

7. 2000年鳥取県西部地震震央付近における断層系の分布解明

Distribution of fault system around the epicenter area of the 2000 Western Tottori earthquake

○内田嗣人・向吉秀樹（島根大学）・小林健太（新潟大学）・廣野哲朗（大阪大学）

1. はじめに

2000年鳥取県西部地震は、活断層が認定されていない地域で発生した地震として、地質学、地震学に大きな影響を与えた。地震発生後、菊池（2000）¹⁾による地震波の解析、堀川ほか（2001）²⁾による強震記録の解析、福山ほか（2001）³⁾による余震分布などから、北西走向の震源断層が地下に推定された。また、震源域周辺における空中写真判読により、左横ずれを示唆するリニアメント群が判読され、地表踏査より、リニアメント沿いで多くの断層露頭が確認された（井上ほか，2002）⁴⁾。

その後、小林ほか（2003）⁵⁾や相澤ほか（2005）⁶⁾では、井上ほか（2002）⁴⁾の調査よりも広範囲に地表踏査し、2000年鳥取県西部地震の震源断層直上と周辺の地域で、断層岩の分布密度、幅、色相に違いがあることを明らかにした。また面状カタクレーサイトの分布から、震源断層の位置では周囲より古い地質時代から、より活発な断層活動があったと結論づけている。しかし、小林ほか（2003）⁵⁾の研究では、広範囲における断層の性格づけを主目的とし、主要な道路や目に付きやすい露頭を優先して調査している。そのため、沢などに露出する断層岩露頭については十分に調査しているとは言えず、余震域周辺における断層の特徴を正確には把握できていない可能性がある。

そこで、本研究では、2000年の鳥取県西部地震の震央（図-1）周辺および余震域において、より詳細な地表地質踏査を行い、断層系の分布の把握とそれらの特徴を明らかにすることを目的とした。野外調査では、主に断層岩・節理・岩脈の分布、岩相、断層面の姿勢、断層岩類の種類、色調、面構造、線構造、変位量等を記載し、室内では薄片観察を行った。調査の結果、先行研究との類似点および相違点が見えてきたので報告する。

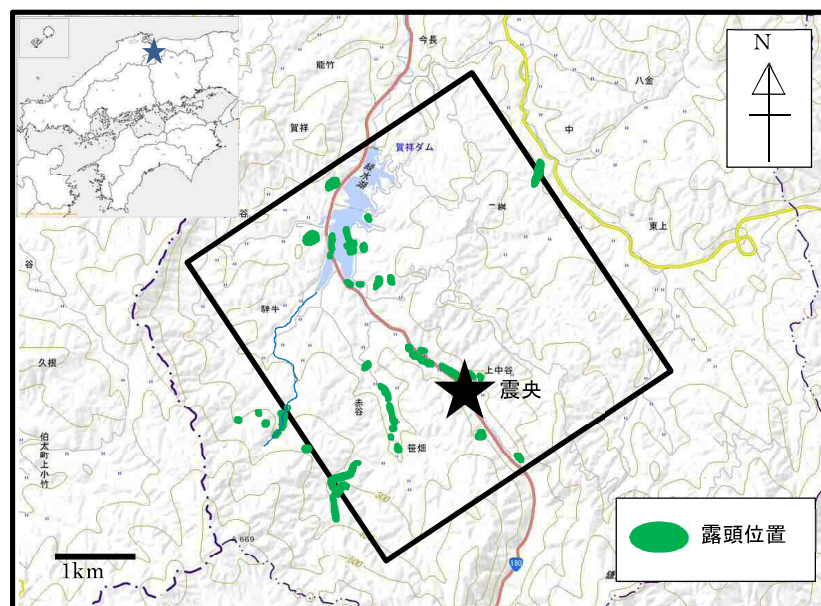


図-1. 調査地域（4km 四方）周辺の概要。
（国土地理院地形図⁷⁾に加筆）

2. 地質概説

本調査地域（鳥取県西伯郡南部町）は、2000年鳥取県西部地震の震央（鳥取県西伯町笹畑）周辺の4km四方である（図-1）。北部に緑水湖、南部に観音滝が位置し、中心部を法勝寺川が流れている。本調査地域周辺には、根雨花崗岩体と呼ばれる白亜紀後期～古第三紀の花崗岩類が広く分布している（山陰バソリス研究グループ、1982）⁸⁾。本調査地域の花崗岩類は、主に粗粒黒雲母花崗岩からなり、花崗岩を貫く玄武岩～安山岩質岩脈、アプライト脈がよく見られる。緑水湖周辺では流紋岩質岩脈も見られる。玄武岩～安山岩質岩脈は採石場等では著しく風化し、緑黒灰色あるいは赤茶色を呈する粘土になっている。これらの貫入岩脈の詳しい岩質は不明であるが、中新世以前と考えられている（服部・片田、1964）⁹⁾。一部の安山岩に関しては7-1Maに貫入した横田火山岩群の起源であるという報告もある（宇都、1995）¹⁰⁾。アプライト脈の多くは風化していないことが多い。このアプライト脈は、根雨花崗岩体を貫く一方、玄武岩～安山岩質・流紋岩質岩脈に貫かれる。このことより、アプライト脈の方が玄武岩～安山岩質・流紋岩質岩脈より形成時期が古いとされる（山陰バソリス研究グループ、1982）⁸⁾。

