



# 日本の火山山麓湧泉

- 研究の意義
- 分布の特徴
- 湧出量を規定する要因 **NEW!!**

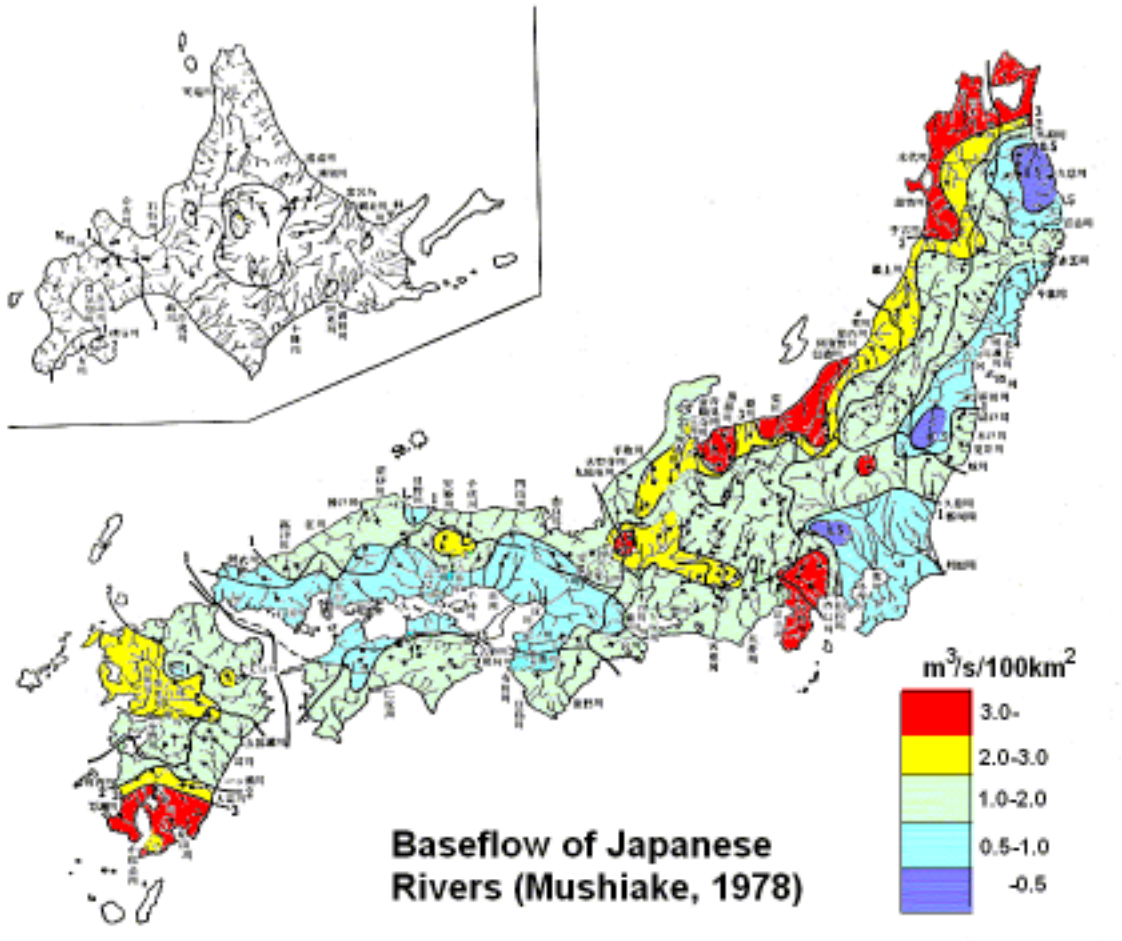
安形 康

東京大学地理学教室 研究生

# 火山山麓湧泉研究の意義

- 河川湧水流量は第四紀火山の存在に大きく関係
  - 日本島河川の流出特性を語るのに、火山体水文学の理解は不可欠
- ポテンシャルの差異が激しい地下水分布
  - 山体地下水研究の例として重要
- 流域の侵蝕段階が明瞭に分かる
  - 流域水文地形学のフィールドとしての火山体の魅力

# 河川湧水流量の分布



湧水流量が大きい地域:

