

桜島火山の雑微動について*

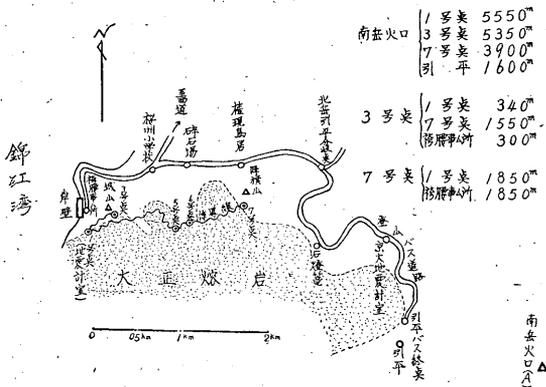
安井 豊**・利光貞夫**・伊集院福哉**

5 51.21

§1. は し が き

筆者らは毎日電磁式高倍率地震計による桜島の火山性微動の観測に従事しているが、一つの困難な問題は火山性微動と人為的、気象的の雑微動との分離である。そこで筆者らは、昭和33年9月より12月にかけて、桜島の城山(3号と略称す)ならびに降旗(7号と略称す)に設置してある、電磁式高倍率地震計記象から雑微動を取出し、それが気象、気圧配置、潮汐、波浪、交通機関などどのような関係を有するかを調べてみた。

なお城山の地震計は桜島袴腰城山麓、海岸から約300m離れた横穴中に設置され、降旗の地震計は城山より約1.6km大正熔岩流をへだたてて火口に近よった降旗山麓の平地に設置され、ともに基本倍率約5,000倍のものである。観測点は第1図に示してある。



第1図. 観測点位置

ここに雑微動というのは、明らかに火山性ではなく、また船の接離岸、バスの発着のように、明らかに交通機関の影響として分離し得るものを除いたものである。

諸調査資料は昭和33年9月~12月間にかけて3, 7号とも完全に記象のとれた62日間のものをとった。

読みとった雑微動の階級は次のようにした。

0: 雑微動なし

1: 全振幅0.2μ未満

2: 全振幅0.2μ以上0.4μ未満

3: 全振幅0.4μ以上0.6μ未満

4: 全振幅0.6μ以上0.8μ未満

なお、全振幅0.8μ以上の雑微動はなかった。

また、各表中にある観測時における雑微動のとり方は、その時間を中心に前後30分の間に出現した雑微動のうち、階級の最大なるものをとることとした。

§2. 雑微動の時刻別出現回数

雑微動の時刻別ひん度を求めれば第1表のとおりであった。

第1表から次のようなことがわかる。

1) 雑微動の全然ないという日はほとんどない。階級1, 2のものが多く、3はずっと少なく、4はほとんどない。

2) 階級1のものが減りはじめて、2のものがふえはじめるのは3号では3^hころ、7号では4^hころ、逆に階級1のものがふえはじめて、2のものが減りはじめるのはともに22^hころである。階級3のものは、10~19^hの間に比較的多い。

以上のように、雑微動はほとんど終日あるが、昼間に強く夜間に弱いという時刻別変化がある。このような時刻別変化としては一応次のような原因が考えられる。

- a 昼間の日射による山形変化
- b 昼間は交通量が多いため
- c 昼間は風が強い

以上a, b, cのうち、後述するように晴天の日よりも曇雨天の日の方が雑微動が強いことから、aはすくなくとも主因ではないと考えられ、また交通量によるものとすれば、始時はあまりにも早く、終時はあまりにもおそいことと、雨天で交通量の少ない日にかえて雑微動が強いことから、bもすくなくとも主因ではないと考えられる。おそらく後述するように主因はcであろう。

§3. 天気別出現回数

次にこれらの雑微動を天気別に統計すると第2表のと

* Y. Yasui, S. Toshimitsu and F. Ijūin : A Study of Ground Noises Observed at the Foot of Volcano Sakurajima (Received Dec. 7, 1959).

