

有珠山の火山活動と精密水準測量結果

表 俊 一 郎

1 緒言 北海道有珠火山は明治43年大活動を行つて、北側の山麓に4・5個の新噴火口を生じ多数の寄生火山を新たに形成したのであつたが、其の後全く活動を休止し静穏な状態を繼續してきた。偶々昨昭和18年12月27日に至りおびただしく多数の地震の發生が山麓一帯の地域に於て感じられる様になり、有感地震の回数は日を追うて益々増加し、1月4日には300回餘に達し噴火を行ふのではないかと危ぶまれたが、幸ひ噴火を行ふことはなかつた。併し其の後間もなく有珠山東側の山麓の一部に地割の發達が顯著となり、極めて著しい地形變動が行はれてゐることが認められるやうになつた。此の場所は長湊平野をうるほすべき灌漑溝が走り、鐵道線路も亦横走してゐる地域に當つてゐるので、北海道廳の依頼により本年3月下旬水上氏及び筆者は第一回の調査を行ひ、水準測量其他の方法により極めて著しい隆起運動が進行中であることを見出した。其の後4月下旬筆者により第2回の調査が行はれ、隆起の現象が依然として繼續されてゐることが確められた。其の後、5月中旬より6月初め頃に至り隆起地帯が北部に移行したことが認められるやうになつたが、遂に6月23日に至り第1圖に見る如き地點に新噴火口を生じ、多量の降灰を伴ひ噴火を開始したのであつた。噴火直後水上博士は現地へ直行して踏査にあたられた。その結果は本

報告同氏報文に見る如くである。筆者は、先に噴火前に行はれた調査により判明してゐた地形變動の有様と噴火後に生じた地形變動の状態とを比較するため、7月上旬現地におもむいて主として精密水準測量による調査を行つたので、こゝに得られた結果を簡単に報告することにする。

2 水準測量

3月下旬第1回の調査を行つた時、隆起地域を縦走する道路に沿ひ第1圖に見る如く、BM. 1 ~ BM. 7 の7個の標石を埋設して臨時の水準點が設定せられた。次いで4月下旬第2回目の調査が行はれた結果、BM. 1を不動として1ヶ月間の各水準點の變動量が求められた。この求められた値は第2圖Aに示されてゐる如くであつて隆起現象の最も旺盛なBM. 5に於ては25m 餘に及ぶ變動を生じたのが見られる。第2圖Aに示されてゐる變動量を求めるにはBM. 5より南へ2.2Kmを距たるBM. 1を不動として計算を行つた。BM. 1の附近は結核から割目の發生も全く見られず隆起の現象は生じてゐないか又は生じてゐるとしてもその量は極めて小さいものであると考へられる。第3圖の曲線Aに4月17~18日及び18~19日の1日間の變動を實測によつて求めた結果が示されてゐる。この曲線と第2圖Aの曲線とをくらべると各水準點の變動量の有様は極めてよく似てゐることが氣付かれるが、更に第2圖を書きあらためて圖に求められてゐる各水準點の變動量を第1・第2の測量の行はれ

た期間で除して1日の變動量を求め、第3圖の曲線Bに示せば、兩曲線が驚く程相似てゐることが看取せられる。これは少くとも3月末より4月末までは全變動地域にわたつて日々一樣な隆起の状態が繼續したことを示すものであつて、隆起現象を調査する上からは注目せらるべきことである。次いで前に述べた如く7月末には第3圖の水準測量が行はれ、4月末の測量結果と比較しその期間中の變動を見出すことができた。第2圖Bにその結果が示されてゐる。之を第3圖の曲線の場合と同様1日の變動量に書き更めた結果は第4圖Bに見るごとくである。第4圖A曲線は7月16日及び17日に行つた2回の測量結果から實測せられた結果である。第2圖を一見して明らかな如く、2つの相異なる區間に於ては各水準點の隆起の様相が異つて來て3月~4月の間繼續せられた状態とは異つた状態が成起したことを示してゐる。即ち4月頃までは隆起速度が最も大であつたBM.5に於てはその速度が極めて小となり之に反しその時まで隆起速度が小であつたBM.7及び更にその北方の地域に於いて隆起速度が顯著に増大した所が生じたことが明らかである。之を第3圖Bの曲線の場合と同様1日の變動量に書き更めた結果は第4圖Bに見られる如くである。同圖A曲線は7月16日及び17日に行つた2回の測量結果から實測せられた1日の變動量である。第3圖A及びB曲線が極めてよく相似てゐたのに反し、第4圖のA・Bの間に

