

**陸奥湾ほたてがいがい養殖効率化事業
養殖施設におけるホタテガイの成育状況調査**

秋田佳林・吉田達

目 的

ヤマセによる潮流等がホタテガイの成育に及ぼす影響を明らかにするため、2019年産貝(以下、稚貝)と2018年産貝(以下、新貝)を用いて、養殖漁場におけるホタテガイの成育状況調査を行った。

材料と方法

1. 稚貝試験

図1に示した久栗坂及び川内実験漁場、蓬田村及び平内町小湊地区の漁業者施設の中層と下層において、稚貝採取から稚貝分散の期間に以下のとおり調査を行った。結果は、同一または近接の養殖施設に設置した測器から得られた養殖漁場データ¹⁾と合わせて考察した。

(1) 実験漁場

2019年7月29日に久栗坂において、採苗器から採取した稚貝を目合2分のステンレス製篩で選別し、表1の試験区を2連ずつ作成した。各区1連は幹綱水深10mの養殖施設に通常長さの手棒を付けて垂下し(中層)、もう1連は20mの手棒を付けて同じ施設に垂下した(下層)。川内では8月2日に目合2.3分のステンレス製篩で選別し、久栗坂と同様に表1の試験区を2連ずつ作成し、幹綱水深10m(中層)と23m(下層)の養殖施設に各区1連ずつ垂下した。このとき選別後の貝をサンプリングし、生死貝数からへい死率を求め、無作為に抽出した生貝100枚の殻長を測定した。久栗坂では9月27日、川内では10月2日にすべての試験区を回収し、パールネットの上・中・下段の稚貝を取り出し、生死貝数を計数してへい死率を求めた上で、無作為に抽出した生貝50枚の殻長を測定し、異常貝率を求めた。死貝は障害輪の有無によって、採取直後と成長後に分けて計数した。

(2) 漁業者施設

2019年8月19日に蓬田において、採苗器から採取した稚貝を目合2.3分のステンレス製篩で選別後、1段当たり100枚収容し、鉛50匁の錘をつけた2分10段のパールネットを2連作成した。幹綱水深14mの養殖施設に1連は通常長さの手棒を付けて垂下し(中層)、もう1連は10mの手棒を付けて垂下した(下層)。小湊では8月6日に2分の提灯網で選別後、1段当たり220枚収容し、鉛75匁の錘をつけた2分8段のパールネットを2連作成した。幹綱水深10mの養殖施設に1連は通常長さの手棒を付けて垂下し(中層)、もう1連は15mの手棒を付けて垂下した(下層)。このとき選別後の貝をサンプリングし、生死貝数からへい死率を求め、無作為に抽出した生貝50枚の殻長を測定した。蓬田では10月21日、小湊では10月10日にすべての試験区を回収し、パールネットの上・中・下段の稚貝を取り出し、生死貝数を計数してへい死率を求めた上で、無作為に抽出した生貝50枚の殻長を測定し、異常貝率を求めた。死貝は障害輪の有無によって、採取直後と成長後に分けて計数した。



図1. モニタリング地点

表1. 試験区の設定

パールネット	1段当たりの収容枚数	錘の有無
1.5分 10段	50枚	無
	100枚	無
	150枚	無
	150枚	鉛100匁
2分 10段	200枚	無
	50枚	無
	100枚	無
	150枚	無
	150枚	鉛100匁
	200枚	無

2. 新貝試験

2019年5月14日に久栗坂実験漁場、29日に川内実験漁場において、3分のパールネットに1段当たり約15枚で収容した新貝(分散日は久栗坂で2018年9月25日、川内で20日)を回収し、目視で異常貝を取り除いて、養殖籠の種類と収容枚数別に試験区を作成した。3分10段のパールネットに1段当たり4枚入と8枚入をそれぞれ2連、7分10段の丸籠に1段当たり10枚入と20枚入をそれぞれ2連作成し、各区1連は幹綱水深10mの養殖施設に(中層)、もう1連は久栗坂では幹綱水深30m、川内では23mの養殖施設に(下層)垂下し、久栗坂では2019年10月18日、川内では17日にすべての試験区を回収した。試験開始時の残りの貝から、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、異常貝率を求めた。試験終了時には、各連の生死貝数を計数してへい死率を求めた上で、試験開始時と同様の測定を行った。

結果と考察

1. 稚貝試験

(1) 実験漁場

久栗坂と川内における測定結果を表2、3に示す。試験開始時には、久栗坂も川内もへい死や異常貝はみられなかった。試験終了時の測定結果のうち、成長後へい死率、異常貝率、殻長について、水深別、目合別に平均して比較した結果を表4に示す。なお、試験開始時は図2のように稚貝を約50枚ずつスプーンですくってパールネットに収容しており、設定した収容枚数と実際の収容枚数に差がある試験区もあった。