- [1]第四紀火山地域
- [2]豪雪地帯

# 貯留量の季節変動

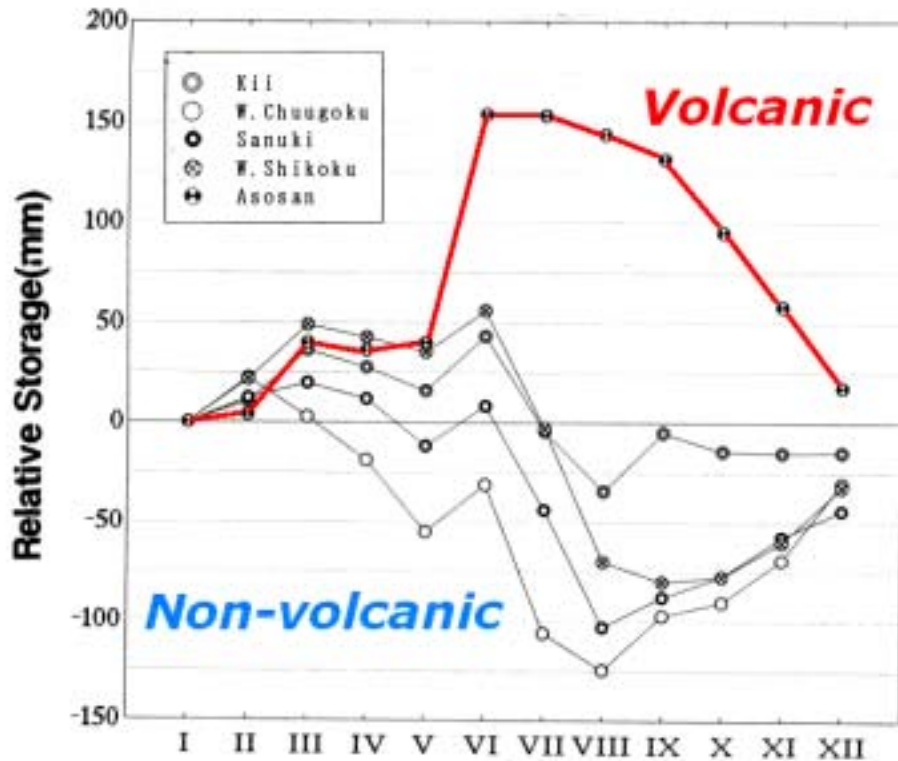


図 24 少積雪地域群の10年平均各月貯留量  
1月の貯留量を0とした相対的な値。

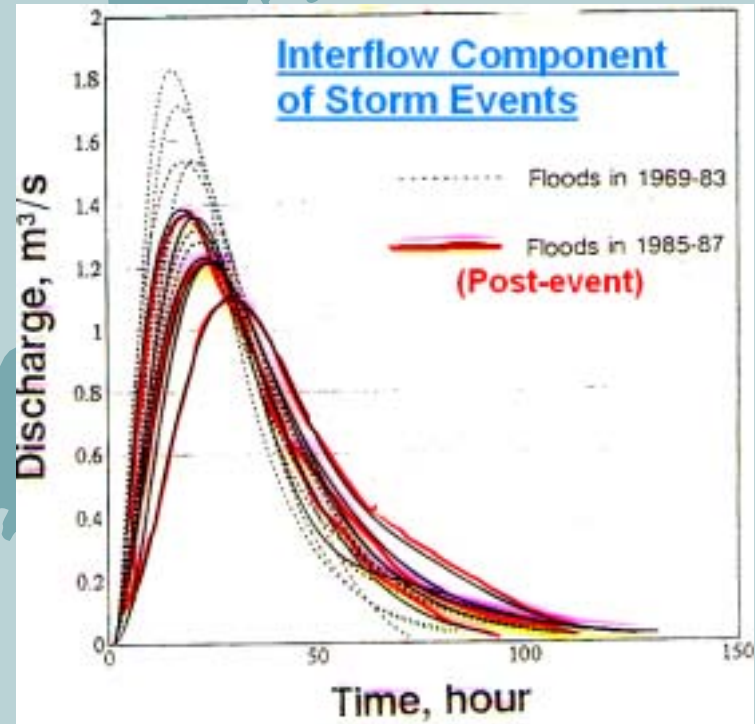
- 西日本河川流域貯留量の季節変動
- 火山地域のみ特異的な変化
  - 梅雨の雨を大量に貯留し、秋まで貯留が減らない
  - 冬の流量が大きい



# 地表の変動と流出特性の変化



王滝村(1986)



Agata(1995)に加筆

- 御岳崩れ(1984): 大規模崩壊 + 土石流  
InterflowとBaseflowが遅くなる

# 火山流域の特性：既存研究と課題

- いわゆる「保水力」が極端に大きい
  - 基底流量・濁水流量が大きい
  - 逓減曲線がゆるやか
  - 貯留量の季節変動が大きい
- しかし「保水力」の指標は火山ごとにも大きく異なる。また地表変動の影響を受けて変化する。
- この差異の理由の解明 日本島河川の濁水時流出特性の理解に重要な一助

# 火山体水文特性の地域性

- 少数の火山についてのインテンシブな研究
  - 八ヶ岳(筑波大・地質調査所)
  - 阿蘇山
  - 富士山
  - 寒風山(秋田大)
  - 磐梯山・岩手山・メラピ(岩手大)
- 全国スケールでの比較検討を欠く 個々の火山についての研究ですら大変
- 上記最後の例では示唆的な結果: 開析が進んだ火山ほど地下浸透量が少ない

# Ohta and Kubota(1997)

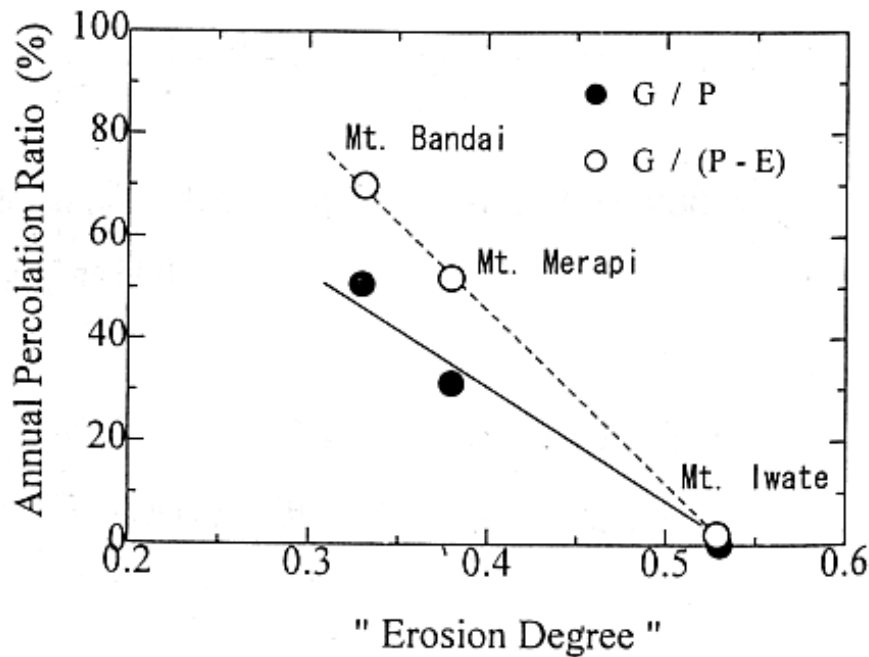


Fig. 5. Relationships between "erosion degree" and annual percolation ratio.

- 3火山の比較
- 集中的水文観測  
地下浸透量
- 浸透率は侵食度  
合いの函数
- 面白い指摘だが、  
集中観測はあまり  
りに大変で、一般  
化が困難



# 現在解くべき(解けるはずの)問題

- 出きるだけ多くの火山についての、水文特性の比較
- 全てを集中観測するのはあまりに時間がかかる 何か「近道」はないか？
- 湧水流量の維持プロセスについて考察

# 河川の渇水流量の維持

- 渇水時 河川の特徴の一つの代表
- 気候条件よりも、流域内部の条件が明瞭に現れる(とくに地質条件)
- 洪水より遅い水の流れ:  
地下水 湧出 地表水
- 湧泉の検討が、渇水時河川の状態を理解するのに不可欠

# 湧泉データベース[1]

- 各地水道局
- 各都道府県水質保全課等
- 「みずとみどり研究会」
- 「名水大全」(筆者)

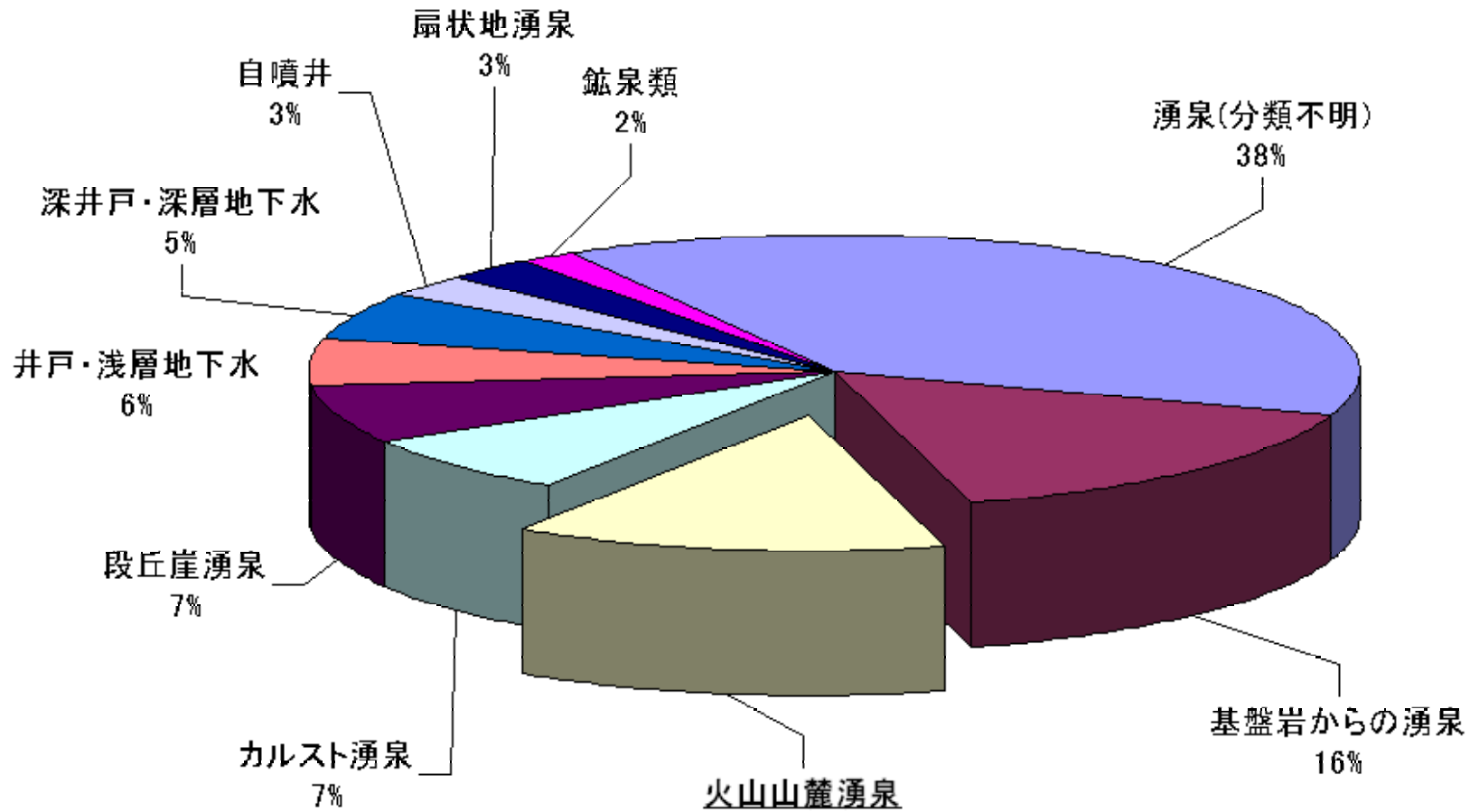
<http://www.geogr.s.u-tokyo.ac.jp/agata/meisui/>

