

A JÁRULÉKOS MAGNETOSZFÉRA FÜTÉSSEL KAPCSOLATOS
LEGÚJABB KUTATÁSOK EREDMÉNYEI

Illés Erzsébet^x és Bencze Pál⁺

x MTA Csillagászati Kutató Intézete, Budapest

+ MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, Sopron

Bevezetés Korábbi vizsgálataink azt mutatták, hogy a semleges felsőlégkörben 200-1000 km között 5-10 napos karakterisztikus idővel olyan sűrűségrövidedések lépnek fel, amelyeknek leírása egyik felsőlégköri modellben sem szerepel (Illés-Almár, 1979; Illés, 1979). Miután kimutattuk: nem arról van szó, hogy a modellekben a naptevékenység leírására használt paraméterek (A_p , $S_{10,7}$) nem megfelelőek (Illés, 1985), szisztematikus kutatást kezdtünk az extra sűrűségrövidedésekért felelős mechanizmus -- és modellbeli leírására megfelelő paraméter -- keresésére (Illés, 1983; Illés-Almár, 1984; Illés és Füstös, 1984). Jelen cikkben két kutatási eredményről számolunk be.

A galaktikus kozmikus sugárzás, mint paraméter (Illés-Almár, 1985) M.A. Biondi és J.W. Meriwether, Jr. a perui Arequipaban felállított automatikus airglow obszervatórium Fabry-Perot interferométere segítségével az éjszakai égbolt fénylését vizsgálták a 630 nm-es oxigénvonalnál. A vonal szélességéből meghatározható volt a semleges légkör hőmérséklete a 350 km körüli magasságon (Biondi és Meriwether, 1985). A méréseket az MSIS felsőlégköri modellel hasonlították össze. A mintegy félév hosszúságú első észlelési sorozatból kapott eredmények nagyon érdekesek. A semleges közeg hőmérséklete általában 180° -al magasabb, mint az az MSIS modellből következne. Több alkalommal azonban sokkal, mintegy 500° -al magasabb hőmérsékletet mértek, mint az a modell alapján várható lett volna. Ezek az extra meleg napok vagy geo-

mágneses viharok napjai, vagy olyan esetek, amikor a magas hőmérsékletet a modellek szerint semmi sem indokolja. Ezek a megfigyelések -- írják a szerzők -- "ugyanahhoz a nem megmagyarázott kategóriához tartoznak, mint a termoszférikus szelek erős konvergenciája vagy divergenciája geomágnesesen nyugodt periódusokban".

Miután az általunk korábban megfigyelt sűrűségnövekedésekkel kapcsolatban már vizsgáltuk a galaktikus kozmikus sugárzási intenzitás Deep Riverben mért értékét (C_{DR}), mint a modellekben nem magyarázott sűrűségnövekedést jelző paramétert, és jó korrelációt találtunk (Illés-Almár, 1984), a Biondi-Meriwether féle magyarázatlan hőmérsékletnövekedésekkel kapcsolatban is megvizsgáltuk a galaktikus kozmikus sugárzás viselkedését. Erre az időszakra a moszkvai mérések álltak rendelkezésünkre; az 1. ábrán C_M -el jelöltük a görbén a felrajzolt beütésszámokat. Észrevettük, hogy a Biondi-Meriwether féle magyarázatlan hőmérsékletnövekedéseket 8-12 nappal az időszak legnagyobb kozmikus sugárzási csökkenései előzték meg. Ez megerősítése azon korábbi eredményünknek, miszerint az általunk talált sűrűségnövekedéseket 5-10 nappal korábban C_{DR} csökkenések előzték meg (az időfelbontás ott nem engedett meg pontosabb meghatározást). Vagyis megerősítést nyert azon munkahipotézisünk, miszerint energia betáplálás zajlik le a magnetoszférán keresztül néhány napos késési idővel. Ezek szerint a kis vagy közepes energiájú galaktikus kozmikus sugárzás intenzitáscsökkenései jelzik a földközeli interplanetáris mágneses tér azon állapotának jelenlétét, amelynél a magnetoszféra-dinamó hatásfoka nagyobb lehet. Azt, hogy valóban létezik-e ilyen energiaforrás, további kutatásoknak kell tisztáznia.

