

# 構造地質研究会誌

(第22号)

## 〈冬の学校特集〉

冬の学校報告 .....	編 集 係
シンポジウム「活断層に関する地質学的研究課題について」	
信越地方の活断層とその地質学的研究課題 .....	加 藤 碩 一
近畿地方の活断層とその地質学的研究課題 .....	横 田 修 一 郎
個人講演	
テクトニクスにおける岩石結晶粒径効果の重要性 .....	伊 藤 英 文
有野断層に沿う神戸層群急斜帯の小断層解析 .....	佐野正人・横田修一郎
長野県北部における鮮新世以降の応力場と造構過程 .....	竹 内 章

## 〈春の例会特集〉

春の例会報告 .....	編 集 係
北西太平洋変動帯 朝鮮-日本列島地帯地質構造論序説 .....	立 岩 巖

## 〈夏の学校特集〉

夏の学校報告 .....	編 集 係
特別講演「花崗岩プルトンの構造岩石学 北上山地」 .....	加 納 博
変形相について .....	植 村 武
来馬層群の褶曲と小構造の分類 .....	横 田 優 治
北上山地南端部・雄勝背斜の形成機構 .....	萩 原 博 之
武蔵野台地の形成と基盤のブロック運動 .....	小山伸晃・坂口勝美・小玉喜三郎
津軽半島南部地域の主要構造の形成機構について .....	三 村 高 久
グリーンタフ造山における陥没盆地の発生機構-粉体によるスケールモデル実験 .....	小 室 裕 明
日本海側地域における島弧変動 .....	藤田至則・高浜信行
新第三紀の日本海発達史について	
日本海における古海水準の推定 .....	竹内章・松岡数充・清野清治
Himalayas の Main Central Thrust Zone とその意義 .....	在 田 一 則
シンポジウム「地殻の構造と深部の造構過程」	
アンケート提供者 .....	鈴木尉元・小玉喜三郎・大槻憲四郎・藤田至則・原都夫
リソスフェア研究の課題について .....	小 玉 喜 三 郎
男鹿半島巡検に参加して .....	橋 本 修 一
GDPにつづく国際研究計画“Lithosphere”について .....	鈴 木 尉 元
編 集 後 記 .....	編 集 係

1978.12

構造地質研究会

## 〈冬の学校報告〉

### 編集係

1977年12月18・19日、地質調査所東京分室で、恒例の冬の学校が盛大に開かれました。プログラムは次の通りです。

— 12月18日 —

園田敏史・小林邦夫・久米元樹（芝浦工大）……「三次元有限要素法による地盤沈下及び基盤変位に伴う水位変化の実験的研究」  
小玉喜三郎・三梨昂・鈴木耐元（地調）・関根悦夫・阿部良一（芝浦工大）……「剣崎背斜の形成機構」  
佐野正人・横田修一郎（大阪市大）……「有野断層に沿う神戸層群急斜帯の小断層解析」  
小出仁（地調）……「プロッターによるステレオネットの作成とその応用（付デモンストラーション）」  
寒川旭（東北大）……「紀伊半島中西部から四国北東部にかけての中央構造線の新时期断層運動と地形発達について」  
星野一男（地調）……「西南日本外帯における南北要素構造について」  
〈シンポジウム〉「活断層に関する地質学的研究課題について」  
話題提供者  
松田時彦（東大地震研）……「活断層と地質構造」

今泉俊文（東北大）……「東北地方南部の活断層」

加藤碩一（地調）……「信越地方の活断層とその地質学的研究課題」

横田修一郎（大阪市大）……「近畿地方の活断層とその地質学的研究課題」

— 12月19日 —

伊藤英文（大阪府大）……「テクトニクスにおける岩石結晶粒径効果の重要性」

佃栄吉（地調）……「累進剪断変形における *ochelion vein* の形成とその変形様式」

古宇田亮一・小出仁（地調）……「貫入マグマ/カルデラと浅熱水鉱床との構造的関係の具体的一例」

竹内章（大阪市大）……「長野県北部における鮮新世以降の応力場と造構過程」

藤井敬三・曾我部正敏（地調）……「北海道における後期中新世から鮮新世にみられる構造運動について」

藤田至則他（新大）……「鮮新世にはじまるブロック運動の構造地質学的な意義とその発生機構」

鈴木耐元・小玉喜三郎・三梨昂・三井修二・米田広夫（地調）……「関東平野の基盤の構造について」

## 信越地域の活断層とその地質学的研究課題

### 地質調査所 加藤 碩 一

筆者は、共同研究者（山崎晴雄・地調）と二十万分の一「信越活構造図」を作成し、来年印刷される予定である。第一図は、そのうち新第三紀以降の地質構造要素（点線）と活構造要素（実線）を一部書きぬいたものである。以下、これをもとに、信越地域の活構造と地震について筆者の雑感を若干のべてみた

い。信越地域は、新第三紀の地質構造や第四紀の火山活動、活構造および地震活動から次のようないくつかの地域に区分される。

I 第21号の会誌（p.13~14）でも若干のべたように、第四紀にも能動的なブロックとみなされる地域で、西縁は、糸静線とくに姫川断層とそれに平行する活断層群、東縁は高田平

野西緑（推定活断層の可能性ある）、南東縁は長野盆地北西縁の逆活断層群から長野一松本線に連なる線で境される。ブロック内は、主に新第三紀以降の堆積岩や火山砕屑岩からなり、若干の貫入岩類が分布する。断層および褶曲はNS～NE-SW性のものと、それらを切るNW-SE性のものに大別される。中新世以降の一大隆起部である。活構造は、おもに南西および南東縁で明瞭で各々ブロック縁に大略調和的である。水準測量および地震時の変動から、現在では、ブロック北西端の糸魚川付近が沈降し、南とくに南東端が隆起の傾向にあるといえる。善光寺地震(1847)のM7.4を最高にM6以上の比較的大きな歴史地震がいくつも知られており、その分布はブロック東縁～南東縁にかけて集中しているようにみえる。西部ではむしろブロック内に地震は少なくより西側の北アルプス地域にむしろ地震が多い。沈降している北西端では、活構造、地震活動共に不明瞭である。

II いわゆる中央隆起帯とよばれる部分で、長野一松本線から長野盆地を通過して、信濃川沿いに北上し、新発田一小出線に連なる線より南の部分、諏訪から上田市を通過して浅間山の北から草津を経て北上する線より北の帯状の部分である。この地域は、中新世以降から第四紀にわたる各種火山岩や火山砕屑岩、堆積岩類とそれらを貫く多くの石英閃緑岩～玢岩の貫入岩類からなる。長野盆地南縁の一部を画する鳥打峠断層などを除いてこの帯に高角度で斜交する新第三紀後半に活動した断層が多く、褶曲変形は弱く、明瞭な活構造は内部にはほとんど見られない。北部フォッサマグナにおいて、中新世以降の構造運動や堆積盆の分化に重要な役割を果し、第四紀の造構造運動にもいぜんとして大きな影響を与えている。この地域の地震活動の特徴として次の2点が目立つ。すなわち、①M6以上の地震が有史以後（少くとも9世紀以降）発生していない(841年のM6.7の地震は、糸静線や中央構造線の新期の活動に由来すると考えられる)②群発型の地震が多い。さらに、微小～小

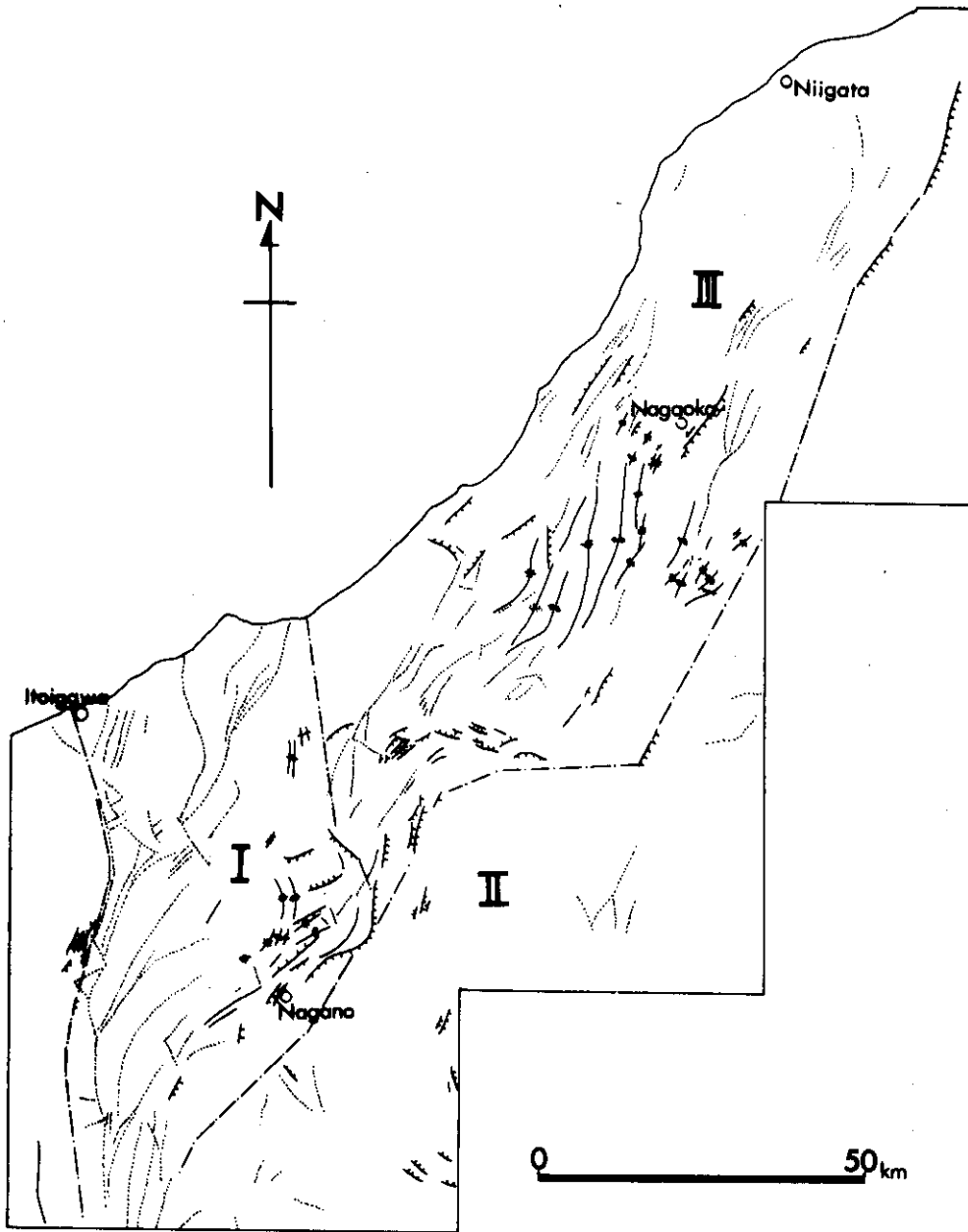
地震が、鏡台山、冠着山や四阿屋山などの中新世以降の局所的な隆起域や玢岩～石英閃緑岩の貫入地域周辺に集中分布する傾向があるようにみえるのは注目される。

III 中央隆起帯の西側で、魚沼相当層が広範囲に分布し、中新世から第四紀にわたる沈降域である。本地域の東縁の一部をなす新発田一小出線は、本来、古生層の分布域を画する構造線であるが、魚野川沿いなどにおける鮮新世火山岩類の活動、六日町盆地の塩沢付近や新潟平野東縁の村松町、五泉市や新発田市周辺の活断層などによって代表される新第三紀後期から第四紀の造構造運動への影響がみられる。地域内での新第三紀から第四紀（活褶曲）にかけての褶曲運動も顕著であるが、地震活動との関連は必ずしも明らかではない。一部の震央位置と褶曲軸分布との一致をもって、両者の関係を論ずるのはやや性急にすぎるといえる。活断層は、NE～SWのいわゆる新潟方向のものが多い。この地域南部は、信濃川地震帯として知られM6クラスの地震が、比較的短期間(100年以下ぐらい)でくり返すことがあるが、震源が浅いため、局所的ではあるが大きな被害をもたらす小地震も頻発することは注意されるべきであろう。

いずれにしても、北部フォッサマグナに発生する地震は、大部分が浅発～極浅発型であるので、地表で現在観察される地質構造(区分)とかなり細かい部分までよい相関をもつ可能性が強いから、今後より詳細な検討が望まれよう。

#### 参 考 文 献

加藤碩一(1977), 構造地質研究会「夏の学校」シンポジウム「ブロック構造について……その境界・変形・单元」, 構造地質研究会誌 第21号, p.13-14



近畿地方の活断層とその地質学的研究課題

大阪市立大学（現 新日本技術コンサルタント） 横田 修一郎

1. 活断層研究の地質学的条件

活断層を“第四紀後半に活動し、今後も活

動しうる断層”と定義すれば、その地質学的、地形学的な把握、研究の前提条件として

活動時期のタイム・マーカーとなりうる第四紀の堆積物や地形面が断層周辺に存在していることが必要となる。この点、近畿から中部地方西部にかけては、鮮新-最新世の大阪層群や古琵琶湖層群、さらに最新世の段丘堆積物が広く分布しているため、活動時期や変位速度に関しては比較的把えやすい地域といえよう。

## 2. 活断層の運動の連続性

一般に、造構運動の変形様式には、傾動運動や波状変形など多岐にわたるものがあるが、それらはいずれも基盤中に発達する多くの断層の活動と密接な関係をもっている。したがって、活断層の活動時期や変位速度の問題はそれらと切り離しては議論できない。

第1図は六甲山地の隆起と大阪盆地の沈降が時代的にどのように変遷してきたかを示したものである。これによれば、隆起と沈降はともに第四紀を通じて同一センスで進行し、またその速度は第四紀後半になって増加しつつあったことがわかる。この隆起域と沈降域の間には北東-南西方面の断層が数本存在するが、山地の隆起と盆地の沈降はそれらの断層変位の総和であると考えられている。したがって、この図に示されたカーブのパターンは、そのまま、それらの断層変位の時間的変化とみなすことができる。すなわち、この地域における断層は第四紀を通じて一速の活動をし、その変位速度はしだいに増加しつつあったといえよう。

このような運動の連続性は、地質的事実として第四紀前半の大阪層群を変位させている断層は必ず第四紀後半の段丘堆積物をも変位させていることを意味する。前述の定義に従うと、一般に断層が段丘堆積物を変位させていれば、活断層であると認められるが、この地域においては、上記のような運動の連続性が存在するため、第四紀前半の大阪層群を変位させているだけで活断層であると認められる。しかし、このことについては現時点ではもう少し吟味したほうがよいかもしれない。

