

震動観測データから見た磐梯山周辺の地震活動*

竹中 潤**

Seismic Activity around Bandai Volcano Examined by Volcanic Earthquake Observation Data*

Jun TAKENAKA**

The volcanic earthquake data obtained from Bandai volcano, as observed and reported by the Wakamatsu Weather Station, does not precisely represent the volcano's true volcanic earthquake activity since the earthquakes having hypocenters which were not located at Bandai volcano have been included. This led to the present study which analyzes all available data that was divided into S-P times, i. e., the duration of the preliminary tremors. Results showed that the S-P times of the volcanic earthquakes originating from Bandai volcano were less than 1 second, and also that activity has increased ever since the occurrence of earthquake swarms in 1988. In contrast, the earthquakes whose S-P times were greater than 1 second were observed to be tectonic earthquakes which occurred in distant areas from Bandai volcano, and some of which had been unknown earthquake swarms.

§ 1. はじめに

1888年7月15日、磐梯山は水蒸気爆発による歴史的な大噴火を起こした。その後、磐梯山では顕著な火山活動こそ見られないが、1897年に鳴動、1954年に群発地震などの地震活動があった(気象庁, 1984)。近年も、1987年6~12月に磐梯山の南西約10kmの猪苗代湖北西岸付近を震源とする群発地震(若松測候所, 1989)が、そして1988年11~12月に磐梯山山体付近を震源とする群発地震(若松測候所, 1990)が発生しており、磐梯山およびその周辺の地震活動は、今なお活発化することがある。

若松測候所では、このような火山体とその周辺の地震活動を監視するために、磐梯山山体(第1図参照)に地震計を設置し、1965年から震動観測を行っている(第2図参照)。しかし、その観測データには磐梯山の火山性地震以外の地震も含まれていると思われ、必ずしも震動観測データ全体が磐梯山の活動に係わる地震活動を反映しているとみなすことはできない。また、P~S時間別に地震回数の頻度分布(第3図)を見ると、それぞれに顕著なピークを持つP~S時間3秒以下の3つのグループと、地震頻度が比較的少なく、顕著なピークを持たないP~S時間3秒以上のグループがあることが判り、磐梯山周辺ではP~S時間から見て特徴的な4つの地震グループがあることが推測される。

このように、特徴ある地震グループ別に活動状況を把握し、特に磐梯山の火山性地震によるものだけを取り出して解析することは、磐梯山の火山活動の動向を探る上で有用なことと思われる。

そこで本調査では、観測開始から現在まで(1965年7月~1991年7月)の磐梯山震動観測データをP~S時間別にグループ分けし、各グループ毎の地震発生状況、地震エネルギーの推移、震央方向の頻度分布、石本・飯田の式のm値について解析した。

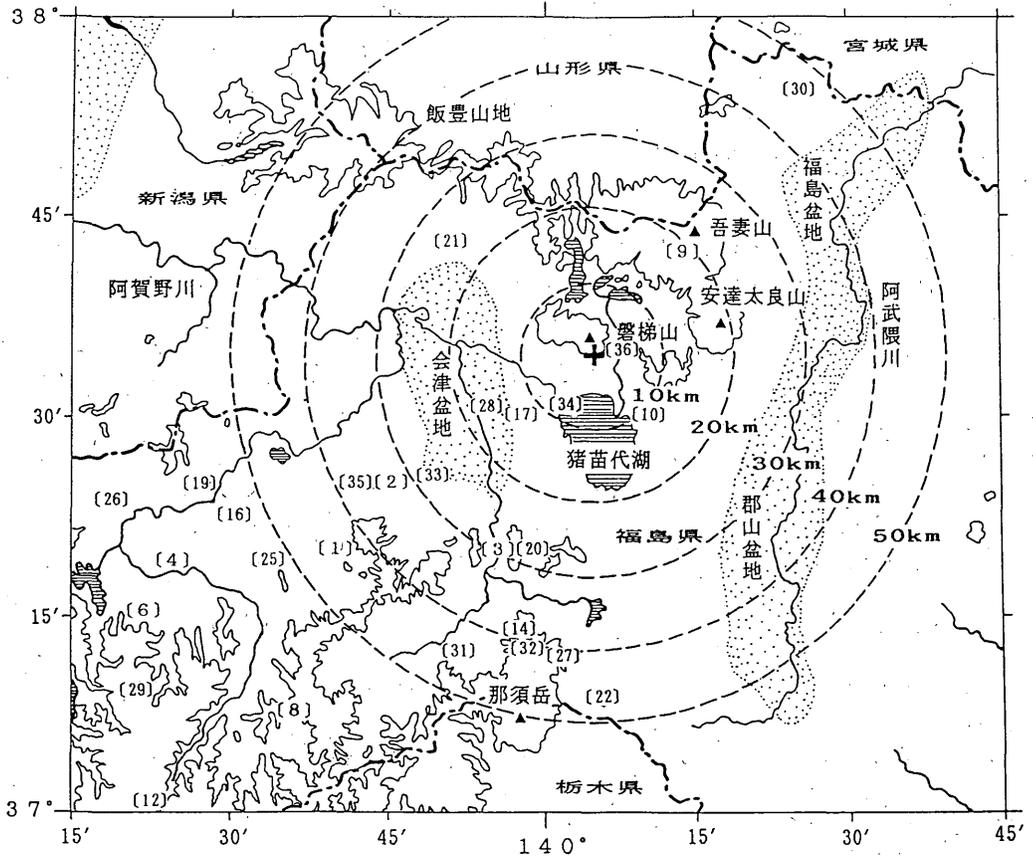
§ 2. 磐梯山震動観測データ

磐梯山の震動観測は、磐梯山山頂から南南東に1.8 kmの地点(北緯37°34.9', 東経140°04.9', 標高1,000 m)に地震計(62E型)感部を設置し、若松測候所でテレメータ受信し、すず書き記録紙に記録するという方法で行われている。そして、この震動記録のうち、P~S時間5秒以下(ただし、1982年5月までは調査のためにP~S時間10秒以下も検測)の地震と火山性微動について検測し、観測原簿に記載、報告している。なお、地震計の倍率は1966年6月25日以前は3,500倍、以後は5,000倍である。また、磐梯山ではこれまでに火山性微動は観測されていない。

