

持続可能なほたてがい生産推進事業
基礎生産量調査及びホタテガイ半成貝の生産方法に関する実証試験

小泉慎太郎・吉田達

目 的

陸奥湾におけるホタテガイ養殖は、就業者の高齢化と後継者不足、ホタテガイ生産増に伴う餌料不足が懸念されていることから、陸奥湾内の餌料環境の季節変化や年変動、ホタテガイ半成貝の効率的な生産方法を明らかにすることを目的とする。

材料と方法

1. 基礎生産量調査

久栗坂実験漁場と川内実験漁場（図 1）において、平成 30 年 1 月～平成 31 年 3 月にかけて月 1 回、ポンプを用いて 5 層（図 2）の深度から海水を汲み上げ、層毎に海水中の懸濁態有機炭素（以下、POC と称す）分析用として未培養サンプルを 1.15ℓの透明なポリカーボネート瓶 1 本、培養サンプルを同様の瓶 2 本、海水中の溶存無機炭素（以下、DIC と称す）分析用として別途サンプルを 10mlの褐色ガラス瓶 1 本に採取した。

POC 分析用未培養サンプルと DIC 分析用サンプルは、海水を採取後、保冷剤を入れたクーラーボックスに瓶を収容した。POC 分析用培養サンプルは、各瓶にサンプル中の ^{13}C の濃度が 10% となるように $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ 水溶液を 1ml添加した後、採取地点毎に採水した深度に垂下されるように各瓶をロープに取り付けた。両地点の培養サンプルは、いずれも久栗坂実験漁場に 24 時間設置（図 2）して培養を行った後に引き上げ、保冷剤を入れたクーラーボックスに瓶を収容した。

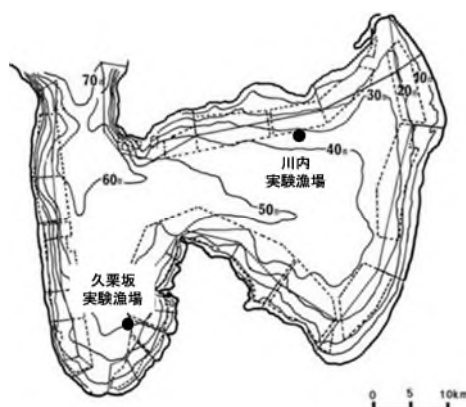


図 1. 基礎生産量調査地点

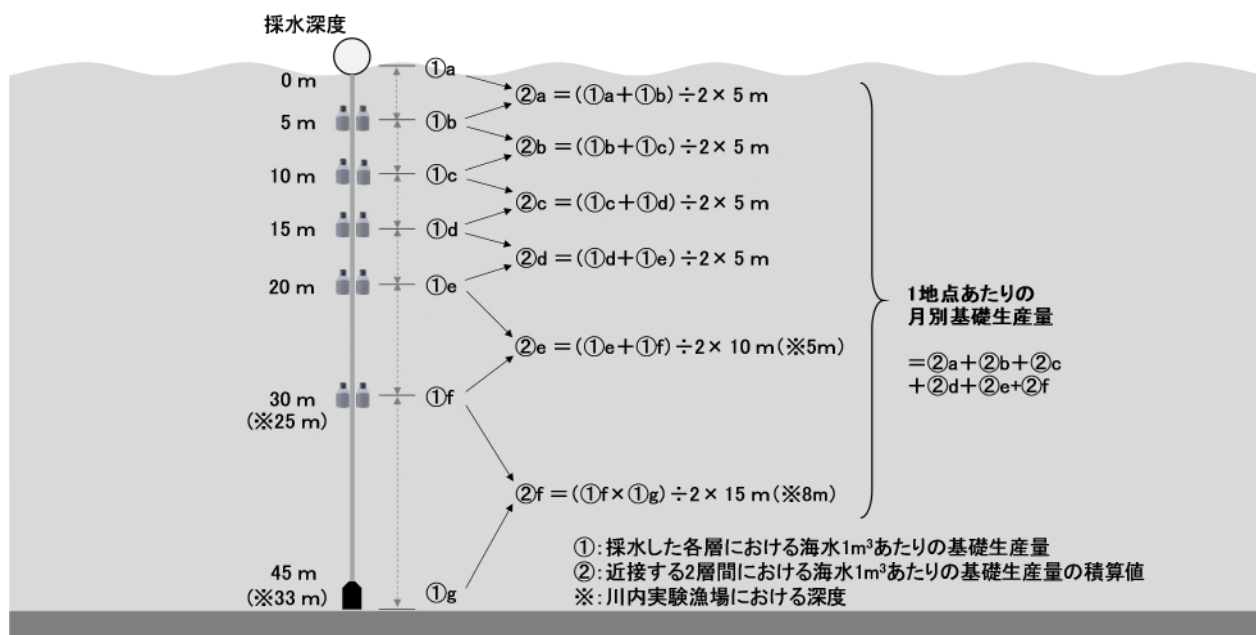


図 2. POC 分析用サンプルの培養期間中のイメージ及び 1 地点あたりの月別基礎生産量の計算方法

回収した POC 分析用の未培養と培養後の海水サンプルは、サンプル瓶毎に 250ml の試水を採取し、フィルター（GE Healthcare 社、ワットマン GF/F フィルター）で濾過した後、フィルターサンプルを凍結保存した。POC 分析用の未培養と培養後のフィルターサンプルと DIC 分析用の海水サンプルは北海道大学大学院環境科学院へ送付し、元素分析計（Thermo Fisher Scientific 社、FlashEA1112）及び質量分析計（Thermo Fisher Scientific 社、Delta V Plus）を用いて POC を、全有機炭素計（島津製作所、TOC-5000A）を用いて DIC を測定した後、得られた POC と DIC のデータを用いて各地点における層別の海水 1m²あたりの基礎生産量を算出した。得られた層別の海水 1m²あたりの基礎生産量をもとに、台形積算法を用いて各実験漁場の海面から海底までの基礎生産量を算出（図 2）し、両地点の月別の基礎生産量とした。なお、海面（深度 0m）と海底（久栗坂実験漁場が水深 45m、川内実験漁場が 33m）の基礎生産量については、各層の海水を採水していないため、前者は海面に対する太陽の相対照度が海面から深度 5m まで概ね同じと仮定し、5m 層の基礎生産量の値を用い、後者は相対照度が 0 と仮定し、0 とした。また、久栗坂実験漁場の平成 30 年 1 月、3 月の全層、平成 30 年 5 月の 15m、20m、25m、川内実験漁場の平成 30 年 8 月の 15m における 1m²あたりの基礎生産量は、POC 分析の機器のトラブルにより、培養後のフィルターサンプル 2 つのうち 1 サンプルのみを測定して求めた。得られた毎月の基礎生産量のデータをもとに過去の基礎生産量のデータ¹⁻⁴⁾との比較を行い、本試験の基礎生産量の季節周期や年変動を検証した。また、観測日において得られた月別基礎生産量を観測間隔日数で台形積分することにより、過去¹⁻⁴⁾及び平成 30 年の年間積算基礎生産量を算出した。なお、年間積算基礎生産量の算出は 1~12 月のデータが揃っている年のみを対象とした。