その關係がみられないことが第1に注目せられる。此の圖より7月末にはBM. 8附近にて顯著な隆起が生じつゝあるのに反し、かつて4月頃最大隆起速度を以て變動の行はれてみたBM. 5附近は反つて日々沈下の状態を現出してみることが認められる。併しこの圖からは、隆起状態に變化を生じた時期及び隆起速度變化の有様等について知ることが得ない。

偶々この同じ道路に沿ひ道廳土木當局により4月22日以後7月1日迄に數回にわたり繰返し測量が行はれてみたので、之より其の期間の變動の有様を詳らかにすることが出來た。第5圖に各測量杭の夫々の時期の高さが示されてをりこれらの點を結んだ直線の傾きから變動の速度を知ることが出來る。圖には北にある杭から順次番號を打つてその順に従つて圖に記入せられてゐる。白丸で記入せられてゐるのは土木の杭のすぐ附近にある筆者が設置し水準點の變動を示すものである。即ち第2圖3にては、4月20日の高さとして7月20日の高さとの差が知られるのみでありその間の期間の變動の有様については何も知り得なかつたのであるが、此の第5圖に示された杭の變動を仲介とすることによつて4月より7月に至る期間に地形變動の推移が如何な経過をとつたかを充分に察知することが出來る。之によると3月~4月隆起速度最大であつたBM. 5の附近の杭14にては5月20日頃までは依然として急激な上昇がつゞくこと

が見られたが、その後は隆起速度は急に小となり6月20日すぎより沈降の傾向を示してゐるのがみられる。之に反し之より北にあるBM. 6に近い杭7にては5月23日より上昇速度大となり隆起の中心がこの附近に移動したごとく見られる。しかし6月20日過頃より上昇速度は再び小となつてゐるのが見られる。之に反し更に北にあつてBM. 8に近い杭2及び3等にては杭14等の隆起速度が大であつた。3月・4月及び5月20日頃までは極めて僅かな隆起を存つてゐたにすぎなかつたけれども5月20日過頃BM. 5附近の地盤隆起が衰へ始めBM. 7の附近に隆起の中心が移動しその附近の隆起速度が著大になると同時にこの地域も盛んに隆起運動を開始したことを知ることが出来る。6月20日以後BM. 7附近の隆起速度が再び減少しはちめた時に於ても益々隆起速度を増して隆起の中心は遂に之の附近に移動したことを知ることが出来る。

此の道路と略平行し、約100m程東側を鐵道線路が従走してをりこの鐵道線路の路盤面の變動の状態が5月1日以後7月15日迄に數回にわたり繰返し水準測量が行はれた。當局の好意により貸與せられた材料に基き上と同様の圖を示せば第6圖の如くなる。後の第7圖に見る如く隆起量は道路より西側の山地にはいる程大であることがたしかめられてゐる。従つて道路より東側にある鐵道路面の變動量は道路に沿ひ設置した杭の變動量より小であるのは當然であるが、道路の杭の變動曲線と之に對應する位置にある鐵道路面の各測

點の變動曲線とは全く同一の性質を示すことが顯著に現はれてゐる

以上述べた水準測量は道路に沿ふ測量も鐵道に沿ふものもいづれもほとん南北の方向即ち有珠の山頂より放射狀に引かれた線に直角の方向に走る路線に沿ひ測量が行はれたことになつてをり、放射線の方向に設置せられた水準路線は一本もないことになる。この缺點を補ふために BM. 5 に於て既述の水準路線と直交し、第 1 圖に A・B—F と記入せられた水準點に沿ふ測量が行はれた。第 7 圖 A は 4 月 21 日～22 日の 1 日の變動量であり同圖 B は 4 月 22 日～7 月 20 日の 3 ヶ月間の變動量である。いづれもから、山地に近づく程隆起量は大きくなり隆起量最大の地域が道路の西側にあることを推察せしめるのに充分である。

