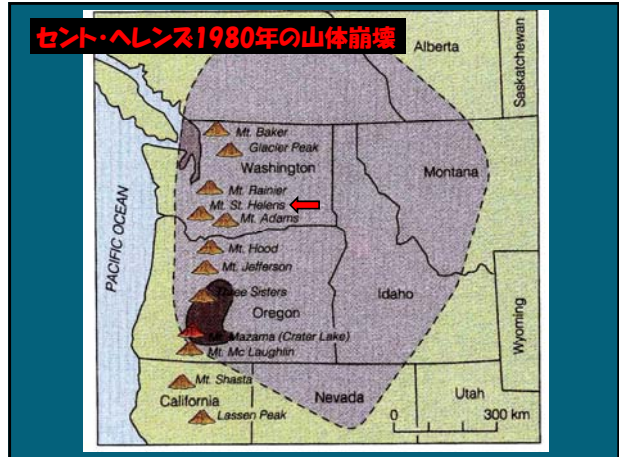


大規模火山災害の事例



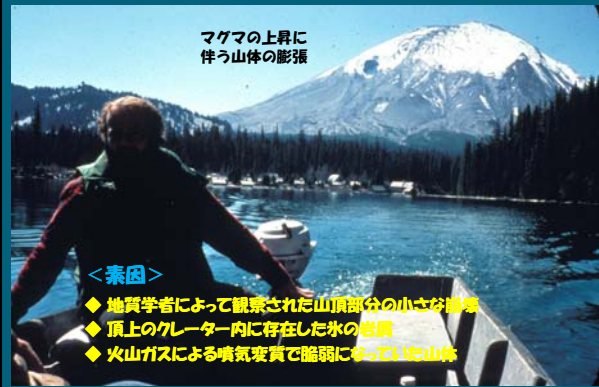
セント・ヘレンス1980年の山体崩壊

セント・ヘレンス1980年の山体崩壊

<誘因>

- 1980年3月20日・・・①M4の地震
②高粘性デイサイトマグマの貫入
- ↓
- 1980年3月27日・・・最初の水蒸気爆発
- ↓
- 約2ヶ月間で山体の膨らみは100mにも達した。
- ↓
- 1980年5月18日8時23分・・・M5の地震
- ↓
- 大規模な山体崩壊

セント・ヘレンス1980年5月18日以前

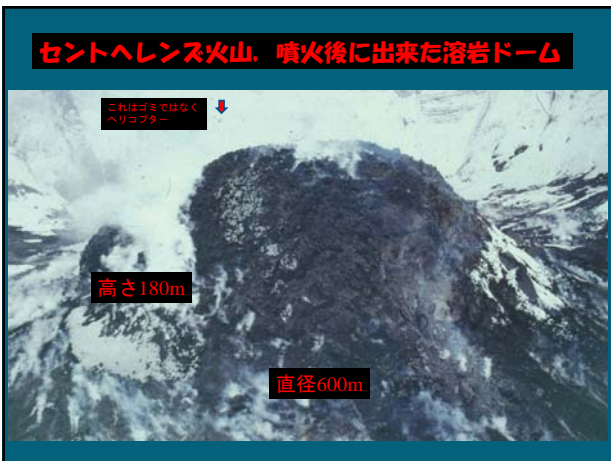


マグマの上昇に伴う山体の膨張

<要因>

- ◆ 地質学者によって観察された山頂部分の小さな湖
- ◆ 頂上のクレーター内に存在した氷の岩塊
- ◆ 火山ガスによる噴気変質で脆弱になっていた山体







セント・ヘレンス1980年の山体崩壊

Summit dome
Cryotdome
Goat Rocks dome
Landslide blocks
Initial explosions
Vertical eruption column

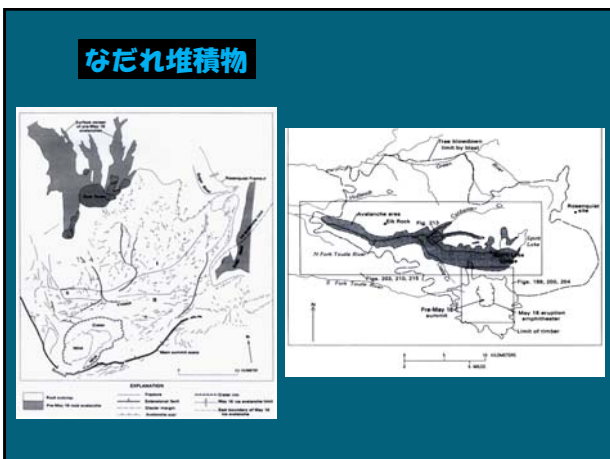
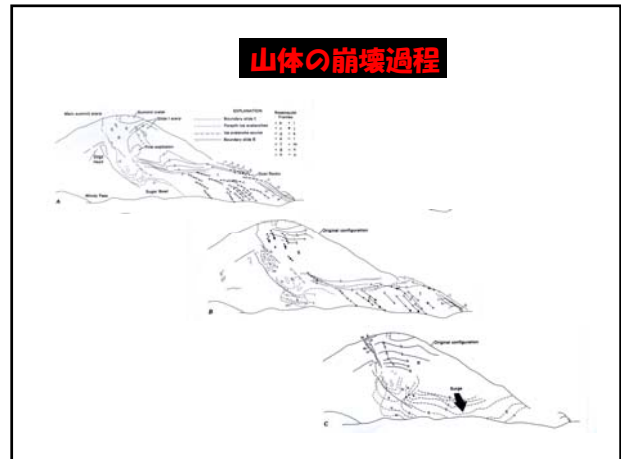
within 10 minutes the eruption column reached an altitude of 12 miles

USGS Photos by A. Post (left) and D. Swanson (right)

USGS Topix, USGS/CIVIC, 1986, Modified from Brantley and Topinka, 1984, Earthquake Information Bulletin v. 16, no. 2

**Mount St. Helens
May 18, 1980
Eruption Sequence**

At 8:32 a.m. May 18, 1980, a 5.1 earthquake shook loose the north flank of Mount St. Helens, resulting in the largest known landslide in historic time. Removal of more than half a cubic mile of material released pressure and triggered a devastating lateral blast and ash-laden eruptive column.



まとめ...

