

日本海側山地に特有な筋状地形（雪崩地形）の地形形態と分布について

関 口 辰 夫*

Characteristic landform of “Avalanche Furrows” and distribution in the Mountain areas along the Japan Sea Coast

Tatsuo Sekiguchi*

*国土地理院 Geospatial Information Authority of Japan., 1 Kitasato, Tsukuba, Ibaraki, Japan E-mail: sekiguchi-t96nk@mlit.go.jp

キーワード：全層雪崩、筋状地形、積雪深、空中写真判読

Key words : full-depth snow avalanche, avalanche furrow, snow depth, aerial-photo interpretation

日本海側山地に特有な筋状地形（雪崩地形）の地形 形態と分布について

関 口 辰 夫

Characteristic landform of “Avalanche Furrows” and distributions in the mountain areas along the Japan Sea coast

Tatsuo Sekiguchi*

* 国土地理院 Geospatial Information Authority of Japan., 1 Kitasato,
Tsukuba, Ibaraki, Japan.
E-mail:sekiguchi-t96nk@mlit.go.jp

キーワード：全層雪崩、筋状地形、積雪深、空中写真判読

Key words: full-depth snow avalanche, avalanche furrow, snow depth,
aerial-photo interpretation

1. 雪崩による地形の調査・研究について

筋状地形(雪崩地形)は日本海の山地に特有の地形で広範囲に分布していることが判った(杉山ほか, 1987)。しかし、その形態や形成過程は未解明であり、下記について調査・研究を行った(関口, 1994、関口, 2008)。

1. 雪崩と雪崩による地形との関係

- ①雪崩と筋状地形が一致 ②積雪の少ない地域では存在していない

2. 全層雪崩は反復して発生しているか

- ①新潟県魚沼地区 ②新潟県秋山郷で反復発生を確認

3. 積雪深・出現標高との関係はどうか

- ①積雪深1m~1.5m以上 ②標高約200m以上で出現

4. どのような地形形態か

- ①幅の狭い直線的な溝状 ②基盤が露出 ③周囲は主に低灌木

5. 形成要因はなにか

- ①降雪・積雪深 ②傾斜 ③植生(抵抗体小) ④急傾斜の地形

6. 表層雪崩、崩壊地との関係はどうか

- ①雪崩災害は表層雪崩が多い ②崩壊地は急傾斜・無植生

7. 予知・予測に役立つか

- ①新潟県中越地震前に予測図作成 ②翌年の豪雪後に検証

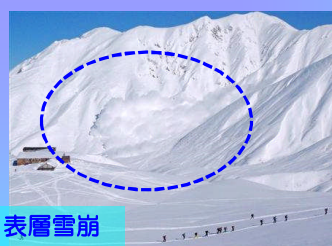
最近の雪崩災害

日本では、豪雪、交通障害、登山、スキー、雪崩などの災害が毎年のように発生している。

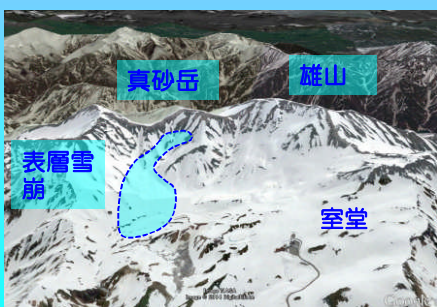
平成25年富山県立山真砂岳スキー雪崩災害



(朝日2013年11月)

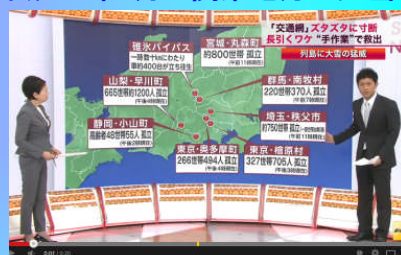


(産経2013年11月)



Google Earth画像 (2013年5月)

平成26年2月の関東地方の大雪



大雪 各地で集落孤立、山梨・早川町で約665世帯1,200人が孤立(各地で孤立集落 (FNN, 2014年2月))

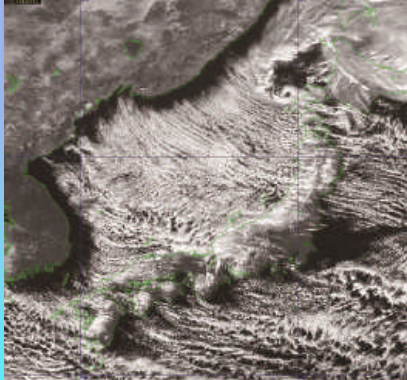


山梨県早川町での雪崩(秋山ほか, 2015)

日本の豪雪と気候・気象

降雪・積雪

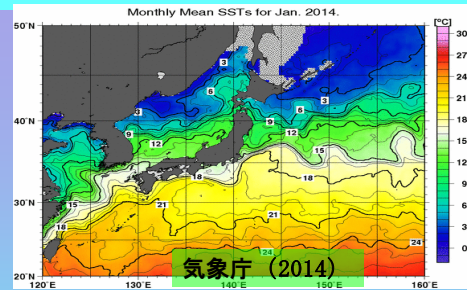
世界で有数の多雪国であり、豪雪の中でも生活を営んでいる



気象庁(2005年11月)

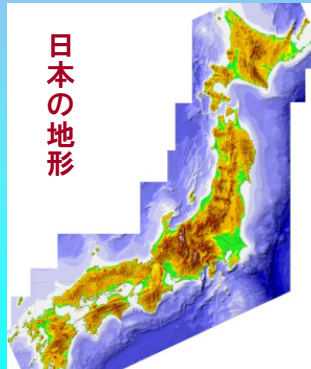
- ①冬季の寒冷で乾燥のシベリア寒気団が強風の季節風となって列島を覆う
- ②日本海の海水温は真冬でも10~12℃
- ③寒気団が大量の熱と水蒸気を含み変質
- ④変質した季節風が脊梁山脈で上昇、大量の降雪・積雪、山地で雪崩を発生

温暖な対馬海流



気象庁(2014)

日本の地形



積雪深

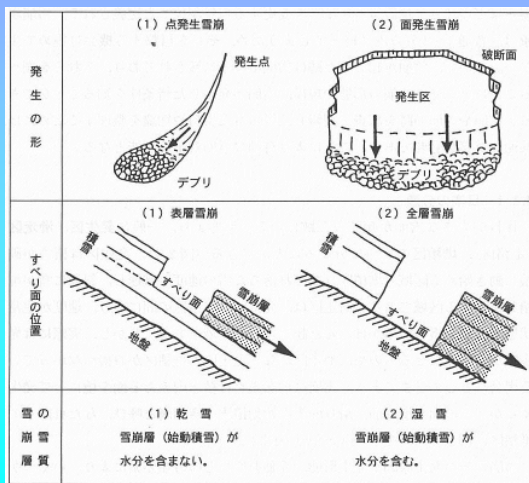
日本海側で1~4mの積雪



工業技術院地質調査所(1996)

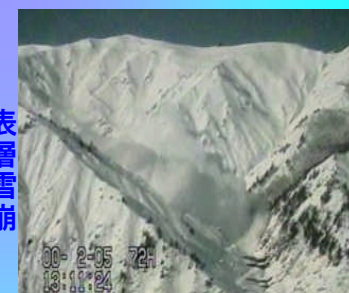
雪崩の分類 日本雪氷学会(1998)

雪崩分類の要素	区分名	定義等
雪崩発生の形	点発生	一点からくさび状に動き出す。一般に小規模。
	面発生	かなり広い面積にわたりに動き出す。一般に大規模。
雪崩層(始動積雪)の乾湿	乾雪	発生域の雪崩層(始動積雪)が水気を含まない。
	湿雪	発生域の雪崩層(始動積雪)が水気を含む。
発生域の雪崩層(始動積雪)のすべり面の位置	表層	すべり面が地面。
	全層	すべり面が積雪内部。



表層雪崩

表層雪崩:12~2月厳冬期
全層雪崩:3~4月融雪期



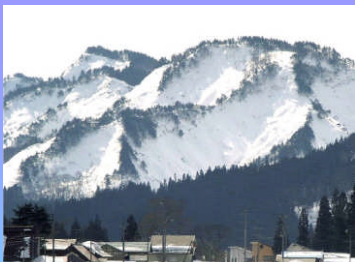
白馬岳(土研雪崩・地すべりC
<https://www.pwri.go.jp/team/niigata/movies.html>)

全層雪崩

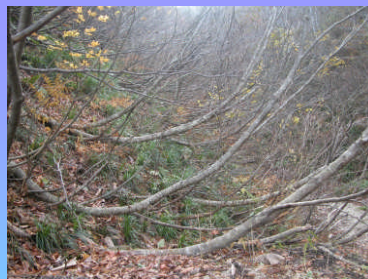


湿雪全層雪崩と地表侵食
(2002年, 十日町市)

豪雪地域の山地・丘陵地の地形景観



凹型斜面とモヒカン刈模様の尾根
(只見おもしろ学ガイドブック(2013))



豪雪の雪圧による根曲(只見町)



低灌木のボイ山と凹型斜面(魚沼市)



斜面の低灌木と尾根の高木(只見町)

雪崩による地形の研究史

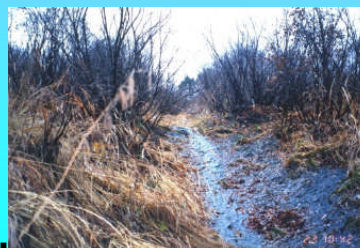
全層雪崩発生斜面では、直線的な地形がみられることが指摘されていた(宮崎, 1938)、アバランチシュート(下川, 1980)の調査。筋状地形(杉山ほか, 1987)の発見により、雪崩地形が日本海側山地に広域に分布していることが明らかとなった。



①雪崩道(宮崎, 1938, 神通川沿い)



②アバランチ・シュート(下川, 1980 只見川上流)



③筋状地形(杉山ほか, 1987 只見町)