之等の水準測量の結果を綜合して考察するに、今回の有珠山の活動に於ては始め 1 月又は 2 月頃には BM. 3 附近即ち伊達・壯瞥村界附近の西側の山地に隆起の中心があり、この邊りを中心として盛んに隆起が行はれ、次いで 3 月～4 月頃には BM. 5 附近の西側の山地に隆起の中心が移り 5 月乃至 6 月始め頃には隆起の中心は更に北に移り BM. 7 の附近にて最大の隆起量を示すやうになり 6 月 20 日頃からは、中心が更に北に移行し遂に 6 月 23 日にはその當時では最大の隆起速度を持つてみたと推定せられる所に火口を生じて噴火が始まり、此の噴火が開始せられると殆んど時を同じうして噴火地點を多少距つた地點は反つて沈下を始めその沈下量はかつては隆起速

度著しく大で變動前の地盤面から30mを超える隆起を行つたと考へられる。BM. 5の附近が最大であることを示してゐる。併し沈下の量は極めてわづかであり高々100m程度にすぎない。

以上筆者の行つた水準測量に基いて論じ來たつた專柄は、BM. 1の水準點の高さは全期間を通じて不變であつたとの假定を置いてゐるのであるが故に、BM. 1の變動の有る無しは確められなくてはならない。この目的のために、BM. 1より更に3.5Km南にある陸地測量部第一等水準點とBM. 1との水準差を測量することとし4月19日及7月14日の2回測量が實施せられた。此の2回の差を圖示すれば第8圖の如くなる。之によれば3ヶ月間の變動量は5mm以内であり上に論じたごとき大變動について考へる限りに於てはBM. 1は不動と考へて全く差支へないことが解る。

3 池水面を利用した水準測量

第1回及び第2回の調査が行はれた時には、第1圖BM. 6の附近の水田に水が溜つて60m X 80m程の大きさの池が生じてゐた。この池のすぐ近くに之よりは小なる他の2つの池も存在してゐた。(P1, 2, 3)この地域は當時隆起速度の極めて大きな地域であつたので池の周圍に杭を打ち、杭に印されたマークの水面からの高さを調べることにより土地の傾動の方向と大きさを求めた。傾動最大の方向の兩端に植ゑられた2つの杭の水面からの差の相對的變動量

は1日間に4 cm以上にも及んだので之より求められた値は充分に信用を置くことが出来る。P1.P2.P3の3つの池について得られた1日毎の傾斜量は第1表に示すごとくである。

第 1 表

池の最大傾斜角と方位									
池 P - 1			P - 2				P - 3		
期間	I	Z	期間	I	Z	期間	I	Z	
4月 日	分	秒	N	W	4月 日	分	秒	N	W
13-14	3	50	85		17-18	3	05	83	
15-16	4	40	81		18-19	2	40	80	
16-17	4	40	82		19-20	2	30	81	
17-18	5	00	84		20-21	2	20	71	
18-19	5	00	84		21-22	2	20	75	
20-21	2	40	78		22-23	2	30	75	
21-22	4	10	79						

I・最大傾斜角

Z・最大傾斜方位

表に見るとく此の傾斜量は極めて大であり、斯くの如き大變動が進行中に測定せられたといふことは誠に稀有の事柄に懸すといはなくてはならない。騰取られた杭のマークの高さの差より傾斜量を求めるには正弦曲線の方法によつた。P1.P2.P3の夫々の池の正弦曲線の一例が第9圖に示されてゐる。之等の圖に於て點のばらつき

