

紀伊半島北西部地域における微小地震分布から 推定される地震断層系についての予備的研究

地震研究所 { 溝 上 恵
 中 村 正 夫
 小 谷 啓 子

(昭和48年1月20日受理)

<目的> 和歌山微小地震観測所の観測網により求められた浅い(震源の深さ約10km以浅)微小地震の震央分布からその分布様式の特徴に着目して一種の Pattern Analysis の方法により地震断層系を推定し、発震機構や地形・地質学的情報との関連性を検討することが目的である。近畿北部地域において現在進められつつある研究¹⁾のようにあらかじめある程度性質の知られた地形地質学的活断層に着目して観測網その他を展開し調査・研究を進めていく方法はきわめて効率が高い。しかし地形地質学的にみて活断層系が顕著でない地域や活断層調査が進んでいない場合には地震観測事実に基いて断層系を検出することが必要となる。

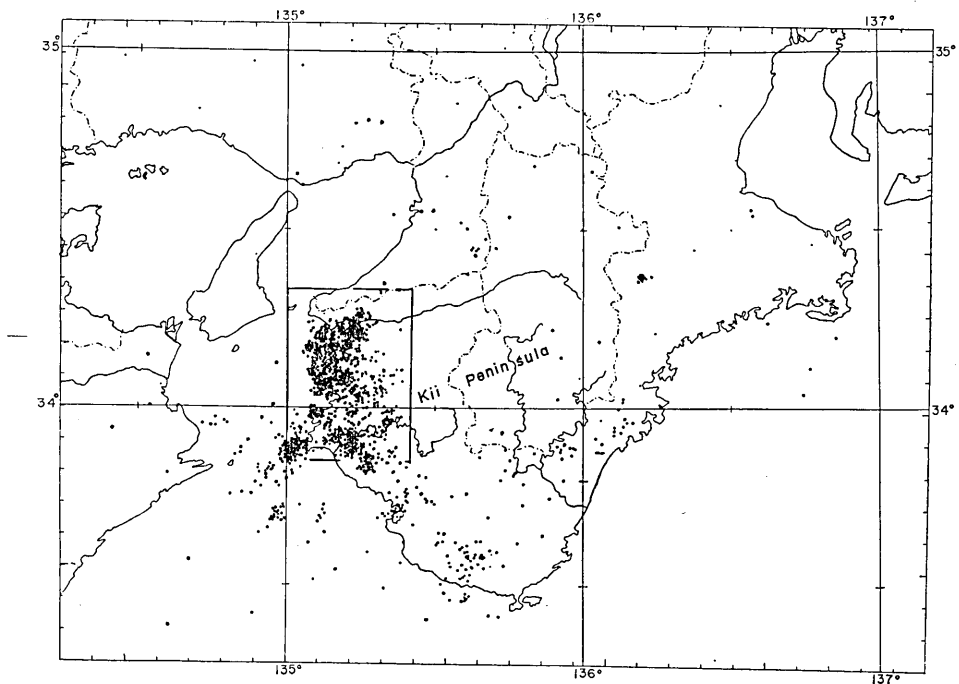


Fig. 1. Shallow micro-earthquake distribution in and around the Kii Peninsula for Jan.-July, 1969. The north-western part of the Kii Peninsula is enclosed by a rectangle.

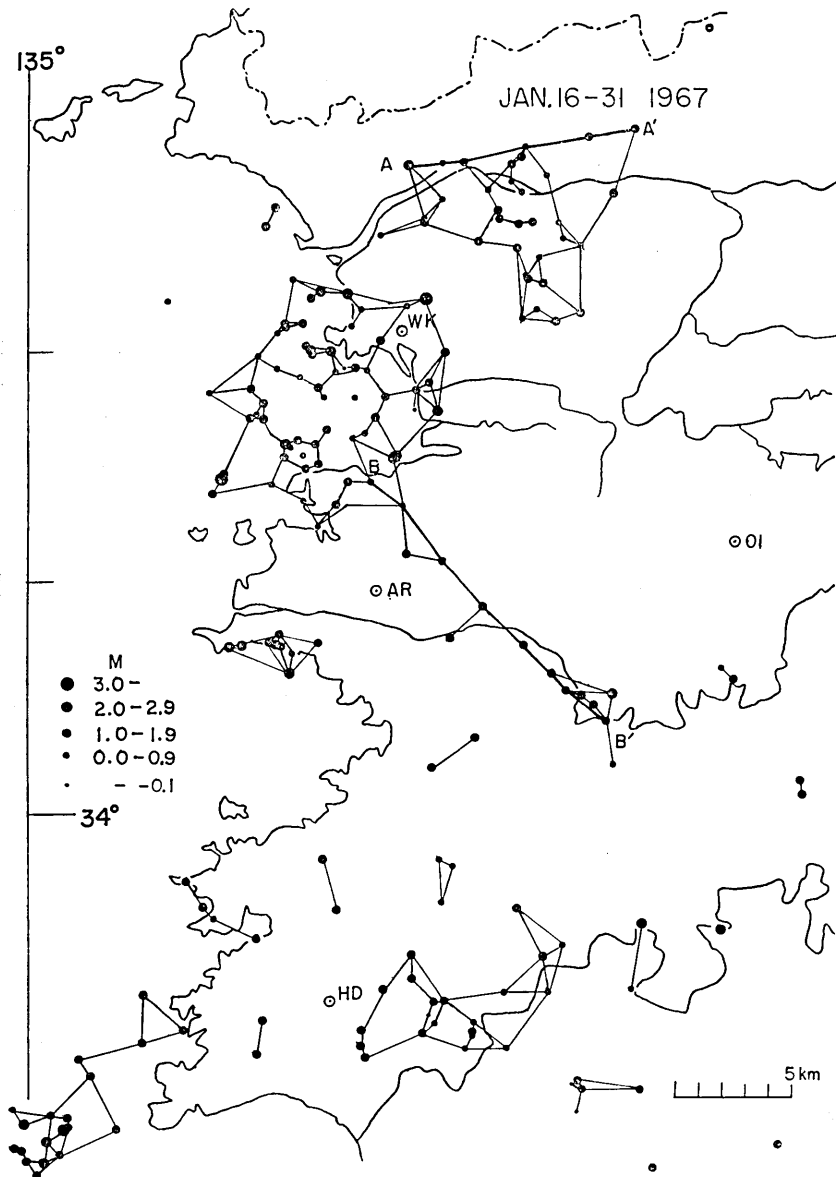


Fig. 2. Micro-earthquake distribution and its epicentral linkages for Jan. 16-31, 1967 in the NW part of the Kii Peninsula.

中央構造線以南の紀伊半島の地質断層系の調査は必ずしも詳細に行なわれているとはいえないようである。また地震活動を断層系の分布と関連づける調査・研究もほとんど行なわれていない。中央構造線以南においては御荷鉢、仏像、御坊一萩構造線とよばれるような大きな断層系やその他の比較的小規模の断層系の分布状態が地質調査²⁾や航空写真解析により示されている。しかし微小地震活動はこれらの断層系の分布地域以外でもきわめて

顯著で、この事実はたとえ地形地質学的には顯著でなくても、多くの潜在活断層が存在することを物語っている。本文では地形・地質学的情報と全く独立に微小地震の震央分布の Pattern Analysis により地震断層系を検出する方法とそれを実際に紀伊半島北西部の群発性地震発生地域にあてはめた結果について記述する。解析対象地域は1969年の1月から7月までの微小地震分布（深さ 20km 以浅）と共に枠でかこんで Fig. 1 に示す。この地

