

## 白山火山周辺の微小地震活動

和田博夫・伊藤 潔・大見士朗・平野憲雄

### 要 旨

白山火山の東山麓に衛星通信による地震観測点を設置した。この結果、白山火山の直下においてこれまで観測できなかったような微小地震が多数観測され、その活動は非常に浅いところに発生していることが明らかとなった。それらの活動は、時々群発化していることも明らかとなった。また、メカニズム解も求められ、この付近でこれまで求められている解と同じように、東西主圧力の横ずれ型であった。

キーワード：白山火山，微小地震，跡津川断層，群発地震，メカニズム解

### 1. はじめに

中部地方北西部，特に跡津川断層付近の地震活動については，臨時観測点の設置および Hi-net 観測網の整備によって，次第に明らかとなってきている。(和田・他，2003，和田・伊藤，2003，伊藤・他，2003) しかし，この結果は観測点設置が比較的容易な断層中央部に限られており，断層帯東部の立山カルデラ付近，断層帯西部及びその延長である白山火山付近ではまだ十分なデータが得られていないのが現状である。

われわれは跡津川断層の西端延長付近の，白山火山東山麓の岐阜県白川村に，衛星通信による臨時地震観測点を設置した。ここに設置した目的は，跡津川断層全体の均質なデータを得ることにより，地震学的に見た場合の断層西端の形状を調べることにある。また，併せて，1579年(天正7年)以来噴火活動の報告がない白山火山と地震活動の関係についても調査することを目的としている。観測点を設置した後，10月25日にM3.3の地震が白山直下で発生した。この地震は白山では，1980年，1989年以來のM3以上の地震である。今回は，この地震活動を含め，白山火山周辺の地震活動について報告する。

### 2. これまでの白山火山付近における地震活動報告

白山火山付近は，1990年頃までは京都大学防災研究所北陸観測所と上宝観測所の観測網の境界にあたり，観測所間でのデータ交換がなされていなかった。

東田・他(1990)は両観測所のデータを統合し、名古屋大学高山地震観測所のデータを加えて震源再決定を行った。その結果、白山火山直下の海面下0-2km付近に、定常的に地震が発生していることを報告している。また、高橋・他(2003)は、白山火山周辺に6カ所の臨時観測点を設置して、周辺観測点のデータも加えた解析結果を報告している。それによると、白山火山周辺10km四方で、42個の震源が決まり、深さは、東田・他(1990)と同じように、海面下0-2km付近と報告している。

### 3. 大白川観測点設置以前の白山火山周辺の地震活動

上宝観測所では、衛星通信システムの導入によって、周辺観測所及び他機関のデータが受信可能になり、これまで観測網の狭間にあった白山火山周辺の地震活動も把握出来るようになった。その結果、白山火山直下に微小地震が多数発生しており(Fig.1)、この地域の地震活動の深さは、山頂直下3-4kmに集中していることが明らかとなった。この震源の深さは、前述の東田・他(1990)や高橋・他(2003)の結果よりやや深く求まっているが、このことは、観測点が近くにないことによるものと考えられる。また地震発生の際の時間的推移を見ると(Fig.2)、集中して発生しているような活動は見られず、ほぼ定常的ランダムな活動の様子を示している。

### 4. 大白川観測点概要

2003年7月に、岐阜県大野郡白川村に、大白川観測点を設置した。この地点は、高橋・他(2003)の報告にある“HAKU”観測点と同じ場所である。この場所は、電源開発株式会社中部支店御母衣電力所の大白川ダム敷地内であり、商用電源の使用は可能だが、電話回線は敷設されていないところであったので、衛星通信システムによる方法を採用した。この地域は冬期間閉鎖されるほどの豪雪地帯であるために、雪対策として高さ4mの衛星アンテナを設置した。その結果2003年から2004年にかけての冬期間、何のトラブルもなく順調にデータが取得できた。大白川観測点の諸パラ

メータをTable 1に示す。また、白山火山周辺の観測点分布をFig.3に示す。印は京都大学防災研究所の観測点であり、印はHi-net観測点、印は他大学、他機関の観測点である。大白川観測点の設置によって、概ね15-20kmの観測点間隔の観測網が構築出来た。このように、既設観測網の間隔がやや大きい地域に観測点を設置することで、震源を精度よく決定できる地域はまだ数多く残されている。特に、火山地域など震源が浅い地域ではこのような観測点の設置は有効な場合が多い。

