

11 - 5 2000年鳥取県西部地震の背景

Tectonic Field around The 2002 Tottori-Ken Seibu Earthquake

鳥取大学工学部 西田良平

Faculty of Engineering, Tottori University

1. はじめに

山陰地域は西南日本内帯に位置し、大山、三瓶山、神鍋山などの第四紀火山が日本海沿岸に沿って点在している。しかし、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異なる。前者には北丹後地震、鳥取地震、鳥取県西部地震などの大地震が発生している地震多発地域である、後者は1872年の浜田地震(M7.1)が日本海海底に発生しているのみでその相違は著しい。微小地震の分布も大地震の分布と同様に日本海沿岸に沿って線状配列をしている。主な活動域は鳥取地震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、島根県中部西部がある。また、空白域としては大山付近と島根県東部がある。鳥取県西部地震は、島根県東部地域の空白域と大山付近の空白域に挟まれた地域で発生した。山陰地域の応力場は東西方向から時計回りに少し回転した応力場を示している¹⁾²⁾。

地震後、多くの興味ある観測・調査が試みられ、その成果が挙がりつつある。ここでは、鳥取県によって実施された地下構造探査について述べる。

2. 山陰地域の被害地震と2000年鳥取県西部地震までの地震活動の特徴

宇佐美龍夫がまとめた「日本被害地震総覧」では、880年出雲地震以外は江戸時代になってからで、この間約700年間は地震の記載がない³⁾。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。地震活動の注目すべき点は、比較的大きな地震が連発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M6.5の宝永の地震が鳥取県中部に発生し、その約5ヶ月半後の1711年(正徳元年)3月19日に鳥取 - 岡山県境付近で正徳の地震(M6.3)が発生した。1925年5月23日に北但馬地震(M6.8)が発生し、約1年9ヶ月後の1927年3月7日に北丹後地震(M7.3)が発生している。さらに、1943年には3月4・5日にM6.1の鳥取県沖地震が2日連続して発生し、その約半年後の9月10日には鳥取地震(M7.2)が発生している。山陰地域の中地震でもこの傾向は見られる。これは2000年鳥取県西部地震でも、11年前から地震活動が活発化し、M7.3の大地震へと連続して行った⁴⁾⁵⁾(第1図)。

最近(1976年~1998年)の地震活動を第2図に示す。1970年代では、1973年の鳥取県日南町の地震(M5.1)、1977年(M5.3)と1978年(M6.1)の三瓶山付近の地震(A)がある。三瓶山付近の地震では小地域ながら被害を出し、周辺の温泉の増水・泉温の上昇などの異変が記録された。鳥取県中部の地震(1983,M6.2)(B)は、この地域では1943年の鳥取地震以来最大の地震で、鳥取市で最大震度4を記録している。その3分半後に東へ約6km離れた青谷町でM5.7の地震が発生している。これらの地震は、鳥取地震(1943,M7.2)の余震域内のほぼ西端に位置している。余震域は、NW-EWの走向のほぼ垂直な震源断層周辺の余震群と、少し離れて孤立した2つの余震群をもつ割り算型(÷型)の分布を示している。大山火山付近は1985年7月2日のM4.9を本震とする活動(C)が9月まで続いた。7月中旬~8月中旬に関金町野添で地鳴りが聞こえた¹⁰⁾。鳥取県西部地域では地震活動

が活発である。1981年と1983年には、鎌倉山南方活断層付近にM3クラスの地震が発生している。そして、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(D1)が発生した。鎌倉山南方活断層に直交する地下断層の活動である。さらに、この地震群の地下断層が北西へ延長する地域で、1990年11月20日にM5.1、11月23日にM5.2、12月1日にM5.1の地震(D2)が発生した。また、1991年8月27日にはM4.7が発生し、約10時間後の1991年8月28日には、西へ約8km離れた島根県東部にM5.9の地震(E)が発生している。1997年には9月4日にM5.5の地震(D3)が発生し、今までの活動した断層系全体で地震活動が活発化し、2000年鳥取県西部地震へと発展した。震央は北西-南東方向へ一直線に並んでおり、これらの地震の地下断層がこの走向にあることを示している。この地域の地震活動の地殻応力はほぼ東西主圧力であり、地下断層は左横ずれ断層である。鳥取県西部地震の本震も同様の発震機構である。1991年8月28日に発生した島根県東部の地震(M5.9)は、断層系は別のものである。本震の発震機構は左横ずれ断層型で、ほぼ東西方向の主圧力方向を示す⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

