

首都圏の地震と活構造

垣見 俊 弘 (地 質 部)

1. はじめに一直下型地震について

ちかごろ「直下型地震とはどんな性質の地震ですか」と聞かれることが多い。新聞や雑誌にこの言葉がよく出るせいであろう。学術用語ではないから定義をせよといわれてもつい口ごもってしまう。強いて定義らしくいうならば「ある地震が起きたときその直上にある町(人 建物など)にとってはその地震が直下地震である」というほかはない。したがって地理上の位置を示さずただ直下型地震といってもあまり意味はない。この語を使う場合はたとえば東京(の)直下型地震というように地域を指定すべきである。

しかしこれだけではまだ直下型地震をわざわざ強調する意味が明白ではない。もうすこし説明してみよう。

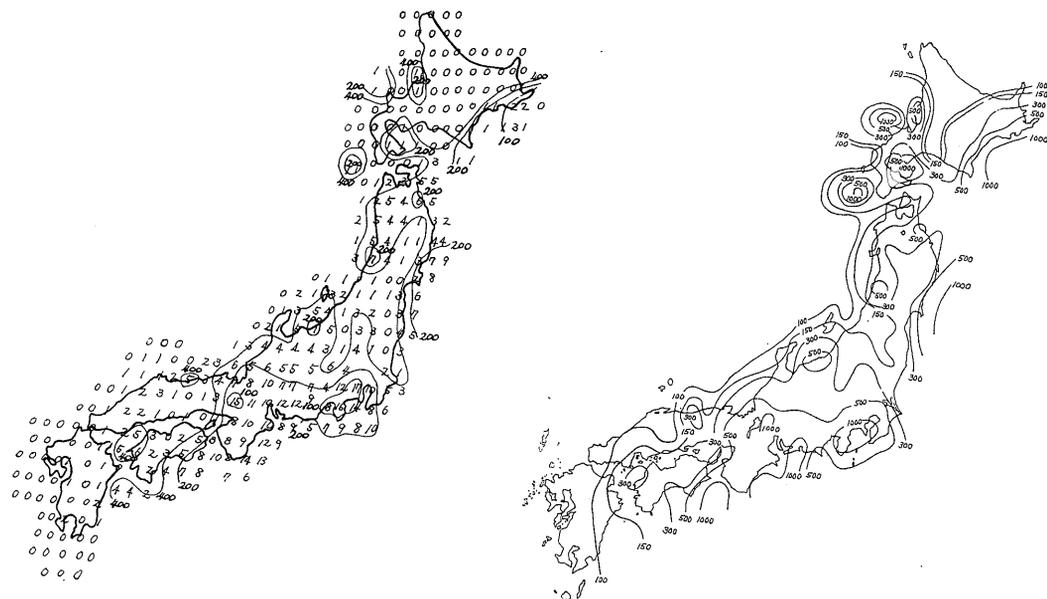
まずこの語はある地域に被害を与える地震を対象としている。被害の大きさはおよそ地盤が受ける揺れ方の大きさ—震度—と関係し地震そのものの大きさ—マグニチュードM—とは直接には関係しない。震度Vによって受ける被害は何百キロメートルも離れたM8の巨大地震でもすぐそばで起ったM6クラスの中規模

地震でも変りはない。だからある特定の地域の防災を問題にする場合にはガラは小さくてもすぐそばで起る地震は速く起る巨大地震におとらず警戒しなければならぬ。こういった趣旨で数年前から直下(型)地震という言葉が地震予知専門家により大都市とくに東京の防災に関して使われだしそれがマスコミに乗って一般の人の口にものぼるようになったのである。

ここで「ガラが小さいこと」はなにも直下型地震の必要条件というわけではない。地域によってはMが8に近い直下型地震もあり得るのだが一般に巨大地震は太平洋の海底で起るのに対し内陸部の被害地震は例外を除けばMが6から7の小さい方である。そこで直下型というときはこのくらいの中～大規模地震を対象と考えている場合が多い。しかしもちろん直下型地震の規模や性格は地域ごとに詳しく検討する必要がある。

