

福井県奥越地域における最近の地震活動

岡本拓夫*・平野憲雄・竹内文朗・西上欽也・渡辺邦彦

* 福井工業高等専門学校

要 旨

福井県嶺北地方において、最近の地震活動に顕著な特徴が認められる様になった。嶺北地方では福井地震断層に沿う福井地震(M7.1, 1948)の余震活動が顕著であるが、現在、福井県付近に発生する有感地震の発生が、奥越付近に限定されるようになってきたことである。奥越付近は歪集中帯に属すると考えられ、メカニズム等を調べることは応力状態や地震活動の推移を予測するのに、重要であると考えられる。本稿では、地震活動の変化や発生領域によるメカニズムの変化について考察した。結果、P軸に変化は認められなかったが、種々な解が認められた。

キーワード: 地震活動, 活断層, 余震, メカニズム

1. はじめに

福井県及びその周辺は、敦賀湾を含む構造線や多くの活断層が認められる(新編日本の活断層, 1991)。嶺北地方に注目すると、福井地震断層が最も顕著である。地震活動については、福井地震断層に沿う余震活動が注目されてきた。そのような状況で、岡本他(2004)は嶺北地域における2003年10月頃よりの地震発生数の低下を指摘している。また岡本他(2005)によれば、2004年10月5日の地震(M4.8)の発生前2年間、池田町付近で地震発生の低下(空白域の発生)が認められた。このように嶺北地方では、特徴的な現象が認められてきた。最近1年に着目すると、福井県及び付近で発生する有感地震が奥越地域に限定されるような状況になってきたことである。このことは、奥越の地震活動に着目して議論すると、嶺北全体ほどの地震活動の低下の現象は認められないことと矛盾しない。特に奥越付近は地域的に歪集中帯(鷲谷・井上, 2003)に含まれることから、地震活動の動向や発生過程の解明が重要な研究テーマになってくる。本稿では、メカニズムと発生数の変化を解析することにより、奥越付近の発生する地震の特徴を明らかにすることを目的とする。以下、詳細に議論する。

2. M3.0以上の地震の分布

最初に、2000年1月より2005年2月までの嶺北地方の地震活動をfig.1に示す。条件は、深さ30kmまででM $\geq$ 1の地震で、震央分布を示す。詳細は次章でふれるが、特定のエリア(福井地震断層、奥越付近、冠岳付近)での活動が顕著である。

次に、深さが25km以浅でM3.0以上の地震について、嶺北地方における分布を見てみる。M3.0以上と特定したのは、有感になる可能性が高いことによる。期間は2000年1月より2006年4月までで、震源の情報は京都大学防災研究所地震予知研究センター北陸観測所(以下、北陸地震観測所)によるものである。最新の情報まで議論したいので、震源情報の中にはautoによるものの含まれている。そのため、大局的な分布の特徴を議論するのに留める。後章で示すメカニズムは、すべて再検測を行なって求めたものである。Fig2.aに期間全体、bに2004年1月よりのものを示す。期間全体で見ると、福井地震断層、奥越付近、冠岳付近の領域で有感地震の可能性が高いものが発生しているが、2004年1月から見てみると奥越付近に限定しだしていることが分かる。活断層の分布からは、奥越付近では御母衣断層が顕著であるが、他有力断層が集中しているとは断言できず、この現象は特異なものと考えられる。それぞれ地震

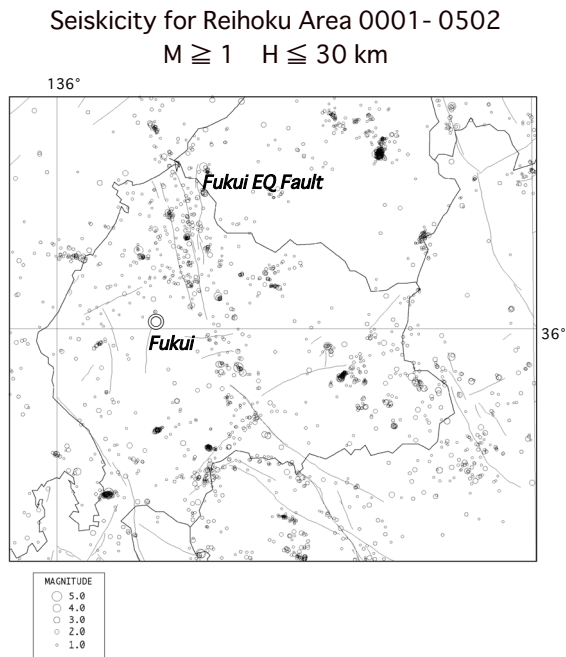


Fig.1 Epicenter of earthquakes (2000.01-2005.02)