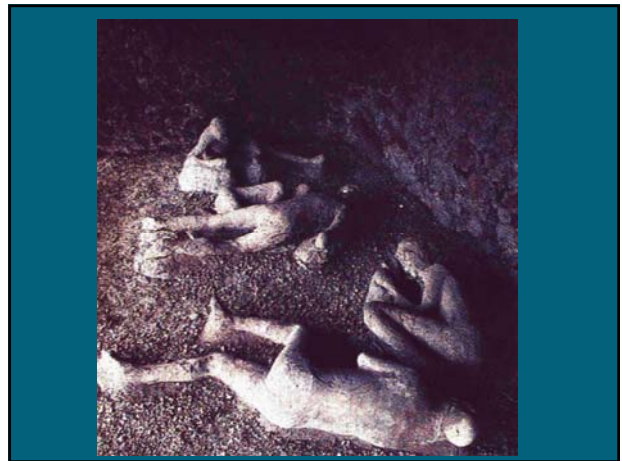
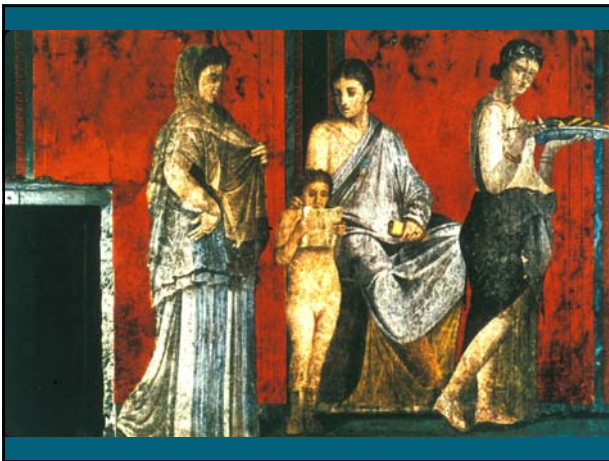
- 主な3つの素因と5つの誘因から今回の壊滅的な岩屑なだれが引き起こされた。
- 3つのスライド現象から斜面崩壊が発生。その間横殴りの爆風も発生した。
- 山体崩壊によって...
 - ①馬蹄形カルデラの形成
 - ②爆風による森林の倒壊
 - ③多くの堆積物の供給
 - ④スピリット湖の60mに及ぶ水面上昇
 - ⑤洪水の発生
 など周囲に大きな影響を与えた。

↓

ポンペイAD79年の噴火



ポンペイとベスビオ火山



ネバド・テル・ルイス1985年の火山泥流災害



ネパド・テル・ルイス1985年の火山泥流(ラハール)

死者:超23,000人

モン・プレー 1902年の火砕流災害

図10 小ヤマトー諸島の火山(ピレニア山脈) 北緯20度から南緯10度

図11 崩壊したサン・ピエールの街

図12 プレー火山, 1902年の噴火による火砕流

図13 プレー火山の噴火 1. 1902年12月26日 2. 噴火の規模 3. 噴火の経過 4. 噴火の結果

壊滅したサン・ピエールの街

Plate 12. Nueve ardente eruption of Mount Pelée. December 26, 1902. Height of the eruption cloud is 13,000 feet. The "base surge" or horizontal blast so characteristic of nueve ardente eruptions can be identified in this scene as the tongue projecting from the base of the eruption cloud. From Lacroix (1904), courtesy Académie des Sciences (France).

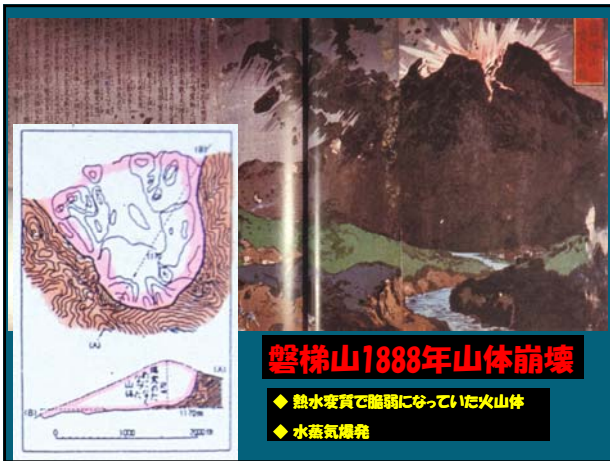
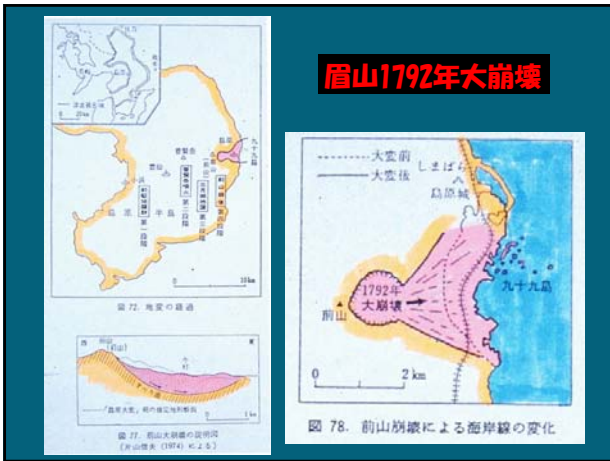
フランス人火山学者 Lacroix(1904)によって初めて火砕流 Nueve ardente (熱雲)が記載された

死者29,000人 生存者はわずか2名

THE BARNUM & BAILEY GREATEST SHOW ON EARTH

雲仙普賢岳1990~1996年噴火





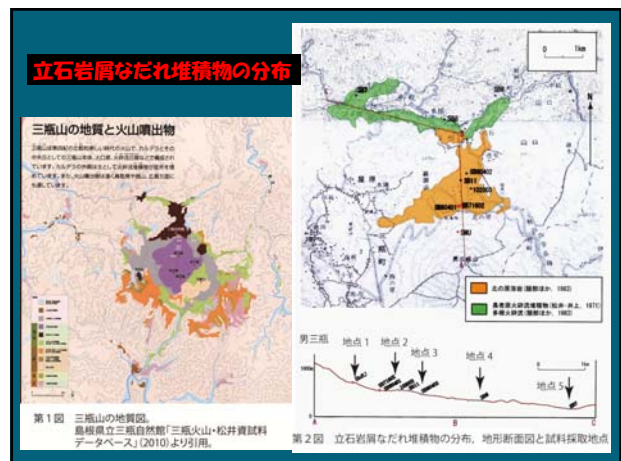
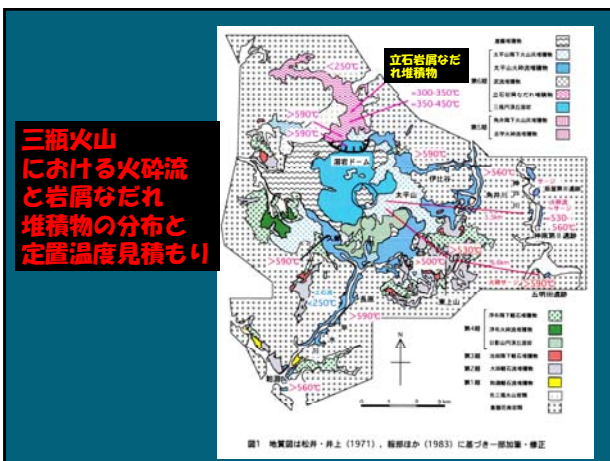
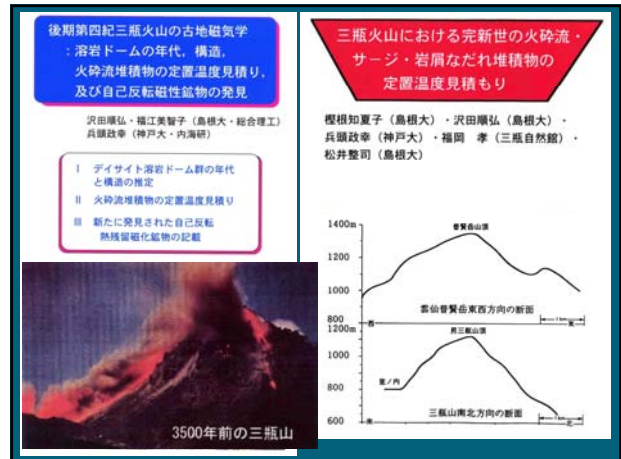
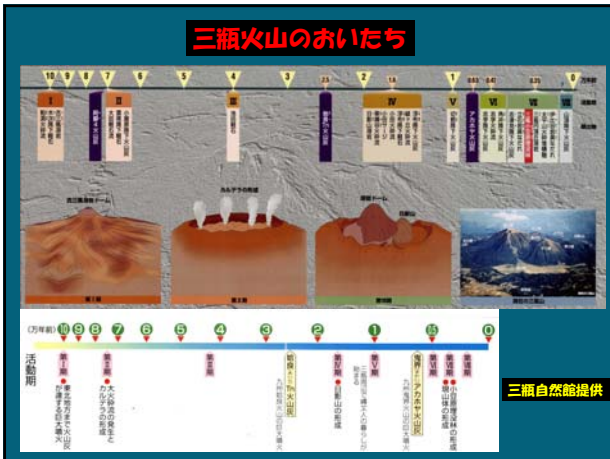
大規模な山体崩壊や岩屑なだれ