第3図は、1976年から2000年までの地震(M4以上)の震央分布とその時系列分布を示している。1976年から1980年代までは、M4クラスの地震は山陰地域の各地で発生している。しかし、1989年から1991年にかけて徐々に鳥取県西部に震源が集中し始めている。そして、1991年以降はM4以上の地震はすべて鳥取県西部地域で発生している。このように、島根県側では、地震の震源が西から東へ移動し、鳥取県側では東から西へ震源が移動して2000年の鳥取県西部地震の破壊へとつながった¹¹⁾。

3. 2000年鳥取県西部地震

1989年から日野町の地下で発生したM5クラスの群発地震群は、鳥取県西部地震に先行する活動である。10月6日13時30分に発生した本震の震源は、西伯町の地下10kmのところ、マグニチュード7.3という規模は日本海沿岸の地震では最大級である。地震の解析から、震源断層は北北西-南南東の走向で、長さ約20km、幅約10kmの左横ずれ断層である。地震を起こした地殻応力はほぼ東西方向の圧縮力である。余震活動は割り算型(÷型)の分布である。多くの余震は震源断層に沿った細長い帯状の地域に集中している。しかし詳細を見ると、本震の震源より南側(西伯町から日野町)では線状配列をしているが、北側(西伯町から島根県伯太町・安来市)では余震分布が枝分かれをして複雑である。誘発された2つの地震群は、南西方向に約10km離れた島根県横田町と鳥取県日南町の県境付近と、北東方向に約15km離れた大山火山付近から鳥取県中部にかけての地域である。島根県横田町では、10月8日にM5.5の地震が発生している。大山火山付近ではM3クラスの地震である(第4図)。

4. 鳥取県西部地域の地下構造 バイプロサイス -

平成13年度、鳥取県が2000年鳥取県西部地震の余震域と弓ヶ浜半島地域で地下構造探査を実施した。調査地域は鳥取県西部をほぼ南北方向に北の島根半島から弓ヶ浜半島を縦断し、余震域を通り岡山県境までの約45kmの測線である¹²⁾(第5図)。

(1) 余震分布に沿った区域で、震源断層を含む地殻下部までの地下構造

(2) 弓ヶ浜半島平野部で異常震域を記録した地域、表層地盤を含む深さ約3kmまでの地下構造
反射法地震探査は調査測線において、受信機を50m間隔で設置し、大型バイブレータ4台を震源とした。屈折法・広角反射法地震探査では、大型バイブレータ4台を連結した16点の人工震源で実

施した。ダイナマイトによる発破探査は測線に沿って3ヶ所で発破を実施した。SP1(薬量100kg:米子市新山), SP2(薬量100kg:西伯町大字鴨部), SP3(薬量200kg:日野町中菅)である。それぞれの調査では,明瞭な波形記録が観測されている。弓ヶ浜半島では表層のP波速度が1500~1700m/sec,地表からの往復走時で1.5秒付近に基盤面と推定される反射波を確認した。深度にして1500m前後と推定される。

余震域では,表層のP波速度は4000~5000m/secの値を示している。それに基盤岩のP波速度が浅部から深部へ徐々に増加していることを示されている。パイロサイズ震源からは4~6秒に明瞭な反射波が記録されている。発破による観測波形では, Fig.17に示すようにSP1において初動が明瞭で深部からの反射波も明瞭であり,余震域で6秒と10秒付近に強振幅の反射波群が見られている。SP2では,発破点から南側に4~5秒の区間に明瞭な反射群,北側では6~7秒の区間に強振幅の反射波,余震域で,10秒付近に反射波が確認できる。SP3は,測線南端での発破あるが,測線北端の境港市の受振点まで初動が明瞭である。測線全域で4秒から11秒の区間で一連の反射波が見られる。発破点から20km~30kmの受振点において,7秒から11秒の区間,及び16秒付近に強振幅の広角反射波が卓越している。往復走時で約4秒,6秒,10秒付近に極めて明瞭な反射波が記録され,地表からの速度を平均6km/secと仮定すれば,これらの反射波の深度はそれぞれ12km,18km及び30kmと推定される。

