

層位学 (総論 その1)

福田 理

まえがき

一般の人々になじみの薄い地質学の諸分科のなかでもとくにその点が顕著なのは層位学である。そればかりでなく、地質学を志して大学の門をたく受験生には層位学という分科が地質学のなかにあることさえ知らない人が多いはずだし、また大学の地質学教室の卒業生に層位学の意味を聞いても適確に即答できる人は少ないと判断せざるを得ない現状なのである。いわんやこの国において層位学上の各種の用語が世界的に通用する学術用語として使われていない論文さえ公刊されているのも止むを得ないことであろう。これが戦後の教育や学界の混乱の結果の1つでなければ幸いであるが、昭和38年度から3年間、国家公務員採用上級(甲種・乙種)試験、試験専門委員(地質)として、最近大学の地質学科を卒業した受験生諸君の答案に接する立場にあった著者には、これを杞憂として片づけられないように思えてならない。

高等学校が文科と理科にはっきりかかれていたため、大学入学後はほとんど専門学科に専心できた旧制大学とは異なり、卒業までに修得すべき単位の多い新制大学では層位学に必要な時間を割当てるのが困難なのかも知れない。また層位学の教科書に邦文の適当なものがないことも、授業時間の不足を学生自身の努力によって補う上での障害になっているかも知れない。この点で惜しまれるのは、わが国の代表的な層位学者・古生物学者として世界に知られた矢部長克博士が、岩波全書に執筆を予定されながら、研究に専心されたあまり、昭和44(1969)年、予定を果たされないうちに他界されてしまったことである。また昭和初年、層位学・古生物学ばかりでなく、日本列島の構造発達史にも革命的な業績を残され、若くして惜しまれつつ世を去られた小沢儀明博士が、せめて人並みの寿命を保たれたなら、世界的名著として後世に残るような新味のある層位学書を世に問われたことであろう。さらに、現存の諸先生・諸先輩のなかにも、この方面の著作を期待されておられる方も少なくない。しかし、なぜかその出版の予告さえ聞かれない。

著者は基礎研究を離れて、応用研究に従事するよう

になってから、すでに10数年を経過したばかりでなく、数年来、研究というよりは、外部の要請による期限つきの仕事に専心せざるを得ない立場にあり、層位学という地質学の諸分科のなかでも、基礎的な分野の解説者として適任でないことは、著者自身がかつともよく知っている。しかし、現在の著者の調査・研究分野である石油・天然ガス地質に関する諸外国の論文に、層位学的にも優れたものが少なくないのを見るにつけても、わが国の現状をこのまま放置してよいとは思えない。著者が本稿の筆をとったのは、専門の研究者による著書が出版されるまでの間に合わせをしなければならぬという気持からであり、1日も早く、適当な著者による斯学の教科書あるいは参考書が出版されることを切望すると同時に、内容の不備な点については、忌憚なくご叱正下さるよう、心から願う次第である。

I 緒 論

1. 層位学の定義と領域

1.1 層位学とは

手近かなところで、K社の地学関係の辞典の層位学の項を開いてみよう。

層位学 (英) stratigraphy (独) Stratigraphie, Formationskunde (仏) géologie stratigraphique 地球を構成する岩石およびそれに含まれる過去の生物の遺骸等の時代関係を考究し、おもに沈澱岩生成以後の地球の歴史を組立てる学問。地史学・層序学ともいう。

すなわち、この辞典では層位学を地史学の同義語としている。

また、S社の同種の小辞典では、層位学は次のように説明されている。

層位学 層序学ともいう。ある地方の地層の順序をたて、地層の層相や地層の時代から、その地方の地史を組み立てる学問。とくに化石にもとづいて、各地層の対比や分類をとり扱う分野を生層位学という。アメリカでは層位学の語を地層の生成機構を研究するたい積学に近い意味に用いている。

この説明では、層位学は地史を組み立てる学問となっ

ており一応地史学とは区別されているようであるがその一分野である生層位学の説明と層位学そのものの説明とがしっかりしないし層位学によって組み立てられた地史を扱うのが地史学ということになると地史学は組み立てられた結果の記載だけというつまらない内容のものになりかねない。

一方脈動説(pulsation theory)で知られた Grabau, A.W. (1913) はその不朽の名著“Principles of Stratigraphy”の巻頭において「層位学は地球の岩石の骨組みである岩石圏(Lithosphere)の連綿たる地質時代を通しての発展すなわち地史(Historical geology)の無機的側面である」と定義している。上に引用した2つの辞典の説明とはかなり趣きを異にするこのGrabauの定義こそ成層岩類の記載構成および分類に関する地質学的科学の分科としての層位学の本来の概念をよく反映している。Grabauの脈動説については後でくわしく述べる。