雪崩における筋状地形の調査・研究

全層雪崩発生斜面に広範囲にみられる筋状地形について空中写真判読、現地調査により分布や地形形態の調査・研究を行った



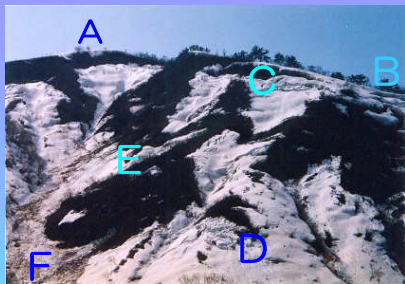
筋状地形(新潟県魚沼市):空中写真では針先で引っ掻いたような筋状のパターンが判読される



アバランチシュート(福島県只見町):筋状地形よりも幅が広く、筋状地形とほぼ同地域で分布している

全層雪崩による地表の侵食

毎年融雪期には全層雪崩が発生し、少しづつ斜面を侵食し筋状地形などを形成



雪崩の発生状況(旧湯之谷村, 2002年)
A:稜線 B:遷急線 C:クラック D:グライド
E:雪崩 F:デブリ

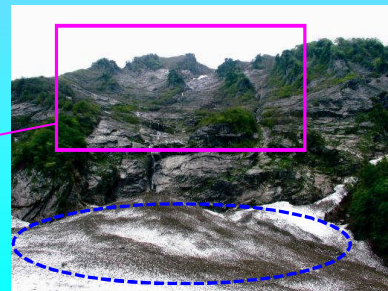


融雪期の雪崩発生状況
(旧広神村, 1983年3月)



権現岳(1989年オリス撮影)

アバランチ・シュート
(糸魚川市・旧能生町
権現岳, 2002年5月)

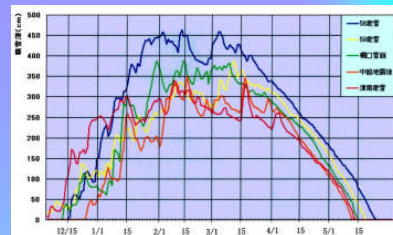
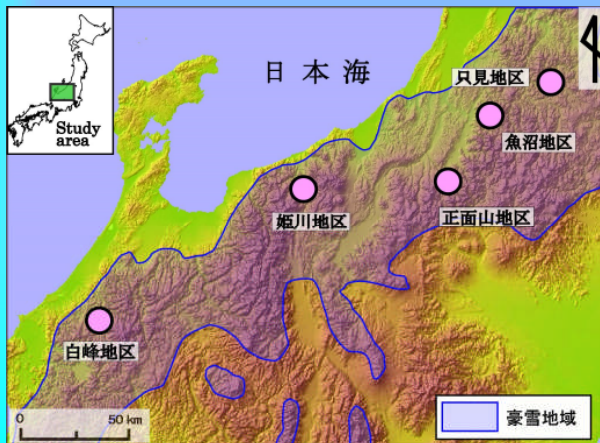


デブリと削剥された砂礫

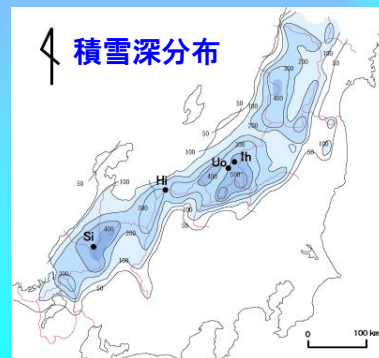
筋状地形の調査・研究の地域

- ①56豪雪において広範囲に雪崩が発生した。これらの地域で雪崩地形の調査・研究が開始され、その過程で筋状地形が発見された。
- ②傾斜・発生位置・植生・方位、筋状地形の全国的な分布を調査。

調査地域



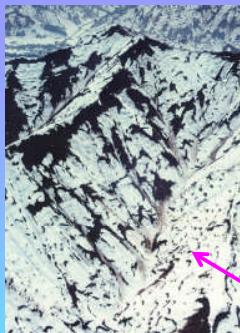
新潟県入広瀬観測点の積雪深



防災科学技術センター (1982)を編集

雪崩発生斜面における筋状地形との関係

融雪期



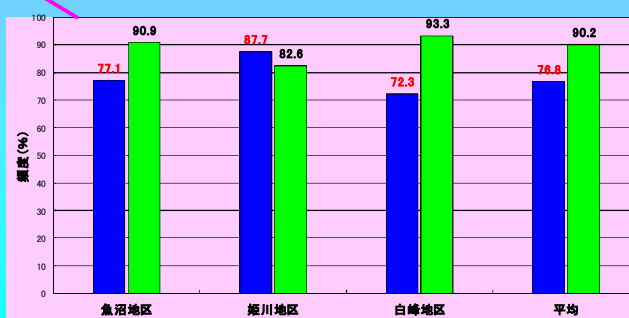
魚沼地区

無雪期



雪崩発生斜面と筋状地形との関係が80~90%と非常に高いことが明らかとなった。

- ①新潟県魚沼地区、新潟・長野県境姫川地区、石川県白峰地区で雪崩発生と筋状地形の関係を調査。
- ②雪崩発生斜面で筋状地形が76.8%みられた。
- ③筋状地形のみられる斜面では90.2%の雪崩が発生した。
- ④雪崩と筋状地形の相関が高いことが判った。



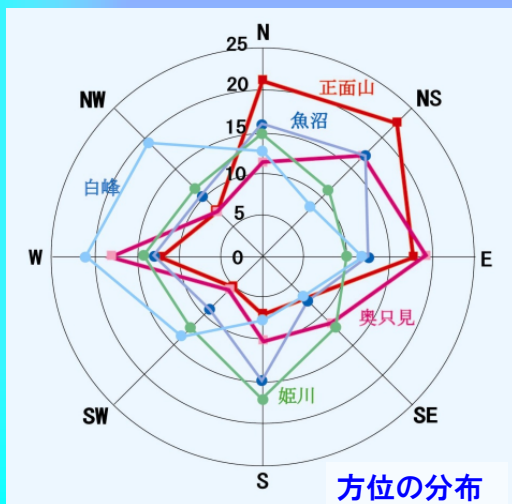
②

③

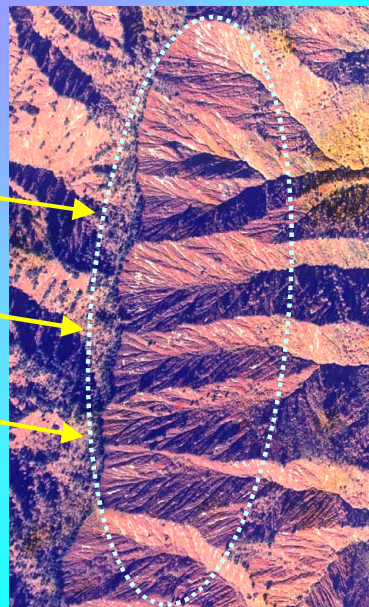
方位

筋状地形の方位は、山稜の方向、季節風、傾斜の非対称、雪底の発達等によると考えられる。調査による筋状地形の方位は、

- ① 密集している区域では方位に無関係に出現
- ② 南北、北東－南西の山稜では東側斜面に多い



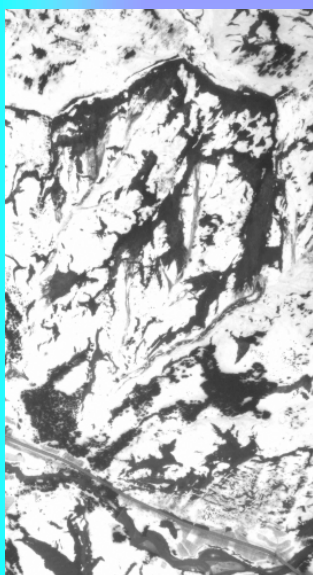
奥只見地区の例



稜線の東側斜面で発達

雪崩の反復性(魚沼地区) ①

- ① 全層雪崩は毎年同じ場所で発生していると言われるが未解明であった
- ② そこで、雪崩が反復発生について複数年で調査を行った



56豪雪時写真



昭和58年空中写真



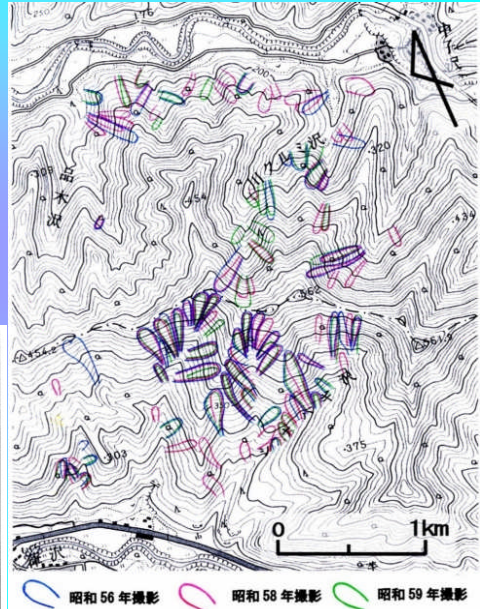
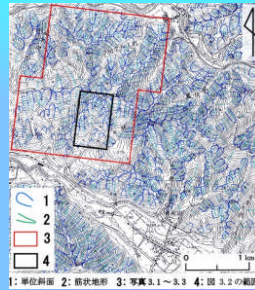
昭和59年空中写真

雪崩の反復性(魚沼地区) ②

3時期の雪崩発生・反復発生率を調査 1時期に1回だけの撮影で

- ①1981/1983では
82.7%で反復発生
- ②1983/1984では
65.4%で反復
- ③1981/1984では
42.5%で反復

3時期で4～8割で反復発生が認められた



空中写真撮影年	雪崩発生斜面数	反復斜面数・反復率 (1)	反復斜面数・反復率 (2)
1981	52		
1983	80	① 43 82.7 %	
1984	50	② 34 65.4 %	③ 34 42.5 %

