

神奈川における地震活動

——震源分布からみた地域性——

棚田俊收¹

1. はじめに

神奈川県は、起伏に富んだ美しい景色に恵まれている。この景色を作り出した地形は、長年の地殻変動によってできあがった。地殻変動は現在も続いており、地震活動や火山活動を通して、その動きを理解できる。

一般に、地震活動の調査・研究を行うには、多数の地震計を設置し、長期間観測を続ける必要がある。神奈川県は、60年代初めから箱根火山で地震観測を行ってきた。当初の目的は、箱根火山の活動監視であった。1959（昭和34）年～1960（昭和35）年に発生した箱根火山の群発地震活動は、多くの有感地震を伴い、地域住民は火山噴火の恐怖にさらされた。神奈川県土木部は、箱根に地震観測所を開設し、データ解析を東京大学地震研究所水上研究室に依頼した。その後、火山観測施設は土木部から、1968（昭和43）年に温泉地学研究所（当時、温泉研究所）が引き継いだ。この観測による箱根火山の地震活動については、平賀（1987）にまとめられている。なお、この有線・現地記録方式の観測は、1989（平成元）年3月まで続いた。

1980年代に入ると、近い将来、神奈川県西部地域に、M7クラスの地震が発生する可能性が指摘された（石橋、1994）。神奈川県は、この地震を「神奈川県西部地震」と名付け、直下型地震に対する防災対策の取り組みを始めた。その政策の一環として、温泉地学研究所は、1988（昭和63）年4月から、神奈川県西部地域に、高感度地震計を再整備・拡充を行った。現在、14カ所の地震観測データに基づき、県西部全域の地震活動の把握に努めている（神奈川県温泉地学研究所、1992）。

本報告では、神奈川県内と周辺の地震分布から、地震活動の地域性を検討した。県西部地域については、温泉地学研究所が決定した1990（平成2）年以降の資料を、県全域の地震活動については、気象庁の資料を用いた。

2. 神奈川県および周辺の震源分布

神奈川県下では、地震は一樣に分布しておらず、地域性がある（図1）。震央は、相模川以西と県東部地域の北（多摩川や多摩丘陵付近）に片寄って分布している。震源の深さは0～150km範囲内であるが、60km以浅と100～150kmに分かれている。深さ60km以浅の震源は、県西側で浅く、東側で連続的に深くなっている。この分布は、相模トラフから沈み込むフィリピン海プレートの形状をあらわしている。深さ100～150kmでは、県東側より西側の震源が、深くなっている。これは、日本海溝から沈み込む太平洋プレートに伴って発生している地震である。

深さ別の地域性を把握するために、図2に60km以浅を、図3に60～160kmの範囲で発生した地震を示した。表示期間は、両図とも1990（平成2）年から1994（平成6）年8月までの約5年間分である。マグニチュードは、2.0以上とした。なお、図1から3の震源は、気象庁資料を用いた。

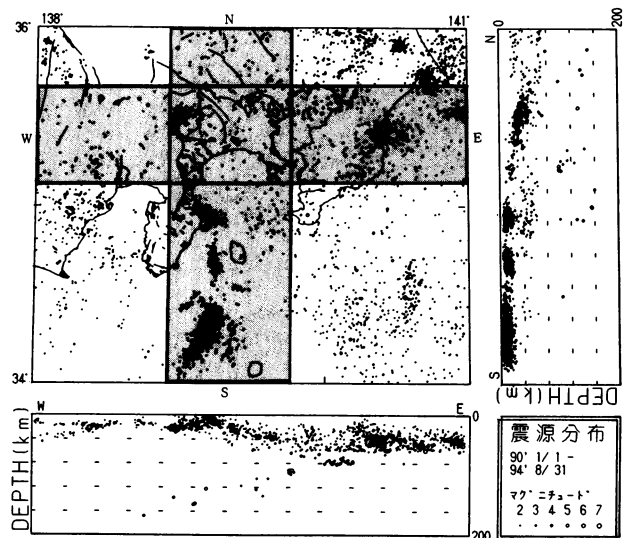


図1 震源分布（深さ0～200km）

左上は、震央分布を示す。網掛けの範囲を東西断面図（左下）と南北断面図（右上）にあらわした。期間は、1990年1月から1994年8月までの約5ヶ年である。震源は、気象庁資料である。

