

流星塵研究 25 年の歩み

森 久 保 茂*

1. 流星塵とは何か

流星物質・黃道光物質・星間物質等所謂宇宙塵が大気内に突入すると、其の摩擦熱で融解発光して流星となる。

この際液化した物質は再び凝固して表面張力によって完全球体となる。これを流星塵 (Meteoric Dust or Micrometeorite, 以下 MD と記す) と云う。専門家はこれを宇宙塵 (Cosmic Dust) と云うが我々所謂アマチュアは宇宙塵の二次的産物である流星塵しか研究の対象になし得ないのである。専門家は人工衛星により宇宙空間から直接宇宙塵を採取し得るので所謂 MD を含めて宇宙塵とよんでも差障はあるまい。

MD は大きさがミクロン級のものであるから顕微鏡を用いて見なければならぬ。従って「顕微鏡で見る天文学」と云うことになる。天文愛好家で顕微鏡まで持っている人は少ないからこれが研究の隘路になっている。MD は小さいもの程、数が多いかも知れない。最小のものはどのくらいかわかつてない。大きい方は 50μ くらいまで 20μ 以上になると急激に数を減ずる。顕微鏡の倍率にもよるが、 $10\sim20\mu$ のものが最も目立つ。外観は多くのものが完全球形で表面滑沢、黒褐色又は青褐色である。然し梢円形のもの、透明、半透明のものもある。但しこれは光学顕微鏡 (倍率 1500 倍程度まで) の所見で、電子顕微鏡で数万倍に拡大したら恐らく表面にかなりの凹凸があるものと推定される。今迄に電子顕微鏡による観察は極く少い。又成分は主として Fe で次いで SiO, Ni, Co, Mn 等である。これは専門家によつて X 線マイクロアナライザーで分析された結果であるが隕石のそれに似ている。

2. 研究史

我国に MD が紹介されたのは恐らくアメリカの J. D. Buddhue の小論文「Meteoric Dust」(The Univ. of New Mexico Press 1950) であろう。これは 1951 年頃であったろうが、連続的に採集される様になったのは 1954 年頃からで片岡良子 (宝塚市) 森静子 (大阪府) 都留寿美子 (尼崎市) 山田一雄 (岡山県) 石崎正子 (兵庫県) 等主として関西で婦人が長谷川一郎氏の指導によつて始めてからである。関東でも 1954 年秋、齊藤馨兒、村山定男両氏により雨水中から検出され、筆者もこれに

ならって 1955 年 1 月 9 日の雨水より始めてこれを検出したが定量測定法を考案し同年 5 月以降現在まで継続している。其他 田崎昭一 (富山市) 樋口八重子 (長野県) 西原重行 (長野県) 宮城第一女子高校 (仙台市) 鈴木寿々子 (四日市市) 等の諸氏が比較的長期に亘り測定を続けたが、現在は残念ながら筆者と樋口八重子氏が続行しているにすぎない。

筆者の處には毎年 10~20 件の問合せがあり、その都度小冊子「流星塵の測定法」を贈って観測を促しているが殆ど観測に加った人はない。これは顕微鏡を要すること、作業が単調で時間がかかること、新しい事実や注目される様な成果は期待出来ないこと等によるものと思われる。

3. 研究会

1958 年 8 月 31 日 大阪市電気科学館にて流星塵研究懇談会が開催され筆者も出席して関西の人達と初めて意見を交換した。関東では筆者等が第一回流星塵研究会を 1962 年 1 月 21 日 東京上野の国立科学博物館にて開催し村山定男氏等 MD 研究者の他に広瀬秀雄東京天文台長、富田弘一郎氏 (東京天文台) 進士晃氏 (水路部) 根本順吉氏 (気象庁) 丸山晴久氏 (気象研究所) 神田茂氏 (日本天文研究会長) 小槻孝二郎氏 (流星研究家) 等の専門家を招き研究方針につき教示を受けた。第二回も同じ会場にて 1963 年 8 月 14 日 開催し関西方面からも多数の研究者が出席した。其他 1961 年 10 月 29 日 山本天文台に於ける流星及び流星塵シンポジウム、1962 年 8 月 5 日 山口市に於ける西日本アマチュア天文家の集い、1964 年 5 月 31 日 川崎市に於ける東日本流星隕石流星塵研究会等あり、日本天文学会の年会に発表された MD に関する演題は次の通りである。

