

# 電線のゆるみを用いた地殻変動量の推定 -有珠火山2000年噴火に関連して-

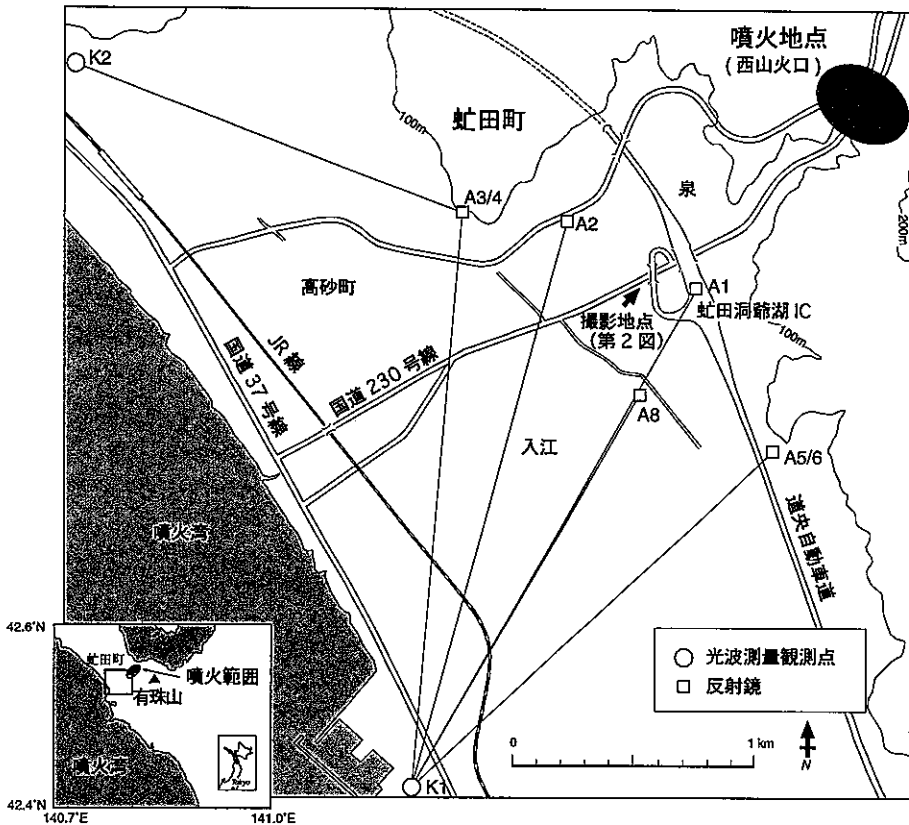
佐藤 努<sup>1)</sup>・風早 康平<sup>1)</sup>・鈴木 敦生<sup>2)</sup>・松本 則夫<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

有珠火山2000年噴火活動では、噴火地点周辺において大規模な地殻変動が生じた。虻田町泉地区の西山火口周辺(第1図)では隆起量が最大で60mに達し(長谷川ほか, 2000), その南西に位置する虻田町市街地(泉, 高砂町, 入江地区)では、道路アスファルトのめくれ上がりなど、地殻の短縮を示す現象が見られています。このような地殻の短縮は、マグマの貫入による縮みの地殻歪変

化や、隆起に伴う傾斜増大によって引き起こされた地すべりなどが原因ではないかと考えられています(広瀬ほか, 2000)。

第2図の写真は、虻田洞爺湖インターチェンジ(IC)付近から西山火口方向を撮影したものです(撮影場所は第1図参照)。道路アスファルトがめくれ上がり、電線も大きくゆるんでいて、地殻が短縮していることが推測されます。この写真は2000年4月16日に撮影したのですが、当時は立入規制により撮影場所よりも噴火地点に近づくことができ



