

## 46. 日本附近の地震の CGS マグニチュード $m$ について

地震研究所 堀 実

(昭和43年12月24日発表—昭和44年7月30日受理)

### 1. ま え が き

各国の地震観測点およびアメリカ沿岸測地局 (US Coast and Geodetic Survey, 略して USCGS) で管理運営されている世界標準地震計観測網 (World-Wide Standardized Seismograph Station Net, 略して WWSSN) を含め、同局に登録されている観測点は1967年現在1457ヶ所、うち WWSSN は112ヶ所である。世界各国に発生した一つ一つの地震について、これらの観測点のうちから地震観測データが CGS に逐次報告される。CGS はこれらのデータをもとに震源決定を行い、一方上下動地震計に記録された P 波の波群中の最大振幅  $A$  (マイクロン) とその周期  $T$  (秒) があわせて報告されている観測点については、Gutenberg-Richter (1956)<sup>1)</sup> により定義された実体波マグニチュードをきめる式  $\log(A/T) + Q$  により各点について  $m$  がきめられる。こうしてえたいくつかの点の  $m$  の平均値  $\bar{m}$  は CGS マグニチュードとして Preliminary Determination of Epicenter, (略して PDE) において発震時・震源とともに報告され、その後 Earthquake Data Report, (略して EDR) として各点の  $m$  が到達時刻その他の資料とともに発表される。日本附近の地震について CGS マグニチュード  $\bar{m}$  と、各観測点のデータからきめたマグニチュード  $m$  との関係について若干の検討をこころみた。

### 2. 資 料

EDR の報告のうち1964年～1967年の4年間について Fig. 1 および Table 1 にしめす日本附近の地理的地域の地震で、震央距離  $35^\circ \sim 95^\circ$  の3観測点以上でマグニチュードのきめられたのをもちいた。しかし現在なおマグニチュードをきめるデータを報告している観測点は比較的すくないので方位別又地域的にかなりかたよった資料となり不十分な点があるがやむをえない。

年別に USCGS にマグニチュードのデータを報告した観測点数は Table 2 のようである。もちいた観測点は75点で、うち全期間で100ヶ以上日本の地震のマグニチュードをきめたものは、Table 3 にしめすようにアメリカ合衆国が大多数をしめ、次にインド・フィンランドの順である。日本の地震について CGS マグニチュードの下限は3.6まできめられている。

1) GUTENBERG-RICHTER "Magnitude and Energy of Earthquakes," *Annali di Geofisica*, 9 (1956), 1-15.

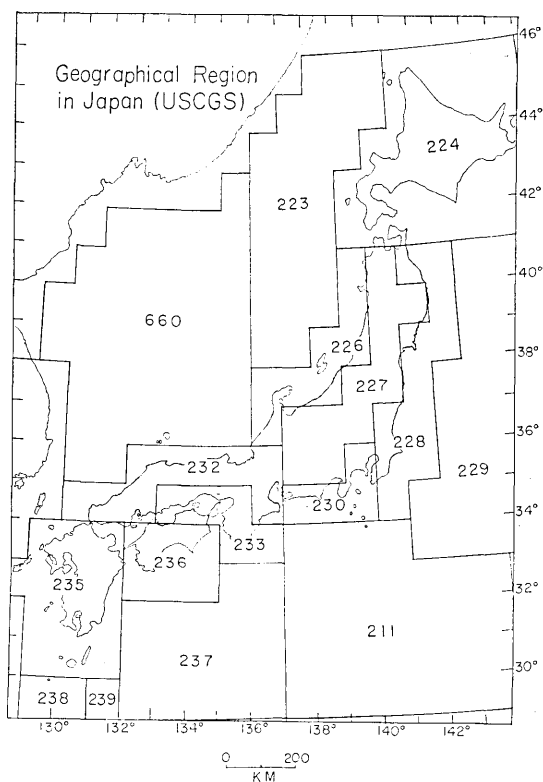


Fig. 1. Geographical Regions in and near Japan by USCGS.

Table 1. Geographical Regions in and near by Japan USCGS.