2. 首都圏の地震

東京は江戸の昔から地震が多かった。河角(1951)は過去の記録から日本各地の強震・烈震・激震以上の



a. 歴史時代における日本各地の烈震以上の地震回数(数字)およびその平均再来年数(等値線)

b. 200年間に来襲の可能性のある地震の最高震度(単位ガル)の期待値の分布

第1図 いわゆる河角マップの一部(いずれもKAWASUMI, 1951による)

地震回数および平均再来年数を地域ごとに示し またこれから 今後50年・100年・200年間に蒙ることが確率的に“期待”される最大の加速度を示す一連の図を作った。これらは河角マップとして有名である。その一例を第1図に示す。実は 河角マップだけを根拠に ここは安全とか危険だとかいうのは適当でないことがわかってきたのだが とにかくこれを見ても東京は他地域とくらべて被害地震が多かったことは明らかである。

江戸に幕府が開かれたのは1603年であるが この前後から地震の記録が揃いだしている。第2図は1600年以降の江戸～東京に被害を与えた地震の震央の分布図である。マグニチュードの大小は丸の大ききで示し 色の濃淡は その地震が東京でどのくらいの震度を与えたかを示している。これでも見て 東京直下の地震はガラが小さくても大きな震度を与えたものが多いことがわかる。

宇佐美・久本(1970)によれば 資料の整いだした1592年以來 江戸—東京で震度V以上の地震は36 うち震度Vが29 VIが6 VIIが1である。この380年間に平均して約10年に1回は震度Vを感じていることになる。ところがいちばん最近に震度Vがあったのは昭和6年の西埼玉地震で それ以後今年までの46年間 東京都民は震度Vを経験していない。もっとも 大地震はいつも平均して起るわけではなく 被害地震が 久しく記録されていない期間もあるが 宇佐美らの調査によれば 昭和6年以前で震度Vのなかった最長期は 1812年から54

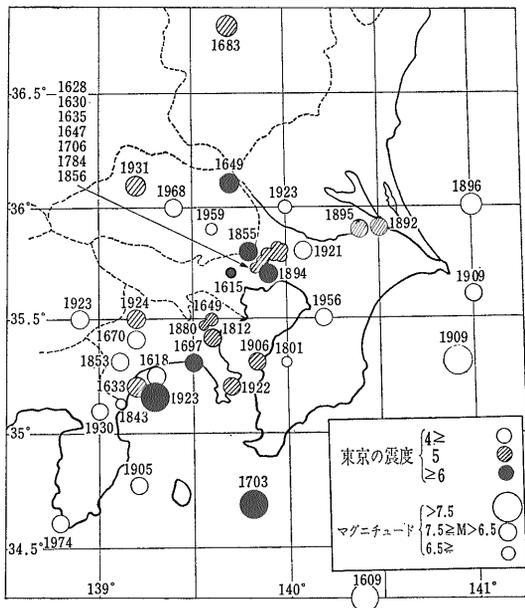
年までの42年間であるから 現在はまさに「最長不倒記録」を更新しつつあるわけである。われわれは この幸運に甘えてはいないだろうか。

ところで これらの地震の半数以上は東京・東京湾およびその近隣で起ったいわゆる直下型地震であることは第2図を見てもわかるであろう。震度VI以上の地震7個のうち2個だけが相模湾で起った関東大地震型の巨大地震 あとの5個は内陸の地震で そのなかでも3個は東京直下地震といえるものであった。このうちいろいろの意味で東京直下型地震の代表といえるものは 安政2年(1855)の江戸地震と 明治27年6月(1894)の東京地震である。両者の詳しい研究は萩原(1972)や勝又護氏によってなされている。それらの震度分布図を第3図に示す。

