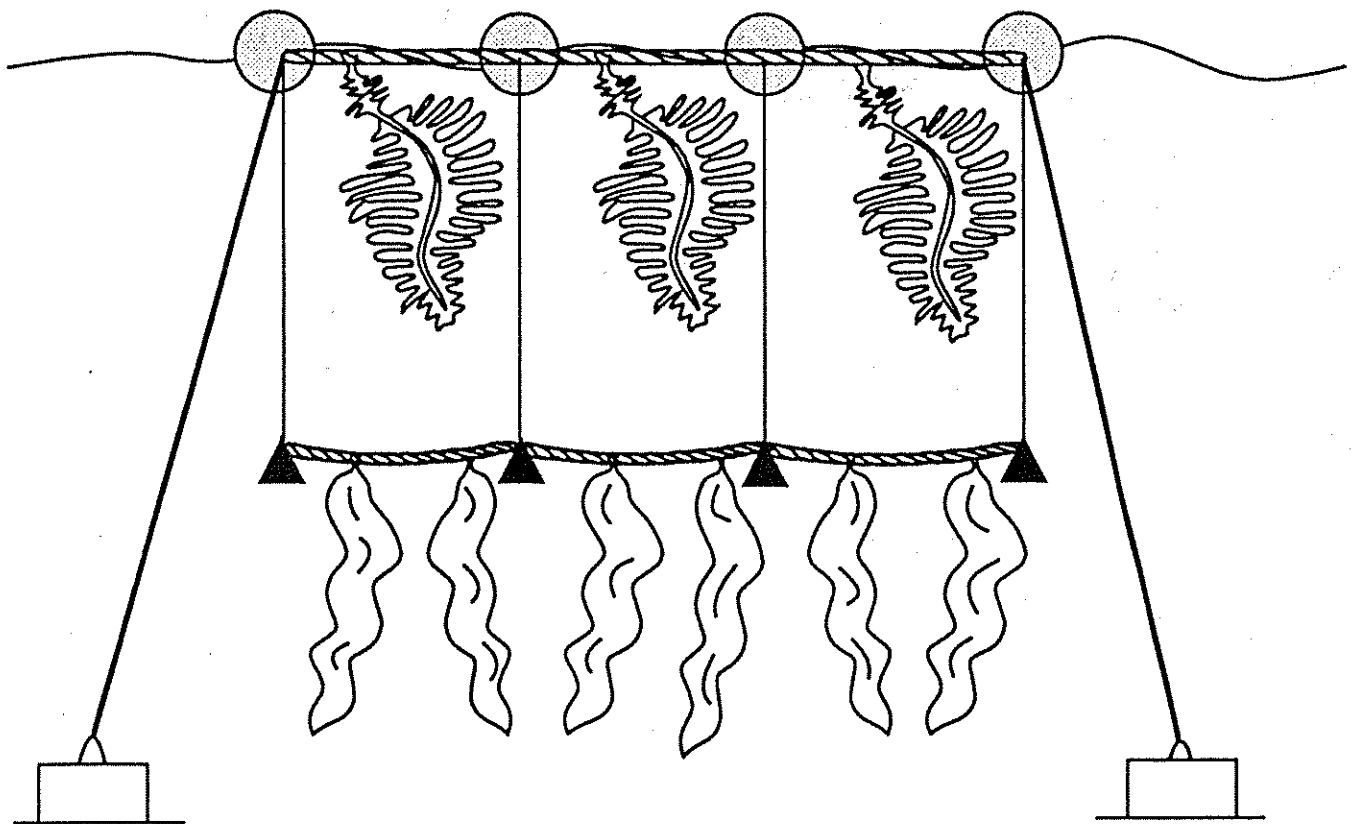


宮城県の伝統的漁具漁法 VIII

養殖編 (わかめ・こんぶ)



宮 城 県

平成7年3月

日本人と海藻

(まえがきにかえて)

我が国の先史時代の貝塚などの遺跡から人骨、貝殻、魚骨にまじり、ワカメ、アラメ、ホンダワラ類と思われる海藻が発見されている。

古代日本には、大陸からは狩猟民族、ついで南方からは海人が流れ着いたといわれ、海人は海辺に住み魚や貝類さらには海藻も食用にしていたであろうことは想像できる。海藻を食する目的の一つに塩分補給があり、また、内陸の狩猟民族とのあいだの交換手段としても海藻が使われていたであろう。

弥生時代になり穀物が主食となると不足した塩分を補給するため需要が高まり、それまでのように海藻や海産物からだけでは満たされないため、原始的な製塩法も考え出されている。

紀元1世紀ごろの後漢への献上品の中に、魚、貝そして海藻などの海産物やその加工品があったといわれる。また、古事記にも海藻に関する記述が見られたり、現存する最も古い歌集「万葉集」には、海藻を読み込んだ短歌や長歌が、百首ちかく残されている。これらの詠まれた歌の地域をたどると、近畿を中心として、北陸、山陰、東海、関東、九州と広い地域にわたっており、当時から海藻が広く利用されていて、生活の中に深く入り込んでいた。

万葉集には海藻を焼いて塩をつくる藻塩焼の歌も詠まれているが、塩を作るために使った海藻を「藻塩草」といい、ホンダワラやアラメが使われていた。

その方法は、ホンダワラやアラメを、浜辺に積み重ね、海水を何度も上から振りかけでは乾かす。これを焼いて塩灰をつくり、釜に入れて、淡水を加えて、その上澄みを煮つめて作るものであった。

昔の方法をそのまま伝えるものではないが、宮城県の塩釜神社では、7月4日に藻（ホンダワラ）を刈り取る藻刈神事が行われる。翌7月5日には神社の大釜を掃除し

て、新しい海水に入れ換える水替神事が、7月6日には、4日に刈り取った海藻に前日の海水をかけ、煮つめて塩を作る藻塩焼神事が行われている。

その他にも日本各地に、海藻に関する神事が他にも残っており、ことにノリやワカメ刈りの神事は、豊作を祈願し、さらにその繁殖を保護するため、採取の解禁に先立って祭礼を行うものである。

律令時代にはいると「租・庸・調」の租税制度も定められ、この中の29種類の海産物中ムラサキノリ、ミル、アラメ、カジメ、ニギメ（ワカメ）、マカナシ（芽かぶ）など8種類の海藻が含まれていた。

海人達に科せられた租税、すなわち海藻量はかなりの量であり、海藻の採集は海辺に住む住人にとって貴賤を問わず、日常的な仕事であったと思われる。

各地から都に集められた海藻は、朝廷から役人や神社、寺院へ支給され、余った海藻が都の市などで売られるようになった。平城京の市では魚屋や豆腐屋とともに、海藻を売る「海藻店（にぎめだな）」と心太を売る「心太店（ところてんだな）」が見られ、続いて、加工食品（主として佃煮に類するもの）を売る「海藻店（もはだな）」も出現した。

平安時代の食料事情はあまり豊かとはいえず、野菜などが少なく、野草を摘んで食べていた。従って、海藻は当時非常に重要な食料であり、平安京でも東西の市に一店ずつ海藻店と心太店が開かれるなど、次第に一般庶民のものになっていった。

和名抄によると、この時代はヒロメ、ニギメ、アラメ、ミル、アマノリなど21種類の海藻が食用とされるなど海藻食を重視した時代である。その後、海藻食は食料生産手段をもった武士階級の盛隆とともにすたれたものの、仏教が盛んになると海藻料理が精進料理に用いられ、また菓子その他の加工品として活路を見いだすようになる。

室町時代には茶の湯の流行とともに色香の美しい海藻料理が賞味され、鎌倉以後はいろいろな海藻加工品が編み出されて広く食されたが、そのうち特にノリ、コンブが菓子用に利用されていた。

また、海藻は飢饉のときの食料として、すでに古い時代から利用されてきたが、戦国時代の相次ぐ戦乱の中で、海藻が戦時食として利用されていた。コンブ、アラメ、アマノリ、ヒジキ、ワカメ、モズクなどが干し海藻として戦時の携帯食料や籠城に備えて用いられた。このような現実の中で食料としては副菜である海藻が救荒食料の一部として庶民に利用されていった。

江戸時代になるとたび重なる飢饉に見舞われ、特に享保、天明、天保の3大飢饉は悲惨をきわめた。そのため、幕府や各藩では、飢饉対策として救荒食物の栽培やその貯蔵に努め、競ってコンブ、ワカメ、アラメ、カジメ、ヒジキなどの海藻も備蓄し、産業を奨励した。そのため地方産業が急激に興り、特に農産物や水産物を原料とする加工業が栄えた結果、地方の特産物が各地に出現することになり、現在の地方の名産品はこの時代につくられたものが多い。

この他にも日本人は海藻を食品とするだけでなく、肥料や糊料にも使うなど、生活の様々な分野で海藻を利用してきている。

目 次

日本人と海藻（まえがきにかえて）

I	ワカメ養殖の沿革	
1	養殖の発祥	1
2	養殖の変遷	1
	（1）女川湾におけるワカメ養殖の始まり	1
	（2）ワカメ養殖の県内への普及	3
	（3）ワカメ養殖施設の変遷	4
	（4）宮城県の全国に占める位置	5
II	ワカメの生物学	
1	分 布	7
2	葉体の性状	7
3	品 種（内湾性・外洋性、各地域の特色等含む）	8
4	ワカメの生活史	9
	（1）遊走子	10
	（2）配偶体	10
	（3）孢子体（葉体）	13
III	ワカメの養殖技術	
1	採苗技術	14
	（1）採苗の準備	14
	（2）採苗方法	15
2	養殖技術	16
	（1）育苗管理	16
	（2）雑藻類駆除	19
	（3）本養殖	20
	（4）養成密度の調整	24
3	養殖ワカメの病虫害	25
IV	ワカメの利用加工	
1	ワカメは日本近海の特産種	26
2	ワカメ加工方法の変遷	26
3	主なワカメの加工製品	27

4	養殖ワカメの塩蔵作業工程	30
	(1) 湯通し作業の目的	30
	(2) 加工工程	30
	(3) 加工における留意点	32
	(4) 湯通し塩蔵ワカメの変色	32
V コンブ養殖の技術開発と宮城県への養殖技術導入		
1	養殖技術の開発	34
	(1) 大槻洋四郎氏による養殖技術の開発	34
	(2) 北海道における養殖試験	34
	(3) 促成養殖技術の開発	36
2	宮城県への養殖技術の導入	36
	(1) 県内における養殖技術の普及	36
	(2) 県内の種苗生産施設及び種苗生産委員会の設置	38
VI コンブの生物学		
1	コンブの生息環境	39
	(1) 水温	39
	(2) 生息場所	40
2	コンブの性状	41
3	コンブの生長	41
4	コンブの生活史	41
VII コンブの養殖技術		
1	養殖対象種であるマコンブ	44
2	宮城県の養殖	44
3	促成養殖	45
	(1) 健苗生産	45
	(2) 早期移殖	52
	(3) 本養殖管理	54
VIII コンブの食文化と利用加工		
1	コンブ利用と歴史	57
2	コンブ食の類型分類	60
3	コンブの利用・加工	61
	(1) コンブの食用加工方法	61
	(2) コンブの主な加工食品	61

IX 世界における海藻の利用

1	世界の海藻食	63
2	各国の主な食品海藻	64
3	外国におけるワカメ等の生産状況	67
	(1) 韓国	67
	(2) 中国	69
	(3) その他の国の養殖現況	71

X 海藻の栄養学

1	海藻は食物繊維の宝庫	72
2	蛋白質（アミノ酸）	76
3	海藻の脂質にも注目	78
4	海藻のビタミンは野菜より多い	78
5	海藻はミネラルリッチ	80
6	海藻はアルカリ食品	85
7	海藻はノーカロリー食品	85
8	薬としても使われていた海藻	86

XI ワカメ・コンブを使った浜料理

1	炒め物	88
2	揚げ物（天ぷらを含む）	89
3	煮物（巻物を含む）	91
4	佃煮	93
5	和え物	94
6	サラダ（酢の物を含む）	96
7	漬物	97
8	きざみ物	98
9	飯物・汁物	100
10	その他手軽な食べ方	101

参考及び引用文献

本書の利用に当たって

I ワカメ養殖の沿革

1 養殖の発祥

ワカメは古くは和海藻（にぎめ）と呼ばれ、万葉の時代から酢の物や汁物等として食用とされてきた海藻であり、母藻の投入や移殖等、人の手を加えて増殖を試みた記録もあるが、天然物の利用にとどまっていた。

明治に入って試験研究機関等の指導の下に、ワカメの増殖を目的として鉄チェーンで作った器具で海底の雑海藻を除去する磯掃除・投石・母藻の投入や移殖等が組織的に行われ始めた。

そうした中、旧満州国の関東州水産試験場（旧関東州大連、現在の中国東北部）では、昭和12～14年に遊走子の放出など人工採苗のための予備的試験を実施した。この場合の方法については、シュロ縄などで作った採苗器に遊走子付けを行った後、海中に垂下して幼芽を発生させ、葉体まで育てたものと推定される。

また、昭和19年に北海道水産試験場で孢子葉（芽株）を短時間乾燥した後、縄などに挟み込んで海中に吊り下げ、放出された遊走子が縄やその周囲に付着し、そこから発生してくるワカメを育成する方法が発表されている。

戦後の昭和25、26年になって水産庁東海区水産研究所が、糸や貝殻片に遊走子付けを行い、これらを夏期の高水温期に陸上の水槽中で培養した後、水温が低下し始めた生育適期になってから沖出しする方法を考案している。

なお、昭和25年頃には、岩手県越喜来湾の漁業者が、カキの養殖筏に天然ワカメが生育することから、夏に筏を設置するだけの天然採苗によるワカメ養殖を始めていた。

2 養殖の変遷

(1) 女川湾におけるワカメ養殖の始まり

現在行われている養殖方法は、大槻洋四郎氏が昭和28年4月に大連から帰国し、女川

町小乗浜において採苗試験を経て養殖に成功したのが始まりである。

大槻氏は帰国後に女川町江ノ島の木村宙氏を訪ねたとき、往復の船上で小乗浜海域に関心を持ち、帰途友人で当時女川町産業課長であった北村卯太郎氏のところに立ち寄って、ワカメ養殖の実施について協力を要請した。

北村課長、小乗浜の平塚文男氏との話し合い後、女川町漁業協同組合長木村正男氏を3名で訪問して、新しい養殖業としてワカメ特に採苗についての説明懇談の結果、漁場利用の一切について小乗浜地区に任せられることになった。

地区組合員の説得は小乗浜地区で数回にわたって役員会、全体会議を開いて協議の結果、漁場が狭い事など種々の困難な反対事情もあって難行したが、1年契約で漁場使用を承認した。

昭和28年4月、大槻氏は、石川徳次郎氏、生良志康元氏と女川湾内の海況を調査しながらワカメとコンブの船中（かめ）採苗と海中保苗による養殖事業をはじめている。

日本において、コンブ・ワカメ養殖は始めてであり、この時点で宮城県女川湾がコンブ・ワカメ養殖の発生の地といわれる。

大槻氏は養殖事業を進めていく中でコンブ養殖を中止し、ワカメ養殖に絞って事業を展開していったが、その理由は新崎氏によると、帰国前後から相談相手となっていた新崎氏が、コンブ養殖に固執していた大槻氏にワカメ養殖への方向転換を以下の理由により勧めたためと言われている。

①高水温下でコンブの配偶体が生き残るには、暗くするという条件が必要であり、中国大陸沿岸は河川水の影響で栄養塩が多く濁水である。それに比べ日本は貧栄養で透明度が高く中国とは条件が異なる。

②日本でのコンブの用途は、葉の厚い二年生以上を使っているが、一年生の葉の薄いコンブでは用途に限られる。二年生を養殖するには地域も限られ、資材・経費の面で難しい。

③ワカメは一年生で分布も全国に広がり、用途も広い。経費の面でも問題が少ない。

昭和30年3月に大槻氏は女川町と女川町漁協の後援のもとに種苗生産の公開発表を行い、パンフレットを配布するなどして普及に努めるとともに、本格的な養殖に着手し、現在の水平式養殖施設を考案して小乗浜地先に50台設置した。

昭和31年には施設、作業員も増やして、採苗、養殖、採取、加工、販売と一貫経営に乗りだし、生産段階では地元人夫を使い、加工場を渡波に求め乾燥加工を行うとともに塩蔵品の製造も試みている。

販売については東京方面を始め各地に出荷、販売網の開拓に努め、さらに仙台を始め各地を小売行商して養殖ワカメの販路開拓に努力した。

昭和32年からは小乗浜地区の地元漁民も青壮年グループを中心に養殖に着手し、カキ養殖業者を中心に11名で20台前後の施設を設置して養殖を始め、さらに、昭和33年には地元組合員の8割、翌34年には全員（35名）で100台の施設を設置するに至った。

（2）ワカメ養殖の県内への普及

昭和30年代前半、大槻氏が種苗の生産販売を始めた事や昭和32年には石巻市荻浜の辻隆三氏による種苗の陸上水槽培養と種苗販売を始めた事もあり、昭和33～35年には女川町内のみならず雄勝湾、志津川湾へ普及していった。

養殖ワカメは、天然ワカメ生産が環境に左右され変動が大きいのに比べ、生産が安定し生長も良く、天然に比べ2～4カ月早い12月から出荷される利点を持ち、耐波性も高いため、ノリ・カキ養殖漁場の外海部などの未利用漁場が開発されていった。

また、昭和35年のチリ津波により被災したノリ・カキ養殖生産に代わる現金収入対策として、一層推進され、県営人工採苗場の建設によるワカメ種苗の生産販売と養殖指導、沿岸振興、沿岸漁業構造改善対策事業により実施した町や漁協主体の人工採苗場や沖合養殖保全施設の設置事業などが行われた。

このような状況の中、県水産試験場気仙沼分場でもワカメの人工採苗並びに養殖についての技術指導が実施され、昭和35年には水槽中に種苗糸を入れ、ワカメ遊走子の

付着試験を行い、大島地区においてこの種苗を用いた養殖試験を行ったところ、ある程度の生産に成功したことから、昭和36年には同様の方法で遊走子を付けた種苗糸を用いて岩井崎地区の養殖研究会がワカメを生産している。

これらのことなどから昭和36～40年には気仙沼、鮫浦、本吉の各湾に広まり、昭和40年には従来養殖のまったく行われていなかった江ノ島、網地島など離島を含む外海地区にも普及して、本格的な生産体制が確立された。

急速に発展をとげたワカメ養殖ではあるが、その基礎的な部分が十分解明されず、採苗、種苗培養、芽落ち対策を主とする養殖管理、さらに寄生食害対策など多岐にわたる試験研究の必要性が求められたことから、宮城県として昭和40年に沿岸漁業改良普及シリーズ「わかめの養殖」を発行するなど、水産業改良普及員が講習会等を積極的に行ってワカメの人工採苗方法等養殖に関連する技術を普及し、県内の各浜への定着することとなった。

また、この頃、安定した海中育苗法の開発が検討され、不安定であった種苗の芽出しについては、採苗器を掃除し浮泥や珪藻を落とすことや、垂下深度を調整し適正な照度・水温の層で管理することにより、ほぼ成功するようになった。この方法については中部地区で開発され、その後北部地区へと普及した。

なお、生産量の急増に対する加工、検査、販売、市場開発等の流通合理化対策も急務であったが、生産物の人工乾燥、集合検査、共販体制の拡充などについてはかなり整備されていった。

(3) ワカメ養殖施設の変遷

ワカメの養殖方式は、女川町小乗浜で開発された孟宗竹を浮子とした水平筏式養殖法が各地区に普及し、昭和40年頃までは各地とも主にこの方式が採用されていたが、その後、外洋部の漁場開発が進むにつれて耐波性の強い垂下式養殖法が岩手県から導入され、昭和45年頃には水平筏式とほぼ同数に達した。しかし、昭和48年頃からは品質向上

と荒天時の垂下連のカラミ防止のため垂下式養殖はすたれ、現在では水平筏式、延縄式養殖法が主流となっている。

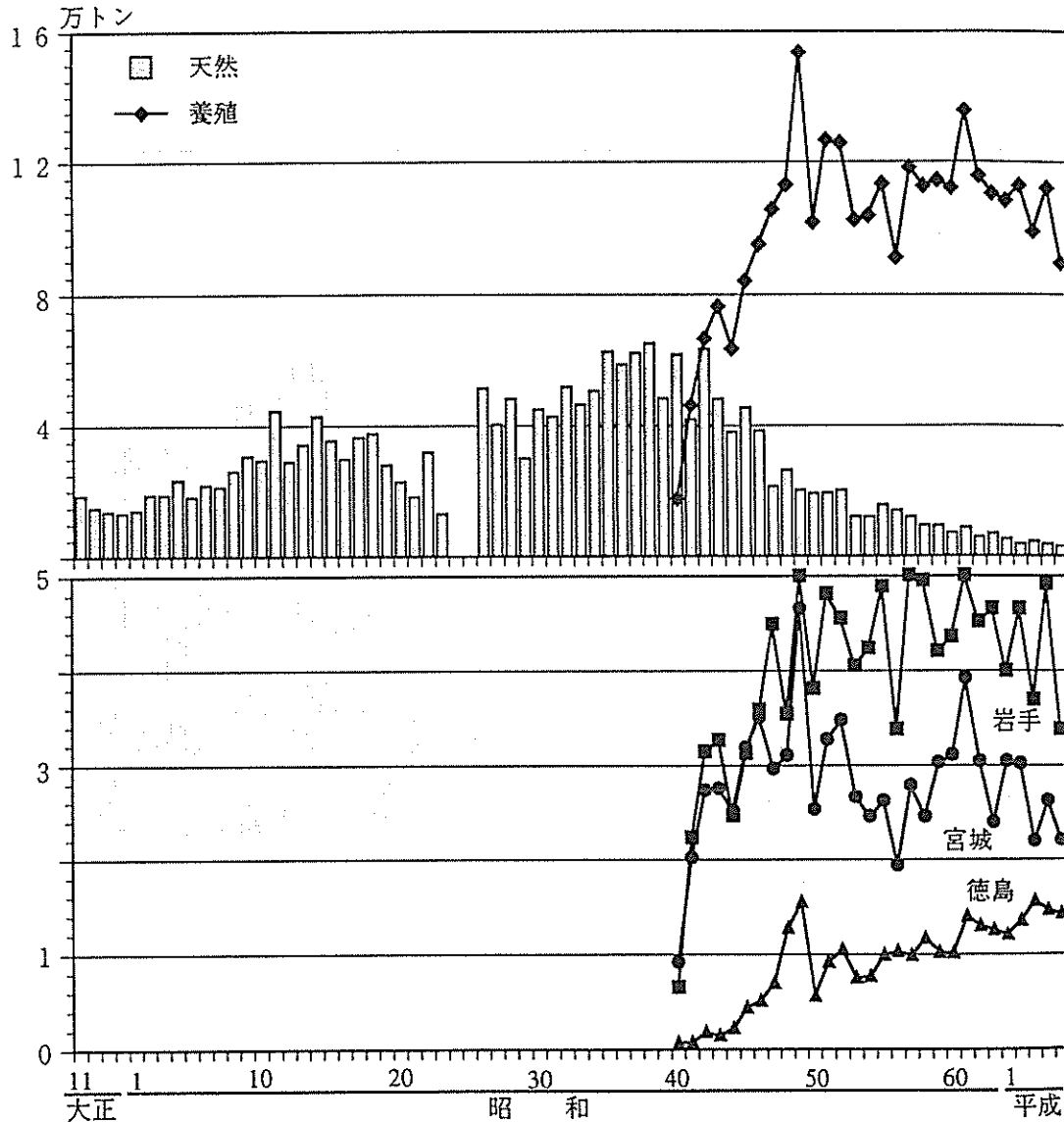


図1 天然及び養殖ワカメ生産量と養殖主要生産地域の生産量の推移
(漁業養殖業生産統計)

(4) 宮城県の全国に占める位置

現在では、日本各地でワカメ養殖が行なわれるようになったが、宮城県の生産量は概ね20,000~40,000 tの範囲を推移しており、岩手県に次いで全国生産量第2位を占める主要な生産県となっている。さらに、宮城県の生産量の約7割以上を志津川町以北の

