# 「平成12年(2000年)有珠山噴火」に伴う国土地理院の取り組み(速報)
# The Response of the Geographical Survey Institute to The 2000 USU Eruption

企画部　毛塚三雄・齊藤　隆
Planning Department mitsuo KEDUKA, takashi SAITOU

## 要　旨

平成12年３月27日，有珠山の火山性地震が活発化し，翌28日，気象庁が臨時火山情報を発表，さらに，29日には噴火前としては初めてとなる緊急火山情報が出された。これを受けて，国土地理院は，３月28日に国土地理院災害対策本部事務局（事務局長：企画部長）を設置，翌29日には現地連絡本部（本部長：北海道地方測量部長），国土地理院災害対策本部（本部長：国土地理院長）を設置し，各種の対応を行った。

住民の避難が完了し，関係機関が観測態勢を強化して活動の推移を見守る中，３月31日には有珠山の西側山麓で噴火し，翌４月１日には有珠山北側の金比羅山西側山麓で噴火した。この噴火は「平成12年（2000年）有珠山噴火」と命名された。

本稿は，今回の有珠山火山活動に際し，国土地理院が行った活動を速報的にとりまとめたものである。

## 1. 概　　要

### 1. 1　噴火以前における活動

臨時火山情報発表から最初の噴火までの間の国土地理院の活動は表－１に示すとおりである。

臨時火山情報発表の段階では，事態の推移の見極めに不可欠な情報収集活動を行うため，国土地理院災害対策要領（以下「要領」という。）第６条二号イによるＢレベルの災害情報として，要領第18条第４項に基づく国土地理院災害対策本部事務局（事務局長：企画部長）及び北海道地方測量部災害対策要領及び要領第22条に基づく現地連絡本部を設置するとともに，火山活動の推移の予測に最も有効と思われるGPS連続観測体制の強化，観測結果を火山噴火予知連絡会等へ素早く提供するための体制整備等，火山活動の推移の予測に必要な観測データや関連情報の収集・提供を中心として活動した。この段階で，火山活動の活発化に即応して観測が可能だったのは常時観測を行っている電子基準点のみであった。

しかし，有珠山の火山活動の把握を念頭に置いて，有珠山を取り囲むようにして，北海道の中では比較的高密度に設置されていた３点の電子基準点は，火山噴火に先立つ地殻の動きを克明に捉えたのである。

その後，緊急火山情報の発表を受けて，国土地理院は要領第６条一号ハによるＡレベルの災害情報として，要領第11条に基づき，国土地理院災害対策本部（本部長：国土地理院長）を設置し，現地緊急調査班を編成・派遣するなど，本格的な災害対応の体制に移った。以後は，災害対策本部での検討結果に基づいて，対応を開始した。この時点で必要とされたのが，地図の整備であり，有珠山を完全に含む集成図の作成，各種地図の作成や緊急印刷，関係機関等への配布が最優先で行われた。

**表－１　噴火以前における国土地理院の主な活動**

| | |
|---|---|
| ３月28日 | **（臨時火山情報第１号発表）**<br>GPS：有珠山周辺の電子基準点の３時間毎の緊急解析を開始<br>GPS：火山噴火予知連絡会及び建設省災害対策室へのデータ提供を開始<br>火山噴火予知連絡会拡大幹事会開催<br>国土地理院災害対策本部事務局（事務局長：企画部長）を設置 |
| 29日 | 北海道地方測量部に現地連絡本部（本部長：北海道地方測量部長）を設置<br>火山噴火予知連絡会拡大幹事会開催<br>**（緊急火山情報第１号発表）**<br>国土地理院災害対策本部（本部長：国土地理院長）を設置<br>現地緊急測量調査班を編成，　派遣<br>**広報**：緊急調査について記者発表［以後６月19日まで35回発表］<br>**地図**：ラスタデータによる２万５千分１，５万分１地形図集成図を作成<br>**地図**：有珠山周辺の鳥瞰図を作成 |
| 30日 | GPS:有珠山を囲む基線の伸びを検出<br>**地図**：２万５千分１，５万分1地形図集成図を緊急印刷，配布［以後随時配布］<br>**地図**：鳥瞰図，陰影段彩図，火山土地条件図を配布［以後随時配布］<br>**空中写真**：噴火前撮影の空中写真を取得<br>現地連絡調整会議に出席<br>災害対策関係省庁連絡会議開催 |
| 31日 | GPS：機動連続観測点選点完了<br>GPS：機動連続観測点と電子基準点の統合解析を準備 |

### 1．2　噴火時及び直後における活動

噴火時及びその直後における活動は表－２に示すとおりである。

３月31日13時８分に有珠山西側山麓で噴火が発生した。これに伴い有珠山噴火非常災害現地対策本部が設置され，関係機関が連携協力して対応する体制が整った。噴火したことにより，火口周辺への立ち入りは実質的に不可能となり，また上空の飛行も制限されることとなった。

GPS連続観測は，噴火に伴う地殻の急激な収縮を検出した。また，火山活動の活発化により，GPS観測の高密度化が必要となり，困難な状況下において，現地緊急測量調査班はGPS機動連続観測点２点を設置し直ちに観測を開始した。また，現地緊急測量調査班長等は，現地対策本部の一員として，ヘリコプターによる上空からの現地調査や，気象庁や大学総合観測班との観測体制の打ち合わせ等を行った。この時期，防災上最も懸念されていた事態は，噴火活動がその場所を移動して広範囲にわたって活動したり，山頂部での噴火に移行したりすることであり，このような活動を速やかに把握するための観測が必要とされた。GPS観測は火山活動に伴う地殻変動を高精度に捉えることが可能なきわめて有効な観測手段ではあるが，局地的な地形の変化を捉えるには必ずしも適したものとはいえないため，レーザー測距や測角による山体変形の把握が重要な観測項目となった。関係機関との調整の結果，国土地理院は洞爺湖東西岸から南岸までのレーザー測距，洞爺湖西側の丘から有珠山西側の噴火口付近の地殻変動を把握するための測角を行うこととした。この局地的な地形変化を把握するための観測，特に測角は通常の測量のみならず地殻変動測量でも実施したことがないような作業となり，現地での観測は非常に困難なものとなったが，これらの観測は，有珠山の隆起や変形を克明に捉え，また，その変化が次第に終息していく様を明らかにしてくれた。

さらに，上空の飛行が制限される中，人工衛星リモートセンシングによる地殻変動や地形変化の検出も試みられた。いくつかの機関により，人工衛星からの高分解能光学写真や合成開口レーダによる地形変化の面的把握など，従来にない最先端の技術が試みられいくつかの結果も発表された。国土地理院でも，ヨーロッパの地球観測衛星ERS－１，２のSARによる地形変化の推定が行われ，誤差は大きいものの後ほど行われた航空写真測量の結果と調和するような結果が得られている。

