

東北日本の先新第三紀地体構造について Remarks on the pre-Neogene Geotectonics in Northeast Japan

吉 田 尚*
Takashi YOSHIDA

1. まえおき

1980年12月25・26日に開かれた構造地質研究会「東北日本」シンポジウムで、東北日本地体構造論の概要と課題について手短かに講演を行った。その内容に多少の補足をして報告する。

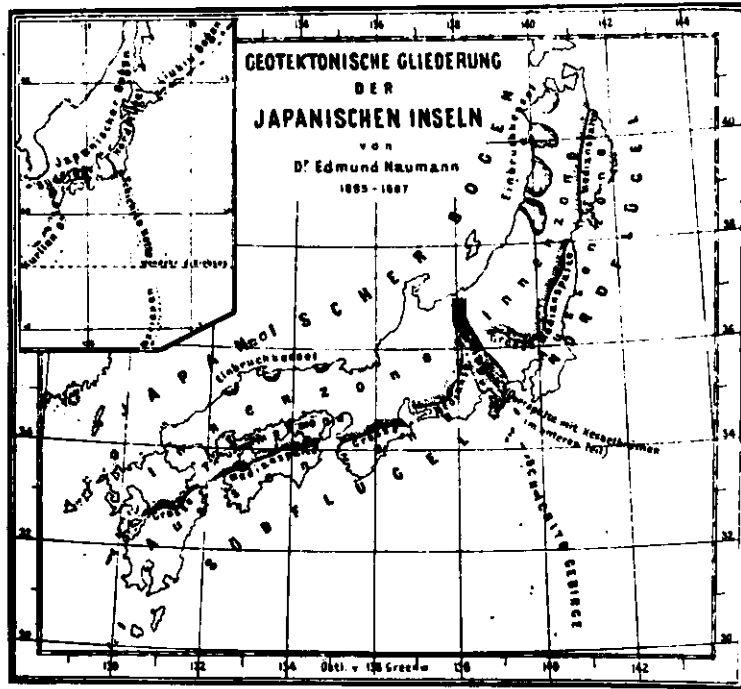
小川(1899)は、北日本と南日本の構造にいちじるしい差異があり、北日本の第三紀層前の基盤岩類は支離滅裂し変造(後生的変形)がはなはだしく、原構造は破壊され、これを復原することは容易ではないとのべている。しかし、東北日本の造構論について、最近刊行された *The Abean Orogeny* (MINATO et al. eds., 1979)の著作で、体系的な総括がおこなわれている。そこでは、安倍族造山運動が日本におけるパリスカン造山としてとらえられている。東北日本の造構像は、この著書によってあらためて理解できるが、それ以前の東北日本についての研究は、地質構造区としての区分とそれらの構造区の相互関係をあきらかにしようという段階にとどまっていたといつてよい。日本の地質学の発祥以来、東北日本の地体構造は、西南日本に比べ、長い間混迷の道をたどってきたといつて言いすぎではないと考えられる。しかし、筆者には東北日本全体の地質について、総説をのべる力はないから、ここでは、かなりおおまかに東北日本地体構造論についての研究史的な紹介をおこない、西南日本との関係および島弧—海溝系としての東北日本と日本海溝との造構モデルなどの課題について若干ふれることにしたい。

2. 東北日本の地質構造区分と東北・西南日本地質区境界

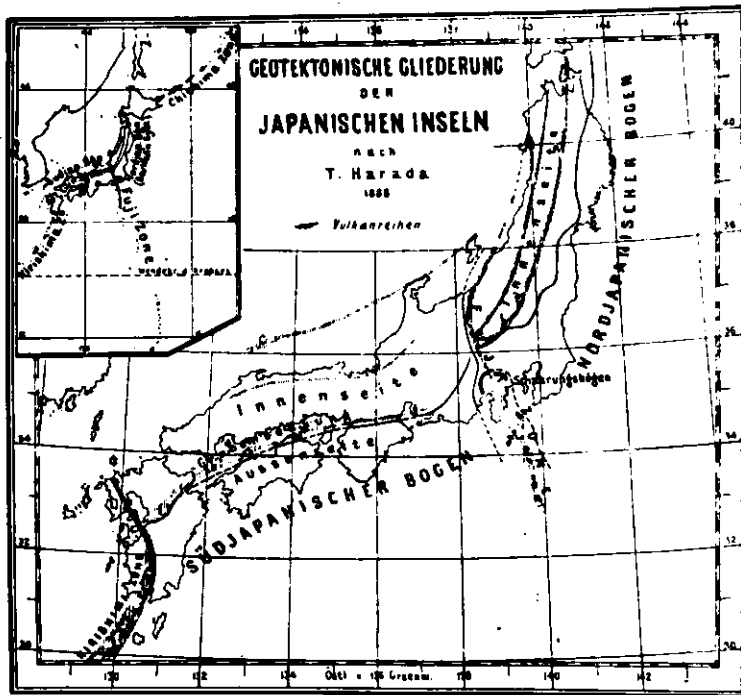
日本群島地質構造論は、「黎明期の日本地質学」(今井, 1966)にのべられているように、日本の地質学発祥の時から、NAUMANN(1885, 1893)原田(1888), HARADA(1890)によっておおきく取りあげられた。当時からすでに、東北日本と西南日本との関係について、フォッサマグナの性格とからんで、上記の両者のあいだで論争がかわされた。くわしいことは、今井(1966)の著書などに紹介されているが、かいつまんでいけばつぎのように要約されるのではないかと思われる。NAUMANN(1885)は、日本弧とよんだ一つの褶曲山系が、フォッサマグナと名づけた大地溝帯の陥没で屈曲し、北翼と南翼とに分れたものであると主張した。これにたいし、原田(1888)は日本群島を北日本弧(サハリン山系につながる)と南日本弧(支那山系につながる)とに分け、二つの褶曲系が富士帯(伊豆—マリアナ弧)のところで連結し、対曲(syntaxis, Schaarung)をつくったもので、フォッサマグナは地溝帯ではないと反論した。

ナウマン・原田の論争の後、小川(1899, 1902)は100万分の1日本地質図完成ののち論述した日本列島構造論において、東北日本は西南日本から東方へ前進する運動によって、関東山地付近で屈曲が生じたと説明した。そして、ナウマン・原田の両説を解説するとともに、批判をおこない、また、RICHTHOFEN(1900—1903)の説を紹介した。RICHTHOFENは、日本列島は子午方向と東西方向の基本的構造要素により支配をうけ、西南部と東北部とが連結したもので、両者は翼会(Flankenkettung, linkage)の関係にあると考えた。しかし、小川はこの考えに否

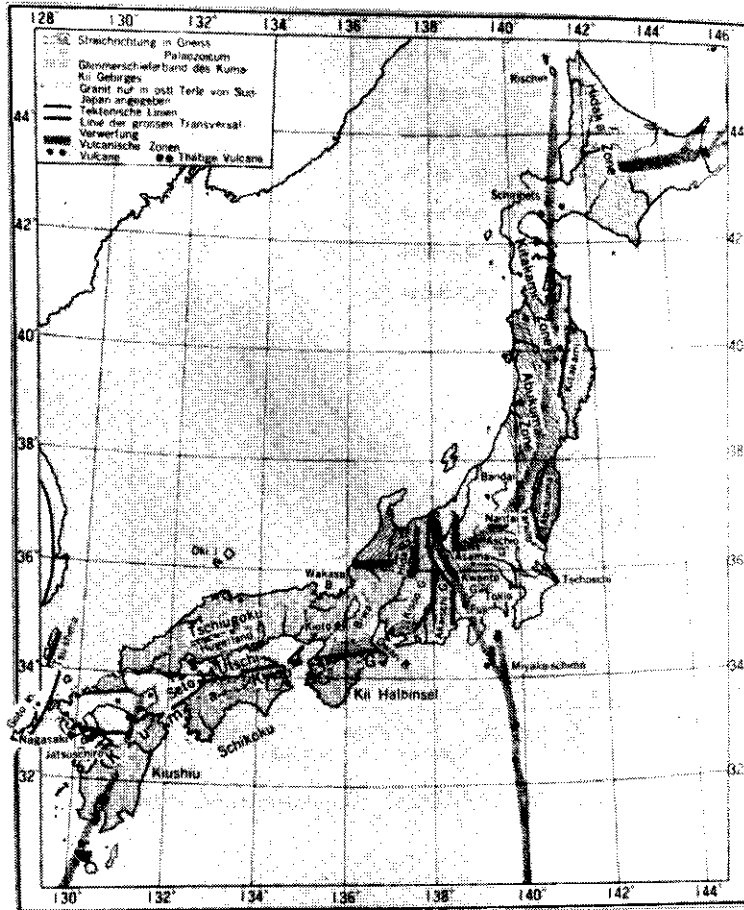
* 地質調査所地質部



第1図 日本列島地質構造区 (NAUMANN, 1885)



第2図 日本列島地質構造区 (原田, 1888)

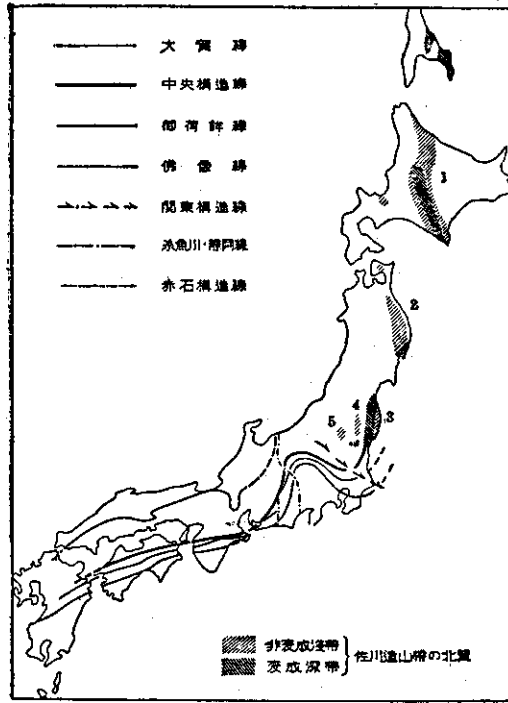


第3図 日本列島地質構造図 (RICHTHOFEN, 1903)

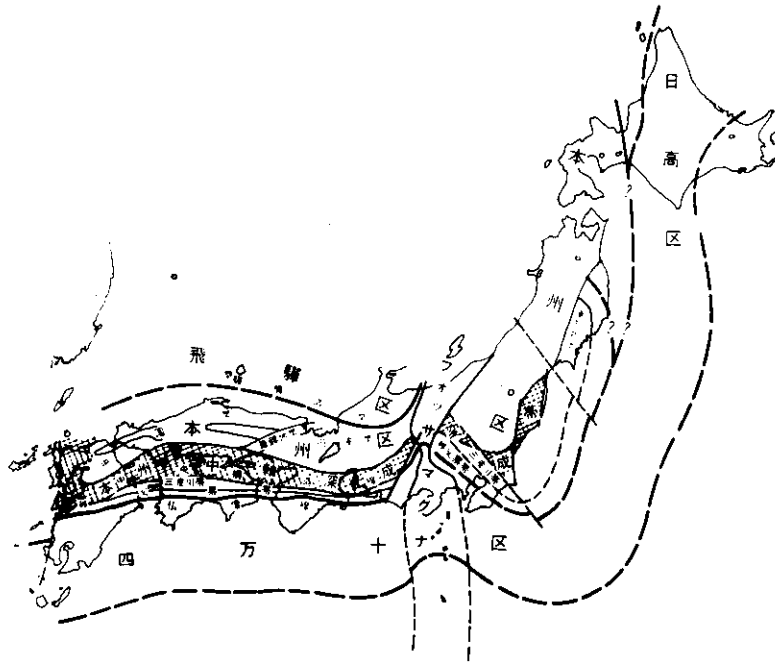
定的な考えを示している。

西南日本は、内帯・外帯、さらにこまかくいえば、飛騨帯・舞鶴帯・三郡帯（中国帯）・丹波美濃帯・領家帯・三波川帯・秩父帯・四万十帯といった带状構造が認められる。また、飛騨外縁構造帯・中央構造線・仏像構造線のように、地質区を明りょうに分ける境界断層が発達し、西南日本は内帯などで白亜紀ないし古第三紀の花崗岩類の広い貫入する部分がありながらも、全体的に整然とした地体構造をもっている。これに反して、東北日本は新第三紀層や第四紀火山噴出物にひろくおおわれ、白亜紀花崗岩の貫入をうけているなどの理由で、先新第三紀地体構造区分そのものが長年にわたってはっきりしていなかった。また、東北日本と西南日本（あるいは北日本と南日本）の先新第三紀境界についても、鮮明な見解はなかったといつてよい。それは、Geologic development of the Japanese Islands (MINATO *et al*, eds, 1965) で明確にされるまで、日本列島が複造山帯であるというつかみ方が不足していたためであろう。

