

山陰地域の地震活動

○西田良平¹・松山和也²・西山浩志³・野口竜也⁴

1 正会員 理博 鳥取大学教授 工学部土木工学科 (〒680-8552 鳥取市湖山町南四丁目 101)

2 鳥取市立高草中学校教諭 (〒680-0455 鳥取市徳雄 108)

3 正会員 工修 国土防災技術 KK (〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3 丁目 18-5)

4 学生会員 工修 鳥取大学工学研究科博士後期課程 (〒680-8552 鳥取市湖山町南四丁目 101)

山陰地方において、日本海沿岸に沿って第四紀火山(大山・三瓶山)が分布し、地震活動帯も活動域と空白域が交互に形成されている。主な活動域としては鳥取地震(1943, M7.2)が発生した鳥取県東部中部、鳥取-島根県境付近、三瓶山・広島県北部付近、島根県中部西部の活動域があり、また空白域として大山付近、島根県東部が見られる。この形状は地震活動が地殻上部の構造によって規制されていることが推定される。特に、2000年鳥取県西部地震の震源域は島根県東部地域の地震活動の空白域と、大山火山付近の空白域に挟まれた地域で、地震活動が活発な地域である。すなわち、山陰海岸に沿った第四紀に活動していた2つの火山の間であり、地震活動域と空白域の存在が、地下構造と溶融体、地震活動と溶融体を研究する上で重要な地域である。

Key Words : Seismic Activity, Tectonic Structure, Tottori earthquake, 2000 Tottori-ken Seibu earthquake

1. 山陰地域の地震

この地域の地震活動は、880年の出雲地震(M7.0)以来、1,100年以上大地震が発生していないこと、山陰海岸に沿った地震活動域で1874年の浜田地震(M7.0)、1943年の鳥取地震(M7.2)、1927年の北丹後地震(M7.3)が19・20世紀に発生し、島根県東部で発生していないこと、最近の地震はこの地域への地震活動の集中があり、鳥取県内では1983年より東から西へ活動域の移動があった。

山陰地方の過去の地震活動の特徴を見てみる。資料として、宇佐美龍夫がまとめた「日本被害地震総覧」を基にして、中国地方中東部から近畿地方北西部を含む、北緯34度40分から36度までと、東経133度から135度20分までの範囲の地震を抽出した。38個の地震が記載されているが、701年の丹波地震、868年の播磨地震、880年の出雲地震、三つの古い地震以外は江戸時代の地震である。この間約700年間、この地方には地震の記載がない。種々の事情によって古文書が消失してしまったか、地史などの編纂が行われなかったためと考えられる。

1)2)

日本海沿岸の地震活動では、丹後半島から島根半島に至る日本海沿岸と島根半島より西方の日本海沿岸では地震の発生の様子が違う。前者には北丹後地震、鳥取地震などが発生している地震多発地域であるのに、後者は1872年の浜田地震が日本海海底に発生しているのみでそ

の相違は著しい。日本海海底に発生している地震は丹後半島の沖の北丹後地震の延長部に見られる。そして、兵庫県から鳥取県の沖にも少ないが発生している。これらの地震は今のところ小地震の大きさである。日本海海底に発生する地震についての詳細は判らない。

中国地方で一番高い大山付近は地震活動の少ない空白地域であるのに、同じ第四紀の火山である三瓶山から島根-広島県境は地震活動域である。三瓶山周辺が活発な理由には定説はないが、地下の状態を示す温泉分布では、大山の山体内には温泉はなく外れて米子市の皆生温泉そして東側の関金温泉、三朝温泉がある。それに対して、三瓶山には山頂付近に三瓶温泉(志学温泉)があり、周辺部にも池田温泉、千原温泉、出雲湯村温泉、湯抱温泉等がある。この地下の状態の相違が地震活動の差としてあるかも知れない。

次に、山陰地方を「地震活動域」に分割して地震活動の特徴について述べる。

京都府中部・北部、兵庫県北部では、1925年、1927年の大地震の発生があり、それ以前には大きな地震は記録されていない。701年の大宝の地震は「冠島伝説」が語り継がれているが定かではない。宮津では江戸時代何回かの有感地震が記録に残されている。現在も地震活動が続いている地震活動域である。

