

シリーズ
最終講義

ナポリと海藻の色に魅せられて
(From Napoli to Shizugawa via Shimoda)

横濱康継

はじめに

筑波大学の前身である東京教育大学の理学部附属臨海実験所の助手として下田へ赴任したのは今から34年前のことである。63年というこれまでの人生の半分以上を伊豆半島の突端近く、海辺で過ごしたことになるが、そこでの生活を終えた今、そんなにも長い年月が経過したような気もしない。また望んで下田に赴任したのに、定年を迎えてほっとした気分になったのも妙と言える。大学などでの研究生生活に入って間もない若手や後続の大学院生達には理解できないことだろう。

定年退職の日付は本年の3月31日、ちょうど山形大学での本学会第23回大会が終了した翌日、私はその日も山形に居り、筑波で定年の辞令を拝受する式は欠席してしまった不良公務員なのだが、最終講義と称するものは一応やらせていただいた。実はこれも1年前までは辞退する積りでいた。そして45年前に同じ植物学専攻へ入学し、そして今年同じ筑波大学生物科学系を退職することになっていた前田修という悪友と最終講義をすっぽかそうと固く約束していたのだが、昨年2月に行われた猪川倫好教授の最終講義の直後に、その約束を破らざるをえない事態となった。猪川教授は藻類の代謝生理学の権威であり、秀才で非常に真面目で努力家という尊敬すべき先輩なのだが、最終講義も非常に真面目に終始したので、後輩にあたる若手教授の井上勲氏と白岩善博氏が、このままでは優秀で真面目な努力家でなければ藻類学は専攻できないという印象を学生たちに与えたままになると憂慮し、それを崩す役目が1年後に定年を控えた私に課せられたのである。

優秀でも真面目でもなく努力家でもない私でも藻類学はやれるという話をせよという命令に従い、本年2月6日、悪友との約束を破ることになったが、悪友のほうも、行事責任者の生物学類長の哀願に従い、最終講義をしたくない理由について“無題”という題目で講義してくれた。そのあとに続いた私の“講義”の題目は“ナポリと海藻の色に魅せられて” From Napoli to Shizugawa via Shimoda”という長いものとなったが、

これも白岩氏の案である。

下田にあこがれて

最終講義の英文タイトルでは、下田は影のうすい存在になってしまったが、これは若き日のナポリと老後の志津川があまりにも強い印象を周囲の人に与えているせいである。しかしやはり私の人生を決めた言葉としては第一に下田という地名を挙げなければならない。私が東京教育大学理学部生物学科植物学専攻を志望したのは、高校の生物の授業で東京高等師範学校出身の先生から下田での臨海実習の体験談を聞いたためだったような気がするからである。

黒潮洗う伊豆半島南端近くの夜の海にボートを浮かべて夜光虫のきらめきを見るなどという情景を勝手に思い浮かべながら入学したのだが、実際に経験した臨海実習はそんなロマンチックなものではなく、当時まだ20代後半だった若き千原光雄助手の指導で、磯採集から帰り、海藻おしぼり標本作製、夜中は講義という日課のくり返しであった。それでも寝る時間を割いて街へ遊びに出かけたりしたため、1週間弱の実習が終わった時、手首が腕時計のバンドの穴2つ分だけ細くなっていた。そんな乱暴な臨海実習も、45年経った今、非常にロマンチックな体験であったような気がする。

下田にあこがれて入学したはずなのに、卒論では海



改築前（30年前頃まで）の臨海実験所研究棟

とは無関係な発芽生理学の研究室に所属してしまった。これは、“光発芽”という非常に不思議な現象に釣られた、というより、1年上の先輩達（猪川倫好氏や有賀祐勝氏の学年）にだまされて、若き石川茂雄講師導いる植物学教室きっての弱小研究室へ1年早く飛び込まされたのである。しかしこの一件がなければ、私は卒論で下田へ行き、千原助手の指導を受けることになったはずで、もしそうであったら、海藻の生理生態学の研究者としての私は存在しないことになったはずである。ただ不思議なことに石川講師は東京大学在学中に海藻の分類学を専攻し、卒業後は下田の三井海洋研究所に入り、瀬川宗吉、新崎盛敏両先生と机を並べたという経歴の持ち主なので、下田と私の縁は見えない糸で結ばれたままだったと言える。そしてなぜか石川先生の弟子の大半は発芽から藻類に鞍替えしている。山本海苔研究所所長の大房剛氏とその後継者の荒木繁氏、本学会前会長の石川依久子女史などである。

下田と結ばれた糸は、私の博士課程修了直前に姿を現わした。1964年4月に千原光雄助手が科学博物館に転任するので、その後任にどうかと、植物学教室主任の西澤一俊教授から打診されたのだが、西澤先生も下田の助手の経験者であり、このポストに就くことは非常に名誉なことであった。在学中に結婚し、長女が生まれたりして、学位取得が1年遅れたのだが、かえってそのためにこのチャンスに遭遇できたわけで、大変運が良かったのである。ただ実際の就任は1年遅れた。人事につきものの事情からだったが、そのために石川先生の縁で三河の海苔会社の嘱託を1年経験した。そのおかげで現場で海苔養殖の勉強をする機会に恵まれたのである。

プロダクトメーター

博士課程を修了する数年前から発芽途上の種子の呼吸を測定する装置を開発しつつあった。はじめはワールブルグ検圧計を用いたのだが、操作があまりにも煩雑なために嫌気がさし、もっと使い易い装置を自分で作ろうと考えたのである。そして下田への赴任直前に、検圧計とは原理的に対照的な検容計の一種と呼べるものが完成した。

試作は日光科学というミニカンパニーが担当してくれた。この会社の社長さん伊藤博氏は、市村俊英先生（東京教育大学）の中学時代の後輩で、古谷庫造先生（東京学芸大学）と同じ中学での同級生という方である。また小林弘先生（東京教育大学から東京学芸大学へ転任、本学会の元会長）は産声をあげたばかりの装