2. ホタテガイ半成貝の生産方法に関する実証試験

平成 30 年 10 月 5 日に青森市奥内沖（漁場水深 31m）、11 月 15 日に平内町東田沢沖（漁場水深 23m）の漁業者養殖施設において、平成 30 年産の稚貝を使用して、目合 3 分のパールネットに 1 段あたりの稚貝収容枚数を 15 枚、20 枚、25 枚、30 枚、35 枚に設定した試験区をそれぞれ 5 連ずつ作成し垂下した（図 3）。なお、奥内については 10 段、鉛 100 匁付きのパールネット、東田沢については 8 段、鉛 50 匁付きのパールネットを使用した。試験区作成時、別途選別後の稚貝を無作為に 100 個体程度抽出し、生貝数と死貝数を計数した後、生貝 50 個体の殻長、全重量を測定し、異常貝の有無を確認した。また、養殖施設の幹綱にメモリー式水温計（Onset Computer 社、HOB0 Water Temp Pro v2）、メモリー式深度計（JFE アドバンテック社、DEFI2-D10）及びメモリー式加速度計（Onset Computer 社、HOB0 Pendant G Logger）を取り付け、試験期間中の 1 時間間隔の水温及び深度と 5 分間隔の幹綱の鉛直方向の加速度を測定した。

平成 31 年 4 月、令和元年 5~8 月に月 1 回（奥内は 4 月 17 日、5 月 13 日、6 月 13 日、7 月 17 日、8 月 19 日、東田沢は 4 月 22 日、5 月 23 日、6 月 21 日、7 月 24 日、8 月 21 日）、各試験区を 1 連ずつ回収し測定を行った。試験区毎にパールネットの全段から貝を取り出し、生貝数と死貝数を計数した後、無作為に抽出した生貝 30 個体の殻長、全重量、軟体部重量を測定するとともに、異常貝の有無を確認した。死貝は、稚貝分散時の障害輪の有無を基に、稚貝分散直後と成長後の 2 種類に分けて計数し、稚貝分散直後の死貝を除くへい死率を算出した。パールネット 1 連あたりの水揚重量を「生貝数×ホタテガイ平均全重量」によって算出した。試験区毎の養殖残渣重量を明らかにするため、貝が入った状態のパールネット全重量を測定し、その重量から未使用のパールネット湿重量（奥内は 2.03kg、東田沢は 1.58kg）と 1 連あたりの水揚重量を差し引き、付着物と死貝の重量を算出した。なお、奥内の 4 月測定時はパールネットが乾燥している状態で重量を測定したため、未使用のパールネット乾重量 1.75kg を用いた。

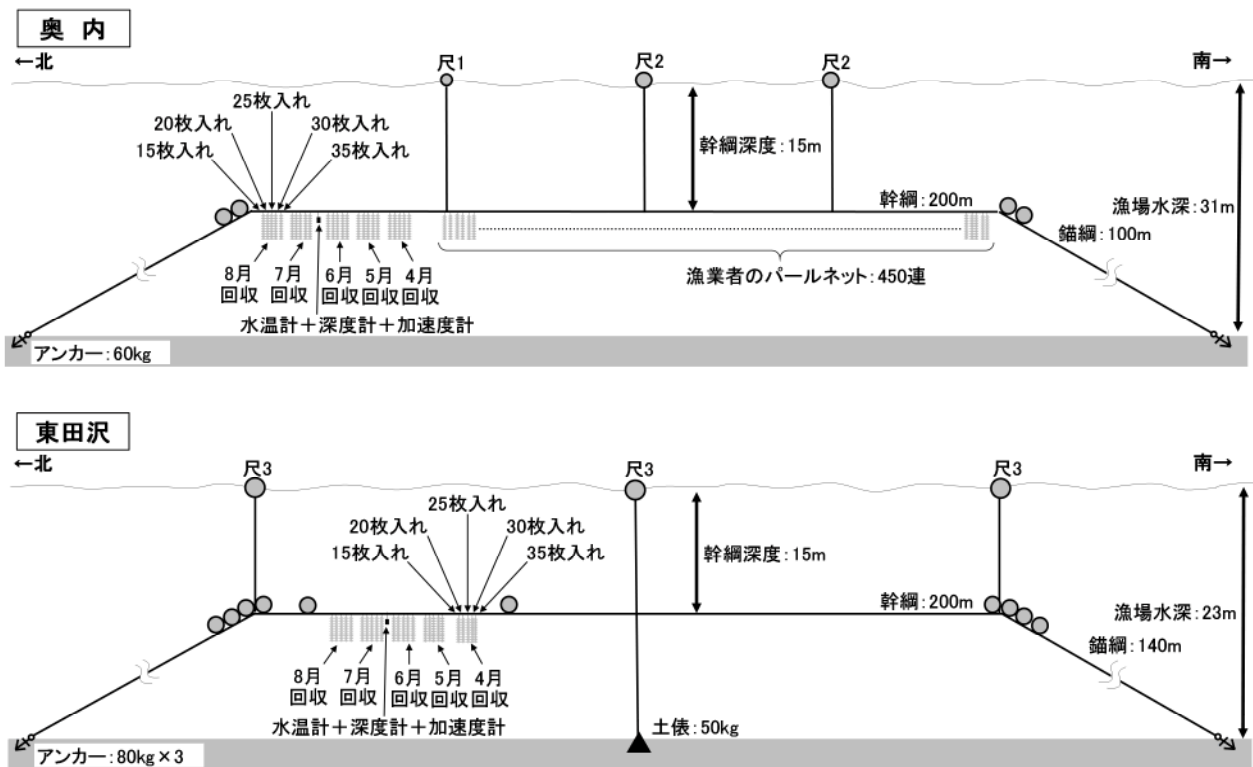


図3. ホタテガイ養殖施設のイメージ（上が奥内、下が東田沢）

結果と考察

1. 基礎生産量調査

久栗坂実験漁場の 1m^2 あたりの基礎生産量の年間の推移を図4、川内実験漁場の 1m^2 あたりの基礎生産量の年間の推移を図5に示した。久栗坂実験漁場の 1m^2 あたりの基礎生産量は、平成30年1～2月が $77\sim 483\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で推移し、3月に $765\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ まで増加した後に減少し、4～8月は $96\sim 381\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で推移し、9月に再び $582\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ まで増加した後に再び減少し、10～12月、平成31年1～3月は $161\sim 449\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で推移した。川内実験漁場の 1m^2 あたりの基礎生産量は、平成30年1～8月が $96\sim 380\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で推移し、9月に $504\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ まで増加した後に減少し、10～12月、平成31年1～3月は $47\sim 416\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で推移した。また、 1m^2 あたりの基礎生産量のピークは、久栗坂実験漁場が平成30年3月と9月、川内実験漁場が平成30年9月に出現していることから、久栗坂実験漁場では3月に植物プランクトンの春のブルーム、両地点で9月に秋のブルームが起こったと考えられた。

