

西日本における共役断層 Conjugate faults in western Japan

竹本 修三

京都大学名誉教授

Kyoto University

はじめに

共役断層とは水平方向の同じ圧縮(または引っ張り)力が働いたとき、互いに断層面がほぼ直交し、ずれの向きが逆向きになる断層の組のことをいう。郷村断層と山田断層の走向は約90度ずれており、主圧力の方向と互いに約45度ずれているのは、その典型的な例である。本報告では若狭湾から西の日本海側の地震断層の共役関係について論じる。

郷村断層・山田断層から鳥取、島根の地震断層の共役関係について

地震調査研究推進本部が示した山田断層帯に属する郷村断層帯と山田断層帯主部の位置を図1に示してある(https://jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_katsudanso/f074_yamada/)。郷村断層帯の最新活動時期は1927年の北丹後地震であるとされ、山田断層帯主部の最新活動時期は、約3千3百年以前であったと推定されている。

国土地理院の「中部・近畿地方の地殻ひずみ(<http://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi4-100.html>) 1883年～1994年の111年間」によれば、「近畿地方では、紀伊半島を除いた地域においてほぼ東西方向の縮みのひずみがみられる」ということである。



図1：郷村断層帯と山田断層帯主部。

これは、安定した陸側プレートに太平洋プレートが東側から押しよせているためと考えられている。しかし、京都府丹後半島から西では、太平洋プレートのほか、フィリピン海プレートの影響も大きくなるので、主圧力の方向は近畿地方より時計回りに25度程度傾いていると考えることができる。

図1に示した共役断層である郷村断層と山田断層帯主部は、主圧力の方向が東西から時計回りに25度傾いていたとすると、郷村断層帯の断層

方位がN20度W、山田断層帯主部の断層方位がN70度Eとなり、この考えをうまく説明できる。

次に、鳥取県では最近約80年間にM \geq 6.6の地震が3つ起こった(図2の左上)。1943年の鳥取地震(M7.2)、2000年の鳥取県西部地震(M7.3)、2016年の鳥取県中部地震(M6.6)である。これらについては、国土地理院地殻変動研究室の矢来博司室長らが2017年7月30日から8月4日まで神戸市で開かれたIAG・IASPEI合同学術総会において、“Yarai, H. *et al.*: Crustal deformation and a fault model of the 2016 central Tottori prefecture earthquake” と題する興味深い講演を行った。

1943年9月10日の鳥取地震(M7.2)の際には、まだ余震の観測体制が整っていなかったが、この地震に伴って吉岡断層と鹿野断層が出現した。これらの地表変位に基づいて地震断層の長さや方位を推定すると図2の右上のようになる。断層方位はN70度Eとなり、山田断層帯主部の断層方位とほぼ同じであ

る。さらに鳥取県では、2000年10月6日に鳥取県西部地震(M7.3) (図2 左下)と2016年10月21日に鳥取県中部地震(M6.6) (同図右下)が起こったが、これらの時代には気象庁で余震分布の観測体制が整っていた。これら2つの地震の余震分布から断層方位を推定すると、ともにN20度Wとなるが、2016年10月21日の鳥取県中部地震の場合には、副断層としてN70度E方向に余震域の広がりが見られる。すなわち、鳥取県で最近約80年間に起こった3つの地震(M \geq 6.6)は、主圧力の方向が東西から時計回りに25度傾いていたとすれば共役関係にあると考えられる。

