

6 - 2 長野県上高地付近の群発地震活動 (1998年8月7日～) Seismic Swarm in Kamikochi, Nagano Pref. and its Vicinity (from Aug. 7, 1998)

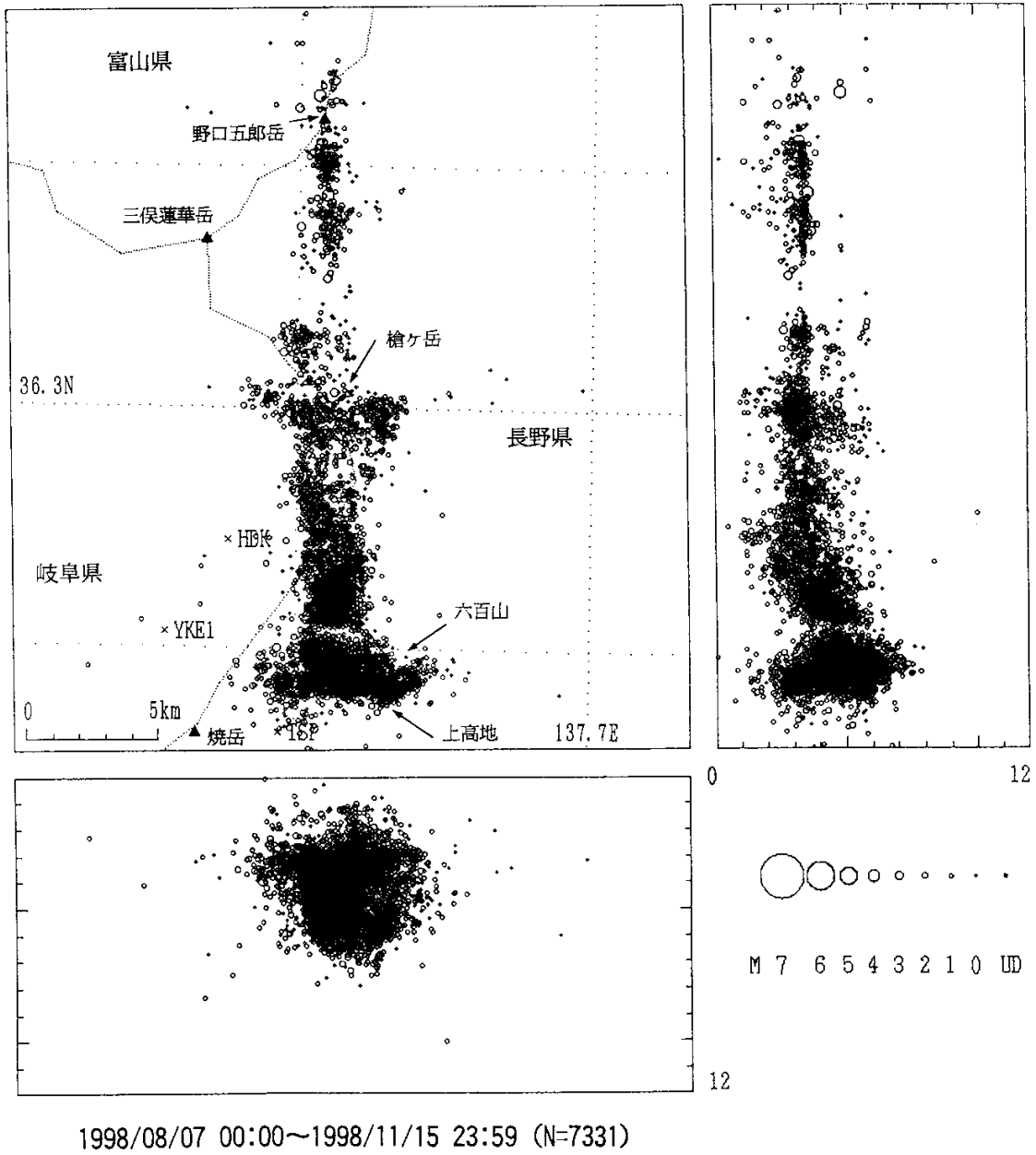
東京大学地震研究所
地震地殻変動観測センター
Earthquake Research Institute, University of Tokyo

1998年8月7日14時38分(M2.7)の地震を最初とした群発地震活動が、長野県中西部の上高地から北アルプスの穂高、槍ヶ岳方面にかけて発生した。信越地震観測所では約7200個を超える地震を手動で処理した。1994年以降、テレメータにより京大上宝地震観測所、名大高山地震観測所、気象庁、防災科学技術研究所の隣接する観測点データも震源決定に利用できるようになっており、これらの観測点は今回の群発地震活動域を取り囲むように配置されている。また、群発地震発生後に震源域周辺に設置された臨時観測点データも含めた統合処理ができたため、比較的精度の良い震源決定結果が得られている、震源域は東西約7～8km、南北約25～26km、深さ2～8kmである(第1図)。