県北部地区で生産されていることから、ワカメは三陸沿岸に適した養殖作物として重要な漁業収入源となっている。

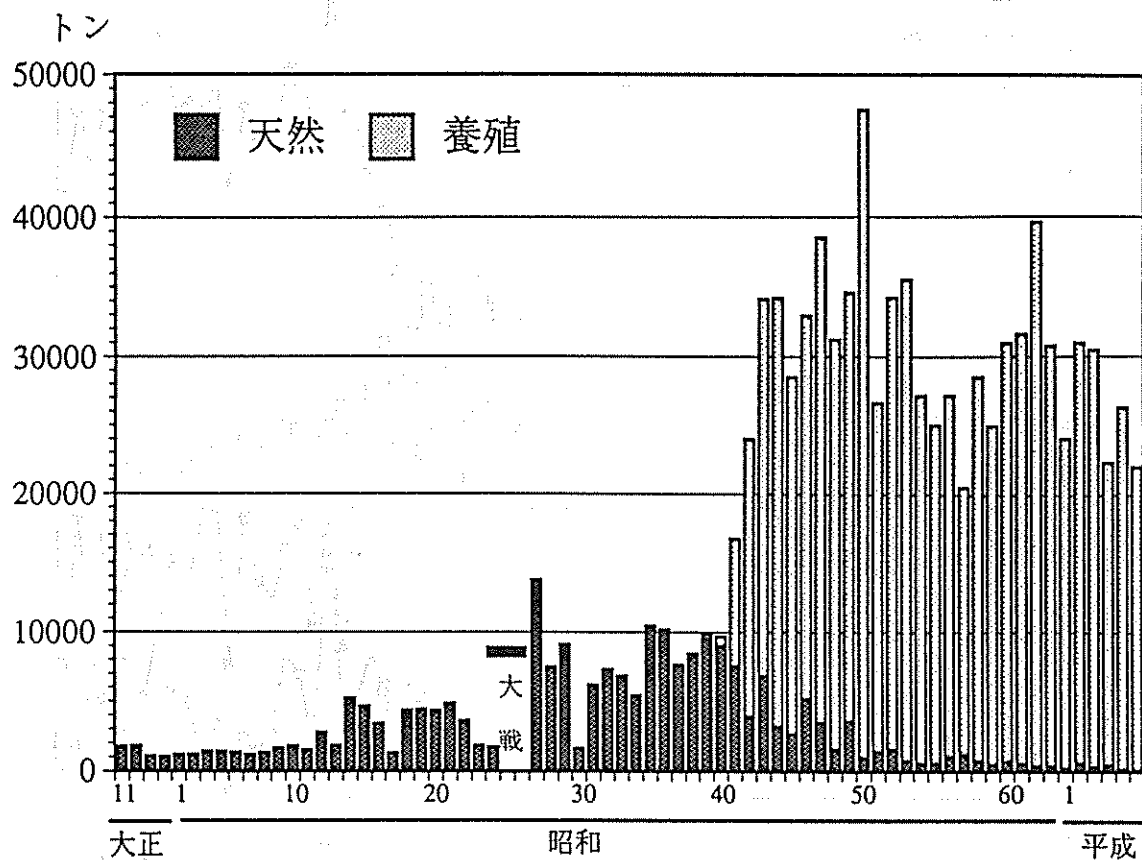


図2 宮城県におけるワカメ生産量の推移
(漁業養殖業生産統計)

II ワカメの生物学

ワカメは、褐藻植物、異型世代綱、コンブ目、コンブ科、ワカメ属に属している。ワカメ属にはワカメの他にヒロメとアオワカメがある。

ワカメは大きな葉体世代（孢子体期）と微小でカビのような雌雄に分かれる世代（配偶体期）という形態が異なる異型の世代交代を行う。

1 分布

ワカメは北海道の稚内から九州南端までの日本海沿岸、室蘭以南の太平洋沿岸、瀬戸内海と日本のほとんど全域に分布する。（図3）波浪の強い外海岩礁域から静穏な内湾域まで、また、垂直的には潮間帯下部から漸深帯の浅所に生育する。

日本以外ではロシア沿海州南部から朝鮮半島にかけ分布し、極東アジアの特産種である。近年、船舶の航行が盛んになるにつれオーストラリア、ニュージーランド、フランスにおいて天然での生育が確認されるようになった。

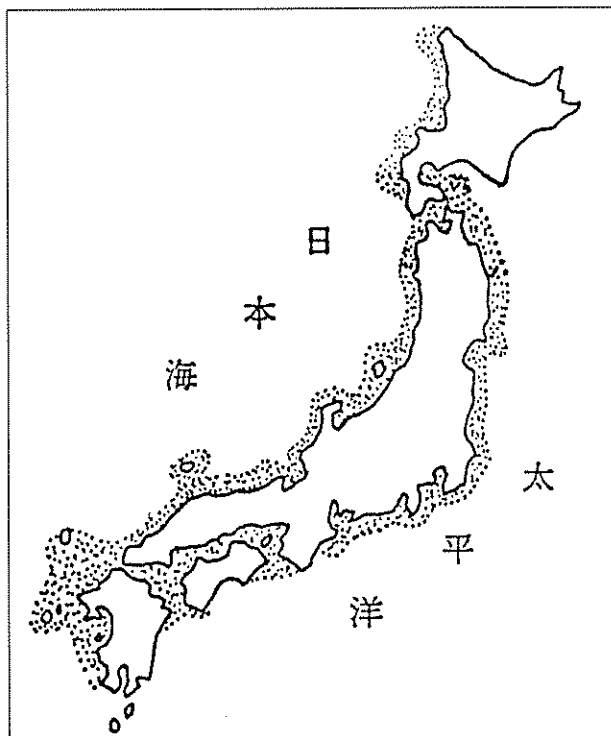


図3 天然ワカメの分布図
（海藻のはなしから引用）

2 葉体の性状

ワカメの葉体の中央には偏円上の茎があり、その左右に羽状裂片の葉を持つ。葉体をつけた茎の部分の特に中肋と呼ぶ。成実葉（芽株）は茎部の葉片がはなはだしいひだをなしたものである。

茎の最下部から繊維状の仮根を多数だして基物に固着する。

茎と葉の移行部に生長帯がある。このため、ワカメの先端部は最も老化した部位である。

3 品種（内湾性・外洋性、各地域の特色等含む）

ワカメは葉の形や分布の相違から次の2型に大別することができるとされている（2型の他にナルト型を加えて3型とすることもある）。

品 種 名	特 徴
ワカメ （南方型ワカメ）	本州太平洋沿岸中南部、日本海沿岸に多く、特に浅い所に生育するものに多い。 一般に小型で、茎が短く、葉の切れ込みが浅い。 体長に比して葉片数が多く、成実葉（芽株）のヒダの数はあまり多くない。 成実葉と栄養葉とは連なることが多く、成実葉の縁に小さな舌状の葉を生ずることもある。
ナンブワカメ （北方型ワカメ）	犬吠岬以北の三陸沿岸及び北海道沿岸に多いが、その他の地域でも、深处、特に潮流の激しい所には生育している。 大型で茎が長く、葉の切れ込みが深い。 葉片数が体長に比して少なく、成実葉のヒダの数は著しく多い。
ナルトワカメ	徳島県鳴門に産する。 茎が短くて、成実葉は栄養葉と連続し、その縁辺から葉片が出る。

松島湾では内湾にワカメ型、外海にナンブワカメ型が分布している。

4 ワカメの生活史

ワカメは秋から冬にかけて発芽して生長し、春から夏にかけて成実葉から遊走子を放出した後、枯死流出する一年生海藻である。東北地方では9、10月頃から幼芽が出始め、翌年3～7月頃に繁茂し、7、8月に消失する。

1～3月ころから形成を始める成実葉は4月頃から成熟して遊走子を多数つくる。

一度遊走子を放出した成実葉は大量放出後3～4日後に放出能力を回復し、何らかの刺激で大量放出を繰り返す。

一回の遊走子放出数は1gの成実葉から100万～1000万程度とされ、一個体の成実葉の放出期間は1カ月くらいとされる。

放出された遊走子は西洋梨形（長さ：8～9 μ 、幅：5～6 μ ）で、体の側面に長短2本の鞭毛を備え、適当な基質に達すると静止状態に入り、鞭毛を消失して球形になる。この球形の細胞から発芽管と呼ばれる突起が伸び、全体として垂鈴形になると内容物が突起部の先端に移動して新しい細胞ができあがる。この細胞が分裂伸長して雌雄の配偶体に生育する。精子を作る雄性配偶体は、卵を作る雌性配偶体にくらべて細胞が小さくてその数も多い。雄性配偶体の造精器には精子が作られ、雌性配偶体の造卵器には卵が作られる。成熟した卵は造卵器の頂端部が破れて押し出され、造卵器の開口部に付着した状態で精子と受精する。受精卵は細胞分裂を行って胞子体に発育し、胞子体は生長が著しく芽胞体と呼ばれる微小幼芽期を経て、約1カ月で肉眼視できるサイズの幼芽に生長する。

遊走子が付着して配偶体に生長し、受精して胞子体（芽胞体）が形成されるまでの所要日数は約1～2週間である。

配偶体の成熟・受精の最適生長条件は水温15～20℃、照度2000ルクス以上、照射時間12時間以下である。20℃を越えると配偶体は分裂を繰り返して生長するが成熟はしない。

(1) 遊走子

イ 放出時期

一般に、成実葉（芽株）は1～3月ころから形成されるが、成熟して遊走子を放出するのは水温が10℃を越える4～5月ころからで、採苗適期は水温が14℃を越える6月以降となる。遊走子の放出が始まる時期や盛期、放出期間は漁場によっても異なり、一般的に水温上昇が遅い外海や深い所で遅く、内湾や浅い所で早い傾向がみられる。

ロ 着生力及び着生所要時間

着生は前方に向けた鞭毛の先端が基物に粘着し、鞭毛の収縮により体全体が引きつけられるように固着する。着生力は放出された直後が最も強く、時間の経過に伴って急激に減少する。

遊走子は光に対する反応（走光性）はない。物に着生する機会は海水の流れなどで基質のごく近くに運ばれた場合に止まる。

遊走子は、適当な着生基質に到達すれば直ちに着生したのち、鞭毛を消失する。

ハ 放出量の経時変化

約1時間陰干しした芽株を海水に浸漬した場合、放出量は浸漬直後が最も多く、時間の経過に伴って減少し、30分後にはおよそ2分の1になる。

(2) 配偶体

遊走子の発芽は10～20℃で着生後直ちに行われるが、水温が25℃以上に上がって一度伸長が停止した配偶体は水温23℃以下に降下すると再び伸長し、20℃以下で成熟して胞子体を生じる。

配偶体の成熟、胞子体の発芽は20℃以下であるが、弱光下では成熟しない。

一方、低温、低照度、低栄養などで抑制培養させると、いつまでも成熟しないで配偶体

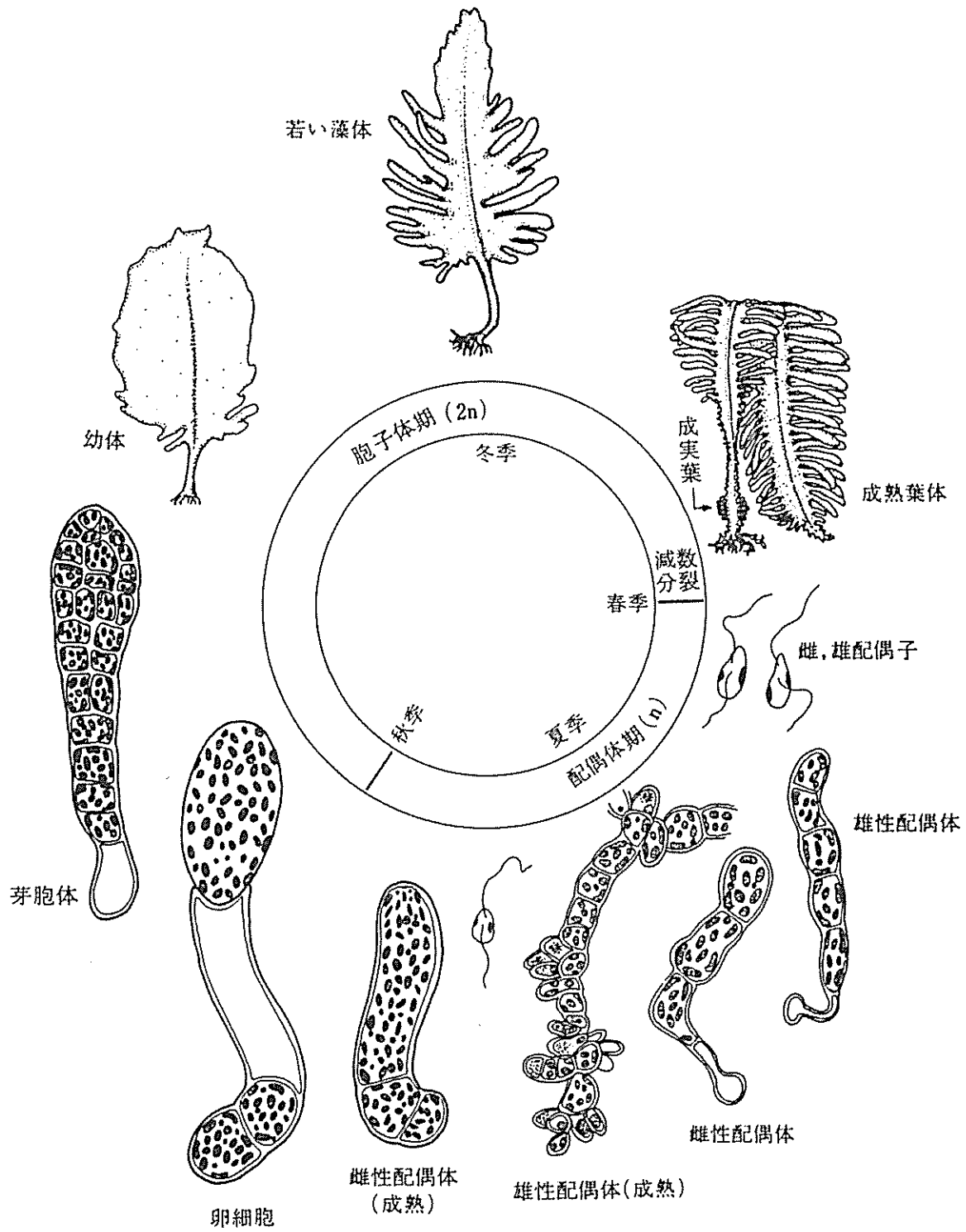


図4 ワカメの生活史
(海藻資源養殖学から引用)

のまま生存する。時には何年でも生存させることが可能である。

また、長く大きく生長した配偶体は短く数個の細胞に裁断しても生存し、それぞれが新個体として生長するので、配偶体の増殖は簡単である。

配偶体の生長、成熟や生存条件等と各種環境条件との関係を知っておくことは採苗には必要である。

イ 水温条件

生長の最適水温は17～20℃付近であり23℃までは伸長するが、25℃以上になると細胞が球状になり、伸長が止まり一部枯死する。ただし、培養の明るさとの関係もあり、照度を落として暗くした培養ではやや高めの水温にも耐えられるようである。

また、0～-1℃ではほとんど生長は見られないが、枯死せず長期間生存する。

ロ 照度

配偶体の生長に関する光の影響は低水温期（20℃以下）には明るい方が良く、高水温期には暗い方が生残率がよい。

暗条件下では発芽してもほとんど伸長せず、高水温（23～24℃）になると死滅する。

明るさの強弱は生長に大きく影響するので、自然光では直射を避けた北向きの明るい場所が適当である。人工光での補光でも2000ルクス以上が必要であるが、1000ルクス以下では生長が遅くなる。

太陽の直射光は生長の障害となる場合が多く、特に比較的暗い条件で培養していたものを急激に陽光にさらすと数分で死滅する。

ハ 日長条件

一日のうち明期（明るい時間）が長いほど、配偶体の生長は良い。ただし、明期が長いと成熟しないので孢子体を形成しないことがある。一般に明期が短い12時間以下の

短日条件で孢子体の形成が多い。

ニ 塩 分

塩分濃度はC 1が15%（パーミル、千分率）以上で順調に生長し、好適濃度は17~18%とされる。13%で生長がやや遅れ、11%で一部死滅、9%で枯死が多くなる。

逆に培養中の自然蒸発による高塩分化のような長期にわたり徐々に変化する場合は、倍ぐらいの濃度でも一部生存する。

ホ 乾 燥

乾燥に対しては非常に弱く、数分単位の短時間で簡単に死滅する。ただし海水から引き上げても乾燥させなければ、たとえば密封して冷暗所に保存したような場合には長期間生存する。この方法による数カ月ぐらいの保存も可能である。

（3）孢子体（葉体）

接合子と呼ばれる受精した卵細胞はごく初期には横分裂を繰り返して一重細胞でイチジク実状の微小幼芽（芽胞体）になる。生長するにつれて葉部は中心下部から複層化し、茎や仮根部もつくられ肉眼で認められる頃には笹葉状になる。全長5~6cmになると中肋が形成され、さらに茎葉移行部は鋸葉状になり裂葉の形成が始まる。

微小幼芽期の生長と環境条件については配偶体期の諸条件とほぼ等しい。

Ⅲ ワカメの養殖技術

1 採苗技術

(1) 採苗の準備

イ 採苗糸

遊走子付けの基質（採苗糸）としては、天然繊維のシュロ糸（径約3mm）と使い古した鮪延縄用ロープ（通称シビ縄、径約6mm）を使用し、近年ではクレモナ糸などの化学繊維も使用されている。特に室内採苗では化学繊維の使用頻度が高い。

天然繊維はワカメ幼芽の発生が安定しているといわれるが、初期発芽時の観察・検鏡が難しい。なお新品を使用する際には、予め数日間水に漬けたり、煮沸したりしてアクを抜く必要がある。

ロ 採苗器の作製

採苗器の作製方法としては、ビニール管・木や竹・鉄線等の方形枠（50～100cm位）に採苗糸を上下二辺に1～2cm間隔位に巻き付ける方法と、あるいは両側の枠を付けずに暖簾状の採苗器に仕立てる方法がある。また特に、シビ縄を利用する場合には、単に30～40cm位の輪状にして上端を縛るか、あるいは暖簾の下端を固定せず吹流し状にして使用する生産者もいる。

ハ ワカメ成実葉（芽株）の準備

海水温が10℃を越える頃から、成実葉は遊走子を放出するが、確実に遊走子を放出するのは水温14℃を超えてからである。ほとんどの成実葉が採苗に使用できる時期は、三陸沿岸で6月から8月ころで盛期は7月～8月上旬である。

(2) 採苗方法

ワカメの採苗方法には、遊走子付けを船上で行った後、採苗器を海中に垂下して管理する野外採苗と、これに対して、遊走子付けから養殖種苗の生産までを陸上水槽で行うタンク採苗とがある。

宮城県北部沿岸域を例にとると、船の中でキャンバスシートによる簡易採苗水槽または魚槽を用いて採苗器への遊走子付けを行い、これらを仮殖筏に直接垂下する野外採苗法が広く行われ、タンク採苗法は野外採苗を補完するために実施されている。

イ 採 苗

(イ) 成実葉（芽株）の選定

荒天直後などを避ける。できれば採苗当日の朝に採苗するのが望ましい。成実葉はなるべく大きく厚く、茶褐色ないし黒褐色で、柔らかく粘液に富むものには、大量放出するものが多い。これに対して黄褐色で、硬く粘液の少ないものには、放出が既に終わったものが多い。

(ロ) 陰干し時間

予め洗浄した成実葉を、風通しの良い日陰の場所で、表面の水気が切れる程度、陰干しする。成熟した成実葉であれば、数時間以内の短時間でも充分である。緑色に変色したり、しおれては干しすぎであるので、夜間を通して陰干しするときにはこの点に注意して行う必要がある。

ロ 野外採苗

採苗槽の水量は糸が完全に浸る程度とする。成実葉を採苗器とともに採苗槽に入れてのち、30分位で取り上げる。

遊走子の活力は放出直後に高く、時間経過に従って低下する上、ワカメの粘液は着生

した遊走子を弱らせるので、浸漬時間はこの程度でも十分である。また、水温が高いときには遊走子の活力低下が著しいので浸漬時間は短めとする。なお随時、採苗器を反転させたり位置を変えたりして、遊走子を均一に着生させる工夫も必要である。これらの作業は、光線障害を避けるため晴天時には遮光して行う必要がある。この後、採苗器は仮殖役に垂下する。垂下水深は透明度より若干深い程度を目安とする。

また、採苗器に透明又は半透明のビニール袋をかぶせて垂下するマルチングと呼ばれる方法も実施されている。この方法は、①種苗の汚れ防止に効果がある、②種苗の一斉発芽が期待できる、③遮光されるので浅く垂下でき管理しやすい、等の利点がある。しかし、袋を外す際には、光条件等の急激な変化を緩和するため、垂下深度を下げるなど慎重な管理を必要とする。

ハ タンク採苗

採苗水槽(タンク)内には、水温14～20℃程度で、比重20以上の清浄な海水を入れる。

成実葉は20～30分ほど採苗水槽に入れ、遊走子の放出が検鏡によって十分確認できれば、取り上げる。

遊走子液を十分に攪拌し直ちに採苗器を入れると、30分程度で着生するので、粘液や汚れのない別の新鮮な海水を入れた水槽中に移すとよい。遊走子の着生状況は、採苗容器と一緒にアクリル板やスライドグラス、テグス糸等を入れて調べる。

2 養殖技術

生産の安定のためには健苗の確保が不可欠である。健苗の確保は次に述べる育苗管理によって左右されるといってよい。

(1) 育苗管理

イ 野外育苗

野外採苗は遊走子付けが終了した採苗器を、仮殖役に垂下することから始まる。育苗

水深は漁場によって異なり、外洋漁場では深め、内湾漁場ではやや浅めとする。育苗水深は光条件等を考慮して各漁業者が決められているが、一般に、外洋漁場では水深5 m程度、内湾漁場では3 m程度に採苗器を吊して種苗を育成している場合が多い。

(イ) 垂下水深の調節

種苗生産の良否は育苗時の海況に左右されやすい。肉眼視できる2～5 mmの幼芽では、夏の高水温期に、照度との関係から生理障害を受けて、しばしば脱落する。従って、夏期の高水温期には採苗器を深吊りして、配偶体や幼芽の生長を抑制気味に管理する方が芽落ちの危険性は少ないとみられる。この時期には漁場における水温の推移や種苗の発育状況を把握しながら、これらに対応した育苗管理を行う必要がある。

管理の際には、垂下水深が非常に重要な要因となるが、一応の目安として透明度近辺とし、採苗器が見えなくなる深さから若干引き上げた水深とする。

高水温期に幼芽が肉眼でも見えた場合は、芽落ちを防ぐため水深をやや深めにして浅吊りは避け、水温の下降が明瞭となったころから種苗の生長を促進させるため、何回かに分けて浅吊りを行い、本養殖間近には水深2 m前後に持ってくる。

この場合、浅所の環境が不適當であれば、種苗は数日で芽落ちするので、採苗器を一斉に浅吊りするのは避け、まず一部分で試験的に実施し、芽落ちが起こらないことを確認してから徐々に実施するようにする。

ロ 室内育苗（タンク育苗）

水槽は直射日光を避けて光量を調節できるようにし、採苗器は光が均一に当たるように、また、簡単に採苗器が上下変更ができるように工夫して配列する。

(イ) 配偶体の初期培養

着生した遊走子は、発芽管を出し遊走細胞の内容を移行させて新たに細胞を形成し、

更に生長して配偶体となる。この時期の配偶体の生長は雌で3細胞前後、雄で10細胞前後までに抑えるのがよい。常に検鏡を行って、配偶体がある程度伸長したなら暗幕等で遮光し、最大照度で500ルクス程度まで水槽を暗くする。暗くすることによって配偶体の生長を抑制するとともに、珪藻等雑藻類の増加をも防ぐ。

配偶体の生長のためには1000～3000ルクス程度の光を与える必要がある。暗くし過ぎると遊走子が球状のまま配偶体に生長しない場合がある。さらに生長が進み成熟して幼芽を形成すると越夏できないので、水温の上昇にしたがって徐々に暗くし、生長を抑制して休眠させる必要がある

また、水槽内で光量の差が生じて、配偶体の生長が不均一にならないように、採苗器の上下交換や位置交換を10日に1回以上行う。

(ロ) 休眠期 (越夏)

着生した配偶体の発芽、生長は20℃前後で最も良く、23℃まで生長する。それ以上の水温では生長が停止し、休眠状態となる。

休眠期には、培養室の通気をよくし水温の上昇を抑え、照度を低くして成熟を抑制する。

換水は2～3週間に一回程度でよいが換水前後の水温差に注意し、予備の水槽を用意して一昼夜放置し培養海水と同水温になった海水と交換するとよい。採苗器の転置は引き続き行う。

(ハ) 発芽管理

この時期は水温と照度と栄養塩のバランスでワカメの生育の良否が決まる。

培養水温が23℃以下になると配偶体は成熟して受精し、芽胞体(幼芽)を生じる。

管理は水温が、約23℃以下になったら、照度を次第に増して1000ルクス以上とする。このような条件になると、休眠していた配偶体は再生長を始め、20℃位で成熟し、

芽胞体を生じる。

照度は急激に暗幕などを取り除くことは避け、徐々に明るくするようにする。

換水は海水の温度が培養水温より高いことが多いので、そのようなときには前日に汲み置きして調整する。培養海水の施肥は、芽胞体の形成が始まる頃から行うが、ノリ糸状体培養用の施肥剤を、半分程度の濃度にして使用してもよい。

