

한반도 지자기 연속 관측망 구축 및 초기관측 결과¹

최정립 · 조경석 · 박재수 · 이근호

정보통신부 전파연구소 이천분소

이성환 · 심숙경 · 이동훈

경희대학교 우주과학과

INSTALLATION OF THE GEOMAGNETIC FIELD MEASUREMENT NETWORK AND INITIAL MEASUREMENT RESULT

C. R. Choi, K. S. Cho, J. S. Park, G. H. Lee

Ichon Branch of Radio Research Laboratory, Ministry of Information and Communication

S. H. Lee, S. K. Sung, D. H. Lee

Department of Astronomy and Space Science, Kyunghee University

(Received April 20, 1997; Accepted May 20, 1997)

요 약

전파연구소 이천분소에서는 1996년 8월에 지자기연속관측시스템을 이천분소(이천관측소: N37.1447, E127.5509)와 경희대학교(용인관측소: N37.1419, E127.0454)에 각각 설치하여 현재 관측중에 있으며, 현재 이것의 데이터베이스를 구축하고 있다. 또한 1997년 여름쯤에는 제주도(제주대학교)에 관측시스템 1식을 추가로 설치하여 한반도의 위도별 지자기 변화를 실시간으로 모니터링 예정이다. 본 논문에서는 이천 및 용인관측소에서 1996년 12월 2일에 관측한 CME(Coronal Mass Ejection)을 Kakioka 관측소, WIND 및 Geotail 위성에서 관측한 데이터들을 비교 분석하였다.

ABSTRACT

We installed a pair of geomagnetic ground station in Ichon branch of Radio Research Laboratory(Ichon station, N37.1447, E127.5509) and Kyunghee University(Yongin station, N37.1419, E127.0454). We have successfully finished test operation, and we are now setting up a data base for the real time monitoring of the geomagnetic field. We are also going to have another geomagnetic station for the southward direction at Cheju island(Cheju University) in summer of 1997. By that time, we will have a complete set

¹본 연구비의 일부는 정보통신부 전파연구소, 교육부 기초과학연구소 및 과학재단에 의해 지원되었음

of geomagnetic data base for the near earth solar-terrestrial environment in real time. In this paper, we compare and analyze the results of geomagnetic field observations from our stations, Kakioka observatory, Wind and Geotail satellites when the coronal mass ejections(CME) occurred on Dec. 2, 1996.

1. 서론

우리나라의 지자기 관측 역사는 아주 짧은 편이다. 국립지리원에서 1978년에 fluxgate를 핵심으로 하는 지자기 연속관측시스템을 도입하여, 1978 ~ 1982년 사이에 지자기 연속관측을 수행하고 그 자료를 기록, 보관해 왔으나, 기기의 노후 및 관측지점의 도심화 등 여러가지 이유로 1980년대 중반부터 중단되어 왔다(지자기 전국관측망 구축을 위한 연구회 1996).

한편, 정보통신부 전파연구소도 1975년부터 수년간 지자기 연속관측을 수행한 바 있으나, 1980년대 중반부터 지리원과 같은 이유로 인해 관측이 중단되었다. 그러나, 전파연구소 이천분소는 지자기 연속관측을 통하여 통신위성에 영향을 미치는 지구근접우주환경을 연구하기 위하여 1996년 8월에 이천과 용인(경희대)에 연속관측시스템을 각각 설치하여 pair station으로 운용하고 있다. 또한, 1997년 상반기에는 제주도에 같은 시스템을 추가로 설치하여, 본격적인 한반도 지역에서의 위도별 지자기 변화를 실시간으로 모니터할 계획이다.

전파연구소 이천분소에서 구축한 지자기 연속관측시스템의 block diagram 및 시스템 규격은 각각 그림 1, 표 1과 같다. 여기에서 Fluxgate Sensor는 지하 1.8 m 정도의 깊이로 매설되어 있고, Proton Sensor는 지상 2 m 높이로 설치되어 있다.

2. 시스템의 개요

전파연구소 이천분소에서 구축한 실시간 연속 지자기 관측시스템은 크게 Sensor부, Data Logger부 및 전력부로 구성되어 있으며, 각각의 센서는 200m의 Main Cable로 Data Logger에 연결되어 있다. 다음은 각 시스템에 대한 개략적인 기능을 나타낸 것이다 (Tierra Tecnica Ltd. 1996).