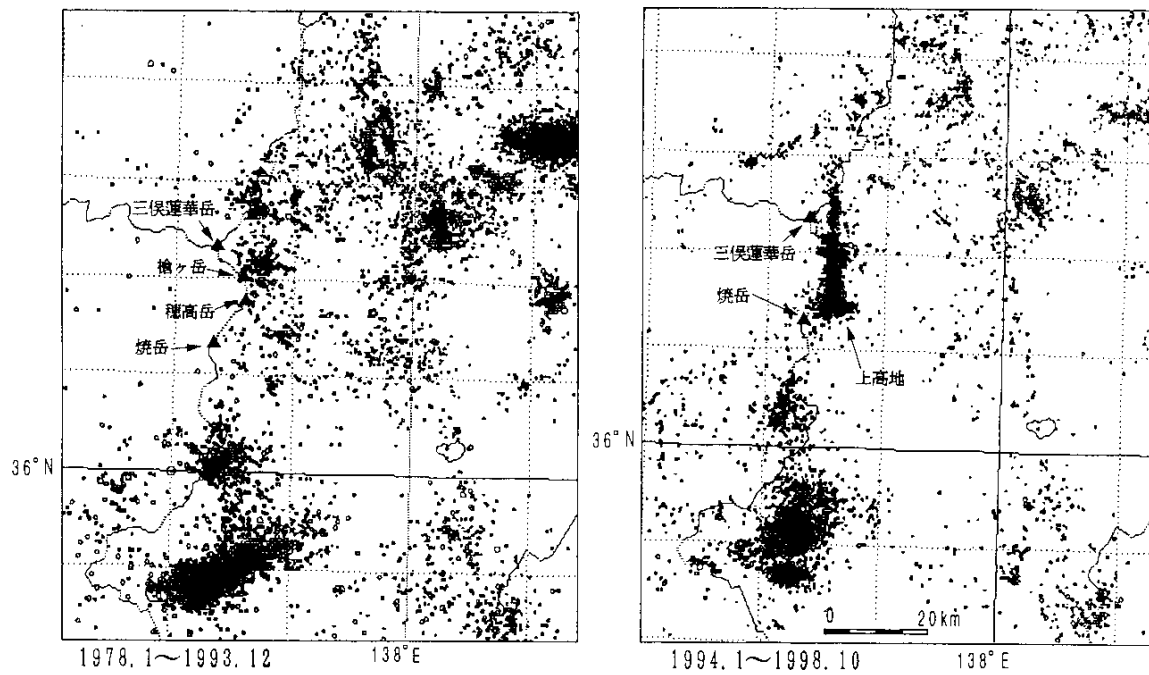
1. データ交換が始まる以前と以後の震央分布と観測点配置(第2図, 第3図)。上高地周辺の過去の地震活動と、データ交換の始まった以後の震央分布の比較である。1978年～1993年の間はテレメータへの移行時期でもあり観測点は段階的に増えてきている。観測点の配置も長野県内に限られているため震源が東寄りに決まる傾向があり震源決定精度も悪い。
2. 主な地震のメカニズム解はいずれも北西-南東方向を圧縮軸に持つ横ずれ断層型である(第4図)。震源時間関数は複雑な地震が多い。また東西に広がった活動域では東西方向の破壊伝播が顕著である(第5図)。
3. 8月7日群発地震が発生した当初は、上高地の東端の六百山(2450m)周辺にあった地震活動域は、西側の焼岳方面に拡がり東西約7～8kmに達した。12日17時頃からは、それまでの東西だった地震活動域の北側、穂高、槍ヶ岳方面に南北約10km新たに拡大して地震活動も活発になった。16日03時31分槍ヶ岳付近でM5.0(ERI)M5.4(JMA)の地震が発生した。この地震の直後に余震と見られる活動が東西約6～7kmに分布した。9月5日頃からは槍ヶ岳のさらに北側でも地震活動が発生し野口五郎岳付近にまで及んだ。10月上旬以降は群発地震初期の上高地付近に地震活動域が戻り地震も減少傾向にある(第6図)。
4. 1978年～1998年10月までの時空間分布(第7図)を見ると、今回の地震活動域の上高地付近では、1990年4月に小規模な群発地震が発生している。穂高、槍ヶ岳付近の地震活動は、1979年10月と1993年4月～1994年1月にかけてやや活発な地震活動があり、1993年7月20日00時10分にM5.0(JMA)の地震を記録している。M3以上の地震発生頻度を見ても、1990年、1993年の地震活動が顕著である(第8図)。今回の地震活動の活動全体でのb値は約1、また各クラスターについてb値を計算するとやや小さい値になる(第9図)。

(文責 井出 哲, 羽田敏夫)

