

日本藻類学会第16回大会ワークショップ（海苔栽培業見学会）参加記

3月30日と31日に東京水産大学で行われた藻類学会に先立ち、27、28の両日、海苔栽培業見学会が行われた。27日は東京で桜が咲き始めたとは言え、どんより曇った空からいつ雨が落ちてくるかと心配であった。集合時間の2時半少し前に千葉県房総半島の中程、JR上総湊（かずさみなど）の駅前に着くと、春雨がポツリポツリと降ってきた。すでに7、8人の人達が集まっていた。その中に一人だけ見覚えのある品の良い女性の姿が見えたので（明治大学の山本鍔子先生であった）、集合場所はこれで良かったのだと安堵した。そのうち、千原光雄先生や、R. E. LeeのPhycologyという教科書に出てくる写真と同じ風貌の、ドイツのDr.メルコニアンも来られた。メルコニアンさんには、写真と同じ顔ですね、と言って挨拶した。

ところで、私は遺伝学の出身で接合藻とお付き合いしているが、藻類学にうとい。学会には時々参加するが、紅藻については殆ど知らない。そこで、藻類学の大家、千原先生の図鑑を見ると、海苔の生活環が戦後解明されたと言って図示されていた。そこへ海苔の見学会があるというので、参加してみたくなったのである。後で思えば残念なことに、三浦先生については全く知らなかった。上から下まで黒のトレーナーと毛糸の帽子に身を固めた小柄な方を、全く失礼なことながら、JRの保線員さんかなと思ったのである。ところが、それがとんでもない間違いだということにはすぐ気が付いた。というのは、その保線員氏は、海苔の生活環について詳細に説明したプリント（図1）をいきなり皆に配り、「千原先生の図鑑の海苔の生活環の説明では、減数分裂の起こる場所が定かになっていません」と、エライことをのたまわったのである。千原先生は恐縮しながらも、笑って何やら言い訳しておられた。この方が、「海苔の神様」とまで言われる、東京水産大学の三浦昭雄先生であることは、後で千原先生にお聞きして知った。

海苔の栽培と、海苔の良し悪しの見分け方

「神様」に導かれ、我々は歩いて十分程の、天羽（あまは）漁業協同組合湊のり生産組合に着いた。そこで一行17人は、組合の川崎忠洋氏から、海苔生産工程を実際に見ながら説明して頂いた。まず、収穫した海苔を水洗し、小さく裁断する。この海苔を水と混ぜ、和紙と同じ要領で、大きな海苔すき機で順々にすく。海

苔すき機は、海苔の大きさ（20×21 cm）の簀（す）が、横に8枚、縦に50列程、戦車のキャタピラーのように並んでいる。そして、最後には10束（100枚）づつになった海苔を検査し、色、ツヤ、重さなどに従って、100近い等級に分ける。製品は10束当たり、最高級品が2万円、最下級品は700円程にしかならないという。「高級品は、一流の寿司屋の海苔巻き。味付け海苔や海苔の佃煮は安物。最下級品は、言っちゃ悪いが、永谷園のお茶付け海苔」と、江戸っ子ならぬ上総っ子の弁。また、「買うなら、値段の高い焼き海苔を買うといい。気の毒だけど、スーパーにはいい海苔は置いてないね」とのことである。

良い海苔は、まず色が黒く、艶があり、薄く、柔らかい。こういう海苔は、独特の良い香りがする。海苔は栽培して1週間程で収穫できる。その時、葉状体の先端部を刈り取っても、基部からまた成長してきて、一週間でまた収穫できる。これを4～5回繰り返すが、始めほど質が良くておいしい。後になると、色は赤っぽくなり、つやもなく、堅く、バサバサでまずくなるという。薄い海苔が良いというのは、粘りがあるので薄くすけるのだそうだ。粘りがなくなると、穴が空くので厚くせねばならず、「食っても旨くない」という。そう言うわけで、4～5回も収穫すると値が落ちるので、新しい殻胞子の付いた新しい網を零下20度位の冷凍庫から取り出してきて、漁場に張り直し、再び栽培する。そして一冬に4～5回これを繰り返し、10月に始めた漁は、4月始め頃終わるという。