平成12～14年平均¹⁻³⁾、平成29年⁴⁾のデータと比較したところ、久栗坂実験漁場では平成12～14年平均と比べ、最大値が3月となり1ヶ月遅く出現していること、平成12～14年平均及び平成29年と比べ、9月に秋のブルームにより基礎生産量が高い値を示していたことを除き、概ね同じような動きを示していた。川内実験漁場では平成12～14年の調査地点が異なっているため、単純な比較はできないものの、平成12～14年平均及び平成29年と比べ、9月に秋のブルームにより基礎生産量が高い値を示していたことを除き、概ね同じような動きを示していた。

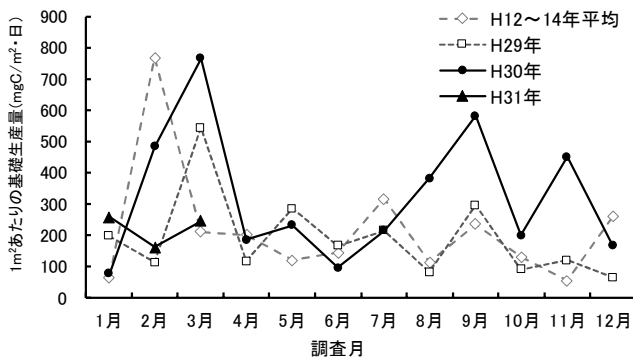


図4. 久栗坂実験漁場における1m²あたりの基礎生産量の年間の推移

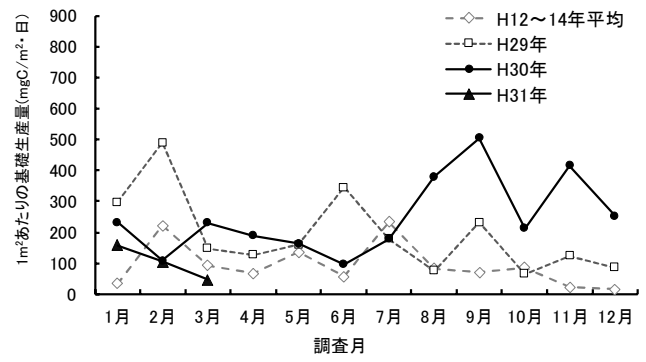


図5. 川内実験漁場における1m²あたりの基礎生産量の年間の推移 (H12~14年平均は東田沢沖)

平成30年の年間積算基礎生産量は、久栗坂実験漁場で119gC/m²、川内実験漁場で94gC/m²となり、平成13年の久栗坂実験漁場76gC/m²、東田沢沖78gC/m²、平成14年の久栗坂実験漁場77gC/m²、東田沢沖78gC/m²、平成29年の久栗坂実験漁場67gC/m²、川内実験漁場69gC/m²と比べ、高い値を示した(図6)。

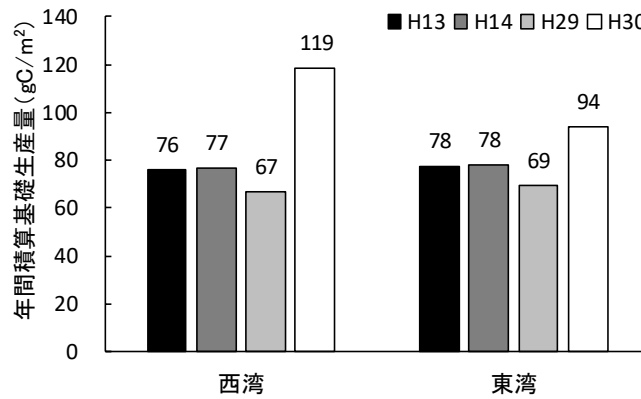


図6. 西湾、東湾における年間積算基礎生産量(西湾は久栗坂実験漁場、東湾のH13~14年は東田沢沖、H29~30年は川内実験漁場)

2. ホタテガイ半成貝の生産方法に関する実証試験

(1) 奥内

① 養殖施設の状況

試験期間中の養殖施設の水温、幹綱深度及び鉛直方向の加速度の推移を図7~9に示した。水温は試験開始時が21.1℃、試験終了時が22.5℃であり、最低水温は2月12日の6.1℃、最高水温は8月9日の24.4℃だった。幹綱深度は5月13日と7月17日の試験区回収時を除き、11~26mの間で変化し、幹綱への浮球取付作業(以下、玉付け作業と称す)による幹綱深度の上昇が複数回認められた。幹綱の加速度は、0~0.25m/s²と変動が小さかったことから、試験期間中は養殖施設が安定していたと考えられる。なお、5月19日~8月19日の加速度のデータは、加速度計のメモリー容量の不足により欠測となっている。養殖施設を管理している漁業者からの聞き取りによると、試験期間中31回、幹綱への玉付け作業を行っていたことから、養殖施設全体の浮力調整が適切に行われていたことで、幹綱の加速度が大きく変動しなかったと考えられる。

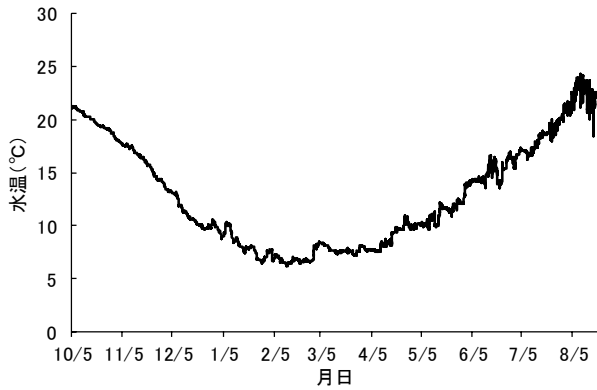


図 7. 試験期間中の養殖施設の水温

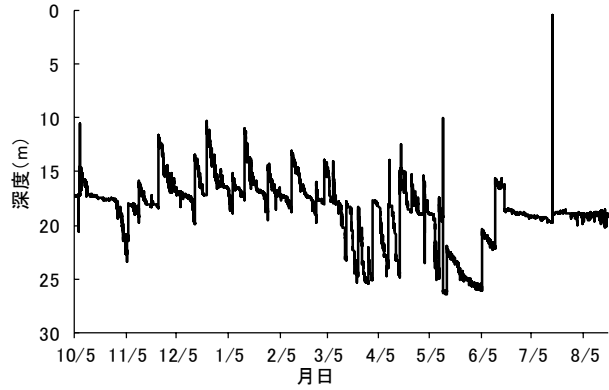


図 8. 試験期間中の養殖施設の幹網深度

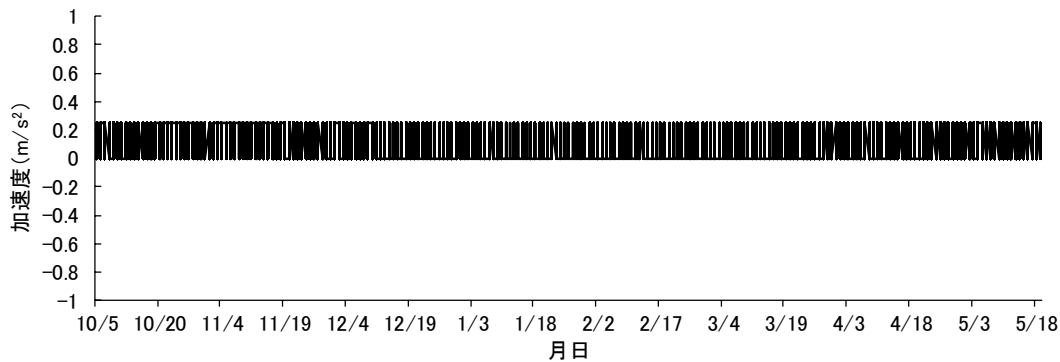


図 9. 試験期間中の養殖施設の鉛直方向の加速度

② 試験開始時のへい死率及び異常貝率

試験開始時の稚貝測定結果を表 1 に示した。へい死率と異常貝率は、それぞれ 5.3%、2.0%といずれも低かった。

表 1. 試験開始時の稚貝測定結果

測定年月日	へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm)		全重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差
平成30年10月5日	5.3	2.0	21.0	2.2	1.0	0.3

