

耳吊り掃除時期の検討

小泉慎太郎・吉田雅範

目的

耳吊りの付着物除去作業（以下、掃除）を実施する時期について、水温が最も高くなる9月より前の7～8月に掃除をすることで、その後のへい死率を低く抑えることができると考えている漁業者がいることから、掃除の適期及び方法について検討する。

材料と方法

2019年7月29日、久栗坂実験漁場の養殖施設（漁場水深45m、幹綱深度30m）において、2kgのコンクリート錘を取り付けた目合2分10段のパールネットに50枚/段で稚貝採取した。

同年9月27日に前述のパールネットから稚貝を取り出し、自動選別機（むつ家電特機、ミニ選MS100）の目合6分の選別板に残った稚貝を用いて、2kgのコンクリート錘を取り付けた目合3分10段のパールネットに15枚/段で稚貝分散し、幹綱深度15mの養殖施設に垂下した。

2020年2月12日に前述のパールネットから貝を取り出し、外見上異常がある貝や小型の貝を取り除いた後、アゲピンを12.5cm間隔で25本挿し込んだ全長4mのロープ9本に、ドリルで殻の一部に穴をあけた貝（図1）をそれぞれ50枚ずつ取り付けた（以下、耳吊り時）。同日、幹綱深度10mの養殖施設に間隔を十分離し、3連ずつ垂下した（図2）。使用した貝の残りから無作為に抽出した生貝30枚の殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、異常貝の有無を確認して、異常貝出現率（以下、異常貝率）を求めた。

例年、水温が最も高くなる9月より前の2020年7月16日（以下、7月掃除）、水温が最も高くなる同年9月16日（以下、9月掃除）、水温が低下した同年11月12日（以下、11月掃除）に養殖施設から耳吊りを3連ずつ引き揚げ、1連については目合7分の提灯網（通称、ワッカ）に入れ、上下左右に50回振ることで貝に付着した付着物を落とした「ワッカ区」、1連については家庭用高圧洗浄機（ケルヒャー社、K3 silent、吐出圧力10MPa、吐出水量360L/h）を使って貝に付着した付着物を落とした「高圧区」とし、再度養殖施設に垂下した。なお、ワッカ区、高圧区は、それぞれ養殖現場の回転式洗浄機（通称、ガラガラ）、洋上高圧洗浄機（通称、洗車）を使用した掃除を想定して設定したものである。残る1連については掃除時測定用として回収し、生貝数、死貝数を計数してへい死率を求めた他、生貝30枚の殻長、全重量、軟体部重量、中腸腺重量、貝柱重量、生殖腺重量を測定した。また、異常貝の有無を確認して異常貝率を求めた。

夏季高水温対策のため、7月掃除時に、耳吊りロープに20mのロープを追加し、垂下深度を10mから30mに変更した。また、11月掃除時に、20mのロープを取り外し、垂下深度を30mから10mに変更した。

2021年2月22日に掃除時期、掃除方法が異なる6連を回収し、掃除時と同様に測定した。さらに、全生貝に付着していた付着物の湿重量を測定し、生貝1枚あたり付着物重量を算出した。