5～7日に1度は換水し、施肥をした方が生長は良い。また生長を均一にするため、採苗器の転置や位置交換を同程度の間隔で実施する。

流水培養とする場合には、止水と流水には温度差があるので、初めは天然海水の流入量を少なくし、培養海水の急激な水温変化を抑える。水温の降下にともなって流入水の量を徐々に増やして、ワカメ配偶体の成熟や幼芽の生長を促進する。

水槽内での幼芽の生長は最大で1mm、平均で0.5mm程度で充分である。

(二) 仮殖（沖出し）

水槽中で培養管理した採苗器は、養殖場に出し、潮流による刺激や栄養塩の補給などを行いながら健全な幼芽を形成させる。ワカメ漁場における水温や照度の変化等に注意しながら適正な水深へ垂下するが、浮泥や珪藻などの付着物がつき幼芽を覆い包んで生育が悪くなったり、芽落ちしたりする場合もある。仮殖に適正な水深は漁場によって、また年によって異なることから、垂下にあたっては、事前に試験的な垂下を実施することが必要である。

経験的には、透明度より若干深い程度が、垂下水深の目安とされている。また、時期的には水槽内水温と現場水温の差が少ない10月頃に実施するのがよい。

(2) 雑藻類駆除

種苗糸の汚れ具合は漁場によって異なるが、一般的には採苗から1カ月位経過すると浮泥や珪藻（通称ノロ）の付着が目立つようになる。これらは配偶体、あるいは芽胞体

の生長を阻害するだけでなく、枯死の原因になるので、種苗糸の汚れの状況を定期的に点検する必要がある。なお、種苗糸の汚れが浮泥や珪藻によるものであれば、採苗器を揺るだけで除去することができる。秋口に入り、水温が20℃を下廻る頃になると、アカハダ、モロイトグサ、アオサ等の雑藻類やフジツボ等の着生が著しくなるので、採苗器の掃除をきめ細かく行う。

これら雑藻類を除去するためには、仮殖筏に舟をつなぎ、舟べりに渡した板に採苗器を広げて固定し、手摘みまたは柔らかいブラシでこする。フジツボ等については、木棒やビニール瓶を種苗糸上で回転させ押しつぶして除去する。

また、雑藻類駆除のためクエン酸を用いているところもあるが、1～2 cmの幼芽でクエン酸耐性試験を行ったところ、これらの雑藻類が枯死する濃度でワカメの幼芽も一緒に枯死するので、クエン酸の使用は避けた方がよい。

雑藻類の駆除作業は雑藻類が生長しないうちに行い、直射日光下や雨天ないし降雨直後の低比重の際には避ける。また駆除作業後に採苗器を再垂下する際には、種苗に対する光量が急増し芽落ちに繋がるので、作業前より深下げする必要がある。

(3) 本養殖

イ 本養殖種苗の準備

照度や水温に対する抵抗力は、幼芽の大きさによって異なる。茎を形成し2～3 cm以上の大きさになった幼芽では、水深1 m程度の深さで育成しても芽落ちすることが少ないが、それ以下の大きさでは枯死し脱落することがある。従って、2～3 cm以上の大きさになった種苗を本養殖するのが一般的である。

水温の順調な降下を確認しながら、採苗器を徐々に引き上げ、本養殖間近には水深2 m前後の深さに垂下し、種苗の生長促進を図るとともに選別を行う。この場合、採苗器を一斉に浅吊りするのは避け、段階的にこれを行い、芽落ちしないことを確認しながら徐々に引き上げる。

ロ 本養殖の方法

本養殖の方法には、巻き込み法と挟み込み法がある。

(イ) 巻き込み法

親縄に種苗糸を巻き付け、所々細糸で縛るだけなので巻き付け作業は楽であるが、本養殖密度の調整が難しいという欠点がある。

巻き込み法では、種苗糸の芽付き具合によって巻き付けピッチを調整することになり、芽付けが厚芽の場合は緩めに種苗糸を巻き付け、薄芽の場合は狭めに巻き付けるか、さらにもう1本種苗糸を付け足す等して本養殖の密度調整を行うことになる。

(ロ) 挟み込み法

2～5cmの長さに切った種苗糸を一定間隔で親縄に挟み込む方法で、多少手間が掛かるが、種苗糸を無駄なく使え、しかも本養殖密度の調整ができるという利点がある。ワカメの生長や色調が、挟み込み法の方が巻き込み法よりも良好で収穫量も多いことから、気仙沼沿岸を中心に挟み込み法による本養殖が盛んで、挟み込む幼芽数は内湾漁場で12～16本、外洋漁場では15～20本位を目安としている。挟み込む間隔が狭いと生長が悪く、広いと親縄が有効に使えないが、実際には30cm間隔位に挟み込んで行われている。

ワカメの幼芽は乾燥に極めて弱いので、これらの作業はなるべく直射日光や風を避けるため日陰で手早く行う必要がある。従って、親縄は予め海水に浸しておき、種苗糸は桶かバケツに使う分だけ用意し、作業を終えた親縄は、順次適当に丸めて海中に垂下しておくなどの方法が行われる。

種苗の巻き込み、挟み込み作業が完了したならば、その日のうちにこれらの親縄を本養殖施設に張り込む。この際の水深は一般に0.5m前後である。

養殖水深が深すぎると生長が遅れるが、逆に水深が浅すぎると光線障害等を受け、

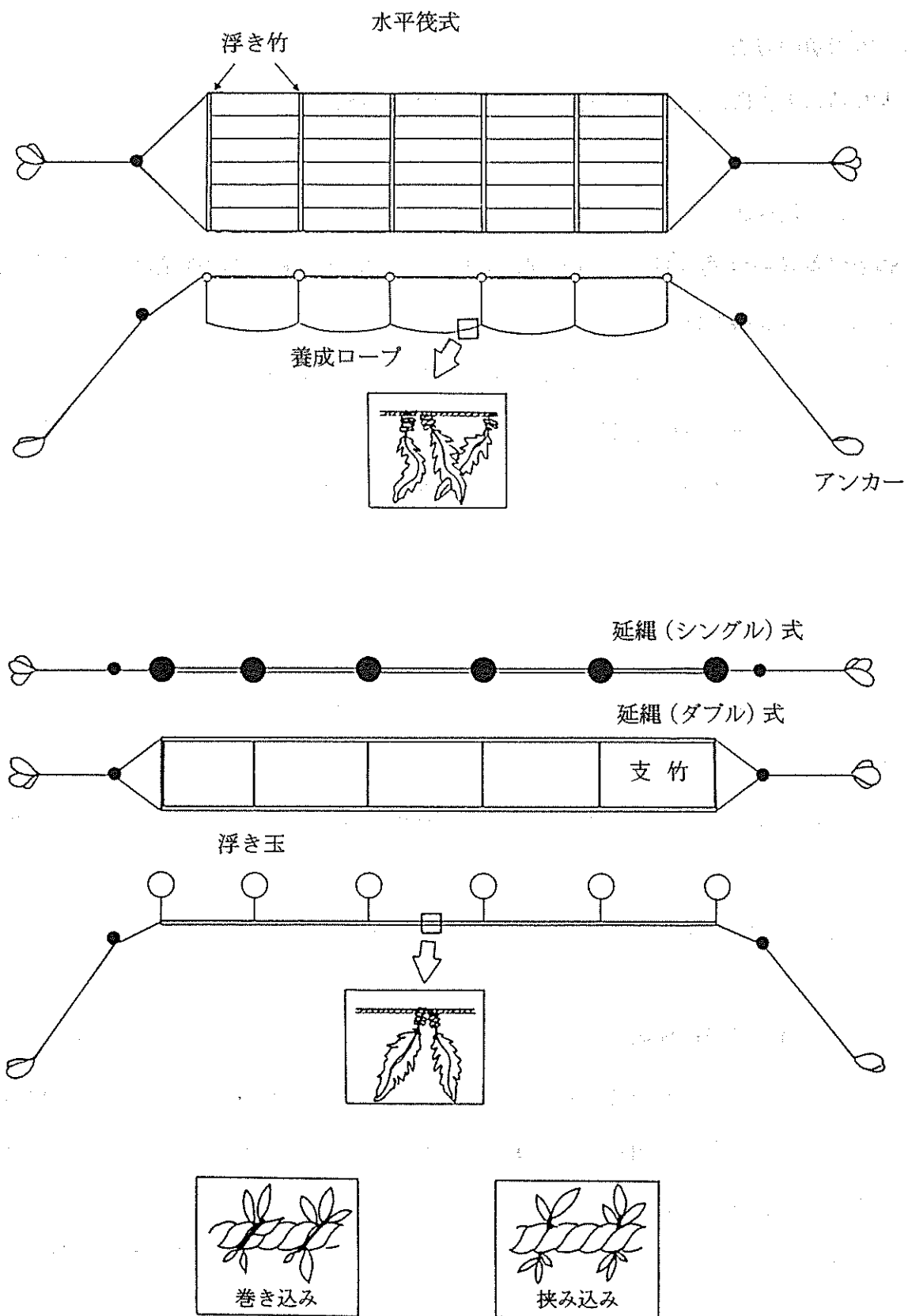


図5 ワカメ養殖施設図及び種糸取付け方法

ひどくなると芽落ちとなる。

本養殖後に幼芽の脱落があれば、芽落ちした箇所に補殖する必要がある。大きさが30～40cmに達する頃には間引き管理を行うのが良く、一般的に12月下旬頃から1月上旬頃にかけて行うが、種苗の生育が順調であれば、11月中旬頃から行うこともある。

ハ 本養殖施設

本養殖場の漁場環境、主として波浪環境によって本養殖施設の様式は異なり、波浪が荒い外洋漁場の養殖施設は水平延縄式であるが、一方波浪が静穏な内湾漁場では水平筏方式が主流で、延縄方式もみられる。

(イ) 水平延縄式施設

種苗糸を挟み込む親縄あるいは幹縄が1本の1条式（シングル）と2本の2条式（ダブル）があり、その長さは1条式では200m、2条式では100m位が標準である。

施設の様式が同一でも、親縄や浮き玉等の資材は漁場によって異なる。例えば2条式が主である気仙沼湾外洋漁場の場合、32mmの化繊ロープや古網を撚ったもの等が親縄として用いられている。親縄の間隔は、直径6cm位の竹や木棒（浮子を兼ねる）を10～20m間隔で横張りし、2m程度に調節する。

(ロ) 水平筏式施設

本施設は5m（16尺）×45m（25間）が標準的な大きさと、親縄には延縄式よりも細い16～20mmの化繊ロープを用い、これを1筏当り4本あるいは6本取り付ける。

この外に、“水平筏式”における浮き竹の代わりに浮き玉を用いることで、耐波性を高めると同時に施設の手入れ作業を省いた“セット方式”と呼ばれる施設も利用されている。

(4) 養生密度の調整

ワカメ着生数の調整は一般に「間引き」といわれる。

間引きの目的はワカメの生長を促すことと、長さや品質が均一なワカメを整えることであり、1月頃に後続小型群を除いてトビ群を残しこれらを大型個体として養成する方法、12月に大型個体を摘採して小型個体に揃えた上で1月頃さらに小型個体を摘採し大型個体に揃える方法など、漁場又は個人によって使い分けられている。

間引き作業の注意点は、ワカメを海中から上げている時間をできるだけ短くして、降水や直射日光、降雪や冷風にワカメを曝さないようにすることと、最低水温期以前に終了させることである。

間引きを実施して収穫されたワカメでは、①全長が均一に揃うので収穫後の加工処理が容易である、②過密による生長停滞が防止される、③葉体への付着物を防除できる、④ワカメ1本当たりの品質が高まるという利点がある。

3 養殖ワカメの病障害

現在までに確認されている養殖ワカメの主要な病障害を次に示した。

病 害 名	発 生 経 過	症 状
軟腐性あなあき症	昭和50年に気仙沼湾で大規模に発生した。	葉体に大きさが数mmの黄緑色から緑色の斑点が現われ拡大し、数日で斑点部分に穴があく。その後、穴が連結して葉体が流失し、中肋のみが残る。 病害進行中は斑点部と健全部の境界が橙黄色～淡緑色を示す。 細菌性の病気と見られ、蔓延力が強い
斑点性先腐れ症	岩手県ではしばしば発生し、大きな被害を与えている。	葉の先に微小な白色斑点が多数現われ次第に全体に広がり、最後には葉体部分が枯死し流失する。 細菌性の病気と見られ、蔓延力が強いが本県での大規模な発生事例はない。
タレストリスの寄生	昭和62年以降、外洋漁場を中心に発生している	体長0.9～1.4mmの小型甲殻類であるアメノフィア・オリエンタリスの幼生が葉体に寄生し、小穴を多数開ける。駆除には淡水及び10%高塩分海水浸漬が有効。(タレストリスは寄生性甲殻類の総称)
ニホンコツブムシ(通称ダンゴムシ)	種苗生産期に食害による被害を与える。	ニホンコツブムシは小型甲殻類の一種で体長は2～3cm、生息は周年見られる。 雑食性で、わかめの幼芽を相当量食害する。大発生すると被害が大きい。
スイクダムシ	岩手県で大被害を与えているが本県では大きな被害はない。	原生動物繊毛虫類が葉体表面に多数着生してカビが生えたように見える。 陸揚げすると異臭を放ち、湯通し用水を白濁させ、ワカメの光沢を失わせる。
ワカメヤドリミドロ	毎年発生が見られるが、大規模に蔓延することはない。	寄生性の微小褐藻類ストロブロネーマが葉体に寄生するもので、数mmの褐色斑点として見られる。 本種によってわかめが流失することはないが、最終的には冒された部位に穴があき、品質の低下を招く。
ウズマキゴカイ	しばしば大量に発生して葉体に着生する。	棲管をつくる環形動物ウズマキゴカイが、葉体に多数着生する。生産終盤で老化気味の葉体に着生することが多く、容易に剥がれないことから、品質低下を招く。
淡水による障害	大雨等の出水時に見られる。	漁場の海水比重が出水等で低下すると発生する。 特徴は中肋の水ぶくれ、脱色、変形、割れ等。大雨等の際には施設を深下げる等の対応が有効である。

Ⅳ ワカメの利用加工

1 ワカメは日本近海の特産種

ワカメが採れないのは北海道の東部と北部、和歌山県の南部から鹿児島県にかけての太平洋岸ぐらいである。日本沿岸ならばほとんどの場所で見られる日本近海の特産種である。ワカメは日本人にとって海藻の中でも古くから最も身近な食べ物となるのは当然といえよう。

2 ワカメ加工方法の変遷

かつて産地では「砂ワカメ」として生のまま売っていたが、日持ちが悪いので、何らかの加工が行われていた。加工法でもっとも簡単なのが、昔から行われてきた乾燥ワカメである。なかでも有名なものに長崎名産の「揉みわかめ」がある。これは、もみ込みと乾燥を5～7回繰り返して、1日で仕上げたものである。

また、鳴門の「灰干しわかめ」は、木炭灰をまぶし、天日乾燥をし、夕方自然に湿気を吸わせてからしまうといった乾燥法を4、5日繰り返してできあがる。したがって、製品には木炭灰がまぶされたままである。木炭のアルカリ成分によってワカメの緑色が安定して、風味も保存性も良くなるのが特徴である。

この木炭灰は炭素を多く含む灰が優良とされ、石巻市渡波の塩田で塩煮詰め用に使われた灰が鳴門に運ばれたこともある。

昭和40年代には、養殖技術の普及によってワカメ生産が飛躍的に増大したことにより、この加工処理に対応するため「塩蔵わかめ」が生まれた。この方法は、採れた原藻に多量の塩を加え急速に脱水して塩蔵するものであり、「干しわかめ」よりも栄養素の保存・触感・風味などの点で勝っていた。さらにこの加工法の開発は、消費者の考え方も変化させ“美しい緑色”がこれ以後要求されるようになる。このような要求にマッチし美しい緑色で触感も優れている“湯通し塩蔵わかめ”の製法が開発された。

また一方ではインスタント食品の業界から、スープや味噌汁の具として利用できるようなワカメ加工品に対する要望も出されてきた。コンパクトにまとまっていること、美しい緑色であること等インスタント食品向けの諸条件を満たす食品として昭和50年頃に開発されたものが「カットわかめ」である。カットわかめは、湯通ししたのち塩蔵し冷凍保存していたわかめを、解凍し洗浄してから脱水・乾燥して裁断する。これを再び洗浄し脱水・塩抜きした後、回転しながら熱風によって乾燥し1回分を小袋に入れたものである。湯通し塩蔵わかめの欠点である風味の不足も、この方法によって大分改善された。

3 主なワカメの加工製品

種類	製品名	特長
干	素干しわかめ	採取したワカメを海水で洗浄し、そのまま砂や小石の上に広げて乾燥させたもので水で戻して使う。 春先の若い藻体の素干し製品は柔らかくて美味しい。
	塩抜きわかめ	素干しわかめと同様であるが、海水の代わりに水で洗って天日乾燥させる。 葉の部分は乾燥が早いので、中肋を細分して塩分を完全に除かないと吸湿・変化して長く貯蔵できない。
わ	吊干しわかめ	素干しわかめと同様であるが、乾燥を物干し台のような乾燥台で行ったもので、歩留りは約10~12%。 当地方の乾燥製品はほとんど吊干しである。 水洗いした後、縄でしばって干したものを「絞りわかめ」ともいう。
か め	灰干しわかめ	採取したワカメにシダやススキ等の灰をまぶして天日乾燥させたもので、灰のアルカリ分により自己分解が阻止され、長期間にわたり葉体の弾力性が低下せず、葉緑素の原色を維持した製品になる。 主に徳島県鳴門地方で製造され、「鳴門わかめ」として全国的に知名度が高い。 昔、東北地方でも灰干し製品を作り、また生ワカメを鳴門へ送った。

種類	製品名	特長
干 し わ か め	板わかめ (のしわかめ)	生ワカメを水で洗い数条に切り、ムシロなどの上で天日乾燥させる。 食塩を振りかけて処理をしたものを「板わかめ」という。 他のワカメ製品に比べてミネラル、ビタミンを多く含み、あぶったり、細かくして食べる。
	湯抜きわかめ	生ワカメを熱湯で湯通しして冷水に移し、乾燥させたもの。緑色となる。
	糸わかめ	ワカメを塩分がなくなるまで淡水で洗い日干し、半乾きのとき中肋を除去後縦割りにして十分に干す。 その後、水で適度の湿気を与えムシロで覆って数時間蒸し、柔らかくなったら手で揉み風乾する。葉に白粉が出るまでこれを繰り返す、最後に十分乾燥させる。
	揉みわかめ	生ワカメを海水で洗い天日乾燥させる。切込みを入れお茶を揉む要領で粘り気の出るまで揉む。表面が乾燥した後同様に揉む。これを5～6回繰り返すムシロの上で水分含量20%程度まで乾燥させ、密封容器で保存する。
	カットわかめ	昭和50年代に開発され、湯通し塩蔵したワカメを洗浄・脱水し、熱風乾燥した後に細断した製品。 戻したり切ったりしなくても、そのまま使える手軽さと衛生的なことから、新タイプの乾燥ワカメとして生産、消費ともに伸びている。
塩 蔵 わ か め	塩揉みわかめ	「揉みわかめ」と異なる点は、原料に対して5～10%の食塩を加えて脱水し塩蔵処理する点である。 これを乾燥させる場合と、そのまま湿潤状態で包装貯蔵する2通りがある。
	生塩蔵わかめ	古くから行われていたが、昭和30年代の終りから大量生産された。生ワカメを塩で漬け込み、軽く重石をして脱水し、さらに塩をまぶす。生の味、香りと成分を生したままで保存でき、柔らかいのが特徴。 長期保存の場合は冷凍し、必要に応じて解凍する。

種類	製品名	特長
塩蔵わかめ	湯通し 塩蔵わかめ	<p>現在、主として行われている加工方法。ワカメを海水等でボイル後急冷し、食塩添加、脱水、芯ぬきの工程を経て製品化される。</p> <p>他の加工法に比べて、吸湿し難く長期間の保存に耐え、品質もよく利用範囲が広いが、歩留りが少ないのが欠点。</p>
その他の加工製品	茎加工品	<p>ワカメの生産地では古くから漬物等として食用に供せられていたが、昭和50年頃から調味加工技術が開発され、主に茎しば漬け等に加工され販売されている。</p>
	めかぶ加工品	<p>「めかぶとろろ」として、養殖の始まる以前から熱湯に通して酢醤油で食べていた。</p> <p>昭和50年代前半に、日本海側の食用海藻のアカモクが激減したことから代用品として利用されたことを契機として広まり、近年健康食品として需要が増加している。</p>

4 養殖ワカメの塩蔵作業行程

(1) 湯通し作業の目的

湯通しを行う目的は、製品の保存性をよくするため、ワカメの自己消化酵素の働きを止めることにある。このことに付随してワカメは緑色に変化する。酵素の働きを止めるためには、湯通し時間が長い方が良いが、色素の破壊量が多くなりワカメの色調が悪化し商品価値を失う。そのため厳しい加熱管理を行う必要がある。

(2) 加工工程

① 原藻	良質の原藻を、採取後できるだけ早く処理する。 先枯れ部分などを切除く。
② 湯通し	用水は海水を用い温度は85～90℃以上とし、原藻を投入した時点でも80℃以下にならないようにする。原藻に熱が均一に伝わるよう攪拌を充分に行う。 湯通し時間は20～60秒。
③ 冷却	海水をかけ流しにし、早く冷えるよう攪拌を充分に行う。
④ 水切り	冷却したワカメに軽圧を加えて水切りする。
⑤ 塩揉み	原藻の40%量の粉碎塩を使用し、むらのないよう充分に塩揉みを行う。
⑥ 塩漬け	塩揉みしたワカメを容器に移し、24時間以上塩漬けする。
⑦ 脱水	塩漬け時の浸出液で塩を洗い落とした後、適度の水分になるまで加圧し脱水を行う。
⑧ 芯抜き	芯（中肋）抜きをしながら、選別を行う。
⑨ 製品	保管は－5～－10℃程度で行う。

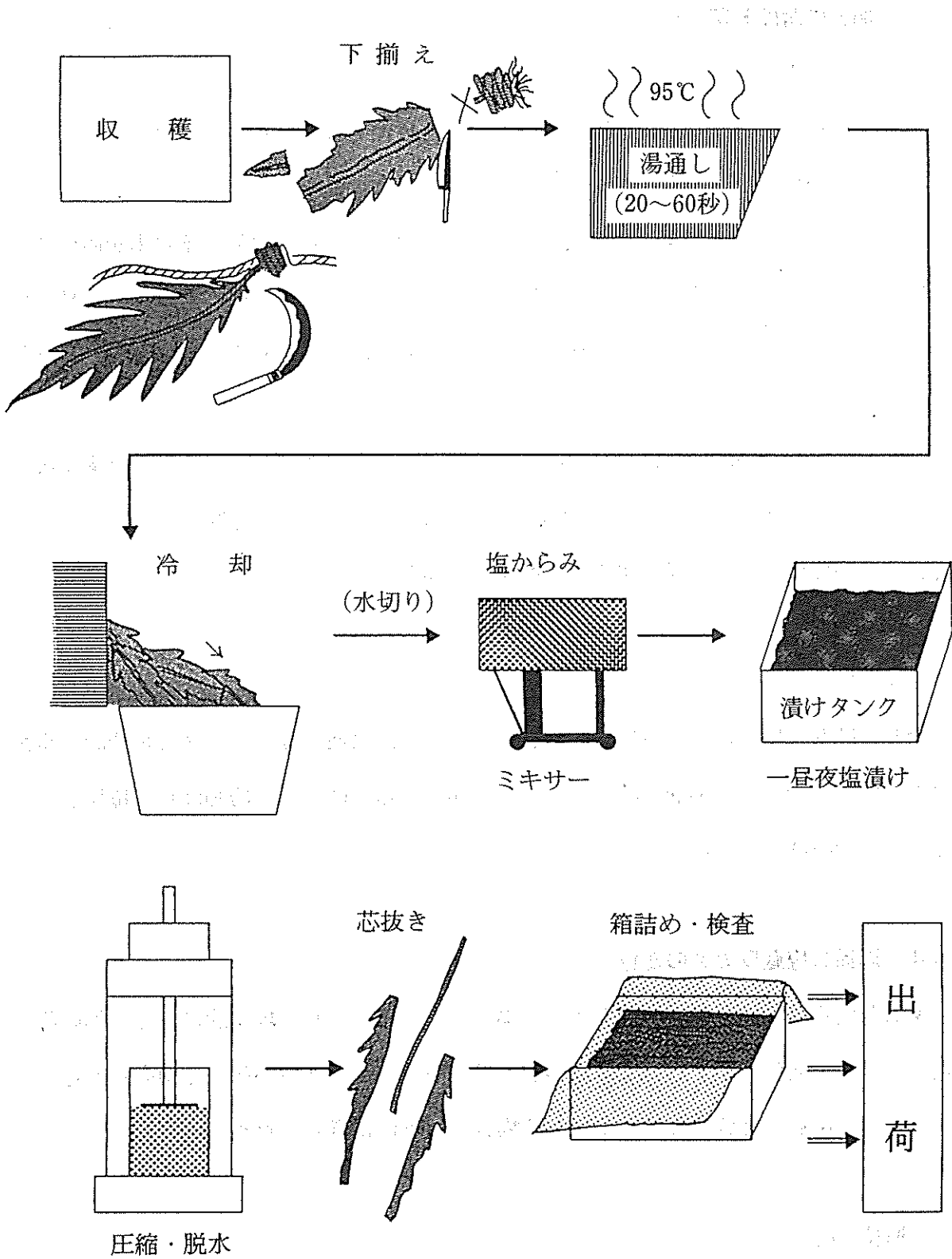


図6 湯通し塩蔵わかめの製造工程

(3) 加工における留意点

イ 湯通し用水

真水で湯通しすると、色素の破壊量が多くなり緑色が薄くなるので、色良くゆでるために、緑色の野菜類と同様に塩水で湯通しする。

さらに、ワカメには諸種の酸性成分が含まれており、これが製品の葉緑素を破壊する要因の一つになっている。これらの酸性成分は湯通しの際に用水中に溶け出し、揮発性のものは液面から湯気と一緒に蒸発するので、液面の泡等を取り除いて揮発酸が蒸発し易いようにしなければならない。