鳥取県東部・中部では、鳥取県東部・中部地域で、1943

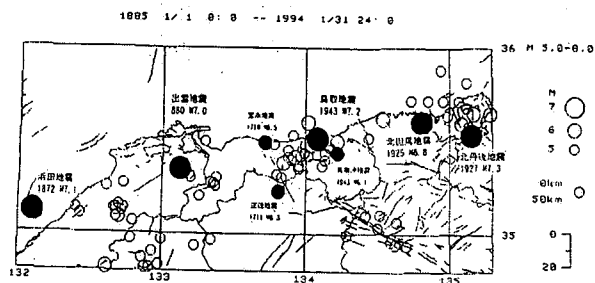


図1 山陰地域の被害地震・中地震と活断層分布

年の鳥取地震は忘れることはできない。1,000人以上の人が亡くなり、鳥取市に壊滅的な破壊を及ぼしている。この災害の再来を防ぐことは、後世の人々に対する今の我々の任務でもある。この地域では江戸時代に鳥取県中部地域に被害地震が発生していることでも”地震は再来する”との言葉通りの結果を示している。ここで注目すべき点は、地震活動が連続する発生パターンである。江戸時代の地震では1710年(宝永8年)10月3日にマグニチュード6.5の地震が起こり、約5カ月半後の翌年の3月19日に6.0の地震があった。1943年の地震は3月3日と4日にマグニチュード6以上の地震活動があり、約半年後にマグニチュード7.2の鳥取地震が発生している。江戸時代の時は活動が北から南へと移動しているのに対して、鳥取地震の時は3月の活動は鳥取市から東側に余震が集中的に発生し、9月の時は主な余震は鳥取市から西側の地域、特に鳥取県中部に多く発生している。又、鳥取地震から約40年後の1983年10月31日にマグニチュード6.2の鳥取県中部の地震が発生している。これはこの地域の地下に蓄積される地震エネルギーが6クラスの地震であれば、いつでも発生する可能性を秘めていることを我々に再認識させた。

図2 島根半島周辺の最近の地震活動

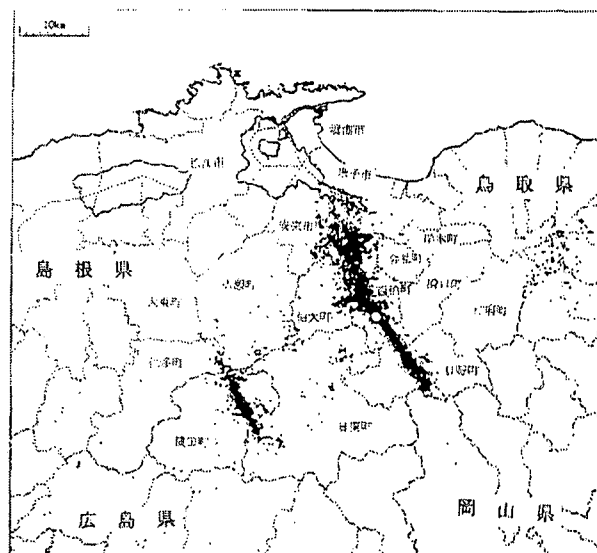


図3 2000年鳥取県西部地震の余震分布

Tottori-ken Seibu(SATARN)

