

地球惑星科学概論Ⅰ  
「火山噴火と岩石組織」  
2007.5.25 佐藤博明




- はじめに
- 大学での教育と研究
- マグマの挙動を探る
- まとめ、質問と感想

「キャンパスの生態誌」  
潮木守一(1987) (中公新書)

<学生にとって大学生活とは>

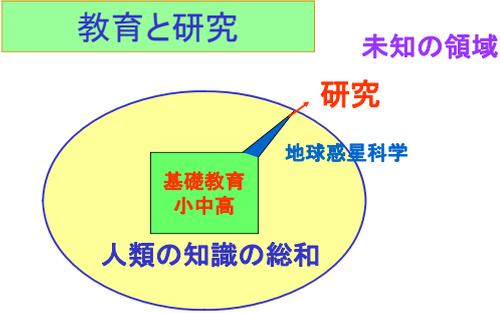
- 自動車教習所(免許取得) 単位
- サークル・友達
- 研究共同体(教官、ゼミ)

大学というところ

- 構成: 学生, 教員, 職員
- 国立大学法人, 公立, 私立
- 旧制帝大, 新制大学,
- 教員は教育と研究をおこなう.
- 大学の授業に指導要領はない  
⇒ その専門分野に必要な基礎を教える.
- 学生は4年次以降, 自分のテーマで**研究**を始める. ⇒大学院

教育と研究

未知の領域



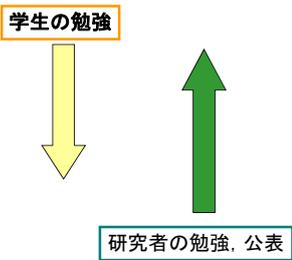
教育は全体でおこなって個人に還元されるが、  
研究は個人がおこなって全体に還元される。

研究論文とは？

- 新知見が含まれる
- 論理立てて記述され, 内部矛盾がなく, 根拠付けられている.
- 誰でも再現可能である必要
- 専門誌に公表される. 国際誌/国内誌  
雑誌のImpact Factor
- 専門家2名が査読をおこない評価し, 掲載に値すると判断されて掲載される.

知識の伝達

- 一般書籍
- 教科書
- 専門書
- 総説論文
- **オリジナル論文**



## 火山噴火

規模／様式	小規模	中規模	大規模	極大規模
火砕噴火	浅間 2005 駒ヶ岳 2002	有珠 1977	ピナツポ 1991 富士 1707	始良噴火(2.5万年前)
溶岩流出	秋田駒ヶ岳 1970	雲仙岳 91-95	富士864	デカン高原玄武岩

## 火山噴火の規模(火山爆発指数) Volcanic Explosivity Index (VEI)

火山爆発指数(VEI)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
記述(日本語)	非爆発	小規模	中規模	中～大規模	大規模	1+大規模			
記述(英語)	non-explosive	small	moderate	mod-large	large	very large			
噴出量(m <sup>3</sup> )	<10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup> ~10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup> ~10 <sup>8</sup>	10 <sup>8</sup> ~10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup> ~10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup> ~10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup> ~10 <sup>12</sup>	>10 <sup>12</sup>	
噴煙中の高度(km)	<0.1	0.1~1	1~5	3~15	10~25	>25			
定性的記述(英語)	gentle	effusive	explosive	cataclysmic	paroxysmal	colossal			
				severe	violent	terrific			

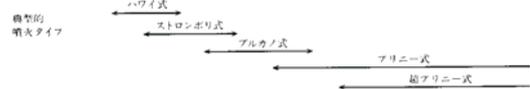


図 3.6 火山爆発指数(VEI: Volcanic Explosivity Index) (Newhall and Self, 1982)の定義。

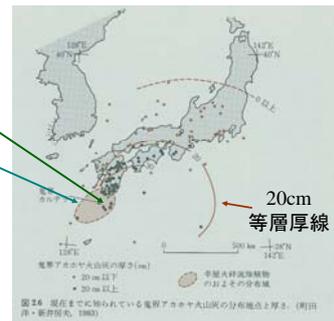
## 火山爆発指数 (VEI)

VEI	噴出物体積 (km <sup>3</sup> )	噴火エネルギー: 熱エネルギー 運動エネルギー 位置エネルギー 地震エネルギー 他
8	>1000	
7	100-1000	
6	10-100	
5	1-10	
4	0.1-1	
3	0.01-0.1	
2	0.001-0.01	
1	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-6</sup>	
0	<10 <sup>-4</sup>	

噴火エネルギーの大半は熱エネルギー:  
~噴出物体積に比例  
~VEI

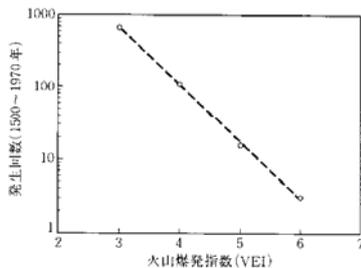
## 鬼界アカホヤ噴火(6500年前)

