国立天文台報　第8巻, 37－41（2005）

2004年うしかい座流星群のビデオ観測

菅谷多都子*1，春日敏測*2，佐藤祐介*3，渡部潤一

（2004年9月30日受理）

Video Observation of the June Bootid 2004 Meteor Shower

Tatsuko SUGAYA, Toshihiro KASUGA, Yusuke SATO, Jun-ichi WATANABE

Abstract

We carried out a wide-field TV observation of the predicted activity of the June Bootids meteor shower from 12h UT through 17h UT on 2004 June 23. We detected 9 meteors, along with 4 non-shower meteors. Although a broad activity was recognized until 16h UT, there was no June Bootid meteor during 16h－17h UT . It seems that the activity ceased at around 16h UT. The activity of this peak was not rich in bright meteors, compared with the 1998 outburst.The average influx rate of meteoroids during 12h－16h was $2.3\times10^{-6}\,\mathrm{km^{-2}\,s^{-1}}$ (mag < +3). The relationship between the observed activity and several theoretical predictions is discussed.

1. はじめに

近年のしし座流星群の活動に関する研究によって，流星群の構造についての理解が大きく進んだ．特に周期彗星を起源とする若い流星群では，母天体である彗星が近日点に回帰するごとに放出される流星体の一群によって，細長いダスト・トレイルが形成されることがはっきりしてきた．このダスト・トレイルの概念に立脚し，それぞれのトレイルについての摂動などを加味した軌道運動を計算し，流星群の出現時刻に関してきわめて正確な予測が可能となった．そして，このいわゆるダスト・トレイル理論[1]は，しし座流星群だけでなく，母彗星が明確にわかっていれば，他の流星群にも適用が可能である．

この理論によって、2004年6月，小流星群のひとつであるうしかい座流星群（別名：ポン・ウインネッケ流星群）が，活動をみせるという予測が，何人かの研究者によってなされた[3,4]．その予測によれば，母彗星が1819年，1825年および1830年に形成したダスト・トレイルが、地球に近づき，2004年6月23日の11時から16時（世界時）にかけて，活動が見られるとのことであった．

このうしかい座流星群は，1916年と1927年に大出現をみせた後，ほとんど活動が観測されなかった流星群であるが，1998年に突然の出現を見せ[4]，後に1825年に形成されたダスト・トレイルによって起きたものであることがわかった[5]．従って，今回も同様の出現をみせることが予想されたわけである．

活動の予測時刻は，日本でも観測可能な時間帯であったため，われわれは分光観測およびビデオカメラによる出現数のモニター観測を行うことにした．その結果，分光観測ではうしかい座流星群に属する流星のスペクトルの撮影に世界で初めて成功し[6]，またビデオ観測でも，観測時間中に雲に阻まれながらも活動が収まっていく様子を捉えることができた．本論文では，ビデオ観測から得られた出現数の時間変化と輻射点についてまとめたものである．

2. 観測

今回の観測にはWatec社製 NEPTUNE100 WAT-100nEIAを併用したビデオカメラシステム

*1 東京学芸大学（Tokyo Gakugei Univ.）
*2 総合研究大学院大学（Graduate Univ. for Advanced Studies）
*3 東京大学（Univ. of Tokyo）

