８－２　飛騨山脈穂高岳付近の 2013 年の地震活動について
Seismic Activity near Mt. Hodaka in the Hida Mountain Range in 2013

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター 上宝観測所
Kamitakara Observatory, Research Center for Earthquake Prediction,
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

１．はじめに

飛騨山脈の穂高岳付近では, 2013 年 4 月頃より現地有感地震を含む微小地震活動が続いていたが, 2013 年 10 月 8 日 19 時 28 分ごろ，穂高岳近傍の涸沢付近を震源とする M3.9(JMA，京大では M4.2)の地震が発生し，岐阜県高山市奥飛騨温泉郷栃尾で震度 3 を記録した．穂高岳周辺で M3.5 を超える地震が発生したのは 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震の本震発生直後に発生した群発地震以来であった．ここでは，2013 年 11 月末までの活動について報告する．

２．対象地域と観測状況の概要

図 1 に今回報告する対象地域を示す．当地域は急峻な山岳地帯であり，通常の微小地震観測網の設置密度の低い地域であるが，京都大学や気象庁・防災科研の定常観測点に加え，焼岳火山の監視を目的とする国交省神通川水系砂防事務所の観測網や，同じ目的の京都大学による現地収録方式の臨時観測点が展開されている [1)].

３．解析手法について

上宝観測所では, 群発地震処理の効率化のための手法として Matched Filter Method [2)]の導入を図っており，本報告ではこれに基づく結果を主体に報告する．本手法では，対象地域の観測網で捉えられた代表的な地震の波形をテンプレートとして使用し，これを用いて連続波形データをスキャンすることにより，テンプレート地震と同様の波形の特徴を持つイベントを検出するもので，比較的狭い範囲に震源が集中する群発地震の解析処理には有効に機能することが期待される．

４．地震活動の状況

今回の一連の地震活動は，2013 年 4 月中旬に始まった．震源域は穂高岳近傍の涸沢付近である．2013 年 11 月末までの最大地震は 10 月 8 日 19 時 28 分のイベントであり，気象庁マグニチュードは 3.9，上宝観測所で決定した暫定 M は 4.2 であった．また，この期間，震源域の移動はほとんど認められない．

気象庁による本群発地震活動に伴う有感地震の報告は，2013 年 4 月から 10 月末までに合計 5 件であったが，上宝観測所が岐阜県高山市奥飛騨温泉郷中尾に設置している焼岳観測点の強震計（設置場所は Fig.1 参照）による観測では，計測震度が 0.5 以上の，現地で有感地震となったと考えられる地震は 4 月から 9 月末までに 10 件，10 月 8 日の最大地震以降，10 月末までは 14 件を数えた．また，10 月 8 日の最大地震については，穂高岳涸沢周辺の山小屋の関係者によると，棚に置いてある食器が倒れるくらいの揺れであったとの報告もあり（大見，私信），震源域直上ではさらに大きな揺れがあったことが推察される．

図 2 に Matched Filter Method (MFM)による地震の検出例を示す．これは，10 月 8 日 19 時 28 分の

最大地震の後, 同 20 時 0 分から 20 時 15 分までの 15 分間の検出結果である. 本手法の特徴として，震源決定（個別の検測）が困難である小さなイベントでも，テンプレート波形との相互相関関数を計算することで検出自体は可能になることである．この例では，15 分間に約 60 個のイベントを検出している．

図 3a に，4 月 1 日から 10 月 31 日までの，地域 A（図 1 参照）の震源分布，図 3b に同地域の同期間の震源の時空間分布，図 3c に同地域・期間の発生数積算グラフと M-T ダイアグラムを示す．なお，図 3a および図 3b には，MFM で検出された地震のうち 6 点以上の観測点で検測が可能なもののみをプロットしてあるのに対し，図 3c では，MFM によって検出されたイベントをすべて含めてあり，プロット数が異なっている．これらによれば，地震活動は 4 月下旬から始まり，4 月 25 日に最初の現地有感の地震が観測された．その後，消長を繰り返しながら活動は続き，10 月 8 日の最大地震の発生に至った．

図 4 には，2013 年 4 月から 10 月までの期間にこの地域に発生した地震のうち，気象庁で有感地震として報告された地震の，初動極性による発震機構解を示す．期間を通じて，ほぼ北西～南東方向の圧縮軸を持つ発震機構解が求められており，当地域の広域応力場に整合的である．

