

流星塵観測報告 I

亀岡 千佳子*

The Meteoric Dust Report I.

1. はじめに

宇宙空間に漂っている塵が、地球の引力によって大気圏内に突入した時、大気との摩擦で発熱・発光し流星になる。摩擦熱でとけてちらばった流星物質が、再び、凝固するとき、その表面張力によりほぼ完全な球体となる。この球体は、大気中に徐々に落下し、地上に到達する。これを流星塵という。

流星塵は、光学顕微鏡で見る限り完全球体である。まれに楕円のものもあるが、極くわずかである。色は黒色のものがほとんどだが、少し青みがあったものもある。透明、半透明のものもあるが少ない。主成分は、鉄とニッケルのもの、鉄のもの、珪酸塩のもの3組があることがX線分光器を使っての分析結果でわかっている。磁性を帯び表面が滑らかで硬質の感じがすること、顕微鏡下で投射光などをあてて見ると、光線の集光点がみえることなどが流星塵の特徴である。また、グラインダー、電気・ガス溶接などによる工場生産物

として、人工的な流星塵が発生することが認められている。これらの人工流星塵は、光学顕微鏡下では天然のものとの区別がまったくつかない。X線分光器を使っての成分分析においても、天然物であるという確認は得られない。また光学顕微鏡では一見滑らかで完全球体に見える流星塵も、電子顕微鏡で見ると表面に凹凸があり、完全球体ではないことが認められている。

流星塵は、1821年、スペインで雹をとかした水から発見されている。分析してみると鉄とニッケルを含んでいた。1872年から1876年の間にイギリスの海洋調査船「チャレンジャーVI世号」が採取した深海の堆積物中からも発見されている。日本では、岩本俊数氏が雨水の中から磁石を使って流星塵を集めることを試み、「天界」に小論文「隕塵の採集法について」(1951年)を発表したのが最初である。その後、山越和雄氏が深海泥から、石崎正子氏が南極昭和基地の飲料水用造水槽の底に溜まった固形分から流星塵を検出した。長谷川一郎氏はガラス板にグリセリンを塗って

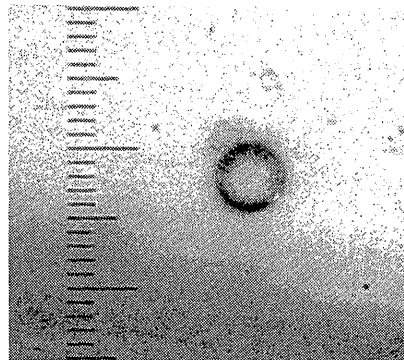
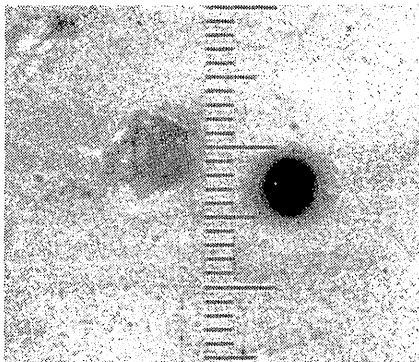


図1. 1987. 12. 9~10 採集 曇 少々被雨 ×600
10ミクロン 黒色 投射光・透過光

図2. 1987. 12. 4~5 採集 曇 ×600
12.5ミクロン 透明 投射光・透過光

* 川崎市青少年科学館天文クラブ

1953年10月から観測を試みた。専門家では、理化学研究所の島 誠博士や国立科学博物館の村山定男氏が、X線マイクロアナライザーを使って流星塵の分析を行った。現在の継続定量測定法を考案し、確立・定着させ、30年間にわたって観測を行っているのは森久保茂氏である。森久保氏は隔月で「流星塵回報」を発行している。地道で根気のいる観測であることと、華々しい成果を期待できないことから観測者は多くない。

2. 経緯

1985年7月、青少年科学館天文クラブに入会した。天文クラブは青少年科学館を拠点として活動している同好の集まりである。活動内容は主として科学館に設置されている40cm反射、15cm屈折等の天体望遠鏡を使用した天体写真撮影、ビデオ撮影、会報の発行等である。会員が各自の持ち味を活かして活動している。その中で、科学館の職員から勧められたこともあり直接天体を観測するものではないが、天文現象の一つである流星塵観測を試みようと思った。