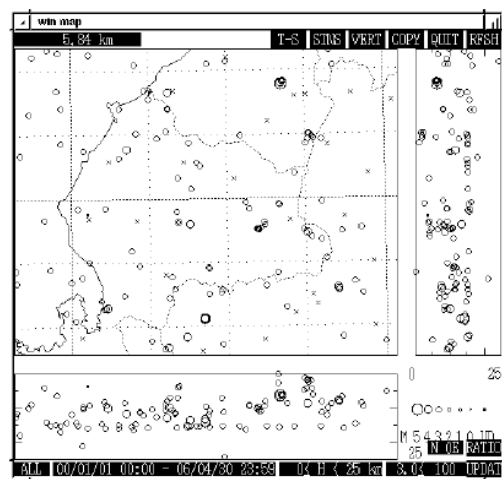


Fig.2.a Epicenter of earthquakes ($M \geq 2.5$, $Z \leq 30$ km, 2000.1 – 2006.04)

活動を伴っていて、地震群の形態をなしている（嶺北の地震活動：次章を参照）。

3. 嶺北地方の地震活動

微小地震まで含めた ($M \geq 1$) 嶺北地方の地震活動を見てみる。震源情報は、京都大学防災研究所地震予知研究センター上宝観測所と北陸地震観測所で検出された統合研究用ファイルである（以下、研究用ファイル）。研究用ファイルは、現在、2005年2月まで作成されている。Fig.1に嶺北地域の深さ30km以浅で、 $M \geq 1$ の地震の震央図を示す。期間は、

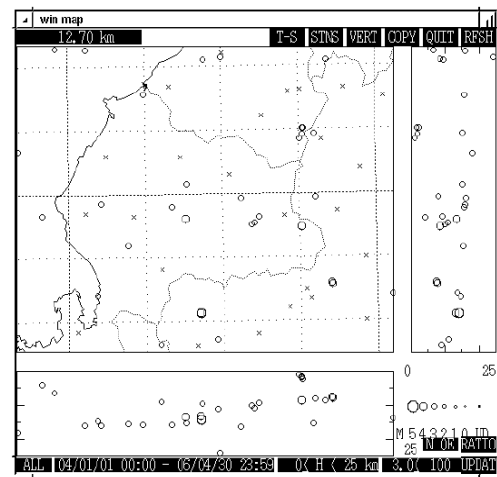


Fig.2.b Epicenter of earthquakes ($M \geq 2.5$, $Z \leq 30$ km, 2004.1 – 2006.4)

Cumulative Number for Reihoku Area 0001 - 0502
 $M \geq 1$ $H \leq 30$ km

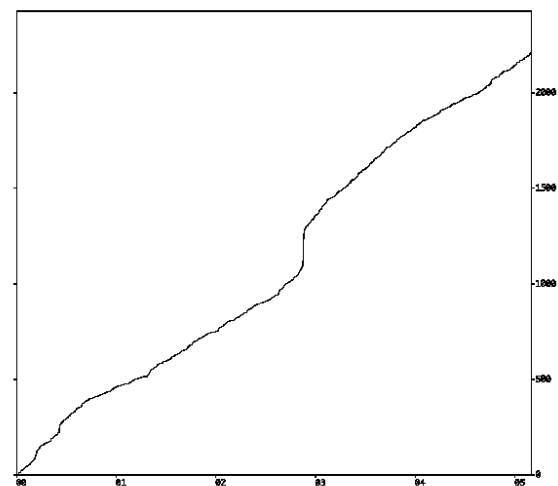


Fig.3 Cumulative number of Fig.1

2000年1月より2005年2月までである。図を見ると、地震活動領域は福井地震断層周辺、奥越付近、冠岳付近の3箇所が顕著な領域として認識される。活動の特徴として、地震群の塊として帯状や群れとして認められることである。奥越付近に限定すると、宝慶寺断層の東端（荒島岳付近）で活発に認められる。Fig.3に同地域における地震の積算曲線を示す。当期間・当地域ではデータの統合が行われ、ほぼ均質な検知能力で震源決定できるようになった。特に $M \geq 1$ と限定されているので、均質なものとして扱える。図より、2003年10月頃より活動が減少傾向にあることが分かる。途中、急激に増加したのは、白山西方