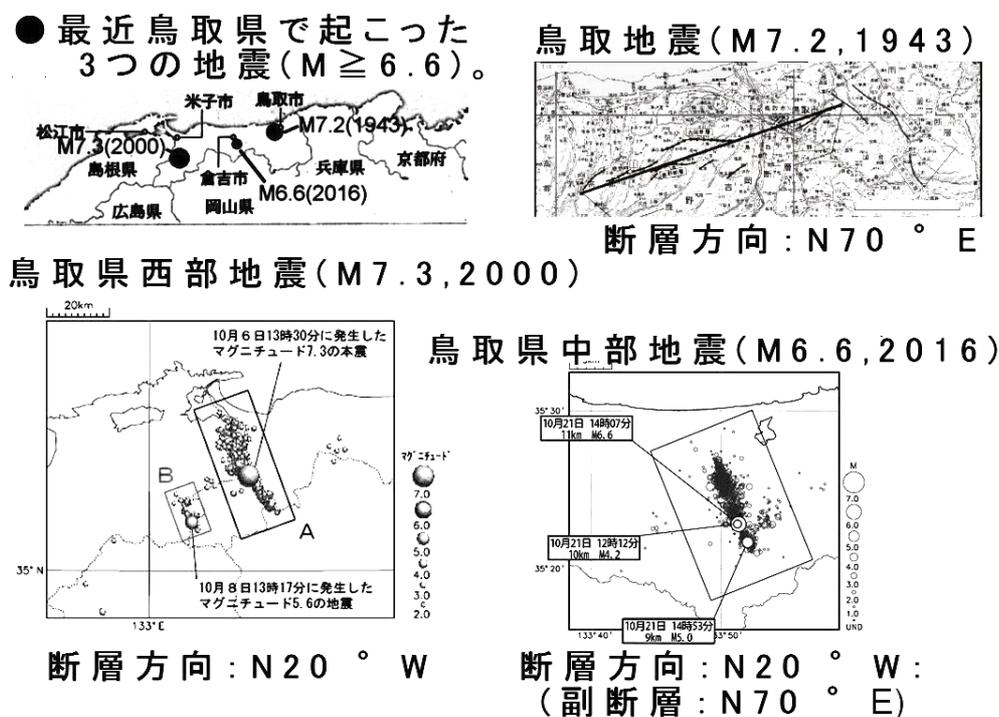


図2 (左上): 最近鳥取県で起こった3つのM \geq 6.6の地震の震央位置, (右上): 1943鳥取地震(M7.2), (左下): 2000鳥取県西部地震(M7.3), (右下): 2016鳥取県中部地震(M6.6) .

また、2018年4月9日01時32分に三瓶山の近くで島根県西部の地震(M6.1)が発生した。気象庁発表によれば、この地震は西北西-東南東方向に圧力軸持つ横ずれ断層型であり、震源の深さは12kmであった。この地震の余震分布は、2000年10月6日鳥取県西部地震(M7.3)とほぼ同じ方向にある。

結果と考察

京都府丹後半島にある山田断層帯と郷村断層帯は共役断層として知られているが、これより西の鳥取県・島根県で最近起こった大地震の地震断層の向きを調べてみると、安定した陸側プレートに、東側から太平洋プレート、東南側からフィリピン海プレートが押しよせるために、主圧力の方向は近畿地方の東西方向より時計回りに25度程度傾いていると考えると、地震断層が共役関係にあることが説明できる。

これより東側にある若狭湾の福井県側ではFO-B・FO-A・熊川断層が連動して動く場合が電力会社などにより警戒されているが、これと共役関係にある上林川断層の東北延長上にも注意が必要であろう。

日本測地学会132回講演会・富山国際会議場

2019年10月29日～31日

西日本の共役断層

竹本修三 (京都大学名誉教授)

発表： 測地セッション(027)

2019年10月30日 09:15～09:30

1

海溝型巨大地震と地殻内断層地震

北アメリカプレート
ユーラシアプレート
太平洋プレート
フィリピン海プレート

日本列島は、4つのプレートがせめぎあう、世界でも有数な地殻変動帯。

地震動 海溝型地震 津波
陸側プレート 海洋プレート

M8超の大地震
(海・陸のプレート境界で発生)

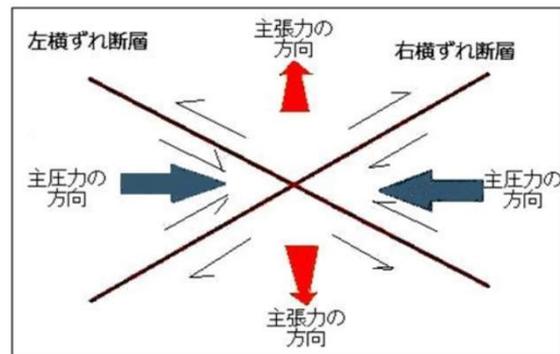
地殻内断層地震

M8以下の地震
(内陸部及び日本海側の地震)