湧泉のタイプで多いのは？特に大きな湧泉は？

# 日本の「名水」の種類

(名水大全による)

各地の“名水”種別  
(瀑布・溪流等を除く全915ヶ所)



## 富士山

- 中清水の漁協(1.9t/s)
- 桂川宮川合流点の湧泉(1.2t/s)
- 須川わさび田(2.7t/s)
- 忍野八海(計3.5t/s)
- 白糸滝周辺湧水群(計2.0t/s)
- 大鹿窪(1.1t/s)
- 富士宮浅間神社(1.4t/s)
- 富士市湧水群西部(計12.1t/s)
- 富士市湧水群東部(計18.5t/s)
- 三島楽寿園(3.0t/s)
- 柿田川湧水群(計9.8t/s)

## 後方羊蹄山

泉水源(計1.3t/s)

安曇野扇状地(夏季, 2.7t/s)

## 岩手山

- 座頭清水湧水群(計5t/s)
- 「焼走り」末端1,2(1.0t/s, 2.8t/s)
- 水沢の湧水No.26(2.0t/s)
- 有根沢湧水No.51(2.3t/s)

龍泉洞湧水(1.1t/s)

## 赤城山

赤城山湧水(1.0t/s)

## 箱根火山

- 箱根カルデラNo.85湧水(1.4t/s)
- 狩川源流湧水No.24(5.2t/s)
- 明神ヶ岳湧水群Nos.25,38(5.6t/s, 1.8t/s)
- 丹那トンネル湧水(1.1t/s)

## 雲仙岳

- 島原湧水群(計3.0t/s)
- No.8(1.0t/s)

## 阿蘇山

- 白川水源(1.0t/s)
- 竹崎水源(2.0t/s)
- 下江津湖・健軍(計7.0t/s)
- 久住老野湧水群(計1.2t/s)

## 霧島山

- 長江浦湧水群Nos.10,11,12(計2.5t/s)
- 出ノ山湧水(1.0t/s)
- 千谷池湧水(1.0t/s)
- 丸池湧水(2.5t/s)

# 日本の巨大湧泉

(湧出量1t/s以上)

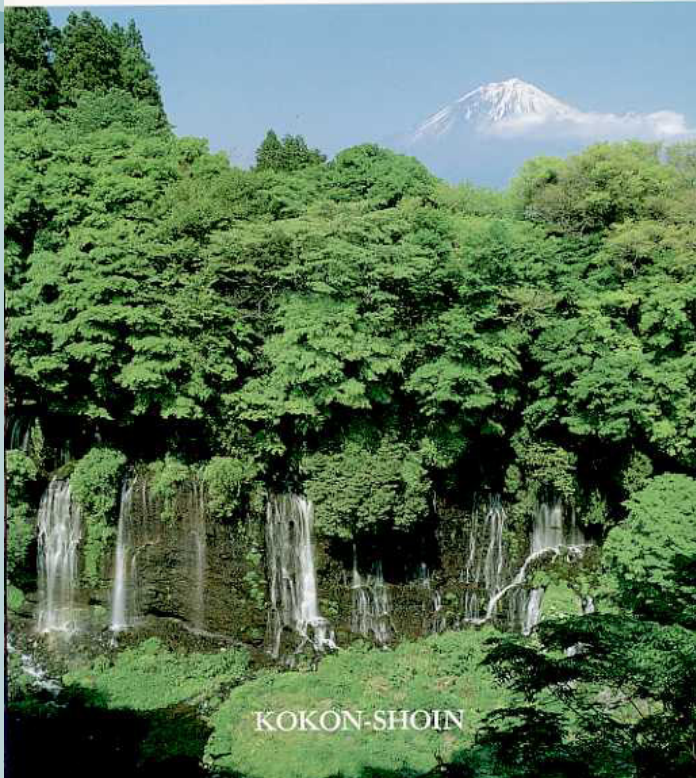


# 火山山麓湧泉の重要性と課題

- 巨大湧泉はほとんどが火山山麓にある日本島河川の流況安定力に大きな寄与
- 火山ごとの湧泉湧出量の差異を明らかにすることは、地理的水文学にとって大きな一歩
- 課題：火山山麓湧泉湧出量の火山ごとの差を明らかにし、その規定要因を検討

# 湧泉データベース[2]

VOLCANO BODY SPRINGS  
IN JAPAN  
SOKI YAMAMOTO



- 火山山麓湧泉については、Yamamoto(1995)がある
- 全国30の火山についての湧泉解説 & データベース

# どんな火山だと湧出量が多いのか

- 気候要因
  - 雨
  - 雪
- 地質要因
- 地形要因
  - 大きい火山
  - 高い火山
  - 侵蝕が進んでいない火山

Yamamoto(1995)をもとに検討

# 火山体水文学の基礎知識[1]

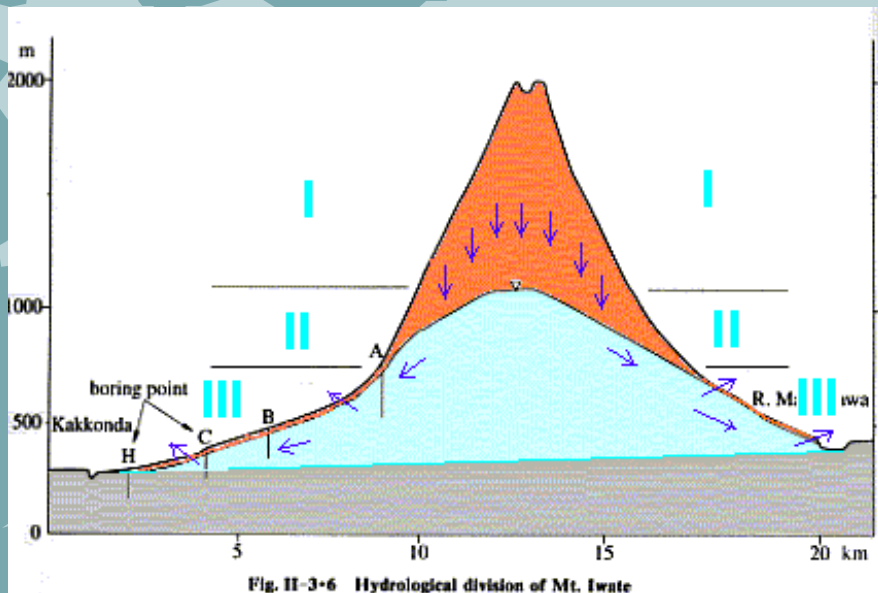


御岳火山南麓「涙の滝」  
王滝累層の上に濁川溶岩流が  
載る．その境に湧泉がある．

- 透水係数・貯水容量  
の極端に異なる地質  
が混在
- 不透水層の上に空隙  
の大きい厚い層が載  
る 巨大な「貯水池」  
－火山は「黒いダム」
- 地質の境に湧泉が多  
い



