

## 2. コンブモニタリング調査

### 【福島町における促成コンブ養殖に係る用語と工程】

・コンブ養殖の基本的な流れは下記のとおり(引用:福島町の養殖コンブの話 渡島西部地区漁業士会、養殖昆布管理暦、養殖コンブ生産工程(福島町提供))。

#### ＜種苗系生産＞

- ① 種苗を付着させるための糸(種苗糸)を準備する。
- ② 10月上旬、福島町沖の天然母藻を採捕する。
- ③ 母藻に刺激を与え、種(遊走子)を放出させる。
- ④ 種の放出状態を確認し、種苗糸を飼育液中に投入する。
- ⑤ 飼育液に栄養を加え、適切な光量で管理することで、初期成長を促す。
- ⑥ 糸に十分な量の種苗が付着したことを確認し、各漁業者に提供する。
- ③ 各株のコンブの成長を確認し、3月から5月にかけて、各株の残存コンブの成長促進を促すため、適正枚数まで間引きする。  
※間引きは漁業者が洋上で実施、各株に付着するコンブの個体について成長不良や変形個体を確認し、茎部分から刈り取る。刈り取った間引きコンブは原則海中還元する。
- ④ 4月以降は、成長に応じて浮き玉を追加し徐々に養殖ロープの水深を浅くする。
- ⑤ 漁業者は残存コンブの成長や付着物の状況などを見極めて水揚げ時期を判断する。

＜参考＞胞子体が発生した種苗糸



#### ＜仮殖～育成＞

- ① 種苗糸を洋上に吊るすことで、海水に慣らすための『仮殖』を行う。
- ② 仮殖終了後、種苗糸を3～5cm程度の長さに切り分けて養殖ロープに打ち込み(株)、海中に吊るす。

＜参考＞ 切り分けた種苗糸



#### ＜水揚げ以降＞

- ① 養殖ロープから残存コンブの製品化に必要な部分を刈り取り水揚げする。
- ② 水揚げしたコンブを洗浄し、規格に合わせた長さに切り分ける。
- ③ 乾燥作業を行う。