No.	Geographical Region
211	South of Honshu, Japan
223	Eastern Sea of Japan
224	Hokkaido, Japan
226	Near West Coast of Honshu, Japan
227	Honshu, Japan
228	Near East Coast of Honshu, Japan
229	Off East Coast of Hoshu, Japan
230	Near South Coast of Hoshu, Japan
232	Southern Honshu, Japan
233	Near South Coast of Southern Honshu, Japan
235	Kyushu, Japan
236	Shikoku, Japan
237	South East of Shikoku, Japan
238	Ryukyu Islands
239	Ryukyu Islands region
660	Sea of Japan

Table 2. Number of teleseismic stations reporting magnitude ( $m$ ) to USCGS for Japanese earthquakes.

year No of $m^*$	1964	1965	1966	1967
0—9	24	25	31	31
10—49	9	9	10	18
50—99	2	1	4	5
100—	5	6	5	5

\* Number of teleseismic data of  $m$ .Table 3. Number of teleseismic data for Japanese earthquakes reporting magnitude ( $m$ ) to USCGS during the period from 1964 to 1967.

(N : over 100)

Station (abbr.)	Country	N
UBO	USA	622
TFO	"	581
BMO	"	575
WMO	"	426
EUR	"	396
COL	"	320
NUR	Finland	248
DUG	USA	157
LAO	"	130
SHL	India	118
CPO	USA	117
KJN	Finland	102

3.  $\bar{m}$  と  $m$  との関係

1) まづ  $\bar{m}$  と各点の  $m$  との間関係について、地域別にしらべたのが Fig. 2 a, b および Fig. 3 で、図からあきらかのようにおなじ USA のうちでも西部の観測点 NEW, BKS などと中部および東部の BMO, LAO, TFO, DUG, ALQ, UBO, CPO などでは、それぞれ若干異なり、前者はやや大きくきめられ、後者はいづれも  $\bar{m}$  より小さいかまたは平均値にちかく、カナダ・グリーンランド地域は一般に  $\bar{m}$  よりやや大きく、アラスカの COL は  $\bar{m}$  に近い値を多くしめしている。一方、南太平洋地域および東南アジアは資料が比較的少く判然としなすが、大体東南アジアは  $\bar{m}$  に近いかまたはやや小さい。中近東・北部ヨーロッパはあきらかに  $\bar{m}$  よりいづれも大きな値となっている。

2) これらの関係を更に  $\bar{m}$  と  $m$  の偏差  $\delta m$  として示したのが Fig. 4 で、先に述べたように日本の地震のマグニチュードは観測点地域によりかなりちがった値がえられていることがわかる。これは日本附近の地震の発震機構による地震波エネルギーの放出の不均

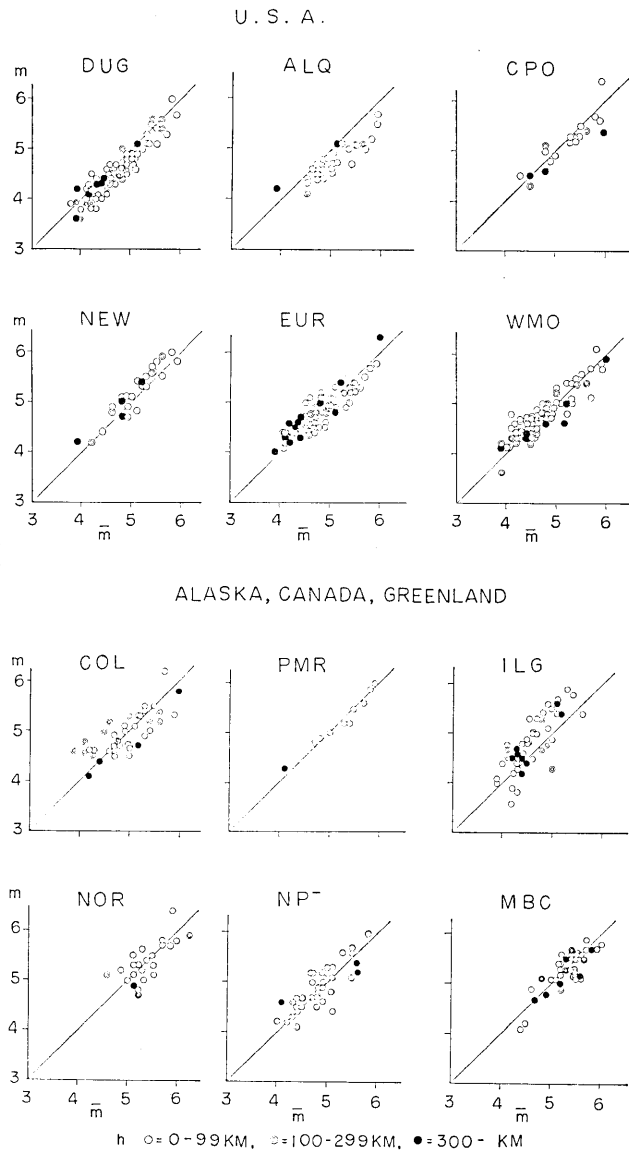
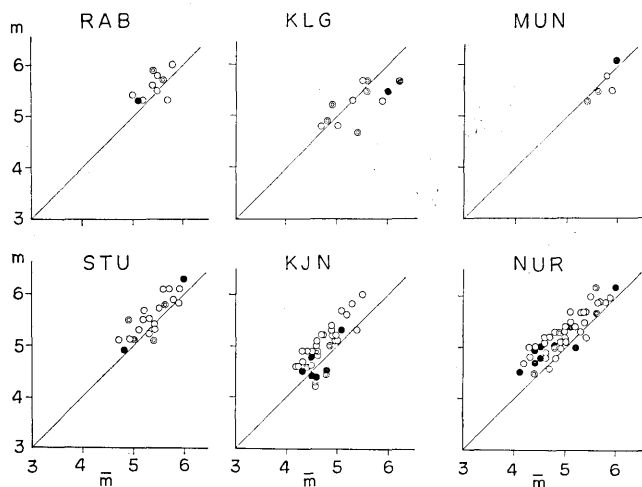


