

最近の飛騨山脈周辺の極微小地震活動

和田博夫*・伊藤 潔**・大見士朗**・平野憲雄*

Recent Ultra-micro-earthquake Activity in the Hida Mountain Range

Hiroo WADA*, Kiyoshi ITO**, Shiro OHMI** and Norio HIRANO*

Abstract

Many ultra-micro-earthquakes were recognized from the data of dense station network (Hi-net) as well as the temporary and routine observation by universities in the Hida Mountain Range, central Honshu, Japan. Applying a manual process to these continuously recorded data, hypocenters of ultra-micro-earthquakes have also been determined. A lot of small events with magnitude smaller than 0.5 are located along the Atotsugawa fault and, in particular in the Hida Mountain Range including areas where seismicity is thought to be very low. About 70-80% of the located events were not listed in JMA catalogues. The seismicity seems to show some linear distribution of earthquakes. The present data are expected to contribute the study of detailed characteristics of seismicity.

Key words : Seismic observation, Seismic activity, Ultra-micro-earthquake, Linear distribution of earthquake, Hida mountains, Atotsugawa fault

はじめに

(独)防災科学技術研究所の高感度微小地震観測網 (Hi-net) の整備によって観測網が非常に密になり、大学の臨時観測網のデータを加えることによって微小地震の検知能力がさらに向上した。これと同時に、Hi-net データを含め全国の観測点の読みとりデータが、気象庁から1,2日後には公開されることとなった。これらの読みとりデータの中には従来各大学が独自に読みとりを行っていた観測点のデータも含まれており、気象庁の公開データと各大学の読みとりデータは重複する結果となっている。気象庁によるデータの公開は業務的に行われているため、通常は遅れることはないが、大学の場合研究的色彩が強く、また他の仕事等のため遅れることは日常茶飯事である。このような状況のもとで、大学あるいは観測所においては重複することを避け、研究資料の充実のため独自性を出すことが求められている。そこで我々は、気象庁の処理では通常検測されない

トリガー漏れの極微小地震に着目して調べたので報告する。

観測網及びデータ

図1に、中部地方北西部の微小地震観測網を衛星テレメータシステムが導入された1995年以前(A)と、その後からHi-netデータ流通まで(B)、及びそれ以降(C)の3期間に分けて示す。この図には定常観測点の他に、跡津川稠密観測網の観測点及び焼岳火山の活動調査のための観測点も含まれている。この図から、観測点の著しい増加の状況が明らかである。このような観測網展開の中で、我々は微小地震活動に注目すると同時に、これまで観測網が粗く確認できなかった極微小地震の調査をも目的として、跡津川断層、飛騨山脈周辺及び能登半島の8観測点(上宝、天生、茂住、三川原、立山、蛭谷、七尾、宝立観測点)のデータを、連続記録としてモニター出力している。なお、これらの観測点の中には、定常観測点の他に、臨時に設置した観測点も含まれている。これらの記録は従来LTR(日本電気三栄(株)製)と呼ばれていた長時間連続インク書き記録計で記録していたが、データのデジタル伝送化に伴い、プリンターに作図する出力方式に変更した。用紙サイズも従来のラインプリンター用紙からA4用紙となり、収納、取り扱いの面で大幅に簡便化した。

2002年8月30日受付, 2002年10月17日受理.