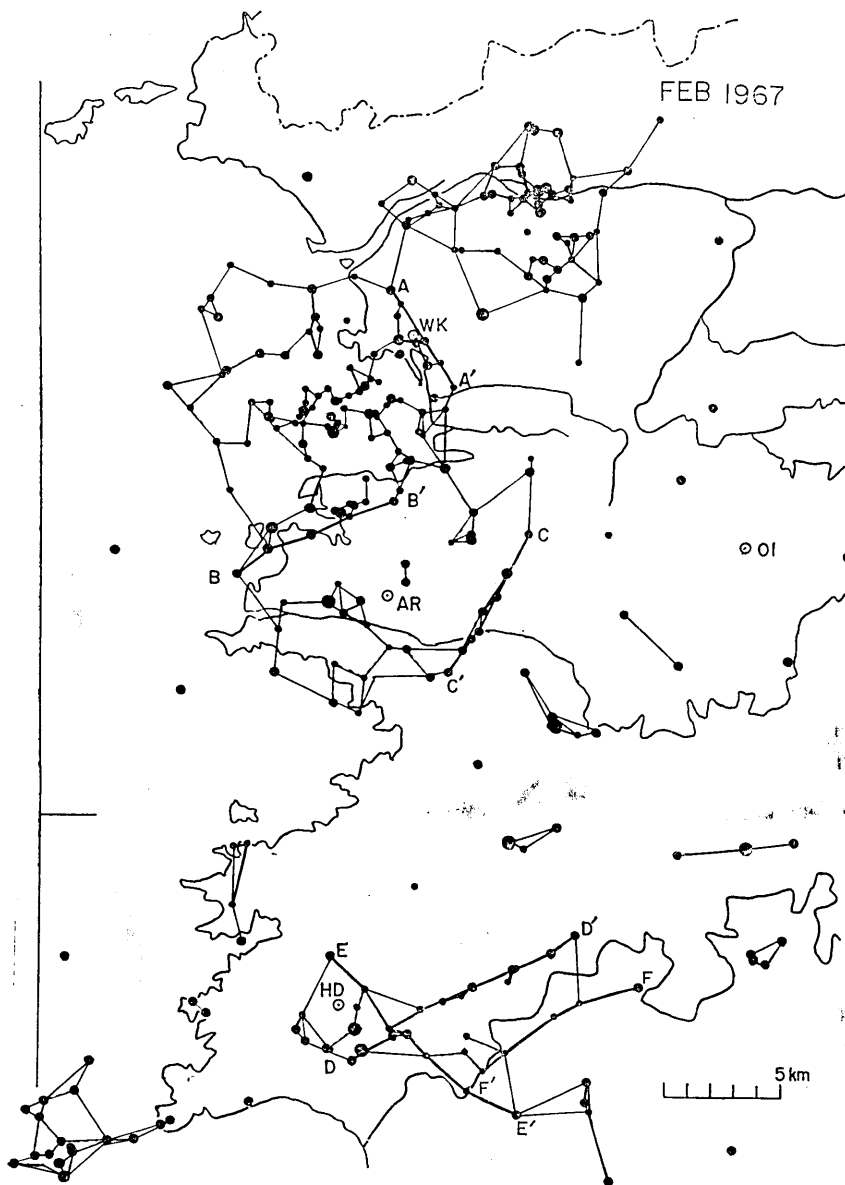


Fig. 3. Micro-earthquake distribution and its epicentral linkages for Feb., 1967 in the NW part of the Kii Peninsula.

域は観測点密度が Service Area の中で最も高くかつ地震活動も最も高い。従って震央分布の Pattern が比較的短期間に精度よく求められるのでいま目的とする解析には非常によい条件を備えている。

<資料> 和歌山微小地震観測所における震源決定は1965年から1972年前半までの期間に

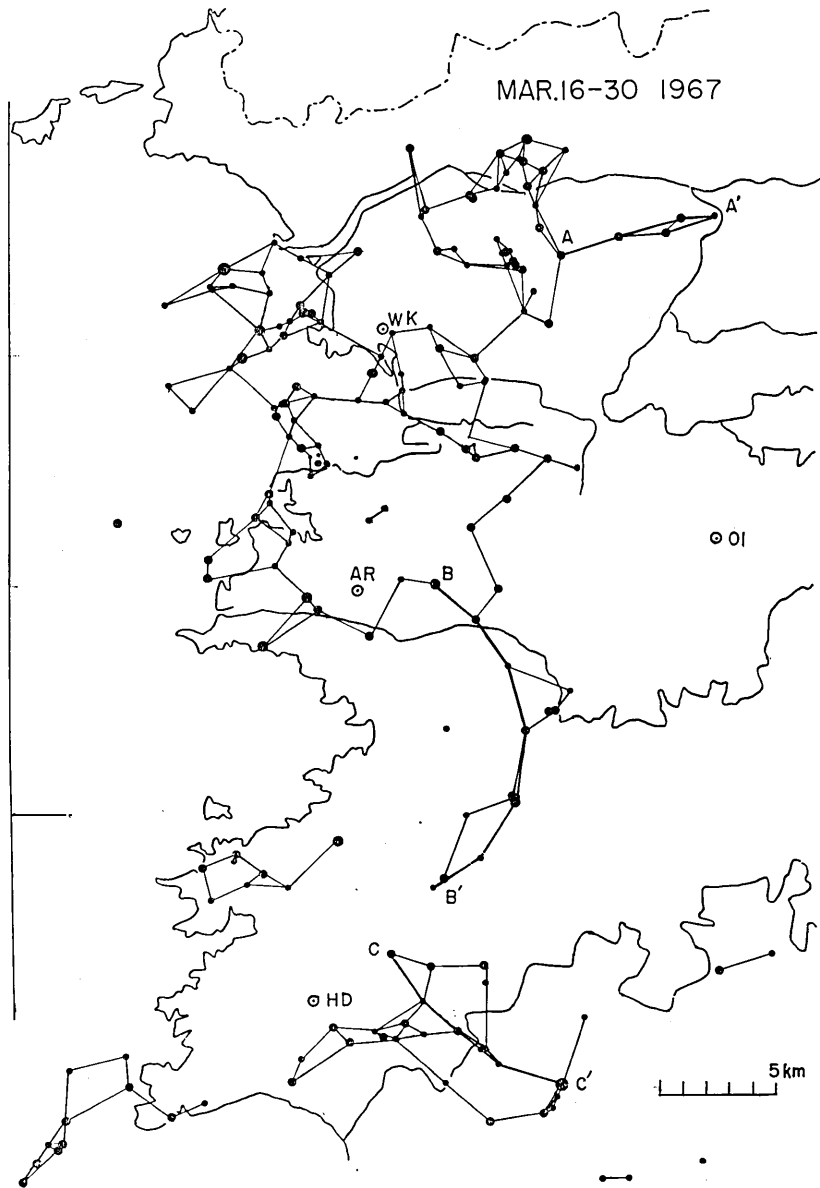


Fig. 4. Micro-earthquake distribution and its epicentral linkages for March 16-30, 1967 in the NW part of the Kii Peninsula.

ついて Routine Work として進められてきた紀伊半島北西部は WK (和歌浦), AR (有田), OI (生石山) および HD (日高) の4点で囲まれ観測点密度は比較的高くこの地域で発生した地震の震央からほぼ10km以内には少なくとも1点の観測点がある。この地域の震央決定精度は平均1km以内で相対的位置決定はこれを上まわる。震源の深さはほとんどすべての地震について10km以浅である。この解析には深さ20km以深のものは含まれない。Magnitude 1.5以上のほぼすべての地震の震源が決められる。震源決定は金森一津村のプログラムにより E. R. I., EPOC の IBM 360-40により行なわれた。この解析に用いた震源データは1965年から1969年の期間についてすでに震源決定の第1段階の処理が終了しているもの、すなわち1965年1—12月, 1966年9—12月, 1967年1—3月, 1968年3月および1969年1—8月の計20ヶ月分である。将来の本格的研究のためには震源決定の再検討を含めて行う予定である。

