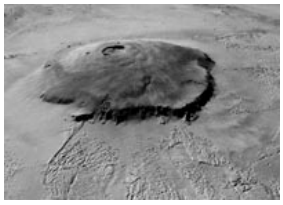
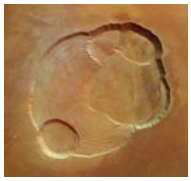
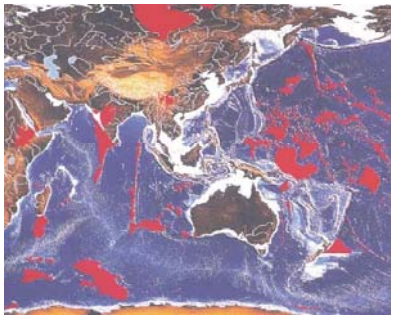
火山のサイズ：太陽系最大は？

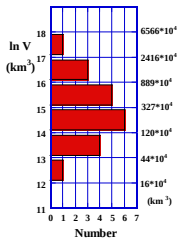
火星、オリンポス山?:
直径600km、高さ26km、
数億年前に形成
山頂カルデラ、径80km
末端が崖になっている。
山体体積：約5＊10^6km^3





巨大火成区（Large Igneous Province）

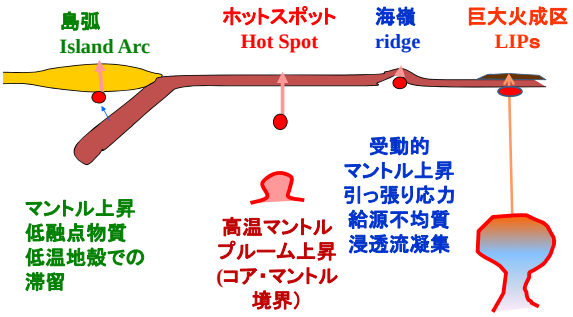




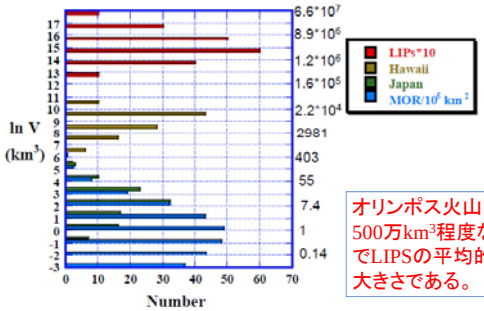
Ontong Java海台
4440万km^3
太陽系最大！

LIPs Commission, IAVCEI

地球上の火山の分類

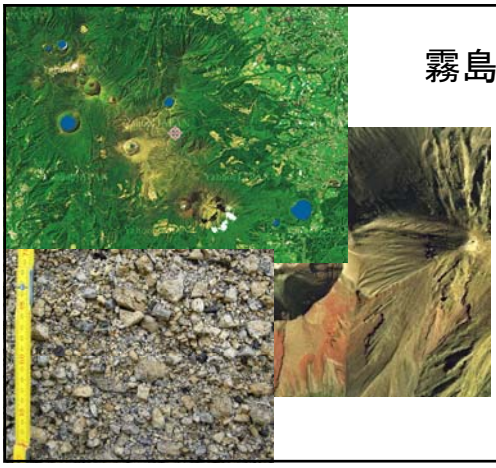


地球上の火山体のサイズ分布

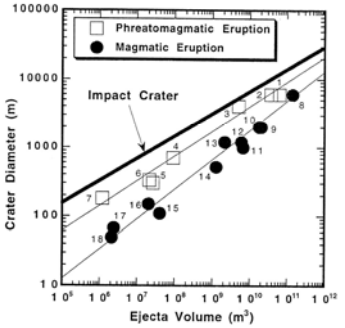


オリンポス火山は
500万km^{3}程度なの
でLIPSの平均的な
大きさである。

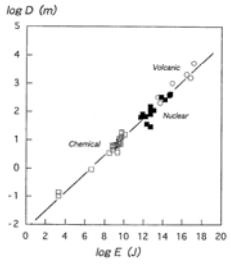
霧島山



火口径と噴出物量の関係



火口径とエネルギー



噴火規模：火山爆発指数 (Volcanic Explosivity Index: VEI)

