

福井県嶺北地方における地震の発生特性

岡本拓夫*・平野憲雄・和田博夫・竹内文朗・西上欽也・渡辺邦彦

* 福井工業高等専門学校

要 旨

京都大学防災研究所地震予知研究センター北陸観測所は、1976年より北陸地域の微小地震活動を把握してきた。データの一元化により気象庁、Hi-netの情報を入れて現在解析を行っている。2003年の末あたりより、嶺北地域の地震発生数に減少傾向が伺えるようになった。また、奥越地域では顕著な変化は認められなかった。同時に、福井県内で発生する有感地震の分布が、奥越地域で顕著になった。奥越地域は、現在注目されている歪集中帯に位置し、最近の主要な地震のメカニズム解のp軸と集中帯の主圧力軸が一致している。このことはb値の解析結果とも一致し、奥越での地震活動の推移に注意する必要性を示しているのかも知れない。

キーワード：地震活動，b値，活断層，震度，発震機構

1. はじめに

福井県及びその周辺は、有史以来より大地震の発生が知られ、特に福井地震（1948，M7.1）は記憶に新しい。当地震は、近代都市の最初の直下型地震として、その発生機構と被害調査の解析は現在でも重要なテーマになっている。京都大学防災研究所地震予知研究センター北陸観測所は、1976年より福井県及びその周辺域の地震活動の把握を行ってきた。最近の地震活動の特徴としては岡本他（2006）でもふれているが、活断層に沿う活動と最近顕著になってきた塊状の活動である。塊状の分布は、活断層のトレースよりやや離れながら分布している。このような特徴を示しながら、2003年の末頃より嶺北全体で地震発生数の減少傾向が認められるようになった（岡本他，2006）。奥越付近に限定すると、顕著な減少傾向は認められなかった。Fig.1に嶺北地域を示す。奥越は、福井県の東部にあり分水嶺を形成する。近隣には白山も存在し、地殻活動が活発な領域であると考えられる（山本他，2004）。本報告では、b値の結果、顕著な地震のメカニズム解等を示しながら地震活動の特徴を明らかにし、発生特性について言及する。

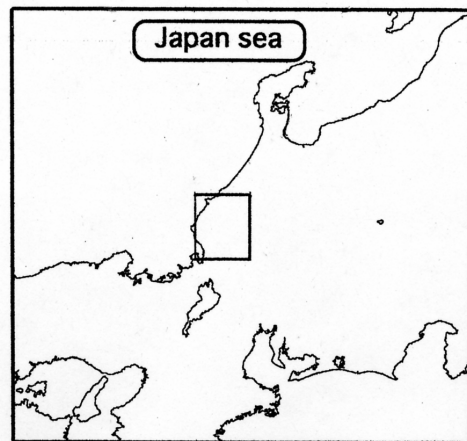


Fig. 1 The square shows the Reihoku region in Fukui Prefecture.

2. 最近の地震活動

Fig.2に、最近の嶺北の地震活動（2001年1月～2005年8月， $M \geq 1$ ， $h \leq 30\text{km}$ ）を示す。図中の実線は、活断層の地上トレースである。顕著な断層は、福井地震断層、温見断層、甲楽城断層（越前海岸に沿う）、宝慶寺断層である。地震活動は断層付近に存在するが、線状というよりは塊状に存在している観がある。

**Epicenter for Reihoku Region
($m \geq 1, 0101 - 0508$)**

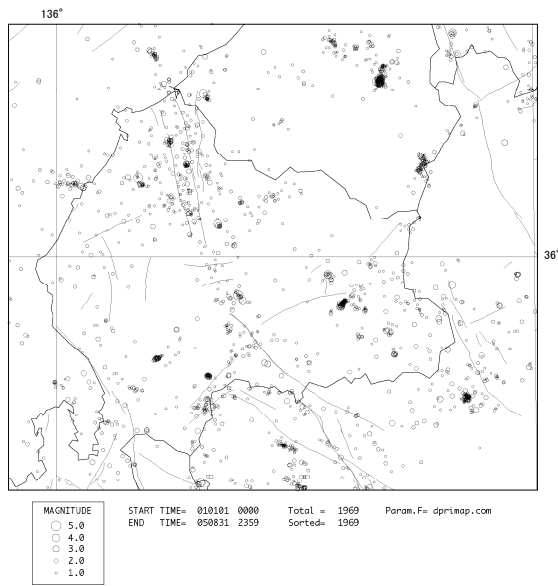


Fig. 2 Seismicity for Reihoku region, $M \geq 1, h \leq 30$ km.