** 鹿児島地方気象台

第1表. 微動の時刻別ひん度 (階級別百分比)

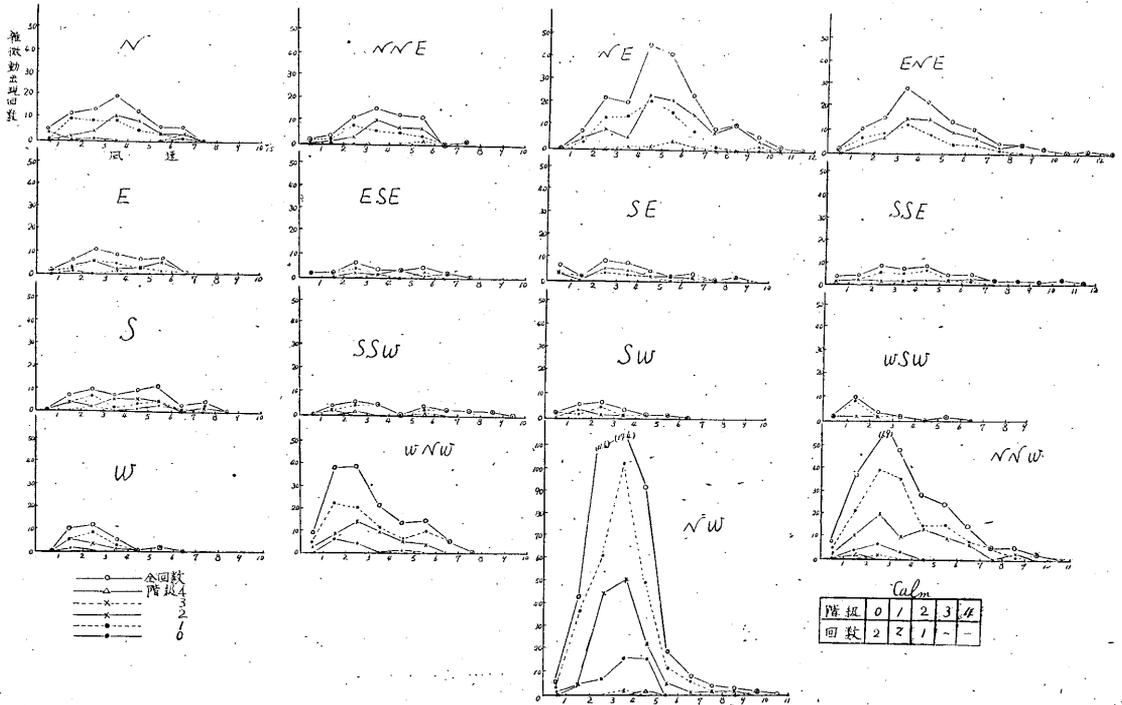
上段 3号点
下段 7号点

階級	時刻		h						7 8 9 10 11 12						13 14 15 16 17 18						19 20 21 22 23 24						平均
	h	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
0	h	%	3	8	5	2	3	2	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	5	4 5
	%	16	21	21	20	11	2	2	2	2	60	60	61	50	60	47	57	53	45	53	58	53	47	48	47	40	
1	h	%	77	69	74	71	57	55	63	63	71	52	47	58	60	66	61	65	53	50	47	45	44	50	44	58	58 56
	%	50	48	50	58	55	47	37	35	32	35	31	44	39	37	45	35	34	37	47	47	47	55	40	32		
2	h	%	20	23	21	27	42	39	35	34	24	40	45	40	39	31	37	35	47	47	56	50	48	44	47	31	38 37
	%	29	31	29	21	31	50	2	2	2	10	5	5	2	5	5	6	3	5	3	2	3	2	3			
3	h	%					3	2	2	2	5	8	2	2	3	2		3	2	2	2	2	2		3 2		
	%				2	2	2																				
4	h	%	2								3												3	2	0 0		
	%																										

