



Változócsillagok

Halmazváltozók II.

Változók gömbhalmazokban

A cikk rövid, de messze nem teljes összefoglalást ad a gömbhalmazbeli változócsillagokról, azok magyar és amatőrcsillagász vonatkozásairól.

Adott halmazban a változók jelölése általában a felfedezés sorrendjében történik, a katalógizálásnál pedig megadják a halmaz centrumához képest mért keleti és északi eltérést, a változó minimum és maximum értékét, periódusát, valamint típusát. Íme egy rövid részlet a gömbhalmazbeli változók katalógusából, az M3-ra vonatkozó adatokból mazsolázva (Christine Clement, CVSCG):

<http://www.astro.utoronto.ca/cclement/papers.html\#catalogue>

NGC 5272 (Messier 3)

C1339+286

R.A. 13 39.9, Dec +28 38' (1950)

No.	x"	y"	Max.	Min.	Epoch	Period	Remarks
1	- 5.2	-128.5	14.68	15.92	40653.651	0.5206250	-
2	+ 15.8	+ 52.6					
3	+ 57.9	- 66.0	14.75	16.00	15021.225	0.5582053	
4	- 43.5	- 8.8	14.9	16.0			
5	+ 261.0	- 22.3	14.71	16.15	15021.239	0.506065	B1
6	- 123.9	+ 60.1	14.87	16.21	39204.457	0.5143228	+
8	- 81.7	- 23.4	14.37	15.4			Confirmed
9	- 291.4	-207.8	14.95	16.28	39536.598	0.5415641	-
[...]							
37	- 236.7	+164.7	15.34	16.12	30000.241	0.326640	-

A kis részletből is sok tanulságot vonhatunk le. Látszik, hogy a csillagok többségének a periódusa 0,5 nap körül van. Mint minden klasszikus forrásból ismert, ezek az RR Lyrae csillagok, mégpedig többségük az alpmódusban rezgő RRab altípus. A 37-es számú változó egy rövid periódusú, első felhangban pulzáló RRc csillag. Az 5-ös számú RR Lyrae változónál a „B1” megjegyzés a Blazsko-effektust takarja, más szóval fénygörbéje nem szigorúan periodikus, hanem egy hosszú periódusú modulációt mutat. A 4-es számú változó érdekes fénygörbéje (kétpúpú teve) sok ideig talányt okozott, csak az utóbbi évtizedben derült ki róla, hogy két RRab csillag összeolvadó fénye.

A 2-es számú csillag bizonyos adatai azért hiányoznak, mert valójában nem is változik a fényessége. Miként kerülhetett mégis a katalógusba? A gömbhalmazok zsúfoltsága egyrészt megnehezíti a csillagok azonosítását, másfelől a fényesség becslé-

sét. A korai fotografikus módszerek során több csillagról is hitték tévesen, hogy változtatja fényességét, például azért, mert hol összeolvadt egy közeli társával, hol pedig különállóan fotometrálták.

Pulzáló változók

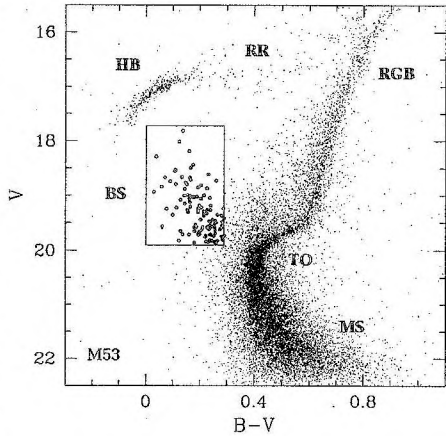
A gömbhalmazok fizikai tulajdonságainak egy jelentős részét pulzáló változóikon keresztül ismerték meg. A pulzáció sok mindent elárul csillagok szerkezetéről, kémiai összetételéről, netalán abszolút fényességükről, ezen keresztül távolságukról, tehát az őket magába foglaló gömbhalmazról. A gömbhalmazok távolsága nélkülözhetetlen koruk meghatározásához, és ezzel már a kozmológiai vonatkozások is érthetőek.