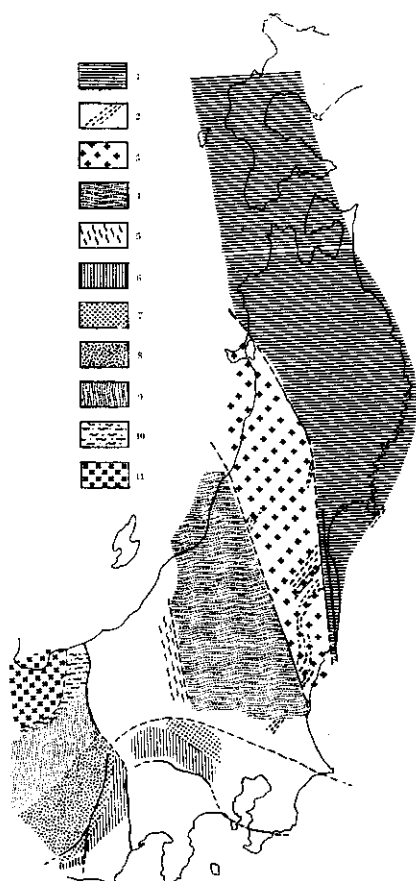
小川（1899, 1902）のいくつかの論文のあと、YABE（1917）が、ナウマン・原田・小川・リヒトホーフの諸説を紹介し、フォッサマグナの西縁を糸魚川—静岡線と名づけた。さらに、小川（1929）は「地質現象之新解釈」をあらわし、このなかでも、ナウマン・原田の論争点と両説の批判を、簡潔な形でふれている。その後、KOBAYASHI（1941）は、東北日本を西からの水



第4図 佐川造山帯の構造区分 (KOBAYASHI, 1941による)



第5図 中・古生界を中心にした日本列島地質構造区 (山下, 1957)

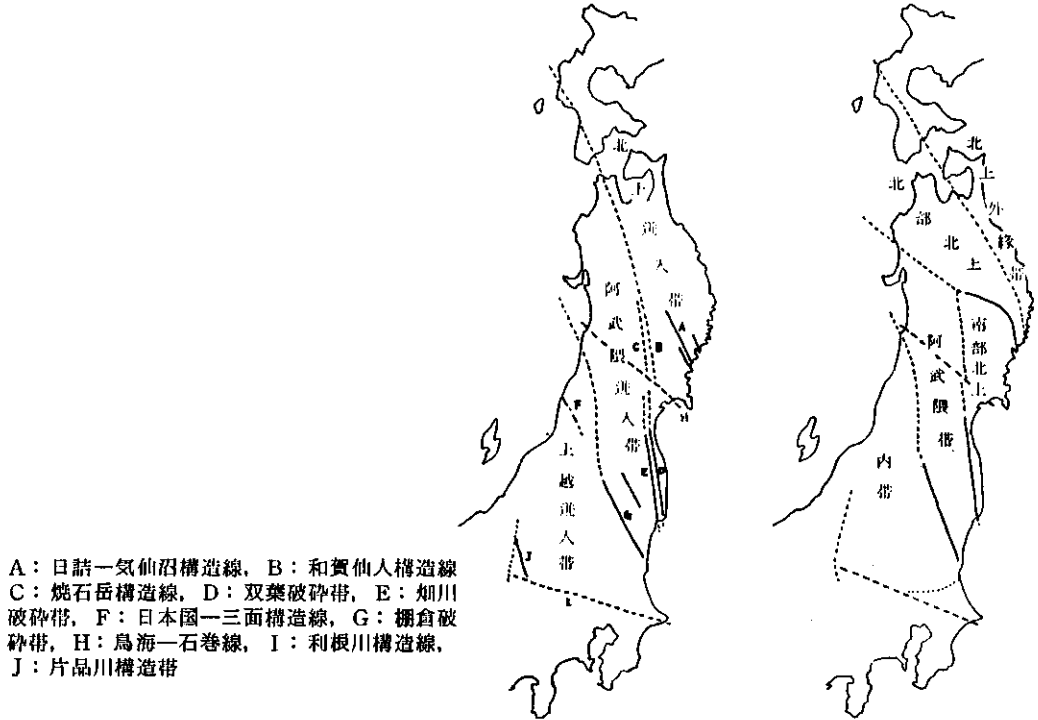


第6図 東北日本の古生層および二疊—三疊紀以前の深成変成岩類の区分(黒田, 1963)

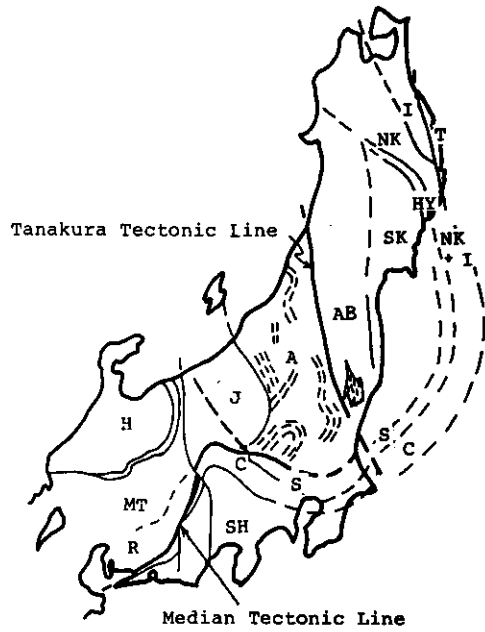
1:北上帯(非変成古成層, 松ヶ平—母体変成岩類), 2:古期阿武隈深成作用の方向, 3:阿武隈帯(古御斎所・竹貫変成岩類, 古期阿武隈深成変成岩類), 4:足尾帯(非変成古生層), 5:上越帯(変成岩類), 6:秩父帯, 7:三波川帯, 8:領家帯, 9:丹波帯, 10:ひだ外縁帯, 11:ひだ帯.

平的な押しで東漸したものとし, 西南日本から分離し, そのずれが関東構造線であるとした。これらの学説については, 武井(1976)が要領よくまとめている。なお, KOBAYASHI(1941)は東北日本の阿武隈山地に領家帯・三波川帯が延長すると考え, MIYASHIRO(1961)も, 西南日本領家帯の延長が阿武隈山地変成帯に延びるとし, 対の変成帯を東北日本にも適用した。

山下(1957 a, b)は, 日本列島の中世代を中心に総括し, 系統化した著書のなかで, 日本列島の地質構造区分図を示した。その著書のなかで, それまで東北・西南日本境界をフォッサマグナ, 糸魚川—静岡線にすることが多いけれども, 古・中生代の地史を考察する場合には, むしろ利根川構造線をもって両者の境界とするほうがよいとのべている。東北・西南日本境界について, 先新第三紀のものと同第三紀以降のものと別個に考えたほうがよいという見解は, おそらく山下が始めてではないかと思われる。山下はさらに東北日本の地質構造区についても, それまで

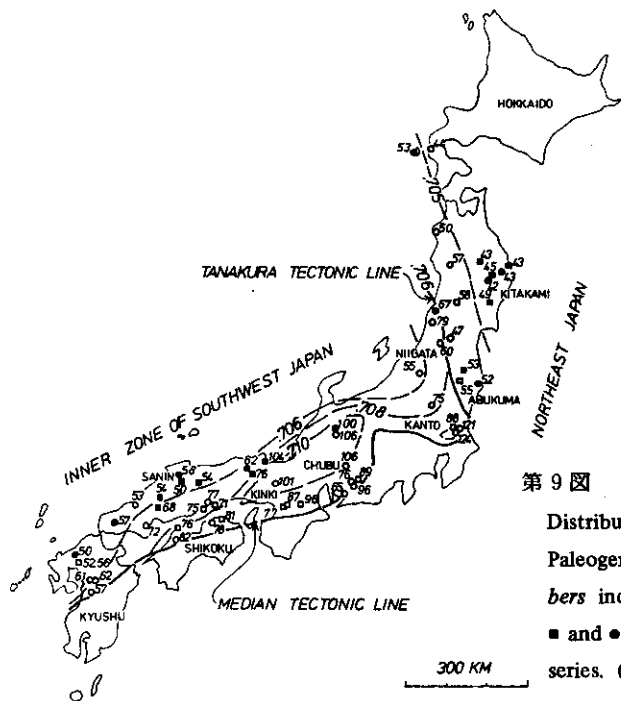


第7図 白亜紀花崗岩進入帯と中・古生界東北日本の構造区分 (島津, 1964)



第8図 日本列島東部の先新第三紀地質構造区分 (吉田, 1977)

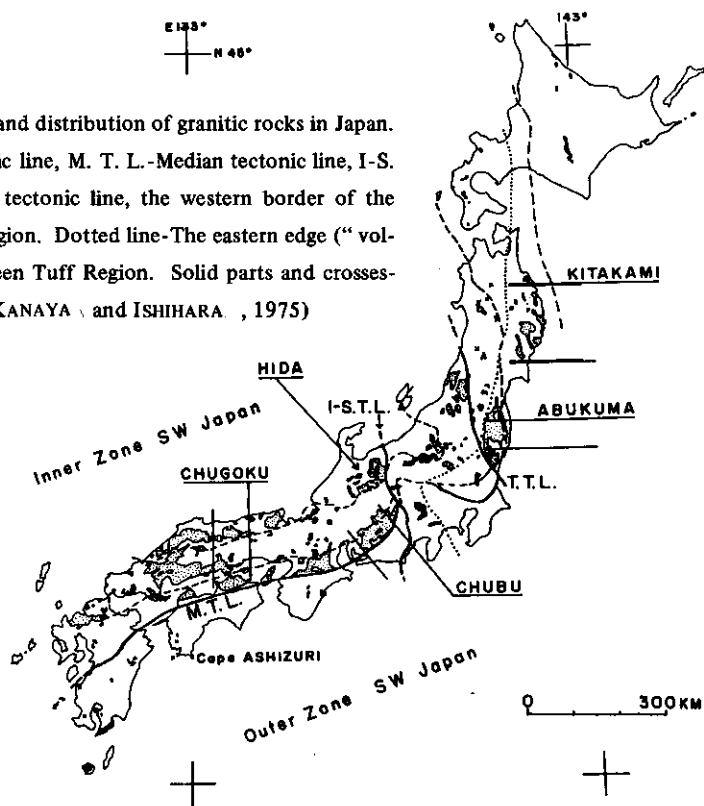
H, 飛騨帯; MT, 美濃・丹波帯; R, 領家帯; S, 三波川帯; C, 秩父帯; SH, 四万十
 帯; J, 上越帯; A, 足尾帯; AB, 阿武隈帯; SK, 南部北上帯; HY, 北部北上帯;
 NK, 北部北上帯; I, 岩泉帯; T, 田老帯