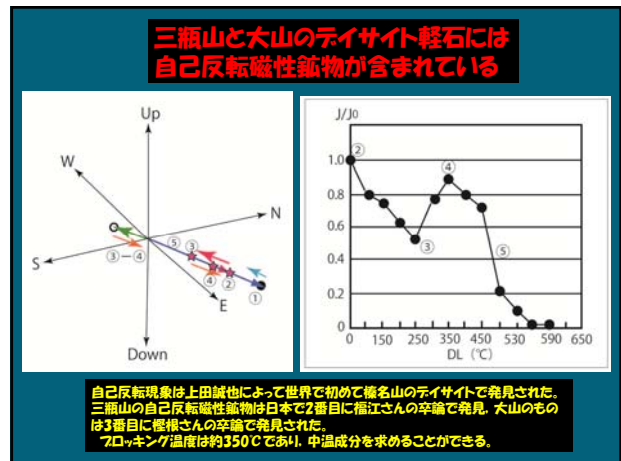
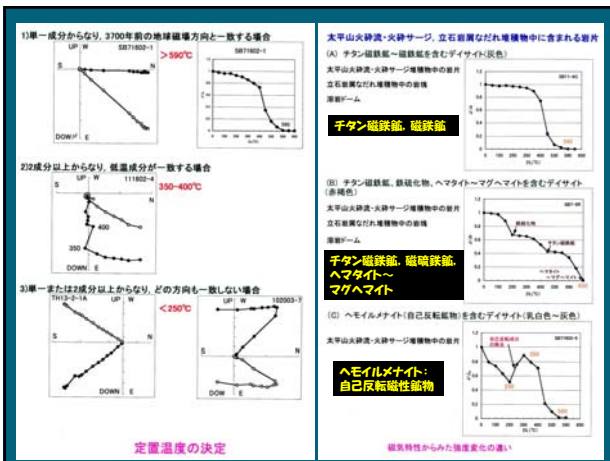
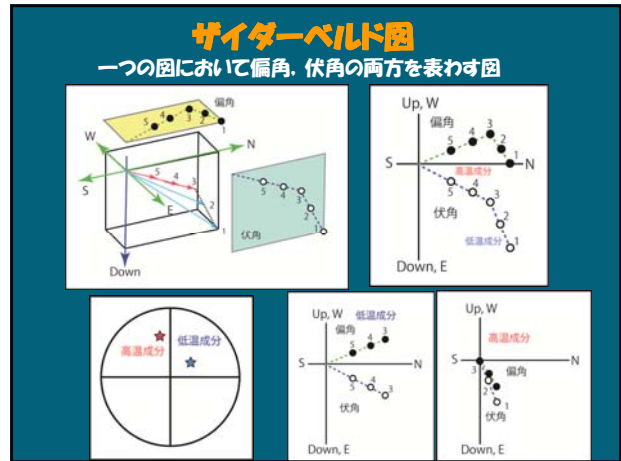
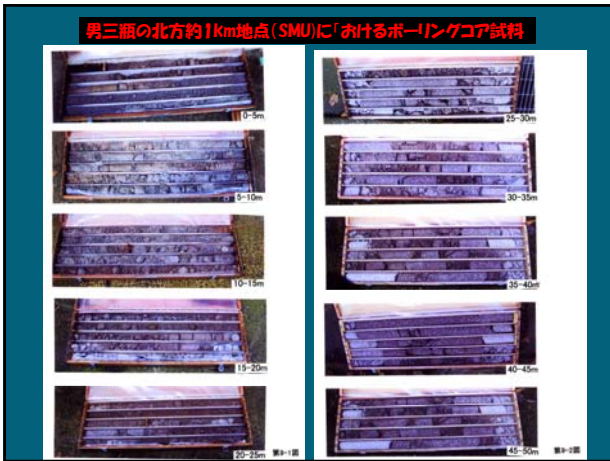
大規模な山体崩壊は、これまで数多くの火山、特に**テイサイト火山**で発生している。

