

大崩海岸に露出する海底火山噴出物の特徴と地すべりとの関連

東海大海洋 坂本 泉

引用) 静岡県

近年の研究対象地域による崩壊災害

1971年7月5日には国道150号の第5洞門上で土砂崩壊が起き、乗用車1台が下敷となる(渡,1971).

→海上橋の迂回路設立

1990年2月には国道150号沿いで崩壊性岩盤地すべりが起こり、復旧工事が行われている(坂本 他,1993).

→たけのこ岩トンネルの開通工事開始

2013年10月中旬には路面沈下が発生(静岡新聞 SBS).

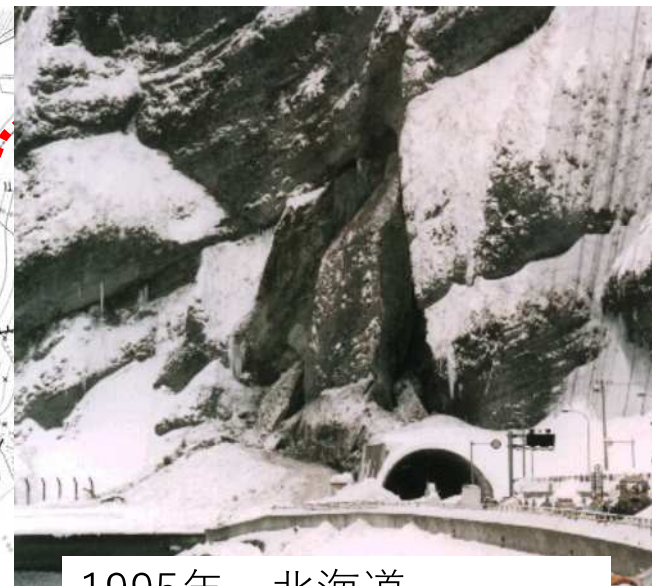
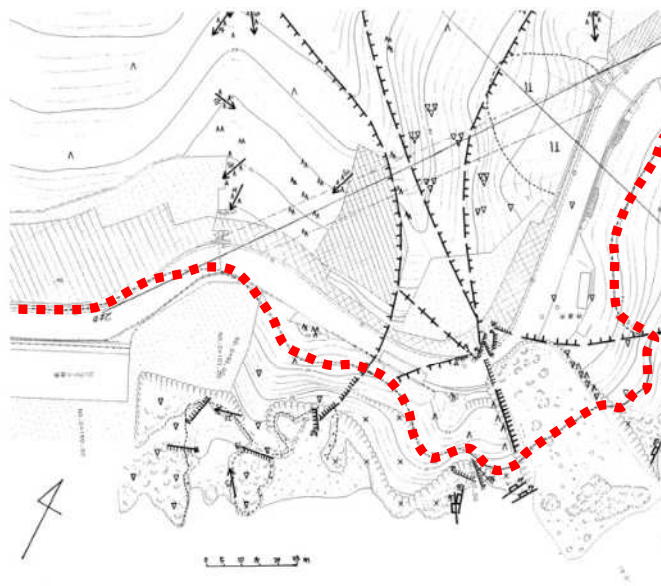
→新たなトンネル(浜当目トンネル)の開通工事開始

2023年7月6日、廃道になっていた旧道に位置する石部第五洞門が土砂崩れで約40mにわたって崩落しているのが発見された(SBS静岡放送).

2024年7月2日、県道416号線のうち、浜当目トンネル付近で斜面の崩落が確認された(SBS静岡放送).



1991年 大崩海岸崩落事故



1995年 北海道
積丹半島 豊浜トンネル

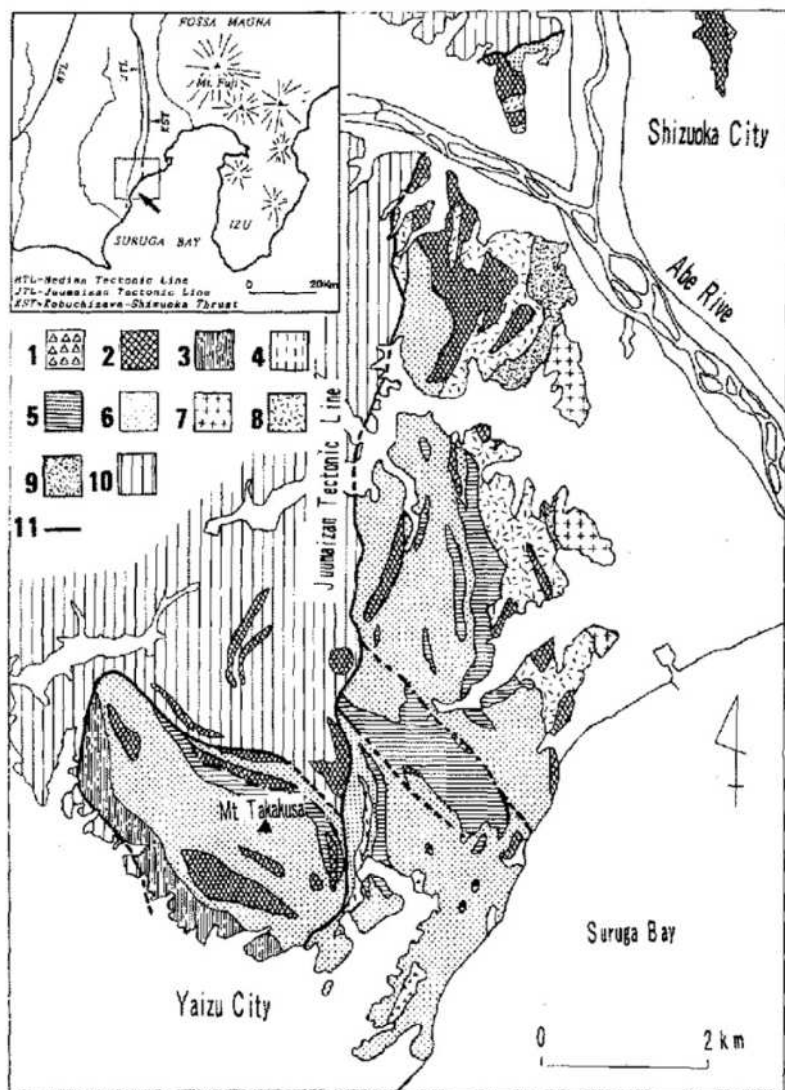




**大崩海岸 の場合
素因として特種な
地質特徴？**

**海底火山噴出物
(水中火山岩)と土
砂崩落現象を考え
てみる**



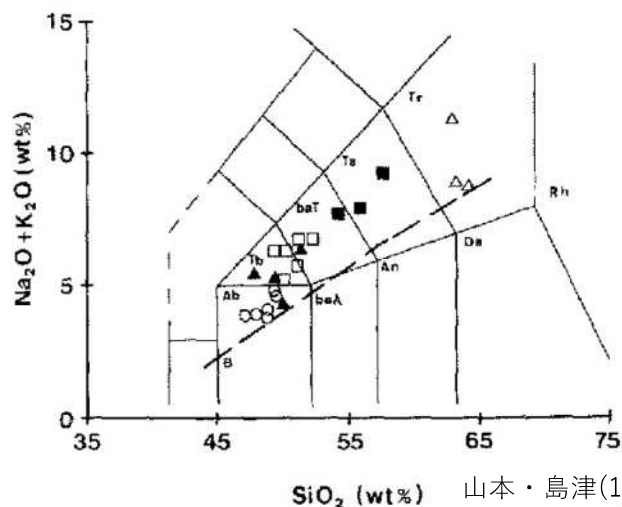


Geological map of the Takakusayama area (after Sugiyama *et al.*, 1982).

1, trachyte; 2, alkali intrusive rocks; 3, Miwa Member; 4, Hanazawa Member; 5, trachyandesite; 6, alkali basalt; 7, quartz diorite; 8, dacite lava and dacitic tuff; 10, Mikura Group (Cretaceous-Paleogene); 11, tectonic line.

山本・島津(1994)

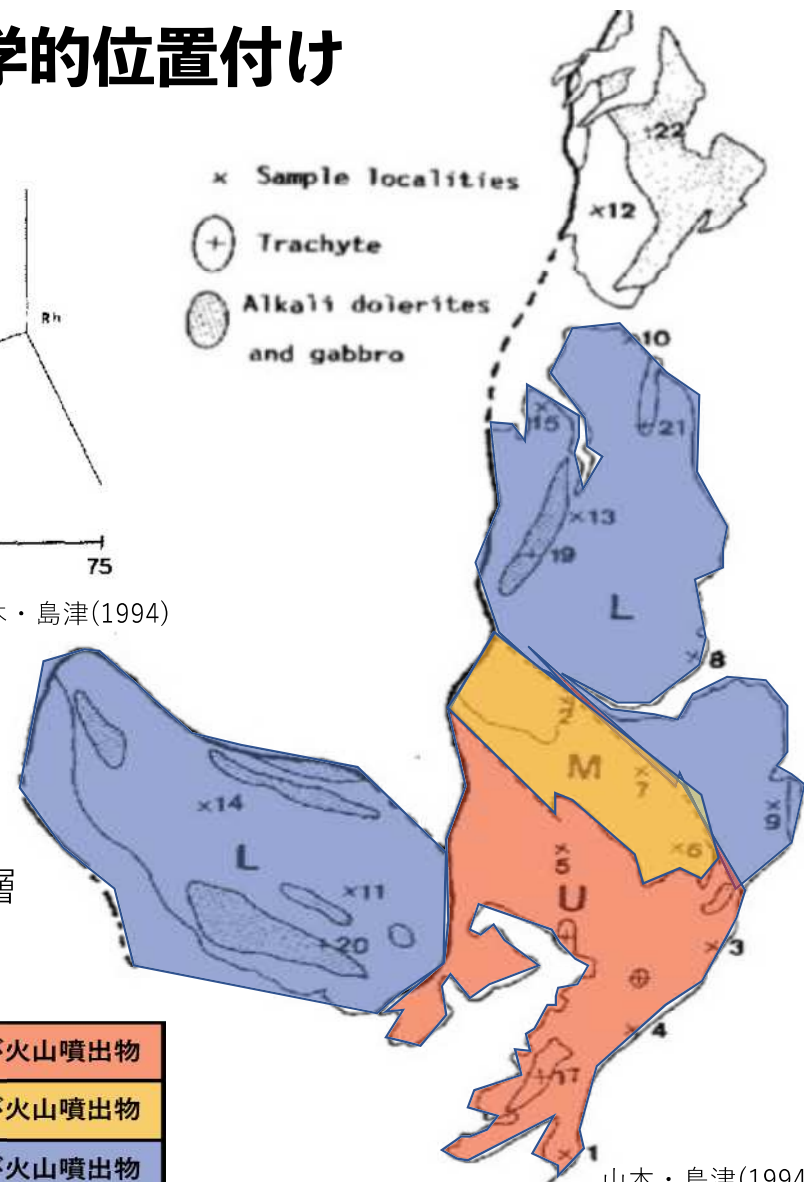
大崩周辺の地質学的位置付け



山本・島津(1994)

中新統竜爪層群高草山累層
約1500万年前

岩相	上部)	玄武岩及び火山噴出物
	中部)	粗面安山岩及び火山噴出物
	下部)	粗面玄武岩及び火山噴出物



山本・島津(1994)

そもそも海底火山噴出物とは？



http://www.boston.com/bigpicture/2009/03/undersea_eruptions_near_tonga.html

大崩海岸には海底（水中）火山噴出物として、枕状溶岩、フィーダーダイク（給源岩脈）、火山碎屑物(水冷破碎岩：ハイアロクラスタイト)が分布している。

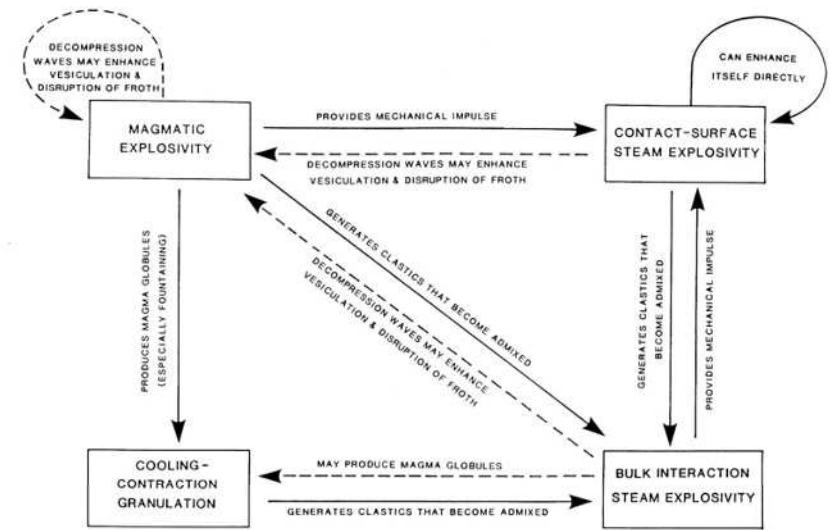
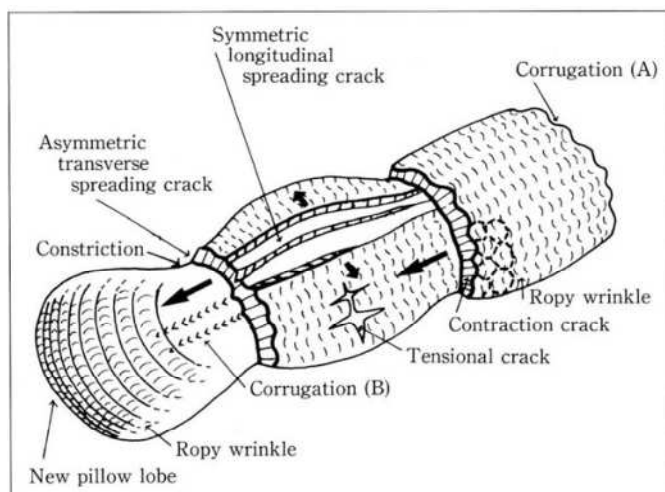


Fig. 1. Clast-forming processes and possible enhancement interactions Kokelaar(1986)





2 ピローローブの特徴的 surface 構造を示す模式図。矢印は拡張と流動方向を示す。
Schematic model showing characteristic surface structures of pillow lobe. Arrows indicate spreading and flow direction.