Fig. 2a

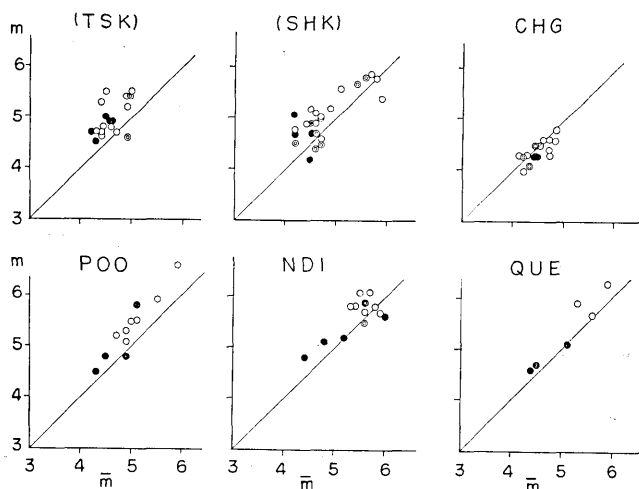
一性によるか、報告される観測点附近の地下構造による実体波の周期とその振幅の減衰のしかたが地域別に差のあるためか或は  $m$  をきめるさきの式の  $Q$  の値が不適当のためかまだわからない。

3) 更に  $\bar{m}$  の大小と各観測点の日本附近の地震のマグニチュードと震央方位との関連についてしらべてみたのが Fig. 5 で、図は一応  $\bar{m}$  4.1より0.3おきにしらべた。  $\bar{m}$  が4~5では方位  $0^\circ \pm 30^\circ$  附近の観測点の  $m$  は大きく、  $+40^\circ \sim +50^\circ$  では  $\bar{m}$  に近いがそ

NEWBRITAIN, AUSTRALIA, EUROPE



JAPAN, THAILAND, INDIA, PAKISTAN



$h$  ○=0-99KM, ◐=100-299KM, ●=300+ KM

Fig. 2b

Fig. 2. Relation between  $\bar{m}$  and  $m$  during the period from 1964 to 1967.

れより小さくなっている。これは日本の地震について CGS でマグニチュードをきめる観測点の偏りと地震計の感度特性およびマントル内の  $Q$  等の関係から比較的小さい値をしめす方に  $weight$  がおかれ、みかけの  $\bar{m}$  の値が小さくきめられているようである。ところが  $\bar{m}$  が 6 以上になると、さきの傾向とはむしろ逆の現象をしめしている。これは  $+40^\circ \sim +50^\circ$  附近の観測点の地域性および前述のように地震計の感度に起因するものと思われ、ばらつきも大きく  $\bar{m}$  はそれに支配されているものと考えられる。