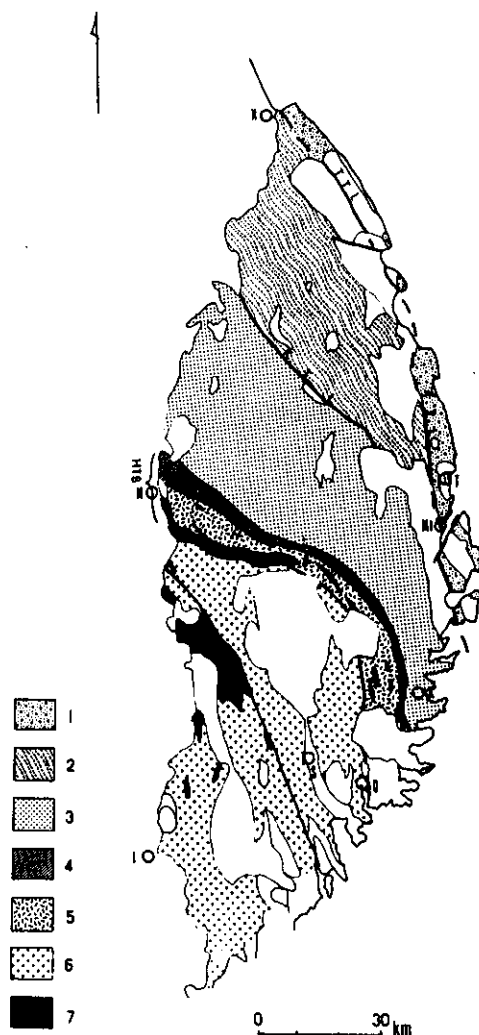


第9図

Distribution of initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (r_i) for the Cretaceous-Paleogene plutonic rocks. \square gabbros; \circ granites. Numbers indicate the last two or three digits of r_i values. \blacksquare and \bullet imply the magnetite-series; \square and \circ the ilmenite-series. (SHIBATA and ISHIHARA, 1979)

第10図 The major tectonic units and distribution of granitic rocks in Japan. T. T. L.-Tanakura tectonic line, M. T. L.-Median tectonic line, I-S. T. L.-Itoigawa-Shizuoka tectonic line, the western border of the Fossa Magna depressed region. Dotted line-The eastern edge ("volcanic front") of the Green Tuff Region. Solid parts and crosses-Miocene granitic rocks. (KANAYA and ISHIHARA, 1975)





第11図 北上山地の地質構造区（先白亜紀宮古世）

TTL, 田老構造線；KTL, 葛巻構造線；HTB, 早池峯構造帯

1. 田老帯（本州地向斜三疊系と白亜紀最初期火山岩類）
2. 岩泉帯（本州地向斜堆積物）
3. 北部北上帯（ " ）
4. 早池峯構造帯（主として二疊系）
5. 同（主として石炭系）
6. 南部北上帯
7. 超苦鉄質貫入岩

には見られなかった新しい区分を試みている。

山下にひきつづいて、東北日本の地質構造について、黒田（1963）、島津（1964）が深成岩（花崗岩）岩石区と関連させて区分設定をおこなった。両者とも、OMORI（1958）があきらかにした棚倉破砕帯に着目した構造区分をおこなっているのが注目される。OMORI（1958）は、棚倉破砕帯の前身で新第三紀より古い基盤岩類を切る断層にたいし、棚倉構造帯と名づけたが、この構造帯の西側を西南日本内帯の要素としたのは島津（1964）である。

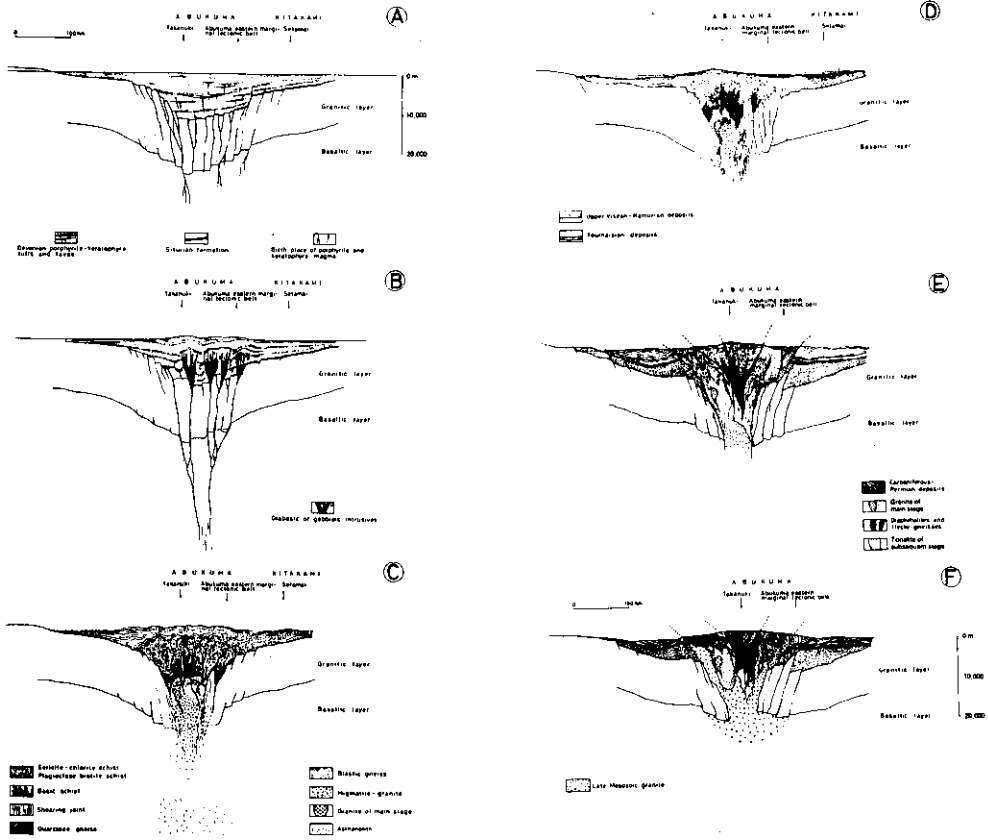
さらに、地体構造論から、棚倉構造線をもって、東北日本と西南日本との境界とし、阿武隈変成岩原岩が領家変成岩原岩と異なるもので、阿武隈変成帯は領家変成帯の延長ではないと指摘したのは、磯見・河田(1968)である。吉田(1975)、吉田ほか(1976)も同じく、棚倉構造線をもって東北・西南日本の境界とする根拠を示し、東北日本の地質構造区分をおこなった。おもな根拠としたのは、湊(1950)、大久保(1958)、NAKAZAWA and NEWELL(1968)が指摘するように、南部北上山地と阿武隈山地の古生層には堆積相として共通性があり、浅海成相がかなり多くの部分を占め、他の地域の本州(秩父)地向斜堆積物と様相がまったく異なることである。石原(1973)も、花崗岩岩石区の研究から、棚倉構造線に東北日本・西南日本の境界を求め、その後もKANAYA and ISHIHARA(1975)、SHIBATA and ISHIHARA(1979)の研究で、その区分の裏づけをおこなった。

棚倉構造線の西側には、西南日本の内帯・外帯が、南部フォッサマグナの屈曲をへて分布する。茅原(1979)が示すように、上越帯を飛騨外縁帯の延長と考えれば、糸魚川一静岡線の西側の先新第三紀西南日本内・外帯の帯状構造が南部フォッサマグナの屈曲によく対応した構造をつくる。そして、関東地方東部において、棚倉構造線の西側の三波川・秩父・四万十帯および内帯の延長である足尾帯は、ともに平行した屈曲構造をつくる。つまり、南部フォッサマグナでの屈曲構造は、筑波屈曲で反転屈曲する。その結果、足尾帯は全体として棚倉構造線の方向および阿武隈帯の一般構造方向と平行しながら、日本海へつきぬける。この大局的な構造方向は、吉田ほか(1976)がのべたように、東北日本の各地質構造区の方向性と平行配列の関係にある。

東北日本内の地質構造区分について、かつて筆者は、おもに堆積相および地質時代にもとずいて、阿武隈帯+南部北上帯(竹貫・御斎所変成岩など、および北上山地南部型古・中生層)、北部北上帯、岩泉帯、田老帯に分けられるとのべた。それら各帯の境界は、早池峯構造帯、葛巻構造線、田老構造線である。それらの断層帯は、数 km の幅をもつ破碎帯を作り、ときには超苦鉄質貫入岩の貫入帯となっている(吉田, 1975)。ただし、チャート相の本州(秩父)地向斜に属する北部北上帯・岩泉帯の堆積物の地質時代について、前者は渡島半島の上部石炭系をふくめ、上部石炭系および二疊系を主とし、後者は主として三疊系ないしジュラ系とした。しかし、豊原ほか(1980)は、北部北上帯・岩泉帯の双方から二疊紀および三疊紀コノドントが産出することを報じた。そして西南日本外帯の秩父帯が二疊紀から三疊紀のコノドントを産出し、時代論において混乱している状態がやはり東北日本でも現われることをあきらかにした。さらに、田老帯のうち、小本層より下位の榎木沢層、滝臂沢層から三疊紀コノドントが発見され、その結果、北部北上帯、岩泉帯および田老帯に属する地層の下部の地質時代は、はっきりした差がなくなった。したがって、かつて吉田(1975)がのべたような地向斜堆積区の移行は明確ではなくなった。しかし、北部北上帯・岩泉帯の岩相構成および砂岩組成の相違が存在し(片田・小野, 1978; 片田・寺岡, 1981)、また、田老構造線にはマリオン構造を示す破碎帯と小規模ながら超苦鉄質貫入岩体とともない、地質区として田老帯は、白亜紀初期安山岩―デイサイト質火山活動と田老型花崗岩の貫入の場となり、強い磁気異常区をともっている。また、葛巻構造線はいちじるしい破碎帯と部分的に藍閃石変成作用をともなうなどの点から、おそらく多軸性地向斜として分化し、北部北上・岩泉・田老の三帯が構造区を形成することはたしかであろう。

3. 東北日本造構論

以上のべてきたように、小川(1899)が支離滅裂で難解であった東北日本も、まだ問題は残されているものの、地質構造区があきらかとなった。そして、MINATO *et al.* eds.,(1979)



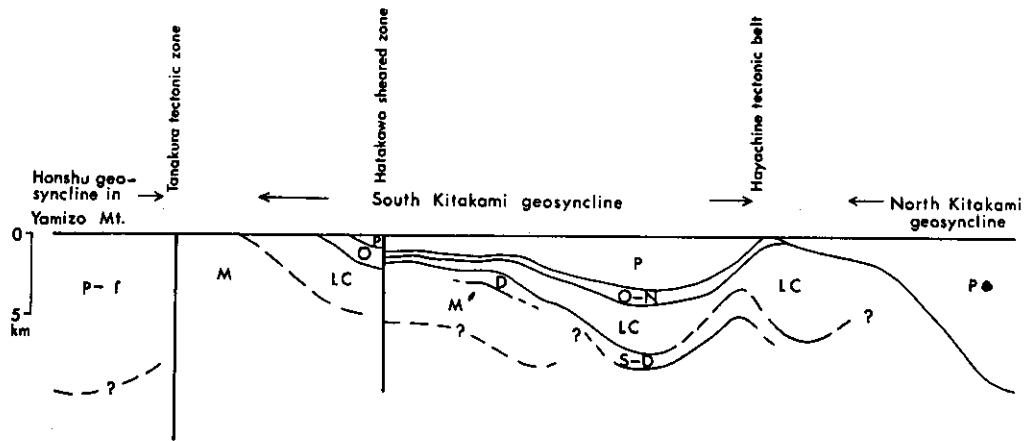
第12図 Series of schematic tectonic profiles through the Abean orogenic terrain. (MINATO et al. (ads), 1979)

