

2000年鳥取県西部地震周辺のテクトニクスと弓ヶ浜半島の地下構造

西田良平*・盛川仁*・赤松純平**・吉川大智*・野口竜也*
* 鳥取大学工学部 ** 京都大学防災研究所

山陰地方においては、日本海沿岸に沿って第四紀火山（大山・三瓶山など）が分布し、また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活構造との関連が推定される。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、2つの第四紀火山の間であり、地震活動、地下構造と溶融体を研究する上で重要な地域である。

地形的には、北部に島根半島の隆起域、宍道湖・中海の沈降域そして中国山地と南北方向に起伏が見られ、地殻最上部の地下構造も特徴的である。弓ヶ浜半島の境港市と米子市では境港市の震度が大きくなる異常震域が見られ、出雲平野では島根半島に近い大社町に地震の道と言われる異常震域があり、サイトエフェクトの顕著な地下構造の地域である。また、出雲平野、弓ヶ浜半島では遠方の地震（南海地震、1946年）による噴砂現象も記録されている軟弱地盤である。

第1章では、周辺域のテクトニクスについて、地震活動の時空間分布、地震の移動現象と地殻応力、震源断層の特徴などについて考察する。第2章では、異常震度を示す弓ヶ浜半島の地下構造を、余震観測で得られた地殻上部構造について報告する。

第1章 地震活動とテクトニクス

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、島根県東部では発生していないことから、島根県東部・鳥取県西部は特定観測地域に指定されている。しかし、想定された場所は今回の地震の場所ではなく、もう少し西の宍道湖の南側であり、この地域の評価は定まっていない。

最近の地震はこの地域への地震活動の集中があり、1970年以降の主な地震活動は、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。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ったが、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5.4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。1983年の鳥取県中部の地

震以降、地震活動が東から西へと移動していることが見られる。

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、その余震分布は今回の地震と同じ割算型をして、断層周辺部のストレス再配分で説明される。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った。

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った。しかし、鳴動のあっ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。

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。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。

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 $M4.7$ の地震に誘発された形で発生した。本震の発震機構は左横ズレ断層型で、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。

この地域の地震活動の履歴は最大地震であった鳥取地震との関連で、その違いを表に比較した。鳥取地震は東北東-西南西走向の右横ずれ断層型を示すが、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型である。また、余震活動が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。

山陰地方の代表的な地震として、北丹後地震(1927年)、鳥取地震(1943年)と鳥取県西部地震(2000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($M=6.2$)、鳥取地震の断層と直交する左横ずれ断層。(2)は大山付近の地震で1985年6月から9月まで震源断層は北西-南東走行と推定。(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。(4)は島根県東部の1991年8月28日($M5.9$)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。

全体の傾向としては、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。しかし、鳥取地震(1943年)とは約30度の差がある。この原因として、鳥取地震を発生させた時の地殻応力の方向がと異なっていたと考えられる。鳥取地震が南海地震(1946年、 $M8.0$)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作用していたことが推察ができる。しかし、他の地域の地震活動などを調べる必要がある。

次に、周辺の地震活動とテクトニクス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。
- 2) 地域に作用している地殻応力はほぼ東西圧縮力である。しかし、鳥取地震は時計回りに30度ほどずれている。
- 3) 最近の地震の震源断層は活動域の走行に直交するNW-S E走行の右横ずれ断層型である。
鳥取地震がSWW-NEE走行の左横ずれ断層型の特徴を示す。
- 4) 地震活動の移動現象が見られる。1983年以降の山陰地域では東から西へと移動し、それぞれの余震活動の中では小範囲ながら、活動が南東から北西に移動している。
- 5) 過去の大地震の解析から、島根県東部・鳥取県西部地域は地震空白域であった。
- 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年前から始まっている。

