# 関東・中部地域の地殻内地震の発震機構と地殻応力場

# 鈴木宏芳\*

#### 国立防災科学技術センター

# Focal Mechanisms of Intracrustal Earthquakes and Stress Field of the Earth Crust in the Kanto-Chubu Area, Japan

By

### Hiroyoshi SUZUKI

National Research Center for Disaster Prevention

### Abstract

Focal mechanisms of shallow earthquakes (h < 35 km) which occurred in Kanto-Chubu area were determined by using the data of the National Research Center for Disaster Prevention (NRCDP) earthquake observation network. Number of obtained focal mechanisms are 443.

On the basis of the focal mechanism data, Kanto-Chubu area was divided into several tectonic stress provinces. Moreover, we tried to make clear the state of the crustal stress field of the area by integrating focal mechanisms, geological evidence and stress measurement data.

The outline of the results is as follows :

1. Focal mechanisms of micro-earthqufkes well agree with these of large earthquakes in the same area. So study of forcal mechanisms of microearthquakes is very effective to clear the crustal stress field in this area. By using micro-earthquakes, data of focal mechanisms increase greatly and we are able to clarify the datail of azimuth distribution of earthquake generating stress.

2. From azimuth distribution of P-axis, the investigated area is divided into 13 tectonic stress provinces having various size and shape. In many cases, remarkable tectonic line or active fault exist on the boundary of the tectonic stress province, so it is clear that there is strong relation between geological structure and tectonic stress province.

3. Azimuth of P-axes generally agree with directions of principal stress axes obtained from geological data, topological data, geodesic survey, stress measurement and so on.

4. The southern Fossa-Magna area which is separeted from other area by the Itoigawa-Shizuoka tectonic line and eastern part of the Median tectonic line,

-1 -

<sup>\*</sup> 第2研究部総合地震予知研究室

shows very complicated stress structure.

5. Crustal stress field of the southern Fossa-Magna area is formed by mutual movement of the Philippine Sea, Pacific and Eurasia plate and the possibility is pointed out that existence of collision of the plates at eastern Yamanashi Prefecture influences in forming of the complicated stress field.

6. We explain peculiar stress state of the Kofu basin and its environs and southwestern part of the Kanto plain by bending of the 6 km/sec layer or the Philippine Sea plate.

7. It was found out that azimuth of P-axis changes with lapse of time in the specified small area. In case of eastern Yamanashi Prefecture, azimuth change of P-axis is considered to be caused by move of small earthquake active areas which have different azimuth of P-axis. On the other hand, in case of southwestern Yamanashi Prefecture, it is pointed out the possibility that azimuth change of P-axis has relation to the occurence of large earthquakes around this area.

8. To discuss about tectonics of very complicated and highly active stress field like this area, it is difficult to explain by using simple rigid plate model. We consider that tectonics of this area can be explained by intreducing the stress field model in which adopt deformation of the plate.

次

目

はじめに
第1章 関東・中部地域の地殻応力場に関する研究の概観及び本研究の進め方4
第2章 発震機構
第1節 関東・中部地域における地震観測
第2節 発震機構の決定方法
第3節 発震機構解から得られる主圧力方位および断層型の分布
2.3.1 P 軸, T 軸方位および断層型の分布
2.3.2 データの信頼性についての考察
第3章 応力方位分布および応力区の設定
第1節 発震機構に基づく応力方位分布の特徴
3.1.1 調査地域全体の一般的起震応力方位
3.1.2 発震機構解の地域分布に基づく応力区の設定
3.1.3 応力区境界
第2節 各応力区におけるP軸方位の特徴,地質的背景および他の応力データとの比較…41
第4章 特定の地域における応力場の考察
第1節 甲府盆地周辺地域(応力区5)
第2節 山梨県東部-神奈川県西部地域(応力区4)

— 2 —

第3節 関東山地(応力区6)65
第4節 関東平野南西部(応力区7,8,9)67
第5章 発震機構の時空間分布
第1節 山梨県東部地域
第2節 山梨県南西部(応力区3)
第6章 議論
まとめ
謝辞
参考文献
APPENDIX 1 発震機構解 ······87
APPENDIX 2 初動押し引き分布

はじめに

関東・中部地域は、日本列島のほぼ中央に位置している、本地域では、太平洋、フィリピン海およびユーラシアの3プレートが会合し、それらの相互作用によってテクトニクスの複雑さと、活発な地殻活動がもたらされているものと考えられ、多くの研究者によって、調査、研究が精力的に進められているが、その活動様式の全体像が解明されるには至っていない。

本地域は、日本列島の中でも、第四紀以後の地殻活動のもっとも著しい場所であり、その 活動様式の解明は本地域のみならず日本列島全体のテクトニクスの研究に、重要な意義を持 つものである.

一方, 地震予知研究の面からも,本地域の地殻応力場の研究は急務である.すなわち,本 地域には大正関東地震など,大きな被害をもたらした地震が過去に多く発生し,神奈川県西 部や隣接する東海地域には,近い将来に大きな被害をもたらす恐れのある地震の発生が懸念 されている。本地域の地殻応力場の解明はこれらの地震の発生機構の研究にも,基礎的な情 報を与えるものと考えられる.

このような視点にたって,我々は関東・中部地域の地殻応力場の研究を,主として発震機 構を用いて進めてきた.

本論文は,関東・中部地域に発生する浅い地震の発震機構を多数解析することにより,本 地域の起震応力場の状況とその特徴を明らかにし,さらに,これらのデータに基づいて,地 殻応力場の形成と,広域テクトニクスとの関係を解きあかすことを試みるものである.

本論文では、まず第1章で、いままで関東・中部地域で行われてきた地殻応力場に関する 研究の概観を行う.また、本研究の進め方及び本研究に用いた各種応力データの特徴につい て説明する。第2章では、関東・中部地域の深さ35kmまでの地震活動の状況を概観し、次 に、微小地震を主とする小規模な地震の発震機構解を求め、それから得られるP軸,T軸 方位の地域的な分布について述べる.また、小規模な地震から得られる発震機構が、大きな 地震のものと整合的であり、それらが信頼し得る応力場データであることを示す.第3章で は、発震機構の空間的な分布を基に、調査地域をいくつかの応力区に区分する.各応力区は 類似したP軸.T軸方位によって特徴づけられる。また、応力区分が地質構造と強い関連を 有することを示し、応力区境界の特徴を述べる.第4章では、第3章で提示された応力区の うち、特にテクトニクスの上から重要と考えられる甲府盆地周辺等数地域について、応力場 形成のモデルを示し、プレート運動との関係を議論する.第5章では、特定の地域の発震機 構や地震活動が、時空間的に変化する可能性とその原因について、山梨県東部等を例に議論 する.第6章では、南部フォッサマグナ地域が特異な応力場を形成する理由について、それ がフィリピン海プレートの運動様式と関係する可能性を述べる.なお、本研究で得られたす べての発震機構データ及び初動押し引き分布は、APPENDIXに収録する.

### 第1章 関東・中部地域の地殻応力場に関する研究の概観及び本研究の進め方



はじめに、関東・中部地域における地殻応力場とそれに関連する事項について、これまで





— 4 —

の研究の概観を行う.図1には以後の説明の便宜のため、本地域の概念図を示す.本地域は 日本列島の中央に位置し、その中央部を占めるフォッサマグナは、地質的には東北日本と西 南日本の境界部に当たっている.地形、地質の不連続、火山の分布の特異性、湾曲する地質 構造などから、フォッサマグナは日本列島の構造発達を論ずる上で重要な地域として、地質 学的な観点から種々の議論が繰り返されてきた.この間の事情については、松田(1984)に よって要約されている.

プレートテクトニクス論の確立に従い、本地域の構造も、プレートテクトニクスの立場か ら論じられることが多くなった、杉村(1972)は、フィリピン海プレートとユーラシアプレ ートの境界が、駿河トラフから伊豆半島北方を通って、相模トラフに続くと指摘し、以後、 南部フォッサマグナ地域の地質構造や応力場は、ユーラシアプレートに対するフィリピン海 プレートの沈み込みまたは衝突から議論されるようになった(例えば、Matsuda、1978).

地殻応力場と関係する種々のデータの調査,解析も数多く行われている.中でも第四紀以 降の活断層,活褶曲の分布や運動量,方向などを定量的に調べた第四紀地殻変動研究グルー プ(1969)や,活断層研究会(1980)の成果は貴重である.この結果,関東・中部地域が第 四紀以降の著しい変動域であること,南部フォッサマグナ地域の水平主圧力方位が他地域と 大きく異なることなどが示された.

側火山の分布や岩脈の方位から,地殻に働いている最大圧縮力の方位を求める研究は,中 村(1969;1980),小林(1980)らによって行われ,南部フォッサマグナ地域では,最大圧 縮軸が北西-南東ないし南-北方向であることが示された.小林(1980)はこれらデータか ら,南部フォッサマグナ地域の応力区分を示した.明治以来の測地測量データの解析により, 原田・葛西(1971),中根(1973),中根・藤井(1982)は,過去数十年間の地殻の水平歪 の大きさや方向を調べ,南部フォッサマグナにおいて北西-南東ないし南-北の圧縮歪が卓 越していることを示した.また,Ichikawa(1971)らによる浅い地震の発震機構の解析結 果からも,本地域の起震応力場の特徴を把握することができる.

これら種々のデータを用いて、日本列島の地殻歪のパターンが、安藤・他(1973)、松田 ・他(1978)によって描かれた.それによれば、南部フォッサマグナ地域の水平主圧力軸の 軌跡は、日本列島の他の地域と異なって、南から北に向かって南一北方向から東一西方向に 大きく曲げられたパターンを示し、この地域の地殻応力場の複雑さを表している.松田(19 77)は、地質的な手法で得られた、南部フォッサマグナ地域の水平圧縮軸の方位分布から、 伊豆半島の付け根付近を要とし、扇形に広がる圧縮軸の軌跡を示している.上記の研究は、 いずれも南部フォッサマグナ地域における地殻応力場の特異性を示すものである.藤田和夫 の一連の研究(例えば、藤田、1980)は、フィリピン海および太平洋両プレートに由来する 2種類の第四紀造構応力場か存在するとし、太平洋プレートに由来する東一西方向の圧縮力 が、フォッサマグナ地域を介して西南日本に及んでいることを指摘した. 地殻内応力の直接的な測定は、本地域では国立防災科学技術センター(以下「防災センター」という)、地質調査所等により行われ、多くの測定値が報告されている(例えばTsukahara and Ikeda, 1987;佐藤・他, 1986). 塚原・池田(1983)は、応力測定結果及び活断層、岩脈等の方位分布から得られたデータにより、関東・東海地域の地殻応力場の区分を行い、同地域が最大水平主圧力方位を異にする数個の応力区に分割されることを示した、

また、フィリピン海プレートとユーラシアプレートとの力学境界における地殻の変形に関 して、島崎・他(1981)は、測地測量から得られるユーラシアプレート側の最大短縮軸の方 位が、フィリピン海プレートの進行方向(北西進)と、力学境界の走向とが斜交しているこ とから説明できることを示した.

テクトニクスの議論に欠かせない本地域の地殻構造の研究は、1980年以後爆破地震動研 究グループによって精力的に行われ、地下構造の実体が明らかになりつつある.

一方,地震観測に基づく応力場の研究は,防災センター,東京大学,名古屋大学等による 高感度地震観測網の整備により,1970年代後半から観測データが飛躍的に増加し始めたため, 大きな進展を見た.精度の良い震源分布や発震機構に基づく3次元プレートモデルが報告さ れるようになったが,その中でも笠原(1985)による統一プレートモデルは,本地域におけ るプレートの複雑な相互運動を具体的に説明するものとして注目される.石橋(1976 a) は, 山梨県東部に多発する地震が,フィリピン海プレートのユーラシアプレートに対する衝突域 で発生することを述べ,この地域の地殻応力場におけるプレート衝突の重要性を示した.地 殻応力場を考える上で重要な要素である,フィリピン海プレートの上面の形状については, 笠原(1985),野口(1985),山崎・大井田(1985),石田(1986)らにより,それぞれ報 告されている.それらの結果は,大筋においては同じような傾向を示すが,関東南東部等の 地域では議論が分かれていて,いまだ確定的ではない.

地震観測網の充実に伴って、小さな地震でも発震機構解が得られるようになり、発震機構 に基づく地殻応力場の研究も進展している. Ukawa (1982)は、東海地域のフィリピン海プ レート内の応力場について、プレートのたわみに伴う伸張場モデルによる説明を試みている. 中村(1980)は、伊豆半島周辺の応力方位から、沈み込むフィリピン海プレートの曲げによ る同心円状のT軸を持つ応力場モデルを提示した.

1980年に入り、本地域のプレート議論は、中村(1983)、小林(1983)らの東北日本=北 米プレート説の提唱により、新しい局面を迎えている.本説によれば、糸魚川ー静岡構造線 をプレート境界として、西南日本はユーラシアプレート、東北日本は北米プレートに属し、 南部フォッサマグナ地域のどこかに3つのプレートが会合する三重点が存在するとされる。 本説は地殻応力場の考え方にも新たな視点を提供するものであり、その検証のために多くの 議論がなされている(例えば、シンポジウム、相模トラフ(「月刊地球」1986年4月号); シンポジウム、日本列島の中期更新世(「月刊地球」1986年12月号);アムールプレートの 提唱(木村・他, 1986)など).

以上概観したように、本地域はテクトニクスや地殻応力場の議論において、現在、日本列 島近傍では最も複雑で興味ある地域の一つであり、様々な観点から活発な議論が行われてい る、

しかしながら、上記諸研究の基となっている地殻応力場のデータの空間的な密度は必ずし も十分ではなく、地域的にも片寄っているのが実情である.上述のような本地域の特異性を 考え、研究をより進展させるためには、より多数のデータを用いて地殻応力場の構造や特徴 を精密に議論することが、本地域の複雑なテクトニクスの解明やプレート境界の検証に必要 不可欠な課題と考えられる.

本研究においては、地殻および最上部マントル内に発生する多数の地震の発震機構を収集, 解析することにより、起震応力場の特徴を精密に解明する.さらに、活断層の運動方向、側 火山の配列、岩脈の方位、測量、応力測定など、地表において得られる応力、歪データとの 比較検討を行い、本地域における地殻応力場の構造を明らかにし、さらにプレートの運動と 地殻応力場との関連を解明することを試みるものである、関東・中部地域は、前述のように、 日本列島の中では極めて地殻活動の活発な地域であり、地殻応力場に関連する種々の調査、 測定が多くの研究者により精力的に進められている。また、国の地震予知計画に基づく地震 観測網の整備が、防災センターや各大学によって進められ、膨大な量の地震データが集積さ れている.これらのデータが本研究を進める上での基礎的な資料となっている.

次に本研究の基礎データである,地震の発震機構解から得られる応力場情報の特質を,他 種のデータと比較しながら述べる.図2(a)は各データをその代表する時間および深さによっ て区分したものである.各データが代表する時空間スケールはおおよそ次のような基準で求 めた.

- (1) 活断層:時間は活断層としての地形が形成されるに要する長さ,深さはトレンチまた はボーリングなどで確認される深度.
- (2) 側火山,岩脈:時間は側火山群や岩眠群が形成されるに要する長さ,深さの評価は困難であるが,観察されるのは地表のごく近傍のみである。
- (3) 応力測定:時間は測定に要する期間,深さは本地域で測定された最深値を示す
   (Tsukahara *et al*, 1987).
- (4) 測地測量:時間は測量開始以来の長さと測量の繰り返し間隔を含む.深さについては、 明確な定義が困難.
- (5) 発震機構:時間と深さは本論文に用いた地震データの範囲(後述).

図2(b)は各応力データが代表すると考えられる空間的スケールの大きさを模式的に示す. 発震機構データが代表する領域の大きさは、Utsu (1969)の余震面積を求める式に、本研





(a) 深さ及び時間. (b) 広がり

Fig. 2 Schematic diagrams of time-space relations for various stress field data.

(a) Depth and time. (b) Size

究に用いた地震のM(2~6)を与えたものである.図から明らかなように、それぞれのデ ータはその代表する時空間的なスケールを異にするが、発震機構データが他と異なる最も大 きな特徴は、直接地下深部の応力情報を与えてくれることである.すなわち、発震機構以外 のデータは、その代表する深さ領域が、主として地表近傍に限られるのに対し、発震機構は 逆に1 km 程度から深い部分の状態を示すものである.時間領域では、地震が同じ地域内で 短い間隔で発生するため、時間の分解能が他データに比べて良く、もし応力場の短期的な変 化があれば検出できる可能性がある.空間的スケールの面では、発震機構は数100 mから数 km の大きさを代表し、地質的または測量データのような広域的なものと、応力測定のよう な局地的なものとの中間的な位置にある.これらの条件は、発震機構データが、地表直下の ごく浅い部分を除く地殻内の応力状態を、時空間的に精密に解析する手段として有用なもの

- 8 -

であり,発震機構データ以外には,地殻深部の応力状態を直接に観測する有効な手段がない ことを示している.

なお、発震機構から得られるP軸やT軸の方位は、地震を発生させた断層の運動を示すも のであり、地殻に働いている応力の方位をそのまま示すものでない(例えば、Yama kawa, 1971).しかし、その違いの生ずる原因は、岩石の内部摩擦によるものであり、応力方位と の相違は最大でも10°程度である、後述するように、本研究で用いたP軸、T軸の方位精度 は、それと同程度ないしやや劣る程度であり、P軸、T軸方位と地殻に働く主圧力、主張力 方位とは概ね一致するものと見て、大きな食い違いは生じないであろう.

### 第2章 発震機構

第1節 関東・中部地域における地震観測

防災センターによる関東・中部地域の地震観測網の整備は、1969年に行われた房総南部へ の坑井式の地震観測点の設置(高橋、1970)に始まり、1971年からの首都圏地区における深 層観測井群の建設(高橋、1982)、1974年以後の川崎観測井(山水・他、1977)等の中層、 浅層観測井の設置と、着々と進められてきた.深層観測井は首都圏における高感度地震観測 を目的として、東京を取り巻く関東平野の先新第三系の基盤中まで達する孔井を掘削し、そ の中に観測装置を設置したもので(高橋、1982)、1980年までに岩槻(深さ3510m,高橋・ 他、1983)、下総(深さ2300m,鈴木・他、1983)、府中(深さ2750m,鈴木・高橋、1985) の3井の完成を見た.これらの深層観測井は、地表のノイズのために、従来は不可能であっ た首都圏中心部の高感度地震観測を初めて可能にし、それまでは知られていなかった関東平 野下の極浅発地震の解明に多大の貢献をした(高橋、1982;笠原、1985)、

首都圏以外の地域に関しては、石橋(1976b)による東海地震の発生の可能性の指摘を契機 として、微小地震観測網の整備が計画され、1978年から1984年にかけて関東・東海観測網 の整備が行われた(浜田・他、1982).本観測網は高感度の地震観測点と専用電話回線によ るディジタルテレメータシステムで構成され、1979年7月以来、深層観測井のデータも含め て定常的なデータ処理が行われてきている、本論文でも、この観測網から得られたデータが 基礎的な資料となっている.図3に防災センター地震観測点の位置を示す、これらの地震観 測点は、特にノイズレベルの低い、堅固な岩盤の露出している山地では、岩盤に直接地震計 を設置しているが、それ以外の多くの観測点では、地下に100m前後のボーリング孔を掘削 し、その孔底に地震計を設置している。そのため、これら観測点のS/N比は、従来の観測点 に比較して格段に向上し、降雨や強風等によるノイズの変化の少ない、安定した記録が常時 得られるようになった。殆んどすべての観測点に、上下動1、水平動2成分の周期1秒の速 度型地震計が設置されている。隣接観測点間の平均的な距離は約30kmである。山地部の観



図3 国立防災科学技術センターの関東・東海地殻活動観測網

Fig. 3 Location map of the NRCDP Kanto-Tokai seismic observation network.

測点や深層観測井のノイズレベルは10 µ kine 程度(高橋, 1982)であるが, 関東平野等の軟 弱な地層中の浅い観測点では, これらに比べてノイズレベルがやや大きい. そのため, 震源 の決定される地震の規模が地域によって異なることが予想されるが, 実際には, Mが2より 大きな浅い地震は, 本調査地域(後述)内ではもれなく震源が決定されている(Papanast assiu and Matsumura, 1987).

本研究で対象とした調査区域は、図4中の実線で囲んだ長方形の部分である。本区域は日本列島で最も複雑な地殻応力場となっている部分であり、ここの地殻応力場の解明が、日本 列島のテクトニクスの研究上、とりわけ重要な意味を持つと考えられる。また、この区域が 防災センター微小地震観測網の中に位置し、精度の良いデータが得られることも、本地域を 選定した大きな理由である。

次に本研究のバックグランドデータとして、関東・中部地域における浅い地震(深さ 35 km 以浅)の活動状況の概略を述べる.対象とした地震の深さを35 km までとしたのは、関

-10 -

東・中部地域のモホ面の深さが30km程度であり、震源決定誤差を入れても、35kmまで採 用すれば地殻内で発生する地震はほぼ漏れなく捕捉されると考えられるからである。そのた め、場所によってはマントル最上部やフィリピン海プレート内の地震も当然含まれることに なる。

図4に防災センターの地震観測網で得られた深さ10kmから35kmまでの地震の震央分布 を示す.この図で10km以浅の地震を除いたのは,採石発破等の人工的地震を除くためであ る.

まず,本地域の中央部を南から北に向かって,伊豆半島東岸,箱根,山梨県東部,関東山 地,群馬・栃木県境付近とほぼ南北に縦断する地震活動の活発な地帯の存在が特徴的である.



HTL:八王子構造線, TTL: 棚倉構造線, SRT: 駿河トラフ, SGT: 相模トラフ VF:火山フロント

- 図4 浅い地震の震央分布、実線で囲んだ内側の長方形の範囲が調査地域を示す、網目で 示す部分は関東平野及び甲府盆地を表す.
- Fig. 4 Epicenter distribution of shallow earthquakes. The inner rectangular is the investigated area. The Kanto plain and the Kofu basin are shown by mesh pattern.

しかし、この地震多発帯は一様に続いているのではなく、地震活動域の間にやや不活発な部 分を挾んでいる。例えば藤野木-愛川構造線(TATL)近傍、中央構造線(MTL)北側 等に低活動域が認められる.一方、糸魚川-静岡構造線(ISTL、以下「糸静構造線」と いう)南部の周辺から、中央構造線(MTL)長野県側北端部にかけても地震活動が活発で ある.

これら2つの地震多発帯に東西から挾まれた駿河湾北部,富士山周辺,甲府盆地などでは 地震活動が全般に不活発であるが,詳しく見ると,甲府盆地東部およびその周辺山地,山梨 県北部・埼玉県西部境界付近ではやや活発な活動が見られる.長野県北部から群馬県西部に かけては,松代付近など一部を除いて,概して地震活動は不活発であるが,この地域は観測 網の周辺部に当たるので,小さな地震は完全には捕捉されていない可能性もある.

関東山地から東側では、東京都・神奈川県境から東京湾に続く活発な活動域が特徴的であ る.その他、東京湾北東部、房総半島東岸、九十九里沖、霞ヶ浦南方、鹿島灘、銚子付近に も顕著な地震活動が見られる。関東平野中央部では浅い地震活動は不活発であるが、その中 で埼玉県東部(上尾付近)は、ごく狭い区域内で時々群発的に微小地震が発生する特異な場。 所である(鈴木・他、1983).茨城県南西部にもやや活発な部分がある.

関東平野と西側の関東山地では地震の深さ分布が異なる. すなわち,関東平野では20km よりも浅い地震は非常に少なく,M>2に限れば東京湾に少数分布するだけである. これに 対し,西側山地では大多数の地震が20kmより浅い. 逆に20kmより深いものは関東平野に 多く,山地側で少ない. この深さ分布の違いは,ほぼ八王子構造線(HTL,矢部,1920) を境としている.山梨県東部や神奈川県北西部では10kmから30km程度まで深さ分布が広 がっている.糸静構造線近傍やその西側でも,10kmから35kmまで深度分布が広がってい るが,南側ほど深い地震が多い傾向がある.

なお,調査期間中(1979年7月~1985年12月)に,調査区域(図4の長方形内)で発生 した,35kmよりも浅い最大の地震は,1983年8月8日の山梨県東部の地震(M6.0,井元 ・他,1984)であり,これ以外にMが5を超える地震は発生していない.しかし,調査区域 の近傍では,1980年伊豆半島東方沖地震(M6.7)や1984年長野県西部地震(M6.8) などの被害を伴う地震活動があった.

#### 第2節 発震機構の決定方法

発震機構の解析に用いたデータは、すべて防災センター地震観測網のP波初動押し引きデ ータである.射出角を計算するために用いた速度構造を図5に示す.この構造は笠原(1985) によって用いられたものであり、P波速度Vp(km/s)は次の式で与えられている.

 $V_{p} = a ((R - H) / R)^{b}; R - H < M$ 

 $V p = c ((R - H) / (R - M)) d ; R - H \ge M$ 



図5 発震機構解析に用いた速度構造(笠原, 1985による).

Fig. 5 The velocity structure used for focal mechanism analysis in this study (after Kasahara, 1985).

ここで、Rは地球の半径、Hは地表からの深さ、Mはモホ面の深さで、M=32km, a=5.5 km/sec, c=7.75 km/sec, b=-60.0, d=-3.0 である。S 波速度 Vs については、一律にVp/Vs=1.732 としている。防災センターの観測網内では、このような速度構造を用いた場合の、浅い地震の震源決定誤差は最大でも2~3 kmを越えないと見積られている(笠原、1985).

発震機構の決定は次のような順序で行った(図6).

(1) 防災センターの地震データベースから、今回の調査範囲である緯度35.1度~37.0度、 経度137.8度~140.9度、深さ0~35kmに震源が決定されている地震の中から、初動の押 し引きが5点以上の観測点で読み取られている地震を抽出する。抽出された地震個数は、約 1,500個である。

(2) (1)で抽出された地震のすべてについて,保存されているトリガー式の可視記録によって,初動押し引きの再検測を行う.再検測を行った初動データの個数は,1地震当たり平均

## 国立防災科学技術センター研究報告 第43号 1989年3月



図6 発震機構の解析手順

Fig.6 Procedures for focal mechanism analysis.

20個で,合計約30,000個に達する.再検測の結果,多くの地震について,ルーチン処理時の読み落しや誤読を見いだした.その数は一個の地震に付き平均4ないし5個であり,総数では約6,000個である.

