

平成 28 年春季に発生したホタテガイ成貝のへい死

吉田達

目 的

平成 28 年の春に陸奥湾の青森湾西湾で、ホタテガイの平成 26 年産貝（以下、成貝）がへい死しているという情報があったことから、へい死原因を解明して、対策を検討する。

材料と方法

平成 28 年 5 月 16 日から 27 日にかけて、図 1 に示す青森市後潟地区の漁業者の 2 養殖施設（漁場水深 20m、幹綱水深 7.5m と 漁場水深 34.5m、幹綱水深 15m）と奥内地区の漁業者の 1 養殖施設（漁場水深 34m、幹綱水深 15m）、水産総合研究所の久栗坂実験漁場（漁場水深 45m、幹綱水深 15m）及び川内実験漁場（漁場水深 32m、幹綱水深 15m）の養殖施設から成貝を収容した丸籠 1 連を回収し、生貝数、死貝数を計数するとともに、生貝 30 個体の殻長、全重量、軟体部重量、貝柱重量、生殖腺重量、中腸腺重量を測定し、異常貝の有無を確認した。また、死貝についても、殻長を測定し、異常貝の有無を確認した。

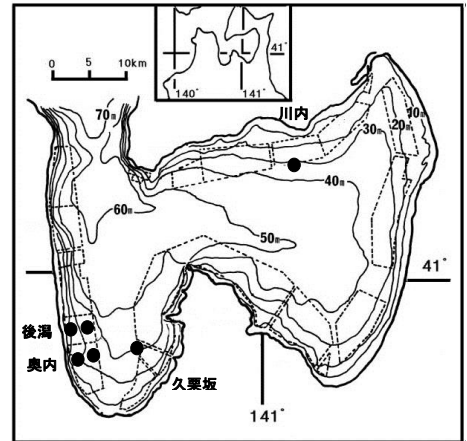


図 1. 調査地点図

青森市水産振興センターの奥内地先の養殖施設（漁場水深 24m、幹綱水深 15m）においても、5 月 9 日に成貝を収容した丸籠 1 連を回収し、生貝数、死貝数を計数するとともに、生貝 30 個体の殻長、全重量、軟体部重量、生殖腺重量を測定し、異常貝の有無を確認した。

結果と考察

1. 調査結果

調査結果を表 1 に示した。

表 1. 平成 26 年産貝の成育状況調査結果

調査月日	分散月日	調査地点	生貝数 (個体)	死貝数 (個体)	へい死 率 (%)	異常貝 率 (%)	生貝							死貝				
							分散時 殻長 (mm)	現在殻 長 (mm)	全重量 (g)	軟体部 重量 (g)	生殖腺 重量 (g)	生殖腺 指数	生殖腺指 数 10以上の 割合(%)	貝柱 重量 (g)	中腸腺 重量 (g)	現在殻 長 (mm)	異常 貝率 (%)	
H28.5.9	-	青森市水産振興センター	66	4	5.7	6.7	平均	120.0	196.5	84.5	6.0	7.1	3.3					
							標準偏差	6.0	23.7	11.9	1.6	1.6						
H28.5.16	H27.11中	後潟地区の漁業者 (陸側)	44	67	60.4	93.3	平均	88.5	107.7	133.3	63.5	6.0	9.5	43.3	23.4	7.5	102.3	43.3
				(6)			標準偏差	5.7	8.8	31.2	17.4	2.0	2.1		7.7	2.1		8.1
	H27.10末 ~11初	後潟地区の漁業者 (沖側)	65	101	60.8	100.0	平均	95.3	112.8	150.2	68.6	7.6	11.1	60.0	22.0	7.1	104.9	56.7
				(10)			標準偏差	4.4	6.5	23.3	14.2	2.5	3.1		8.9	2.1		8.2
H28.5.18	H27.9末	奥内地区の漁業者 (幹綱の錨元)	96	25	20.7	83.3	平均	85.0	111.1	143.4	71.6	6.0	8.5	30.0	26.7	7.8	100.7	72.0
				(4)			標準偏差	4.9	4.4	15.2	9.8	1.9	2.7		5.1	1.2		10.1
		奥内地区の漁業者 (幹綱の錨元寄り)	91	31		25.4												
				(7)														
		奥内地区の漁業者 (幹綱の中央寄り)	62	51	45.1	83.3	平均	89.2	117.0	159.6	78.6	5.1	6.6	3.3	30.9	8.8	99.1	46.7
				(5)			標準偏差	4.9	6.3	23.3	10.9	1.4	1.9		5.1	1.4		6.4
H28.5.24	H27.10.5	水産総合研究所 (久栗坂実験漁場)	40	10	20.0	0.0	平均	100.8	133.7	278.2	131.0	9.9	7.5	3.3	51.1	13.1	126.0	0.0
				(0)			標準偏差	3.4	6.0	26.8	13.1	2.4	1.8		6.4	1.5		9.4
H28.5.27	H27.10.21	水産総合研究所 (川内実験漁場)	40	0	0.0	0.0	平均	122.6	194.1	85.1	6.4	7.4	0.0	31.3	6.8			0.0
				(0)			標準偏差	4.4	19.4	9.6	1.4	1.2		4.1	0.9			

