

山崎断層帯における微小地震の発震機構

○西村和浩・中尾節郎・澁谷拓郎・James MORI・加納靖之

1. はじめに

山崎断層帯は、岡山県から兵庫県にかけて北西－南東方向に走る全長約 80km の活断層帯で、確実度 I、活動度 B と評価されている。京都大学防災研究所では、1960 年代半ばから山崎断層周辺で地震観測を開始し、1970 年代の半ばにテレメータシステムが導入され地震検知能力と震源精度が向上した。我々は、2004 年 7 月から山崎断層南東部で臨時観測を開始した。

図 1 に山崎断層周辺に対して求められた速度構造(澁谷他、2008)を用いて再決定した、1976 年 6 月から 2008 年 11 月までの山崎断層周辺の震央分布を示す。山崎断層帯では、北西部の活動が少なく南東部ではやや活発に地震が発生している(澁谷他、2008)が同図からもこの傾向が見受けられる。また、同図では 1976 年 6 月から 2007 年 11 月までの震央データは東西、南北、深さ方向のレゾリューションが 0.5 以上で、東西および南北の誤差が 1km 以下かつ深さの誤差が 2km 以下に求められたものを用い、2007 年 12 月から 2008 年 11 月までの震央データは手動で読み取ったデータを用いている。震央をグループ化し、以下文中で用いる①～⑪はこの区分とする。

以下では、山崎断層帯、及び山崎断層帯周辺における発震機構の傾向について報告する。

2. 山崎断層帯周辺の発震機構

古法華観測点と須加院観測点の 2 臨時観測点のデータを定常観測網データに加えて、独自の読み取りを行い、2006 年 7 月から 2008 年 11 月までの読み取ったデータと、山崎断層周辺

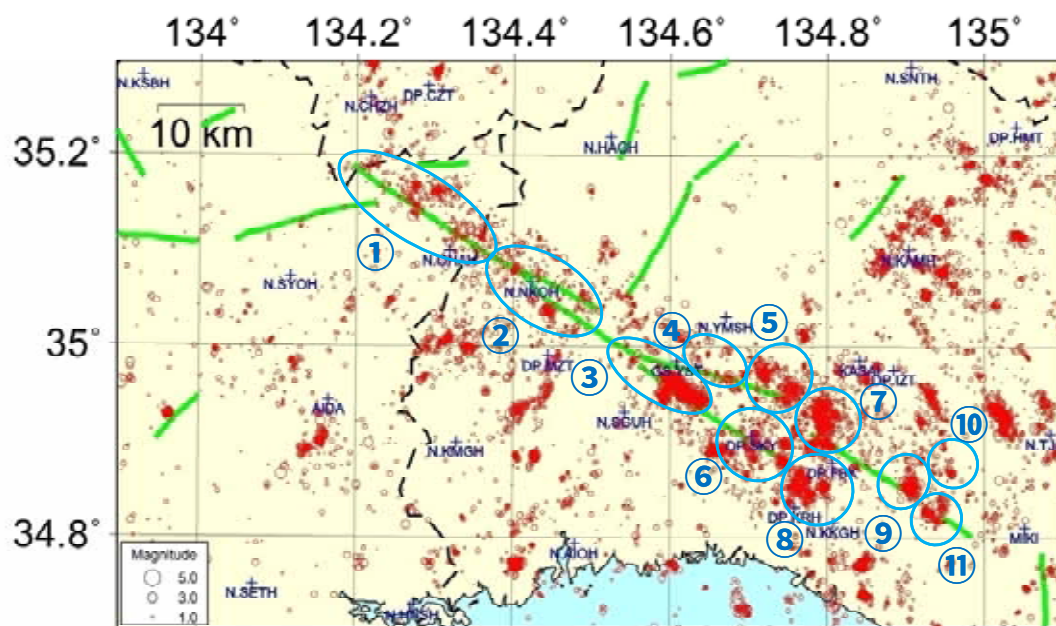


図 1 震央分布と領域

に対して求められた速度構造(澁谷他、2008)を用いて、震源の再決定を行った。このデータから M1.5 以上の地震に対して、P 波初動の押し引きの分布に基づいた Maeda(1992)の方法を用いてメカニズム解の決定を行った。1 個の地震について複数求めたメカニズム解候補の P 軸の azimuth のばらつきが $\pm 15^\circ$ 程度に収まるものの中から、実際にメカニズム解を見て確認し、良いものだけを用いて解析に利用し、それより精度の劣るものは解析から除外した。

