

養殖ワカメの収穫および塩蔵加工作業調査

長谷川勝男^{*1}・鈴木四郎^{*2}

Work Analysis of Harvesting and Salt-preserved Wakame Seaweed (*Undaria pinnatifida*) Processing

Katsuo HASEGAWA^{*1} and Shirou SUZUKI^{*2}

Abstract The present production amount of the wakame seaweed (*Undaria pinnatifida*) culture in Japan has declined by culture employee numbers decreasing and the wakame products import increasing. The processing system of salt-preserved wakame seaweed product consists of some process; such are harvesting, boiling and cooling, salting and leaf separating from stem of seaweed. The authors conducted an investigation study on an actual work of the seaweed harvesting and the salt-preserved product processing at Sanriku and Naruto areas, and focused in the labor productivity for those process. From the comparison of these case studies, it found that productivity of harvesting and salt-preserved processing was increasing with production scale for household. But productivity of leaf separating work was extremely low, because it depended entirely manual operation, so that this process was slowest part in the salt-preserved processing system. To improve the productivity of total production system, it should be necessary that the production scale magnification and an automated production system introducing.

Key words: Wakame seaweed culture, Salt-preserved, Production system, labor productivity

1. はじめに

我が国のワカメ養殖業は、1960年代のワカメ養殖技術の発達と普及によって急速にワカメ養殖業者数が増加し1974年には約17万tの生産量に達した（Fig. 1）。ワカメの生産量が急増した背景には、1960年代に開発された湯通し塩蔵ワカメや1970年代に開発されたカットワカメなど新しい製品化技術の確立がある（永持，佐藤（2004））。カットワカメは、湯通し塩蔵ワカメを洗浄脱水し、熱風乾燥した後に細断した乾燥ワカメで、そのまま使える手軽さから消費が伸びている。ワカメ市場が拡大するなか1970年以降、韓国産の輸入量が急増し、国内のワカメ養殖業は輸入品との市場競争を展開していくことになる（Fig. 1）。1990年以降には韓国産輸入量が減少する一方で、中国からの

安価な塩蔵ワカメおよびカットワカメの輸出攻勢に拍車がかかり、その影響を受けて近年国産ワカメ価格の低迷が続いている。そのため我が国のワカメ養殖業は、漁業者の高齢化とともに着業者数の減少が進み、国内生産量も6万tにまで減少している。ワカメの国内需要量24万t（輸入が18万t）に対して自給率は25%にまで低下している。

都道府県別のワカメ養殖生産量をFig. 2に示す（農林水産省統計部，2004）。岩手，宮城の三陸地区と徳島，兵庫の鳴門・淡路地区が代表的なワカメ産地である。岩手，宮城の三陸地区が生産量の大半を占めているが、1経営体当たりの生産量は総じて小規模生産でありワカメ生産は零細漁家に支えられている。ワカメ養殖では収穫が2～4月の短期間に行われ、その間は連日夜明けから夕方までの作業となり過重労働と云われる。そのため高齢化とともに廃業するケースが多く、

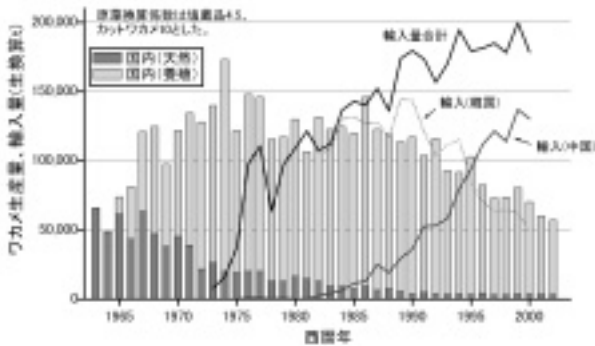


Fig. 1 ワカメ国内生産量および輸入量の推移

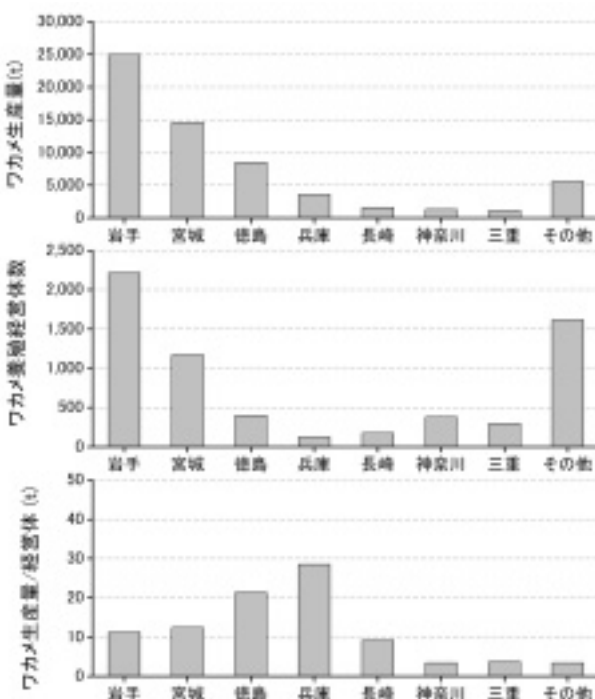


Fig. 2 地区別のワカメ生産量

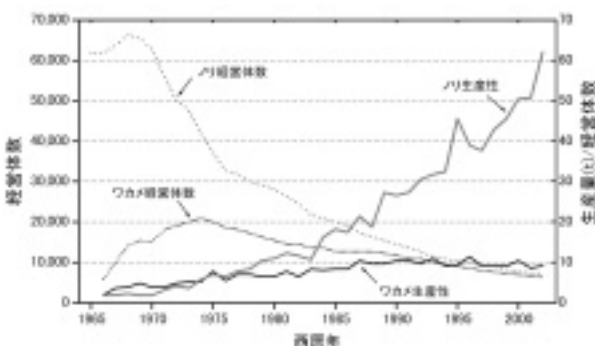


Fig. 3 ワカメ養殖とノリ養殖の経営体比較

また後継者の確保も難しいのが実状である。

ワカメ養殖業は、他のノリ養殖やホタテ養殖に比べて生産性の低さが指摘されている（濱田，2002）。ワカメの経営体当たりの生産量はここ20年の間10 t前後で推移しているのに対し、ノリ養殖では、経営体当たりの生産量が1960年代の約2 tから2000年では50 tと約25倍と飛躍的に増えている（Fig. 3）。ノリ養殖の場合は「ノリ網の冷蔵保存技術の開発」や「全自動ノリ加工機械の開発」など生産システムの技術革新が進展した（永持，佐藤（2004））。一方ワカメ養殖の場合は、海藻の加工形態がノリと異なることも考慮しなければならないが、結果的にこの間に生産性を飛躍的に高めるような技術開発が進展しなかったことになる。

以上のような背景からワカメ養殖業の構造改革が要請されている。今後ワカメ養殖業者数が減少するなかで、一定の生産量を確保しながら生き残っていくためには、生産工程の見直しを行い、生産システムを抜本的に改善し生産性を向上させる必要がある。本報は、ワカメ養殖生産の現地調査を通して、現行の生産工程および作業形態の調査分析に基づき、ワカメ養殖業の生産システムの現状と課題を明らかにし、生産性を飛躍的に向上させるワカメ生産システム開発の礎とすることを目的とする。

2. ワカメ養殖の生産形態

2.1 ワカメ養殖生産について

養殖ワカメの栽培工程は、6月から7月に水槽にてワカメの成実葉（雌株）から胞子を放出させて種系に採捕させ、10月から11月になると種系から1～2 cmのワカメが発芽する。これを親縄（養殖ロープ）に巻き付けるか、或いは5 cm程度の長さに切った種系を一定間隔（例えば30cm間隔）で親縄に挟み込んで本養成を行う。本養成後、ワカメが30～40cm以上に達するころ間引き管理を行う。間引きの目的は、生育密度を調整することによりワカメの成長を促し、長さや品質が均一なワカメを整えることである。三陸ではふつう3月初旬から2 m近くに成長したワカメの収穫が開始される。この他にも養殖施設の補修や撤去作業等もあり、年間を通して多様な養殖作業で構成される。

収穫後のワカメの処理方法は、生のまま出荷する場合と漁家自ら湯通し塩蔵加工を行う場合に大別される。自家加工の場合にはボイル・塩蔵加工設備投資と多くの労働力確保を伴うが、これに対応できない漁業者は民間加工場等へ生原藻を出荷する。収穫したワカメ原藻を生出荷する場合と自ら塩蔵加工する場合それぞれのワカメ原藻の処理方法についてFig. 4に対比し

