

# 第三系堆積盆地の形成機構に関する研究 ～新潟堆積盆地～

島田忠夫・三梨 昂・宮下美智夫  
影山邦夫・鈴木 尉元

技術がいち早くとり入れられ 他の地域とは比較にならないほどの資料の蓄積が得られるに至っている。

## まえがき

今年度から 標記の特別研究が始められることになった。わが国には 第三系堆積盆地が国土の半分以上を占めているけれども 私たちの対象とする地域は 新潟堆積盆地である。それはわが国における代表的な第三系堆積盆地であること 多くの油田・ガス田を抱えていて 古くからたくさんの先輩たちの研究があること 私たちもここ数年 構造性天然ガスの研究で 基礎的な研究を積み上げてきたことによるものである。

私たちはこの研究を開始するに当って 研究の目的 研究の方針や具体的な研究方法 (野外・室内含めて) を議論し 内容を深めた。すなわち過去から現在までの研究の流れの中で 私たちはどのような位置をしめているのか。 私たちに課せられている問題はどのようなものか。 どのような方法でそれらの問題に取り組むのか このような問題をいろいろ議論して 一応の結論を得た これらの結果をまとめたのがこの小文である。

この討論の過程で 私たちの目標は新潟堆積盆地の構造地質学的な総括にすべきことが結論された。地表地質調査が一応終わった現段階でも 地表下とくに深部の層序 その層相 層厚 構造を適確に予想し得ないそれは方法論的基礎に欠陥があったためであると考えられる。

深部の地質の予想は 目下の急務と考えられるがそれは 構造地質学的研究の進展によってのみ ひらたくいえば 構造の成因的研究を通じてなしとげられると考えられるからである。ここにいう構造地質学とは 層序 古地理 堆積等の総合の上に組み立てられる学問である。以下に述べる新潟堆積盆地の研究史と私たちの研究方向とは ともにこの構造地質学的見地からのものである。

## 1. 新潟堆積盆地の研究史

この盆地の本格的な地質学的研究は 今世紀に入るとともに開始された。これらの研究は ほとんど石油資源 (戦後においては天然ガス) の開発に関係したものであった。以来豊富な石油と天然ガスを胚胎しているこの堆積盆地は 第2次世界大戦の前後に 多少の空白は挟んでいるものの 終始石油地質学の活躍の舞台であった。これら戦前から蓄積された資料は ぼう大なものになっている。さらに石油・天然ガスが地下の地質構造と密接な関係をもって分布しているために 物理探査

## (1) 戦前の研究

石油地質学的調査は 地下の鉱床の探査という実践的な目的をもっていることのために 非常に精度の高いものが要求された。野外における自然に忠実な 綿密な観察と記載 分類が行なわれ 地質図 地質断面図が作製された。戦前における地質調査所の石油地質関係の業績は 帝国油田図として刊行された。これは戦前における代表的な業績である。これらの資料は現在においてもその有用さを失っていないほどのものであり 当時においては わが国における第一級の業績として高く評価されたのであろう。

この時期の代表的な論文の大部分は これら油田図にもとづくものであった。このことを見ても 当時この油田図のしめていた役割りの大きさが想像されるのであ

第1表 新潟油田地質調査の歩み

|      |   |       |
|------|---|-------|
| 1876 | 長野・新潟県を踏査   | ライマン  |
| 1882 | 長野・新潟県の調査図完成  | ライマン  |
| 1900 | 地質調査所において油田調査開始   |       |
| 1902 | 第1区 (東山油田)  | 佐川栄次郎 |
| 1903 | 第3区 (西山油田)  | 大塚専一  |
| 1905 | 第4区 (新津油田)  | 同 上   |
| "    | 第5区 (頸城油田西部)  | 伊木常誠  |
| 1906 | 第6区 (頸城油田東部)  | 同 上   |
| 1907 | 第7区 (小千谷油田)   | 大塚専一  |
| 1908 | 第8区 (米山・郷津・飛山油田)  | 同 上   |
| "    | 第9区 (寺泊油田)  | 伊木常誠  |
| 1910 | 第10区 (魚沼油田)   | 同 上   |
| 1918 | 第12区 (大面油田)   | 千谷好之助 |
| 1919 | 第14区 (加茂油田)   | 同 上   |
| 1920 | 第15区 (与板油田)   | 同 上   |
| 1931 | 第27区 (村上油田)   | 村山賢一  |
| 1938 | 第36区 (岡野町油田)  | 渡辺久吉  |
| 1940 | 第37区 (新津油田南部)   | 遠藤六郎  |
| "    | 第34区 (川口・竹沢油田)  | 金原均二  |
| "    | 第40区 (塩沢油田)   | 松沢 勲  |
| 1944 | 第48区 (郷津油田)   | 兼子 勝  |
| 1945 | P.E.A.C. (石油および天然ガス資源開発審議会) 設置  |       |
| 1949 | Compiled Geological Map of Niigata Region (P.R. D.P.C.) 刊行 多くの調査が開始されたが結果は未公開 |       |
| 1955 | 新潟県地質図(1/20万)刊行   |       |
| 1956 | 石油資源開発株式会社発足 新潟油田のほとんど全域にわたり精力的な地質調査開始 ただし結果は未公開                              |       |
| 1962 | 地質調査所による地表地質調査始まる (構造性天然ガス)   |       |
| 1967 | (第三系堆積盆地の形成機構の研究)   |       |

