

地形を考慮した3次元爆発波伝播の数値計算による伊豆大島1986年光環現象の解析

Analyses of Flashing arc on Izu-Oshima 1986 eruption based on 3-D numerical simulation of blast waves with the topographic effect

横尾 亮彦[1], 齋藤 務[2], 市原 美恵[3], 高山 和喜[2]

Akihiko Yokoo[1], Tsutomu Saito[2], Mie Ichihara[3], Kazuyoshi Takayama[4]

[1] 東北大・院理・地球物質, [2] 東北大 流体研 衝撃波センター, [3] 東北大・東北アジア

[1] Inst. Min. Petro. Econ. Geol., Tohoku Univ., [2] Shock Wave Research Center, IFS, Tohoku Univ, [3] CNEAS, Tohoku Univ., [4] Shock Wave Research Center, IFS, Tohoku Univ.

火山爆発に伴う圧力波に起因する現象の一つに、光環現象がある。これは、圧力波の伝播に伴う大気の膨張収縮により、大気中のH₂Oが相変化し、一瞬の雲の形成や消滅という形で目視されるものである。この現象は、爆発発生場近傍の圧力変動を知るための重要な情報源である。Nairn(1976)や、Ishihara(1985)らは、一次元衝撃波管モデルに基づいた解析を行い、光環の伝播速度から発生源における圧力溜まりの状態を推定した。これに対し、横尾・他(2002)は、光環を発生させる圧力波の本質は、開かれた空間に伝播する爆発波であることに着目し、球爆発の数値計算に基づいて、雲の出来る場所の時空間分布を詳細に調べた。その結果、光環の伝播速度だけでなく、その時空間分布の構造も解析の対象とすることにより、爆発源の圧力と大きさを決定できる可能性を示した。そして、その手法を用いて、伊豆大島1986年噴火の際に観測された光環現象から、その爆発源の情報を読みとることを試みた。

一方で、東北大学流体科学研究所衝撃波研究センターでは、これまで、3次元の地形を考慮した、火山爆発による圧力波の伝播の数値計算を行ってきた。その結果、爆発波は地表面で複雑に反射、回折するため、その波形を数値模擬する上で、地表面の形状を正確に表現することが極めて重要であることが分かってきた。この知見を基に、横尾・他(2002)の解析を見直すと、球対称爆発モデルの適用性は自明ではない。そこで、今回、1986年噴火当時の伊豆大島火口付近の地形を考慮した3次元爆発波伝播の数値計算を行い、光環の時空間分布の構造と爆発発生源の関係の再評価を行う。

まず、伊豆大島1986年噴火中に作成された地形図(国土地理院、1986年11月作成)の5m間隔の等高線を読みとり、地表面形状格子を作成した。3次元計算のための空間格子は、地表面格子を垂直方向に積み重ねながら徐々に平滑化することで作成した。最終的な数値格子は、当時の活動中心である三原山火口を中心に、200m四方、高さ160mの六面体領域とし、空間解像度は2mとした。

爆発源としては、高圧の大気泡の破裂を想定し、溶岩湖面上に高温高圧の火山ガス(水蒸気)を詰めた球状容器を置き、計算開始と同時に容器内高圧気体を瞬時に開放する。周囲気体には、光環現象発生当時の伊豆大島上空大気の圧力、温度、湿度を設定する。爆発波計算によって得られた圧力と温度から、水蒸気に分圧と飽和水蒸気圧力をそれぞれ計算し、飽和条件を満たすところで雲が発生すると判断する。高圧気体容器の直径、圧力、温度を変化させて計算を行い、雲の発生領域の時空間分布を得る。計算結果と、1986年11月21日の光環映像記録を比較し、最適な爆発源パラメータを決定する。その結果と、過去の球爆発モデルの結果を比較し、地形効果の重要性を評価する。

光環現象の映像解析と、爆発波数値計算を組み合わせ、爆発源パラメータを決定するという本手法は、映像技術の発達とともに、ますます有力になると期待される。今後は、雲の形成や消滅が爆発波自体に与える影響も考慮し、火山爆発計測システムとして確立したい。