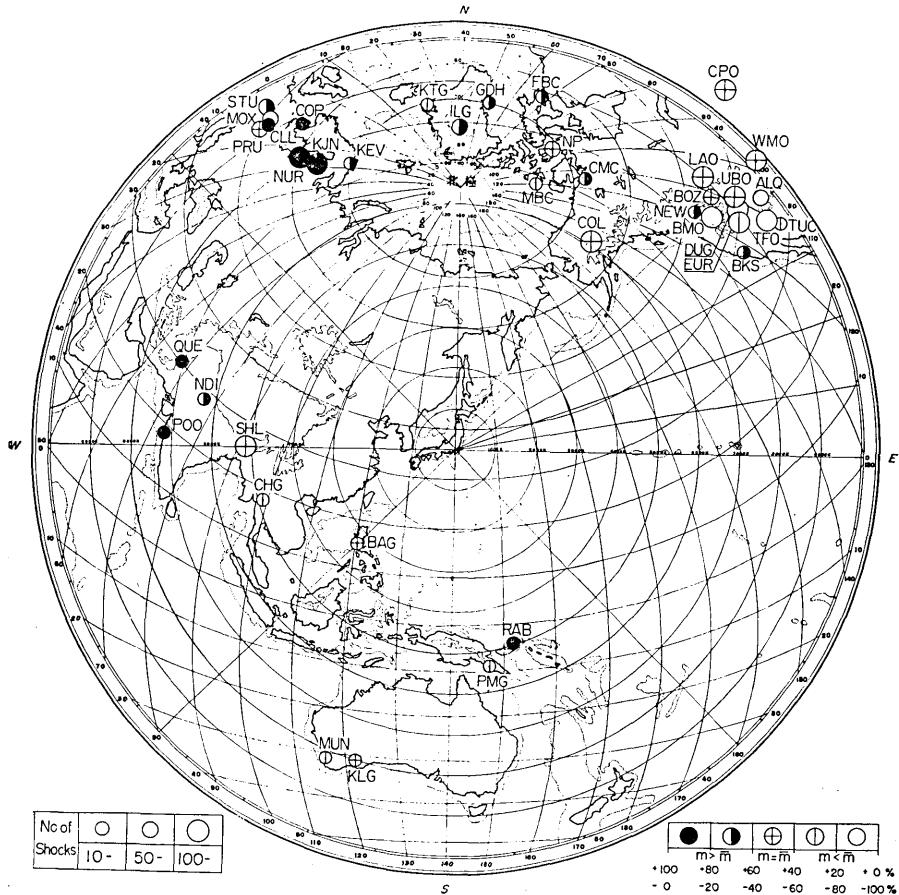


Fig. 3. Map showing frequency distribution of  $\delta m = \bar{m} - m$  for Japanese earthquakes.

4) 次に  $\delta m$  と震源の深さとの関係について若干の観測点をしらべたところ Fig. 6 にしめすように深さ 500km までは大きくみてその影響はあまりないと言える。これから遠地で観測される日本附近の地震の実体波は震源の深さ、日本附近の異状震域その他の影響よりむしろ他の原因によるものと思われる。

#### 4. $\bar{m}$ と $M_{JMA}$ との関係

CGS できめる  $\bar{m}$  と表面波マグニチュード  $M$  との関係については既に市川ら<sup>2)</sup>により  $\bar{m} < 6.5$  の地震について

$$M = (0.76 \pm 0.68)\bar{m} + (1.58 \pm 0.45)$$

がえられている。

2) 市川政治「実体波および表面波から求めた小地震のマグニチュードの関係について」地震 [ii] 19 (1966), 280~282.