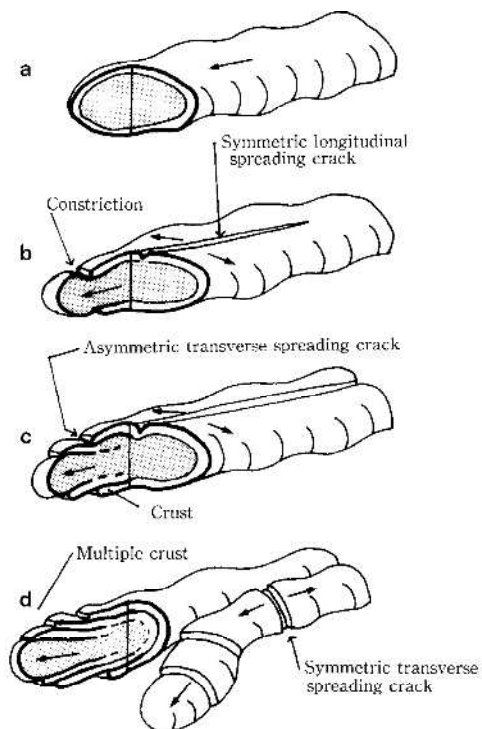
山岸(水中火山岩)より



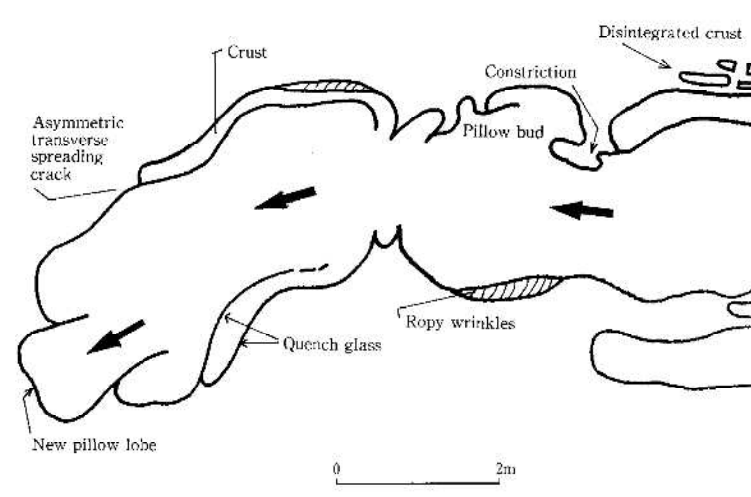
佐渡 小木半島

枕状溶岩の発達過程

表面に特有の表面構造が発達する物と言う



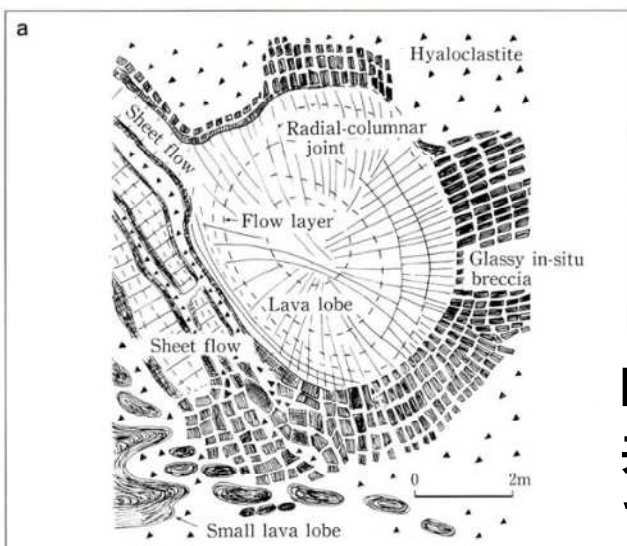
山岸(水中火山岩)より



山岸(水中火山岩)より



静岡 大崩海岸

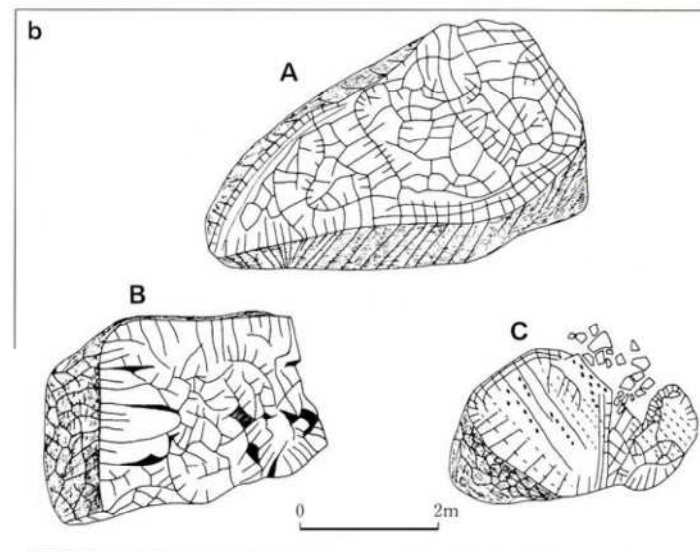


Subaqueous lavas

- Sheet flow, Massive lavas
- Pillow lava, Pillow lobe
- Lava lobe
- Pseudo-pillow lava, Pseudo-pillow

山岸(水中火山岩)より

**lava lobeとPseudo pillow
共に表面構造を持たない事
でpillow lavaと区別**



lava lobe

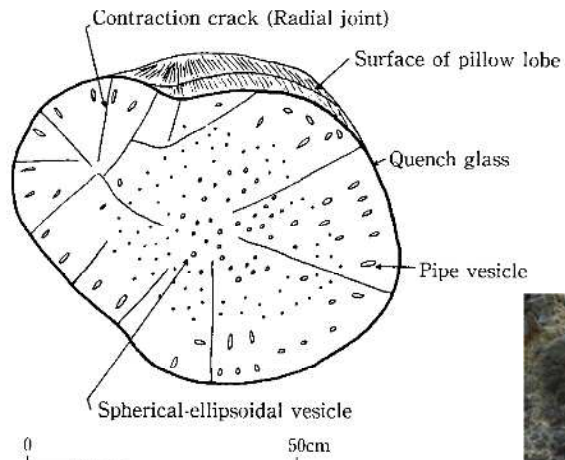


新潟 間瀬海岸

Pseudo pillow



札幌 手稲オリンピック



枕状溶岩における 内部構造特徴 気泡の発達状況

山岸(水中火山岩)より

lava



佐渡 小木半島

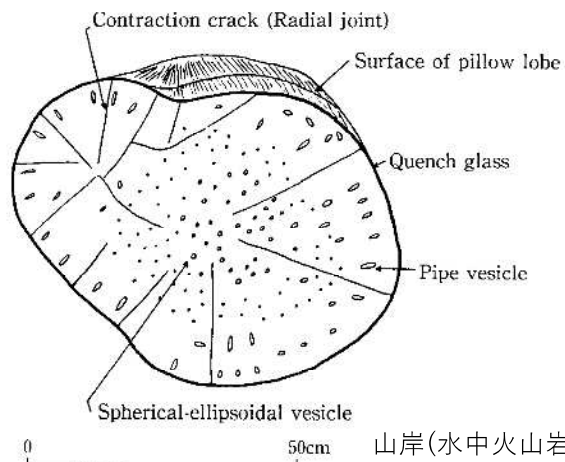


小樽 忍路



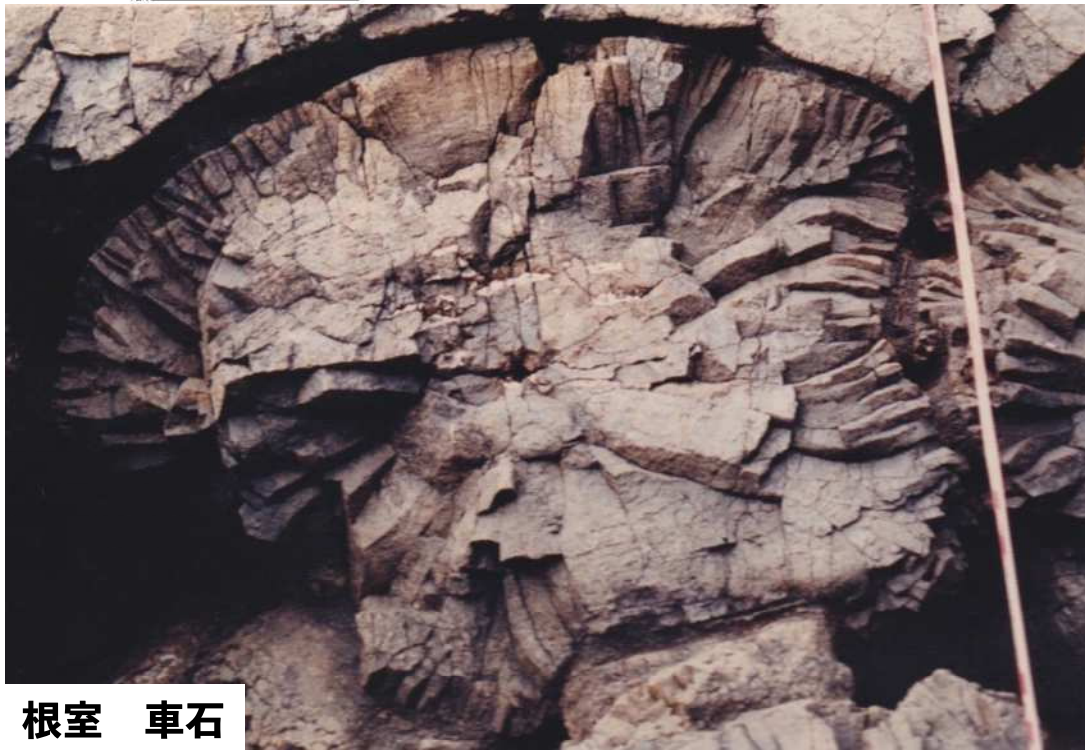
佐渡 小木半島





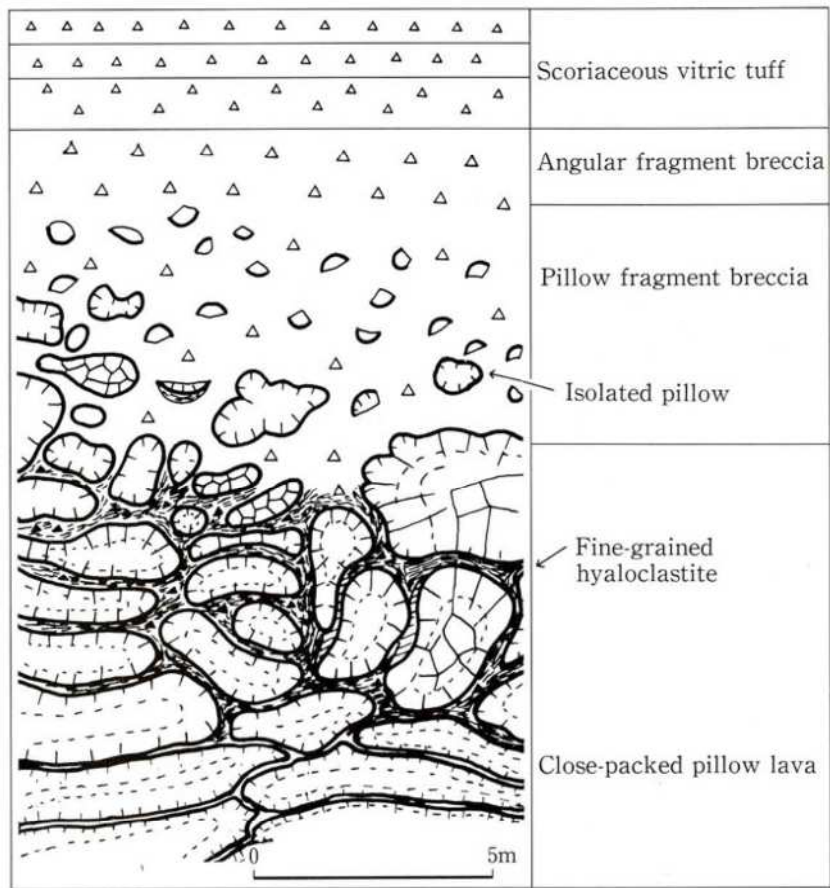
山岸(水中火山岩)より

枕状溶岩における 内部構造特徴 節理(初生的割れ目)