参考文献

- *板持倫子：温泉の水質・水温変化と地震活動との関連，鳥取大学教育学部卒業研究，1994
- *宇佐見龍夫著：新編日本地震被害総覧，東京大学出版会，1987
- *宇津徳治著：地震学，共立全書，1984
- *宇津徳治編著：地震の事典，朝倉書店，1987
- *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
- *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
- *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
- *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
- *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
- *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：米子南方に再び発生した群発的な地震活動，地震予知連絡会会報，第45巻，1991年2月，pp404-411
- *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
- *地震予知研究協議会：微小地震観測の成果，1994
- *渋谷拓朗・竹内文朗・中尾節朗・小泉尚嗣・西田良平・塩崎一郎：鳥取県西部地域に再び発生した群発地震活動，西南日本内帯における主要活断層調査，1991，pp30-38
- *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
- *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
- *中尾節朗・渋谷拓朗・西田良平・佃為成・尾池和夫：地震活動帯における空白域と地震発生の関係について，京都大学防災研究所年報第34号，B-1，1991，pp231-251
- *西田良平・岡田昭明・渋谷拓郎：鳥取地方の地震と活断層，1991
- *萩原尊禮：地震の事典，三省堂，1983
- *松山和也：1985年大山付近の地震について，鳥取大学教育学部卒業研究，1989

ることから、東西方向の地殻応力よりも南北性が強く作用していたことが推察ができる。しかし、他の地域の地震活動などを調べる必要がある。

次に、周辺の地震活動とテクトニクス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。
- 2) 地域に作用している地殻応力はほぼ東西圧縮力である。しかし、鳥取地震は時計回りに30度ほどずれている。
- 3) 最近の地震の震源断層は活動域の走行に直交するNW-S E走行の右横ずれ断層型である。
鳥取地震がSWW-NEE走行の左横ずれ断層型の特徴を示す。
- 4) それぞれの余震活動では小範囲ながら、活動が南東から北西に移動し、全体では東から西へと移動している。
- 5) 過去の大地震の解析から、島根県東部・鳥取県西部地域は地震空白域であった。
- 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年前から始まっている。

参考文献

- *板持倫子：温泉の水質・水温変化と地震活動との関連，鳥取大学教育学部卒業研究，1994
- *宇佐見龍夫著：新編日本地震被害総覧，東京大学出版会，1987
- *宇津徳治著：地震学，共立全書，1984
- *宇津徳治編著：地震の事典，朝倉書店，1987
- *大阪管区气象台：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
- *大阪管区气象台：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
- *大阪管区气象台：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
- *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
- *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
- *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：米子南方に再び発生した群発的な地震活動，地震予知連絡会会報，第45巻，1991年2月，pp404-411
- *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
- *地震予知研究協議会：微小地震観測の成果，1994
- *渋谷拓朗・竹内文朗・中尾節朗・小泉尚嗣・西田良平・塩崎一郎：鳥取県西部地域に再び発生した群発地震活動，西南日本内帯における主要活断層調査，1991，pp30-38
- *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

