2.2 流況、波高および水質調査

2.2.1 流況調査

(1) 夏季調査

1) 釜漁場

令和2年7月22日～令和2年8月20日の釜漁場における流況調査の結果は、図 7に示すとおりである。夏季の釜漁場における流向は、南東（SE）の12.3%が最も多く、東北東（ENE）の2.6%が最も少なかった。南東（SE）における流速の割合は、0～3cm/sで0.5%、3～6cm/sで3.3%、6～10cm/sで5.2%、10cm/s～で3.3%であった。

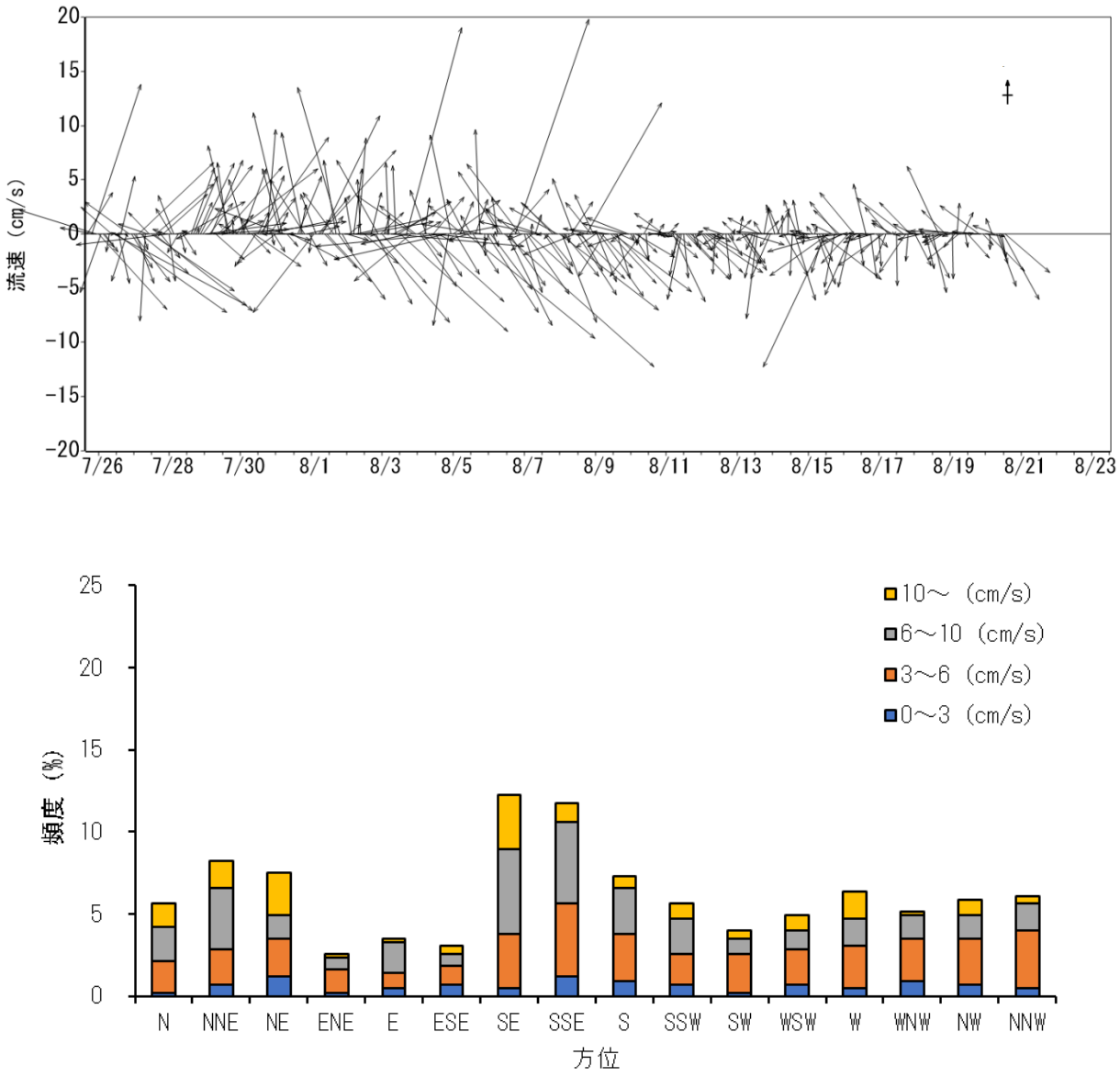


図 7　流況調査結果（上：流向・流速、下：頻度）

2）長里漁場

令和２年７月 20 日～令和２年８月 17 日の長里漁場における流況調査の結果は、図 8 に示すとおりである。夏季の長里漁場における流向は、北西（NW）の 11.8%が最も多く、東南東（ESE）の 2.6%が最も少なかった。北西（NW）における流速の割合は、0～3cm/s で 0.8%、3～6cm/s で 7.3%、6～10cm/s で 3.7%、10cm/s～で 0%であった。

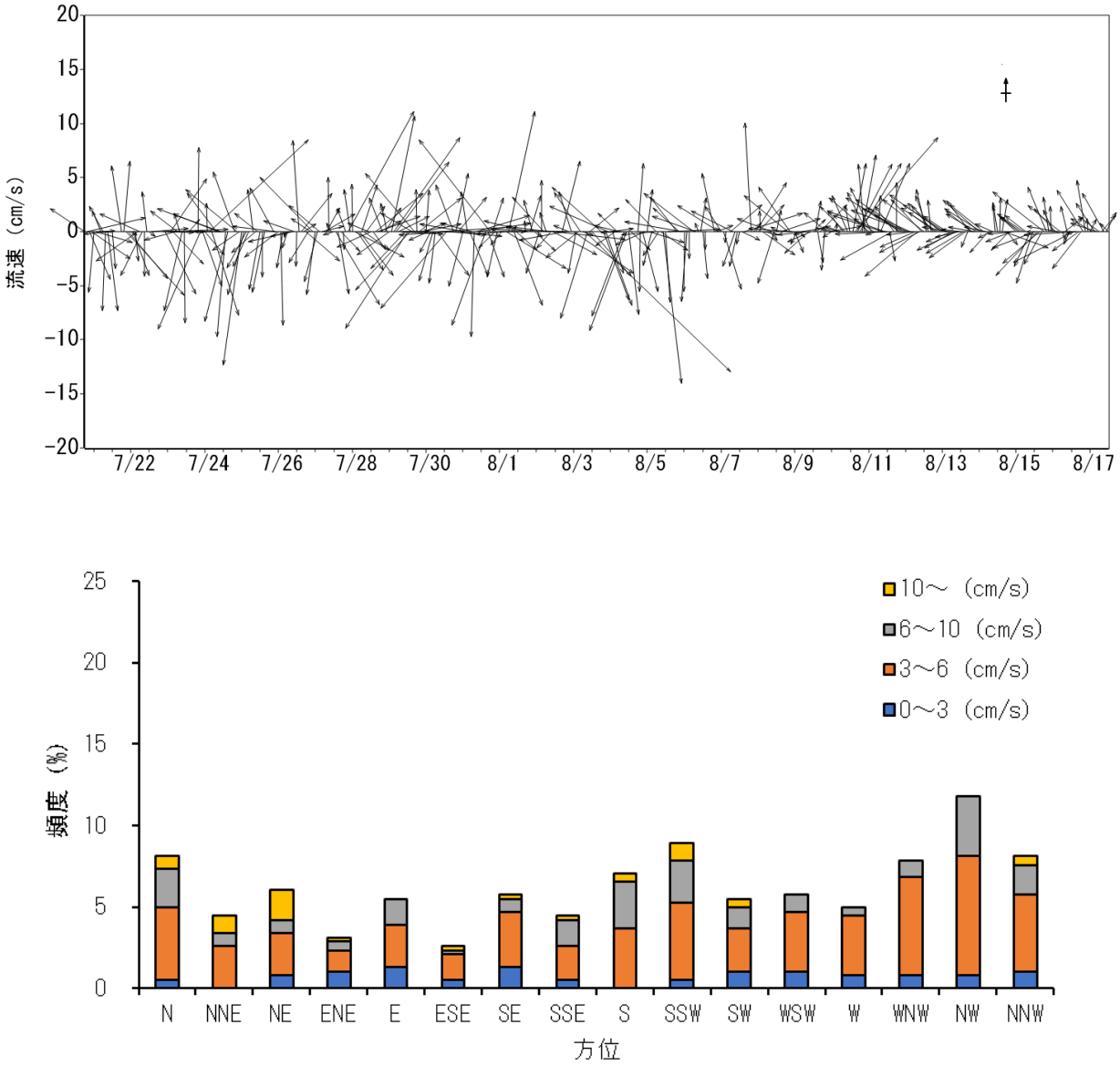


図 8　流況調査結果（上：流向・流速、下：頻度）

(2) 冬季調査

1) 釜漁場

令和 2 年 12 月 13 日～令和 2 年 12 月 31 日の釜漁場における流況調査の結果は、図 9 に示すとおりである。冬季の長里漁場における流向は、南南東（SSE）の 19.7%が最も多く、東（E）の 1.2%が最も少なかった。南南東（SSE）における流速の割合は、0～3cm/s で 5.8%、3～6cm/s で 8.9%、6～10cm/s で 5.0%、10cm/s～で 0%であった。

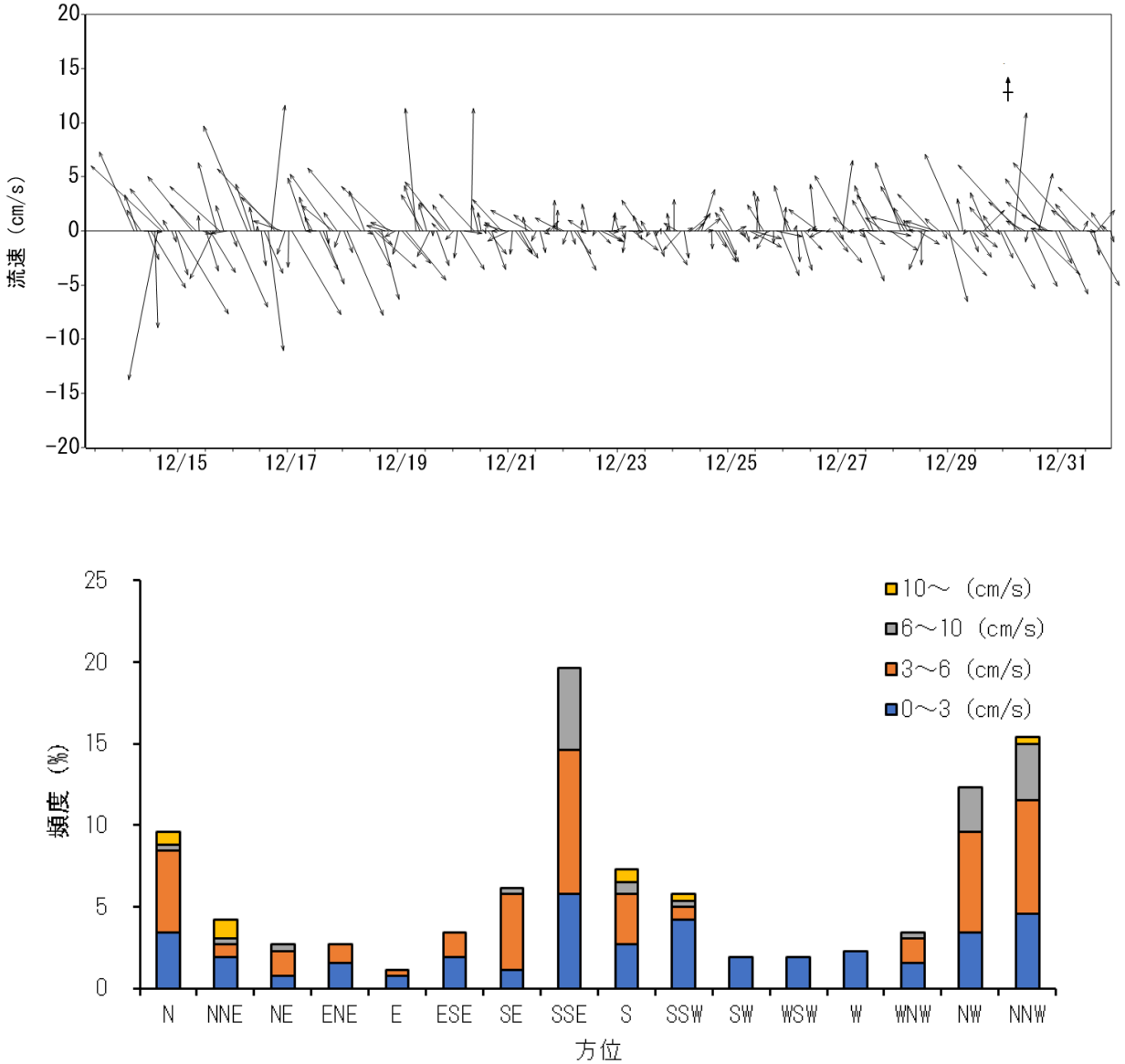


図 9　流況調査結果（上：流向・流速、下：頻度）

2）長里漁場

令和2年12月13日～令和2年12月31日の長里漁場における流況調査の結果は、図 10に示すとおりである。冬季の長里漁場における流向は、西北西（WNW）の15.1%が最も多く、南南東（SSE）と南（S）の1.2%が最も少なかった。西北西（WNW）における流速の割合は、0～3cm/sで4.3%、3～6cm/sで10.4%、6～10cm/sで0.4%、10cm/s～で0%であった。

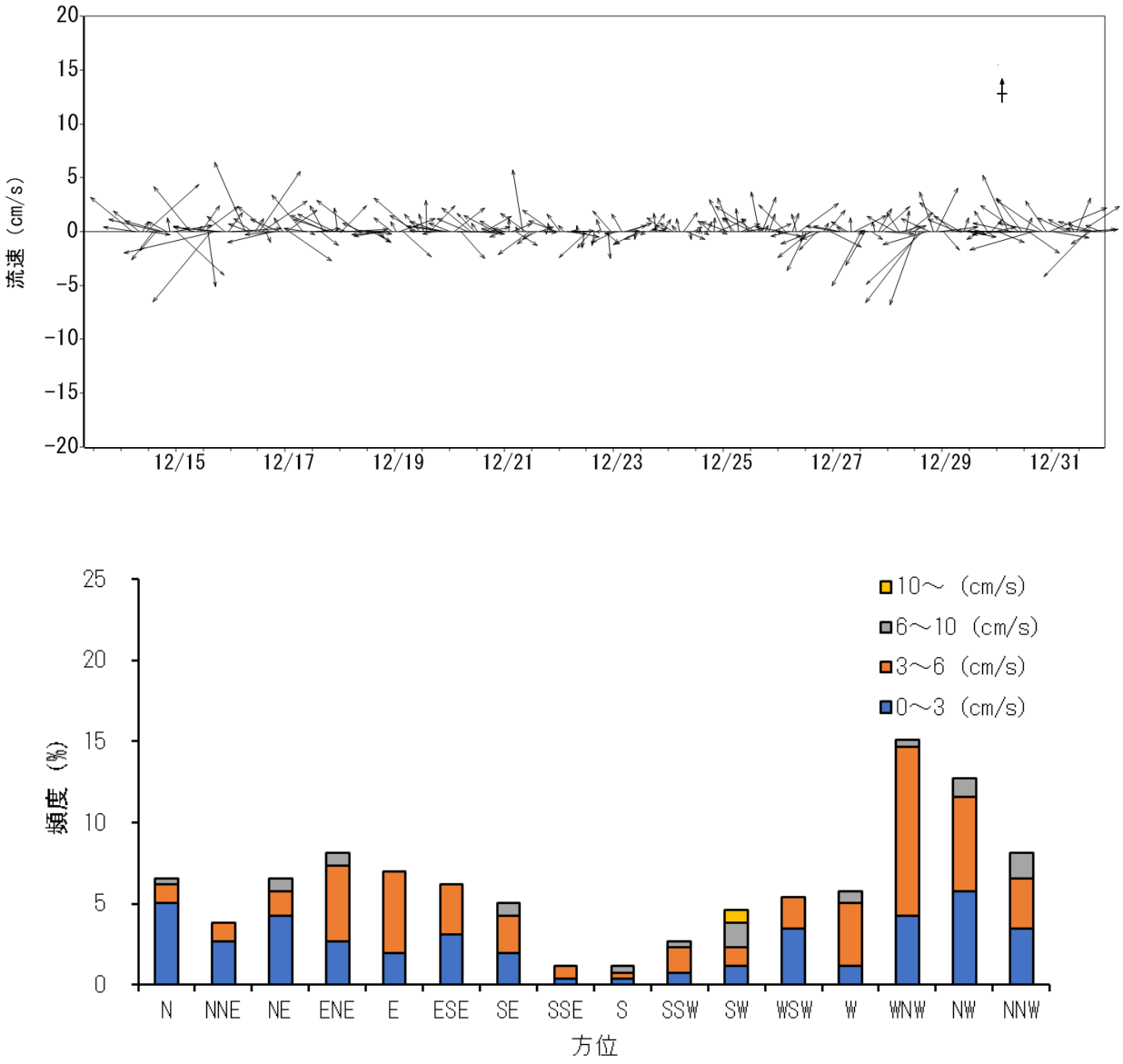


図 10　流況調査結果（上：流向・流速、下：頻度）

2.2.2 波高調査

(1) 夏季調査

令和２年７月 22 日～令和２年８月 21 日の長里漁場における波高調査の結果は、図 11 に示すとおりである。夏季の長里漁場における 1/3 有義波高は、令和２年７月 24 日の 10.3cm が最も高かった。