図2. 久栗坂の稚貝約50枚

表2. 久栗坂の測定結果

久栗坂 試験区*		実際の収容枚数	へい死率(%)	成長後へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm) 平均値±SD	
試験開始時		-	0.0	-	0.0	8.4 ± 1.4	
1.5分	50枚	中層	48	13.8	10.7	8.0 19.7 ± 2.8	
		下層	47	15.6	11.2	0.0 20.7 ± 2.6	
	100枚	中層	139	38.0	35.3	12.0 19.0 ± 2.1	
		下層	93	16.9	14.1	0.0 19.6 ± 2.1	
	150枚	中層	164	28.1	26.3	10.0 18.8 ± 2.1	
		下層	131	10.4	9.0	2.0 20.2 ± 2.3	
	150枚(鉛)	中層	160	23.9	21.0	10.0 19.9 ± 2.0	
		下層	148	14.0	12.8	12.0 20.1 ± 1.8	
	200枚	中層	185	29.7	27.5	6.0 18.7 ± 2.1	
		下層	160	12.7	10.4	8.0 20.0 ± 2.3	
	2分	50枚	中層	55	12.7	12.7	2.0 19.5 ± 2.0
			下層	40	10.1	7.0	4.0 20.6 ± 2.2
100枚		中層	87	18.1	16.8	2.0 19.5 ± 2.1	
		下層	126	12.4	12.4	8.0 20.5 ± 2.0	
150枚		中層	114	20.8	16.9	4.0 19.6 ± 2.5	
		下層	129	13.7	11.6	2.0 20.4 ± 2.2	
150枚(鉛)		中層	108	19.5	18.0	4.0 20.0 ± 2.2	
		下層	87	11.1	9.3	6.0 20.3 ± 1.6	
200枚		中層	154	23.6	21.4	6.0 18.8 ± 2.2	
		下層	153	12.0	11.2	2.0 19.8 ± 1.9	

* (鉛)は鉛100匁の錘付き、記載のないものは錘無

表 3. 川内の測定結果

川内 試験区*		実際の 収容枚数	へい死 率(%)	成長後へい 死率(%)	異常貝 率(%)	殻長(mm) 平均値±SD	
試験開始時		-	0.0	-	0.0	8.8 ± 0.8	
1.5分	50枚	中層	48	20.3	14.3	16.0	19.9 ± 2.2
		下層	91	7.3	3.4	2.0	20.4 ± 3.1
	100枚	中層	90	5.2	3.0	2.0	20.1 ± 2.0
		下層	121	5.8	3.9	4.0	20.5 ± 2.5
	150枚	中層	130	10.3	7.4	10.0	20.4 ± 1.8
		下層	158	7.8	5.6	2.0	19.6 ± 2.3
	150枚(鉛)	中層	117	5.4	1.5	2.0	20.3 ± 2.6
		下層	150	4.0	5.7	6.0	20.6 ± 2.1
	200枚	中層	179	13.6	8.0	8.0	18.6 ± 2.0
		下層	189	6.0	5.8	4.0	20.0 ± 2.1
2分	50枚	中層	44	3.0	1.5	4.0	20.3 ± 2.0
		下層	85	11.3	9.2	2.0	19.0 ± 3.2
	100枚	中層	94	15.2	10.8	6.0	19.5 ± 1.9
		下層	211	10.3	6.0	8.0	18.7 ± 3.5
	150枚	中層	158	6.6	4.7	4.0	19.3 ± 2.1
		下層	200	11.0	7.5	2.0	19.7 ± 3.1
	150枚(鉛)	中層	125	9.9	7.4	4.0	20.0 ± 2.1
		下層	200	10.1	6.9	2.0	19.0 ± 3.7
	200枚	中層	165	15.7	9.1	2.0	19.2 ± 2.5
		下層	300	8.7	5.0	0.0	19.2 ± 2.3

* (鉛)は鉛100匁の錘付き、記載のないものは錘無

表 4. 水深別、目合別の平均値比較

測定項目	垂下水深	久栗坂		川内	
		1.5分	2分	1.5分	2分
成長後 へい死率(%)	中層	24.2	17.1	6.8	6.7
	下層	11.5	10.3	4.9	6.9
異常貝率(%)	中層	9.2	4.4	7.6	4.0
	下層	3.6	4.4	3.6	2.8
殻長(mm)	中層	19.2	19.5	19.9	19.6
	下層	20.1	20.3	20.2	19.1

