



Meteorok

Az Aquarida–Capricornida komplexum I.

Északi és Déli Delta Aquaridák

Július és augusztus hónapok folyamán aktívvá válnak az Aquarius és a Capricornus csillagképek radiánsai. Ez a régió tartalmazza a Delta és Iota Aquaridák északi és déli ágát, valamint a Capricornidák néhány radiánsát. A legerősebb tevékenység a Delta Aquaridákhoz köthető.

A Delta Aquaridákat 1870-ben fedezték fel, amikor G. L. Tupman július 27. és augusztus 6. között 65 db meteort észlelt. Tupman úgy vélte, hogy a radiáns a megfigyelési időszak alatt kitaróan mozog a $RA=340^\circ$, $D=-14^\circ$ pozícióból a $RA=333^\circ$, $D=-16^\circ$ koordinátájú pontig. Bár a mozgás a radiánsok megszokott mozgásához képest ellentétes irányúnak tűnik, Kronk úgy véli, hogy az első radiáns a valódi Déli Delta Aquaridáké, míg az utóbbi az északi és déli radiánsok kombinációja, vagy pedig az Aquarida–Capricornida komplexumon belüli csomósodás. Tupman felfedezését követően a területet más tapasztalt észlelők is kutatni kezdték a 19. század végén, köztük William F. Denning is, aki egymaga több mint 20 észlelést végzett.

A fenti megfigyelések világosan említik a Déli Delta Aquaridákat, és bár az északi ágat hivatalosan az 1950-es évekig nem fedezték fel, több 19. századi megfigyelésben már megemlítik őket. Denning 1879 és 1893 között három megfigyelést végzett, melyekben hibásan társította a meteorokat olyan május és november közötti radiánsokkal, melyek így együtt egy mozdulatlan radiánst alkottak. Ezt a radiánst „Béta Piscidáknak” nevezték el. Az első megfigyelés folyamán 1879. augusztus 21–23. között 10 meteort tűnt fel a $RA=350^\circ$, $D=0^\circ$ koordinátájú radiánsból. Az 1885. augusztus 16–20. között készült másik észlelés során 7 meteor jelentkezett a $RA=345^\circ$, $D=0^\circ$ forrásból. 19. századi utolsó észlelése 1893. augusztus 13–16. között történt, amikor 6 meteort látott a $RA=347^\circ$, $D=0^\circ$ radiánsból. Mivel a megfigyelt források kevés számú meteort adtak, más megfigyelőket nem nagyon lehetett rávenni az észlelések folytatására, valamint nem volt semmi utalás arra vonatkozóan, hogy ezek a meteorok kapcsolatban lennének a jól ismert Delta Aquaridákkal.

A Delta Aquaridák megfigyelései folytatódtak a 20. században, de továbbra is csak a déli ágat említették elsősorban. Például angliai észlelők eléggé kiterjedt megfigyeléseket folytattak 1922-ben: A. Grace Cook 13 meteort rajzolt július 25-én, 28-án és 31-én, melyek a $RA=338^\circ$, $D=-12^\circ$ radiánsból származtak, Alphonso King pedig 4 meteort jegyzett fel a $RA=340^\circ$, $D=-16^\circ$ forrásból július 30. és 31. között. J. P. M. Prentice szintén észlelt egy radiánst a $RA=341^\circ$, $D=-15^\circ$ koordinátákon, amikor július 30–augusztus 1. között 12 meteort rajzolt fel. A további 75 radiáns közül, amit ez a három észlelő figyelt meg ebben az évben július–augusztus folyamán, csak egy tűnik az

északi ágból valónak. Ezt a megfigyelést Cook végezte augusztus 17-én, 19-én és 20-án, amikor 4 meteort jegyzett fel a $RA=338^\circ$, $D=0^\circ$ radiánsból.

Az első jelentős Delta Aquarida tanulmány 1934-ben készült. Ronald A. McIntosh, az Új-Zélandi Csillagászati Egyesület 1926–33 közötti észleléseit használta fel, hogy meghatározza a radiáns napi mozgását. Mindebből 44 radiánst használt fel, melyeket McIntosh (Auckland), Murray Geddes (Otekura), F.M. Bateson (Wellington) és A. Bryce (Hamilton) talált.