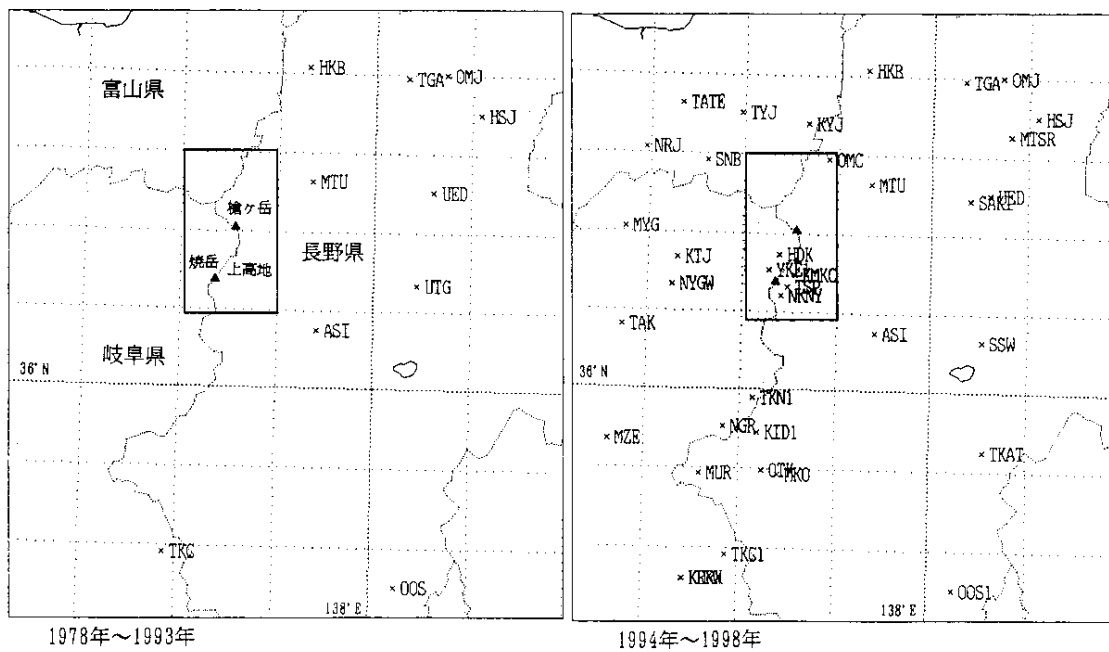
長野県上高地付近の群発地震活動



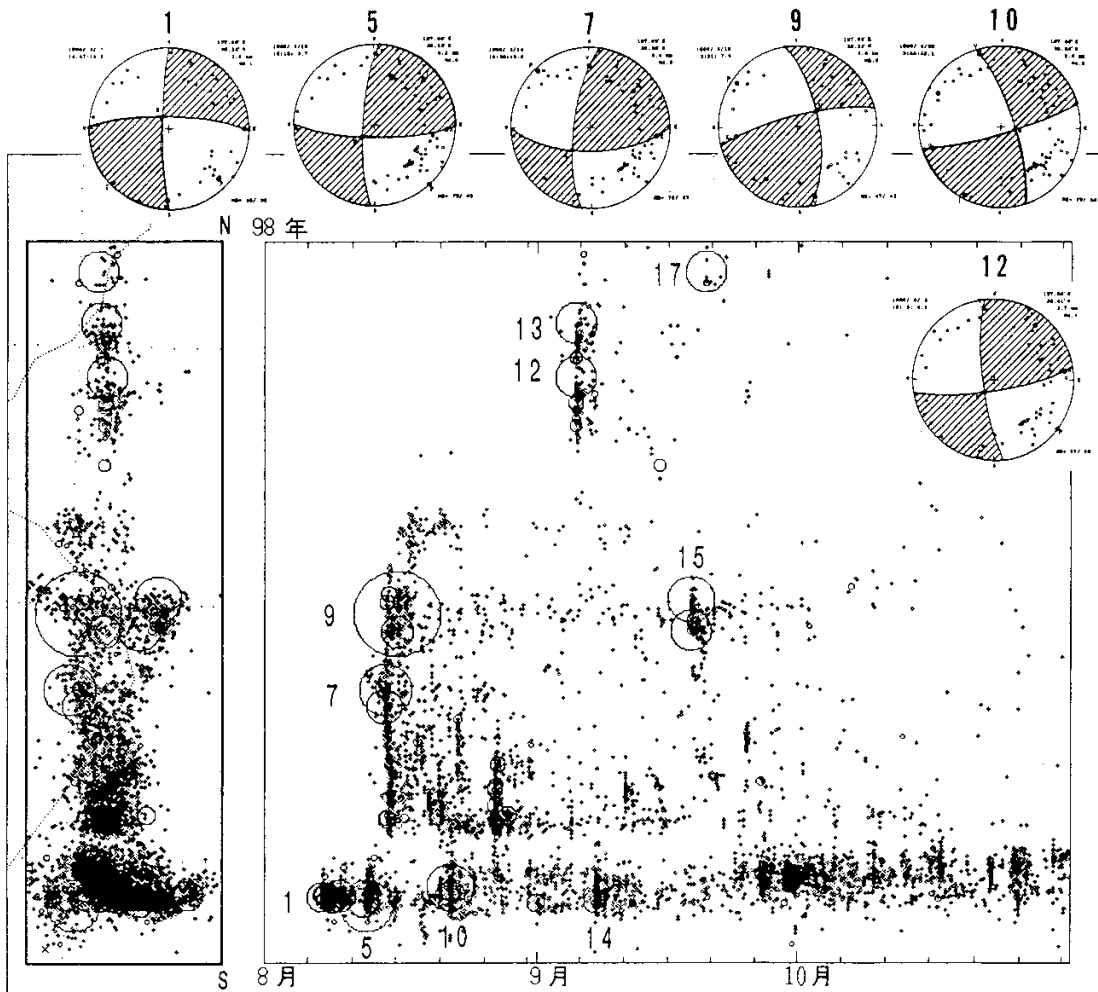
第 1 図 長野県上高地付近の群発地震活動震源図
 Fig.1 Hypocenter Distribution in Earthquake Swarm.