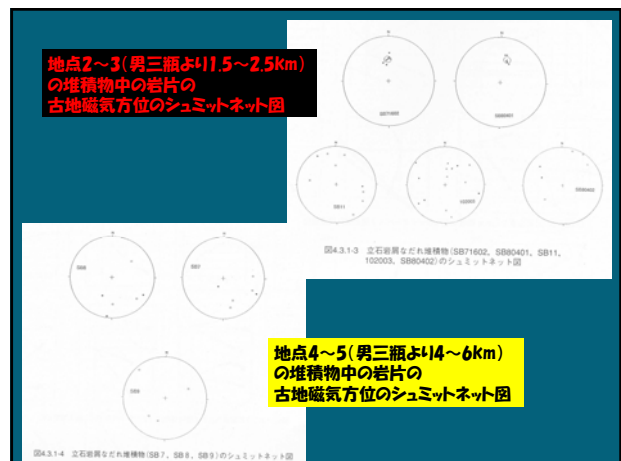
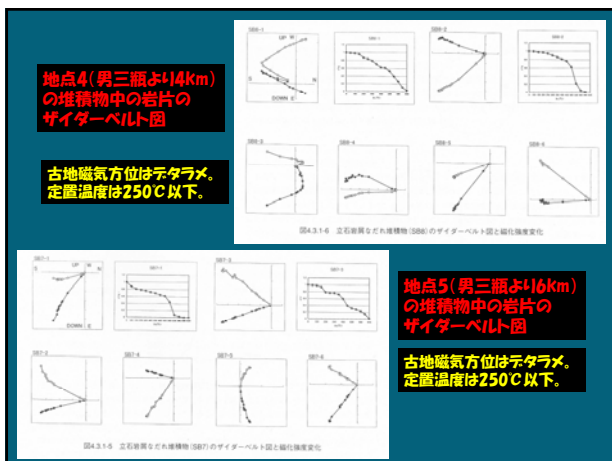
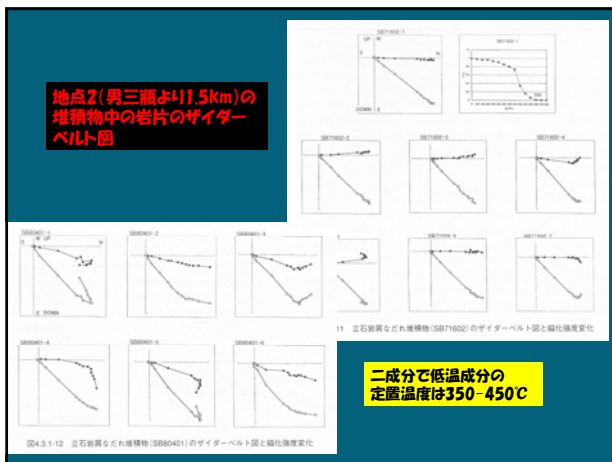
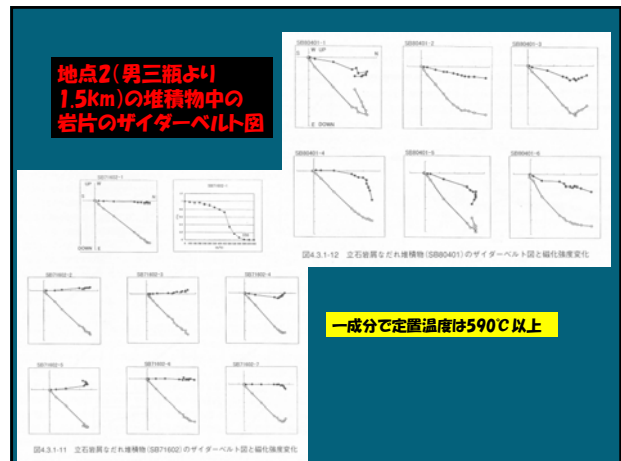
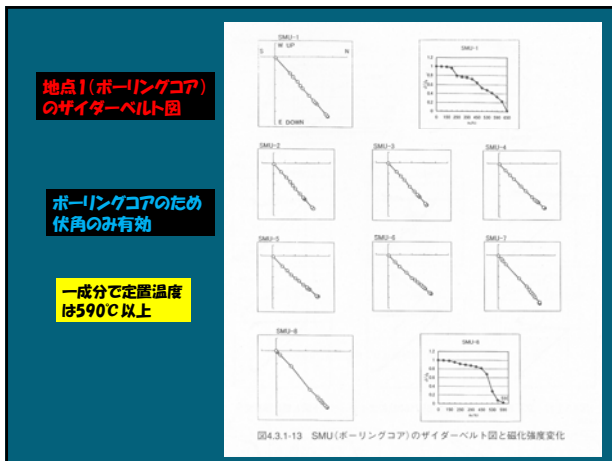
主な要因：**火山活動に伴い急峻で不安定な火山体**が形成。軟弱な滑り面の形成。数cm~数10mの溶岩と火砕物(岩)の層

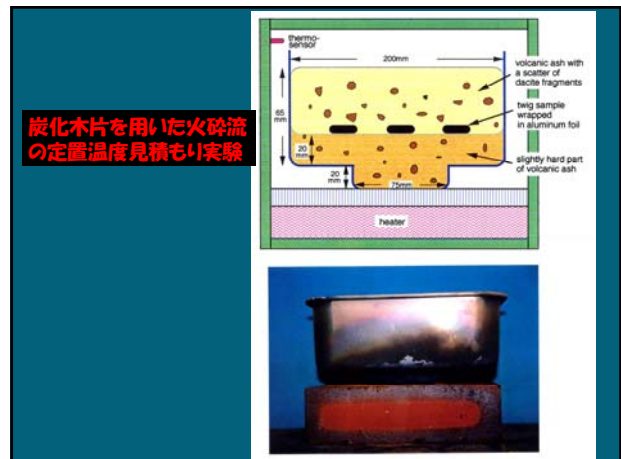
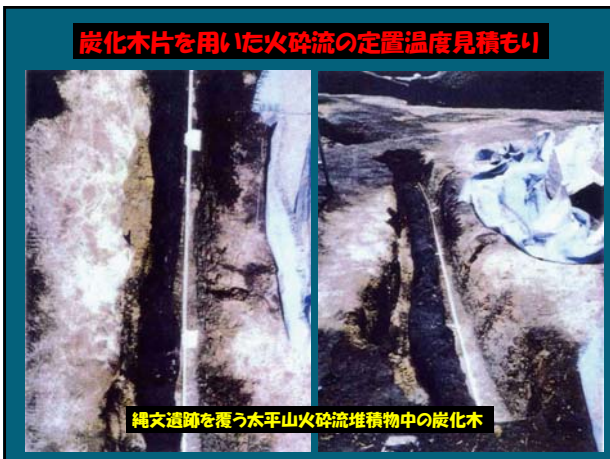
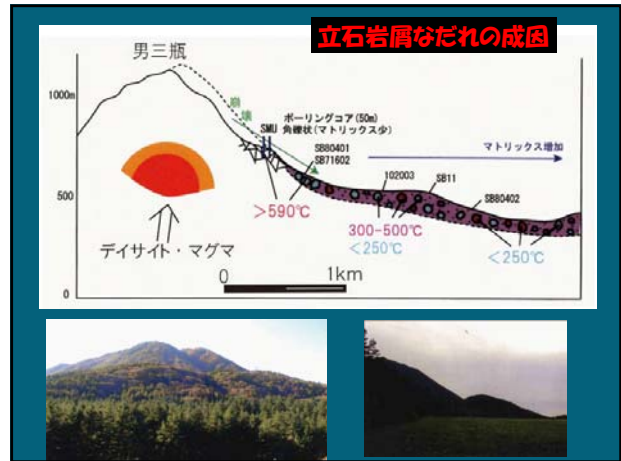
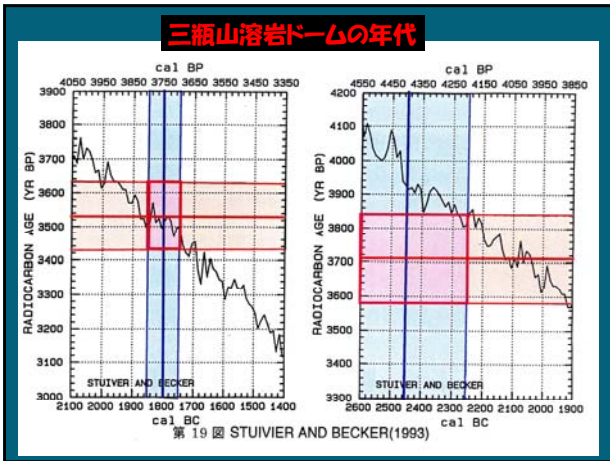
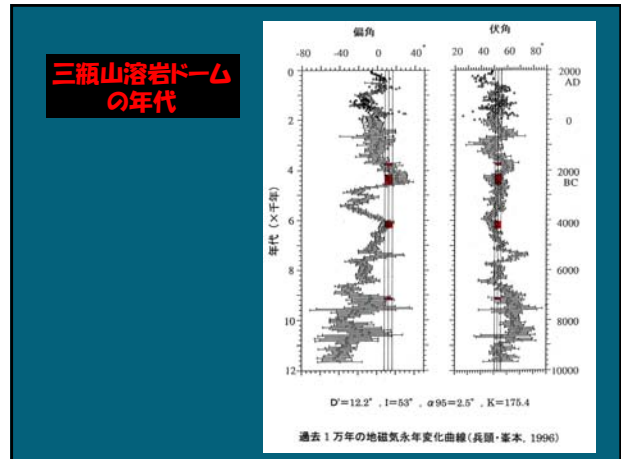
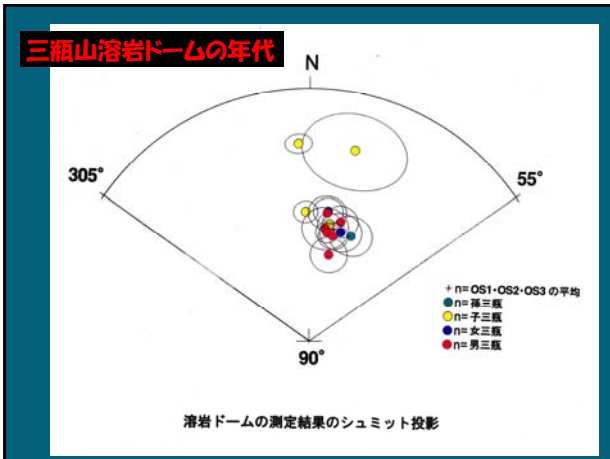
主な誘因：**高粘性マグマの上昇**：セントヘレンス (1980)
群発地震 (+火山活動)：雲仙眉山 (1792)
水蒸気爆発 (+火山活動)：磐梯山 (1888)