③ 試験終了時の殻長等測定データ

平成 31 年 4 月、令和元年 5～8 月における各試験区の測定結果を表 2、各試験区別のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量、1 連あたりの水揚重量、1 連あたりの養殖残渣重量の推移を図 10～16 に示した。

へい死率は、収容枚数に関わらず 4～6 月測定時は 6 月 35 枚の 19.7%を除き 1.9～7.7%と低めに推移したが、7 月測定時は 6.9～15.2%と高くなり、8 月測定時は 18.9～44.2%とさらに高くなった。異常貝率はへい死率同様、収容枚数に関わらず 4～6 月測定時は 0.0～20.0%と低めに推移したが、7 月測定時は 20.0～60.0%と高くなり、8 月測定時は 33.3～86.7%とさらに高くなった。殻長は、4～8 月測定時で収容枚数が多いほど小さい傾向が見られた。なお、殻長 6 cm 未満のため半成貝として出荷できない貝（以下、ハジキ貝と称す）は、4 月測定時であっても見られなかった。全重量及び軟体部重量は殻長と同様、収容枚数が多いほど軽かった。

4～7 月測定時のパールネット 1 連あたりの水揚重量は、15 枚<20 枚<25 枚<30 枚<35 枚となり、収容枚数が多いほど重かった。8 月測定時の水揚重量について、15 枚、20 枚は 7 月測定時より 0.3～1.5kg 減少し、25 枚、30 枚、35 枚は 7 月測定時より 3.6～7.1kg 減少した。

4～8月測定時のパールネット1連あたりの養殖残渣重量は、収容枚数が多いほど重くなる傾向が見られた。平成31年の養殖残渣の大部分はホタテガイの死貝で、パールネットへの付着生物は少なかった。その要因として、平成30年秋から平成31年春にかけてウミセミが多く見られており、パールネットの付着生物はウミセミによって摂餌されたことが考えられた。

表 2. 各試験区の測定結果

測定月	試験区	へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)		パールネット 全重量(kg)	1連あたりの 水揚重量(kg/連)	1連あたりの 養殖残渣重量(kg/連)
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差			
4月	15枚入れ	6.6	16.7	83.2	3.6	58.0	5.9	27.7	3.2	9.3	7.4	0.1
	20枚入れ	5.1	13.3	80.3	4.4	54.2	7.5	25.6	3.8	11.3	9.0	0.5
	25枚入れ	4.9	3.3	81.1	3.2	53.7	6.2	25.6	3.0	13.3	11.5	0.1
	30枚入れ	5.1	0.0	78.6	3.7	50.1	6.0	22.8	3.1	15.5	13.2	0.6
	35枚入れ	2.4	6.7	76.2	4.1	45.8	6.0	20.9	3.1	16.9	14.7	0.4
5月	15枚入れ	2.3	20.0	87.8	5.5	66.8	10.6	31.3	5.4	11.4	8.4	0.9
	20枚入れ	2.8	6.7	86.7	5.0	62.6	8.1	29.7	4.4	13.8	11.0	0.8
	25枚入れ	1.9	10.0	85.9	5.2	61.8	8.8	29.3	4.6	15.8	12.5	1.2
	30枚入れ	4.6	3.3	84.0	4.5	57.8	7.5	27.7	6.5	18.1	14.5	1.6
	35枚入れ	2.6	16.7	80.3	4.8	50.2	7.6	22.6	3.4	19.4	15.2	2.2
6月	15枚入れ	2.3	13.3	94.6	5.1	86.3	11.1	38.6	5.7	14.0	11.0	0.9
	20枚入れ	2.8	16.7	94.1	4.8	81.5	11.6	36.6	5.6	17.4	14.2	1.2
	25枚入れ	2.8	3.3	92.7	3.8	78.6	8.2	35.2	4.0	19.9	16.2	1.7
	30枚入れ	7.7	6.7	89.9	3.6	69.2	8.1	31.1	4.1	21.0	16.5	2.4
	35枚入れ	19.7	3.3	90.0	4.9	69.7	9.2	30.8	4.4	21.1	16.5	2.6
7月	15枚入れ	7.4	20.0	99.4	5.0	92.6	9.9	40.5	5.1	15.7	10.5	3.2
	20枚入れ	13.0	60.0	96.2	4.4	83.7	11.1	36.6	5.6	19.1	12.9	4.2
	25枚入れ	6.9	26.7	98.0	5.1	83.0	9.7	36.5	4.9	22.1	16.7	3.4
	30枚入れ	15.2	50.0	91.0	6.1	73.6	13.5	31.9	7.0	25.1	17.3	5.8
	35枚入れ	10.1	40.0	92.6	5.2	73.4	9.5	31.4	5.3	26.8	19.5	5.2
8月	15枚入れ	29.1	86.7	101.3	6.4	95.1	15.6	39.4	7.2	18.1	9.0	7.0
	20枚入れ	18.9	33.3	98.7	5.7	88.9	12.5	36.3	5.7	23.7	12.6	9.0
	25枚入れ	40.6	86.7	96.3	5.4	84.1	11.8	33.7	5.7	21.3	10.1	9.2
	30枚入れ	29.6	70.0	94.5	5.4	75.6	11.0	30.2	5.6	25.6	13.7	9.8
	35枚入れ	44.2	66.7	92.7	4.5	71.4	9.1	28.8	4.3	25.2	12.4	10.8

