

「むつ小川原・石油備蓄基地建設予定地」における“活断層”問題

——とくに, “島弧変動論”の立場から——

藤田至則*・宮城一男**・松山力***・木村千恵子**

Active faults considered from the Island Arc Movement — Problem of active faults in the Mutsuogawara Petroleum Base —

by

Yukinori FUJITA, Kazuo MIYAGI, Tsutomu MATSUYAMA and Chieko KIMURA

(Abstract)

The Japan Petroleum Development Cooperation is planning to construct a petro-chemical complex in the northwest of Takahokonuma of the Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture.

In the south of the projected site, a tectonic valley is inferred to extend from about 4 km south of it, running in a north-south direction (1:50,000 Geological Map of Hiranuma, 1970). On the other hand, in the northern area, from about 4 km north-northeast of the site, a fault of a north-northeast trend is developed (1:50,000 Geological Map of Mutsu-Yokohama, 1970).

The present writers assumed that the tectonic valley could be an active fault of a young age, and investigated the geology of the tectonic valley and surrounding areas. As a result, the following conclusion has been reached.

The faults developed in the vicinity of the tectonic valley are collapse-type faults that were formed just prior to the deposition of the Shimosueyoshi loam and before the deposition of the Tachikawa loam (from 140,000 to 13,000 years ago), and most of these active faults are normal faults.

The throw of these faults does not seem to be very large, and as they are mostly normal faults the scale of faulting may not have been large relatively. Although they belong undoubtedly to the category of active fault, their formative period is still a question. It is uncertain whether or not they were formed in the Late Pleistocene period, the age which requires special attention according to many researchers. After all, it is desired to investigate the faults minutely and work out a measure to meet the situation. Excavation would be an appropriate way to know if these faults are developed under the base.

In this paper the writers present their doubts about the investigations on the active faults

* 新潟大学積雪地域災害研究センター

** 弘前大学教養部地学研究室

*** 青森県立八戸高等学校

hidden underground or in the areas lacking in Quaternary formations. The writers also express their views against the common saying that a too strict definition of active fault in such a country as Japan would impede the engineering plans, and also against some intellectual persons who comment that Japanese geologists should make more efforts to popularize the concept of active fault among the less-informed general public.

I ま え が き

青森県下北半島の鷹架沼北西方に、「石油公団」による石油備蓄基地建設の準備が進み、その開発起工式が、去る 1979 年 11 月末に予定されていた。これより先に、筆者らは、この地域の地質構造を記載した青森県発行の「むつ小川原開発地域、土地分類基本調査報告書」の「平沼」ならびに「陸奥横浜」の説明書と地質図を検討した結果、石油備蓄基地建設予定地——以下、基地と略称する——に、いわゆる活断層が発達するのではないかとの疑念をもつようになっていた。そこで、とくに「平沼」の説明書が構造谷としている南北方向の地形がどのような地質学的背景をもつか、それが、いわゆる活断層と関係のある構造を内包するかなどといった諸点について、野外で検討をすすめることにした。幸い、本地域の地質と地質構造については、著者の 1 人藤田が約 20 年前に、他の協力者とともに詳細な調査をすすめており（柴崎ほか、1958）、また、著者の 1 人松山も、他の協力者とともに、この付近のローム層の地質調査をすすめていたので、今回の検討に当って、それらの成果をとり入れることができたことをここにしておく。本小論は、上記にのべた検討の結果からえられた基地における活断層問題についての見解と、“島弧変動”の角度からみた“活断層”についての 2、3 の意見をのべたものである。

II 基地の南北両側における断層群

さきにあげた「平沼」の 5 万分の 1 地質図には、基地南方約 4 km 付近へ、南方から流れ下り東へ折れて鷹架沼へ注ぐ後川と、さらに、その南方の土場川とをつなぐ、細長い低地帯が、一種の構造谷——断層や褶曲や層相差などが原因で生じた狭長な凹地——であろうことが指摘されており、また、この構造谷地形の北方どんづまりにあたる千樽部落北方には、東方へ約 80 m ほどおちこんだ断層が記載されている。ただし、この断層は、第四紀の野辺地層におおわれているとしている。断層の性格はともあれ、この南北方向の断層がそのまま北方へ発達しているとすれば、基地を横切ることになる（図-1）。一方、同じく、「陸奥横浜」の 5 万分の 1 地質図にも、基地の北北東 4 km 付近から、さらに北北東方向に向かって断層が発達すると記載されている。この断層がそのまま南南西方向へと発達すれば、基地下に連続する可能性もある（図-1）。

垣見らの作成した活断層図（1978）によると、本地域には活断層の存在を印していないが、下北半島北部と、基地の北北東方には、北北東～南南西方向の活断層が記載されている。なお、本地域西方の七戸付近では、十勝沖地震のさいに、南東～北西方向の断層帯とみられる地帯にそって、被害が集中したという報告（加納ほか、1968）もなされている。このように、本地域の周辺には、南北方向、北北東～南南西方向などの断層が発達し、それによって災害が集中したことが知られているので、基地下に想定される断層のことを気にしないわけにはいかない。

そこで、筆者らは、まず、さきにのべた基地南方の、いわゆる構造谷といわれている低地帯の地質調査を行い、断層の発達状況を確認めることにしたがその結果は次項でのべる。また、この低地帯には、もと