2.1 Sensor 부

2.1.1 Fluxgate Sensor

지자기의 세가지 성분을 관측하며, 완전 방수처리가 되어 있고 기온차이로 인한 관측량의 편이($0.2nT/^\circ C$)를 막기 위해 지표면 아래에 설치되었다. 센서는 수평면상에서 설치될 때, directional finder로 방향을 잡는다.

관측범위는 $\pm 65,000nT$ 이고, 각각의 field 성분들은 센서코일의 보상 field에 의해 제거되며, 지자기 변화에 의해 관측되는 지자기는 $0.01nT$ 의 분해능으로 관측된다. 전원이 공급되면, 최적의 보상

표 1. 지자기 연속관측시스템의 시스템규격.

Fluxgate Sensor	Ring Core Type 0.01 nT(Resolution) 1, 2, 4, 8 times/sec 선택가능 0.22 nT/°C
Proton Sensor	0.1 nT(Resolution) 1 time/10, 20, 30, 60 sec
Data Logger	GPS Clock RS232C External output Flash Memory Card Drive(10Mb)
Power Supply	220V/24V

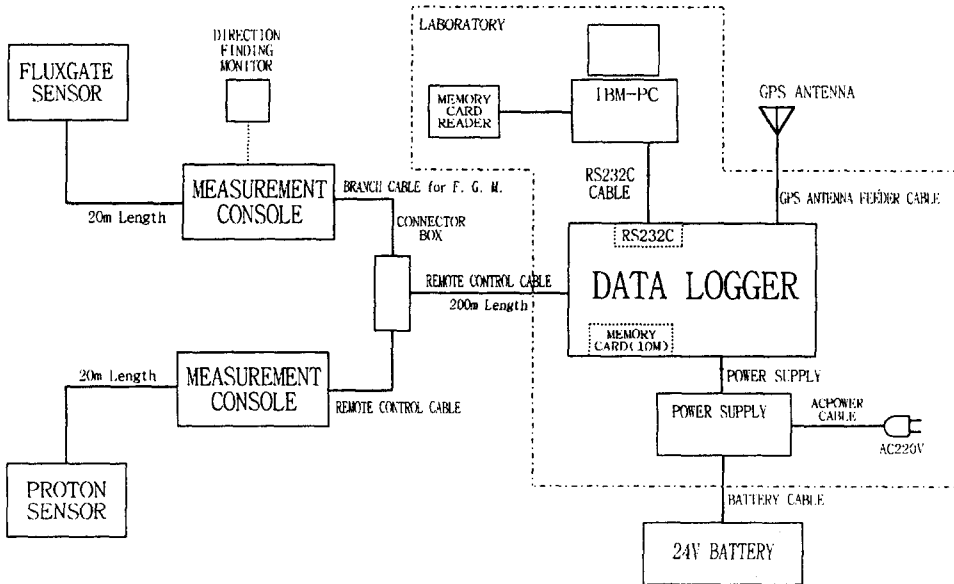


그림 1. 지자기 연속관측시스템의 block diagram.

field가 자동적으로 결정된다. 관측한 지자기가 관측범위를 벗어날 때는 보상 field가 300nT 간격으로 조정된다. 또한, 여기서는 4종류의 샘플링 비(1, 2, 4, 8 times/sec)를 선택할 수 있다.

2.1.2 Proton Sensor

지자기의 총 변화량의 절대값을 프로톤 세차 신호를 모니터하여 관측하며, 이것 역시 완전 방수가 되어 있다. 이것은 안정된 자기장 속에 설치되어야 하므로, 지표면 위에 설치된다면 지표면의 자화된 정도에 영향을 받기 때문에 지상으로부터 1m 이상의 높이로 끈게 세워져야 한다. 이것도 4종류의 샘플링 비(10, 20, 30, 60 sec)를 선택할 수 있으며, 여기에서는 60 sec로 설정되어 있다.

2.2 Data Logger 부

Data Logger는 6부분으로 나눌 수 있다. 즉, 각 Magnetometer interface, Data formatter & Buffer memory, Memory card drive, RS232C interface, GPS clock, 그리고 Key board & Display panel이다.

Magnetometer로 얻어진 data는 binary type으로 변환되어지며, 임시로 buffer memory에 저장된다. buffer memory에 있는 data는 매 시간마다 memory card로 보내진다. memory card는 16일 동안 관측 data를 저장할 수 있다. 이와 함께 관측한 지자기 data의 시각동기는 GPS clock으로부터 RS232C를 통하여 PC controller 혹은 data logger에서 이루어진다. 여기서는 UT(Universal Time)로 설정되어 있다.

