

# 長崎付近の地震についての調査\*\*

坂 本 琢 磨\*

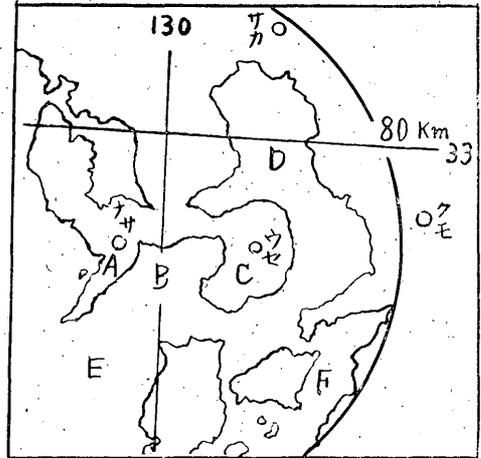
550.340

気象庁地震課で提示された。「地震予知のための予備調査」を実施するに当って、長崎付近の地震についての、基礎的な調査を行ったので、その結果を報告する。

長崎における地震観測結果は、1878年長崎測候所設立から体感による有感地震の記録があるが、地震計による観測は、1892年かすがい型地震計の設置以降となっている。第1表には、長崎で使用した地震計名と、その定数および観測期間を示した。

地震計室の位置は、旧長崎測候所（大浦元町32°44.0' N, 129°52.5' E, 海拔130.6 m, 岩盤—火山粉砕岩）から、1956年現在の長崎海洋气象台（南山手町, 32°43.9' N, 129°52.2' E, 海拔24.7 m, 岩盤—火山角礫岩）に移転された。

なおこの調査でいう、「長崎付近の地震」とは、第1図に示すように、P~S 10.0秒以下の地震を対象としたものである。



第1図 調査地域と位置

第1表 長崎における地震計の概要

地震計名	成分	倍率	周期 (秒)	観測期間
かすがい型地震計	3成分	10	不明	1893.VII — 1912. I
中村式微動計	水平2成分	50	〃	1910 — 1925
グレーミルン式普通地震計	3成分	5~10	3.0	1912. I — 1926. VI
今村式強震計	水平2成分	2	3.0	1913. II — 1926. VI
大森式地動計	〃	20	10.0~15.0	〃 — 1956. III
大森式微動計	E — W	100	5.0	〃 — 1926. VI
大森式簡単微動計	N — S	50	2.0	1913. VI — 1929
中央気象台式強震計	3成分	2	4.0	1926. VI — 1945. VIII
ウィーヘルト式地震計	〃	50~80	4.0~5.0	〃 — 1962. III
52改型1強震計	〃	1	5.0~6.0	1954. IV — 現在
57型光学式電磁地震計	〃	3000	20.0	1957. VIII — 〃
61型直視式電磁地震計	〃	200	10.0	1962. IV — 〃

\* T. Sakamoto: An Investigation on Earthquakes in the Vicinity of Nagasaki (Received Sept. 6, 1963)

\*\* 長崎海洋气象台

§ 1. 長崎付近で発生した顕著地震

当地方の顕著地震としては、1792年の雲仙岳眉山の爆発と、1922年の千々石灘地震が特筆されるが、このほか、長崎付近で発生したやや顕著な地震を、長崎県気象災害誌、気象庁地震月報、日本地震史料、気象要覧、気象集誌等から調査してみると第2表のような地震があげられる。

第2表 長崎付近の顕著地震

起 日	震 源 地	M	被 害 摘 要
年 月 日 679 — —	島原半島	6.7	20km以内地割 家屋倒壊多し
1657 1 3	長崎地方		被害あり
1657 — —	雲仙岳		熔岩流出、死者30余名
1663 — —	〃		普賢岳の噴火
1691 10 14 11 10	長崎地方		強震
1707 10 28	〃		大地震、高潮被害多し
1725 10 31 11 8	〃	6.2	大地震
1732 11 13	〃		地震昼夜80余回
1792 5 21	雲仙岳噴火	6.4	眉山の一部有明海に落 下大津波7~8回 死者15,188, 壊家12,000
1799 — —	島原半島		地震、山津波、死者多し
1825 10 1	長崎地方		強震
1915 4 1 9	喜々津村		群発地震、被害小 死者 27 全壊家屋 654
1922 12 8	千々石灘	6.5 5.9	2回 半壊 1,428 死者 3 家屋倒壊 70
1928 12 10	佐世保湾	4.6	顕著な被害なし
1929 10 25	雲仙岳	4.8	〃
1937 1 27 28	有明海	5.0 5.3	〃
1937 7 9	千々石湾	5.0	〃
1951 2 15	〃	5.4	〃