Az első gömbhalmazbeli pulzáló változót Pickering fedezte fel 1889-ben, amely egy W Vir típusú csillag az M3-ban (V154, vizuálisan is megfigyelhető). Ezt követően Bailey század eleji úttörő munkássága több száz csillaggal gazdagította elsősorban az RR Lyrae-k tábort. Dióhéjban felelevenítve, az RR Lyrae csillagok a színfényesség diagram horizontális ágára telepednek („HB”-vel jelölt a mellékelt ábrán), miután hidrogén készleteket felélve a vörös óriás-ágon (RGB) felkúsztak, és a magban a hélium égést beindították. A letelepedés diszkriminatív: tömegtől függően lehet elhelyezkedni a kéktől a vörösig. Ha a csillag színe és fényessége pont az *instabilitási sávba* esik, akkor pulzáló fényességváltozást végezhet; ezeket a horizontális ági csillagokat nevezzük RR Lyrae-nek (RR-el jelölt).

A felkúszás során tett kisebb-nagyobb kitérők szintén metszhetik az instabilitási sávot, ezért ritkán II. populációs cefeidákat is megfigyelhetünk a gömbhalmazokban (l. az ábrát).

Érdekes csillagásztörténeti példa Shapley 1917-es kísérlete, amelyben a fény színfüggő terjedési sebességét próbálta kimutatni, és amelyet ma talán megmosolyognánk. Az M5-ben levő, igen gyors felszálló fényességű RR Lyrae csillagok ki-fényesedését sárga és kék lemezekkel is vizsgálta a Mt. Wilson obszervatóriumából. A felszálló ág közepének ideje a gyors változás miatt jól meghatározott, és Shapley azt tapasztalta, hogy a fény az esetek felében hibán belül sárgában, másik felében pedig „kékben” ér ide először. Mérései alapján maximum 1 perces különbség lehet 20 000 év alatt, tehát a fény színétől függetlenül „ugyanolyan” gyorsan jön.

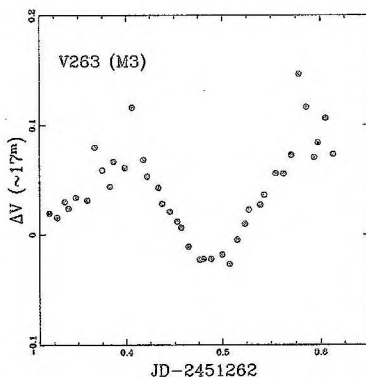
Sandage 1953-ban vette észre, hogy a HR diagramon a fősorozat képzeletbeli kék meghosszabbításában is fekszenek csillagok (l. BS az ábrán), noha a csillagok normális fejlődésük során egy adott pontnál elfordulnak a vörös irányba. Az „elfordulás” a tömegtől függ; mennél nagyobb a csillag, annál hamarabb, és a fősorozaton annál



Az M53 gömbhalmaz szín-fényesség diagramja, Rey et al. 1998, az University of Hawaii 2,2 m-es teleszkópjával

feljebb fordul el, hogy végre belőle is vörös-óriás válhassék. (Nagyon kis tömegű csillagok soha nem jutnak ide, hanem „lefordulnak”).

Ha egy gömbhalmaz csillagairól feltételezzük, hogy egy időben születtek, és csekély 10 milliárd évvel ezután az összes csillag helyét felvázoljuk a HR-diagramon, akkor a fősorozaton a kék irányba haladva az valahol megszakad – éppen ez a maximális tömeg, amellyel ennyi idő után még itt tudtak maradni, a nagyobb csillagok már rég *elfejlődtek*. Ezért kapták a fenn említett csillagok a kék vándor (blue straggler) nevet. A kérdés már csak az, hogy miként tudtak ezek a csillagok a fősorozaton meghúzódni az evolúció elől menekülve? Az elméletek nagy része a gordiuszi csomót azzal vágja el, hogy ezek valóságban nagyon közeli kettőscsillagok, esetleg összeütközött csillagok. Az elméletek másik (mára már túlhaladott) fajtái az ún. egycsillag modellek, amelyek elvetik a kettősséget, és például a csillag anyagának erős keveredésével magyarázzák a visszamaradott fejlődést. Ha a kék vándor az instabilitási sávba esik, pulzáló változást végezhet (SX Phe csillagok). Példaként a piszkés-tetői 1 m-es RCC távcsővel, a halmaz középpontjában fekvő blue straggler-ről közlünk egy fénygörbét a szerző észlelései alapján.