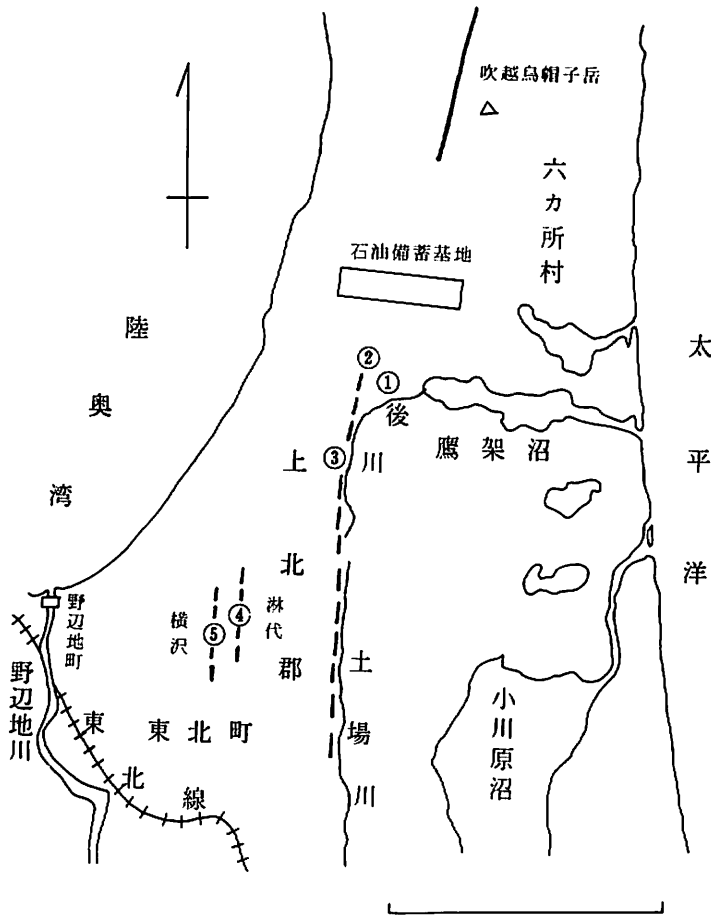


図-1 青森県上北郡の地形と調査地点
番号が調査地点(横スケールは10 km)

Fig.1 A map of Kamikita-gun, Aomori prefecture
number : surveyed points

が基地下へ延びることはないであろうが、この断層の破碎状況は、この付近の断層のうちには、かなり新しい時代に形成されたものがあることを物語る資料となっている。

断層の次の露頭は、図-1の②であるが、この付近の断層は、さきの土地分類基本調査「平沼」の5万分の1地質図が断層とした地点である。ここでは、断層そのものを観察できる露頭はない。南北に解析された小さい沢を間にして、その両側に分布する甲地層(柴崎ほか、1958)―「平沼」の地質図(1970)によると浜田層―の層相がいちじるしくちがっていることから断層と推定することができる。したがって、この断層が、第四紀の野辺地層とどのような関係にあるのかははっきりしない。ちなみに、すでにふれたように、平沼の地質断面図ではこの断層が野辺地層におおわれているとしている。

第3の断層の露頭は図-1の③の地点にある。この露頭は、後川の流が、低地帯の中央で蛇行した小川の北岸に露出している。

南面したこの露頭のスケッチを図-2に示した(写真2と3参照)。幅約30mに及ぶ露頭では、鷹架層に属する凝灰質砂岩や含貝化石砂層ならびに軽石凝灰岩層と、わずかな野辺地層のルーズな砂層が、5

もとローム層が分布していないので、低地帯の西方の、ローム層が厚く発達する丘陵部で、かねてより気付いていた、この低地帯に発達する断層群と同じ性格と認められる断層群を調査し、これらの断層群の活動時期を調べた。その結果についても次項でのべることにする。

Ⅲ 基地南方の断層群

筆者らは、まず、構造谷といわれている後川流域における3か所で断層を確認した。

第1の地点(図-1の①)では、この付近の基盤をなしている、中新統上部の鷹架層内部に断層が発達している。上位に第四系が発達していないので、活動年代を推定する資料はない。断層面の走向は北60°西、傾斜は55°北で、正逆の関係は不明である。断層には幅40~60cmていどの破碎帯を伴っている。破碎した岩片は手で剥すことができる程度の固結度を示している。したがって、この断層の形成期は、それほど古い時代とは考えられない。しかし、この断層の走向からみると、これ



写真, 1 ^{ちだる} 千樽部落における鷹架層の砂質シルト岩内の断層 (図-1, ①地点)
Photo.1 A fault in the siltstone of the Takahoko formation at the Chidaru village (loc.no.① in Fig.1)



写真, 2 ^{すからみ} 柵地域の断層 (図-1 ③地点)
 手前の白地 (鷹架層の軽石凝灰岩) と黒地 (野辺地層) との境が逆断層 (Photo,3と同じ)
Photo.2 a fault at Sukarami area (loc.no.③ in Fig.1)

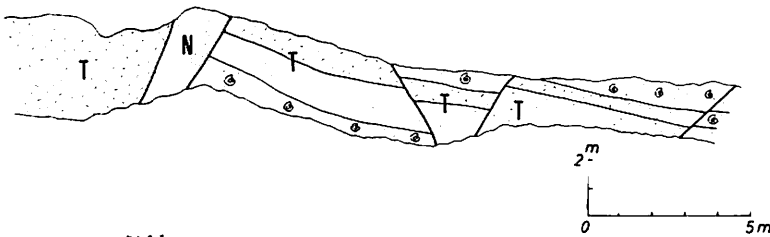


図-2 ^{すからみ} 柵東方, 後川流域の露頭のスケッチ (③地点)
 粗点部: 鷹架層の砂岩, ハ印: 凝灰岩・凝灰質, 渦巻印: 海棲貝化石, T: 鷹架層, N: 野辺地層, 写真2・3はN印付近を示す。
Fig.2 A sketch of a Outcrop at the eastern part of Sukarami near the Ushirogawa river.

な関係を示し易いと判断できることなどから, この砂層を野辺地層所属のものとして最終的に判断したのである。

走向は, いずれも, 北 6° 西から北 40° 東までというように, 南北性のものばかりであり, ほぼ, この付近の後川の流れの方向を示している。傾斜はすべて, $60\sim 70^{\circ}$ と高角を示している。

図の左端の鷹架層の軽石凝灰岩は野辺地層の砂層に対して衝上しているのですが, この断層だけは逆断層であるが, 他の断層はすべて正断層である。このような断層の関係は, 地層が, 多くの高角の断層群でブロック化する場合に現れる現象と解釈することができる。

以上のような関係からして, 少なくとも③地点の断層群は, 第四紀前半期の野辺地層を切って発達してい

るから、ひとまず、活断層と認定することが許されよう。ところが、②・③の地点はいずれも、後川の低地帯にあって、このような地帯には、第四紀後半に降灰したローム層の発達が悪く、ために、これらの断層が、第四紀後半にどのような活動をしたかについては検討ができない。そこで、筆者らは、ローム層がよく発達している後川以西の地域で上記の後川流域に発達している断層群と同じ性格の断層群が、ローム層とどんな関係にあるかについて検討した。