置にプロダクトメーターと命名してくれた。そしてその原理や応用例は日本海洋学会の英文誌（1969年）に市村先生との共著で発表させていただいた。原稿の校閲を市村先生にお願いしたわけなのだが、市村先生も院生の考案した装置に不安を覚えたらしく、当時の我が国の植物生理学畑の元締的存在だった田宮博先生にさらに校閲をお願いしてくれた。

市村先生や小林先生にとって私は教え子なのだが、古谷先生を含め恩師クラスの同窓の大先輩達の温かな応援に支えられてプロダクトメーターは世に出たのであるが、またその後の気まぐれな私の度重なる設計変更にいやな顔もせず、採算無視で対応してくれた日光科学の伊藤社長のおかげで今日の改良型にたどり着いたのである。

陸上植物の種子を使って発芽生理学を研究していた者が下田の臨海実験所の助手になったということを知った人達は少々驚いたらしい。そしてアマモなどの海草（海産種子植物）の種子の発芽を研究するのだろうかという納得してくれた人も居られたのではないかと思われるが、私自身は下田に行けるということだけで嬉しかったのである。

研究のことなど何も考えずに下田に赴任したのである。ただ国立大学の助手は国家公務員の一種であるという理解から、臨海実験所長を併任しておられた丘英通先生を動物学教室の研究室に訪ね、「下田での公務は何ですか」とおたずねしたところ、先生は「公務？」と絶句されたあと、「研究してればいいんだよ」と答えられた。以後34年間、私は研究だけしていたと言いたいところだが、研究以外の公務はできるだけしないようにして過ごすという形で、丘先生の教えを守り通した。しかし着任当初は公務どころか研究のことも念頭になく、海が珍しくて、磯を歩いたり小型の和船を漕いだりの毎日だった。

臨海実験所の前は白砂の浜で、その向こうがエメラルドグリーンの水が美しい鍋田湾である。この小さな入江の左岸をたどると、広々とした波蝕棚に出る。この磯と、下田湾の対岸にある須崎、さらにその北側の白浜に続く磯の3箇所が、10年前の臨海実習で千原先生に連れられて訪れたフィールドなのだが、海藻の分布の様子が互いに異なっている。かなり後になってから、海藻の豊かさでこれらの磯に優る所はまれであることがわかった。

世界一豊かと言えそうな下田の海藻相は私にとって猫に小判ということになりかねなかったのだが、下田への赴任直前に本体が試作されたプロダクトメーター

が私を救った。もともとは種子の呼吸つまり酸素の吸収の速度を測定するために開発したものなのだが、その容積 30 ~ 40 ml の反応容器に 5 円硬貨ほどの大きさの海藻葉片と海水 10 ml ほどを入れ、下から光をあてると、海藻葉片からの酸素の発生速度を測ることができ、その値を純光合成速度(みかけの光合成速度)とみなすことができるのである。

IBP

私の下田に赴任する少し前に、地球に住める人類の定員を知ることを目的とした IBP (国際生物学事業計画) が始まっていた。我が国ではいくつかに分けた海域ごとに植物プランクトン、動物プランクトン、ベントスなどといった班を組織し、それぞれ生産力とか生産量を推定することになっていたが、海藻班は相模湾・駿河湾海域にだけ、当時の本学会の長老達を主力として組織された。当然のことながら長老達は海藻の生産力などの推定も生産を支える光合成の測定も経験したことがない。プロダクトメーターを携えての私の下田への赴任は劇的なタイミングだった。

藻類学会へ入会したばかりの私は、新参の身で長老達の仲間に入れられ、多様な海藻について、光の強さおよび温度と光合成速度を調べるという日常が始まった。そして毎年行われる成果発表会では、海藻班班長の新崎先生の代役も務めることになった。

数年にわたる IBP の終了後には全国で得られた成果をまとめて英文の本を刊行することになっていた。やはり海藻班でも生産量と呼べる値を報告せねばとの使命感から、カジメ群落の年純生産量を推定する仕事を、ギリギリのタイミングで始めた。

鍋田湾の水深 5 m 付近の海底には、日本中で最も見事と言えそうなカジメ群落が発達している。カジメとよく似た形態のアラメについては、吉田忠生氏が東北水研時代に年間の側葉脱落量を求めておられた。その方法を参考にして、カジメ群落の 1 m² あたり 1 年間に新生する側葉の総重量を推定することにした。潜水作業から室内の作業まで独力で 1 年間を通したため、結果にあまり自信を持てなかったが、その後この仕事を千原先生との共同で、田中次郎君や坂西芳彦君といった若手の協力を得てやり直すことができ、鍋田湾の水深 5 m におけるカジメ群落の年純生産量として約 3 kg (乾重) / m² / 年という値が得られた。これは陸上の温帯林の最大値に匹敵する値で、陸上に比べて光条件がはるかに劣っているはずの海底でカジメがこれほど大きな物質生産力を発揮できるのは、この植物が緑



筆者が赴任した頃、臨海実験所に併設されていた水族館

色光を捕獲する光合成色素(フコキサンチン)を多量に保有すること、そしてしなやかな葉が海水の動きで激しく揺れることなどによって、陸上の植物群落よりはるかに効率よく光が利用されるためではないかと考察された。

エアータンクを背負っての過酷な水中作業が必要な海底での生産生態学的研究など、青く輝く相模湾の海面を眺めながらの赴任の途上には想定だにできなかったのだが、IBP は私の研究領域をそのような方向へ強引に広げる役を果たしてくれたのである。

ナポリを見て

下田へ赴任して 6 年目の 1971 年 10 月初め、私はソ連の客船ハバロフス号の客となった。日本学術振興会のナポリ臨海実験所派遣研究者としての半年間の生活が、横浜港からの船旅という優雅な形で始まったのである。船中 2 泊でナトカへ、車中 1 泊でハバロフスク、そこから航空機でシベリアを越えてモスクワへ着き 1 泊、そしてシヨパン号という寝台列車でのマルシャワ経由ウィーン着という 2 泊の旅、さらに車中 1 泊で、ローマ、さらに乗り換えてナポリ着という、1 週間を越える悠々たる長旅なのだが、当時この方が空路より安いということで、片道はこのコースをとるよう決められていたのである。