謝辞

今回の解析では，各大学，気象庁，防災科学技術研究所，および国交省神通川水系砂防事務所の微小地震観測網の波形データを使用した．中部山岳国立公園内での臨時地震観測に際しては，以下の関係機関のご協力をいただいた．記して感謝する．国交省神通川水系砂防事務所，国交省富山河川国道事務所，環境省平湯自然保護管事務所，岐阜県飛騨振興局，林野庁飛騨森林管理署，名古屋鉄道株式会社，奥飛観光開発株式会社，国交省松本砂防事務所，環境省松本自然環境事務所，長野県松本地方事務所，林野庁中信森林管理署，松本市安曇支所，長野県松本建設事務所，信州大学山岳科学総合研究所

引用文献

1) 大見士朗・和田博夫・濱田勇輝 (2012), 地震 2，65，85-94.
2) Shelly et al (2007), Nature, 446, doi:10.1038/nature05666.

（大見士朗）

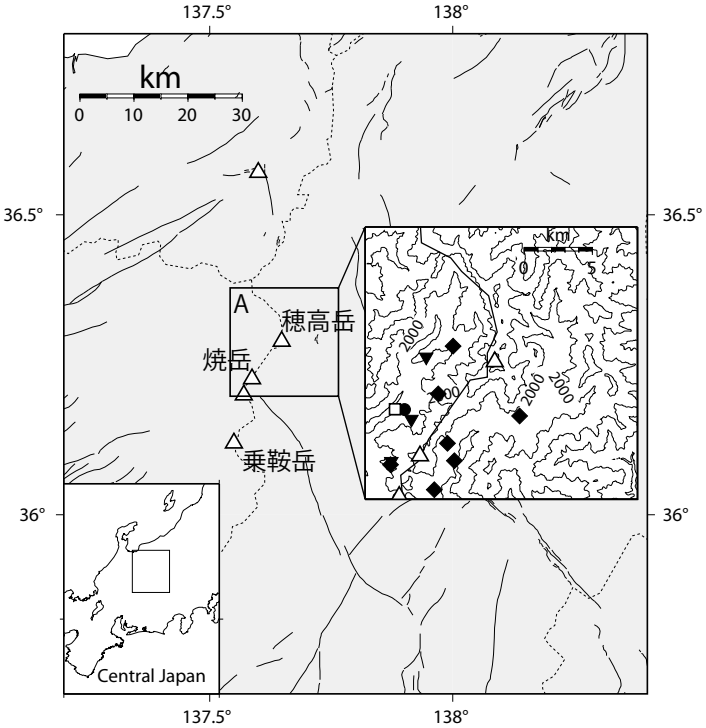

図 1：対象地域と観測状況の概要．飛騨山脈の穂高岳の周辺地域には，京都大学（■），防災科学技術研究所・気象庁（●）の定常観測点のほか，国交省北陸地方整備局神通川水系砂防事務所の管理する微小地震観測ネットワーク（▼）が運用されている．これらに加え，2010 年 11 月より，京都大学が現地収録方式の臨時観測点（◆）を設置・運用している．□は京都大学の焼岳観測点で，強震計併設点である．

Fig.1: Map of the target area and distribution of seismometers in this area. Seismic stations operated by Kyoto university, NIED, JMA, and Hokuriku Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism are used for the analysis.

