生痕の研究方法について*

-特に造巣動物・カニ類の巣穴を中心に-

歌 代 勤**

I. はじめに

生痕の研究をはじめから20年になろうとしているが、その成果は、まことに遅々としてみるべきなものもない。しかし、遅々とした理由には種々の事情があった。一つには、生痕の研究を十分に満足させてくれるような干潟(field)にめぐまれていないという自然条件もあるが、根本的には、過去において日本で生痕(古生痕も含めて)そのものを本格的に系統的に研究した人がいなかったということではないだろうか。換言すれば、生痕そのものの意義や研究の方法を、事実をもって解説し指導するという努力が不十分であったといっても過言ではないであろう。

また生物専攻者のなかには、生物の生態を如実にしめす生痕(Lebensspuren; Trace mark)の意義を心よく理解しようとしなかったばかりか、むしろ軽視する風潮さえあった。いっぽう古生物学を専攻する者にとっても、一部の研究者をのぞいては大部分が無関心であった。そういう中であって、早坂一郎・直良信夫・畑井小虎・井尻正二・湊正雄の諸先輩たちは、生痕のもつ意義を正しく評価し、その研究のもつ意味は将来おおいことを指摘された。戦後、これら諸先輩の指導によって、若手の研究者が化石生痕や現棲生痕について多く観察し記載するようになってきた。また海底から採取された生痕をもつ岩盤や礫についての議論も華やかになってきたことは興味ぶかい。外国では、日本のこのおくれた現状に反して、めぐまれたfieldと長い自然観察の伝統のもとに、着々と成果が累積され、その体系化が試みられてきた。

筆者は、井尻正二・藤田至則による化石床の研究から示唆を受けて、生態をしめす化石とは具体的に何か、ということから生態の研究にはいったものである。最初は、ある偶然とおし現棲のbooring shellの生痕について研究をおこなってきたが、現在は福島県相馬市松川浦の甲殻類・カニ類の巣穴の生痕を中心に研究をすすめていると同時に、巻貝(タニシ〔陸棲種〕)とウミナ〔海棲種〕の這い跡の研究を平行しておこなっている。今回は、それらの諸経験をもとにして、

* 1968.2.3.受理

** 新潟大学教育学部高田分校

生痕の研究ぜんばんにわたる方法をのべるとともに、こまかい留意点・工夫などについてのべてみたい。

Ⅱ．生痕の研究の心構え

なんのために生痕などという学問的にばつとしない、面白くない、あまり人のやらないやりたがらない、地味な根気のいる研究をするのだろうか。まず第一に、この関門をのりこえる必要がある。

確かに boring shell の堀った穴だとか、巻貝の這った跡だとか、糞だとか、カニやアナジャコの巣穴だとかいう、動かない、その生物の過去の痕跡のどこに興味があるのだろうか。近代化が進めば進むほど、そういう疑問が強くなってくるのは当然のことであろう。しかし、生態を示す化石とは具体的に何か、という重要な古生物学の課題にたいしては、好きとか嫌いとかにかかわらず、だれかが生痕に興味を持ち、地道に、根気よく丹念に研究しなければならないだろう。

幸か不幸か海岸に育ち、海浜にあそび、潮の変化や岩礁・潮間帯の生物に興味を持って少年時代を過した筆者にとって、この第一の難関は、抵抗なくとおりすぎることでできた。そのご意識的に研究を開始するにいたって、O・ABELの教科書や諸先輩の研究をおおいに参考にしたが、現実には何の生物の生痕であるか、何の生物のどういう状態のときの生痕であるか、決定することは非常に困難であった。したがって、生痕らしいが何の生物のどういう時の生痕であるか正しい判断をくだすためには、まことに速廻りの方法ではあるが、現棲の生物の生痕を、徹底的に調査研究する以外に方法はないようである。もし、このことを全く研究しないか、おろそかにするならば、その研究は意味をもたない形態の記載にすぎないか、単なる類推の域を脱しないばかりか、全く異なった種のもを生痕の形態だけを根拠にして同一視する危険性のあることを指摘しておこう。