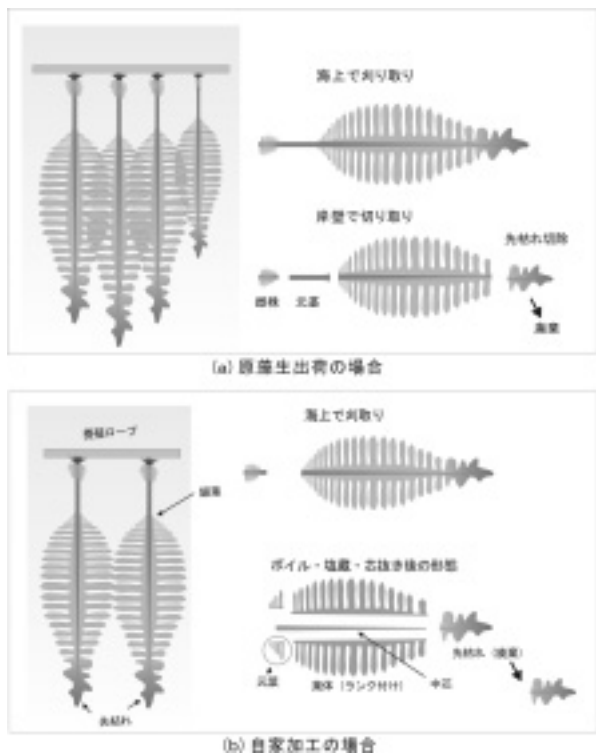


Fig. 4 ワカメ原藻の刈取り，加工形態

て示す。原藻生出荷の場合には，加工場の入荷基準に従って原藻の大小選別や劣化部位の切除などが求められており，これには家族総出での作業が必要であり，生出荷であっても陸揚げ後の作業負担は大きい。生出荷例では，海上で雌株を含めた形で刈取りを行い，陸揚げ後岸壁にて原藻の大小選別および雌株，元茎切除，先枯れ切除を行う。選別する理由は，ワカメの大きさによって最終商品が芯抜き品か芯付き品かに分かれるために，加工場搬入段階からロット分けする必要があるためである。

年間を通してワカメ養殖業は様々な作業で構成されるが，作業項目別の投下労働時間の比率をFig. 5に示す（宮田，婁（2004））。生出荷例ではワカメ収穫時の岸壁での元茎・先枯れ切作業時間の割合が突出し，また，自家加工の場合は塩蔵・芯抜き作業時間の割合が突出している。これらの作業は家族に加えて雇用者の手助けを借りており，これらの延べ時間も投下労働時間に加算されている。ワカメ収穫とそれに続く出荷作業あるいは塩蔵加工作業への投下労働時間が突出していることは，一時期に労働が集中することであり，期間集中型労働形態と云われる所以である。

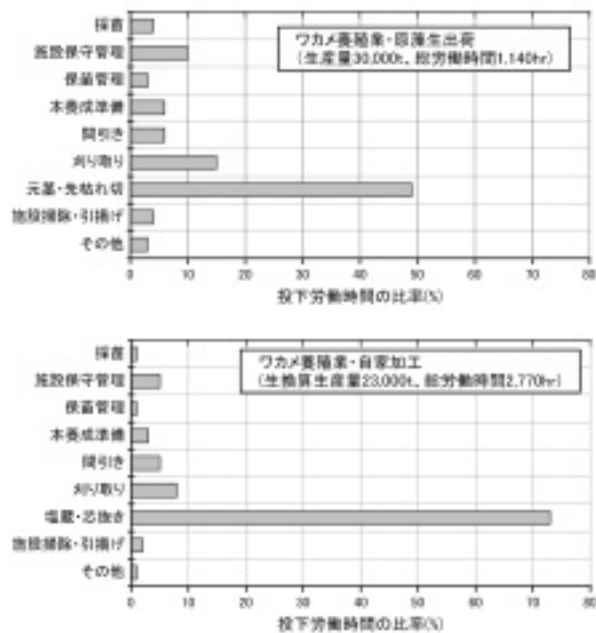


Fig. 5 ワカメ養殖業の作業別投下労働時間

2.2 養殖施設

本養成を行う養殖ロープを設置する施設は，漁場環境，主に波浪環境によって様式が異なる。波浪の荒い外洋漁場では耐波性のある水平延縄方式であり，一方静穏な内湾漁場では水平筏方式が主流である（秋山，1994）。ワカメ養殖で使用される養殖施設の代表例をFig. 6に示す。いずれも延縄方式であるが，碇綱に対して親縄が1本の場合（シングル）と2本の場合（ダブル）がある。ダブル方式の場合は，2本の親縄の間隔を確保するために2～2.5mの棒を10～20m置きに横張りしている。岩手県北部地域では，ワカメとコンブの複合養殖が盛んであり，養殖施設を併用方式として施設の利用効率を高めている（コンブ収穫6～8月）。一般に外洋域の延縄養殖施設のワカメ親縄（養殖ロープ）は太さ30mm程度のロープが使用される。一方，筏方式は鳴門・淡路地区や仙台湾内のような内湾性のワカメ養殖漁場で使用されている。この方式では，太さ20mm以下の養殖ロープを1m間隔で設置し，潮通しを良くするために種糸は養殖ロープに一定間隔（例えば30cm）で挟み込む方式がとられる。

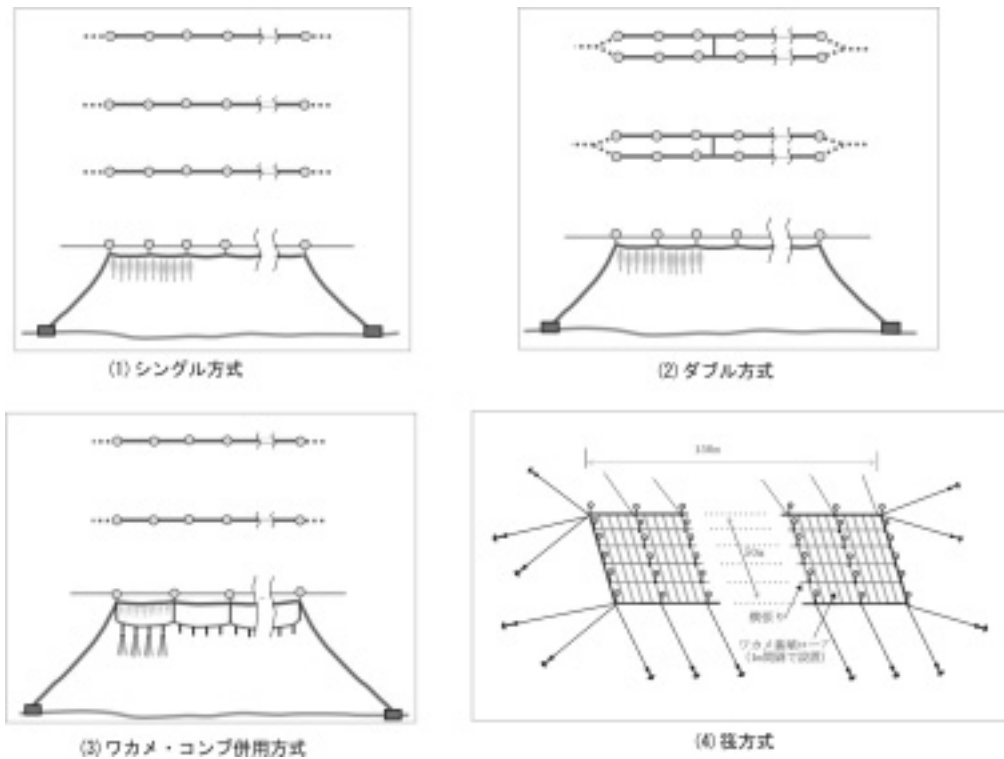


Fig. 6 ワカメ養殖施設の構造

2.3 ワカメ塩蔵加工

ワカメ養殖業では、1970年頃から収穫したワカメを湯通し塩蔵する生産形態が定着した。ワカメは湯通し塩蔵加工することで長期保存が可能となる。湯通し塩蔵ワカメは、ワカメを収穫した後、次のような多段階の工程を経て製造される（山中，2002）。

原藻・・・良質の原藻を採取後なるべく早く処理する。

湯通し（ボイル）・・・海水を用い温度は85～90とし、原藻に熱が均一に伝わるよう撈拌を十分に行う。湯通し時間は30～60秒。

冷却・・・海水をかけ流しにし、早く冷えるよう撈拌を十分に行う。

水切り・・・冷却したワカメに軽圧を加えて水切りする。

塩もみ・・・原藻の40%量の粉碎塩を加えて、むらのないよう十分に塩もみを行う。

塩漬け・・・塩もみしたワカメを容器に移し一昼夜塩漬けする。

芯抜き・・・元葉、芯（中芯）、葉体に分離する。

脱水・・・適度の水分になるまで加圧し脱水を行う。

製品・・・劣化部位を切除して、仕分け・等級選別を行う。製品は-10～-15で保管。

生産者は、製品の市場規格に対応して劣化部位の切除、中芯と元葉、葉体の分離など部位別に製品化するとともに色合いや塩分量などの品質面からもランクの高い製品作りに取り組んでいる。平成16年の三陸ワカメ共販の平均単価は、生90円/kg、塩蔵芯抜き葉体800円/kg（178円/kg）、塩蔵芯付き500円/kg（167円/kg）であった。括弧内の単価は原藻換算による数値である。全漁連では原藻換算係数は芯抜き葉体品で4.5、芯付き品で3が用いられる（全漁連，2004）。加工による付加価値向上は、原藻ベースで考えると葉体で約2倍、芯付き品で2倍弱、中芯は1倍以下となる。このように原藻の生出荷に対して生産者自ら加工することは、付加価値を高め収入を上昇させることとなるが、加工工程のほとんどは手作業であり多くの雇用者に依存することから労務支出が大きくワカメ養殖経営は厳しい状況にある。