根室 車石





山岸(水中火山岩)より

枕の径のサイズは、その時の噴出率に依存する

火道から遠くなると小さくなる
給源からの距離

水中火山岩の活動状況



佐渡 小木半島

大崩海岸にける クローズドバックドピローラバ

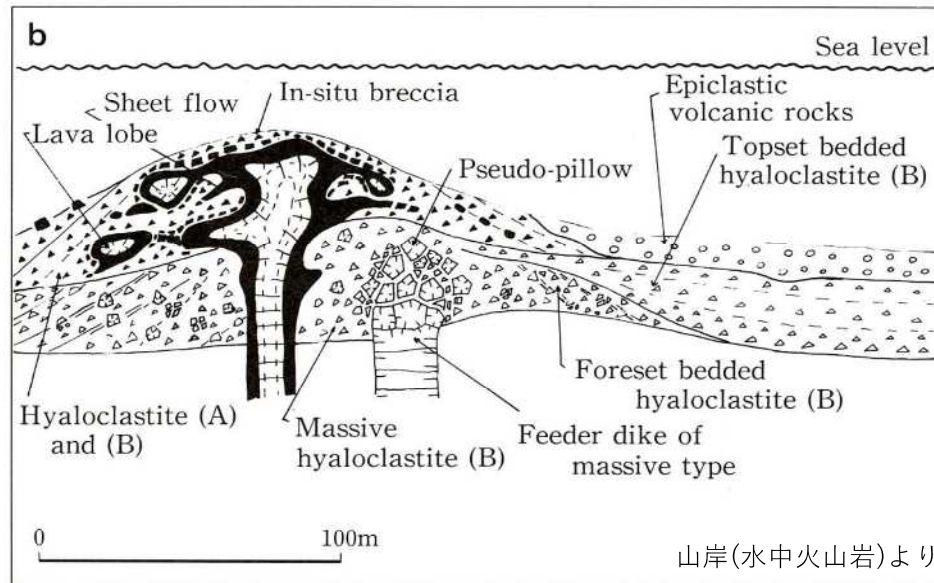
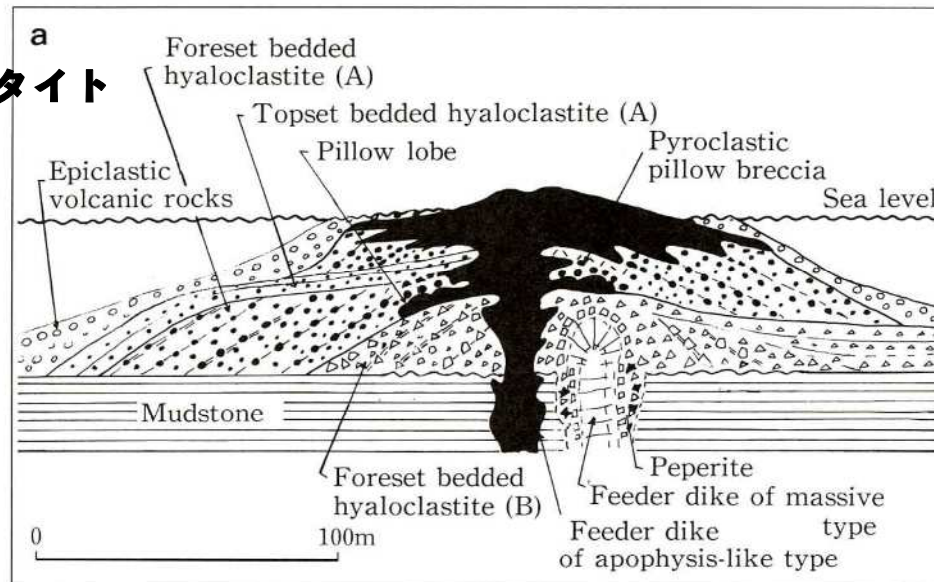
- Subaqueous lavas
 - Sheet flow, Massive lavas
 - Pillow lava, Pillow lobe
 - Lava lobe
 - Pseudo-pillow lava, Pseudo-pillow
- Feeder dikes
 - Massive type
 - Apophysis-like type
 - Clastic type
- Volcaniclastic rocks
 - Hyaloclastites (by *Cooling contraction granulation*)
 - Hyaloclastite (A) (Pillow fragment breccia)
 - Hyaloclastite (B) (Angular fragment breccia)
 - Subaqueous pyroclastic rocks (by *Volcanic explosion*)
 - Scoria flow and fall deposits
 - Agglomerate
 - Pyroclastic pillow breccia
 - Pumice flow and fall deposits
 - Lithic flow and fall deposits
 - Epiclastic volcanic rocks (by *Resedimentation*)
 - Debris flow deposit etc.



山岸(水中火山岩)より

大崩海岸 小浜

水冷破碎岩 ハイアロクラスタイト



山岸(水中火山岩)より

小樽 忍路

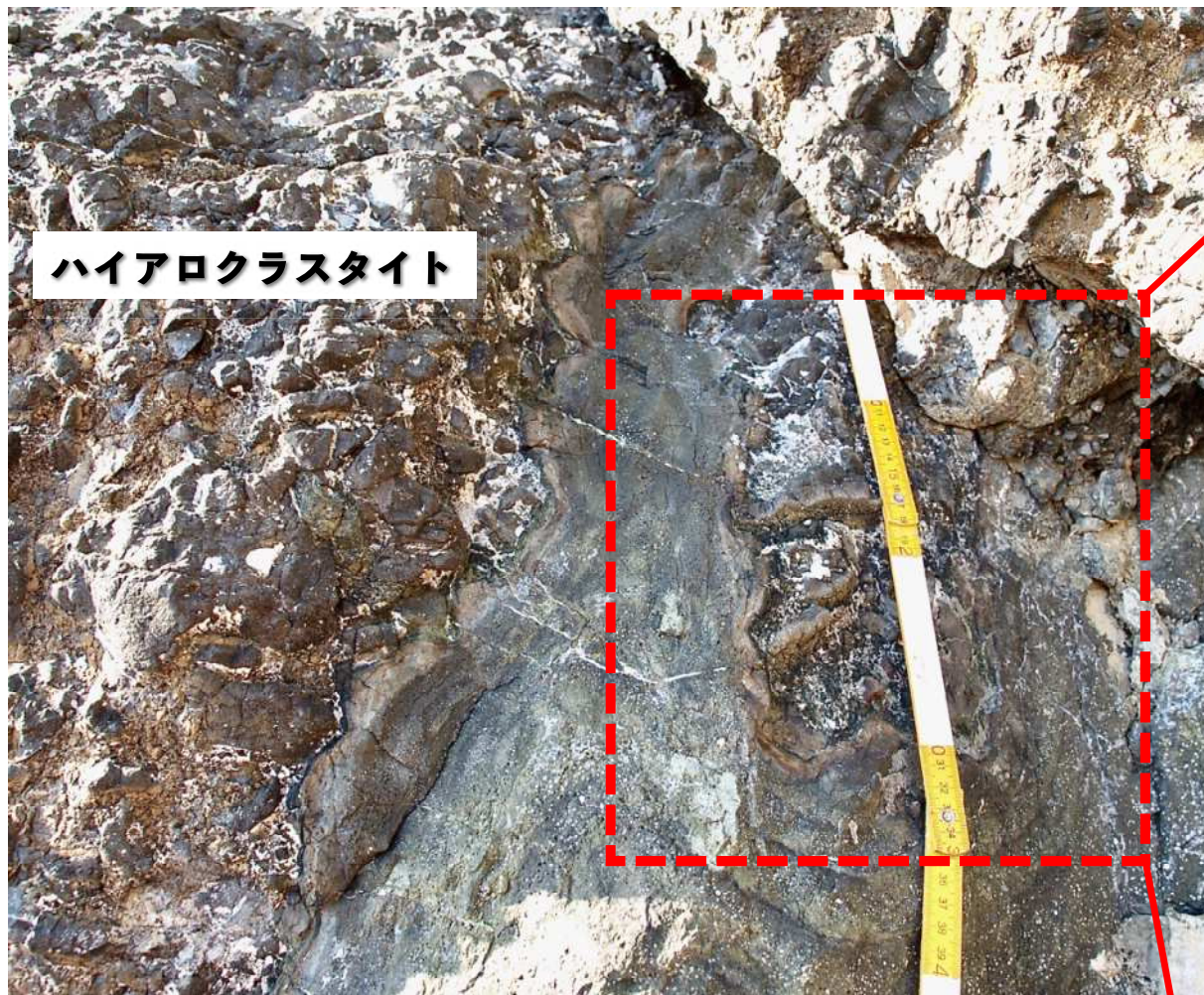


大崩海岸における

- ・ **フィーダーダイク**
 - ・ **枕状溶岩**
 - ・ **ハイアロクラスタイト**
- の産状**

フィーダーダイクの周縁部に着目(直線的で無い)