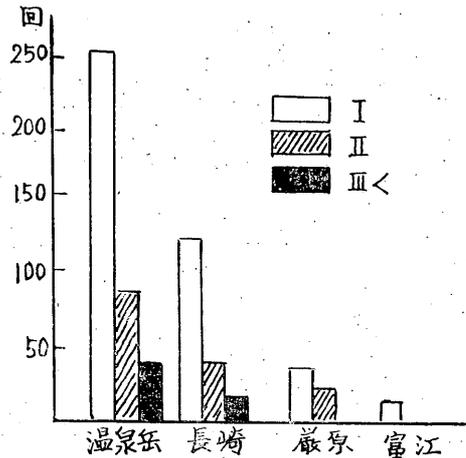
§ 2. 長崎付近の有感地震

長崎で観測された有感地震の大部分は、長崎付近に震源を有する地震である。長崎の地震原簿に明記されている震源地別に、有感地震の回数を統計すると、第3表のようになる。(震源地域名は第1図参照) この表で、1925年以前を区別して統計したのは、ウィーヘルト式地震計が設置された以降(1926)の地震観測結果を区別して示したものである。なお1925年までの、千々石灘の回

第3表 震源別有感地震回数

震源地	期 間	1886 1925	1926 1961
	長崎近郊 A		119
千々石湾 B		168*	46
雲仙島原 C		2	16
有明海 D		4	4
天草灘 E		10	19
八代海 F		—	1
その他		33	23
不明		3	1
計		339	222

\* 1922年千々石灘地震118回を含む

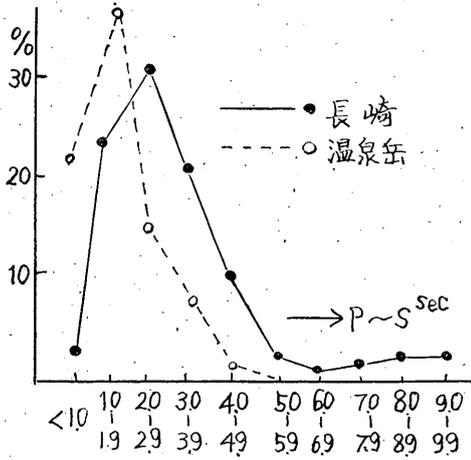


第2図 震度別有感地震回数

数が、168回と多くなっているのは、1922年の千々石灘地震による余震118回が含まれている。

つぎに長崎県下各地の有感地震について、1931年から1960年までの30年間の資料から、震度別有感地震回数を第2図に示した。図から地震の多い温泉岳測候所では、年平均回数にして、震度Iが9回、震度IIが2~3回、震度III以上の地震は年間約1回の割合で観測されている。長崎では、震度Iが年5回内外、震度IIが1回、震度III以上の地震は5年に1回ぐらいの割合で観測していることになる。

ここで最も多く有感地震を観測している温泉岳測候所の資料(1941~1960)と、長崎の資料(1926~1960)から、P~S別有感地震頻度を第3図に示した。この図から、長崎で観測される有感地震は、P~S 1.0秒~4.0秒