④地点と⑤地点において、筆者らは、鮮新世といわれている甲地層の上に、下部ローム層・中部ローム層・上部ローム層が重なっている部分に発達する断層群を発見した。というより、著者らの1人、松山を含む青森ローム研究グループによってすでに発見されていた(大池, 1964; 大池ほか, 1977)ものを確認したのである。

④地点は、東北町淋代^{さびしろ}の南西の道路脇で、⑤は同じく東北町の横沢部落の道路脇の露頭である。

図-3は、④の露頭のスケッチで、この露頭は幅150mに及んでいる。写真4は、図-3のN印付近を示している。下位に野辺地層^{*}と思われる砂層が発達し、その上位に、下部ローム層が整合にのり、さらに、その上位に、中部ローム層・上部ローム層が、それぞれ順に不整合関係におおっている。

ここには、約9本の断層群が発達し、図の左側に集中して分布する断層群のうち、左から4番目のものは逆断層、6番目のものは正逆不明であるが、他はすべて正断層である。落差は、最大25m、小さいものは数mである。断層面の走向は、北5°東から北26°西のものばかりで、さきの、後川の断層群と同じ



写真, 3 柵地域の鷹架層(軽石凝灰岩)(左)と、野辺地層(砂層)(右)との間の逆断層(図-1, ③地点)

Photo.3 A reverse fault between the Takahoko formation and the Noheji formation (loc.no.③ in Fig.1)

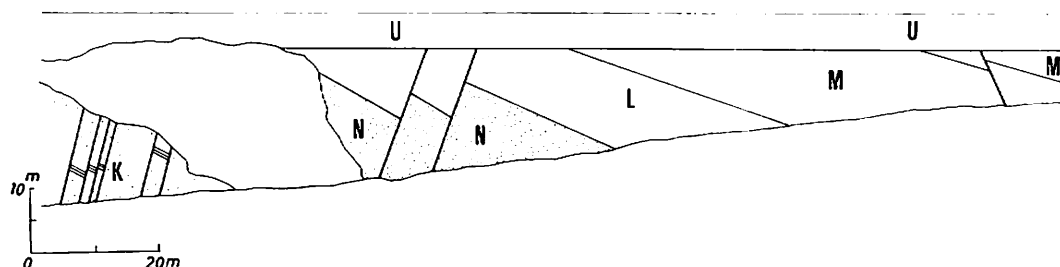


図-3 淋代南西約500m付近の道路北側の模式露頭スケッチ(④地点)

K: 甲地層, N: 野辺地層(?), L: 下部ローム層, M: 中部ローム層, U: 上部ローム層

Fig.3 A sketch of the northern side of a outcrop near the road at the Sabishiro village.

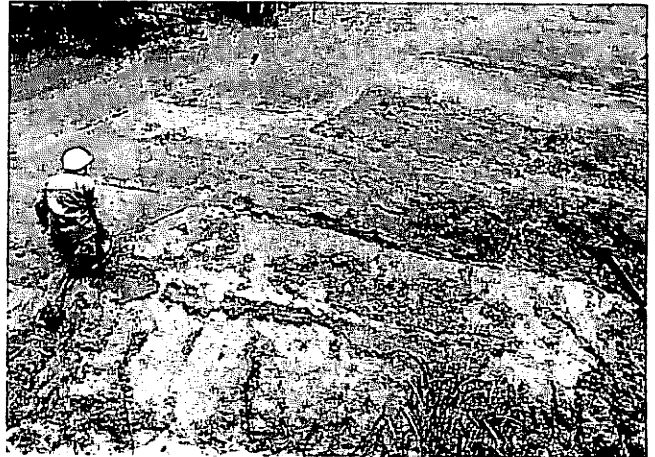
K: Katti formation (Pliocene), N: Noheji formation, L: lower loam member, M: middle loam member, U: upper loam member

*これが、甲地層ではないかという疑問もないではない。この付近の甲地層と野辺地層との関係は今後に残されている問題の一つである。

で、ほぼ南北性の走向を示している。傾斜は50°~70°と、すべて高角であることも、さきの後川のそれらと同じである。

また、図からも明らかのように、これらの断層群のうち、一番右の断層は、中部ローム層までできっていると判断できることは重要である。ちなみに、筆者の1人松山は小川原湖東岸でもこの付近の断層群と似た性格のそれらが、中部ローム層のすべてを完全に切っている露頭を観察している。

本地域のローム層を関東地方の標準層と比較したのが表-1である。ここで、たとえば、中部ローム層のうち、下末吉層が約12~14万年前、武蔵野ローム層が約3~5万年前、そして上部ローム層が、表にしたがえば、1万3千年前以後ということになる。したがって、本地点の断層は、少なくとも14万年前から1万3千年前の間のいつれかの年代に活動したということになる。



写真, 4 淋代地域における野辺地層と下部ローム層を切る断層(図-1 ④地点)。右足下が下部ローム層の基底。

Photo.4 Faults in the Noheji formation and the lower Loam member at the Sabishiro area (loc, no.④ in Fig.1)

表-1 地質層序と対比

Table.1 The geological succession and it's correlation table

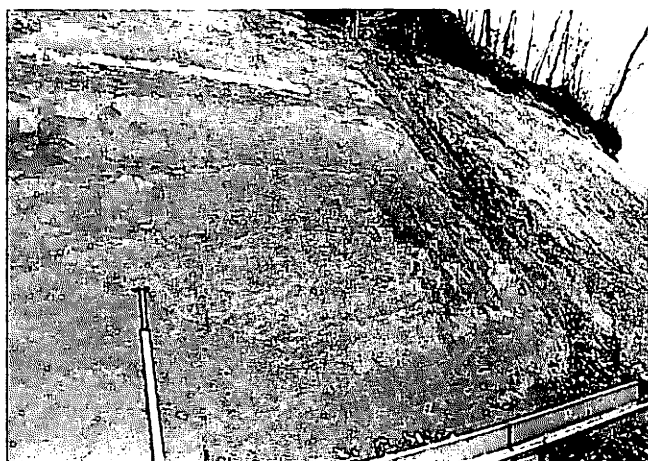
| 時代 | | | 層序 | 下北半島南部(下北郡南部・上北郡北部) | | 青森県南東部 | 関東地方 | 単位(万年) |
|------|-----|--------|--------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------|--------------|
| | | | | 柴崎・青木・小松大森・藤田(1958) | 東北地方第四紀研究グループ(1969) | 青森ローム研究グループ・その他 | | |
| 第四紀 | 更新世 | 後期 | 上部ローム層 | 上部ローム層 | 上北上部火山灰層 | 八戸火山灰層 | 立川ローム層 | 約-1.3 |
| | | 中期 | 中部ローム層 | 下部ローム層 | 上北中部火山灰層 | 高館火山灰層 | 武蔵野ローム層 | 約-3 ~5 |
| | | | | | | | 下末吉ローム層 | 約-12 ~-14 |
| | 前期 | 下部ローム層 | | 上北下部火山灰層 | 天狗山火山灰層 | 多摩ローム層 | 約-20 ~-30 | |
| 新第三紀 | 鮮新世 | | | 野辺地層 | | | | 約180 |
| | | | | 甲地層 | | | | 約500 |
| | | | | 鷹架層 | | | | |