自家加工の場合は、漁業者自らの段取りで製造するため作業スケジュールの自由度は高い。例えば、先枯れ部位の切除をボイル前に行うか芯抜き作業段階で行うかは漁家の判断にゆだねられる。雌株は、最近健康食品として需要が高まっているため、雌株の収量を増

やす取り組みが行われている。元茎部は単価が安いいため海上で廃棄するケースが多い。このように自家加工の場合は、労力と商品単価との兼ね合いから、どこまでを商品とするかが生産者の裁量にゆだねられる。

3. ワカメの収穫・加工作業の実態調査

ワカメ養殖業の主要な生産過程のなかでも負担の大きい海上でのワカメ収穫作業（刈取り作業）と湯通し塩蔵加工作業の実態を以下に述べる。現地調査地の選定に当たっては、ワカメ主産地である岩手県の生産事例を4件取り上げた。また、対比する意味でワカメ収穫方式が全く異なる徳島県鳴門地区の生産事例も調査した。

3.1 岩手県大槌町地区の生産事例

当地区はリアス式の大槌湾を漁場としてワカメ、ホタテ、カキ養殖を兼業する漁家が多く、経営体当たりのワカメ養殖規模としては岩手県の平均的な規模である。加工調査対象漁家では、200mの養殖ロープ2本を1セットとして6セット（養殖縄合計2400m）を使用していた。

3.1.1 刈取り作業

ダブルの延縄方式での刈取り作業の様子をFig. 7、Fig. 8に示す。当地区では、ふつつワカメの刈取りを深夜の1時から朝5時ころまでに行う。ワカメ刈取り作業には船外機船が使用され、夜間作業のために照明

が装備されている。2本の養殖ロープに対して真横に船をもぐらせる方式である。Fig. 7は1人乗りの作業例であり、縄に生育したワカメの刈取りは舷側で鎌を用いて行っている。刈り取られたワカメはプラスチック製の籠に収容する。元茎部から原藻を刈り取った後、養殖ロープに残る根・元茎を切り取って廃棄していた。成長の良いメカブは切り取って持ち帰る。ワカメ収穫量は生育状況によって異なるが養殖縄1m当たり10~20kgとなる。この刈取り方式は、船から身を乗り出してワカメを引き寄せて前屈状態での作業となる。ある程度刈り取ったらロープを引張って船を横移動させる。これらの前屈み作業とロープの引張り作業が繰り返される。Fig. 8はダブルの養殖ロープに対して船を真横にして刈取る2人乗りの例である。本船の場合、2基の照明と2基の電動桁送り機が装備されている（桁とは養殖ロープの呼称）。ワカメ刈取り後に養殖ロープに残存する根・株もきれいにかき落として処理している。Fig. 8(6)に示すように、刈取りを終えたロープは、船の上を左舷から右舷側に桁送り機で送る。この電動桁送り機のスイッチは照明灯支柱に設置されている。ワカメ収穫量は刈取り時間3時間30分で約900kgであった。作業効率は「900kg/(2人×3.5h)130kg/人・h」となる。

船上を2本の養殖ロープが横切る形でのワカメの刈取り方式は、船が拘束されるために波浪の荒い条件で波の打ち込み等、安全性を疑問視する指摘もあるが、これまで安全上危険を感じたことは無いとのことであった。



Fig. 7 ワカメ刈取り作業（大槌地区，1人乗り）



Fig. 8 ワカメ刈取り作業（大槌地区，2人乗り）

3.1.2 岸壁での湯通し・塩もみ作業

刈り取られたワカメは陸揚げ後、岸壁の湯通し・塩もみ設備（個人所有）で自家加工される（Fig. 9）。最初の工程としてボイル処理される。一籠のワカメ（約30kg）がボイル釜に投入され、棒で攪拌しながら均一な湯通しを行う。ボイル釜は燃料にA重油を使用し、釜の海水温は90 前後に保たれ、茶褐色の原藻を湯通しすると鮮やかな緑色に変わる。ボイル釜からのワカメの取り出しは、釜の籠の一方を電動ホイストで吊り上げて籠を傾けてワカメを掃き出す。このボイル工程1サイクルの所要時間はほぼ2分であった。ワカメの湯通し時間は1分20秒前後で行われていた。

ボイル釜から排出されたワカメは、冷却槽で海水で水洗いされる。湯通しされた原藻を迅速に冷却・水洗いすることが品質保持上欠かせない。冷却水はエンジン駆動のポンプにより海水を汲み上げて使用している。この海水による冷却・洗浄を終えたワカメを水切りして次に塩もみ工程に移る。塩もみ機（ミキサー）にワカメとその重量の30～40%の粉砕塩を入れて塩もみを行う。塩もみ機はコンクリートミキサーを一部改造して用いている。1回の処理量はワカメ30kg程度である。塩もみを終わると、レバー操作により塩もみ機を反対側に倒してワカメを排出する。ミキサーへの原藻投入、塩投入、回転攪拌、原藻排出作業の1サイクルは約2分であった。正味の原藻の塩もみ時間は1分30秒ほどである。

当日の収穫量約900kgのワカメ原藻に対して、ボイル・塩もみ作業は1バッチ約30kg程度で行われており、30回ほど一連の作業が繰り返された。この岸壁での湯通し・塩もみ作業には男性4名が従事し、正味の作業時間は1時間30分ほどである。

3.1.3 芯抜き作業

塩もみされたワカメは漁業者の自宅の作業場に搬送され、一昼夜浸け置きし、籠に移して水切りした後、芯抜き作業が行われる。Fig. 9(8)は芯抜きの作業風景である。出荷する際に、中芯を抜いた葉体は単価が高くなる。中芯も茎ワカメとしての需要がある。この芯抜き作業に女性4人が従事していた。人手による芯抜き作業は、テーブル上の原藻を1本単位で取り出し、原藻の大小判断（小さいものは中芯を抜かず製品化）をして、大型のものを「先枯れ切除（包丁または手でちぎる）、元葉を手で切除、中芯の芯抜き」の工程であった。水切り籠中で絡まっているワカメを1本ずつほどくように取り出すのも手間がかかる。1本のワカメの芯抜き作業の所要時間は平均30秒ほどであった。

芯抜き作業を終えたワカメはFig. 9(9)に示す油圧プレス機で脱水される。塩蔵ワカメ製品の水分含有率がここで調整される。十分に脱水されたワカメは、選別台の上で製品形態別（等級別）に選別仕分けが行われる。このとき変色部位等不良部分の切除も行う。



Fig. 9 ワカメ自家加工作業（大槌地区）

3.2 岩手県広田町地区の生産事例

3.2.1 広田町漁協の取り組み

広田町漁協では、ワカメ養殖を行う経営体数は80人で、カキ養殖やホタテ養殖との兼営が多い。ワカメの生産量は、岩手県24,000 tで広田は2,400 tと県全体の10%を占める。ワカメ養殖施設は、200mロープ×2の400mで1セット（台）のダブル方式である。養殖施設の間隔は40～50mで、養殖場の水深は60m程度である。漁協では個人の冷蔵庫所有を推進している（20～30人が所有）。冷蔵庫に塩蔵ワカメを保管することにより、7月まで芯抜き作業ができるので、労働を分散できるメリットがある。

養殖作業船として、3 GT（総トン数）クラスの動力船あるいは1 GTクラスの船外機船が用いられる。ワカメ刈取りの乗組員数は、船外機船で2名が多く、動力船は3～4名の場合もある。刈取りの出港は早朝であり、夜中の刈取りは安全のため行わない。刈り取ったワカメは、自前のボイル塩蔵加工施設を保有する人は自家加工するが、設備を持たない人は漁協自営加工場や民間業者に原藻を出荷する。漁協自営加工場の処理量は25 t/日である。ワカメ刈取りは3月初旬か

らスタートする。

広田町漁協独自の取り組みとして、ワカメ養殖協業体が組合員15名で組織化されており、ワカメの生育から収穫までを協同化している（清水，2002）。協業体のワカメの刈取りは、4月上旬から始め短期間で終了する。現在の協業体の養殖施設規模は33台（13.2km）であるが、今後50台まで増設したいとのことであった。刈取りには専用船（14GT、漁協所属）を用いて、2本の養殖ロープを船首から巻き上げて、魚倉の上で6名が刈取り作業を行い、その後にロープからメカブ・根の部分を下として、船尾のキャブスタでロープを巻き取る方式である。この刈取り船は養殖施設1台分（200m×2）のワカメ（5 t以上）を1時間で刈り取ることができる。

3.2.2 ワカメ自家加工生産事例A

広田町地区のワカメ刈取りと塩蔵自家加工の生産事例を2件（事例A，事例B）調査した。事例Aの養殖漁家の養殖施設数は150mダブル11台（3300m）と規模の大きなワカメ専業経営体である。ワカメ刈取り作業船はFRP製3.5GT型でディーゼル機関135PSを搭載し