**Earthquakes, Decided the Fault-plane Solutions Recently
(0405 - 0701)**

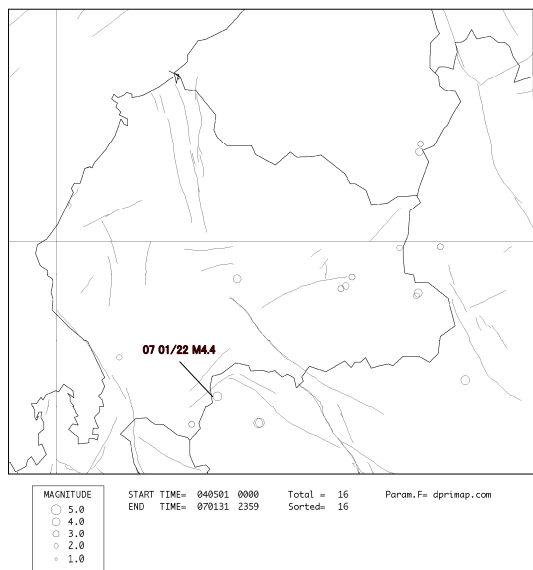


Fig. 3 Distribution of Earthquake of which fault plane solution is estimated.

一つ一つの塊は、地震群（本震・余震、群発）の形態をなし、それぞれ活動期間が異なる。それぞれの塊は、活断層のトレースよりいくらか離れたりもしており、フレッシュな部分を破壊しているのかもしれない。特に奥越地域では、活断層のトレースとは

関係なく発生している。このことは、隠れた（認知されていない）活断層が存在しているのか、応力再配分による新しい破壊面の形成が始まっていることを示唆している可能性がある。

3. メカニズム解

Fig.3に、最近メカニズム解を求めた地震の分布を示す。分布を示した期間は、2004年5月～2007年1月である。メカニズム解を求める事ができる地震は、初動の押し引き情報による初動メカニズム解の方法を用いていることにより、ある程度の規模が必要になる。本報告の場合、 $M2.9$ 以上である。 $M2.9$ 以上は、ほぼ有感震度が計測されると考えられる。このことは最近、福井県及び周辺での有感地震の発生が、奥越地域を中心に認められるようになったことを意味し、福井地方気象台の報告（2006）と一致している。福井地方気象台によれば、長良川上流断層帯付近の有感地震の回数が増えており、これが奥越に集中しているように見える原因となっている。地震活動の積算曲線のところでもふれるが、奥越での $M \geq 1$ 以上の地震数に顕著な変化は認められていないので、やや大きめの地震の比率が上がったと考えるのが妥当である。このことは、 b 値の解析の項で詳しく議論する。

Fig.4に、2006年1月22日に発生した $M4.4$ の地震の前震、本震、余震（発生後2日間）をMJHDで再決定したものを示す。また、fig.5に本震のメカニズム解（下半球等積投影）を示す。この地震は根尾谷断層系の北西端で発生した観があったが、余震分布やメカニズム解より根尾谷断層系に隣接する北東-南西方向に走向を持つ、笹ヶ峰断層（地震群の直ぐ北西）に発生したと考える方が妥当かもしれない。有力な根尾谷断層系ではなく、異なった走向で発生したこと、 p 軸が歪集中帯の主圧力軸と一致することより、応力の再配分により発生した可能性が考えられる。

現在、奥越地域にやや大きめの地震が発生している。次項の地震の発生数の変化とリンクさせながら、注視していく必要があると考えられる。

4. 地震の発生数

本章では、地震の発生数の変化を議論する。期間は、2001年1月～2005年8月で、 $M \geq 1, h \leq 30$ kmの地震をデータとした。解析領域は、嶺北全体と奥越地域である。Fig.6に奥越地域の震央図、fig.7a（嶺北）、7b（奥越）に、積算曲線を示す。この曲線はデクラ