図1. 貝の穴あけ位置

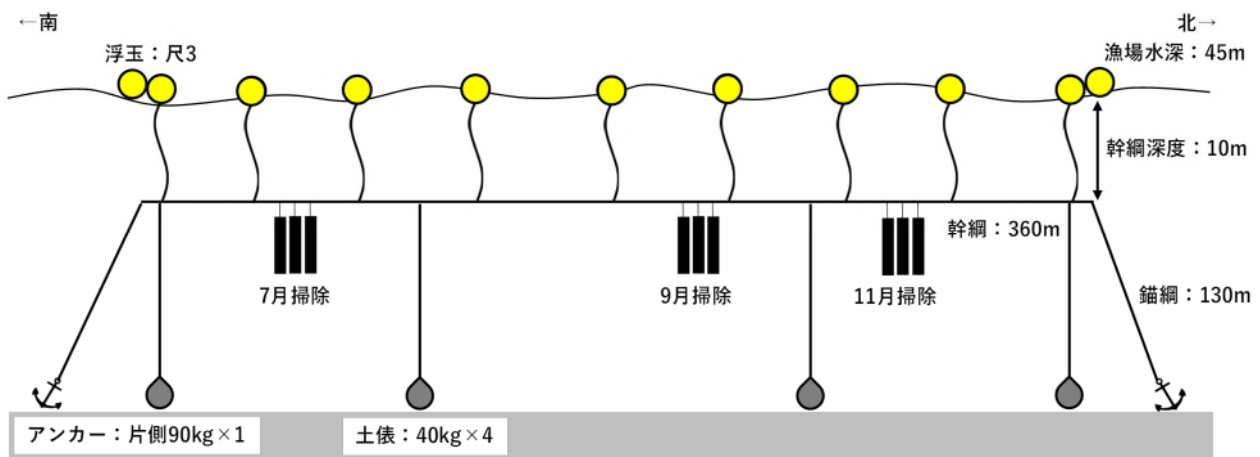


図 2. ホタテガイ養殖施設のイメージ

結果と考察

1. 耳吊り以降の水温

久栗坂実験漁場内に設置してある青森ブイ 15m 層の日平均水温の推移を図 3 に示した。耳吊り以降の最低水温は 2021 年 2 月 10 日の 6.3℃、最高水温は 2020 年 8 月 30 日の 24.4℃だった。7 月、9 月、11 月掃除時の水温はそれぞれ 18.0℃、22.9℃、15.7℃だった。

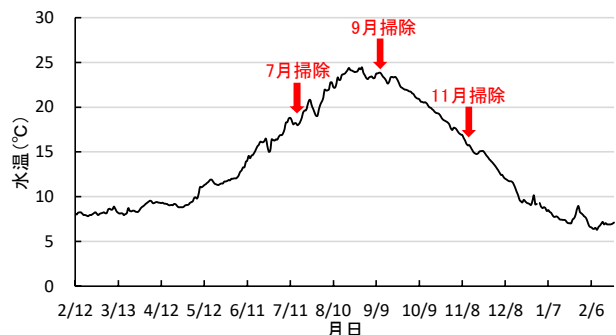


図 3. 耳吊り以降の水温の推移（青森ブイ 15m 層の日平均水温、2020 年 2 月 12 日～2021 年 2 月 22 日、矢印は掃除時）

2. 耳吊り時

2020 年 2 月 12 日の耳吊り時における殻長は 65.1mm、全重量は 29.4g、軟体部重量は 12.1g、異常貝率は 13.3% だった。

3. 掃除時

2020 年 7 月 16 日、9 月 16 日、11 月 12 日の掃除時における測定結果を表 3 に示した。

7 月、9 月、11 月掃除時のへい死率はそれぞれ 2.2%、0.0%、7.3% であり、11 月掃除時が最も高かった。異常貝率は、それぞれ 3.3%、0.0%、16.7% とへい死率同様、11 月掃除時が最も高かった。なお、11 月掃除時の生貝のうち 10% は、殻辺縁部に付着したサンカクフジツボ（図 4）によって外套膜が損傷し、異常貝として発現したものだ。殻長はそれぞれ 98.6mm、104.6mm、106.1mm、全重量はそれぞれ 118.0g、130.6g、142.0g であり、掃除時期が遅くなるほど大きい値となったが、軟体部重量はそれぞれ 51.9g、51.8g、56.2g、中腸腺重量はそれぞれ 4.8g、3.4g、3.4g であり、9 月掃除時が軽かった。貝柱重量はそれぞれ 19.6g、19.4g、19.3g であり、11 月掃除時が最も軽かった。生殖腺重量はそれぞれ 2.5g、2.2g、3.1g であり、11 月掃除時が最も重かった。9 月掃除時に軟体部重量及び中腸腺重量が減少した要因として、既往の知見¹⁾から、水温の影響により鰓の繊毛運動が減少し、成長と呼吸に必要なエネルギーを摂餌によって十分に確保できず、成長が停止し、衰弱したためと考えられる。

これらの結果を前年に行った同様の耳吊り試験の結果（以下、前年²⁾）と比較すると、へい死率、異常貝率は共通して 11 月掃除時が最も高かった。今回の 11 月掃除時の異常貝率は 16.7% だったが、前年は 63.3% と非常に高かった。掃除時期別の殻長、全重量、軟体部重量等についても、前年と同様の傾向が見られた。

表 3. 掃除時におけるホタテガイの測定結果

試験区	へい死率 (%)	異常貝率* (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)		中腸腺重量(g)		貝柱重量(g)		生殖腺重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
7月掃除	2.2	3.3 (0.0)	98.6	7.1	118.0	20.8	51.9	10.0	4.8	0.9	19.6	4.4	2.5	0.8
9月掃除	0.0	0.0 (0.0)	104.6	5.0	130.6	13.9	51.8	6.8	3.4	0.6	19.4	2.8	2.2	0.6
11月掃除	7.3	16.7 (10.0)	106.1	5.7	142.0	16.8	56.2	7.2	3.4	0.5	19.3	2.7	3.1	0.7