A V263 SX Phe csillag előzetes fénygörbéje. A halvány csillag szinte teljesen a halmaz középpontjában fekszik

Hazánkban 1937-től folyik gömbhalmazbeli RR Lyrae észlelés Detre László vezetésével (Kulin György és Lovas Miklós segédletével) az MTA CSKI svábhegyi bázisán, melynek eredményeként az Intézet nemzetközi hírnévre tett szert a szakterületen. Az utolsó gömbhalmaz expozíciót fotólemezzre Barlai Katalin készítette 1966-ban. A fényszennyezés romlásával Piszkéstetőn folytatódott a munka (Szeidl Béla és munkatársai, elsősorban fotografikus), illetve jelenleg is aktuális (Jurcsik Johanna és munkatársai, CCD). Az RR Lyrae csillagok elméleti modellezése is magas szinten művelt terület hazai berkekben (Kovács Géza, Kolláth Zoltán, Jurcsik Johanna). Egy példa az M3 változóinak átvilágítására az alábbi címen található: <http://www.konkoly.hu/staff/bakos/M3/>

Kataklizmikus változók

Az első gömbhalmazban megfigyelt változócsillag a T Sco volt, amely 1860-ban lángholt fel, és 7 magnitúdós fényessége túrnyogta az M80-at. Azóta csak egyetlen gömbhalmazbeli növőt sikerült megfigyelni (NGC 6553, Nova Sgr 1943). Elképzelhető, hogy a következő felfedezés a műkedvelő csillagászokat illeti majd, hiszen az esemény ritkasága miatt rendszeres, erre kihegyezett megfigyelőprogram nem létezik. Ha a növőkről esett szó, említésre érdemes, hogy kataklizmikus változók alapvetően ritkák gömbhalmazban, csak pár példa van rájuk, így az M5-ben V101, az NGC 6712-ben a V9 és az M30-ban a V4 (törpe növők).

Amatőr megfigyelések

Gömbhalmazbeli változók észlelése nem kimondottan amatőr munka, tekintve, hogy általában 15 magnitúdónál halványabb csillagok fényességét kellene becsülni igen zsúfolt környezetben. Ez vizuálisan szinte lehetetlen, de manapság 30 cm-nél nagyobb távcsövekkel és CCD-vel felszerelve korántsem megvalósíthatatlan feladat. Pár fényes változó így is akad, például az M2-ben egy RV Tau csillag, Chévremont változója, amely 12^m5 és 14^m között változtatja fényességét, vagy az M3-ban a V154 jelű cefeida. Ha valaki próbára kívánja tenni a szemét és türelmét, kedvtelésből megpróbálkozhat a vizuális becsléssel is az alábbi kis lista alapján. Lehetőleg a fényes, és a halmaz középpontjától távol eső, nagy amplitúdójú csillagokat válogattam ki. Az X és Y koordináták a keleti illetve északi eltérést jelölik a halmaz középpontjától ívmásodpercben. Érdekes először a GSC-ből és a POSS-ből keresőtérképet készíteni! Vizuális gömbhalmaz RR Lyrae fényességbecslésekről nincsen tudomásom (l. M4), sok sikert az szemnek meresztéshez!

GH	VAR	X	Y	MAX	MIN	P	Megj.
M68	27	+381	+263	10.2	17.4	320	előtér mira
M3	154	+2	-29	12.1	13.7	15.2842	
M5	42	-123.2	-120.8	11.20	12.24	25.738	
M80	6	+520	+296	12.1	16.1	177.90	S Sco
	7	+502	+112	11.9	16.3	223.50	R Sco
M4	4	-195.2	-338.6	11.0	12.5	60	
	18	-8.8	+27.4	12.84	14.20	0.4787924	RR
	33	+781.3	+628.7	12.92	14.04	0.6148386	RR
	34	-828.0	+408.5	13.32	14.73	0.5548437	RR
M13	2	-54.10	-3.04	12.80	14.12	5.110818	
	11	-45.37	-75.88	12.9	13.8	91.77	
M12	1	+34	-62	11.9	13.2	15.527	
M10	2	+30	+120	11.91	13.34	18.7226	W Vir
M56	6	-2.02	+37.06	12.9	14.9	90.00	RV Tau
M2	11	+85	+8	12.5	14.0	67.1?	RV Tau

BAKOS GÁSPÁR

Nyárelő változós szemmel

Az előző cikkem megírása óta a tavaszi ég szépen átrendeződött. A nyári időszámításra történt áttérés után már kényelmesen, a vacsora után lehet kipakolni a távcsöveket észleléshez. Ilyenkor rajzanak ki jobban az amatőrök is az ég alá, az ő figyelmüket is szeretném ezzel az írással felkelteni.

