

4. 稚貝の採取・保護育成技術の開発（小課題2－2－2）

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、「夏季減耗に効果的な密度調整による保護育成手法の把握」と「夏季減耗に効果的な避難による保護育成手法の把握」が挙げられた。この2つの課題について、4.1 保護育成実験（密度調整による保護育成手法の検討）と4.2 保護育成実験（避難による保護効果の検討）を実施した。

4.1 保護育成実験（密度調整による保護育成手法の検討）

過年度の成果より、採苗器設置（春季）翌年の春季に採苗器内のアサリを密度調整（間引き、サイズ選別無し）を行う手法の有効性が確認できた。その成果を踏まえ、今年度は、春季に収容密度の異なるケースを設定し、秋季でのアサリ成貝の収獲量を比較する事で、密度調整（間引き）を実施する際の効果的な収容密度（目安）を確認した。

4.1.1 方法

保護育成実験（密度調整による保護育成手法の検討）の概要は図38に示すとおりである。令和2年5月に釜漁場（湾口部）に設置した採苗器を令和3年5月に一部回収し、9mm篩に残留したアサリ（殻長12mm程度以上）について網袋内の密度が0.3～1.2kg/袋（100～400個体/袋）になるよう調整し、9mm篩を通過した稚貝を含む砂利と合わせて再設置した。設置した網袋は令和3年10月に回収し、個体数、殻長、湿重量を計測した。また8月には、貧酸素水塊発生後の生残状況についても確認した。

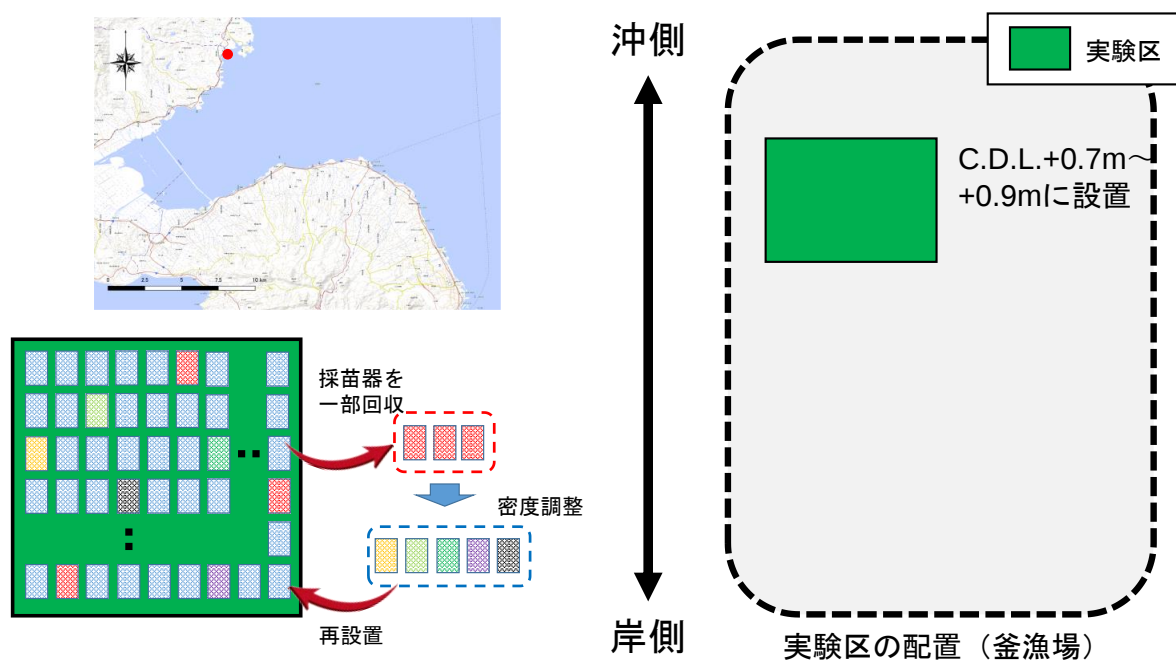


図38 保護育成実験（密度調整による保護育成手法の検討）実験の概要

4.1.2 結果

保護育成実験（密度調整による保護育成手法の検討）設置時（5月）の殻長別個体数と構成比は図39に示すとおりである。実験開始時の殻長15～25mmのアサリが占める割合（個体数）は、47～49%、25～30mmの割合は29～31%、30mm以上は21～23%と概ね同条件であった。

5月から10月までの各実験ケースの殻長25mm以上のアサリ成貝個体数と湿重量の推移は図40に、設置時の重量を100%とした重量比の推移は図41に、回収時（10月）の殻長別個体数と構成比は図42に示すとおりである。7月調査時では、各ケースともにアサリ成貝の個体数、湿重量は増加していたが10月回収時では減少していた。収容密度では、設置時の収容量が少なかった0.3kg/袋のケースが他のケースと比べて成貝の量が多かった。回収時の殻長別の構成比においても0.3kg/袋のケースでは殻長25mm以上のアサリの割合が55.0%と開始時の51.0%を上回っていた。その他のケースでは、殻長25mm以上のアサリの割合が減少し、殻長15～25mmのアサリの割合が設置時よりも増加していた。

回収時（10月）の収容密度ごとのアサリ採取量（成貝）の統計解析結果は、表12のとおりである。0.3kg/袋のケースが他のケースと比べて有意に採取量が多い結果となった。