久栗坂と川内における成長後へい死率を図3に、異常貝率を図4に示す。久栗坂では、1.5分の50枚区を除き、中層の方が下層より成長後へい死率が高く、目合1.5分でその差がより大きかった。異常貝率は、中層の1.5分で高い傾向だった。また、中層では1.5分も2分もへい死率が高い区は異常貝率も高く、貝の状態が良くなかったと言える。測器のデータによると、久栗坂では中層の流速が下層よりも速かった。さらに、2分150枚入区に設置した加速度のデータも中層の方が大きな変動がみられた。下層のパールネットでは長い手棒がついていたことで振り子のように8m程浮き上がるような急激な変化がみられており、中層ではそれ以上の潮の流れがあったと思われる。また、久栗坂では水温が高く、中層の毎時水温は最高25.1℃に達した。これはホタテガイの稚貝の成長が停止、衰弱する水温とされている²⁾。日平均水温が24℃を超えた日は中層で21日、下層で10日あり、水温が高く体力が弱った状態で速い潮の流れを受けたことが、中層でへい死率、異常貝率が高くなった要因と推察される。久栗坂では中層の1.5分の5連は他の試験区よりも錨元に近い位置に設置していた。過去の試験では錨元は振動が大きいことが確認されており³⁾、2分と比べてへい死率や異常貝率が高かったのは、設置位置が影響しているとも考えられる。また、1.5分の100~200枚の区では、実際の収容枚数が2分より多かったことも影響していると思われる。

川内の成長後へい死率は、概ね久栗坂よりも低かった。水深別、目合別に比較すると、下層では1.5分より2分の方が成長後へい死率が高かった。2分では実際の収容枚数が1.5分より多かったことが要因として挙げられる。異常貝率は、中層の方が下層より高い傾向があり、目合1.5分でその傾向が強かった。川内では、久栗坂ほど水温は高くなく、日平均水温が24℃を超えたのは中層で1日のみであった。久栗坂と比較して中層でも下層でも潮の流れが速かったが、久栗坂よりもへい死率や異常貝率が低かったのは、高水温による負荷が少なかったためと考えられる。

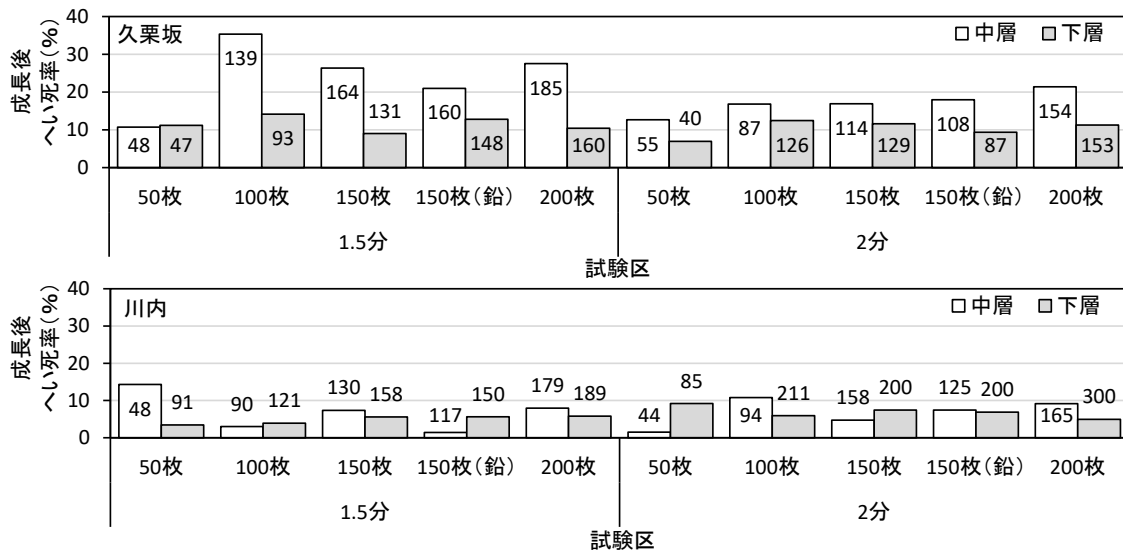


図3. 久栗坂と川内における成長後へい死率(数字は実際の収容枚数)

