

大規模ワカメ養殖生産システム

平成30年1月

岩手県水産技術センター企画指導部

国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所

石村工業株式会社

目次

1	はじめに	1
2	ワカメ養殖の概要	2
	（1）ワカメの生活史	
	（2）ワカメ養殖の流れ	
3	ワカメ養殖の現状と課題	3
4	開発技術の導入効果	4
	（1）省力化装置	4
	ア 陸上刈取り装置	
	イ 定置船搭載型刈取り装置	
	ウ 自動間引き装置	
	（2）収穫からボイル塩蔵加工までを効率的に行う作業システム（シミュレーション）	6
	ア 陸上刈取り装置導入システム	
	イ 定置船搭載型刈取り装置導入システム	
	（3）ボイル塩蔵加工後の芯抜き作業の省力化（4mm 残芯幅加工）	10
	ア 商品価値	
	イ 作業効率	
5	開発した技術の導入による収益性の検証（総括）	11

〈補足資料〉

- ・ ワカメ陸上刈取り装置マニュアル
- ・ 定置船搭載型ワカメ刈取り装置マニュアル
- ・ ワカメ自動間引き装置マニュアル

1 はじめに

岩手県のワカメ養殖業では、漁業者の高齢化や後継者不足が課題となっていますが、その要因の一つとして、「ワカメ養殖業は手作業に頼る部分が多く、漁業者の負担が大きい。」ということが挙げられます。

また、東日本大震災津波からの復旧・復興は進んだものの、漁業者が大幅に減少したことから、養殖ワカメ生産量は震災前の約7割にとどまっています。

このため、被災地域を新たな食料生産地域として再生するための「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」において、30%の収益率の向上を研究目標として、ワカメ養殖作業の省力化等を図る技術開発を進めてきました。

当マニュアルは、ワカメ養殖作業の省力化技術を現場で有効に活用できるよう作成したものです。

2 ワカメ養殖の概要

(1) ワカメの生活史

ワカメは一年生の海藻類です(図1)。岩手県の場合、7月頃に成熟した孢子葉(めかぶ)から盛んに孢子(遊走子)を放出し、養殖ではこの頃に採苗を行います。孢子(遊走子)は基質に付着すると発芽し、やがて配偶体になります。この配偶体は雄・雌に分かれてそれぞれ卵と精子を形成し、受精して芽胞体になります。芽胞体はやがて生長し、肉眼的に見えるようになると‘ワカメの芽(幼葉)’となり、その後11月から4月にかけて生長し、成葉となります。

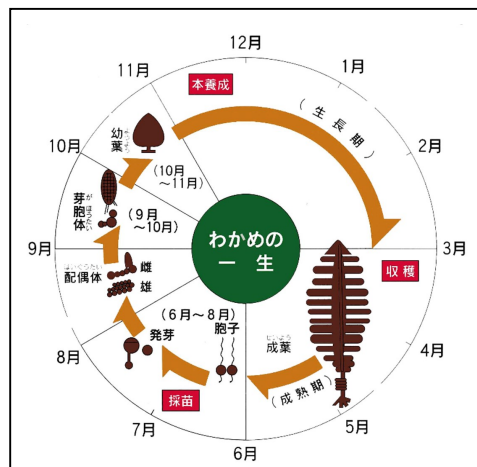


図1 ワカメの生活史

(2) ワカメ養殖の流れ

ワカメ養殖は、その生活史(一年生)に基づき、1年サイクルで行われます(図3)。

7月頃にワカメの孢子葉(めかぶ)から孢子(遊走子)を放出させて、採苗器(種糸)に付着させます【人工採苗】。採苗器に付着させた種がわかめの幼葉となるまで海中で生長させ【保苗】、11月頃、本養成を行うために養殖縄(図2)に種糸を巻きつけます【養殖縄巻込み】。この後、約3~4ヶ月かけて生長させますが【本養成】、その間の1月頃には、ワカメの生長を促進するために生育密度を調整する間引き作業を行います。2月から4月頃、全長約2mに生長したワカメを刈り取り【収穫】、一部はボイル塩蔵加工して出荷します。

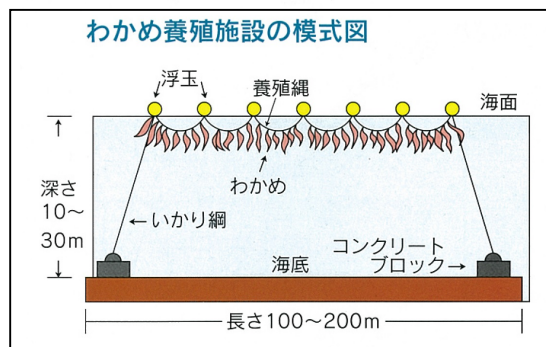


図2 養殖施設の模式図

7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
人工採苗	保苗(海中培養)			養殖縄巻込み	本養成		収穫		



