

海苔あれこれ

中西正己*

I. はじめに

第 342 回京都化学者クラブ (2018 年 12 月 1 日) において、縄文時代から日本人に食材として利用されてきた湖沼・河川などの淡水-汽水域に生息するシジミについて紹介させていただきました (中西, 2019)。今回は、日本の多様な食文化の創出に関わってきた沿岸海域に生育する海藻の中で、ご飯の伴として馴染む乾し海苔・焼き海苔・味付け海苔の原料であるノリに焦点を合わせてお話をさせていただきます。

II. ノリと海苔

沿岸海域の岩などに着生し生育している紅藻類・ウシケノリ科の中で葉状の配偶体 (葉状体, n) を有する海藻 (アサクサノリ・スサビノリなど) をノリと称し、ノリの葉状体を加工した食品を海苔と定義しお話を進めます。

III. 日本のノリと海苔の歴史

1. 奈良時代—鎌倉時代：天然ノリの時代

日本でノリがいつ頃から食材として利用されてきたか明らかではありませんが、奈良時代 (710-784) には、既に万葉仮名として「乃里」・「乃利」という文字が使われています。奈良時代初期 (713) に書かれた「常陸国風土記」には、既に「海苔」の表現が見られます。

更に、「出雲風土記」(733) には、唐の税制度に倣った租庸調の「調」(諸国の物産を納める) として、島根半島産のノリを紫菜(ムラサキノリ) と称して貢納されたと記述されています。

平安時代 (794-1185) に入ると、島根半島に加え、志摩国(三重県)・土佐国(高知県)からも「調」

として紫菜が奉納されるようになったことが官中儀式作法を記した「延喜式」(905) に記載されています。奉納された紫菜は、寺社や皇族、そして高官位の月料として配布されました (この制度は、900 年代まで続きました)。

鎌倉時代 (1192-1333) に移行すると、ノリの奉納国は、西国に限らず伊豆半島や房総半島など東国にも拡大し、ノリは「岩ノリ」と称して朝廷に献上されるようになりました。

このように奈良時代から鎌倉時代にかけてノリは、皇族・高官位など上層階級の食材として重宝がられていました (ノリが汁・吸い物の具材として庶民に普及するのは「ノリ養殖」が普及した江戸時代後半)。

2-(i). 江戸時代前期—中期：ノリ養殖—I 期

1600 年中頃から 1700 年初めに東京湾で 9 月頃に「魚の畜養施設」の「囲い」にノリの胞子が着生することを見つけ、これをヒントに 9 月に簀 (ヒビ：木や竹の小枝を使用) を品川—大森の海域に設置し (図 1, 藤塚, 2020)、ノリの胞子を着生させ、初めてノリ養殖に成功しました。これがきっかけになり、日本でノリ養殖が始まりました (簀：漁の定置漁具の名前、魚を誘導する琵琶



図 1. 江戸時代初—中期のノリ養殖に使用された木や竹の小枝で作られた「簀立て」(藤原, 2020)

*京都大学名誉教授・総合地球環境学研究所名誉教授

湖のエリなど)。

東京湾でのノリ養殖をきっかけに1660年頃には西国の広島でも養殖が始まりました。当時、養殖ノリは、ヨシで作った簾上に広げ乾燥させて「乾し海苔」として製品化されました。また、古紙を再生して作る浅草紙の抄き方を応用し、古紙再生の要領でノリを抄き、「抄き海苔」としても製品化されました。

2-(ii). 江戸時代後期：ノリ養殖－II期

江戸時代後期(1800年代)になると、ノリ養殖は、江戸から静岡県(舞阪・三保：舞阪海苔・三保海苔の誕生)や宮城県(気仙沼：仙台海苔)で行われるようになりました。

ノリ養殖の普及により、海苔は上層階級だけでなく庶民にも広く食されるようになりました。

2-(iii). 明治時代－昭和時代(～1940年)：ノリ養殖－III期

明治時代(1900年代初め)に入ると、ノリの養殖法は、「木・竹篾」から4本の竹竿で支えた「支柱式網簾(シュロを材料とした網)」に代わり、養殖規模が大きくなりました。更に、昭和時代初期(1930年代～)になると、ノリ養殖は野外で自然に発生するノリの胞子がノリ網に着生するのを待って行う「支柱式ノリ柵」による大規模養殖法に移行しました(図2, 有賀, 2020)。