層位学に関する近年の名著といわれる Krumbein, W. C. および Sloss, L.L. (1963)の共著になる“Stratigraphy and Sedimentation”によれば Grabau が上記の著書のなかで生物的作用および生物学的要因を強調していることは彼自身が自ら与えた層位学の定義を拡張したものでありまた当時すでに層位学の領域が分類学および記載的形態学を除く古生物学の大部分を包括するまでに拡張されていたことを示すものである。その後も層位学はその領域を拡大し続け今日では層位学は自然に地史を生み出せるような形で地球科学のほとんどすべての他の分野から多くの資料を集大成する総合科学として考えられることもある。

上に述べた Krumbein らの指摘につけても思い出されるのは恩師の1人浅野清博士から頂いた Gregory, J. W. および Barrett, B. H. (1931)の共著“General Stratigraphy”の第1頁に層位学は地史の基礎で既知のもっとも古い岩石類の形成から文字による記録の初めに至るまでの地球の歴史に関する証拠をとり揃えて調べるものであるという一節があることである。この層位学の定義が今日でも少しも新味を失っていないことは改めて述べるまでもないであろう。名著というものはどこかにこうしたところがあるものである。

形而上学・形而下学の別なくすべての科学について共通していえることは厳密に言えば個々の分科の定義が初めにあるのではなく定義は各分科の全体系から帰納されるもので斯学の進歩の段階に応じて変わるものである。層位学も例外でないことは上に述べたこ

とらか明らかであるが現時点においては層位学は地史学そのものではなくその一歩手前のところに重点を置いた地質学のなかでとくに基礎的な分科の一つであると考えておいてよからう。

自然科学の諸分科は例外なく初期の記載的な段階を経て進歩・発展してきたものであるが層位学は多くのその他の地質学の諸分科と同様に過去1世紀半もの間ほとんど記載的な段階に止まっていたと云ってよい。その間に出版された層位学上の力作の多くの部分は止むなく地殻を構成する莫大な堆積岩に残された記録を記載・編集することに向けられている。

欧米の地質学の先進国においても第1次世界大戦前は層位学者は露頭を追って各種の岩石の記載的層位学に従事するのが原則的であった。この状態は今日も続いており完成までにはなお間がある。というより既知の部分がふえれば無限の未知の領域との接触部がふえるという学問の一般原則にもれなくこの仕事も人類が存在する限り続くはずである。第1次世界大戦後について特筆すべきことはおもな石油の探鉱と採掘の結果として記載的層位学の内容は地下の地層に関する大量の資料が加わることによってさらに豊かになっていることである。また近年における各種の建設事業や防災対策のための調査によって若い地層とくに第四系の層位学に関する進歩にも著しいものがある。不幸にしてわが国の地質学界には保守的な傾向が根強く残っており物理検層等の近代技術を駆使した成果が専門雑誌や専門書にほとんど見られない。一方このような技術を日常使っている応用分野の地質技師は現場の仕事に追われて基本問題に立ち戻って考える暇がないことおよび所属する事業所の伝統的な考え方や仕事の進め方を変えるのが困難なことから豊富な材料に恵まれながら哲学を感じさせる論文がこの方面から生れることはまれである。

“過去の世代の層位学者は記載の仕事に根本的に没頭していたが堆積物に関する資料の解釈および分析に適用できる多くの意味深い原理を発展させた。これらの原理の多くは今日でも有効である。しかし層位学上のある発展段階において正しかった作業仮説のなかには新しい資料が現われたため時の試験に敗れたものもある。堆積物を取り扱う新しい技術および器具に加えて殺到する地下の情報は昔ながらの諸概念を仔細に再検討することを余儀なくさせた。近年層位学者は初期の指導的原理を修正あるいは廃棄することに力を入れており時にはそれがより好ましい考え方によつ

で置き換えられるより早いこともある。しかし最近では新しい概念が開発され、かつ古い原理が再評価された結果、層位学者は増大する知識によって作られる要求に足並みを揃えることが可能になった。

