

電離層 觀測 研究

電波課

技術係

朴 正 烈 · 朴 点 福

1. 序言

1966年 2月 電波研究所의 創設과 더불어 그해 10月 国内 最初로 電離層 觀測機(Ionosonde : NJZ - 134)가 設置되면서 電離層 觀測의 試驗觀測이 始作되었다. 試驗期間 동안 諸般 不合理한 問題들을 是訂하여 1969년부터 正常化된 觀測은 그동안 다른 觀測機(NJZ - 502A)로 代替되어 가면서 10余年 以上을 年中無休 觀測하여 왔다.

그동안 觀測된 資料들은 國際機構 等과 日本을비롯한 電離層 觀測을 行하는 諸般 各國에 資料提供을 함으로서 電離層 分布 共同研究의 基盤을 다져왔다.

當所의 觀測 DATA를 集約하여 보면 年間 또는 季節別 變化 狀態가 外國과의 觀測 資料 交換에서 比較했을때 크게 差異點이 없으며, 現在까지 나타난 基本變化와 크게 벗어나있음을 알수 있었다.

이러한 狀態에서 現在까지의 觀測된 DATA를 利用할수 있도록 하고, 太陽黑點과 地磁氣와의 相互關係 等を 分析 하면서 今年度에 觀測된 資料를 去年과 比較하면서 本文의 內容을 報告書로 作成 하였다.

2. 觀測方法 및 諸元

2-1. 觀測方法

電離層의 垂直觀測은 1926年 BREIT와 TUVE에 依해 考案된 PULSE 波에 依한 方法으로서 送信機에서 $30\mu\text{sec} \sim 100\mu\text{sec}$ 의 PULSE 波를 一定한 時間 間隔인 약 0.02 sec 동안 垂直上空으로 發射하여 電離層에서 反射되어온 反射波를 受信 觀測하는 方法으로 觀測機의 諸元은 다음과 같다.

2-1-1 NJZ - 502A 電離層 觀測機의 概要

가. 觀測機의 構成

- 1) 送信部
- 2) 受信部
- 3) Control 裝置部

나. 觀測機의 諸元

- 1) 發射周波數範圍 : 0.4MHz ~ 15MHz
- 2) 周波數 變化方法 : sweep式
- 3) 周波數 sweep 時間 : 15.3 sec
- 4) 送信出力(pulse) : 10Kw (peak)
- 5) 送信 pulse 幅 : $50 \sim 100\mu\text{sec}$
- 6) 送信 pulse 間隔 : 20msec
- 7) 觀測 最高 높이 : 1000km

8) Film 規格 : 35m/m

35m/m Film에는 0.4MHz~15MHz에 對應하는 各 周波數의 寬 높이인 $h'-F$ 曲線이 나타난다. 이 樣게 Film에 나타나는 觀測結果를 Ionogram 이라 한다.

Ionogram의 內容과 判讀方法에 對하여는 前年度 報告書에 細密하게 報告된 바 있어 여기서는 省略 한다. 또한 새로운 新型 觀測機인 IPS-42가 今年 8 月에 Australia로부터 導入되어 設置 되었으며, 試驗觀測을 거쳐 9 月부터 觀測을 始作하였다. 이 觀測機의 概要를 살펴보면 다음과 같다.

2-1-2 IPS-42 電離層 觀測機의 概要

가. 觀測機의 構成

1) IPS-42 : 送受信 裝置

2) KEL-46 : Ionogram의 判讀裝置

3) KEL-47 : DATA 處理裝置

4) PRINT 裝置

나. 觀測機의 諸元

1) 周波數 範圍 : 1MHz~22.6MHz

2) 周波數 發振 方式 : Digital Synthesizer

3) 周波數 Sweep 눈금 構成 : Logarithm

4) 周波數 Sweep 時間 : 12sec

5) 送信出力 (pulse) : 5kw (peak)

6) 送信 pulse 幅 : 41.67 μ sec

7) 送信 pulse 間隔 : 5.33msec

8) 觀測 最高 높이 : 800km

9) Film 規格 : 16m/m

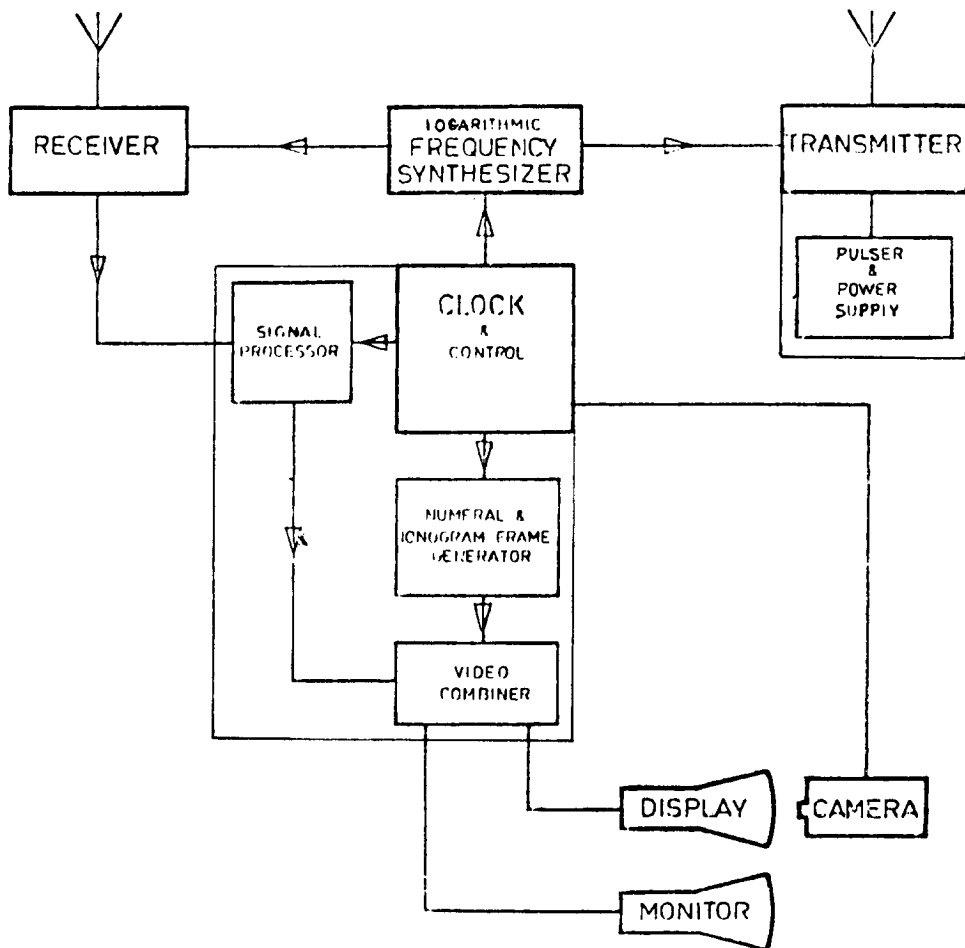


그림 2-1 THE SYSTEM BLOCK DIAGRAM

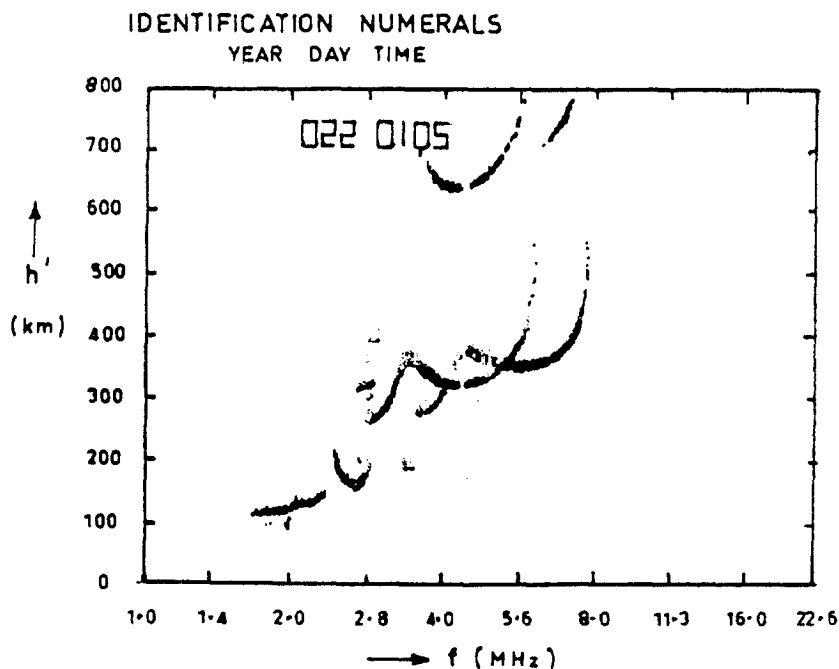


그림 2-2. IPS-42의 Ionogram

上記 그림 (2-1) 과 같이 IPS-42의 送受信装置로부터 受信되어진 反射波는 Display에 依해 camera로 撮影되어 16m/m Film 上에 Ionogram으로 그림 (2-2) 과 같이 나타난다.

이 Ionogram인 Film은 digitizer화된 KEL-46의 判讀装置에서 一定한 Format으로 判讀된 DATA는 Flopy DISC에 収録된다. Flopy DISC은 다시 central processing system인 KEL-47에 入力되어 處

理된 DATA가 PRINT 됨으로서 비로소 Ionogram DATA가 된다.

NJZ-502 觀測機에 比해 DATA 處理過程과 Ionogram 判讀過程이 電算化 되었으며, digitizer에 依한 判讀者가 눈으로 直接 判讀했을때 보다 DATA의 誤差 등이 減少되어 名実共に 國際水準의 觀測 system을 갖추게 되어 보다 높은 次元의 電離層 觀測 및 研究가 期待되고 있다.