2-(iv). 一昭和時代(1949年～)：ノリ養殖－IV期(「人工採苗によるノリ養殖の近代化」)

英国マンチェスター大学の女性生物学者、

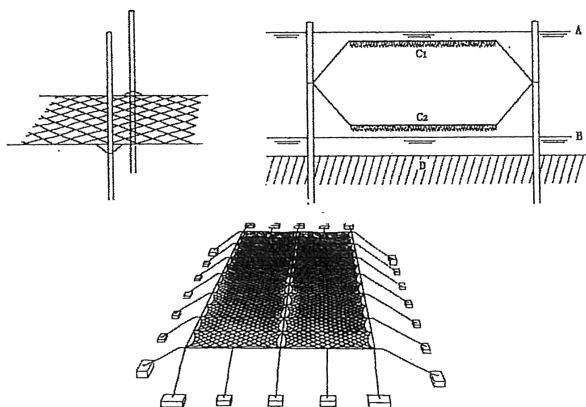


図2. 「支柱式ノリ柵」(上左図：固定式, 上右図：浮動式)と「浮流し式ノリ柵」(有賀, 2020)

Drew 博士(Dr.Kathlen M. Drew)によりアマノリ(*Pyropia umbilicalis*)の生活環が解明され、「ノリ養殖技術の近代化」が始まりました(図3, 菊地, 2016)。アマノリの葉状体(核相 = n)から放出される接合胞子(核相 = $2n$)が貝殻に付着し、貝殻に潜り込み微細な糸状に枝分かれした糸状体(核相 = $2n$)になることが判明し、「人工採苗によるノリ養殖技術の近代化」が始まりました。生活環の解明以前は、糸状体は別の生物(*Conchoselis rosea*)と考えられていました。

「人工採苗によるノリ養殖」は、接合胞子($2n$)から変化した糸状体($2n$)中に形成・成熟した殻胞子嚢($2n$)から放出される殻胞子($2n$)を人工採苗し、ノリ網に着生させて養殖する方法です。熊本県水産試験場の太田扶桑男氏により、1954年、カキ殻を用いてノリの糸状体を室内で培養し、採苗する方法が確立されました。この方法を利用した人工採苗によるノリ養殖は、1964年頃から日本全国に普及し今日に至っております。

人工採苗の導入により、ノリ養殖は、「支柱式ノリ柵」に加え、沖合でも養殖可能な「浮流し式ノリ柵」の普及にもつながりました(図3, 有賀, 2020)。更に、ノリ網の材料もシュロから強じんな合成繊維に代わりました。日本で人工採苗に用いられる主なノリは、北海道から東北地方の沿岸海域に生育するスサビノリです。

人工採苗による野外でのノリ養殖は、9月末から10月にかけて糸状体($2n$)から放出された殻胞子($2n$)を着生させたノリ網を沿岸海域に設置します。網に着生した殻胞子が減数分裂により生じた幼葉状体(n)を経て大きく成長した葉状体(n)を翌年の3-4月に収穫します(図3参照)。

人工採苗によるノリ養殖の普及により、日本の海苔生産は、～37億枚(1961)、～59億枚(1971)と増加し、1993年には～110億枚と最大になりました(その後、減少傾向にあります。2015-2017年の生産量は～80億枚)。

現在の日本のノリ養殖場は、松島湾・仙台湾・石巻湾(宮城県)、東京湾(千葉県)、三河湾(愛

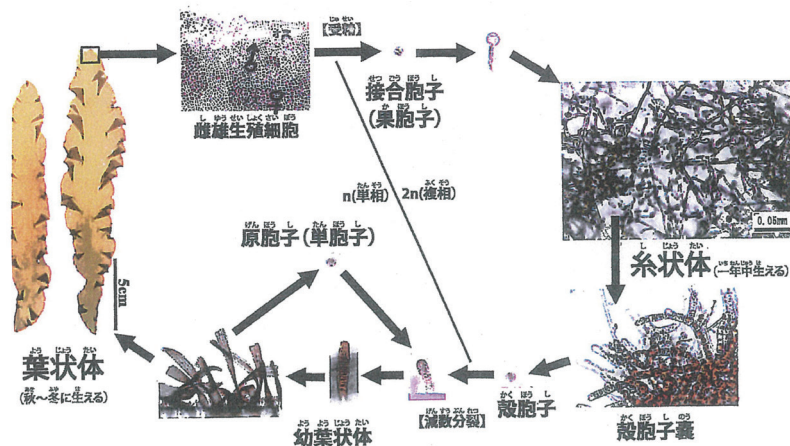


図3. アサクサノリの生活環 (菊地, 2016)