第3図 P~S 別有感地震頻度

のものが多く、温泉岳測候所では、 $P\sim S$  2.0 秒以下の地震が大部分であり、長崎付近の有感地震は、雲仙岳の火山性地震が多いように考えられる。

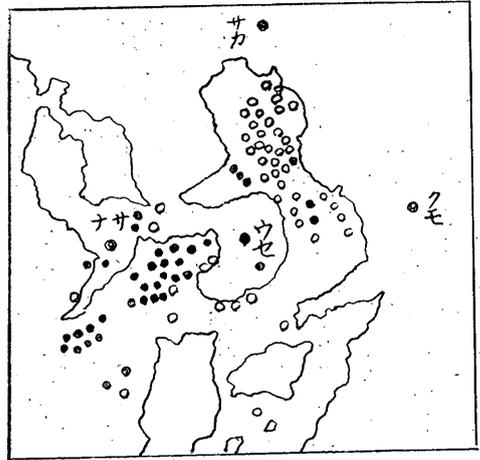
§ 3. 高倍率地震計による観測結果

第1表に示した57型光学式電磁地震計は、主として遠地地震用として使用しているが、験震時報<sup>(6)</sup>に紹介されたように、従来のウィーヘルト式地震計(倍率約80倍)より、約6倍の地震回数を観測することができ、初動方向も明りょうに験測できる。

ここには1959年から1962年までの4カ年について、57型光学式電磁地震計による、長崎付近の地震観測結果について述べる。第4表には、 $P\sim S$  別に地震回数を示した。表中に震源推定としたものは、初動方向と  $P\sim S$  から1点観測によって求めた震源を示す。この表から、小地震の発生回数は、第3表および第3図と異って、 $P\sim S$  10.0秒以下では、 $P\sim S$  別には発生回数に差が認められない。

第4表 高倍率地震計による観測結果 (1959—1962)

$P\sim S$	震源推定	震源不明	計
s	回	回	回
<3.0	20	98	118
3.0 — 4.9	38	97	135
5.0 — 6.9	20	83	103
7.0 — 10.0	45	79	124
計	123	357	480



第4図 57型光学式電磁地震計による震央分布 押し●, 引き○

また表中、震源の推定できた地震123個について、初動方向の押し(●)、引き(○)別に震源分布を第4図に示した。以上のように、上記高倍率地震計による観測結果から、長崎付近に群発している小地震は、千々石湾から有明海一帯に集中し、千々石湾では押し、有明海の地震は引きの初動分布が多いことが明らかとなった。

§ 4. 長崎付近の地震の発震機構

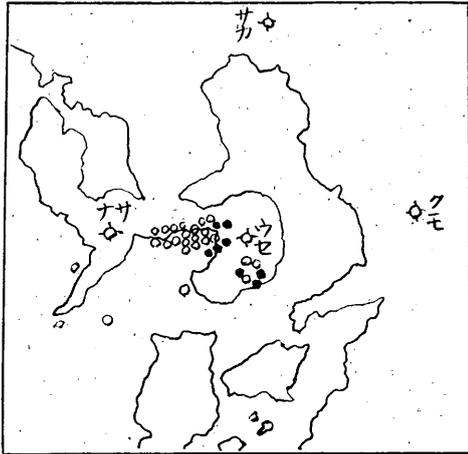
ここでは主として、地震学(高木聖著)<sup>(7)</sup>を参照して、長崎付近の地震の5要素(震央、震源の深さ、震源域の大きさ、地震のエネルギー、初動分布)について調査した結果と、当地方の地震の特性について述べる。

(1) 震央。長崎付近の地震の震央は、前述したように、千々石湾と有明海一帯に分布している。これは雲仙火山系の影響と思われ、温泉岳測候所の有感地震の資料(1941~1960)では、有感地震回数が249回に達している。この有感地震のうち、初動方向が明りょうな21個について、温泉岳測候所の資料のみで震央を決定し、初動方向の押し、引き別にして、震央分布を第5図に示した。

第2表に示した長崎付近の顕著地震の震央については、気象庁地震月報、本邦被害地震表(気象庁未刊)等に明記されているので省略する。

しかし、ここでは特に、1922年12月8日01時50分の千々石灘地震の震央に疑問の点が多いので、この震央について検討を加えてみた。

ア.  $P\sim S$  について、本地震では長崎で最も地震記録のよかった、今村式強震計で再検測される  $P\sim S$  は5.1



第5図 温泉岳の資料による有感地震の震央分布  
押し●, 引き○

秒となる。これは、長崎県地震年表に示されている  $P \sim S$  3.1秒および気象集誌<sup>(2)</sup>による  $P \sim S$  2.9秒より2.0秒内外も長い。