<解析方法>

(i) 震央分布の Pattern のとらえ方

Fig. 2—4 はそれぞれ1967年1月13—31日, 2月1—28日および3月16—30日の期間の微小地震の震央をプロットしたものである。これらの図に共通して見られる震央分布の特長は規則性を見出しにくい震央配列と著しい規則性のある配列とに分類される。ここでいう規則性の存在とは「直線ないし曲率半径数 km—20km 程度の曲線で良い近似のできる(1)震央を結ぶ Linkage および(2)震央密集域の境界線」の存在である。実例を示すと Fig. 2 の A-A' および B-B' と記した線分のそれぞれは上記の(2)および(1)の分類に対応する。すなわち A-A' は一つの地震発性域を定める直線的境界であり6箇の震央の配列により定まっているこの直線的境界が観測時期を異にしても同じ空間的位置に繰返し現われたり、観測期間の長さに応じて線分が延長されることがあればこの境界は何らかの物理的意味、たとえばそれぞれ強度を異にする地殻 Block の境界をなす断層に対応するという意味を持つ可能性が高まる。一方線分 B-B' のばあいには11箇の震央がほぼ直線的配列を示すことから、その全長約14kmにわたる断層ないし弱線にそって微小地震が発生したと考えることができる。この直線配列に直接関与する地震が A-A' についてはわずか7日間、B-B' についても10日間余りという短い期間に発生したことは注目に値する。さらにそれぞれの線分の端の位置に $M=2.5$ および 2.6 というこのグループの他の地震に比してかなり大きい地震が発生している点も興味をひく。ただし群発性の高いこの地域の地震の性質から判断してたとえば B-B' なる線分に対応する断層が $M=2.6$ の地震を Trigger として長さ14kmにわたって生成されたと考えることは困難である。むしろ定期的に微小地震を発生しやすい状態にある既存の線状構造 B-B' が地殻内に潜在していると考えらるべきであろう。Fig. 3 の線分 A-A', B-B', C-C' の直線的配列および E-E', F-F' の曲線的配列や Fig. 4 の線分 A-A', B-B' および C-C' についても上述の例と同様のことが言える。

(ii) 線状配列の検出法

このような震央の線状配列に着目してこれを効率よく検出するために最適な時間間隔は(1)対象とする地域の地震活動レベルと(2)震央分布 Mode の多様性とに左右される。当

然のことながら、時間間隔が短かすぎると線状配列は震央数が足りないため検出不能となる。また逆に時間間隔が長すぎると多くの Mode のちがう線状配列が重なり個々の線状配列が検出不能となるおそれがある。今のばあい半月程度がこの時間間隔としての最小単位となると仮定し地震活動レベルの変化に応じて適当に半月ずつの震央データを重ねて線状配列を検出するという方法をとった。

次の問題は線状配列の客観的決定法である。一つの地震が空間的に隣り合う地震と関係する度合いを最も単純に取扱う方法として時間幅を固定しその幅の中で発生した地震のうち空間的に最も接近している地震が、着目した地震と最も関係する度合いが高いとみなし、その間に Linkage をつくることにする。ただし地震間をつなぐ Linkage の Arm の長さ、すなわち距離間隔に上限を与え、ある一定の距離間隔以上はなれた場合にはこの Linkage をつくらないものとする。本来ならば各々の地震の Magnitude か Moment の大きさによって Arm の長さを決定する方がよりよい方法と思われる。なぜならばこの Arm の長さはある一つの地震の断層の長さに対応する意味をもつからである。今回はさしあたり Magnitude や Moment に関係なく単に Arm の長さの上限のみを与えて震央の Linkage をつくる。その結果は一般に包絡線で囲まれた震央密集地域および震央を結ぶ線分を与える。Arm の長さを変えることにより、震央分布の Pattern を大まかに区分することも、微細に区分することも可能である。

実際の解析では Arm の長さを3段階にとりそれぞれ 1, 2 および 3km とした。それはそれぞれに対応する震央分布 Pattern を同時に検出することをねらったためである。Fig. 2-4 に示す震央を結ぶ各線分は上記の方法によったものであり、(i) で説明した規則性のある震央配列に対応する線分が検出された。

(iii) 線状配列の合成

このようにして検出された各期間毎の線状配列のあるものは物理的意味をもつが、たまたま偶然に規則的な線状配列をなす場合もありうる。また各期間毎に別々に見た場合には規則的な配列を示さなくても、いくつかの期間を重ね合わせると規則性を示すことも考えうる。各期間の線状配列を重ね合わせること、即ち合成図を作ると、出現頻度の高い線状配列が互にきわめて接近し合った線分の束として図上に示されるので意味のある線状配列が存在すれば、図上から明瞭に配列の走向および長さを判定することが可能である。

(iv) 分解

ひとたび合成された線状配列図は一般にきわめて明瞭な規則的 Pattern を含むと同時に比較的判定のむずかしい Pattern をも含むであろう。そのような場合には Arm の長さの上限や合成期間を変えて別に図を作りなおすのも一つの方法であるがその他に合成図を定った方法で分解して一定の Pattern を明瞭化することもできる。すなわち

- (1) 合成図から線分の方位別の分解図をつくること
- (2) 一定の長さ以上の線分のみ分布図をつくることである。

(1)の分解法は正確に処理するには計算機処理による必要があるのに対し(2)の方法は簡便である。必要に応じ(1)と(2)を併用することが最良の方法であろう、この分解処理は Pattern の S/N 比を改善するために必要かつ有効である。

(v) 解析方法の特質

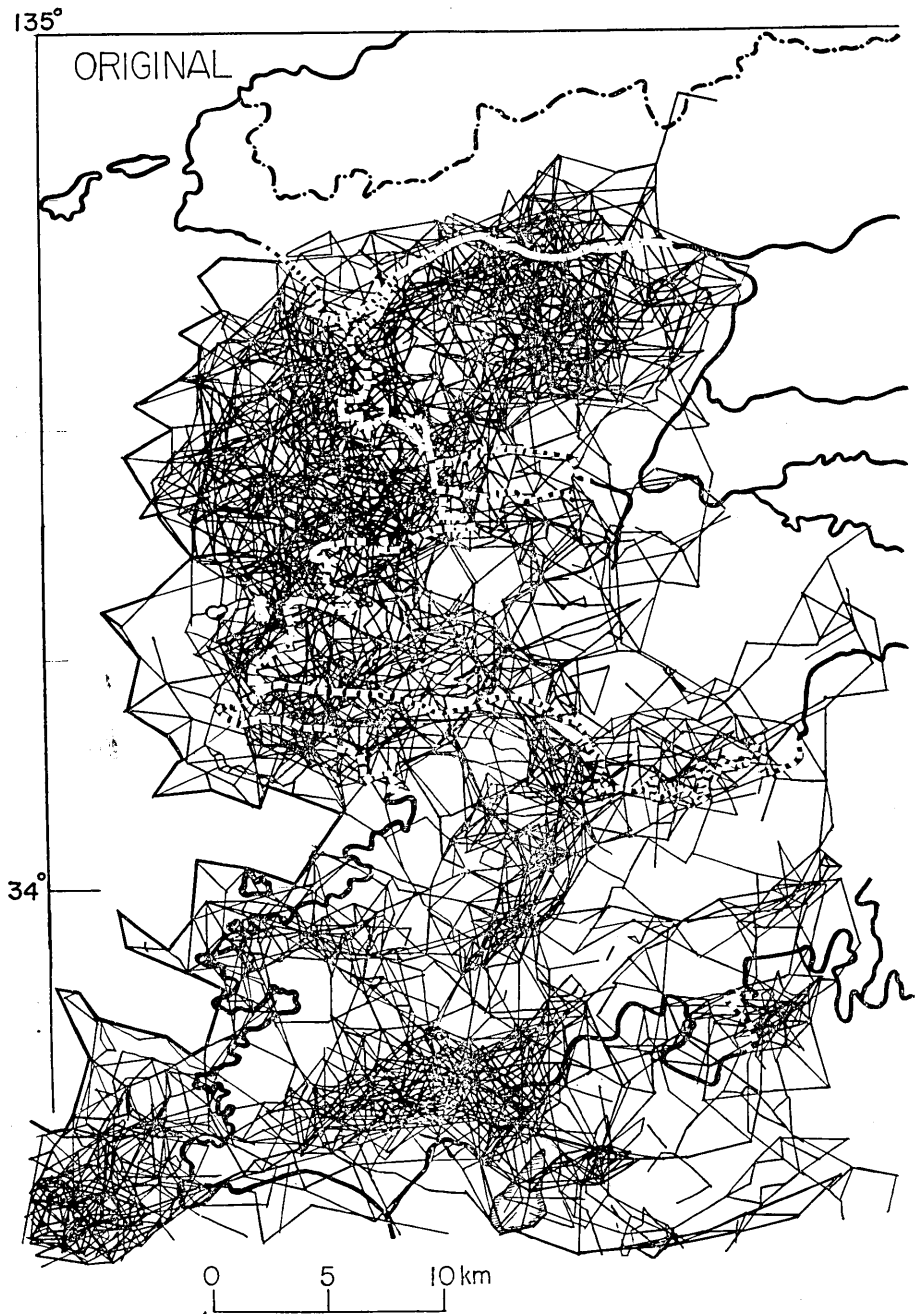


Fig. 5. Superposed epicentral linkage pattern of micro-earthquakes in the NW part of the Kii Peninsula.