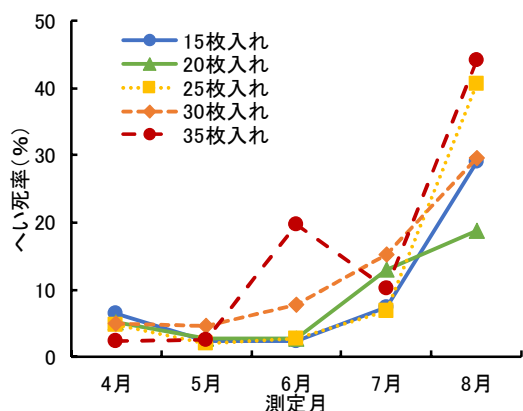


図 10. へい死率の推移

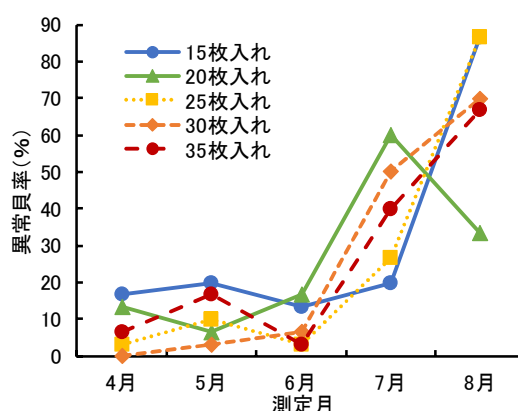


図 11. 異常貝率の推移

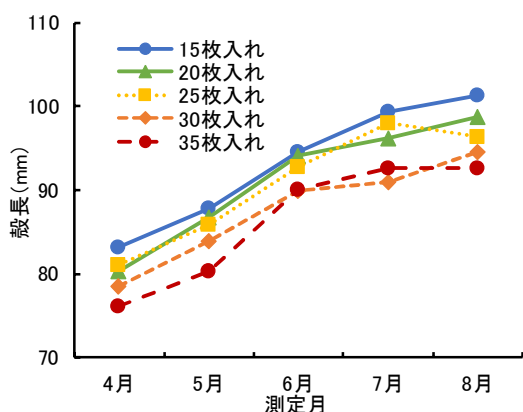


図 12. 殻長の推移

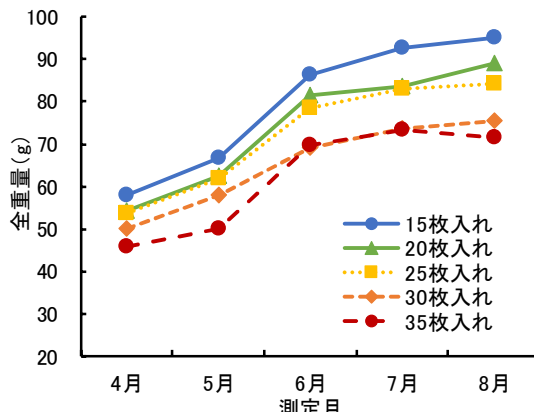


図 13. 全重量の推移

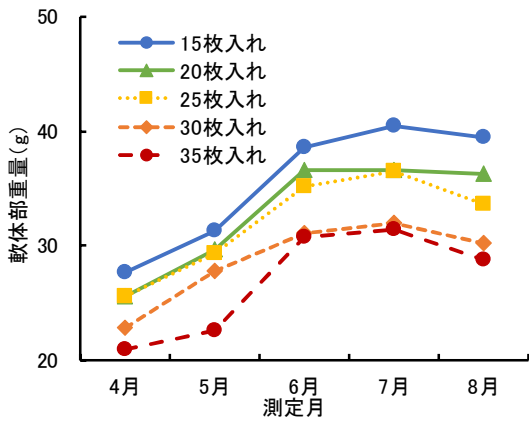


図 14. 軟体部重量の推移

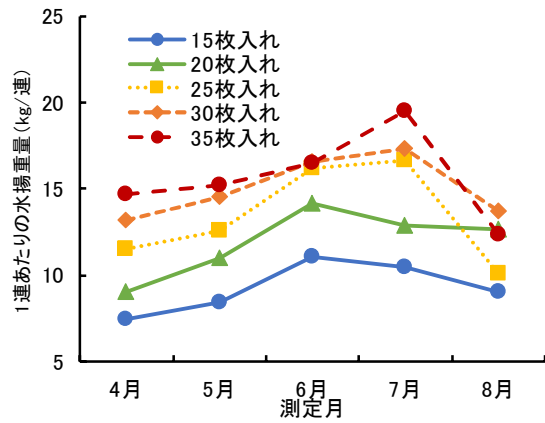


図 15. 1連あたりの水揚重量の推移

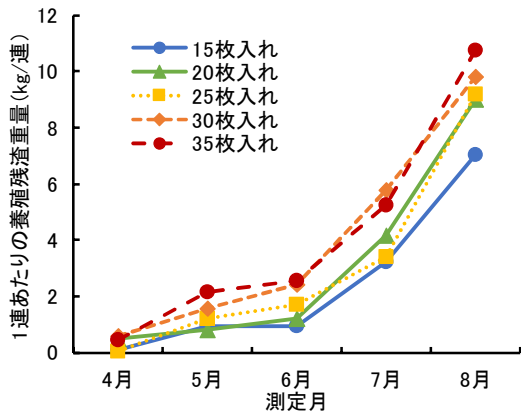


図 16. 1連あたりの養殖残渣重量の推移

(2) 東田沢

① 養殖施設の状況

試験期間中の養殖施設の水温、幹網深度及び鉛直方向の加速度の推移を図 17～19 に示した。水温は試験開始時が 16.5℃、試験終了時が 22.5℃であり、最低水温は 2 月 19 日の 3.0℃、最高水温は 8 月 21 日の 24.4℃だった。幹網深度は試験開始からホタテガイの成長に伴い徐々に深くなり、4 月 8 日の幹網への玉付け時、6 月 21 日、7 月 24 日の試験区回収時以降に幹網深度の上昇が認められた。試験期間中の幹網の加速度は、±0.5 m/s²以上の値が 6 回確認されたものの、それ以外は±0.25m/s²と変動が小さかったことから、試験期間中は養殖施設が安定していたと考えられた。なお、6 月 30 日～8 月 21 日の加速度のデータは、加速度計のメモリー容量の不足により欠測となっている。