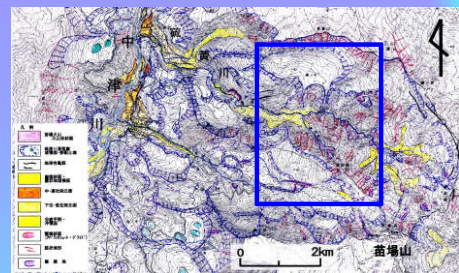
発生斜面数、反復発生数、反復発生率

3時期雪崩発生斜面の重ね合わせ

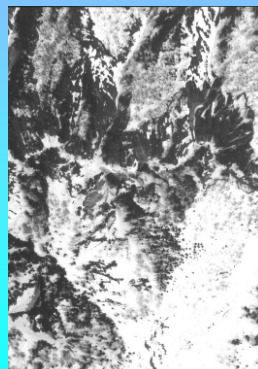
新潟県・長野県境の秋山郷の反復性 ①

苗場火山西側では、中津川方向の侵食カルデラと、多数の地すべり地形がみられる

- ①3時期で7～9割の雪崩が反復発生した。
- ②雪崩地形だけでなく崩壊地でも発生
- ③筋状地形やアバランチシュート、崩壊地で反復発生率が高い。



調査位置



平成8年撮影

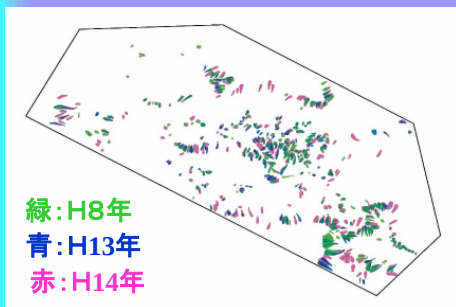


H13年撮影

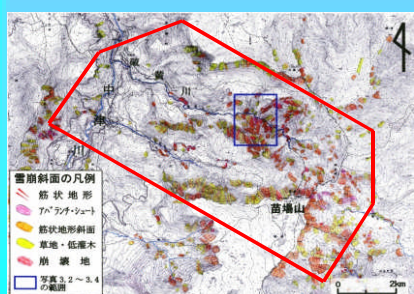


H14年撮影

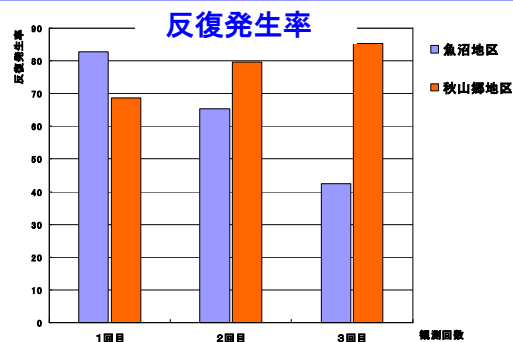
秋山郷地区における反復性 ②



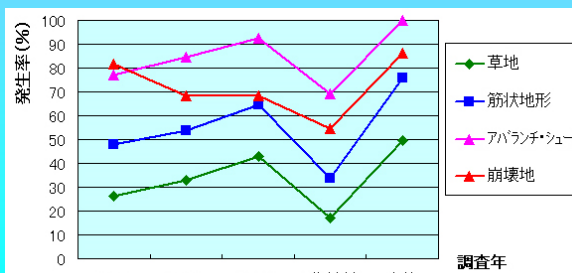
3時期の雪崩発生斜面の分布



雪崩地形の分類図



魚沼・秋山郷地区で、6~8割で反復発生



現地における筋状地形の調査(福島県只見町)

典型的な筋状地形の地形形態について現地調査を行った。



筋状地形 最上部(尾根直下)

筋状地形の溝状の地形

- ①縦断形は浅い凹型or直線形
- ②断面が半円形~U字型
- ③溝の幅4~6m、深さ2~4m
- ④溝の両側の植生は低灌木や草地
- ⑤表面は滑らかな岩盤でしばしば雪崩による擦痕がみられる



(a) 筋状地形上部の形態



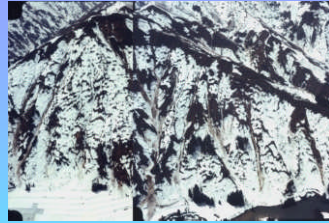
(b) 筋状地形中部の形態

筋状地形中・下部

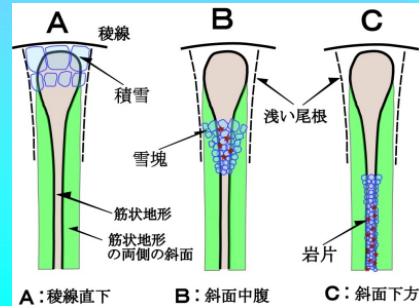
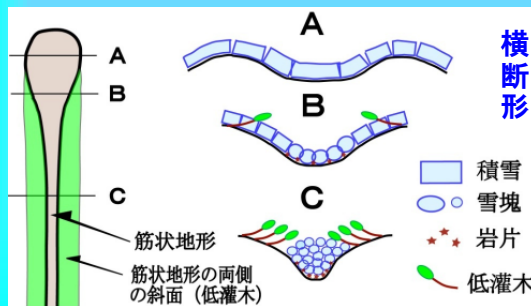
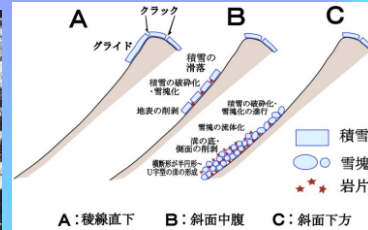
雪崩による筋状地形の形成メカニズム

積雪は稜線直下から徐々に動き、次第に急速となって雪崩に発展する。
斜面上部では大きい雪塊だが、次第に小片化、岩片も巻き込んで流下する。

雪崩の発生状況



平面形



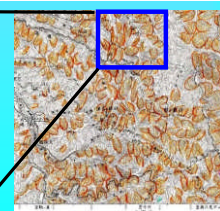
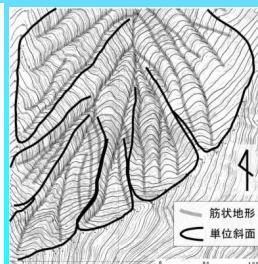
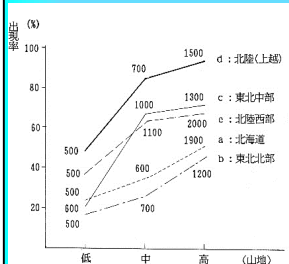
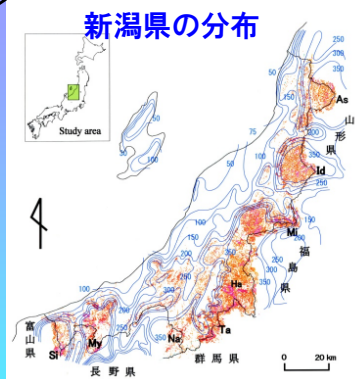
筋状地形の分布(全国と新潟県)

全国：S56年の豪雪後、全国的に筋状地形の調査を行い分布を明らかにした。
新潟県：特に集中する新潟県において詳細な分布を調査した(関口, 2008)

全国の分布



新潟県の分布



地方標高ごとの出現率

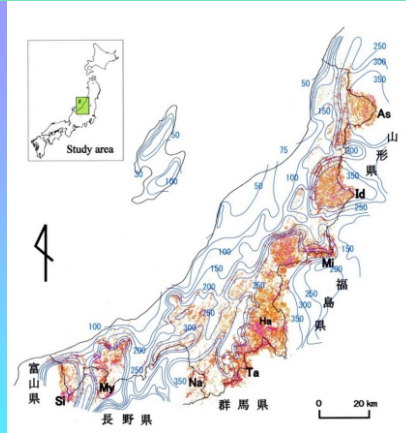
空中写真判読で単位斜面ごとに抽出

単位斜面ごとの例

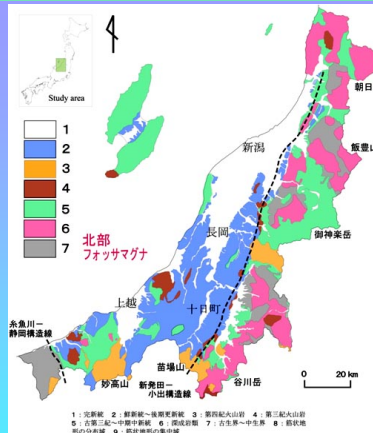
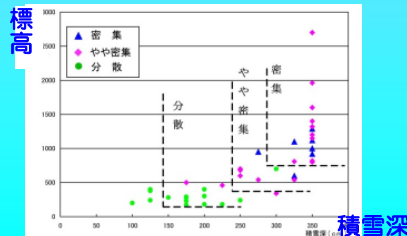
形成要因(積雪深・標高・比高・地質)

筋状地形は越後山脈などの山地に集中、丘陵地で分散、山地は堅固な地質。

筋状地形と積雪深の分布



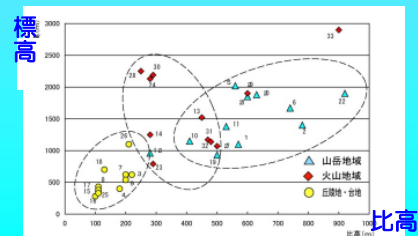
積雪
深:100
~
150cm
以上
で出現



地質

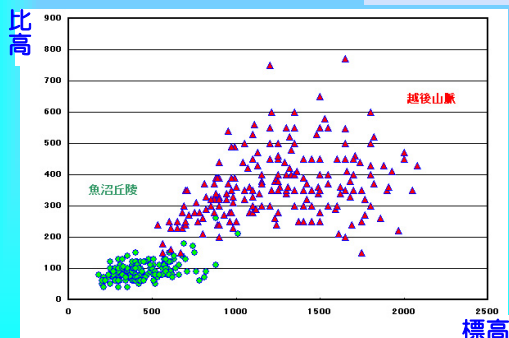
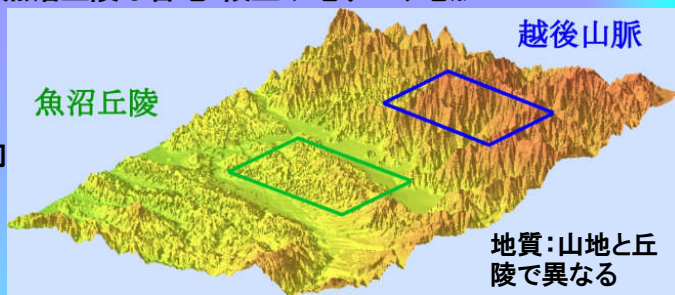
山地は
古生層、
花崗岩、
古第三
紀~中
新世層、
丘陵は
第三紀層