1986年11月、中原市民館で「ふしぎな流星塵の話」という森久保氏の講演会がひらかれた。講演会では、スライドで流星塵や観測風景の写真を見せていただいた。後日、お宅までおじゃまし、直接顕微鏡で流星塵を見せていただき、お話をうかがい観測法について指導して頂いた。12月、予備観測を行ない、翌1987年1月より科学館で本観測を始めた。本報告は1987年1月より12月までのものである。

3. 観測方法

採集した流星塵を顕微鏡で検鏡し、その数と大きさを1ヶ月毎に集計、記録した。

(1) 採集法

流星塵の採集方法としては簡単且つ容易なガラス板法を用いた。ガラス板法とは、普通のスライドガラス(2.5cm×7.5cm)の表面にグリセリンをうすく塗り、これを戸外に一定時間水平に置いて露出し、流星塵をガラス面に付着させるやり方である。

グリセリンは、綿棒にしみ込ませたものを一滴ガラス板の上のせ、それを脱脂綿で拭くように表面全体にのばす。グリセリンを厚く塗ると、検鏡の時、輪が外側にでき、流星塵か否かの判定が困難になる。置く場所は人の出入りが少なく開けていて埃などがかからないようなところとして、科学館の屋上を選んだ。屋上に直に置くのではなく、ブロックを積み上げ高さ60cmぐらいの台を作り、その上にお菓子の缶に入れたガラス板を置くようにした。露出時間は24時間とし、これを原則として週2回行った。ただし露出時間中、雨が降った場合は除外した。

(2) 検鏡

顕微鏡は双眼でメカニカルステージのある生物顕微鏡を使用し、1987年1月~4月までは300倍、5月からは600倍で検鏡した。途中で300倍から600倍に変えた理由は、森久保氏から倍率が低いと小さい流星塵を見落とし易いと指摘されたことと、始め1枚検鏡するのに4時間から5時間かかっていたものが大分慣れて2時間以内で終らせることができるようになったためである。

まず、露出し終わったガラス板のほぼまん中に、2cm×2cmの検鏡範囲を定規を用い極細のマジッ

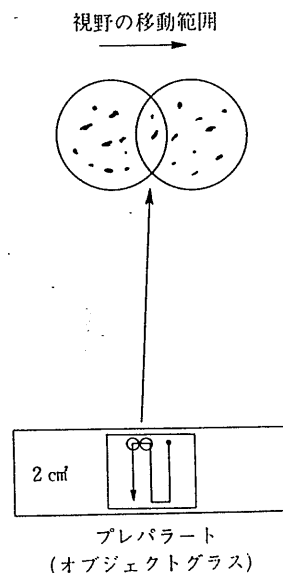


図3. 検鏡方法(森久保 流星塵とその観測法より転載)

クで設定する。ガラス板はカバーガラスも何もかけずそのままの状態ステージの上のせ、ステージを上下左右に動かしながら2cm×2cmの範囲内を端から見おとしがないように検鏡していく。この時、視野の両端の見落しをなくすために、移動範囲を7割におさえるようにした。また、顕微鏡の接眼レンズにマイクロメーターを装備し大きさを測定した。

(3) 流星塵の検出と記録

流星塵は球体で黒色のものが多いが、検鏡をしていると花粉など似た様な丸い物が沢山目につき、判別がむずかしい。それ故、流星塵の検出にあたっては、確実なものだけを取り上げ、疑わしきものはすべて除外した。流星塵を見つけたらマイクロメーターでその直径を計り、大きさによって15ミクロン以下のものは2.5ミクロン毎に、15ミクロン以上は5ミクロン毎に数をまとめ、24時間1平方cm当りの数(N/cm²/24h)も計算して日付、天候とともに記録しておいた。それを1ヶ月単位で各大きさ毎に集計し、総数に対する割合を求めた。月平均値は24時間cm²毎の数を測定回数で割っていただいたものである。%表示は小数点以下第2位を、24時間1平方当りの数と月平均値は小数点以下第3位を四捨五入した。透明、半透明、楕円の区別は、ト・半・ダの略号を用い、数を別記した。備考欄にはなるべく多くの気づいた事柄を記入するようにした。この1ヶ月毎の観測表を森久保氏のところに送付し、流星塵回報に載せて頂いた。