**表－２　噴火時及び直後における国土地理院の主な活動**

| | |
|---|---|
| ３月31日 | **（有珠山西側山麓で噴火）**<br>火山噴火予知連絡会緊急幹事会開催<br>有珠山噴火非常災害対策本部設置<br>建設省有珠山火山噴火災害対策本部（本部長：河川局長）設置<br>有珠山噴火非常災害現地対策本部設置，同本部合同会議開催［以後６月28日まで59回開催）<br>**空中写真**：撮影を実施<br>**GPS**：西側基線は縮み，東側基線は伸び火山噴火予知連絡会有珠山部会に出席［以後６月28日まで36回開催］<br>建設省有珠山噴火災害対策本部会議開催<br>**HP**：国土地理院ホームページに有珠山のページを設け，一般への情報提供を開始 |
| ４月１日 | **（有珠山北側の金比羅山西側で新たな噴火）**<br>**GPS**：機動連続観測点「長和」，「月浦」を設置，観測開始<br>**GPS**：西側基線は縮み，東側基線は停滞，西側観測点は隆起<br>**空中写真**：噴火前後の空中写真を現地対策本部，建設省災害対策室に送付<br>有珠山噴火非常災害現地対策本部合同会議に出席 |
| ２日 | **GPS**：機動連続観測点「月浦」観測不能により「花和」を設置，観測開始<br>**GPS**：各基線とも縮み<br>**地図**：２万５千分１地形図７面，５万分１地形図１面の緊急補給印刷完了，一般へ提供開始 |
| ３日 | **現地調査**：ヘリコプターに同乗して現地調査を実施［以後　回実施］<br>**空中写真**：撮影を実施<br>**空中写真**：31日撮影写真を一般へ提供開始<br>**GPS**：各基線とも縮み，「虻田」，「洞爺」観測点が沈降<br>現地対策本部が火口を中心として半径５km以内の飛行禁止を要請 |
| ４日 | **GPS**：各基線とも停滞［以後変化無し］，「虻田」，「長和」観測点が沈降［継続中］<br>**地図**：「３月31日噴火口付近」可視点分布図３面を作成，提供 |
| ５日 | **空中写真**：３日撮影の写真により噴火口，降灰地域，地形変化等を判読<br>火山噴火予知連絡会有珠山部会が数日から２週間以内の爆発的噴火の可能性を示唆 |
| ６日 | **地図**：余色立体図，陰影段彩図を作成，配布<br>**空中写真**：３日撮影写真を一般へ提供開始 |
| ７日 | 有珠山噴火非常災害対策本部会議に出席 |

### 1．3　一時帰宅開始後における活動

その後，噴火活動は次第に沈静化しつつも，大規模な噴火を否定することも難しい状況が続き，住民の避難生活も長期化してきた。このような状況において，国土地理院が提供してきた観測データは，住民の一時帰宅時の安全確保のための火山活動の監視や避難勧告の解除を判断するための役割を担うようになった。すなわち，初期の急激な変化が火山活動の様相を明らかにしたのと対照的に，変化のないことが火山活動の沈静化を示す重要なシグナルとなったのである。

また，火山活動の沈静化に伴い，上空からの空中写真撮影や，山麓の水準測量なども実施可能となり，火山活動に伴う山体の広域的な変化を明らかにすることができた。特に，繰り返し撮影が行われた空中写真による解析では，火山活動に伴い，有珠山の隆起の中心が山頂周辺から西側に移動したことなどが明らかにされた。

この時期における活動は，表－３に示すとおりである。

### 1．4　観測の自動化

火山活動が長期にわたることになり，長期的に継続した観測態勢を整備することが必要となった。特に，観測者が必要とされていた測距，測角観測について，岩手山で初めて使われた自動測距測角システム（APS）を緊急に整備し，設置した。また，電力，電話の設備がない場所でも自動観測が可能なGPSリモート観測システム２基を緊急に整備した。これも岩手山で初めて使用されたが，岩手山に比べ観測点間が長い有珠山において，高精度な観測を行うために，２波長での観測を可能にするなどの改良を行っている。このような自動化を行ったことにより，観測員による現地観測は終了し，現地緊急測量調査班は撤退した。

この時期の活動は，表－４のとおりである。

以下，これまでの各分野における活動について，簡単に示しておく。

**表－３　一時帰宅開始後における国土地理院の活動**

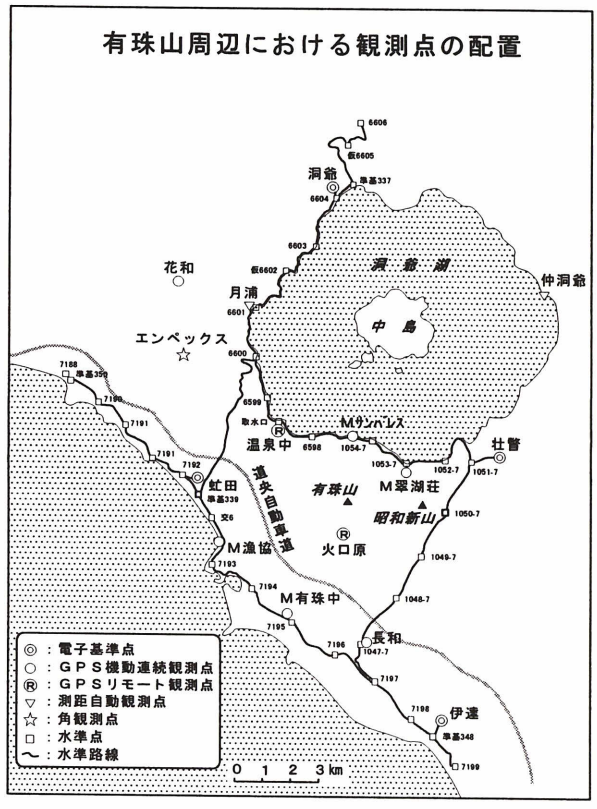
| | |
|---|---|
| ４月８日 | （避難住民の一時帰宅開始） |
| ９日 | **測距測角**：水平角，鉛直角，距離観測を開始（現地班） |
| 10日 | **リモセン**：航空機搭載合成開口レーダー画像により噴火口，割れ目を判読 |
| 11日 | **測距測角**：水平角，鉛直角，距離観測データの解析，提供を開始 |
| 12日 | **リモセン**：人工衛星画像により降灰地域を判読<br>**地図**：２万５千分１及び５万分１の地形図集成図，火山土地条件図の補給のため緊急に印刷，関係機関へ配布，一般提供<br>伊達市と東京で開催された火山噴火予知連絡会に出席<br>火山噴火予知連絡会が，地殻変動等の総合監視により活動の変化を捉えることが可能であり，監視体制の整備が重要との見解 |
| 13日 | **空中写真**：噴火前後の写真により高さの変化を調査<br>一部地域での避難指示解除 |
| 14日<br>15日 | **地図**：余色立体図を緊急印刷<br>飛行制限が半径３km高度3000m以下に緩和 |
| 17日 | **地図**：有珠山活動情報図を配布 |
| 18日 | **空中写真**：自衛隊撮影の空中写真により噴火口，地割れ，その他の地形を判読<br>**空中写真**：撮影を実施 |
| 19日 | **現地調査**：標定点測量，刺針作業を実施 |
| 20日 | **空中写真**：18日撮影写真により高さの変動を計測 |
| 21日 | **空中写真**：18日撮影写真により噴火口等の地形判読を実施 |
| 22日 | **リモセン**：ヨーロッパの人工衛星ERS－１，２の合成開口レーダ画像により地殻変動解析を実施 |
| 26日 | **空中写真**：くにかぜⅡによる撮影を実施 |
| 28日 | **地図**：火山土地条件図を緊急印刷 |
| ５月２日 | **空中写真**：26日撮影写真により高さの変動を計測 |
| ８日 | **空中写真**：26日撮影写真により地割れ，噴火口等の地形判読を実施 |
| 14日 | **水準**：精密水準測量を実施［18日まで］ |
| 19日 | **空中写真**：26日撮影写真により水平位置及び高さの変動量を計測 |

