美味しい海苔ができるまで

佐賀県　有明海再生課　　川村　嘉応

Ⅰ．有明海と海苔

＞＞有明海の意味は一語源（由来）はなんでしょうか!!

有明海という名称はどこからきているのでしょうか。有明という名称は、日本語大辞典によりますと、陰暦16日以後「月が空に残っていながら夜が明けること」、「広く夜明けを言う」、「有明提灯の略」、「有明桜の略」とあります。写真１は平成18年10月8日の午前6時の西の空（左）、午前6時30分の東の空（右）です。このように満月の時に月が空に残りながら夜が明ける、つまりは夜が明けている状態を「有明」と呼ぶのではないでしょうか。ここから有明海という名称が生まれたと思われます。このように東の空と西の空が同時にみられるのは、山の頂きから見た風景でしょうか。とすれば天山からでしょうか。私達は一般的に有明海と言っておりますが、有明海という名称は歴史的にはあまり早くからは使われていませんでした。恐らく前の海、前海、筑紫の海、そういった名称で使われ、現在にいたっているのだと思います。佐賀県では佐賀県地理小史が、明治17年に発行されていますけれども、この中に「有明」沖という名称が出てきています。また大牟田市早米来町の早米来略史（明治23（1890）年：正保２年から明治23年までの 245年間の出来事を記した文献）の中に、「寛政４年（1792年）雲仙岳の崩壊により海水大いにあふれ有明の海岸に溺死…」あるいは「有明海の東岸は肥後と筑後と境界を接し…」と出ていますので、明治23年には有明海の名称は使われていたことになります。

写真1　有明海の夜明け

1	北海道	岩見沢市有明町
2		苫小牧市有明町
3		三笠市有明町
4		滝川市有明町
5		恵庭市有明町
6		厚岸郡有明町
7		札幌市清田区有明
8		苫前郡初山別村有明
9		勇払郡鵡川町有明
10		天塩郡豊富町有明
11	新潟県	新潟市有明大橋町
12		新潟市有明台
13		新潟市.西有明町
14		岩船郡神林村有明
15	宮城県	東松島市赤井有明
16	茨城県	土浦市有明町
17		高萩市有明町
18	東京都	江東区有明
19	長野県	安曇野市有明
20	岐阜県	岐阜市長良有明町
21	静岡県	静岡市有明町
22	富山県	富山市有明町
23		小松市有明町
24	福井県	大野市有明町
25	島根県	益田市常盤町有明町
26	香川県	観音寺市
27	福岡県	大牟田市有明町
28		柳川市有明町
29	大分県	佐伯市有明浦
30	佐賀県	白石町有明
31	長崎県	雲仙市愛野町有明
32		島原市有明町
33	熊本県	荒尾市蔵満有明
34		長洲町有明
35		天草市有明町
36	鹿児島県	志布志市有明町

図1　全国の有明という名称の位置図

>>有明は全国に36箇所あり！

有明が非常に親しみのある名称なので、有明と称する地名が、全国にどのくらいあるか調べてみました（図１）。全国で36ヶ所。有明という地名、町であったり、区であったり、例えば、東京であればテニスコートとして時々テレビにも出てきます有明コロシアムといった名称もあります。北から北海道の恵庭・札幌・苫小牧、宮城・新潟・富山・静岡・香川県など全国津々浦々だけでなく、内陸でも色々な場所にあります。佐賀県では、白石町有明、合併前は有明町でした。それから、福岡県の柳川市、大牟田市、荒尾市の有明、長崎県には島原市有明町、長崎県愛野町には有明という地名があります。それから熊本県天草市にも有明、そして志布志湾が有明湾という名称で呼ばれています。色々な地域で有明という名称が使われています。現在、有明海といえば九州の有明海という名称しかないでしょう。私が見つけた地域は36箇所ですが、他にもまだあるかもしれません。探してみてください。

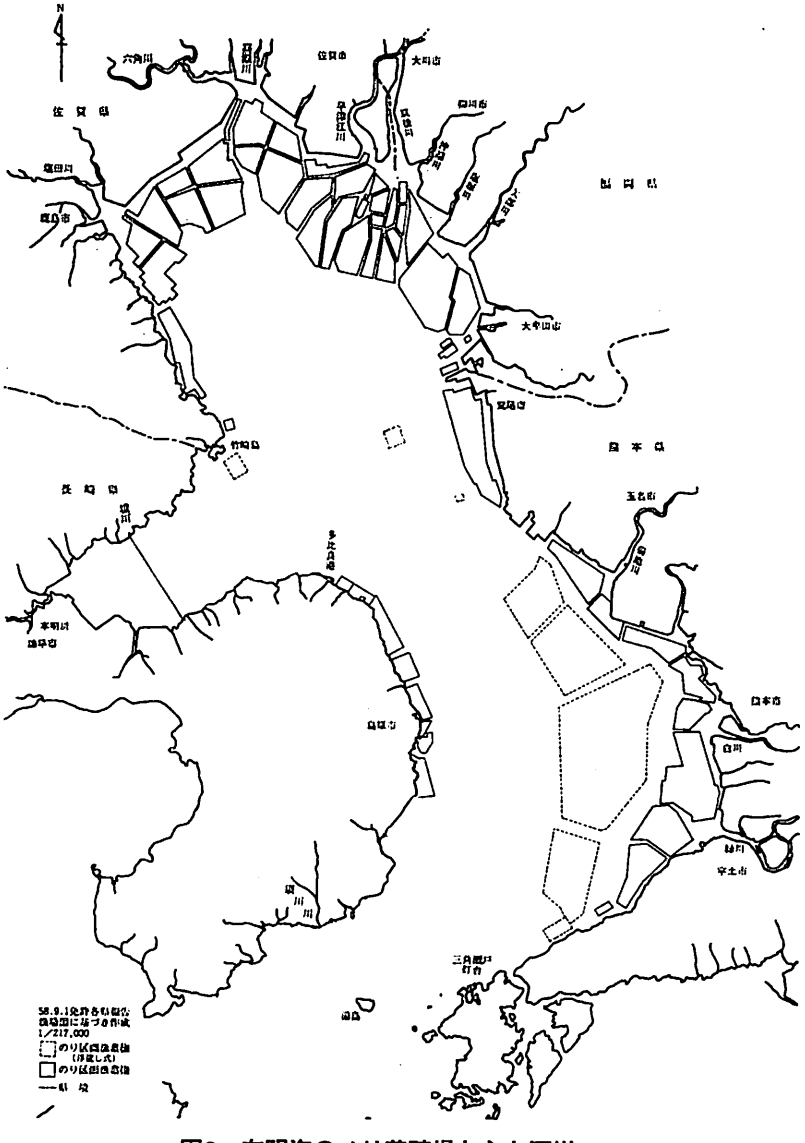


図2　有明海のノリ養殖場と主な河川

>>ノリ養殖にも適所あり！

この有明海での主要な産業がノリ養殖です。どうして有明海はノリ養殖に適しているのでしょうか。ノリ養殖には、海苔の生長のための適度な栄養が必要です。環境として流速、大きな干満差といった条件が揃っていることが重要で、こういう場所、地域が、ノリ養殖の一大生産地になります。ちなみに、現在、日本でノリ養殖が行われている最北端は北海道のサロマ湖・厚岸湾、最南端は鹿児島県の出水です。有明海には、図２のようにノリ漁場があります。

>>ノリはどのような栄養が必要でしょうか。

ノリは藻類＝植物ですので、光合成によって命を永らえます。光合成は、光、二酸化炭素、水を利用して身体をつくり、そのときに栄養塩を必要とします。栄養は窒素とリンとカリウムの３大栄養素といわれている元素です。カリウムはたくさんありますので、窒素とリンが不足しますと栄養不足となってしまいます。ノリが栄養塩不足になると色落海苔といって全く製品価値のない黄色い乾海苔となります。主な窒素とリンは、川から流れ込み、流れ込んだ栄養塩は、海底にも蓄積され、風が吹いたりすると溶けて出てきます。フロキュレーションといって泥粒子に吸着されたリンなどの栄養塩は、風、潮流などで離れて再び海水中に溶け出します。この現象は河口のところで起こります。ただ溶け出しは水温が低くなると止まります。ですから栄養源としての川が非常に重要です。有明海には筑後川をはじめたくさんの川が流れ込んでいます。一級河川である筑後川、六角川、白川、緑川、菊池川、矢部川、本明川、嘉瀬川の８河川（図２）、二級河川は104（佐賀県28河川）、合計で112河川があります。そういった河川水が入って来る河口域が、海苔の主産地です。一番良い産地であって、味の良い高品質の海苔がとれる海域です。有明海に流れ込む水量は、年間82億トン、河川水中の１トンに含まれる窒素量は約1g、リン量は約70mgと報告されていますので、それぞれ8200、574トンが有明海に流れ込みます。栄養塩が豊富な海といわれる由縁です。栄養塩だけではありません。この河川水が海水と混じってノリ養殖に適した塩分濃度になります。淡水の流入によって塩分濃度が下がりますので、有明海奥部の塩分濃度は外海に比べると、低い傾向にあります。外海の塩分濃度は、実用塩分でおよそ33（比重で1.025）、有明海湾奥部ですと梅雨時期はおよそ21（比重で1.015位）、普通は30位（同じく1.022）です。

【コラム１】 ノリ養殖でよく使用される単位

塩分濃度の表し方：海水にはナトリウム、塩素、即ち塩、マグネシウム、カリウムなど様々成分が含まれています。その含量を表す塩分濃度は、現在、電気伝導度計で測定していますので、実用塩分で表し、単位はありません。一方、海水にはこれらの成分が含まれて淡水よりも重くなります。その割合を表すのが比重です。比重は、淡水が1.000、海水は約1.022位です。ただノリ養殖では、1.0の部分を省略して慣例として、22と表しています。30という実用塩分は、30‰＝3％＝30,000 ppm と表すことができます。

栄養塩の表し方：海水中の無機態の硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニウム態窒素を加算した溶存無機態窒素（Dissolved Inorganic Nitrogenを略してDIN）がノリにとって必要な栄養塩としてあげられます。海水中のDINとして7μg・at/L（＝100μg/L）以上あれば、正常な海苔が生産されます。

干潟は、泥、砂泥、砂で成り立っていますが、その泥は＋イオンに帯電していて、－イオンである金属や有機物成分を吸着して海底に沈降し堆積します。しかし、干潟の泥や砂には、光がよくあたり、光によって干潟上の有機物などはよく分解されます。干潟には、有害物質は少なく、海苔の成分としても有害物質が少ないということに繋がります。有明海の干潟面積は、192 km²（10,000m²＝1 ha＝100a）で有明海面積1,700km²の 11.3％です。東京湾は0.5％、瀬戸内海は1.2％ですので、有明海干潟が海に与える効能は、他の海域に比べて群を抜いています。

>>ノリに必要な流れ

ノリ養殖に適した環境という意味で有明海に良い面があるのですが、ひとつは潮流が非常に速いことです。時速で1km（秒速28cm）から13km位（秒速216cm）の時もあるのです。大きな干満（潮位）差、最大6m。この6mというのはあくまで湾奥部の住之江港で大潮のときに6mの干満差があるということです（写真２）。これによって潮流が生まれます。しかし、小潮の干満差は最低１mとなり、干満差は小さく流れも非常に遅くなります。

例えば、熊本とか天草とか、南の方に行けば行くほど大潮でも4，3mというふうに小さくなります。

ですから6mというのはあくまで最大干満差です。いっぽう、白石町地先の1km地点の流速ですと、大潮では48cm（平均25cm）、小潮では40cm（平均17cm）くらいあります。大潮と小潮との流速差は、平均でも68%も違います。当然、東の漁場と西の漁場でも異なります。干満差があり潮が流れますので、ノリ葉体にそれだけ栄養塩が行き渡りますし、炭酸ガスも供給しますので、ノリの生長＝養殖にとって、良い条件が揃っていることになります。

写真2　干満差の状況（満潮(上図)、干潮(下図)）

>>ノリの養殖方法

養殖に適した立地環境というのがあります。海水面の高さが周期的に昇降する現象を潮汐と呼び、潮汐によって出来る干満差は、流れを作ります。干満差が大きいところでは、ノリの養殖方法として支柱（しちゅう）式という方法をといっています。写真のように潮汐に合わせ網の張り込み位置を変える方法（図３）です。大潮では、低く、小潮の時には高く網を張らないと同じ時間乾燥させることができません。有明海奥部海域は、比重が低いですから、病気が発生しやすく、場合によっては大被害になります。これを止めることが出来るのは、1日1、2回乾燥させることです。ですからこの支柱式が適しています。有明海では大潮時には午後、小潮時には午前中に干潮時間がきますので、それによっても乾燥具合が変わってしまいます。また網が空中にある時間は、網と海水面との位置によってかわります。すなわち、この網の張り方が、ノリの生長や、病害対策、海苔の品質に影響を与えます。漁業者さんの腕の見せどころですね。