ハイアロクラスタイト

給源岩脈（feeder dyke）から火山角礫岩
（ハイアロクラスタイト）への形成

縁辺部は、うねっている



給源岩脈
feeder dyke

Dyke表面部は
うねっている

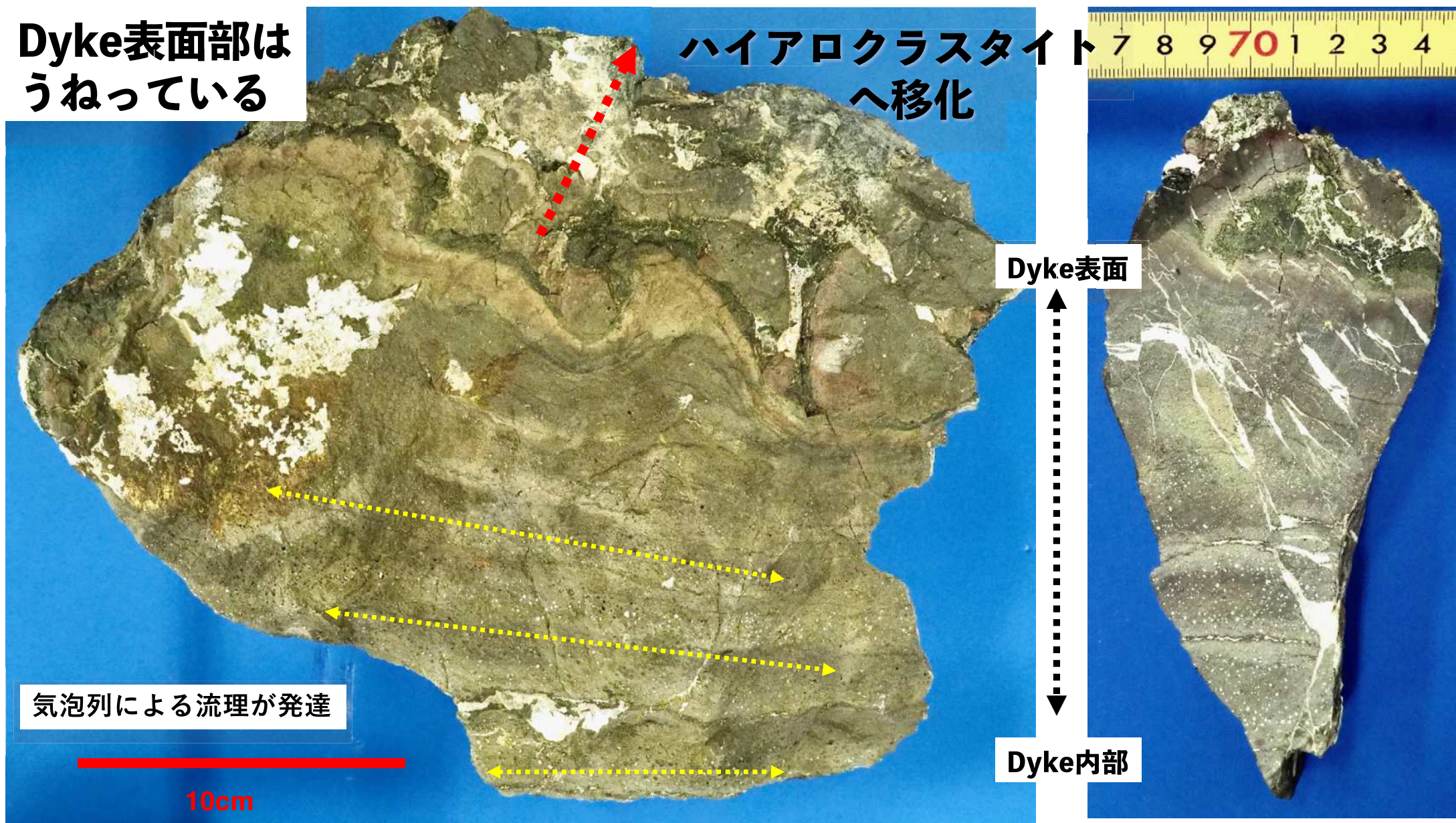
ハイアロクラスタイト
へ移化

Dyke表面

気泡列による流理が発達

10cm

Dyke内部



大崩海岸における ハイアロクラスタイト産状



水冷破碎岩 ハイアロクラスタイト

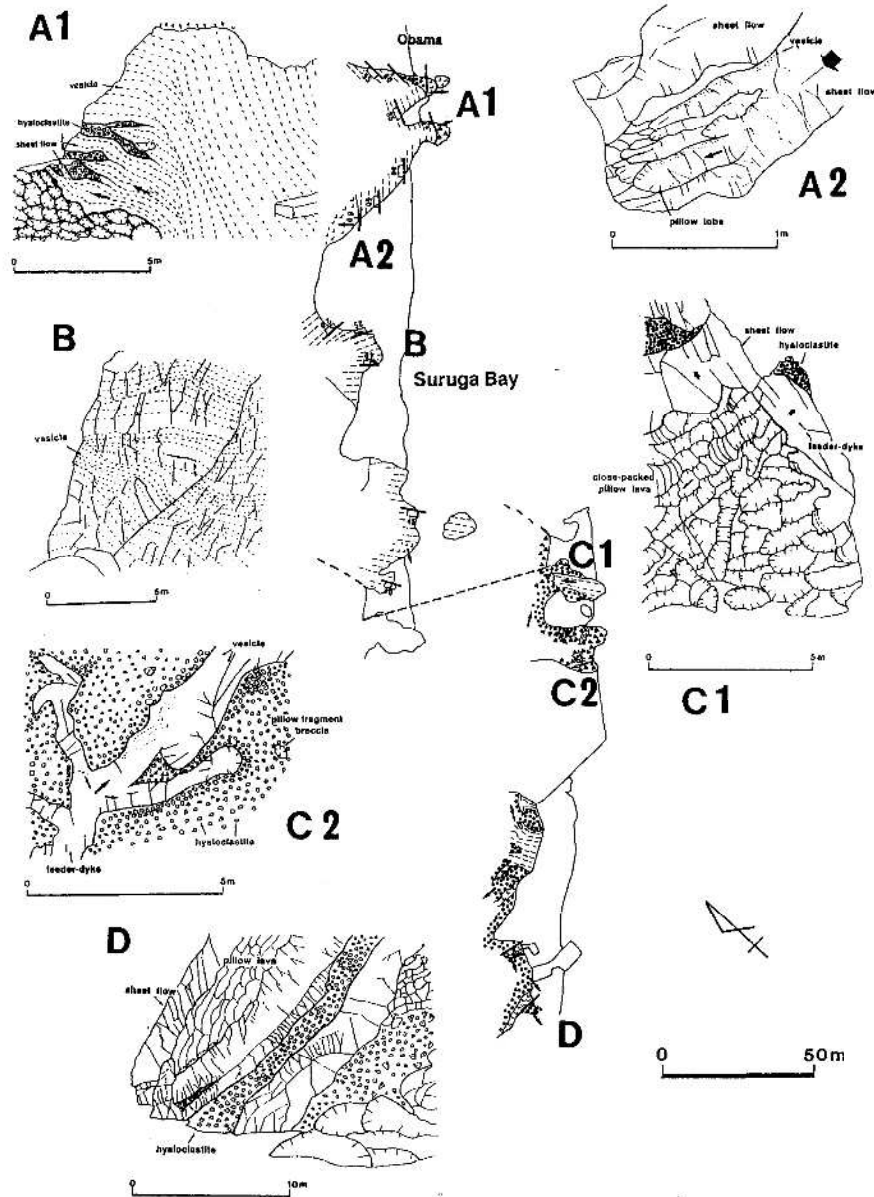
pillow fragment breccia
with glassy margin

Subaqueous lavas	Sheet flow, Massive lavas
	Pillow lava, Pillow lobe
	Lava lobe
	Pseudo-pillow lava, Pseudo-pillow
Feeder dikes	Massive type
	Apophysis-like type
	Clastic type
Volcaniclastic rocks	Hyaloclastites (by <i>Cooling contraction granulation</i>)
	Hyaloclastite (A) (Pillow fragment breccia)
	Hyaloclastite (B) (Angular fragment breccia)
	Subaqueous pyroclastic rocks (by <i>Volcanic explosion</i>)
	Scoria flow and fall deposits
	Agglomerate
	Pyroclastic pillow breccia
	Pumice flow and fall deposits
	Lithic flow and fall deposits
Epiclastic volcanic rocks (by <i>Resedimentation</i>)	Debris flow deposit etc.

山岸(水中火山岩)より



佐渡島 小木



大崩海岸（導水路-小浜地区）周辺 で観察される海底噴出物の産状

塊状貫入岩（ドーム状構造）
給源岩脈（フィーダーダイク）
枕状溶岩
ハイアロクラスタイト

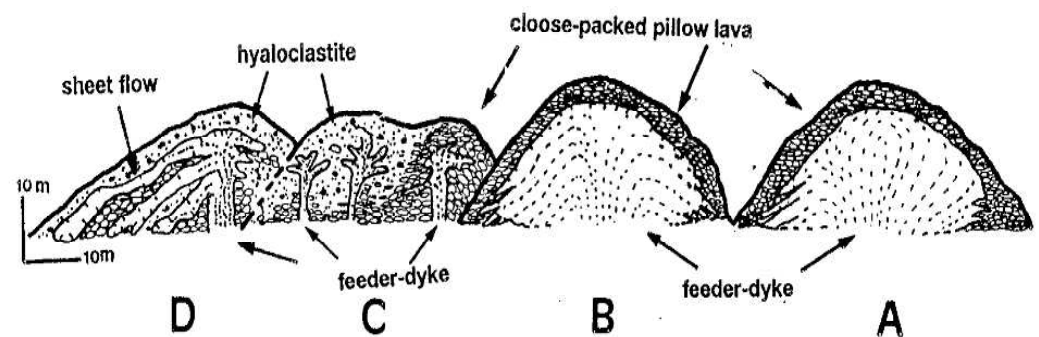
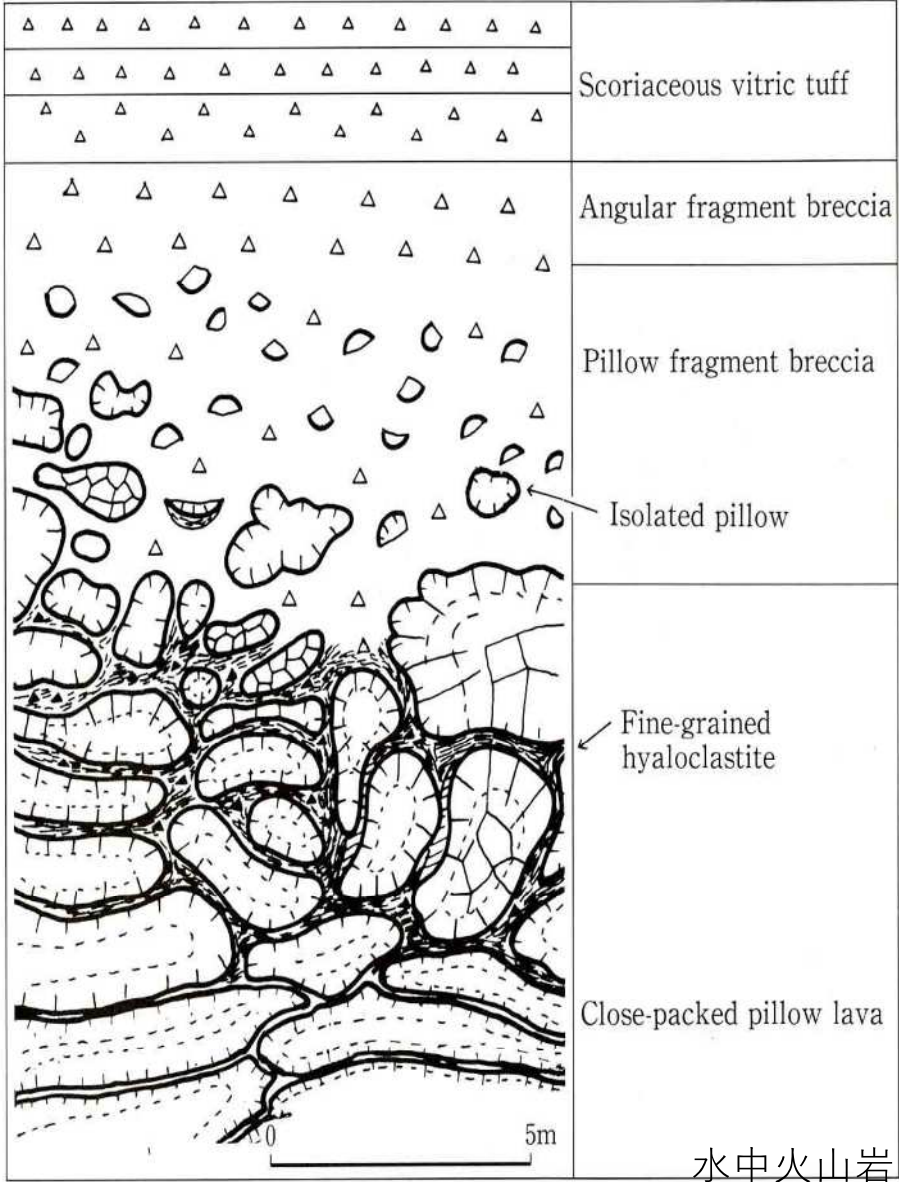


図-3

Restriction of the Takusayama volcanic bodies distributed in of the Obama area.