表－4　自動観測への移行時における国土地理院の活動

| | |
|---|---|
| 20日 | **測距測角**：測距自動観測点「仲洞爺」設置 |
| 21日 | **GPS**：機動連続観測点「Mサンパレス」，「M翠湖荘」，「M漁協」，「M有珠中」を設置，観測開始 |
| 22日 | 火山噴火予知連絡会が，噴火が収束に向かう可能性を示唆 |
| 25日 | **GPS**：リモート観測点「温泉中学」設置，観測開始<br>**空中写真**：くにかぜⅡによる撮影を実施 |
| 26日 | **GPS**：リモート観測点「火口原」設置，観測開始 |
| 6月7日 | **測距測角**：測距自動観測点「月浦」を設置，「仲洞爺」とともに観測開始 |
| 11日 | **測距測角**：観測員による距離測定を終了 |
| 12日 | **測距測角**：当初の測距観測機器を撤去，距離測定は自動観測へ移行<br>**空中写真**：撮影を実施<br>**リモセン**：カナダの人工衛星RADARSATの合成開口レーダ画像により地殻変動解析を実施 |
| 13日 | **水準**：精密水準測量（2回目）を実施［19日まで］<br>**地磁気**：航空磁気測量を実施［24日まで］ |
| 19日 | **水準**：水準測量データの解析を実施 |
| 24日 | **測距測角**：水平角，鉛直角観測を終了 |
| 25日 | **測距測角**：角観測機材を撤収 |
| 日 | 現地緊急測量調査班帰庁，解散 |

## 2. 測地測量

有珠山の火山活動の活発化に伴い，3月29に現地緊急調査班として職員を派遣し，状況把握・関係機関との連絡調整を行った。併せて，地殻変動を把握するためGPS機動連続観測点の選点を行い，2点を設置，4月2日から観測を開始した。また，噴火口周辺の局地的地殻変動を監視するため角観測点を1点，有珠山北側の地殻変動を監視するための距離観測点を2点設置し，4月9日から観測を開始した。その後，予備費により，距離観測点2点をAPSに切り替えるとともに，GPS動連続観測点として，4点のGPS動連続観測点，2点のGPSリモート観測点を追加した。また，水準測量を3回，航空磁気測量を有珠山周辺で実施した。これらの観測点の配置を図－1に示す。




図－1　有珠山周辺における観測点の配置

### 2. 1　距離観測

距離観測については，器械点を洞爺湖の東岸，西岸の2ヶ所に設置し，光波測距儀レンジマスターにより洞爺湖南岸附近に設置された4ヶ所の反射点までの距離を毎日測定することにより，有珠山北側の地殻の変動を監視した。6月初旬からは，レンジマスターに代えてAPSを両点に設置し，24時間自動観測を開始した。その観測データは，つくば市にある国土地理院に電話回線を利用して送信されており，解析・監視が続けられている。



図－2　距離観測（仲洞爺2）

## 2. 2　角観測

角観測については，噴火地点の北西約５ｋｍにあるホテルの屋上を角観測点とし，自然物等を目標とした水平角，鉛直角観測を実施することにより，噴火地点周辺の土地の隆起や水平移動を監視した。



図－３　角観測風景

## 2. 3　GPS動連続観測

常設の電子基準点に加え，より高密度で観測を行うため，GPS機動連続観測として，有珠山を取り囲むようにGPS測量機を８点設置し，地域全体の地殻変動を監視している。このうち６点は，取得したGPSデータを電話回線によりつくば市にある国土地理院に送っている。他の２点は，GPSリモート観測装置と呼ばれ，電力，電話のない場所でも観測が出来る装置である。これは，太陽光発電，風力発電で電力を供給し，GPS連続観測を行うもので，データは，衛星携帯電話を利用してつくば市にある国土地理院に送っている。

これらのGPS連続観測データは，毎日４回国土地理院に送付されており，解析・監視が続けられている。



図－４　GPS機動観測点（有珠中）



図－５　リモート観測装置

## 2. 4　水準測量

水準測量については，火山活動に伴う地殻の上下変動を高精度に把握するため，有珠山周辺に設置されている水準路線を繰り返し測量した。１回目を５月中旬，２回目を６月中旬，３回目を８月下旬に実施し，合計の観測距離は181kmである。１回目の観測結果を昭和52年から平成４年までに行われた前回の観測結果と比較した結果，昭和新山南側，壮瞥温泉町附近で約30cmの隆起が確認された。



図－６　水準作業

## 2. 5　航空磁気測量

航空磁気測量については，地下のマグマの動向を把握するため，地磁気全磁力測定を，防衛庁の協力を得て，航空測量機「くにかぜⅡ」により，有珠山上空において実施した。測定コースは，東西及び南北の計135コースで，異なる３つの高度（3,700m，4,200m，4,700m）において実施した。取得したデータは，現在解析中である。

### 3. GPS連続観測システムによる解析

有珠山の山体変化を把握するため，有珠山を囲む電子基準点，壮瞥，虻田，伊達の３点について，噴火前の３月27日から，３時間毎（データは６時間使用）に解析を行った。また，３月29日には，国土地理院災害対策要領及び測地観測センター緊急災害調査実施要領に基づき監視班を設置し，監視活動の強化を図った。その結果，図－７に示すような，噴火直前からの顕著な地殻変動を検出することができた。これらの３時間毎の解析データは火山噴火予知連絡会（有珠山部会を含む）や現地対策本部，本省災害対策室等へ定常的に提供された。

また，噴火前，３月30日午前６時の記者発表以来，噴火前後には１日２回，以降４月17日まで連日「有珠山火山活動に伴う地殻変動を検出」として記者発表してきた。

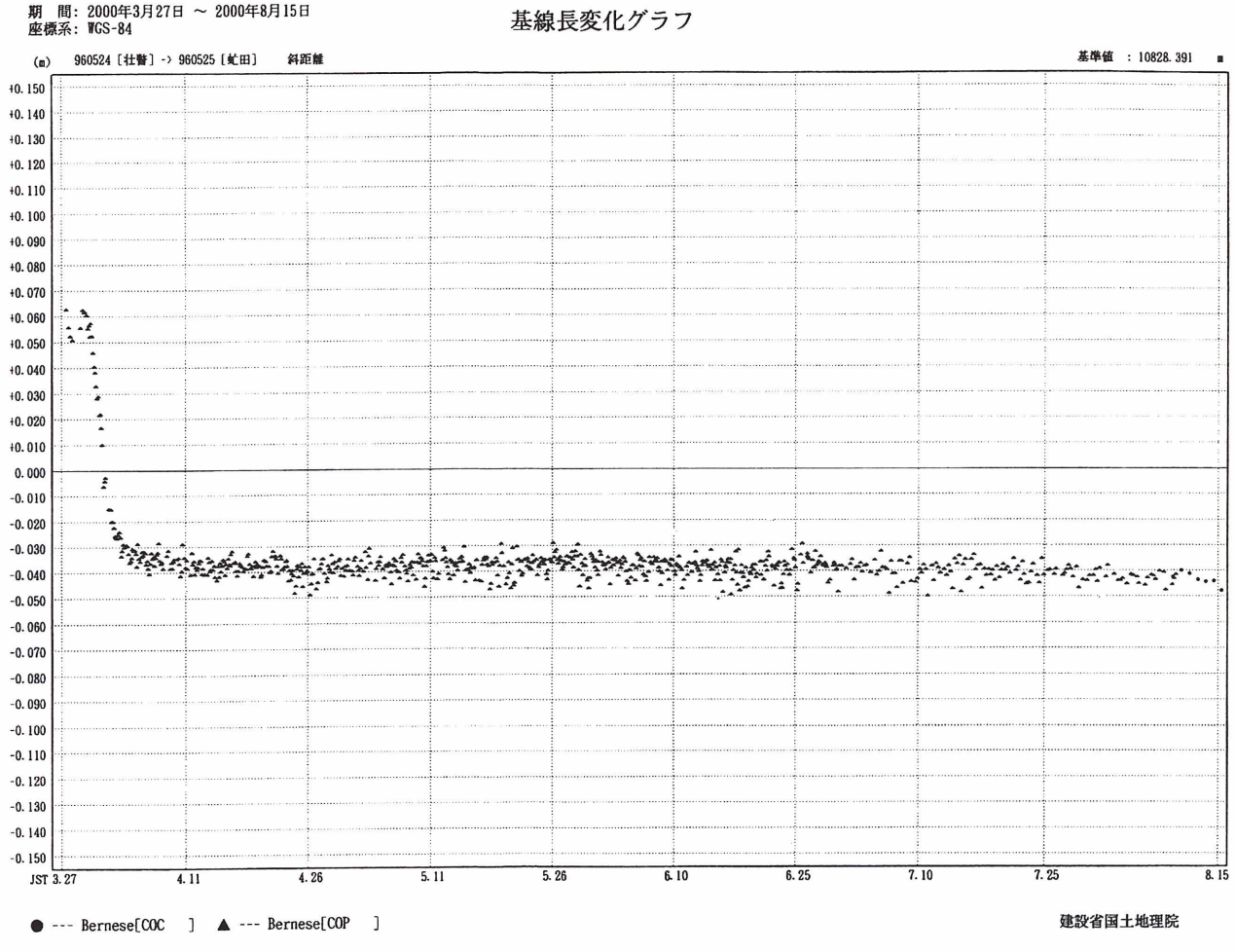
GPS連続観測点については，既設の３電子基準点に加え，臨時に設置した観測点のデータ解析を併せて行っている。４月11日からはGPS機動連続観測点２点（長和，花和），５月21日から同じく４点（Mサンパレス，M翠湖荘，M漁協，M有珠中），６月20日から更にGPSリモート観測点２点（M温泉中，M火口原）を加えて，図－８に示すとおり，計11点，21基線の６時間解析を行い，併せて新緊急解析システムを導入して監視を強化してきた。

