

日本中・古生界の変貌(1)

佐藤 正¹⁾

先だって元地質調査所の山田直利氏からいただいた「コンピュータ編集による日本地質図」を見ていて、地層の区分の変りようにいろいろと感慨が深かった。コンピュータによる編集ができるようになったということも感慨を催させたが、そのほかに、日本列島の地質の解釈が劇的に変化したことの方が思いを深くさせた。考えてみると、この変化はたかだかこの10年余りの間に起きたもので、その速さには改めて驚きを感じる。

“古生層”の年代対比の移り変り

試みに、地質調査所で発行されている日本全体の編集地質図を年代ごとに追ってみよう。問題は最近のことであるから、あまり古いものは省くことにする。私の手元に100万分の1や200万分の1の地質図が数種類あるので、それを例にとって見ても変化がある程度窺える。地質系統の境界線の位置はものによってはかなり前のものとは変っているが、これはこの文の本題とあまり関係がなさそうだから、これも省くことにしよう。

今手元にあって一番古い考え方で書かれているのは、1968年の200万分の1日本地質図第3版である。縮尺が200万分の1なので、紀ごとに独立した区分を作っていないが、それでも中・古生界両方にまたがる三宝山層群・日高層群を除き、中生界と古生界が明瞭に区分してあって、古生界の中も単純明瞭に区分され、西南日本の中軸部や北上山地などに広がる「二疊系および石炭系」は一括され、灰色に塗られて示されている。

これが1978年発行の100万分の1日本地質図第2版になると、中・古生界の区分はそう簡単ではなくなって、どちらもつかないものが出てくる。縮尺が大きくなっているので、区分がそれだけ細かくなっているから1968年のものと直接比較できないが、それでもいくつか相違点がある。三宝山層群(岩泉層群もこれに加わる)や日高層群はもとのように古生界と中生界に跨って対比されている。二疊紀は石炭紀から分離されPの略号とともに日本列島の広い地域に分布するのが読めるが、違いは凡例

の書き方に現れる、すなわち、砂岩・粘板岩などの岩質の記述のあとに、「三疊紀コノドント産出層をふくむ」という注釈が加えられているのが注意したいところである。

地質図の編纂作業がいかに大変なものか、私も Circum-Pacific Map Project (CPMP) の地質図編纂に携わってきたのでよく分かる。時代の対比は新しい情報とともに変わってゆく。二疊紀の中に三疊紀が含まれることになってもそれは仕方がない。ただ、この変化はたった10年で起きていることに注目していただきたい。

さらに4年後の1982年に日本地質アトラスが公にされた。これは100万分の1であるので、1978年の第2版と比較するのに都合がよい。問題の古生界の対比は、北上山地などにあるきちんと時代の決っているものを除き、列島中軸部ではまったく様変りをした。これまで記号Pで一括されていた二疊系は北上山地などを除き、すべて二疊紀一中生代中期(記号P-M)となり、三宝山層群・岩泉層群と同列に並べられるようになった。すなわち年代が若い方にのびてきたのである。

1990年の200万分の1コンピュータ編集図になると、この変化はもはや劇的といつてよい程である。一定の面積を占めて広がる古生代の地層はもはや北上山地や中国地方にしか存在せず、これまで少なくとも古生代一中生代中期となっていたものの大部分は、驚くなけれジュラ紀に対比されているのである。この変化は正確にいつから始まったかを定めることはできないが、1978年と1990年の間に起きたのであるから、どんなに多めに見積もっても、たかだか10年あまりの間に起きた出来事である。

これを日本地質学の変革と言わないわけにはゆかない。これは、プレートテクトニクスの受け入れに従い、日本の地質構造の解釈が変わったということとはまた違う意味をもつ、地質学内部から生まれた変革で、年代変革のきっかけをつくった放散虫化石にちなんで放散虫革命といつてもよいものである(佐藤, 1989)。

1) 筑波大学地球科学系：〒305 茨城県つくば市天王台1-1-1
1991年2月号

キーワード：ジュラ系，コノドント，放散虫，地質年代

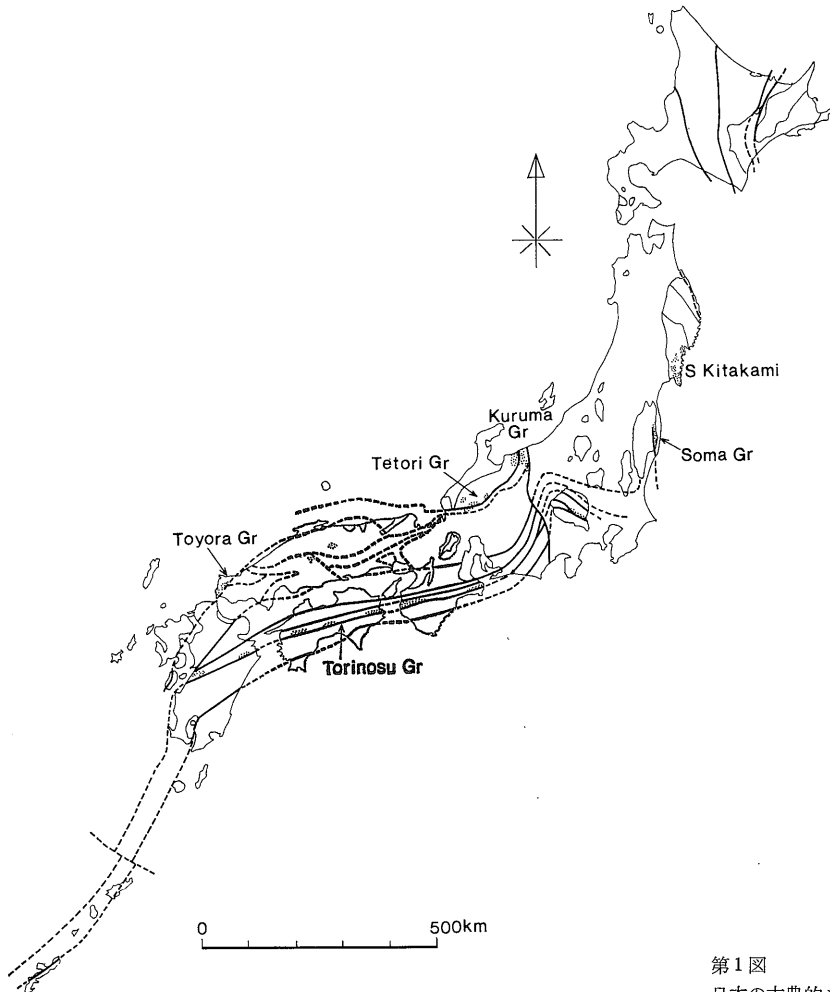
古典的ジュラ系

“古生界”が最終的にはジュラ系にまで若返ってしまったので、古くから知られていたジュラ系との関係がどうなっているか知りたいところである。そこで一度昔の知識を復習するのも悪くない。“古生界”が変身したジュラ系以外のジュラ系は古典的ジュラ系とも呼んで区別しておこう。この古典的ジュラ系の層序については、1963年に当時の知識を私共がまとめたものがあり (Sato et al., 1963), その後いくつか補足的な訂正追加があるが、基本的なところはあまり変わらない。最近 IGCP の 171 号課題として「環太平洋のジュラ系 (リーダー: カナダ・マクマスター大 G. E. G. Westermann)」がとり上げられ、私もその一員として日本および近隣諸国のジュラ系の再検討をした。その結果、古典的なジュラ系については、化石帯の区分などでかなり訂正をしたが (Sato & Wester-

mann, 1991, Newsletter in Stratigraphy, in press), 層序そのものはあまり改訂を必要としなかった。

いまさら古くから知られている古典的ジュラ系の層序や化石の詳しい説明をする必要もないが、話のきっかけとして簡単に分布地域や岩相の特徴をまとめてみよう。古典的ジュラ系の分布地域は、大別して内側 (日本海側) と外側 (太平洋側), それにその中間的な性格をもつ北上山地南部に分けることができる (第 1 図)。これらの分布地域ごとに、岩相や化石群集にそれぞれ独自の特徴がある。

