

最近の気象庁地震観測網の震源決定能力*

-1979~1983-

横山博文**

Epicenter Determination Ability of the Recent JMA Network

- 1979-1983 -

Hirofumi Yokoyama

(Earthquake Prediction Information Division, JMA)

Since 76-type seismographs and ocean bottom seismographs were set up from 1976 to 1979, the epicenter determination ability of the JMA network has greatly progressed. Using data obtained from 1979 to 1983, the smallest magnitudes M_s in the region classified by following methods are determined by applying the data to Gutenberg-Richter's formula.

- 1) M_s in the region divided into $1^\circ \times 1^\circ$ areas.
- 2) M_s in the region classified by the shortest distance ≥ 3 to more than three stations from an epicenter.

It was found that all earthquakes above M_3 occurring in the Japan island and all above $M_{3.8}$ occurring in underwater regions within 200km of the coast of Japan have had their epicenters determined.

§ 1 はじめに

1965年~1947年の期間について、100倍級の気象庁59年型地震計による震源決定能力は望月ら(1978)により調査され、内陸部に発生した地震のうち M_4 以上のものはもれなく決定されていることがわかった。その後1000倍級の67型地震計(以下67型)、10000倍級の76型地震計(以下76型)、海底地震計(以下OBS)の展開により、気象庁の震源決定能力は大きく向上した。市川(1978)はシミュレーションにより、内陸部で M_3 以上、海岸から200km以内の海域に対しては $M_{3.5}$ 以上ならば大部分が決定可能としている。

今回の調査は76型およびOBSの展開が完了した1979年以降について行った。

§ 2 調査の対象としたデータ

1979年に76型およびOBSの展開が完了しそれ以降

1983年までの間、テレメータによるトリガー方式の若干の変更はあるものの、気象庁の地震観測網はほぼ同じ状態であったと言える。この期間震源決定に貢献しているのは、67型、76型、およびOBSであり、59型等の低倍率の地震計は決定能力よりもむしろ、震源の精度向上やマグニチュード決定に役立っていると考えられる。そこで今回の調査では1979年~1983年の5年間の気象庁で決めた震源のうち、マグニチュードの決定したもので60kmより浅いもの(60kmより深いものは67型、76型、OBSのデータからはマグニチュードを決定する方法が未だに求められていない)を対象とした。

§ 3 方法

震源の決定能力は、対象とする地域に対応する観測点の配置や地震計の感度によって左右される。したがって対象とする地域内のどの点に対しても観測点の配置が同じ条件であれば、その地域の中では震

* Received July 15, 1984

** 気象庁地震予知情報課

源決定能力は同じはずである。そこで今回の調査では、望月ら(1978)と同様に、次の2つの地域分けを行った。

1) ある狭い地域を取れば、同じマグニチュードの地震であれば、その地域内のどの地点についても同じ観測点からのデータが得られると考えられる。そこで狭い地域として緯度経度について $1^\circ \times 1^\circ$ のメッシュの地域を対象とした。

2) 震源決定には最低3ヶ所以上の観測点のP,Sのデータが必要である。したがってある地点からみて3ヶ所以上の観測点が含まれる距離 d_3 がある範囲にあるとき、その地域の震源決定能力は同じであると考えられる。そこで次のように分類した。

$$d_3 \leq 100 \text{ km}$$

$$100 < d_3 \leq 200$$

$$200 < d_3 \leq 300$$

$$300 < d_3 \leq 400$$

$$400 < d_3 \leq 500$$

ただし d_3 は67型、76型およびOBSに対する距離である。

以上の2種類の地域分けに基づき、次の方法で震源決定されている最小のマグニチュード M_s を推定した。

Gutenberg-Richterの式として知られているように、ある限られた地域について、そこに発生するマグニチュード別地震回数 $n(M)$ とマグニチュード M のあいだには $\log n(M) = a - bM$ (a, b は定数)の関係がある。 $n(M)$ の代りにマグニチュード M 以上の地震の総数 $N(M)$ についても上の式と同様である。(宇津, 1967)

そこで、もしマグニチュード M_s 以上の地震がもれなく決定されていれば、 $\log N(M)$ は $M \geq M_s$ で M と直線関係にあり、 $M < M_s$ では直線からはずれた分布になる。したがって、 $\log N(M)$ と M の関係を調べ直線からはずれる直前の M を M_s とすればよい。

実際には、宇津(1967)の方法により、各 M を M_s として b 値の最尤推定値を計算し、 $M < M_s$ で b 値が低下することから、 b 値の変化と各 b 値における直線と分布図の適合を見て M_s を決定した。

§ 4 結果

(1) $1^\circ \times 1^\circ$ メッシュの場合

Fig. 1に各メッシュの M と $\log N(M)$ の関係を示す。右上の数字がメッシュの中心の緯度経度、 b 値で、矢印で示した数字が M_s である。直線は M_s に対す

る b 値の最尤推定値によって引いたものである。

期間が十分長いとは言えないので、地域によっては特定の地震活動(例えば1983年日本海中部地震)に対するものになっている。

Fig. 2に各メッシュ毎の分布を示す。これにより内陸部では M_3 以上の地震はほぼもれなく決定できていることがわかる。

(2) d_3 別地域による推定

d_3 による地域分けにより、上の $1^\circ \times 1^\circ$ メッシュの場合ではデータ不足であった地域についても震源決定能力を推定することができる。

Fig. 3に度数分布、Fig. 4に観測点の配置と d_3 別地域の M_s を示す。 d_3 による地域分けでは広い範囲が対象となるので、その全領域について必ずしも b 値が同じとは限らない、したがって M_s 付近での b 値の変化がゆるやかであり精度よく推定できなかった。 $1^\circ \times 1^\circ$ メッシュの場合よりも M_s がやや大きい(特に内陸部)のはそのことによるものと思われる。 $1^\circ \times 1^\circ$ メッシュで M_s が推定されている地域についてはそちらを採用すべきであろう。また、 $100 \text{ km} < d_3 \leq 200 \text{ km}$ (沿岸からの距離が約200km)の地域について、 $1^\circ \times 1^\circ$ メッシュの場合と比較すると、 $1^\circ \times 1^\circ$ メッシュでは太平洋側しか M_s が得られていないが、沿岸から200km付近で M_s は3.6~3.9程度である。これは、 $100 \text{ km} < d_3 \leq 200 \text{ km}$ での M_s 3.8とほぼ一致する。したがって沿岸わら200km以内の海域での M_s は日本海側も含めて3.8というのは妥当である。