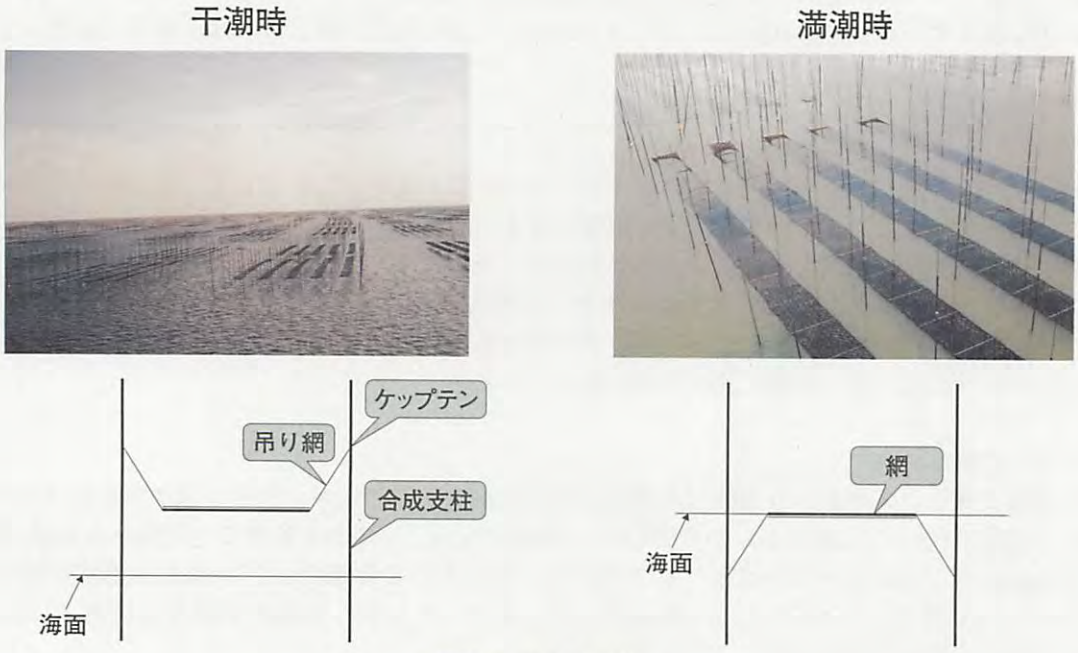
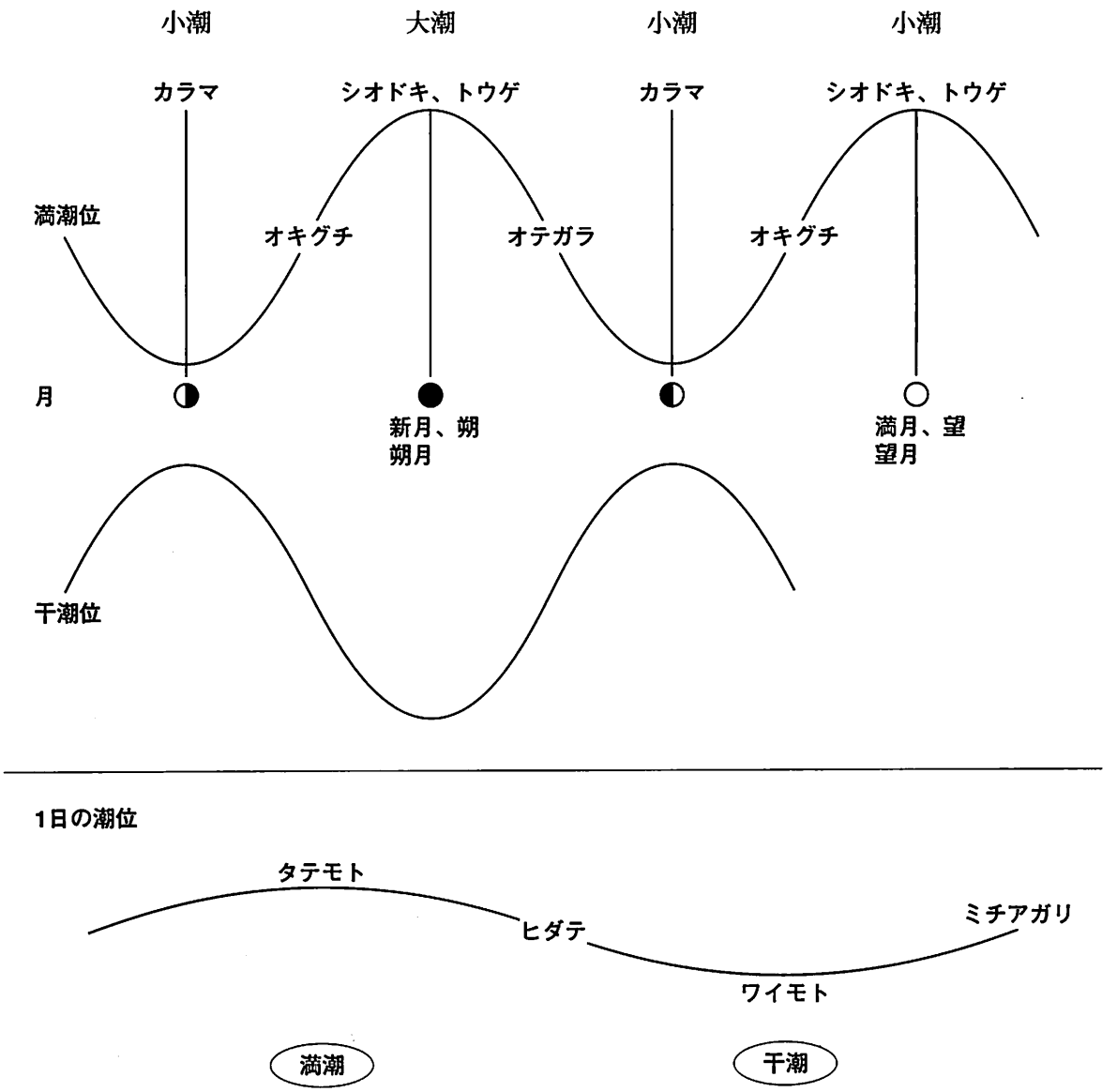


写真3　支柱式養殖

【コラム２】潮の呼び方

佐賀県で使用されている潮の呼び方を下図に示しました（横尾一成氏提供）。



Ⅱ．有明海苔は何故おいしい！

＞＞海苔の味は何によって決まっているでしょうか。

海苔の味は、アミノ酸、遊離糖、核酸、有機酸と各種の無機塩類が微妙に混じり合って醸し出します。味に優れた海苔ほど、アミノ酸、核酸が多く、糖、有機酸が少ないのです。佐賀海苔は美味しいと言われますが、アスパラギン酸、グルタミン酸とかアラニンなどのアミノ酸が多いのです。他にも味を表す成分があります。遊離糖とか核酸、特に核酸です。それから有機酸、こういう物質は全部海苔の呈味成分です。海苔の中に入っています。アミノ酸は何十種類もありますが、海苔の中で多いのは、アラニン、グルタミン酸、アスパラギン酸、タウリンです（図４）。アラニンは少し苦味があり、昆布に多いグルタミン酸は旨味成分、アスパラギン酸は酸味があります。ちなみにカツオ節のうまさはイノシン酸、しいたけの味はグアニル酸、うま味はコハク酸です。乾海苔100g（乾海苔30枚（1枚3.3g））に4,000mgのアミノ酸が入っていますので、他の海藻に比べて旨い味の成分が多く入っていることになります。タウリンは、降圧、強心、強肝、抗血栓、抗コレステロール、神経伝達機能の向上

などの作用があります。乾海苔のアミノ酸量は、海水中の栄養塩がある一定以上あれば、干出時間とその時の全天日射量に影響されるようです。これは光合成によって蛋白質が作られるからでしょう。また海苔のアミノ酸量は、干出時間つまり光にあたる時間の長短で異なりますが、光にあたった時間が長い海苔ほど多い傾向が見られます(図5)。

ところが実を言いますと、瀬戸内海や外海辺りの海苔でも同じくらいこういう呈味成分が入っています。何が違うかと言いますと口の中に入れたときの柔らかさです。写真3にありますように、ノリは非常に薄い紙のようなものです。1枚の紙と同じです。ノリは細胞学的に言いますと、1つの細胞が1つの生物の様な生き物です。

細胞同士は繋がっていません。細胞間連絡という組織もなく、細胞は1層です。ところが緑藻のアオノリなどは2層になっていますし、多くの海藻は多層ですけれど、ノリは全くのペラペラの紙と思ってもらって構いません。外国人から以前ブラックペイパーと呼ばれていた時代もあります。ノリという名称はヌラあるいはヌリから転じたものか、ヌラヌラしたという形容詞が、後にそのままノリという名詞に変わっていったと言われています。それを刻んで干し海苔にしていますので、柔らかい訳です。有明海の海苔がどうして味が良いのかは、柔らかい海苔で、口の中に入れるとホワッと出てくるアミノ酸とかの成分の量が多いものですから佐賀の海苔は美味しいのです。それに比べて瀬戸内海などの乾海苔は硬いと言われていますけれど、海苔を噛んでもアミノ酸などが、ジュワッとなかなか出て来ない、唾液でホロッと溶けません。そういうことから、有明海と外海辺りの海苔とでは、硬さが違うと言われています。しかし、硬さが悪い訳ではなくて、そういう違いがあるという事です。乾海苔として食べますので、そのまま食べるのであれば、有明海の海苔がおいしいでしょうし、外海辺りの海苔は巻き寿司などに使えばしっかり巻けて適材です。用途が違うようです。

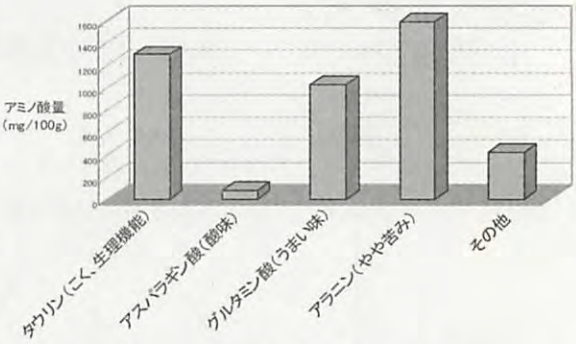


図4　乾海苔のアミノ酸量

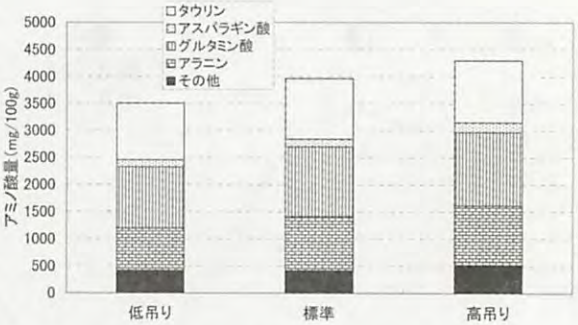


図5　養殖方法によるアミノ酸量の違い

写真3　網糸に付いているノリ葉体

>>美味しいだけではない海苔の効能

海苔の栄養についてです。海苔と昆布を比較して、それぞれ海苔の栄養的な成分を表1に書いています。特徴は蛋白質が多いことです。蛋白質は全藻体の30～40%含まれています。ビタミンは、A(カロチン)からB1、B2、B12、ビタミンCまで、野菜中の含有量より多く含まれており、特に陸上植物にほとんどないB12(不足すると悪性貧血になる)も含まれています。脂質は魚介類に含まれる高度飽和脂肪酸(EPAなど)からできていますので、降圧、抗コレステロール、抗血栓などの作用を発揮します。脂肪、炭水化物、灰分など、色々な成分が入っていますが、特にミネラルでは鉄、ヨウ素、カルシウムなど多く含まれています。ミネラルの総合効果としては、リンを除いて血液をアルカリ性にする力があります。

成分	主成分 (g)				ミネラル (mg)										
	蛋白質	脂肪	炭水化物	灰分	カルシウム	リン	鉄	ナトリウム	カリウム	マンガン	亜鉛	銅	ヨウ素	セレン	マグネシウム
海苔	40	2.1	46.4	7.8	440	650	13	625	3100	4	10	1.5	6.1	0.1	270
昆布	9.1	2	68	21.7	855	350	45	3500	14500	0.4	1.2	0.2	400	0.1	—

成分	ビタミン (mg)								食物繊維 (g)
	β カロチン	A抗力 (IU)	B1	B2	ナイアシン	B6	B12 (μg)	C	
海苔	25	14000	1.3	3.8	11	1	30	113	29
昆布	1	560	0.5	0.4	1.4	—	0	25	27.1

西沢ら「海藻の本」から

表1　海苔と昆布の体成分（100g当）

ヨウ素については、健康のために効果抜群です。ヨウ素については中国では昔から昆布などを輸入して奥地の人々が食しています。海苔にはヨウ素がたくさん含まれています。ヨウ素は甲状腺機能を低下させるのでバセドウ病には効果的。逆に橋本病の方は摂取したらいけません。マグネシウムは便秘した時には効果的です。

「海苔は健康的に良いですよ」ということは、成分としてミネラルが多くてビタミンもあるからでしょう。海藻は全般的にこういう傾向がありますが、乾海苔は非常に良いといえます。ノリの細胞壁は食物繊維も多いと言われていますので、整腸作用、便秘への効果、コレステロール・脂肪・糖・発ガン物質の除去・排出作用等に有効です。

食物繊維についてもう少し話してみましょう。乾海苔には、食物繊維といわれている硫酸多糖で構成されているポルフィランというものが含まれていまして、これが最近注目されています。細胞壁はポルフィラン、キシラン、マンナンで構成されています。海苔の硬さを決めているのは、これらの割合のようです。乾海苔には、水によく溶けるポルフィランが多いものですから、他の海藻に比べると柔らかです。しかし、摘採を重ねると次第に難溶性のマンナン、キシランが多くなって硬くなります。ノリ養殖の冷凍網期では、１枚の網から最高14回位摘採したこともあります。冷凍網は12月下旬に張り込むと、佐賀県の場合その網を最後まで使います。冷凍網という名称は、冷凍食品をイメージしますので、新海苔、寒海苔などと呼ぶ方が、よいかもしれません。海苔の生産は、11月上旬から始まりますが、その乾海苔は、初めてという意味から初（はな）海苔、あるいは華、花海苔と呼ばれています。千葉県などは、堅くなるから2、3回摘むと網を替えます。佐賀県の場合は、10日に１度摘採しますと、５cmくらい根元を残します。それから切れ残りの部分からニョキニョキと同じように伸びてきます。これを繰り返します。ただ途中から、網に付いている全く新しい芽も伸びてきますので、その部分は柔らかい芽です。この旧芽と新芽のミックスが摘採されていきます。積もり積もって14回位というわけです。ポルフィランは海苔葉体重量の30％あります。食物繊維=ポルフィランですので、お通じを良くするということ、これが一番大きい効用です。海苔を食べると髪が黒くなるというのは、私は黒くなりませんでしたのでちょっと疑わしいかもしれませんけれど、海苔を食べると便秘にならないというのは、この食物繊維が多いということで間違いはないようです。

海苔は、栄養学的に高い栄養価がありますので、1日3、4枚食べると健康に良いと言われています。是非試して頂きたいと思います。ちなみに高価な乾海苔ではなくて結構です。今年の秋芽網期の初回入札で１枚130円、冷凍網では１枚180円という値が付けられましたので、それを食べてくださいとは申しません。ちなみに過去最高は230円。安い物では20円、10円、それで一応、栄養が取れるのです。色さえ付いておけば成分としては問題ありません。味は違うかも。

【コラム３】ポルフィランの勘違い
時々勘違いされるのが、ポリフェノール、ポリフィリンとか。口が回らなくなりそうですけれど、これは全然違います。ポリフェノールは、アントシアン等植物が光合成を行うときにできる物質の総称です。ワインとかに入っています。ポリフィリンはヘモグロビン、ミオグロビンの中の色素のことです。ポルフィランはあくまで糖です。ですから、こういうものを間違わないようにお願いしたいと思います。セルロースという陸上植物に普通にある繊維がありますが、ノリを調べてみると、セルロースは殆どありません。ほんの少しです。食物繊維ということでポルフィランの研究が進められています。