第1図 虻田町泉・高砂町・入江地区の地図。光波測量観測点と反射鏡は、斉藤ほか(2001)による。

1) 産総研 地質調査総合センター  
2) 北海道大学大学院理学研究科附属地震火山研究観測センター

キーワード: 有珠山, 火山噴火, 地殻変動, 電柱, 電線

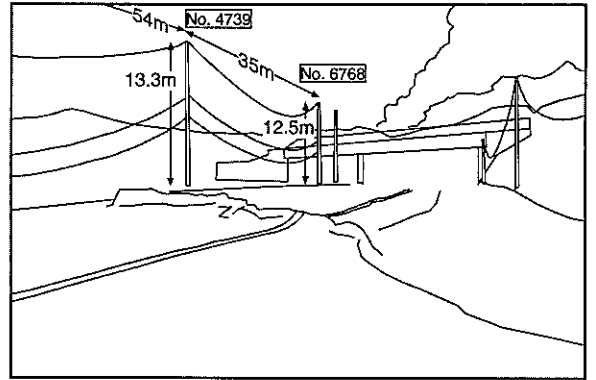
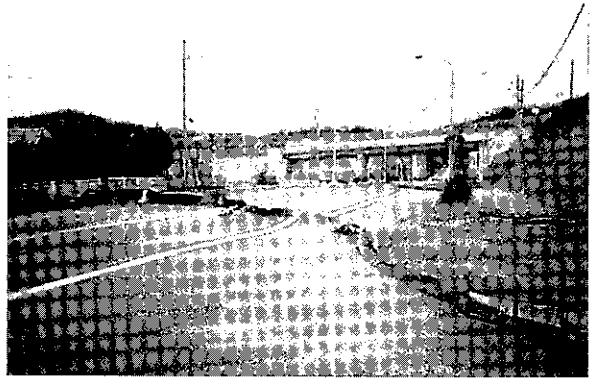
ず、めくれ上がりの大きさや電柱間の短縮量などの調査を行うことは不可能でした。そこで我々は、電線のゆるみを目視で測定することによって地殻の短縮量を推定する方法を試みました。その結果を本稿にて紹介します。

## 2. 有珠火山2000年噴火と地殻変動観測

有珠火山2000年噴火活動における噴火は、有珠火山山頂部からではなく、山頂の北西側を走る国道230号線沿いで始まりました(第1図)。噴火が起きた虻田町泉地区およびその周辺の高砂町地区の一部と入江地区では、噴火の1日前の3月30日に避難指示が出ていたため、幸いにも住民に怪我人は出ませんでした。3月31日の噴火後は、海沿いの国道37号線も通行止めとなり、第1図に示したほとんどの地域において立ち入りが禁じられました。国道37号線の通行止めが時限解除されたのは、4月13日になってからでした。

火山活動の推移を監視するためには、地殻変動の様子をリアルタイムで明らかにすることが重要です。そのため、4月3日には大学合同観測班によって虻田洞爺湖IC付近に光波測量用の反射鏡(第1図のA1, A5/6, A8)が設置されました。しかし、立入規制等の影響によりすぐには観測を開始することができず、K1およびK2地点からの光波測量が始まったのは反射鏡設置の9日後の4月12日になってからでした(齊藤ほか, 2001)。

このような条件下において地殻変動観測に大きく貢献したのは、航空写真やセオドライト(精密経緯儀)、時間差実体視法などの古典的な測量技術でした。これらの観測に共通しているのは、遠方や上空から目標物を望遠視もしくは写真撮影し、その結果を比較することによって地殻の動きをとらえる手法であることです。火山噴火などでは危険のため山体に近づくことができない場合があり、遠方から安全に行える観測としてこれらの手法は昔から利用されてきました。「三松ダイアグラム」として有名な昭和新山の成長を記録したスケッチ(三松, 1962)も、このような観測手法の一つです。今回の噴火活動において、西山火口で最大60mの隆起という観測結果が得られています(長谷川ほか, 2000)、これも航空写真の解析からでした。



第2図 虻田洞爺湖IC付近の国道230号線の様子(2000年4月16日撮影)。電線がゆるみ、道路アスファルトがめくれ上がっている。

もし電線のゆるみを望遠視することによって地殻短縮量を推定することができたら、このような遠方からの観測の一つとして地殻変動観測に貢献できると考えられます。そこで我々は、電線のゆるみから地殻短縮量を推定するためのダイアグラム(第3図)を作成しました。次章では、このダイアグラムの作成方法について紹介したいと思います。