採苗器(種糸)に採苗



採苗器(種糸)を垂下



種糸を養殖縄に巻込み



間引き作業



収穫作業

図3 ワカメ養殖作業の概要

3 ワカメ養殖の現状と課題

ワカメ養殖において最も漁業者の負担となるのは収穫作業です。収穫作業は、刈り取ったワカメを船外機船に積んで陸揚げする作業を反復しますが、寒い時期に海上での長時間にわたる作業や、集荷時間に合わせた早朝の作業となり、一方、2月～4月は時化などで収穫作業ができない日が多いこともあります。

このように、収穫作業は、重労働かつ限られた時間での作業であり、このことが、生産規模の縮小または廃業の一因となっています。生産量の維持拡大のためには、労力の軽減と作業の効率化を図る必要があります。

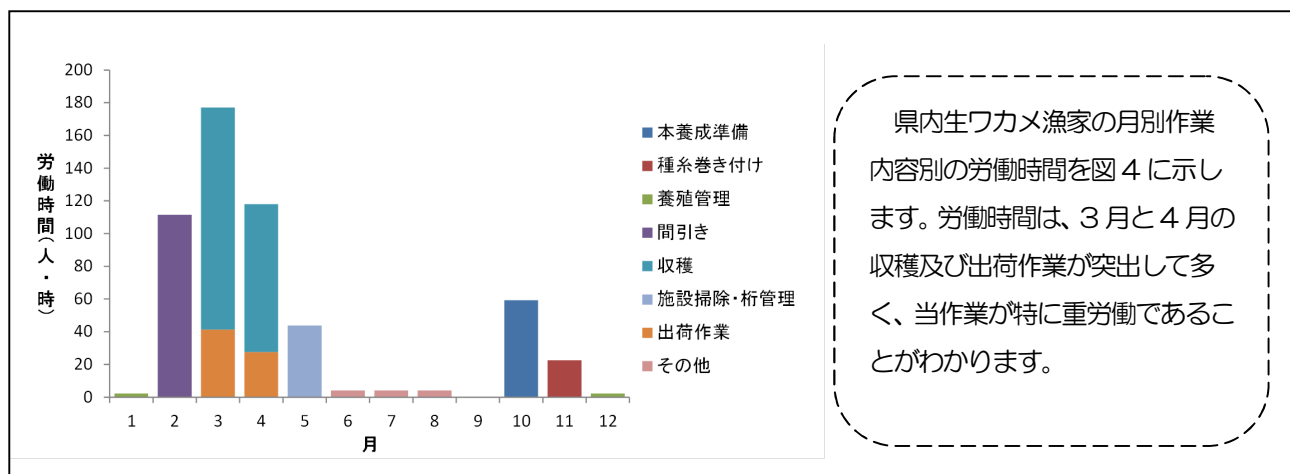


図4 月別作業内容別労働時間

4 開発技術の導入効果

(1) 省力化装置

刈取り作業の省力化を図る技術として、陸上刈取り装置と定置船搭載型刈取り装置を開発しました。

これらの装置の導入により、刈取り作業時間を大幅に短縮できるとともに、船外機船での刈取り作業よりも安定した姿勢で刈り取ることができ、体にかかる負担も軽減されることから、結果として、養殖規模の拡大による生産量（生産額）の増大につながることを期待できます（図5）。また、間引き作業の省力化を図ることができるよう、自動間引き装置も開発しています。

ア 陸上刈取り装置

陸上にワカメの養殖桁を引き上げる装置です。養殖桁を港内に曳航した後、当装置により養殖桁を連続的に陸上に引き上げながら、養殖桁のワカメを手作業で刈り取ります。（詳細は別添マニュアル参照）

<導入効果>

- 船外機船による刈取り作業と比べて、作業時間が32%まで削減される。
- 陸上で安全に楽な姿勢で刈り取ることができる。
- 刈取り作業と同時に、養殖桁を掃除して回収することができる。
- 陸上での作業となるため気象の影響を受けにくい。



イ 定置船搭載型刈取り装置

定置船に搭載した専用ローラーでワカメの養殖桁を甲板上に引き上げる装置です。作業員は甲板上を通過する養殖桁のワカメを手作業で刈り取ります。（詳細は別添マニュアル参照）

