

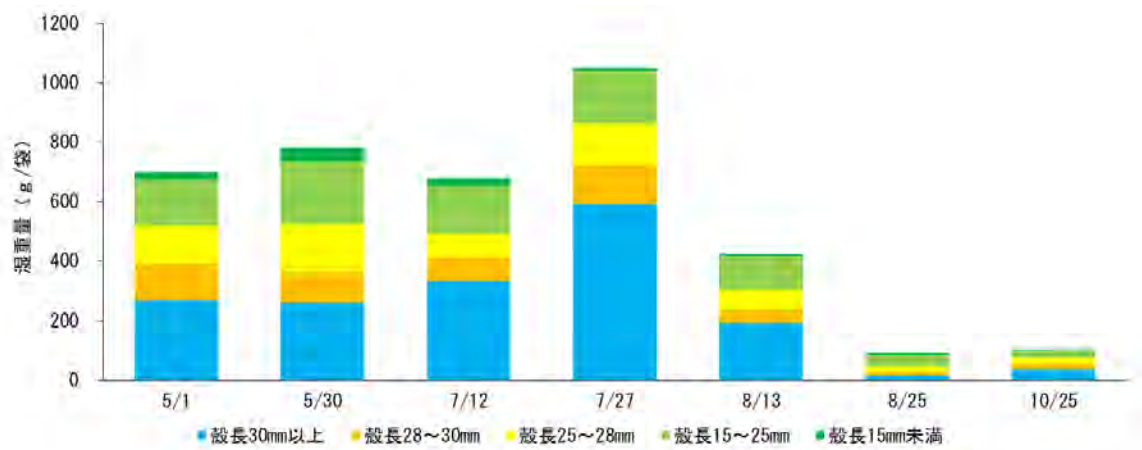
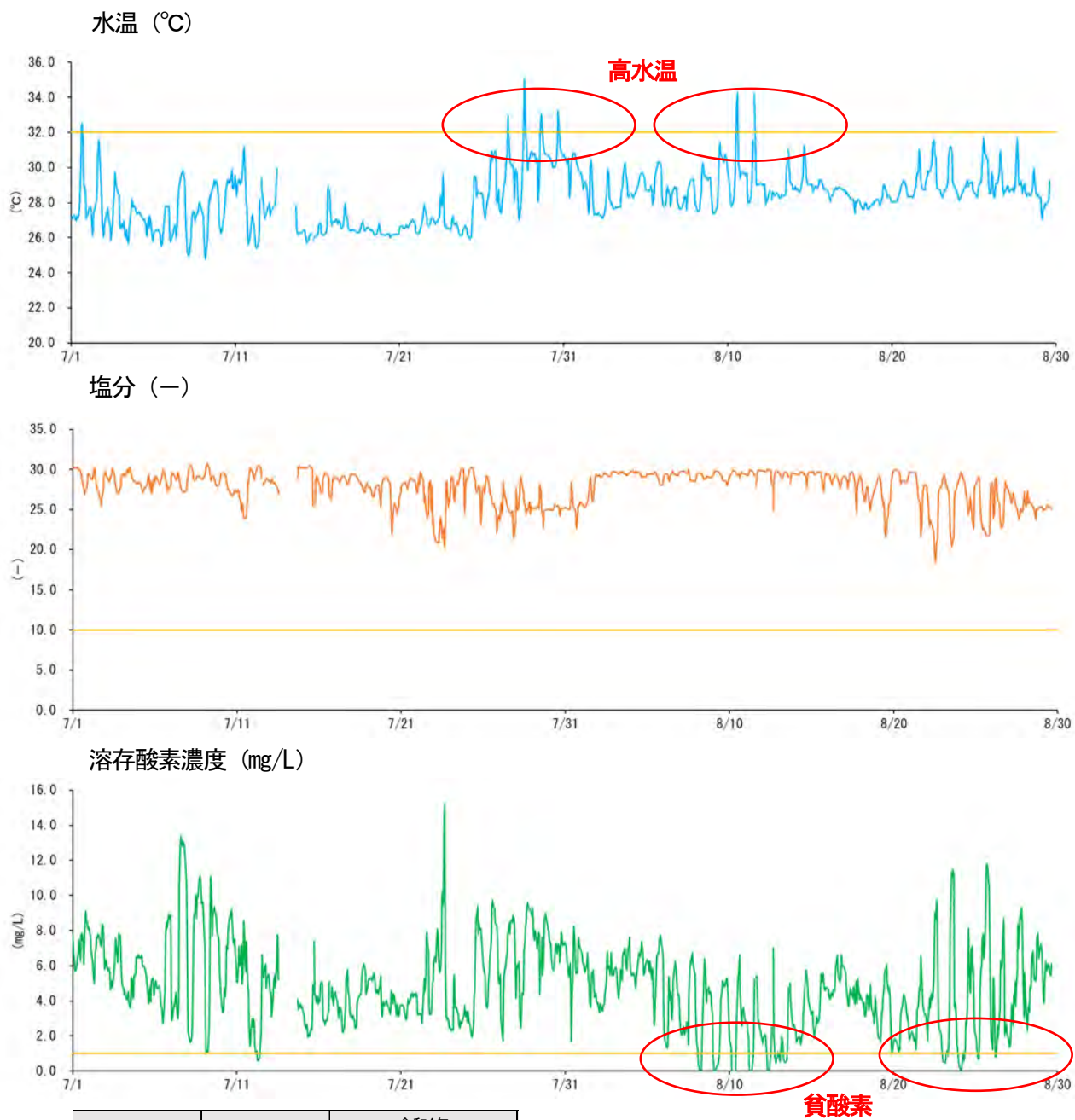


図 44 殻長別湿重量推移（対照区）



図 45 対照区（間引きなし）の状況写真

- ①7/27 対照区のアサリ ②8/13 釜漁場（マテガイ死亡） ③8/13 対照区網袋内 9mm 篩残留試料
④8/13 網袋内試料（拡大） ⑤死亡直後のアサリ



地点	項目	令和4年	
		観測時間	出現頻度(%)
水温 (°C)	総観測時間	1398	－
	30°C以上の時間	173	12.4%
	32°C以上の時間	15	1.1%
塩分 (－)	総観測時間	1398	－
	15(－)以下の時間	0	0.0%
	10(－)以下の時間	0	0.0%
溶存酸素濃度 (mg/L)	総観測時間	1400	－
	2mg/L以下の時間	180	12.9%
	1mg/L以下の時間	74	5.3%

図 46 釜漁場夏季の漁場環境

(2) 間引きによる夏季減耗の抑制および育成効果

間引き時の殻長ヒストグラムは図 47 に、間引き後の袋当たりの個体数と湿重量の推移は、表 14、表 15 に、間引き区と対照区の殻長ヒストグラムの推移は図 48 (13.2mm 篩による間引き)、図 49 (16.0mm 篩による間引き) に、成貝の個体数と湿重量の推移は図 50 (13.2mm 篩による間引き)、図 51 (16.0mm 篩による間引き) に示すとおりである。間引きにより、再収容したアサリは 13.2mm 篩による間引きでは、湿重量で間引き前の 678～781g/袋から間引き後の 54～105g/袋に、個体数で 253～398 個体/袋から 85～165 個体/袋にと、湿重量で約 9 割減、個体数で 6 割から 7 割減となった。16.0mm 篩による間引きでは、湿重量で 678～781g/袋から 190～299g/袋に、個体数で 253～398 個体/袋から 104～281 個体/袋にと、湿重量で 6 割から 8 割減、個体数で 3 割から 6 割減となった。大サイズのアサリを中心に間引くことで、いずれのケースも湿重量の間引き割合が個体数の間引き割合を上回った。間引き後の推移をみると、いずれの間引きケースにおいても対照区で発生した夏季の著しい減耗は確認されず、新しい間引き方法によるアサリの夏季減耗の抑制と育成効果に加えて、稚貝の加入と成長も確認された。10 月末時点のアサリ採取量は全ての間引きケースで対照区を上回っていた。

