

簡易的物理モデルを用いた十和田八戸火砕流分布域と推定分布域の比較

A comparative study of the distribution of Towada-Hchinohe pyroclastic flow and the estimations from simple physical models

平林 徹也 [1]; 鎌田 桂子 [2]; 安達 裕介 [3]

Tetsuya Hirabayashi[1]; Keiko Suzuki-Kamata[2]; Yusuke Adachi[3]

[1] 神戸大・理・地球惑星; [2] 神戸大・理・地球惑星; [3] 神戸大・自然・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ.; [2] Earth and Planetary Sci, Kobe Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Graduate School and Technology, Kobe Univ.

十和田八戸火砕流は約 13000 年前に噴出した大規模火砕流で、十和田カルデラを形成した。本火砕流は東北地方北部に広く分布し、分布域は中川 (1972)、早川 (1985)、土井 (1993) らによって示されおり、カルデラ北方では約 65km、南方では約 100km の流走が報告されている。安達 (2004MS) は本火砕流の堆積物を、一般的な谷埋め型と、細粒で比較的淘汰が良い高所・遠方堆積型の 2 種類に分類した。本報告では分布に関する再調査を行うとともに、簡単な物理学を応用したモデルを用いて流走域を想定し、実際の分布との比較検討を行った。

Hsu (1975) によって提案されたエナジーラインモデルは、分布域を想定するモデルとして火砕流に適応され、金子・鎌田 (1992) はこのモデルを三次元に拡張しエナジーコーンモデルと呼んだ。本研究において本火砕流にこのモデルを適用したところ、摩擦角 $F=3.43^\circ$ 、噴円柱崩壊高度 4300m に設定した推定分布域が、最も実際の分布域に近かった。しかし実際の分布には北方と南方で約 30km の流走距離の差があり、北方の推定流走域に対して実際の流走域はかなり短い。これは比較的希薄な流れだったと考えられている本火砕流の高所・遠方型堆積物に、質点力学の応用であるエナジーコーンモデルを適用したためであると考えられる。そこでカルデラ北方の上北平野から下北半島かけて分布域に関する再調査を行い、さらに比較的希薄な火砕流に対して適応可能なモデルの検討を行った。

カルデラ北方における調査では、カルデラから約 75km の陸奥横浜付近において、風化火山灰層中に角閃石を含む数ミリの軽石を新たに確認した。この付近には角閃石を含む火山灰層が八戸火砕流堆積物以外に存在しないことから、この軽石を八戸火砕流起源であると判断した。

また大規模火砕流の力学と熱力学について議論した Bursik and Woods (1996) によるモデルを用い、カルデラ北方と南方について分布の再現を試みた。Bursik and Woods (1996) は火砕流の流走距離 x_f を以下の関係式で示している。 $x_f = x_0 + (V/Ws) \ln((1-n_0)Ta/n_0(T-Ta))$ ここで x_0 はカルデラの半径、 V は体積流量、 W はチャンネルの幅、 s は平均粒子落下速度、 n_0 は初期ガス質量比、 Ta は大気温度、 T は火砕流の温度である。それぞれの値については以下のように考えた。火砕流のポテンシャルエネルギーと運動エネルギーとの比はリチャードソン数 Ri と呼ばれ、 $Ri > 1$ のときは空気の取り込みを無視し、 V を一定として考えることができる。本研究では八戸火砕流を $Ri > 1$ の空気の取り込みを無視できる流れとして考えた。八戸火砕流は非溶結なため T は 573K、 Ta は 273K とした。粒度分析から本火砕流高所遠方堆積物は比較的淘汰が良いことが示されており、火砕流を粒径の均一な流れとして考えることで、 s は一定の 1m/s とした。前述の分布域から、本火砕流が北方と南方それぞれ $W=8.4$ km と 4.3km のチャンネルを流れたとして考えた。一般的なマグマ中のガス含有量は 1-2wt% であるため $n_0 = 0.02$ 、 $n_0 = Ta/T$ のとき臨界点に達することから n_0 は 0.02 から 0.4 の間で考えた。また n_0 が決定されると初期密度 B_0 も決定される。

以上の条件を関係式に当てはめると、北方 75 km、南方 100 km の流走距離を満たす体積流量は、最小で 1km³/s、最大で 23km³/s であった。噴出率は体積流量と密度の積で表されるため、 $n_0=0.2$ のとき最小で 10^{10} kg/s、 $n_0=0.4$ のとき最大で 3.5×10^{10} kg/s であった。また本火砕流堆積物の総質量は約 50×10^{12} kg (安達 2004MS) より、火砕流の噴出時間は $n_0=0.2$ のとき 5.0×10^3 秒、 $n_0=0.4$ のとき 1.4×10^3 秒と見積もった。