(3) 得られた新たなデータセットを基に、図5の速度構造により、発震機構の解を求める. 初動の見直し時に、同時に初動の大きさや波形を調べることにより、各観測点の節線からの遠近も定性的には判断ができる.例えば、節線上に非常に明瞭な初動が分布するような解が得られた場合は、別の解を求めるように努めた.ルーチン処理データだけによる初動押し引き分布と、記録の読み直し後のものとの比較を6個の地震について図7(a)に例示する.各地震の左側の発震機構はルーチン処理データによる発震機構解、右側が再読み取りデータから求め直したものである.読み直し後は初動データが4個ないし10個増加している.その結果、ルーチン処理データでは発震機構解の精度が悪かったり、全く決定できなかったものが、 読み直しによって良好な解に改善されたことが図からわかる.

発震機構解の精度は、初動押し引きデータの個数に大きく左右される.一般的には、観測 点の分布が極端に片寄らなければ、初動押し引きデータが20個程度あれば、節線の許容範囲 が±10°程度の発震機構解を得ることができる.また、震源に対して観測点がバランス良く 配置されていれば、より少ないデータでも良い精度で決定することが可能である.本研究の 場合、主に微小地震を用いているため、発震機構を決定した地震の初動読み取り個数は15個 程度のものが多い.しかし、応力方位分布の特徴から応力場の議論を行うという本研究の目 的に鑑み、できるだけ多くの地域的に片寄らないデータを得るため、初動押し引きの読み取 り個数が10個程度でも、P軸方位(またはT軸方位)があまり変動しないと考えられるもの は積極的に採用した.

本研究では,発震機構を下半球等積投影で表した時に,P軸(正断層型の場合はT軸)の 水平方位の変動する範囲によって,±10°以内ならA,±10°から±20°以内ならBとラン ク分けし,それ以下のものは用いなかった.このように区別した理由は,発震機構の時間変 化等,精度を要する議論にはAランクのものだけを用いるためである。図7(b)に,M2前後



- 図7(a) ルーチン処理と読み直しによる発震機構解の比較. 左:ルーチン処理,右:読み直し後.
- Fig. 7 (a) Comparison of focal mechanisms between NRCDP's routine analyzing data (left) and data of this study (right).

の地震の発震機構解の例を示す. 上段がランクA, 下段がランクBの発震機構解である.

次に、震源位置の変動が発震機構解にどの程度影響を及ぼすかを見積る. 図8は、発震機 構の得られた443個の地震について、計算された震源座標の標準偏差の頻度分布を方向別に 示したものである. 標準偏差の平均値は、 $\sigma_x = 0.36$ ,  $\sigma_y = 0.45$ ,  $\sigma_z = 0.85$ で、 ほとん どの地震が、水平方向(x, y)では1km以内、深さ方向(z)では2km以内に入ることが わかる. 図9は平均的な震源誤差を有する実際の逆断層型の地震( $\sigma_x = 0.3$  km,  $\sigma_y = 0.4$ 



- 図7(b) M2前後の地震の発震機構解例.上段がAランク,下段がBランクの例を示す. 点線で囲んだ部分が,P軸及びT軸の変動範囲を示す.
- Fig.7(b) Examples of the focal mechanisms of earthquakes which magnitudes are about 2. Upper: A rank. Lower: B rank. Circles of dotted line indicate movable range for P-and T-axis.

km,  $\sigma z = 0.6 \text{ km}$ )を例にして,震源座標(x, y, z) にそれぞれ±2 $\sigma$ の変化を与えた時 の射出角の変化と, P軸, T軸の変動範囲を示したものである. 図からわかるように, P軸, T軸方位の変動は5°以下であり,前に示したランクAの精度範囲に入ることがわかる. 従 って,用いた大多数の地震では,震源位置の誤差が発震機構解の精度に大きく影響すること はないと考えられる.

本調査地域のような,水平及び深さ方向の構造変化が大きな地域を,一様な水平構造モデ ルによって解析すれば,実際とは多少異なる結果が得られる可能性がある.しかし,3次元 的な構造が確立されていない段階では,今回のような水平構造による解析は,近似的な方法 として許されることであろう.将来は3次元構造による解析へと進展することが期待される.

上述のような手続きによって、最終的に得られた発震機構解の総数は443個である。発震



図8 震源位置の標準偏差の頻度分布.

Fig.8 Frequency distribution of standard deviation of hypocenter location.

国立防災科学技術センター研究報告 第43号 1989年3月



- 図9 射出角とP軸, T軸の変動範囲. 丸の大きさが各観測点の取りうる入射角の範囲を, 点線がP軸及びT軸の範囲を示す.
- Fig.9 An example of movable range of angle of emergence and P-and T-axis. Angle of emergence and P-and T-axis are shown by solid and open circles and circle of dotted line, respectively.

機構解と初動押し引き分布図は、巻末のAPPENDIX に示す.

調査範囲,調査時間および年次別発震機構決定個数は表1のとおりである。1982年以後, 決定個数が飛躍的に増加し,年間100個前後の解が得られているのは,防災センター地震観 測網の整備が進んでほぼ完成に近づいたためである。1983年の個数がやや多いのは,同年 8月8日に発生した山梨県東部の地震(M6.0)とその余震が含まれているためである。

第3節 発震機構解から得られる主応力方位および断層型の分布

## 2.3.1 P軸, T軸方位および断層型の分布

本節では,第2節で得られた合計443個の発震機構解に基づいて,P軸,T軸の方位分布 と断層型の分布状況を概観する.はじめに発震機構解が得られた地震443個の震央と深さの 分布を図10に示す.深さの区分は,最も浅いものを0~10kmとし、以下5km毎に行った. 図11および図12には,P軸およびT軸の方位を示す.両図とも実線はAランク,破線はBラ ンクのものである.図示した方位は,P軸,T軸を水平面に投影した方向であり,軸の傾斜

### 表1 調査範囲,調査期間及び年次別発震機構決定数

 Table 1
 Studied area, studied period and yearly number of determind focal mechanisms.

	周査範囲	緯度	35.1度~	37.0度	
		経度 1	37.8度~	140.9度	
		深さ	0 km ~	- 3 5 km	
司	周査期間	19794	年5月-19	985年12月	
É	年次別発震機構決定数				
		1979	年	3	
		1980	年	8	
		1981	年	2 1	
		1982	年	81	
		1983	年 1	3 0	
		1984	年 1	0 0	
		1985	年 1	0 0	

角は考慮していない.また、P軸、T軸とも水平面からの傾斜が60°を超えるものは除外している.除外した個数はP軸が4個、T軸が69個である.

図からわかるように、発震機構解の分布密度は地域によって異なっている. これはもちろ ん地震の発生個数の相違も関係するが、それ以上に周辺の地震観測点の観測倍率(またはノ イズレベル)に関係するところが大きい.例えば、図4によれば、東京湾やその周辺では多 くの地震が発生しているにもかかわらず、得られた発震機構解は多くない. これは主に、東 京湾をとり巻く周辺の地震観測点の観測倍率が深層観測井を除いて高くないために、十分な 数の初動押し引きデータが得られないためである.反対に、甲府盆地周辺では、発生する地 震の数は多くないのに、得られた発震機構解は比較的多い. これはこの地域が観測網のほぼ 中央に位置していることと、周りの観測点の観測倍率の高いことによる。観測網の周辺部で も当然決定率は低下する.本調査地域内でも、茨城県中部、栃木県東部、群馬県西部などで は発震機構解がほとんど得られていない.

図13(a)は、 Ichikawa (1971)等の区分を参考に、発震機構解を次の4つの断層タイプ に区別して示したものである.

(1) 横ずれ断層型: 横ずれ断層成分の卓越するもの-234 個.

P軸およびT軸の傾きがいずれも水平面から30°以下であるもの.





Fig.10 Depth distribution of earthquakes which focal mechanisms are analysed. Abbreviations are refered in Fig. 4.



図11 P軸方位分布.実線はAランク,点線はBランクを示す.略号は図4参照.

Fig.11 Azimuth distribution of P-axes. Solid and broken lines indicate A and B rank, respectively. Abbreviations are referred in Fig. 4.



Fig.12 Azimuth distribution of T-axes. Solid and broken lines indicate A and B rank, respectively. Abbreviations are refered in Fig. 4.

- (2) 逆断層型:逆断層成分の卓越するもの-137個.
   P軸の傾きが水平面から45°以下で、かつT軸の傾きが45°以上であるもの.
- (3) 正断層型:正断層成分の卓越するもの-12個.
   P軸の傾きが水平面から45°以上で、かつ丁軸の傾きが45°以下であるもの、
- (4) 中間型:上記(1)~(3)に該当しないもの-60個.

全体として横ずれ断層型ないし逆断層型が卓越しており,正断層型は,関東平野,山梨県 西部,静岡県北部等に散見されるだけである.図13(b)は各断層型の,年次毎の発生頻度を 示したものである.各年次とも横ずれ断層型が一番多く,逆断層型がそれに続く.正断層型 の割合は、最大でも4%に過ぎない.

## 2.3.2 データの信頼性についての考察

今回発震機構の得られた、合計443個の地震数を規模別に分類すると次のようになる.

$4.0 \leq M$	17
$3.0 \leq M < 4.0$	81
$2.0 \le M < 3.0$	266

-21 -



図13(a) 発震機構から得られた断層型の分布. 略号は図4参照.

Fig.13(a) Distribution of fault type obtained from focal mechanisms. Abbreviations are refered in Fig. 4.

### M < 2.0 79

Mが3よりも小さい微小地震の占める比率が全体の78%に上る.得られた発震機構の中から、M $\geq$ 3およびM<3の地震だけを別個に抜き出して、そのP軸及びT軸方位分布をそれぞれ図14、図15に示す.両者のパターンは非常に良く一致しているが、Mが3より大きな地震は、特定の地域(山梨県東部、房総半島周辺など)に片寄って分布していることがわかる.このため、M $\geq$ 3クラスの地震だけでは起震応力場の空間的な構造を細かく把握することは困難である.それに引きかえ、M<3の地震の発震機構は、M $\geq$ 3のものに比べてデータの空白域が少なく、個数も多いので、空間的な分解能が向上するものと考えられる.

このように,調査の対象とする地震を微小地震にまで拡大することによって,起震応力場 の詳細な構造が得られることが期待される.しかし,このような小さな地震の発震機構を用 いて応力場を論じるに当たっては,それが地震発生域の応力場を忠実に反映しているもので あるかどうかを検討する必要がある.そのことを直接的に確認することは困難であるが,広 域的な応力場を示すと考えられる,より大きな地震の発震機構と比較することにより,ある



図13(b) 断層型の年次別頻度分布. Fig.13(b) Yearly frequency of fault type.

程度間接的な判断が可能である.過去に調査地域および近傍で発生した,被害地震を含む大きな浅い地震の発震機構が,Ichikawa (1971),Abe (1974),山科 (1976),吉井 (1979)等によって報告されている.図16に1926年から1978年までの期間に発生した30kmより浅い地震のP軸方位を示す.これらの地震の多くはMが5よりも大きなもので,中には北伊豆地震(1930,M7.3),西埼玉地震(1931,M7.0),今市地震(1949,M6.4,6.7)などのM7前後の大きな地震も含まれている.図16に示されたP軸方位を図14と比較すると,今回の調査地域全域にわたって,両者の方位分布のパターンは良く一致することがわかる.



図14(a) M≥3.0の地震のP軸方位分布.略号は図4参照.

Fig.14(a) Azimuth distribution of P-axes for earthquakes larger than M3. Abbreviations are refered in Fig. 4.



図14(b) M<3.0の地震のP軸方位分布. 略号は図4参照.

Fig.14(b) Azimuth distribution of P-axes for earthquakes smaller than M3. Abbreviation are refered in Fig. 4.



図 15(a) M≥3.0の地震のT軸方位分布. 略号は図4参照.

Fig.15(a) Azimuth distribution of T-axes for earthquakes larger than M3. Abbreviations are refered in Fig. 4.



図15(b) M<3.0の地震のT軸方位分布. 略号は図4参照.

Fig.15(b) Azimuth distribution of T-axes for earthquakes smaller than M3. Abbreviations are refered in Fig. 4.

#### 国立防災科学技術センター研究報告 第43号 1989年3月



- 図16 1929年~1978年間の30kmより浅い地震のP軸方位分布(Ichikawa, 1971; Abe, 1974;山科, 1976;吉井, 1979による)。略号は図4参照.
- Fig.16 Azimuth distribution of earthquakes shallower than 30km during the period of 1929-1978 (after Ichikawa, 1971; Abe, 1974; Yamashina, 1976 and Yoshii, 1979).

上述のように、本調査地域内の浅い地震は、発生場所が同じならば、M2程度の微小地震から、M7を超えるような大きなものまで、ほぼ同じようなP軸方位を示している. このことは、微小地震が大きな地震とは異なった特殊な起震応力場の中で発生しているものではないことを意味し、地殻内の起震応力場の研究に、微小地震のデータを用いることの有効性を示している. 微小地震は空間的にも緻密に分布しているので、応力場の精密な議論には非常に有効である. また図16と図11の比較からわかるように、本調査地域内の浅い地震のP軸方位は、少なくとも過去数十年の間、大勢として同じような方位で安定しているものと推定される.

### 第3章 応力方位分布および応力区の設定

#### 第1節 発震機構に基づく応力方位分布の特徴

3.1.1 調査地域全体の一般的起震応力方位

初めに調査地域全体の一般的な起震応力方位を知るため、443個全てのP軸, T軸方位の 10°毎の頻度分布を図17に示す. P軸の方位は120°~130°(N方向から時計回りの方位角, 以下同じ)を中心として、90°から180°の間に集中する.対角線方向のものも加えれば,大 部分が北西-南東方向を中心とする第2,第4象限の中に入ることになり,第1,第3象限 のものは非常に少ない.一方, T軸の方は,北東-南西を中心とする第1,第3象限に集中 が見られるものの, P軸に比較して方位の集中はやや弱い.

本調査地域におけるユーラシアプレートに対する各プレートの相対的な運動方向は, Seno (1977), Minster and Jordan (1978)に基づいて,フィリピン海プレートが約310°, 太平洋プレートが約290°となる.従って図17のP軸方位の分布は,本調査地域の地殻内応 力が,笠原(1985)も指摘しているように,基本的にはフィリピン海,太平洋両プレート のユーラシアプレートに対する相対的進行運動による圧縮力によって形成されていることを 示唆するものである(鈴木・笠原,1984;1985).実際,図13の断層型分布図を見ると, ほとんどの発震機構が逆断層型,横ずれ型ないし両者の中間型であり,正断層型が稀にしか ないことは,この地域が圧縮力優勢の場であることを示している.



図17 全ての発震機構から求めたP軸及びT軸方位の頻度分布(10°毎).

Fig. 17 Frequency distribution of azimuth of P-and T-axes (each 10 degrees).

-27 -



図18(a)~(f) 深さで区分した P軸方位分布

Fig.18(a)  $\sim$ (f) Azimuth distribution of P-axes distinguished each depth of earthquakes.



(d) 20-25km

図18 (c), (d) Fig.18 (c), (d)



(f) 30-35km

— 30 —

3.1.2 発震機構解の地域分布に基づく応力区の設定

地殻内地震のP軸, T軸の方位分布から,本調査地域が,同じようなP軸, T軸方位を持つ小区域に区分されることを述べる.

図18は、図10の深さ区分に基づいて、5kmないし10kmの深度別にP軸方位を示したもの である、図18(a),(b)からは、山梨県北部、静岡県東部(富士山の東)、埼玉県北部(関東 山地北縁付近)での方位変化が、また、(c),(d)からは山梨県東部や山梨県南西部の方位変化 が明らかである、(e)からは、関東平野南西部(東京都・神奈川県境付近)のP軸方位の変化 が明瞭である、このように、ほぼ同じ深さの地震のP軸方位が、明瞭に変化していることは、 地殻内にP軸方位が系統的に変化する境界域が存在することを強く示唆するものである。

図19はすべてのP軸方位分布に基づき, P軸方位が系統的に変化していると考えられる境 界域を示したものである. 砂目で示した部分がP軸方位が系統的に変化していると考えられ る領域を示す. そのような境界域を列記すると,(1) 駿河湾北部から山梨県南部へ達する, 富士山の両側の南北に延びる境界,(2) 甲府盆地の南および北側の境界,(3) 山梨県南西部 の境界,(4) 関東山地北側および東側の境界,(5) 関東平野南部を南北に区切る境界などが



図19 P軸方位の変化する境界、砂目で示す部分がP軸方位変化の大きい場所を示す. Fig.19 Boundaries of average azimuth of P-axes. Boundaries are shown by mesh pattern.

認められる(鈴木・笠原, 1986d). このような境界域で区切られた小区域の中では, P軸 方位がほぼ同じような方位に揃っていることがわかる. なお, 図18(e), (f)に見られる, 静岡 県内の25kmより深い地震については,後でのべる理由により,今回の応力場の議論からは 除外している.

図20は、地震活動度と応力方位分布との関係を見るために作成した図である。図中の砂目 の領域は、震央分布(図4)に基づいて、地震活動の不活発な部分を示し、この上に図11の P軸方位分布を重ねて図示している。図20と図19とを比較して見ると、砂目の領域は、単に 地震活動度の低い部分というだけでなく、P軸方位の変化する境界部とも重なっている例の 多いことがわかる。

これらの特徴から、本調査地域の起震応力場は、それぞれ特定なP軸方位を有する小区域 に分割され、また、小区域の間には、地震活動が相対的に不活発な部分が存在することが明 らかになった。

そこで、本調査地域を、以下に示すような条件に従って区分する.そして、このように細分された小区域を、小林(1980)にならって、応力区(Tectonic Stress Province)と



図20 P軸方位と地震活動度の関係.砂目の部分が低活動域を示す.

Fig.20 Relation between azimuth of P-axes and activity of shallow earthquakes. Low activity zones are shown by mesh pattern. 呼ぶ.

ここで応力区を区分する条件は、次の通りである.

(1) 同じ応力区の中では、P軸方向かほぼ同じ方向に揃うこと.

(2) 応力区はある一定以上の広がり(短軸が20km以上)を有すること.

(3) 境界域をはさんだ隣接応力区間では、 P 軸の平均的な方向が有意に異なり、 T 軸についても、 同様な特徴がみられること、

(4) 応力区境界域には、帯状の低地震活動域が存在すること.

上記4つの条件のうち,(3),(4)については,2つの条件のうちの1つだけで規定した応力 区も一部ある.

図21にこうして得られた応力区分図を示す.図中の点線がそれぞれの応力区の境界を示し, 応力区内の細い直線の方向が平均的なP軸方位を示す.応力区の境界は線で示されているが, 実際は,ある程度の幅を持った境界域とみなすべきものである.応力区1と5の間には,P 軸方位では有意な違いはないが,両者の間に幅の広い地震の非活動域があることから区分し たものである.各応力区には説明の便宜のため、Na1からNa13までの番号を付した.各応力



図21 応力区分図.実線の方向がP軸の平均的な方位を示す.数字は応力区番号.

Fig.21 Tectonic stress province map. Direction of solid lines indicate average azimuth of P-axes. Numerals are number of tectonic stress province.

区の細かな特徴は、次節で検討を行う. なお、応力区4の中で明らかなP軸方位の違いがあ るにもかかわらず、別の応力区に区分しなかった. このことについては後で述べる. また、 以後の応力方位の議論は主としてP軸の方位に基づいて行い、T軸は必要に応じて用いるこ ととする. その理由は、調査地域の応力場が圧縮力優勢の場であり、方位分布のまとまりも P軸の方が良いことによる.

図21からまず次のような特徴が読みとれる.

(1) 本調査地域の西部および北部にあたる. 応力区1,12,13はP軸の方位がほぼ東-西 ないし北西-南東になる.

(2) 上記(1)を除いた地域では、P軸方位の変化が大きく、多数の応力区に区分される.

このような地域による違いは、T軸方位や断層型分布でも見られる.すなわち、T軸方位 に関しては、(1)の地域でほぼ南-北ないし北東-南西であるのに対し、(2)の区域では変化が 激しい.また、断層型は、(1)の区域で横ずれ型が優勢で、(2)の区域ではさまざまなタイプが 混存する.

次に発震機構および地震活動から得られた応力区分と,発震機構以外のデータとの比較を 行う.本調査区域内では,地殻応力測定,火山や岩脈の方位,活断層の変位方向などさまざ まな方法によって,地殻に働く水平主圧力方位の測定が行われている.図22(a)には側火山や 岩脈の方位,また,(b)には応力測定結果から推定される水平主圧力方位を示す.図中の点線



図22 側火山及び応力測定から得られる水平主圧力方位.

(a): 側火山及び岩脈(中村, 1969;中野・他, 1980による).

- Fig.22 Azimuth of maximum horizontal pressure axis obtained by lateral volcano and stress measurement.
  - (a): Lateral volcano and dyke (after Nakamura, 1969 and Nakano et al 1980).



HF:水圧破壊法, OC:オーバーコアリング法, AE:AE法

**図22**(b) : 応力測定(池田・塚原, 1987 a, b;小出・他, 1982;田中・斉藤, 1980; Tsukahara and Ikeda, 1987;佐藤・他, 1986;吉川・茂木, 1982).

Fig.22(b): Stress measurement (after Ikeda and Tsukahara, 1987 a, b; Koide
 et al, 1982; Tanaka and Saito, 1980; Tsukahara and Ikeda, 1987
 ; Saito et al, 1986 and Yoshikawa and Mogi, 1982).

は図21で示した応力境界である. これらの方位は同じ応力区内のP軸の方位とは定性的には 調和することがわかる. 中には,図22(b)の応力区2と5の境界付近のデータのように,一致 の良くないものもあるが,これはちょうど応力区境界のすぐそばで測定が行われたことと関 係があるように思われる.図23(a)は活断層研究会(1980)によって発表されている,本調 査地域とその周辺地域の活断層の分布を示す.また,図23(b)は図23(a)から推定される水平 圧縮軸の方位を示す.図21と図23(b)を比較すると,大勢として調和的であることがわかる. ただし,立川断層等地震のP軸方位とは一致しないものもあり,こうした食い違いの原因も 含めて,次節でデータ間の比較検討を行う.

以上のように,発震機構のP軸方位と,他のデータから推定される水平主圧力の方位とは, 本調査地域内では概ね調和的であることがわかる.前に述べたように,それぞれの応力デー タはその代表する時空間的な領域を異にする.それにもかかわらず,同じような応力方位の 傾向を示すことは,本調査地域内においては,後に示す一部地域を除いて,地殻上部から下 部にわたって,ほぼ同じような応力場となっていることを示唆するものである.また,活断



- 図 23 (a) 活断層の分布(活断層研究会, 1980 による).
- Fig.23(a) Distribution of active faults (after Research Group for Active Fault, 1980).



- 図23(b) 活断層から推定される水平主圧力方位. 点線は応力区境界, 数字は応力区番号 を示す. 詳細は第2章第2節参照.
- Fig.23(b) Azimuth of maximum horizontal pressure axes assumed from active faults. Dotted line and numerals indicate tectonic stress boundaries and number of tectonic stress province, respectively. Datails are descrived in Chapter 2 Phrase 2.
層や火山の配列のような、20万年程度の長期間にわたるデータと、地震のようなごく最近の データとが同じような傾向を示すことは、過去20万年程度から現在まで、地殻応力場が同じ ような状態で維持されてきたことを示すものかも知れない.

本調査地域のフィリピン海プレートの形状は,地殻応力場の議論において,基礎的なデー タとして重要である.本地域のフィリピン海プレート上面の深度分布については種々の報告 があるが,本研究では笠原(1985)のデータによって議論を進める.図24(笠原,1985) に示されるように,本調査地域では,フィリピン海プレートの深さの変化が大きい.そのた め,応力区によっては,異なるプレートに属する地震を同時に見ている場合がある.図18に 見られるように,応力区1の南部や応力区3において,深さ25km付近を境にして,P軸方 位が変化することはその1例である.これは,Ukawa(1982)の示すように,フィリピン 海プレート内部の地震と,フィリピン海プレートと上盤プレートとの境界ないし上盤プレー ト内部のものとか起震応力場を異にするためと考えられる.他の応力区では,応力区1,3 のような深さによってP軸方位が変化する例は得られていない.

# 3.1.3 応力区境界

発震機構から得られるP軸方位により,本調査地域が図21のような応力区に区分され,ま



図24 フィリピン海プレート上面深度(km)(笠原, 1985による)



た, P軸方位が発震機構以外のデータの水平主圧力方位とも調和することを示した.次にこ れら応力区を区分している境界について,その特徴や役割を考察する.上に述べたように, 各応力区内の応力場が比較的安定していることから見て,それぞれの応力区は単一の応力ブ ロックとして振舞っているものと考えられる.応力区内部がこのようなブロック状の弾性体 とすれば,応力境界は応力区ブロックの間を埋める,より柔らかい性質の物質なのではなか ろうか.すなわち,応力区内部と応力境界とでは,地殻の岩石の力学的な性質が異なってい る可能性がある.単純化すれば,本調査地域の地殻は,島状の剛体的な弾性体ブロックの隙 間を,力学的により非弾性的な物質が埋めているような構造として模式化できるように考え られる.

このようなモデルが、地震活動や地質構造から支持されるかどうかを検討してみよう. まず、地質構造の面から応力区境界の特徴を見る.本調査地域内に分布する主要な構造線



- 図25 応力区分と主要な構造線,活断層の分布.
- Fig.25 Distribution of tectonic stress province, major tectonic line and active fault.

## 表2 応力区境界に分布する構造線及び活断層

Table 2	Lis	st o	f the	tectonic	line	and	the	active	fault	exist	in	the	boundary
	of the tectonic stress province.												

応 ナ		介在する構造線,活断層
1	5	糸 静 構 造 線
2	3	富士川断層群
2,4	5	藤野木 - 愛川構造線
5	6	鶴 川 断 層
6	7,8,9	八王子構造線
6	12	中 央 構 造 線

と,活断層である鶴川断層(TF)および富士川断層(FF)を図21に加えて書き直したも のが図25である.これによると,応力区境界と平行して,構造線や活断層が分布する例の多 いことがわかる.表2に応力区境界部に分布する構造線等をまとめて表示する.なお,各構 造線や活断層の詳細な記載は次節で行う.次節で述べるように,これら構造線や活断層は, 地表では著しい地質的な不連続(糸静構造線,中央構造線,八王子構造線,藤野木一愛川構 造線),破砕帯(鶴川断層),断層の集合部(中央構造線,糸静構造線,藤野木一愛川構 違線,富士川断層)等を伴うものであり,地質的な調査によれば,そのような地質的な不連続 や断層帯は,地殻のかなり深い部分にまで達しているのではないかと推定される(例えば, 丹沢団体研究グループ,1977).一方,断層帯などを含む部分は,相対的に力学的な強度 が小さいと考えられる.上記のことが事実とすれば,応力区境界は応力区内部に比べて,力 学的な強度の小さな物質が.地殻下深くまで存在しているような部分であると推定される.