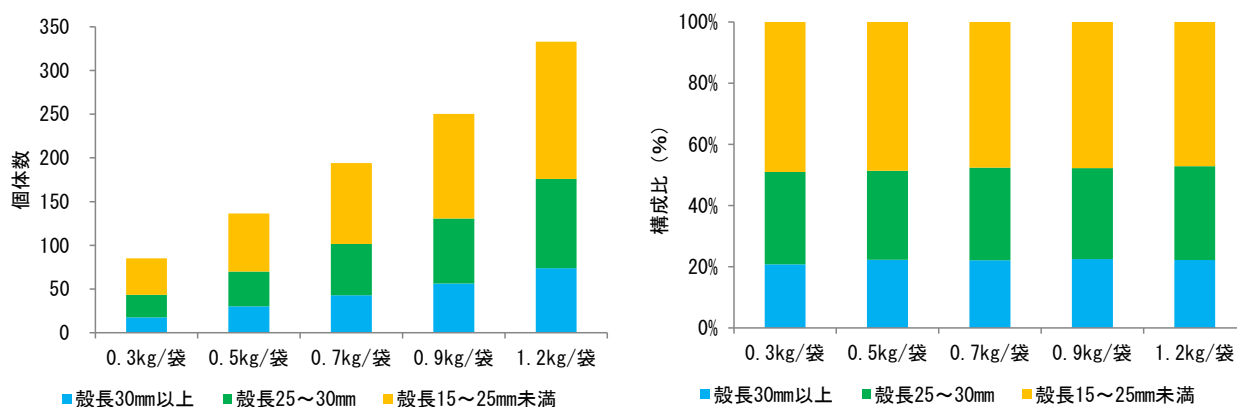


図39 設置時（5月）の殻長別個体数（左図）と構成比（右図）

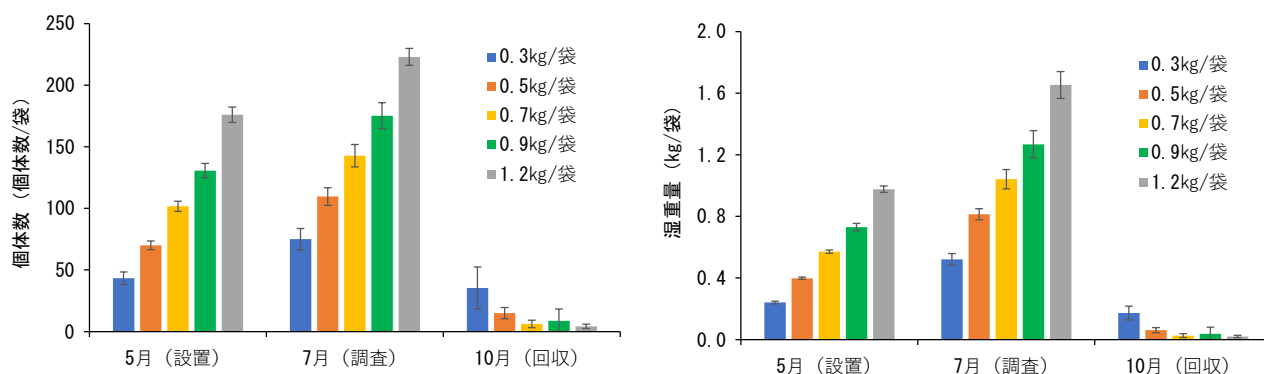


図40 殻長25mm以上のアサリ個体数（左図）と湿重量（右図）推移

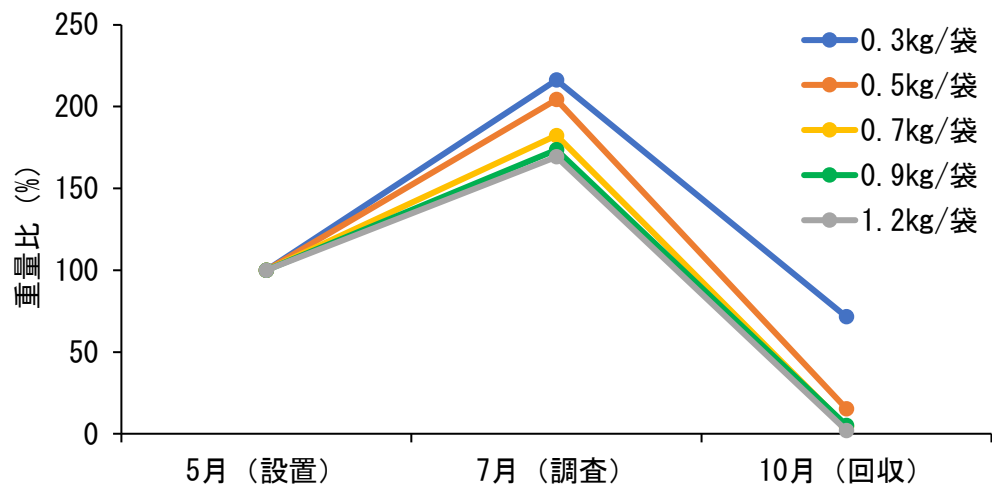


図41 殻長25mm以上のアサリの設置時からの重量比推移 (設置時: 100%)