以上のように、Krumbeinらは近年における層位学の進歩・発展とその背景の概要について述べているが、これは彼等が良きにつけ悪きにつけ、産学協同の進んでいる国に住んでおり、かつ彼等の目に触れ易い論文に、産業協同の産物ともいうべきものが少なくないことの反映であろう。このような傾向は、何も自由世界に属する先進諸国に限ったことではなく、共產圏に属する多くの国々においても、同様な傾向が見られ、先に述べたわが国の現状の方が、むしろ特異であるといわざるを得ない。学問の世界は多数決で割切るべきものではなく、特異なものであっても、時の試験に耐え得るものであればよいのであるが、わが国の現状は果たしてどうであろうか。

いささか批判めいたことばかり述べたが、邦人の手になる辞典の中にも、層位学について適確な説明を与えているものもある。たとえば、H社の百科辞典を引いてみると、層位学は次のように説明されている。

そういなく、層位学、層序学ともいう。地質学の一分科で、地層の重なり順序(層序)や前後関係を明らかにし、その生成の時代的な位置づけをする分野。中略。20世紀になってから放射能による年代測定が可能となり、とくにその後半に入ってその進歩が著しく、放射能編年学が層序学のなかで占める位置は重要となってきた。地殻の歴史を明らかにするためには、野外層序学・化石層序学・放射能編年学のいずれもおろそかにすることはできない。

この項の筆者は、新生界、とくに第四系の研究に大きな業績を挙げ、最近では地質学と地球物理学の境界領域の研究分野で活躍しておられる人で、この説明もさすがである。しかし、わが国の学者が層位学に与えた説明のなかで、もっとも簡単に要領を得ているのは、“層位学は地史学の方法論的な側面である”とする早坂一郎博士(島根大学名誉教授、元台北大学教授、元島根大学学長)のものであろう。

また、米国で出版された地質学用語辞典ともいうべき American Geological Institute 出版の Glossary of Geology and Related Sciences, with Supplement では、層位学は次のように説明されている。

層位学 1. 地殻の部分としての成層岩類の形成・組成、順序、および対比を扱う地質学の分科。 2. あ

る地域あるいは地方の記載的地質学のうち、その地方の諸岩石の区別、特徴、厚さ、順序、時代、および対比に関する部分。

この説明の1は層位学の総括的な説明であり、また2は某々地方の層位学という場合についての説明で、両方ともおおむね適切な説明である。とくに、敢えてこの2つの説明を与えていることは、分類・整理が得意で、系統立った箇条書き的な記述が好きな米国人の長所——ときには短所にもなるが——を、いかに反映しているものとして、興味深く感じられる。この説明でも、層位学と地史学を同列に扱っていないことに注意する必要がある。

自然科学においても、また人文科学においても、その諸分科は初めに定義づけられて発達したのではなく、研究の進展の過程において、自然発生的に分科の萌芽ともいうべきまとまりができ、それに対して分科の名称がつけられたものである。つまり、命名当時のその分科名の定義は、その当時の斯学の全体の性格・内容を表わすものとして、帰納されて生まれたものである。したがって、その分科の研究の進展に伴って、その定義をある程度改定する必要が生ずるのは、むしろ普通のことであろう。上に引用した層位学の諸定義は、執筆された時点において、それぞれの筆者が層位学と考えているものの内容から帰納されたもので、厳密に考えれば、どの定義が正しく、どの定義は間違っているといえる性質のものではない。しかし、大勢として、層位学を地史学の同義語とすることは、適当でなく、地質学の全体系をなかに位置づけるならば、層位学は地史学よりも一段と基礎的かつ方法論的な側面をもつ地質学の1分科である、と、いってよいであろう。ここで著者自身の層位学の定義を述べることは避けるが、著者の考えは、H社の百科辞典、早坂博士、および最後に引用した Glossary of Geology and Related Sciences の説明に近い。そのこまかい点については、本稿を通読された上で、読者各位が自由に帰納してみて頂きたい。

1.2 学術的層位学と応用層位学

欧米の先進諸国においても、“学術的”層位学と“応用”あるいは“実用”層位学の間に、はっきりした断絶が見られる傾向があった。古くは、学術的層位学は地史を再構成するために、堆積岩の記録を分析し、かつ種々の層位学的単元の記載および命名を行なうことを主目標にしていた。これに対して、応用層位学は、有用鉱物の産出が想定される岩層の有望な場所において、鉱床の認定および位置の決定を行なうことに、局限されるものと思わ

