

磐梯山の火山性地震について*

井上 健**

551.21

1. はじめに

1965年に磐梯山の常時火山観測体制が敷かれ、その業務を若松測候所が担当した。同年7月から62E型直視式電磁地震計による常時震動観測が実施され、現在、活動が比較的静穏な該火山にも、その周辺に震源を有すると見られる火山性地震が発生していることが認められた。近接する吾妻山、または那須岳などでは、該火山体での有感地震の発生、活動が活発化した時期における多点震動観測などにより、その震源が地表面の火山活動地域周辺にあることが明らかにされている。

ここでは、磐梯山の場合について、1点観測の資料ではあるが、その記象から、該火山およびその周辺に震源を有すると見られる地震について、若干の考察を試みた。

なお、検討資料として次のものを用いた。

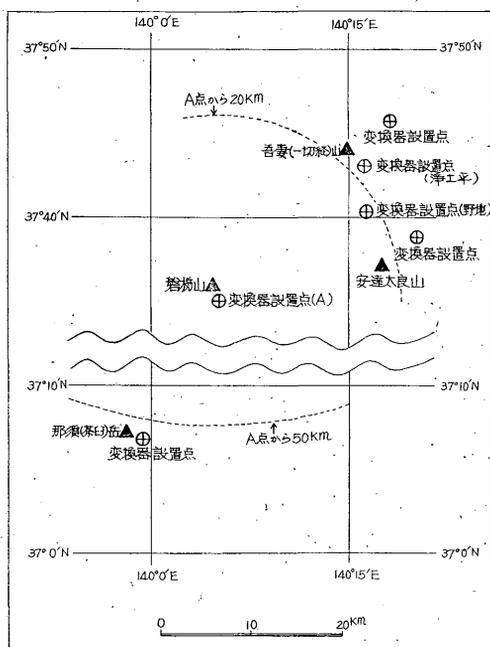
- (1) 磐梯山用62E型直視式電磁地震計の記象紙、1965年7月~1971年6月
- (2) 気象庁、火山報告、Vol 6(1966)~Vol 10(1970)
- (3) 国土地理院、1/5万、1/20万の地形図
- (4) 福島県(1962)、1/20万福島県地質図
- (5) 猪苗代測候所、地震原簿(1954)

2. 距離係数の推定

磐梯山およびそれに隣接する地震観測点は第1表のと

おりであり、その概略の位置を第1図に示す。

1966年の5月から7月にかけて、吾妻山に有感地震が3回発生した。これらの地震については大野の調査⁽³⁾があり、震源は吾妻山の浄土平を中心とした半径約3km以内、深さ4km以浅の地域に求められている。



第1図 火山および変換器設置点の位置

第1表 変換器設置点

観測点名	高度	緯度	経度	備	考
吾妻山	890m	37° 45.4'	140° 18.2'	一切経山頂から北東5.7km	白樺平 恒久観測点
浄土平	1575	〃 43	〃 16	〃 南東0.5	機動観測
野地	1180	〃 40	〃 16	〃 南々東7.0	〃
安達太良山	900	〃 38.6	〃 20.2	山頂から北東4.8	恒久観測点
磐梯山	1000	〃 34.9	〃 04.9	〃 南々東1.8	〃
那須岳	1270	〃 06.8	139 59.1	茶臼岳山頂から東南東1.9	〃

* T. Inoue: On the Volcanic Earthquakes of Bandai Volcano

** 若松測候所

第2表 吾妻山および那須岳の有感地震

符号	発 現 時	震 央	深 さ	規模(M)	備 考
a	1966年 5月 28日 13時 34分	一切経山の南 1.2km	3.0km	3.3	浄土平 震度Ⅲ
b	" 7 6 16 10	" 西南西 3.8	2.1	4.1	" " Ⅲ~Ⅳ
c	" " 21 04 23	" 南東 2.2	1.7	2.6	" " Ⅰ
d	1967 9 1 13 13	(茶臼岳)	×	×	ロープウェイ駅 震度Ⅰ
e	" " 15 19. 00.	"	×	×	?