* 京都大学防災研究所技術室,

** 地震予知研究センター.

* Division of Technical Affairs,

** Research Center for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University.

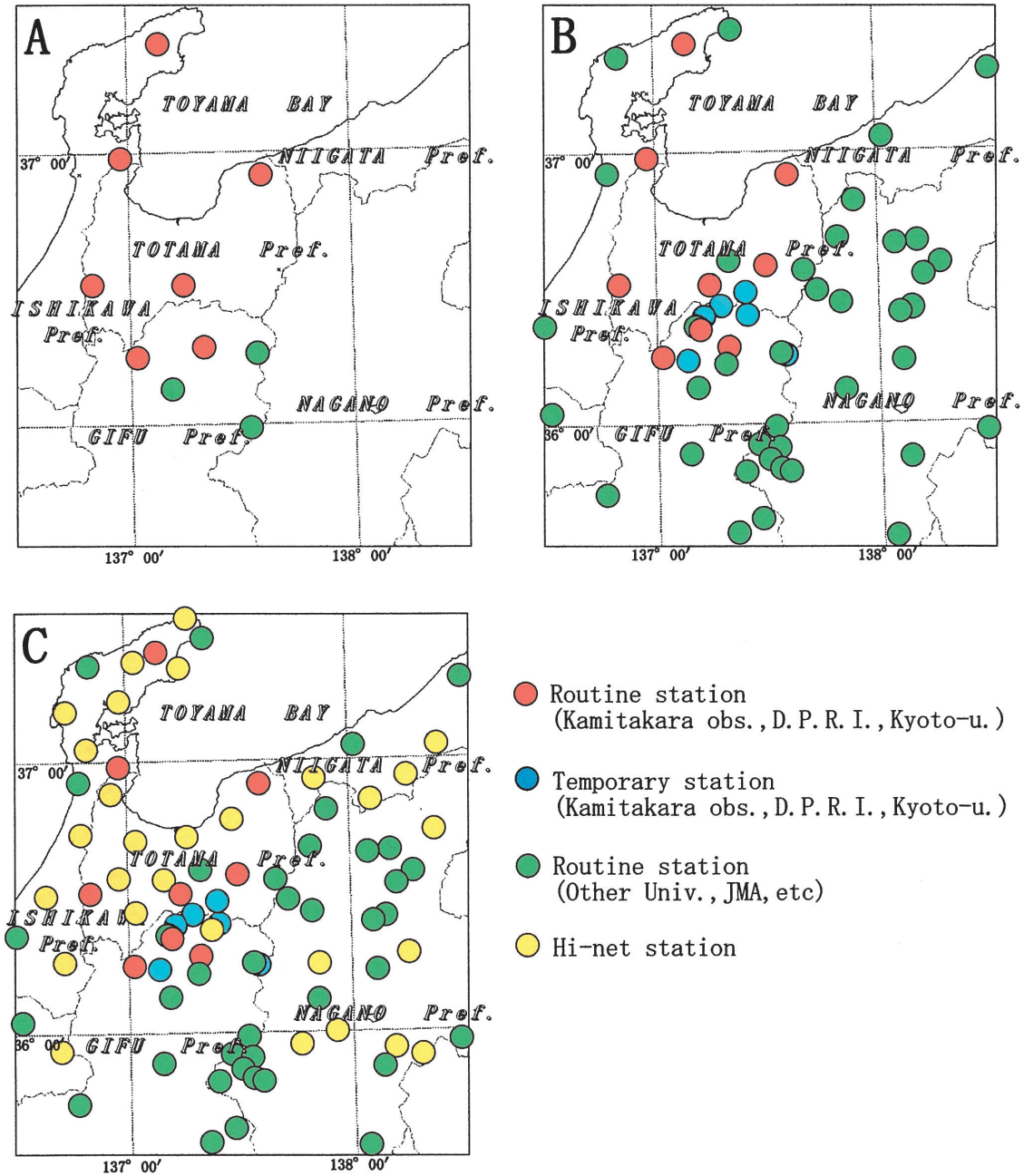


図 1. 飛騨地方周辺の地震観測点分布

A: 衛星テレメータシステムが導入されるまで, B: 衛星テレメータシステム導入から Hi-net データ流通まで, C: Hi-net データ流通以降の期間を示す。

トリガー漏れ地震の検出

上記のモニター記録を見ると、特に飛騨山地ではトリガーにかからないような小さな地震が多く発生していることがわかる。これらの地震は当然のことながら気象庁のリストには見当たらず、また、我々がトリガーされる地震にのみ目を向けるのならば、地震リストとして後々まで残ることのない地震である。そこで我々は、このような地震が非常に多いこともあって、これらの地震を手動で切り出し

て、トリガーされた地震と同じ形式のファイルを作成し、処理することを考えた。この手動切り出しの方法は、“ochibo” というプログラムによって行われる。“ochibo” については、平野・和田 (2001) によって詳しく紹介されている。ここでは簡単にその流れを述べる。まずモニター記録とトリガーリストを照合しながら、トリガーリストに反映されていない地震のリストを作成する。このリストをもとにして、“ochibo” によって地震のデータを切り出す。切り出したデータを、通常の“win” 波形表示と同じように