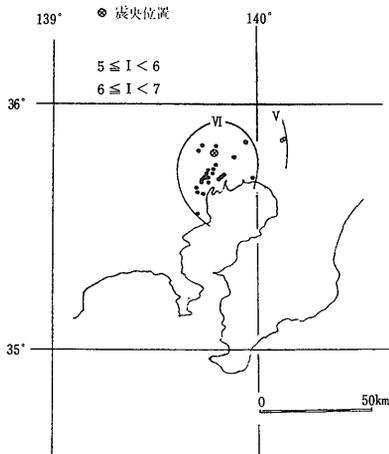
安政の江戸地震は 宇佐美ら(1970)のリストでは1592年以來 東京で震度VIIを記録した唯一の地震である。震度VIの地域は江戸を中心とした半径15km ぐらいのほぼ円形の地域で 市内のつぶれた家14,346戸 圧死者は1万人に達したといわれ これらの火災によらない被害は大正12年の関東大震災より大きかった。萩原(1972)は震度VIの面積から この地震のマグニチュードを7.2としたが 最近の研究ではMは $6\frac{1}{4}$ 〜 $\frac{3}{4}$ 程度と考えられている。震度VII〜VIに続くV〜IVの範囲がややせまいところから ごく浅いところで起ったと推定されている。

明治27年の東京地震は 東京で死者24 全半壊90を出した。震度VIの地域は地盤の軟弱な下町のごく一部だけだったが 震度Vの地域はかなり広範囲に及んだ。震度IVは関東全域をおおっている。Mは理科年表によれば7.0であるが最近の研究では6.4 6.7 7±などと考えられている。また 中心の震度の弱いわりに VやVIの地域が広いことから 最近 震源はかなり深い(30km 以深?)と推定され また震央はかならずしも震度VIのあった東京下町ではなく もっと千葉寄りではないかと考えられるようになった。

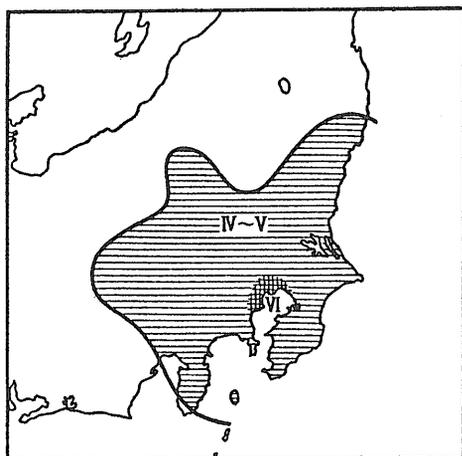
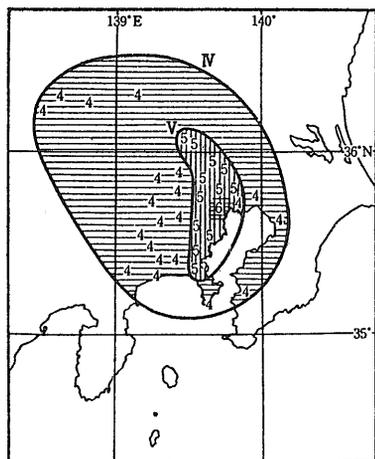
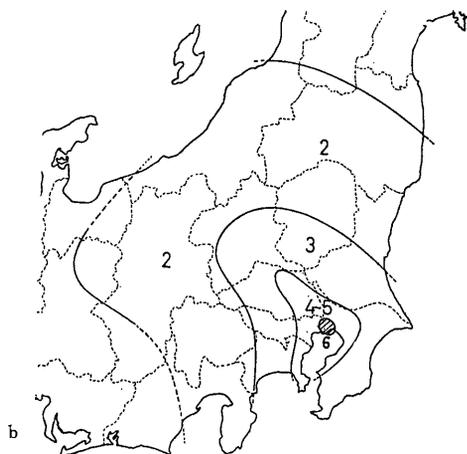
ところで 東京を中心とする関東平野部は 小規模の地震や微小地震がきわめて多く発生している。詳しくは津村(1974)や勝又(1974)などを参照していただきたい。しかしその大部分は50〜80km ぐらいの深いところに集中して生じており 東京直下には30km 以浅の地震はほとんどなきにひとしい。これは たえば関東西地方などとはまったく違う 関東平野部に特有の現象である。安政の江戸地震は したがって 現在の関東平野部の地震活動からみるとかなり異質な 異常に浅い地震である。これらに比べると 明治の東京地震は



第2図 1600年以降 東京に被害を与えた地震の震央とマグニチュード (神沼ほか 1973をわづかに改変)



