

浅海増養殖技術に係る資料

	ページ番号
1 ワカメ・コンブ関係	
(1) 令和5年秋季の海況の見通しについて	1
(2) 昨季の栄養塩濃度の動向と今季の栄養塩供給時期予測について . . .	3
(3) スイクダムシ被害軽減に向けた取組について	5
(4) 湯通し塩蔵ワカメ加工に係る留意点について	6
(5) 成熟誘導技術を用いたコンブの早期養殖試験について	10
2 ホタテガイ・カキ関係	
麻痺性貝毒発生の広域化・長期化について	11
3 アワビ・ウニ関係	
アワビの容器放流について	12

令和5年10月16日

岩手県水産技術センター

1 ワカメ・コンブ関係

(1) 令和5年秋季の海況の見通しについて

ア 現在の海況について（9月上旬）

岩手県水産技術センターでは、漁業指導調査船「岩手丸」で定線海洋観測（1回／月）を実施しています。

本県沿岸10海里（約19km）以内の表面水温は23～26℃台でした（図1左）。平年※と比べて2～4℃程度高めであり、「高い」～「極めて高い」と判断されました（図1右）。

また、10海里以内の100m深水温は10～15℃台でした（図2左）。黒埼沖で4～5℃程度、トドヶ埼沖で1～4℃程度、尾埼及び椿島沖で1℃程度高めであり、黒埼沖は「極めて高い」、トドヶ埼沖は「やや高い」～「極めて高い」、尾埼及び椿島沖は「平年並」～「やや高い」と判断されました（図2右）。