2.3 전력부

Magnetometer와 data logger는 DC 24V 전원으로 동작 되며, battery charger에서 이 전원을 공급할 뿐만 아니라 정전시 12시간 동안 전원을 계속 공급할 수 있다. 또한, 본 시스템의 전원공급장치에는 낙뢰로부터 시스템을 보호할 수 있는 surge absorber가 설치되어 있다.

3. 한반도의 지자기 관측데이터

그림 2는 1996년 12월 2일 관측한 지자기 관측데이터이며, (a)는 이천에서 (b)는 용인에서 각각 관측한 것이다. 각각 그림의 가로축은 시간(UT), 세로축의 한칸은 50nT 단위를 나타내며, Hx, Hy, Hz는 H, D, Z를 각각 의미하고 F는 프로톤센서의 데이터이다. 그림 3은 같은 날의 일본 KAKIOKA 관측소의 데이터이며, 이것과 비교하면, 같은 시간인 10시경에 태양의 CME에 의한 shock이 양쪽의 관측소에서 관측되었다. 위로부터 H(5nT/div), D(0.5'/div), Z(5nT/div) 및 F(5nT/div)이다.

태양에서 flare가 발생되면 자신이 가지고 있던 물질 덩어리를 밖으로 내뿜는 것을 CME라고 한다. 이것의 초기속력은 약 270km/s 정도이며 초음속(supersonic)으로 가속되어 지구에 도달된다(Parks 1991).

이날의 태양의 활동도는 표 2와 같이 13개의 solar flare가 발생하였으며, 이때 WIND 위성은 그림 4와 같이 태양과 지구사이의 약 $10R_E$ (R_E : 지구반경, 6,380km)에 위치해 있고, GEOTAIL 위성은 그림 5와 같이 지구에서 태양반대편에 위치해 있다. 이들 각각의 위성에서 관측한 데이터들을 함께 비교하여 이때의 shock speed를 대략적으로 계산할 수 있다. 그림 6은 이천 및 용인관측소에서 관측한 데이터를 UT 09:30~10:30까지 1초 데이터로 H 성분만 나타내었다. 여기에서는 거의 10시에 CME에 의한 shock이 동시에 관측되었다. 그리고 그림 7은 태양방향에 있는 WIND 위성에서 관측한 결과인데, 관측소보다 약 2분정도 먼저 관측되었다. 이때 태양반대방향의 GEOTAIL 위성에서는 그림 8과 같이 약 1분정도 늦게 관측되었다. 이때의 shock speed는 위성과 관측소간의 거리와 시간차(관측시간)로 대략적으로 계산해 보면 약 530km/s 정도이다. 또한 위성과 관측소에서의 관측결과를 토대로 태양으로부터의 shock이 지구까지 전파되는 경로를 직접적으로 확인할 수 있었다. 그림 7과 8에서 실선은 UT 10시를 나타내며, 점선은 각각의 위성에서 shock을 관측하기 시작한 시간을 나타낸다.