10 月末時点での対照区と各間引きケースとのアサリ湿重量（成貝）の統計解析結果は、表 16 のとおりである。7 月の 13.2mm 篩による間引きを除く全てのケースで、対照区に対して有意差あり ($P<0.05$) となった。

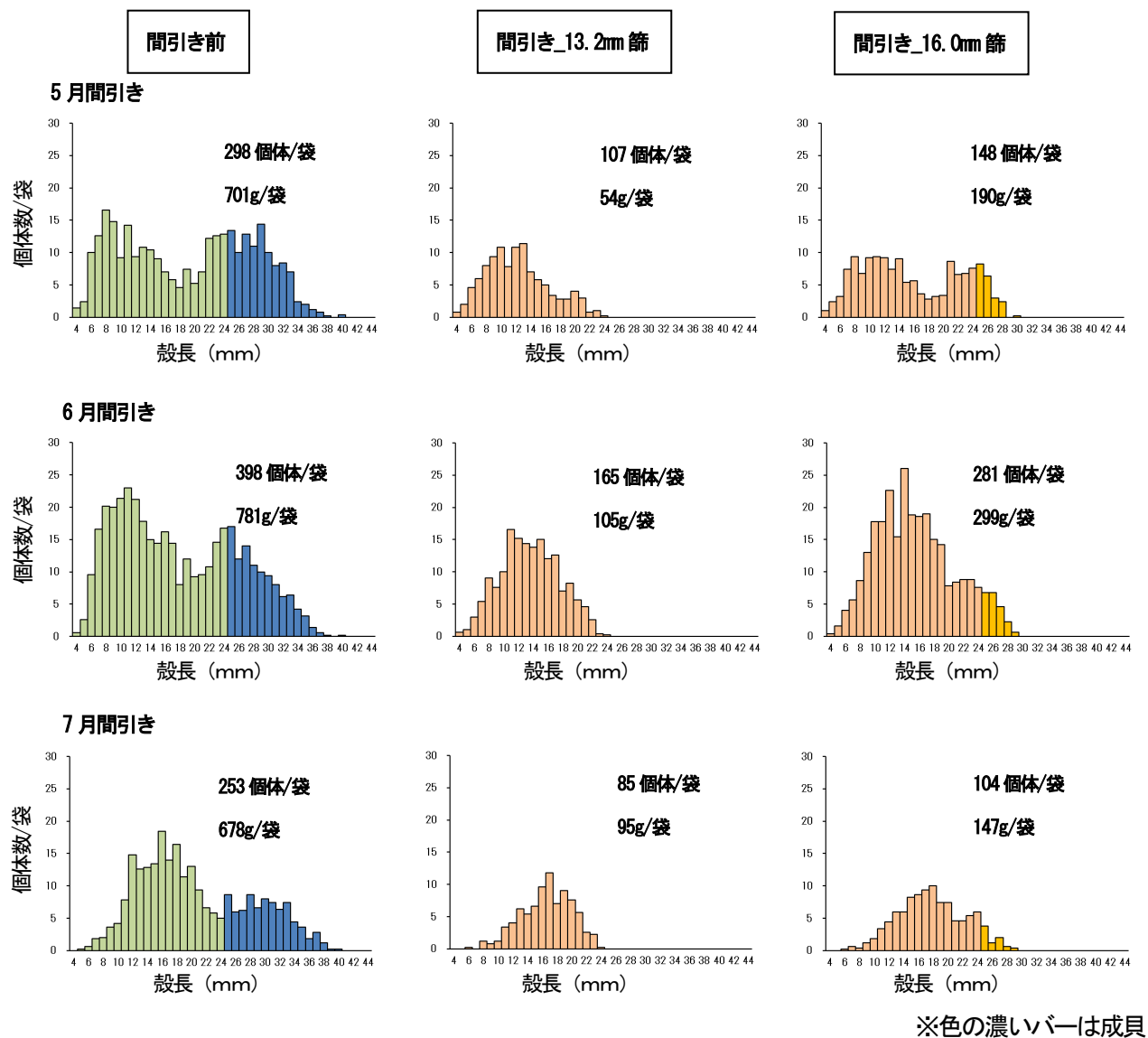


図 47 間引き前後の殻長ヒストグラム、個体数、湿重量

表 14 保護育成実験（間引きによる保護育成）の個体数推移_個体数/袋（5 袋平均）

個体数/袋	対照区（間 引きなし）	13. 2mm篩による間引き			16. 0mm篩による間引き		
		5/1 間引き	6/1 間引き	7/12 間引き	5/1 間引き	6/1 間引き	7/12 間引き
5 月	298 (102)	107 (0)	—	—	148 (20)	—	—
6 月	398 (104)	210 (3)	165 (0)	—	216 (33)	281 (21)	—
7 月	253 (79)	226 (18)	154 (8)	85 (0)	179 (44)	173 (35)	104 (8)
8 月 (13-14)	120 (49)	254 (76)	168 (53)	107 (9)	302 (114)	232 (65)	255 (49)
8 月 (25-28)	43 (10)	281 (77)	167 (65)	228 (31)	201 (83)	217 (75)	173 (52)
9 月 (24-25)	—	378 (106)	212 (74)	225 (77)	286 (150)	278 (120)	260 (100)
10 月 (10/25)	37 (14)	301 (122)	313 (99)	174 (70)	319 (142)	330 (142)	217 (87)

※（ ）は成貝個体数

表 15 保護育成実験（間引きによる保護育成）の湿重量推移_湿重量(g)/袋（5 袋平均）

湿 重 量 (g)/袋	対照区（間 引きなし）	13. 2mm篩による間引き			16. 0mm篩による間引き		
		5/1 間引き	6/1 間引き	7/12 間引き	5/1 間引き	6/1 間引き	7/12 間引き
5 月	701 (523)	54 (0)	—	—	190 (73)	—	—
6 月	781 (524)	160 (11)	105 (0)	—	279 (128)	299 (79)	—
7 月	678 (492)	291 (71)	217 (29)	95 (0)	373 (208)	341 (156)	147 (29)
8 月 (13-14)	423 (303)	605 (325)	386 (203)	165 (30)	921 (603)	543 (300)	510 (188)
8 月 (25-28)	90 (47)	647 (338)	434 (283)	355 (114)	586 (424)	566 (388)	397 (229)
9 月 (24-25)	—	757 (507)	475 (363)	512 (318)	1014 (821)	817 (631)	668 (458)
10 月 (10/25)	103 (76)	812 (603)	671 (506)	427 (297)	984 (784)	935 (758)	578 (424)