ここに記した Pattern Analysis の方法は Input Data として震源データを与え処理の条件の規制する要因を変化させながらくりかえし試行を行って信頼度の高い線状配列を検出するためには計算機処理におきかえることが好ましい。またこの解析は同種のくりかえし計算が多いことを考え合せると、計算機処理にきわめて適した問題であると考えられる。しかしこの方法の最も主要な特質は単なる震央のプロットの重ね合せでは見失なわれる震央分布の Pattern が検出しようという点にある。

<解析結果>

(i) 合成図

Fig. 5 に各期間の配列図を合成したものを示す。この図は震央を結ぶ Arm の長さを 1, 2, および 3km と設定したものをすべて含んでいるので地震活動レベルの高い地域での線分の密度がきわめて高くなり微細構造が判別しにくいきらいがある。将来計算機処理を行うばあいには各 Arm の長さ別に合成図を作る必要がある。しかし Arm の長さを 1~3 km という幅を与えたことにより震央分布密度にほぼ比例して線分の密度が高くなるので震央分布図と線状配列図の特質を兼ね備えているという特長がある。

(ii) 分解図

分解法の(2)すなわち線状配列の線分の長さがある一定以上のもののみをとりだす方法により分解図を作成した。今回は線分の長さが 10km 以上でかつ近接して同一走向の線分が卓越しているもののみをとりだした。その結果を Fig. 6 に示す。10km という線分の長さを選んだ理由は(1)半月毎の震央分布図を基礎とすると 10km の線状配列は平均数箇の震央の Linkage で構成されるので合成された結果として 2 ないし 3 本の線分が近接しかつ同じ走向をもつ場合が多いことを考え合せると線状配列を規定するのに関与する震央数は 10km あたり 10~15 箇以上となり結果に相当の信頼がおけること(2)地形、地質構造の主な Pattern の単位がほぼ 10km の長さで規定されていることである。この分解図はきわめて Systematic な線状配列を示しており、後述の<解釈>の項で述べるようにこの分解図は紀伊半島北西部の地震断層分布に対応するものと考えられる。

<解釈>

(i) 紀伊半島北西部地域の推定断層系の概略と Block Structure

Fig. 5 および Fig. 6 に示す結果から Fig. 5 の線分の密度即ち地震活動レベルと Fig. 6 の推定地震断層の走向とから紀伊半島北西部地域を 16 箇の Block に区分した。その図を Fig. 7 に示す。それらの特長は次のようなものである。

(1) Block 'A' と 'C' との高レベル地震活動域の中間に 'B' なる相対的な低レベル地震活動域が介在する。

(2) Block 'A' の高レベル地震活動域は和歌浦湾 Block と呼ぶべき地域でその地震活動域の境界は和歌山—海南および海南—有田を結ぶ海岸線にほぼ沿った線、すなわち互に直交する $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ および $N60^{\circ}\sim 70^{\circ}E$ の走向をもち、かつ和歌浦湾を囲む線に一致する。

(3) Block 'C' において卓越する Lineation の走向は EW, $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$, $N20^{\circ}\sim$

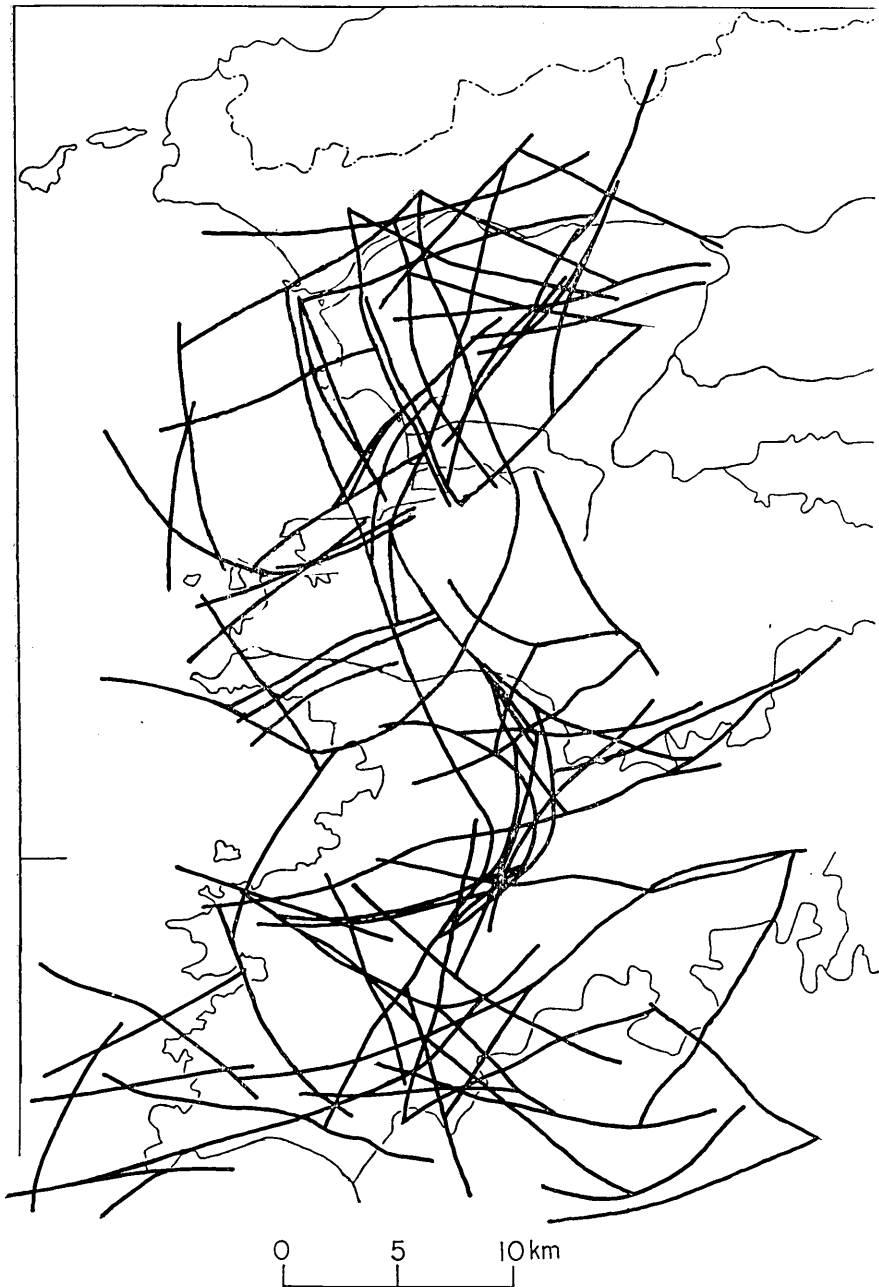


Fig. 6. Major seismic fault systems derived from micro-earthquake epicentral data in the NW part of the Kii Peninsula.