一方、不揮発性の酸は湯通し用水中に蓄積して、用水の酸度が強くなると色素が破壊され易くなり、かつワカメからの酸も溶け出しにくくなって品質劣化の原因となるので、ある程度使用した湯通し用水は交換する必要がある。

ロ 冷却

冷却に時間が掛かると、煮過ぎの状態になるので、湯通し後のワカメは短時間で冷却水の温度まで冷やす。湯通し時間が長くても60秒あるのに対し、冷却は良く攪拌してもそれ以上の時間を要する。

(4) 湯通し塩蔵ワカメの変色

湯通し塩蔵ワカメが保存中に変色する場合があるが、これを現象的にみると①収穫の遅いワカメで変色が起こる。②原藻の加工量が多くなると変色が起こる傾向がある。

そこで、湯通し塩蔵ワカメを生産する場合、以下に留意して行う。

イ 原藻の吟味

ワカメ藻体のpHはおよそ6前後であるが、老化にともなって低下してくる傾向がある。藻体のpHが低下してくると、所定通り加工基準を施しても良質の製品を得るのは

困難である。従って、未枯れの目立つ老化したワカメは使用しないなど、ワカメの生育状況を定期的に点検し、良質の原藻のみを加工する。

ロ 計画的な収穫作業

収穫量が増大すると浸漬温度が低下するだけでなく、浸漬海水のpHも下がり、さらに浸漬作業や塩漬け作業等の一連の加工工程が乱雑になる懸念もある。

従って加工処理能力以上のワカメを収穫しないようにするだけでなく、加工条件をきめ細かく点検する。

V コンプ養殖の技術開発と宮城県への養殖技術導入

1 養殖技術の開発

(1) 大槻洋四郎氏による養殖技術の開発

大槻氏がコンプ養殖を試みる動機となったのは、コンプの野生分布が見られない中国黄海の中で旅順沖にある小島の限られた範囲にはコンプが生えており、かつてその場所が北海道からの運搬船の停泊地であったことからコンプの種などが持ち込まれたと想像したことによる。

さらに、中国ではコンプを日本から輸入していたものの戦争の激化で絶たれたので、養殖法の開発に力をいれ、昭和18年に成功して昭和20年には山東半島沿岸でもできるようになった。

当時の養殖方法は細縄に発芽させた配偶体を海中に吊るして越夏させ、秋頃受精卵から生じた幼芽が発芽するのを待ち、細縄を短く切りそれらを太縄に巻き込み、ノレン式に海面から吊るすか、杭に張るものであった。

終戦後は中国政府が国策として大規模に展開し、大槻氏は養殖場の拡張を行い、青山やそれ以南の沿岸でも養殖ができる方法を開発してきた。

その後帰国した大槻氏は、昭和29年頃から宮城県の女川湾でワカメとコンプの船中(かめ)採苗と海中保苗による養殖事業を始めた。しかし、大槻氏は養殖事業を進めて行く中で天然コンプの生息南限が宮城県である等の自然条件を考慮しコンプ養殖を中止し、技術普及をワカメ養殖に絞り事業を進めていった。

(2) 北海道における養殖試験

北海道でも昭和25年頃から研究機関や大学で養殖試験が行なわれていたものの、管理が困難で、健苗の生産や長期にわたる海面養成という隘路を克服できず企業化は遅れた。その後も天然コンプの生産が中心であったことから、養殖が事業化されたのは30年

代の後半である。養殖方法としては小規模なもので、ワカメ養殖を真似てコンブの種苗を巻き付けた縄を海中に張り養殖を行うものであった。昭和40年頃にはリシリコンブで新しい根縛と呼ばれる養殖が始まり、その方法は春先の時化で岸に寄せられたコンブの根の部分の養成綱に縛りつけて夏まで育成し実入りを高めるというものである。

しかし、養殖方法が徐々に開発されてきたものの天然コンブへの依存度が高く本格的な企業化が進まなかったのが現状で、昭和40年代に入り良質の天然コンブの生産量が不足してきたことによるコンブ価格の上昇傾向から養殖コンブへの期待が高まり、養殖施設の保全技術の改良もあって、道南の漁協でも養殖の企業化の試験が実施された。

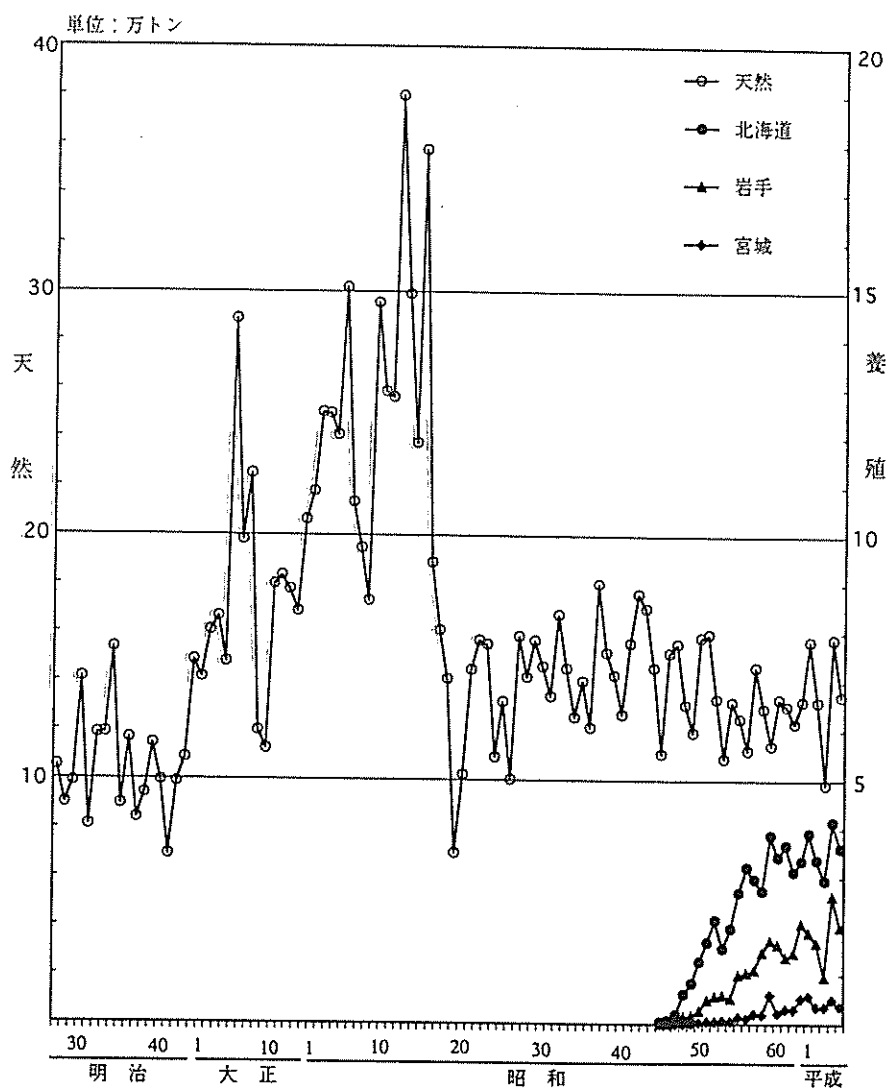


図7 天然コンブ生産量と主要生産地別の養殖コンブ生産量の推移
(漁業養殖業生産統計)

(3) 促成養殖技術の開発

昭和40年～45年にかけて開発された新しい培養方法による大型海藻の室内培養技術もコンブ養殖にとり一大転換期といわれる技術革新である。

それまでの採苗や養殖技術では天然コンブ（2年生）並の品質を確保することは管理面、採算面等から非常に難しいとされ養殖普及の妨げとなっていたが、促成養殖（短期大型種苗生産）と呼ばれる“新たな海藻培養液の開発等により陸上採苗と短期大型種苗生産を行い、1年間の養殖で天然の2年生コンブに近いものを生産できる方法”の確立により改善されることとなった。

この促成養殖技術は、その後北海道のみならず東北地方にも普及していくことになる。

また、養殖施設の保全技術も進んだことから昭和46年にはマコンブ生産地域でも養殖の企業化が始まり昭和49年には養殖生産量が天然コンブに匹敵する地域もできるほど道内にコンブ養殖が普及することになった。昭和50年代にかけては海中養成技術が改良されるなど養殖技術の確立も進んでいった。

2 宮城県への養殖技術の導入

(1) 県内における養殖技術の普及

宮城県での養殖技術の導入は、県水産試験場気仙沼分場が昭和39年に、北海道有珠湾産マコンブの原藻から採苗し室内培養後、歌津町管ノ浜で垂下養殖試験を行ったことを始まりとしている。翌40年には、北上町十三浜産マコンブから採苗し室内培養の後、歌津・志津川・大谷で養殖試験を行い、さらに昭和41年には、春期に種苗を沖出しした場合に葉肉が薄く品質的に劣るため、実入りの向上を目的とした試験を行っている。

個人漁業者としては昭和40年代後半に鹿折漁協の尾形亀雄氏が道南の知人よりマコンブの種を取り寄せて養殖試験を行ったのが始まりである。

コンブ養殖が気仙沼地区で本格的な企業化へ向かった要因は、昭和50年に発生した養殖生産物を取り巻く生産条件の変化とされている。気仙沼地区では当時、ノリ、カキ、

ワカメの養殖が行われていたものの、昭和49年～50年にかけての冷水、赤変ガキの発生やワカメのあなあき症による被害、さらに昭和47年の豊作により価格暴落したノリが大不作となったこと等、養殖業が厳しい状況にさらされたことがあった。特に、それまで病気等の生物的被害もなく安定していたワカメがあなあき症による大きな被害を受け、このような中、湾内のノリ支柱柵に付いていたコンブだけが残ったことが、病気等に強いコンブの意識が漁業者に高まる契機になった。

コンブについては、これまで同地区で行われていた試験や北海道からの情報により養殖が可能であることや、養殖漁場条件の違いにより養殖資材経費が比較的かからない等の理由から新たな養殖対象種として期待が高まり、販売面でも採算性があると見られることから、当地区を始めとして県内へ普及していった。

しかし、種苗については促成養殖ということもあり、依然として北海道の戸井、南茅部といった大型の種苗生産施設からの移入に頼らざるをえなかったが、その供給は不安定であった。

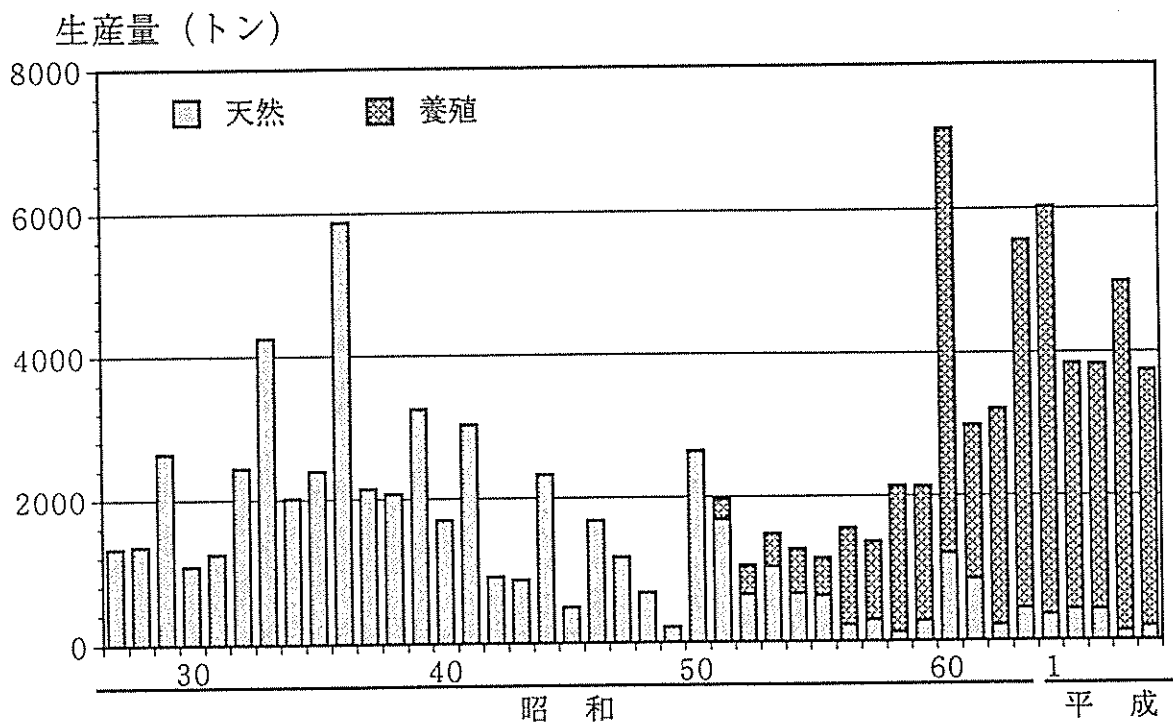


図8 宮城県のコブ生産の推移
(漁業養殖業生産統計)

(2) 県内の種苗生産施設及び種苗生産委員会の設置

昭和54、55年頃北海道からのコンブ種苗入手が困難となってきたため、コンブ養殖も各地で軌道に乗った昭和56年には漁協を通じて漁連や県に対し県内種苗供給施設の設置についての要望が出されたことなどから、県は昭和57年度に広域沿岸漁業構造改善事業により気仙沼市岩井崎に種苗生産施設を設置した。更に、昭和59年には県内の種苗の供給と養殖指導を行うことを目的にコンブ種苗生産委員会が設置された。

その後、北海道の種苗生産地においても宮城県向けの種苗生産を開始し、比較的安定して種苗購入ができるようになったものの、北海道産種苗が品質（葉質）の面からポイル塩蔵には向くが、他の加工品（干しコンブ、スキコンブ）には不向きであるため、地元種苗も引き続き生産されるなど、種苗もその利用目的に合わせて、県内産と北海道産の二本立てで養殖が行われるようになり現在に至っている。

VI コンプの生物学

コンプは、褐藻植物、異型世代綱、コンプ目、コンプ科、コンプ属の総称である。

褐藻植物は、光合成色素として葉緑素と褐色の色素であるフコキサンチンをもっている。

異型世代綱は、大型で通常見られる孢子体世代の葉体と顕微鏡的な雌雄に分かれる配偶体世代を持ち、孢子体世代からは遊走子と呼ばれる無性生殖細胞を放出して配偶体世代となり、配偶体世代においては卵と精子の受精によって孢子体世代となるという世代交代を行う。

1 コンプの生息環境

(1) 水 温

コンプ類は寒い海を主な生育場所としていることから、世界で確認されているほとんどの種類が北半球に分布している。日本においては三陸常磐沿岸を南限として北海道を中心に分布している。種類数は、世界で45種、日本ではコンプ目に属する2科15属が確認されている。

日本のコンプ類の中で食用等の産業上有用なものとしてはコンプ属、トロロコンプ属、ネコアシコンプ属の15種類が知られており、その中でもマコンプ、リシリコンプ、オニコンプ、ホソメコンプ、ミツイシコン

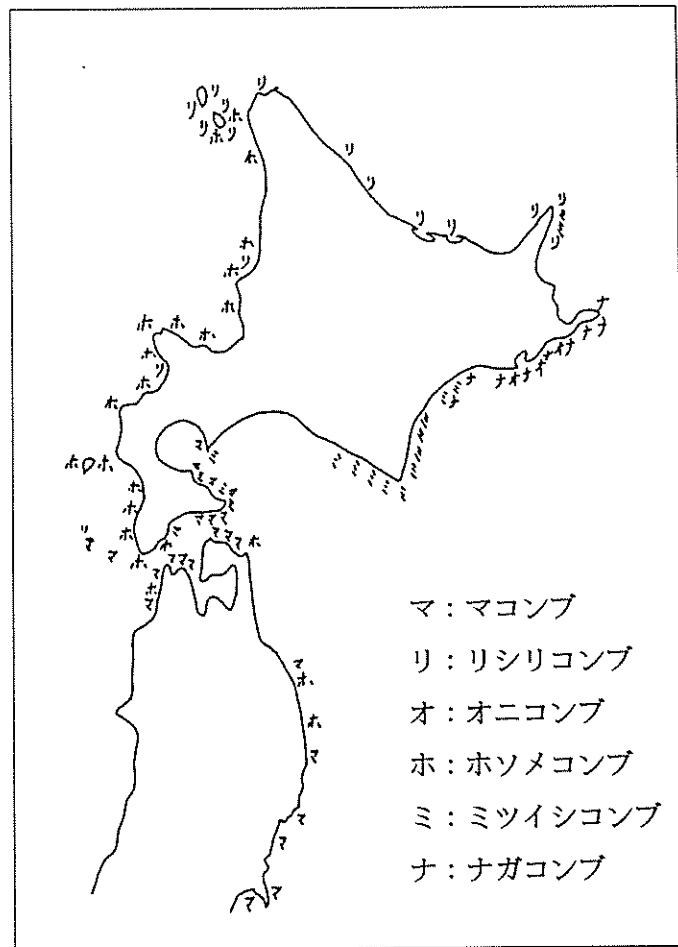


図9 北海道、東北地方のコンプの分布

ブ、ナガコンブの6種類は収穫量も多く産業的に重要視されている。

生息水温は、培養実験によれば10℃～20℃で成長が良いといわれているが、北海道沿岸のような冬は0℃前後になる場所から三陸沿岸のように夏には24℃前後となる場所までかなり広い温度範囲となっている。通常は2年生海藻であるが、三陸常磐沿岸のように夏に22℃を越えるようなところでは葉体の先端部が末枯れして、流失し、1年で寿命が尽きる。

枯死流出に先立ち葉体表面に子囊斑という遊走子を形成する部位ができる。

(2) 生育場所

内湾や外海に面した潮間帯下部から水深20m前後の岩礁域に生育する。

流れや水深、他の藻類との競合により分布水深等海域により若干の違いがある。

表1 主要コンブ6種の特徴

種 類	分 布	生 育 水 深	葉長(m)	寿 命
マコンブ	津軽海峡を中心に常磐沿岸におよぶ	2～10m以深の漸深帯	2～6	2年
リシリコンブ	利尻島を中心に羅臼海域に及ぶ	マコンブとほぼ同じ	マコンブと同様	
ホソメコンブ	北海道日本海側から三陸沿岸におよぶ	低潮線付近から漸深帯	1～2	1年
オニコンブ	釧路海域を中心に羅臼海域に及ぶ	1～10m以深で静かな内湾域	1～4	2年
ミツイシコンブ	北海道日高中心	1～10m以深で、波の荒い外洋部の潮間帯か	3～7	2年 又は 3年
ナガコンブ	北海道十勝以東の釧路、根室が中心	1～7m以浅の潮間帯から水深3m位まで	5～10	2年 又は 3年

注1) 分類学的にリシリシコンブ、ホソメコンブ、オニコンブがマコンブの品種、また、ナガコンブがミツイシコンブの品種と考える学者もいる。

注2) 寿命については環境によって変化する。

2 コンブの性状

外部形態は、根、莖状部、葉状部の3部分からなる。

根：岩等の基質に付着する機能だけであり、陸上植物のような栄養の吸収はしない。このため仮根と呼ぶ。

莖状部：根から伸びる円柱状の組織で体を支える軸となる。

葉状部：莖状部から伸びる平面的な帯状となって表面から栄養分を吸収し光合成をおこなって生長する。

3 コンブの生長

コンブの生長の季節的变化に関する要因として、日長、水温、栄養塩濃度等の変化がある。生長期は主に低温で高栄養、短日であり、実入り期は高温、低栄養、長日である。

なお、成熟は水温が下降し、日長が短くなるときに多くなされる。

コンブの生長は莖状部と葉状部の移行部にある生長帯と呼ばれる部位で行われる。生長帯の細胞は上方へ細胞分裂しながら古い組織を押し上げるように葉状部を作り、下方に向かっては莖状部組織を作る。このような生長方法は、コンブ科植物の大きな特徴のひとつであり、介在（介生）生長と呼ばれている。

4 コンブの生活史

コンブ類は、多年生で1～5年の寿命があるといわれるが、波浪や海況変動等によりその多くは1～3年で流出する。

コンブ類は、胞子体（葉体）が成熟期に達する夏から秋にかけて葉状部のやや下方に子囊斑を形成するとともに、先端から末枯れを起こして見かけ上縮小する。冬から春にかけて莖葉移行部で新たに生長を始めると前年の葉状部との間にクビレを生じ瓢箪形となる。この現象を「つき出し」と呼ぶ。新しい葉状部はさらに伸長し、前年より大きな個体となる。

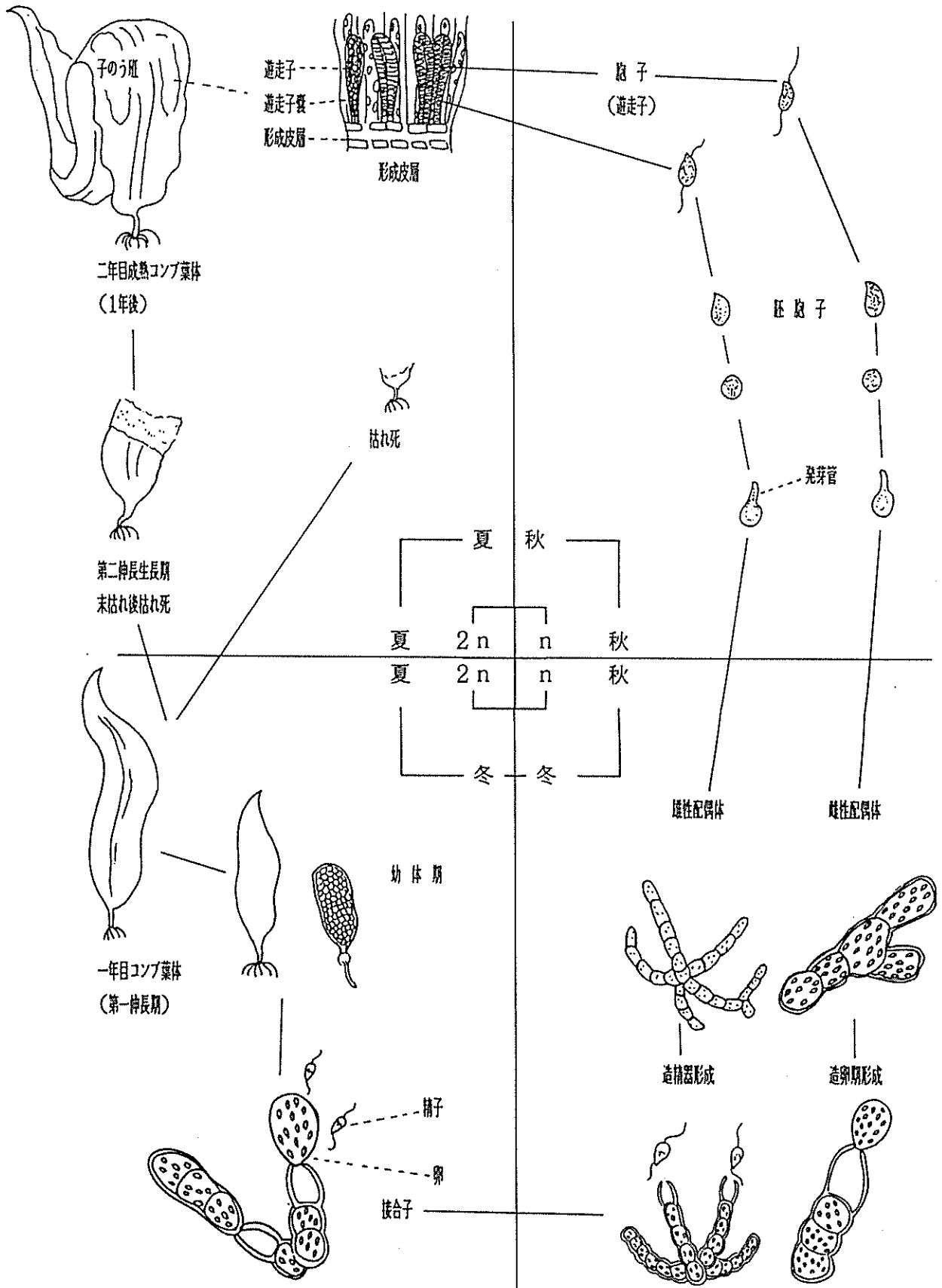


図10 コンプの生活史

子嚢斑から放出される遊走子は配偶体に生長し、雄性配偶体は造精器を、雌性配偶体は造卵器を形成する。受精した卵（接合子）は再び胞子体へ生長する。

水温が20℃前後となる夏場から初秋にかけて多くの葉体が成熟し、葉の表面の皮層の細胞から遊走子の入った子嚢斑が形成される。遊走子は洋梨形をした大きさ6～9 μの長短2本の鞭毛を持っており、子嚢斑から海中に放出される。