方が甚だしくないといふことは、池全体としては一枚の板が一樣に傾くやうな運動を行つてゐたといふことを示すものである。7月の調査の時には上述の池は既に湧水してゐたが、BM. 8 附近に生じた著しい隆起運動は壯瞥川を堰止める結果となり背水 1 Km に及ぶ池が出現してゐた。長流一等水準點より起つて北進してきた水準點は BL. 8 を以つて終つてをり、而も既に前節に述べた如く BM. 8 の地點は新たに變動區域内にはいることゝなつたので水準線路も更に北へ延長することが必要なのであるが、この地域は多量の降灰其の他のため水準測量の實施は容易ならざるものがあるので丁度 BM. 8 より北へ 1 Km に及ぶ池が出現してゐるのを幸ひその傾斜の測定を行つて水準測量に代へることゝした。この池の周圍に植ゑた杭の變動を見るに池の南部と北部とでは變動に極めて著しい差異があることが見出され、その境界を明確に定めることが出來た。(第 1 圖参照) この地點は丁度地質學的にも瀧の上熔岩と外輪山熔岩との境する所の延長にあたつてゐることは注目せらるべきことである。このやうにして池の南部と北部と別箇に傾斜が求められたのであるが、その正弦曲線の 1 例は第 10 圖 A 及び B に見るとくである。傾斜量は池の南部 BM. 8 附近にては 1 日に 100 秒角近くであるが、北部にては 10 秒角以下であることが見られる。

第 II 表

池 P4 の最大傾斜角と方位

P - 4

期 間	I	Z
7月 12-13日	4.6 $\times 10^{-4}$	N 125 ^{cc} W
13-14	4.0	145
14-15	3.4	165
15-16	4.2	60
16-17	3.6	135
17-18	4.3	117
18-19	4.6	140
19-20	4.6	105

I : 最大傾斜角

Z : 最大傾斜方位

傾斜角は第 II 表に見られるごとくである。この池より更に上流に生じてみた延長 80 m の水溜りについて測定した結果は、1 日の傾斜角は 1 秒角以下であり変動量は極めて小であることが見出された。

4 洞爺湖水面を利用した水準測量

精密水準測量の結果は測量の行はれた路線に沿ひ変動の有様を精密に知ることが出来るが、水準路線を延長することは可成の時間と労力とを要する。従つて上に述べたごとき有珠山の地形変動が如何なる範囲にまで及んであるかを知るため廣い地域にわたつて精密水

準測量を行つて、之を見出すことは必ずしも容易のことではない。幸ひにも、ここに直径10Kmに及ぶほぼ圓形の湖があり壯管村及び洞爺湖温泉町がこの南岸に臨んでゐるので、湖水面は自然の水準儀であることを利用し、之等の土地に變動ありとすればその變動量を見出さずと試みた。即ち4月第2回調査のとき壯管村瀧の北温泉町土木出張所裏、向洞爺湖爺橋東側及び中ノ島棧橋東の四ヶ所に水準點を設置し、水準測量によつて測量を行つた。この時には水中に杭を打ちその杭の上に立てた標尺の水面の高さを直接に読みとつて水面と水準點との間を連絡したのであつた。幸ひ測定が行はれた時は無風、波も亦極めて靜穩であつたので數回の讀取を行つて得られた結果は土2mmの程度の信用度を持つといひ得ると考へられる。7月の測量の場合には、水銀マンメーターを用ひて測定が行はれた。この場合には風のため湖水面は可成の靜振を行つてをりその振幅は2.5cm、週期は12分であることが見出されたので水面の最高と最低との高さの平均を以て湖水面の高さと假定して、前に設置せられたベンチマークとの間の高さが測定せられた。それらの結果は第Ⅲ表に示すとくである。

第 Ⅱ 表
洞爺湖の水準測量

水準點 記 號	T 1	T 2	T 22	T 3	T 4	T 5
場 所	洞爺爺 温泉町	中ノ島	中ノ島	向洞爺	瀧の上	仲洞爺
測定月日	9月 日 9 20	9月 日 9 20	9月 日 9 20	9月 日 9 19	9月 日 9 19	9月 日 9 19
時 刻	13 時	9 時	11 時	16 時	10 時	13 時
氣 温	24°C	25°C	25°C	25°C	22°C	24°C
天 候	雨	曇	曇	曇	曇	晴
風	微	微	稍強シ	ナシ	ナシ	ナシ
h'	Cm 231.37			Cm 214.36	Cm 106.54	
$\Delta h'$	- 112			- 0.25	0.00	
H	262.49			214.61	106.54	
測定月日	月 日 4 22			月 日 4 22	月 日 4 22	
H	Cm 342.71			Cm 324.14	Cm 217.68	
4月及7 月の差	110.22			109.53	111.14	