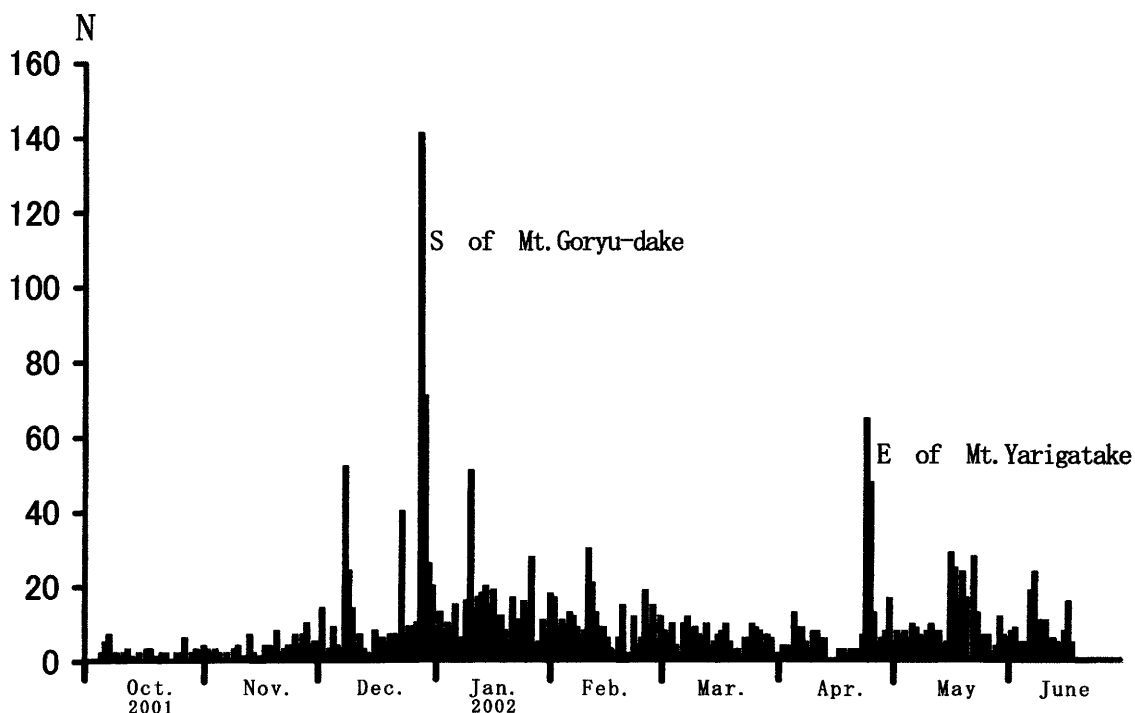


図 2. “ochibo”による手動切り出しによる地震の日別頻度分布 (November 2001~June 2002)

画面表示し検測を行う。なお、切り出された地震はすべて震源決定されるとは限らず、1観測点でしか見られないようなより小さな地震も含まれている。また、観測点近傍の特異な波形と思われるものも興味の対象として切り出している。“ochibo”によって切り出された地震の日別頻度分布を図2に示す。この方式を採用してから、この地域において小規模な群発地震が多発しており、それに合わせるように“ochibo”による手動切り出しの地震数も増えているが、この増加は人為的なものではない。平均すると、1日約10個程度の地震が手動で切り出されている。

極微小地震の震源分布

図3 (A, B) に立山観測点における薬師岳東方の群発地震の時の記録例2時間分を示す。図中楕円で囲んでいるのがトリガーされなかった地震であり、非常に小さな地震が多数発生していることが明らかである。これらの地震を震源決定すると、最大のマグニチュード(M)は約0.5程度である。図4に、跡津川断層及び飛騨山脈周辺のM0.5以下の地震(“ochibo”によって切り出され、検測されたと思われる)の震央分布を示す。図中飛騨山脈南部の塊は長野県西部地震の余震であるが、この地域は観測網が密なために小さな地震までトリガーされており、“ochibo”によって処理された地震ではないので注意が必要である。図より、跡津川断層沿いや飛騨山脈周辺において、従来明らかでなかった極微小地震活動の活発な様子が検出された。またこ

のようにして処理された極微小地震を含めることによって場所によってはデータ量が倍増するところもあり、短期間のうちに地震活動の線状配列が見えることも明らかとなった。

最近の飛騨山脈周辺の極微小地震活動の特徴

飛騨山脈周辺では2001年11月頃から、小規模ではあるが、群発地震活動が活発になっている(和田ほか, 2002)。図5には、2001年11月から2002年6月までの8ヶ月間の飛騨山脈周辺の震央分布を示す。飛騨山脈と跡津川断層が交わるあたりを中心とした極狭い範囲において、数カ所にわたって塊状の分布が見られる。双六岳東方(A)、青木湖東方(B)、五龍岳南方(C)、薬師岳東方(D)、立山付近(E)、黒四ダム南方(F)、長野県中部(G)及び槍ヶ岳東方(H)である。これらのそれぞれの地域における活動の時間的推移を図6に示す。概ね、飛騨山脈から離れるところでは活動の継続時間が長く(B, G)、飛騨山脈に近いところでは短時間で終息しているような傾向が見られる(C, D, E, F, H)。次に、各活動域毎の規模別頻度分布、M0.5以下の地震(手動切り出しの地震)の占める割合及び気象庁のデータと比較したものを表1に示す。飛騨山脈に近い群発地震活動域において、 $M < 0.5$ の地震が占める割合が36%から85%と高い値を示しており、この地域における極微小地震活動の活発さが窺える。また、今回我々が決定した地震のうち飛騨山脈に近い活動域では、気象庁のリストに