遊走子は付着準備が整い遊泳を終えると沈下し鞭毛がとれて岩などの器物に着床して球状の胚胞子となる。胚胞子は付着後まもなく発芽管を出して分裂が始まり雌雄の配偶体となる。

これらの配偶体は秋から冬の間には造卵器と造精器を形成し成熟する。造精器から2本の鞭毛を持つ精子が放出され造卵器中の卵と受精し、接合子となる。接合子は、ただちに胞子体へ発芽する。胞子体は冬から春の伸長期になると1日2～10cmの速度で伸長する。胞子体は水温の上昇とともに伸長が著しくなり、夏には2～3 mに達し、子嚢斑が形成されると伸長が止り葉体の厚みを増す。これを実入りと言う。その後、水温が22℃を越えると葉体の先端から末枯れをおこし下部を残して1年目の伸長を終了する。

再生生長は、末枯れ現象が終わる冬から春にかけて始まり2年目の夏には藻体が1年コブより大きくなるとともに肉厚となり収穫され商品として出荷される。

VII コンプの養殖技術

1 養殖対象種であるマコンブ

全国のコンブ生産をみると、北海道、岩手県、宮城県の3道県が生産量のほとんどを占め、残りを神奈川や長崎県で生産している。養殖対象は、北海道ではマコンブ、オニココンブ、リシリコンブが主であり、その他の県ではほとんどマコンブである。養殖方法も北海道を除きほとんどが促成養殖となっている。

マコンブは、道南から東北地方（三陸、常磐沿岸）にかけて分布し、養殖対象種として広く生産されている種類である。県内では、夏を越す1年生のコンブがほとんどで、2年生コンブは内湾の深みに生えているごく一部のものに限られる。また、宮城県の天然コンブは北海道のように実入りせず、乾燥しても薄いコンブとなる。マコンブはコンブ類の中では味が良くダシ用等の最高級品として古くから取り扱われているが、産出する地域による製品差が大きいことから、製品の仕立て方も多様で主として「元揃昆布」、「折昆布」、「長切昆布」等に分けられるほか、更に細部の分類により製品の品質が違ってくる。養殖方法としては、通常の2年養殖と1年で生産する促成養殖が行われる。宮城県のように促成養殖でも約半年で生産する地方もある。

2 宮城県の養殖

宮城県のコンブ養殖が本格的に始まったのは昭和50年代に入ってからである。養殖方法は全て促成養殖であり、北海道の実入りを目的とした養殖とは異なり、コンブ（マコンブ）の生息南限である地域の環境条件（水温条件等）に合わせて養殖期間を短縮し春先から収穫する。このことにより諸経費を削減するとともに早期収穫によってマコンブであるもののダシ用ではなく食用としてボイルコンブやスキコンブとなる。さらに、地域により同じ施設を利用し上部にはワカメを下部にはコンブを作付けし、3月頃からワカメを収穫、その後4月頃からコンブの収穫を行うという2段式の養殖手法をとる

場所もある。

養殖種苗については、加工方法に合わせた選定を行っており、北海道種苗を使った場合は3～4月に実入りがよくなるものの4～5月には堅くなるためボイル加工用として早期収穫を行い、県内種苗を使った場合は4～6月でも北海道種苗に比べ実入りが少ないものの伸びや色が良く柔らかいことからスキコンブとして利用する。

3 促成養殖

促成養殖とは、天然の2年生コンブの品質と成分に近いコンブを1年間で生産する養殖方法である。三陸沿岸を例に取れば、海面養成開始が水温の温かい11月から始まり、成長や利用目的を考慮して収穫が春先と実質5カ月の養成期間であることから、北海道のような1年間の養殖とは異なる点がある。

生産手法は、成熟した母藻を確保し人為的に室内採苗を行い天然よりも成長の進んだ種苗を作り出し、早期に海中養成を行うことで1年間で2年生コンブに近い葉体を育成して収穫する。促成養殖を行う場合、以下を考慮して行う必要がある。

- ① 健苗の確保育成
- ② 海域の特性を考慮した養殖方法
- ③ 適正な養成管理による生長と実入り促進

(1) 健苗生産

マコンブ葉体は晩秋から成熟し大量の遊走子を生産・放出する。遊走子は岩等の海底基質に付着後発芽し、微小な配偶体期を経て4～5カ月後の真冬に肉眼的な大きさの葉体となる。

この期間を陸上施設で培養することにより促成養殖では約1カ月に短縮できる。

以下の種苗生産については、コンブ種苗生産委員会で実施されている方法を基にした。

イ 採苗と培養の準備

(イ) 母藻の調査

採苗を行う前には採苗準備を進めながら、採苗用のコンブ母藻の成熟状況についても調査を行う。三陸沿岸（宮城県）はマコンブにとっては生息南限であることから年により母藻の成熟や資源量にも変動があり、母藻の確保が難しい年もある。このため、事前に母藻の調査を行い生育、生長の状況を的確に把握することが必要である。

(ロ) 種苗生産機器等の点検・整備

採苗器の準備は採苗の始まる1カ月前の8月初旬から行う。

コンブ種苗生産委員会では、事前に関係組合から要望のあった当年の採苗数量に合わせた枠作りを行っている。採苗器は四連山型と呼ばれる鉄製の枠に樹脂をコーティングしたもので、1枠に種糸（クレモナ36本特殊撚り等を焼き付けたもの）を300m使用し等間隔で巻き付けて行く。

また、採苗枠は予め点検し、傷やサビ等があったらエポキシ樹脂を塗布しておく。

当県で使用している採苗器は光の取り込みが良いことから、種苗の成長が均一であり巻き付けた糸を全て使用できることが特徴である。

採苗用水槽及び海水冷却器は、健全な種苗生産を行えるように洗浄し、次亜塩素酸ソーダ等で消毒しておく。次亜塩素酸ソーダの使用量は海水4tに対し500ml程度としている。この時エアレーション用パイプ等も合わせて消毒すると良い。その他ポンプ、照明装置など関係機器についても故障や不備のないように整備しておく。

(ハ) 培養液の作成

コンブの種苗培養は止水条件下で行うので、海水だけでは栄養塩が不足する。このため人工的に作成した培養液を添加する。

使用する培養液は、ESI-NT 強化海水培地で、試薬を表2に示した。

表2 ESI-NT 強化海水培地

海水4トンに対する添加量

試薬名	化学式	試薬量 (g)
硝酸ナトリウム	NaNO_3	280
グリセロ・リン酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{PO}_3\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	40
EDTA-Fe		2
ヨウ化カリウム	KI	0.8
ホウ酸	H_3BO_3	22.8
塩化第2鉄	$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.98
塩化マンガン	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.88
塩化亜鉛	ZnCl_2	0.21
塩化コバルト	CoCl_2	0.08
EDTA-2Na		22

これらの試薬は純水にそれぞれ単独に溶解し、10回分あるいは20回分を一度に作成しておき、容器に収容して冷暗所（5℃の冷蔵庫内）に保管、培養液の添加時に調合して使用する。この培養液は水槽の換水時に添加する。

ロ 採苗

(イ) 母藻の確保

採苗は、8月下旬から9月上旬にかけて行われる。採苗の手順は成熟した母藻の確保、人為的な胞子の放出、種苗糸への付着となる。

採苗は使用する母藻の状態によって成否が決まる。宮城県の場合、地理的に母藻の確保も重要であり、県北部の水深が5～6尋に着生している成熟した2年生コンブを用いることになる。また、母藻は事前に十分に熟度調査して採取を行う。

コンブは成熟すると、表面が盛り上がり、周囲より黄色味の強い子囊斑と呼ばれる

孢子囊の集合体である斑紋を生じる。このため、母藻としては、子囊斑が大きく広がって十分に成熟し、表面に付着物が少ないコンブを母藻として選定し採取する必要がある。

採苗に使用する母藻は採苗日当日に採取するようにし、採取後は乾燥させないように速やかに運搬する。なお、遊走子の放出が十分でなかった場合に備えて、母藻は可能な限り多く採取しておく。

母藻が確保できたらコンブ種苗の生育の妨げとなる珪藻や細菌等が母藻とともに混入するのを防ぐ必要がある。このため、母藻は傷つかず良く成熟したものを選び、ただちに0.45ミクロン・フィルターろ過海水で十分に洗浄し、清潔なタオルでよく拭き取る。さらに子囊斑形成部分を切り出して新聞紙に包み、5℃の冷蔵庫内に収容し2時間程度静置する。この工程は短時間で大量の孢子を放出させるために不可欠な作業である。

(ロ) 遊走子の放出と付着

遊走子の放出着生は水温が17～19℃で活発な運動を行い、その着生率が良く、数時間遊泳しているものもあるが、これ以上の高温になると遊泳時間が短く球状となり着生率も悪く、着生後の発芽率も劣る。

遊走子の着生、発芽後の配偶体の生長、成熟及び芽胞体の発芽段階では水温約17℃が上限とされ、発生速度は上限に近い方が速く大きく生長するが、反面、危険性は高まる。

採苗はあらかじめ消毒しておいた小型水槽に17℃以下に冷却した海水を200～300リットル入れ、この中に処理を済ませた母藻を投入、浸漬して行う。浸漬時間は遊走子の活力低下や母藻から出る粘液による遊走子液の汚れを考え60～90分程度とする。短時間での放出は藻類等の混入を防ぐことにもなる。

(ハ) 散 布

遊走子の放出状態については、採取した遊走子液を顕微鏡下（100倍）で一視野に2～3個以上の活発に遊泳している遊走子を確認できたら、水温15℃程度に設定した

培養水槽に散布する。その際、遊走子液内の母藻、粘液やゴミ等も目の小さい網等で取り除く。散布は小型の水中ポンプを使用すると作業が早い。

(二) 着生の確認

遊走子液の散布から4～5時間経過後に培養水槽内に設置しておいたスライドグラスを検鏡し、着生した遊走子数を検査する。顕微鏡100倍一視野当たりの遊走子数が10個以上あれば種苗生産には差し支えないが、これ以下であると芽付きが薄くなるので、付け足しが必要となってくる。

(ホ) 付け足し

付け足しは一度採苗した母藻を再使用するため、再び遊走子を放出するための誘発処理をする必要がある。誘発処理は散布のために水槽から取り除いた母藻を広げた新聞紙の上に並べ、この上に新聞紙をかぶせて6～12時間室温に静置する。このようにすると遊走子嚢が柔らかくなり、遊走子が放出されるやすくなる。

この処理を行った母藻を利用して再度採苗を行う。

ハ 培養管理

種苗の生産期間中、特に注意することは水温、照度、エアレーション、換水の管理である。これらのうち一つでも不備があると健全な種苗をつくることができない。

また、病気が発生した場合など速やかな対応が求められるので、種苗の生育状況を毎日検査し、健康状態を常にチェックしておく。

(イ) 水 温

コンブは寒海性の植物であり、配偶体の生長、成熟、また幼芽の生長は低水温下で健全となる。コンブ種苗の生長は10℃以上で早い、12℃以上では何らかの障害も起こりやすくなる。

(ロ) 照 度

照度管理は種苗生産において最も注意しなければならない。照度管理を怠ると健全種苗を生産できないばかりか、光障害によって種苗が脱落することがある。

各生育段階における適正照度は下記の通りである。

着生孢子～発芽管伸長開始	500～1,000 ルックス
配偶体成熟まで	3,000～4,000 ルックス
芽胞体(微小幼芽)発生～1 mm位	4,000～5,000 ルックス
1 mm以上～配布 [移殖]	5,000～6,000 ルックス

本県の種苗生産施設では、遊走子着生から芽胞体発生までの照度管理は主に天井に備え付けの遮光幕により光量を調節するが、曇天及び雨天時には人工照明器を使用する。また、芽胞体発生以降は日長時間を短日から長日条件に変化させた方が生長がよいので [L12 : D12] に設定するが、この場合、昼間は天然光、夕方から人工照明に切り替えて照度を確保する。

なお、種苗生産時に人工照明のみを使用すると病気が発生しやすくなるので注意を要する。

(ハ) エアーレーション

エアーレーションは採苗2日後から行う。このエアーレーションは培養海水を攪拌することで流れを与えると同時にpH (8.1～8.8の範囲) の安定にも役立つ。また、種苗が生長するに従って炭酸同化作用が活発化するためエアーレーションも強めにしておく。

(ニ) 換 水

種苗生産は止水条件下で培養するため、日時が経過するとともに培養海水が劣化していき、栄養塩も不足していくので、換水作業が必要となる。換水は種苗の生長とともに

下記のとおりに間隔を短くしていくが、その際、必ず栄養塩を添加する。

遊走子着生～芽胞体発生	7日
芽胞体発生～1mm位	5日
1mm以上～配布	3日

二 病害の発生と対策

種苗生産期間中に病害が発生する場合がある。これまでに本県の種苗生産施設で発生した病害と対策は次のとおりである。

病名	症状	対策
赤斑病 (通称： ピンク)	採苗糸が赤変し、同心円上に広がり、種苗を枯死させる。 原因は海産バクテリアのアエロモナス属が関与していると考えられ、弱光下で発生しやすい。	天然光を、発生時の種苗生育段階で与える最大量とすると、進行が止まる場合が多い。
白濁病 (通称： フロッグ)	培養海水が海産バクテリアの異常繁殖によって白く濁り、種苗の生長を阻害する。原因は特定できないが人工照明の弱光下で起こりやすい。	水温を10℃前後に保つ。 人工照明を止め、天然光だけにする。 換水を2～3日おきにする。
緑変病	芽胞体が500ミクロン以上になると発生する。葉体の基部(仮根部)から生長帯が最初に枯死し、緑色に変色する。 症状が進むと枯死部が葉体全体に広がり、種苗が脱落する。	換水間隔を2～3日おきとする。 栄養塩の一要素のホウ酸を規定量の1.5倍量とすると進行が止まる。(ホウ酸は葉体の活力回復に効果がある) しかし、罹病した種苗は脱落するものが多い。
光線障害	採苗器上部から種苗が枯死して脱落していき、採苗器全体がまたら状に見える。 芽胞体期に規定以上の照度を与えたために発生する。	照度管理に万全を期し、発生した場合は照度を規定よりやや低めにする事で進行が止まる。
珪藻繁茂	珪藻の繁茂により種苗の生育が阻害され、芽落ちが起きる場合がある。	採苗時の母藻洗浄を十分に行う。 珪藻の繁茂を防止するため培養水温を設定以上に上げない。 (注意) 珪藻の生育阻害剤である二酸化ゲルマニウムは配偶体の成熟や芽胞体の生長を妨げるので、使用しない。

(2) 早期移殖

促成養殖では品質の良い製品を生産するため、可能な限り早く大きい葉体を育成する必要がある。コンブは、全表面で栄養の吸収と光合成を行い生長を促進させるので、葉体の大きさはコンブの物質生産量と関連し、生長速度を左右する重要な要因となり、特に養成初期にこの傾向が顕著である。早く葉体を大きくする方法としては、早期養成開始が最も効果的であり、促成養殖では10月下旬までに種苗の海洋移殖を完了していなければ良い品質のコンブを収穫することは期待できない。

促成養殖では、この時期は出来るだけ早い方がよいが、その前提として晩秋の海水温が18℃以下になったときを目安とし、さらに降温傾向がはっきりした時に実施することを心がける。これは、幼体に与える急激な環境条件の変化をやわらげ、健全な育成を行うためである。

移殖時には、室内飼育水温を海洋水温に合わせ約15℃を目安に三日くらい前から調整していくが、9月下旬～10月上旬にかけては水温の変動期であり、水温がコンブ種苗の伸長限界20℃を越えることもあり、この場合、幼体の伸びは止まり早期に移殖しても効果は期待できない。また、照度も外洋では高くなって、紫外線が1cm前後の幼体に生理障害を引き起こす要因となることも考えられる。さらに、夏場の海水中の栄養塩の回復の遅れなど、外洋では種苗にとって不適な環境条件が多くあり、種苗がこのような環境下に置かれると、代謝作用が低下し生理障害の発生を招いて枯死・脱落などの芽落ちの危険性が高くなる。

種苗の移殖はできるだけ曇天、無風の日を選び、晴れて風が強く乾燥した日の移殖は種苗を外洋に出すまでの間に高温、乾燥、太陽光の影響を受け障害を起こす可能性が高くなるので避けることが望ましい。もし、晴天の日を実施するときは、直射日光に当たらないようできるだけ日の出日の入りの太陽光が弱いときを選ぶようにする。

収穫の安定を図るうえで、健全種苗の確保が大きな問題となる。そこで、促成養殖では直接本養成せず、仮殖して淘汰した種苗を使用する方法が主に用いられている。

イ 種苗の配布

種苗生産から45～55日経過し、葉長の平均が3～5mmになった時点で種苗の配布を行うが、種苗は採苗器から1mずつに切った種糸を、海水を入れたビニール袋に束ねて入れる。

この際、一つのビニール袋に入れる種糸の量は300mを限度としている。

ロ 種苗の運搬方法

運搬については、種苗を健苗の状態で海に出すことが重要となる。これまで室内で適正な環境条件で生育した種苗が初めて外の環境に曝されるので、温度、光等の条件に注意して行う。

また、遮光容器に入れて運搬すると、コンブの幼体が暗くなることで、呼吸作用により酸素を消費し、エアレーションを行わなければ活力の低下をまねき、海中養成後の斃死脱落原因になる。

多くの種苗を運搬する場合には、ポリエチレン製の透明な袋に海水とともに種糸を入れて、海水を多めにして口を閉じコンテナ等の容器（フタをしない）に入れて運搬を行う。

袋を閉じた状態での運搬は8時間以内を目安とし、時間が経過した場合は口を開け空気の入れ替えを行う。また、海水の温度が高くなれば、代謝活動が活発になり活力低下の原因になるので注意する。このため、乗用車よりもトラック等の荷台に積んで運搬することが望ましい。現地に着いたなら、袋の開封を行い、直ちに沖出し仮殖作業を行う。

ハ 仮殖

仮殖の目的は、室内で環境条件を最適にして育てて来た種苗を、海洋に出すことで、幼体の根の張りを強くするとともに、温度、光、水質に慣らして健苗に仕立てることであるが、仮殖作業を行う場合、以下の点に注意しながら行う。

- ① 種苗を束ねたまま垂下してはならない
- ② 仮殖中は種苗が擦れ合わない、過密にならない、海水と十分に接触するような方法とする
- ③ 沖出し当初は透明度付近の深さにし、伸び足がついたら段階的に浅吊りにする

仮殖の方法は、環境条件が異なるため地域により多少異なる。仮殖してから5～7日程度で、幼芽は色ツヤも良く根もはって丈夫となり、生長も見られる。

本養成に移すまでに浮泥などの付着が激しいときは、2～3日間隔に振り洗いして除去し、種苗に海水が直接接触できるようにする必要がある。

(3) 本養殖管理

イ 施設

地域によって本養成施設の様式や形態は異り、大きく分けると水平式とノレン方式がある。

宮城県では水平式が行われ、中には同じ施設で上段にはワカメ、下段にはコンブを養殖するものもある。

施設の基本構造はワカメ養殖施設とほぼ同様で、幹縄が一本の一条式（シングルと呼ぶ）と二本の二条式（ダブルと呼ぶ）がある。

施設の設置は、珪藻や海藻類の孢子、浮泥等が施設に付着し、種苗の発育を遅らせる等の弊害がでるため、本養成の2～5日程前に行う。

幹綱はアク抜きして、本養成当日か前日に桁綱に結び付ける。

ロ 挟み込み

施設が設置された後、仮殖して十分に淘汰及び外海に馴化した種苗を本養成する。

本養成の開始日は風雨がない曇りの日とし、仮殖の完了した種苗糸を直径1 cm前後の

ロープであれば事前に2～3 cmの長さに切断し、10～20本を海水を張ったバケツに入れておく。この時種糸を結び付けてある仮殖枠は、海水に浸かった状態にしておく。

ハ 養成水深の調整

水深は光エネルギー及び波浪による海水流動の強度に関連し、コンブの生長にとってはきわめて重要な条件である。しかし、水深が浅く波浪の影響が強いことは、栄養の供給が有利である反面、コンブの流失、養殖施設の破損などの被害を受けることが多く問題となる。冬期は幹綱の水深を約5 mと多少深くして養成するが、この時期はコンブ葉体が小さく薄いためコンブ同士の相互遮へいによる海水の流動の減衰が比較的弱く、かつ栄養塩濃度が高いため、水深を多少深くしても栄養供給上の問題は比較的小さい。

しかし、越冬後にはコンブは十分に生長し相互に遮蔽しあうことにより海水の流動及び光エネルギーの衰退を大きくするため、水深を浅くして光エネルギー受容量を多くするとともに海水の交換を促進し栄養の供給を円滑にする必要がある。

施設の沈下および浮上は、浮き玉の数及び大きさ、浮玉につけるロープの長さにより調節する。

マコンブの生長は当初水深5～6 mが適している。最初から浅吊りすると実入りは促進されるが幅や長さが充分でなく、また、潮流の速い漁場では流れによって吹き上げが見られる。

間引き後は生長も良くなり、水深が深いと実入りが進まず葉が薄くなる。そのため実入り促進を図るために水深調整を行う。水深調整は2、3段階に分けて行うが、第1回目は4月頃1～1.5 mに引き上げる。次に5月頃更に水面近くに引き上げ、最終的には1 mぐらいとする。

なお、コンブは急激に強い光が当たると障害を受けて白化し、枯死する場合がある。

ニ 養成密度管理（間引き）

養成密度は水深とともに生長及び実入りと関連する重要な要因である。促成養殖は1年間の栽培で収穫するため特に生長の促進が重要であり、密度管理を十分にし相互遮蔽による影響を最小限にする必要がある。養成密度の調整は小さい葉体を間引いて行うが、通常2段階で実施する。

第1回目はコンブの葉長が約1mに達する1月頃、一株から20～30本ぐらいとなっているが、生長の悪いもの、形の悪いもの、傷ついたものを間引いて13～15本程度とする。

第2回目は養成施設を浮上させる3月に行い、生長の悪いコンブや傷ついたものを、雑藻類を除去しながら間引いて、12～13本に絞り込む。

また、ワカメと併用して養殖している場合は、ワカメの収穫後充分に光が当たるように雑藻類の除去をしながら間引きを行う。

ホ 付着生物の除去

多くの生物がコンブおよび養殖施設に付着する。養成施設にはイガイ、天然コンブ、雑藻類などが着生しコンブの生育の障害になるとともに、施設損傷の原因となる。したがって、定期的に除去することが必要となる。特に、イガイは4～5月頃にロープ等に付着し11月には1cm程の大きさになる。これを除去するためには、ロープで輪を作り、施設のロープに通して船で引き落とす。

一方、コンブの表面にも大量の生物が付着する。マコンブに着生し問題となる種類は、腔腸動物ヒドロ虫類のモハネガヤ、触手動物の苔虫類のヒラハコケムシなどである。これらは、年によって発生量が異なるが、時には全葉面を覆うほどに着生しコンブの品質を著しく低下させるので、早期収穫と機械的な除去により対応する。

VIII コンプの食文化と利用加工

コンプの呼び名の由来は様々な説がある。その中でもアイヌ語の水中の石の上に生える草の意味の「こむぶ」から変化したもの、日本語の広布（ヒロメ）を音読した「こうふ」が変化したもの、さらに中国の爾雅（じが）に書かれている組草や綸布（カンブ）が綸布（コンブ）に変化したものとの3説が有力である。ただし、日本において正式に昆布（コンブ）として名前が記載されたものとしては918年に作られた本草和名が最初だと言われている。