# 火山体水文学の基礎知識[2]

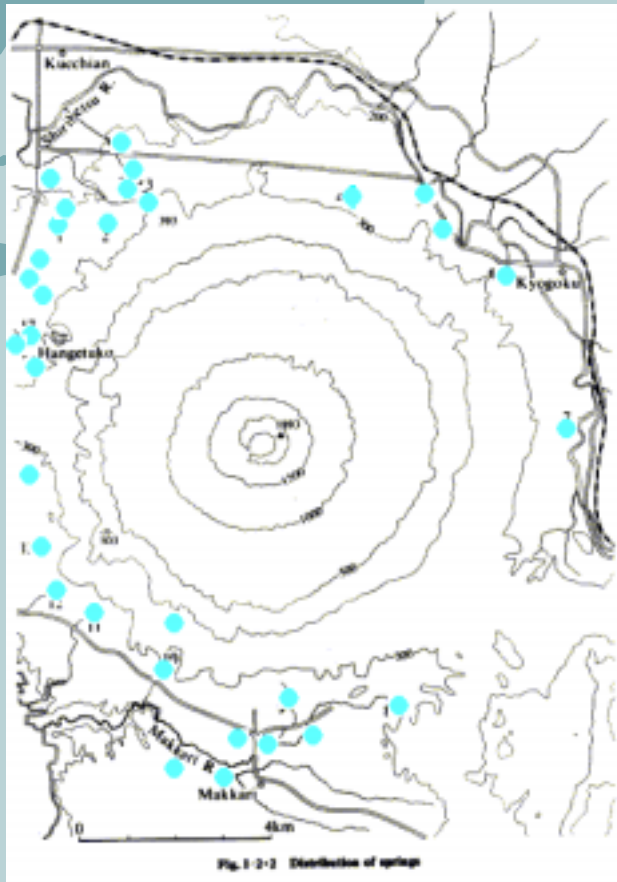


岩手山の例(Yamamoto,1995に  
加筆)

- 原則として三つの標高帯に分かれる,ということになっている
  - I. 上部涵養帯
  - II. 中部移行帯
  - III. 下部湧出帯
- IIIでは明瞭な地質境界でなくても湧出が起こる



# 火山体水文学の基礎知識[3]



- 同じ標高に湧泉が多数並ぶ例が多い
  - 複数の標高帯に湧泉ゾーンが出来ることもある

北海道・後方羊蹄火山の例  
(Yamamoto, 1995に加筆)

# 火山体水文学の基礎知識[4]

- 各湧水帯内では、湧出量や水質の季節変動様式はよく似る。
- 湧出量が圧倒的に大きい湧出帯がある。それに属する湧泉は、湧出量・水質ともに季節変動が小さい
- 原則として、標高の低い湧水帯ほど滞留時間が長い水が湧出。

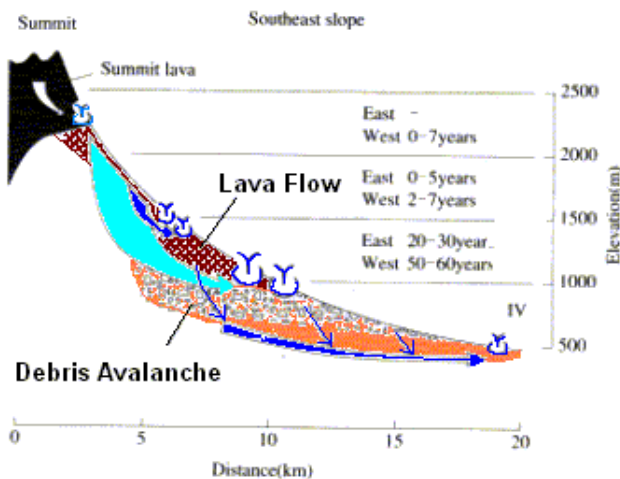


Fig. IV-3-13 Schematic representation of groundwater flow paths (arrows) in the Southeast slope indicates a larger flow rate. (Kazahara and Yasuhara) Age of water is a little different on east and west

南八ヶ岳の例 (風早・安原, 1994に加筆)

# 溶岩流末端型・側面型



苗場山・龍ヶ窪の湧水



蓼科山・女ノ神氷水



# 一般山麓型 (傾斜変換線型・フラット型)



八ヶ岳・旧稗之底村跡地  
湧水群中出口(遷緩線上)



同・東出口(フラット型)

# 一般山麓型 (小谷頭型)



富士山・水菜の里の湧水群  
(金明水)