また、1967年の9月には那須岳でも有感地震が観測されたが、この震源は明らかでない。しかし、那須茶臼岳の北東 900 m、東南東 1 km、南西 500 m の3点で観測した清野の調査⁽⁶⁾によれば、これらの観測点で、「P~Sが0.1~0.6秒、1.1~1.6秒のものは明らかに茶臼岳付近に震源がある」としている。また、宇都宮地方気象台の調査⁽⁹⁾でも那須火山観測所で観測された地震のうち、「P~Sが3秒、以下(特に0.6~1.0秒)のものは火山体のごく近い所で起っている」としている。

上述の吾妻山および那須岳の地震に、a, b, c, d, eの符号をつけて第2表に、また、吾妻山有感地震の震央分布(大野による)を第2図に示す。

次に、これらの地震に対する各観測点の観測値、震央と観測点との距離(D)、および筆者が算出した距離係数k(この場合、震源は地表面にあると仮定している)を第3表に示す。

火山観測指針⁽⁴⁾では、「火山体上に設置した地震計で当該火山に発生する火山性地震を観測するような場合には、 $k=3\sim5$ くらいがよく用いられる」としている。また、気象庁技術報告第75号の各調査では $k=5\sim6$ が用いられている。

第3表から明らかなように、吾妻山の火山性地震をその山体上でとらえたときみなせる吾妻、野地両観測点の資

料からは、 $k=5$ 、やや離れた安達太良、磐梯では、 $k=5\sim6$ となる。これらのことから、磐梯山の火山性地震も、その山体上で観測した場合には、 $k=5\text{ km/sec}$ としても良いのではないかと考えられる。

しかし、那須岳の火山性地震を50km以上離れた磐梯の観測点で記録させると、いわゆる一般地震の記象型をしているとみなせるから、20km以上離れた吾妻山の地震の場合にも、完全に火山性地震型としてとらえているのではなくて、ある程度、一般地震に近い型でとらえているのではないかと推定される。それに、那須岳の地震の場合、その山体上での観測値からは、 $k<3\text{ km/sec}$ となることや、一般に、 Δ と震源の深さとが小さい地震ほどkの値も小さくなっている傾向があること(例えば、金沢、柏原の調査⁽⁶⁾によれば、椋島の火山性地震において、 $k=2.6\sim5.6\text{ km/sec}$ と算出)、さらに、震源の深さは別として、 Δ の値が小さければkの値も小さいという傾向は第3表からもうかがわれることであり、磐梯山の火山性地震においても、 $k<5\text{ km/sec}$ のものがあるのではないかとすることは十分に考えられる。

したがって、 $k<5\text{ km/sec}$ の場合もあり得るということ考慮に入れた上で、一応、磐梯山の火山性地震についての距離係数を $k=5.0\text{ km/sec}$ として考察を進めることにする。

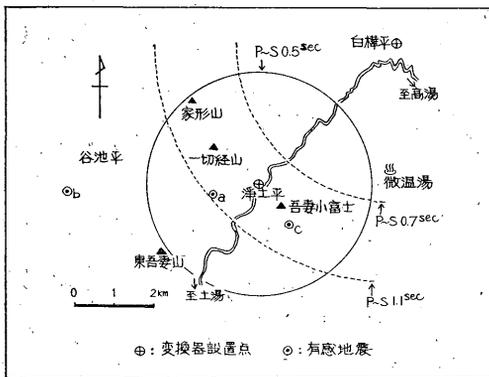
3. 磐梯山の火山性地震

3.1 地震回数とそのP~S時間による度数分布

この調査期間に、 $P\sim S<5\text{ sec}$ の地震がおおよそ1660個観測されている。その中でP~S時間が秒の1位まで読み取ることができるものは635個である。この635個の地震について、P~S時間を1秒間隔で区切って度数分布を調べたものが第4-1表および第3-1図である。

第4-1表の度数から見ると、 $2.1\text{ sec}<P\sim S<3.0\text{ sec}$ の地震がその約40%を占めており、さらにこれを0.1秒間隔で区切って度数分布を調べたものが第4-2表および第3-2図である。

これらの度数分布から明らかなように、P~S時間が



第2図 吾妻山有感地震の震央分布(大野による)