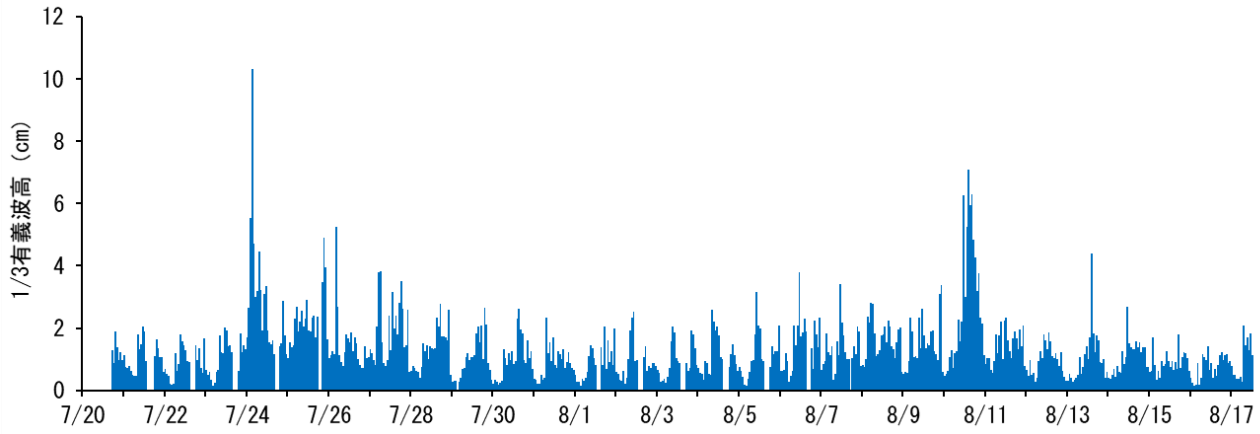


図 11　波高調査結果（1/3 有義波高）

(2) 冬季調査

令和２年 12 月 22 日～令和３年１月 21 日の長里漁場における波高調査の結果は、図 12 に示すとおりである。冬季の長里漁場における波高は、令和３年１月７日の有義波高 7.4cm が最も高かった。

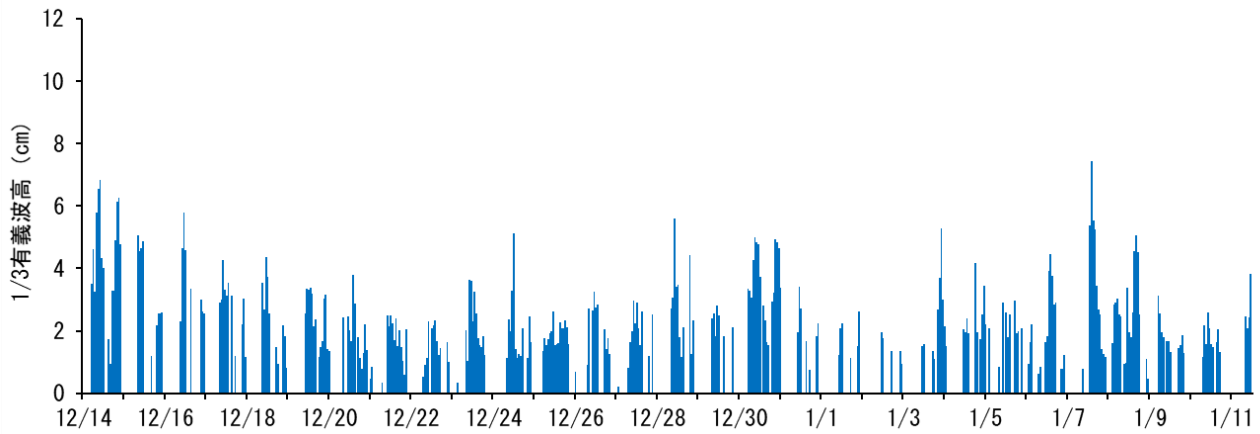


図 12　波高調査結果（1/3 有義波高）

2.2.3 水温、塩分、DO 調査

(1)水温調査

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の長里漁場における水温調査の結果は、図 13 に示すとおりである。また、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 4 のとおりである。観測は、長里漁場の地盤高 C.D.L.+0.8m 地点にワイパー式メモリー水温・塩分計を底上+20 ㎝で設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 31 日、令和２年９月 19 日から令和２年 10 月 31 日、令和２年 12 月１日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和２年８月の 27.3℃であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和３年１月の 8.4℃であった。

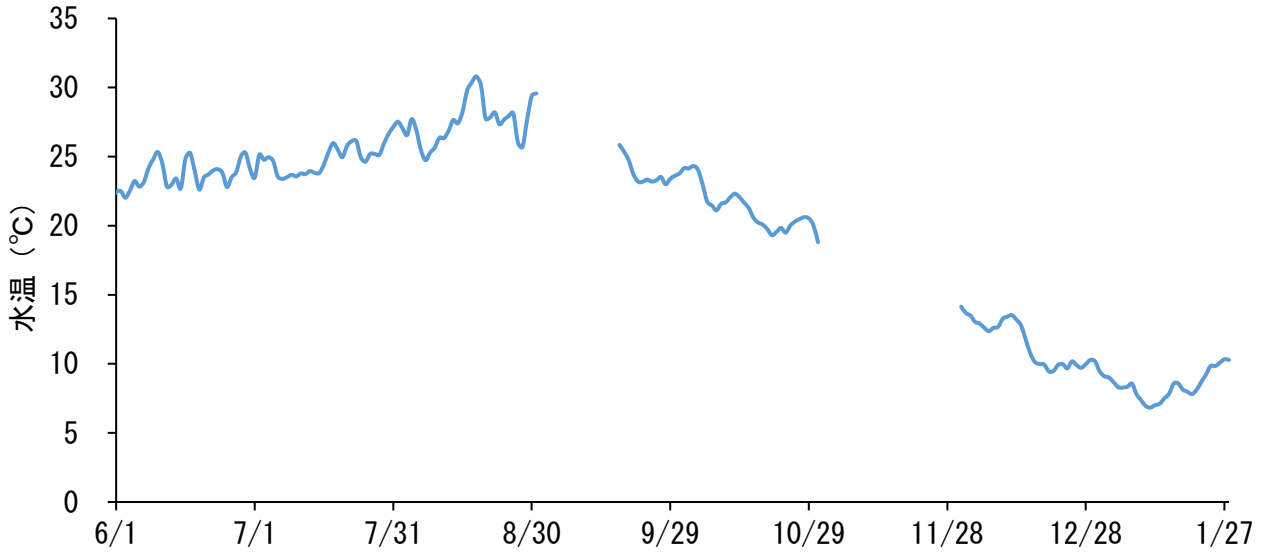


図 13　水温調査結果（長里漁場）

表 4　水温観測値（月別）

観測年月		観測範囲（℃）		平均（℃）	備考
		最大※	最小※		
令和２年	６月	25.3	22.0	23.7	１日～30 日（N=30）
	７月	27.1	23.4	24.8	１日～31 日（N=31）
	８月	30.8	24.7	27.6	１日～31 日（N=31）
	９月	25.8	23.0	23.8	18 日～30 日（N=13）
	10 月	24.3	18.8	21.3	１日～31 日（N=31）
	11 月	－	－	－	観測無し
	12 月	14.1	9.5	11.4	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	10.3	6.8	8.4	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

(2) 塩分調査

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の長里漁場における塩分調査の結果は、図 14 に示すとおりである。また、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 5 のとおりである。観測は、長里漁場の地盤高 C.D.L.+0.8m 地点にワイパー式メモリー水温・塩分計を底上+20 cmで設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 31 日、令和２年９月 19 日から令和２年 10 月 31 日、令和２年 12 月１日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和３年１月の 30.3psu であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和２年７月の 16.3psu であった。

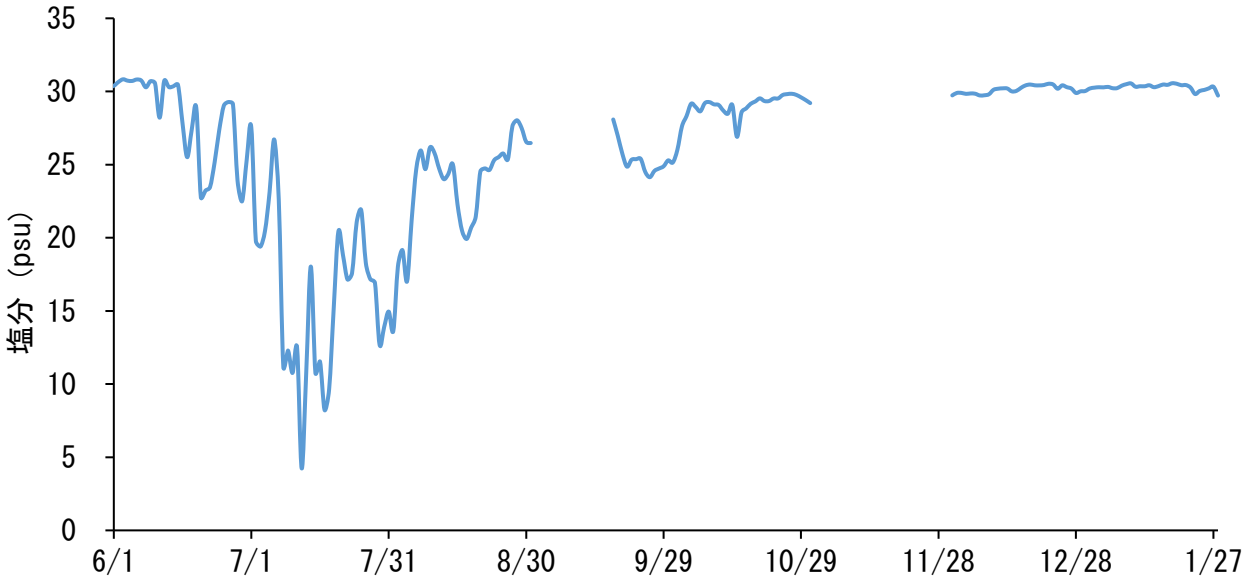


図 14　塩分調査結果（長里漁場）

表 5　塩分観測値（月別）

観測年月		観測範囲（psu）		平均	備考
		最大※	最小※	(psu)	
令和２年	６月	30.8	22.5	28.2	１日～30 日（N=30）
	７月	27.6	4.2	16.3	１日～31 日（N=31）
	８月	28.0	13.6	23.6	１日～31 日（N=31）
	９月	28.1	24.1	25.4	18 日～30 日（N=13）
	10 月	29.8	25.1	28.8	１日～31 日（N=31）
	11 月	－	－	－	観測無し
	12 月	30.5	29.7	30.1	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	30.6	29.7	30.3	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

(3) DO 調査

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の長里漁場における DO 調査の結果は、図 15 に示すとおりである。また、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 6 のとおりである。観測は、長里漁場の地盤高 C.D.L.+0.8m 地点にワイパー式メモリーDO 計を底上+20 cmで設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 30 日、令和２年９月 18 日から令和２年 11 月２日、令和２年 12 月１日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和３年１月の 10.0mg/L であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和２年８月の 5.3mg/L であった。

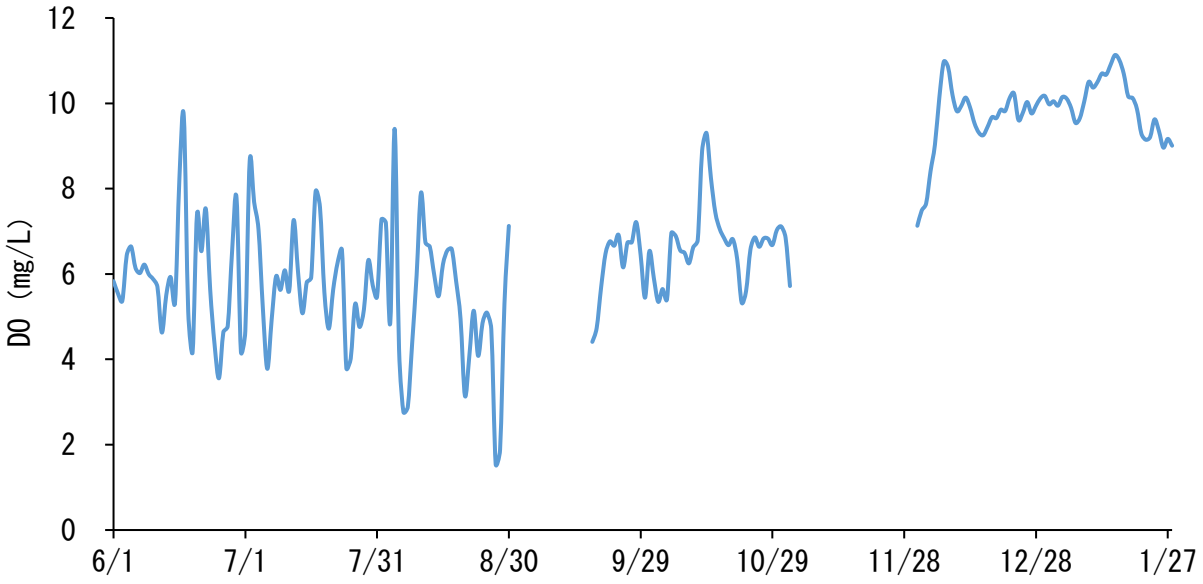


図 15　DO 調査結果（長里漁場）

表 6　DO 観測値（月別）

観測年月		観測範囲（mg/L）		平均	備考
		最大※	最小※	(mg/L)	
令和２年	６月	9.7	3.6	5.9	１日～30 日（N=30）
	７月	8.6	3.8	5.8	１日～31 日（N=31）
	８月	9.4	1.5	5.3	１日～31 日（N=31）
	９月	7.2	4.4	6.2	18 日～30 日（N=13）
	10 月	9.3	5.3	6.7	１日～31 日（N=31）
	11 月	－	－	－	観測無し
	12 月	11.1	7.1	9.6	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	11.1	9.0	10.0	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