※死貝数の()は死貝のうち、へい死中の貝

後潟地区では同じ漁業者の 2ヶ所の養殖施設を調査した結果、へい死率が、陸側施設で 60.4%、沖側施設で 60.8%と非常に高かった。両施設とも、軟体部が腐敗しているへい死中の貝が死貝数の 1割見られ、現在もへい死が進行中であった。生貝の異常貝率は、陸側施設が 93.3%、沖側施設が 100%といずれも極めて高く、程度の酷い内面着色や欠刻が多数見られた（図 2）。死貝の異常貝率は陸側施設が 43.3%、沖側施設が 56.7%といずれも高く、沖側施設でやや高かった。



図 2. 後潟地区の生貝の貝殻内面（左が陸側施設、右が沖側施設）

分散時と調査時の殻長組成を図 3 に示した。陸側施設では調査時の生貝と死貝の殻長組成がほぼ同じだったが、沖側施設では死貝より生貝の殻長がやや大きかった。

産卵終了の目安である生殖腺指数 10 を下回っていない貝が、陸側施設で 43.3%、沖側施設で 60.0%と多数見られた。

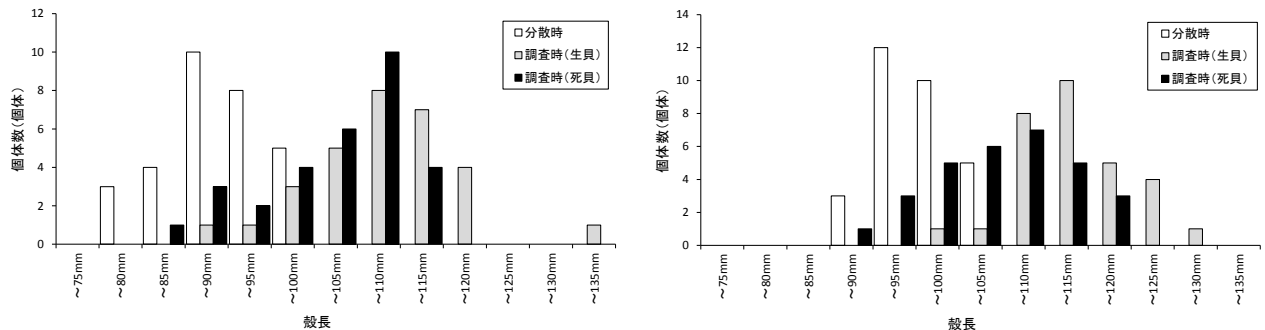


図 3. 後潟地区の分散時殻長と調査時殻長（左が陸側施設、右が沖側施設）

奥内地区では 1ヶ所の養殖施設の幹綱端（錨元）から幹綱中央寄りにかけて丸籠 3 連を調査した結果、へい死率が 20.7~45.1%の範囲であり、錨元で低く、幹綱中央寄りほど高かった。軟体部が腐敗しているへい死中の貝が死貝数の 1~2 割見られ、現在もへい死が進行中であった。生貝の異常貝率は錨元、幹綱中央寄りともに 83.3%と極めて高く、程度の酷い内面着色や欠刻が見られた（図 4）。死貝の異常貝率は錨元が 72.0%、幹綱中央寄りが 46.7%といずれも高く、錨元で高かった。