A gyűrűáram, mit energiaforrás (Bencze és Illés-Almár, 1985)

Ha valóban létezik egy ilyen retardált energiabetáplálás, akkor a napszélből nyert energiának a magnetoszférában tárolódnia kell néhány napig, mielőtt a semleges légkörig eljut. Bencze javaslata szerint a D_{ST} index lassu visszatérése normálállapotba geomágneses viharok után azt szuggerálja, hogy az energia -- legalábbis részben -- a gyűrűáramban tárolódhat, és jelentkezhet a semleges komponensnél néhány napos késéssel. A mecha-

nizmus, amely azt a semleges légkör felé eljuttatja, a töltéscsere reakció lehet, amennyiben a gyűrűáramból kiszóródott, nagysebességű H^+ nagysebességű semleges részecskéként folytatja pályáját, és ütközésekkel adja át energiáját a többi semleges részecskének.

Ha azonban nagyenergiájú neutralizálódott atomok bombázzák a felsőlégkört, annak nemcsak a semleges komponens felmelegedésében, hanem az ionizált komponens extra-ionizációjában is jelentkeznie kell, mivel a nagyenergiájú atomok nagy valószínűséggel ionizálnak is. Azt azonban könnyű megállapítani több ionoszféra paraméter egyidejű vizsgálatával, hogy például geomágneses viharok után, amikor a gyűrűáram eróziója energiát adhat a semleges légkörnek, fellépett-e extra ionizáció.