イ. 等  $P \sim S$  線による方法、気象庁震央決定図第2号を用い、長崎 (5.1秒)、熊本 (7.0秒)、宮崎 (17.9秒)、大分 (17.8秒) の資料によって、震央を決定すると、雲仙岳南西北有馬付近の陸地で集交する。

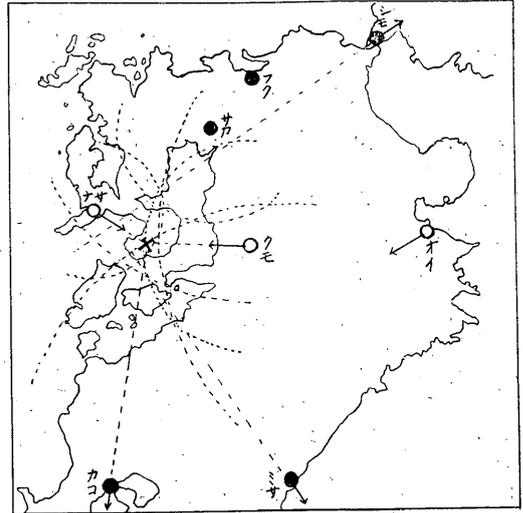
ウ. 初動分布の初動方向の集交点は、長崎、熊本、鹿兒島の観測値が、前イ項の北有馬付近で一致する。

エ. 地震の振動方向、前記気象集誌の踏査報告によると、ロノ津町六反田付近の墓石の廻転方向によって、震央を千々石灘と決定した条件とされているが、最近の地震調査報告 (たとえば、長岡地震調査報告<sup>(8)</sup>、吉松地震調査報告<sup>(10)</sup> 等) によると、墓石の廻転方向は、地震の振動方向と一致していない。したがって上述した墓石の廻転方向を除けば、踏査報告による振動方向によって、この震央を前イ、ウ項と同様に、雲仙岳南西北有馬付近に決定できる。

オ. 地震被害分布によると、同日11時02分小浜町付近の地震被害を除いて、島原半島の家屋被害率 (前記気象集誌による) は、前各項で震央と決定した北有馬付近を中心にして、沿岸ぞいに少なくなっている。またこの中心から同半径上に当る長崎市茂木町、熊本県西岸および天草島等の被害が、ほぼ同程度となっている。

カ. 津波の現象はなかった。

以上の概要を第6図に示したが、このような観点から、千々石灘地震と称されていた地震は、地震現象のみによって震央を決定すると、雲仙岳南西北有馬付近、



第6図 1922年12月8日千々石灘地震の震央決定図

$32^{\circ}01.6'N$ ,  $130^{\circ}02.5'E$  と推定される。

(2) 震源の深さ。ここでは標準の走時曲線に、「村井、高木の計算によるもの」を用い、資料の関係で、1922年12月8日の千々石灘地震と、1951年2月15日の千々石湾地震について、その震源の深さを算出した。1922年の地震は、各観測所の時差が不確実で、等  $P$  線による深さの検討には不相当であるので等  $P \sim S$  曲線によって算出した結果、1922年の千々石灘地震の深さは約20km、1951年の地震は5 km 以下の浅い地震となった。このほか、当地方一帯に群発している数多い小地震も記象型  $P \sim S$  等からみて、ほとんどの地震が5 km 内外の浅い地震と考えられる。

(3) 震源域の大きさ。前項で求めた深さの標準走時曲線と、観測値による  $P \sim S$  の走時曲線から、 $\Delta$ 軸の偏り  $x$  を求め、次式を用いて震源域の半径  $r$  を求めた。

$$r = \frac{V_p}{\sqrt{3} - 1} x \quad \text{単位: } r(\text{km}), x(\text{sec})$$

ここでは  $V_p$  を震源域における  $P$  波の速さに松沢上層の値5軒を用いた。資料の関係で、前項の2つの地震について計算すると、1922年の千々石灘地震では、 $\Delta$ 軸の偏りは1.5秒で震源域の大きさは約10 km となり、1951年2月15日の千々石湾北部の地震では、 $\Delta$ 軸の偏りが0.8秒で  $r=5\text{km}$  だった。