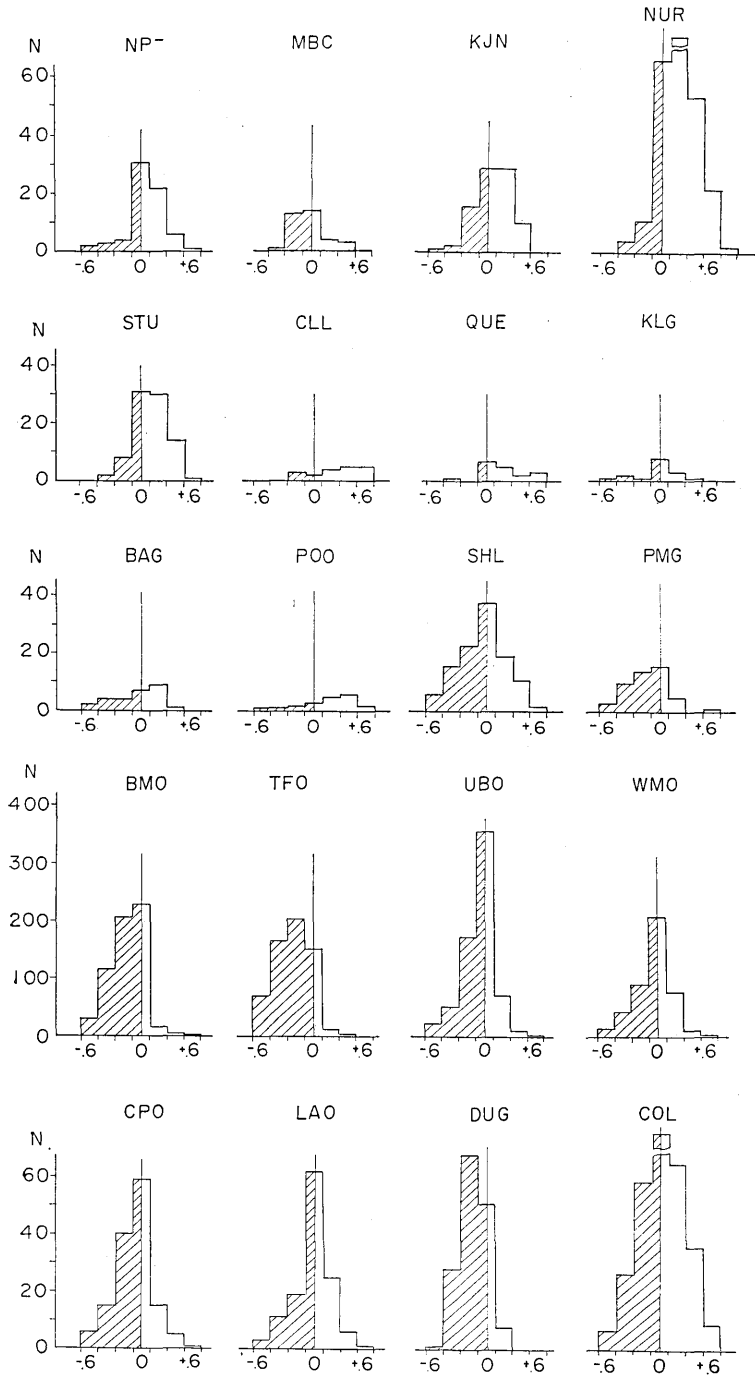


Fig. 4. Frequency distribution of  $\delta m = \bar{m} - m$  for Japanese earthquakes during the period from 1964 to 1967.