注：上部ローム層の下底部には千叟浮石(1969)があって、八戸火山灰層下半の八戸浮石の一部と考えられる。八戸浮石の上部に相当する八戸浮石流凝灰岩層のC¹⁴年代は12700±260年B.P.(大池, 1964, Gak-205) また、八戸火山灰層の下底部のC¹⁴年代は13,770±510年B.P.(大池ら, 1977, Gak-5996)となっているので、上部ローム層の年代はおよそ13,000年B.P.としてよからう。

⑤地点の断層群は、甲地層を切っており（写真，5），その走向は、やはり南北性で、傾斜も高角で、ほとんど正断層からなっている。断層は7本ほどみとめられた。このような断層群の性格は、③や④の地点のそれらと共通している。

以上のようなすべての露頭の観察から、次のような結論がえられる。

基地南方の後川流域の低地帯には、約14万年前から1万3千年前までの間に活動した断層群が発達している。したがって、この断層群の走向からすると、基地下にまで連続している可能性が強いということである。ただし、その走向が、東ないし西へそれない限りである。なお、基地予定地には、南北方向のいちじるしい地形は発達していないようである。このことは、これらの断層群が、かりにそこに発達していたとしても、立川ローム相当層におおわれているため、現在の地表に、断層地形として現われていないと解釈できる。



写真，5 横沢地域の甲地層を切る断層（図-1，⑤）

Photo.5 A fault in the Katti formation at Yokozawa area. (loc.no.⑤ in Fig.1)

Ⅳ 本地域における構造発達史からみた活断層問題

筆者らの1人、藤田は、数人の共同調査者とともに本地域の北方の吹越烏帽子岳から、本地域南方の小河原沼北半部にかけての地域の地質調査を進めたことがある（柴崎ほか，1958）。この調査結果によって、基盤の中新統の鷹架層は、いろいろな場所で、その頂面が平頂なドーム状の凸出部を構成し、鮮新世の甲地層や野辺地層はそれにアバットして分布していることが明らかにされている。

このような基盤構造から、前記の断層の発達地域をみると、後川のいわゆる構造谷の部分、あるいは、淋代や横沢の断層群などの発達する部分などは、さきのドーム状の凸出部の縁辺部に相当しているとみられる。すなわち、それは甲地層や野辺地層が、基盤にアバットしている付近に相当している。

ところで、上記のような、基盤の平頂な頂部をもつドーム状の凸出部というのは、おそらく、甲地層ないし野辺地層の堆積直前に生じた断層によって生じた地壘、そして、地壘側面の凹地が地溝と解釈することができる。このような判断は、第1には、この付近の野辺地層の基底には、ときとして高角の不整合面があって、野辺地層がそれにアバットするような現象もみられるからであり、第2には、筆者らの1人、藤田は、日本列島の各地の鮮新世や第四紀の堆積盆地で、しばしば、高角断層によって地壘状のブロックや地溝状の凹地が生じるのを多くみており、これが、日本列島における鮮新世と第四紀の堆積盆地の一般的特性であるという間接的な根拠もあるからである。

図-4は、構造谷付近の地質柱状図を示したものであるが、ここで注目してよいことは、構造谷の東側の鷹架沼付近の基盤に対して、反対側の甲地層と野辺地層とがともに、急激にその厚さを減少していることである。このことも、上記の見方、すなわち、甲地層や野辺地層などの一部が陥没凹地を埋めたとていうこと、そして、構造谷付近が、陥没の縁辺部をなしていた可能性を示すものといえよう。

淋代や横沢付近も、基盤の凸出部に相当し、甲地層がうすく発達している部分と解釈できるので、おそ

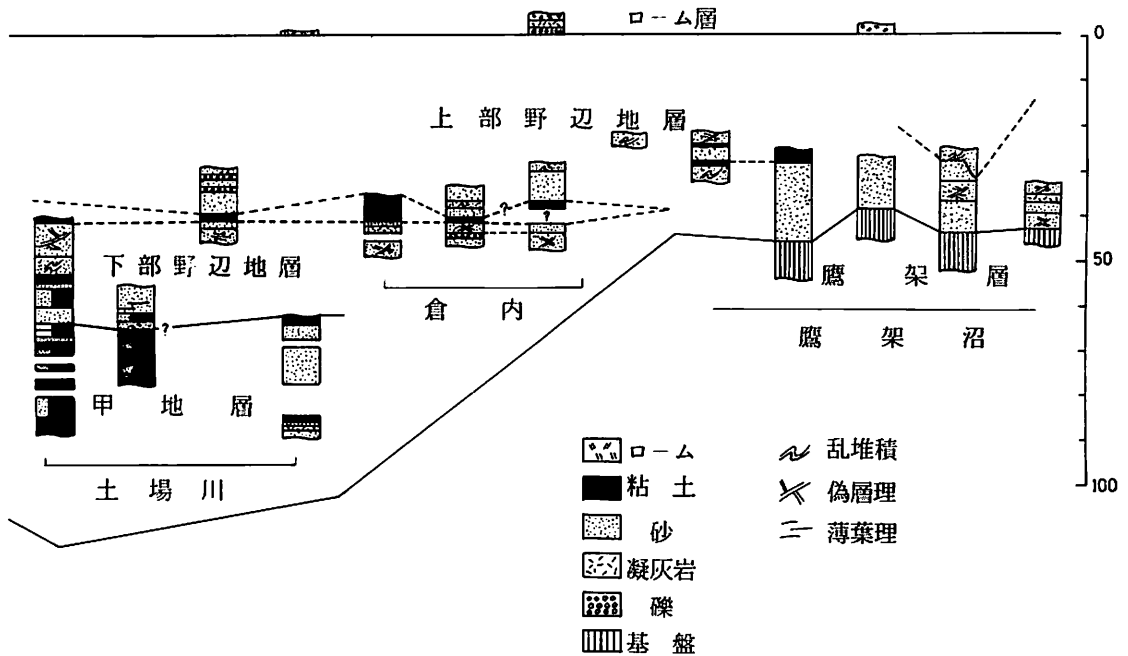


図-4 鷹架沼付近,ないし,その西方にかけての柱状図(柴崎ほか, 1958)(縮尺単位はm)
 Fig.4 The correlation figure of the columnar sections on Takahoko-numa and its western parts