1 min average

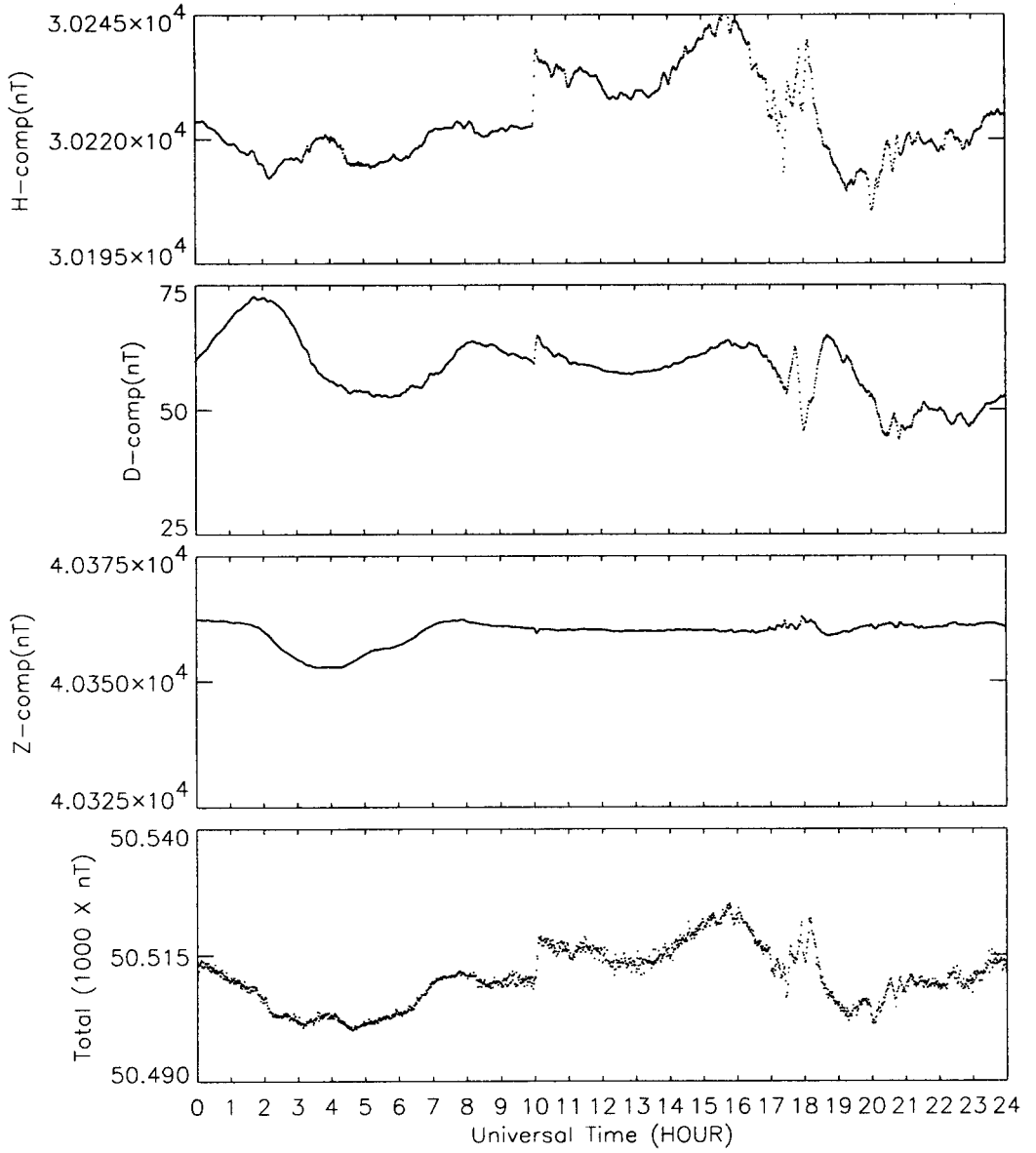


그림 2a. 한반도 지자기 관측데이터 (이천관측소, 1996년 12월 2일).