ナポリ駅では、ナポリ大学研究員の鈴木尚憲氏に出迎えてもらい、サンタルチア門の近くのピッツェリアで本格的ナポリ料理を味わった後、臨海実験所へ、さらに下宿へと案内してもらった。代々の日本からの派遣研究者が利用していたこの下宿は、高台へ向かう斜面にある壁の厚い重々しいアパートの一面のメネギーニさんというお宅で、初老の夫婦に適齢期の娘さんが 1 人という静かな生活に、半年前から鈴木氏が、そし



ナポリの若き研究者達

てこの時から私に加わった。

ウィークデーは2食付、土日は3食付で、家庭的なナポリ料理を毎日味わえるという恵まれた食生活もさることながら、臨海実験所での研究生活（と言ってもよいかどうか）も大変幸せだった。ナポリ湾の海藻の光合成を測る目的で送ってもらうことになっていたプロダクトメーターが、イタリア国内の事情からか、なかなか届かず困っていたところ、ウニ卵の呼吸を測ろうとしていたグループから、ワールブルグ検圧計と一緒に使わないかと誘われた。倉庫でほこりをかぶっていた装置を整備するところから始めなければならず、おまけに大嫌いな検圧計だったのだが、作業する相手がナポリ大学を卒業したばかりの女性で、ヴィーナスのような顔立ちとスタイル。この装置で苦勞した経験を存分に活かすことに決めてしまった。そして彼女と一緒に使った3階の研究室のバルコニーからは、ナポリ湾の向うに浮かぶカプリ島が望めるのである。

幸か不幸か、やはりワールブルグ検圧計は使いにくく、そのうえナポリとその周辺は風景も女性も美しすぎた。当時25才だった鈴木氏と36才だが25才の学生と自称していた私は、ウィークデーの夕刻や土日によく街を歩いた。二人ともカメラを携行していたのがきっかけで、カメラ好きの青年を含む男女数名と友達となり、それからは毎週末に彼や彼女らあるいはその友人達の家のダンスパーティーに招かれるようになった。ナポリは東洋人に会おうとはめったにないという土地柄のためか、東洋人の特徴をよく具えた私は、若い女性からも珍しがられたのだが、それを誤解した私は夢見心地で半年間を過ごすことになる。一方柔道も黒帯という堂々たる鈴木氏は、本当の恋を得て、私の帰国後に結婚され、将来医学部に進むことになる可愛い女の子にも恵まれ、今はペローナ大学の教授の職にある。

6ヶ月の滞在期間のあいだナポリを離れたのは、ボンペイへ日帰りで4回、フィレンツェとローマへそれぞれ5日間ほどの旅をした時だけである。熱心に研究したというより、ナポリに居るのが楽しすぎたためなのだが、そんな日常をつい記してしまった私の手紙を読んだ谷口維紹君という院生がナポリ留学を熱烈に希望した。運よく鈴木氏と同じナポリ大学の研究員の職を得て、私の帰国直後に出発することになった。

谷口君は、西澤一俊教授の研究室で、私の1年先輩の猪川倫好氏の指導を受け、海藻の代謝生理を研究していたのだが、ナポリではタコのRNAに関する研究に従事するという180度の転換も意に介さずの壮挙だった。2年後にはスイスのチューリッヒ大学へ移り、学位を取得して帰国後、国立癌研究所で大腸菌にヒトのインターフェロンを作らせることに世界で初めて成功して、直後に阪大へ教授として転出、そして数年前からは東大医学部へ転任という忙しい人生を歩むことになったが、私としては、猪川氏の強力な右腕となるべき人材を方向違いへ導いてしまい、また日本藻類学会としても今頃第一線で活躍しているはずの藻類の代謝生理学者を失ったことになるという悔いに似たものを感じる。しかしわずか6ヶ月のナポリ生活で陽気なラテン民族の心に体を占領されてしまった私は、帰国した私を迎える猪川氏の実顔の優しさもあってか、そのことに気づかなかつた。

ケセラセラ（これはスペイン語でイタリア語ではケサラサラとなるらしい）そして「なるようになる」と続くこの言葉が、ナポリ以後の私の心を象徴するようになった。その産物の第1号が谷口君のナポリ行きだったのだが、私自身は6ヶ月前とはガラリと変わった髪型と服装で帰国したので、親しい後輩で当時院生だった原慶明君でさえ一瞬私を別人とってしまったほどである。単純な性格なせい、心がそのまま外形に現れてしまったのだろうが、ナポリ直輸入のケセラセラの心は、その後の私の研究を含む生活をも支配することになった。

ただ国費を使った半年間もの留学で得たものはケセラセラの心だけというのでは、ほとんどの人は赦してくれそうにない。ナポリでの光合成測定の結果を論文にまとめなかったことが多少気になっていたのだが、このナポリでの借りを返すチャンスが約20年後に訪れた。地中海のまん中に浮かぶサルデニア島のオリスターノというリゾート地に設立された国際海洋センター（IMC）の第1回のサマーコースが1990年の9月に開かれることになり、設立の推進者で運営委員でも

ある中塾栄三先生から依頼を受けた榎本幸人氏の誘いによって、館脇正和氏と私が同行することになった。

海藻の分類や生態がテーマのこのコースにはイタリア側から2名の講師が加わったが、受講生は約20名の若いイタリア人で、そのうち男性は数名だけだった。発足したばかりのセンターは、オフィスも別荘を借り、講義や実習は他の別荘で行われた。リゾートライフ的雰囲気のうち進行した約2週間のコースであったが、実習用のプロダクトメーター2台を用心して携行し、また意外なことに“別荘”の一室にベックマンの立派な自記分光光度計があったりしたため、私は光合成測定や色素分析についてきちんとした実習を行うことができた。