海苔の葉状体は成育し、卵と精子が受精し、その後果胞子が出来る。果胞子から糸状体を発芽させるには、カキの殻（1枚約5円）の内側の白い面に果胞子を附着させ、海水に漬け、弱い光を当てる。糸状体を発芽させる基質には、ホタテでもアワビでも、またアサリでも良い。カキを使うのは、糸状体の成長にとり丁度良い柔らかさのうえ、カキ殻が分厚過ぎず、殻胞子を一斉に放出させるのに都合が良いから、という。また、カキ殻を使ったデータが沢山あるのでやりやすいそうだ。

その夜は、一同、天羽魚協の鈴木利定さん経営の鈴孝荘に泊めて頂き、海の幸に囲まれ、楽しい懇親会があった。海苔の神様は、また酒仙でもある。お蔭で宴席には銘酒が集まる。なかでも、小泉酒造の「しぼりたて」は、すこぶる口当たりが良く、酔い心地も良い。

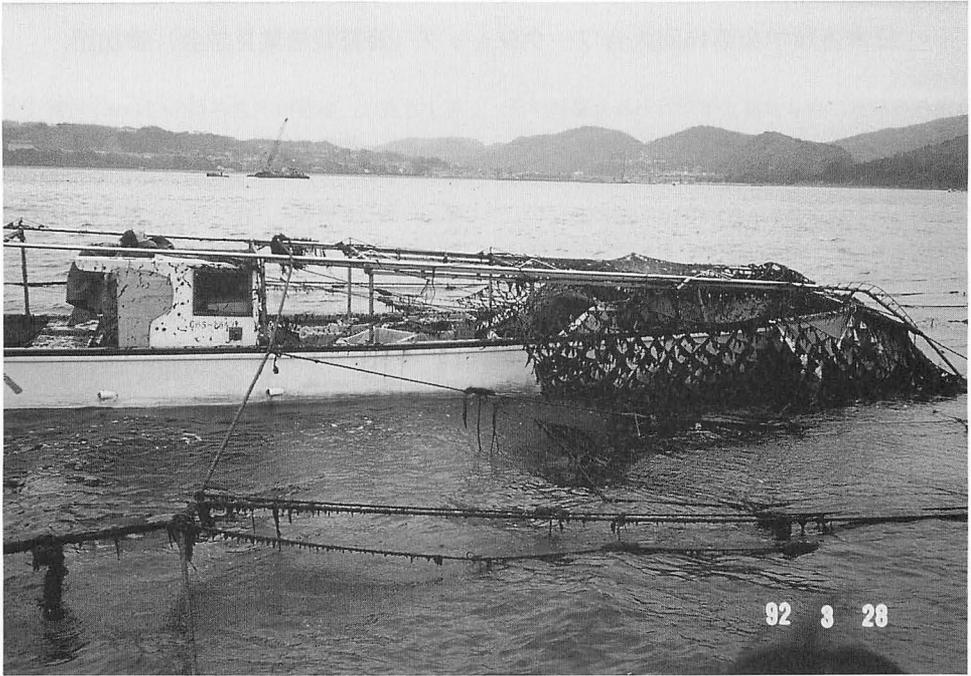


写真1. 高速海苔摘採船による海苔の収穫風景（天羽漁業協同組合湊のり生産組合の海苔漁場において）

私の住む富山の銘酒、「立山」に勝るとも劣らぬ逸品で、欧米のアルコール類とは比べようもない。高度な日本文化の証明であった。

自己紹介は、有賀先生から始まった。先生は、海苔の色と色気に興味を持っておられるという。海苔が黒いのは、クロロフィルの緑と、紅藻素の紅色が合わさるからだそうで、海苔を焼くと緑になるのは、熱に弱い紅藻素が壊れ、クロロフィルの色だけが残るからと言う。さて、色気の話の方は、予告だけであった。きっと、参加された四人の御婦人が上品なうえ、揃って美人なので、遠慮されたのだろう。あとの方たちの自己紹介は、美人の色香と、「しぼりたて」のお蔭か、記憶がどうもおぼろである。夜一時近くまで、藻の話に花が咲いた。