1885 1/1 0:0 -- 1994 1/31 24:0

M 5.0-8.0

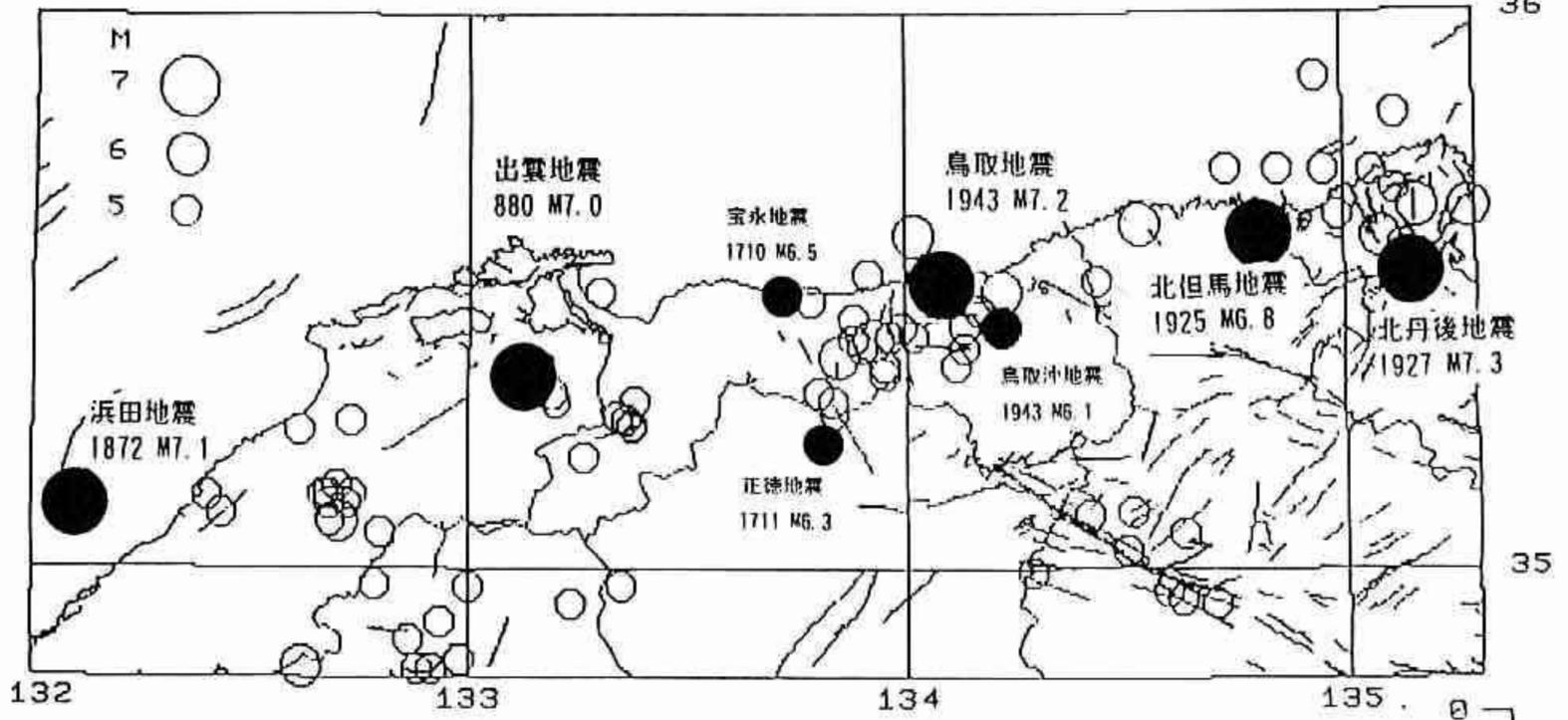


図1 山陰地方の歴史被害地震と地震分布 (M5以上、1885-1994年：気象庁資料)