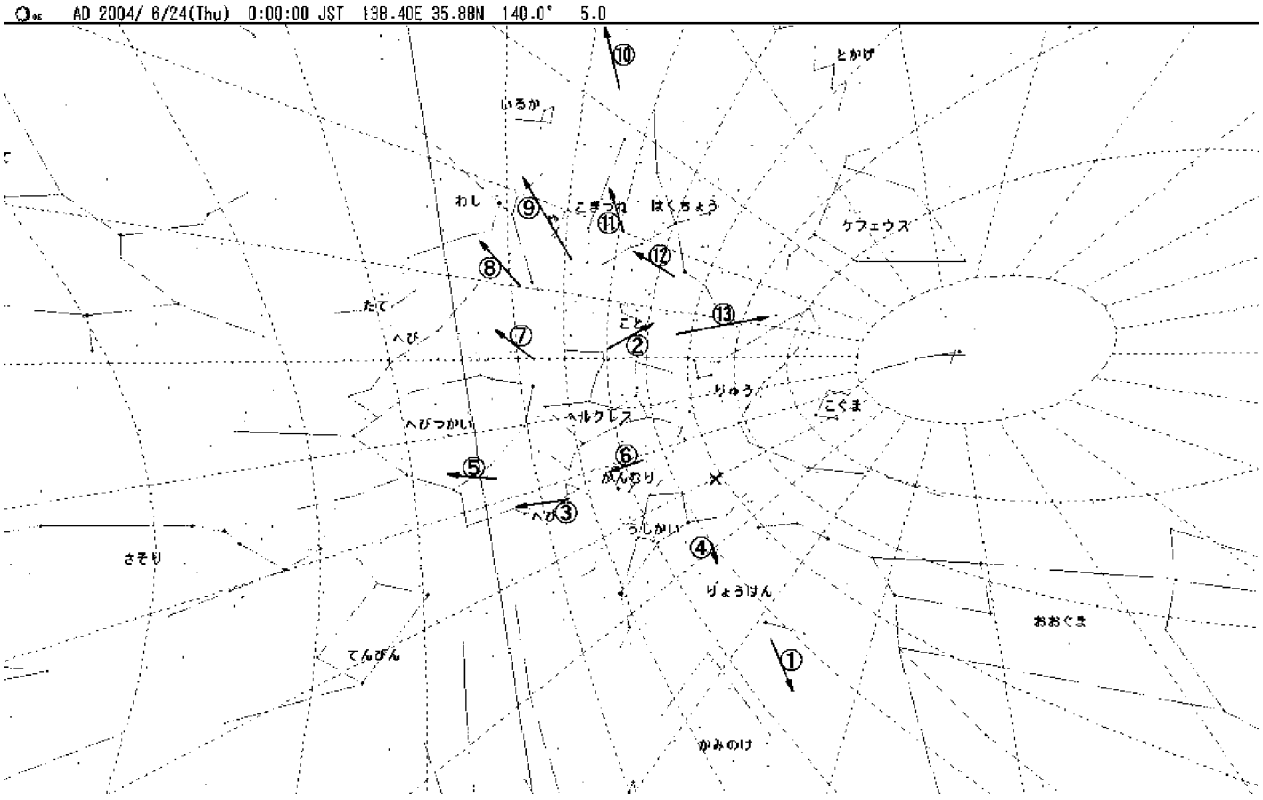

図 1a. うしかい座流星群の飛跡．中央やや右下のところに予想されていた輻射点を×で表した．

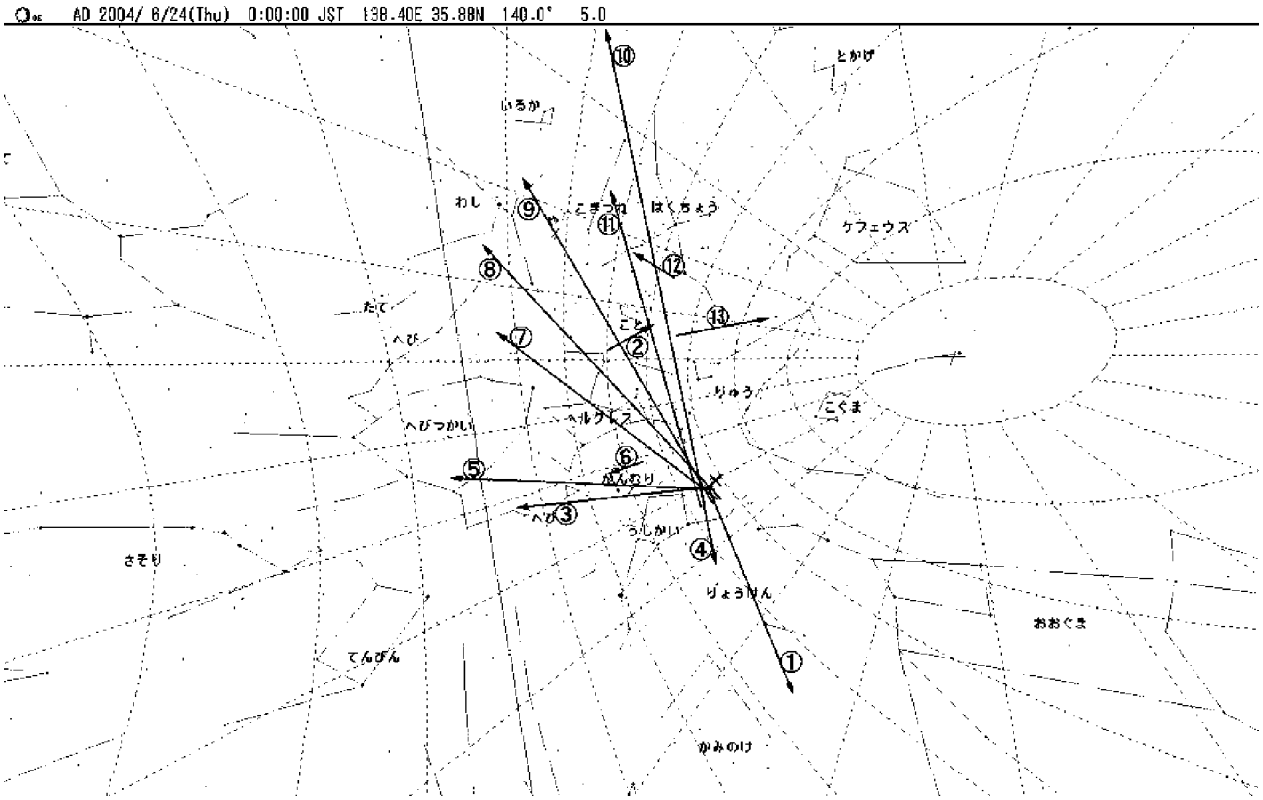

図 1b. うしかい座流星群の輻射点．予想されていた輻射点よりも若干赤緯が低いところにあることがわかる．

を使用した．レンズは焦点距離3.8mm，口径比0.8（絞り開放）を用いた．このときの写野範囲は62度×43度である．映像の記録媒体はmini-DVを使用した．カメラシステムは三脚に固定し，写野中心を天頂に設定した．これは，流星の単位時間単位面積あたりの流入量（flux）を求めやすくするためである．

上記の観測装置を山梨県北巨摩郡大泉村（北緯35度53分，東経138度24分，標高1210m）に設置し，2004年6月23日12時00分（UT）から17時00分（UT）ごろまでビデオ録画を行った．残念ながら，途中で雲に阻まれたため，解析を行ったのは12時00分～13時00分（UT）と，15時00分～17時（UT）のデータである．ただし，この間でも写野内の雲やビデオテープの交換により観測できないデッドタイムがあり，それらは一時間平均出現数を算出する時に補正した．観測できた流星の最微等級は約3.0等であった．なお，当夜の月は月齢５であり，13時30分（UT）ごろには沈んだので月明かりはまったく影響しなかった．