2-2 各國의 觀測方法 및 現況

觀 測 所 名(國名)	Geographic		Geomagnetic		Observation program
	LAT	LONG	LAT	LONG	
AKITA(JAPAN)	39.7N	140.1E	29.5N	154.1W	B1, B9
BOULDER(U. S. A)	40.0N	105.3W	48.9N	43.0E	B1, B12, B13, B14
CHUNG-LI(CHINA)	25.0N	121.2E	13.7N	170.0W	B1
HIRAISO(JAPAN)	36.4N	140.6E	26.3N	153.2W	B9
HONG KONG	22.3N	114.1E	10.8N	177.0W	B1
KASHIMA(JAPAN)	35.9N	140.7E	25.8N	153.6W	B2
KOKUBUNJI (JAPAN)	35.7N	139.5E	25.5N	154.2W	B1, B7
MANILA(PHILIPPINES)	14.7N	121.1E	3.4N	169.8W	B1
OKINAWA(JAPAN)	26.3N	127.8E	15.3N	164.0W	BL, B12

OTTAWA(CANADA)	45.4N	75.9W	56.8N	8.2W	B1, B7, B8, B10, B13
SEOUL(KOREA)	37.4N	127.0E	26.3N	165.5W	B1
TAIPEI(CHINA)	25.0N	121.5E	13.7N	170.0W	B1
WASHINGTON(U. S. A)	38.7N	77.1W	50.1N	9.3W	B1, B8, B13

表 2-1

2-2-1. 觀測 種類(Observation Program)

B1: Ionosphere Vertical Soundings

B2: Topside Soundings

B4: Oblique Incidence Soundings

B7: Absorption-Method A1(pulse echo)

B8: Absorption-Method A2(Riometer)

B9: Absorption-Method A3(CW Field-Strength)

B10: Ionospheric Drifts

B12: Ionospheric Back-Scatter

B13: VLF Emissions

B14: Atmospheric Radio Noise

가) Ionosphere Vertical Soundings

: 서울(安養)을 비롯해서 233個 所에서 觀測

나) Top Side Soundings

: KASHIMA(JAPAN)에서 發射하여 衛星에서 受信되는 DATA를 KASHIMA를 비롯 2개 觀測所에서 受信되어 全世界 地域 電離層 DATA가 나와 있음.

다) Oblique incidence Soundings

: YAMAGAWA(JAPAN)에서 送信되고 KILDA 等 2個 所에서 受信 觀測됨.

라) Absorption Method A1(pulse Echo)

: ALMA ATA(U. S. S. R.)을 비롯한 37개 所에서 觀測

마) Absorption Method A2(Riometer)

: Helss is(U. S. S. R.)을 비롯한 60개 所에서 觀測

바) Absorption Method A3(C. W Field-Strength)

: Ebro(Spain)을 비롯한 13개 所에서 觀測

사) Ionospheric Drifts

: Cambridge(England)을 비롯한 34개 所에서 觀測

아) Ionospheric BACK-Scatter

: Camden(Australia)을 비롯한 15개 所에서 觀測

자) VLF Emissions

: Stanford(U. S. A)을 비롯한 54개 所에서 觀測

차) Atmosphheric Radio Noise

: Delhi(india)를 비롯한 46개 所에서 觀測.

세계의 電離層 觀測種類는 表2-1과 같으며, 이렇게 各國에서 많은 種類의 觀測을 實施하고 있으나 대부분의 觀測所가 垂直觀測을 施行하고 있음을 알 수 있다.

2-2-2. 觀測 衛星(Ionosphere Sounding Satellite: I. S. S)

1. 日本의 觀測衛星(I. S. S)

日本의 電離層 觀測衛星은 上部 電離層의 電磁界 狀態 또는 落雷에 따른 電波雜音에 對한 世界分布를 定常적으로 觀測해서 그 結果를 電波의 効率的으로運用에 利用하고 또한 電子科學과 宇宙科學에 寄與하는 것을 目的으로 1966年 10月 日本 電波研究所에 依해 構想된후 檢計가 始作되어 1967年에 開發研究가 着手되었다.

1969年 10월에 充足된 日本의 宇宙開發事業團은 觀測衛星 開發을 始作한지 10余年만에 1976年 2월에 Tanegashima 宇宙 Center에서 I. S. S가 發射되었다.

2年 후인 1978年 2月 I. S. S-b가 다시 發射되므로서 本格的인 衛星觀測이 實用化 되었다.

I. S. S-b의 무게는 약 141kg이고, 直徑은 94cm이며, 높이가 82cm인 원통형으로 되어있고, 各種 ANT와 Sensor가 多量으로 附着되어 있다. 그림(2-3) 參考

平均高度 1100km, 軌道傾斜角 70도의 圓軌道를 周期 약 107分 동안 地球를 旋回하면서 다음과 같은 4種類의 觀測을 實施한다.

1) 電離層 觀測(Top: Topside Sounder)

2) 電波雜音觀測(RAN: Radio Noise Receiver)

3) Plasma 觀測(RPT: Retarding Potential Trap)

4) 이온 密度觀測(PIC: ION Mass Spectrometer)
周期 약 107分 동안 地球를 旋回하면서 64sec에 1회의 間격으로 약 100여건의 觀測 DATA가 얻어지며, 얻어진 관측 DATA는 衛星에 탑재된

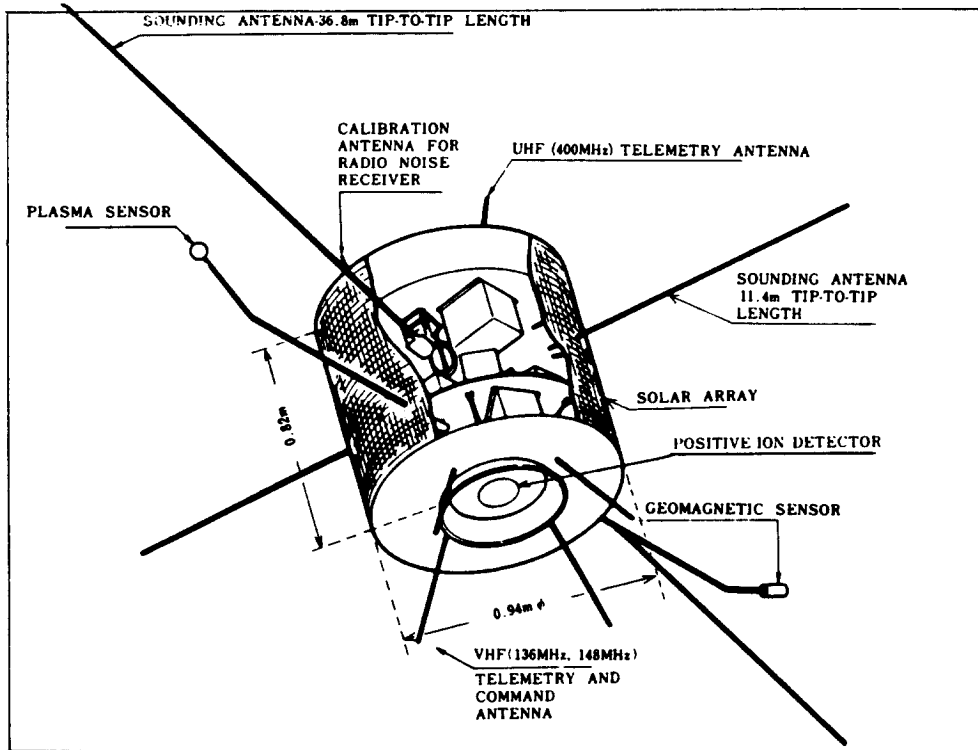


그림 2-3 Configuration of ISS-b spacecraft.

TAPE recorder에 의해記錄되어 衛星이 地球局의 可視範圍에 들어오면 再生하여 地上에 DATA를 送信하게 된다.

ISS-b의 本格的인 運用은 1978年 4月부터 始作되어 衛星의 管制運用은 gasima 支所에서 수행하고, 運用에서 얻어지는 DATA의 作成과 分析은 電波研究 研究所에서 하고 있다.

2. ISS-b의 重要 諸元

1) 軌道 高度 : 약 1100km

傾斜角(inclination) : 약 70도

地球回轉周期 : 107分

2) 姿勢: Spin Stabilized 方式

Initial Spinrate : 100rpm

Spin rate after extension of stem antennas : 13.7 rpm

3) 形態: 원통형 (cylindrical)

直徑(Diameter) : 94cm

높이 (Height) : 82cm

4) 무게 : 141kg

5) 觀測機器

① 電離層 觀測 裝置(Top)

周波數 範圍 : 0.5~15MHz (100KHz step 으로 變化)

送信出力 : 약 150w (peak)

Pulse幅 : 300μsec

觀測對象 : 臨界周波數 (critical frequency)

② 電波雜音 觀測 裝置(RAN)

觀測周波數 : 2.5, 5.0, 10, 25MHz의 標準電波의 Gard Band

觀測對象 : 電波雜音 平均強度, 衝擊性 電波雜音의 發生頻度

③ Plasma 觀測器 (R. P. T : sensor에 의한 直接測定)

測定對象 : 電子密度 또는 이온密度 ($10^3 \sim 10^6 \text{ cm}^{-3}$)

電子密度 또는 이온溫度 (500~5,000°K)

④ 이온 質量觀測器(P. I. C : sensor에 의한 直接測定)

測定對象 : 이온 質量數 (1~20)

密度 ($10^9 \sim 10^{10} \text{cm}^{-3}$)

6) 衛星姿勢檢出裝置

太陽方向 檢出器(SUN sensor)

地磁氣 檢出器(Magnetic sensor)

地球方向 檢出器(Earth sensor)

7) 衛星環境測定機器(House Keeping subsystem)

衛星內·外部的 溫度, 電原의 電壓, 電流, 各 subsystem의 動作狀況等 139 Items 이 있음.