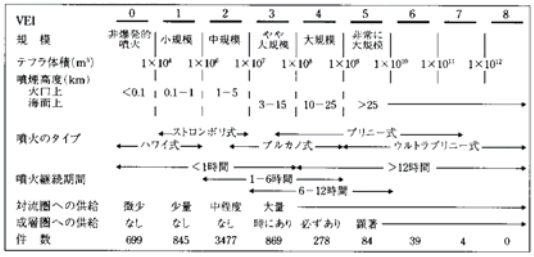
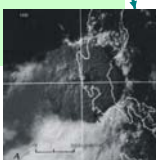


図 1.10 火山爆発指数（VEI）の定義［Simkin and Siebert, 1994 を一部改変］

火山爆発指数 (VEI)

VEI	噴出物体積(km³)	例
8	＞1000	Tobaカルデラ、有馬層群
7	100-1000	1815タンボラ、6.5ka鬼界
6	10-100	1991ピナツボ、
5	1-10	1914桜島、1664樽前、
4	0.1-1	1991-95雲仙岳、1707富士
3	0.01-0.1	1977有珠山、1986伊豆大島
2	0.001-0.01	
1	10^{-4}-10^{-6}	
0	$<10^{-4}$	



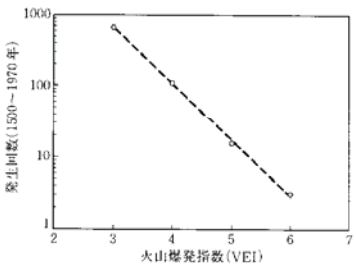
噴火では熱エネルギーが80%以上
VEIはほぼ噴火エネルギーに対応：
地震のマグニチュードに相当

鬼界アカホヤ噴火（6500年前）

VEI=7
約150km³

鬼界カルデラ
から噴出した
幸屋火砕流
に伴う火山灰

噴火の規模と頻度



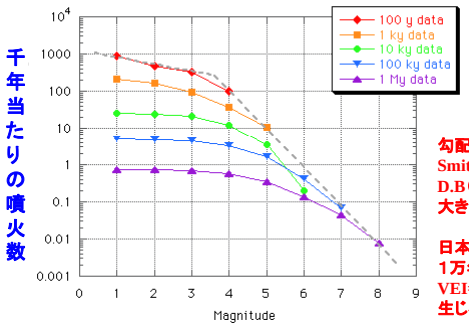
規模と頻度： 冪の関係 ⇒フラクタル

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？

噴火サイズと頻度：日本（早川由紀夫）



噴火マグニチュード

勾配が-1で Smithonian D.B(-0.55)より大きい

日本列島では1万年に一度VEI=7の噴火が生じる。

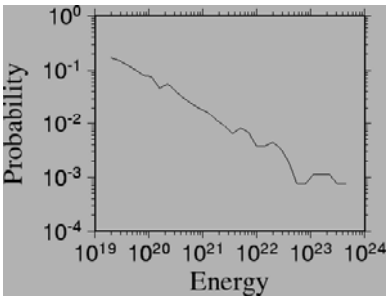
最大級の自然災害のエネルギー比較

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

地震の頻度とエネルギーの関係

冪分布

破壊過程では、経験的に冪分布が生じることが知られている。



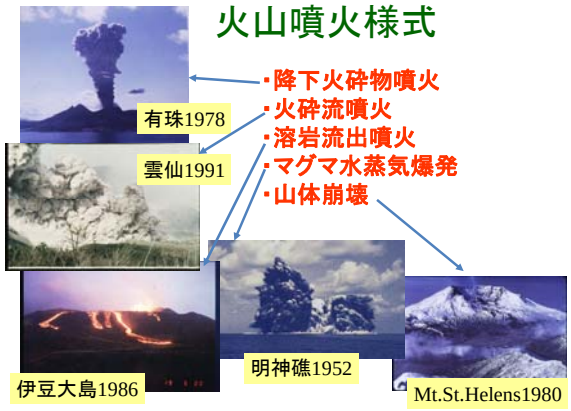
1961-1985日本周辺（気象庁）

火山噴火様式の分類

表 1.1 火山噴火様式の分類［Macdonald, 1972 を一部改変］

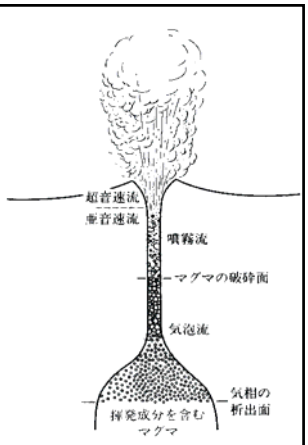
噴火のタイプ	マグマの粘性	主な噴出物
玄武岩質洪水噴火	低	流動性に富む溶岩流
ハワイ式	低	流動性に富む溶岩流
ストロンボリ式	低	スコリアの放出，溶岩流
ブルカノ式	高	噴石の放出，流動性の乏しい溶岩流
プレー式	高	火砕流，溶岩円頂丘
プリニー式	高	降下軽石，火砕流
流紋岩質洪水噴火	高	降下軽石，火砕流
スルツエイ式	低	ベースサージ
フレアトプリニー式	高	ベースサージ
水蒸気爆発	―	噴石，降下火山灰
火山体崩壊	―	岩屑なだれ

