

AZ EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

CSILAGÁSZATI TANSZÉKÉNEK

KÖZLEMÉNYEI

1.szám

SZÉCSÉNYI – NAGY GÁBOR

AZ 1973f ÜSTÖKÖS FOTOGRAFIKUS MEGFIGYELÉSÉNEK

EREDMÉNYEI

Az 1973/74-estől készült fotográfikus megfigyeléseknek

eredményei

Szécsényi - Nagy Gábor

ELTE Csillagászati Tanszék

Az 1973/74-es észlelési időszakban 16 felvételt sikerült készítenem az égitestről. A pozíciómeghatározások eredményeként pályaszámításra nyílt lehetőség, amelynek eredménye egybevág a más észlelések alapján végzett számításokéval. A lemezek vizsgálata során az üstökös különös felületi fényesség-eloszlására lettem figyelmes, amely a sárga színben készült felvételen különösen szembetűnő volt. Más obszervatóriumok illetve a Skylab nyilvánosságra hozott megfigyeléseivel összevetve arra következtettem, hogy a jelenség az üstökös nagy százalékos por tartalmával magyarázható. Az égitest képeinek ekvidenzitáit a Liège-i Egyetem Asztrofizikai Intézetében sikerült felvennem, és az ott dolgozó üstökös-specialisták megerősítették a különös "ellenesőva" vizuális vizsgálata során levont következtetéseimet. A dolgozat befejezéseként ismertetem a külföldön végzett spektroszkópiai megfigyelések eredményeit.

#### A MEGFIGYELÉSEK

Valamennyi fotográfikus észlelést a Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének Piszkestetői Obszervatóriumában felállított 60 cm nyílású, 90 cm tükrátmérőjű és 180 cm fókusz távolságú Schmidt-teleszkóppal végeztem. (1), (2) Mintnag e műszer nyílásviszonya  $D/f=1/3$  / viszonylag nagy, csak a csillagászati éjzaka tartama alatt /  $h_0 < -18^\circ$  / lehet használni, és csak abban az esetben, ha a Hold nincs a horizont felett. Kivételes esetben rákényszerülünk arra, hogy 1-3 napos Holdnál is készítsünk felvételeket, illetve hogy már a csillagászati szürkület idején megkezdjük az észleléseket, de

Készült az ELTE Sokszorosítóüzemében  
100 példányban  
Felelős kiadó: Dr. Kátai Imre  
Felelős vezető: Arató Tamás  
Copyright: Szécsényi-Nagy Gábor, 1975  
ELTE 75145

ilyenkor csak nagyon rövid ideig exponálnatunk, mert néhány perc után az égi háttér olyan komoly feketedést idéz elő a lencsében, hogy az már tudományos igénnyel nem dolgozható fel. Tekintettel arra, hogy az üstökösök abszolút fényessége általában rohamosan növekszik, ahogy a Nap felé közeledek, a megfigyeléseket arra az időszakra koncentrálták a világ összes csillagászati obszervatóriumában, amikor az 1973f csillagunktól nem volt távolabb, mint egy csillagászati egység /Cs.E./. E határt 1973. november 26.-án lépte át az égitest, a rajnai égen járva, nem sokkal megelőzve a Napot. Ebben az időszakban nyílt először lehetőségünk az üstökös megfigyelésére, s ha az időjárás lehetővé tette volna, december 10.-ig fényképezhettük volna azt. Ezután az 1973f oly közel került a Naphoz, hogy egész 1974. január 8.-ig nem volt reményünk a megpillantására. Ismét a légköri viszonyok hátráltatták kutatásainkat, de január 12.-én végre derült idő volt, és a szürkületben sikerült felismernünk a rég várt jelenséget. Hamar be kellett látnunk, hogy a remélt fényes objektum helyett egy szabad szemmel még jól kivehető, de már halvány üstökössel kell beérnünk. Sajnos naplemente után nem sokáig volt a horizont felett, így a nagy refrakciót és extinkciót okozó sűrű légrétegeken át kellett megörökítenünk. Az idő 13.-án és 14.-én is elég tiszta volt, így további felvételeket tudtam készíteni. Ezt követően ismét állandósult a borús idő, s az üstökös-fényképezésnek szó szerint "befellegzett".