発震機構の分類は片尾他(1997)の定義に従い、P 軸の plunge が 60° 以上のものを正断層型、T 軸の plunge が 60° 以上のものを逆断層型、Null 軸の plunge が 45° 以上のものを横ずれ断層型、それ以外のものをその他の断層型とした。

ここで決定した発震機構の内訳は次のとおりである。

範囲	:	緯度： $34.7^\circ \sim 35.3^\circ$	経度： $133.9^\circ \sim 135.1^\circ$	
読み取り	:	1662	イベント	
M1.5 以上のメカニズム解	:	160	イベント	(山崎断層帯のみ：99)
正断層	:	0	イベント	
逆断層	:	13	イベント	(山崎断層帯のみ：6)
横ずれ	:	102	イベント	(山崎断層帯のみ：70)
その他	:	45	イベント	(山崎断層帯のみ：23)

求めた山崎断層周辺の発震機構の分布を図 2 に示す。正断層型はなく、青色の震源球が逆断層型、赤色の震源球が横ずれ断層型、紫色の震源球はその他の断層型を示す。

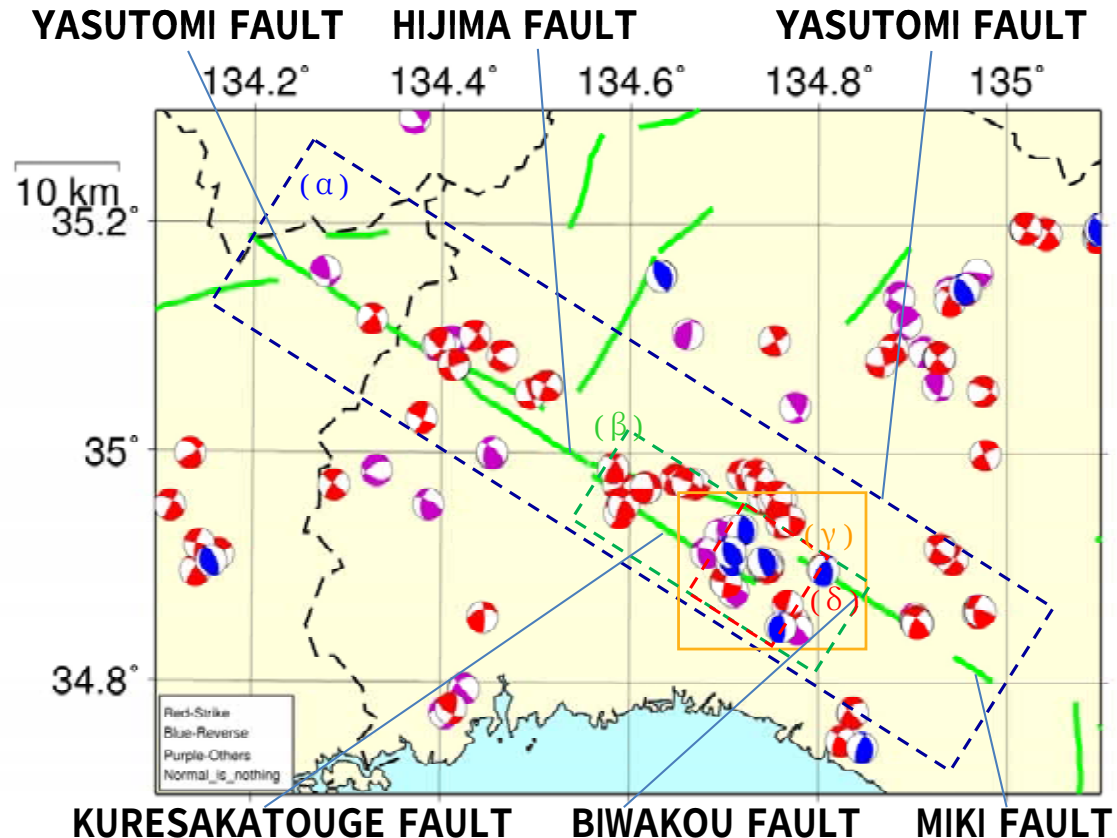


図 2 山崎断層帯周辺の発震機構(下半球投影)