A március végi, április eleji égen zenitközeli helyzetben lévő Uma és Cam (konkrétan a Z Cam környezete) jó néhány kellemes percet szerzett. A Z Cam kétszer is minimumban volt, 13^m1-13^m2 értéken. Ez a csillag szinte naponként változtatja a fényességét, így megéri a ráfordított időt. Tényleg kár, hogy az egyébként 15-20 cm-es távcsővel is észlelhető változóról csak a régi VA 3. 9. oldalán van térkép. Részemről természetesen rendelkezem egy-egy AAVSO b és d térképpel, de a kísérletező kedvű fiatal észlelők megérdemelnék egy újabb kiadású térképet is.

A zenit környékén azért nem mindig kellemes Dobson típusú szereléssel változót keresgélni. Néha szinte teljesen körbe kell forgatni a távcsövet, mire a keresett változó, vagy környezete megjelenik a látómezőben. Ilyenkor kivárok egy félórát, s csak utána próbálkozom újra. A változók környezetének, vagy pl. egy-egy „ravezető” csillagsornak az ismerete mindig sokat segít. Viszont a memorizált összehasonlíthatókat néha bizony összekeveri még a magát tapasztaltnak hívó észlelő is. Nem vagyok kivétel e tapasztalat alól, ezért nem szégyellem a kereső-észlelőtérképek kivételét (és előtte sorba rakását).

Május-júniusban már kora este zenitközélen vannak az UMA általam kedvelt változói: az R, RS, T, S mirák, utóbbi három a VA 11. 13–14. oldalán, míg az R a VA 5. 10. oldalán található a CH UMa (UG) társaságában. A CH karácsonyi maximumát $11^m 9-12^m 0$ fényességnél láttam, s ha a 204 napos periódus többé-kevésbé igaz, úgy a június végi égen érdemes lesz megpróbálkozni az amúgy cirkumpoláris csillaggal. Természetesen ekkor már jóval lejjebb lesz ÉNy-ra, így a keresés inkább észlelőtáborból, vagy városon kívüli észlelőhelyről ajánlott. Az S, T, RS mira trió viszont kényelmesen észlelhető lesz a nyár elején. Míg a T, RS épp most volt maximumban, az S viszont csendben fényesedik. A 250 nap körüli periódusú T és RS halványodása érdekes programot kínál. A változás üteme természetesen soha nem igazán egyenletes, lehet túl gyors, vagy éppen lassú, mint pl. az R UMa-nál.

Gondolom, a T UMa-t észlelőknek már feltűnt, hogy a 88-as összehasonlító kettőscsillag... Sajnos a rendelkezésemre álló katalógusok (Saguaro, Guide 5) nem adtak lehetőséget az azonosításra. Vaskúti György barátomtól azóta megérkezett a kontroll, az Uranometriában ugyan kettősként jelölik a csillagot, de ténylegesen katalogizálatlan. Berente Béla is utánanézett, hasonló eredménnyel. Bevallom, én több tucatszor átfutottam a jó nyílt, de 9^m-11^m -s eltérő páron. Így hát igaz, hogy a vizuális észlelő egy-egy a látómezőbe kerülő objektum, vagy változó környékén megnézhet néhány más jellegű érdekességet is, mint pl. a KT Per-től nem messze fekvő M 76-ot...

Visszatérve a VA 11-hez, ebből tanultam meg észlelni a kis szabálytalanságaival és stagnálásaival igazán meglepő SRB-t, az RX UMa-t, amelyet a fentiek miatt jó szívvel ajánlok a kis távcsővel rendelkező észlelőknek. De persze van a VA 11-ben a május-júniusi égen már szép magasan észlelhető egyéb változó is. Így az R Ser mira (16. o.). A kb. 1 éves periódusú változó lassan halványodik az augusztusra tehető minimuma ($14^m 4$ körül) felé. Jelenleg még kisebb, 8–10 cm-es távcsővel is elérhető, júniusra viszont valószínű, hogy $11^m 0$ alá halványodik. Érdemes megkísérelni a minimum előtti azonosítást, hogy a tényleges minimum tájékán ne kelljen bizonytalankodni és boszszankodni a környező halvány csillagok miatt. Aki csak binokulárral észlel, az a τ^4 Ser-rel könnyen vizsgáztalódhat, ugyanezen térkép használatával. A kis SRB észleléséhez akár egy 6x30-as binokulár is elég.