図 4. 奥内地区の生貝の貝殻内面（左が錨元、右が幹綱中央寄り）

分散時と調査時の殻長組成を図 5 に示した。錨元では死貝より生貝の殻長がやや大きく、幹綱中央寄りでは死貝より生貝の殻長が明らかに大きかった。

産卵終了の目安である生殖腺指数 10 を下回っていない貝は錨元が 30.0%と高かったが、幹綱中央寄りでは 3.3%と少なかった。

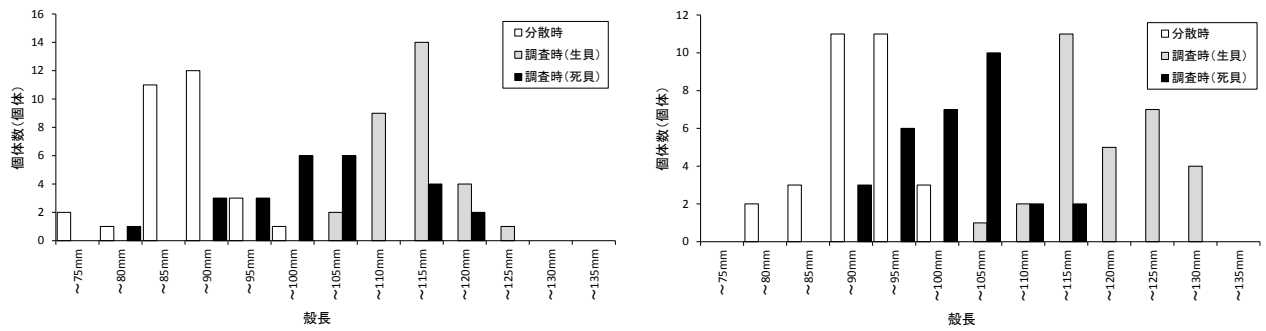


図 5. 奥内地区の分散時殻長と調査時殻長（左が錨元、右が幹網中央寄り）

奥内地区にある青森市水産振興センターの養殖施設では、へい死率が 5.7%、異常貝率が 6.7%と低く、産卵終了の目安である生殖腺指数 10 を下回っていない貝も 3.3%と少なかった。

水産総合研究所の久栗坂実験漁場では、へい死率が 20.0%と高かったが、生貝及び死貝の異常貝率は 0%と低かった。川内実験漁場では、へい死率、異常貝率ともに 0%と低かった。両実験漁場とも程度の酷い内面着色や欠刻は見られなかった（図 6）。



図 6. 水産総合研究所の実験漁場の生貝の貝殻内面（左が久栗坂、右が川内）

分散時と調査時の殻長組成を図 7 に示した。久栗坂実験漁場では死貝より生貝の殻長がやや大きかった。産卵終了の目安である生殖腺指数 10 を下回っていない貝は、久栗坂実験漁場で 3.3%、川内実験漁場で 0%といずれも少なかった。