Sesismicity of Okuetsu Area 0001 - 0502
M ≥ 1 H ≤ 30km

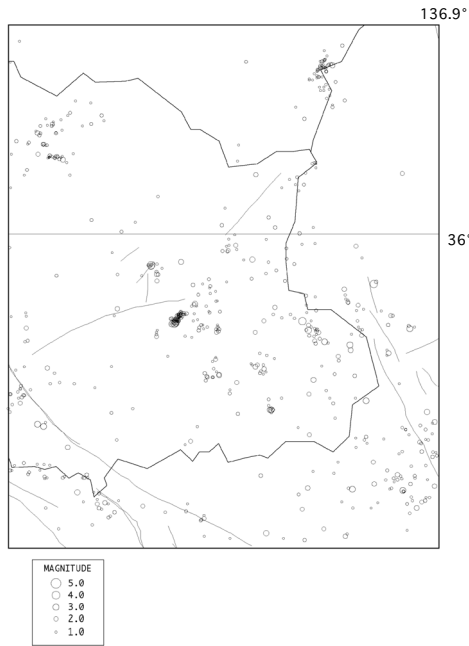


Fig.4.a Epicenter of Earthquakes (M ≥ 1.0, Z ≤ 30km, 2000.1 - 2005.2)

Cumulative Number for Okuetsu Region 0001 - 0502
M ≥ 1 H ≤ 30km

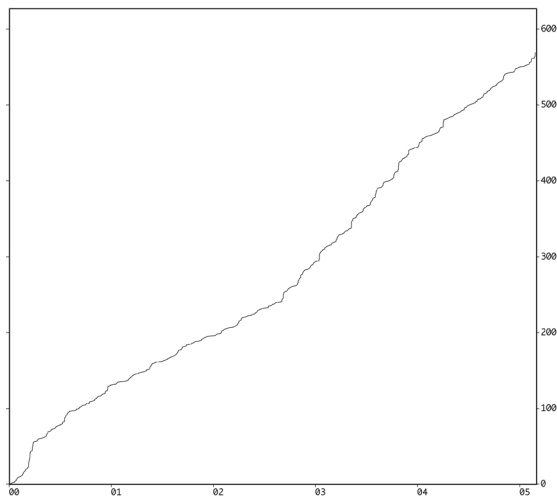


Fig.4.b Cumulative number of Fig.3.a

の尾口村付近の群発活動によるもので、発生前に地震活動の低下が認められる。その後増加を続け、減少傾向に入った。

4. 奥越付近の地震活動

奥越付近に限定して地震活動を見てみる。データ

は、嶺北の場合と同じ研究用ファイルを用いた。

Fig.4.aに震央分布を示す。プロットの条件は、嶺北の場合と同じである。地震活動の特徴は、地震群としての分布がより明瞭に認められることである。地震群が、さらに塊状になって存在している。塊としての地域は、白山付近、荒島岳付近、油坂・白鳥付近が挙げられる。活動は、顕著な活断層の沿っている分けではないことが分かる。メカニズムについては次章でふれるが、応力場や発生過程を考察するには、メカニズムとリンクさせた議論が必用である。Fig.4.bに同地域の地震の積算曲線を示す。嶺北全体のケースとは異なり、2003年以降の減少傾向はそれほど顕著ではない。奥越付近は活動的な状況が続いている、と考えられる。このことは、有感地震の発生状況と矛盾するものではない。