ている。本調査は平成15年3月13日に行った。三陸沿岸では3月8～10日の低気圧通過で大時化が続き、収穫期を迎えたワカメ養殖施設は碇綱、幹縄が切断され養殖縄が流失するなどの大きな被害を被った。その復旧作業明けの操業初日の乗船調査であった。

(1) 刈取り作業

ワカメ刈取りに2往復するとのことで、その1回目の刈取り作業を調査した。朝6時30分にワカメ刈取りに出港した。乗組員は通常は2～3名であるがこの時は5名であった。10分ほどで漁場到着後、作業船の左舷側のダビットとホイストを使用して、養殖ロープの3カ所を吊り上げて刈取り作業を行う (Fig. 10)。ワカメ原藻の元茎を養殖ロープに残す形で鋸葉の部分で切り取り、刈り取ったワカメをプラスチック籠に収容する。原藻の刈取り後、生育の良い雌株を切り取る作業を行う。吊り上げ分の養殖ロープの刈取りを終えると、次にもう1本 (船から遠い方) の養殖ロープを吊り上げ直して刈取り作業を行う。養殖ロープ2本分の刈取りを終えると、船を吊り上げ長さ分だけ前進させて、再度、近い方の養殖ロープを吊り上げて刈取りを行う。養殖ロープはダビットと油圧ウインチにより十分な高さまで吊り上げ可能であり、刈取りの作業姿勢は無理の無い体勢で行うことができる。これは動力漁船使用のメリットである。船首と船尾の吊り上げ間隔7m当たりの刈取り作業時間は5分程度であった。8時には漁場を後にした。この刈取り作業で、浮き4個分、150mダブルの養殖施設の1/4 (養殖ロープ長で70m分) のワカメが収穫された。

帰港と同時にワカメの陸揚げが開始される (Fig. 10(5))。漁船装備のホイストを用いてワカメ収容籠3個単位で陸揚げされていた。陸揚げされたワカメは、10mほど離れたボイル施設までフォークリフトで運ばれる。陸揚げ作業は10分ほどで終了した。陸揚げされたワカメは36籠であった。1籠には37kg弱のワカメが収容されている。刈り取ったワカメ重量は1300kg程度となる。5人が1時間20分で刈り取ったことから、刈取り作業効率は「195kg/人・h」となる。養殖ロープ当たりでは「1300kg/70m 19kg/m」の収量である。陸揚げを済ませると、乗組員3名で2回目の刈取りに再び出港した。2回目の刈取り作業を終えて本船は11時過ぎに帰港し、31籠のワカメが陸揚げされた。漁場までの航海時間を往き帰りとも10分とすると、刈取り作業時間は1時間50分となる。2航海目の刈取りの作業効率は、「31籠×37kg/(3人×1時間50分) = 208kg/人・h」となる。

(2) ボイル・塩もみ作業

刈り取ったワカメ原藻は、Fig. 11に示すような岸壁の自家加工施設でボイル・塩もみが行われる。工程は「ボイル、冷却、塩もみ、浸け置き」であるが、このうち塩もみ作業までを岸壁の施設で行い、ワカメの浸け置きは容器を作業場に搬送して一昼夜行われる。その後作業場内で、水切り、芯抜き作業の工程となる。ここでは岸壁で行われるボイル・塩もみ作業のみを調査した。

ボイル釜への原藻投入は1籠単位で行われる。投入後攪拌しながら約1分間湯通しする。ホイストで金属



Fig. 10 ワカメ刈取り作業 (広田地区A)



Fig. 11 ワカメ自家加工（広田地区A）

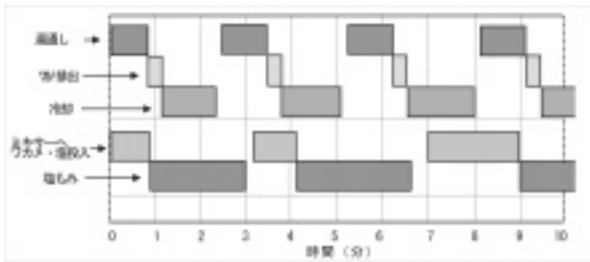


Fig. 12 ボイル・塩もみ作業の時間分析（広田地区A）

製の湯通し籠を吊り上げてワカメを冷却槽に排出する。冷却槽は二つのFRP製タンクが使用されている。冷却は撈拌を加えながら約1分程度で、冷却槽から取り出したワカメをプラスチック籠に収容して、次工程の塩もみ機近くに運ぶ。その時、プラスチック籠を積み上げることでワカメの水切りを行っている。

塩もみ作業は、「ミキサーにワカメ投入、塩投入、ワカメ投入、塩投入、塩もみ、排出」の手順であった。一籠のワカメを二度に分けて投入していた。正味の塩もみ時間は1～2分間であった。塩も

み時のミキサー回転方向は時計回りとし、排出時には一旦停止して、逆回転としてミキサーを傾斜させてワカメを排出する。この一連の塩もみ作業のインターバルは3～4分であった。塩もみ機から排出されたワカメは、浸け置き容器に移してフォークリフトで作業場に搬送される。

岸壁で行われるボイル・塩もみ作業の時間経過をFig. 12に示す。湯通し・冷却工程の1サイクルは3分弱で行われるのに対し、塩もみ工程の1サイクルは3分強とやや長くなっている。どちらの工程も1籠単位のバッチ処理である。湯通し・冷却作業は2名体制であるのに対し、塩もみ作業は1名が塩を袋から出す作業やミキサーから排出したワカメを塩漬け容器に移し替える作業も行うので塩もみ1サイクルの作業時間は長引く傾向にある。岸壁での加工作業の処理効率を見積もると、1籠のワカメ約37kgを4分間隔で湯通し・冷却・塩もみを行うとすれば、処理速度は925kg/hとなる。従って、この日のワカメ収穫量約2.5tに対する加工作業時間は2時間40分程度となる。準備と後片づけも含めれば3時間以上の作業である。

3.2.3 ワカメ自家加工生産事例B

事例Bの養殖漁家の養殖施設数は150mダブル18台(5400m)と岩手県下で最大規模の経営体である。この実態調査は平成15年3月4日に行った。

(1) 刈取り作業

ワカメ刈取りにはFRP製4.2GT型漁船(Fig. 13)を使用し、刈取り作業は親子2名で行っている。本船は、右舷側の船首部と胴の間に油圧駆動の桁送り機を装備し、ダブルの養殖ロープそれぞれをこれらの桁送り機で送りながら刈取り作業を行う(井上, 1999)。

当日は午前7時に出港し10分ほどで養殖施設に到着した。ワカメ陸揚げ用に甲板にモッコ網を4枚が敷かれている。養殖施設に到着後、油圧キャブスタンで養殖ロープにフックをかけて吊り上げて、桁送り機ドラムにセットする作業が行われた。Fig. 14に一連の刈取り作業の様子を示す。ワカメは元茎鋸葉付近で刈り取られる。養殖ロープ長さ1mほど刈取り作業を行った後、成長の良い雌株の切り取りが行われる。雌株処理が済むと、油圧レバーでロープを船首方向に1m程度送って再び刈取りを行う。時々、浮き子も揚がってくるが問題なく桁送り機を通過した。午前9時に刈取り作業を終了して本船は帰港した。ワカメ収穫量は、モッコ網で4つと雌株が2籠であった。漁業者の話ではワカメ収穫量は約1.2t、雌株が50kg程度とのことであった。即ち、2人が2時間で1200kgを刈り取ったことから、刈取り作業効率は「300kg/人・h」となる。陸揚げは、岸壁装備のクレーンでモッコごとワカメをポイル釜投入台まで荷役することが可能である。

(2) ポイル・冷却工程

刈取り従事の2名がそのままポイル加工に従事している。帰港後にポイル釜の運転準備等の都合もあり、ポイル加工開始時刻は帰港から1時間後の10時からとなった。この間は休憩にも充てられている。ポイル・冷却作業の様子をFig. 15(1)に示す。冷却槽は2つの水

槽から構成されており、段差をつけてワカメが下流に流れ易くなるように工夫されている。ポイル作業では、ワカメの投入から排出までの浸漬時間は約1分で行われていた。ポイル釜へワカメ投入、攪拌、排出の1サイクルは約2分で、10時から11時20分まで作業が繰り返し行われた。ワカメ原藻1200kgとすれば1回当たり30kg単位でポイル処理されたものと考えられる。冷却されたワカメは籠に取り込まれ、終了時には合計19籠に達した。1籠当たり生換算で63kgのワカメが収容されていることになる。実際は、ポイル処理されると重量軽減があるので1籠当たり50kg程度の収容かと思われる。後かたづけを終えて12時に岸壁を後にして、湯通しされたワカメ19籠を軽トラックで自宅の作業場に陸送した。