- (A) Geosynclinal stage
- (B) Late phase of geosynclinal stage
- (C) Main stage of Abean orogenic movement
- (D) Flysch stage
- (E) Subsequent stage
- (F) Post-Abean orogenic movements

AGE M.Y.	SEDIMENTATION	IGNEOUS ACTIVITY	METAMORPHISM and DEFORMATION
TERTIARY	KUNIGAYA F. SHIRAKIZU F.		
	FUTABA GROUP		
MESOZOIC	100 CRETACEOUS	YOUNGEST STAGE PLUTONISM (SHIBAYAMA M., TORIZONE M. and so on)	THERMAL EFFECT
	JURASSIC	YOUNGER STAGE PLUTONISM (TABITO COMPOSITE M., IRITONO COMPOSITE STOCK and so on)	CONTACT META. B_5 folding
	TRI		
PALEOZOIC	PERMIAN		
	300 CARBONIFEROUS	HITACHI, YAGUKI and SOMA PALEOZOIC FORMATION	
	DEVONIAN		
	400 SILURIAN	OLDER STAGE PLUTONISM (ISHIKAWA, SAMEGAWA and MIYAHOTO COMPOSITE MASSES)	YOUNGER REGIONAL M. (A-S type) B_4 folding B_3 folding subsidence
	Pre - SILURIAN	MITSUGADAIIRA and GOSAIISHO SERIES "???" TAKANUKI SERIES META - DIABASE DYKE OLDEST STAGE PLUTONISM	upheaval OLDER REGIONAL M. (K-S type) B_2 folding S_1

第13図 Summary geological development of the southern Abukuma Plateau.
(MARUYAMA, 1978)

によって、東北日本（北日本）の造構論的組み立てと体系化がおこなわれた。ここで紹介する必要はないと思われるが、阿武隈山地および北上山地南部の変成岩類は、おもに北日本におけるパリスカン造山、安倍族造山運動の中軸変成帯であるとされている。そのうち、竹貫・御斎所変成岩は、先シルル紀基盤岩類およびそのブロックをふくむシルル系ないしデボン系の変成相でありまた、山上・松ヶ平・八葉・母体変成岩なども、シルル系ないし下部デボン系の変成相である。これにたいし、かつて小貫（1969）は母体変成岩を先シルル紀基盤岩とし、MARUYAMA(1978)は石川・鮫川・宮本複合深成岩類の400 my+を示す放射年代測定の研究にもとづいて、それらに貫入をうけている竹貫・御斎所変成岩を先シルル紀のものとして、阿武隈山地の地史の総括を



第14図 先中生界における阿武隈帯・南部北上帯・北部北上帯の模式地質断面 (吉田, 1975)

P-T: 二疊-三疊系, P: 二疊系, O-N: 石炭系鬼丸・長岩統, LC: 下部石炭系, (先鬼丸世), D: デボン系, S-D: シルルーデボン系, M: 母体, 松ヶ平, 八莖変成岩, M: 御斎所・竹貫変成岩.

試みている (第13図)。一口にいえば、カレドニア造山があったかどうかという検討がこれから必要とされるだろう。

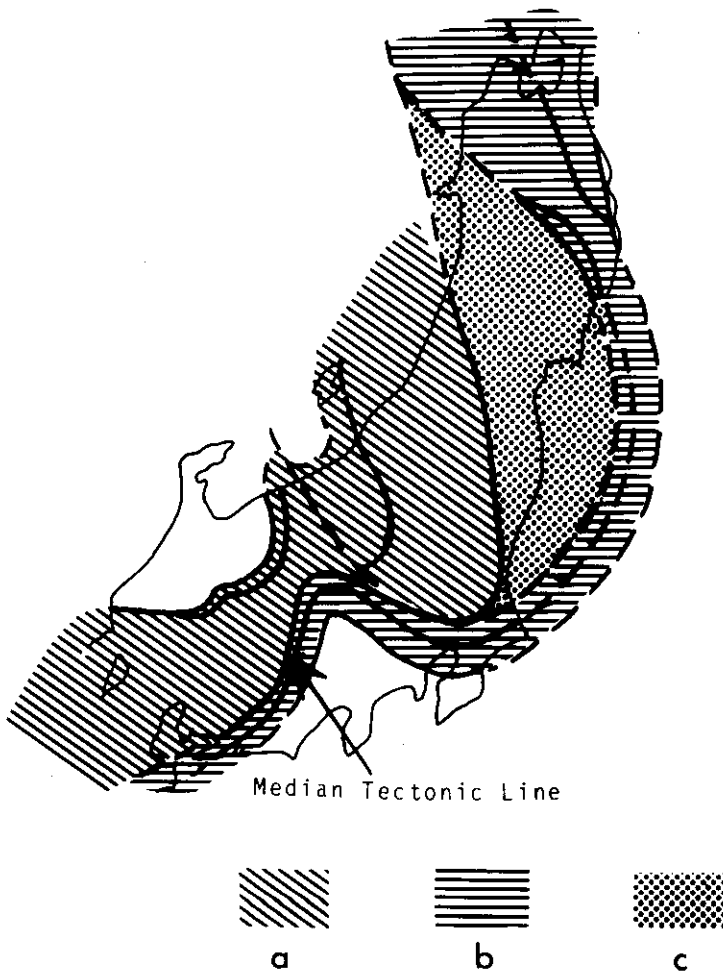
また、原・梅村 (1979) および梅村 (1979) によって、御斎所・竹貫変成岩および松ヶ平・母体変成岩類の時代や相互関係についての研究もおこなわれ、後者については先シルル紀とする考えがだされている。

第14図は阿武隈山地から南部北上山地にかけての模式断面である。阿武隈山地における古生層の厚さはかならずしも正確とはいえないが、一部推定のうえで各地域の厚さをもとに作成したものである。二疊系をみれば、阿武隈山地から南部北上山地にかけて、東方にやや厚さを増している、薄衣礫岩など礫岩が増大する傾向にある。そして、早池峯構造帯をこえると、チャート相の優地向斜堆積物が、一部石炭紀後期、おもに二疊紀から三疊紀の時期にかけて厚く分布する。そして、棚倉構造線をこえて、その西方の西南日本の本州 (秩父) 地向斜堆積物でも同様である。南部北上山地と阿武隈山地における二疊系および三疊系は浅海成のもので、礫岩がかなり多く含まれ、チャート相を欠いている。この地域とほかの本州地向斜のチャート相優地向斜堆積区との岩相分化は、石炭紀後期ごろからはじまり、南部北上山地・阿武隈山地では二疊紀前期坂本沢統下位の不整合にあらわされる地殻変動により生じたと考えられる。つまり、石炭紀後期ごろから本州地向斜地域に、変動域が各所に生じ、南部北上山地・阿武隈山地では石炭紀末期の堆積の欠如と先坂本沢統の不整合 (世田米褶曲) が生じたとみることができよう。早池峯構造帯を境界山地とする北上山地南部型と北部型の二疊系および三疊系などの堆積分化もこの時期におこったものと推定される (広川・吉田, 1956; 吉田・片田, 1964, 1978)。なお、立岩 (1976) によ

れば、後期石炭紀—二畳紀の平安系とカンブリア—オルドビス紀の朝鮮系との間には、シルル系の分布が部分的に推定されるものの、おおきな堆積間隙の存在が知られている。平安系と同時代の堆積物が、本州地向斜の一部にあり、しかも岩相としてひじょうにおおきい違いがあることは注目される。

4. 中央構造線と東北日本

この課題については、かつて筆者が試論として出したことがある（吉田，1977）。それによれば、阿武隈帯をはさんで中央構造線が分岐する形になることが推定されている。南部北上型古・中生層の分布の西限は棚倉構造線，東限は早池峯構造帯でくぎられる。そして、この地域には竹貫・御斎所・松ヶ平・母体変成岩などが分布し、アルプス造山初期の変動帯と目される西南日本と北部北上山地の本州地向斜との間に包まれた形となる（第15図）。



第15図 日本列島東部古生代—中生代前期における主要地質区
区分（吉田，1977）

a, 内帯；b, 外帯；c, 阿武隈帯および南部北上帯

古生代後期から中生代前半にわたる本州地向斜中に、バリスカン造山帯である南部北上・阿武隈帯がはさまれていることになるが、中央構造線は分岐して、南部北上帯・阿武隈帯をかこむ形で、棚倉構造線と早池峯構造帯に延長する可能性があるというのが、筆者の試論のなかの一つの推定である。そして、まえにのべたように、南部北上帯・阿武隈帯に分布する古生代後期から中生代前半にかけての地層は、浅海成相を主とする堆積物で、日本列島のほかの地域にひろく分布する同時代のチャート相地向斜堆積物とは特異な岩相を呈する。この岩相の特異性だけに着目すれば、南部北上帯・阿武隈帯は本州地向斜区のなかの古陸あるいはマイクロコンチネントの地帯とみることができよう。あるいは、バリスカン造山帯の中軸変成帯として、主に上部石炭系にはじまり中生代前半にわたる本州地向斜のなかの地向斜内地背隆起帯と考えることもできる。

しかし、一方では東北日本はすべて内帯に属するという意見（小川，1902）や関東東部で中央構造線が消滅してもよいという意見などがあり、今後の検討が待たれる。棚倉構造線付近で、三波川帯がどのようになっているか、領家帯の特徴が失われているのではないかという問題もあって、中央構造線の東北日本への延長問題はまた回答の出せる時期ではないようである。ただ、注意をひくのは、小川ほか（1979）の空中磁気探査の結果である。それによれば、日立付近の阿武隈帯南部から竜ヶ崎付近にかけて、磁気異常帯が観測され、この地下に阿武隈山地の一部を構成する強磁性岩体の存在が推定される。この楔状の磁気異常帯は、棚倉構造線によって切られているとみられるが、関東地方東部地下に伏在が予想される三波川帯と領家帯の間にはさみこまれる形で、棚倉構造線西方に分布しているのは注目される記録である。

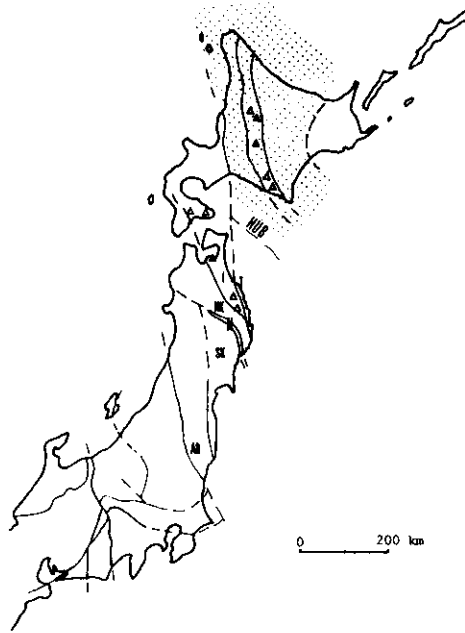
5. 東北日本と日高造山帯との関係

この問題もすでに筆者がのべたことがある（吉田，1978）。先新第三紀地質区としての東北日本が北海道渡島半島につながることは確実であろう。東北日本北部、北部北上山地から渡島半島にかけての本州（秩父）地向斜区と日高造山の母胎である日高地向斜との境界は、筆者がかつて日高沖隆起帯とよんだ境界山地によって分けられる。その見解は、DEN and HOTTA(1973)による爆破地震断面にもとづいたものである（第17図）。その断面の中央部に 6.0～6.1 km/sec 層がもりあがり、その両側に 5.0 ± km/sec 層が分離された地殻構造が示される。西南側の北上山地本州地向斜と北東側の北海道日高地向斜とが 5.0 ± km/sec 層であらわされていると推定される。