2.2.4 蛍光強度、濁度調査

(1) 蛍光強度調査

1) 釜漁場

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の釜漁場における蛍光強度調査の結果は、図 16 に示すとおりであり、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 7 のとおりである。観測は、釜漁場の地盤高 C.D.L.+0.6m 地点に小型メモリークロロフィル濁度計を底上+20 ㎝で設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 31 日、令和２年９月 17 日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

釜漁場において月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和２年６月の 9.5 であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和２年 12 月の 3.8 であった。

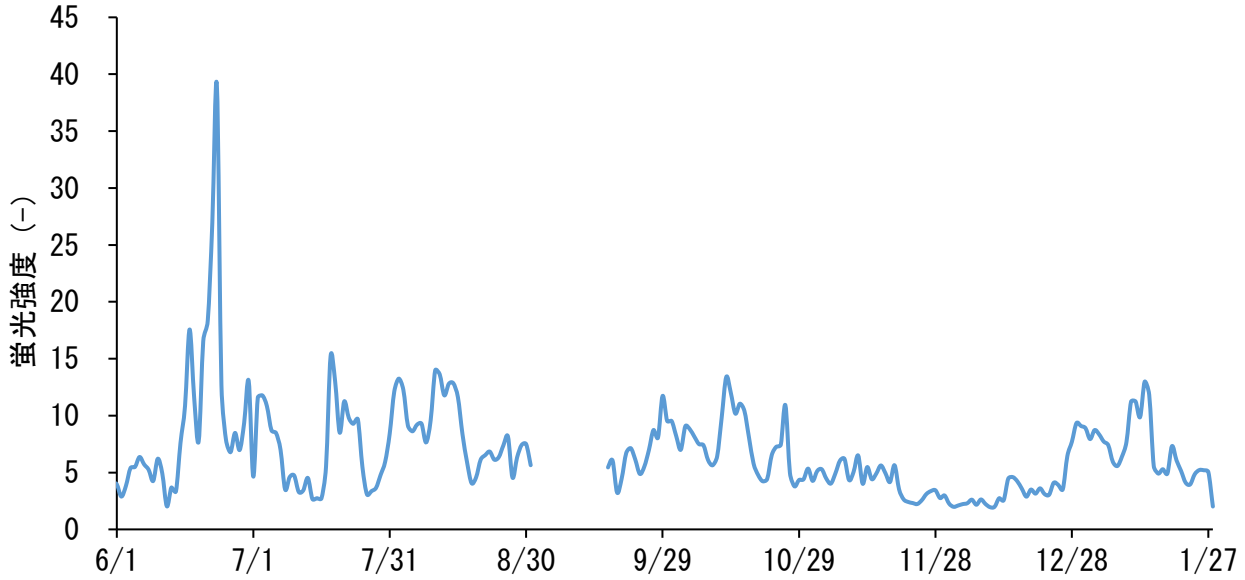


図 16　蛍光強度調査結果（釜漁場）

表 7　蛍光強度観測値（月別）

観測年月		観測範囲（-）		平均	備考
		最大※	最小※	(-)	
令和２年	６月	39.0	2.0	9.5	１日～30 日（N=30）
	７月	15.2	2.7	6.8	１日～31 日（N=31）
	８月	14.0	4.1	8.7	１日～31 日（N=31）
	９月	11.7	3.2	6.8	17 日～30 日（N=14）
	10 月	13.4	3.8	7.5	１日～31 日（N=31）
	11 月	6.5	2.2	4.2	１日～30 日（N=30）
	12 月	9.3	2.0	3.8	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	13.0	2.0	6.6	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

2）長里漁場

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の長里漁場における蛍光強度調査の結果は、図 17 に示すとおりであり、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 8 のとおりである。長里漁場の地盤高 C.D.L.+0.8m 地点に小型メモリークロロフィル濁度計を底上+20 cmで設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 31 日、令和２年９月 18 日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

長里漁場において月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和２年６月の 9.9 であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和２年 12 月の 4.9 であった。

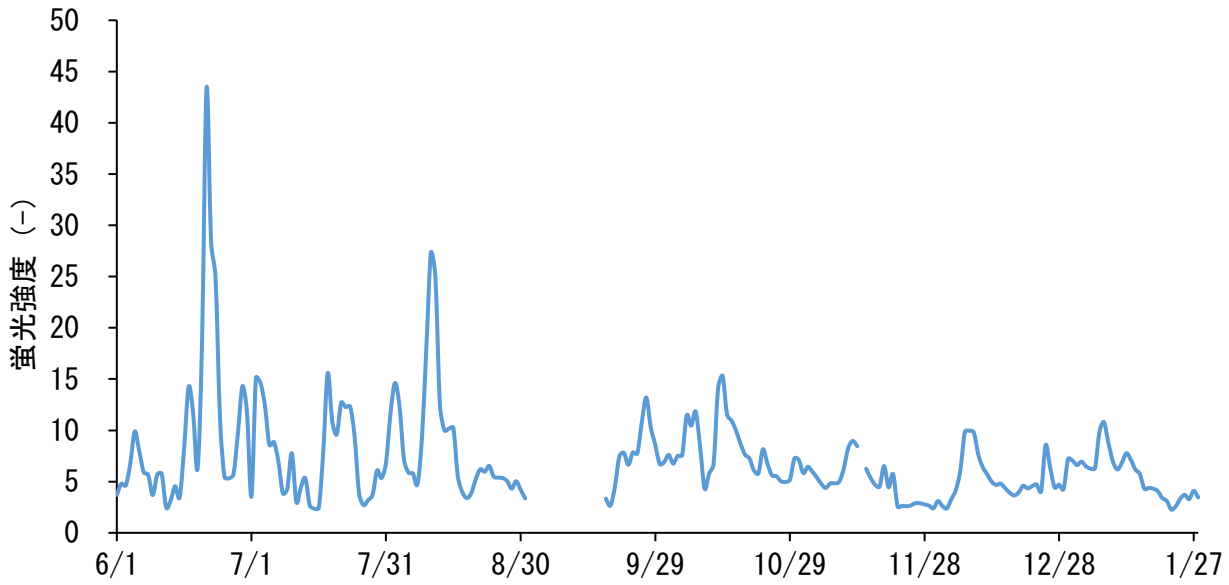


図 17　蛍光強度調査結果（長里漁場）

表 8　蛍光強度観測値（月別）

観測年月		観測範囲（-）		平均	備考
		最大※	最小※	(-)	
令和２年	６月	43.4	2.5	9.9	１日～30 日（N=30）
	７月	15.6	2.4	7.4	１日～31 日（N=31）
	８月	27.3	3.4	8.5	１日～31 日（N=31）
	９月	13.2	2.7	7.5	18 日～30 日（N=13）
	10 月	15.3	4.3	8.0	１日～31 日（N=31）
	11 月	9.0	2.4	4.9	１日～13 日、15 日～30 日（N=29）
	12 月	10.0	2.4	5.4	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	10.8	2.3	5.5	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

(2) 濁度調査

1) 釜漁場

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の釜漁場における濁度調査の結果は、図 18 に示すとおりであり、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 9 のとおりである。観測は、釜漁場の地盤高 C.D.L.+0.6m 地点に小型メモリークロロフィル濁度計を底上+20 ㎝で設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 31 日、令和２年９月 17 日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

釜漁場において月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和２年７月の 31.7FTU であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和２年 12 月の 5.3FTU であった。

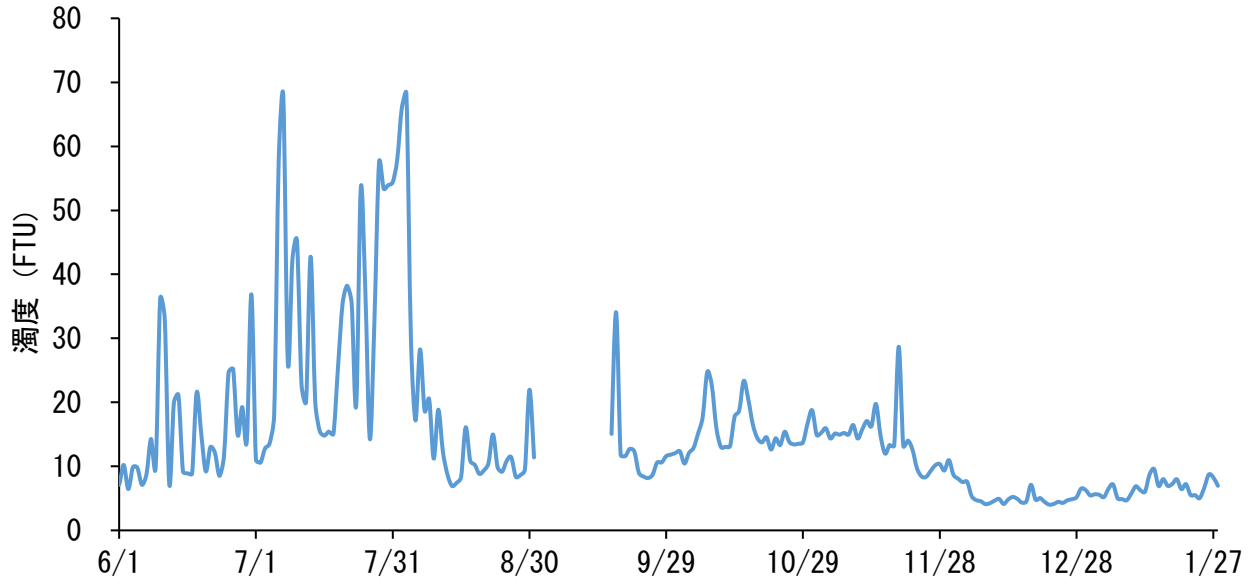


図 18　濁度調査結果（釜漁場）

表 9　濁度観測値（月別）

観測年月		観測範囲（FTU）		平均	備考
		最大※	最小※	(FTU)	
令和２年	６月	36.9	6.5	15.1	１日～30 日（N=30）
	７月	67.9	10.6	31.7	１日～31 日（N=31）
	８月	68.3	7.0	18.2	１日～31 日（N=31）
	９月	34.1	8.2	12.6	17 日～30 日（N=14）
	10 月	24.8	10.4	15.5	１日～31 日（N=31）
	11 月	28.7	8.4	14.0	１日～30 日（N=30）
	12 月	8.7	4.0	5.3	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	9.6	4.7	6.6	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

）長里漁場

令和２年６月１日～令和３年１月 28 日の長里漁場における濁度調査の結果は、図 19 に示すとおりであり、月別の観測値（最大、最小、平均）は、表 10 のとおりである。観測は、長里漁場の地盤高 C.D.L.+0.8m 地点に小型メモリークロロフィル濁度計を底上+20 cmで設置し、令和２年６月１日から令和２年８月 31 日、令和２年９月 18 日から令和３年１月 28 日までの期間で実施した。

長里漁場において月別の平均値が最も高い値を示したのは、令和２年 10 月の 18.1FTU であった。月別の平均値が最も低い値を示したのは、令和２年 12 月の 7.2FTU であった。

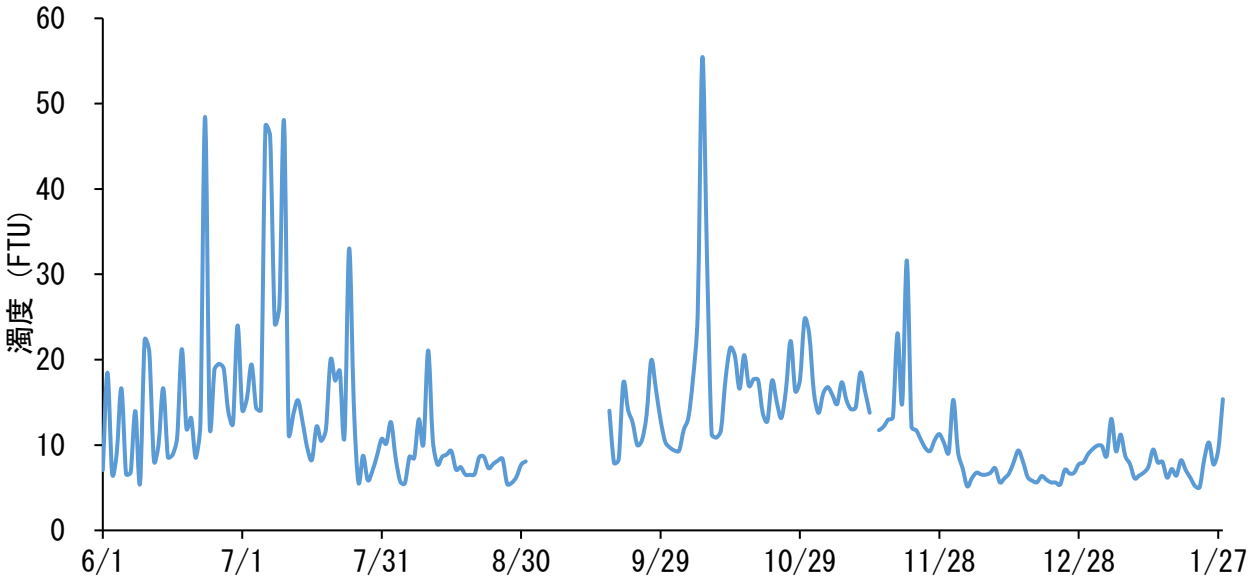


図 19　濁度調査結果（長里漁場）

表 10　濁度観測値（月別）

観測年月		観測範囲（FTU）		平均	備考
		最大※	最小※	(FTU)	
令和２年	６月	48.4	5.5	14.4	１日～30 日（N=30）
	７月	47.9	5.6	17.3	１日～31 日（N=31）
	８月	21.1	5.4	8.6	１日～31 日（N=31）
	９月	19.9	7.9	12.9	18 日～30 日（N=13）
	10 月	55.4	9.3	18.1	１日～31 日（N=31）
	11 月	31.6	9.1	14.4	１日～13 日、15 日～30 日（N=29）
	12 月	15.3	5.2	7.2	１日～31 日（N=31）
令和３年	１月	15.4	5.1	8.3	１日～28 日（N=28）

※観測範囲の最大、最小は日平均値を示す

2.2.5 SS、VSS 調査

令和２年８月 11 日と令和２年 12 月 14 日の長里漁場における SS、VSS 調査の結果は、表 11 に示すとおりである。調査は、長里漁場の地盤高 C.D.L.+0.5m 周辺で採水し、夏季（令和２年８月）、冬季（令和２年 12 月）の２回で実施した。

令和２年８月 11 日では、SS が 7.0mg/L、VSS が 3.0mg/L となり、令和２年 12 月 14 日では、SS が 18mg/L、VSS が 4.0mg/L であった。

表 11　SS、VSS 調査結果（長里漁場）

分析項目 / 調査時期	SS	VSS
	mg/L	mg/L
令和２年８月 11 日	7.0	3.0
令和２年 12 月 14 日	18	4.0

2.2.6 テレメータ観測

令和２年６月１日～令和２年 12 月１日の釜漁場と金崎漁場におけるテレメータ観測（水温、塩分、溶存酸素濃度）の結果は、図 20 に示すとおりである。2.2.3 水温、塩分、DO 調査の塩分調査結果と同様に、令和２年７月豪雨の影響による塩分の低下が釜漁場と金崎漁場ともに確認された。