<導入効果>

- 船外機船による刈取り作業と比べて、作業時間が45%まで削減される。
- 定置船は船外機船よりも揺れが小さく、安全に作業ができる。
- 養殖桁を甲板上に引き上げてワカメを刈り取るので楽な姿勢で作業ができる。
- 刈取り作業と同時に、養殖桁を掃除して回収することができる。
- 刈取り時期は定置網漁業の休漁期間であることから、定置船の有効利用につながる。



ウ 自動間引き装置

既存の船外機船等に搭載する装置で、養殖桁を連続的に送りながら、桁の側面に刈取り刃を当てて、桁に着生するワカメの一部を刈り取ります。(詳細は別添マニュアル参照)



<導入効果>

- 手作業と比べて、作業時間が60%以下まで削減される。
- 安全に楽な姿勢で刈り取ることができる。

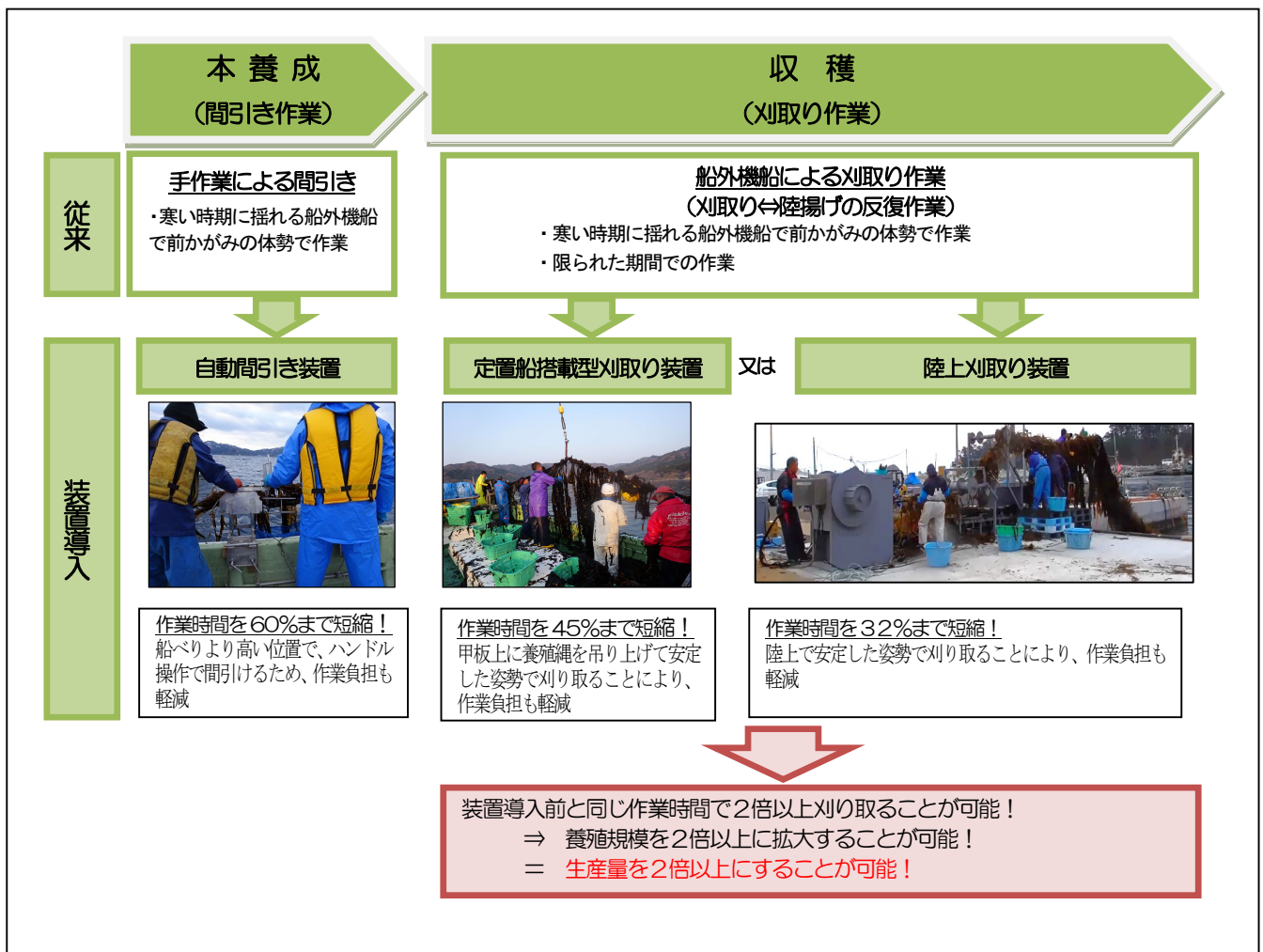


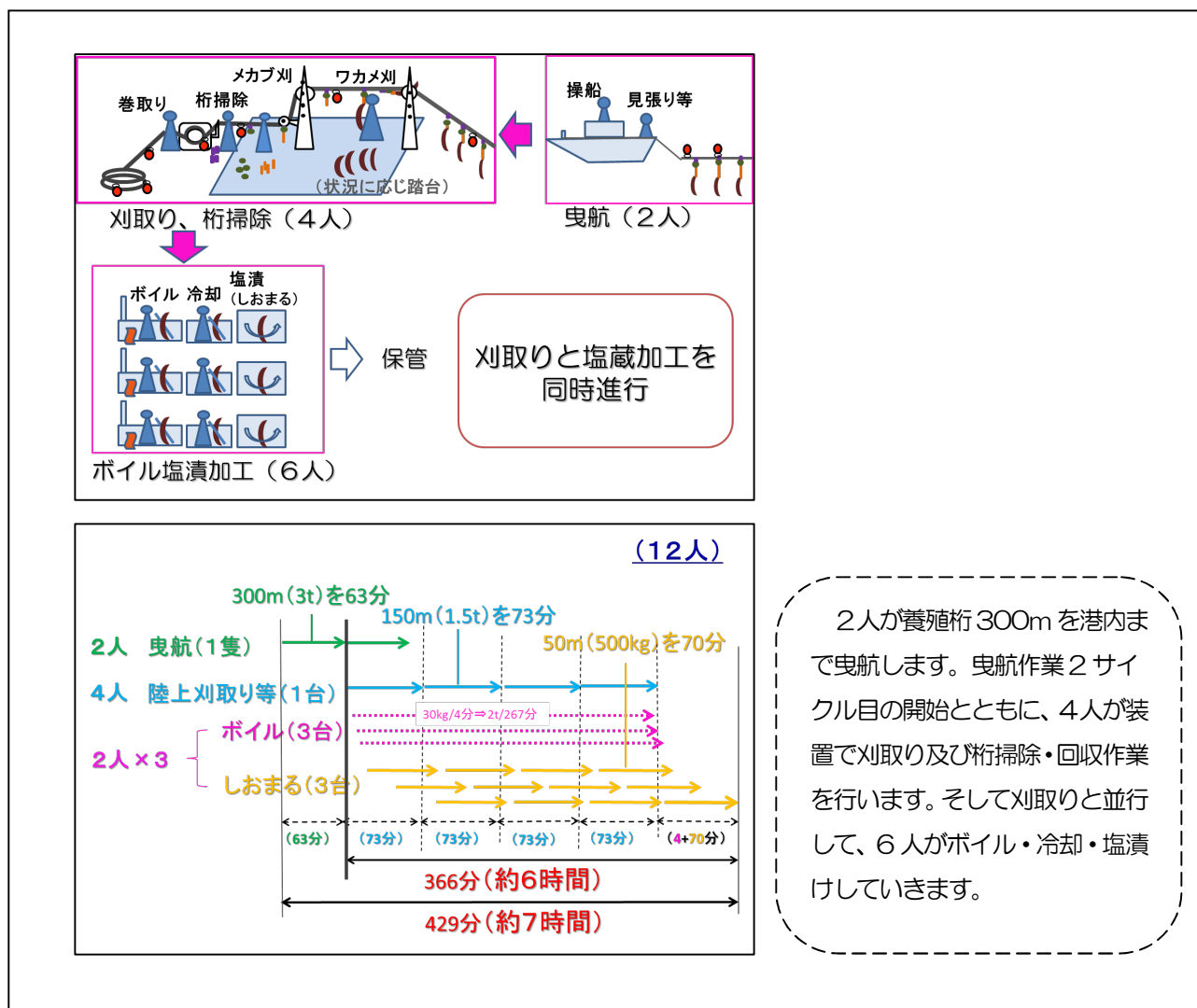
図5 省力化技術装置導入による効果

- (2) 収穫からボイル塩蔵加工までを効率的に行う作業システム（シミュレーション）
 ワカメの品質を保持するためには、刈取り後、速やかにボイル塩蔵加工する必要があります。
 そこで、陸上刈取り装置を導入し収穫量が大幅に増えた場合のボイル塩蔵加工作業システムを次のとおりシミュレーションしてみました。