07 01/22 M4.4 (pre-shock, main-shock, after-shock)
(01/21 - 01/23, by MJHD)

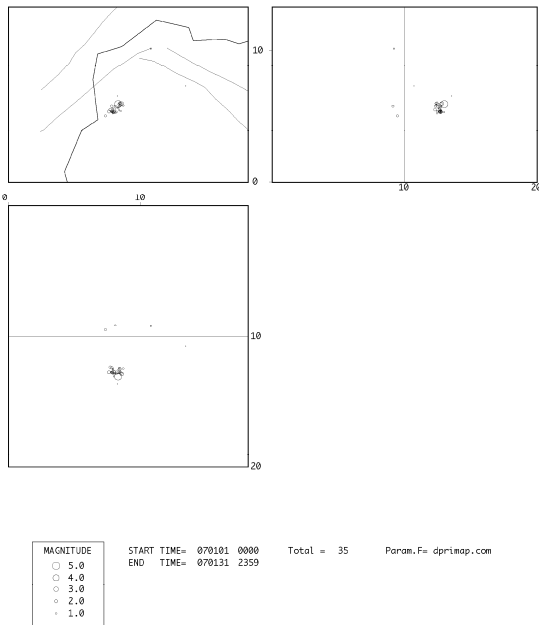


Fig. 4 Hypocenters of pre, main, after shocks of M4.4, 2007, 01, 22.

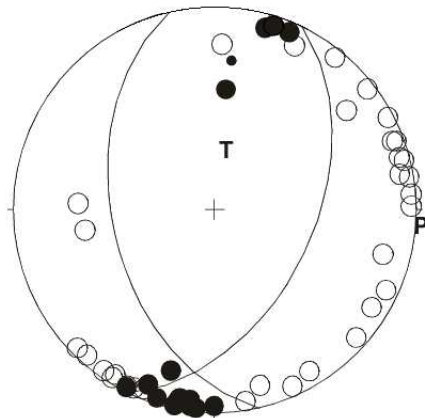


Fig. 5 Fault plane solution of M4.4, 2007, 01, 22.

スター等の処理はされておらず、北陸観測所のデータセットによるものである。嶺北全体を見ると、2003年末より減少傾向の特徴が認められる。途中でステップ状に増加している（2002年10月）のは、白山北西部付近で発生した群発地震によるものである。この減少傾向は、丹波地域でも報告されている（京都大学防災研究所地震予知研究センター、2007）。対して奥越地域に限定すると、この減少はほとんど確認できない。このことは、嶺北の他の地域の地震発生数が、かなりの割合で減少していることを意味している。奥越地域と他の地域の地震発生数のギャップ

Epicenter for Okuetsu Region
($m \geq 1$, 0101 - 0508)

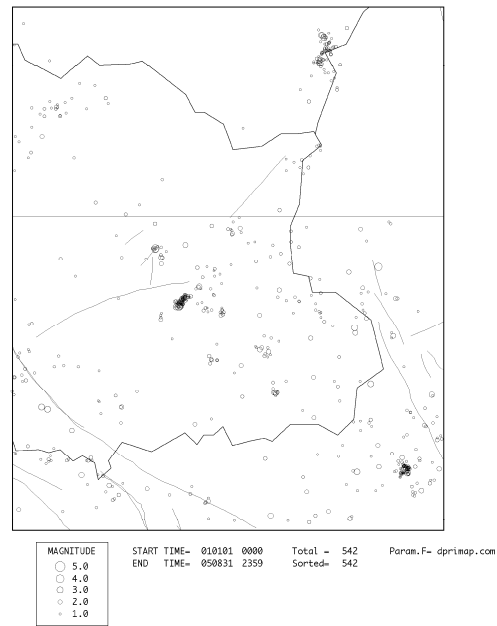


Fig. 6 Seismicity for Okuetsu region, $M \geq 1$, $h \leq 30$ km.