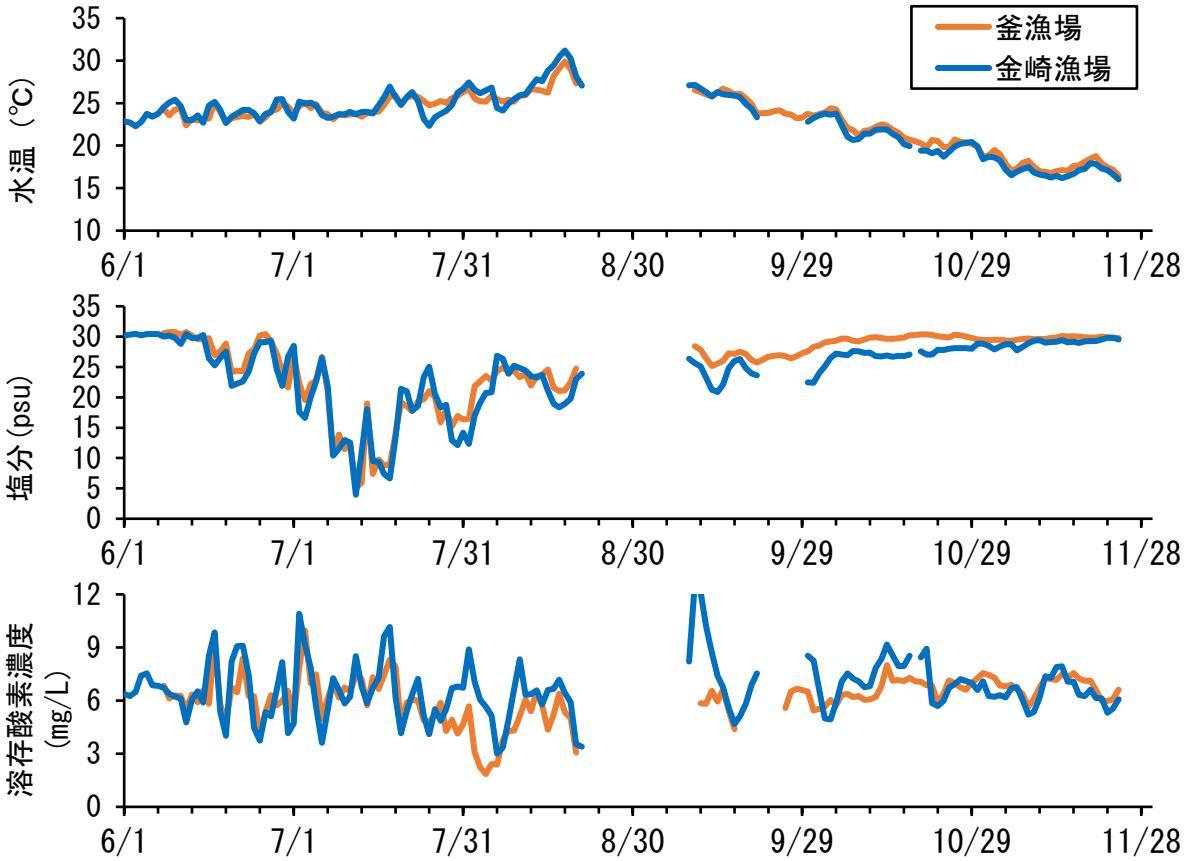


図 20　テレメータ観測結果（釜漁場、金崎漁場）

2.3 底質調査・生物調査

2.3.1 底質調査

令和２年６月、８月、10 月、翌１月の釜漁場における底質調査の結果は、表 12 のとおりである。また、長里漁場における底質調査の結果は、表 13 のとおりである。調査は、当該地先の地盤高 C.D.L.+0.9m 地点で採泥し、令和２年６月、８月、10 月、令和３年１月の４回実施した。

釜漁場における底質の中央粒径は0.3600～0.3805㎜、強熱減量は2.6～4.6%、硫化物は0.018～0.059mg/g・dry、CODsed は 1.06～1.95 mg/g・dry、含水率は 21.0～21.9%、Chl-a は 1.5～3.4μg/g・dry、フェオフィチンは 3.8～6.4μg/g・dry であった。

釜漁場における底質の中央粒径は0.3422～0.4887㎜、強熱減量は3.0～4.8%、硫化物は0.020～0.057mg/g・dry、CODsed は 1.17～2.13 mg/g・dry、含水率は 21.9～23.4%、Chl-a は 1.6～2.6μg/g・dry、フェオフィチンは 5.2～8.9μg/g・dry であった。

表 12　底質調査結果（釜漁場）

分析項目 / 調査時期	粒度組成 中央粒径	強熱減量	硫化物	CODsed	含水率	Chl-a	フェオフィチン
	㎜	%	mg/g・dry	mg/g・dry	%	μg/g・dry	μg/g・dry
令和２年６月 23 日	0.3619	4.6	0.021	1.20	21.0	2.8	4.2
令和２年８月 22 日	0.3805	3.0	0.059	1.95	21.0	3.2	3.8
令和２年 10 月 29 日	0.3600	2.6	0.018	1.06	21.9	1.5	5.6
令和３年１月 12 日	0.3535	3.0	0.027	1.75	21.0	3.4	6.4

表 13　底質調査結果（長里漁場）

分析項目 / 調査時期	粒度組成 中央粒径	強熱減量	硫化物	CODsed	含水率	Chl-a	フェオフィチン
	㎜	%	mg/g・dry	mg/g・dry	%	μg/g・dry	μg/g・dry
令和２年６月 23 日	0.4076	4.8	0.048	1.73	22.3	2.2	8.9
令和２年８月 22 日	0.4887	3.1	0.057	2.13	21.9	2.6	7.1
令和２年 10 月 29 日	0.3422	3.0	0.020	1.17	23.4	1.6	5.2
令和３年１月 15 日	0.4010	3.3	0.046	1.87	22.0	2.3	7.2

2.3.2 生物調査

(1) 初期稚貝調査（殻長 300～1,000μm）

令和 2 年 6 月、8 月、10 月、翌 1 月の釜漁場における初期稚貝調査の結果は、図 21 に示すとおりである。また、長里漁場における初期稚貝調査の結果は、図 22 に示すとおりである。調査は、釜漁場と長里漁場の沖側（地盤高 C.D.L.+0.9m）、岸側（地盤高 C.D.L.+1.5m）の 2 地点でコアサンプラー（内径 29 ㎜、深度 20 ㎜）を用いて任意の 5 箇所で採泥し、混合して 1 検体とした。

釜漁場において最も初期稚貝の個体数が多かったのは、令和 2 年 12 月の沖側 10,303 個体/㎡であった。また、長里漁場において最も初期稚貝の個体数が多かったのは、令和 2 年 11 月の沖側 24,242 個体/㎡であった。

6～8 月に確認された初期稚貝は春産卵群の着底、11 月～1 月に確認された初期稚貝は秋産卵群の着底に由来しているものと考えられる。釜漁場と長里漁場ともに、秋産卵群の沖側への着底が特に多い傾向であった。

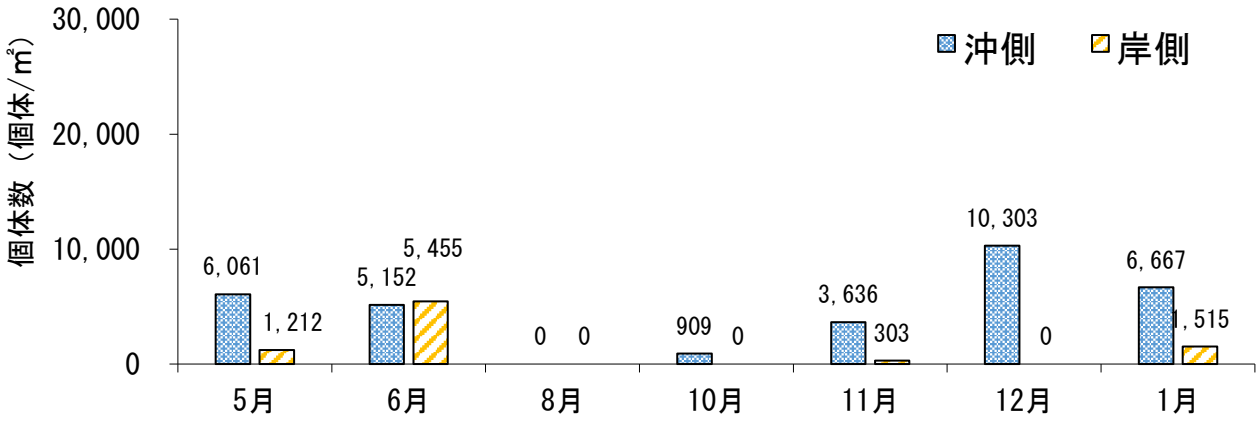


図 21　初期稚貝調査結果（釜漁場）

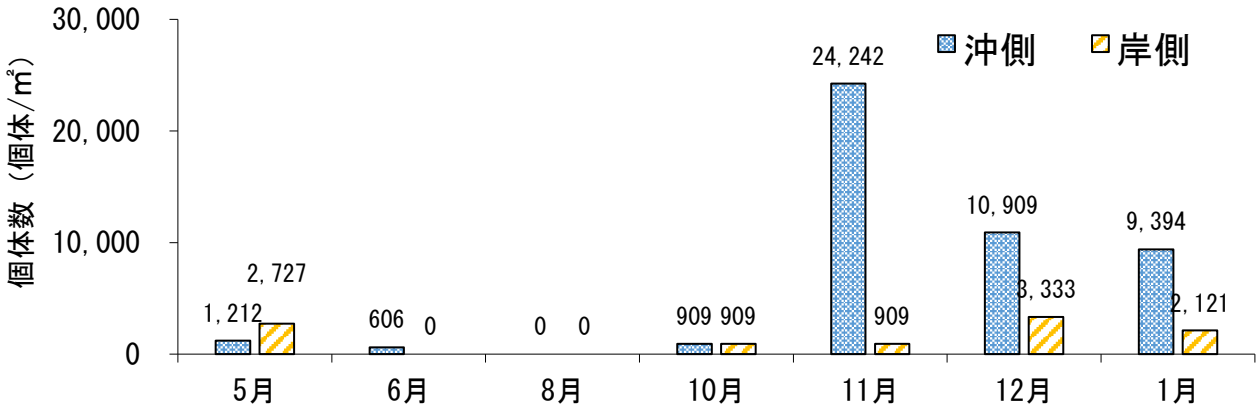


図 22　初期稚貝調査結果（長里漁場）

(2) アサリ生息状況調査（1 ㎜目フルイ以上のアサリ）

令和 2 年 6 月、8 月、10 月、翌 1 月の釜漁場におけるアサリ生息調査の結果は、図 23 に示すとおりである。また、長里漁場におけるアサリ生息調査の結果は、図 24 に示すとおりである。調査は、沖側（地盤高 C.D.L.+0.9m）、中央（地盤高 C.D.L.+1.2m）、岸側（地盤高 C.D.L.+1.5m）の 3 地点で方形枠（200 ㎜×200 ㎜）を用いてアサリを採取し、個体数の計測を行った。

釜漁場において最もアサリの個体数が多かったのは、令和 2 年 8 月の沖側 319 個体/㎡であった。また、長里漁場において最も初期稚貝の個体数が多かったのは、令和 2 年 10 月の沖側と中央 100 個体/㎡であった。

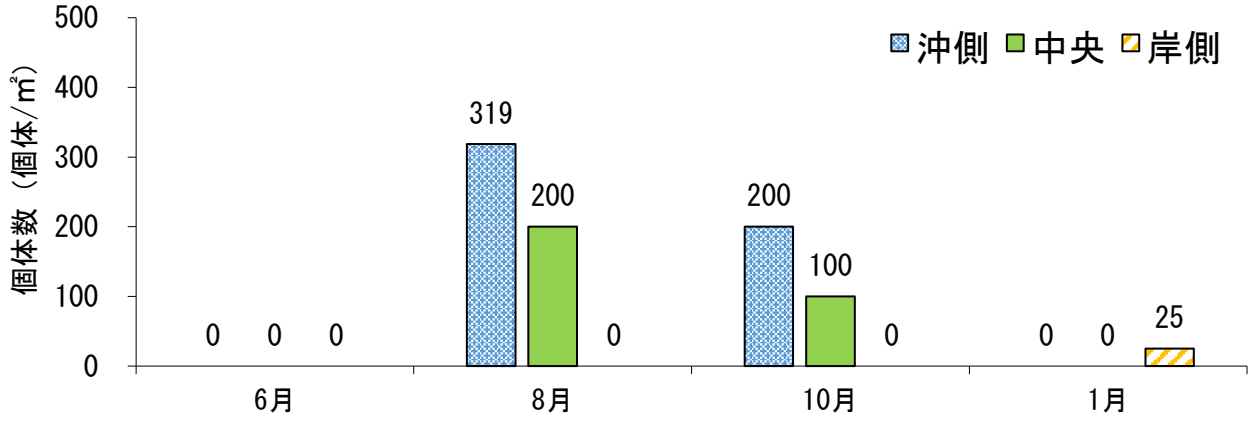


図 23　アサリ生息状況調査結果（釜漁場）

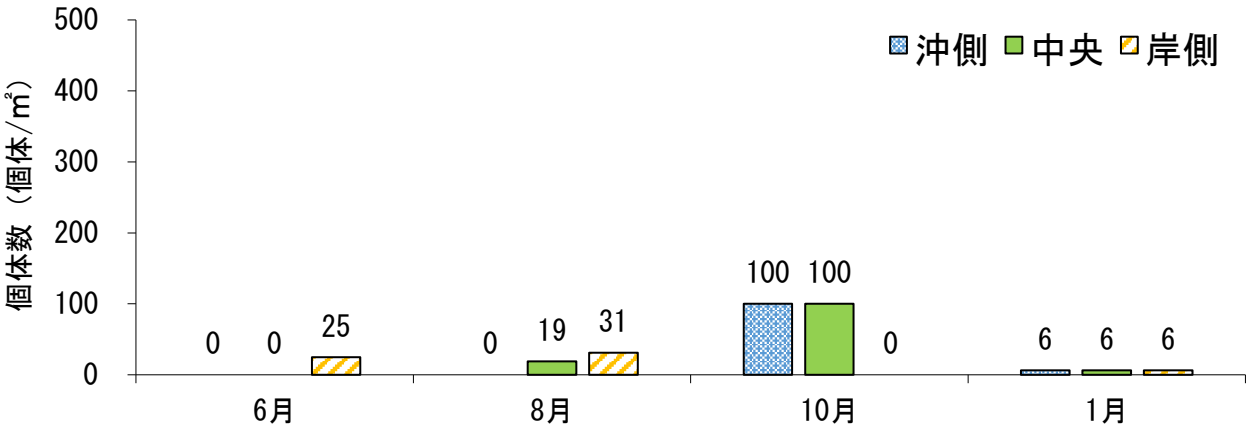


図 24　アサリ生息状況調査結果（長里漁場）

3. 生産性向上のための移植技術の開発（小課題3－2－１）

生産性向上のための移植技術の開発における過年度の課題として、「移植条件の検証」と「好適な移植範囲（面積）の推定」が挙げられた。この２つの課題について、3.1 成貝移植実験（移植条件の検証）と 3.2 成貝移植実験（好適な移植範囲（面積）の推定）を実施した。

3.1 成貝移植実験（移植条件の検証）

前年度の成貝移植実験の成果として、県内他地域産（以降、島原産）と当該地先産（以降、小長井産）のアサリを同条件（網袋を用いて春季に漁場沖側へ移植）で当該地先に移植可能であることが分かった（以降、移植条件（県内他地域産）の再検証）。この成果について、漁獲時期と想定している春季の採取量で再検証した。また、網袋を用いて秋季に沖側へ移植する際の収容密度について、1.5 kg/袋以上の収容密度（1.5 kg/袋、2.0 kg/袋、2.4 kg/袋）について検証した（以降、移植条件（収容密度）の検証）。

3.1.1 方法

前年度の成貝移植実験において、釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）に収容密度 1.5 kg/袋、2.0 kg/袋および 2.4 kg/袋の 3 区画で移植した島原産のアサリと釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）、岸側（C.D.L.+1.5m）に同じく 3 区画で移植した小長井産のアサリを令和２年４月に回収した。回収後、湿重量、殻長、肥満度（肥満度＝｛軟体部重量/（殻長×殻幅×殻高)｝×100）を計測した。

