

特集 フィールドシンポジウム「海岸生物の長期変遷からみえる近年の兆候」

フィールドシンポジウムと現地見学会：企画趣旨と総括

奈良女子大学名誉教授 和田 恵 次

Perspective and overview of symposium and field observation. Keiji Wada* (*Professor Emeritus, Nara Women's University*)

はじめに

自然生態系を保全していく上で個々の生態系を構成している生物相を忠実に記載するモニタリングは不可欠である。とりわけ長い時間軸に沿った生物相の変遷は、環境の変遷を代読するものとなって重要な情報を提供してくれる。日本でも1980年代頃から、様々な生態系を長期的にモニタリングする気運が生まれ、各地でそういったモニタリングサイトが設定されるようになった。

日本の海洋生物は、海岸の人為的な改変と海洋汚染や地球温暖化に伴う海水温上昇により、近年大きく変容してきたとみられるが、そのことを正しく評価できるのは、同一地域での長期的な生物相変遷の記録である。近畿地方の海岸線でも生物相を長期的に追跡する事業が各地で行われるようになったが、その中で潮間帯生物に焦点を当てた長期モニタリング4事業の実績を持ち寄り、近畿地方の沿岸域でみられる海岸生物の変容を特徴付けるのが、本シンポジウムの趣旨である。

和歌山県の田辺湾周辺には、潮間帯生物の長期モニタリングサイトが3ヶ所もある。ひとつは、湾内中央部に位置する京都大学が所轄する畠島であり、ここは実に50年以上にわたる潮間帯生物の記録を具えている。田辺湾の奥部に広がる干潟域では、環境省モニタリングサイト1000事業のひとつとして10年近くにわたる干潟生物相の調

査がなされてきた。そして田辺湾の湾口部に位置する岩礁海岸では、25年に亘る岩礁上の貝類群集の変遷がとりまとめられつつある。一方田辺湾とは対照的に人為的影響が大きい大阪湾では、潮間帯生物の記録が広範囲の地域に亘ってほぼ10年近く続けられてきたという実績がある。シンポジウムでは、以上の4つの地域でのモニタリングの成果をそれぞれの事業の実施代表者から披露してもらい、近年の海岸生物相の変容の特徴とその保全的意義を議論した。そして、畠島の潮間帯を直接見学し、その現在の生物相を、過去の生物相の情報と対比させながら、参加者全員で共有する機会を設けた。

本フィールドシンポジウムと現地見学会は、日本生態学会近畿地区会（共催）の助成と大阪産業大学の後援を得て行った。さらにシンポジウムの会場は、京都大学瀬戸臨海実験所に提供いただき、畠島へは実験所の船舶運用をいただいた。また畠島では実験所の中野智之博士に現地案内をお願いした。記して謝意を表する。

第1部 フィールドシンポジウム

「海岸生物の長期変遷からみえる近年の兆候 ー田辺湾を中心としてー」

10月6日の午後開催のシンポジウムでは、以下の4件の話題提供が行われた（参加者24名）。

山西良平（西宮市貝類館）：長期モニタリングによる大阪湾の海岸生物相の変遷、古賀庸憲（和歌山大学）：田辺湾の干潟生物の変遷：環境省モニタリングサイト 1000 事業干潟調査より、石田 惣（大阪市立自然史博物館）：岩礁海岸の貝類群集の変遷：白浜町番所崎の貝類調査から、中野智之（京都大学瀬戸臨海実験所）：田辺湾島島の海岸生物の長期変遷。

山西良平氏は、大阪湾の海況の特徴と海洋生物相の形成史を概説し、1980 年以降実施されてきた海岸の潮間帯生物相の変遷を整理した。近年大阪湾内の海水中の栄養塩の濃度は低下傾向にあり、それと相まって富栄養性の生物から貧栄養性の生物に生物相として代わりつつあることが示された。その表徴とも言えるのがマガキとケガキである。1990 年代以降、大阪湾内での出現頻度がマガキは減少、ケガキは増加の傾向が明瞭であった。

古賀庸憲氏は、田辺湾奥部の内之浦・鳥の巣地区にある干潟にて、2008 年から毎年実施されてきたベントスの定量調査の結果を披露し、田辺湾から消失したとみられていた種（フトヘナタリ、カワアイ、アラムシロなど）が復活したことや、以前見られなかった南方系の種（コゲツノブエ、ヒメカノコなど）が増えてきたことなどが明らかになった。

石田 惣氏は、故大垣俊一氏が着手した瀬戸臨海実験所前岩礁海岸の貝類群集の定点調査の成果を報告した。4400m² に及ぶ定点内に見られる貝類の種と多さを 25 年間毎年調べられた結果である。そこからは、1997 - 1998 年を境に種組成に大きな入れ替わりが認められ、その内容は主に南方系種の比率が増大したことであった。