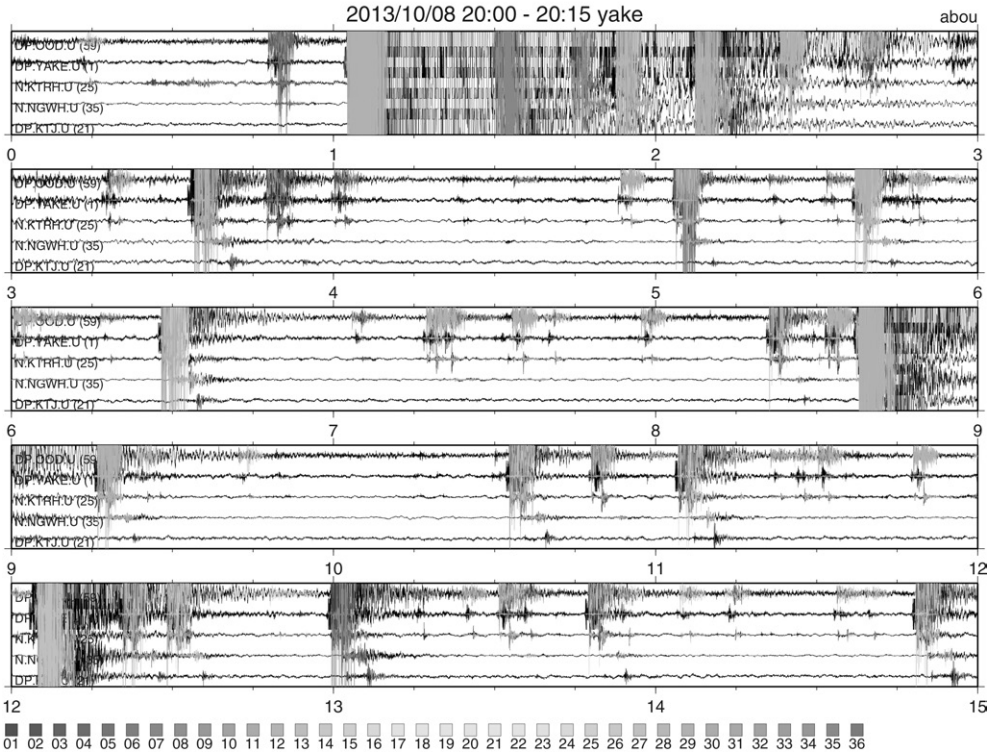

図 2: Matched Filter Method (MFM)による 2013 年 10 月 8 日 20 時 0 分から 15 分間の地震の検出例．図中，塗りつぶしてある部分がテンプレートと一致して地震と判定された部分．

Fig.2: Example of event detection by Matched Filter Method (MFM) during 15 minutes staring 20:00, October 8, 2013. Shaded areas show the earthquakes detected by this method.

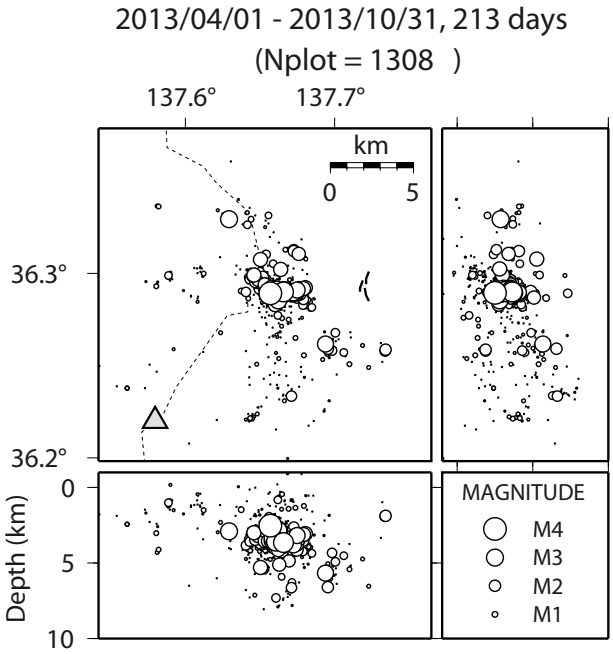

図 3a: 図 1 の地域 A で示される部分の 2013 年 4 月 1 日から 10 月 31 日までの震源分布．MFM による検出結果のうち，6 点以上で検測が可能なイベントをプロットした．
Fig.3a: Hypocenter distribution in the region A (see Fig.1) from April 1 to October 31, 2013.

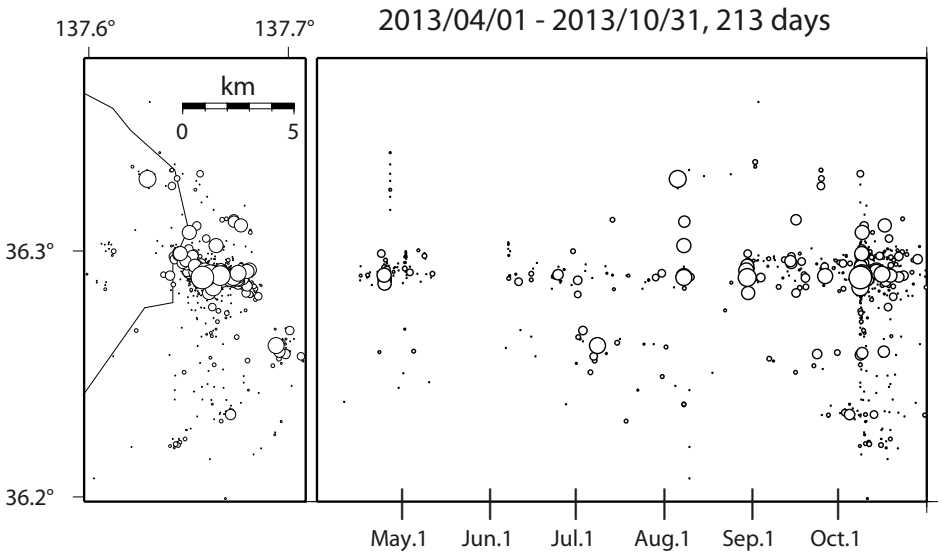

図 3b: 地域 A の 2013 年 4 月 1 日から 10 月 31 日までの震源の時空間分布．
Fig.3b: Spatio-temporal plot of the hypocenters in the region A (see Fig.1) from April 1 to October 31, 2013.

