火山災害対策GIS用データの提供－有珠山GIS用データを例に－
The data of Geographic Information System for mitigation of volcanic disaster － the case of Mt. Usu －

地理調査部　小田切聡子・吉岡　貢・小西博美
Geographic Department　Satoko Odagiri, Mitsugu Yoshioka and Hiromi Konishi

要　旨

国土地理院では，近年火山活動が活発化した，岩手山，有珠山，三宅島の３火山について，火山災害対策GIS用データを作成した。これは，火山災害対策に必要な地理情報を，GISソフトウエアで扱えるように構築したデータである。その一例である「有珠山GIS用データ」には，２万５千分1地形図等の基図情報や，公共施設，地名，基準点，火山土地条件図等の主題情報に加えて，空中写真判読による地形変化情報や，観測による地殻変動情報といった火山活動状況を把握するための情報も含まれている。

データ提供においては，有珠山災害対策関係機関へCD-Rで配布したほか，国土地理院ホームページに「有珠山GIS用データ」のフリーダウンロードサイトを新設し，広く一般ユーザへの情報提供も行った。

データ利用としては，GISソフトウエアを用いて，データの重ね合わせ表示，情報の検索・集計・計測等を行うことにより，様々な情報を統括的に把握することが容易に出来る。また，地元行政機関を始め，様々な機関が保有・収集している詳細な情報を加えることにより，住民避難計画や火山活動把握のための観測体制の整備等，様々な対策立案の支援が可能になる。

1. はじめに

国土地理院は，火山災害対策に必要な国土の基盤情報を豊富に保有している。災害対策・復旧にこうした情報の効果的活用を図るためには，火山災害対策GIS用データの構築と，迅速な提供体制の確立が必要である。

平成10年に岩手山で火山性地震が続き，火山活動が活発化する傾向が見られた際，初めて火山災害対策GIS用データとして「岩手山災害対策GIS用データ」が試作され，具体的なデータ構築と提供方法が検討された。その結果，データ提供は火山性地震発生から半年後と時間を要したものの，関係機関の情報を共有するGIS用データの構築，CD-Rによる関係機関への情報提供，インターネットによるGIS運用という成果を上げた[菱山(1999)]。

そして，平成12年３月の有珠山噴火，同年６月の三宅島火山活動では，「有珠山GIS用データ」，「三宅島等GIS用データ」の作成を通して，より迅速な情報提供，データ構築のマニュアル化，インターネットによる関係機関との双方向情報交換を試みた。

本稿では「有珠山GIS用データ」を例に，火山災害対策GIS用データの概要と，その提供方法，利用方法の検討結果を報告する。

2.「有珠山GIS用データ」の概要

2. 1　データ内容

「有珠山GIS用データ」のデータ内容は，基図と主題情報に大別される。基図としては，20万分１地勢図，２万５千分１地形図，５千分１地形図があり，主題情報としては，公共施設情報，地名情報，三角点成果，水準点成果，電子基準点情報，火山土地条件図のほか，有珠山噴火により緊急に集められた情報として，国土地理院GPS臨時観測点位置情報，カラー空中写真撮影主点位置情報，地形変化情報，隆起量変化図，水準測量による上下変動情報がある（表－１）。

以下に有珠山噴火により緊急収集された情報について説明する（元データが既に提供されている成果品あるいは刊行物である情報に関しては説明を省略する）。

主題情報の電子基準点情報と国土地理院GPS臨時観測点位置情報は，統合して国土地理院GPS観測点位置情報とし，観測形態（連続あるいは臨時），受信機種類（トリンブルあるいはアシュテック），観測開始日等の属性情報が付加されている。

カラー空中写真撮影主点位置情報は，国土地理院が有珠山噴火後に繰り返し撮影したカラー空中写真の写真主点位置情報であり，コース番号，写真番号，撮影月日，撮影縮尺等の属性情報を持っている。

地形変化情報は，上記のカラー空中写真を用いて判読された，噴火口・火砕丘，断層・亀裂，泥流堆積地域，著しい地盤隆起域等の時系列（３／31，４／３，４／18，４／26，５／19，５／25，６／12）データである。

隆起量変化図は，土木研究所から提供された情報で，空中レーザー計測システムで作成した有珠山北西山麓周辺の２時期（３／31，４／26）の数値標高モデル（DEM）の差分を隆起量変化図としたデータである。

水準測量による上下変動情報は，有珠山噴火前の水準測量結果と，噴火後の５月及び６月に実施された水準測量結果を用いて，噴火前と５月，噴火前と６月，５月と６月の相対的上下変動量を求めたものである。