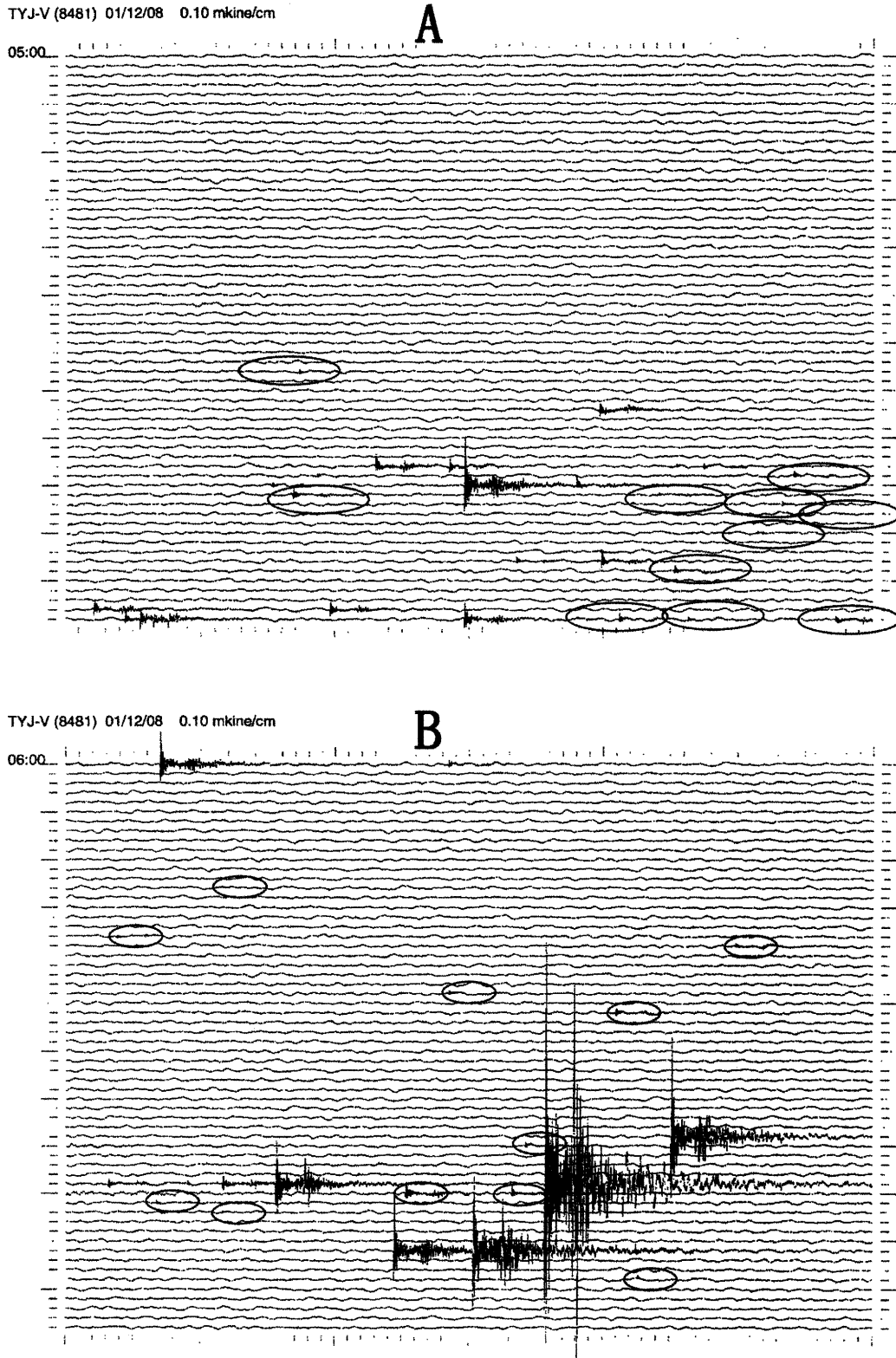


図 3. 立山観測点におけるモニター記録 (A : 05 h, B : 06 h, December 08, 2001)
楕円で囲んでいるのがトリガー漏れの地震

載っている地震の割合は双六岳東方、槍ヶ岳東方において 31%、27% とやや高い値を示しているが、他の活動域では 20% 以下となっており、気象庁のリストにない極微小地震

