低	低	低	高(秋)	高(冬)	高	低	低
	手入れ等施設型	無し安定	手入少安定	籠交換安定	手入少準安定	無し振動(秋)	無し振動(冬)	手入多準安定	手入多準安定	手入多(秋)準安定
取上籠数 (測定) 生貝数	51. 12月	4 (81)	2 (40)	2 (36)	1 (16)	1 (40)	—	2 (80)	2 (34)	12に同じ
	52. 3月	4 (79)	2 (42)	3 (35)	2 (40)	4 (77)	1 (40)	1 (79)	4 (69)	
	7月	3 (54)	3 (57)	3 (55)	3 (47)	3 (48)	5 (97)	1 (21)	2 (13)	3 (41)
	11月	5 (75)	3 (38)	5 (56)	4 (34)	3 (11)	10 (62)	2 (2)	2 (1)	5 (9)
異常貝の出現率 (%) 平均 (範囲)	12月	2 (0~10)	0	24 (7~41)	0	17	—	4 (3~5)	32 (コミ)	12に同じ
	3月	0	0	0	0	51 (0~82)	0	9	43 (0~94)	〃
	7月	4 (0~6)	0	64 (10~94)	0	44 (14~100)	29 (20~37)	100	100	96 (コミ)
	11月	0	17 (0~50)	48 (5~88)	40 (6~67)	55 (コミ)	57 (5~75)	100	(100)	67 (コミ)
へい死率 平均 (範囲)	3月	0	0	11 (コミ)	0	12 (0~29)	0	15	7 (0~16)	12に同じ
	7月	0	3 (0~10)	8 (0~15)	5 (0~10)	17 (0~44)	3 (0~5)	0	63 (58~67)	28 (17~37)
	11月	7 (0~27)	27 (0~80)	41 (0~80)	55 (6~91)	78 (コミ)	69 (0~94)	99.7 (コミ)	98 (コミ)	91 (コミ)
殻長 (mm)	12月	50.2	47.8	46.5	49.5	24.3	—	22.9	47.2	12に同じ
	3月	59.8	61.9	45.5	57.8	37.8	48.3	29.5	59.9	〃
	7月	77.7	79.0	67.7	76.7	62.2	69.6	44.6	71.5	74.1
	11月	80.0	79.8	77.2	78.3	73.3	77.9	60.3	69.6	82.7
殻の肥厚度	12月	45	47	55	45	79	—	75	50	12に同じ
	3月	52	50	77	49	62	64	51	51	〃
	7月	54	54	66	55	64	60	60	63	58
	11月	57	60	71	60	77	70	(81)	(86)	(68)
高密度貝の測定時の収容数 (個/パールネット)			12月	3月	7月	11月				
							410	低	{ 487 490	
							低	148	413	
							低	低	465	
							低	低	{ 334 392	

\* 低密安定群の中で施設の端の大型フロートのそばに垂下したものは、著しく成長が劣り、振動の影響を強く受けたと思われるので、低密安定群の結果から除いた。

の比率を表わしている。第2図から得られた知見を要約すると次の様である。

異常貝+へい死貝の比率の高くなる時期が各試験群（垂下条件）ごとに異なり、最初の観察の12月から高かったのは12, 10, 4群で、次いで11群（3月）、5群（7月）、14, 9群（11月）の順序であった。特徴としては低密手入れ多（12）群が高密手入れ多（11）群より早かったこと、高密振動（4, 5）群では低密安定に移しておよそ3ヶ月後に高くなったこと、夏から秋にかけて急激に比率の高くなる群（低密手入れ少4, 5群）があったことなどがあげられる。最終観察の11月における各試験群の比率は高い方から11, 12, 13群（100～97%）、4, 5群（90～87%）、14, 10群（73～69%）、9群（39%）、1群（7%）の順序であった。特徴としては、1月から手入れを加えていない13（低密秋の手入れ）群が12群とほとんど同じくらい比率が高かったこと、異常貝になる時期が4群より遅れた5群が同程度の比率まで高くなったこと、早くから異常貝の現われた10群（籠交換群）が11月でも30%の正常貝があったこと、同じ低密手入れ少群でも3月まで準安定型施設に垂下した14群が、周年安定型施設に垂下した9群の比率より高かったこと、1群（低密安定群）の比率は7%と低く、4回の観察を通してまれに症状の軽い異常貝が散見された程度であったこと、などである。