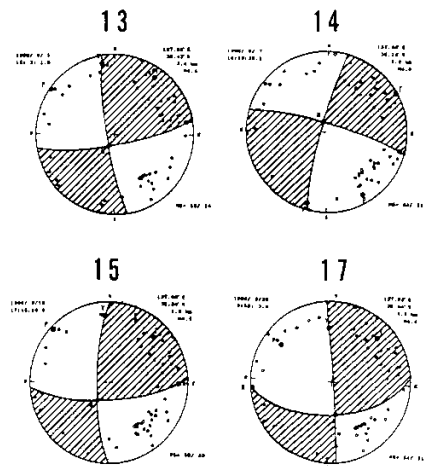
第2図 震央分布図(~1993,1994~)
 Fig.2 Distribution of Epicenter (-1993,1994-).



第3図 観測点配置図(~1993,1994~)
 枠内は群発地震(1998 8/7~)の震源域。
 Fig.3 Station Locations (-1993,1994-).



1	98/08/07	14:47:14.6	36.2384N	137.6600E	3.6km	M4.1
2	98/08/08	19:51:57.7	36.2365N	137.6465E	4.4km	M4.0
3	98/08/09	12:45:23.1	36.2386N	137.6419E	3.7km	M4.2
4	98/08/12	09:40:34.6	36.2363N	137.6549E	3.8km	M4.1
5	98/08/12	15:13:03.7	36.2348N	137.6292E	3.2km	M4.6
6	98/08/14	14:06:53.3	36.2996N	137.6293E	3.0km	M4.3
7	98/08/14	19:36:15.0	36.3049N	137.6250E	3.4km	M4.6
8	98/08/16	03:28:18.6	36.3242N	137.6381E	3.4km	M4.2
9	98/08/16	03:31:07.9	36.3296N	137.6281E	3.0km	M5.0
10	98/08/22	03:55:45.1	36.2414N	137.6576E	2.3km	M4.5
11	98/08/22	04:48:23.2	36.2389N	137.6739E	3.0km	M4.1
12	98/09/05	10:08:00.6	36.4069N	137.6366E	3.7km	M4.4
13	98/09/05	12:02:01.0	36.4243N	137.6341E	3.4km	M4.4
14	98/09/07	16:53:25.1	36.2370N	137.6637E	5.8km	M4.0
15	98/09/18	17:16:10.9	36.3353N	137.6592E	2.9km	M4.5
16	98/09/18	17:16:47.4	36.3246N	137.6521E	3.2km	M4.4
17	98/09/20	06:53:03.4	36.4407N	137.6327E	4.9km	M4.4



第4図 主な地震のメカニズム解 M 4

Fig.4 Focal Mechanism of Major Events.

規模の大きな地震の震源過程

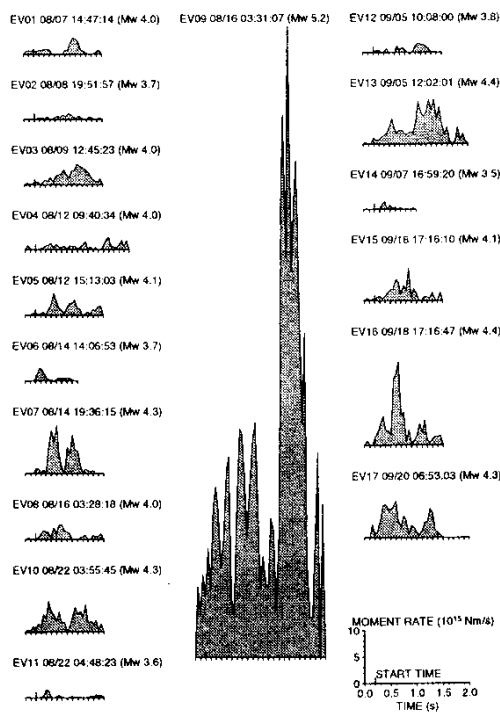
『手法』: ほぼ同じ場所で発生した余震の波形をグリーン関数として震源過程インバージョンをした。地震波形は地震研究所, 京都大学防災研究所, 名古屋大学, 気象庁のものである。

この解析では本震と余震のメカニズムが同じことを仮定している。そして両者はP波初動方向が一致していることおよび波形の合いが良いことからほぼ同じメカニズムと推定される。波形合わせは震源決定の結果の時間、場所を基準として絶対時間で行う。小地震の波形を元に、震源決定と同じ構造でレイセオリーを用いて計算した走時のズレおよび震源位置の違いによる幾何減衰の分の振幅補正を行い、任意の位置・時間でのグリーン関数を求める。