(3) 塩もみ作業

自宅の作業場では、塩もみ作業、塩漬け、芯抜き作業、脱水作業等が行われる。塩もみ工程も親子2名が担当している。1回の塩もみでミキサーにワカメ1籠全部を投入していた。手順としては、「塩を2杯投入、ワカメ投入、塩2杯投入、塩まぶし、ミキサーを傾けて排出」の順である。塩とワカメの投入に約1分要していた。その後1分20秒ほどミキサーで攪拌していた。塩もみ時のミキサーの回転方向は時計回りであったが、排出時には一旦停止してミキサーを傾けてワカメを排出していた。塩もみ1サイクルの所要時間は2分30秒ほどであった。塩もみ作業は、午後1時30分に開始し、2時20分に終了した。塩もみされたワカメはコンテナ容器で重しを乗せて1昼夜塩漬けされる。ポイルから塩もみまでの加工作業は、原藻1.2tを2人で正味時間2時間10分で完了した。

(4) 芯抜き作業

芯抜き作業には、作業場を間切りして7名(漁家の奥さん2名とアルバイト5名)が従事していた。芯抜き作業は、塩漬け工程に併せて終日行っている。芯抜き作業の様子をFig. 15(10)に示す。芯抜きの前作業(2名が従事)として元茎切除と先枯れ切除を行った後、芯抜き作業を5名が行う。芯抜き作業担当者は、元葉を切除し(実際はちぎっているように見える)中芯を芯抜きしていた。「たん」として芯抜きしないで製品化する小ぶりのワカメの選別も芯抜き作業者が行っていた。これらの作業時間は、前処理では5~10秒/本、芯抜きは20~30秒/本であるが、個人差も大きいようである。ワカメ1本の芯抜き処理に30秒必要と仮定すれば、8時間労働の場合には「960本/人・日」となる。5人併せると「約5000本/日」の処理量となる。生換算でワカメ1本が300gと仮定すれば、1日に約1.5tのワカメを芯抜き可能と推測される。



Fig. 13 ワカメ収穫作業船(広田地区B)

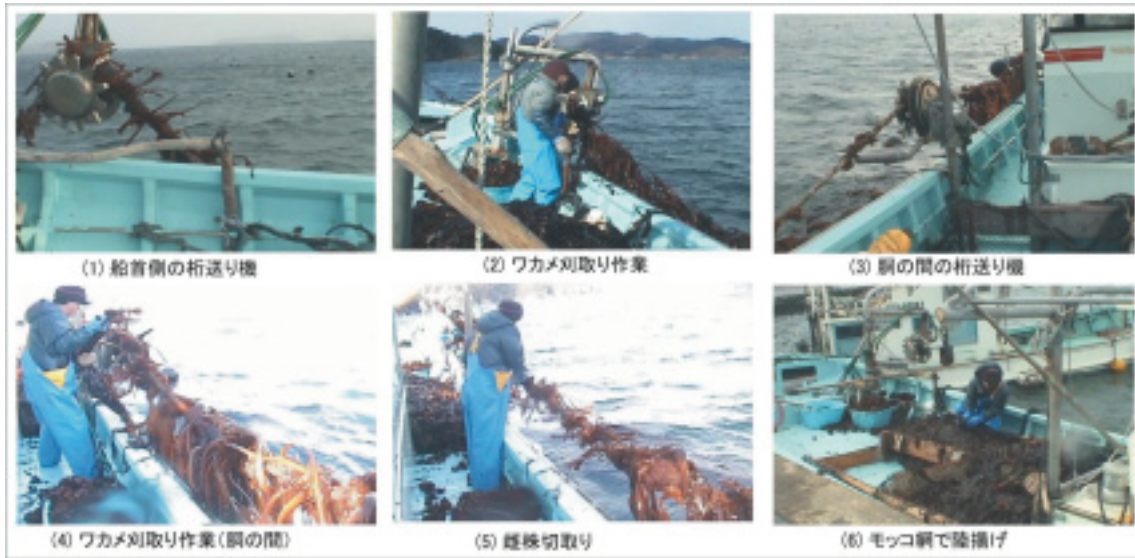


Fig. 14 ワカメ刈取り作業 (広田地区B)



Fig. 15 ワカメ自家加工 (広田地区B)

3.3 岩手県田老町地区の生産事例

3.3.1 田老町漁協の養殖ワカメ生産の概要

田老町漁協では漁協自営のワカメ加工施設を持ち、加工販売にも力を入れ独自の販路を開拓している（小林，2002）。ワカメ養殖経営体は125人で養殖施設総数は650台（平均5台/人）である。1台は養殖ロープ200m1本を意味する。Fig. 6(3)で示したコンブ養殖との併用施設が使用される。ワカメ養殖ロープは太さ30mm，コンブ養殖ロープは20mmが使用される。養殖施設1区画は養殖ロープ200mを10m間隔で25本設置して構成される。

ワカメ刈取り時期は通常3月10日～4月10日としている。刈り取ったワカメは、岸壁で元茎と先枯れを切り落とし、選別して漁協自営の加工場でボイル・塩蔵処理される。自家加工を行う漁家は1人のみで、他の漁業者はワカメ原藻を漁協加工場に生出荷している。選別は2段階の大小選別で、後工程で芯抜きをするサイズと芯抜きをしないサイズに分別する意味がある。2つの加工場の総処理量は最大100t/日で稼働日数は例年27～30日である。当地区ではワカメ刈取りは深夜の1時から早朝5時頃にかけて行われる。ワカメ陸揚げ後、岸壁での選別作業に3～4時間以上かかる。この作業は多くの手が必要で、家族以外にもアルバイトを数名雇用する場合が多い。ワカメ養殖作業船はもっぱら船外機船である。田老町のワカメ養殖は、コンブ養殖と併用施設を用いている。4月初旬にワカメの収穫を終えた後、6月からコンブの収穫が始まる。この二毛作方式で養殖施設および作業船が有効利用され

ている。漁協のワカメ加工施設はコンブのボイル加工にも利用可能である。各養殖漁家は乾燥コンブ製造のために自前の乾燥施設を所有している。

3.3.2 ワカメ収穫作業

田老町地区のワカメ収穫作業の調査を平成16年3月24日に行った。調査対象の漁家は田老町漁協で最大規模のワカメ・コンブ養殖経営体で養殖施設12台（2400m）を使用している。この漁家の場合、2人乗りで1日2航海で最高3tのワカメを収穫する。荷揚げには自前のトラッククレーンを使用している。作業船の船外機は115PSを搭載し、夜間照明用に発電機を搭載している。当日も2航海行われ、1航海目は深夜12時ころ出港し、3時40分に帰港しモッコ網5つのワカメを陸揚げした。重量で約1.6tであった。2航海目の乗船調査を行った。出港は4時20分で10分ほどの養殖施設で、4時40分から刈取りが開始された。刈取り作業の様子をFig. 16に示す。本船の場合は左舷と平行に養殖ロープを吊り上げた状態で刈取りを行う。刈取り模式図をFig. 17に示す。船首側に電動桁送り機を装備し、船尾のダビットで養殖ロープを吊り上げる。ワカメの刈取りをこの間で行い、刈取られたワカメはほぼ20～30本単位（約10kg）で結束する。原藻の刈取り部位は、ロープの根元に近い箇所雌株も含むような形で行う。養殖ロープに残ったワカメの根元は、きれいに引き落としている。これは、ワカメ桁の下で育成されるコンブに日陰を作らないためでもある。桁送り機とダビット間約4m分の刈取り時間は4分ほどで



Fig. 16 ワカメ刈取り作業（田老地区）

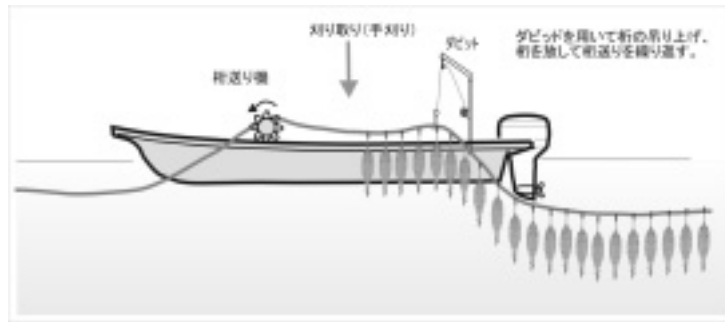


Fig. 17 ワカメ刈取り模式図 (田老地区)

あった。約2分おきに結束作業が行われていた。5時40分に刈取り作業を終了して帰途についた。ワカメ刈取り量700kgほどに対し作業時間65分では、刈取り作業効率は「323kg/人・h」となる。1航海目と2航海目の合計収穫量は約2.3t、合計刈取り作業時間は4時間であった。

3.3.3 岸壁での出荷作業

漁協自営加工場のある田老港岸壁でワカメ陸揚げ及び選別作業の様子をFig. 18に示す。朝6時を過ぎるとワカメを積載した作業船が次々に帰港する。乗組員は2名か1名である。沖で刈取られたワカメは、束ねて向きをそろえて持ち帰っている (Fig. 18(3))。沖では、前述したように雌株近くの根本側から刈り取って20~30本単位でそろえて紐で結わえる作業が行われる。刈