¹ 神奈川県温泉地学研究所 小田原市入生田586 〒250

2. 1 深さ60km以浅の地震について

60km以浅には、地震が密集している地域、いわゆる「地震の巣」が、4カ所ある。密集地域を点線で囲み、図2に示した。

神奈川・山梨県境と伊豆半島東方沖で、地震が密集して発生している。両地域は、関東近辺の中でも、活発な地震活動域の一つであり、過去にM6クラス被害地震が起こっている。神奈川・山梨県境地域については、3章で説明する。

伊豆半島東方沖地震群の震源の深さは、10~20km前後と浅く、フィリピン海プレート内部で発生している。

この地域では群発地震や海底噴火などの地震・火山活動が、活発な地域である。1980（昭和55）年の「伊豆半島東方沖地震（M6.7）」以後、毎年のように群発地震が続発した。1989（平成元）年の海底噴火以降の群発地震活動は、数年に1~2回程度に低下している。

神奈川県中部の地震群では、1991（平成3）年7月20日にマグニチュード3.9、同年10月19日にマグニチュード4.0の地震が続けて発生した。震源の深さは20km前後であった。この地震群のほとんどは、両地震の余震である。これらの地震は、フィリピン海プレート内部、もしくは上面で発生している。1980（昭和55）年から1990（平成2）年までの間に、マグニチュード3を超える地震は8回（表1）あり、その活動は小規模であった。マグニチュード5以上の地震は、1926（昭和元）年以後、起こっていない。

表1 神奈川中部で発生した地震

発生年	マグニチュード
1981（昭和56）年	M3.1
1984（昭和59）年	M3.5
1986（昭和61）年	M3.0
1986（昭和61）年	M3.5
1986（昭和61）年	M3.1
1986（昭和61）年	M3.2
1987（昭和62）年	M3.0
1987（昭和62）年	M3.5
1990（平成2）年	M3.4
1990（平成3）年	M3.9
1990（平成3）年	M4.0

県北東部には、20~40kmの深さに地震群がある。これらの地震は、発生機構が複雑で、北米プレート内部、もしくはフィリピン海プレート内部で起こっていると考えられる。1948（昭和23）年以降、マグニチュード5以上の地震は、起こっていない。

一方、県内では、地形や地質から活断層の存在が、明りょうであるにもかかわらず、活断層沿いの地震活動は、著しく低い。国府津—松田断層、鶴川断層、三浦半島の北武断層付近の浅い地震活動は、ほとんどない。

伊勢原断層付近の地震活動も、ほかの活断層と同様に低い。しかし、1995（平成7）年11月1日に、マグニチュード2.2の地震が、伊勢原地域で発生した。震源が浅かったため、同地域のみが有感となった。この様な有感となる浅い地震は、これまで観測されていない。

活断層の活動サイクルは、松田（1995）に従うと、前駆的活動期—前進期—余震期—静穏期に分類できる。

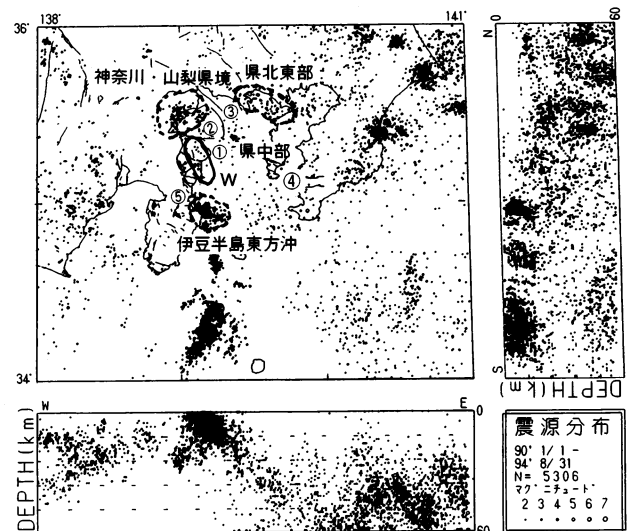


図2 浅発地震の震源分布（深さ0~60km）

左上は、震央分布を示した。東西断面図を左下と南北断面図を右上にあらわした。期間および震源資料は、図1と同じ。Nは、地震数を示す。

Wは、神奈川県西部地震の発生想定域を示す。番号は、断層に対応する。①国府津—松田断層、②伊勢原断層、③鶴川断層、④北武断層、⑤北伊豆断層

伊勢原断層は、静穏期に属すると考えられている（松田、1995）。その根拠は、地質調査より活動間隔が約5千年であり、878（元慶2）年の地震（M7.4）が、この断層によって引き起こされたと推定されているためである。従って、断層付近の浅い地震活動が低いのであろう。