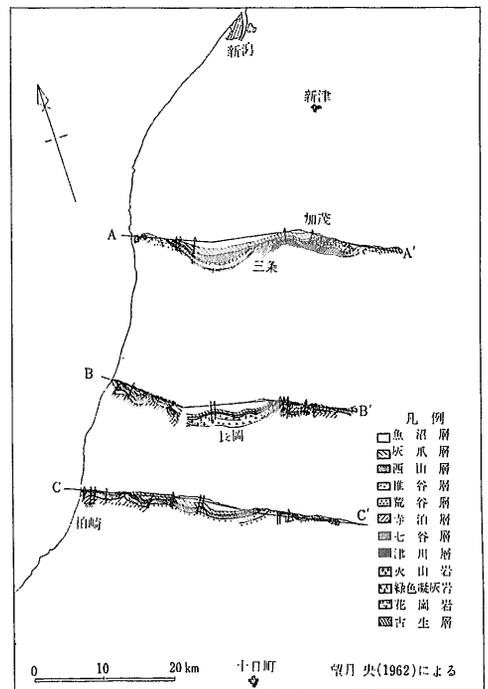
第2表 新潟油田のおもな総括論文

| 年度   | 著者           | 論文名および発表雑誌   |
|------|--------------|--|
| 1910 | T. Iki       | Preliminary Note on the Geology of Echigo Oil-Field Mem. Imp. Geol. Surv. Jap. Vol. I., No. 2, p. 29~57                            |
| 1922 | T. Iki       | Some Studies on the Stratigraphy of the Tertiary Formation in the Echigo Oil-Field. Jap. Jour. Geol. Geogr. Vol. I, No. 1, p. 9~29 |
| 1923 | G. Kobayashi | An Outline of the Geology of the Oil-Fields in Japan. Proc. Pan-Pacific Sci Congr. Australia Vol. II p. 1180~1206.                 |
| 1927 | T. Iki       | A. Study on the Oil-Bearing Beds in the Echigo Oil-Field. Jour. F. Eng. Tokyo I. Univ., Vol. XVI, No. 12, p. 242~279               |
| 1928 | T. Iki       | The Echigo Oil-Fields Proc. 3rd Pan-Pac. Scic. Congr. Tokyo (1926)   |
| 1928 | 大村一蔵         | 越後油田の地質及鉱床 地質雑 XXXV-418 p. 407~408.  |
| 1930 | 大村一蔵         | 越後油田の地質及鉱床 地質雑 XXXVII-493 p. 676~693   |
| 1930 | 高橋純一         | 越後油田の構造に就て I II. 岩碓 XX-4 133~141 -5 175-183  |
| 1933 | 大村一蔵         | 真日本石油地帯における地殻変動の影響 石油技協 Vol. 1 No. 1 P. 19~26.   |
| 1937 | 高橋純一         | 津軽・中越油田の地向斜構造 一 二 岩碓 XVII-3 99~105 -4 150~158  |
| 1938 | 高橋純一         | 越後油田の構造に就て I II 岩碓 XX-4 133~141 -5 175~183   |
| 1940 | 池辺展生         | 新潟県各油田の地層の対比 石油技協 Vol. 8 No. 5 363~372   |
| 1950 | 金原均二         | 新潟油田の地質 I II 石油技協 Vol. 15 No. 1 19~32 No. 262~83   |
| 1952 | 内藤雄二郎        | 新潟の油田について 石油技協 Vol. 17 No. 3 167~173   |
| 1953 | 池辺 穰         | 最近の探鉱結果 1. 新潟・長野地区 石油技協 Vol. 18 No. 4 146~157  |
| 1954 | 木下浩二         | 新潟の油田地質について(演旨) 地質雑 LX-706 287   |
| 1959 | S. Takahashi | Evolution of Niigata Tertiary Geosynclinal Basin, as Viewed from Isopachous Maps Spec. Publ. Yokohama Nat. Univ., No. 1 p. 1~83    |
| 1962 | 望月 央         | 新潟県下の新第三系の石油地質学的考察 石油技協 Vol. 27 No. 6 557~585  |
| 1962 | 鯨岡 明         | 荒谷相の意味するもの(新潟盆地における油田および構造性ガス田の生成条件に対する一考察) 石油技協 Vol. 27 No. 6 519~556   |

る。伊木常誠(1922) 小林儀一郎(1923) 大村一蔵(1930)等の論文が新潟油田の地質調査が一段落し大勢が把握された時期のものであることがこのことを裏書きしている。

1910年初めて伊木常誠により堆積盆地全般にわたる第三系の区分と対比が行なわれた。これは主として岩相とその層位的な関係の類似性に基づくもので第三系全体を上部 中部 下部に三分した程度のものであった。