McIntosh arra következtetett, hogy a raj aktivitása július 22-től augusztus 9-ig tart, és a radiáns északkeletre mozog a $RA=334^\circ9$, $D=-19^\circ2$ koordinátáktól a $RA=352^\circ4$, $D=-11^\circ8$ -ig (a napi átlagos mozgás $+0^\circ96$ RA-ban és $+0^\circ41$ deklinációban). McIntosh szerint az éles maximum július 28-án jelentkezik ($RA=340^\circ5$, $D=-17^\circ$) és a következő vizuális ZHR-arányokat találta: július 22-én 1, július 25-én 2, július 26-án 3, július 27-én 7, július 28-án 14, július 30-án 9, augusztus 2-án 6 és augusztus 9-én 1. Mint látható, McIntosh az éles emelkedést maximumként értelmezte, melyet a tevékenység fokozatos csökkenése követett. A radiáns efemerise tisztán mutatja a Déli Delta Aquaridákat, és említést sem tesz az északi ágról. 1935-ben McIntosh kiadta klasszikus írását „Déli meteorrajok indexe” címmel, de a felsorolt 320 radiáns között nem szerepel az Északi Delta Aquarida raj.

Cuno Hoffmeister és az öt követő német megfigyelők 1908 és 1938 között végezték megfigyeléseiket a déli rajról. A kiértékelés közben 7 aktív központot találtak, melyből öt augusztus 3-án mutatott maximumot. Ezt a nyilatkozatot két jól tanulmányozott aktivitási központra alapozta: az egyik egy 7 radiánsból álló központ $RA=342^\circ4$, $D=-17^\circ7$ koordinátájú középponttal augusztus 2-án ($SL=128^\circ4$), a másikban 10 radiáns található a $RA=341^\circ5$, $D=-17^\circ2$ középpontban, és maximuma augusztus 6-ra esik ($SL=132^\circ6$). Hoffmeister elkülönített egy radiánst, melynek az északi ággal megegyező jellemzői voltak. A 238 radiánst tartalmazó listában legkevesebb négyezer szerepel egy forrás a $RA=349^\circ$, $D=+1^\circ$ koordinátákon. Ez az eredmény öt vizuális radiáns meghatározáson alapul, a maximumot augusztus 13-ára határozta meg ($SL=130^\circ$).

A Delta Aquaridák első rádióvisshang-megfigyeléseit Ottawában (Kanada) készítették 1949 folyamán, amikor D.W.R. McKinley kanadai csillagász megfigyelte a rajt. Sajnos a pályák nem határozták meg a két radiánst, és az északi ágat nem hozták kapcsolatba a Delta Aquaridák áramlattal. Az Astrophysical Journal 1954-ben megjelent egyik számában McKinley bemutatta sebesség- és radiánsméréseit, amelyek július 26–29 közötti észleléseiből állapított meg, és ebből két radiánst különített el. Egy nagyon erőset a $RA=339^\circ$, $D=-17^\circ$ koordinátákon, valamint egy nagyon gyengét a $RA=340^\circ$, $D=0^\circ$ pontban. A két radiánsból származó meteorok sebessége $40,1\pm0,1$ km/s és $41\pm0,5$ km/s volt.

1949–51 között a Jodrell Bank (Anglia) berendezésével végeztek megfigyeléseket. A legtöbb megbízható adatot 1950 júliusának utolsó napjairól gyűjtötték. Gerald S. Hawkins és Mary Almond a fő jelentkezési dátumot július 28-ra adta meg ($SL=124^\circ5$), amikor is az óránkénti arány 38-nál tetőzött. A radiáns átmérője 3 fok, átlagos pozíciója $RA=339^\circ$, $D=-14^\circ$ volt. Az 1949-es megfigyelés július 29-én történt ($SL=125^\circ8$). Habár az óránkénti arány ekkor 24 volt, további részleteket nem állapítottak meg. 1951. július 27-én ($SL=123^\circ4$) az arány 41 volt. A radiáns meghatározása nem volt igazán pontos, és átmérőjére 6 fokot kaptak. A magyarázat az lehet, hogy akkor

volt a déli ág maximuma, és a „látott” meteorokat egy egységként kezelték. A tényleges pozíció közelebb fekszik az északi ág korábban meghatározott helyzetéhez.