標高:
200
m以上
で出現

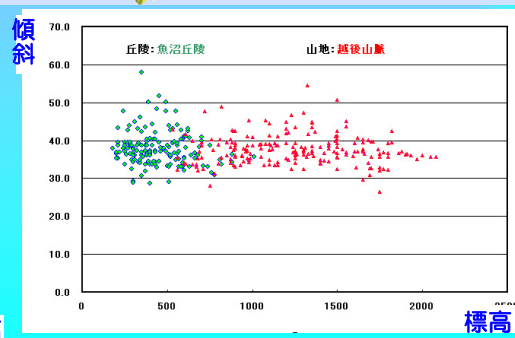


筋状地形を山地と丘陵地で比較

- ① 越後山脈は急峻な山地、魚沼丘陵は台地・段丘や地すべり地形
- ② 地質は越後山脈が堅固な深成岩、魚沼丘陵は軟岩の第三紀層
- ③ 標高(積雪深)や比高、地質は異なるが傾斜は同傾向
- ④ 上記の結果から、傾斜が筋状地形の主要因であることが判明



比高と標高:山地と丘陵で異なる

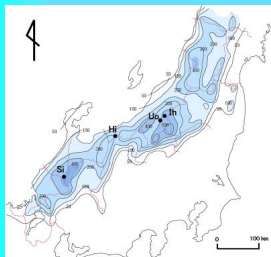


傾斜:標高は異なるが傾斜は同傾向

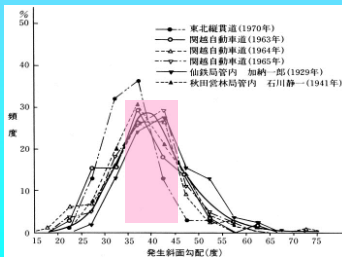
筋状地形形成要因のまとめ

①積雪深 ②傾斜(比高) ③露岩or草地・低灌木の植生 ④急傾斜の地形が要因

要 因	重要度	雪崩発生斜面と雪崩地形の特徴・要因の重要度
積雪深	◎	最も重要な要因。1m～1.5m以上の積雪深で雪崩地形が出現、積雪深に比例して雪崩地形が増加。
標高	○	標高の増加に比例し積雪深が増加する。そのため、標高に比例して雪崩地形が増加、密集する。
発生位置	△	雪崩は主に稜線直下から発生し、雪崩地形も稜線直下で多く出現する。
平面形	△	稜線直下で楕円、紡錘、しゃもじ形、斜面中部から下部にかけて雨樋状に細く幅が狭い。
比高・斜面長	◎	斜面の比高(高さ)や斜面長が大きいほど雪崩による侵食力が大きく地形が明瞭となる。
縦断形	△	直線ないしやや浅い凹型の斜面形。雪崩による侵食で斜面形は非常に滑らか。
横断形	△	斜面上部は浅い凹型、中部から下部は幅や深さが数mの半円形～U字形。
傾斜	◎	雪崩発生の主要因、傾斜35～55°の斜面で雪崩は発生し、雪崩発生斜面もほぼ同傾斜。
地質	○	中・古生層、第三紀火山岩で広範囲にみられ、第四紀層ではやや少ない。
植生	◎	高木林ではほとんど雪崩は発生せず、露岩地、低灌木や草地で雪崩地形は多く出現。
方位	△	雪崩地形が密集する区域では方位に無関係に出現。南北方向の山稜では東側斜面に偏って分布。
急傾斜の地形	◎	雪崩地形の斜面で、山地斜面、地すべり、段丘、火口・カルデラ、氷河・圍谷などの急傾斜地。



積雪深



傾斜(高速道路調査会, 1975)



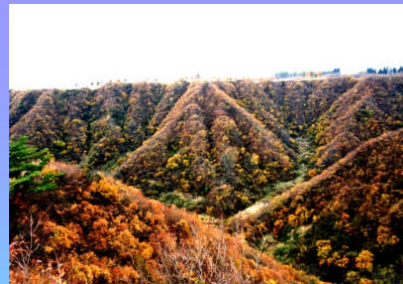
急傾斜の地形

急傾斜の地形 ①段丘崖

十日町市

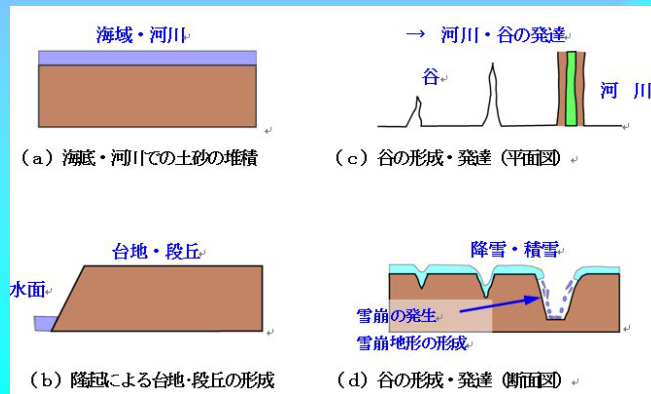


魚沼市



筋状地形の分布・十日町図幅

発達過程・イメージ



急傾斜の地形 ②地すべり滑落崖

南魚沼市



十日町市

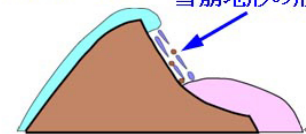
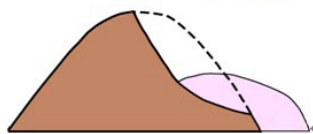
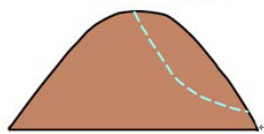


山体の亀裂

地すべりの発生

降雪・積雪

雪崩地形の形成



(a) 山地・丘陵地の発達
山体中の亀裂発生

(b) 地すべりの発生
滑落崖の形成・発展

(c) 地すべり滑落崖における
雪崩地形の形成・発達

発達過程・イメージ

急傾斜の地形 ③山地斜面

奥只見湖



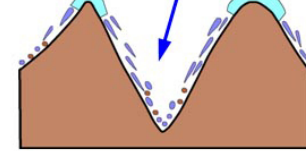
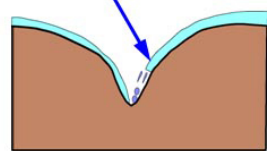
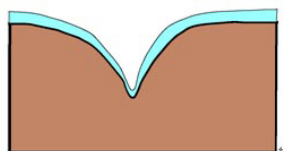
湯沢町・正面山



降雪・積雪

雪崩・グライド

雪崩地形の形成



(a) 山地・谷の発達

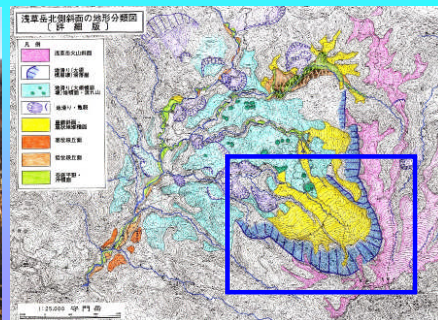
(b) 山地・谷のさらなる発達

(c) 山地への成長
雪崩地形の形成・発達

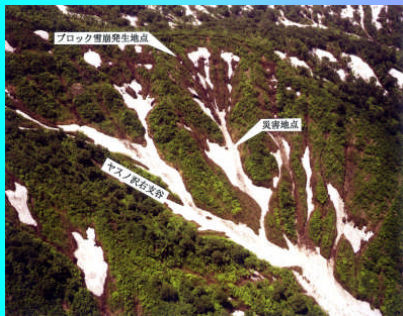
発達過程・イメージ

④カルデラ壁

新潟県浅草岳



浅草岳地形分類図



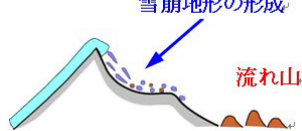
浅草岳ブロック雪崩（2000）

山体崩壊・岩屑なだれ
カルデラの形成



(b) 山体崩壊・岩屑なだれ

降雪・積雪



(c) カルデラの形成

雪崩地形の形成・発達

発達過程・イメージ

急傾斜の地形 ⑤氷河カール・U字谷

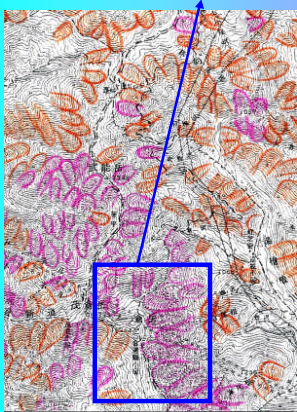
群馬県谷川岳



北海道幌
尻岳

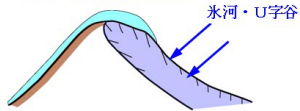
2006年旧
『日高山
脈館』ポ
スターより

筋状地形の分布・越後湯沢図幅

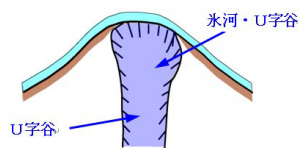


発達過程・イメージ

降雪・積雪 氷河の形成

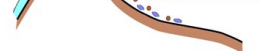


(a) 降雪・積雪, 氷河地形の形成

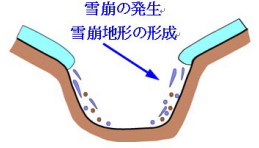


(b) 氷河による圈谷・カール
氷食谷・U字谷の形成

雪崩の発生
雪崩地形の形成



(c) 圈谷・カールと雪崩地形 (断面図)

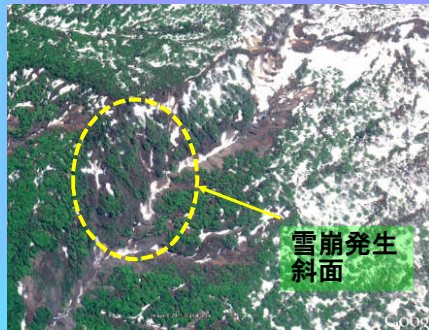


(d) 氷食谷・U字谷と雪崩(断面図)