分光光度計で生藻体や抽出液の吸収スペクトルを調べていた私のところへ、イタリア人スタッフから変わった緑藻が持ち込まれた。かなりの深所か暗い洞窟の中に生える *Palmophyllum crassum* という種なのだが、深所性の緑藻に特有のくすんだ色ではなく、浅所性のアナアオサなどと同様の鮮やかな緑色を呈している。分析しても緑色光を捕獲する siphonaxanthin が検出されず、不思議に思いつつクロロフィル a 含量に対するクロロフィル b 含量の分子比を求めたところ、約6という信じられないような値が得られた。陸上植物で約0.3、浅所性の緑藻で約0.5、深所性の緑藻の中にみられる1をわずかに越える値が最高記録と思っていたのだから、オリンピックで世界記録の6倍という新記録がいきなり出たことに匹敵する。材料を生かしたまま日本へ持ち帰り、下田で再試験して、採集者の Sartoni 教授（フィレンツェ大学）を筆頭著者とする論文にまとめ、1991年の本誌に発表した。

ナポリに半年滞在して出せなかった論文のかわりに、サルデニアでの約2週間の滞在で、しかも正味1日足らずの実験で得たデータをもとに論文が書けた。20年の歳月は私をしたたかな研究者に変えてくれたのだろう。

大発見

富栄養化した海域の浅場を埋め尽くすほどに生える緑藻のアナアオサと同属のヤブレグサは、水深10m付近に生える深所性の種である。春先の下田市内の白浜などによく打ち上がる藻体は黒っぽく、しかもアナアオサの色を濃くしたのとは違って、くすんでいる。この色が深所での光利用の効率化に関係あるのではと思っていたが、確かめるためには、まず生藻体の吸収スペクトルを描けるような自記分光光度計が必要であ

る。この装置は教官定員が3名という臨海実験所ではとても買えないほどの高価なものだったが、私がナポリへ出かける直前に、ダブルビームという新方式の装置が100万円ほどで発売された。3教官の校費からの共同出資という形でこれを購入してもらい、早速オパールグラス法でヤブレグサとアナアオサの生藻体の吸収スペクトルを比較したところ、ヤブレグサのほうにだけ緑色部の中央部にあたる540nm附近を中心とするふくらみがみられた。これはヤブレグサが緑色光を吸収する色素を含んでいることを意味しているのであり、それが光合成色素だったら大発見である。

“大発見”は私のナポリ行きで少し遅れたのだが、もし私が友達評する“ナポリほけ”にならなかつたら、逆に早まった可能性もある。ナポリ臨海実験所で唯一人の藻類学者の Beth 教授が私のホストだったが、同教授の研究室では緑藻だが色がほとんどまっ黒なハゴロモを大量に培養していた。所員が約100名というこの臨海実験所には自記分光光度計はじめ高価な装置がそろっていたはずだが、私の心はヴィーナスのような女性と一緒にワールブルグ検圧計を使うことのほうにだけ向いていたのである。

1972年4月に帰国し、谷口君をナポリへ送り出し、下田へようやく落ち着いた頃、金沢大学の能登臨海実験所で海藻の成分等を研究中の池森雅彦氏が来所した。彼と一緒にヤブレグサを含む何種かの緑藻の色素をペーパークロマトグラフィーで分けたところ、ヤブレグサやチャシオグサなどのくすんだ色をした種類のクロマトグラム原点近くに、オレンジ色のフラクションが見つかった。

残念ながら池森氏は間もなく病気のため休職状態となったが、やがて影山明美さんという学生が私の卒論生第1号となったので、ヤブレグサの緑色光吸収色素の正体と機能の解明を卒論のテーマとすることにした。ところがヤブレグサからメタノールやアセトンで抽出した色素溶液の吸収スペクトルには緑色部のふくらみはみられないということがわかった。これは抽出の際に問題の色素が分解してしまったと考えることもできるが、褐藻のフコキサンチンのように、青色光を吸収する性質のあるカロテノイドが生きた藻体のクロロプラストの中でタンパクと結合して緑色光を吸収する状態になっていたのだとすれば、メタノールやアセトンによって青色光を吸収するカロテノイドとして抽出されるので、これを含む抽出液の吸収スペクトルが緑色部のふくらみを持たないのは当然ということになる。

褐藻のフコキサンチンのような挙動を示すカロテノ

イドがヤブレグサには含まれアナアオサには含まれていないということがわかればよいのだが、なるべく沢山の種類で確かめたほうがよいので、浅所種と呼べるもの6種と深所種と呼べるもの5種を下田で採集した。

吸収スペクトルを比較するとヒトエグサ、ヒラアオノリ、アナアオサ、ホソジズモ、シオグサの一種といった浅所種にはみられない緑色部のふくらみがヤブレグサ、チャシオグサ、タマゴバロニア、タマミル、ハイミルといった深所種のすべてにみられたが、ミルは浅所性のはずなのに緑色部の膨らみを持つという例外的存在となった。

色素の分離には鮮明なクロマトグラムが得られるセルロース薄層プレートを用いることにした。11種からの試料を一枚のプレートで同時に展開することにしたが、開始して数分のうちに結果は明らかとなった。展開液と共に緑色の輪が上昇し始め、まず黄色のカロテンが上方へ抜け出すと、やがて5種の深所種と例外的存在のミルの緑色の輪が上昇したあとに濃いオレンジ色の色素が残っていた。ミル以外の浅所種5種がその色素を含まないことが確認されたので、この色素が緑色光を吸収する色素の正体であることがほぼ確実となった。

次はこの色素の同定である。メタノールに溶けオレンジ色を呈しているため、カロテノイドであることは確かで、またクロマトの位置からは極性大のキサントフィルと言え。東京の本校への出張の折、猪川氏を訪ねたところ、「siphonaxanthin というのがあるよ」と言われた。そして下田に来られた千原先生にそれを話したところ、その色素に関する文献が研究棟の図書室にあることを教えて下さり、その収蔵箇所まで指摘された。早速、文献の資料を参考に、問題の色素が siphonaxanthin であるか否かを調べたところ、すべてのデータが一致した。お二人からの耳学間のおかげで、半年から1年ほどの時間が節約できたのである。