1952 folyamán Almond speciális kísérletet tett arra, hogy meghatározza a Delta Aquarida meteorok sebességét. Egy „szelektív sugárzó antennát” használva 32 valószínű rajtagot észlelt és a jellemző sebességre $40,5 \pm 2,7$ km/s-ot kapott. Ráadásul a maximum július 28-án történt $RA = 340^\circ$, $D = -15^\circ$ -nál. Amikor a radiánst és a sebességet kombinálta, megkapta az áramlat pályájának első pontos meghatározását. Almond megjegyezte, hogy ez a pálya és a júniusi Arietidák pályája erős hasonlóságot mutat. A legjobb egyezések a napközelpont távolságában, az excentricitásban és a napközelpont ekliptikai hosszúságában voltak. A perihélium idejében és a felszálló csomó helyzetében lévő ellentmondásokat mindkét raj erős diffúz megjelenésével magyarázta. A pályák rendszere olyan széles, hogy úgy tűnik, a két raj kapcsolatban van egymással.

Felhasználva a Harvard Meteor Project 1952–54 közötti több mint 2000 fotografikus meteorpálya-adatait, Frances W. Wright, Luigi G. Jacchia és Fred L. Whipple kimutatta azt a bizonyítékot, amely igazolja az északi ág létezését. Megállapították, hogy az északi és a déli ág szimmetrikus az ekliptikára vagy a Jupiter pályájára. Felvetették a kapcsolatot a Déli Delta Aquaridák és a júniusi Arietidák között, mivel a két raj csomópontjai között meglévő kb. 134° különbséget a Jupiter folyamatos perturbációi okozzák.

Az 1952–54 között felhalmozott fotografikus adatokat az 1960-as évek folyamán több csillagász is elemezte, de a legteljesebb munkát Bertil-Anders Lindblad (Lund Observatórium, Svédország) végezte 1971-ben. A Déli Delta Aquaridákra elkülönített 13 meteort, amelyek megadták a július 21–augusztus 8. közötti jelentkezési időtartamot. A csomóponthoz való áthaladás idejének július 31-ét határozta meg. Ekkor a radiáns koordinátája $RA = 340^\circ$, $D = -16^\circ$ volt. Az Északi Delta Aquaridákból kilenc fotografikus pályát különített el. Ennek a rajnak a jelentkezési időszaka ennek alapján augusztus 5. és 25. között van, maximuma augusztus 14-re tehető ($SL = 140^\circ 5$). Ekkor a radiáns koordinátája: $RA = 347^\circ$, $D = +1^\circ$.

Habár a rádióvisszhang módszer már 1949-ben sok részletet elárult a rajjal kapcsolatban, mégis az 1960-as évek fontos korszakot jelentettek megismerésükben. Az első jelentős eredményt a harkovi Politechnikai Intézetben B.L. Kascsejev és V.N. Lebegyinec kapta, amikor július 14. és augusztus 14. között 151 rádiómeteor-pályát kaptak a Déli Delta Aquarida rajról. A maximumot $SL = 126,7$ fokban állapították meg a $RA = 341^\circ 2$, $D = -16^\circ 4$ koordinátáknál. Meghatározták az Északi Delta Aquaridák paramétereit és a pálya fél nagytengelyét is, melyre 2,04 Csillagászati Egységet kaptak. 50 rádiómeteorból a jelentkezési időtartamot július 7. és augusztus 14. között jelölték meg, a maximum szerintük augusztus 1-én következik be ($SL = 127^\circ 7$). Ekkor a radiáns a $RA = 336^\circ 8$, $D = -4^\circ 9$ koordinátákkal meghatározott helyen van. A későbbi vizsgálatok kimutatták, hogy a harkovi tanulmány adatait eltorzíthatta más rajok meteorjainak jelenléte. A legfigyelemreméltóbb az aktivitás dátumában és a csomóponthoz való áthaladás idejében lévő 10 napos eltérés a korábban meghatározottakhoz képest.