A két lenetséges észlelési periódus alatt az alábbi lemezeket sikerült felvennem :

Sorszám	Dátum	Expozíció	Lemez fajta	Szűrő
S 5536	1973.12.02.	5 <sup>n</sup> 05 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 12 <sup>m</sup>	103a-0	-
S 5537	1973.12.02.	5 <sup>n</sup> 20 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 28 <sup>m</sup>	103a-F	-
S 5538	1973.12.02.	5 <sup>n</sup> 30 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 35 <sup>m</sup>	103a-D	-
S 5539	1973.12.02.	5 <sup>n</sup> 37 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 47 <sup>m</sup>	IIa-D	-
S 5562	1973.12.03.	5 <sup>n</sup> 20 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 25 <sup>m</sup>	103a-F	-
S 5563	1973.12.03.	5 <sup>n</sup> 27 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 30 <sup>m</sup>	IIa-D	-
S 5564	1973.12.03.	5 <sup>n</sup> 33 <sup>m</sup> - 5 <sup>n</sup> 37 <sup>m</sup>	IIa-D	-

Sorszám	Dátum	Expozíció	Lemez fajta	Szűrő
S 5568	1974.01.12.	17 <sup>n</sup> 54 <sup>m</sup> -17 <sup>n</sup> 57 <sup>m</sup>	103a-0	-
S 5569	1974.01.12.	17 <sup>n</sup> 58 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 01 <sup>m</sup>	103a-F	RG <sub>1</sub>
S 5570	1974.01.12.	18 <sup>n</sup> 03 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 10 <sup>m</sup>	103a-F	RG <sub>1</sub>
S 5571	1974.01.12.	18 <sup>n</sup> 12 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 15 <sup>m</sup>	I-N	RG <sub>1</sub>
S 5575	1974.01.13.	17 <sup>n</sup> 54 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 04 <sup>m</sup>	I-N	RG <sub>1</sub>
S 5576	1974.01.13.	18 <sup>n</sup> 07 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 24 <sup>m</sup>	I-N	RG <sub>1</sub>
S 5589	1974.01.14.	17 <sup>n</sup> 50 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 00 <sup>m</sup>	103a-D	GG <sub>14</sub> <sup>2</sup>
S 5590	1974.01.14.	18 <sup>n</sup> 20 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 30 <sup>m</sup>	103a-0	-
S 5591	1974.01.14.	18 <sup>n</sup> 03 <sup>m</sup> -18 <sup>n</sup> 18 <sup>m</sup>	103a-D	GG <sub>14</sub> <sup>2</sup>

A táblázatban szereplő időadatok a hazánkban használatos polgári időt /CET/ jelzik, az összes felvételek amerikai KODAK negatív-anyagra készültek.

Valamennyi felvételen kimértem az objektum pozícióját, és az ELTE ODRÁ-típusú számítógépén - Tihanyi L. kollégám által írt program segítségével - kiszámoltattam a koordinátákat. A megfigyelések eredményei igen jó egyezésben vannak a világ több obszervatóriumának 264 észlelése alapján számított pályával, amelynek adatai a következők : (12)

Perihéliumátmenet időpontja :	T = 1973.12.28,4306 ET
Legkisebb távolság a Naptól :	q = 0,142432 Cs.E.
Perihélium - hosszúság :	$\omega = 37^{\circ}8255$
Felszálló csomó hosszúsága :	$\Omega = 257^{\circ}7623$ 1950,00 -re
Pályahajlás :	i = 14,3048
Pálya excentricitás :	e = 1,000015

B.Marsden szerint az üstökös a Naptól távolabb még valószínűleg igen nagy excentricitású ellipszispályán mozgott, és csak a bolygók perturbáló hatására alakult ki az ismertett hiperbolikus pálya. Valószínűnek látszik, hogy a későbbi gravitációs kölcsönhatások következtében az égitest utvonala ismét elliptikussá torzul. Egészen biztos, hogy a történelem során ez az üstökös most került először Földünk közelébe, mert ha periodikus

Jelenség volt, akkor is többmillió év kellett hogy elteljen minden egymást követő perihéliumátmenete között.