第3図
安政2年江戸地震(a b)
と明治27年東京地震(c
d)の震度分布。(aとc
は萩原 1972; bは神林・
勝又 1975; dは勝又の原
図を宇佐美 1974より引
用)



現在多発している地震のシリーズのなかでMが大きいもの と考えることができる。最近では被害地震は東京でこそないが 東京に震度IVを与えた1968年7月1日のM6.1 1975年2月8日のM5.4の地震はいずれも深さ60 km ぐらいであり 震央も震度最大の地点とは必ずしも一致しない。これらは明治27年の東京地震タイプと見なすことができる。勝又(1974)によれば 統計的にみて 東京の中心から半径 50km 以内の範囲に 100年 当りM6以上の地震が7回程度 “期待”される。うち 1回はM7に近いと推定される。これらの地震は深さ 50~80km のものである可能性がたつ。

このように 首都圏の直下型地震には 安政と明治の大地震に代表される2つのタイプがあると考えられる。同じぐらいのMならば 安政型の浅い地震の方が被害が大きく警戒すべきである。しかし頻度は明治型の方が多いらしく 明日にでも襲われる可能性の点では 明治

型の地震対策も怠るべきではなからう。新聞報道によれば 昭和50年10月20日の東京都防災会議では この ような趣旨の発言が 前記勝又氏や津村氏によってなされたということである(朝日新聞による)。

首都圏の被害地震を 多少の疑問点には眼をつぶり 浅い安政江戸地震型と 深い明治東京地震型に大区分した 場合 すくなくとも前者については 活断層をはじめとする活構造発達史の面から地質・地形学的にアプローチする余地があろう。

3. 関東平野中・西部の活断層

南関東の丹沢一大磯一三浦一房総地域では以前から活断層の存在が知られており その主なものは 地質調査所の後期新生代地質構造図「東京」にも示されている(垣見・衣笠・木村 1973) しかし この当時はまだ 関東平野西部では はっきり活断層として定量的に報告されたものはなかった。

第1表

関東西～北部の主要活断層の諸元(松田ほか2 1975より抜粋)

断層名	位置(5万分の1図幅名)	走向	長さ km	変位の向き (隆起側)	平均変位速度 $m \times 10^{-8}$ 年
立川断層	青梅	N45°W	20	北東	0.2(立川面) 0.1(下末吉面)
深谷断層	深谷・高崎・熊谷	N50°W	10	南西	0.2(武蔵野面) 0.3(立川面)
柳挽断層	寄居・高崎	N60°W	12	北東	0.2(立川面および武蔵野面)
平井断層	高崎	N ϵ 0°W	15	北東	~0.1(立川面および武蔵野面)

