

# 火山の開析度および開析深と形成年代の関係

2010 年 3 月 自然環境学専攻 086610 大澤幸太

指導教員 教授 小口 高

キーワード：火山 地形 DEM 開析 形成年代

## 1. はじめに

火山現象の全体像を把握する火山学にとって、火山地形の研究は不可欠である。とくに侵食による火山の形状変化は、土石流や地すべりとも関連するため、地球科学と防災科学の両面で重要であるが、未だに解明されていない点も多い。これまで火山の開析に関する研究は定性的なものが中心であり、開析程度の評価は測定者の主観や鍊度に依拠していた。そこで本研究では、最新の地形データを用いて、客観的かつ定量的な火山の開析度・開析深（侵食深）の算出手法を開発する。次に、その手法を用いて、形成年代の明らかな火山を対象に開析度と開析深を測定し、得られた指標の時系列変化を検討する。さらに、開析に影響を与える環境因子と、開析度・開析深との比較を行い、火山の開析を規定する要素の影響を明らかにする。

## 2. 手法および対象地域

開析度と開析深の算出には、本研究で開発した周回探査埋谷法と、クリギング補間より復元された火山原面（図 A-1）を用いた。周回探査埋谷法は、数学的アルゴリズムである凸包を応用した火山原面の等高線を作成する手法である。さらに離散的な等高線からクリギング補間を用いて連続的な地表面を示す火山原面を作成した（図 A-1）。作成された火山原面 DEM を可視化により確認し、既存の手法により作成された原面と比較した。その結果、本研究で用いた手法では、現存する火山の尾根の上面を正確に結んだ適切な埋谷ができており、手法の有効性が示された。そこで、上記の手法を環太平洋造山帯北部域の High Cascades, Alaska – Aleutian Island, Kamchatka – Kuril Island, Japan にある 70 火山の 80 範囲に適用し、開析度と開析深を算出した。

## 3. 結果および考察

開析度・平均開析深と火山の形成年代を比較した。その結果、開析度と形成年代（対数）は  $r = 0.586$  ( $p < 0.05$ )、開析深と形成年代（対数）は  $r = 0.421$  ( $p < 0.05$ ) の有意な相関を示した。

次に、火山の開析度、平均開析深と形成年代との関係に影響を及ぼす各要因について、それぞれ検討を行った。その結果、氷河により侵食が卓越する火山は、河川による侵食が卓越する火山と比較して、相対的に大きい開析深を示した（図 A-3）。これは氷河が河川よりも強い侵食力をもつことを示している。一方、開析度については両者の差はない（図 A-2）。これは、氷河が面的な侵食によって、比較的滑らかな地形を形成し、その影響が開析深の大きさの影響と相殺したためと考えられる。このことから、開析度は単に開析量を示す指標ではなく、水平方向の地形の複雑さも反映する指標であることが示された。また、気温が低いほど開析深は大きくなる。これも上記の通り、氷河の発達状況が原因と考えられる。また、山体の標高が大きいほど開析度・開

析深は大きく、特に後者への影響が強い。これは、侵食基準面との比高が大きくなり、開析が活発になるためと考えられる。その一方で、降水量が多いほど開析度、開析深が大きくなる傾向は認められなかった。これは、本研究で対象とした地域では植生の密度が概して高く、そのために降水量の影響が表れにくいためと考えられる。

既存研究では、火山の侵食速度は 10 万年程度で非火山と同程度になるとされていたが、本研究により、それよりも早く侵食速度が低下することが示された。また、本研究で使った手法は大半の火山には適切であるが、微地形が発達した厚い溶岩流で覆われている火山や、尾根が原面としての性質を失っている非常に古い火山には、適切でないことも示された。