以来地質調査所における油田図に関係した調査 石油会社の調査がおおいに進展した。この段階で伊木常誠(1922) 小林儀一郎(1923)の論文が発表された。越後第三系について伊木は岩相にもとずいて大きく上中下

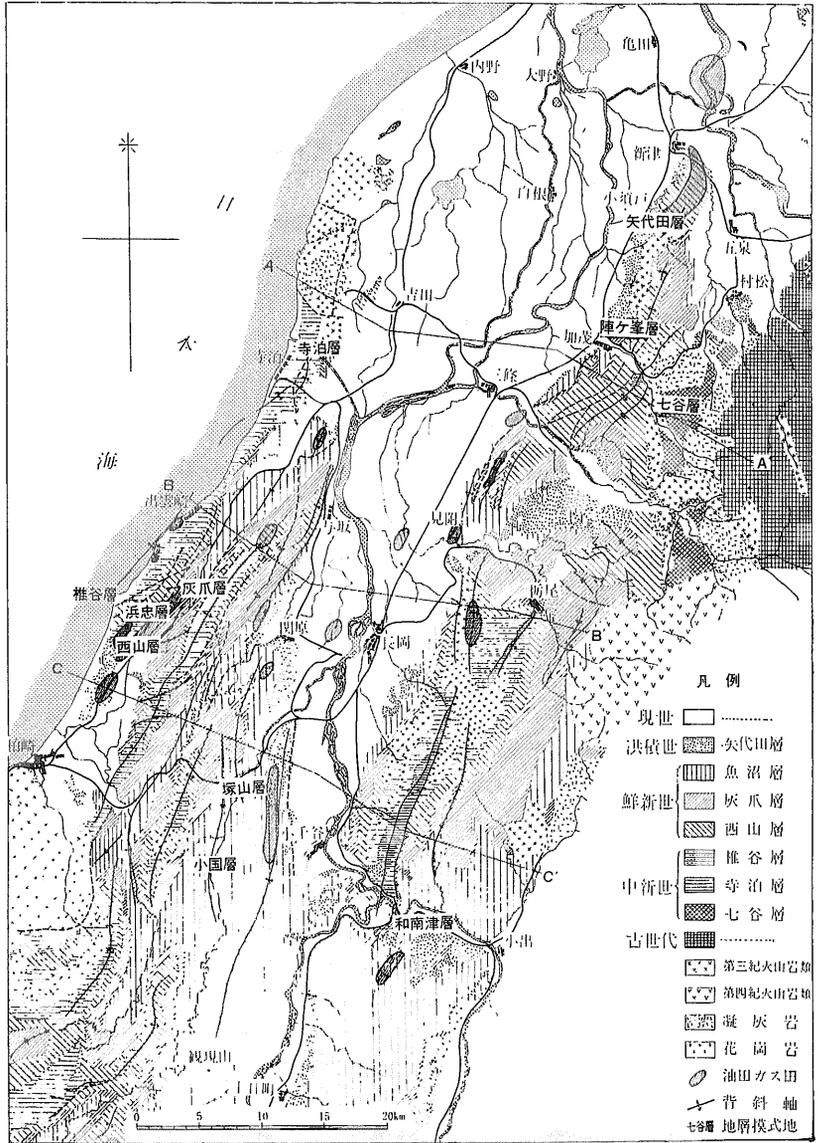


第1図 新潟県中部の地質断面図

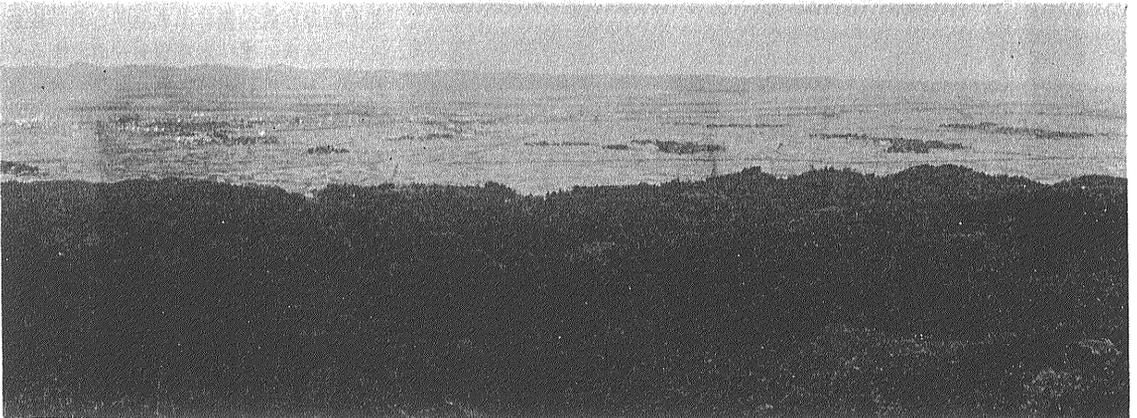


東山より越後平野の遠望

に三分し 下部を頸城統 椎谷統 中部を金津砂 砂質頁岩 上部を和南津砂 塚山統 最上部統に細し対比を行なった。そして各層ごとに それらの分布 岩相 化石等を記載した。また岩相と一部化石に基づいて堆積環境を論じた。伊木の主要な関心は層序の組立てであったようで 構造運動については背斜が山脈 向斜が谷になっていて 地形は余り浸蝕されていないから 地質構造は若い時代に形成されたのであろうと述べているにすぎない。また最上部統が下位層に不整合に乗る事実を述べているにもかかわらずその構造地質学的意味については ふれていない。小林儀一郎(1923)も主要な関心は層序にあったようである。彼は第三系を大きく下部 中部 上部 最上部に四分した。下部は凝灰岩と砂岩を挟む黒色頁岩統と頁岩・砂岩互層からなり中部は砂岩を挟む灰色砂質頁岩 上部は凝灰岩と流紋岩を挟む頁岩・砂岩・礫岩 最上部は粘土・砂・礫からなる。伊木の層序の記載や小林の論文に付けられた地質図から判断して ほぼこの時期までに 新潟堆積盆地の層序の大綱はでき上っていたように



第1図 新潟県中部の地質図



右 遠 方 に 弥 彦 山 が 見 え る

思われる（これは同時に帝国油田が堆積盆地の大部分をカバーした時点でもあったことは前述のとおりである）

このように発展してきた第三系の研究は 大村一蔵(1930)で頂点に達するのである。彼は第三系を下部から頸城統 中越統 魚沼統に三分し その上に不整合に乗る准新第三系・矢代田層をはっきり区別した。頸城統をさらに釜鰐蛮岩 高柳凝灰岩 七谷層 寺泊層に中越統を椎谷層 牛ヶ首層 白岩層に 魚沼統を和南津砂 塚山層に細分した。