§ 5 まとめ

以上の結果から、気象庁の地震観測網は、日本付近に発生した地震に対して、内陸部で M_3 以上、沿岸から200km以内の海域で $M_{3.8}$ 以上のものはほぼもれなく震源決定されていることがわかった。この結果は市川のシミュレーション(1978)による結果とほぼ一致する。

しかし、Fig. 4が示すように、観測点の配置にはかたよりがあり、十分な震源決定ができない地域もある。地震予知の目的には、マグニチュードの小さい地震の活動状態が重要な役割を果すので、これらの地域にもさらに高感度の地震計を設置していく必要がある。

謝辞

この調査にあたり、地震予知情報課望月英志氏、

また地震予知情報課データ処理系の諸氏から多くの御助言、御協力をいただきました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

市川政治 (1978) : 気象庁新地震観測網の震源決定能力. 験震時報, 42, 55 - 60.

望月英志, 小林悦夫, 岸尾政弘 (1978) : 1965～1974年の気象庁の震源検知能力, 験震時報, 42, 23 - 30.

宇津徳治 (1967) : 地震の規模別度数分布に関連する諸問題, (I), 北大地球物理学研究報告, 17, 85-112.

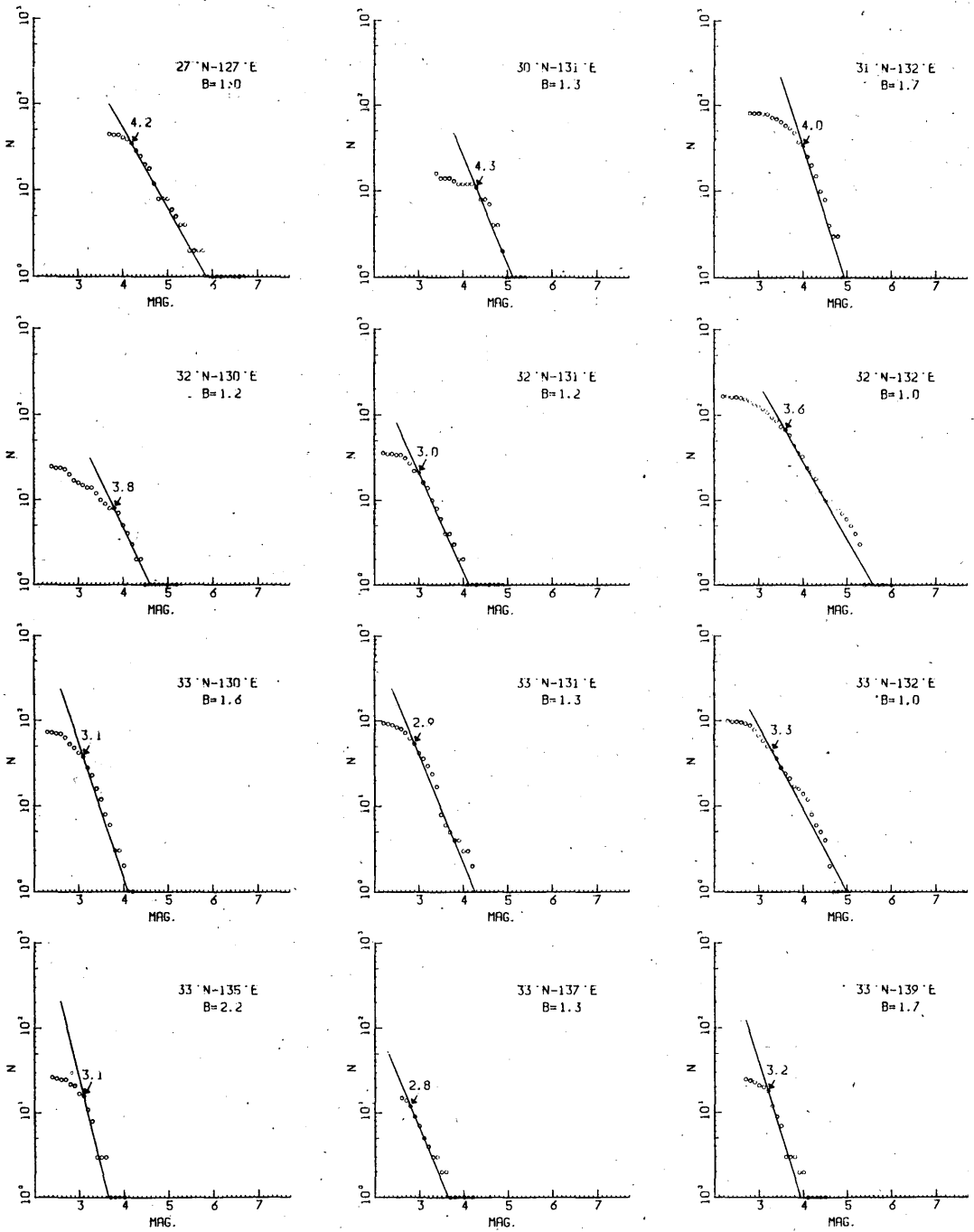
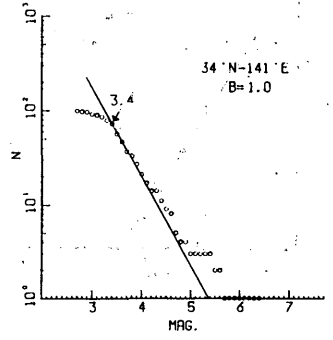
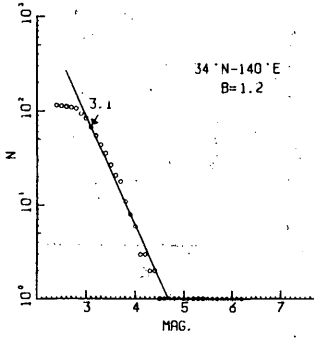
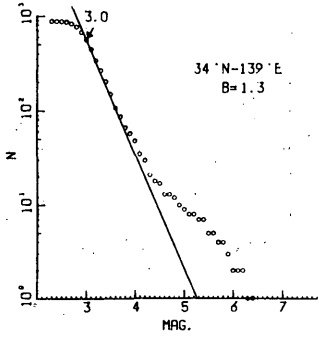
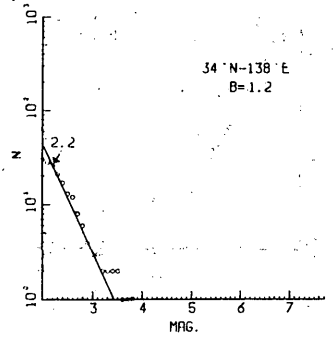
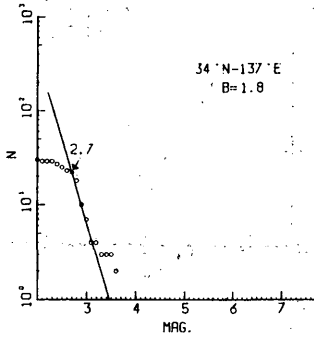
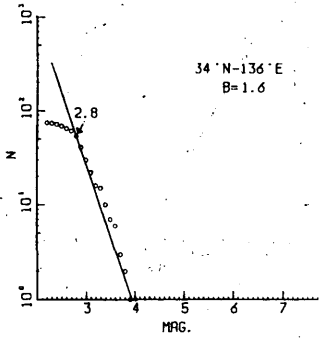