＜参考＞乾燥作業風景



- ④ 製品規格に合わせて整形し梱包する。
- ⑤ 等級検査後に出荷する。
- ⑥ 次年度の養殖生産に向けて、ロープや養殖施設のメンテナンスを行う。

・本調査で用いる用語については、下記のとおり定義した。

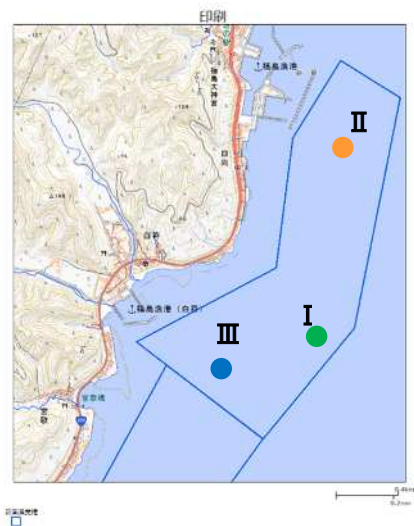
- 株 : 養殖ロープに差し込んだ1本の種苗糸から成長したマコンブ胞子体の群。
- 間 引 き: 養殖期間の途中で、各株のコンブの付着枚数を減らす作業。  
3月～5月にかけて順次実施される。  
間引き対象の判断は成長不良や変形などによる。  
洋上で作業を行い、間引き後に海中還元される。  
養殖ロープ a の間引きによって除去されるコンブの一部は生コンブとして水揚げされる。
- 間 引 きコンブ: 間引きにより各株から除去されるコンブ。
- 間 引 き枚数: 1株あたりの間引きコンブの枚数。
- 残 存 コンブ: 各株に残っているコンブ。  
間引き後、水揚げ直前まで残っているものについては水揚げ対象となる。
- 残 存 枚 数: 1株あたりの残存コンブの枚数。
- 生 コ ン ブ: 生の状態で出荷されるコンブ。4月～6月頃に水揚げされる。
- 乾 燥 コ ン ブ: 水揚げ後に乾燥させた後に出荷されるコンブ。主に7月頃水揚げされる。
- 自 然 流 出: 時化や潮流の影響により株から残存コンブが脱落すること。
- 自然流出枚数: 自然流出により、株から脱落し海中に還元された残存コンブの枚数。  
※自然流出枚数は、“調査日の調査前”残存枚数から“前回調査日”の調査後残存枚数を差し引くことで算出した。
- 水 揚 量: 水揚げ直前までに養殖ロープで育成していたコンブの湿重量。  
1株あたりの水揚量は、『1株あたりの残存枚数×残存コンブ1枚あたりの湿重量』で算出。
- 残 置 量: 間引きにより海中還元されたコンブと、自然流出したコンブの合計湿重量。  
1株あたりの残置量は、『(1株あたりの間引き枚数+1株あたりの自然流出枚数)×間引きコンブ1枚あたりの湿重量』で算出。
- 水 揚 量 a: 養殖ロープ a に対する水揚量(養殖ロープの定義はロープ長調査 p.6、p.8を参照)。  
水揚量 a に該当するコンブは乾燥コンブに製品化するために水揚げする。  
なお、養殖ロープ a の間引きコンブの一部は生コンブとして水揚げする。
- 残 置 量 a: 養殖ロープ a に対する残置量
- 水 揚 量 b: 養殖ロープ b に対する水揚量。  
水揚量 b に該当するコンブは主に生コンブとして、水揚げする。
- 残 置 量 b: 養殖ロープ b に対する残置量
- 水 揚 量 c: 養殖ロープ c に対する水揚量。水揚量 c に該当するコンブは生コンブとして、水揚げする。
- 残 置 量 c: 養殖ロープ c に対する残置量

## 【コンブモニタリング調査】

・令和4年10月に天然母藻を採捕し種苗系を生産、11月に種苗系を配布し、養殖を開始したコンブについて、令和5年3月以降、モニタリング調査を行った。

・調査は、B 区画のコンブ養殖漁業者に依頼し、1連ずつ異なる3か所を設定した(図1)。

図1. 調査定点の位置(地図は海しるより引用)



## ＜調査内容＞(図2、参考画像)

ア. 養殖ロープ1mあたりの株数、養殖コンブの残存枚数、間引き枚数、自然流出枚数等の算出のための調査

### ①養殖ロープ1mあたりの株数の算定

- ・1連あたりの養殖ロープの長さ
- ・1連あたりの株数

### ②1株あたりのコンブの残存枚数の調査

- ・月別の各株のコンブの残存枚数、自然流出枚数
- ・間引き枚数

### ③補足 聞き取り調査※1

- ・1mあたりに付ける種苗系の数(株数)
- ・各株あたりの間引き後の残存枚数

※1. 養殖ロープ1mあたりの株数や1株あたりの残存枚数はCO<sub>2</sub>吸収量の算定に必要なだが、調査定点のみでは個人差がある可能性があるため、補足として聞き取り調査を実施した。

イ. 水揚量ならびに残置量算定のためのコンブ成長調査(3月～7月)

### ①調査定点のコンブの成長モニタリング

3月 : 調査定点の間引きコンブの葉長、葉幅、湿重量(3 定点×3 株の間引きコンブの全数調査)、残りの株は各株の合計湿重量と枚数から1枚あたりの平均湿重量を算出

4月～5月：調査定点の残存コンブの葉長、葉幅、湿重量(3 定点×全株 1 枚ずつ)

7月：調査定点の残存コンブの葉長、葉幅、湿重量(3 定点×全株 2 枚ずつ)

ウ. 間引き前と間引き済みの株のコンブの成長比較

5月：調査定点外(間引き前)の各株付着枚数

調査定点外の残存コンブの葉長、葉幅、湿重量の計測(各株 2 枚ずつ)