## 3. 変位速度の把握

第1図に示されたカーブは大局的には、近畿から中部地方西部にかけての第四紀造構運動の特性を表すものといえるが、厳密には、やはり局所的なものも含んでいる可能性がある。このように考えると、運動の変位や変位速度は、理想的には単に時間的だけではなく、空間的にもその変化を把えることが必要となってくる。第2図はこのような考えに従って、速度 $V$ を時間 $T$ 、空間 $S$ の両軸上で表現することを概念的に示したものである。もちろん、速度 $V$ は縦ずれ、横ずれ両成分をもったベクトル量であり、また空間 $S$ は $x$ 、 $y$ 、 $z$ で表現される3次元空間である。

活断層の変位速度を求めようとする地質学的、地形学的研究方法には種々のものがあるが、いずれも究極的には個々の構造区内でこのような図をいかに精度よく作りあげるかというところに集約されるのではないだろうか。

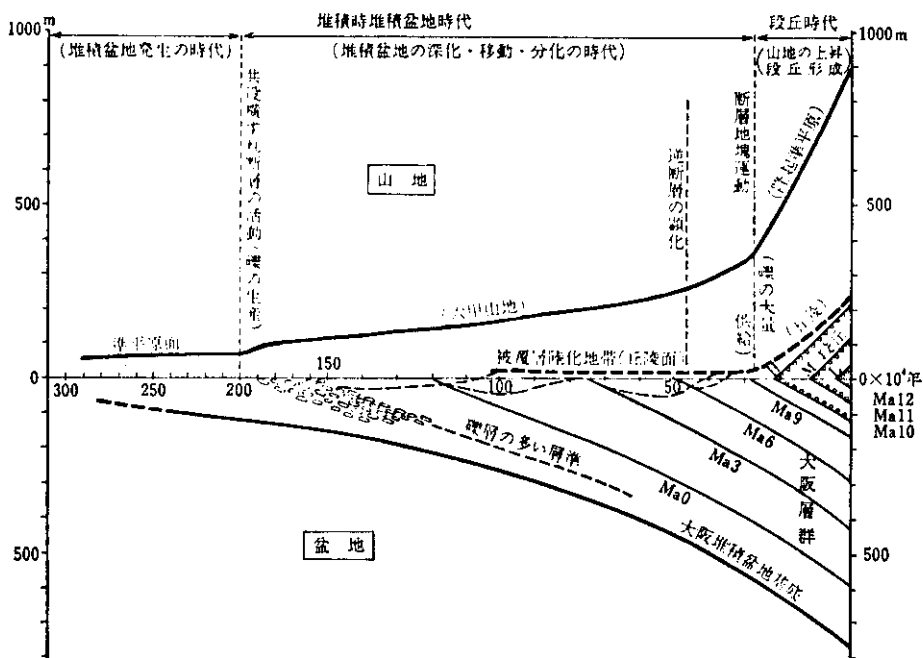
## 4. 現実的課題

活断層研究の課題は、視点をかえれば、地震活動の予測といった現在の社会的要請にある程度答えるものでなければならぬ。第四紀を通じての断層活動の時間的、空間的変遷を正確に把握し、それを基礎にして、将来の活動状態を予測していくことがこの方面での地質学的、地形学的な基本課題であろう。とりわけ、断層の変位速度は将来起こりうる地震の規模や周期と結びつくパラメータとして重要である。この意味では、第2図のような図の作成は不可欠なことであるが、その作成は現実的には非常に困難な課題でもある。それは、実際に2つ以上のタイム・マーカーの得られる地域は極めて限定されているし、また同一の断層であっても中央部と両端部では変位や変位速度は大きく異なるといった複雑さをもつからである。

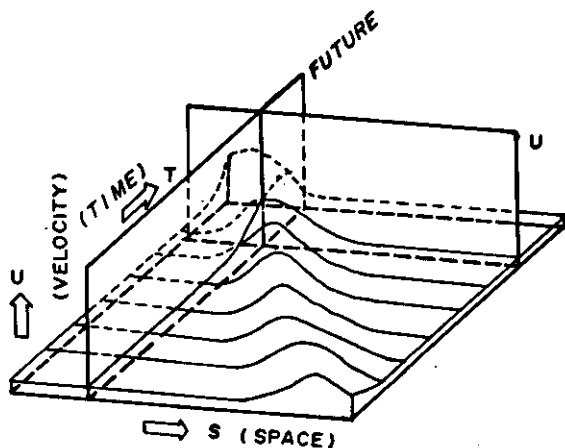
一方、上記のような地震活動の議論では、個々の断層よりも断層系としての広域的挙動がその対象となるが、そのような議論のためには、断層の活動性に関する把握精度は可能

なかぎり一定の基準に統一されていなければ意味がない。たとえば、変位速度の時間的変化が曲線で描けるほどの高精度で把握されている断層が2、3あっても、他に精度の低いものが混在していれば、断層系としての全体像の議論は低い精度のものとなる。

このように考えると、結果的に、活断層研究の現実的課題としては、個々の断層の特性をできるかぎり単純な基準——たとえば、特定のタイム・マーカーを変位させているのかわからないのかといったレベル——ブランクづけをすることの方が意義がありそうである。



第1図 第四紀を通じての六甲山地の隆起と大阪盆地の沈降（藤田・太田，1976より）



第2図 断層系の変位速度  $U$  は時間  $T$ ，空間  $S$  の関数として表現される。

## テクトニクスにおける岩石結晶粒径効果の重要性

大阪府立大学 伊藤 英文

筆者は、地球内部に実在するであろうような低差応力の下で、地質学的ひずみ速度に匹敵する低ひずみ速度の岩石クリープ実験を行って、これまでに表に示す定状クリープの粘性係数が得られた。表の実験4)の斑レイ岩は、クリープの3年間の測定では、まだ定状クリープの判定ができないが、同期間測定(3)の花崗岩よりも明らかに流れにくいという意味である。4)と5)を比較すると、斑レイ岩は封圧を加えると流れやすくなることがわかる。これは意外である。5), 6), 7)は、温度の上昇とともに斑レイ岩は流れやすくなることを示し、予想通りである。

一方、筆者は $10^{22}$  poise を、海洋底では $10^{25-26}$  poiseを推定している。また、剛塊地殻の粘性係数は造山帯地殻のそれよりも大きいと考えている。ゆえに、これらの推定値は、表の実験値とオーダー的に一致しない。このことは何に原因するものであろうか。

従来から、金属のクリープについて多くの研究があり、クリープのメカニズムが論じられている。それによれば、低差応力のときのクリープ機構は、結晶内の原子空孔の拡散による拡散クリープであるという。金属の結果が岩石に適用できるとすれば、表の実験は拡散クリープによっているであろう。また、地

球内部の流動の機構もそうであろう。拡散クリープの理論によれば、定状クリープの粘性係数は、結晶の平均粒径の2乗(粒内拡散)または3乗(粒界拡散)に比例する。実験に供される試料にはできるだけ細粒の岩石が選ばれるので、試片に比べて実際の岩石の大部分は粗粒であること、つまり粒径の差異が上記の大きな原因であるように思われる。

このような観点に立つと、前述の地殻の粘性係数の違いは、変動帯では粒径が小さく、安定地域では大きいと考えれば説明できよう。また、フェノスカンディアの後氷期隆起などから研究されたマンツルの粘性係数は、深さとともに大きくなるが、これも温度と圧力の効果よりも、粒径の効果を重視して、それが深さとともに大きくなると考えてもよからう。

では、以上のような粒径効果を示す地質学的データはないものだろうか。例えば、褶曲におけるコンピテント層とインコンピテント層の流動性の差は、表の3)と4)にみられるように物質の違いもあるが、粒径の差が効果していないだろうか、その方面の方に調べていただきたいものである。また玄武岩マグマはマンツルの部分熔融で発生し、その割合によってマグマの化学性が異なると考えられるが、粒界が液の発生場所であり通路でもある

岩石名(産地) 試片の寸法	実験条件				粘性係数 Poises
	温度 ℃	封圧 K b	最大曲げ 応力 bar	最大ひずみ 速度/Sec	
1) 花コウ岩(広島・赤坂) 2.15×1.25×6.8 cm	常温	常圧	1 2.5	$1.3 \times 10^{-14}$	$3.2 \times 10^{20}$
2) 同上	常温	常圧	2 4.3	$1.4 \times 10^{-14}$	$5.7 \times 10^{20}$
3) 花コウ岩(香川・庵治) 2.1×2.5×2.0 cm	常温	常圧	1 9.1	$6.4 \times 10^{-14}$	$1.0 \times 10^{20}$
4) 斑レイ岩(スエーデン) 1.6×2.0×1.5 cm	常温	常圧	2 0.0	$\ll 6.4 \times 10^{-14}$	$\ll 1 \times 10^{20}$
5) 同上	常温	1	2 0.0	$5.6 \times 10^{-14}$	$1.2 \times 10^{20}$
6) 同上	95	1	2 0.0	$3.9 \times 10^{-13}$	$1.7 \times 10^{19}$
7) 同上	150	1	2 0.0	$1.6 \times 10^{-12}$	$4.2 \times 10^{18}$

ので、粒径が小さい(大きい)ほど、部分溶解は大(小)となるであろう。日本列島では、火山帯のフロントで火山物質の量が多く内帯に行くほど少なくなる(Sugimura et al, 1963)が、これは、マントルの粒径がフロントで小で内帯に向って大になることで説明できないであろうか。以上、議論は定性的ながら問題提起した次第である。

(追伸) 冬の勉強会(1977・12・19)の後、次のようなことがわかった。金属のクリープ実験で、粗粒の場合、結晶はある差応力以上でsubgrain化し、その大きさは差応力に逆比例することが知られている。このことが岩石にも成り立つとすれば、上述の議論は合理的であるように思える。

## 有野断層に沿う神戸層群急斜帯の小断層解析

大阪市立大学 佐野正人・横田修一郎

基盤の断層運動にともなう被覆層の変形には、断層運動に関する多くの情報が含まれているにもかかわらず、その機構の研究はあまり行われていなかった。有野断層に沿う神戸層群急斜帯中には多数の小断層が発達しており、このような研究を行うのに恵まれた条件を備えている。筆者らは、これらの小断層を解析し、その結果に基づいて、有野断層の運動と急斜帯及び小断層の形成機構について考察した。

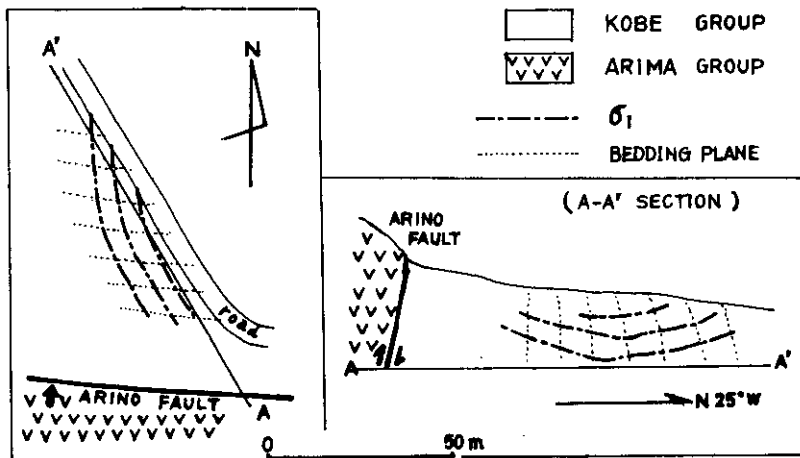
有野断層は、有馬-高槻構造線(藤田・奥田, 1973)を構成する主要断層のひとつで、走向 $N80^{\circ}W$ 、高角、北落ちの逆断層である。本断層をはさんで、南側に有馬層群(白亜系)、北側に神戸層群(下~中部中新統)が分布し

ており、両者はそれぞれ基盤、被覆層の関係にある。

小断層を測定した場所は、本断層の北方30~70mに位置する連続露頭であり;ここでの地層の走向・傾斜は、 $N75^{\circ}W$ 、 $90^{\circ}\sim 80^{\circ}$ である。

本地域に発達する小断層は、1系統の共役組のみ顕著であり、同時性も認められる。小断層解析は、有野断層からの距離を考慮し、便宜的に5つのドメインに分けて行った。解析法は、平山・垣見(1965)が紹介したグズフスキーの応力場復元法を用いた。

応力配置は、全体的にみて逆断層型であるが、本断層に近接した領域では横ズレ型の性格も帯びている。最大圧縮主応力軸( $\sigma_1$ )の軌



(第1図)  $\sigma_1$  軌跡及び地質概略



跡についてみると、本断層に接近するにつれて、その方位はN-S~N30°Wへ変化し、傾斜角は20°S~水平~20°Nへ変化する(図1)。セン断面角は、70°~80°であり、三浦半島などにおける逆断層型のものとはほぼ一致する。

応力配置及びセン断面角から、小断層は形成後ほとんど回転していないと考えられる。したがって、図に示された応力軌跡の曲がりの原因は、有野断層の運動などに求めるべきであろう。この見地に立てば、 $\sigma_1$ の方位変化からは、本断層の運動が、右横ズレ成分をともっている可能性が考えられる。一方、傾斜角の変化する原因は、さらに複雑な要因、たとえば断層面や破砕帯の性状が影響してい

ると思われる。しかし、今回の調査ではこれらを裏付けるデータは得られなかった。今後この問題を解明するには、実状に即したモデルによる実験との対応づけが必要であろう。

以下、今回明らかにされた事をまとめる。

1. 求めた応力配置と、有野断層の運動から類推される広域的応力場は調和的である。即ち、本断層の逆断層運動、急斜帯および小断層の形成は、南北圧縮応力場での一連の造構過程としてとらえられる。
2. 小断層の形成時期は、急斜帯が現状近くまで成長した後である。
3. 有野断層は、若干の右横ズレ成分をともなり逆断層運動をしたと考えられる。

## 長野県北部における鮮新世以降の応力場と造構過程

大阪市立大学 竹内 章

筆者ら(堀・竹内, 1977)は昨年の構造研「夏の学校」において、東北日本南部に分布する岩脈群にみられる顕著な方向性に基づいて推定される中新世の造構応力場について報告した。今回は、これに引続いて検討された鮮新世以降の応力場について報告する。したがって小文では、岩脈群などから応力配置を求める方法については省略し、調査結果と結論の要点を記しておく。

東北日本南部における鮮新世以降の火山活動は、中新世のそれと異なり、局所的な分布を示す。今回、調査の対象としたのは、鮮新世火山岩の主な分布地域である新潟県の角田山塊、米山周辺および長野県の荒倉山周辺の3地区に分布する安山岩岩脈群である。岩脈の枚数と卓越方向はそれぞれの地区について〔30, N85°E〕, 〔33, N75°W〕および〔20, N60°W〕であり、これらの卓越方向が鮮新世の地殻応力場における水平成分の最大圧縮軸( $\sigma_{Hmax}$ )の方位を表現している。

鮮新世の岩脈群が示すこの応力配置は、発震機構・活断層の分布パターン・火山帯の側

火口配列などから求められた第四紀の広域応力場における応力配置とほとんど一致する。したがって、「現在」の応力配置に認められる広域的な一様性は、少なくとも信越地方という領域内では鮮新世にまでさかのぼって追跡されることになる。

以下では、長野県北部地域をとりあげて、造構応力場の変遷史からみた造構活動の過程について考察した結果を列挙する。

1. 長野県北部における鮮新世以降~現在までの応力場は東西性側方圧縮応力場として特徴づけられる。これに対応して、この時期には東西性短縮テクトニクスが認められる。
2. この地域における中新世の応力場は東西性展張応力場として特徴づけられる。これに対応して東西性伸長テクトニクスが認められる。
3. これら2つの応力場は、ともに基盤および被覆層に共通して認められる地殻上部の応力場である。両者は後期中新世末(6~7my.BP.)に交代した。この変化は最大および最小圧縮軸がほぼ90°回転するもの

であったために、中新世において基盤岩中に発達した正断層（松本—長野線に代表される）が鮮新世以降では逆断層として再活動することが可能となった。

4. この地域における中新世ならびに鮮新世以降の造構活動の過程は、上述のような造構応力場の変遷に対応した基盤の地塊化と断層—地塊運動 (block-faulting) によって、被覆層の堆積から褶曲にいたるまでが統一的に説明される。
5. このように、造構応力場変遷史の研究は、一般的には複数・等価のモデルが成立しう

る造構活動の運動像について、造構史—地史を統一的に説明しうるほとんど唯一のモデルを指定することができる。

なお、詳細については下記の論文を参照されたい；

TAKEUCHI, A. (1978) :

The Pliocene Stress Field and Tectonism in the Shin-Etsu Region, Central Japan JOURNAL OF GEOSCIENCES, OSAKA CITY UNIVERSITY, VOL. 21, ART. 4 p. 37—52.