10/06 13:30~23:59

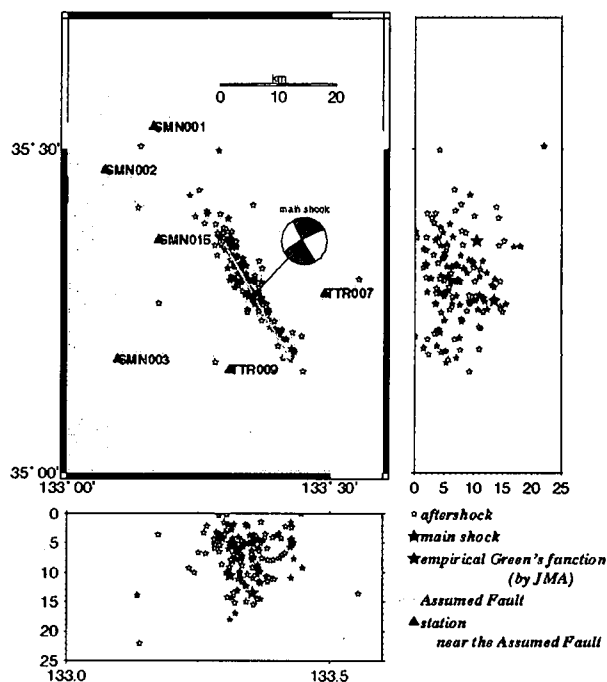


図4 2000年鳥取県西部地震の震源断層と発震機構

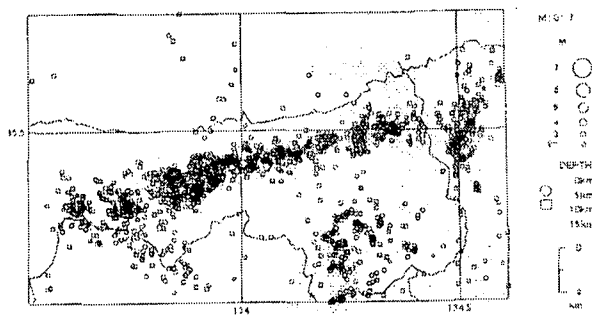


Fig. 1. Hypocenter distribution of earthquakes ($M \geq 2.0$), which was determined routinely by the Tottori Observatory during the period from Jan. 1977 to Nov. 1997.

図5 鳥取県の微小地震分布 (京都大学防災研)

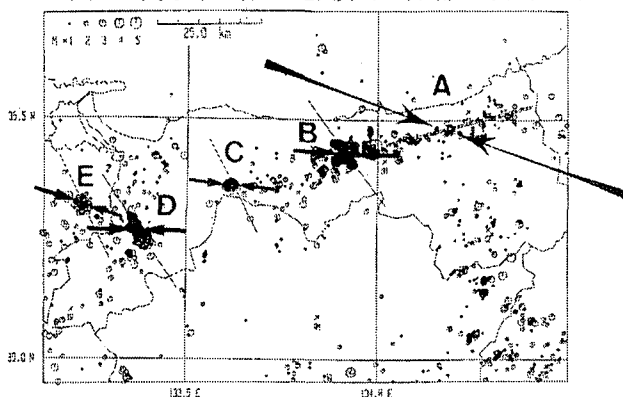


図6 最近の地震の主圧力分布と鳥取地震の主圧力から三瓶山の方が現在も活動的であろう。広島県の三次市付近では中国山脈下にも活動域が存在している。大地震では、1872年に浜田地震が発生し、景勝地として畳が浦が海底から隆起した。

2. 最近の地震活動

最近の地震活動では、1973年の鳥取県日南町の地震 ($M:5.1$) があり、1977年 ($M5.3$) と1978年 ($M6.1$) に三瓶山周辺で中地震が発生し、小地域ながら被害を出し、周辺の温泉の増水・泉温の上昇など異変が記録されて、地震活動と温泉との関連が明瞭に観測された。その後、この地域は活発な地震活動が現在も継続している。1980年代に発生した鳥取県中部の地震 (1983, $M6.2$) は1943年の鳥取地震以来最大の地震である。約3分半後に隣接して $M5.7$ の誘発地震が発生している。以降、1985年には大山付近の地震 ($M4.9$) が大山山頂から数km東に発生し、火山活動との関連に関心があつたが、震源の深さが約10kmと深く、直接的な関係は見つけられなかった。そして、1989年からは鳥取県西部地震の震源断層と同じ断層系での群発地震活動が始まった。1989年に $M5.3$, $M5.4$, 1990年に $M5.1$, $M5.2$, $M5.1$, 1991年には $M4.6$, 1997年には $M5.4$ と頻発している。その間、1991年に $M5.9$ の島根県東部の地震が広瀬町に発生している。

鳥取県の地震活動の特徴を知るためには地震の深さが重要である。地震活動の東西断面図では、鳥取県東部では約8kmの深さが中心である。しかし、吉岡・鹿野断層を含む活動域では深さ10kmのあたりが中心である。1983年の鳥取県中部の地震を含む活動域では地震の深さ