表1-1 層位学の構成要素

物理的層位学		化石層位学
	観察と組織化	
層位的コラム		化石層位的コラム
堆積岩岩石学		古生物学
堆積性諸粒子の性質		形態学
堆積性集成岩類の性質		化石群集の性質
堆積物の分類		生物の分類
堆積作用の諸過程		生物学上の諸過程
	分析	
岩石層位的対比		化石層位的対比
	時間層位的単元の対比	
堆積地体構造論		生物の進化
	解釈と総合	
	古地理学	

(Krumbein 1963)

れていた。そのため 上記のような傾向が現在も残っているが 今日では 一見努力目標がまったく異なっているこれら2つの分野の間の障壁は ほとんど見えなくなっている。Krumbein らはこのように述べているが わが国ではまだまだである。

さて ここで“学術的”と訳した“academic”には“空論に走る”とか“非実用的な”とかいう意味がないわけではない。純粋に学術的な興味から始めた研究の成果であっても 真理をつかんでいれば いつかは実用的にも役立つことがあるものである。また 現在では企業が役立ちそうな研究成果を血眼になって探しており よい成果を挙げている研究者が 好むと好まざるとに拘わらず 少なくとも間接的には 企業とまったく無縁であることは ほとんど不可能である。確立された層位学上の原理および概念は 純粋に学術的な興味から生れたものであるが それらの多くが実用的な問題の解決に役立っていることは よく知られているとおりである。また 石油鉱床の探鉱に熱心な諸外国では 現場の層位技師が高い次元の層位学上の諸概念および諸原理の開発に活躍している。わが国の石油鉱業界においても 層位学を除いた諸分野では 最近このような傾向が見られるようになったが 層位学について見ると 近年の斯学の進歩さえあまり取入れられていないのはなぜであろうか。石油鉄床の探鉱については 諸外国でもそれぞれ国策として力を入れており わが国も例外ではないとすれば この現状に対する責任を 当事者である各企業ばかりに押しつけることはできないであろう。

2. 層位学の主題となるもの

Krumbein らによると 層位学という科学の主題となるものは 幾分人為的ではあるが 表1-1に示すように 便宜上2つの大きな部分に分けられる。物理的層位学 (Physical stratigraphy) は分析的・説明的層位

学の物理的的局面に加えて 堆積作用に関係があるものをすべて含んでいる。また 化石層位学 (Biostratigraphy) の頭書きの下には 層位学的研究に応用できる生物学および古生物学の多くの局面が置かれている。

表1-1が示しているように 事実上物理的層位学の構成要素は すべて化石層位学における類似の構成要素と 平行的な対応を示している。しかし 両者の間には重要な相違点がある。齊一論 (Uniformitarianism) の原則によれば 物理的層位学の材料は 長い地質時代を通して比較的变化が少なく かつ物理・化学的過程に一律に応答している。これに対して 化石層位学の生物学的素材は 生物の進化の影響を受けて 前進的に変化している。

Krumbein らの層位学の2大分科に対する基本的な考え方は およそ上に述べたとおりであり とくに 化石層位学については 改訂・補足すべきことはほとんど見当たらないが 今世紀に入ってからの原子物理学・天体物理学・地球物理学などの進歩は 地質現象のなかには 齊一論を古典的な形のまま適用できないものが数多く含まれていることを教えた。その事例の主要なものについては 後でくわしく述べるが なかでも重要なのは地球が膨脹していることである。その結果 地球の自転はおそくなる。つまり 古い地質時代には現在より1日の長さが短かく 1年の日数が現在よりも多かったのである。このことは古生物学的にも証明されている。このような再現性のない非可逆的な現象はほかにもあり そのあるものと生物の進化とは必ずしも無縁ではないであろう。何となれば 生物の進化は再現性のない非可逆的な現象の代表的なものであるからである。Holmes, A. (1965) の“Principles of Physical Geology”などに紹介されている現在の知識から総合的に判断すると 宇宙が進化し続けているように そのなかの1点である地球の歴史も 大局的に見れば 再現性のない非可逆的な現象の大きな流れに 一見再現性のある現象が加わったものと見ることができる。また 小さな地質現象のなかには 再現性に加えて可逆的なものもあることは 身近な地質現象を少し注意してみれば おのずと明らかであろう。

表1-1の堆積地体構造論は“Sedimentary tectonics”の訳である。Krumbein らによれば これは堆積作用と地体構造との関係を意味している。すなわち 地角斜の形成・発展と そのなかで行なわれる堆積作用との関係などが これに含まれることになる。