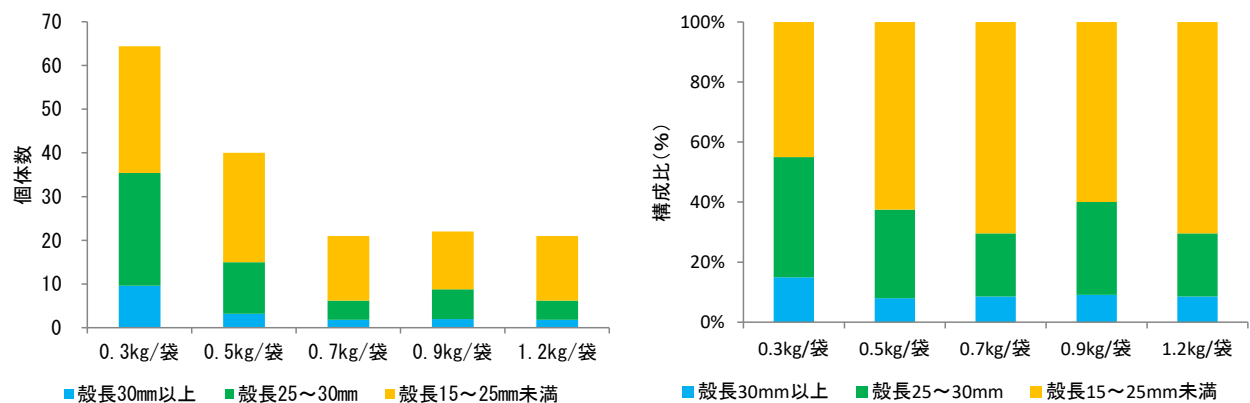


図42 回収時 (10月) の殻長別個体数 (左図) と構成比 (右図)

表12 回収時 (10月) の収容密度ごとのアサリ採取量 (殻長25mm以上) 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	判定※	検定結果	使用した検定
令和3年10月	湿重量 (殻長25mm以上)	①0.3kg/袋 ②0.5kg/袋 ③0.7kg/袋 ④0.9kg/袋 ⑤1.2kg/袋	4	20	2.8661	<0.01	**	①>② ①>③ ①>④ ①>⑤	Tukey検定

※ 「**」: p<0.01 「*」: p<0.05 「 」: p>0.05

4.1.3 仮説の検証および考察

(1) 仮説の検証

保護育成実験（密度調整による保護育成手法の検討）における仮説検証結果は、表 13 のとおりである。春季のアサリ密度 0.3kg/袋の秋季の採取量が 1.2kg/袋よりも有意に多かった（表 12 参照）ことから、本実験の仮説は検証された。

表 13 仮説検証結果

仮説	検証項目	検証結果	
春季のアサリ密度 1.2 kg/袋の秋季の採取量よりも 0.3～0.9 kg/袋のいずれかの秋季の採取量が多くなる。	湿重量 (殻長 25mm 以上)	○	春季のアサリ密度 0.3kg/袋の秋季の採取量が 1.2kg/袋よりも有意に多かった。

(2) 考察

アサリ減耗時の漁場水質環境（水温、塩分、溶存酸素濃度）の推移は、図 43 に示すとおりである。7 月後半から 8 月後半にかけて、諫早湾内ではアサリの生息に影響を及ぼす水準の高水温、貧酸素、低塩分環境となった。そこで 8 月 24 日に臨時調査を行い 0.3kg/袋、0.5kg/袋、1.2kg/袋のアサリ生残状況を確認した結果、アサリの減耗が確認された。減耗が発生した時期は、7 月 27 日以降と考えられ臨時調査までに 1mg/L 以下の貧酸素、32℃を超える高水温、10psu 以下の低塩分の順にアサリの生息に厳しい環境となっていた。臨時調査は低塩分直後に行っており、死亡が確認されたアサリは、死亡直後（身付や臭気あり）の個体が少なかったことから、今回のアサリ減耗の主要因は、高水温と貧酸素によるものと推察された。

実験結果より設置時のアサリ収容量が最も少なかった 0.3kg/袋が他のケースと比べて有意に採取量が多い結果となった。本実験では、夏季のアサリ漁場の生息環境悪化により、秋季でのアサリ成貝の収穫量を増加させるための効果的な収容密度は見いだせなかったが、アサリの減耗が激しい状況下においても間引きの効果があることは確認された。また 0.5kg/袋～1.2kg/袋のケースでは、回収時に生残していたアサリは、設置時よりも成貝の割合が減り殻長の小さいアサリの割合が増加していた。このことよりアサリ漁場環境悪化による減耗は、サイズの大きいアサリほど影響が大きくなることが推察された。今後、漁場環境が悪化する時期の前に間引きを行うことを検討する際に、間引き後の効果的な収容密度のみならず再収容するアサリのサイズについても検証する必要があると考えられた。