2. 2　使用するGISソフトウエア

GIS用データを作成・利用するためにはGISソフトウエアが不可欠だが，GISソフトウエアが一般に普及している

表－1　「有珠山GIS用データ」のデータ一覧

1. 図形データ

データ項目	ファイル名	データ形式		情報内容	縮尺レベル	出典
公共施設情報	public	ベクタ	ポイント	公共施設	1:25,000	数値地図25000（地名・公共施設）：国土地理院
地名情報	place_name	ベクタ	ポイント	地名	1:25,000	数値地図25000（地名・公共施設）：国土地理院
国土地理院撮影カラー空中写真撮影主点位置情報	photo_loc	ベクタ	ポイント	空中写真標定図	1:25,000	国土地理院がH12年3／31，4／3，4／18，4／26に撮影した空中写真の主点位置：国土地理院
三角点成果	triangulation	ベクタ	ポイント	三角点成果	1:25,000	三角点成果：国土地理院
水準点成果と水準点の上下変動量	bench_mark	ベクタ	ポイント	水準点成果及び水準測量結果より計算した上下変動量	1:25,000	水準点成果と国土地理院がH12年5,6月に実施した水準測量結果：国土地理院
水準観測路線図	leveling	ベクタ	ライン	水準観測路線	1:25,000	国土地理院がH12年5,6月に実施した水準測量の水準観測路線図:国土地理院
国土地理院GPS観測点位置情報	gsi_gps	ベクタ	ポイント	有珠山周辺の国土地理院GPS観測点（連続観測点及び臨時観測点）一覧	1:25,000	国土地理院作成
火山土地条件図	classification	ベクタ	ポリゴン	噴火前の火山土地条件（地形分類）情報	1:25,000	1:25,000火山土地条件図（有珠山）:国土地理院
地形変化情報	smoke	ベクタ	ポリゴン	噴煙による写真判読困難域	1:25,000	国土地理院作成（H12年3／31，4／3，4／18，4／26，5／19，5／25，6／12国土地理院撮影の空中写真より判読）
地形変化情報	crack	ベクタ	ライン	断層・亀裂	1:25,000	国土地理院作成（H12年3／31，4／3，4／18，4／26，5／19，5／25，6／12国土地理院撮影の空中写真より判読）
地形変化情報	uplift	ベクタ	ポリゴン	著しい地盤隆起域	1:25,000	国土地理院作成（H12年3／31，4／3，4／18，4／26，5／19，5／25，6／12国土地理院撮影の空中写真より判読）
地形変化情報	uplift2	ベクタ	ポリゴン	特に著しい地盤隆起域	1:25,000	国土地理院作成（H12年5／25，6／12国土地理院撮影の空中写真より判読）
地形変化情報	crater	ベクタ	ポリゴン	噴火口及び火砕丘	1:25,000	国土地理院作成（H12年3／31，4／3，4／18，4／26，5／19，5／25，6／12国土地理院撮影の空中写真より判読）
地形変化情報	flow	ベクタ	ポリゴン	浸水域、泥流堆積域、崩壊地	1:25,000	国土地理院作成（H12年3／31，4／3，4／18，4／26，5／19，5／25，6／12国土地理院撮影の空中写真より判読）
隆起量変化図	upheaval_0331_0426	ベクタ	ライン	有珠山北西山麓周辺の隆起量変化図	1:5,000	空中レーザー計測システムで作成した有珠山北西山麓周辺の2時期（3／31、4／26）のDEM：土木研究所
5千分1地形図（ベクタ）	5k**_altitude	ベクタ	ポイント	標高点	1:5,000	国土地理院作成（4図面：5k30，5k31，5k40，5k41）
5千分1地形図（ベクタ）	5k**_building	ベクタ	ポリゴン	建物等	1:5,000	国土地理院作成（4図面：5k30，5k31，5k40，5k41）
5千分1地形図（ベクタ）	5k**_chikei	ベクタ	ライン	地形等	1:5,000	国土地理院作成（4図面：5k30，5k31，5k40，5k41）
5千分1地形図（ベクタ）	5k**_road	ベクタ	ライン	道路・鉄道等	1:5,000	国土地理院作成（4図面：5k30，5k31，5k40，5k41）
5千分1地形図（ベクタ）	5k**_vegetation	ベクタ	ポイント	植生記号	1:5,000	国土地理院作成（4図面：5k30，5k31，5k40，5k41）
2万5千分1地形図（ベクタ）	25k6340t	ベクタ	ライン	鉄道	1:25,000	国土地理院作成（7図面の範囲）
2万5千分1地形図（ベクタ）	25k6340d	ベクタ	ライン	道路	1:25,000	国土地理院作成（7図面の範囲）
2万5千分1地形図（ベクタ）	25k6340k	ベクタ	ライン	河川	1:25,000	国土地理院作成（7図面の範囲）
2万5千分1地形図（ベクタ）	25k6340b	ベクタ	ポリゴン	行政界（伊達，稀府，虻田，壮瞥，豊浦，洞爺，仲洞爺）	1:25,000	数値地図25000(海岸線・行政界)：国土地理院
20万分1地勢図（ベクタ）	200k****t	ベクタ	ライン	鉄道	1:25,000	国土地理院作成（4図面：6340，6341，6440，6441）
20万分1地勢図（ベクタ）	200k****d	ベクタ	ライン	道路	1:200,000	国土地理院作成（4図面：6340，6341，6440，6441）
20万分1地勢図（ベクタ）	200k****k	ベクタ	ライン	河川	1:200,000	国土地理院作成（4図面：6340，6341，6440，6441）
20万分1地勢図（ベクタ）	200k****b	ベクタ	ポリゴン	行政界（室蘭，苫小牧，岩内，札幌）	1:200,000	数値地図200000(海岸線・行政界)：国土地理院