10⁻⁴の歪が溜まると破壊する。

2

共役(共軛:きょうやく)断層とは



水平方向の圧縮(または引っ張り)力が働いたとき、互いに断層面がほぼ直交し、ずれの向きが逆向きになる断層の組のこと。郷村断層と山田断層の走向は約 90° ずれており、主圧力の方向と互いに約 45° ずれているのは、その典型的な例。

3

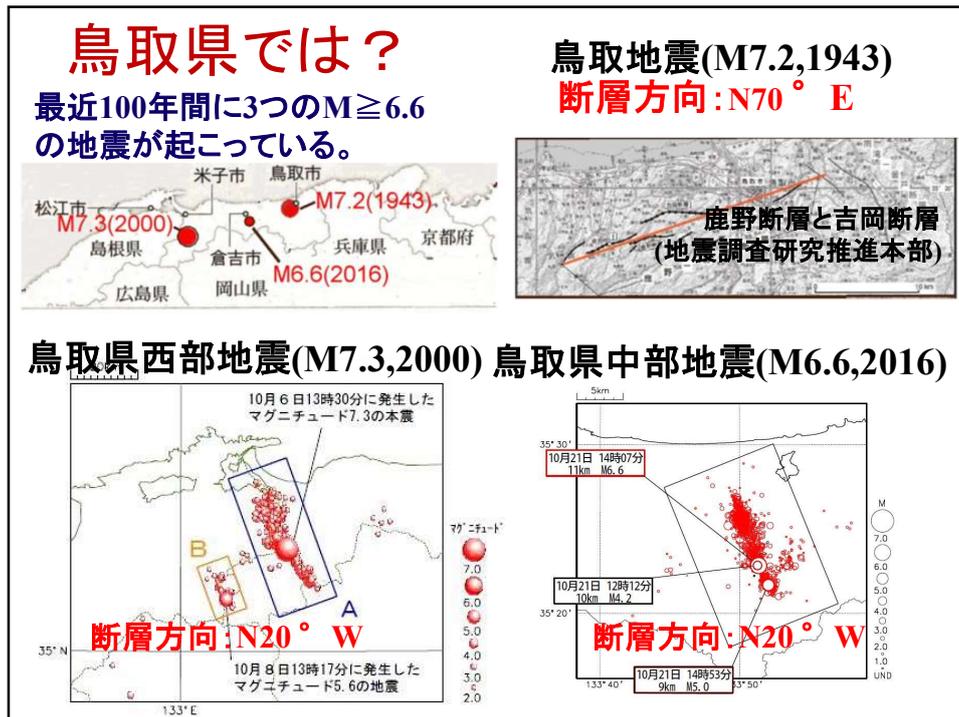
山田・郷村断層

若狭湾よりも西側の丹後半島にある山田断層帯と郷村断層帯が共役断層として知られている。このうち、郷村断層帯の最新活動



時期は1927年の北丹後地震であるとされ、山田断層帯主部の最新活動時期は、約3千3百年以前であったと推定されている。
(地震調査研究推進本部)

4



5

最近100年間の鳥取県内の3つの地震($M \geq 6.6$)は共役関係にある。

- 1943年 9月10日 鳥取地震(M7.2) 断層方向 $N70^\circ E$
- 2000年10月6日 鳥取県西部地震(M7.3) $N20^\circ W$
- 2016年10月21日 鳥取県中部地震(M6.6) $N20^\circ W$
(副断層 $N70^\circ E$)

この3つの地震は、鳥取県に働く平均的な圧縮応力場の向きを $E 25^\circ S - W 25^\circ N$ とした共役関係にあると考えられる。これは、前述の山田・郷村断層とも矛盾しない。

6

島根県三瓶山周辺では？

2018年4月9日01時32分に三瓶山の近くで島根県西部の地震(M6.1)が発生した。気象庁発表によれば、この地震は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であり、震源の深さは12kmであった。この地震の断層面は、2000年10月6日鳥取県西部地震(M7.3)とほぼ同じである。