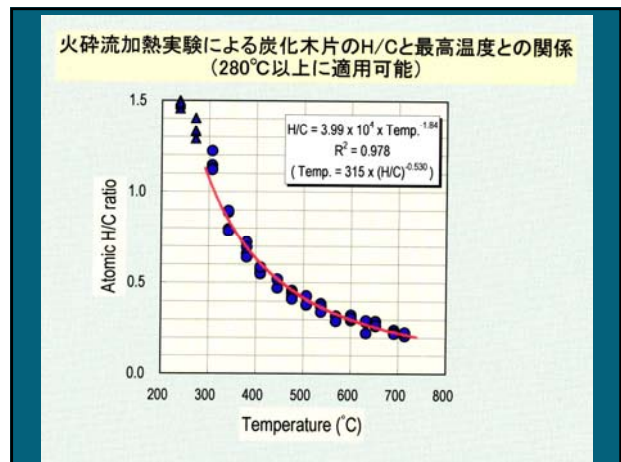
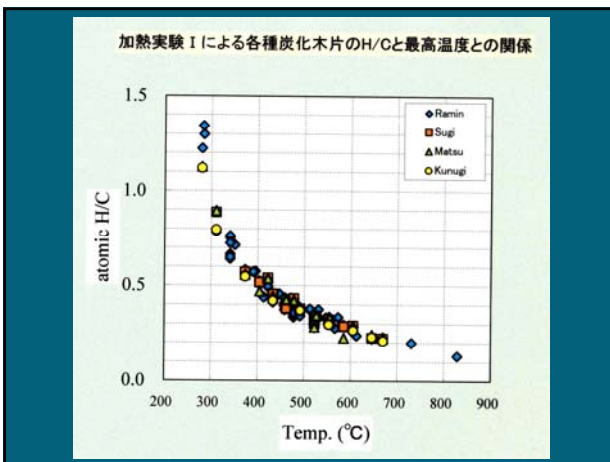
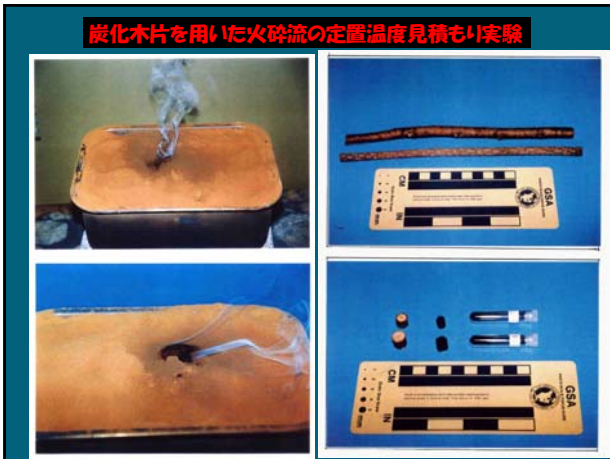
火山活動の休止後も不安定な火山体や堆積物のためにもろく崩れやすいため、崩壊、土石流などが頻発する。











反応速度論からの理論計算によって求めた異なる冷却速度下でのH/C比と温度との関係

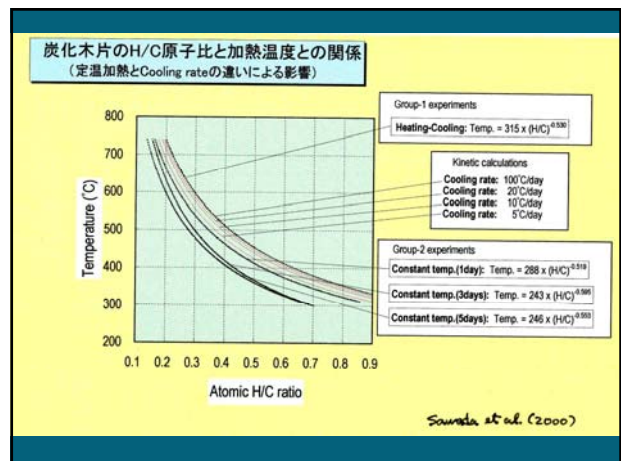
$$(H/C)_t = (H/C)_0 \int e^{-kt} dT$$

$$k = A \exp(-E/RT)$$

$$E = 0.0902T_p + 22.8$$

$$T_t = T_p - at$$

$(H/C)_t$: 温度tにおけるH/C原子比
 $(H/C)_0$: 初期値 (グループ1実験から)
 k : 反応速度定数, R : 気体定数
 A : 前指数項(1/sec) 10^{13} (Sweeney & Burnham, 1990)
 E : 活性化エネルギー(kcal/mol) 実験から求めた
 T_t : tにおける温度, T_p : ピーク温度
 a : 冷却速度 (°C/日)
 100°C, 20°C, 10°C, 5°C/日
 t : 冷却時間 (日数)



**火砕流による炭化ではなく
森林火災によって炭化した
場合はどうなるか？**

炭化樹木表面は
ツツツツ

火砕流に飲み込ま
れた後の炭化
の場合、表面は
スベスベ

杉井完治氏
(京都市消防局)提供

Journal of Volcanology and Geothermal Research
ELSEVIER
Journal of Volcanology and Geothermal Research 194 (2006) 1–20
www.elsevier.com/locate/jvolgres

Estimation of emplacement temperatures of pyroclastic flows using H/C ratios of carbonized wood