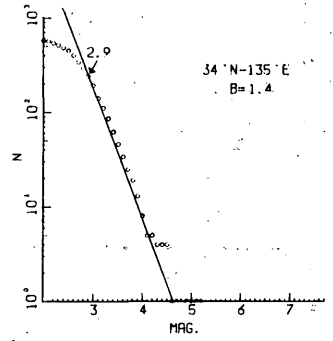
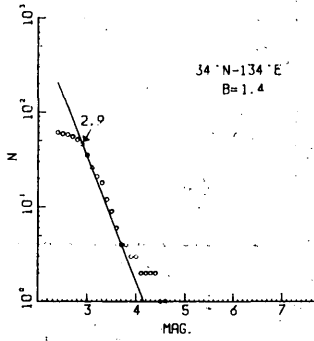
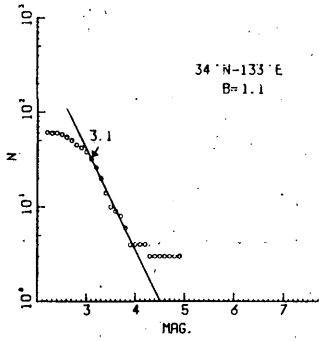
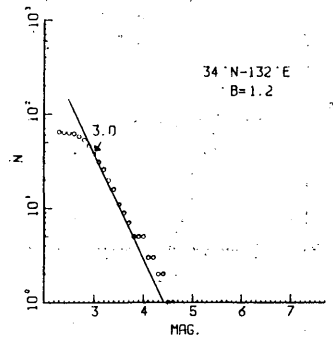
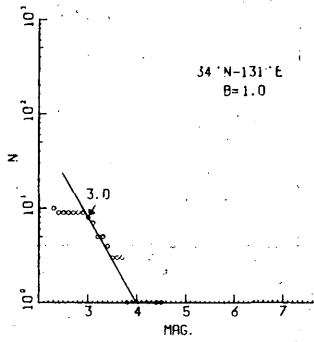
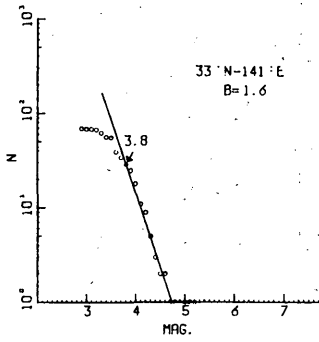
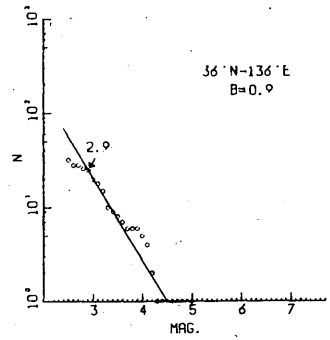
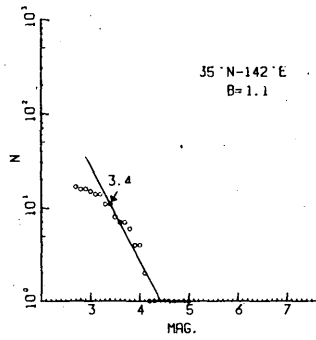
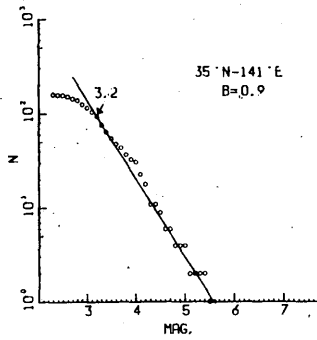
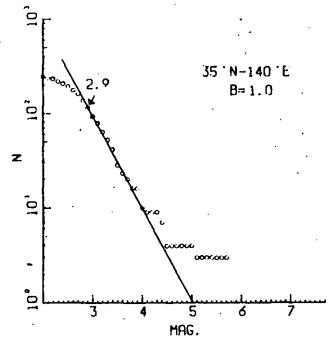
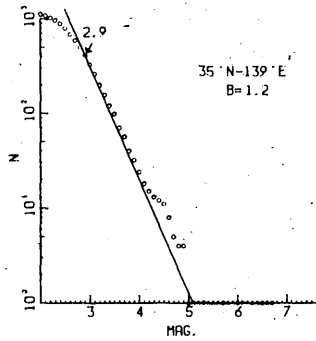
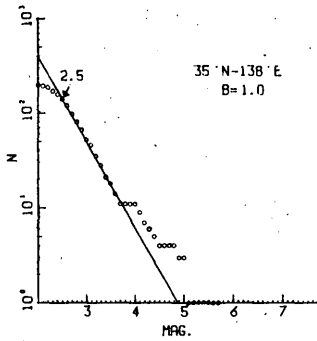
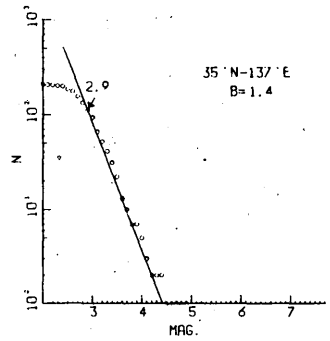
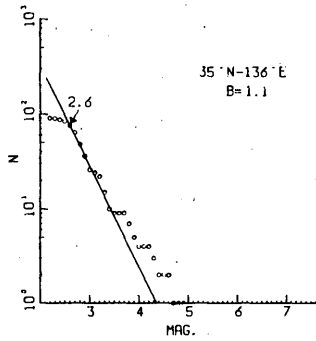
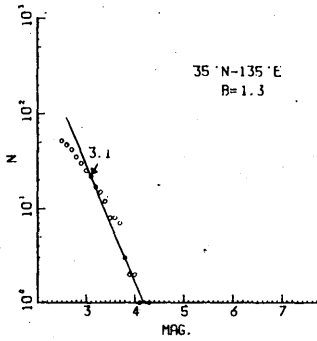
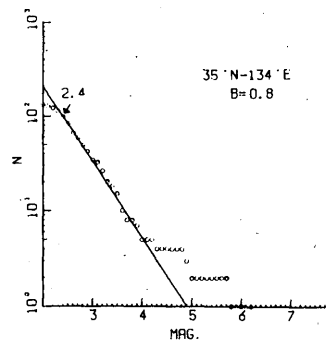
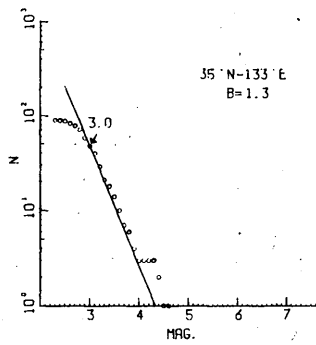
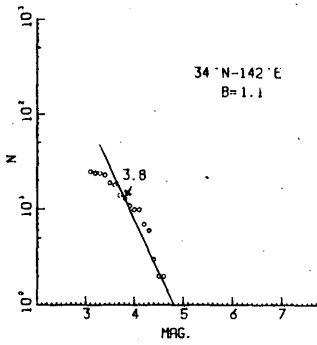
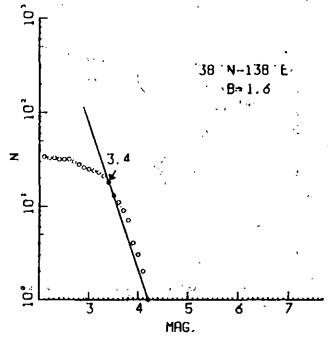
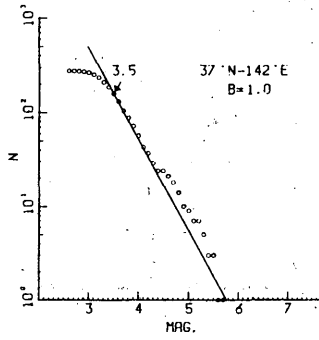
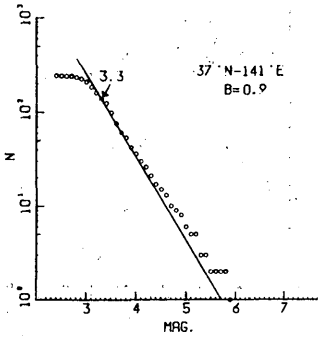