7

これに対し、近畿地域では平均的に東西方向に主圧力の方向

国土地理院:中部・近畿地方の地殻ひずみ(1883年～1994年の111年間)によれば、中部地方の糸魚川－静岡構造線付近以西では、全体的に北西－南東から東西方向の縮みのひずみがよくみられるが、福井平野に1948年の福井地震にともなう影響がみられる。

近畿地方では、紀伊半島を除いた地域においてほぼ東西方向の縮みのひずみがみられる。なお、丹後半島には1927年の北丹後地震に伴う影響がみられる。

(<http://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi4-100.html>)

近畿地方では、1995年に兵庫県南部地震(M7.3)、2018年に大阪府北部の地震(M6.1)が起こった。これらは、いずれも東西主圧力のもとで起こったと考えられる。

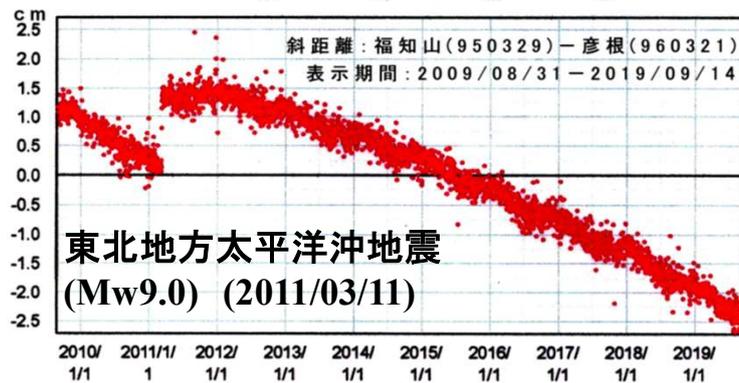
8

基線長変化 (福知山－彦根)

国土地理院データ



2011年の東北地方太平洋沖地震は最大のイベント。そのあと縮み変化の割合が小さくなっていったが、もどに戻りつつある。



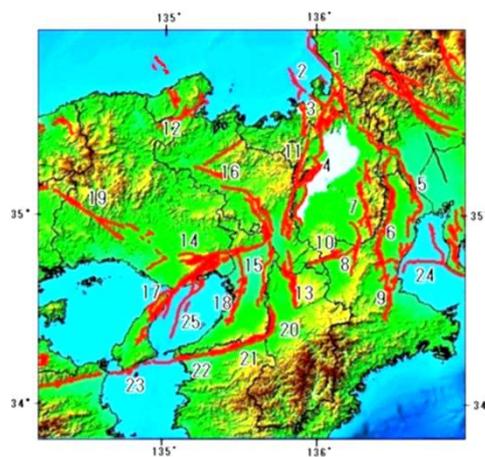
9

近畿地方で大阪府北部の地震の次は？

2018年6月18日の大阪府北部の地震 (M6.1) のあと、若狭湾を含む近畿地方でM6～7クラスの地震が次に起きるのはどこか？

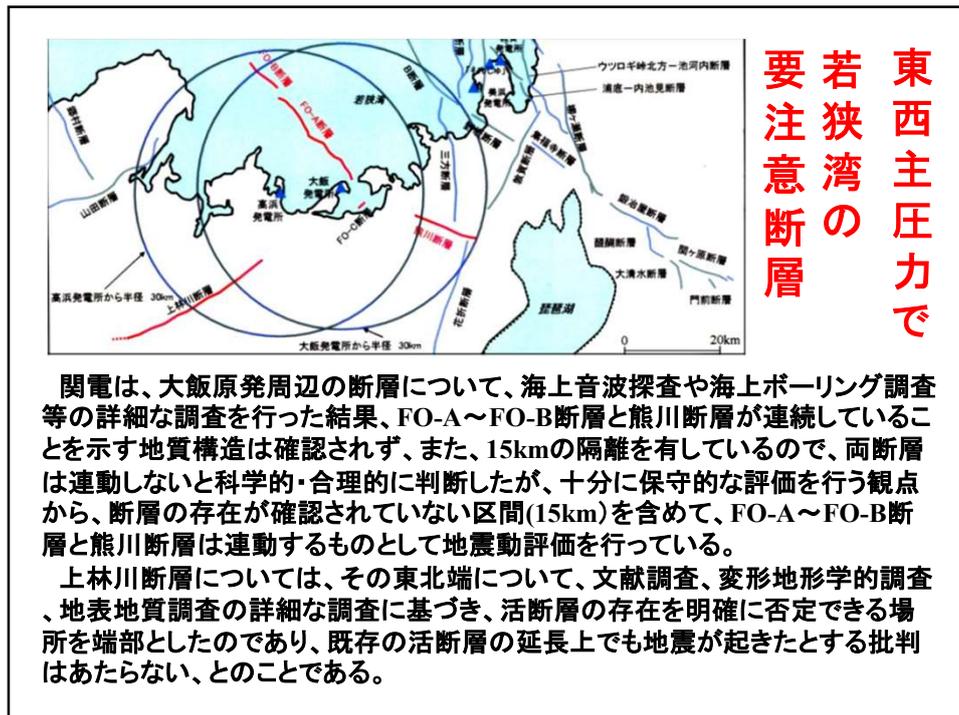
この地域には、東西方向に主圧力が働いていると考え、東西から±45° ずれた方向に断層面が走る地震を警戒する必要がある。