＞＞養殖ノリはスサビノリのほぼ１種類。

ノリというのは何種類もあると思われていますが、現在、皆さんが食べていらっしゃる海苔は殆どスサビノリという和名のノリです。養殖されているノリ、昔はアサクサノリ（写真４右）とか色々な種類のノリが使われていたのですけれども、現在は、紅藻類ー原始紅藻類―ウシケノリ目ースサビノリという（学名では Porphyra yezoensis ポルフィラエゾ（蝦夷）エンシスと言います）和名のアマノリです。殆ど99％がスサビノリということが最近の遺伝子レベルの研究から分かっています。ノリ以外にも食用海藻類は、たくさんありますが、例えば、皆さんが食べていらっしゃるモズクは、フトモズク、オキナワモズク、イシモズク、モズクなど少なくとも4種類あります。コンブもワカメもほぼ１種類というのはありません。しかし今の養殖ノリについては殆どがスサビノリというアマノリです。このアマノリという名称は、ノリの総称であって、種名ではありません。和名はあくまでスサビノリです。それからアサクサノリ（Porphyra tenera）という種類の海苔は美味しいと言われています。アサクサノリは和名ですが、非常に限定的にしか養殖されていません。昭和25年頃までですとアサクサノリが多く養殖されていました。江戸で始まったノリ養殖は、浅草、浅草寺、あの辺でノリ漉きを始めたと言われています。ここから和名がきているわけです。岡村金太郎先生の命名です。そのアサクサノリの乾海苔は、余程選んで食べないといけません。現在の養殖ノリの品種は異なり、種としては、殆どがスサビノリであるということですから。スサビノリの命名については、函館市住之江の浜がスサビと呼称されており、これから命名されているようです。アマノリは、世界におよそ130種、日本に約30種あります。養殖種はスサビノリです。岩ノリ、養殖ノリと区別しなければいけないのです。養殖ノリは柴ノリともいいます。一方、この岩ノリについてはウップルイノリとかマルバアマノリ（写真４中）とか、オニアマノリとか色々なノリがありまして、島根県に十六島（ウップルイ）（写真４左）という地名がありますけれど、そこの岩ノリがウップルイノリです。十六島海苔と書いてウップルイノリ。自然の岩に付着していますので、それが岩ノリの佃煮として瓶に入れて売られていたり、バラ海苔といって製造せずにそのまま乾燥した海苔として売られています。殆どそういう製品にしか岩ノリは使われていません。

写真4　ウップルイノリ（左）、
マルバアマノリ（中）、
アサクサノリ（右）

>>ノリ・海苔の呼び方もいろいろ

ノリ、海苔の呼称にも色々ありまして、生ノリ、乾海苔、焼き海苔、漉き海苔、塩海苔、味付け海苔など呼び方があります。皆さんが普通ノリ、海苔と言っておにぎりに巻いて食べているのは所謂、焼き海苔です。生ノリというのは、ノリが養殖されて水気があって生物学的なノリを指します。それから漉き海苔、漉いてある海苔です。塩海苔、今、韓国ブームで塩海苔といわれている商品は商売上塩をまぶして作ります。佐賀県でも塩海苔が作られて最近は販売量が増えて来ています。このように故意に作るのではなく、昔は水で洗わずにそのままノリを漉いて食べていたという時代がありました。

【コラム4】ノリ以外のノリノリノリ

ノリは紅藻類ですけれども、他に海藻は褐藻類（写真5）、緑藻類（写真6）、それぞれ色素が違うことによってこういう呼び方があります。ノリという名前が付いているのは、紅藻類の仲間に一番多いわけです。トサカノリとかオゴノリ、寒天の材料です。海藻サラダとしてムカデノリとか、フノリも出て来ます。時々緑色のものが出て来ます。元の藻体は赤いのですが、湯を通したりアルカリで処理しますと緑色や白色になったりしています。それから褐藻類は、皆さんが一番良く知っておられるのがコンブ、ワカメです。モズクもあります。写真のように色が全然違います。緑藻類はアオノリ（写真6右上）です。アオノリという呼び方に対して私達が食べているノリのことをクロノリという言い方をします。クロノリとアオノリが混じりますので、それを区別するためにアオノリといって、それに対してクロノリ=乾海苔、生ノリと称します。水前寺海苔は、藍藻類の一種で、現在では福岡県朝倉市黄金川で産します（名前は熊本県水前寺江津湖で発見されたことから、命名されています）。

写真5　褐藻（コンブ）

写真6　緑藻

>>形もいろいろ

ウップルイノリは、ヒョロヒョロとして、雄と雌と別々に葉の上に精子、卵が出来る雌雄異体です。普通のノリはアサクサノリ、スサビノリと同じように大概が雌雄同体ですので、同じ葉の上に雄と雌ができます。それからマルバアマノリ、葉が丸くしています。それから、アサクサノリは少し細長い（写真4右）、本当はもっと広いのかも知れませんけれど。どちらかと言えば北方種、北の方のノリです。しかし、現在は、スサビノリが殆どでヒョロヒョロになっています。

写真7　現在の細いノリ葉体

写真7は生ノリですけれど、こういうふうに細いノリです。今年のノリです。水温が高くて、非常に

芽付きが厚かったりすると、こういうヒョロヒョロになります。全然違います。先のマルバアマノリは丸く、ウップルイノリは細長い葉ですけれど、最近のノリは細い葉になっていく傾向にあります。これは20年前はもっと幅があって、厚いというか、こんなにひ弱な感じではなかったのですけれど、最近はこういうに細いノリになっています。昭和45年頃、採苗から摘採まで45日かかっていましたが、近年では30日です。昭和30年代は、60日かかっていました。伸びる性質のノリを選ぶことを繰り返す品種改良によって、よく伸びる、多収穫性の品種になっていることがわかります。

【コラム5】 ノリの佃煮はノリか
緑藻、写真6右上はアオノリですけれど、こういうふうに緑色をしています。ヒトエグサ（写真6左）もこういう色をしています。ノリの佃煮と言われている食べ物ですけれど、これにはヒトエグサが多く使われています。実際は瓶のラベルを見ないと分かりません。普通のノリの佃煮というのは岩ノリ系か、地先の養殖ノリを佃煮にしています。そういうふうにきちんと書いてありますので、佃煮を買う時にはラベルをよく見て選んで買ってください。

＞＞色もいろいろ

海苔の色の話です。ノリはクロロフィル（緑色）、フィコエリスリン（紅色）、フィコシアニン（青色）、アロフィコシアン、βカロチン（黄色）、ルテインなどの色素成分で形成されています。写真8左が正常な海苔です。このクロロフィル、フィコエリスリン、フィコシアニン、大体この3つの色素が重なってこういう黒い海苔になります。緑色、これは皆さん食べていらっしゃると思いますが、焼き海苔です（写真8中）。これはどういう海苔かと言うと、クロロフィルは緑なのですけれど、このクロロフィルだけ火が通っても分子が壊れない状態、そしてフィコエリスリンは熱に弱いですから、構成分子の一部が壊れているわけです。これは焼いた結果ですので、焼くことによってクロロフィルとβカロチン、フィコシアニン（少々）だけが壊れずに残ってこの色になっています。逆に写真8右は、紫色になっています。明るいところや乾燥してないところに長く置くとこういう紫色になります。フィコエリスリン分子は湿度があっても壊れないけれども、クロロフィル、フィコシアニンは湿度に弱いものですから、外に長く置いておくとこういう状態になります。「風邪引き海苔」といいます。皆さんは、恐らくこういう黒い乾海苔の状態で買っていると思いますけれど、買われたら冷蔵庫、或いは−20℃の冷凍庫に密封していれておきますと1年位は持ちます。そういう処理をしないとすぐ紫色（写真8右）になります。皆さんが、勿体無いと思って、買ってすぐに食べないとこのようになってしまいます。また、焼いた状態で保存すれば良いでしょう。

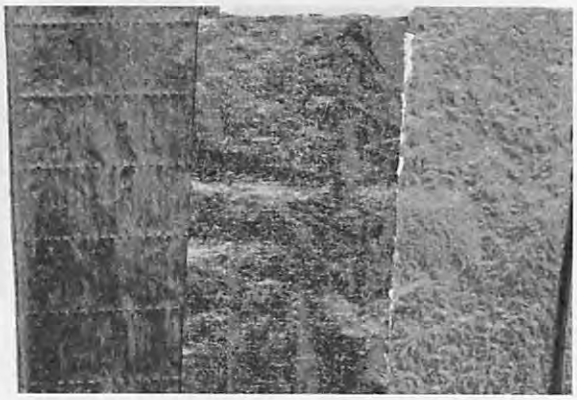


写真8　正常な乾海苔（左）、
焼き海苔（中）、
湿気た乾海苔（右）

ここで、保存方法が出てきましたので、品質の良い乾海苔と焼き方を紹介しましょう。

佐賀海苔は漉き方が丁寧で、色は濃い黒褐色（赤みのある飴色、）つやつやとした光沢があり、香りよく100枚の重さが300g前後、乾燥度は15%以下、というのが上級品とされています。焦がさずに焼いてからパリパリで、緑色に十分に変わってから食べてください。少し湿気た海苔は、炎の上（50cmくらい）で乾燥した後、焼くと緑色に巧く焼くことができます。海苔の表裏は、つやのある側が表、ミスの付いた痕がある側が裏、その裏を焼くのが一般的です。表を中側にして二枚合わせて焼くのがいい方法だとされています。

焼いて食べると消化の悪い細胞壁は壊れて消化されやすくなりますし、先ほど話しましたように細胞の中身の呈味成分などもジワーと素早く出てきます。これがおいしい乾海苔の秘密です。

通常の紅藻類は深い海に生息し、全く赤っぽい色をしています。理由は深いところまで青、緑系の波長の光が届かないので、それを利用するためにフィコエルスリンが多く、クロロフィルが少ないから赤いのです。ノリは、紅藻類の中でも例外的に浅いところで生育しているため、陸上植物に多いクロロフィルが増えてきたので、やや黒っぽいです。それではどうして、支柱式のノリは干出すると、いつも海中にあるノリよりも海苔は赤くなるのでしょうか。青緑色系の短波長を利用するフィコエリスリンが多くなるからだと思います。それと同時に、クロロフィルaも増えてきますので支柱式の海苔は焼き色も鮮やかです。

普通の乾海苔に対して色落海苔という乾海苔があります。色落ノリは全然違います（写真９）。これは先程話しました繊維とか、ミネラルとかが少ないながら全部含まれているわけです。色落海苔は色素（蛋白質）が減っています。色落海苔は栄養分が無いですから蛋白質を作れない。蛋白質を作れないですから、全くの黄色です。本当に金髪のように黄色になってしまいますので、金髪海苔とも呼ばれます。これは栄養がありませんので繊維だけが残っている状態です。色落海苔は、乾海苔としては商品価値がありませんので、食物繊維として利用できないかということから研究されています。

写真9
正常な色のノリ葉体（左）、色落ノリ葉体（右）

Ⅲ．海苔の生まれとノリ養殖の歴史

>>「海苔の日」は２月６日

ここからノリ養殖の歴史を話していきたいと思います。

「海苔の日」という記念日が海苔産業界にはあります。どうして2月6日なのかという疑問です。これは海苔という名称、昔は海苔ではなくてムラサキノリ、紫菜（シサイ）、中国語でも海苔は紫菜という字で表します。1,000年以上も前の時代、民衆は租庸調という税金を納めていましたけれど、その中の調の部分を海苔で納めていました。先程話しましたウップルイというノリがありましたけれども、ウップルイという海苔は出雲にしか産しないのです。献納した昆布とか海藻とかの地方の産物を税金で納めた中にムラサキノリ、これが初めて大宝律令に出て来ます。所謂、紫菜という名称です。この大宝律令が制定・施行されたのが2月6日。701年（大宝元年）の2月6日。昭和41（1966）年から「海苔の日」が定められています。「海苔の日」もあるということで記憶して頂ければと思います。飛鳥時代の701年に初めて、紫菜（ムラサキノリ）。それ以降、甘海苔，神仙菜（アマノリ）、紫藻（ムラサキノリ）、無良佐木乃里という名称で日本の歴史上に出てきます。志摩（三重県）、隠岐（島根県）、出雲（島根県）、石見（島根県）、土佐（高知県）、こういった地方ではこれらを税金品にしたということが延喜式（927年）にも出てきます。奈良、平安、鎌倉、室町時代と連綿と続く時代に、それぞれの民衆は、恐らく国に献納していたということで海苔の名称が多くの文献に出てきます。そして1600年代、江戸時代になって初めてアサクサノリという名称が生まれます。

>>ノリ養殖はいつから始まったの

どのようにしてノリを採っていたかと言うことをお話しします。先程話しました岩ノリ、つまりノリが岩に生えているところは、潮間帯上部、即ち、大潮の時に初めて潮が満ちて来るという場所。そこにしかノリは育たないのです。海底の深い所には育ちませんので、干出が、所謂、乾燥が１か月の内何回か当たる、潮間帯上部、そういう所に繁茂、生息するわけです。それを採って、民衆は食べていたのだと思います。それを集めて献納したのだと思います。江戸の人はアサクサノリを食べるという事が段々一般的になってきたものですから、どうにかならないかと、たくさん採れないだろうかと考えます。そこで養殖を考案したのだと思います。ノリ養殖の開始年には、いろいろな説がありますけれども、ここでは延宝（1673）･元禄から享保（1735）にかけて、18世紀の初めにノリ養殖が始まった

ということにさせて頂きます。もっと早いという説もあります。どうやって、どういうふうな形で養殖を始めたかと言いますと。枝付きの木や笹付きの竹の類を意味するソダ（粗朶）を１本１本立てる訳です（写真10）。

竹のことをバイラ、佐賀ではバサラとか言います。竹の幹や葉の部位に付いたノリをむしり採って、それを養殖という形で人間が手をかけて。養殖というのは人間が育ててとるという意味です。ヒビは響きのヒビ、ソダと言うのはイケスです。採った魚をソダの中に囲って時化たりした時には直ぐに徳川幕府に出せるようにしておいたのですけれど、そのソダにノリがたくさん付いていた訳です（家康さんも食べたのでしょうか）。こんな所にたくさん付くのだったら竹を自分達で立てても付くのではないかと考えて始まりました。ヒビという響きは日々徳川さんに納めなければいけないというところからきた用語ではないかという説。「ヒビる」カタカタと、竹を立てていますので響きます、そういう所から言葉が出てきて、ヒビ、ソダという用語ができあがったのではという説があります。ヒビというのは現在でいうところの網を示します。そういうふうにしてノリ養殖の歴史が江戸時代の前半から始まります。

写真10
昔のノリソダの立て込み風景図（佐賀県有明漁協所有）

＞＞有明海奥部にはノリはいなかった。

海苔については、江戸時代も殆ど九州には関係ないのです。殆どは本州、江戸、東京湾中心に、ノリが養殖され、乾海苔の販売もされていましたので、ノリ養殖の歴史に九州はでてきません。九州でノリという名称が出てくるのは明治前後、その頃も先程から話していますように岩ノリとか、竹羽瀬に付着したノリを採っていたとか、島原とか緑川とか、有明海の中央部から南の地域で細々とそういうノリ取り、今で言う岩ノリ採りをやっていたのだと思います。竹羽瀬（タケハゼ）とは、魚を採る羽瀬、竹を立てて潮流れで魚が入ってきて一網打尽にする漁法です。定置網のことです。海底に竹を刺しています。ソダによる養殖が、明治時代に始まりますが昭和34年までそういうソダ、すなわち竹を立てて養殖する状況が続きます。有明海の奥部である佐賀県や福岡県には、ノリは生育していませんでした。でしたというのは、現在は、生育しているということです。当然ノリ養殖をしていますので冬場はみられるのですけれども、以前は冬場もみられなかった訳です。明治頃までは南部には生育していましたので、海況さえ良ければノリの生育域が少しずつ北上していくはずですが、そうではありませんでした。そのころは濁度も高かったものですから、透明度は小さくノリが夏を糸状体で過ごすことも不可能だったのでしょう。現在は透明度が上昇していますので奥部でも養殖種でない丸葉ノリが越夏し、冬場に養殖網に付くようになっています。ノリ養殖にはちょっと迷惑です。海況が少し変わっている証拠でしょう。