水中火山岩

Massive lava



Altered Hyaloclastite

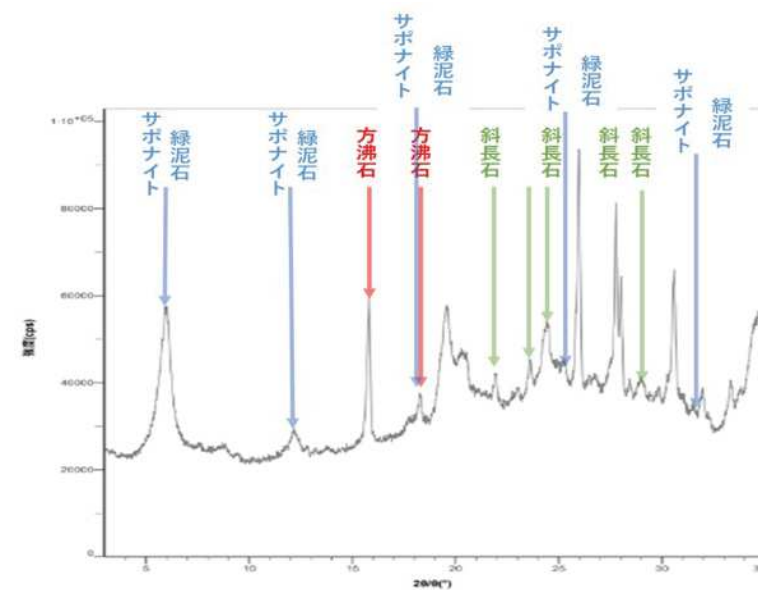
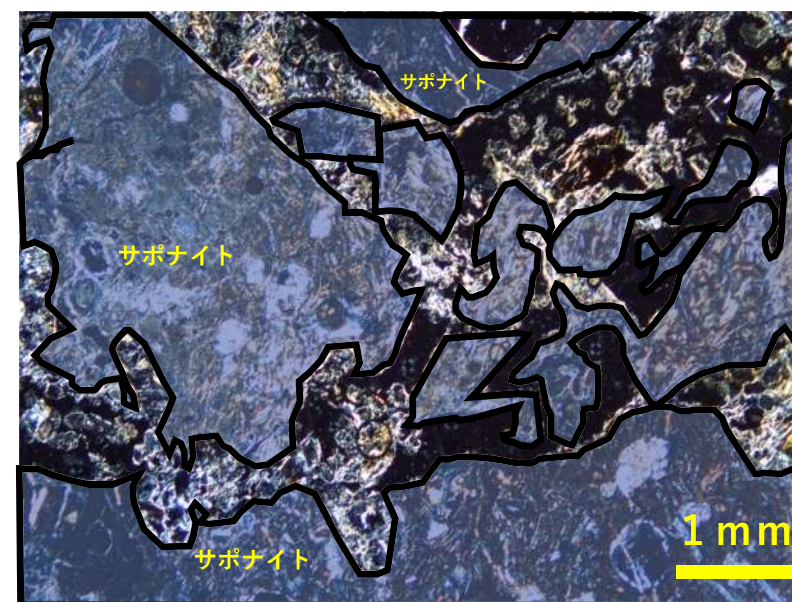
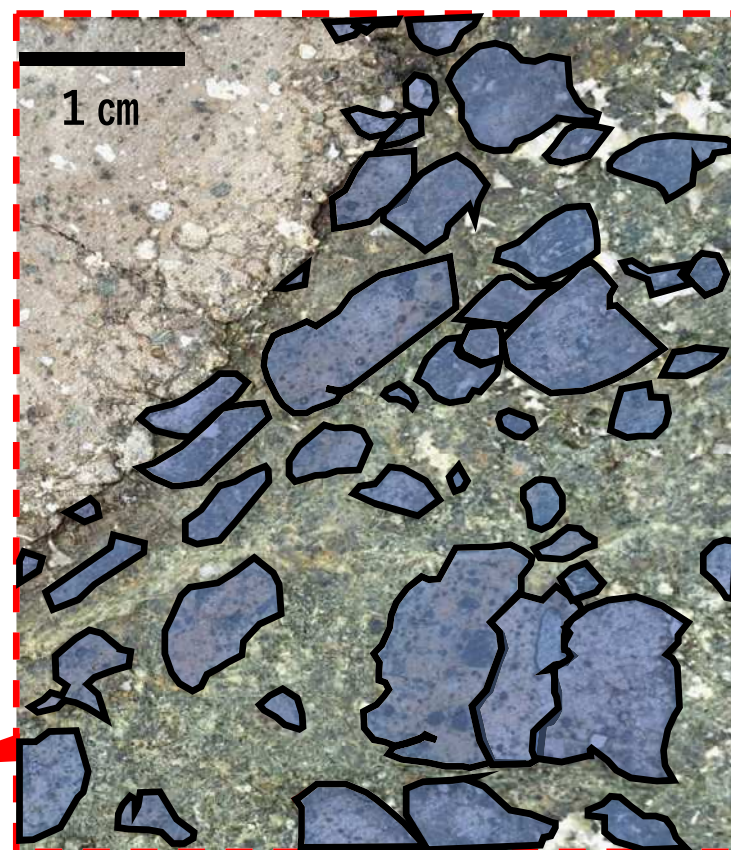


Fresh Hyaloclastite

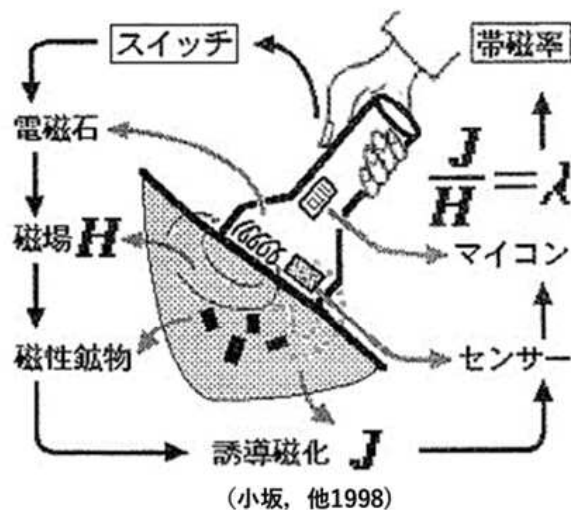
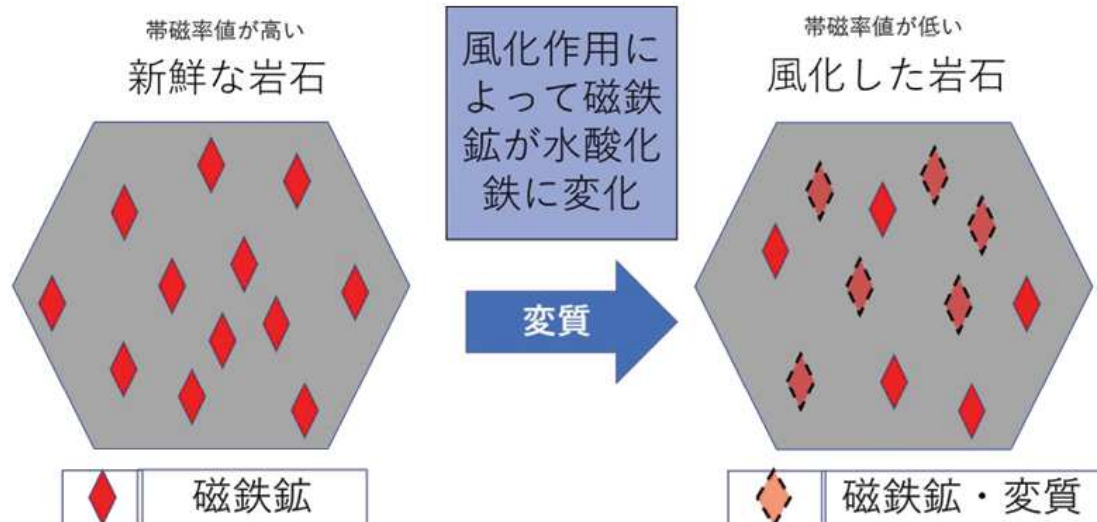




火山碎屑岩の記載観察



帯磁率の概要



帯磁率とは

- ・ 岩石の帯磁率は磁鉄鉱など磁性鉱物の含有の程度により値が変化する
→これを岩石の識別や風化・変質の指標として使用できる

- ・ 岩石の風化変質に伴いこの磁鉄鉱が変質し、水酸化鉄に変化することで帯磁率値が低下

(山下ほか, 2014)

帯磁率計の仕組み

- ・ 帯磁率計が測定対象物に磁場 H を与える
- ・ 測定対象物が磁場 H (A/m) を受け誘導磁化 J (A/m) が発生
- ・ 誘導磁化 J を帯磁率計内部のセンサーが感知し、帯磁率値 ($J/H = \lambda$) を算出

露頭調査における帯磁率測定



A塊状貫入岩→B枕状溶岩→C火山碎屑岩

(3.573×10^{-3} → 2.838×10^{-3} → 0.037×10^{-3} (A/m)) 露頭調査の際に測定
と岩相が変化するにつれ、帯磁率値が低下・風化作用の影響を反映



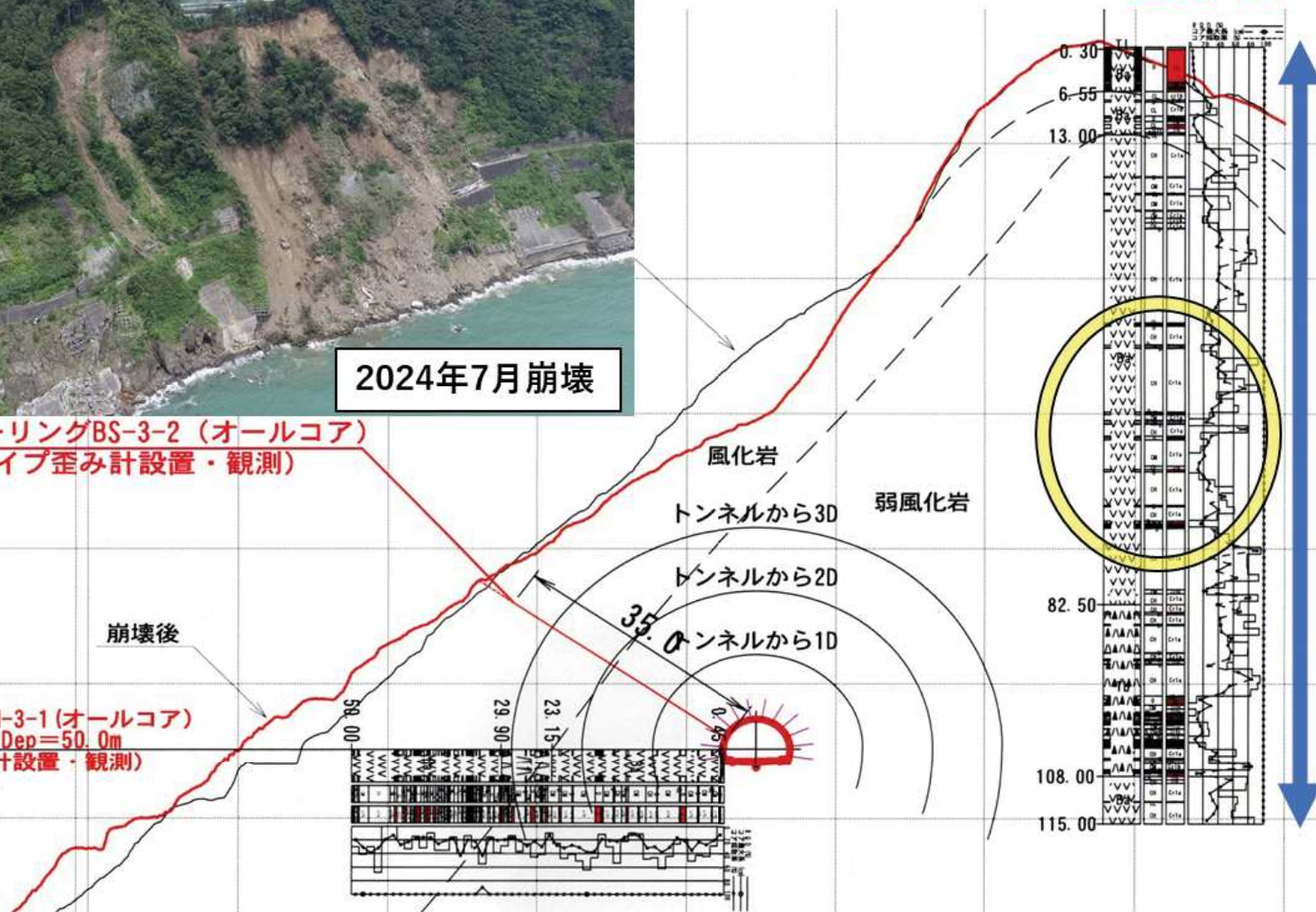
2024年7月崩壊

ボーリングBS-3-2 (オールコア)
(パイプ歪み計設置・観測)

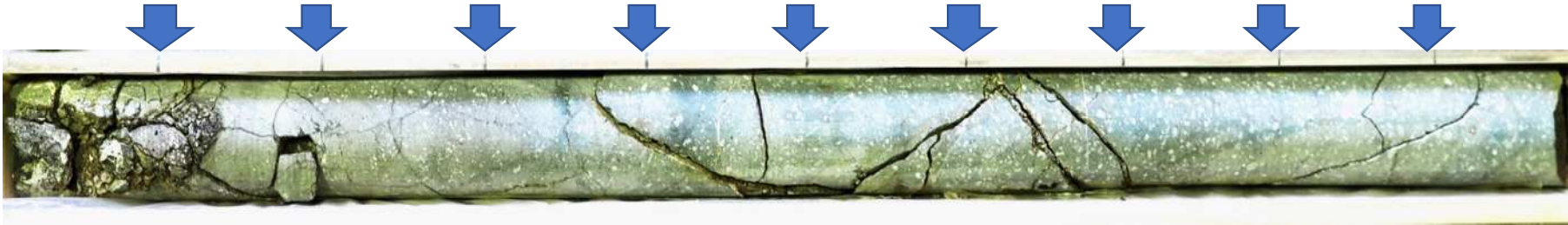
ボーリングBH-3-1 (オールコア)
TP=50.27m Dep=50.0m
(パイプ歪み計設置・観測)