翌朝は6時前に起床した。朝食の時、神様は誰かと迎え酒を楽しんでおられた。7時頃から湊のり生産組合の海苔漁場を、大きな舟（約20人乗り）と小さな舟（約6人乗り）に分乗し、見学させて頂いた。沖合500メートルぐらいに、海苔網が浮かんでおり、幅2m位の高速海苔摘採船が、水面近く浮いている網を船の上に持ち上げながら進み、瞬く間に1網(1.2m×18m)の海苔を収穫してしまう（写真1）。この間1分もあろうか。しかし、船に乗っている2人の漁師さんは、

雨合羽を着てはいるが、まさに全身海苔だらけになって、寒風吹きすさぶ冬の間収穫しなければならず、その苦勞が偲ばれた。

この後、一同はバスに乗り、新富津（しんふつつ）漁業協同組合に行った。ここでも、カキの殻を使い、海苔の糸状体培養を行っていた。その後、房総半島に突き出た富津岬の展望台から海苔漁場を見学した。ここでは、新しい浮き流し式栽培法と、昔の支柱式栽培法の両方が、岬の両側に見られ、まさに海苔栽培の歴史が一目瞭然であった。千葉県水産試験場富津分場で、昼食の御馳走になった後、千葉県における海苔栽培業に関する講義を受けた。その後、千葉県のり種苗センターを見学した。

最後に千葉県東京湾栽培漁業センターを見学した（写真2）。ここでは、大きな水槽が50個も有ったが、そのうち特に大きな物は直径約10メートル、深さ約1.5メートルもあり、クロダイ、ガザミ（カニの1種）、マコガレイなどを養殖している。特に今は、マコガレイ稚魚の飼育期に当たっているので、大きな水槽の多くで無数の小さなマコガレイが元気に泳いでいた。また、立派なクロダイが泳いでいるのを見ると、昨夜の懇親会でタイの活き造りを食べたせいか、旨そうだなと、つい思ってしまう。これらの魚の餌にするため、小さ



写真2. 見学会参加者（全員）（千葉県東京湾栽培漁業センター門前にて）

な動物性のプランクトンのワムシ（輪虫類）やアルテミア（節足動物、甲殻類）を養殖し、それらプランクトンの餌として、海洋性のクロレラ（千原先生によると、本当はクロレラでなく、クロロフィルaとピオラキサンチンを持つ、真眼点藻綱の *Nannochloropsis oculata* で、緑藻とは異なる）の培養をするという具合で、全体としてすこぶる大規模なものであった。例えば、クロレラの培養のために、おおよそ縦9メートル、横3メートル、深さ2メートル程の大きな水槽が14個も屋外に並んでいる。そのうちの半分ぐらいで、クロレラがエアレーションされながら濃密に繁殖していると言う塩梅であった。こうして育てた魚は、漁業組合に出荷したり、標識を付けて東京湾に放流し、資源調査に役立てると言う。今回の見学会では、千葉県海苔栽培業関係漁業協同組合のいくつかの研究室や栽培場を見せて頂いたが、それぞれの栽培場では少しづつ違った方法で栽培されており、工夫されていた。

日本が世界に誇る研究：海苔の減数分裂について

現在養殖されている海苔の殆どは北海道原産の、環境中の栄養の変化に強いスサビノリ (*Porphyra yezoensis* Ueda) で、アサクサノリ (*P. tenera* Kjellman) ではない。ここで、教わりたてのスサビノリの生活環に触れたたい (図1)。

我々が食べるスサビノリの本体は、一層の細胞からなる葉状体で、単相 (n) 世代の体である。この他、糸状体と呼ばれる複相 (2n) 世代の体がある。雌雄同株

の葉状体の縁辺に形成された卵 (n) は、その位置に留まり、他の縁辺部で形成された精子 (n) が流れて来て受精し、接合子 (2n) を作る。この接合子は分裂し、4個、8個或は16個の果胞子 (2n) となる。果胞子はカキなど貝の殻に穿孔して発芽し、糸状体 (2n) を形成する。糸状体は殻胞子嚢 (2n) を形成し、殻胞子嚢から殻胞子 (かくほうし, 2n) を放出する。この殻胞子が発芽する際に減数分裂を行い、我々が普通に見る海苔の葉状体 (n) に戻る。