＞＞＞いろんな養殖技術の歴史

有明海のノリ養殖の歴史を話したいと思います。概略は表２に示しています。

明治38年に、佐賀県有明海水産組合が竹に種を付けて貰ってきて川副町地先にソダを立てて始まりました。ではどこから持って来たかと言うと熊本県玉名郡横島です。有明海のノリ養殖の発祥の地は熊本県です。明治40年には佐賀県大詫間の西原藤三郎さん、中島嘉さんがノリ養殖を行いました。丁度同じ頃の明治40年に佐賀県の水産試験場もアゲマキ養殖試験場として発足しています。明治の頃から熊本県の滑石村とかで竹羽瀬に付いたノリを採っているという事で、この辺から少しずつ熊本県、福岡県、色々な所でヒビ、竹を使って養殖されています。その後、ヒビを使った事業というか、試験は余り上手くいかなかったようです。昭和5年頃まで目新しい動きが何も無いのです。おそらく、この間は試行錯誤の状態が続いていたのだと思います。熊本県、福岡県も養殖試験、昭和5年頃から少しずつ普及していきましたけれど、まだまだ上手くいかなかったという時代が続きます。昭和23年に

佐賀県水試が養殖試験を再び始めます。しかしこの時も旧態依然とした試験だったと思われます。

年　　代	沿　　革
明治以前	島原半島、天草沿岸、菊池川尻で羽瀬に付いたノリを採集　　――全国1億枚
明治　2年（1869）	熊本県、滑石村で羽瀬に付いたノリを採集
16年（1883）	第1回水産博覧会に熊本、福岡県のノリ出品
33年（1900）	熊本県水試が菊池川尻で養殖試験、指導普及
	福岡県水試が三川村（現大牟田市）で養殖試験、指導普及
34年（1901）	福岡県水試が手鎌村（現大牟田市）で養殖試験、指導普及
36年（1903）	熊本県菊池川尻の大浜、横島で養殖事業化（垂直ヒビ）
38年（1905）	佐賀県多良、大詫間　　種ヒビ購入　　――試験
40年（1907）	熊本県水試が緑川尻で養殖試験、指導
大正　元年（1912）	熊本県滑石、高道で普及
2年（1913）	福岡県水試が銀水村（現大牟田市）で養殖試験、指導普及
5年（1916）	熊本県白川、坪井川で普及　＝この頃から有明海は全国有数のノリ漁場　――3億枚
7年（1918）	熊本県緑川尻で普及（浅香氏）
9年（1920）	福岡県大牟田地先で養殖事業化（垂直ヒビ）
12年（1923）	熊本県荒尾地先で普及
昭和　4年（1929）	浮ヒビ創案（富士川、金子氏）
6年（1931）	――7億枚
11年（1936）	熊本県緑川尻で浮ヒビ導入、成功
12年（1937）	福岡県大牟田市地先の養殖場は水質汚濁のため多大の被害を受け廃業
15年（1940）	熊本県飽託郡地先で浮ヒビ普及
16年（1941）	――12.6億枚
23年（1948）	福岡県大牟田市地区再興　　佐賀県水試が養殖試験、指導
24年（1949）	糸状体のコンコセリスを発見（ドリュウ女史）
27年（1952）	熊本県水試で人工種付け着手
	福岡県全地先で養殖業普及　　佐賀県諸富地先養殖事業化
	長崎県水試が諫早、島原堂崎地先で熊本県大浜の移植ヒビにて養殖試験
28年（1953）	福岡、佐賀県　大水害、農薬による貝養殖業、沿岸漁業の不振により
	ノリ養殖業へ転換　　長崎県泉水海にて養殖事業化
	人工種付け実験成功（太田氏）
29年（1954）	人工野外採苗法（倉掛氏）　　室内採苗法（本田氏）
31年（1956）	熊本・佐賀・福岡県人工採苗成功（宇土郡三角町）
	長崎県島原半島沿岸地先で養殖事業化
32年（1957）	人工種苗技術確立　　網ヒビ普及
34年（1959）	人工種苗技術普及
35年（1960）	――45億枚
38年（1963）	化繊網ヒビ導入
39年（1964）	ノリ摘採機の導入
40年（1965）	冷凍網技術導入
42年（1967）	冷凍網技術確立　　シログサレ病で大被害
43年（1968）	熊本県地先で浮流し養殖導入
	冷凍網技術普及、　　自動乾燥機導入　　――55億枚
44年（1969）	佐賀県竹崎、長崎県地先で浮流し養殖導入
48年（1973）	フリー糸状体実用化　　優良品種の導入定着
53年（1978）	ＦＲＰ製支柱の導入　　――81億枚
56年（1981）	生ノリから板ノリまでの全工程機械化
59年（1984）	酸処理導入（福岡県）
63年（1988）	――101億枚
平成　5年（1993）	酸処理導入（佐賀県）
12年（2000）	色落ちで大被害

表2　有明海のノリ養殖業の沿革

＞＞歴史的大発見

ところが、昭和24年、ここに大発見があります。これによってノリ養殖は、雲泥の差というか、コペルニクス的転回で全く変わります。今までノリはどこにいるか、ソダに付いたり岩に付いたりしていますが、夏の間の生活が明らかでなかったのです。恐らく江戸時代から何でこんなふうになるのだろうと、日本の漁業者や藻類学者もかなり研究しているわけです。ノリは全部夏の間は小さい芽で過ごすという夏ノリ説、休眠して海底でジーとして過ごしているのではないかという休眠説までありました。色々な事が調べられたのですけれども、日本人は発見できませんでした。ここで大発見が遠い国でありました。発見者は、穿孔藻類学者キャサリン・メアリー・ドリュウさんというイギリスの女性です。紅藻類に属する別の海藻として名前の付けられたコンコセリス（糸状体）がノリの夏の姿であることを突き止めました。ノリの夏の生活の発見でした。これは昭和24（1949）年にネイチャーという有名な雑誌の164号に「チシマクロノリの生活史における糸状体期」という表題で載っています。これがノリの大革命を引き起こします。つまり人間はノリを全くコントロール出来なかったものですから、自然まかせで、どうしてよいか分からなかった。熊本県、山口県に行ったり、色々な所に行って種を付けて貰っていたのです。昭和30年から35年頃までは鹿児島の米之津に種付けをお願いしていました。菊池川もそうです。菊池川の近くにある玉名温泉は、ノリの種を付けてもらいたい人が、菊池川河口域の漁業者さんを呼んで接待したために、温泉が大きくなったといわれています。良い種をたくさん付けてもらいたいということですね。皆、接待していたのでしょう。ノリの夏の生態を発見する事によってノリの生活をコントロールできるという時代が来ます。どうやってドリュウさんが発見したかと言いますと海岸を歩いていて、この人は海藻学者ですが、貝殻が落ちていて何かいるなと。それを研究したらチシマクロノリのコンコセリスだったということです。それがネイチャーに載りました。九州大学の瀬川宗吉先生が、ドリュウさんと親交があったので、このことを日本の学者に話し、地方水試の方や研究者に喋ったりして、各人が先を争ってそれを証明するための実験をしました。その実験が成功したのが昭和28年です。種付け実験成功、太田さん。熊本の試験場の技師の方です。今でも健在です。東北水研の黒木さん。佐賀でも山口さん、岩永さんも実験されていたと思います。発見から数年たって、所謂、人工種付けが成功します。ノリ養殖の歴史における大事な変換点です。これによってわざわざ熊本県など他県に種を付けに行く必要が無くなりましたので、急激にノリ養殖が進歩します。

＞＞昭和28年は佐賀県ノリ養殖の転換点

それと同時に非常に大事なことが起こります。佐賀の有明と言う海域には、元々ノリは全然生息していない状態であった訳です。ですから昔から魚介類をとって生計をたてていました。その魚介類が、昭和28年の大水害と、ニカイメイチュウの特効薬であるホリドールですけれど、そういうもので大被害（特に甲殻類）を受けましたので何とかしないといけないということになりました。さらに昭和36年にはPCPによって貝類は大被害をうけています。このときのことを「佐賀有明海苔の歩み」から引用しますと。「真アミの飛ぶのも全然見えないし、潮境には白骨化したハゼやボラ等々が転々と浮いており、水中には魚は残っていないものと断定されました。最も驚いたのはマガキです。淡水にも強く28年水害の折りも全然被害を受けなかったこのマガキも、PCPの毒素には抗することができず、カキ床のマガキが全滅しておりました」と書かれています。転換を図らないと生活できない事態になります。その頃からノリの養殖に注目が集まり出します。それまで試行錯誤で養殖してはいましたけれど、上手くいかなかったものですから、この頃を契機にして少しずつ変わって行きました。その先鞭をつけたのが佐賀県諸富町、川副町のノリ養殖です。昭和27、28年頃から少しずつノリ養殖をしましょうと事業も始まります。その後は一気に人工採苗（佐賀県で人工採苗が100%になったのは昭和36年）が始まって、ヒビが化学繊維の網に変わり、そしてノリ養殖の盛んな時代に入っていきます。

＞＞網の歴史

ヒビ＝網ですが、網の発達の様子を見てみましょう。最初は昭和初年頃に真竹を1cm角に割いたヒゴを簾状に編み上げた割竹すだれ簾と呼ばれる竹を切ってシュロ縄でつないだ浮きヒビ（割竹浮きヒビ）を使います。竹ばかりでなくシュロ縄にも種が付くことが分かったので、軽いシュロ縄によるノ

リヒビに代わり、次にヤシ縄、化学繊維と変わっていきました。粗朶ヒビの一定のところにノリが着くことが分かったので水平張りにもなったと思われます。表3に網、摘み取り、乾燥機等の歴史を示しました。

昭和初期にはマニラヤーン、コイルヤーン、昭和13年から17年頃女竹を編んで浮動式で養殖し、戦後になってやっと、昭和23年から28年頃はヤシアミ、昭和25年にアミラン、ビニロンの化学繊維が登場します。さらにビニリデン、クレハロンそしてクレモナが出てきます。昭和28年のヒビの種類と数量は、女竹ヒビ112,400本、万才ヒビ（割竹ヒビ）90,540本、割竹簾ヒビ640枚、ヤシ網ヒビ1,994枚と「佐賀県水産だより」に記載されており、網混在の時代でした。クレモナ１号（ビニロン系）は昭和33年の野外人工採苗の成功により導入が確立し、現在も、クレモナ１号が佐賀県のノリ網の主流となっています。

現在は、クレモナの網に樹脂（組成はポリビニールアルコール）を加工し、各種顔料で染色しています。白い網を赤とか、緑とか、黒、黄色に染めています。色が多種類あることには、意味があります。1つは例えば緑であればアオノリが付きにくいとか、赤であれば汚れにくいとか。2つ目は、自分の養殖に合わせて目印のためにも色を付けたりしています。品種を区別する事が出来ますので、色を変えたりして、「この色の網は、この品種。」と区別できるようにしています。また、色染めは、漁業者が通常同じノリ網を数年使用しますので、その間の年度の区別をつけるために色加工する場合もあります。

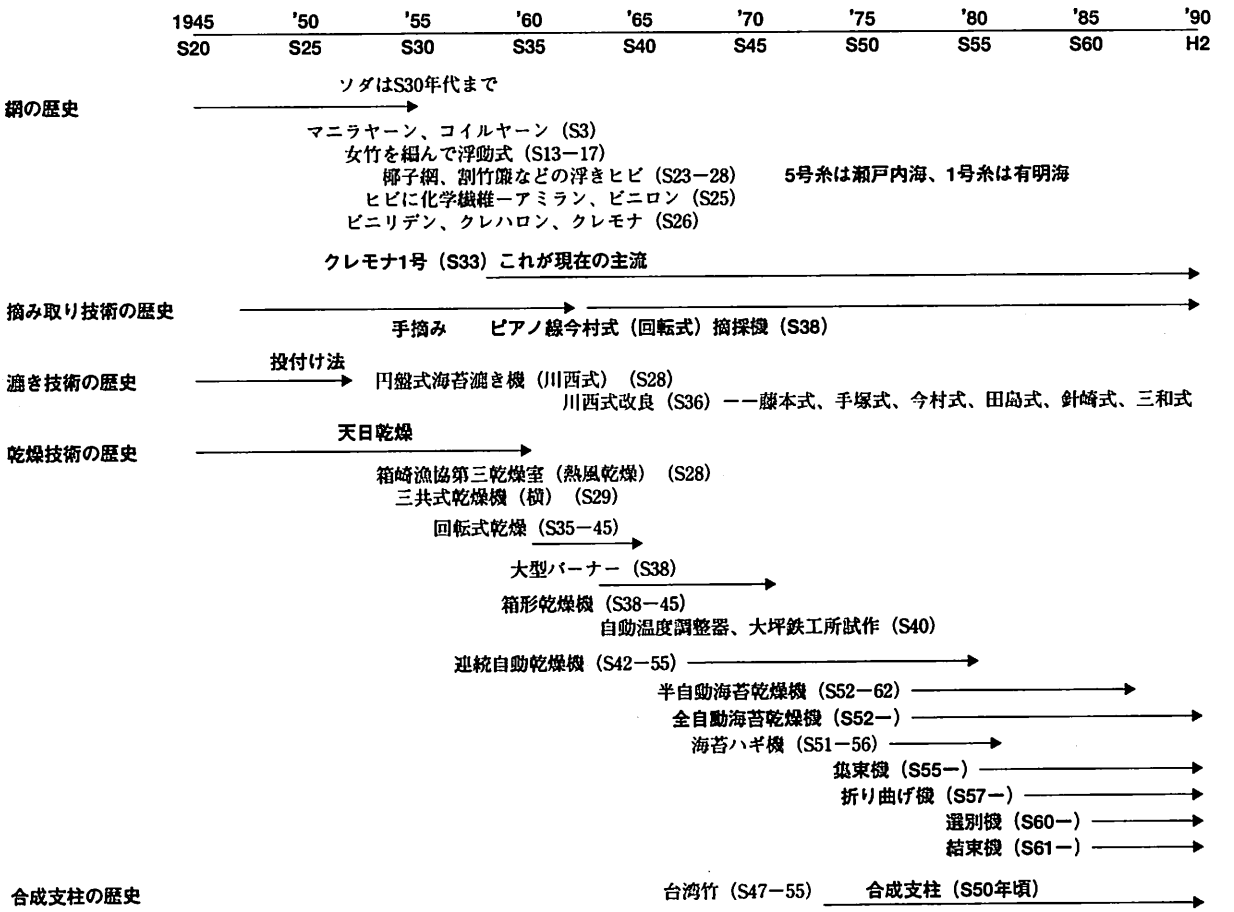


表3　ノリ養殖資材の歴史

＞＞網の大きさは人の大きさ

網の規格は、佐賀県の場合、五尺網です（写真11）。全国には色々なサイズがありますし、網の種類も佐賀県ですとクレモナ１号ですが、瀬戸内ですとクレモナ５号が使われています。海域の波浪条件で違います。ところで網の大きさはどうやって決めたのだろうと思いませんか。手摘みをしていましたので、人間の手の届く範囲が五尺なのです。福岡県は六尺なのですけれども福岡県の人は手が長