1 min average

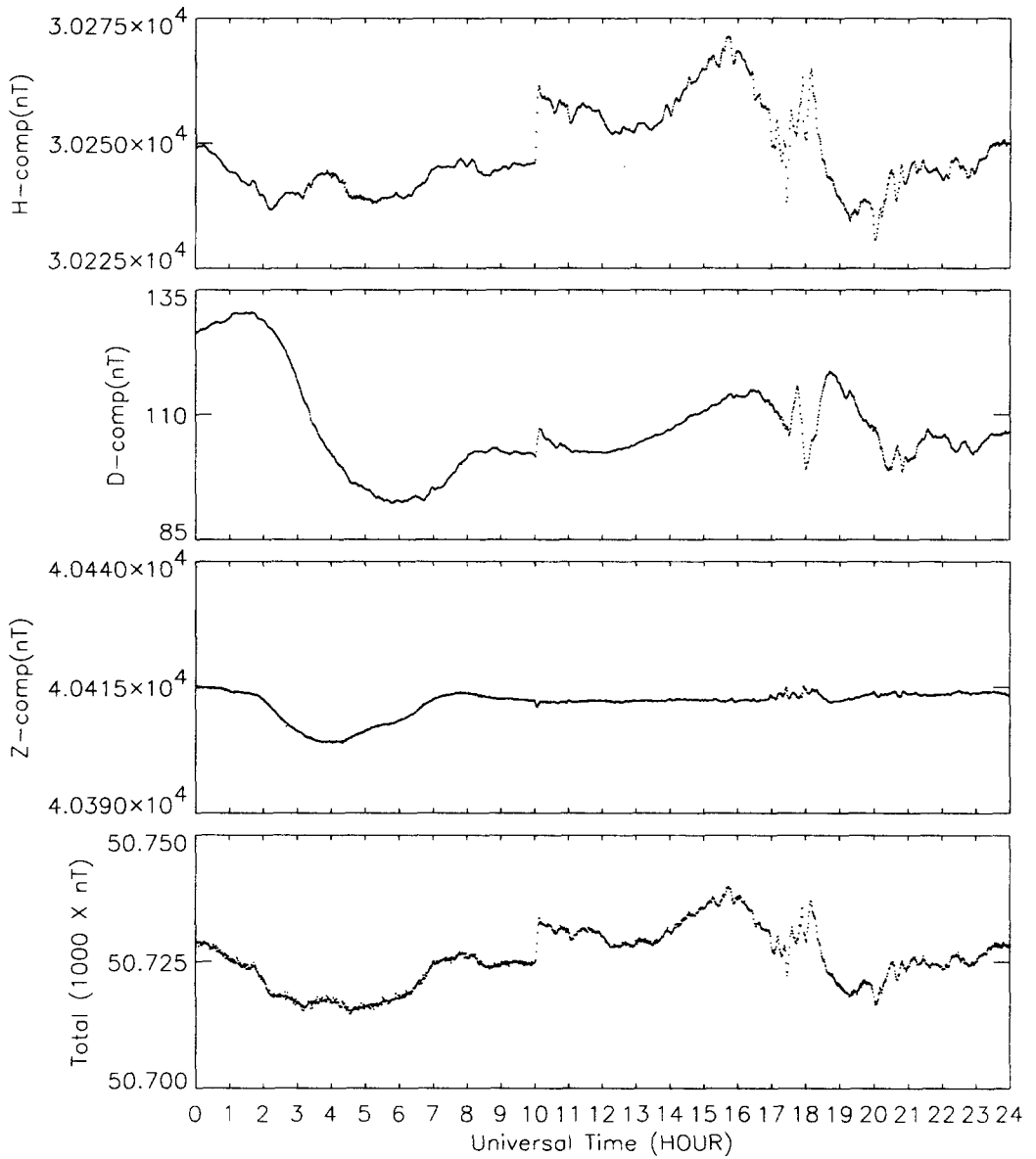


그림 2b. 한반도 지자기 관측데이터 (용인관측소, 1996년 12월 2일).

표 2. Solar Flare List(미국, SEL 연구소).

Begin Date	Begin (UT)	Max (UT)	End (UT)	X-ray class.	Importance and Brightness	Location (°Lat. CMD)	Region No.
02 December	0105	0113	0119	C1.2			
	0132	0137	0141	C1.6			
	0800	0805	0809	B3.2			
	0842	0843	0850	B7.4	SF	S06W77	7999
	1316	1328	1332	B5.8			
	1358	1403	1420	B3.4			
	1423	1433	1442	C2.7	IF	S05W90	7999
	1701	1705	1708	B2.0			
	1736	1740	1806	C1.6	SF	S05W90	7999
	1843	1846	1849	B3.7			
03 December	0306	0309	0311	B2.1			
	0603	0607	0611	B1.7			
	0811	0813	0824	B1.5			
	0936	0943	0950	B3.3			
	04 December	No flares observed					

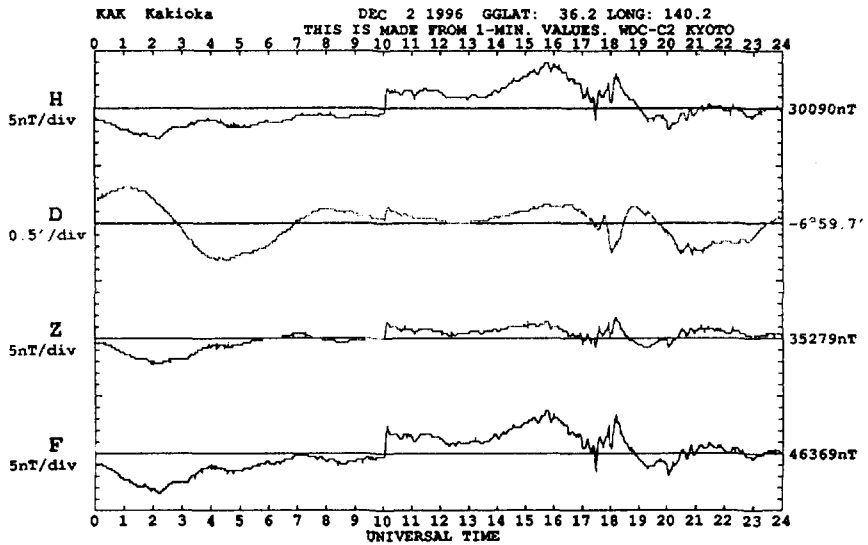


그림 3. KAKIOKA 관측소의 관측데이터(1996년 12월 2일).