※ 平年の値は、過去30年間（1991年～2020年）の平均。

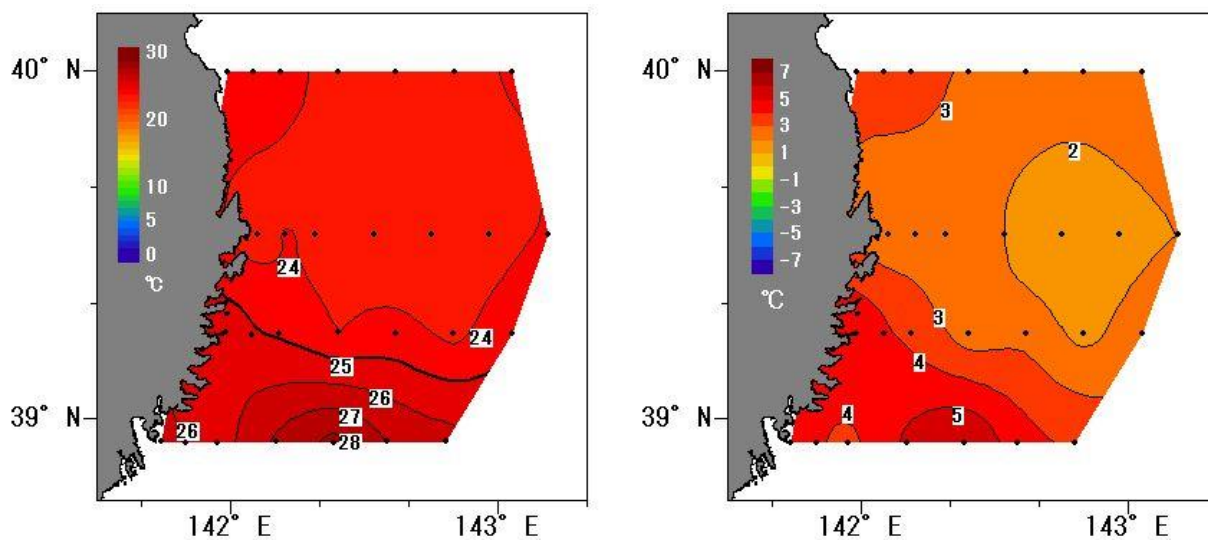


図1 9月上旬の、本県沖50海里までの表面水温図（左）と平年偏差図（右）

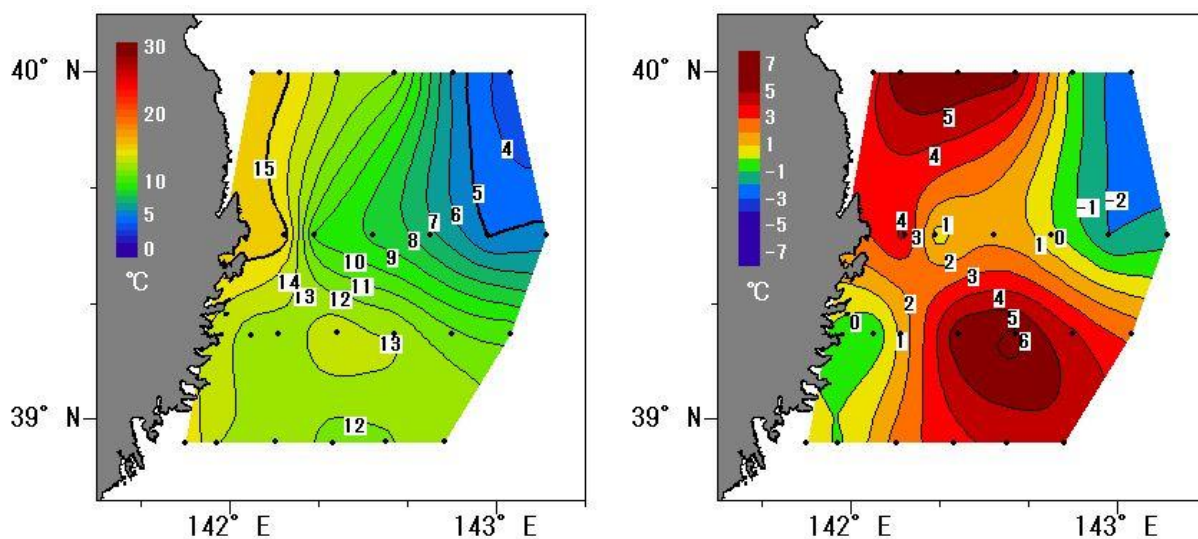


図2 9月上旬の、本県沖50海里までの100m深水温図（左）と平年偏差図（右）

イ 10月下旬までの本県沿岸域の水温の見通し

国立研究開発法人水産研究・教育機構の海況予測システム「FRA-ROMS II」によると、10月下旬の本県沿岸域の10m深水温※は19～21℃台、100m深水温は15～20℃台と予測されています。この水温は平年と比べ2～5℃高く、「高い」～「極めて高い」と判断されます。

※ 表面水温は気温の影響を受けやすく長期的な予測は難しいことから、本資料では表面水温より気温の影響が小さい10m深水温を用いています。

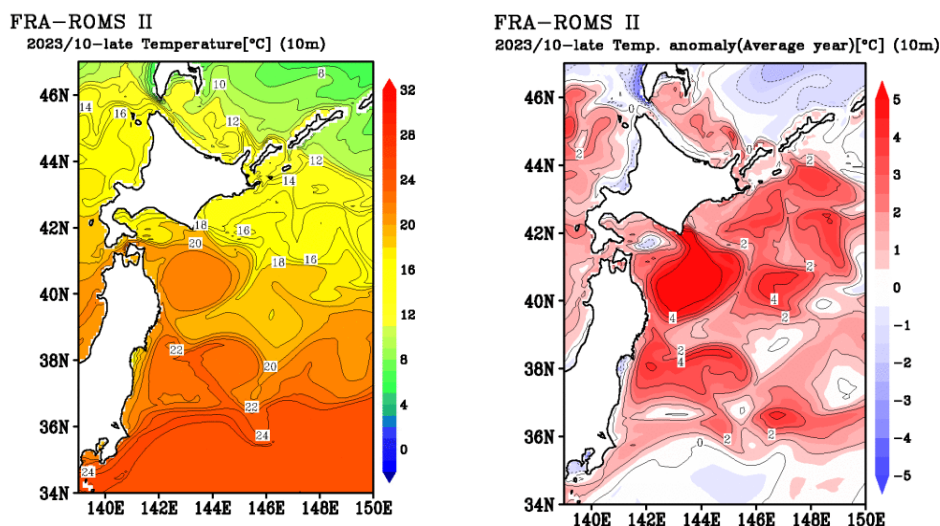


図3 10月下旬に予測される表面水温（左）と平年偏差図（右）

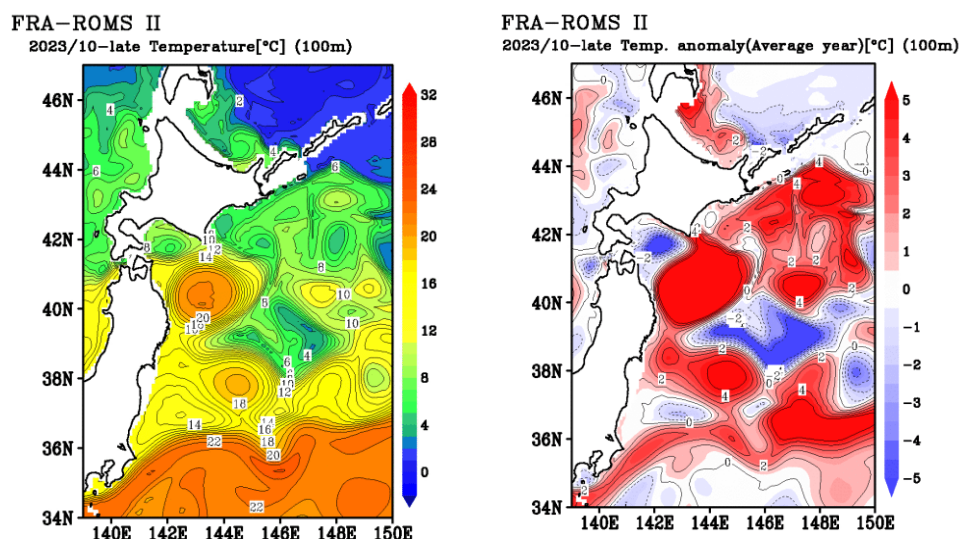


図4 10月下旬に予測される100m深水温図（左）と平年偏差図（右）

	平年値との差	
	10m深	100m深
	距岸10海里内	距岸10海里内
極めて高い	+3.1℃～	+3.8℃～
高い	+2～+3℃	+2.4～+3.7℃
やや高い	+0.8～+1.9℃	+1～+2.3℃
平年並	+0.7～-0.7℃	+0.9～-0.9℃
やや低い	-0.8～-1.9℃	-1～-2.3℃
低い	-2～-3℃	-2.4～-3.7℃
極めて低い	-3.1℃～	-3.8℃～

