

第9回

「Luigi Provasoli 教授 (1908~1992) のこと」

徳田 廣

プロフィール

略歴：

東京大学農学部教授を定年退官後、1990年から1994年まで JANUS に顧問として在籍

専門：

海洋の油汚染、海洋生態学、藻類学

著書：

- ・ 海藻資源養殖学（緑書房）
- ・ 海藻検索図鑑（北隆館）
- ・ 図鑑海藻の生態と藻礁（緑書房）

其の1-Provasoli 教授の研究歴¹⁾

藻類の培養と栄養生理学で多大な業績を残した Luigi Provasoli 教授は、淡水・海水の各種藻類の完全合成培地開発の先駆者である。特に教授の合成培地 ASP series、PES 等の培地を使った培養は、日本の藻類学の飛躍的発展と黎明期における栽培漁業の拡大と発展に大いに寄与した。

教授はイタリアの Busto Arsizio に生れ、ミラノ大学卒業後にカイコの無菌培養や病害虫の研究に従事した後、土壤微生物、特に原生動物の農業における役割に興味を寄せ、更に色素を持たない藻類 *Polytoma* の培養から藻類学の研究に入った。そして、フランスに行き、パリのパスツール(Pasteur)研究所の Lwoff 博士と共に *Polytoma* の栄養要求について研究を行った。パリ滞在中には、藻類培養の先達である Pringsheim 教授をドイツの研究室に短期間ながら訪れている。

その後イタリアに帰国し、渦鞭毛藻の栄養学的研究で Ph. D.を得た。ミラノ大学教官(1933~1942)在職中は農務省で昆虫学の普及活動も行い、カメリノ大学

動物学教授(1942~1946)として教鞭をとった。

第二次大戦後は米国に渡り、藻類学の S. H. Hutner 博士と巡り会い、1947年にニューヨークの Haskins 研究所に勤務し、この研究所において教授の長く且つ成果に満ちた研究生活が始まった。研究活動に加えて Brooklyn の St. Francis 大学生物学教授としても教鞭をとった(1948~1951)。

1950年代には、海藻の培養に用いる様々な方法を発展させ、また淡水藻の栄養生態におけるパターンについて明らかにした。例えば微量金属とビタミン要求、ミドリムシ類 *Euglena* にストレプトマイシンによる白化を起こさせてその栄養生理を研究、アオサ類 *Ulva* の植物ホルモンと形態形成についての研究などである。さらに Pintner 女史との共同研究により数多くの海産藻類及び淡水藻類の無菌株を作った。それらを栄養パターンによって分類し、*phagotrophs*、*autotrophs*、*auxotrophs*、*photoheterotrophs* 等の様々な系統株群にまとめた。教授は、常に生態的基本に立って藻類の栄養要求のパターンの解説を精力的に試みた。

1960年代には、海藻の形態形成活性物質、甲殻類・偏虫類の共生藻についての研究を発展させた。1985年には、アメリカ藻類学会誌 *Journal of Phycology* の発刊に参画し、分類・生化学・生態学その他の様々な研究分野の人々の参加を求め、10年間(1965～1974)に渡り editor を務め、藻類学の今日の発展の基礎を築いた。この間、政府の研究顧問団の一員としても活躍した。

1976年、教授の研究室は New Heaven の Yale 大学に移り、退職する迄ここで研究を続けた。教授の研究業績は、引退する 1985 年までに 93 編の学術論文に纏められている。これらの業績 (Culture and nutrition of algae, and influence of bacteria and organic substances on the morphology of the larger algae) によって、1982 年に G. M. Smith 賞を授与された。また、アメリカ藻類学会 Phycological Society of America は L. Provasoli 賞を制定し、藻類の生理・生化学の分野の優れた研究に授与することとした。1987 年には、夫人と共にイタリアに帰国し、静養生活に入った。

教授の Haskins 研究所時代には、日本の藻類学研究者が常に在して、教授の研究をサポートしていた。その日本の研究者名を紹介すると、白石景秀(岩手医大)、月館潤一(南西海区水研)、野沢治治(鹿児島大)、弥益輝文(琉球大)、岩崎英雄(東北大)、館脇正和(北大)以上6名の各氏である。