取ったワカメを束ねる理由は、陸揚げとその後の作業の効率化のためである。各船は岸壁から手作業で鉤棒でワカメ1束ごとに陸揚げしている。船から陸揚げされたワカメを岸壁に並べて、選別、先枯れ切除、元茎切除の作業が行われる。この作業は家族総出の作業となる。春休みの学生アルバイトも雇用している。1tのワカメを処理するのに4人で3時間以上必要である。元茎および雌株は漁協で集荷して業者に出荷する。先枯れ等の廃棄部位は、アワビ・ウニ漁場に散布される (特別許可取得)。ワカメ原藻は、大と小に分けて加工場に運ぶ。このワカメ出荷作業で朝6時から11時ころまで岸壁がにぎわい活気のある風景であるが、吹きさらしの環境で床に膝を落とした前屈み作業の長時間労働であり、屋内作業場の設置等の労働環境の改善が課題となる。



Fig. 18 ワカメ生出荷作業 (田老地区)

3.3.4 漁協自営加工場での加工作業

元茎と先枯れが切除されたワカメ原藻は、漁協自営加工場でボイル塩蔵加工される。ワカメのボイル・塩蔵工程の様子をFig. 19に示す。加工場は最盛期には朝8時から夕方6時まで稼働し、処理量は2工場で100t/日である。加工場のワカメ原藻の荷受けを朝7時から行う。ワカメ原藻をモッコ毎ホイストで吊り上げて計量後、ボイル釜入り口の木製のワカメ投入台へ搬入する。ボイル釜へワカメを投入するのに人手を要する。作業員5人でモッコ1網のワカメ原藻（約500kg）を6分程度で2基のボイル釜へ投入していた。一つの工場内にボイル釜は2基並列に設備されている。ボイル釜のワカメ原藻処理量は1基当たり3t/hである。ボイル温度は85～90で自動的に温度調整が働く。ボイラーから供給される清水高温蒸気が熱交換機を介してボイル釜の海水を加熱している。ボイラー燃料はA重油が使用される。ワカメ原藻はコンベヤにより連続的にボイル釜を通過し冷却槽に搬送される。ボイル釜での滞留時間の基本は約30秒であるが、原藻の大きさによってコンベヤ速度が調節される。半日に1回程度、お湯の汚れ具合によって釜の海水を全量交換する。

ボイルされたワカメはコンベヤで1次冷却槽へ運ばれる。冷却槽右手の配管から冷却水（海水）が供給される。流量は2～3t/分でこの水流でワカメは急冷され2次冷却槽へ搬送される。取入れ海水の温度は10程度である。滞留したワカメを搬送するために作業員1名が必要である。2次冷却槽は長水路方式であり、ワカメは冷却海水の流れに乗って移送される。ワカメ葉体部は1次冷却で充分冷えるが、肉厚の茎部分を冷やすのに2次冷却が必要となる。茎内部まで充分冷やさないと後工程で茎と接するワカメ葉体が温度上昇してしまう。塩蔵ワカメ製品の変色の原因の一つに茎の不十分な冷却の影響が指摘されている。

2次冷却槽出口では、コンベヤ上に水流でワカメが自然に広がり、4連のローラでワカメの水切りをする。作業員1名が水切りしたワカメを一掴みずつ固まりにして塩からみ機（ミキサー）へ搬送コンベヤで送る。処理速度は、15kg程度の固まりにして搬送するのを10秒前後で行っていた。コンベヤ上部では作業員2名がワカメの固まりにスコップで粉碎塩をかける。塩の量はワカメ重量の4割が目安とされる。粉碎塩は半日で500袋（25kg/袋）を消費する。塩からみ機（ミキサー）



Fig. 19 漁協自営加工場のワカメ加工作業（田老地区）

内のワカメ滞留時間は20秒程度である。塩からみ機は1回転2秒程度の回転速度である。内部はワカメの塩からみを円滑にするための工夫が施されている。

塩からみを終えたワカメは容器内で1昼夜塩漬けされる。脱水にはコンクリート製の錘(1t/個)を用いる。1つの脱水容器に錘を3枚重ねて使用する。脱水用の木製容器にはワカメ20tが入る。ワカメに錘を乗せて1晩脱水する。脱水されたワカメは木箱に詰めて冷蔵庫(-13℃)で保管する。その後随時、芯抜き・選別処理をして出荷する。

一つの加工場の人員配置は、ボイル・冷却・塩まぶし・脱水工程を15人体制としているが、正味の作業人数は12人ほどであった。即ち、ワカメ原藻40tを12人×8hで処理している。脱水の終わったワカメの箱詰め作業も1工場15人体制で行っている。2工場全体では計60人が仕事に従事している。このうち45人はワカメ最盛期(3月10日～4月10日の1ヶ月)の臨時雇用である。

3.4 徳島県鳴門地区のワカメ収穫方式

徳島県鳴門市北灘漁協にて平成15年2月19日にワカメ収穫作業を調査した。鳴門地区ではワカメを養殖ロープごと船内に取込み、港で陸揚げしながらワカメ原藻を刈取る方式が確立されており、これはワカメ生産方式の一つの改善例として位置づけられる(長谷川, 2004)。

3.4.1 ワカメ養殖の概要

鳴門市西方に位置する北灘漁協は、播磨灘に面して東西15kmに渡り5つの漁港を管理している。漁協全体でワカメ養殖を行うのは33経営体で、兼業として底曳網や小型定置網を行っている。底曳網との兼業漁家は、底曳網漁船(5GT～6GT)とワカメ養殖作業船1ないし2隻の合計2～3隻の船を所有する。

北灘漁協では、ワカメ養殖筏(Fig. 6(4))は1台/経営体としている。沖合1kmの水深30～40mの海域に養殖筏は設置される。漁場の公平を期す意味で養殖筏設置場所は毎年順番に変更される。平成14年は2月10日からワカメ収穫を開始し、3月20日には筏撤去を義務づけている。これは同じ海域にタイ等を対象とした個人定置網を設置するためである。養殖筏のサイズは50m×150mで、ワカメの種付けは50mロープに行い、これを1m間隔で設置する。ワカメ養殖ロープ全長は7500mに上る。50mロープ当たりのワカメ収穫量は400kg程度で、養殖ロープ7500mでは合計60tが収穫の目安となる。養殖ロープへの種付けは11月中旬に行う。ロープへの種付けは、短く切った種糸をロープに

等間隔(30cm間隔)に挟み込む方式である。ワカメの成長段階での間引きは行わない。ほとんどの漁業者はワカメ原藻を徳島県漁連に出荷する。集荷された原藻はトラックで徳島市内のボイル・塩蔵加工場へ陸送される。メカブを含む元茎(根本部)は漁協の処理施設に廃棄されている。

3.4.2 ワカメ刈取り作業

平成15年のワカメの収穫作業は2月3日から開始され、今季は天候に恵まれたため2月18日の時点で全体の6～7割の収穫を終えていた。Fig. 20に漁港の岸壁で行われている刈取り作業を示す。ワカメ作業船は夜明け前(6時頃)に出港し、養殖施設と港を3往復以上する。養殖施設でワカメ養殖ロープを船内に取り込んで帰港した後は、船内のワカメロープを岸壁のロープウインチ(ロープ巻き取り機)で巻き上げながら、ワカメ原藻を茎から切り取る作業が包丁を使って行われる。陸上作業のため包丁が使用可能となる。根・元茎は自動的にロープから株ごとにかき落とす工夫がされている(Fig. 20(9))。養殖ロープ1本につき2～3人で刈取りを行っている。

作業船(船外機船)の乗組員は1人ないし2人である。1隻分のワカメ処理に係わる岸壁作業が終わるまでは作業船が空にならないために、漁業者は台船にワカメを移して再び養殖筏に向かう場合もある。船外機船の場合50mの養殖ロープを2本取込むのが基本となり、ワカメ原藻取込み量は出荷重量で800kg程度となる。船外機船の1日当たりのワカメ収穫量(出荷重量)は、3航海で2.4tが標準的である。岸壁作業の従事者は家族が主であり、岸壁でのワカメ処理作業は、朝7時から11時ころまで行われる。

岸壁の刈取り作業では、3漁家からなる協同作業も見られた。この場合、総勢8人ほどとなり、2本の養殖ロープを並行処理することができる。使用する作業船は、船外機船1隻とディーゼル機関搭載の船内機船1隻の2隻体制であった。この協同体の1日の操業方式は、大型船(3t積載)が2往復、船外機船(1t積載)が3往復となる。ディーゼル船内機船は1回に養殖ロープを6本以上取り込むことができる。従って、この共同体の1日の処理量は、養殖ロープ18本以上でワカメ原藻の出荷重量は7t以上となる。このようなワカメ収穫専用の大型船を保有する協同体が2グループあった。ワカメ収穫専用船は協同体が共同保有している。