移植条件（県内他地域産）の再検証について、計測した湿重量より採取量を算出し、島原産の沖側設置と小長井産の岸側設置、小長井産の沖側設置と岸側設置を比較した。

また、移植条件（収容密度）の検証について、前年度に算出した一連の方法Ｄのコストを参照にして、漁獲増加量/コスト＝0.8 以上を満たす収容密度ごとの採取量を数値目標として設定し、目標を達成するか確認した。加えて、漁獲増加量（令和２年４月の収容密度ごとの採取量より算出）を算出して、漁獲増加量/コストが高い収容密度を確認した。

3.1.2 結果

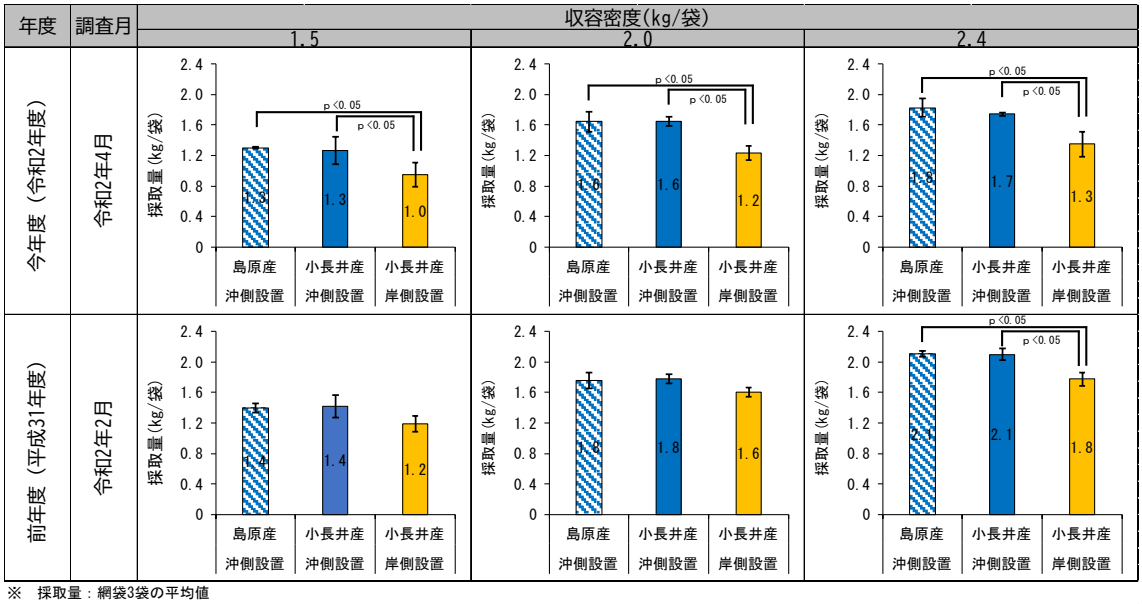
(1) 移植条件（県内他地域産）の再検証

令和２年４月と令和２年２月における収容密度ごとの採取量は、図 25 に示すとおりである。また、令和２年４月と令和２年２月における収容密度ごとの採取量の統計解析結果は、表 14 のとおりである。

今年度の令和 2 年 4 月における収容密度 1.5 kg/袋の採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置で 1.3 kg/袋、小長井産の岸側設置で 1.0 kg/袋となり、沖側設置の島原産と小長井産ともに、岸側設置よりも 0.3 kg/袋多かった。収容密度 2.0 kg/袋の採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置で 1.6 kg/袋、小長井産の岸側設置で 1.2 kg/袋となり、沖側設置の島原産と小長井産ともに、岸側設置よりも 0.4 kg/袋多かった。収容密度 2.4 kg/袋の採取量は、島原産の沖側設置で 1.8 kg/袋、小長井産の沖側設置で 1.7 kg/袋、小長井産の岸側設置で 1.3 kg/袋となり、沖側設置の島原産と小長井産ともに、岸側設置よりも 0.4～0.5 kg/袋多かった。収容密度ごとの採取量で統計解析を行うと、収容密度 1.5 kg/袋、2.0 kg/袋、2.4 kg/袋で島原産の沖側設置と小長井産の岸側設置、小長井産の沖側設置と岸側設置に有意差が認められた。

なお、前年度の令和 2 年 2 月における収容密度 1.5 kg/袋の採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置で 1.4 kg/袋、小長井産の岸側設置で 1.2 kg/袋となり、沖側設置の島原産と小長井産ともに、岸側設

置よりも 0.2 kg/袋多かった。収容密度 2.0 kg/袋の採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置で 1.8 kg/袋、小長井産の岸側設置で 1.6 kg/袋となり、沖側設置の島原産と小長井産ともに、岸側設置よりも 0.2 kg/袋多かった。収容密度 2.4 kg/袋の採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置で 2.1 kg/袋、小長井産の岸側設置で 1.8 kg/袋となり、沖側設置の島原産と小長井産ともに、岸側設置よりも 0.3 kg/袋多かった。収容密度ごとの採取量で統計解析を行うと、収容密度 2.4 kg/袋で島原産の沖側設置と小長井産の岸側設置、小長井産の沖側設置と岸側設置に有意差が認められた。



※　採取量：網袋3袋の平均値
※　多重比較：Dunnett検定で当該地先産岸側設置と県内他地域産沖側設置、当該地先産岸側設置と当該地先産沖側設置を比較

図 25　令和 2 年 4 月と 2 月における収容密度ごとの採取量結果

表 14　令和 2 年 4 月と 2 月における収容密度ごとの採取量の統計解析結果

調査月	収容密度	項目	条件	一元配置分散分析 自由度（分子）	自由度（分母）	F値	P値		下位検定（p<0.05） 検定結果	使用した検定
令和2年4月	1.5kg/袋	湿重量	①島原産　沖側設置 ②小長井産　沖側設置 ③小長井産　岸側設置	2	6	7.403	0.02	*	①>③ ②>③	Dunnett検定
	2.0kg/袋	湿重量	①島原産　沖側設置 ②小長井産　沖側設置 ③小長井産　岸側設置	2	6	17.25	<0.01	**	①>③ ②>③	Dunnett検定
	2.4kg/袋	湿重量	①島原産　沖側設置 ②小長井産　沖側設置 ③小長井産　岸側設置	2	6	13.59	<0.01	**	①>③ ②>③	Dunnett検定
令和2年2月	1.5kg/袋	湿重量	①島原産　沖側設置 ②小長井産　沖側設置 ③小長井産　岸側設置	2	6	3.779	0.09			
	2.0kg/袋	湿重量	①島原産　沖側設置 ②小長井産　沖側設置 ③小長井産　岸側設置	2	6	4.236	0.07			
	2.4kg/袋	湿重量	①島原産　沖側設置 ②小長井産　沖側設置 ③小長井産　岸側設置	2	6	22.62	<0.01	**	①>③ ②>③	Dunnett検定

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

(2) 移植条件（収容密度）の検証

「平成31年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業」で算出した収容密度1.5 kg/袋のコスト[4]を参考に、収容密度2.0 kg/袋と収容密度2.4 kg/袋のコストを換算した。島原産の換算したコストは、表 15のとおりである。島原産のコストに対して、今年度の達成目標である漁獲増加量/コスト＝0.8以上を満たす収容密度ごとの採取量を算出し、数値目標とした。収容密度ごとの数値目標と目標達成の判定結果は、表16のとおりである。島原産の令和2年4月の採取量は、全ての収容密度で数値目標以上となった。

令和2年4月における収容密度ごとの採取量から、採取量1kgあたりのアサリ単価を430円として、漁獲増加量を算出した。算出した漁獲増加量は、表 17のとおりである。また、小長井産の換算したコストは、表 18のとおりである。表 15、表 17および表18の結果から、漁獲増加量/コストを算出した。算出した漁獲増加量/コストは、表 19のとおりである。表 19より、収容密度2.0 kg/袋における漁獲増加量/コストが最も高い値となった。

表 15　島原産の換算したコスト（「平成31年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業」参照）

島原産		平成31年度に算出したコスト(千円)	換算したコスト※1（千円）	
移植時の収容密度		1.5 kg/袋	2.0 kg/袋	2.4 kg/袋
作業工程		191	191	191
	成貝移植※2	+221（アサリ購入費）	+294(アサリ購入費)	+353(アサリ購入費)
計		412	485	544

※1：アサリ購入費＝移植時の収容密度×245円(1kgあたりのアサリ単価)×600袋（1a分）

※2：成貝移植は、1a（600袋分）移植することを想定

表 16　収容密度ごとの数値目標と目標達成の判定結果

島原産		漁獲増加量/コスト＝0.8以上		数値目標	令和2年4月採取量	達成※3
		漁獲増加量※1	採取量※2			
移植時の収容密度	1.5kg/袋	330千円	1.28 kg/袋	採取量1.3 kg/袋以上	1.3 kg/袋	○
	2.0kg/袋	388千円	1.50 kg/袋	採取量1.5 kg/袋以上	1.6 kg/袋	○
	2.4 kg/袋	435千円	1.69 kg/袋	採取量1.7 kg/袋以上	1.8 kg/袋	○

※1：漁獲増加量＝島原産のコスト×0.8

※2：採取量＝漁獲増加量/430円（1 kgあたりのアサリ単価）/600袋（1a分）

※3：「○」達成、「×」未達成

表 17　収容密度ごとの漁獲増加量

移植時の収容密度	漁獲増加量		
	島原産(沖側設置)	小長井産(沖側設置)	小長井産(岸側設置)
1.5 kg/袋	337 千円	328 千円	245 千円
2.0 kg/袋	424 千円	425 千円	358 千円
2.4 kg/袋	471 千円	449 千円	348 千円

※：漁獲増加量＝令和2年4月のアサリ採取量×430 円（1 kgあたりの単価）×600 袋（1a 分）

表 18　小長井産の換算したコスト（「平成 31 年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業」参照）

小長井産		平成 31 年度に算出したコスト(千円)	換算したコスト※1（千円）	
移植時の収容密度		1.5 kg/袋	2.0 kg/袋	2.4 kg/袋
作業工程	稚貝採取	507	659	811
	成貝移植※2	191	191	191
計		698	850	1,002

※1：平成 31 年度の算出コスト（稚貝採取）に換算係数（2.0 kg/袋は 1.3、2.4 kgは 1.6）を掛けたコスト

※2：成貝移植は、1a（600 袋分）移植することを想定

表 19　収容密度ごとの漁獲増加量/コスト

移植時の収容密度	漁獲増加量/コスト		
	島原産(沖側)	小長井産(沖側)	小長井産(岸側)
1.5 kg/袋	0.81	0.46	0.35
2.0 kg/袋	0.87	0.50	0.42
2.4 kg/袋	0.86	0.44	0.34

※：赤字は最も漁獲増加量/コストが最も高い

3.1.3 考察

(1) 移植条件（県内他地域産）の再検証

前年度の移植条件（県内他地域産）の考察では、島原産と小長井産ともに秋季に沖側に設置すると春季にアサリが多く採取できると結論付けた。令和2年2月の収容密度ごとの採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置の採取量が小長井産の岸側設置の採取量よりも 0.2～0.3kg/袋多くかった。統計解析で、有意差が認められた収容密度は2.4kg/袋のみであったものの、漁獲時期と想定している春季には、他の収容密度でも有意差が認められる可能性が高いと考察した。

今年度の令和2年4月の結果から、前年度と同じく島原産と小長井産ともに秋季に沖側に設置すると春季にアサリが多く採取できると結論付けた。令和2年4月の収容密度ごとの採取量は、島原産の沖側設置と小長井産の沖側設置の採取量が小長井産の岸側設置の採取量よりも 0.3～0.5kg/袋多かった。統計解析で、全ての収容密度（1.5 kg/袋、2.0 kg/袋、2.4 kg/袋）で島原産の沖側設置と小長井産の岸側設置、小長井産の沖側設置と岸側設置のそれぞれで有意差が認められた。島原産の沖側設置が、小長井産の沖側設置と同様に、

小長井産の岸側設置よりも多く採取できたことから、前年度と同じ結論に至った。

これらのことから、移植条件（県内他地域産）の再検証について、島原産と小長井産のアサリを同条件（網袋を用いて秋季に漁場沖側へ移植）で当該地先に移植可能であることを再検証できた。

(2) 移植条件（収容密度）の検証

漁獲時期と想定している春季における島原産のアサリ採取量は、移植時の収容密度1.5 kg/袋、2.0 kg/袋および2.4 kg/袋の全てで数値目標を達成した。このことから、網袋を用いて秋季に沖側へ移植する際の収容密度について、1.5 kg/袋～2.4 kg/袋まで可能であることが分かった。

また、収容密度1.5 kg/袋、2.0 kg/袋および2.4 kg/袋のうち、今年度の採取量から算出した漁獲増加量/コストを比較すると、収容密度2.0 kg/袋における漁獲増加量/コストが最も高い値となり、最適な収容密度は2.0 kg/袋であることを確認した。本事業における最終的な目標は、漁獲増加量/コスト＝1.0以上となることであり、漁獲増加量/コストが高い値の結果が望ましい。したがって、漁獲増加量/コストが最も高い値である収容密度2.0 kg/袋は、小長井産と島原産ともに利益が高く、最適な収容密度であると考えられた

3.2 成貝移植実験（好適な移植範囲（面積）の推定）

過年度の成果より、当該地先の釜漁場において沖側（C.D.L.+0.9m）の方が岸側（C.D.L.+1.5m）よりも採取量が多いことが分かった。一方、釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）以外の地盤高や他の漁場で、釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）と同等の採取量が得られる移植範囲は把握できていない。そこで、当該地先の釜漁場と長里漁場において地盤高ごとに移植することで、移植に適した範囲を把握し、好適な移植範囲（面積）を算出した（以降、好適な移植範囲（面積）の推定)。

また、網袋以外の移植方法を検討するため、被覆網を用いた移植方法を検討した（以降、被覆網の検討)。

3.2.1 方法

好適な移植範囲（面積）の実施方法として、令和2年10月に移植用のアサリを地盤高ごと（C.D.L.+0.7m、+0.9m、+1.1m、+1.3m、+1.5m）に網袋を用いて移植した。移植した漁場は、釜漁場と長里漁場の2漁場とした。移植時の収容密度は、3.1 成貝移植実験（移植条件の検証）で経済的な観点から最適な収容密度であると結論付けた2.0 kg/袋とした。令和3年2月に湿重量を調査した。

好適な移植範囲（面積）の推定については、前年度までの成貝移植実験で最も採取量が多いとされる釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）の採取量を基準に、9割以上の採取量となった地盤高を好適な移植場所とした。また、参考として釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）の採取量と他の地盤高の採取量で統計解析を行った。好適な移植場所となった地盤高の面積を累計し、好適な移植範囲（面積）を算出した。なお、釜漁場と長里漁場の地盤高ごとの面積を、2.1 地盤高測量で作成したコンター図を基にImageJ（画像処理ソフトウェア）による画像解析で算出した。当該地先の釜漁場と長里漁場は、漁獲区画が分かりやすく、漁場面積も一定（約1.6～2ヘクタール）であることから、画像解析を用いた。

被覆網の実施方法として、令和2年10月に移植用のアサリを釜漁場の地盤高C.D.L.+0.9mに移植し、移植範囲を被覆網で覆った。移植したアサリの密度は、13kg/m^2相当（網袋換算で2.0 kg/袋）とした。令和3年2月に湿重量を調査した。

被覆網の検討については、被覆網と釜漁場の地盤高C.D.L.+0.9mの網袋の採取量から、回収率(回収率(%)＝令和3年2月調査時の採取量/令和2年10月設置時の採取量×100）を算出して比較した。また、被覆網と網袋の1aあたりのコスト(部材費)を算出して比較した。被覆網と網袋の回収率と1aあたりのコスト(部材費）を比較することで、被覆網のメリット、デメリットを整理した。