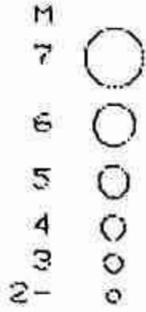
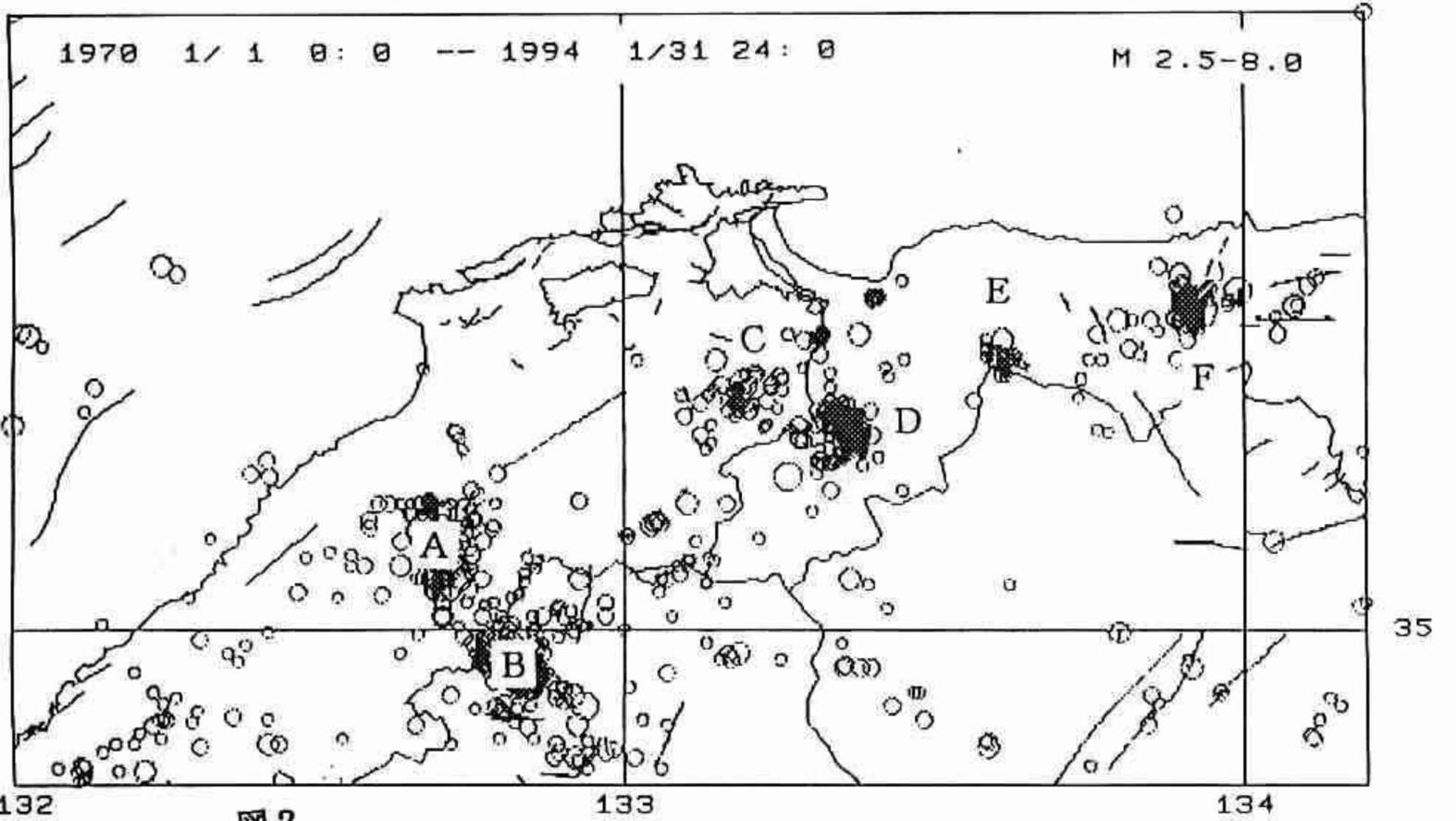


図2

最近の地震活動 (M 2以上、1970-1994年)

A : 三瓶山付近の地震 (M5.3(1977)、M6.1(1978))、

B : 広島県北部の地震活動、

C : 島根県東部の地震 (M5.9(1991))、

D : 鳥取県西部の群発地震 (M5.2、M5.3(1989)、M5.1、M5.2、M5.1(1990))

E : 大山付近の地震 (M4.9(1985))、

F : 鳥取県中部の地震 (M6.2(1983))