Folytatás a 33. oldalon!

Földközelen járt a Schwassmann–Wachmann 3-üstökös

1. A Spitzer űrteleszkóp fantasztikus felvétele az üstökösvonatról. Az infravörös képen sokkal nagyobbak a fragmentumok, mint a látható tartományban, a pályasík által kijelölt egyenes pedig teljes hosszában fénylik, az ott szétszóródott finom por miatt. Az alul látható C mag viszonylag magányos, előtte és mögötte csak néhány, bár általában több fragmentumból álló góc található. Az igazi látványosságok a B rész fölött vannak, ahol az egyre halványabb G, R és K jelű darabok után apró üstökösök serege látható. A B rész még 1995-ben vált le a fő darabról, a felette látható üstököskék pedig már valószínűleg erről szakadtak le a 2000/2001-es napközelség alkalmával.

2. Paszternák Tamás és Szendrői Gábor felvétele az üstökös B magját mutatja május 5-én. Az ék alakú kóma csak erre a részre volt jellemző, a C rész „hagyományos” megjelésével szemben (150/900-as Makszutow–Newton + Canons EOS 300D, 5x180 s).

3. Norbert Mrozek április 28-ai felvétele a B jelű üstökösről 105/440-es Newton-reflektorral + Canon EOS 350D-vel. Az 5x3 perces, két fok széles területet mutató felvétel bal alsó sarkában a 16^m – 17^m -s R, míg tőle jobbra a 13^m – 14^m -s G látható.

4. Michael Jäger és Gerald Rhemann április 16-ai felvétele a B és G jelű üstökösökről 20 cm-es Schmidt-kamerával készült.

5–7. A B jelű nucleus kettéválása Sárneckzy Krisztián felvételein, amelyek az MTA KTM CSKI 60 cm-es Schmidt teleszkópjával készültek április 22., 24. és 26. hajnalán. A első képen a nucleusok távolsága 8,5 ívmásodperc.

8a és 8b. A C és B üstökösök Michael Jäger és Gerald Rhemann április 25-ei felvételein (200/300-as Schmidt + SXV H9 CCD, LRGB).

9. A darabokra hulló G jelű fragmentum Carl Hergenrother április 27-ei felvételén, a Mt. Graham 1,8 m-es Vatikán-teleszkópjával.

10. A HST csodás felvétele a B jelű üstökös április eleji kitörése után kirepülő törmelékfelhőről készült április 18-án. A földfelszíni megfigyelések ezt a felhőt még napokkal később is egyetlen fényes sűrűsödésnek mutatták.

11. A C és a B fragmentum április 28-án, a Corona Borealisban. Norbert Mrozek 5x3 perces képén (85 mm-es, $f/2,8$ -as objektív + Canon EOS 350D) a B jelű nucleus felett a halvány G jelű részt vonalak mutatják.