次に地震活動を見ると、図4や図20から、応力区境界域には浅い地震活動の不活発な部分 が存在する例が多いことが明らかである。図20では明瞭には示されていないか、図4を見る と、応力区2と3、4と5、4と6、6と12などの各境界域でも、隣接応力区内と比較して、 地震の活動度が低いことが見てとれる。このように応力境界域で地震活動度が低下している のは、前述のように、応力境界域は応力区内部に比べてより柔らかいため、歪の増加に対し て脆性破壊が発生しにくいためではなかろうか。以上のような地震活動や地質構造の観測事 実から、ここで示したような応力境界のモデルは、かなりの具体性のあるものと考えられる。 応力区境界の果たしている役割は、広域的な応力場の中で生ずる地殻応力の不均一状態を、 局部的に解消するようなものと考えられる。応力区境界が上記のようなものとすれば、図25 で応力区境界が認められながら、地表では構造線や活断層が知られていない箇所(例えば、 応力区2と4の境界など)では、今後、地下に存在する構造線などが見出される可能性もあ る.応力区7,8,9の境界域と、関東平野地下に潜在すると推定される構造線(矢島・他、 1986)が重なり合うように見えることは、上に述べたことと関連して注目される.

地震活動の不活発域に幅があることや、構造線、活断層などが複数の断層や破砕帯として 観察されることから、応方区境界はある程度の幅を持った帯状のものと考えられる、その幅 は地質構造や地震活動の特徴から、ある程度推定が可能である。

まず、応力区2、4と5とを区分する境界を見る、ここでは藤野木-愛川構造線とその南 に平行している青野原-媒ケ谷線の間で、断層が入り組んで分布しており(地質調査所,1982 ;杉山・他,1986),藤野木-愛川構造線に伴う活断層もこの中に分布する.この帯の中 に浅い地震が少ないことは図4から明らかである. ここは約3kmの幅があるので, この応 カ区境界の幅として、3km程度が推定される. 応力区6と12を分ける境界では、中央構造線 と平行あるいは直交するような、活断層を含む多数の断層によってブロック状の構造となっ ている(小池・他、1986). この部分で地震活動が弱いことは図4からわかる、このブロ ック状の部分の幅は5kmで、ここの応力境界の幅として、5km程度が考えられる、応力区1 と5の境界には、糸静構造線を西端として、南北に縦断する断層の集中する地帯(例えば地 質調査所、1982;小山、1984)が存在する、その幅は場所によって異なり、南部では5 ~ 6 km, 北部では2 km 程度である, 地震の非活動域は、ここでは糸静構造線の東に広く広が っており、断層の集中帯よりも広い、ここでは、断層帯の幅から、応力境界域の幅を6ない し2km程度と推定する.応力区5と6の境界にある鶴川断層は、村田・他(1986)によれば、 南東側で数100mの幅の破砕帯を持ち、また北西側で数10mの幅の破砕帯を持つ断層とされ ている. 破砕帯の幅から、ここでは応力境界の幅は1km以下と推定され、いままで述べた境 界よりはかなり狭い、応力区2と3を区分する境界域にある富士川断層群は、最大で約5km の幅の中に分布している(活断層研究会, 1980)ので、この応力境界の幅は5 km以下と 推定される。以上のように、応力区境界の幅は1km程度から6km程度と推定される、この ように応力区境界の幅がそれぞれ異なる理由は、地質構造、岩石の強度などの条件に関係す るものと考えられる.

いままで述べてきた応力区境界の考え方が事実とすれば,前に述べたような,

- (1) 応力区境界にある構造線や活断層は、地表付近だけのものではなく、地下20~30 km まで達している可能性がある.
- (2) 応力区境界付近の地殻の変形は応力区内部よりも大きい.
- (3) 応力区内部と応力区境界では、地殻の力学的な性質が異なる.

などのことを直接に検証することが、本論文で示した応力区境界のモデルの当否を判断する カギになるであろう. 応力区境界は、応力区内部に比較して、地下深部まで非弾性的な性質が強く、応力区内部 よりも変形が進みやすい部分とすると、応力区内部の活断層と境界部の活断層には、次のよ うな違いがあることが考えられる.

(1) 応力区内部の活断層は一般的に地震の発生を伴なう.

(2) 応力区境界の活断層は、境界域の岩石の力学的な強度や断層面の固結度に応じて、地 震の発生能力のさまざまな段階に区分される.すなわち、地震発生能力をかなり有するもの から、殆んど地震を発生させずに、クリープ的に動くものまで存在する可能性がある.

震央分布図(図4)によれば、本調査域の中では、応力区2と3の境界の富士川断層群や 応力区6と12の境界の断層群はある程度地震の発生能力を有し、藤野木-愛川構造線に伴う 活断層は、地震の発生能力のかなり低下したもののように見える.従来、日本にはクリープ 的な運動を行う活断層は存在しないものとされてきたが、南部フォッサマグナの様に、地質 構造が複雑で、かつ、地殻活動の著しい地域においては、新たな視点から活断層の運動様式 を見直す必要があろう.

第2節 各応力区におけるP軸方位の特徴,地質的背景および他の応力データとの比較

本節では,始めに前節の応力区区分の基となった,発震機構の特徴を各応力区毎に詳述し, 続いて応力区内および応力区境界の地質的な背景の説明や,発震機構以外の応力データとの 比較も行う.図26(a)~(f)に主な発震機構解の例を,また,図27(a)~(m)に各応力区毎のす



# (a):応力区1

(a) : tectonic stress province 1

図 26 (a)~(f) 発震機構解の例.太破線は応力区境界,数字は応力区番号を示す.略号は 図 4 参照.

Fig.26(a)~(f) Examples of focal mechanisms. Thick broken line and numerals indicate boundary of tectonic stress province and number of tectonic stress province, respectively.



(b):応力区2及び5.

(b): Tectonic stress province 2 and 5.



- (c): 応力区3
- (c): Tectonic stress province 3.

図 26 (b), (c) Fig. 26 (b), (c)



(d):応力区 4.

(d): Tectonic stress province 4.



(e):応力区 6,12及び13. WSは1931年西崎玉地震(Abe,1984).

(e): Tectonic stress province 6, 12, and 13. WS indicates the western Saitama earthquake of 1931 (after Abe, 1974).

図 26 (d), (e) Fig. 26 (d), (e)



(f):応力区7,8,9,10および11. (f):Tectonic stress province 7,8,9,10 and 11. 図 26 (f) Fig.26 (f)



(a):応力区1.

(a): Tectonic stress province 1.

図 27 (a)~(m) 各応力区のP軸及びT軸方位の頻度分布(20°毎).

Fig.27(a)~(m) Frequency distribution of P-axes and T-axes in each tectonic stress province (each 20 degrees).



- (b):応力区2.
- (b): Tectonic stress province 2.



(c):応力区3.
(c):Tectonic stress province 3.
図 27 (b), (c)
Fig. 27 (b), (c)

— 45 —



(d):応力区4.

(d): Tectonic stress province 4.



(e):応力区5.

(e): Tectonic stress province 5.

図 27 (d), (e) Fig. 27 (d), (e)

- 46 -



(f):応力区6.

(f): Tectonic stress province 6.



(9):応力区7.

(g): Tectonic stress province 7.

# 図 27

Fig. 27



(h):応力区 8.

(h): Tectonic stress province 8.



(i):応力区9.

(i): Tectonic stress province 9.

図 27 (h), (i) Fig. 27 (h), (i)



- (j): 応力区 10.
  - (j): Tectonic stress province 10.



(k):応力区11.
(k): Tectonic stress province 11.
図 27 (j), (k)
Fig. 27 (j), (k)



<sup>(1):</sup>応力区 12.

(1): Tectonic stress province 12.



- (m):応力区13.
- (m): Tectonic stress province 13.

図 27 (e), (m) Fig. 27 (e), (m)

— 50 —

べての発震機構のP軸及びT軸方位の頻度分布(20°毎)を図示する.

応力区1:糸静構造線西側区域(図26(a),図27(a))

本応力区ではP軸, T軸とも方位のまとまりは良い. この区域では, 南部(静岡県側)に 発生する約25kmよりも深い地震を除くと, P軸方位が東一西ないし東南東一西北西になる ものが大部分である。それに対して, 静岡県側の約25kmよりも深い地震は, 浅い地震とは 約90°異なる南-北のP軸方位である(図18). これらの地震はフィリピン海プレート上部 に発生するもので, 沈み込むフィリピン海プレートの湾曲による東一西方向の引張場の形成 によって説明されている(Ukawa, 1982). 以下, この区域に関しては25kmよりも浅い地 震に焦点を合わせて議論を進める.

この区域の地震は多くが明瞭な横ずれ断層型に分類され,他の断層型は少ないが,糸静構 造線に近い部分では,逆断層も少数見られる.地震の深さは約10kmから25kmの間に分布



1:中部更新統~完新統.2:第四紀後期火山岩類.3:鮮新統~下部更新統.4:上部
 中新統~鮮新統.5:中~下部中新統.6:第三紀貫入岩類.7:先新第三紀堆積岩類.
 8:先新第三紀変成岩類.9:活断層.10:主要構造線(活断層の部分を除く).
 1STL:糸魚川-静岡構造線.TATL:藤野木-愛川構造線.TF:鶴川断層.

- 図28 甲府盆地周辺の地質(地質調査所, 1982を簡略化).
- Fig.28 Geological map of the Kofu basin and its vicinities (Simplified from Geological Survey of Japan, 1982).

するが,この範囲で,深さによる発震機構の有意な変化は見られない.糸静構造線のごく近 傍には,例外的にP軸が南ー北になる地震が存在する.本区域の北端部では,P軸方位が時 計廻りにやや回転しているように見える.

次に本区域の地質および他の応力データについて述べる.

本区域は赤石山地をはじめとする急峻な山地からなり,地質は主として先新第三系の堆積 岩類、変成岩類,貫入岩類および新第三系の貫入岩類より構成される(図28)。糸静構造線は,フォ ッサマグナ地域の西縁にあたり,東側の新第三系,第四系の地層と,西側の先新第三系や貫入 岩類とを境する顕著な地質境界である.この区域内には活断層と判断される断層が多数分布 している(活断層研究会,1980,図23).活断層の運動方向から推定される水平主圧力軸 の方位はほぼ東-西であり,P軸の方位と良く一致する.伊那谷の北端部に分布する活断層 からは,東-西からやや時計廻りの水平主圧力が期待され、この近傍の地震のP軸方位が西 北西-東南東になっていることと整合している.諏訪湖から長野・山梨県境付近の本応力区 北東端では,糸静構造線の走向は北北西-南南東である.活断層研究会(1980)によれば, この部分は逆断層とされている(図23参照)が,これから推定される水平主圧力軸の方向は 東北東-西南西で,発震機構のP軸方位とは有意に異なる.しかし,沢(1985),岡田(1986) はこの区間で左横ずれ成分の存在を見出しており、第四紀中期以降左横ずれに転じたと述べ ている.このことは,発震機構から得られるP軸方位が,最近の断層運動の方向を良く説明 することを示すものである.

応力区2:山梨県南部~静岡県北東部区域(図26(b),図27(b))

富士山を中心とするこの区域は、西側を天守山地および富士川下流域、東側は駿河トラフ の陸上延長部付近、北側は御坂山地付近で境されている. 地震活動から見ると、東側で山梨 県東部、西側で糸静構造線ぞいの地震多発域に接する、地震活動のやや低い区域にあたる. 発震機構解の数は少ないか、P軸の方位は南-北ないし南南東-北北西によく揃っており、 また、断層型もほとんどが横ずれ型と、一つの応力区としてよくまとまっている. 地震の深 さは8ないし15kmである. この区域のフィリピン海プレートの深さ(図24)から、これら の地震は、フィリピン海プレート内またはプレート境界の地震と推定される.

次に本区域の地質および他の応力データについて述べる.

本区域の大半は第四紀後期の火山噴出物によって覆われている。本区域内には長さ1km未満の小断層を除いて、活断層は報告されていない。富士山、愛鷹山の側火山列や岩脈方位から推定される水平主圧力方位が中村(1969)、中野・他(1980)によって報告されている

(図22(a)).報告者により多少の違いがあるが、それらの方位はP軸方位と同じ、南-北ないし北北西-南南東である.

この区域の西側には富士川断層系,北側には藤野木-愛川構造線がある.富士川断層系は, その一部が左横ずれ成分を持った西上りの逆断層(杉山・下川,1982)であり,恒石(1984) は著しい左横ずれ成分を持ったプレート内断層としている、この断層系は顕著な西側隆起の ため、明瞭な地形及び地質境界となっている(山崎、1984).この断層系の北方延長は、 天守山地の東を通って本栖湖の南に達する低地部に続いている、本応力区北側の藤野木-愛 川構造線は、南側の新第三系と北側の先新第三系や貫入岩類との境界である、本応力区東側 では、応力区境界付近に明瞭な地質や地形の不連続は存在しない.

重力のブーゲー異常図(里村・安間, 1986)によれば,藤野木ー愛川構造線はブーゲー 異常の急変部,富士川断層系は駿河湾から続く低異常域に当たっている、上述のように応力 区2はP軸方位と火山活動から推定される応力方位か調和している場所である.

応力区3:山梨県南西部区域(図26(c),図27(c))

山梨県南西部の,天守山地と身延山地に囲まれた富士川の流域は,非常に複雑なP軸方位 を持ち,周囲の区域とは異なった応力場を形成している.図26に見られるように,この区域 のP軸は特に定まった方位を示さず,非常にバラついている.本区域の中間を糸静構造線が 縦断しているが,P軸方位のバラつきが見られるのは本構造線の東側であり,西側のバラつ きは少ない.本区域で糸静構造線を境にして発震機構が異なることは,棚田・他(1987) によっても指摘されている.本区域の地震の深さは15kmないし30kmの間に分布する.応 力区1と同様,本区域でも25kmより深い地震のP軸方位は南-北になるが,25kmより浅 い地震については,地震の深さとP軸方位との間には有意な関係は見られない.図24によれ ば、25kmより浅い地震はプレート境界付近ないし上盤プレート内のものと見られる.



- 図29 応力区3の期間毎のP軸方位.
- Fig.29 Azimuth distribution of P-axes for each period in tectonic stress province 3.

この応力区のP軸方位を期間別にみると、P軸方位が期間によって異なることがわかる. 図29は本応力区のP軸方位を,1979年~1984年(前期)と1985年(後期)の2つの期間に分けて示したものである.前期では,P軸方位はほぼ南ー北ないし北北西-南南東を示すのに対し,後期では北東-南西ないし東-西のP軸方位を持つ地震が多発し,方位分布の様子が一変している.この問題については後で再び議論する.

次に本区域の地質や他の応力データについて述べる.

本地域の地質は、糸静構造線を境として、西側が四万十帯に属する先新第三系、東側が新 第三系で、新第三系は非常に複雑な構造を呈している(例えば、松田、1984). この区域 の糸静構造線は、活断層として動いている証拠は得られていない. 応力区2との境界域に分 布する富士川断層系は、前述のように、一部左横ずれ成分を持った逆断層であり、推定され る水平主圧力の方位は北西-南東または東-西である. 天守山地の南端部での応力測定結果 (図22(b)、佐藤・他、1986)からは、北北西-南南東の水平主圧力方位が得られている. これは、上述の前期のP軸方位と一致する.

応力区4:山梨県東部~神奈川県西部区域(図25(d),図26(d))

この区域は山梨県東部から神奈川県西部に至る地震多発域を含み、かつ、観測網の中心部 にあたるので、多数の発震機構が得られている。西縁は応力区2に接し、北縁は御坂山地、 東縁は丹沢山地、大磯丘陵と相模平野との境界付近で区切られている。地震の深さは南から 北に向かって増加することが図10からわかる。図24によれば、これらの地震はフィリピン海 プレート内またはフィリピン海プレートと上盤プレートとの境界付近のものである。

本区域のP軸方位は一見複雑に見えるが、図27(d)からわかるように、平均的には北西-南 東である.しかし、細かく見ると、本区域の東と西でP軸方位が明らかに異なっていること がわかる.すなわち、西側では北西-南東方向が卓越しているのに対して、東側に行くに従 って南-北に近いP軸が多くなる.このような本区域内の地域的なP軸方位の違いは、後に 示すように有意なものと考えられる、本区域の応力場の構造の解明は、南部フォッサマグナ 地域のテクトニクスを研究する上で特に重要と考えられるので、他のデータも含めて、次章 で詳しい議論を行うこととする.

次に本区域の地質や他の応力データについて述べる.

本区域の地質は、神縄断層で南北に分けられ、北部が新第三系の火山岩、堆積岩、変成岩 とそれを貫く貫入岩類からなり、南部は新第三系ないし第四系の堆積岩および第四紀の火山 岩からなる、

本区域の北部では多数の活断層が報告されている(活断層研究会,1980). それらは走 向が北東-南西または北西-南東で,横ずれを伴った逆断層が多い. 活断層の分布は本区域 の東側で多く,西には少ない傾向がある. 活断層から推定される本区域北部の水平主圧力の 方位は南-北が多い. 神縄断層は,東-西走向の逆断層と,それを切る新期の横ずれ断層の 複合とされる(佐藤, 1976;星野・長谷, 1977).狩野・他(1979)は,横ずれ断層 系の存在から,南ー北方向の水平主圧力の存在を指摘している.神縄断層から南東へ続く国 府津-松田断層は,右横ずれ成分を持つ逆断層(狩野・他, 1984)とされ,南ー北方向の 水平主圧力が推定される.箱根北部の平山断層(天野・他, 1984)は,北東-南西走向の 左横ずれ逆断層であり,南ー北に近い水平主圧力が推定される.渋沢,秦野両断層からも南 ー北の水平主圧力が推定される.以上のように,本応力区南部の断層からは,概ね南ー北方 向の水平主圧力が想定される.本応力区の北側境界にある藤野木一愛川構造線は,先新第三 系(北側)と新第三系(南側)の地質境界(図28)であり,かつ,その一部は活断層となっ ている.伊藤・他(1986)によれば,この活断層は東-西走向の衝上断層と、それを切る 横ずれ断層群の複合系であり,南ー北ないし北北西-南南東の水平主圧力が推定される.伊 豆-鳩山構造探査(Asano et al, 1985)によれば,藤野木一愛川構造線の付近から,5.9 km/sec 層の底部が北へ向かって急激に深まる傾向が見られ,地殻構造もこの構造線の付近 で変化することが推定される.

本区域内の火山,岩脈から推定される水平主圧力方位は南-北ないし北西-南東であり, 応力測定からも北西-南東ないし南-北に近い水平主圧力(図22(a),(b))が得られている. このように本区域では,P軸方位とそれ以外のデータから得られる水平主圧力方位は調和的 であることがわかる.

応力区5:甲府盆地および周辺区域(甲府三角帯)(図26(b),図27(e))

甲府盆地とそれを取り囲む山地からなり,南は御坂山地,北は山梨県と東京都,埼玉県, 長野県との境界付近の山地部,西側は櫛形山地で囲まれた三角形の区域である.その形状か ら,本応力区を甲府三角帯とよぶ.

この区域の地震活動は比較的静かで,調査期間中にはM3を超える地震の発生はない.し かし,観測網の中心部に当たるために,Mが2に達しないものまで,発震機構解が良く求め られている.地震の深さは10kmから20kmの間に分布する.P軸の平均的な方位はほぼ東 -西,断層型は横ずれ型が主である.この区域のP軸方位の大きな特徴は,南,北に隣接す る応力区(応力区2,3,4および6)とP軸方位が大きく異なることである.単純化すれ ば,甲府三角帯を挾む南,北両区域のP軸方位は南-北ないし北西-南東なのに対し,中間 の甲府三角帯はそれらとほぼ直交する東-西方向のP軸を持つ.西側の応力区1とは,P軸 方位からは違いはない.しかし,両区域間に広い地震の不活動帯があることから別の応力区 に区別した.

次に地質および他の応力データについて述べる.

.

本区域は甲府盆地を中心として,南部,西部には新第三系,東部には先新第三系が分布し, 新第三紀の貫入岩も広く分布する.北西部には第四紀後期の火山岩もある(図28).本応力 区の南側境界部には藤野木-愛川構造線がある.この構造線は前述のように顕著な地質的な 不連続であり、ブーゲー異常からも大きな変化域に当たるので、地殻深部にまで達する地質 構造境界の可能性がある.北側境界部には鶴川断層が存在する.この断層は先新第三系と貫 入岩を切る右横ずれ断層(村田・他,1986)であり、北西端は金峰山の南西まで追跡される. 右横ずれの運動からは、南ー北に近い水平主圧力方位が推定される(小坂・他,1986).本応 力区の西側境界付近には、糸静構造線が南北に延びる.本構造線は、この区域では先新第三 系と新第三系を分ける顕著な地質境界である.

次に区域内の活断層の分布と、それから推定される水平主圧力方位を見る、甲府盆地の南 および西側の、平地と山地の境界付近に多くの活断層が分布する.西縁の断層(市之瀬断層) はほぼ南北に近い走向の逆断層で、東一西方向の水平主圧力が推定される(沢、1981). 一方、南縁の断層(曽根丘陵断層)は、東北東一西南西走向、南上りの逆断層(沢、1981)

で,北北西-南南東の水平主圧力が推定される.この方位は,発震機構から得られるP軸方 位とは大きく異なる.

応力測定は南側応力境界のごく近傍で行われている(塚原・池田, 1987).得られた水 平主圧力はN60°Wであり、P軸方位とは多少異なる.

以上のように、本応力区の地震以外の応力データからは、2つの方向(東一西および北北 西一南南東)の水平主圧力が推定されることが特徴である、このようなことは、非常に興味 深い事実であり、第4章で改めて議論を行う.

応力区6:関東山地区域(図26(e), 図27(f))

東側および北側を関東平野,南側を山梨県と東京都,埼玉県,長野県との境界付近,西側 は群馬県南西部と長野県境付近を境界とする四辺形の区域である.

本区域も少さな地震が多く、M3を超えるものは少ないが、多くの発震機構解が得られている。発震機構解の得られた地震の深さは10km~15kmの間が多い。図27(f)からすぐわかるように、頻度分布が2つのピークを持っている。これは図21や図25で明らかなように、本区域の東と西とでP軸方位が系統的に異なっていることに原因がある。すなわち、東側では北北東-南南西のP軸が主なのに対し、西側では南-北に近いP軸が卓越するものである。しかし、P軸方位の変化は漸移的であり、明瞭な境界域を示しにくいため、同一の応力区とした。

本応力区の西縁はデータが少ないため確定できない.しかし,1986 年8 月の長野県東部 の地震が、本応力区とは異なる西北西-東南東のP軸を持つものであったこと(価・他,1987) から、西端は長野県北東部と群馬県南西部の県境付近と推定される.これはちょうど関東山 地の西縁に一致する.

次に地質および他の応力データについて述べる.

本応力区の範囲は関東山地の分布域とほぼ一致していて,関東山地を構成する先新第三系の分布域と一致する.はじめに本応力区の境界付近の地質構造を述べる.南側境界について

は応力区5ですでに述べた、東側境界は関東山地と関東平野との境界付近にあたる、この部 分には八王子構造線(矢部,1920)が南北に延びている、八王子構造線は、地質上は関東 山地の先新第三系の東縁、地形上は山地と平野の境界であり、重力(笠原・他、1976a)、 構造探査(笠原・他、1976b)、地質構造(鈴木・高橋、1985)、地殻熱流量(鈴木、 1985)などからも、顕著な不連続線として認められている。地殻内地震もこの線を境に東 で深く、西で浅い(笠原、1985)、このように本構造線は、地質、地形、地殻構造の大き な境界であり、関東平野の形成とも大きな関連があることが推定される、次に北側境界につ いて述べる。ここは関東山地の先新第三系と、平野側の新第三系、第四系との地質境界であ り、諏訪湖付近から東に向かうと推定される中央構造線の延長部となっている。本応力区の 西縁には構造線や活断層は見当たらない。

本応力区内には,活動度が高く,明瞭な活断層は少ないが,東縁付近に位置する名栗断層 からは,北西-南東の水平主圧力が推定される.またこの断層のすぐ近傍(埼玉県飯能)で 行われた応力測定(池田・塚原,1987b)からは,北東-南西の水平主圧力方位が得られ ている、これは,発震機構から得られるP軸方位と一致する.

応力区7,8,9:関東平野中央部~南西部(図26(f),図27(g),(h),(i))

西側は関東平野西縁,北側は埼玉県中部(北緯36°線の付近),東側は東経140.2°線付近 を境界とする区域である.この区域内では、30km以浅の地震が多数発生しているにもかか わらず,得られた発震機構解は多くない.

本区域の大きな特徴は、東京湾奥部から西側の部分で、ほぼ東-西のP軸方位を持つ地震 が並ぶことである.この帯状の区域(応力区7)を挟んで、南の区域(応力区8)は、南-北ないし北西-南東に近いP軸方位、北の区域(応力区9)は、バラつきが大きいが、南-北ないし北東-南西のP軸方位であり、南北間のP軸方位の変化は著しいものがある.応力 区7は東西約70km、南北約20kmの帯状をなし、その南縁は東京都と神奈川県の都県境と その東方延長、北縁は東京湾最奥部をほぼ東西に通る線によって境されている.また西側は 平野西縁で区切られ、東側は東京湾北東岸の東経140.2°線付近に至っている.震源分布か ら見ると、この細長い区域は、南および北の地震活動の活発な部分に挟まれた、相対的に地 震活動の静かな場所である.地震の深さは、応力区8、7、9と南から北へ行くに従い、し だいに深くなる(図10).図24によれば、これらの地震はフィリピン海プレート上部ないし これと上盤プレートとの境界面付近で発生するものと考えられる.断層のタイプは、応力区 8、9ではほとんどが逆断層なのに対し、応力区7では横ずれ型や中間型が多く、正断層も あるという相違が見られる.

このように本区域は特異な応力場を形成しているが,発震機構解が少ないため,応力区の 構造や広がりを明確に示すことは困難であり,図21の区分も暫定的なものである.応力区9 の北側境界については,埼玉中部に群発する地震のP軸方位が南-北であるので,この付近

-57 -

まで広がるものと考えられる.

次に本区域の地質および他の応力データについて述べる.

この区域は新第三系や第四系の地層で厚く覆われているため(高橋, 1982;鈴木・高橋, 1985),地質構造の解明は進んでいない.深井戸データによれば,関東山地でみられる帯 状の地質構造が,平野下にも続いている(図30,矢島・他, 1986).応力区と地質構造の 帯状の分布の類似性が注目される.また応力区7とブーゲー異常の低異常域(駒沢, 1985) とが重なり合うように見えることは興味深い.