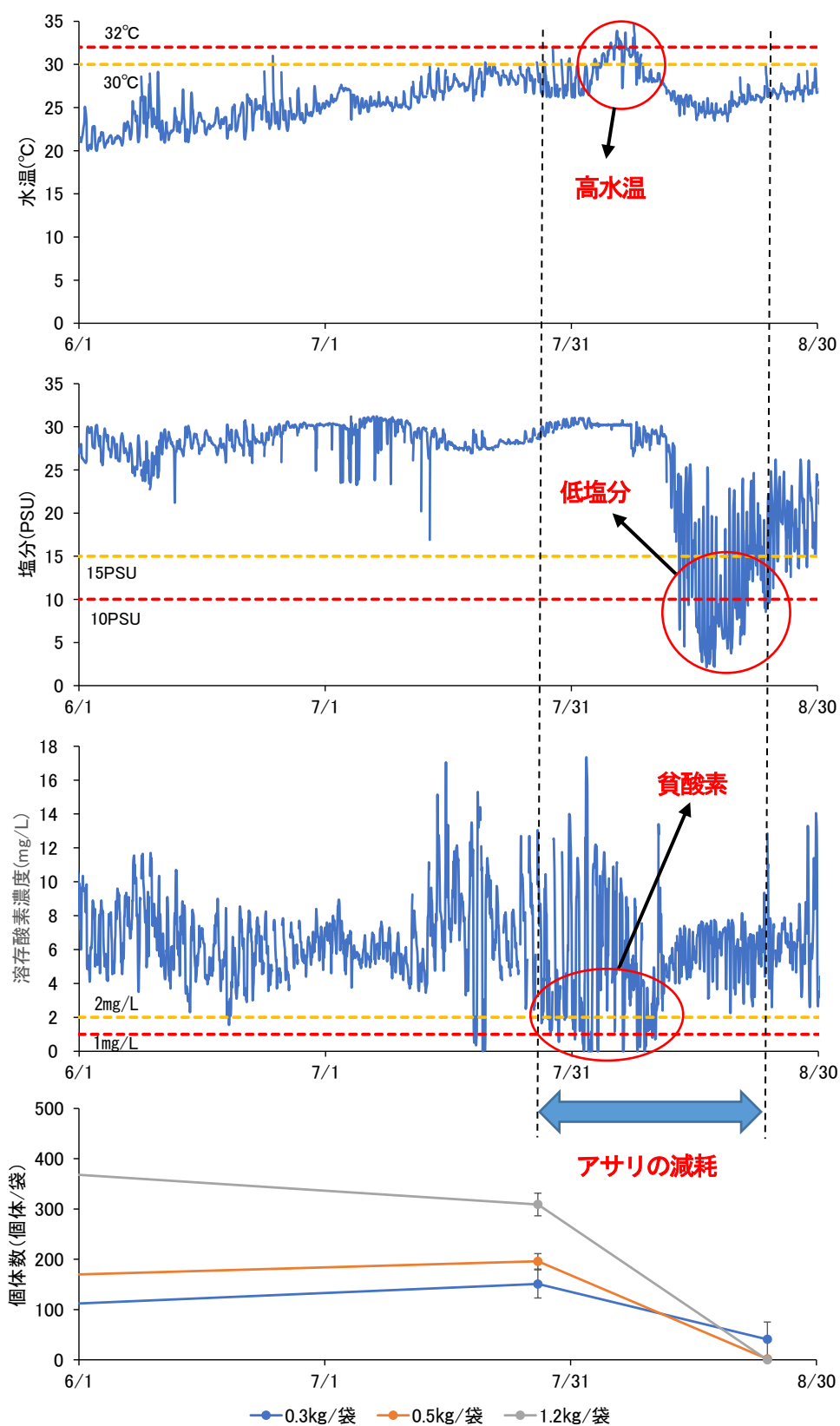


図 43 アサリの減耗时の漁場水質環境（水温、塩分、溶存酸素濃度）の推移

※個体数：9mm 目合い篩に残留したアサリ個体数

4.2 保護育成実験（避難による保護効果の検討）

過年度の成果より、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一方で夏季の減耗は、水温だけでなく貧酸素水塊や低塩分といった要因もあり、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。その成果を踏まえ、今年度は低塩分や貧酸素水塊の発生前に海上や他地域に避難させ、生残率を比較することで避難効果を再確認した。

4.2.1 方法

保護育成実験（避難による保護効果の検討）の実験の概要は図44に示すとおりである。令和2年5月に釜漁場（湾口部）に設置した採苗器を令和3年5月、7月に一部回収し、殻長25mm以上のアサリ成貝を150個体/袋で網袋に収容し、避難場所（猛島海岸（島原地先）、カキ養殖用沖筏）と対照区（釜漁場）に設置した。網袋は令和3年10月に回収し、生残率（個体数）と湿重量を計測した。

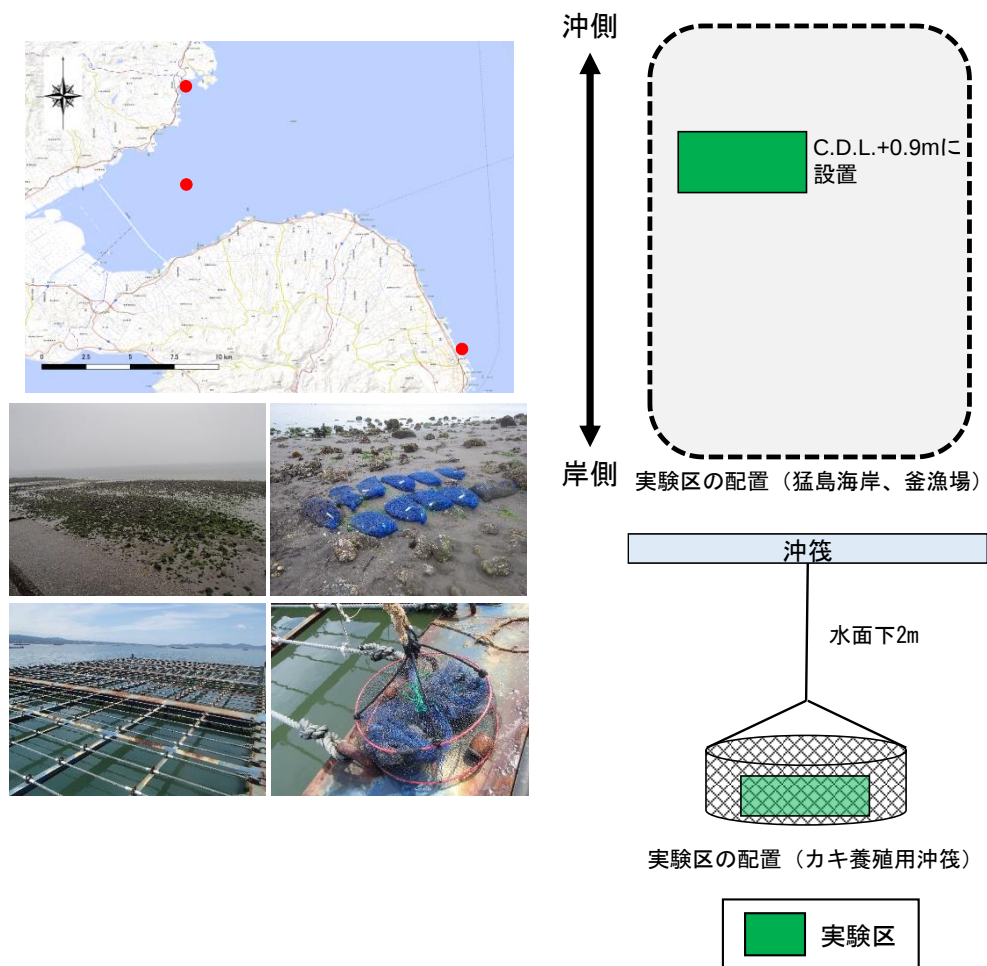
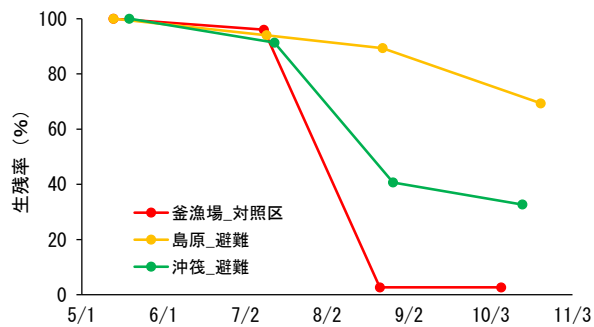