【参考】 本県10海里以内の10m深水温及び100m深水温の階級表

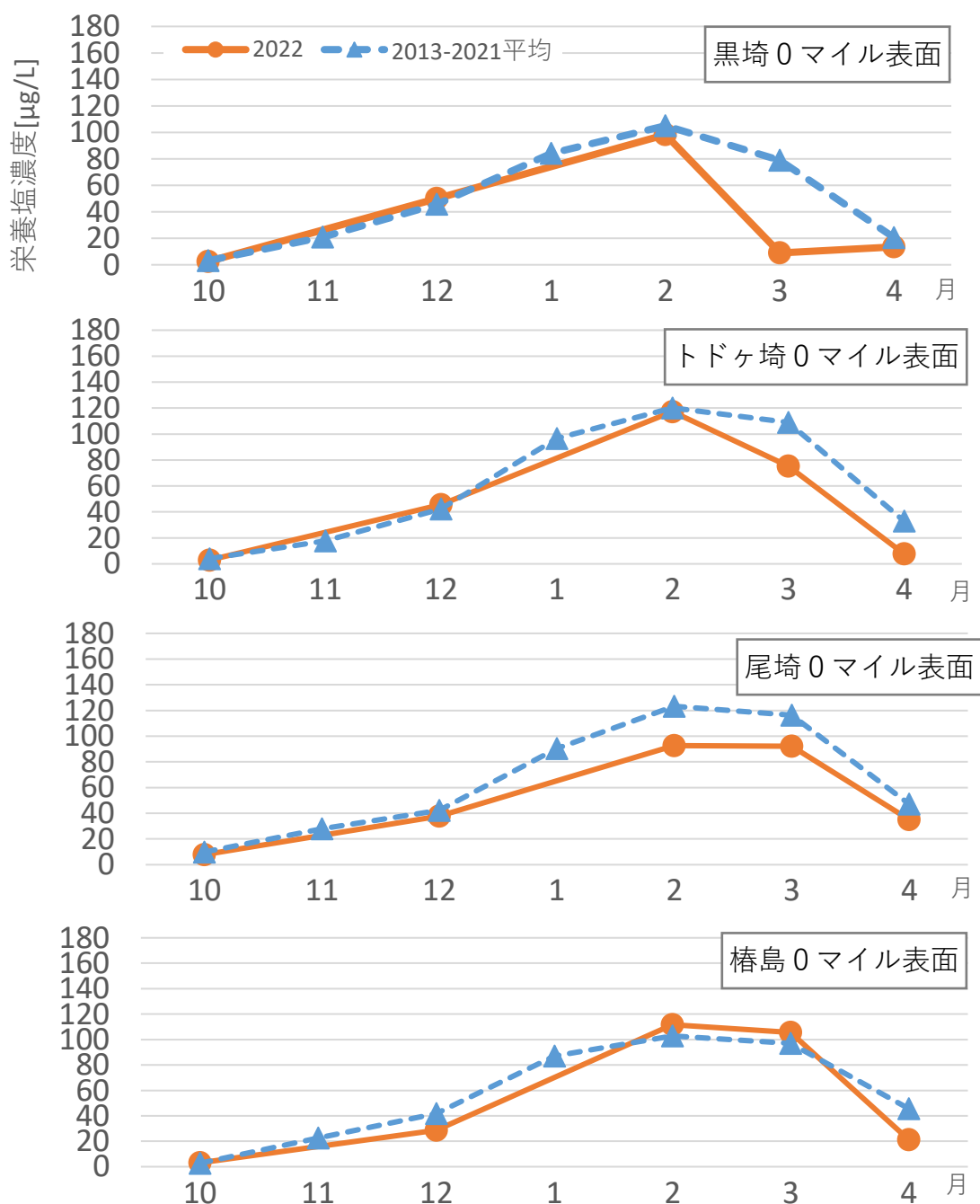
(2) 昨季の栄養塩濃度の動向と今季の栄養塩供給時期予測について

ア 昨季の栄養塩濃度の動向

岩手県水産技術センターでは、漁業指導調査船「岩手丸」で海洋観測（1回/月）を実施しています。観測で採水した海水を測定し、栄養塩濃度の動向をモニタリングしています。

昨季の岩手県沿岸での栄養塩濃度の推移を下図に示しました（令和4年10月～令和5年4月）。令和4年11月及び令和5年1月は荒天等の理由により欠測となりましたが、栄養塩の変動は概ね例年並みとなりました。尾崎定線の0マイルの表面では過去の結果と比較して年間の最大濃度がやや低くなりましたが、漁場にはワカメの生育に十分な栄養塩が供給されていたと考えられます。

過去の結果では2月をピークに栄養塩濃度が低下しており、令和5年もトドヶ崎、尾崎、椿島では同様に推移していましたが、黒崎定線の0マイルの表面では3月に急低下し、20 $\mu\text{g/L}$ を下回りました。親潮の接岸状況によっては3月でも栄養塩濃度が上昇する場合がありますので、海況を把握することも重要です。



イ 今季の栄養塩供給時期予測

岩手県水産技術センターでは、海洋観測で得られた情報を用いて栄養塩供給時期予測を行っています。この技術では、各定線の沖合 10 マイル定点での表面の栄養塩濃度が 20 μ g/L を超える確率を 50 日先まで予測できます。