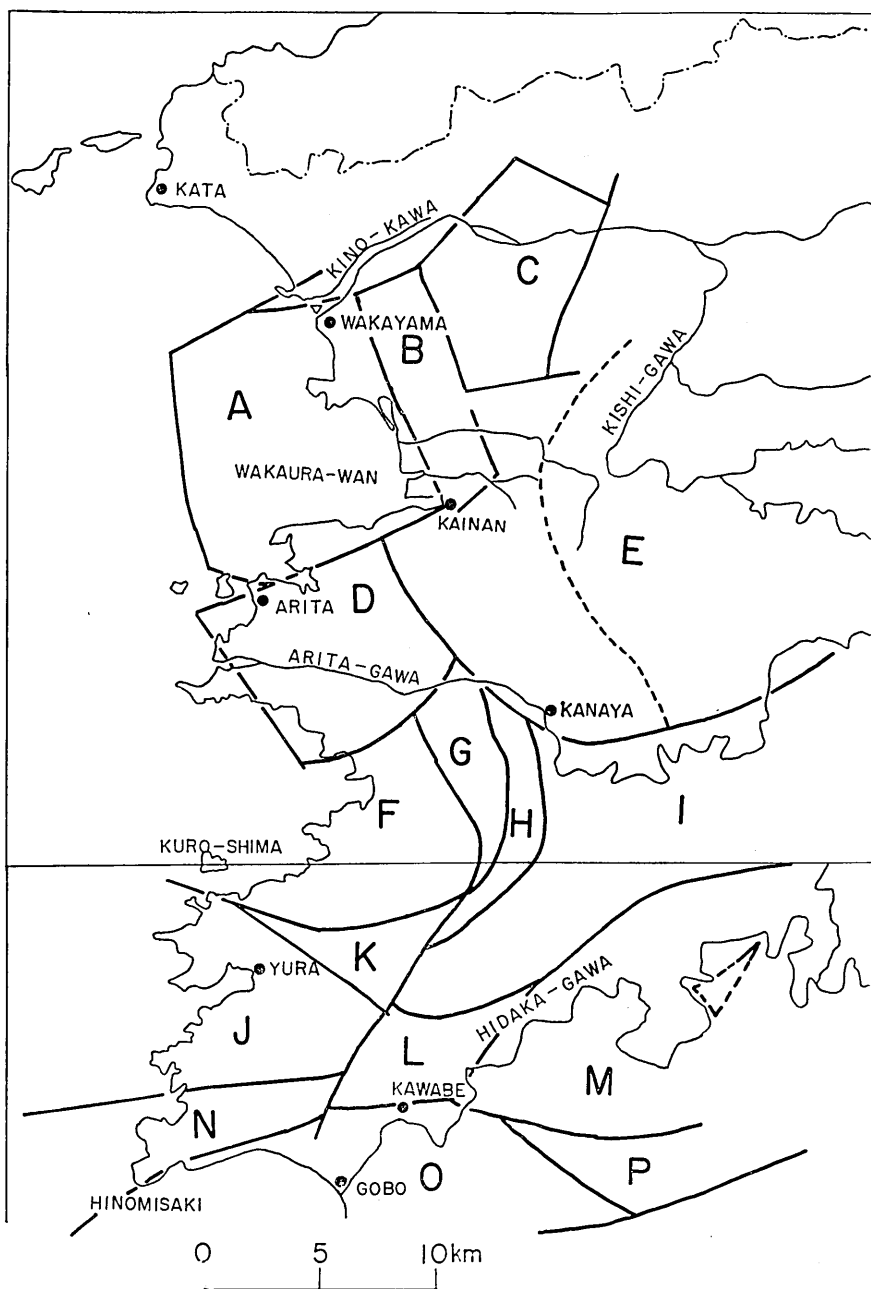


Fig. 7. Block structural zoning in the NW part of the Kii Peninsula.

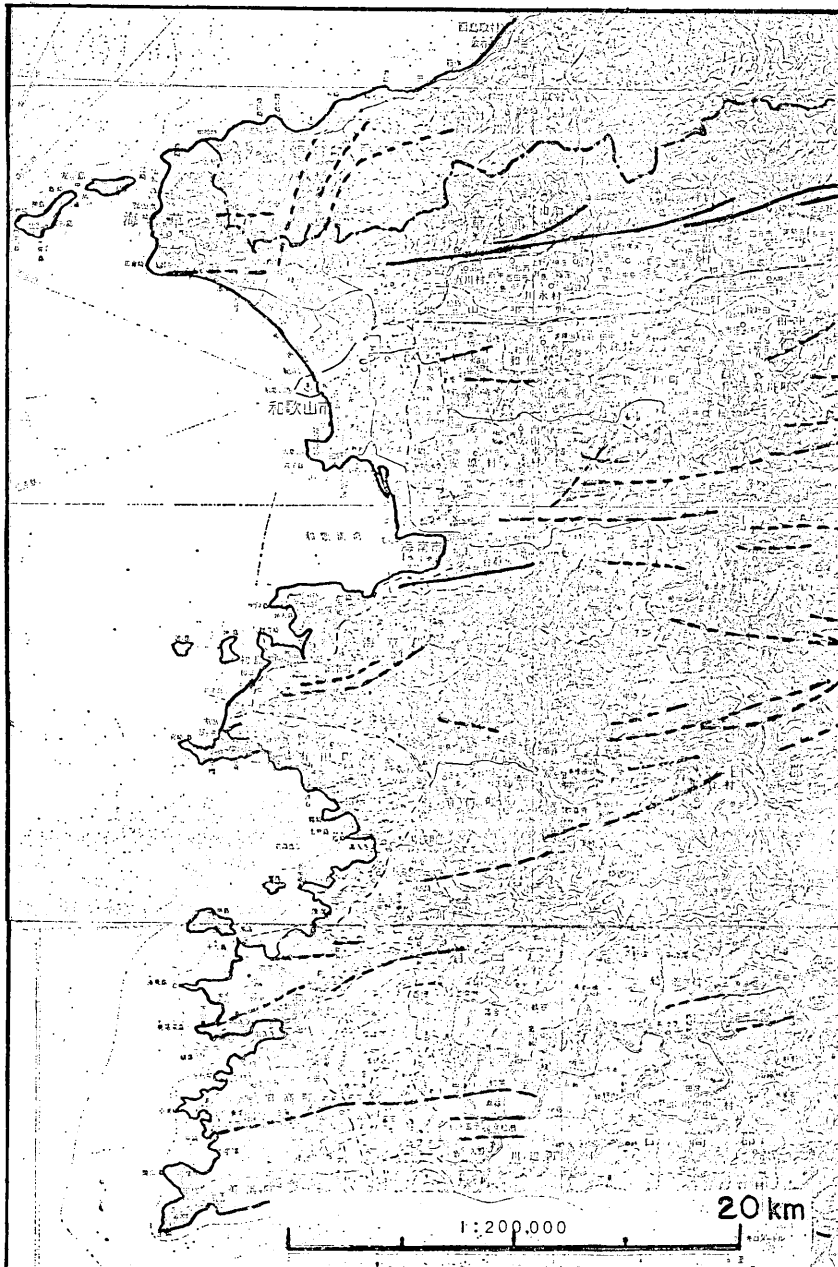


Fig. 8. Active fault distribution in the NW part of the Kii Peninsula from airgraph analysis. (after T. Matsuda)

——; Confirmed, - - - -; Probable

30°E および N75°W である。このうち N20°~30°E の走向はきわめて顕著である。'C' の南および東の境界は低レベル地震活動域 E と接する。

(4) Block 'A' の南に地震活動レベルの比較的高い Block 'D' が接するが、その北部は南部に比して地震活動レベルが低い。もし Block 'D' の北部を独立 Block と考えるならばそれはちょうど Block 'A' と 'C' との間に介在する 'B' と類似の性質のものと考えられる。'D' において卓越する Lineation [走向は 'A' のそれと同じ N20°—30°W および N60°—70°E である。

(5) Block 'F' の東の境界は湾曲する海岸線に平行でかつ 5km 海岸線から東に内陸へ後退した線であり、Active な地震活動域 'G', 'H', 'K' と接する。またこの海岸線に平行でかつ 2km 海側へ西に出た線が Block 'F' の西側の境界である。黒島をかこむ湾状海域およびその東側外周地域からなるこの Block 'F' では地震活動レベルはきわめて低く和歌浦湾の Active な地震活動と対照的である。この Block 'F' の地震活動は海岸線形成の造構運動と何らかの関係があるようである。