以上の事柄の他に気付いた点として、異常貝の中には着色部分が新しい殻でコーティングされている貝や欠刻部分に新しい殻が形成されている症状の回復貝あるいはその進行中の貝が観察された。このような貝は12月3日には観察されず、7月になって初めて手入れ多群（11, 12, 13群）を除く群に最高18%（生貝中）の比率で観察された。11月には回復貝がわずかに観察されたが、その中に手入れ多群中の生残った2個体があった。また生貝中の異常貝の出現率とへい死率の関係を1籠当りの値で時期別に比較すると、各試験群とも籠ごとにはばらつきがある中で3月、7月はへい死率が低い異常貝の出現率が高く、11月は両者とも似たような値を示す傾向があった。このことは3月、7月は新たな異常貝が増加した時期であり、11月までに症状の重い貝がへい死した結果と考えられた。

## II 殻長別に見た左殻の表面彫刻のランクと垂下条件について

12月と3月に取り上げた貝について左殻表面形態のランク分けを行ない、それらの貝がパールネットの中でどのような条件に置かれているかを示すパールネットの底面積に対する貝1個当りの生活面積（ $cm^2$ /個）と貝の総面積との比率（占有面積率%）を求め、第2表に示した。表の作成に当ってはホタテガイが成育期間中に受ける諸条件の影響はその累積された結果として成長量に表われるであろうという観点から、平均殻長の大きさ順に並べ、また先に述べた9試験群以外に中断した低密振動群および低密安定群の中で浮玉の影響を受けた貝の結果を加えた。また12月に収容密度を変えた群を除いた。

第2表をもとに12月（9月16日から93日経過）の観察測定結果からは下記のことを明らかになった。

- (1) 殻長の順位はそのまま殻のランク順位にあてはまり、成長の良い貝はAやBランクで構成されるが、殻長の順位が下がるに従いランクも下り、下位の貝はDランクであった。
- (2) 殻の肥厚度は殻長の順位と逆になる傾向があり、成長の良い貝ほど値が小さく、最小の43から最大の81まで変化した。
- (3) 貝の垂下条件は殻長の順位に従い低密安定群、低密手入れと籠交換群、低密振動および浮玉の影響を受けた群、最後に高密群の順序で並び、垂下条件の影響が成長に明瞭に表われた。
- (4) 低密安定群にはいずれもAランクの貝が観察されたことから、この群は籠内の成育環境が良好に保たれていたことを示し、その時の生活面積は $38cm^2$ /個以上であり占有面積率は35%以下であった。

第2表 殻長の大きさ別に比較した左殻の表面彫刻のランクと成育条件など

年月日	平均殻長 (cm)	表面彫刻のランク	殻の肥厚度 (g/cm <sup>2</sup> )	生活面積 (cm <sup>2</sup> /個)	占有面積率 (%)	収容密度 生貝 (個/パー) (個/パー)	施設の型	その他の条件	群番号	異常貝の出現率 (%)
昭和51年12月18日	5.15	A b	43	84	20	11	安定	—	1	0
	5.09	B a	44	85	19	11	"	—	1	0
	5.05	B a	45	38	35	20	"	—	1	10
	4.97	A B	48	42	32	19	"	—	1	0
	4.96	A b	43	39	33	20	"	—	1	0
	4.95	A B	45	53	27	16	準安定	—	14	0
	4.88	B	45	39	34	21	準安定	手入少	9	0
	4.72	B c	50	51	26	17	準安定	手入多	12	32
	4.68	B	48	41	30	20	安定	手入少	9	0
	4.65	B	54	36	32	22	"	籠交換	10	41
	4.65	B	54	66	21	14	"	"	10	7
	4.33	B C	54	62	19	15	振動*	—	6	7
	4.33	B C	58	43	26	20	"*	—	6	0
	4.21	D c	53	44	24	20	安定	浮玉のそば	1	10
	3.72	D c	58	47	19	20	"	"	1	10
	2.43	D	79	— 1.7	158	395	振動	—	4	18
2.42	D	68	— 2.1	183	461	準安定	手入多	11	3	
2.17	D	81	— 1.2	149	466	"	"	11	5	
昭和52年3月17日	6.30	B	49	33	49	18	準安定	手入多	12	0
	6.25	B C	47	25	56	21	安定	—	1	0
	6.24	B C	48	18	64	24	"	手入少	9	0
	6.22	B C	49	27	53	20	"	—	1	0
	6.12	B C	51	35	46	18	"	手入少	9	0
	6.10	B	52	39	43	17	準安定	手入多	12	12
	6.07	B a	48	32	48	19	"	手入多	12	67
	6.00	C	47	30	49	20	"	手入少	14	0
	5.80	C D	56	34	43	19	安定	—	1	0
	5.63	C D	57	36	41	19	"	—	1	0
	5.56	C	50	31	44	20	準安定	手入少	14	0
	5.50	B a	48	49	33	16	"	手入多	12	94
	4.80	D E	73	40	31	20	安定	浮玉のそば	1	0
	4.67	E d	86	66	21	14	"	籠交換	10	0
	4.52	B C	85	48	25	18	振動	イガイで固定	6	0
	4.45	D E	75	45	26	19	安定	浮玉のそば	1	0
4.21	E d	75	131	3.1	8	"	籠交換	10	0	
2.95	D	51	— 3.5	209	353	準安定	手入多	11	9	