崩壊地と雪崩・雪崩地形との関係

崩壊地において雪崩が頻繁に発生していることが明らかとなり、雪崩地形の1つとして重要な地形となっていた

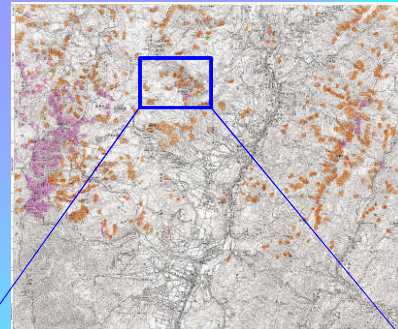
稗田山崩壊地と雪崩
大規模崩壊



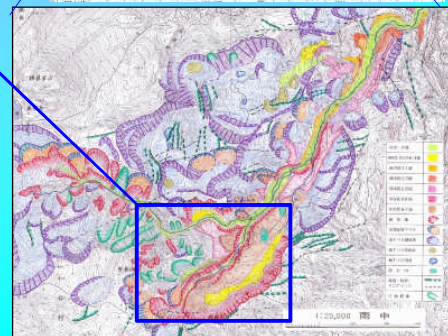
Googleeearth (2013. 05. 22)

雪崩発生斜面

筋状地形の分布
白馬岳図幅



稗田山崩壊地周辺の地形



雪崩による侵食



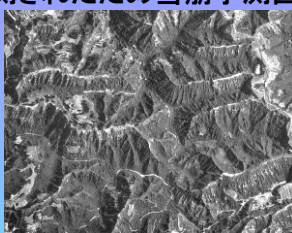
雪崩による崩壊物の滑落・流動

崩壊地の発達過程・イメージ

新潟県中越地震地域における雪崩発生予測の検証 ①

2004年に新潟県中越地震が起こり、多数の崩壊・地すべりが発生した。地震地域は豪雪地帯で筋状地形が多数存在し、融雪期には雪崩が頻繁に発生することが予測されたため雪崩予測図を作成し、融雪後の雪崩発生を検証を試みた。

筋状地形



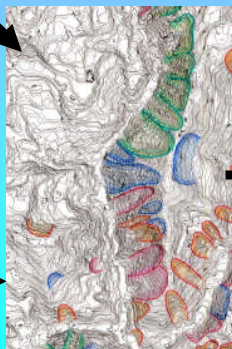
新潟県中越地震後の崩壊地



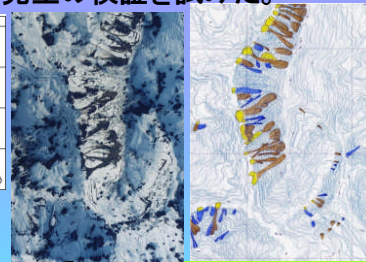
判読図示

種類	凡例	地形・地質	予測図	雪崩図
① 地形による崩壊地 (地形による崩壊)		地形図から読み取る		
② 中越地震による崩壊地 (中越地震による崩壊)		地形図から読み取る		
③ 融雪による崩壊地 (融雪による崩壊)		地形図から読み取る		
④ 中越地震による崩壊地 (中越地震による崩壊)		地形図から読み取る		

予測斜面の凡例



雪崩予測図作成



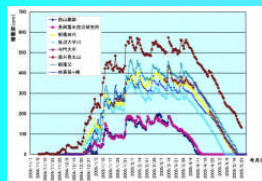
融雪期写真と雪崩斜面の抽出



予測図・雪崩の重ね合わせ

新潟県中越地震地域における雪崩発生予測の検証 ②

明瞭な筋状地形で94%で雪崩が発生、土砂移動を伴う雪崩は74%で発生しており、予測斜面において筋状地形や崩壊地での雪崩発生が確認された。



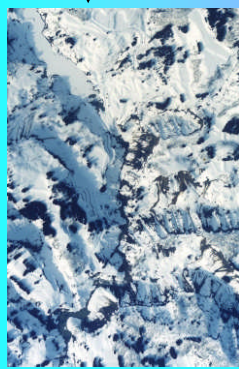
60～90%で雪崩発生
斜面と予測図との中

予測斜面の種類	雪崩発生を 予測した斜面 数	雪崩発生 斜面数	非雪崩発生 斜面数	雪崩発生 率(%)
明瞭な筋状地形	69	65	4	94.2
やや明瞭な筋状 地形	154	71	83	46.4
明瞭な崩壊斜面	143	97	46	67.8
やや明瞭な崩壊 斜面	280	149	131	53.2
予測斜面全体	646	382	264	59.1

雪崩の種類	予測斜面に おける雪崩 発生数	予測斜面以 外における 雪崩発生数	合 計	雪崩発生率 (%)
主に積雪	626	315	941	66.5
土砂を伴う	387	134	521	74.3
表層雪崩	17	9	26	65.4
雪崩斜面 全体	1030	458	1488	69.2

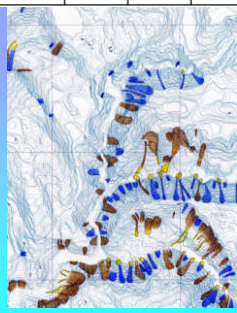
分 析

2005年撮影
防災科学技術研究所



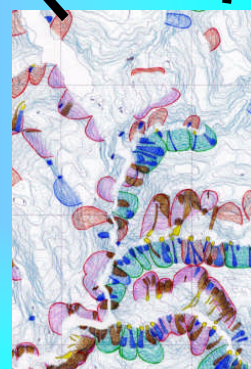
融雪期空中写真

判読図化



雪崩発生斜面判読

重ね合わせ



予測図・雪崩の重ね合わせ

表層雪崩と筋状地形との関係

1986年1月新潟県能生町柵口雪崩(死者13名)、1989年2月新潟県清津峡温泉の雪崩(死者5名)など表層雪崩が発生し、雪崩地形との関係を調査した。



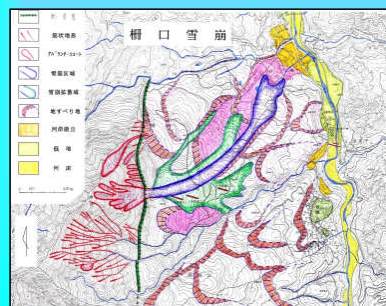
能生町柵口雪崩(新潟県, 1986)



権現岳(1989年オリス撮影)



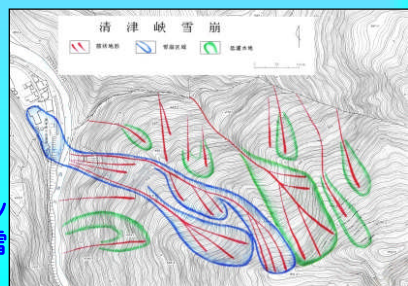
清津峡温泉雪崩(雪崩対策協議会, 1992)



柵口雪崩の
雪崩地形分類図

筋状地形やアバランチシュートで表層雪崩が発生していた

清津峡温泉雪崩
微地形分類図



雪崩危険斜面の予測図（ハザードマップ）、植生、傾斜、到達範囲を元に自
台体やスキー場で作成されている。



雪崩発生地点 (到達する範囲＝危険地域)

24° 18°

全層雪崩危険地域

表層雪崩危険地域

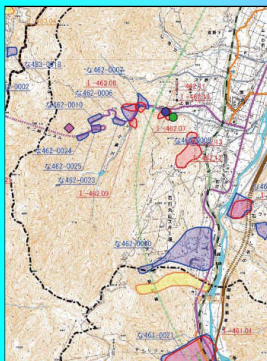
雪崩の見通し角(<http://www.mlit.go.jp/common/001018269.pdf>)

災害を引き起こす雪崩は、全層雪崩よりも表層雪崩がほとんどであった。表層雪崩雪発生斜面にはアバランチシュート、明瞭・不明瞭な筋状地形、露岩・崩壊地、草地・低灌木の植生がみられた。そのため、これらの地形を詳細に分類することで雪崩対策や雪崩防災に役立つと考えられる。

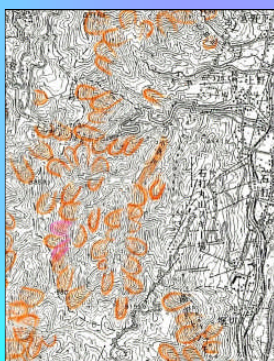
発生年月日	災害雪崩の名称	雪崩種別	被害の場所	死者数	雪崩地形・補生				
					アバランチ シュート	筋状地形 (明瞭)	筋状地形 (不明瞭)	草地・低 灌木	露岩・崩 壊地
大正7.1.9(1918)	三俣雪崩(新潟県)	表層	集落	158人			●	●	
大正7.1.20(1918)	大島鉱山(山形県)	表層	作業員宿舍	154人			●	●	
昭和2.2.8(1927)	能生町西平(新潟県)	表層	集落	11人	●	●			
昭和13.12.27(1938)	黒部志谷谷(富山県)	表層	作業員宿舍	83人	●	●			
昭和36.2.16(1961)	青倉雪崩(長野県)	混合	集落	11人				●	
昭和45.3.6(1970)	六日町城内孫平沢(新潟県)	表層	山麓				●	●	
昭和56.1.7(1981)	56豪雪大倉雪崩(新潟県)	表層	集落	8人			●	●	
昭和59.2.9(1984)	清津峡温泉雪崩(新潟県)	表層	集落	5人				●	
昭和61.1.26(1986)	能生町綱口(新潟県)	表層	集落	13人	●	●			
平成9.1.28(1998)	ニセコアンヌプリ(北海道)	表層	スキー場	1人			●	●	●
平成11.12.28(2005)	H18年土樽(新潟県)	表層	道路	1人		●	●		
平成12.2.10(2006)	H18秋山郷(新潟県・長野県)	表層	集落				●	●	
平成25.11.23(2013)	立山真砂岳スキー雪崩(富山県)	表層	山岳	7人					●
平成26.2.14(2014)	H26 2月豪雪・早川町(山梨県)	混合	道路						●

詳細な雪崩地形の試作 ①

- ①雪崩危険斜面は集落、公共施設などを対象に作成し、雪崩の到達区域までを表している。
- ②筋状地形の分布（関口，2008）は、雪崩の発生区域を表している。
- ③雪崩地形の詳細版では筋状地形、雪崩斜面に特有の低灌木の植生を判読し、詳細な分布図の作成を試みた。