このうち、内側のジュラ系は山口県豊浦地方にある豊浦層群、飛騨山地の南縁をとりまくように福井、石川、富山、岐阜県にまたがって分布する手取層群 (白亜系を含む) と富山・新潟県境に分布する来馬層群である (写真 1)。このほかに、島根県の樋口層群、岡山県の上奥層、群馬県の岩室層群が離れ離れに小地域に露出するが、岩



第 1 図
日本の古典的ジュラ系の分布。
地質ニュース 438号



写真1 内側の古典的ジュラ系の例(来馬層群)。新潟県小滝川上流大ヒシの大露头。

相などは内側のジュラ系に比較されるものである。これらは皆、変成・変形した基盤の上に不整合で重なり、地殻変動後に地表にできた後造山性盆地の中に堆積した浅海成の碎屑岩でできている。

豊浦層群は盆地底に堆積した細粒の堆積物が主要構成物で、飛騨外縁帯の変成岩上にできた盆地を埋めたものである。その時代はジュラ紀前・中期にわたる。来馬層群はこれに対しずっと粗粒堆積物が多く、同じく変成岩上にできた盆地を埋めた扇状地—デルタの堆積物である。時代はジュラ紀前期に限られる。手取層群は飛騨帯と飛騨外縁帯の境界部にできた狭く長い盆地を埋めたもので、これまた碎屑物のみでできている。時代はジュラ紀中期以降白亜紀におよぶ。

北上山地南部のジュラ系は、三畳系の上に軽い非整合の関係をもって重なるが、その堆積物は海岸の碎波帯から沖合にかけてのもので、岩相は内側のジュラ系のものとも違い、また外側のジュラ系(鳥巢層群)とは石灰岩をもたないという点で違う。外側のジュラ系は北部北上山地に追跡されるので、これより地質構造的により内側にあるからという理由で、内側と外側の中間的な位置にあるものと推定されてきた(写真2)。

これに対して、外側のジュラ系は秩父帯の南部に断続的に連なって露出する広義の鳥巢層群で、礁成の石灰岩をはさむ比較的薄い碎屑岩層でできている。石灰岩を挟むことがこの層群の最大の特徴で、これは内側のジュラ系にはみられない特徴であると考えられた(写真3)。中に含まれている化石も内側のものとその構成が有意に違う。化石で決められている限り、鳥巢層群はジュラ紀前期を含まずジュラ紀中期から後期に対比できる。なお現在では、この鳥巢層群の時代を疑問視するむきがあり、石灰岩はジュラ紀であるとしても、それは白亜紀の中に

運び込まれた後述するような異地性岩体であるという主張がある(須鎗・石田, 1985)。

鳥巢層群とその類似層は少なくとも熊本県から関東山地まではよく追跡できるが、その後は必ずしもはっきりしなくなる。福島県の太平洋岸にある相馬層群(あるいは相馬中村層群)は石灰岩を含むという点で鳥巢層群の類似層とされる。これより北方では、北部北上山地に似た岩相のものが現れる。尻屋崎の鳥巢型石灰岩や、北海道渡島半島に散在する同様なものもこの層群と同等のものとする、鳥巢層群およびその相当層は日本列島の大部分の太平洋岸を縁どると考えられる。

古日本脊梁の仮説

このように、同じジュラ系でも、内側にあるものと外側にあるものとは、堆積環境が違う。また中に含まれている化石にも共通性が少ない。このことから、内側の

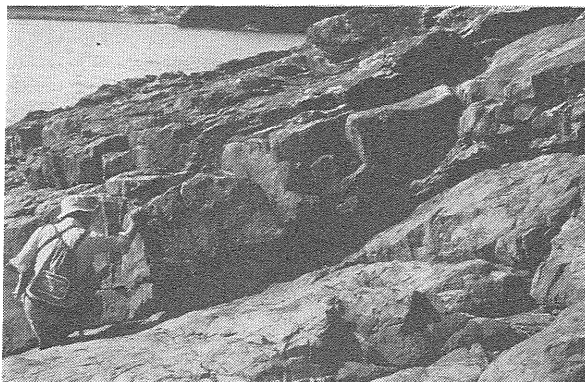


写真2 北上山地南部の古典的ジュラ系の例(志津川層群)。宮城県志津川町荒戸崎海岸。

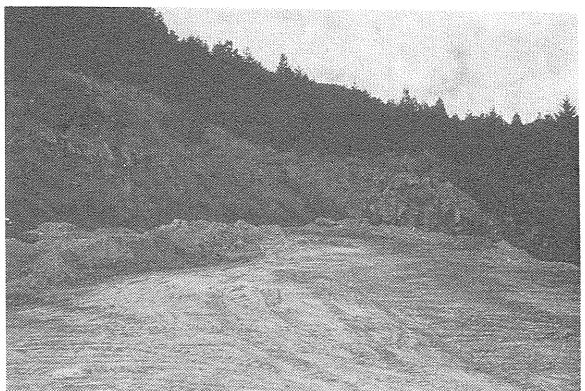
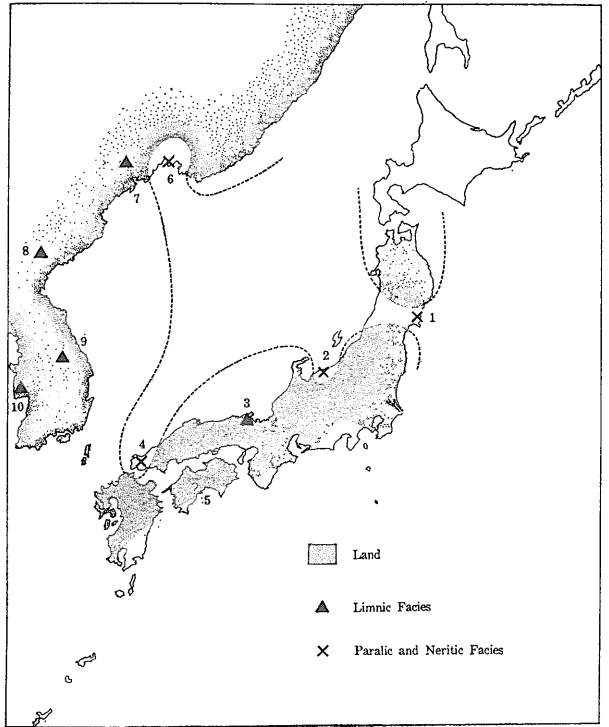