この標準層序は 中部の牛ヶ首層 白岩層が西山層 灰爪層と東山油田から西山油田に移っただけで 大勢は現在も踏襲されているものである。大村はこれら第三系の岩相の特徴 層厚 地域による分布の違い 火成活動を構造運動の反映として 統一的にとらえようとした。すなわち魚沼統が地方によって発達に著しい差のあること 西山油田地方に夏川層の発達すること 頸城統の上部から中越統の下部にわたり火山活動の激しかったことを 構造運動の反映として その意味を与えている。これは前の諸論文に見られなかった優れた特徴であろう。また第三系と准新第三系(矢代田層)との不整合関係の構造地質学的な意味づけは 彼によって初めて与えられた。彼は“本系(准第三系)は 越後第三系が魚沼統の終末期に起こりたる激しき地動により構成されたる構造盆地に沈積せる地層なること明らかなり”として それを大きな構造運動のあったことによるものとした。大村のこのような構造論の背景にあったものは 収縮説で褶曲 断層等をすべてこの収縮説によって統一的に説明した。大村一蔵(1933)は 褶曲時相や地塊の概念を顔を出して 前の論文に比して多少その統一性を欠いているように思われる。

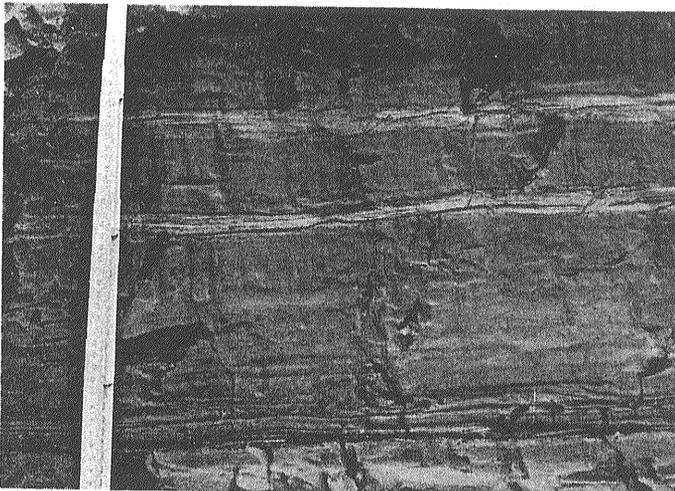
高橋純一(1930 1937 1938)の構造論は 収縮説によって褶曲の形態を論じたものである。このように層序

学的研究段階からようやく構造に目が向けられるようになってきたが それはあくまでも収縮説の範囲内での議論にとどまった。このようにわが国においてもこの説が構造運動の研究を形式主義的なものにしたことがわかるであろう。その後大型化石(主として貝化石) 植物化石や有孔虫化石の資料が増加し 前期までの主として岩相にもとづく対比論に加えて 生物層序学的対比論が行なわれるようになった。池田展生(1940)の論文はこの期のもので 化石の資料から 従来同じ時期のものとされていた大沢石と夏川石を 時代的に異なった時期に形成されたものとして区別した。これはこの期の代表的な業績であろう。