たとえば、南関東の第四系の成田層には、種属不明の生痕がたくさん保存されているが、その中で“枝分れの砂管”は、枝分れという特徴(事実)によって、アナジャコの生痕であるとおうおう安易に結論されるきらいがあるようである。また、成田層と魚沼層とは時代も堆積環境もちがうのに、全く相似の砂管が出てくる。それを、すぐ同一視してよいだろうか。あるいはまた、新潟県の東頸城郡松代一松の山地域には、新潟県の標準層序の寺泊相当層から魚沼相当層までの地層が完全露出している。その各層準は、岩質の相違とともに、それぞれパターンのことなる特徴的な生痕を多産することで特徴づけられている。しかし、この地域の精査結果をのべた論文のうちでは、このことについて記載したものは、単なる生痕の形態の記載をとってみても、ほとんどない。もちろん筆者も結論を下しているわけではないが、時代が古くなればなるほど形態も変化し、現世生痕のパターンに合致しないものが多くなることを認めないわけにはいかない。それにしても、層準ごとに生痕が決定され、堆積環境がより真実に近く推定されたならば、新潟県の地史は飛躍的に解明されるであろう。そういうことで、生痕の研究の重要性は、いくら強調しても強調しすぎることはないという井尻正二の指摘は、深く考えさせられる問題をふくんでいる。

Ⅲ. 具体的にはどんなことに注意したらよいか

(1) 生痕の団体研究

生痕(生態学)の研究そのものは複雑で、多面的な要素をもっていて、個人単位の研究ではどうにもならない。たとえば現在研究中の松川浦の総合調査では、個々のカニの生態・巣穴の観察と同時に、気温・水温・水質・水深ごとの水温水質・底質・食餌としてのプランクトンなどをしらべている。これには、観察の記録者、写真の撮影者、測量助手、石膏の流しこみ助手、珪藻の採集と鑑定係、石膏型の掘りだし助手、石膏型の運搬係など、最低10人は必要である。特に最近、継続観測を主体としているだけに、交替要員をあらかじめ確保しておく必要がある。昨年のアシラガニの夜の12時間継続観察では、理科専攻の大学生の援助をえた。あらかじめ要点を指示しておいたが、既知知識がないだけに多くの新しい事実を発見し、生態観察におおいに貢献した。

現在、生痕の団体研究を始めて5年目になるけれども、それまで足かけ15年間の紆余曲折の個人研究があったことを告白せざるをえない。

(2) 資料の蓄積

たとえば、スナガニは、いどこに行ったらどんな状態の生態がみられ、どんな生痕が記録されているかということをあらかじめ知っておくことは、研究推進のうえに重要なことである。

それには国の内外をとわず専門の単行本・研究誌をあたるのは無論であるが、あながい科学の普及書・普及雑誌・新聞・子供の科学読物などに資料が掲載されていることが多いことを指摘しておきたい。そういうことは常々注意しておく必要がある。また、小・中学校のクラブの科学研究や夏休の個人研究の印刷物のなかには、生態や生痕に関するレポートを時また発見することがある。

さらに筆者の経験では、海浜に遊ぶ子供や働く漁夫から、面白い事実を再三再四おしえてもらった。たとえば、巣穴をみて中にカニがいるかいないか、巣穴は砂の中でどっちに曲っているか、あるいは、巣穴の中で生きたまま破損させないで難なくとる方法などである。

(3) 季節的な観察

ある地域のある種の生態について、季節ごと(年四回)、あるいは年二回ぐらいに分けて、継続観察をする必要がある。

スナガニの巣穴は、夏と冬では分布も深さも異なる。たとえば、夏の深さは20~30cm±であるが、冬の場合は100cm±にも達する。もし、この事実に一般性があるならば、海成層とか陸成層(湖成層)という大きな区分のほか、四季や二季、つまり夏の地層(夏期層)とか冬の地層(冬期)というものを区別することもできるのではないだろうか。

タニシの場合でも、移動を左右する最大条件は水温である。したがって、夏の間は自由に移動するが、晩秋から冬にかけては泥の中に穿孔してしまふ。これなども夏と冬的生活型の大きな相違である。

(4) 生態の日変化

生物そのものに地域的な変異があるように、生態や生痕にも地域的な変異があるのは当然である。それには、気温・地温・水温・水管・水深ごとの水質・pH・塩分濃度・底質・粒度・食餌のプランクトン・生殖関係・個体数、その他、日の出～日の入・風力(圧)・風向・潮の大小などの関係を、共通の資料として研究しなくてはならない。そして、そういう無機・有機両環境条件(背景)のもとに、一日のうち、たとえば日の出から日の入りまで、あるいは干潮から満潮までの間に、どのように巣穴をつくっていくかという、造巣過程の日変化にも注目しなくてはならない。なお生痕の観察は、普通晴天の日を選ぶのだけれども、雨の日とか嵐の日とか夜間の継続観察も必要である。おそらく、晴天の日にはみられない多くの現象が発見できるはずである。

(5) 同一「属」内の類似種の生痕の比較

松川浦には現在7~8種のカニが棲息している。これらはすべて、属・種の相違とともに明らかに生態も生痕も相違する。しかし問題は、どの程度の区別のオーダーでなら、生痕でも種を識別することができるか、ということである。今後、より資料を集め比較検討することによって、除々に解答を出していくよりしかたがない。