は、奥越地域で地震が発生しやすい状況になっていること示唆しているのかもしれない。奥越付近の地震活動の特徴としては、活断層には関係なく塊状に発生しているように見えることである。奥越地域は歪集中帯（鷺谷・井上、2003）に位置しており、当地域で発生している地震のメカニズム解を考慮すると、フレッシュな面を破壊しているような地震が発生しやすい状況になっているのかも知れない。

5. b値

前章でも取り上げたが、奥越地方でやや大きめの地震活動が認められる様になった。この現象を定量化するため、b値の計算を行った。Fig.8a, 8bに嶺北全体と奥越の値をそれぞれ示す。解析エリアは、積算曲線を求めた地域とそれぞれ一致し、計算に使用した期間は、2001年1月～2005年6月である。マグニチュードの下限は1である。計算には、最尤法を用いた。結果を見ると、奥越地域に限定して求めた方がb値が小さく、奥越地域でやや大きめの地震が発生しやすい状況であることを将に表していると考えてよい。このことは前章でもふれたが、奥越地域と嶺北の他の地域で地震の発生様式が異なっている可能性を示している可能性がある。特に福井地震断層付近に注目すると、奥越付近との境界となる池田町あたりで地殻内地震の下限が最も浅く（岡本他、2006）、

**Cumulative curve for Reihoku Region
($m \geq 1, 0101 - 0508$)**

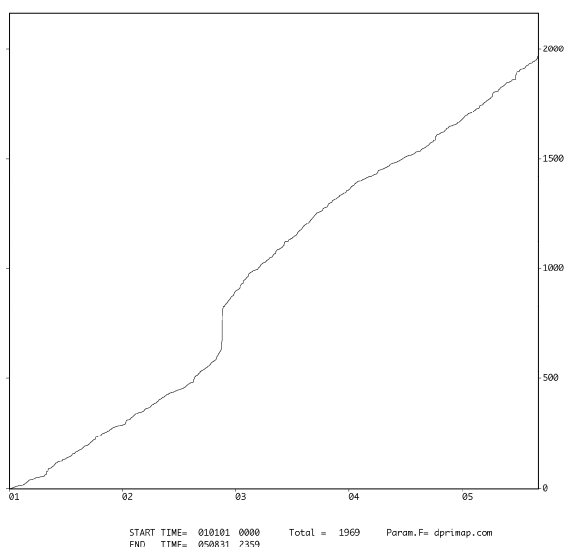


Fig. 7a Cumulative number for Reihoku region.

**b-value for Reihoku Region
($m \geq 1, 0101 - 0506$)**

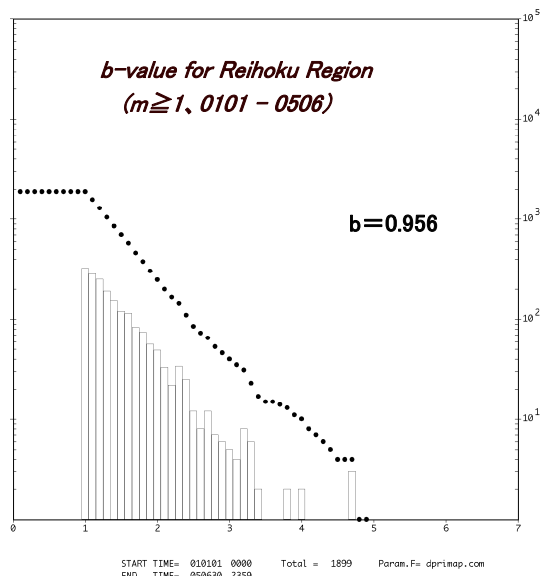


Fig. 8a The b-value for Reihoku region

**Cumulative Curve for Okuetsu Region
($m \geq 1, 0101 - 0508$)**

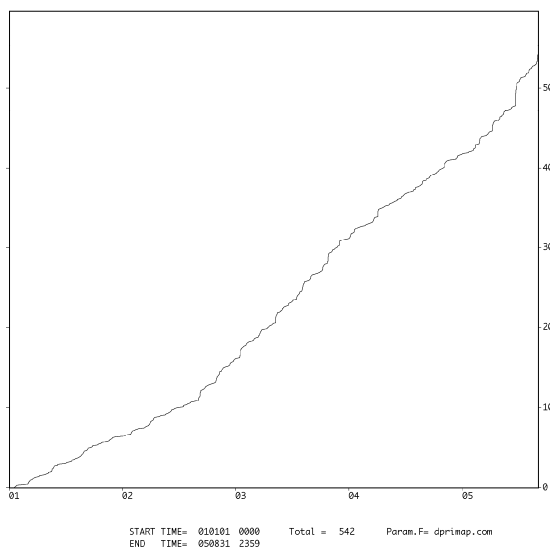


Fig. 7b Cumulative number for Okuetsu region.