8) TELEMETRY subsystem

① 送信部

周波數 : 136MHz 帶 또는 400MHz 帶

變調方式 : PCM/PM

送信速度 : 1024bit/sec (‘實時間 觀測)

26624bit/sec (再生時)

送信電力 : 再生, ‘實時間 觀測 1W(136MHz)

Time Mode 0.7W(400MHz)

Beacon Mode 0.1W(136MHz)

0.07W(400MHz)

② TAPE Recorder

入·出力 channel : 1channel

入出力信號型式 : Bi-Phase Level

Bit Rate : 1024bit/sec (記錄時)

26624bit/sec (再生時)

9) COMMAND subsystem

① 受信部

周波數 : 148MHz 帶

10) ANTENNAS

① 觀測用 ANT : 2組 (길이 36.8m, 11.4m)

② telemetry command用 VHF 帶 ANT 1組 (148MHz)

③ Telemetry UHF 帶 ANT 1組 (400MHz)

④ 雜音 校正用 ANT 1組

11) 電源

① 太陽電池 : 規格 2×2cm

枚數 4940매

出力 약 60W

② 蓄電池 : Nickel-cadmium 5 AH

12) 壽命 : 發射卒 1.5年

3. 觀測順序

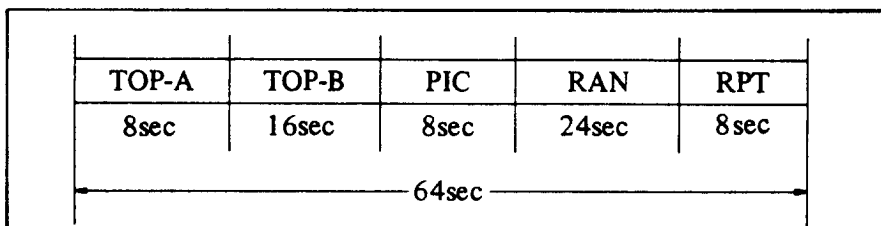


表 2-2 Observation sequence of mission.

觀測의 順序는 表2-2와 같이 64sec를 周期로 하여 順序대로 進行된다.

ISS-b의 Block Diagram은 그림2-4와 같으며, 觀測된 Ionogram은 그림2-5와 같다.

Ionogram에 依해 作成된 全世界 電離層 (F層)의 臨界周波數는 그림2-6~7에서 보였다. 이 그림에서 1979年 1月 10日부터 5月 14日까지 平均黑點數 136에서 觀測된 F₂F₁의 平均值로서 日日 中 00時와 12

時에 觀測된 것을 그림으로 나타내었다.

觀測된 그림에서 보면 우리나라의 경우 ○○時의 F₂F₁가 6MHz 帶이며 12時가 11MHz 帶로서 같은 期間에 當所의 觀測値와 比較해서 거의 차이가 없음을 알수 있었다.

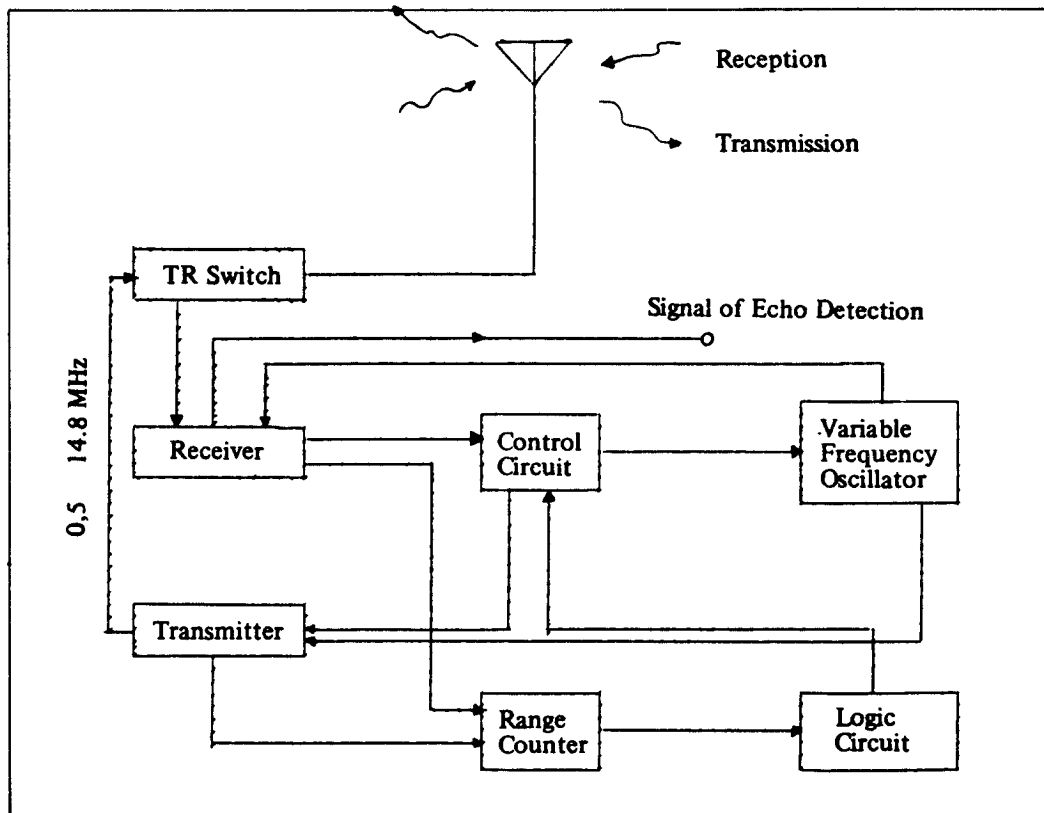


그림 2-4. Block diagram of the TOP

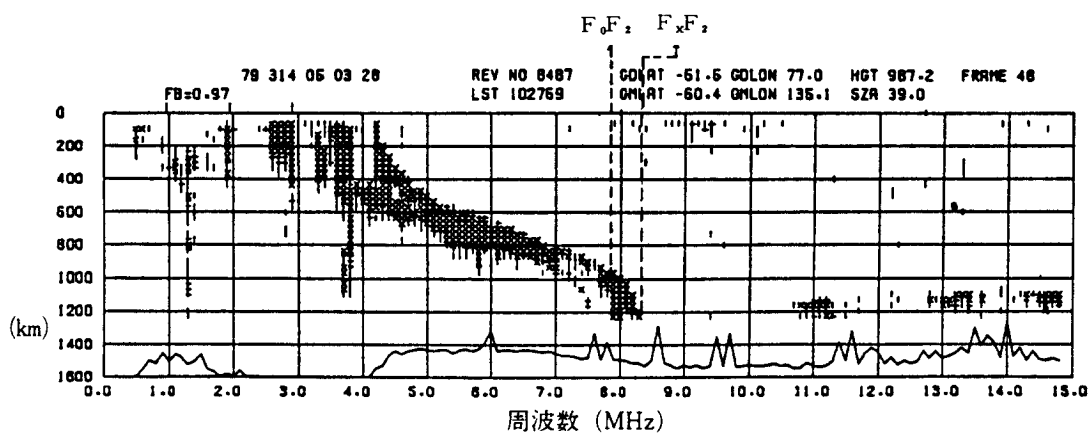


그림 2-5. Ionogram of the I. S. S - b

ISS-B

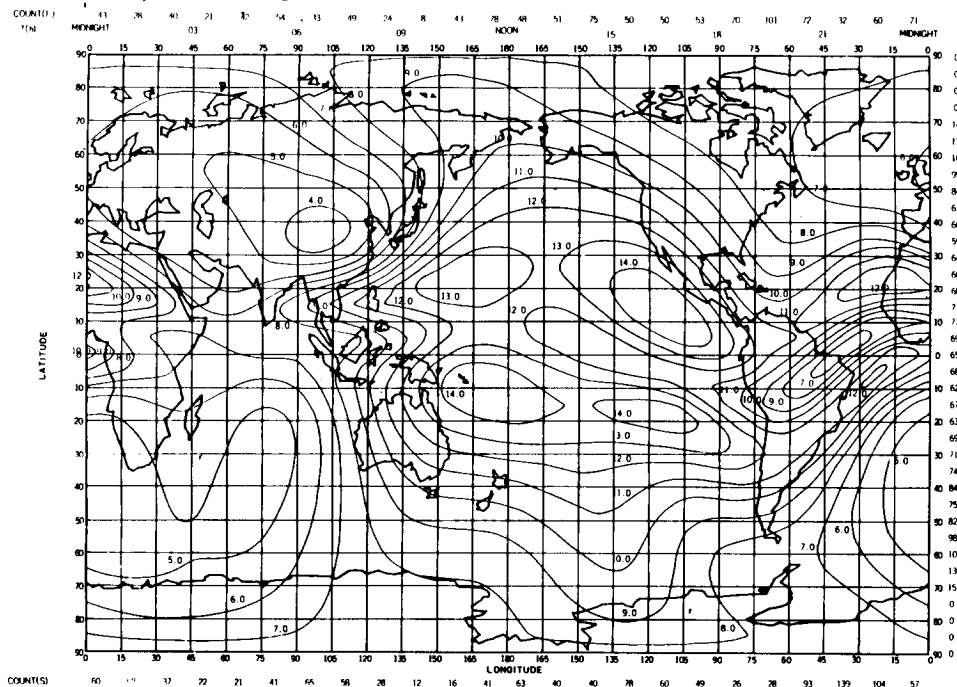
COUNT(1) :
7(N)