予測結果は当センターweb ページで「ワカメ養殖情報」として公開予定です。



ワカメ養殖情報

https://www2.suigi.pref.iwate.jp/research_log/undaria_farming

(3) スイクダムシ被害軽減に向けた取組について

ア 研究の背景

スイクダムシ（学名：エフェロータ・ギガンティア）が養殖ワカメに大量に付着すると、ワカメの光沢が失われるとともに異臭を放つことから、商品価値が大幅に低下することが知られています。本県沿岸では不定期に発生して養殖ワカメに大きな被害を与えています。

現在のところ発生や付着を防除する方法はなく、早期発見により付着が蔓延する前に収穫することが唯一の対策となっています。そこで、当センターでは岩手県生物工学研究所との共同研究により、スイクダムシの DNA を検出する技術を利用したモニタリング手法の開発に取り組んでいます。

イ 環境 DNA の技術を用いて、スイクダムシの発生予測に成功

これまでの研究により、環境 DNA の技術を用いてスイクダムシの DNA を検出できるようになりました。また、実際にワカメ養殖漁場でモニタリングをしたところ、スイクダムシが発生する 2～3 週間前に海水からスイクダムシの DNA が検出され（図 1）、発生を予測することに成功しました。

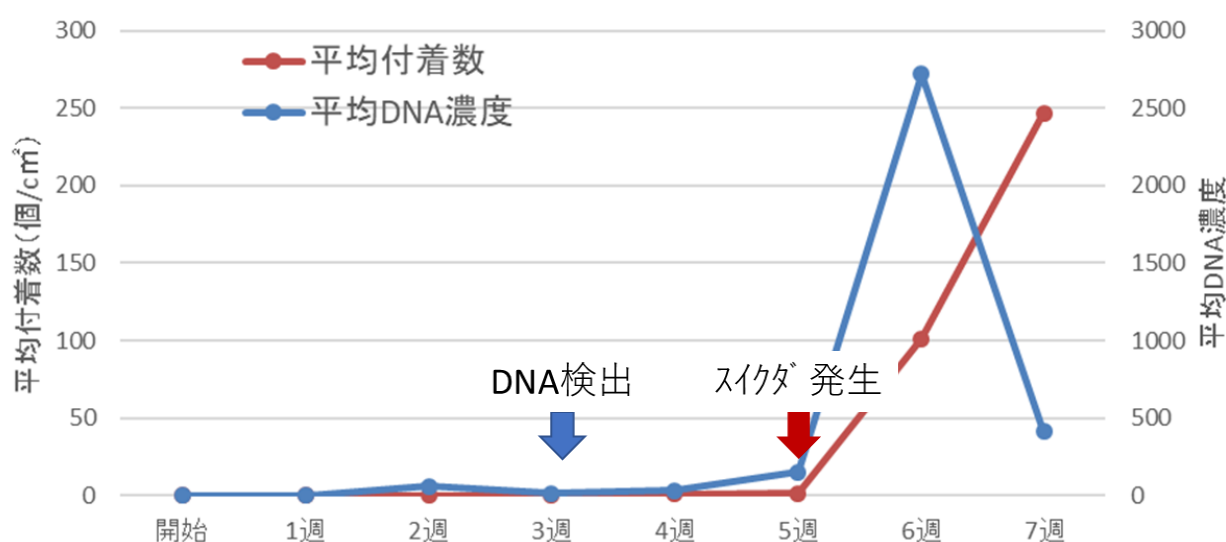


図 1 海水中的のスイクダムシの平均 DNA 濃度とスイクダムシの平均付着数の推移

ウ 今後の取り組み

開発した技術を用いて、県内のワカメ養殖漁場をモニタリングする体制を構築し、スイクダムシの寄生による被害軽減につなげたいと考えています。

(4) 湯通し塩蔵ワカメ加工に係る留意点について

本県特産の湯通し塩蔵ワカメは、鮮やかな緑色と肉厚で食感が良いことが特長です。特長を活かして高品質に加工するための留意点を記載しましたので、今後の参考としてください。

ア ワカメ原藻（生ワカメ）の pH の把握

収穫が遅くなるにつれてワカメの老化とともに酸性化が進み、緑色色素のクロロフィルが減少していきます。そのため、色調の良い湯通し塩蔵ワカメに加工するには、漁期中の原藻の pH を把握することが重要です。正確に加工適性を把握するには、原藻中央部の側葉中央部（図 1）で pH を測定する必要がある、加工適性評価の目安は表 1 のようになります。