- 流星塵の定量測定法 (1956 年 5 月) 森久保 茂
- 人工流星塵 (1956 年 10 月) 森久保 茂, 原田光次郎
- 流星塵の 5 年間の結果を検討して (1963 年 5 月) 森久保 茂
- X 線マイクロアナライザーによる MD の検討 (1963 年 5 月) 村山定男
- 諏訪に於ける流星塵の測定 (1961 年 10 月) 樋口勝子, 樋口八重子
- 流星塵の研究 (1963 年 5 月) 宮城第一女子高校
又日本アマチュア天文研究発表大会でも 2, 3 の発表

* Shigeru Morikubo: The Study on the Meteoric Dust for the past 25 years

がなされた。

4. 測定方法

MD の測定は一般にはガラス板上に自然落下するものを顕微鏡下で検出する方法がとられている。ガラス板も日本では初めから顕微鏡用オブジェクトグラスが用いられていた。これをガラス板法と云う。然しこの他に雨水や雪の中のもの或は堆積土中から発見するには済過法が用いられる。又雨水等の中をビニールで包んだ磁石で攪拌して採取する磁石法も用いられたこともある。

筆者は定量測定法を考案し、ガラス板法のときはオブジェクトグラスを 24 時間戸外に露出し、その中央の 2 cm × 2 cm を区割して隅々まで検鏡し検出した数を記録して 24 時間 1 cm² の数を算出する。又一定量の雨水を済過しその済紙の中央部 2 cm × 4 cm を検鏡し 1 l 中の数を記録する（雨水済過法）。

顕微鏡の倍率はガラス板法では 500 倍前後（筆者は 600 倍）を用い、済過法では 300 倍前後を使用するとよい。高い倍率を使用する程小さいものまで検出出来るが時間がかかりすぎると長続き出来ない。又顕微鏡もなるべく大きいものを使用しないと同じ倍率でも小さいものでは視野が暗く狭くて能率が悪い。ガラス板法は 1 回 1 枚でよく、毎日露出するにこしたことはないが検鏡が追いつかぬので筆者は 5 日 1 度観測している。又ガラス板法では粘着剤としてグリセリンをぬる。これは極く少量を落し殆ど見えないくらいに拭き取ってしまう程度でよい。多すぎると MD が埋没して形がわからなくなり他の塵埃と区別が出来ない。ポマードやワセリンを用いる人がある様だがこれは絶対不可である。

5. 研究結果

a) 流星群との関連は認められない

流星によって生ずる MD であるから流星が多發すれば当然増加すべきであることは誰しも考える所である。Buddhue の論文にもその事実を認めていたし、我々も当初それを予想していた。然るに著名な流星群のあと 1 ~ 2 ヶ月に亘り観察しても遂にその事実は認められなかつた。理由は判然としないが、これは散在流星の数の方が流星群による流星の数よりはるかに多いため、その増加が不鮮明になるものと推測される。

b) 秋期に急増する

MD を長期に亘って観察すると毎年 9 月を中心に急増する現象をどの観測者も例外なく認めている（第 1 図及び第 2 図）。この理由も判然としないが、散在流星の数は 6 ~ 8 月頃多くなることはレーダー観測などから認められている（アメリカ）。従ってそのとき生じた MD が 1 ~ 2 ヶ月後に落下するので 8 ~ 10 月に急増するのでは

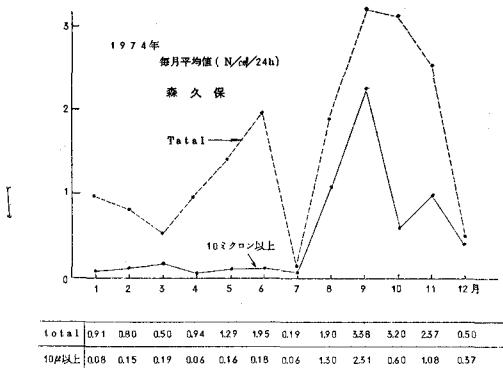


図 1

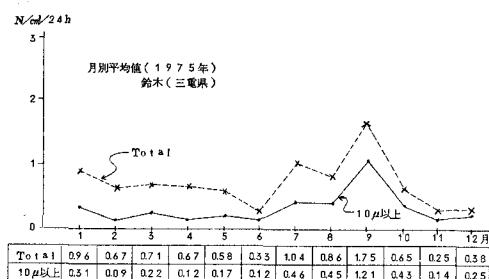


図 2

あるまいか。然しこの現象も 10 μ 以上のものに於いて認められ以下のものでは認められない。これはやはり推定であるが、MD の落下速度は 10 ~ 20 μ のもので 1 ~ 5 cm/sec 程と考えられているので地上に達するのに気流の影響など考えると 1 ~ 2 ヶ月を要するが、10 μ 以下のものは数ヶ月から 1 年を要し年間落下数が平均化されるのではないかと考えられる。