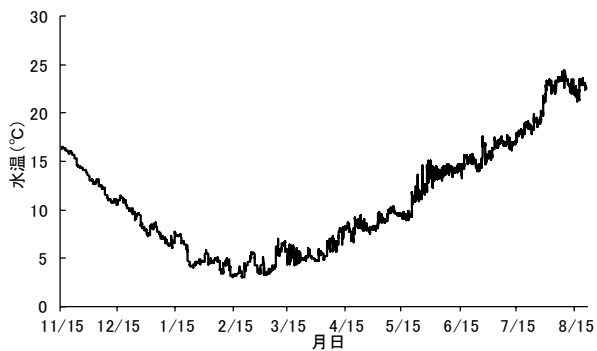


図 17. 試験期間中の養殖施設の水温

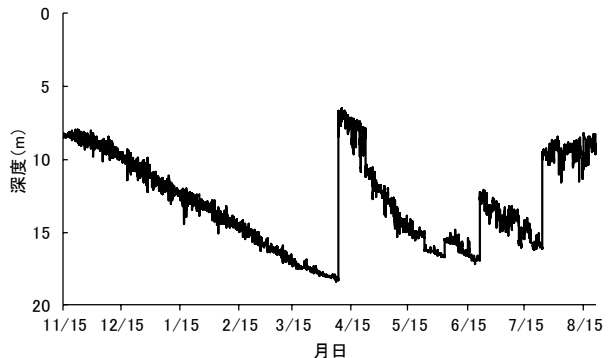


図 18. 試験期間中の養殖施設の幹網深度

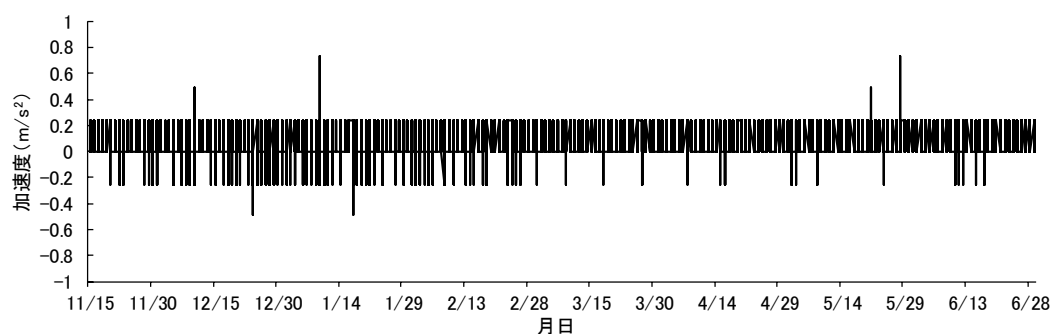


図 19. 試験期間中の養殖施設の鉛直方向の加速度

② 試験開始時のへい死率及び異常貝率

試験開始時の稚貝測定結果を表 3 に示した。へい死率と異常貝率は、それぞれ 2.9%、0.0%といずれも低かった。

表 3. 試験開始時の稚貝測定結果

測定年月日	へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm)		全重量(g)	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差
平成30年11月15日	2.9	0.0	35.6	2.3	3.8	0.7

③ 試験終了時の殻長等測定データ

平成 31 年 4 月、令和元年 5～8 月における各試験区の測定結果を表 4、各試験区別のへい死率、異常貝率、殻長、全重量、軟体部重量、1 連あたりの水揚重量、1 連あたりの養殖残渣重量の推移を図 20～26 に示した。

へい死率は、収容枚数に関わらず 4～5 月測定時は 0.0～3.9%と低めに推移したが、6～8 月測定時は 6 月 25 枚の 0.5%を除き 3.9～40.7%と高かった。異常貝率は、収容枚数に関わらず、4～6 月測定時は 0.0～13.3%と低めに推移したが、7～8 月測定時は 3.3～43.3%と高かった。殻長は、収容枚数が多いほど小さかった。なお、ハジキ貝は、4 月測定時であっても見られなかった。全重量及び軟体部重量は殻長と同様、収容枚数が多いほど軽かった。

4～6 月測定時のパールネット 1 連あたりの水揚重量は、15 枚<20 枚<25 枚<30 枚<35 枚となり、収容枚数が多いほど重かった。7～8 月測定時は 15 枚<20 枚<25 枚<35 枚<30 枚となり、30 枚が最も重かった。

パールネット 1 連あたりの養殖残渣重量は、収容枚数が多いほど重くなる傾向が見られた。奥内同様、養殖残渣の大部分はホタテガイの死貝で、パールネットへの付着生物は少なかった。その要因として、平成 30 年秋から平成 31 年春にかけてウミセミが多く見られており、パールネットの付着生物はウミセミによって摂餌されたことが考えられた。

表 4. 各試験区の測定結果

測定月	試験区	へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)		パールネット 全重量(kg)	1連あたりの	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差		水揚重量(kg/連)	養殖残渣重量(kg/連)
4月	15枚入れ	0.0	6.7	76.9	3.2	48.5	5.5	22.8	2.9	11.8	5.6	4.6
	20枚入れ	2.0	0.0	77.5	3.3	46.0	5.4	22.8	3.5	14.0	6.6	5.7
	25枚入れ	0.5	6.7	68.8	5.6	34.9	7.5	15.2	3.7	13.4	6.3	5.5
	30枚入れ	0.0	6.7	69.5	3.9	37.3	5.5	17.8	2.9	13.9	8.1	4.1
	35枚入れ	0.0	6.7	71.1	3.4	38.8	5.4	18.3	3.1	17.0	10.8	4.6
5月	15枚入れ	3.7	0.0	82.8	4.9	58.9	7.6	25.4	3.5	10.7	6.2	2.9
	20枚入れ	3.9	13.3	81.2	5.2	54.5	8.9	24.5	4.1	12.7	8.1	3.1
	25枚入れ	0.0	3.3	77.0	3.8	55.2	5.7	23.7	3.1	15.9	10.4	3.9
	30枚入れ	3.1	13.3	77.4	4.1	46.4	6.4	19.8	2.7	15.7	10.2	3.9
	35枚入れ	1.2	6.7	77.6	2.9	47.1	4.9	20.4	2.9	18.3	12.2	4.6
6月	15枚入れ	8.8	3.3	88.4	4.1	69.4	9.9	29.9	4.4	14.1	7.2	5.3
	20枚入れ	7.0	6.7	85.9	3.9	64.7	8.1	27.2	3.6	15.8	9.5	4.7
	25枚入れ	0.5	0.0	83.2	4.5	60.4	7.6	24.6	3.3	17.3	11.1	4.6
	30枚入れ	20.1	3.3	81.1	4.2	53.9	7.3	22.0	3.7	16.4	10.3	4.5
	35枚入れ	13.3	6.7	77.5	5.4	49.9	8.6	21.2	3.9	19.0	11.7	5.7
7月	15枚入れ	3.9	3.3	91.7	5.3	81.2	11.3	33.7	5.0	19.2	8.0	9.6
	20枚入れ	21.5	43.3	87.5	4.2	73.6	10.2	27.3	5.3	19.7	9.1	9.0
	25枚入れ	13.2	20.0	86.2	5.7	70.6	10.8	26.9	4.7	20.7	11.2	7.9
	30枚入れ	10.0	10.0	86.1	4.7	65.8	9.4	26.3	4.5	23.0	13.0	8.4
	35枚入れ	29.6	30.0	82.4	3.7	59.9	6.8	25.0	3.5	24.7	11.4	11.7
8月	15枚入れ	9.0	16.7	91.3	4.1	70.9	10.8	28.2	4.2	21.6	7.2	12.9
	20枚入れ	12.2	6.7	89.9	3.7	69.1	8.0	28.8	4.1	22.1	8.9	11.6
	25枚入れ	40.7	30.0	85.6	5.6	61.3	10.4	24.1	4.9	22.3	6.9	13.9
	30枚入れ	28.3	16.7	87.4	4.2	62.1	8.2	23.8	4.4	24.5	10.4	12.5
	35枚入れ	30.8	26.7	82.0	5.6	51.3	8.5	20.8	4.1	23.6	9.3	12.7