のほすべて除外した。流星塵を見つけたらマイクロメーターでその直径を計り、大きさによって15ミクロン以下のものは2.5ミクロン毎に、15ミクロン以上は5ミクロン毎に数をまとめ、24時間1平方cm当りの数(N/cm²/24h)も計算して日付、天候とともに記録しておいた。それを1ヶ月単位で各大きさ毎に集計し、総数に対する割合を求めた。月平均値は24時間cm²毎の数を測定回数で割っていただいたものである。%表示は小数点以下第2位を、24時間1平方当りの数と月平均値は小数点以下第3位を四捨五入した。透明、半透明、楕円の区別は、ト・半・ダの略号を用い、数を別記した。備考欄にはなるべく多くの気づいた事柄を記入するようにした。この1ヶ月毎の観測表を森久保氏のところに送付し、流星塵回報に載せて頂いた。

4. 観測結果

表1 観測結果一覧 観測場所 川崎市多摩区柵形 川崎市青少年科学館屋上 標高52m
1月は150倍、2~4月は300倍、5月以降は600倍で検鏡

月	日付	天候	直径(ミクロン)									計	N/cm ² /24h	備考	
			~2.5	~5	~7.5	~10	~12.5	~15	~20	~25	~30				>30
1 月	6~7	晴-曇											0	0.00	少々被雨
	8~9	晴											0	0.00	
	13~14	〃											0	0.00	
	16~17	曇	1										1	0.25	
	17~18	晴	1										1	0.25	
	21~22	〃	3										3	0.75	
	22~23	曇	4										4	1.00	
	29~30	晴											0	0.00	
	計		9										9	月平均	
%		100.0											0.28		
2 月	4~5	晴		1	1	1	1						5	1.25	
	6~7	曇	4	3	5		1						13	3.25	
	13~14	曇-晴				1		1					2	0.50	
	14~15	晴-曇	1		1								2	0.50	
	18~19	曇-晴	1										1	0.25	
	21~22	曇	3		1		1						5	1.25	
	25~26	晴	2										2	0.50	
	27~28	曇-晴											0	0.00	
	計		12	4	9	1	4						0	月平均	
%		40.0	13.3	30.0	3.3	13.3						30	0.94		

月	日付	天候	~25	~5	~75	~10	~12.5	~15	~20	~25	~30	>30	計	N/cm ² /24h	備考
3月	3~4	晴											0	0.00	露出 48h 少々被雨
	5~6	"				1	2			1			4	1.00	
	8~10	曇-晴		1	1	2		1					5	0.63	
	20~21	晴-曇			1		1						2	0.50	
	21~22	"				1							1	0.25	
	24~25	晴		2					1				3	0.75	
	27~28	晴-曇											0	0.00	
	計			3	2	4	3	2			1		15	月平均	
%			20.0	13.3	26.7	20.0	13.3			6.7			0.45		

4月	2~3	曇			1								1	0.25	
	4~5	晴			1		1		1			1	4	1.00	
	8~9	曇	2	1	1			2					6	1.50	
	11~12	"	2		1								3	0.75	
	14~15	曇-晴	2	1	1	1		2					7	1.75	
	22~23	曇			1	1							2	0.50	
	24~25	晴											0	0.00	
	30~1	"			1	1			1				3	0.75	
計		6	2	7	3	1	4	2			1	26	月平均		
%		23.2	7.7	26.9	11.5	3.8	15.4	7.7			3.8		0.81		

5月	4~5	晴	3	3	1	1							8	2.00	
	7~8	"	5	4	2	1	1						13	3.25	
	9~10	"		2	1								3	0.75	
	12~13	曇			1								1	0.25	
	15~16	"	1	2	5	3	1						12	3.00	
	21~22	"	1			1						1	3	0.75	
	28~29	晴											0	0.00	
計		10	11	10	6	2					1	40	月平均		
%		25.0	27.5	25.0	15.0	5.0					2.5		1.43		

6月	5~6	晴	1	1					1				3	0.75	露出 9 h
	6~7	"								1			1	0.25	
	11~12	"	1			1							2	0.50	
	17~18	"	1										1	0.25	
	23~24	"	1	1	1			1					4	1.00	
	26~27	曇	2	4			1						7	1.75	
	29~30	"											0	0.00	
計		6	6	1	1	1	1	1	1			16	月平均		
%		37.5	37.5	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3				0.64		