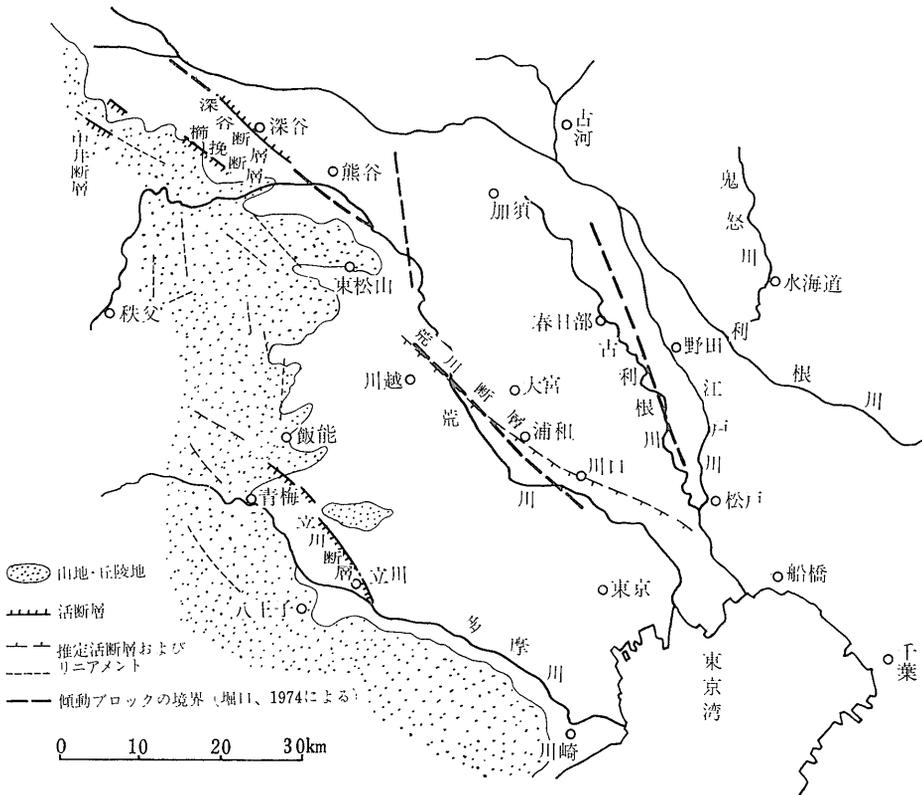
ごく最近になって 東京のま西から以北の山地や台地に 活断層およびその疑いのある地形が空中写真判読によって次々と報告された(松田博幸・星埜 1974; 松田時彦 1974). とくに 東京都防災会議が昭和48年度から3ヵ年計画で行なっていたいわゆる「東京直下型地震に関する調査」によって かなり詳しい調査がなされている. ここでは その報告書に示された断層のうち 多摩川以北で 確実かつ大規模なもの4つを 松田(1974) 松田・山崎・金子(1975) 貝塚(1975) 菊地(1975) などによって紹介しよう(第1表および第4図参照).

1) 立川断層

国鉄中央線の北側を ほぼ玉川上水に沿って東西に走る五日市街道を西へすすむと 立川飛行場のま北 砂川

三番付近で 道路はゆるやかな坂になって西へ下る. これが立川断層の“断層崖”である. そのわずかに北を流れる玉川上水は この崖を大きく回して南へ曲っている. 玉川上水の曲りは ほかではほとんど認められないので “崖”のよい目印しになっている. この付近では 150m 以上の長さの緩斜面で約4m(西下り)の高度差を生じている. 断層崖はここから北面側へほぼ直線状に延びて 狭山丘陵の西端 端徳町箱根が崎へと連なっている. この区間には 断層崖に沿って その西側に残堀川が異常なほど直線状をなして延びている.

この崖とその西側の浅い谷地形は古くから気付かれており かつてはここを境に東側が武蔵野面 西側が立川面とされていた. つまりこの崖を段丘崖と見なしたわけである. しかしその後のローム層の調査では 両側



第4図 首都圏北西部の活断層分布図(推定を含む)(松田ほか2 1975および堀口 1974を簡略化)

とも立川ローム層のみしかないので 両面ともに立川面であるとされた。この地域の地形面は 5 万分の 1 表層地質図「青梅 (1972)」を参照されたい。したがってこの地点では立川断層は立川面 (約 2 万年前に形成) に 4 m の変位を与えたことになり 平均変位速度は千年当たり約 20cm となる。

箱根が崎から北西へ崖をたどると 金子台 (下末吉面相当) へ達する手前で一旦不明瞭となるが 金子台の上では 北西方向に顕著な凹地が認められる。ここを境いに詳しい地形図上で高度差 (東側が高い) が認められる。さらにその延長部の阿須山丘陵では 接峯面図の高度が東西で大きく喰いちがうので 立川断層はそこを通過していると考えられる。高度差は金子台で 8~10m 阿須山丘陵で 20~45m (菊地 1975; 松田ら 1975) と見積もられている。

立川飛行場から南方では 立川面上には崖線はまったく認められず 松田氏は人工的に平坦化されたと推定している。しかしさらに南東延長部の南武線矢川駅付近では 青柳面 (約 1.5 万年前に形成) に約 2 m の高度差を与えている。

以上にのべてきたように “断層崖” とはいっても 非常に緩傾斜であり 一番新しい青柳面でも 2 m の高度差は約 100m の斜面に生じており とても崖とはいえない。これには はじめはもっと急傾斜であった崖が長期間に自然に あるいは人工的に平坦化されたとする考えも成り立つが 松田ら (1975) は はじめから断層としてではなく 撓曲崖として形成されたのではないかと考えている。この付近では第四紀の末固結または半固結の堆積物が厚いので その可能性は大きい。なお この付近の地下地質と断層の関係については菊地 (1975) により興味ぶかい指摘がなされているが それは次章で紹介しよう (次号)。

