

1. 堂平微小地震観測所の観測による近地地震の マグニチュードの決定

地震研究所 堀 実

(昭和48年1月20日受理)

まえがき

現在関東地方、特に南関東地域は地震予知計画において観測強化地域に指定されており、その一環として微小地震を含めた地震活動の研究がすすめられている。地震活動度を調べるためには、まづ地震のマグニチュードを決める必要がある。関東地方は地震活動が活発であるため堂平微小地震観測所の堂平(DDR)や筑波(TSK)観測点では、毎日十数個以上の局地あるいは近地地震が記録される。そのため、従来の震源をまづ求め各点の最大振幅あるいは最大速度振幅と震央距離からマグニチュードを決める方法では非能率的であるし、振幅が大きすぎてスケールアウトするためマグニチュードが決められない地震も多くなる。1967年津村¹⁾は和歌山微小地震観測所の観測点における振動継続時間 F-P と気象庁マグニチュードとの関係を調べ、F-P からマグニチュードを求める方法を提唱した。この方法は、その後いろいろな観測網で試みられ²⁾⁹⁾(後述)、その簡便さ(F-P は近距離では震源距離によらず一定)や振幅のスケールアウトがあってもかまわないことなどの点で実用性のある方法であることが確かめられた。そこで関東地方においてもこの方法が適用できるかどうかを調べてみたところ、実用化できることがわかったので報告する。

解析および結果

用いた記録は堂平微小地震観測所観測網のうち堂平(DDR)、筑波(TSK)の高感度上下動地震計のドラム記録($T_0=1.0$ sec, $T_1=0.025$ sec, 1~10 c/s の速度感度 20~30 μ kine/mm, 記録紙送り 2 mm/sec, インクがき)で、1966~1968 年について気象庁地震月報(1966~1968)について M の報告されている地震の継続時間 F-P(sec) をよみとった。

堂平、筑波両点の F-P と気象庁決定の M の関係は $\Delta < 200$ km の局地地震については Fig. 1 に示したようにそれぞれ和歌山の場合¹⁾と同様に $M = \alpha + \beta \log(F-P)$ の形(α, β は定数)で表わされ、定数の値もあまり変わらないことがわかった。そこで両点の多少の感度の差を無視しそれらのデータを合せて、関係式をもとめた結果、

$$M_{F-P} = -2.56(\pm 0.13) + 2.94(\pm 0.05) \log(F-P) \quad (1)$$

が得られた。

この式が、どの程度の震央距離まで適用できるかを検討するため $200 < \Delta < 1000$ km と、かなり遠隔地の地震についても M_{F-P} をもとめると、気象庁で決められた M の値に対してよく一致した結果が得られ、DDR については 252 個のうち 88%、TSK についても 184 個のうち同様に 88% が ± 0.3 以内の誤差で決定できた (Fig. 2)。

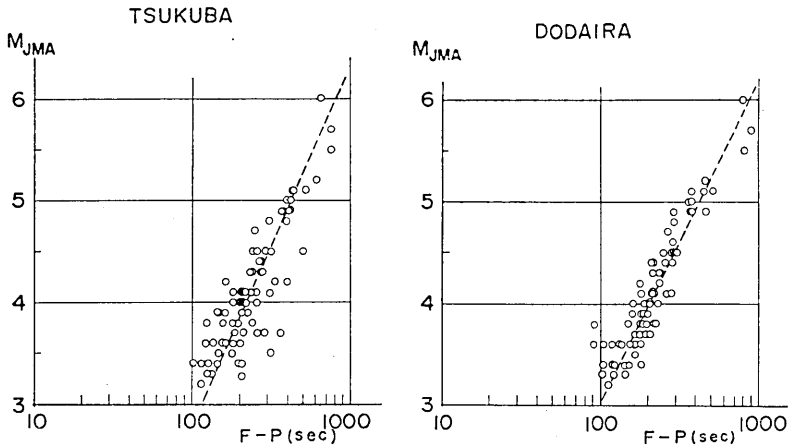


Fig. 1. Relation between the magnitude determined by the Japan Meteorological Agency (M_{JMA}) and F-P's recorded at the Dodaïra and Tsukuba stations of the Dodaïra Microearthquake Observatory.

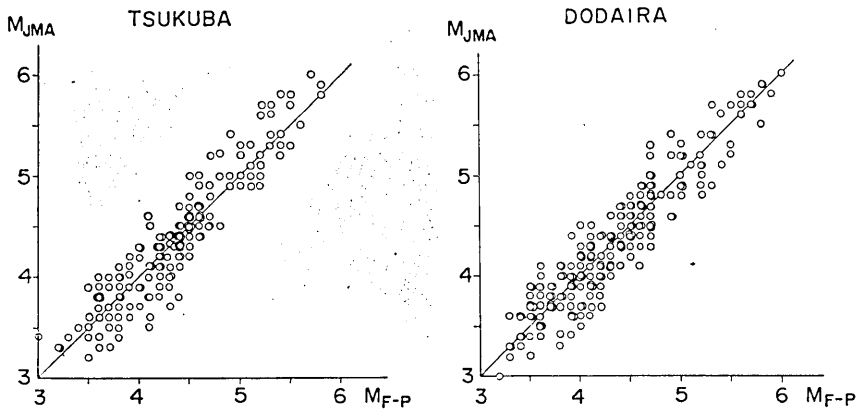


Fig. 2. Comparison of M_{F-P} with M_{JMA} for the earthquakes in Japan.