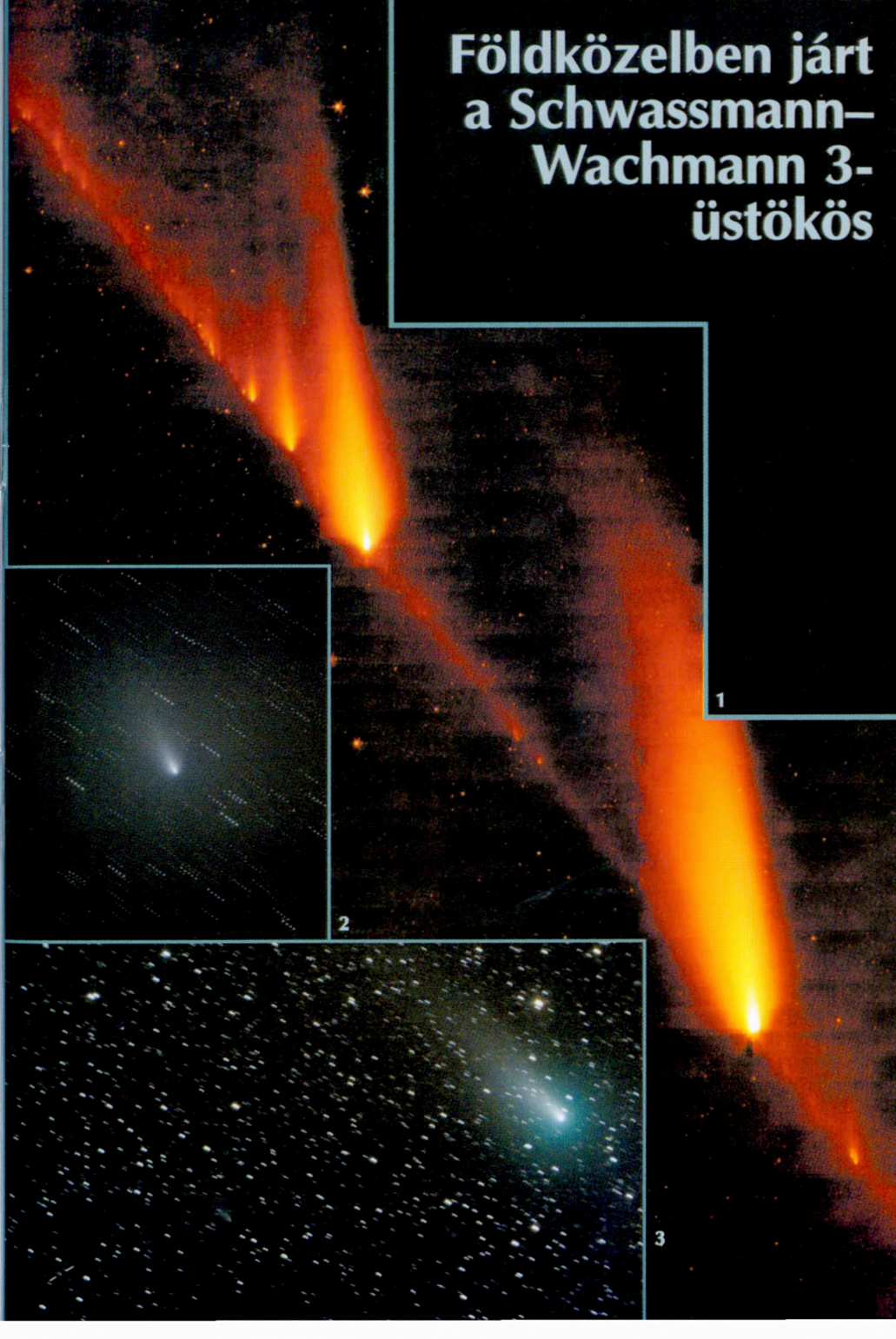
12. Éder Iván április 23-ai felvétele a két részre szakadt B jelű magról (130/780 refraktor + Canon EOS 350D, 10x3 perc).

13. A teljes felbomlás jeleit mutató, központi sűrűsödés nélküli G jelű fragmentum május 5-én. Sárneckzy Krisztián 6x20 másodperces felvétele az MTA KTM CSKI piszkés-tetői 60 cm-es Schmidt-teleszkópjával készült.

14–15. A kitörésben lévő B jelű nucleus május 9-én a Konkoly Obszervatórium 60 cm-es Schmidt-teleszkópjával. A 12x12 másodperces felvételt kétféle módon skálázva mutatjuk be. Bal oldalon a kitöréskor kidobódott, többszörös szökőkút-szerkezetet mutató kóma és az antiszoláris szál látszik jól, míg a jobb oldalon bekarikázva két apró, az áprilisi kitöréskor leszakadt, kb. háztömb méretű törmelék figyelhető meg.

16. A kitörésben lévő B mag és az ϵ^{1-2} Lyrae együttállása május 10-én hajnalban. Éder Iván 30x13 másodperces felvétele 130/780-as refraktorral és Canon EOS 350D-vel készült.