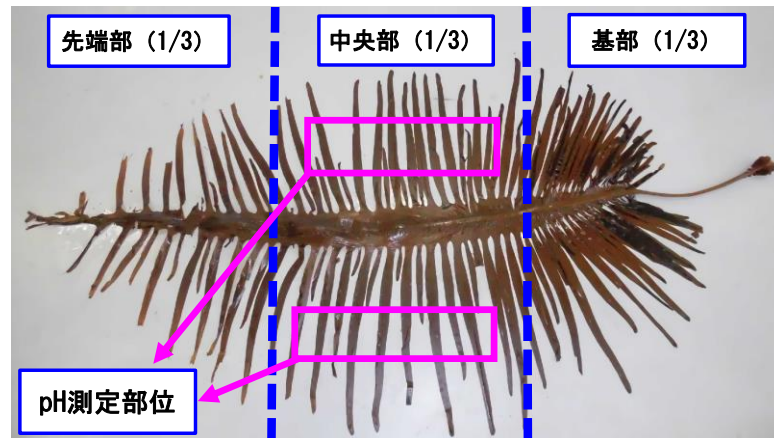


図 1 ワカメ原藻の pH 測定部位

表 1 ワカメ原藻 pH の加工適性評価（目安）

加工適正 （目安）	最良◎	良○	要注意△	加工不適×
pH	6.2以上	5.9以上～6.2未満	5.7以上～5.9未満	5.7未満

※原藻の pH、原藻の状態（外観）、湯通し後の色調等から加工適正を総合的に判断すること。

イ ワカメ原藻の pH 測定法

図 1 の pH 測定部位から葉体約 10 グラムを採取し、9 倍量の蒸留水又は精製水（水道水は使用不可）を加え、ミキサーで約 30 秒間粉碎した後、約 2 分間攪拌しながら pH メーターで値を測定します。3～5 本の複数の原藻から葉体を採取して個別に pH を測定するのが最良ですが、どうしても個々に測定できない場合には、複数の原藻から葉体を採取・混合して pH を測定してください。

ウ 湯通し・冷却工程

収穫した原藻から元茎や末枯れ（先枯れ）を除去し、85～90℃の海水中で（80℃以下にならないよう）30～60 秒間、湯通し加熱を行います。その後、直ちに 10℃以下の冷海水に移し、3～5 分間程度冷却します。湯通し加熱によって葉体に含まれる酵素の働きが抑制されるとともに、クロロフィルを分解する酸性成分は減少します。湯通し時間は原藻のサイズによって加減しますが、加熱が不足すると酵素活性が残るため、保管中に変色や軟化がみられる場合があります。一方、加熱のし過ぎや冷却が不足した場合には、クロロフィルの分解が進み、葉体は濃緑色とならず黄色味を帯びた緑色となります。なお、湯通しの際、原藻から溶出する酸性成分により使用する海水の pH が 7.5～8.0 程度から 5.5 程度に低下することから、足し水や新しい湯への交換を適宜行う必要があります。

エ 塩漬工程（従来式）

従来の塩漬法では、水切りをした湯通しワカメの重量に対して 30～40%の食塩を加え、塩からめ機で 2 分間程度の塩もみを行い、重石をしながらタンク中で 1～2 昼夜（15 時間以上）の塩漬を行います。塩漬後に、タンク中にしみ出た滲出液の濃度がほぼ飽和食塩水の濃度（25～26%）となっていることを確認してください。また、食塩添加量を規定よりも少なくして強く脱水しても保存性の指標である水分活性は変化しませんので注意が必要です。

オ 塩漬工程（攪拌式）

攪拌式塩漬法では、湯通しワカメを 20～25kg ずつ網袋に詰め、飽和食塩水を入れた高速攪拌塩漬装置（しおまる）に投入し、飽和濃度（約 26%）を維持しつつ 60～70 分間攪拌して塩漬を行います。ワカメ 500kg に対して食塩袋 5 袋（食塩 125kg）を追加して繰り返し塩漬を行います。塩漬を始めてから約 30 分後を目安に食塩水の濃度を確認して食塩を適宜追加するなど、飽和濃度を維持することが重要です。また、ワカメ 500kg に対して食塩袋 5.5～6 袋程度と最初から少し多めに追加することで飽和濃度を維持しやすくなりますが、6 袋以上の食塩を追加すると網袋に食塩粒が入り込み、塩漬後の塩落とし作業が手間となるので注意が必要です。高速攪拌塩漬装置の推奨使用条件については当所の HP をご覧ください。

カ 湯通し塩蔵ワカメの適正な水分・塩分・水分活性（表 2）

芯抜き品の葉で水分 60%以下、塩分 16%以上（付着塩を除く）かつ水分活性 0.79 未満が適正です。茎（中芯）では水分 70%以下、塩分 19%以上（付着塩を除く）かつ水分活性 0.79 未満が適正です。芯付き品の水分は 65%以下（葉と茎の平均値）が適正となり、塩分と水分活性は葉や茎と同じになります。全ての条件を満たさない場合、好塩性細菌等の繁殖による変色や変質が生じやすくなります。なお、塩分は付着している食塩粒を除去してから測定した値を示しています。

表 2 湯通し塩蔵ワカメの水分・塩分・水分活性の適正值

	水分	塩分	水分活性
葉（芯抜き品）	60%以下	16%以上	0.79未満
葉（芯付き品）	65%以下※	16%以上	0.79未満
茎（芯付き品）		19%以上	0.79未満
茎（中芯）	70%以下	19%以上	0.79未満

※芯付き品の水分は葉と茎の平均値を意味する。

キ 芯抜き・脱水・箱詰め工程

茎（中芯）に酵素活性や酸性成分が残っている場合があるので、できるだけ速やかに芯抜きを行ってください。芯抜き後は、葉体の水分量を 60%以下とするよう適宜脱水してから箱詰めしてください。