+ :  $\bar{m} < m$ , - :  $\bar{m} > m$

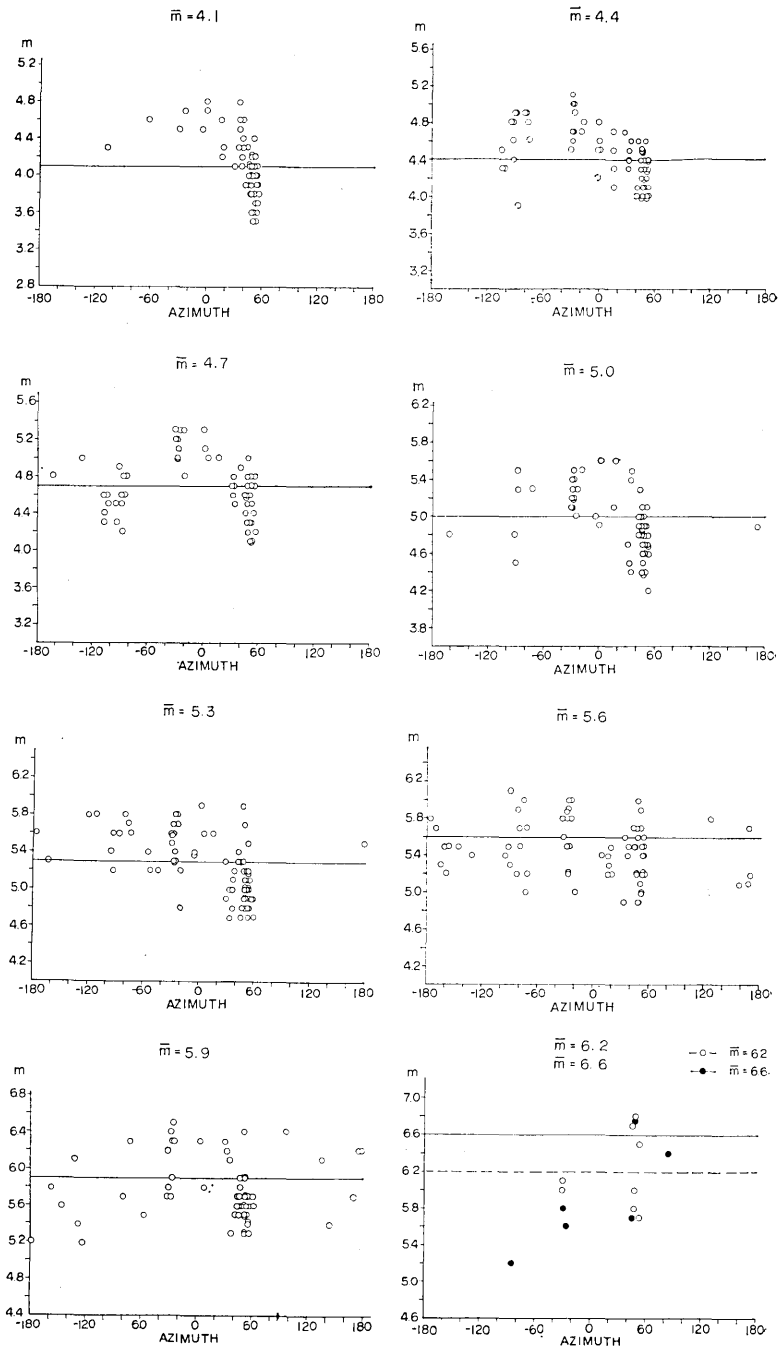


Fig. 5. Relation between  $m$  and azimuth for Japanese earthquakes.