Megfelelő fotométer hiányában a felvételeken vizuális fényességbecslést végeztem. Az üstökös látszólagos integrált fényességének értékeit az alábbi táblázat tartalmazza : (17), (18)

Dátum:	1973.10.29.	11.07.	11.21.	12.01.	12.02.	12.03.
Fényrend:	9 <sup>m</sup> ,5	9 <sup>m</sup> ,0	8 <sup>m</sup> ,0	5 <sup>m</sup> ,9	5 <sup>m</sup> ,8	5 <sup>m</sup> ,8
Csóva:	-	-	-	-	28'/+83/90'/+84/	

Dátum:	1973.12.13.	12.15.	12.16.	1974.1.06.	1.10.	1.11.
Fényrend:	4 <sup>m</sup> ,8	4 <sup>m</sup> ,0	4 <sup>m</sup> ,5	4 <sup>m</sup> ,5	3 <sup>m</sup> ,9	3 <sup>m</sup> ,8
Csóva:				3°		3°

Dátum:	1974.1.12.	1.13.	1.17.	1.19.	1.23.	1.30.
Fényrend:	4 <sup>m</sup> ,0	3 <sup>m</sup> ,2	4 <sup>m</sup> ,5	5 <sup>m</sup> ,0	5 <sup>m</sup> ,5	5 <sup>m</sup> ,8
Csóva:	8°/-63/	10°	8°	6°	1°	-

Az utolsó oszlopban a változó méretű csóva látszólagos hosszúságának egy alsó korlátja szerepel./Az ugyanis mindig függ attól, hogy milyen érzékeny detektorral milyen körülmények között észlelünk./

Zárójelben megadtam az általam észlelt csóva irányát az üstökös magján át húzódó órákörhöz viszonyítva. Pozitív előjellel a nyugat, negatívval a kelet felé hajló csóvát jeleztem.

A felvételek tanulmányozása közben roppant érdekes dolgot fedeztem fel. Az üstökös fejének a Nap felé eső oldalán elég fényes nyulvány volt látható az 5589-es /1. és 2. melléklet/ és 5590-es sorszámú lemezeken. Ez nem egyedülálló jelenség, Pl. az 1956n jelű Arend-Roland üstökös esetében is megfigyelték.(19) Ami egészen különössé teszi, az az, hogy az ugynevezett ellen-csóva felületi fényessége két maximumot mutat, mintegy villaként elágazva. Érdekes az is, hogy a két fényes gerinc közötti sötét tartomány csak a sárga színben készült felvételen látható. Ebből arra lehet következtetni, hogy a jelenséget a kómából szokatlan hevességgel kiáramló por okozza. A nagy áramlási se-

bességre utal az is, hogy a korábbi ill. későbbi időpontokban (3) készült felvételeken e lokális irregularitás nem ismerhető fel. Az ellencsóva megjelenését elsőként a Skylab asztronautái jelentették 1973. dec. 29.-én (20), majd többször beszámoltak fényességének megváltozásáról. 1974. jan. 1.-én például alig lehetett észrevenni, későbbi rajzaikon pedig már nem is szerepel.(21)

A földi megfigyelőállomások ellencsóva-észlelései közül eddig csupán a Pireneusokban lévő Pic du Midi Observatóriumban készített felvételek kerültek nyilvánosságra. Mintogy ott is elég mostoha volt az időjárás, csak jan. 17.-én tudták megörökíteni a jelenséget. Jan. 14.-i felvételeim így különösen fontosak az üstökös mag- és kóma-aktivitásának vizsgálata szempontjából.