本区域内には立川断層等の活断層があるが、いずれも北西-南東走向で北東上りの逆断層 とされている(活断層研究会、1980).推定される水平主圧力方位は北東-南西であり、 P軸方位とは食い違う.なお、応力区8の南の三浦半島では、活断層や応力測定から、南-北ないし北北西-南南東の水平主圧力方位が得られている(塚原・池田、1983).本地



図 30 関東地方の地質構造の概念図(矢島・他, 1986).

Fig. 30 Schematic diagram of the geological structure in the Kanto district (after Yazima *et al*, 1986).

域の応力場の構造や地質構造の解明は,首都圏地域の地震予知の研究とも関連して,今後重 点的に推進すべき課題である.

応力区10: 房総半島および九十九里沖(図26(f),図27(j))

房総半島中部の太平洋岸および九十九里と、南部の鴨川付近に多くの発震機構解が得られた. 地震の深さは、ほとんどが25kmより深いもので、図24によれば、フィリピン海プレート内部またはフィリピン海プレートと上盤プレートとの境界付近で発生するものと推定される. P軸の方位は南-北ないし北北西-南南東である. 断層型は逆断層型が優勢である. 隣接応力区との境界は明瞭でなく、図21に示したものは暫定的なものである.

次に地質および他の応力データについて述べる.

本区域では、房総半島南部の隆起帯を中心として、先新第三系から第四系までの地層が東 西に長い帯状に分布する。南部に分布する活断層の多くは東西走向の縦ずれ断層であり、南 ー北に近い水平主圧力が推定される。房総半島南部の応力測定結果(Tsukahara and Ike da, 1987)では、北西ー南東方向の水平主圧力が得られている。この方位は地震のP軸方 位とは多少異なっているが、両者の場所が異なっているので、直接の比較はできない、測量 による房総半島の圧縮軸の方位は南-北(中根・藤井, 1982)でP軸方位と調和的である。

応力区11:千葉県北部~茨城県南部区域(図26(f), 図27(k))

霞ヶ浦の南側周辺に、25kmよりも深い地震が多発し、そのP軸は西北西-東南東によく 揃っている。断層型は種々のタイプが混在する。隣接する応力区9,10とはP軸方位が異な っているので、別の応力区とする。Fujino and Suyehiro (1987)によれば、この地震は フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界部のものとされているが、フィリピン海 プレートとユーラシアプレート境界の深度も含め、さらに検討すべき事であろう。図4によ ると、本応力区は東西の2つの地震多発域に分けられるように見えるが、P軸方位からは両 者の差は見られない。隣接応力区との境界位置は明確でなく、図21に示したものは暫定的な ものである。

次に地質および他の応力データについて述べる.

本区域は第四系の地層に覆われているため,詳しい地質構造は不明であるが,中央構造線 の延長が,霞ヶ浦南端付近を通ると推定されている(石井, 1962).本区域に隣接する茨 城県南東部(波崎)での応力測定では,北北西-南南東の水平主圧力が得られている(Tsu kahara and Ikeda, 1987). この区域では,潜在する中央構造線と応力区境界の関係を 調べることが課題である.

応力区12:関東北部区域(図26(e),図27(1))

関東山地より北側の,関東平野北西部および栃木・群馬県境付近の山地(足尾山地等)を 含む区域で,地震活動の活発な地帯が南北に連なっている.P軸の方位は,本区域南部では ほぼ東-西,北部では北西-南東が多いので,南と北とで別の応力区に区別した方が良いよ うにも見える.しかし,現データの範囲内では,P軸方位が遷移的に変化しているのか不連 続的に変わっているのか明かでないので,ここでは区別しないで一つの応力区としておく.

次に地質および他の応力データについて述べる.

本区域は新第三系,第四系の分布する平野部(南部)と,古生層や貫入岩類からなる山地 (北部)とに分けられる.本応力区と南側の応力区6との境界域には,中央構造線がある. 本構造線の北側近傍には,これと平行する活断層が多数分布する(活断層研究会,1980). 図23(a)では,これら活断層はいずれも縦ずれとされている.しかし,その中の一つである櫛 引断層の南端を震央とする,1931年西埼玉地震の発震機構は左横ずれ型(Abe,1974)で, 同断層にも左横ずれ成分の存在が推定される.また,重力探査(地震研究所,1987)によ ると,櫛引断層の延長部にある江南,今市-菅谷断層は,櫛引断層と共に,地下で一続きに なった横ずれ成分を持つ逆断層と推定されている.本区域の北部にある活断層からは,西北 西-東南東に近い水平主圧力方位が推定される(活断層研究会,1980).

なお、本区域と隣接する筑波山周辺での応力測定(小出・他、1982;塚原・池田、1987) によれば、南ー北ないし北西-南東の水平主圧力となっている。本応力区については、デー タの蓄積を待って再検討する必要がある。

応力区13:長野県北東部区域(図26(e),図27(m))

この区域のP軸の方位は東-西ないし西北西-東南東である. 地震の深さはすべて10km より浅く,断層型はほとんど横ずれ型である. この区域のP軸方位は,前述した隣接する応 力区1や12とほぼ同じであるが,隣接する応力区との間に地震の非活動帯があり,また隣接 応力区との間隔も大きいので別の応力区とした.本区域の活断層から推定される水平主圧力 方位は,概ね西北西-東南東である.また,群馬県北部の応力測定(田中・斉藤,1980)で も,西北西-東南東の水平主圧力が得られている. これは地震のP軸方位と調和的である.

#### 第4章 特定の地域における応力場の考察

前章で示したように,発震機構から推定される南部フォッサマグナ地域の地殻応力場は非 常に複雑である.ここではいくつかのとくに興味ある地域を取り上げて,現在見られるよう な応力場が形成される機構の議論を試みる.

## 第1節 甲府盆地周辺地域(応力区5)

南部フォッサマグナ地域の中で、甲府三角帯(応力区5)は、前章で指摘したように、南 北に隣接する応力区と発震機構のP軸方位が約90°異なることや、活断層や応力測定による 方位とも一部整合しないことなど、特異な特徴を示している、瀬野(1986)は特異なP軸 方位分布から、甲府盆地内にプレートの力学境界の存在する可能性を述べている、小林(19 86)は、藤野木一愛川構造線がプレート境界である可能性を述べている。石橋(1984)も、 東北日本=北米プレート説に立って、三重会合点が甲府盆地内に存在する可能性を指摘して いる。このように、甲府盆地とその周辺は、単にローカルな興味だけでなく、より広域的な プレートの運動の解明にとっても重要な研究対象である。

我々はすでに、甲府三角帯の特異な応力場が、局地的な地殻の変形と結びついている可能 性を指摘した(鈴木・笠原、1986a, b).以下、この立場から当地区の応力場形成のメカ ニズムを考察する、

まず、図25や図28を参照しながら、甲府三角帯の地質的、地球物理的な性格を整理する.

第3章第1,2節で示したように、甲府三角帯南側の応力区境界は、藤野木一愛川構造線 を含む幅3km程度の地帯、北側境界は鶴川断層を含む幅1km程度の地帯である.この地域の 地殻構造探査結果(爆破地震動研究グループ、1983)によれば、本地域の6km/sec 層の 深さは2km以下とごく浅く、下面の深さは、15~20km程度である。一般に地殻内の微 小地震は6km/sec 層の中で発生することが知られており(Takagi *et al*、1977)、本区 域でも地震の深さは20km以下である。本区域の地殻下部の状況は次のように推定される。

本区域内を火山フロントが縦断すること(図4),盆地内の温泉の存在,大きな地殻熱流量 (李・他,1987)などから,甲府三角帯地下の温度は周辺区域に比べて高いことが明らか である.このことは、本区域の6km/sec層の下位に、周辺に比べて高温で非弾性的な性質 の強い層が存在することを示唆するものである.以上のようなことから,甲府三角帯の地殻 構造は、三方を応力区境界で囲まれた厚さ15~20km程度の6km/sec層のブロックが、下 部で非弾性的な性質の強い層と接しているものと推定される.

このような構造モデルで想定される甲府三角帯の応力場の模式図を図31に示す.南北方向 では、図21に見られるような応力区2及び6からの南北方向の圧縮力が応力区境界を介して 甲府三角帯に働く.北側の応力区6を形成する関東山地は、甲府三角帯よりも広く、かつ厚 い地殻構造であるため(Asano *et al*, 1985),圧縮による変形は主として甲府三角帯内 で進むであろう.そのため、南北断面では、6km/sec層のブロックに、図31に示す下向き にたわむ様な変形が生じ、ブロックの中間面(neutral plane)を境にして、上側が圧縮場、 下側が引張場となることが期待される.一方、東西方向には、太平洋プレートの進行に伴う 東一西方向の圧縮力が応力区1側から伝達される.このため、neutral plane 以深の6km /sec層下部では、東一西方向圧縮、南一北方向仲張の横ずれ断層型の応力場が形成される ことになる.甲府三角帯内に発生する地震は、6km/sec層下部にあたる深さ10~20kmに 集中しているが、その発震機構は、本モデルから期待されるように、ほとんどが東一西方向 にP軸を持つ横ずれ断層型となっている.もし、neutral plane 以浅に地震が発生すれば、 その発震機構は逆断層成分を持つことになろう.盆地南縁に分布する東一西走向の断層群は 逆断層の変位を示し、本モデルと整合している.また、盆地形成も説明できる.図31の変形



- 図31 甲府三角帯の応力構造モデル、上図のNS断面で示す、白矢印が甲府三角帯に加 わる南北の圧縮力,黒小矢印は甲府三角帯内の地殻応力(→←:圧縮,←→:引 張),点線は neutral planeを示す、黒大矢印はフィリピン海プレートの進行方 向、TF:鶴川断層、TATL:藤野木-愛川構造線、
- Fig.31 Tectonic model of the Kofu triangle zone showed on the N-S profile. White arrows, black small arrows and dotted line indicate compressive stress of N-S direction, crustal stress in the Kofu triangle zone (→←: compression, ←→: extension) and neutral plane, respectively. Black large arrow indicates moving direction of the Philippine Sea plate. TF: Tsurukawa fault. TATL: Tonoki-Aikawa tectonic line.

とは逆に、6km/sec 層のブロックが上に凸になるような変形様式も考えられるが、その場合は上側が引張、下側が圧縮となり、P軸方位や活断層の説明が困難となる. なお、甲府三 角帯内の岩石の変形が周辺より大きなことが、滝沢・小坂(1987)によって述べられてお り、本区域で地殻の変形が進行していることを裏付ける.

本モデルに対して,圧縮場の中に沈降域(甲府盆地)の生ずるのは不自然との批判もあり うる.中央部が沈降するかわりに,周辺部が隆起するような様式も可能と思われるので,甲 府盆地は隆起からとり残された低部の可能性も残されている.

今後、このモデルの検証のためには、(1)精密な震源決定(特に深さ精度)、(2)地殻構造の

詳細な調査,(3)地下浅部の応力測定,(4)活断層の詳細な調査等が必要である.

### 第2節 山梨県東部一神奈川県西部区域(応力区4)

本応力区は、いわゆる山梨県東部の地震多発域を含み、関東・中部地域の中でも浅い地震 活動の特に活発な場所である. 1983 年8 月8 日の山梨県東部の地震(M 6.0)など、時々 M 6 クラスの被害を伴う地震も発生する. 前章では、この区域を一つの応力区として区分し たが、ここでは本応力区内の細かなP軸方位の違いに焦点を合わせて、立ち入った議論を行う.



- 図32 応力区4のP軸方位、砂目は応力境界、中央の点線は応力区4内でP軸方位が変化する線、
- Fig.32 Azimuth of P-axes in the tectonic stress province 4. Boundaries of tectonic stress province are shown by mesh pattern. Central dotted line is boundary of P-axes in the tectonic stress province 4.

(a)





- 図33 (a)小林(1980)及び(b)塚原・池田(1983)による応力区分. 点線は本研究で 得られた応力区境界,準応力区境界を加筆したもの.
- Fig.33 Division of tectonic stress province by (a)Kobayashi (1980) and (b) Tsu kahara and Ikeda (1983). Dotted lines indicate boundaries of tectonic stress province or quasi-tectonic stress province obtained by this study.

図32に本区域のP軸方位分布を拡大して示す.図から本区域をほぼ南北に分断するような P軸方位の境界があるように見える(図32中央の点線).点線から西ではP軸方位が北西-南東ないし西北西-東南東なのに対し、東では北北西-南南東ないし南-北が卓越する.境 界線の付近では両方の方位が入り交じっている.この境界は応力区境界としての条件を満た すほど画然としたものではないが、この区域のテクトニクスにおいて重要な意味を持つと考 えられるので、特に応力境界に準ずるものとして扱い、応力区4を東部と西部に区分する.

本区域の発震機構以外の応力方位データを用いて、小林(1980)、塚原・池田(1983)ら は、伊豆半島から南北に縦断する応力境界を示している(図33).図32と33を比較すると、 これら3者はすべて位置や方向が類似した南北の応力境界を想定していることがわかる。P 軸方位のような地殻内のデータと、地表に近いデータとが共に類似した応力境界を示すこと は、この応力区境界の存在の確かさを示すものではなかろうか.但し、境界の位置や方位に 関しては多少の違いがある.このことについては後で述べる.この応力境界に関連すると考 えられるような地質上の不連続は現在知られていない.活断層が東部で多く、西部で少ない ことは両応力区間の応力状態の違いの反映かも知れない.

笠原(1985)のプレートモデルによれば、本区域はその東翼 I と II の境界に対応し、フィ リピン海プレートが衝突部と沈み込み部に分離する場所である.すなわち、東経 139.1 度付 近(ほぼ図32に点線で示した境界付近に当たる)を境にして、西側が衝突域、東側が沈み込 み域になる.P軸方位と関連させると、プレートの衝突域では北西-南東の、沈み込み域で は南-北のP軸方位となることがわかる、但しその力学的機構は現在のところ明確でない.

応力区4は、神縄断層(図23のKF)及び国府津一松田断層(同KMF)によって南北に 分断されている.しかし、これを境とするようなP軸方位の違いや地震活動の差異がほとん ど見られない.このことは、神縄断層及び国府津一松田断層が、現在ではプレート間の力学 的な境界としては機能していないことを示すのかも知れない.このことは、笠原・坂田(1986) も指摘している.

本研究により、この区域の地殻応力場が、伊豆半島の付け根付近から北へ延びる境界線で 東西に区分されること、そのような構造は地殻下部まで続いていること、また、このような 応力場の構造は、フィリピン海プレートの運動と関係する可能性があることがわかった.こ の地域の南端部に当たる神奈川県西部では、近い将来にM6~7級の地震の発生が予想され ており(例えば「月刊地球」1985年8月号、特集相模湾北西部のテクトニクス)、地殻応 力場のより詳細な研究は、本区域のテクトニクスや上記地震の発生機構の解明にも重要であ る、

#### 第3節 関東山地(応力区6)

前章で示したように、関東山地は一つの独立した応力区を形成している、この区域のP軸

-65 -

方位は南ー北ないし北北東-南南西であるが,特に本区域の東側で北北東-南南西方向が目 立つ,図17でわかるように,関東・中部地域のP軸方位は北西-南東を中心として,その± 45°以内が普通であり,本区域のような方位はきわめて特異である.このような応力場が形 成される理由を考察する.

本章第1節で述べたように,関東山地(応力区6)に対しては,南側の応力区5から,応 力境界を介して,ほぼ南-北方向の圧縮力が働いていると推定される.この圧縮力が応力区 6に伝達するときに,応力境界が圧縮力の方向と斜交しているために,図34(島崎・他,



- 図 34(a) プレートの相対運動による,陸のプレート内の変形模式図(島崎・他,1981). A BCDは陸側のプレートを表し、BCはプレート境界を示す.大矢印は海側プレ ートの運動を表し、小矢印は陸側プレートの最大短縮軸を表す.
  - (b) (a)をあてはめた時の応力区6内の圧縮力の方向の変化. 白矢印が応力区6に加わる 圧縮力を示し、黒矢印は応力区6内の圧縮力の方位を示す. 点線は応力境界.
- Fig.34(a) Schematic diagram of deformation in the land side plate caused by relative movement of two plates (after Shimazaki et al, 1981). ABCD and BC indicate the land side plate and the plate boundary. Large and small arrows express moving direction in the sea side plate and maximum shortening axis in the land side plate.
  - (b) Change of azimuth of compressional stress force in the tectonic stress province 6 in case of applies to (a). White and black allows indicate compressive stress put on the tectonic stress province 6 and direction of compressive stress in the tectonic stress province 6. Dotted lines are boundaries of tectonic stress province.

1981)に示すような様式によって、その方位が変化することが考えられる。応力境界の走向が、図21のように、西側では西北西-東南東に近いのに対し、東側では北西-南東である ことが、応力区6の東西でP軸方位の差異の生ずる理由と推定される。

次に関東山地の東側応力境界に位置する八王子構造線の役割を考察する.この構造線は前 述のように,地殻下部にまで達する地質の不連続境界であるが,現在では応力区境界として の役割も他の境界ほどははっきりせず,活断層としての動きもほとんどない.この構造線の 成因として,次のような考えはできないだろうか.約5 Ma とされる丹沢地塊のユーラシア プレートへの衝突(新妻,1985;天野,1986;石橋,1986等)が事実とすれば,この衝突に よって衝突域に当たる関東山地は隆起する.それに対して,関東平野側は沈み込み域である ので,関東山地のような隆起は生じない.両者の間に発生する食い違いが八王子構造線とな った可能性がある.同様な考えは,貝塚(1974),笠原(1985)等によっても述べられている. 丹沢山地の衝突はその後のプレート境界の変化(例えば石橋,1986)によって終わり,八王 子構造線の運動も低下ないし停止したのではなかろうか.今後,地設構造や古応力場の研究 によって,本構造線の解明が進められることを期待したい.

# 第4節 関東平野南西部(応力区7,8,9)

前章で示したように、関東平野南西部は、非常に狭い範囲の中で、平均的なP軸方位が南から北に向かって、南-北ないし北西-南東(応力区8)、東-西(応力区7)、南-北(応 力区9)と交互に変化する特異な応力場を形成している。断層型は南、北の応力区で逆断層 型が卓越するのに対し、中間の応力区7では横ずれ型ないし中間型が優勢で、まれには正断 層型もある。応力区7の形状が東西に細長い帯状であることも特徴的である。このような応 力場の説明を試みる。

図35はこの区域を南北の断面で切った震源分布である.破線で示すのが,笠原(1985) の解析結果から推定される、フィリピン海プレートの上面と考えられる位置であり、同プレ ートが北へ向かって沈み込んで行く様子が見てとれる.同プレートが応方区7の付近で、そ の沈み込む角度を変化させていることが特徴的である.図35を基にして、関東平野南西部の フィリピン海プレートの形状を模式的に示したのが図36である.応力区7の部分で、フィリ ピン海プレートの沈み込み角度が増加するため、ここでフィリピン海プレート上部は、曲げ による南一北方向の張力場になることが期待される.そのため、この部分で、南一北方向の T軸を持つ横ずれ断層型や正断層型の地震が発生するものと考えられる.また、応力区8、 9ではプレートの曲がりかないため、プレート境界域で普通に見られる逆断層型の地震が発 生するものであろう.

このモデルの当否を証明するにはまだデータが不足であり、精密な震源分布や発震機構に よって、プレートの深さや応力区の境界を正確に求める必要がある、応力区7の付近が第四

— 67 —



図35 関東平野の南北断面の震源分布図. 点線はフィリピン海プレートの上面を示す. 数字は応力区番号, MTLは中央構造線, HTLは八王子構造線.

Fig.35 Hipocenter distribution projected on the N-S profile of the Kanto plane. Dotted line indicates the upper boundary of the Philippine Sea plate. MTL: Median tectonic line, HTL: Hachioji tectonic line.

紀以降の沈降の中心部であることや、東京湾北部の西北西-東南東方向の地溝状の沈降軸が 存在すること(加藤、1984)も、フィリピン海プレートの沈み込み角の変化と関連するの ではなかろうか。

応力区7の西端にある立川断層(図20(a))は、北西-南東走向の逆断層(活断層研究会、 1980)とされているので、北東-南西の水平主圧力が推定され、本応力区のP軸方位とは 一致せず、むしろ西側に隣接する応力区6のP軸方位に近い、応力区7の関東山地に近い地 殻表層部では、関東山地の応力場が影響を及ぼしている可能性がある。



- 図36 関東平野南西部の応力模式図.大矢印はフィリピン海プレートの進行方向を示す.小 矢印はフィリピン海プレート上部の応力状態を示す(→←:圧縮,←→:引張).数 字は応力区を示す.EUR:ユーラシアプレート,PHS:フィリピン海プレート.
- Fig.36 Tectonic model of the southwestern part of the Kanto plain. Large and small arrows express moving direction of the Philippine Sea plate (→←: compression, ←→: extension). Numerals indicate number of the tectonic stress province. EUR: Eurasia plate. PHS: Philippine Sea plate.

#### 第5章 発震機構の時空間分布

同一地域の中で発震機構解が、高密度でかつ繰り返して得られれば、地殻内の応力場の時 空間的な変化をとらえる可能性が生ずる(鈴木・笠原、1986 c)、例えば市川(1967)は、 松代群発地震活動の初期と中期以後とで、P軸方位に20°~30°の変化があること、群発地 震域を細分すると、それぞれの小区域の平均的なP軸方位が10°~20°ずつ異なり、その原 因として、地殻上層の地質構造に関係する可能性を指摘している、井元・他(1981)は、 1980年伊豆半島沖群発地震に関して、張力軸方位に時間的な変化が見られるが、これは見 かけ上のもので、地震活動域の移動と、各活動域における張力軸方位の違いによるものとし た. Imoto(1986)は、1978年伊豆大島近海地震発生の約半日前に、他の前震のP軸方 位とは異なる方位の前震が発生したことを報告し、雁行状に枝分かれをする断層生成モデル によって説明されるとしている、また、ソ連では、中央アジアのガルム地区で、比較的大き な地震に先行して、小さな地震の圧縮応力の方向が変化することが報告されて(例えば、 Sadovsky et al, 1972)、地震予知の面からも注目されている。

このように,発震機構の時空間的な変化は,起震応力場の微細構造の研究や,地震予知の 手段としても重要な項目であり,時間的にも空間的にも,分解能の高い調査研究が必要とな っている.今回の調査は,期間が約6年と短いが,山梨県東部や山梨県南西部などでは,狭 い範囲の中に多くの地震が定常的に発生しているので,このような研究には好都合であり, 調査する意義があると考えられる.

#### 第1節 山梨県東部地域

この地域は、定常的な地震多発域として知られており、前章第2節で述べた応力区4の中 の西側部分に当たる.図37にこの地域のP軸方位分布を示す.本節では特に精度の高い解析 が要求されるので、信頼度の高いAランクのものだけを用いた.詳しく見ると、地震多発域 は南と北に分かれているので、この地域をA、Bの小部分に分割する.この地域では1983 年8月8日に山梨県東部を震源とするM 6.0の地震(図37のM S、以下山梨県東部地震とい



- 図37 山梨県東部のP軸方位分布(Aランクのみを示す).TATL:藤野木-愛川構造線,KF:神縄断層,MS:山梨県東部地震,A,Bについては本文参照.
- Fig.37 Azimuth distribution of P-axes in the eastern Yamanashi Prefecture (showed only A rank). TATL: Tonoki-Aikawa tectonic line. KF:Kannawa fault. MS: Eastern Yamanashi Prefecture earthquake of 1983. Meanning of A and B are discrived in the paper.





Fig.38 Time variation of azimuth of P-axes in the A and B area. Solid lines and mesh pattern indicate average azimuth of I and II period and range of  $\pm \sigma$ . The arrow shows the eastern Yamanashi Pref. earthquake (M60).

う)が発生し、多くの余震が観測されているが、その多くはA地域内に分布し、B地域での 発生は少ない(井元・他、1984).

P軸の方位を、山梨県東部地震の発生前(I期)、発生後約20日間の余震活動の激しい期 間(II期)、余震活動が静穏化した1983年8月31日以降(II期)の3期間に分けて、その 特徴を検討する、図38はA、B両地域におけるP軸方位の時系列である、同図にはIおよび II期のP軸方位の平均(実線)と±σの範囲(砂目)を合わせ示す。A地域ではI期の平均 が119°、III期が137°であり(いずれも北から時計回りの角度)、18°の方位変化が見られる が、B地域ではI期が124°、III期が118°であり、6°の方位変化にとどまる。II期はP軸方 位が広範囲に広がっている、図39はT軸方位の時系列であり、方位の平均はI期が25°、III 期が44°となり、やはり19°の方位変化がある。II期はP軸同様、バラつきが大きい、A地



- 図 39 A, B 両地域のT 軸方位の時系列. 実線は I, Ⅲ期の平均, 砂目は± σ の幅を示す. 矢印は山梨県東部地震(M 6.0)を示す.
- Fig.39 Time variation of azimuth of T-axes in the A and B area. Solid lines and mesh pattern indicate average azimuth of I and III period and range of ± σ. The arrow shows the eastern Yamanashi Pref. earthquake (M 6.0).



- 図40 A地域におけるP軸方位(下半球等積投影).
- Fig.40 Azimuth of P-axes in the A area (equal area projection on the lower hemisphere).
域の I 期とⅢ期の P 軸方位に関して,各期間の平均値と分散から,両者の差の有意性の検定 を行うと,A地域については,99%の確かさで方位の相違は有意とされるが,B地域につい ては,有意な差は得られない.

図40はA地域のP軸の位置を下半球等積投影により期間別に示したものである. この図か らも、1期とⅢ期の発震機構の差異がはっきりと読みとれる. すなわち、I期ではP軸方位 が西北西-東南東で傾斜角も小さいのが多いのに対し、Ⅲ期では方位が北北西-南南東で傾



図41 A地域の期間毎のP軸方位分布.

Fig.41 Azimuth distribution of P-axes for each period in the A area.

斜角も I 期よりやや大きいものが多い. Ⅱ期では方位,傾斜角とも広い範囲にバラついている.吉田・望月(1986)は,今回と同じ地域で発震機構の調査を行い,横ずれ断層型と逆断層型とで,P軸方位が系統的に異なると述べている.しかし,今回の結果からはそのような明らかな差は得られていない.