の発生の多さを示唆している。

次に、今回の群発地震活動域と跡津川断層沿いの地域における長期的に見た場合の地震活動の時間的推移を示す

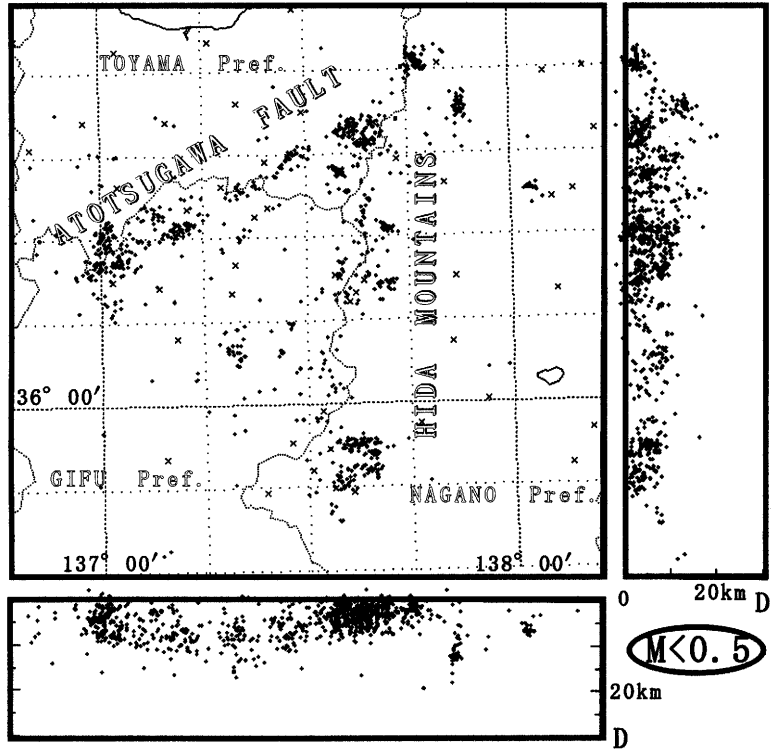


図 4. “ochibo” によるデータの震源再決定後の震央分布 (M<0.5)

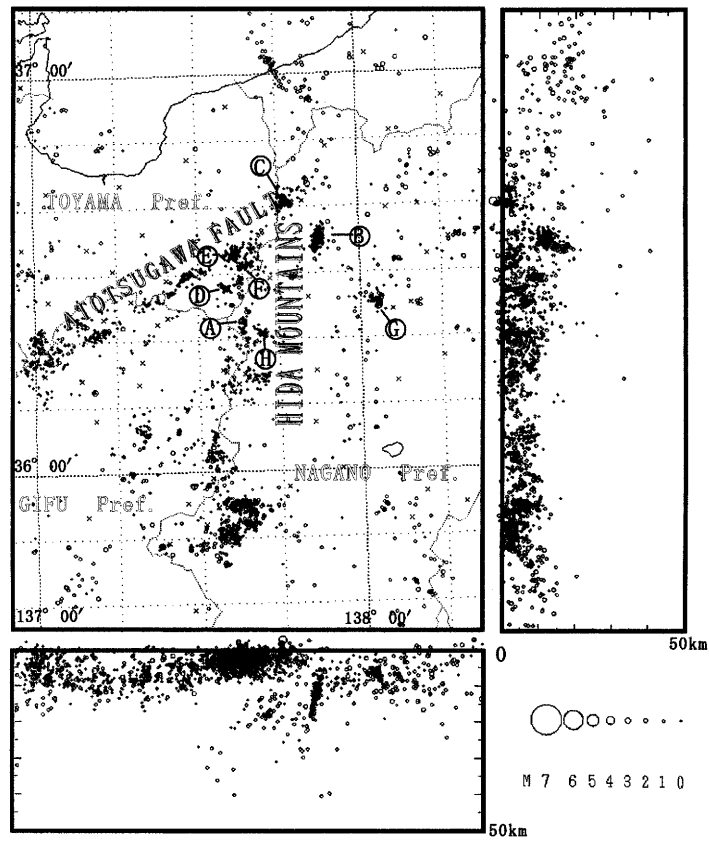


図 5. 飛騨山脈周辺の震央分布 (November 2001~June 2002)

