

スローフード運動に思う
2003 XX 日伊生物学会会報

SOCIETÀ DI BIOLOGIA ITALO-GIAPPONESE

BOLLETTINO

XX

2003

日伊生物学会会報

南イタリア、レッチェ大学でヒドロ虫類 (刺胞動物門) を研究

—チチュウカイカイヤドリヒドラクラゲ (軟クラゲ目、エイレネクラゲ科)
はベニクラゲの如く若返らず—

久保田 信

Summary

In this report I describe my academic activities as a visiting research associate in Italy sponsored by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. The planned biological studies on the “immortal” animal, *Turritopsis nutricula* MaCraday (Hydrozoa, Anthomedusae), were impossible to carry out due to the unexpected absence of medusa buds on the hydroids even during the breeding season in southern Italy, September to November in 2002. Instead, two biological studies on *Eugymnanthea inquilina* Palombi, a bivalve-inhabiting hydrozoan, were carried out in the laboratory of Prof. Ferdinando Boero, Lecce University with much help from many warm-hearted researchers in his laboratory, in particular Drs. Stefano Piraino and Cinzia Gravili. The material was collected from Taranto, Ionian Sea, SE Italy, in October, 2002. The first study concerned the timing of medusa release by *E. inquilina*. The results were presented at the 5th Workshop of the Hydrozoan Society held in South Africa in January, 2003. The second study, reported here, was an attempt to induce life cycle reversal in this species, as it has been known heretofore in *T. nutricula*. Such reversal did not take place in the newly released mature medusae of either sex of *E. inquilina*: 31 medusae reared in natural seawater from Porto Cesareo, Ionian Sea, SE Italy, died on the 3rd day at ca 25°C; 62 medusae also died in the filtered (0.45 μm) seawater from Porto Cesareo on the 3rd or 4th day at ca 25°C; 13 medusae died within several days at ca 22°C after having been maintained first in a refrigerator at some lower temperature for two months.

Shin Kubota : Biological Studies on Hydrozoa (Cnidaria) at Lecce University, Italy
—Life cycle reversal, recently discovered in *Turritopsis nutricula*, could not occur in *Eugymnanthea inquilina* (Leptomedusae, Eirenidae) —

1. 文部科学省在外研究員としてイタリアのレッチェ大学でベニクラゲの生物学的研究を計画すれど……

1. As a visiting research associate sponsored by the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, planned biological studies on an immortal animal, *Turritopsis nutricula* started but....

2002年9月14日から丁度2ヶ月、長靴形のイタリアのかかどに位置するレッチェ大学で“ベニクラゲ（ヒドロ虫綱，花クラゲ目）の不老不死の謎”に迫る生物学的研究に，文部科学省の在外研究員として赴いた．この研究は，前回のイタリアでの研究中に（1999年9月中旬から2000年3月中旬の期間中），ボエロ教授 Prof. Ferdinando Boero の研究室を何度も訪問させて頂き，驚くべき不老不死をまのあたりにし，自身の目でも飼育・観察できた（久保田，2000）．100%の個体（4000個体をイタリアチームは調べた）が若返えることができるイタリア産ベニクラゲ（Piraino et.al, 1996）について，今回新しい切り口での系統分類学的研究に加え，形態形成を調べるプランも立てた．これら一連の研究には，日本の某TVも興味を抱き，イタリア滞在中の取材も入ることになり，出立直前まで南紀白浜での打ち合わせや取材もあった．私も，TVを通じ日本中にこの“奇跡的特性”とその研究の最先端を紹介し（久保田，2001参照），いったいどのようなしくみが働いてこのような“生き返り”，即ち，死すべきクラゲ（いわばチョウチョ）から元の別の若い体，即ちポリプ（いわばイモムシ）へもどれるのか，今一度，NHK「海」プロジェクト（1999）が上梓した書籍やそのもとの特別番組（NHKスペシャル「海」第7集：眠る巨大資源，1998年11月22日放送）に引き続いて，多くの方々に知って頂きたいと願った．