(6) 人工の条件下の生痕の観察

自然の条件下の生痕の観察とともに、人工の条件下において生痕をつくらせ、比較してみる必要がある。現在までに、潮上帯のスナガニ・アシワラガニ・アカテガニ・ハマダンゴムシ・ヒゲナガハマトビムシ、潮間帯のコメツキガニ・チゴガニなど、飼育しながら造巣過程を継続観察することができた。今後は、いろいろの条件を与えて観察をつづけたい。

IV, 甲殻類・カニ類の巣穴の観察方法

(1) 巣穴の分布

あらかじめカニの分布が、どの範囲であるかを予察する。たとえば川ぞいであるか河口であるか、あるいは海岸ぞいであるか。海岸ぞいであっても、潮上帯か潮間帯か、高潮亜帯か低潮亜帯かを決めなくてはならない。特に分布範囲が決まったら、微地形をしらべスケッチするとともに、写真を撮っておくと有効である。さらに1m²ごとにいくつ巣穴があるか、その分布密度の測定も必要である。もし湖上帯のカニであるならば、海岸線から1m²ごとにます目を取り、距離と個体数と巣穴の深さとの相関関係をとるのがよい。しかるのち、個々の巣穴を番号順に観察していく。

(2) 巣穴の出入口の状態

まず巣穴をみて、造巣過程が進行中か、完了か放棄かを判断しなくてはならない。そのためには、巣穴の中に現にカニがいるかどうかを決める必要がある。^{*}と同時に、外部に放出された砂団子の鮮

* カニの有無は、石膏を流しこめばすぐ判定できる。理由は、石膏が団結するとき膨張熱を発生することである。

度・団結の状態・含水の状態・砂団子で巣穴の出入口に蓋をしているかどうか等が決め手である。

(3) 二種類の砂団子*

巣穴の出入口の周囲には無数の砂団子が散乱している。これには二つの形式がある。一つは造巢のさいに巣穴の中(底)から運び出された砂団子で、角張って長方で大きく、大部分が出入口のちかくに位置している。もう一つは食餌のときの砂団子で、米粒大の隋円体で、出入口のちかくまたは遠くはなれた位置に爪跡とともに分布しているのが特徴である。

砂団子の大きさや形態は、カニの種類によってちがうので注意を要する。なおアナジャコ**の造巢のさい砂団子の形態は、スナガニのそれと非常によく似ているが、アナジャコの場合は、巣穴の出入口の直上に砂団子を積み重ねていくし、スナガニは出入口を中心に放出してしまう点が相違する。

(4) 砂団子の放射状の放出

巣穴の出入口の周囲に集積する砂団子は、スナガニ自身によって、出入口を中心に放射状に放出される場合がある。その場合、放射状にのびる砂団子がつくる最長の列の方向は、巣穴の曲がりの方向とは反対になるという規則性がある。低潮帯のヤマトオサガニは、砂団子をつくらないが、同じように干潮にもなって軟泥を放射状に放出する。したがって、巣穴が砂泥中で、どちらにどれくらい曲がっているかの判断は、これによって可能なわけである。その判断によって、実は石膏を流しこむ要領がきまるのであるし、また、固結した石膏型を砂泥中から破損しないように掘りだすコツも、そこにあるわけである。

(5) 石膏***の流しこみ

石膏をとかす水は天然水(井戸水)がよい。海浜だからといって海水(塩水)を使用すると固結しにくい失敗をする。ただし、天然水に少量の塩分を加えることは、固結をはやめる方法のひとつである。巣穴のある環境・状況または天気・季節によって、石膏をとかす水の量を適当に変えるが、一般的には、砂質のところは水分の多い軟い石膏でよいが、泥質のところは水分の少ない濃い石膏のほうが良い。スナガニ・コメツキガニ・チゴガニ・アソワラガニ・アカテガニなどは前者の石膏を用意し、ヤマトオサガニなどは後者の石膏を用意するとよい。

石膏流しこみの要領として、前者の場合、まず出入口のまわりに薄く平らに石膏を流し、出入口を固定してから、除々に巣穴の中に流しこむようにする。このことは巣穴の出入口や口元を、流しこむ石膏によって破損しないための注意のひとつであるが、実は完成した石膏型で研究をすすめるとき、表面からどれくらいの角度で掘りはじめたかを推定する、重要な基準にもなるのである。も