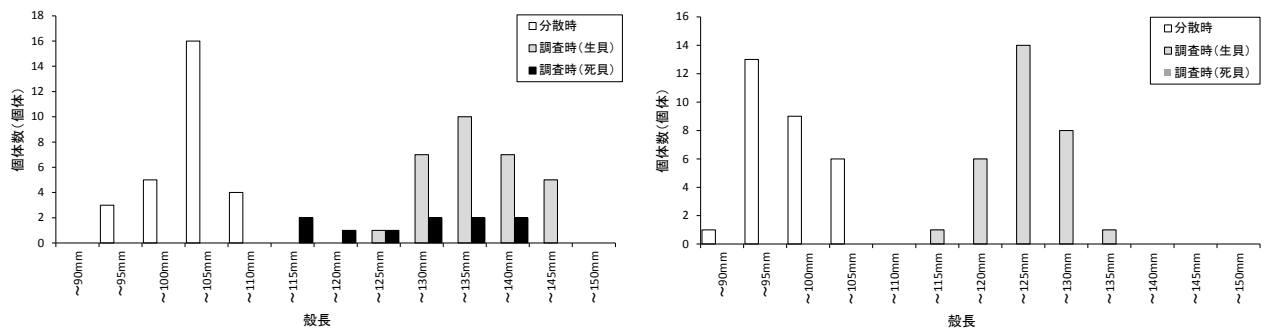


図 7. 水産総合研究所の実験漁場の分散時殻長と調査時殻長（左が久栗坂、右が川内）

2. 考察

今回、調査した 7 サンプルについては、異常貝率が高いほど、へい死率が高く、殻長が小さく、生殖腺指数が 10 以上の割合が多い傾向を示した（図 8）。

異常貝は、養殖施設や籠の動揺でホタテガイ同士が噛み合わせしたり、籠に擦れたりして、外套膜が傷つくことで生じるが、傷が酷い場合は修復できずに成長不良やへい死に至るものと考えられる。また、傷の修復には、貝柱や中腸腺の貯蔵物質を使うが、成熟～産卵時期は貝柱や中腸腺が小さく、修復能力が低下すると考えられるため、傷が酷い場合は産卵を止めて、生殖巣の貯蔵物質を修復に用いている可能性がある。

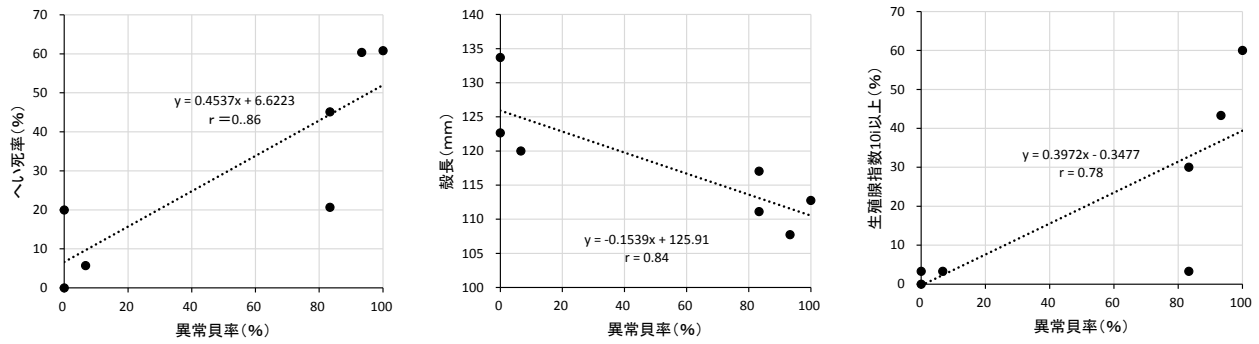


図 8. 異常貝率とへい死率（左）、殻長（中央）、生殖腺指数が 10 以上の割合（右）

平成 28 年は西湾で 2 月中旬から産卵が始まっており（図 9）、へい死もそれ以降に見られようになったとの漁業者情報があった。

例年 2 月はシケが多いことから、小谷らが産卵直後のホタテガイに対するシケの影響を調べるために上下動負荷装置を用いた試験¹⁾を行ったが、18 日間の試験期間中にへい死は見られなかった。