このときの観測で得られた流星を図１aに矢印線で示し，出現時刻，等級，輻射点までの距離などを表１に示す．流星番号②，⑫および⑬は明かに群流星ではなく散在流星と考えられる．流星番号⑥は群流星のように見えたが，飛跡を逆に延長したところ，輻射点が予想されていた点と大きくちがうこと，うしかい座流星群独特のゆっくり流れたり緩やかに増光・減光したりする様子が見られなかったことなどの理由から，散在流星とした．群流星と分類できる流星は９個，この群に属さない散在流星は４個であった．

群流星と思われる流星の飛跡を，輻射点の方向に逆に延長し図１中に書きこんだ．それを図１bに示す．これによると，輻射点は赤緯+45度，赤経222度で，予想されていた輻射点（赤緯47.77度，赤経224.12度）よりも若干赤緯方向が低い方にあったように思われる．

表１．観測された流星の諸データ．表の時刻はUTで表示している．輻射点からの距離は，発光点と予想された輻射点の距離を示している．

番号	時刻[UT]	等級	群・散在	輻射点からの距離(°)	雲量
①	$12^h05^m29^s$	0	群	27	0
②	$12^h10^m26^s$	3	散在	-	0
③	$12^h21^m43^s$	1	群	35	3
④	$12^h24^m10^s$	2	群	12	3
⑤	$12^h38^m57^s$	2	群	54	2
⑥	$12^h47^m08^s$	2	散在	-	0
⑦	$12^h53^m52^s$	0	郡	54	3
⑧	$15^h19^m56^s$	1	群	68	2
⑨	$15^h34^m56^s$	1	群	59	9
⑩	$15^h36^m29^s$	2	群	81	6
⑪	$15^h59^m29^s$	3	群	57	7
⑫	$16^h01^m04^s$	1	散在	-	4
⑬	$16^h09^m29^s$	-1	散在	-	0