※（ ）は成貝湿重量

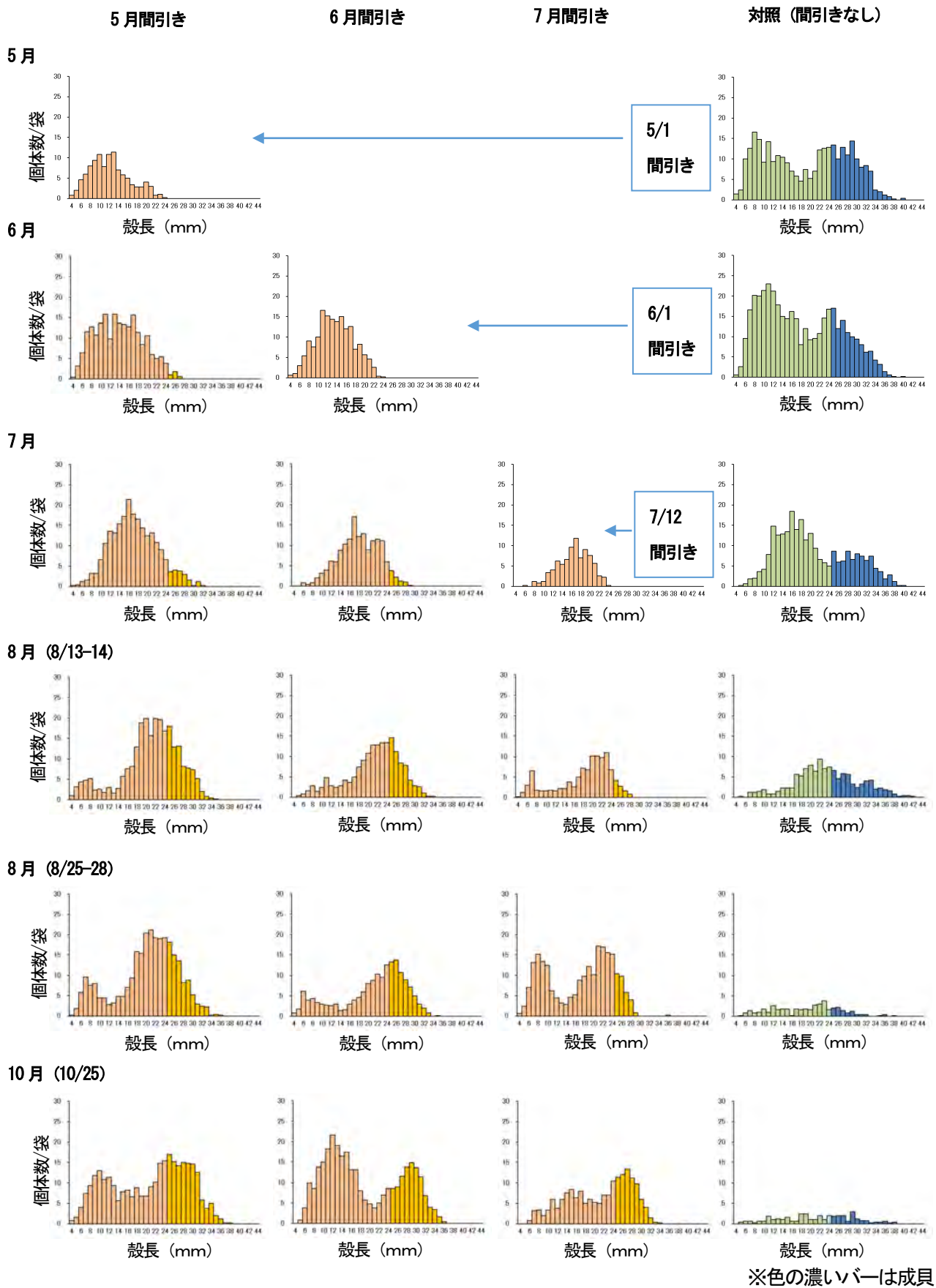


図 48 対照区（間引きなし）と間引き区（13.2mm篩）の殻長ヒストグラム推移_5 袋平均

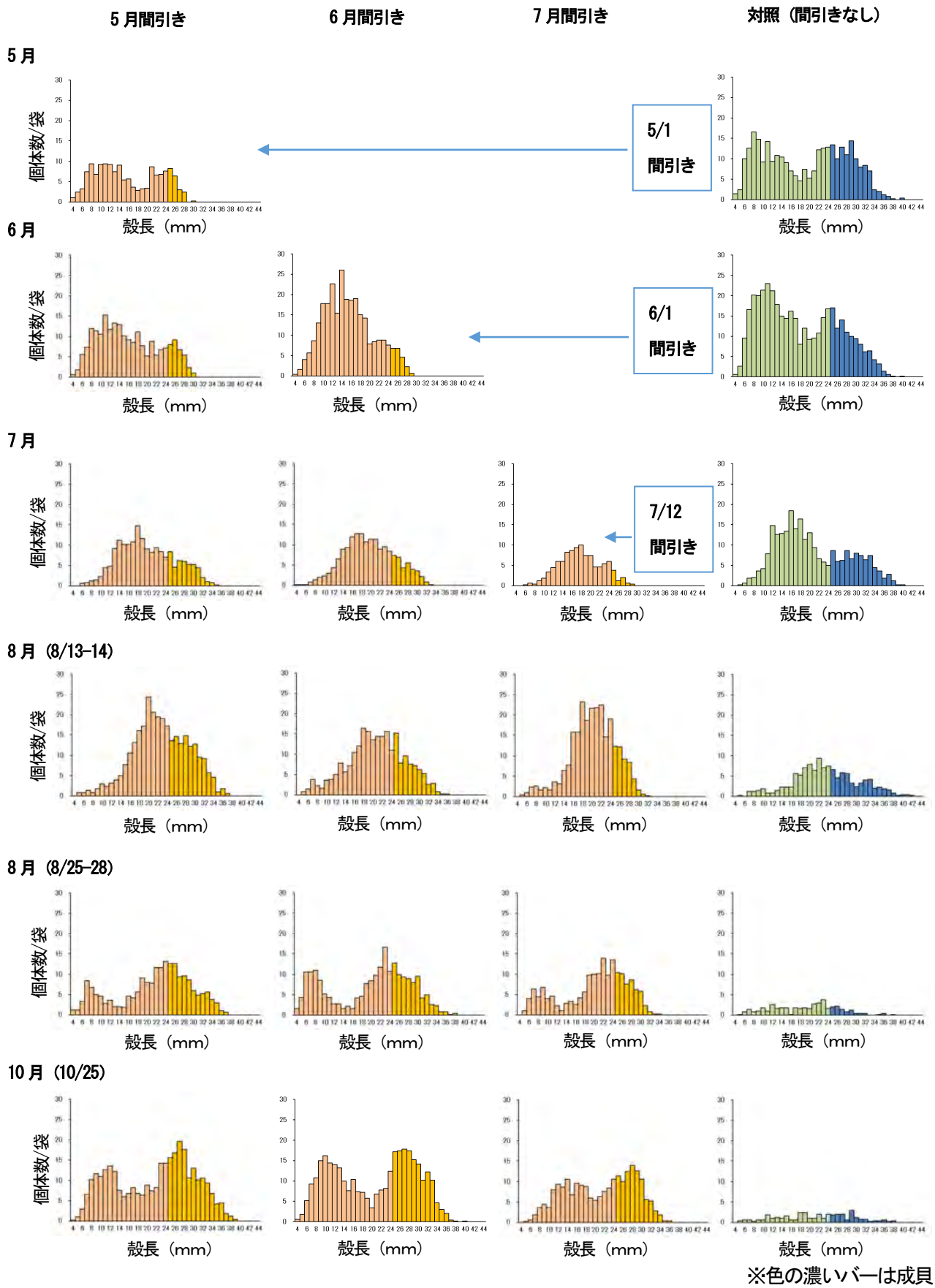


図 49 対照区（間引きなし）と間引き区（16.0mm篩）の殻長ヒストグラム推移_5 袋平均

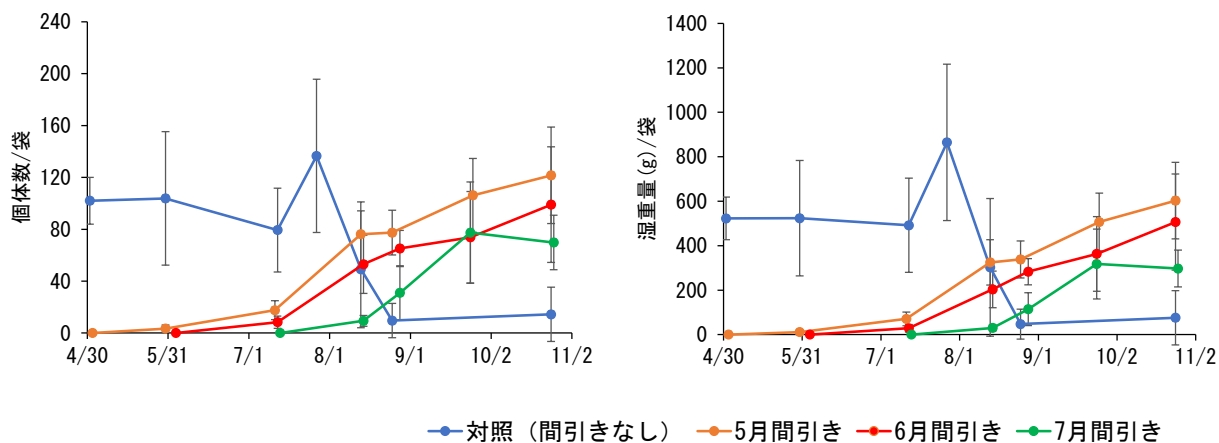


図 50 対照区（間引きなし）と間引き区（13.2mm 篩）の成員個体数、湿重量推移

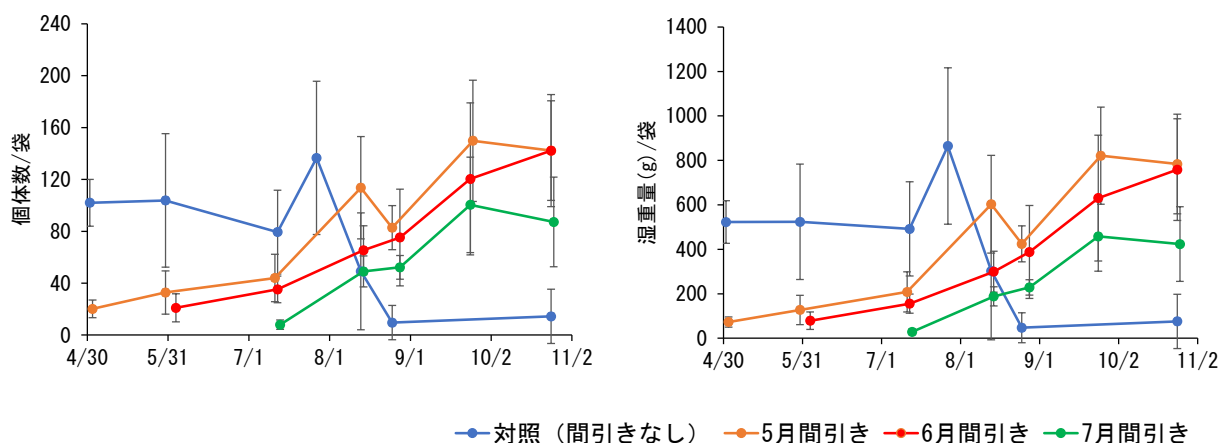


図 51 対照区（間引きなし）と間引き区（16.0mm 篩）の成員個体数、湿重量推移

表 16 対照区と各間引きケースとのアサリ湿重量（成員）の統計解析結果_10 月調査結果

調査月	項目	条件	一元配置分散分析				下位検定 (p<0.05)	
			自由度 (分子)	自由度 (分母)	F値	P値	検定結果	使用した検定
令和4年10月	湿重量	対照区						
		①5月_13.2mm					対照区<①	
		②5月_16.0mm					対照区<②	
		③6月_13.2mm	6	28	9.813	<0.01	** 対照区<③	Dunnett検定
		④6月_16.0mm					対照区<④	
		⑤7月_13.2mm					対照区<⑤	
		⑥7月_16.0mm					対照区<⑥	

※ 「**」 : p<0.01 「*」 : p<0.05 「 」 : p>0.05 「-」 : 判別不可

(3) 間引き時期、間引き方法（篩目）の違いによるアサリ採取量の結果（10月時）

10月末時点の対照区および間引きケースごとのアサリ成貝採取量（個体数、湿重量）は、図52に示すとおりである。全ての間引きケースのアサリ成貝採取量は、対照区を上回っており最も採取量が多かった16.0mm篩による5、6月の間引きケースの採取量は、個体数で142個体/袋、湿重量で760～780g/袋であった。

10月末時点での間引きケース間のアサリ湿重量（袋当たりの成貝）の統計解析結果は、表17のとおりである。7月の13.2mm篩による間引きに対して5、6月の16.0mm篩による間引きが有意差あり（ $P<0.05$ ）となった。