N=739

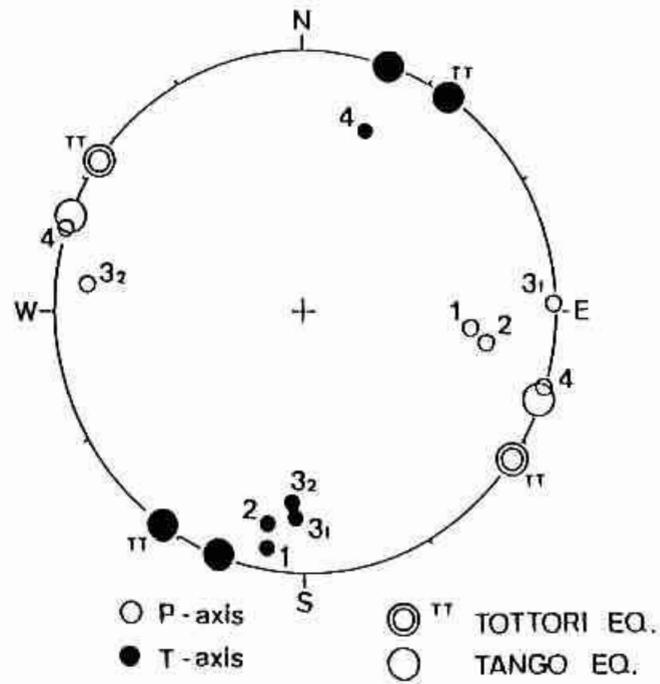
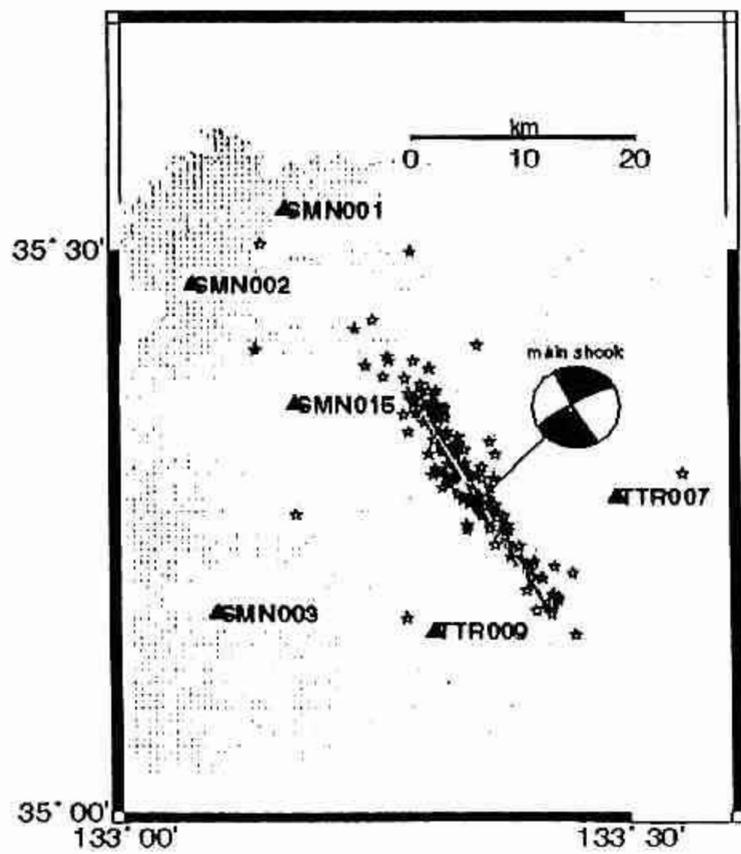
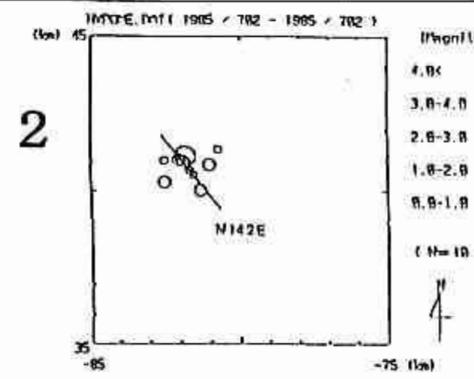