赤城山・木曾三社神社の湧玉



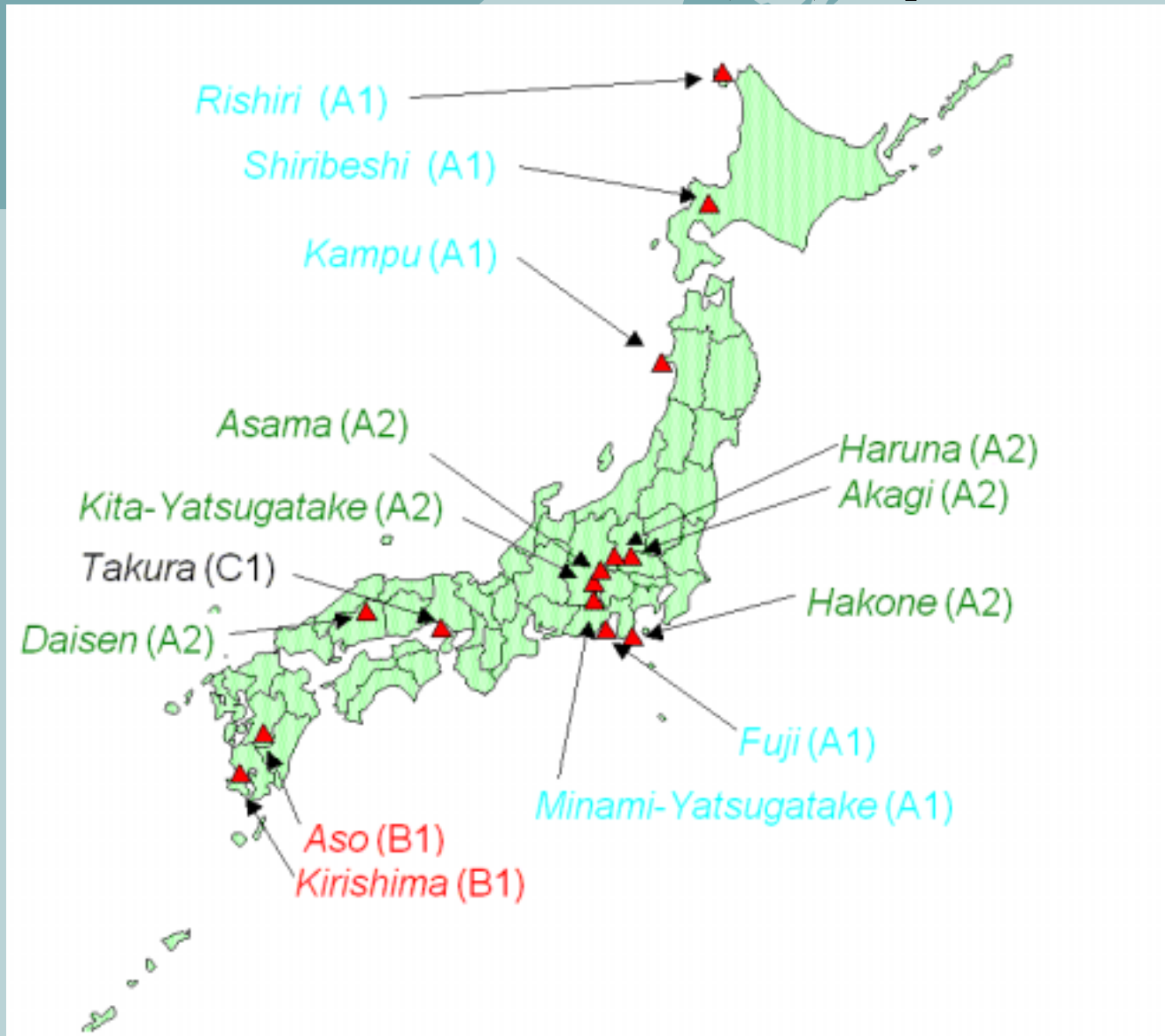
# 小尾根末端型



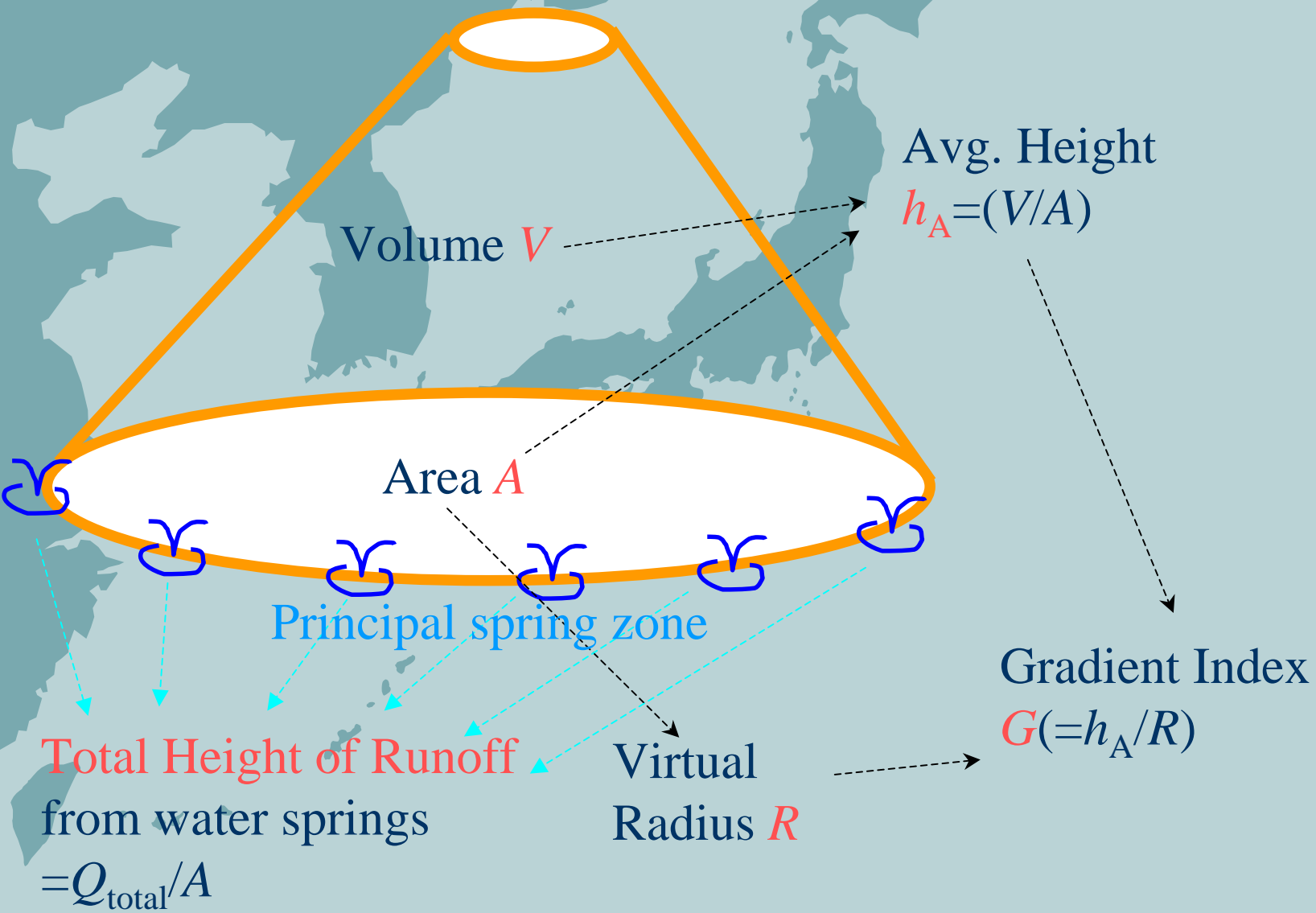
- 火山に限らず，山地の湧泉は小規模な尾根状高まりの下部にあることが珍しくない