京都府などの地方自治体が琵琶湖問題としている④琵琶湖西岸断層帯、⑪三方・花折断層帯、⑬京都盆地－奈良盆地断層帯南部(奈良盆地東縁断層帯)などは、断層走行が南北に偏りすぎているようだ。



近畿・若狭湾の活断層図
(地震調査研究推進本部)

10



11

西日本重力異常図(志知龍一)

●志知龍一・名古屋大学名誉教授が2018年6月に「西日本(関東から九州)の工業ベルト地帯のブーゲー重力異常図(Bouguer Gravity Anomaly Map of the Industrial Belt Zone: from Kanto to Kyushu, Southwest Japan)」を公表した。この図で中央構造線が南は熊本地震の震源域から、北東は兵庫県南部地震の震源域まで一本につながっていることに興味を惹かれる。

●この図から若狭湾を含む近畿地方の陸域の重力異常図を抜き出してみると、1995年1月17日の兵庫県南部地震と(M7.3)と2013年4月13日の淡路島の地震(M6.3)、及び、2018年6月18日の大阪府北部の地震(M6.1)の震源域は、いずれも重力異常の大きなところの近くで起こっている。

●また、この図で、上林川周辺にも大きな重力異常が見られることに注目したい。

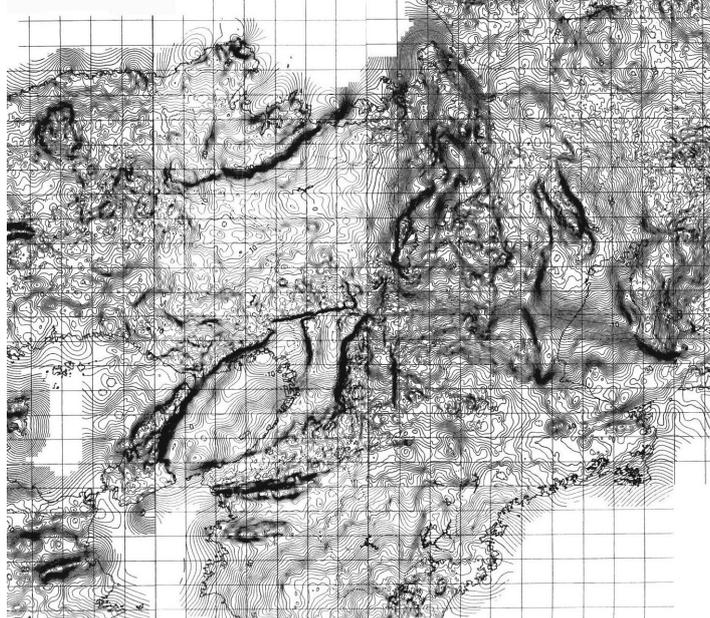
(志知龍一: 関東～九州地方の高精度重力図、
地震ジャーナル67号, pp.54-57, 2019年)

12

若狭湾を含む近畿地方の重力異常

志知 龍一
(2018)