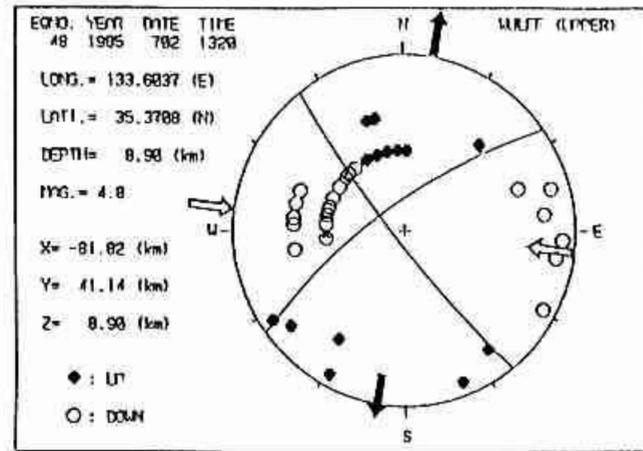
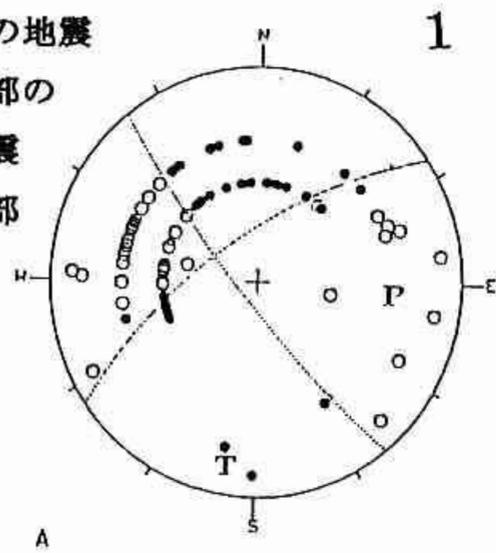
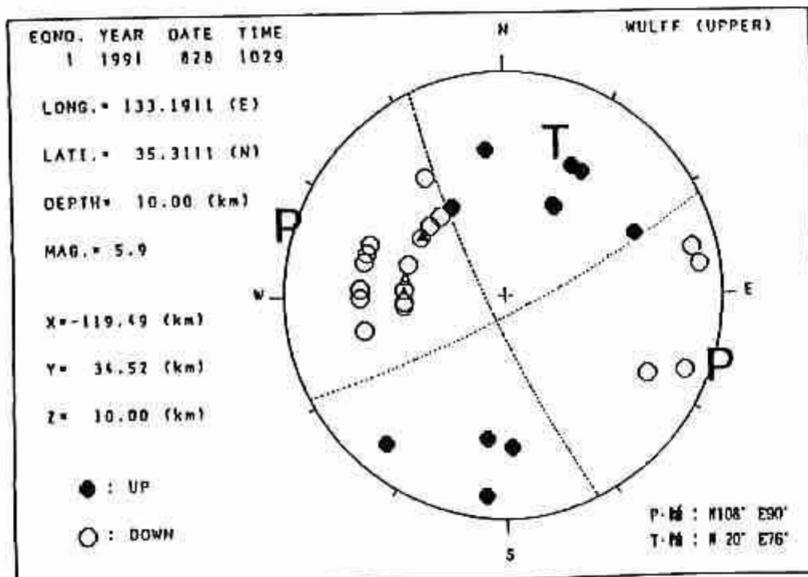