磐梯火山群・龍ヶ沢の湧水

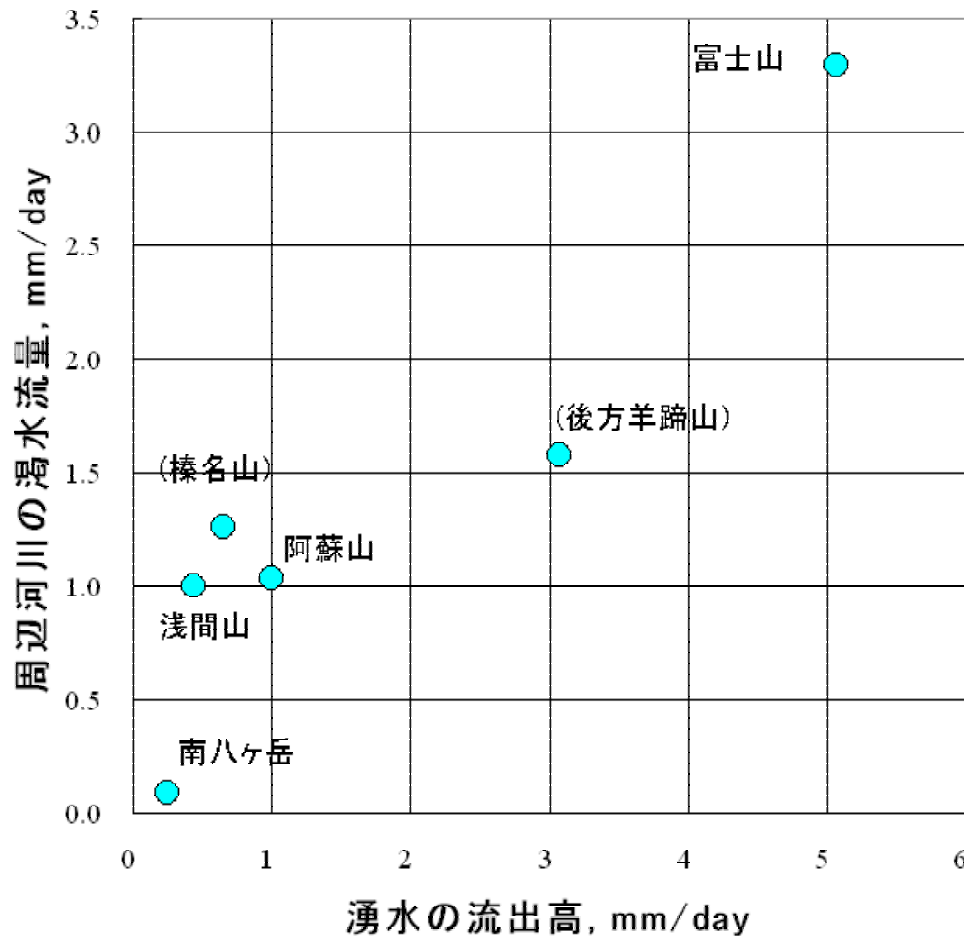
# 対象とした火山



# 地形量と湧出高の算出

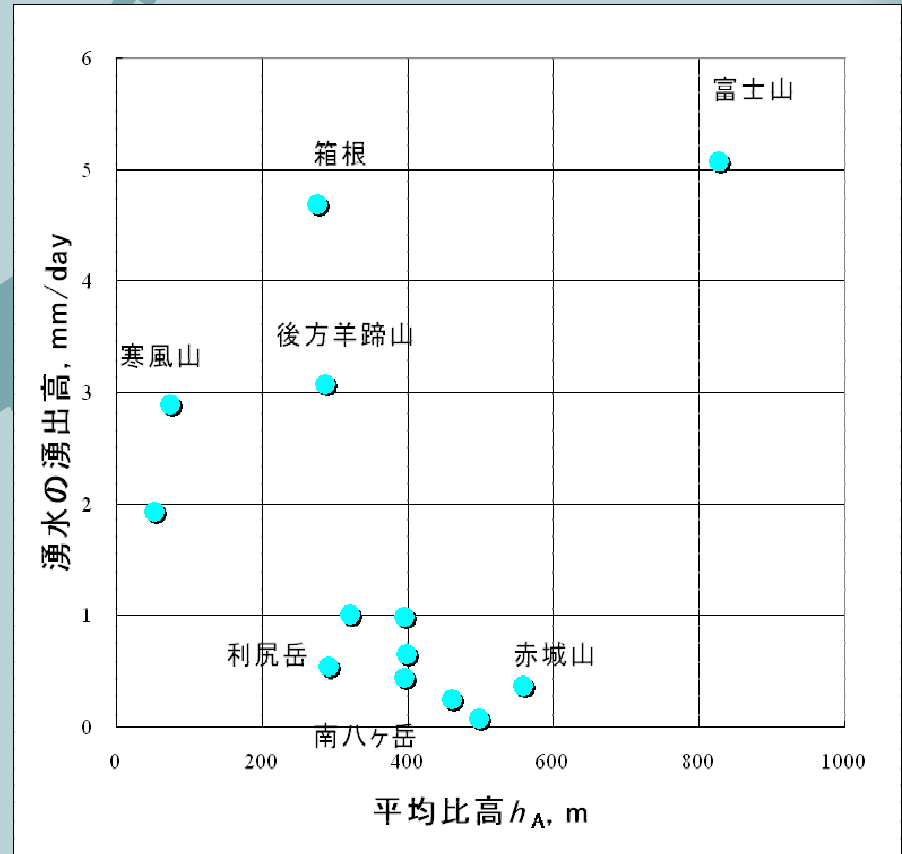
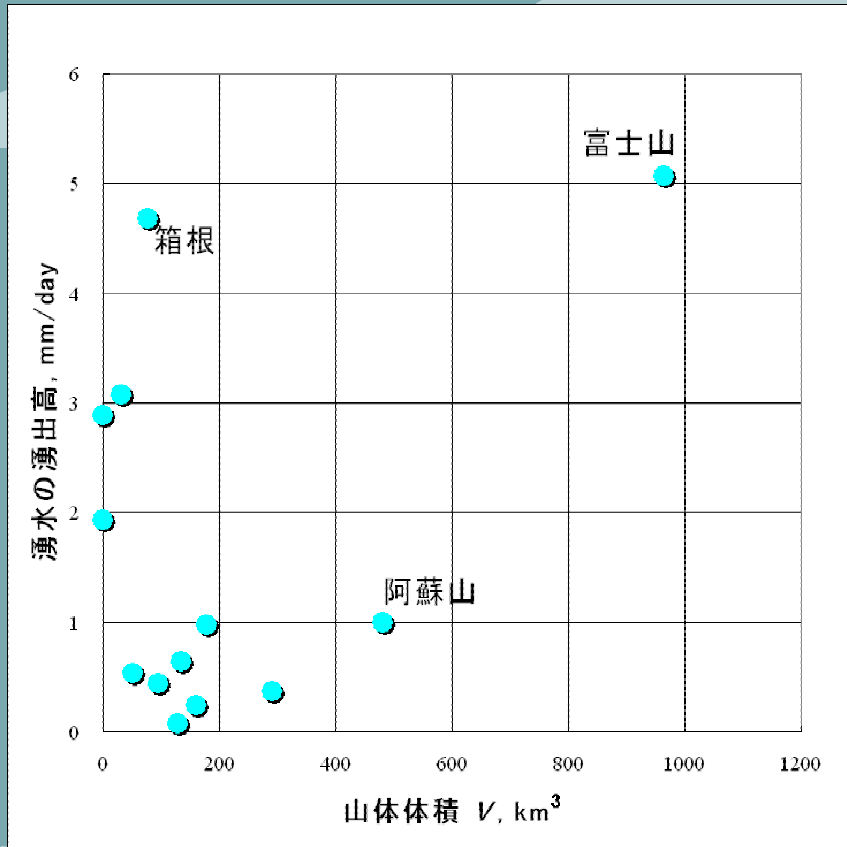