그림 2-6

ISS-B

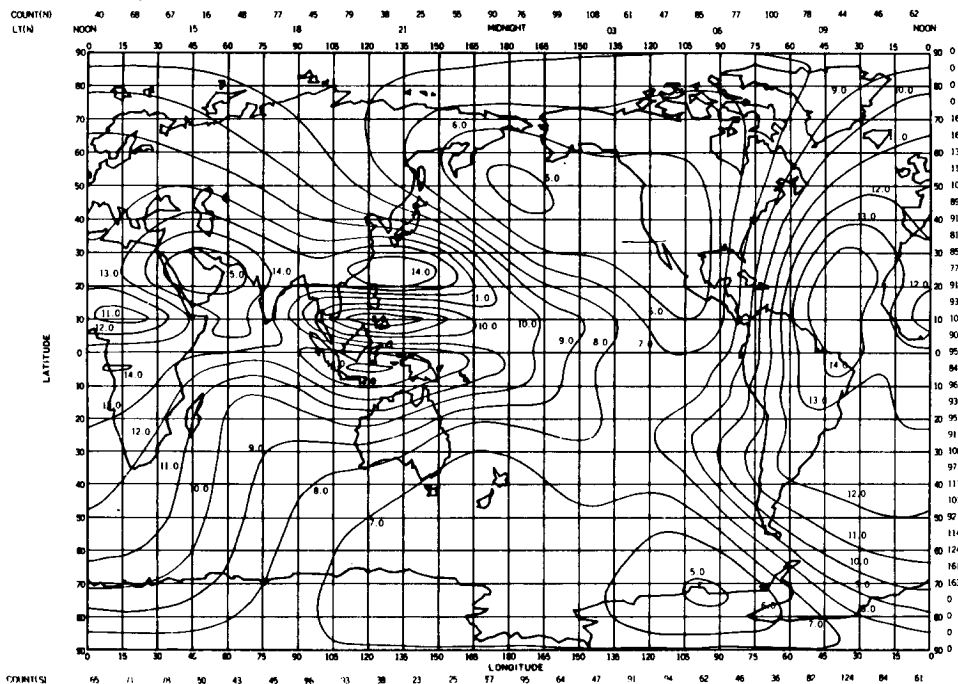
COUNT(N)
LT(N)

그림 2-7

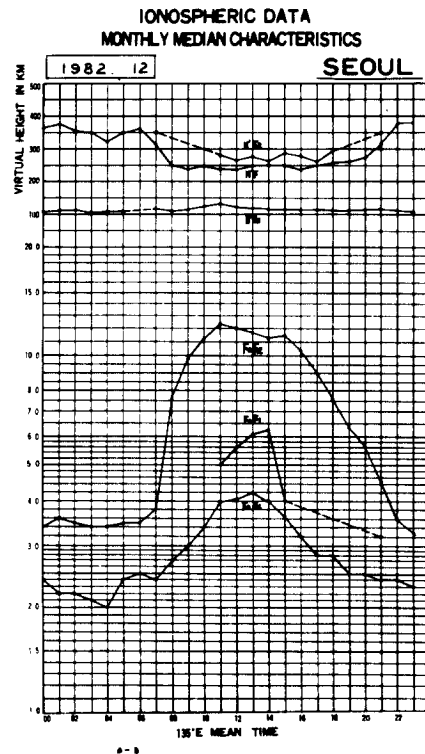
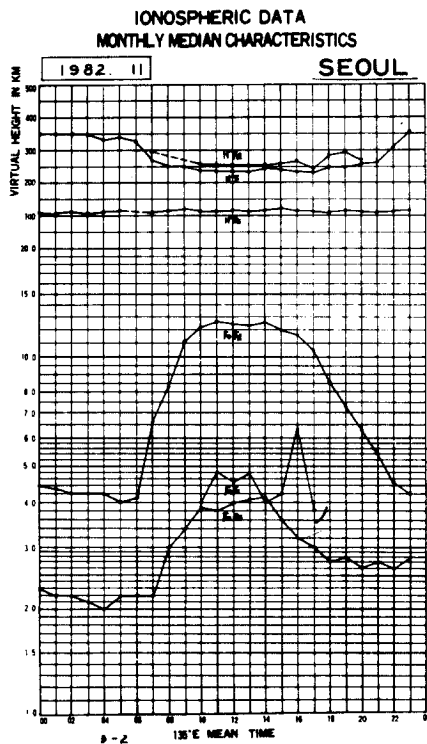
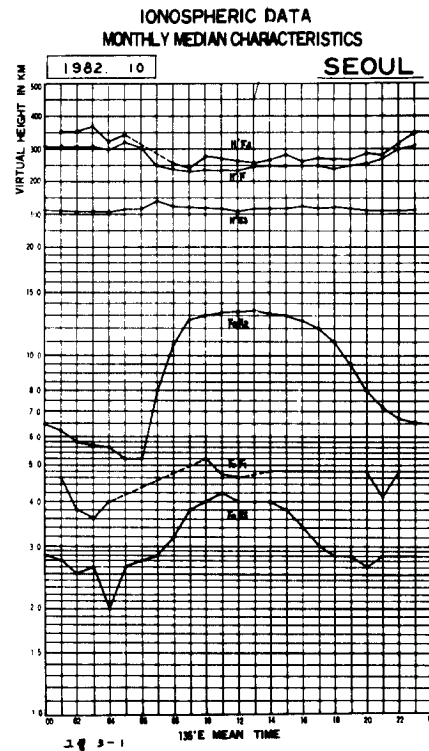
3. 1983年度 電離層 觀測 DATA

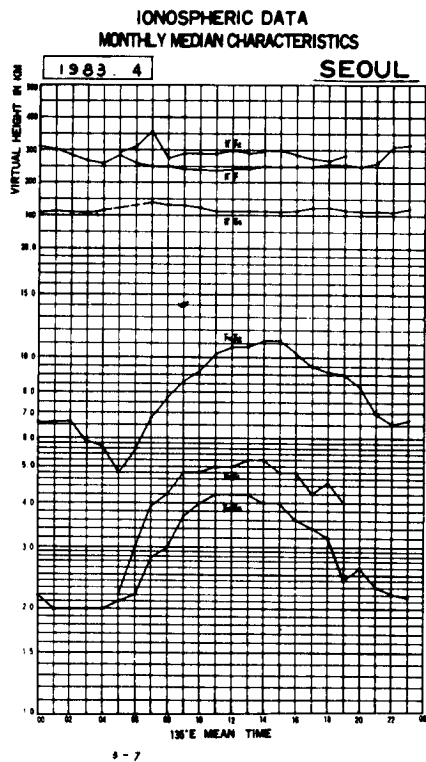
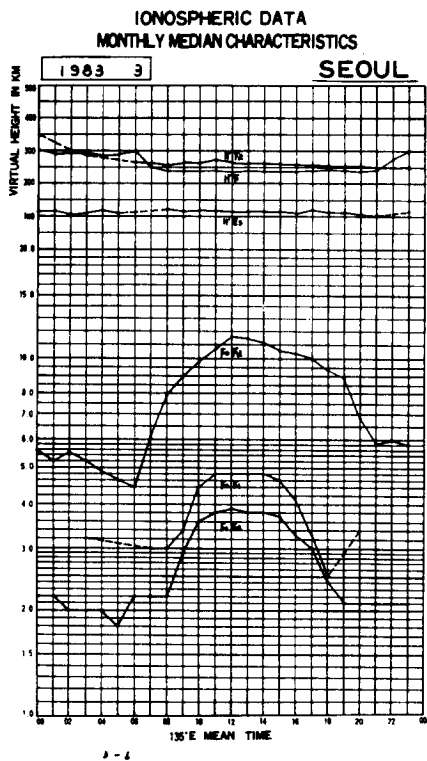
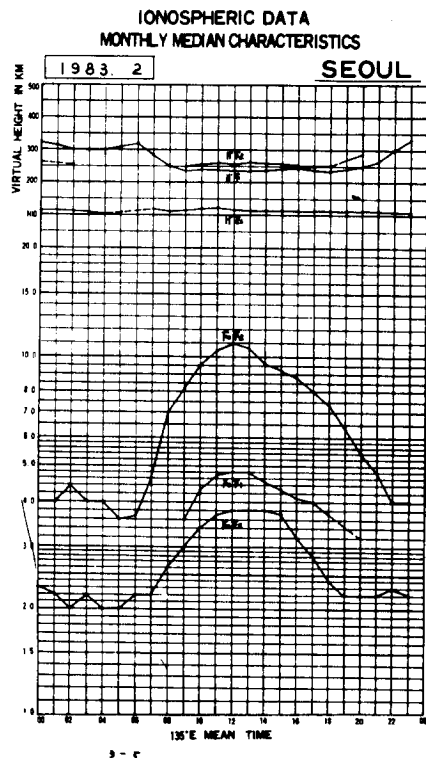
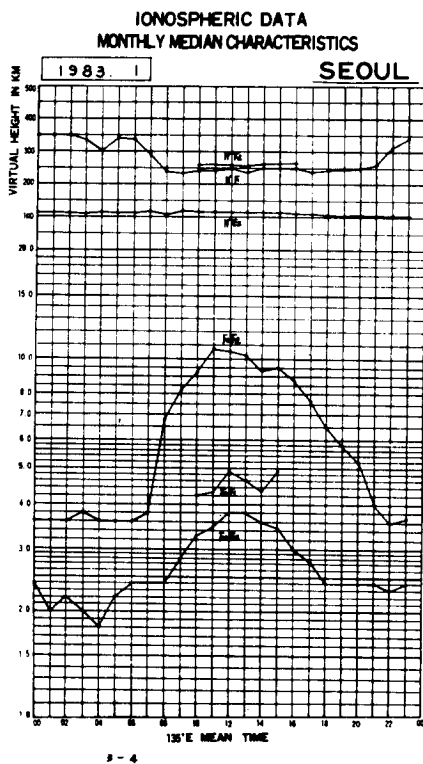
1983年度 電離層 觀測 DATA는 1982年 10월부터 1983年 8월까지 手錄하였다.

