

# 第3章 火山噴出物と地形

—火山はなぜそこにあるのか—



(写真：気象庁)

# 1. 火山と神話・信仰



図3-1 ヘファイストス（左）とテティス  
（「鑄造の画家」絵付けによる杯（部分図）  
ベルリン古代コレクションF2294 BC490  
～480年頃）

ギリシャ神話の炎と鍛冶の神“ヘファイストス”は火山の神  
⇒ギリシャ周辺の火山の分布は？

ハワイ諸島の女神 ペレ  
⇒ハワイの火山は？

日本における信仰の対象としての火山  
⇒富士山、御嶽山

ギリシャ周辺の火山

- ・ Nisyros Volcano
- ・ サントリーニ火山
- ・ Methana Volcano
- ・ Kameni Chora Volcano
- ・ その他

Q： ・ その他にも信仰の対象となっている火山を探してみよう  
・ 信仰を通じた人と自然の関係性についてどう考えますか

## 火山噴火

- ・ 自然災害としての側面
- ・ 防災、減災のための基礎知識⇒人と自然の関係性のあり方

3章では、自然科学的な見地から火山噴出物と、それによって形成される地形について学ぶ

## 2. 火山とは

**噴火**：地下深部で発生したマグマが溶岩となって地表に噴出する現象、  
また、火山ガスや火山碎屑物が飛び出したりする現象

**火山**：噴火によって形成された地形

**活火山**：概ね過去1万年以内に噴火した火山および現在活発な噴気活動のある火山

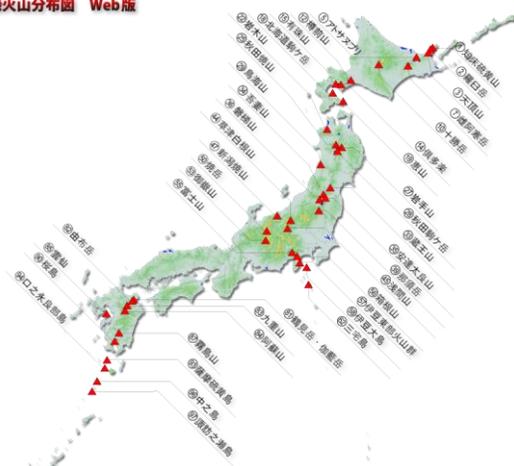
注) 「休火山」、「死火山」という用語は現在では使われていない

Q：地球上における火山の分布に規則性はあるか？  
⇒ランダムでない分布は何かを語っているはず

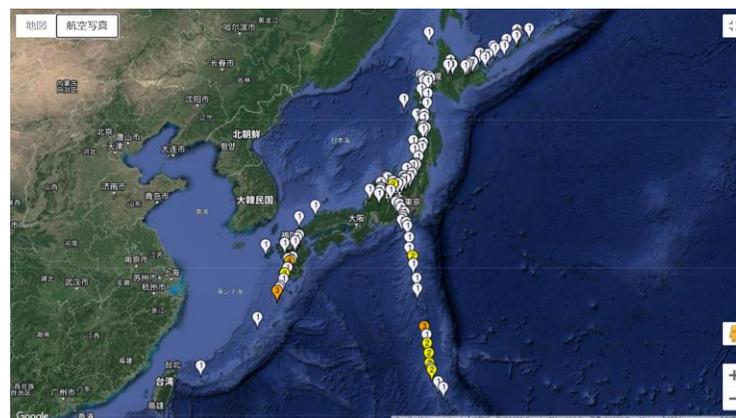


桜島・錦江湾ジオパークHP

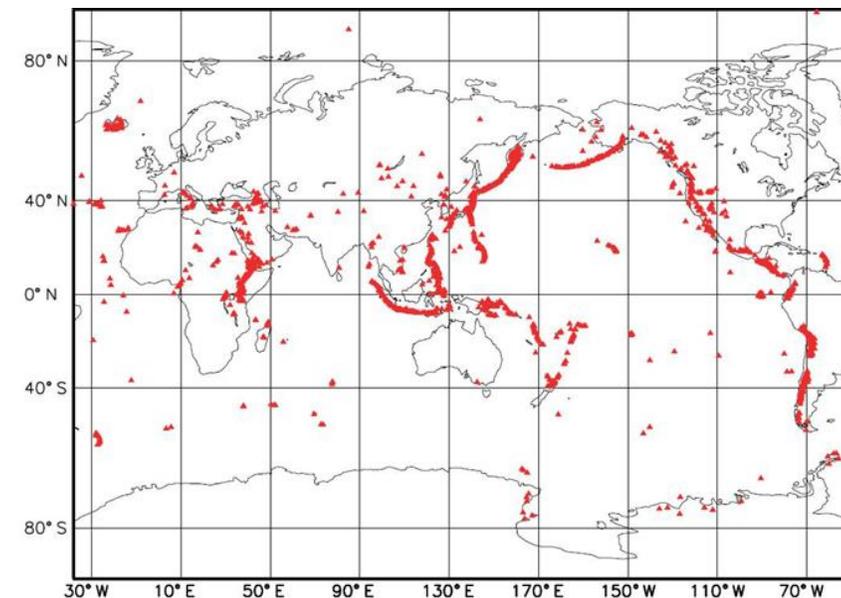
収録火山分布図 Web版



火山ハザードマップデータベース



日本全国の活火山マップと最新の噴火警戒レベル



世界の火山の分布（内閣府防災情報）

### 3. 火山ができる場所

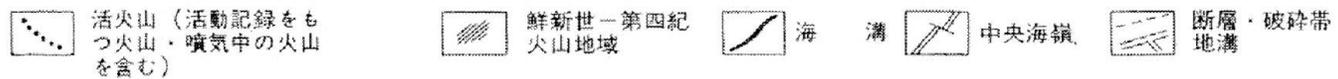
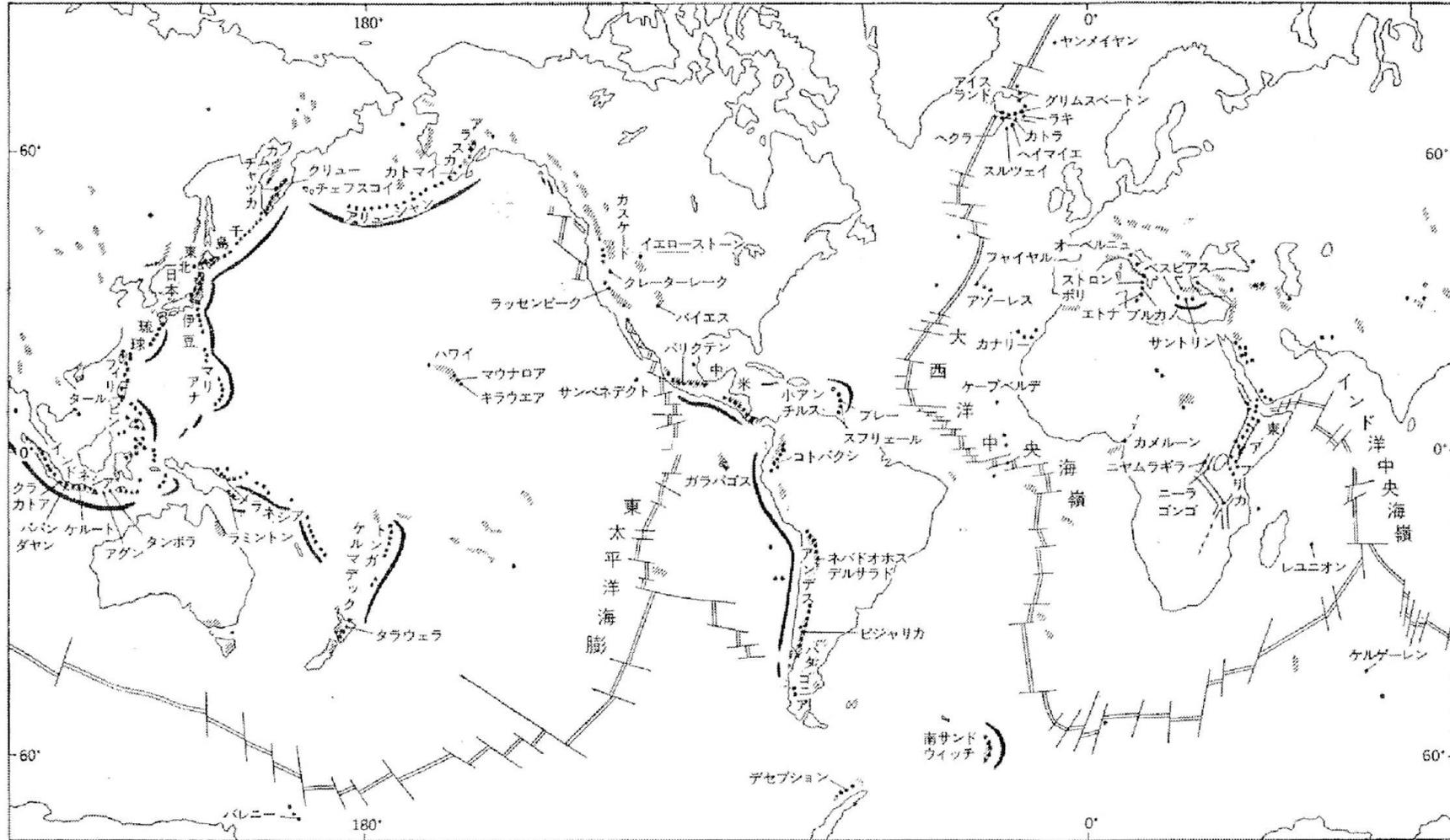


図 3-2 世界の火山分布 (貝塚ほか 2019)

#### 火山のある場所

- ①プレート境界の海嶺
  - ②プレート境界の海溝沿い
  - ③プレート内のホットスポット
- どこにあるか確認だ！

#### 注) 海嶺と海膨

形態による分類で、中軸谷の発達した海嶺と幅広い海膨がある。両者の違いは拡大速度で、海嶺が2cm/y程度、海膨が2~3cm.yより大きい(地震本部)