図44 保護育成実験（避難による保護効果の検討）実験の概要

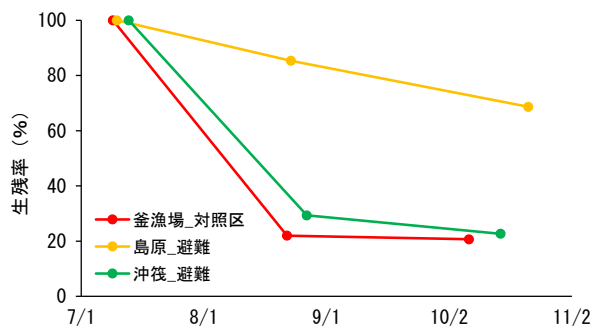
4.2.2 結果

保護育成実験（避難による保護効果の検討）のアサリ生残率の推移は図 45 に、設置時の重量を 100%とした重量比の推移は図 46 に示すとおりである。10 月（回収）時の生残率は、5 月避難、7 月避難ともに島原_避難、沖筏_避難、釜漁場_対照区の順であった。釜漁場_対照区と沖筏_避難では、7 月から 8 月にかけて 50%以上の生残個体数の減少が確認された。5 月避難の釜_対照区では、7 月の生残率 96.0%から 8 月の 2.7%と減少度合いが最も大きかった。生残率の高かった島原_避難では、釜_対照区でみられたような生残率の急激な減少はなく設置期間の経過とともに漸減し、10 月回収時では 5 月避難、7 月避難ともに生残率は、概ね 69%であった。10 月（回収）時の重量比は、島原_避難の 5 月避難が 99%、7 月避難が 87%に対して釜漁場_対照区、沖筏_避難ともに 50%未満であった。重量比の推移の傾向としては、釜漁場_対照区は 5 月から 7 月にかけて 30%増加した後に、生残率の減少に伴って減少、島原_避難は 5 月から 8 月にかけて増加（最大で設置時から 33%増）した後に減少、沖筏_避難は増加することなく減少となっていた。

回収時（10 月）の避難条件ごとのアサリ生残個体数の統計解析結果は、表 14 のとおりである。5 月避難のケースでは、島原_避難、沖筏_避難が釜漁場_対照区に比べて有意に生残個体数が多い結果となった。また島原_避難と沖筏_避難の間でも有意に島原_避難の生残個体数が多かった。7 月避難のケースでは、島原_避難が釜漁場_対照区と沖筏_避難に比べて有意に生残個体数が多い結果となった。5 月、7 月ともに島原_避難は、釜漁場_対照区よりも生残個体数が有意に多い結果であった。

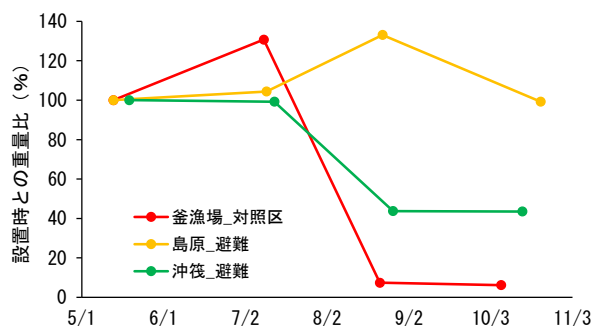


生存率 (%)	5月(設置時)	7月	8月	10月(回収時)
釜漁場_対照区	100	96.0	2.7	2.7
島原_避難	100	94.0	89.3	69.3
沖筏_避難	100	91.3	40.7	32.7

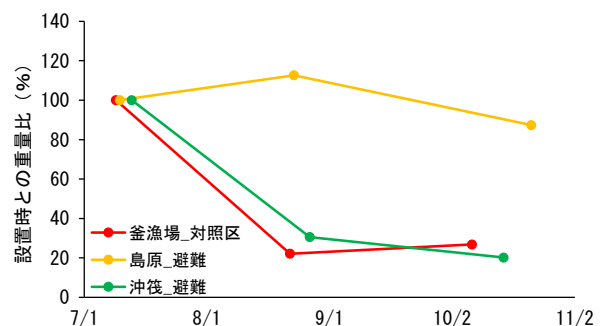


生存率 (%)	7月(設置時)	8月	10月(回収)
釜漁場_対照区	100	22.0	20.7
島原_避難	100	85.3	68.7
沖筏_避難	100	29.3	22.7