写真3 外側の古典的ジュラ系の例(相馬層群)。福島県鹿島町御山の採石場。鳥巢型石灰岩のレンズが見られる。

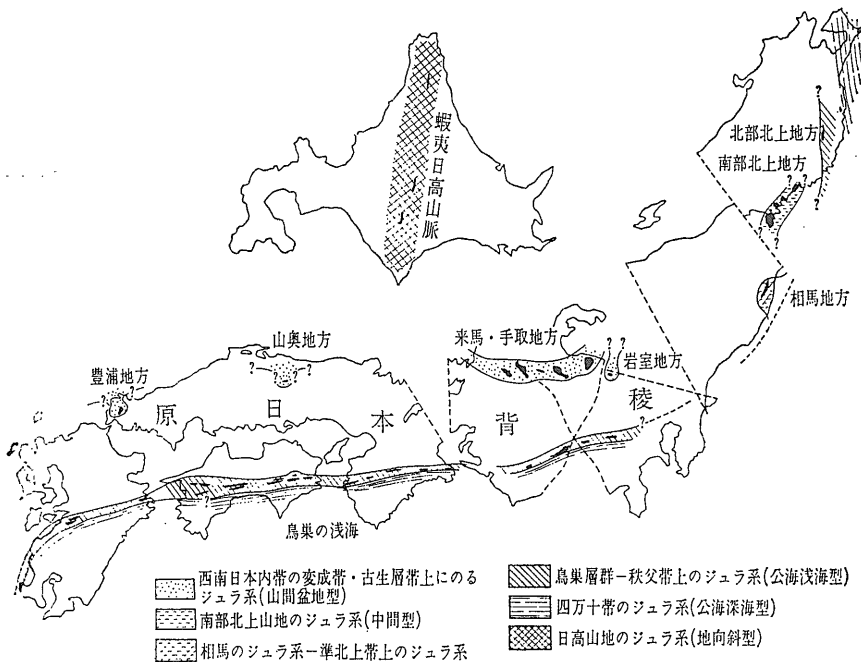
ジュラ系と外側のジュラ系は別々の堆積域を代表し、両者の間にはバリアーとして陸地が存在したと考えられた。これが古い日本列島の脊梁で、小林(1941)によって古日本脊梁(Eo-Nippon cordillera)と名付けられた。第2図はこの考えを表したジュラ紀前期の推定古地理図である。この時期の外側のジュラ系ははっきり対比されたものがないが、この脊梁は完全に内外を分けている。ジュラ紀後期になると、中部地方や東北地方で内側と外側が海峡様のものでつながるように考えられており、そのような海陸分布図が示されているが、実際はこのような海峡の存在を積極的に支持する証拠はない。

1969年に、私はそれまでの知識をまとめて堆積相や化石群集を考慮しジュラ系の堆積域を内側、中間(北上)、外側に分類してこれらを滑らかな線上にのるように配置し、さらにそれらを現在は曲がっているジュラ紀にはもっとまっすぐに近かったであろう古い日本列島の上に書いた海陸分布図を作った。曲ったのを直した点はかなり進歩的だったが、古日本脊梁の考え方は小林のものを踏襲した(佐藤, 1969)(第3図)。

両者の間にバリアーが存在したことは、内側と外側の間には古生層しかないという事実で証拠づけられると考えられた。事実、この地帯からは非常に稀な例外を除き、ジュラ紀の化石は見つかっていなかった。



第2図 小林(1941)によるジュラ紀前期の古地理図。古日本脊梁が列島の中軸部にでき、内側と外側のジュラ系が分離されていたように考えた。



第3図
ジュラ紀の堆積域復原図(佐藤, 1967)。湾曲した現在の日本列島をまっすぐに伸ばし、その上に内側、外側のジュラ系の堆積域がなるべくまっすぐになるように並べたもの。北上山地南部のジュラ系は外側のジュラ系より内側に来るように東北日本を少しずらした。

古日本脊梁の考え方は、いうまでもなくジュラ紀以前にここに造山運動が起き、さらに隆起して陸地となり、それが本州の古い骨組となったという考え方であり、典型的なフィキシズムの考え方である。その後提唱された本州造山運動でも、基本的には中生代前期に本州中軸部に陸地を想定したことに変わりがない。このように、ジュラ紀以前には日本列島の骨組がもうできていたというのが一般的に受け入れられていた考え方であった。

これらのジュラ系は地域が多少なりとも孤立していると共に、地域ごとに時代がずれており、ジュラ紀の下から上まで連続して見られるところはない。堆積物も層群ごとに少しずつ性質が違ふ。これは造山運動の後にできた山間盆地がそれぞれ多かれ少なかれ独立していたことを物語り、後造山運動の堆積盆地としては都合がよいと考えられた。

古日本脊梁地域からジュラ紀アンモナイトの発見

古日本脊梁をつくるものは、古生界であると考えられた。この“古生界”は、チャートや石灰岩を挟む泥岩・砂岩、火山岩でできており、石灰岩以外からはもともと化石がほとんど見つからなかった。それを古生代のものと決めたのは、一つには見かけ上古そうだという感覚的な理由もあるが、主に石灰岩の中から発見される化石一

フズリナやサンゴなどに基づいていた。秋吉とか赤坂とかのような古生代の石灰岩は普通レンズ状で、礁成の岩体であると考えられている。こういう岩体そのものの年代が主に古生代であることには疑問の余地が無いが、それを取り巻く碎屑岩や火山岩の年代はそれ自身では決らなかったので、レンズ状の石灰岩の年代を外挿して古生代にした。これが実は落とし穴であったのだが、当時はそういうことを想像する人はいなかった。この状態は1970年代の前半まで続いた。1968年の200万分の1地質図はこういう環境下で作られた。

ところが、この“古生層”の中からジュラ紀のアンモナイトが発見されるという事態が起きた。最初は1951年で、名古屋の北にある犬山の近くで見つかった。このアンモナイトは来栖という村落の北東500mくらいの地点で南から木曾川に流れ込む支流の崖から見つかったとされている。見つけたのは当時まだ小学生だった仙石さんという人で、その父親が当時名古屋大学の松沢教授のところに持ち込んだのだそうである。

この発見は旧版の朝倉書店版地史学下巻に松本が触れており(松本, 1953)、そういう事実があることは関係者の間では案外よく知られていた。このアンモナイトは写真4のように比較的保存のよい中型の種類で、*Choffatia* (*Subgrossowria*) というジュラ紀中期の属に同定することができる(Sato, 1974)。発見から記載まで長い期間が

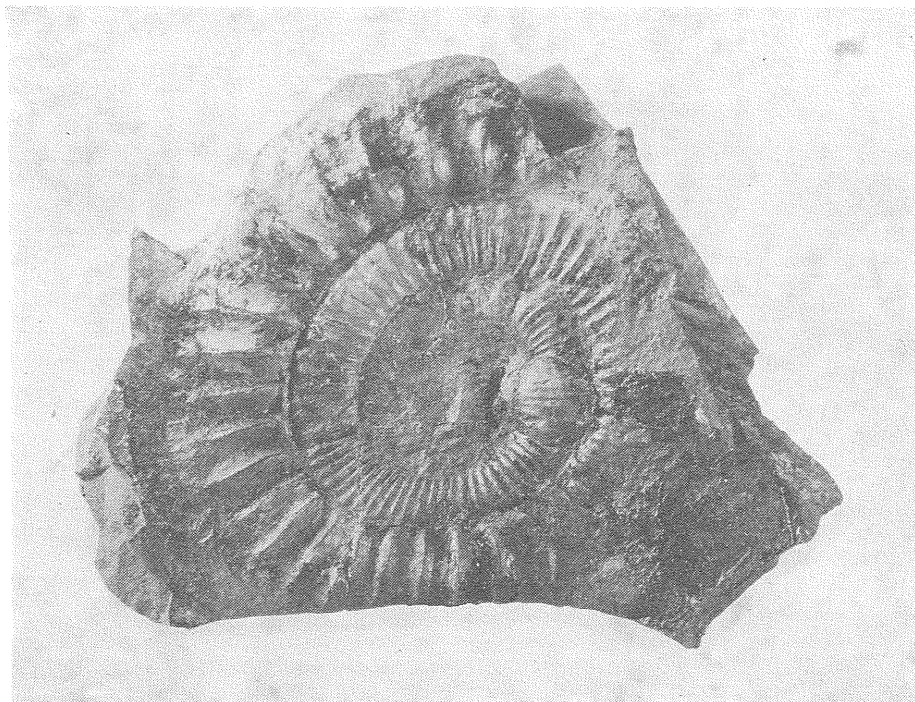


写真4
Choffatia (*Subgrossowria*) sp., 犬山市北方来栖近傍から発見されたもの(Sato, 1974)。いわゆる“古生層”から始めて見つかったジュラ紀中期カロビアンアンモナイト。