その後、IPOD の DSDP の八戸沖掘削結果によって、古第三紀基底礫岩が不整合関係で白亜系をおおい、礫岩中の礫にデイサイトが含まれることがあきらかとなった。古第三系の一部は、陸成相であるといわれており、古第三系堆積前に陸化した証拠がある。Von HUENE *et al.* (1978)、奈須ほか（1979）は、この陸地に親潮古陸と名づけたが、筆者が日高沖隆起帯と名づけた古生代後期ないし中生代前半の地向斜を境とする、いわば地向斜内の構造性陸地の位置とほぼ一致する。かつての地向斜分化の役割を果たした構造性陸地に、白亜紀末から古第三紀にかけて、デイサイトの活動があり、陸化した時期もあったことは、当時の島弧—海溝系の状況を知るためにも注目される現象で、その時期のアクリーションにたいし疑問をなげかけるものである。なお、この海域の堆積盆の発達地史は、von HUENE *et al.* (1978)、南雲（1980）によって示されている。

6. 後大島造山期の白亜紀—古第三紀堆積盆の変化

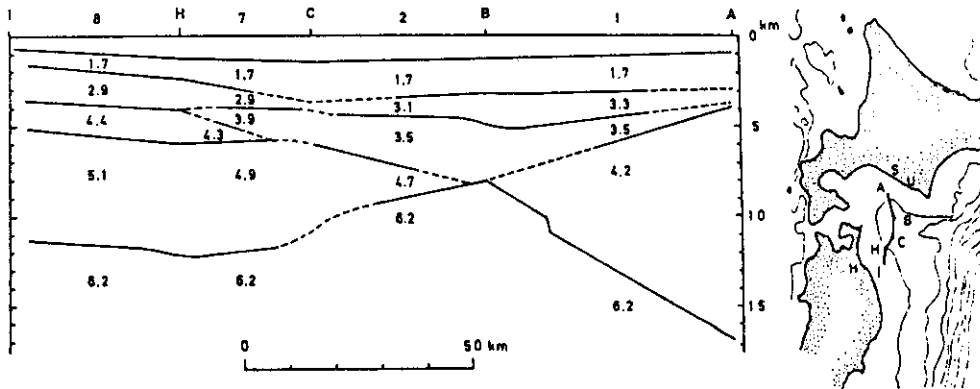
日高沖隆起帯あるいは親潮古陸は、古第三紀堆積当時陸化し、堆積盆の分離をひきおこす働きをしていたことは、前節にのべたとおりである。さらに、時代をさかのぼって、白亜紀初期の大



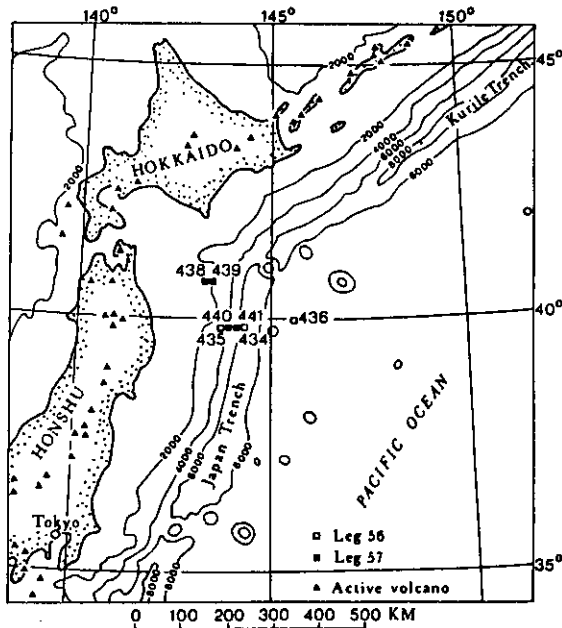
第16図 東北日本古・中生代地向斜および北海道日高造山帯の分布 (吉田, 1978)

北海道日高造山帯 (アミ地)

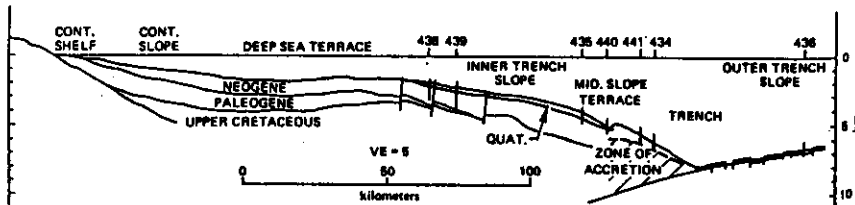
東北日本 北部北上山地地向斜群 (T: 田老地向斜, I: 岩泉地向斜, NK: 北部北上地向斜)。H: 早池峰構造帯, SK・AB: 南部北上地向斜, HUB: 日高沖隆起帯, △: 三疊紀コノドント産地



第17図 Crustal structure of the continental slope along the Shizunai-Hachinohe section (from ASANO et al., in preparation). Velocities are given in km/sec. S, Shizunai; H, Hachinohe; U, Urakawa. (DEN and HOTTA, 1973)



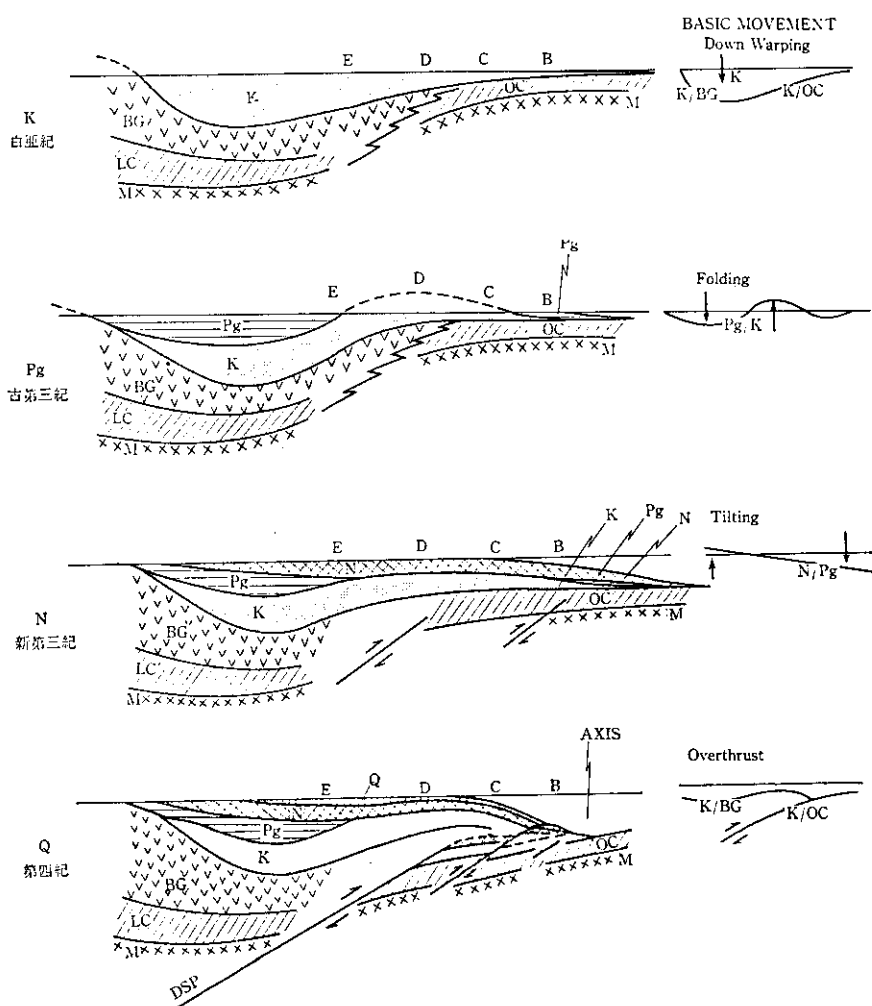
Location of sites drilled on the Japan Trench transect (above) and schematic section showing drill sites. Section is on basis of Ishiwada and Ogawa and JPOC multichannel data.



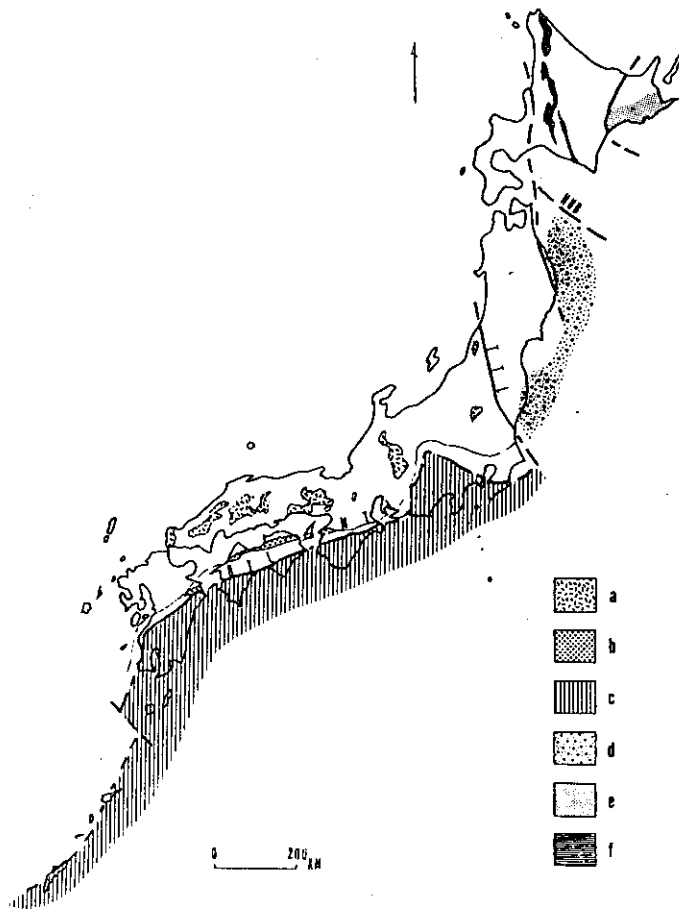
第18図 SCHEMATIC CROSS SECTION SHOWING DRILL SITE LOCATIONS FOR DSDP · LEGS 56 + 57 (VONHUENE et al., 1978)