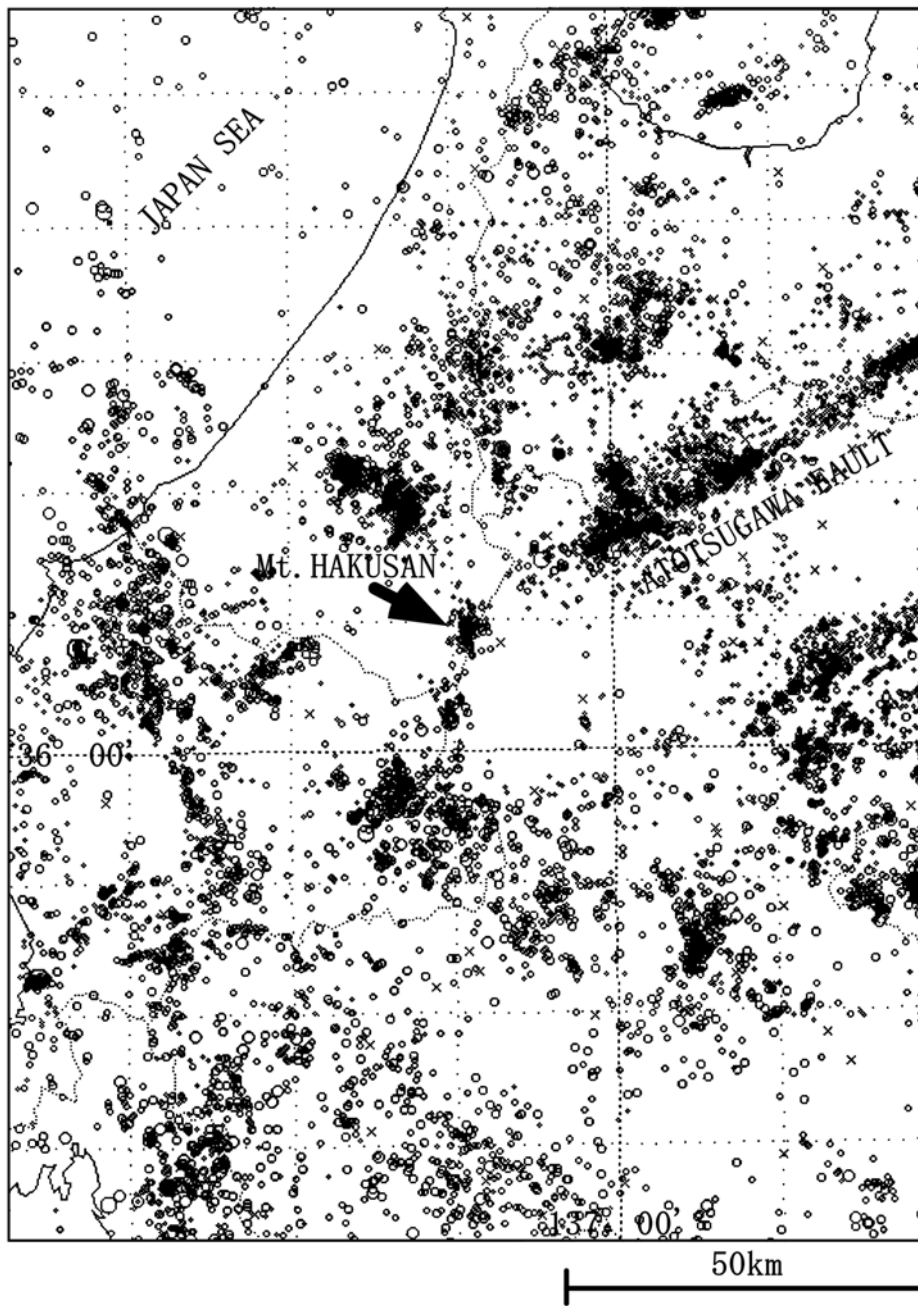


Fig.1 Epicenter distribution of earthquakes near Hakusan Volcano before the installation of the Ohshirakawa station (Aug., 1995-June, 2003).