ク 冷水の長期接岸時における湯通し塩蔵ワカメの加工上の留意点

冷水の長期接岸の影響を受けた原藻では、生育不良が発生して原藻 pH の酸性化が例年よりも早くなる可能性が高いため、湯通し温度や時間を例年以上にこまめに確認してください。特に、収穫期前半の身入りが悪い原藻に対して高温（92℃以上）かつ長い時間（60秒間程度）の湯通し加熱を行うと、鮮やかな緑色にはならず、黄色味を帯びた弱い緑色になるため注意が必要です。また、煮すぎによる色調劣化を防ぐため、湯通し後の冷却は冷海水と同じ

温度になるまで例年以上に丁寧に行う必要があります。冷水の長期接岸の影響を受けた原藻で加工された湯通し塩蔵ワカメのクロロフィル含量は例年よりも少なく保存性が低下する可能性があり、芯抜きを速やかに行う、芯端を多く残さない、製造作業中の常温保管を短くする、早めに消費する、早めにカットワカメに加工する等の対策が有効です。

ケ 令和4年春の冷水の長期接岸時におけるワカメ原藻の pH の変動

令和4年春に本県沿岸域で2月中旬から5℃以下の水温が2週間以上継続する異常冷水現象が発生しました。岩手県沿岸のA、B両地区とも2月上旬までのワカメ原藻のpHは6.4以上を示していましたが、2月下旬には6.0～6.1へと急激に低下し、3月上旬には6未満となりました（図2）。3月下旬から4月上旬にかけてpHは5.7～5.8と最も低くなり、当所で定めるワカメ原藻の加工適性の判断基準（表1、令和2年度年報P149～150参照）の要注意△（pH5.7以上5.9未満）に該当していました。4月上旬以降は海水温が5℃以上になり、原藻pHは4月下旬のA地区で6.0まで上昇しました。

コ 令和4年春の海水温と栄養塩濃度の変動※

令和4年春の海水温（A、B地区の一方）は2月中旬から3月下旬まで3～4℃台となり、海水温が5℃以下の状態を継続する冷水の長期接岸が確認されました（図3）。冷水の接岸以降、原藻pHは急激に低下して3月上旬から4月上旬のA、B両地区の原藻pHは6未満の状態が継続しました。2月中旬から3月上旬までの栄養塩濃度は100μg/L以上（A、B地区の一方）であることから、原藻pHの急激な低下は、冷水接岸によるワカメの生理活性の低下などが原因であると推察されました。

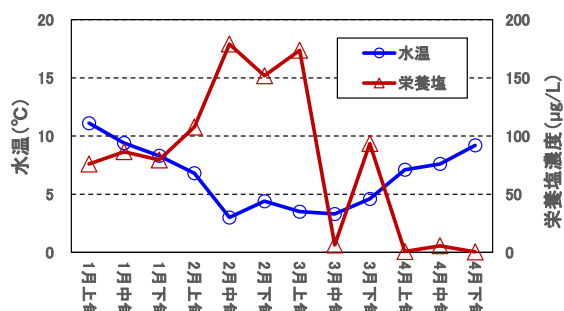
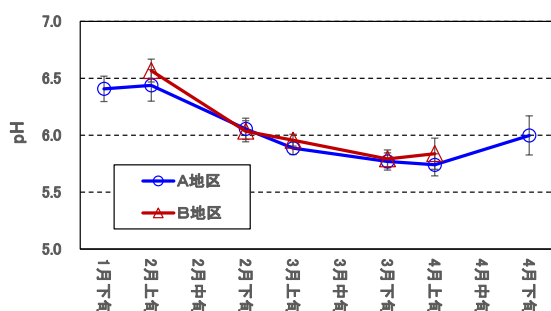


図2 令和4年春のワカメ原藻の pH の変動 図3 令和3年春の水温と栄養塩の変動
※海水温と栄養塩濃度の測定データ（岩手県水産技術センター漁場保全部提供）

サ 平成26年春および平成27年春の冷水の長期接岸時におけるワカメ原藻 pH の変動※

令和4年春と同様に2月から冷水が接岸した平成27年は、2月中旬から3月下旬まで冷水が接岸し、両地区の原藻pHは2月下旬（B地区）と3月中旬（A地区）から4月中旬まで6未満を示した（図6～7）。一方、3月中旬から4月中旬まで冷水が長期接岸した平成26年は、A、B両地区の原藻pHは6以上を維持していました（図4～5）。

以上のことから、2月中～下旬のワカメ原藻の生育途上の葉体が薄く身入りの悪い段階から冷水が接岸すると、栄養塩濃度は高いに関わらず、水温低下の影響を受けて原藻pHの急激な酸性化（6未満）が発生しやすく、湯通し塩蔵ワカメの変色の発生が多くなると考えられました。