中の島の前回のマークは失はれてゐたが他の3ヶ所は幸ひにも毀けられずして保存せられてゐたので、今回の結果と前回の結果との差により變動量を求めることが出来る。向洞爺は變動地域より極めて遠く距つてゐるので不動と假定すれば、温泉町にては、6.9 mm、壯瞥にては16.1 mm の隆起が4月~7月の3ヶ月間に行はれたことになる。湖水全体が傾斜したと考へることが許されるならば、傾斜の量は 2.0×10^{-6} 、隆起最大の方位はN 120°E となる。

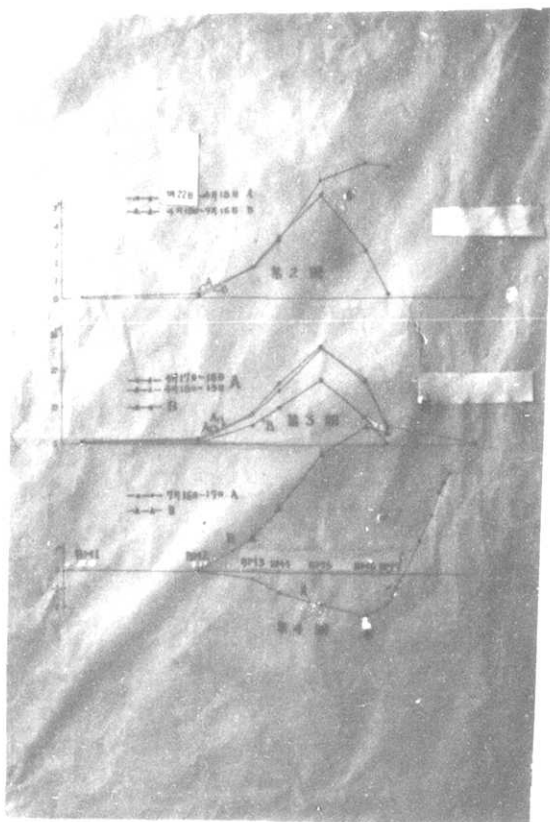
5 其其の他

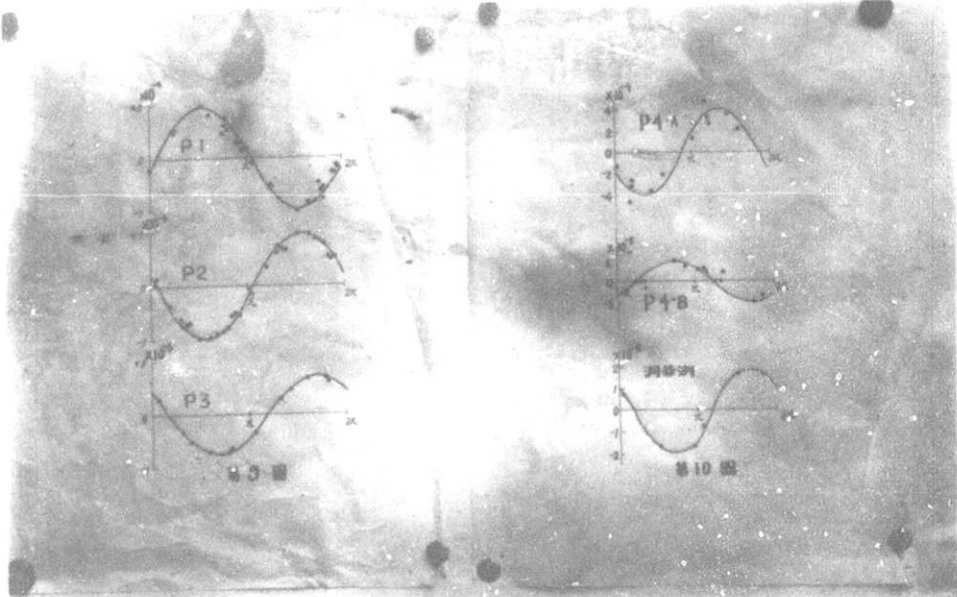
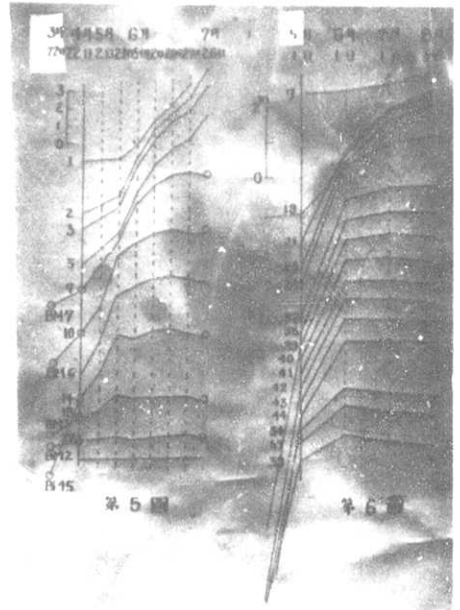
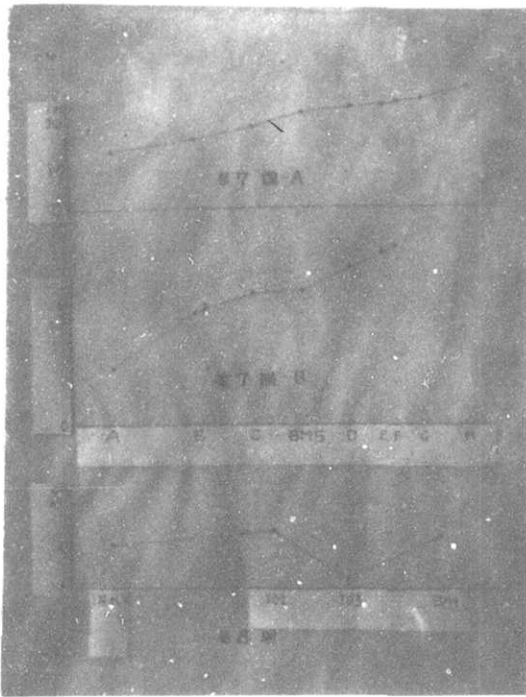
以上述べた事柄の他に、スピリットレベルにより諸々の地點で傾斜の測定が行はれ、又ダイヤルゲージにより刻々の隆起の状態も測定せられて殊に地震の發生と地形變動との關係も密接なものがあることが見出された。更に4月には水平動、7月には上下動の地震計により観測が行はれて多くの地震が記録せられたのであつたが、それらの詳細にわたつては別の機會に論ずることとする。

6 結 語