* 砂団子をつくるカニは、潮上帯～潮間帯に棲息するものに限られ、低潮帯のものは、棲息地の泥の状態からも砂団子の形態をとらない。

** 正確な分類的位置は未決定。

*** 石膏についての科学的知識を持っていることは、正確な石膏型をとるうえで、とても大切なことである。

し、この注意を無視して直接石膏を流しこむと、巣穴そのものを変形してしまう。流しこむ容器の流し口に割箸をあてて流しこむと、破損を最大限に防ぐことができる。

(6) 巣穴の石膏型について

石膏の固結は天候・季節・棲息条件にもよるが、大体30分～100分で完了する。石膏の掘りだしは、あらかじめたてた予想にしたがっておこなう。掘り出した石膏型には砂や泥がたくさんついているが、そのまま水の中に入れて軽くゆすぶると、自然にとれてしまう。しかるのち個々の石膏型の記載(測定)と分類にはいる。

記載の順序としては、たとえば石膏型がI字型、J字型、Y字型であるとか、あるいはその変形であるとかをまず決める。次に出入口の直径(隋円形の場合には長径×短径)および深さによる直径の変化、全体の深さ(長さ)、枝分れの有無と深さ・太さ、曲がりくねりの強弱、爪跡の有無・強弱を克明に記載して特徴を把握し、ある「種」に相当する巣穴の石膏型のパターンを決める。そして比較検討しつつ巣穴の分類にうつっていく。

従来も、この種の研究はされてはいるが、断片的であったり、不完全であったり、ある季節に集中したりして、基礎的研究には不満足なものであった。

V. 今後の問題

(1) 福島県の松川浦だけでも8～9種類のカニが棲息している。筆者は潮上帯の1～2種をのぞいて、既述のべたような方法での研究を終了しており、現在、それぞれのカニの石膏型の個体変異と比較検討をおこなっている。今後はさらに他の類似種の継続観察をおこなうとともに、石膏型の記載を徹底的におこなうことを予定している。

(2) 完全な石膏型の切口(断面)の研究にも着目している。そのために、記載の終了した完全な石膏型を鉄ノコギリかダイヤモンドカッターで切り、その切りかたによる切口の変化に注目している。なぜならば、化石生痕のばあい、地層の露出の状態あるいは断面の切りかたによって部分的にしか現われていないことも多いから、そういう部分的な資料からでも判断できるようにしたいからである。

(3) 石膏の流しこみの後、未固結の状態で上から圧力をかけ、どのように変形するかにも注目している。古い時代の地層の化石生痕は、大部分が、変形を条件にいれて考えなくてはならないであろう。こういう条件がはいてくると、何の生物のどういふときの生痕かということはますます判定しにくくなるのである。(そういう場合でも「Form Genus」として、明細な記載をしておく必要がある。

(4) 種々のカニをいろいろな条件で飼育し、実際に造巣過程を十分に継続的に観察することは、興味ぶかい。(既に実験中)

(5) 最後に、生痕学の総合研究の体制を不十分ながらとりつつある。その必要性は既述のべたとおりである。現在、甲殻類特にカニ類の造巣過程と石膏型の比較検討のグループと、穿孔貝類と穿

孔のグループと、巻貝や二枚貝の這い跡のグループと、飼育による人為的な穿孔のグループ、さらに時代別化石生痕の観察-現棲との比較-グループに分かれて研究をつづけている。まだ、各個生態学の領域で研究をつづけているが、将来、資料が累積されしだい、群集生態学にすすんでいきたい。

<1968. 1.31.>

参 考 文 献

- 陶山国男・歌代 勤 (1955) 生痕の研究-I, 新生代の研究, no.21, 416~427.
- 歌代 勤・陶山国男 (1957) 生痕の研究-II, 新生代の研究, no.23, 468~472.
- 歌代 勤 (1958) イワムシの生痕, 生痕の研究-III, 教育科学(新潟大学教育学部紀要), 8, no.1, 56~61.
- _____ (1961) マツカゼの生痕, 生痕の研究-IV, 新潟大学教育学部高田分校研究紀要, no.6, 133~143.
- _____ (1963) イシマテの生痕, 生痕の研究-V, 新潟大学教育学部紀要, 4, no.2, 48~56.
- 歌代 勤・堀井靖功 (1965) 現棲スナガニの生態と生痕-生痕の生物学的研究-そのVI, 新潟大学教育学部高田分校研究紀要, no.9, 121-141.
- _____・_____ (1965) コメツキガニとチゴガニの生痕と生痕-生痕の生物学的研究-そのVII, 新潟大学教育学部高田分校研究紀要, no.10, 110~143.
- 歌代 勤・堀井靖功・松木 保・堀川幸夫 (1966) 現棲ヤマトオサガニの生態と生痕-生痕の生物学的研究-そのVIII, 新潟大学教育学部高田分校研究紀要, no.11, 131~145.
- _____・_____・_____ (1967) 現棲アシワラガニの生態と生痕-生痕の生物学的研究-そのIX, 新潟大学教育学部高田分校研究紀要, no.12, 123~ .