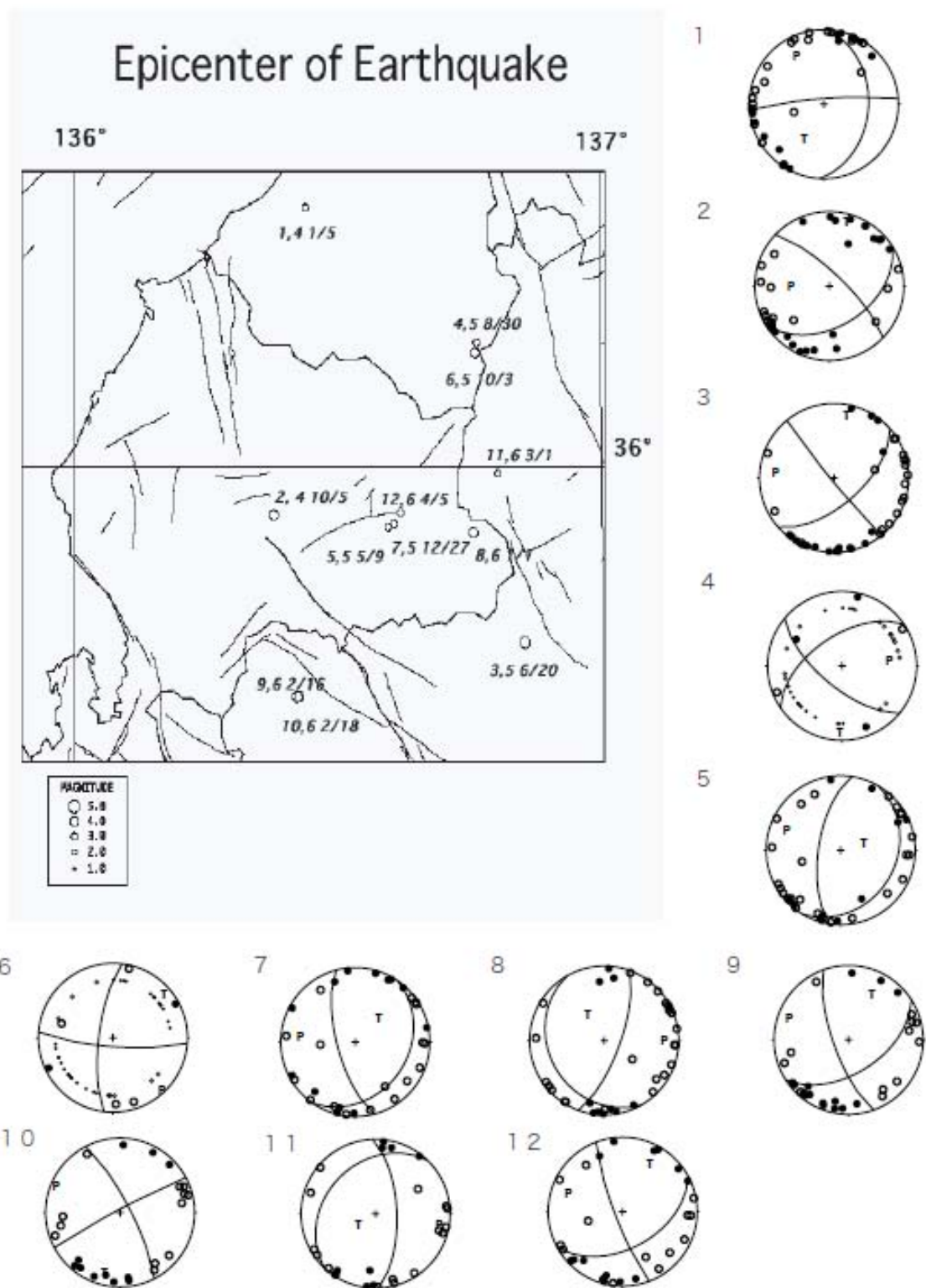
5. 顕著な地震のメカニズム

2004年1月より発生した嶺北付近の顕著な地震のメカニズムを、Fig.5に示す。メカニズムはMAEDA (1992) による方法を用いた。下半球、等積投影で示されている。示されたメカニズムは、地震群の中で最大マグニチュードのものである。それぞれが地震群の中にあり、地震群を代表している。最も小さいマグニチュードで、M2.8である。メカニズムを見ると、P軸はほぼ同じ方向を向いていることが分かる。P軸の方向は、歪集中帯の軸に直交する方向と一致し、歪集中帯の圧縮軸に一致していると考えられる。発生領域によってメカニズムが特定される傾向はなく、T軸が変化していることが分かる。また、マイグレーションのような地震活動の移動ではなく、周期的ではないが南北方向に活動域が振れているようにも見える。