なお，これらの結果については国土地理院ホームページで公表している。

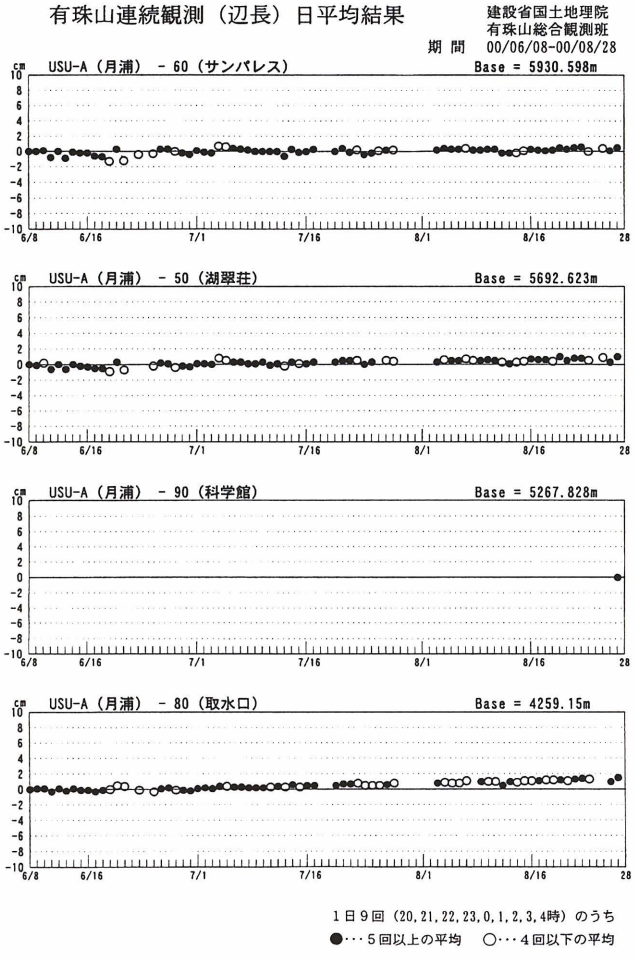
また，GPSの連続観測の他に，洞爺湖の西岸（月浦）と東岸（仲洞爺）に設置された２台のAPSによる距離観測が６月８日より開始された。このデータも測地観測センターに送付されており，毎日１時間おきに観測された値を用いて日平均値を求め，13辺の距離変化について公表している。

最近のGPS，APS観測結果から見るとほとんどの基線で距離の変化は停滞していて，有珠山の火山活動は噴火口周辺を除くと沈静化しているように見える。

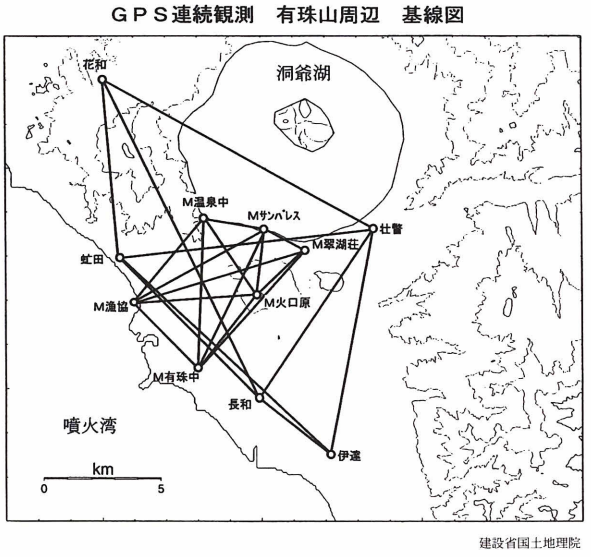
火山噴火予知連絡会等へは７月12日まで毎日データを提供してきたが，７月13日以降は週2回の提供としている。なお，ホームページは毎日新しいデータに更新されている。



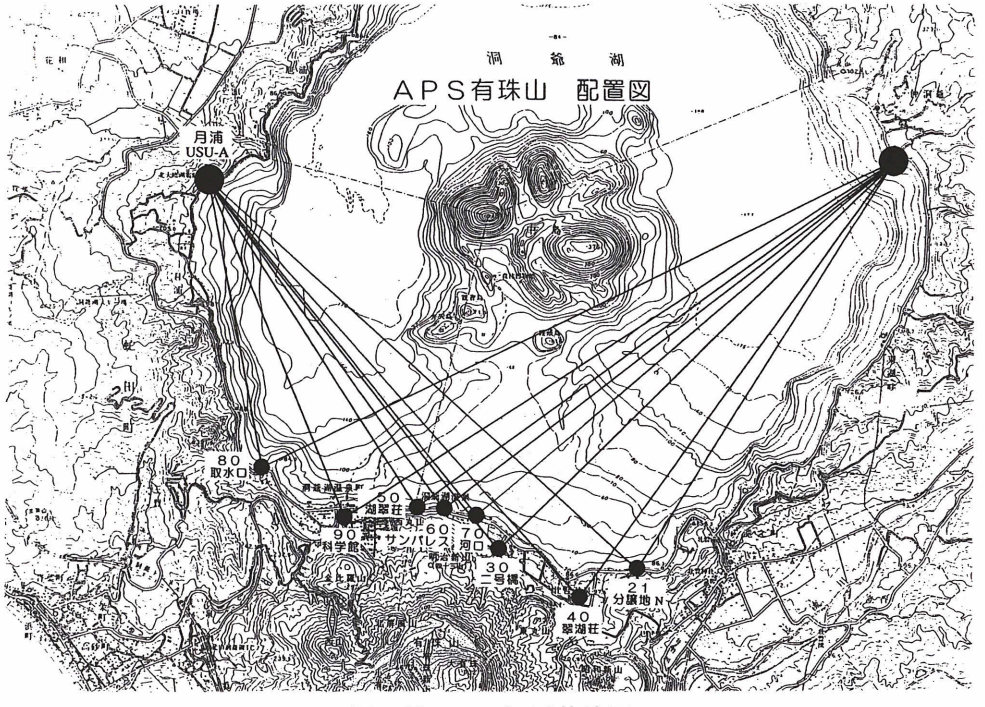

図―７　有珠山GPS連続観測結果基線長変化グラフ




図－9　有珠山辺長連続観測日平均結果




図－8　GPS連続観測網図




図－10　APS観測基線図

## 4. 空中写真撮影と地形変化の計測

### 4. 1　空中写真の緊急撮影

有珠山の火山活動の活発化に伴って，３月29日に出された緊急火山情報を受け，直ちに，火山噴火災害が想定される地域における災害対策のための緊急空中写真撮影を，外注作業により開始した。また，同31日の火山噴火後も，引き続き外注作業により，繰り返し撮影作業を実施したほか，４月３日より実施されていた上空進入規制が４月15日に緩和されたことに合わせて，防衛庁の協力を得て，航空測量機「くにかぜⅡ」による空中写真撮影を実施した。