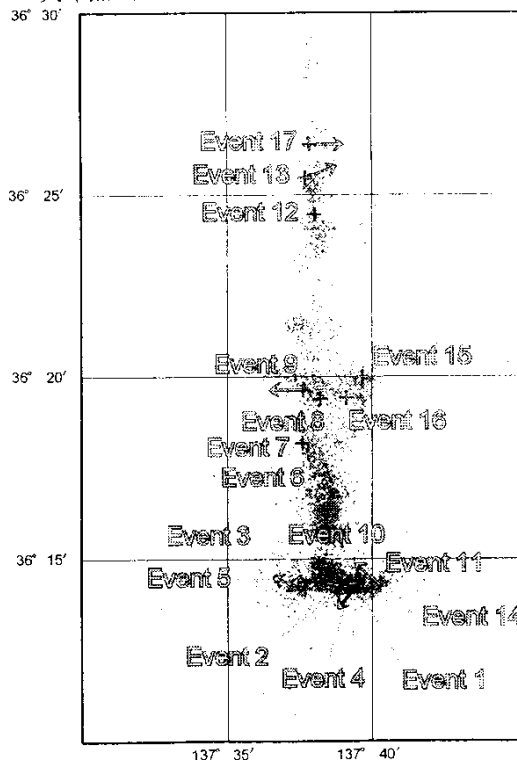
解析はポイントソースでまず行い、適当な波形の一致が得られない場合さらにラインソースの解析も行い。ポイントソースでは時間方向に基底関数を展開し、その展開係数を波形インバージョンで決定する。非負の拘束条件以外は原則として拘束条件は付加しない。ラインソースはポイントソースと同じ深さで任意の一方向にポイントソースを分布させたものである。方向は 10 度刻みに 360 度回転させ、波形が一番合う物を最終的な解とする。

『結果』: 解析は地震研究所マグニチュードで 4 以上の 17 イベントについて行った。すべてのイベントの震源時間関数とそのうち 3 つのイベントの解析結果を図に示す。今回の群発地震活動中のイベントは破壊開始後直ちに最大モーメント開放を伴うイベントは少ない(Ev06,11,14)。多いのはマルチプルショック。特に次第にモーメント解放量が大きくなる震源時間関数である。Ev01, 03, 09, 12, 13 等 1 秒以上後に最大の破壊を伴う例が多い。いくつかのイベントではディレクティビティが決定されている。最大地震(Ev09)は顕著な西への破壊を伴う。これはこの地震の直後に領域Cで震源分布が東西に進展したと調和的である。また領域A(上高地)、C(槍ヶ岳)には震源分布と調和的な東西のディレクティビティを持つイベントが多い。