エ. 間引きコンブ 1 枚あたりの湿重量算出のための補足調査<sup>※2</sup>

イ、ウの調査結果に加えて、不足分について過年度に福島町が行った調査データをもとに検討した。

※2. 間引きにより海中還元されるコンブは、CO<sub>2</sub> 吸収量の試算上、残置量とみなされる。

間引きは3月～5月に実施されるため、間引きコンブ 1 枚あたりの湿重量は3月～5月の平均値により算定する必要があるが、調査定点の各株は3月段階で間引き済みだった。間引きを行うことで、残存コンブの成長が促進することが経験的に知られており、4月～5月の調査定点のコンブ(間引き済み)1 枚あたりの湿重量に基づき残置量を算出した場合、過大評価となる可能性がある。そのため、4月～5月の間引き前のコンブの 1 枚あたりの湿重量を算出するため補足調査を行った。

図2. 調査風景

枚数等の確認(漁船に乗り込み)



漁協調査船



計測(3月)



計量作業(3月)





計測(5月)



計測(7月)



## 〔結果〕

### ア. 養殖ロープ1mあたりの株数、養殖コンブの残存枚数、間引き枚数、自然流出枚数等の調査結果

#### ①1mあたりの株数の算定結果

- ・今回の調査定点の1連の長さは平均6.5m、1連あたりの平均株数は14.7株であった(表1)。
- ・1連の長さから試算した1mあたりの株数は2.26株(14.7株÷6.5m)となった。

#### ②1株あたりの残存枚数の調査結果

- ・3月の調査(間引き実施前)では1株あたり平均36.0枚のコンブが付着しており、その後平均26.6枚のコンブを間引き、平均9.4枚が残存コンブとして残った。
- ・なお、調査に協力した漁業者は、通常、間引き後の残存枚数を8枚に設定しているが、翌月以降の調査でのサンプル採取を考慮し多く残した。

表1. 令和5年3月15日 調査定点調査結果

調査定点	1連の長さ	株数(@連)	間引き前 平均残存枚数(@株)	平均間引き枚数(@株)	間引き後 平均残存枚数(@株)
I	6.4m	14.0 株	26.3 枚	18.1 枚	8.1 枚
II	6.7m	15.0 株	43.0 枚	33.0 枚	10.0 枚
III	6.4m	15.0 株	37.9 枚	27.9 枚	10.0 枚
全平均	6.5m	14.7 株	36.0 枚	26.6 枚	9.4 枚

- ・3月から7月までの調査の結果、調査定点において株の流出は無かった。
- ・調査期間中の自然流出枚数は1株あたり0.5枚であった(表2)。

表2. 調査定点の各株あたり平均付着枚数推移

調査日	3/15	4/27	5/23	7/11	—
調査株数(N=)	44 株	44 株	44 株	44 株	—
調査前残存枚数(@株)	36.0 枚	9.4 枚	8.3 枚	6.9 枚	—
サンプル採取枚数(@株)	26.6 枚	1.0 枚	1.0 枚	2.0 枚	—
調査後残存枚数(@株)	9.4 枚	8.4 枚	7.3 枚	4.9 枚	—
自然流出枚数(@株)	0.0 枚	<u>0.0 枚</u>	<u>-0.1 枚</u>	<u>-0.4 枚</u>	<u>-0.5 枚</u>

### ③補足 聞き取り調査等

- ・8月31日に調査定点以外のコンブ養殖漁業者(養殖ロープ a、b) 19名に聞き取り調査を行った。
- ・聞き取りの結果、養殖ロープ1mあたりの平均株数は2. 24株、間引き後の1株あたり平均残存枚数は8. 4枚だった。
- ・また、聞き取り調査時に、過年度(令和元年度～令和4年度)について、各漁業者は、同様の株数、間引き後残存枚数で管理していることを確認した。
- ・その他、コンブ養殖に関する書類調査の結果、福島町が作成した「養殖昆布管理暦」では残存枚数の適値は7枚、渡島西部地区漁業士会(福島吉岡漁協所属の漁業者が主体となり構成されている)が作成した「福島町の養殖コンブの話」では残存枚数の基準を8枚としていることが確認された。
- ・次に、マグロ漁業とイカ漁業を営む漁業者(養殖ロープ c)に聞き取り調査を行った。
- ・結果、養殖ロープcの1mあたりの平均株数は2. 5株、1株あたりの間引き枚数は10枚であった。
- ・また、3月の調査(間引き実施前)で1株あたり平均36. 0枚のコンブが付着していたことを基準とすると、養殖ロープcの残存枚数は26枚とコンブ養殖漁業者(養殖ロープ a、b)と比較が多いことが確認された。