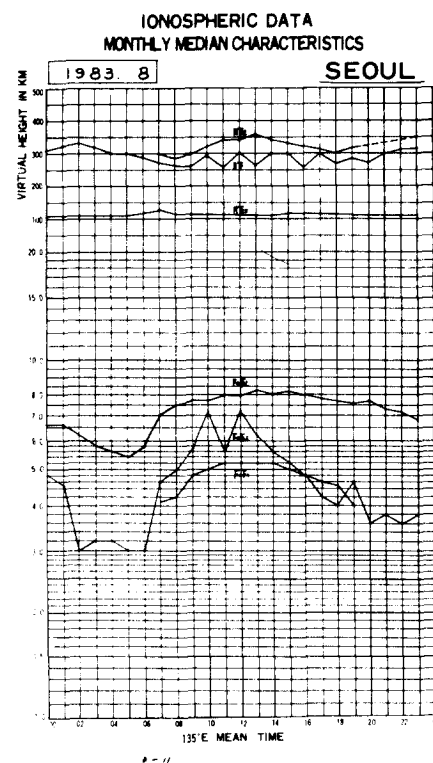
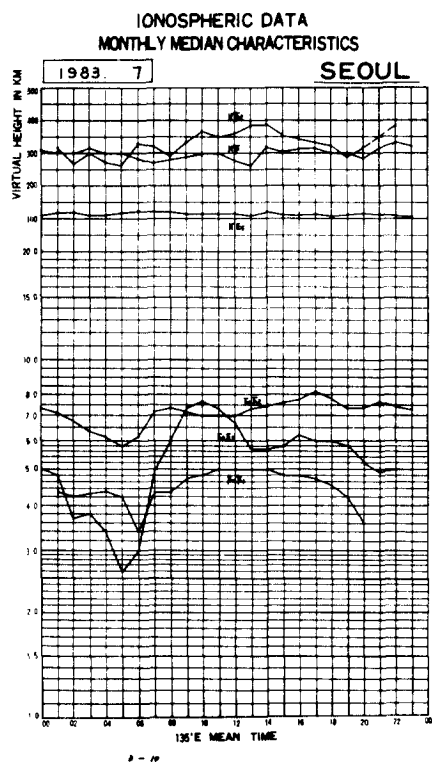
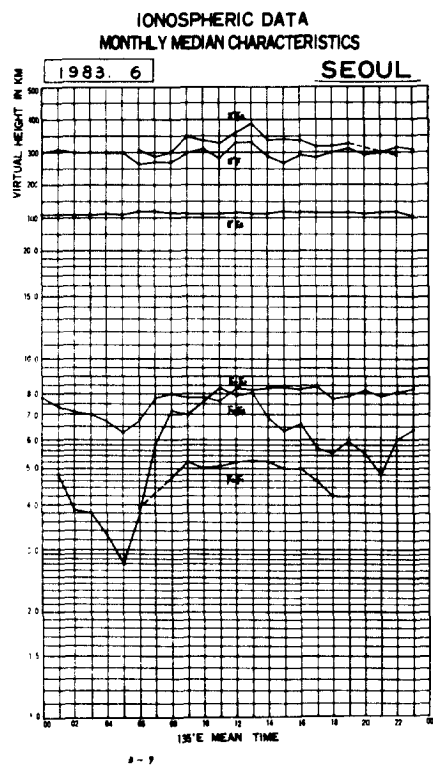
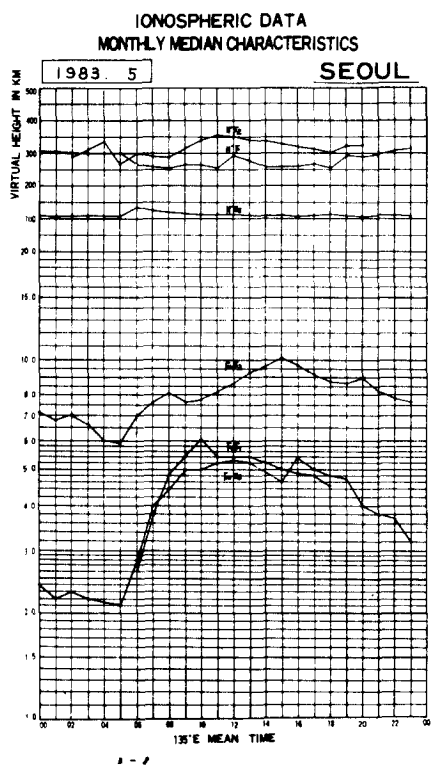
그림3-1~11에서 볼수있듯이 電離層 變化 模樣이 例年과 비슷하게 變化되었으나, 前年度 F_2 層의 臨界周波數에 比해 今年度の 觀測值가 全般的으로 1~2MHz가 減少되었다.

특히 夏節期인 6~8月에는 0.5MHz~1MHz가 減少되었으나, 冬節期인 12월~2月 사이에는 2.0MHz~2.5MHz 程度가 減少되어 觀測되었다. 이것은 1980年 太陽黑點數의 最高值를 記錄하면서 点次 減少趨勢에 依해 臨界周波數도 減少될 것으로 展望된다.

또한 季節別 變化幅이 夏節期인 6月에는 2MHz로 크지 않음을 알수있었다. 反面 冬節期인 12月에는 最高值 12.4MHz, 最少值 3.4MHz로 變化幅이 9MHz를 보여 夏節期보다 冬節期가 큰 變化를 보이고 있음을 알수있다. 봄, 가을 에는 그 中間 程度의 觀測值를 보이고 있다.







4. 太陽活動

우리나라 歷史에서 高麗史와 증보文獻에는 太陽黑子 즉, 太陽黑點의 觀測記錄이 手錄되어 있다.

西洋에서는 1611年 갈릴레이(G. Galilei : 1564~1642)에 의해 만들어진 望遠鏡으로 太陽黑點을 觀測하였다. 그는 그의 著書 "sidereal Messenger"에서 처음으로 太陽黑點의 存在를 報告하였고, 黑點이 太陽面의 東西쪽 가장자리에 있을때와 中央部分에서의 進行速度가 다른 것으로서 太陽의 自軸을 推測하였으며, 周期가 약 1 개월이라는 것도 알

았다. 그후 1851年 슈바베(H. H. Schwabe : 1787~1875)는 1826~1843年 사이에 17年間 黑點을 觀測하여 黑點의 數가 약 10余年을 周期로 增減된다고 發表하였다.

이러한 1611年 이후의 黑點記錄들을 調査한 울프(J. R. Wolf : 1816~1893)는 1852年 黑點數의 變化에 周期性이 存在된다는 事實을 확인하고 그 周期가 11.1年이라고 發表하게 되었다.

이렇게 周期性을 지닌 黑點은 太陽活動이 활발해지면 增加하고 小極의이면 減少하는 太陽活動의 指標로서 觀測되어 왔다.