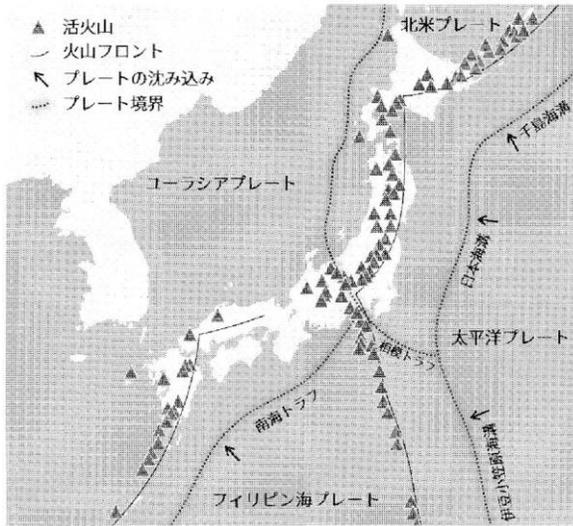


図 3-3 日本列島の主な活火山  
(洞爺湖有珠山ジオパーク HP)

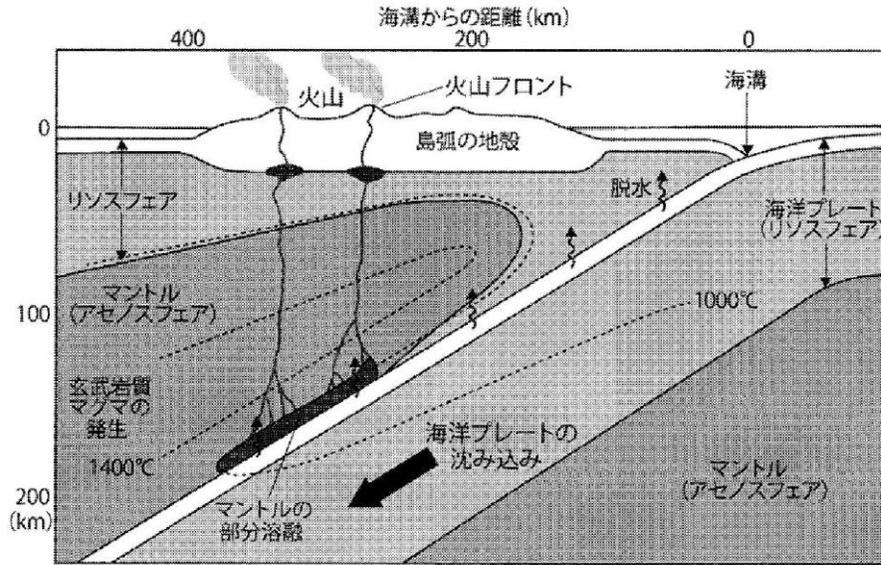


図 3-4 日本列島周辺における島弧-海溝系のモデル (巽 1995 より作成)

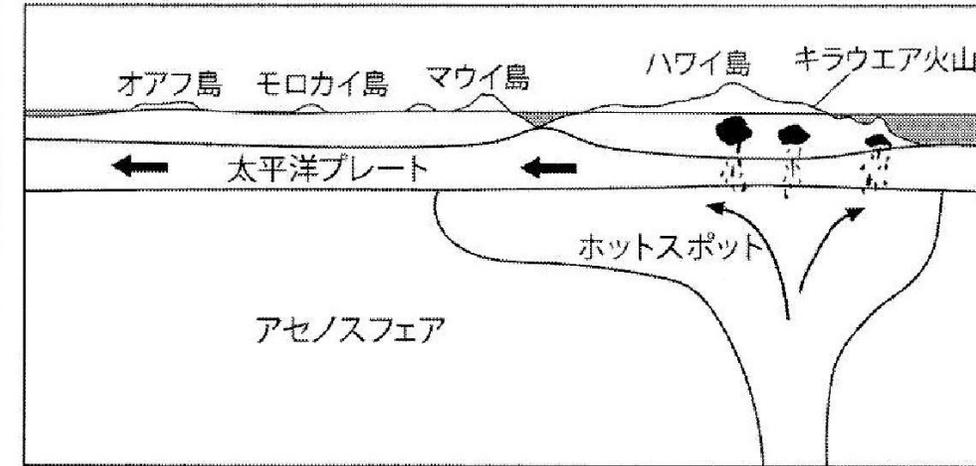


図 3-5 ハワイ諸島の形成とホットスポット  
(Simkin et al. 2006 より作成)

## 日本における火山の位置 (ランダムではない!)

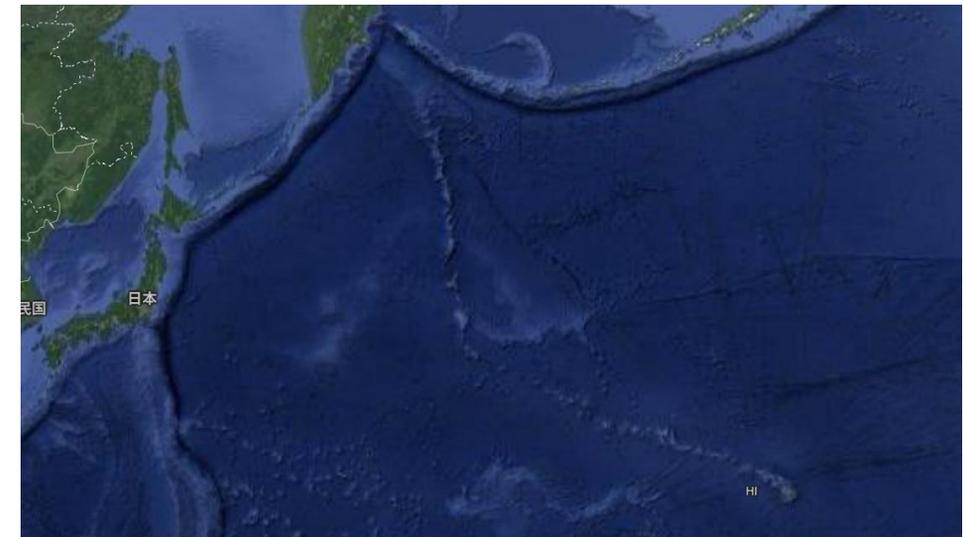
- ・ 東日本火山帯⇒太平洋プレートの沈み込み
- ・ 西日本火山帯⇒フィリピン海プレートの沈み込み

## マグマの生成

- ・ 海洋プレートと海水が日本列島の下に沈み込み
- ・ ある深度で溶融がおき、マグマが生成
- ・ マグマは軽いので地殻中を上昇

## 火山の生成

- ・ 火山フロント



陸上のホットスポットもある

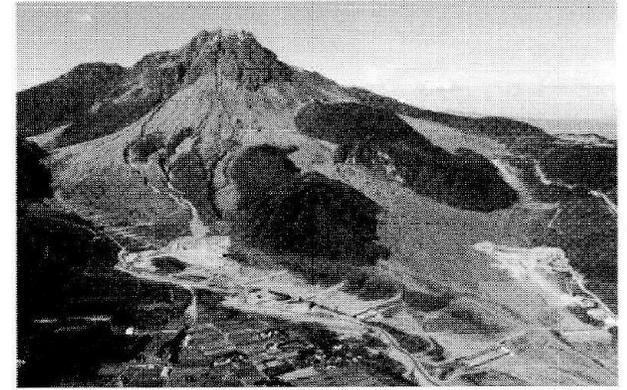
## 4. 火山噴出物

火山の噴出する

- ・ 気体 火山ガス 水蒸気ほか多様な成分
- ・ 液体 溶岩 安山岩質溶岩、玄武岩質溶岩 ⇒次ページ
- ・ 個体 火山砕屑物 火山灰、火山礫、火山岩塊、軽石など

火砕流 火山砕屑物と火山ガスが混じりあって斜面を急速に流下→

↓先頭に火山砕屑物をほとんど含まない熱風（火砕サージ）



旧大野木場小学校被災校舎 砂防みらい館

火砕サージの

- ・ 流下速度は100km/hを超える
- ・ 到達距離は数10kmに達する

ラハール（火山岩屑流）

- ・ ピナツボ火山



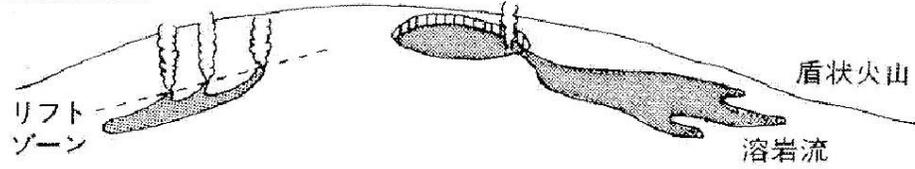
ピナツボ火山の  
ラハール  
(早川研究室)