中野智之氏は、京都大学が所管する島島の海岸生物の長期変遷を解説した。島島の生物相のモニタリングにはいくつかの異なる内容があるが、最

も長い記録をもつのは、島島を京都大学が取得した当時、実験所教員をされていた故岡隆博士が着手した、定点でのウニ類の種と個体数の調査である。実に半世紀に亘るモニタリングからは、田辺湾で赤潮が頻発し、湾内の汚濁が進んだ頃にウニ類（ムラサキウニ、タワシウニ、ナガウニ類）の顕著な減少がみられたが、水質が改善された近年は、これらのウニ類も回復しつつあることがわかった。なおごく最近では南方系の種（リュウキウナガウニ）が、島島から新たに見つかったことも報告された。

以上の 4 名の話題からは共通した生物相変遷の特徴が見えてくる。ひとつは富栄養性の種から貧栄養性の種への近年の移行傾向である。島島のウニ類相の変遷も、また島島の岩礁付着生物相の変遷からも貧栄養性の種の分布拡大がみられ、同じように大阪湾内でもその傾向が明らかなのである。大阪湾内でマガキの分布域が少なくなっており、反対にケガキの分布域が多くなったのとまったく同じように、島島全域での分布状況からはマガキの分布域が狭まり、ケガキの分布域が拡大しているのであった。日本の内湾では、流入河川のリンや窒素分を規制する施策が進められ、海域での栄養塩類の濃度が低下気味になってきたとされる（Yamamoto, 2003；高木ほか, 2015；鈴木, 2017）。瀬戸内海では、それによって赤潮発生頻度は下がったものの、重要な水産資源となっているノリの色落ちをつくり出すだけでなく、水産資源の漁獲量自体も衰退気味になっているとされる（反田・原田, 2013；大山ほか, 2015）。大阪湾内で見られる栄養塩類の低下傾向は、瀬戸内海全域で近年生じてきた貧栄養化現象のひとつとみることができる。そのことが海岸の生物相にも具現されていることが、大阪湾全域にわたる長期モニタリングから明らかにされたと言えよう。一方大阪湾に比べると小湾の田辺湾でも近年栄養塩類の低

下傾向が進んできたが、こちらは、湾内への流入河川の栄養塩類規制だけでなく、湾内での養殖業の改善措置があったものと推察される。潮間帯生物にみられる富栄養性から貧栄養性へのシフトは、島のモニタリングサイトの生物相の変化だけでなく、田辺湾内各所の干潟域で1980年代に盛んに採られていたアサリが1990年代以降急激に減り、代わってシオヤガイが増えたという点(京都大学瀬戸臨海実験所の大和茂之氏によるシンポジウム時の所見)にも表れている。なお、島の潮間帯生物相の変遷は、今回取り上げられたモニタリングサイトからだけでなく、島で京都大学が実施してきた臨海実習の磯観察での記録生物種をとりまとめたものからも明らかにされていることを付記しておく。そこには1949年から1983年までの毎年の記録がまとめられており、湾内の有機汚濁が進む1970年代以降、軟体動物や棘皮動物の記録種数が急激に減少していることが示されている(大垣・田名瀬, 1984)。

今回のシンポジウムの話題から見出されたもうひとつの共通的な生物相変遷の特徴としては、南方系の種の分布拡大あるいは生息数の増大がある。今回取り上げられなかった砂浜海岸の生物でも、近畿地方一円の海岸で南方系の種が分布を拡げつつあることが、渡部ほか(2012)から明らかになっている。日本全域の沿岸域に目を移しても、熱帯性の種が分布を北進させつつあることが、造礁サンゴ類でも知られている(Yamano et al., 2011)。かつて紀伊半島以南にしか分布していなかったヒメヤマトオサガニが、近年静岡県や神奈川県からみつかるとなった(横岡・野元, 2013; 伊藤・島津, 2012)のも温暖化による分布北進の例である。石田氏の報告からは、番所崎の岩礁上貝類相が1997 - 1998年頃から南方系の種が多くなるように変化してきたことに加え、紀伊半島南端の串本周辺の浅海性魚類相にも同じ

変化傾向が見出されることが示された。この時期に南方系の種が紀伊半島沿岸に押し寄せたのは貝類に限ったことではなさそうである。スナガニ類のシオマネキ類でも、琉球列島以南にしか分布していなかったヒメシオマネキ、ベニシオマネキが、1994年から1998年の間、ほぼ毎年田辺湾内や近隣の湾内干潟で見ついていたという情報もある(田名瀬, 私信)。岩礁潮間帯の生物種において、南方系の種が近年増えたり、分布をより北に拡げつつあるのは、イギリスの海岸でも1950年と2001 - 2003年の比較からもきれいに示されている(Mieczkowska et al., 2006)。北欧の同一海域で1993年から2016年までの24年間毎年調べられた底生動物の調査報告からも、北方系の種の衰退と南方系の種の比率増大が示されている(Göransson, 2017)。温帯域の海岸に熱帯性の種が増えつつあるのは、日本に限らず、世界共通の現象とみてよい。近年の地球温暖化に伴う海水温上昇が世界の温帯～寒帯の海岸生物相を大きく変えつつあるのは間違いない。

