地質ニュース509号，31-32頁，1997年1月
Chishitsu News no.509, p.31-32, January, 1997

つくば隕石雲のダスト量

司馬康生[1)]

つくば隕石の落下に伴って発生した隕石雲について，その中に含まれる隕石から蒸発したであろうダストの質量を試算した．その結果は，350kgとなった．しかし計算途上で多くの仮定を含んでいるため，その精度は高くない．

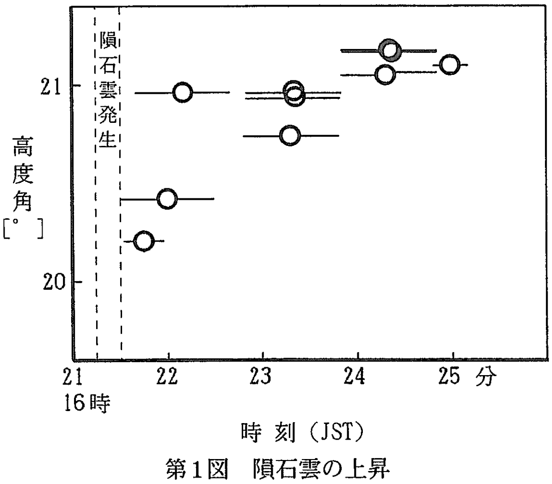
1. はじめに

1996年1月7日16時21分過ぎ(JST)，茨城県つくば市とその周辺の合計23ヵ所に，合計800～900g程度の普通球粒隕石が落下した．いわゆるつくば隕石である．この隕石は落下の際に上空に顕著な白雲を残した．この雲は快晴の空の中，17時(JST)過ぎまで40分以上観測され，多くの写真も撮影された．隕石雲は，隕石雨のような大規模な隕石落下に伴って発生するとみられ，近年の日本では国分寺隕石に伴って観測されている．

大気に突入した隕石は大気中で磨耗し，最初の質量に対して地上に到達し発見回収される質量は，一般にかなり小さくなる．しかし，その割合の見積もりは難しい．例えば，隕石の鉱物結晶に見られる宇宙線による傷の程度によって，地上で発見された隕石表面が宇宙空間では表面からどの程度の深さだったか見積もる方法がある．しかし，これを大気中で多数に分裂した隕石雨に適用するのは難しいと思われる．一方，流星物理学的に求める方法もある．これは，火球の発光が隕石が当初持っていたエネルギーの一定の割合が蒸発に供されるとして計算する場合が多い．しかしこの方法も，大気に突入した速度が不明であると計算不能である．今回は，直接磨耗によって蒸発した隕石成分が雲を形成したものと考え，その質量の試算を行った．

2. 隕石雲の成分

つくば隕石に伴う隕石雲は高度24～26km付近で発生した(司馬ほか，本号参照)．この高度は成層圏であり，成層圏の温度は高度が高くなるほど温度は高くなっている．また，気温が低いため大気中の水蒸気量は極めて少ない．一方，H球粒隕石の水の含有量もほとんど無視しうる程度である．そして，小林正人氏によって撮影された隕石雲の連続写真から，隕石雲の最輝部は発生後，上昇運動をしていた(第1図)．なお風による移動方向は，視線方向に対して垂直に近いので，ほぼ無視できる．これらから，雲の成分として，隕石の成分がそのほとんどであり，水(H_2O)が関与した可能性は低いと考える．ここでは，以下隕石雲の成分は，全て隕石由来のダストであるとして考える．



第1図　隕石雲の上昇

キーワード：つくば隕石，隕石雲

1) 日本流星研究会：
〒654-01 神戸市須磨区南落合1-17-8-201

3. ダスト量の試算

計算では多くの仮定を必要とする．ダストの平均的な大きさ・当時の空の明るさ・ダストの反射能などである．以下に概算の手順を記す．

隕石雲は容積を持つものだが，計算単純化のために平面上に投影された奥行きの無いものと考え，球形で等しい直径のダスト粒子が，平面上に重なり無く並んでいたものとみなす(第2図)．隕石雲の明るさの基準は，満月の輝度とする．

a．基本的な数値

(1)　満月の明るさ 34Lx(満月による地上照度)反射能 7[%]

(2)　隕石雲の大きさ(平面投影) 1,000[m]×100[m]=1×10^5[m^2]とする

(3)　ダストの反射能 50%と仮定

(4)　ダスト直径 10[μm]=10^{-5}[m]，流星塵の典型的大きさを仮定

(5)　ダスト密度 3.7[g/cm^3]=3.7×10^3[kg/m^3]

b．計算

(1)　隕石雲の単位面積当たりの面輝度が満月と同じと仮定する．これは，青空の約4倍の面輝度であり，通常の明るい白雲の面輝度に近い．

(2)　隕石雲の全面積に対するダストの占める面積の割合 7/50=0.14

(3)　観測点から見たダスト表面積 0.14×1×10^5=1.4×10^4[m^2]

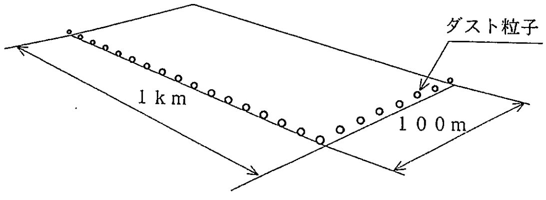
(4)　ダスト1個の断面積 (10^{-5})/2)^2×π=7.8×10^{-11}[m^2]

(5)　ダスト1個の容積 4/3×π×(10^{-5}/2)^3=5.2×10^{-16}[m^3]

(6)　ダスト個数 1.4×10^4/(7.8×10^{-11})=1.8×10^{14}[個]

(7)　ダスト全容積 5.2×10^{-16}×1.8×10^{14}=9.4×10^{-2}[m^3]

(8)　ダスト全質量 9.4×10^{-2}×3.7×10^3=3.5×10^2[kg]



第2図　隕石雲のダストの配置

4. 考察

得られた計算結果，350kgは，多くの仮定を持ち込んだ値であり，ケタの程度の信頼性しか無いものと考える．例えば，ダスト直径は，流星塵の典型的な大きさを使ったが，通常の流星による流星塵より低い高度で発生した隕石雲の成分ダストが，同様の大きさであるいう保証はない．また，反射能は半透明のガラス質と考えて50％としたが，これも十分な根拠はない．とりあえず計算した結果は，単純アブレーションモデルによるシミュレーションに対して大きな相違はないように見える．つまり，相当量の質量が上空で消費され，地上に落下して回収された隕石はそのごく一部と思われる．

この計算方法はこれまであまり試みられなかった方法であり，今後良いデータが得られる隕石の落下に遭遇するならば，同様の方法で満足のゆく精度の値を提供できる可能性は有ると考える．今回は，写真の濃度測定を時間の都合で実施できなかったが，今後これを行うことで，若干のデータ改良を試みたい．

この文章は，第29回日本アマチュア天文研究発表大会での発表資料を一部修正したものである．なお，発表会場において村山定男氏よりダストの反射能は過大見積もりではないだろうか．とのコメントをいただいている．

参考文献

司馬康生・伊藤大雄・下田　力・福井敬一・重野好彦(1997)：つくば隕石雨の落下経路と軌道．地質ニュース，no.509，16-22.

SHIBA Yasuo (1997)：Estimation of Tsukuba meteoritic cloud mass.

<受付：1996年11月5日>