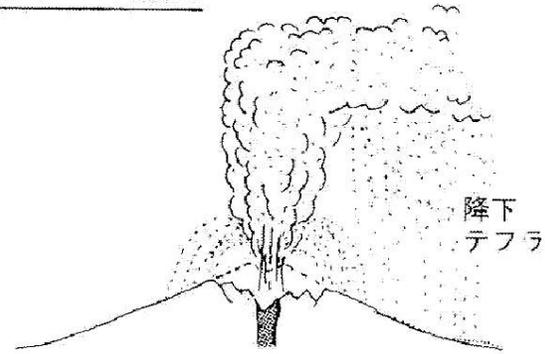
ジオと火山の体験ミュージアムがまだすホーム

# 5. 様々な噴火様式と火山地形

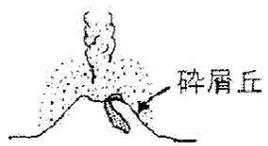
ハワイ式噴火



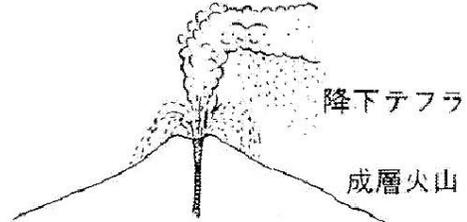
プリニー式噴火



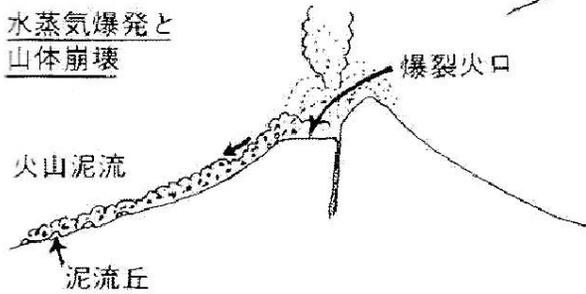
ストロンボリ式噴火



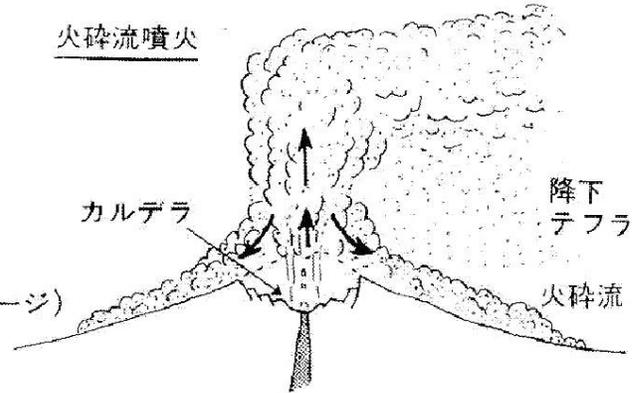
ブルカノ式噴火



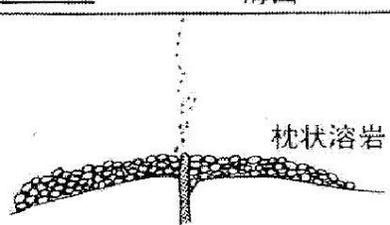
水蒸気爆発と  
山体崩壊



尖砕流噴火



深海底噴火



浅海底噴火

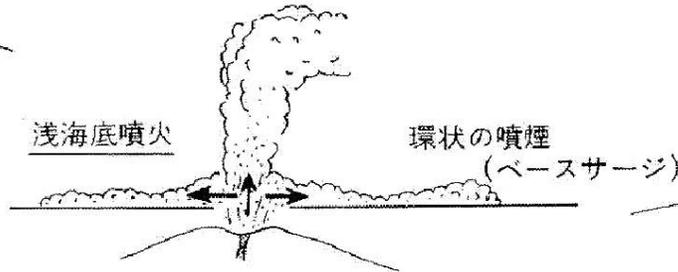


図 3-7 噴火様式と火山地形 (貝塚ほか 2019)

# 噴火の様式 爆発的な噴火と穏やかな噴火

## ①爆発的な噴火

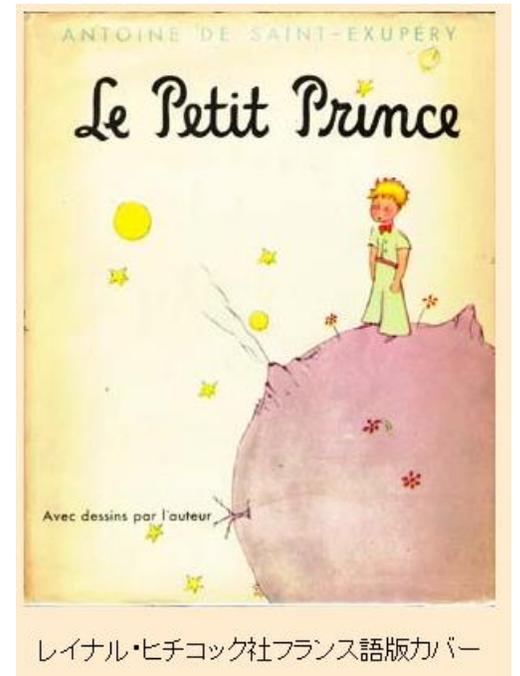
安山岩質・流紋岩質溶岩は粘性が高く、火口に栓をした状態になりやすい



(雲仙普賢岳の火砕流と溶岩ドーム)



(白山の安山岩:岐阜大学)



レイナル・ヒチコック社フランス語版カバー

<http://www.lepetitprince.net/>

## ②穏やかな噴火

玄武岩質溶岩は粘性が低く、割れ目から吹き出すような穏やかな噴火



<http://www.best-tours-kame.com/>



伊豆大島の割れ目噴火  
[http://oshima-gdm.jp/Front\\_Page](http://oshima-gdm.jp/Front_Page)



(鈴蘭高原玄武岩:岐阜大学)

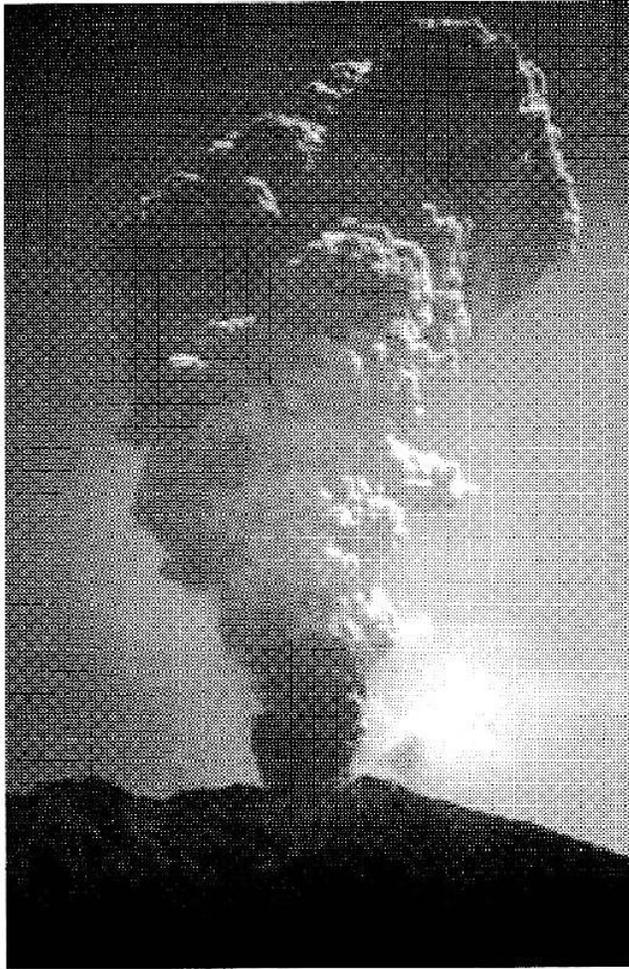


図 3-8 桜島のブルカノ式噴火  
 (京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島観測所 HP)

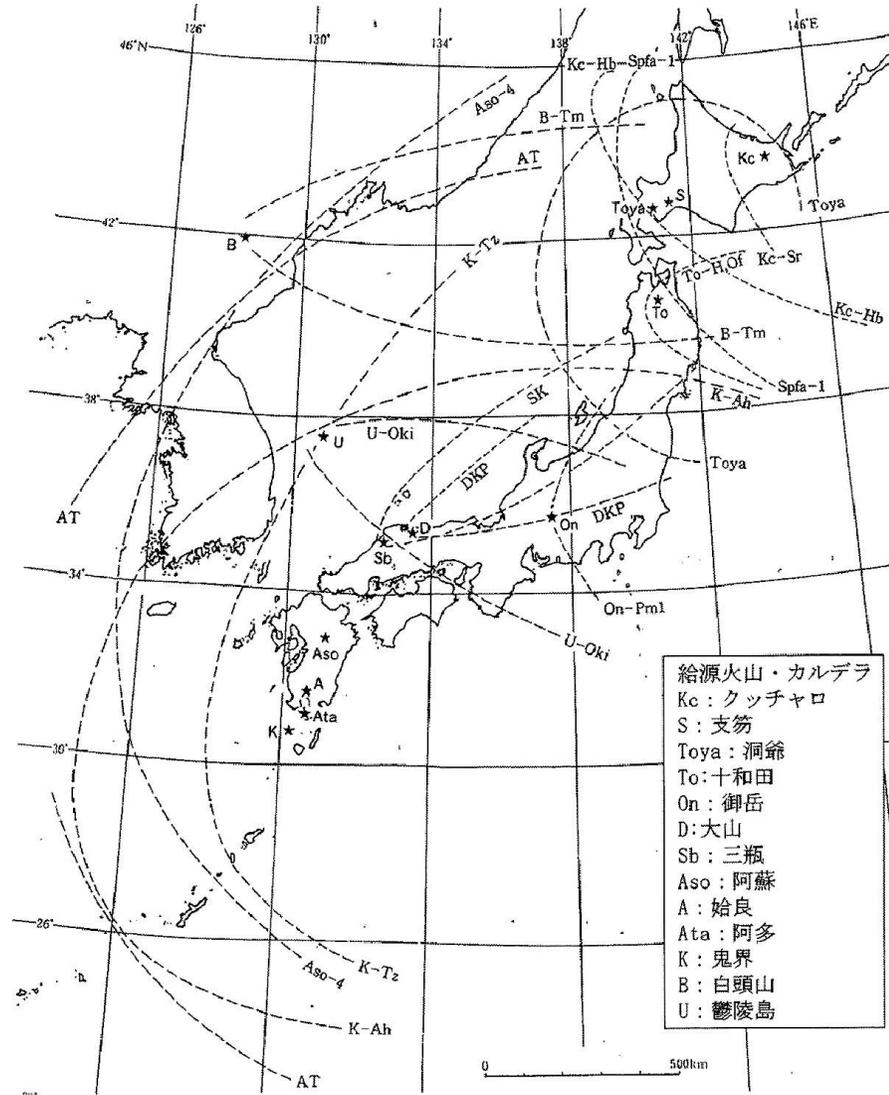


図 3-9 日本列島周辺のおもな火山と火山灰の分布 (町田・新井 2003)

## 噴火の規模

### 火山爆発指数

(VEI: Volcanic Explosivity Index)

## 日本列島における大規模噴火

### ○VEI7以上

- ・阿蘇4噴火  
⇒約8万9000年前
- ・始良カルデラ噴火  
⇒約3万年前
- ・鬼界アカホヤ噴火  
⇒約7300年前

### ○VEI5以上

- ・白頭山  
⇒西暦900年代
- ・十和田火山  
⇒915年
- ・樽前山  
⇒1667年
- ・富士山 (宝永噴火)  
⇒1707年

\* 貞観噴火 (864年) も大規模

人々の自然観に影響はあったのだろうか？



## 7. 巨大噴火と人類

地球は何度も巨大噴火を経験している。人類が巨大噴火に遭遇したことも！

既知の巨大噴火 約7万3000年前のトバ火山（インドネシア）の噴火  
⇒地球規模の気候変動、寒冷化（トバ・カタストロフ理論）

日本列島では？

日本列島における人類の登場は約4万年前⇒千葉県では酒々井の墨古沢遺跡が約3万4千年前  
⇒当時の日本列島に居住する人々がどんな火山に対する認識を持っていたのだろうか