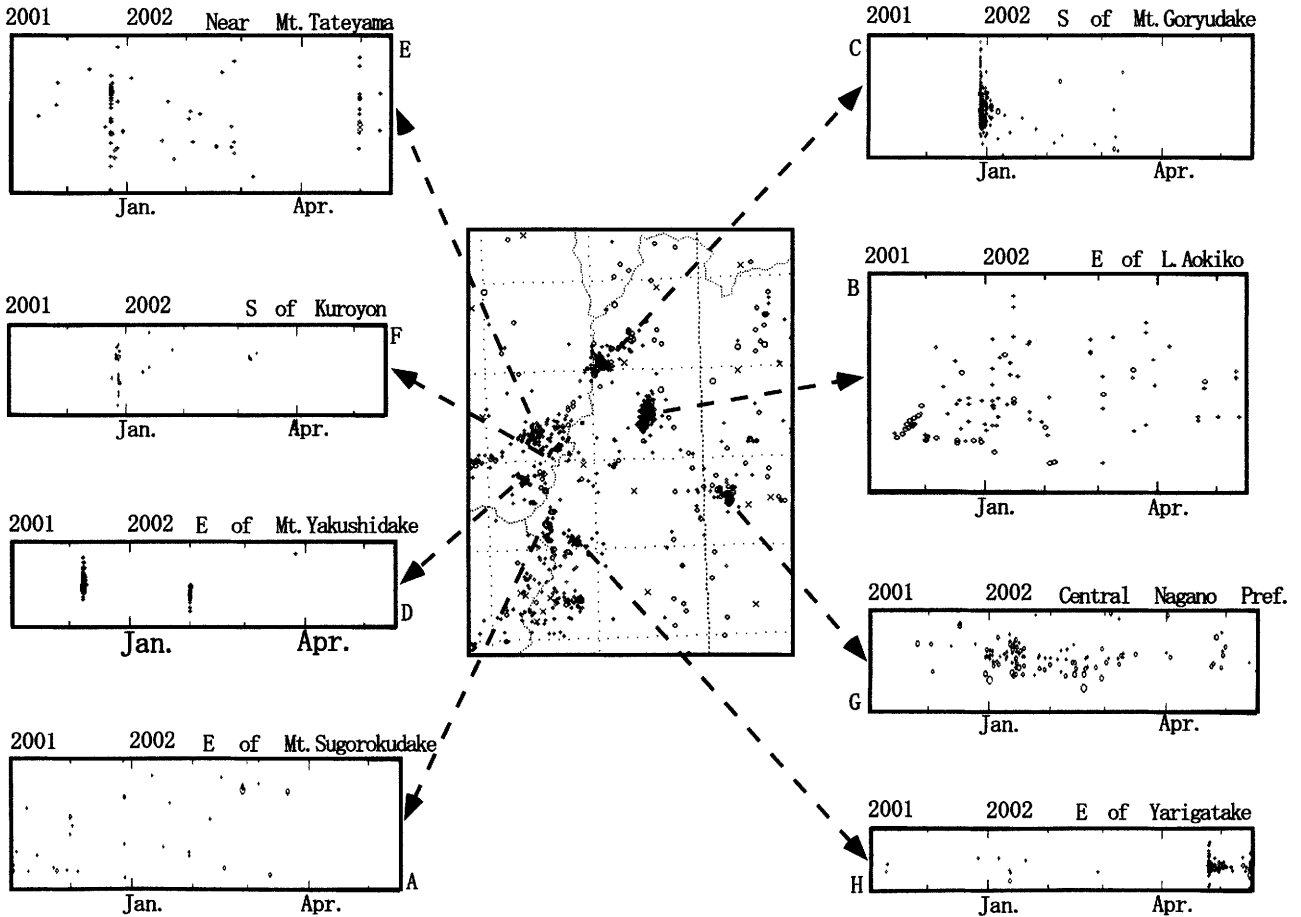


図 6. 最近の飛騨山脈周辺の群発地震活動域毎の時間推移

表 1. 群発地震域毎の M 別頻度, $M < 0.5$ の占める割合 (シャドウ部) 及び気象庁データとの比較 (November 2001~June 2002)