(6) Block 'G', 'H', 'K' は共に高レベル地震活動域である。'G' および 'H' の上部の Lineation は有田川の急激な屈曲と平行しており、河川の流域の形成と弱線に沿う地震活動の関係を暗示しているようである。

(7) Block 'I' の北部は有田川の流域に沿って 東部へ延びこれに対応する地震活動は御荷鉾、仏像線が微小地震を伴っていることを示している。'I' の南の境界は日高川の流域に沿っていることが注目される。

(8) Block 'L' の活潑な地震活動はそれぞれ N, NE, NW, W の各方向から 'L' に向う走向の Lineation の Junction にあたっており、この地域の地震活動およびその発震機構の複雑さを予想させる。

(9) Block 'M' は北の境界に対応する Lineation が日高川の流域の bend に調和的であることと日高川の一部の流域を短絡する形で局地的な群発地震域をもっている。これは Fig. 7 の Block 'M' の中に点線でかこんだ三角形で示してある。

(10) Block 'N' の西端は日の崎沖の Active な地震活動域であり、地震活動レベルのきわめて低い Block 'O' をはさんで西側の Block 'P' をつなぐ EW の走向の Lineation が卓越する。Block 'P' の南の境界は EW の走向をもつ Lineation に対応する群発性地震域である。

(ii) 地形地質断層と推定地震断層との関係

Fig. 8 は T. Matsuda による航空写真から判定した活断層分布図である。Fig. 9 は T. Iwahashi による地質断層分布図である。この両者は互に多くの共通点がみられる。これらを Fig. 6 に示す微小地震震央分布から推定した地震断層系と比較すると次のことが指摘される。(地名については Fig. 7 参照)

(1) Median Line そのものに対応する地震断層系は微小地震活動の北限が Median Line の位置まで達していないので推定するすべもないが、Median Line の約 1.5km 南にこれとほぼ平行した EW の走向 Lineation がみられ、それよりさらに 2km の位置に紀川河口附近からちょうど前者の Lineation との間に紀川をはさむ形で EW の走向の Lineation つまり推定断層がある。この EW の走向は紀伊半島北西部全域の一

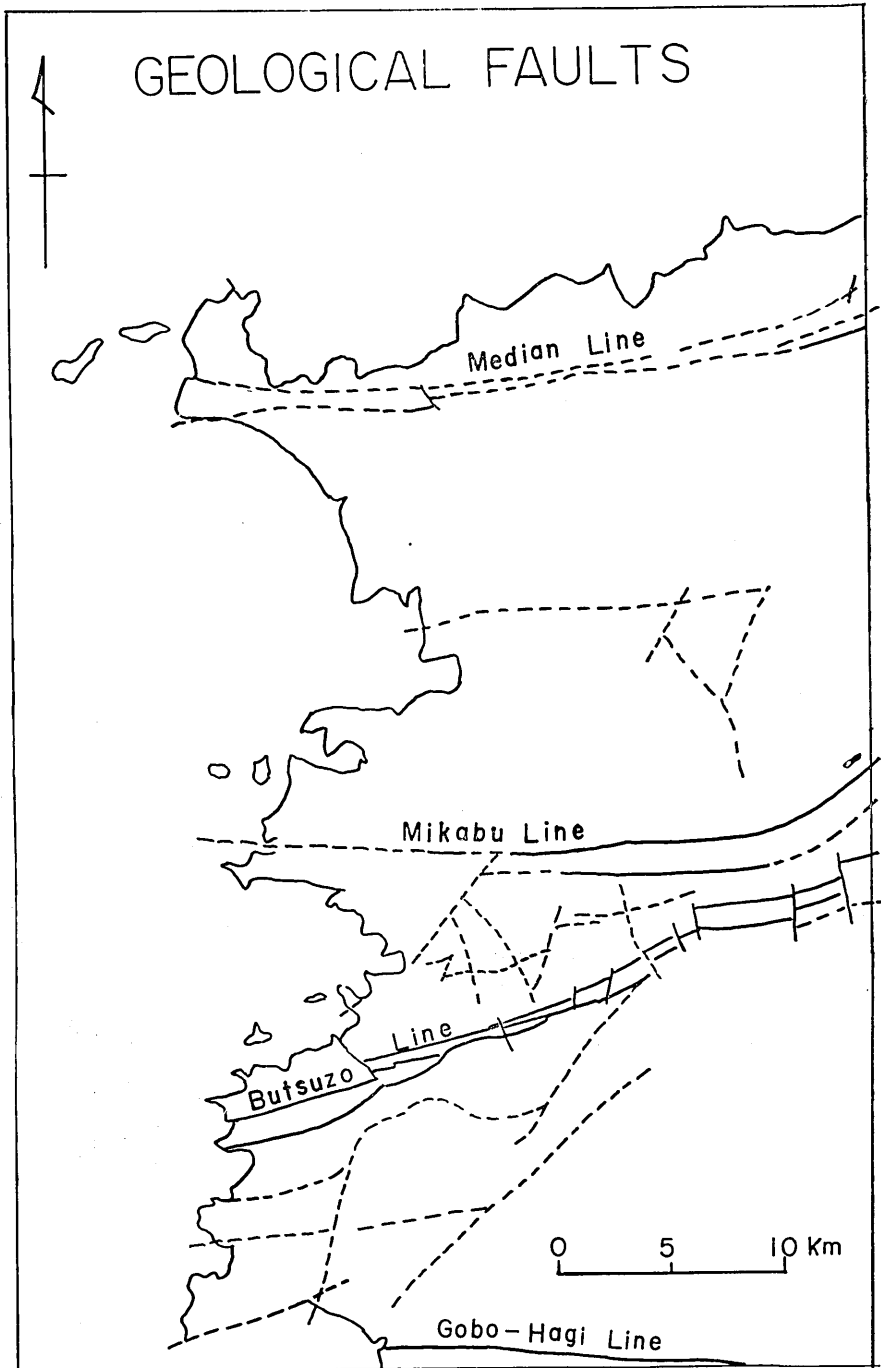


Fig. 9. Geological fault distribution in the NW part of the Kii Peninsula. (after T. Iwahashi)

般的地質構造の Trend に対応しているものとみられる。

(2) 御荷鉢線以北にみられる $N45^{\circ}W$ ないし $N60^{\circ}W$ の走向の地形地質断層系は推定地震断層系にもみられる。

(3) 御荷鉢線と仏像線およびそれによりはさまれた地域の地形地質断層系は推定地震断層系ときわめてよい一致を示す。即ち有田川河口から内陸部流域に沿って EW 方向に向う系（御荷鉢線）と黒島ないし由良から約 $N75^{\circ}E$ の走向で内陸部に向い有田川に沿う系（仏像線）が推定地震断層系にみられるのみならず、この2つの Major な地形地質断層系にはさまれた地域の NS, NE-SW, NW-SE の走向の小規模の断層系もその傾向がよく一致している。これらのよい一致から判断して、御荷鉢仏像線はきわめて Active な微小地震活動を伴っていると考えられる。これらの地質断層は地殻の弱線であり、ここでの地震活動の群発性はこの既存の弱線に沿って発生していると解釈できる。