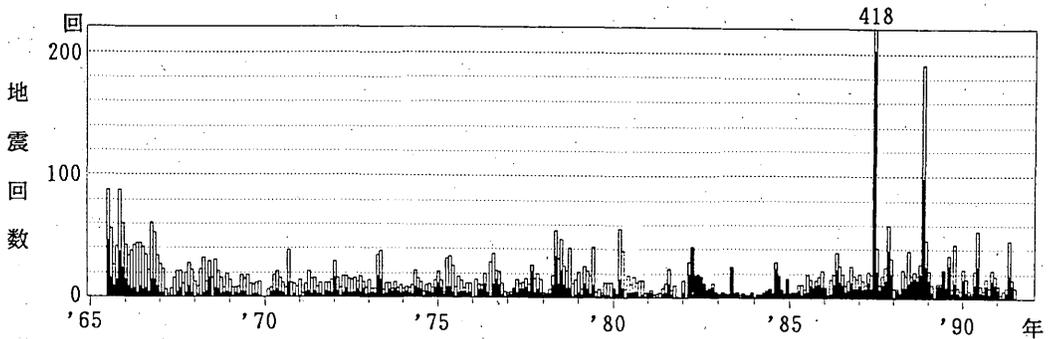
本調査では、震動観測を開始した1965年7月から1991年7月の間に観測されたP~S時間5秒以下の地震(5,829

* Received Oct. 3, 1991

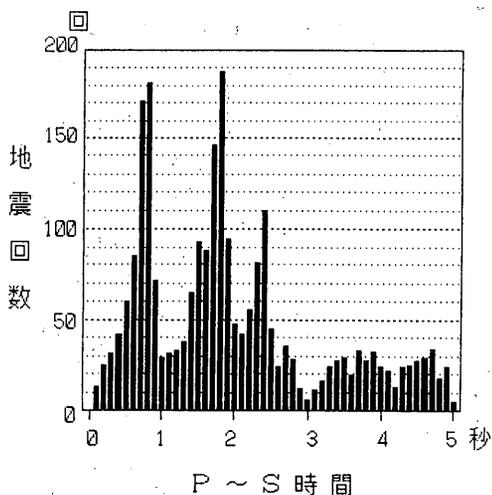
** 若松測候所, Wakamatsu Weather Station



第1図 地震計設置点(+印)周辺の地形と主な地震活動の震央域
 []内の数字は第1表の地震活動番号に対応
 細い実線は標高1,000mの等高線
 破線の同心円は地震計設置点からの水平距離



第2図 P~S時間5.0秒以内の地震の月別発生回数(1965年7月~1991年7月)
 黒い部分はP~S時間が0.1秒単位で読み取れたもの
 白い部分はP~S時間が0.1秒単位では読み取れなかったもの



第3図 P～S時間別地震回数頻度分布
(1965年7月～1991年7月)

個)のうち、P～S時間が0.1秒単位で読み取れたもの(2,438個)を震動観測データとして使用した。第2図から判るように、P～S時間の決定率は1982～1984年に非常に高いが、その他の期間は概ね30～50%程度である。このことから、使用したデータがサンプルとして偏っている場合も考えられるが、ここでは、どのP～S時間の地震も同程度の割合で読み取られていると仮定して解析を行った。

§ 3. 地震エネルギーの推定

一般に火山周辺で起こる地震はエネルギーが小さいため、火山体から離れた一般の地震観測官署で観測されることは非常に少ない。磐梯山の震動観測点で観測された地震も、マグニチュード3クラス以上のものを除けば、そのほとんど(約97%)は他の地震観測点では観測されておらず、そのため震源やマグニチュードは判っていない。

筆者は、1点観測による震源推定方法(気象庁, 1968)の適用の可能性を探るために、磐梯山震動観測データのうち、地震月報(1985年1月～1990年9月)と東北大学理学部の観測(1988年10～12月)から震源の判明している地震61個を用いて、この方法の検証を行った(竹中, 1991)。その結果、震源決定には困難があるものの、震央距離 Δ (km)はP～S時間 t (秒)を用いて

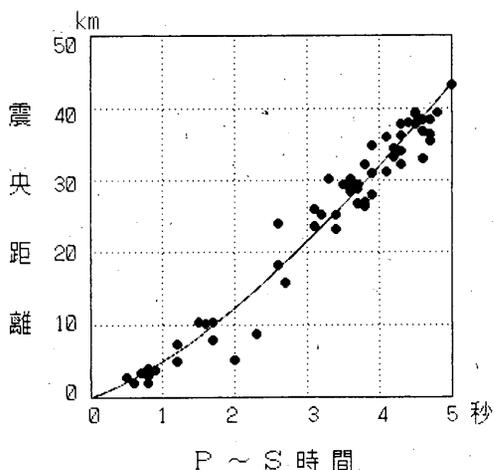
$$\Delta = k(t) \cdot t \tag{1}$$

$$\text{ただし } k(t) = 12.42 - 8.79 e^{-0.172t} \tag{2}$$

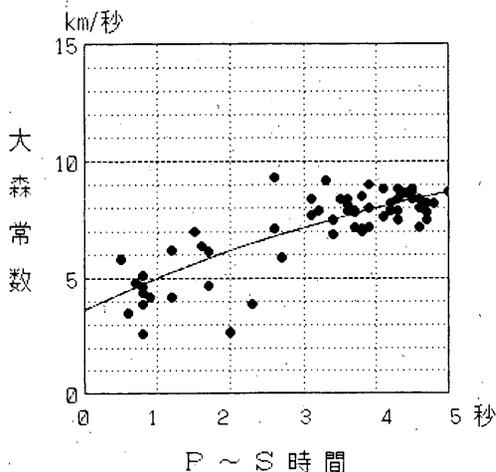
で近似できることが示された(第4図参照)。ここで、(2)