(4) 地震のエネルギー。長崎付近の地震は前述した如く、顕著な地震は少なく、地震のエネルギーを算出しても、その誤差の範囲に入る程度の地震が多い。試みに、 $M$  (マグニチュード) を用いる方法と、有感半径と地震

第5表 地震のエネルギー

地震名	M	有感半径	エネルギー	
			Mによる	有感半径による
1922. XII. 8	6.5	280 km	$10^{23}$ erg	$10^{20}$ erg
1951. II. 15	5.4	180	$10^{21}$	$10^{16}$

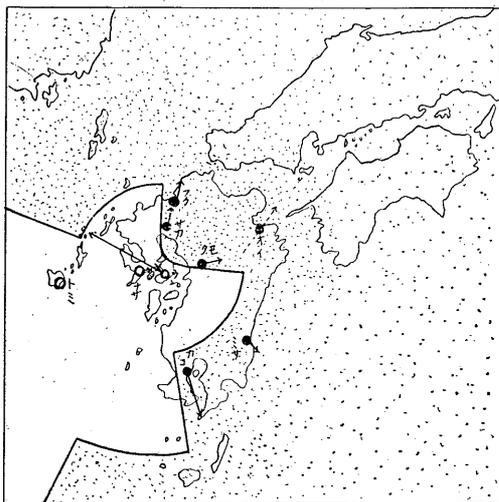
のエネルギーの関係図(驚坂<sup>3)</sup>，によって，算出すると，その一例は第5表のようになる。

なお M による方法では，M の値は気象庁地震月報，過去の大地震表（地震観測法）を参照し，算式には Gutenberg の次式を使用した。

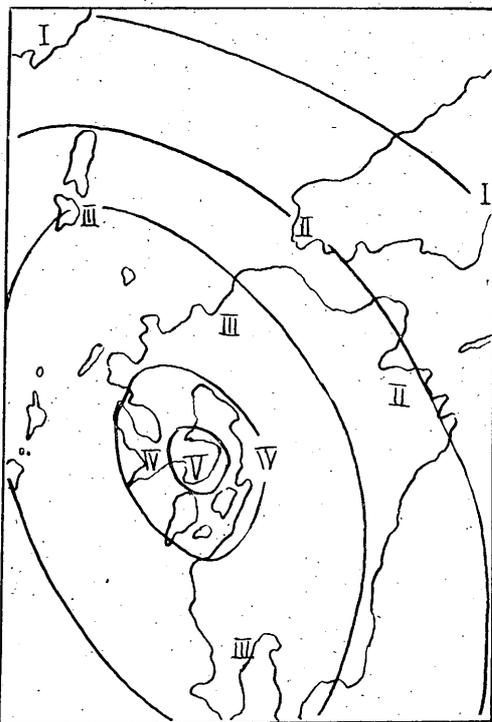
$$\log E = 11.3 + 1.8 M$$

このほか第2表に示した長崎付近のやや顕著地震について算出した結果では， $10^{20}$  erg 内外の地震が多く，局地的な有感地震群は，その大部分が  $10^{16}$  erg 内外と推算された。