いのでしょうか？福岡県は六尺、佐賀県は五尺です。五尺網は長さ10間、18.48m、幅5尺、1.6mが所謂、網1枚です。網目というのは×になっていますが、伸ばした状態（２節分）を目合といいます。節を引っ張って伸ばした状態が31.2cmです。1節の部分はその半分の15.6cmです。節をほどいてつないで1本にしますと、網の全長は380mあります。佐賀県で養殖している網を全部繋げると380m×300000枚＝12万キロ、 地球3周の長さです。網を100倍率の顕微鏡で見ると種（＝胞子）が1視野に10個（1cmに50個）くらい付いてますので、全部で1つの網に190万個の種が付いている計算になります。計算上ですけれども。非常に沢山の種が付いています。種は網のどちら側に付いているのでしょうか。生産に繋がる種は、裏側についています。ノリ網が1日2回乾燥されますので表側は無くなってしまいます。裏側は生き残ることになります。

写真11　網を30枚重ねた状態

＞＞摘み採り技術の歴史

昔は手で摘み取っていました。冷たい中でやっていましたので、手が真っ黒になったと聞いています。摘むのも大変です。こういう状況が、昭和35年位までは続きます。この後、摘み機が出て来ました。はじめは原口平二氏が稲こぎ機から発想して摘み機を考案し、ピアノ線を利用した機械でした。昭和38年には今村ノリ摘み機（回転式）として販売され1年で普及しました。こういう様な方法が昭和30年代の後半から開発され、漁業者は少し楽になって来ました。現在では、ノリ網の下を摘み取り機を乗せた箱船がとおり、歯がグルグル回転してノリの葉を刈っていきます（写真12）。ノリは垂れ下がっていますので、葉先の部分を刈り取っていきます。写真13は最新の機械です。さらに箱船には小型の推進機がついていますので、今では人力で漕いで行くと言うことは少なくなりました。

写真12　ノリ摘採作業

写真13　現在の摘採機

＞＞漉き技術の歴史

昔から天然に生えているノリを手で摘み取って、陸上で乾燥しているのですけれども、ヨシのミス（御簾）の上に手で薄くのばして仕上げた時代から、地上に斜めに立てかけたミスの上に無造作に手で打ち付けて広げる（展延法）時代へと変遷します。家鴨付け法（浅草紙の作り方を真似して、ヨシのミスの上へノリを揺り動かして広げる方法）とか、1830年頃に投げつけ法が開発されます。佐賀県の場合は、投付け法で昭和28年頃までは行われていました。投付け法と言うのは、細切したノリを木箱（写真14右）の中に入れて、ミスの上に置いた枠（写真14左）の中に向けて一面に行き渡るようにバサッと平均して入るように（コツがあります）投げつけるようにして入れる方法です。そしてミス（竹ミス、現在はプラスチックのミス）上のノリを天日で乾燥します。この方法ですと1日1,000枚から3,000枚位しか乾燥出来ません。漉くのも人力で、干すのは天日で、天気を見ながら、あわせて乾

燥しますのでそれぐらいが限界でしょう。海苔1枚は21cm×19cmなのですけれど、地方とか時代によって色々なサイズがありました。それを1973年に統一して21cm×19cmにしてあります。

ところが、これでは間に合わないからと、漉き機が改良されていきます。昭和30年頃になると色々な漉き機が開発されました。昭和28年には、円盤式海苔漉き機（川西重光式）、昭和36年には川西式を改良した機械、その後　藤本式、手塚式、今村式、田島式、針崎式、三和式と漉き機が次々に開発されます。

写真14
投付け法の器具（有明水産振興センター所有）

>>乾燥技術の歴史

乾燥は機械が開発されるまでは、天日乾燥ですので、1日1000～3000枚。それが昭和28年に熱風乾燥機（箱崎漁協第三乾燥室）、昭和29年には三共式乾燥機（横型）が開発されます。その後、昭和38年には大型バーナー、昭和40年自動温度調整器（大坪鉄工所試作）、昭和38年には箱形乾燥機、昭和42年には　連続自動乾燥機、昭和44年には漁業者の８割までが連続自動乾燥機に据えかえられています。このように少しずつ全自動乾燥に向けた技術開発がなされました。昭和52年には全自動乾燥機が開発され、現在に至っています。周辺機器も整備されるようになり、海苔ハギ機が昭和51年から56年の間に開発されます。集束機は昭和55年、折り曲げ機は昭和57年、選別機は昭和57年、結束機は昭和61年から使用され始めます。

>>冷凍網技術

人工採苗の技術導入から約10年たった昭和40年に冷凍網技術が開発されます。この技術は、ノリ養殖にとって、人工採苗技術に劣らず、非常に重要です。冷凍網技術ができるまではノリ養殖は1期作です。つまり網にノリ種を付けたら、そのまま最後まで養殖を続けることになります。病気が出たら養殖が終了して生産できなくなりますので、病気が出たら網を高い水位に張って乾燥時間を長くしてやり過ごすと言う方法を取っていました。冷凍網技術というものが入って来ました。この技術は葉体を－25℃の冷凍庫に入れて保存しても死なないということに気づいた愛知県の技術者らが開発した技術です。韓国の寒い、氷の張るようなところでもノリが死なないことに気づいてのことと聞いています。病気が発生してノリの生産が不能になったら、この技術を利用して、冷凍庫に入れて保存していた網を出してきて、網を海に張れば再び養殖を続けることができるわけです。有明海奥部では、病気の発生がひどいものですから、病気が出てしまうとすべてのノリがおかされてしまいますので、すべての網を漁場から一斉に陸に揚げてしまって漁場の中の網を0にして、病原菌を減らして再度張ることになります。愛知県の方が冷凍網技術を開発されたのですけれど、それが一気に佐賀県にも入って来ます。佐賀県は昭和42年にシログサレ病による大被害を受けまして、これがきっかけになって冷凍網技術が使用されることになりました。この時代は、非常に多数の網を張っていました。佐賀県だけで46万枚張っていました。今は30万枚位しか張っていませんけれど。その当時46万枚張っていましたので、非常に密植状態でした。その中でシログサレ病が出ましたので、漁場環境を良くするため、官民一体となって漁場改良をしました。33万柵に減らしまして、その後は、生産が安定するようになっていきます。昭和48年にフリー糸状体技術、53年になると船もFRPを導入、全自動乾燥機も全工程製造というようにずっと機械化・省力化の波がやってきます。昭和24年位から50年位で今のノリの産業が出来上がっているという歴史があります。この期間には非常に多くの技術者、研究者が関わって、ノリ産業が熟成してきました。

>>生産枚数、生産金額、行使者数の変遷

ノリは、昭和初期にはまだかなり少ない生産枚数で、全国で年7億枚位しか取れなかったと思いますが、昭和35年に全国の乾海苔生産枚数で45億枚位と急激に増加してきます（表２）。昭和50年頃に

80億枚、昭和63年には100億枚、この時点で現在とほぼ変わらない位迄に増産します。平成5年に佐賀県に酸処理技術が入ることによって海苔の更なる安定化が図られるようになって、佐賀県では17、18億枚位の生産安定期となっています。唯、生産金額は、図６のように右肩上がりに上がっていった訳ですけれど、平均単価はどんどん下がっていきます。生産枚数は上がりますけれど、生産金額は同じように上がっていくわけではなくて、平均単価は低下していって、最高では25円位ですか。昭和53年頃が最高ですけれど、平成時代に入って大体10円位迄に下がっています。こういう点、ノリ漁業者が辛いところで、生産枚数を上げないと生活できないという状況になっています。

昭和42年に、シログサレ病による大被害がありまして46万柵位の養殖網をずっと減らしていきます。行使者も2700近くいましたのが、今は1000になっています（図７）。非常に減っている、半分以下に減っています。それから行使者当たりの生産金額も、今平均1500万円位ですけれど、20年前位は1000万円位です。上がっては来ていますが平均単価が下がっていますので、生産枚数をたくさんあげないとそれだけ生産金額が上がらないので、非常に苦しい状況になっています。

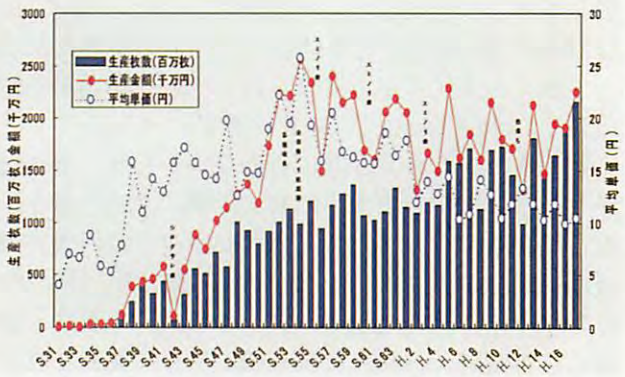


図6　佐賀県ノリ養殖生産変動

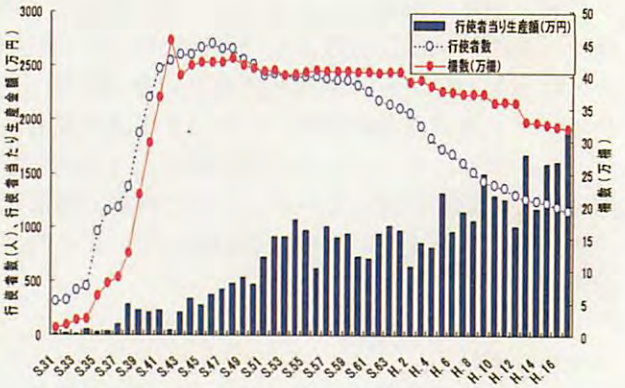


図7　佐賀県行使者数と柵数の変動

＞＞乾海苔は安くなったの!!

何故乾海苔の平均単価が安くなってしまったかという理由ですが、色々な原因があると思います。海苔を食べなくなったという社会情勢もありますが、一番大きいのはバブルが弾けまして贈答用の海苔が使われなくなったことです。また、物を送るのに冷蔵でも送れるようになって、乾物である必要もなくなりました。ですから、今はビールとか生ハムなどが主流になっています。高級品は、贈答用としては入札時の単価で20円以上の乾海苔が、6億枚くらいで充分となっています（図８）。家庭用は焼き海苔、味付け海苔などで32億枚くらいです。業務用は、すし用、ラーメン用、外食市場、巻きずし、米菓、お茶漬け、ふりかけで約64億枚くらいです（写真15）。コンビニエン・ストア（CVS）のおにぎり用は21億枚くらいが使われていますので、CVSだけでおにぎりが42億個位つくられている計算になります（写真16）。皆さんが年間一人40個は食べているという計算になります。CVSのおかげで海苔産業は大いに助かっているというのが実態です。おにぎりをたくさん食べて、出来ればお中元、お歳暮などにも使っていただくと海苔産業は更に発展します。 贈答用の海苔が減っているので単価が安くなっている、景気も悪くなったという中で海苔業界自体がブリ養殖業と並んで産業の頂点に立っています。1000億円産業と言われますが、付加価値を含めれば総体で3,000億円前後の産業を形成していているようです。1000億円と100億枚。ですから平均単価は10円ということになります。そういう海苔の時代になっています。

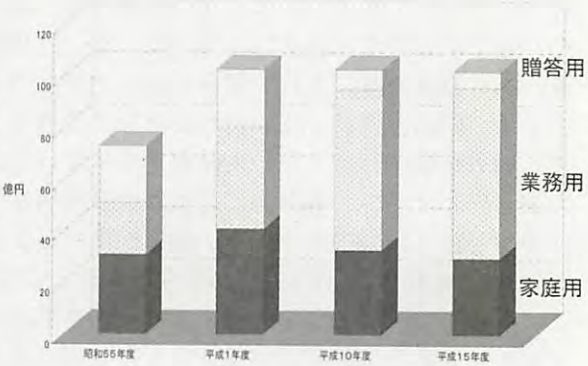


図8　乾海苔の用途別割合

写真15　各種業務用乾海苔

写真16　有明産と銘記されたおにぎり

Ⅳ．現在のノリ養殖

>>運草（うんくさ）と毎年が一年生

ノリ養殖は、気候に左右されるところが多々あります。それから運がないと生産が上がらない、毎年が一年生という言葉もあります。さらには博打ぐさ草という言葉もあります。やはり人間の力だけでは、どうにでもできる訳でもないのです。難しい産業なのです。

【コラム６】ノリの雌雄と生活史（写真17）

ノリ葉体は、同一葉体上に造果器と精子嚢（精子）を作りますが、受精すると接合胞子嚢となり果胞子（接合胞子、2n体複相世代）が放出され、カキ殻の中に穿孔します（コンコセリス期）。あるいはフリー糸状体（写真18）となります。フリー糸状体は、マリモ状で、スサビノリやアサクサノリなどは黒っぽい色ですが、ウップルイノリなどの糸状体は真っ赤です（写真18中）。

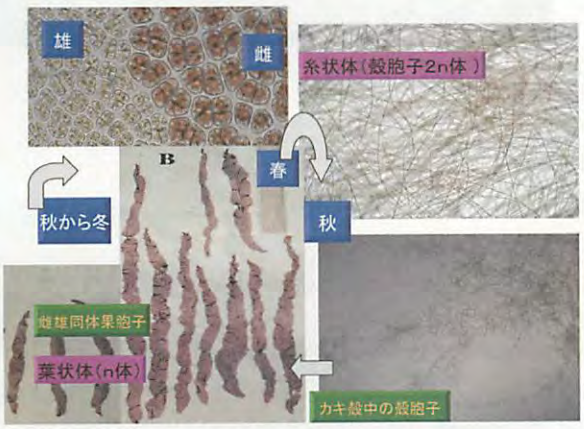


写真17　ノリの生活史

写真18　フリー糸状体

コンコセリスは、条件が揃うと殻胞子嚢（殻胞子）を作ります。これは秋口になると殻胞子が形成され海水中に飛び出してノリ葉体になります。殻胞子が2、4細胞に分裂するときに減数分裂して染色体が半減（n体；単相世代）します。殻胞子が生長してノリ葉体になりますがその途中で無性的に単胞子（原胞子）も放出します。当然単胞子も葉体に生長します。そして春先になると栄養細胞が造果器と精子に変わります。殻胞子は2n体、葉体はn体です。人（ホモ・サピエンス）は、2n体（複相世代）です。男と女がいて、それぞれの生殖細胞が形成するときに減数分裂して染色体数が半数（n体）の精子と卵ができます。それが授精して倍数（2n）体になって、それぞれが次世代（男か、女）となります。人と貝殻の中のノリのコンコセリスが同じ世代ということになります。