島造山運動 (KOBAYASHI, 1941) の後の宮古世以降の堆積盆の形成においても、日高沖隆起帯は制御的作用をはたしていたと考えられる。大島造山運動後、北上山地および阿武隈山地沿岸部に現在分布する宮古層群、久慈層群、双葉層群などの白亜系は、沿岸部では沿岸成相あるいは浅海成層であり、東北日本沖合の音波探査などの記録や堆積層解析によっても、それら白亜系はいちじるしい褶曲変形をうけず、おだやかな成層状態を保ちながら、日本海溝部まで沿岸部からの特徴を維持している。しかし、北海道では同じく宮古世以降とされる蝦夷層群は、泥質フリッシュ相の厚い堆積物からなり、日高造山運動の影響を強く受け、おおきな逆転構造、ナッペ構造をとまっている。岩相からみても、構造からみてもおおきな相違があり、これらの相違は日高沖隆起帯を境界にして生じているとみられる。しかも、大島造山の現われ方も東北日本と日高造山帯の間では、かなりの差異がみられる (吉田, 1978)。東北日本側では、白亜紀最初期以前の地層がはげしい褶曲、断裂運動をうけ、花崗岩の貫入活動がひろくおこった後、宮古世に入ると地殻変動は安定化した。しかし、日高造山帯側では、宮古世の蝦夷層群基底に不整合が認められるけれども、平行不整合で、おおきな造構運動の存在は考えられない。そして、日高造山運動はひきつづいており、蝦夷地向斜堆積物も間造山時堆積相である。また、東北日本側の島造山は、広域変成作用をとまわず、未成熟の造山運動であった。

また、白亜紀ばかりでなく、古第三紀堆積盆をみても、東北日本太平洋側沖合の音波探査結果をみても、沖合で閉塞すると推定することができ、日高沖隆起帯が堆積作用、構造運動の面でも、東北日本と日高造山帯の間におおきな違いを作る役割をはたしていたとみられる。なお、同時期の白亜紀から古第三紀にかけて、西南日本では、四万十地向斜の形成があった。この優地向斜的な性格をもち、延長 2,000 km におよぶおおきな地向斜堆積物は、東北日本と日高造山帯に発達する同時代堆積物とまったく異なった岩相を示すものである。さらに、造構作用もほかの地域とちがったものである。後大島造山期の白亜紀宮古世以降古第三紀にいたる堆積区を、うえのべた見地からまとめると第20図のような状態になると考えられる。それらの地域での造構像もあきらかに地域性をもち、三つの地帯でおたがい相違していることが特徴的である。これら三つの堆積区・造構区の境界をつくっているのは、棚倉構造線や日高沖隆起帯である。



第19図 東北日本弧-海溝系の前面弧域 (Fore arc region) の構造運動の模式図。B: ベンチ, C: 斜面外縁, D, E: 深海平坦面, DSP: 深海地震面, Q: 第四系, N: 新第三系, Pg: 古第三系, K: 白亜系, BG: 先第三系基盤, 花崗岩質層, LC: 下部地殻, OC: 海洋地殻, M: ホモ層。(南雲, 1980)



第20図 白亜紀を中心とする堆積区

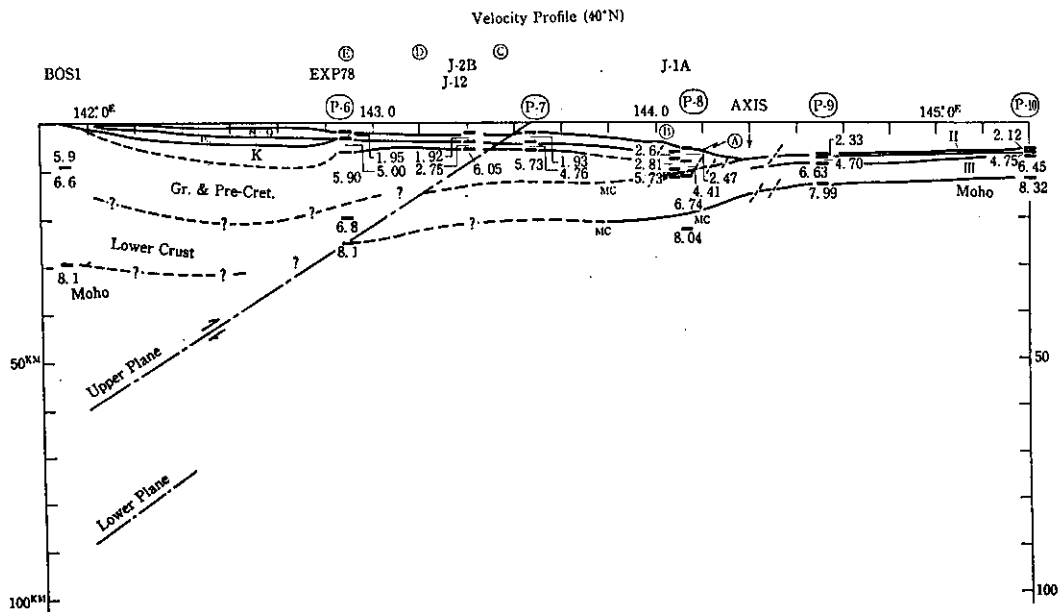
a, 西南日本内帯陸成火山噴出物； b, 和泉地向斜； c, 四万十地向斜；
 d, 東北日本浅海成を主とする堆積物； e, 根室地向斜； f, 蝦夷地向斜
 HUB：日高沖隆起帯， TTL：棚倉構造帯， MTL：中央構造線， BTL：
 中央構造線

7. 東北日本弧と日本海溝

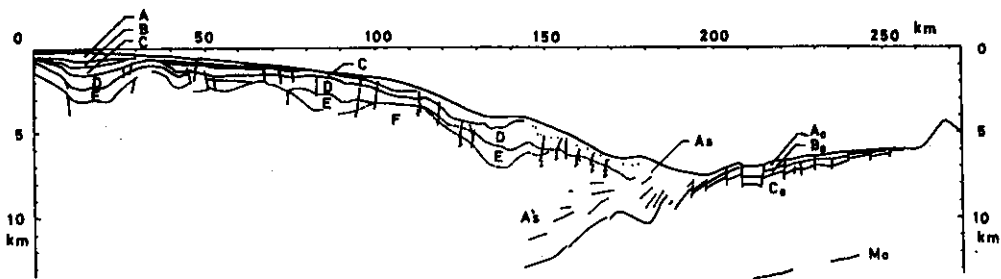
最近，DSDPの掘削結果や音波探査の記録や結果が発表されている（von HUENE *et al.*，1978；奈須ほか，1979；南雲，1980；桜井ほか，1981；小松，1979）。これらのデータや解釈によって，東北日本太平洋側沖合の堆積構造や日本海溝をふくめた地殻構造があきらかとなった。その全体像については，すでに南雲（1980）によって，明快な解析と見解がのべられているので，つけ加えることはほとんどない。特徴点を若干のべるとつぎのとおりである。

ひとつは，東北日本沿岸部の白亜紀宮古世以降の地層が日本海溝までの大陸斜面域まで延び，大島造山運動をうけた先宮古世基盤岩と花崗岩などを不整合におおっていること，および宮古世以降新第三紀，第四紀層まで，断層運動をうけてはいるが，よく成層をした安定した堆積構造をもっていることである。この事実は，この期間に付加構造（アクリーション）や沈みこみ（サブダクション）を考えることが無理であることを示している。

もうひとつは，三陸沖の音波探査記録の解析にもとずいて，日本海溝には付加構造が認められ



第21図 地震波速度断面 (屈折地震探査). P-6~P-10 (LUDWIG *et al.*, 1966); J-1A, J-2B, J-12 (NAGUMO *et al.*, 1980a), EXP 78 (浅野ほか, 1979); BOSEI 1 (Research, Group for Explosion Seismology, 1977, YOSHII and ASANO, 1972) からコンパイル. 深発地震面は HASEGAWA *et al.* (1978) による. (南雲, 1980)



第22図 Interpreted section from multichannel seismic reflection profile off Joban District (桜井ほか, 1981)

Vertical lines show main fault, especially arrow sign indicates reverse fault,

A ~ E : Sedimentary layers of the continental slope

F : Basement of the continental slope

A₀ : Acoustical transparent layer of the outer trench slope

B₀ : Acoustical opaque layer, shown strong reflection, of the outer trench slope

C₀ : Basement of A₀-B₀ layer of the outer trench slope

A_s : Alternations of acoustical opaque layer beneath the inner trench wall

A_s' : Alternations of acoustical opaque layer beneath the lower trench slope

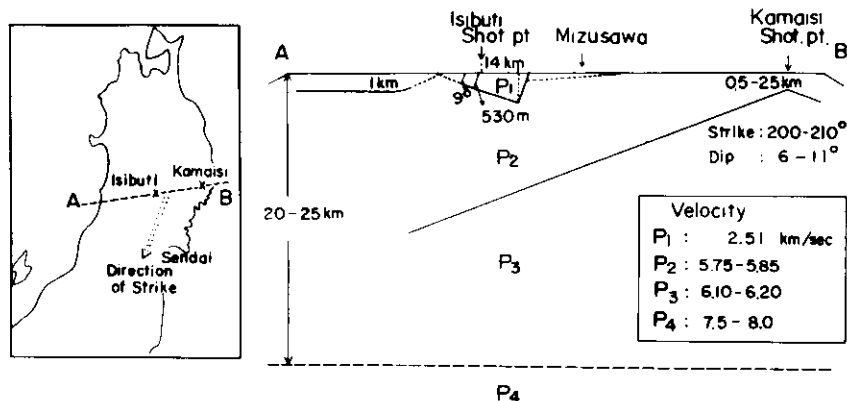
M₀ : Mohorovičić discontinuity (presumably)

ないことを多くの研究者が指摘していることである(村内, 1979; 南雲, 1980; 岡田・酒井, 1979)。村内によれば, 付加構造ではなく, 日本海溝ではテクトニック・エロージョンがおこっていると主張している。これにたいし, 南雲はマントルダイアピリズムによる衝上が日本海溝やスロープブレイクの形成に関与したとのべている。最近桜井ほか(1981)によって, 常磐沖から日本海溝をこえて太平洋地殻地域にいたる大規模な音波調査にもとずいた貴重な記録と解析結果が発表されたが, 沈みこみが日本海溝で生じているという見解がのべられている。筆者はこの点については, ちがった見方ができると考えている。常磐沖の探査記録それ自体は, 三陸沖のそれとひじょうによく似た地殻構造を示している。海溝付近における桜井ほかの解析断面図では, 海洋地殻の面が大陸側にむかって, かなり潜りこむ形をとり, その上部に付加物質がかなり厚くたまっているかのように描かれている。しかし, 記録をみるかぎりでは, そのような状態は認めにくいように思われる。断面の水平・垂直比の関係もあるであろうが, 南雲の図のように1:1に近い断面で考察することが望まれる。しかも, 海溝部上部の堆積物の層が何であるか疑問はあるが, 新第三系上部から第四系であるとする, 海溝部で乱れていないようにみうけられることも重要である。なお, 常磐沖の音波探査記録はいくつか貴重なデータをもち, きわめて重視されなければならない, まだ十分な検討が今後必要とされる。たとえば, 成層状態のよく見られる堆積層の下に, いちじるしい反射面がみられるとのことであるが, これは白亜紀双葉層群に傾斜不整合でおおわれる阿武隈山地の大島造山運動をうけたジュラ紀相馬層群をふくむ古期岩類および花崗岩類の上面ではないかと推定される。

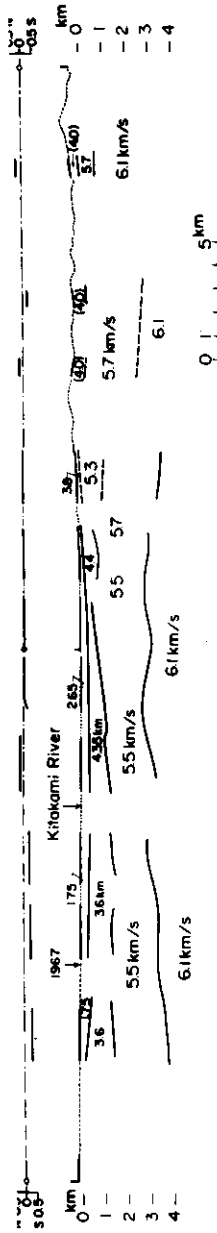
東北日本島弧と日本海溝とを切る音波探査の記録および DSDP の掘削結果は, 太平洋プレートの代表的サブダクション帯といわれる日本海溝におおきな疑問をなげかけたといつてよいであろう。