式はいわゆる大森常数と呼ばれる比例定数 $k(=\Delta/t)$ をP～S時間 t の近似関数として表したもので、一般に非火山地域では $k=7\sim 8$ (km/秒)程度であるが、火山体近くでは $k=3\sim 5$ (km/秒)程度になるという性質(気象庁, 1968)を考慮してモデル化している(第5図参照)。(1)式による近似がこの61個の地震以外についても適当であることは、これまでに磐梯山周辺で起きた地震活動の震央距離とP～S時間(第1表参照)が、第4図の近似曲線上にほぼ乗ることからも支持される。

また更に、推定した震央距離 Δ (km)と水平成分の最大振幅 $A(\mu)$ を用いて、マグニチュード算出式に補正項 C



第4図 P～S時間と震央距離の関係
曲線は(1)式で与えられる近似曲線



第5図 P～S時間と大森常数の関係
曲線は(2)式で与えられる近似曲線

第1表 磐梯山周辺の地震活動と磐梯山震動観測点における震央方向、震央距離、P~S時間
(1935年~1988年)
植木・高木(1989), 仙台管区気象台(1990)を参考に作成

| No | 期 間 | 震央域〔地震回数(有感回数)〕 最大地震の震源、M | 震央方向・距離 P~S時間〔秒〕 |
|----|-------------------------|--|-----------------------|
| 1 | '35/03/08~ '35/03/26 | 福島県柳津町付近〔14(11)〕 37° 20.0' N 139° 41.0' E 0km M5.4 | S W約45km (観測開始前) |
| 2 | '36/11/01~ '36/11/10 | 福島県会津若松市付近〔17(17)〕 37° 25.0' N 139° 46.0' E 0km M4.1 | W S W約30km (") |
| 3 | '43/08/12~ '43/08/31 | 福島県田島町周辺〔39(18)〕 37° 19.0' N 139° 55.0' E 0km M6.2 | S S W約30km (") |
| 4 | '44/04/22 | 福島県只見町付近〔2(1?)〕 37° 20.0' N 139° 24.0' E 10km M5.1 | W S W約65km (") |
| 5 | '54/07/01~ '54/07/05 | 福島県会津若松市・猪苗代町付近 〔13(7)〕 | S W約10km? (") |
| 6 | '56/06/29 | 福島県只見町付近〔2(2)〕 37° 14.0' N 139° 19.0' E 0km M5.3 | W S W約70km (") |
| 7 | '57/01/14 | 福島県金山町〔2(2)〕 | W S W約55km? (") |
| 8 | '63/08 ~ '63/10/19 | 福島県舘岩村付近〔>50(>50?)〕 37° 07.0' N 139° 35.0' E 20km M4.6 | S W約65km (") |
| 9 | '66/05 ~ '66/08 | 福島県吾妻山浄土平付近〔>280(3)〕 37° 42' N 140° 15' E 20km M4.1 | N E約20km 3.9 |
| 10 | '69/10/30 | 福島県郡山市付近 (猪苗代湖東岸) 37° 30.0' N 140° 11.0' E 160km M5.5 | S E約10km 不明 |
| 11 | '72/01/04~ '72/01/21 | 福島県下郷町付近〔>9(>9)〕 | S S W約40km? 不明 |
| 12 | '72/05/15~ '72/05/16 | 福島県檜枝岐村付近〔2(2)〕 37° 01.0' N 139° 23.0' E 0km M4.2 | S W約85km 8.7~9.9 |
| 13 | '75/12/12~ '75/12/21 | 福島県只見町付近〔30(30)〕 37° 29.4' N 139° 07.2' E 0km M3.3 | W約85km 8.2~8.6 |
| 14 | '77/10/14~ '77/10/19 | 福島県天栄村二俣温泉付近〔100(100)〕 37° 13.0' N 139° 57.0' E 10km M0.0 | S約40km 4.5~4.8 |
| 15 | '78/05/22~ '78/05/23 | 不明〔37(0)〕 | NW象限 1.7~1.8 |
| 16 | '78/06 ~ '80/01 ? | 福島県金山町付近〔>55(>55)〕 37° 22.0' N 139° 29.0' E 0km M4.3 | W S W約55km 6.4~7.2 |
| 17 | '78/08/01 | 福島県会津若松市付近〔7(1)〕 37° 29.0' N 139° 58.0' E 10km M3.5 | S W約15km 2.2~2.3 |
| 18 | '79/06/08 | 福島県猪苗代町・会津若松市付近 〔26(1)〕 | NW象限 1.2~1.5 |