さらに,測線の南側では14秒から20秒の区間で北下りの強振幅の反射波が観測されている。深さの推定では40kmから60kmでこれだけの反射波は観測された例がない。フィリピン海プレート起源の構造との期待がもたれるが,今後の詳細な解析を行い明らかにしたい。

5.まとめ

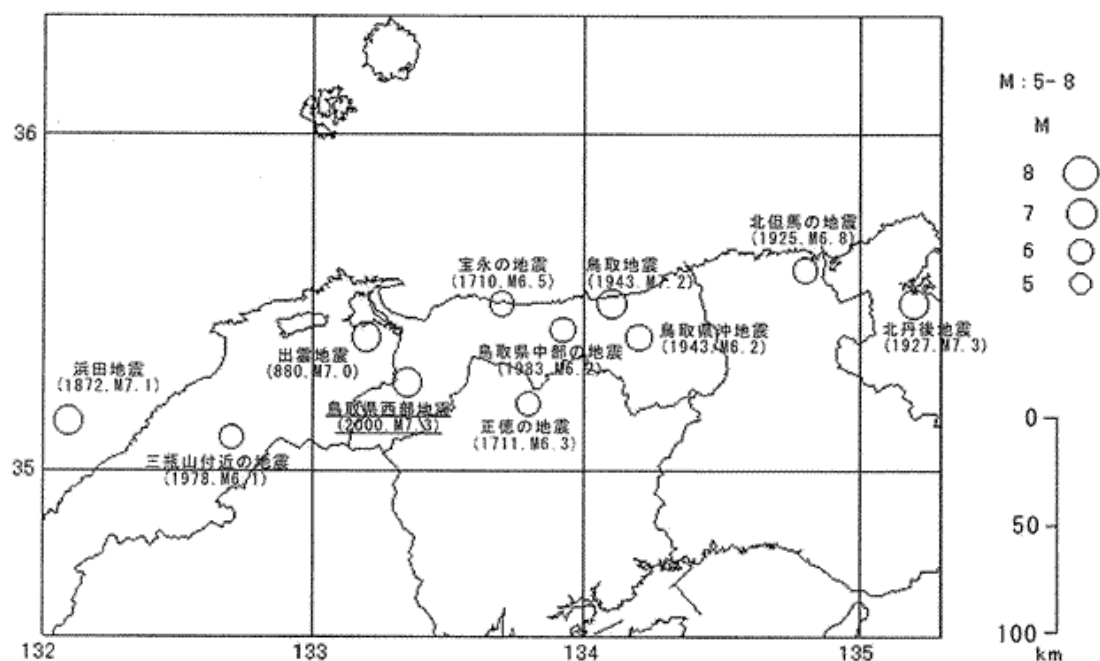
- (1) 日本海沿岸に沿う地域は西南日本内帯の地殻活動域の1つで,地震活動域が帯状に分布している。5つの大地震の発生,火山分布・温泉分布などとの関連が見られる。
- (2) 山陰地域の大地震は,同じ地域,または隣接地域に連続して発生する連鎖型が多い。
宝永の地震(1710年10月3日, M6.5)と 正徳の地震(1711年3月19日, M6.0)
北但馬地震(1925年, M6.8)と 北丹後地震(1927年3月7日, M7.3)
鳥取沖地震(1943年3月4日, M6.1)と 鳥取地震(1943年9月10日, M7.2)
三瓶山付近の地震(1976年, M5.5)と (1977年, M6.1)
鳥取県中部の地震(1983年10月31日, M6.2)と 約5分後の青谷町の地震(M5.6)
1989・1990年鳥取県西部地震(M5.3, M5.4, M5.1, M5.2, M5.1)と 1991年島根県東部の地震
(1991年8月28日, M5.9)
鳥取県西部の地震(1997年, M5.5) 2000年鳥取県西部地震(10月6日, M7.3)
- (3) 山陰地域の主な地震の震源断層は,日本海沿岸に沿った活動域とは共役な走向をもち,左横ずれ断層型(NW-SE走行)である。鳥取地震だけがほぼ東西走向の右横ずれ断層型である。北丹後地震,鳥取県西部地震,鳥取県中部の地震,
- (4) 山陰地域は地表面に顕著な活断層が少なく,活断層分布だけでは大地震の発生は予測しにくい。
- (5) 鳥取県西部地震は,鳥取県西部から島根県東部にかけてのM=7クラスの地震の空白域で発生。
- (4) 1976年から2000年までの山陰地域の地震活動(M4)において,鳥取県西部地域への地震活