地球の寒冷化をもたらした大規模噴火は、ほかにもあるだろうか！？



火山噴火は自然現象（地球の形成過程における事象の一つ）だが、人が関われば災害だ！

今後、地球で起こりえる最大規模の噴火は？

たとえば、イエローストーン国立公園

⇒過去にVEI8の破局噴火を繰り返した地質学的証拠がある

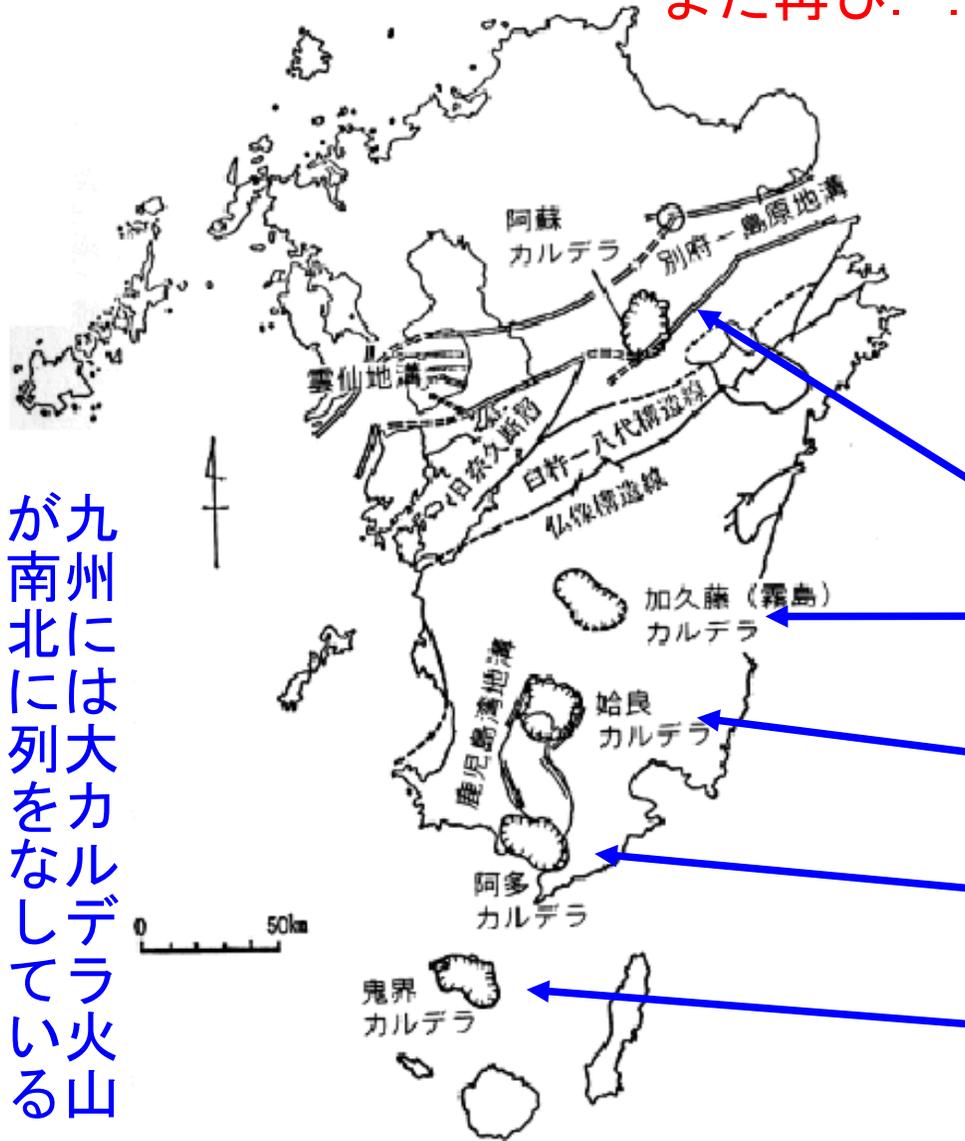
⇒地下に巨大なマグマだまりが存在

# ハザードを知り、諒解して、 備えて暮らす



# 巨大噴火

過去に起きたことは  
また再び...



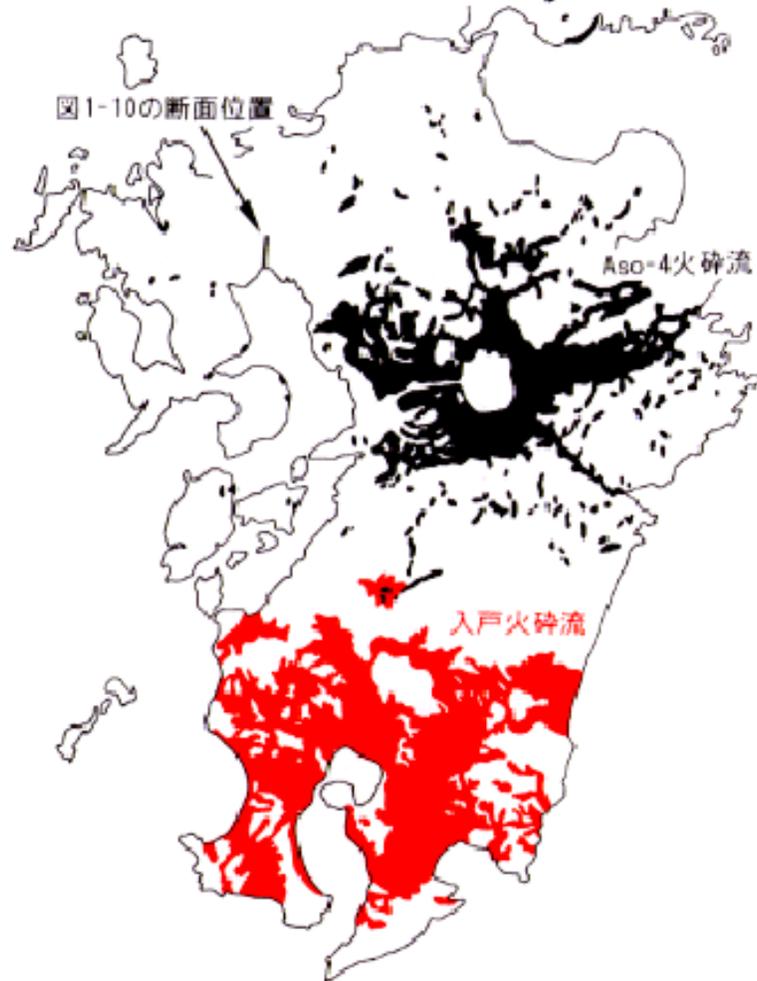
九州北には  
大きな山  
が列をなして  
いる

- 阿蘇カルデラ
- 加久藤カルデラ
- 始良カルデラ
- 阿多カルデラ
- 鬼界カルデラ



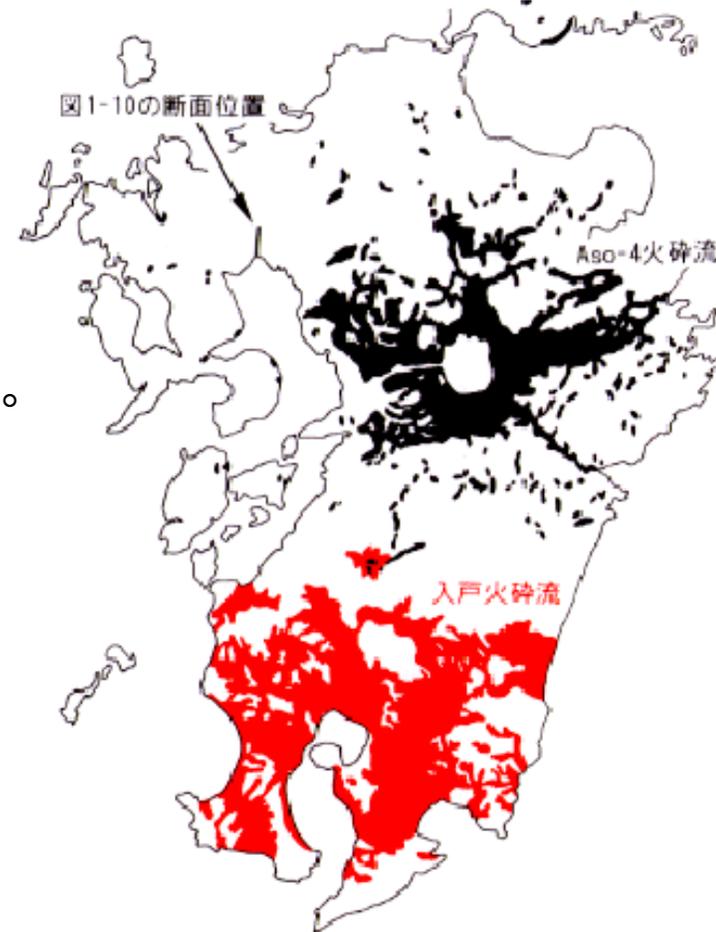
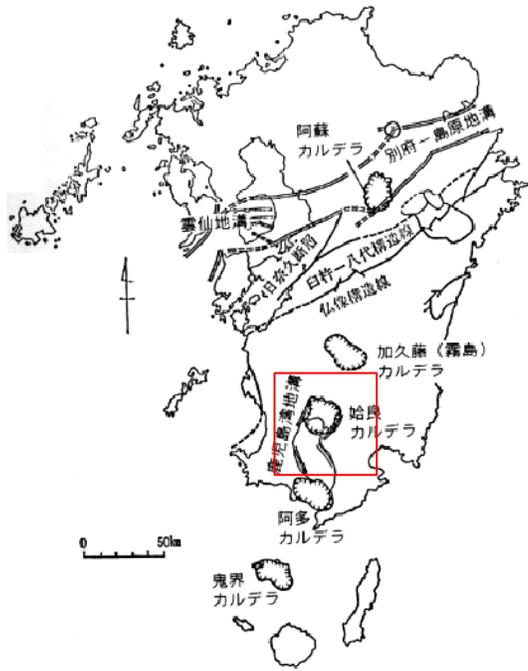
# 阿蘇カルデラ

- 約7万年前に形成（8万9000年前に修正）
- Aso-4火砕流を放出、その堆積物は100km離れた筑紫平野でも厚さ10mに達する



# 始良カルデラ

- ・ 約22000年前の大噴火で形成（約3万年前に修正）
- ・ 地表では高温の火砕流（入戸火砕流）が噴出し、南九州を埋め尽くした
- ・ その時の堆積物がシラス台地を形成