第3表 各観測点の観測値・ Δ および k

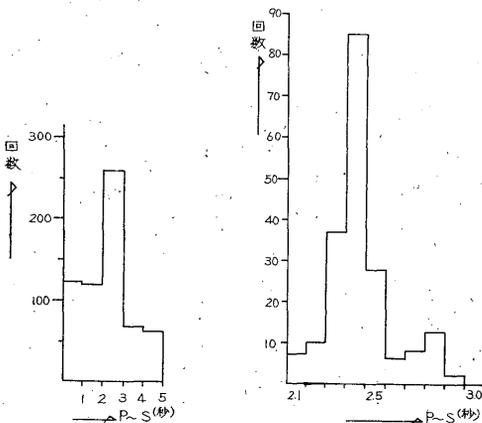
地震	観測点	$P \sim S$	切 動			Δ	k	備 考
			P_N	P_E	P_Z			
a	磐 梯 山	3.9sec	-0.5μ	-0.1μ	$+0.7\mu$	21.3km	5.5 km/sec	倍率3500倍
	吾 妻 山	×	-5.1	-3.6	-5.3	6.4	×	
	安達太良山	(1.3)	-0.5	+0.9	+2.3	11.6	(8.9)	
b	磐 梯 山	4	> -5.0	-1.5	$> +5.0$	19.2	(4.8)	倍率5000倍 $P \sim S = 4.0$ として k を算出
	吾 妻 山	×	+3.1	+2.9	+2.2	9.4	×	
	安達太良山	×	+0.7	-0.2	-0.9	14.3	×	
c	磐 梯 山	3.6	×	×	+0.0	22.3	6.2	倍率5000倍
	吾 妻 山	1.0	-1.3	-0.7	-0.9	4.8	4.8	
	野 地	1.1	—	—	-0.2	5.4	4.9	上下動のみ設置
	安達太良山	1.9	(+)	-0.1	-0.2	9.8	5.2	
d	磐 梯 山	6	×	×	+0.2	52.4	(8.7)	倍率5000倍 $P \sim S = 6.0$ として k を算出
	那 須 岳	0.7	+5.3	-0.7	-3.0	1.9	2.7	
e	磐 梯 山	6.3	+0.4	+0.1	+0.9	52.4	8.3	倍率5000倍 $P_E \cdot P_Z$ は振り切れか?
	那 須 岳	0.8	-3.6	+11.0	+11.0	1.9	2.4	

第4-1表 $P \sim S$ 時間1秒間隔の度数分布

$P \sim S$ sec	<5.0	<1.0	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~4.0	4.1~5.0
回 数	635	123	121	260	68	63

第4-2表 $P \sim S$ 時間0.1秒間隔の度数分布 (2.1秒 $<P \sim S < 3.3$ 秒)

$P \sim S$ sec	2.1~3.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	1/10秒位 が不明
回 数	260	7	10	42	85	28	6	8	13	2	0	59