## (2) この頃の周囲の状況

油田地質調査が行なわれ始めた頃は 構造地質学的には収縮説の全盛時代であった。しかしながら 1920年から1930年代に入ると この収縮説に多くの批判がなされ数多くの構造運動論が提出された。わが国においてもいち早くこれらの紹介が行なわれた。これらのうちウエグナーの大陸漂移説やジョリーの放射能説は わが国においても大きな影響を与えたように思われる。これらの影響は 前者については寺田寅彦の日本海の起源に関する論文 後者については本間不二男の信濃中部地質誌に具体的な形で見ることができる。ハールマンの地殻振動説も 辻村太郎や大谷寿雄らによって紹介されたが この説は わが国においては余り目立った影響を与えていない。それはわが国においては 方法論的基礎が存在しなかったためであろう。この説がその後ソ連の構造地質学者により継承され 大きく発展したことはよく知られたところであろう。

古典的な収縮説批判は わが国においてはジュース批判という形で大橋良一(1927)が行なっており 非常にす



典型的な浜忠層の岩相 (出雲崎町落水)

ぐれた褶曲論を展開した点が注目される。すなわち基盤岩は横圧力に対して断裂を生じその断面形態の差により上下方向の運動をする。その結果 堆積岩被覆層は褶曲するのだとした。しかしその批判は 横圧力を仮定している点で ハールマンのそのような徹底したものではなかった。このように収縮説批判がいくつかなされたけれども わが国における構造地質学の主流は収縮説であった 大塚弥之助(1939)のすぐれた第三系の総括論文の背景にも 収縮説の色彩をきわめてはっきり認めることができる。このような国内・外の動きにもかかわらず 前節で述べたように新潟堆積盆地の地質現象は 収縮説

第3表 新潟油田の新第三系の層序区分推移表

| 伊木常雄<br>(1922)   | 小林儀一郎<br>(1923)   | 大村一蔵<br>(1930) | 池辺展生<br>(1940) | 金原均二<br>(1950) | 池辺稷<br>(1953) | 望月尖<br>(1962) |
|------------------|---|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| uppermost series | upper most Teatiary (e) Clav, sand and gravel   | 矢代田層           | 魚沼下部           | 小国層(階)及御山層(階)  | 陣ヶ峯層          | 陣ヶ峯層          |
| upper division   | Tsukayama series  | 塚山層            | 更新統            | 山谷層(階)         | 魚沼層群          | 魚沼層群          |
|                  |   | 和南津層           | 中越砂礫真岩層        | 灰爪層(階)         | 小国層           | 小国層           |
| Wanadzu sand     | (d) shale, sandstone and conglomerate with tuff and liparite                          | 魚沼群            | 野折統            | 西山層(階)         | 塚山層           | 塚山層           |
| middle division  | (c) grey sandy shale with sandstone   | 白岩層            | 新統             | 推谷層(階)         | 和南津層          | 和南津砂岩         |
|                  |   | Kanadzu sand   | 中越統            | 幸泊層(階)         | 白岩層           | 灰爪層群          |
| Lower division   | (b) Alternation of shale and sandstone (a) Black shale series with tuff and sandstone | 推谷層            | 頸城黑色頁岩         | 津川層(階)         | 西山層           | 西山層           |
|                  |   | 寺泊層            | 中統             | 津川層(階)         | 西山層群          | 西山層群          |
|                  |   | 七谷層            | 頸城統            | 津川層(階)         | 推谷層           | 推谷層           |
| 高柳凝灰岩            | 頸城統   | 寺泊層            | 頸城統            | 津川層(階)         | 津川層           | 津川層           |
| 釜釣重岩             | 釜釣重岩  | 七谷層            | 頸城統            | 津川層(階)         | 津川層           | 津川層           |
|                  |   | 釜釣重岩           | 頸城統            | 津川層(階)         | 津川層           | 津川層           |

による大村一蔵(1930)の総括を一つの頂点として 戦前の幕をとじるのである。

(3) 戦後の研究

戦後いち早く PEAC が設置され 地質調査所はもとより石油会社 大学等各方面の人々による研究が開始された。そして地表地質調査と平行して 軟体動物化石や有孔虫化石による分帯が盛んに行なわれ さらに堆積環境論に進んだ。1949年には 従来の資料を総括編集して 20万分の1の新潟地域地質図が出版された。

このような背景の下に 金原均二(1950)の論文が出された。この論文はほとんど大部分層序の記載 対比化石の記載 堆積環境の議論からなっている。戦前に比較して現世の貝や有孔虫の生態がかなり明らかになっていた関係から 地層の堆積環境が現世との比較で論じられるようになった。又推谷層のみであるが 等層厚線図が初めて公表された点に 新しい傾向が認められる。

池辺稷(1953)の論文は 戦後の地表地質調査が第三系

分布地域のほとんど全部をおおい 各地層の分布と変化がかなり明瞭になった時期に書かれた。層序は第3表のように区分され 有孔虫による分帯もほぼ確立した。層序に関しては若干の手直しが行なわれたが 平野部における試掘の進行と 学界全体のグリーン・タフエの関心の高まりとを反映して 油田の下部層準の層序と構造についていくつかの新しい見解が表明されている(これは池辺の描いた断面図によくあらわされている)。褶曲運動は寺泊末期頃から始まるけれども 魚沼以後の運動によって現在の構造が決定されたとしており 大村一蔵の考え方に近い見解をとっている。新潟堆積盆地を構