2. 画像データ

データ項目	ファイル名	データ形式		情報内容	縮尺レベル	出典
20万分1地勢図（ラスタ）	6340	ラスタ	画像(tiff)	室蘭	1:200,000	数値地図200000（地図画像）
20万分1地勢図（ラスタ）	6341	ラスタ	画像(tiff)	苫小牧	1:200,000	数値地図200000（地図画像）
20万分1地勢図（ラスタ）	6440	ラスタ	画像(tiff)	岩内	1:200,000	数値地図200000（地図画像）
20万分1地勢図（ラスタ）	6441	ラスタ	画像(tiff)	札幌	1:200,000	数値地図200000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634056	ラスタ	画像(tiff)	伊達	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634057	ラスタ	画像(tiff)	稀府	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634065	ラスタ	画像(tiff)	虻田	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634066	ラスタ	画像(tiff)	虻田	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634067	ラスタ	画像(tiff)	壮瞥	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634075	ラスタ	画像(tiff)	豊浦	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634076	ラスタ	画像(tiff)	洞爺	1:25,000	数値地図25000（地図画像）
2万5千分1地形図（ラスタ）	634077	ラスタ	画像(tiff)	仲洞爺	1:25,000	数値地図25000（地図画像）

とは言いがたいのが現状である。一般ユーザも対象に含めたデータの利用を考慮すると，少なくともGIS用データの表示・検索ソフトは無償であることが望ましく，データ作成に使用するGISソフトウエアは，無償のGIS用データの表示・検索ソフトで扱えるデータを作成できる必要がある。インターネット等により条件に当てはまるGISソフトウエアの存在を調査し，利用の可能性などを検討した結果，米国ESRI社の“ArcView”をデータ作成に使用することとした。同社は“ArcView”で作成されたデータを表示・検索するソフトウエア“ArcExplorer”を無償提供している。

2. 3　データファイル形式

今回使用した“ArcView”“ArcExplorer”の内部データファイルはシェープファイルと呼ばれる図形データ（ベクタデータ）ファイルで，このシェープファイル形式は，ESRI社以外の複数のGISソフトウエアでも扱うことができ，比較的汎用性が高い。さらに，両ソフトウエアとも画像データ(ラスタデータ)を扱うこともできる。

「有珠山GIS用データ」では，図形データはシェープファイル形式を，画像データはTiffファイル形式を採用している。図形データ及び画像データのファイル構成は次のとおりで，各データは複数のファイルから構成されている。

図形データ(ベクタデータ)：シェープファイル形式
- (データ名).shp　：図形を保存するファイル
- (データ名).shx　：図形のインデックスを保存するファイル
- (データ名).dbf　：図形の属性情報を保存するファイル