北伊豆断層付近の地震活動の低さは、余震期直後の静穏期を意味する。地形調査とトレンチ調査結果から、この断層の活動間隔は、約7百～千年と推定されている。もっとも新しい地震は、1930（昭和5）年の北伊豆地震（M7.3）で、左横ずれの地震断層が、地表にあらわれた。これ以前は、841（承和8）年の地震に対応すると考えられている。

その他の活断層が、どの活動サイクルに属するかは、短期間の震源分布からだけでは区別できない。今後、古文書やトレンチ調査などによる、詳細な地震発生履歴の解明が期待される。

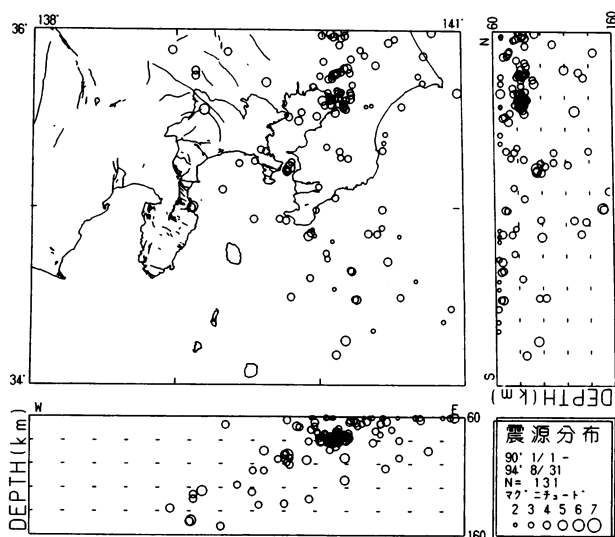


図3 深発地震の震源分布（深さ60～160km）

図構成は、図2と同じであるが、マグニチュードに比例した丸印の大きさを変更している。

相模湾北西部での地震活動は低い。この地域は、「神奈川県西部地震」の発生が予想される領域（W）にあたる。詳細は、「4. 神奈川県西部地震と最近の地震活動」で説明する。なお、「神奈川県西部地震」の発生想定領域（W）は、神奈川県（1993）の断層モデルを取り囲むように設定した（図4）。

2.2 深さ100km以深の地震について

県下では、深さ100kmを超える「やや深発地震」も発生している（図3）。深さは、県東部で約100km、県西部で約150kmである。震源の分布は、連続的に西方向に下り傾斜で、北海道から関東地方まで続く「深発地震面」の一部である。この「深発地震面」は、日本海溝から沈み込む太平洋プレートによって形成されている。60km以浅の活動と比べると、発生頻度は低い。

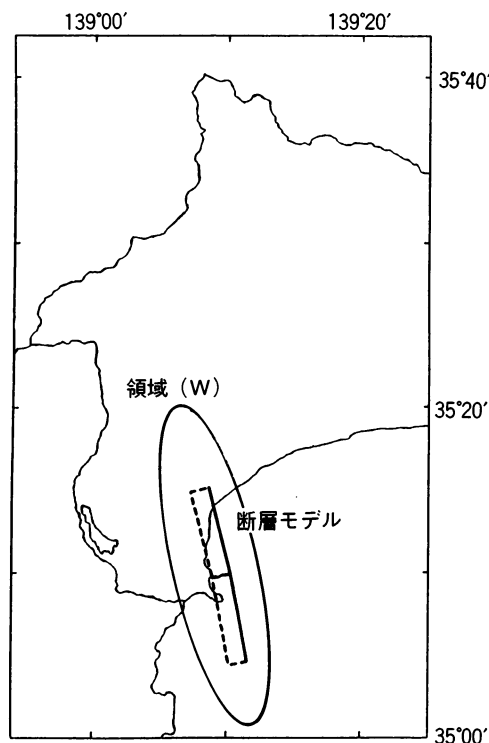


図4 「神奈川県西部地震」の発生想定領域

神奈川県（1993）の断層モデルを取り囲むように、領域（W）を設定した。断層面は、長さ20km、幅12km、ほぼ垂直に立っている。断層面の先端側（地表に近いところ）は実線で、それ以外は、破線で示されている。