生活環を見る場合、重要なのは、配偶子がどこで受精するかということ、減数分裂がどこで行われるか、ということである。一般に、受精については比較的分かり易い。しかし、減数分裂については曖昧なものが案外多い。ノリの場合も例外ではなかったという。イギリスの Drew, カナダの Hawkes らのお蔭で生活環の研究が進んだ。しかし、減数分裂がどこで行われるかについては、はっきりしなかった。それが、日本の大目・三浦らにより、殻胞子が発芽するところで減数分裂することが判明した。彼等は、葉状体の色が緑や赤の自然突然変異体に注目し、野生型 (黒色) の海苔を含めて交配し、どのステージで色が分離するかを調べてみたのである。すると、葉状体 (海苔の本体) にキメラ状の色の分離が起こった (図2)。もし、殻胞子嚢に殻胞子が形成される際に減数分裂が起こるとすると、1個の殻胞子由来の1枚の葉状体は1色になる筈で、色がキメラ状に分離することは遺伝学的にあり得ない。つまり、減数分裂は、殻胞子から葉状体が発

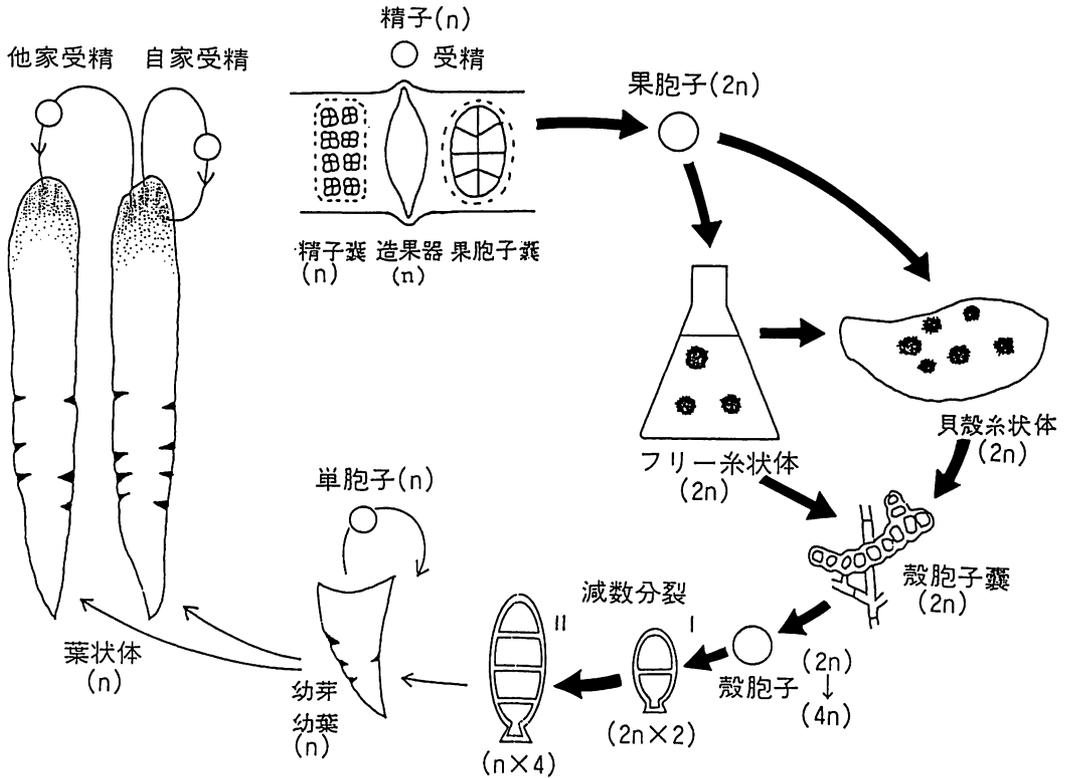


図1. スサビノリの生活環 (三浦による)

芽する際に起こることの動かぬ証拠であった。この遺伝学的証拠は、さらに細胞学的にも確かめられた (因みに、 $n=3$ である)。また、四分子分析で、これらの遺伝子のマッピングもされた。