なお，「くにかぜⅡ」による撮影作業は，GPSと航空カメラを連動させて各写真の撮影位置情報を取得しながら行う，GPS連動型撮影を行った。

その後，表－５に示すとおり，噴火活動が沈静化する６月12日まで，合わせて11回の撮影作業を実施した。

なお，これらの空中写真のうち，基本測量成果として登録されたものについては，一般へのいち早い情報提供を目的に，閲覧と（財）日本地図センターを通じた刊行を行うとともに，その都度，ホームページでの公開を行った。また，空中写真撮影及び当該写真を用いて実施した判読や地形変化計測の結果については，その都度記者発表を行った。

### 4. 2　地形変化調査等

有珠山の火山活動による地形変化（位置及び高さ）を調査するため、以下の作業等を行った。なお、これらの調査結果の多くは、ホームページで公開するとともに記者発表を行い、広く一般に情報公開した。

① 空中写真を用いた図化機による水平位置及び高さの変動調査等
- 噴火前（３月31日午前撮影）と噴火後（４月３日撮影）の空中写真による高さの比較
- ４月18日の空中写真と北海道庁作成の５千分１地図の標高点との水平位置及び高さの比較
- ４月26日の空中写真（空中三角測量あり、同なしの両方）とこれ以前撮影の空中写真及び北海道庁作成５千分1地図の標高点との高さの比較

② 空中写真を用いたDEM及びディジタルオルソモザイク作成と水平位置変動調査等
- 平成７年撮影及び４月３日撮影の両空中写真から10mメッシュDEM及びオルソモザイク画像を作成し、両オルソ画像上での水平位置変動量を調査
- 上記の両データを、北海道庁作成の５千分１地図を利用して、５mメッシュDEM及びオルソモザイク画像へと高精度化
- ３月31日、４月３日、４月26日、５月19日、５月25日、６月12日（いずれも空中三角測量実施）の空中写真から５mメッシュDEM及びオルソモザイク画像を作成し、平成７年の空中写真から作成した

**表－５　空中写真撮影状況**

| 撮影月日 | 撮影機関 | 縮尺 | コース数 | 枚 数 | 整理番号 | 空三有無 | オルソ | DEM | 備　考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平成７年 | 国土地理院 | 1／25,000 | | | HO-95-5X | ○ | ○ | ○ | 周期撮影 |
| 3／28　PM | シン技術コンサル | 1／8,000 | 2 | 28 | | | | | |
| 3／31　AM | シン技術コンサル | 1／8,000 | 3 | 49 | CHO-2000-1 | | | | |
| 3／31　AM | シン技術コンサル | 1／20,000 | 1 | 8 | CHO-2000-1 | ○ | ○ | ○ | |
| 3／31　AM | シン技術コンサル | 1／5,000 | 4 | 40 | CHO-2000-2 | | | | |
| 3／31 | シン技術コンサル | 1／3,5000 | 1 | 6 | CHO-2000-2 | | | | |
| 3／31　PM | シン技術コンサル | 1／12,000 | 2 | 11 | CHO-2000-3 | ○ | | | |
| 4／3 | シン技術コンサル | 1／10,000 | 1 | 9 | CHO-2000-4 | | | | |
| 4／3 | シン技術コンサル | 1／20,000 | 1 | 5 | CHO-2000-4 | | | | |
| 4／3 | 東北測量 | 1／20,000 | 6 | 78 | CHO-2000-1X | ○ | ○ | ○ | |
| 4／18 | シン技術コンサル | 1／20,000 | 1 | 6 | CHO-2000-2X | ○ | | | |
| 4／18 | シン技術コンサル | 1／40,000 | 1 | 5 | | | | | |
| 4／26 | 国土地理院 | 1／20,000 | 6 | 54 | CHO-2000-3X | | | | |
| 4／26 | 国土地理院 | 1／20,000 | 4 | 46 | HO-2000-4X | ○ | ○ | ○ | GPS連動 |
| 5／19 | シン技術コンサル | 1／20,000 | 3 | 36 | CHO-2000-4X | ○ | ○ | ○ | |
| 5／25 | 国土地理院 | 1／20,000 | 4 | 46 | HO-2000-5X | ○ | | | GPS連動 |
| 5／25 | 国土地理院 | 1／20,000 | 6 | 50 | CHO-2000-5X | ○ | | | GPS連動 |
| 6／12 | シン技術コンサル | 1／20,000 | 3 | 37 | CHO-2000-6X | ○ | ○ | ○ | |
| 6／16 | シン技術コンサル | 1／20,000 | 5 | 50 | CHO-2000-7X | ○ | ○ | ○ | |
| 7／10 | シン技術コンサル | 1／20,000 | 3 | 38 | CHO-2000-8X | ○ | ○ | ○ | |

オルソモザイク画像を利用して、水平位置の時系列的な変動量を調査

③　レーザスキャナデータを用いた位置変動調査のための基礎資料作成等
- 北海道庁砂防・災害課のレーザスキャナデータ（3月31日取得）から等高線図作成
- 建設省土木研究所のレーザスキャナデータ（4月26日取得）と上記3月31日取得データとの差分による変動量解析を計画

④　衛星画像（IKONOS）データを用いた火山活動把握等
- 4月1日のPAN及びPANシャープンデータを画像出力し、活動地域の判読
- 4月4日のステレオPAN及びPANシャープンデータから余色立体図作成

⑤　「火口周辺地形現況図」の作成
- 4月26日の空中写真より5千分1火口周辺地形現況図（表示項目：等高線、道路、河川）を作成し、さらに、同地域について、同現況図と北海道庁作成の5千分1地図を別色で重ね合わせた（両者の変化を明示した）図面を作成

### 4.3　現地緊急測量調査及びGPS空中三角測量

有珠山噴火に伴う災害対策のための現地緊急測量調査として、標定点測量及び刺針作業を実施した。なお、現地は火山災害のため進入禁止地域が多く標定点の設置場所が限られるため、GPS空中三角測量（以下、GPS空三という。）を前提として基準点を配置した。また、空中三角測量は、これらの現地で作成・確認された基準点をもとに、GPS空三により実施した。

①　現地緊急測量調査－1
- 作業方法：GPS測量により標定点を求め、同標定点及び三角点を引伸し空中写真上に刺針
- 作 業 量：標定点7点、三角点刺針10点、水準点確認2点
- 作業期間：平成12年4月18日～4月21日

②　GPS空三－1

4月26日の「くにかぜⅡ」による2万分1空中写真（GPS空三を前提にGPSデータ同時取得による撮影作業）について、上記①により取得した標定点等を用いて、BINGO-FによるGPS空三を実施した。結果は、全体として非常に良好な精度で観測・調整ができた。

③　現地緊急測量調査－2
- 作業方法：GPS測量により標定点を求め、同標定点及び水準点を引伸し空中写真上に刺針
- 作 業 量：標定点6点、水準点刺針21点
- 作業期間：平成12年6月5日～6月9日