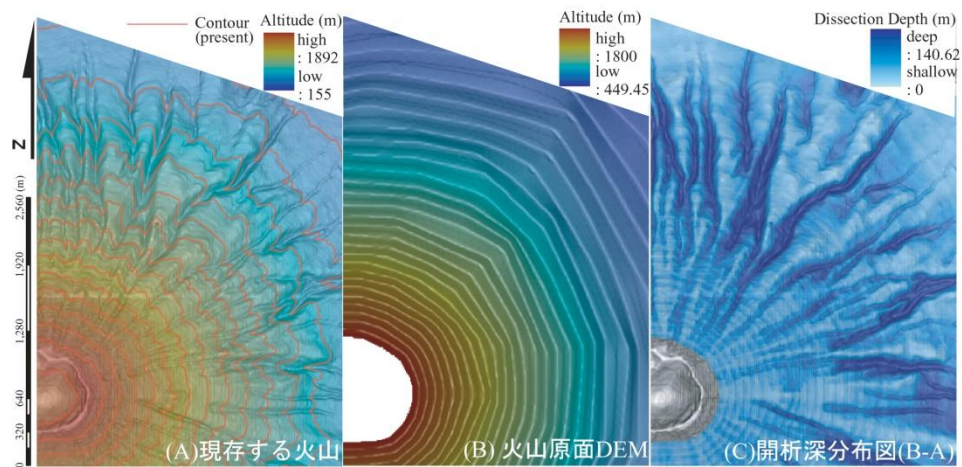


図 A-1 周回探査埋谷法およびクリギング補間を用いて復元した火山原面 DEM と開析深分布図の例

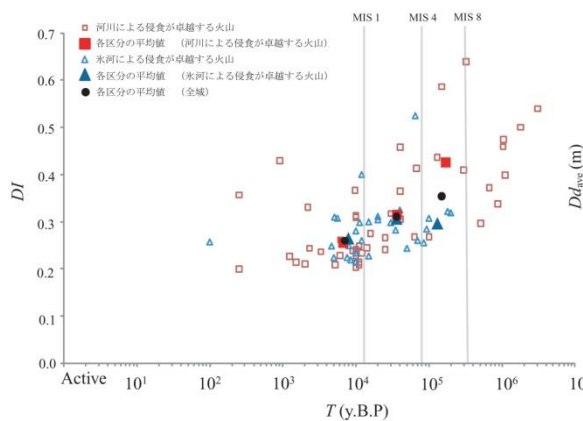


図 A-2 開析度と形成年代の関係

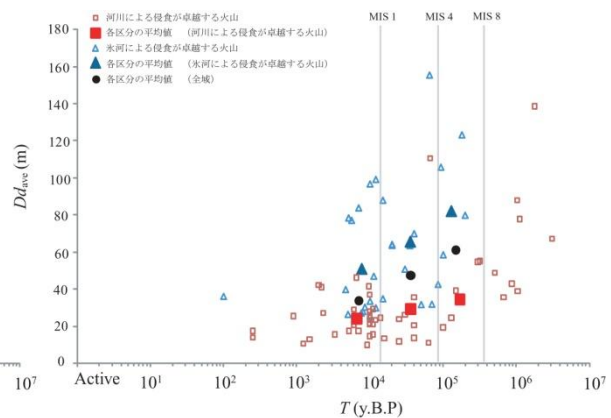


図 A-3 平均開析深と形成年代

引用文献：野上道男・隈元崇・中山大地・田中靖・乙黒善宏（1998）：DEM データ処理技術講習会テキスト。

日本地形学連合・技術講習会実行委員会。207。

# Dissection Index and Depth of Stratovolcanoes in Relation to Formation Age

Mar. 2010, Department of Natural Environmental Studies, 086610, Kota OSAWA

Supervisor; Professor, Takashi OGUCHI

Key words: volcano, topography, DEM, dissection, formation age

## 1. Introduction

It is essential to understand volcanic landforms for the development of volcanology which deals with various aspects of volcanoes. Erosional changes of volcanic edifices are related to natural hazards such as landslides and debris flow. Therefore, understanding erosional changes of volcanoes is an important issue in both earth science and disaster prevention, although this issue remains to be fully investigated. Most previous studies on volcanic erosion included qualitative and subjective aspects. The purposes of this study are: 1) develop an automated method to quantify the dissection of volcanic edifices objectively; 2) measure the dissection index (*DI*) and depth (*Dd*) of volcanoes whose formation ages are known to explore change in *DI* and *Dd* with time; and 3) discuss environmental influences on volcanic erosion by comparing *DI* and *Dd* with environmental factors.

## 2. Methods and study areas

*DI* and *Dd* were derived from the original surface of a volcano, reconstructed by the round seek method developed by the author. The method is based on the algorithm of convex hull and provides contour lines. The obtained contours were interpolated to derive a continuous surface of the original volcano using kriging (Fig. A-1). The surface was then compared with that reconstructed by an existing method developed by Nogami et al. (1998). The result indicates that the new method can perform more appropriate landform reconstruction through valley filling. The method was then applied to 70 stratovolcanoes comprising 80 measurement areas in the northern parts of the circum-Pacific orogenic belts.