月	日付	天候	~25	~5	~75	~10	~125	~15	~20	~25	~30	>30	計	N/cm ² /24h	備考
7月	8~9	曇	1	1			1						3	0.75	少々被雨
	10~11	曇-晴		2									2	0.50	
	16~17	晴											0	0.00	
	21~22	曇		1	1		1	1	1				5	1.75	
	24~25	晴		4									4	1.00	
	30~31	〃											0	0.00	
	31~1	〃											0	0.00	
	計		1	8	1		2	1	1				14	月平均	
	%		7.1	57.1	7.1		14.3	7.1	7.1					0.57	

8月	6~7	曇				1							1	0.50	露出12h
	8~9	曇-晴				1		1	1				3	0.75	
	12~13	晴-曇		2			1		2				5	1.25	
	15~16	曇-晴			1		2						3	0.75	
	21~22	晴	1	2					3				6	1.50	
	26~27	晴-曇		1	2	2			1				6	1.50	
	28~29	曇-晴	5	6	4	2	1	1	2				21	5.25	
	計		6	11	7	6	4	6	5				45	月平均	
	%		13.3	24.4	15.6	13.3	8.9	13.3	11.1					1.64	

9月	1~2	晴		2	1		1	1	1				6	1.50	少々被雨
	12~13	曇			1		1				1		3	0.75	
	15~16	〃			1		1						2	0.50	
	19~20	晴		3		1		1					5	1.25	
	29~30	曇		1	1		3	7					11	2.75	
		計		6	4	1	6	8	1	1				27	
	%		22.2	14.8	3.7	22.2	29.6	3.7	3.7					1.35	

10月	3~4	晴				1	1	1	2				5	1.25	
	8~9	曇	1	1	1	1		1	1				6	1.50	
	13~14	晴		2	1	1	3	1					8	2.00	
	23~24	曇		1	1								2	0.50	
	27~28	晴	1	1	1	3							6	1.50	
		計		2	5	4	4	4	3	3				27	
	%		7.5	18.5	14.8	14.8	14.8	11.1	11.1					1.35	

月	日付	天候	~2.5	~5	~7.5	~10	~12.5	~15	~20	~25	~30	>30	計	N/cm ² /24h	備考
11月	5~6	曇			1		2						3	0.75	
	9~10	晴	2	1	1		(h)						4	1.00	
	20~21	"		1	2		1	1		1			6	1.50	
	25~26	晴-曇		2	(h)1		1						4	1.00	
	計		2	4	5		4	1		1			17	月平均	
	%		11.8	23.5	29.4		23.5	6.9		6.9				1.06	

12月	2~3	晴	1		4								5	1.25	(~7.5)中1
	4~5	曇		1	1	1							3	0.75	
	9~10	"		2	4	4							10	2.50	少々被雨
	16~17	晴	1	1	2	1	1						6	1.50	
	18~19	曇-晴					(h)						0	0.00	
	22~23	晴					1						1	0.25	
	計		2	4	11	7	1						25	月平均	
	%		8.0	16.0	44.0	28.0	4.0							1.04	