動の集中が見られた。地震活動は大体東から西へと移動し、移動速度は約 10km / 年である。

- (5) 鳥取県西部地震の前に発生した群発的な地震活動では、南東から北西方向への活動域の移動が見られる。このような移動は、鳥取県西部地域の地震活動に特徴的である。
- (6) 地下構造調査の人工震源探査で、震源断層の下 10 数 km に明瞭な反射波、約 30km 付近にも反射波が確認された。また、深さ 40 ~ 60km に北下がりの反射面が見られた。

参 考 文 献

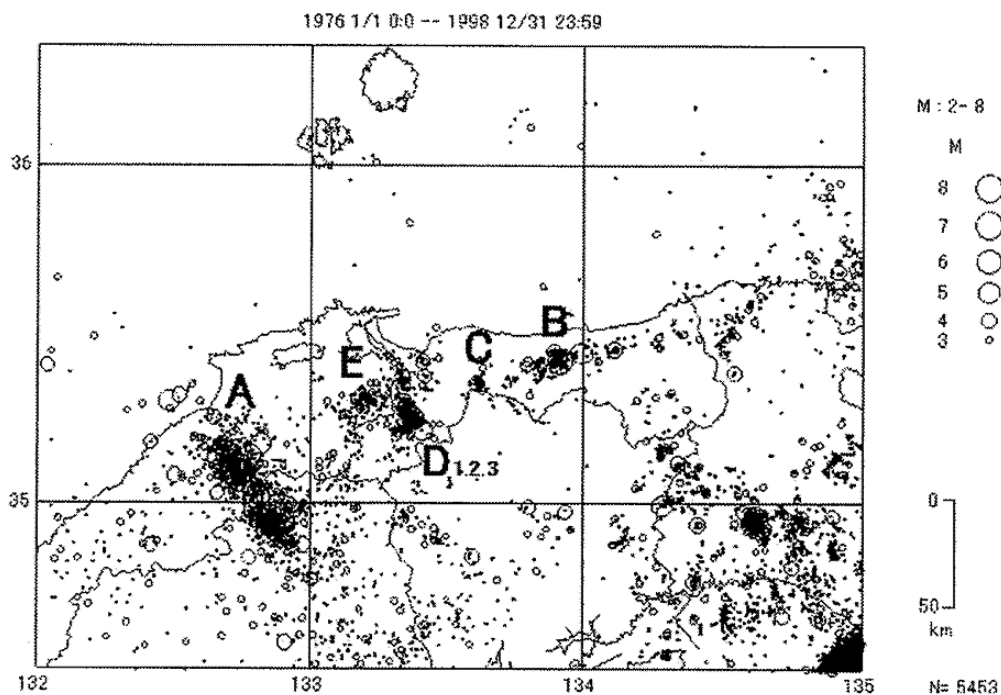
- 1) 安藤和也：2000 年鳥取県西部地震前後の地震活動について、鳥取大学大学院教育学研究科修士論文、(2002)
- 2) 伊藤 潔：西南日本の地震活動とテクトニクス、地震、43、555-569、(1990)
- 3) 宇佐美龍夫：新編日本地震被害総覧、東京大学出版会、(1987)
- 4) 大阪管区気象台：1989 年 10 月 27 日からの鳥取県西部の地震活動、地震予知連絡会会報、43、441-447、(1990)
- 5) 大阪管区気象台：鳥取県西部の地震活動(1990 年 11 ~ 12 月)、地震予知連絡会会報、46、330-336、(1991)
- 6) 活断層研究会編：日本の活断層 - 分布図と資料 -、東京大学出版会、(1980)
- 7) 京都大学防災研究所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、43、448-461、(1990)
- 8) 京都大学防災研究所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、47、379-386、(1992)
- 9) 黒川 泰、鳥取 - 島根県境付近の地震について、平成 7 年度内地留学研究報告書、(1996)
- 10) 竹内文朗・佃 為成・西田良平・中尾節郎・渋谷拓郎・渡辺邦彦・西上欽也・尾池和夫：1985 年大山火山付近に発生した群発地震について、京都大学防災研究所年報、29、B-1、39-47、(1986)
- 11) 西田良平・岡田昭明・渋谷拓郎：鳥取地方の地震と活断層、(1991)
- 12) 西田良平・平田直・伊藤潔・梅田康弘・井川猛・大西正純：鳥取県西部地域の地下構造調査(その 1)、日本地震学会 2002 年秋季大会講演予稿集、P062、(2002)