3. 神奈川県西部地域の震源分布の特徴

地表からは見えない地殻内部の詳細な「傷」を調べるには、高感度・高密度の微小地震観測網を配置する必要がある。温泉地学研究所の観測点数は、14ヶ所である。その内の6ヶ所では、高感度の観測能力を維持するために、地下約百メートルに地震計を設置している。箱根火山を含む県西部地域では、感度と密度の高い地震観測網を保有している。観測点分布を図5に示す。

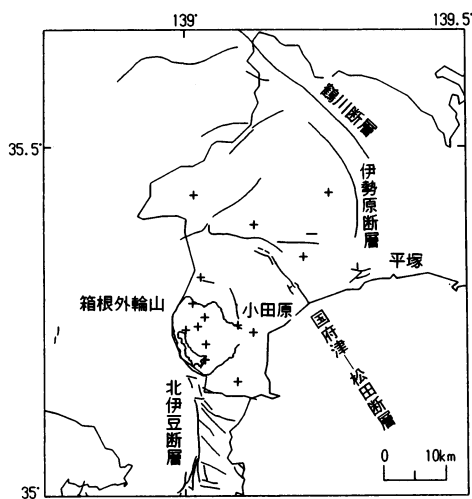


図5 観測点分布
+は、観測点を示す。

観測能力の違いを、震源分布として図6にあらわした。図6(a)は温泉地学研究所、(b)は、気象庁によって決定された県西部地域の震源分布である。温泉地学研究所の地震観測数は気象庁の約2倍あり、高感度・高密度の微小地震観測網の成果と考えられる。ただし、当所の地震観測網外である神奈川県中部(図2)や富士山直下では、気象庁の方がよく震源が決まっている。これは、観測網の広がりが違うためである。

以下では、地震の塊状分布が読み取れる温泉地学研究所観測網内を中心に、県西部における震源分布の地域性を説明する。

表2 神奈川・山梨県境で発生した地震

発 生 年	マグニチュード
1961 (昭和36) 年	M5.0
1971 (昭和46) 年	M5.3
1976 (昭和51) 年	M5.5
1983 (昭和58) 年	M6.0
1984 (昭和59) 年	M5.2
1988 (昭和63) 年	M5.6

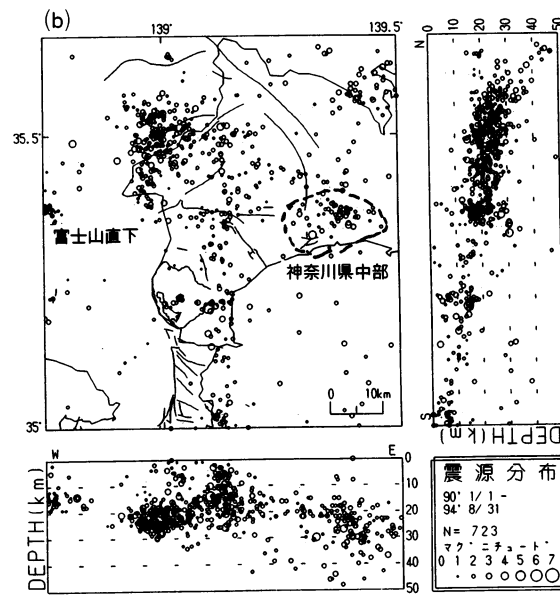
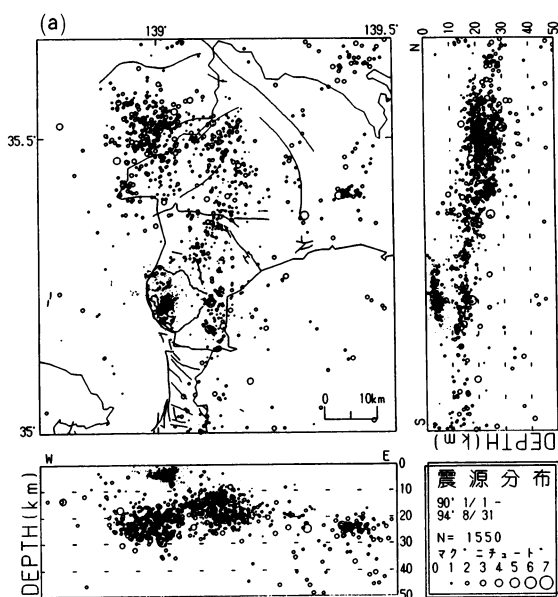