たっているが、この間に採集した当時の状況がだんだん分からなくなっていた。

私はこのアンモナイトを記載するのに先だって、産出場所を確定するために現地を訪れたことがあるが、仙石さんが見つけたという場所の地層とはどうも標本の岩質が違うような気がして、本当にここからでたのかどうか確信を持つことができなかった。このアンモナイトはどこかほかの所から持って来られたのではないかという疑いを持つ人さえあった。層準にしてもすぐ近くにあるチャートには三畳紀後期のコノドントがあることが分かっていたので、層序を立てるのに躊躇した。周囲の状況から、正常の層序ではなくなにか普通でないことが起きていることを感じてはいたが、しかしそれが何を意味しているのかはこの時は分からなかった。

この発見は、残念ながら古日本脊梁の存在そのものへの疑問には発展しなかった。広い“古生層”の中の1点からジュラ紀の化石がたった一個出たからといって、全体の対比が違うなどと疑う人はなかった。アンモナイトの出た層準だけをジュラ紀にして片付けてしまうこともできるし、ジュラ紀の古地理を復元するとき、この地点まで狭い海峡が進入していたようにすることも始末はつけられると思われた。

この後、島根県の南西隅で、ジュラ紀のアンモナイトが見つかったが、これは豊浦層群の類似層がここまで分布を広げているものとして処理された。

八溝山地の年代

いわゆる“古生層”の年代が、アンモナイトの発見によって部分的にでも疑われることになった最初のケースは、多分1971年ころ栃木県益子町の近くで見つかった *Kranaosphinctes matsushimai* であろう(鈴木・佐藤, 1972)。このアンモナイトも写真5に示すように割合保存のよい大型の成殻で、同じ種類は手取層群からも、南部北上の橋浦層群や牡鹿層群からも見つかっていて、時代の決定には極めて有効である。出た場所は陶器で有名な益子の北東にある大平というところで、小林正三さんという方のお宅の庭先に、手掘りの井戸を掘っていた時、地表から6.5m くらい掘ったところで井戸の底の黒色の砂質泥岩の中から現れた。この標本は当時宇都宮大学の鈴木教授を経て、私のところに鑑定にまわされた。アンモナイトが出た泥岩は鶏足山地の構成層の一員であることは疑いをいれず、地層の中から得られたことが重要であった。たった一個の標本であるが、その影響するところは大きかった。

この標本が見つかった場所は、鶏足山地の西北縁で、この地点そのものでは地表はローム層に覆われていて、アンモナイト産出層と山地の構成層との関係を直接知ることはできない。しかし、周辺の地層の走向から考えて、見かけ上鶏足山地の“古生層”の最上部に当るものと思われた。

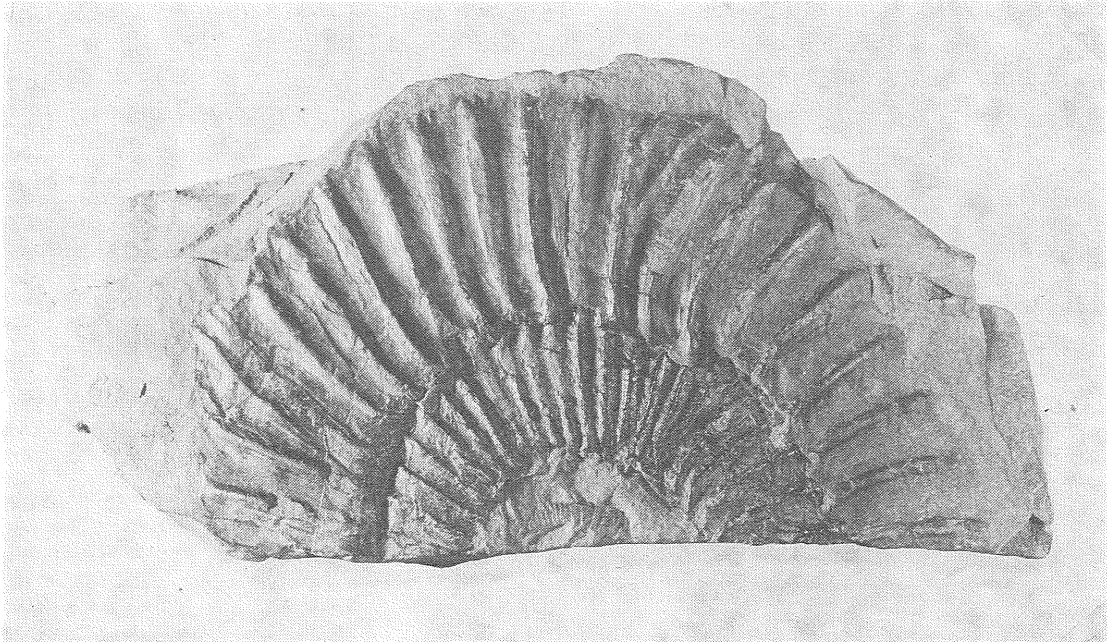


写真5 栃木県益子町大平の小林正三氏宅の庭先の井戸の底から見つかった *Kranaosphinctes matsushimai* (鈴木・佐藤, 1972)。ジュラ紀後期オックスフォードイアンのもの。

実は、この鶏足山地を含む広義の八溝山脈をつくる地層の年代にはもともと異論が多かった。古く明治時代の地質図には小仏古生層とか古生新紀とか書かれていて、要するに古生代の地層だとされていたが、証拠はなかった。チャートが何層か含まれているので、チャートは古生代のものという先入観があって、全体が古生代のものだという考えはあまり誰も疑うことがなかった。

ここで化石の証拠を初めて示したのは、藤本(1932)で、益子の北東方、茨城県大子町のチャートから放散虫を見つけてこれをジュラ紀だと主張した。その後今度は益子の南で、茨城県岩瀬町の大泉の採石場から古生代後期のフズリナやサンゴを含む石灰岩を見つけて、古生代もあることを示した(藤本・畠山, 1938)。

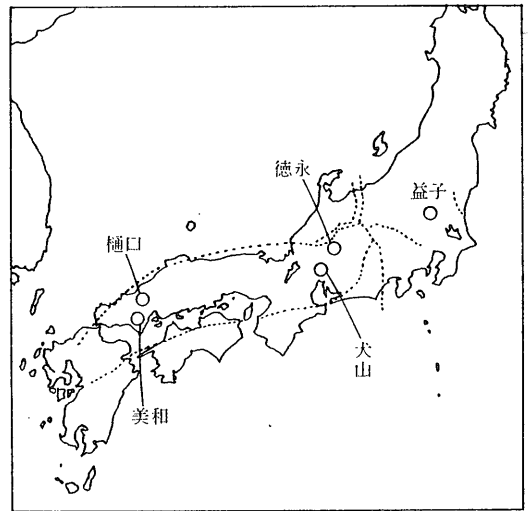
一方、八溝山地の地層とくに細粒の地層からは植物化石がかなり採集されており、それらはみな中生代型なので、茨城大学の大山・笠井のように中生界であることを信じていた人々もあった(大山・笠井, 1974)。藤本の後をついで、千葉大学の鹿股は放散虫を八溝山地の方々から見つけだし、これらはみなジュラ紀だと主張した(Kanomata, 1961)。

ただ、当時は放散虫の研究はそれ程進んでおらず、放散虫に基づいた時代の対比に疑問を持つ人も少なくなかった。また、その観察方法も薄片を作って顕微鏡で見るというやり方で、現在のように走査型電子顕微鏡(SEM)で微細構造までも調べて同定するのは違い、信頼性に乏しかったのはやむをえない。

という訳で、この地域の地層の年代はなかなか決着がつかなかった。放散虫や植物化石を中生代のものだと考える人々は中生代あるいはもっと細かくジュラ紀とし、チャートを持つという岩相から古生界を推定したり、あるいは放散虫が示準化石として有効でないと考える人々は昔どおり古生代にした。地質調査所の50万分の1の地質図(東京, 1957; 新潟, 1958)や20万分の1の地質図(水戸, 1960)には依然上部古生界あるいはもっとはっきり二疊系として示されていた。