ワカメの刈取り作業では、ワカメ先端部の先枯れを切除した後、元茎を残して葉体部を刈り取る。ロープが巻き取られる速度は非常にゆっくりで2m/分程度



Fig. 20 岸壁での刈取り作業の様子（鳴門）

である（Fig. 20（6，9））。刈り取り作業の進捗状況に応じてロープの巻き取り停止が頻繁に行われる。巻き取り機は、トラック後輪の駆動装置を再利用し、モーターで駆動するように改造されたもので、低コストかつ耐久性のある装置である。刈り取り後にはロープにワカメの根・元茎が残るが、これはロープを2本のパイプ間を通過させることによりかき落とされる。このワカメ根・元茎部分は廃棄物として軽トラックで漁協専用の廃棄物処理場に運ばれる。1日にワカメ原藻を7t出荷する共同体では、ワカメの根・元茎部の廃棄量は軽トラック7回以上にもなる。経営体によってはメカブ、元茎を製品化する例も見られた。これらの製品化は切り取り作業工数が増加するため、出荷単価と労働力の兼ね合いから廃棄部位の製品化が判断される。元茎は単価安のため労力に見合わないといわれる。

3.4.3 作業船の養殖ワカメ取込み作業

海上の養殖施設からワカメを取り込む作業船として、船外機船及びディーゼル機関搭載の船内機船が使用される。養殖ワカメをロープごと船内に取り込む作

業について以下に述べる。船外機船において、ワカメを養殖ロープごと取込む作業の様子をFig. 21(a)に示す。1人乗りの例であるが、船真横から電動リールを介して養殖ロープを取り込む方式である。この海域ではワカメ養殖ロープは東西方向に張られており、風上の西端からロープを取り込んでいた。1本の養殖ロープ（50m）は8分ほど船内に取り込まれた。電動リールが2基右舷側に装備されており、2本の取り込みにはそれぞれ電動リールが使い分けられる。養殖ロープに対して直角方向に横張りロープが張られており、両方のロープは交差する箇所では結ばれている。養殖ロープを回収するために、この結び目を解くか切る作業が必要となる。本船は養殖ロープ2本を取り込んで帰港した。養殖ロープ1本分の総重量は約500kgであり、帰港時には約1tの積載となる。

ディーゼル機関搭載のワカメ専用作業船が2隻稼働していた。Fig. 21(b)に操業の様子を示す。この船は船首からワカメ養殖ロープ2本を同時に取り込む形式である。乗組員は3名で、養殖ロープの吊り上げにはエンジンケーシング両側のキャプスタンが用いられる。



Fig. 21 鳴門地区で行われるワカメ収穫方式

吊り上げ用のロープ先端のフックを養殖ロープに玉掛けして、養殖ワカメを高く吊り上げた後、甲板に落とし込む作業を繰り返す。ほぼ5分で2本の養殖ワカメロープの取り込みが完了した。この大型船は3tまで積載が可能であり、養殖ロープ6～8本の取り込みに対応できる。このような船内機方式の大型船は協同体が所有しており、協同化のメリットが活かされている。

4. 調査結果の分析と考察

ワカメ刈取り・加工作業の調査を行った経営体が使用する養殖施設の親縄（養殖ロープ）長さは、岩手県地区では、2400m, 3300m, 5400m, 2400mであり、鳴門地区は7500mであった。各漁家のワカメ生産量は、ワカメ収量を岩手県では15kg/m、鳴門では8kg/mとすると、岩手では36～71t/経営体、鳴門は60t/経営体である。岩手県の調査では、その地区でも生産規模

がトップクラスのワカメ養殖漁家を調査対象とした。調査時の作業記録に基づいてTable 1にそれぞれの生産効率の概要を示す。刈取り量は漁業者から聞き取ったものであり、これまでの経験に基づく推測値である。作業時間は正味時間を示しており、航海時間や陸揚げ時間およびボイル加工前の準備や後片づけ作業時間は加味しない数値である。

4.1 刈り取り作業効率

Fig. 22にワカメ刈取り量に対する刈取り作業効率を示す。全て岩手県の事例であるが、刈取り作業効率は、経営体によって「129～300kg/人・h」と大きく異なっている。刈取り量が多くなるほど作業効率が高くなる傾向にある。刈取り作業効率が大きく異なる理由として、調査事例ごとに刈取り条件が違っていることが影響している。即ち、漁場や時期によるワカメの成育状況の違い、刈取り方式の違い、ワカメの結束作業の

Table 1 ワカメ収穫およびポイル塩蔵加工の作業効率

調査事例	刈り取り作業効率					ポイル・塩もみ加工作業効率			
	親縄長 (m)	刈取り量 (kg)	人数 (人)	作業時間 (分)	効率 (kg/人・h)	処理量 (原藻kg)	人数 (人)	作業時間 (分)	効率 (kg/人・h)
大槌	2,400	900	2	210	900	900	4	90	150
広田(a)	3,300	1,300	5	80	1,300	2,450	3	160	306
		1,150	3	120	1,150				
広田(b)	5,400	1,200	2	120	1,200	1,200	2	130	277
田老・刈取り	2,400	2,300	2	240	2,300	40,000	12	480	417
田老・加工場									

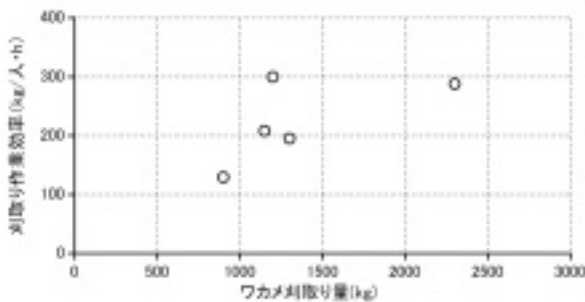


Fig. 22 ワカメ刈取り作業効率

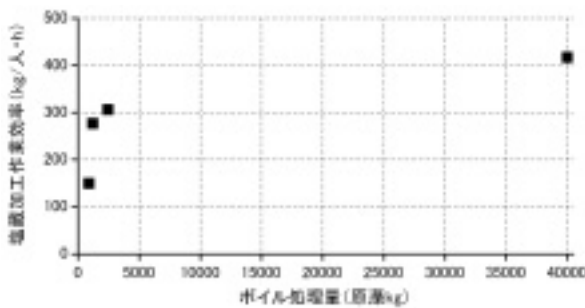


Fig. 23 ワカメ塩蔵加工作業効率

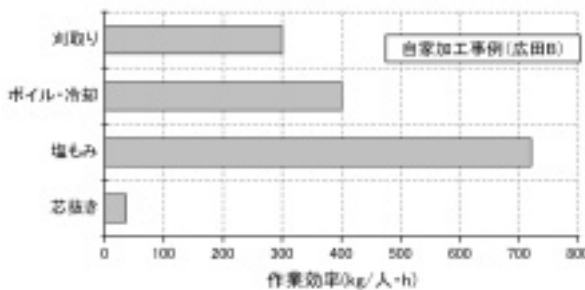


Fig. 24 ワカメ生産工程別の作業効率

有無，作業船規模，養殖ロープの吊り上げ方式などが作業効率に影響しているものと考えられる。3GTクラスの動力漁船の方が，刈取り時の作業姿勢に無理が無いため効率化できる一方で，動力漁船5人乗りの事例のように，人数が多すぎても船橋脇の甲板スペースの関係で効率が低下することも事実であろう。船外機船でも田老の場合に効率が「288kg/人・h」と高いのは，ワカメ原藻を左脇に抱えて10本程度ずつ束ねて刈っていることが有利に作用している。当地区は生出荷であり，陸上での元茎切り取り作業が陸揚げ後に控えるために刈り取り部位に注意を払う必要がない。自家加工では，刈り取った原藻を陸揚げ後に速やかにポイルするため，船上では原藻1本1本鋸葉のところまで丁寧な刈取りが行われる。即ち，ワカメを束ごと刈り取る方式と1本ごとに刈り取る方式では当然束で刈る方が作業効率は大きくなる。

4.2 ポイル塩蔵加工の作業効率

Fig. 23にポイル・塩もみ工程の塩蔵加工作業効率を示す。自家加工の事例に加えて漁協自営加工場の加工効率も示している。ポイル・塩もみ作業に関しては，漁業者自らの自家加工の場合には原藻1籠（約30kg）単位のバッチ処理が基本となる。現行の生産システムでも経営体によって加工効率に大きな差がみられる。生産規模の大きな漁家ほど効率良く少人数で加工作業をこなしている。田老漁協自営加工場設備では，ワカメのポイル・冷却工程から塩もみ工程に至るまでコンベヤで連続的に処理できる自動化ラインが構築されている。ポイル釜へのワカメの投入作業と塩投入作業など人手に頼る工程もあるものの全体的にはスケールメリットを活かした自動化ラインである。それ故，加工効率は漁業者の加工効率よりも大きくなっている。このように，ポイル・塩もみ工程は，生産規模に応じて生産性が高まっている。即ち，規模拡大によるスケールメリットが期待できる。