図 45 アサリ生存率推移 5月避難（左図）と7月避難（右図）



重量比 (%)	5月(設置時)	7月	8月	10月(回収時)
釜漁場_対照区	100	130.7	7.4	6.2
島原_避難	100	104.4	133.1	99.2
沖筏_避難	100	99.2	43.7	43.6



重量比 (%)	7月(設置時)	8月	10月(回収)
釜漁場_対照区	100	22.1	26.8
島原_避難	100	112.6	87.4
沖筏_避難	100	30.6	20.2

図 46 アサリの設置時からの重量比推移（設置時 100%） 5月避難（左図）と7月避難（右図）

表 14 回収時（10月）の避難条件ごとのアサリ生残個体数の統計解析結果

5月避難

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	判定※	検定結果	使用した検定
令和3年10月	生残個体数 (殻長25mm以上)	①釜漁場_対照区 ②島原_避難 ③沖筏_避難	2	14	3.8853	<0.01	**	②>① ③>① ②>③	Tukey検定

※ 「**」 : p < 0.01 「*」 : p < 0.05 「 」 : p > 0.05

7月避難

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	判定※	検定結果	使用した検定
令和3年10月	生残個体数 (殻長25mm以上)	①釜漁場_対照区 ②島原_避難 ③沖筏_避難	2	14	3.8853	<0.01	**	②>① ②>③	Tukey検定

※ 「**」 : p < 0.01 「*」 : p < 0.05 「 」 : p > 0.05

4.2.3 仮説の検証および考察

(1) 仮説の検証

保護育成実験（避難による保護効果の検討）における仮説検証結果は、表 15 のとおりである。アサリの生残率が、島原は 5 月および 7 月避難、沖筏は 5 月避難の条件で避難元（釜漁場）よりも有意に高かった（表 14 参照）ことから、本実験の仮説は検証された。

表 15 仮説検証結果

仮説	検証項目	検証結果
春季から夏季の間に島原、沖筏のいずれかに避難させると、避難元より生残率が向上する。	個体数 (生残率)	○ アサリの生残率が、島原は 5 月および 7 月避難、沖筏は 5 月避難の条件で避難元（釜漁場）よりも有意に高かった。

(2) 考察

実験期間中の小長井地先釜漁場と島原地先猛島海岸の漁場水質環境（水温、塩分、溶存酸素濃度）とアサリ生残率の推移は、図 47 に示すとおりである。また釜漁場と猛島海岸の令和 3 年夏季（6 月～9 月）のアサリの生息に影響をおよぼす水温、塩分、溶存酸素濃度の頻度は表 16 のとおりである。令和 3 年の釜漁場と猛島海岸との漁場水質環境は、溶存酸素濃度で顕著な違いがみられた。釜漁場は、たびたび貧酸素環境に晒されている一方で猛島海岸では実験期間を通して貧酸素環境となることはなかった。釜漁場で生残率の低下が著しかった 7 月から 8 月のアサリの生息に影響をおよぼす水温、塩分、溶存酸素濃度の頻度に着目すると、水温 32 度以上の観測時間は、釜漁場が 7 月 0 時間、8 月 35 時間（5.1%）に対して猛島海岸が 7 月 8 月ともに 0 時間、塩分 10PSU 以下の観測時間は、釜漁場が 7 月 0 時間、8 月 117 時間（17.1%）に対して猛島海岸が 7 月 0 時間、8 月 46 時間（6.9%）、溶存酸素濃度 1mg/L 以下の観測時間は、釜漁場が 7 月 16 時間（2.3%）、8 月 40 時間（6.0%）に対して猛島海岸が 7 月、8 月ともに 0 時間となっていた。全ての項目において猛島海岸の方がへい死リスクが低い傾向にあり、そのことが今回の実験結果に反映されたと考えられる。島原地先への避難効果がみられなかった昨年度の同実験について同様の検討を行った。令和 2 年の実験期間中の小長井地先釜漁場と島原地先猛島海岸の漁場水質環境（水温、塩分、溶存酸素濃度）とアサリ生残率の推移は、図 48 に示すとおりである。また釜漁場と猛島海岸の令和 2 年夏季（6 月～9 月）のアサリの生息に影響をおよぼす水温、塩分、溶存酸素濃度の頻度は表 17 のとおりである。令和 3 年との違いは、低塩分化が発生した時期と強度および高水温、貧酸素の強度である。令和 2 年は、小長井地先、島原地先ともに実験を開始した 7 月に大雨に起因する低塩分化が発生した。7 月の塩分 10PSU 以下の観測時間は、釜漁場が 173 時間（24.9%）猛島海岸が 126 時間（17.3%）といずれも令和 3 年よりも多く、その後の調査で 30～40%の生残率の減少が確認された。高水温、貧酸素環境の発生については、8 月を中心に釜漁場で観測されたが今年度よりも軽微であった。島原地先については令和 3 年と同様に実験期間を通して貧酸素環境となることはなかった。

以上より、諫早湾内よりも島原地先の方が高水温や貧酸素の発生リスクは低いこと、島原地先にアサリを避難させる効果は、諫早湾内が厳しい高水温や貧酸素環境に晒される年であることが推察された。有明海流域で大雨が発生した際には小長井、島原両地先ともに低塩分化することから低塩分による死亡リスクに対しては島原地先に避難させる効果は低いと考えられた。