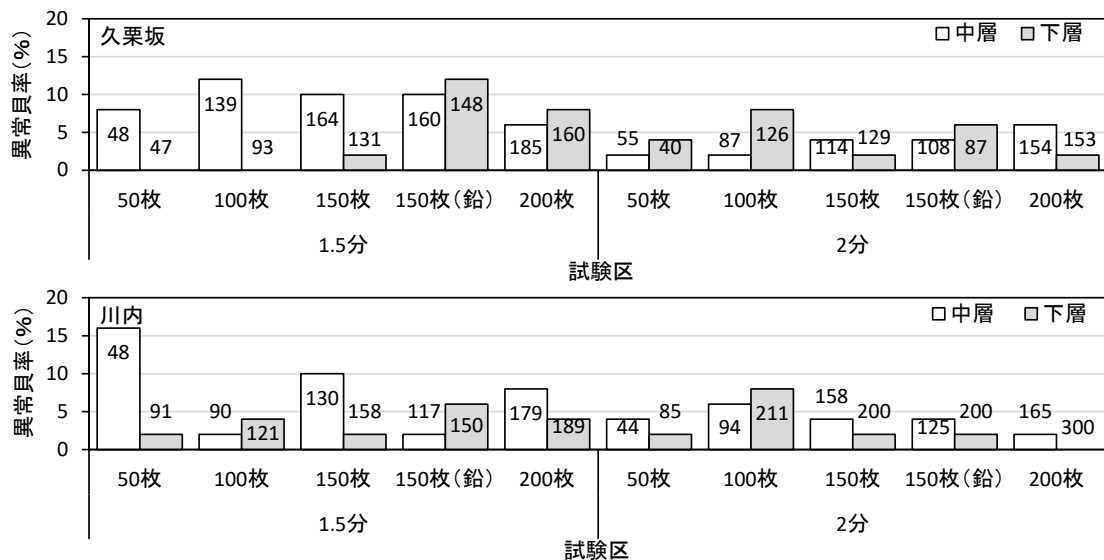


図4. 久栗坂と川内における異常貝率(数字は実際の収容枚数)

久栗坂と川内における殻長を図5に示す。久栗坂では、1.5分でも2分でも中層より下層の方が殻長が大きかった。前述のとおり、中層の方が水温が高い状態が続いたことで衰弱し、成長にエネルギーを使えなかったことが要因として考えられる。収容枚数別に平均すると、50枚区20.1mm、100枚区19.7mm、150枚区19.7mm、200枚区19.3mmと収容枚数が少ないほど殻長が大きくなる傾向がみられた。150枚(鉛)区は平均20.1mmと、錘のない他の区と比較すると50枚区と同程度に成長が良かった。鉛の錘によって籠が安

定したことが、成長促進につながったと考えられる。

川内の殻長は、1.5分では下層の方が大きく、2分では中層の方が大きかった。1.5分の下層の成長が良かったのは、稚貝の成長が鈍化する23℃以上の日数が中層では29日と、下層の約2倍であったことによると考えられる。2分の下層では、実際の収容枚数が設定よりも多く、中層よりも籠の中が窮屈になっていたことが成長の差に表れたと思われる。収容枚数別に平均すると、50枚区19.9mm、100枚区19.7mm、150枚区19.7mm、200枚区19.3mmと収容枚数が少ないほど殻長が大きくなる傾向がみられたこととも一致する。このとき、150枚(鉛)区は平均20.0mmと、錘のない各区よりも殻長が大きかった。川内では潮の流れが速かったので、錘の効果が表れたと考えられる。