今回の有珠山の活動が開始せられてより、今日までに既に8ヶ月以上を經過した。此の間に筆者が調査した事柄の概略は上述の如くである、此の可なりに長期にわたる火山活動の結果附近町村の被つた損害は少くなからざるものがあるが噴火による人畜に對する被害が見られなかつたのは不幸中の幸といふべきである。之は全く警察署長の指揮と警備団体の活動との賜物であつて、吾人の敬服に堪へ

ない所である。調査を行ふにあたり官民各位より吾々に與へられた
多大の援助に對し深く感謝の意を表する次第である。





(2) 邊長變化

(1) 苗 圃

邊 \ 期間	日 日 21-22	日 日 22-23	日 日 23-24	日 日 24-30	日 日 30-2
1-2	+ 1,7	- 0,2	- 1,0	+ 0,3	- 0,4
2-3	+ 0,0	+ 0,1	+ 0,2	- 0,6	- 0,2
3-1	+ 1,0	+ 0,2	- 0,3	- 0,2	- 0,4
1-4	+ 0,2	- 0,3	+ 0,1	- 0,4	- 0,1
4-3	+ 0,0	+ 0,8	- 0,2	- 0,4	- 0,2

(2) フ カ バ

邊 \ 期間	21-22	22-23	23-29	29-30	30- 2
1-2	+ 1,0	- 0,7	- 2,7	- 0,4	- 0,2
2-3	- 2,2	- 2,2	- 10,4	- 2,4	- 6,1
3-1	- 1,0	- 3,4	- 10,6	- 2,2	- 5,8
1-4	- 1,0	- 4,2	- 14,9	- 2,5	- 9,5
4-3	+ 0,1	- 0,3	- 1,2	+ 0,1	- 0,8