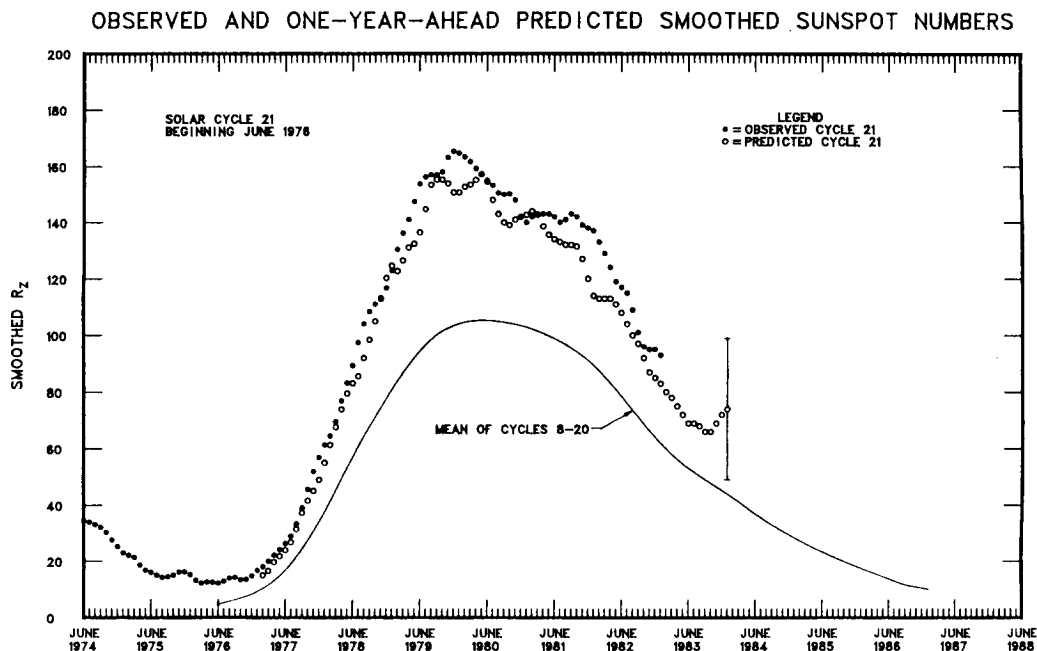


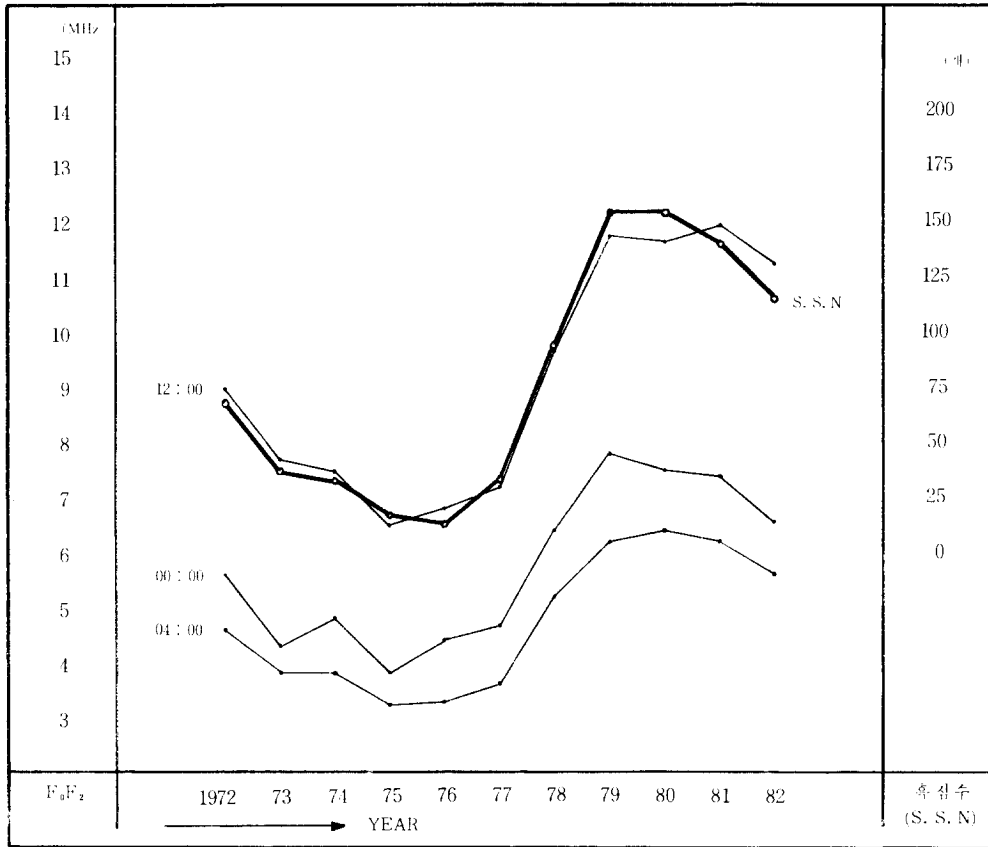
그림 4-1

이러한 黑點의 周期性을 그림 4-1에서 알수있다. 지금은 周期(solar cycle) 21이 되는 年度로서 1976年 6월에 最低의 黑點數를 보이면서 周期21이 始作되어 1979年 12월에 最高值를 나타내고 다시 減少하여 1986年 12월에 最低의 黑點數가 될것으로 豫想된다.

이런 關係에서 우리는 黑點數를 豫想할 수가 있다. 周期21은 周期 8~20의 平均値보다 다소 높은 黑點數를 보이고 있다.

黑點이 太陽面에 發生하면 周邊에 반드시 磁場을 同伴하게 되는데 地球磁場의 數千倍에 달한다. 太陽과 같이 高溫에서는 氣體가 電離되어 그運動은

그림 4-2.



磁場の影響을 받게 되는데 이때 光球 밑에서 일어나는 対流運動은 磁場에 依해 妨害를 받아 氣體가 光球表面으로 올라오지 못해 溫度가 낮아지는 것으로 表面의 溫度가 약 6000°K보다 낮은 약 3000°K로서 크기는 直徑이 數km에 이르고 數時間에서 數個月의 壽命을 갖고 다른 光球表面보다 어두워 겹개 보이는 것이다. 또한 이렇게 黑點과 磁場이 存在하면 周圍에 Flare가 放射되는데, 이것은 하나의 爆發現象으로 單位體積당 10¹⁰erg/cm³의 Energy를 갖게 된다. Flare의 爆發로 紫外線, X線等 電波領域에서 光領域에 이르는 勢力과 Proton流과 plasma流等의 對電粒子가 放出되어 地球電離圈에 침투되어 吸收作用을 急増시키거나 또는 磁氣圈에 돌입하여 地球磁氣圈을 壓縮시키는 동시에 磁氣圈에 不均衡을 일으키는 등 地磁氣攪亂을 發生시킨다. 地磁氣攪亂은 比較的高緯度地方이 甚하게 影響을 받고 低緯度로 갈수록 影響이 적다. 또한 地磁氣攪亂은 電離圈에 影響이 미쳐 電離層攪亂으로 이어진다. 이러한 諸現象은 複合的인 原因發生과 여러가지 變化를 불러 일으키며 특히 電離層의 臨界周波數를 低下시킨다.

4-1. 太陽活動과의 關係

그림 4-2에서 보였듯이 黑點數와 臨界周波數와의 變化關係를 1972년부터 1982년까지 11年을 00:00, 04:00, 12:00의 時間別로 比較하였다.

이 比較값에서 黑點數는 年平均値이며, 臨界周波數는 月別 中央値를 年平均으로 換算하여 圖示하였다. 그림에서 보면 黑點數와 臨界周波數값이 比例되어 나타났으며 특히 12:00인 正午時間에 가장 精確하게 比例되어 이러한 關係를 利用해서 電離層의 變化狀態를 予測할 수 있어 電離層 利用에 基礎資料로 삼고자 한다.

5. 觀測 DATA의 利用

前장에서 우리는 太陽活動의 指標가 되는 黑點數와 電離層의 變化關係를 알아보았다. 黑點數의 增減에 따라 臨界周波數가 變化하였으며, 특히 F₂層의 臨界周波數가 比例적으로 變化하는 것을 알았다.