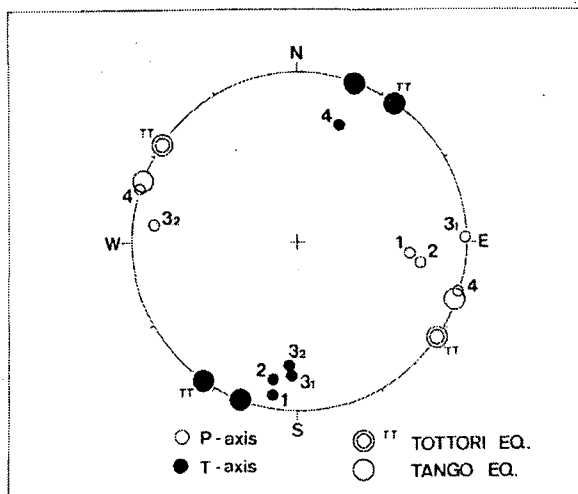


図7 山陰地域の地震の主応力分布

は10数kmまであり、この地域では一番深い地震が発生する。大山付近の地震 (1985年) は比較的地震の少ない地域である。深さは10kmを超える地震もあるが、中心は8kmのあたりで火山性の浅い地震ではない。大山は地震の空白域であり、鳥取県西部地震が発生する前の鳥取-島根県境付近の地震活動域では、深さは約10kmと推定される。全体として、中部地域の地震の震源が10数kmと深い、他の地域では10kmよりも浅い地震がほとんどである。

鳥取県中部の地震 (1983年10月31日, $M=6.2$) は鳥取地震以来最大の地震で、その余震分布は珍しい%型をしているのは断層周辺部のストレス分布で説明される。本震とその直後に発生した地震 ($M5.7$) の発震機構はほぼ東西主圧力の横ずれ断層型を示す。余震分布と発震機構の解析から、震源断層の走行は北西から南東で鳥取地震の断層と直交する左横ずれ断層である (西田, 1989)。また、震源断層に沿って、南東から北西方向に余震活動の移動があつた。

大山付近の地震 (1985年7月4日, $M=4.5$) は地震の空白域である大山近傍で1985年6月から9月まで、関金町野添で鳴動が聞かれた地震活動があつた。しかし、鳴動のあつたときには目ぼしい地震活動が見られない。本震の発震機構からこの地震活動は鳥取県中部と同じ地殻応力で発生している。今後、大山山体内に地震が発生すれば注意することが必要である。6) 7) 8)

鳥取県西部の群発地震は1989年10月27日に $M5.3$, 11月2日に $M5.4$ の地震を含む群発地震が鳥取県西部地域に発生した。鎌倉山南方活断層に直交する地下断層の活動である。この活動は1年後に地下断層が北西へ延長する地域に1990年11月20日 ($M=5.1$)、11月23日 ($M=5.1$)、12月1日 ($M=5.0$) が発生した。さらに、1991年8月27日には $M=4.7$ が発生し、約10時間後、西へ約8km離れた島根県東部の地震が発生した。1997年には今までの活動した地域全体で地震活動が活発化し、2000年の大地震へと発展した。主な地震の発震機構の解析から、この地震活動の地殻応力はほぼ東西主圧力である。鳥取県西部地震

の余震分布の並びが南東―北西走行であることから、この地震活動の地下断層は左横ずれ断層である3) 4) 5)。

島根県東部の地震(1991年8月28日、 $M=5.9$)は鳥取県西部の地震域で約10時間前に発生した $M=4.7$ の地震に誘発された形で発生した。しかし、断層系は別のものと推定される。この地震にともなう地震活動を示す。本震の発震機構は横ズレ断層型で、東西方向から約20度時計廻りに廻った主圧力方向を示す。これは南東―北西に細長く余震が分布していることから、本震の震源断層は左横ズレ断層である。9) 10) 11)

この地域の地震活動の履歴は最大地震である鳥取地震との関連で、その違いを表5-1に比較した。鳥取地震は東北東―西南西走向の右横ずれ断層を示すが、1983年以来の地震の震源断層はそれに直交する北西―南東の走向の左横ずれ断層である。また、余震活動においても短期間ながら震源断層に沿って南東から北西へと移動している。全体の地震活動も山陰海岸に沿って、東から西へと移動している。鳥取県西部地震も同様に左横ずれ断層型であり、東西主圧力を示している。