| No. | 期 間 | 震央域〔地震回数(有感回数)〕 最大地震の震源、M | 震央方向・距離 P~S時間〔秒〕 |
|-----|-------------------------|--|------------------------|
| 19 | '79/07/31 | 福島県金山町付近〔10(10?)〕 37° 24.0' N 139° 28.0' E 0km M3.9 | W S W約55km? 6.8 |
| 20 | '79/11/25~ '79/11/26 | 福島県天栄村・下郷町付近〔4(4)〕 37° 19.0' N 139° 56.0' E 10km M3.0 | S S W約30km 3.3 |
| 21 | '80/03/22~ '80/07 ? | 福島県山都町付近〔52(4?)〕 37° 43.2' N 139° 49.8' E 1km M2.5 | N W約25km 3.3 |
| 22 | '80/12/15~ '81/01/08 | 福島県西郷村甲子温泉付近〔5(5)〕 37° 09.0' N 140° 06.0' E 10km M3.3 | S約45km 不明 |
| 23 | '81/06/29~ '81/06/30 | 福島県下郷町〔10(10)〕 | S S W約40km? 5.2 |
| 24 | '82/01/11~ '82/01/18 | 福島県長沼町〔13?(13?)〕 | S S E約35km? 3.8~3.9 |
| 25 | '83/03/18~ '83/03/19 | 福島県昭和村付近〔3~4(3~4)〕 37° 19.6' N 139° 33.8' E 6km M3.6 | W S W約50km 不明 |
| 26 | '84/01/23~ '84/07/19 | 福島県只見町付近〔42(3)〕 37° 23.4' N 139° 19.2' E 13km M4.5 | W S W約70km 不明 |
| 27 | '84/02/13~ '84/03/16 | 福島県甲子高原付近〔9(3)〕 37° 12.0' N 140° 01.8' E 4km M3.8 | S約40km 不明 |
| 28 | '84/02/17 | 福島県会津若松市付近〔1(1)〕 37° 30' N 139° 54' E 20km | W S W約15km 3.2 |
| 29 | '84/09/19 | 福島県伊南村付近〔1(1)〕 37° 10.6' N 139° 27.3' E 9km M3.1 | S W約75km 不明 |
| 30 | '84/11/23 | 福島県福島市梨平付近〔1(1)〕 37° 54' N 140° 24' E 0km | N E約45km 不明 |
| 31 | '85/03/10 | 福島県下郷町〔1(0)〕 37° 12.5' N 139° 49.1' E 13km M2.7 | S S W約45km 不明 |
| 32 | '85/08/17~ '86/02/06 | 福島県下郷町・西郷村付近〔113(10)〕 37° 12.5' N 139° 57.1' E 8km M4.2 | S S W約40km 不明 |
| 33 | '86/04/29~ '86/05/05 | 福島県会津高田町付近〔13(13)〕 37° 26.1' N 139° 48.4' E 4km M3.5 | S W約30km 3.7~3.9 |
| 34 | '87/06/16~ '87/12/26 | 福島県猪苗代湖北西岸〔>438(14)〕 37° 30.3' N 140° 03.6' E 7km M4.4 | S W約10km 1.5~1.9 |
| 35 | '87/12/20~ '88/01/09 | 福島県柳津町砂子沢付近〔24(2)〕 37° 24.8' N 139° 43.2' E 9km M4.3 | W S W約35km 4.6 |
| 36 | '88/11/14~ '88/12/05 | 磐梯山山体直下〔236(0)〕 37° 35.0' N 140° 07.3' E 8km M2.3 | ほぼ直下 0.5~0.9 |

を付け加えれば、

$$M = 1.73 \log \Delta + \log A - 0.83 + C$$

ただし、 $C = 0.7$

により、 ± 0.3 の精度でマグニチュードMが推定できることも判った。

本調査でもこの方法を用いてMを推定し、地震エネルギーへの変換式

$$\log E_s = 1.5 M + 11.8$$

により、地震エネルギー E_s (erg)の算出を行った。なお、東西成分、南北成分のいずれかの最大振幅が振り切れにより不明の場合は、その成分の最大振幅を検知上限の 6.0μ (倍率 5,000 倍時) または 8.6μ (倍率 3,500 倍時) として取り扱った。一方、報告する振幅の単位が 0.1μ なので、検知下限も 0.1μ となり、結果として水平成分の最大振幅 A (μ)の検知可能範囲は、

$$0.1 \mu \leq A \leq \sqrt{6.0^2 + 6.0^2} \mu \doteq 8.5 \mu$$

(倍率 5,000 倍時)

または

$$0.1 \mu \leq A \leq \sqrt{8.6^2 + 8.6^2} \mu \doteq 12.2 \mu$$

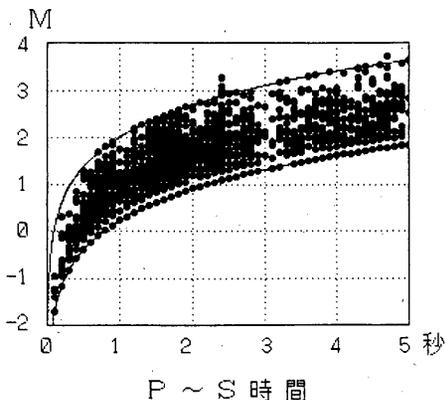
(倍率 3,500 倍時)