ところが，そのような期待は裏切られてしまった．レッチェ Lecce から乗用車で1-2時間ほど西へドライブすると，紺碧のイオニア海に面するポルトセザレオ Porto Cesareo やその北方にあるタラント Taranto の町だ．岩礁海岸から水中数m潜ると，ベニクラゲのポリプが群体を岩などの上に形成している．ポリプをあちこちから取れども取れども，クラゲ芽形成のきざしさを見せてくれないものばかりだ．……しかたないので，実験室で多数の群体を様々な方法で飼育した．だが，クラゲ芽を形成することなくもなく，ことごとく退化消失してしまった．ベニクラゲのポリプは弱かった！？今回の出張期間は，ベニクラゲの繁殖時期のピークにあわせていたのだが，予期せぬ出来事に愕然とする．今やベニクラゲ研究の世界的主軸となったステファノ Stefano（＝ピライノ博士Dr. Piraino）や彼のチームを支える大御所のナンド Nando（＝ボエロ教授Prof. F. Boero），それに新たな研究メンバーとして加わったドルス Doris やドイツ出身のユルゲン Jurgen など皆，首をひねるばかりだった．不思議なことに，主にシンシア Cinzia が指導している学生のピナ Pina も，クリテニア属 *Clytia* の1種がベニクラゲと同様の状況で，繁茂したポリプ群体を野外からいくら取ってきてもクラゲ芽がまったく見つからず，生活史の研究ができないありさまであった．某TV会社のディレクターたちも，イタリアへ出かけてくるとの

ことで、「ベニクラゲの入手はまだなのか、研究はいつ開始するのか」と何度も電話やメール、Faxが届く。繰り返して言うが、滞在中、ピライノ博士たちの採集努力に逆らうように、何十ものベニクラゲ群体を構成する何百もの個虫は、いっさいクラゲ芽をつける気配さえなかった。ピライノ博士たちも、勿論飼育を試みたが、クラゲ芽はできてこなかった。そういうわけで、今回目論んだ研究もTV取材もお流れとなった。

ピライノ・ボエロ研究室では、ベニクラゲの遺伝子レベルでの系統解析から発生にかかわる遺伝子まで、いわゆるミクロの研究もあれやこれやと進んでおり、最近ではアポトーシスが若返りの際におこっていることを、パトリチア Patrizia らが透過型電子顕微鏡を駆使して解明しており、論文として投稿直前だった。彼女はそのような得意分野がいかに隣の研究室へ移っていた。

私は、2002年5月の広島大学豊潮丸での研究航海中に、鹿児島県種子島で採集した若いベニクラゲの1個体が、船上ですぐに若返ったものを継続して飼育しており（久保田、未発表）、その群体からさらにもう一度生活史をまわし、このうちの2群体を持参した。この快挙は世界初で、ピライノ博士が喜んでくれ、到着当時に開催されたイタリア動物学会で紹介して下さった。また、アクアマリン福島の水谷さんが水族館前で採集した北日本産の大型のベニクラゲ（久保田・水谷、2003）も2個体持参し、研究資料として喜んで頂けた。この大型個体も南日本産の小型個体のように若返れることが判明したばかりであった（築地新・久保田、2003；久保田・水谷、2003）。種子島の群体は若返って日も浅いので個虫数も少なく、ヒドロ根もまだ少しばかりしか伸びていないとてもちっぽけなものだったが、イタリア産の移植した群体が次々と消滅していくのと対照的に、水が違えども（塩分濃度が7-10%も地中海の方が高いのは周知）よく成長し、飼育容器いっぱいに広がって行った。日本産ベニクラゲは、古くから系統分類学的研究がよくなされており（Yamada and Nagao, 1971; Hirohito, 1988）、そのおかげで、日本海域では形態と分布の異なる2型が区別されることを中心に、生物地理、形態、生活史、分類などもろもろの生物学的研究結果のまとめと現状を講演し、知見を交換できた。