### 【まとめ】

#### ①養殖ロープ1mあたりの株数

- ・コンブ養殖漁業者が管理する養殖ロープ a、b について、調査定点(2. 26株)と、聞き取り調査(2. 24株)で大きな差異はなく、養殖ロープ1mあたりの株数については小数点2以下を切り捨てし2. 2株@mとした。
- ・養殖ロープ c は、2. 5株@mと養殖ロープ a、b と比べて若干多かったため個別に扱った。
- ・以上より、福島町沖の養殖ロープ1mあたりの株数について、養殖ロープ a、b は2. 2株@m、養殖ロープcは2. 5株@mとした。

#### ②1株あたりの残存枚数と間引き枚数、自然流出枚数

- ・調査定点の3月段階での1株あたりの残存枚数は平均9. 4枚であったが(表2)、サンプル確保のため残存コンブを多く残したことが明らかであり、聞き取り調査での間引き後の残存枚数の平均8. 4枚と比べて大きな差異はないものと見なした。
- ・また、コンブ養殖に関する書類上の残存枚数の基準は7～8枚であり、調査値よりも少なかった。
- ・以上より、養殖ロープ a、b の1株あたりの残存枚数については、これらの平均値である7. 8枚(8. 4枚、7枚、8枚の平均値)とした。
- ・また、養殖ロープ a、b の1株あたりの間引き枚数については、3月の間引き前の1株あたりの枚数(36枚)から残存枚数(7. 8枚)を差し引いた28. 2枚とした。
- ・養殖ロープ c の1株あたりの残存枚数については、3月の間引き実施前の枚数(36枚)から間引き枚数(10枚)を差し引いた26枚とした。
- ・調査データより、養殖ロープ a の1株あたりの自然流出枚数については、0. 5枚とした。
- ・養殖ロープ b、c の1株あたりの自然流出枚数については、水揚げ時期が養殖ロープ a より早いことから(ロープ長調査、p.8)、5月23日までの調査データに基づき、0. 1枚とした。

## イ. 水揚量ならびに残置量算定のためのコンブ成長調査結果

### ① 調査定点のコンブの成長モニタリング結果

- ・調査定点のモニタリングの結果、コンブの湿重量は連続的に増加し(図3 左図)、残存コンブの期間中の最大湿重量は7月の平均湿重量は1,175.1gとなった(表3)。
- ・葉長は、5月までは連続的に伸長し平均546.5cmに達したが、7月では先枯れ等により平均478.8cmと5月の最大葉長よりも短くなった(図3 右図)。

図3. 調査定点コンブの成長推移グラフ(左図 湿重量、右図 葉長)