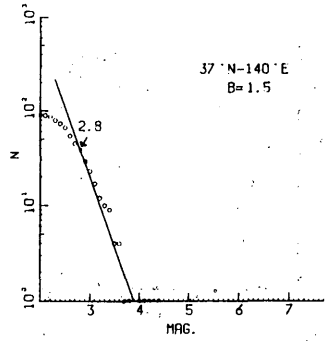
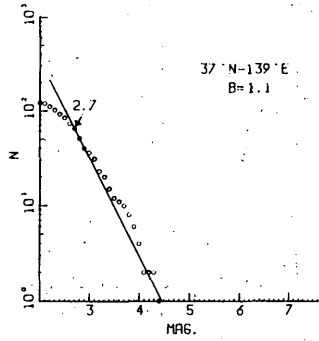
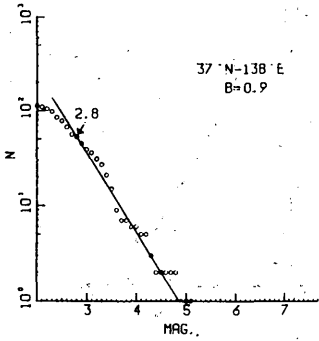
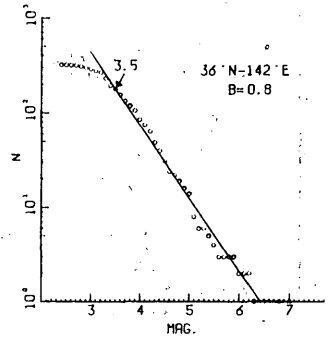
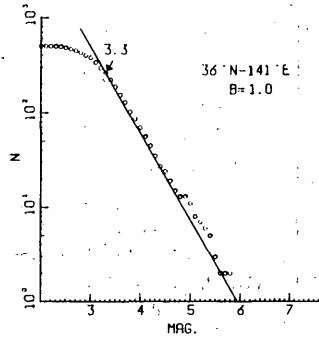
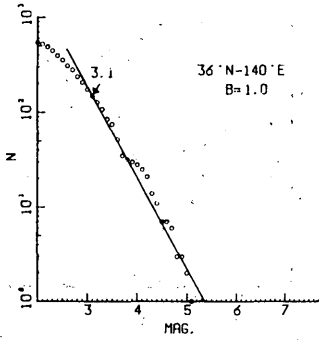
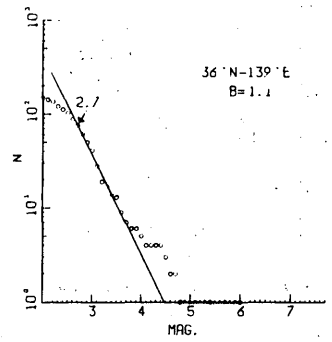
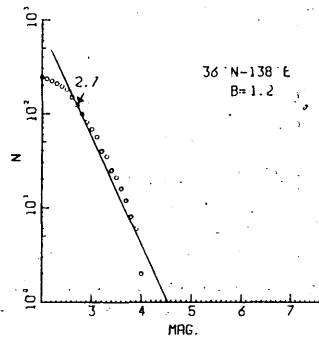
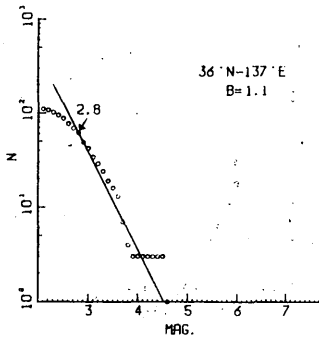
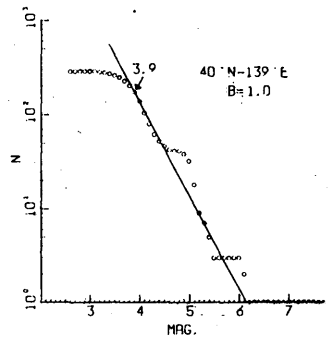
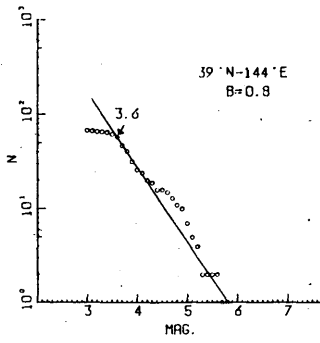
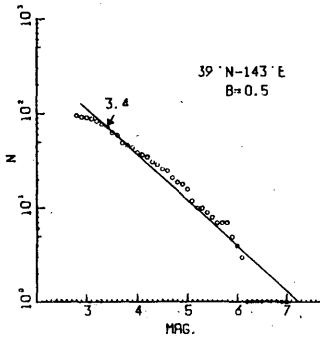
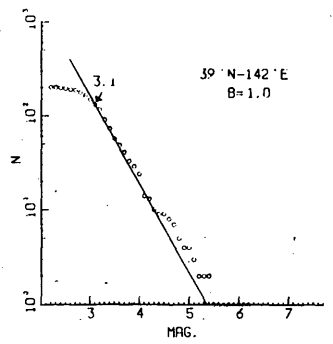
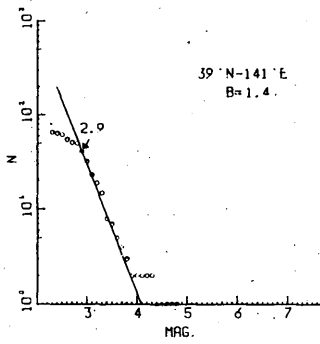
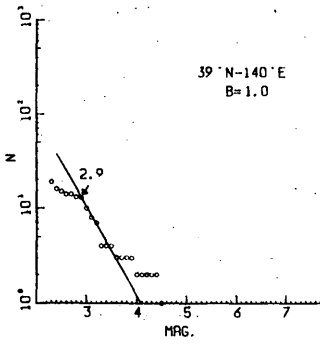
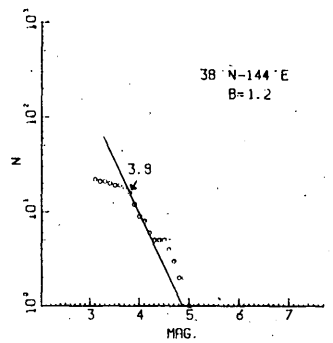
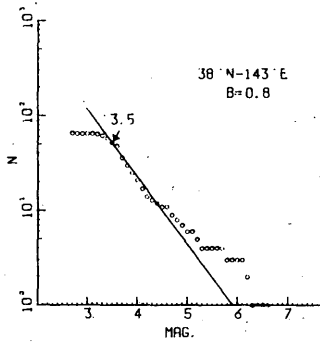
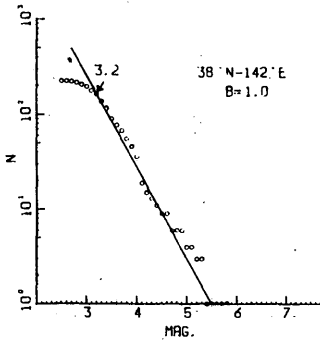
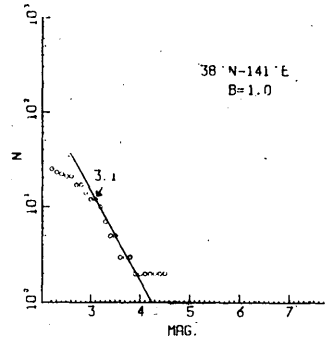
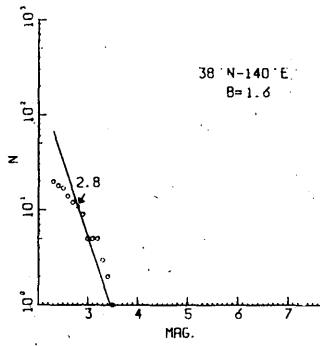
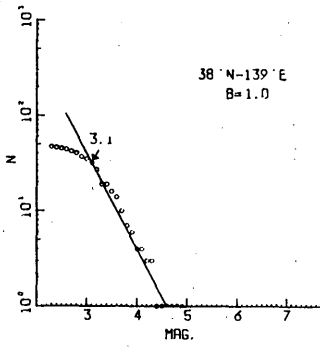