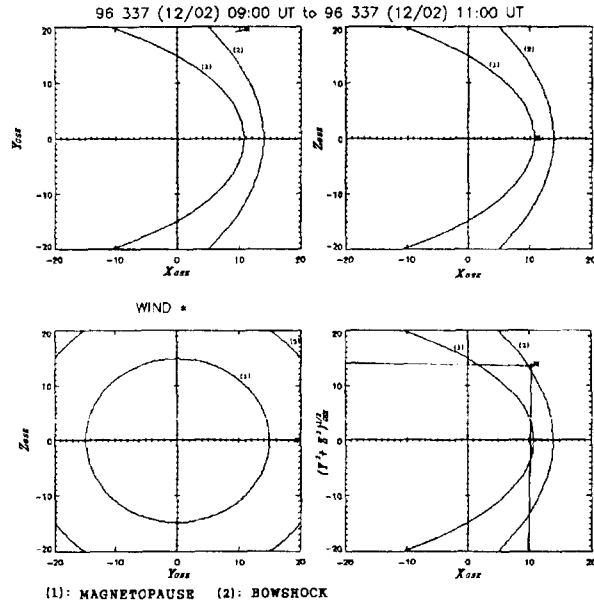


그림 4. WIND 위성의 궤도(09:30~10:30).

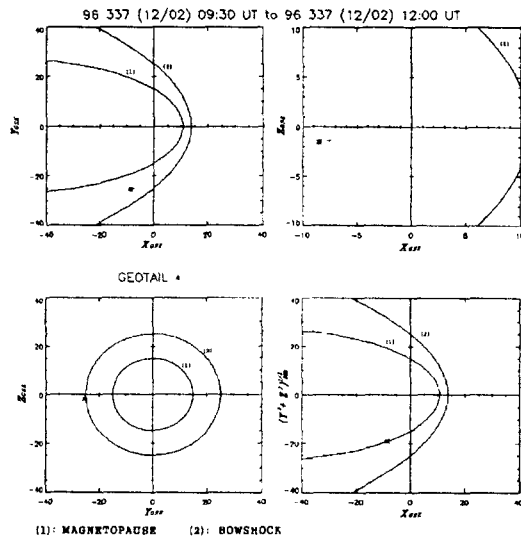


그림 5. GEOTAIL 위성의 궤도(09:30~10:30).

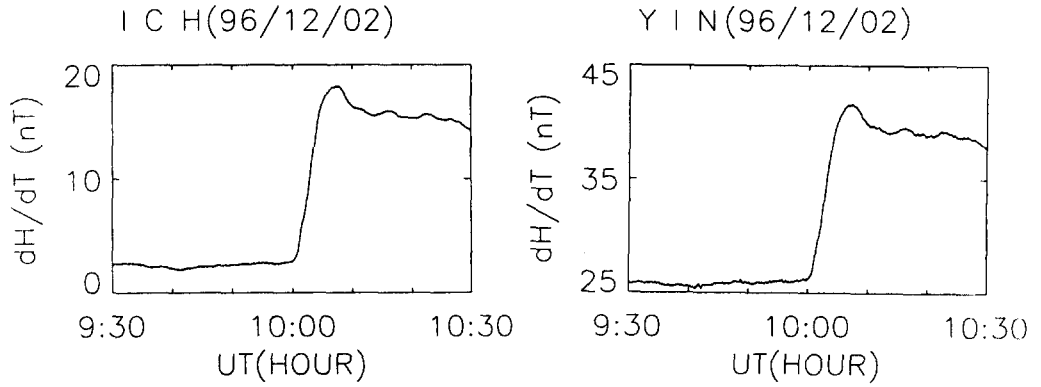


그림 6. 이천 및 용인의 관측데이터(09:30~10:30).