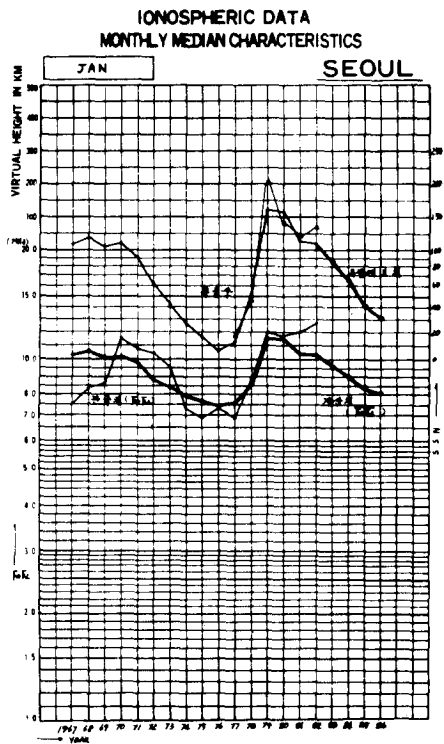


그림 5-1

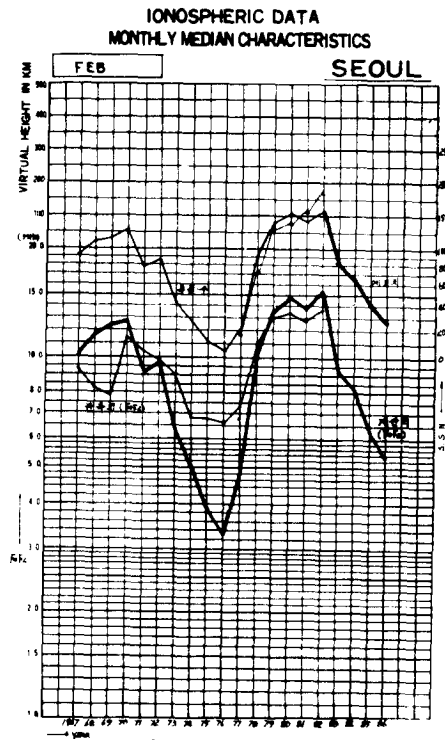


그림 5-2

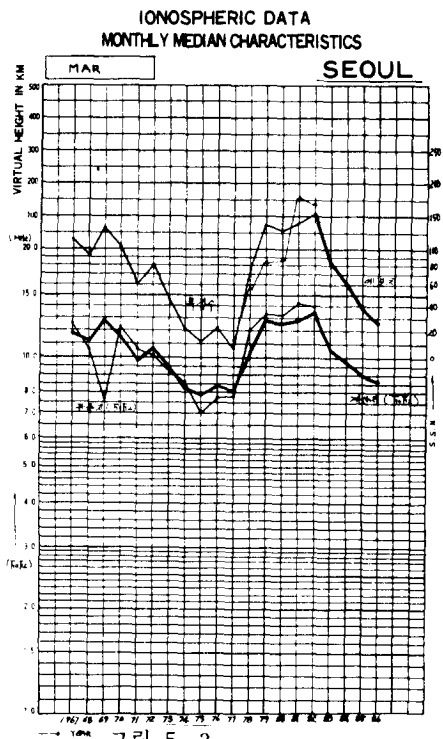


그림 5-3

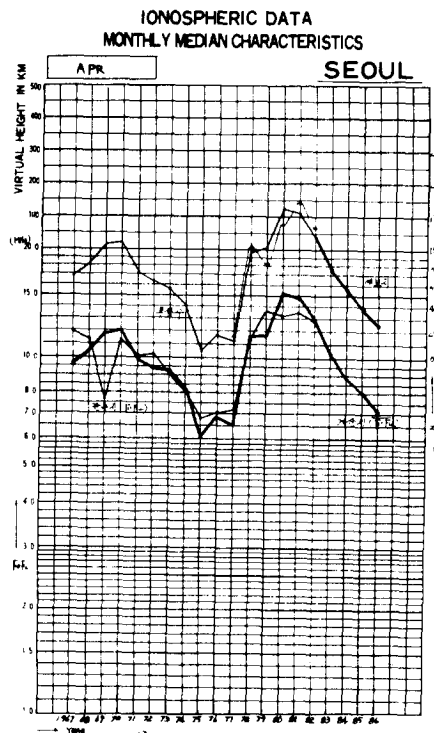


그림 5-4

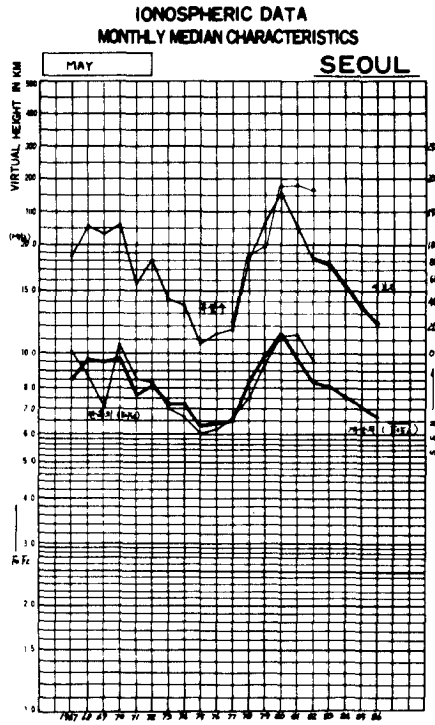


그림 5-5

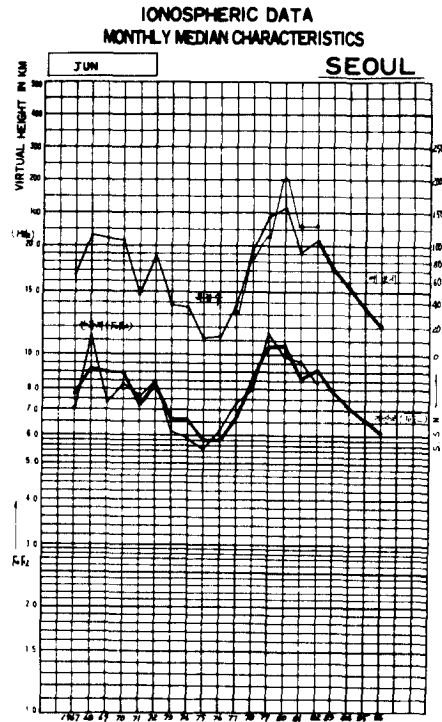


그림 5-6

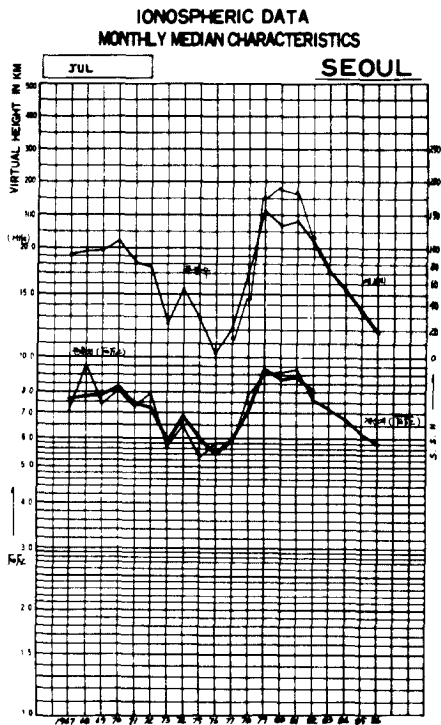


그림 5-7

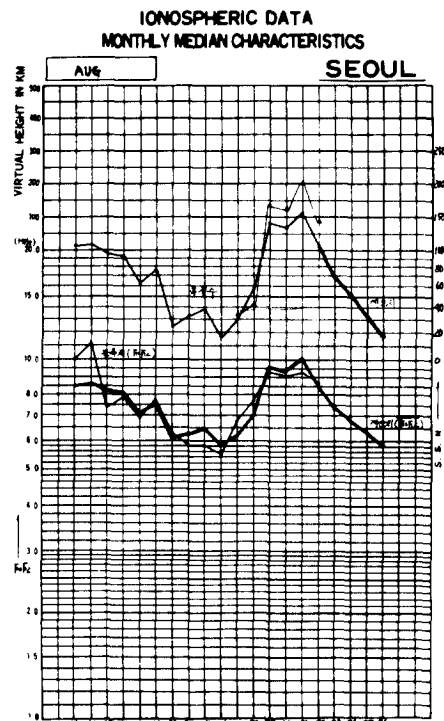
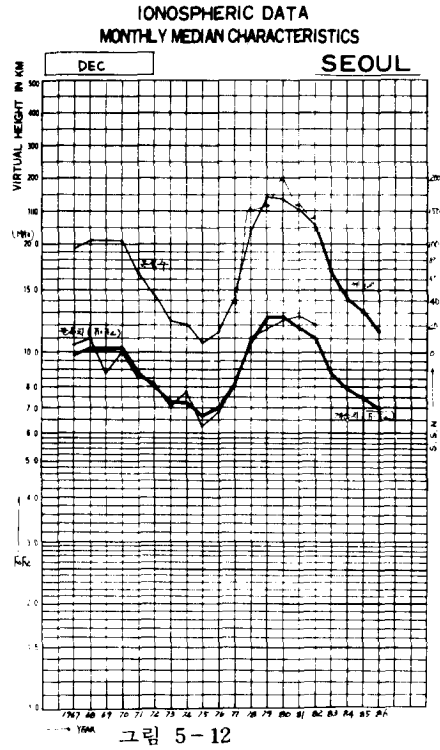
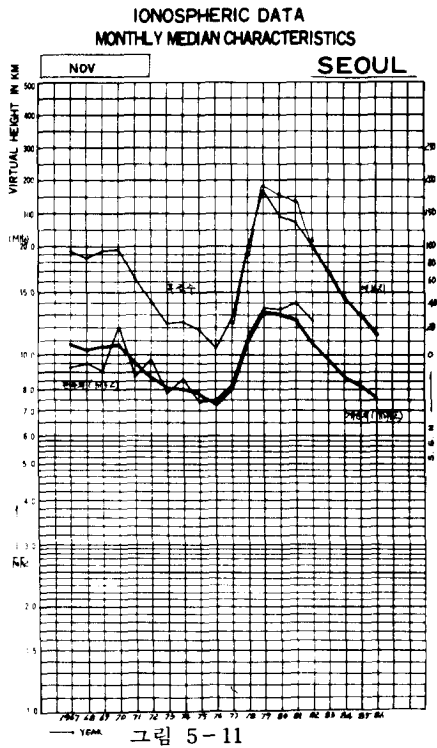
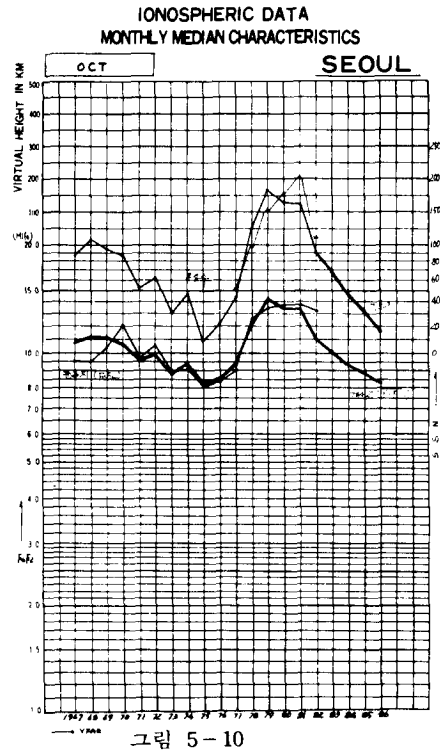
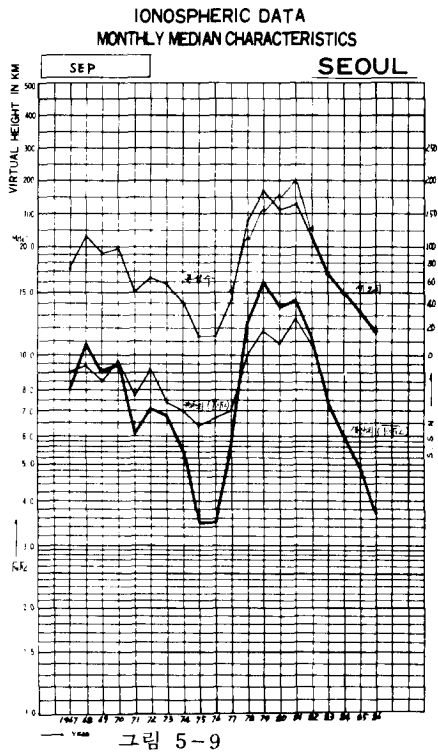


그림 5-8



여기에서 黑点數의 變化를 予測하면 臨界周波數의 予測도 可能하다고 보며, 最少自乘法을 적용해서 그 關係式에 黑点周期 21에 對한 黑点數를 代入하면 計算値에 依한 F_2 層의 臨界周波數를 算出할 수가 있으므로 지나간 觀測値와 比較하고, 앞으로의 臨界周波數를 予測할 수가 있다.