第2表. 雑微動の天気別ひん度 (階級別百分比)

上段 3号点
下段 7号点

区分	時刻		h						7 8 9 10 11 12						13 14 15 16 17 18						19 20 21 22 23 24						平均		
	天気	階級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
○ 又は ⊙	階級	0	5	7	5	2	2	2	2	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5	6 6 61 57 32 34 1 2 0		
		%	17	22	27	24	12	2	2	2	71	63	68	51	66	46	59	56	45	59	68	56	56	59	45	45		63	66
		h	78	63	77	71	61	63	66	66	83	56	39	56	66	71	61	68	59	63	51	51	49	46	44	63			
		%	56	59	44	54	56	41	27	32	24	34	24	44	34	34	41	31	24	34	39	37	46	46	32	29			
		h	17	29	22	27	37	32	32	29	15	32	49	41	32	27	37	32	41	34	49	41	39	44	41	20			
◎	階級	0	11	11	11	11	11																			2 51 53 46 44 3 2 3 45 47 44 49 2 0 0			
		%	67	78	56	89	67	56	44	56	56	44	44	44	56	56	44	56	44	44	33	22	44	33	33		56		
		h	78	33	78	78	67	56	44	56	56	44	67	67	56	78	67	67	44	11	22	33	33	56	44		44		
		%	33	22	44	11	33	44	56	44	44	44	56	56	44	44	56	44	56	56	56	67	44	56	56		44		
		h	11	44	11	11	22	44	56	44	44	56	33	33	44	22	33	33	56	89	78	67	67	44	56		56		
● 又は ⊗	階級	0	17	8			8																		8	2 3 45 47 44 49 9 2 0 0			
		%	17	25	8	8	8																						
		h	83	83	83	58	25	33	33	50	42	50	50	50	42	42	33	33	33	50	25	33	42	17	33		50		
		%	25	25	50	58	50	58	67	58	58	42	58	58	42	42	58	50	58	33	25	33	33	58	42		50		
		h	17		8	42	67	58	58	42	50	33	33	33	50	42	50	42	50	33	67	67	50	83	58		33		
⊗	階級	0	50	50	42	25	42	42	8	8	8	17	17	17	8	17	17	25	17	17	8	8		8			8 8 8 8 8		
		%																											
		h																											
		%																											
		h																											



第2図. 風向別風速と雑微動ひん度 (全観測回数 1488 回, 7 号点)

おりである。

ここで天気分け方は次のようにした。

- 快晴：日平均雲量 2.5 未満の日
- ①晴：日平均雲量 2.5 以上 7.4 未満の日
- ◎曇：日平均雲量 7.5 以上の日

●または⊗雨または雪：降水のあった場合で、日平均雲量のかんにかかわらず、1時間 0.1mm 以上の降水が5時間以上あって、日降水量が1mm以上5mm未満の日、または1時間 0.1mm 以上の降水が3時間以上あって日降水量が5mm以上の日

第2表からわかるように3、7号とも晴天の日にくらべて曇天の時の方が、雑微動の強いものが多く現われており、さらに雨天の時はいくらも多くなっている。

このことは気象的にかなり影響を受けていることが考えられ、ことに調査期間中は秋から冬にかけての時期で悪天時としては、強い季節風あるいは東支那海方面からの低気圧の接近に伴う降雨が主なものである。

§ 4. 風による影響

前記のように雑微動の強いものが現われるのは、風による影響が大きいと考えられるので、各風向別における風速と3号における雑微動の出現の様態を示すと、第2

図のとおりである。

この図からだいたい次のようなことがわかる。

1) N~SSE の範囲の風向では、風速が4~5 m/s 以上になると、雑微動階級1のものより2のものが多く現われるようになる。とくに N~ENE の範囲では、この傾向が顕著である。さらに7 m/s 以上の強い風になると、ほとんど2以上のものが現われている。