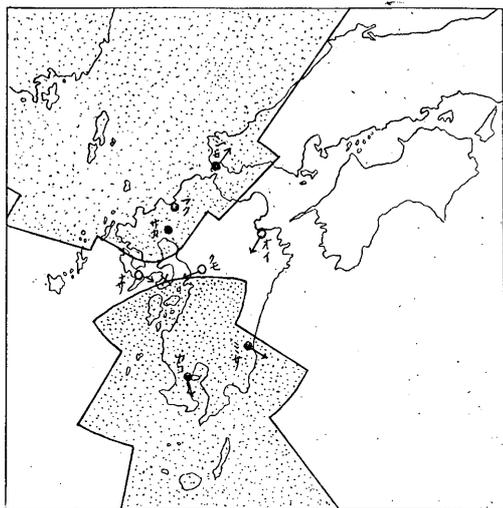
(5) 地震の初動分布の型式. 初動分布の型式が同じであると，内部の発震機構も同じであることから，今後の調査資料とするため，長崎付近の地震について，初動分布を調査することにした。初動分布の作成には，多くの観測資料から検討することが正確であるが，次に示す地震も十分な資料ではない。しかし，以上の調査結果を基礎にして，1922年の千々石灘地震，1951年2月15日の千々石湾北部の地震について，作図した結果を第7，8図に



第8図 1951年2月15日千々石湾北部の地震の初動分布 H: 3km A型 150°  
押し●, 引き○

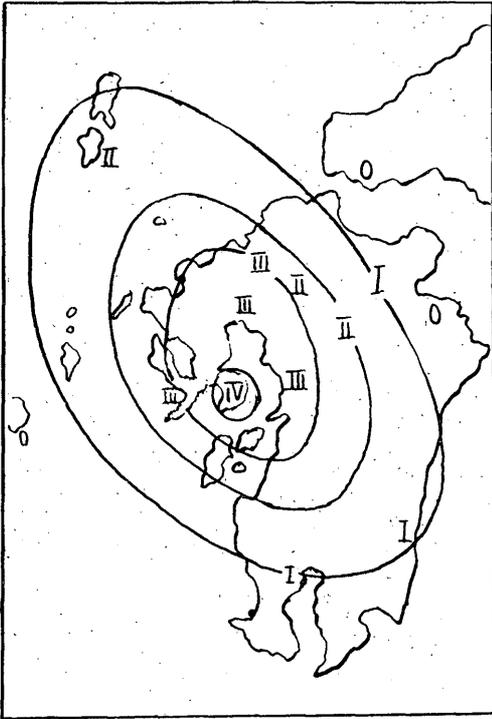


第9図 1922年12月8日千々石灘地震の震度分布



第7図 1922年12月8日(01時50分)千々石灘地震の初動分布 H: 20km A型 75°  
押し●, 引き○

示した。この初動分布から，1922年12月8日01時50分の千々石灘地震は，震源の深さ約20 kmで，岩漿溜りの走



第10図 1951年2月15日千々石湾北部の地震の震度分布

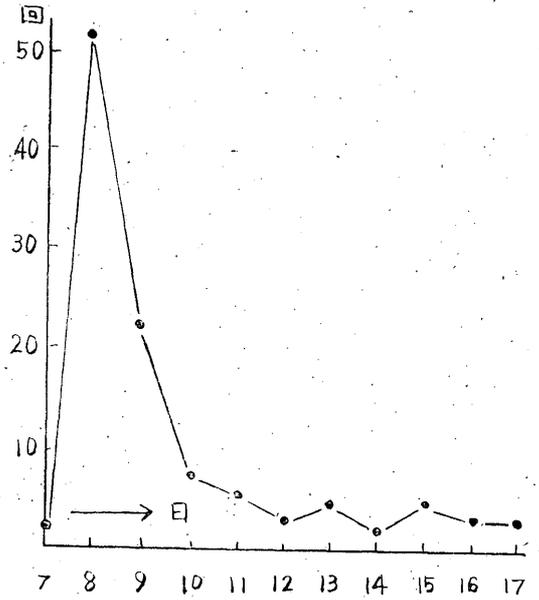
向は垂直であり、1951年2月15日の千々石湾北部の地震では、震源の深さ約3kmで、岩漿溜りの走向は、60度西に傾斜しているものと考えられる。