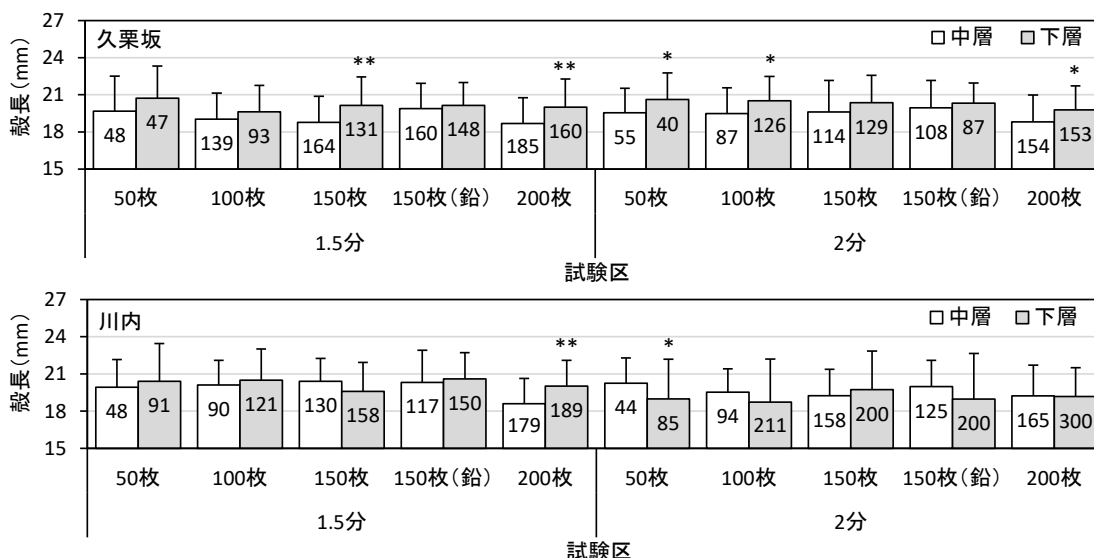


図 5. 久栗坂と川内における殻長(数字は実際の収容枚数、バーは標準偏差、収容枚数が同じ中層と比較して**は $p < 0.01$ で、*は $p < 0.05$ で有意差あり)

(2) 漁業者施設

蓬田、小湊の漁業者施設における測定結果を表 5、図 6 に示す。漁業者のパールネットは、蓬田では2分・100枚入・鉛50匁、小湊では2分・220枚入・鉛75匁であったことから、前述の実験漁場の結果から、2分・150枚入・鉛100匁の試験区と比較する。

試験開始時において、蓬田ではへい死率が8.5%で、その他の地区ではへい死はみられなかった。蓬田の試験開始は2019年8月19日と最も早かった久栗坂より3週間遅く、別試験で得られた蓬田の漁業者施設の水温データ⁴⁾では、8月7日~12日まで日平均水温が23℃を超えていた。試験開始が遅れ、その間に成長が鈍化する程度の水温に曝されたことが試験開始時のへい死率が高かった要因と考えられる。

試験終了時の測定では、いずれの地区においても中層の方が下層よりも成長後へい死率が高かった。中でも蓬田の成長後へい死率はほかの地区よりも高く、中層では上・中・下段の3段分でも生貝が少なく、38枚について異常貝率や殻長の測定を行った。蓬田では潮の流れが中層でも下層でも速く、日平均水温が24℃を超えた日数が中層も下層も20日を超えていたことが要因として考えられる。蓬田に次いで久栗坂の成長後へい死率が比較的高めだったが、これも24℃を超える水温が観測された日数が多かったことによると思われる。蓬田以上に流速の速かった川内では、成長後へい死率は7%前後と高くなかったが、これは水温が24℃を超えることがほとんどなかったためと考えられる。異常貝率は小湊と両実験漁場では低い値だったが、蓬田では高かった。速い潮の流れと、水温による負荷の影響と考えられる。中層の異常貝は5

枚中 2 枚、下層では 11 枚中 9 枚が内面着色を伴う異常貝であり、これらは測定時期が遅ければへい死していた可能性も考えられる。また、蓬田の下層は長い手棒をつけて設置しており、深度計のデータでは潮が速い時期に 10m 浮き上がっていたのも確認され、加速度の変動もみられ、中層とはパールネットの動揺が異なっていたとも考えられる。蓬田では、試験終了時のへい死率が高く、試験開始時にすでに異常貝があったことも考えられるため、今後は試験開始時の異常貝についても調査することとする。

殻長は、久栗坂を除いて中層の方が大きい傾向がみられた。久栗坂は中層の方が水温が高く成長が停止していた期間が長かったためと考えられるが、蓬田は中層と下層で 24℃ 以上の日数の差が 3 日と小さかったこと、下層が長い手棒で振られていたことで下層の方が成長不良となったと思われる。小湊では、8 月中旬に下層のパールネットが海底についていたことが深度計のデータで明らかになっており、海底に埋没したり、ぶつかったりしていた可能性が考えられる。

表 5. 漁業者施設、実験漁場における測定結果

試験区		実際の 収容枚数	へい死 率(%)	成長後へい 死率(%)	異常貝 率(%)	殻長(mm)
						平均値±SD
蓬田	試験開始時	-	8.5	-	-	9.7 ± 1.4
	中層	75	83.2	80.2	13.2	20.3 ± 2.3
	下層	119	72.8	67.3	22.0	18.8 ± 2.4
小湊	試験開始時	-	0.0	-	-	9.6 ± 1.3
	中層	166	10.2	4.5	4.0	20.5 ± 2.4
	下層	159	12.8	4.1	4.0	19.3 ± 2.0
久栗坂	試験開始時	-	0.0	-	0.0	8.4 ± 1.4
	中層	108	19.5	18.0	4.0	20.0 ± 2.2
	下層	87	11.1	9.3	6.0	20.3 ± 1.6
川内	試験開始時	-	0.0	-	0.0	8.8 ± 0.8
	中層	125	9.9	7.4	4.0	20.0 ± 2.1
	下層	200	10.1	6.9	2.0	19.0 ± 3.7