この色素はミルなどのクダモ類 (Siphonales) に特有のキサントフィルということで siphonaxanthin という名が付けられ、分類形質のひとつとみなされていたようである。しかし生体内に緑色光を吸収する状態で存在することが明らかになったことから、この色素が褐藻のフコキサンチンのように緑色光を捕獲する光合成色素として働いている可能性は濃厚となった。幸いにもその確証は、東大海洋研究所の藤田善彦教授の御好意で使わせていただいた自記蛍光分光光度計によって、正味数分間の測定で得られた。

クダモ類は siphonaxanthin の他にそのエステルであ

る siphonein も含んでいる。ただチョウチンミドロだけが前者を含まず後者を含むという例外であるため、この種の生きた藻体が手に入れば、後者つまり siphonein の機能も明らかになる可能性がある。この藻は4~5億年前に陸封されたらしく、世界中で10箇所ほどの湖に隔離分布しているという。幸いにも我が国の沖縄でもこの藻は発見されており、しかもその場所は後輩の高原隆明君が知っているという。早速、彼の案内で現地へ飛び、首尾よく採集できたのだが、その場所はタロイモの水田だった。

糸状で水田に生育するこの藻は、そのまま使うことはできないため、単離して培養しなければならなかったが、自記蛍光分光光度計による正味数分間の測定で、siphonein も緑色光を捕獲する光合成色素であることが判明した。

Siphonaxanthin については1977年に、そして siphonein については1978年に発表したのが、それまで緑藻がほとんど緑色光しか届かない沿岸の深所にかなり多く分布しているという事実は謎だった。いろいろの説が提唱されたが、苦しまぎれに類するものばかりである。深所性の緑藻のほとんどが緑色光を捕獲する光合成色素を含有することが判明して、ようやくすっきりとした説明が可能になったと言える。しかし更にその例外が無くもない。すでに記した *Palmophyllum* はその好例である。

深所からはい上ったクダモ類

Palmophyllum は深所性なのに siphonaxanthin を持たないという例外だったが、その逆の、浅所に生えていながら siphonaxanthin や siphonein を含有しているという例外は、例外と言えないほど多数存在することがわかった。

チョウチンミドロを採集するための沖縄行で、ついでに20種ほどの緑藻を採集した。その大半はサンゴ礁の内側の礁池の浅くて強い太陽光の届く海底に生育するものであったが、それらのうちのクダモ類に属するものは、当然のことながら siphonaxanthin と siphonein を含有していたのである。

1977年の論文では、ミルなどの少数の例外を認めながら、siphonaxanthin は深所性の緑藻に特有の色素と書いてしまったのだが、ミルは氷山の一角だったのである。しかし深所に卓越する緑色光を捕獲する光合成色素を浅所に分布するものを含むクダモ類の全種が保有しているという事実は、この仲間が深所で起源したことを暗示する。

サンゴ礁が防波堤となって荒い波の入り込まない礁池の海底の砂上には、イワヅタ類やハゴロモの仲間が多く生育している。彼等はひげ状の仮根あるいは仮根の棒状の束を砂中に挿入して体を支えているが、外海の波が入らない場所でのみそれは可能と言える。同じように静かな環境は深所にあるが、深所の砂上こそが彼等の故郷ではないだろうか。そんな思いから、オーストラリアのグレートバリアリーフやパプアニューギニアなどへ出かけたついでに潜水して、深所砂上のクダモ類を探したがなかなか見つからなかった。しかしついに我が国の西表島の水深 37 m の砂上でクビレヅタ、ヒロハサボテングサ、ミルの一種などを発見した。すべて多少恐い潜水調査ではあったが、南海のすばらしいサンゴ礁を観賞するというおまけがついた。

緑藻は深所起源

これまで緑藻は本来浅所のものとみなす傾向があった。しかしクダモ類だけでなく、緑藻という分類群そのものが深所起源と考えられるのである。

緑藻は 10 億年前頃には出現していたとされているが、約 6 億年前まではオゾン層が未発達なため致死量の紫外線が水深 5 ~ 10 m まで到達していたと考えられるため、出現当初の緑藻は siphonaxanthin を含有する深所型であったと言える。そして siphonaxanthin を含有せず鮮緑色を呈した浅所型の緑藻は約 6 億年前以後によく生育できるようになったと言えるが、それらは siphonaxanthin の前駆物質であるルテインを含有しているので、浅所型緑藻は深所型緑藻から siphonaxanthin の合成機能を失った突然変異株として起源したと考えることができる。そして約 4 億年前に浅所型緑藻が上陸してコケ、シダ、種子植物へと進化した。上陸の過程あるいは上陸後に色素組成が変化しなかったことは、シリカゲル薄層プレートを用いたクロマトグラフィーで簡単に確認できる。

牛に牽かれて

下田での私の仕事はカジメ海中林の生産量と多様な海藻の光合成特性を対象としてきたと言える。光合成特性は、温度特性と光特性に分けられるが、海中では光の質も変るため、光の測器として照度計は使いものにならず、カロリーメーターかより理想的なものとして光量子計が入手できなければ、光特性の方は手が出せない。着任当初、生理生態学的研究に必要な道具や計器類はほとんど皆無で予算も乏しかった中で、棒状温度計ぐらいは無理せずには買えるというわけで、光合

成の仕事は温度特性の方から手がけた。

やがてカロリーメーターそして光量子計まで買えるようになり、光特性のほうを始めたら、温度特性より仕事ははるかに楽であることがわかった。温度特性は水槽の温度を 5℃から 35℃まで 5℃刻みで変えて実験していたが、水温を 5℃上げて安定させるまでにはかなりの時間がかかる。それにひきかえ光のほうは、ニュートラルデンシティーフィルター（ND フィルター）を使って、一瞬のうちに 2 分の 1、4 分の 1、8 分の 1 というように強さを変えることができる。

経済状態を反映する形で仕事は必然的に光のほうへ移行したが、その延長上で深所型緑藻の含有する siphonaxanthin などの機能が発見されたと言える。そして光の仕事も一段落した頃から IBP のやり直しとしてのカジメ林の生産量推定の仕事が始まった。これは IBP の経験から二度とやりたくないと思っていたもののだが、全国規模の特定研究の一環として千原先生と共同で受け、3 年間にわたり毎月 1 回潜水することになった。