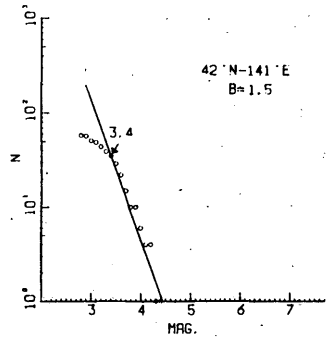
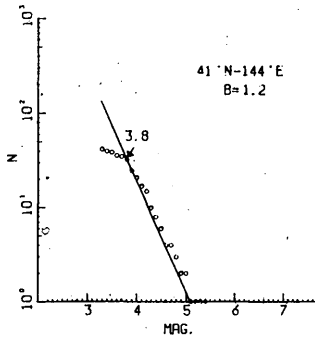
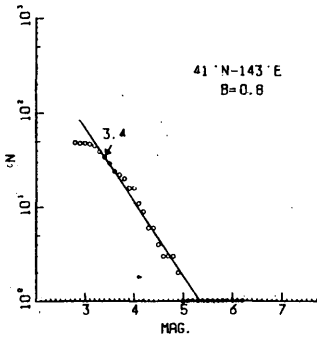
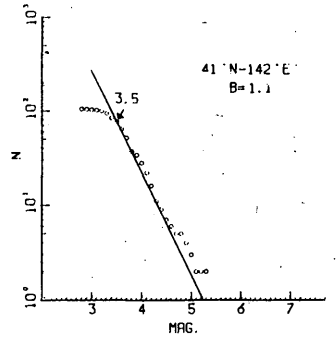
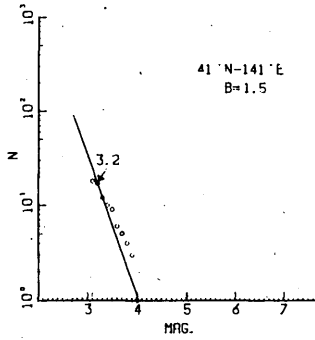
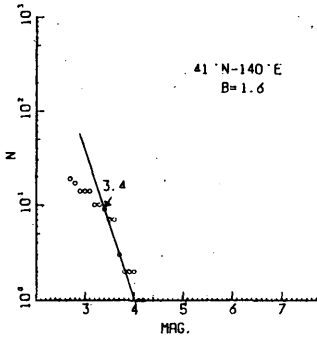
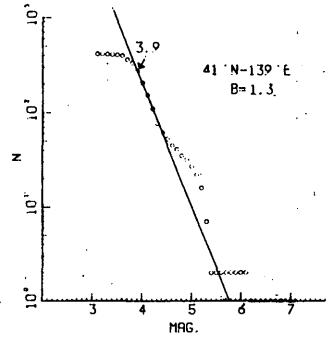
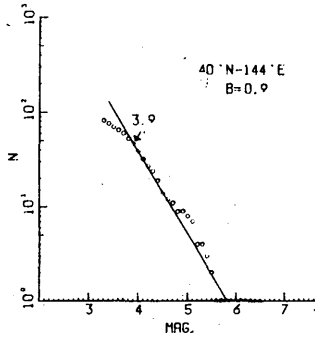
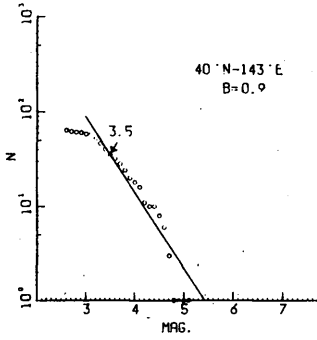
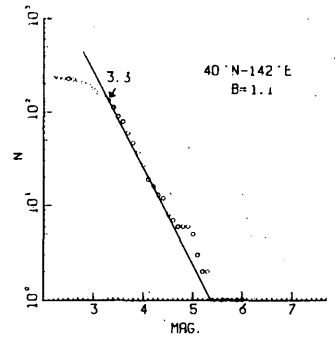
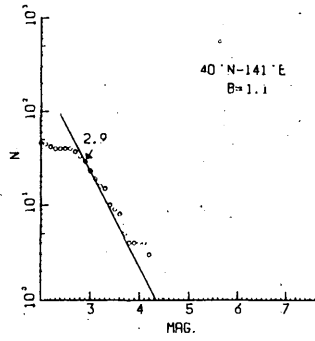
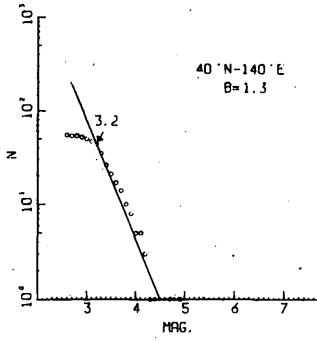
Fig. 1: Magnitude-cumulative frequency for regions divided into $1^\circ \times 1^\circ$ areas.