Azonos földrajzi hosszúságon lévő négy japán ionoszféra állomás foF2 és h'F adatait használtuk a vizsgálatához, hogy az időbeli változást kizárjuk. A négy állomás közül a legdélibb ($\varphi=31^{\circ}12';1N$) geomágneses szempontból már egyenlitőinek számít. A mérések sajnos csak egyetlen geomágneses vihar után voltak folyamatosak, ezért ugyan nem bizonyító erejűek, de munkahipotézisünk realitását alátámasztják.

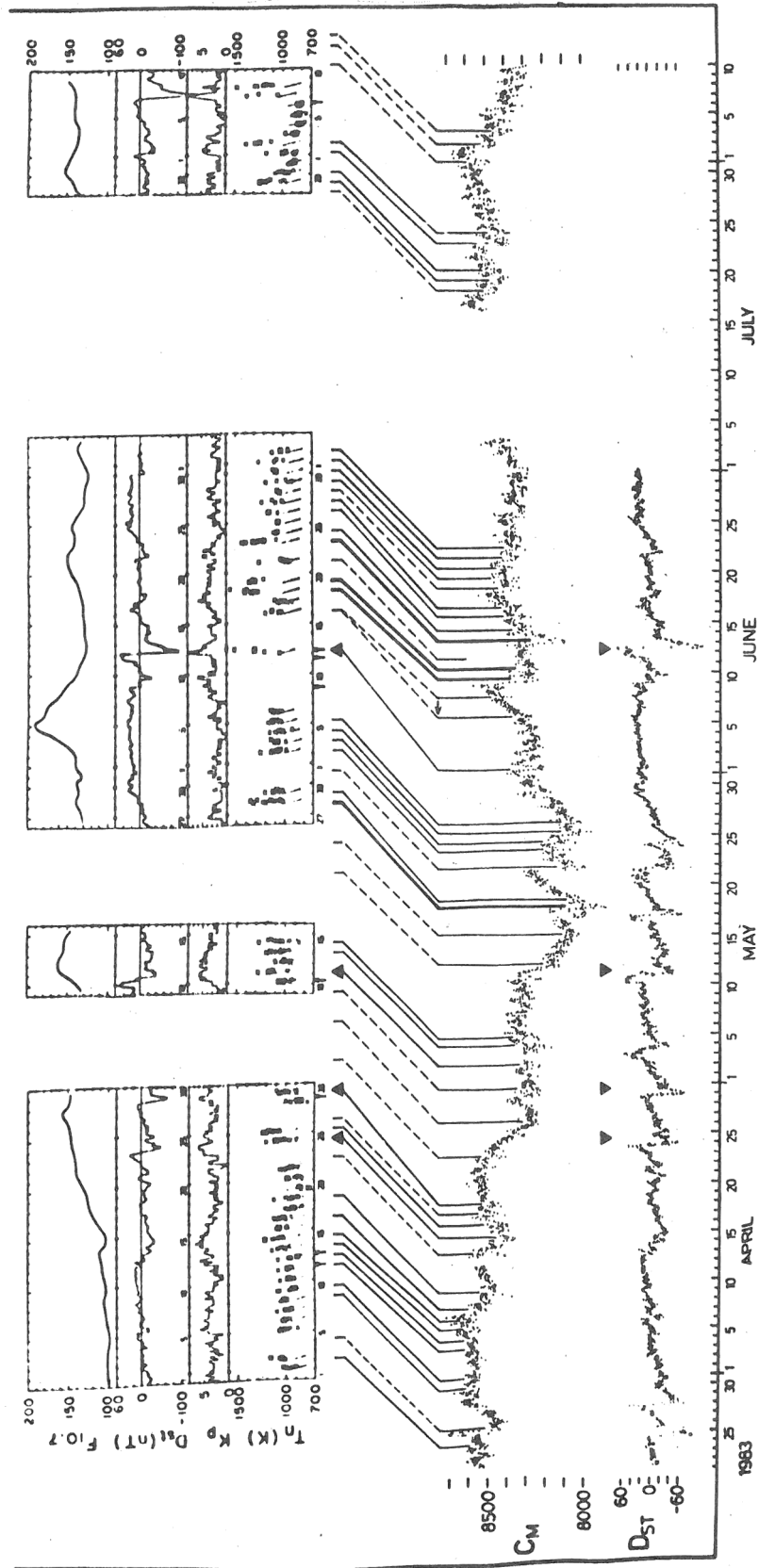
A 2. ábrán látható a geomágneses vihart követő napokban a $\Delta h'F$ görbék menetéből, hogy a közepes szélességű állomások felett az ionoszféra F rétege emelkedett, ezért ott kvalitatíve érthető, hogy az elektronsűrűség megnőtt ($\Delta foF2$ nő), mivel a nagyobb magasságban lévő kisebb semleges sűrűség miatt lecsökkent a rekombinációs ráta. Azonban kis geomágneses szélesség felett (Yamagawa állomás) a réteg nemhogy nem emelkedett, hanem még inkább süllyedt ($\Delta h'F$ csökkent), és ennek ellenére $\Delta foF2$ -n növekedés látszik. Ez olyan extra ionizáció létét jelezheti, amely nemcsak, hogy kompenzálja a réteg süllyedése miatt bekövetkező nagyobb rátájú rekombinációt ($\Delta foF2$ konstans maradt volna), de még nő is az elektronsűrűség ($\Delta foF2$ nem konstans, hanem nő). Tehát a geomágneses egyenlitői állomás felett extra ionizáció léphetett fel. Vagyis ez az eset is amellett tanuskodik, hogy geomágneses vihar után a D_{ST} visszatérési fázisában a töltéscsere reakció révén olyan nagyenergiájú hidrogén atomok* keletkeznek a gyűrűáramot létrehozó protonokból, amelyek, ha a