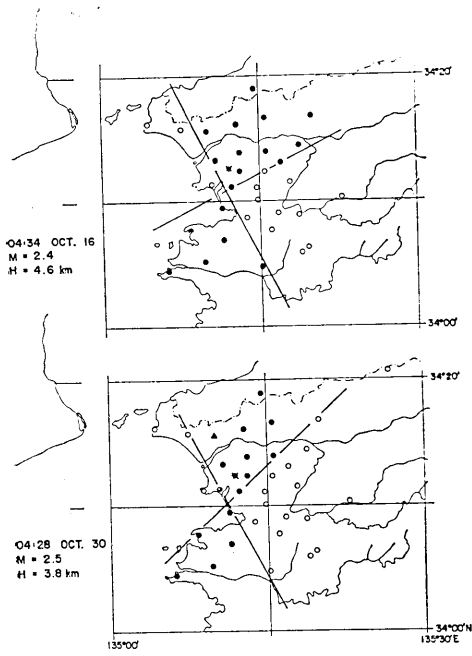
(4) 仏像線以南、日高川流域以北の地域の地形地質断層系はほぼ EW の走向をもつもの、日高川の流域にそったほぼ $N60^{\circ}E$ の走向をもつものおよび $N10^{\circ}E$ ないし $N20^{\circ}E$ の走向をもつものの3種に分類されるが推定地震断層系はこれらのいずれともよい一致を示す。

(5) 地形地質断層系には認められず推定地震断層系のみ認められるものは御荷鉢線以北においては NE および NW の走向の顕著な推定地震断層系であり、とくに前項で述べた Fig. 7 に示す Block 'A', 'B', 'C' および 'D' において著しい。とくに和歌浦湾の地震域の境界を規定する $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ と $N60^{\circ}\sim 70^{\circ}E$ の走向をもつものは、この地域の微小地震の発震機構を規定するものとして注目をひく ((iii)参照)。仏像線以南においては NE 方向の推定地震断層系およびこれと調和的な地形地質断層系 Conjugate と関係をもつと思われる NW の走向の推定地震断層系が卓越している。

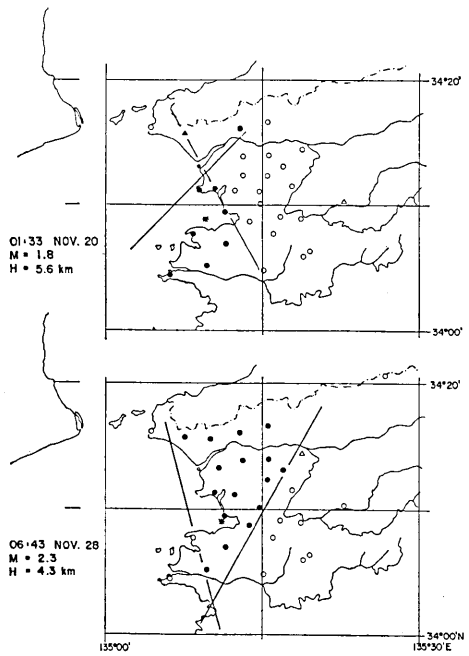
(iii) P 波初動の押し引き分布による Focal Mechanism と推定地震断層系との関係

ここでは特に Fig. 7 に示す Block 'A' および 'B' に発生する微小地震の Focal Mechanism について考察する。Block 'A' を規定する主な推定地震断層系は前述のように、Fig. 6 および Fig. 7 に示す和歌山—海南を結ぶ海岸線にほぼ平行な走向 ($N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$) のものと、これとほぼ直交する海南—有田を結ぶ海岸線にほぼ平行な走向 ($N60^{\circ}\sim 70^{\circ}E$) のものことからなる。(i) で述べたようにこれらの互に直交する推定地震断層系で囲まれた Block 'A' はいわば和歌浦湾 Block と呼ぶべき群発性地震発生域であり紀伊半島において地震活動レベルが最も高い地域である。地震活動レベルの高い2つの Block 'A' および 'C' の間にはさまれた比較的地震活動レベルの低い Block 'B' を規定する主な推定地震断層系もまた $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ である。

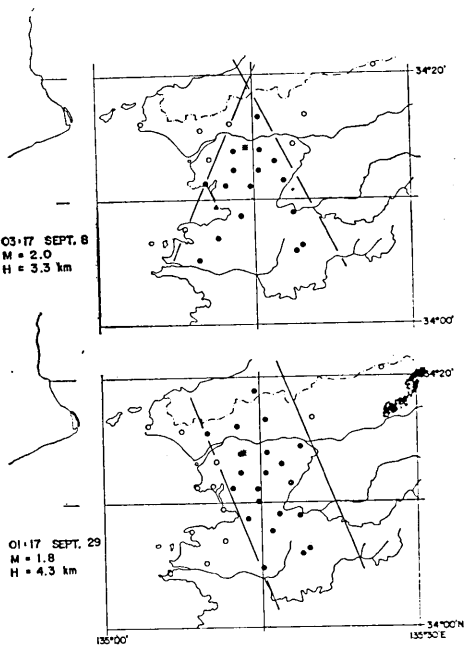
Block 'A' および 'B' で発生する微小地震の初動の押し引き分布の様式には種々あるが多くの場合それらの Nodal Line の一つが $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ をもち和歌山—海南を結ぶ海岸線に平行でかつ推定地震断層の走向と一致するという著しい特長がある。もう一つの Nodal Line の走向は、かなり地震毎に大巾に変動することが指摘できる。前者即ち多くの地震に共通の走向をもつ Nodal Line が、断層に対応するものと考え、もう一方の Nodal Line の地震毎のばらつきおよび Nodal Line と震央との相対的位置関係がこの断層系の Dip Angle t 断層面での Slip の様式を規定するものと考えて Block 'A' および 'B' で



(a)



(b)



(c)

Fig. 10. Examples of initial motion distributions of micro-earthquakes in the Kii Peninsula.

⊙; Push, ○; Pull, *; Epicentre

発生した微小地震の発震機構を考察し、あわせてその Tectonic な意味を推察する。

1970年の9月から12月にかけて M. Nakamura らは Block 'A' および 'B' を含む和歌山、有田地域の微小地震の押し引き分布を調べる目的で稠密多点観測網による観測を行った⁵⁾。その結果の一部を Fig. 10-a, b, c に示す。

(1) Fig. 10-a の上図に示す例、即ち Oct. 16, 1970, $M=2.4$ の地震の押し引き分布を上述の Nodal Line と断層の走向の対応関係から解釈すると、この地震の断層は Strike は $N27^{\circ}W$ でほぼ Pure な Left Lateral の Strike Slip Fault と考えられる。

(2) Fig. 10-a の下図に示す例、即ち Oct. 30, 1970, $M=2.5$ の地震は断層の Strike が $N26^{\circ}W$ でほぼ上述の例と同様な Left Lateral の Strike Slip Fault と考えられるが $N64^{\circ}E$ 方向下りの Dip をもっている。

(3) Fig. 10-b の上図に示す例、即ち Nov. 20, 1970, $M=1.8$ の地震は断層の Strike が $N30^{\circ}W$ で $S60^{\circ}W$ 方向下りの Dip をもち断層面での水平成分と垂直成分の Slip とがほぼ等しい。これに対し

(4) Fig 10-b の下図に示す例、即ち Nov. 28, 1970, $M=2.3$ の地震は断層の Strike が $N15^{\circ}W$ で $N75^{\circ}E$ 方向下りの Dip をもちこの場合もまた水平、垂直成分の Slip がほぼ等しい。注目すべき点は Fig. 10-b の上図の例と下図の例とでは Dip Slip 成分の様式が上盤、下盤の関係において互に逆になっていることがある。即ち上図の例の場合は西側（海側）が東側（陸側）にのり上げる Thrust であるのに対し、下図の場合は逆に東側が西側にのり上げる Thrust となっていることである。両者共に東西圧縮力下で同等に存在しうる断層様式である。この2つの地震が時間、空間的にきわめて接近して発生したものであることを考え合せると、微小地震の発震機構がきわめて多様性に富んだものであることを示すよい例である。

(5) 10-c の上図の例は Fig. 10-b の上図に示す例とほぼ同じ断層様式に対応するので説明を省略する。

(6) Fig. 10-c の下図の例は互に平行な2本の Nodal Line が $N21^{\circ}W$ の Strike をもっている。もし東側の Nodal Line を Fault に対応するものと考え、その断層面はきわめて水平に近くこれを断層面とすることも可能であるが、むしろ西側の Nodal Line を Fault に対応するものと考え Strike が $N21^{\circ}W$, $N69^{\circ}E$ 方向に下る Dip をもつ Pure Dip Slip Fault と考えた方がよさそうである。

このように多くの地震に共通する Nodal Line と断層の Strike とを対応させて考えた場合、みちびかれた結論は、時間的、空間的に接近した地震でもその断層様式は Pure Strike-Slip から Pure Dip-Slip Type にいたるまで変動の巾をもち、かつ Dip Slip の様式にも東西主圧力下では同等に存在しうる2つの様式が実際に存在していることが判明した。つまり微小地震の発震機構の特徴は Block 'A', 'B' に関する限り、 $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ の Strike の断層に関与しているという大勢の傾向以外は、東西主圧力下で可能なほぼすべての断層様式が観測されたことになる。

微小地震の発震機構と造構運動の様式とを関連づけるためには現実に存在する多様な発震機構の Type の中のいずれのものが造構運動の基本的な方向と一致しているのかを判別することである。Block 'A' の造構運動として和歌浦湾の沈降とそれに対する西側陸



Fig. 11. A typical geomorphological pattern with strikes parallel to the epicentral linkage trends in the area of Block 'A' and 'B'.