(この図は陸域の重力測定値に基づいており、海域のFO-B, FO-Aの下の重力異常については、わからない。)



13

上林川断層と重力急変帯

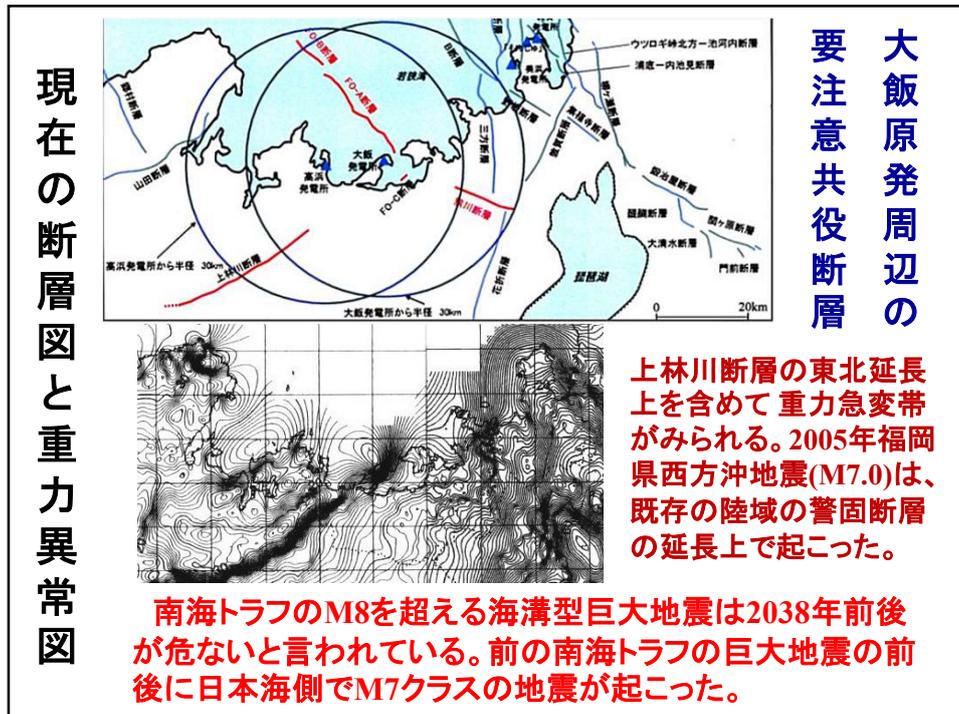
- ブーゲ重力異常図は、当然地下の地質分布・構造を反映する。地質学者は上林川断層周辺で密度の大きな岩石(夜久野オフィオライト)の分布を反映しているのではないかという。しかし、夜久野オフィオライトの分布と重力急変帯とは一致していない。
- 大飯原発周辺では、東西方向に主圧力が働き、水平横ずれ断層が考えられている。ただ、兵庫県南部地震のように、横ずれ断層だけではなく、一部上下方向の変位も伴っていたとすると、度重なる断層運動の上下変化の累積で上林川断層周辺に重力急変帯が表れてもよい。

14

夜久野オフィオライト

- 石渡明:「岡山県赤磐市の海底岩石(夜久野オフィオライト)」(地質技術、第7号、pp.11-16、2017) に以下のように書かれている。
- 「夜久野オフィオライトとそれに伴う舞鶴帯の古生代ベルム(二畳)紀(2億年以上前)の地質が、旧山陽町、熊山町と吉井町から北隣の美咲町にかけて分布している。これらの海底岩石は、美作市、久米南町、建部町、岡山市、井原市など岡山県内に広く分布しており、(中略)、福井県西部の若狭湾から本州を斜めに横切って京都府・兵庫県を経て岡山県南西部の井原付近まで分布しており、その西方延長は広島県を経て熊本県北部の山鹿に達する。一方、東方延長は飛騨山地、新潟県の八海山付近や佐渡島の北端を経てロシア沿海州に達する」という。
- 夜久野オフィオライトの分布範囲は、上林川断層周辺よりずっと広いようである。志知重力異常図から石渡が指摘する夜久野オフィオライト全体の分布状況を示唆する特徴は見られない。

15



16