2) S~NNW の時は1) のような傾向は認められず、5 m/s 以上の風速になると、大部分は1以上の階級のものが現われているが、全般に風速による変化が顕著でなく、各風速について2より1の階級の雑微動が多く現われている。

一般的に北よりの風の場合の方が、南よりの風の場合に比べ強い雑微動の出現率が大きい。

地形からみれば、桜島の北岳側の海岸に直角な風が吹く場合の方が、南岳側の海岸に直角な風が吹く場合より強い雑微動が多い。地震計の設置されているのは北岳熔岩の上であることからみて、風が強い時に強い雑微動が多いことは風そのもののためではなく、主として海岸に打寄せる波の強弱によるものであらうと考えられ、北岳熔岩と南岳熔岩の境目では、うまく地動が伝達されないであらう。

また総括的に、日平均風速と雑微動の出現の模様をみると、日平均風速が5 m/s 以上に及ぶような強風の時は、3、7号のいずれかに必ず階級3以上の強い雑微動がでている。

そして地震計台が地上に露出している7号の方が、地震計が風に当らぬ山の横穴内にある3号より、この影響が顕著であるが、このことは風による雑微動が前述したように大部分は海岸の波浪の影響であろうが、一部分は地震計台やその付近の地物に及ぼす風の直接影響のためであろうと考えられる。

§ 5. 雨による影響

雨天の日は晴天や曇天の日に比べて、雑微動の強いものが現われやすいことは前に述べたが、ここでは降水量と雑微動の強さについて調べてみた。

各時刻別の1時間降水量と雑微動の強さとの関係は第3表に示すとおりである。

第3表. 1時間降水量と雑微動の強さ

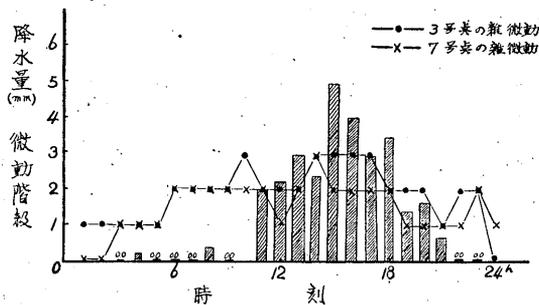
階級	降水量		雑微動の強さ							
	mm	0	1	2	3	4	5	6	18	
0	16 60	3 6	3 5							
1	687 716	61 68	13 12	1 4	1 1	1		1 1		
2	457 474	56 48	18 17	5 5	4	1	1		1 1	
3	26 20	3 1	1 1	2	2 6	1 3	3 7			
4	1 4	2								

この表をみると、無降水の場合でも、強い雑微動が現われることが多いが、全般的に1時間降水量が増すにつれて、雑微動の強いものの現われる比率が多くなっていることがうかがわれる。

第3図は、昭和33年12月18日における時刻別降水量と雑微動の強さとの関係を表わしたものである。

また日降水量について調べた結果では、無降水の時や少量の降水のあった時などでも、強い雑微動の現われることが多いが、このような時は1日中に現われる強いものの回数は少ないのに対し、日降水量が10mm以上ぐらになってくると、この回数が多くなっていく傾向がみられる。

なお、この傾向は3号で多くみられるが、7号ではそ



第3図. 昭和33, XII, 18の1時間降水量と雑微動の強さ

れほどではない。

後に述べるように、付近に低気圧がある時に雑微動は多いのであるが、降水量の多いほど強い雑微動が現われやすいことは、一つには降水量によって雑微動の伝ば波が変化することによるものであろうと考えられる。

雷雨に関するものについては、観測資料が非常に少なかったため明らかではないが、日降水量が10 mm 以上あった時の雷雨では降水時間の長短に問わず、かなり強い雑微動が現われているようである。