となる。

以上のことから、P~S時間に対応してマグニチュードの推定限界があり、その上下限と実際に磐梯山震動観測データを用いて算出したマグニチュードの分布を第6図に示す。

§ 4. P~S時間別に見た磐梯山周辺の地震活動

第3図より、磐梯山震動観測データは、それぞれP~



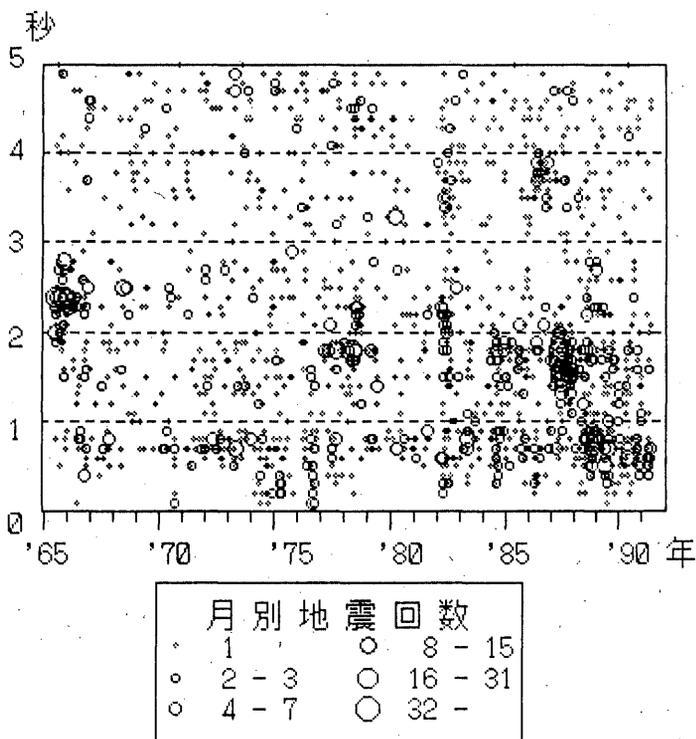
第6図 P~S時間と推定マグニチュードの関係
 曲線は倍率5,000倍時の推定可能範囲の上下限
 上限を越えているのは、倍率3,500倍時のデータ
 によるもの

S時間で0.8秒をピークとする0.1~1.0秒のグループ、1.8秒をピークとする1.1~2.0秒のグループ、2.4秒をピークとする2.1~3.0秒のグループ、そして特にピークの見られない3.1~5.0秒のグループに大きく分けられることが判る。更に、この頻度分布を地震発生月別に示すと第7図のようになる。この図から1965年と1982年に発生したP~S時間2.0秒前後の地震群を除けば、概ね各グループのP~S時間帯内で個別の地震群が発生していることが認められる。また、磐梯山周辺で過去にあった地震活動の磐梯山震動観測点におけるP~S時間(第1表)を見てもこのことは言える。従って、以下では磐梯山震動観測データをこの4つのP~S時間帯でグループ分けし、それぞれについて、地震回数、地震エネルギー、震央方向別頻度、石本・飯田の式のm値の解析を行った。

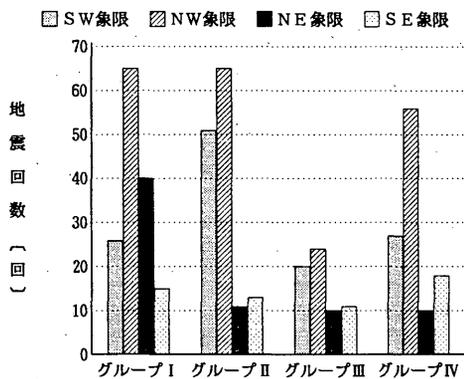
4.1 P~S時間0.1~1.0秒の地震の活動

第4図から判るように、このグループの地震の震央は観測点から約5km以内にあり、ほぼ磐梯山の山体とみなして良いだろう。従って、当然のことながら、このグループは磐梯山の火山活動と密接に関連した火山性地震であると考えられる。このことは、P波初動方向から推定される震央方向の頻度分布(第8図)から、このグループの震源が観測点に対して磐梯山の山頂側にあたる北側象限に多いこと、また、石本・飯田の式のm値が1.91と、他のグループに比べ比較的大きいことから裏付けられる(第2表参照)。

このグループで、これまでに最も活発な活動を見せた1988年11~12月の群発地震については、磐梯山山体直下に震源を持つことが判明しており(東北大学理学部, 1990)、磐梯山震動観測データではP~S時間0.7~0.9秒を主体としている(若松測候所, 1990)。第7図から判るように、このP~S時間0.7~0.9秒の地震は群発前からほぼ定常的に発生しており、更に群発後はそれ以前に比べ活動がやや活発化するとともに、P~S時間の短いもの(0.4~0.7秒)に主体が移ってきているように見える。この傾向は、このグループの地震発生回数と累積地震エネルギーの推移(第9図)にも反映している。特に1970年以降比較的稳定していたエネルギー放出率(約 2.4×10^{14} [erg/年])が、群発後に大きく増加(約 8.0×10^{14} [erg/年])していることは目を引く。また、群発後にm値がそれ以前より大きくなっている(第2表参照)、火山性地震の場合、これは震源の浅いものが増えてきていることを意味している。そして、この群発活動に先立つ1988年8月には磐梯山山麓で異常音響が聞かれて



第7図 P～S時間別月別地震回数



第8図 P波初動方向から推定される震央方向の頻度分布

- グループⅠ：P～S時間 0.1～1.0 秒の地震
- グループⅡ：P～S時間 1.1～2.0 秒の地震
- グループⅢ：P～S時間 2.1～3.0 秒の地震
- グループⅣ：P～S時間 3.1～5.0 秒の地震

いること（若松測候所，1990）からも、磐梯山の火山性地震は近年になって活発化の傾向にあると思われる。従って、このグループの地震活動の動向には、今後注目し

ていく必要がある。

一方、P～S時間が0.5秒程度より短い地震に目を移すと、1976年9～11月頃には活発化がみられた反面、ある期間（1967～1969年，1971～1973年，1979～1981年）には活動がほとんどみられないことが判る。このような地震空白期間の存在については詳しい調査をしなければ判らないが、実際にこのような現象があるとすれば、磐梯山の火山性地震活動を探る上で興味深い。