* カッコ内の数値は、サンカクフジツボの付着によって異常貝になった個体の異常貝率



図 4. ホタテガイ殻辺縁部に付着したサンカクフジツボ (11月掃除時)

掃除時におけるホタテガイへの付着物の状況を図 5 に示した。7 月掃除時の主な付着物はアミクサ、ムラサキイガイ、アカザラガイ、9 月、11 月掃除時はムラサキイガイ、サンカクフジツボであり、付着物の種類は前年と同じだった。



図 5. 掃除時における掃除前の付着物の状況 (左から 7 月、9 月、11 月掃除時)

4. 試験終了時

2021 年 2 月 22 日の試験終了時における測定結果を表 4、図 6 に示した。

7 月掃除ワッカ区、7 月掃除高圧区、9 月掃除ワッカ区、9 月掃除高圧区、11 月掃除ワッカ区、11 月掃除高圧区のへい死率はそれぞれ 23.9%、20.0%、38.6%、14.6%、16.2%、12.1%であり、7 月掃除、9 月掃除に比べ 11 月掃除で低く、ワッカ区に比べ高圧区で低かった。

異常貝率はそれぞれ 80.0%、64.3%、28.6%、46.7%、3.3%、34.5%であり、7 月掃除 > 9 月掃除 > 11 月掃除の順に高かった。異常貝のほとんどが、殻辺縁部に付着したサンカクフジツボの影響によって発現したものだった。なお、掃除方法の違いによる明確な傾向は見られなかった。また、異常貝率には含めていないが、鰓付近の殻内側に内面着色を呈していた個体が 7 月掃除高圧区で 2 枚 (6.7%)、11 月掃除高圧区で 6 枚 (20.0%) 見られた (図 7)。このような鰓付近の内面着色は、貝に物理的衝撃が加わることで発現することがわかっており³⁾、高圧洗浄機による水圧で貝に衝撃が加わり発現した可能性が考えられる。なお、鰓付近の内面着色がへい死と関連があるのかは不明である³⁾。

殻長、全重量、軟体部重量、中腸腺重量、貝柱重量及び生殖腺重量は、7 月掃除に比べ 9 月掃除、11 月掃除の方が有意に大きい値だった。また、軟体部重量、中腸腺重量及び生殖腺重量の 7 月掃除については、高圧区よりワッカ区の方が有意に重かった。

生貝1枚の付着物重量は、それぞれ107.1g、128.4g、53.6g、53.9g、43.0g、29.8gであり、7月掃除>9月掃除>11月掃除の順に重く、主な付着物はムラサキイガイ、サンカクフジツボ、アミクサだった(図8)。なお、ワッカ区と高圧区で付着物の重量及び種類に明確な差は見られなかった。

これらの結果を前年と比較すると、今回のへい死率は全体的に高かった一方、異常貝率は低かった。殻長、全重量、軟体部重量等の育成状況については、共通して7月掃除より11月掃除の方が良かった。付着物重量についても、前年と共通して7月掃除より11月掃除の方が軽かった。

7月掃除より9月、11月掃除の方がホタテガイの成長が良かった要因として、7月掃除の貝の多くが、殻辺縁部内側にサンカクフジツボが付着していた影響で、殻の成長が阻害されていた他(図9)、貝に付着していた付着物の量が多く、ムラサキイガイ等のホタテガイと類似の餌を捕食する餌料競合生物が大量に付着していた影響で、ホタテガイに十分な餌が供給されず、成長が停滞したことが考えられる。サンカクフジツボの浮遊幼生は、7月上旬から出現し、8月中旬から9月中～下旬に出現のピークを迎えた後、減少すること⁴⁾や、稚貝分散時の選別作業により、ホタテガイ殻表面に付着しているサンカクフジツボが減少すること⁵⁾がわかっており、9月または11月に掃除を行うことでサンカクフジツボの付着数を減少させ、サンカクフジツボ付着の影響による成長阻害を防げることがわかった。