3. 調査結果

3.1 断層の姿勢と断層岩類

本調査地域を西部、中央部、東部に分け、断層の姿勢および変形構造についてそれぞれ示す（図-2）。調査地域西部では、断層の走向は西北西-東南東走向・鉛直に卓越しており、中央部では、北東-南西・高角南東傾斜に卓越、東部では北西-南東走向・鉛直に卓越している。これらの断層のうち、約20箇所の露頭において複合面構造（P面や R_1 面）が確認できた。北西-南東走向の断層は主に左横ずれの剪断センスを示し、北東-南西走向の断層は右横ずれ、または左横ずれの剪断センスを示す。スリッケンライン等の線構造が認められる断層も約30箇所で確認した。北西方向に低角～中角プランジするものが多く認められた（図-3）。また岩脈のずれが認められる断層も3箇所で確認された。この岩脈のずれから見積もられる変位量と剪断センスはそれぞれ(a)12cmの左横ずれ、(b)80cmの左横ずれ、(c)50cmの左横ずれであった（図-4）。

調査地域の断層には主に断層ガウジおよびカタクレーサイトが認められる。それぞれの特徴について次項に示す。

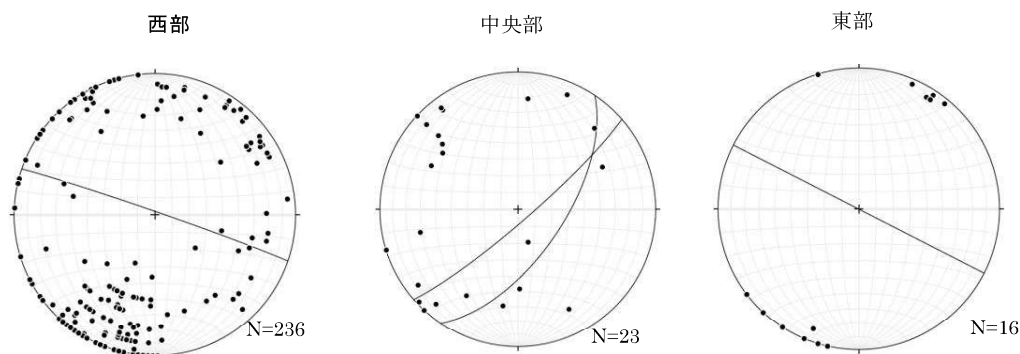


図-2. 調査地域の断層の姿勢
(シュミットネット下半球投影)

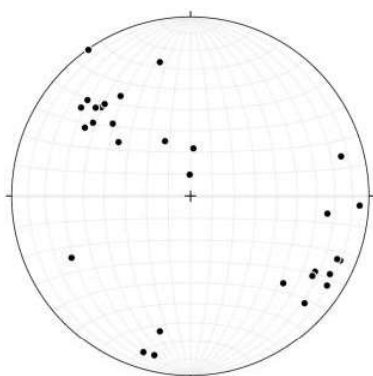


図-3. 調査地域の線構造の姿勢
(シュミットネット下半球投影)

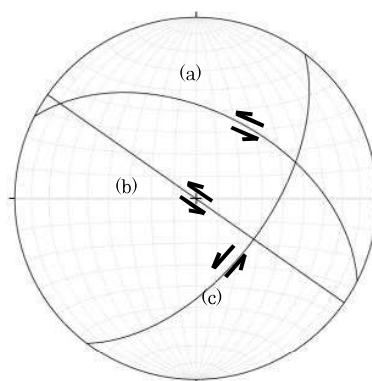


図-4. 岩脈をずらす断層岩類の姿勢
(シュミットネット下半球投影)。

3.1.1 断層ガウジ

調査地域全体で、約 260 枚の断層ガウジ帯を確認した。ガウジ帯幅は、数 mm～数十 cm で、色相は、肉眼観察において白色、淡緑色、淡黄色、黄褐色、茶色、桃赤色、赤色、黒色等が認められた。ガウジの色相別に細分すると、西部では、淡緑色、淡黄色～黄褐色および茶色のガウジが西北西―東南東走向・高角北傾斜に卓越している。また、桃赤色～赤色のガウジは、西北西―東南東走向・高角北傾斜の卓越と、北東―南西走向・高角傾斜で特徴づけられる。中央部では、淡黄色～黄褐色および茶色のガウジが北東―南西走向・高角南東傾斜および北西―南東走向・高角傾斜に卓越し、淡緑色のガウジが北北東―南南西走向・中角南東傾斜に卓越する。桃赤色～赤色のガウジは確認できなかった。東部では、どの色も北西―南東走向・高角傾斜であった。