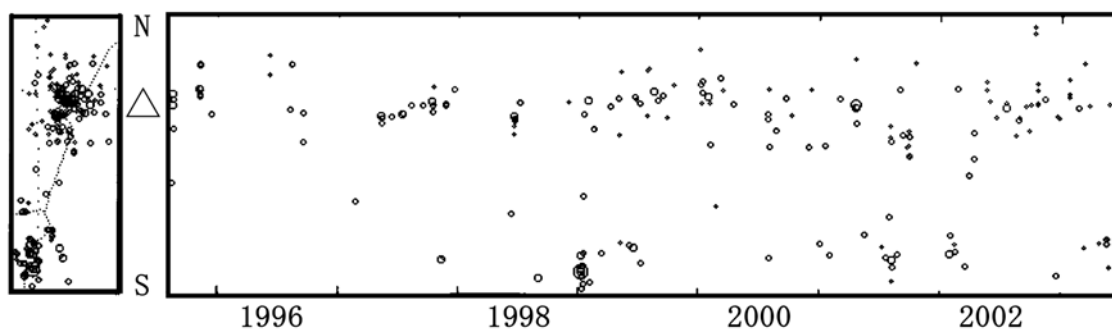


Fig.2 Epicenter map (left figure) and space-time diagram (right figure) of the earthquakes near Hakusan Volcano before the installation of the Ohshirakawa station (Aug., 1995-June, 2003). Open triangle shows the Ohshirakawa station.

## 5 . 白山火山周辺の最近の微小地震活動

大白川観測点の設置によって、観測点極近傍に極微小地震が集中して発生していることが明らかとなった。Fig.4 は 2003 年 12 月 1 日 18 時一時間の大白川観測点のモニター記録である。s-p 時間が 0.85 秒程の地震が多発していることが明らかである。大白川観測点設置以降の記録から、s-p 時間が 1 秒以下の地震が定期的に発生していることがわかった。Fig.5 には、観測開始以降の大白川観測点における s-p 時間 1 秒以下の地震の日別頻度分布を示す。図より時々集中して発生している群発活動が見られ、この付近の活発な地震活動の様子が伺われる。

### 5 . 1 震源分布

大白川観測点設置の 2003 年 7 月から 2004 年 1 月までの、白山火山周辺における地震の震央および深さ分布を Fig.6 に示す。Fig.6(A)より、白山火山(図中 ) 直下の極狭い範囲に活動の塊が見られる。この活動は、深さ 0-3km 付近に集中して発生していることが明らかであり(Fig.6(B))、東田・他(1990)、高橋・他(2003)の結果と一致している。すなわち、地震は極浅い部分にのみ発生している。この結果は、火山地帯の地下の高い温度状態を反映しているものと考えられる。この活動域の他に、跡津川断層の西端付近、石川県加賀地方、岐阜・石川・福井 3 県境付近及び福井県東部に活

Table 1 Parameters of the Ohshirakawa station.

大白川観測点	【OSKJ】 OOSHIRAKAWA
Latitude	36 ° 08 11.04 " ( 36.1364 ° )
Longitude	136 ° 49 33.91 " ( 136.8261 ° )
Height	1,245m
住所	〒501-5505 岐阜県大野郡白川村平瀬ユノ俣 539-1 番地
所有者	電源開発株式会社 中部支店 御母衣電力所
観測開始	2003 年 7 月 1 日
伝送方式	衛星通信 [ Vsat=323 ]
衛星アンテナ	地上 4 m ( 豪雪対策の為 )
地震計	短周期地震計 側壁コンクリート上に設置 ( 中周期地震計は側壁コンクリートに繋がるコンクリート台上 ) 短周期地震計 : L-4C-3D ( MARK PRODUCTS, INC. ) 中周期地震計 : JC-V200-3D-CC ( MARK LAND CO., LTD )
変換装置	LT8500 ( 白山工業株式会社 )

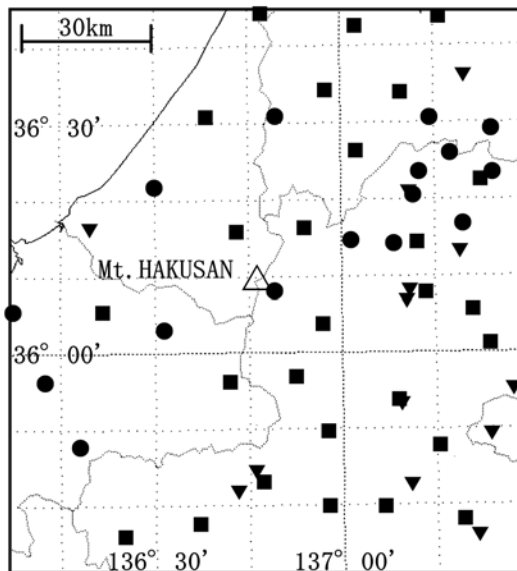


Fig.3 Distribution of seismological stations near Hakusan Volcano. Open triangle shows the Ohshirakawa station. Solid circles, squares and inverted triangles show stations of Kyoto University, Hi-net and other universities and institutes, respectively.