6. 議論

奥越付近に発生する地震について、その特徴を議論する。前章で詳しく述べたが、最近1年間に特定すると、福井県周辺で発生する有感地震は奥越付近に限定されている観がある。地震の発生個数を調べると、嶺北地方（奥越付近を含む）では最近現象傾向であるのに、奥越付近ではそれほど減少していない。また、再検測を行い地震群の最大のものについてメカニズムを求めても、地震群どうしでは異なる様である。ただし、P軸の方向は一致している。これらの現象の説明を試みる。

嶺北地域の地震活動の低下は、近隣の丹波地方で



も報告されている（地震予知研究センター，2005）。地震活動の低下は，近畿地方北部一帯に認められる広域な現象なのかもしれない。そのような状況下で，奥越付近は地震活動が活発に推移している。このことは重要なことで，原因を解明する必要がある。奥越付近は，新潟－神戸歪集中帯に含まれると考えられ，現在も最も歪みが溜まりやすい状況にあると考えられる。推論ではあるが，廻りの影響を受けず地震エネルギーの解放を行なっていると考えられる。メカニズムの面から考察すると，奥越付近はT軸の方向が不安定な領域にあると考えられる。奥越付近は敦賀湾－伊勢湾構造線や近畿トライアングルと言われる活動的な領域が隣接し，それらに伴う応力の影響を受けているのかもしれない。すなわち，テクトニクス的に未知なことが多く，詳細な観測・研究が必要な領域であることが認識される。

7. おわりに

奥越付近では，下記のような特徴が明らかになった。

- ・ 嶺北地方では近年地震活動の低下が認められるが，奥越付近はそれほど低下していない。
- ・ 最近1年間の福井県付近に発生する有感地震は，奥越付近に限定されだした。
- ・ 地震群間でメカニズムは一致しない。
- ・ 活動的に推移している。

さらに，詳細な解析・研究が必要な地域であることが分かった。大きめの地震の発生も含めて，活動の推移を見守る必要がある。

謝 辞

研究を進めるにあたり，京都大学防災研究所上宝観測所に関する伊藤潔教授・和田博夫機器開発班長にはデータの提供やコメント等を頂いた。関東学院大学前田直樹教授，防災研究所片尾浩助教授には，解析ソフトの面でお世話になりました。福井地方気象台よりは，地震情報や震度情報を頂いた。また，福井高専地球物理学研究会の学生には多面にわたってサポートして頂いた。以上の方々に，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（2004）：福井県嶺北地方における最近の地震活動，京都大学防災研究所年報，第47号 B, pp. 757-763.
- 岡本拓夫・平野憲雄・竹内文朗・西上欽也（2005）：2004年10月5日に池田町付近で発生したM4.8(JMA)の地震について，京都大学防災研究所年報，第48号 B, pp. 217-221.
- 活断層研究会（1991）：新編日本の活断層，東京大学出版会.
- 京都大学防災研究所地震予知研究センター（2005）：第162回地震予知連絡会資料.
- 鷲谷 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.
- Maeda N. (1992)： A method of determining focal mechanisms and quantifying the uncertainty of the determined focal mechanisms for microearthquakes, Bulletin of Seismological Society of America, Vol. 82. pp.2410-2429.

Recent Seismicity at the Okuetsu Area (Eastern Part of Fukui Prefecture)

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

* Fukui National College of Technology

Synopsis

Reihoku district of Fukui Prefecture, there are several large active fault. One of the famous faults is Fukui Earthquake Fault. Micro-earthquakes distribute along the active faults. Recent for 1 year, the earthquake which induce the intensities at the Fukui area almost occurred in and around the Okuetsu region. Mechanisms showed the every type. This means that the tectonics at Okuetsu region is very complicated. We must study this area in detail.

Keywords: Seismicity, Active fault, After-shock, Mechanism