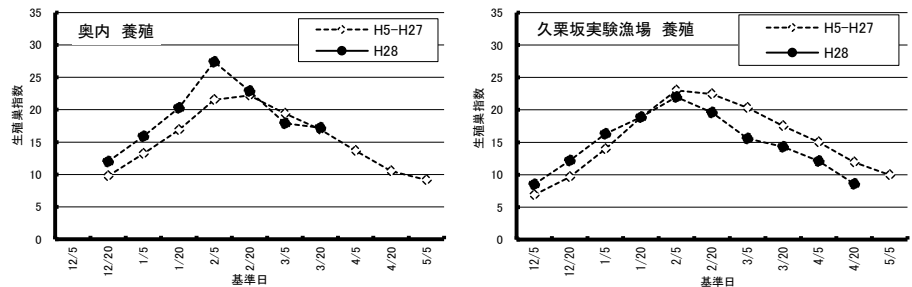


図 9. 生殖腺指数の推移（左は青森市水産振興センターの養殖施設、右は水産総合研究所の久栗坂実験漁場）

産卵が始まると生殖腺重量の減少で、養殖施設に過剰浮力が生じると考えられるため、養殖施設 1 ケ続に丸籠を 200 連垂下、ホタテガイを 1 連に 120 個体収容、生殖腺重量のピークを 15g、産卵に伴う生殖腺重量の減少量を 20%、40%、60%、80%、100% の 5 段階、幹綱に付ける浮力調整用の浮玉（以下、底玉）を 1 尺 2 寸と 1 尺 3 寸の 2 パターンで試算した（図 10）。産卵が始まり、生殖腺重量が 20% 減少すると 46kg の過剰浮力が生じるため、1 尺 2 寸の場合 3 個、1 尺 3 寸の場合 2 個の底玉を取り外す必要があるが、通常、漁業者は底玉を取らないことから、幹綱水深が浅い施設では波浪等の影響を受け易くなるものと考えられる。さらに産卵が進むと、過剰浮力で動揺している養殖施設のホタテガイは、体力の低下に伴って開殻し、噛み合わせ等により外套膜に傷が生じるものと考えられる。また、付着生物が少ない場合やホタテガイがへい死し始めた場合は、過剰浮力がさらに増加し、それが原因でホタテガイのへい死率が増加するという悪循環に陥る危険性がある。

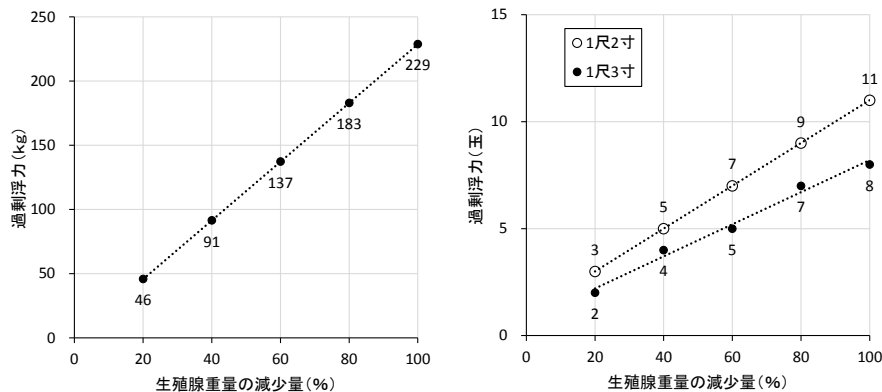


図 10. 生殖腺重量の減少に伴う過剰浮力（左は重量、右は底玉の個数）

奥内地区にある青森市水産振興センターの養殖施設のへい死率は 5.7%、異常貝率は 6.7%、水産総合研究所の久栗坂実験漁場のへい死率は 20.0%、異常貝率は 0% と漁業者よりも低かった。これは両施設とも

漁業者の養殖施設に比べて、養殖籠数が少ないため、ホタテガイや養殖付着物の成長に伴って行う玉付け（底玉の追加）作業をほとんど行っていないことから、過剰浮力によるシケの影響を受け難かったものと考えられる。

久栗坂実験漁場のへい死率は20.0%、川内実験漁場では0%と差が見られたほか、産卵終了の目安である生殖腺指数10を下回っていない貝が久栗坂実験漁場で3.3%あり、川内実験漁場の0%とやや差が見られた。久栗坂実験漁場の生貝の平均殻長は13.4cm、川内実験漁場は12.3cmと1cm以上の差があり、10個体/段とはいえ、久栗坂実験漁場の籠内密度は例年に比べ、非常に高い状態であった（図6、図11）。これにより、久栗坂実験漁場では漁業者（11～17個体/段）と同様に、籠内でのホタテガイ同士の噛み合わせや籠への摺れにより外套膜に傷が生じ、異常貝や産卵不調貝が出現したものと考えられる。