# 湧出高と周辺河川湧水流量の関係



- 高い相関がある 予想は正しかった

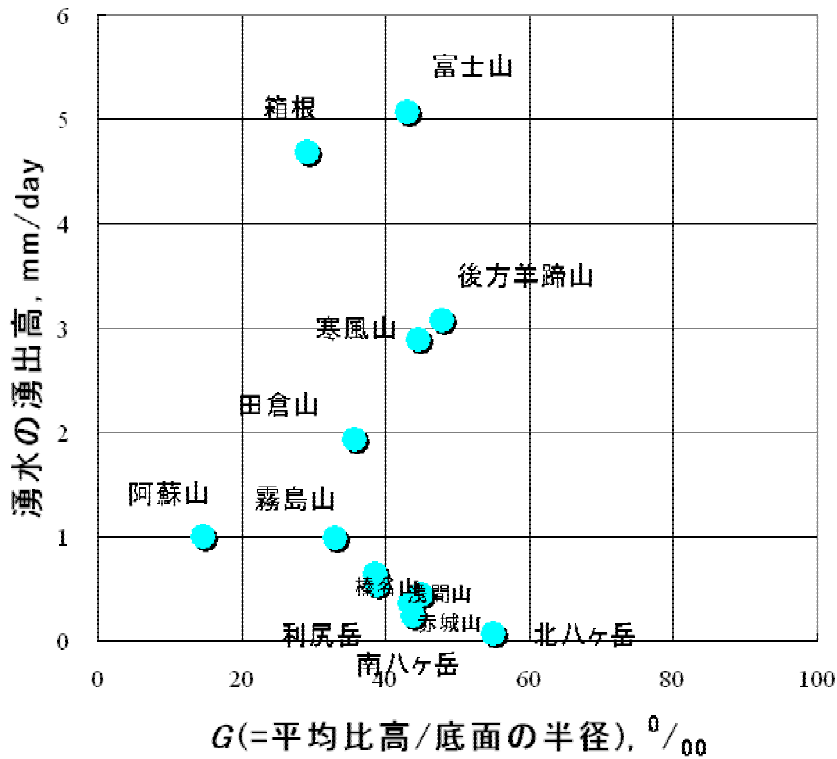
# 湧出高と山体体積・平均比高の関係



いずれも極小値をとる関係、系統的關係はよく分からない。



# 湧出高と傾斜の関係



- これも関係はなさそう
- 地形量はほとんど関係がないのだろうか？
- 結論を下す前に：全火山を一括して扱っていいのか検討

# 火山の分類

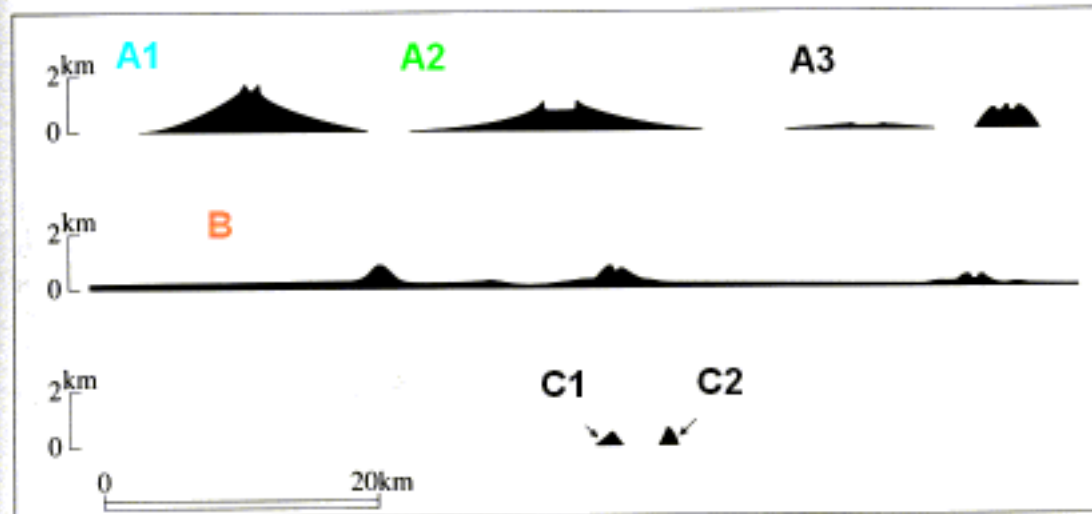
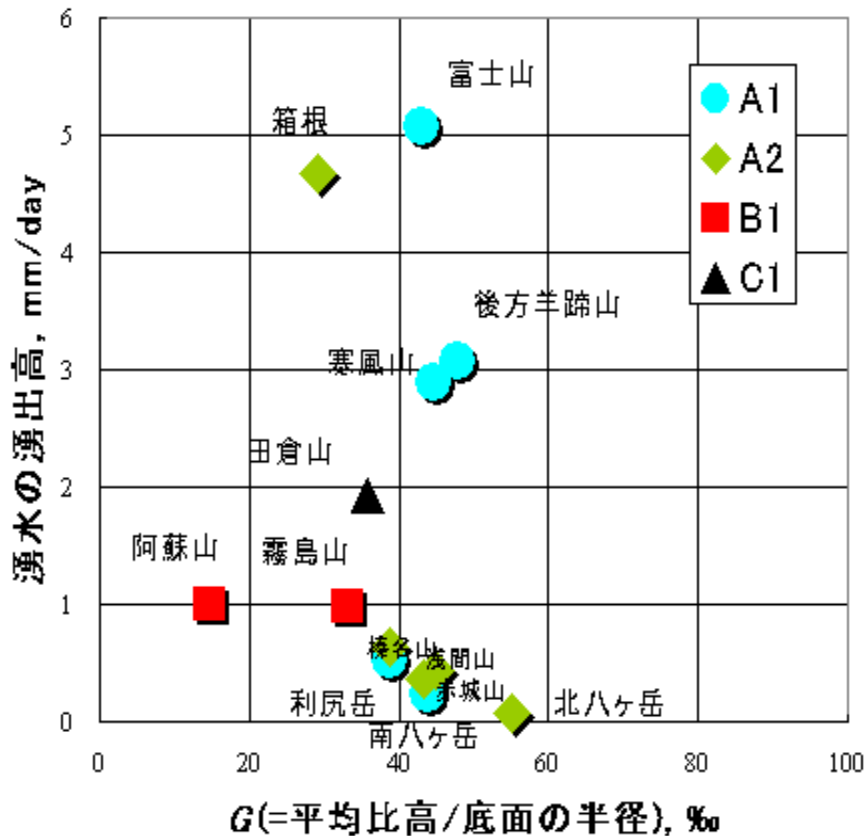


Fig. 2 Schematic type of volcano cross section in Japan (I. Moriya 1979)

- カルデラの有無・湖の有無等は無視して一括して扱うのは乱暴
- こういった視点からの分類 守屋式 (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C - types)