ア 陸上刈取り装置導入システム

作業は 12 人体制で、陸上刈取り装置 1 台とボイル塩蔵設備（ボイル釜、冷却タンク、しおまる※）3 セットを使用し、1 日（約 7 時間）で養殖桁 600m 分の刈取りからボイル塩蔵加工までを行います。作業員 12 人のうち、2 人が曳航作業、4 人が刈取り・桁掃除作業、6 人がボイル塩蔵加工に従事し、各作業を同時並行的に進めます（図 6）。

※しおまる（ワカメ高速攪拌塩漬装置）；ボイル冷却したワカメを塩漬ける装置



当システム導入により以下のメリットが期待されます。

- 作業効率の向上

当システムの「養殖桁 600m 分の処理時間」と「延べ労働時間」について、従来体制（「【補足】従来作業体制における労働時間」参照）と比較しました（表 1）。当システムにおける処理時間は従来体制の 74%、延べ労働時間は 52%となり、当システム導入により処理時間及び労働時間の短縮が図られます。

表 1 陸上刈取り装置導入体制と従来体制の比較

	装置導入システム (12人×1グループ)	従来体制 ※1 (2人×6グループ)
養殖桁 600m 処理時間	429分	580分※2
延べ労働時間	60時間	116時間
(1人あたり)	(5.0時間)	(9.6時間)

※1 詳細は「【補足】従来作業体制における労働時間」参照

※2 6グループの作業なので、2人の600m処理時間3,480分を6で除した値。

- 品質の向上

刈り取ったあと速やかにボイル加工することから、品質の向上が図られます。

- 付加価値の向上

労働力不足等により生出荷にとどまっていた経営体も塩蔵加工が可能となり、付加価値の向上が図られます。

イ 定置船搭載型刈取り装置導入システム

作業は14人体制で、定置船搭載型刈取り装置1台とボイル塩蔵設備（ボイル釜、冷却タンク各3台及びしおまる※4台）を使用し、1日（約7時間）で養殖桁600m分の刈取りからボイル塩蔵加工までを行います。作業員14人のうち、8人が定置船での刈取り・桁掃除作業、6人がボイル塩蔵加工作業を担当し、各作業を同時並行的に進めます（図7）。