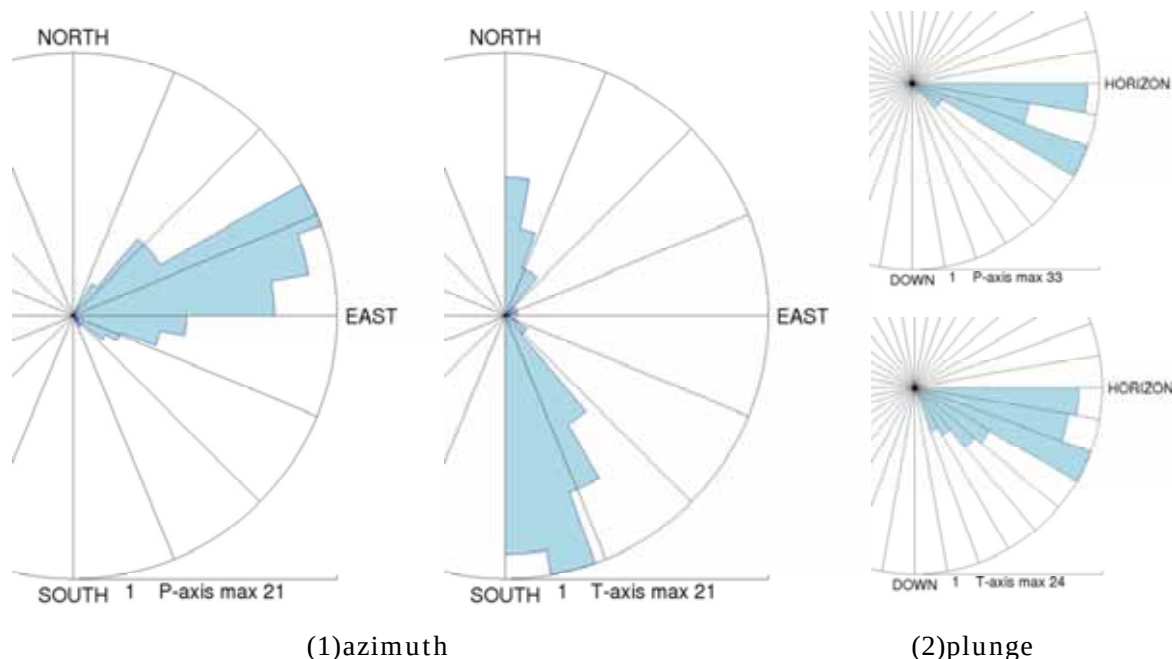


図3 山崎断層帯のメカニズム解のP軸とT軸

図2の山崎断層帯(α)では、横ずれ断層型が多く(澁谷他、2008)、発震機構の節面が断層面とよく一致していることが特徴である(一般には発震機構の節面が断層面と一致するとは限らない)。山崎断層帯の周りの横ずれ断層型は山崎断層帯のものと類似しているが圧縮方向が同じために類似した傾向をもっているのではないかと考えられる。

図2の(α)のみに着目する。このメカニズム解の主圧力軸(P軸)や主張力軸(T軸)の azimuth と plunge を用いて、 10° 毎に地震の数を集計したローズダイアグラムを図3に示す。azimuth は北から時計周りの角度であり、plunge は水平面から下向きの角度である。図3-(1)より山崎断層付近では、圧縮方向を示すP軸は東北東-西南西方向を向き、T軸は南-北方向を向く傾向にある。図3-(2)より、大部分の地震は各応力方向(P軸とT軸方向)が水平に対し、比較的小さな傾斜をしている傾向にある。