そういうところに、ジュラ紀後期のアンモナイトがたった1個とはいえ発見されたので、すくなくともジュラ紀の部分があることがはっきりした。アンモナイトの時代指示力は大きいので、この山地の地層の少なくとも一番上部はジュラ紀まで若返ることが受け入れられた。このアンモナイトは、地層の中から *in situ* で産出したことが確実であったので、犬山の場合のように半信半疑で迎えられるということはなかった。こうして、古日本脊梁の一部に海成のジュラ系が含まれることが証明された。

その後、ジュラ紀のアンモナイトがいわゆる古生層か
1991年2月号



第4図 “古生層”の中からみつかったジュラ紀アンモナイトの産地(佐藤, 1989)。

ら発見される例が2回あった(第4図)。一つは犬山と同じ美濃帯で、もっと北の方で郡上八幡の近くの徳永の長良川の川岸から見いだされたジュラ紀中期カロビアン最下部を示す *Kepplerites* sp. で(Sato *et al.*, 1985)ある。もう一つは山口県の玖珂郡美和町で、オックスフォードイアの *Perisphinctes* sp. がみつかった例である(佐藤ほか, 1986)。この2例とも、地層から直接採集されたので、益子の場合のようにその時代はすんなり受け入れられたが、益子の場合のようにセンセーショナルではなくなっていた。それは、後に述べるように、1980年代の半ばころには、いわゆる古生層の年代が怪しいことは大方が認めるところとなっていたからである。

コノドントの示す三疊紀と中・古生界層序

1962年、西ドイツから K. J. Muller というまだ若いコノドントの専門家が日本にやってきた。彼は日本の各地を旅行して、コノドントを探した。私も葛生と一緒に行って、コノドントの探し方を教わった。コノドントはどういうわけか、フズリナとは相性が悪く、葛生の石灰岩の中からは見つからなかった。Muller は四国の田穂や上村といった石灰岩の中から初めて三疊紀のコノドントを見つけた。

もっともコノドントそのものはもっと前から日本でも見つかったようで、1960年代の始めにはすでに新潟県の青海石灰岩から石炭紀のものが知られているそうである。コノドントそのものについては、私などが解説するのはおこがましい。またコノドントが日本から見つか

りだしたころの事情は猪郷 (1979) に詳しく述べられている。

コノドントは、カンブリア紀から三疊紀の末まで生存し、極めて優秀な示準化石である。ただし、小さい化石なので、見つけるのにはコツが要る。しかし馴れてくれば野外でルーペだけで見つけることはそう難しくはない。特にチャートや、それに挟まれている珪質の泥岩にはかなり頻繁に含まれていて、丹念に探せばだれでも見つけることができる。同定も最近の SEM の発達によって細かい形態が観察できるようになって、信頼性が飛躍的に向上した。

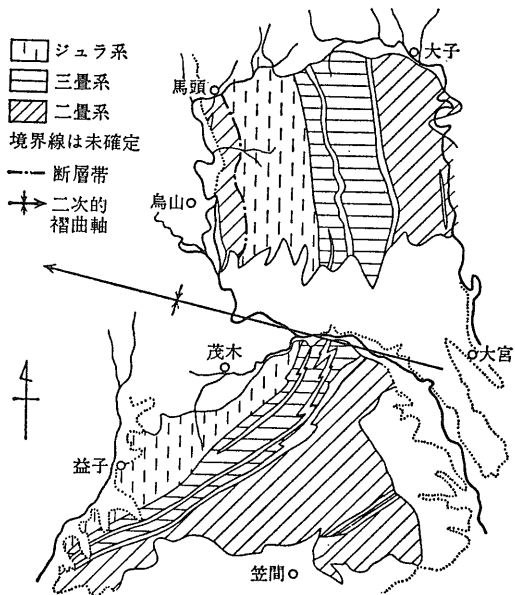
“古生層”から三疊紀のコノドントが発見されるようになったのは、1960年代の末ころからである。始めのころ、栃木県の有名な葛生石灰岩のすぐ上に重なるチャート層の中から多量に三疊紀のコノドントが発見されたが、その年代が三疊紀であることには疑いが持たれたこともある。石灰岩は二疊紀であるがその最上部がないので、その上に重なるチャートも二疊紀だろうという考えが勝ちを制したのかもしれない。しかし、コノドントの生層序は欧米ではかなりよく樹立されており、それと比較するとどうしても葛生石灰岩直上のチャートは三疊紀にならざるを得なかった。それまで、葛生石灰岩 (鍋山層) の上位のチャートや砂岩層は、葛生石灰岩とともに一括して二疊紀に対比されていたのだから、このことは時代が若返ったことを意味した。

同じころ、猪郷とその共同研究者たちが、関東山地の氷川の近くのチャートから疑いのない三疊紀後期のコノドントを見つけ、つづいて日本各地の“古生層”から続々と同じようなコノドントを見つけ出した。その範囲は関東山地のみならず、美濃山地、木曾山地、紀伊半島などから、四国、九州、北上山地、北海道にいたるまでほとんど日本列島中軸部の大部分に及んだ (猪郷, 1972)。これと共にコノドントの研究はブームになり、多くの人がコノドントの探索に参加し、新たな発見をした。

益子のアンモナイトが発見された1971年から、私は本格的に八溝山地の調査を始めた。ここも古日本脊梁の地域内なので、どこまでジュラ系か決める必要があったのと、ここは層序が比較的簡単に立てられそう (本当はそんなに簡単ではなかった)、しかも古生代後期とジュラ紀後期は化石で決まっているのだから、その間の層序がすぐ分かると思って気楽に始めたものだった。しかも丁度この頃はコノドント旋風の真っ只中で、八溝山地にある何枚かの目立つチャート層の中から、三疊紀後期のコノドントが出ることはすでに知られていたし、私もいくつか新しく発見したので、仕事は割合楽に進むだろうと思っていた。

だれでも層序を扱う人がやるように、私も走向を直角に切るトラバースを何本か調べ、そこでまず層序を作り、それに化石の情報を当てはめて地層の区分をしていった。益子のアンモナイトの出る砂岩頁岩互層は見かけ上一番上位にあるので、これをジュラ紀に割り振り、何枚かの三疊紀後期のコノドントを持つチャート層とそのまわりの碎屑岩層は三疊紀にした。鶏足山地を縦断して稜線をつくるもっとも厚いチャート層からも三疊紀のコノドントが出るが、その直下に大泉の石灰岩を含む地層があるので、チャート層の底から下を古生代に対比した。幸い、鶏足山地の南東隅、見かけ上最下位のチャート層からは二疊紀型のコノドントが出たので、話はうまくいっていると思い、そういう区分にもとづいた地質図まで書いた (佐藤, 1974) (第5図)。この時代区分は間違っていたのであるが、今から考えると当時としてはそれもやむを得なかったようでもあり、一方極めて重要で興味のある問題に手を掛けながらそれと気づかずに取り逃がした悔しさも残る。

コノドントを使ってこういった層序の建て直しをするのは、当時日本のあちこちで行われた。1970年代はコノドントの人気は抜群だった。こうしていわゆる古生層の中に三疊紀が頻繁に含まれていることを無視する訳には行かなくなった。1978年の日本地質図の凡例に、二疊紀ただし「三疊紀コノドント産出層を含む」と書かれるよ



第5図 鶏足山地—鷺子山地の誤った層序の解釈。佐藤 (1974) の地質スケッチマップ。鳥山近傍に“二疊系”が繰り返して露出することに注意。

うになったことの背後には、このような事情が隠されている。

地質構造の見直しへの一步

こうして、“古生層”の時代の改訂が進むと共に、地質構造の解釈も改訂を余儀なくされた。その典型的な例は葛生地方に求められる。葛生地方の層序は、古くは渡辺ほか(1957)の作ったものがあり、それを藤本(1961)がさらに詳細にしたものが基本的には受け継がれてきた。セメント業界で有名な葛生の石灰岩は、極めて豊富なフズリナを産し、わが国の二疊系の模式地の一つになっているほどで、それ自体が二疊紀であることに疑問は全くない。従って、葛生石灰岩のすぐ下にある燐灰岩質の出流層はそれより古く、さらにその下にある栃木層群は順番からいって石炭系であろうとされた。石灰岩の上位はフズリナの示す年代より新しいことは確実だが、二疊紀の中にとどまると考えられた。ここでも“古生層”の先入観は生きていた。結局コノドントが発見されるまでは、葛生地方の全層序は整合に重なり、全体として古生界上部に収まるものと考えられていた。