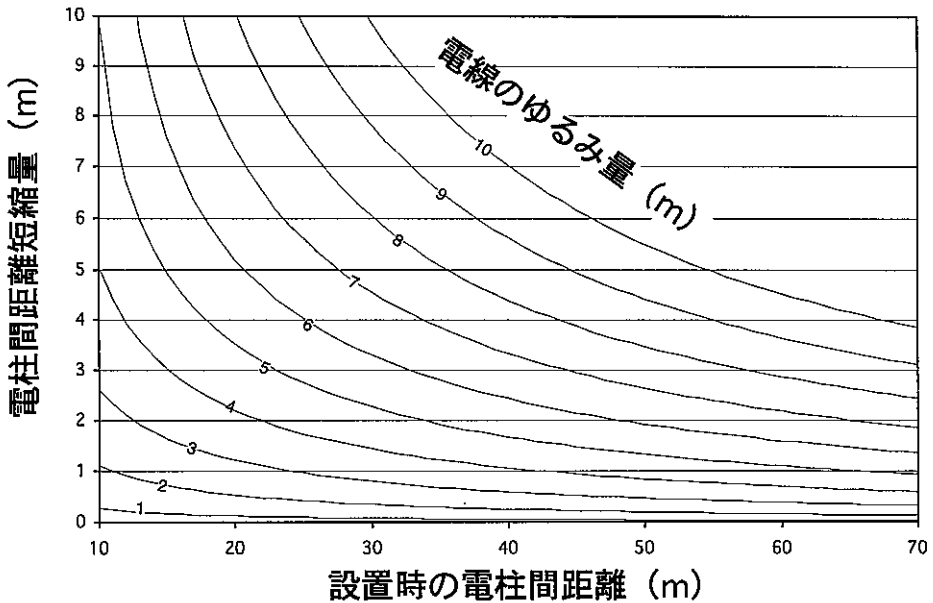
## 3. 電線とゆるみ

電線のゆるみから地殻短縮量を推定するためには、次のデータが必要です。

- 1) 電線のゆるみ(電柱の高さ)
- 2) 設置時の電柱間距離
- 3) 電線のゆるみと電柱間距離短縮量との関係式

1)の電柱の高さは、電線のゆるみを目視で測定する場合にスケールとして役に立つと思われるため、必要なデータとして括弧で示しています。

まず2)の設置時の電柱間距離と1)の電柱の高



第3図 様々な電柱間距離における電柱間距離短縮量と電線のゆるみ量との関係。佐藤ほか(2002)より。

さについては、本研究では北海道電力株式会社が作成した縮尺2,500分の1の「配電線路図」を参考にしました。配電線路図には、設置時の電柱間距離が1m単位の読みと値(誤差±0.5m)で記載されています。また電柱の高さに関しては、電柱の全長が記載されています。電柱の全長には、地中に埋設されている長さも含まれているため、全長から地上高を求めるためには電柱の埋設に関する知識が必要となってきます。

電柱の設置は、主に「配電規程」(日本電気協会、2000)に則って行われています。配電規程とは、低圧及び高圧の電線路及び電線路に施設される機械器具について規定したもので、電気設備に関する技術基準を定める省令及び電気設備の技術基準の解釈に示されている項目を中心に記述されています。これによると、電柱の埋設部分の長さについて「全長が15m以下で電柱にかかる加重が小さい(設計加重区分が6.87kN以下)場合は全長の6分の1以上(配電規程第205節の5)」と決められています。つまり一般の場合、電柱の地上部分の高さはその電柱の全長の約6分の5の長さということになります。

最後に3)の電線のゆるみと電柱間距離短縮量との関係式ですが、これは理想的な条件下で電線がゆるむ場合を想定し、計算によって関係式を求めました。計算方法の詳細は佐藤ほか(2002)に記

載されていますので、ここでは概略を説明します。まず条件ですが、1)電線は懸垂曲線を描いてゆるむ、2)電線の長さは設置時の値から変化しない、などが挙げられます。これらの条件に従って計算を行った結果、電線のゆるみと電柱間距離短縮量との関係が得られ、第3図に示したダイアグラムを作成することができました。

次章では、実際の例を用いて、電線のゆるみ量から電柱間距離短縮量を推定してみます。

#### 4. 電線のゆるみを用いた地殻短縮量の推定例

第2図では、上図に電線のゆるんだ電柱の写真が示されており、下図に電柱番号と高さ、そして設置時の電柱間距離が示されています。この図を見ると、電柱No.6768とNo.4739の間では、電柱の半分ほどの高さに設置された電話線が、その高さの半分ほどまでゆるんでいるのがわかります。電柱の地上部分の高さはNo.6768が12.5m、No.4739が13.3mであることより、電話線の設置の高さを約7mとすると、電線のゆるみ量は3~4mと第2図から読みとることができます。

次に第3図を用いて、電線のゆるみ量3~4mに相当する電柱間短縮量を求めます。電柱No.6768とNo.4739の間の距離は、第2図から35mです。第3

図において横軸35mの所から上に進み、電線のゆるみ量3mおよび4mの曲線とぶつかった時の縦軸の値が推定される電柱間短縮量です。この場合、電柱間短縮量は0.7~1.2mと読みとることができます。

一方、第2図に見られる道路アスファルトのめくれ上がりは、その高さが0.3~0.5m程度でした。つまり道路の短縮量はその倍の0.6~1m程度と見積もられ、電線のゆるみ量から推定した短縮量とよい一致を示します。