ポイル塩蔵加工工程のなかでも芯抜き作業は手作業

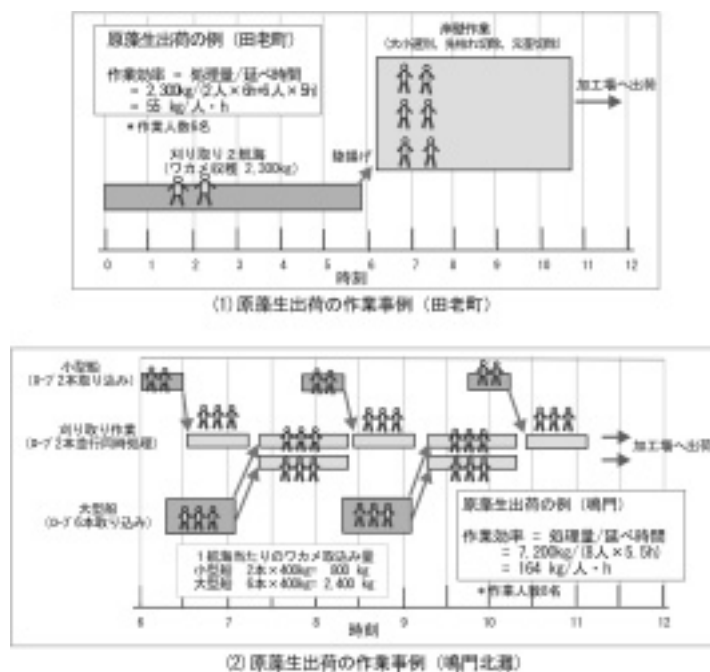


Fig. 25 ワカメ原藻生出荷の生産事例の比較

でワカメ1本ごとに処理している。1本のワカメの芯抜き作業時間は約30秒であり、ワカメ原藻重量を300gとすると、芯抜き作業効率は「36kg/人・h」である。広田の自家加工事例Bでは、刈取り作業効率「300kg/人・h」、ボイル・冷却の作業効率「400kg/人・h」、塩もみ工程の作業効率「720kg/人・h」であった。これらの工程毎の作業効率をFig. 24に示す。作業効率が格段に低いのが芯抜き作業であることが分かる。1日8時間労働で1tのワカメを芯抜くするためには、4人の作業員が必要となる計算である。

4.3 原藻生出荷事例の作業効率

田老町と鳴門の生産事例がワカメ原藻を生出荷する場合である。それぞれの作業工程の概念図をFig. 25に示す。田老町の例では、刈取りを2航海で行い合計2.3tの原藻を陸揚げし、岸壁で先枯れ切除、元茎切除、ワカメの大小選別を行って加工場へ出荷している。刈取り従事の2名が岸壁作業にも加わり合計6人で出荷作業を行っている。海上作業と陸上作業合計の延べ作業は42hとなり、作業効率は「55kg/人・h」であった。

鳴門の作業事例は、3経営体から構成される協業体の生産事例である。養殖施設からロープごとワカメを作業船に取り込み、岸壁で陸揚げしながら刈取る方式である。2隻の作業船が交互に使用され、刈取り作業が連続して行えるように段取りが組まれている。作業員は8名で、1本のロープの刈取りに3名が従事する。大型船の場合には、船に取り込まれた養殖ロープ50m

を3本連結して、岸壁でロープを巻き取りながら刈取りが行われる。この生産事例の作業効率は「164kg/人・h」で、これは田老町の3倍もの生産効率が達成されている。この大きな違いは、ロープごと取り込み刈取りを陸上で行う方式の採用と協業化によるスケールメリットが現れた結果である。規模拡大と生産システムの変更によって、ワカメ収穫作業の生産性を飛躍的に向上できるものと考えられる。

4.4 生産システムの改善方策

現行の自家加工生産システムでは、先枯れの除去や原藻の大小選別など手間のかかる作業は、塩蔵後の芯抜き工程で行われている。これは、塩蔵後ならば時間的余裕があること、また手間のかかる作業を雇用労働力に依存することが理由かと考えられる。しかし、ワカメ養殖業者の高齢化と廃業が進むなか、漁業を支えてきた婦人の労働力も減少しており、芯抜き業者の確保が大きな問題となってきた。地区によってはアルバイトの労働力確保が困難なためにワカメ養殖経営が成り立たない場合もある。このような状況のなかで、これからのワカメ加工生産システム、特に芯抜き工程は省人化がキーワードとなる。

ワカメ1本1本手作業で行われる芯抜き作業の雇用経費を削減するために、芯抜き機械の商品化が図られてきた。すでに市販され漁業者が購入しているものもあるが、ワカメを機械にかけるために前処理作業が伴うなど、省力化機械としては発展途上にある(井上、

2000)。現行の生産システムで最もネックとなる工程は芯抜き工程であることから、全体の生産加工システムの改善のために、高性能な芯抜き機の開発を最優先課題と考えて、新たな芯抜き機械（井上，2004）を組み込んだ新方式のポイル塩蔵加工工程が提案され（濱田ら（2001）），その開発が推進されている。このような取り組みを多方面から推進することがワカメ生産工程の改善のためには重要である。

5. あとがき

岩手県と鳴門の養殖ワカメの生産工程の作業実態について生産効率の観点から述べてきた。ワカメの生産実態を調査して、期間労働集約的な家内労働によってワカメ生産が支えられていることが明らかになったが、現行の生産システムもこれまでの長年の試行錯誤等を通して確立されたものであり、人海戦術に依存する芯抜き作業を除けばその他の生産工程は合理的に仕上がっていると言えよう。ただ、かつての豊富な労働力が今後は期待できないことや雇用経費が相対的に収益を圧迫していることなど、ワカメ養殖業を取り巻く環境が大きく変わっており、その対応が求められる。

ワカメ刈取りには船外機船の使用が圧倒的に多い。高齢の漁業者にとっては海上での刈取り作業が最も辛い仕事とされる。三陸地域はもっぱら船上での刈取り方式であり、波浪環境のなかでの作業時間の短縮が課題である。鳴門地区では、養殖ロープごと船に取り込み、岸壁で陸揚げしながら刈り取る方式が行われており、海上作業が大幅に軽減されている。三陸の外洋性養殖漁場で鳴門の生産方式が導入できるかは問題だが、生産システムの改革のためには参考とすべき事例である。大規模生産への対応を考慮した、専用作業船による革新的なワカメ収穫システムの試行が望まれる。その際には、養殖施設構造の見直しも含めて一体的なワカメ収穫システムを考えることが重要となる。ワカメ養殖業の構造改善の取り組みとして、生産規模の拡大による零細漁家からの脱却と省人化生産システムの構築がワカメ養殖経営の今後の方向となるが、それには、技術的な取り組みに加えて協業化などの経営面からの生産体制の改革や、芯付きワカメの流通拡大やワカメ新形態商品の開発など、ワカメ生産流通に係わる川上から川下に至る幅広い取り組みが求められる。

謝 辞

ワカメ養殖業の作業実態の調査は、水産庁委託「わ

かめ養殖業構造調整支援技術等緊急開発調査事業（平成14～16年）」の一環として行ったものである。本調査の実施に際して元水産工学研究所企画連絡科長（現鹿児島大学水産学部教授）井上喜洋氏にご指導を頂いた。実態調査に際しては、岩手県水産技術センター、社団法人日本水産資源保護協会、各漁協の関係者およびワカメ生産漁業者の方々に多大な協力を頂いた。以上の関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 秋山和夫，1994：ワカメ，「食用藻類の栽培」（三浦昭雄編），恒星社厚生閣，東京，pp.35-42．
- 井上喜洋，1999：養殖ワカメ採取合理化対策．平成10年度ワカメ養殖業全国推進検討会報告書，全漁連，1-11．
- 井上喜洋，2000：養殖ワカメ生産性改善に関する課題．平成11年度ワカメ養殖業全国推進検討会報告書，全漁連，1-10．
- 井上喜洋・松村一弘・板東忠典，2004：養殖ワカメの芯と葉体の分離実験，水産工学研究所技報，26，47-51．
- 小林昭栄，2002：養殖コンブ生産と漁協自営加工販売の現状と課題，北日本漁業経済学会第31回大会要旨集，10-11．
- 清水幸男，2002：広田町漁協におけるワカメ養殖協業化への取り組み．平成14年度日本水産工学会秋季シンポジウム要旨集，13-14．
- 全漁連，2004：三陸ワカメ地区別・種類別平均単価．
- 永持孝之進・佐藤純一，2004：ワカメ産業の発展と最近の動向，地域漁業研究，44（2），77-90．
- 農林水産省統計部，2004：漁業・養殖業生産統計年報．
- 長谷川勝男，2004：鳴門地区の養殖ワカメ収穫作業，海洋水産エンジニアリング，31，7-12．
- 濱田武士・松村一弘・井上喜洋・赤井雄次，2001：塩蔵ワカメ製品製造システムの作業分析に基づく省力化の計画，水産工学，38（1），61-68．
- 濱田武士，2002：海面養殖業の生産技術の現状と技術開発の諸問題．平成14年度日本水産工学会秋季シンポジウム要旨集，11-12．
- 宮田勉・豊小波，2004：岩手県におけるワカメ養殖経営の特質と課題，地域漁業研究，44（2），91-108．
- 山中良一，2002：わかめにおける湯通しと品質保持，「海藻食品の品質保持と加工・流通」（小川廣男・能登谷正浩編），恒星社厚生閣，東京，pp.91-105．