Y. Sawada^{a,*}, Y. Sempel^a, M. Hyodo^b, T. Yagami^b, M. Fukae^a

^aDepartment of Geosciences, Shimane University, 1000 Nishimatake, Matsue 690-8504, Japan
^bKobe Univ. Research Center for Island Seas, 1-1 Rokko-Island, Nabe-cho, Kobe 657-8501, Japan

Received 27 September 1999; revised 3 March 2000; accepted 3 March 2000

Abstract

Laboratory experiments aimed at allowing estimation of emplacement temperatures of pyroclastic deposit flows using H/C ratios of carbonized wood were carried by simulating the thermal conditions in pyroclastic flows. Live wood cuttings of four tree genera (*Corymbium*, *Pinus*, *Quercus* and *Geacocarpus*) were implanted in volcanic ash heated in an electric furnace. In one group of experiments, wood samples were inserted into the ash in separate runs at temperatures ranging from 238 to 714 °C, and then slowly cooled. In a second group, samples were held at temperatures between 241 and 743 °C for one, three or five days. H/C ratios of the carbonized woods produced were then determined by combustion analysis.

No systematic differences in H/C ratios were observed between genera at given temperatures. H/C ratios from the first group of experiments show a strong correlation with temperature, yielding the equation $\log(H/C) = 2.50 - 0.030 \log(H/C)$ where H/C ratios are <1.0 and $T_{\text{em}} > 300^\circ\text{C}$. Similar relations are also shown by the second group, although the equations produced differ with time of maximum heating. The relations between H/C ratios and temperature from the experiments were tested by analysis of natural carbonized wood fragments from Holocene pyroclastic flow deposits, coupled with independent emplacement temperature estimation from paleomagnetic blocking temperatures of clays within the flows. The two methods produced comparable results, suggesting that the H/C thermometer is a simple and reliable method for estimating maximum emplacement temperatures of pyroclastic flows. Cooling rates can also be approximated when combined with paleomagnetic studies. © 2000 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: pyroclastic flow deposit; emplacement temperature; carbonized wood; H/C ratio; paleomagnetism; volcanic hazard

accidental fragments
500-530 °C

smooth surface
520
545
522
507
tree bark
524
crown staining
tree bark

写真6. 三瓶山伊比谷遺跡。

高平山火砕流堆積物

真鍮板片

炭化木片

断面

真鍮板片

炭化木片

**小豆原埋没林:
立石岩層なだれの
末端部**

埋没林が埋もれている様子

①
②
③
④

埋没林ができるまで

調査区内における立った状態の木の位置

**火砕流・土石流・河川堆積物
によって埋没した森林**

A-5遺跡

58002F
262 °C (生木)

58002C
生木

A-5遺跡
285-305 °C

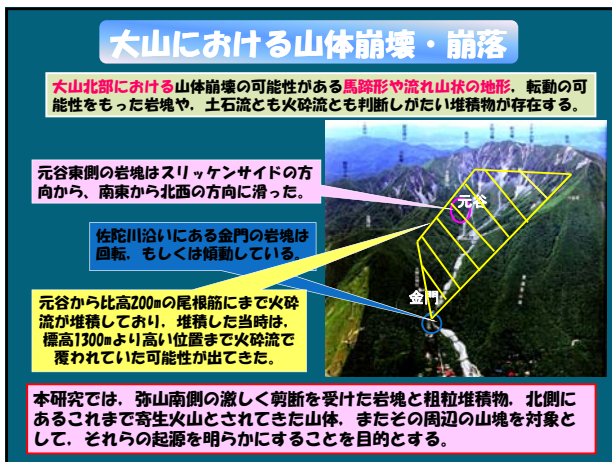
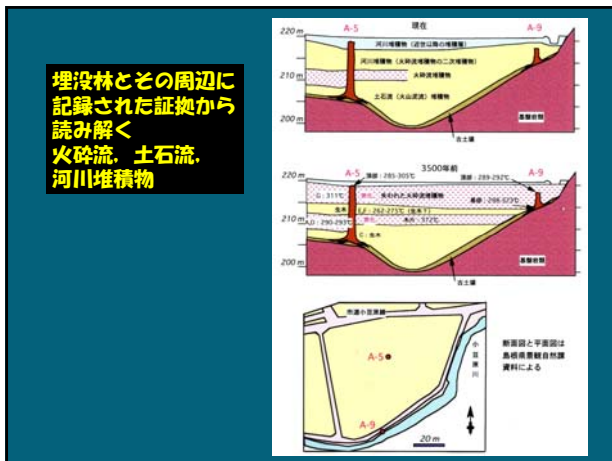
58002D
311 °C