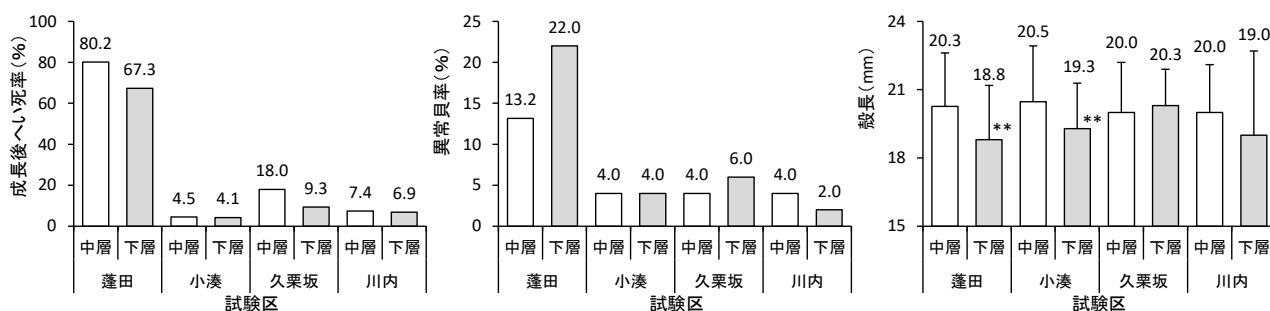


図 6. 各地における成長後へい死率、異常貝率、殻長(バーは標準偏差、同地区の中層と比較して **は p<0.01 で有意差あり)

2. 新貝試験

試験開始時の測定結果を表 6 に示す。久栗坂では異常貝はみられず、殻長は 93.6mm、全重量は 91.8g、軟体部重量は 45.7g であった。川内では異常貝率は 6.7%、殻長は 87.9mm、全重量は 66.9g、軟体部重量は 28.2g であった。試験終了時の測定結果を表 7 に示す。

表 6. 新貝試験開始時の測定結果

試験区	異常貝 率(%)	殻長(mm)	全重量(g)	軟体部重量(g)	軟体部 指数
		平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	
久栗坂	0.0	93.6 ± 4.2	91.8 ± 11.6	45.7 ± 6.2	49.8
川内	6.7	87.9 ± 3.5	66.9 ± 7.9	28.2 ± 5.7	42.2

表 7. 新貝試験終了時の測定結果(上段パールネット、下段丸籠)

パールネット 試験区		へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm) 平均値±SD	全重量(g) 平均値±SD	軟体部重量(g) 平均値±SD	軟体部 指数	
久栗坂	4枚入	中層	5.0	13.3	107.3 ± 4.3	137.6 ± 12.2	54.8 ± 6.7	39.8
		下層	2.5	6.7	109.1 ± 6.1	135.4 ± 17.0	53.6 ± 8.2	39.6
	8枚入	中層	8.8	16.7	106.1 ± 4.3	124.7 ± 13.6	46.4 ± 5.2	37.2
		下層	1.3	10.0	105.4 ± 5.3	125.9 ± 14.1	49.8 ± 5.7	39.6
川内	4枚入	中層	2.5	23.3	92.2 ± 4.1	84.4 ± 7.7	32.2 ± 3.7	38.1
		下層	0.0	13.3	91.6 ± 3.7	82.8 ± 9.1	30.7 ± 4.2	37.1
	8枚入	中層	2.5	6.7	92.5 ± 3.8	85.6 ± 9.2	31.8 ± 4.1	37.1
		下層	5.0	13.3	91.8 ± 3.5	85.0 ± 7.3	33.1 ± 3.9	38.9

丸籠 試験区		へい死率(%)	異常貝率(%)	殻長(mm) 平均値±SD	全重量(g) 平均値±SD	軟体部重量(g) 平均値±SD	軟体部 指数	
久栗坂	10枚入	中層	3.1	60.0	102.7 ± 4.0	120.8 ± 10.9	45.4 ± 5.8	37.5
		下層	5.1	13.3	106.1 ± 4.8	129.3 ± 14.5	55.5 ± 6.5	42.9
	20枚入	中層	3.5	80.0	99.1 ± 3.6	118.8 ± 12.0	45.3 ± 4.9	38.1
		下層	17.3	43.3	102.9 ± 4.8	120.1 ± 12.9	49.9 ± 7.0	41.5
川内	10枚入	中層	6.0	20.0	90.6 ± 3.1	84.3 ± 8.4	32.6 ± 3.1	38.7
		下層	2.0	6.7	91.5 ± 2.7	82.0 ± 8.4	30.0 ± 3.9	36.6
	20枚入	中層	0.5	16.7	88.7 ± 3.9	82.8 ± 10.1	30.3 ± 4.5	36.6
		下層	4.5	33.3	88.2 ± 3.5	75.8 ± 8.5	28.0 ± 4.1	36.9