第2部 現地見学会「田辺湾島」

10月7日の現地見学会では、実験所の渡船手配により田辺湾内の島に渡り、実験所の教員中野智之氏の案内により、潮間帯生物の観察とウニ類のモニタリングサイトの視察が行われた(参加者24名)。島は京都大学が所管する島であり、基本的には研究教育以外での立ち入りは禁止されている。立ち入り禁止の看板が、昔から立てられているが、近年無断で上陸して、海岸生物を勝手に捕獲したり、砂浜をゴミで汚したりする者が増えてきたようである。1週間ほど前に田辺に上陸した大型台風の影響で立て看板が倒れていたりしていたが、海岸生物はたくましく生きているのを目にすることができた。最初に参加者全員が島内

にある分室に集合し、そこで中野氏によって、島の潮間帯生物がどのようなところにどのように見られるかが、分室内の黒板に描かれた地図（1970年代から残っている）を基に説明された。引き続き、分室から西岸方面（図1）へ全員で歩きながら、砂泥底、転石地、岩礁といった様々な基質によって多様な生物群が生息していることを見学し、最後に西端にあるウニ類の長期モニタリングサイトを紹介してもらった。また前日のシンポジウムでも紹介された岩礁付着性のカキ類が、かつて広範囲にみられていたマガキに代わってケガキが広く分布するようになった点も観察することができた。

島の海岸生物の長期モニタリングは、島を京都大学が取得した直後の1969年から、当時の実験所教員であった故岡隆助教授によって「一世紀調査」と称して開始された。その内容は、島本島の西岸の岩礁域に見られるすべての生物種を記録するというものであった。またこれとは別に、西端の岩礁上一定領域内でのウニ類の種と個体数を調べる調査もあったが、こちらは島取得前の1963年から岡助教授により始められていた。このウニ類のモニタリングが、実に52年間に亘り毎年実施され、2014年までのデータが今年論文として公表されたのである（Ohgaki et al.,



図1. 田辺湾島の西岸遠景。

in press)。さらに島の全域にわたる指標生物種の生息密度調査も1983年から5年おきに実施されている。この調査から、岩礁上カキ類の、マガキからケガキへの顕著な変容が明らかになっているのである。

島の海岸生物は極めて多様である。それは海岸線の基質が様々なものが織り交ざって存在しているだけでなく、外海に面した露出海岸と内湾に面した遮蔽海岸を兼ね備えている点にもある。そのため多様な生物種をわずか2.7haの島の沿岸で観察することができるため、恰好の海岸生物観察場所となっている。臨海実習の磯観察で、学生に潮間帯生物を現場で学ばせる場を提供してきた理由がそこにある。

島の潮間帯には、日本の他地域ではなかなか目にすることがない生物が見られることも付記しておく。西岸に広がる砂泥質の干潟には、半索動物のワダツミギボシムシの糞塊が多数見られる。今回の見学会でもその糞塊を多数見ることができた。岩陰には刺胞動物の八方サンゴ類のコマイナゴケや六方サンゴ類のウメボシイソギンチャクが見られるが、これらも他の海岸域ではあまり目にすることがないものである。残念ながら、今回の見学会では、この2種を見ることはできなかった。

島の潮間帯生物は、田辺湾の富栄養化とその回復といった経過を反映させた変遷を示してきたが、人為的な影響としては無断上陸による海岸の攪乱がある。それは海岸生物を直接採取したり、ゴミを散在させたりというもので、このような攪乱は島が京都大学の管理下になってからもずっと続いている。ボートで島に乗り付け、磯でバーベキューをするのが、島に限らず、白浜の海岸ではよく見られるようになってきた。貴重な海岸生物が海洋レジャーにより荒らされることがないように、この面での海岸保全のあり方が問われている。

課題

今回のシンポジウムでは、海岸生物の長期モニタリングから海洋の富栄養化や海水温の上昇に反応して潮間帯生物相が変容することが明らかにされた。富栄養化も海水温上昇も根本には人間活動が影響しているものであり、この面での環境負荷を抑える方策が、海洋生物を保全する上で今後重要であることを教えてくれる。