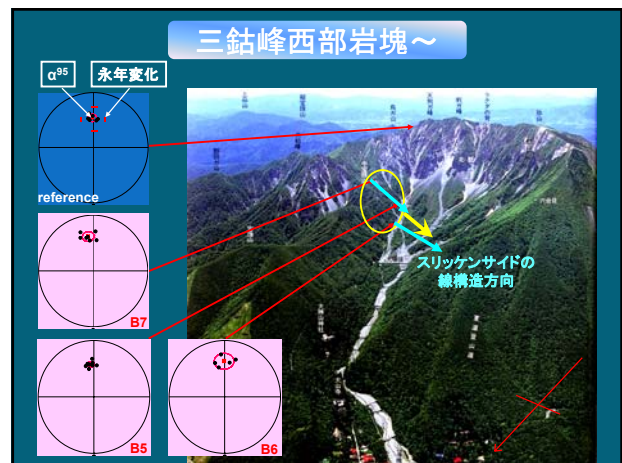
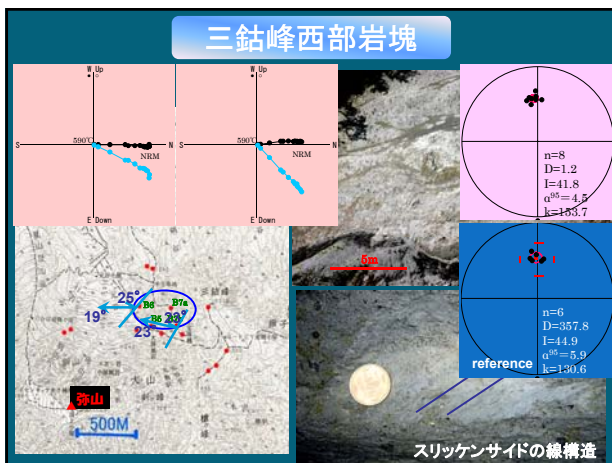
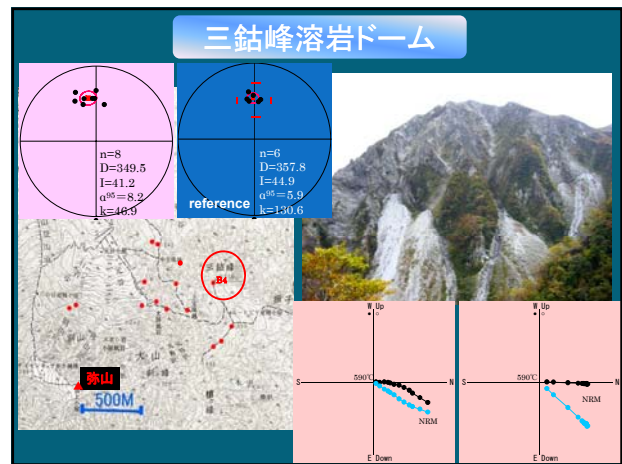
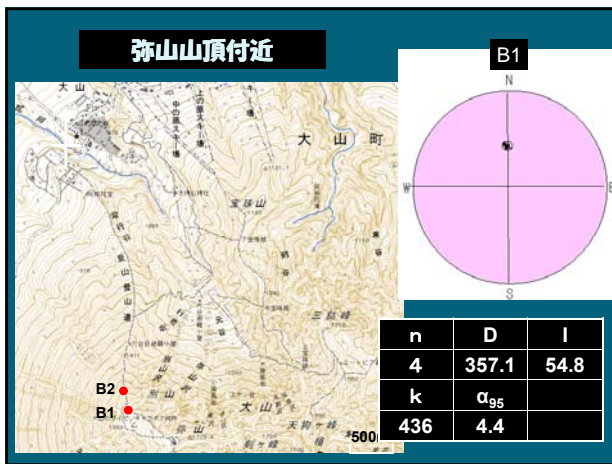
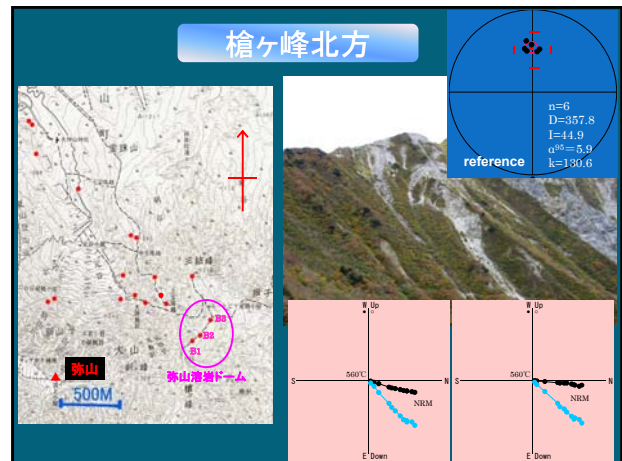
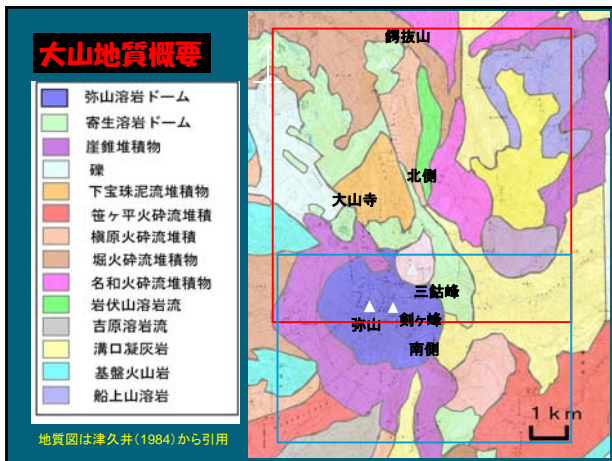
58002E
275 °C (生木)

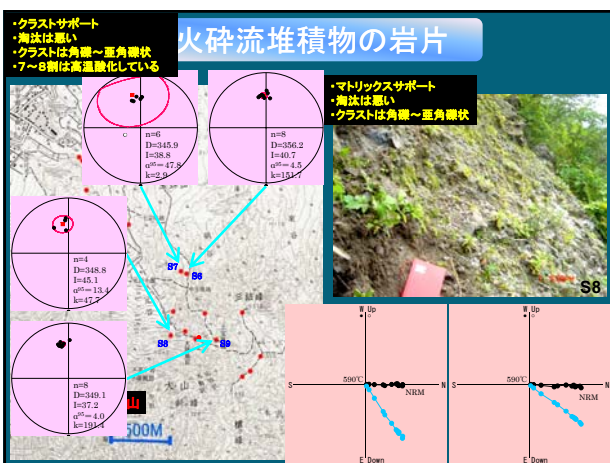
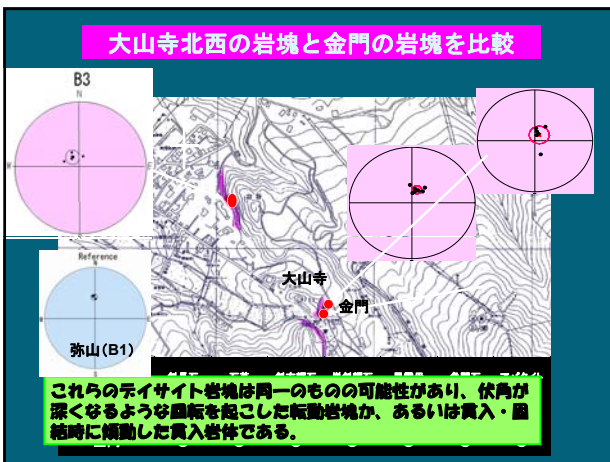
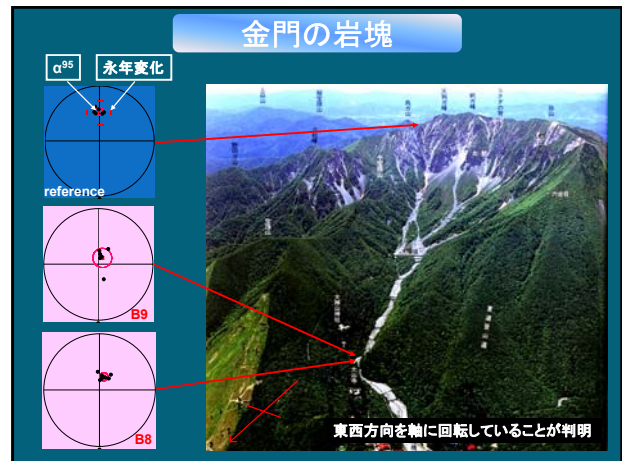
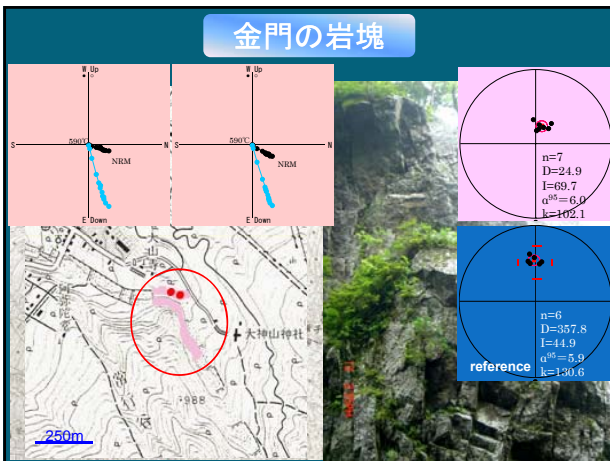
58002A
293 °C