3. 山崎断層帯の逆断層について

山崎断層帯では図2の(γ)の深さ11~14kmでのみ、逆断層型の地震(Mj1.6~Mj2.5)が発生していた。この地域の発震機構の分布を図4に示し、図3と同様に逆断層型のみのメカニズム解のローズダイアグラムを図5に示す。逆断層型のサンプル数が少ないのは否めないが、図5よりP軸の azimuth が東-西方向あるいは東北東-西南西方向を向いている。

また、発震機構の深さ分布を図6に示す。図6-(1)は図2の(α)に、図6-(1)の(β)と図6-(2)は図2の(β)に、図6-(1)(2)の(δ)と図6-(3)は図2の(δ)にそれぞれ対応している。

図4の青い震源球(a)-(f)は逆断層型を示している。また、図6の青丸●も同様に逆断層型を示し、図4の(a)-(f)にそれぞれ対応している。

この内(a)(b)(c)は北側の安富断層と南側の暮坂峠断層の間に位置している。これらの走向は、断層面(赤の矢印)と一致しない。

(d)(e)に関しては図4と図6-(2)から、横ずれ断層型とその他の断層型の地震が発生している場所とほぼ同じ場所で発生している。(d)は北側の安富断層と南側の暮坂峠断層と東側の琵琶甲断層の間に位置している。(f)は琵琶甲断層の断層面近傍で発生し、節面の方向は断層面と一致しない。また、ほぼ同じ場所で横ずれ断層型が発生している。

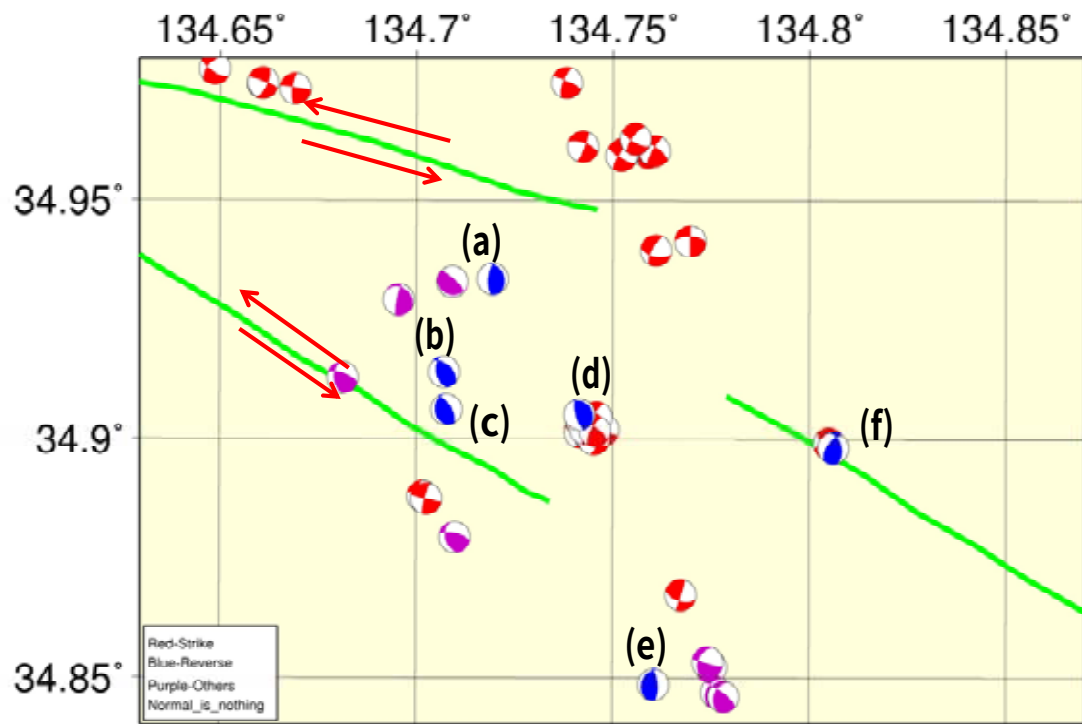


図 4 逆断層の発信機構(下半球投影)：図 2 の(γ)