3.2.2 結果

(1) 好適な移植範囲（面積）の推定

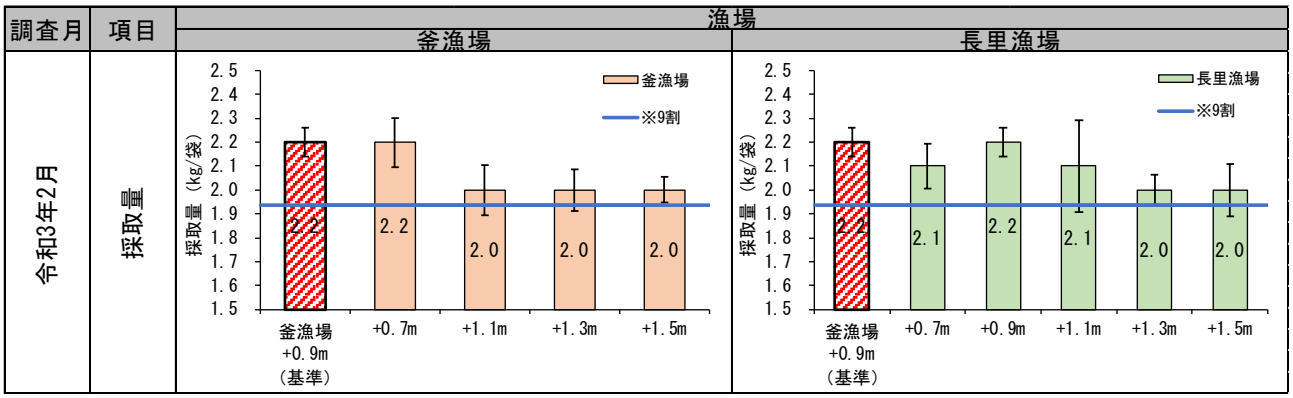
令和3年2月の釜漁場と長里漁場における地盤高ごとの採取量は、図 26に示すとおりである。また、令和3年2月の釜漁場と長里漁場おける地盤高ごとの採取量の統計解析結果は、表 20のとおりである。

釜漁場における地盤高ごとの採取量は、C.D.L.+0.9m（基準）で2.2 kg/袋、C.D.L.+0.7mで2.2 kg/袋、C.D.L.+1.1mで2.0 kg/袋、C.D.L.+1.3mで2.0 kg/袋、C.D.L.+1.5mで2.0 kg/袋であった。全ての地盤高でC.D.L.+0.9m（基準）の9割以上を満たす採取量が得られた。C.D.L.+0.9m（基準）に対して他の地盤高と統計解析を行うと、C.D.L.+1.1m、C.D.L.+1.3mおよびC.D.L.+1.5mで有意差が認められ、C.D.L.+0.9m（基準）の採取量よりも低い採取量であることを確認した。

長里漁場における地盤高ごとの採取量は、C.D.L.+0.7mで2.1 kg/袋、C.D.L.+0.9mで2.2 kg/袋、C.D.L.+1.1m

で 2.1 kg/袋、C.D.L.+1.3m で 2.0 kg/袋、C.D.L.+1.5m で 2.0 kg/袋であった。全ての地盤高で釜漁場の C.D.L.+0.9m（基準）の 9 割以上を満たす採取量が得られた。釜漁場の C.D.L.+0.9m（基準）に対して他の地盤高と統計解析を行うと、C.D.L.+1.5m で有意差が認められ、釜漁場の C.D.L.+0.9m（基準）の採取量よりも低い採取量であることを確認した。

ImageJ（画像処理ソフトウェア）による画像解析で算出した釜漁場と長里漁場における地盤高ごとの面積は、表 21 のとおりである。



※：釜漁場C.D.L.+0.9m（基準）9割の採取量

図 26　令和 3 年 2 月の釜漁場と長里漁場の地盤高ごとの採取量結果

表 20　令和 3 年 2 月の釜漁場と長里漁場の地盤高毎の採取量の統計解析結果

漁場	項目	条件	一元配置分散分析 自由度（分子）	自由度（分母）	F値	P値		下位検定（p<0.05） 検定結果	使用した検定
釜漁場（湾口部）	採取量	①釜漁場C.D.L.+0.9m（基準） ②C.D.L.+0.7m ③C.D.L.+1.1m ④C.D.L.+1.3m ⑤C.D.L.+1.5m	4	25	10.24	<0.01	**	①>③ ①>④ ①>⑤	Dunnett検定
長里漁場（湾奥部）	採取量	①釜漁場C.D.L.+0.9m（基準） ②C.D.L.+0.7m ③C.D.L.+0.9m ④C.D.L.+1.1m ⑤C.D.L.+1.3m ⑥C.D.L.+1.5m	5	30	3.515	0.01	*	①>⑤	Dunnett検定

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

表 21　釜漁場と長里漁場における地盤高ごとの面積

C.D.L.	面積（m^2）	
	釜漁場	長里漁場
+0.7m～+0.9m	1,878	4,536
+0.9m～+1.1m	2,415	4,374
+1.1m～+1.3m	8,166	4,060
+1.3m～+1.5m	3,350	5,596
+1.5m～+1.7m	760	1,522

(2) 被覆網の検討

令和2年10月と令和3年2月における被覆網と網袋（釜漁場C.D.L.+0.9m）の結果は、図 27 に示すとおりである。令和3年2月調査時の被覆網と網袋（地盤高C.D.L.+0.9m）の採取量は、被覆網11.1 kg/m²、網袋14.4 kg/m²であった。10月設置時のそれぞれの採取量は、被覆網13.4 kg/m、網袋14.1 kg/mであった。被覆網と網袋の2月調査時の回収率は、被覆網82.8%、網袋102%であった。

また、被覆網と網袋の1aあたりのコスト（部材費）は、表 22 に示すとおりである。被覆網と網袋を1aあたりに設置するコスト（部材費）は、被覆網で6千円、網袋で48千円となり、被覆網の方が網袋よりも42千円低いコストであった。

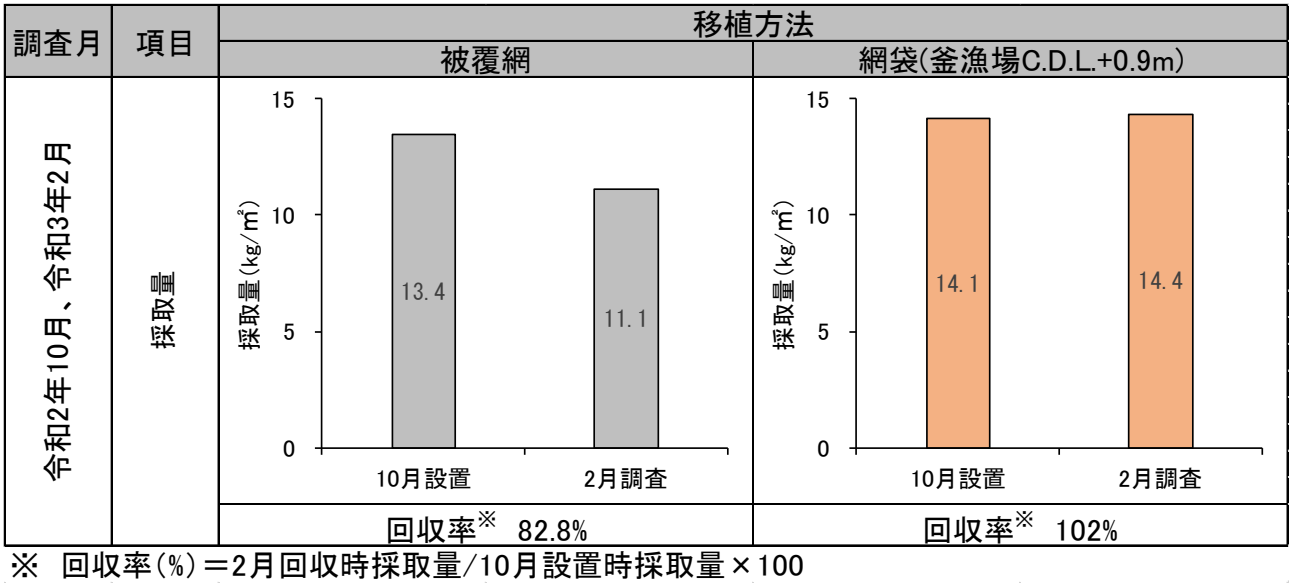


図 27 被覆網と網袋（釜漁場C.D.L.+0.9m）の結果

表 22 被覆網と網袋の1aあたりのコスト（部材費）

移植方法	部材	1aあたりの数量	単価※2	1aあたりのコスト（部材費）
被覆網	被覆網※1（3×4m）	9枚	636円/枚	6千円
網袋	網袋（0.3×0.5m）	600枚	30円/枚	48千円
	砂利※3	3,000 kg	10円/kg	

※1：カラスガーネット

※2：耐用年数5年で計算

※3：1袋あたり5kgを充填

3.2.3 考察

(1) 好適な移植範囲の推定

令和3年2月における当該地先の好適な移植場所と地盤高ごとの面積は、表 23 のとおりである。令和3年2月時点の地盤高ごとの採取量は、釜漁場と長里漁場ともに、全ての地盤高で釜漁場のC.D.L.+0.9m（基準）の9割以上を満たす採取量が得られた。そのことから、全ての地盤高が好適な移植場所となり、それぞ

れの面積を累計すると釜漁場で16,569㎡、長里漁場で21,624㎡と算出された。なお、統計解析により釜漁場のC.D.L.+0.9m（基準）と他の地盤高を比較すると、釜漁場でC.D.L.+1.1m、C.D.L.+1.3mおよびC.D.L.+1.5mに、長里漁場でC.D.L.+1.5mに有意差が認められた。釜漁場のC.D.L.+0.9m（基準）との有意差が認められている地盤高については、今後採取量の低下が懸念され、「好適でない移植場所」の評価へ変わる可能性が考えられる。なお、好適な移植範囲（面積）の推定は、漁獲時期と想定している春季に再検証を行い、再度好適な移植範囲（面積）を算出する必要がある。

表 23　当該地先の好適な移植範囲（面積）

漁場	地盤高（C.D.L.）	好適な移植場所※1	面積（㎡）	好適な移植範囲（㎡）
釜漁場	+0.7m～+0.9m	○	1,878	16,569
	+0.9m～+1.1m	○	2,415	
	+1.1m～+1.3m	○	8,166	
	+1.3m～+1.5m	○	3,350	
	+1.5m～+1.7m	○	760	
長里漁場	+0.7m～+0.9m	○	4,536	21,624
	+0.9m～+1.1m	○	4,374	
	+1.1m～+1.3m	○	4,060	
	+1.3m～+1.5m	○	5,596	
	+1.5m～+1.7m	○	1,522	

※　「○」：好適な移植場所、「×」：好適でない移植場所

(2) 被覆網の検討

被覆網と網袋の回収率を比較すると、網袋よりも被覆網の回収率が低くなることを確認した。令和3年2月調査時の回収率は、被覆網82.8%、網袋102%であった。回収率に差が生じた理由としては、採取方法の違いが考えられた。被覆網の採取方法は、実験範囲の砂（深さ10cm）を13mm目フルイで篩ってアサリを採取する手掘りで行った。対して、網袋の回収方法は、網袋内のアサリを13mm目フルイで篩ってアサリを採取した。被覆網の回収方法のように広範を手掘りで採取する方法は、人為的な見落としが発生する可能性が高く、死殻も含めて全て回収できる網袋よりも回収率が低くなると考えられた。

一方、被覆網と網袋の1aあたりのコスト（部材費）を比較すると、網袋よりも42千円低くなることを確認した。被覆網は網袋に比べて使用枚数が少なく、砂利も必要としないことからコスト（部材費）の低減につながったと考えられた。

これらのことより、網袋と比較した場合の被覆網のメリットはコスト（部材費）の低減、デメリットは回収率が網袋よりも低くなることを把握した。被覆網については、実際の作業性や人件費を含めた全体のコスト、採取量（漁獲増加量）とのバランスを検討し、より詳細に網覆網を用いるメリット、デメリットを確認する必要がある。

3.3 生産性向上のための移植技術の開発の考察

3.3.1 小課題の考察

成貝移植実験（移植条件の検証）について、移植条件（県内他地域産）の再検証と移植条件（収容密度）の検証から、島原産と小長井産のアサリを同条件（網袋を用いて春季に漁場沖側へ移植）で当該地先に移植可能であり、最適な移植時の収容密度は2.0kg/袋であることが分かった。移植条件（県内他地域産）については、島原産の沖側設置が小長井産の沖側設置と同様に、小長井産の岸側設置よりも多く採取できたことから、前年度と同じ結論「島原産と小長井産のアサリを同条件（網袋を用いて秋季に漁場沖側へ移植）で当該地先に移植可能である」に至った。移植条件（収容密度の検討）については、漁獲時期と想定している春季の島原産のアサリ採取量で、移植時の収容密度1.5 kg/袋、2.0 kg/袋および2.4 kg/袋の全てで数値目標を達成し、網袋を用いて秋季に沖側へ移植する際の収容密度について、1.5 kg/袋～2.4 kg/袋まで可能であることが分かった。加えて、収容密度1.5 kg/袋、2.0 kg/袋および2.4 kg/袋のうち、今年度の採取量から算出した漁獲増加量/コストを比較すると、収容密度2.0 kg/袋における漁獲増加量/コストが最も高い値となり、収容密度2.0 kg/袋が小長井産と島原産ともに利益が高く、最適な収容密度あると考えられた。

成貝移植実験（好適な移植範囲（面積）の推定）について、前年度までの成貝移植実験で最も採取量が多とされる釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）の採取量の9割以上を基準に、好適な移植場所を推定し、その地盤高の面積を累計して、好適な移植範囲（面積）を算出した。推定した好適な移植範囲（面積）は、釜漁場で16,569㎡、長里漁場で21,624㎡となった。今回算出した好適な移植範囲（面積）については、令和3年2月時点のものであることから、漁獲時期と想定している春季に再検証する必要がある。

被覆網の検討について、網袋と比較した場合の被覆網のメリットとしてコスト（部材費）の低減、デメリットとして回収率が網袋より低くなることを把握した。被覆網の検討については、被覆網の1aあたりのコスト（部材費）が6千円、網袋の1aあたりのコスト（部材費）が48千円で、網袋よりも低いコスト（部材費）となった。一方、被覆網の回収率が82.8%、網袋の回収率が102%で、網袋よりも低い回収率となった。被覆網のメリット、デメリットについては、実際の作業性や人件費を含めた全体のコスト、採取量（漁獲増加量）とのバランスを検討し、より詳細に網覆網を用いるメリット、デメリットを確認する必要がある。

3.3.2 仮説の検証

(1)成貝移植実験（移植条件の検証）

成貝移植実験（移植条件の検証）における仮説検証結果は、表 24のとおりである。秋季に殻長25㎜以上の島原産のアサリを網袋にて漁場沖側に移植すると小長井産と同様に漁場岸側よりも多く採取量が得られることから、本実験の仮説は検証された。

表 24　仮説検証結果

仮説	検証項目	検証結果	
秋季に殻長25㎜以上の島原産のアサリを網袋にて漁場沖側に移植すると小長井産と同様に漁場岸側よりも、多く採取量が得られる。	湿重量	○	秋季に殻長 25 ㎜以上の島原産のアサリを網袋にて漁場沖側に移植すると小長井産と同様に漁場岸側よりも多く採取量が得られた。

(2) 成貝移植実験（好適な移植範囲（面積）の推定）

成貝移植実験（移植条件の検証）における仮説検証結果は、表 25 のとおりである。釜漁場の地盤高 C.D.L.+0.9m の採取量を基準に、基準の 9 割以上の採取量を好適な移植場所とすると、釜漁場で C.D.L.+0.7～+1.5m、長里漁場の C.D.L.+0.7～+1.5m となった。これにより、移植に適した設置場所（C.D.L.+0.9m）と同等以上採取できる地盤高は、釜漁場で C.D.L.+0.7～+1.5m、長里漁場の C.D.L.+0.7～+1.5m となり、本実験の仮説は検証された。