※しおまる（ワカメ高速攪拌塩漬装置）；ボイル冷却したワカメを塩漬ける装置

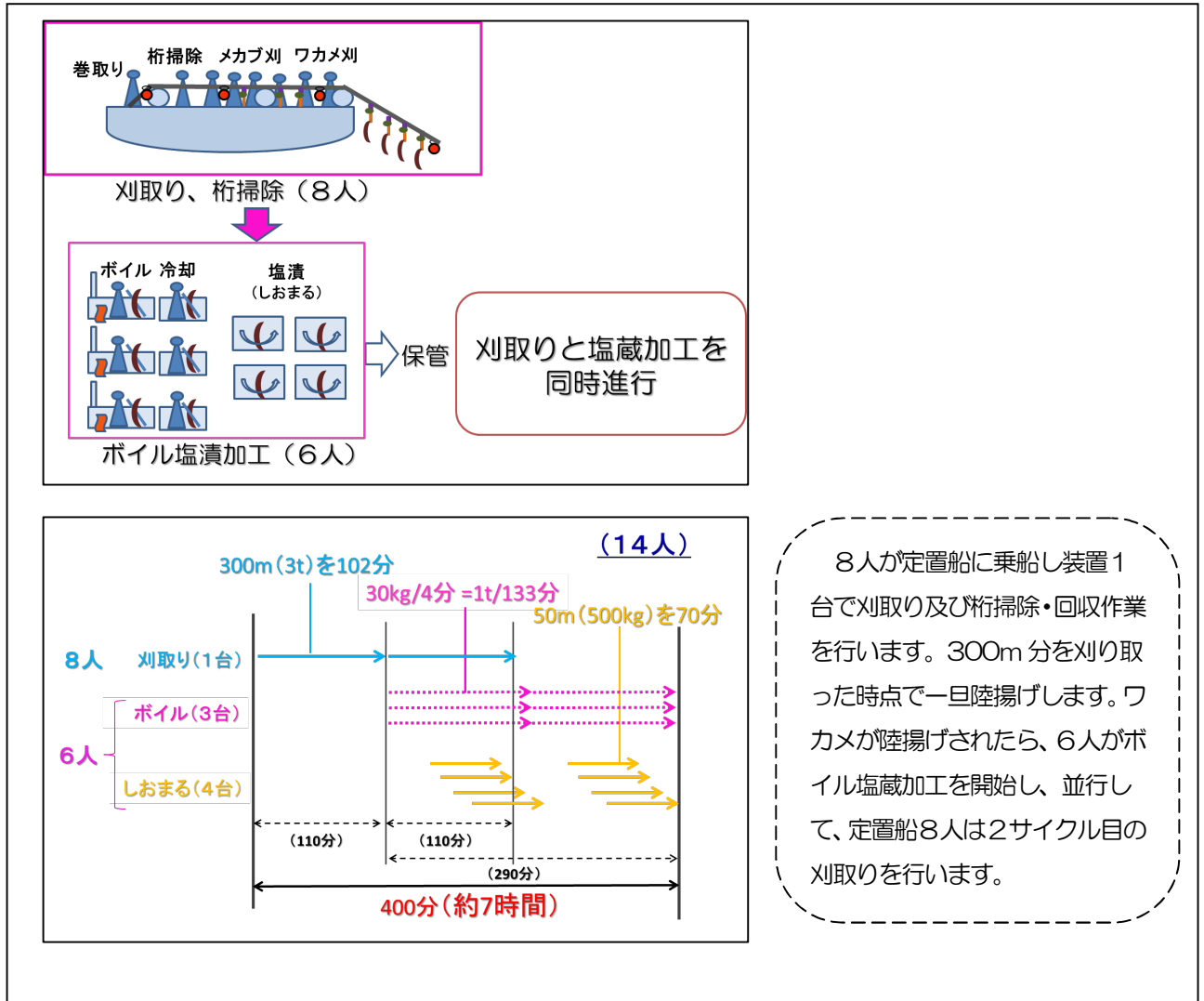


図7 定置船搭載型刈取り装置導入システム

当システム導入により以下のメリットが期待されます。

- 作業効率の向上

当システムの「養殖桁600m分の処理時間」と「延べ労働時間」について従来体制（【補足】従来の作業体制における労働時間 参照）と比較しました（表2）。当システムにおける処理時間は従来体制の80%、延べ労働時間は従来体制の50%となり、当システム導入により処理時間及び労働時間の短縮が図られます。

表2 定置船搭載型刈取り装置導入体制と従来体制の比較

	装置導入システム (14人×1グループ)	従来体制 ※3 (2人×7グループ)
養殖桁600m 処理時間	400分	497分※4
延べ労働時間	58時間	116時間
(1人あたり)	(4.1時間)	(8.2時間)

※3 詳細は「【補足】従来の作業体制における労働時間」参照

※4 7グループの作業なので、2人の600m処理時間3,480分を7で除した値。

- 品質の向上
刈り取ったあと速やかにボイル加工することから、品質の向上が図られます。
- 付加価値の向上
労働力不足等により生出荷にとどまっていた経営体も塩蔵加工が可能となり、付加価値の向上が図られます。

【補足】 従来の作業体制における労働時間（試算）

岩手県のワカメ養殖業は主として家族労働であることから、1グループ（1漁家）の従事者を2人と仮定して従来の作業形態を模式化しました（図8）。

作業は2人体制で、小型船外機船1隻とボイル塩蔵設備1セットを所有し、1日（約7時間）で養殖桁75m分の刈取りとボイル塩蔵加工を行います。桁掃除作業は収穫時期が終了した後に別途行います。この2人が600m分の刈取りと塩蔵加工を行う場合、8日間（3,200分）を要するので、これに桁掃除を含めると、養殖桁600m分の処理時間は3,480分（58時間）、延べ労働時間は116時間と試算されます。