M4 以上のイベントの震源時間関数一覧

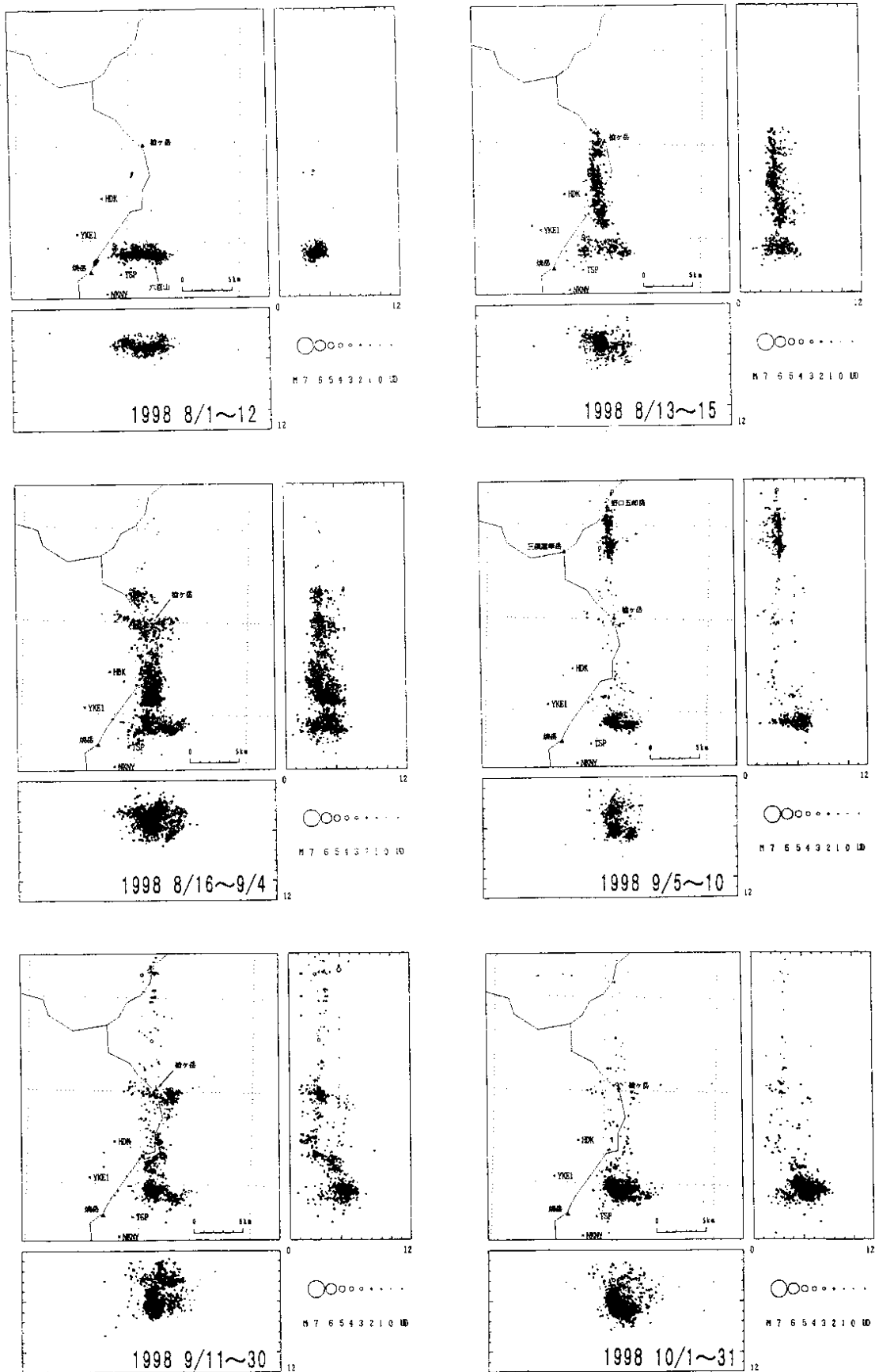


求められた破壊伝播方向(矢印)。
矢印無しはポイントソースで説明できたもの



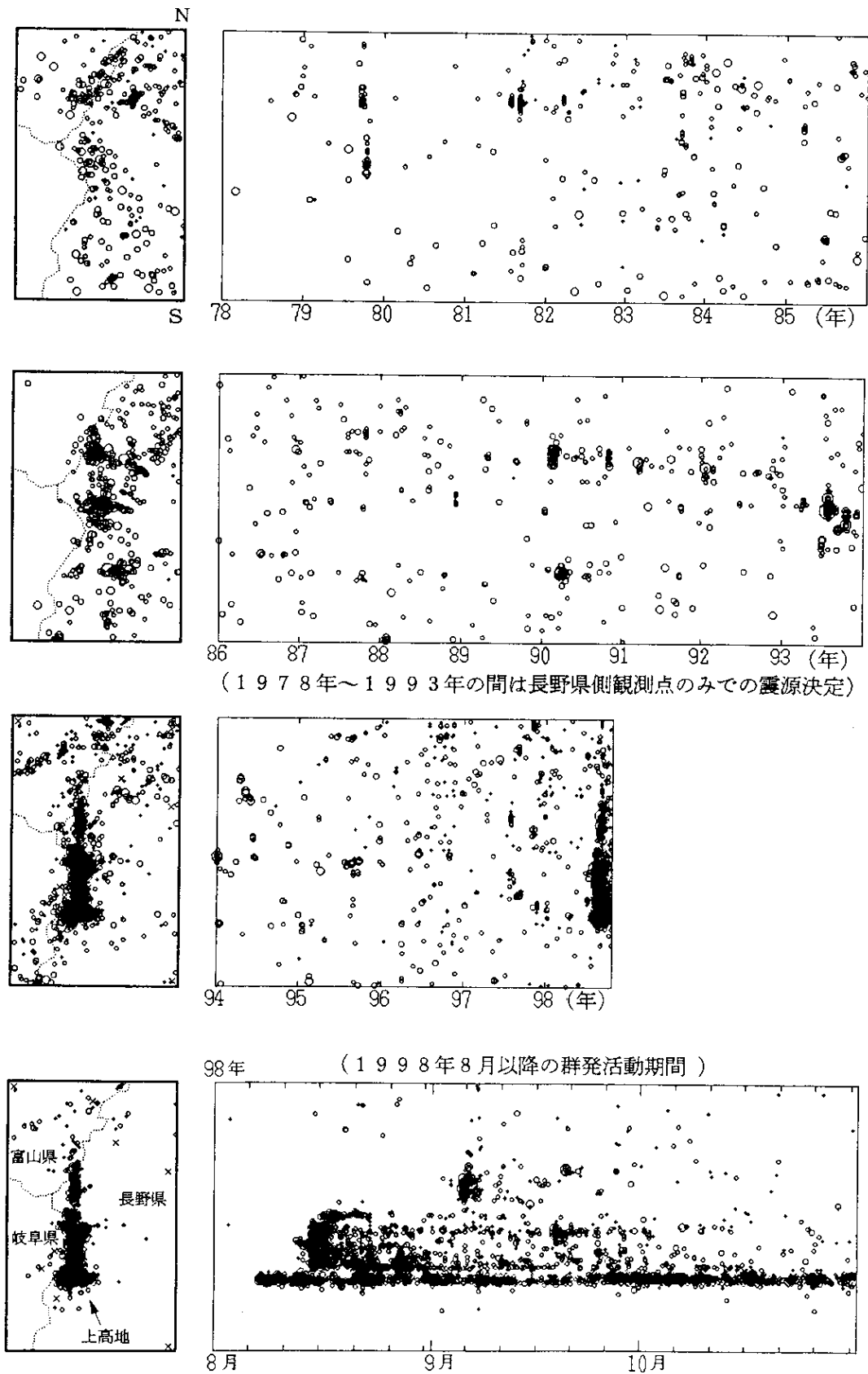
第 5 図 震源時間関数の解析

Fig.5 Analysis of Source Time Function.