図6 温泉地学研究所(a)と気象庁震央分布(b)

図構成は、図2と同じ。深さは、0~50kmである。

3. 1 神奈川県西部地域における「地震の巣」

県西部地域における地震群は、4ヶ所ある。図7に地震群を点線で囲んで示した。

神奈川・山梨県境での地震群は、丹沢山地の西側で発生している。地震は、北緯35.5度、経度139.0度を中心に半径20km内、深さ約20~30km内に、塊状に分布している。一般に、この地震群の発生場所は、沈み込んだフィリピン海プレート先端部と北米プレートとが、衝突している地点と考えられている。

同地域では、1945(昭和20)年から1960(昭和35)年まで約16年間、マグニチュード5以上の地震はなかった。その後は、表2に示した様に、マグニチュード5および6クラスの地震が、たびたび発生している。1983(昭和58)年8月8日の地震時には、死者一人がでた。1988年以後は、マグニチュード5クラス以上の地震は、発生していない。

小田原北部の地震群は、小田原北部から丹沢山地南東部へ延びている。地震の深さは、10~20km内に集中している。震央は、神縄と国府津-松田断層、伊勢原と鶴川断層の交点を結ぶ方向に連なっている。

同地域での最大地震は、1994(平成6)年12月19日に発生したマグニチュード3.5の地震であった。

小田原南部の地震群は、箱根山体東側で、南北方向長さ10kmにわたって分布している。震源の深さは、15km前後である。

同地域北端部内で、密集した地震は、1990(平成2)年8月5日、マグニチュード5.1の余震群である。この地震は、温泉地学研究所の地震観測が、再整備・拡充された89年以降、観測網内での最大地震であった。余震活動は、約1ヶ月続いた。気象庁資料によると、同地域でマグニチュード5以上の地震は、1933(昭和8)年M5.2以後発生していない。