④　GPS空三－2

5月25日の「くにかぜⅡ」による2万分1空中写真（GPS空三を前提にGPSデータ同時取得による撮影作業）について、上記③により取得した標定点等を用いて、BINGO-FによるGPS空三を実施した。結果は、全体として非常に良好な精度で観測・調整ができた。

### 4.4　地形図及び写真図の作成

上記4.2－⑤の「火口周辺地形現況図」のほか、以下の図面等を作成した。

①　平成12年（2000年）有珠山火山噴火地形図Ⅰ（縮尺：5千分1、数値図化・数値編集による）

②　有珠山噴火写真図（縮尺：5千分1）

## 5. 地理調査とGISの整備

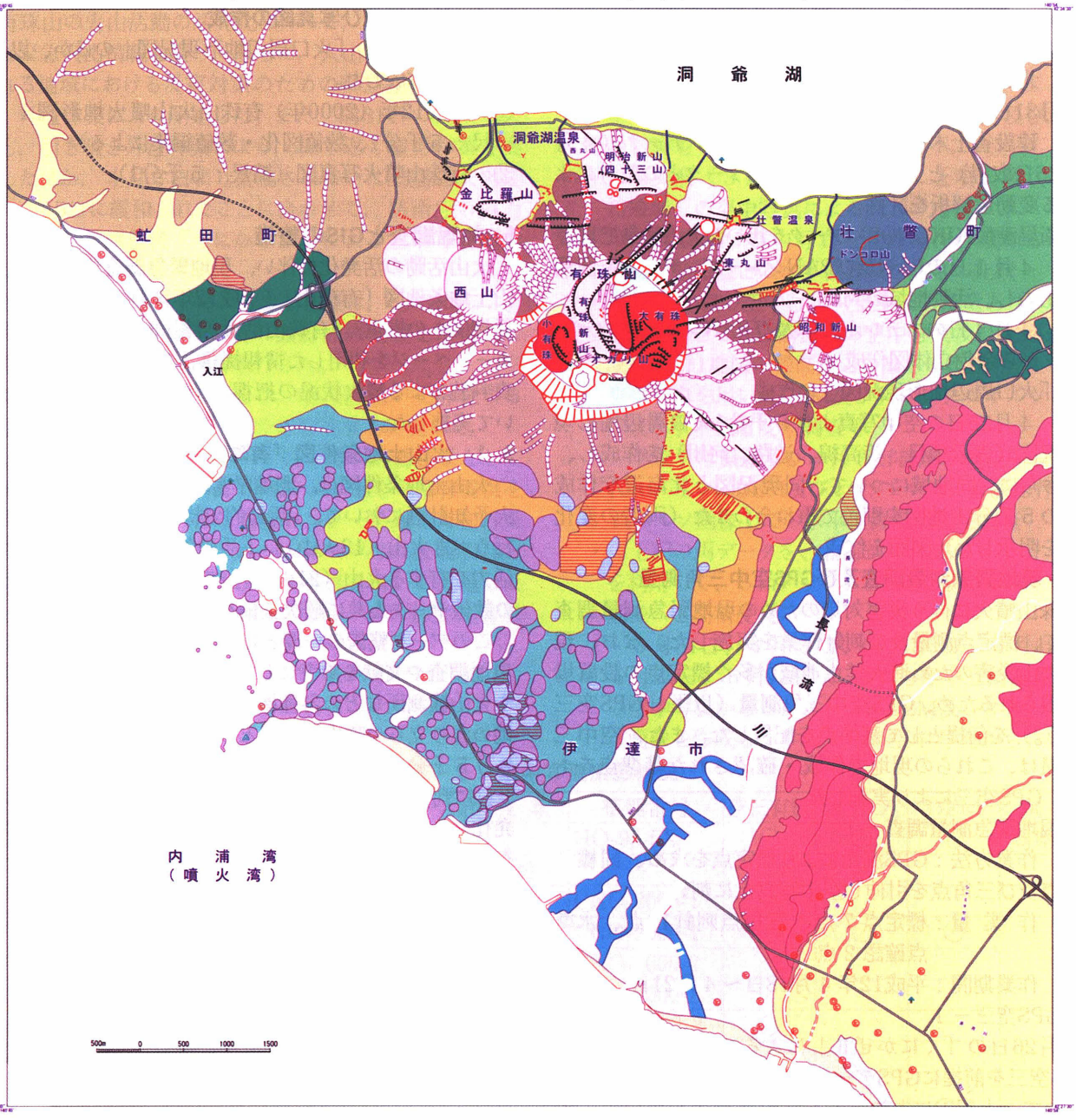
火山活動の活発化に伴い，現地緊急調査班の派遣，火山土地条件図「有珠山」（平成12年3月1日刊行）の関係機関への提供，「有珠山活動情報図」など国土地理院ホームページを利用した情報提供，空中写真及び衛星写真判読による噴火状況の把握，有珠山GIS構築などについて実施した。

### 5.1　火山土地条件図「有珠山」の提供

火山土地条件図は，測地学審議会の建議による火山噴火予知計画において，「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山（13火山）」，「活動的火山及び潜在的爆発活力を有する火山（21火山）」を対象に，火山基本図等の数値データと共に順次整備を進めている。

このデータ整備の一環として，空中写真判読をもとに，現地調査や文献を参考にして，表図に地形分類，避難所や火山観測所などの各種機関・施設を表示し，裏図に土地の成り立ちや噴火履歴などの解説文と図表を掲載した，2万5千分1火山土地条件図「有珠山」を平成12年3月1日に刊行した。有珠山は刊行直後の3月末に活動が活発化し，31日に西側山麓が噴火したことから，この図が有珠山現地対策本部，総理大臣官邸危機管理センター，国土庁，建設省など関係行政機関において防災対策の資料として活用された（図－11　2万5千分1火山土地条件図「有珠山」（地形分類））。

# １：２５，０００　火山土地条件図　有　珠　山




**記　号**

1. 有珠火山の火山体及び山麓を構成する地形
   - 火口
   - カルデラ壁
   - 火口原
   - 溶岩円頂丘
   - 潜在円頂丘
   - スコリア丘
   - 外輪山
     - 馬蹄形カルデラ形成以前の火山体斜面
     - 馬蹄形カルデラ形成以後の火山体斜面
     - 溶岩流堆積斜面（平坦～緩斜面）

**岩屑なだれ堆積地**
- 流れ山以外の部分
- 流れ山部分（原型をとどめているもの）
- 流れ山部分（原型をとどめていないもの）
- 火山麓扇状地

2. その他の地形
   - 洞爺火砕流堆積台地
   - 火砕流堆積物からなる開析斜面

**山地**
- 基盤山地斜面

**山麓地**
- 扇状地・崖錐

**段丘**
- 段丘面（上位）
- 段丘面（中位）
- 段丘面（下位）
- 段丘崖

**低地**
- 谷底平野・海岸平野
- 旧河道
- 砂州・砂浜

3. 全地域に共通する地形等
   - 断層（地上に現れていないものも含む）
     - 正断層
     - 横ずれ断層
   - 谷・ガリ
   - 人工改変地
   - 埋立地
   - 地形界

4. 防災関連施設等
   - 避難所
   - ヘリポート
   - 警察署
   - 交番
   - 消防署
   - 病院
   - 火山観測所
   - 砂防ダム（概略）
   - 流路工
   - 護岸
   - 市役所
   - 町村役場
   - 国・県・市町村の出先
   - 主要道路
   - 高速道路
   - キャンプ場
   - 公園
   - 博物館等