この秋期急増は我が国では例外なく認められる現象であり、世界的にはどうであろうか我々の知りたい所であるが MD の長期測定は外国ではあまり例がない。島博士（理化学研究所）は北アメリカの観測で 4, 5 月頃にピークがあると報告されている。筆者も北アメリカのニューヨーク州の観測者から 1 ~ 2 月頃にピークがあると云う報告を受けたが、孰れもその観測法が判然としないので直ちに比較することは困難と思われる。今後世界各地にこの様な観測が行われることを希望し、筆者は 1978 年の IUAA (International Union of Amateur Astronomers) の総会に MD の紹介を行ったが今の反響はない。

c) MD の年次変化

毎年秋期に MD は急増するがその急増の度合は毎年一様ではなく少ない年も多い年もある。其の変化に周期性は認められない（表 1 及び表 2）。その上各観測者により寡多の年が必ずしも一定していない。ただ同表を見

ると1967年と1970年は各観測者の値が一様に上昇し、1977年は森久保と鈴木の値が同様に小さい。孰れにせよ顕著な一致は見られずMDの局所性の強いことを示している。なお同表から一般に全ての観測者の値が近年になるほど小さくなる傾向が見られる。

d) MDの直径(粒度)

前述した様にMDは直径 50μ 以下と見てよく 30μ 以上のものは稀で、それ以下のものは小さい程数が多いと推定される。最小のものはどれくらいかはわからないが光学顕微鏡に於いて筆者は1500倍(油浸)で 0.5μ 程度のものまで認めているが、この倍率は常用出来ない。常用の600倍では識別出来るのは 2μ 程度まで 5μ 以下は見落すことが多く検出数は激減する。

6. 専門家による研究

専門家の研究は当然我々アマチュアのものとは異り、星間物質としての究明であるから化学的組成の分析や宇宙物質としての特性の証明などである。

a) 化学組成

MDを化学的に分析するには、かなり多量に而も純粋に(まじりけなく)集めなければならぬので、これは仲々困難な作業である。従って島博士(理化学研究所)や

表1 流星塵降下量の経年変化
(N/cm²/24 h) Total

年次	森久保	山田	樋口	備考
1965	2.28	1.27		
66	3.19	1.66	3.64	
67	3.35	2.16	4.93	○
68	2.24	2.81	4.16	
69	1.63	2.24	4.73	
70	2.17	2.37	5.29	○
71	1.37		4.74	
72	1.10	鈴木	3.63	
73	1.37	3.33	3.90	
74	1.49	1.25	3.84	
75	1.99	0.74	2.42	
76	1.28	0.38	1.99	
77	1.04	0.29	2.93	△
78	1.56	0.61	2.87	
79	1.04			

[注] ○ 値の大きい年
△ 値の小さい年

村山定男氏(国立科学博物館)はX線マイクロアナライザーによる分析を試み前記の様な結果を得ている。又これが宇宙よりのものである証拠としては宇宙線や太陽プロトンなどの照射を受けて生ずるであろうCo⁵⁷, CO⁵⁶, CO⁵⁵, Mn⁵⁸, Al²⁶, Na²², C¹⁴等の核種の検出が必要である。これも島博士によって試みられているが、少なくとも1000個以上のMDを要する困難な作業の由である。

b) 特殊な場所での採取

専門家は航空機や気球による上空での採取や人工衛星による大気圏外の採取も行う。又高山・極地・海底の堆土よりの採取も行われている。筆者も第一次南極越冬隊の採取した氷よりの検出を行った(1957年)又1957年~58年の西堀越冬隊長がガラス板法で採取されたものを石崎正子が検鏡している。