3.1.2 カタクレーサイト

調査地域全域で約 70 枚のカタクレーサイトを確認した。カタクレーサイトは震源断層直上に限らず、2000 年鳥取県西部地震の余震域外も含め、調査地域全域に分布している。カタクレーサイト帯の厚さは数 mm～十数 cm で、全カタクレーサイトの平均姿勢は $N71^{\circ}W88^{\circ}N$ である。カタクレーサイトは一般的に花崗岩体中に見られることが多いが(図-5)、花崗岩体と玄武岩質の貫入岩の境界部に産するものもある。また、花崗岩起源の基質と貫入岩(ドレライト)起源の破碎岩片から成るカタクレーサイトも確認される(図-6)。



図-5. 花崗岩中に発達するカタクレーサイトの薄片写真.



図-6. ドレライトの破砕岩片を含むカタクレーサイト.

3.2. 岩脈の姿勢

本調査地域では、現在約 70 枚の岩脈を確認している (図-7). 玄武岩～安山岩質岩脈は北西-南東走向・高角北東傾斜が多く、その平均姿勢は $N60^{\circ}W70^{\circ}N$ である. 厚さは 10cm～3m 程度である. アプライト脈は、貫入面の姿勢にばらつきがあるが、北東-南西走向・南東傾斜～東西走向に集中している. 厚さは、数 cm～50cm 程度である.

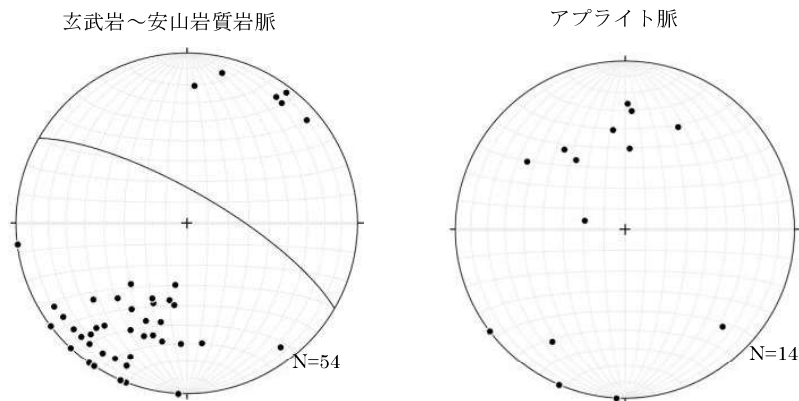


図-7. 調査地域の岩脈姿勢
(シュミットネット下半球投影).

3.3. 節理の姿勢

断層岩類の構造解析と同様に本調査地域を西部、中央部、東部に分け、節理の方位を示す (図-8). 一般に、花崗岩内では大規模な断層を除き、断層と節理を識別するのは困難な場合が多い. 本調査では、割れ目に粘土を伴わず、変形構造や明瞭な変位が認められないものを節理と識別して方位の測定を行った. 調査の結果、西部、中央部ともに北西-南東走向・高角傾斜、北東-南西走向・高角傾斜であった. 東部は調査が不十分であるため、示していない.