2. チチュウカイカイヤドリヒドラクラゲの生物学的研究にテーマを切り替える

2. The research subject changed to biological studies on *Eugymnanthea inquilina*

こうして、ベニクラゲの共同研究計画は着々と進んでいったのだが、レッチェ大学で今回やるべきどのテーマにも手をつけられそうにないとあきらめた時点で、私のライフワークの一つであるカイヤドリヒドラ類の生物学的研究、つまり、チチュウカイカイヤドリヒドラクラゲを用いて、やり残したテーマに切り替えることにした。短期間の滞在だったので2つのテーマ：(1)成熟クラゲが、一日のうち、いつ頃宿主二枚貝から遊離するか；(2)ベニクラゲのような若返りがこの種でもおこるか、に絞った。両者ともおかげさまで、うまく結果が出せた。成熟したクラゲは、予想（日本産の同属別種と同様に、日の入り時間あ

たりの遊離, Kubota, 1996)と違っていた。この種の繁殖時期の終盤近くであったせいで遊離するクラゲの数がとても少ない日があり、何日もラボに泊まり続けて辛抱しないといけないことになった。でもありがたいことに、昼間にはクラゲはほとんど遊離しないので、自転車を30分ほどこぐと市内のど真ん中にある素適なアパートに帰れた。好きな温泉はこの町にはないのだが、シャワーをあびレフレッシュできた。なんといっても眺めのいい屋上は花と果物の鉢植えでいっぱい、香りもいい。だが、秋とはいえ、アルプス越えの北風は真冬並の冷えこみを突然もたらす。夜中から明け方にかけては、冷えこみが特に厳しく体調が崩れそうになった。日本時間の体内リズムが働いていたことと日本の歌の鑑賞でそんなきつい真夜中から明け方までの時間帯も、苦も無くデータは取れていった。クラゲの遊離数カウントの待ち時間（最少のインターバルは1時間）も楽しい。クラゲの遊離時刻に種間の差があった！このの意味はなんだろう？……種差という一言でかたづけるのはたやすい。……この研究成果は、帰国後1ヶ月半を過ぎた2003年1月に南アフリカのケープタウン Cape Town より少し北方に位置する（車で2時間弱）国立自然公園を会場に実施された第5回ヒドロ虫類国際学会で講演した。

ところで、この研究の励まし役を務めた夜の歌が親善に役立った。いつも暖かいご援助をボエロ教授をはじめ研究室の皆様そしてそのご家族や友人から得た心ばかりのお礼にと、帰国寸前にパーティを主催した（Shinivation Party）。アパートの家主のアンドレッタ Andretta さんとその友人の田中さん（レッチェに早くから移住した日本人）も招待し、南イタリア料理を肴に、日本の様々なジャンルの歌の新旧あわせて27名の方々に2時間あまりご披露した。パーティの予定はおおいにくるって、私のワンマンショーのようなものになってしまったが、好評のようであった。おまけは、デイノ Dino が帰国直前につれて行ってくれた採集時に、タラントのラジオ放送で生で日本の歌を5曲ほど歌った。海洋生物の登場する歌が日本では多いのが有り難い（例えば、本川, 1993; 久保田, 2002）。

さて、第二番目の研究テーマとした、チチュウカイカイヤドリヒドラクラゲでの若返りを調べる研究は、上記の時刻を調べる研究で遊離したクラゲを材料として用いた。予想どおり、通常の如く、死亡するデータばかりであり面白くはなかったが、多数の個体で納得いくまで調べた。短命なエサもとらない生殖だけのためのクラゲが、しかも貝の中でしか生きられないポリプでの意味のある若返りだとは思わなかったが、生物は予想とはおおいに異なる振るまいもよくしてくれるので、根気と情熱は必要だ。この結果については、本稿で下記のように記録しておく。