らく, 甲地層が基盤にアバットしている地域とみられる。

これらのことを総合すると, 構造谷付近や淋代や横沢などにみられる断層群は, 甲地層ないし野辺地層の堆積初期に生じた陥没性の断層が, 中部ローム層堆積後, 上部ローム層堆積前に再活動した活断層ではないかということになる。

さて, 島弧変動における陥没盆地の縁辺部の断層が, 後で大きく再活動するときは, 一般に, 基盤側が盆地側に対して衝上する逆断層となって現われることが多い(藤田ら, 1979)。したがって, 本地域のように正断層が多いということは, 陥没盆地の縁辺部が, 小規模に再活動した断層群をいみするといった程度のものであるかもしれない。

V 活断層の危険度の問題

筆者らは, 本地域の基地の南方に存在する活断層が, 基地下に延長する危険性を警告したのであるが, 活断層の新旧の問題や, 活断層と地震動の関係などが, 活断層の危険度と関係があると思われるので, 以下にこれらの2つの問題について言及することにした。

1) 活断層の新旧の問題

コンビナート基地南方に発達する南北性の走向を示す断層群が, 12~14万年前から1万3千年前の間に発生したことについてのべた。果して, このような活断層が, 最近の活断層の定義に対して, どんな位置をしめているかについて吟味する。

そこで, はじめに, 活断層についての最近の知見を概観することにする。

吉川ほか(1973)や, 松田・中村・杉村(1978)などは, 内外の活断層についての見解を紹介しており,

垣見(1979)は、活断層の用語の歴史などを中心とした紹介を行っている。そのほか、貝塚(1979)や岡田・安藤(1979)なども活断層に関するいくつかの見解を紹介している。また、松田・岡田・藤田和夫(1976)や垣見・衣笠・加藤(1978)などは、日本列島における活断層の分布図を作製している。

これらの資料を参考にして、活断層の活動度の問題に焦点をあててみよう。

活断層の定義は、新しい地質時代に活動した断層で今後も活動する可能性があるものと判断されるものとされているが、このような定義は実践的でないため、実際には、次に紹介するようなさまざまな規定が与えられている。

たとえば、垣見らの活断層図では、第四紀層を切るものを活断層と規定している。また、松田らも第四紀に活動した断層を活断層として記載している。しかし、活断層のうちでも、第四紀の後期に活動したことのある断層を、とくに活動度の高い活断層として注目する必要があると強調する見解(吉川ほか,1973;松田ほか,1976)が一般的となっているようである。しかし、同時に松田(1976)が指摘しているように、“現在の理学的な知識(第四紀テクトニクス論)からは、第四紀前期と後期あるいは末期との間にテクトニクスの断絶はなく、したがって、一般論としては、第四紀の前半に活動したことがわかっている地質学的断層も、将来再活動する可能性のある断層と考えるべきである”という見方のあることにも注目すべきであろう。

諸外国の活断層についての規定も参考になると思われるので上記の諸論文から引用してみよう。

たとえば、ニュージーランドでは、1960年度後半作製の25万分の1地質図では、第四紀後期のものを、他のものから区別しているといわれ、ニュージーランド地質調査所の63・360分の1地質図は、活断層をⅠ(5000年間に活動したもの)、Ⅱ(5000年～5万年間に活動したもの)、Ⅲ(5万年～50万年間に活動したもの)の3クラスにわけているという。

米国のカリフォルニア州の75万分の1地質図では、最近200年の間に活動した断層と、180万年以後の第四紀に活動した断層と、それ以前に活動した断層とを区別している。また、カリフォルニア州の条例では、ある種の土地開発に際して特別の許可をえる必要のある断層は、第四紀に活動した断層のうち完新世(1.1万年以後)の間に、地表をくいちがわせた証拠のある州指定の断層に限っているという。

また、アメリカの原子力委員会では、原子力施設の計画に際しては、過去3万5千年間に一回、あるいは、50万年間にくり返し活動しているものを活断層として考慮の対象とするよう指導しているという。

以上のような内外の状況を参考にすると、さきの、むつ小川原石油コンビナート基地の南方の断層群は、12～14万年前から1万3千年前までの間に再活動した活断層とみられるので、十分に検討の対象になるであろう。この場合は、原子力の施設ではないが、この基地には、世界でも有数の巨大タンクの設置が予定されているということであるから、原子力施設並みの慎重さがあってしかるべきであろう。

2) 断層と地震動の問題

活断層のうちで、もっとも危険視されるのは、地震断層とよばれるものである。それは、地下において、地震の震源になったと想定される断層の一部が地表に出現したと解釈される断層や、地震によって副次的に地表に生じた断層などが含まれているように思う。こうした地震断層の研究は、サンフランシスコ付近のサン・アンドレアス断層でくわしくすすめられているというが、本邦では、松田(1976)その他によって検討がすすめられている。

この地域で筆者らが指摘している活断層が、この種の地震断層に属するとは考えていないので、この種の活断層については本論では除外しておく。

さきにもふれたように、1968年の十勝沖地震の際に、七戸^{ななへの}付近では、新設の建築物や道路などが、南東～北西方向の直線上で、いちじるしく破壊をうけたことが報告されている（加納ほか、1968；東北大調査団、1968）。これは、そこに潜在している断層線に震動が集中した結果、不安定な盛土上の工作物に被害が生じたとされている。