表4. 試験終了時におけるホタテガイの測定結果

試験区	へい死率 (%)	異常貝率* (%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)		中腸腺重量(g)		貝柱重量(g)		生殖腺重量(g)		生貝1枚あたりの付着物重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
7月掃除	ワッカ区	23.9	80.0 (80.0)	109.5	6.5	165.5	20.4	68.0	8.3	6.2	1.2	18.7	2.7	13.5	3.1	107.1
	高圧区	20.0	64.3 (64.3)	109.5	5.8	159.2	19.9	62.1	9.3	5.3	1.3	17.3	3.0	11.5	2.9	128.4
9月掃除	ワッカ区	38.6	28.6 (16.7)	115.6	5.5	179.1	21.7	75.9	9.7	7.4	1.1	20.8	3.0	16.5	3.4	53.6
	高圧区	14.6	46.7 (20.0)	115.3	5.4	178.3	25.0	71.8	12.2	7.3	1.2	19.7	3.7	15.1	4.5	53.9
11月掃除	ワッカ区	16.2	3.3 (3.3)	115.9	4.9	183.6	24.7	77.1	9.9	7.5	1.0	20.8	3.5	16.1	3.7	43.0
	高圧区	12.1	34.5 (13.3)	112.2	9.9	171.0	41.5	73.2	18.2	7.6	2.4	25.2	15.2	15.6	4.8	29.8

* カッコ内の数値は、サンカクフジツボの付着によって異常貝になった個体の異常貝率

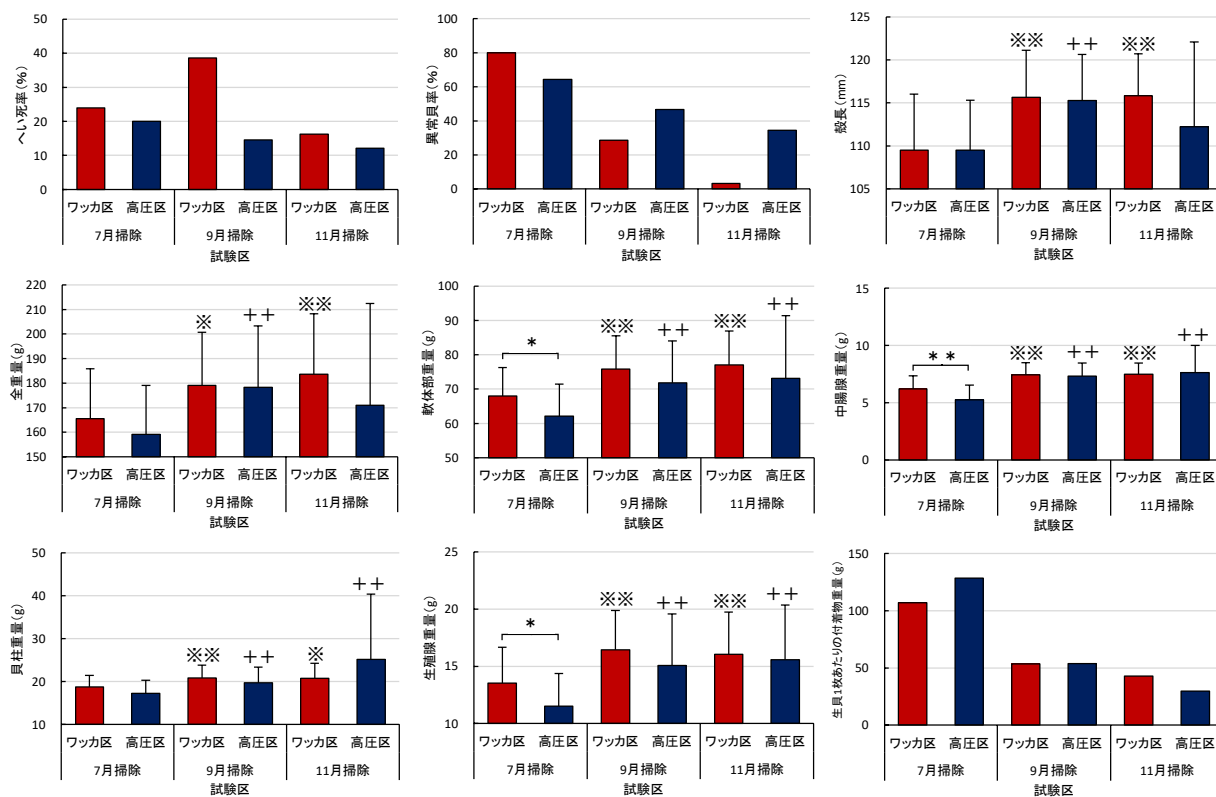


図6. 試験終了時におけるへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量、中腸腺重量、貝柱重量、生殖腺重量、生貝1枚あたりの付着物重量(殻長、全重量、軟体部重量、中腸腺重量、貝柱重量、生殖腺重量のバーは標準偏差、7月掃除ワッカ区と比較して**はP<0.01、*はP<0.05で有意差あり、7月掃除高圧区と比較して++はP<0.01で有意差あり、同じ月のワッカ区と高圧区を比較して**はP<0.01、*はP<0.05で有意差あり)