8. 東北日本の上部地殻構造

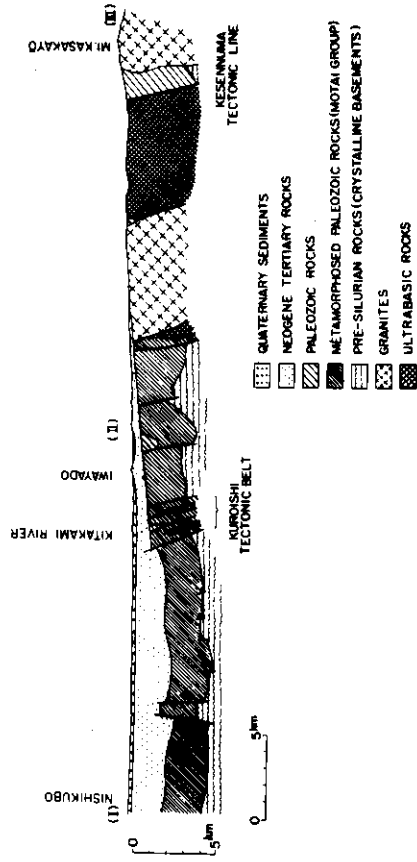
北上山地の地下構造には, いくつかの人工地震爆破探査の結果にもとずいて, $6.0 \pm \text{km/sec}$ 層が分布することが知られている(MATSUZAWA, 1959; 飯塚ほか, 1970; YOSHIDA *et al.* 1973)。MATSUZAWA(1959)によれば, P_1 (新第三紀層および第四紀層)を除き, P_2 ($= 5.75 \sim 5.85 \text{ km/sec}$ 層), P_3 ($= 6.10 \sim 6.20 \text{ km/sec}$ 層)が認められた。飯塚ほか(1970)も北上山地水沢付近の地下構造で, 4.4 km/sec 層, $5.3 \sim 5.7 \text{ km/sec}$ 層, 6.1 km/sec 層を認めた(第24図)。後者の解析による速度層は, それぞれ, 南部北上型古生層, 母体変成岩類, 結晶質地向斜基盤岩



第23図 Crustal structure of Kamaishi-Ishibuchi traverse (MATSUZAWA, 1959)

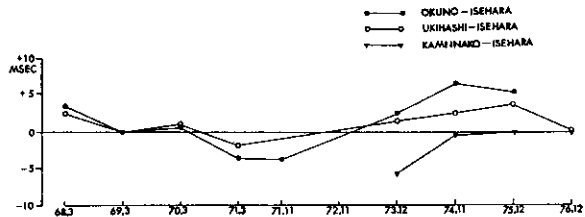


Travel time curve and crustal structure near Mizusawa (Iizuka et al., 1970).

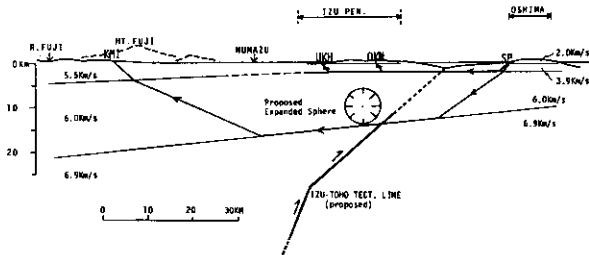


Anticipated geological cross section along the traverse of the seismicological refraction survey.

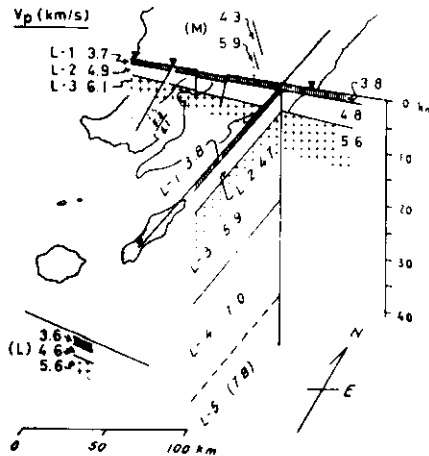
第24図 南部北上山地水沢市付近の地下構造 (YOSHIDA et al., 1973)



Residuals of travel-time differences at three stations locating northwest of the explosion site (Oshima Island), relative to the data of ISEHARA, the reference station locating just north of the explosion site. Note that no significant change in P-residuals more than the accuracy of the experiment (± 10 msec) has occurred.

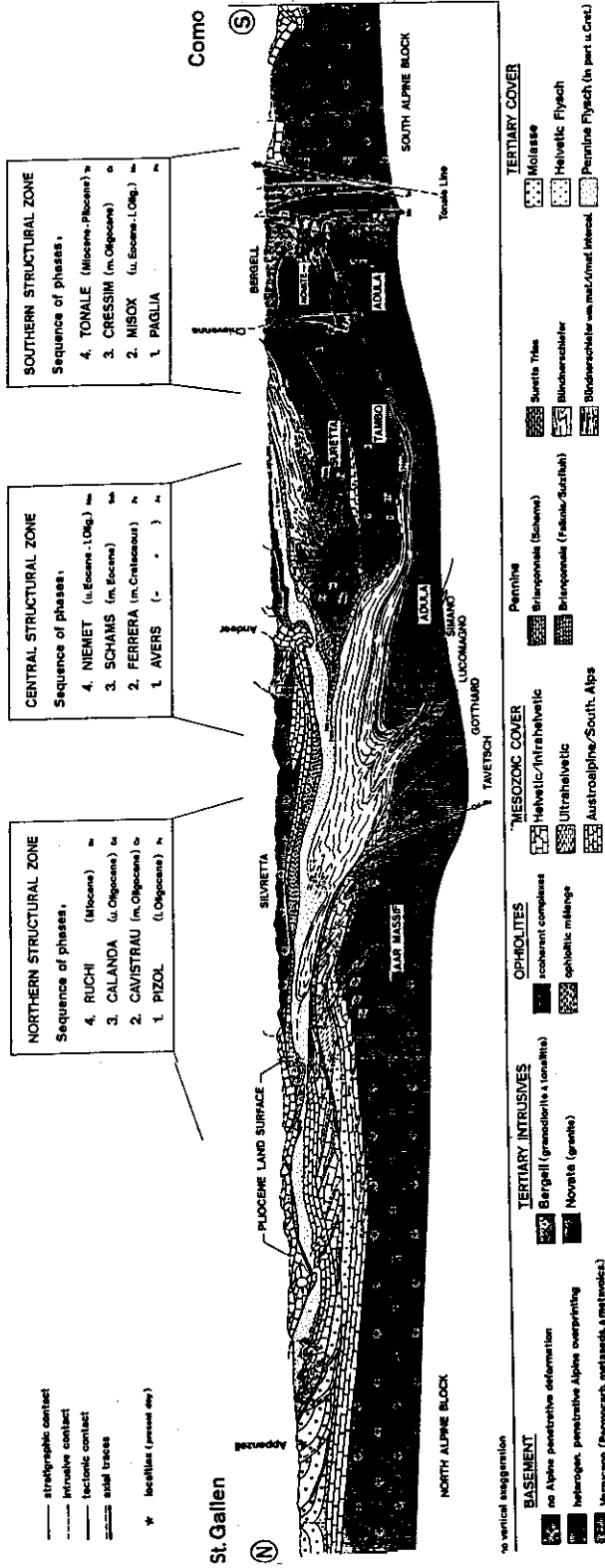


第25図 Schematic cross section showing the crustal structure between Oshima Island and KAMIHAKO (KMI) station. Velocity structure is decided temporarily from the RGEs (1974) data and the present experiment. Large circle represents the proposed magmatic body (the Mogi Model) by ERI (1976), and thin double lines at depth under Izu Peninsula represent the proposed creep part of a fault (the Izu-Toho Tectonic Line) by FUJII (1977). Thick solid lines with arrows represent the assumed seismic ray-paths from the explosion site to the seismograph stations. (KAKIMI and HASEGAWA, 1977)



第26図 Schematic fence diagram of the south Kyushu region. (ONO et al., 1979)

A. G. MILNES & O. A. PRIFNER: Tectonic evolution of the Central Alps. PART I



第27図 St. Gallen-Como 地質断面図——中部アルプス (MILNES and PRIFNER, 1980)

類に相当するものと推定される。結晶質基盤岩までの厚さは、MATSUZAWA (1959) においては、約 10 km から、釜石鉾山地下では 0.5 ~ 2.5 km である。飯塚ほか (1970) の観測結果でも、2.5 ~ 3.5 km の深さになる。6.0 ± km/sec 層の速度層は、日本各地で古生代地向斜基盤岩として認められる (加納, 1969)。

以上の結果で注目されることは、地向斜基盤岩がかなり浅いところに分布するとみられることである。DEN and HOTTA (1973) の海域探査結果でも、6.1 ~ 6.2 km/sec 層の深さは海面下約 8 km の深さに隆起部があり、北上山地の地下地殻構造につながるとみられている。このほか、東北日本以外でも KAKIMI and HASEGAWA (1977) や ONO *et al.* (1978) によってあらかじめされているように、伊豆大島付近と九州南部における爆破探査の結果では、6.0 ± km/sec 層がかなり地下浅く分布するとみられる (第25・26図)。しかし、地下深部構造については、日本各地で金属鉾床探査・地震観測井や地熱開発を目的とする試錐がおこなわれている。これらの結果によると、日本列島をつくる地向斜堆積物や新第三紀層などはかなり厚いようである。6.0 ± km/sec 層の深さが、厳密に古生代地向斜基盤岩を示しているかどうかという問題は、そこまで到達する深部試錐がおこなわれるまで解決はややむずかしいように考えられ、地殻構造と深部試錐の結果が比較対応できることがのぞまれる。

以上の爆破地震探査結果でもうひとつ注意に値いすることがある。それは、6.0 km/sec 層がかなり平坦な面をつくっていることである。そのような結果は、屈折法による観測のためで、反射波で試みればあいには違った面が図示されることも考えられる。しかしながら、MATSUZAWA (1959) によれば、南部北上山地において、6.0 ± km/sec 層の上面は平らな面をもち、その面の走向傾斜まで測定できているほどである。また、カナダのカルガリー地域の地質図 (OLLERENSHAW, 1978) の断面によれば、先カンブリア紀基盤岩がきわめて平坦な面をもち、その上位にのる堆積層は、多くの衝上断層で覆瓦構造を呈している。その構造は、先カンブリア紀基盤岩の上面をすべり面とするデコルマン構造ともみられる。南部北上山地や九州南部の爆破地震による 6.0 ± km/sec 層の平らな面も、地表地質からみる構造とはそぐわないが、カルガリー地域の地下構造と類似するモデルであるかもしれない。さきごろ、GDP のひとつの企てとして、スイスで試みられた Alpine geotraverse の結果が発表された。地質・地球物理・鉾物など各分野の協力の結果にもとずき、造山帯中核部の地下深いところまでの地殻断面がいくつか作成されている。第27図は MILNES and PFIFNER (1980) による geotraverse の一例である。