この発震機構の変化が、真に時間的な変化なのか、あるいは震源の移動による見かけ上の ものなのかは重要な問題である.このことを確かめるため、A地域の震央分布とP軸方位を 各期間毎に分けて図41に示す.同図によれば、各期間毎に地震の多発する場所が異なること がわかる.すなわち、I期では多くの地震が139°線の西側に発生しているが、II期では、 139°線の西方約2kmを境に、その西側では発生がない.II期では139°線の西側でもいくら かの活動が見られるが、活動の主体は東側である.最も西寄りの4個の地震は、P軸が北北 東-南南西であるが、これらの地震の深さは139°線より西側の他の地震よりやや深く、異な ったグループのものと思われる.このように、I期とIII期の地震は、一部を除いて発生場所 が重複しないことがわかる.本地域を139°線で東西に分割し、I期とIII期を合わせた期間に ついて、それぞれの平均的なP軸方位を求めると、東側で約140°、西側で約120°(最も西寄 りの深い地震4個を除く)となり、震央位置の違いによるP軸方位の相違が明らかである.

以上からA地域におけるP軸方位の時間的な変化は、主として地震発生域の空間的な変動 によるものであると結論される.すなわち、山梨県東部地震の発生によって、それまで不活 発であった139°線東側の地震活動が活発化したことが、P軸方位の見かけ上の変化になった ものと考えられる.しかし、図41を詳しく見ると、I期にも、139°線の東側で発生した地震 が3個ほどプロットされている.これらの地震のP軸方位は102°~122°と、Ⅲ期における 東側のグループの方位(約140°)とは有意に異なっている.従って、P軸方位変化がすべて 発生場所の違いによるとは断定できず、場所によっては実際にP軸方位が変化した可能性を 否定できない.

このように、山梨県東部のような同一の応力区に属していると見られる場所でも、詳細に 見ると、P軸方位が少しずつ異なる小ブロックに細分されることがわかる、山梨県東部では 小ブロックの大きさが数kmないし10kmで、異なるブロック間の境界はかなり明確である. 図37のB部分は一つの小ブロックと考えられるが、この部分は貫入岩の分布範囲(図28)と ほぼ重なり、貫入岩体が一つの小ブロックとして存在する可能性を示している.

### 第2節 山梨県南西部(応力区3)

本区域は第2章第2節で述べたように、1985年以降P軸方位が大きく変化した.図42に P軸方位の分布(a),下半球等積投影によるP軸位置(b)と,P軸方位の時系列(c)を示す.同図 にはランクBの地震および25kmより深い地震は除いている.(b)はP軸方位のバラつきがか なり大きいことを示しているが、一方(c)の時系列を見ると、これは単なる統計的な揺動では



- 図42 山梨県南西部(応力区3)の(a)P軸方位分布,(b)同(下半球等積投影)及び(c)時系 列. ランクB及び25kmより深いものを除く.(c)の砂目は30°の幅を示す. 矢印 は山梨県東部地震(1983年8月8日)及び長野県西部地震(1984年9月14日)を示す.
- Fig.42 (a)Azimuth distribution of P-axes. (b)Azimuth of P-axes (equal area projection on the lower hemispere) and (c) Time variation of azimuth of P-axes in the southwestern part of Yamanashi Pref. (tectonic stress province 3). Earthquakes of B rank and deeper than 25km are excluded. Width of mesh pattern is 30°. Arrows indicate the eastern Yamanashi Pref. earthquake (Aug. 8 1983) and the western Nagano Pref. earthquake (Sept. 14 1984).

なく、P軸方位が時間と共に系統的に変化していることがわかる.砂目は30°の幅を示した ものであり、P軸方位のバラつきはほぼ30°の幅に収まっている.矢印は1983年8月8日 の山梨県東部地震(M6.0)と、1984年9月14日の長野県西部地震(M6.8)の発生時期 を示す.1984年前半まで北西-南東であったP軸方位が、長野県西部地震の直後、1984 年後半から1985年初めに一旦南-北方向に変化した後、1985年の5月頃から北東-南西 に変わったことがわかる.

この区域のP軸方位分布(図42(a))を見ると、同じ場所で異なるP軸方位を持つ地震が発

生しており, P軸方位変化が, 前節の山梨県東部のような, 震源域の移動による見かけ上の ものとは考えにくい. 長野県西部地震(本応力区からの震央距離は約100km)の発生時期 と前後して, P軸方位の変化が始まっていることは, 両者の間に何らかの関係のある可能性 を示唆するものである. しかし, 山梨県東部地震(M6.0)では, P軸方位の変化は現れて いない. 長野県西部地震に伴うP軸方位の有意な変化は, 応力区3に隣接する他の応力区で は見られない.

このように、本応力区が特定の地震に伴って、P軸が変化することが事実とすれば、ここ が周辺の応力場の変化を鋭敏に反映する場所の可能性もある.その理由として、本地域が糸 静構造線と藤野木-愛川構造線延長部の交叉する所であり、松田(1984)が述べているよ うな複雑な地質構造であることが関係するように見える.地質構造の複雑さが地殻応力場の 不安定さを招き、そのため、周辺の応力区の応力状態の小さな変化が増幅されて、本区域内 の応力場の変化が引き起こされやすいのではなかろうか.

本区域の南側に位置する駿河湾周辺は、将来発生が予想される東海地震の震源域と目され ている(石橋, 1967 a, b).本区域が上に述べたように、周辺の地震活動に敏感な場所で あるとすれば、ここの地震活動や発震機構の変化を注意深く見守ることは、地震予知の面か らも有用なことと思われる.

#### 第6章 議 論

前章までに,関東・中部地域を,浅い地震の発震機構から13の応力区に区分し,各応力区 や応力境界の特徴を述べた.ここではより広域的な場の中で見た時の,本調査地域の応力場 の特徴を考察する.

日本列島全体の地殻応力場は、活断層、側火山の配列、岩脈の方位、応力測定、測量、浅 い地震の発震機構等、種々の方法によって調べられている.図43(a)は松田・他(1978)に よる最大水平圧縮応力σHmaxの軌跡であるが、日本列島は大局的には東一西ないし西北西 -東南東の圧縮場によって特徴づけられる.その中で、関東南部から伊豆半島付近の地域だ けが、日本列島の一般的な方位とは異なったσHmax軌跡を示す.三角測量から過去数10年 間の定常的な水平圧縮軸を求めた中根(1973)の結果(図43(b))でも、南関東とその周辺 で、他の地域とは大きく異なった歪方位が得られている.また、活断層の分布密度や活動度 から、日本列島を活断層区に区分した岡田・安藤(1979)の結果(図43(c))でも、南関東 と伊豆は、他の地域とは異なった活断層区として区分されている.

このように、南関東から伊豆、山梨県に及ぶ南部フォッサマグナ地域は、日本列島の中で も、他とは異なる地殻応力場となっていることが、さまざまなデータによって示されている. この特殊な応力場の地域は、本論文の調査範囲のうち、応力区1,12,13を除いた部分に一



図43 種々の方法で示した日本列島の地殻応力・歪場のパターン

- Fig.43 Schematic pattern of crustal stress and strain field in the Japan Islands.
   (a) σ Hmax trajectory (after Matsuda et al, 1978).
  - (b) Stationary maximum horizontal compressive axis (after Nakane, 1973).
  - (c) Division of active fault province (after Okada and Ando, 1979).

致する.図21に模式的に示したように,応力区2~11が占める地域は,複雑に入り組んだ極 めて特異な起震応力場を形成しており,その意味で図43(a)~(c)はわれわれの結果と照応し ている.しかし,図43と図21をより詳しく比較すると,両者の示す方位分布のパターンはか なり異なっている. 図43(a)ではσHmax 軌跡は滑らかに連続していて,不連続的な境界は存 在しない。それに対して図21はP軸方位の明らかな不連続境界の存在で特徴づけられる. こ のような相違の生ずる理由を考えてみる. 活断層や応力測定などの,地表近くのデータから 得られる水平主圧力方位と,発震機構のP軸方位とは,少数の例外はあるものの,同じ応力 区の中では概ね調和的であることは,第3章で述べた通りである. そのため,応力方位パタ ーンの相違が生ずる主たる理由は,用いたデータの種類の違いによるものではなく,用いた データの空間的な分布密度の違いによるものであると推定される。すなわち,本調査地域の 中で用いられているデータの数は,図43(a)では10数個であるのに対し,図21では400個以上 と圧倒的に多く,そのために空間的な分解能が飛躍的に向上し,応力場の詳細が明らかにな ったものと考えられる.

以上のように、南部フォッサマグナ地域の地殻応力場は、応方境界で区切られた小さな応 カ区ブロックの集合体であり、隣接する応力区間では、狭い境界域をはさんで、応力方位が 急変するような応力パターンがより事実に近いと考えられる.このような応力区の構造が形 成される条件として、地質構造、地殻構造が密接に関与していることはすでに述べたとおり である.

次に、関東・中部地域における、他の研究者による応力区分との比較を述べる.本調査地 域では、小林(1980)、塚原・池田(1983)らによって、応力区の区分が行われている (図33).図33(a)において小林(1980)は、鶴川断層、糸静構造線および伊豆半島を縦断 して北上する線を応力境界として示している.この境界は概ね本論文で示した応力境界や、 応力境界に準ずるもの(第4章第2節)と一致する、しかし、応力方位についてはかなりの 相違が見られる。例えば甲府の南西の活断層を図33(a)では正断層と見て南ー北の水平主圧 力方位を与えているが、本論文では、沢(1981)の見解に従って、南北走向の逆断層とし て、東-西方向の水平主圧力を推定している.また、図33(a)では1 Ma よりも古い岩脈から 得られた方位も用いているので,水平主圧力の時間的な変化が1 Ma 以降に生ずれば,食い 違いの原因となるであろう。図33(b)に示されている応力区分と本研究の区分を比較すると、 伊豆半島北端部付近の応力区分や水平主圧力の方位が異なっているのがわかる. この違いの 生じた理由として、神奈川県西部の活断層から得られる水平主圧力方位の評価の違いがある. 図33(b)のHI応力区北端の東-西の水平主圧力を得た断層は、本論文第3章第2節で示し た、平山断層と同一のものと思われるが、本論文では、この断層(北東一南西走向の左横ず れ断層)から南-北方向の水平主圧力を推定している.図33(b)で本論文のようにこの断層 の σ Hmax を南一北にすれば、図33 (b) からも、図21のような応力区分を無理なく作ること ができる.

次に,南部フォッサマグナ地域が図21のような応力区の構造になる理由について,初歩的 な考察を試みる.図44は本地域の応力区分と水平主圧力方位の分布を模式的に表したもので



- 図44 南部フォッサマグナ地域の応力場の模式図,点線及び構造線で囲んだ区域が応力 区を示す.黒矢印は各応力区内の平均的な主圧力方位,白矢印はフィリピン海プ レートの進行方向,数字は応力区の番号を示す.
- Fig.44 Schematic diagram of the stress field in the southern Fossa Magna district. Areas surrounded with dotted line and tectonic line are tectonic stress provinces. Black arrow, white arrow and numerals indicate average azimuth of maximum compressional stress in the each tectonic stress province, moving direction of the Philippine Sea plate and number of the tectonic stress province, respectively.

ある.南部フォッサマグナ地域の地殻応力場がこのような構造を呈する原因は、大局的には、 この地域で、フィリピン海、太平洋、ユーラシア(あるいは北米プレートが加わる)の3(ま たは4)プレートが会合することに求められる.南部フォッサマグナの北限および西限が、 中央構造線(東部)(MTL)および糸静構造線(ISTL)であることは、両構造線が本 調査地域の地殻応力場の形成において、基本的な役割を担っていることを示すものである. まず応力区6と12の境界となっているMTL近傍に関しては、応力区6に対してフィリピン 海プレートが及ぼしている北北東-南南西の圧縮力と、応力区12に対して太平洋プレートが 及ぼす東-西に近い圧縮力が接している、プレート内の断層と解釈することができる.これ より東側の関東平野中央部では、発震機構だけでは応力区分がはっきりしない.しかし、第 四紀後期の向斜、背斜軸の方位(地質調査所、1982)、測量データ(国土地理院、1987) などの表層データは、潜在する中央構造線付近を境として、圧縮軸の方位が変化する特徴を 示しているので、ここでも中央構造線の付近が応力境界的な性質を持っているものと推定さ れる.以上のことから、フィリピン海プレートが地殻に及ぼす圧縮力の北限は、中央構造線 (東部)の付近までであろうと推定される.

次に図44の藤野木-愛川構造線(図44のTATL)の南の応力区(2,3,4)で見られ る南北方向の応力境界の形成される理由の考察を試みる.応力区4を南北に分断する準応力 境界が,沈み込み域と衝突域との境界付近に当たることは,第4章第2節で示した.応力区 2と4の境界も同様な性質である可能性を以下に述べる.応力区4の北端では地震活動が極 めて微弱なため、フィリピン海プレート先端の形状がはっきりせず,プレートが藤野木-愛 川構造線を越えて北側にまで達している明らかな根拠は得られていない.(笠原,1985;石 田,1986).しかし,第4章第1節で述べたように、甲府三角帯の下部が高温で非弾性化 しているならば、プレートの沈み込みがあっても地震の発生がないため、プレートの形状が わからなくなっている可能性がある.このことが事実とすれば、応力区2と4の境界も沈み 込み域と衝突域とに分離する部分であるとの推定ができる.藤野木-愛川構造線が応力区4 の西側北端でのみ明瞭な活断層となっていることは、上記のことを支持する一つの根拠と思 われる.しかし、衝突域ではP軸方位が北西-南東になり、そうでない部分では南-北にな る力学的な理由については、今後の課題として残る.

糸静構造線に関しては、中村(1983)、小林(1983)による、ユーラシアプレートと 北米プレートとの境界という見解がある.しかし、本研究によれば、P軸の方位は、山梨県 北西部から北の糸静構造線近傍では、西北西ー東南東ないし北西ー南東であり(図8)、北 米プレートとユーラシアプレートの相対運動方向(ほぼ東-西方向)とはやや異なる.Fu kao and Yamaoka (1983)、三雲・他(1985)は北部糸静構造線の西側の、飛騨山地 周辺の浅い地震の発震機構を求めているが、そのP軸方位は北西ー南東ないし北北西-南南 東であり、東側のP軸方位と差がない。また、南部糸静構造線の西側でP軸方位が変化して いないことは前に述べた、地震活動は、糸静構造線の西側近傍でかなり活発であるが、プレ ートの沈み込みを示すような深さの変化は確認できない、また、その発震機構は、逆断層が 多少あるものの、多くは横ずれ型である.このような観測事実は、糸静構造線がプレート境 界であることの積極的な支持データとはならない、しかし、地震データだけでは、プレート 境界の議論を進めるのは難しく、地殻構造調査などを含めた、総合的な研究が必要である.

以上のように、南部フォッサマグナ地域の地殻応力場の構造は、ユーラシアプレートに対 するフィリピン海プレートの沈み込みおよび衝突によってその大枠が与えられ、これに西進 する太平洋プレートによる東一西方向の圧縮力の影響が加わることによって形成されたもの と理解することができる. さらに、沈み込むフィリピン海プレートの3次元形状、地殻構造 のブロック化、火山フロントの存在といった構造の不均質性が、応力場を一層複雑化させる 原因となっている.応力区やその境界の性質を詳しく検討することによって、これら諸要因 と応力場構造の特徴を、かなりの程度まで対応づける事が可能になった。

南部フォッサマグナ地域のような、変動の著しい複雑な応力場のテクトニクスを論ずるに は、単純な剛体的プレートモデルでは説明が困難であり、本論文で述べたような、プレート 内部の変形を取り入れた応力場モデルを導入することによって、初めて具体的な説明が可能 になるものと考えられる.

### まとめ

関東・中部地域の深さ35kmよりも浅い地震(主として微小地震),約440個についてその発震機構解を求めた.このデータに基づいて応力区の区分を行い,さらに、地質、応力測 定等のデータと併せ考察することにより、同地域の地殻応力場の解明を試みた.この研究の 結果,以下のことが明らかになった.

(1) 微小地震から得られる発震機構は,同じ地震発生域中のより大きな地震の発震機構と よく一致し,微小地震の発震機構の研究が,地殻応力場の解明に有効であることが明らかと なった.微小地震を用いることにより,データ数は飛躍的に増大し,詳細な起震応力方位の 分布図を得ることができた.

(2) 発震機構から得られる P 軸の方位分布から,調査地域を種々の大きさと形状を持つ13 の応力区に区分した.応力区の境界域には顕著な地質構造線や活断層が分布する場合が多く, 応力区と地質構造との間には密接な関係があることが明らかになった.

(3) 発震機構から得られるP軸方位と、地表における地質、地形、測量、応力測定等から 得られる主圧力方位は、一部地域を除き、大局的にはよく調和する.

(4) 糸静構造線および中央構造線東部(関東平野側)で区切られた南部フォッサマグナ地 域は、他の地域に比べて非常に複雑な応力場の構造を持っている.

(5) 南部フォッサマグナ地域の地殻応力場は、この地域で会合するフィリピン海、太平洋、 ユーラシアの3プレートの相互運動の結果形成され、特に山梨県東部における衝突境界の存 在が、複雑な応力場の形成に大きく影響している可能性が指摘される.一方、東北日本=北 米プレート説については、本研究からは、その当否を判定するまでには至らなかった.

(6) いくつかの特定の狭い区域内で, P 軸方位が時間的に変化する例が見出されたが,山 梨県東部の場合は,主として,異なったP 軸方位を持った小さな地震発生域の時空間的な移 動による見かけ上のものであることがわかった.しかし,山梨県南西部では,時間的なP 軸 方位の変化が,周辺の地震活動の推移と関係する可能性が示された.

今回の研究により、本調査地域の地殻応力場の特徴を、定性的には良くとらえることがで

きた.今後はより詳細で定量的な段階まで議論を高める必要がある.そのためには、まずデ ータの精密化をより進めることが重要であり、中でも、現在データの空白域となっている部 分を埋めることが課題となる.首都圏を含む関東平野内は、地震予知の上からも非常に重要 な地域であるにもかかわらず、高感度の地震観測点が限られているために、十分な発震機構 データが得られておらず、高感度観測網の充実が強く望まれる.他の地域についても、より 精密な議論のためには、データの蓄積が必要である.同時にデーターつ一つの精度を高める ことが課題であり、そのためには、今回用いた一様な水平成層構造から一歩進めて、地域的 な変化も考慮した3次元的な速度構造を導入することも必要となろう.このためにも、地下 構造に関するより詳細な研究が求められる.

応力測定は,目的とする場所の応力状態を能動的に測定する手段であり,応力区の境界域 の構造を知るためにも,積極的に行う価値がある.また,深さ方向の応力状態の変化を知る ためには,現在行われている深度よりも,さらに深い位置まで測定できるような技術の開発 が必要である.

活断層による応力場の研究も、今後進めるべき項目であり、そのためには、運動方向、活動年代など、活断層の運動をより定量的に評価する手法の開発が重要である、地質的な手段による古応力場の研究も、プレート運動の推移を調べるための重要な手段である.

測量データから求められる水平歪は、その代表する時間軸が、地質的なデータと地震によるデータとの中間に位置するものであり、両者の間をつなぐものとして重要である.

本研究を基礎に,応力境界の力学的性質,プレートの運動と各応力区の力学的な関係等の 解明が進められ,今後,関東・中部地域の地殻応力場について,より定量的な議論が可能に なることを期待する.

### 謝 辞

本研究を行うにあたり,東北大学理学部高木章雄教授及び国立防災科学技術センター高橋 博所長に格別のご指導と励ましをいただいた。東北大学理学部大竹政和教授及び国立防災科 学技術センター笠原敬司主任研究官には,本研究の全般にわたって詳しく議論していただき, 多くの有益な助言,示唆をいただいた。地殻応力に関しては,国立防災科学技術センター塚 原弘昭地震地下水研究室長,野口伸一主任研究官及び江口孝雄主任研究官に有益な示唆をい ただいた.これらの方々に深く感謝申し上げます. 参考文献

- Abe, K. (1974) : Seismic displacement and ground motion near a fault ; The Saitama earthquake of September 21, 1931. J. Geophys. Res., 79, 4393-4399.
- 2) 天野一男 (1986): 多重衝突体としての南部フォッサマグナ. 月刊地球, 8, 581-585.
- 3) 天野一男・横山健治・立川孝志 (1984): 箱根古期外輪山を切る平山断層.地質学雑誌, 23, 177-128.
- 4 〉安藤雅孝・松田時彦・阿部勝征 (1973):日本列島上部地殻の応力場. 地震学会講演予稿集, 1, 66.
- 5) Asano, S., K. Wada, T. Yoshii, M. Hayakawa, Y. Misawa, T. Moriya, T. Kanazawa, H. Murakami, F. Suzuki, R. Kubota and K. Suehiro (1985) : Crustal structure in the northern part of the Philippine Sea plate as derived from seismic observations of Hatoyama-off Izu Peninsula explosions. J. Phys. Earth, 83, 73-189.
- 6) 爆破地震動研究グループ (1983): 御代田-敷島測線における爆破地震動観測. 地震学会講演予稿集, 2, 197.
- 7) 地質調查所 (1982):活構造図. 東京.
- 8) 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.
- 9) Fujino, M. and K. Suyehiro (1987): Hypocenter distribution and focal mechanisms of three earthquake clusters in the eastern Kanto district, Honshu, Japan. (Submitted to *J. Phys. Earth*).
- 10)藤田和夫 (1980):中部・近畿北部の第四紀テクトニクスと構造応力場. 月刊地球, 2, 586-595.
- Fukao, Y. and Yamaoka, K. (1983) : Stress estimate for the highest mountain system in Japan. *Tectonics*, 2, 453-471.
- 12)浜田和郎・大竹政和・岡田義光・松村正三・山水史生・佐藤春夫・井元政二郎・立川真理子・大久保正・ 山本英二・石田瑞穂・笠原敬司・勝山ヨシ子・高橋博(1982):関東・東海地域地殻活動観測網-国立防災 科学技術センター、地震2,35,401-426.
- 13) 原田健久・葛西篤男 (1971): 最近60年間における日本の地殻の水平歪. 測地学雑誌, 17, 4-7.
- 14) 星野一男・長谷紘和 (1977):神縄断層を切る南北断層について. 地質学雑誌, 83, 62-64.
- 15) 市川政治 (1967): 松代地震のメカニズム. 地震2, 20, 116-127.
- 16) Ichikawa, M. (1971): Reanalyses of mechanism of earthquakes which occurred in and near Japan, and statistical studies on the nodal plane solutions obtained 1926–1968, *Geophys. Mag.*, 35, 208–256.
- 17)池田隆司・塚原弘昭 (1987a):関東・東海地域における水圧破壊法による地殻応力の測定.地震予知連絡会 会報, 37, 179-183.
- 18)池田隆司・塚原弘昭 (1987b):水圧破壊法による地殻応力測定-埼玉県飯能市での測定-・地震学会講演予稿集, 2, 296.
- Imoto, M. (1986) : Change in focal mechanism preceding the Izu-Osima Kinkai Earthquake of January 14, 1978. Earthq. Predict. Res., 4, 95-109.
- 20) 井元政二郎・唐鎌郁夫・松浦律子・山崎文人・吉田明夫・石橋克彦 (1981) :1980年伊豆東方沖群発地震活動の発震機構、地震2,34,481-493.
- 21) 井元政二郎・島田誠一・岡田義光・笠原敬司・大竹政和 (1984) : 1983年8月8日山梨県東部の地震(M6.0) とその前後の地震活動について、国立防災科学技術センター研究速報, 67, 1-13.
- 22) 石橋克彦 (1976a) :フィリピン海プレート最北端部のサイスモテクトニクス, 地震学会講演予稿集, 1, 37.
- 23)石橋克彦(1976b):東海地方に予想される大地震の再検討一駿河湾大地震についてー、地震学会講演予稿 集, 2, 30-34.
- 24) 石橋克彦 (1984) : 南部フォッサマグナ地域のプレート運動-日本海沈み込み説の適用-. 月刊地球, 6,61 -67.
- 25) 石橋克彦 (1986) : 南部フォッサマグナのプレート運動史 (試論). 月刊地球, 8, 591-597.
- 26)石田瑞穂(1986):関東・東海地域の震源分布から推定したフィリビン海及び太平洋プレートの等深線.国 立防災科学技術センター研究報告,36,1-19.
- 27) 石井基裕 (1962) : 関東平野の基盤. 石油技術協会誌, 27, 615-640.
- 28)伊藤谷生・小坂一夫・田中収・阿部敏夫・上杉陽・狩野謙一・沢田啓臣 (1986) :扇山衝上断層を切る真木 断層系-丹沢北方,藤野木-愛川線西部の構造-.地震学会講演予稿集,1,112.
- 29) 貝塚爽平 (1974) : 関東地方の島弧における位置と第四紀地殻変動. 関東地方の地震と地殻変動(垣見俊弘・鈴木尉元編), ラティス, 99-118.