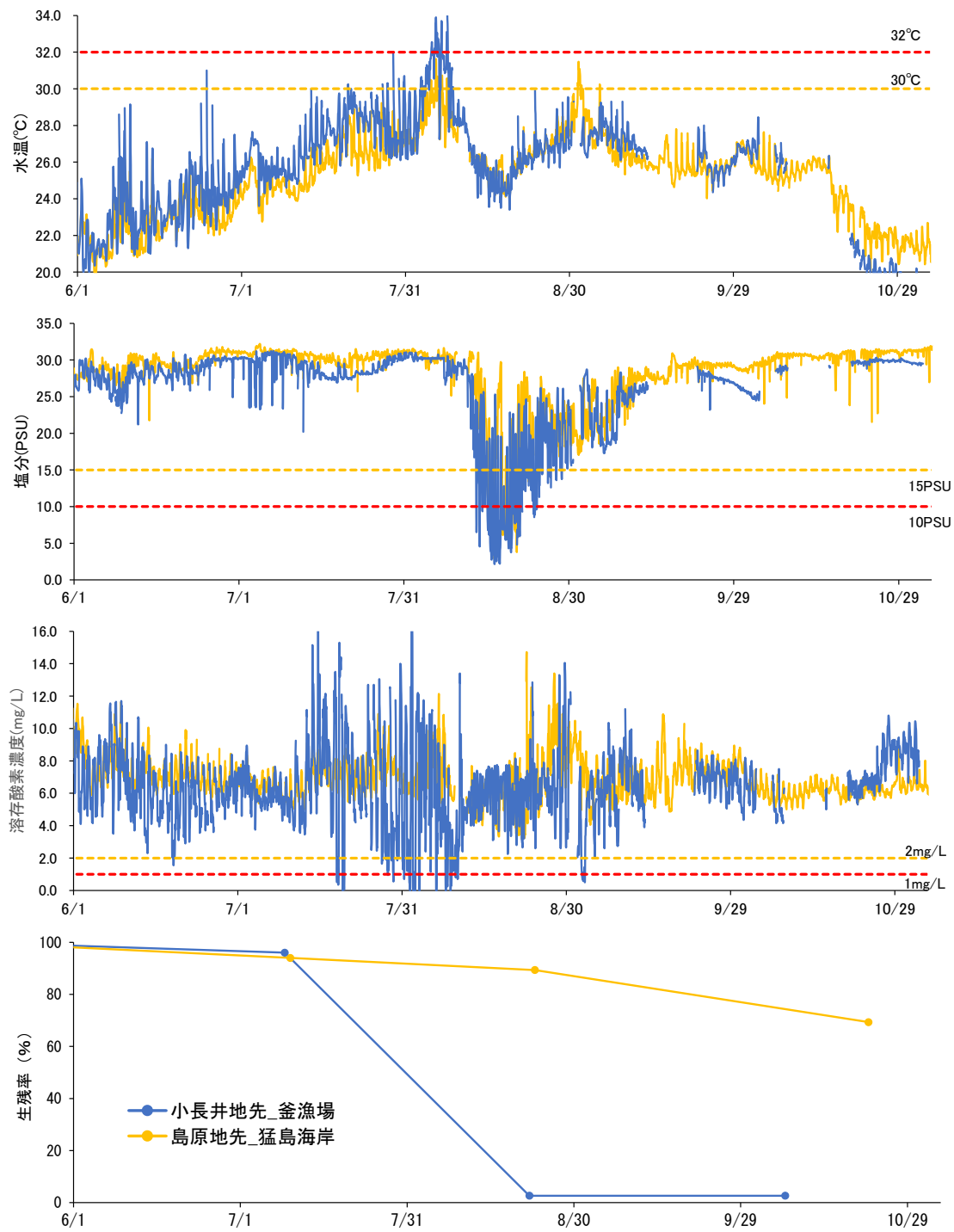


図47 令和3年の実験期間中の漁場環境とアサリ生残率の推移（比較）

表 16 令和3年夏季（6月～9月）のアサリの生息に影響をおよぼす水温、塩分、溶存酸素濃度の頻度

水温

地点	項目	6月		7月		8月		9月	
		観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)
釜漁場	総観測時間	709		710		680		476	
	30℃以上の時間	1	0.1	15	2.1	117	17.2	0	0.0
	32℃以上の時間	0	0.0	0	0.0	35	5.1	0	0.0
猛島海岸	総観測時間	698		729		663		705	
	30℃以上の時間	0	0.0	0	0.0	38	5.7	5	0.7
	32℃以上の時間	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

塩分

地点	項目	6月		7月		8月		9月	
		観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)
釜漁場	総観測時間	709		709		683		476	
	15PSU以下の時間	0	0.0	0	0.0	177	25.9	0	0.0
	10PSU以下の時間	0	0.0	0	0.0	117	17.1	0	0.0
猛島海岸	総観測時間	699		729		663		708	
	15PSU以下の時間	0	0.0	0	0.0	102	15.4	0	0.0
	10PSU以下の時間	0	0.0	0	0.0	46	6.9	0	0.0

溶存酸素濃度

地点	項目	6月		7月		8月		9月	
		観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)
釜漁場	総観測時間	709		711		663		476	
	2mg/L以下の時間	3	0.4	44	6.2	56	8.4	17	3.6
	1mg/L以下の時間	0	0.0	16	2.3	40	6.0	10	2.1
猛島海岸	総観測時間	700		729		664		708	
	2mg/L以下の時間	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	1mg/L以下の時間	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