今まで、議論してきた地震活動で求められた主応力・主張力をウルフネット上に示す。山陰地方の代表的な地震として、北丹後地震(1927年)と鳥取地震(1943年)のP-軸、T-軸の方向を一緒に示す。最近の地震の地殻応力の方向は番号順に、(1)は1983年の鳥取県中部の地震($M=6.2$)である。鳥取地震以来最大の地震で、震源断層の走行は北西から南東で鳥取地震の断層と直交する左横ずれ断層である。その余震分布は珍しい%型をしている。(2)は地震の空白域である大山近傍で1985年6月から9月まで、関金町野添で鳴動が聞かれた地震活動で震源断層は北西―南東走行と推定される。(3)-1, (2)は1989年10月27日($M=5.3$)と、11月2日($M=5.4$)の地震の発震機構である。震源断層は余震分布からも明かのように北西―南東走行である。(4)は島根県東部の地震で1991年8月28日($M=5.9$)の地震で、他の地震と少し違い東西方向から約20度回転して、北丹後地震のそれと良い一致を示す。傾向としては、最近の地震の地殻応力はほぼ東西方向で、鳥取県西部地震とも良い一致を示している。鳥取地震(1943年)とは約30度の差がある。鳥取地震を発生させた時の地殻応力と異なっているが考えられる。鳥取地震が南海地震(1946年、 $M=8.0$)の直前であることから、東西方向の地殻応力よりも南北性が強くなっていたと推察ができる。しかし、他の地域の状態を調べる必要がある。

次に、山陰地域の地震活動の特徴をまとめると、

1) 日本海沿岸に沿う地域は西南日本内帯の地殻活動域

の1つで、地震活動域が帯状に分布している。地震活動は大体東から西へと移動している。最近の活動の移動速度は約10km/年である。

- 2) 鳥取県西部地震をはじめとして、最近の地震の震源断層は活動域の走行に直交するNW―SE走行の左横ずれ断層型である。鳥取地震だけがSWW―NEE走行の右横ずれ断層型の特徴を示す。
- 3) 山陰地方は地表面の活断層が少なく、大地震の地震断層と関連は活断層だけでは判らない。
- 6) 鳥取県西部地域では鎌倉山南方活断層に直交する地下断層系(今回の仁減断層)の活動は11年前から始まって、2000年鳥取県西部地震の前駆的活動となった。

参考文献

- 1) 宇佐見龍夫著：新編日本地震被害総覧，東京大学出版会，1987
- 2) 宇津徳治著：地震学，共立全書，1984
- 3) 西田良平・岡田昭明・渋谷拓郎：鳥取地方の地震と活断層，1991
- 4) 活断層研究会編：日本の活断層―分布図と資料―，東京大学出版会，1980
- 5) 大阪管区気象台：1989年10月27日からの鳥取県西部の地震活動，地震予知連絡会会報，第43巻，1990年2月，pp441-447
- 6) 東京大学地震研究所白木微小地震観測所：中国地方とその周辺の地震活動(1988年5月～1989年10月)，地震予知連絡会会報，第43巻，1990年2月，pp419-425
- 7) 東京大学地震研究所白木微小地震観測所：中国地方とその周辺の地震活動(1989年11月～1990年4月)，地震予知連絡会会報，第44巻，1990年8月，pp286-293
- 8) 大阪管区気象台：鳥取県西部の地震活動(1990年11～12月)，地震予知連絡会会報，第46巻，1991年8月，pp330-336
- 9) 京都大学防災研究所附属地震予知研究センター・鳥取大学教養部地学教室：鳥取-島根県境付近の地震(1991年8月28日・ $M=5.9$)，地震予知連絡会会報，第47巻，1992年2月，pp379-386
- 10) 大阪管区気象台：島根県東部の地震(1991年8月28日・ $M=5.9$)，地震予知連絡会会報，第47巻，1992年2月，pp387-393
- 11) 京都大学防災研究所附属地震予知研究センター・鳥取大学教養部地学教室：米子南方(鳥取-島根県境)に発生した群発地震，地震予知連絡会会報，第43巻，1990年2月，pp448-461