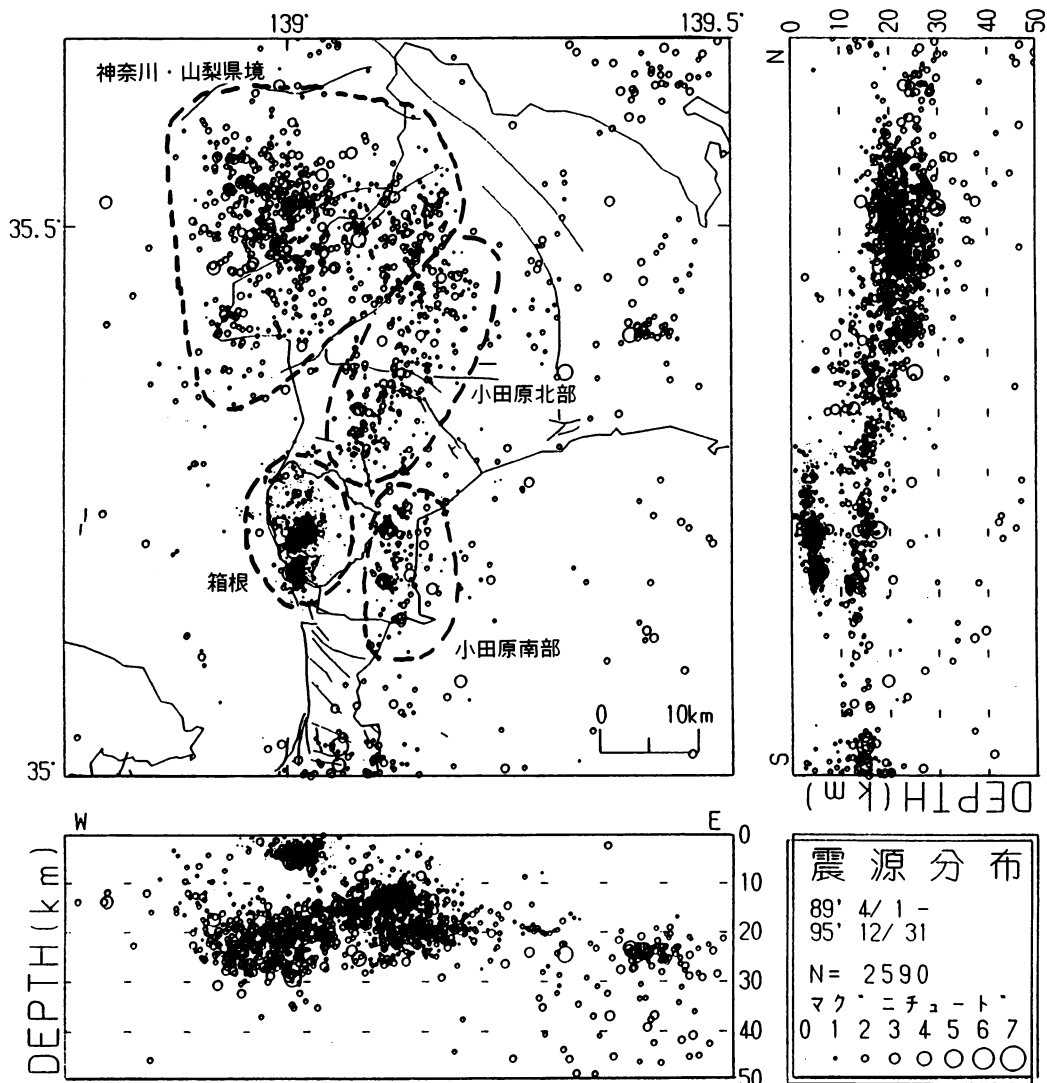


図7 温泉地学研究所の震源分布 (深さ0~50km)

図構成は、図2と同じ。表示期間は、89年4月から95年までの約6年である。

箱根の地震群は、箱根火山内で発生している。発生場所は、ほとんどが中央火口丘直下である。地震の深さは、ほかの地域と異なり、6 kmより浅い。10kmより深いところでは、地震は発生していない。発生場所から、この地震は、「火山性地震」と呼ばれている。

同地震群では、地震が、時間・空間的に集中して発生する。その活動の中では、前震—本震—余震の関係が、はっきりしないことが多い。この様な活動様式を、群発地震型と呼ぶ。箱根火山の群発地震は、年間数回から十数回程度発生しており、ほかの地域の活動様式と明りょうに異なる。

この地震群の発生は、プレート運動の圧縮力に加えて、火山の熱と地下水に関係している。火山エネルギーの一部を温泉として放出しているように、一部は地震として放出していると考えられる。

最大地震は、1994（平成6）年10月25日に発生したマグニチュード4.8の地震である。発生場所は、箱根外輪山南縁と北伊豆断層系が、交差しているところである。余震活動は、約1ヶ月続いた。この地震活動は前震—本震—余震型で、従来の中央火口丘直下の火山性地震とは、活動様式が異なっていた。関東大地震と北伊豆地震の余震を除くと、マグニチュード5以上の地震は、1920（大正9）年のマグニチュード5.1の地震以来、74年ぶりであった。

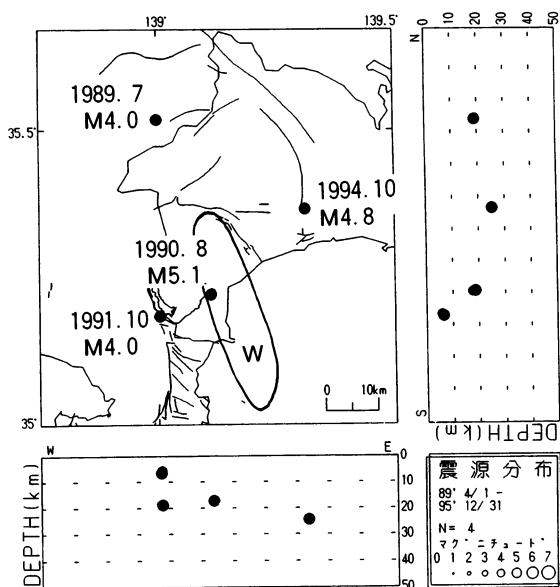


図8 近年、発生したマグニチュード4以上の震源と神奈川県西部地震の発生予想域 (W)