画像データ(ラスタデータ)：Tiffファイル形式
- (データ名).tif　：画像ファイル
- (データ名).tifw　：画像データの位置情報ファイル

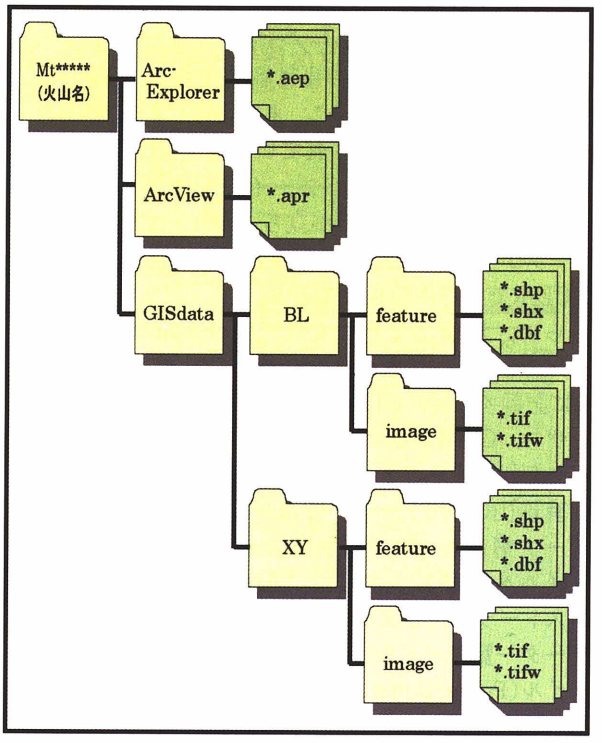
2. 4　座標系

「有珠山GIS用データ」の各データは，経緯度座標系と平面直角座標系の２つの座標系で作成されている。同じ座標系のデータ同士のみ重ね合わせが可能である。“ArcView”では，基本的にデータの座標系が，そのままディスプレイで表示される座標系となるが，経緯度座標系の図形データを使用した場合に限り，様々な座標系に変換した表示が可能となる。ビュープロパティで座標系を指定すると，ディスプレイ上にその座標系でデータが表示される。また，表示された座標系のデータ（シェープファイル）を新たに作成することもできる。

火山災害対策においては，国土地理院の所有する情報だけでなく，関係機関から多くの情報を収集・統合し，火山活動や被災状況を把握する必要がある。そこで多くの情報で用いられる座標系を用いればデータ構築の効率化を図ることができると考え，経緯度座標系と平面直角座標系の２つの座標系を採用した。

2. 5　データ構造

火山災害対策GIS用データの構造を図－１に示す。



図－１　火山災害対策GIS用データの構造

火山災害対策GIS用データの作成では，最上位のディレクトリ名を火山名にし，その直下に，“ArcExplorer”，“ArcVew”，“GISdata”の３つのディレクトリを持つ。

“ArcExplorer”と“ArcView”には，それぞれのプロジェクトファイルが格納されている。プロジェクトファイルは，採用した座標系毎に作成されている（プロジェクトファイルの説明は後述する）。

“GISdata”の下には，座標系のディレクトリ“BL(経緯度座標系)”と“XY(平面直角座標系)”がある。さらに，それぞれの座標系ディレクトリの下には，“feature(図形データ)”と“image(画像データ)”の２つのデータ形式を示すディレクトリがあり，個々のデータはそれぞれのデータ形式のディレクトリに格納されている。

3. 有珠山GIS用データの提供

3. 1　CD-Rによる提供

平成12年４月中に原データの収集を行い，５月から本格的にGIS用データの構築を開始，６月初旬にGIS用データ構築が完了した。提供に際しては，刊行データを含むこと，提供の迅速性やデータの利用しやすさを考慮した結果，まずは関係機関に限り，CD-Rにより配布することにした。

“ArcView”及び“ArcExplorer”では，各データの表示において，ユーザ側で凡例（記号や色など）を設定する（プロジェクトファイルを作る）必要がある。しかし，CD-Rなら構造を保ってデータを記録できるので，予め用意した標準的と思われる表示例のプロジェクトファイル（.apr及び.aep）をそのまま利用できる。実際，パソコンに“ArcView”あるいは“ArcExplorer”がインストールされていれば，CD-Rのファイル.aprあるいは.aepファイルをダブルクリックするだけで，ソフトが立ち上がり，すべてのデータが標準的な表現方法で表示される。これがCD-Rでの提供の利点である。