>>乾海苔は、血と汗の苦労の産物

図9にノリ養殖の1年間の作業・生産工程を示しました。種作りから話しましょう。先程話しましたようにドリュウさんがチシマクロノリのコンコセリスを発見したことによってノリの生活史が繋がりました。それまでは、この夏季の生活が全く分かりませんでした。夏ノリ説とか休眠説とかありました。現在、カキ殻が、種用に使われていますけれど、アサリとかモガイとか貝殻、所謂、炭酸カルシウムで構成されている物質には全て穿孔します。胞子が穿孔して殻の中で成長します。夏の間、根を張ったような糸状形で、カキ殻の中に穿孔しています。ある条件になると、枝の所が膨らんで、そこが球状の胞子になって水温が下がって24℃くらいになると胞子が殻から飛び出してきます。胞子は夜明けとともに飛び出して網に付着します。

ノリは下等な生物ですので、ノリ芽が生長して大きくなっていきますと、芽の細胞が、雌雄ができずに無性的に単胞子（二次芽と呼ぶ）にかわって、芽から離れまして、網に付着します。胞子が網上の芽を増やしていきます。1cmの網当たり50個種を付けると話しましたが、実際は単胞子が1本の芽から数十個出ますので、50個が100個、200個というふうに徐々に増えていきます。胞子が出ることがノリ養殖にとって一番都合の良い点です。

ノリの生育環境が生存に適さなくなると、ノリ芽は単胞子をたくさん出します。これは恐らく、生物学的に危険を察知したりする（生活できなく、死にそうだと自覚するのでしょうか）と無性的に胞子を出すのだと思います。ノリ芽数が何の処置をしなくてほっといても増えるのですから、網を管理するには非常に便利な生物です。ただ、ノリ芽数をコントロールするのは難しいですね。写真19はノリの表面の写真です。

ノリの表面の細胞（大きさ直径10～20μm）

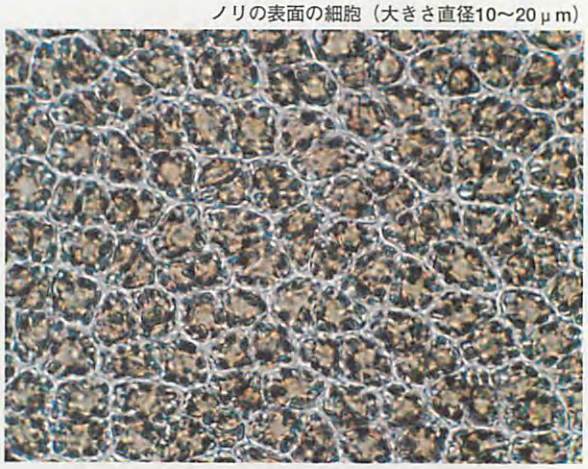


写真19　顕微鏡で見たときのノリの表面観

ノリはピラピラの紙のようなものです。こういうふうに1枚がある。これを切ると厚さは20～30ミクロンメートル（1cm＝10mm＝10,000ミクロンメートル）の前後で細胞が一層です（写真20）。

細胞が1つずつあります。細胞間の連絡も無しに1つの細胞で生活をしています。葉先の所には、年が明けて2月、3月に、太陽の光が強くなり、昼間の時間が長くなってくると精子器、造果器が出来て、精子と受精して胞子（果胞子）ができます。果胞子が発芽してカキ殻に穿孔します。穿孔しなければ糸状体になります。20年くらい前までは、果胞子付けといいまして、成熟したノリを保存しておいて、それを海水に満たされた水槽に敷いたカキ殻の上に浮かせて、果胞子を直接カキ殻に穿孔させて、翌年の種に使うという作業をしていました。現在は、糸状体を切断して、これをカキ殻の上に撒いて穿孔させて種にしています。作業の簡略化が起きています。以前は漁業者の皆さんがこの種の培養を個人でされていました。現在では糸状体が入ったカキ殻（カキ殻糸状体）を売っていますので、漁期前に買ってきてそれを使う人が多くなっています。

ノリ細胞の横断面（幅長20～30μm）

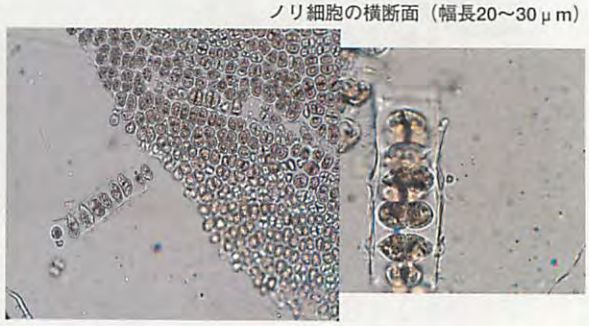


写真20　顕微鏡で見たときのノリの断面観

	主な作業	内　容	主な作業	内　容
12月	◎フリー糸状体のカキ殻への播種			
1月				
2月	(12月から3月までに)	・カキ殻の連結、消毒		
3月		・フリーの切断とまきつけ		
4月	◎種(カキ殻)の水槽培養			
5月		・カキ殻糸状体の掃除		
6月	(4月から9月)	・海水交換、栄養塩の添加		
7月		・カキ殻糸状体の生育状況観察		
8月	◎養殖準備	・網重ね(30枚前後) ・網樹脂加工　海は空白状態 ・養殖場の抽選		
9月		・地割り(割竹)、支柱のたて込み(検尺使用) ・カキ殻糸状体からの種放出準備(検鏡、かん水、加温など)		
10月	◎野外採苗 (10月上旬)	・カキ殻の落下傘への挿入および網の張り込み		
	◎育苗 (10月)	・水位調整 ・網洗い	展開作業 ↓ 30枚 ↓ 15枚、10枚 ↓ 5枚 ↓ 1枚	
	○病気発生(アカグサレ病、壷状病)、アオノリ付着		◎冷凍網入庫 (10月下旬)	育苗網の約半分を冷凍庫へ ・脱水 ・乾燥(15～20%) ・冷凍庫へ保存(-25℃)
11月	◎秋芽網期 (12月中、下旬まで摘採)	・水位調整 ・摘採(ゴミ拾い、摘採、運搬、加工)		
12月		海は空白状態	・秋芽網の一斉撤去 ・冷凍網の一斉張り込み ◎冷凍網期 (3月下旬、4月上旬まで摘採)	・張り込み ・水位調整 ・酸処理 ・摘採(ゴミ拾い、摘採、運搬、加工)
1月			◎網の撤去、支柱の撤去	
2月				
3月				
4月				

↕：海に網がある期間

図9　ノリ養殖の一年間の作業・生産工程

【コラム７】糸状体と豊かな海づくり大会

糸状体を種としてカキ殻に入れるときには、糸状体を切り刻んで海水槽に入れたカキ殻の上にジョロを使って撒きます。マリモ状の糸状体を細切すると芽には見えません。平成18年10月29日に開催された豊かな海づくり東与賀会場で天皇陛下と皇后陛下がカキ殻へのお手蒔きをされた際に、両陛下がジョロを覗かれて何もお見えにならなかったものですから、皇后様が、佐賀県有明水産振興センターの野口敏春所長に「これには何が入っていますか」とお尋ねになり、「ノリの世代の異なる糸状体が入っています」と答えたというエピソードがあります。

マリモ状の糸状体は、切り刻んで100ミクロン（1mmの1000分の1が1ミクロン）くらいにしていますので、目に見えません。糸状体をカキ殻に1cmあたり1個穿孔するように蒔くわけです。12月から3月の間に糸状体をカキ殻の上に撒きます。温度にもよりますが数日すると自分でカキ殻の中に穿孔しています。これが数ヶ月かかると枝をカキ殻の表面一杯に伸ばして真っ黒にみえるようになります（写真21）。

写真21　ノリの種（カキ殻糸状体）

初めは白い状態で、種を蒔いて夏、8、9月迄にはカキ殻の色が黒くなっています（写真22）。10月の採苗日頃まで漁協とか、カキ殻を売る民間の方も種を蒔いたカキ殻を大型の水槽（10m x 1.3m x 0.5m 、4トンで約3,000枚）で培養しています（写真23）。さらに26℃くらい（およそ7月）まで昇温しますと殻胞子を形成します。カキ殻表面には、1、2週間で珪藻類が増殖して光を遮りますので、カキ殻洗い機でカキ殻を洗います。あるいは水替えや栄養塩の添加、光の調整など作業をしていきながら、大事に育てます。

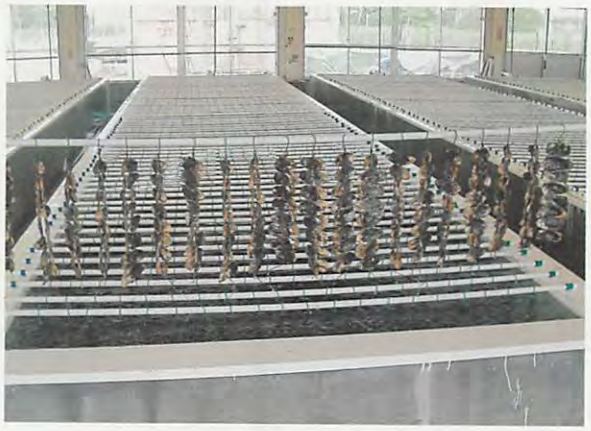


写真22　培養中のカキ殻糸状体

いよいよ盆の頃になって来ると、漁業者の皆さんはノリ養殖のモードに入っていきます。まず漁業者の皆さんに重要な漁場の抽選会があります。これはその年の自分が養殖する場所を決めるためにします。ノリ養殖は、先ほど述べましたように環境によって生産量・品質などが異なりますので、良いところを独り占めというわけにはいきません。組合ごとに場所も異なりますので、その中でどこを自分の漁場にするか、抽選をして決めていきます。ここで自分が希望した漁場に当たれば「今年はガバイよかばい」となります。10月になりますと種を網に付け始める訳ですけれども、その前に色々な作業をしなければいけません。まず、網に樹脂加工をします。9月までに網を30枚に重ねます（写真24）。こ

写真23　カキ殻糸状体の培養（4月から9月まで）

の30枚を一般的に１棚（ひとたな）といいます。重ね網をたくさん準備します。網の大きさは、18m×1.6m（5尺網）です。この網の下側にカキ殻の入った落下傘が吊るされます。適当な芽付きの網にするために、網1枚当たりカキ殻を10個位必要ですけれど、佐賀県全体で、秋芽網期30万枚、冷凍網期にまた30万枚で大体60万枚位の網が必要です。1枚辺り10個吊すとして計算すると、このカキ殻が600万個必要です。ですから色々な所で600万個培養しているわけです。県外からも買ってきて種付け用として使います。

写真24　網重ね

>>有明海には支柱が地球一周分

有明海は、支柱式養殖ですので夏の間、抜いていた支柱を、海に持っていって立てる事になります(写真25, 26, 27)。合成支柱でないところは現在では南部漁場やほんの一部の漁場になっていますが、以前はすべて竹が使われていました。今はクレーンで船に乗せて持っていきます。漁期が終わって抜いた後、陸上に保管する時も一緒です。写真のように皆さん、夫婦舟や親子船で支柱を人力で立てます。場所によっては、底質が砂で硬くて人力だけでは立てられませんので、そのときはサンドポンプで少し掘って人力で立てます。網10枚の網を張っている区画を1コマと呼称しますが、8枚の網を張っているところも1コマといいます。佐賀県には、網を30万枚張りますので3万コマなのです。大体1コマ（10枚）分で66本必要ですので、それを計算すると大体200万本が、佐賀県漁場に立っています。200万本がどの位の長さかというと。支柱は1本10mありますので、これをずっと繋げますと2万kmになります。地球半周する分位の長さという事です。ですから有明海全部で大体400万本近くあると思いますので、地球一周分位の長さの支柱が立っているということになります。漁業者の皆さん、これを抜いたり立てたりするのです。

写真25　合成支柱置き場

写真26　合成支柱の運搬作業

写真27　支柱立ての風景

【コラム８】昔の支柱は台湾竹だった。

昔の支柱は竹でした。昭和47年に支柱竹が極端に不足し、台湾竹を使うことになりました。台湾竹は伸びが早く、その分肉厚が薄く耐用年数が短いこと、国内の竹の供給が戻ったこと、合成樹脂支柱の登場によって使われなくなりました。使用されたのは8年ほどでした。

私が若い頃、まだ支柱竹でしたが、立てろと言われて5，6本立てたらそこでぐったりでした。重いうえに要領が悪かったのです。今はこれが直径6cm位の合成樹脂支柱（商品名からコンポーズとも呼ばれます）という棒になっていますので、非常に立て易くなってはいますけれど、漁業者の皆さんは、平均で2,000本位立てることになります、そして漁期が終ると抜きます。9月に立てて4月に抜きます。抜くときには、チェーンを支柱に巻きつけて機械でひき抜き、人力で船に揚げます。台風がきて、この合成支柱が曲がったりしますと、一度抜いて立て直すことになります。漁期前に台風が来た平成3年は、9月下旬に2回来襲しましたので、2回やり直しした経験もありました。大変な重労働です。

＞＞10月から網への種付け開始

10月になるといよいよ網に胞子を付ける種付け、即ち、採苗と呼ばれる作業の開始です。採苗は重要な作業で「お萩」を作って祝う漁家もあります。採苗日は漁連や公的機関などの話し合いによって23℃台にまで水温がさがっているとか、大潮時が適するとかの条件を考慮して決定されます。前もって網に落下傘というカキ殻用のビニール袋（写真28）を吊していきます。そして採苗日の前日にカキ殻を落下傘に入れます。カキ殻と呼んでいますがカキ殻が大切なのではなくてカキ殻のなかで育っている種が必要なのです。（写真22）

写真28　落下傘というカキ殻用のビニール袋

【コラム９】有明海以外の採苗方法

写真29は陸上採苗器なのですけれども、佐賀県有明水産振興センターに、佐賀県ではここだけにしかありません。陸上採苗は、円型の枠に網を数枚まいて、円形の枠をグルグル回して下の水槽に入れたカキ殻糸状体から胞子を放出させ、網に付ける方法です。有明海では少なくなりましたが、瀬戸内、東北などはこれを使って採苗がされています。現在、有明海では野外採苗が主流です。佐賀県においての最後の室内採苗は、当時の太良中央漁協で昭和62年におこなわれました。

写真29　陸上採苗器

平成18年の採苗日は、10月8日でしたので、前日の7日に落下傘にカキ殻糸状体を入れて、落下傘を付けたノリ網を準備して夜明け前までに網を海へ持っていきます（写真30）。