M(min)	M(max)	双六岳東方	青木湖東方	五龍岳南方	薬師岳東方	主山付近	黒四ダム南方	長野県中部	桧ヶ岳東方
-1.5	-1					1			
-1	-0.5			3	8	27	22		
-0.5	0	1	7	117	41	32	28	4	
0	0.5	26	43	141	32	18	18	17	79
0.5	1	18	125	53	18	9	10	43	105
1	1.5	9	61	27	7	4	4	36	21
1.5	2	1	19	8	4		3	10	8
2	2.5	2		6	2		1	7	3
2.5	3	1	1	1				2	1
3	3.5	2						2	
3.5	4								
4	4.5			1					
total		60	256	357	112	91	86	121	217
M<0.5	(%)	45	19	73	72	85	79	17	36
JMA	N	19	133	43	21	8	11	76	59
	(%)	31	51	12	18	8	12	62	27

(図 7, 8). 図は衛星テレメータシステムが導入された 1995 年からのデータである. 図中, 棒グラフは月別の発生頻度であり, 折れ線が積算値である. 飛騨山脈周辺の場合,

時々活発な群発地震活動が発生しており, その都度積算曲線がステップしている. 一方, 跡津川断層沿いの活動を見るとほぼ定常的な増加傾向を示しているが, 両地域とも