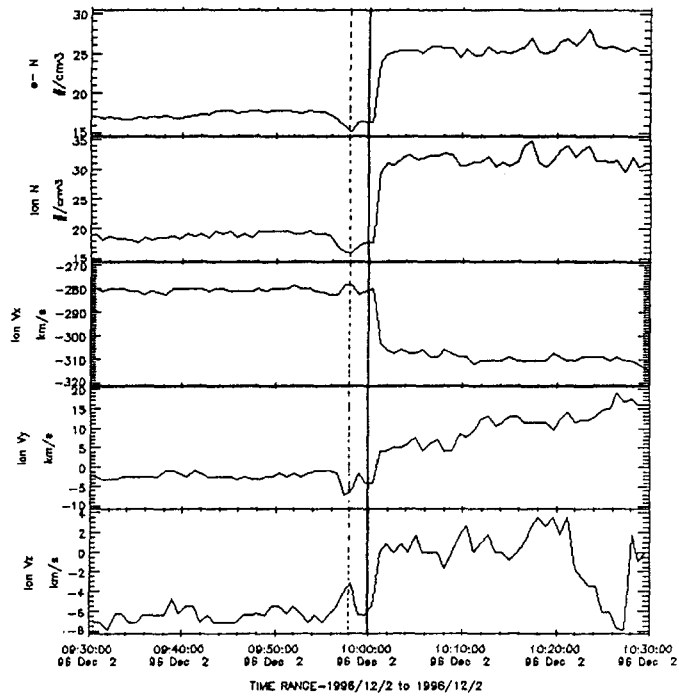


그림 7. WIND 위성의 관측데이터(09:30~10:30).

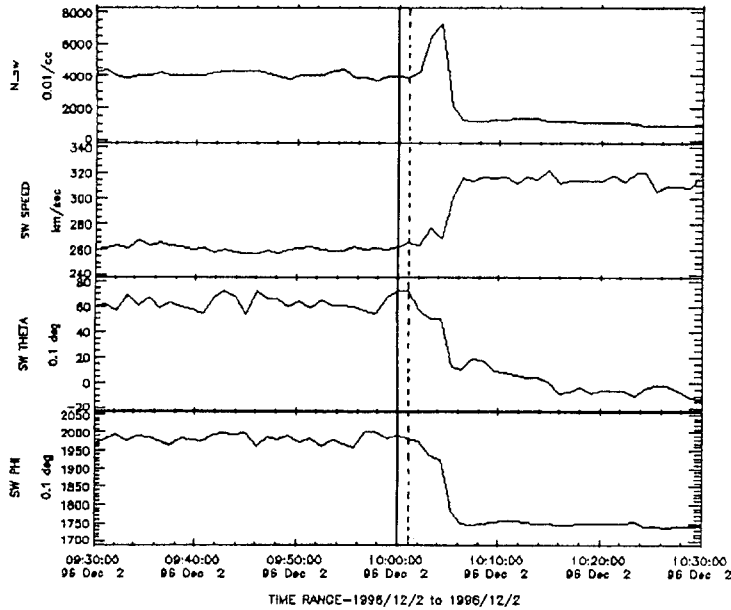


그림 8. GEOTAIL 위성의 관측데이터(09:30~10:30).

4. 결론

정보통신부 전파연구소에서는 한반도 지자기 실시간 연속 관측망 구축계획 아래 1996년 8월에 이천 및 용인에 pair station을 구축하였으며, 이곳에서 1996년 12월 2일에 관측한 CME에 의한 지자기 교란을 GEOTAIL 위성, WIND 위성 및 일본의 KAKIOKA 관측소의 데이터들과 비교하여 대략적인 shock speed를 계산해 보았다.

전파연구소의 지자기 연속 관측망 구축계획의 최종목표인 남북방향 구축은 1997년 7월경에 제주 관측소(제주대학교)를 설치하여 완료할 것이다. 이로써 한반도의 실시간 연속 지자기 변화를 관측할 수 있는 동서 및 남북방향의 관측망이 독자적으로 구축될 것이다.

참고문헌

- 지자기 전국관측망 구축을 위한 연구회 1996, 연구결과 보고서, 과학재단
- Tierra Tecnica Ltd. 1996, Operation Manual of Geomagnetic Field Observation System (Tierra Tecnica Ltd.: Tokyo)
- Parks, G.K. 1991, Physics of space plasma (Addison Wesley pub.: Redwood), p.5