3-1 $P \sim S < 5$ 秒 3-2 2.1秒 $<P \sim S < 3.0$ 秒
第3図 $P \sim S$ 時間による度数分布

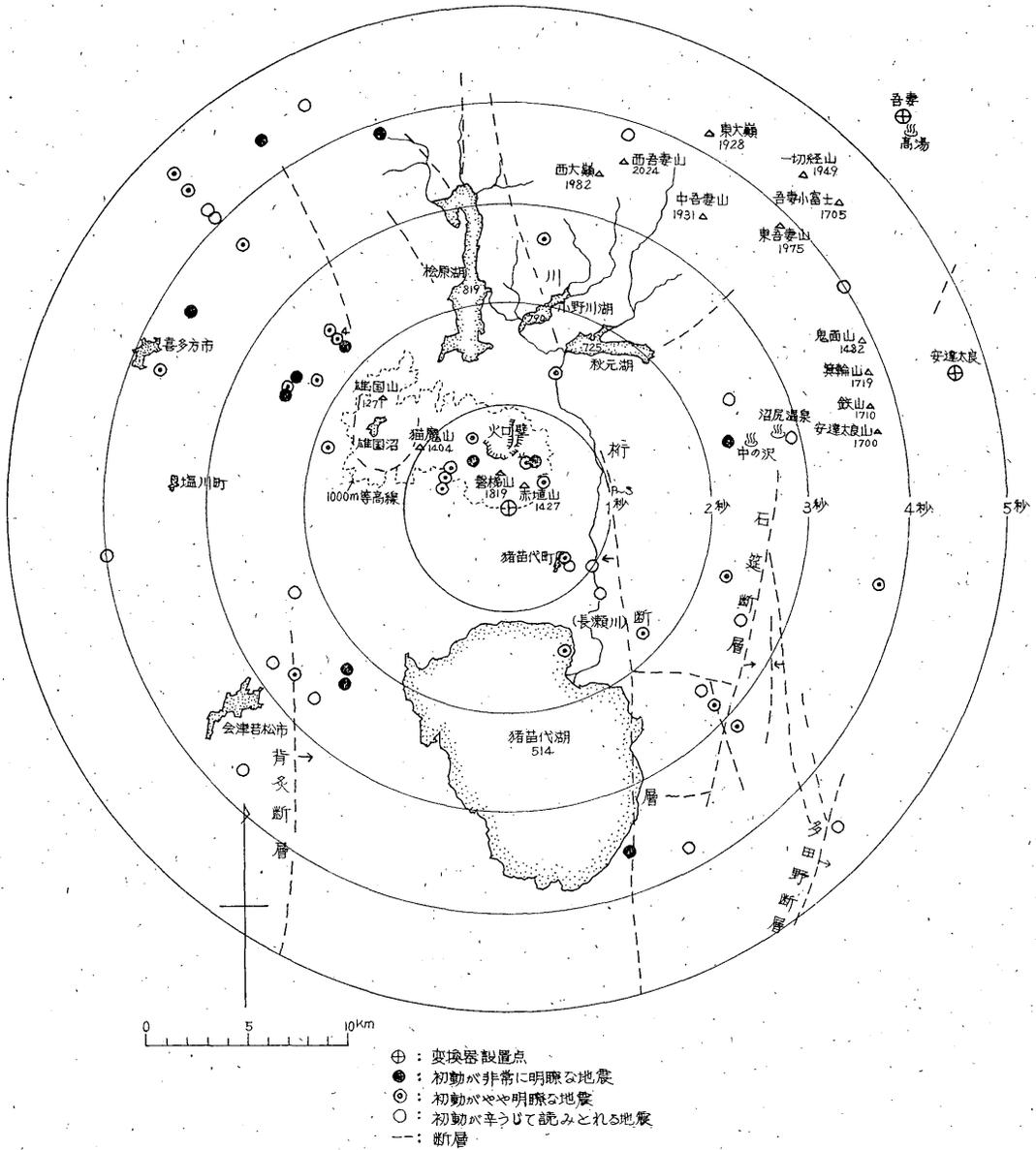
2.1~3.0秒の地震の度数が最も多く、中でも2.3~2.5秒の地震が極大を示す。

3.2 震源の深さを考慮せずに1点観測の初動方向と距離係数とから求めた震央

$P \sim S$ 時間が1/10秒まで読み取ることができ、かつ、3成分の初動が、非常に明瞭なもの、やや明瞭なもの、辛うじて読み取れるものの3種類に分け、距離係数=5.0 km/secとして震央を求め第4図に示す。

いま、磐梯山、猫魔山を一連の火山とみなして、これらを取り巻く1000mの等高線で囲まれる部分で発生する地震を磐梯山の火山性地震とみなせば、それは第4図から、 $P \sim S$ 時間が2秒以内のものに限定される。

また、猫魔山より生成時期が新しい火山である磐梯山のみを対象として、上記の区域の東側半分を「磐梯山の火山体」とすれば、 $P \sim S$ 時間1秒以内のものが磐梯山



第4図 $k=5\text{ km/sec}$ としたときの切動による震央分布

の火山性地震ということになる。第4図から明らかのように、 $P\sim S$ 時間が1秒以内の地震の大半はこの1000m等高線内の東側半分の区域で起こっている。

一方、現在、磐梯山で噴気活動を行なっている場所および変換器小屋の位置の概略を第5図に示す。

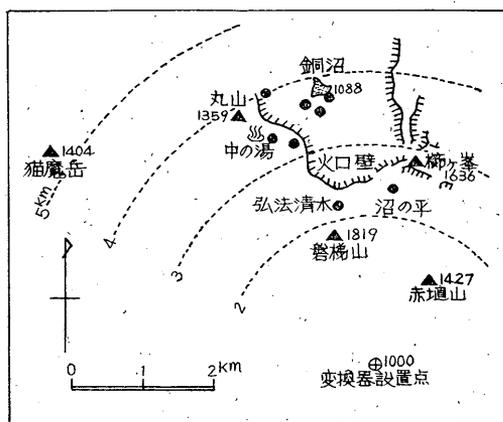
図中の●印は現地観測点であり、この中で噴気活動を行なっているのは、銅沼、弘法清水を除く、山腹の沼の