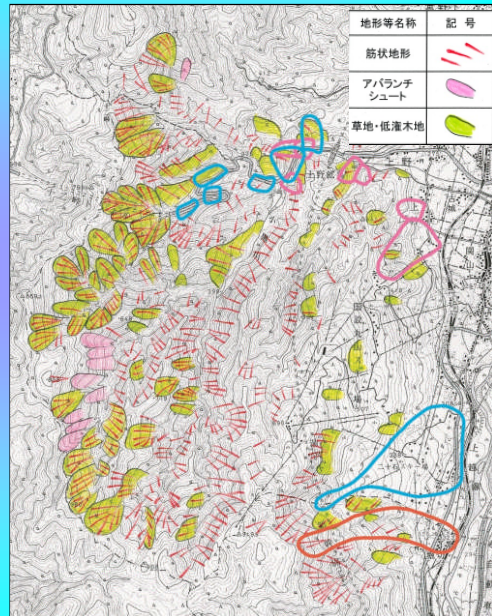


雪崩危険斜面
(新潟県, 2014)



筋状地形の分布
(関口, 2008)

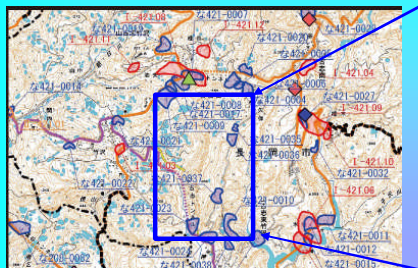
南魚沼市スキー場周辺



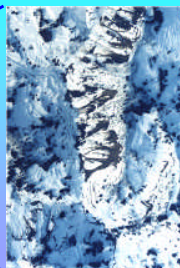
試案 雪崩地形の詳細区分

詳細な雪崩地形の試作 ②

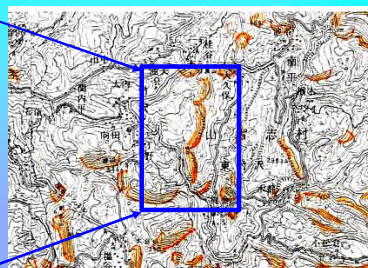
長岡市(旧山古志村)



雪崩危険斜面(新潟県2014)



融雪期の雪崩
防災科学技術研究所

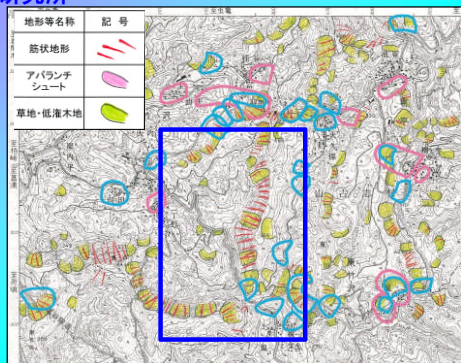


筋状地形の分布(関口2008)

1. 丘陵地で地すべりが多数分布
2. 雪崩危険斜面は道路沿いに多い
3. 筋状地形は地すべり滑落崖に集中
4. 詳細な雪崩地形の区分で、地すべり滑落崖で雪崩地形が多数形成されていた。

詳細な雪崩地形の分類により、南魚沼市スキー場周辺、旧山古志村の丘陵地における地すべり地において雪崩地形の分布が明瞭となった。

雪崩地形の詳細区分



2. DEM・三次元・可視化・地形表現

50m、10m、5mDEMによる段彩図・陰影図などの地形表現、立体視による地形判読を行った。地形分類は調査地域の地形の形態的な特徴や、各種の地形の把握に役立つ。これまで携わった事例について紹介します。

1. DEM・三次元・可視化

- ① 50mDEM
- ② 10mDEM、航空レーザ測量のDEM
- ③ DEM + 等高線・地形・地質・植生・土地利用・地形図.etc

2. 地形表現（地形分類図の表現）

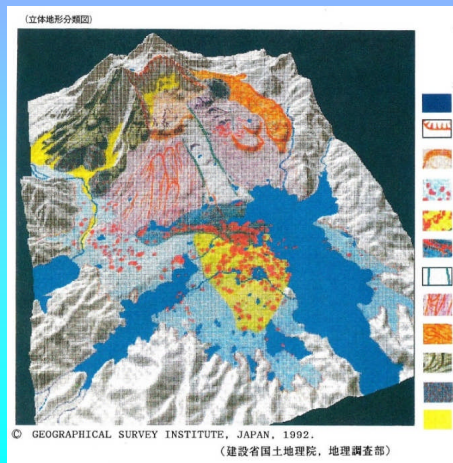
- ① 地形の分類 火山、地すべり、台地、低地、微地形.etc
- ② 色彩・記号表現 火口・溶岩流・火砕流、岩屑なだれ、地すべり滑落崖、段丘、扇状地・自然堤防、低地.etc
- ③ その他の表現 平面・断面・立体・陰影・等高線.etc

DEM・三次元・可視化① 火山

福島県の磐梯山は、1888年に水蒸気爆発で岩屑なだれが発生し北麓の村落を埋没、桧原湖、五色沼などの多数の湖沼が生じた。（防災科研、岩屑流発生場に関する研究、1995）

福島県磐梯火山の地形分類図を作成
50mDEMと地形分類図を重ね立体的に表現

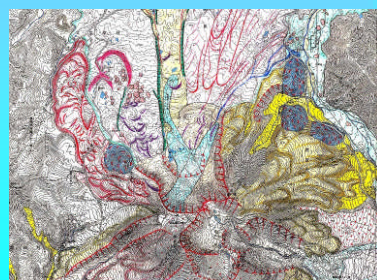
磐梯火山
立体地形分類図
関口ほか（1993）



桧原湖とカルデラ



磐梯山噴火記念館の提供による

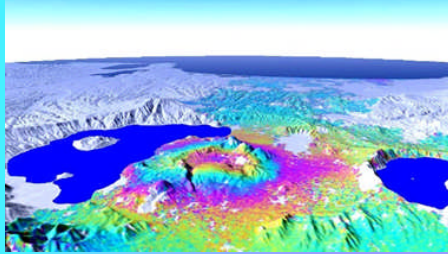


磐梯火山の地形分類図

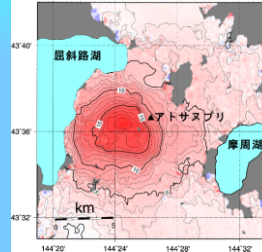
DEM・三次元・可視化 火山②(干渉SAR)

北海道屈斜路湖・アトサヌプリ周辺では1993年～1995年にかけて衛星による干渉SAR解析により隆起や沈降の地殻変動が認められた(藤原ほか, 2005)。

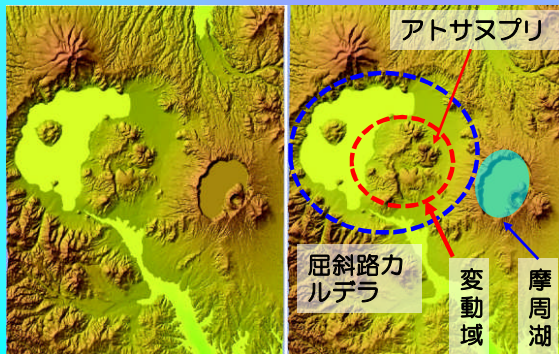
地殻変動は屈斜路カルデラのほぼ中心



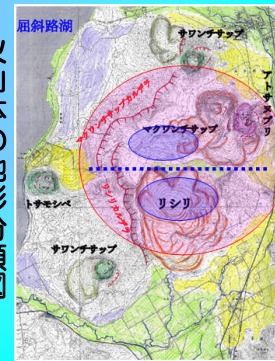
地殻変動量は隆起と沈降で約20cm変化



50mDEMによる画像の立体視判読

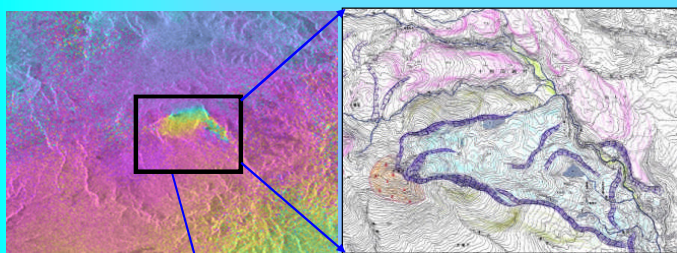


火山体の地形分類図

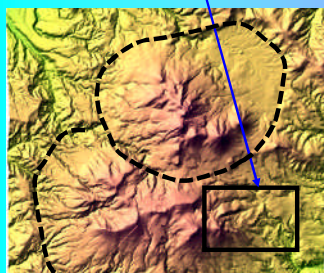


DEM・三次元・可視化③ 地すべり

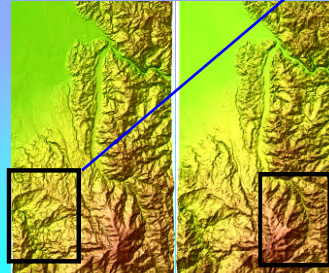
衛星による干渉SAR解析による変位から地すべりの範囲を認定するために50mDEMや空中写真を併用して調査した。



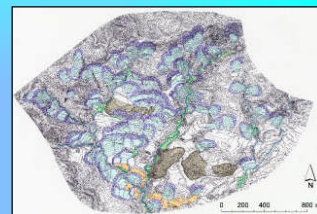
青森県八甲田山地すべり (矢来ほか, 2004)



50mDEM(八甲田山)



50mDEM立体視(月山)