第 1 図 山陰地域の主な被害地震分布

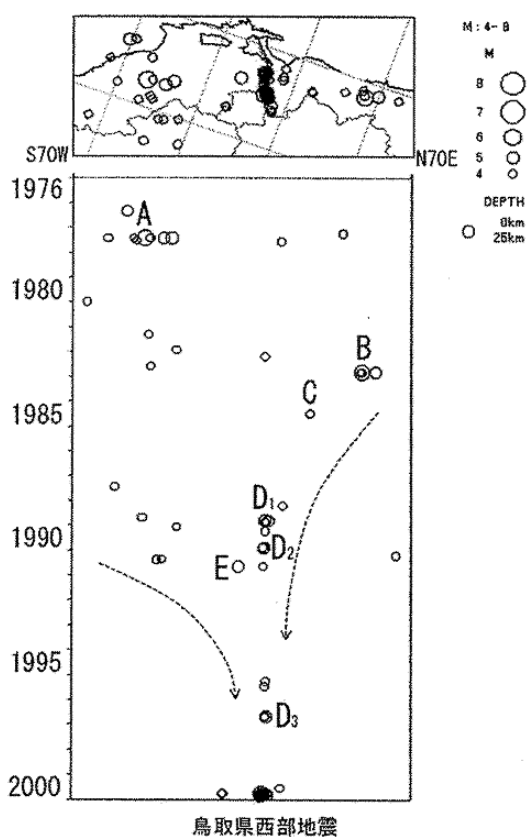
Fig.1 Epicentral distribution of remarkable earthquake in San'in district.

- | | | | |
|-----|----------|--------------|--|
| 1) | 出雲地震 | (880年、M7.0) | Izumo Earthquake |
| 2) | 宝永の地震 | (1710年、M6.5) | Earthquake in Hohei period |
| 3) | 正徳の地震 | (1711年、M6.3) | Earthquake in Syoutoku period |
| 4) | 浜田地震 | (1872年、M7.1) | Hamada Earthquake |
| 5) | 北但馬地震 | (1925年、M6.8) | Kitatazima Earthquake |
| 6) | 北丹後地震 | (1927年、M7.3) | Kitatanngo Earthquake |
| 7) | 鳥取沖地震 | (1943年、M6.2) | Tottori-Oki Earthquake |
| 8) | 鳥取地震 | (1943年、M7.2) | Tottori Earthquake |
| 9) | 兵庫県北部の地震 | (1949年、M6.3) | Earthquake in the northern area of Hyogo pref. |
| 10) | 三瓶山付近の地震 | (1978年、M6.1) | Earthquake near Mt. Sanbe |
| 11) | 鳥取県中部の地震 | (1983年、M6.2) | Earthquake in the middle area of Tottori |
| 12) | 鳥取県西部地震 | (2000年、M7.3) | Tottori-ken Seibu Earthquake |



第 2 図 山陰地域の最近(1976 年～1998 年)の地震活動

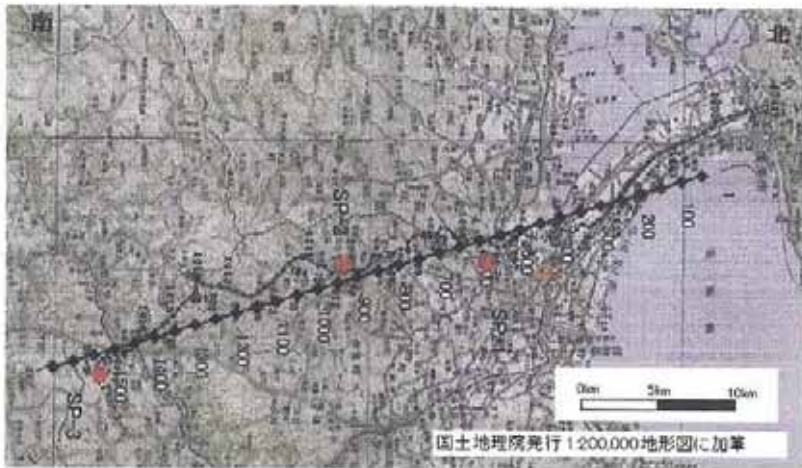
Fig.2 Recent Earthquake Activity in San'in District.