平、中の湯および1888年の爆裂火口壁の各観測点である。

火山活動が地表面に現われている地点と震央との対応はあまり良くつかない。また、この調査期間内に火山活動が特に変わったということも認められていないことから、これらの地震と地表面における火山活動との関係は不明である。なお、 $P\sim S$ 時間1秒以内の地震の年別

第5表 P~S 時間1秒以内の地震の年別発生回数

年	1965 (7月~12月)	1966	1967	1968	1969	1970	1971 (1月~6月)
回数	4	37	23	10	16	24	9



第5図 磐梯山の観測点略図
(●印は現地観測の観測点)

発生回数は第5表のとおりで、顕著な変動はないと言ってよい。

次に、3.1項で P~S 時間の度数分布が最大を示した P~S 2.1~3.0 秒の地震は、磐梯山の変換器設置点を中心として東北東~南東象限のもの、南西象限のもの、北西象限のもの、の3群に大別でき、一見、それぞれ石釜断層、背炙断層、雄国山から猫魔山へかけての断層の近辺に集中しているように見える。

しかし、これらの地震の記象型は、そのほとんどが火山観測指針⁽¹⁾ (68ページ)で言う「火山性地震(その1)」に類似していて、上に述べたどの象限に発生したものであるかを記象型から判別することは困難である。

ここで、「火山付近」の範囲が問題になるが、これらの地震はいずれも磐梯山からはかなりの距離にあり、東北東象限のものなどは、磐梯山よりむしろ安達大良山の近くで起こっている。したがって、距離係数 $k=5.0 \text{ km/sec}$ とした場合には、これらの地震は磐梯山の火山性地震とは言い難い。しかし、距離係数 $k=3.0 \text{ km/sec}$ とする根拠が見出せるなら、これらの地震の中の一部(北西象限のもの)は磐梯山の火山性地震とみなすことができる。

これらのことから、P~S 時間が3.1秒以上の地震については、磐梯山の火山性地震から除外する方が妥当であると思われる。

3.3 距離係数と1点観測の初動とから求めた震源

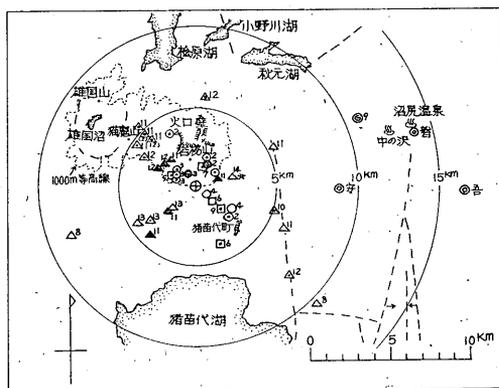
第4図に震央を示した地震のうち、P~S 時間が3.0秒以下のものについてその震源の深さを考慮した分布図が第6図である。図中、(2)とあるのは同一震源を有する地震が2つあったことを示す。

震央が第4図の場合よりも変換器設置点に接近するのは当然のことであるが、第6図から明らかのように、その大部分が変換器設置点から半径5km以内の地域に密集している。これは、P~S 時間が長い地震ほど震源が深く、かつ震央距離が短くなる傾向にあるためである。1点のP~S 時間と初動とを用いて震源を推定する方法は、その適用範囲がせいぜいP~S 時間1秒までと言われている⁽²⁾ ことなどから、第6図でP~S 時間が2.1秒以上の地震については、この方法で震源を求めることには問題があると思われる。

3.4 距離係数と3点観測の P~S 時間とから求めた震源

この調査期間中に、初動とP~S 時間とが吾妻・安達太良・磐梯の3山そろって読み取れた地震が1967年11月27日10時55分にあった。

この地震について、距離係数 ($k=5.0 \text{ km/sec}$) と1点ごとの初動とから震央を求め、それぞれ◎吾、◎



- ◎ : 変換器設置点
- ○ : P-S < 1.0秒でそれぞれ初動が非常に明瞭な地震、やや明瞭な地震、幸じて読みとれる地震。添字は震源の深さKm (1/10倍は4倍5入)
- □ : 1.1秒 < P-S < 2.0秒で
- ▲ △ : 2.1秒 < P-S < 3.0秒で
- - - : 断層
- ◎ △ : 3.4 秒象限