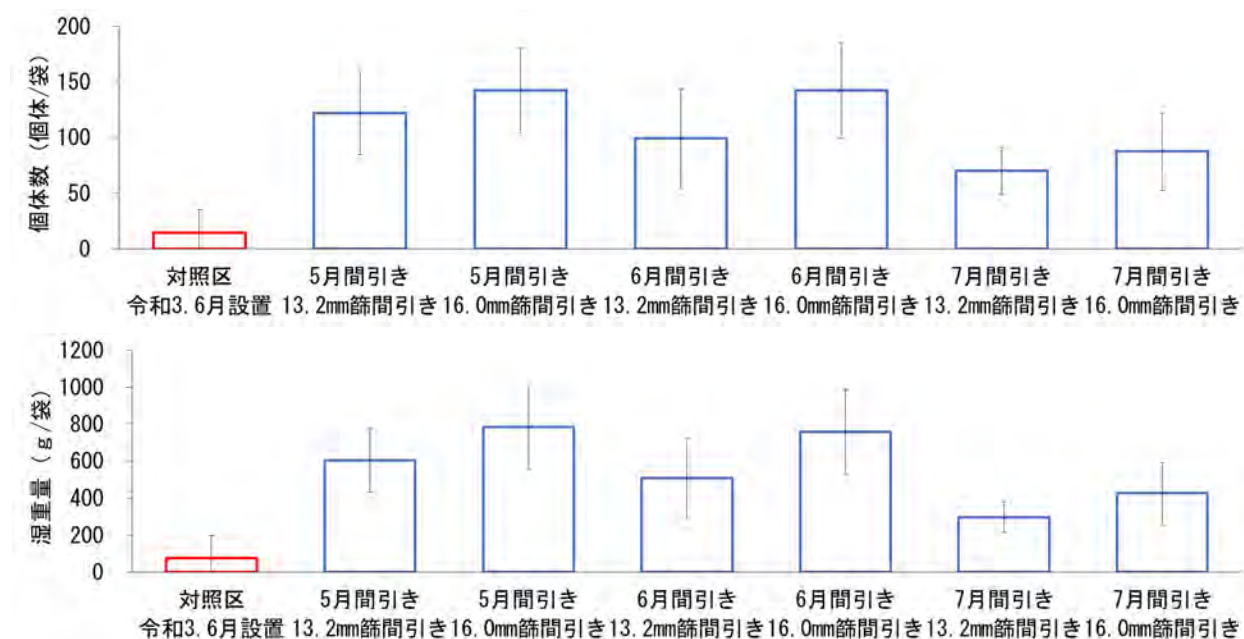


図52 10月時のアサリ成貝採取量（上段：個体数/袋 下段：湿重量/袋）

表17 間引きケース間の袋当たりのアサリ成貝湿重量の統計解析結果_10月調査結果

調査月	項目	条件	一元配置分散分析				下位検定 ($p<0.05$)	
			自由度 (分子)	自由度 (分母)	F値	P値	検定結果	使用した検定
令和4年10月	湿重量	①5月_13.2mm	5	24	5.104	<0.01	**	②>⑤ ④>⑤
		②5月_16.0mm						
		③6月_13.2mm						
		④6月_16.0mm						
		⑤7月_13.2mm						
		⑥7月_16.0mm						

※ 「**」： $p<0.01$ 「*」： $p<0.05$ 「 」： $p>0.05$ 「-」： 判別不可

(4) 間引き時の漁獲量と身入り状況

間引き時（5, 6, 7 月）のアサリ漁獲量は図 53 に、アサリ肥満度は図 54 に示すとおりである。殻長 30mm 以上のアサリの漁獲量は、260～310g/袋であった。身入りについては、肥満度 16.8～17.5 と身入り良好¹⁰⁾なアサリであった。

間引き時の殻長 30mm 以上のアサリ漁獲量の統計解析結果は、表 18 のとおりである。間引き時期の違いによる有意差は、確認されなかった。

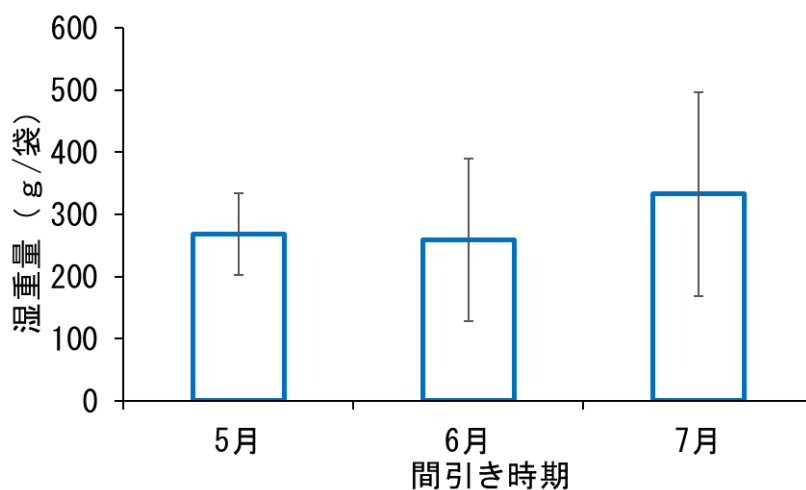


図 53 間引き時のアサリ漁獲量

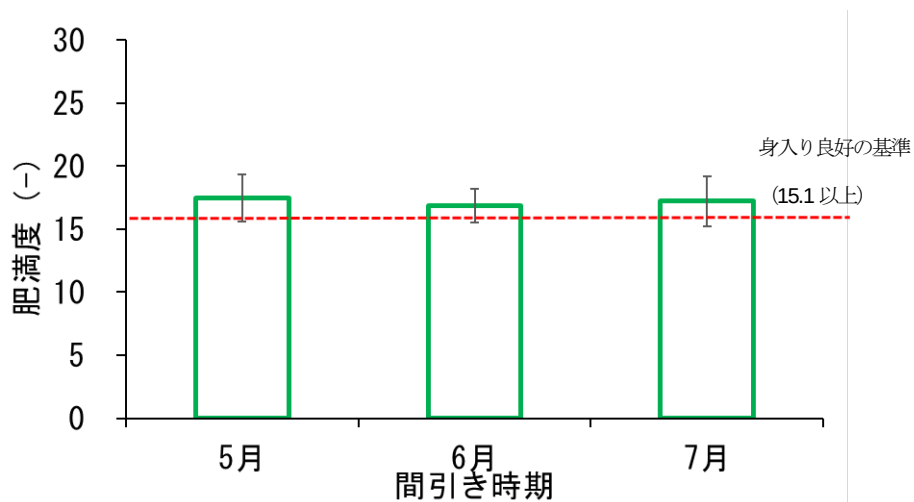


図 54 間引き時のアサリ肥満度

表 18 間引き時の殻長 30mm 以上のアサリ漁獲量の統計解析結果

調査月	項目	条件	一元配置分散分析				下位検定 ($p < 0.05$)	
			自由度 (分子)	自由度 (分母)	F値	P値	検定結果	使用した検定
令和4年5月	湿重量 (殻長30mm以上)	①5月	2	12	0.501	0.62	有意差無し	Tukey検定
令和4年6月		②6月						
令和4年7月		③7月						

※ 「**」 : $p < 0.01$ 「*」 : $p < 0.05$ 「 」 : $p > 0.05$ 「-」 : 判別不可

4.1.3 考察

(1) 新たな間引き方法の効果の要因

新たな間引き方法による効果要因のイメージは、図 55 に示すとおりである。今年度、新たな間引き方法としてアサリのへい死リスクを避けて夏前に漁獲と間引きを併用する方法を検討し、間引きによるアサリの夏季減耗の抑制および育成効果を確認することができた。効果が得られた主要因としては以下の3点が挙げられた。

- ① 大サイズ（成貝中心）の間引きによる効果：漁獲を兼ねて大サイズのアサリを間引くことで、網袋に再収容する湿重量をより少なくした上で多くの個体数を確保できた。また小サイズのアサリとすることで、産卵放精に伴う疲弊によるへい死や、高水温、低塩分、貧酸素環境に晒された際の一部のアサリの死亡に伴う網袋内の環境悪化によるへい死も緩和されたと考えられる。
- ② ポンプによる網袋内の基質の洗浄による効果：間引きの際にポンプを活用して網袋内の基質を篩にかけることにより細粒分（有機物）が洗い流され、貧酸素環境下での網袋内の基質の還元化が抑制されたと考えられる。
- ③ アサリ以外の生物（カキ、シオフキ、コケガラス等）の除去による効果：篩に残ったアサリ以外の生物を除去することで、漁場環境悪化時にこれらの生物の死亡による影響も緩和されたと考えられる。また餌料の競合という点でもその他生物を除去することは、アサリの育成に効果的であったと考えられる。