立川断層は 東京に近く またそれ自体人口密集地域に見られる断層であるから 防災上からも注目すべきである。中央部の立川~箱根ヶ崎付近は確実であろうがその南北の延長部ではほとんど地形的な根拠によって推定されただけであるから 今後は地質学的な検討が望まれる。この断層が一続きの断層であるか 幾つかの切片に分けられるかによって 地震に対する評価も変わってくるであろうから。

また この断層が南方に続くとすれば 多摩川を渡って多摩丘陵に現われることが期待されるが そこではまだ 活断層の存在は確認されていない。地質調査所の岡重文氏らの調査では 延長部付近に NNW 方向のリニアメントは指摘できるが その両側で地形に変位を与

えてはいないとのことである。ここでもより詳細な調査が望まれる。

2) 深谷断層

国鉄高崎線の下り列車が籠原駅をすぎ 深谷駅に近づくと 進行方向の左側の車窓で 非常に緩傾斜の斜面とその向うに平坦な台地を認めることができる。この斜面が深谷断層の “断層崖” である。列車は深谷駅を通過すると間もなく “断層崖” をななめにかけのぼり隆起側の段丘面 (櫛挽面) の上を走って岡部駅に達する。

この間に列車は 2 つの段丘面を通過している。より若い立川面 (御陵威ヶ原面) とそれ以前の武蔵野面 (櫛挽面) とであり 両者はともに北東に傾く扇状地面であるが 高崎線の通過するあたりでは両者の高度差はあまり大きくない。

深谷断層は岡部町付近から深谷を通り 熊ヶ谷市三ヶ尻まで 延長 11km にわたり 連続的に追跡できる。変位のセンスは南西側の相対的隆起で 変位量は武蔵野面で約 15m 立川面で約 5.5m である。これから平均変位速度を 武蔵野面を約 6~8 万年前 立川面を 2 万年前形成として求めると およそ 20~30cm/千年となる。なお 走向ずれの証拠は見つかっていない。 “断層崖” は前にのべたように非常に緩やかで 斜面の長さが武蔵野面で 250~600m 立川面でも 140~270m にも達するので 松田ほか (1975) はこの斜面は実際には撓曲崖として形成されたと考えている。松田氏はこの 2 つの面を構成している礫層が いずれも斜面の部分では北東に急斜していることを認め この傾きが撓曲によって生じたと推定している。

深谷断層の南東端部は三ヶ尻東方で荒川の沖積層に接するが 沖積面では変位が確認されていない。しかし三ヶ尻付近でも変位量が減っていないこと およびこの断層が堀口 (1974) の指摘した段丘面の傾動ブロックの境界部に当たっているところから (第 4 図参照) この断層はもっと東南方へ沖積面下に延長している可能性がある。

なお 現在 地質調査所は堀口教授の指導のもとに 深谷付近でこの断層をまたぐローム層試錐を実施中であり 間もなく同断層の変位に関する地質学的情報が追加されるであろう。

3) 櫛挽断層

埼玉県美里村古郡付近から 松久丘陵と櫛挽台地を切断し田向南東まで 約 3km の間北東側隆起の明瞭な断層地形を示す。この北西延長部の押川村にも断層地形があり ここまで連続しているとすれば 延長は 約 12 km となる。古郡付近で立川面相当面を約 1 m 以上

下平一田向付近で櫛挽面（武蔵野面）を約3m以上変位させており さらに沖積世にも活動したと推定されている。

4) 平井断層

櫛挽断層と雁行してさらに その西側に発達する。断層地形は群馬県藤岡市西平井中原から南東へ埼玉県美里村南西の粉木付近まで約15km にわたり追跡される。変位地形が明瞭なのは北端部の中原から金井対岸の鮎川右岸までで ここでは北東側が隆起し 武蔵野面および立川面の相当面をそれぞれ約9.5m および1.5m変位させている。 走向ずれの証拠は見出されていない。