同様に、電柱No.4739の手前側の区間についても電柱間短縮量を推定してみます。この区間では、電話線が地上に着くくらいゆるんでいたため、目測から得られる電線のゆるみ量は6~7mです。第2図から設置時の電柱間距離は54mであることより、第3図を用いて電柱間短縮量は1.8~2.4mと推定されます。

最初の噴火から1年以上が経過した2001年6月14日に、我々は再び第2図の場所を訪れる機会を得ました。その際に電柱間距離を巻き尺で測定(誤差 $\pm 0.025\text{m}$ )してみたところ、電柱No.6768とNo.4739の区間の長さは32.0m、電柱No.4739の手前の区間は50.7mでした。この値を第2図の設置時の電柱間距離と比較し、誤差を加味して電柱間短縮量を計算すると、前者が $3.0 \pm 0.525\text{m}$ 、後者が $3.3 \pm 0.525\text{m}$ の短縮となります。この値は、電線のゆるみを用いた推定値0.7~1.2mおよび1.8~2.4mと比べて大きな値です。このような値の違いは、電線のゆるみを用いた推定(4月16日)以降に生じた地殻の短縮の影響や電柱に関するデータの誤差、さらには第3図を作成する際に用いた条件と実際の条件との相違などによって生じたものと考えられます。斉藤ほか(2001)の光波測量の結果によると、第1図のK1-A1の斜距離(約2,350m)とK1-A8の斜距離(約1,820m)は、2000年4月12日以降にそれぞれ約0.7m、約0.3m縮んでいることが観測されています。このことからA1とA8の距離(約530m)は、この期間に約0.4m縮んだと推定されます。これを電柱間50mの区間に当てはめると短縮量はわずか0.04mとなり、したがって上記の値の違いを4月16日以降に生じた地殻の短縮によって説明することは難しそうです。この件については今後の研究課題としていますが、1mを越えるような大規模な地殻の短縮が起きれば、電線のゆるみの測定によってもそ

の短縮を検出できることがわかりました。

## 5. おわりに

本報告では、電線のゆるみ量から第3図のダイアグラムを用いて地殻短縮量を推定する方法について、紹介しました。この方法の最大の利点は、電柱に関する基本データが手元があれば、目測によるゆるみ量から第3図を用いておよその地殻短縮量が瞬時に計算できることです。遠望観測やヘリ観測などによって電線のゆるみ量を測定し、立ち入ることのできない危険区域等の地殻短縮量が推定できれば、火山活動の推移を監視する際に役立つと思われます。またこの方法を用いれば、観測用の写真のみならず、報道写真などからも地殻短縮量を推定できる可能性があります。ゆるんだ電線が撮影された写真を詳しく解析すれば、さらに精度良く地殻短縮量が推定できるかもしれません。

**謝辞:** 電柱データの使用に関して、北海道電力株式会社室蘭支店営業部配電グループの小林 強氏および青田 巖氏に大変お世話になりました。また測定にあたり北海道大学地震火山研究観測センターをはじめとする総合観測班の方々にも大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を述べます。

### 引用文献

- 長谷川裕之・小荒井衛・渡辺信之・飯田 洋・松尾 馨(2000): 写真測量で捉えた火山活動に伴う地表変動の時系列変化, 日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集, P58.
- 広瀬 巨・田近 淳・八幡正弘・宝田晋治・川辺慎久・風早康平・山元孝広・吉本充宏(2000): 地表変形からみた有珠山2000年噴火における地殻変動, 日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集, A47.
- 三松正夫(1962): 昭和新山生成日記, 自家出版(杜智町), 1-209(復刻増補版, 三松記念館, 225, 1995).
- 日本電気協会(2000): 配電規程, オーム社, 東京, 848p.
- 斉藤英二・西村裕一・渡辺和明・宝田晋治・宇都浩三・風早康平・高橋祐平・羽坂俊一(2001): 有珠山2000年噴火の伴う山体変動観測結果(速報), 地質調査研究報告, 52, 207-214.
- 佐藤 努・風早康平・鈴木敦生・松本則夫(2002): 電柱間距離測定による地殻変動量の推定, 火山, 47(5), 699-794.

SATO Tsutomu, KAZAHAYA Kohei, SUZUKI Atsuo and MATSUMOTO Norio (2003): Estimation of amplitude of crustal shortening using sags of aerial cables - in relation to the 2000 eruption of Usu Volcano -

<受付: 2002年10月3日>