図 55 新たな間引き方法による効果要因のイメージ

(2) 効果的な間引き方法（時期、間引き目合い）

秋に地元産アサリの成貝を確保するための、過年度までの方法と新たな間引き方法での秋季の成貝採取量の比較結果は、図 56 に示すとおりである。過年度までの方法（春に網袋設置、翌年秋に回収）では、年ごとの採取量のばらつきが大きく、夏季に漁場環境が悪化した年では成貝の確保が厳しい状況であった。新たな間引き方法（春に網袋設置、翌年夏前に間引き（漁獲・再収容））では、間引き時期 5 月、6 月、間引き目合い 16.0mm のケースで、サイズの大きいアサリを中心に間引きを行っても、その後の減耗抑制、育成効果により過年度までの方法でもっとも多く成貝が採取された令和 2 年と同等以上の成貝が、秋時点で確保されていた。新たな間引き方法では、間引き時にアサリの漁獲もおこなっているため、過年度の方法と比べて単位面積当たりの成貝採取量は向上したと言える。また夏前に一度漁獲することにより、夏季の漁場環境の悪化による漁獲“0”のリスクも回避された。

以上より、効果的な間引き方法は、間引き時期：5 月～6 月、間引き目合い：16.0mm（主に殻長 25～27 mm 以上のアサリを間引き）と考えられた。但し、この設定条件は釜漁場（湾口部漁場）のものであり夏季の貧酸素の影響がより大きい湾奥部の漁場では、効果の有無も含めて最適な間引き時期や間引き目合いを検証する必要があると思われる。

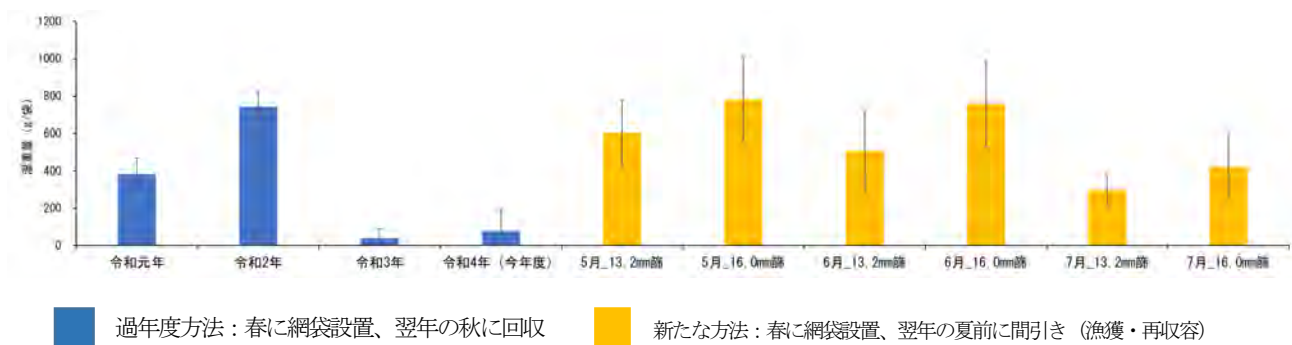


図 56 過年度方法と新たな間引き方法との比較_秋季の成貝採取量

(3) 翌年のアサリ漁獲量 (推定)

小課題 3-2-1 成貝移植実験では、秋にアサリ成貝を 2.0kg/袋収容し、翌年の春に秋の収容量と同等以上の採取量 (漁獲量) が得られている。新たな間引き方法による 10 月時点の成貝の量は、2.0kg/袋よりも低い密度であることから、翌年春の漁獲量は、現状と同等もしくは秋以降の育成効果によりそれ以上と考えられる。間引き時期 5, 6 月、間引き目合い 16.0mm ケースの 10 月時点の成貝の湿重量は、およそ 800g/袋であり、翌年の春には 800~1000g/袋程度の漁獲が期待される。これについては、翌年の春に実際の漁獲量を確認する必要がある。

4.2 保護育成実験 (間引きと連動した避難による保護効果の検証)

令和 3 年度の成果より、小長井町地先において夏季にシャットネラ赤潮や貧酸素水塊に起因すると考えられるアサリのへい死が発生した際に、その発生前に他地域 (島原市地先 (猛島海岸)) にアサリを避難させることによる生残率向上効果が確認された。その成果を踏まえ、今年度は令和 3 年度に作成した作業カレンダーに基づき、実用的な避難方法として、間引き時に発生する漁獲サイズ以下のアサリを避難させる方法についてその効果を確認した。

4.2.1 方法

保護育成実験 (間引きと連動した避難による保護効果の検証) の概要は図 57 に示すとおりである。令和 3 年 6 月に小長井地先釜漁場に設置した採苗用の砂利入り網袋を対象に、令和 4 年 5 月に実施した漁業者との間引きの実証実験時に、篩に残留したアサリのうち、漁獲サイズ以下のアサリ (殻長 23~28mm 想定) を島原市地先猛島海岸 (避難区) に移設し、夏季の減耗抑制効果を確認した。移設先の地盤高は、移設元と同じ高さ (C.D.L+0.9m) に設定した。測定項目は、個体数 (生残率)、湿重量、殻長とした。令和 4 年 10 月の避難区と対照区 (小長井町地先釜漁場) の調査結果と実験期間中の漁場環境状況をもとに、避難効果について考察した。

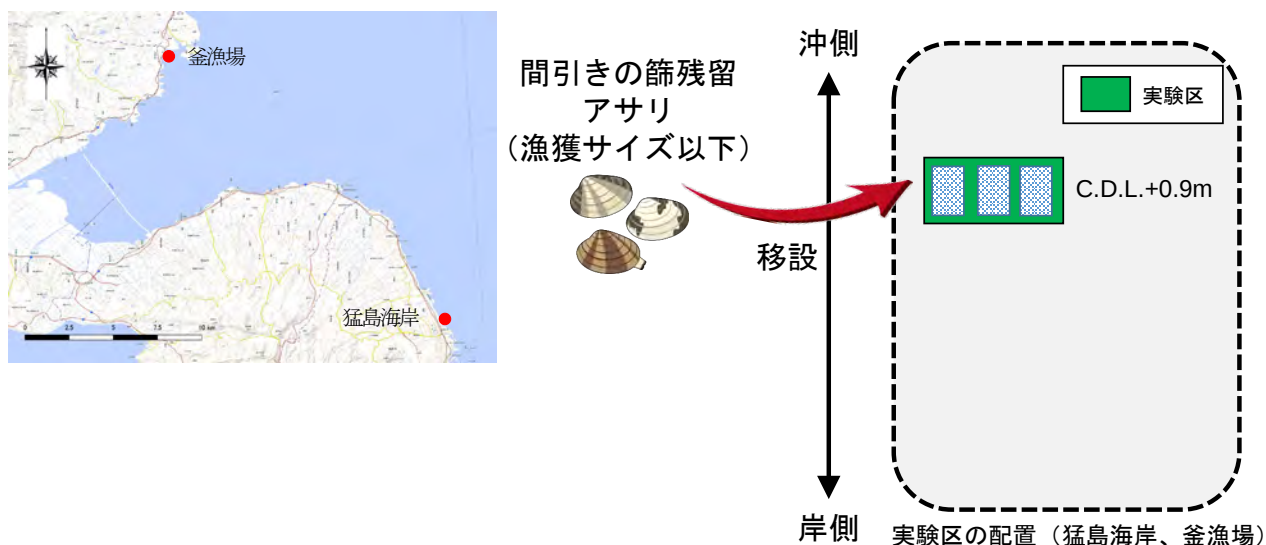


図 57 保護育成実験（間引きと連動した避難による保護効果の検証）実験の概要

4.2.2 結果

対照区と避難区の生残率推移は図 58 に、設置時と回収時の湿重量は図 59 に、設置時と回収時の殻長ヒストグラムは図 60 に、夏季の漁場環境（水温、溶存酸素濃度）は図 61 に示すとおりである。生残率については、設置から 8 月までは、対照区と避難区で、ほぼ同様の推移を示した。釜漁場で高水温、貧酸素が確認された後は、避難区が生残率が対照区を上回り、10 月の回収時は避難区 77%、対照区 71%であった。湿重量は、対照区、避難区ともに設置時（590～600g/袋）から増加し、避難区 880g/袋、対照区 790g/袋となり漁獲サイズ（殻長 30mm 以上）に達するアサリが多く確認された。