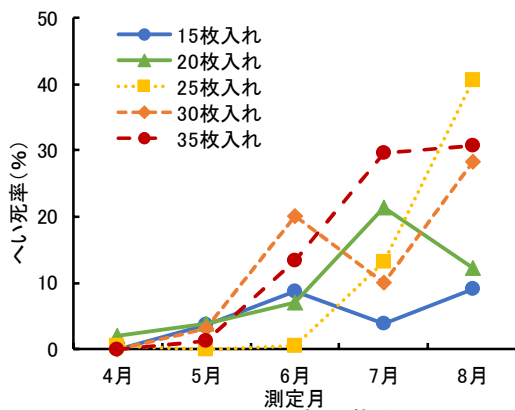


図 20. へい死率の推移

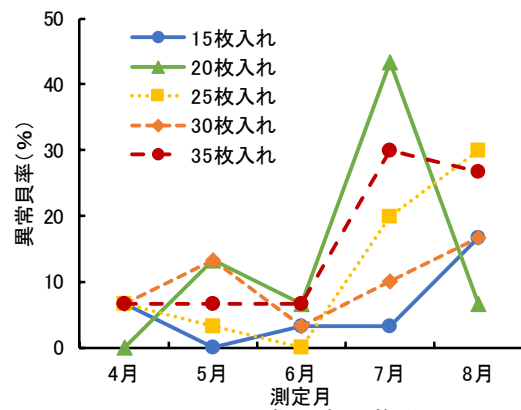


図 21. 異常貝率の推移

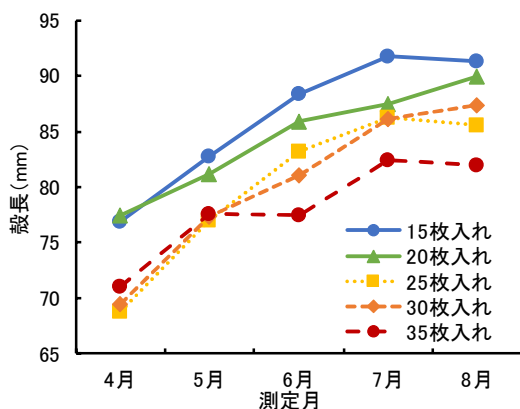


図 22. 殻長の推移

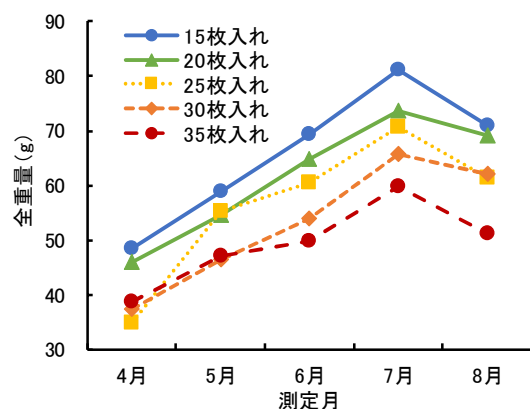


図 23. 全重量の推移

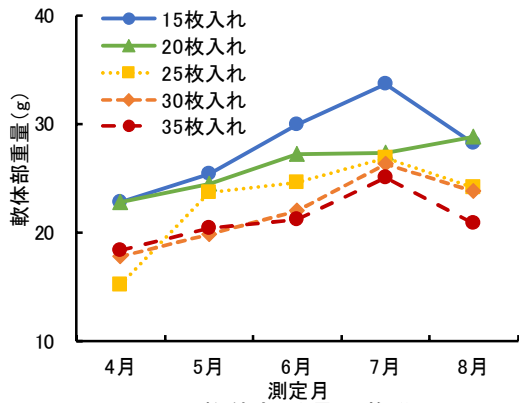


図 24. 軟体部重量の推移

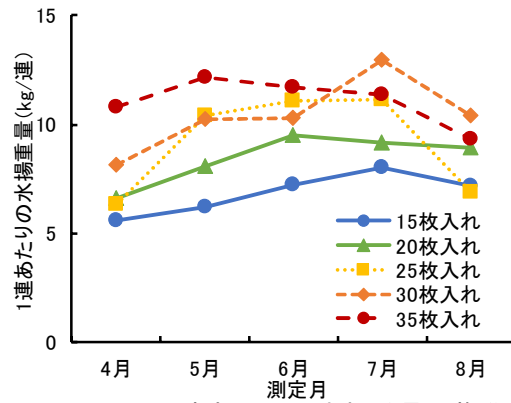


図 25. 1連あたりの水揚げ重量の推移

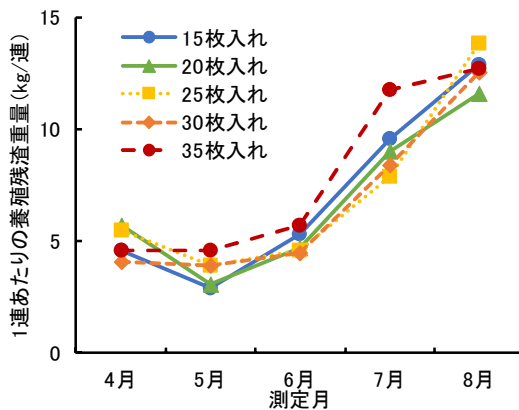


図 26. 1連あたりの養殖残渣重量の推移

(3) 効率的な半成貝生産方法の検討

奥内、東田沢及び過去⁴⁾の試験結果の15枚、20枚、25枚、30枚、35枚入れの平均値を用いた測定月別のへい死率、10段パールネット1連あたりの水揚げ重量及び養殖残渣重量の推移を図27に示した。1連あたりの水揚げ重量は、ホタテガイの成長に伴い4月から6月にかけて増加し、6月にピークを迎えた後、へい死の増加に伴い7月から減少した。養殖残渣重量は4月から8月にかけて、へい死率に比例して増加した。

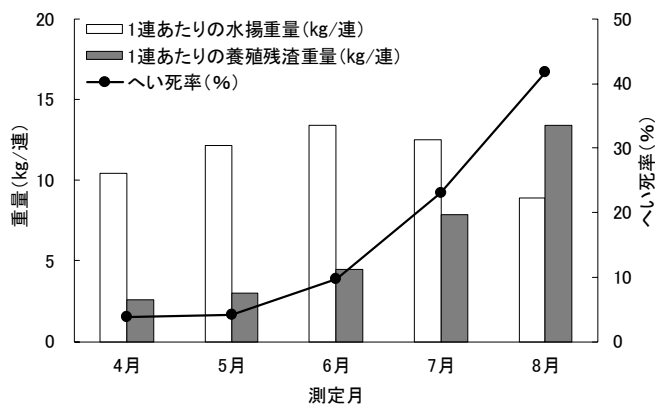


図 27. 測定月別のへい死率、10段パールネット1連あたりの水揚げ重量及び養殖残渣重量の推移（各値は、いずれも15枚、20枚、25枚、30枚、35枚入れの平均値）

以上のことから、収容枚数が増えるほど貝の大きさが小さくなること、半成貝向けにはパールネット

1段あたりの収容枚数を30～35枚にすることで最も生産量が大きくなることが明らかになった。ただし、稚貝分散時期の遅れや冬季低水温等の影響によって成長不良となる年のことを考慮すると、収容枚数が多い場合、漁業団体が定めている出荷基準サイズまで貝を大きく成長させることができず、出荷制限や単価安を招く可能性がある他、収容枚数が多いほどへい死を招く危険性が懸念されることから、適正な収容枚数による養殖管理が必要である。本試験は、稚貝分散時に異常貝率が低い稚貝を使用したこと、適切な養殖管理により養殖施設が安定していたこと、冬季低水温の影響を受けていないこと等の理由により、収容枚数が多くてもホタテガイの成育状況が良く、へい死率が低めに推移したものと考えられることから、今後、環境条件の悪い年のデータについても蓄積し、適正収容枚数や出荷時期について再検討する必要がある。また、出荷時期が7月、8月になると収容枚数に関わらずへい死率が高く、死貝選別に労力を要し、水揚重量も減少することから半成貝出荷は6月までに終える重要性が明らかになった。