Földközelben járt a Schwassmann– Wachmann 3- üstökös





4



5



6



7



8a



8b



9



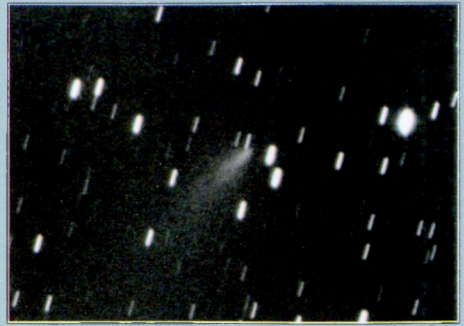
10



11



12



13



14



15



16

A következő jelentős radarfelmérést C.S. Nilsson (Adelaide Observatórium, Ausztrália) végezte 1961-ben. Július 23. és augusztus 4. között 48 rádiómeteor pályát határozott meg, melynek alapján a maximumra a július 28-i dátumot kapta ($SL=125^{\circ}8$). A radiáns átlagos helyzete ekkor $RA=339^{\circ}4$, $D=-17^{\circ}3$ volt. A raj pályának fél nagytengelye 2,33 Csillagászati Egység. Nilsson megjegyezte, hogy „sok más radiáns is található a Delta Aquaridák szomszédságában, és nem lehetetlen, hogy némelyek befolyásolták a méréseket”. Bár ő nem ismerte fel az északi ágat, mégis augusztus 20. és 23. között elkülönített négy meteort a $RA=352^{\circ}7$, $D=+6^{\circ}3$ radiánsból. A radarberendezés nem működött augusztus 5. és 15. között, így a raj maximumát elszalasztották.

A két ág elkülönítésére a 60-as években indították el a Radio Meteor Projectet két részletben 1961–65 között Zdenek Sekanina azt találta, hogy a déli ág aktivitási időszak a július 16. és augusztus 14. közé esik, maximuma július 30,9-én esedékes. A radiáns helyzete ekkor $RA=342^{\circ}2$, $D=-16^{\circ}9$ volt. Az áramlat eloszlását nem tudta egyetlen ismert modellre sem illeszteni, ezért felvetette, hogy valószínűleg két alkotórészből áll: egy nagyon tömör szálas és egy szétszórtabb részből. Az északi ág aktivitási időtartamára a július 27. és augusztus 27. közötti dátumot kapta. A csomóponti áthaladás időpontja augusztus 13, ekkor a radiáns koordinátája: $RA=344^{\circ}$, $D=+0^{\circ}3$. Sekanina úgy vélte, hogy ez a raj határozottan gyengébb a délinél, és némileg lazább szerkezetű és ritkább.

Az 1968–69-es felmérések után Sekanina a déli ág időtartamát július 14. és augusztus 18. között határozta meg. A maximum július 29,3-án következett be. Ekkor a radiáns a $RA=341^{\circ}8$, $D=-15^{\circ}9$ koordinátákon helyezkedett el. Az északi raj július 28. és augusztus 10. között aktív, maximuma augusztus 14,9-nél van a $RA=347^{\circ}5$, $D=+4^{\circ}8$ koordinátájú radiánsból.

A Déli Delta Aquaridák pályájának kiszámítását követően a raj fizikájáról és fejlődéséről készültek tanulmányok. 1963-ban A.K. Terentyeva megvizsgálta a raj szerkezetét. Azt találta, hogy a kis napközelításvolság (0,06 Csillagászati Egység) az egyedi meteoroidok hőmérsékletét 1100 K fölé emelné, amely a szilikátok olvadáspontja. Azt mondta, hogy „ez megmagyarázza azon rajmeteorokat, amelyek élesek és nem mutatnak nyomjelenséget”.

Egy másik érdekes tanulmányt készített 1963-ban S.E. Hamid és Fred L. Whipple. Ebben felvetik a kapcsolatot a raj és júniusi nappali Arietidák között. Szerintük nagyon erős a kapcsolat, és bizonyítékot adnak arra is, hogy valószínűleg a Quadrantida raj is ebből az áramlatból alakult ki. A perturbációk alapján úgy gondolták, hogy a két raj pályáskija és napközelpontja 1300–1400 évvel ezelőtt nagyon



Aquarida tűzgömb 1984. július 29-én, Süle Gábor felvételén

hasonló volt. „A Jupiter perturbációs hatása az i és Q értékekben annyira feltűnőek, hogy lehetséges, hogy a két raj egyetlen üstökösből származott”. A két raj meteoroidjainak fizikai jellemzői nagyon hasonlóak. Erről tanúskodnak a fénygörbék is.