4. 「神奈川県西部地震」と最近の地震活動

「神奈川県西部地震」の発生が指摘される主な理由は、次の3点である。

- (1) 小田原城を破損させるような被害地震が、ほぼ70年周期で発生している。1923（大正12）年関東大地震発生から、すでに約73年が過ぎている。
- (2) 近年、伊豆半島で起こっている地震および火山活動が、想定発生域 (W) に向かって、北上している (表3)。
- (3) 相模湾北西部に、地震活動の空白域が存在している。

最近の地震活動からは、次のことが言える。

伊豆半島東方沖では、1990（平成2）年以降も群発地震が発生している (表4)。発生場所は、従来とほぼ同じところであり、北への震源移動はなかった。また、連動するような地震活動も、県西部地域では起きなかった。

相模湾北西部では、現在もマグニチュード2以上の地震発生頻度は低い。しかし、発生想定域を囲むように、マグニチュード4以上の地震 (表5) が発生している。

一般に、大地震の発生前、震源域でマグニチュード3程度の地震活動が低下する現象がある (第2種の空白域)。逆に、周辺を取り巻くように、地震活動が活発化する傾向がある。そのときの地震分布の形状をドーナツパターンと呼ぶ。最近のマグニチュード4以上の地震分布は、このドーナツパターンを形成している可能性がある (図8)。

表3 最近の伊豆半島での主な地震・火山活動

発生年	地震名・噴火場所	マグニチュード
1974 (昭和49) 年	伊豆半島沖地震	M6.9
1978 (昭和53) 年	伊豆大島近海地震	M7.0
1980 (昭和55) 年	伊豆半島東方沖地震	M6.7
1983 (昭和58) 年	三宅島噴火	—
1986 (昭和61) 年	大島噴火	—
1989 (平成元年) 年	静岡県伊東市沖噴火	—

5. まとめ

最近5ヶ年の震源分布から、神奈川県内の地震活動についてまとめた。この期間中の最大地震は、1990（平成2）年8月5日マグニチュード5.1、小田原直下の地震であった。図9に、神奈川県を東西方向に切る断面を想定して、県下の地震発生域を模式的に示した。

- (1) 神奈川県下では、地震の震央は、相模川以西と県東部地域の北（多摩川や多摩丘陵付近）に片寄って分布している。
- (2) 神奈川県下には、深さ別に地震が分布している。
深さ0～10kmでは、箱根で火山性の地震が発生している。10～60kmではフィリピン海プレート、100～150kmでは、太平洋プレートの沈み込みに関連した地震活動がある。
- (3) 県西部における、50km以浅の地震活動には、地震が密集しているところが4カ所ある。
密集場所は、箱根山、神奈川・山梨県境付近、小田原北部から丹沢山地南東部地域と箱根山体東側である。

- (4) 県内の活断層では、断層に沿う地震活動は、ほとんど観測されていない。
- (5) 「神奈川県西部地震」の発生想定域を含む相模湾北西部では、マグニチュード2以上の地震活動が低い。
- (6) 「神奈川県西部地震」の発生想定域を取り囲むように、マグニチュード4クラスの地震が発生している。

追記

この小論が受理された後、1996（平成8）年3月6日23時35分ごろ神奈川・山梨県境付近でM5.8の地震が発生した。この地震に先だって23時12分ごろには、M4.5の地震が発生している。気象庁によると、M5.8発生時、震源直上の山梨県東部で震度5、小田原で震度3であった。マグニチュード5クラスの地震は、1988（昭和63）年のM5.6の地震以来8年ぶりであった。本来ならば、今回の活動についても言及すべきであるが、現在も余震活動等のデータを集約中であることから、本論ではこの活動について述べることを差し控えた。