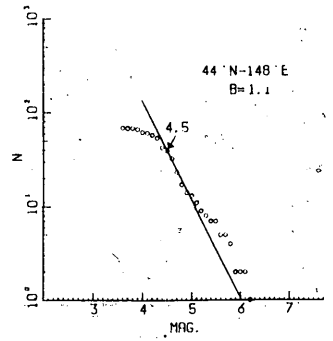
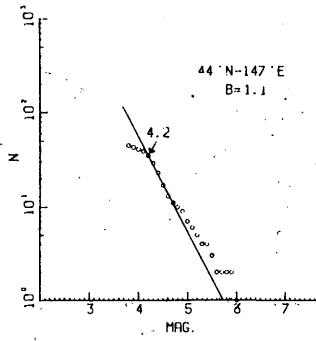
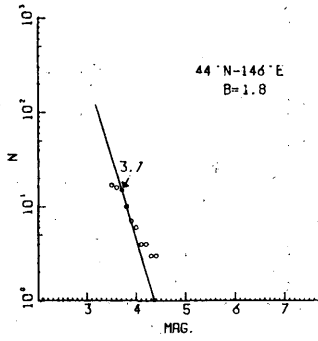
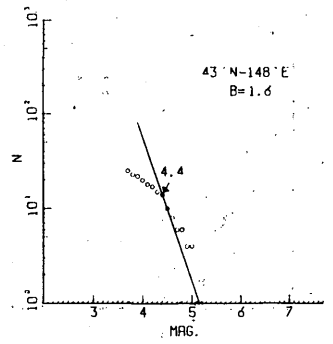
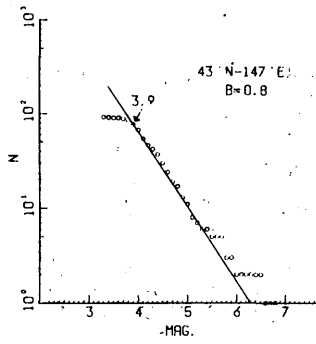
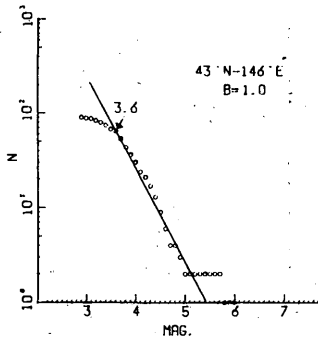
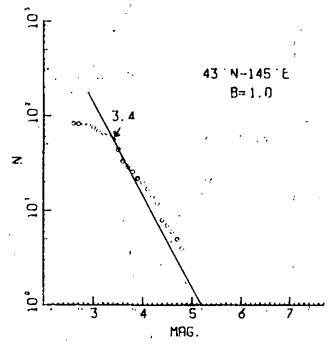
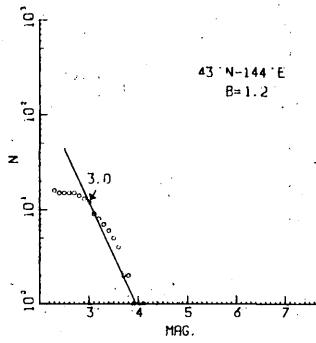
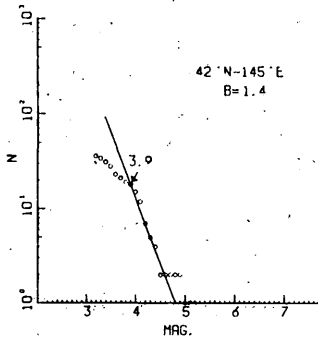
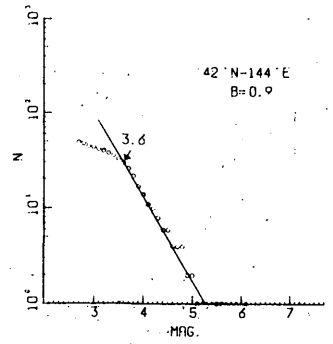
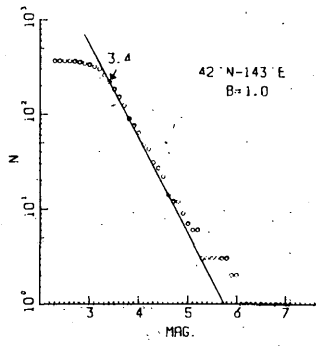
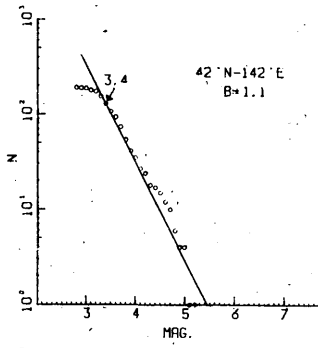