- 30) 狩野謙一・伊藤谷生・上杉陽, (1979) : 神縄断層を切る塩沢断層系の性格と変位量. 第16回自然災害総合 シンポジウム講演論文集, 315-318.
- 31)狩野謙一・上杉陽・伊藤谷生・千葉達郎・米沢宏・染野誠 (1984):丹沢南部・大磯丘陵周辺における中期 更新世以降の断層活動,第四紀研究, 23, 137-143.
- 32) 笠原敬司・鈴木宏芳・高橋博 (1976a):東京西部地区基盤調査について1.地震学会講演予稿集, 1, 54.
- 33) 笠原敬司・鈴木宏芳・高橋博 (1976b): 東京西部地区基盤調査について2.地震学会講演予稿集, 2, 139.
- 34) 笠原敬司(1985): プレートが三重会合する関東・東海地方の地殻活動様式.国立防災科学技術センター研 究報告,35,33-137.
- 35) 笠原敬司・坂田正治 (1986) :国府津・松田断層は地震を起こすか?-伊豆半島北端部のプレート境界試論 (1)-. 地震学会講演予稿集, 2,46.
- 36) 加藤茂 (1984) :東京湾の海底地質構造. 地学雑誌, 93, 119-132.
- 37) 活断層研究会 (1980) :日本の活断層.東京大学出版会.
- 38) 木村学・木川栄一・玉木賢策 (1986) :アムールプレートと日本列島.月刊地球, 8,716-724.
- 39) 小林洋二 (1980): "Tectonic Stress Province"の存在について. 月刊地球, 2, 569-572.
- 40) 小林洋二 (1983) : プレート"沈み込み"の始まり. 月刊地球, 5, 510-514.
- 41) 小林洋二 (1986) :南部フォッサマグナ地域のプレート力学境界.月刊地球, 8, 220-222.
- 42)小出仁・星野一男・楠瀬勤一郎・井波一夫・西松裕一・小泉昇三 (1982) : 筑波地区における応力測定.地 震学会講演予稿集, 2, 208.
- 43) 小池美津子・比企団研グループ (1986) :関東地方中央部.日本の地質3, 関東地方, 共立出版, 104-107.
- 44) 国土地理院 (1987) :日本の地殻水平歪.財団法人地震予知研究振興会.
- 45) 駒沢正夫 (1985) :関南地域重力図 (ブーゲー異常図).特殊地質図, No.24, 地質調査所.
- 46) 小坂和夫・石川知恵美・村田明広・狩野謙一・沢田啓臣 (1986):10MaB.P.以後の鶴川断層北西部の活動性-南関東のテクトニクスにおける意義-. 地震学会講演予稿集, 1, 113.
- 47) 小山彰 (1984) 二山梨県早川沿いの糸魚川-静岡構造線. 地質学雑誌, 90, 1-16.
- 48) 松田時彦 (1977) : プレートテクトニクスから見た新第三紀, 第四紀の変動.地団研専報, 20, 213-233.
- 49) Matsuda, T. (1978) : Collision of the Izu-Bonin arc with central Honshu : Cenozoic tectonicsof the Fossa Magna, Japan. I. Phys. Earth, 26, Supple., 409-421.
- 50) 松田時彦 (1984) : フォッサマグナ.アジアの変動帯び,海文堂, 127-146.
- 51) 松田時彦・中村一明・杉村新(1978) 二活断層とネオトクトニクス. 岩波講座地球科学10.岩波書店, 89-157.
- 52) 三雲健・小泉誠・和田博夫 (1985) :飛驒地方北部の地震活動,地震メカニズム及びテクトニクス.地震 2,38,25-40.
- 53) Minster, J. B. and Jordan, T. H. (1978) : Present-day plate motions. J. Geophys. Res., 83, 5331-5354.
- 54) 村田明広・小坂和夫・狩野謙一 (1986) 二甲府深成岩体との関係からみた鶴川断層の活動時期,地質学雑誌, 92,905-908.
- 55) 中村一明 (1969) :広域応力場を反映した火山体の構造.火山2,14,8-20.
- 56) 中村一明 (1980) : 伊豆のテクトニクスとプレートの曲がり. 月刊地球, 2,94-102.
- 57) 中村一明 (1983) :日本海束縁新生海溝の可能性. 地震研究所彙報, 58, 711-722.
- 58) 中根勝見 (1973) :日本における定常的な水平地殻歪 (I). 測地学会誌, 19, 190-199.
- 59) 中根勝見・藤井陽一郎 (1982) : 関東・東海地方における地殻水平変動 (VII) 算出された地殻歪の状況-測地学会誌, 28, 152-161.
- 60) 中野佳昭・杉田理・井口博夫・小林洋二 (1980) :岩脈群から見た伊豆半島のテクトニクス、月刊地球、2, 103-109.
- 61) 新妻信明 (1985) : 変動している日本列島-新第三紀テクトニクスとプレート沈み込みー. 科学, 55, 53-61.
- 62) 野口真一 (1985) :フィリピン海プレートの形状と茨城県地震活動の特徴.月刊地球, 7, 97-104.
- 63) 岡田篤正 (1986) : 中部日本の活断層とプレート境界問題. 月刊地球, 8, 756-762.
- 64) 岡田篤正・安藤雅孝 (1979):日本の活断層と地震.科学,49,158-169.
- 65) Papanastassiu, D. and Matsumura, S. (1987) : Examination of the NRCDP's seismic observation network as regards I. detectability-locatability, II, accuracy of the determination of earthquake source parameters. *Rep. NRCDP.*, **39**, 37–65.
- 66) 李新元・古川善紹・鈴木宏芳 (1987):中部日本における地殻熱流量測定.地震学会講演予稿集, 2, 256.

- 67) Sadovsky, M. A., Nersesov, I. L., Nigmatudaev, S. K., Latynina, L. A., Lukk, A. A., Smenov, A. V., Simbireva, I. G. and Ulmov. V. I. (1972) : The processes preceding strong earthquakes in some regions of Middle Asia. *Tectonophysics*, 14, 295-307.
- 68) 佐藤隆司・小出仁・西松裕一・小泉省三・高橋学・山本清彦・菊池慎二・中山芳樹・鈴木隆 (1986):静岡 県芝川町における地殻応力測定, 地震予知連絡会会報, 35, 330-333.
- 69) 佐藤正(1976):中津川左横すべり断層(新称).地質学雑誌,82,617-623.
- 70) 里村幹夫·安間秀明 (1986):糸魚川-静岡構造線南部地域の重力異常,静岡大学地球科学研究報告, 12,55 -74.
- 71) 沢祥 (1981): 甲府盆地西縁・南縁の活断層. 地理学評論, 54, 473-492.
- 72) 沢祥 (1985): 中部フォッサマグナ西縁, 富士見周辺の活断層. 地理学評論, 58, 695-714.
- 73) Seno, T. (1977): The instantaneous rotation vector of the Philippine Sea plate relative to the Eurasian plate. *Tectonophysics*, 42, 209–226.
- 74) 瀬野徹三 (1986): 相模トラフー三重点のテクトニクスー. 月刊地球, 2, 146-154.
- 75) 島崎邦彦・中村一明・米倉伸之 (1981): 駿河トラフと相模トラフー測地学的・地形学的変動とプレート運動-. 月刊地球, 3, 455-463.
- 76) 杉村新 (1972): 日本におけるプレートの境界.科学,42,192-202.
- 77) 杉山明・丹沢団研グループ (1986):丹沢山地,日本の地質3,関東地方,共立出版,94-101.
- 78) 杉山雄一・下川浩一 (1982):静岡県庵原地域の地質構造と入山断層系,地質調査所月報, 33, 293-317.
- 79) 鈴木宏芳 (1985) : 関東平野の地中温度. 国立防災科学技術センター研究報告, 35, 139-154.
- 80) 鈴木宏芳・笠原敬司 (1984): 関東およびその周辺の地殻応力の分布. 地震学会講演予稿集, 2, 33.
- 81)鈴木宏芳・笠原敬司 (1985):関東-中部地域の地殻内地震の地震メカニズムの地域特性について、地震学 会講演予稿集, 2, 59.
- 82) 鈴木宏芳・笠原敬司 (1986a):甲府盆地周辺に発生する地震メカニズムの特性,月刊地球,8,213-219.
- 83) 鈴木宏芳・笠原敬司 (1986b):甲府盆地周辺の地震テクトニクス. 地震学会講演予稿集, 1, 41.
- 84) 鈴木宏芳・笠原敬司 (1986c):大きな地震が引き起こす微小地震のメカニズムの変化.地震学会講演予稿 集, 2, 74.
- 85) 鈴木宏芳・笠原敬司 (1986d): 関東・中部地域の地震応力場とネオテクトニクス. 日本地質学会第93年学術 大会講演要旨, 546.
- 86) 鈴木宏芳・笠原敬司・伊藤健治 (1983):岩槻深層観測井で観測される関東平野中央部の極浅発地震(その1).地震学会講演予稿集,1,12.
- 87) 鈴木宏芳・高橋博・福田理 (1983): 下総深層地殻活動観測井の作井と坑井地質. 国立防災科学技術センタ 一研究速報,48,1-61.
- 88) 鈴木宏芳・高橋博 (1985):府中地殻活動観測井の作井と坑井地質。国立防災科学技術センター研究速報, 64,1-84.
- 89) Takagi, A., Hasegawa, A. and Umino, N. (1977) : Seismic activity in Northeastern Japan arc. J. Phys. Earth, 25, Suppl., 95-104.
- 90) 高橋博 (1970): 関東南部における異常地殻活動に関する特別研究, 地震予知連絡会会報, 4, 40.
- 91)高橋博(1982):深層観測井によって明らかにされた関東地方の微小地震活動の特性について、国立防災科 学技術センター研究報告, 28, 1-104.
- 92) 高橋博・福田理・鈴木宏芳・田中耕平 (1983):岩槻深層地殻活動観測井の作井と坑井地質。国立防災科学 技術センター研究速報,47,1-113.
- 93) 滝沢茂・小坂和夫 (1987):南部フォッサマグナ地域の火成岩の塑性歪 (予報)-TEM観測による-.地質 学会第94年学術大会講演予稿集,582.
- 94) 丹沢団体研究グループ (1977): 丹沢山地のグリーンタフに関する研究 (その4). 丹沢山地におけるグリーンタフ造山運動の一般性と特殊性.地団研専報, 20, 177-191.
- 95) 田中豊·斉藤敏明 (1980): 応力解放法による地殻応力の測定,月刊地球,2,630-647.
- 96) 棚田俊収・渡辺茂・加藤照之・小泉真一・金子数夫・石井壮大・松村稔・深尾忍・竹本浩明 (1987):富士 川周辺の微小・極微小地震活動(その2). 地震2,40,169-182.
- 97) 塚原弘昭·池田隆司 (1983): 関東・東海地域の地殻応力, 地震 2.36, 571-586.
- 98) 塚原弘昭・池田隆司 (1987):関東・東海地域における水圧破壊法による地殻応力の測定-茨城県石下町, 山梨県芦川村-. 地震予知連絡会会報, 37, 179-183.

- 99) Tsukahara, H. and Ikeda. R. (1987) : Hydraulic fracturing stress mesurements and in situ stress field in the Kanto-Tokai ares, Japan. *Tectonopysics*, 135, 329-345.
- 100) 佃為成・酒井要・小林勝・橋本信一(1987):長野県北部や西部の最近の地震活動の特徴-糸魚川・静岡構造や千曲川構造線との関連性-.地震学会講演予稿集,1,20.
- 101) 恒石幸正 (1984): "東海地震"に関連する特A級活断層. 第四紀研究, 23, 145-150.
- 102) Ukawa, M. (1982) : Lateral stretching of the Philippine Sea plate subducting along the Nankai-Suruga trough. *Tectonics*, **1**, 543-571.
- 103) Utsu, T. (1969) : Aftershocks and esrthquake statistics (I)—some parameters which characterize an aftershock sequnce and their interrelations. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.* (VII), **3**, 129-195.
- 104) 矢部長克 (1920): 関東山地北東部の地質構造. 地質学雑誌, 27, 18-27.
- 105) Yamakawa, N. (1971) : Stress fields in focal regions. J. Phys. Earth, 19, 347-355.
- 106)山水史生・塚原弘昭・佐藤春夫・石田瑞穂・浜田和郎 (1977):川崎微小地震観測施設と深度別ノイズ分 布.国立防災科学技術センター研究報告,18,17-33.
- 107)山科健一郎 (1976):東北日本の逆断層型地震. 地震学会講演予稿集, 1, 104.
- 108) 山崎文人・大井田徹 (1985): 中部地方におけるフィリピン海ブレート沈み込みの形状. 地震 2,38,193-201.
- 109)山崎晴雄 (1984): 活断層からみた南部フォッサマグナ地域のネオテクトニクス, 第四紀研究, 23, 129-136.
- 110) 矢島敏彦・吉田尚・鈴木尉元・楡井久 (1986):関東平野の先新第三系基盤。日本の地質3,関東地方,共立出版,76-78.
- 111) 吉田明夫・望月英志 (1986): 山梨県東部地震の発震機構, 地震学会講演予稿集, 2, 44.
- 112) 吉井敏尅 (1979):日本列島付近の地球物理データのコンパイル. 地震研究所彙報, 54, 75-117.
- 113) 吉川澄夫・茂木清夫 (1982): AE法による真鶴半島における地殻応力測定の試み. 地震学会講演予稿集, 1, 125.
- 114) 地震研究所 (1987): 1931年西埼玉地震の地震断層の検出. 地震予知連絡会会報, 37, 165-169.

(1988年12月9日原稿受理)

## APPENDIX 1 発震機構解

C:初動データ個数, E:エラー数, R:解のランク, F:断層型(S:横ずれ断層型, R :逆断層型, N:正断層型, I:中間型). その他の記号は下図参照(下半球等積投影).

APPENDIX 1 Table of hypocenters and focal mechanism solutions. C:Number of initial motions. E:Number of errors. R:Rank of focal mechanism solution. F:Type of fault movement (S:Strike slip fault, R:Reverse fault, N:Normal fault, I:Intermediate fault). Other symbols refer to under figure (Lower hemisphere of equal area projection).



NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	м	x	Y	Р	т	N	С	E	R	F
			(DEG)	(DEG)	(KM)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AŻ TH				
<b>a</b> r/	19790505	16 24	35.800	139 230	7 5	4	257 68	0 7 3	25 2	100.00			÷		
2	19790622	07 33	35.850	139 220	10.2		244 50	310 77	22 12	120 30	300 60	35	1	•	s
3	19790714	19 54	35 523	138 994	17.0	2. 2	157 48	260 60	22 13	125 43	219 44	27	1	۸	R
4	19800215	01 54	35 514	138 973	23 4	2 0	328 90	58 00	102 0	41 48	198 40	13	0	۸	R
5	19800215	01 56	25 516	138.515	24.2	0 7	320 00	66 00	103 0	193 0	30 30	11	1	В	s
6	19800823	02 28	25 215	130. 900	24.2	2. 1	330 90	00 90	105 0	195 0	90 90	10	0	٨	s
7	19801011	14 07	35. 345	138.808	3. 0	2. 1	290 90	20 90	155 0	65 0	90 90	14	٥	۸	s
	19801011	19 25	35 799	100. 390	19.0	2. 5	230 90	100 90	115 0	25 0	90 90	19	0	٨	s
۰	19801011	13 20	35.122	138. /8/	13. 1	2. 4	75 48	218 48	237 0	325 74	147 17	13	0	٨	R
	19801214	21 22	33. 440	139.194	16. 1	3. 9	250 45	75 44	252 1	159 85	347 2	20	0	٨	R
10	19801221	10 11	33. 182	138. 038	21. 5	2. 4	10 42	188 48	313 85	188 3	98 2	12	0	٨	N
1.1	10901290					0.020	81971 - 875	2020 202	37222 23	4975					
	19401230	23 34	35.142	138. 796	15.7	1. 7	201 90	291 90	336 0	60 0	90 90	11	0	۸	S
12	19810304	15 26	35. 547	138.928	21.4	3.0	245 90	335 90	110 0	200 0	90 90	15	0	۸	s
13	19810322	17 00	35. 323	138. 324	28.2	4. 3	58 46	182 62	207 9	311 56	112 33	18	2	B	R
14	19810414	19 09	35. 473	138.923	17.0	4. 7	275 44	137 54	117 4	14 69	210 21	24	1	٨	R
15	19810518	16 35	35. 379	138.928	10.2	2. 6	58 90	238 60	106 19	8 1 9	238 60	11	0	В	S
16	19810603	08 39	35.630	139.739	25. 1	3. 0	55 40	235 50	55 85	235 5	135 0	18	0	۸	N
17	19810708	08 25	35. 328	138.279	35. 1	2. 6	143 80	236 70	10 22	102 5	207 68	14	1	٨	s
18	19811005	08 30	35.956	139.242	13.0	2. 7	150 90	250 90	25 0	115 0	90 90	11	1	B	S
19	19811015	08 31	35. 536	138.979	18.9	2. 8	237 30	343 80	134 47	6 2 8	258 28	17	1	A	I
20	19811026	23 22	35.707	138.833	11.1	2. 3	189 90	279 90	54 0	144 0	90 90	15	1	A	s
2 1	9811108	00 33	35. 337	139.071	19.4	2. 2	315 83	46 83	91 0	181 10	0 8 0	13	٥		s
2 2	19811113	04 00	35.254	139.106	12.9	2. 8	88 60	335 58	123 0	211 48	30 44	18	0		R
23	19811119	05 13	35. 996	139.089	12.6	2. 3	170 90	260 90	35 0	125 0	90 90	8	۵	в	s
24	19811122	00 03	35.408	137.947	18.1	2. 1	215 90	305 90	80 0	170 0	90 90	13	0	٨	s
2 5	19811123	14 45	35. 331	139.258	21.9	2. 7	156 80	248 78	110 2	20 16	205 74	20	1	٨	s
3 6	19811125	22 59	35. 984	139.073	7. 1	2. 1	225 90	315 90	180 0	90 0	90 90	7	0	B	s
27	19811128	09 11	35.090	138.700	15.3	2. 4	207 90	297 90	162 0	72 0	90 90	16	0	A I	s
28	19811205	23 45	35. 939	139.265	13.5	2. 3	242 85	151 81	17 10	286 3	180 80	9	0	в	s
29	19811213	00 17	35.110	138.761	13. 2	2. 9	210 90	300 90	165 0	75 0	90 90	21	1	٨	s
30	19811221	22 25	36. 498	138.350	5. 0	3. 2	298 81	197 42	81 40	328 24	216 40	15	1	в	1
31	19811223	18 56	35.285	139.391	25.5	2. 4	129 60	299 32	129 13	331 74	221 6	12	0		R
32	19811225	14 06	35. 401	139.344	26.7	3. 2	59 80	149 78	288 16	15 1	107 74	23	0		s
33	19820104	14 39	35.795	138.028	9. 0	2. 4	327 90	57 90	102 0	12 0	90 90	15	0		s
34	19820108	04 53	35. 434	138. 989	19. 2	2. 5	141 58	279 40	123 8	6 67	217 20	20	0	A	R
35	19820117	18 02	35. 178	138. 112	29. 0	2. 8	258 90	78 70	211 14	305 14	78 70	19	0		s
36	19820122	20 37	35. 540	139. 346	20. 3	2. 4	161 48	303 49	322 1	53 70	231 20	15	1		R
37	19820127	23 12	35. 235	138. 424	17.1	1. 9	290 90	110 60	338 20	240 20	110 60	15			s
38	19820128	08 16	35. 407	140. 186	20.0	2. 6	20 83	112 71	337 8	244 18	90 70	9	i	в	s
39	19820205	08 37	35. 575	139.006	20.7	2. 5	341 61	81 76	121 8	216 30	14 57	10		8	
40	19820222	22 48	35. 491	139, 162	18. 2	2. 1	155 90	335 70	201 13	108 13	195 70	15	0		
				10001 1000	2000	20 <b>0</b> 1	133 30	335 10	201 13	106 13	335 10	13	U	^	3
41	19826223	09 04	35. 5 2 9	139 645	28 4	2 4	157 79	260 55	122 11	74 39	995 50				
12	19820305	17 27	35. 961	1 9 1 1 7			57 75	162 70	202 25	24 38	223 30		0	в	8.
4.1	19920303	02 22	36 194	130.107	12.0	1.0	332 70	193 94	128 61	14 3	112 65	17	d	•	S
	10920322	02 22	30. 124 96 66°	133. (39	12. 6		332 10	64 96	100 01	345 23	248 15	8	0	8	N
	1 3 8 2 0 3 2 3	JI 44	35. 556	138.939	20. 9	2. 1	333 81	04 80	108 3	199 10	0 80	8	0	8	s
	1 3 8 2 0 3 2 5	19 05	36. 353	138.092	5.0	2. 8	182 90	212 90	137 0	47 0	50 90	16	1	8	s
46	19820402	04 31	35. 551	138.156	20.9	1.8	123 90	213 90	78 0	168 0	90 90	9	0	B	S
47	19820402	11 53	35. 323	138.469	22.0	2.5	221 81	125 50	3 3 5	258 19	145 48	19	0	٨	I.
48	19820404	12 31	35. 823	138.233	16.4	2. 1	334 90	64 90	103 0	19 0	90 90	14	0	^	s
49	19820406	04 43	35. 242	138.440	18.1	1. 3	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	8	0	в	5
50	9820406	06 06	35. 246	138.438	18.0	1. 7	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	10	0	8	s

# 関東・中部地域の地殻内地震の発震機構と地殻応力場 ― 鈴木

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	м	x	Y	P	т	N	CE	3 1	RI	F
			(DEG)	(DEG)	(KM)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH				
22		100					100 00	200 00	215 7	254 7	120 80	1.0		2.1	
51	19820408	22 35	35. 235	138. 416	11. 1	2. 0	120 80	300 30	2 1 2	252 20	144 40	1.6	•		3
52	19820409	19 48	35. 211	138. 229	28. 3	2. 1	222 10	110 43		232 20	101 10		•	2	8
53	19820410	11 57	35.979	139.563	28.0	2. 6	301 90	121 40	338 32	244 32	121 40				1
54	19820411	19 27	35. 528	138.988	21. 3	2. 2	145 89	236 40	112 32	338 33	234 40			8	
55	19820429	12 16	35.569	138.614	11.8	1. 9	314 90	44 90	89 0	179 0	90 90	10	0	•	5
56	19820501	22 39	35.262	138.479	18.0	1. 9	205 90	295 90	160 0	250 0	90 90	16	0	•	s
57	19820504	19 18	35.884	138.819	12. 4	2. 1	225 90	315 90	180 0	90 0	90 90	10	0	^	S
58	19820516	15 46	35.019	139.454	17.8	3. 7	2 8 9	92 60	321 20	223 21	90 60	33	1	•	s
59	19820525	11 42	35.705	138.136	11.8	2. 4	324 90	54 90	98 0	8 0	90 90	14	0	A	S
60	19820526	14 40	36. 259	139.212	15. 4	2. 3	305 90	35 90	80 0	170 0	90 90	8	0	в	S
61	19820602	16 23	35. 453	139.000	20. 3	3. 2	131 60	270 40	117 10	6 5 2	212 23	32	0	۸	R
6 2	19820604	11 08	35. 344	139.086	19. 9	2. 0	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	8	0	B	s
63	19820605	02 11	35. 237	138. 415	16. 3	1. 5	328 90	58 90	103 0	193 0	90 90	7	0	B	s
64	19820605	12 12	35. 864	138. 788	11. 9	2. 0	190 84	284 50	155 21	49 32	274 50	9	0	в	1
6 3	19820606	04 09	35.097	138. 128	20. 4	1. 5	191 72	308 36	168 20	49 53	270 30	12	0	A	R
66	19820606	06 19	35. 526	138. 980	18.7	1. 9	146 50	280 50	124 0	34 66	212 24	10	0	٨	R
67	19820610	17 43	35. 509	139.024	19.7	2. 3	347 90	77 90	122 0	212 0	90 90	13	0	A	s
68	19820611	04 00	35. 462	138. 987	21.8	2. 2	166 83	262 51	130 21	26 32	248 50	11	0	A	1
6.9	19820613	19 03	35.511	138.976	20.8	2.6	163 88	255 40	131 31	17 34	252 40	14	0	A	ī.
7.0	19820623	18 49	35. 462	138. 935	17.9	2. 7	151 80	253 70	119 5	26 21	224 68	19	2	A	s
		100													
7.1	19820623	19 51	15 150	128 948	19 9	2 7	147 70	265 37	124 19	6 53	225 30	18	0		R
7.9	10820625	11 27	35 165	1 2 8 2 5 2	17 7	2 0	157 80	267 59	128 12	31 28	240 58	14	ĩ		6
12	19820629	11 31	33. 100	120. 650	12.4	2. 6	102 84	282 6	102 39	282 51	12 0	16	,		5
13	19820830	08 31	35. 390	135.055		2 0	102 04	1 1 1 1 1 1	155 14	10 77	210 0				
	19820701	23 01	35. 452	139.005	20. 8	2.0	104 00	322 32	216 0	16 0	00 00			•	•
15	19820703	01 36	33. 318	139.115	21. 1	2. 2		210 30	10 0	40 0	50 50			•	3
16	19820709	13 51	36. 369	138. 328	5.0	3. 0	295 90	23 30		100 0		1.5	4		3
77	19820713	23 43	35. 530	138.972	17.1	3. 1	154 62	279 44	130 9	24 38	225 31	24	2	•	R
78	19820717	09 58	36.815	138.253	5. 0	3. 1	90 50	270 40	90 3	210 85	0 0	19	3		ĸ
79	19820717	21 30	35. 227	138. 425	17.3	1. 6	331 90	61 90	106 0	196 0	90 90	8	0	в	5
8 0	19820731	00 2 2	35. 112	138.036	34. 4	1.8	236 90	56 80	196 7	288 1	56 80	11	0	۸	S
							X0402 20X	100504 3203	880.88° - 66						
8 1	19820811	11 09	35.687	138.147	10.6	2. 1	315 90	45 90	90 0	180 0	90 90	14	0	A	s
8 2	19820814	00 36	35.615	138.914	19.0	2. 0	90 60	212 46	64 8	321 57	159 32	1	0	в	R
83	19820820	04 23	35. 918	140.484	27.0	3. 4	177 75	278 54	141 13	41 37	248 50	13	1	٨	R
84	19820823	07 39	35.099	138.378	24.7	3. 1	43 80	312 86	176 11	267 4	20 86	2 5	2	A	S
8 5	19820823	16 56	35. 415	139.103	13.9	2. 1	227 75	321 77	4 1	94 20	270 70	10	1	в	S
8 6	19820906	17 39	35. 303	139.204	18. 6	2. 2	225 90	315 90	180 0	90 0	90 90	11	0	٨	S
87	19820907	04 33	35. 259	139.077	14.1	2. 5	100 80	870	143 6	235 21	36 68	2 2	1	٨	s
88	19820911	10 27	36. 164	139.033	14.0	2. 4	84 65	181 74	221 6	314 29	120 60	7	0	B	S
8 9	19820917	07 49	35.260	139.083	13. 8	3. 2	6 50	273 87	132 29	237 25	0 50	28	0	A	S
9 0	19820919	01 46	35.269	139.079	13.7	3. 1	6 50	273 87	132 29	237 25	0 50	3 2	0	A	S
91	19820920	22 29	35. 257	139.080	16.8	2. 0	220 90	310 90	175 0	85 0	90 90	10	L	B	s
9 2	19820923	11 42	35. 257	139.082	14.6	3. 0	184 90	4 8 4	139 3	229 3	4 84	31	0		s
93	19820924	04 38	35. 257	139.076	17. 3	2. 1	118 80	18 50	150 18	256 35	38 49	13	0	٨	R
94	19820925	03 27	35. 263	139.088	13.7	3. 5	0 7 2	100 54	322 6	228 32	60 57	34	2	٨	E
9 5	19820928	02 14	35. 26.0	139.078	13. 8	2. 7	1 5 9	106 68	142 6	236 39	45 50	27	4	٨	I.
9.6	19821001	12 15	35. 539	139.624	28.5	2. 5	51 45	176 60	200 9	305 59	105 30	15	1	A	R
97	19871009	03 45	35. 410	138.268	11. 7	1. 6	330 90	60 90	105 0	195 0	90 90	10	0	٨	s
	10821012	23 05	35 522	138 985	19.7	2. 0	165 70	272 54	132 9	33 42	233 46	12	0	A	R
	10921013	23 35	35 834	139 183	12.0	2. 1	280 90	10 90	55 0	145 0	90 90	2 2	0	A	s
33	19951014	47 45	25.514	139 026	17.1	2.4	175 40	345 80	129 7	221 7	345 80	9	0	в	s
100	19951019	91 49	33. 319		· · · ·		113 30					A Sector			-