動の集中が見られる。石川県加賀地方の活動は、2002年11月(17日13:47秒,最大M=4.7)の群発地震が今なお継続していることを示している。このことは、観測網の整備により検知能力が向上したことによるものと考えられる。

跡津川断層は東経 137° 付近で、御母衣断層と交差し、この交点が断層の西端と考えられる。しかし、これより南西方向の延長上に短期間の観測にもかかわらず地震の並びが白山まで続くような発生が確認されている。跡津川断層は新潟 - 神戸歪み集中帯の一部ではないかと考えられており、今後のデータ蓄積によって、今まで明らかになっていなかった東経 137° より西側での地震の並びが、跡津川断層の延長として明らかになるものと期待される。また、立山火山と白山火山を結ぶような地震活動が見られ、今回の観測によって、火山と地震活動および活断層の関係の研究も可能になる。

## 5.2 時間的推移

大白川観測点設置以後の、白山火山付近に震源が決まった地震の時間的推移を Fig. 7 に示す。わずか7ヶ月という短期間にもかかわらず、4回の群発地震活動が観測されており、この付近での地震活動の活発な状態が明らかである。この活動域では震源が決まらないような小さな地震もたくさん発生しており (Fig.5)、今後観測網を整備することによって、更に小さな地震の震源を決め、活動の状況を詳しく調べていきたいと考えている。

## 5.3 規模別頻度分布

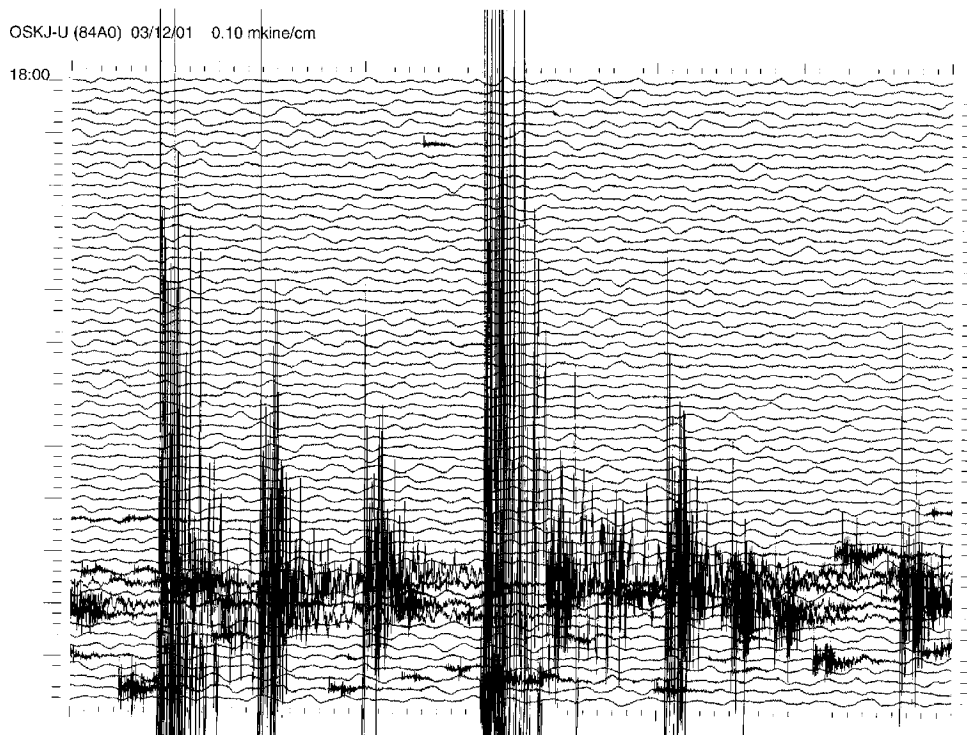


Fig.4 An example of the monitor records for one hour at the station of Ohshirakawa.