網を海上に持っていきまして、小さなボート（箱船）に移し替えて、二人一組になって重ね網を海に入れていきます（写真31）。これを採苗開始と呼びます。網の下に落下傘が入っています。これを全部張り込んでいきます。ずっと流します。すると落下傘に海水が入ってきますので、この時点で夜が明けておれば種が出て網につきます。この方法は上手い具合に出来ていまして、空中に網があっても袋には水が入っていますので、中に入っているカキ殻糸状体は死なない訳です。カキ殻糸状体は、乾燥状態になると死んでしまいます（写真32）。

ノリ葉体になると5～6時間の間、乾燥しても死なないのですけど、種が、カキ殻に入っている状態ではカラカラになると同時に死にますので、落下傘という方法を考えた人はアイデアマンだなと思うのです。網の下には0.9m（半間）ごとにプラスティク製の浮き棒21本を付けて、それに落下傘を約５袋吊り下げますので、全部で落下傘は約100袋吊り下がっています。その袋には2、3枚のカキ殻糸状体を入れます。写真33のような網の状態で種付けを始めます。そうすると、朝、夜が明けると同時

に、袋からパッと種が放出して、流れが早く、朝の日の光が強いとたくさん付くことになります。

写真30　カキ殻糸状体の袋入れ作業

写真31　網の張り込み

写真32　落下傘の吊り下げ状況

写真33　採苗風景

>>>吊ったり浮かしたりのノリ養殖

佐賀県の養殖方法であります支柱式養殖を説明したいと思います。まず、網をつるす綱（吊り綱）があります（写真２、34）。この長さは、佐賀県の東部漁場では2.2m前後、西部漁場では2.5m前後と違います。つまり東部漁場は透明度が高くて、光が余計に海水中に入って来ますので、長さを短くして満潮の時には網が海面下になるように、光があたらないようにしています。西部漁場は、その逆で表面に浮くように吊り綱は長くなっています。これは光が当たりすぎるとノリが赤くなるからです。ですから漁場によって網が動く距離が全然違います。

海面にノリ網があるときは吊り綱は役に立っていませんが、潮が引いてきますと、吊り綱も一杯に伸びて網をつり上げる状態になります。引いてしまうと網は完全に空中に露出し、そのとき風が吹くと乾燥するまでの時間は短くて、雨が降っておれば全く乾燥しないことになります。満潮にむかって海面が上がっていきますと、網は海表面に浮いた状態になります。この吊り綱を合成支柱に結んでいるところをケップテンと言います（写真２、34）。吊り綱の長さは一定にしていますので、ケップテンを上下させると網の位置が変わってきます。当然、小潮の時と大潮の時では海面の位置が違いますので、潮に併せてケップテンの位置を変えることになります。一コマ、20分くらいで上下させます。30コマですと10時間かかります。ノリ養殖にはアカグサレ病というカビの仲間が起こす病気がありますが、この病気は、水温が高く、比重が低く、流れがないときに大被害となります。一晩で網に着いているノリが

写真34　網の管理作業

無くなってしまう養殖場や時期があります。アカグサレ病は、乾燥に弱いので、干出時間を長くして殺します。これによって拡大を止めることができます。1日ほどの短時間内に網の水位を全部高くして菌を殺すことになりますが、網の位置を高くするのに1コマ20分間はかかりますので大層な労力を要します。この辺りが漁業者の品質や病害に対する技術ということになります。もう一つの対応として、漁業者は、通常であれば一日に1回摘採するところを、寝ることなくぶっ続けで1日2、3回も連続して摘採と乾燥を続けます。このような労力を厭わない作業をしないと被害になってしまいます。ちょうど11月上旬頃です。

【コラム10】 浮流式養殖

養殖方法としては、浮流（うきながし）式養殖という方法もあります（写真35）。合成支柱が立てられない様な水深20m以上の海域で行います。佐賀県でも1カ所だけ、太良町大浦のお城がある前の海では、浮流式養殖を行っています。アンカーを沈めて、表面にノリが常に浮いている状態になっています。佐賀県でも比重が高くて病気もあまりひどくならないからこの方法が可能です。この方法は、有明海ですと熊本県、他では瀬戸内海、東北地方など多くの漁場で行われ、今や全国の半分がこの方法です。海にあわせて干出させることができないので、干出させるときには、機器を使って人工的に干出操作をしています。これが味や、硬さに微妙に効いてきます。

写真35　浮流式養殖

>>子育てする育苗期の管理

30枚もの網を重ねて種を付けますので、付着生物が付いたり、浮泥が付いたりして汚れてきます。その対処法として干出させ、汚れをとりますけれども、それでも網は汚れてきます。そこで網の下をくぐりながら、網の下か、あるいは上からポンプの強い水圧でもって海水をブァッー・ジャーと吹きかけて洗います。手にあたると痛いくらいです。昔は布団干しの時に棒でたたくようにして竹、棒で網をたたいていました。現在は、このポンプ法で冷凍入庫前くらいまで毎日洗います。洗うことで汚れをおとし、弱いノリ芽を落とし、ノリの活力を付けていきます。これも品質などに影響します。（写真36、37）

写真36　網洗い作業

写真37　箱船（左上）と網洗い用タイコ（右下）

大潮と小潮の時とでは、全く海表面の位置がかわってきますので、先程話しましたケップテンを上げたり下げたり2，3日に1回動かします。その辺は漁業者さんは物凄く気を使って網を上げたり下げたり、それによって製造するときの品質が異なります。この作業は採苗後20日間位ずっとします。

一方、採苗は、同一場所で行い、その後、同一場所で芽を育て（育苗）ます。ノリ芽が少しずつ伸びて10日くらい経つと肉眼でみられるようになります。30枚重ねていますので、網と網の間の流れが悪くなったり、真ん中から下網にかけては光が届かなかったりで、ノリの芽が弱くなったり生長差がでてきます。そこで30枚を10枚へ、10枚を５枚へ減らしながら、養殖場所を拡大していきます。これを展開作業と言います。養殖する場所は、漁協によっては、東西の離れたところにあります。前に話しました漁場抽選会によって養殖できる場所は東西に分かれて最大8kmも離れたところなることもあります。養殖できる場所まで重ね網を船にあげて運んでいって、同じように海に入れて行きます。そういうときには1枚になっています。ですからある時期、ある点では5枚、ある点では1枚といった状況になります。採苗から20～25日も経つと、5枚重ね網のノリ葉長が大体3、4cm位になってきます。そこで冷凍網作りをすることになります。例えば、自分の持ち網数が100枚あったとしたら、50枚を冷凍庫に入れます。写真38は網を海から揚げて来た様子です。漁業者の皆さんは、大体300枚を養殖する権利を持っていますので、30コマ（1コマ網10枚）と計算すると600枚＋α枚位（このα枚数は規則で制限があります）、全ての網に種を付けます。そして300枚＋α枚を冷凍網にします。まず脱水して、干し揚げます（写真39）。干し揚げるのは天日で干したり、室内で干したりして、乾燥度で15～20％になったら触るとゴム状になりますので、ポリエチレン袋に詰めてそのまま冷凍庫に入れます（写真40）。

その後は冷凍網が張り込まれる12月中、下旬まで約マイナス25℃の冷凍庫で保存します。ここで冷凍庫が壊れたら一大事ですよね…。

写真38　冷凍網作りの脱水作業

写真39　冷凍網の乾燥作業

写真40　冷凍網の入庫と冷凍状況

>>有機酸に漬けて安定生産（酸処理技術）

酸処理という技術があります。千葉県の平野要助さんが、アオノリを殺す方法はないかということで、醤油、酒、ジュース、コーラなどなどで試していた時、コーラの効果を発見しました。コーラですのでpHが低いから効果があると分かったことが、酸処理技術に繋がりました。ノリはpH 2くらいでは死にませんが、アオノリですと死んでしまいます。同じように細菌や珪藻もpH 2位でおおよそ

死にます。ノリでは死なずに、その他の付着生物では死ぬという差を利用したのです。これが発見されたのは昭和53年でした。酸処理剤は有機酸を主成分とした液体が殆どです。写真41のように箱船に酸処理液が入っていますが、一枚一枚を酸処理水に2、3分とか5分間浸せきして、病気を殺したり、アオノリを殺したりする作業をして、品質向上に努力しています。

佐賀県では、秋芽網期はアオノリ対策、冷凍網期には病気の対策として行っています。現在では、この酸処理技術がなくては海苔の生産は成り立ちません。

写真41　酸処理機械（左）と作業（右）

>>色落海苔と赤潮

水中に窒素がなくなると、ノリはどうしようもなく、黒い色がなくなって黄色になります。この色落ちを発生させる原因は赤潮です。赤潮というのは赤く見えているから赤潮であって、佐賀県有明海のノリ時期の赤潮というのは殆どが珪藻ですので、赤く見えずに実際は緑褐色です。今は珪藻類に加えて、光合成をする植物ですが、動き回って動物のような性格を持った鞭毛藻類（写真42右上）というのが増殖するようになりました。これには赤く見える種類もいます。少し海水中のプランクトンの種類が変わって来ています。さらに年間の赤潮の発生件数が多くなり、発生延べ日数も長くなっています。写真42右下は平成12年12月に大増殖したリゾソレニア・イブリカータという大型の珪藻です。いっぽう、写真42左のスケレトネマ・コスタータムは普通にみられる小型の珪藻です。この小型の珪藻類であればあまり問題にはなりません。大型の珪藻には、ユーカンピアというのがいます。このような大型の種類が増殖すると、長期化してノリ養殖の大被害に繋がります。海況も含め赤潮生物のモニタリングが非常に大切です。

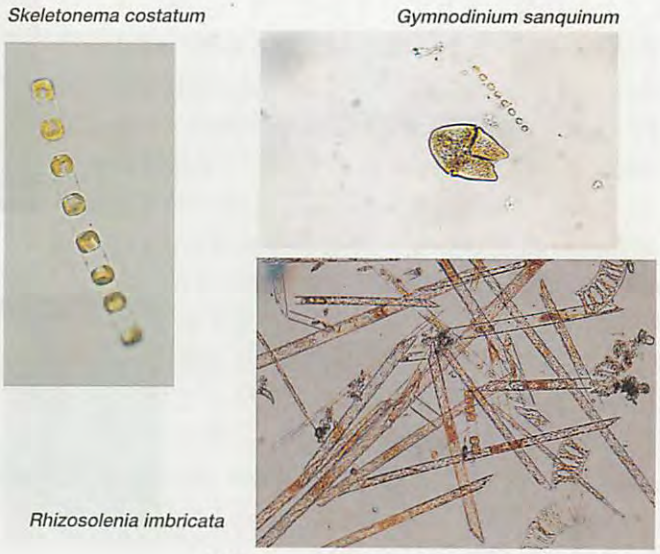


写真42　プランクトン

昭和年代というのは乾海苔の平均単価が非常に高かったものですから、ある程度枚数があがっておればそれでどうにか生活もできました。ところが平均単価がどんどん下がってきていますので、生産枚数を上げないと苦しいという状況になります。平成12年12月から1月にかけて色落ちがおきて漁業者の皆さんが諫早干拓堤防の前に集まってシュプレヒコールをあげるなどして「有明海がおかしい」と騒いでしまいました。しかも平成10年位から少しおかしいよというのが認識されていて、ぱっと大被害となったので、あのような大騒動に繋がってしまいました。ここ数年生産があがって調子良さそうですが、海の状況全てが回復している訳ではなくて、何かあれば又12月から色落ちが発生し、大不作が起きる可能性は十分にあります。

人間も栄養がないと、食事ができないと、栄養失調になり死んでしまいます。ノリの場合の栄養塩は窒素です。色落海苔ができるのは、海水中の栄養塩が少ないから起こります。これをどうにかしようとして施肥という技術が開発されました。施肥というのは、陸上の農業や園芸でも一般的に行われています。生物が生きていくために必要な栄養が不足したとき、人の手で栄養を加えてあげるという行為を指します。施肥は、佐賀県では昭和30年頃から始まって、昭和37年からは集団施肥も行われました。一時中断していました。しかし平成10年以降、ノリの色落ちが起きてから、海苔の生産によって陸上に挙げられている窒素量を目安に栄養塩の添加量を制限しながら、環境に配慮した施肥を実施しています。

>>摘み取りから製造まで

摘採は1日のうちのいつ頃するのでしょう（写真12）。夜中にします。理由はノリの細胞分裂とノリの光合成に関係しているようです。ノリの細胞は、2、3日に1回分裂します。全細胞数の20から30%が1日に分裂しますが、分裂は、およそ昼過ぎから始まって夕方から夜中には終わってしまいます。つまり朝方には細胞分裂が終わり、安定期に入っています。当然光合成は夜中にはしません。摘採して製造するわけですが、製造の時間帯を昼間にすると等級が1等級は落ちますので、昼間の摘採を避けることになります。秋芽網期、冷凍網期の初回から、夜中に摘採します。夜、海に行くわけですから、暗闇のなかでの危険で寒い仕事です。

ノリを摘んだら、箱船から本船に揚げます。以前は写真43のようにダンベというプラスチック製の箱に入れてそのまま加工場まで持って行きました。今は、ポンプで海水と一緒にノリをそのまま直接、船倉に送ります。その船倉の中のノリを、トラック上のタンクに移し替えてそのまま加工場に持って行きます（写真44）。場所によっては船から直接陸上の加工場にホースで送るところもあります。30年前位には、ポンプが無かったので、手で汲んで船上に揚げていたのです。そういう時代もありました。

写真43　ノリ摘採後の海上作業

写真44　摘採ノリの運搬

>>海苔加工場は安心安全の最先端技術

現在、佐賀県では、協業体が非常に発達して来て、全行使者数の30%位が協業体になっています（写真45）。

協業体では、細切したノリを1度にのせられるミスが8枚の2列で16枚つながった機械（16連乾燥機と呼ぶ）や20連乾燥機を使用しています。ここでは、16連乾燥機を例に、海苔ができるまでを話します。

先ず、協業体のタンクに生ノリが運ばれてきます。タンクには海水とノリが混入されます。乾海苔のでき上がり枚数で3万枚分くらいが25トンタンクに入ります（写真46）。タンクからごみ取り機に移動し

写真45　協業体の全景

ます。この機械は、スリット式になって、ノリは先程から話しているように薄い紙のようなものですから、スリットを通過します（写真47）。ところがゴミなどは、厚さがありますのでスリットを通りません。この方法でゴミ取りをします。つぎにミンチ・調合です。レンコンと呼ばれる穴が空いている円盤状のステンレス板（写真48）と、外刃があって、レンコンを刃で擂り込んで切っていきます。レンコンの穴の数（大きさ）と刃の枚数は、ノリの質や摘採回数によって替えます（写真48，49）。経験が必要です。細切されたノリは、漉き前調合調整機に移って、漉くための濃度に調整されます（写真50）。これが終わると乾燥段階に移ります。乾燥は、湿度（約30%）、温度（40℃前後）が調整された空間で行われます。この湿度温度は、摘採回数や管理などによって変化する生ノリの状態によって調整されます。調合されたノリ（写真51）は、ミスに自動的に移り、上から圧力を掛けて脱水がされて乾燥空間にミスと一緒に動いていきます（写真52，53）。タンクに入れて乾海苔が出てくるまでに2～3時間かかります。今でも4連とか6連乾燥機を使っている漁業者もおられます。16連乾燥機ですと、1時間で7,000枚作るような機械になっています。24時間乾燥を続ければ一日10万枚でも製造できます。協業体は分業制ですので、製造と病害対策を分業することによって対応がし易くなっています。品質も味も揃うことになります。しかし、協業体の加工施設は、建物で約１億円、全自動乾燥機で約１億円と非常に高価です。