## ＜春の例会報告＞

### 編集係

1978年4月3日、東海大学海洋学部において、恒例の構造地質研究会春の例会が開かれました。以前からたびたびお願いしていた立岩巖先生に「北西太平洋変動帯—朝鮮—日本列島地帯地質構造論序説」というテーマでようやく講演をしていただきました。構造研会員以外にも多数の参加者があり、先生も時間を延長されて活気にあふれた御講演でした。ここに感謝の意を表しておきます。この内容は、本号に掲載されておりますので、ぜひお読み下さい。

春の例会における議事で、本年度の運営について次のように行なうことが了承されました。

#### (1) 運営委員選出

〔会長〕原郁夫（広島大）、〔会計〕和田幸雄（大阪市大）、〔編集〕加藤碩一（地調）、〔庶務〕小玉喜三郎、鈴木尉元、佃栄吉（地調）、小室裕明、角田史雄（埼玉大）、〔運営〕

植村武、藤田至則（新大）、大槻憲四郎（東北大）、池田幸夫（廣大付）、横田修一郎（新日本技術コンサルタント）

#### (2) 運営体制

今後も例会中心という原則は、当分くずさないことが確認され、会誌、会費も今まで通り例会での手渡しを原則とします。しかし、例会欠席者についても配慮し、以下の担当をきめましたので、会誌の配布や会費請求は、各担当責任者を通じても行なえることになりました。

担当責任者……在田一則（北海道）、丸山孝彦（秋田）、大槻憲四郎（東北）、植村武（新潟）、角田史雄（埼玉・群馬）、小室裕明（個人会員）、加藤碩一（地調・震研）、小坂共栄（信州）、大草重康（東海）、水谷伸治郎（名古屋）、徳岡隆夫（京都）、和田幸雄（大阪）、池田幸夫（広島）

## 北西太平洋変動帯

### — 朝鮮—日本列島地帯地質構造論序説 —

立岩 巖

講演要旨\*

北西太平洋変動帯は、成因上の密接な相互関係により結びつけられている4構造帯、1：島弧の連鎖、2：その外側の深海溝、3：内側に連なる縁海盆、および4：縁海盆を隔てて島弧と相対する大陸地塊とによって構成される。前の2帯は主に圧力テクトニクスの場、他は主に張力テクトニクスの場にあった地帯であり、その関係は、そのまま現在に持続されている。

構造発達の歴史は若い。すなわち、かつて中生代中期に大陸の前縁を構成していた褶曲構造帯（古日本弧）が、白亜紀末—第三紀初めの大変動を機として、大陸から分裂すると共に太平洋方面に移動を開始してから、第三紀中期の大変動を経て、段階的に発達、洪積世末頃にほぼ達成されたものである。

要するに、この、島弧の連鎖を前縁造山帯とする変動帯は、アルプス—ヒマラヤ造山帯を前縁とする変動帯に対応する、グローバルな大構造単位といってよい。

大陸地塊を特長づけているのは、NE—SW（シナ方向）、NW—SE（朝鮮方向）、E—W等特定の方向をとる正断層と、特定方向の正断層に伴われた地溝や傾動地塊であり、端的には、傾動地塊のモザイクによって構成されている、といっても過言でない。

これに対し島弧を特長づけているのは、弧の内側に傾斜する軸面をもつ褶曲構造であり、これは、同じく内側に傾斜する衝動面をもつ逆断層ないし押し被せ断層、褶曲軸に平走またはこれを横断する横すべり断層に密接に伴われる。

褶曲構造は、1：古日本弧を構成する古期岩層、朝鮮地質系統でいえば朝鮮系・平安系など、2：その外側に発達した地向斜性厚層、すなわち四万十層群・日南層群・富士川下流域の第三紀層群など、3：内側に出現した内海（Proto-Japan Sea）に堆積した和泉砂岩層

その他の白亜紀層群、筑豊・常磐・石狩・釧路諸炭田の第三紀層群など、および4：グリーンタフに伴われた新第三紀層群の4組の褶曲構造系によって構成されており、構造複雑で、解説には多くの困難が伴われるのを常とする。

このような褶曲構造は弧の内側からの側圧とこれに対する海洋地殻の抵抗とに基因するものであろうが、発達の過程で、所々において、褶曲構造に直角またはそれに近い方向をとる特殊な構造帯の特に強い抵抗のあったことと、その際褶曲構造帯を横断する方向で生じた大規模横すべり断層とによって、多くの島弧に区分され、このようにして北西太平洋変動帯の東辺は、島弧・深海溝・縁海盆よりなり、NE—SW方向に連なる次の扇状構造区（sectors）に区分される。

千島—カムチャッカ区

東北日本区

西南日本区

琉球区

台湾—ルソン区

序で述べるが、千島—カムチャッカ区は北東方アリウシャン区に、台湾—ルソン区は南方フィリピン—セレベス区・スンダ区を経てヒマラヤ区につづくのである。

これまで述べてきたことをふりかえってみると、おのずから気の付くことは少なくないが、集約すれば次の3点になろう。

1：今後の考証にまつべき多くの問題が未解決のままで残されている。

2：しかし大小の重要問題に触れた新見解も多い。そのうちには、今よりおよそ70年以上もさかのぼる日本地質学界黎明期の初期において、ナウマン・小藤文次郎・小川麻治・リヒトフオーフエンなどの先輩地質家によって指摘されたことと、基本的にはほぼ一致するか、ないしは大差のないものが少なくない。

3：構造発達についての論議は、終始1の基本的な理念、つまり、「島弧は、その内側からの側圧に、またその褶曲構造は、その側圧と、これに対する海洋地殻の抵抗とに基因す

※ 1978年4月3日日本地質学会第85年学術大会夜間小集会（構造地質研究会）における講演の要旨

る」と規定する理念に基づいてすすめられている。それは1つの仮説といってもよい。近年簡単なモデルによって解説されているプレ

ートテクトニクスの理念を適用するのは、北西太平洋変動帯に関する限り、適当でないと考ええる。(1978年3月21日記す)

## 夏 の 学 校 報 告

### 編 集 係

恒例の夏の学校は、秋田大学「戸賀臨海実験所」において、1978年8月29日より31日にわたって開かれ、多数の会員の参加を得て、以下に示すようなプログラムをもって盛大に行なわれました。夏の学校開催前になくなられた沓沢新会員の冥福を祈るとともに、いろいろと準備や運営に御尽力くださって秋田大学の会員諸氏に感謝の意を表します。

〔8月29日〕 (敬称 略)

#### 特別講演

加納博(秋田大)「花崗岩プルトンの構造岩石学—北上山地」

#### 研究発表

桜井康博・原郁夫(広島大)「一般花崗岩の変形組織」

原郁夫(広島大)「三波川帯の変形作用と変成作用の関係解析」

植村武(新潟大)「変形相について」

横田優治(新潟大)「来馬層群の褶曲と小構造の分類」

萩原博之(新潟大)「北上山地南端部・雄勝背斜の形成機構」

角田史雄(埼玉大)「断層ブロックと断層密度」

杉山明「地形変化に伴う地下水流動系の変化とそれにつつまる2・3の問題」

小山伸晃・坂口勝美(東海大)・小玉喜三郎(地調)「武蔵野台地の形成と基盤のブロック運動」

大槻憲四郎(東北大)「宮城県沖地震と被害状況について」

〔8月30日〕

#### 研究発表(続き)

三村高久(東北大)「津軽半島南部地域の主要構造の形成機構について」

小室裕明(埼玉大)「グリンタフ造山における陥没盆地の発生機構—粉体によるスケールモデル実験」

藤田至則・高浜信行(新潟大)「日本海側地域における島弧変動」

鈴木尉元(地調)「発震機構と最近の造構運動との関係」

竹内章・松岡教充・塩野清治(大阪市大)

「新第三紀の日本海発達史について—日本海における古海水準の推定」

大槻憲四郎(東北大)「EARTSによる朝鮮・満州・シホテアリンの構造解析」

在田一則(北大)「HimalayasのMain Central Thrust Zoneとその意義」

#### シンポジウム

「地殻の構造と深部の造構過程」

〔8月31日〕

巡検「戸賀～台島付近のグリンタフ地質構造」(案内者 丸山孝彦他)

## 花崗岩プルトンの構造岩石学——北上山地

秋田大学 加納 博

グラニットテクトニクスといわれる分野の研究は、日本ではあまり多くないが、この15年間秋田大学では主として北上・阿武隈など東北地方の花崗岩体について、一連の調査研究を行ってきた。そのうち北上では遠野・千厩・人首・五葉山の各岩体について地球物理学的探査（重力および磁気）を実施、いわゆるしづく型プルトンの実体を明らかにした。

また定置形態と走置深度から北上山地のプ

ルトンをP型とM型に分け、プルトンの構造的配置についての一つの造構モデルを提案した。すなわち、北上山地ではP型プルトン群を中核としてそのまわりをM型プルトンが分布する同心ドーム配置をなすというもので、これまで発表されている片田ほか(1974)などの帯状配置説とは根本的に異なっている。詳細は岩鉱73巻4号(1978)を参照されたい。

### 変形相について

新潟大学 植村 武

#### 変形相

地質学で用いる「相」という概念は、元来、事物に見られる特徴を生成環境との関連で把握するために導入されたものである。堆積相などのように初成的なものの場合はこれでよいとして、後成的な相の場合はこれだけでは不十分である。変成相がそのよい例で、変成岩にみられる特徴は、変成環境（場）と原岩の性質（物性）の両者を反映しているはずである。原岩の化学組成によって変成相系列が設定されているのはこのためである。

変形や破壊の現象に相の概念を適用する場合も、よく似た事情にある。変形（破壊を含む）を支配する因子群は、環境因子（場）と物質因子（物性）とに大別することができる。前者は具体的には、温度・圧力（静水圧・偏圧・間隙圧など）、およびそれらの時間的変化などからなり、後者は岩質と内部構造（異方性）で代表される。このことを考慮して変形相を定義すると、「地質体に見られる変形・破壊に関係する諸特徴であって、変形環境と変形前の地質体の性質を反映するもの」と云うことができる。上に記した2つの因子群のうち、最も重要なものは環境因子としては

偏差応力、物質因子としては異方性であって、この2つがなければあらゆる構造は形成されない。

#### 変形相の指標

変形相は支配因子が多数なので、変成相のように化学成分を決めれば温度と圧力だけで決まるというわけにはいかない。ductility という複合概念によるのがよいと考えている。それはductilityが同じということは、変形の際の挙動が相似であることを意味するからである。一般の地質体が不均一な物質の累積した集合体であることを考えると、mean ductility contrast という2つの指標が必要になる。同一物質のmean ductility の変化は環境の変化を意味し、同一環境下での物性の相違はductility contrast で表現できる。厳密にいうと、この2つの指標は互いに独立ではなく、mean ductilityが増すと一般にductility contrastは低下してゆく。

#### 変形相系列と変形グレード

ある環境下でductility contrastを決めることは変形物質の特性を決めることを意味するから、この指標は変成相の場合の化学成分に相当する。したがってこれによって変形

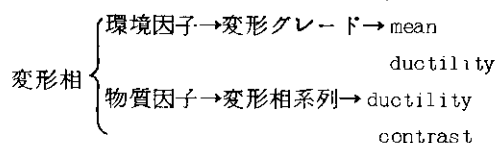
相系列を設定することができる。均質な材料の場合は、ductility contrast がゼロの系列に属する。一方、同一物質の mean ductility の変化は環境の変化を意味するから、この指標によって変形の強弱のグレードを表わすことが可能となる。

### 示相構造と変形相ダイアグラム

変形環境と変形物質の性質を知るための鍵となるような構造を、示相化石の概念を借りて示相構造と呼ぶことにする。節理・断層などの断裂構造、劈間など種々なフォリエーション、多様な褶曲、その他各種の小構造などに区分されるが、これらの形成機構を吟味すればその形成条件を先に記した2つの指標で表わすことができるはずである。各種示相構造を変形グレードと変形系列とによって示すため、直交座標に mean ductility を縦軸、

ductility contrast を横軸にとって整理したものを変形相ダイアグラムと呼ぶことにする。現在のところこのダイアグラムは定性的なものなので、「中コントラスト高グレード相」などと呼ぶが、示相構造名を組合わせて「プーダン・レンズ褶曲相」などと呼ぶ。このダイアグラムから変形の等相・異相の問題（これは結局モデル実験の相似律の問題に帰着する）や変形分帯の問題を議論し、解釈することができる。

以上の考えを模式的にまとめると、



と表わされる。

## 来馬層群の褶曲と小構造の分類

新潟大学 横田 優 治

### 1. 地質概説

新潟県糸魚川市平岩付近で姫川に合流する大所川の流域には来馬層群（下部ジュラ系）が分布している。その中流域には、およそ南北方向に走り、北方に沈下する向斜軸があり（植村・他、1976）、その向斜構造に関連すると考えられる小構造が観察される。