ここで本研究から得られた結果を使用して、出荷時期の違いによる1漁業経営体あたりのホタテガイ生産量、生産額、養殖残渣重量、養殖残渣処理費、収入について試算した。試算では、半成貝出荷用10段パールネット10,000連を保有し、1日あたりの最大出荷能力が200連（重量ベースでは2トン）と仮定した漁業経営体が、①早期出荷（3月から6月まで出荷）、②通常出荷（4月から7月まで出荷）、③晚期出荷（4月から8月まで出荷）した場合の3つパターンについて比較した。使用した1連あたりのホタテガイ生産量及び養殖残渣重量の値について、3月は平成31年3月に奥内及び東田沢でサンプリングした測定結果の平均値（表5）、4～8月は図27で示した奥内、東田沢及び過去⁴⁾の試験の15枚、20枚、25枚、30枚、35枚入れの平均値を用いた。入札単価は過去の例を参考に設定し、養殖残渣処理単価は湾内2漁協から聞き取りした金額⁵⁾の平均値を用いた。1日あたりの出荷連数は仮定した最大出荷能力を超過しないよう設定し、出荷日数についても合計出荷連数が10,000連となるよう設定した。

試算した結果を表6～8に示した。ホタテガイ生産量、生産額及び収入については、早期出荷<晚期出荷<通常出荷となり、養殖残渣重量及び養殖残渣処理費については早期出荷<通常出荷<晚期出荷となった。通常出荷では7月に17日間、晚期出荷では7月に15日間、8月に10日間出荷作業に日数を要することになり、例年7～8月に行われる稚貝採取作業に着手できず、稚貝採取時期が遅れる要因になる他、養殖残渣重量は出荷月が遅くなると共に増加し、出荷作業時の死貝選別の労働負担や養殖残渣処理費用の増加に繋がることから考えられる。

表5. 3月測定結果

測定年月日	地区名	へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm)		全重量(g)		軟体部重量(g)		1段あたりの収容枚数** (枚)	パールネット全重量(kg)	1連あたりの水揚重量(kg/連)	1連あたりの養殖残渣重量(kg/連)
				平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差				
平成31年3月26日	奥内	5.0	0.0	76.0	3.6	44.4	5.9	21.1	3.1	24.1	13.0	9.4	1.6
平成31年3月28日	東田沢*	8.6	0.0	67.8	4.1	33.5	5.6	15.3	2.7	31.9	12.6	9.4	1.2
	平均	6.8	0.0	71.9	3.9	39.0	5.7	18.2	2.9	28.0	12.8	9.4	1.4

* 8段パールネットのため、パールネット全重量、1連あたりの水揚重量及び養殖残渣重量は10段あたりに換算

** 稚貝分散直後及び成長後の死貝を含む

表6. 早期出荷（3月から6月まで出荷）した場合の試算結果

月	出荷連数 (連/日)	出荷日数 (日)	出荷連数 (連/月)	ホタテガイ生産量		入札単価 (円/kg)	生産額 (円)	養殖残渣重量			養殖残渣処理単価 (円/kg)	養殖残渣処理費 (円)	収入 (円)	
				(kg/連)	(トン/日)(トン/月)			(kg/連)	(トン/日)	(トン/月)				
3月	200	7	1,400	9.4	1.9	13	110	1,447,600	1.4	0.3	2.0	8	21,952	
4月	190	17	3,230	10.4	2.0	34	110	3,695,120	2.6	0.5	8.4	8	217,004	
5月	165	17	2,805	12.1	2.0	34	115	3,903,158	3.0	0.5	8.4	8	188,833	
6月	150	17	2,565	13.4	2.0	34	120	4,124,520	4.4	0.7	11.3	8	231,589	
合計		58	10,000			115		13,170,398			30.1		659,378	12,511,020

表 7. 通常出荷（4月から7月まで出荷）した場合の試算結果

月	出荷連数 (連/日)	出荷日数 (日)	出荷連数 (連/月)	ホタテガイ生産量			入札単価 (円/kg)	生産額 (円)	養殖残渣重量			養殖残渣処理単価 (円/kg)	養殖残渣処理費 (円)	収入 (円)
				(kg/連)	(トン/日)	(トン/月)			(kg/連)	(トン/日)	(トン/月)			
4月	195	10	1,925	10.4	2.0	20	110	2,201,800	2.6	0.5	5.0	8	77,049	
5月	165	17	2,805	12.1	2.0	34	115	3,903,158	3.0	0.5	8.4	8	188,833	
6月	150	17	2,550	13.4	2.0	34	120	4,100,400	4.4	0.7	11.2	8	228,888	
7月	160	17	2,720	12.5	2.0	34	120	4,080,000	7.8	1.2	21.2	8	461,660	
合計		61	10,000			122		14,285,357			45.9		956,430	13,328,927

表 8. 晩期出荷（4月から8月まで出荷）した場合の試算結果

月	出荷連数 (連/日)	出荷日数 (日)	出荷連数 (連/月)	ホタテガイ生産量			入札単価 (円/kg)	生産額 (円)	養殖残渣重量			養殖残渣処理単価 (円/kg)	養殖残渣処理費 (円)	収入 (円)
				(kg/連)	(トン/日)	(トン/月)			(kg/連)	(トン/日)	(トン/月)			
4月	190	5	875	10.4	2.0	9	110	1,000,943	2.6	0.5	2.3	8	15,923	
5月	165	15	2,475	12.1	2.0	30	115	3,443,963	3.0	0.5	7.4	8	147,015	
6月	150	15	2,250	13.4	2.0	30	120	3,618,000	4.4	0.7	9.9	8	178,200	
7月	160	15	2,400	12.5	2.0	30	120	3,600,000	7.8	1.2	18.7	8	359,424	
8月	200	10	2,000	8.9	1.8	18	120	2,136,000	13.4	2.7	26.8	8	428,800	
合計		60	10,000			117		13,798,905			65.1		1,129,362	12,669,543

文 献

- 1) 吉田雅範・小坂善信・木村博聲・大水理晴・川村要（2002）ホタテガイ適性収容量調査．平成12年度青森県水産増殖センター事業報告，209-216.
- 2) 吉田達・小坂善信・中西廣義・大水理晴・鹿内満春（2003）ホタテガイ適性収容量調査．平成13年度青森県水産増殖センター事業報告，219-252.
- 3) 吉田達・小坂善信・中西廣義・篠原由香・鹿内満春（2004）ホタテガイ適性収容量調査．平成14年度青森県水産増殖センター事業報告，191-220.
- 4) 小谷健二・小泉慎太郎・吉田達（2019）持続可能なほたてがい生産推進事業 基礎生産量調査ならびにホタテガイ半成貝と耳吊り貝の生産方法に関する実証試験．平成29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，318-329.
- 5) 山内弘子・吉田達・森恭子・小谷健二（2018）ほたてがい養殖の総合的な付着生物対策事業．平成28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，318-334.