#### A MEGFIGYELÉSI ANYAG FELDOLGOZÁSA ÉS ÉRTELMEZÉSE

A lemezeket három hetes belgiumi tanulmányutam során egy Zeiss/Hewlett-Packard regisztráló fotométerrel mértem ki. E műszer konstrukciója csak egyenes vonalak mentén teszi lehetővé az emulzió feketedésének megállapítását, így kénytelen voltam szinte "felszeletelni" az üstökösöt. A 3.sz. melléklet a csóva tengelye mentén, a 4. az arra merőleges irányban a magon át végzett mérés eredményét mutatja. Nagyon jól lehet látni, hogy a felületi fényesség-gradiens mennyivel nagyobb az üstökös homlokfelületén, mint a csóvában. /A csóva végén - jobb oldalt - megfigyelhető mellékmaximum a lemez peremén fellépő fotográfiai affektus következménye. Az ábrák alatti szakasz hosszúsága mindig 1°-os látószögnek felel meg./ A 4. mellékleten az a legérdekesebb, hogy a fényességeloszlás az égitest tengelyére nem szimmetrikus, míg attól balra a feketedés szinte exponenciálisan csökken, a jobb oldalon határozott törést lehet megfigyelni a görbe lefutásában, a magtól 10' távolságban. Az 5589-es lemez mikroszkópos vizsgálata során megállapítottam, hogy e jelenség ugyancsak az üstökös por komponensének rovására írható. A Nap elektromágneses és korpuszkuláris sugárzása ugyanis nem rendelkezik elegendő impulzussal ahhoz, hogy - az ioncsóvához hasonlóan - a nagyobb tehetetlenségű porfelhőt is "beállítsa" a csillagunkkal ellentétes

irányba. Ezért aztán az ugynevezett porcsóva egyre inkább elmarad a kisebb sűrűségű gázcsóvától, s a fej közelében annak aszimmetriájaként jelentkeznek. Az 5. melléklet az égítést tengelyére merőlegesen, de magjának Nap feléi oldalán végzett mérés eredményét mutatja. A görbe kettős maximuma, s az attól balra megfigyelhető plató az ellencsóva bonyolult szerkezetének bizonyítéka. A lemezek vizuális vizsgálata és denzitogramjainak elemzése vezetett a 6. mellékletben bemutatott vázlat megszerkesztéséhez. Ezen jól látható, hogy az üstökös tekintélyes ioncsóván /I. típusú csóva/ kívül több olyan porfelhő-nyulvánnyal /II. típusú csóva/ rendelkezik, amelyek egyike sem egyállású a Nap irányával. Bár a rajz a jan. 14.-én készített felvételeken alapszik, egyes elemei nagy hasonlóságot mutatnak a Skylab űrnajósai által 1973. dec. 29., 30. és 31.-én papírra vetett vázlatokéival. Az üstökösök esetében megszokott dolog, hogy szerkezetük szinte egyik pillanatról a másikra képes megváltozni. Ezért nem különösebben meglepő, hogy a jan. 2., 3., 4. és 5.-én készült rajzokon csupán az egyenes, fehér/ibolya színű ioncsóva szerepel. A jan. 12.-én vörös és kék színben felvett lemezekon az üstökös feje még szimmetrikus, csóvája egyenes, a 13.-án felvett infravörös képeken csak a kóma ismerhető fel, és néhány /8/ diffúz folt annak a Nappal ellentétes oldalán. Az expozíció  $RG_1^1$ -es szűrőn át történt, ami lehetővé teszi a  $H_{\alpha}$ -emissziós objektumok fényképezését is. Ezért e foltok magyarázatára két lehetőség kínálkozik: vagy a csóva sűrűbb részeiben fellelhető kompaktabb porfelhők reflektálták a Nap fényét, vagy néhány nagyobb kiterjedésű hidrogénbuborék emittálta a felfogott vörös fényt. Az utóbbi feltevést megerősítené, ha az üstökös szinképében hidrogén-vonalakat találnának.