本地域の来馬層群は、砂岩・黒色頁岩の頻互層を主とし、砂岩層、黒色頁岩層、礫岩層からなる。中部に二層の二枚貝密集層を挟在し、上部に来馬層群には希な凝灰岩層が存在する。かつては不整合関係で接していたと思われる結晶片岩層、石灰岩層、非変成古生層と断層関係で接しており、赤禿山砂岩・礫岩層（時代未詳）に不整合関係で被覆される。上記の向斜構造及び大断層は、来馬層群堆積以後、赤禿山砂岩・礫岩層堆積以前に形成され、その後、大断層は中生代末期から新生代にかけて1、2度再活動していることがわかっている。

### 2. 小構造の分類

本地域には多種、多様な小構造が存在する。しかも、調査の進行とともに、それらの小構造がでたらめに分布しているのではなく、褶曲構造に規制されていることがわかってきた。この状態をいくつかの特徴的な小構造（示相構造、facies structure:植村、1978）の組み合わせによって分帯することが試みられた（植村・横田、1977）。その後、精度を上げて書き直したものが第1図\*と第1表\*である。個々の説明には、かなりの頁数を要するので、ここでは要点を述べるにとどめる。分類の基準は前述のとおり示相構造である。どの様な小構造が示相構造として適当であるかは一概に云えないが、結論から云えば、ダクティリティを推定可能な小構造が適当であると云える。

10種類の示相構造とその分布領域を第1表に示す。I帯とII帯は同じ示相構造によって特徴づけられる帯であるが、示相構造の発達

の程度で2帯に区分している。Ⅲ、Ⅳ帯も同様だが、Ⅲ帯はⅡ帯とⅣ帯との漸移帯としての性質を持っている。Ⅴ帯は、本地域では希な変形相であり、局所的にしか分布しない。

分帯図(第1図)は巨視的に見て、①向斜軸に向って高ダクティリティーの変形相が分布する。②高ダクティリティー領域が向斜軸に対して東方にずれている。

### 3. 考察, まとめ

以上のようにして作製された分帯図は、変形時の“場”と“物性”を表現している。現時点における岩石の物性と岩石の履歴から変形時の物性が推定されれば、変形時の環境が推定可能となる。しかも、重要な点は、このようにして推定される環境は定量的なものであるということである。このように、最終的

な目標は地質構造形成機構の定量化であるが、現在の段階、すなわち、定性的な段階においても、従来見すごされて来た構造及び造構作用の重要性を新たに認識させられることもある。例えば、重複変形の問題に助力的である。ダクティリティーの異なる変形は、同じ所に同時には生じ得ないからである。その様な例は多くの地域で観察される。

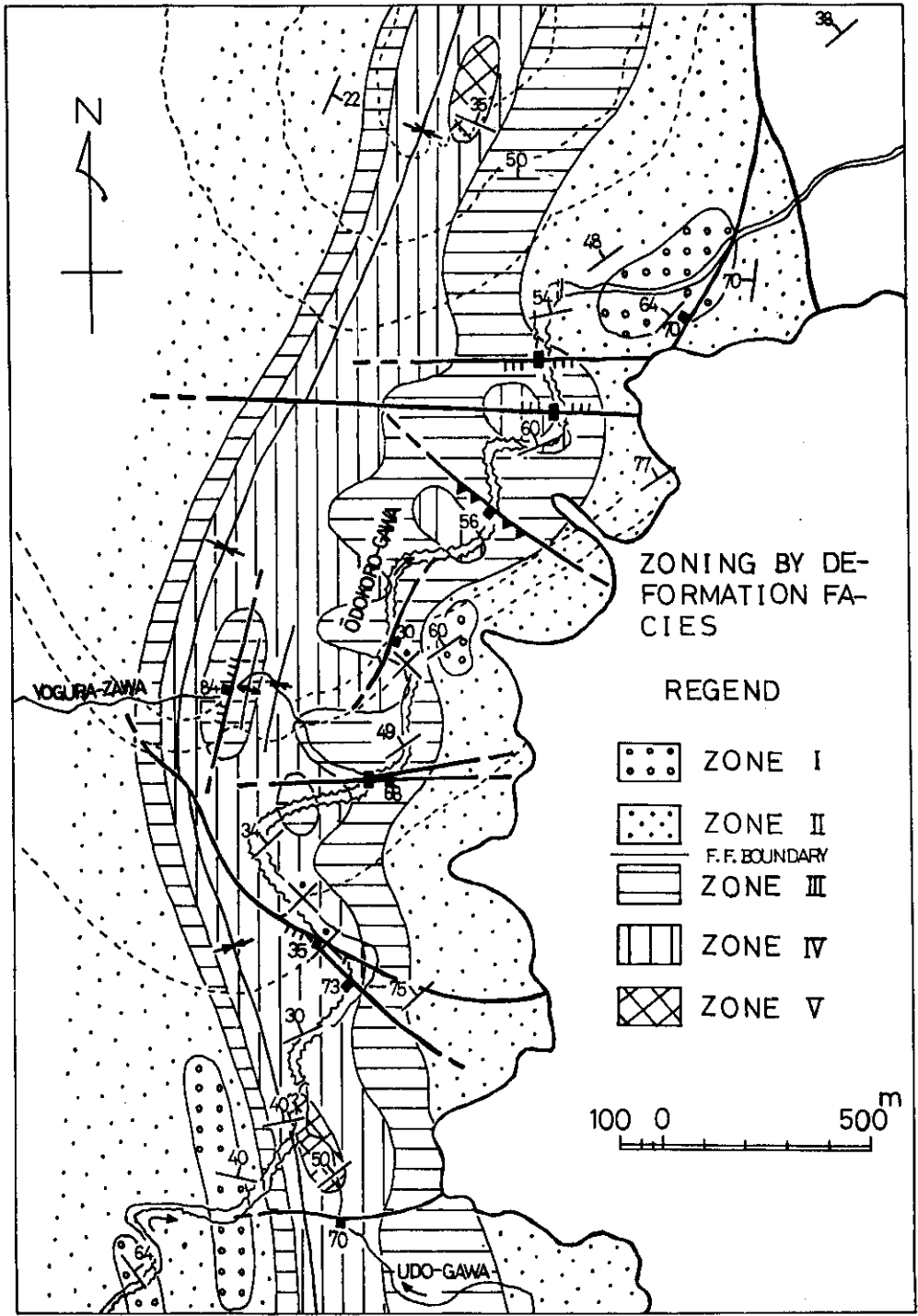
\*講演したものに修正を加えた。

### 文 献

- (1) 植村・他(1976):第13回自然災害科学総合シンポジウム.
- (2) 植村(1978):日本地質学会85年学術大会講演要旨.
- (3) 植村・横田(1977):日本地質学会84年学術大会講演要旨.







## DEFORMATION FACIES

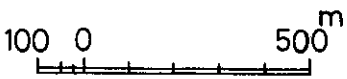
FACIES STRUCTURE	MECHANISM	ZONING				
		I	II	III	IV	V
layer-normal joint	extension fracture	—	—	---		
layer-oblique fissility	Riedel shear	—	---			
layer-parallel fissility	bedding slip	—	---			
layer-normal fissure	extension fracture			---	—	---
undurate layering	oblique slip and partial flow			---	—	---
microfault	microfaulting			---	—	---
layer-oblique lens	oblique slip and partial flow			---	—	---
boudin and pinch-and-swell structure	laminar flow and extension fracture			---	—	---
various microfractures	general flow					---
so-called flow structure	total flow					---



ZONING BY DEFORMATION FACIES

REGEND

-  ZONE I
-  ZONE II
-  F.F. BOUNDARY
-  ZONE III
-  ZONE IV
-  ZONE V





# 北上山地南端部・雄勝背斜の形成機構

新潟大学 萩原博之

## 1. はじめに

北上山地南端部の雄勝地域には、二畳系および三畳系の粘板岩・砂岩が広く分布し、雄勝背斜を中心として複背斜構造を形成している。この褶曲はスレート劈開の発達・軸部と翼部の層厚変化などから shear fold とされているが (TOKUYAMA, 1965), 筆者はこの雄勝背斜を対象にして, shear fold が形成されるメカニズムを明らかにすることを目的に, 地質構造・スレート劈開などのファブリックを取り上げ, その分布, 相互関係などから雄勝背斜の形成過程を組み立ててみた。

## 2. 層序・地質構造

雄勝地域には下位から二畳系叶倉統の小八景島砂岩層・小浜石灰岩層, 渡米統の雄勝黒色粘板岩層, およびこれらを不整合に覆う三畳系稲井層群の平磯砂岩層・大沢砂質粘板岩層・風越砂岩層・伊里前砂質粘板岩層が発達している。全体の地質構造は雄勝背斜を中心とした波長約 9 Km の複背斜構造をなし, 褶曲軸は北北東—南南西方向で南に 5~10° プランジしている。

## 3. 褶曲

複背斜構造は大小様々の褶曲からなるが, これらはそれが規制する地質構造と波長などから 1 次から 4 次までのオーダーに区分できる。1 次は複背斜構造を規定し半波長約 5 Km。2 次は背斜と向斜が対になって分布し, 半波長約 200~300 m。3 次は半波長約 50~100 m でいくつかの地域に群をなして分布している。4 次は波長 2~4 m の露頭単位で認められる。

これら各オーダーの褶曲の関係をみると, 1 次の雄勝背斜は雄勝湾南岸を中心にして「く」の字状に屈曲し, 北側で北北東—南南西方向, 南側でほぼ南北方向を示す。これに対し, 2 次以下の褶曲は全域で北北東—南南西方向を示す。

## 4. スレート劈開

スレート劈開は全域で北北東—南南西の走向を示し, 全体の主要な構造方向に一致する。傾斜は全体として 70° 前後の東傾斜であるが, 連続的に変化し, 所によって 20~30° を示し, いわゆる Cleavage fan を形成している。

スレート劈開の発達方向と褶曲の配列との関係を見ると, スレート劈開は 1 次の雄勝背斜とは無関係で, 2 次以下の褶曲と調和的に発達している。また層理面との関係を見ると, 雄勝背斜を境に東翼と西翼で大きく異なり, 東翼ではスレート劈開は層理面と斜交しているが, 西翼では両者はほぼ一致していわゆる bedding cleavage となっている。

## 4. 節理

節理は横断節理と縦走節理の 2 系統が識別できる。横断節理は全域で西北西—東南東の走向を示し, 南に 70~90° の傾斜を持ち, 全体の構造方向に直交する方向を示す。また節理面はなめらかな平面で, スレート劈開を明らかに切っている。

## 5. 層理面に見られる小構造

粘板岩の層理面には, 裂か・0.1~5cm の厚さの粘土フィルム・striation などの小構造が見られる。こういった小構造は 20~50 cm の間隔で発達し, 特に粘板岩中の砂岩ラミナと粘板岩の境界面でよく見られる。また小構造を持つ面はスレート劈開の方向に平行な軸を持つ小じわが見られる場合が多い。これらの分布は striation を除いて雄勝背斜軸部およびそれ以東, 尾浦断層以西に集中している。

## 6. 貫入岩類

普通輝石普通角閃石矽岩の小規模な貫入岩体が全域に分布している。この貫入岩類の貫入型式には, スレート劈開に平行なものと層理面に平行なものの 2 つのタイプがある。この 2 つのタイプの貫入岩は, 岩質にも貫入される地層にも関係なく発達している。

## 7. 褶曲の形成過程

以上のようないくつかの構造の形成過程をまとめてみると図2のようになる。まず各オーダーの褶曲は、1次と2次以下の褶曲軸の方向のちがいで1次の褶曲の形成時期と2次以下の褶曲の形成時期に区分される。スレート劈開は2次以下の褶曲と調和的に発達することから、2次以下の褶曲の形成時期に形成されたものとみなされる。cleavage fanの形成時期については現在のところ決定的な証拠はないが、スレート劈開は形成した後の一連の褶曲運動によってさらに変形すると考えられるので、一応スレート劈開形成以後 Cleavage fan が発達したとしておく。

次に節理はスレート劈開を切って発達しており、スレート劈開形成以後おそらく褶曲運動末期ないしそれ以後に形成されたものであろう。層理面上の小構造は層理面に沿って発達し、しかも等間隔に発達することから bedding slip に起因するものと考えられる。またスレート劈開によって変形を受けていること、雄勝背斜に調和的な分布を示すことから一次の褶曲形成時期に形成されたものとみ

なされる。貫入岩は2つのタイプがあることから、スレート劈開形成前後に貫入したとされる。貫入時期は前期白亜紀に南部北上山地一帯に活動した火成活動と時期を同じくするものと考えられる。

以上のことから、雄勝背斜の褶曲様式は bedding slip を伴う flexural slip fold, スレート劈開を形成する shear fold, cleavage fan を形成する flow fold という過程をへて変化していくと考えられる。このことは褶曲運動がその発展過程において、それぞれの環境条件に応じた変形を行っていくことを示しており、雄勝地域のスレート劈開を伴う shear fold は、一連の褶曲運動の中の一段階とみなすことができよう。

#### 文 献

- TOKUYAMA, A., 1965: Faltungsstockwerke in der Ojika-Halbinsel Nordostjapans. Scientific Papers of College of General Education University of Tokyo, vol. 15, No.2, 217~235

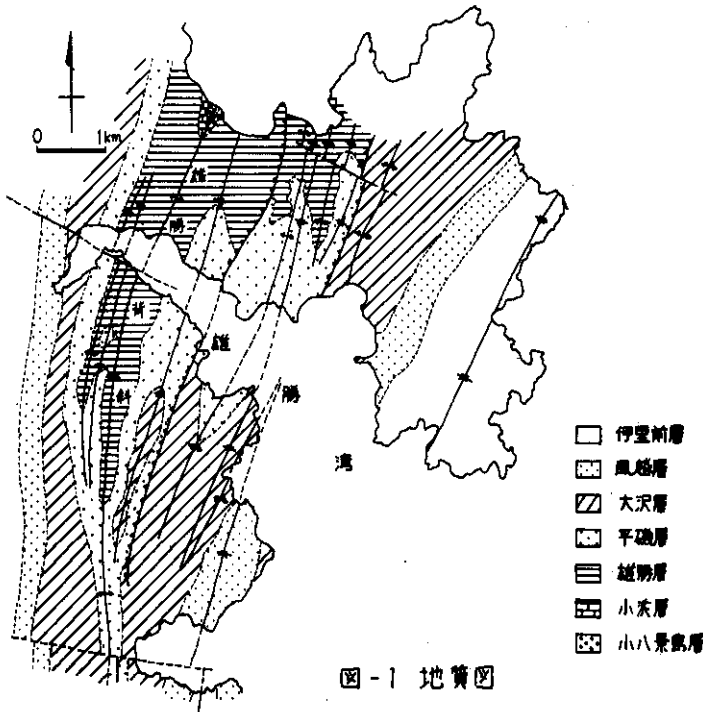


図-1 地質図

## 武蔵野台地の形成と基盤のブロック運動

東海大学 小山伸・坂口勝美  
地質調査所 小玉喜三郎

武蔵野台地の形成と地殻変動については、貝塚(1974)をはじめ、古くから議論されており、第四紀後期の海水準変動に伴う同台地形成以後、北東方向へ傾動したと推定されている。筆者らは最近の地下地質資料(都土木研, 1977)をもとに同様の問題を検討した結果、同台地が基盤のブロック上昇運動の形態を反映して形成されたと推定される結論を得たので紹介する。