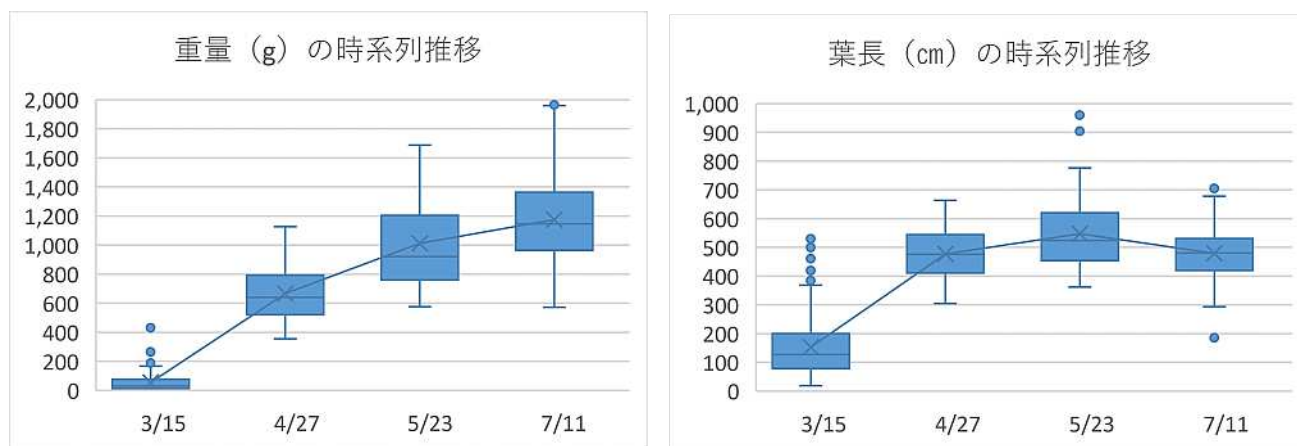


表3. 調査定点コンブの成長モニタリング結果

調査日		3/15	4/27	5/23	7/11
サンプル枚数(N=)		253 枚	44 枚	44 枚	87 枚
葉長	平均	152.8 cm	476.6 cm	546.5 cm	478.7 cm
	最小	18.0 cm	305.0 cm	362.0 cm	185.0 cm
	最大	530.0 cm	663.0 cm	960.0 cm	716.0 cm
葉幅	平均	7.0 cm	23.4 cm	24.3 cm	24.5 cm
	最小	1.6 cm	16.0 cm	17.0 cm	16.0 cm
	最大	18.5 cm	28.0 cm	32.0 cm	35.0 cm
湿重量	平均	55.3g(61.5 <sup>※3</sup> )	666.7 g	1,010.4 g	1,175.1 g
	最小	1.0g	354.0 g	575.0 g	572.0 g
	最大	432.0 g	1,126.0 g	1,687.0 g	1,966.0 g

※3. 3月の平均湿重量(61.5g)は、「3定点×3株について1枚ずつ個別計測した結果(55.3g)」と、「残りの全株について各株の“間引きコンブの湿重量”を“間引きコンブの枚数”で割り算出した1枚あたりの平均湿重量」の平均値。

### 〔まとめ〕

- ・養殖ロープ a の主要水揚げ時期は7月であることから、水揚量 a を試算する際の残存コンブの1枚あたりの湿重量は、7月の計測値である1,175.1gとした。

- ・養殖ロープ b の主要水揚げ時期は4月～5月であることから、水揚げ量 b を試算する際の残存コンブの1枚あたりの湿重量は、調査定点箇所の4月～5月の平均湿重量である $838.5\text{g} = (666.7\text{g} + 1,010.4\text{g}) \div 2$ とした。
- ・養殖ロープ c については、前述の聞き取り調査のとおり、残存枚数ならびに間引き枚数が養殖ロープ a、b と異なることから、別途検討を行った(次節ウ)。

#### ウ. 間引き前と間引き済みの株のコンブの成長比較結果

- ・5月に調査定点(間引き済み:平均残存枚数8.3枚)と調査定点外(間引き前:平均残存枚数27.6枚)のコンブを比較した結果、葉長、葉幅、湿重量のいずれについても調査定点(間引き済み)の方が高い値を示した(表4)。
- ・養殖ロープ c の残存枚数は26枚であり、5月の間引き前の平均付着枚数(27.6枚)に近い値であること、比較調査の結果でも平均付着枚数の違いによる成長差があったことから(表4)、養殖ロープ c の残存コンブ1枚あたりの湿重量については、これらを考慮して設定するのが妥当であると判断した。

表4. 比較結果

調査日(5/23)		調査定点 間引き済み	調査定点外 間引き前
調査株数(N=)		44 株	8 株
平均付着枚数(枚@株)		8.3 枚	27.6 枚
サンプル枚数(N=)		44 枚	16 枚
葉 長	平均	546.5 cm	416.5 cm
	最小	362.0 cm	270.0 cm
	最大	960.0 cm	663.0 cm
葉 幅	平均	24.4 cm	18.9 cm
	最小	17.0 cm	14.0 cm
	最大	32.0 cm	25.5 cm
湿重量	平均	1,010.4 g	614.4g
	最小	575.0 g	276.0 g
	最大	1,687.0 g	1,360.0 g