このあたりから私の意志とは関係なく、下田での海藻の生理生態学的研究は進むようになった。どちらかと言えば本学以外の学生や研究者が長期滞在して、プロダクトメーターを使うという形が多かったが、そのおかげで長年の懸案に類することが次々と片づいて行った。アラメとカジメは海中林を構成する最重要種なのに、打ち抜いた葉片で光合成が測定できなかった。東水大の片田実教授の依頼で養殖のりの個体群の光合成を測定するために試作した大型試料用のプロダクトメーターを用い、カジメ幼体の光合成を測定したことがあったが、その時は正常と言える結果が得られた。しかし幼体の先端には必ず傷跡がある。この事実は傷が生じて、やがて光合成測定に支障ない状態になることを暗示している。

東水大の有賀教授の院生の坂西芳彦君が下田でアラメとカジメの生理学的研究を行うことになり、早速、打ち抜いた 5 円硬貨大の葉片で試したところ、流海水に 3 時間以上浸しておくとう光合成測定に使えるようになることが判明した。そして坂西君は 5 円玉大の葉片でもおにもアラメとカジメの光合成-温度特性に関する仕事をしたのだが、水槽の温度と室温との差をなるべく小さくしたいということで、エアコン付きの暗室で、夏も冬も毎日約 15℃から約 35℃へかけての室温変動を経験し、自分自身の温度特性もテストする形になった。

一方アラメとカジメの光合成～光特性の比較をテー

マに来所した三重大学の前川行幸君は、大型試料用のプロダクトメーターをさらに整備し、幼体を用いて両種間の特性の差を明らかにし、また林床での光強度測定まで行って、浅所側にアラメ、深所側にカジメがそれぞれ分布する理由について考察した。筑波大出身で東水大の院生となった倉島彰君も下田の常駐者の一人だが、アラメとカジメについて、飽和光と呼べる強い光を用いると両種の光合成—温度特性に差がみられないのに、群落内の葉が受けるはずの弱光で実験して、アラメがカジメよりかなり低温を好むことを示す結果を得てくれた。下田では両種が上下に住み分けているが、水平的にはアラメの分布北限がカジメのそれよりかなり北にある。倉島君の仕事で、そのわけもわかったのである。

やがて筑波大の院生も大勢常駐するようになり、八連式のプロダクトメーター3台がフル回転する日が多くなり、文字通りデータが音をたてて出て、海中林ばかりでなく、伊豆にも分布する造礁サンゴの生理生態に関する仕事も進行するようになったが、これらはすべて、下田に常駐する学生や長期滞在する若手研究者に引っ張られる形で相談に乗ってきた結果であり、下田での後半の私は、「牛に牽かれて」という気分でも過ごしてきたような気がする。

34年の下田生活のうちの最後の6年間は青木優和君との2人3脚となった。というよりはまさに青木君という牛に牽かれての6年間と言った方が正確だろう。早大の卒論生として下田へ常駐し、渡辺浩教授の指導で群体ボヤの研究を2年間続けてから、九大の院生となり、本草臨海実験所でヤツマタモクの葉上動物の生態を研究していたのだが、彼のユニークな人柄が強く印象に残っていたため、下田で準研究員が必要となった時、第一に青木という名が浮かんだ。6年半ほど前のことである。そして6年前の4月に筑波大学独特の特別配置の助手となり、3年後には生物科学系のポストを借り、本学会会長の堀輝三教授の助手という名目で実際には下田の教官という、非常に不安定な身分で我慢してもらい、本年4月に講師となり、私の残した学生とともに下田での海洋生態学の研究を引き継いでくれることになった。

下田へ移ってからは、ワカメの中肋に住むコンブノネクイムシとガラモノネクイムシの繁殖生態について、養殖ワカメを利用して研究するなど、次々とユニークな仕事をしながら、学生に植物と動物の相互関係などについてなど研究させてくれている。

昨年のも藻類学会第22回大会が下田で行われたこと

は、記憶に新しいはずだが、小世帯の下田でのたった一人の幹事として、センターの職員から学生までを含む関係者のまとめ役を見事にこなしてくれた。

青木君は動物学畑出身ではあっても、視野が広く、藻類について積極的に勉強や研究を行い、本学会にも入会している。臨海実験所は多様な人達が寝食を共にし、酒を飲みながら徹夜で語り合うことも可能な「生物学のオアシス」であるとの思いから、そのオアシスの亭主役を私は34年間やってきたのだが、この4月からは青木君がこの亭主となった。日本藻類学会会員の多くが下田のオアシスの酒を味わいに来て下さったら、先代としても大変幸せである。

海藻おしばを楽しむ

このタイトルの本を山形大の第23回大会の販売コーナーで見かけた方も居られるだろう。そして多くの方は海藻のさく葉標本とは違って美しい「海藻おしば」に驚かれたと思うが、中には学問的価値がないと感じた方も居られるだろう。

山形の学会の最後の講演で学芸大の片山舒康氏が、教科書で藻類の影がうすくなりつつあるという話をされたが、それは私達藻類の研究者の側にも責任があるように思える。まだ日本人の多くは、のり、わかめ、こんぶなどの食材のイメージから、海藻は地味なものと思い込んでいる。実際には海藻は絵の具よりもカラフルで形も美しいものが多いのだが、そのことを世間に知らせるために、海藻おしばの美しい作り方を普及させたいと考えたのが「海藻おしばを楽しむ」の筆頭著者の野田三千代さんである。

美術とくにグラフィックデザインを専攻された野田さんは、20年ほど前に海藻の美しさを知りショックを感じられたというが、研究室の非常勤職員になってからは、海藻のさく葉標本作製法をもとに海藻の色や形の美しさを残すおしば作りの方法を工夫し、作品をラミネートする段階にまで達した。さらに幼稚園児から高齢者の方までを対象とした普及活動を通して、より親しみやすい形としてのアートの作品の創作を指導するようになった。