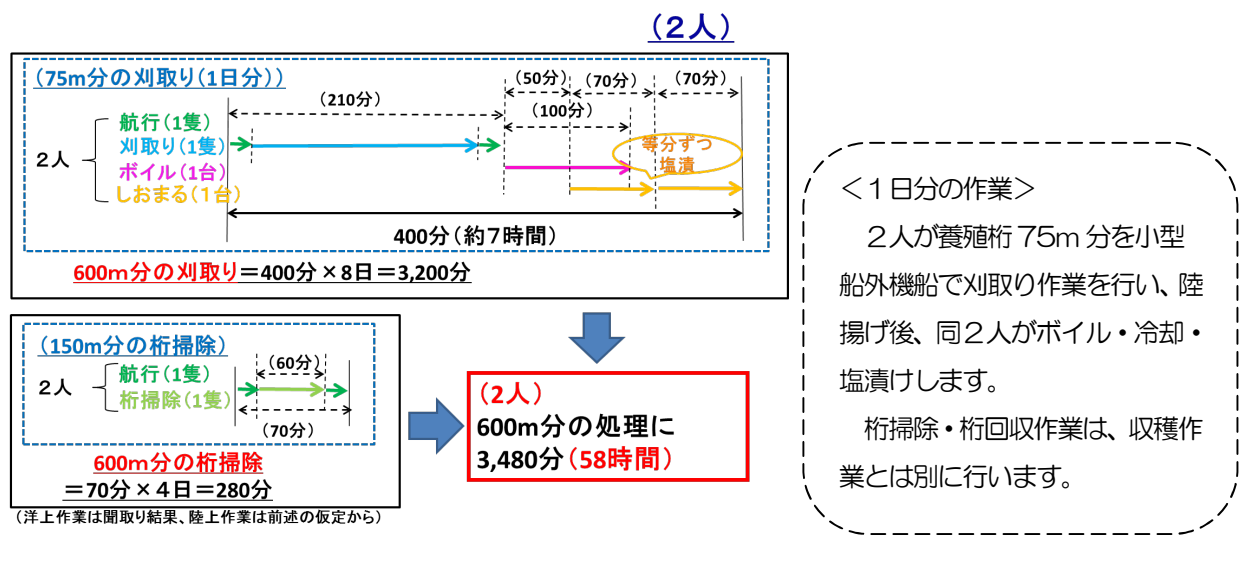


図8 従来の作業体制

(3) ボイル塩蔵加工後の芯抜き作業の省力化 (4mm残芯幅加工)

ボイル塩蔵加工したワカメは、葉と茎に分ける「芯抜き」という作業工程を経て、最終製品の「塩蔵わかめ」となります。従来の一等級品の場合、芯抜き後に葉に残る芯の幅(残芯幅)は約1mmとされており、この規格を維持するためには熟練の技術を要します。また、従来、ワカメ一本一本を手作業で処理するため、当作業には膨大な時間を要し(ワカメ養殖総労働時間の51%)、作業の効率化が課題となっています。そこで、芯抜き作業の効率化を図る手法として、残芯幅を4mmにした「4mm残芯商品」(図9)の有効性について調べました。

ア 商品価値

4mm残芯商品の価値を評価するため、当該商品を試験的に作成し、首都圏在住の消費者を対象に価格調査を行いました。その結果、4mm残芯商品は従来の一等級品と比べて商品価値に差がないことがわかりました。

イ 作業効率

残芯幅を4mmとした場合の作業効率を把握するため、漁協自営加工場の作業員を対象に作業速度を調べ、従来の一等級品と比較してみました。試験の結果、平均残芯幅は2.2mmとなり、想定した4mmよりもだいぶ細くなりましたが、その作業時間は従来と比べて31%削減されることがわかりました。残芯幅を4mmとした場合、作業時間の更なる短縮が期待されます。

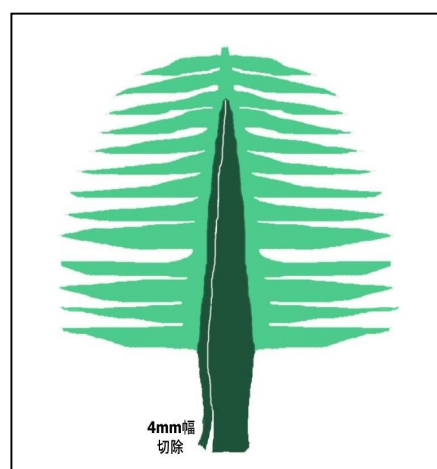


図9 4mm残芯商品の芯抜き方法

以上のように、従来の残芯幅1mmを4mmにしても、価値を下げることなく、労働時間を31%以上削減できることが明らかになりました(Wakamatsu & Miyata2015, Aquaculture Economics and Management)。

5 開発した技術の導入による収益性の検証（総括）

岩手県のある地区の経営データを収集・分析し、そのデータを基準にして、これまで述べてきた開発技術（自動間引き装置、陸上・定置船搭載型刈取り装置、4mm 残芯加工）を導入した場合の経営効率化を分析しました。経営効率化とは、表中の「時給の改善度合い」であり、時間当たりの養殖漁家所得（円/時間、いわゆる時給）がどのくらい改善されたかを推計した値になります。

時給の改善度合いは、自動間引き装置を導入した場合は 2.4%、定置船搭載型刈取り装置を導入した場合は 4.7%、陸上刈取り装置を導入した場合は 5.5%、そして 4mm 残芯幅で加工した場合は 18.5% であることが明らかになりました（表 3）。