コアの帯磁率測定

115m



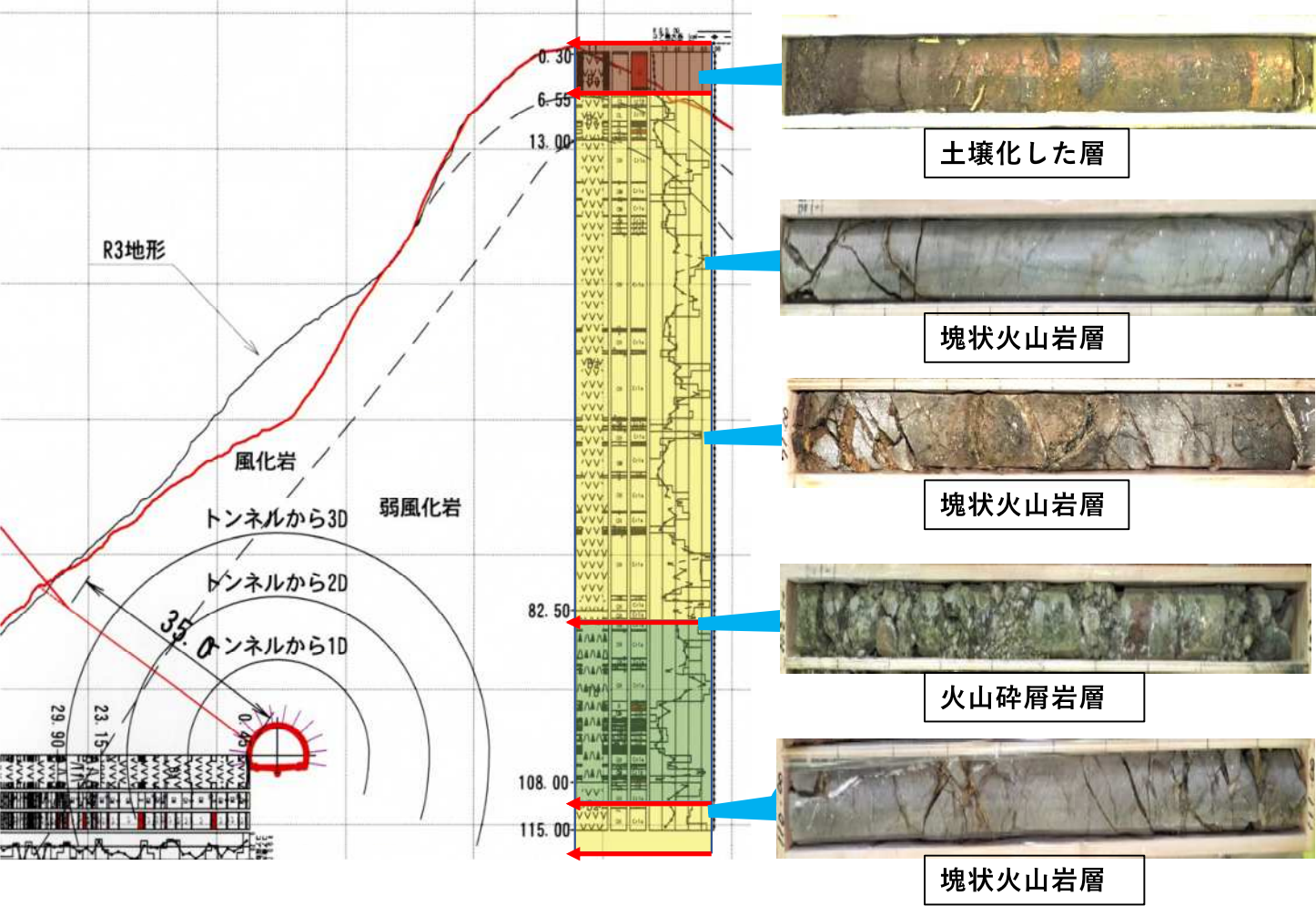
コア試料の岩相記載及び帯磁率測定方法



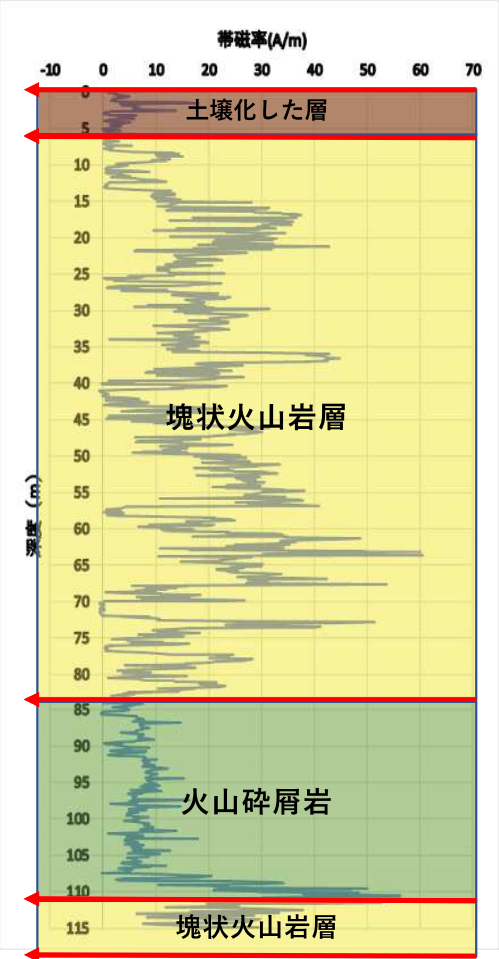
		80	107	1	1.265	1.137	2.659
		8.1	2.784	2.029	1.628		2.659
		8.2	6.354	5.264	5.809		2.659
		8.3	13.65	13.21	13.21		2.659
		8.4	11.05	10.51	10.38		2.659
		8.5	14.26	14.03	13.85		2.659
		8.6	10.27	9.886	9.888		2.659
		8.7	1.880	7.853	3.054		2.659
		8.8	16.55	15.38	13.35		2.659
		8.9	10.39	10.41	10.02		2.659
		9.0	11.61	12.11	12.78		2.659
		9.1	11.04	10.56	10.81		2.659
		9.2	12.91	12.55	12.64		2.659
		9.3	9.113	9.132	8.645		2.659
		9.4	12.14	11.91	11.64		2.659
		9.5	9.802	10.06	10.39		2.659
		9.6	9.383	9.652	8.788		2.659
		9.7	4.539	5.157	6.116		2.659
		9.8	2.521	2.552	2.695		2.659
		9.9	6.428	2.494	2.580		2.659
		10.0	2.788	2.138	2.252		2.659
		10.1	11.75	6.669	4.288		2.659
		10.2	2.600	2.786	2.047		2.659
		10.3	0.868	0.909	0.970		2.659
		10.4	0.630	0.886	0.59		2.659
		10.5	0.575	0.498	0.526		2.659
		10.6	0.856	0.402	0.901		2.659
		10.7	0.821	0.873	0.863		2.659
		10.8	5.681	5.622	5.584		2.659
		10.9	8.200	8.197	8.995		2.659
		11.0	0.836	0.808	0.771		2.659
		11.1	0.81	0.819	0.810		2.659
		11.2	1.075	1.024	1.073		2.659
		11.3	3.621	3.762	3.771		2.659
		11.4	2.542	2.538	2.808		2.659
		11.5	5.060	5.084	5.021		2.659
		11.6	4.720	5.204	5.519		2.659
		11.7	1.192	1.483	1.765		2.659
		11.8	5.856	6.140	6.199		2.659
		11.9	6.536	16.63	2.656		2.659

- ・測定には帯磁率計を用いてボーリングコア1mにつき10cmごとに複数回（3回以上）計測
- ・ノートを作成し結果を記載
- ・帯磁率値の平均値を出し、岩相と帯磁率値の対比

ボーリングコア試料の帯磁率測定を行った結果



帯磁率（全体値）



コア観察まとめ

・大崩海岸のボーリングコア試料は
土壌化層・塊状火山岩層・火山碎屑岩
層の3つに区分される

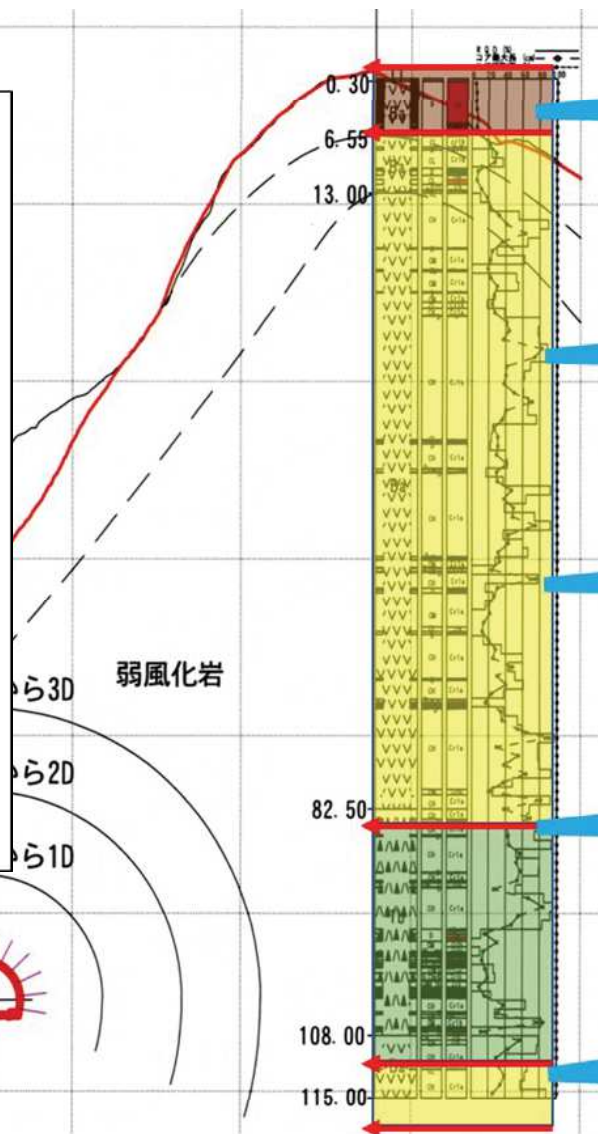
・土壌化層は脆く低帯磁率

・塊状火山岩層は硬く高帯磁率※

※ただし、塊状火山岩層の一部では溶岩
のマージン部分、初生的なクラックが発
達する箇所では帯磁率値が低くなる

・火山碎屑岩層は脆く低帯磁率

低い帯磁率値を示した箇所では総じて
風化作用の影響を受け、変色・脆くなる



土壌化した層



塊状火山岩層



塊状火山岩層



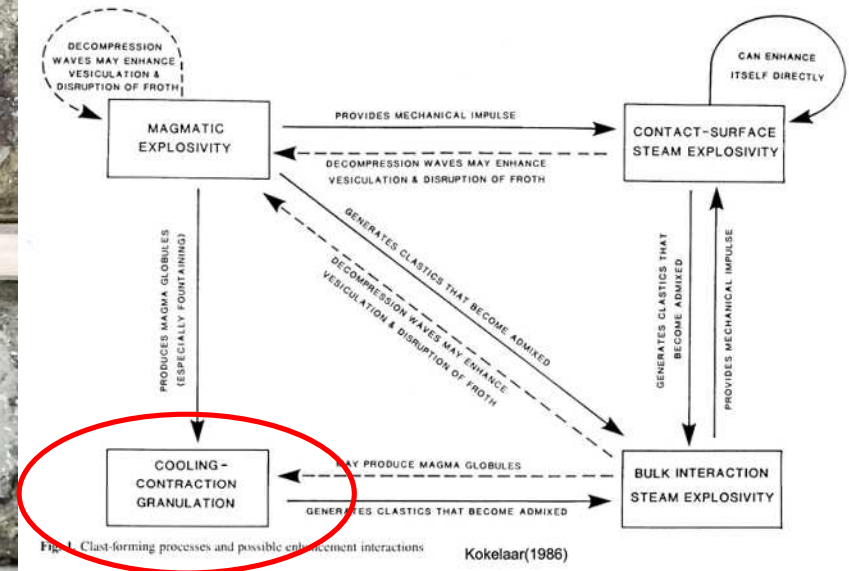
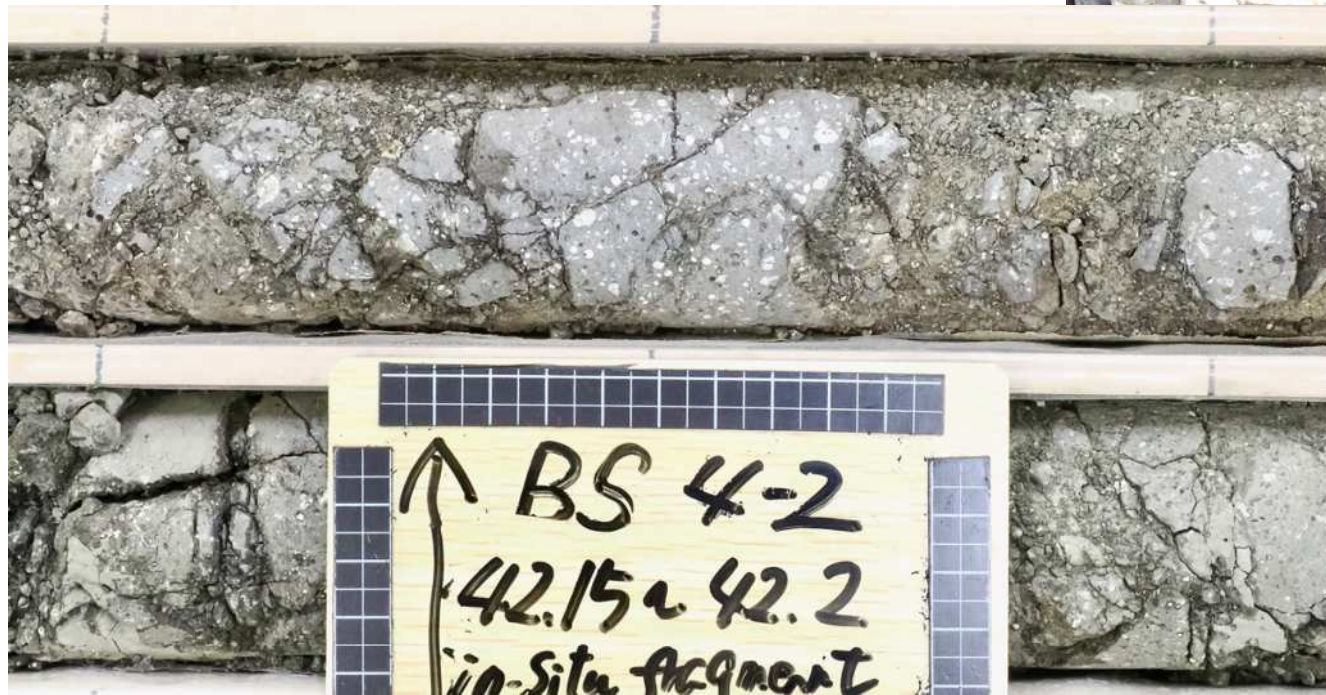
火山碎屑岩層