表4 伊豆半島東方沖の群発地震活動（1990年以後）

発生年	最大マグニチュード
1991（平成3）年	M2.3
1992（平成4）年	M2.9
1993（平成5）年	M3.8
1994（平成6）年	M3.7
1995（平成7）年	M4.8

表5 観測網内で発生したマグニチュード4以上の地震（1989年以後）

発生日月	発生地域	マグニチュード
1989（平成元）年7月	神奈川・山梨県境	M4.0
1990（平成2）年8月	小田原	M5.1
1991（平成3）年10月	神奈川県中部	M4.0
1994（平成6）年10月	箱根外輪山南部	M4.8

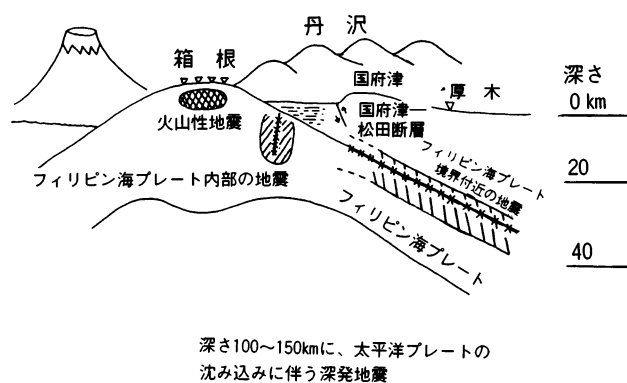


図9 神奈川県西部地域下で発生している地震の模式図

参考文献

本報告をまとめるにあたり、次の文献・図書を参考とした。なお、本文中に引用しなかったが、参考にした文献等も列記した。

平賀士郎 (1987) 箱根火山と周辺海域の地震活動、神奈川温地研報告、Vol.18、No. 4、1-126.

伊東 博、小鷹滋郎、棚田俊收、長瀬和雄、横山尚秀、平野富雄、萩野喜作、大木靖衛 (1990) 温泉地学研究所の地震・地下水位観測システムについて、神奈川温地研報告、Vol.21、No. 3、71-86.

伊東 博、棚田俊收、八巻和幸、小鷹滋郎 (1990) 神奈川県西部地域における地震・傾斜観測 (1989年4月から6月)、神奈川温地研報告、Vol.21、No. 2、47-49.

伊東 博、棚田俊收、八巻和幸、小鷹滋郎 (1992) 神奈川県西部地域における地震・傾斜観測 (1991)、神奈川温地研報告、Vol.23、No. 2、9-16.

伊東 博、棚田俊收、八巻和幸、小鷹滋郎 (1993) 神奈川県西部地域における地震・傾斜観測 (1992)、神奈川温地研報告、Vol.24、No. 3、17-26.

伊東 博、棚田俊收、八巻和幸、小鷹滋郎 (1994) 神奈川県西部地域における地震・傾斜観測 (1993)、神奈川温地研報告、Vol.25、No. 3、9-14.

伊東 博、棚田俊收、八巻和幸、長瀬和雄 (1995) 神奈川県西部地域における地震・傾斜観測 (1994)、神奈川温地研報告、Vol.26、No. 3、45-50.

石橋克彦 (1994) 大地動乱の時代、岩波新書、234 P.

活断層研究会 (1991) 日本の活断層、東京大学出版会、435 P.

神奈川県 (1993) 神奈川県西部地震被害想定調査手法編報告書、437 P.

神奈川県温泉地学研究所 (1992) 30年のあゆみ、神奈川温地研報告、Vol.23、No. 1、1-315.

神奈川県温泉地学研究所 (1996) 1995年11月1日伊勢原断層付近で発生した地震 (M2.2)、地震予知連絡会会報、第55巻、167-169.

気象庁 (1990~1994) 地震月報、気象庁.

松田時彦 (1995) 活断層、岩波新書、242 P.

棚田俊收、伊東 博、八巻和幸、元木章博、長瀬和雄、平野富雄 (1995) 神奈川県温泉地学研究所の地震観測網、第5回環境地質学シンポジウム論文集、367-372.

棚田俊收、伊東 博 (1995) 北伊豆断層系北端部における箱根外輪山の地震活動について、日本地震学会1995年秋季大会講演予稿集、B97.