回収時（10 月）での対照区と避難区が生残個体数の統計解析結果は、表 19 のとおりである。生残率に差はあったものの統計的な有意差は確認されなかった。

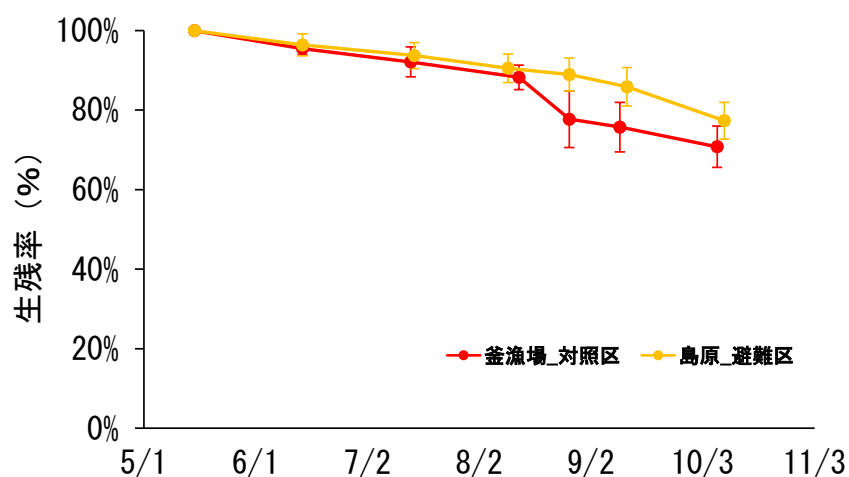
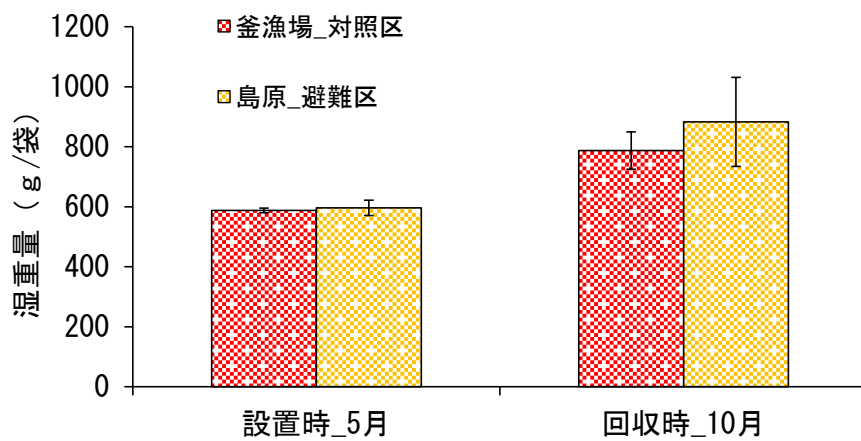


図 58 対照区と避難区が生残率推移



湿重量 (g/袋)		調査時期	
		設置時 5月	回収時 10月
釜漁場_対照区	平均(5袋)	588	787
	標準偏差	8	62
島原_避難区	平均(5袋)	596	883
	標準偏差	25	148