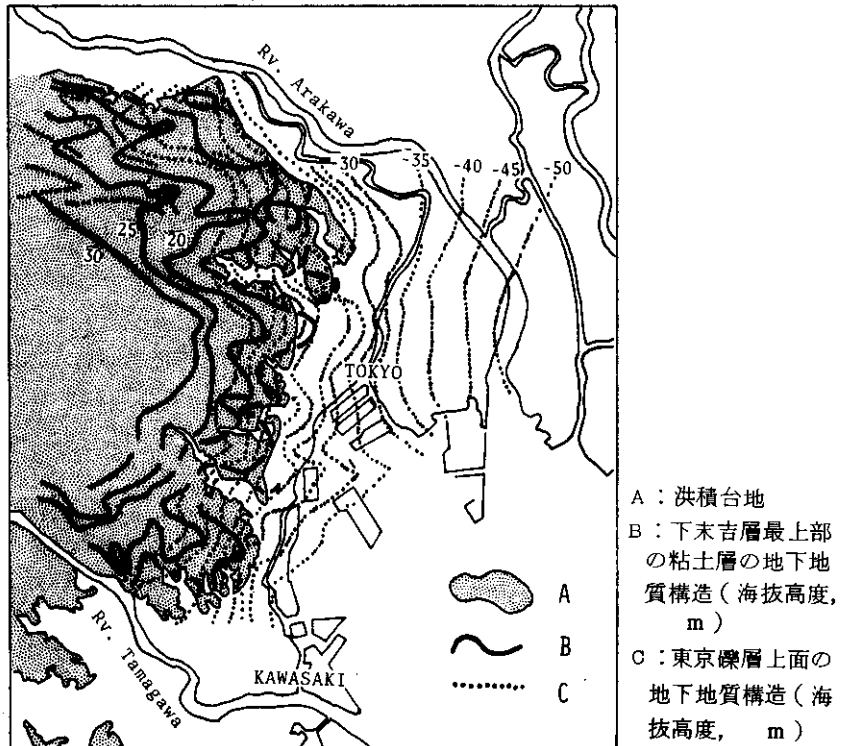
第1図は武蔵野台地東部の地形(標高10mコンター以上)と地下の下末吉層最上部粘土層上面のコンター(B)及び東京礫層上面のコンター(C)を重ねて示したものである。この図から、台地地形のりんかくが地下地質構造とよく対応していることがよみとれる。特に台地北西部に発達する神田川沿いの低地の形成は、

粘土層や礫層の沈降に規制されていると推定される。なお、地下地質構造にみられる彎曲の最大傾斜部は、現在の地表における洪積台地と沖積低地の境界ふきんに存在するとみなされる。

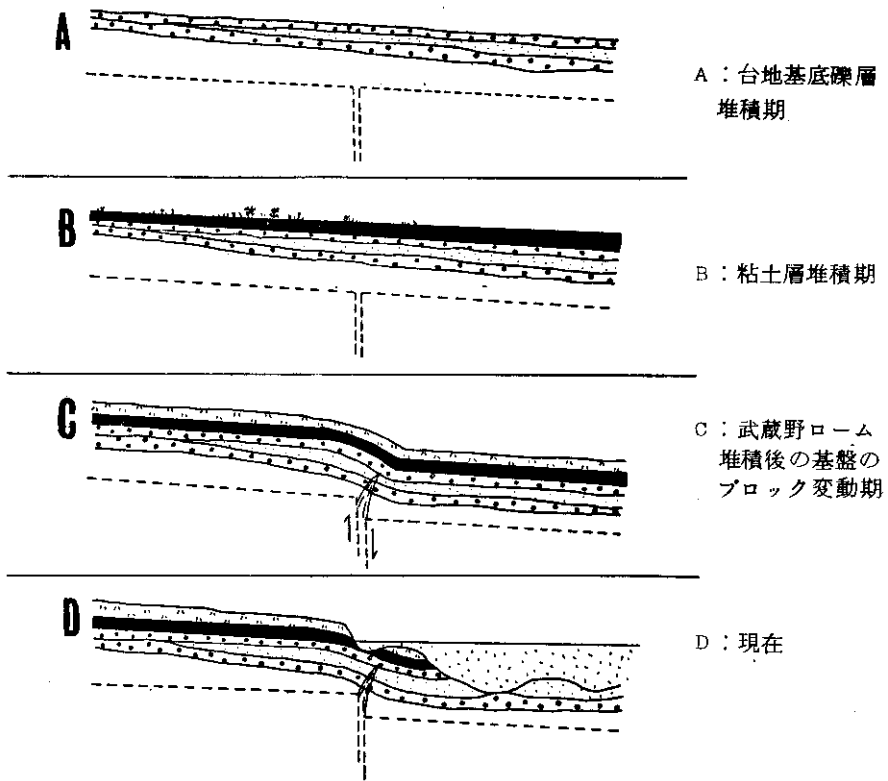
第2図は台地の形成過程を模式的に示した図で、図のように、武蔵野ローム層堆積後、基盤のブロック変動により、現在の台地地形が形成されたと推定した。

### 文献—

- 貝塚爽平(1964) 東京の自然史, 紀伊国屋新書  
東京都土木技術研究所(編)(1977) 東京都総合地盤図I, 東京都地質図集3, 報堂



第1図 武蔵野台地と地下地質構造



第2図 武蔵野台地形成過程の概念図

## 津軽半島南部地域の主要構造の形成機構について

東北大学 三村 高久

地表調査より得られた種々の資料に基づき、津軽半島南部地域の構造発達史を編み、それを基に地質現象のモデル化を行ない、数値実験によりその力学的妥当性の検討を行なった。

本地域に分布する新第三系は、南北方向の津軽断層を境に東西両地域で層相・層厚を著しく異にする(第1図)。西側地域には下位より長根層、馬ノ神山層、源八森層、不動ノ滝層および味噌ケ沢層が、東側地域には土筆森山層および天田内川層が分布する。立山層は東西両地域に分布し、新城層は東側地域にわずかに分布する。立山層は下位の地層と傾斜不整合関係にあり、他の地層すべて下位層と整合関係にある。

津軽断層の西側には馬ノ神山ドーム状背斜が、東側には砂川沢断層、砂川沢向斜などが

ある。津軽断層と砂川沢断層とは馬ノ神山ドーム状背斜東翼および砂川沢向斜西翼の急傾斜部に発達し、これらの褶曲軸と平行することから、一種の褶曲断層であり、褶曲翼部の傾斜から70~80度西傾斜した高角逆断層であると推測される。また津軽半島東西両地域の対比(第1図)から明白なように、西側地域は相対的隆起帯に、東側地域は沈降帯に相当する。

岩相・層厚変化の解析から、不動ノ滝層および味噌ケ沢層堆積時には堆積盆地は南北方向に延びており、その中心は津軽断層の東側にあったこと、および堆積盆地中軸西縁の津軽断層とほぼ一致する位置に堆積速度・堆積環境の急変線があったことが明らかになった。

岩相・層厚変化、味噌ケ沢層あるいは天田内川層と立山層との間の傾斜不整合、大規模

および小規模断層の活動時期などは、味噌ヶ沢層堆積後、立山層堆積時前に造構運動があったことを示す。この時、堆積速度・堆積環境急変線の位置に逆断層性の津軽断層が、その上盤の西側に馬ノ神山ドーム状背斜が、その下盤の東側に砂川沢断層、砂川沢向斜などが形成された。

津軽断層および砂川沢断層は、これらの西方約6 Kmに発達する石田坂逆断層と断層の性格および活動の同時性（少なくとも3者とも味噌ヶ沢層堆積後、立山層堆積時前に活動）から共役関係にあると思われる。また、本地域において広範囲に卓越する小断層は、南北方向の逆断層のみである。これらの逆断層性小断層は、発達層準および構造との調和性から大部分味噌ヶ沢層堆積後、立山層堆積時前に形成されたと推測される。大規模断層および小断層とも水平面内で東西方向の最大圧縮応力を指示する。以上から、上述の造構運動の成因は東西方向の圧縮応力にあるものと推論される。

上述の推論の妥当性を検討するため、味噌ヶ沢層堆積直後の東西模式断面一物性が顕著に異なる基盤と被覆層とより成る2層系、非対称的基盤レリーフを考へ、側方より強制変位を与えるモデル(第2図)を設け、平面歪弾塑性体有限要素法によって解析した。

この結果(第3図)、歪は基盤上面の凹部P

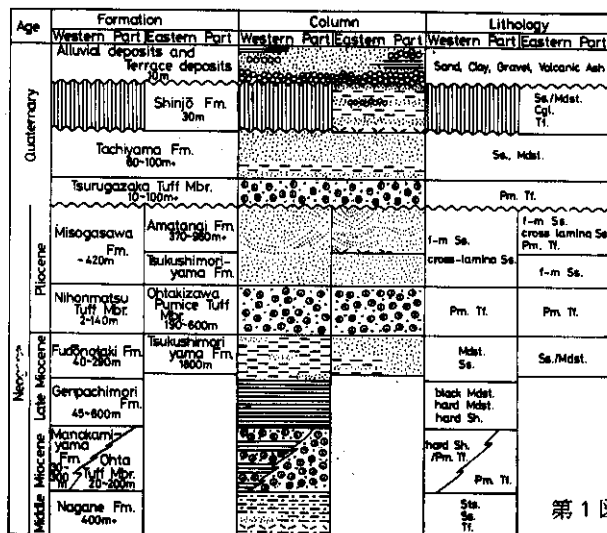
を中心とした1対の帯状部 $XX^1$ ,  $YY^1$ に集中すること、およびこの集中現象は $XX^1$ を中心とした帯状部が他方よりもより顕著であることが明らかになった。このことは、 $XX^1$ を中心とした帯状歪集中部に逆断層のできる可能性が高いことを示している。いったん断層が発生すれば、その後の変形は断層面に集中しやすくなる。したがって $YY^1$ を中心とした帯状歪集中部には断層は生じないか、あるいは生じたとしてもその断層は大規模なものには成長しないと思われる。

断層発生後の変形は食違い弾性論に従って進行すると考えられる。Sauoge et al.(1966)は、逆断層の場合を食違い弾性論によって計算している。これによると逆断層を境に、上盤側は断層側の翼部の地層が他方のそれよりも急傾斜した非対称背斜状隆起域となり、下盤側は断層側の翼部の地層が他方のそれよりも急傾斜した非対称向斜状沈降域となる。

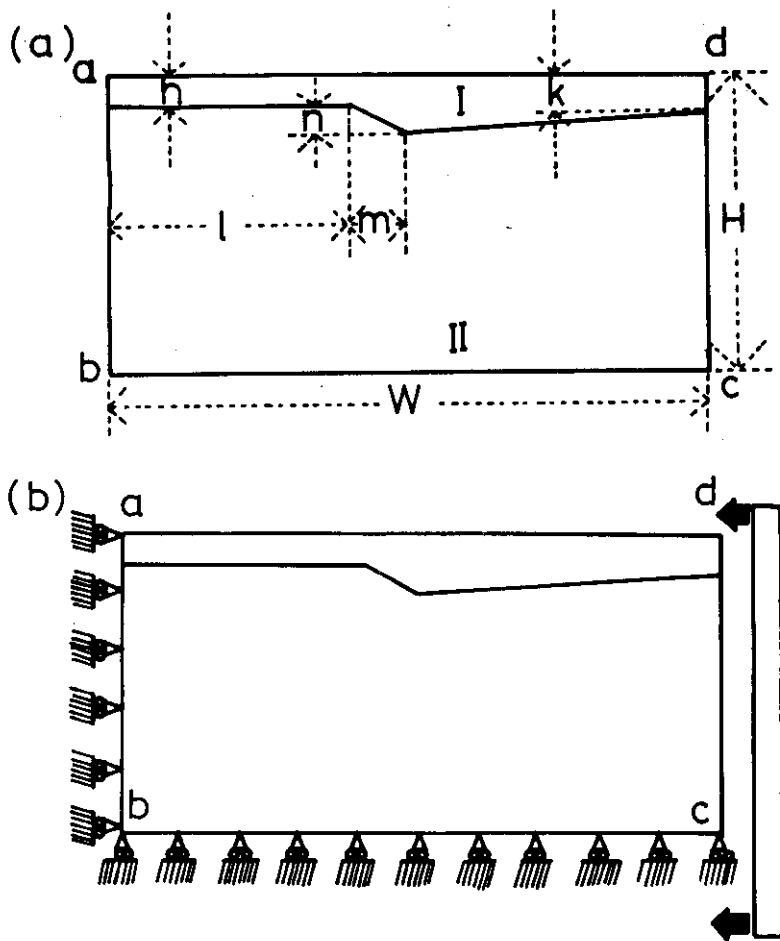
こう考えるなら有限要素法による数値実験の結果と食違い弾性論とを組み合わせれば、津軽半島南部地域の地質構造の特徴は合理的に説明できる。

### 文 献

- Savage, J.C. and Hastie, L.M., 1966, Sorfae Deformation Associated with Dip-slip faulting. *Jour. Geophy. Res.*, vol. 17, p. 4897-4904



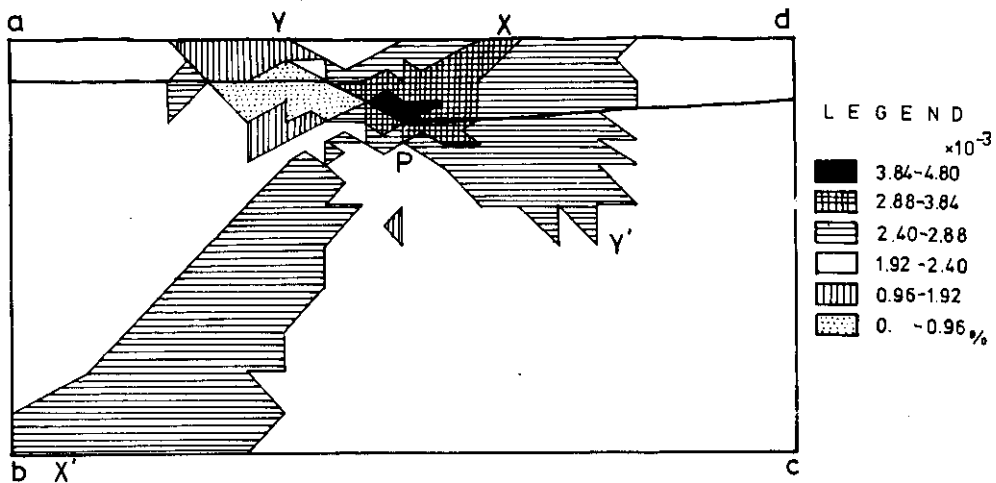
第1図 総合柱状図



第2図 地質現象のモデル化

(a) モデルの初期形態

(b) 境界条件



第3図 相当塑性歪分布

## グリーンタフ造山における陥没盆地の発生機構—粉体によるスケール・

### モデル実験

埼玉大学 小室 裕 明

筆者ほか(1977)はさきに、有限要素法による数値実験で、グリーンタフ造山における隆起—陥没をもたらした原因が、地下10~20数kmに存在するマグマだまりによるものであることを示した。その時に「今後の課題」として陥没形成のメカニズムにかんする実験について以下にのべる。