塊状火山岩層

割れ目の発達状況

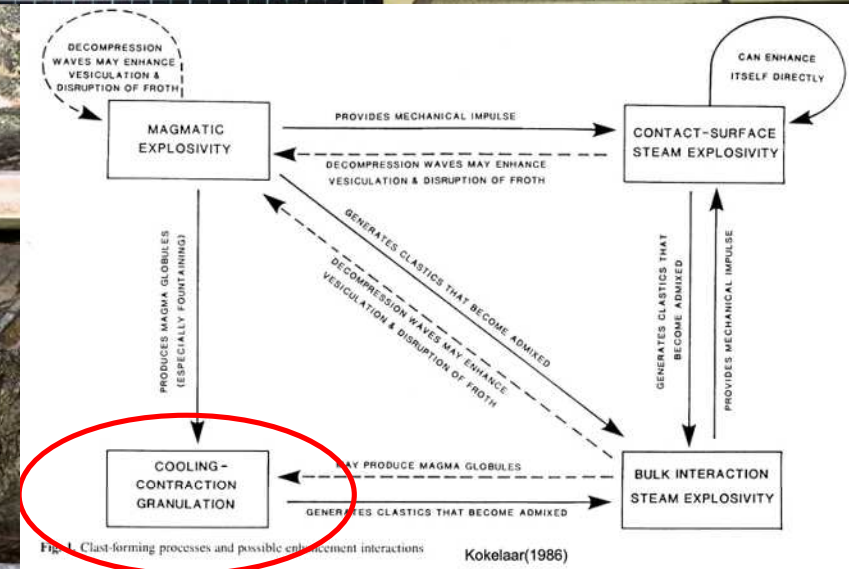
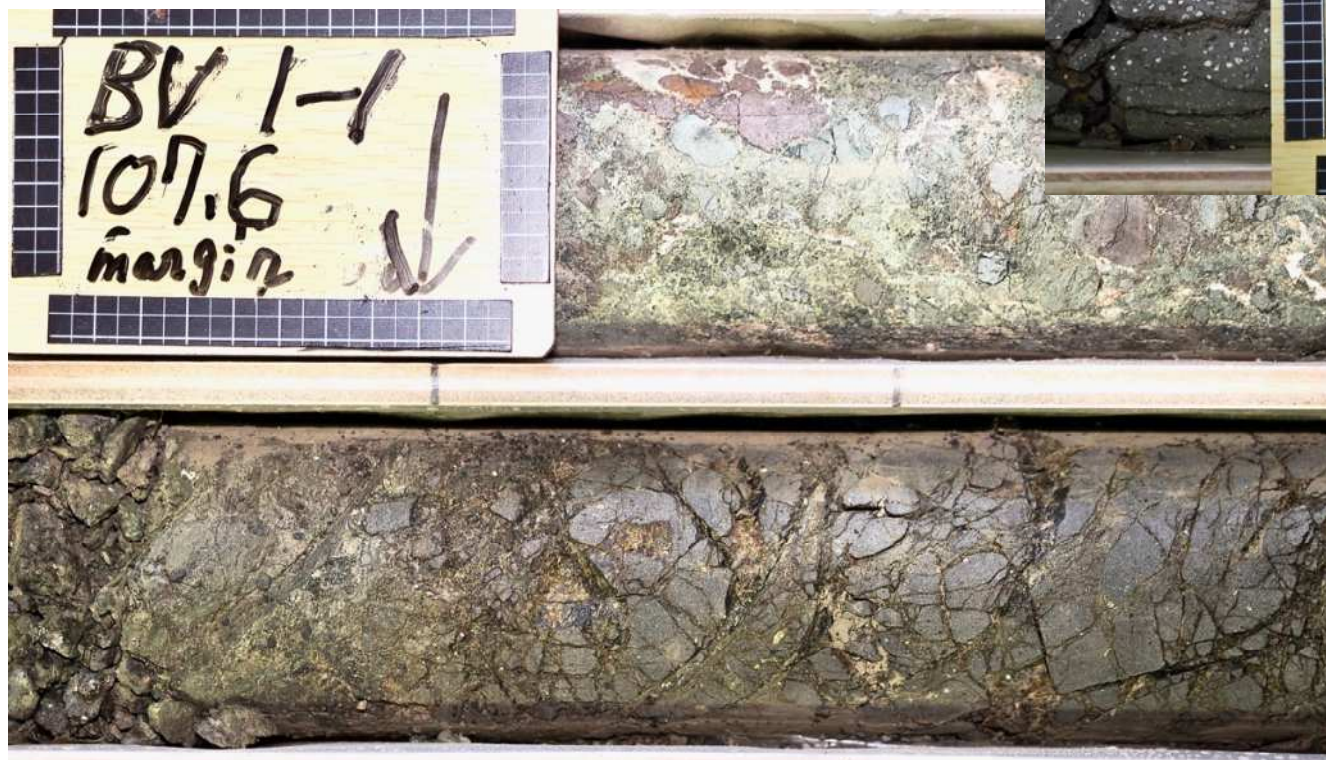
初生的クラック1：冷却・収縮・粉碎化
マトリックス（粒間物質）＝量極小
冷却による **jigsaw breccia** の形成
帯磁率：低(基質多)～高(基質小) 様々