乾海苔が乾燥機から出て来ます（写真54）と、湿度感知器によって湿っている乾海苔（写真55）、金属探査機によって金属が入っている乾海苔は、はじかれます（写真56）。この時の水分含量は12%になっています。さらに折り曲げ機にかかって、10枚（1帖（じょう））で纏めて折り曲げられます（写真57）。それを結束機で10帖ひとまとめにして100枚で束ねられて帯び紙で結束されます。そして乾海苔の規格は21cm x 19cmですので、乾海苔の規格の外にできる、がさがさしたミミと呼ばれる部分を結束台に乗せて人力でけずって（写真58）、最後に3,600枚単位の箱に納められます。途中ではじかれた乾海苔は、乾燥し直され、金属は人力で除かれ、目でチェックされ、出荷できる乾海苔は箱に納められます。最終チェックを人力で行う（写真59）など、徹底した食品管理がされています。

写真46　生ノリ葉体保存攪拌機

写真47　ゴミ取り機

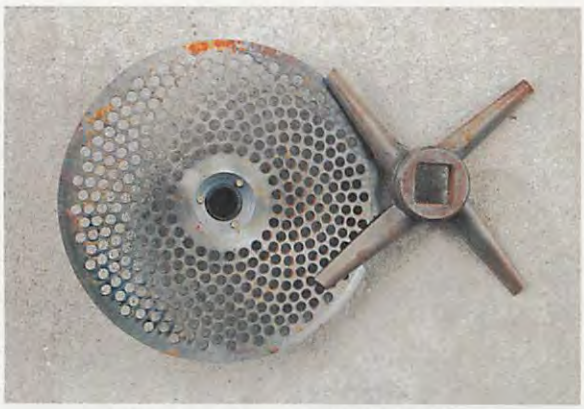


写真48　レンコンと切断用の外刃

写真49　ミンチ

写真50　調合機

写真51　漉く直前の濃度調整

写真52　スポンジ圧力脱水

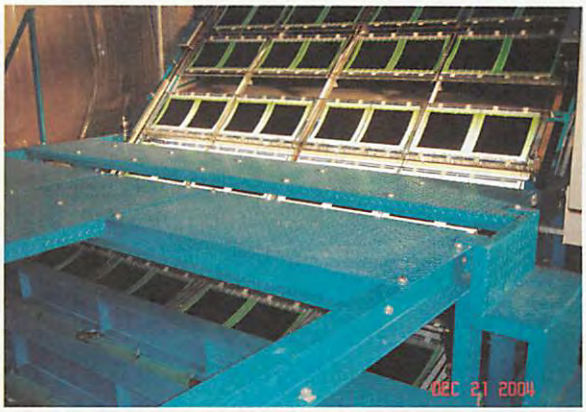


写真53　乾燥へ移動中

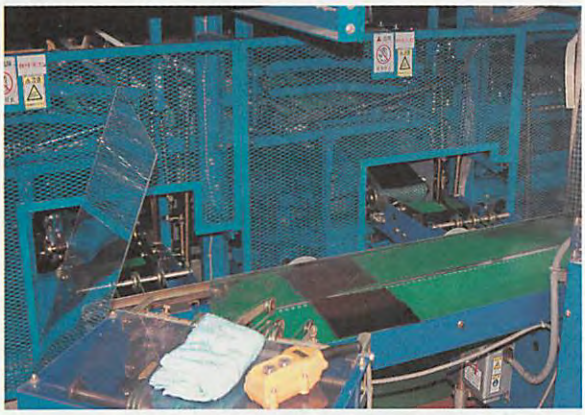


写真54　乾燥機から出てくる乾海苔

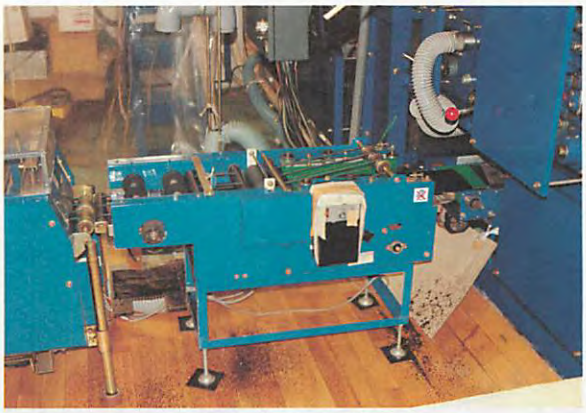


写真55　湿気検出

写真56　金属検知

写真57　結束機

写真58　結束台による整形

写真59　人によるチェック

>>値段が決まります！

箱詰めされたのち（写真60）、そのまま漁協支所の検査場に運ばれ、検査員によって検査されます（写真61）。等級格付、等級は沢山ありますから、規格としては優等、特等、1等から7等、検査格付けの区分としては、上、推、黒、B，重、軽、破け、縮み、A、C、○、黒、クモリ、飛び、混とかありますけれども、それらを全て官能検査でチェックされそれぞれ箱に入れられます。

最後には漁業協同組合にすべて集荷されまして、見付けがなされます（写真62）。入札業者さんが見付けをして、それぞれに札が入って、値がついていきます。

以上のように漁業者の皆さんは、乾海苔が出来上がるまで、多大な労力と神経を使っています。

写真60　箱詰め

写真61　等級検査

写真62　見付け状況

V．有明海の今の海況

>>濁った海から透き通った海へ

有明海の環境変化や問題について、少し触れてみたいと思います。ノリ養殖に関係している環境変化は、いくつかあります。まず水温が高くなっているということです（図10）。30年前に比べると1℃位は水温が上昇しています。採苗時の条件に23℃というのを覚えていらっしゃると思いますが、温度が高くなっているものですから以前よりも採苗時期が少し遅くなっています。そうなると、養殖期間が短くなって生産枚数に影響してしまいます。それから潮流が緩やかになっていることです。さらに、

海の澄んでいる状況を示す透明度が高くなっています。透明度が上がっているのは、潮流が遅くなっていることにも関係します。

潮流が遅くなると、二酸化炭素の供給が悪くなったり、病気の感染が早く被害が大きくなります。透明度が高くなるということは、つまり光が海底の方にまで通りますので、光によって増殖する赤潮の発生の長期化、大増殖にも繋がります。海の汚れの状況を示すCOD（化学的酸素要求量）も高くなっています。CODとか透明度が高くなっていますので、昔はCODが低くて濁っている海だったのですが、今はCODが高くなっていますし、加えて澄んでいる。有明海は澄んだらいけない海で、濁っている海なのです。水質的には綺麗で、浮泥が多くて、透明度が低い状態、そういうのが有明海本来の海の状況だと思います。だから昔は清く濁っていたのですが、今は少し汚くて澄んでいるのかもしれません。こういう海況になりつつあります。CODは富栄養化の指標なのですけれども、CODが高くなるとやはり赤潮プランクトンが発生しやすいということに繋がります。これらの海況変化が全て栄養塩不足に繋がり、ノリ養殖期間の短縮に繋がってしまいます。最近のノリ養殖については、乾海苔の単価が下がっていますので、非常に厳しい状況にあります。生産枚数を稼いで生産金額を上げなければならないのに、珪藻が増えてしまいますと栄養塩は急減し生産は終了してしまいます。現在のノリ養殖の問題点が集約されます。

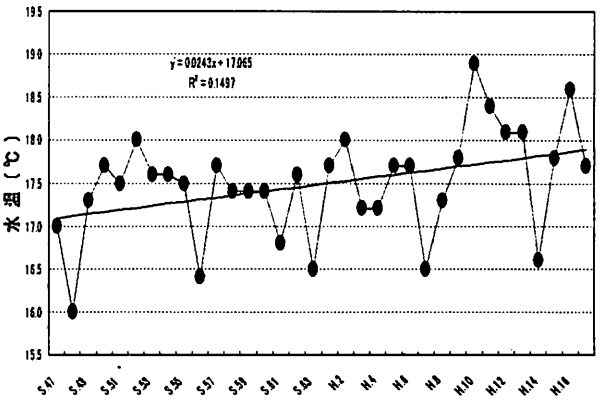


図10　早津江川河口域における水温の変動

>>海藻養殖は環境浄化機能

ところで、ノリにとっては、栄養がやはり必要です。特に海水中の窒素、リンはどうにか有明海の場合は足りていますけれど、有明海は窒素がないと海苔の生産が出来ないものですから、ノリを生産する側から言えば下水処理も、そんなに高度下水処理は必要ないのかもしれません。ノリ時期は、佐賀県だけで乾海苔を約18億枚生産されますので、18億枚と仮定しますと、窒素に試算すると297トン（＝18億枚×3.3g×5%（乾海苔窒素含量））、リンですと29トン（乾海苔リン含量0.5%）が陸上に上げられることになります。ですから、ある程度、窒素やリンが流入してきても、乾海苔に含まれる窒素、リンとして人間が取り上げていますので、その辺を調整というか、夏場は、濃度を少なくして流して、冬場は少しノリの為に高濃度でもノリの側からすると構わないと思います。また、陸からの流入濃度規制を徹底して行いますと、貧栄養化といった状況がおきてしまいます。現在の瀬戸内海で少しみられています。一方、富栄養化が全く悪いということではありません。珪藻赤潮は全く悪い訳ではないのです。ノリの側にとっては困りますけれども、珪藻が増えないと、貝類の餌が少ないことになります。貝の餌は珪藻です。両者をうまい具合に、例えばノリは10月から2月位までに生産して、3月から貝類のために珪藻類を増やすとかそういう方法を開発し、人間がコントロール出来れば一番良いのです。その中に、栄養塩の濃度規制の話とかそういうことを全部組み込んだシステムを作ると、全体的な調和の中で産業と環境とが一体となって成り立つのではないかと思います。

>>海の中に酸素がない

次に夏季の貧酸素水塊の発生です。ノリ養殖に対して貧酸素水塊は直接関係しないのですが、貧酸素水塊が夏場に発生すると、貝類を減らしてしまいます。貝類というのは、海水を濾過して海水中の珪藻類などを餌にしますので、珪藻類を減らすには必要です。つまり貝類はプランクトンを食べてくれる、海水中の懸濁物を浄化してくれていますので、貝類が減ると、珪藻類が増殖しやすくなります。その結果、珪藻類と同じ栄養を必要とするノリの栄養塩不足に繋がっていきます。このように間接的に繋がります。また、水温が高くなっていますので、外海の暖海性のエイが有明海に沢山入ってきています。夏場入ってきて、30kgとか50kgの大型のナルトビエイ（写真63）ですけれど、アサリとかの貝類を食べてしまいます。ナルトビエイは1日に体重の5～10%位の貝類を食べると言われています

ので、膨大な量の貝を食べているという計算になります。こういう現象が起きていますので、色々な面で有明海は、ノリは生産されていますけれど、ちょっと間違うとガタガタといく、そういう状況は今も続いているのではないでしょうか。

ノリは植物ですので、炭酸ガスを吸収してくれますし、酸素も放出しますので、地球環境悪化防止にも寄与しています。地球環境のためには、ノリ養殖を始めとする海藻養殖を世界中に広めるのが一番良いかもしれません。

写真63　ナルトビエイ

Ⅵ．有明海の海苔を世界の果てまで

最後に、世界における乾海苔生産の状況ですけれども。中国で10億から20億枚、日本では100億枚、韓国では、日本のサイズに換算すると40億枚位、合計160億枚位の乾海苔が生産されています。そういう状況の中で、中国がノリ養殖を本気で行うと、養殖場は広大ですからグンと増えてしまって、40億枚位は生産可能でしょう。中国のように安い乾海苔が輸入されると日本の国内生産地は、パニックとなって市況も壊れてしまい、それが問題になります。一方、消費は、アメリカで7億枚、東南アジアで7億枚、ヨーロッパとかオーストラリアで1億枚位が食べられています。これらの国で消費される乾海苔はおおよそ中国から輸出されています。勿論、日本、韓国は自己消費しています。一方、中国には、推計15億人の人が住んでいますので、その方々が、10個のおにぎりを食べてくれると75億枚の乾海苔が消費されますので、今度は逆に日本から中国に輸出ということもあり得るかもしれません。この辺の変化は将来の日本の海苔産業にとって重要なターニングポイントになる可能性があります。ですから、中国輸出に限らず、将来は乾海苔を世界の至るところで食べてもらえるよう普及していく努力をすることが大切だと思います。

Ⅶ．謝辞

竹下産業の諫山光雄氏、第一製網の中島賢氏、ニシハツ産業の蒲原嘉一氏にはノリ資材・乾燥機などについて、また佐賀県有明水産振興センター長の野口敏春氏には、全体にわたりご教示いただいた。記して御礼申し上げます。

Ⅷ．参考にした文献

・安部昇（1998）：ノリ養殖用語事典．第一製網株式会社．熊本．
・新崎盛敏・新崎輝子（1978）：海藻のはなし．東海大学出版社．東京．
・石原結実（2006）：「医者いらず」の食べ物事典．PHP文庫．東京．
・大石圭一（1993）：海藻の科学．朝倉書店．東京．
・大房剛（1992）：海苔　おもしろ雑学事典．チクマ秀版社．東京．
・岡田十四三（1970）：佐賀有明海苔の歩み．佐賀．
・川村嘉応（2006）：有明海奥部のノリ養殖．海洋と生物．東京．
・菅野　徹（1981）：有明海．東海大学出版会．東京．
・木下祝郎・寺本賢一郎（1974）：海苔．大日本図書．東京．
・佐藤正典（2000）：有明海の生きものたち．海游舎．東京．
・寺崎宗俊（1989）：有明海と半世紀　田中茂．佐賀新聞社．
・西澤一俊・村杉幸子（1985）：海藻の本．研成社．東京．
・日本食糧新聞社（2001）：加工海苔入門．日本食糧新聞社．東京．
・野田宏行・岩田静正（1978）：海苔の驚くべき効用．チクマ秀版．東京．

・野田宏行・岩田静正（1978）：海苔製品向上の手引き．全国海苔貝類漁業協同組合連合会．東京．
・能登谷正浩（2000）：海苔の生物学．成山堂書店．東京．
・能登谷正浩（2002）：海苔という生き物．ベルソーブックス．成山堂書店．東京．
・毎日新聞社編（1975）：ノリ健康法．毎日新聞社．東京．
・宮下章（1970）：海苔の歴史．全国海苔問屋協同組合連合会．東京．
・森勝義編（2005）：貝類・甲殻類・ウニ類・藻類．恒星社厚生閣．東京．
・山田信夫（2000）：海藻利用の科学．成山堂書店．東京．

（本稿は、講演内容に加筆しました。）