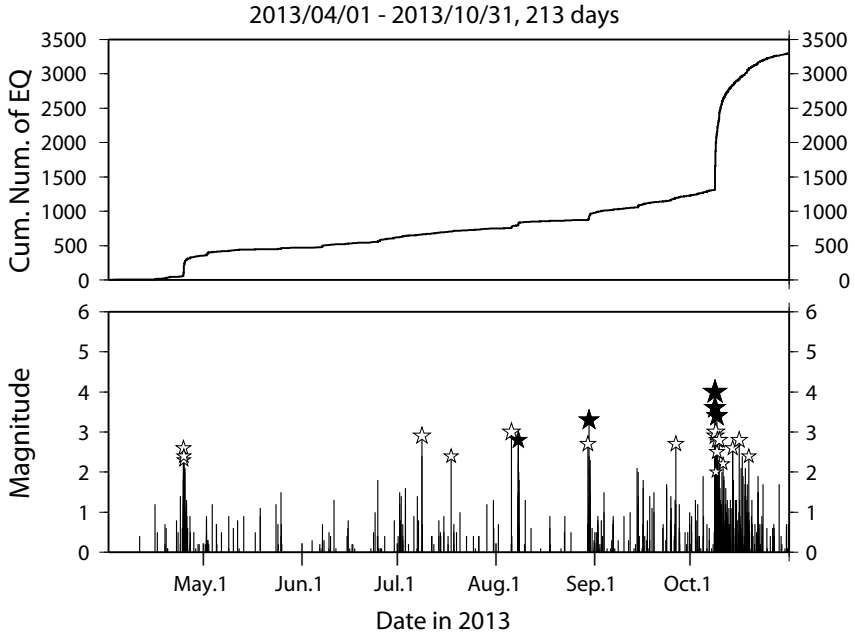

図 3c: 同期間の，地震発生数の積算図（上）および M-T ダイアグラム（下）．図 3c には，MFM による検出が行われたイベントすべてについてプロットしてあり，個別の震源決定はできなかった地震も含まれている．M-T ダイアグラムでは，気象庁による有感地震に★を，京都大学の観測による，焼岳観測点での計測震度 0.5 以上の地震に☆を付している．10 月 8 日からの活動が最も活発であった．

Fig.3c: Cumulative number of earthquakes (top) and magnitude-time diagram (bottom) of the earthquakes in the region A (see Fig.1) from April 1 to October 31, 2013. On the magnitude-time diagram, felt earthquakes detected by JMA are indicated by solid stars while open stars denote locally felt earthquake at Yake-dake observation site (shown by open square in Fig.1) operated by Kyoto University.

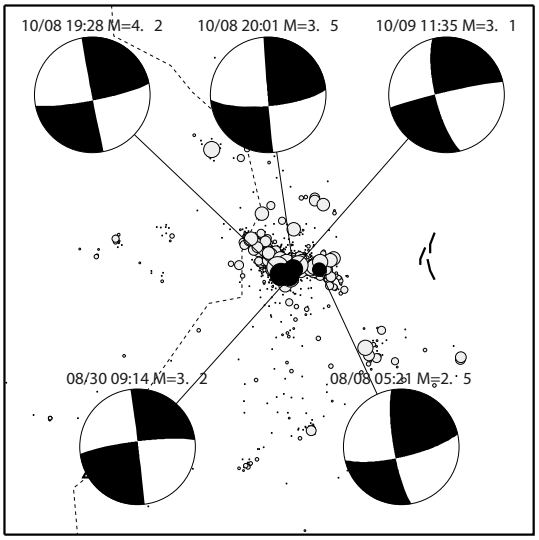

図 4: 当地域で発生した，2013 年 4 月から 10 月末までの，気象庁による有感地震の，初動極性による発震機構解．下半球投影．

Fig.4: Focal mechanism solutions of felt earthquakes detected by JMA determined by using initial motion of P waves are used for analysis. Lower hemisphere projection is used.