へい死率及び異常貝率を図 7、8 に示す。久栗坂では、パールネットでは中層のへい死率が高く、丸籠では下層のへい死率が高かった。川内のへい死率は一定の傾向は認められなかった。久栗坂の異常貝率は下層より中層、パールネットより丸籠、収容枚数が多い方が高い傾向だった。川内の異常貝率はパールネット 4 枚入、丸籠 10 枚入では久栗坂と同様に中層の方が高かったが、収容枚数が多い 8 枚入、20 枚入では下層の方が異常貝率が高かった。新貝は水温が 20℃を超えると成長が停止、24℃を超えると衰弱することが分かっており⁵⁾、久栗坂の水深 10m と 30m に周年設置している流向流速計(JFE アドバンテック社、INFINITY-EM、水温センサー内蔵)の水温のデータによると(表 8)、日平均水温が 24℃を超えた日数には中層と下層で 11 日差あった。中層では高水温によって衰弱した貝が貝殻を閉じられなくなり、蛙又結節の丸籠の網地に擦れたり、結節部分が外套膜に食い込んだりしたこと、さらに収容枚数が多いとかみ合わせが起こる可能性が高まることで異常貝が発生しやすくなる要因と考えられる。一方、川内では久栗坂でみられた傾向が当てはまらないのは日平均水温が 24℃以上だったのは中層で 1 日のみだったことと、潮の流れが中層だけでなく下層でも速かったことによると考えられる。

表 8. 新貝試験期間の日平均水温の比較

試験区		20℃以上	24℃以上
久栗坂	中層	82日	21日
	下層	69日	10日
川内	中層	76日	1日
	下層	61日	0日

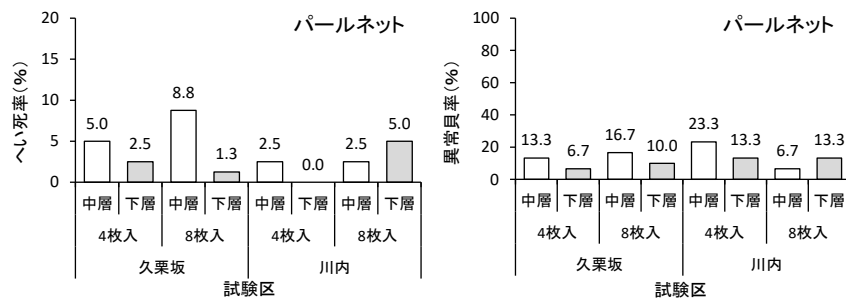


図 7. 新貝試験終了時のパールネットのへい死率と異常貝率

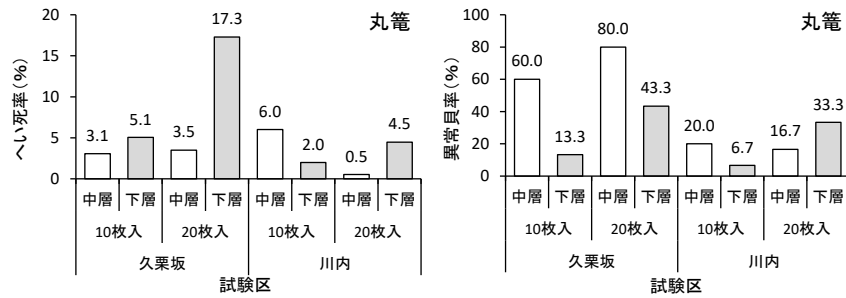


図 8. 新貝試験終了時の丸籠のへい死率と異常貝率

殻長、全重量、軟体部重量を図 9、10 に示す。パールネットの成長については、試験開始時に地区間の差があり、終了時も同様に久栗坂の方が成長が良かった。久栗坂も川内も収容枚数や水深の違いで有意な差はほとんどみられなかった。丸籠の成長は、久栗坂では下層の方が成長が良く、川内では中層の方が成長が良かった。久栗坂では中層より下層で潮の流れが比較的穏やかだったこと、中層と下層で水温差があったことが成長に差がみられた要因と考えられる。川内では前述のとおり、水温と潮の流れの影響に加え、一般に中層より下層の餌料(クロロフィル a 量)が少ない傾向にあることが要因として考えられる。