\* パールネットの吊網を15mにして垂下した。

(5) 高密群は生活面積や占有面積率の値から、貝が重なり合った状態にあった。

3月(169日経過)の観察測定では平均殻長の最大値は6.3cmに成長したが、次の時点で12月の結果と相違が見られた。

(1) 殻のランクは全体的に低下し、上位群にはAランクが無くなりBとCで構成され、下位にはEランクが現われた。また並ぶ順序も12月の場合より規則的でなくなった。

(2) 殻の肥厚度の最低値は47で全体的に増加した。

(3) 低密安定群と低密手入れ群の差が明瞭でなくなった。

(4) 殻長の上位5位までの群では生活面積が18~35cm<sup>2</sup>/個、占有面積率が64~46%で、12月の測定値と較べ籠内の成育環境が悪化した。

異常貝の出現率と殻のランクを比較すると、出現率の高い群のランクが相対的に低いという傾向は見られなかった。これは高密や振動などの長期的に影響する要因は殻の形成に反映してランクを下げる働きをするが、手入れなどの一時的な要因は殻に障害痕を残しても最近形成された殻によるランク分けには反映しなかった為であろう。

## 考 察

関野(1977)はホタテガイが底面が硬い場合や一定空間に収容される収容数が多い条件ではよく動きまわり、動きがおさまるまで長期間を経ることや、底面が砂で低密度に収容した場合は貝は動かず定位行動をとることを明らかにしている。このようにホタテガイは成育環境が良ければ動きまわらず定位行動をとるのが本来の姿と思われる。本試験で実施された各試験群の垂下条件をホタテガイの定位という面から見ると次のように区分できると思われる。

定位を完全に破壊した垂下条件(一時的)……手入れ、籠交換、施設の上下

定位行動を困難にした垂下条件(長期的)……高密度収容、施設の振動あるいは動揺

成長に伴う生活空間の狭隘化

これらの垂下条件によって定位(籠の中では砂に殻をうずめるような定位はできないので、個体間の秩序と呼ぶべきかもしれない)が破壊あるいは困難な状態におかれた貝は動きまわって貝同志がぶつかり合う頻度が高まったと考えられる。一時的であっても最も強く貝同志がぶつかり合ったのは手入れの時であり、次に籠交換や準安定施設で多く行なわれた施設の上下時であったと考えられる。

本試験の結果からは異常貝の誘発に最も関与した垂下条件は手入れ(施設の上下も同時に含む)であり、つづいて高密収容、振動、籠交換であったが、これらの条件はホタテガイ側から見れば、一時的な定位破壊と貝同志がぶつかり合いおよび長期的な定位困難に伴うぶつかり合いの頻度増加、というかたちで作用したと考えられる。次に異常貝の発生について要因と現象面から検討した結果は次のとおりである。

(1) 秋に高密、振動の条件付けを受けた貝がその後、低密、安定な状態で垂下されても後に異常貝が増加したことは、異常貝になる条件付けは秋から(9月以降)始まっており、症状の程度によって垂下条件を良くしてもなおらないことを示している。

(2) 冬の高密、振動群に異常貝が出現したことは、12月まで良好な垂下条件で育った貝でも、その後の垂下条件が悪いとおおよそ4ヶ月以内で異常貝となる条件付けを受けることを示している。またこの群では低密、安定に移して4ヶ月後の7月になって異常貝が観察された。

(3) 左殻の表面彫刻や殻の肥厚から良好な成育条件で育った貝のように判定される低密、手入多群に異常貝の出現率が高かったことは、順調に成長している時期に加えられた一時的な施設の上下や手入れによる障害のくりかえしで異常貝としての条件付けを受けることを示しており、順調に成長している貝の貝殻先端が鋭利であることと関係があるのかもしれない。

第2表の結果からは、ホタテガイの成育条件の良し悪しは左殻の表面彫刻によって判断でき、殻の肥厚度による判定も有効であることを示している。3月になって殻の表面彫刻のランクが下がり殻の肥厚度が高くなった要因には、成長に伴って相対的に貝の生活空間が狭くなったことと冬期間の時化による施設の動揺が考えられる。パールネット内の生活空間に関しては安定型の施設に垂下した場合、1個当りの生活面積がおよそ38 cm<sup>2</sup>/個以上、占有面積率ではおよそ35%以下であることが良好な成育条件の目安となろう。

### 引 要 文 献

関野(1977):ホタテガイの動き、昭和51年度貝類養殖漁場適正利用技術開発研究報告書