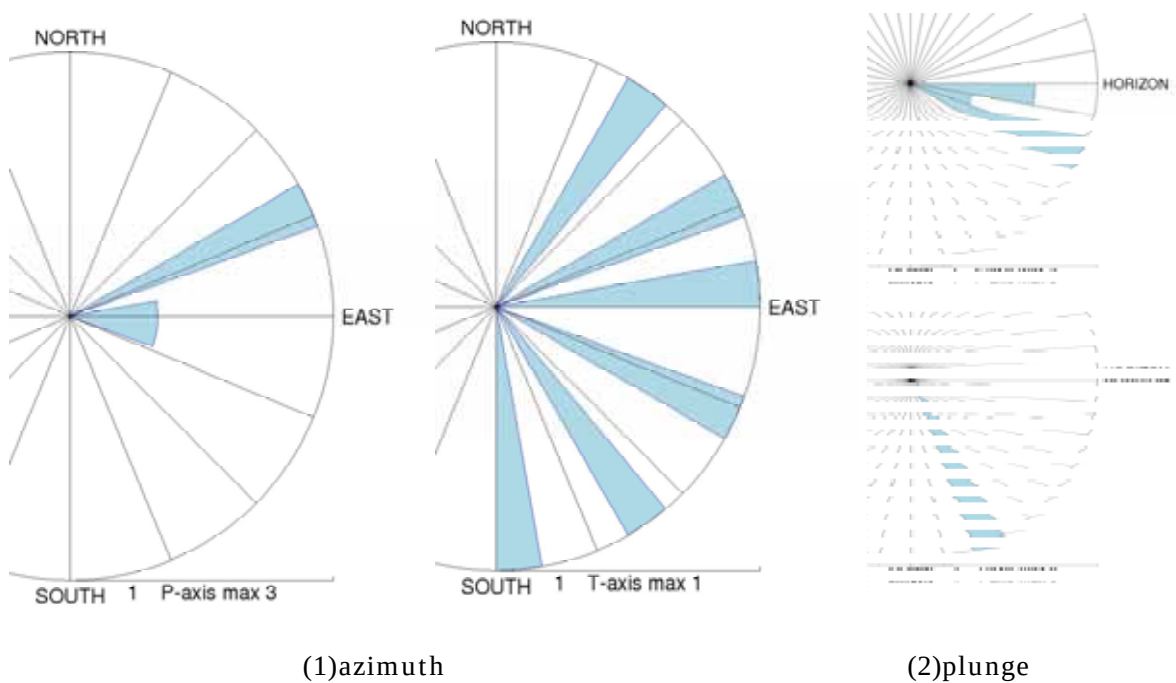


図 5 逆断層のメカニズム解の P 軸と T 軸

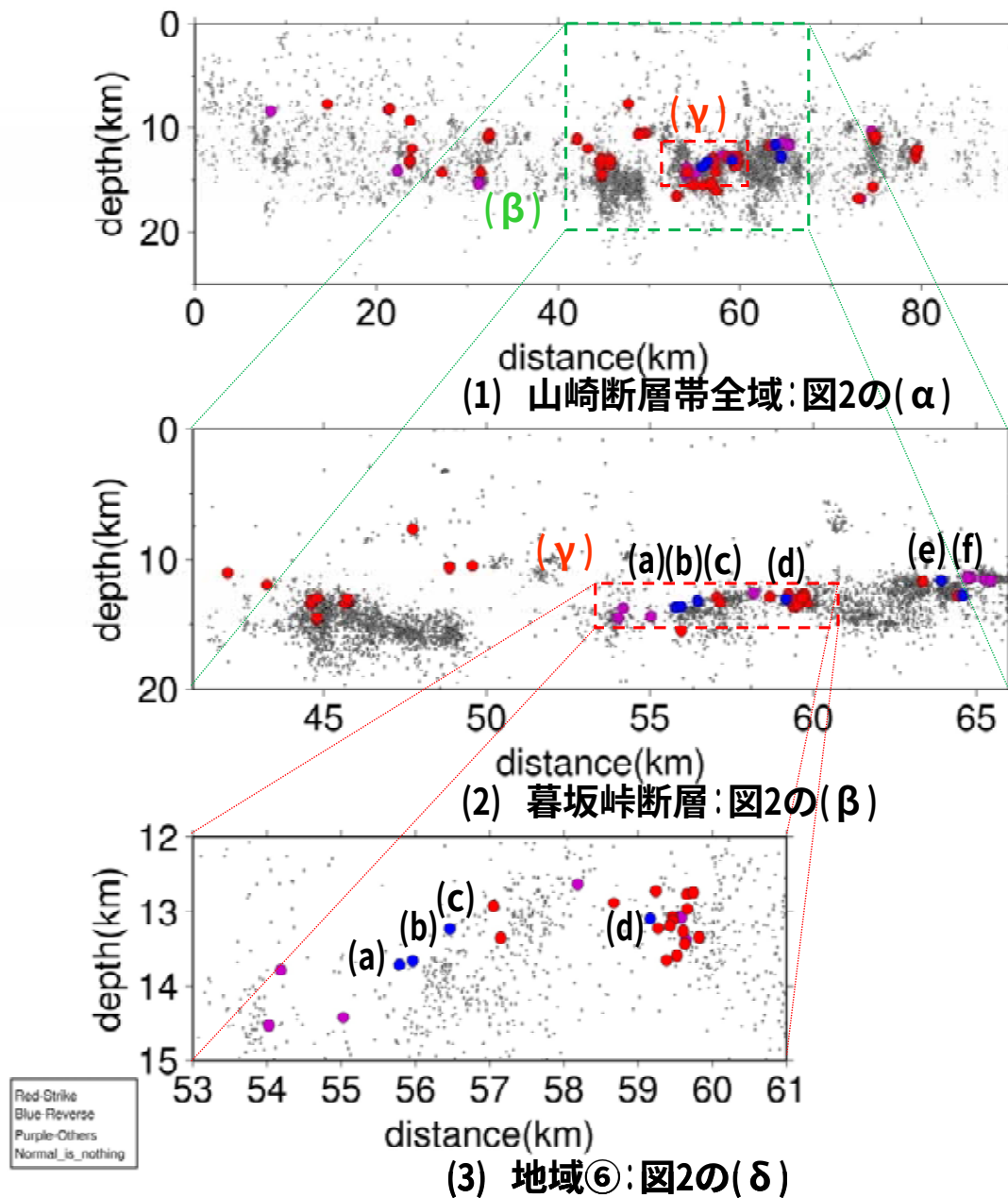


図 6 発震機構の震度分布

表 1 地域①～⑪での発震機構

断層型/地域	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
横ずれ断層型	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
正断層型											
逆断層型						○	○	○			
その他	○	○	○			○		○	○	○	

4. 地域ごとの発震機構

第1節で区分した①～⑪地域に分布する断層型を表1にまとめる。

- ・ 前述の通り正断層型は存在しない。
- ・ 第4節のとおり⑥⑦⑧の地域のみ逆断層が存在している。
- ・ ⑪は5年間隔で地震活動が活発な時期を繰り返しているが、今回発震機構を求めた2年間はその活動期ではなく、発震機構を求めることの出来た地震はなかった。
- ・ ⑥の地域は横ずれ断層型、逆断層型、その他の断層型が存在している。この地域は暮坂峠断層付近に位置しているが、安富断層と琵琶甲断層に隣接しているため、地形的に複雑になっていることが影響している可能性がある。
- ・ ⑤の地域の発震機構は安富断層の北側に存在している。そのため⑥の地域とは違い横ずれ断層型のみが存在している。
- ・ ④の地域は安富断層の中部の断層上に位置し、横ずれ断層のみが存在している。
- ・ ①②③⑨⑩の地域は、横ずれ断層型が大半であり、その他の断層型も少数派ではあるが存在している。

謝辞

片尾浩先生には発震機構について、多くのアドバイスをいただきました。

本報では気象庁の震源データ（検測値）を使わせていただきました。また、気象庁の一元化震源データに含まれる気象庁と防災科研と産総研の観測点の検測値を使わせていただきました。

姫路市飾東町唐端新、姫路市香寺町須加院、加西市古法華自然公園では、地震臨時観測で便宜を図っていただきました。

ここに深く感謝の意を表します。