§ 6. 潮汐による影響

雑微動の潮汐による影響については、調査期間中に特殊な気象現象もなく、また台風などの襲来もなく、このためこれらによる潮汐や波浪の影響などについては調査できなかったが、ここでは単に、潮の満干潮時と雑微動の現われる時間的な関係、ならびに月令などとの関係について調べた。

3号における全資料について、満潮時および干潮時において、それぞれ現われた雑微動の強さを階級別に分けると、満潮時ともに階級0、1、2、3、4の順にはほぼ3、30、60、5、2%程度の比率で現われており、満潮時と干潮時との間に何らの差異がみとめられなかった。

これらの雑微動のうちには、前述の風や雨などによる気象的な影響が多く混入しているので、一応気象的影響を少しでも取除くという意味で、とくにこの影響の大きいと思われる日平均風速5 m/s 以上、または日降水量10mm 以上あった日を除いた日を取り、さらに強い雑微動の現われた0.4 μ 以上のものを観測した日だけについて、満潮時との関係を調べてみると次のようである。

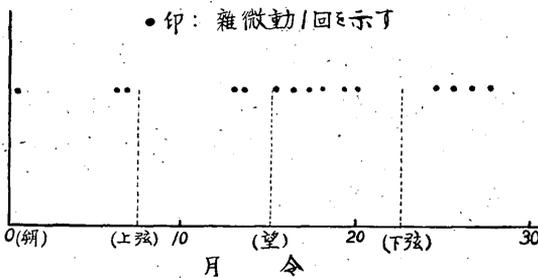
すなわち3、7号における雑微動の出現状況と満潮時との関係は、第4表のとおりであり、この表からわかるように、雑微動は3、7号とも干潮時には現われてお

第4表. 雑微動の満干潮時別ひん度 (0.4 μ 以上)

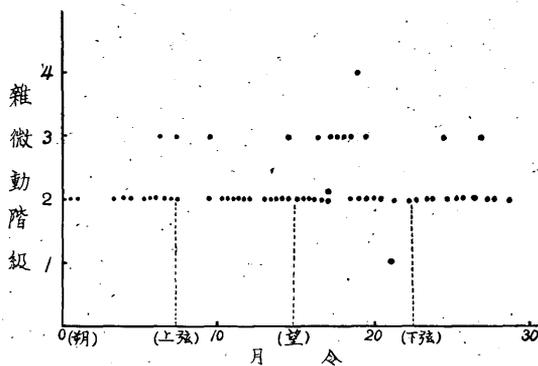
区分 地点	干→満	満潮	満→干	干潮	雑然	計
3号点	2	4	1			7
7号点	1	5	5			11

らず、満潮時のところに現われたものが多くなっている。とくに海岸に近い3号の方が、この影響が大ききようである。

次に月令との関係を見るために、3号の資料によって、上記条件の日について雑微動と月令とについて調べてみると、第4図の1のとおりであり、観測した日のとり方がまちまちではあるが、0.4 μ 以上の強い雑微動は望のところに多く現われており、次は下弦から朔に至る間となっており、上弦の時が最も少なくなっている。



第4図の1. 雑微動出現時の月令(3号) (0.4 μ 以上)



第4図の2. 雑微動出現時の月令(3号)

さらに、62日間の全資料からみると、1日中の雑微動の最大なるものと、当日の月令との関係は第4図の2のとおりであり、気象的影響も多く混入しているが、全般

的にみて望の時の方が、下弦などの時に比べて雑微動の強いものである。

これらからみると、資料の面で不十分ではあるが、干潮時より満潮時の方が、強い雑微動が現われやすい傾向がみられ、月令からみると望の時は他の月令の時に比べて、雑微動の強いものが多く現われている。満潮時の方が、干潮時よりも雑微動の強いものが多いということは、満潮時においては、海岸が観測所に近接することによるのであろうと考えられる。