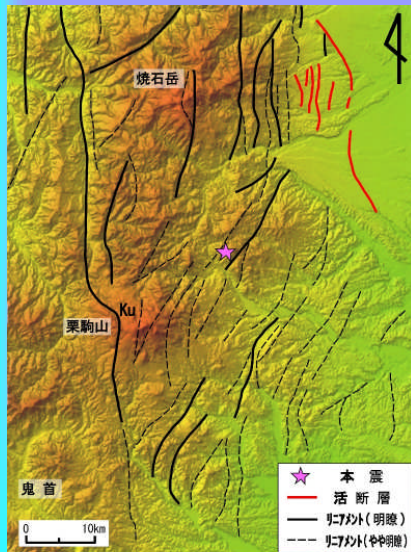
山形県七五三掛地すべり



山形県月山地すべり地形

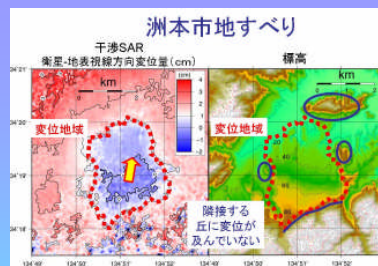
DEM・三次元・可視化④ 地震

広範囲の50mDEMデータを立体視判読により活断層やリニアメントを抽出。

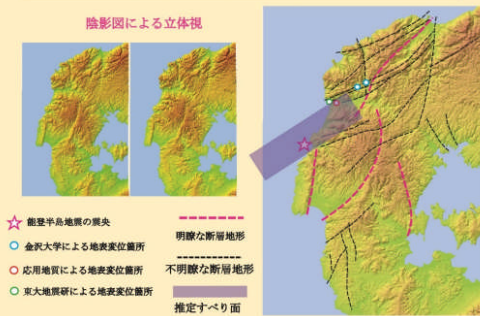


平成20年岩手・宮城内陸地震地域のリニアメント
(活断層は「新編日本の活断層」(1991)を参考)

2008年岩手・宮城内陸地震
(木佐貫ほか, 2008)



能登半島における断層地形および線状地形 (リニアメント)



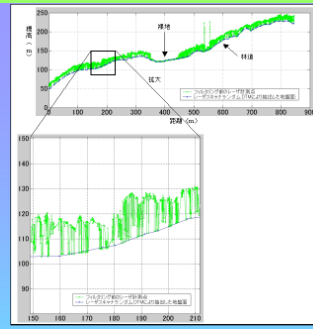
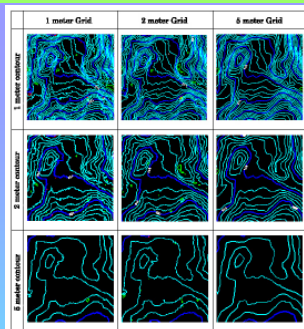
2007年能登半島地震(北原ほか, 2007)

1995年
兵庫県南部地震
(藤原ほか, 2007)

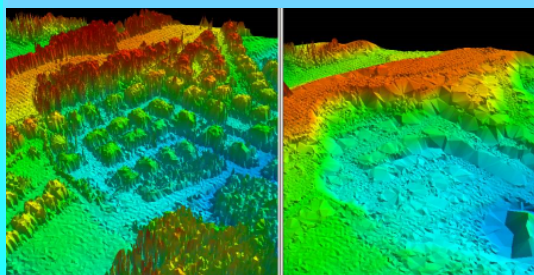
DEM・三次元・可視化⑤ 航空レーザ測量DEM

- 名称
- 安全性
- 計測精度
- グリッド・等高線間隔

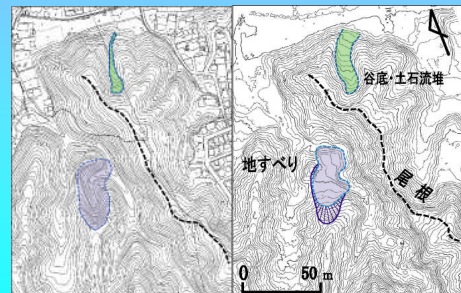
DEMの間隔
1,2,5m
等高線の間隔
1,2,5m



樹高
シダ類: 1~2m
広葉樹 シイ・タブ 15~20m
竹林・杉林 15~20m

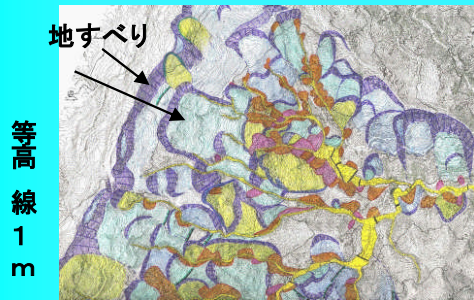


DSM フィルタリング前 DEM フィルタリング後

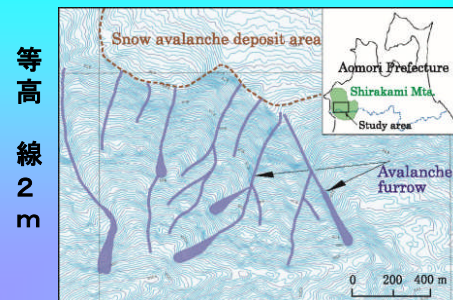


八王子地区の都市計画図:1/2,500 航空レーザ等高線図

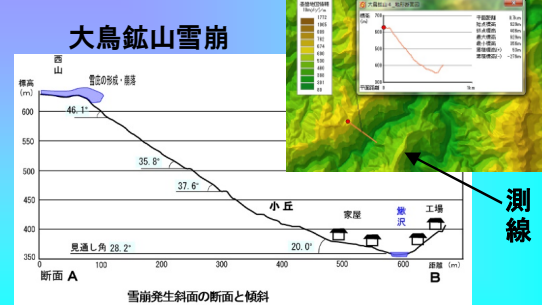
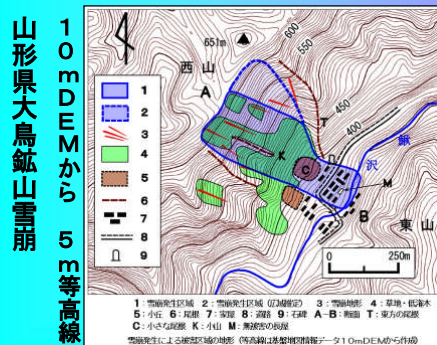
DEM・三次元・可視化⑥ 航空レーザ測量②



静岡県口坂本崩壊地 危険 やや危険 安定

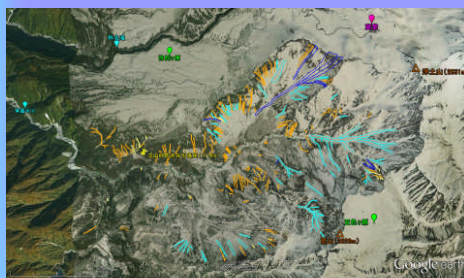


白神山地 地すべり滑落崖の雪崩地形

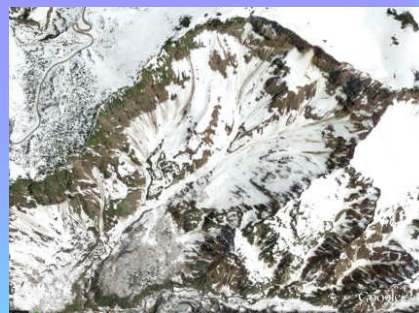


断面図作成 土石流・雪崩対策に有効

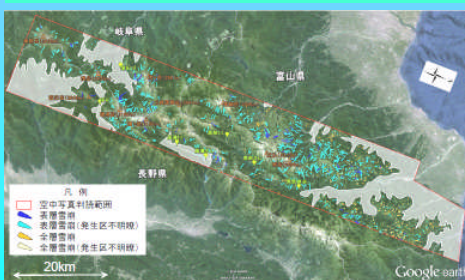
DEM・三次元・可視化⑦ Google earth



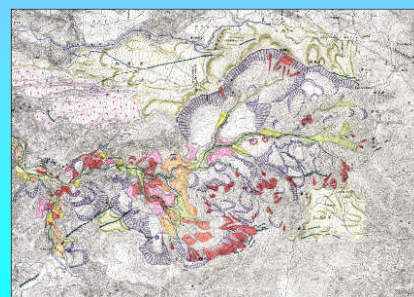
立山カルデラで発生している雪崩の判読結果
(寒色:表層雪崩, 暖色:全層雪崩)



Googleearth (2014. 05. 28)



立山カルデラ(上図)と北アルプス(下図)
(秋山・関口, 2014)



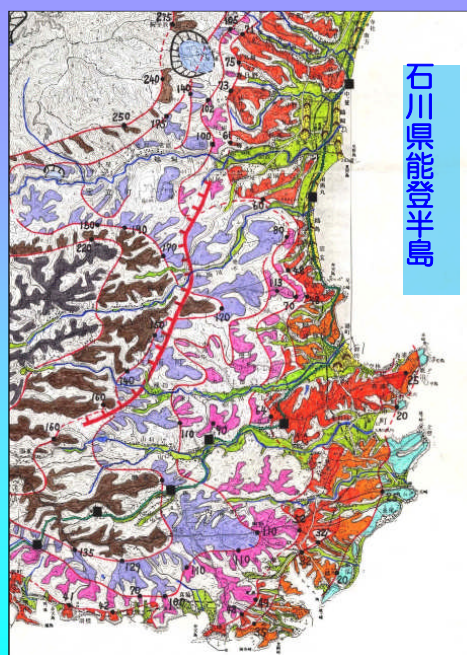
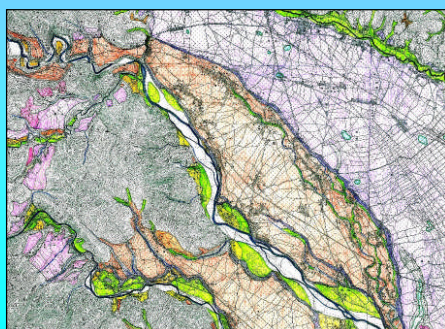
立山カルデラ 地形分類図