(6) 長崎付近の顕著地震の特性

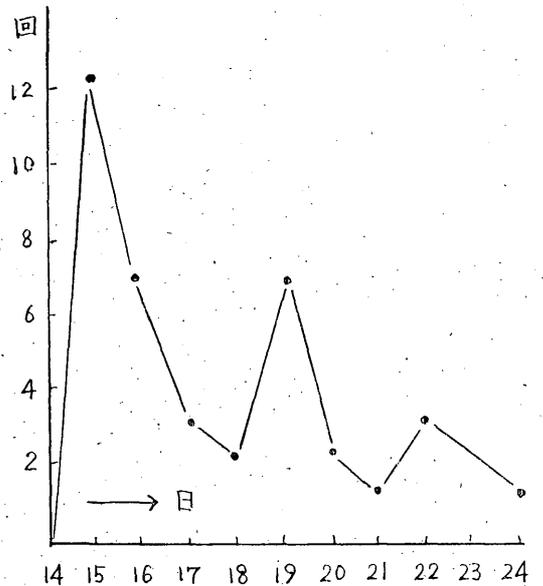
地震活動の地方性としては、前述した地震現象もあげられるが、ここでは次の2項について述べる。

ア. 震動分布、長崎付近に震源を有する顕著地震は、第9、10図に示すように、北西から南東の方向には有感範囲が広いが、北東方向および南西方向には地震範囲が狭い。このことは「地震予知のための予備調査」でも結論づけられると思うが、地下構造の地方性と考えられる。

イ. 顕著地震の突発性、長崎付近で発生している顕著地震は突発性がある。このことは験震時報に気象庁の田中氏<sup>(9)</sup>も指摘しておられるが、特に顕著地震については同じ結果が得られた。第11、12図にはそれぞれ1922年12月8日の千々石灘地震と、1951年2月15日の千々石湾北部の地震について、その前震と余震状況を示した。



第11図 千々石灘地震 (1922年12月8日) にともなう地震回数の日変化



第12図 千々石湾北部の地震 (1951年2月15日) にともなう地震回数の日変化

§ 5. 要 約

以上長崎付近の地震として、P-S 10.0 秒以下に震源を有する地震について調査したが、これらを要約すると

(1) 長崎における有感地震は、年間震度 I が 5 回以内

外、震度Ⅱが1回、震度Ⅲ以上の地震は年5に1回ぐらいの割合で観測している。

(2) 震源は長崎の北東から南西方向に集中し、その深さは20 km以下である。

(3) 初動方向は、千々石湾の地震は押し、有明海の地震は引きが多い。

(4) 震動分布の特性の、地下構造の地方性から、北西および南東に広く、北東および南西には有感範囲が狭い。

(5) 温泉岳の有感地震は、千々石湾北部の地震が初動方向が明りょうに現われ、引きの地震が多い。

(6) 長崎付近の顕著地震は突発性がある。

以上広く浅い調査に終わったが、多くの結論は今後の調査にゆずることとする。諸先輩の御批判と御指導を御願いたい。終りに本調査に御指導を賜った気象大学高木教官、当台山田台長および中島測候課長に謝意を表します。

#### 参考文献

- (1) 震災予防調査会：日本地震史料，(1904)
- (2) 中村左衛門太郎：千々石灘地震について，気象

集誌，Ⅱ (1923) 1

- (3) 鷺坂清信：地震のエネルギー，*験震時報*，**10** (1937)，385～448
- (4) 高木聖：震源，*験震時報*，**14** (1950) No. 3～4 1～17，**17** (1953) No. 3 1～62，No. 4 23～41，**18** (1953) 49～65，101～119，**19** (1954) 1～7，71～76
- (5) 吉村寿一：千々石湾一帯の頻発地震について，*験震時報*，**21** (1956) 139～142
- (6) 気象庁地震課・長崎海洋气象台：長崎における電磁式地震計による観測結果，*験震時報*，**23** (1958) 109～121
- (7) 高木聖：地震学，気象大学校 (1958)
- (8) 新潟地方气象台・長岡気象通報所：長岡地震調査報告，*験震時報*，**26** (1961) 65～80
- (9) 田中康裕：群発地震の偶発性について，*験震時報*，**27** (1962) 7～15
- (10) 鹿児島地方气象台：鹿児島県吉松町付近一帯に頻発した地震について，*験震時報*，**27** (1962) 38～40