ところが、石灰岩の上からも下からもコノドントが見つかったのである。石灰岩の上位にあるアド山層から三疊紀のコノドントが発見されたことはすでに述べた。しかし、これは二疊紀石灰岩の上位の地層が三疊紀になったというだけで、層序の順番に影響は与えることがなかった。しかし、石灰岩の下位にある栃木層群の中からも同じ三疊紀のコノドントが発見されるにおよんで、層序に異常があるのが明かになった(小池ほか, 1971)。

二疊紀の石灰岩をはさんでその上下に三疊紀の地層があるとすると、その二疊系と三疊系の間に構造的な非連続があるとしか考えられない。コノドントの発見者である小池らはもちろんすぐその重要性に気づき、二疊系と三疊系の間を精査した。その結果、二疊系の基底(出流層の基底)に水平に近い断層があることを発見し、それに葛生衝上断層という名をつけた。実際は化石の証拠がないと、とてもそんなに重要な断層であるようには見えないような規模のものだが、層理面と平行な断層は、見つけにくいのでどうしても見逃され易いし、またしばしば大規模な破碎作用なしにすべりうるものようである。

この発見は2つの点で重要な意味をもっている。その1は、“古生層”の層序が正常でない場合があることを示したことで、見かけ上の層序は信用してはいけないということを行っていることになる。その2は、“古生層”の構造の中には水平方向の移動を主とするものがあることを明らかにしたことである。もちろん日本にも秋吉石

灰岩のように大規模な横臥褶曲があることは知られていたが、それらは例外的なものと考えられていた。内帯の古生層の基本的な構造は垂直な褶曲軸面をもつ褶曲・波曲であり、地層はその場所をあまり移動せず皺がよつたように褶曲するだけだと思われていたのに対し、小池らの発見はいやそうでない、水平方向に大きな移動が起きる場合があるのだということを主張したことになるのである。

この線に沿って、さらに詳しい調査をしたのが柳本(1973)である。葛生石灰岩(鍋山層)の上位にあるアド山層や牧層の中にも水平に近い断層があることを発見して、全体で3枚の衝上岩体が重なっているものと考えた(第6図)。これらの仕事の年代に注目していただきたい。どれも1970年代の始めころである。すなわち、ジュラ紀のアンモナイトが出て、“古生層”の年代がおかしいということがはっきりしたのとほぼ同じ頃である。この頃は、従って日本の中・古生界の研究が大転換をする時期に当たっていたのである。

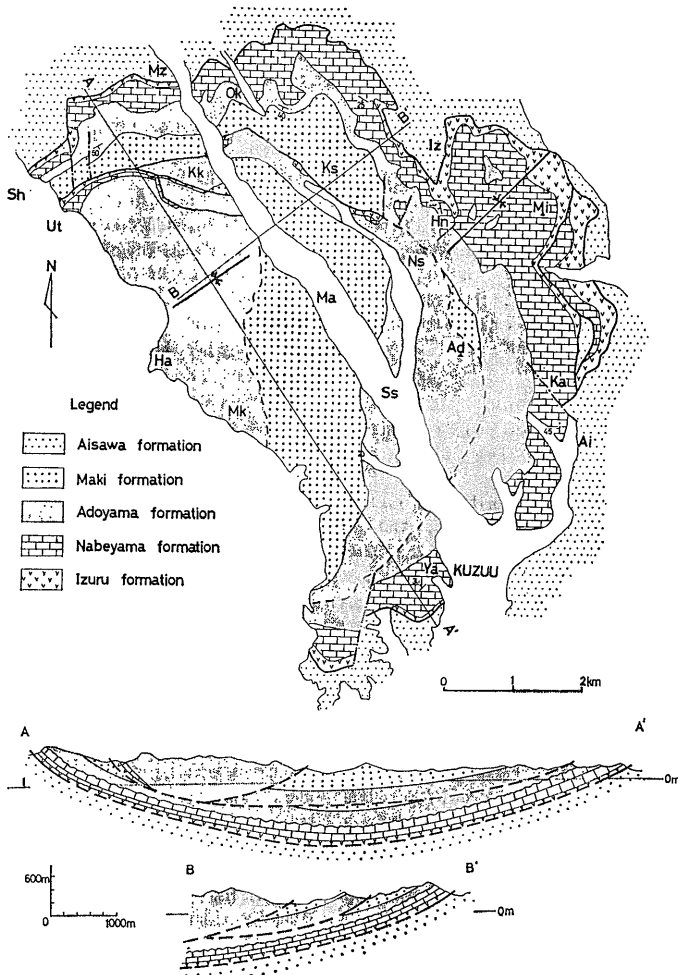
衝上岩体が重なり合うという構造の解釈は、葛生だけでなく、ほかの地域でも知られるようになった。美濃山地で狩野(1979)が *Deckenpaket* という概念を当てはめて構造を解釈したのはその例であるし、第5図の私の八溝山地の間違った層序の地図にも、西部の烏山近傍に二疊系が繰り返して露出しているのが見られるが、これは水平な断層で繰り返しているのだという解釈をその時に書いている(佐藤, 1974)。水平な断層がどっち向きに動いたかを小構造から決めて、これは衝上だとした。

水平方向の構造が日本の中・古生界の構造の基本だという主張は、ナップ説の基本的なスタンスである。1980年代になってフランスの研究者が手分けして日本で構造解析をし、ヨーロッパアルプスの例に範をとったナップ説を唱え出すよりかなり前に、すでにこういう考えが生まれていたことは特筆すべきである。しかし、残念ながらこのような考え方が広く市民権を得るまでにはまだ少し時間がかかった。

放散虫の再登場

三疊紀のコノドントが日本の“古生界”を席卷したころには、もうこれで時代論には決着がついたかと思われた。しかし、時代の若返りはまだまだ終ったわけではなかった。それは、かつて藤本や鹿股らが提唱したジュラ紀放散虫の時代指示が形を変えて再登場したことによって始まった。

この原生物の化石が再び取り上げられるようになったのは、1960年代の後半になってからである。最初は新



第6図 葛生地域の地質略図と断面図。3枚の薄い衝上岩体が水平に近く重なりあっていると考えた例(柳本, 1973)。

生代のものが主として研究の対象となっていたが、1970年代後半に入るとジュラ紀のものについての先駆的な研究が現れ始める。初めは美濃地方とか、四国の秩父帯とかに限られていた。時あたかもコノドントのブームの最中で、コノドントの蔭に隠れてあまり目立たなかったが、一度地層の年代の決定に有効であることが分かると一挙に研究の量が増え、1980年代になるとコノドントに代って放散虫がブームとなり、その産出地点はほとんど日本全国どこからでもといってもいい位になった。その辺の事情は中世古ほかの解説(1983)や、市川ほかの総括(1985)を参照されたい。

放散虫がこれほど持てはやされるようになった理由は、化石がなくて時代が決まらなかった地層から産出することに尽きると思う。それには、微小なこういう化石を取り出す技術の進歩や、微細な構造まで観察することが

できる走査型電子顕微鏡の普及などによるところが大きい。また、この微化石が思いもよらず細やかな進化の道をたどり、精細な分帯が可能であることも見のがしてはならない。これによってわが国の中生代の研究は飛躍的に進歩した。ここには技術と科学の進歩が固く結びついている例が見られる。