また、1978年の仙台沖地震の際にも、仙台市の長町^{ながまち}～利府^{りふ}断層線を境にして被害にいちじるしい差異が現われたり、この断層線にそって墓石の倒壊率が高かったという（東北大調査グループ、1969；生出、1979）。利府～長町断層線は、いわゆる活断層といわれているものであるが、地震のときにはとくに落差が生じるようなこともなかったといわれ、おそらく、構造線に、何らかの原因で震動が集中したことを意味するのであろう。

最近、福井地震や濃尾地震における日本家屋の倒壊率が、単に、沖積層のような軟弱地盤上で一様に高いわけではなく、そこに潜在する断層の部分に、とくに高かったという事実が明らかにされた（谷口仁士・飯田汲事、1978、1979）。たとえば、濃尾地震のときに、濃尾平野には、明らかに、地震断層として活動した水鳥^{みどり}断層につづく断層ぞいに家屋倒壊率が高かったが、これとは別に、水鳥から大垣市をへて名古屋市に至るような部分にも、多分、潜在する断層の部分の家屋倒壊率を高からしめたものと解釈されている。

また、最近、関東地方の丘陵地や低地帯などにおいて、最近生じた数回の地震における各地域の地震動の強弱度に関する統計的な調査が知られているが、それによると、とくに強い震動は、北北東～南南西、西北西～東南東の2方向を示す直線的な地域に集中しているという（角田史雄ほか、1979）。このこともおそらく、何らかの地下における断層線にそって、地震動が集中した結果と解釈できる。

これらの事実から、巨大タンクを設置しようという基地予定地下に、何らかの活断層が存在するとすれば、かりに、どこかに大地震が発生した場合、そこに地震動が集中するおそれがないかどうかについての検討も必要と思われる。もっとも、この基地には沖積層が分布しないということや、上記の家屋倒壊率が木造家屋であるということなども十分に考慮に入れて、地震動の断層付近における変化と、それに対応した工学的処理についての研究が望まれる。

VI 活断層問題についての提言

本項では、はじめに、活断層の定義に関しての問題点についてのべることにし、ついで、第四紀層の分布していないような地域における活断層の認定の問題についてふれ、さいごに、活断層に関する受けとめ方についての問題についてのべることにする。

1) 鮮新世^{*}（500万年前～180万年前）以後の断層の問題

図-5は、筆者の1人、藤田ら（1979）が、第二古瀬戸内海とよばれている鮮新世から更新世にかけて発生した堆積盆地の発生機構を示した図である。第2古瀬戸内の堆積盆地は、鮮新世中期から更新世までに、大まかにいって約3回の陥没によって完成したと結論している（藤田ほか、1979）。したがって、この図の堆積盆地の縁辺はすべて中期鮮新世から更新世にかけて発生した断層をいみしている。一方、図-6は、松田ら（1976）の活断層分布図の一部を示したものである。ここで、図-5と図-6とを比較すれば明らかのように、この地方の活断層には、中期鮮新世以後に発生した陥没性の断層の再活動を意味するものがあることがわかるであろう。

* 最近の生層序学の進展によって、ここにいる鮮新世は、中期鮮新世になる可能性がある。



図-5 第2瀬戸内における鮮新世後期～更新世前期の陥没盆地

A : 更新世前期末の堆積盆地, B : 更新世前期の堆積盆地, C : 鮮新～更新世初期の堆積盆地,
 D : 縁辺不淘汰基底礫岩
 1 : 明石～淡路島区, 2 : 大阪平野区, 3 : 京都～大阪区, 4 : 古琵琶湖区, 5 : 伊勢湾区,
 6 : 東海区, 7 : 瀬戸区

Fig.5 Distribution map of the collapse Basins in the 2'nd Setouchi paleo-sea (Plio～Pleistocene epoch)

A : late early Pleistocene , B : early Pleistocene , C : Plio-Pleistocene , D : marginal unsorting basal conglomerate

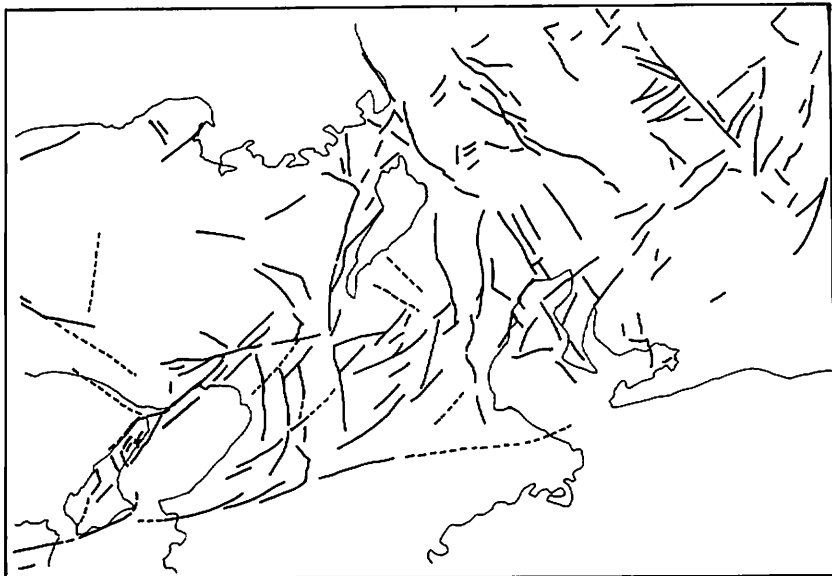


図-6 東海～畿内における活断層分布図(松田ほか, 1976)
 実線・破線が活断層

Fig.6 Distribution map of the active faults in the Tokai and Kinai district (after MATSUDA et al, 1976)

筆者の1人藤田は、かねてから、現在進行中の諸地殻変動は、鮮新世にはじまる、島弧変動に属するもので、それらの地殻変動の特性は、断層～陥没が、約5回ほどくり返すというものである(藤田, 1970・1979)。したがって陥没盆地の一部を構成する断層は、何回か再活動する可能性があるわけで、これが、そのまま活断層といえるのである。

たとえば、本地域における甲地層や野辺地層の堆積盆地の縁辺部に、活断層が集中しているという事実も、おそらく、鮮新世や第四紀の初期に生じた陥没盆地縁辺における断裂が再活動したことをいみするのであろう。