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	м	x	Y	Р	N	в	CERH	F
			(DEG)	(DEG)	(K M)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH		
		22.22	1221 1222	998 992	1220	81.72		070 10		12.000			
101	19821025	00 50	35.912	140. 489	21.8	4. 1	143 30	270 40	110 0	10 01	213 23	23 4 4 5	÷.
102	19821111	13 11	35. 471	138.952	20.0	2. 4	103 80	200 40	134 29	20 30	232 40	IIUAI	18 
103	19821115	11 56	35.106	137.880	24. 1	1. 8	334 90	64 90	109 0	199 0	90 90	11 0 A 3	5
104	19821116	05 49	35.299	138.446	18.5	2. 2	285 90	105 80	330 7	239 7	105 80	17 0 4 5	5
105	19821117	16 10	35.264	138.283	33.5	2. 2	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	15 1 A S	5
106	19821125	21 31	35.453	138.287	19.6	1.8	293 56	60 49	268 4	171 60	0 3 0	9 0 A 5	5
107	19821129	10 35	36.403	138.782	7.8	2. 4	63 40	306 70	168 51	281 17	23 33	12 2 B F	\$
108	19821130	22 28	35.505	139.049	21.2	2. 9	324 74	58 79	100 4	192 20	070	26 L A S	5
109	19821202	13 19	36.625	139.461	5. 5	3. 3	173 50	277 74	310 15	54 41	204 45	15 1 A I	L
110	19821222	21 07	35.367	139.124	15.0	2. 2	158 90	338 60	108 20	207 20	338 60	11 0 A S	S
111	19821223	01 30	36.070	139.064	7. 9	2. 1	189 60	930	189 15	975	99 0	12 0 A F	\$
112	19821224	02 43	35.891	138.873	11. 1	2. 2	245 90	155 90	200 0	110 0	90 90	16 0 A S	5
113	19821230	20 58	35. 508	139.002	19.8	3. 4	142 44	266 61	291 10	36 58	195 30	21 1 A F	\$
114	19830110	11 56	35.588	138.765	16.0	2. 9	303 90	33 90	78 0	168 0	90 90	23 0 A S	s
115	19830128	12 18	35.268	138.528	15.2	1. 8	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	16 0 A S	s
116	19830131	21 21	35. 439	137.833	11.6	1. 8	40 70	220 90	265 14	173 14	40 70	10 0 B 5	s
117	19830203	19 14	35. 269	138. 523	15.9	2. 4	174 90	354 78	128 9	220 9	354 78	24 0 A S	s
118	19830206	16 04	35.150	137.949	15.7	2. 8	169 65	64 61	298 40	206 3	113 50	16 1 A	L
119	19830301	06 22	35. 417	138.945	20. 1	2. 7	338 86	248 81	113 9	23 4	270 80	23 1 A S	S
120	19830308	21 50	35. 556	139.369	23.7	2. 7	320 50	149 40	146 4	10 84	236 3	25 3 A I	R
121	19830402	01 30	35. 554	138.152	17.1	1. 8	318 90	48 90	93 0	183 0	90 90	100B	S
122	19830403	04 39	35. 473	138.954	17.0	1. 9	90 50	270 40	90 5	270 85	0 0	90B	R
123	19830403	19 87	15. 455	138. 995	18.0	2. 5	290 24	156 72	142 25	358 59	240 16	14 0 A	R
124	19830417	21 18	35.097	139.301	14.0	2. 0	35 90	215 30	85 21	345 21	215 30	7 0 B	s
1 2 5	19830473	05 34	35 969	139.558	28.8	2. 5	212 90	302 90	157 0	77 0	90 90	10 1 8	s
125	10820426	04 45	35 012	139 117	5. 5	2. 4	187 84	282 51	151 22	47 31	270 50	22 2 A	1
1 2 7	10020420	0.9 7.9	35 994	139 561	26.2	2. 4	209 90	29 70	162 13	256 13	29 70	11 0 A	s
121	10020420	10 21	25 564	139 198	24.0	3. 0	163 40	314 54	148 3	48 75	239 15	282A	R
120	19830421	06 57	25 980	139 559	27.0	2. 0	57 50	315 72	183 35	278 10	20 54	9 1 B	1
129	19830428	00 32	35. 310	1 2 9 7 9 4	8.1	A 6	24 96	115 81	340 4	249 9	90 80	52 2 A	s
130	19830429	22 39	33. 210	130. 104	0. 1	4. 0		115 51				A.A. A. 10	
1212121				1 2 9 9 9 9	11.0	2 5	111 00	51 80	186 7	276 7	51 80	24 1 4	s
131	19830429	22 59	35. 215	1 2 0 1 1 2	10.0	2. 3	231 30	150 75	150 30	330 60	50 0	37 5 A	R
132	19830430	19 45	33. 334	133.113	17.5	1 0	330 13	192 77	163 21	274 43	54 40	14 0 4	1
133	19830502	00 26	33. 211	1 30. 413	21.5	2 0	23 43	153 11	170 13	280 58	82 28	25 0 A	R
134	19830505	20 03	33. 543	133.013	10.0	2 2	32 30	25 04	80 0	170 0	90 90	17 0 4	s
135	19830506	19 14	35.575	138. 100	10.1	1 7	303 90	240 80	265 27	110 0	150 30	10 0 8	ĩ
136	19830511	22 42	35. 167	137. 300			140 30	240 89	200 31		00 00	10 1 8	•
137	19830514	23 10	36. 114	139.493			306 90	30 30	100 00	101 0	217 7	15 0 0	
138	19830519	22 36	35. 529	138.972	10.1	4. 4	130 72	286 62	123 20	321 61	16 70	15 0 A	•
139	19830521	03 24	35. 286	140. 595	28.0		26 71	118 84	161 9	234 10	43 10	16 0 A	5
140	19830521	06 20	35. 284	138. 383	1 17.0		310 36	122 54	125 9	280 80	30 4	33 L A	n
	en namena a	280 202	1202 (02:341)	SUMMER SHORE		122 12	212 TPT-					en en w	
141	19830521	11 02	35. 294	140.571	25.5	3. 4	34 18	177 76	186 30	344 58	90 10	14 1 8	S
142	19830521	11 10	35. 301	140. 573	25.3	3. 9	225 50	337 65	89	108 49	270 40	21 2 A	R
143	19830521	11 23	35. 300	140. 565	25.9	3. 3	44 40	309 86	164 36	278 30	36 40	11 0 8	1
144	19830521	11 32	35.313	140. 581	27. 2	3. 9	357 50	158 42	348 4	237 79	79 10	33 1 A	R
145	19830521	19 46	35. 350	140. 371	25.6	4. 9	340 37	139 55	148 10	281 76	56 10	27 O A	R
146	19830521	22 52	35. 330	140. 356	25.7	3. 2	146 77	268 25	130 29	352 54	231 20	15 O A	R
147	19830522	03 32	35. 361	140. 360	25.8	4. 3	357 27	153 65	161 19	311 68	68 10	25 1 A	R
148	19830522	08 37	35. 331	140. 361	26.1	3. 7	174 64	330 29	166 18	17 69	259 10	16 1 A	R
149	19830522	08 59	36. 152	139. 321	17.6	1. 9	120 0	210 0	75 0	165 0	90 90	70 B	S
150	19830522	09 16	35. 322	140. 354	8 26.4	3. 6	7 4 4	113 75	143 19	253 44	36 40	25 I A	R

## 関東・中部地域の地殻内地震の発震機構と地殻応力場 ― 鈴木

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	м	x	Y	Р	т	N	CER	F
			(DEG)	(DEG)	(KM)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AŻ TH		
		15 17	25 202	140 228	27 1	3 5	16 97	221 61	152 26	55 17	200 60	100 A 14	
131	19830522	07 10	33. 334 95 915	170 697	14 6	2 1	217 80	210 20	252 0	82 14	262 76	10 0 4	5
152	19830523		35. 240 95 198	110 542	27 2	4 1	211 80	1 5 1 5 0	160 12	208 74	68 10	12 1 4	5
134	19830323	1. 2.	25 102	140. 427	28.6	4.4	335 34	198 58	145 10	261 67	51 20	42 1 4	P
134	19830323	19 29	33.403	140.421	15 2		348 33	120 JO	102 5	104 10	0 70		n e
133	19830329	18 45	33. 232	131. 302	20.7	2 4	321 73	210 20	102 3	272 65	40.16	20 1 3	3
130	19830605	14 53	33. 393	139.121	20.1	1 5	122 68	340 30	133 18	220 10	25 72	12 0 1 4	e
157	19830609	14 07	35. 250	130.453	16.1	1.0	6 80	133 14	320 4	223 13	40 1	12 0 4	5
158	19830609	18 40	3 5. 105	130. 694	26.1	2 0	129 32	313 30	101 1	230 63	20 90	7 0 9	n c
159	19830610	22 25	33. 981	139. 301	17 9	2.0	210 90	30 80	103 1	1 1 0 1 9	30 80	16.0.5	5
160	19830612	18 17	33. 414	130.021	1 1. 0		244 33	333 10	11 61	140 40	210 30	10 0 4	n
0.000		201 02020	1000 100000										1.000
161	19830619	04 39	35. 522	138.945	22.0	2. 1	101 0	234 10		28 12	214 13	12 0 A	. s
162	19830712	16 56	35. 473	138.932	21.8	3. 0	115 37	274 55	283 10	30 75	191 10	29 0 A	R
163	19830719	0345	35.613	139.951	23. 1	2. 5	320 90	50 90	95 0	185 0	90 90	908	S
164	19830722	05 35	36. 425	138.061	5.0	3. 3	336 10	70 70	295 6	202 20	40 68	22 0 A	s
165	19830722	21 15	36.253	139.243	17. 7	2. 5	337 71	75 68	296 2	205 30	30 60	12 0 8	S
166	19830726	07 13	35.699	139.019	14. 5	2. 1	137 90	317 80	92 7	183 7	317 80	10 0 A	S
167	19830726	18 54	35. 702	139.022	12. 1	2. 0	142 90	322 80	96 7	187 7	322 80	11 0 A	S
168	19830725	19 14	35.700	139.017	13.8	1. 8	325 90	55 0	100 0	190 0	90 90	708	S
169	19830726	20 22	35.695	139.015	16.0	1.9	140 90	320 80	94 7	185 7	320 80	10 0 A	S
170	19830801	06 13	35.759	138.214	14.8	2.8	139 58	252 58	105 0	16 49	190 41	24 I A	R
				126 265	63 B		1000	100 100			1212 1212	ana ni o	153
171	19830806	10 25	35.109	137.982	17.5	2. 2	338 90	68 90	113 0	203 0	90 90	14 I A	S
172	19830808	12 47	35. 536	139.046	18.1	6.0	359 76	92 76	136 0	226 20	45 70	490 A	S
173	19830808	12 58	35. 529	138.989	19.5	3. 4	1 11	271 63	142 28	47 10	300 50	19 0 A	S
174	19830808	13 02	35. 521	139.017	17.0	3. 1	81 80	346 58	120 12	217 29	8 5 9	15 I A	S
175	19830808	13 06	35. 53.8	138.999	16.9	2.9	14 74	272 60	147 34	51 10	307 55	17 1 4	2 (3 <b>1</b> ) 1 (3 <u>1</u> )
176	19830808	13 09	35. 517	139.030	19.2	2. 6	346 90	76 90	121 0	211 0	90 90	17 I A	s
177	19830808	13 20	35. 520	138.999	17.0	3. 5	151 42	308 50	319 3	67 78	228 12	263A	R
178	19830808	13 27	35. 530	139.004	17.0	3. 8	270 49	90 41	270 4	90 86	0 0	29 5 A	R
179	19830808	13 54	35. 529	139.023	17.5	3. 0	92 80	0 7 0	136 6	228 21	28 68	23 0 A	S
180	19830808	13 57	35. 525	138.993	17.1	2. (	13 80	277 65	148 25	53 10	302 62	16 I A	S
												192020-024-0037	
181	19830808	15 53	35. 531	139.003	18.0	2. 8	174 50	267 87	303 25	48 29	180 50	24 0 A	1
182	19830808	15 57	35. 543	138.992	19.2	2. 7	4 8 2	166 56	140 30	40 16	284 54	172 A	S
183	19830808	17 34	35. 513	138.983	17. 1	2. 7	176 24	56 77	261 53	40 30	141 20	13 2 B	N
184	19830808	22 04	35. 551	139.014	20.1	2. 0	270 90	0 7 0	133 14	227 14	0 7 0	13 0 A	S
185	19830808	22 37	35.500	138.946	15.0	3. 3	119 53	260 43	101 5	357 69	193 20	35 4 A	R
186	19830809	04 03	35. 550	138.990	20.3	2. 1	322 25	85 76	101 28	240 54	0 2 0	13 0 A	R
187	19830809	14 37	35. 505	138.978	16.8	2. 6	146 72	263 36	123 21	4 5 2	225 30	17 I A	R
188	19830809	18 51	35.519	138.989	18.1	2. 5	187 80	289 60	155 12	58 29	266 58	21 1 A	1
189	19830810	01 51	35. 570	138.983	19.6	4. 3	252 43	87 48	80 2	332 82	170 7	45 2 A	R
190	19830810	19 37	35. 457	138.995	19.0	3. 2	371 88	261 80	126 8	35 6	270 80	25 1 A	R
			1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1	1988 - 1998)	- 107 <u>5</u> 7 - 11	120 10	110008-0500	12/2/21 12/22	100			1000 10 0	
191	19830811	09 4 5	35. 535	139.003	17.1	3. 4	120 53	280 39	111 7	348 78	203 10	28 3 A	R
192	19830811	17 57	35.501	139.013	16.8	2. 6	346 33	97 77	121 25	244 49	15 30	16 Z A	R
193	19830812	11 58	35. 123	138.033	31.5	1. B	41 80	137 80	0 0	270 16	90 16	9 0 B	S
194	19830812	16 43	35. 532	138.988	18.0	2. 7	343 50	250 88	109 29	214 25	338 50	19 4 8	S
195	19830812	22 16	35. 496	138.996	15.7	3. 0	81 88	349 70	124 11	218 16	356 70	3 Z 5 A	S
196	19830812	23 06	35. 516	139.029	17.4	2. 6	347 45	94 74	124 18	232 45	18 40	14 I A	R
197	19830813	07 57	35. 379	138.700	12.3	2. 5	198 90	288 90	333 0	63 0	90 90	280 A	S
198	19830813	14 54	35. 539	139.059	16.3	2. 7	205 87	114 60	344 23	245 19	120 60	27 I A	S
199	19830813	2148	35.430	138.397	15.5	1. 5	153 63	0 3 0	163 16	303 70	70 12	10 0 B	R
200	19830814	0 2 2 7	35. 142	137.950	15.0	2. 7	330 85	239 81	105 10	14 3	270 80	22 I A	S

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	м	x	Y	Р	т	N	CI	E	RF	7
			(DEC)	(DEG)	(KM)		AZ TH								
							221.0		-						
201	19830814	03 32	35. 541	139.033	17.2	2. 7	77 31	334 83	184 44	310 31	60 30	20	1	A	1
202	19830815	22 56	35. 524	139.019	17.0	2. 7	120 58	270 36	108 10	342 73	200 14	21	3	A 1	R
203	19830817	11 02	35. 505	138.993	15.1	3. 7	149 30	329 60	149 15	329 75	59 0	34	1	A I	R
204	19830822	20 57	35.198	139.098	12. 9	2. 5	100 20	333 30	117 22	249 57	18 22	21	1	A	R
205	19830824	13 18	35.646	139.355	27. 5	2. 4	105 82	285 8	105 37	285 53	15 0	15	1	A	R
206	19830828	02 55	35. 822	138.383	5. 0	3. 3	16 72	109 81	152 6	244 19	45 70	16	2	8	s
207	19830830	22 24	36. 559	139.354	5. 0	2. 7	144 41	245 81	275 25	28 40	162 40	12	1	в	1
208	19830831	13 01	35. 513	139.009	17.6	3. 2	0 8 3	268 66	138 22	43 11	281 65	37	0	A	s
209	19830903	02 39	35.501	139.019	16.1	3. 2	3 8 1	181 70	139 21	46 8	295 68	32	2	A	s
210	19830905	01 10	35. 757	139.976	25.2	3. 0	192 90	12 66	241 16	145 16	12 56	17	0	A	s
	14/6/2012/02/02/02	908 (1870)		1.4.4.6.6.7.5.66.67.6											
211	19830910	05 41	35 232	139 103	12.6	2 4	185 82	288 31	160 30	35 45	270 30	1.8	a l		ĩ
212	19830911	22 22	15 969	138 106	11 3		140 90	230 90	95 0	185 0	90 90	11		8	e.
212	10820025	23 32	26.620	130.100	17.0	2 0	6 77	270 64	141 28	16 0	200 60				-
213	19830923	21 01	35. 535	139.000				210 04		100 0	300 80	~ ~	-	~ ·	a c
214	19830921	20 22	35.623	139. 186	27. 0	2. 3	135 90	223 90	30 0	100 0	30 30	9	0		2
215	19831002	17 56	35.910	138.067	12.9	2. 5	345 90	15 90	120 0	210 0	30 30	21	0	A 3	s
216	19831012	12 55	36. 520	138.289	5. 0	2. 8	313 63	189 43	80 08	331 11	240 30	18	0	A (	N
217	19831015	07 25	35.665	138.408	19.4	1.8	180 90	270 90	135 0	45 0	90 90	11	0	8	s
218	19831016	20 43	35.099	138.239	27.3	3.4	16 52	158 45	359 4	257 70	90 20	30	2	A I	R
219	19831018	07 41	35.355	139.111	19.4	2. 0	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	10	0	B :	s
220	19831018	11 52	35. 507	139.025	16.5	2. 6	343 21	125 73	135 26	284 60	39 13	19	1	A 1	R
221	19831021	10 38	35.723	138.331	14.5	1. 9	158 90	248 90	113 0	203 0	90 90	10	0	A	S
222	19831022	21 21	35. 522	138.988	18.8	2. 0	346 60	84 82	121 15	218 26	5 60	11	0	В	S
223	19831028	11 31	35. 451	138.936	22. 7	2. 4	160 72	269 46	130 15	23 46	234 40	16	0	A	R
224	19831029	08 48	35. 461	139.017	19.8	2. 4	300 18	120 72	120 27	300 63	30 0	16	0	A	R
225	19831031	17 36	35.868	138.734	10.5	1.7	221 90	311 90	356 0	86 0	90 90	7	0	в	s
226	19831101	23 51	35. 175	138.314	25.8	2. 9	72 90	162 40	39 33	285 33	152 40	27	1	A	1
227	19831120	18 24	35. 591	139.115	19.5	2. 7	14 50	121 75	149 21	263 46	43 36	31	3	A	R
228	19831124	23 42	35. 524	139.006	15.7	3. 5	15 74	270 50	151 40	48 14	303 45	4 1	2	A	1
229	19831125	03 36	35. 548	139.617	27.7	2. 7	25 60	159 68	175 19	307 61	78 70	12	0	A	R
230	19831208	12 59	35. 894	138.957	14.4	1. 7	262 90	352 90	37 0	127 0	90 90	7	0	в	s
231	19831208	23 04	35. 521	138.987	18. 3	2. 6	192 80	285 70	150 6	57 21	256 68	23	1	A	s
232	19831209	09 49	35, 909	138.069	12.8	2. 7	171 90	261 90	126 0	36 0	90 90	16	0	٨	s
2 2 3	19831212	19 01	35 508	138.995	18.0	2. 2	15 80	285 87	150 9	241 5	0 8 0	10	0	A	5
271	19831214	08 50	35 303	139.044	15.0	2. 9	170 83	277 21	152 35	11 48	257 20	2 2	2	A	R
	10021214	01 25	15 776	139 725	28.5	2. 6	151 35	131 63	147 15	271 65	51 20	12	0		R
233	19831213	15 05	25 252	140 537	28 0	3 3	149 77	254 33	119 25	355 49	225 30	14	0		R
230	19831210	13 00		140.079	12 9	2 8	246 90	257 80	122 13	32 0	301 76	2 2	5		s
237	19831217	05 11	33. 302	128.096	13 5	2 1	161 00	241 96	106 0	15 0	90 90	11	0	в	s
238	19831221	04 54	35. 909	138.050	12 9	2.0	151 90	260 00	115 0	25 0	90 90	9	0	B	5
239	19831223	23 10	33. 393	133.002	24.0	1 7	100 50	530 30	04 17	208 51	252 22	11	1	B	
240	19831225	15 17	35. 208	134. 199	24. 0		312 40	00 / U	34 11	200 21	356 35		3		
					102	2.2	242 00	72 00				0.00		œ.,	
241	19831226	18 31	35. 394	139.045	15. 4	3. 9	342 90	12 30	111 0	201 0	50 50	39	3	^	2
242	19831228	22 43	35. 445	139.074	23.7	2. Z	321 15	63 63	200 1	194 29	30 60	12	1	^	5
243	19831230	13 34	35.414	139.003	21.7	2. 2	93 90	273 60	143 20	44 20	213 60	14	0	•	S
244	19840101	10 32	35. 107	138.030	34. 1	1. 9	25 40	138 64	169 8	268 50	72 39	12	0	^	R
245	19840101	19 35	36. 838	138.351	5.0	4. 0	10 66	115 61	334 3	241 40	68 50	25	3	•	L.
246	19840102	01 05	35.667	137.819	13.6	2. 3	208 70	78 30	358 58	224 23	125 21	11	0	в	N
247	19840103	16 24	35. 389	138.631	14.6	2. 4	330 49	96 55	122 3	218 60	30 30	26	0	A	R
248	19840110	13 09	35.209	138.385	22.6	1. 4	35 80	126 80	167 3	257 10	56 86	7	0	8	s
249	19840114	04 03	35.248	138.240	31.4	1. 8	245 81	152 72	20 19	287 6	180 70	10	0	8	s
250	19840117	22 16	35. 463	138.982	23. 4	2. 2	0 5 0	270 90	128 27	233 27	0 5 0	13	0	A	S

# 関東・中部地域の地殻内地震の発震機構と地殻応力場 ― 鈴木

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG. D	DEPTH	м	x	Ŷ	Р	т	N	CEPE
			(DEG)	(DEG)	(K M)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	A7 TH	A7 TH	o e a p
											A2 11	
251	19840125	20 39	36. 583	139.339	15.0	2. 7	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	10 1 B S
252	19840128	21 37	35.078	138.633	18.8	2. 1	200 90	290 90	155 0	65 0	90 90	16 1 A S
253	19840201	11 25	35. 920	139. 394	23. 5	2. 6	251 60	0 3 0	214 0	126 45	306 46	11 0 B R
254	19840204	11 55	35. 521	138.989	20.0	2. 5	298 24	123 66	122 20	306 69	212 1	16 1 A R
255	19840208	00 00	35. 145	137.859	17.5	1. 7	142 84	51 82	277 10	187 1	90 80	11 0 A S
256	19840212	13 10	35. 520	139.000	20. 1	2. 4	140 60	320 30	140 17	320 73	50 0	16 0 A R
257	19840214	01 53	35. 509	139.073	17.6	4. 8	33 42	135 79	165 23	277 41	54 40	47 2 4 1
258	19840214	19 20	35.601	139.084	21. 3	2. 1	25 70	128 60	349 5	254 37	88 52	10 0 4 1
259	19840220	19 49	35 449	139 010	18.9	2 3	334 90	54 90	109 0	100 0	00 00	
260	10840228	21 52	15 512	139 037	18 6	2 2	0 7 0	02 20	126 6	220 21	30 30	14 1 A 5
200	15440220		55. 515	100.001	10.0			32 80	130 0	220 21	41 01	19 0 4 2
7272101		100001 1000	1.00 100.00		NGC - 18							
261	19840307	02 53	35.406	139.119	7.8	2. 8	184 90	274 90	319 0	49 0	90 90	280 A S
262	19840309	23 46	35. 465	139.182	15.6	1.8	63 70	164 50	25 5	291 35	122 55	80 B I
263	19840310	10 44	35. 546	138.687	15.7	2. 0	300 90	30 90	75 0	165 0	90 90	12 0 A S
264	19840316	21 38	35. 494	138.926	20.2	2. 6	169 80	270 30	145 31	17 44	254 31	23 1 A R
265	19840321	08 02	35. 608	139.071	19.0	2. 9	30 49	157 56	182 4	279 60	90 30	324 A R
266	19840323	22 34	35. 250	139.094	13.6	2. 0	119 90	299 50	173 27	67 27	199 50	11 0 A S
267	19840327	00 19	35. 310	139.059	12.4	2. 3	115 74	235 30	96 24	326 54	198 24	192 A R
268	19840328	00 21	35. 558	140.016	26.9	2. 5	340 90	250 90	115 0	25 0	90 90	10 0 A S
269	19840402	04 02	35. 465	140. 431	28. 3	3. 5	213 81	311 51	178 19	74 33	293 50	18 1 A 1
270	19840407	21 50	35. 133	137.989	14.1	1. 5	317 90	47 90	92 0	182 0	90 90	11 0 4 5
271	19840409	07 06	35 816	138 078	12.3	2. 3	176 90	266 90	131 0	221 0	90 90	15 0 4 8
	10040400		26. 121	1 2 8 1 4 9	27 0	2 2	110 30	200 30	1.1.2.2.6		30 30	13 0 7 3
212	19840410	11 22	33. 131	138.148	6 J. J		22 40	290 88	143 35	258 31	18 40	9081
213	19840415	01 05	36. 591	138.347	5.0	3. 2	315 90	45 90	90 0	180 0	90 90	23 2 A S
274	19840419	01 53	35. 501	139.161	18. 1	2. 2	20 60	120 74	157 9	253 33	53 55	20 2 A S
275	19840422	00 04	35. 175	137.952	21. 5	1. 9	156 52	275 60	304 4	41 53	210 37	120 A R
276	19840423	02 39	36. 792	139.453	9.0	2.6	200 90	290 90	335 0	65 0	90 90	90 B S
277	19840423	05 34	36.819	139.432	5. 8	3. 0	203 90	293 90	338 0	68 0	90 90	15 I A S
278	19840423	05 48	36.813	139.419	8.3	2. 4	178 34	291 75	315 24	77 50	210 30	10 0 A R
279	19840427	21 29	35. 416	138.936	23.0	1. 7	132 58	270 20	114 8	2 6 7	208 40	11 0 A R
280	19840502	07 48	35.723	139.085	16. 5	1. 9	13 38	266 70	234 11	134 42	336 45	13 1 A R
281	19840504	09 52	35. 87.7	138.759	12. 9	2. 0	233 90	323 90	188 0	98 0	90 90	10 0 B S
282	19840505	04 27	35. 322	138.342	16.7	2. 9	330 32	150 58	150 13	330 77	40 0	280 A R
283	19840506	19 29	35. 664	138.031	7.2	1.6	304 90	34 90	79 0	169 0	90 90	90 B S
284	19840509	21 51	35. 471	1 3 8. 276	18.1	2. 6	135 42	248 70	275 16	27 51	173 35	280 A R
285	19840513	01 40	36. 580	138.264	4. 4	2. 8	300 90	30 90	75 0	165 0	90 90	17 1 4 5
286	19840517	00 55	35. 322	138.346	19.0	1. 9	125 50	305 40	125 5	305 85	35 0	15 0 A R
287	19840522	19 51	35. 444	139.100	23.6	2. 4	334 80	61 82	110 2	201 11	14 77	18 2 4 5
288	19840523	01 05	35 892	148 525	2.6 B	3 3	330 40	113 57	120 0	242 67	25 10	10 2 4 5
289	19840527	20 53	35 419	138 088	13.0	2 7	142 90	222 90	97 0	187 0	90 90	19 2 A R
203	19840321	10 55	35. 616	138.000	10.0		142 30	232 30	110 00	200 50		30 2 8 5
294	19040323	10 01	33. 030	150. 121	1		122 10	231 14	115 30	303 33	210 1	9 U B K
									1.11			
291	19840530	02 29	36.013	139.907	28.0	2. 3	236 70	140 70	6 2 9	276 0	186 61	90 B S
292	19840609	22 20	35. 942	138.791	11. 2	2. 3	155 65	305 68	145 18	0 6 8	239 11	160 A R
293	19840611	19 11	35.981	139.558	27.7	Z. 6	33 70	213 90	166 13	262 13	33 70	17 0 A S
294	19840623	18 13	35. 985	139.563	27.0	2. 1	207 90	297 90	342 0	72 0	90 90	81 B S
295	19840625	02 44	35. 523	138.928	24. 4	2. 0	878	268 53	145 35	43 16	293 50	11 0 B I
296	19840626	10 32	35. 499	139. 147	15.8	4. 5	69 80	164 64	28 11	292 26	140 63	496 A S
297	19840629	02 53	35.543	138.935	24.1	2. 4	13 80	278 56	151 31	52 15	299 54	190A1
298	19840630	08 46	35. 512	139.623	27.8	2. 9	48 61	141 85	181 16	278 24	60 60	201AS
299	19840709	10 47	35. 419	139. 247	28. 3	3. 3	302 60	159 36	317 12	82 69	223 17	30 0 A R
300	19840709	10 50	35. 416	139.249	27.5	2. 2	356 50	141 46	338 2	245 72	70 18	120 A R