私はこれらの話に非常に興味を持ち、30日の学会の際、三浦先生の研究室にお邪魔し、実際に緑と赤のキメラになったスサビノリの葉状体を、先生と、この3月に博士になられた申さんから見せて頂いた (図2)。また、図2aのように2色が上部と下部に分かれたキメラの割合が、図2bのように2色が交互になったものより多かった。このことは、スサビノリの減数分裂が、後還元型ではなく、前還元型の減数分裂であることを示している。もし、後還元型減数分裂であれば、2色が交互になったものの方が多くなるはずである。減数分裂をする生物の中で、最も原始的な原始紅藻類のアモノリの減数分裂は、有性生殖 (減数分裂) の起源を考える上で非常に重要で興味深いので、その特徴を以下に挙げる。1) 殻胞子が発芽する際に減数分裂

を行う。つまり、これまでに分かっている接合子還元 (例:アオミドロ)、胞子還元 (例:シダ)、配偶子還元 (例:人間) に当てはまらない。2) 前還元型減数分裂である。3) 減数分裂の結果生まれた四分子は、各々バラバラになるのではなく、すべてが1枚の葉状体で、分裂した順序につながっている。4) Unordered tetradではなく、Ordered tetradである。進化学的に原始的なスサビノリの減数分裂は、四分子の各細胞が全体として連続した細胞群となっており、どこか体細胞分裂に似ているところに大きな特徴がある、と思った。

三浦先生は、「今まで海苔の研究は、海苔を食べない外国の藻類学者のお世話になってきて、日本人はただ食べるだけだった。しかし、やっとここで日本人として学問的にも貢献できて、非常に嬉しい」と言っておられた。「学問が正しければ儲かるはずだ」というのが三浦先生の哲学のようで、実際多くの栽培業者が三浦先生のお蔭で潤っているのを目の当たりにして、「ハァー」と言って返す言葉がなかった。あの千原先

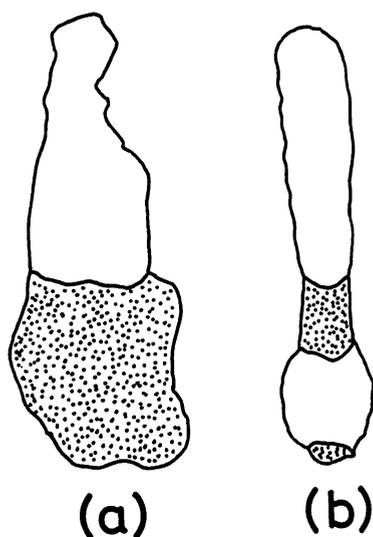


図2. スサビノリの葉状体の色の遺伝 (三浦先生のご厚意によりスケッチ)
a, 2つの色の遺伝子間で交叉を起こしてない葉状体; b, 2遺伝子間で交叉を起こした葉状体。

生が、「海苔の神様」とまでおっしゃった意味がよく分かった。学問はやればやるほど赤字だと思ってきた私としては、果たしてミカツキモでも儲かるのだろうか、と思う。

今回の見学会、そしてその後で行われた学会では、若い熱心な藻類学者が、国籍や男女を問わず、日本で育っていることを感じた。彼等のこれからの学問の発展に大いに期待したい。

最後に、この見学会のお世話をして下さい、東京水産大学の諸先生方と千葉県漁連関係の方々に、深い感謝の気持ちを表したい。特に、3月31日付けで東京水産大学を停年退官された三浦昭雄先生の、今後の益々の御活躍と御健康を心から祈る次第である。また、三浦昭雄、千原光雄の両先生には、この原稿の校閲をして戴いた。重ねてお礼を申し上げたい。

なお、見学会の参加者は以下の諸氏 (17名) であった (写真2参照)。

写真前列左より: バトリシア・リリアナ・ヒル・コダカ (東北大院卒・ペルー), 黒田充恵 (大阪成蹊女子短大・一般教養), 吉崎誠, 山岡容子 (以上東邦大・理), 藤田隆夫 (日大付属習志野高・生物), 岡崎恵視 (東京学芸大・生物), 川井浩史 (北大・理), 後列左より: 能登谷正浩 (東京水産大), 濱田仁 (富山医薬大・医), 山本鎔子 (明治大・農), 和田俊司 (共立女子大・生物), 有賀祐勝, 申宗岩, 三浦昭雄 (以上東京水産大), M. Melkonian (Bot. Inst. Univ. Köln・ドイツ), 千原光雄 (日赤看護大), 大葉英雄 (東京水産大)
(濱田 仁: 富山医科薬科大学)