また、これら開発技術を養殖生産の各作業工程に組み込むことにより、時給の改善度合い（時間当たりの養殖漁家所得）が、全体で 25.6～26.4%改善することが分かりました（図 10）。

表 3 開発技術導入によるボイル塩蔵ワカメ生産の時給の改善度合いの推定

	既存生産方法*4	開発技術導入による生産方法			
		間引き装置*5	定置船刈取*7	陸上刈取*8	4mm 残芯幅*6
生産量(t)	9	9	35	36	9
単価(円/kg)*1	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513
費用(千円)	4,997	4,997	19,044	19,504	4,997
追加コスト(千円)*2	0	20	100	150	
所得(千円)	8,854	8,834	33,643	34,407	8,854
売上高所得率*3	0.639	0.638	0.637	0.636	0.639
投下労働時間	2,791	2,720	10,129	10,275	2,355
投下労働時間当たり所得(円)時給	3,173	3,248	3,321	3,348	3,759
時給の改善度合い	0	2.37%	4.69%	5.54%	18.49%

*1 H29 年度県平均価格（参考 H28 年 1,607 円/kg）

*2 耐用年数 15 年

*3 家族見積労賃を所得に含めた

*4 M 地区の湯通し塩蔵芯抜きワカメ出荷漁家 9 件の実測データ

*5 実測から 31%労働削減

*6 実測から 49%の労働削減

*7 実測から 57%の労働削減

*8 実測から 68%の労働削減

*7&8 生産量: 省力化機器を導入した場合の想定生産量

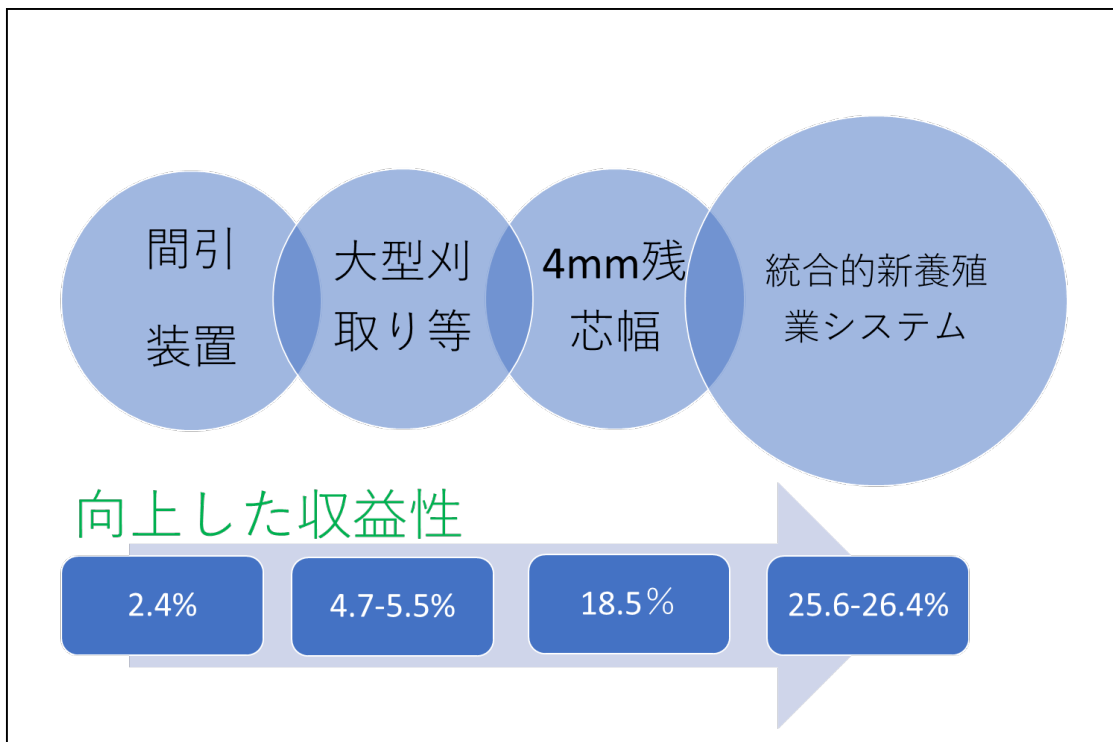


図 10 開発技術の導入による収益性

本マニュアルに関する問い合わせ先

岩手県水産技術センター企画指導部

TEL 0193-26-7914

水産研究・教育機構 中央水産研究所

TEL 045-788-7672

石村工業株式会社

TEL 0193-55-3641