表 25　仮説検証結果

仮説	検証項目	検証結果	
移植に適した設置場所（C.D.L.+0.8～0.9m）と同等以上採取できる網袋の設置場所は、C.D.L.+0.7～+1.5m にある。	湿重量	○	移植に適した設置場所（C.D.L.+0.9m）と同等以上採取できる網袋の設置場所は、釜漁場で C.D.L.+0.7～+1.5m、長里漁場で C.D.L.+0.7～+1.5m となった。

4. 稚貝の採取・保護育成技術の開発(小課題３－２－２)

稚貝の採取・保護育成技術の開発における過年度の課題として、「密度調整による保護育成手法の有効性の確認」と「夏季以降の減耗対策の検討」が挙げられた。この２つの課題について、4.1 密度調整によるアサリ保護育成手法の確立と 4.2 夏季に減耗リスクの低い場所へ避難させる保護効果の検証を実施した。

4.1 密度調整によるアサリ保護育成手法の確立

過年度の成果として、当該地先に設置した採苗器内のアサリを移植する年の春季に密度調整すると、密度調整を行わなかった採苗器よりも移植用のアサリ（殻長 25 ㎜以上）が多く採取出来ることが分かった。前年度の釜漁場におけるアサリ保護育成実験では、サイズ選別（殻長 21～25 ㎜）と個体数で密度調整（密度 610 個体/袋のアサリを 300 個体/袋と 450 個体/袋に密度調整）を行った。この手法について、サイズ選別や密度調整を厳密に行うと作業量が多くなると考察しており、より簡易な手法で密度調整することで、同じようにアサリを増やせるのではないかと考えた。そこで、春季にアサリの採取量（湿重量）で密度調整（サイズ選別無し）を行い、移植用のアサリを増やせるか検証した。

4.1.1 方法

令和２年５月に採苗器（令和元年５月に釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）へ設置した砂利入り網袋）内のアサリを４㎜目フルイで採取し、採取量（湿重量）の 1/2、1/3 に分割した。また、残った砂泥や砂利も 1/2、1/3 に分割した。分割したアサリ、砂泥および砂利をそれぞれ新規の網袋（30×50cm）へ投入し、釜漁場に再設置した(以降、密度調整 1/2 と密度調整 1/3)。また、密度調整をおこなわずに、そのまま設置した採苗器を対照区とした（以降、対照区)。密度調整の作業状況は、図 28 に示すとおりである。再設置後、６月、７月、８月、９月、10 月に密度調整 1/2、密度調整 1/3、対照区を回収し、個体数、殻長、湿重量を計測した。

密度調整によるアサリ保護育成手法の確立については、対照区、密度調整 1/2 および密度調整 1/3 の移植用のアサリ（殻長 25 ㎜以上）の採取量を比較した。

なお、参考として長里漁場でも密度調整を行った。長里漁場の場合、採苗器（令和元年９月に長里漁場の沖側（C.D.L.+0.8m）へ設置した砂利入り網袋）内のアサリを使用した。密度調整の方法として、釜漁場と同じ分割方法で行った。

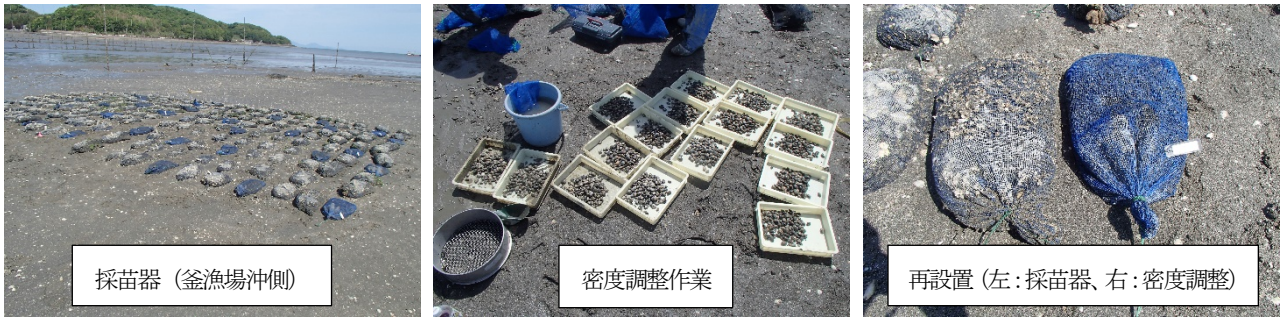


図 28　密度調整作業状況

4.1.2 結果

令和2年5月と令和2年10月の釜漁場における採取量の結果は、図 29 に示すとおりである。また、令和2年5月と令和2年10月の長里漁場における採取量の結果は、図 30 に示すとおりである。

令和2年10月調査時の全採取量は、釜漁場と長里漁場ともに、5月設置時よりも対照区、密度調整1/2および密度調整1/3で増加していた。また、殻長25㎜以上のアサリ採取量に着目すると、全採取量と同様に5月設置時よりも増加しており、釜漁場の対照区で0.7 kg/袋、密度調整1/2で1.0 kg/袋、密度調整1/3で0.7 kg/袋、長里漁場の対照区で0.9 kg/袋、密度調整1/2で0.4 kg/袋、密度調整1/3で0.2 kg/袋であった。釜漁場と長里漁場それぞれの対照区、密度調整1/2および密度調整1/3の10月採取量を比較すると、釜漁場では、密度調整1/2で対照区の採取量の1.4倍、密度調整1/3で対照区の採取量の1.0倍と対照区以上の採取量が得られた。一方、長里漁場では、密度調整1/2で対照区の採取量の0.4倍、密度調整1/3で対照区の採取量の0.2倍と少ない採取量であった。10月に移植用のアサリとして用いる殻長25㎜以上のアサリを最も多く採取できたのは、釜漁場の密度調整1/2であった。

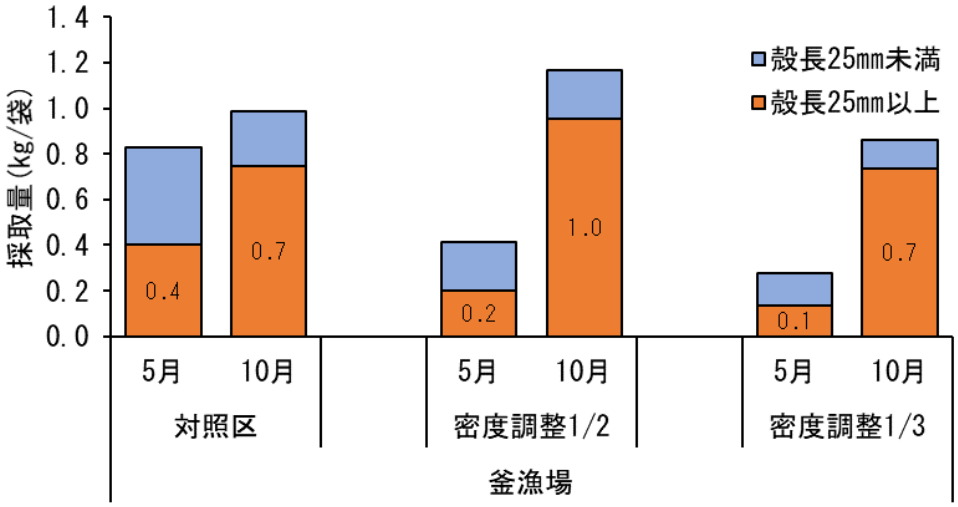


図 29　釜漁場における採取量の結果

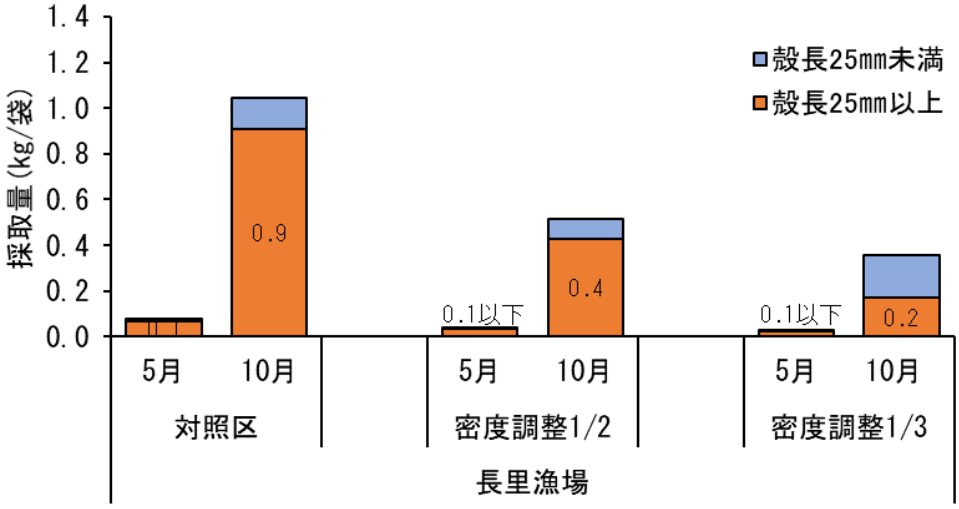


図 30　長里漁場における採取量の結果

4.1.3 考察

釜漁場において、アサリの採取量で密度調整（サイズ選別無し）を行い、移植用のアサリ（殻長 25㎜以上）採取量を増やすことができた。令和2年10月の移植用のアサリ採取量は、釜漁場の対照区で0.7 kg/袋、密度調整1/2で1.0 kg/袋、密度調整1/3で0.7 kg/袋であり、密度調整1/2で対照区の採取量の1.4倍、密度調整1/3で対照区の採取量の1.0倍と対照区以上の採取量が得られた。平成31年度の釜漁場におけるアサリ保護育成実験（サイズ選別有・個体数による密度調整）では、①網袋の回収、②篩による砂利とアサリの分離、③アサリ殻長の計測（サイズ選別）、④個体数の調整、⑤砂利入り網袋に投入、⑥漁場への設置と作業工程が多く、時間がかかったため現地（干潟上）での作業ができなかった。今回の密度調整（サイズ選別無・採取量での密度調整）では、①篩による砂利とアサリの分離、②アサリを採取量で分割（砂利も別途分割）、③分割した砂利とアサリを網袋に投入と作業工程が少なく、現地（干潟上）で作業可能であった。春季にアサリの採取量で密度調整（サイズ選別無し）を行っても、対照区以上の採取量が得られたことから、この密度調整の方法で移植用のアサリ採取量を増やすことができたと考えられる。

一方、長里漁場の採取量の結果から、春季の採苗器内のアサリ密度によって密度調整の効果が異なることが示唆され、密度調整を行う前に採苗器内のアサリ密度を把握する作業手順を追加する必要があることが分かった。長里漁場における対照区、密度調整1/2および密度調整1/3の10月の採取量を比較すると、密度調整1/2で対照区の採取量の0.4倍、密度調整1/3で対照区の採取量の0.2倍と少ない採取量であった。長里漁場の対照区では、密度調整を行わなくても0.9 kg/袋の採取量が得られており、密度調整を行う効果が低い結果であった。

密度調整を実施する基準（閾値）を、現在のデータから決めることは困難であるが、前年度のアサリ保護育成実験と今年度の密度調整の結果から、春季の採苗器内のアサリ密度が0.8～1.2 kg/袋の範囲であれば、密度調整の効果が大きいと考えられる。前年度のアサリ保護育成実験における春季の採苗器内のアサリ密度は1.2 kg/袋（610個体/袋）、今年度の密度調整における春季の採苗器内のアサリ密度は0.8 kg/袋（374個体/袋）であり、どちらも密度調整をすることでアサリが増加している。

密度調整による保護育成手法の確立のために、密度調整を実施する基準（閾値）や密度調整の作業性やコストを検証する必要がある。

4.2 夏季に減耗リスクの低い場所へ避難させる保護効果の検証

過年度の成果として、当該地先に設置した採苗器内のアサリについて、移植する年の夏季以降に減耗することが分かっている。前年度の当該地先における稚貝採取実験の結果は、図 31に示すとおりである。稚貝採取実験において、移植用のアサリ（殻長25㎜以上）の採取量が令和元年7月に196個体/袋であったのに対し、移植時期の令和元年10月に84個体/袋と減少していた。

当該地先における夏季の減耗は、貧酸素水塊や低塩分が発生しない場合、高水温の影響がある可能性が高いことが報告されている[5)]。報告では、砂利入り網袋による「食害・逸散」対策に加え、水温の低い場所へアサリを移動させる対策が必要であると示唆している。[5)]。

前年度の当該地先（釜漁場）における稚貝採取実験と同時期に実施した島原地先での稚貝採取実験の結果は、図 32に示すとおりである。また、平成31年度の6月～10月までの当該地先と島原地先の水温推移は図 33に示すとおり、水温観測値は表 26のとおりである。島原地先における稚貝採取実験では、移植用のアサリの採取量が令和元年7月に105個体/袋であったのに対し、令和元年10月に159個体/袋と増加してい

た。令和元年 7～8 月における水温差は、0.6～0.9℃程度あり、島原地先は当該地先よりも夏季の水温が低いことが示唆された。このことから、夏季に島原地先へアサリを避難させることで、アサリの減耗を抑えることが出来るのではないかと考えた。

水温が漁場よりも低い場所として、島原地先以外に沖筏が候補として挙げられた。平成 31 年度の 6 月～10 月までの当該地先と沖筏の周辺の水温観測値は、表 27 のとおりである。令和元年 7～8 月における水温差は、1.4～2.2℃程度あり、沖筏は漁場よりも夏季の水温が低いことが示唆された。加えて、沖筏に吊るすことで、干出時の温度上昇を避けることが期待できた。