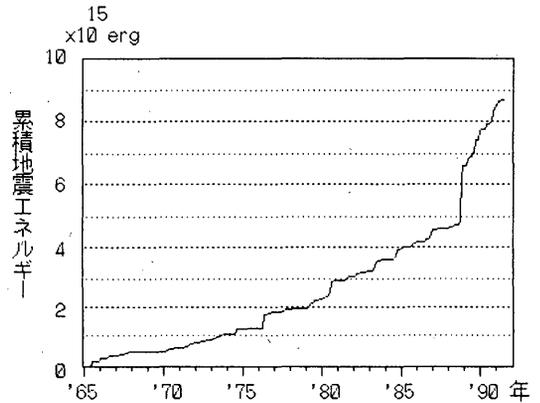
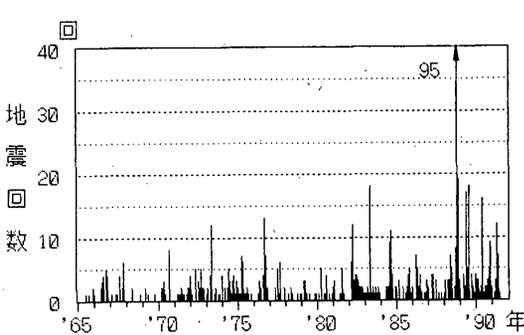
4.2 P～S時間 1.1～2.0 秒の地震の活動

このグループで顕著な活動は、1978年5月のP～S時間 1.7～1.8秒のもの、1987年6～12月のP～S時間 1.5～1.9秒のものである（第7図，第10図，第1表参照）。

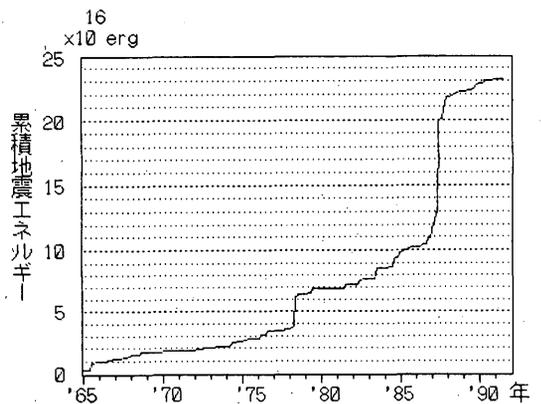
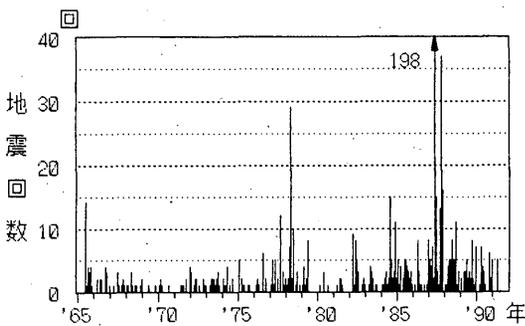
前者のP～S時間帯（1.7～1.8秒）の地震は前年の1977年9月頃から活発化をみせ、1978年5月22日に地震回数，地震エネルギーともにピークに達し，その後徐々に鎮静化し，翌1979年5月に活動を停止した。この地震群の震央域は不明である。また，この翌月の1979年6月8日にはP～S時間 1.4秒前後の地震が起こり，その日のうちに活動は停止した。この地震の震源も不明だが，

第2表 石本・飯田の式のm値 (全期間は1965年7月～1991年7月)

| P-S時間 | | 群発前 | 群発中 | 群発後 | 全期間 |
|-------|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| 0.1 | 期間 | '65/07/01~'88/11/13 | '88/11/14~'88/12/05 | '88/12/06~'91/07/31 | * |
| | m値 | 1.79±0.25 | 1.85±0.32 | 2.08±0.30 | 1.91±0.22 |
| | 件数 | 450 | 110 | 129 | 689 |
| 1.1 | 期間 | '65/07/01~'87/06/15 | '87/06/16~'87/12/26 | '87/12/27~'91/07/31 | * |
| | m値 | 1.47±0.26 | 1.45±0.25 | 1.89±0.34 | 1.50±0.21 |
| | 件数 | 403 | 255 | 118 | 776 |
| 2.1 | 期間 | — | '65/07/01~'86/12/31 | '87/01/01~'91/07/31 | * |
| | m値 | — | 1.75±0.28 | 1.84±0.27 | 1.80±0.26 |
| | 件数 | — | 139 | 262 | 401 |
| 3.1 | m値 | — | — | — | 1.34±0.30 |
| ~5.0 | 件数 | — | — | — | 434 |



第9図 P-S時間0.1～1.0秒の地震の活動
(a) 地震発生回数の推移
(b) 累積地震エネルギーの推移



第10図 P-S時間1.1～2.0秒の地震の活動
(a) 地震発生回数の推移
(b) 累積地震エネルギーの推移

磐梯山の南約5km(猪苗代町)から南西約15km(会津若松市)付近の地域で鳴動や揺れを感じている(仙台管区気象台, 1990)。両者の推定震央方向は北西象限にある

が, 共にP波初動方向の南北成分の大きさは東西成分に比べ小さいので, 震央は観測点のほぼ西方向にあると推定される。この2つの地震活動は, P-S時間や有感地

域、推定震央方向から見て、次に述べる1987年6～12月の群発地震活動域の近傍に震源域を持つのではないかと推察される。また、第7図より、1984年頃からP～S時間1.7～1.9秒の地震が再び増加しているが、これも同地域の活動であることが東北大学理学部（1988）の観測結果から判明している。

1987年6～12月の群発地震活動は、磐梯山の南西約10kmの猪苗代湖北西岸に震源を持ち、磐梯山の震動観測開始後、磐梯山周辺では最大の活動である。東北大学理学部（1988）の解析から、この地震群は北北東～南南西の走行を持つ東に傾いた断層面上に発生し、東西の主圧力軸を持つ逆断層型の構造性地震活動であるとみられている。火山体に近い地域で発生した地震活動だが、群発時のm値は1.45と比較的小さいことからこの活動が構造性的のものであったことが示唆される（第2表参照）。