浜忠層の底痕(出雲崎町落水)



寺泊層にみられる地層の変形(矢島敏彦氏撮影) 三島郡三島町(中永ルート)



論を求めて暗中横索の段階であり、ここしばらくは諸説ふんぶん、群雄割きの時代が続くであろうからである。そしてその理論は、先年行なわれた UMP (地球内部開発計画) 調査のように、地球物理学、地球化学などの分野との総合的な調査により、より深部の情報からその運動様式を解明し生れて来るものであろう。しかしそれは必ず地殻表層部の歴史的な発展法則、すなわち構造発達史を満足するものでなければならない。前述の理論を求める全般的な研究のなかで、新第三系研究で褶曲構造に敏感な石油地質学がある一定の客観的な資料と発展法則を提供することができるであろう。

(1) 具体的な方法

前にも述べたように、私たちが目標とする構造地質学は層相、層厚変化を明らかにして、地層の生成される運動、すなわち沈降運動と隆起運動を明確にすることを基本とするのである。私たちは、地層の層相・層厚変化について詳しく調べる技術を、関東地区で開発することができた (第2図)。その結果、南関東では、堆積盆地全体の堆積運動を規制する隆起運動と、沈降部の中での個々の隆起部と沈降部との関係、すなわち盆地の分化ないし沈降部から隆起部への転化といったことを、最大層厚部の移動といった点から、堆積運動の規則性として把握することができた。

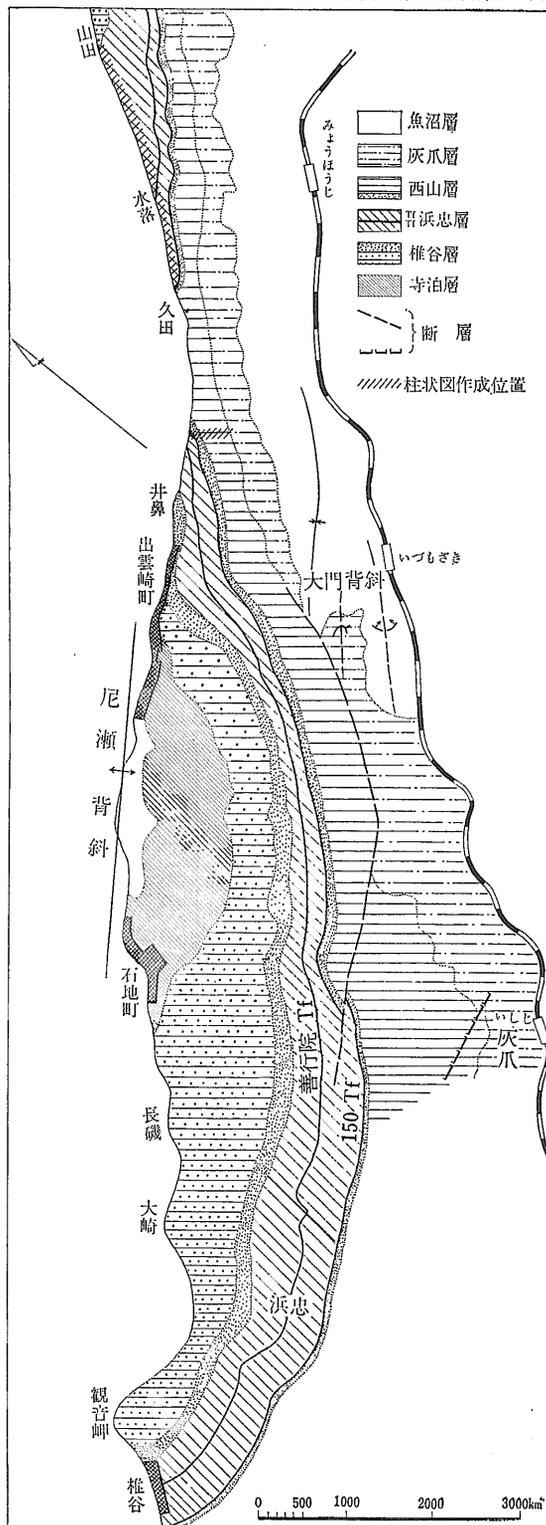
最近数年間の調査で、この方法が新潟地区にも適用できることが明らかになった (第3図・第4図)。この盆地に発達する褶曲や断層は、そのような堆積運動の変化過程と無関係でなく、それに大きく規制されて生成発展するにちがいない。この堆積運動の規則性を明らかにし、それと地質構造との関係を調べるには、まず正確な層相が組み立てられなければならない。これには従来の層序学的方法では限界があるのである。すなわち近距離ではあっても、とくに“新潟方向”と呼ばれる背斜、向斜に直交する方向では層相変化が著しく、累層単位の岩相による対比では、間違いをおこす可能性が大きいからである。

そこで私たちはまず単層を基準にした精密な層相を組み立て、それに基づいての層相・層厚変化から、隆起・沈降運動の変化過程を明らかにする。これは火砕岩鍵層を基準にして、この鍵層同士の順序関係およびそれらの前後の砂岩・泥岩層等の関係にも注目して、正確な対比を行なう方法で、これによりすでにいくつかの新しい事実が明らかにされている。