Többen megpróbálták azonosítani a rajt régi feljegyzésekben. Először Charles P. Olivier vetette fel 1925-ben megjelent *Meteors* című könyvében, hogy a 714. július 19-én és 784. július 14-én tapasztalt erős aktivitás lehetséges, hogy a Déli Delta Aquaridák egyik korai jelentkezése volt. Ugyanakkor Sekanina szerint ez utóbbi észlelés a Perseidák egy korai jelentkezése lehetett. Hozzátette, hogy a Déli Delta Aquaridáknak az egyik legbiztosabb korai megjelenése az 1007-es volt, melyet két független japán forrás is említ. Ezek a források azt írják, hogy a meteorok északi irányba haladtak. Ez az irány nem jellemző a Perseidákra.

Nagyon érdekes a déli ág radiánsának átmérője. Hoffmeister 1948-as könyvében azt írja, hogy a radiáns nagyon kiterjedt, és hozzátette, hogy az aktivitás erős egy 20 fok átmérőjű területen (ebben persze benne van az Iota Aquarida áramlat két ága is). Az egyenlítőnél délre élő megfigyelők viszont ellenkezőleg gondolják. Új-zélandi megfigyelők szerint nagyon kicsi a radiáns nagysága. Dél-Ausztráliából Nilsson rádióvizsgálatok mérései szerint különösen kicsi a radiáns átmérője. Ez az ellentmondás magyarázható azzal, hogy az északi féltekén dolgozó megfigyelők számára a radiáns túl alacsonyan van.

A fentiekből is látható, hogy vizuális rajtagok főleg a déli ágból várhatók. Az utóbbi évek megfigyelései több erős jelentkezést mutatnak. Michael Buhagiar (Nyugat-Ausztrália) július 28-án és 29-én 10 óra alatt 8–12 meteort látott óránként. Mindez erős holdfényben történt. 1974-ben az Egyesült Államokból 12,5-ös ZHR-t láttak július 29,4-én. Ugyanebben az időben Buhagiar 37–44 meteort jegyzett fel.

Nyugat-ausztráliai észlelők több furcsaságot is megjegyeztek az északi ággal kapcsolatban: nagyon alacsony aktivitás, bizonytalan radiánspozíció, valamint a maximum korábban történt, mint a szokásos időpont. Gary Kronk szerint egyszerű magyarázat van erre: a rajnak nagyon összetett szerkezete van. A fotografikus meteorok pályahajlása 6–8 fokkal nagyobb augusztus 10-én, mint utána. Ha ez azt jelenti, hogy két különböző raj adja az északi ág aktivitását, akkor két különböző maximum-időpontnak kell lennie.

A Delta Aquaridák jellemzőit még nem tanulmányozták igazán behatóan. A megfigyelők hajlamosak arra, hogy egy kalap alá vegyék mind az északi, mind a déli rajtagokat. A legrosszabb dolog akkor következik be, ha ehhez még belekeverik az Iota Aquaridákat, valamint a Capricornidákat. A rajtagok átlagos fényessége 3 magnitúdó körüli. A legutóbbi elemzések szerint a meteorok átlagos fényessége napról napra halványodik. L. Kresak és V. Porubcan tanulmányában felhasználta az összes fellelhető szimultán fényképeket. Azt találták, hogy a déli ág a maximum időpontja körül egészen tömör volt, majd szétterjedt, egészen augusztus közepéig, amikor is az északi ág lett aktív.

1976-ban az Amerikai Meteor Szervezet tagjai meghatározták a fotografikus meteorok arányát. 1970–71, valamint 1973–74 július 23–31. között összesen 26 meteort fotóztak le közel 157,5 óra alatt. Így az átlagos arány 0,16 db/óra.

(GARY W. KRONK: METEOR SHOWERS, 1988)
GYARMATI LÁSZLÓ