このグループでも群発後にm値が増加しているが、地震発生回数や地震エネルギーの推移（第10図）は、どちらかといえば鎮静化の傾向を見せている。このことは、この群発地震が構造性的のものであったことを考えれば、m値の増加は群発地震による断層付近の破碎領域の進行、地震回数や地震エネルギーの減少は群発地震による応力場の解消で説明できるだろう。

4.3 P～S時間2.1～3.0秒の地震の活動

このグループの活動の大半は1965～1966年の間に起こっており、以後は1968年、1978年、1982年、1989年に若干の活動がある程度である（第11図参照）。

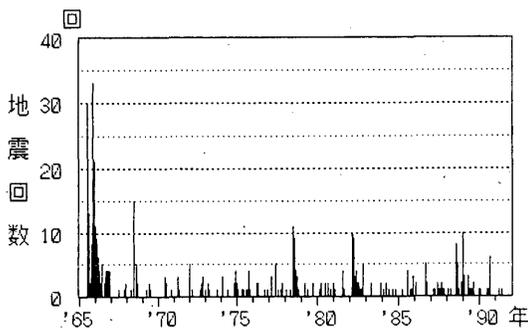
第7図から判るように、1965～1966年の地震群はP～S時間で2.4秒をピークに1.9～2.8秒の広範囲に及び、震動観測を開始した1965年7月から1966年12月までの少なくとも1年6カ月間にわたり発生している。しかし、

この期間に磐梯山周辺で活発な地震活動があったという報告はなく、また、最大振幅の大きい、いくつかの地震について地震月報の記載と対比したが、同一地震と見られるものはない。波形読み誤りの可能性も考え、当時の記象紙を験測したが誤りは認められなかった。従って、この地震群の震源がどこにあるのかは不明である。

ただし、1966年5～8月に磐梯山の北東約20kmにある吾妻山で火山性地震が多発しており（気象庁、1984）、P～S時間と震央距離の関係（第4図）から見て、この活動が一部含まれていると考えても良さそうであるが、この期間の磐梯山震動観測データと吾妻山震動観測データ（火山報告第5～6巻）を対比しても、同一地震とみられるものは極めて少なく、その中で唯一読み取れたP～S時間は3.9秒で、このグループには含まれなかった。従って、この前後の時期にも吾妻山では比較活発な地震活動が見られるものの、1965～1966年に活動的だったこのグループの震源が吾妻山付近にあるとは考えにくい。

一方、井上（1973）が1965年7月～1971年6月の磐梯山震動観測データを用いて、1点観測による震源決定を行った結果では、P～S時間2.1～3.0秒の地震の震央距離は10～15kmで、震央は東北東～南東方向、南西方向、北西方向にある。また、前述のP～S時間と震央距離の関係（第4図）を求める際に使用した61個の地震のうち、このグループに含まれる4個の地震の震源は、観測点の南西約9km（1986年10月7日、P～S時間2.3秒、猪苗代湖北西岸の深さ23km）、西約16～18km（1989年1月16日、P～S時間2.7秒と2.6秒、会津盆地中部の深さ8kmと10km）、南東約24km（1990年2月6日、P～S時間2.6秒、郡山市西部の深さ5km）にある。

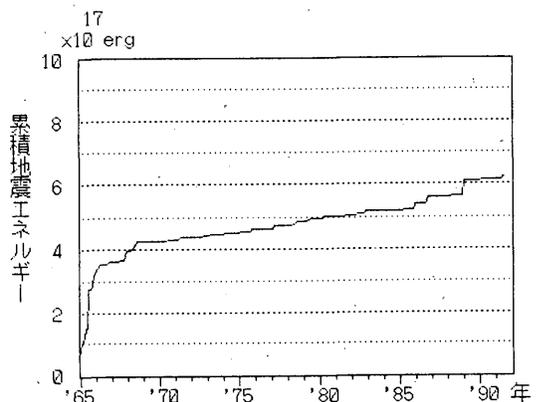
以上のことと、1978年8月1日のP～S時間2.2～2.3秒の地震（第1表参照）が観測点の南西約15km付近で起



第11図 P～S時間2.1～3.0秒の地震の活動

(a) 地震発生回数の推移

(b) 累積地震エネルギーの推移



きていること、そしてこのグループの推定震央方向の頻度分布が観測点の西側象限に多いこと(第8図参照)から、このグループの地震は観測点の南西～北西方向の約10～25km付近に起こり易いと思われる。特に1965～1966年の地震群は磐梯山東側の安達太良山震動観測点ではあまり観測されていない(火山報告第5～6巻)ことから、その震央域は観測点の南西～北西方向の約10～25km付近、すなわち会津盆地付近(第1図参照)にある可能性は高い。しかし、これを断定する十分な証拠はないので、この地震群についてはなお詳しい調査が必要である。

4.4 P～S時間3.1～5.0秒の地震の活動

第4図より、このグループの震央は磐梯山の震動観測点から約25～45kmの距離にあり、その一部は吾妻山、安達太良山、那須岳周辺の火山地域も含むが、ほとんどは非火山地域である。m値は1.34と他のグループに比べ最も小さく(第2表参照)、また、第1表からこれまでに判明しているこのグループの過去の地震活動は、先に述べた1966年の吾妻山付近のもの以外は、全て火山体ではない所で起きた群発地震であることを考えると、このグループの地震活動のほとんどが非火山性であるとみなして良いだろう。