表1-1を見てすぐ気づくことは Krumbein らが層

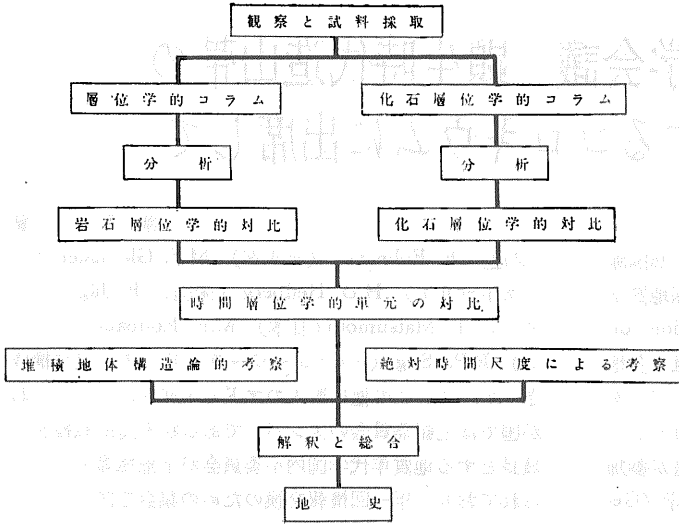


図1-1 層位学的研究の基本的フローシート

くとともに これにできるだけ近代的な装いを与え さらに堆積地体構造論や絶対時間尺度に合わせた各種の層位学の問題のとり扱いについても 著者の力の及ぶ限り触れてみたいと思っている。以上に述べた著者の層位学に対する考え方を 地史に到達するまでの基本的フローシートの形で示したのが図1-1である。

(筆者は燃料部)

参考書

Bubnoff, S. v., 1954, Grundprobleme der Geologie : Akademie-Verlag GmbH, Berlin (湊 正雄・小笠原謙三訳1959 地質学の基礎 : 岩波書店)

Dumber, C.O. and Rodgers, J., 1957, Principles of stratigraphy : John Wiley and Sons, New York.

Geological Society of London, 1964, The Phanerozoic Time-Scale-A Symposium dedicated to professor Arthur Holmes : Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. 120.

Grabau, A. W., 1913 : Principles of Stratigraphy : A. G. Seiler and Co., New York.

Gregory, J. W. and Barrett, B. H., 1931 : General Stratigraphy : Mathuem and Co., London.

早坂一郎 1926 日本地史の研究 : 内田老鶴圃

早坂一郎 1930 古生物学序論 : 岩波講座 地質学及び古生物学 岩波書店

Holmes, A., 1965, Principles of Physical Geology : 2nd ed., Ronald Press, London (竹内 均訳 1969 一般地質学 : I-III 東京大学出版会)

Krumbein, W.C. and Sloss, L. L., 1963 : Stratigraphy and Sedimentatoin : 2nd ed., W. H. Freeman and Co. San Francisco.

倉沢 一 1970 同位体地質学 : ラティス

島津康男 1966 地球内部物理学 : 裳華房

島津康男 1967 地球の進化 : 岩波書店

Weller, J. M., 1960, Stratigraphic Principles and Practice : Harper and Brothers, New York.

位学の主題となるものとしているものなかには 今日地質学関連科学の独立した分科として扱われているものが 多数含まれていることである。そこで地史学の方法論的な側面ともいえる層位学の内容としては 不十分なものとなるが 表1-1に示されたものから すでに独立した分科として扱われているものを除いたものをもって層位学の内容と考えることもできる。そうするとこのいわば狭義の層位学の主題として残るものは 層位学的ならびに化石層位学的コラムの組立て 岩石層位学的ならびに化石層位学的対比 および時間層位学的単元の対比だけになってしまう。地史を組立てる素材としては これだけでは不十分であって 必要に応じて すでに独立した分科になっているものの方法論 および知識を導入しなければならない。それらのなかでもっとも重要なものは 堆積地体構造論であろう。

以上に述べてきた層位学は いわば伝統的な古典層位学である。この古典層位学にもっとも欠けているものは 絶対時間尺度に合わせて地史を組立てる方法論であろう。近年における原子の壊変現象を使った鉱物の絶対年代測定法の進歩は 地質学が生まれた当時から夢をある程度まで可能にした。そればかりでなく 多くの地質現象の解明に本質的な進歩をもたらした。今後は この方面の成果を 層位学にも積極的にとり入れて行かなければならない。

本稿では 狭義の古典層位学の主題として最後まで残るであろう層位学的ならびに化石層位学的コラムの組立て および各種の層位学的単元の対比の問題に重点をお