図11. 久栗坂実験漁場の丸籠内の状態

今回の調査では漁業者からへい死に関連した様々な情報を入手していることから、それぞれについて考察を試みた（表2）。

表2. 成貝のへい死に関連した蓬田～奥内地区の漁業者情報

地区	漁業者情報	考察
蓬田	へい死率は少なくとも2割、多いと6～8割、全滅もある。内面着色がある。	内面着色は、ホタテガイ同士の噛み合わせや籠への摺れで外套膜が傷つくことにより生じる。へい死率に大きな差が見られるのは、養殖施設ごとで幹綱水深、調整玉、玉付け方法が異なり、籠の動揺に差があるためと考えられる。
後潟	へい死率の高い籠の貝は付着物が多い。	今回の調査でもフジツボ、コメガキ、ミズガキが大量に付着していた。籠が動揺するとホタテガイが閉殻して、摂餌量が減少 ²⁾ するため、付着生物にとって育成しやすい餌料環境が籠内に形成されたものと考えられる。
	前年の秋早く(12月より10月)に入れ替えた貝ほどへい死率が高い。	早く入替えた貝ほど殻長が大きくなるため、籠内の養殖密度が高まり、噛み合わせや籠への摺れの頻度が多くなったものと考えられる。
	目合4分の丸籠よりも7分のへい死率が高い。	目合が大きいくほど、籠底面における貝の安定度が低下して、噛み合わせや籠への摺れの頻度が多くなったものと考えられる。
	パールネットよりも丸籠でへい死率が高い。	パールネットは繊維を編んだ網地(ラッセル)であるが、丸籠は単繊維のため籠底面における貝の安定度が低下して、噛み合わせや籠への摺れの頻度が多くなったものと考えられる。また、パールネットは各段がバラバラ動きをするのに対して、丸籠は全段がほぼ同じ動きをすることから、籠内における貝の動揺に差があるものと考えられる。
	同じ養殖施設でも出荷前半よりも後半ほどへい死率が高い。	出荷のたびに籠が動揺することや、出荷しやすいように施設を浮かせ気味にすることから、噛み合わせや籠への摺れの頻度が多くなったものと考えられる。
	奥内寄りより、蓬田寄りの養殖施設でへい死率が高い。	平成27年12月～平成28年3月の流速 ²⁾ は奥内寄りより蓬田寄りで強いことが分かっているほか、強いヤマセが吹くと奥内寄りより蓬田寄りで波浪の影響が大きいとの漁業者情報もあることから、それらの影響があるものと考えられる。
奥内	養殖施設の幹綱端(錨元)より幹綱中央寄りへい死率が高い。	今回の調査でも同様のへい死状況が確認された。養殖施設に対して直角の流れがあった場合、両端の錨を支点にした振り子運動をするため、幹綱中央ほど不安定になり、籠の動揺が大きくなるものと考えられる。
後潟、奥内両地区	沖側施設より陸側施設でへい死率が高いが、漁業者によってはそうでないケースもある。	陸側施設は漁場水深が浅いので、幹綱水深も浅くなるため、波浪の影響を受けやすい。漁業者によっては、沖側でも幹綱水深を浅くしたり、一気に玉付けしている場合は、陸側施設と同様に波浪の影響を受けているものと考えられる。

今回の調査結果から成貝のへい死対策として、①産卵中のホタテガイの養殖施設は玉付けを控え、施設が浮きすぎる場合には底玉を取る、②幹綱水深は10m以上にし、陸側施設で幹綱水深を浅くせざるを得ない場合は、浮力の小さい調整玉やゴム調整玉を利用する、③ラッセル網地のパールネットを用いる、単繊維の籠を用いる場合は小さい目合(3.5～4分)にする、④1段当りの収容枚数を減らす、⑤土俵をつけて、流れや波浪による養殖施設の動揺を軽減する、⑥一気に底玉を付けて、過剰浮力により養殖施設が浮き過ぎないようにするといった方法が考えられる。

これらについては、実際に漁業者の養殖施設へ様々な試験区を設置して、ホタテガイの成育状況や漁場環境をモニタリングすることにより、その効果を実証する必要がある。

文 献

- 1) 小谷健二・吉田達(2018) 室内試験における上下動負荷に対する産卵後のホタテガイの耐性について. 平成 28 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 408-415.
- 2) 森恭子・吉田達・伊藤良博・小谷健二・川村要(2017) ほたてがい冬季へい死対策事業. 平成 27 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 373-426.