**b-value for Okuetsu Region
($m \geq 1, 0101 - 0506$)**

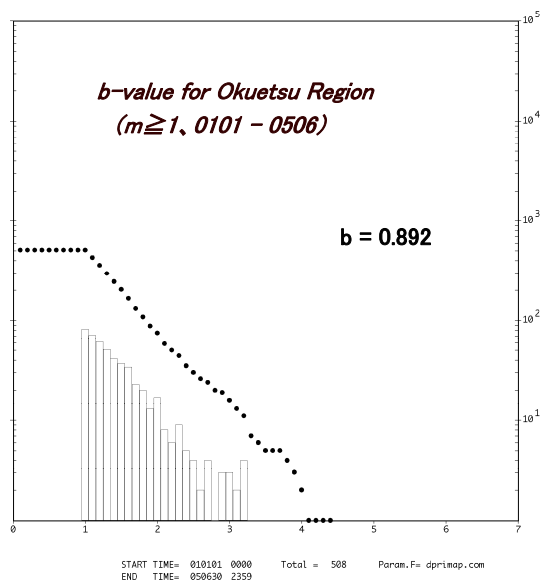


Fig. 8b The b-value for Okuetsu region.

このことも奥越での発生様式の変化に対応しているのかも知れない。

6. おわりに

福井県嶺北地域の地震活動の特徴として、2000年

末より発生個数の減少傾向が認められるようになった。この減少は、丹波山地でも報告されている。そのような状況のなかで、奥越地域では対応する現象が認められず、同じ頻度で地震は引き続き発生している。最近では福井県内の有感地震の発生が奥越地域と若狭地域に限定される傾向が認められ、b値の計

算結果と矛盾しない。これらの現象は、現在、奥越地域と嶺北の他の地域で地震の発生様式が異なっている可能性を示し、さらに詳細な解析を行う必要性が認識される。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、福井地方気象台より地震活動図（月報）やデータを送って頂いております。防災科学技術研究所、井元政二郎博士、建築研究所国際地震工学センター長、古川信雄博士にはMJHDについてプログラム使用許可とご教授を頂きました。関東学院大学、前田直樹教授、京都大学防災研究所、片尾浩准教授にはメカニズム解とHyperDPRIのソフトウェアについてお世話になりました。京都大学防災研究所、伊藤潔教授には多くのコメントを頂きました。福井工業高等専門学校地

球物理学研究会の学生諸氏には全面的な協力を頂きました。これらの方々に記して感謝致します。

参考文献

- 岡本拓夫・平野憲雄・竹内文朗・西上欽也・渡辺邦彦（2006）：福井県奥越地域における最近の地震活動，京都大学防災研究所年報，第49号B，pp.283-288.
- 京都大学防災研究所地震予知研究センター（2007）：第172回地震予知連絡会資料.
- 鷺谷 威・井上正明（2003）：測地測量データで見る中部日本の地殻変動，月刊地球，Vol.25，No.12，pp.918-928.
- 福井地方気象台（2007）：福井県地震活動図，1月.
- 山本博文（2004）：福井県大野盆地南東縁の木落断層の活動度その意義，地震，第2輯，第57巻，pp.198-208.

Generating Properties of Earthquakes in Reihoku Region

Takuo OKAMOTO*, Norio HIRANO, Hiroo WADA, Fumiaki TAKEUCHI,
Kin'ya NISHIGAMI and Kunihiko WATANABE

* Fukui National College of Technology

Synopsis

In Reihoku region, several large active faults, for example Fukui Earthquake Fault, exist. Micro earthquakes occurred along the some active faults. In recently, small earthquakes which caused the intensities in Fukui Prefecture occurred at Okuetsu region and Kanmuridake area. Those earthquakes had about same p-axis and did not occur along the large active fault. We will study this phenomenon in detail. In this report, we explain the properties of those phenomena by fault plane solution, b-value and seismicity.

Keywords: seismicity, b-value, active fault, seismic intensities, fault plane solution