教授の数ある論文の中で、筆者が最も恩恵を受けたものを一つだけ挙げるとすれば、海産藻類のための培養液の開発に関する論文である²⁾。これは1890年から論文執筆時に到るまでの海産藻類用の培養液に関する論文を精査し、培養液の調整時に発生する沈殿をいかにして阻止するかを明らかにした論文である。この論文の骨子は、後の稿(其の5)で改めて解説しよう。

参考文献

- 1)岩崎英雄、館脇正和(1992)L. Provasoli 先生を偲ぶ、藻類(日本藻類学会誌)、40, 1-2.
- 2)Provasoli, L., McLaughlin, J. J. A. and M. R. Droop(1957)The Development of Artificial Media for Marine Algae. *Archive fur Mikrobiologie*, 25(4), 392-428.

其の2-Provasoli 教授との出会い

1966年9月12～15日、箱根小湧園ホテルにおいて、日米科学協力計画の名の下に日本科学振興協会及び米国立科学財団主催で、藻類の培養と collection というテーマの学会が開催された。大会委員長は、渡辺篤教授(成城大)と R. C. Starr 教授(インディアナ大)で、スポンサーはヤクルト研究所とクロレラ工業社であった。当時筆者は未だ駆け出しの藻類学者であったが、珪藻の培養を心掛けていたので、指導教官の計らいで参加することが出来た。

この学会の詳細については議事録¹⁾を参照して戴きたい。ここでは、裏話を紹介するに留める。当時の日米のトップクラスの藻類学者が一堂に会したその顔ぶれが素晴らしかった。

日本側出席者(順不同)(事務局を除く):

- 福島博(横浜市立大教授) 珪藻の培養と分類を専攻
- 服部明彦(東大応微研助教授) クロレラの生理生化学を専攻
- 丸山滉(東大応微研究所員) 珪藻の生態を専攻
- Y. 森村(徳川生物研) クロレラの生理学専攻
- 須藤俊造(東海区水研増殖部長) アマノリの養殖を専攻
- Y. 坪(神戸大学芸学部教授) 微細藻の生理を専攻
- 田宮博(東大応微研教授) クロレラの生理生化学を専攻
- 渡辺篤(成城大教授) 微細藻特に藍藻の分類を専攻
- 新崎盛敏(東大農学部教授) 海産藻類の生態を専攻
- 広瀬弘幸(神戸大理学部教授) 海産藻類の分類を専攻
- 藤田善彦(東大応微研) 微細藻類の生理を専攻
- 徳田廣(東大農学部水産植物学教室) 海産藻類の栄養生理を専攻

以上 11 名

米国側出席者：

M. B. Allen(アラスカ大生物学科教授) 試験管内で CO₂ からブドウ糖を初めて合成に成功した人

H. C. Bold(テキサス大生物学科教授) 世界的に著名な植物学者

S. Hwang(The American Type Culture Collection Maryland) 微細藻類の長期保存を研究

R. A. Lewin(カリフォルニア大スクリプス海洋研究所教授) 海産藻類の生理学で世界的に著名

E. Menez(ワシントン D.C.の Smithsonian 博物館員)

R. Nelson(インディアナ大植物学科)

L. Provasoli(ニューヨークのハスキンス研究所)

R. C. Starr(インディアナ大植物学科教授) 世界一の種類数の藻類 collection を管理している

以上 7 名

本会議に先立って、主催者側より本学会を開くに至った経緯の説明があった後、「本学会では presentation も討論ももちろん英語で行うのだが、日本人の英語は B と V、L と R などの発音の区別がはっきりしないので、その点に注意してゆっくりと明確に話してください」と、田宮教授から注意があった。アメリカの Starr 教授からは、「われわれが喋るのは、英語ではなくアメ語で、ちゃんとした英語(Queen's English)を話せるのは、この中では Lewin 教授だけなので、われわれも、はっきりしゃべるように注意します」と謙虚な発言があった。

この田宮教授の remark のお陰で、それぞれの presentation の英語はアラスカ大の Allen 教授を除き、たいへん聞き易すかった。彼女の場合は、声が喉の奥の方に詰まって口から出てこないで、言葉が聞き取れない上、もの凄いい早口なのだ。Provasoli 教授や Lewin 教授が、たまりかねて、「メリー、more slowly, more clearly!」と注意しても、一瞬ゆっくりになっても、直ぐに元に返ってしまう。結局彼女の presentation は、全く理解不可能だった。