知県), 伊勢湾 (愛知県, 三重県), 瀬戸内海 (兵庫県, 香川県), 有明海 (福岡県, 佐賀県), 八代海 (熊本県) です (図4).

近年, 瀬戸内海では下水処理施設の普及が進み, ノリ養殖海域へ流入する栄養塩(窒素・リンなど)濃度が減少し, ノリに色落ちなど被害が生じています. この被害対策として, 工場や家庭からの排水規制を緩和する「改正瀬戸内海環境保全特別措置法」が2021年6月3日に国会で可決されました. 瀬戸内海は, ノリ養殖だけの海域ではありません. この措置法実施にあたり, ノリ養殖(イカナゴの減少含む)だけに注目せず, 瀬戸内海生態系全体の機能を視野にいたした科学的検証が必要です. 生

態系機構は複雑でその実態のほとんどは判っているようで判っていません. 科学的検証結果が出るまでは, 今の瀬戸内海の栄養状態を維持し, それに見合う規模でのノリ養殖を考えるべきです.

有明海では, 地球温暖化に伴う海水温の上昇が原因で, ノリ種付け時期の遅れや最適温度下での養殖期間不足により, ノリ養殖に被害が生じ, 問題になっています. 海水温の上昇は, ノリ養殖だけでなく, ヒジキやコンブの成育にも大きな被害をもたらしています. 海水温上昇による海藻群落の劣化は, 海藻だけの問題ではありません. 海藻群落の崩壊は, 群落を生息の場としている多くの魚介類にとっても大きな被害を伴います.



図4. 日本・韓国・中国の主なノリ養殖地

IV. 世界の海苔産業

過って欧米人に“black paper”と呼ばれ, 「黒味を帯びた食品」として嫌われていた海苔は, 和食ブームや栄養学的に評価されるようになりつつありますが, 風味に馴染めず, 未だ課題を残している食品です.

古くからノリを食材とし, ノリ養殖を産業としてきた国は, 日本・韓国・中国です¹⁾ (図4参照).

1). 「韓国のノリ養殖」: 韓国のノリ養殖は, 1600年代中頃, 全羅南道の沿岸海域でノリの着生した木の枝が漂着しているのを見つけたことがきっかけになったと言われています.

現在の韓国のノリ養殖は日本で開発された技術を取り入れて行われています. 養殖に利用されて

いるノリは、スサビノリ・アサクサノリ・オニアマノリ・ウップルイノリ・イチマツノリなど多種です。

韓国のノリ養殖・海苔加工は、全て分業で行われています。ノリ養殖は、「ノリの種付け（網に殻胞子をつける種網製造業者）」専門業者から養殖業者が「種付け網」を購入し養殖する。加工過程では、養殖業者から収穫されたノリは、一次加工業者に渡り、乾し海苔に加工され、第二次加工業者に渡り、焼き海苔・味付け海苔に再加工されます。

日本の人工採苗技術を導入後、韓国のノリ養殖は普及し、1970年代から海苔の生産量が増加し、2016年には、137億枚（乾し海苔）に達しました。これら海苔は、日本・台湾・中国・米国など56か国に輸出されています。

2)「中国のノリ養殖」：中国のノリ養殖は、1700年代に沿岸海域の岩石上に石灰を撒き雑海藻を除去した岩上で、紫菜（ツイーツアイ：ノリの中国語表現）を増殖させたのが始まりと言われています。

中国では、6世紀中頃からノリを食材として利用してきました。中国で養殖されてきたノリは、壇紫菜（ダンシサイ：ハイタンアマノリ = *Neoporphyra haitanensis*, 中国固有種）です。現在の中国のノリ養殖は、韓国同様、日本の養殖技術を取り入れて行われています。養殖に使われているノリは、ハイタンアマノリとスサビノリです。