平井断層主部のわずかな南側に これと平行して 三波川変成岩と 第三系中新統の境界をなす断層が走っている。 平井断層の南東部はこの境界断層とほぼ一致している。 この境界断層は 関東における中央構造線と推定されている大断層である。 本来の中央構造線は南側の三波川変成帯と北側の領家変成帯の境界をなす断層であるが ここでは一たん新第三系に蔽われ それが再活動（南側隆起）した と考えられるのである。 活断層としての平井断層は この中央構造線が第四紀後期になって再々活動したとも考えられる。 とすれば変位の垂直成分に関する限り 第四紀後期の運動（北側隆起）はそれ以前の運動と逆転していることになる。

以上の関東平野の西縁部に発達する4つの活断層はいずれも北西—南東方向を示している。 第4図に示された推定活断層にもこの方向をとるものが多い。 その大部分は垂直変位が確認（または推定）されただけであるが ごく一部には左ずれの走向変位が推定されている

ものもある。 最近 阿部勝征（1973）は 昭和6年9月の西埼玉地震（M6.9 深さ0~10km）の断層モデルを決めたが それによると WNW—ESE 方向でほぼ垂直の断層が左ずれに約1m動いたという。 西埼玉地震の震央は櫛挽断層のあたりに位置する。 櫛挽断層が同地震時に変位したという報告はないそうであるが 中央構造線の再活動という観点からも この辺の地質構造—活断層—地震の関係を詳しく検討してみる必要がある。 またこれらの互いに平行な活断層群を一つの断層系としてとらえる余地がある。

なお これとは別に 堀口万吉氏（1975年地質学会で講演）は 関東平野西縁部の段丘面群が山地と平野の境界付近において不連続にくい違っており 下末吉期以降山地側が相対的に隆起していることを指摘し 第四紀後期に活動した西側上りの南北性断層の存在を示唆している。 その一部は松田ほか（1975）が示した南北性のリニアメント（第4図にみられる）と一致するものかもしれない。 古くから 関東山地と平野を限る南北性の大断層の存在が推定され 八王子線と呼ばれていた。 この断層は新第三紀末期の地層に蔽われ活動していないとされていたが これらの南北性の活断層（候補者）はまぼろしの構造線といわれる八王子線と何らかの関係があるのかどうか 興味のもたれるところである。

（以下次号）

次号には 関東平野の第四紀の構造と活断層についてのべる。 本文の内容については 地震研究所の松田時彦氏 気象庁の勝又護氏らの御教示が大役役にたった。 東京都災害対策部の小川海平主査はじめ調整課の方々には資料面で種々お世話になった。 紙上を借りてこれらの方々に厚く御礼申し上げる。

なお 引用文献は 次号にまとめて掲載する。

新刊紹介

日曜の地学〔2〕および〔3〕

5年前に青森地学教育研究会は約30名の会員の協力で“地質ハイキング—青森県内16コース”という巡検案内書を出版した。 その経験を生かして41名の協力のもとに 県内の24巡検コースをさらに歩きなおして2冊にまとめたのが本書である。

巡検案内書は地域の地質をまず概説した上で どこでどんな現象がみれるか どんな研究課題があるかが現地でも明瞭にわかり 机上で読んでも現地在頭の中で理解出来なければならない。 このためには図・写真が豊富で記述が平易であり 現地ルートに対応しやすく さらに

現地に持ち運ぶために造本は小型で 多少耐水性があることが要求される。

この点は県内を2冊に分けたこと 青森県の地質図と年代表を見返しにつけ 各コースには関連する5万分12万5千分の1地形図を記したことなど 一般に利用しやすく計画されており 青森県の大地の生立ちを知る上で実際に則した好著といえるだろう。

最後に各コースの地学をさらにくわしく知りたい人のために 参考文献のうちの入手しやすいのを付記したらもっとよかったのではないかと思う。

青森県地学教育研究会編

B6判 〔2〕139 ページ 〔3〕142 ページ 各980円

発行元 株式会社築地書館 東京都中央区新富1—16—11

☎(03) 551—4181