

ブラストの数値シミュレーション -セントヘレンズ火山1980年5月18日の噴火-

Numerical simulations of the May 18, 1980 blast at Mount St. Helens

江口 友章[1], 谷口 宏充[2], 齋藤 務[3], 高山 和喜[3]

Tomoaki Eguchi[1], Hiromitsu Taniguchi[2], Tsutomu Saito[3], Kazuyoshi Takayama[4]

[1] 東北大・理・地学, [2] 東北大・東北アジア研セ, [3] 東北大 流体研 衝撃波センター

[1] Earth Sci. Tohoku Univ, [2] CNEAS, Tohoku Univ, [3] Shock Wave Research Center, IFS, Tohoku Univ, [4] Shock Wave Research Center, IFS, Tohoku Univ.

1980年5月18日、セントヘレンズ火山では大規模な山体崩壊に伴って山頂から北へ向かって高温高速で広がるブラストが発生し、その掃過域にある樹木がなぎ倒された。人工的な爆発現象の解析によると、倒木という現象は爆風の過剰圧に関連しており、そこにはある敷居値が存在していることが報告されている。そこで、本研究では衝撃波伝播の計算コードを用いて山体の各地点が受ける最大過剰圧をシミュレートし、倒木・非倒木域を調べた。ブラストを誘起させるモデルには、岩屑なだれの流走ルート上に複数個の爆源を設置して連続的に爆発させていく線爆発モデルを使用し、爆心の初期条件は90%倒木域の面積から求めた値を用いた。

(1) はじめに

大規模な山体崩壊に伴い、火山体内部の圧力が瞬間的に減少し山体内部の熱水が急激に気化することにより水蒸気爆発が発生することがある。この時、爆源から高速で周囲に広がっていった爆風をブラストと呼び、広範囲にわたって巨木をなぎ倒す等深刻な被害をもたらす。このような災害要因は発生頻度こそ少ないものの、一度発生するとその被害は計り知れない程甚大であるため、その拡がりやシミュレートすることは防災上非常に重要な課題となっている。そこで本研究では、1980年5月18日にセントヘレンズで発生したブラストを例にシミュレートし、できるだけ正確な再現実験を試みる。ここでは、現在進めている計算の途中経過や初期条件等を提示し、計算結果は発表会場で披露する。

(2) 基礎方程式および計算スキーム

ブラストは掃過域にあったセントヘレンズ火山の北西、北、北東方向の500km²の山地を破壊し、火口から10~13kmにわたって樹木がなぎ倒された。また、倒木域と非倒木域の境界を見ると非常にシャープな特徴を示していた。これらの事実から考えて、樹木が倒れるか倒れないかといった現象には爆風の圧力が関与しており、その値がある敷居値を越えたために樹木が倒れたものと推測できる。また、そのような調査は主に戦時中の爆弾による被害調査や核爆発実験等により詳細におこなわれており、例えば90%倒木時の爆風の過剰圧は0.22barと評価されている。そこで、今回の計算では多少事実とは異なるが単純化のために、ブラストを水蒸気からなる高速で広がる気体（衝撃波）と仮定して、その基礎方程式である三次元圧縮性オイラー方程式をHarten YeeのTVDスキームにより差分して計算をおこない、倒木域を求める。

(3) 計算領域および計算格子生成法

計算領域はセントヘレンズ火山周辺の約42km×37kmにわたる範囲とし、その領域内にUSGSがインターネットを通じて無料で提供している3秒（約93m）メッシュ数値データを使用して計算格子点を450×400×50点配す。

(4) 爆発モデル

ブラストを誘起するモデルとして、火口の直上に高温高压の容器を設置し、隔壁を瞬間的に取り去ることにより破裂させる点爆発モデルと、爆点を山体から山麓にかけて複数設置し連続的に次々と破裂させていく線爆発モデルを想定する。ブラスト発生の様子を撮影した連続写真を見ると、ブラストは流走する岩屑なだれの内部からの爆発に伴って発生しており、爆発の圧力源は明らかに岩屑なだれと共に移動している事が分かる。そのため、ブラストを再現するモデルとしては線爆発モデルの方がより適している様に思えるが、これらの検証をおこなう事も今回の計算の目的である。

(5) 爆心の初期条件

爆心の設置地点は、点爆発モデルの場合には馬蹄形カルデラの底に、線爆発モデルの場合には岩屑なだれの流走ルートに沿った地表面にそれぞれ設置する。爆心の初期条件は、90%倒木域の面積から求めた値 $4 \times 10^{16} \text{J}$ （谷口、1993）を使用する。