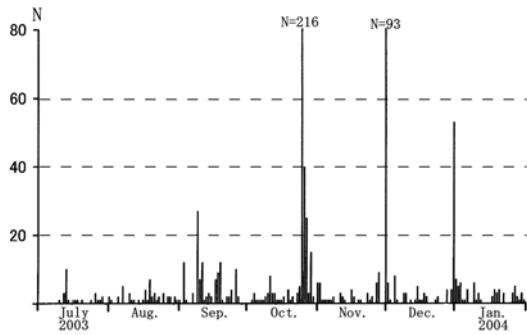


Fig.5 Frequency distribution of earthquakes with s-p time less than 1.0 second at the station of Ohshirakawa from July 2003- January 2004.

白山火山付近に震源が決まった地震について、大白川観測点設置以降の規模別頻度分布を Fig. 8 (a)に、また設置以前の分布を Fig.8(b)に示す。Fig.8 から明らかのように、大白川観測点設置によって検知能力が格段に向上したことがわかる。特に、マグニチュードが0以下の地震が、大白川観測点設置以前は全く震源決定出来なかったが、設置により多数震源が求められたこ

とは特筆すべきである。Fig8a から求められる b 値は 1.01 であった。

#### 5.4 メカニズム

白山火山付近に発生する地震のメカニズム解は小泉・他(1993)によって逆断層型に近いものであるとの報告がある。今回我々がこの地域において求めたメカニズム解は、4個であり、横ずれ型と逆断層型の解が混在している。期間中最大の地震(Oct.25 11:47 2003 M=3.3)のメカニズム解は、東西主圧力軸を持つ横ずれ型と求まり(Fig. 9)、小泉・他(1993)の結果と異なるが、このことは、観測点数と地震の深さの決定精度によるものと思われる。観測点が震源近傍になく、地震がやや深めに求められた場合、横ずれ型と逆断層型の発震機構の区別が困難になる場合が多い。今回の結果は、この地域で一般的に言われている主圧力軸の方向と調和的であり、さらにデータの蓄積を待つて詳しく検討したい。