以上のことから両観測点のデータによりかなりの震源距離まで、 M 3~6 位の範囲の地震について、この式を適用して M が求められることがわかった。さらに $M < 3$ の地震についても、他の地域でおこなわれているのと同様に適用できるものと考えられる。

継続時間を用いたマグニチュードの決定式は次のように各地で求められており、

和歌山 $M_{F-P} = -2.53 + 2.85 \log(F-P) + 0.0014 \Delta^2$

$M_{F-P} = -2.37 + 2.85 \log(F-P) \cdots \Delta < 200 \text{ km}$

堂平 $M_{F-P} = -2.56 + 2.94 \log(F-P)$

宇都宮 $M_{F-P} = -2.48 + 2.85 \log(F-P)^3$

北信 $M_{F-P} = -4.57 + 3.63 \log(F-P)^4$

犬山 $M_{F-P} = -5.15 + 4.06 \log(F-P)^5$

鳥 取 $M_{F-P} = -3.65 + 2.70 \log(F-P)^{6)}$

(湯 浅) $M_{F-P} = -1.78 + 3.69 \log(F-P) \cdots$ 加速度計⁷⁾

参 考

カリフォルニア $M_{F-P} = -1.2 + 2.2 \log(F-P) + 0.0033 \Delta^8)$

北西アメリカ $M_{F-P} = -2.46 + 2.82 \log(F-P)^9)$

$\log(F-P)$ にかかる係数は3前後が多い。今回の結果は特に和歌山、宇都宮、北西アメリカの結果と極めてよい一致を示していることがわかる。一方かなり係数の異なる結果もあるが、これらは地震計の特性の相違、地域性、よみとり基準の相違などに原因するものと思われる。

む す び

堂平微小地震観測所の堂平 (DDR)、筑波 (TSK) 観測点のデータについても、他の地域と同様、振動継続時間からマグニチュードを決める方法が適用できることがわかった。

各地で求めた決定式の係数にはかなり相違するものもあり今後さらに次のような点について研究することが必要である。

1. 特性あるいは感度の異った地震計で記録された F-P とマグニチュードとの関係
2. F のとりかたによる影響
3. 気象庁マグニチュード以外のマグニチュード決定式で求めた M との調和
4. 60 km より深い地震に適用の可否

謝 辞

終りに本報告作成にあたり種々御指導と激励の言葉を賜った宮村教授に深く感謝の意を表したい。また有益な助言をいただいた津村博士、松本氏に謝意を述べる。資料の提供をいただいた堂平微小地震観測所の方々に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) K. TSUMURA, "Determination of Earthquake Magnitude from Total Duration of Oscillation" Bull. Earthq. Res. Inst., **45** (1967), 7-18.
- 2) 津村建四郎, 「振動継続時間による地震のマグニチュードの決定」地震 **20** (1967), 30-40.
- 3) 越川善明・鈴木将之・亀山 弘 「関東北部の地震について (第3報)」宇都宮大学教育学部紀要 **21**, 2 (1971), 1-10.
- 4) M. OHTAKE, "Micro-structure of Seismic Sequence Related to a Moderate Earthquake" Bull. Earthq. Res. Inst., **48** (1970), 1053-1068.
- 5) 服部定育・飯田汲事・宮島力雄 「犬山地方の地震活動」地震 **24** (1971), 54-66.
- 6) 田中 豊・西田良平 「生野鉾山内の山はねによる震動」京都大学防災研究所年報, **14A** (1971), 149-164.
- 7) 堀 実 「和歌山県湯浅で観測された地震の震度とマグニチュードについて」地震 **21** (1968), 74-76.
- 8) W. H. K. LEE, · M. S. EATON and E. E. BRABB, "The Earthquake Sequence near Danville, California, 1970" Bull. Seism. Soc. Amer., **61** (1971) 1771-1794.

- 9) ROBERT S. CROSSON, "Small Earthquakes, Structure, and Tectonics of the Puget Sound Region" Bull. Seism. Soc. Amer., **62** (1972), 1133-1171.
-

1. *Determination of Earthquake Magnitude of the Local and Near Earthquake by the Dodaira Microearthquake Observatory.*

By Minoru HORI,
Earthquake Research Institute,

A formula for determination of local and near earthquake magnitudes was obtained for the data recorded by SP vertical seismograph with sensitivity 20~30 μ kine/mm at 1~10 Hz at Dodaira (DDR) and Tsukuba (TSK) station of the Dodaira Microearthquake Observatory in Kanto district, using the duration time, F-P (sec);

$$M_{F-P} = -2.56 (\pm 0.13) + 2.94 (\pm 0.05) \log F-P$$

This result is almost identical with the similar formulas obtained in Wakayama, Utsunomiya in Japan and in the Northwestern U.S.A..