9. むすび

東北日本を主題とする造構像は、日本のパリスカン造山運動、安倍族造山 (MINATO *et al.* eds., 1979) の体系的総括によって、おおきい前進をみせた。ただ、筆者は安倍族造山中核部の阿武隈山地西縁の棚倉構造線をもって、先新第三紀の東北・西南日本地質区の境界と考えるから、安倍族造山中核帯である阿武隈変成岩帯とその西方の西南日本に属する足尾帯との関係について検討を深める必要があると考えている。また、棚倉構造線西方の西南日本の各構造要素、すなわち足尾帯・領家帯・三波川帯・秩父帯・四万十帯が東北日本ではどのような形で延長し、あるいは地域的相連を生ずるかを比較し、筆者の考えを不十分ながらのべてみたが、まだ明確でない点も多くとりのこされている。また、安倍族造山の体系のなかで造山帯研究会 (1981) 「ヴァリスカン造山運動」に卒直にのべられているように、清水褶曲について問題が残されているようである。

東北日本孤と日本海溝という島弧一海溝系の問題について、南雲 (1980) の説や DSDP の掘削データおよび常磐沖の音波探査の結果にもとずいて考察を試みた。結論としては、日本海溝に

においては付加構造は認められず、その形成は藤田（1973）の主張するように、島弧変動による可能性が強い。

そのほか、日本列島において白亜紀初期の大島造山運動後、白亜紀宮古世から古第三紀にかけて、棚倉構造線や日高沖隆起帯を境界山地とする堆積盆分化が生じたことを推定した。さらに、南部北上山地においておこなわれた中規模の爆破地震探査結果について、伊豆大島や九州南部でおこなわれたものも参照にしながら、上部地殻構造についてささやかな推論をおこなった。

謝 辞：最近公表された常磐沖音波探査記録について、地質調査所環境地質部中条純輔博士から御教示をいただいた。解釈については、ことなつた意見をのべた部分もあると思われるが、快く観測データを提供され、討論をいただいたことに心から謝意を表したい。

文 献

- 茅原一也（1979） 新潟平野をめぐる地形と地質—1, 基盤, アーバンクボタ, 17, 2—5.
- DEN, N. and HOTTA, H. (1973) Seismic refraction and reflection evidence supporting plate tectonics in Hokkaido. *Papers in Meteorology and Geophysics*, 24, 31—54.
- 藤田至則（1973） 島弧変動。「島弧変動」, no. 1, 1—13. 新潟大災害研.
- 原 郁夫・梅村隼夫（1979） 松ヶ平・母体変成岩類の時代論。「日本列島の基盤」 559—578.
- 原田豊吉（1888） 日本群島地質構造論. 地質要報, 4, 309—355.
- HARADA, T. (1980) "Versuch einer geotektonischen Gliederung der japanischen Inseln." Verlag von Paul Parey. 126p.
- 広川 治・吉田 尚（1956） 5万分の1地質図幅「大迫」および同説明書. 地質調査所. 51 p.
- 飯塚 進・伊藤公介・長谷川 功・広島武男（1970） 岩手県水沢市付近の地下構造. 地質調査所月報, 21, 345—359.
- 今井 功（1966） 「黎明期の日本地質学」. ラテイス. 193 p.
- 石原舜三（1973） Mo—W 鉱床生成区と花崗岩岩石区. 鉱山地質, 23, 13—22.
- 磯見 博・河田清雄（1968） フォッサ・マグナ両側の基盤岩類の対比. 地質学会75年学術大会総合討論会資料「フォッサ・マグナ」, 4—12.
- KAKIMI, T. and HASEGAWA, I. (1977) Observations of south Kanto district, south of Tokyo, by the explosion-seismic method. *J. Phys. Earth*, 25, suppl., 105—113.
- KANAYA, H. and ISHIHARA, S. (1975) Uranium, Thorium, and Potassium contents of Japanese granitic rocks: a summary up to 1972. *The Natural Radiation Environment*, 11, 517—533.
- 11, 517—533.
- 蟹沢聰史（1974） 火成活動および変成史よりみた東北日本. 地質学論集, 10, 5—19.
- 加納 博（1969） 日本列島の基盤地質問題と爆破地震学. 地質雑, 75, 247—254.
- 片田正人・小野千恵子（1978） 本州地向斜の砂岩・泥岩の供給源岩について. 地質雑, 84, 141—154.
- ・寺岡易司（1981） 日本の砂岩の化学組成. 岩手大学教育学部研究年報, 40, 2, 55—66.
- KOBAYASHI, T. (1941) The Sakawa Orogenic Cycle and its bearing on the origin of the Japanese Island. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, II, 5, 219—578.
- 小松直幹（1979） 常磐・北上沖の堆積盆地について. 石油技術協会誌, 44, no. 5, 別冊, 268—271.
- 黒田吉益（1963） 東北日本の深成変成岩類の相互関係. 地球科学, 67, 21—69.
- MARUYAMA, T. (1978) Geochronological studies on granitic rocks distributed in the Gosaisho-Takanuki district, southern Abukuma Plateau, Japan. *J. Min. Coll. Akita Univ.*, ser. A, 5, 53—102.

- MATSUZAWA, T. (1959) On the crustal structure in northeast Japan by explosion seismic observations. *Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ.*, **37**, 127-154.
- MILNES, A. G. and PFIFFNER, O. A. (1980) Tectonic evolution of the Central Alps in the cross section St. Gallen-Como. *Eclogae geol. Helv.* **73**, 619-633.
- 湊 正雄 (1950) 北上山地の地質. 地団研専報. **5**, 28 p.
- (1960) 花崗岩礫からみた日本の三つの造山運動. 地球科学, **64**, 30-37.
- MINATO, M., Gorai, M. and HUNAHASHI, M. (eds.) (1965) "The Geologic Development of the Japanese Islands." Tsukijishokan. Tokyo. 442p.
- , HUNAHASHI, M., WATANABE, J. and KATO, M. (1979) "Variscan Geohistory of Northern Japan: The Abean Orogeny." Tokai Univ. Press. 427p.
- MIYASHIRO, A. (1961) Evolution of metamorphic belts. *J. Petrol.* **2**, 277-311.
- 村内必典 (1979) 日本海溝におけるサブダクションの機構. 海洋科学, **11**, 799-806.
- NAGUMO, S. (1979) Seismicity and tectonics of the island arc-trench system in the Northeast Japan. In AOKI, H. and IZUKA, S. (eds.), "Volcanoes and Tectonosphere." 193-205, Tokai Univ. Press. Tokyo.
- 南雲昭三郎 (1980) 日本海溝付近の地質構造と地震活動. 杉山隆二・早川正巳・星野通平 (編), 「地震-地震学者と地質学者との対話」. 25-40. 東海大学出版会.
- NAKAZAWA, K. and NEWELL, N. D. (1968) Permian bivalves of Japan. *Mem. Sci. Kyoto Univ. B*, **35**, 1-108.
- 奈須紀幸・本座栄一・藤岡換太郎・佐藤修二 (1979) Leg 57: 日本海溝の深海掘削-2 - 親潮古陸の発見. 海洋科学, **11**, 807-815.
- NAUMANN, E. (1885) "Über den bau und die Entstehung der Japanischen Inseln." Berlin.
- (1893) Neue Beitrage zue Geologie und Geographie Japans. Ergänzungsheft Nr. 108 zu Petersmanns Mitteilungen. 1-45.
- 小川克郎・堀川義夫・津 宏治 (1979) 茨城県日立一千葉県鴨川地域の空中磁気異常と地質構造. 地質調査所月報, **30**, 549-569.
- 小川琢治 (1899) 日本群島地質構造論. 地学雑. **11**, 413-423, 475-505, 537-560, 685-695, 810-812.
- (1902) 日本群島地質構造論, 地学雑, **14**, 1-8.
- (1929) 「地質現象之新解釈」. 古今書院. 745 p.
- 岡田博有・酒井豊三郎 (1979) Leg 56: 日本海溝の深海掘削-1. 海洋科学, **11**, 756-762.
- 大久保雅弘 (1958) 古生層からみた東北日本と西南日本. 地球科学, **37**, 7-9.
- OLLERENSHAW, N. C. (1978) Geology Map "Calgary". Geol. Surv. Canada.
- OMORI, M. (1958) On the geological history of the Tertiary System in the southwestern part of the Abukuma Mountainland, with special reference to the geological meaning of the Tanakura sheared zone. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, C*, **6**, 55-116.
- ONO, K., ITO, K., HASEGAWA, I., ICHIKAWA, K., IZUKA, S., KAKUTA, T. and SUZUKI, H. (1978) Explosion seismic studies in south Kyushu especially around the Sakurajima Volcano. *J. Phys. Earth*, **26**, suppl., 309-319.
- 小貫義男 (1969) 北上山地地質誌. 東北大地質古生物研究邦文報告, **69**, 1-239.
- RICHTHOFEN, F. von (1900-1903) Geomorphologische Studien aus Ostasien. vol. 1-5.
- 桜井 操・茂木昭夫・中条純輔・宮崎光旗 (1981) 常磐沖のマルチチャンネル反射法音波探査. *Rpt.*

- Hydrographic Researches*, 16, 1 - 17.
- SHIBATA, K. and ISHIHARA, S. (1979) Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of plutonic rocks from Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.* 70, 381-390.
- 島津光夫 (1964) 東北日本の白亜紀花崗岩(II). 地球科学, 72, 24 - 29.
- 武井硯朔 (1976) 東西両日本の境界地域に関する研究史. 地質学論集, 13, 3 - 14.
- 立岩 巖 (1976) 「朝鮮—日本列島地帯地質構造論考—朝鮮地質調査研究史—」. 東大出版会. 654 p.
- 豊原富士夫・植杉一夫・木村敏雄・伊藤谷生・村田明広・岩松 暉 (1980) 北部北上山地—渡島半島の地向斜. 「日本列島北部における地向斜及び構造帯区分の再検討」研究成果報告書. 27 - 36.
- 梅村隼夫 (1979) 御斎所・竹貫地域の造構運動, 特に御斎所・竹貫変成岩の構造的結合について. 「日本列島の基盤」, 491 - 514.
- VON HUENE, NASU, N. *et al.* (1978) Japan Trench transected. *Geotimes*, 23, 4, 16-21.
- YABE, H. (1917) Problems concerning the geotectonics of the Japanese Islands, critical reviews of various opinions expressed by previous authors on the geotectonics. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. (Geology)*, 4, 2, 75-104.
- 山下 昇 (1957 a) 中生代(上). 地学双書, 10, 地学団体研究会. 94 p.
- (1957 b) 中生代(下). 地学双書, 11, 地学団体研究会. 116 p.
- 吉田 尚 (1975) 東北日本古・中生代地向斜の分化と発展. 地団研専報, 19, 103 - 114.
- (1977) 東北日本と中央構造線—一つの試論. 地団研専報, 20, 113 - 116.
- (1978) 日高・北上両地質区の境界と比較構造論. 地団研専報, 21, 169 - 180.
- YOSHIDA, T., IIZUKA, S. and IGI, S. (1973) Reconnaissance survey for deep drilling in the Japanese Upper Mantle Project. In GORAI, M. and IGI, S. (eds.), "The crust and upper mantle in the Japanese Islands area-Part II." 163-176. *Geol. Surv. Japan*.
- 吉田 尚・笠井勝美・青木ちえ (1976) 八溝山系の地質と足尾帯の構造. 地質学論集, 13, 15 - 24.
- ・片田正人 (1964) 5万分の1地質図幅「大槌・霞露岳」および同説明書. 地質調査所. 36 p.
- ・—— (1978) 北上山地地質区と火成岩の概観. 地質ニュース, 291, 1 - 9.
- 造山帯の研究会(編) (1981) 「ヴァリスカン造山運動—日本と中部欧州」. 共立出版. 144 p.