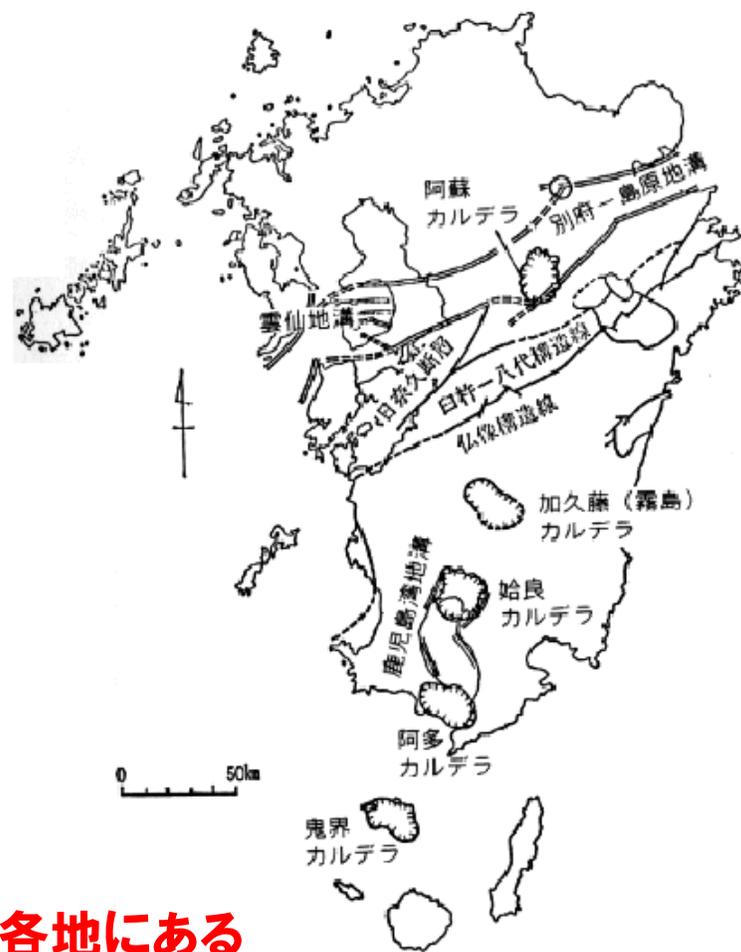
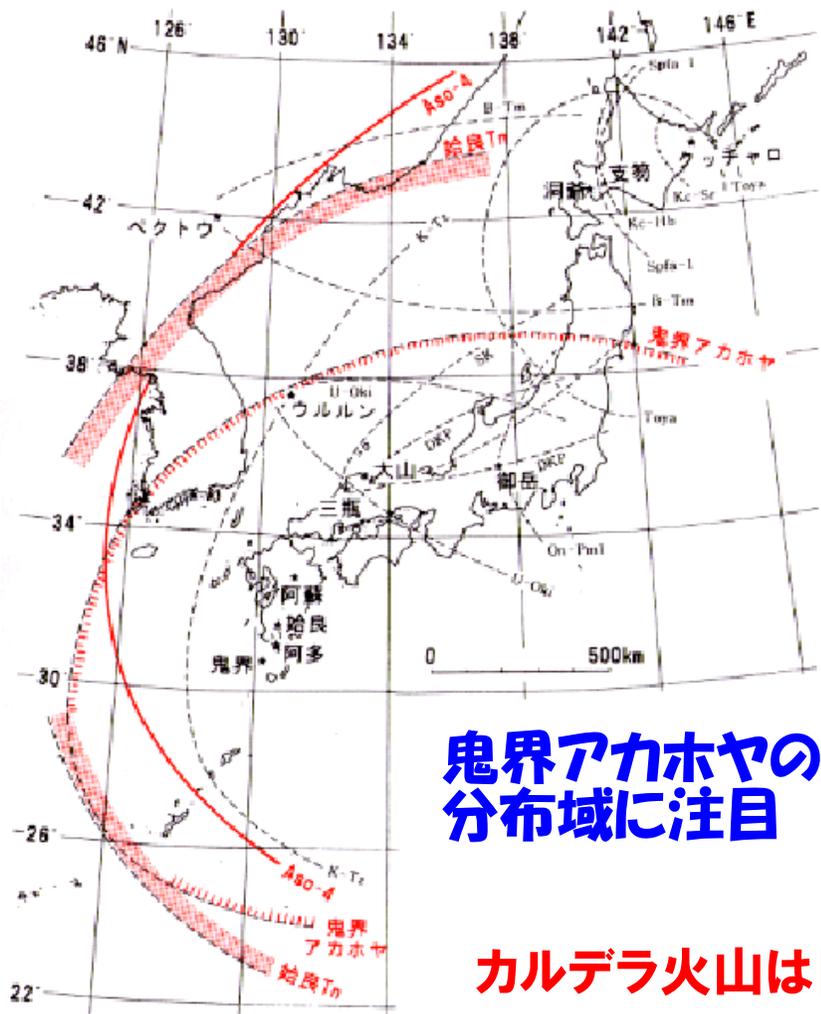


桜島は約1万年前から活動開始。現在も活動中。

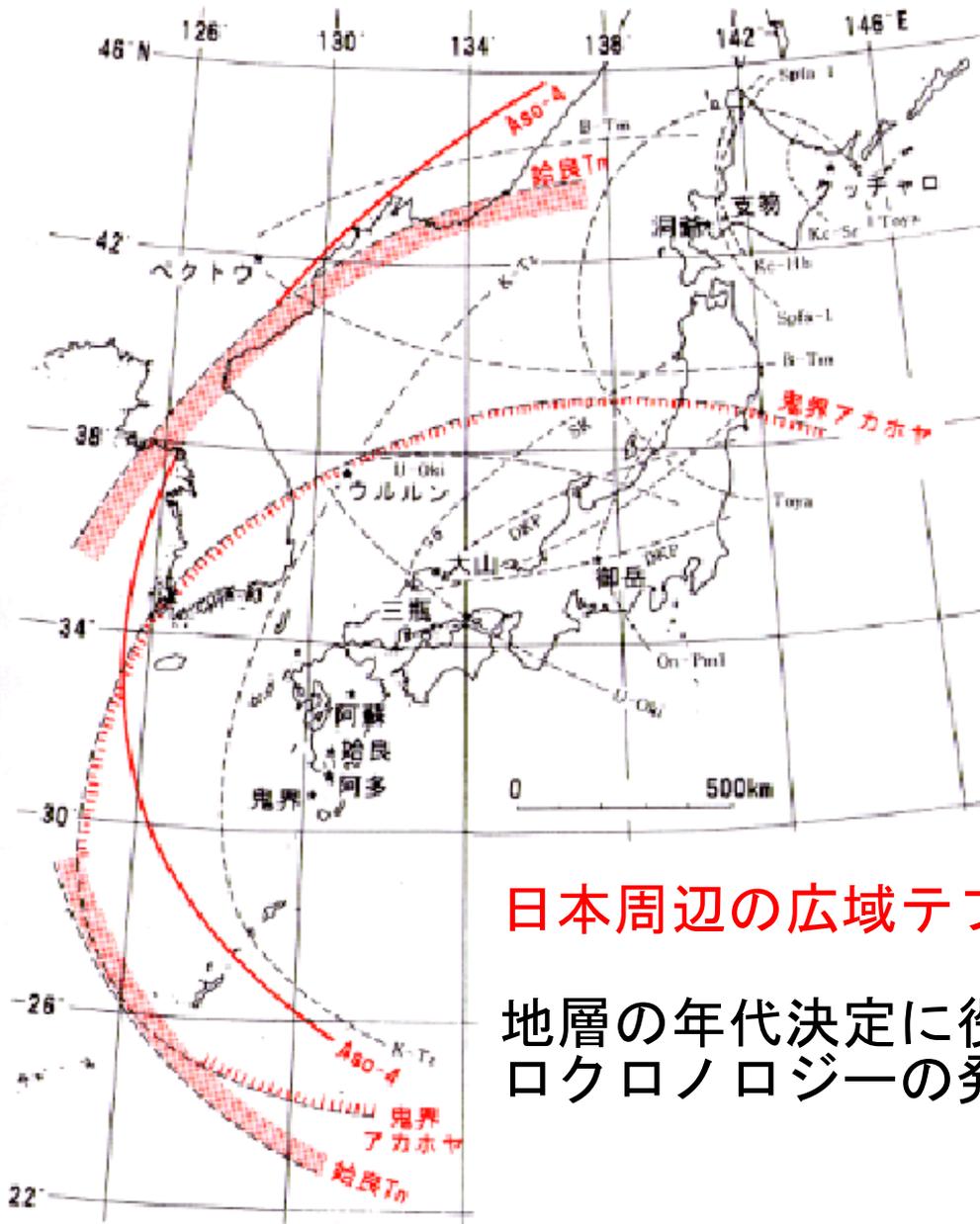
鹿児島島の地形を特徴づけるシラス台地。周縁を急崖に囲まれた比高100m程度の台地。（鹿児島大学HP）

# 鬼界カルデラ

- 6300年前に形成（約7300年前に修正）
- 周囲では幸屋火砕流、広域火山灰では鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah)が噴出
- この噴火で南九州にあった寒ノ神（せのかん）式土器文化が滅び、北九州から轟式・曾畑式土器文化を持つ人々が移住してくるまで、無人化した



# 火山灰編年学 テフロクロノロジー



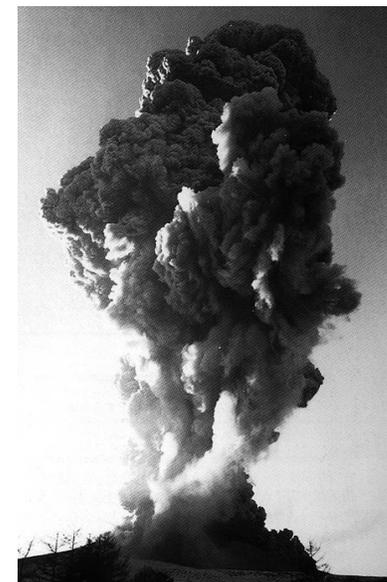
- 噴火時には、火口から成層圏に達するほどの巨大な噴煙柱を立ち上げた。
- 噴煙は偏西風に乗って東に流され、日本列島とその周辺では火山灰が降下。
- 火山灰の堆積物をテフラと呼ぶが、テフラの堆積面は同一の時間面
- 始良Tnがこのときのテフラ