それぞれの presentation が終わるごとに討論に移るのだが、田宮教授が先鞭をつけると、Lewin 教授と Provasoli 教授が絡み合い、三者が丁々発止とやりあう。その内容が高等すぎて、筆者には理解できず、浅学の己の身を思い知った。

Provasoli 教授の英語はすさまじいイタリア訛りで、perfomation をペルフォメーションと発音するなど、一瞬何のことか戸惑うこともあったが、直ぐに意味がわかった。兎も角、筆者には初めて参加した国際学会であって、学ぶべき事が多々あった。

参考文献

- 1) Hattori, A. and A. Watanabe (edited) (1966) Cultures and Collection of Algae. Proceedings of the US-Japan Conference held at Hakone, Japan, 12-15 Sept. 1966, Japanese Society of Plant Physiologists, 100pp.

其の3 - Provasoli 教授が、三度び筆者の研究室に訪

筆者の指導教官であった新崎盛敏教授は、1951 年に文部省在外研究費を受けた。これは一年間、外国(何処の国でも良い)で研究して来るようにという、文部省としては粋な研究費だ。

新崎教授は 1951 年 4 月に日本を立たれ、その後の詳細は不明だが、先ずハワイのワイキキ海岸にあるハワイ大の臨海実験所に生物学科の Maxell Doty 教授(彼は C¹⁴ を用いて海産植物プランクトンによる生産力を評価する方法を完成した方)を訪ね、次いで、カリフォルニア大ラホヤ・キャンパスのスクリプス海洋研究所に、R. A. Lewin 教授を訪問し、最後にニューヨークの Haskins 研究所に Provasoli 教授を訪ねたようだ。

新崎教授のご帰国は 1952 年 7 月であった。羽田空港にお出迎えすると、飛行機から降りた教授の手には、何か走り書きを書き留めた使用済みの封筒と死にかけた海藻が入ったガラス瓶が握られていて、「この海藻を培養してくれ」と言われた。

封筒に書かれたメモ書きは、Provasoli 教授が教えてくれた最新の培養液の処方であった。ガラス瓶の中の海藻は死にかかっていたが、これも Provasoli 教授の研究室で貰ったカサノリ *Acetabularia* で、何とか培養できないかとのお言葉であったが、培養の名人と自認する筆者をしても、蘇らせることは出来なかった。

新崎教授は、Provasoli 教授に会って同い歳とわかり、大いに意気投合なさったそうである。カサノリをあのように大事そうに日本まで持ち帰ったことから、新崎教授がカサノリやミズタマ *Botrydium* などカサノリ科海藻の系統と発生に関しての持論を Provasoli 教授に吐露したであろうことは想像に難くない。

新崎教授が帰国された翌年の夏には、Lewin 教授、Doty 教授、Provasoli 教授が、相次いで東京大学の私共の研究室に來訪され、筆者もその対応に追われた。特に Provasoli 教授は、この年から3年連続して來訪され、2回目の來訪時には、Rose 夫人同伴で來られた。

夫人は、その年の全米植物学会のシンボルマークに自作を応募したら見事採用されたそうで、それを我々に披露してくださった。夫人は、物腰が柔らかく才色兼備で、パリ 16 区のパッシー界隈で見かけるような優雅な女性であった。一方、夫君は、故田中角栄氏のようなエネルギーを感じさせるタイプで、お二人は対照的なご夫妻であった。

Provasoli 教授の2回目の來訪時に、筆者がフランス語の文献を見ていると、「君はフランス語を読めるのか」と聞かれた。私は「ドイツ語はOKだが、フランス語はダメで、je t'aime 程度だ」と言うと、「それは日本語で何と言うの?」と聞かれた。「あなたが好き」と答えると、教授はそれを早口に何度か繰り返して、一生懸命覚えているようだった。そして、「今晚下田(旧東京教育大の臨海実験所がある)へ行ったら、バル(bar)でホステスに言ってみるつもりだ」と言う。なかなか茶目っ気がある人だった。帰路は、教授は私共の研究室に立ち寄られなかったので、成果の

ほどは、伺えなかった。

翌夏には、教授は単身で研究室に現れた。日本のあちこちの藻類研究機関への歴訪は、日本の藻類研究の傾向を把握しようとする教授の意図と思われるが、ご自分の研究をサポートしてくれる人材のヘッド・ハンティングの目的もあったのではなかろうか。筆者も、「うちの研究室に來ないか」と声をかけられた。しかし、使用済みのガラス器具洗いのパートタイマーよりも給料が安いのではと固辞した。