現在星間塵又は宇宙空間物質として宇宙塵の研究が前記理化学研究所の他、早大理工学研究所 東大宇宙線研究所、京都大学基礎物理学研究所等で行われ屢々シンポジウムも催されている様である。

c) 降雨との関係

オーストラリアのBouen博士によれば、流星群出現の約1ヶ月後に降雨量が増加する。これは発生したMD

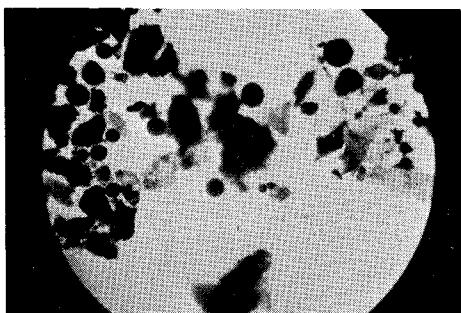
表2 流星塵降下量の経年変化
(N/cm²/24 h) 10μ以上もの

年次	森久保	山田	樋口	備考
1965	0.68	0.35		
66	0.43	0.41	0.44	
67	1.25	0.68	0.97	○
68	0.64	0.75	0.78	
69	0.53	0.46	0.70	
70	0.64	0.58	0.64	○
71	0.29		0.55	
72	0.38	鈴木	0.21	
73	0.60	0.64	0.35	
74	0.68	0.29	0.37	
75	1.01	0.33	0.53	
76	0.49	0.23	0.29	
77	0.42	0.12	0.55	△
78	0.72	0.33	0.61	
79	0.57			

[注] ○ 値の大きい年
△ 値の小さい年

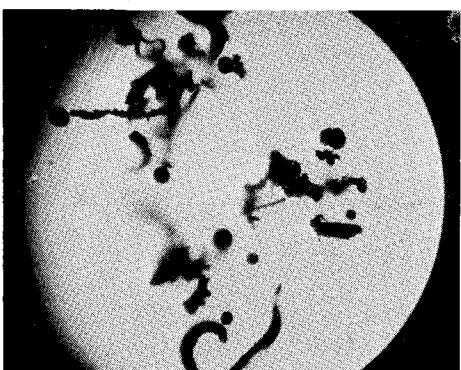
流星塵 20μ (600×)

1970.8.4 採取



人工流星塵（電気熔接の火花より）

川崎トキコ工場にて 1956.6.9



人工流星塵（グラインダーより）

川崎トキコ工場にて 1956.6.9

が雨の核（水晶核）となるためであると発表した（1953年）これについて故丸山晴久氏（気象研究所）は1959～60年の2年間空気中の水晶核の濃度を測定し著名流星群出現後28日目に必ず水晶核の濃度が増加し1ヶ月に降雨量が増加することを認めた。然し我々の測定ではMDの増加は認められない。このことは水晶核となるべきMDは 1μ 以下の小さなものに限られ我々の研究の対象にならなかつたためと思われる。

7. 人工流星塵

工場等にて行われるある種の工程からMD類似の物体が生じ、これが大気中に飛散して天然のMDに混じ再び地上に落下するであろうと云うことは早くから云われていた。筆者は1956年川崎のトキコ工場の厚意により同工場からMD類似の物体を多数採集した。それはグラインダー・電気熔接・ガス熔接・熔鉢炉等から多数発生する。これらとMDとの区別は顕微鏡下では困難な場合が多いが強いて云えば、大きいものが多く 100μ に達するものも珍らしくなく、又表面はかなり粗雑なものが多い。これらがどのくらい天然のものに混っているかは場所によって異なることは当然で、工場地帯のMDの数が田園地帯や山地より多いとしたら、その分は人工的なものによるものと考えてよい。その識別は組成の分析による他はないが採取したもの一つ一つを分析することは事实上不可能である。この人工物によるcontaminationはMD研究上実にやっかいなものと云わねばならない。

8. 終りに

我々アマチュアにとってはMDの地上落下数の消長を長期に亘って測定する以外に出来ることはない。これがどんなことを意味するかは知らないが宇宙塵の二次的物質であるこれらのものを看過することは出来ない。

この測定も現在の処、ほとんど我が国のみで行われているので、これを世界各地で行ってもらい地球上の普遍的な結果を知りたい。

我が国でも観測者は次第に減少する現状なので、一層各地の方々の参加を希望して止まない。

（筆者の「流星塵の測定法」なる小冊子と隔月発行の「流星塵回報」は希望者には無料で配布します。）