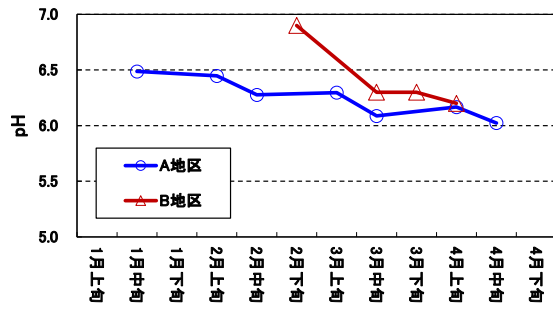


図4 平成26年春のワカメ原藻のpHの変動

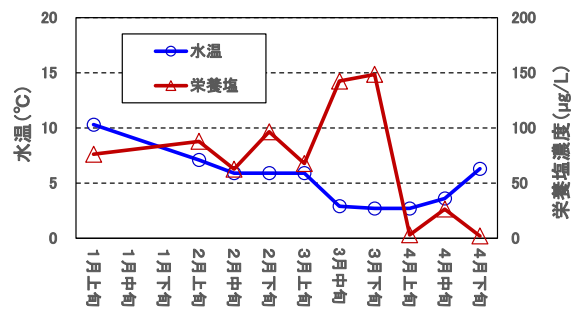


図5 平成26年春の水温と栄養塩の変動

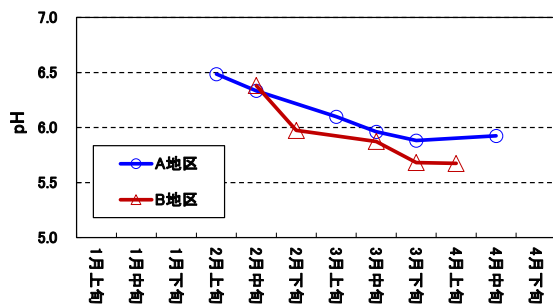


図6 平成27年春のワカメ原藻のpHの変動

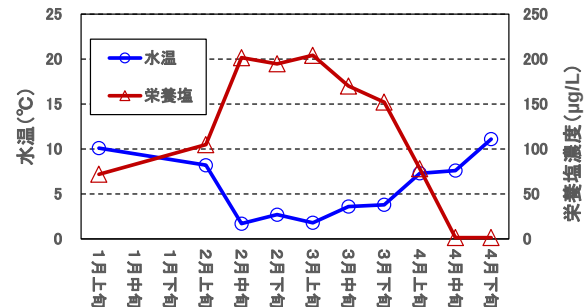


図7 平成27年春の水温と栄養塩の変動

(5) 成熟誘導技術を用いたコンブの早期養殖試験について

近年、本県におけるコンブ生産量は減少傾向にあります。生産量減少の一因としては、海水温上昇等の海洋環境の変化が挙げられ、従来よりも早期に養殖することができれば、収穫時期の拡大・収穫時期後半の末枯れ防止等により、生産量増加が期待されます。

そこで、コンブの早期養殖技術を開発するため、過去に当所で確立されたコンブ母藻の成熟誘導技術を用い、従来よりも早期に種苗生産から沖出しまでを実施する試験に取り組んでいます（図1、図2）。



図1 成熟誘導様子



図2 成熟誘導開始時のコンブ

水温 15℃、日長 10L:14D、照度約 2,000lux で成熟誘導を開始したところ、最短約 2 週間で成熟（子嚢斑が形成）されたことが確認できました。さらに成熟誘導を続けたところ、1 か月間でほぼ全ての母藻の成熟を確認できました（図3）。

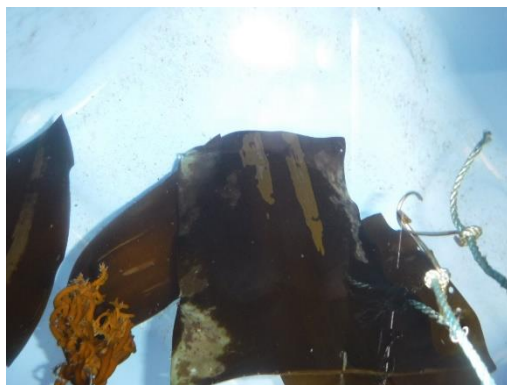


図3 成熟（子嚢斑が形成）されたコンブ



図4 室内で培養中のコンブ種苗

成熟されたコンブ母藻を用いて、採苗を実施した結果、早期にコンブ種苗を得ることができました（図4）。得られたコンブ種苗は、室内培養・アルテミアふ化槽での流水攪拌培養の後、漁場へ沖出しし、その後の生長を確認する予定です。

2 ホタテガイ・カキ関係

麻痺性貝毒発生の広域化・長期化について

麻痺性貝毒によるホタテガイ等の出荷自主規制は、毒を持つプランクトンが増殖し、それをホタテガイが取り込むことが原因です。

麻痺性貝毒の原因プランクトン（以下、プランクトンと略す）は、アレキサンドリウム属（図1）のプランクトンで、シスト（種）（図2）を形成し、海底の泥中で休眠します。シストは、環境条件が整うと休眠から目覚め、発芽して海水中を遊泳し、増殖に適した環境になると大量に増えます。原因プランクトンはシストが溜まりやすい内湾で増殖しやすいため、これまでは麻痺性貝毒の発生による出荷自主規制が講じられるのは一部の内湾漁場に限定されていました。しかし、近年は、プランクトンの発生によるホタテガイの毒化が広域に亘り、さらに高毒化による出荷自主規制の長期化が起きています（表1）。



図1 麻痺性貝毒原因プランクトン
（アレキサンドリウム属）

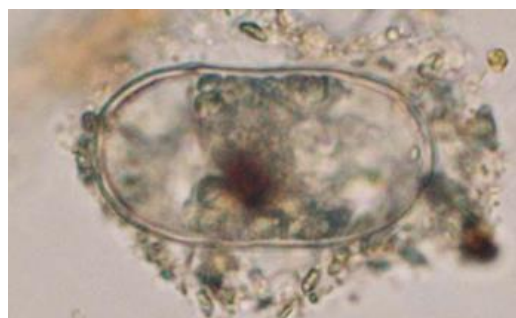


図2 アレキサンドリウム属のシスト

表1 最近の麻痺性貝毒による出荷自主規制海域

生産海域 \ 年	H30	H31(R1)	R2	R3	R4	R5
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
北部						○
中北部						○
宮古湾			○			○
山田湾			○		○	○
中部			○			○
大槌湾	○	○	○		○	○
釜石湾	○	○	○	○	○	○
中南部	○	○	○	○	○	○
三陸町	○		○	○		○
大船渡湾東部	○	○	○	○	○	○
大船渡湾西部	○	○	○	○	○	○
南部	○	○	○	○	○	○