〔まとめ〕

- ・水揚げ量 c を試算する際の残存コンブの1枚あたりの湿重量について、5月の調査定点外のコンブの平均湿重量である $614.4\text{g}$ とした。

#### エ. 間引きコンブ1枚あたりの湿重量算出のための補足調査

- ・アの調査では3月の間引きコンブ1枚あたりの湿重量(平均 $61.5\text{g}$ )、ウの調査で5月の間引き前のコンブ1枚あたりの湿重量(平均 $614.4\text{g}$ )を算出しているが、4月の間引き前のコンブの1枚あたりの湿重量に関してデータが得られなかった。
- ・そのため、過去に福島町が実施した春先の成長モニタリング調査のデータに基づき検証した。



<参考> 平成14～19年の福島町の調査結果

(福島町提供データ: 間引き前のコンブの1株あたりの枚数、5月は平成15年のみ)

3月(2株) 平均 40.3枚@株、平均湿重量 58.5g@枚(令和5年度調査 61.5g@枚)

4月(2株) 平均 36.9枚@株、平均湿重量 206.6g@枚

5月(2株) 平均 11.5枚@株、平均湿重量 642.6g@枚(令和5年度調査 614.4g@枚)

- ・過去の調査との比較の結果、過年度の3月と5月の間引き前のコンブの1枚あたりの湿重量と本年度の調査結果に大きな差はなかったことから、4月の間引き前のコンブの湿重量は206.6gとした。

[まとめ]

- ・残置量 a、b、c を試算する際の間引きコンブの1枚あたりの湿重量について、294.2g=[61.5g(3月実測値)+206.6g(4月引用値)+614.4g(5月実測値)]÷3カ月とした。

ア、イ、ウ、エより、養殖ロープ別の各種値について、表5のとおりとなる。

表5. 養殖ロープの種類別の整理

養殖ロープの種類	養殖ロープ 1mあたりの株数	1株あたりの残存枚数	残存コンブ 1枚あたりの湿重量	1株あたりの間引き枚数	間引きコンブ 1枚あたりの湿重量
養殖ロープ a	2.2 株	7.8 枚	1,175.1g	28.2 枚	294.2g
養殖ロープ b	2.2 株	7.8 枚	838.5g	28.2 枚	294.2g
養殖ロープ c	2.5 株	26.0 枚	614.4g	10.0 枚	294.2g

## 【水揚量、残置量の試算】

・前述で記載したコンブに関する各種データならびに添付「1. 養殖ロープ長」p.12-13において算出した各養殖ロープの長さを基に、水揚量ならびに残置量を算出した。

### 〔養殖ロープ a〕

#### ＜水揚量 a＞

① 1mあたりの株数	2. 2株@m
② 1株あたりの残存枚数	7. 8枚@株
③ 1株あたりの自然流出枚数	0. 5枚@株
④ 1枚あたりの残存コンブ湿重量	1, 175. 1g@枚
⑤ 1mあたりの残存コンブ湿重量	18. 8kg@m $[(①) \times (② - ③) \times (④ / 10^3)]$
⑥ 養殖ロープの長さ	187. 7km
⑦ 水揚量(乾燥コンブ仕向)	3, 528. 7 <sup>ト</sup> $[(⑤ / 10^3) \times (⑥ \times 10^3)]$
⑧ 水揚量(生コンブ出荷)	218. 6 <sup>ト</sup> ※ <sup>4</sup>
⑨ <u>水揚量 a</u>	<u>3, 747. 3<sup>ト</sup></u> $[(⑦ + ⑧)]$