このような次第で、筆者らは、活断層の繰返し活動するという性格が、そもそも、鮮新世以後に生じた島弧変動の特殊性であると考えている。したがって、筆者らは、鮮新世以後に発生し、かつ、再活動したもののすべてを、広義の“活断層”と規定するのが、最も合理的な見方であると考えている。

2) 第四紀層の分布していない地域の活断層の認定の問題

すでにのべたように、本地域の①の地点の断層は、基地との直接関係はないと思われるが、この断層のように、上位に野辺地層やローム層のような第四紀層が発達していないときは、それが活断層であるのか、また、第四紀のいつ頃に活動した活断層であるのか——ということを明らかにすることはできない。

このような見地に立って、断層の破碎度からその活動度を求めようという試みがOGATA, S (1976)*、松田・岡田(1977)、金折ほか(1978)*などによって進められている。

前二者は、活断層の破碎幅や破碎度を客観的に記載して活動度の推定に役だたせようというものである。後者は、断層粘土中の石英粒子の表面構造を電子けんび鏡下で分類し、活動時期の相対的な新旧関係を推定しようと試みたものである。

筆者らの1人、藤田は、島弧変動における様ざまの年代に生じた陥没に伴う断層の観察をすすめてきた(藤田・松尾, 1977; 藤田ほか, 1979)が、少なくとも鮮新世や鮮新～更新世や更新世前期に生じた断層に伴う断層角礫や断層粘土は、やや固結度が高めであるという経験則をえている。前記の人たちの試みに、こうした、断層角礫や断層粘土の固結度の検討を加えて、断層活動度を定量化することができれば、活断層の認定に役立つのではなからうか。

3) 地下における活断層の認定の問題

むつ小川原の石油備蓄基地付近に、何らかの活断層が通っているかどうかは、おそらく、本年の5月以後に行われるであろう現地一帯の掘削作業のときまでは、最終的には断定できない。

県当局や石油公団は、地形状況から、また、ボーリング資料などから、活断層は絶対ないと断言している。果して、地形とボーリング資料とによって地下における活断層の存否を断言できるであろうか。筆者らも、そこに南北方向の地形が現われていないという地形の特徴や、筆者らの指摘する活断層が立川ローム相当層におおわれているということなどから、おそらく、それは地形に現われるような活断層ではないかもしれないと指摘した。この点に関する限り筆者らと公団側の意見は一致している。そこで、ボーリング資料によって、地下の活断層が認定できるかどうかについて吟味してみよう。

ローム層を切る活断層がないと断言するかぎり、ボーリング資料によって、ローム層の厚さがほとんど変わらないという事実を得たということにはほかならない。果して実際はその通りなのであろうか。

さて、かりに、これが事実と仮定した場合、その下位の野辺地層の層厚変化についてはどうなのだろう

* 垣見の論文(1979)から引用。

か。野辺地層も第四紀層であるから、この地層が断層で切れていれば、それは活断層といえる。もし、このような活断層があれば、野辺地層の基底の高さにくいちがいが見われていいはずである。

しかし、野辺地層が下部ローム層と整合関係という見方もあるから、上記のように、野辺地層以下が断層でずれるということはあまり期待できない。むしろ、野辺地層の基底にくいちがいがある場合には、野辺地層の堆積直前に陥没した地溝である可能性もある。このような地溝があれば、それは、やはり、第四紀に生じた断層であるから、たとえ、野辺地層におおわれていても、一応、活断層と規定することもできよう。なお、鷹架層は、陥没しても、その岩質からして、侵食によって陥没地形が失われている可能性があるから、その認定に注意すべきである。いずれにしても、ボーリング資料を検討し、ローム層や野辺地層や甲地層の有無などを確める必要がある。

4) 活断層の用語の社会的影響の問題

活断層があると聞いて、大方の人びとがまず考えることは、それが、地震の直接原因になる地震断層ではないか、あるいは、それに伴って生じたとみられる副次的な地震断層ではないか——ということであろう。こうした断層は、しばしば、断層の再活動によって土地がくいちがうから、最も恐れられている活断層である。幸い、このような活断層は、本地域にはなさそうに思える。

また、活断層のうちでも、有史以来、あるいは完新世（現世、1.1万年以後）に活動したことのあるような断層も、再活動の度合が高く、より危険性が強いというべきである。しかし、本地域に予想される活断層はそのような新しいものではなさそうである。

本地域に予想される活断層は、12～14万年以後、1万3千年以前の間活動した可能性があるというものである。すでにのべたように、内外の地質家の意見としては、更新世後期の18万年前後以後に活動した断層を活動性の高い活断層にしようという傾向にあるから、本地域に、このような活断層があれば、決して安全とはいえないことになる。

なお、このような断層がなくて、さきにのべたような、第四紀前半期における野辺地層堆積直前に生じた断層が存在する場合も、それは活断層の概念に入るので、そのあつかいは慎重でなくてはならない。というのは、すでに引用したように“第四紀前半に生じた古い活断層を、第四紀後半に生じた新しい活断層と区別すべき構造論的な根拠は何もない”と地質学的に結論できるからである。まして、地震の震動が断層付近にとくに集中して強まるという事実はごく最近になって明らかになったことである。このようなことからしても、活断層問題は、その新旧を問わず注意深い対処が必要である。

筆者らとしては、地質学的にみて、日本列島における活断層が、島弧変動の産物であるからには、第四紀以後、180万年前以後のものはいうまでもなく、鮮新世以後、500万年前以後に生じた断層にも十分対処すべきことを主張したい。

活断層が危険であるという主張に対して、最近、次に紹介するような2つの発言を耳にする。重要と思われるので若干吟味する。

まず、筆者らの知っている地質家のうちに、“活断層を一把一からげにして、何でも危険だとする一般の人びとの判断は、要するに、活断層に関しての普及がたりないためである”となげく人びとがいる。たしかに、地学の普及が不十分であるためという側面のあることは認めたい。しかし、活断層の研究の歴史がきわめて浅く、そのためもあって、さきに、活断層の定義について紹介した、その内容からもわかるように、その認識内容はかなりまちまちであり、日本、ニュージーランド、アメリカなどのそれぞれの機関においても、認識に大きな差異がある。したがって、一般国民に、それを普及しようと思って