さて、放散虫はもちろんジュラ紀に限られるわけではなく、中生代の他の時代のもも、古生代や新生代のものもある。しかしここではジュラ紀のものに焦点を当てることにする。日本列島の中軸部のいわゆる“古生層”から見つけて、その時代をジュラ紀(場合によっては白亜紀初期)に改訂させた例は枚挙にいとまがない。その結果は最初に引用した「コンピュータ編集による地質図」に見られるが、それを簡単な図にして第7図に示した。これまで古生界にされていたところの大部分がジュラ紀になっているのに驚かれるだろう。昔どおり古生界として残っているのは、北上山地や中国地方のある部分位のものである。

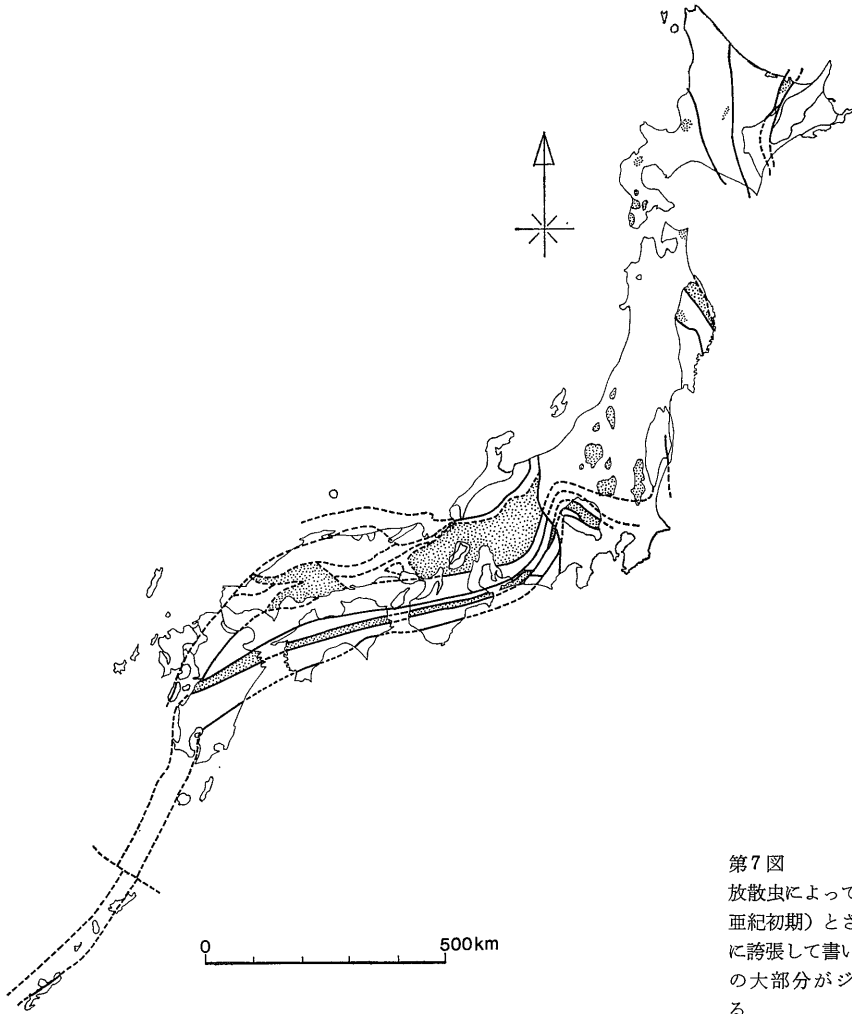
日本でも放散虫による分帯はいろいろな研究者によって試みられている。北アメリカなどでは、アンモナイトによって時代がきちんと決っている層序から放散虫を取り出して、それで分帯をしているから、その時代対比は信頼がおける。わが国では残念ながらアンモナイトが出る層序から放散虫があまり見つからないが、分帯そのものは

時代のよく分からない化石でも可能であるから、日本でもその作業は営々と進められ、一般的には日本のジュラ系は放散虫によると9帯の群集帯、あるいは8帯の生存期間帯(range-zone)に分けられる。時代そのものは、やむを得ず北アメリカなどで立てられた化石帯に一度対比してから、推定をする。実は日本のアンモナイトもこれと似た手順で時代の対比をしているのである。

いずれにせよ、アンモナイトほどでないにしろ、放散虫によってジュラ紀の中のもっと細かい区分が可能なのである。ということは放散虫の時代指示力はかなりなものであるということである。

異常な層序

放散虫を使って細かい層序の時代を決めてゆくと、正



第7図

放散虫によってジュラ紀（一部白亜紀初期）とされた地域。部分的に誇張して書いてある。“古生界”の大部分がジュラ系になっている。

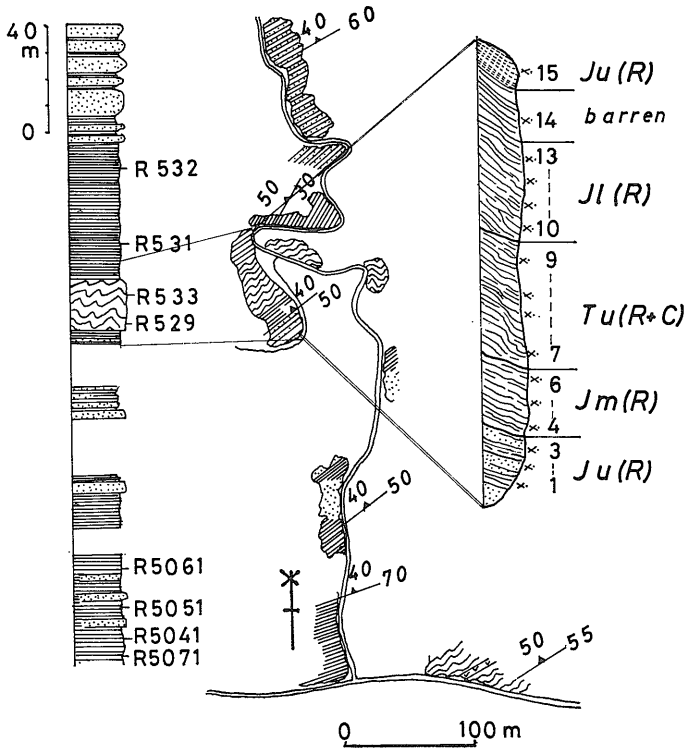
常に見える層序の中に不連続や逆転が起きていることが明かにされることがある。ふたたび例を八溝山地にとることをお許しいただきたい。第8図は鶏足山地の中央部にある茨城県七会村倉見の北の花香月山NTT中継所にいたる取り付け道路沿いのスケッチマップである。

ここに露出するのは泥岩、砂岩、それに層状チャートである。なるべく詳しく放散虫やコノドントを採集し、その結果を記入してある。地層はほぼNE—SWの走向をもち、40～50度NWの方向に傾斜している。従って見かけ上南側が下位で北側が上位である。しかし、化石によって年代を決めてみると、見かけ上最下位にある泥岩(R5071, 5041, 5051, 5061)はジュラ紀後期で、その上にチャートが重なり、さらにその上のR531, 532の泥岩が再びジュラ紀後期となる。チャートからはコノドントと放散虫の両方が見つかって、三疊紀後期のものであるこ

とが分かった。このチャートは鶏足山地の主なチャート層の一つである。

これだけでも時代の順番がおかしいことに気づかれるであろう。この一見整合に見える層序は、ジュラ紀後期の泥岩・砂岩の中に、より古い時代のチャートが挟まれた形になっている。しかも、この異常な産状を示す三疊紀の中がまた一筋縄でゆかない。普通ならチャートの中から1—2地点で化石を採集してそれで終りとなるところを、cm単位で詳しく標本をとって調べて見た結果を、右側に示したスケッチに示してある。

NTT中継所への取り付け道路沿いにあった露頭は現在は巻かれて見られなくなっているが、中央部にある林道はまだそのまま残されていて、少し新鮮度が落ちたが、丁度問題のチャートとその上下の地層を見ることが出来る。このチャートをcm単位で詳しくサンプリングし、