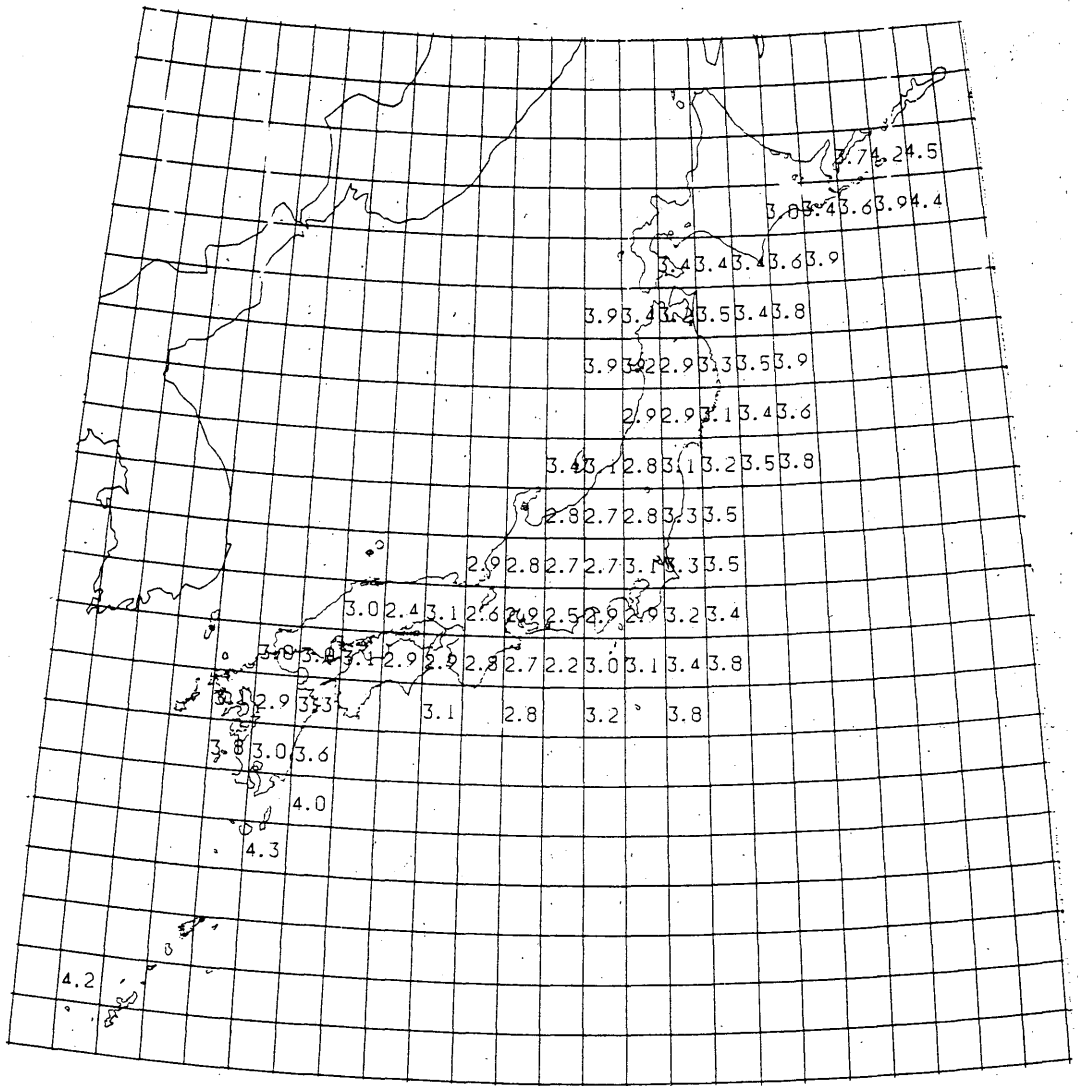


Fig. 2 : Distribution of Ms Values.