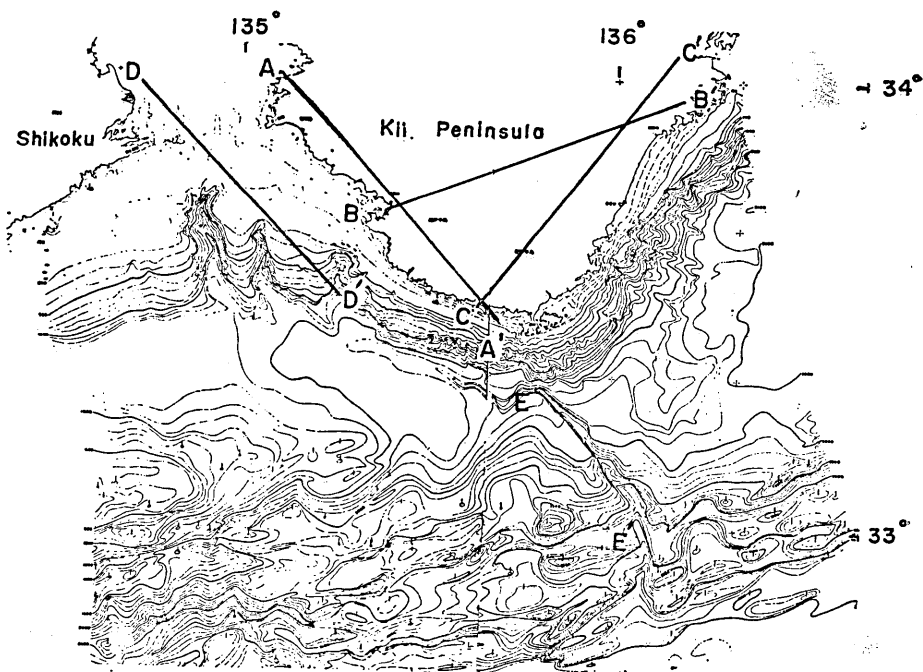


Fig. 12. Regional lineation linkages (A-A', B-B', C-C', and D-D') and a trough off southern coast of the Kii Peninsula (E-E').

地部の隆起が基本的な方向と考えるならば、Fig. 10-b の下図および Fig. 10-c の下図の例などは上述の造構運動の方向と調和的なものと判断される。

(iv) 和歌山市地域における顕著な断層地形の走向

Fig. 11 は和歌山市地域における標高 20m 以上の部分を黒く塗りつぶした図である。

和田川の流域盆地部はほぼ $N30^{\circ}W$ および $N135^{\circ}W$ ($N55^{\circ}E$) の走向をもつ線状の境界の山地地形で囲まれている。この2つの走向は Pattern Analysis によってもとめられた和歌浦湾をかこむ断層系に代表される Block 'A' および 'B' における断層系とほぼ平行な走向である。Block 'A' および 'B' で発生する微小地震の発震機構の Nodal Line のうち多くの地震に共通する走向も $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ であることを考え合わせるとこの地形に表われた断層系の走向はこの地域の Tectonic な運動の表われと考える。この断層のすべりの様式は、(iii) の結果から東上りの Thrust と予想されるが、今後この地域の微小地震の発震機構を調べる必要がある。さらに現在の地震活動がこの地域を最近の地質時代を通じて続いたとしたとき、ここで示したような地形が生じうるかどうか定量的検定が必要であろう。

(v) 微小地震の震央分布の Regional Lineation と潮岬沖の海底断層

Fig. 12 は紀伊半島およびその周辺地域の浅発性微小地震のおおまかな Lineation Linkage Pattern (A-A', B-B', C-C') と $136^{\circ}E$, $33^{\circ}10'N$ を中心に走向約 $N35^{\circ}W$, 長さ約 40km 以上におよぶ Trough (E-E') (3) を示している。この Trough の位置とその走向は紀伊半島南海岸ぞいにこの Trough とほぼ同じ走向の A-A' の線で示される微小地震分布の Lineation の延長とよい一致を示す。さらに、これは紀伊半島北西部において Fig. 6 に示す断層系のうちほぼ $N45^{\circ}W$ の走向で川辺北部から黒島にいたる断層につながる。この Trend は紀伊半島南海岸の走向と一致している。もしこれが地震断層であればおそらく Left-Lateral な Strike Slip か東にかたむく Dip をもった Thrustic な発震機構が期待される。また A-A', B-B' および C-C' との Junction Point はちょうど群発性地震域であることは注目すべき点であると共に A-A' と C-C' は紀伊半島内陸部のマントル地震の分布面といわれているものの走向と一致する。今後この点に着目した発震機構の研究が必要である。

<結語> 微小地震の震央分布に示される特長的な Pattern の解析から求められた推定地震層系の様相は発震機構、地形、地質断層系ときわめて密接な関係をもっていることが示された。さらに解析方法に改良を加え信頼度の高い分布図を作成する予定である。

<謝辞> 航空写真による活断層の資料の提供および有益な御意見をいただいた地震研究所松田時彦助教授に感謝する。

参考文献その他

- (1) 藤田 和夫・岸本 兆方：近畿のネオテクトニクスと地震活動，科学，Vol. 42, No. 8, Aug. 1972, pp. 422-430
- (2) 岩橋 勉：和歌山県地質図（改訂版）Mar. 1966
- (3) 松田 時彦：航空写真による紀伊半島の活断層分布（仮題）(on Personal Communication)
- (4) 歌代 慎吉・岩淵 義郎：南海沖海底地形地質構造調査，地震予知連絡会会報 Vol. 5 pp. 49-56, Apr., 1971

*Preliminary Report on Seismic Fault Systems derived from
Microearthquake Distribution in the North-western
Part of the Kii Peninsula.*

By Megumi MIZOUE, Masao NAKAMURA and Keiko KOTANI,

Earthquake Research Institute.

Systematic lineation patterns are detected in micro-earthquake epicentral distributions by using a pattern analysis method in the north-western part of the Kii Peninsula, Central Japan. Twenty months' data set covering the period from 1965 to 1969 are available for the analysis. Epicentral data plots on a map for every half a month provide a basic material to reproduce characteristic lineation patterns in each sequence of micro-earthquake activities.

In addition to the EW trend of epicentral lineations harmonious with the principal geological trend in the region, NE-SW and NW-SE trends are predominant reflecting the well-established EW compressive stress field on tectonic background. Some of the lineations are in parallelism with or along the general trend of shore lines and river basins. Pre-existed geological faults, particularly major ones represented by the Mikabu and Butsuzo lines, are distributed consistently with the lineation systems.

The results lead to a conclusion that the epicentral lineation patterns are closely related with seismic fault systems and that the pre-existed major geological faults are seismically active. In the vicinity of Wakayama and Kainan, thrustic nature of fault movements, as derived from focal mechanism studies of micro-earthquakes, is the most probable factor in the developments of a characteristic tectonic feature with $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}W$ trend associated with the subsidence of the Wakaura-wan and the high seismic activities in the area.