A május-júniusi esti égen maradvá az R Vir (szintén VA 11., 11. o.) kínálkozik könnyű célpontként. Ám jó tudni, hogy az R Vir felett ott van a nagy Virgo galaxishalmaz, melynek átészlelése a nagy távcsövekkel is komoly feladat. Az R Vir-től $25'-28'$ -re ÉNy-ra is találhatóunk egy 15 cm-es távcsőhöz való galaxist, az NGC 4570-et.

A $10^m 9$ -s, $2' \times 7'$ -es ködfolt majdnem beleesik a 24 T 70x ($53'$) alapnagyítású látómezőjébe, ha az az R Vir-re van állítva. Tulajdonképpen ez a kis kitérő csak utalás egy lehetőségre, ami a szupernóva-felfedezés lehetőségét tartogatja azoknak az észlelők-

nek, akik jó égi háttérrel és megfelelő részletes (a GX környékére adott térképpel) rendelkeznek. Igaz, mindehhez egy jó adag szerencse is kell.

A Herkules alatt DNy-ra elnyújtózó Ophiuchus egy igen nevezetes változója az RS Oph, amely NR, azaz visszatérő néva. Érdekes akár heti 2–3 alkalommal is megnézni, hiszen soha nem lehet tudni mikor fényesedik fel a $11^m,9-12^m,0$ körüli minimumából. Ez a csillag is a régi VA sorozat 4. füzetében (12. o.) azonosítható, csekély vigasz, hogy minden normálisabb csillagtérkép jelzi N 1933 néven (a Meteor 2000/6-os számában jelent meg a csillag észlelőtérképe).

Mikorra idáig eljutunk, bizony már fent virít a keleti égen a Cygnus, a Lyra, sőt a Scutum is. Most azonban a hely rövidege miatt, s mert a Cygnus nevezetes változóiról már többször is szó esett, inkább kellemes júniusi estéket és kiváló átlátszóságú eget kívánok észlelő társainknak.

PAPP SÁNDOR

Változós kiadványok a Magyar Csillagászati Egyesülettől

Változócsillagok fénygörbéi 1993–1997. Ára 250 Ft (tagoknak 200 Ft).

Változócsillag Atlasz. Jelenleg a Változócsillag Atlasz következő füzetei rendelhetőek meg: 9., 14., 16. (200 Ft/db, tagoknak 150 Ft/db).

Változócsillag katalógus. Ára 250 Ft (tagoknak 200 Ft).

Cooper–Walker: Csillagok távcsővégen. Ára: 850 Ft (tagoknak 750 Ft).

Mizser A. szerk.: Amatőr csillagászok kézikönyve. Ára 1900 Ft (tagoknak 1700 Ft).

A kiadványok rózsaszín postautalványon rendelhetőek meg az MCSE-től (1461 Budapest, Pf. 219.), ill. megvásárolhatók a Polaris Csillagvizsgálóban.



Könyvajánlat: Csillagászat Baján

Szerkesztette: Hegedüs Tibor, Jäger Zoltán, József Rita, Vaskúti György. Baja, 2000. Ártér Alapítvány kiadása, Bajapress Kft. nyomda, 185 o. Megrendelhető a Bajai Observatórium Alapítványtól (6500 Baja, Pf. 766.).

Alcíme szerint a könyv a bajai csillagászat – 1947 és 1997 közötti – ötven évét foglalja össze. 1947-ben jött létre ugyanis Borbás Mihály kezdeményezésére az MCSE Bajai Csoportja – ezzel vette kezdetét a bajai csillagászat napjainkig tartó virágzása. A népes szerzőgárda hosszabb-rövidebb cikkeiből nyomon követhetők öt évtized csillagászati eseményei, a bajai csillagvizsgálók története, a tudományos kutatások főbb irányai, de Baja „csillagászati vonzáskörzetébe” tartozó településeken folytatott munkáról is bőséges olvasnivalóval

szolgál. Nem csak Bajáról és nem csak az 1947–97 közötti évekről szól a kötet, hanem a bajai csillagászat régmúltjáról is: Luigi Ferdinando Marsigli olasz hadmérnökről, aki a 18. sz. végén Baján is végzett csillagászati megfigyeléseket, illetve Schulhoff Lipótról, a Franciaországba elszármazott bajai születésű csillagászlól. (Mzs)