報告書 35호에서 12月分에 對한 最少自乘法에 依한 값을 求하는 實例를 들어놓았으며, 本報告書에서는 算出方法은 省略하고 1月부터 12月에 對한 DATA를 모두 算出하고자 한다.

黑点觀測値R은 美國 Boulder에서 每月 發行되는 Solar Geophysical DATA에서 太陽活動度에 關한 細部的인 情報와 黑点數의 予測値를 얻을수 있으며 F_0F_2 (F_2 層의 臨界周波數)는 當所에서 觀測된 DATA를 適用했다. 이러한 DATA를 利用해서 計算된 값이 F_0F_2 (最少自乘法에 依해 計算된 F_2 層의 計算値)이다.

이렇게 計算에 依해 作成된것이 그림 (5~1~12)이며, 그림에서 보였듯이 1967년부터 1982년까지는 이미 觀測된 値와 計算値의 比較이며, 1983년부터 1986년까지는 予報된 黑点數에 依해 計算된 값이다. 各月別로 作成되었으며, 全般的인 變化趨勢로 볼때 黑点數와 比例關係가 있는 般面, 觀測된 黑点數는 많은 振幅이 있으나 觀측된 F_0F_2 와 計算된 値는 그다지 振 幅이 甚하지 않음을 알수있다. 앞으로 1986년까지 觀測된 DATA와 計算된 DATA를 比較하므로써 적중與否와 보다정 確한DATA를 얻을수 있다고 기대한다.

6. 電波 警報

當所에서 遂行하는 重要な 業務中の 하나인 電波 警報는 無線通信을 하는 短波通信 利用者에게 通信 狀態를 알려주는 것으로서 警報種類는 다음과 같다.

地磁氣攪亂과 電波警報와의 關係

1983年度

순 위	地磁氣攪亂	電波警報	警報發生과의 時間差
1	1/10 19:00~1/11 23:00	:	경보발령 없음
2		1/18 09:00~1/20 17:00	지자기 교란 없음
3	2/5 12:00~2/8 02:00	2/5 16:00~2/7 15:30	Tenflare발생48시간후, 지자기교란 4시간 후 경보
4	2/13 04:00~10:00	3	경보발령 없음
5	3/2 19:00~3/3 22:00	3/3 18:00~3/4 12:00	MAGstoom발생33시간후경보, 지자기교란23시간후경보
6	3/12 20:00~3/13 23:00	3/13 09:00~3/14 15:00	MAGstrom발생22시간후경보, 지자기교란13시간후경보
7	4/26 01:00~10:00		경보발령 없음
8	4/15 18:00~21:00	4/16 08:30~12:00	자자기교란 12시간후
9	4/25 10:00~22:00	4/25 16:00~	지자기교란 2시간전 경보
10	4/26 19:00~22:00	~	
11	5/28 20:00~22:00	~4/28 17:50	
12	5/11 16:00~22:00	5/12 01:00~	Tenflare발생11시간후경보, 지자기교란15시간전 경보
13	5/14 19:00~23:00	~5/16 07:00	
14	5/18 19:00~22:00	5/18 16:30~5/19 13:20	MAGstrom발생25시간후경보, 지자기교란2시간전경보
15	5/25 17:00~22:00	5/26 08:00~5/27 08:00	MAGstrom발생약26시간후경보, 지자기교란15시간후경보
16	6/13 20:00~6/14 11:00	6/14 07:30~6/15 09:30	MAGstrom발생15시간후경보, 지자기교란11시간후경보
17		7/24 13:00~7/26 09:00	
18	8/8 19:00~8/9 04:00		
19	9/19 18:00~22:00	9/20 09:00~9/22 16:30	지자기교란 15시간 후 경보
20	10/18 02:00~09:00	10/18 07:00~	
21	10/19 01:00~09:00	~10/2014:30	지자기 교란 15시간 후 경보

N警報(NORMAL) : 電波의 正常的 狀態를 말한다.

U警報(unstable) : 이후 2時間이내 電離層 攪亂이 發生할 可能性이 있으나 稀薄한 狀態를 말한다.

W警報(warning) : 이후 12時間이내 電離層 攪亂이 發生할 可能性이 濃厚한 狀態를 말한다.

이러한 警報의 狀態는 大氣圈의 物理現象이 電離層을 攪亂시켜서 電離層의 電波反射 作用을 低下시켰을때 發生되는 異常現象을 말한다. 이런 影響의 重要한 原因으로는 여러가지가 있으나 가장 대표적 인 것이 太陽活動을 들 수 있다.

太陽面에 黑點이 發生하면 周圍에서 放出되는 Flare의 Energy가 가장 큰 原因이다. Flare가 放出되면 光速度를 가진 紫外線과 X線 등이 數分후에 地球電離圈에 到達되어 電離圈 下部에까지 침투되면서 강한 吸收現象을 일으켜 일시적인 短波通信이 두절되는 SID(Sudden Ionospheric Disturbance) 現象이 일어난다. 지연時間은 짧아 回復도 빠르다. 한편 速度가 늦은 荷電粒子인 proton流 등은 數十시간 후 地球에 到達하여 磁場에 依해 極地方으로 吸收되면서 極地方의 吸收 急増現象인 PCA(Polar Cap Absorption)가 發生되고, Proton流에 의하여 Plasma가 到達되어 地球磁場을 壓縮하므로써 均衡을 잃은 磁場은 攪亂現象을 일으켜 電離層에 臨界周波數를 低下시킨다. 現在 当所에서 行하는 電波警報는 地磁氣攪亂에 依해 發生되는 電離層攪亂만이 發

令되고 있다. 發令關係 資料는 当所에서 觀測되는 太陽黑點, 地磁氣, 電離層觀測 등의 DATA와 日本 Kokubunji에서 放送되는 ursigram 資料가 있다.

今年度 10月末까지 發令된 警報가 13件에 이르며 內容은 表 6-1과 같다. 表에서 보았듯이 地磁氣攪亂과 電波警報는 반드시 일치된다고는 볼 수 없다.

여기서 当所의 地磁氣 觀測은 全磁力成分만을 觀測하고 있다. 地磁氣 伏角緯度에서 보면 우리나라는 $50^{\circ}N$ 으로 $50200r$ ($1r = 10^{-5} \text{ Gause}$) 程度의 全磁力成分을 나타내고 있다.

地磁氣攪亂時는 平常時의 變化幅 $10 \sim 20$ 에 비해 攪亂의 크기에 따라 變化幅이 $40 \sim 80r$ 程度로 變化한다.

太陽活動에 依한 Tenflare 나 Soflare 發生 및 Magstorm 發生 時間이 警報와의 時間差는 表 6-1에 첨가하였다. 時間差에 있어서도 일정한 시간간격을 유지하며 發生되는 것도 아니다. 그러므로 警報發令은 地球物理의 複合的인 要所인 太陽Energy에 포함된 諸般要所들이라는 것은 前術한바 있다.

여기서 警報發令 基準은 前年度 報告書에 詳細히 整理되어있어 省略한다.

7. 結 言

電離層의 生成과 存在가 太陽活動에 依해 影響을

자료별 월일	URSIGRAM 전문 ()은 지속시간	지자기 변 화 (r)	측 점 수 (개)				경보발령차의 시간차
			새로운 집안수	한 국	일 본 (MITAKA)	미 국 (Boulder)	
2/4	SOFlare M4/3B (41분) TenFlare 2800 Fu (189분)	6	2	118	116	149	2/5 16:00~ 48시간후경보발생
3/3	MAGstorm (Boulder : 6시간) (KAKIOKA : 4시간)	80	1	122	115	154	3/3 18:00 33시간후경보발생
3/13	MAGstorm KAKIOKA (15시간)	60				55	22시간후경보발생
5/11	TenFlare 130 Fu (11분)	120		124	114	168	11시간후경보발생
5/17	MAGstorm (KAKIOKA : 3시간)	70		111	107	124	25시간후경보발생
5/25	" (Boulder)	70		89	143	153	26시간후경보발생
	" (Boulder : 15분)	44	4	102	106	126	15시간후경보발생

表 6-2

받고 또한 黑点数의周期变化에 의한变化現象等을 토대로 当所에서 십수년간 觀測한 DATA를 利用하여 黑点数에 依한 F_2 의 臨界周波數를 予測할 수 있었다.

MUF의 計算과 予測等에 基礎資料가 되리라 生覺되며, 電離層 攪乱과 地磁氣变化等の 根源이되는 太陽Energy를 전문적인 次元에서 研究의 필요성과 直接 觀測할 수 있는 여권의 必要性을 느낀다.

衛星通信의 '實用化'에 依한 高周波 通信에서 電離層通過時에 받는 감쇠등에 関한 衛星觀測(TOP)의 필요성과, 斜入射 觀測이 再考되어야 할 것으로 生覺된다.

앞으로 衛星觀測에 関한 研究가 先行되어야 할 것으로 보여지며, 새로운 觀測機 IPS-42의 觀測으로 보다 精確한 觀測과 원활한 DATA分析으로 활발한 電離層觀測이 기대된다.

8. 参考文献

- 가. 宇宙空間物理 (1975年)
内剛 (JAPAN)
- 나. 太陽 (1977年 守山史生
誠文堂 (JAPAN)
- 다. CATALOGUE OF DATA IN world DATA
Center C2 FOR Ionosphere No. 31
1983年 8月 (JAPAN)
- 라. Ionosphere Sounding Satellite -b(I. S. S -b)
Vol 1, 2 (1983)
- 마. solar -Geophysical DATA prompt reports
Jul (1983)
- 바. 電離層 電波伝搬(Ionosphere Radio Propagation)
1966年 (JAPAN)
- 사. 研究報告書 35, 36号 電波研究所 (1981, 1982)