3 アワビ・ウニ関係

アワビの容器放流試験について

ア 背景

容器放流は、アワビ種苗を放流容器に収容し容器ごと放流する手法であり、放流後のアワビ種苗の活力維持が期待される方法です。放流方法の比較については、放流後、短期間の生存率を調査した事例（遠藤ら、2003）はある一方、回収率や投資効果など漁獲時までを対象とした知見はありませんでした。このことから、県南部 A 地区において容器放流と船上ばらまき放流で種苗放流を行い、回収状況の比較を行い、容器放流の放流効果について検証しました。



写真1 放流容器

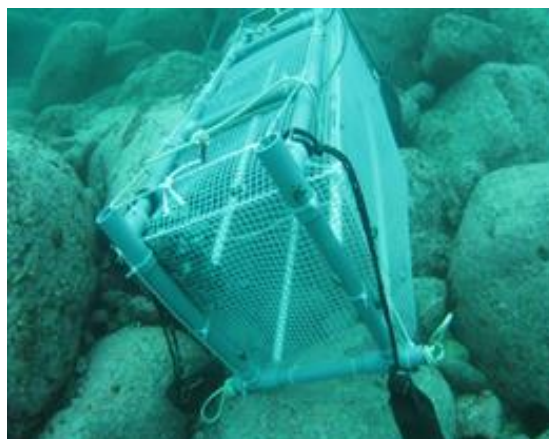


写真2 放流容器（放流時）

イ 方法

平成 28 年 10 月 12 日に県南部 A 地区において、船上からのばらまき放流（4,789 個）及び容器放流（4,679 個）で、標識を装着したアワビ種苗を放流し、放流から 2 時間後に容器を回収しました。その後、平成 29 年から令和 3 年の 11、12 月に漁獲された標識アワビを確認し、ばらまき放流と容器放流の回収率や投資効果を比較しました。



写真3 容器放流の様子



写真4 標識を装着したアワビ種苗

ウ 結果と考察

平成 29 年から令和 3 年の漁獲時（11、12 月）に発見された標識アワビの累積発見率は、容器放流で 0.906%、船上ばらまき放流で 0.731%でした。つまり、容器放流の方が、船上ばらまき放流に比べて 1.24 倍高い回収率であるという結果が得られました。

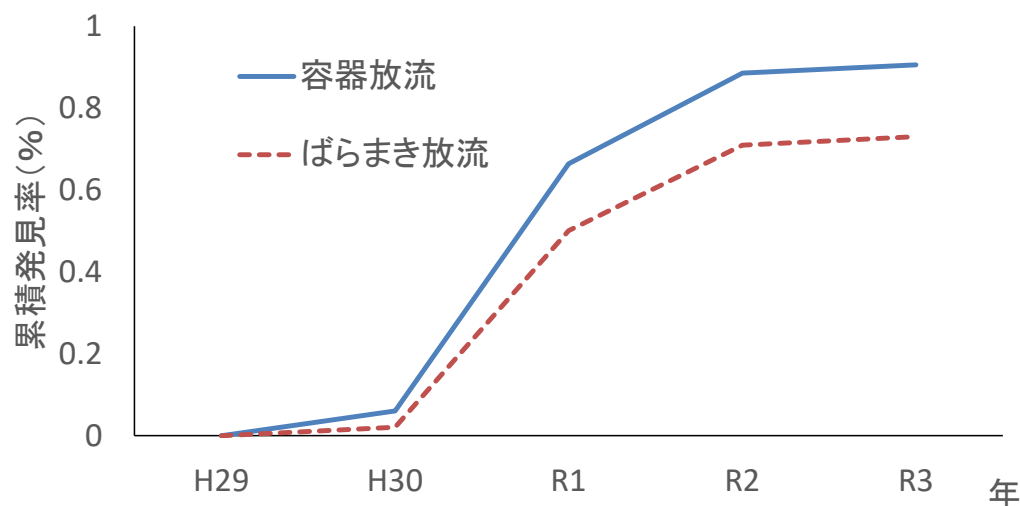


図 1 容器放流とばらまき放流における累積発見率

この結果を踏まえると、ばらまき放流の回収率を 5.0%と仮定した場合、容器放流の回収率は 6.2%となります。この条件で 20 万個の種苗放流をする場合、最終的な漁獲量は、ばらまき放流では 1,280kg、容器放流では 1,587kg となり、容器放流の方が 307kg（2,400 個）多く漁獲されることになります。さらに放流経費を考慮して試算したところ、容器放流を 5 か年継続する場合の投資効果は、ばらまき放流を継続する場合の 2.3 倍となりました。このように、容器放流は資源添加を高め、漁獲量や投資効果の面でも船上ばらまき放流に比べ優位であり、放流効果を高める放流方法であるということがわかりました。