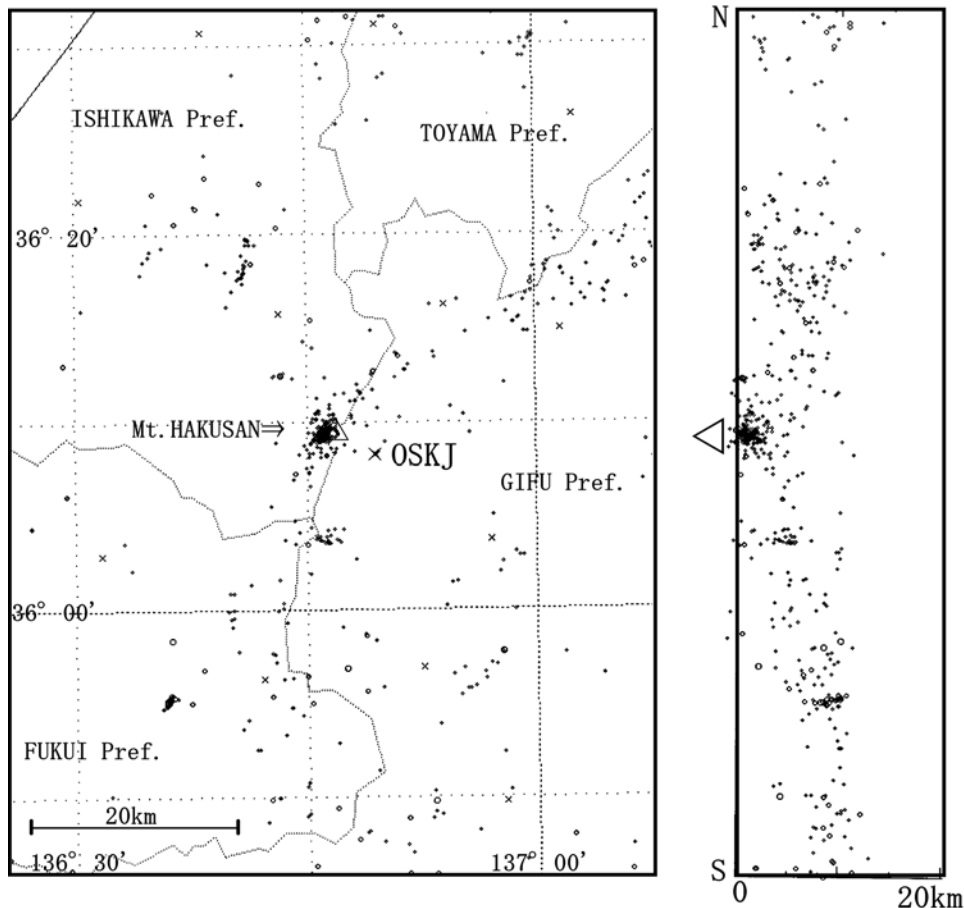


Fig.6 Epicenter (left) and focal depth (right) distributions of earthquakes near Hakusan Volcano from July 2003- January, 2004 after the installation of the Ohshirakawa station. The focal depth section is taken in the N-S direction.

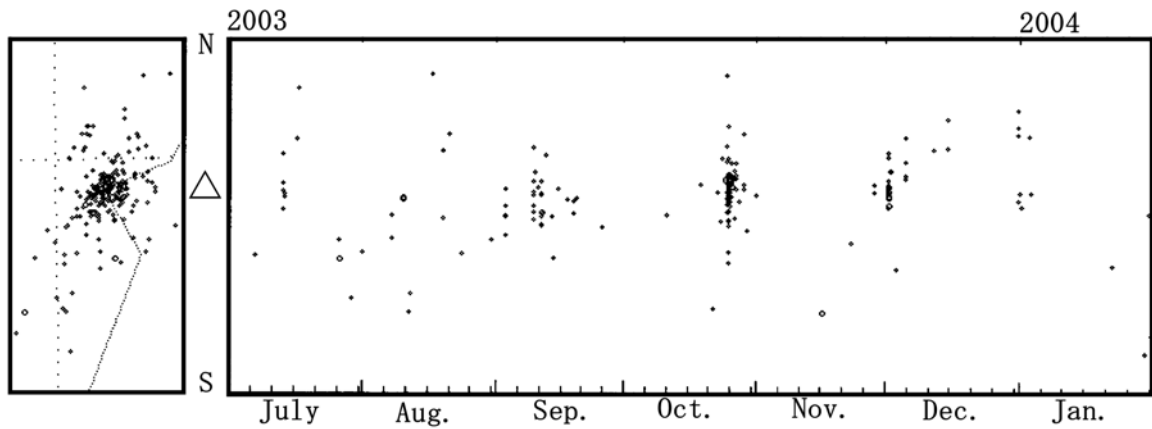


Fig.7 Epicenter distribution (left figure) and space-time diagram (right figure) of earthquakes near Hakusan Volcano after the installation of the Ohshirakawa station (July-2003 ? January, 2004). Open triangle shows the Ohshirakawa station.

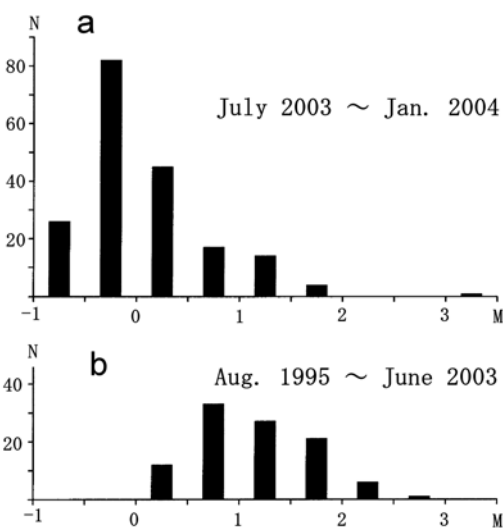


Fig.8 Magnitude-frequency distribution of earthquakes of which hypocenters are located from July 2004 ? January 2004 (a) and from Aug.,1995- June, 2003 (b).