地形分類による地形表現 大規模崩壊・段丘

岩手県八幡平地すべり

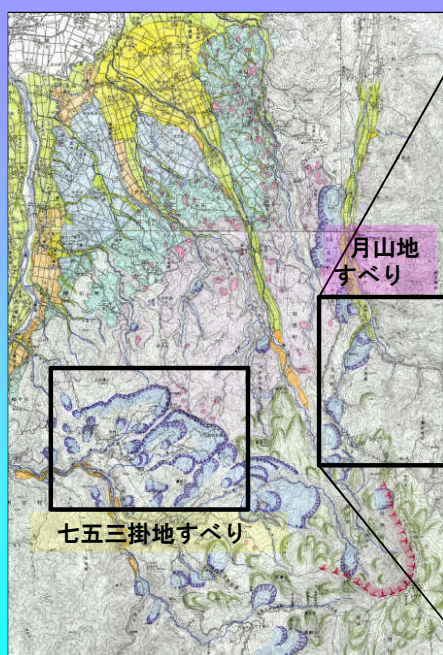


神奈川県相模原台地

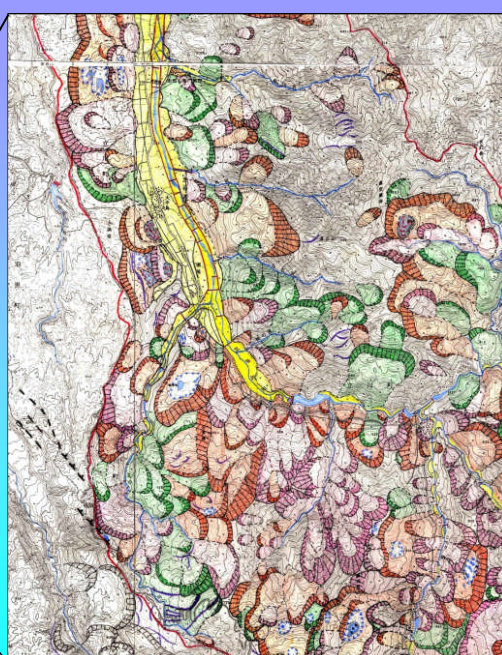


太田・平川（1979）を編集

地形分類による地形表現 地すべり



山形県月山周辺

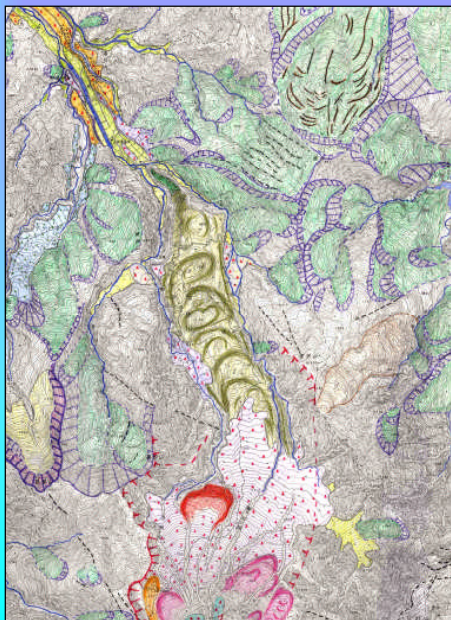


月山地すべり

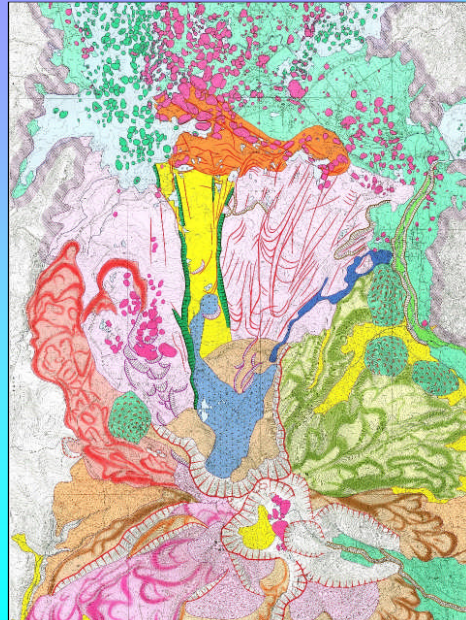
地形分類による地形表現 火山①

地表面の起伏を元に地形を区分する地形分類図の作成によって様々な地形の形態的な特徴、地形や地質の成り立ちを調査する一助になると思われる

新潟県新潟焼山



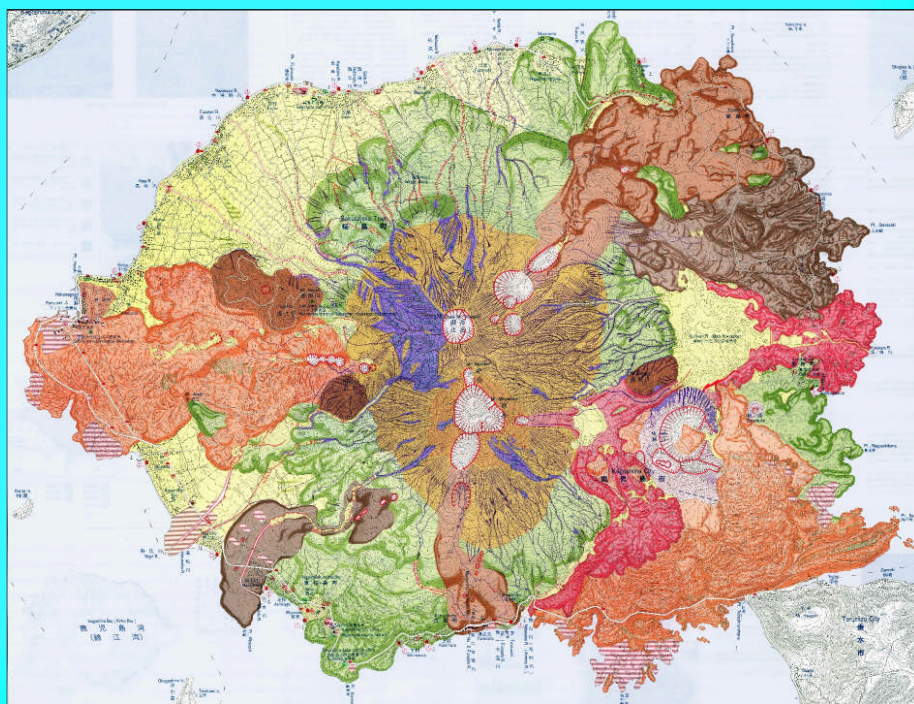
福島県磐梯山



地形分類による地形表現 火山②

火山土地条件図「桜島」

国土地理院(1990)



まとめと今後の課題

まとめ

1. 筋状地形と全層雪崩は密接な関係があることがわかった
2. 傾斜は35~45°で基盤が露出し、周囲は草地や低灌木の植生
3. 積雪深は100~150cm、標高は200m程度から出現
4. 分布は日本海側の山地や丘陵地に分布していた
5. 筋状地形を指標として雪崩発生斜面の抽出に有効と考えられる

今後の課題

1. 脊梁山脈の太平洋側や西南日本での雪崩地形の分布限界の調査
2. 筋状地形・アバランチシュートの地形形成過程・メカニズムの解明。崩壊地や、地すべり滑落崖における初生的な地形形成過程の調査
3. 古生層・花崗岩の硬岩と、第三紀層の軟岩の違いによる地形形態の比較
4. 氷河・周氷河の気候と関連した地形形成過程の解明
5. 大量の積雪、融雪期の急激な気温上昇などの気象要因との関係解明

DEM・三次元・可視化・地形表現

1. 空中写真、地形分類、地殻変動、衛星データと組み合わせたDEMが有効
2. 火山や断層・リニアメントなど広域の地形ではDEMの立体視が有効
3. 航空レーザ測量によるDEMは土石流や雪崩などの砂防計画に役立ち、またDEMから作成した等高線図は微地形分類に有効と考えられる

参考文献

- 秋山一弥・関口辰夫・池田慎二（2015）2014年2月の大雪によって山梨県の早川周辺で発生した雪崩の特徴。雪氷，77巻，pp. 47-57.
- 秋山一弥・関口辰夫（2014）Google earthを用いた雪崩の広域判読と特徴について，寒地技術論文・報告集，Vol. 30，pp. 24-29.
- 藤原智・村上亮・西村卓也・飛田幹男・矢来博司（2005）干涉SAR解析によって検出された屈斜路湖東岸の火山性地殻変動，日本測地学会第104回講演会。
- 木佐貫順一・関口辰夫・坂井尚登・野口高弘・田崎昭男（2008）平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震に対する地理調査部の取り組み，国土地理院時報，No. 117，9pp. 49-58.
- 北原敏夫・木佐貫順一・関口辰夫（2007）能登半島地震における電子国土版災害状況図の作成，日本地球惑星科学連合2007年大会。
- 宮崎健三（1938）雪崩の地理学的考察，地理学評論，14，pp. 731-744.
- 日本雪氷学会（1998）日本雪氷学会雪崩の分類，雪氷，60，pp. 437-444.
- 太田陽子・平川一臣（1979）能登半島の海成段丘とその変形，地理学評論，52，pp. 169-189.
- 下川和夫（1980）只見川上流域の雪崩地形，地理学評論，53，pp. 171-188.
- 杉山正憲・関口辰夫・保谷忠男（1987）地形要素と雪崩発生度の解明に関する研究，国土地理院，昭和62年度地理調査部研究報告，pp. 50-59.
- 関口辰夫・岩橋純子・大谷知生（1993）磐梯山1888年崩壊堆積物の地形計測，国土地理院時報，No. 77，pp. 67-73.
- 関口辰夫・岩橋純子・大谷知生（1995）磐梯山1888年噴火による地形形態，「磐梯火山」，防災科学技術研究所，岩屑流発生場に関する研究分科会，pp. 127-134.
- 関口辰夫（1994）全層雪崩発生斜面における筋状地形の特徴，雪氷，56，pp. 145-157.
- 関口辰夫（1995）月山北部立谷沢流域の地すべり地形，日本地すべり学会誌，Vol. 40-1，pp. 63-67.
- 関口辰夫・藤原智・村上亮・西村卓也・飛田幹男・矢来博司・大井信三（2006）：干涉SARによる地殻変動の検出と地形，2006年日本地理学会春季学術大会要旨集，No. 69，224.
- 関口辰夫（2008）：空中写真を活用した筋状地形の研究—全層雪崩と関連して—，新潟大学博士学位論文，97p. 新潟大学学術リポジトリ。
- 矢来博司・大井信三・関口辰夫・飛田幹男・藤原智（2004）：干涉SAR解析による火山地域における地すべり変位の検出，日本地すべり学会第43回研究発表会講演集。