加うるに、強風や降雨などの悪天時における波浪などの影響により、これらの要素が加わって、雑微動の強いものが現われやすい状態になるのではなかろうか。

なお、この期間中は台風などの襲来がなかったから気象的影響による連続した強い雑微動の現われやすいと思われるような時の観測資料があまりなく、十分な調査ができなかった。

§7. 気圧配置と雑微動

各気圧配置における雑微動の出現の様相については、だいたい次のような傾向がみられる。

1) 本邦が一般に高気圧の域内にある時

この時は雑微動の弱いものが多いが、高気圧の中心が通り過ぎてNE風が強くなり、風速が5 m/s以上に達するようになると、0.4 μ 以上の強いものもしばしば現われるようになる。

2) 日本海にある低気圧の東進後、大陸高気圧が張出す時

NWの風が強まる時であるが、風速にあまり関係なく、まだ風のかかなり弱い時でも、0.2 μ 以上のものが多く観測され、5 m/s以下の時でも、0.4 μ 以上のものがしばしば現われる。

3) 前線が九州を横断して、東西に走っている時

とくに顕著な傾向はみられないが、このような時でも強い雑微動の現われることがあるが、その回数は少ない。

4) 前線が九州南方洋上を接近して、東西に走っている時

この気圧配置の時は、日降水量が10mm以上になると、雑微動の強いものが多く現われる。

さらに、風速が5 m/s以上になると、この傾向が多くなる。

5) 低気圧が東支那海から朝鮮海峡へ抜ける場合

NE~ESEの風がとくに強い日には、雑微動の強いものが現われやすいが、風の弱い日には、強い雑微動は現

われない。

6) 低気圧が南九州に接近して東進する場合

優勢な低気圧が東支那海から東進して、南九州付近を通る時は、雑微動の出現回数は他の気圧配置の時に比べて多く、とくに3号では、強い雑微動が非常に多く現われる。

なお、台風時については資料が得られなかったが、接近により風雨が強まるにつれて3、7号とも雑微動の強いものが多く観測されるものと思われる。

§ 8. 交通機関による雑微動

§1~§7における項では、明らかに交通機関によるものを除いた雑微動について調べたのであるが、ここでは交通機関による雑微動に言及したい。

これについては先に「桜島火山における各微動伝ば速度」*で研究調査結果を発表したが、概括すれば次のとおりである。袴腰岸壁での渡船の接離岸は、接岸前長いものでは2分ぐらい前から、離岸後1.5分ぐらいの間は、3号に周期約0.2秒の大振幅(最大 0.6μ)の雑微動が現われるが、7号では振幅がずっと小さくなり、3号より7号までの表面波らしいものの伝ば速度は 0.8 km/s であった。

バス運行による雑微動は、船による雑微動に比しずっと小さい。袴腰、小池付近のバスの発停車、運行による雑微動は3号には現われるが、7号には現われず、逆に登山道路上のバスによる雑微動は、7号には多く現われるが、3号にはあまり現われない。なおバスにより測定した表面波らしいものの伝ば速度として、約 0.9 km/s を得た。

§ 9. む す び

以上を概括すれば次のようにいえよう。

- 1) 桜島の雑微動には交通機関によるものも多いが、これはだいたい他の雑微動と区別して分離され得る。
- 2) 桜島の雑微動には風に関係するものがあるが、これは風が直接陸地に与える影響のためのものではなく、もっぱら風が強いため波浪が強くなることによるらしい。
- 3) 桜島の雑微動は、一般に満潮時に強く、干潮時に弱い。この関係は7号より3号で顕著である。これから桜島の交通機関の影響を取り除いた雑微動の強弱は、もっぱら海岸の潮汐、波浪状況によるものと推論されよう。
- 4) 雨が多量に降れば、大きい雑微動が出現しやすい傾向がある。これは雨水の浸透のため、土がしまって波動を伝ばしやすい状態になったためではあるまいか。

* 昭和33年11月の西部気象研究会で利光貞夫発表