J.P. Leloux és H. Bredonl Urak lehetővé tették, hogy egy speciális képerősítő-oszves kiértékelő műszerrel (22) és egy Linhof-kamerával rögzítsem az égítést felületi fényességeloszlásának ekvidenzitáit. Az 1/0,95 nyílászóviszonyu Canon-objektív alkalmatlalott arra, hogy viszonylag sok szintvonalat nyerjek, mégpedig anélkül, hogy további torzulások lépjenek fel. Ez annak köszönhető, hogy a fényelektromos berendezés karakterisztikája arány-

lag tág határok között lineáris, míg a N. Richter és W. Högner által ismertetett (23) fotografikus eljárás eredménye erősen függ az egyes lépések minden részletétől /negatív alapanyag, expozíció, előnívó, hívási idő, hívási hőmérséklet stb./. A 7. melléklet az 5570, a 8. pedig az 5589 sorszámú felvétel azonos feketedésű pontjait összekötő görbéket mutatja. Jól látható, hogy jan. 12.-én az üstökös majdnem teljesen szimmetrikus volt, illetve a másik ábrán a dolgozat tárgyát képező feltűnő aszimmetria és ellencsóva-szerkezet.

#### AZ ÜSTÖKÖS ANYAGA

Mint oly sok természettudományban, a csillagászatban is fontos szerepet játszanak a spektroszkópiai módszerek. Az égítetek jó részének vegyi összetételét elektromágneses sugárzásuk révén ismerjük. Bár az üstökösök belső energiáfelszabadító mechanizmussal nem rendelkeznek, mégis fontos következtetéseket vonhatunk le akár csak látható fényük hullámhossz szerinti intenzitáseloszlásának vizsgálatából. Ilyen kutatások mintegy száz éve folytak, és érdemes megjegyezni, hogy az MTA Csillagvizsgáló Intézetének alapítója, Konkoly Thege Miklós már 1874.-től kezdve tanulmányozta az üstökösök fényének szinképét. Századunkban seregnyi kutató fáradozásai nyomán megszületett az üstökösökben leggyakrabban fellelhető elemeket és vegyületeket feltüntető táblázat.

Az eddig azonosított elemek: O, Na, Si, Ca, K, Cr, Mn, Ni, Fe, továbbá valószínű az Al előfordulása is.

Az eddig azonosított molekulák:  $C_2$ ,  $C_3$ , CH,  $CH_2$ , CN, NH,  $NH_2$ , OH, továbbá néhány ionizált molekula:  $CO^+$ ,  $CO_2^+$ ,  $N_2^+$ ,  $OH^+$ .

Érdekes, hogy minden megfigyelt molekula négy elem atomjaiból, hidrogénből, szénből, nitrogénből és oxigénből épül fel. (15)

Az 1973f jelű üstökös megfigyeléseiről nyilvánosságra hozott adatok szerint az alábbi anyagokat sikerült megtalálni az égítetek kómájában:  $C_2$ ,  $C_3$ , CN, CH, NH,  $NH_2$ , OH, O, Na, K,  $CH_3$ , HCN, illetve csóvájában:  $CO^+$ ,  $CO^{++}$ ,  $OH^+$ ,  $H_2O^+$  és O. (4)(5)(6)(7)(8)(9)(11)(12)(13)(14).

- (19) Z. Sekanina : The prediction of anomalous tails of comets  
"Sky and Telescope" 1974.6.374.old.
- (20) Circular 2614 of the I.A.U.
- (21) E.G. Gibson : Comet Kocutek drawings from Skylab  
"Sky and Telescope" 1974.10.208.old.
- (22) H. Bredohl, S. Gardier, J. Henrion : Photometric analyser for  
television cameras "Journal of Physics E" Scientific In-  
struments 1970. Vol.3.  
Astronomical photographs' isophotometry by a photometric  
analyser for TV cameras "Astr. and Ap." 1970.7.167.old.
- (23) M. Richter, W. Högner : Photographic isophotometry of comets  
by equidensitometry "Mémoires de la Société Royale des  
Sciences de Liège" Tom XII.243.old.