これらのことより、夏季以降の減耗対策として、島原地先と沖筏への避難を行い、保護効果の検証を行った。

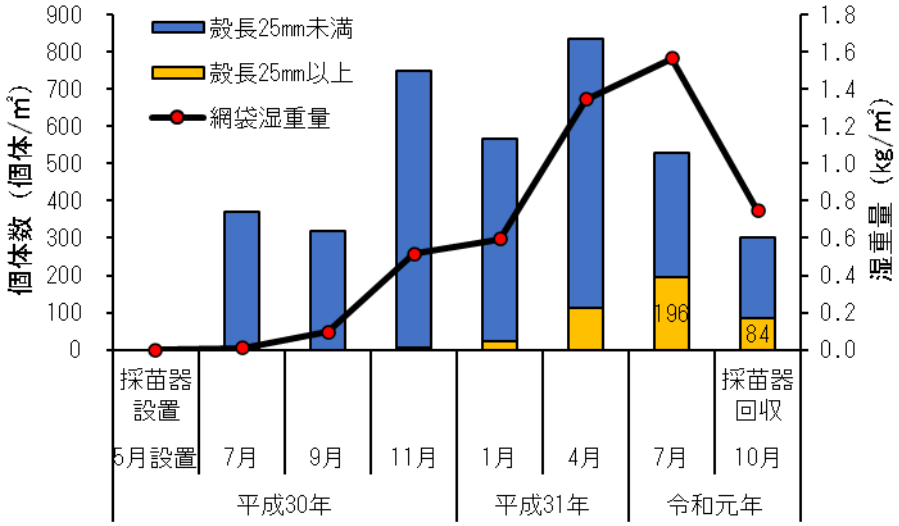


図 31　平成 31 年度の当該地先における稚貝採取実験の結果

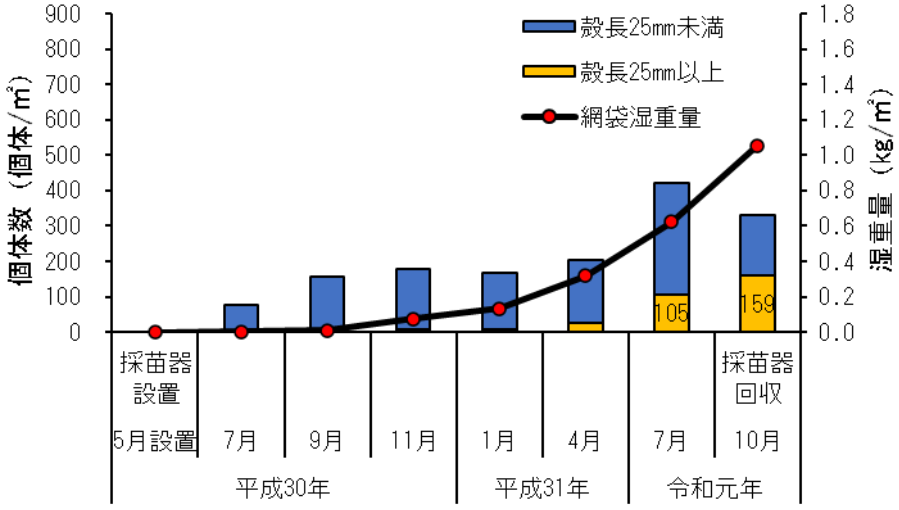


図 32　平成 31 年度の島原地先における稚貝採取実験の結果

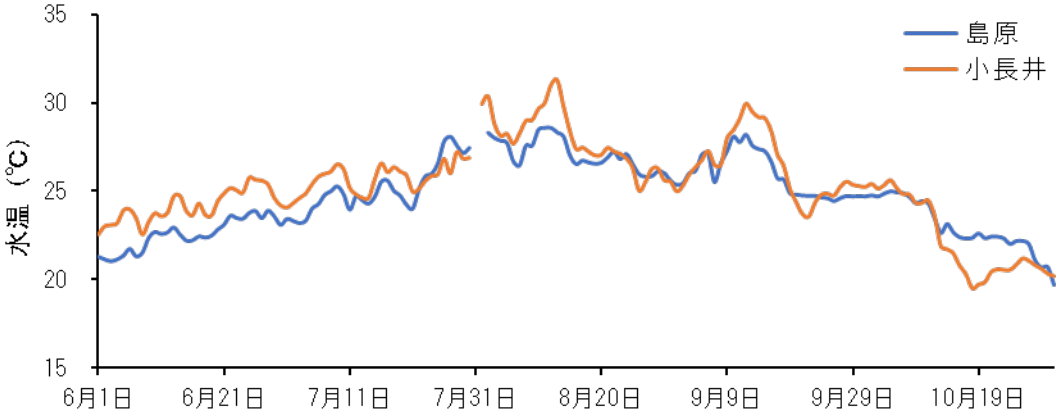


図 33　平成 31 年度の当該地先と島原地先の水質調査の結果

表 26　当該地先と島原地先の水温観測値（月別）

観測年月		平均（℃）		当該地先と島原地先の水温差※1（℃）	備考
		当該地先（小長井）	島原地先		
令和元年	6 月	24.1	22.5	+1.6	1 日～30 日（N=30）
	7 月	25.7	25.1	+0.6	1 日～30 日（N=30）
	8 月	27.9	27.0	+0.9	2 日～31 日（N=30）
	9 月	26.4	25.9	+0.5	1 日～30 日（N=30）
	10 月	22.3	23.0	−0.7	1 日～31 日（N=31）

※1：当該地先の水温−島原地先の水温

表 27　当該地先と沖筏周辺の水温観測値（月別）

観測年月		平均（℃）		当該地先と沖筏周辺（底層）の水温差※1（℃）	備考
		当該地先（小長井）	沖筏周辺※1（底層）		
令和元年	6 月	24.1	22.0	+2.1	1 日～30 日（N=30）
	7 月	25.7	24.1	+1.6	1 日～30 日（N=30）
	8 月	27.9	25.3	+2.6	2 日～31 日（N=30）
	9 月	26.4	28.3	−1.9	1 日～30 日（N=30）
	10 月	22.3	21.3	+1.0	1 日～31 日（N=31）

※1：「諫早湾干拓事業環境モニタリングデータ」（九州農政局）[6] の調査地点 B3（底層）を参照

※2：小長井地先の水温−沖筏周辺（底層）の水温

4.2.1 方法

令和2年7月と8月に採苗器（令和元年5月に釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）へ設置した砂利入り網袋）内の移植サイズ（殻長25mm以上）のアサリを選別した。選別したアサリは網袋に収容し、県内他地域（島原）と沖筏に設置した。また、対照区として釜漁場の沖側（C.D.L.+0.9m）に設置した。県内他地域（島原）と対照区の設置は令和2年7月に、沖筏の設置は令和2年8月に実施した。収容密度（個体数）は、県内他地域（島原）と対照区は100個体/袋、沖筏は令和2年8月時点の対照区の平均密度58個体/袋に合わせて、60個体/袋とした。設置後、県内他地域（島原）と対照区は8月、9月、10月に、沖筏は9月、10月に個体数（生残率）、殻長、湿重量を計測した。また、網袋には水中用温度計測データロガー（以降、ティドビット）をいれ、水温の計測を行った。

夏季に減耗リスクの低い場所へ避難させる保護効果の検証について、対照区と各避難場所の生残率を比較し、避難による効果を確認した。

4.2.2 結果

令和2年7月～10月の期間に実施した県内他地域（島原）への避難と令和2年8月～10月の期間実施した沖筏への避難の結果は、図 34に示すとおりである。県内他地域（島原）への避難と沖筏への避難の生残率は、対照区の生残率と変わらない結果となった。対照区の生残率と比較すると、県内他地域（島原）への避難では、10月時の生残率が県内他地域（島原）36.0%、対照区36.7%であった。沖筏への避難では、10月時の生残率が沖筏66.1%、対照区（釜漁場）62.0%であった。

網袋にいれたティドビットの水温推移は図 35に示すとおり、水温観測値は、表 28のとおりである。県内他地域（島原）へ避難した期間のうち、令和2年7～9月における対照区との水温差は、0～0.8℃程度であり、平成31年度と同じく島原地先の方が低い水温であった。沖筏へ避難した期間のうち、令和2年8～9月における対照区との水温差は、0.3～0.4℃程度であった。沖筏の方が低い水温であったが、B3観測塔の水温結果より予想していた水温より高い水温であった。

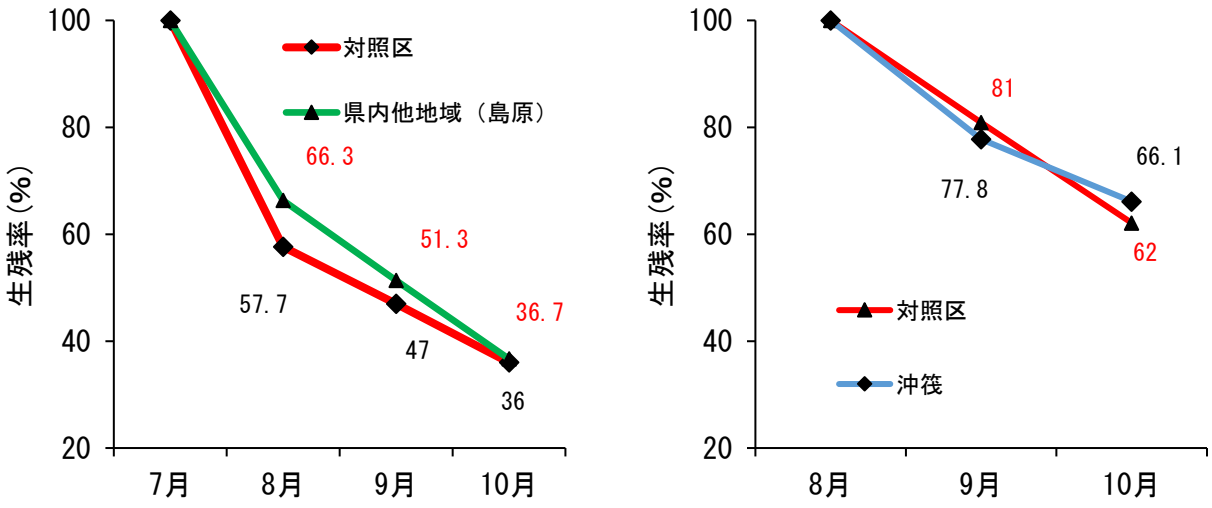


図 34　生残率（左：県内他地域（島原）への避難、右：沖筏への避難）

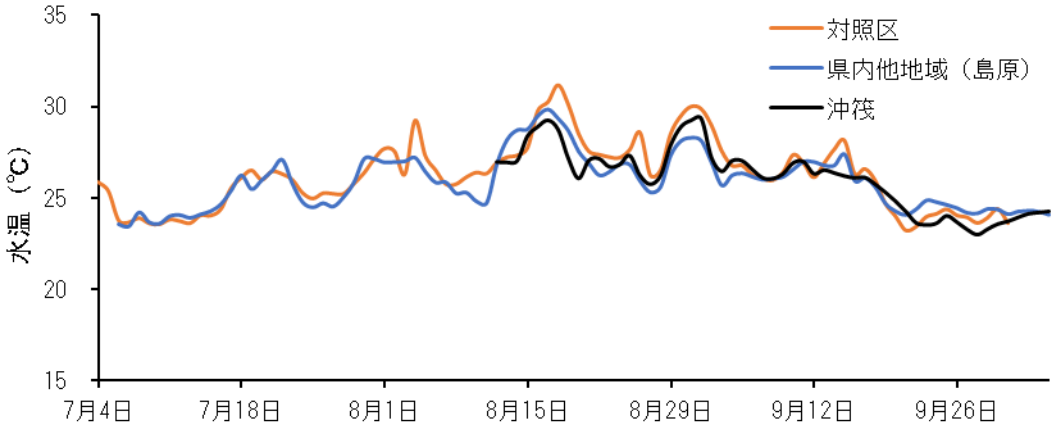


図 35　水温（ティドビット）の結果

表 28　水温（ティドビット）の水温観測値（月別）

観測年月		平均（℃）			対照区（釜漁場）との差※1（℃）	備考
		対照区（釜漁場）	県内他地域（島原）	沖筏		
令和2年	7月	25.0	25.0	－	県内他地域（島原） 0	県内他地域（島原） 6日～31日（N＝26）
	8月	27.8	27.0	27.4	県内他地域（島原） +0.8 沖筏 +0.4	県内他地域（島原） 1日～31日（N＝31） 沖筏 12日～31日（N＝20）
	9月	25.8	25.7	25.5	県内他地域（島原） +0.1 沖筏 +0.3	県内他地域（島原） 1日～30日（N＝30） 沖筏 1日～30日（N＝20）

※1：対照区（釜漁場）の水温−避難場所の水温

4.2.3 考察

想定していた対照区との水温差では、生残率が向上しないことが示唆された。今回の実験結果から、県内他地域（島原）への避難と対照区（釜漁場）、沖筏への避難と対照区（釜漁場）の生残率は、変わらない結果となった。このことから、県内他地域（島原）と対照区（釜漁場）の水温差0～0.8℃、沖筏と対照区（釜漁場）の水温差0.3～0.4℃では、生残率が向上しないと考えらえる。また、予備的に水温25℃を保った水槽でアサリを51日間飼育した結果の生残率は35%となり、対照区の8月との水温差で考えると2.8℃程度の水温差では生残率が向上しないことが示唆された。なお、陸上養殖施設で水温を15～17℃（対照区との温度差、10℃以上）まで下げることで生残率を向上させることができることが報告されている[5)]。

前年度の稚貝採取実験の結果で確認された当該地先での採取量の減少、島原地先での採取量の増加については、当該地先と島原地先における水温差ではなく、アサリ密度の関連性が高いと考えられた。4.1 密度調整によるアサリ保護育成手法の確立で考察しているとおり、当該地先の釜漁場では、密度調整を行うとアサリが増加することが分かっている。前年度の島原地先における7月のアサリ密度は、当該地先のアサリ密度

に比べて少なく、今年度の長里漁場の結果と同じく、密度調整が必要ない密度であった可能性が高いと考えられた。

夏季の減耗については、水温だけでなく貧酸素水塊や低塩分といった様々な要因も考えられる。それらの傾向は、年ごとに大きく異なっており、単年の結果で避難の効果を確認するのは困難である。避難場所や避難手法を見直しつつ再検証を行い、効果的な夏季の減耗対策を模索する必要がある。

4.3 稚貝の採取・保護育成技術の開発の考察

4.3.1 小課題の考察

密度調整によるアサリ保護育成手法の確立については、釜漁場でアサリの採取量で密度調整（サイズ選別無し）を行い、移植用のアサリ（殻長 25㎜以上）採取量を増やすことができた。今回の密度調整（サイズ選別無・採取量による密度調整）では、①篩による砂利とアサリの分離、②アサリを採取量で分割（砂利も別途分割）、③分割した砂利とアサリを網袋に投入と作業工程が少なく、現地（干潟上）で作業可能であった。アサリの採取量で密度調整（サイズ選別無し）を行っても、対照区以上の採取量が得られたことから、この密度調整の方法で移植用のアサリ採取量を増やすことができたと考えられる。一方、長里漁場の採取量の結果から、春季の採苗器内のアサリ密度によって密度調整の効果が異なることが示唆され、密度調整を行う前に採苗器内のアサリ密度を把握する作業手順を追加する必要があることが分かった。密度調整による保護育成手法の確立のために、密度調整を実施する基準（閾値）や密度調整の作業性、コストを検証する必要がある。

夏季に減耗リスクの低い場所へ避難させる保護効果の検証については、想定していた対照区（釜漁場）との水温差では、生残率が向上しないことが示唆された。夏季の減耗については、水温だけでなく貧酸素水塊や低塩分といった様々な要因も考えられ、単年の結果で避難の効果を確認するのは困難であると考えられた。避難場所や避難手法を見直しつつ再検証を行い、効果的な夏季の減耗対策を模索する必要がある。

4.3.2 仮説の検証

(1) 密度調整によるアサリ保護育成手法の確立

密度調整によるアサリ保護育成手法の確立における仮説検証結果は、表 29 のとおりである。釜漁場において移植前年の春季に沖側へ設置した採苗器内のアサリを移植年の春季に密度調整 (1/2) すると調整を行わなかった採苗器より移植用のアサリを多く採取でき、本実験の仮説は条件付きで検証された。

表 29　仮説検証結果

仮説	検証項目	検証結果	
移植前年の春季に沖側へ設置した採苗器内のアサリを移植年の春季に密度調整（1/2 または 1/3）すると、調整を行わなかった採苗器より移植用のアサリが多く採取できる。	湿重量 （殻長 25 ㎜以上）	△※	釜漁場においては、移植前年の春季に沖側へ設置した採苗器内のアサリを移植年の春季に密度調整 (1/2) すると、調整を行わなかった採苗器より移植用のアサリが多く採取できた。

※：条件付き（釜漁場、密度調整 1/2）で○

⑵ 夏季に減耗リスクの低い場所へ避難させる保護効果の検証

夏季に減耗リスクの低い場所へ避難させる保護効果の検証における仮説検証結果は、表 30 のとおりである。対照区（釜漁場）と県内他地域（島原）への避難、対照区（釜漁場）と沖筏への避難のどちらも生残率に差は見られなかった。今年度は狙っていた避難による効果（水温差による生残率の向上）が得られなかったと考えられることから、仮説を検証できなかった。

表 30　仮説検証結果

仮説	検証項目	検証結果	
夏季に減耗リスクの低い場所へ移植用のアサリ（殻長 25 ㎜以上）を避難させると、避難させないより移植用のアサリが多く採取できる。	個体数 （生残率）	×	今回の避難場所では、狙っていた避難の効果（水温差による生残率の向上）が得られず、仮説を検証できなかった。