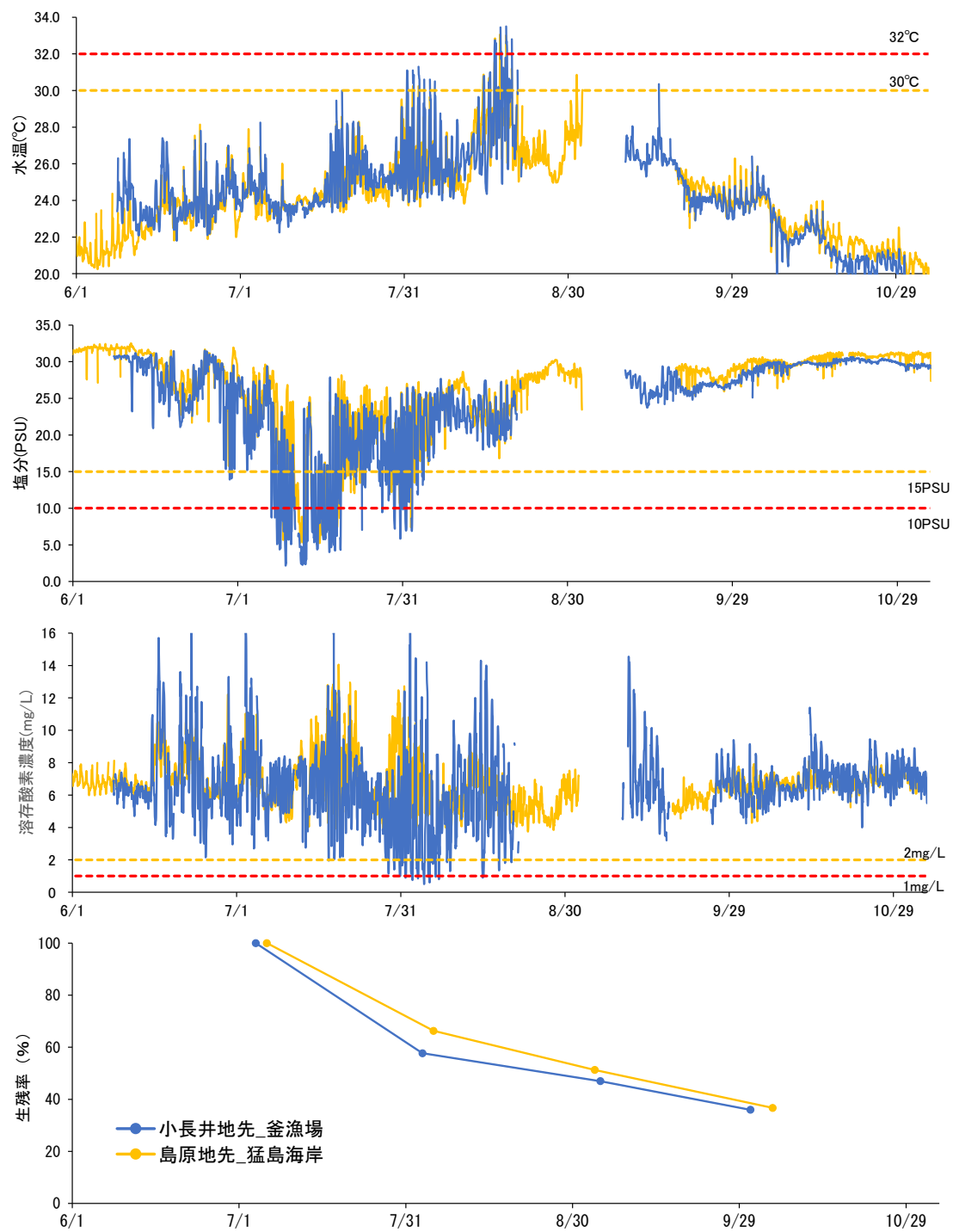


図 48 令和 2 年の実験期間中の漁場環境とアサリ生残率の推移（比較）

表 17 令和2年夏季（6月～9月）のアサリの生息に影響をおよぼす水温、塩分、溶存酸素濃度の頻度

水温

地点	項目	6月		7月		8月		9月	
		観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)
釜漁場	総観測時間	518		694		460		488	
	30℃以上の時間	0	0.0	6	0.9	60	13.0	1	0.2
	32℃以上の時間	0	0.0	0	0.0	17	3.7	0	0.0
猛島海岸	総観測時間	700		728		706		306	
	30℃以上の時間	0	0.0	2	0.3	33	4.7	1	0.3
	32℃以上の時間	0	0.0	0	0.0	6	0.8	0	0.0

塩分

地点	項目	6月		7月		8月		9月	
		観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)
釜漁場	総観測時間	518		694		460		488	
	15PSU以下の時間	2	0.4	263	37.9	20	4.3	0	0.0
	10PSU以下の時間	0	0.0	173	24.9	5	1.1	0	0.0
猛島海岸	総観測時間	701		728		706		306	
	15PSU以下の時間	0	0.0	247	33.9	13	1.8	0	0.0
	10PSU以下の時間	0	0.0	126	17.3	1	0.1	0	0.0

溶存酸素濃度

地点	項目	6月		7月		8月		9月	
		観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)	観測時間(h)	出現頻度(%)
釜漁場	総観測時間	518		692		460		307	
	2mg/L以下の時間	0	0.0	19	2.7	60	13.0	0	0.0
	1mg/L以下の時間	0	0.0	4	0.6	15	3.3	0	0.0
猛島海岸	総観測時間	700		726		704		303	
	2mg/L以下の時間	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	1mg/L以下の時間	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0