## 日本周辺の広域テフラ

地層の年代決定に役立ち、テフロクロノロジーの発達を促した

(これは浅間山)



## 火山の恵み



- 観光資源  
美しい風景
- 金属資源  
地下深部から有用な  
鉱物資源を地表に
- 水資源  
火山体は水を含んだ  
スポンジ
- 地熱資源・温泉
- 火山灰土壌  
黒ボクは優秀な  
農業資源
- その他

## 火山のもたらす災い

- 噴火
- 土砂生産  
崩壊、土石流、地すべり、...
- その他

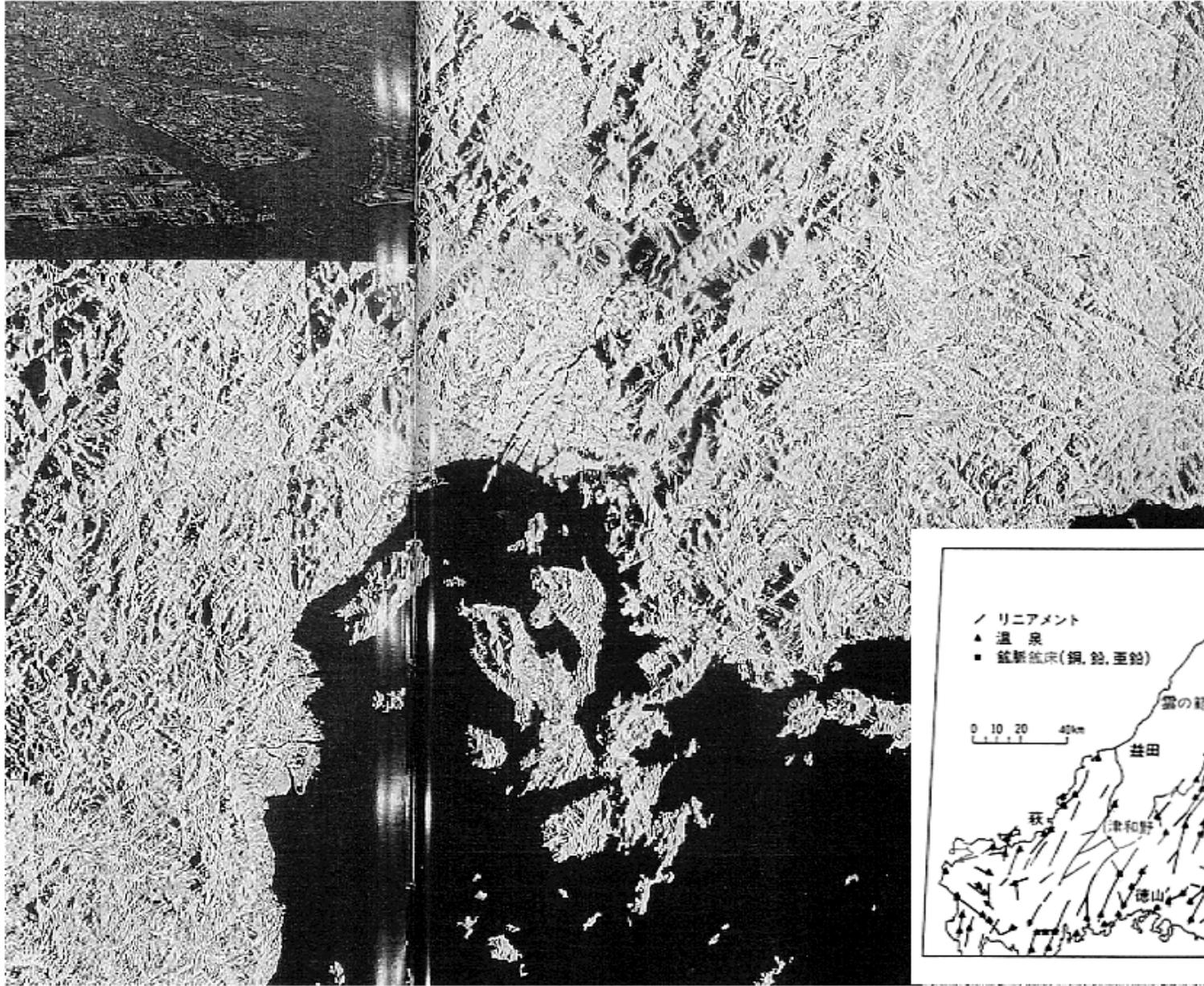


(風景の中の自然地理、古今書院より)

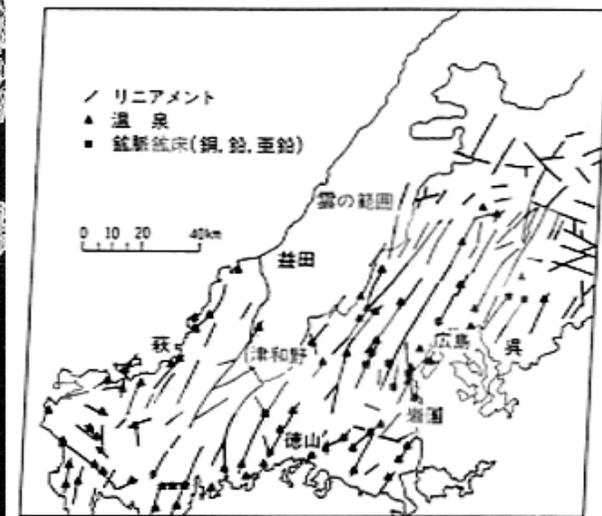
## 1.2 火山の恵み

### 1.2.1 火山地域の金属資源

- ・重い金属元素は地球生成時に内部に沈み込んでしまった
- ・火山活動にはこれらの資源を地下深くから持ち上げるという重要な働きがある
- ・マグマが地表付近に上昇すると成分分化を起こして、金属に富む鉱床を生成する
- ・金属が高温の地下水(熱水)に溶け込んで岩の割れ目に浸透していき、そこで沈殿・濃縮して鉱脈を形成することがある
- ・採算面では鉱床が浅くて採掘しやすいことが重要。そのためには火山体の浸食が進んだ古い火山地域が適している



温泉や鉱  
床はリニア  
メント沿い  
や、交差  
部に多い



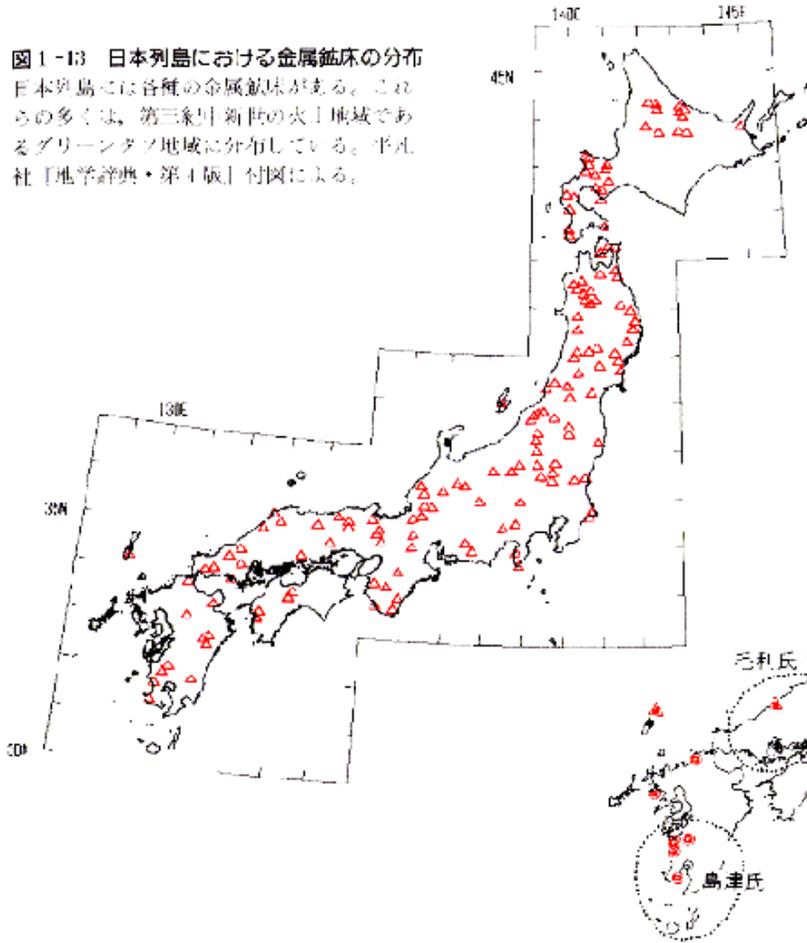
## 日本列島の金属鉱床(図1-3)

- ・産出量は少ないが、多種多数の金属鉱床が存在
- ・金属資源の観点から重要な火山地域はグリーンタフ(緑色凝灰岩)地域
- ・グリーンタフ地域では第三紀中新世(約2500万年～1500万年前)に激しい火山活動があった

千島弧内帯(北見区)、石狩低地帯以西の西南北海道、本州弧内帯、九州-琉球弧内帯およびフォッサマグナ帯

- ・この時期に日本海が誕生し、日本列島が大陸から分離した

図1-13 日本列島における金属鉱床の分布  
 日本列島には各種の金属鉱床がある。これらの多くは、第三紀中新世の火山地域であるグリーンタフ地域に分布している。平凡社『地学辞典・第4版』付図による。

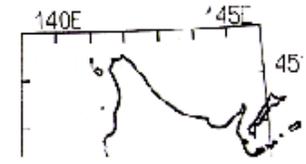


日本の鉱床はほとんどグリーンタフ地域(第三紀中新世の火山地域)にある

金鉱山と銀鉱山の分布

武田の金鉱山は有名

図1-14 戦国大名による金・銀鉱山の開発  
 戦国大名は、経済基盤を確立するために鉱山開発に力を入れた。当時の日本は世界有数の金産国となった。大石(1977)を簡略化。



## 1.2.2 歴史時代の金属資源

- ・金属は歴史を動かす重要な要素(図1-14)
- ・古代では青銅器
  - 初期は中国大陸や朝鮮半島産の青銅を利用
  - 8世紀初頭の和同開珎から国産されるようになった
  - 8世紀半ばの東大寺大仏プロジェクトでは山口産の銅を利用
- ・鉄器は弥生時代に渡来
  - 当初は輸入
  - タタラ製鉄は花崗岩やその風化物に含まれている砂鉄を利用
  - もののけ姫
  - タタラ製鉄では森林を破壊し、自然災害や地形変化を引き起こした
  - 農業生産性の向上と同時に武器としての利用
  - 西洋式の製鉄は幕末から