筆者が「1957年の論文(本稿其の1で引用済み)で、海産藻類用培養液の研究は完成なさったのですか」と教授に訊ねると、「化学薬品のみで調製した人工海水培地では、海水に栄養塩を添加(補強 enriched)して調製した海水培地と違って、藻類の増殖が鈍ってくると増殖を持ち堪えさせるパワーが弱く、直ぐに死んでしまう弱点がある。これを如何に改善するかが、今後の課題だ。なお、アオサを無菌培養すると糸状の藻体になり、母藻のような膜状の藻体にならない問題については、Pintner 女史との共著論文で解答¹⁾を示している」との解答であった。

参考文献

- 1) Provasoli, L. and I. Pintner (1980) Bacteria induced polymorphism in an axenic laboratory. Strain of *Ulva lactuca* (Chlorophyceae). *Journal of Phycology*, 16(2), 196-201.

其の4 - 日本の栽培漁業の黎明期に及ぼした Provasoli 教授の影響

栽培漁業の提唱者は故大島泰雄東大名誉教授である。大島教授は、在職中の夏休みにその前年に全都道府県の水産試験所並びに水産庁の全国の研究所から送られて來た事業報告書を精読することをご自分にノルマとして課し、これを何年か続けられた。その結果、将来の日本の漁業は、「獲る漁業」から「育てる漁業(すなわち栽培漁業)」に転換しなければ行き詰まってしまうと結論を出され、栽培漁業を提唱されたのである。

卵から孵化したての仔魚(しぎょ)は、栄養を専ら仔魚が体外にぶら下げている卵黄から摂り、餌は捕らない。卵黄を消費すると、仔魚は稚魚と呼ばれるようになり、餌を取るようになる。

黎明期の栽培漁業では、稚魚の餌に原生動物のワムシなどの生餌を与えていた。ワムシの飼育には、その餌となる大量の海産微細藻類の培養が必要であった。だから、Provasoli 教授らが開発した培養液がなければ栽培漁業は成り立たなかったのである。栽培漁業の今日に至るまでの発展は、Provasoli 教授の功績に負うところが大きなのである。(現在は、稚魚の餌には配合飼料が用いられており、生餌を飼育する手間は懸かraなくなっている。)

其の5—Provasoli 教授の培養液開発の骨子

教授の培養液の骨子は、1957年の論文¹⁾の末尾近くの要約で述べられているが、ここでは、1966年の箱根における教授の発表論文の要旨²⁾をも併せて簡潔に紹介しておこう。

海水の通常の塩分は30‰(パーミル)程度だが、微細藻類の沿岸性単細胞種の多くは15~20‰の低塩分を好むので、培地のCa濃度を海水の1/4に、またMg濃度を海水の1/2に下げた。また、沖合い種や熱帯種は30‰未満の塩分を好み、海水に近い成分の組成を好む。

殆んどの光合成する微細藻類の栄養要求は、硝酸塩とグリセロリン酸塩(オルトリン酸塩より溶解度が高く、微量金属類 trace metals との沈殿を作り難い)、そのビタミン要求はビタミンB₁₂、thiamine、biotin で殆んどカバーできる。しかし、海藻ではその他のビタミンを要求する種類もある。

オートクレーブ(高圧蒸気滅菌)中に塩類が沈殿することを防ぐ為に、培養液にpH緩衝剤Tris(hydroxymethyl)aminomethane(Tris)を50mg%以下の低濃度で添加した。また、金属キレート物質として、Ethylenediamine tetra acetic acid(EDTA)を trace metals とのキレート比がモル比で1.5~3.0:1.0になるように0.5~2mg%用い、鉄FeもFe EDTAとして添加した。

2008年01月

参考文献

- 1)Provasoli, L., McLaughlin, J. J. A. and M. R. Droop(1957)The Development of Artificial Media for Marine Algae. Archive fur Mikrobiologie, 25(4), 392-428.
- 2)Hattori, A. and A. Watanabe(edited)(1966)Cultures and Collection of Algae. Proceedings of the US-Japan Conference held at Hakone, Japan, 12-15 Sept. 1966, Japanese Society of Plant Physiologists, 100pp.