火山噴火様式

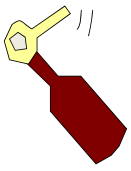


火山爆発はマグマ中の水の発泡による

1wt%の水が発泡すると体積は元のマグマの100倍



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

日本列島の1600年以降の主な噴火

表Ⅰ-2 西暦1600年以後の主な大噴火とその噴出物

火山	噴火年次	活動期間	本質固形噴出物体積(km³) 降下火砕物	火砕流堆積物	溶岩	総量	崩壊(泥流)堆積物(km³)	注
桜島	1914(大正3)	約50日	0.62	+	1.56	2.18		
樽前山	1667(推定)?(寛文7)		1.9	++	−	2		山頂カルデラ形成
北海道駒ヶ岳	1640(寛永17)	約70日	1	−	−	1	0.25	山体の一部崩壊
富士山(宝永山)	1707(宝永4)	約半月	0.85	−	−	0.85		宝永火口形成
北海道駒ヶ岳	1929(昭和4)	約1日	0.4	0.15	−	0.55		
浅間山	1783(天明3)	約3ヶ月	0.17	0.11	0.17	0.45		
北海道駒ヶ岳	1856(安政3)	約半日(主活動)	0.05	0.25	+	0.3		火口と溶岩ドーム形成
桜島	1946(昭和21)	約10ヶ月	+	−	0.15	0.15		
雲仙岳	1792(寛政4)	約7ヶ月	+	−	0.11	0.11	0.11(眉山崩壊)	
磐梯山	1888(明治21)	約1日	+	−	−	+	1.2	水蒸気爆発による崩壊

本質物質総量が0.1km³以上の大噴火を規模の順に記す。
+：少量あり。 −：なし

日本列島の火山の噴火規模と噴火間隔

日本の主な火山災害

表 1.2.2 日本の主な火山災害

No.	火山名	活動年	死者	その他の被害	災害の主要原因(注)
1	十勝岳	1926(大正15)	146	傷者約200，2ヶ村埋没，山林耕地被害	火山泥流
2	有珠山	1822(文政5)	50	傷者53，1ヶ村全滅，山林耕地被害	火砕流
		1977～1978(昭和52～53)	3	家屋山林耕地被害	降灰，地殻変動，二次泥流
3	北海道駒ヶ岳	1640(寛永17)	700余		山体崩壊，津波
4	渡島大島	1741(寛保1)	1,467		山体崩壊，津波
5	安達太良山	1900(明治33)	72	傷者10，鉱山施設・山林耕地被害	噴火
6	磐梯山	1888(明治21)	478	諸村埋没，家屋山林耕地被害	地震，山体崩壊，火山泥流
7	那須岳	1410(応永17)	180余		火山泥流
8	浅間山	1783(天明3)	1,151	家屋流失・焼失・全壊1182，山林耕地被害，気候異変	火砕流，洪水
9	三宅島	1983(昭和58)	—	家屋山林耕地被害	溶岩流，降灰
10	青ヶ島	1785(天明5)	約140	家屋ほとんど焼失	大噴火
11	鳥島	1902(明治35)	125	島民全滅	大噴火
12	御岳山	1979(昭和54)	—	山林被害	降灰
13	雲仙岳	1792(寛政4)	約15,000		地震，山体崩壊，津波
14	阿蘇山	1979(昭和54)	3	傷者11	噴火
15	桜島	1914(大正3)	58	傷者112，焼失家屋2,268	地震，溶岩流

(注) 火山泥流，火砕流等の用語については，p. 244 以下順次解説する。

雲仙岳 1991－1995年 死者44名 火砕流，泥流

雲仙噴火：1991.5-1995.1

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

Quiz－3

- 「日本の主な火山災害」の資料を見てその特徴を箇条書きにまとめなさい。
- VIDEO(DVD)を見ての感想、質問、意見
- 氏名、学籍番号を忘れずに。

DVDは1995-の中米、Montseratt島のSoufriere Hills Volcanoの噴火のものです。