## ・金

中世の奥州藤原氏、黄金の国ジパング伝説誕生

戦国大名による開発→甲州武田氏（図1-14）

幕末には銀に対する金の価値が低かったため、大量の金が国外流出

→デフレ、世界経済の洗礼

鉱山としては鹿児島島の菱刈金山が有名 鉱石1tあたり約70g

## ・硫黄

化学工業の原料

石油から大気汚染防止のために分離された硫黄が利用されるようになり、日本における採掘は終了

### 1.2.3 火成岩の利用



- ・石材としての利用

- ・最古の利用 黒曜石とサヌカイト

- ・黒曜石

黒曜石は火山ガラス

マグマが急冷したため、造岩鉱物が結晶化できず

全体がガラス質に

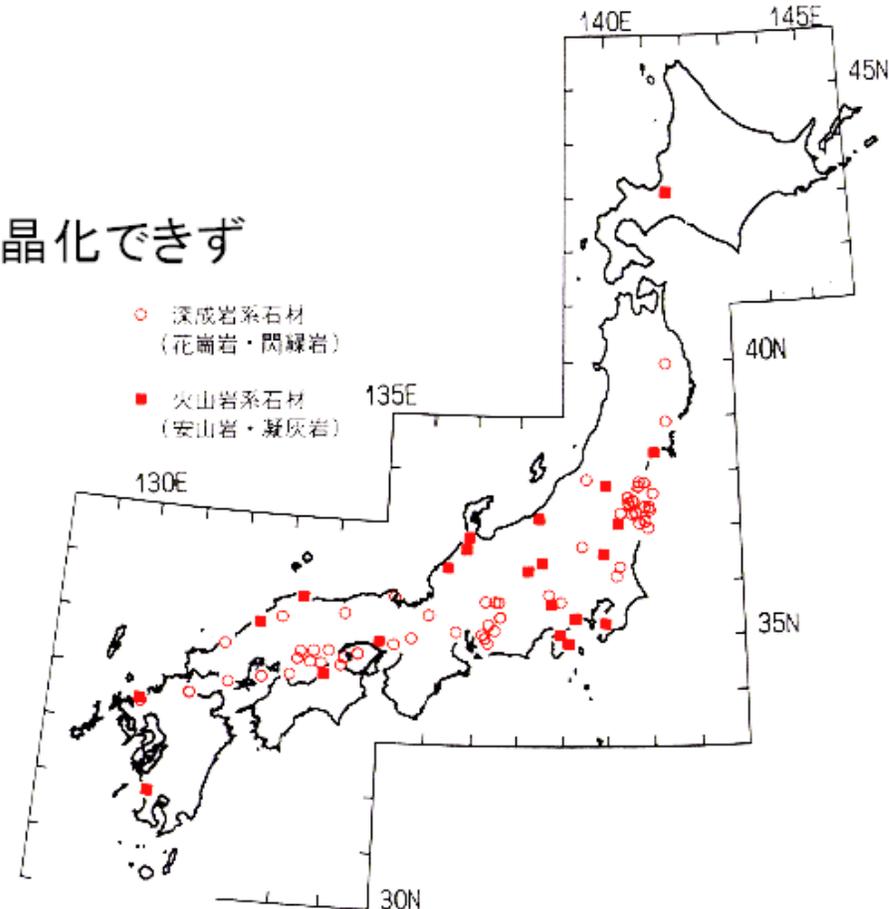
- ・サヌカイト(安山岩の一種)

讃岐地方の特産

打楽器

図 1-15 日本列島における火成岩系石材産地の分布

石材はビル壁面や石垣、敷石などに多用されている。花崗岩産地の愛知県岡崎市は、古くから石灯籠などを加工する「石の町」として有名である。中江(1991)、服部(1991)より作成。



- ・サヌカイトは古い溶岩台地がキャップロックとなり浸食から残されたもの



サヌカイトの石器と正倉院に残る古代楽器

- ・石材 安山岩、花崗岩・閃緑岩(御影石)

- ・大谷石

高温の火砕流が堆積後に融けて固まった熔結凝灰岩  
軽くて加工が容易

→ 陥没事故



## 大谷石の成因

### グリーンタフ変動

中新世(約2000万年前)に火山爆発により噴出した物質が海底に堆積、凝固

### ・鹿沼土

#### 園芸用として利用

約3万年前に赤城山から噴出した鹿沼軽石層の商品名

### ・佐賀県有田町の陶磁器産業

豊臣秀吉の朝鮮侵略の時、連れ帰った朝鮮人陶工が発見

古い貫入岩が風化したもの、これも中新世

現在の主力は量産品のタイルや電気絶縁材で原料は天草から移入(図1-16)



# 貫入岩

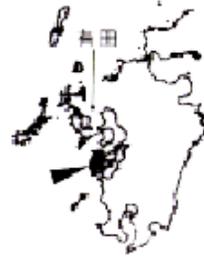
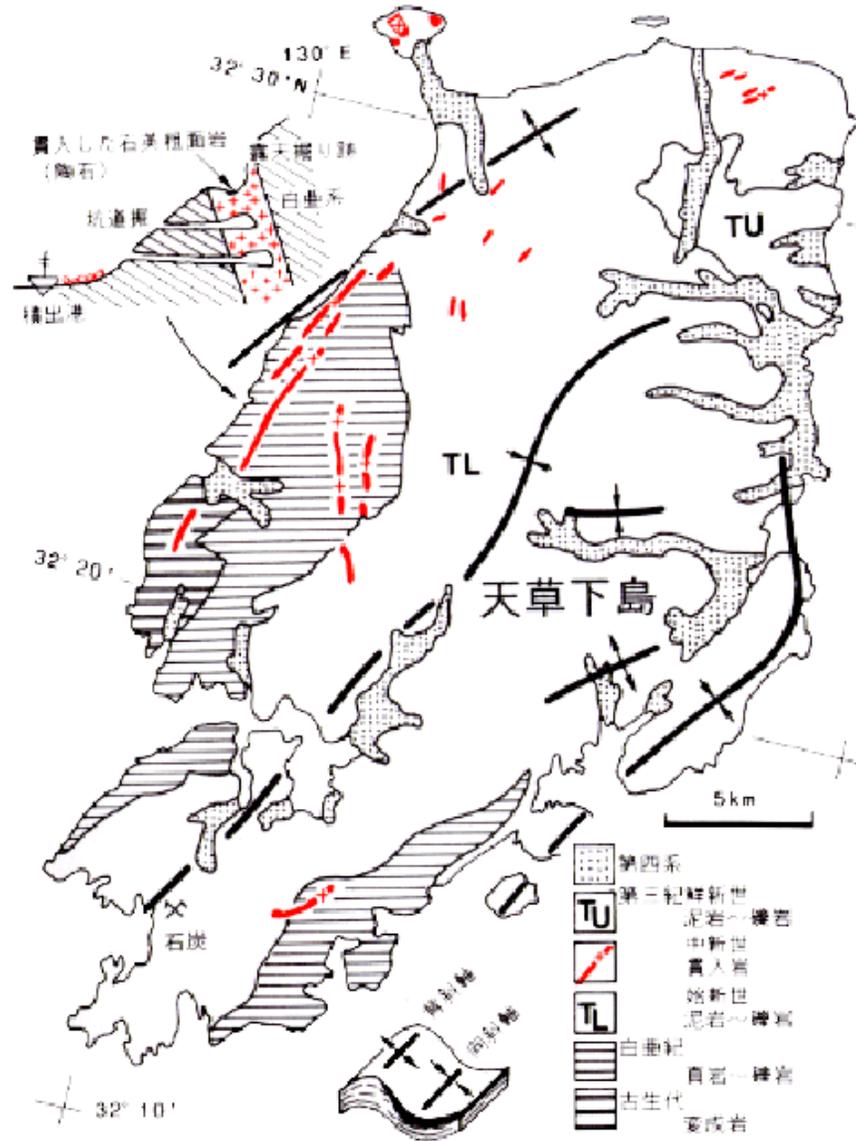


図1-16 天草下島の地質

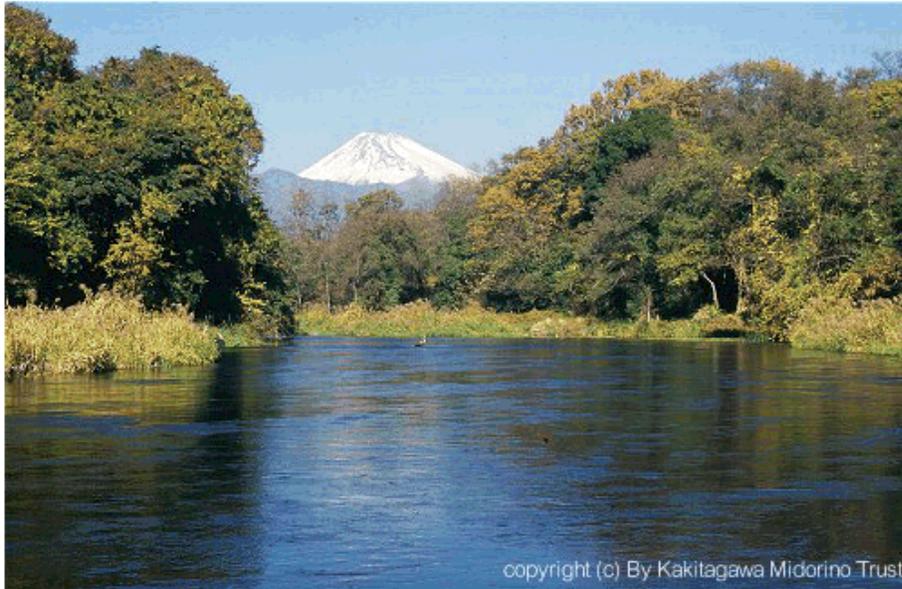
有田磁器の原料である天草陶石は、中新世の火山活動で貫入した石英粗面岩が風化したものである。貫入岩体が地質図で線状に表現されているのは、板状の岩体の断面を見ているからである。陶石は船で有明海上を運ばれ、佐賀県白石町で陸揚げされる。その後、粉砕、整形、絵付け、焼成などが分業体制で行われる。