養殖により収穫されたノリの加工は、ノリを裁断せず、天日干しし、丸型か角型の乾し海苔に仕上げます（中国の丸型乾し海苔は、直径25cmで1枚当たりの重さは、25-30gあります。日本の乾し海苔の重さは、3gです）。中国では、乾し海苔は、主にスープに入れて味わいます。

中国は、ノリ養殖だけでなく、コンブの養殖も盛んです。中国にはコンブは自生しておりませんが、日本統治時代に北海道から移植したコンブを利用し、戦後から養殖しています。養殖コンブは、一部は食品に使われますが、大半はアルギン酸工業の原料として活用されています。近年、ワカメ

の養殖も行われているようです。

中国の海苔（乾し海苔）の年間生産量は、30-50億枚とされています。日本にも凡そ5億枚が輸出されています（日本産乾し海苔の輸出量は、2017年に1.3億枚です。主な輸出先は、台湾・香港・オランダ・米国です）。

V. 海苔の成分の特徴

海苔（乾し海苔など）の成分の特徴の一つは、コンブ・ワカメや大豆に比べ、三大栄養素のたんぱく質含量が高いことです（可食部100g当たりのたんぱく質：海苔 = ~39g, コンブ = ~8g, ワカメ = ~14g, 大豆 = ~34g）。また、日本人に不足している8種の栄養素（食物繊維・Fe・Zn・Ca・Mg・ビタミンA・B₁・B₂）を比較的多く含有した食品です。

他に、抗酸化物質（ポリフィラン）を含有するノリは、鮭缶詰めなどにエキスとして添加し、風味の劣化防止剤として使用されたり、豚や鶏に飼料として投与し、肉・卵の抗酸化力を高め良質な肉・卵の生産にも活用されています（海苔増殖振興会、2019）。

VI. ノリ以外の海藻の活用例

1)。「海藻糊²⁾・漆喰³⁾の原料」：粘性が高く、弾性に富む粘性多糖類（フノラン・カラギーナン・アルギン酸）を多く有する海藻を原料として作られてきました（フノラン：紅藻・フノリ科の属するマフノリなどに含まれる、カラギーナン：紅藻・スギノリ科に属するツノマタ、ミリン科のキリンサイなどに含まれる、アルギン酸⁴⁾：褐藻のコンブ・ワカメなどに含まれる）。

2)。「化学薬品の原料」：ヨーロッパでは、海藻から種々の化学薬品が開発されてきました。

14世紀にフランスの医師は、「るいれき症」（結核菌によるリンパ腫炎症）の治療薬として、海綿灰を作成し投与、17-19世紀には、コンブなど海藻からヨードを抽出し、「写真材料」やヨードチンキなど「薬剤」として活用してきました。海藻

を原料とした**化学薬品**の開発は、化学工業の発展につながったと言われています。近年、グリーンランドでは、ビタミンCの50%が海藻から摂取されており、ロシアでは、**ワカメ**が薬藻として取り扱われ薬局で販売されるようになりました。日本でも、太平洋戦争時、**コンブ・ホンダワラ**などの褐藻の「海藻灰」(K・Na・I₂など多量に含む)を「火薬の原料」として利用していました(現在は、火薬の主な原料は硝石)。

3). 「**食材としての海藻**」: 海藻を主要な食材の一つとして活用している国は、日本です。比較的よく食する国として、韓国・中国など東洋の国々と、ハワイ州が挙げられます。

i). 北米

北欧系民族の多いマサチューセッツ州では、**ツノマタ**(紅藻類)を粉末にし、プディングやゼリーの原料として利用されています(ツノマタに含まる**粘性多糖類:カラギーナン**を活用)。100種を超える豊かな海藻の生育するハワイ州では、強酸性(pH=2~3)の褐藻、**アミジクサ**を熱処理し、ピリッとした味を楽しんでいます。

ii). 西欧(主に北欧)