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	M	x	Y	P	т	N	C	E	R	F
			(DEG)	(DEG)	(KM)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AŻ TH -				
201	10940711	12 10	75 059	120 115			44 51	233 40	19 3	183 82	318 4	٥	0	D	D
202	10840711	12 10	35. 503	100.196	17 7	1. 0	180 90	270 90	115 0	45 0	90 90		0	D	
302	19840713	12 10	33. 014	133.100	11.1	1. 0	224 00	64 00	00 0	100 0	00 00			D	5
303	19840719	15 17	33. 361	138.285	15.0	1. 0	324 90	34 30	116 7	103 0	260 20		0	D	5
304	19840727	05 04	35. 695	138. 635	13.5	1. 5	10 90	230 80	110 1		230 80		0	D.	3
305	19840801	04 34	35.899	140. 489	30. 5	2.8	193 85	285 71	151 10	5/ 1/	270 70	12	0	^	5
306	19840805	0841	35. 392	138.965	19.7	2. 1	118 28	244 69	258 22	30 61	161 17	16	u	^	ĸ
307	19840810	22 52	35.621	138.321	14.6	1. 7	286 60	45 52	257 4	162 52	351 37	11	0	в	R
308	19840815	23 44	35.454	138.244	17.9	1. 9	173 63	60 52	302 49	204 7	108 40	14	0	•	N
309	19840818	14 40	35.256	139.095	14.1	2. 4	171 76	351 14	171 36	351 54	81 0	13	0	۸	R
310	19840908	22 03	35.368	138.483	19.2	1. 7	320 50	196 56	169 2	74 59	261 31	15	0	۸	R
311	19840919	23 30	35.118	137.917	23.3	2. 2	323 90	53 90	98 0	188 0	90 90	15	1	٨	s
312	19840924	08 24	35. 393	137. 958	12.8	2. 4	324 90	54 90	99 0	189 0	90 90	11	0	٨	S
313	19840925	11 36	35. 222	139.025	7. 9	1. 8	347 90	77 90	122 0	212 0	90 90	11	0	٨	S
314	19840925	11 37	35. 223	139.030	9. 0	2. 3	353 90	83 90	128 0	218 0	90 90	18	0	٨	s
315	19840929	04 09	35.162	140.182	31.8	3. 8	74 87	343 80	209 9	118 5	0 8 0	20	0	٨	s
316	19840929	06 35	35.868	140. 494	28.7	3. 5	5 5 2	170 39	358 5	229 80	90 7	10	0	в	R
317	19840929	19 25	35. 900	140. 490	22.3	2. 0	18 81	285 73	153 19	61 6	315 70	19	2	٨	s
318	19840930	02 32	35.143	138.462	22.3	2. 0	39 40	197 52	207 5	323 77	116 11	16	0	A	R
319	19841003	00 07	35. 847	138.889	7.7	1. 8	134 78	27 40	275 44	160 23	51 37	11	0	в	I
320	19841004	12 56	35. 180	138. 394	22. 1	1. 8	42 83	136 61	2 1 5	265 25	120 50	12	0	٨	1
321	19841008	13 21	35. 473	139.127	19.4	2. 1	173 90	263 90	128 0	218 0	90 90	8	0	в	s
322	19841015	01 30	35, 371	138.370	13.2	1.6	149 90	329 84	104 4	194 4	329 84	10	0	B	s
222	19841025	0.0 3.4	25 5 0 2	139 145	16 6	3 4	20 34	157 64	173 16	299 64	77 20	3.9	2		8
224	198411023	14 02	15 513	140 474	28 7		193 64	298 62	156 1	65 40	248 50	17	1		ï
295	19841103	22 07	75 488	139 048	16 6	2 5	350 80	80 82	127 1	217 12	30 77	21	i		s
323	10841104	06 50	26 717	128 144	18 2	3 6	36 90	215 54	84 17	349 17	216 64	41	0		s
326	19841109	10 53	35. 111	130. 144	16.2	3. 0	188 90	8 74	142 11	234 11	8 74	15	2		6
321	19841113	19 52	35. 515	135.051	10.0	3. 0	152 90	243 90	108 0	198 0	90 90	1 2	0		
328	19841113	21 54	33. 833	137. 330	13. 5	2. 0	270 00	180 00	125 0	225 0	90 90				2
329	19841118	03 00	36. 619	139.417	11. 5	2. 9	270 90	51 44	206 50	223 0	105 20			^	2
330	19841120	17 59	35. 118	138. 227	12. 4	2. 9	170 01	31 44	300 30	200 3	103 30	1.4	ŀ,	~	14
				1000	12.00	2.12							2		2
331	19841123	06 38	35. 250	139.198	16.6	2. 3	354 64	110 26	352 18	111 69	82 0	22	1	A .	R
332	19841124	17 44	35. 223	139.022	9.4	1. 7	95 80	275 90	322 7	229 1	93 80	16	1	^	s
333	19841124	21 19	35. 302	138.413	21.1	2. 7	10 70	279 87	143 16	236 12	0 70	30	1	۸	s
334	19841125	02 41	35. 397	138.454	18.0	2. 0	39 40	163 65	187 13	299 57	88 29	18	0	A	R
3 3 5	19841205	23 02	35. 768	138.223	11.7	2. 2	160 70	257 70	119 0	29 29	209 61	16	0	A	s
336	19841206	16 03	36.073	138.070	8. 3	2. 6	63 80	330 80	106 0	198 14	18 76	18	2	A	s
337	19841207	15 48	35.120	138.025	34. 3	2. 3	47 81	142 62	7 1 3	271 27	120 60	13	1	в	s
338	19841209	12 01	36.625	139.468	5.0	4. 8	270 90	180 90	135 0	45 0	90 90	32	0	٨	s
339	19841209	21 39	35. 510	138.305	18.0	2. 1	222 70	319 70	2 0	92 29	272 61	19	0	A	S
340	19841211	11 51	35. 214	139. 105	13.8	2. 4	61 64	313 60	189 42	96 1	3 4 8	13	0	A	N
341	19841211	12 56	36.637	139.446	1. 8	4. 4	354 40	131 59	149 10	252 65	55 22	30	0	۸	R
342	19841229	07 18	35. 871	138.766	12.2	1. 8	233 90	143 90	188 0	98 0	90 90	10	0	в	s
343	19841231	03 35	35.655	138.823	17.8	2. 3	131 86	223 76	896	357 13	206 75	23	0	A	s
344	19850102	05 38	35. 775	138.048	11.5	1. 9	351 72	249 60	123 34	28 7	296 54	10	0	в	I
345	19850106	22 53	35. 456	138. 287	19.0	2. 2	123 55	226 73	261 11	0 38	158 50	20	0	A	1
346	19850110	04 48	35.656	139. 507	26.5	2. 2	350 64	248 68	116 35	209 2	303 55	12	1	٨	I
347	19850112	10 30	35. 470	140. 406	29.1	3. 8	215 80	313 52	180 18	77 34	293 50	13	0	A	ĩ
340	19850122	20 39	36, 161	139.031	14.2	2. 4	15 62	194 28	24 17	220 72	115 4	14	0	A	R
340	10820153	0.8 4.0	35 629	139 488	22.7	2. 2	136 72	237 60	98 6	3 35	198 54	9	0	в	1
349	10050127	10 07	35. 628	139 115	11.6	2. 8	350 90	80 90	125 0	215 0	90 90	12	0	A	s
3 3 0	19820128	10 01	30.011										-		~

## 関東・中部地域の地殻内地震の発震機構と地殻応力場 一 鈴木

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	м	x	Y	Р	т	N	CEF	RF
			(DEG)	(DEG)	(KM)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH		
351	19850128	21 06	35. 204	139.114	18.2	1. 9	180 52	297 60	326 4	63 53	233 37	12 0	AR
352	19850129	00 22	35.859	138.118	11.2	2. 1	90 80	270 90	315 7	224 7	90 80	18 0	A S
353	19850204	21 29	35. 103	137.965	30. 3	2. 5	30 90	210 70	343 14	77 14	210 70	17 1	A S
354	19850209	02 52	35. 226	139.015	6. 1	1. 5	333 90	63 60	108 0	198 0	90 90	8 0	BS
355	19850209	11 24	35. 231	138.993	7. 4	1. 9	154 0	244 0	109 0	19 0	90 90	9 1	BS
356	19850209	12 48	35. 231	138.972	0. 3	2. 1	162 80	260 55	125 16	25 32	238 53	15 1	AI
357	19850215	16 02	35. 490	138.936	19.3	3. 8	135 49	262 56	287 4	24 60	195 30	35 2	AR
358	19850216	0.0 4.7	35 131	138.805	15.0	1. 5	227 90	317 90	2 0	92 0	90 90	12 0	8 S
250	10050216		25 210	120 172	17.5	3 6	212 00	302 90	347 0	77 0	90 90	22 1	A . C
335	19830310	00 00	35. 215	100.100		2 6	215 30	202 44		97 49	112 27	21 0	
360	19820311	09 00	33. 603	130. 130	11. 0		313 10	202 44		32 43	242 31	21 0	A R
							100110-01000 - 10000-010	STORES I AND D	02:04= 2202	C1024/200 (C200			
361	19850319	05 46	35. 314	138.541	16.4	2. 9	240 90	330 90	15 0	105 0	90 90	31 1	A S
362	19850321	11 46	35. 868	138. 742	10.7	2. 1	205 61	312 62	348 0	79 43	258 47	15 1	AR
363	19850324	17 11	35.815	138.034	10.5	1. 8	140 80	320 90	275 7	67	140 80	10 0	BS
364	19850324	23 23	35.612	138. 309	17.4	2. 2	32 40	133 84	160 27	275 38	44 49	12 1	BI
365	19850330	15 07	35. 867	138.742	9. 8	3. 3	200 51	335 50	358 1	89 65	267 25	32 1	AR
366	19850402	06 30	35.609	139. 477	20.5	3. 0	243 62	350 60	208 0	116 47	298 47	24 0	A 1
367	19850403	22 06	35. 870	138.743	10.4	2. 6	330 42	201 60	179 9	70 62	274 25	23 0	AR
368	19850407	1 3 31	35 882	140 339	31.7	2.9	350 64	95 62	313 2	222 40	45 50	14 1	AR
2 6 0	10050401	12 28	35 873	1 3 8 7 3 8	11.1	2 7	212 48	323 69	353 13	97 47	252 40	19 0	A R
305	19850408	13 20	33. 813	138. 738	11.1		200 50	3 3 3 5 4	177 4	82 50	270 40	33 0	
370	19820408	14 01	33. 8/8	138. 140	11. 4	3. 2	203 80	323 34	800.00 AND	49.90	210 40	32 0	AR
					12.12	60 S		222.22	1990 1997	122 112	222	0.2	
371	19850408	14 10	35.871	138.740	11.0	2. 8	212 68	323 69	353 13	97 47	252 40	23 0	A R
372	19850409	08 28	35. 326	137.859	16.0	1. 7	299 90	29 90	74 0	164 0	90 90	10 1	BS
373	19850410	05 17	35. 435	139.060	22.0	2. 6	327 66	90 40	304 14	191 56	42 29	19 1	A R
374	19850413	05 03	35. 372	138.431	16.1	2. 0	180 90	270 90	- 4 5 0	315 0	90 90	10 0	BS
375	19850414	22 15	36.077	139.242	17. 5	2. 4	85 36	195 76	220 23	340 48	115 32	12 0	A R
376	19850416	07 00	35. 559	139. 481	25. 4	2. 2	111 56	327 40	128 8	242 70	34 18	11 0	BR
377	19850417	08 09	35.151	138. 454	22.0	2. 6	47 51	140 84	180 16	278 25	60 60	220	A S
378	19850420	04 05	35.719	138. 237	15.0	2. 5	296 63	49 52	265 6	167 49	0 4 0	19 0	AR
379	19850420	11 53	35. 871	138. 744	11. 0	2. 3	208 90	298 90	343 0	73 0	90 90	14 0	AS
290	19850426	13 38	35 576	139 694	26.0	2. 4	19 88	308 70	175 16	82 12	315 70	13 0	AS
190	13830420	10 00			808/90/00								
12/21/21	101010101010101010	212 1227			102.0	940 G	26 70	1 2 7 9 7	170 12		45 70		n e
381	19850427	05 51	35. 311	139. 132	18.3	1. 8	30 10	121 01	110 12	204 10	43 10		
382	19850428	01 48	35.485	140. 433	32.2	2. 6	208 80	301 13	100 3	14 13	270 70	a u	
383	19850430	07 36	36. 109	139.256	13.7	2. 3	107 60	349 52	231 52	139 5	42 38	9 0	BN
384	19850503	13 02	35. 218	139.030	8. 9	2. 0	177 90	357 80	132 7	222 7	357 80	14 0	A S
385	19850513	09 17	35. 754	138.975	15.7	2. 3	298 90	28 90	73 0	163 0	90 90	11 0	BS
386	19850514	00 05	35. 219	139.023	9.0	2. 2	230 60	50 30	50 75	230 15	140 0	18 0	AN
387	19850514	23 55	35. 217	139.022	8. 3	1. 5	326 90	56 90	101 0	191 0	90 90	8 0	BS
388	19850518	19 41	35. 307	138. 500	17.6	2. 9	315 30	135 60	135 15	315 75	45 0	30 4	A R
389	19850518	22 34	35. 307	138. 499	17.6	1. 9	130 62	300 28	127 17	31972	218 4	170	A R
390	19850521	09 34	35. 880	140. 500	27.5	2. 9	334 49	86 66	117 10	218 48	18 40	12 0	BR
0202020	C The Production Science State												
201	19950524	15 44	35 225	139.009	11, 1	1. 7	171 90	351 70	124 14	218 14	351 70	14 0	A S
391	19858524		36. 240	128 170	16 5	2 0	167 55	270 70	304 9	42 40	203 48	11 0	A I
392	19820003	00 14		130.170	10. 0	2 5	201 81	38 30	270 30	143 45	17 29	8 0	BR
393	19850604	22 58	35. 413	133. 485	10. 2	2. 3	434 01	250 0	70 47	250 42	340 0	29.9	AP
394	19850612	01 05	35. 329	138. 448	23.6	2. 9	10 88	450 Z	10 43	230 47	340 U	14 1	. n.
395	19850625	18 15	35.933	140.241	33.4	3. Z	270 90	0 40	123 33	237 33	0 40		
396	19850708	09 40	35. 465	139.118	17.9	2. 1	167 66	279 50	135 9	35 49	234 40	11 0	DK
397	19850715	12 26	35. 887	139.116	12.9	2. 3	250 90	340 90	25 0	115 0	90 90	120	A S
398	19850722	0241	35.822	138. 470	8. 6	1. 6	301 90	31 90	76 0	156 0	90 90	10 0	BS
399	19850723	07 35	35. 508	139. 115	19.6	2. 0	270 90	0 8 0	135 7	226 7	0 8 0	70	BS
400	19850727	15 35	35. 839	138. 137	12.5	2. 1	270 90	90 80	316 7	223 7	90 80	120	A S

NO	DATE	TIME	LAT.	LONG.	DEPTH	M	x	Y	P	т	N	C	E	R	F
			(DEC)	(DEG)	(KM)		AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH	AZ TH				
401	19850728	20 14	35. 391	140. 363	28.6	3. 2	40 66	302 73	170 30	262 5	0 6 0	13	а.		s
402	19850729	08 05	35. 493	138.960	21.0	3. 4	333 90	63 90	108 0	198 0	90 90	24	2		s
403	19850804	23 14	35. 781	139.746	32.0	2.9	74 33	323 77	176 49	299 25	45 30	15	1		N
404	19850808	07 06	35. 237	139.020	9. 2	1.7	251 90	341 90	125 0	36 0	90 90		•	8	\$
405	19850810	19 29	35. 742	138.260	11.6	3. 2	335 90	65 90	110 0	200 0	90 90	24	-		5
405	19850810	20 57	36. 799	139.670	6.4	3. 2	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	15	1	R	•
407	19850815	13 43	35. 363	138.412	13.7	2. 7	102 80	12 88	237 8	327 5	90 80	27		ĩ	•
408	19850817	23 07	35. 438	139.276	29.1	2 0	217 50	310 86	346 24	91 30	225 50				1
409	19850826	23 53	35 444	138 153	19.7	2 1	320 90	50 90	95 0	185 0	90 90		1		•
110	19850827	03 20	35 284	128 244	20 4	2 2	25 90	115 0	115 45	295 45	25 00			2	
410	15050021	05 20		100.044	23. 9		25 30	110 0	110 40	200 40	23 30	1.0	0	^	
411	19850829	0.0 5.5	35 803	139 154	15 7	1 8	180 90	270 90	45 0	135 0	90 90	2			c
41.7	19850829	12 05	35. 791	128 159	20.5	2 6	126 78	210 74		152 20	180 70				
	19850830	00 05	33. 121 95. 565	120.100	15 1	2. 0	20 10	208 16	108 2	206 70	17 20	15		2	5
	19850911	21 26	35. 505	1 2 8	22.2	7 0	7 9	270 50	140 25	42 20	202 10	20	201	2	R.
	19656911	01 25	30. 556	1 2 8 2 4 0	5 0	1 1	216 90	16 90	01 0	191 0	00 00	2.3	38-2 34-1	2	
	19850912	10 21	36. 338	120.005	15 0	2 7	22 55	202 90	152 26	257 25	22 50	27		-	3
410	19850925	13 31	35. 196	146 191	74 8	2 1	23 30	203 30	195 27	50 70	200 20	1 2	÷.		\$
411	19830920	12 00	35. 160	120 780	20.1	2 0	5 6 5	303 30	100 01	110 79	200 30	15			
414	19894928	10 05	35. 140	120 201	75 4	2. 3	5 50	220 40	162 10	110 12	232 10	10		<u>^</u>	R D
413	19851008	10 50	35. 361	1 3 9. 3 9 3	25. 4		103 01	330 20	100 13	2 0 3	230 1	13	0	~	
420	19851008	19 30	33. 101	136. 303	23. 3	2. 0	13 41	210 03	101 30	240 21		13	0		
						120.10	167 00	77 00	110 0					4	-
421	19851013	19 32	35. 636	138.142	18.4	2. 1		10 50	201 0	208 0	30 90	12	0	2	s
422	19851020	23 06	35. 485	139.168	19.4	1. 4	340 30	71 01	341 3	223 38	53 31	8	0	н	н
423	19851025	00 29	33. 301	139.059	17.5	1. 6	101 01		290 9	206 4	90 80	8	0	в	s
424	19851028	21 18	35. 495	139.002	21. 5	3.4	11 63	214 12	143 23	234 1	328 88	28		~	S
425	19851029	18 14	33. 357	140.079	10.9	2. 3	28 44	202 10	143 43	232 20	0 40	9	0	в	R
425	19851030	18 29	35.225	138.432	18.5	2. 2	159 90	69 0	09 43	249 45	159 0	15	0	•	1
4 2 7	19851031	13 11	35. 929	139.755	16.5	3. 0	292 90	25 90	70 0	160 0	90 90	14	0	A	s
428	19851102	23 18	36.033	138.790	7.0	1. 9	202 90	292 90	157 0	67 0	90 90	13	0	в	s
4 2 9	19851103	22 09	35. 282	139.341	31.8	2. 2	180 90	270 90	315 0	45 0	90 90	15	0	^	s
430	19851105	17 40	35. 496	139.173	21.4	2. 0	57 42	169 71	197 15	307 49	94 36	14	0	•	R
100410	00000000000000	1222 122	012 112 212			121.2							a (	ear.	1211
431	19851112	19 15	35. 799	139.119	12.8	2. 1	59 50	274 46	75 Z	172 71	345 19	10	0	в	R
432	19851119	06 51	35.782	138.168	22.2	2.3	160 81	251 87	295 4	26 9	180 80	12	9	в	s
433	19851125	10 40	35. 365	140. 503	26.8	3.3	39 50	131 87	168 24	273 30	45 50	11	1	в	1
434	19851129	20 42	35. 384	140. 485	27.7	3. 2	213 73	321 45	183 17	75 45	288 40	14	1	•	R
4 3 5	19851202	03 55	35.456	139.150	18.2	2. 6	99 85	279 5	99 40	279 50	9 0	19	0	۸	R
435	19851205	21 47	36.613	139.341	8. 2	3. 0	353 50	101 72	132 13	235 43	28 44	8	0	8	1
437	19851207	18 50	35.718	138.289	14. 2	2. 0	326 84	235 82	100 10	10 2	270 80	15	0	A	S
4 3 8	19851209	05 33	35.632	138.148	16.7	2. 0	304 90	34 90	79 0	169 0	90 90	10	0	8	s
439	19851212	04 27	35. 448	138.303	18.3	2. 1	274 85	10 40	243 29	129 37	0 4 0	15	0	٨	1
440	19851215	16 41	35. 252	139.126	16.3	2.2	44 80	224 90	179 7	270 7	44 80	14	1	A	S
			222 00.62	0.352 - 5574	5 <u>1252</u> 5 88	001 B	1919-19-1948-	121212	승규는 사람이		1212 1212	(123	а :	-	2
441	19851220	0129	35.251	138.502	16.0	1. 7	225 90	315 90	0 0	90 0	90 90	8	0	8	S
442	19851223	00 25	35. 421	138.986	16.4	2. 6	135 70	225 70	92 14	358 14	ZZ5 70	2 5	0	۸	s
443	19851231	12 05	35.518	139.018	19.9	2. 6	359 34	112 76	135 24	257 50	30 30	20	0	۸	R

•

 APPENDIX
 2
 初動押し引き分布

 下半球等積投影(黒:押し,白:引き)

APPENDIX 2 Fault plane solutions projected on the lower hemisphere of equal area projection. Solid and open circles indicate the compression and dilatation of initial motion, respectively. Each number corresponds to the earthquake number of APPENDIX 1.







































NO-40

N





NO-42





































![](_page_102_Figure_2.jpeg)

![](_page_102_Figure_3.jpeg)

.

•

00

![](_page_102_Figure_4.jpeg)

![](_page_102_Figure_5.jpeg)

0

![](_page_102_Figure_6.jpeg)

![](_page_102_Figure_7.jpeg)

![](_page_102_Figure_8.jpeg)

![](_page_103_Figure_1.jpeg)

![](_page_103_Figure_2.jpeg)

![](_page_103_Figure_3.jpeg)

NO-104

![](_page_103_Figure_4.jpeg)

\*

![](_page_103_Figure_5.jpeg)

![](_page_103_Figure_6.jpeg)

![](_page_104_Figure_1.jpeg)

![](_page_104_Figure_2.jpeg)

![](_page_104_Figure_3.jpeg)

![](_page_104_Figure_4.jpeg)

•

![](_page_104_Figure_5.jpeg)

![](_page_104_Figure_6.jpeg)

![](_page_105_Figure_1.jpeg)

![](_page_105_Figure_2.jpeg)

![](_page_105_Figure_3.jpeg)

![](_page_105_Figure_4.jpeg)

![](_page_105_Figure_5.jpeg)

![](_page_105_Figure_6.jpeg)

![](_page_105_Figure_7.jpeg)

![](_page_105_Figure_8.jpeg)

![](_page_106_Figure_1.jpeg)

![](_page_106_Figure_2.jpeg)

![](_page_106_Figure_3.jpeg)

![](_page_106_Figure_4.jpeg)

![](_page_106_Figure_5.jpeg)

NO-152

![](_page_106_Figure_6.jpeg)

![](_page_106_Figure_7.jpeg)

NO-154

![](_page_106_Figure_8.jpeg)

![](_page_106_Figure_9.jpeg)

![](_page_107_Figure_1.jpeg)

![](_page_107_Figure_2.jpeg)

![](_page_107_Figure_3.jpeg)

![](_page_107_Figure_4.jpeg)

![](_page_107_Figure_5.jpeg)

![](_page_107_Figure_6.jpeg)


































-111-























































































٥

•





NO-310

•

.1















































































































-124 -