既に私達は何冊かの本やパンフレット類で、海藻の多彩さは38億年前の生命誕生に始まる地球環境の歴史を語っていると記したが、美しい海藻おしばを楽しむことは、深刻の度を加えつつあるオゾン層破壊や地球温暖化の問題を根本的に理解するための大変魅力的な糸口になると考えている。

楽しい海藻おしば作りは、現在の海の環境に注意を

向けてもらうことにも役立つだろう。そしてこれを経験した子供たちの中から優秀な藻類学者が育つ可能性さえある。会員の皆さんに私達の意図を理解していただけたら幸いである。

志津川町へ

本年4月から、宮城県の南三陸と呼ばれる地方にある志津川町の住人となった。漁業、農業、林業といった一次産業を主力とする人口1万5千人ほどのこの町の郊外の海辺に、自然環境活用センターと名付けられた2階建てのビルがある。私はここの所長に就任したのだが、これは5年ほど前からほぼ決まっていたことである。

筑波大学に在籍中だった原慶明氏がこの町の海藻相の調査を依頼された時から、町と筑波大学の関係は始まったと言えそうだが、7～8年前に私も海藻採集に訪れた。その時、同行してくれた気仙沼西高校の高橋誠子さんから当時教育長だった佐藤正助氏をはじめとする教育委員会の人達に紹介されたのだが、それだけの縁で、6年前の9月に開かれたリアス自然賛歌フェスティバルという行事の中の「リアス自然シンポジウム～考えよう自然の行方と地方の未来」のパネラーの一人となった。他のパネラーは15年にわたる教育長の職を辞したばかりの佐藤正助氏とタレント、そしてコーディネーターは東北大学総長(当時)の西澤潤一氏という構成だったが、西澤先生やタレントと違って、シンポジウム終了後も1泊が可能だった私は、企画で中心的な役割を果たした志津川町青年会議またの名を「あすのしづがわをかんがえる会」(ASK)という組織の人達の慰労会に参加した。

ASKは名教育長だった佐藤正助氏の私的門下生が中心で、長期的視野を持った人達が多い。シンポジウムで「環境の良い志津川の住人は目に見えない何千万円もの所得の持主である」と私が話したことから、何人かが「そんなに良い志津川なら引越してきたら」と思ったらしく、これをメンバーの一人が「土地を提供するから別荘を作りませんか」と遠慮がちに表現した。今から考えれば挑発だったと言えるが、単純な私は、「別荘より研究所を作りたい」と答えたところ、これが町役場に知れ、新しく研究所を建てるより、不活用化していた既設の自然環境活用センターを活用して欲しいという担当部局からの依頼となった。

15年ほど前に建てられた施設で、一階がミニ水族館、食堂、土産品売場、二階が研修室などという構成で出発したらしいが、食堂と土産品販売は休止してい



気仙沼西高校でのプロダクトメーターを用いた光合成測定実験 (写真提供：高橋誠子氏，気仙沼西高校)

る。この施設を自由に使って活動してほしいという話なので、私がかつて夢想していた形の研究所が、ひとつの自治体の全面的支援によってこの世に出現することも夢ではなくなるようになった。

プロダクトメーターを開発した直後から、「これで高校生に海藻や水草の光合成や動物の呼吸を測らせたい」と夢見て、大先輩達や日光科学の伊藤社長の協力で、実習用のセットも開発した。現在でも生物の最も基本的な機能と言える光合成や呼吸を測定する手段が、高校教育の段階ではあまりにも粗雑で、教科書や教材のカatalogに登場する装置も定量的な測定が全く不可能と言わなければならないものがほとんどである。そんな生物教育を改革しようという若者らしい理想に燃えると同時に、全国の高校にプロダクトメーターが数台ずつ売れたら莫大な特許使用料が入るという皮算用も弾き、将来これを資金にして、どこかの海辺に研究所を建て、運営しようなどという夢を抱くようになった。

根本和成氏という先輩の尽力もあって、プロダクトメーターは文部省による理振法の指定も受けたのだが、その頃から理科器械とは言えないはずのパソコンが本物の理科器械を圧迫しはじめ、生物が吸収あるいは排出する酸素の量を肉眼で追えるという素朴なプロダクトメーターは生物室の戸棚でほこりをかぶることになり、私の夢の研究所作りは夢のままになってしまっていた。しかし全国で唯一、宮城県の気仙沼西高校の科学部の生徒たちは、高橋誠子先生の指導で、気仙沼湾に生えるアナオサヤホソジズモの光合成測定に改良型のプロダクトメーターを駆使し、学生科学賞等で県内の最優秀賞、全国でも上位入賞を何度も果たしているほどなのである。



藻類学会山形大会にて。筑波大学の井上勲氏（右）と。（写真提供、横山亜紀子氏）

ナポリ臨海実験所は、100年以上も昔にドールンというドイツ人の生物学者が私財で創設したのだが、サンタルチアの近くの海岸に建つ白亜の城のようなその姿は、ナポリの美しい女性達の像と共に、今でも私の脳裏に鮮やかである。

白亜のナポリ臨海実験所と高校生でも駆使できるプロダクトメーターの取り合わせが私に途方もない夢を抱かせてしまったのだが、夢破れて久しく、定年前5年ほどの時点でその夢が復活したのである。でも志津川で実現するはずの夢を語っても、ほとんどの人にはただの夢と思われる。私自身、志津川町役場の私に対する厚遇とASKの人達の好意は夢ではないかと時々思ってしまうほどなので、仕方ないことだろう。そこで昨年秋に役場へ提出した自然環境活用センター将来計画（案）を紹介することにする。

自然環境活用センター将来計画案

基本理念と目的

食物を得るために毎日必死に働かなければならなかった頃の人々は、生きていることに疑問を感じたりせずに、ただひたすら働き続けていたものと思われます。ところが物質的に恵まれ、時間的な余裕も生まれるようになった今日、私達は人生の指針を見失いがちで、青少年の多くは不満を持つようになりました。これは余裕の時間の使い方に問題があるためと言えそうですが、その傾向は我が国で特に著しいようです。