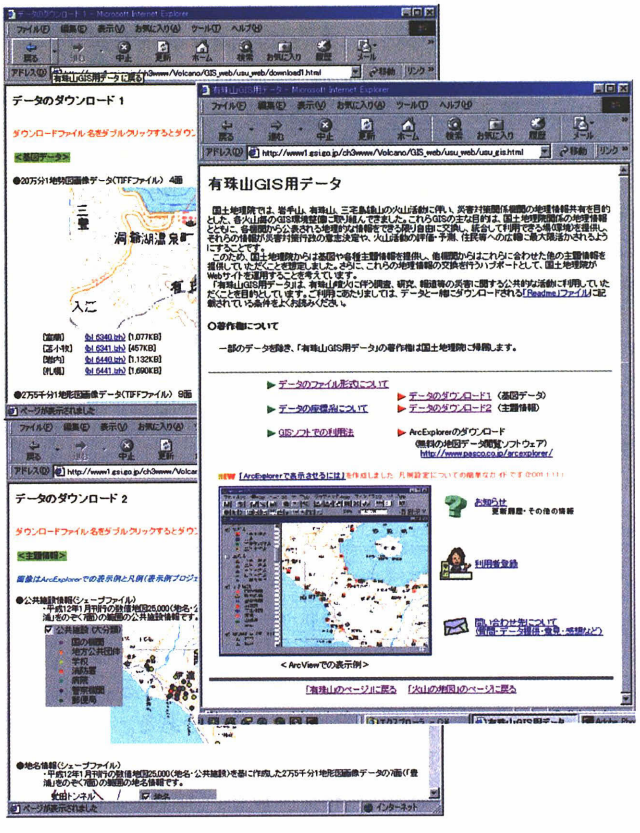
さらに，無償ソフトウエア“ArcExplorer”のインストーラー付きダウンロードファイルをCD-Rに記録すれば，GISソフトウエアを持たないユーザも，CD-Rからソフトをインストールし，データを利用することができる。

「有珠山GIS用データ」では，CD-Rに図－1のデータ構造でプロジェクトファイルとデータファイルを記録し，さらに“ArcExplorer”のインストーラー付きダウンロードファイル，GIS用データ一覧ファイル(Excelファイル)，利用例ファイル(PowerPointファイル)を納め，ケース表紙（裏には簡単な取扱説明書）をつけて，災害対策関係機関に配布した（図－2）。

図－2　CD-R版「有珠山GIS用データ」（ケースラベルと取扱説明書）

3. 2　Webによる提供

さらに，有珠山の活動が続くなか，日々得られる最新の情報を追加し，災害対策検討のための最新地理情報の提供を図ることを想定し，基図および主題情報をWeb上で流通させるサイトを，国土地理院のホームページ上に開設した[秋山他(2000)]。緊急時における刊行データの無償提供を可能にする事務手続きや，ホームページ作成に時間を要した結果，実際に開設できたのは平成12年9月であった。幸いその頃までには有珠山の活動も低下し，避難解除も進んだため，リアルタイムでの情報提供は実践に至らなかったが，将来類似した災害発生に備え，試験運用を試みた（図－3）。



図－3　「有珠山GIS用データ」のWebダウンロードサイト

Webサイトでは，「有珠山GIS用データ」CD-R版の全データを自由にFTPダウンロードできるようにした。ダウンロードファイルはLHA圧縮し，ダウンロード時間の短縮が図られている。サイト開設後に新たなデータが得られた場合は，既存データの更新あるいは新規データの追加を行った。また，「有珠山GIS用データ」利用者登録コーナーを設け，登録したユーザには新規データ情報等を連絡した。

今回は，他機関からの情報提供はほとんどなかったが，Webサイトを通して，災害対策関係機関からの情報提供を受け，火山災害対策GIS用データの蓄積や統括的な管理を行い，Webサイトを情報交換やデータ共有の場にすることも検討する意義があると考えられる。