実験材料は、セメント試験用標準砂とベントナイトを適当な割合で混合した粉体を用いた。その割合は、

材料Ⅰ…砂：ベントナイト=3：1、密度  
= 1.68 g/cm<sup>3</sup>

材料Ⅱ…ベントナイトのみ、

密度= 1.12 g/cm<sup>3</sup>

で、せん断強度はともに1160~1720dgn/cm<sup>2</sup>である。せん断強度はⅠの方がやや高く、内部摩擦角はⅡの方が高い。

長さの相似比を1/200,000としたので、実際のマグマだまりの深度を15kmとすると、模型では7.5cmとなる。そこで木製の箱に満たした材料の表面(地表)から7.5cmの深さに直径R(1, 2, 3cmの3通り)の“球”を埋め、これを箱の下からシャフトで上昇させる。そして材料の表面に生じる変形や破壊を上から観察した。

材料Ⅰにみられた破壊の進行過程は次の通りである。まず、表面がドーム状に隆起すると同時に最初にあらわれる破壊は、中心部から外側へ拡大していく放射状の割目である。放射状割目にやや遅れてこれとほぼ直交しながら環状に配列する割目が生じる。(環状といっても割目自体は直線的で、決してわん曲することはない)球が上昇しつづけるにしたがって地表の隆起も増大し、それとともに環状割目の内側が陥没しはじめる。一方、放射状割目の幅は大きくなるがこれに沿って落差が生じることはない。陥没部の内側は、このような放射状と環状の割目の組み合わせであ

るために、寸断された乱れた状態になっているが、その外側は放射状割目が多数発達しているにもかかわらず安定している。そして陥没部と陥没しない部分の境界はシャープである。陥没量は、隆起が進行するにしたがって大きくなり、7mmの隆起(実際のスケールで1400m)の時に1~2mm(200~400m)の陥没落差となる。

また、材料Ⅱで同様の条件による実験を行なうと、やはり放射状割目ができるがその数はⅠにくらべて少ない。そしてⅡの場合は隆起がすすんでも環状割目は発生せず、したがって陥没盆地は形成されない。材料のちがいで陥没盆地のできる場合とできない場合があるということである。

つぎに、材料Ⅰで球の直径Rを変えた場合にはそれに対応して地表の陥没部の領域が変化する。2cmの球に対しては直径2cmの範囲陥没し、3cmの球に対して3cmの範囲が陥没している。

藤田ほか(1970)や小室(1978)の例によれば陥没盆地の落差は400~500mと見積もられている。この程度の陥没落差であればその原因は隆起による地表の引張だけに求められる、ということが結論できる。

また放射状割目は、陥没の形式に直接は関与しないが、隆起とともに割目の幅が拡大していくことからマグマの通り道となることが十分考えられ、岩脈の配列の問題なども含めて今後このような点でフィールドを見直す必要があるだろう。

### 文 献

藤田至則ほか2名(1970)：本宿グリーンタフ形成期における造構運動—とくに陥没機構と火山活動について。地団研専報, 16, 81-95.

小室裕明ほか2名(1977)：グリーンタフ造

山における陥没盆地の発生機構——教値モデル実験による試論——。地質雑, 83, 5, 277-288。

—— (1978): 会津柳津地方における後期中新生陥没盆地の形成について。地球科学, 32, 2, 68-82。

## 日本海側地域における島弧変動

新潟大学  
積雪地域災害研究センター

藤田至則・高浜信行

筆者は、ここ数年来、主として、西南日本において、つづいて、関東地方において、島弧変動の発生期における地殻変動の解析を進めてきた。これらの成果はまだ未公表のものが多い。かって、グリーンタフ地向斜の中心部である日本海側地域にも、グリーンタフの変動と重って島弧変動が進行したことについてのべたことがある(藤田至則, 1974)。島弧変動の地質現象として最もいちじるしいのは、断裂に引続くブロック変動であるが、その頃までは、日本海側地域で、実証された例を知らなかったのである。

最近、新潟地方の東部を調査する機会にめぐまれたが、その折に、日本海側地域にも、太平洋側地域と何ら変らない形式の島弧変動が発生していることがわかったので報告する。なお、このことについては、別に、かんたんな報告をだしてあるので、それをも参考にさせていただきたい(藤田, 1978, 青木滋ほか3名, 1978)。

上越線の湯沢駅付近には、新幹線の設置のための地盤調査に際し、多くのボーリングやトンネルの掘削が行われている。先第三紀の基盤岩が地表に露出している近くのボーリングで、鮮新紀(西山層)に属すると思われる礫岩層が厚さ約600m、その上に、鮮新~更新紀(魚沼層)が厚さ約300mにわたって発達している。前者は垂角礫を主とし、淘汰が不良で、一見、扇状地型の礫相を呈する。このボーリング現場よりも、もっと基盤岩よりの部分に、次のような特殊な層相を呈する礫岩層が露出している。それは、湯沢駅の東側正面の連続のよい露頭にみられるもので、飯土火山の基盤をなしている。この礫岩の層相

の特徴はすでに茅原一也によって紹介されているが、それは、珪質頁岩の巨礫をふくむ角礫が多く、礫を基質の岩質は同じで、すこぶる固結度が高い。周辺の地質構造からみて、上記の西山層の縁辺相と判断される。この角礫岩が、崖すい性礫をいみしていることはいりまでもない。

以上のことを総合すると、湯沢付近には、鮮新世の初期に、その東側に、かなりの高さ——礫岩層の厚さからすれば600m以上——を示す崖——断層崖——が発達して、そのふもとに崖すい性礫、少し離れた部分に扇状地性の礫が堆積したということになる。

このような事実を、湯沢地方ばかりではなく、じつは、新潟市の東方の笹神地方においても2ヶ所で見出した。こまかい点は省略するが、いずれも、鮮新世に属する地層の基底に、淘汰の悪い角礫岩が発達し、巨礫を含み礫質と基質の岩相は同じであり、ともに、不整合上位にあって、かっての堆積盆地の縁辺部に発達した崖すい性の礫岩である。ということは、湯沢地方と同じく、この地方においても、鮮新世初期には、その東側にいちじるしく、高い断層崖が出現したということを読み取る。

新潟地方では、以上にのべた地域よりも、より西方、つまり、盆地の中心に近い部分で非常に多くのボーリングがされている。これらにもとづいて鮮新世(西山期)初期の堆積環境や造構運動について、石油地質学の面からのべたものが知られている。その1つによると、このような地域には、鮮新世(西山期)の初期に、いちじるしいSlumping(海底地送り)が発生するのがふつうのことであると



いう(小松直幹, 1978)。このことも、前記の筆者の指摘する現象と調和的である。

要するに、グリーンタフ地向斜の中心に近いような日本海側にも、島弧変動がけんちよに現れているのである。最近、秋田～山形地方には、鮮新世になって別質の変動が発生し、それを出羽変動がよぶという内容の論文を改めて見出した。それは、藤岡一男氏の石油技術協会誌にのっているもので、藤田は、高浜信行氏に教示をうけて知った。そもそも、出

羽変動とは、有名な石油地質学者の一人、大村一蔵氏の命名したものとされている。

藤岡氏の出羽変動には、藤田が指摘する島弧変動の内容をはじめとして、グリーンタフ地向斜特有の変動もふくめられているように思えるが、しかし、グリーンタフ造山と別質の変動が、グリーンタフ地向斜の中心動である秋田地方でも、はっきり区別できるという主張に共感を覚える。いづれ、それらを整理し、改めて公表したいと思う。

### 新第三紀の日本海発達史について——日本海における古海水準の推定——

大阪市立大学 竹内 章・松岡数充・清野清治

亜海洋性地殻をもつとされる日本海は、その発生から今日の姿勢にいたるまでの間、どのような古地理的変遷を経てきたのであろうか。日本海における海域の面積の変化については、主として日本列島およびその周辺における海成層の分布や古生物学的に推定された汀線などに基づいた概念的な古地理図が提案されている(たとえば、藤岡, 1968; 市川ほか編, 1970; 池辺, 1978)。他方、日本海における水深の時代的変遷については、これまでのところ系統的な研究はほとんどなされていまいように思われる。これは、主として海底地質資料の不足が原因であろう。しかし、現在までに得られている地質・地物データを総合すれば、上記古地理図と同じ程度に、水深や海水準の時代的変遷を議論することは可能である。今回は、とくに global な海水準変化や海盆底の沈降運動を考慮に入れて検討したので、その方法の骨子と結果の一例を紹介する。

現在の日本海には、各地に過去の海水準を直接～間接的に示す Marker(海蝕台・平頂海山あるいは淡水成層など)が知られている。これらの Marker の形成年代が判明している場合には、Marker の現在の深度を年代順に並べることによって海水準変化の経路をチェックすることが可能である。

過去( $t$  my.BP.) の海水準 Marker の現在における水深  $\delta$  (表 1 を参照) は、 $t$  my.BP. から現在までの global な海水準上昇量  $D$  および海盆底(Oceanic basement)の沈降量  $C$  によって記述される。すなわち、 $\delta = D + C \dots\dots(1)$ 。

海盆底の沈降は、今回のように  $10^6$  年程度の時間間隔で新生代を検討する際には、isostasy が成立している状態で進行するものとみなし得るから、現在の日本海における isostasy の補償レベルは、海盆底の形成以来ずっと、上部マントルの低速度層中に固定されていたものと仮定する。海盆底の沈降には、種々の要因が複合しているものとみられるが、ここではその主要なものとして、(1)海水準の上昇  $D$  すなわち海水による荷重の増加に起因する沈降、(2)堆積物の増加分  $h_m$  に相当する沈降、(3)海盆の基盤岩(亜海洋性地殻・マントル)の冷却または厚さの増大  $h$  による沈降、という3つの要因を考えると、全沈降量  $C$  は次のように定義される。

$$C = \frac{\rho_w}{\rho_a - \rho_w} D + \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_a - \rho_w} \Delta h_s + \frac{\rho_m - \rho_a}{\rho_a - \rho_w} \Delta h_m \dots\dots(2)$$

ここに、 $\rho_w$ ,  $\rho_s$ ,  $\rho_m$ ,  $\rho_a$  は海水、堆積物、上部マントルとその低速度層それぞれの密度(順に、1.03, 1.7~2.7, 3.3, 3.04~3.06 g/cm<sup>3</sup>)である。海水準の変位量  $D$  は、(1)・(2)両式か

らただちに導かれる。すなわち、

$$D = \frac{\rho_a - \rho_w}{\rho_a} \delta - \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_a} \Delta h_s - \frac{\rho_m - \rho_a}{\rho_a} \Delta h_m \dots (3)$$

さて、現在水深  $d'w$  である海域における  $t$  my.BP 当時の水深を  $dw$  とすると、両者には上述の  $C$  および  $D$  を介して次のような簡単な関係がある。すなわち、 $dw = d'w + \Delta h_s - (D + C) = d'w + \Delta h_s - \delta \dots (4)$ 。さらにつけ加えるならばこのことは、global な海水準変動  $D(t)$ 、堆積速度  $R(\Delta t)$ 、海盆の基盤岩自体の厚さ  $L(t)$  の変化が前もって与えられるならば、対象とする海域における水深の時代的变化  $d(t)$  は次式によって記述されることを意味している。すなわち、

$$d(t) = d'w + \sum R(\Delta t) \cdot \Delta t - [D(t) + C(t)] \dots (4)'$$

次に、日本海の発達史に関して少しだけ立ち入ることにしてしよう。Toksoz & BIRD (1977) ・ WATANABE *et al.* (1977) によれば、(1) 背弧盆はその海盆底が形成された後およそ 30 my 後には熱史的にみて成熟期あるいは定常状態に達する、(2) 現在の日本海はこの状態にある、とされている。こうした定常状態にある背弧盆では、それ以上海盆底の沈降は進行しない。そこで、日本海の基盤岩の生成年代表 1

がおよそ 45my.BP. あるいはそれ以前であり、現在の日本海は定常状態に達した後、少なくとも 20my 程度の時間が経過しているものと考えるならば、今回検討した期間（新第三紀）については(3)式の第3項を無視することができる。現在約 3500m の水深を示す日本海盆についてみると、16~20my.BP. 頃の水深は約 2650m、海水準は現在よりも 1300~1400m 低下していたと算定される。その後、海水準は 16~13my.BP. にかけて 600~700m 上昇し、さらに最近の 2~3my の間に 600m 近く上昇したことになる（表 2 を参照）。

今回の報告では省略したことであるが、日本海の基盤岩の生成年代はもっと若くて定常状態に達してまだ間もないと考えるべきであるとすれば、問題は(3)式の第3項をどのように適切に見積るか、したがって上記  $L(t)$  をどのように定式化するかにかかっている。また、今回の試算では上部マントル低速度層最上部の平均密度  $\rho_a$  を 3.05g/cm 内外に見積っているが、この値は小さすぎるかも知れない。

近い将来、海盆底の層序が確立され、深部の密度構造などが明らかになってくれば、この種の検討はもっと詳細かつ確定的に行うことができるであろう。

Sea-level Marker	Locality	Depth $\delta$ (m)	Age (myB.P.)
(1) wave cut bench	YAMATO Rise, OKI Bank, Marginal Plateau	200 450	0.3 1.8
(2) rounded gravel	MATU Seamount	975	4.2
(3) Pollen	NW flank of YAMATO BK.	1600 (-300)	5.5
(4) rounded	MRIYO Seamount	1435	13.4
(5) fresh water diatomite	NE flank of YAMATO BK.	2340	16
(6) wave cut bench	BOGOROV Ridge	2550	20 ± 5

表 2

age	D	$\Delta h_s$	hs	$d'w + \Delta h_s$	$\delta$	dw	E
0.0my	0m	0m	1500m	3500m	0m	3500m	-3500m
0.3	130	28	1472	3528	200	3328	-3458
1.8	270	169	1331	3669	450	3219	-3489
4.2	580	395	1105	3895	975	2920	-3500
5.5	680	517	983	4017	1300	2717	-3397
13.4	710	1260	240	4760	1435	3325	-4035
16	1280	1500	0	5000	2340	2660	-3940
20	1400	1700	(-200)	5200	2550	2650	-4050