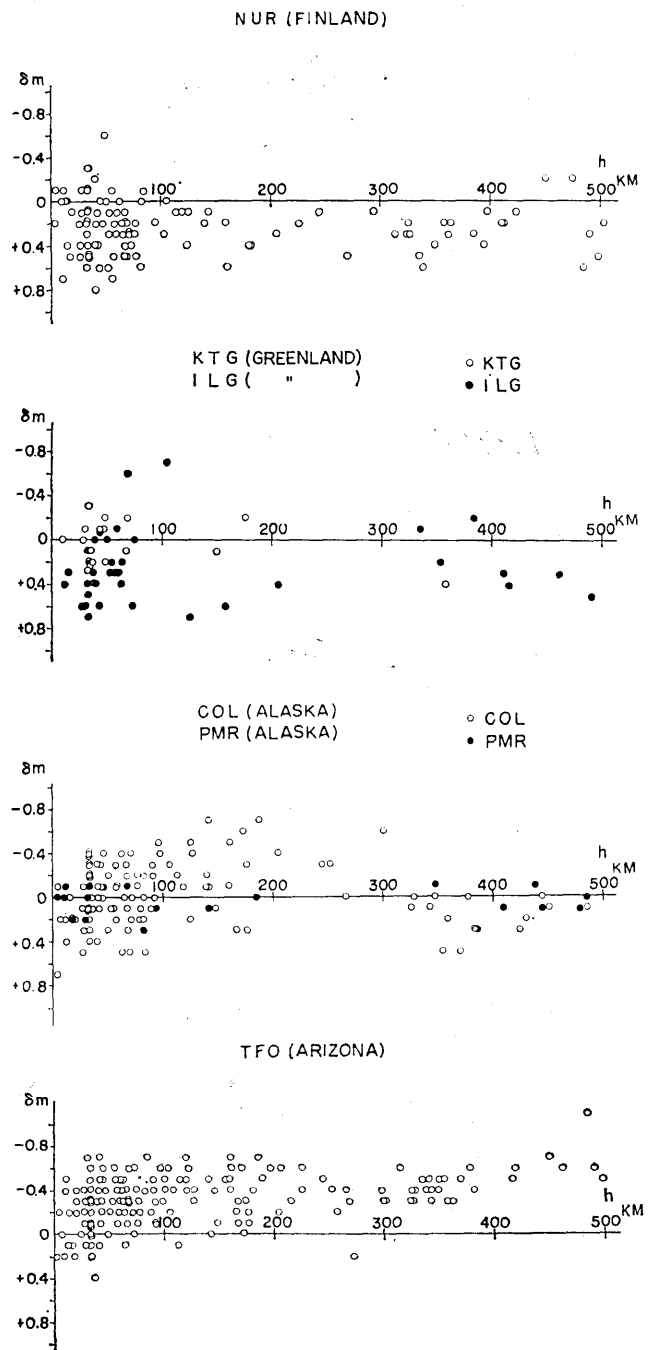


Fig. 6. Relation between  $\delta m$  and depth of focus for Japanese earthquakes.

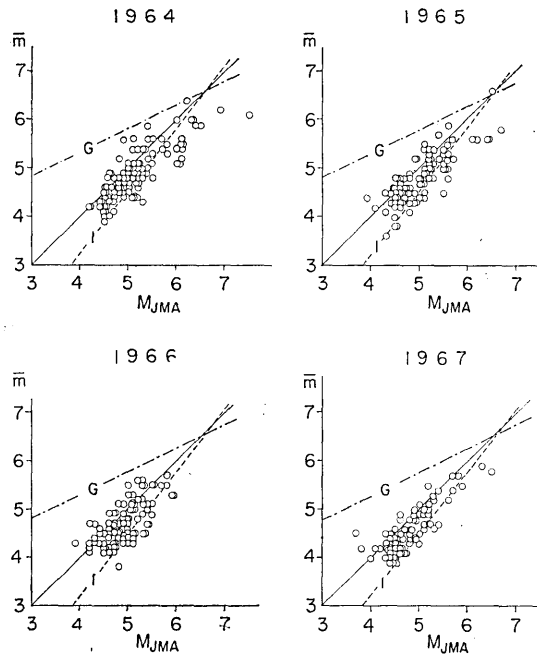


Fig. 7. Relation between magnitude determined by USCGS ( $\bar{m}$ ) and Japan Meteorological Agency ( $M_{JMA}$ ) for Japanese earthquakes.  
 G : relation between  $m$  and  $M$  by Gutenberg-Richter (1953).  
 I : relation between  $m$  and  $M$  by Ichikawa-Basham (1966).

Fig. 7 は各年別に  $\bar{m}$  と日本の気象庁で定める  $M_{JMA}$  との関係をしめたものであるが図中鎖線は Gutenberg-Richter による実体波マグニチュード  $m$  と表面波マグニチュード  $M$  の関係式

$$M=1.59m-3.97$$

をあらわし、点線は市川らの式をしめす。前者は小さいマグニチュードの地震に対しては対応しないが、後者は比較的小さいマグニチュードまで適用できることがわかる。しかし年によって若干不相当と思われる場合もある。

$\bar{m}$  と  $M_{JMA}$  との偏差の地理的分布について  $1^\circ \times 1^\circ$  の区割毎にしめたのが Fig. 8 である。この図から  $\bar{m}$  が  $M_{JMA}$  より大きい値をしめす地域が北海道西部の一部、本州東北地方、本州南方および九州南部の一部に存在することがわかった。これはマグニチュードの大小によるものか、先に述べたように発震機構、異状震域等の原因だけでなく気象庁で定めるマグニチュードの決定法にも問題があるものと考えられるが大変興味深い。又各値が各々比較的資料が少ない地域もあるので更に資料の蓄積を俟って結論をだしたい。