VEI=7  
約150km<sup>3</sup>  
鬼界カルデラから噴出した  
幸塵火砕流に伴う火山灰



## 噴火の規模と頻度

Smithsonian database



規模と頻度: 冪の関係 ⇒フラクタル

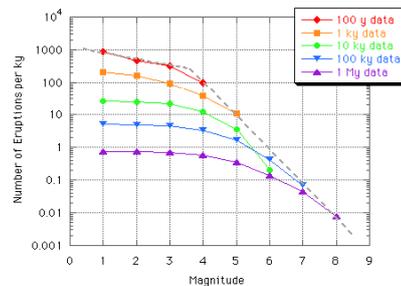
このような頻度とEに関する冪の関係は自然現象に多く見られる

⇒大規模な現象は極めて稀にしか生じない。

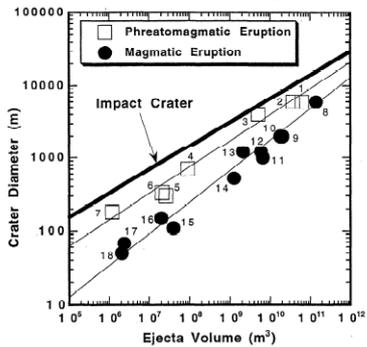
日本では1万年に一度巨大噴火 VEI=7が生じる 皆どうするか?

## より正確な頻度分布: 早川由紀夫による

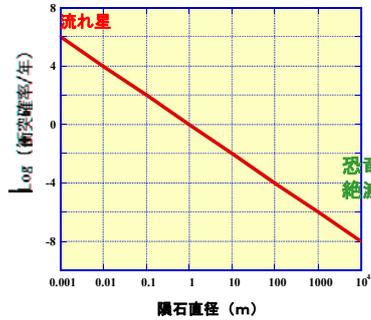
Magnitude and Frequency of Eruptions in Japan



### 火口径と噴出物量の関係



### 地球への天体の衝突頻度



冪の関係  
⇒規模の大きい現象は極めて稀にしか起こらない

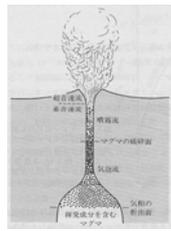
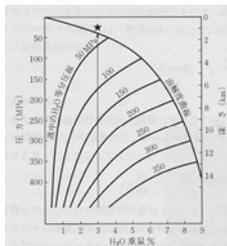
### 最大級の自然災害のエネルギー比較

- 地震:  $M$ (マグニチュード)=9 (Chili, 1960)  
 $E = 10^{1.5 \cdot M + 4.8} = 10^{18.3} \text{ J}$
- 火山:  $VEI=8$  (Toba tuff, Arima F),  
 $E = V \rho C_p \Delta T = 10^{21.6} \text{ J}$
- 隕石衝突:  $E = mv^2/2 = 10^{24} \text{ J}$  (K/T境界)  
<以上は規模と頻度が冪の関係にある>
- 台風:  $E = 10^{21} \text{ J}$   
<特徴的なサイズがある>

### 火山噴火様式



### 爆発的火山噴火のしくみ



マグマ中の水の溶解度は圧力の平方根に比例する

1%の水が発泡すると元のマグマの100倍の体積になる

### 噴火の多様性を生むしくみ

ビールの開栓のアナロジー



急激に開けると発泡が強く吹き出す(爆発的噴火)

徐々に開けると静に発泡する(溶岩流出)

⇒ マグマが上昇途中で脱ガスすれば静かな噴火

## 噴火様式と岩石組織



雲仙岳1992溶岩

斑状組織:  
斑晶(大きな結晶)と  
石基(灰色)からなる

結晶は  
地下のマグマ溜り  
のできごとを記録  
その温度・圧力  
脱ガス過程、等を  
読み取る

## 研究手法

- 野外調査・試料採取
- 岩石の観察・分析(分析電顕)
- 室内実験(高温高圧実験)
- 計算機実験



## 雲仙岳噴火(91-95)



溶岩ドーム噴火と火砕流

火山学が社会の役に  
立っていないこと:

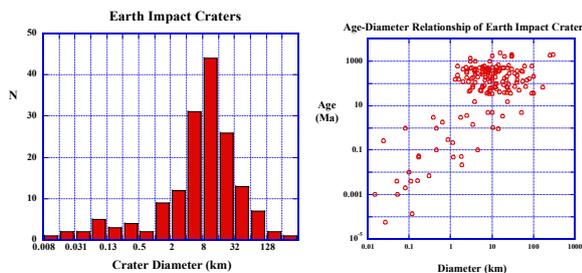
噴火予測が数年で停止  
⇒待って元へ戻る  
噴火予測が10年以上  
⇒他で仕事を探す

噴火の定量的モデルが  
ない。科学としても面白い

## まとめ

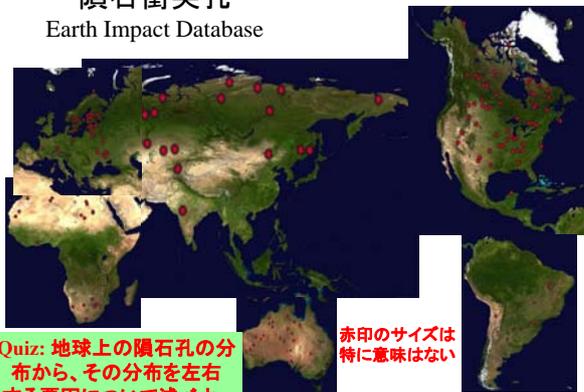
- はじめに
- 大学での教育と研究
- 自然における規模と頻度の暮の関係
- 火山噴火の規模と様式
- 質問・感想・意見をアンケート用紙に記入して提出してください。

## 地球上の隕石衝突孔のサイズ分布



## 隕石衝突孔

Earth Impact Database



Quiz: 地球上の隕石孔の分布から、その分布を左右する要因について述べよ。

赤印のサイズは特に意味はない