図3 上左：鳥取県西部地震 本震の発震機構と
上右：P-軸とT-軸の分布 余震分布
鳥取地震 と 北丹後地震

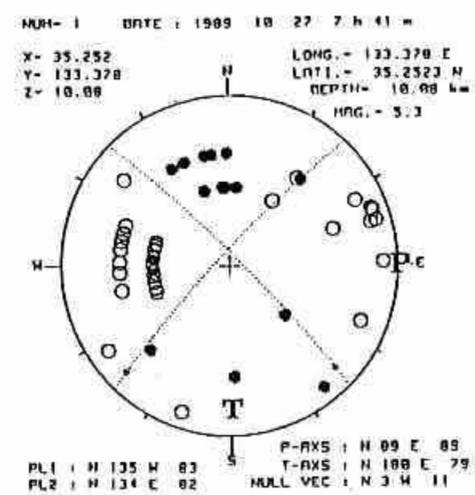
- 1：鳥取県中部の地震
- 2：大山付近の地震
- 3：鳥取県西部の
群発地震
- 4：島根県東部の地震



4



3



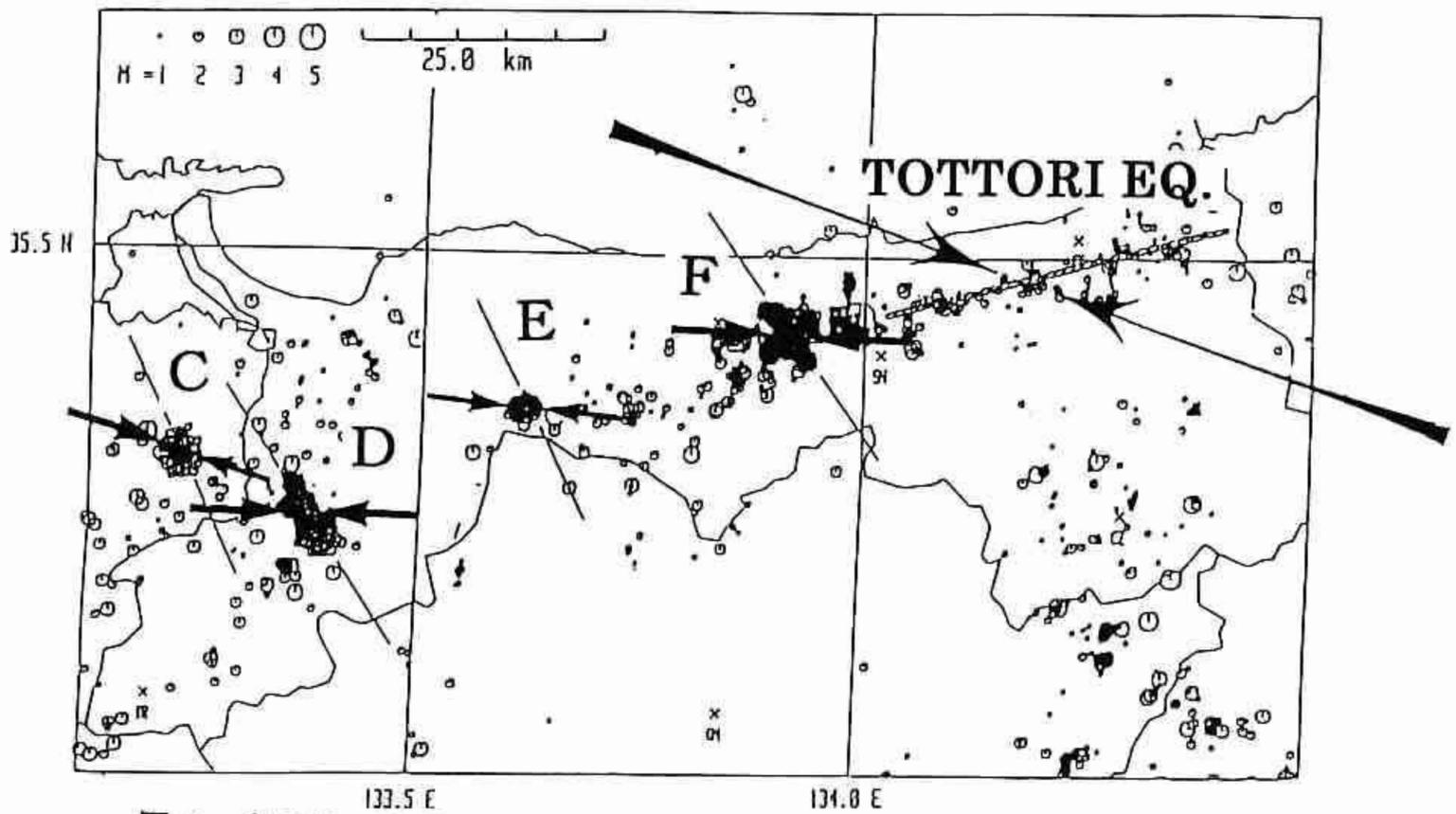


図4 鳥取県の地震の主圧力方向と震源断層の走行 (左横ずれ断層型)