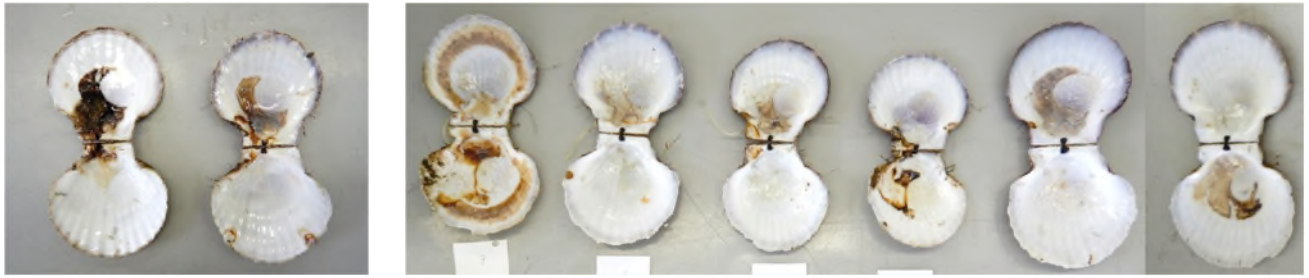


図 7. 鰓付近の殻内側に見られた内面着色（左の 2 枚が 7 月掃除高圧区、右の 6 枚が 11 月掃除高圧区）



図 8. 試験終了時における生貝への付着物（上がワッカ区、下が高圧区）



図 9. ホタテガイ殻辺縁部内側に付着したサンカクフジツボ（7 月掃除高圧区）

以上の結果から、耳吊り掃除は 11 月に実施することで、その後のへい死率及び異常貝率を低く抑えられることがわかった。ホタテガイ 1 年貝（新貝）は、水温が 20℃ 以上になると成長が停止し、24℃ 以上になると貝が衰弱し、26℃ 以上になるとへい死する危険性が高まることが明らかになっている¹⁾ことから、掃除の適期としては高水温時を避け、中層の水温が 20℃ 以下に低下した 10～11 月にホタテガイの体力が十分に回復した状態（新たに形成された貝殻が白く見える状態。通称、フチが回った状態。）になったのを確認してから作業を行うことで、その後のへい死を低減できると考えられる。また、2019 年 10 月に実施

した調査で採取した耳吊りのうち、中層の水温が 24～25℃台だった 8 月下旬～9 月下旬に掃除を実施したものとしなかったものを比較したところ、掃除を実施したものは明らかにへい死率、異常貝が高かったこと⁶⁾からも、高水温時の掃除は避ける必要がある。

また、本試験と前年の結果から、11 月に掃除をすることで、7 月、9 月に掃除をするよりも付着物重量が軽くなり、出荷作業時の手間（船上への引き揚げ作業、選別作業、付着物除去作業）や養殖残さ処理費用を軽減できることがわかった。さらに、サンカクフジツボの付着が見られる年は、9 月または 11 月に掃除を行うことでサンカクフジツボの付着を軽減し、サンカクフジツボ付着の影響による成長阻害を防げることがわかった。

掃除の方法について、へい死率は高圧区よりワッカ区で高かった一方、異常貝率は高圧区よりワッカ区で低い傾向が見られた他、成育状況についても高圧区よりワッカ区の方が良い傾向が見られた。本試験は、2 月に最終測定を行ったが、耳吊り養殖成貝の出荷作業が通常 8 月頃まで行われることを考慮すると、高圧区はワッカ区よりも最終測定時以降にへい死が増加する危険性が考えられ、養殖現場における掃除の方法としては、洋上高圧洗浄機を使用するより回転式洗浄機を使用する方が、へい死を軽減できる可能性がある。

文 献

- 1) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・東野敏及・小倉大二郎・川村要（2013）猛暑時のホタテガイへい死率を低減する養殖生産技術の開発．平成 23 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，514-521.
- 2) 小泉慎太郎・吉田達（2021）耳吊り掃除時期の検討．2019 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，458-462.
- 3) 小泉慎太郎・吉田雅範（2022）物理的衝撃及び鰓の損傷が与えるホタテガイへの影響．2020 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，390-395.
- 4) 山内弘子（2022）サンカクフジツボの浮遊幼生調査．2020 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，415-416.
- 5) 山内弘子（2022）稚貝分散時における選別作業前後のサンカクフジツボ付着状況調査．2020 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，417-419.
- 6) 山内弘子・秋田佳林・小泉慎太郎・吉田達（2021）ホタテガイ増養殖安定化推進事業 ホタテガイ垂下養殖実態調査-II（2019 年 10 月）．2019 年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，272-293.