felsőléggörbe csapódnak, részben extra ionizációt hoznak létre, részben energiájukat a semleges komponensnek átadva fűtik azt -- elsősorban a mágneses egyenlítői zónában. Ez az egyenlítő mentén körben jelentkező fűtés a modellekkel összehasonlítva csak az éjszakai oldalon jelentkezik különbségként, mert a nap-pali oldalra eső részt a modellalkotásnál az EUV fűtés rovására irták, és egy, a reálisnál nagyobb $S_{10,7}$ együtthatóval a modellek már figyelembe veszik (Illés, 1978). Ez a maszkírozás azonban elkeni a fizikai lényegét, és nehezebbé teszi a jelenség felismerését

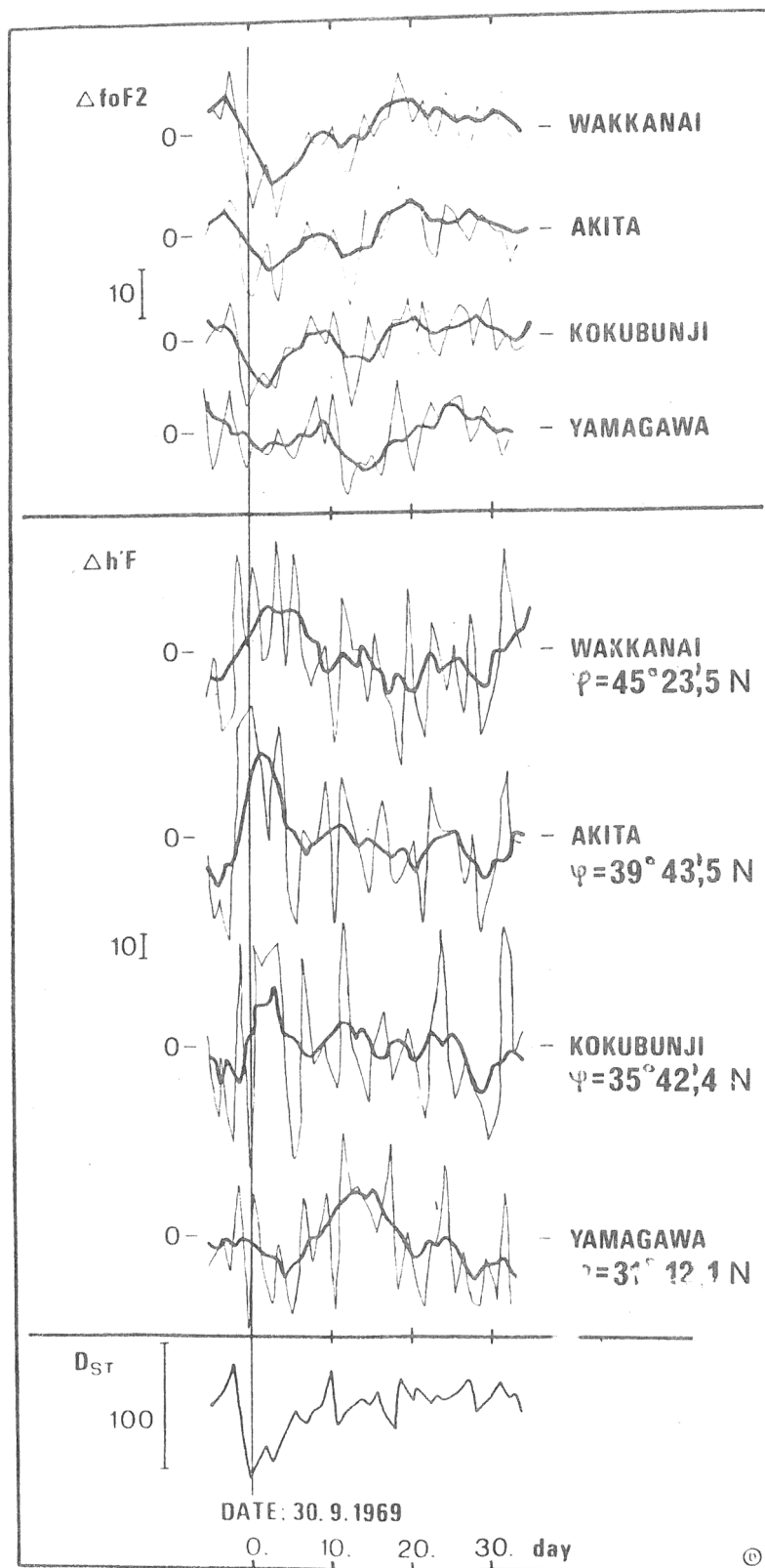
* Roelof, Mitchell és Williams amerikai kutatók az IMP 7/8 és az ISEE 1 űrszondák mérései alapján arról számolnak be (Roelf, 1985), hogy a gyűrűáram eróziója elsősorban oxigén ionok precipitációjával magyarázható az eddigi elképzelésekkel ellentétben. Korábban ugyanis úgy gondolták, hogy a gyűrűáram feloszlásában a $H^+ + H \rightarrow H + H^+$ töltéscsere reakcióé a főszerep. Eszerint a gyűrűáramból kicsapódó, a légkört bombázó részecskék energiája nagyobb, mint korábban hittük. Mivel a töltéscsere reakció hatáskeresztmetszete is jóval nagyobb a 100 keV körüli energiákon az oxigén ionok, mint a protonok esetében, ez a mérési eredmény még valószínűbbé teszi munkahipotézisünk helyességét.

Irodalom

- Bencze, P., Illés-Almár, E. ; in print, Nabl. ISZ 24, Krim, 1985
 Biondi, M.A., Meriwether, Jr., J.W., 1985; Geophys. Res. Letters 12, 267.
 Illés E., 1979; IM VII, Harkány, 109.
 Illés, E., 1983; Nabl. ISZ 20, 19.
 Illés E., Füstös L., 1984; IM XI, Kecskemét, 21.
 Illés E., 1985; IM XII, Balatonkenese, 54.
 Illés-Almár, E., 1979; Space Research XIX, 207.
 Illés-Almár, E., Almár, I., Horváth, A., Borza, T., 1984;
 COSPAR, Graz, papers X.5.4, 9.9.5.
 Illés-Almár, E., 1984; Nabl. ISZ 21, 308.
 Illés-Almár, E., 1985; COSPAR workshop, Stara Zagora, Bulgaria.
 Roelf, E.C., Mitchell, D.G., Williams, D.J., 1985; JGR 90, 10991.



l.ábra



2. ábra