3. チチュウカイカイヤドリヒドラクラゲは若返れず

3. *Eugymnanthea inquilina* can not rejuvenate itself

材料と方法 Materials and Methods

2002年10月にタラント Taranto でステファノ Stefano やデイノ Dino が入手して下さったムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* 151個体を室内飼育し、この中でポリプの共生するものより遊離したクラゲ（上記のクラゲの遊離時刻を調べながら）を濾しとって、1個体ずつあるいは複数個体をまとめ、滅菌性のプラスチックシャーレに、ポルトセザレオ Porto Cesareo 付近で汲んだ天然海水あるいは、それを0.45 μ mのフィルターで濾過した海水を満たしたものに収容して、その後の変化を実体顕微鏡で毎日観察した。水温は25℃前後、塩分濃度はほぼ3710‰であった。海水は毎日交換した。

結果と考察 Results and Discussion

天然海水に収容した31個体とも3日後には死亡消滅した。濾過海水でも62個体とも3-4日で死亡した。これらの死亡個体にはシャーレの底に付着しないで消滅したものもある。天然海水中では微生物（原生動物や恐らくバクテリア類）が萎縮中のクラゲの体を摂食することもあると思われた。濾過海水中では天然海水に比べ、クラゲ体が”腐りにくい、あるいは食われにくい傾向があったが、たとえ飼育容器の底に付着してもベニクラゲで見られるような、萎縮した体を包むキチン質の囲皮の分泌はおこらなかった。なお、退化しかかった上記以外の13個体のクラゲを滅菌海水中で、冷蔵庫に収容し（温度は数度）、その後2ヶ月後に（前述の国際会議後の1月下旬に再び立ち寄って）室温にもどし、何らかの変化があるか調べたところ、すべて数日以内に死亡した。

4. その他のアカデミックライフ・イン・レッチェ

4. Other activities in my academic life in Lecce

私の滞在中に、アメリカの院生のアネット Annette がボエロ研究室を共同研究のため訪れてきた。彼女はウズホールで分子の解析も含めたウミサカヅキガヤ科 Campanulariidae の系統分類をやっている若手である。インド出身の夫が、かの利根川進教授の指導下にあるとのことで、日本人にも親しみを持っている。私はこの分類群を詳細に研究した実績もいくつかあるので（例えばKubota, 1978）、話はずみ、おかげでカイヤドリヒドラ類の分子系統解析もサブワークでやってくれることになり（彼の指導教官もOKとのこと）、今後の共同研究の発展が楽しみとなっている。彼女らの研究の一部も南アフリカの学会でシンシアが代表で発表した。

レッチェ市内の自然史博物館や林立する教会の見学、アドリア海側の海底洞窟で個体群生態を研究している Francesco, Simona, そしてダイバーたちと現場訪問、ポルトセザ

レオにあるレッチェ大学の博物館 Stazione di Biologia Marina di Porto Cesareo やポルトセザレオ港に立ち並ぶシーフードマーケットの魚介類などの見学，……，これらは，それぞれに有意義だったが，紹介は将来にゆずりたい。

大学構内には化石が実に豊富にころがっており，ちょっと歩いただけでカキ類などの二枚貝類がすぐに発見できる。拾い集めた化石は，珍しくカニなどもあったが，みな寄付した。おかげで，古生物学専門のヴァローラ教授 Prof Varrora に，建築中の博物館に収蔵された絶滅種のクジラ類やウミガメ類の化石などを説明して頂けた。

構内には，いろいろな草花が咲き，湿り気の多い夜半にはカタツムリ類（湊宏博士によると，5科7属7種の死殻を滞在中に私は収集していたとのことである，そのうちの地中海原産種のわが国への移入については，湊ほか，2002を参照）やナメクジ類，ヤスデ類などが現れた。暖かい日中には，緑色の斑点をちりばめたトカゲが日光浴をしていた。モンシロチョウそっくりさんがナノハナのそっくりさんを飛び交い，鳥類も色々見られた。