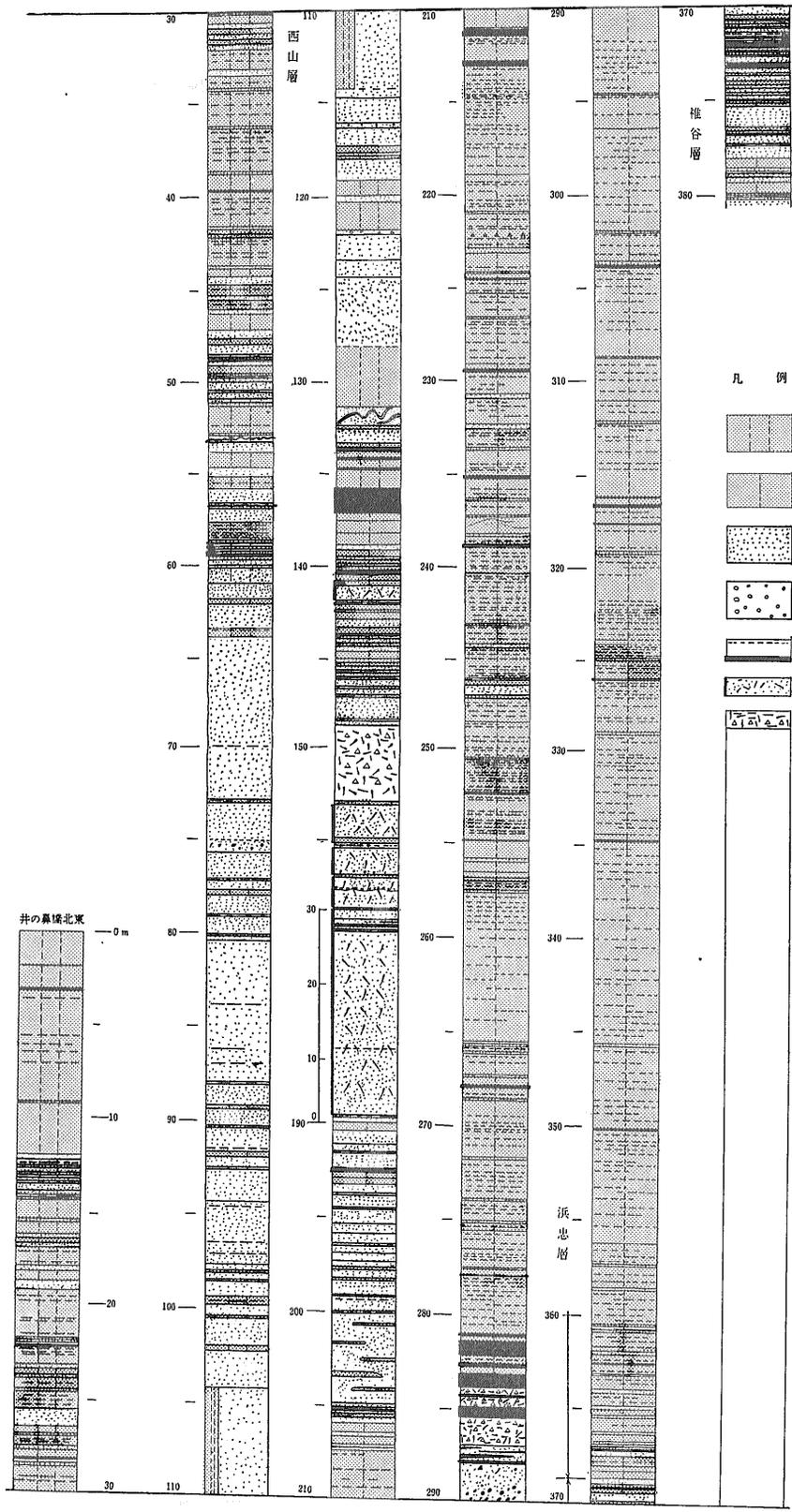
西山油帯と中央油帯に分布する地層の対比が正確に行なわれ、両者の構造地質学的関係が明らかになったこと互いに遠く離れて分布する七谷層、寺泊層の模式地に分

布する地層の相互関係が明らかになったことは、この一例である。

この様な層相・層厚変化から、堆積運動の規則性が明



第3図 西山～尼瀬油帯地質概念図



第 4 図 柱 状 図

になった段階 あるいはその研究と平行して

1. 構造形態 それらの分類
2. 構造形態の空間的分布の記載
3. 構造形態の空間的分布の規則性
4. 構造形態の発達史
5. 造構運動の時間的変化過程と相互関係の中に規則性を求める研究

へと進みたいと考えている。これらの研究は構造の生成機構を明らかにする主要な1つの方向であろう。さらにこのような総合的な研究方向と平行して 特定の褶曲構造の生成過程 生成機構を集中的に研究することを考えたい。収縮説の時代には 褶曲の生成はすべて地殻全体への横圧力に帰せられて個々の褶曲を研究しても あまり意味がないと考えられた。ところが褶曲にはいくつかの生成機構を異にする型のあることが明らかになった現在においては 野外でその生成機構を個々のものについて具体的に明らかにしなければならぬからである (第5図)。