コンプは海藻類の中では幅が広く長さがあること、さらに北方系の海藻であることから生産量が少ない等、当時としては献上品の中でも希少価値が高いものとして扱われていた。

その後、北海道の漁場開発が進み生産量が増加していくとともに日本海航路「コンプの道」が整うに連れて公家（宮中）から武家そして民間へと祭事だけではなく食用としての利用が広まって行った。

これらは、コンプが全国各地で縁起物として吉事に用いられたり、民間伝承（俗信）が多く地域にあることから容易に想像される。

1 コンプ利用と歴史

コンプは東北地方の太平洋岸でも採れるが、主産地は北海道であり、時代が進むにつれて北海道の開発が広がりコンプの種類や生産量が多くなっていった。

コンプ開発の歴史は以下の5つの時代に分類される。

（1）細目コンプ時代（1200年頃まで）

8世紀以前の北海道の函館以西でわずかに細目コンプを生産し、東北の日本海側から新潟付近にかけて主にダシ用としてコンプが広まった時代である。

藤原京の遺跡から出土した木簡に軍布や広米、細米等コンブを示す文字が書かれたものが多く出土したり、奈良時代の平城京には海藻を扱う店もあらわれている。

平安時代にあらわされた続日本書紀の中で715年に蝦夷の須賀古麻比留が朝廷に昆布を貢献したとの記述があり、この頃、中央部と東北や北海道の関係が密接になったことがうかがえ、さらに租税として陸奥からコンブ（海藻）を収めさせたとの記述もある。

鎌倉幕府の開幕の年には南部藩もできて、三陸コンブの流通窓口が広がり、さらに安東氏が蝦夷管領となってからはこれまでの函館以西の細目コンブ地帯に限られていた生産体制を広げ宇賀コンブ時代へと展開させることになった。

（2）宇賀コンブ時代（1200年頃～1600年頃）

1200年代、函館以東のマコンブが採取されるようになり日本海から山陰地方に運ばれ、ダシ用コンブの外に削って食べるとろろ、おぼろコンブとして加工が行われた時代である。マコンブの葉形と品質に特徴があることから宇賀型と呼ばれた。

当時、若狭小浜から京都にかなりの昆布が運ばれており、今でも富山では幅広の宇賀昆布を使った昆布蒲鉾が作られたり、富山から金沢等を経て大阪や境に至る地域で目打ちとろろが消費されている。

室町時代の物語りの中でコンブが水産物としてはかなり重要な設定となっていることから、コンブは庶民生活の中でも重要な食品であることが想像される。

江戸時代には薩摩藩が琉球国に進攻して支配を始め、藩政の重要な収入源としての中国向けのコンブ輸出のきっかけを作っている。

（3）元揃コンブ時代（1600年頃～1800年頃）

1600年代、北海道の開拓が噴火湾から日高地方にまで進み、マコンブの白口元揃や三石コンブも加わって、生産量が千トン台に達した。北前航路（北前船）によりコンブが直接大阪へ運搬される航路ができあがり、佃煮に加工されるなどコンブの食品加工が

始まった。

賀藩米の輸送路拡大と、元揃、三石コンブが大阪に出回ったことで昆布の品質は大阪での評価が基準として定着し、現在に至っている。

また、鹿児島島の琉球館文書から、薩摩藩と琉球国が一体となり砂糖をコンブと交換し、そのコンブを清国に朝貢した後、薬品や唐物を入手してこれを北陸路で売って利益を上げる政策を展開していたことがわかる。

さらに1800年ころから釧路と根室のコンブの他に千島のコンブも開発され、新しくコンブ市場に加わったことで、コンブの取り扱い量が1万トンに達する。

(4) ナガコンブ時代 (1800年頃～1950年頃)

1700年代末、ナガコンブが大量に生産されるが、味があまりよくないことや加工特性も悪いことから、ダシや加工用としても使用せず、煮て葉を食べる方法で利用された。

幕府が松前藩に領地を返還したことに伴い産物会所が復活し東蝦夷地全域を含めたコンブの開拓が進み、また1854年には清国商人の陳玉松が箱館を訪れ、清国に直接コンブを輸出する道が開かれる。このことにより、幕末の一時代を賑わした琉球国のコンブ貿易は幕を閉じることになる。

(5) 促成コンブ時代 (1950年頃以降)

1943年、中国で大槻洋四郎氏がコンブの人工採苗による養殖技術開発に成功し、中国でのコンブ養殖の発展の基礎を築き、27万トンを生産するまでになり、1972年（昭和47年）には中国からそれまで輸出国だった日本へ初めてコンブが輸出された。1965年（昭和40年）には水産庁北海道区水産研究所が中心となり日本で初めての促成コンブ養殖試験始が始まり、昭和50年代には日本で促成コンブ養殖が企業化し、北海道のみならず東北にも技術が普及した。このことにより、コンブの生産は天然と養殖の二通りの流れができた。

2 コンブ食の類型分類

コンブは流通の広がりとともに日本全国で様々な地域特性を持ちながら食文化を発達させてきた。統計的に見ると、消費量の一番多いのはコンブの主産地から最も遠い沖縄、消費金額では富山となっている。

全国各地の食べ方の違いを分類してみると大きく分けて次のような5型になる。

(1) 北海道型（主にマコンブ）

主としてコンブをダシとして使用する。ダシを取ったコンブは捨てる。

(2) 北陸型（主にマコンブ）

主としてコンブを削って食べるとろろ、おぼろコンブとして使用する。また、富山ではコンブ蒲鉾としてコンブを蒲鉾に巻いて使用している。

この中に東京型、南海型も含まれるが、消費量は少ない。

(3) 大阪型（主にマコンブ）

主として佃煮や塩吹きコンブとして使用している。

(4) 三陸型（マコンブ）

三陸はコンブの生育南限であり、コンブの葉が薄くて小さいため、すいて食べるという独自の食文化を作っている。自給自足型である。

(5) 西海型（主にナガコンブ）

主としてコンブをダシとしては利用せず葉だけを食用として使用する。

3 コンブの利用・加工

コンブの成分は概ね炭水化物70%、蛋白質10%、脂肪2%、その他の灰分等によって構成されている。蛋白質の大部分はバラバラのアミノ酸で、その多くを占めるグルタミン酸が、コンブ特有の旨味の主成分である。

コンブはその用途が広く、ダシ用、煮物用、加工用などの食品のほか、アルギン酸、ヨード・カリ原料ともなる。

(1) コンブの食用加工方法

湯通し刻みコンブ	新鮮なコンブを90℃以上の熱湯でボイルし、これを冷却して刻んだ製品（塩蔵と凍結品がある）
すきコンブ	湯通し刻みコンブと同じ方法で加工し、一定の枠に入れて乾燥したもの
湯通し塩蔵コンブ	加工方法は同じであるが、塩蔵したもの
湯通し干しコンブ	若いコンブを90℃以上の熱湯でボイルし、冷却後、乾燥したもの

(2) コンブの主な加工食品

品名	特徴
トロロコンブ	製造法はコンブを5分ほど酢に漬け柔らかくしたものを荒削りして汚れを除き、さらに酢を塗り削る。 表皮にあたる黒い部分を目立ち包丁で糸状に削ったものを「黒とろ」、後に残った部分を「白板コンブ」という。これを同様に糸状に削ったものを「白とろろ」という。
オボロコンブ	トロロコンブのように糸状に削る代わりに、紙より薄く帯状にけずる。黒い部分からつくられたものを「黒おぼろ」、白いものを「白おぼろ」という。 カルシウムとヨード含有量は黒とろろ、黒おぼろの方が多い。これにはマコンブ、ミツイシコンブの厚手のコンブを原料とする。

品名	特徴
青板コンブ	古い時代には銅鍋でコンブを煮て、緑青がでて青緑に着色したものである。明治後期には、有害のため着色料を使うようになった。主として昆布巻の材料とした。
刻みコンブ	青板コンブを細かく刻んだもので青コンブともいう。主として中国の清の時代に清国向けの輸出用であった。
菓子コンブ	トロロコンブやオボロコンブに使用した残りの白い部分を砂糖液で煮詰め花型などにつくり、砂糖を表面にまぶす。 松葉昆布、求肥昆布といわれるものもある。これは室町時代からつくられ、現在でも敦賀市の名産となっている。
昆布巻	乾昆布を水に漬けて柔らかく干しハゼ、身欠きニシンなどを巻き込んで醤油と砂糖で煮込んだもの。
佃煮	原料コンブを製品に応じて切り、醤油、砂糖で柔らかく煮込んだもの。コンブを煮込むとき水の五分の一ほどの酢を加えると軟らかくなり味も良くなる。
塩昆布	コンブの角切りに酢を加えて水で軟らかく煮てから醤油を入れ、弱火で煮込み、最後に苦汁のない塩を振り込む。また煮込んでから汁を切り、熱風で乾燥させる。
昆布飴	水と砂糖で昆布を煮しめた煮汁を沸騰させ飴を入れ、冷却してから固まらせる。急冷後、引き伸ばして適当に切る。
粉末昆布	乾燥コンブを粉末にしたもので、菓子用の原料その他の加工用に用いられる。

Ⅸ 世界における海藻の利用

1 世界の海藻食

ローマ時代の詩人ベルギリウスの牧歌の中に「投げ捨てられた海藻よりも安い」という句があるのでわかるように、かつての欧米諸国では海藻を役に立たないものの例えにしたほどである。もっともアイルランドやスコットランド・ウエールズ地方では、アマノリ類やダルス類、その他の若干の海藻を食用にする風習があり、肥料や飼料としては相当古い時代から利用してきた。

オーストラリアやニュージーランドでも原住民が2、3種の海藻を食用としている程度であり、ポリネシアにおいても日本と同じように古くから藻類を利用していた。

大洋州諸島の住民が海藻を食べるのは地勢上の関係で食用植物が乏しいため生じた慣習かもしれない。また、インド、セイロン、ビルマ、タイ、ベトナム、インドネシア、マラヤ、フィリピンなどでも食用化の程度は明らかでないが、「agar」という言葉の発祥地がマラヤであり、カタオゴノリが「セイロンモス」として知られていることから、これらの地方でもキリンサイ類やオゴノリ類が食用に利用されていたと思われる。

中国では二千年も前から海藻を薬用としていた。四川省方面で特に珍重された漢方薬に「五色菜」というのがあるが、この5成分中3成分が海藻で、トサカノリ、コンブ、寒天が含まれている。中国では元来コンブは産出せず、北海道から入ってきたのかもしれない。また、紀元1世紀ごろには後漢へ倭奴国の国王から魚、貝、海藻が献上された記録がある。コンブはヨード不足による風土病の効果よりむしろ不老長寿の薬として珍重されていた。

その後に続く遣唐使がコンブを貢献していることから、コンブが引き続き、日本から中国へいろいろなルートで送られていたことが想像される。

中国ではこの他、ホンダワラ類を茶として飲用したり、ヒトエグサやアオノリは粉末にしてフリカケ用として使われている。

韓国で食用にされる藻類は報告によれば、緑藻類13種、褐藻類16種、紅藻類15種があり、その大部分が日本の食用藻類と共通している。

中国や韓国では藻類は我が国同様、普遍的な食料として広く全般流通し経済的にも重要視されていることがわかる。

このように世界各国の海藻食をみると一部を除いて日本、中国及び韓国以外ではあまり食べる習慣がなかったが、最近ではフランスでもエネルギーの取り過ぎから起こる成人病が問題となって、豆腐などとともに海藻が食卓に登場したり、海藻が食用に養殖され始めたというにニュースが話題となっている。もともと日本近海の特産種であるワカメが、フランスやニュージーランドでも養殖されるようになるなど、今やシーウィード（海の雑草）と敬遠されていた海藻は、シーベジタブル（海の野菜）と呼ばれるようになった。

2 各国の主な食品海藻

このように海藻を食用としている国々の食べ方について「海藻の本（西澤・村杉著）」の本から引用すると次のようになる。

（1）アオノリ

日本では青海苔といわれる中に、アオノリ属、ヒトエグサ属、アオサ属が含まれている。

ハワイ島には「リシュエル イル」と称するアオノリ製品があり、フィリピンやマレーシアなどではサラダとしてアオノリを食べている。

韓国では青海苔を主にスープ式に食べている。

アオサ属は世界で30種類ほどあり、欧州では「シーレタス」と称し、ペルーやチリでも同じような意味の「レチュガ・デ・サンバ」と称してスープやサラダとして食べる。

(2) コンブ

中国では生産量の約30%をアルギン酸の原料としているが、残りは食用としてスープや惣菜として調理して食べる。韓国でも煮込んで食べる。

ソ連では欧州コンブ（ラミナリア サッカリナ）の煮た物を缶詰にして「海キャベツ」と称して嗜好品として食べている。

(3) ワカメ

韓国では主にスープとして煮て食べる。

(4) ヒジキ

日本と同様に韓国でもヒジキを食用としているが、日本ほど多くない。

(5) ツルビレア

中央チリ、オーストラリア、ニュージーランドには大型褐藻のツルビレア属が多く自生しており、アルギン酸の原料として日本へも輸出している。

チリでは素干し品を「コチャユゴ」と呼んで焼いたり、野菜同様にスープ、塩漬けなどにして食べる。

(6) ホンダワラ

中国では古くから漢方として抗腫瘍や消痰用の薬となり、お茶として飲んだ。

インドネシアやフィリピンではサラダや海藻料理にして、特に「ライムカーラ」と称する海藻食品は、魚や肉とともに料理されている。

(7) アラリア

日本のアラリア属にはアイヌワカメやチガイソなどがある。スコットランド海域では

「ハニー・ウェア」とか「バダーラックス」などと称する海藻食品として食べているし、アイルランドにも「マリンクジャルニ」というアラリア科の海藻食品がある。

(8) ネレオキスチス

アラスカからカリフォルニアにかけての太平洋沿岸には、ネレオキスチスという巨大褐藻が自生している。マクロキスチスとともにアルギン酸の原料として使われるとともに、マクロキスチスより食べても味が良く、アメリカインディアンはこれを常食していた。現在でも柄の部分を塩漬けしたり、香料を入れて菓子に仕上げて「シートロン」という名称で売られている。

(9) ノリ

中国や韓国でもノリを食べるが、中国ではスープにしたり、油炒めにするが、韓国では日本風でも中国風でも食べる。

イギリスとくにウェールズ地方では古くからノリをパンの原料にして、ノリパンとして実用化している。

(10) ダルス

ダルスにはタンパク質が42% (乾重量)、ビタミンAほかB₁₂を含むB群、Eなども多く、特に海藻には珍しくCも多い。したがってダルスを食品として利用する国も多く、欧州では魚や肉料理に添えてスープやシチューなどの材料とし、また噛みタバコにしたりする。

カナダではダルス粉末をカプセルに詰めて「シーダイム」と称してビタミンやミネラルの補給剤として販売されている。

ペルー、チリ、アルゼンチン、西アフリカなどでもビタミンやタンパク質の補給食品として利用している。

3 外国におけるワカメ等の生産状況

世界的に見ると海藻を対象とした食習慣を持つ国は少ないが、日本や韓国は海藻を直接食べる食習慣を持つ数少ない国となっている。このなかでも、ワカメは極東アジア固有の海藻として日本と韓国で、古くから食べられており、需要が根強いいため、天然物の採取にとどまらず、養殖技術の発達とともに生産量が増大してきた。それにともない、これまで素干しワカメ中心だった流通が次第に湯通し塩蔵ワカメ主体の流通に移行してきた。

両国とも国内の需給バランスが取れていた時代がしばらく続いたが、昭和45年以降、韓国が廉価なワカメを日本向けに輸出を始め、日本国内のマーケットが流動化した。このため、両国間で民間ベースの話合いを持ち、両国輸出入の秩序化を図るため、現在まで「日韓わかめ輸出入民間会議」を実施してきた。

また、最近、中国が韓国産よりもさらに廉価なワカメを日本へ輸出し、その数量を年々増大しているものの、日本特産の「三陸ワカメ」に比べ品質的に劣るとされ、今後の推移が注目されている。

(1) 韓国

イ 経過

韓国では日本と同様種々の海藻が食生活に取り入れられており、ワカメの養殖について明治43（1910）年の日韓併合時に日本が技術指導し、以後量産化され養殖が盛んになったと伝えられている。

その後、韓国の国内需給は安定していたが、昭和45年に日本の不漁を受けて初めて金額にして89万円の乾燥品（数量不明）を日本へ輸出した。これを契機に数量が年々増大し、生産と流通が混乱するに至った。輸入開始当初は原藻の質が悪く、量的にもごく小規模であったが、西日本の商社を中心に技術指導に乗り出した結果、昭和48年以降は折からの日本の不漁も要因となり、急激にボイルを中心とした輸入が拡大するこ

ととなった。

このため、韓国産ワカメの輸入増大が政治問題化し、昭和52年に両国水産庁の話し合いがもたれ「日本側の代表として全漁連、韓国側の代表として社団法人韓国海藻塩辛品輸出協会がソウルで交渉を行い、1万9千トンの数量とすること」で決着を見た。

以後、昭和56年に韓国側の交渉相手が(社)韓国水産物輸出組合の海藻分科委員会に代わ

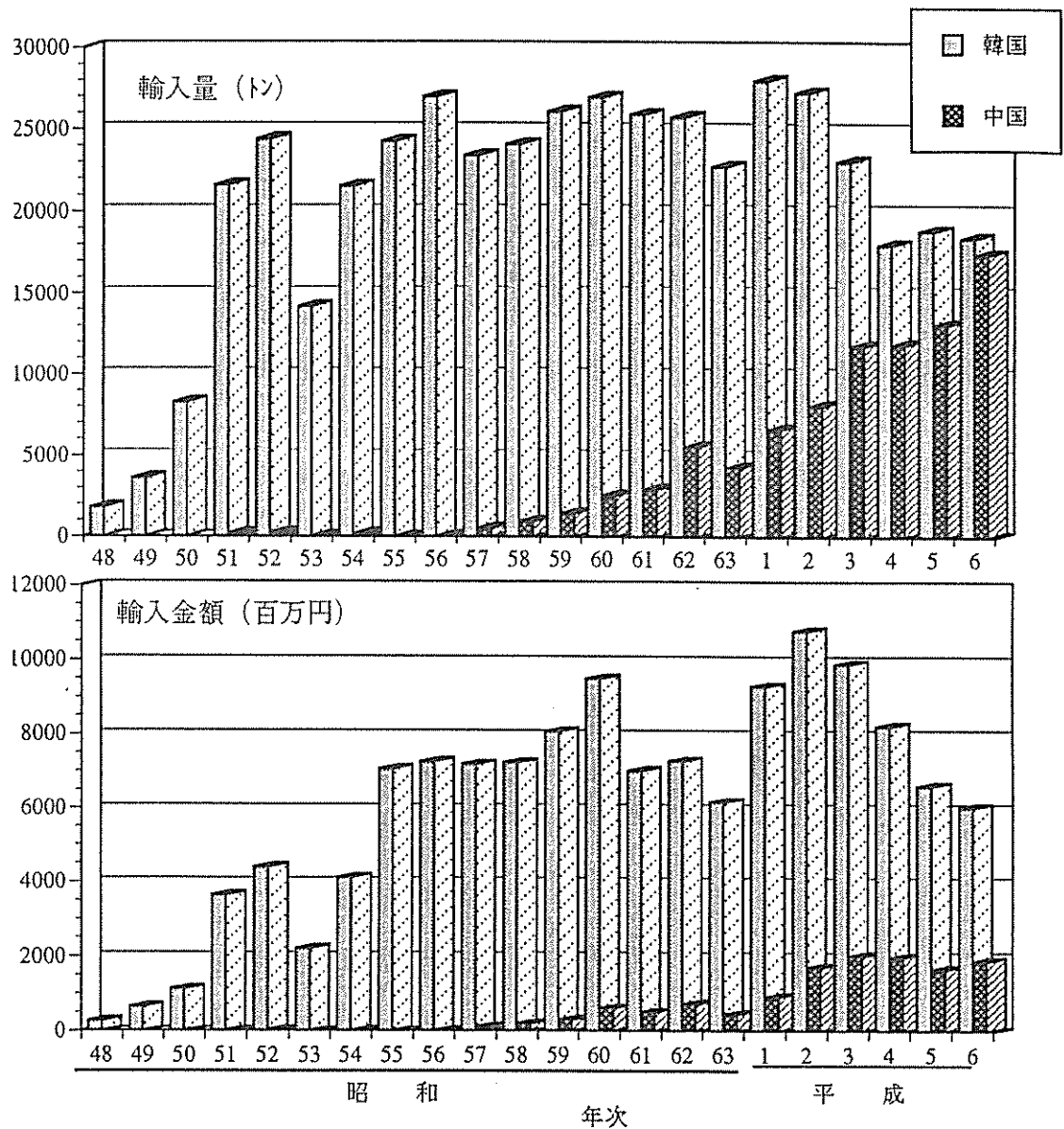


図11 ワカメの輸入量と金額

り、また昭和57年には、韓国側の割当制度や日本側による事前確認制度が導入されるなどの変遷があり、その間、ボイルと乾燥の割合が日本の需要に応じ大幅に変化しつつ、平成元年に約2万8千トンと数量では過去最高を記録した。しかし、その後、中国ワカメの急伸と韓国経済の成熟化による賃金の上昇により韓国からの輸入は減少し、平成6年の輸入実績は約1万8千トン、60億円にとどまっている。

ロ 養殖と流通の現況

現在の養殖は、対馬海峡側と黄海側の韓国南・西部で主に養殖され、東部海域における生産は僅少となっている。また、生産形態は日本のように生産者自らがボイル塩蔵等の加工を行うことは少なく、約200のワカメ加工業者が主導権を持ち、漁村契（生産組合的な団体）及び水協（漁協組織）から買い付け、その後の加工及び販売までの一連の事業についても大規模に展開している。このため、我が国よりも機械化等の合理化が進んでおり、生産は安定している。

しかし、海況条件が日本とは異なるため、日本で最も高い評価を受けている三陸産のワカメに比べ、同じ原種を用いても葉質が過度に薄い傾向にあり、当初は馴染まなかったが業務用及び徳用ワカメ等の袋詰めの安売りを中心として需要も伸び、最近では流通の半分を占めるようになってきている。

また、製品形態もボイル、乾燥からカットワカメ主体にシフトし、付加価値化を図っているものの、中国の急迫により、平成6年の平均輸入単価は、ボイルで220円/kg、カットで1,000円/kgにとどまり、この数年間と同様の状況にある。

(2) 中国

イ 経過

中国はもともとワカメは分布しておらず、この食習慣がなかったため、養殖の開始は日本への輸出を目的として、昭和51年にごく少量ながら開始された。初年は数量で

186トン、金額にして約1千7百万円の実績となった。

その後、養殖生産量は昭和56年までごく低水準で推移したが、昭和57年以降は、我が国の大手水産会社が養殖技術を現地できめ細かに指導するほか、大規模な養殖・加工設備を整備することにより、日本へのボイルワカメ輸出量は飛躍的な伸びを示し、12年後の平成6年には約1万7千トン、19億円弱という実績を示すに至っている。この数量はワカメ輸出の先輩格である韓国とほぼ同様の実績であるが、単価がほぼ半分の110円/kgと安く、日本への輸出が大きく増大している。この理由として、安い人件費によるコストの圧縮が図られていることが最も大きいといわれている。

日本への輸出量の大幅な増加にともない、「日韓協定」と同様、中国とも秩序ある輸出入をめざすための枠組み作りが叫ばれて久しいが、現地では韓国のように窓口となる団体が絞り込めない（各地区における多くの総会社と会社が並列）ため、現在の大量かつ品質が不揃いの製品の対日輸出が改まる見通しは今のところ少ないと見られている。

ロ 養殖と流通の現況

中国のワカメ養殖は、栄養塩の補給源となっている黄河の河川水が程よく混合するポー海のうち、大連を中心とする遼東半島と青島を中心とする山東半島の近辺が主産地となっている。この近辺は遠浅な海域が多く、相当の沖合に日本資本の巨大な固定柵漁場を作り、「空中リフト」と呼ばれる運搬設備の導入、さらには大規模化した加工場等によるボイル作業などが行われている。

また、日本への出荷形態もカットのみではなくメカブやクキも含めた種々の形態となっている。

中国のワカメは韓国よりもさらに葉質が薄く、製品仕上げや選別がよくないなど問題点も多く、日本の流通業者の中には、価格が廉価であることから、これを輸入後、国産特に三陸産のワカメに混合したうえで販売する例が指摘されている。このことは、結果的に「三陸ブランド」の品質低下の意識を消費者に惹起するものであり、今後、これら