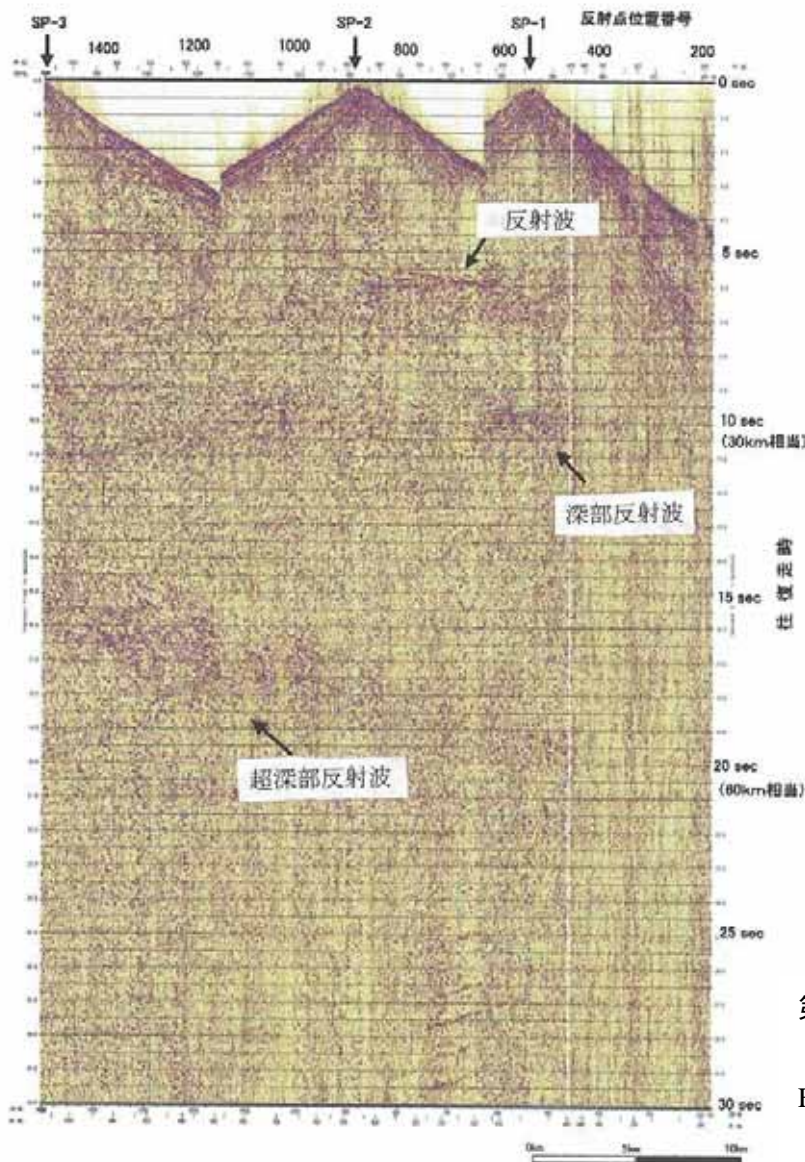
第 3 図 山陰地域の地震活動域の移動
(1976 年～2000 年, M4 以上)

Fig.3 Migration of seismic activities in San'in district(1976-2000).

- A : 三瓶山付近の地震 (1977 年、M5.5・1978 年、M6.1)
- B : 鳥取県中部の地震 (1983 年、M6.2)
- C : 大山付近の地震 (1985 年、M4.9)
- D1 : 鳥取県西部の群発地震 (1989 年、M5.3, M5.4)
- D2 : 鳥取県西部の群発地震 (1990 年、M5.1, 5.2, 5.1)
- E : 島根県東部の地震 (1991 年、M5.9)
- D3 : 鳥取県西部の群発地震 (1997 年、M5.6)
- : 鳥取県西部地震 (2000 年、M7.3)



上図：震源断層走行の解析測線を示す。



下図：観測記録,横軸は距離(左が南,右が北方向)縦軸：往復走時と深さの概数を示す。

(震源断層下の10数kmに反射面の存在,深さ30km付近の反射面,深さ約40-60kmに北下がりの反射面群の存在が見られる)

第5図 発破震源による震源断層地域の反射波記録

Fig.5 Reflection wave record around the origin fault of the Tottori-ken Seibu Earthquake.