本調査では、高水温や速い潮流の影響はパールネットよりも丸籠で顕著だった。このことから、新貝養殖には蛙又結節の丸籠よりもラッセル網地のパールネットを用いる方が良いと言える。

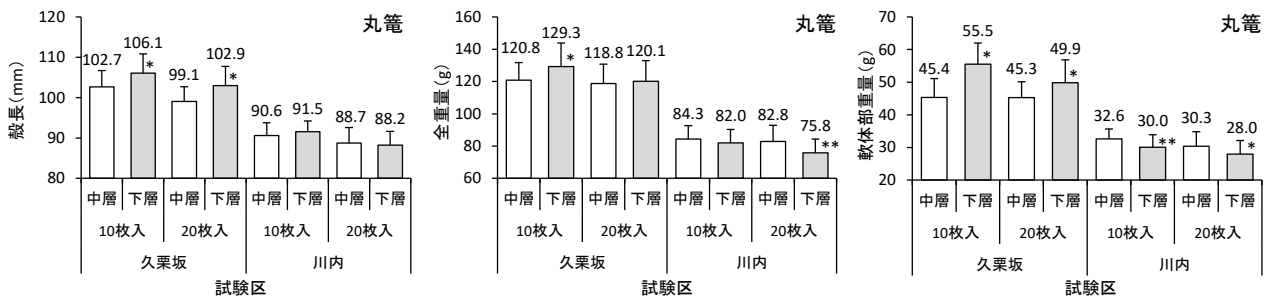


図 9. 新貝試験終了時の丸籠の殻長、全重量、軟体部重量(バーは標準偏差、同地区同収容枚数の中層と比較して**は $p < 0.01$ で、*は $p < 0.05$ で有意差あり)

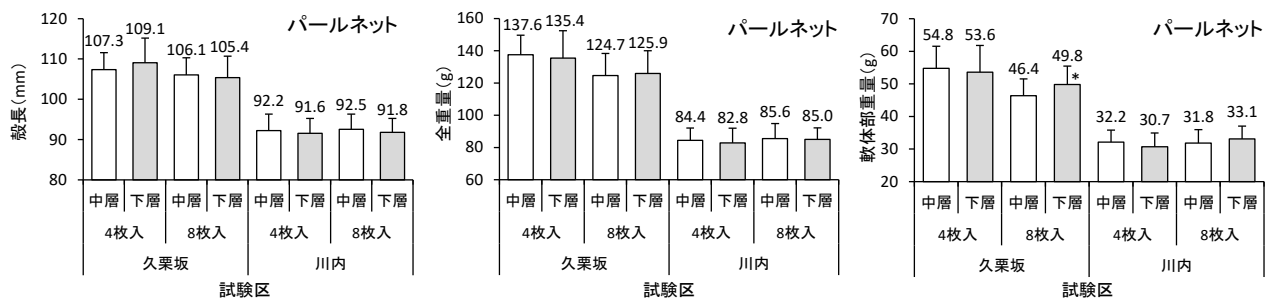


図 10. 新貝試験終了時のパールネットの殻長、全重量、軟体部重量(バーは標準偏差、同地区同収容枚数の中層と比較して*は $p < 0.05$ で有意差あり)

3. まとめ

本調査では実験漁場と漁業者施設において稚貝試験、実験漁場において新貝試験を行い、傾向として水温が高いほど、潮の流れが速いほど、パールネットより丸籠、収容枚数が多いほど、へい死や異常貝が多く、成長が劣る傾向がみられた。これらの要因は複合的に重なることで、ホタテガイに大きなダメージを

与えへい死や成長不良が起こることから、下層まで水温が高かったり潮の流れが速い場合でも耐えられるように、パールネットを使用したり、施設や籠を安定させたり、収容枚数を少なくするなどへい死リスクを抑える対策が必要となる。

文 献

- 1) 秋田佳林・吉田達(2021) 陸奥湾ほたてがい養殖効率化事業 養殖施設における漁場環境調査. 令和元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, 318-325.
- 2) 小谷健二・吉田達・伊藤良博・東野敏及・川村要(2014) 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(ホタテガイ養殖生産技術の改善). 平成24年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 394-405.
- 3) 秋田佳林・吉田達(2020)海面養殖業高度化事業 ホタテガイ養殖技術モニタリング事業. 平成30年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 268-278.
- 4) 秋田佳林・吉田達(2021)海面養殖業高度化事業 ホタテガイ養殖技術モニタリング事業. 令和元年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 306-317.
- 5) 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技術の開発. 平成23年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 514-521.