4. 有珠山GIS用データの利用

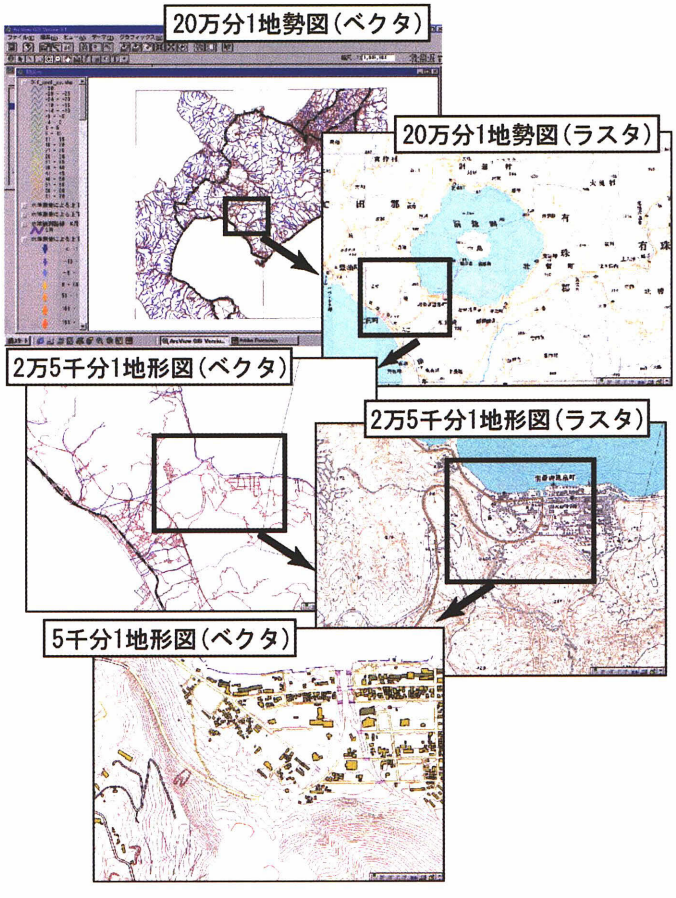
ここでは，GISソフトウエア“ArcView”を使用して，

「有珠山GIS用データ」の火山災害対策への利用の可能性を提示する。

4．1　ディスプレイ表示

基図は，ディスプレイの表示縮尺に合わせて，適切な縮尺のデータに切り替えて表示することができる。紙地図では何枚もつなぎ合わせ，縮尺毎に使う地図を変えなければならなかったが，GISソフトウエアを使用すれば，ディスプレイ上で必要な範囲を，必要な縮尺で，簡単に切り替えて地図を見ることが出来る。これは，災害現場の把握をより容易にさせると考えられる。

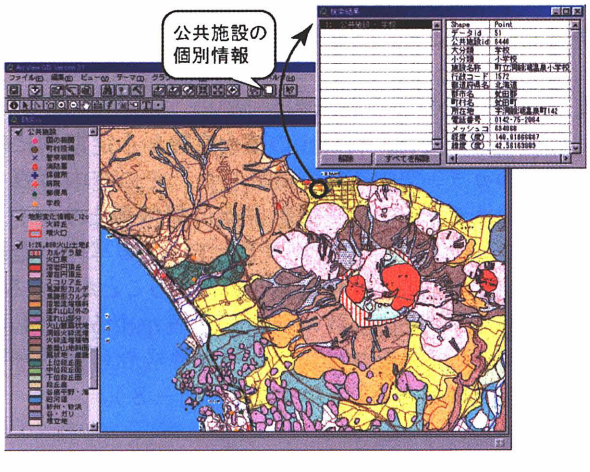
「有珠山GIS用データ」では，表示例プロジェクトファイルに，ディスプレイ上で最も見やすくなる地図の縮尺やデータ形式が切り替わるよう設定してある。具体的には，広域表示から拡大表示していくと，20万分１地勢図ベクタデータ，20万分１地勢図ラスタデータ，２万５千分１地形図ベクタデータ，２万５千分1地形図ラスタデータ，５千分1地形図ベクタデータの順で切り替わって表示される（図－４）。



図－４　表示縮尺に適した基図の切り替え表示（イメージ）

4．2　データの重ね合わせ

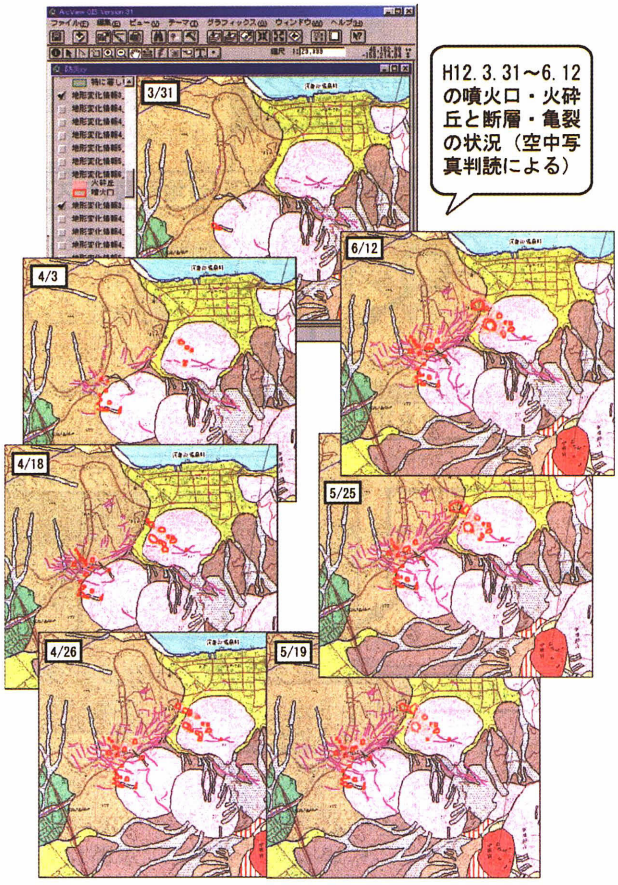
個々の機関で作成された情報は，独自のデータフォーマットや異なる座標系のデータの場合が多く，単純に重ね合わせることが出来なかったが，「有珠山GIS用データ」のようにすべてのデータをGISソフトウエアで扱えるように構築すれば，情報の重ね合わせ表示が可能となり，必要なデータだけの選択表示することもできる。