割れ目の発達状況

初生的クラック2：冷却・収縮・粉碎化
マトリックス（粒間物質）の量：大

帯磁率：低い



割れ目の発達状況

二次的クラック：マトリックスの極小

同方向性・複数平行に発達

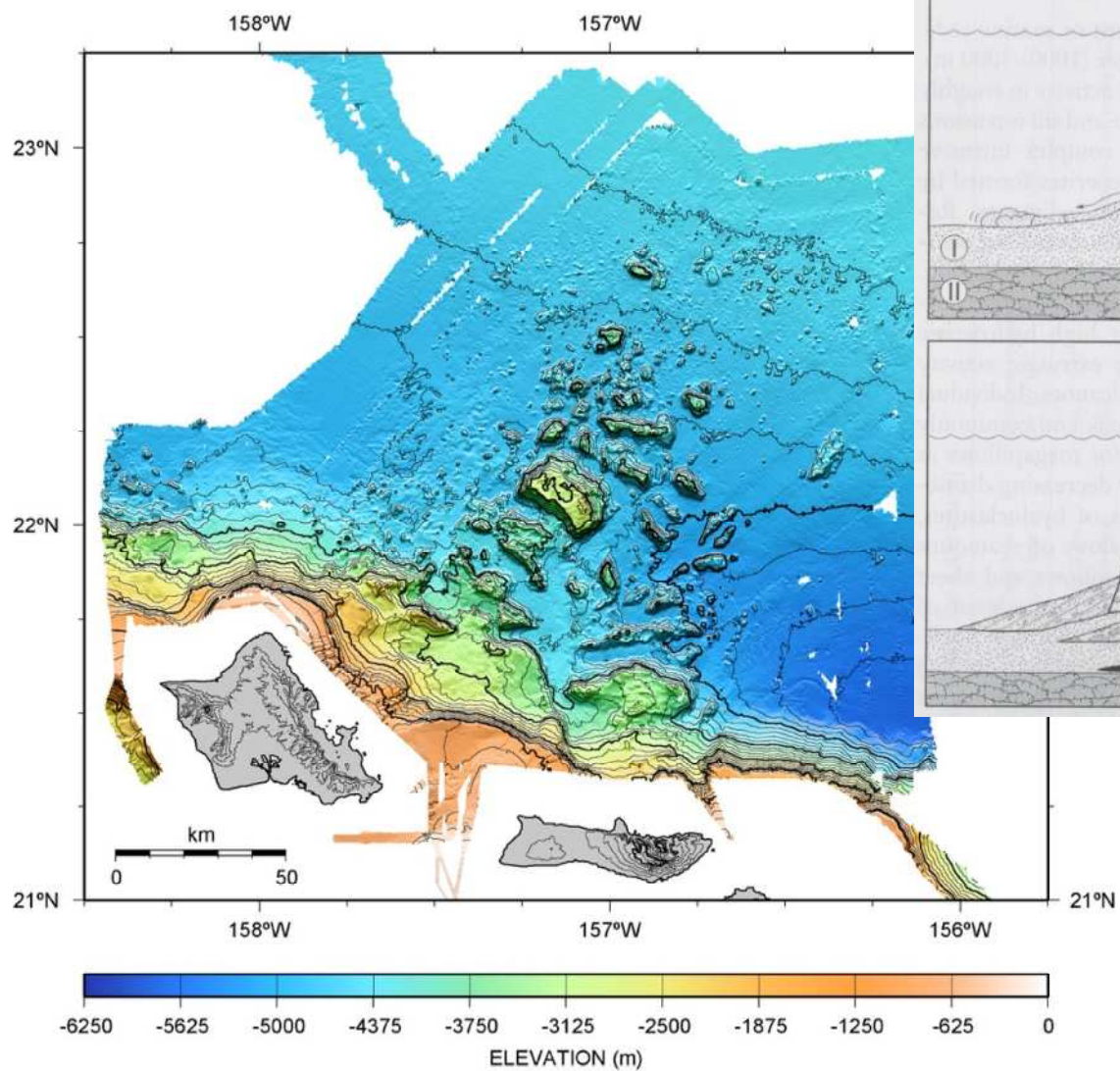
新鮮・変質無し

地すべり発生時に起因？

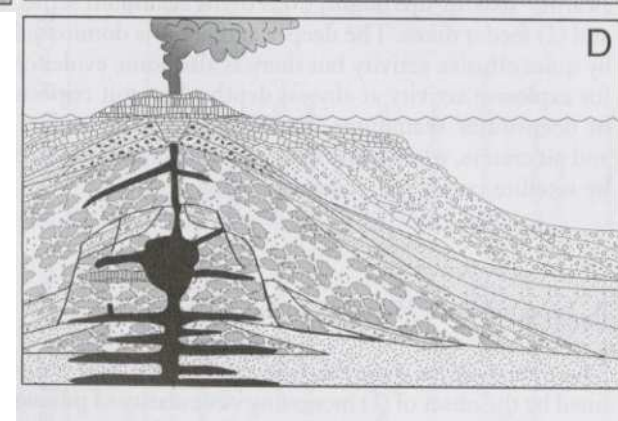
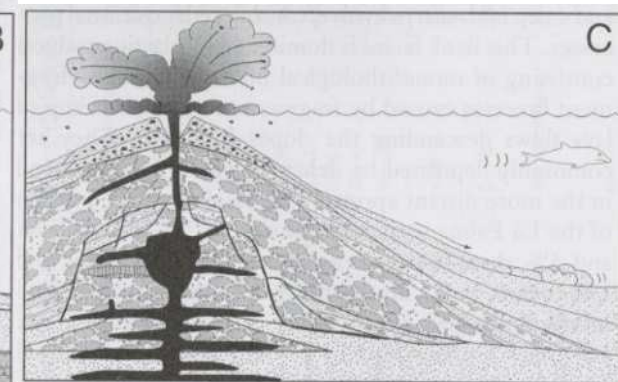
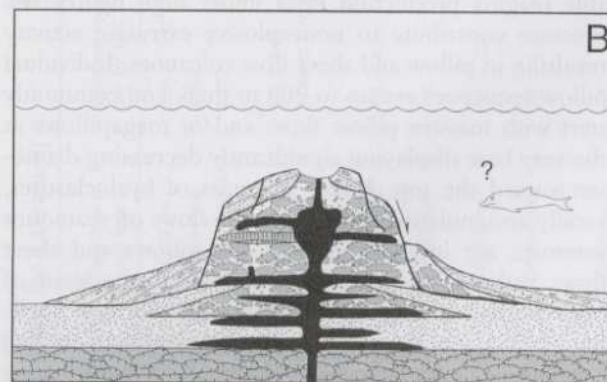
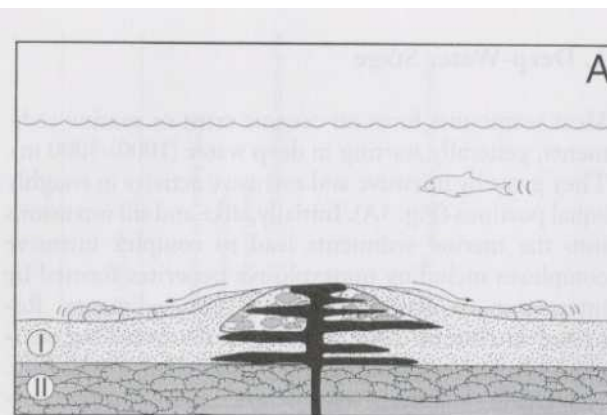
帯磁率：



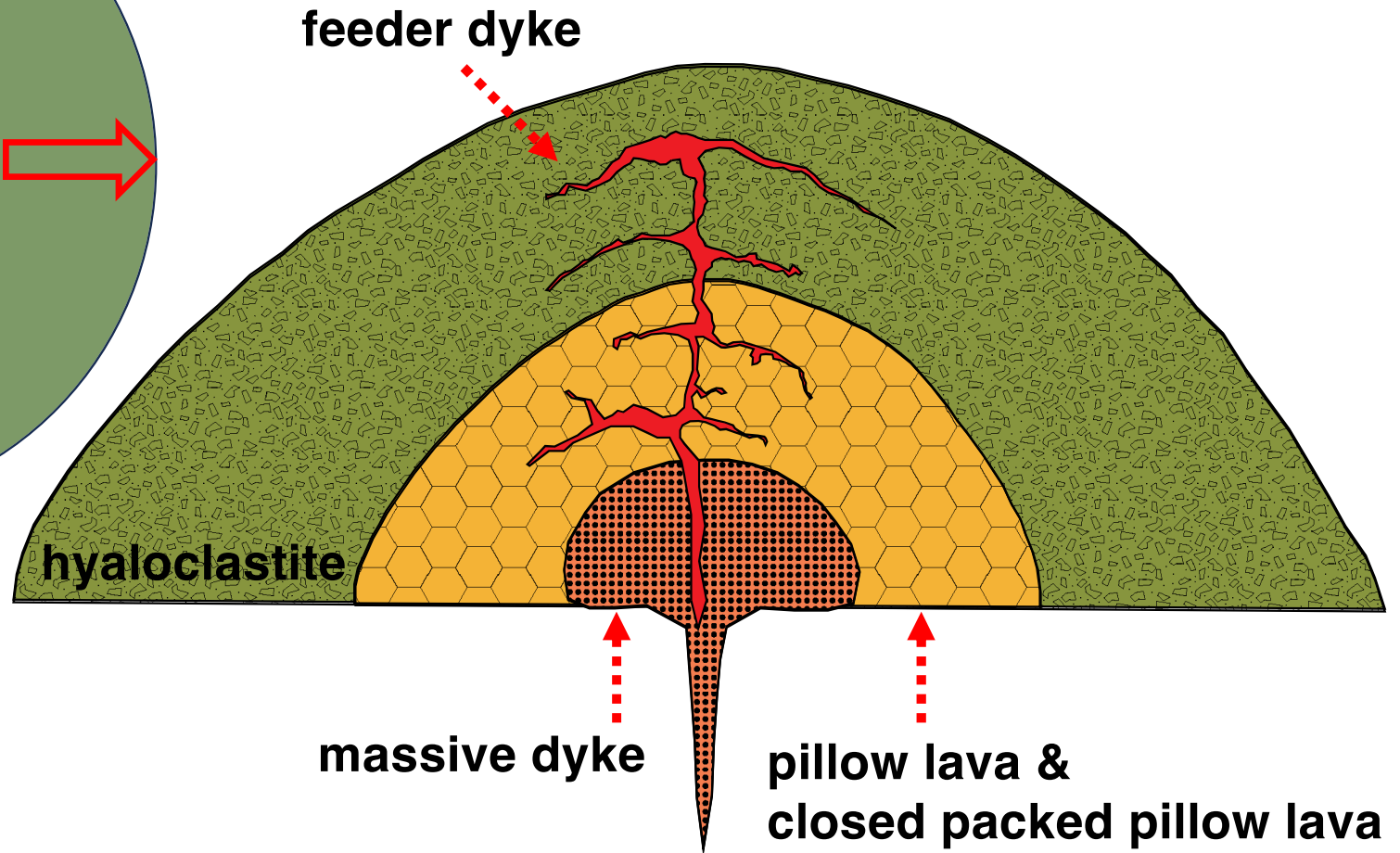
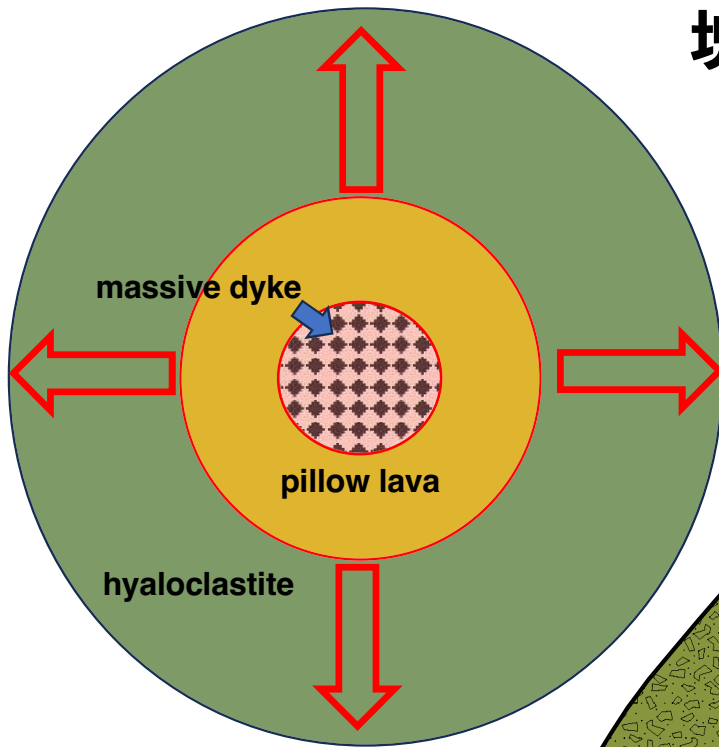
JAMSTEC SeaBeam 2112 bathymetry north of the islands of Oahu and Molokai



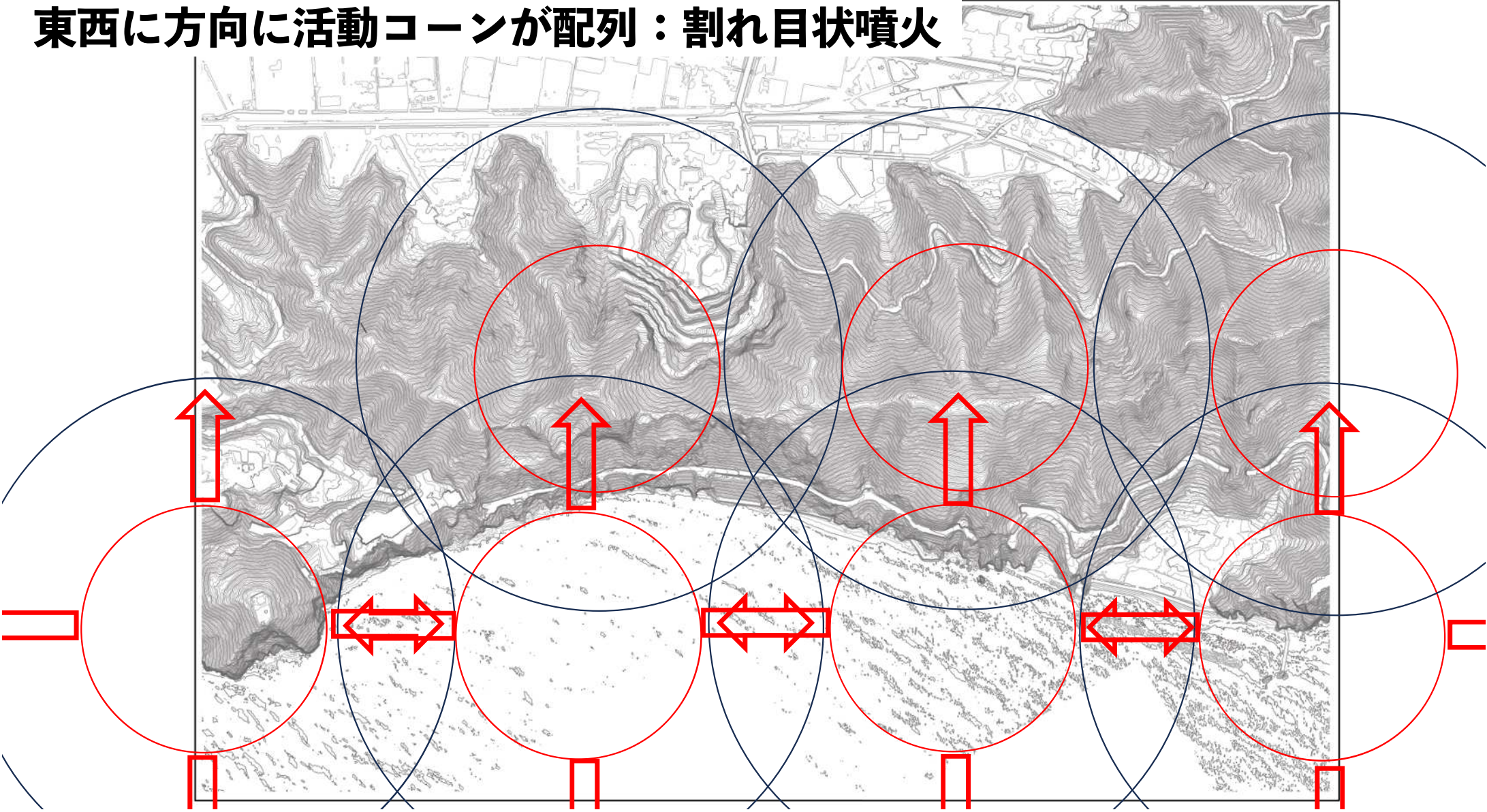
AGU Monograph 128. Mercator projection, illumination from the north, 200 m contours. USGS topography. Copyright 2002 AGU.



塊状貫入岩・枕状溶岩・給源岩脈・水冷破碎岩 からなる活動コーンの形成



東西に方向に活動コーンが配列：割れ目状噴火



結果・まとめ

素因

- ・露頭調査：海底火山活動によって貫入岩－枕状溶岩－火山碎屑岩（ガラスの形成及び細粒化）が形成いくつかの塊状～碎屑岩相による活動コーンが、東西に並んで配置されていると推定
- ・コア観察：土壌化した層－塊状火山岩層－火山碎屑岩層に分類
割れ目＝初生的1クラック・初生的2クラックと、二次的クラックに区分される
（マトリックス小）（マトリックス大）（マトリックス小）
- ・帯磁率測定：土壌化した層（低帯磁率）－塊状火山岩層（高帯磁率）－火山碎屑岩層（高～低帯磁率）に分類

要因

- ・火山碎屑岩相（細粒化した箇所）が風化・変質作用を受け粘土変質する
（細粒化したガラスの膨潤性粘土変質）

これらの条件が揃っているため
今回大崩海岸では地すべりが発生した