一方で今回話題提供された海岸生物相の長期変遷はいずれも潮間帯内のものであり、潮上帯は対象外になっているのを指摘しておきたい。畠島も番所崎も、調査域は潮間帯に限定されており、田辺湾奥部の干潟調査も高潮線付近に護岸を伴った潮間帯の干潟部を調査域としている。大阪湾の全域的な調査も、ほとんどの地域の海岸は高潮部付近が護岸化されているところである。しかし高潮部から潮上帯にかけての移行帯とも言うべき領域にも固有の生物が生息している。例えば礫浜ではミミズハゼ類やマメアカイソガニ、干潟域ではオカミミガイやベンケイガニ、砂浜海岸ではルイスハンミョウやミナミスナガニである。潮間帯は存在してもその直上部が護岸や道路になっている海岸が極めて多い。しかも近年南海トラフ地震を想定した防災対策として護岸の拡幅や新設が、日本の太平洋沿岸の各地で進みつつある。こういった点からも、潮間帯の直上部の生物相をモニタリングしてゆくことが今後求められる。

もうひとつの課題としては、今回取り上げられなかった砂浜の海岸や転石の海岸のモニタリングである。岩礁海岸の場合はその生物を直接目にしてお調べすることが可能であるが、砂浜海岸や転石海岸の場合は、砂を掘ったり、石を返したりといった手のかかる作業が必要になるため、モニタリングの対象にはしづらい面がある。しかし干潟のモニタリングサイト1000事業では、干潟の泥の掘

り返しを伴った調査がなされている。砂浜海岸や転石海岸でも同様の一定面積の掘り返しなどによって調べるモニタリングが、今後望まれるところである。

さらに海岸のゴミのモニタリングも課題として上げておきたい。海岸のゴミには、海洋漂着によるもの、釣りや遊興による廃棄物、ゴミの投棄によるもの、そして河川からの流下漂着によるものがあり、そういったゴミが海岸に集積しやすい。近年は、マイクロプラスチックによる海洋汚染も問題にされており、海岸のゴミはもはや無視できない海岸汚染源と言える。既に海岸漂着ゴミが調べられた地域もあるが、大阪湾や田辺湾であつても、一定地域でのごみの種類と量を経時的に追跡する調査も、今後は必要であろう。

引用文献

- Göransson, P. 2017. Change of benthic fauna in the Kattegat - An indication of climate change at mid-latitudes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 194 : 276-285.
- 伊藤寿茂・島津恒雄. 2012. ヒメヤマトオサガニ *Macrophthalmus banzai* Wada & Sakai, 1989 の神奈川県からの産出記録. 神奈川自然誌資料, 39 : 43 - 45.
- Mieszkowska, N., M.A. Kendall, S.J. Hawkins, R. Leaper, F. Williamson, N. J. Hardman-Mountford & A. J. Southward. 2006. Changes in the range of some common rocky shore species in Britain - a response to climate change? *Hydrobiologia*, 555 : 241-251.
- Ohgaki, S., T. Kato, N. Kobayashi, H. Tanasse, N. H. Kumagai, S. Ishida, T. Nakano, Y. Wada & Y. Yusa. Effects of temperature and red tides on sea urchin abundance and species richness over 45 years in southern Japan. *Ecological Indicators*. (in press.)

- 大垣俊一・田名瀬英朋. 1984. 島嶼磯観察記録. 1949~1983 その2. 南紀生物, 26 : 105 - 111.
- 大山憲一・吉松定昭・益井敏光・宮川昌志. 2015. 播磨灘南部および備後瀬戸における香川県ノリ養殖漁場の珪藻類の出現動向と栄養塩環境. 海洋と生物, 37 : 234 - 242.
- 鈴木輝明. 2017. 沿岸環境の再生・創出と豊かな漁業生産ー伊勢・三河湾を例としてー. 海洋と生物, 39 : 554 - 563.
- 高木秀蔵・岩本俊樹・林 浩志・藤原建紀. 2015. 東部瀬戸内海（備讃瀬戸・播磨灘）における形態別の窒素, リンの分布と季節変動. 海洋と生物, 37 : 229 - 233.
- 反田 實・原田和弘. 2013. 瀬戸内海東部海域の栄養塩環境の現状および改善に向けた取り組みと課題. 海洋と生物, 35 : 115 - 124.
- 渡部哲也・淀 真理・木邑聡美・野元彰人・和田恵次. 2012. 近畿地方中南部沿岸域におけるスナガニ属4種の分布ー2002年と2010年の比較ー. 地域自然史と保全, 34 : 27 - 36.
- Yamamoto, T. 2003. The Seto Inland Sea-eutrophic or oligotrophic? Marine Pollution Bulletin, 47 : 37-42.
- Yamano, H., K. Sugihara & K. Nomura. 2011. Rapid poleward range expansion of tropical corals in response to rising sea surface temperatures. Geophysical Research Letters, 38 : L04601.
- 横岡博之・野元彰人. 2013. ヒメヤマトオサガニの静岡県における生息地の記録. 南紀生物, 55 : 137 - 140.