## 3. Results and discussion

The dissection index (*DI*) is positively correlated with the formation age of the volcano with a correlation coefficient of  $r = 0.586$  ( $p < 0.05$ ). The dissection depth (*Dd*) and the age is also positively correlated with  $r = 0.421$  ( $p < 0.05$ ) (Fig. A-2, A-3). Despite these general trends, influences of some environmental factors were detected. Volcanoes with valleys formed by glacial erosion tend to show higher *Dd* than those with valleys formed only by fluvial erosion, indicating that glaciers are more effective for volcanic dissection than rivers. On the other hand, there is no distinct difference in *DI* for glaciated and non-glaciated volcanoes. Fluvial erosion form dense and complex valleys. Therefore *DI*

indicates horizontal complexity of a landform rather than the magnitude of erosion. Lower temperature is also associated with higher  $Dd$ , reflecting the high intensity of glacier erosion as noted above. In addition, higher volcanoes tend to have larger  $DI$  and  $Dd$ , suggesting that the distance from the base level of erosion affects the dissection of volcanoes.  $DI$  and  $Dd$  do not increase with annual precipitation. This observation may reflect the protective effect of thick vegetation, because the study areas are located in temperate mid-latitude to cold polar zones where vegetation density is high. Although a previous study indicated that the erosion rate in volcanic regions becomes similar to that in non-volcanic regions after 0.1 Ma has passed since the formation of volcanoes, the result of this study indicates that the erosion rate in volcanic regions declines much faster. The method developed in this study seems to be applicable to many other volcanoes, although the method is inappropriate for volcanoes covered by thick lava flows with well-developed microtopography, and for too old volcanoes whose original surfaces have already been lost from their ridge lines.

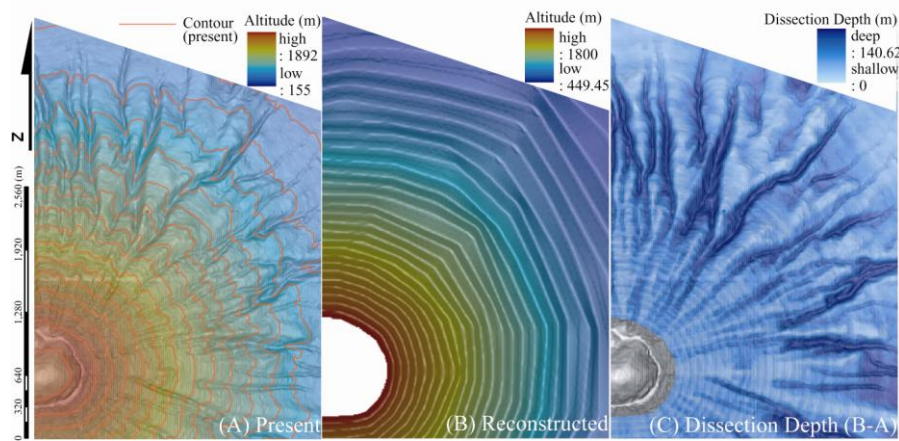


Fig. A-1. A) Present topography of Mt. Youtei. B) Reconstructed original topographic surface by the round seek method and kriging. C) Distribution of dissection depth ( $Dd$ )

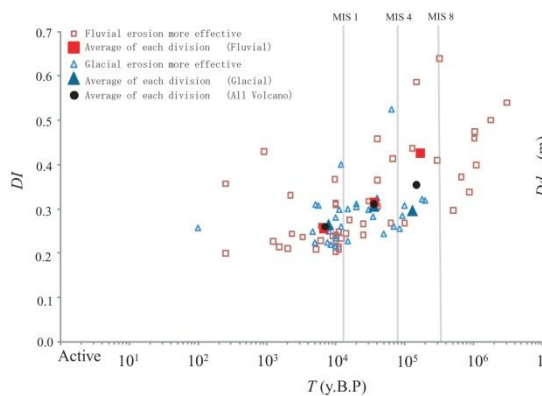


Fig. A-2. Relationship between formation age and  $DI$ .

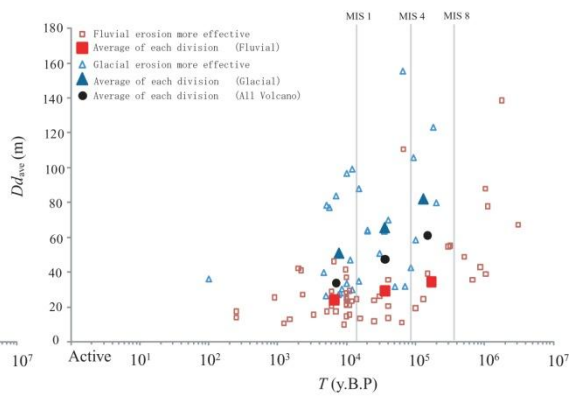


Fig. A-3. Relationship between formation age and  $Dd$ .

Reference: Nogami, M., Kumamoto, T., Nakayama, D., Tanaka, Y. and Ootoguro, Y. (1998): Textbook for workshop of DEM. Japan Geomorphological Union. Planning committee. 207.