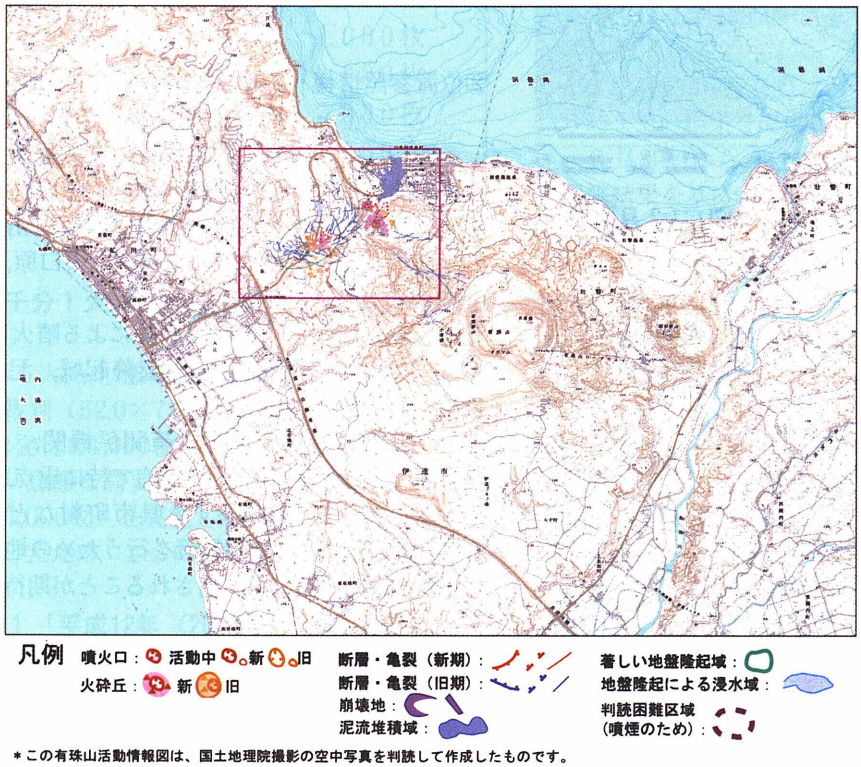
図―11　2万5千分1火山土地条件図「有珠山」（地形分類）

## 5. 2　ホームページへの情報の掲載

火山土地条件図「有珠山」による火山地形分類を始め，噴火口概略位置，GPS観測点位置，道路規制状況，空中写真判読による地割れの状況，降灰範囲，泥流堆積域等を表示した「有珠山活動情報図」（図－12　概要版，図－13　有珠山周辺版）を掲載した。




図－12　「有珠山活動情報図」（概要版）

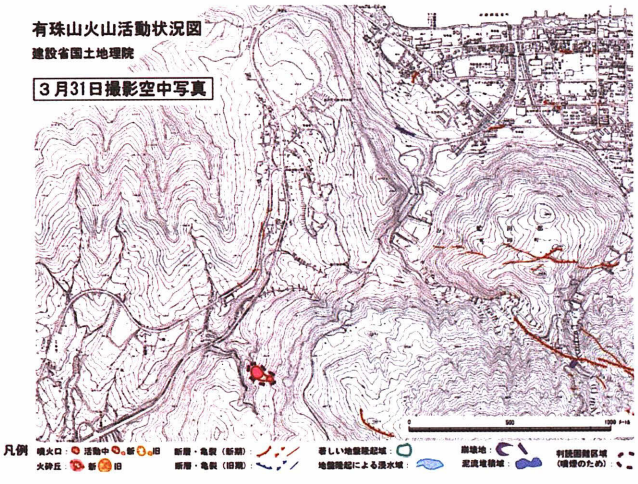



図－13　「有珠山活動情報図」（有珠山周辺版）

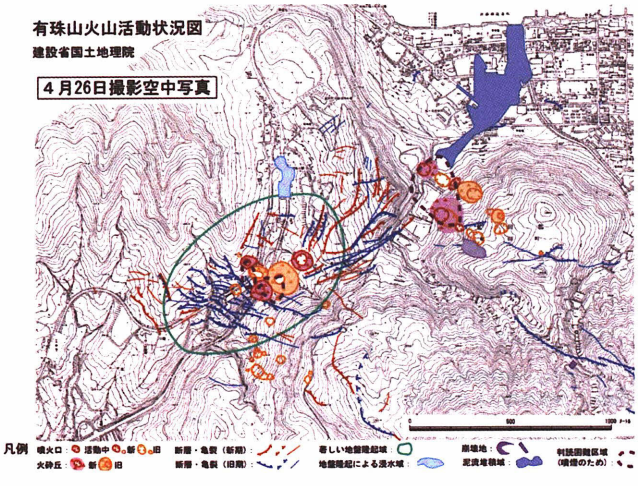
### 5. 3　空中写真判読による地形の時系列的変化の把握

有珠山の火山活動状況を把握するため，噴火前及び噴火後に実施した緊急空中写真撮影により得られた空中写真を用いて，噴火活動の状況について撮影時期毎に写真判読を行い，「有珠山火山噴火活動状況図」を作成した。これまでに判読に利用した空中写真は，３月31日，４月３日・18日・26日，５月19日・25日，６月12日・19日（平成12年６月現在）の８時期である。

作成した有珠山火山噴火活動状況図は，5千分1地形図を基図として使用し，噴火活動により生じた火山地形や現象のうち，噴煙のために判読が困難な地域を除き「噴火口」，「火砕丘」，「断層・亀裂」，「著しい地盤隆起域」，「地盤隆起による浸水域」，「崩壊地」，「泥流堆積域」を表示した。これらのデータは，５月22日に開催された火山噴火予知連絡会に提出すると共に，国土地理院のホームページを通じて広く提供してきた。図－14は噴火前の３月31日に撮影された空中写真より判読した結果を，図－15は噴火後４月26日に撮影された空中写真より判読した結果を表示した「有珠山火山噴火活動状況図」である。




図－14　「有珠山火山噴火活動状況図」（３月31日）




図－15　「有珠山火山噴火活動状況図」（４月26日）

このような数次期の空中写真判読により，断層・亀裂の位置の変化や拡大，地盤隆起量の増加など地形の時系列的変化が明らかになった。

### 5. 4　有珠山GIS構築

今回の有珠山の火山活動では，防災関係機関が，災害対策本部や火山噴火予知連絡会等の場を通じて活発に情報交換や意見交換を行い，科学的な評価と適切な対策の実施に努めている。また，それぞれの機関が，インターネットや報道機関を通じて情報の公開も進めている。このような，多岐にわたる情報の蓄積が，これまでの火山噴火予知連絡会の統一見解に基づく避難指示やその見直しに活かされてきている。

これまで国土地理院では，各機関の情報を表示，検討するための基図として，２万５千分1地形図及び５万分1地形図の集成図をはじめ，GPS連続観測，距離観測，角観測，空中写真の撮影，写真測量や写真判読による地形変化の把握など，各種基盤情報の提供を行ってきたが，これらの情報をGISにより総合的に解析・検討できるように，縮尺２万５千分１及び20万分1地形図データを基図データとし，国土地理院が整備した位置参照情報，観測関連施設，火山地形分類などを上乗せデータとする「有珠山GIS用データ」（CD）を整備した。

この「有珠山GIS用データ」の主な内容は以下のとおりである。

| | |
|---|---|
| ①基図データ | 縮尺２万５千分１及び20万分1地図の地図画像データと骨格情報のベクトルデータ |
| ②位置参照情報 | ２万５千分1地形図の地名，国の機関，地方公共団体，学校，消防，病院，警察，郵便局等の公共施設 |
| ③観測関連施設 | GPS連続観測点，空中写真撮影点等 |
| ④地形分類 | 火山土地条件図「有珠山」による，火口，カルデラ壁，火口原，溶岩円頂丘などの地形分類 |
| ⑤地形変化情報 | 空中写真判読による噴火口，断層・亀裂，著い地盤隆起域，泥流堆積域等 |