#### ＜残置量 a＞

① 1mあたりの株数	2. 2株@m
② 1株あたりの間引き枚数	28. 2枚@株
③ 1株あたりの自然流出枚数	0. 5枚@株
④ 1枚あたりの間引きコンブ湿重量	294. 2g@枚
⑤ 1mあたりの間引きコンブ湿重量	18. 5kg@m $[(①) \times (② + ③) \times (④ / 10^3)]$
⑥ 養殖ロープの長さ	187. 7km
⑦ 間引き量	3, 472. 4 <sup>ト</sup> $[(⑤ / 10^3) \times (⑥ \times 10^3)]$
⑧ 生コンブ出荷量	218. 6 <sup>ト</sup> ※ <sup>4</sup>
⑨ <u>残置量 a</u>	<u>3, 253. 8<sup>ト</sup></u> $[(⑦ - ⑧)]$

### ※4.

- ・添付 プロジェクト概要 p.5の通り、福島町では、コンブ養殖漁業者の間引きコンブの一部について生コンブの水揚げ対象とすることで、従来海中還元している間引きコンブの収益化を図っている。
- ・水揚量ならびに残置量の正確性を期すためには、コンブ養殖漁業者の残置量 a、b から「間引き後に海中還元せず生コンブとして水揚げした量」を差し引き、コンブ養殖漁業者の水揚量 a、b に加える必要がある。
- ・本調査では、便宜上、水揚量 a ならびに残置量 a の計算に、令和5年度にコンブ養殖漁業者が出荷した生コンブの出荷量(湿重量)を加味することで調整した。
- ・なお、コンブ養殖漁業者が出荷する生コンブの湿重量については、漁協が各漁業者別に計量作業を行っており、令和5年度については218. 6<sup>ト</sup>であった。

〔養殖ロープb〕

＜水揚量b＞

① 1mあたりの株数	2. 2株@m
② 1株あたりの残存枚数	7. 8枚@株
③ 1株あたりの自然流出枚数	0. 1枚@株
④ 1枚あたりの残存コンブ湿重量	838. 5g@枚
⑤ 1mあたりの残存コンブ湿重量	14. 2kg@m $[(1) \times ((2) - (3)) \times ((4)/10^3)]$
⑥ 養殖ロープの長さ	12. 3km
⑦ <u>水揚量b</u>	<u>174. 6<sup>ト</sup></u> $[(5)/10^3] \times ((6) \times 10^3)$

＜残置量b＞

① 1mあたりの株数	2. 2株@m
② 1株あたりの間引き枚数	28. 2枚@株
③ 1株あたりの自然流出枚数	0. 1枚@株
④ 1枚あたりの間引きコンブ湿重量	294. 2g@枚
⑤ 1mあたりの残置量	18. 3kg@m $[(1) \times ((2) + (3)) \times ((4)/10^3)]$
⑥ 養殖ロープの長さ	12. 3km
⑦ <u>残置量b</u>	<u>225. 0<sup>ト</sup></u> $[(5) \times (6)]$

〔養殖ロープc〕

＜水揚量c＞

① 1mあたりの株数	2. 5株@m
② 1株あたりの残存枚数	26. 0枚@株
③ 1株あたりの自然流出枚数	0. 1枚@株
④ 1枚あたりの残存コンブ湿重量	614. 4g@枚
⑤ 1mあたりの残存コンブの湿重量	39. 7kg@m $[(1) \times ((2) - (3)) \times ((4)/10^3)]$
⑥ 養殖ロープの長さ	4. 9km
⑦ <u>水揚量c</u>	<u>194. 5<sup>ト</sup></u> $[(5)/10^3] \times ((6) \times 10^3)$

＜残置量c＞

① 1mあたりの株数	2. 5株@m
② 1株あたりの間引き枚数	10. 0枚@株
③ 1株あたりの自然流出枚数	0. 1枚@株
④ 1枚あたりの間引きコンブ湿重量	294. 2g@枚
⑤ 1mあたりの残置量	7. 4kg@m $[(1) \times ((2) + (3)) \times ((4)/10^3)]$
⑥ 養殖ロープの長さ	4. 9km
⑦ <u>残置量c</u>	<u>36. 2<sup>ト</sup></u> $[(5) \times (6)]$