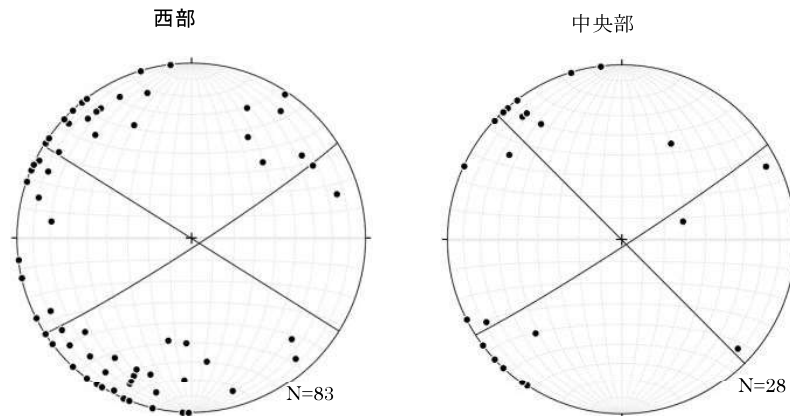


図-8. 調査地域の節理の姿勢
(シュミットネット下半球投影)。

4. 考察

4.1 断層の分布・姿勢と断層岩の特徴

本調査で得られた断層岩類の姿勢や貫入岩の姿勢は、先行研究で報告されている小林ほか(2003)⁵⁾ および相澤ほか(2005)⁶⁾ の断層岩類の姿勢や貫入岩の姿勢と類似し、起震断層に対するリーデル剪断面(小林ほか, 2003)⁵⁾ と考えられる西北西-東南東走向・鉛直に卓越している。断層岩類の姿勢と玄武岩～安山岩質岩脈の姿勢が類似していることから、貫入面を弱面として断層が発達したと考えられる。また、貫入岩も破碎されていることから、岩脈貫入後も断層活動が続いていたと考えられる。一方、カタクレサイトの分布については、小林ほか(2003)⁵⁾ および相澤ほか(2005)⁶⁾ では、震源断層直上に限って認められると報告しているが、本調査では、余震域に限らず調査地域ほぼ全域において確認された。彼らが記載したものは、鏡下で石英や長石の破碎と黒雲母の塑性変形による伸長が認められる面状カタクレサイトである。今回確認したカタクレサイト全てが、これと同様なものか今後検討する必要があるが、少なくとも、余震域周辺の広い範囲において、古い地質時代から断層活動が活発であったと考えられる。

4.2 断層ガウジの色相

産総研深部地質環境研究コア(2009)¹¹⁾ において、2000年鳥取県西部地震余震域周辺に見られる複数の色相からなる断層ガウジに対し、鉱物組成分析から色相の違いが断層活動の指標となる可能性について述べられている。すなわち、地表近くにある断層ガウジは雨水などの影響により酸化が進行し、暖色系の色相を呈するようになるが、断層が活動すると水素ガスの発生により、断層破碎帯が還元状態になり、酸化が抑制されるというものである(産総研深部地質環境研究コア, 2009)¹¹⁾。本研究ではガウジの鉱物組成分析には至っていないが、本調査地域で見られるガウジの色相変化が上記報告にあてはまるとすれば、調査地域中央部で桃赤色～赤色の断層ガウジが確認されなかったことは、調査地域中央部においては、花崗岩質破碎物の地表近傍での酸化反

応が周辺の地域に比べて進んでいないためと考えられる。このことから、震央付近に分布するガウジは周辺の地域に比べ、生成されてからの期間が短い可能性がある。

5. まとめ

2000年鳥取県西部地震の震央周辺および余震域の詳細な断層系の分布を把握し、特徴を明らかにするため、地表踏査・薄片観察を行い、先行研究との比較を行った。主な結果として、カタクレーサイトが余震域外にも確認され、余震域周辺の広い範囲において、古い地質時代から断層活動が活発であったと考えられる。また、震央付近で酸化色を示すガウジが確認されなかった。このことから、震央付近に分布するガウジは周辺の地域に比べ、生成されてからの期間が短い可能性が示唆される。

引用文献

- 1) 菊池正幸, 山中佳子 (2000) : 遠地実体波解析, 10月6日鳥取県西部の地震(M7.3), EIC地震学ノート, 93.
- 2) 堀川晴央・関口春子・岩田知孝・杉山雄一 (2001) : 2000年鳥取県西部地震の断層モデル. 活断層・占地震研究報告, 1, 27-40.
- 3) 福山英一・Ellsworth, W. L.・Waldhauser, F.・久保篤規 (2001) : 2000年鳥取県西部地震の詳細断層構造. 2001年地球惑星科学関連学会合同大会, S3-007.
- 4) 井上大榮・宮腰勝義・上田圭一・宮脇明子・松浦一樹 (2002) : 2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査. 地震2, 54, 557-573.
- 5) 小林健太・相澤泰隆・梅津健吾・小山敦子・山本亮 (2003) : 2000年鳥取県西部地震の震源域における地質構造解析. 活断層・古地震研究報告, 産総研地質調査総合センター, no. 3, 163-174.
- 6) 相澤泰隆・小林健太・梅津健吾・山本亮 (2005) : 2000年鳥取県西部地震の余震域およびその周辺に分布する断層岩類, 地質学雑誌, 111, 737-750.
- 7) 国土地理院ホームページ : 地理院地図 (電子国土 Web)
- 8) 山陰バソリス研究グループ (1982) : 根雨花崗岩体—山陰帯におけるバソリスの研究 (その1) —. 地質学雑誌, 88, 299-310.
- 9) 服部 仁・片田正人 (1964) : 5万分の1地質図幅「根雨」および同説明書. 地質調査所, 40p.
- 10) 宇都 (1995) : 火山と年代測定 : K-Ar, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定の現状と将来. 火山, 40, s26-s46
- 11) 産総研深部地質環境研究コア (2009) : 地層処分にかかる地質情報データの整備 : 平成20年度事業報告書.