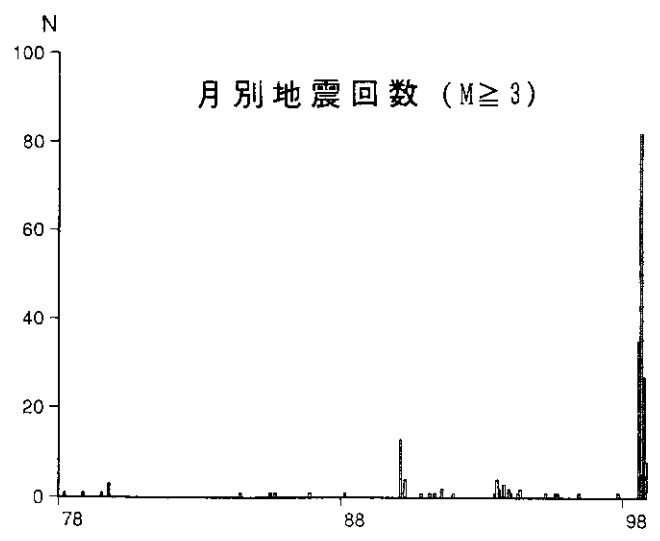
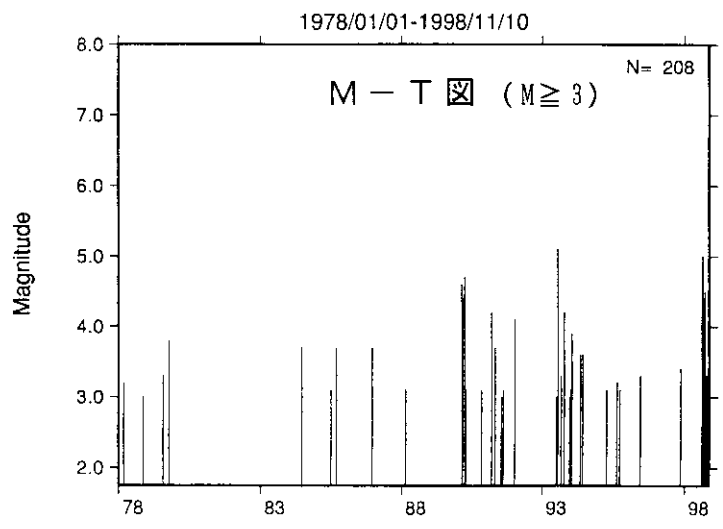
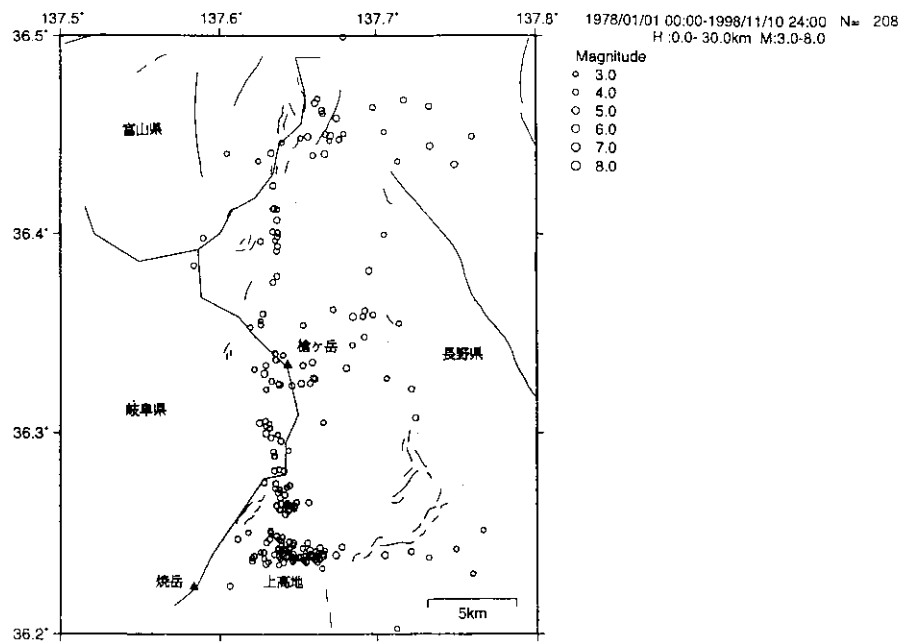
第6図 上高地群発地震の震源域の移動(1998 8/1 ~ 10/31)

Fig.6 Migration of Hypocenter.

