

地震記録による火球現象の解析

Analysis of Great Fireball from Sonic Boom Records on Seismograms

石原 吉明 [1], 束田 進也 [2], 酒井 慎一 [3], 平松 良浩 [1], 古本 宗充 [1]

Yoshiaki Ishihara [1], Shin'ya Tsukada [2], Shin'ichi Sakai [3], Yoshihiro Hiramatsu [4], Muneyoshi Furumoto [1]

[1] 金大・理・地球, [2] 気象庁・地震火山部, [3] 東大地震研

[1] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ., [2] Seismological and Volcanological Dep., J.M.A., [3] Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo, [4] Earth Sci., Kanazawa Univ

隕石、火球の経路決定は、現在太陽系のどこに何があるのかを知るためには欠かせない。しかし、昼間の火球については写真観測がされていないことから経路決定はされていない。昼間でも経路決定できる手法に火球の落下に伴う衝撃波の解析がある。今回、目撃されている火球について衝撃波記録からの経路解析を試みた。我々は1996年から1998年11月までに観測された17の大火球について、衝撃波記録が地震計に残されていないか丹念に調べた。その結果、1998年3月30日の3時20分すぎに観測された宮古火球において衝撃波記録を見出し経路決定を行った。その結果は写真観測による経路決定の結果と非常に良く一致するものであった。

はじめに

小惑星など惑星間の微小天体は太陽系誕生時の情報を持っていると考えられる。現在、これらの微小天体が惑星間空間のどこにあるかを知ることが、太陽系および地球の成り立ちを解明するために非常に重要である。これら微小天体起源のもので、我々が実際手にとって研究することが出来るものは、唯一隕石のみである。しかしながら、隕石の成分だけでは太陽系内の位置情報がなく不十分であり、その隕石が太陽系のどこからやってきたのかを知ることが重要である。

火球、隕石の経路決定は目撃証言や写真、ビデオ観測などにより行われている。しかし、写真、ビデオシステムによる観測は晴れた夜でならないなど制約が多く、昼間の火球についてはその能力を発揮することができない。そのため、昼間の火球については目撃という極めて時間精度にかけるものによる経路決定しかなくあったのが実情である。そこで、写真、ビデオ観測に換わる、あるいはそれを補う経路決定法が必要となる。昼間の火球について、経路を決定することが出来る経路決定法としては、電波観測や火球落下にともなう衝撃波の解析が考えられる。今回は後者の衝撃波の解析により、火球の経路を決定する。この手法の利点は、衝撃波を検出するデバイスが地震計であり、時間や天候に左右されず24時間の観測が可能であり、また極めて高い時間精度を持つということである。

データ

本研究では東京大学地震研究所地震地殻変動観測センターに保存されている短周期速度型地震計の連続波形記録から、天文年鑑1998年版、およびJapan Fireball NetworkのHomepage (<http://www2s.biglobe.ne.jp/~JN-/index.html>) に記載された1996年9月から1998年11月までに観測された火球のうち17の火球について、出現地域、出現時間周辺の記録を切り出し、データとした。

解析手法

火球は超音速飛行物体であるから、等速直線運動していると仮定すれば、火球を頂点とした円錐形の衝撃波面 (Mach Cone) を形成する。火球の経路を決定するためには任意の点での衝撃波到達時を火球の経路成分 (初期時間、初期位置での火球の位置、方位角、入射角、速度) で表す必要がある。長沢他 (1987) のように任意の点での衝撃波到達時を定式化すれば、この式を用いることにより、火球の落下経路を求めることができる。ここでは経路成分についてグリッドサーチをおこない、経路けっていった。

結果

17の火球について衝撃波記録を残していないか地震波形記録を詳細に調べたが、-10等級未満の明るさの火球では衝撃波記録は見出せなかった。また、-10等級を上回る火球であっても衝撃波記録を残さないものもあった。

1998年3月30日に観測された宮古火球について、28箇所の地震観測点において、火球落下に伴う衝撃波と思われる波形が見つかった。フォーワードモデリング解析を行うことにより、経路決定することが出来た。

-10等級未満の明るさの火球で衝撃波記録が見つからなかったのは、十分つよい衝撃波が励起されなかったためと考えられる。今回の結果は、落下にともなう衝撃波の励起と火球の光度との間になんらかの関係があることを示唆するものである。