一方、私達に物質的な豊かさをもたらした科学技術は、地球規模での環境破壊をひき起こし、さらに人体にも深刻な影響を与える恐ろべき有害物質をまき散らし、私達の子孫の生存を脅かすまでになりつつあります。これは人々がより物質的に恵まれた生活を求め続

けてきた結果であると言えます。

我が国では週休2日制の普及や夏休み等の大型化によって、余裕の時間が拡大しつつありますが、その利用の形はあるべき姿からまだほど遠いように思われます。古代の奴隷制社会においては、哲学はひとにぎりの貴族達だけのものでした。今の我が国ではすべての人がかつての貴族と同じくらの時間的余裕を持てるようになりました。

哲学の主題は「自分はなぜきているのか」であり続けたと思われませんが、自然科学の進んだ今日では、私達でも古代の偉大な哲人よりも正しい解答に近づけるはずで、そのためには自然科学者と同じような目で素直に自然を見ることが必要です。

海から山までの豊かな自然の残る志津川町にある自然環境活用センターは、自然を見るための拠点として理想的な条件を具えております。今後センターの運営に携わるスタッフと館内の設備や展示を充実させることによって、余裕の時間を如何に使うべきか、いわゆる余暇利用をあるべき姿に導くための、我が国における中心的な施設として、本センターは機能するようになる可能性があります。

活動内容

1. 日常的サービス

● 生涯教育の場として

町内および周辺地区の主婦、中高年層を中心とした人達が随時訪れ、各自好む形で時を過ごせるようなサロンとしての機能を持つ。

所長をはじめセンタースタッフは来訪者の求めに応じて、海藻おしば作りや生物の観察等を指導し、図書や映像資料（ビデオ等）についての解説を行い、また来訪者相互の意見交換の仲介役や進行役を務める。

● 児童・青少年教育の場として

放課後あるいは休日に来訪する児童・生徒あるいは青年が各自興味を持ったテーマについて探求できるよう、スタッフが指導する。とくに青年層に対しては、自然、生物、水産、農業などに関して大学レベル以上の学習が可能のように、順次スタッフと設備を充実してゆく。

● 旅行者に対して

観光客、海水浴客の求めに応じて、海藻おしば作りや生物の観察等を指導する。

とくに長期滞在者に対しては、毎日訪れ自然を知る活動にゆったりと時を過ごせるようなスペースと資料を提供し、場合によっては海・川・山等の自然観察、農業や漁業への参加もできるようにする。

2. 企画的サービス

● 自然観察会、一次産業への参加

海、川、山での生物の観察および標本作り、水産業・農業・林業の本格的体験を、地元の自然観察団体や各種協同組合の協力を得て行う。

(1) 地域の親子、学校、団体等を対象に年数回、休日に行う。

(2) 地域外に情報を流し、春休み、夏休み、連休等に行う。

● 公開講座

海を中心に動植物の生態、プランクトン、ウニ卵の受精と発生等の観察、海藻の光合成測定、海藻おしばりなどを2～4泊の日程で主として夏休みに行う。

(1) 全国の高校生対象

(2) 全国の教員、社会人対象

(3) 近隣、近隣の小中学生対象

3. 研究・調査

● 多額の経費を要さない類の生物学・水産学的な研究を行う。外部からの委託研究・調査も有料で引き受け、できるだけ外部（省庁、県、法人、会社等）からの研究費を導入し、将来独立採算的な研究所へ移行できるようにする。

生きるとは

長らく管理を警備会社にまかせていた自然環境活用センターに、4月1日から町の正職員が配置された。山内秀樹君という好青年で、バスケットボールの審判員の資格を持つスポーツマンだが、海藻の採集やおしばりにも優れたセンスを発揮してくれている。今は山内君と私の二人だけでセンターを運営しているのだが、これでも5年前における予測をはるかに上回る好条件である。

シンポジウムの慰労会では、退職後に年金生活者のボランティアとして活動することを約束していたのであり、昨年秋頃まではその積りでいた。そのかわり思う存分自由に動こうと思っていたのだが、実際には正式な所長という職に就き、しかも自由さはほとんどそのままという信じられない身分になったのである。

今から17年前、ちょうど下田での生活の折り返し

の時点で、三省堂から「海藻の謎」という本を出させてもらった。その結章を書きながら、基礎科学とは何か、またその分野の研究者は何をすべきかと考えることになった。幼児のような心で謎を探求すればよいと結論したのだが、そんな遊びを全国民が税金で支えてくれていたのだから、やはり何かを還元せねばと思う。

ヒトはなぜ生きているのかという疑問は誰でも一度は抱くが、ほとんど解決することがない。私は海藻を相手の34年間の下田生活でその答えに到達した。「ヒトも生物だから」これが私の答えである。あまり単純な答えなので、「税金を返せ！」と全国民から言われそうだが、シャカの「ヒトも自然の一部」という悟りと同じなのである。シャカは数年の苦行で悟れず諦め、沐浴後に村娘の奉げる乳がゆを飲んだ瞬間に悟ったそうなので、シャカは一瞬あるいは数年で悟ったことになる。一方私は34年で同じ悟りに達したと言えるが、自然科学の発達した今は、私のような凡人でも、34年で悟れたと言うべきだろう。

志津川での活動は、自然を科学的に理解することで悟りに達してもらうことを目標にしているのである。

おわりに

まだ書きたいことは山ほどあるが、時間と紙面の制約から、このあたりで幕にしたい。本稿では説明不十分なところが多くなってしまったが、これまで出させていただいた何冊かの小著をお読みいただけたらと思う。

著書：

「海藻の謎 - 緑への道」三省堂（1982）絶版

「海の中の森の生態」講談社（1985）再版保留

「海藻は不思議の国の草や木」福音館書店（1990、再版1998）

「日本の海」草土文化（1993）

「海藻おしば～カラフルな色彩の謎」海游舎（1996）

「海藻おしばを楽しむ」日本ヴォーグ社（1998）

（〒986-0700 本吉郡志津川町戸倉字坂本40番地 志津川自然環境活用センター）