も、どの定義を普及してよいか選択に苦しむというのが現状である。このような活断層に対処する工学的な研究についてもおそらく50歩100歩であろう。したがって、上記のような発言は、むしろ、活断層を研究対象にもつ地質学者や技術者に向けて、“一日も早く、活断層の体系と、それに対する工学的な対策の実現を期待したい”という発言にすりかえるべきだと考える。

次に、一部の地質学者や技術者などから、“活断層の概念を広くとりすぎると、日本などでは活断層だらけになって、工作物が設置できなくなってしまう”といった発言を聞くことがある。

しかし、松田ら(1976)や、垣見ら(1978)が作製した第四紀の断層、ないし、活断層の分布図をみれば明らかなように、日本列島全体に、ビッシリと活断層が発達しているわけではない。また、藤田ら(1979)が主張するように、日本列島の活断層というのは、鮮新世以後に、約5～6回ていどにわたって生じた断裂～陥没部の断裂がくり返して活動したものであって、それらの変動の特性は、ブロック的である。こうしたブロックの内部には、断裂が万遍なく発生するわけではない。したがって、このブロックの認定さえ誤まらなければ、ブロックの上は安定しているのであるから、施設・工作物の設置には何らの支障もないはずである。

たしかに、日本列島は、古生代以後、本州造山、日高～四万十造山、広島変動、グリーンタフ造山、島弧変動といった諸変動のために、多くの断層が発達していて、大陸地域にくらべると、断層による危険度は相対的に大きいことは事実であるが、活動度の大きい島弧変動においてさえ、上記のような特性があって、安全な地域がかなり広く存在していることも知っておく必要がある。

活断層の規制をきびしくすると、日本列島には、設備ないし工作物を設置する場所がなくなるという発言には、活断層の発生を支配する法則を十分に把握できない向きの発言が含まれてはいないだろうか、また、活断層に対する対処がかなり面倒であって、そのための経費がかさむことを恐れる向きの発言も含まれているような気もする。

ともあれ、むつ小川原石油備蓄基地をめぐる“活断層問題”は、地質研究者に対しても土木技術者に対しても、あらためて、わが国における活断層と地盤との関係についての問題を浮きぼりにさせたといっただろう。

謝 辞

本論をまとめるに当たって、資料その他について、助言をいただいた、新潟大災害研の青木 滋博士に厚くお礼申し上げる。また、資料作製にあたって協力してくれた新潟大災害研の高浜信行氏、ならびに、新潟大理学部地鉱科の久保田喜裕氏に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 青森県(1970):むつ小川原開発地域,土地分類基本調査,「平沼」5万分の1地質図同説明書,青森県.
- (1970):むつ小川原開発地域,土地分類基本調査,「陸奥横浜」5万分の1地質図同説明書,青森県.
- 第四紀地殻変動研究グループ(1969):第四紀地殻変動図,国立防災科学技術センター.
- 藤田至則・松尾行洋(1977):島弧変動期における堆積盆地の発生——東京都青梅市北部の霞丘陵の鮮新統の地質構造——,地質論集, 14, 245-254.
- ・河村善也・和田晴美・川邊孝行・和田幸雄(1979):新生代末期における応力場,地球, 1, 6, 411-422.
- (1979):島弧変動,文部省科研費総研報告「島弧変動」, 1, 1-13.
- 藤田和夫(1976):北米太平洋岸における活断層の諸例——日本の断層との比較において——地質学論集, 12, 171-181.
- 垣見俊弘・衣笠善博・加藤磯一(1978):日本活断層図,地質調査所.
- (1979):活断層,地球, 1, 8, 563-569.
- 加納 博ほか5名(1968):1968十勝沖地震による青森県八戸地方の地すべり性崩壊,地質雑, 74, 7, 401-402.
- 金子史郎(1979):活断層と地形,地理, 24, 9, 29-38.
- 貝塚爽平(1979):活断層地図について,地理, 24, 9, 39-44.
- 松田時彦(1976):活断層と地震——その地質学的研究,地質学論集, 12, 15-32.
- ・岡田篤正・藤田和夫(1976):日本の活断層分布図,地質学論集, 12.
- ・——(1977):断層破砕帯の破砕度階級——野外観察による分類試案——,MTL, 2, 117-125.
- ・中村一明・杉村 新(1979):活断層とネオテクトニクス,地球科学, 10, 89-157.
- (1979):活断層と地震発生に関する6つの経験則,地理, 24, 9, 13-20.
- 宮城一男・塩原鉄郎(1968):青森県における1968十勝沖地震災害の問題,青森地学, 17~18, 5-12.
- 大池昭二(1964):八戸浮石層の絶対年代——日本の第四紀層の ^{14}C 年代,地球科学, 70, 38.
- ・松山 力・竹内貞子(1977):八戸浮石層直下の埋没化石林の ^{14}C 年代——日本の第四紀層の ^{14}C 年代,地球化学, 31-3, 150.
- 生出慶司(1979):地震災害と地盤地質,地震災害と市民生活,東北大教育学部大学教育問題センター, 23-26.
- 岡田篤正・安藤雅孝(1979):日本の活断層と地質,科学, 49, 158-169.
- 大槻憲四郎・中田 高・今泉俊文(1977):東北地方南東部の第四紀地殻変動とブロックモデル,地球科学, 31, 1-14.
- 柴崎達雄・青木 滋・小松直幹・大森隆一郎・藤田至則(1958):青森県下北半島南部の地質と地下水,東京教育大理学部藤本治義教授還暦記念論文集, 154-160.
- 谷口仁士・飯田汲事(1979):濃尾地震における断層付近の被害について,昭和55年中部地区災害科学シンポジウム講演概要集, 21.
- 東北大学理学部地質古生物教室災害調査グループ(1969):地表に伴う自然現象と災害——青森県東北部における“1968年十勝沖地震”の実例について,東北大理地古邦文報告, 67, 1-98.
- (1979):1978年宮城県沖地震に伴う地質現象と災害について,東北大理地古邦文報告, 80, 1-81.
- 東北第四紀研究グループ(1969):東北地方における第四紀海水準変化,日本の第四系,地研専報, 15.
- 角田史雄・「奥多摩地震」調査グループ(1979):「奥多摩地震」の地質学的検討(概報),埼玉大教養紀要, 15, 13-17.
- 吉川虎雄・杉村 新・貝塚爽平・太田陽子・阪口 豊(1973):新篇日本地形論,東大出版.