## HimalayasのMain Central Thrust Zoneとその意義

北海道大学 在田 一 則

ヒマラヤには主要な断層帯(あるいは構造帯)が3つある。南からMain Boundary Fault(M.B.F.)およびMain Central Thrust Zone(M.C.T.Z), Indus Suture Line(I.S.L)である(図1)。M.B.F.は北の古期岩類と南のアルプス造山運動のモラッセ堆積物であるシワリーク層群の境界をなし、現在も活動中と考えられる。I.S.Lはヒマラヤの北側を東西に流れるインダス河、ツアンボ河に沿って分布する。中生界、新生界の中に点在するいわゆるオフィオライト帯で、その延長はアフガニスタン、ギリシャに つづいている。

M.C.T.Zは南のエオカンブリア紀~前期古生代の非~弱変成堆積物(ミッドランド層群)と北の高度成岩(ヒマラヤ片麻岩類)の境界をなし、北へ傾斜する衝上断層である。この衝上断層は場所により2つあるいはそれ以上に分れ、その厚さは2000~3000mに達するところもある。従来、上盤のヒマラヤ片麻岩類と下盤のミッドランド層群との境界としてのMain Central Thrustをどこにとるかが一つの問題とされてきたが(Valdiya, 1977), 著者はこれを一つの構造帯(断層帯)と考え、M.C.T.Zと呼ぶ。

見かけ上、下位のミッドランド層群はゆるい傾斜の箱型褶曲を示す大きな複背斜構造をなし、非変成ないし弱変成の各種堆積物からなる(Hashimoto, et al. 1973) 一般に、北へ変成度が高くなり、M.C.T.Z近くでは黒雲母片岩がみられる。ミッドランド層群の上に衝上しているヒマラヤ片麻岩は藍晶石-ザクロ石片麻岩など典型的なパロビアン型の変成岩からなり、高温部には珪線石もみられる。このヒマラヤ片麻岩はところにより大きく南へ張り出して、クリッペを作っている(図2)。

M.C.T.Z.を構成する岩石は主に、黒色および緑色千枚岩、緑色片岩、黒雲母片岩、珪

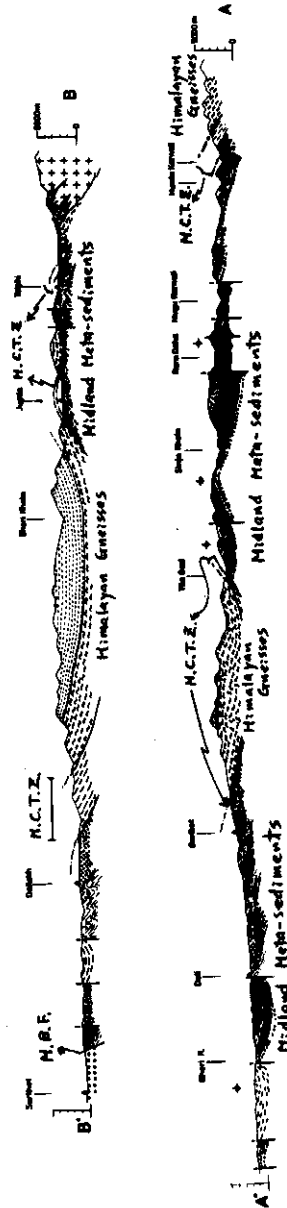


図1 ヒマラヤにおける3つの主要な断層帯(構造帯)の分布。丸は浅発地震震央を示す(Molnar, et al. 1977)。

岩、角内岩、石墨千枚岩である。回転状組織を示すザクロ石斑状変晶をもつザクロ石-黒雲母-緑泥石千枚岩質片岩やミロナイト質眼球状片麻岩を含むのが特徴的である。これらの岩石は一般的にミロナイト質であり、下位のミッドランド層群よりも変成度が高いことも特徴的である。この現象は、下位のミッドランド層群が上位に向かって変成度が若干高くなっていることと共にヒマラヤの逆変成作用 (reverse metamorphism) として古くから注目されている (Gansser, 1964 など)。著者はこのような逆変成作用は M.C.T.Z. の活動に伴う運動によるものであり、古い広域の変成作用とは区別すべきものと考えている。

上述のような M.C.T.Z. の分布、岩相などから考えると、M.C.T.Z. の活動はアルプス期運動の基盤岩類の再活動化に伴う構造運動と関連したもので、M.C.T.Z. は丁度、ヒマラヤ片麻岩類の南への衝上運動の滑り面の役割を果たしたものと思われる。M.C.T.Z. の中にみられる眼球状片麻岩は、このような運動の際に、基盤岩類が溶融したものが注入した

ものか、あるいは基盤岩類の一部そのものが持ち上げられ、もみ込まれたものであろう。

プレート・テクトニクスの考えでは、インド亜大陸とアジア大陸との衝突によりヒマラヤの形成を考えているが、その境をどこにするかはいろいろな意見がある。M.C.T.Z. を境とする考えもあるが、ヒマラヤの北側にも Gondwana 型の堆積物があることから、強いて境界を考えるならば、I.S.Z. を考えるのが適当であろう。

#### 文 献

- Gansser, A. (1964): *Geology of the Himalayas*, John Wiley and Sons, 289 pp., London  
 Hashimoto, S. et al. (1973): *Geology of the Nepal Himalayas*, Saikon Publishing, 286 pp. Tokyo  
 Molnar, P. et al. (1977): *Colloques internationaux du C.N.R.S. No. 268 Ecologie et Géologie de l'Himalaya* p. 269~296.  
 Valdiya, K.S. (1977): *Colloques internationaux du C.N.R.S. No. 268 Ecologie et Géologie de l'Himalaya* p. 449~462

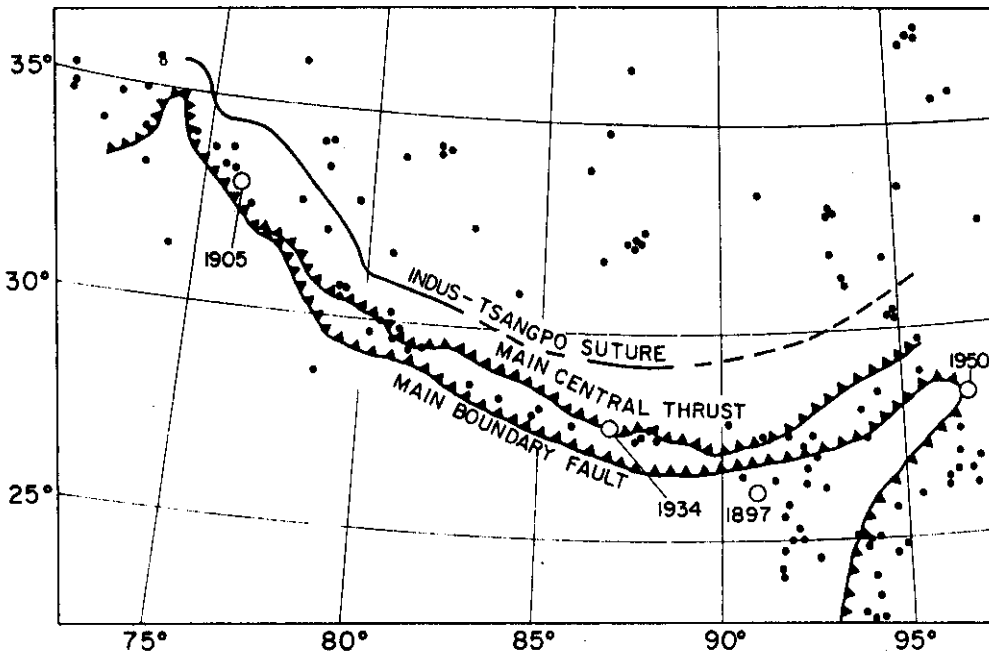


図2 西ネパールにおける南北地質断面図

構造地質研究会「夏の学校」シンポジウム  
「地殻の構造と深部の造構過程」

近年、地殻の深部に関して種々の地質・地球物理学的な情報が急速に集積され、それに伴って地殻の深部過程についての我々の知識も深まってきました。この様な情勢下で我々構造地質学を学ぶものにとってどのように地殻の構造と深部の造構過程にアプローチしたらよいのか考えてみようというわけで上記のテーマのシンポジウムがもたれました。

この内容については、例会参加主義の立場から、ここで詳しくのべるのはさけますが、事前に何人かの会員に以下の項目でアンケートをとりましたので、その内容を一部紹介し、さらに小玉会員の感想を加えてお知らせいたします。

① 1964~1969年に行われたU.M.P.では、日本列島の深部構造を示す3つの横断面が作られました。これらは、その当時までの深部造構過程に対する考えを背景にして描かれていると考えられます。あなたは、現在の時点でこのような断面については基本的には変わらないとお考えですか。それとも新たな概念で描かれるべきだとお考えですか。

② 上のような深部構造の特性を推定する上で地表付近の構造現象の中で注目すべきものはどんなものだとお考えですか。また、深部の造構過程と地表の構造形成過程はどのような機構で関連しているとお考えですか。

③ 今後様々な方法を用いて深部構造を明らかにしていくためには、たとえばどのような方法が必要でしょうか。

④ 上のような方法と課題で地殻の構造を研究する具体的なフィールドとしてあなたはどのようなモデルフィールドをお考えですか。できれば予想される深部構造や深部造構過程のシステムを簡単に図示して下さい。

⑤ 上記のモデルフィールドでとり組まれる研究課題や方法の主なものをできたら簡条書きにして下さい。

⑦ 上のようなシステムでは内部（あるいは

境界）にどのような営力が作用していると考えられますか。

⑦ その他、シンポジウムの重点や進め方についてのご意見をお書き下さい。

アンケートに協力いただいた方々に感謝すると共に、その内容を次に掲載いたします。

（願不同）

(1) 鈴木耐元（地質調査所）

① A,B,C断面とも、地殻が基本的には垂直に近い断裂によって境されたブロック構造をもっているように描かれている点は賛成です。ただし、この種のいわゆる深部断裂はA,B,C断面に描かれているよりも多く、そのうち大構造単元を境するような規模の大きなものは、上部マントルのかかなりの深さにまでびていていると考えています。地質構造に将棋倒し運動が表現される必要があります。

② 地表付近の注目すべき構造現象としては、地質構造と火成活動との関係、褶曲構造と地層の層厚との関係、堆積盆地縁部の地質構造などがあげられる。地質構造はブロック化した地殻の垂直昇降運動によって形成されると考えています。

③ 1. 地殻構造を明らかにするために、重力や爆破地震資料の解析

2. マントル構造を明らかにするために、中・深発地震の走時の解析など。

3. アジア大陸から太平洋にかけて、より深部の構造解析。たとえばScS波によるコア表面の凹凸など。

④ 東北日本南部の東西断面

⑤ 1. ② のような現象に注目して地質調査。

2. ③ のような方法を具体的に適用する。

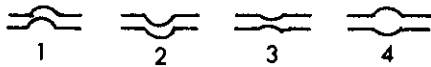
⑥ 造構運動をひき起すような大規模な対流は、マントル中にはないと考えています。重力分化過程が主要な営力でしょう。この問題は、地殻・マントルの構造が明らかにされる過程で決着がつくでしょう。

(2) 大槻憲四郎（東北大）

① 1. 爆破地震学から描かれた断面図と地表地質をもとに描かれた断面図との間に断絶（空白部）がある。また、浅発地震は6Km以内で起きていて、その下限はかなりシャープであることがわかっている。下部地殻と上部地殻との間に大規模なデコルマがあるのではなからうか。

2. UMP, C-zone 断面図ではたしか、下部地殻が薄かったと思うが、最近の研究で西南日本と東北日本は異なった地史を経ていくという結果（火山岩、岩相、堆積速度、変成作用……）を考慮するとより詳細な研究が必要であろう。

② かって、坪井先生の論文だったと思いますが、地殻の形態を下記のように分類している（形而上学的に）。



この観点から、下部・上部の地殻の厚さ、地表に分布する地層の時代、変形の時代、地層の厚さなどの量に注目し、因子解析を行ない、それを時系列化するといった方法がオーソドックスな改め方となろう。地殻構造解析の最近の成果はこのような方法に有理であろう。

③ 最も直接的な方法は深いボーリングを行うことですが、現在のボーリング可能深度は10Kmに達しません。つまり、6Km層を貫くことはほとんど不可能です。しかし、その上部さえ直接目で見ていないのですからボーリングは必要でしょう。精度の高い爆破地震も必要であると思います。2で述べた方法は物を手にとってみることができないかぎり、地殻の発達史をdynamicにとらえるという点で有望だと思います。

④ 地殻の発達史は、中生代以降は①海洋 active margin の造構過程に集約される。②20億年～古生代は、Continental Crust を裂く incontinental な geosyncline を主としたプロセスかも？、③それ以前はまた異なった様式のプロセス？。従って、中世代以降のプロセスは日本をモデルフィールドにしうるが、

他はむしろ外国がよい。②は、ベルホヤンスク geosyncline, アパラキア, ウラル, 地礼連などがよい。③→②→①の順に構造の単位は大きくなっていくのでは？→マンツルの運動も？、流体層の厚さ、温度の変化。

⑤ stress field, 堆積速度変遷（変形速度）規模, 継続期間。

6 我々は、まず、営力を先においてとりくむのではなく、地学のデータから営力を推定すべきである。④の①については上田誠也（科学）の中のに書かれている営力を考慮すべきであろう。

⑦ 異なったモデルが出てくるとは思います、ユニークな解法を決めるには、どんな性質のデータをどのくらいの精度で集めればよいかということ議論すべき。

### (3) 小玉喜三郎（地質調査所）

① 基盤以下までをブロック構造で解釈していることには基本的によいと思う。このような構造をさらに可能な限り地球物理的手段を用いて具体化し、平面的にチェックしていく事が今後必要だろう。一方で地殻のブロック構造と運動を一つの境界条件として、さらに、マンツル下の構造や運動まで推定していくことも必要と思う。

② ①地表部の新期構造と先第三系の基盤のブロック構造がどのように関連するか。例、イ・地表部の小断層や地層の撓曲と先第三系基盤の変形を明らかにする。ロ・褶曲の発生と基盤ブロックとの関係。ハ・新生代の堆積盆地の発生と基盤ブロックの関係。ニ・火山の分布と基盤ブロックの関係。③先第三系基盤のブロック構造と地殻下部・モホ面の（現在）ブロック構造との関連を明らかにする。

③ ①地質構造の解析と発達過程の復元……イ・地層の堆積条件（岩相・層厚）から変形（撓曲・褶曲・断裂）までの復元。ロ・将棋倒し構造と基盤運動の移動。②現在の地下構造を地質学的スケールに合わせ、地球物理学的手段で観測・測定する。イ・重力のスペクトル解析（先第三系基盤・モホ面の解析）。ロ・地震探査。ハ・ボーリング。ニ・海域の