第8図 鶏足山地花香月山NTT中継所への取り付け道路に沿うスケッチマップ (佐藤ほか, 1989)。左側の柱状図は全体のもの。番号は化石採集地点。右側のスケッチは、中央部のチャート層とその上下部分を拡大して描いたもの。番号は化石採集地点, Rは放散虫, Cはコノドント。Tu: 三畳系上部, JI: ジュラ系下部, Jm: ジュラ系中部, Ju: ジュラ系上部。

それぞれの化石を綿密に同定してゆくと、ご覧のように見かけ上一番下から、ジュラ系上部 (Ju), ジュラ系中部 (Jm), 三畳系上部 (Tu), ジュラ系下部 (JI), そして化石のでない帯をへだててジュラ系上部 (Ju) になる。略号でRは放散虫, Cはコノドントを示す。時代の逆転が一度ならず起きていることが明かである。化石の名前は、佐藤ほか (1989) を参照していただくことにして、くわしく層序の様子を調べてみよう。

花香月山のこのセクションは、一見したところ全部整合に見え、その中にこのような時代の逆転や不連続があるようには見えない。しかし、よく観察すると、ちょうど葛生の出流層の基底の“衝上断層”のように、小規模な断層があり、それを境にして両側がすべっているのが見られる。すべった規模は直接は分からないが、時代が大いに違うものが重なりあっているのであるから、変位は少量ではありえない。また堆積が連続に起きていたのではない。化石を詳細に調べ、その上さらにすべり面を丹念に探すことによってやっと異常なことが分かる。

チャート層の下位にある砂岩層 (地点 1-3) とチャート層の最下部 (地点 4-6) の間にはすべり面があって、どこからチャート層がすべって来て地点 1-3 の砂岩層の上に重なったことが分かる。その地点 4-6 (中部ジュラ系) もまたすべり面をもってチャート層の主部 (三畳系上部, 地点 7-9) に接している。地点 10-13 のジュラ系下部のチャートは三畳系上部の上ののっているから、時代の矛盾はないが、やはりすべり面があって、ただ単に重なっているわけではない。地点 13 と 15 の間には化石の出ない層準があって、その上にジュラ系上部の緑色の泥岩が重なる。地点 10 から 15 までにはすべり面は見られず、ずっと堆積が続いたものと考えてよい。

さて、このようにジュラ系上部の堆積物に挟まれて存在するチャート層は、明らかに根がない異地性岩体である。チャート層の内部にもっと小規模ながら時代がいろいろな異地性岩体が存在する。チャートは一見一枚の層のように見えるが、その内部は複雑な異地性岩体の集まりである。チャートは侵食に耐え、かつ目立ち易いので、よく鍵層として使われるが、ここでは単純な一枚の地層と考えることが許されないのである。事実、野外で非常に真面目にチャートを追いかけてゆくと、しばしば途中で

どうしても見つからない場合に出会う。捜し方が悪いのではなく、そのチャートが連続していないのである。

この花香月山の例は決して特異な例ではない。同じようなことがここ以外でもしばしば見られる。花香月山のすぐ西には、並柳林道ぞいに似たような泥岩中に挟まれたチャート層の露頭があるし、鶏足山地以外では先に例にあげた葛生の石灰岩も、規模はとてつもなく大きい異地性岩体であることに変わりはない。

とすると、このような異地性岩体がここまで移動してきて、この場所に落ち着くに至ったプロセスが問題になる。葛生の例に見られるように、かつてはこういうものは現地性の岩石のうえに衝上断層でのし上げてきたものだと考えられることが多かった。果たしてすべてがそうであろうか。この問題はまた別に慎重に検討しなければならない。それについては続編で取り扱うことにしたい。

(つづく)

参 考 文 献

- 地質調査所 (1968) : 日本地質図, 第3版. 200万分の1.
- 藤本治義 (1932) : 関東の地質. 中興館.
- 藤本治義 (1961) : 5万分の1地質図幅「栃木」. 地質調査所.
- 藤本治義・畠山久重 (1938) : 茨城県鶏足山塊産上部古生代化石 (予報). 地質雑, 45, 377-378.
- 広川 治ほか編集 (1978) : 日本地質図 (100万分の1) 第2版. 地質調査所.
- 市川浩一郎・波田重熙・八尾 昭 (1985) : 中・古生界の微化石層序と西南日本の中生代造構史の最近の諸問題. 地質学論集, 25, 1-18.
- 猪郷久義 (1972) : 新しい示準化石—コノドント—. 地学雑誌, 81, 142-151.
- 猪郷久義 (1979) : 古生物コノドント. NHKブックス.
- Kanomata, N. (1961) : The Geology of the Yamizo, Torinoko and Toriashi Mountain Blocks and their Geologic Age. J. Coll. Arts & Sci, Chiba Univ., 3, 351-367.
- Kobayashi, T. (1941) : The Sakawa Orogenic Cycle and its Bearing on the Origin of the Japanese Islands. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sect. II, 5(7), 219-578.
- 小池敏夫・木下 勤・猪郷久治・滝沢 茂 (1971) : 栃木県葛生付近の栃木層群産コノドントと衝上断層の発見. 地質雑, 77, 221-222.
- 松本達郎 (1953) : ジュラ紀. 「地史学下巻」. 朝倉書店.
- 中世古幸次郎・水谷伸治郎・八尾 昭 (1983) : 放散虫化石と日本列島の中生代. 科学, 53, 177-183.
- 大山年次・笠井勝美 (1974) : 八溝山地の地質と古生物. 大山年次退官記念誌, 3-19.
- 佐藤 正 (1967) : ジュラ紀. 「改訂新版地史学下巻」朝倉書店, 362-407.
- Sato, T. (1974) : A Jurassic Ammonite from near Inuyama, North of Nagoya. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., 96, 427-432.
- 佐藤 正 (1974 a) : 鶏足—鷲子山地の二畳・三畳・ジュラ系—GDP 連絡誌, II-1-(1), 2, 41-50.
- 佐藤 正 (1989) : 日本中・古生界研究の放散虫革命, 応用地質, 30, 33-42.
- Sato, T., Kasahara, K. and Wakita, K. (1985) : Discovery of a Middle Jurassic Ammonite *Keplerites* from the Mino Belt, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., 139, 218-221.
- Sato, T., Hayami, I., Tamura, M. & Maeda, S. (1963) : The Jurassic. in Takai, F. et al. Geology of Japan : Univ. Tokyo Press, 79-98.
- 佐藤 正・橋本恭一・陶山義仁 (1986) : 山口県玖珂層群よりジュラ紀後期アンモナイトの発見. 山口県立山口博物館研究報告, 12, 1-5.
- 佐藤 正・指田勝男・笠井勝美 (1989) : 日本地質学会第96年学術大会, 見学旅行案内書, 第2班, 八溝山地の中生界, 31-54.
- Sato, T. and Westermann, G. E. G. (1991) : Japan and South-East Asia. Newsletter on Stratigr., 24, in Press.
- 須鎗和己・石田啓祐 (1985) : 鳥巢層群の放散虫年代. 徳島大教養部紀要, 18, 83-101.
- 鈴木陽雄・佐藤 正 (1972) : 鶏足山地からジュラ紀菊石の産出. 地質雑, 78, 213-215.
- 山田直利・寺岡易司・秦光男ほか編 (1982) : 100万分の1地質図. 日本地質アトラス, 地質調査所, 3-19, 22-25.
- 山田直利・斉藤英二・村田泰章編集 (1990) : コンピュータ編集による日本地質図 (200万分の1). 地質調査所.
- 柳本 裕 (1973) : 栃木県葛生地域の中・古生層の層序と地質構造の再検討. 地質雑, 79, 441-451.

SATO Tadashi (1991) : Metamorphosis of Japanese Mesozoic-Paleozoic.

<受付 : 1991年2月14日>