天草下島の大部分は褶曲した第三紀の地層からなり、南部の堆積盆地には石炭を埋蔵している。日本の石炭は、このように生成が新しいのが特徴である。〔熊本県地質図〕および下平尾(1978)より作成。

## 1. 2. 4 火山地域の工業・農業

### 水資源

- ・火山体はスポンジのような岩相で、降水は地下水として蓄えられる
- ・だから、火山体の上部には水系が生じにくい
- ・その代わりに、山麓では地下水が豊富



- 静岡県三島市柿田川湧水
- ・富士山の三島溶岩流を流下した地下水が湧出
  - ・その量は日量100万 $m^3$

このような湧水は富士山周辺に多数存在する

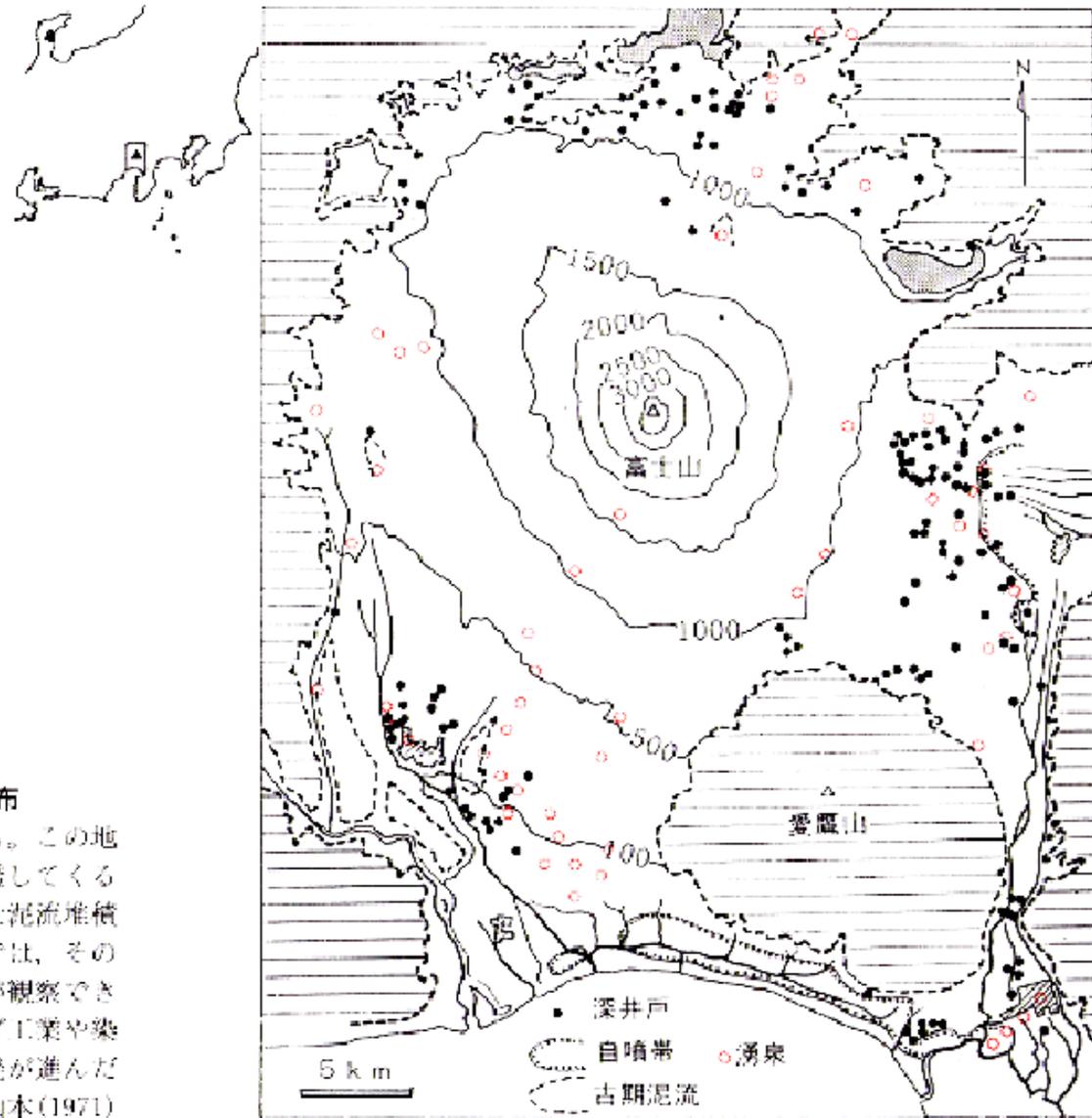


図1-17 富士山麓の深井戸と湧泉の分布

富士山麓には、豊富な地下水湧出がある。この地下水は、空隙の多い火山噴出物中を浸透してくるもので、帯水層の下は不透水性の古富士泥流堆積物で限られている。観光地の白糸の滝では、その地層境界から地下水が湧出してくるのが観察できる。この豊富な地下水を利用してパルプ工業や染色業が立地している。近年は山麓の開発が進んだため、地下水枯渇が問題化している。山本(1971)による。

## 火山山麓の豊富な湧水は人間生活にも大きな影響を及ぼしている

- ・古くから人間が居住し、水神を祭るなど、水の文化を育む
- ・パルプ工業、染色業、最近では半導体生産に利用  
→九州は世界有数の半導体生産地
- ・最近では過度の揚水による地下水位低下や、汚染の問題が発生  
→有機塩素系化合物による汚染  
→地下水位低下により生産調整

## 火山灰は人間に恵みをもたらす(図1-6)

- ・火山灰が風化してできた土壌は日本国土面積の16%、6万m<sup>2</sup>を占める
- ・火山灰土壌は腐食物質を大量に含むため黒く柔らかいので**黒ボク**という
- ・火山灰土壌は根菜類の栽培に向く  
→桜島大根、練馬大根、鹿児島や川越のサツマイモ、千葉の落花生、十勝のジャガイモ、等
- ・酸性が強く、栄養を吸収しにくいので石灰で中和
- ・火山山麓は水に乏しいため、開発は戦後

分布に地域性がある

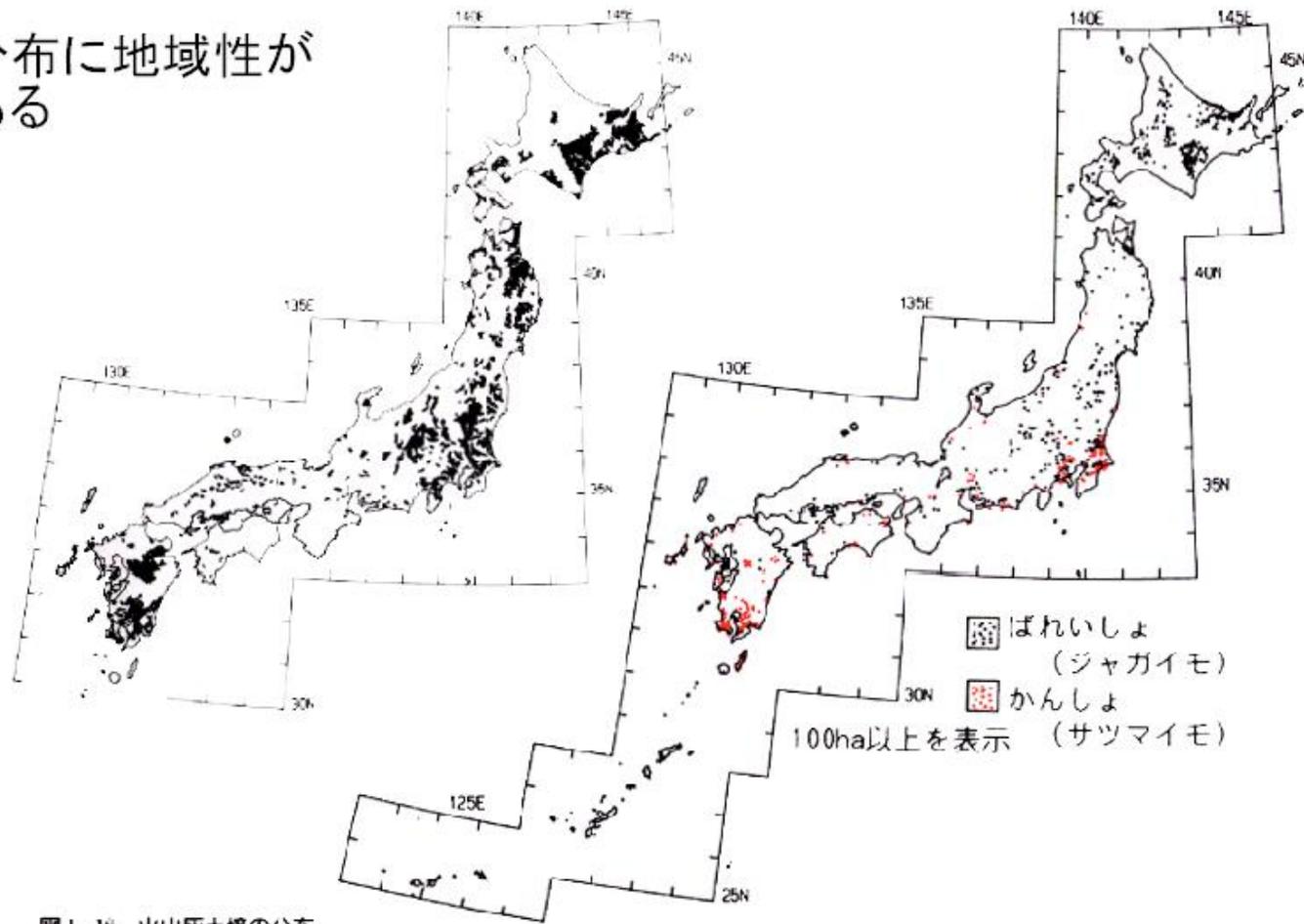


図1-18 火山灰土壌の分布

日本列島には、多量の火山灰が堆積して土壌化している。火山灰は、河川の氾濫原や山腹斜面では侵食されやすいので、台地面上に多く残存している。関東ローソク層もそのひとつで、富士山および箱根火山の噴火によるものである。火山が少ない近畿、中国、四国地方には少ない。松井（1976）を簡略化。

図1-19 イモ類作付地の分布（1984年）

火山灰土壌の台地では、南方ではサツマイモが、北方ではジャガイモが多く栽培されている。国土地理院（1990）「新版・日本国勢地図帳」による。