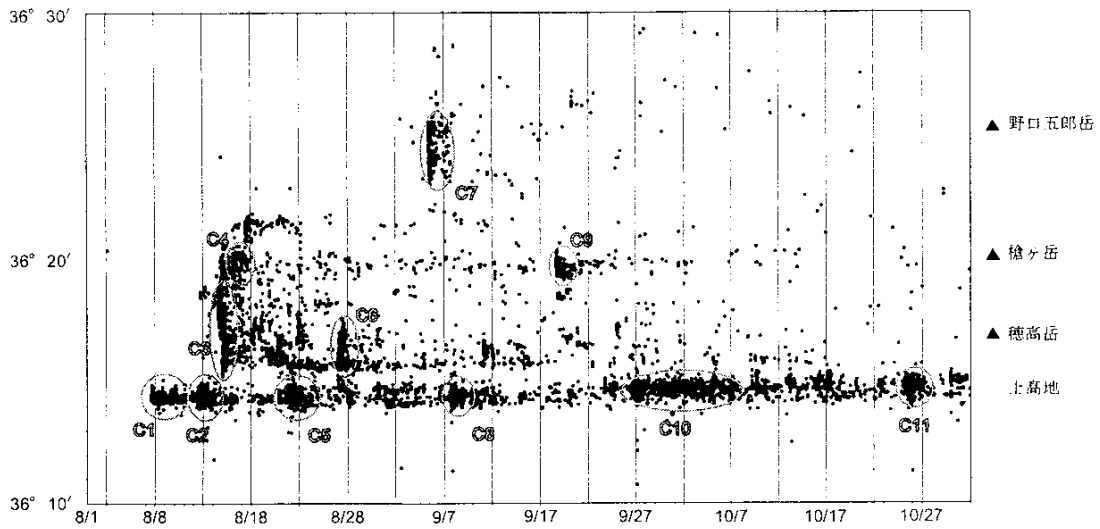
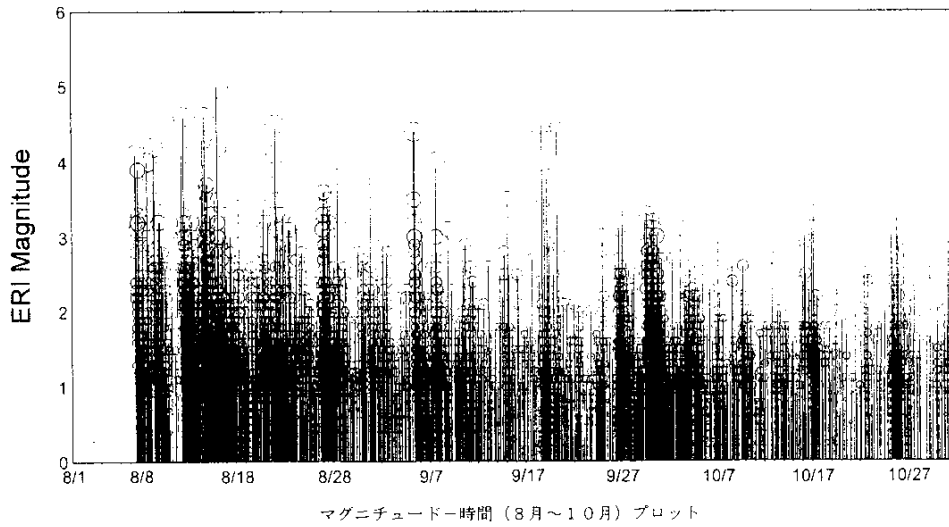


第7図 時空間分布図(1978 1/1 ~ 1998 10/31 及び 1998 8/1 ~ 10/31)

Fig.7 Spatio-Temporal Distribution of Hypocenter.



第 8 図 過去の M 3 以上の地震活動(1978 1/1 ~ 1998 11/10)
 Fig.8 Seismic Activity (M>3,Jan.1978-Nov.1998).



南北断面-時間 (8月~10月) の震源プロット。
 上高地→槍ヶ岳→野口五郎岳→槍ヶ岳→上高地という、地震活動域の移動が見られる。
 C1~C11: b値を求める際に注目したクラスター

各クラスターの b 値

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
0.584	0.864	0.81	0.668	0.635	0.731	0.548	0.912	0.524	0.984	0.918

All	0.882	Region-A	0.974	Region-B	0.878	Region-C	0.683	Region-D	0.591
-----	-------	----------	-------	----------	-------	----------	-------	----------	-------

C1~C11: 上図に示された領域・期間についての b 値

All: 全期間の全領域 Region-A: 上高地地域 Region-B: 徳高岳地域 Region-C: 槍ヶ岳 Region-D: 野口五郎岳

第9図 Gutenberg-Richter 則の b 値の解析

Fig.9 Analysis of b-value.