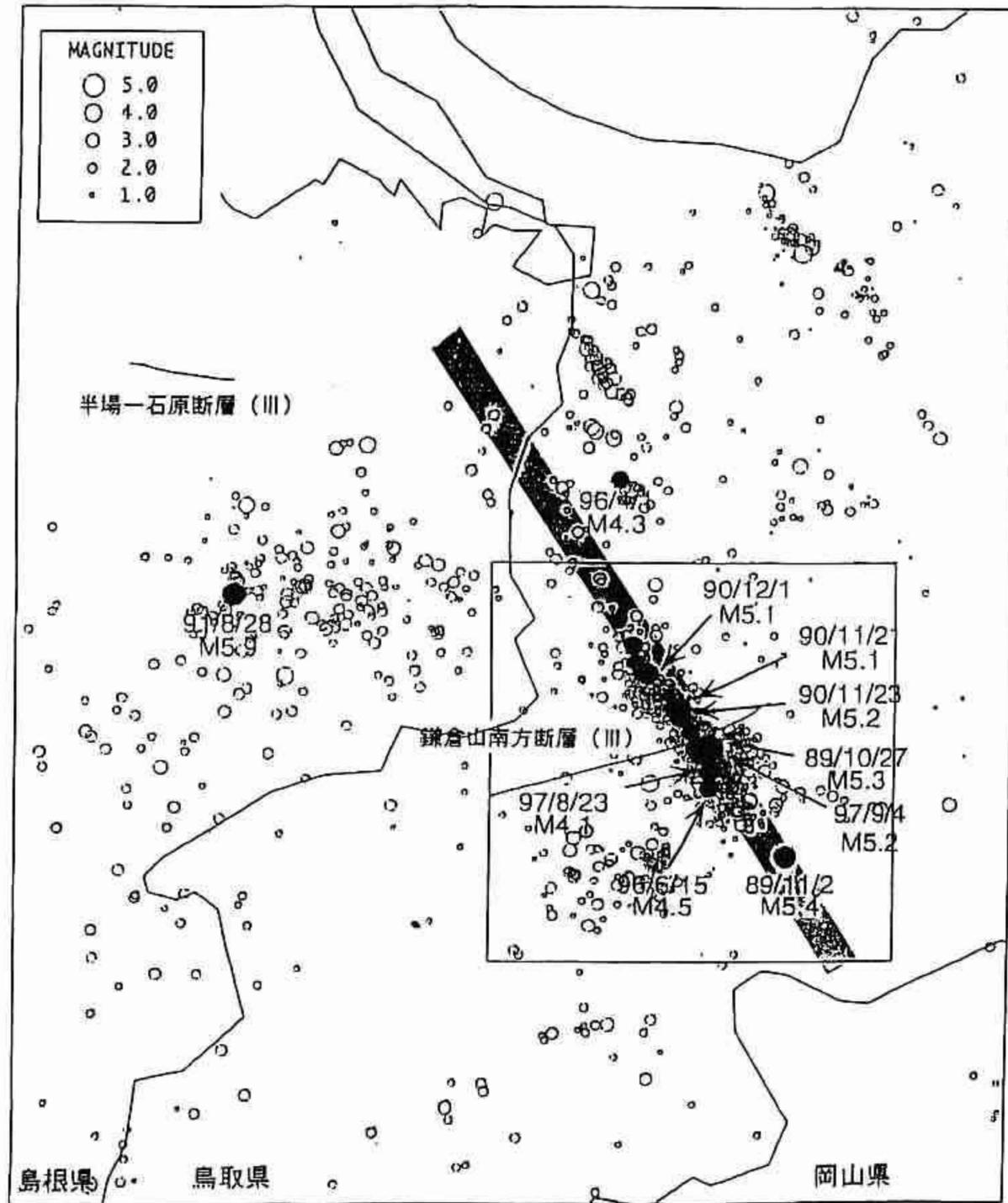


図5 鳥取県西部地震の震源断層と1989年からの群発地震分布