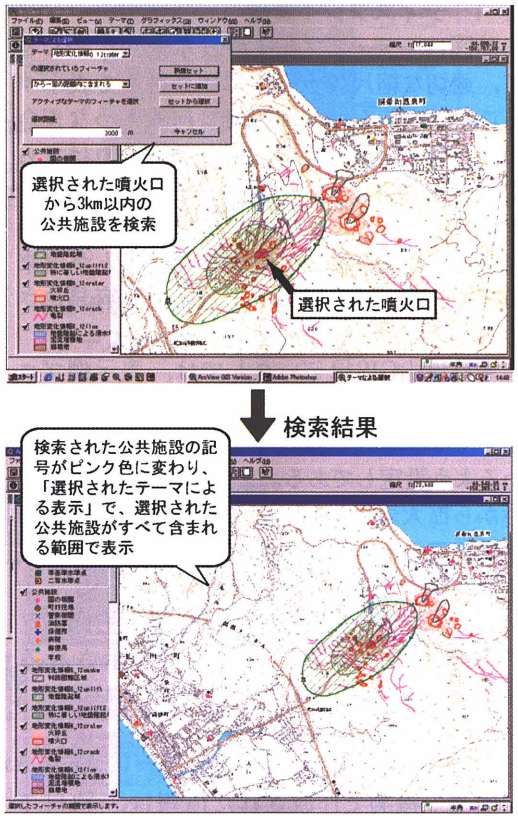
図－５　データの重ね合わせ（基図，火山土地条件図，公共施設情報）と個別情報表示例

例えば，有珠山の火山土地条件図と２万５千分１地形図と公共施設情報を重ね合わせることにより，有珠山周辺のどの地域で，過去の火山活動で溶岩円頂丘が形成されたか，噴火口からどの地域へ溶岩が流出したかといったことが一目瞭然となり，さらに避難所として利用される学校等の公共施設が，どのような場所に立地しているかを容易に把握できる（図－５）。

有珠山では過去の噴火を示す溶岩円頂丘が一定の軸上に分布しており，今回の噴火においても，この軸上で，概ね過去の噴火において硬い溶岩で覆われた所と覆われなかった所の境界付近で噴火が生じた。火山土地条件図は，噴火口がどこに生じるかを予測するのに有用であり，さらに他の様々な情報を重ね合わせることにより，避難すべき危険地域の割り出しや避難所の選択等に大いに役立つと考えられる。



図－6　地形変化情報（噴火口・火砕丘及び断層・亀裂）の時系列表示（イメージ）



図－7　2つの情報の相互関係による検索・選択表示例

4．3　データの時系列表示

「有珠山GIS用データ」の地形変化情報や水準測量による上下変動情報のような時系列データは，GISソフトウェア上で，時系列で表示を切り替えることにより，視覚的に火山活動の状況の変化を把握することができる（図－6）。

4．4　データ検索・選択表示

“ArcView”では，データの複数条件検索や，データ相互関の条件検索，検索結果の表示・追加表示等ができる。例えば，避難場所として利用される学校を検索する場合，一つのキーワード「学校」で検索するだけでなく，「虻田町内にある」「小学校」というように，複数の条件で検索し，選択された対象がディスプレイの範囲にすべて入るような縮尺で表示することが可能である。また，対象の記号をクリックすると，個別の情報を表で見ることが出来る。さらに，「噴火口から距離3km以内にある公共施設の検索」のように，データの相互関係を調べることも容易に出来る（図－7）。

こうした利用により，道路規制や住民避難の範囲を決定し，規制対象となる道路や避難指示を出す区域の抽出が容易になると考えられる。

4．5　画像のリンク表示

国土地理院では，有珠山の噴火直後から定期的に噴火口周辺のカラー空中写真を撮影した。その空中写真を数値化し，カラー空中写真撮影主点位置情報とリンクさせることにより，GISソフトウェア上で，空中写真の撮影位置を確認し，必要な空中写真を表示することができる。