図 59 設置時、回収時の湿重量

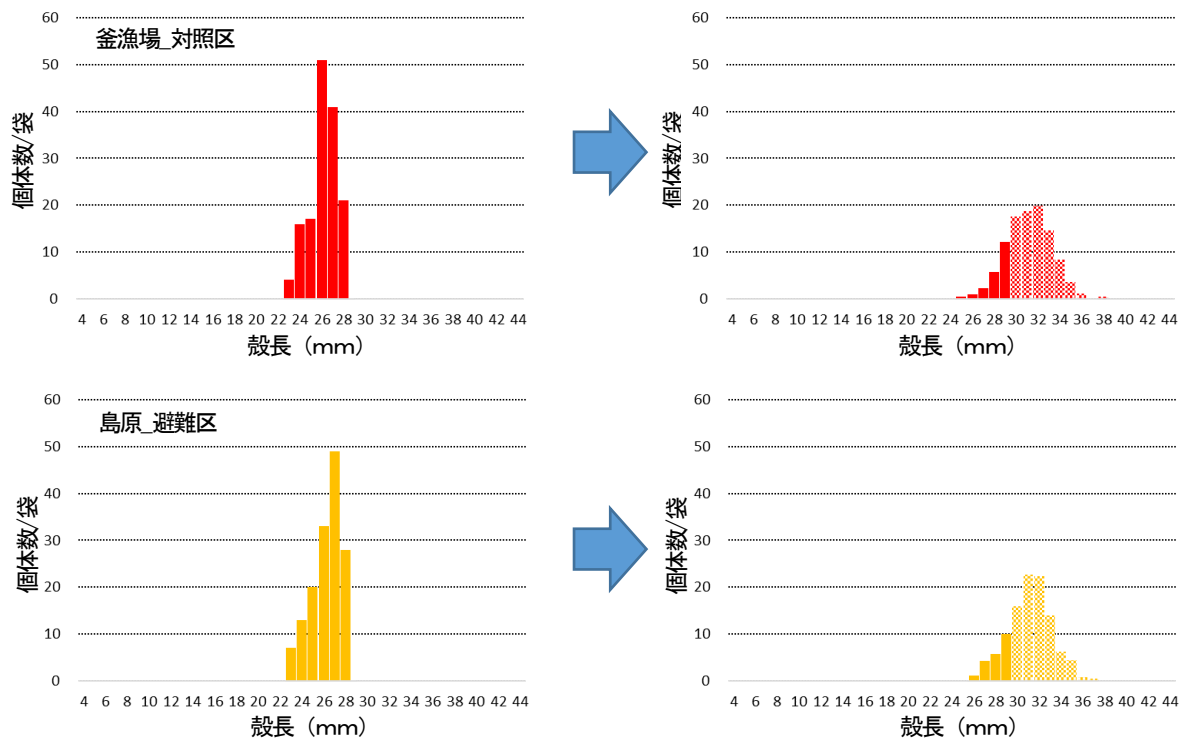


図 60 設置時 (5 月) と回収時 (10 月) の殻長ヒストグラム

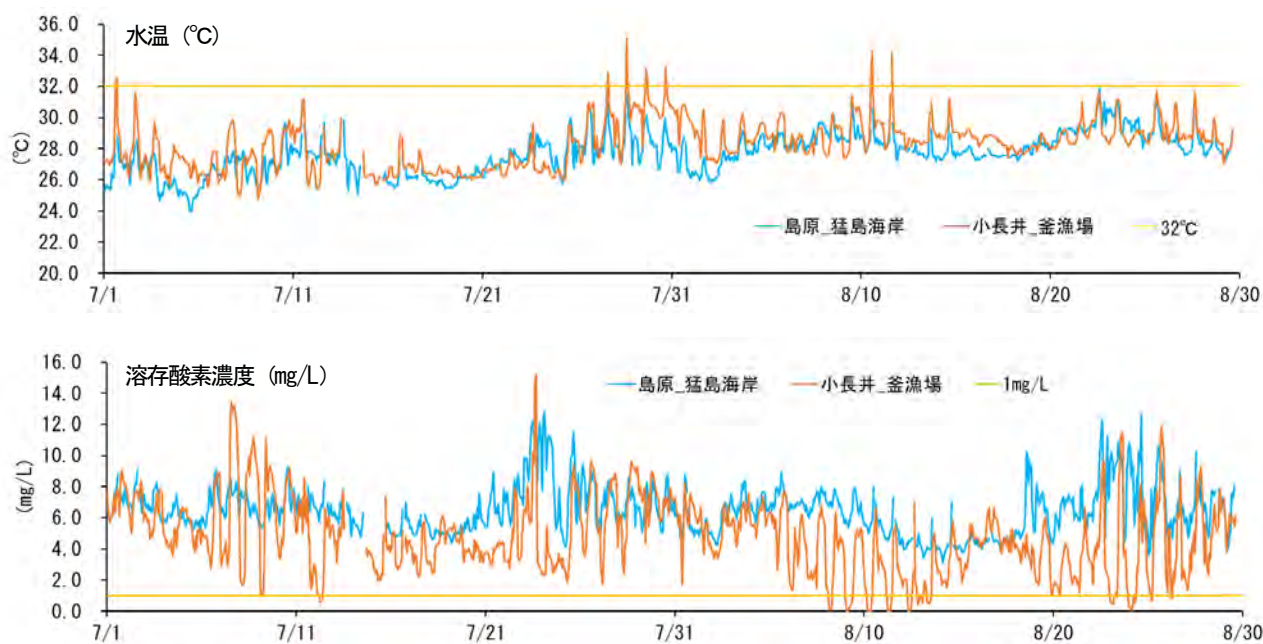


図 61 夏季の漁場環境（釜漁場、猛島海岸）

表 19 回収時（10 月）での対照区と避難区の生残個体数の統計解析結果

調査月	項目	条件	検定 ($p < 0.05$)			
			F値	P値	検定結果	使用した検定
令和4年10月	個体数 (殻長25mm以上)	①対照区_釜 ②避難区_島原	2.306	0.068	有意差無し	T検定

4.2.3 考察

令和3年に実施した避難実験の対照区と避難区の生残率推移は図62に、諫早湾の漁場環境とアサリのへい死状況（平成12年～令和4年）は図63に、実験に使用したアサリの成育イメージは図64に示すとおりである。昨年度ほど顕著ではないものの、今年度の実験においても夏前に、島原_避難区にアサリを避難させることにより生残率が向上する傾向がみられた。過年度同様に、島原_避難区（猛島海岸）は小長井地先よりも夏季の高水温、貧酸素のリスクが低いことが確認された。このことから、小長井地先において高水温や貧酸素によりアサリのへい死が発生した年は、島原への避難効果は高いと考えられた。諫早湾のアサリ養殖場では過去23年間でのアサリの大量へい死の発生回数は6回である。およそ4年に1回の頻度であるが、令和に入ってから高水温、低塩分、貧酸素水塊の発生が多く確認されていることから、リスク回避のためにも、避難については今後も検討課題である。

本実験に使用したアサリは、前述の間引き実験の際に篩に残ったアサリのうち漁獲サイズ以下のアサリで殻長は23～28mm前後であった。10月に回収したアサリの多くは、漁獲サイズ（殻長30mm以上）に達しており、実用的な避難方法としては、避難先での秋の漁獲が考えられた。今後、高い生産性を確保するためには、前述の間引きとの連動、避難先（他地域含む）での漁獲等、避難の考え方を発展させた秋季に漁獲するための新たな移植技術の開発が必要と考えられる。

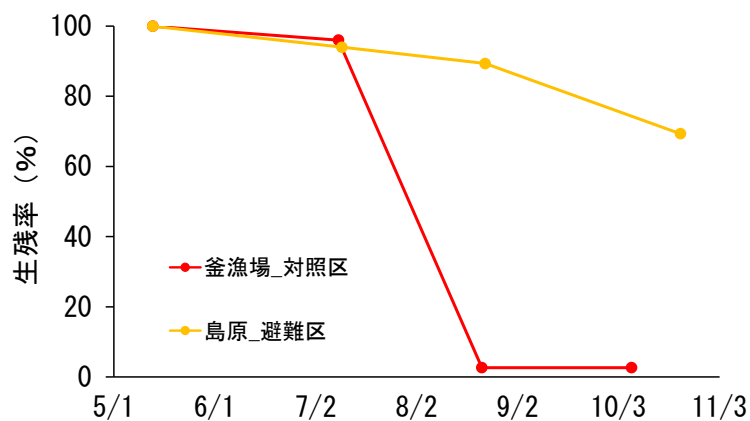


図 62 令和3年度の避難実験 対照区と避難区の生残率推移

年度		平成									
		文献情報中心									
		12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年
貧酸素	1mg/L以下										
	備考				2)	1)、2)				実測(8月)	
低塩分	10psu以下										
	備考										実測(8月)
高水温	32℃以上										
	備考					1)、2)					
アサリのへい死状況											
	備考	1)、3)			3)	2)、3)			2)、3)	4)	5)

※貧酸素、低塩分、高水温の赤セルは24時間以上観測された年

										令和			
釜テレメータおよび漁場での実測データ中心													
22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年	元年	2年	3年	4年	
実測(8月)		実測(7月)	実測(8月)								実測(7-8月)	実測(8月)	
実測(7、8、9月)	実測(7、8、9月)	実測(7月)							実測(8月)	実測(7月)	実測(8月)		
			実測(8月)								実測(8月)	実測(7-8月)	
6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)	13)	14)	15)	16)	17)	18)	

- 1) 水産工学 諫早湾のアサリ養殖場における夏季大量へい死対策 2010
 - 2) 水産工学 諫早湾内の諫早市小長井町地先干潟の貧酸素化の実態とその対策 2008
 - 3) 長崎県水産試験場データ
 - 4) ~ 18) 当事業の取得データ
- ※平成12年のへい死要因はシャットネラ赤潮

図 63 漁場環境とアサリのへい死状況 (平成12年~令和4年)

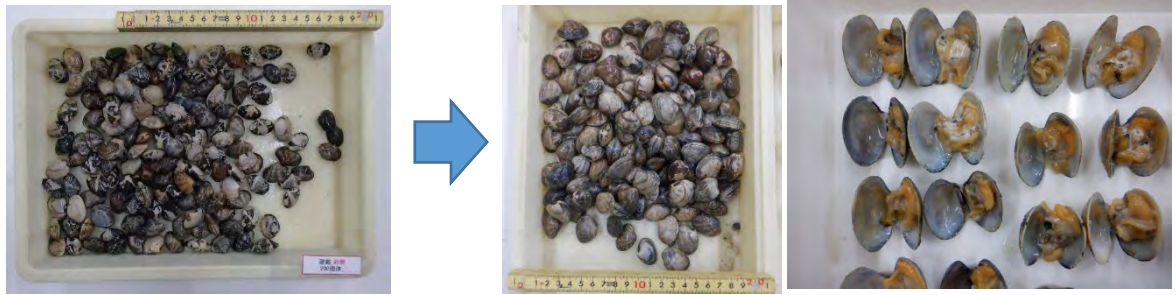


図 64 実験に使用したアサリの成育イメージ（左：移設時 右：回収時）