断面に沿うエアガン・重力などの基本物理観測。⑤シミュレーション……様々な深部ブロック構造の運動と地表変形との関連機構を明らかにする。

④ フィールドA・関東堆積盆地、新潟堆積盆地、関東山地—同平野—房総沖、B・日本海—新潟平野—上越—同上。C・バイカル—アジア大陸—日本海—日本列島—海溝—太平洋

⑤ 3の方法で4のフィールドに応じた精度の課題を設定する。例・フィールドA—イ・基盤構造(形態)。イ・堆積構造。ウ・断裂構造他の解析。フィールドB, C—断面内での対比。

⑥ コアまでの上下変形→地殻のブロック化差別運動。

⑦ 具体的な研究方法の例を示して議論を進めていけばよい。

#### (4) 原部夫(広島大)

① 基本的にかきかえられるべきだと思います。この時期の日本の学会には、少なくとも断面作成者の中にはCrustal Evolutionという考えはなかったと思います。古生代も中生代も現在も日本の地殻は30km程度の厚さをもっていた。どこにもひだ帯に相当するようなgranite Crustが古生代からあったと考えていたと思う。

② 深部とはどこをさすのか。この点についての定義がしていない。今、Lower Crustという風にとらえるならば、各時代ごとに各場所ごとに思っている可能性があるので、時・空を考えて火成活動の特性に特に注意する必要あり。また、地表にまきこまれているLow Crustを示す物質の性格の検討をすること。深層と表層の造構過程の対応は容易にはあかし得まい。

③ 前項でのべたように、時代と空間を考えて火成活動の性格を十分検討すること。また、三波川帯や中国帯で夜久野岩類、赤石山岩体などといったLow Crustの産物があるがこういったTectonともちあげられたLow Crustのかけらを検討すること。

④ 西南日本の古生代から中生代初期までの中国帯—領家帯—三波川帯—黒瀬川帯が私の研究フィールドである。ここでは現在の地殻断面と当時のそれとは全く異なっている。しかし、当時の断面を描くためには、造構過程全体の理解ができなければならず、例えば、三波川帯の幅は発生時にはどの程度の規模であったか、それがどの程度圧縮されどのようにして現在のよな構造形態になったかなどといったことが理解されていなければならぬ。

⑤ 1.造構過程を解析し、構造の復元をはかる。2.中・古生代の基盤特性を解析する。

⑥ このような問題は、中生代をあつかり私には現段階では問題とはなり得ない。

⑦ それぞれの時代でアプローチの仕方などがちがうことを十分に考慮しなければならない。どの時代についても同じ方法で同じレベルの議論ができると考えないこと。

#### (5) 藤田至則(新潟大)

① 私と山下さんの作ったBzoneについては、一番むずかしいところだと考えている。つまり、フォッサマグナ中心部のupper Mantle→地殻についての情報が一番少ない上に、多くの地質家→地物家の意見が一番多く出されているからである。私は外にかいたように、この部分のupper mantleは異常なものがあり、そのため地殻がうすくなっているのではないかと想像している。ボーリング・震探・地質調査を集中すべし。

② 新潟のボーリング資料によるphylliticなNeogeneの泥岩の存在、basicなzenolithの多いこと、pliocene以前のbasicな火山活動などは、マンツルの異常なつき上げ現象が、Pliocene以後にあったのではないかを思わせるものがある。Plioceneにおけるfaciesの深化もその一つの現れか。日本海の深化と同じ性格であろう(④をみる)。

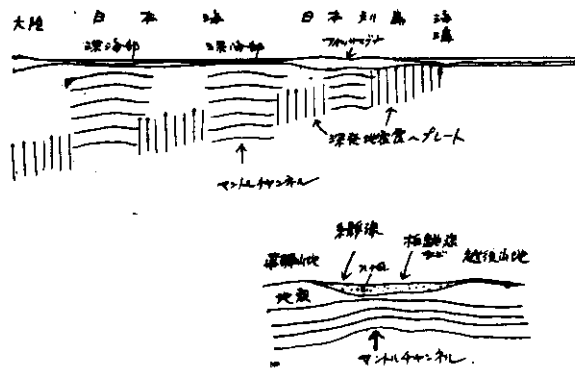
③ 1.深部構造の研究にとって、第一義的に重要なことは、地表地質に対して、明確な規定をしなければならないということである。

これなしに、どんなことをしてもよい答え

はでない。2.シミュレーションをこころみること——但し、地下の物性状況の吟味をしなければならぬことはいうまでもない。3.2のためにも、地震探査、ボーリングをしなければならぬ。とくに、柏銚線より西側、糸静線より東側がよいと思う。

④ (後述)

⑤ 1.地質構造の再検討, 2.ゼノリス, 火山岩の研究, 3.地下資料の再吟味, 4.既存物理資料の再吟味, 5.日本海深海問題の一環として検討をすすめること。



リソスフェア研究の課題について

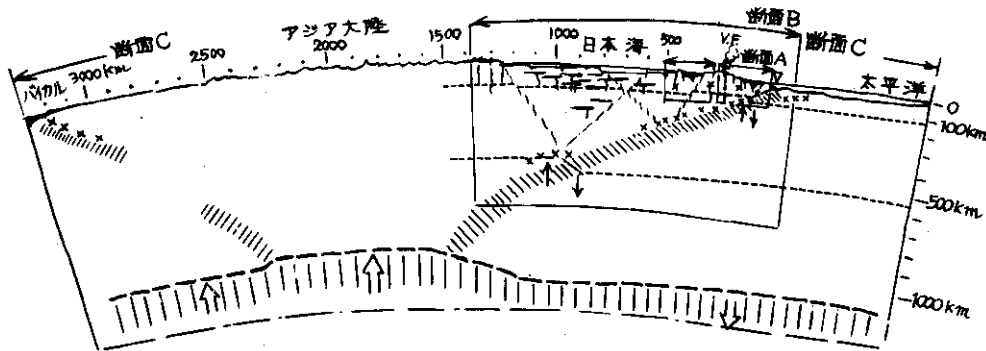
地質調査所 小 玉 喜三郎

8月に行なわれたシンポジウム「地殻の構造と深部の造構過程」の中で、リソスフェアの研究を我々地質屋がどうアプローチしていくかについて感じた点を2・3述べたい。

地表ふきんで観察し復元した地質構造発達現象が、地殻構造発達のシステムにおける重要な境界条件であるか否かを検証する為に構造のオーダーに匹敵したタテ、ヨコ、深さと時間のスケールをもった構造系(Tectonic System)を考える必要がある。我々は、地表ふきんの構造が地殻下(モホ面以深)まで上下に密接に対応している例をこれまでいくつか示してきた。たとえば基盤ブロックの単位、グリンタフ陥没盆地の単位、第四紀後期の地

形单元などがその水平規模に匹敵する20Km~1000 Kmの深さ現象と関連すると考えてきた(文献1~4)。

図は東アジア——日本列島——太平洋にわたる島弧に直交する断面を示したものである。図中のA, B, Cは構造のオーダーごとに異なる水平距離—深さをもつ系を示している。たとえば、関東堆積盆地や新潟堆積盆地といった括りに対応しては深さ100 Kmぐらいまでを含めた系—Aが考えられる。この中では、堆積盆地の発生過程、沈降・堆積過程・後背地の隆起過程などの盆地規模をもつ構造が復元される。それらは堆積盆地周囲の地質構造、地層の層相・層厚変化、基盤の形状、差別地



x 震源, // 歪集帯 (high V, high Q 帯)

アジア大陸東縁における構造系



塊運動を反映した断層・褶曲構造の解析そして、地震の震源分布、モホ面の起伏、火山帯の根などについて、地表から順に明らかにし相互の関連性を解析していくことによって検討される。

このような系A群を外帯・背梁地域・内帯などで個別に検討し、さらに系Bのひろがりの中でそれらの性質の特異性を位置づけ、さらに系Cへと規定していくことによって地表の地質現象を、その拡がりを見合う深度まで含む系の重要な境界条件としていくことが出来ると考える。

それぞれの系ごとに、地質学的方法、地球物理学的方法、そしてシミュレーションが有効な手段となるだろう。

かなり抽象的な感想になってしまったが、これらの中でも特に堆積盆地形成のメカニズム(陥没・将棋倒し運動)を規定する条件を

上に述べたような方法で明らかにしていくことが最も重要な課題だと考えている。

#### 文 献

1. 鈴木尉元(1975)「日本の地震」, 築地書館
2. 関東新生代構造研究グループ(1977)関東地方の新生代末期における構造運動の特徴, 地団研専報20号, p.241-256.
3. 小室裕明・小玉喜三郎・藤田至則(1977)グリーンタフ造山における陥没盆地の発生機構, 地質雑, 83, 277-288.
4. SUZUKI, Y., K. KODAMA and T. MITSUNASHI(1978) The formation of intermediate and deep earthquake zone in relation to the geologic development of east Asia since Mesozoic. (in print)

## 男鹿半島巡検に参加して

東北大学 橋本修一

8月30日、男鹿半島の巡検は、私としては構造研で2回目の参加であった。私は仙台に住みながらも、男鹿半島にはまだ一度も来たことはなかった。グリーンタフ地域の模式的層序を、下位から上位まで一通り見ることのできた今回の巡検は、前日までの講演やシンポジウムと同様興味あるものであった。

我々地質家が直接使用する情報は、地表の露頭から得られるものが大部分である。従って露頭での観察は決しておろそかにできない。同じ地質学を業としている者同志が、同じ露頭を前にし、各人がその見方をぶつけ合うことは、その人の思想・自然観をさらけ出すことにほかならない。そういう意味で、野外巡検は、地質学をやっている人間にとっては重要な意義をもつであろう。

今回の巡検ではグリーンタフ地域の模式的層序がたてられている男鹿において、下位から

上位まで大体全ての層準を見ることができた。秋田大学の皆さんに、立派なパンフレットを作っていただいたので、私としては仲々わかり易く、また問題意識も絞ることができたと思う。

一ノ目瀧の周りでは、ダナイトや角閃岩、ハンレイ岩などを採取し、それらを使って地球内部(上部マントルより上)の構造断面図を作ったりした。前日のシンポジウムのテーマとも関連し、地下深部の超塩基性岩の上昇する速度や、どの程度の深さから上昇するのかなど、仲々興味ある話題が出された。

脇本～羽立では2時間以上かけて1.5Kmほどの連続露頭を歩いた。後半、年配の方々はやや疲れたようであった。ここでもいくつかの露頭で、各人各様の意見が出され、依然として未解決の問題点が多いことを、改めて認識させられた。

## GDPにつづく国際研究計画“Lithosphere”について

国際地球科学に関する国際研究計画 U M P (Upper Mantle Project)・GDP(Geodynamic Project) につづいて、1980年代の研究計画として“Lithosphere - Frontier for the 1980's”が計画されつつある。現在 IUGS (国際地質学連合) と IUGG(国際測地学地球物理学連合) に、それぞれ5名からなる task group が結成され、今年の5月30日から6月1日にかけて両グループ合同の会議がワシントンで行われ、様々な議論ののち、最近原案ができあがった・IUGSのtask group は、委員長 ILLIES (西独) のほか、BALLY (アメリカ)、BELOUSSOV (ソ連)、LANCELOT (フランス)、西脇親雄(日本・資源大学校) から構成されて“Lithosphere”の原案には、下記のような課題と作業グループが提案されていて、各課題についてかなりこまかい説明の付された文書としてまとめられている。なお来年2月5・6日スイスのチューリッヒで、上記委員と各国の地質学界関係の代表でシンポジウムが持たれ、原案が検討され、2月のIUGS総会に答申されることになっている。

原案で提出されている研究課題と作業グループを、以下に記す。

### 研究課題

1. Current state, on-going processes and recent tectogenesis:
  - (1) The structure and composition of the lithosphere
    - (a) Seismic studies of the structure of the lithosphere
    - (b) magnetic and electromagnetic studies of the structure of the lithosphere
    - (c) The special problem of the continent-ocean transition
    - (d) Drilling into the continent

### 地質調査所 鈴木 尉 元

- (e) Tectonic stresses
- (2) Strain accumulation and release on plate margins
- (3) Plate motions and tectonic deformations
- (4) Magma generation and extrusion
2. Theoretical and laboratory studies in support of lithospheric investigations
3. Origin and evolution of the lithosphere
  - (1) The time factor
  - (2) Evolutionary dynamics of the Mesozoic-Cenozoic ocean crust
    - (a) Precise mapping of basement isochrons on the ocean floor
    - (b) Reconstruction of plate configuration for the past 200 million years
    - (c) Determination of the paleo-bathymetry of the ocean floor
    - (d) The evolution of the main ocean gateways
    - (e) Correlation of major paleo-oceanic phases with eustatic changes in sea level
  - (3) Cenozoic and Mesozoic mountain ranges'
  - (4) Pre-Mesozoic tectonics
  - (5) Subsidence and uplift
  - (6) Paleoclimatology, climatic variability and the state of the hydrosphere

### 作業グループ

1. Stress in the lithosphere
2. Uplift and subsidence
3. Strain accumulation and strain release in tectonically active areas
4. motions and internal deformations of tectonic plates
5. magma generation, intrusion and extrusion
6. Processes in the earth's interior
7. mesozoic-Cenozoic paleogeography and

- paleoclimatology
8. Pre-mesozoic tectonics
  9. Structure and composition of the lithosphere and asthenosphere
  10. Generation and evolution of the oceanic lithosphere and the ocean-continent transition region
  11. Generation and evolution of continental lithosphere
  12. Geodynamics of the Arctic

この研究計画と作業グループを見ると、GDP計画にくらべて大陸の比重が大きくなっ

ていること、垂直運動にも目が向けられている点に特徴があるように思われる。

日本でも、今春の地質学会年会の析に夜間小集會がもたれ、西脇氏の話を中心に話合いがもたれた。その後、来年の地質学会總會（東京）のシンポジウムの課題として“Lithosphere”がとりあげられることになり、地質研連から黒田吉益・奈須紀幸・荒牧重雄・鈴木尉元が世話人に指名され、アンケートを実施して、シンポジウムの構成について検討中である（鈴木尉元）。

### 《 編 集 後 記 》

世の中の不景気に歩調を合わせたわけでもないでしょうが、われらが構造研の台所もご多分にもれず火の車のように、会計係の苦勞も察しられます。會員諸氏の更なる御協力のほどをお願い致します。……というわけで、会誌の22号は、約1年ぶりの発刊ということになってしまいました。その分、原稿が集まり（ついに、原稿を出さなかつた會員は猛省せよ）、より充実した内容となつたのではないかと思います。講演内容の他にも原稿を受けつけますので、どしどしお送り下さい。

1978年12月20日 発行

編集発行 川崎市高津区久本135

地質調査所環境地質部地震地質課内  
構造地質研究会 編集係