ディスプレイ上に複数の空中写真表示することも可能であり，また，必要な写真のコース番号や写真番号等の情報も容易に調べることができる（図－8）。

4．6　新規データの追加・作成

“ArcView”では，図形データの追加が容易である。図形データには，ポイント，ライン，ポリゴンの3種類が

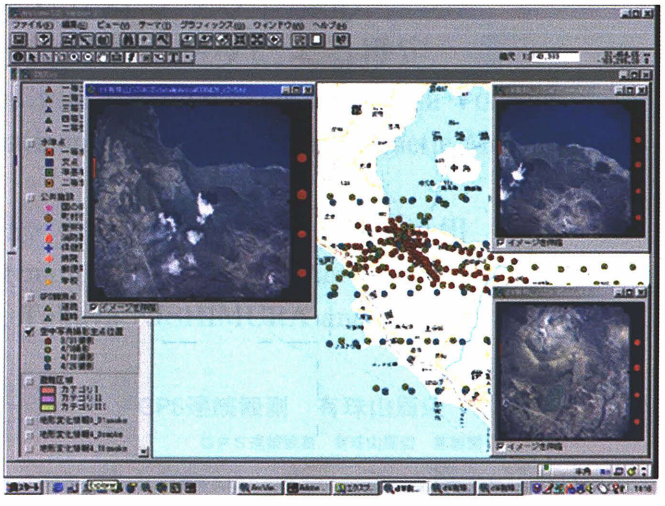
あり，それぞれの情報に適した図形データで，新規データを作成したり，既存のデータに対して，追加や削除をしたりすることが可能である。

例えば，避難区域が決定されたら，直ちに“ArcView”上に適切な縮尺の基図を表示し，決定した避難区域の図形情報（ポリゴンデータ）をディスプレイ上で描画し，新規データを作成し，このデータと詳しい住民情報を結合させれば，避難区域の住民情報の把握が容易となる（図－９）。

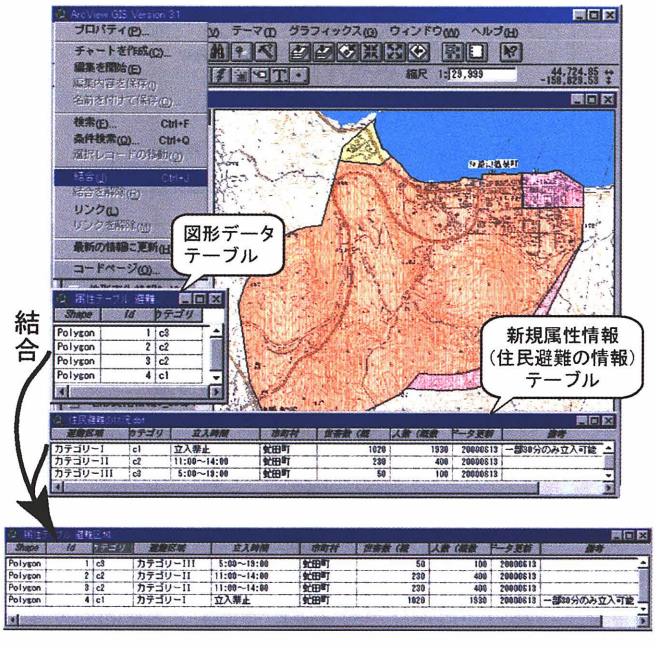
5. まとめ

現実の火山災害対策にGISソフトウエアとGIS用データを活用するには，GISソフトウエアの機能の拡充や，災害対策本部と関係各機関の情報の一元化等，多くの課題が残されおり，体制はまだ十分整っていない。しかし，前章で例示したようにGISを活用するメリットは大きいと考えられる。

火山活動が活発化した際，速やかに地理情報を提供するには，平時から災害対策に必要となる情報をGIS用データとして構築しておくことが重要である。また，関係各機関が保有・取得した情報を共有し，それらを災害対策へ有効活用するために，今後，現地災害対策本部にデータ作成できるGISソフトウエアを設置し，リアルタイムでデータ作成を行うための職員を配置する必要があると考えられる。



図－８　図形データと画像のリンク表示例



図－９　図形データテーブルと新規情報テーブルの結合例

引 用 文 献

秋山　実（2000）：有珠山GIS　－災害時の地理情報共有の試み－，地理情報システム学会講演論文集，9，1－6.
菱山剛秀（1999）：岩手山災害対策GIS用データについて，地理調査部技術ノート，17，14－23.