英国北部では、緑藻類の**アオサ・ヒトエグサ**、褐藻の**コンブ**を生でサラダやスープに入れて食します。これに似た**藻食習慣**は、フランスのノルマンディー地方やノルウエー・アイスランド・スウェーデンなど北欧の国々、そしてロシアのサハリン地方にもあるようです。また、英国のウエールズでは、古くから**レイバー(laver)**として知られている紅藻類の**アマノリ・ダルス**をペーストにし、パンに塗り食する習慣があります。

iii). 太平洋・南アメリカ・南アフリカ

ニュージーランドのマオリ族など原住民は、緑藻を、南アメリカの太平洋側に住む原住民は、古くから乾燥させた紅藻や褐藻をスープの具材として利用してきました。また、南アフリカでは、海藻を原料としたゼリーを食していると言われています。

iv). 東南アジア

フィリピン・インドネシアでは、紅藻の**テングサ**などをゼリー状(トコロテン状)にして食しています。フィリピンでは、海藻を「**海の野菜(sea vegetables)**」と呼ぶそうです(有賀, 私信)。

v). 中国

古くから「海藻」は、**五色菜**(医薬)の一つとして重宝されてきました。

五色菜:トサカノリ(紅)・寒天(白)・海參(黒):ナマコの煮干し)・スルメイカ(茶)・刻みコンブ(青)⁵⁾

vi). 韓国

日本同様、中国の**海藻食文化**の影響を受けてきた国です。**ミル・ムカデノリ**(紅藻類)・**アラメ**(褐藻類)など40種を超える海藻が食されてきました。

vii). 日本

日本周辺に育つ海藻の種は、凡そ1500種(緑藻類:~250種, 紅藻類:~900種, 褐藻類:~380種)と世界一多い国です。海藻に恵まれた日本では、70種以上の海藻が食用に利用されてきました。海藻の用途も多様で、1) 糊の原料, 2) 薬の原料, 3) 肥料, 4) 祝儀の品, 5) 交易の品, 6) 精進料理の材料, 7) 租税の品, 8) 神事の品, 9) 一般食用と歴史的に変化してきました。特に、**海苔**は、「色を愛で、香りを食し、あっさりした淡い味を楽しむ」と言う日本人特有の**食事文化**を創出してきました。

謝辞

ノリ・海苔に関する貴重なコメント及び諸資料をいただいた有賀祐勝先生(東京水産大学名誉教授)に厚く御礼申し上げます。

註

- 1) 近年、ニュージーランド・米国(ワシントン州, ハワイ州, メイン州)・スペイン(ガルシヤ州)・ブラジルで試験的に**ノリの養殖**を始めているという報道もあります。

- 2) 中国・日本・東南アジアなど東洋では、屏風・軸物の絹地に塗り、絵具の浸み込むのを防いだり、織物に金箔を張る**接着剤**として、また、雨傘に塗り**防湿剤**として利用されてきた。
- 3) マフノリなどフノリの仲間を煮た溶液を石灰と**刻んだ藁**や布と混ぜて作る**漆喰**の原料の一つとして古くから利用されてきた（中国では、始皇帝時代、2200年前からフノリは**漆喰**の原料として使用されてきた）。
- 4) **アルギン酸**は、ストロンチウムやカドミウムなどの有害重金属を体外排出や血中のコレステロール低下にも効果があると言われていました。また、alga（藻類）の語源とも言われています（alginic acid = alg+a）
- 5) 中国の高級食品である「**燕か**」は、東南アジアに生息するツバメの巣が原料ですが、「**巣**」は**紅藻類のテングサ**をツバメの口で化学変化させ、ニカワ状にしたものです。

引用・参考文献

- 有賀祐勝（2020）：ノリ養殖技術の発展，二羽恭介（編著）「ノリの科学」，p. 17-25，朝倉書店
- 岩波生物学辞典第4版（1996）：岩波書店
- 菊地則雄（2016）：アサクサノリ生活環図，日本藻類学会編「海藻の疑問 50」，口絵10，成山堂書店
- 世界大百科事典（2009）：平凡社
- 中西正己（2019）：シジミ貝雑話，海洋化学研究，32：70-76
- 日本史大事典（1993）：平凡社
- 二羽恭介（編著）（2020）：「ノリの科学」，朝倉書店，pp. 194
- 海苔増殖振興会（2019）：海苔の成分の効用と利用，pp. 30
- 藤塚悦司（2020）：江戸時代のノリ養殖と文化，二羽恭介（編著）「ノリの科学」，p. 7-17，朝倉書店
- 宮下章（1974）：ものと人間の文化史・海苔，法政大学出版部