第6図 $k=5 \text{ km/sec}$ としたときの初動による震源分布

安、◎印で第6図の右側に示した。

また、3点観測の $P\sim S$ 時間から求めた震源を◎印で示した。また、△印は3.3項の方法で求めた震央である。これらの位置を比較すれば、震央の誤差の程度が推定できる。

3点観測で求めた震源は、1点観測の資料から求めたものよりも誤差が小さいはずであるから、この地震の震央(◎印)から求めた距離係数は $k=4.0\text{ km/sec}$ となり、初動は右方向にかたよっていることになる。

3.5 1954年の猪苗代における有感地震

1954(昭和29)年7月2日、磐梯山付近で局地的な有感地震が6回あり、猪苗代測候所(後に会津若松市に移転)の地震計には、同月1日～5日に計11回、火山性と思われる地震が記録された⁽¹⁰⁾。

当時の使用地震計は中村式簡単微動計(水平成分のみ)で、地震回数11回の内訳は1日1回、2日9回、5日1回である。その中で猪苗代における有感地震は2日の朝方(05時42分～06時56分)の6回、06時29分の震度Ⅱが最大であり、その他の5回は震度0である。また、 $P\sim S$ 時間は1.7～2.1秒、初動方向は不明である。

いま、初動方向はすべて北西の方向を示すものと仮定し、距離係数として $k=5.0\text{ km/sec}$ を用いれば、これらの地震の震央は磐梯山の火山体または火山付近(磐梯山を取り巻く1000mの等高線で囲まれる区域)にあることになるから、これらの地震は磐梯山の火山性地震であると考えることができる。

しかし、その中の2日18時20分の地震は猪苗代では無感であるが若松測候所では有感(震度Ⅰ)であることから、これらの地震の一部は、震源が磐梯山にあったかどうか疑問である。

4. ま と め

1) 1954年の猪苗代町における有感地震および震動観測開始以後の資料から、現在、その活動が穏やかな該火山にも、火山性地震が発生していることがわかる。な

お、本文ではふれていないが、現在までのところ、火山性微動は観測されていない。

2) $P\sim S$ 時間が5秒以内の地震について、 $P\sim S$ 時間を1秒間隔で区切って度数分布を調べると、 $2.1\text{ sec}<P\sim S<3.0\text{ sec}$ の地震が最大の度数を示し、その約40%を占める。

3) 該火山付近に発生した地震の距離係数は $k=5.0\text{ km/sec}$ が妥当であろう。もちろん、 k の値がこれ以下の場合もありうることである。

4) 磐梯山の火山性地震は、該火山に設置した62E型直視式電磁地震計で測って $P\sim S$ 時間が2.0秒以内のものに含まれている。さらに、 $k=3.0\text{ km/sec}$ とするか、または火山性地震の発生範囲を多少ひろげてみた場合でも、 $P\sim S$ 時間が3.0秒以内のものに限定される。

5) $P\sim S$ 時間が3.0秒以内の地震についてその震央の分布をみた場合、現在地表に現われている噴気地帯や温泉などの分布地域との対応は必ずしも良くない。

終りに、この調査を進めるに当り、記象の験測をはじめ、終始、御指導をいただいた沼田所長に深謝します。

参 考 文 献

- (1) 気象庁(1968): 火山観測指針
- (2) 気象庁(1967～71): 地震観測指針
- (3) 大野 譲(1966): 吾妻山調査報告
- (4) 清野政明・沢田可洋(1968～69): 十勝岳調査報告
- (5) 田中康裕・柏原静雄(1965): 吾妻山・安達太良山・磐梯山調査報告
- (6) 清野政明(1963): 那須岳調査報告
- (7) 金沢茂夫(1969): 焼岳調査報告
- (8) 金沢茂夫・柏原静雄(1968): 桜島調査報告
(3)～(8)は気象庁技術報告第75号火山機動観測調査報告に収録してある
- (9) 宇都宮地方気象台(1968): 昭和43年度火山技術打合せ会資料
- (10) 諏訪 彰(1963): 本邦活火山のカルテ(1), 測候時報, 30, 36～46
- (11) 福島県商工労働部開発課(1962): 20万分の1福島県地図説明書