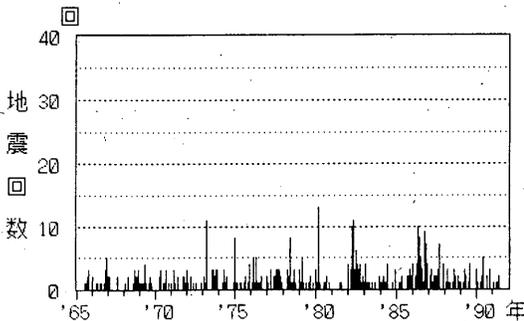
このグループの地震発生回数(第7図、第12図(a))からは、他のグループに比べ特に顕著な活動は見られないが、それでも1980年3月の山都町付近と1986年5月の会津高田町付近の群発活動(第1表参照)は認められる。しかし、これらと同程度(月10回程度)の活動を見せている1973年4月のもの(P～S時間4.7秒と4.9秒)や1982年4～5月のもの(P～S時間3.4～3.5秒)の震源域は不明である。また、1987年12月～1988年1月の柳津町付近の活動は地震回数(第12図(a))からは明瞭ではないが、地震エネルギー(第12図(b))にははっきりと現われている。

一方、震央距離からこのグループに含まれるはずの群発地震活動のうちいくつかは、これらの図には現われていない。例えば1977年10月の天栄村付近の活動は現地で非常に活発であったが、磐梯山震動観測データにはそれほど顕著には現われていない。これは震央距離が大きいため、群発地震の大半を占めるエネルギーの小さい地震は、地震計の検知能力の限界(第6図参照)から、検出されていないことによると思われる。このグループの地震数が他のグループに比べ少ないことは、このことを反映しているものと思われる。

§ 5. まとめ

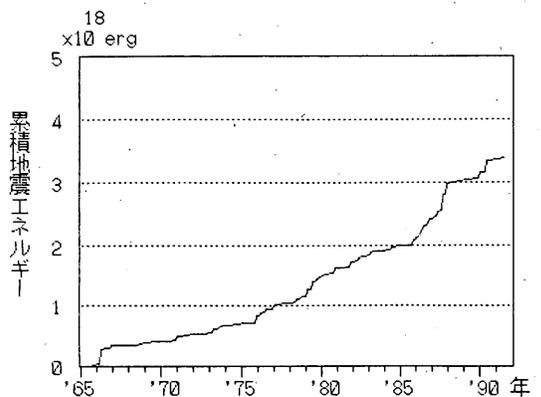
過去約26年間の磐梯山震動観測データを、P～S時間別の地震発生頻度から見て特徴的な4つのグループに分け、それぞれについて解析した結果、次のことが判った。

- (1) P～S時間0.1～1.0秒の地震の震源は磐梯山の山体付近にあり、その一部は観測開始当初から定期的に活動している。1988年11～12月の群発活動後は、それ以前に比べやや活動的になっている。
- (2) P～S時間1.1～2.0秒の地震は1977～1979年にやや活発な活動(震源は磐梯山の西側象限とみられる)があったが、その後しばらく静穏状態が続いた。しかし、1984年頃から磐梯山山頂の南西約10kmの猪苗代湖北西岸を震源とする活動が活発化し始め、1987年6～12月には群発活動が起きた。その後、活動は鎮静化傾向にあると思われる。
- (3) P～S時間2.1～3.0秒の地震は1965～1966年に活発な活動をみせたが、その震源域は不明である。ただし、これまでにこのP～S時間帯で起きた地震の震央距離は約10～25kmで、推定震央方向は観測点の西側象限に多い。その後の活動は不活発である。
- (4) P～S時間3.1～5.0秒の地震の震央距離は約25～



第12図 P～S時間3.1～5.0秒の地震の活動

- (a) 地震発生回数の推移
- (b) 累積地震エネルギーの推移



45kmで、ほとんどが構造性地震活動とみられる。その中には数カ所の地域であった局地的な群発活動を含んでいる。

以上のように、磐梯山周辺であった過去の地震活動をP～S時間別に解析したことにより、1地点での観測でもそのP～S時間からおおよその震央域や活動傾向を推測することが可能になった。また、これまで知られていなかった、いくつかの群発地震活動の存在も明らかになった。しかし、その詳細については更に調査を必要とする。なお、磐梯山の火山性地震はP～S時間1秒以下のものとみられ、このP～S時間帯の活動は、近年になってやや活動的であるので、その推移には今後注目すべきであると思われる。

謝 辞

本調査では、東北大学理学部地震予知・噴火予知観測センターの植木貞人助手の御助力により、貴重な震源データを利用させていただくことができました。また、仙台管区気象台技術部観測課地震津波火山監視センターの佐々木利夫主任技術専門官、若松測候所の大橋信夫所長ならびに小林徹技術専門官には適切な御指導をいただき、磐梯山震動観測データのパソコン入力に際しては、若松測候所職員の皆様の御協力をいただきました。ともに深

く謝意を表します。

参考文献

- 井上 健(1973): 磐梯山の火山性地震について, 験震時報, 38, 123-128.
- 植木貞人, 高木章雄(1989): 東北地方内陸部に発生した群発性地震活動のカタログ, 月刊地球, 11, 190-194.
- 気象庁(1968): 火山観測指針, 175-179.
- 気象庁(1984): 日本活火山総覧, 150-168.
- 仙台管区気象台(1990): 東北地方(内陸)の地震活動, 解説資料第17号, 169-206.
- 竹中 潤(1991): 磐梯山震動観測データを用いた1点観測による震源・震央・マグニチュード推定の試み, 東北技術だより, 8, 259-266.
- 東北大学理学部(1988): 吾妻山周辺の最近の火山活動, 火山噴火予知連絡会会報, 40, 94-100.
- 東北大学理学部(1990): 磐梯火山地域の地震活動, 火山噴火予知連絡会会報, 46, 14-18.
- 若松測候所(1989): 1987年6月会津若松市付近の地震, 東北技術だより, 6, 252-262.
- 若松測候所(1990): 1988年磐梯山の火山活動, 東北技術だより, 7, 300-315.