(2) 歪

(1) 面積變化の割合

期 間	21-22	22-23	23-24	24-30	30- 2
苗 圃	+45.10 ⁻⁴	+10.10 ⁻⁴	-18.10 ⁻⁴	-18.10 ⁻⁴	-20.10 ⁻⁴
期 間	全上	全上	23-29	29-30	全上
フカバ	-36.10 ⁻⁴	-99.10 ⁻⁴	-33.710 ⁻⁴	-80.10 ⁻⁴	-155.10 ⁻⁴

(2) 主歪及其の方向

期 間	21-22	22-23	23-24	24-30	30- 2		
苗圃	伸 長	0,80.10 ⁻³	0,64.10 ⁻³	0,29.10 ⁻³	0,26.10 ⁻³	0,03.10 ⁻³	火口ノ方向 S65W
	歴 縮	0,32.10 ⁻³	0,26.10 ⁻³	0,36.10 ⁻³	0,19.10 ⁻³	0,19.10 ⁻³	
	歴縮の方向	S89E	S58E	S15E	N86E	S10W	
フカバ	期 間	21-22	22-23	23-29	29-30	30- 2	火口ノ方向
	伸 長	0,6.10 ⁻³	0,5.10 ⁻³	1,8.10 ⁻³	0,5.10 ⁻³	1,4.10 ⁻³	
	歴 縮	1,3.10 ⁻³	3,2.10 ⁻³	9,7.10 ⁻³	1,9.10 ⁻³	6,3.10 ⁻³	
	歴縮の方向	N74°W	N83°W	N81°W	N78°W	N79W	

(1) 邊長變化

(a) 苗圃

邊 \ 期間	日日 21-22	日日 22-23	日日 23-24	日日 24-30	日日 30-2
1-2	+ 1,7	- 0,2	- 1,0	+ 0,3	- 0,4
2-3	+ 0,0	+ 0,1	+ 0,2	- 0,6	- 0,2
3-1	+ 1,0	+ 0,2	- 0,3	- 0,2	- 0,4
1-4	+ 0,2	- 0,3	+ 0,1	- 0,4	- 0,1
4-3	+ 0,0	+ 0,8	- 0,2	- 0,4	- 0,2

(b) フカバ

邊 \ 期間	21-22	22-23	23-29	29-30	30-2
1-2	+ 1,0	- 0,7	- 2,7	- 0,4	- 0,2
2-3	- 2,2	- 2,2	- 10,4	- 2,4	- 6,1
3-1	- 1,0	- 3,4	- 10,6	- 2,2	- 5,8
1-4	- 1,0	- 4,2	- 14,9	- 2,5	- 9,5
4-3	+ 0,1	- 0,3	- 1,2	+ 0,1	- 0,8

(2) 蘆

(1) 面積變化の割合

期 間	21-22	22-23	23-24	24-30	30- 2
苗 圃	+45.10 ⁻⁴	+17.10 ⁻⁴	-18.10 ⁻⁴	-18.10 ⁻⁴	-20.10 ⁻⁴
期 間	全上	全上	23-29	29-30	全上
フカバ	-38.10 ⁴	-99.10 ⁻⁴	-337.10 ⁻⁴	-80.10 ⁻⁴	-155.10 ⁻⁴

(2) 主歪及其その方向

苗圃	期 間	21-22	22-23	23-24	24-30	30- 2	火口ノ方向
	伸 長	0,80.10 ⁻³	0,64.10 ⁻³	0,29.10 ⁻³	0,26.10 ⁻³	0,03.10 ⁻³	
	壓 縮	0,32.10 ⁻³	0,26.10 ⁻³	0,36.10 ⁻³	0,19.10 ⁻³	0,19.10 ⁻³	
	壓縮の方向	S89E	S58E	S15E	N86E	S10W	
フカバ	期 間	21-22	22-23	23-29	29-30	30- 2	火口ノ方向
	伸 長	0,6.10 ⁻³	0,5.10 ⁻³	1,8.10 ⁻³	0,5.10 ⁻³	1,4.10 ⁻³	
	壓 縮	1,3.10 ⁻³	3,2.10 ⁻³	9,7.10 ⁻³	1,9.10 ⁻³	6,3.10 ⁻³	
	壓縮の方向	N74°W	N83°W	N81°W	N76°W	N79W	