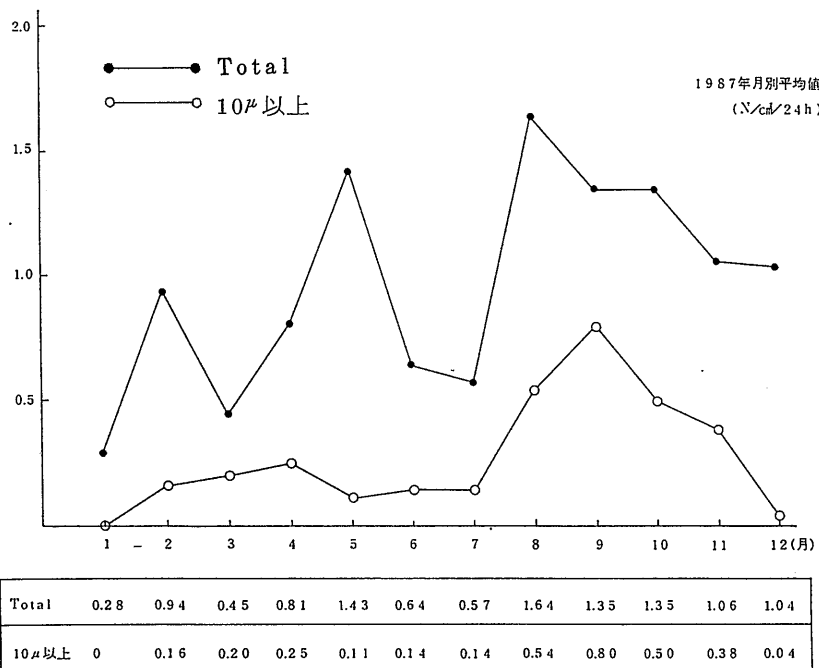


図4. 流星塵の月次変化

週2回の割合で流星塵の採集を試みたが、天候の不順(主に雨)や取り扱いの不備によるガラス板の破損などで、1年間を通して計104回の観測

が可能だったが79回しかできなかった。その中には少々雨のかかったものも含まれている。雨滴がガラス板上に認められる程度は検鏡したが、雨滴

表2 流星塵の大きさと数

直径 (μ)	~2.5	~5	~7.5	~10	~12.5	~15	~20	~25	~30	>30
%	15.0	24.6	19.1	14.7	9.9	10.2	4.8	1.0	0	0.7
	73.4				26.6					

が流れ出したものは除外した。

流星塵の月次変化は図4のようになる。8月にピークをむかえ秋に比較的多くなっている。特に10ミクロン以上のものは8月~11月にかけて急増している。この結果は従来流星塵は7・8・9月に急増するといわれてきているものを検証するものであった。流星塵の落下速度は、長谷川一郎著「流星塵の採集とその理論」(天界 378 1956年)によると、気流の影響を無視した場合

- 4 ミクロン 1~12ヶ月
- 5~10ミクロン 1~数ヶ月
- 10~25ミクロン 10~30日
- 30 ミクロン 1~数日

と計算されている。秋に流星塵が急増するのは、散在流星によるものだという説がある。それは電波観測による散在流星のピークが7~8月にあたり、丁度流星塵が地上で増加する時期と2~3ヶ月のずれが流星塵の落下速度と合致するためだといわれている。

次に1年間の観測値から流星塵の大きさと数の関係を表2に示した。大きさは5ミクロン程度のものが一番多く、20ミクロンを超えると極端に少なくなる。そして10ミクロン以下のものが全体の7割をしめている。従って流星塵は小さくなればなる程、量的に多くなるという従来の結果と同じになった。しかし、眼視による光学顕微鏡の限界もあり、どの位小さいものまであるかは不明である。

5. おわりに

流星塵の観測は顕微鏡さえあれば、どこでもだれでも容易に出来る天体観測である。幸い青少年科学館には、双眼で大きな型の顕微鏡があり、観測に必要な器具器材がそろっていた。流星塵観測は継続して行える観測としても、また、天体観測

というと夜間になりがちだが、昼間の空き時間を利用して検鏡できるという点でもよいものであった。更に、流星塵観測の第1人者である森久保氏が神奈川県内に在在しておられ、直接ご指導いただけたのもよかった。

流星塵に関しては、まだ未知なる部分が多く、人工のものか天然のものかという判別さえ難しい。今後も観測を継続するとともに、特に成分分析や土の中からの定量測定法の開発に力を入れ、様々な新しい調査研究を行っていきたいと考えている。

最後に流星塵観測を行うにあたってご指導いただいた森久保茂氏、並びに青少年科学館の方々、天文クラブの面々に厚くお礼申し上げる。

参 考 文 献

- 西堀栄三郎・石崎正子(1959)「南極昭和基地で採集した流星塵」PP.407~410(南極資料第7号)
- 島 誠・矢吹英雄(1968)「南極における宇宙物質に関する研究(I)」PP.53~64(南極資料第33号)
- 島 誠(1969)「隕石と宇宙塵の話」PP.128~136(天文月報第62巻第6号)
- 山越和雄(1978)「深海底の宇宙塵」PP.299~303(天文月報第71巻第11号)
- 島 誠(1978)「星の誕生と宇宙の塵」PP.177(玉川選書72)
- 森久保茂(1986)「流星塵とその測定法」PP.99(銀河書房)