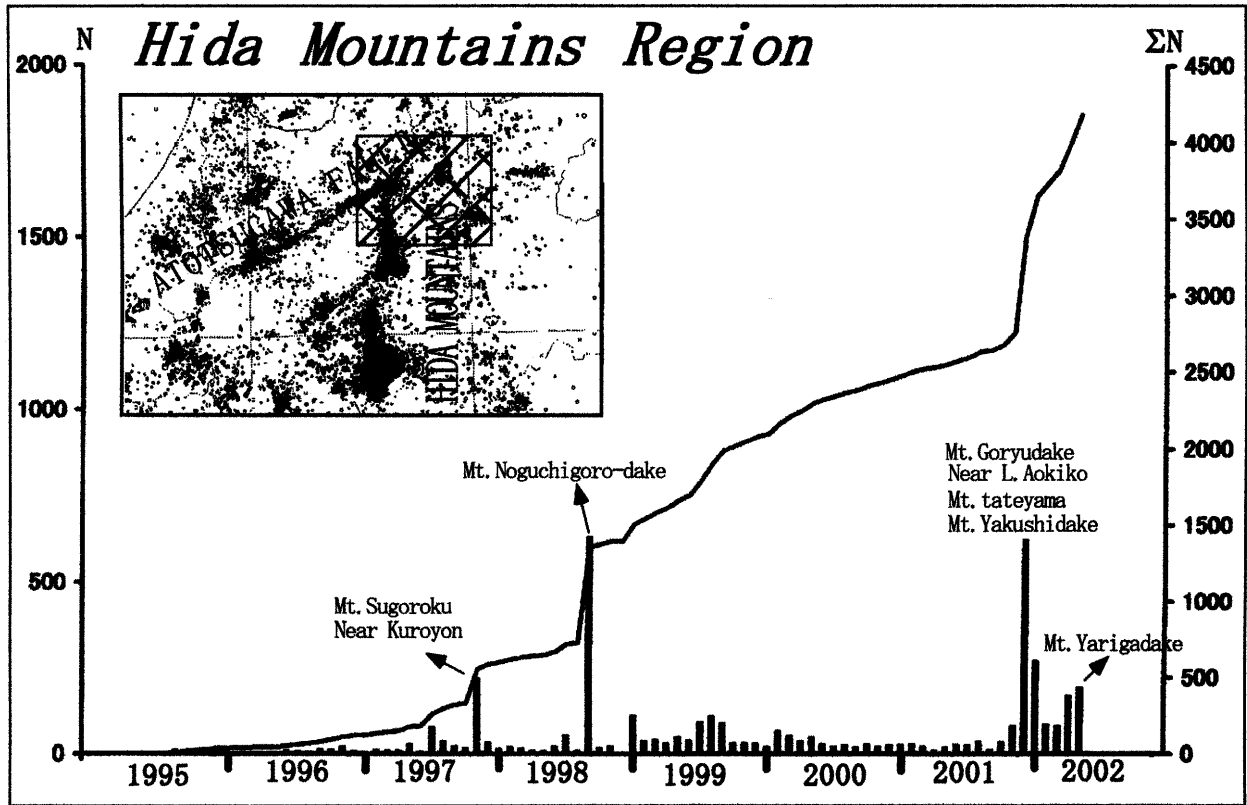


図 7. 飛驒山脈周辺の地震活動の時間的推移 (1995年8月以降)
棒グラフは月別頻度、折れ線グラフは積算分布を示す。

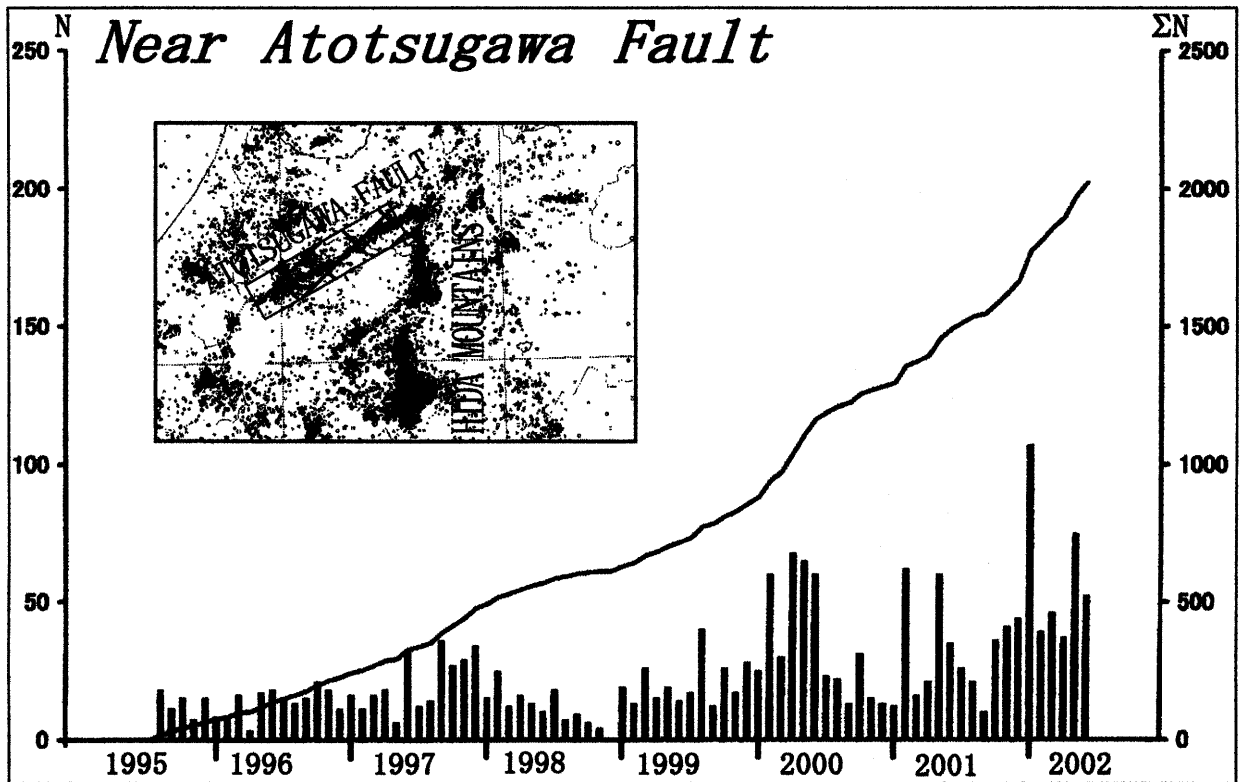


図 8. 跡津川断層沿いに発生する地震の時間的推移 (1995年8月以降)
棒グラフは月別頻度、折れ線グラフは積算分布を示す。

2002年頃から積算曲線の勾配が急になっているようである。これは地震活動の活発化と“ochibo”による手動切り出しによるデータの増加とに依るものと考えられるが、現時点では、飛驒山脈については両方が、跡津川断層沿いについては“ochibo”による影響が大きいのではないかとと思われる。

お わ り に

大学あるいは観測所として独自性を出すひとつの方法として、手動切り出しの方法による極微小地震活動調査について述べた。この方法により処理された地震については誤差が大きいに感じられるが、実際は使用した観測点は少なくとも5,6点であり、また通常のデータと合わせた分布図を見ても塊状分布が分散しているようには見られず、

通常のデータと同じ程度の精度で震源が求まっているものと思われ、意義あるデータではないかと考える。今後この方法を継続することによって、これまでわからなかった地震活動の特徴を明らかにしたいと考えている。

謝 辞：投稿に際して査読者の阿部勝征教授、武尾 実教授からは有益な助言をいただきました。感謝申し上げます。

文 献

- 平野憲雄・和田博夫, 2001, win システムのトリガー漏れ地震の取り込みについて, 震研技報, 7, 111-113.
和田博夫・伊藤 潔・大見士朗・平野憲雄, 2002, 飛驒山脈周辺の地震活動と地震線状分布, 地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会予稿集, S041-007.