イタリア料理は美味だ。ほぼ毎週，自家製の本場料理をいろんな方々がふるまってくれる。好物のモッツアレラチーズやふんだんに野菜や果物を使っており，御馳走に舌鼓を打ち，話もはずんだ。大学のレストランの昼食もフルコースで美味かったし，大学のバーのレモンティーなどもさわやかだった。また，大学関係者に割引などサービスのあるボリューム・味ともに満点のあのレストランも忘れられない。

こうして，2002年の2ヶ月と2003年の10日間の滞在時間は，瞬く間に過ぎ去ったことは言うまでも無い。友ありて遠方より来る，また楽しからずや……。

謝辞 Acknowledgements

上記に述べたように，たいへん暖かいホストであったレッチェ大学の Ferdinando Boero 教授をはじめ彼の研究室の皆様，特に Stefano Piraino 博士と Cinzia Gravili 博士に，そして上記に登場した皆様方やそのご家族や友人の方々に心から感謝致します。また，本稿の英文を直して下さった畏友 Mark J. Grygier 博士に深謝致します。

参考文献

- 築地新光子・久保田信 2003. 日本で初めて確認されたベニクラゲ（刺胞動物門，花クラゲ目）の若返り. 南紀生物，印刷中。
- Hirohito, His Majesty the Emperor, Showa. 1988. The Hydroids of Sagami Bay. Biol. Lab. Imp. Household, Tokyo. 179pp. + 110pp.(text in Japanese), 4 pls, 2 maps.
- Kubota, S. 1978. The life-history of *Clytia edwardsi* (Hydrozoa; Campanulariidae) in Hokkaido, Japan. Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool., 21(3): 317-354, pl. VIII.
- Kubota, S. 1996. Timing of medusa release in a hydroid *Eugymnanthea japonica*

- (Cnidaria, Leptomedusae, Eirenidae) commensal with a mussel. Sci. Mar., 60(1): 85-88.
- 久保田 信 2000. ナポリ・イスキアなど南イタリアでの生物学的研究を終えて. 日伊生物学会会報, (19): 9-16.
- 久保田 信 2002. 日本のさまざまなジャンルの曲の歌詞に登用された腔腸動物. くろしお, (22): 19-21.
- 久保田 信・水谷精一 2003. 複数のポリプ群体にも若返えれた北日本産の大型のベニクラゲ (ヒドロ虫綱, 花クラゲ目, クラバ科). 南紀生物, 印刷中
- 湊 宏・久保田信・土生紳吾 2002. 瀬戸臨海実験所北側の“北浜”に漂着したオオクビキレガイ (有肺亜綱, 腹足綱). -和歌山県での初記録-. 南紀生物, 44(1): 64-65.
- 本川達雄 1993. 歌う生物学. 284頁, 講談社, 東京.
- NHK「海」プロジェクト. 1999. pp.41-47.
- Piraino, S., F. Boero, B. Aeschbach, and V. Schmid. 1996. Reversing the life cycle: Medusae transforming into polyps and cell transdifferentiation in *Turritopsis nutricula* (Cnidaria, Hydrozoa). Biol.Bull.190: 302-312.
- Yamada, M. and Nagao, Z. 1971. On the life cycle of *Turritopsis nutricula* McCrady (Hydroida, Anthomedusae). Proc. Jap. Soc. Syst. Zool., 7: 1-4.
- 読売新聞 2001. ベニクラゲが”若返り”. 「不老不死」研究で貴重世界3例目. 京大瀬戸臨海実験所・久保田助教授確認. 第17546号24面

京都大学瀬戸臨海実験所瀬戸臨海実験所

(〒649-2211 和歌山県西牟婁郡白浜町)

Seto Marine Biological Laboratory, Kyoto University,

Shirahama, Nishimuro, Wakayama 649-2211, Japan