このCDは，有珠山災害対策関係機関，火山噴火予知連絡会関係者，全国の「活動的で特に重点的に観測研究を行うべき火山」に関係する県市町村などに配布しているが，GISを用いた災害対策を行うための地理情報の共有データとして，幅広く利用されることが期待される。

## 6. 緊急印刷と地形図等の提供

### 6. 1　集成図「有珠山とその周辺」の作成

有珠山の火山活動の活発化に伴い，災害対策に幅広く活用されるよう，下記のとおり，２万５千分1地形図及び5万分1地形図を用いて有珠山とその周辺を２種類の縮

尺で作成（各1,500枚印刷）し，直ちに災害対策関係機関へ配布した。その後，更なる需要があり各1,500枚を増刷した。

- ２万５千分1集成図「有珠山とその周辺」
  ３色　四六判（78.8×109.1cm）
  2万5千分1地形図の豊浦，洞爺，仲洞爺，虻田，壮瞥，伊達，稀府の７面を接合し，有珠山を中心に東西約18km，南北約25kmの範囲の集成図とした。
- ５万分１集成図「有珠山とその周辺」
  ４色　四六判（78.8×109.1cm）
  5万分1地形図のニセコ，留寿都，双葉，豊浦，虻田，徳舜瞥山，伊達，登別温泉の８面を接合し，有珠山を中心に東西約41km，南北約37kmの範囲の集成図とした。

### 6. 2　２万５千分1地形図，５万分1地形図の緊急印刷

刊行されている地形図のうち，火山活動の活発化に伴い，有珠山及びその周辺で今後の需要増が見込まれるため，現在の在庫量の少ないものについて，表－６のとおり緊急印刷を行い，補給した。

表－６　緊急印刷の状況

| 縮　尺 | 図　名 | 印　刷　枚　数 |
|---|---|---|
| ２万５千分の１地形図 | 洞　爺 | 1,000枚 |
| | 仲洞爺 | 1,000枚 |
| | 豊　浦 | 1,000枚 |
| | 伊　達 | 2,000枚 |
| | 稀　府 | 1,000枚 |
| | 虻　田 | 2,000枚 |
| | 壮　瞥 | 2,000枚 |
| 5万分の１地形図 | 伊　達 | 1,000枚 |
| | 計　８面 | 計　11,000枚 |

### 6. 3　２万５千分１火山土地条件図「有珠山」の緊急印刷

２万５千分１火山土地条件図「有珠山」（表６色，裏４色　四六半裁判（52.0×73.8cm）　折り図）は，平成12年３月１日発行で1,000枚が刊行されていたが，有珠山の噴火に伴い急激な需要増があり，これに対応するため緊急印刷（1,000枚）を実施した。しかし，その後も需要が増加し続けたため，さらに2,000枚増刷した。

### 6. 4　５千分１「平成12年（2000年）有珠山噴火地形図」の印刷

平成12年４月26日に撮影した空中写真から，測図部が作成した５千分１「平成12年（2000年）有珠山噴火地形図」（４面，１色，四六判，各500枚）を印刷し，提供した。

### 6. 5　陰影段彩図等出力図

数値地図50mメッシュ（標高）を用い，インクジェットによる出力図として，地形を立体的に表現した陰影段彩図，陰影段彩鳥瞰図，余色立体図等を作成し，災害対策関係機関へ配布した。

また，これらの出力画像は，国土地理院ホームページに掲載するとともに，国土地理院本館１階ロビー及び地図と測量の科学館に設置した有珠山コーナーに展示した。

## 7. 火山活動に関する調査研究

我が国の火山噴火予知のための観測・研究は、測地学審議会の建議する火山噴火予知計画に基づき、関係各機関の協力のもとに行われている。今回の有珠山の火山活動については、気象庁長官の私的諮問機関である火山噴火予知連絡会が中心となり、観測等により得られた様々なデータによる検討及び火山活動に関する総合的な判断が行われている。

地理地殻活動研究センターは、火山噴火予知連絡会にGPS連続観測結果等の国土地理院の観測データを提供すると共に、火山噴火予知連絡会に参加して有珠山の火山活動に関する検討並びに調査研究を進めている。

### 7. 1　主な活動

- 火山活動期には、測地観測センターのGPS連続観測結果を整理・分析して１日３回、６時、12時及び18時までの　観測結果を基にした情報を、火山噴火予知連絡会に提供していたが、火山活動の停滞に伴い４月19からは、１日１回、９時又は12時までの結果を提供した。
  火山活動が静穏化した７月中旬からは、通常週１回、６時までの結果を提供している。
- ３月30日から４月17日まで１日１回、12時までの観測結果を基に、GPS連続観測結果に関する資料を作成し、記者発表を行った。
- 火山噴火予知連絡会等から送られてくる火山情報等を関係部署に配付している。
- 地殻変動研究室を中心に、GPS観測データ等に基づいて火山性地殻変動のダイナミックモデルを構築しながら、火山活動の今後の推移について調査分析を進めている。
- 火山噴火予知連絡会の会議に出席し、観測データの説明等を行っている。
- 有珠山周辺に設置した臨時観測点で行われている、測距、測角及び水準測量の観測データの解析処理を行い、火山噴火予知連絡会有珠山部会（以下、有珠山部会という。）及び本部合同会議用の資料を作成した。
- ヘリレーザースキャナによるDEM、数値化された空中写真のデータ、地理院で作成したDEM、衛星データ等を用いた解析処理を行っている。
- ヨーロッパの衛星ERS－１及びERS－２により取得

された合成開口レーダー（SAR）画像を用いて、有珠山を含む広域の地殻変動解析を行い、4月22日に記者発表した。

- カナダの衛星RADARSATにより取得されたSAR画像を用いて、有珠山の詳細な地殻変動解析を行い、6月12日に有珠山部会に報告した。
- 地殻変動データに基づき、2000年有珠山噴火のマグマモデルを構築し、7月10日の火山噴火予知連絡会本部会議（第86回）に報告した。

### 7.2 火山噴火予知連絡会への出席等

3月31日　気象庁で行われた緊急幹事会に出席し、最新のGPS観測結果について報告した。
4月5～6日　有地で開催された火山噴火予知連絡会有珠山部会（以下、有珠山部会という。）等に出席した。
4月11～17日　有珠山部会等に出席した。
4月12日　現地と東京で開催された臨時火山噴火予知連絡会（第84回）に、それぞれ出席した。
4月14～18日　有珠山部会等に出席した。
4月20～24日　有珠山部会等に出席した。
5月22日　気象庁で行われた火山噴火予知連絡会（第85回）に出席し、国土地理院の各種観測結果について報告した。
6月2日　有珠山部会に、気象庁のテレビ会議で出席した。
6月12日　有珠山部会に、気象庁のテレビ会議で出席した。
6月19日　有珠山部会に、気象庁のテレビ会議で出席した。
7月10日　気象庁で行われた臨時火山噴火予知連絡会（第86回）に出席した。

## 8. 今後の対応

この原稿を書いている段階では、有珠山の活動は沈静化しつつあるが、GPSやAPSによる自動観測、及び緊急解析システムによる観測・監視は継続されている。その結果は引き続き関係機関に送付されており、今後起きるかもしれない変化を捉えるべく今後も継続されていくことになろう。

さらに、このまま活動が沈静化すれば、復興が次の課題となり、基準点の復旧のための水準測量や基準点測量、あるいは地形図の修正等が行われることになる。現在、国土地理院は公共測量の適切な実行に必要な国家基準点の復旧作業を実施中である。

なお、この報告は、関係各部・センターの協力によってとりまとめたものである。