## 5. む す び

最近 USCGS で定められたマグニチュードをもちいている研究が進められている

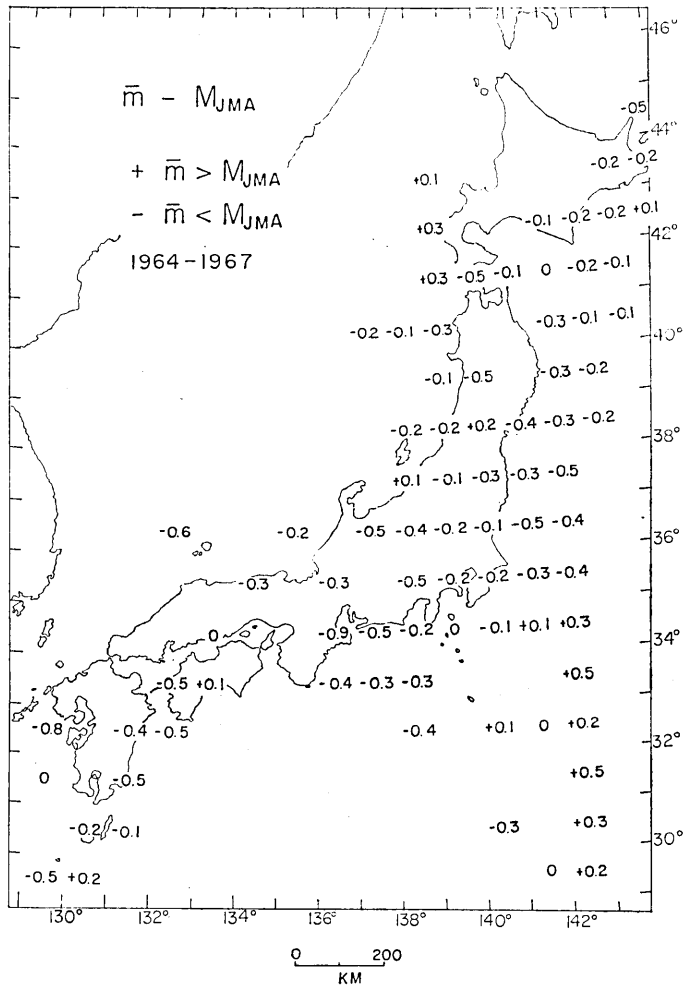


Fig. 8. Geographical distribution of  $\bar{m} - M$ .

ようであるが日本附近の地震のマグニチュードについては次の諸点に注目する必要があることが判明した。

現在 USCGS に報告されている或観測点の  $m$  の値は必ずしも CGS マグニチュード  $\bar{m}$  をしめしていない。観測地域例えば北米と北ヨーロッパの  $\delta m$  の値はマグニチュードの大小によってもかなり偏った値をあらわしている。これから地下構造の情報を知ることも可能であろう。但し日本附近の地震の震源の深さには大きく影響されていない。日本附近の地震の  $\bar{m}$  と  $M_{JMA}$  との関係から  $\bar{m}$  の方が逆に  $M_{JMA}$  より大きい値をしめす地域のあることも注意すべき点である。

以上の結果から世界各地震域例えば日本を除く環太平洋地域或は他の地震帯についても同一方法により更に研究をすすめる  $\bar{m}$  と  $m$  の関係を検討したい。

最後に本報告をまとめるにあたって、終始ご指導をいただいた宮村教授に深く感謝申し上げます。

#### 46. CGS Magnitude for Japanese Earthquakes.

By Minoru HORI,  
Earthquake Research Institute .

The principal purpose of the present investigation is

- 1) to find the relation between the magnitude determined at a certain station ( $m$ ) and the mean magnitude adopted by USCGS ( $\bar{m}$ ) for Japanese earthquakes during the period from 1964 through 1967.
- 2) to learn relations between azimuth of epicenters and, depth of focus and  $\bar{m}$  and  $m$ .
- 3) to investigate the relation between the magnitudes by USCGS  $\bar{m}$  and by Japan Meteorological Agency  $M_{JMA}$  for Japanese earthquakes.

We ascertained some interesting facts between  $\bar{m}$  and  $m$  in different localities in the world as shown in Figs. 2~5. Namely, deviation of magnitude shows an average or minus values at many stations in the USA, but almost plus values at many stations in Germany, Finland and other countries in Northern Europe. In USA  $\delta m = \bar{m} - m$  is positive in western coast, negative in western basin and range and zero in middle and eastern part.

Between magnitudes USCGS and by Meteorological Agency, we have the following relation by Ichikawa:

$$M = 0.76 \bar{m} + 1.58 \quad (I)$$

Fig. 7 shows that the formula (I) seems to be slightly low in position among the data plots. On the other hand, Gutenberg-Richter's formula

$$M = 1.59 \bar{m} - 3.97 \quad (G)$$

does not fit for small magnitude earthquakes as shown in Fig. 7.

Moreover, it is found that  $\bar{m}$  of Japanese earthquakes is larger than  $M_{JMA}$  in a part of the region off western Hokkaido, off Honshu and southern Kyushu, Japan (cf. Fig. 8).