3．データ処理

録画したビデオテープを再生しながら目視により流星数を以下の手順で数えた．

まず，流星群であるかを判定するために，テレビ画面に映っている星の配列から天球上の座標を同定し，輻射点方向を求めた．また，光度判定のため，いくつかの比較星を選択し，その光度を調べた．その後，画面上で確認できた流星を群流星とそれ以外の散在流星に判別し，出現時刻と光度を記録した．

我々の観測時間内で検出できた流星は群流星が９個，散在流星が４個であった．上記の作業を複数の検出者によって２回行い，見落とす流星の数を極力低減することにつとめた。数えた流星数を，流星群の活動度として評価するために，さまざまな補正が必要である．前節で述べたデッドタイムの補正，および最微等級による微光流星の見落としを補正する．後者には，流星群の光度関数が必要だが，ここでは1998年に観測された時に得られた光度関数2.2を用いた[4]．kはその時刻における写野内の雲の割合である．また，mは観測時の写野内に写っている最も暗い星の等級で，本観測ではm=4.0とした．

$$CHR=HR*[2.2^{6.5-m}]*(1-k)^{-1} \quad (1)$$

次に，輻射点の高度補正を行う．輻射点の高度は時間とともに変化するのである観測地点での流星体の流入量は，その地点に流星群がどのような角度で衝突してくるか，すなわち地表単位面積あたりの流星数に大きく影響する．したがって，輻射点高度（h）の正弦で割算して補正する．つまり，輻射点が天頂にあった場合に観測されたであろう値に変換した値が，ZHRである．これは輻射点が天頂にあった場合，理想的な条件のもとで本システムで観測されたであろう１時間あたりの流星数である．

$$ZHR=CHR(\sin(h))^{-1} \quad (2)$$

これらの補正によって得られた１時間毎の観測流星数および補正した流星数（ZHR）を図２に示す．

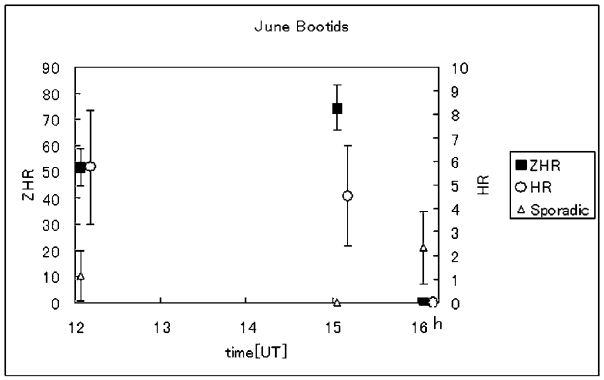

図 2．うしかい座流星群のHRとZHR.

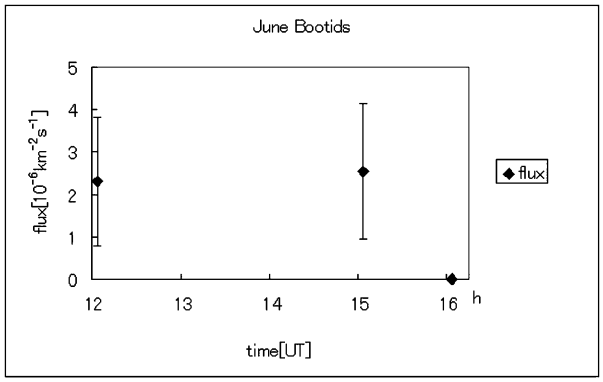

図 3．うしかい座流星群の単位時間単位面積あたりの流入量（flux）

4．議　　論

今回のうしかい座流星群の流星流入量を以下の手順で求めた．

観測地点での高度100kmにおいて写野範囲62度×43度の実面積Sは9561km^{2}である．これらの数値をもとにして流星群のフラックスΦを（3）式によって計算した．

$$\Phi = ZHR/S$$

検出した流星について，1時間毎に求めたZHRを実面積Sで割算するとフラックスが求められる．その結果を図 3 に示す．

本観測では，世界時で2004年6月23日12時台と15時台で流星群の出現が検出できた．種々の補正の結果では，15時台の方が活動度が高いが，誤差を考えると，その活動度はほぼ同じとみなせる．