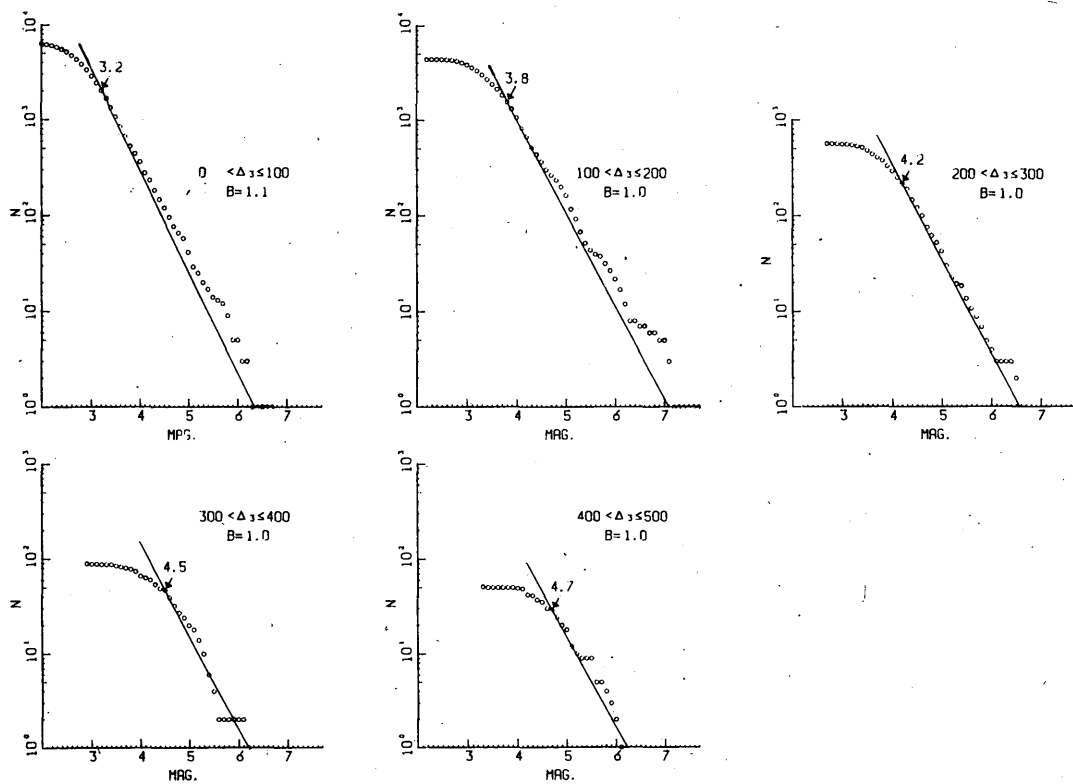


Fig. 3: Magnitude-cumulative frequency for regions classified by Δ .

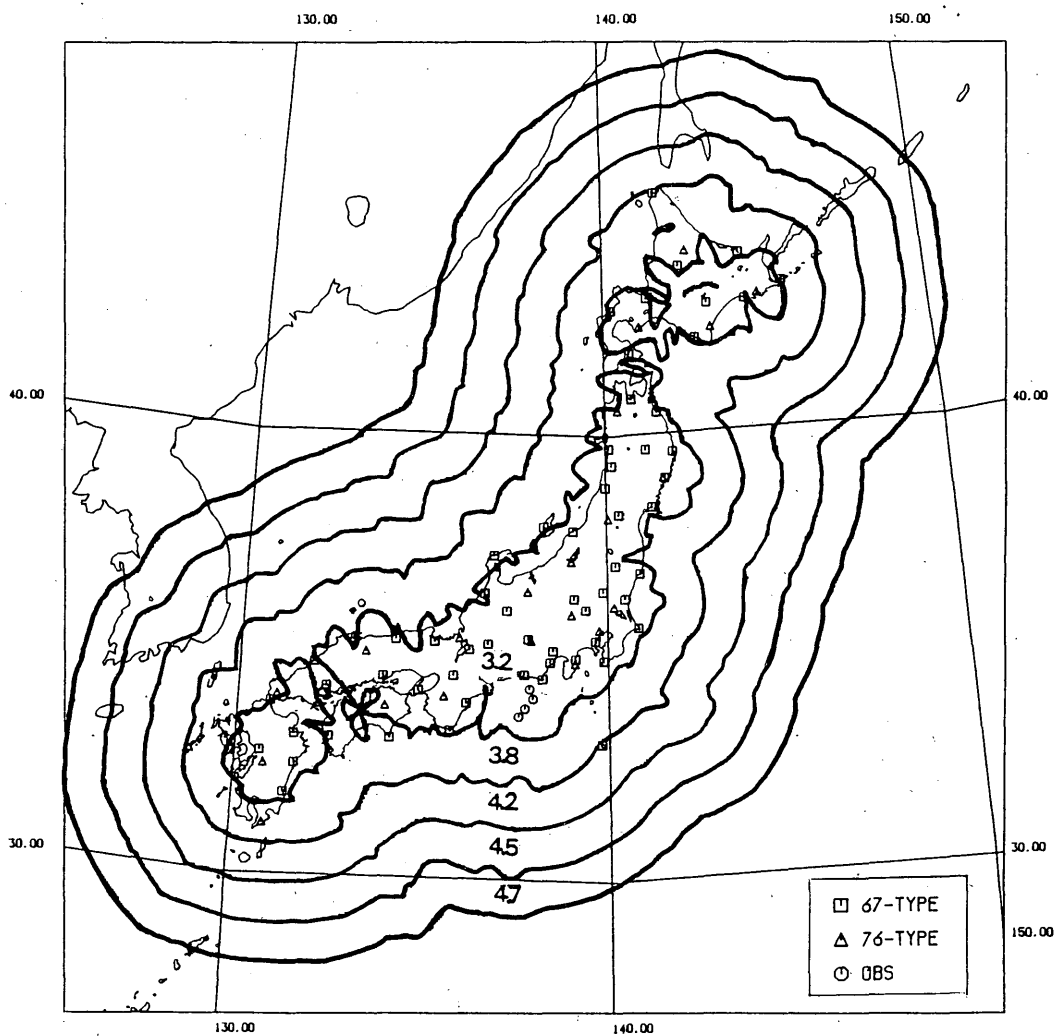


Fig. 4: Distribution of seismological stations of JMA and Ms values for regions classified by 43.