の問題の解決のため、輸出入の窓口の限定や流通ルールの確立などの、両国間の具体的な協議の進展が期待される。

(3) その他の国の養殖現況

最近は円高を背景とし、ニュージーランド、フランス、オーストラリアなども日本をターゲットとした新たな輸出を開始したが、各国とも数トン～十数トン程度と試験出荷の域を脱していない。

また、コンブについては中国から年間2千トン前後が乾燥品で輸入されるが、I Q品であるためその量が限定されており、本県のコンブと競合する用途ではあるものの、安定した輸入状況となっている。

X 海藻の栄養学

海藻は最上の長寿薬

かつて東北大学医学部の近藤正二教授は、地域によって長寿者の割合が非常に違うことを知り、それが主として食生活に負うところが多く、米を多食しないで、魚か大豆を豊富に食べ、野菜を常に食べ、また海藻を食べている島や海村に長寿者が多いことを結論として得た。海藻を多く食べる場所は脳卒中が少なく、これが長寿の原因となっているようである。

また、海で採れたカジメを肥料とした野菜は栄養価が高く、他の産地の野菜に比べてカルシウムが10~20倍、ビタミンやミネラルも上回っている。

日本人は、古くから様々な微量元素を含む海藻を多く食べることで、バランスの取れた健康的な暮らしを培ってきた。

この健康、長寿の鍵を握っている海藻は、現代人のカロリー過剰気味、動物性食品に偏重気味の食生活が生む弊害、コレステロールや脂質の取り過ぎによる動脈硬化の促進などを防いでくれる。それと同時に血圧を下げたり、ホルモンの働きの正常化にも穏やかに力を発揮するほか、カルシウムや鉄分、ビタミンの補給など、健康食品としても幅広く大きな役割を果たしている。

最近、アメリカでは食品に健康に役立つことを強調して表示することが法的に許可されるようになり、例えばビタミンA、C、Eを多く含んでいて、許可されたものには「ガンリスクを減少する」と表示しても良くなったとされる。

1 海藻は食物繊維の宝庫

昔、食物繊維は消化されにくいもので「食品のカス、栄養的には価値のないもの」とされてきたが、栄養学の進歩により食物繊維が体調のリズムを調節し、病気予防や回復を促すという働きがあることがわかり、今では「第六の栄養素」ともいわれるように

なった。

このほかにも食物繊維は、コレステロール、胆汁酸、脂肪、ブドウ糖、ミネラルなどの吸収を一部妨害して、肥満、糖尿病、高脂血症、コレステロール胆石、心臓病などの発症の危険性を防ぐなど、多くの病気との関連が指摘されている。

海藻には、その乾燥重量の40～60%の食物繊維が含まれており、まさに食物繊維の固まりといえる。

海藻の食物繊維は、①水に溶けない繊維であるセルロースなどの細胞壁を構成するものと、②水に溶ける繊維であるアルギン酸、フコイダン、ラミナラン（以上はワカメ、コンブなどの褐藻類）、ポルフィラン（ノリ）、寒天（テングサ）、カラギーナン（ツノマタなどの紅藻類）などの細胞間にあるものに分けられる。海藻のイメージアップの最大の功労者は、海藻特有のヌルヌルの素であるアルギン酸、フコイダンを代表とする水溶性の食物繊維で、これらは海藻特有の物質であり、陸上植物には含まれず、人工的に作り出すことはまだできない。

（1）食物繊維は腸の働きを整え、便秘を防ぐ

便が腸内に長くとどまると、体内で解毒された有害物や腸内細菌によって不消化物から生じた有害物などが吸収され易くなり、そのため吹き出物ができたり、さらには大腸ガンなどの原因にもなることもある。

便秘の一つの原因として大腸のぜん動運動が緩慢であることが上げられ、そのために腸を刺激して便通をスムーズにする食物繊維が必要となる。

セルロースなど水に溶けず消化もされない食物繊維は、腸の中で水を含んで膨らみ、このことが便の量を増やして、柔らかくし腸壁を刺激して腸のぜん動運動を活発にし、便が腸内に長くとどまることを防ぐ。

アルギン酸などの水溶性食物繊維も水を包み込んで便を柔らかくし、発酵して腸を刺激して便を出しやすくし、腸の中をクリーンにする。

この働きにより大腸ガンの予防や肌の保全にも役立つ。

(2) 食物繊維は有害物質を排出する

ストロンチウムはカルシウムに似た元素で、動物の体内に入ると骨に取り込まれ、骨の中で放射線を出し続ける。

水溶性食物繊維は、ストロンチウムと結合してアルギン酸ストロンチウムという水に溶けない物質になって排出され、胃や腸からの吸収を防ぐ。

ストロンチウムの体内への蓄積を防ぐばかりでなく、さらに骨の中に蓄積したのもも吸収して体外に排泄する。

(3) 食物繊維は腸内の有益菌を増やし、有害細菌の発生を抑える

食物繊維には腸内で有益な働きをする有益菌の代表であるビフィズス菌を増やす働きがある。ビフィズス菌は腸内での腐敗を防止したり、免疫を強くしたり、ガンを防ぐなどの働きがある。

食物繊維の取り方が少ないと、ビフィズス菌などの有益菌の増殖が妨げられ、有害菌が増えてくる。

蛋白質や脂肪に偏った食事はウェルシュ菌などの有害菌を増やし、腐敗が進み、有害物質が多く作られ、これがさらに老化に拍車をかけ、病気を招く原因ともなる。

(4) 食物繊維のヌメリは胃や十二指腸の壁を保護する

海藻のヌメリの正体はアルギン酸などの水溶性食物繊維であり、そのヌメリが胃や十二指腸の粘膜を覆って保護し、潰瘍や大腸ガンの発生を予防する。

(5) 食物繊維が肥満を予防する

水に溶けない食物繊維は飲み込みにくいいため、そしゃく回数が増える。そのため胃に

食べ物が送られるスピードが遅くなり、胃での吸収を遅らせる。

また、粘りけの多い食物繊維は食べ物が胃から腸に移動するスピードを遅くさせて長引かせるので、糖や脂肪の吸収を遅らせる。

さらに、食物繊維は水分を吸収して膨らむので、それによる満腹感も得られる。

(6) 食物繊維が糖尿病を引き起こす危険性を減らす

食物繊維は粘りけが強く、消化も吸収もされないので胃中に長くとどまり、胃で消化された食べ物をゆっくりと腸へ送り出す。それによって糖分や脂肪の吸収を穏やかに進行させ、その吸収を遅らせる。腸での糖分の吸収が緩やかに行われるので、血糖値の上昇が抑えられ、インシュリンを節約できる。

(7) 食物繊維は血液中のコレステロール量を正常に保ち、動脈硬化を予防する

アルギン酸などの水溶性食物繊維は、そのヌメリで食品に含まれるコレステロールを包み込み、腸での吸収を妨げ、そのまま体外に排出する。

また、水溶性食物繊維のヌメリは、脂肪を分解する胆汁の主成分である胆汁酸を取り込み、腸壁からの再吸収を邪魔する。コレステロールは胆汁酸の原料となるので、胆汁酸が不足すると肝臓ではコレステロールを原料として、胆汁酸をつくることになり、その結果、血液中のコレステロールが減少する。

(8) 食物繊維は塩分を体外に排出し、高血圧を予防する

ナトリウムは水分を血管細胞に取り込む働きがあり、これに対しカリウムは水分を血管細胞の外に出す働きがある。

食塩を取りすぎると血管中のナトリウムが必要以上に多くなり、水分を余計に血管細胞内に引き入れ細胞を水膨れの状態にし、血管の壁が膨らんで厚くなるので、血液の通り道が細くなる。それは、より高い圧力を血管の壁にかけることになる。

また、ナトリウムが増えると、血管が神経からの刺激に敏感になって、収縮し易くなり、これもまた血液の通り道を細くする。

アルギン酸は、ほとんどがミネラルと結合した状態で海藻に含まれており、胃中でカリウムを離したアルギン酸は腸に運ばれて、今度はナトリウムと結びつき、そのまま便の中に排出される。

2 蛋白質 (アミノ酸)

一般に海藻の蛋白質は野菜に含まれるものとほとんど変わりがなく、蛋白質の中にも血液中のコレステロール値や血圧を下げるのに役立つものがある。

表3 海藻のアミノ酸量 (mg/乾物100g)

アミノ酸	干ノリ (スサビノリ)		マコンブ		素干しワカメ (茎付き葉状体)		ヒジキ
	複合型	遊離型	複合型	遊離型	複合型	遊離型	複合型
アラニン	3,968	1,528	626	150	672	612	79
アルギニン	2,368				456	37	61
アスパラギン酸	3,392	322	1,092	1,450	888	176	122
グルタミン酸	3,712	1,330	2,184	4,100	984	368	146
グリシン	2,752	24	364	9	552	455	71
クロイシン			539	5			
プロリン			255	175	456	156	
ロイシン	3,072	31			1,272	20	
セリン		37			384	131	
スレオニン		46			816	90	
バリン	3,712		713	3	1,032	11	133
イソロイシン							77
フェニルアラニン							71
ラミニン				6.43 *			
その他	13,008	98	2,434	47	2,478	80	300
(種類数)	(12種)	(12種)	(11種)	(11種)	(8種)	(8種)	(10種)
計	35,984	3,416	8,207	5,945.43	9,990	2,216	1,060

*: ミツイシコンブ

「海藻の本」から引用

干しノリの蛋白質量は約40%近くを占め、大豆のタンパク質含有量以上に良質のタンパク質を含んで高く評価されている。

また、素干しワカメには約15%の蛋白質が含まれる。蛋白質は量より質の方が問題であり、ワカメはタンパク質（アミノ酸）のバランスがよい。

人の体内で作ることのできない必要不可欠なアミノ酸を必須アミノ酸（9種類）という。この必須アミノ酸の量をアミノ酸評点パターンといわれる必要量と比べ、バランスをみるのがアミノ酸スコアである。

ワカメのアミノ酸スコアは、すべての必須アミノ酸の必要量を満たしているので、100となる。

しかし、ワカメの蛋白質は、牛肉と比べて消化吸収効率が悪いことや、一回の食べる量が少ないため、ワカメを主なるタンパク源にすることは無理がある。

（1）タウリン

タウリンは、海藻にも一般的な成分として含まれており、胆汁の分泌を盛んにし脂肪の吸収を高めたり、制汗作用があるともいわれる。

また、タウリンには血液中のコレステロール値を下げる働きがあるばかりでなく、コレステロール胆石の形成を阻止する。

さらに、リウマチの鎮痛、降血圧、強心作用、肝臓の解毒作用の強化、不整脈の改善、インシュリンの分泌促進による糖尿病の予防、視力の回復、筋肉疲労の緩和、ホルモン分泌の活性化のほか、最近では老人性痴呆症にも効果があるのではないかとの研究が進められている。

ノリにはタウリンが1～1.2%含まれており、肝臓病の民間治療薬として昔から用いられてきたカキと同じレベルである。

(2) ラミニン

最初にミツイシコンブから単離された遊離アミノ酸の一種ラミニンは他のコンブ科の海藻に含まれ、一過性の血圧降下作用が発見されている。

3 海藻の脂質にも注目

海藻の脂質には、陸上植物にはほとんどみられないコレステロール値を下げるEPAなどの不飽和脂肪酸やフコステロールが含まれて、ノリの全脂肪酸の50%はEPAであり、ワカメやヒジキには海藻特有のフコステロールが多く含む。

(1) ビタミンF

コンブの総脂肪酸はノリなどと同じく2~2.5%程度含まれる。そのうちEPAはノリより少ないが、不飽和脂質の一つでありビタミンFと呼ばれるリノール酸とリノレン酸はやや多い。

ビタミンFは一般に欠乏するとニキビや湿疹などの皮膚病があらわれるといわれる。

さらに動脈へのコレステロール沈着を防ぎ、分泌腺の活性を高め細胞のカルシウム利用を良くするといわれる。

4 海藻のビタミンは野菜より多い

ビタミンAやビタミンB₂は皮膚細胞や粘膜細胞を健康に保つ働きがあり、ビタミンCは肌の白さを保ち、シミなどを防ぐ。

海藻にはビタミン類も多く含まれており、ノリにはビタミンAが海藻の中でも特に高い数値を示すほか、ビタミンB群やビタミンCも多く含む。

ワカメにもビタミン類はA、C、B群などが多く含まれ、特に干しワカメと板ワカメがビタミンを多く含む。これは生のワカメを素干しするので、成分がほとんど逃げないと、天日乾燥による太陽光の影響ではないかと考えられている。

(1) ビタミンA

ビタミンAが欠乏すると、成長の停止や骨や歯の発達が悪くなる。

そのほか、ビタミンAには皮膚や粘膜を保護する働きや細胞の分裂を正常に保つ働きがあることがわかり、その抗ガン作用が注目されている。

人間は呼吸に伴いガンや老化の元凶となる「活性酸素」を体内に持つことになる。この活性酸素は体内で過剰な酸化反応を引き起こし、ガンの発生に関係していることがわかっている。

カロチンにはビタミンCやEとともに、この酸化作用を抑える酵素の働きを助けたり、体を守る免疫システムを強くする働きもあるといわれる。

植物性食品の場合、ビタミンAはカロチンという形で含まれ、カロチンはそれ自体A効力を持っていないが、腸で吸収されビタミンAに変わる。

ワカメに含まれるカロチンは、緑黄色野菜と比較しても遜色がない。

(2) ビタミンB群

ビタミンB群をとるには、直接食物から取り入れたり、ビタミンB群の特徴として、その一部が腸内細菌によって合成されている。その腸内細菌の中には、一部の食物繊維を栄養にするものがあり、従って、海藻に含まれる食物繊維はB群供給のパートナーとも言える。

B群の不足は、脚気、皮膚や粘膜、胃や腸などに異常が現れたり、神経の働きが正常でなくなり、精神状態が悪くなるといわれる。

特にB₁₂は抗貧血ビタミンとして重要視されており、さらに脳神経の栄養になり、ひいてはボケ防止にも役立つといわれる。

ノリでは、細胞膜などの重要成分であるリン脂質や、神経伝達物質アセチルコリンの先駆体でありビタミンB複合体であるコリンの含有量が海藻の中でも多い。

(3) ビタミンC

ビタミンCは細胞の老化を防ぎ、ガンを予防し、コレステロールの量を正常にするのにも役立つ。

ビタミンCはビタミンEの作用を強め、細胞間の結合を強化してガンができてガン細胞が広がることを防げる。

(4) ビタミンE

ビタミンEも食用藻類に広く含まれているが、その酸化防止作用は古くから知られ、細胞膜の酸化を防ぎ膜を強くして、発ガン因子の影響を妨げる。

5 海藻はミネラルリッチ

微量ミネラルは脳の働きや精神状態、血圧、骨の形成、造血、甲状腺機能など、体の機能を正常に保つためには不可欠の必須元素であり、その摂取量の過不足が健康を損なうことになる。

海藻は「海藻の面目ここにあり」といわれるのほどミネラルリッチな食品である。

人体に必要なミネラルは90種類あるが、そのうち陸上植物には60種類しか含まれていない。しかし、海藻は必要なミネラル分を全て含んでいる。

海藻に含まれる元素を多い方から見ると、種類により順番に違いはあるが、概ねカルシウム、カリウム、塩素、ナトリウム、マグネシウム、硫黄、ヨード、鉄、ケイ素、リン、ストロンチウム、亜鉛、マンガンが多い。

これらの内ケイ素とストロンチウムを除くと人体を構成している主要元素および必須微量元素と一致する。

人体に必要な元素はこれ以外に、クロム、コバルト、銅、セレン、モリブデンがあるが、海藻中にはそれらの成分も高く、人間の必要とするミネラルを備えていると言える。

海藻中の元素は海水中の元素の濃度に必ずしも比例しているわけではなく、海藻が

表4 海藻の成分 (gまたはmg/乾物100g)

成分	種類	干ノリ	マコンブ (素干)	素干しワカメ		干しヒジキ
				葉状体	芽 株	
主成分 (g)	タンパク質	40	9.1	15	13.6	12.3
	脂質	2.1	2	3.2	8	1.5
	炭水化物 糖質	44.4	64.3	35.3	41.6	54.4
	繊維	2	3.7	2.7	4	10.7
	灰分	7.8	21.7	30.8	26.1	21.2
ミネラル (mg)	カルシウム	440	855	960	290	1620
	リン	650	350	400	400*	116
	鉄	13	45	5.4	36	63.7
	ナトリウム	625	3500	6100	3200*	1620
	カリウム	3100	14500	5500	8800*	5093
	マグネシウム			1172	616	654
	マンガン	4	0.4	0.8	0.6	1.94
	亜鉛	10	1.2	2	0.9	2.6
	銅	1.5	0.2	0.34		2.1
	コバルト			0.02		0.11
	ニッケル			0.5		2.8
	ヨード	6.1	400	7.8	30	
	セレン	0.1	0.02			1.1
	ヒ素	2.1	57	2.3		
ビタミン (mg)	カロチン	25	1	3.3	0.8	0.66
	A効力(IU)	14000	560	1800	420	371
	B ₁	1.3	0.5	0.3	0.21	0.012
	B ₂	3.8	0.4	1.15	0.58	0.17
	ナイアシン	11	1.4	8	21.6	2.16
	B ₆	1				
	B ₁₂	0.03	0.003			
	コリン	292				
	イノシット	6.2				
C	112.5	25	15		0	

単位：主成分はグラム、ミネラル・ビタミンはミリグラム

*：茎も含めた胞子葉

「海藻の本」から

選択的に取り込んで蓄積しているように見える。

一般的に緑藻類は特にマグネシウム、鉄、銅、アルミニウムを、褐藻類はカルシウム、カリウム、マグネシウムを多く含み、海藻中ではこれらミネラルの多くがアルギン酸と結合している。

海藻のミネラルのもう一つの特徴として、ミネラルの消化吸収率が高いことが上げられる。

(1) カリウム

カリウムが不足すると一般に体力・気力の低下や意識障害を起こすことが知られている。

海藻の中でも、主にワカメ、コンブ、ヒジキなどの褐藻類はアルギン酸と結合したカリウムを多く含み、拮抗作用により余分なナトリウムを体外に出す作用がある。

したがって、血中のカリウムの増加は血圧を低下させ、高血圧の予防効果がある。

(2) 亜鉛

亜鉛は遺伝子発現、免疫系、細胞増殖、中枢神経系、生体防御機構などに重要な役割をはたしている。

亜鉛が不足すると味覚障害、成長障害、皮膚障害、生殖機能不全などさまざまな影響が生じる。爪の根元の三日月型の白い部分に、斑点がでたら亜鉛不足とみられる。

最近の食品添加物の中には金属を除去するEDTAが含まれており、亜鉛などの必須金属が微量のために除かれてしまう。

ノリには一般微量ミネラルのうち亜鉛が特に多い。ただし、亜鉛の過剰摂取は低銅症や善玉コレステロール値の低下を招く。

(3) カルシウム

カルシウムは、骨の材料となるだけでなく、各種酵素を動かす働き、血液の凝固、ホルモンの分泌、細胞分裂、免疫機能、神経や筋肉の働きの調整、心臓の働きの調整など、体の中の重要な生理機能にかかわるほか、精神を安定させたり、食品汚染で問題であるカドミウムやストロンチウムなどの有害無機質がカルシウムに代わって骨をつくる材料になるのを防ぐ。

ワカメにはカルシウムが多量に含まれ、乾燥ワカメの場合、小魚や脱脂粉乳と同程度であり、また、ヒジキのカルシウム分は牛乳の14倍である。

カルシウムはビタミンDによって吸収し易くなり、骨への沈着が促される。ビタミンDはステロイドホルモンからつくられ、紫外線に当たることにより活性化されるので、カルシウムをたくさん取って、日光に当たり、適度な運動をすることで、骨粗鬆症が予防できる。

ストレスや疲労がたまると体の中のカルシウムは尿中にとけ出して体外に排出される。ミネラルの濃度は一定の濃度になるようにコントロールされているので、排出された分は骨から筋肉や血液中に供給される。そのカルシウムにより筋肉が硬く縮こまって、肩こりや腰痛が起こったり、血管が狭くなり高血圧の原因ともなる。

また、カルシウム不足はイライラ感を増すが、それは、カルシウムに神経や筋肉の興奮を鎮静する働きを持つからである。

日本人にとってカルシウムは大変取りにくい栄養成分の一つであり、また、最近ではその吸収を減少させる恐れのある重合リン酸などの食品添加物が加工食品に多く使われている。この重合リン酸は消化吸収されない物質で、カルシウムとの結合力が強く、カルシウムを伴って体外に排出されるので、カルシウムの利用が悪くなる。

(4) 鉄

最近のダイエットブームは偏食に落ち入り、しばしば栄養不良となって貧血を起こす

ことが問題となっている。その多くが鉄不足に起因することが指摘されている。

海藻のミネラルの中でカルシウムに次いで鉄が多く、鉄分の多い卵黄、ホウレンソウ、イワシなどと比べて2～10倍以上もあり、カルシウムとともに鉄分の良い供給源である。

(5) リン

リンも必須ミネラルの一つで、骨の成分である。しかし、リンを多く取りすぎると、リンは体内のカルシウムと結びついて、いっしょに排出される。

リンはインスタント食品や加工食品に各種リン酸塩として多く含まれており、リン酸の過剰摂取に注意する必要がある。ワカメはリンとカルシウムのバランスがよい。

(6) マグネシウム

マグネシウムの役割はカルシウムなどと同等な重要性を持つとされ、特にその比率が重要である。

人体には平均的に30g含まれ、そのうち半分は骨の成分となり、その他筋肉収縮、酵素の賦活因子、神経機能維持、心臓病や腎結石の予防にも役立つ。しかし、マグネシウムはカルシウムと同様人体から排出されやすい性質がある。

カルシウムは小魚類などを食べることで補給できるが、骨の中のマグネシウム量は少ないので、小魚ではマグネシウムの補給は容易ではない。

コンブは一般の野菜類のマグネシウム含有量の約4倍含んでいる。

(7) ヨード

昔から、ワカメやコンブを食べると美しい緑の黒髪になるといわれてきた。

海藻にはヨードが多く含まれており、特にワカメやコンブに多く、コンブ中のヨード含有量は干しコンブの場合100g中180～400mgもあり、しかもその95%以上が吸収、

利用される。

ヨードは甲状腺ホルモンをつくるための材料であり、甲状腺ホルモンは、骨の成長や知能の発達に大きく影響を与えるなど、子供の成長を促進する働きがあり、人間の一生を通して古い細胞を新しい細胞に入れかえる新陳代謝を活発にする働きがある。

ヨード不足になると甲状腺の働きが鈍くなり甲状腺腫（バセドー病）という弊害を引き起こし、新陳代謝が悪くなり肌荒れ、脱毛、疲労などのほか、血液中のコレステロール値の上昇、肥満など、体全体の老化を招く。

また、血液中のコレステロールを低下させる作用があることが報告されている。

しかし、特異的な体質（特に女性に多い）を持つ人が、ヨードを多量に摂取すると甲状腺機能低下症を引き起こすことがある。

そこで、北海道大学の海藻学の権威である館脇教授は一日3グラム（乾燥）のコンブ食で健康管理を提唱しており、自らも実践している。

6 海藻はアルカリ食品

コンブはアルカリ性食品の代表選手と言われるほどカリウム、ナトリウム、カルシウムといったアルカリ性無機質を多く含む反面、リンやイオウなどの酸をつくる無機質が少なく、その強さは食品材料の中でもトップクラスである。

健康な人間の血液は弱アルカリ性であるから、肉食中心の食生活でとかく酸性に傾きがちな血液を中和して、健康な状態に保つ働きをする。

ワカメもアルカリ性食品中でも特にアルカリ度の強い食品で、古来より若返りの薬といわれている。

7 海藻はノーカロリー食品

海藻は、それ自体がノーカロリー食品なので食べても太らない。しかし、ダイエットのためといって海藻に限らず特定の食品のみを大量に食べれば、体に悪い影響を与えか

ねないので、バランスを考えた食事が大事である。

8 薬としても使われていた海藻

昔、日本では「ワカメを食べると産後の肥立ちがよい」といわれていた。また、お隣の韓国でも同じ言い伝えがあるように、いろいろな海藻の体への効果について様々な言い伝えがある。そうしたことから、海藻が日本人と深く結びついていたことが伺われる。このように我が国では海藻は古くから民間薬として人々に親しまれてきたし、漢方薬としても使われてきた。

【主な薬効】

コンブ：高血圧、水腫、風呂に入れて温浴を続けると皮膚病・神経痛・中風

アラメ、カジメ：婦人病、風呂に入れて温浴を続けると皮膚病・神経痛・中風

ワカメ：産後の古血を清める

モズク：コブ、腫れ物

アマノリ：脚気、コブ

マクリ：虫下し（マクニン）

アオノリ：コブ、痔、胃病

民間伝承と同様、中国では二千年も前から海藻を薬用として利用してきた。また、古代中国は、ヨード欠乏による甲状腺腫の風土病が多かったため、ヨードを多く含むコンブを日本から輸入し薬用に使われていたほか、不老長寿の薬として珍重していた。