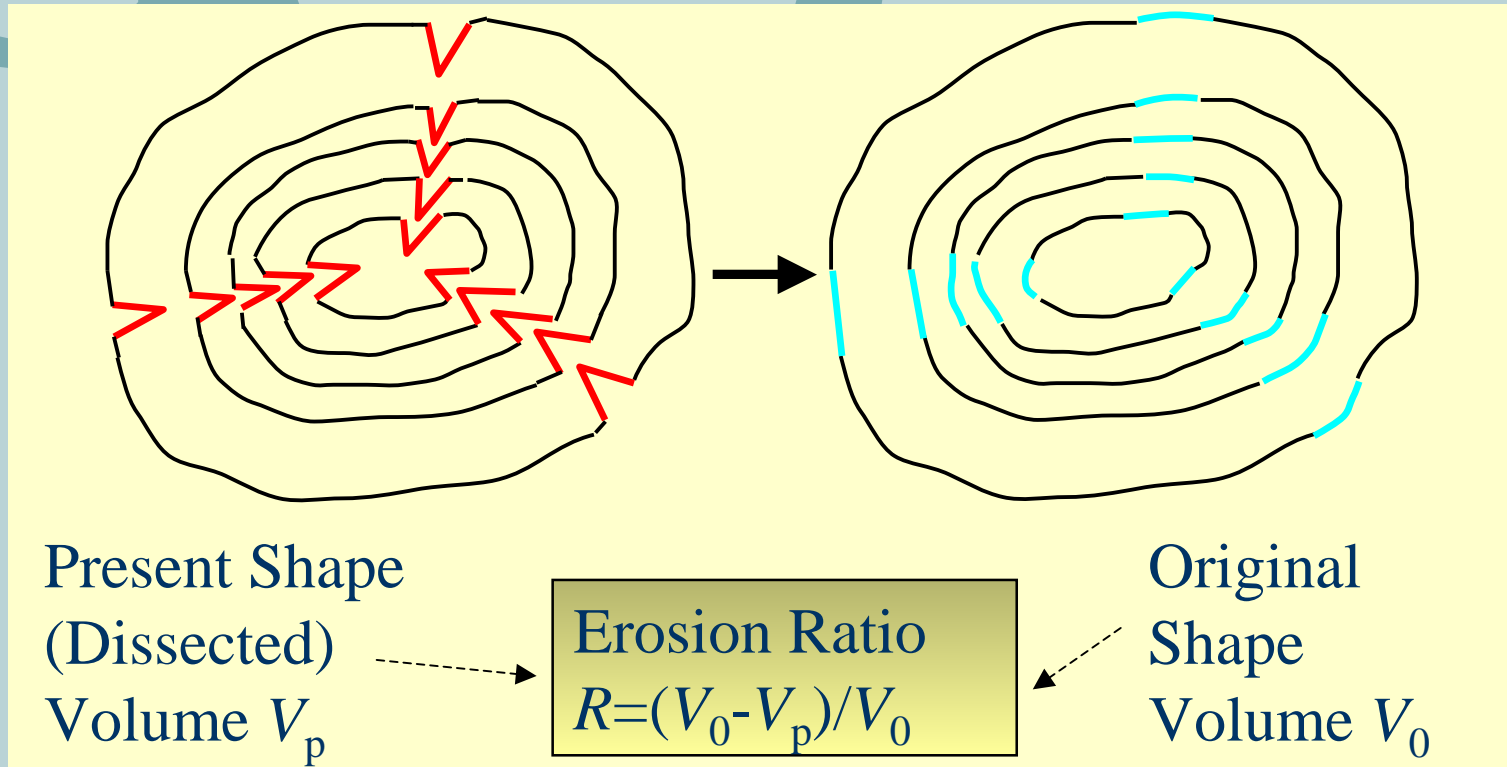
# 傾斜と湧出高の関係[2]



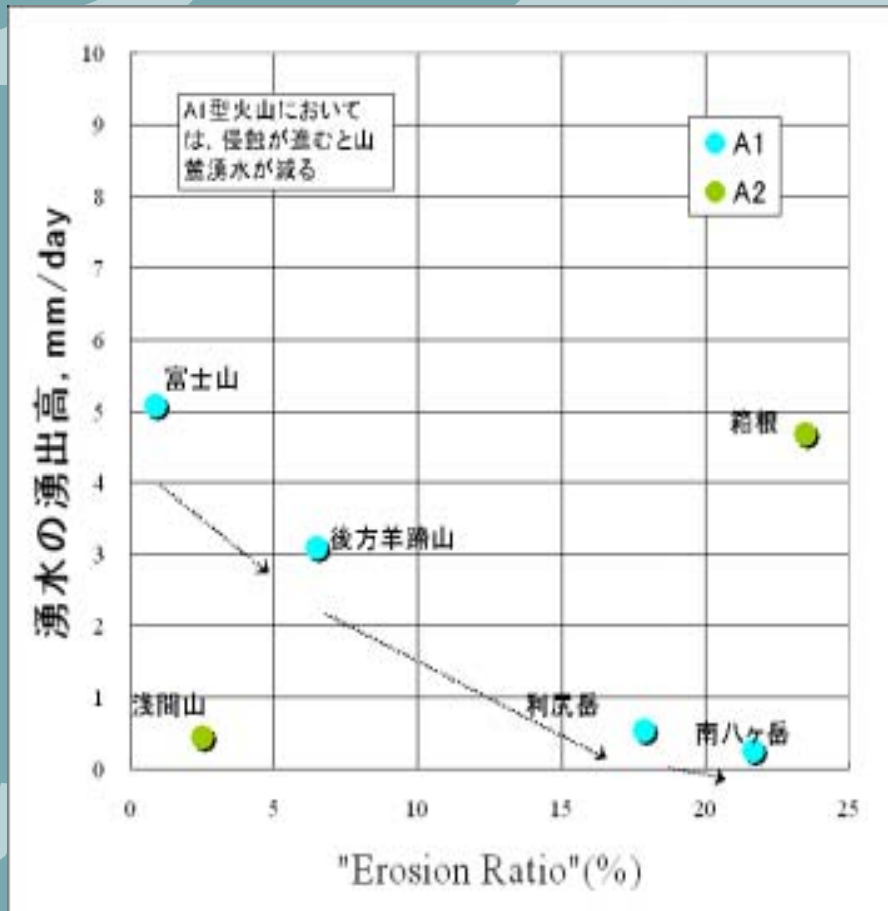
- A1: 傾斜そのものの変動幅少 関係見えず
- A2: 傾斜のレンジ大. 傾斜が増えると湧出高減少
- 代表的な火山の一つであるA1型をもう少し検討する必要

# 侵蝕度の指標

- Suzuki(1965)の“Erosion Ratio”



# 「侵蝕比」と湧出高の関係



- A1型では明瞭な関係
- 侵蝕が進んだ火山ほど湧出高が小さい



# 地形量と湧出高の関係[まとめ]

- 火山のタイプによって異なるが、いずれにしても山体体積や高さは関係ない。関係があるのは、傾斜と侵蝕比。
- **A<sub>1</sub>型**：傾斜はレンジが小さく、あまり関係ないが、侵蝕比と湧出高が逆相関。
- **A<sub>2</sub>型**：傾斜のレンジが大きく、傾斜が大きいほど湧出高が少ない。
- **B,C型**：データ少なく、未検討

# 「侵蝕が進むと湧出高が減る」 (A1型火山の場合)

- 火山体のメインの湧泉帯を形成する水は、ある程度「深い」地下を「ゆっくり」流れてきているという考え方が普通。
- 問題提起：それならば、なぜ地表近くの「浅い」ところの侵蝕(谷の発達)と湧泉湧出高が関係するのか

# 侵蝕比を基準にした、A1型火山の 火山体水文特性の比較

- I帯：涵養プロセスの比較
  - 谷頭侵蝕が山頂近くまで及ぶと、何が変わってくるか
- II帯：流動経路の比較
  - 河床より下を流れることになっている地下水流動系と谷の発達の真の関係とは
- III帯：湧出機構の比較
- その他：侵食比は時間の函数であることを考慮

# 一つの示唆：地表の溶岩流の関与

- A1型火山の巨大湧水：新しい溶岩流末端のことが多い
  - 岩手山・焼走り溶岩流末端湧泉群
  - 富士山・柿田川湧水群，三島湧水群
  - 浅間山・鬼押出末端湧泉群
- 問題提起：従来考えられている「深い」流れのほかに，新期溶岩流中に浅い大規模な流れがあるのでは？
  - これなら確かに谷が入ることの影響は大きい

# 成層火山の地下水シミュレーション

- *Surfer* : 表示および地表面・地下構造設定
- *Visual MODFLOW*: 地下水シミュレーション
- 「地表近くの溶岩流」の効果は？
- 「開析谷」を増やしていくと地下水流動系はどう変わるか？

An "artificial" stratovolcano made by Surfer