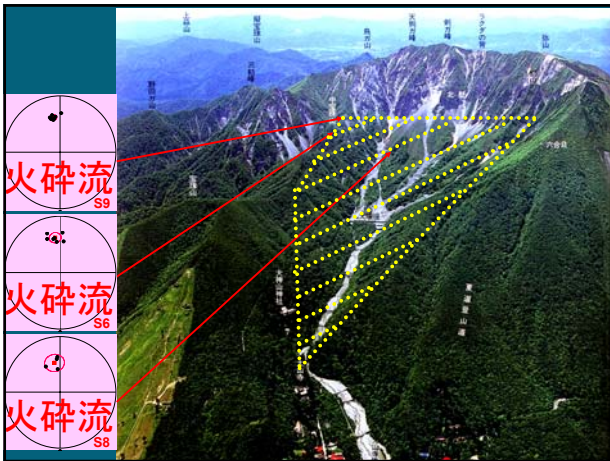
58002B
372 °C

58002G
300 °C









まとめ

鉱物組み合わせ

テイサイト I (単斜輝石を含む) [三結峰溶岩ドーム, 三結峰西部岩塊, 金門の岩塊, 火砕流堆積物]

テイサイト II (単斜輝石を含まない) [弥山溶岩ドーム]

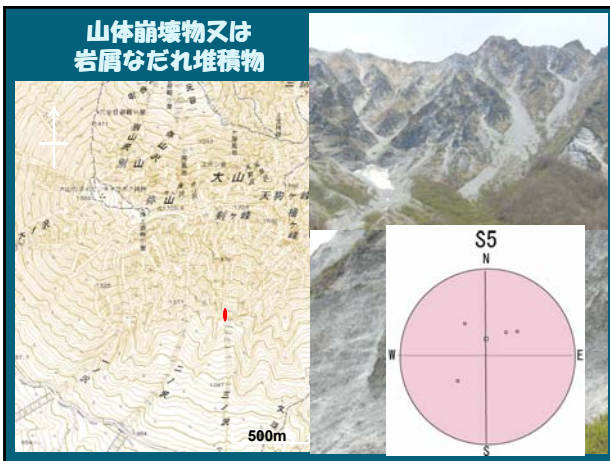
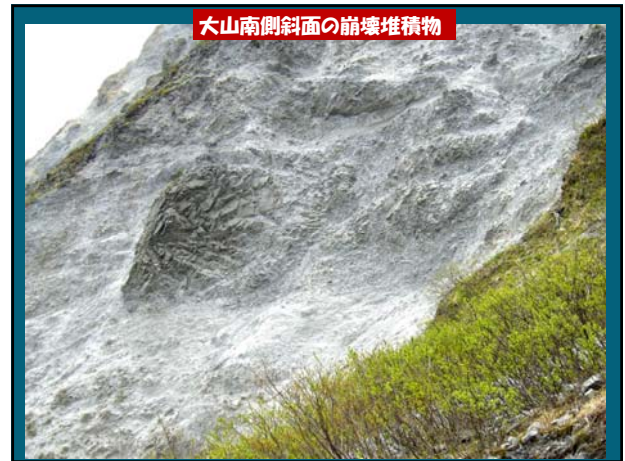
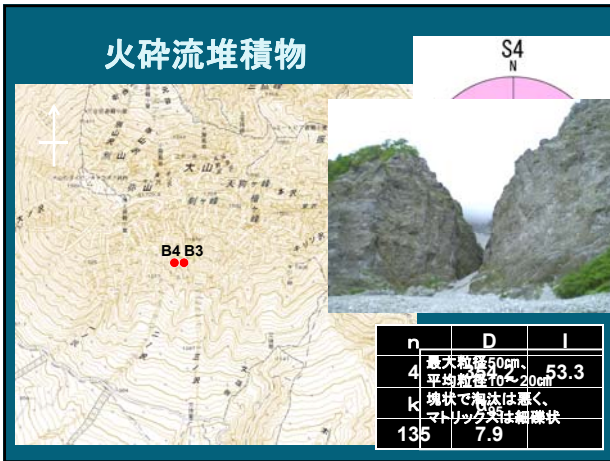
岩塊の回転

三結峰西部岩塊
 ・せん断力を受けクラックが発達している → スリッペンサイト上の線構造の方向より南東から北西に滑った
 ・スリッペンサイトの発見
 ・鉱物組み合わせより三結峰と同じグループ

金門の岩塊
 ・伏角が30°以上深い → 岩盤が滑り落ちてきたまたは貫入による変動

堆積物の成因

元谷から比高200mの尾根に火砕流が堆積 (宝珠尾根沿い)



堆積物の判定

火砕流が標高約1400m付近マトリックスがテイサイトの破砕物からなる山体崩壊物

まとまりを示す

藤代(2005MS)の北側の結果

古地磁気方位がまとまっていない

火砕流発生時には標高1400mより高い位置まで火砕流堆積物に覆われていた

崩壊する過程で転動

岩屑なだれ堆積物

富士山からの火山灰の到達範囲



ハザードマップ全体図

富士山が噴火した場合に、溶岩流、噴石、火砕流などの影響が及ぶ可能性が高い範囲を、すべて重ねておいたものである（ここに濃色されているすべてがの範囲が、同時に危険になるわけではない）。宝永噴火並みの大きな噴火を想定してつくられており、これまでに噴火した火口のどの層分からも噴火がおこっても対応できるように作成されている。（資料提供：富士山ハザードマップ検討委員会）

火山灰の到達範囲

火山灰や軽石を出す大規模な噴火の場合に、降灰がおよぶ範囲と、その量を示したものである。大噴火によって噴き出した火山灰は、上空の西風に運ばれて着陸帯の広い範囲に降す。なお、季節によって風向きがかわるため、火山灰の到達範囲はかわる。この図は、すべての季節を重ねておいたものである。（資料提供：富士山ハザードマップ検討委員会）

日本壊滅のシナリオ

元禄16年（1703年）旧暦11月23日
伊豆半島の南方海域でM8.7の
元禄地震
宝永4年（1707年）旧暦10月4日
紀伊半島の南方海域でM8.4の
宝永地震
宝永4年旧暦11月22日
富士山噴火

20xx年 東海沖でM8.5の地震発生
同年 富士山と伊豆大島噴火
日本壊滅!!!

日本壊滅のシナリオ(1)

元禄16年（1703年）旧暦11月23日 元禄地震 M8.7
 宝永4年（1707年）旧暦10月4日 宝永地震 M8.4
 宝永4年（1707年）旧暦11月22日 富士山噴火



図 8 「宝永地震」の震度分布
 【宇佐美 隆夫「日本地震学誌」29号】

震度 震源より近い地震

震度	震源より近い地震	震度
9	1703年 伊豆半島沖	8.7
8	1703年 伊豆半島沖	8.4
7	1703年 伊豆半島沖	8.1
6	1703年 伊豆半島沖	7.8
5	1703年 伊豆半島沖	7.5
4	1703年 伊豆半島沖	7.2
3	1703年 伊豆半島沖	6.9
2	1703年 伊豆半島沖	6.6
1	1703年 伊豆半島沖	6.3
0	1703年 伊豆半島沖	6.0

ご静聴ありがとうございました！