さらに、近年、海藻中に抗菌、抗カビ、抗ウイルス、抗がん、抗原虫、抗腫瘍、抗酸化成分などが見いだされたり、また、最近注目を集めているタラソテラピー（海洋療法）のひとつに海藻浴があることなど、海藻を医薬品や医療分野で利用する研究が進められている。

XI ワカメ・コンブを使った浜料理

近年、海藻の特に食物繊維の効用が明らかになり、その価値が大きく見直されている。また、食品加工技術の進歩もあって、折からの健康食品ブームもあり海藻が広く普及してきている。

宮城県におけるワカメやコンブを使った浜料理についての歴史を記載したものは稀であり、農文協が出版した「日本の食生活全集」の「宮城の食事」にもメカブとろろとワカメご飯が紹介されているだけである。

そこで、各沿岸漁業協同組合に調査を依頼したところ、唐桑町、大島、松岩、本吉町、歌津町の5漁協から浜料理として古くからの伝統を受け継ぎながら、さらにアレンジを加えたものなど合計42種類が寄せられたので、これらを以下に分類して取りまとめた。

- 1 炒め物
- 2 揚げ物（天ぷらを含む）
- 3 煮物（巻物を含む）
- 4 佃煮
- 5 和え物
- 6 サラダ（酢の物を含む）
- 7 漬け物
- 8 きざみ物
- 9 飯物・汁物
- 10 その他手軽な食べ方

また、ワカメやコンブ料理の参考として漁連等のパンフレットの外、①下閉伊三陸の味健康料理（岩手県宮古保健所）、②ザ浜料理インいわてー九戸地区ー（岩手県水産試験場、久慈地方振興局）、③北海道の昆布で作る煮もの・漬け物（北海道漁業協同組合連合会・北海道昆布普及協議会）といった指導書等も発行されている。

1 炒め物

(1) すき昆布の炒め物

主な材料 すきコンブ、油揚、調味料適量

人参、糸こん、醤油、砂糖、サラダオイル、一味唐辛子

作り方

① すきコンブは水にもどし、人参は千切りにする。

② 糸こんは水で洗い2～3cmの長さに切る。

③ 油揚は2～3cmくらいに千切りする。

(油抜きをしてもよい)

④ 油(小さじ1杯)をなべに入れ熱くなったら①～③の材料を入れ、
柔らかくなるまで炒め、できたら味を調える。

※1 好みで一味唐辛子を少々ふる。

※2 野菜は何でも良く、ごぼう、れんこん、たけのこ、いんげんなど季節によって変える。

[ミニ知識1：油を使うとカロチンの吸収が良くなる]

ビタミンAは脂溶性であり、油と一緒に取ると吸収率が3倍に増える。

(2) ワカメと野菜の炒め物：酒のつまみ、ご飯のおかず最適

主な材料 ワカメ300g、玉ねぎ、人参等、醤油、油(ごま油)、みりん(酒)、調味料

作り方

① 玉ねぎ、人参を細く切り、ワカメと一緒に炒める。

② 調味料を加え味を調べてでき上がり。

※1 その他の材料として、キャベツ、ピーマン、豆腐などを加えても美味しい。

※2 豆腐を加えるときは、熱した鍋に油を入れ、そこで手で小さくちぎった豆腐

を5分位煮てから野菜を加え、味付けする。

[ミニ知識2：栄養、味を生かすワカメのもどし方]

戻しすぎのワカメの表面がヌルヌルするのはアルギン酸が溶け出したためであり、長く水に漬けないことが大切である。

湯通し塩蔵ワカメは、良く塩を振り落とし、何回か水を換え手早く戻すのがコツである。

2 揚げ物（天ぷらを含む）

（1）すきコンブの天ぷら

主な材料 すきコンブ、玉子、小麦粉、カレー粉

- 作り方
- ① すきコンブは小さく切る。
 - ② 小麦粉にカレー粉を混ぜてから玉子と水でコロモを作る。
 - ③ 低温で揚げる。
 - ④ 塩、山椒をふって食べる。

（2）ワカメの揚げ物

主な材料 ワカメ、天ぷら粉、油
(ゴボウ、玉ネギ、人参)

- 作り方
- ① ワカメは水にもどし、ザルに入れてよく水を切る。
 - ② ①を2～3cm長さに切る。
 - ③ 天ぷら粉に水（又は玉子）を加え、適当のかたさに調整する。
 - ④ ③の中に②を入れ180℃位の温度で揚げる。

※その他、ゴボウ、玉ネギ、人参などの千切り野菜を混ぜて揚げた野菜揚げも美味しい。

(3) ワカメの一口春巻き

主な材料 ワカメ、しいたけ、人参、おから、春巻きの皮

- 作り方
- ① ワカメ、しいたけ、人参をみじん切りにする。
 - ② ①におからを入れて味付けし、油で炒める。
 - ③ ②を春巻きの皮に包んで、油で揚げる。

[ミニ知識3：湯通し塩蔵ワカメの保存方法]

長時間、日光や蛍光灯に当てると品質が低下するので、冷蔵庫保管が最適。
また、水で塩抜きしたワカメはできるだけ早めに食べ長時間置かない。

(4) すきコンブとひき肉のからみ揚げ

主な材料 すきコンブ、豚挽肉、人参、いんげん、かまぼこチーズ

- 作り方
- ① すきコンブは6枚切りにする。
 - ② ひき肉に塩コショウをして10分位寝かす。
 - ③ 6枚切りのすきコンブの上に②を3mm位の厚さにのぼし、人参、いんげんを芯にして巻く。
(太く巻き過ぎないように注意)
 - ④ ③を低温で揚げる。

※12枚切りの場合は、ひき肉にすきコンブとかまぼこチーズ巻き、小麦粉又はパン粉をつけ、低温で揚げる。

3 煮物（巻物を含む）

（1）豚肉のワカメ巻

主な材料 豚薄切り肉、小麦粉、ワカメ、カンピョウ、みりん、砂糖、酒、醤油

- 作り方
- ① ワカメは水にもどし、水気を切る。
 - ② カンピョウは洗って塩モミし、柔らかくして、水気をとる。
 - ③ 豚肉は広げて小麦粉を薄く振りかけ、ワカメを平らにのせて、端から巻く、2～3カ所カンピョウでしばる。
 - ④ 鍋に水と調味料でタレを作り③を加えて煮汁がなくなるまで煮る。
 - ⑤ 適当に切って盛り付ける。

【ミニ知識4：コンブを使う前に】

コンブの表面についている白い粉であるラミナリンは旨味を作る成分である。
コンブを水洗いすると流れてしまうので、洗わずに絞ったフキンで砂や汚れを拭くだけにする。

（2）サンマ・野菜・コンブ巻

主な材料 サンマ4匹、コンブ、人参、ごぼう(中)、ニンニクの芽、
生姜(大)、カンピョウ、レモン

調味料（だし汁、醤油1カップ、みりん1カップ、酒50g、梅干し2個、
砂糖50～60g、たかの爪少々、コショウ少々、生姜(大)1個）

- 作り方
- ① サンマは3枚におろし、塩コショウをサッとまぶす。
 - ② コンブは水洗いして良く水分をふき取る。
 - ③ 人参、ごぼう、ニンニクの芽はコンブの幅に細長く切る。
 - ④ カンピョウは水にもどして良く洗い、水を切る。

- ⑤ 生姜も千切りにする。
- ⑥ 材料がそろったら②のコンプを15～20cmに切り、まな板の上に広げ①のサンマを並べ、その上に③を並べて巻き④のカンピョウで結ぶ。
- ⑦ 鍋に上の調味料と⑤を全部入れ、味を調べてから⑥を入れ、味が良くしみこんだら冷ます。
- ⑧ 適当な大きさに切り器に盛り付けする。

(梅干しは、サンマの臭みを無くすため又栄養のバランスにも良い。

この料理のエネルギーも満点)

※早煮コンプとサンマだけのコンプ巻きもシンプルで美味しい。その場合のサンマは少し乾かした物を3～5cmくらいに切って使う。

〔ミニ知識5：煮物用のコンプ〕

ミツイシコンプが早く煮え、味も良い点で優れている。

ナガコンプやホソメコンプも煮物や加工品の方が適している。

「さお前コンプ」(早煮コンプ)は成長前の若芽を採ったもの(柔らかい)で炒め物、サラダにもよい。

(3) ワカメのヘルシー煮：10分もあればOK

主な材料 ワカメ、しめじ、えのき、こんにゃく、人参
 みりん、だし、醤油、水

- 作り方
- ① 塩抜きしたワカメはざく切り、キノコ類は、小房に分ける。
 こんにゃく、人参は短冊切り。
 - ② 鍋に、水1/2カップ位、ほんだし、人参、こんにゃくを入れ、一煮立ち後キノコ類を加え、みりん、醤油を入れ5～6分煮る。
 - ③ ②の具が煮えたらワカメを入れて味を調べてでき上がり。

(4) ワカメとウニの煮物 : 山海の味を楽しむ

主な材料 ワカメ200g、ウニ(生)100g、ホウレン草100g、玉葱(中)1個、
醤油、みりん

作り方 ① ワカメ(なるべく葉の部分)をウニ、野菜と一緒に5分位煮込む。
 ② 醤油、みりんでき味を整え出来上がり。
 (ウニのコクのある味、ワカメの風味そして野菜の甘味がマッチ)

4 佃煮

(1) 引きコンブと野菜の佃煮 : エネルギー、カルシウムともに満点

主な材料 コンブ、人参、ゴボウ、凍り豆腐、生しいたけ、青豆、煎りごま
調味料 チーズ20g、たかの爪少々、生姜(小)1個、醤油大さじ4、
みりん大さじ4、砂糖大さじ5、酒大さじ3、塩少々

作り方 ① コンブは水にもどし良く水を切る。
 ② 人参は千切りにする。
 ③ ゴボウは同じように切り、水に入れアク抜きして水を切る。
 ④ 凍り豆腐もお湯でもどし、良く洗い水気を切って細切りにする。
 ⑤ 生しいたけは石付きをとり、さっと洗い水気を切って細切りにする。
 ⑥ 青豆は塩ゆでし、冷ます。
 ⑦ 生姜はみじん切り。
 ⑧ 材料がそろったら鍋にチーズを入れて溶かし、①～⑤の材料を入れて
 良く混ぜる。
 ⑨ 良くなじんだら調味料の醤油～酒までを入れて良く混ぜる。
 ⑩ 汁がなくなったら青豆、煎りごまを入れて混ぜ、出来上がり。

[ミニ知識6：海藻は大豆とのコンビで栄養倍加]

コンブと大豆の煮物、ワカメと豆腐の味噌汁など、海藻と大豆のコンビ料理は多いが、この組み合わせは味が良いだけでなく、栄養的にも優れた相乗効果を発揮する。

大豆に含まれるサポニンの「サポ」は石鹼を意味し、大豆は煮ると石鹼のように泡が立ち、水と油の両方に溶け易い性質を持っている。海藻は油を浸透させ難いが大豆のサポニンには脂肪を細かい粒状にし、水とあわせる作用があるので海藻を柔らかくし、脂肪分を吸収しやすくする。サポニンには体内ヨードを排出してしまう欠点があるが、それを補うのが海藻に含まれるヨードである。

(2) コンブの佃煮

主な材料 コンブ、白ゴマ、醤油、みりん、砂糖

- 作り方
- ① 塩蔵コンブはよく塩気をとる。
 - ② コンブの幅3～4cm位にして結び、だし汁で柔らかくなるまで煮る。
 - ③ ②に醤油、みりん、砂糖、調味料を入れて弱火でゆっくり煮る。
 - ④ 仕上げに白ゴマをふる。

※ その他煮るときにシーチキンや干しシイタケの千切りを加えても美味しい。

5 和え物

(1) ワカメとキュウリと春雨の和え物

主な材料 ワカメ、キュウリ、春雨、マヨネーズ

- 作り方
- ① ワカメは水にもどして2～3cm長さに切る。
 - ② キュウリは適当の厚さに切る。
 - ③ 春雨は水にもどし、柔らかくなったらお湯でゆで上げる。
 - ④ 材料がそろったらボールに入れマヨネーズで和えて出来上がり。

(2) ワカメの黄身酢和え

主な材料 ワカメ、玉子、酢、片栗粉

- 作り方
- ① 玉子の黄身を酢でとき、片栗粉を入れトロミがつくまで温める。
 - ② 少し冷ましてから刻んだワカメを混ぜる。

[ミニ知識7：酢との組み合わせでミネラル吸収率アップ]

ワカメのミネラルはアルギン酸と結びついていることが多く、酢によってミネラルがアルギン酸と分離され、調理した段階で、すでに酢の中に引き出されるので、酢ごと食べるとミネラル類の吸収率が上がって、有効に利用できる。

(3) メカブ、イカの和え物

主な材料 メカブ、イカ、根生姜、うま造り正油

- 作り方
- ① メカブは細切りにして湯通しする。
 - ② イカは刺身状に造り湯通しをする。(半ゆで)
 - ③ ①②と千切りした根生姜を和え、だし醤油をかけて食べる。

※ワカメ・メカブ・ネギを使っての共和えも美味しい。

(4) ワカメの梅肉あえ

主な材料 ワカメ、梅干、白ごま、カイワレ、青じそドレッシング

- 作り方
- ① ワカメは食べやすい大きさに切る。
 - ② 梅干は種をとり、細かく刻んで裏ごしする。
 - ③ ワカメと②、カイワレを混ぜ合わせ、青じそドレッシングで味つけする。
 - ④ ③の上に白ごまをふって出来上がり。

6 サラダ (酢の物を含む)

(1) ワカメ、かぶの葉、大豆、桜えびドレッシング和え：カルシウム、カロチン、
ビタミンCがたっぷり

主な材料 ワカメ適当、かぶの葉一束分、しいたけ4枚、大豆素材缶、
桜えび10g、ドレッシング、生姜1と1/2、長ネギ1/4、ニンニク少々、
醤油大さじ1/2、酢大さじ1と1/2、塩、ごま油、砂糖大さじ1/2

- 作り方
- ① ワカメは真水でよく洗い食べやすく切る。
 - ② かぶの葉は柔らかそうなら3cm長さに切り塩をまぶす。
堅そうならサッとゆで、水にさらして水気を絞る。
 - ③ しいたけはゆでて縦にさく。
 - ④ ペーパータオルに桜えびをのせ、レンジに20秒～30秒かけカリッと
させ、手で粗くつぶす。
 - ⑤ 長ネギ、ニンニクはみじん切りにし、生姜はすりおろす。
 - ⑥ ①～⑤に大豆素材缶をまぜて器に盛りドレッシングをかける。

(2) コンブと大根のサラダ

主な材料 コンブ、大根、青じそドレッシング

- 作り方
- ① コンブを水炊して千切りにする。
 - ② 大根も千切りにする。
 - ③ ①②を和え、青じそドレッシングを振りかける。

(3) ワカメサラダ

主な材料 ワカメ、春雨、ハム（ソーセージ）、キュウリ、
マヨネーズ（中華ドレッシング）

作り方 ① ワカメは水洗いして水を切る。
② 春雨はゆでて水洗いし、水を切る。
③ ハム、キュウリは千切りにする。
④ 以上の材料をマヨネーズか中華ドレッシングで和える。

(4) すきコンブといかの酢の物

主な材料 すきコンブ、人参、イカ、砂糖、酢、ごま

作り方 ① すきコンブは水にもどし3～5cmの長さに切る。
② 人参は千切りにする。
③ イカは、ゆでて輪切りにする。
④ 酢と砂糖、醤油少々でタレを作る。
⑤ ④に①②③を混ぜあわせ、ごまを入れて少し漬け置きし、味がしみてから食べる。

7 漬物

(1) ワカメ茎の粕漬

主な材料 ワカメ茎、粕、砂糖

作り方 ① 塩ワカメの茎は手早く水洗い。
② 茎に粕と砂糖をまぜ、味がしみ通るまで漬けてから食べる。
(重し石をする)

(2) 生茎の漬物

主な材料 生茎10cm程のもの10本、塩、醤油、みりん、コショウ、七味他
(ピーマン等を加えてもよい)

作り方 ① 生茎を細く切り6時間位塩漬する。
② 水で塩抜きをし、醤油、みりん、調味料で味を調える。

(3) ワカメの茎漬

主な材料 ワカメの茎(中芯)、人参、根生姜、キャベツ、醤油、みりん

作り方 ① ワカメの茎は水洗いし、3～5cmの長さで細めに切る。
② ①に人参の千切りを混ぜる。
③ 醤油とみりんを沸騰させて冷ます。
④ ③に②をまぜ、根生姜の千切り又はすりおろしを加える。
(このまま食べることができる)
⑤ 1～2日漬け、食べる直前にキャベツの千切りを混ぜる。

※1 ワカメの茎は、生で使う他にシブミを取るためゆで上げて水にさらして使っても良い。

※2 つけ汁は好みにより砂糖を加える。

※3 ④の段階でけずり節又はさきいかを加えても良い。

8 きざみ物

(1) メカブとろろ

主な材料 メカブ、ネギ(根生姜) かつお節、うま造り醤油(砂糖、調味料)

作り方 ① メカブをよく水洗いして、茎を取り除く。

② 熱湯をかけ、小さく刻むか、又はメカブを刻んでお湯をかける。

メカブの色が変わったら、それを水でサッと洗い水を切る。

(カッターよりまな板で小さくきざんだ方が味がよい)

③ ネギは小口又はみじん切りにする。

④ ②③を混ぜ合わせ、うま作り醤油と花カツオで和える。

(ご飯にかけて食べても美味しい)

※1 ネギの代わりに根生姜のすりおろしを入れてもよい。

※2 好みにより砂糖、調味料を加える。

(2) ワカメのふりかけ・即席みそ汁 : 鉄分、ミネラル、カルシウム、ビタミンC、
ビタミンDが多い

主な材料 ワカメ、煎りゴマ、乾燥小えび、梅干しの葉、煮干し
(粉チーズ、スキムミルク)

作り方 ① ワカメは真水で洗い乾燥させ細かく砕く。
(カッターを使ってもよい)

② 煎りごまはナイロンの袋に入れ麺棒でサッとたたく。

③ 乾燥小エビも②に同じ。

④ 梅干しのしそ葉は汁気をしぼり、レンジで乾燥させてから細かく砕く。

⑤ 煮干しもカッターで細かく砕く。

⑥ ①～⑤をあわせて出来上がり。

⑦ お茶漬け、みそ汁にする場合には大さじ一杯位使う。
好みに合わせて粉チーズやスキムミルクを適量入れてもよい。

9 飯物・汁物

(1) ワカメご飯

主な材料 米、ワカメ、人参、ごぼう、シラス干し、砂糖、醤油、みりん、油

- 作り方
- ① 米は炊く30分前に洗って水を切り、一割増しの水加減でご飯を炊く。
 - ② ワカメは洗って水を切り、細かく切る。
 - ③ 人参は千切り、シラス干しは洗い水を切る。
 - ④ フライパンに油を熱し②を入れて炒め、次に人参を炒め、人参が柔らかくなったらシラス干しを加えて炒める。
 - ⑤ 調味料で味付けをする。
 - ⑥ 炊き上がったご飯に⑤を入れ混ぜ合わせる。

※その他にワカメご飯の新しい食べ方としてワカメと、とろけるチーズを細かく刻んで、ご飯に混ぜるのもある。

(2) ワカメ汁

主な材料 ワカメ、だし汁、味噌、調味料

- 作り方
- ① 乾燥ワカメは火で焼いて、小さく刻む
(缶に入れておくと保存できる)
 - ② だし汁に味噌を入れ、調味料で汁の味を調える。
 - ③ ②に小さく刻んでおいたワカメを入れる。

10 その他手軽な食べ方

その他にメカブやワカメをラーメン、焼きそば、焼きうどんに適当に切って加えたり、バター炒めやメカブをフライパン等で焼いて好みのタレ（ポン酢や焼き肉のタレ）に付けて食べるなど海藻自体の風味や食味を素朴に味わう食べ方もある。

[ミニ知識 8 : ダシコンブの特徴]

マコンブ：最高級品として上品な甘味を持つ。だし液は透明でまろやか。かむほどにコクがでてくる。

リシリコンブ：値段も割合安く、透明でマコンブより塩味があり、上品な味はダシをとるのに向く。

ラウスコンブ：薄い黄色で独特の旨味があり、濃いコクのあるダシがとれ使いなれるとおいしい。高級コンブ菓子に使われる。

ミツイシコンブ（ヒダカコンブ）：一般家庭でダシ用によく使われるとともに柔らかく煮えやすいので、おでん、佃煮、コンブ巻きなどの煮物に適する。

水コンブ：コンブの1年目の葉体で肉が薄く、味わいも薄い。主にダシコンブとして市販される。

[ミニ知識 9 : ダシの取り方]

コンブは水に浸してダシをとる。コンブの旨味の主成分であるグルタミン酸ナトリウムは、冬なら3時間以上、夏で1時間くらい水に浸しておくで溶け出る。

このように、コンブを水に浸してとるダシ汁を「精進ダシ汁」と呼ぶ。

水に浸しておく時間がないときは、加熱するが、沸騰する直前にコンブを取り出す。このとき煮立てると逆に旨味を損なう成分が溶け出す。たとえばヌメリのもとであるアルギン酸が溶け出るとドロツとしたしまりのない味になる。ダシがらは佃煮、煮物、コンブ巻に再利用できる。

参考及び引用文献

- 海藻のはなし，新崎盛敏・新崎輝子著，東京大学出版会（1978）
- 海藻学入門，西澤一俊著，講談社（1989）
- 日本俗信辞典（動植物編），鈴木棠三著，角川書店（1982）
- 海藻資源養殖学（水産養殖学講座10），徳田廣・大野正夫・小河久朗著，緑書房（1987）
- ワカメの養殖（水産増養殖叢書2），斉藤雄之介著，日本水産資源保護協会（1964）
- 浅海養殖，(社)資源協会編，大成出版（1986）
- 食用藻類の栽培（水産学シリーズ88），日本水産学会監修，恒星社厚生閣（1992）
- 養殖ワカメの病虫害，岩手県栽培漁業センター（1986）
- 宮城県気仙沼水産試験場研究報告第8号，気仙沼水産試験場（1989）
- 昆布，中嶋暉浩編，(社)昆布協会（1986）
- 昆布の道，大石圭一著，第一書房（1987）
- シー・ベジタブルー健康のための海藻読本ー，大房剛著，講談社（1985）
- 海藻の本ー食の源をさぐるー，西澤一俊・村杉幸子著，研成社（1988）
- 海藻の科学（シリーズ食品の科学），大石圭一編，朝倉書店（1994）
- 食材図典ーFood's foodー，小学館（1995）

本書の利用にあたって

アメリカ合衆国が経済的発展を続けていたころ成人病も急速に増えて大問題となったことがあります。そこで合衆国議会の委員会（マクガバン委員長）が世界中の食事を調査したところ、日本食が低脂肪でビタミン、ミネラルが豊富に含まれており、人間にとって理想的食事であるとして、委員長は「日本食は『哲学者の食事』である」と言ったそうである。また、30年ほど前、合衆国の海藻学者が日本の研究者に「50年後には、人間は海藻を野菜を食べるがごとく、食べるようになる」と予言したと聞いております。

ワカメなどの海藻は日本人にとって古くからごく普通に見られる海藻として親しまれ、日本人の健康管理の一翼も担ってきました。しかし、日本においても成人病が社会問題化し、健康食ブームやダイエットブームが流行るなど、「食」に対する混乱が見られます。

そのような中、北海道大学の舘脇教授は、海藻が特に水溶性食物繊維とミネラルを多く含んでいることから、海藻を毎日食べて、健康管理する「藻食論」を提唱されています。

宮城県は、日本でのワカメ養殖の発祥の地として、また、岩手県に次ぐ国内第二位の生産地として主要な地位を占めています。

しかし、韓国産や中国産の安価なワカメが輸入されるなど、その社会的環境が厳しさを増す中で、高品質の「三陸ワカメ」ブランドを、戦略上優位に進めるためにも、生産から加工に至る一層進んだ技術管理と商品開発が求められています。

さらに近年になり、急速に海藻が食用としてばかりでなく、医薬分野など世界中の多くの分野で注目されるようになるなど情報の収集や発信について、多面的に留意する必要があります。

今回、ワカメ・コンブ養殖を主とし、海藻全体を多面的に見直すための「入り口」ともなるように水産業専門技術員、水産業改良普及員並びに水産研究開発センターの職員が各々分担して取りまとめました。

また、取りまとめるにあたり水産庁東北区水産研究所の谷口和也博士には、御多忙にもかかわらず貴重な御助言を頂いております。ここで改めて御礼を申し上げます。

最後に、本編が「宮城のワカメ」や「宮城のコンブ」など海藻類の養殖への将来展望を開くための一助となることを祈念しております。