この具体的条件を明らかにする一つの方法はグゾフスキーによって開発され わが国においても平山次郎・垣見俊弘等によって具体的に適用され その有効性を立証した。これは互いに共役な剪断断層系をもとにして構造形成期の主応力を復元する方法である。実際にはこれらの断層系列はいく組も見出され それら各々は 層厚層相法による堆積盆地の移動の中に位置づけられるべきものである。それなくしてはその解釈は恣意的にならざるを得ない。ここに私たちが層序学的方法による層相層厚法を重要視するゆえんがあるのである。

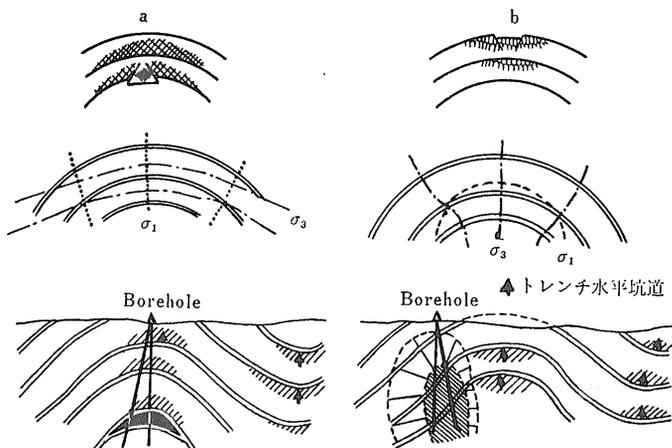
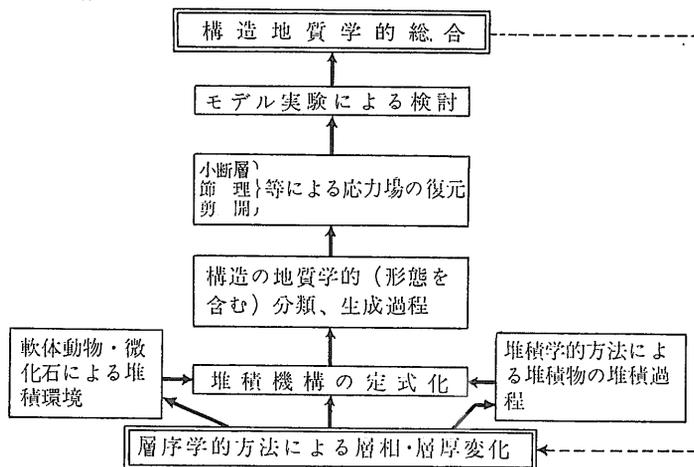
この方法の有効性は すでに立証されているがそれが あくまでも物質の破断を利用している点で その発展に限界があると考えられる。その意味で地層の変形の多くをしめる流動現象が研究されなければならないであろう。これには変成岩の構造の研究で主として開発された 構造岩石学的方法が取り入れられねばならないであろう。この研究の結果 地質構造の生成機構が明らかになるであろう。これらの結果は モデル実験によって検討したいと考えている。

構造地質学は層序・古地理・堆積学等の総合の上になり立つ学問である。したがって以上の狭義の構造地質学的研究の他に 次のような研究も平行して行なわれる。

a. グリン・タフおよび基盤の構造

緑色凝灰岩・基盤岩の層序 地質構造を研究し 堆積盆地発生機構を研究する。さらに堆積盆地深部における それらの変位変形について推定するための情報を得る

第4表



第5図 形態的には類似した縦方向の圧縮(a)と横曲げ(b)による褶曲中の節理(上) 応力分布(中)と鉱床集積に適した場所(下図のハッチした部分)との関係 黒くぬった所はトレンチと水平坑道(グゾフスキー1962による)

b. 堆積構造

地層の底に見られる流れの痕や 砂粒の配列の研究から 堆積環境や古地理に関する情報を得る。

c. 軟体動物微化石

地層の堆積した環境を明らかにする

以上のような研究のまとめの一段階として 地質構造図を公表する予定である。これは単に地層の分布 褶曲や断層の分布を示した静的な構造図ではなく 隆起・沈降運動の変化過程 地質構造の生成発展過程をも盛り込んだものであると同時に 構造研究の段階で明らかになった 褶曲や断層の分類 生成機構も盛り込んだものとなるであろう。これらの結果は いろいろな分野の基礎として利用されるに違いない構造形態の相互の結び付きと配列の規則性から 平野部等における構造 岩層の分布が予測できるようになるであろう。また地下のある深さにおける岩層の配列を予測することを可能にするから 深部における鉱物資源の開発に寄与するであろう。

最近の造構運動と地質構造の関係が明らかにされ 現在の造構運動の性格とその規則性を明らかにする基礎として役立つに違いない。そしてこの地殻表面に見られる運動は地下の運動過程と密接に結びついているはずで この意味で地震の予知にも基礎資料を提供できるであろう。

(筆者らは石油課)