平均的な流入量は12時台で2.12×10^{-6} [km^{-2}s^{-1}]であった．15時台では2.53×10^{-6} [km^{-2}s^{-1}]であった．一方，16時台には散在流星が 2 つ検出されたものの，うしかい座流星群に属する流星は全く出現しなかった．このことから，流星の出現は12時台から15時台までは継続していたが，15時過ぎにはほとんど活動しなくなったと考えられる．

日本流星研究会がまとめた眼視観測者によるうしかい座流星群の観測結果によると，12時台から16時台にかけて出現が認められるが，流星数は時間と共に急激に減少し，17時台にはほとんど出現が見られていない[7]．我々の結果は，途中の13時台から14時台にかけての観測ができなかったために，この衰退過程について明確には述べることはできないが，16時台に活動が低調になったことは明らかであり，日本流星研究会の結果を支持するものであろう．

一方，これらの結果は，ダスト・トレイル理論による予測の成功を示す良い例といえる．佐藤幹哉氏の予測によれば，各トレイルがもっとも地球に接近する，すなわち極大時刻は，12時30分（1810年トレイル），13時45分（1825年トレイル），及び15時31分（1819年トレイル）であった[3]．また，Vaubaillon（2004）の予測では，極大は11時であった[2]．我々の観測開始前に極大があったかどうかは，我々より東の経度でのデータがないのでわからないが，15時台まで続いた活動は、1819年のダスト・トレイルが確かに存在し，それを確かめたと考えられる．

5．おわりに

われわれはダスト・トレイル理論がしし座流星群以外の流星群に初めて適用され，その予測に基づく観測を行い，ほぼその予想の通りに活動する様子をビデオ観測で捉えることができた．本観測だけでなく，世界的なモニター観測のデータを集めて，今後は個々のダスト・トレイルと活動の関係が議論されていくことになろう．本論文は，そのひとつのデータを提供したもので，日本の経度での流入量の観測として，重要な結果である．

また，今後は，このように母彗星が明確な流星群については，同様の予測がなされていくと考えられる．その場合，予測に基づいた各種の観測が可能となる．その意味で，今までは偶然に左右されてきた流星に関する観測を研究は新しい時代に入ったと云えるだろう．

参考文献

1) D.J.Asher: Leonid Dust Trail Theories, in *Proceedings of the International Meteor*

Conference, Frasso Sabino, Italy, 23－26 September 1999, Eds.: Arlt, R., International Meteor Organization, 5－21 (1999).

2) J. Vaubaillon: 2004 June Bootids forecastings, http://www.imcce.fr/s2p/JBO/2004JBO.html (2004).

3) 佐藤　幹哉: Pons-Winnecke彗星由来の流星群の2004年出現の可能性についての検討 ～中間報告 3 ～, http://kaicho.pobox.ne.jp/tenshow/meteor/7p2004/v3.htm (2004).

4) R.Arlt, J.Rendtel, P.Brown, V.Velkov, W.K.Hocking, and J.Jones: The 1998 outburst and history of the June Bootid meteor shower, *Mon.Not.R.Astron.*, **308**, 887－896 (1999).

5) D.J. Asher, and V.V. Emel'yanenko: The origin of the June Bootid outburst in 1998 and determination of cometary ejection velocities, *Mon.Not.R.Astron.Soc.*, **331**, 126－132 (2002).

6) T. Kasuga, J. Watanabe, N. Ebizuka, T. Sugaya, and Y. Sato: First result of June Bootid meteor spectrum, *Astron. Astrophys.*, **424**, L35－L38 (2004).

7) 小川宏：2004年ポン・ウンネッケ流星群観測速報、天文回報、日本流星研究会、No. 745 (2004).