2003-10-25 11:47 M=3.3

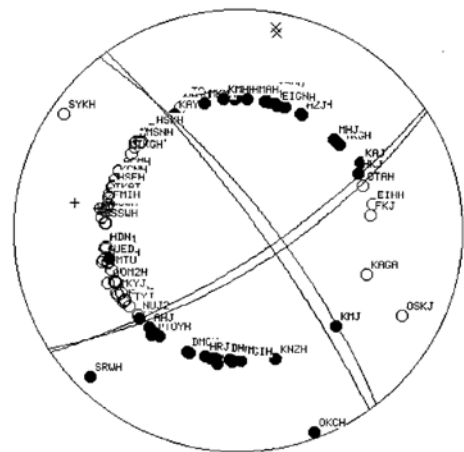


Fig.9 Focal mechanism solution from the polarities of P-wave first motions for the largest shock (M3.3) of the earthquake swarm on October, 2003 right beneath Hakusan Volcano.

## 6 . おわりに

大白川観測点の設置によって、白山火山周辺に発生する地震の検知能力が格段に向上し、以下のような事実が明らかとなった。

白山火山直下の 0-3km 付近に多数の微小地震が発生しており、これらの活動は、時々群発化の傾向が見られる。また、メカニズム解も求められ、東西主圧力をもつ横ずれ型が顕著である。2003 年 10 月 25 日には白山直下で M3.3 の地震が発生した。M 3 クラスの地震はこの地域では 1989 年(M=3.3)以来観測されなかったものである。今後の活動が注目される。

これまで確認されてきた跡津川断層沿いの地震活動の西端延長上に、微小地震が観測されており、今後のデータの蓄積によって、地震学的な跡津川断層西端

の形状が明らかになるものと考えられる。

今後は、これまでの観測結果から、震源が決まらないような小さな地震が多数発生していることが明らかであり、観測網の整備等によって、これらの小さな地震の震源決定を行い、データ量を増やすことによって、白山火山の活動と地震活動の関係を調べることや、跡津川断層西端の詳細な地震活動の様子を調査したいと考えている。

さらに、大白川観測点には、長周期地震計も同時に設置した。これらは、白山付近に発生する低周波地震の解析に役立つものと思われるが、これまでの所まだ低周波地震の波形は観測されていない。

## 謝 辞

大白川観測点設置に関して、電源開発株式会社中部支店御母衣電力所の大塚春雄所長、岸誠二所長代理

他関係者の皆様には、格別の御理解、御協力をいただきました。心よりお礼申し上げます。現地に衛星通信システムを設置するにあたりまして、多くの無理難題をお聞きいただきました寺井電機設備寺井邦彦氏他の方に感謝申し上げます。また、現地に同行していただきアース工事等についてアドバイスいただいた中川渥氏にお礼申し上げます。

#### 参考文献

和田博夫・伊藤 潔・大見士朗・平野憲雄(2003)：飛騨地方周辺の微小地震活動，京都大学防災研究所年報，第 46 号 B，pp.671-680.

和田博夫・伊藤 潔(2003)：中部地方北西部の地震活

動域，月刊地球，Vol.25， No.12， pp.929-937.

伊藤 潔・上野友岳・和田博夫・大見士朗・吉井弘治(2003)：跡津川断層系付近における詳細な震源分布と地下構造，京都大学防災研究所年報，第 46 号 B，pp.681-690

束田進也・西上欽也・平野憲雄・和田博夫(1990)：白山付近に発生する地震の震源再決定，地震，第 43 巻，pp.453-457.

高橋直季・平松良浩・古本宗充・三宅 学・平田 直(2003)：白山火山近傍での微小地震観測，地震，第 56 巻，pp.89-94.

小泉 誠・伊藤 潔・和田博夫(1993)：中部地方北西部における地震の発震機構，京都大学防災研究所年報，第 36 号 B-1，pp.305-324.

## Seismic Activity near Hakusan Volcano, in Northeast Chubu District, Japan

Hiroo WADA, Kiyoshi ITO, Shiro OHMI and Norio HIRANO

### Synopsis

A new seismological observation station was installed in the eastern flank of Hakusan Volcano, in the northeastern Chubu District in July, 2003. At the station, many microearthquakes were observed just beneath the volcano and the focal depths are very shallow to be less than 3km. The seismic activities often occur in swarms. A relatively large shock with M3.3 occurred on October, 2003 for the first time after six years beneath the volcano. The focal mechanism of the event is a strike-slip type with an E-W pressure axis as same as other shocks in the area.

**Keywords:** Hakusan Volcano , microearthquake , Atotsugawa fault , earthquake swarms , focal mechanism