

## 電 離 層 觀 測 研 究

## 目 次

1. 序 言	195
2. 觀測方法	196
3. 生成과 構造	200
4. 變化分析	206
5. 觀測 DATA 實用	231
6. 電離層, 地磁氣 與 太陽黑點과의 關係	242
7. 結 言	265
( 參考文獻 )	267

연구원 김 성 호

박 점 복

김 중 천



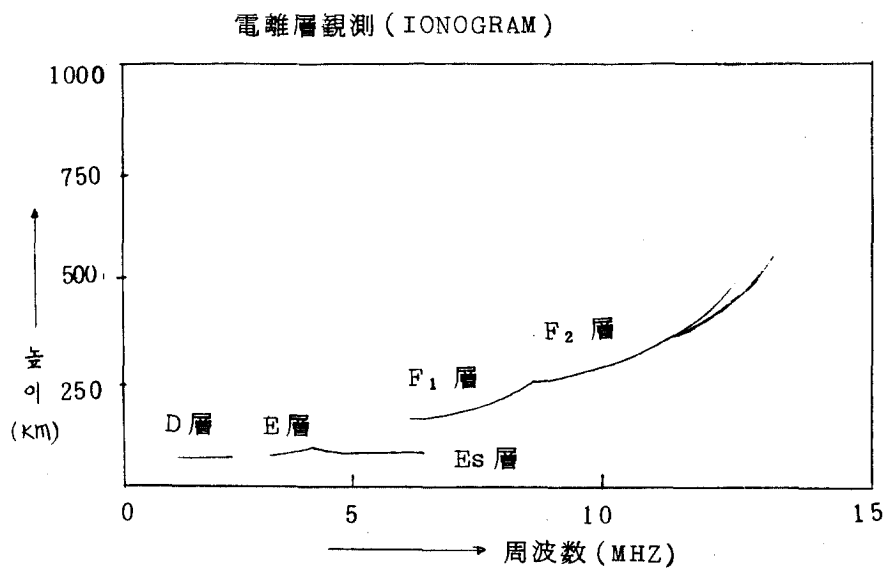


그림 2-1 正常的인 Ionogram

## 2-2 外国觀測諸元과의 比較

現在 우리가 保有하고 있는 觀測機의 性能과 外国觀測機와의 諸元比較를 表 2-2 에서 나타낸다.

表 2-2 外國無線機와의 諸元比較表

제원	국명	한	국	일	본	오스트라리아	미	국	C
Pulse 침투전력		10KW		10KW		3KW(300Ω단자)	25KW(1.5-25MHz) 35KW(0.25-1.5MHz)		25KW
Pulse 폭		50-100μs		50-100μs		40-100μs	70μs		50μs
Pulse 동기주파수		60Hz, 전원		50Hz, 부정발진 전원 동기		50Hz	60, 30Hz 전원 동기		200, 100, 50Hz
대역증폭방법		다스트코아 광 대역 변성기 결합		좌동		페라이트코아 광대역 변성기 결합			분포증폭형
관측주파수대역		0.4-15MHz VFO 방식		0.55-20MHz VFO		1.0-2.0MHz VFO	0.25-20MHz VFO		0.5-32MHz Step 동조방식 400CH

관측속도	15, 30 sec	15, 30, 120sec 기계적 Sweep	15, 2 sec 전기적 Sweep	30s-4 min 기계적 Sweep	
신호파형	단일 Pulse PO	PO	PO	PO	PO
공중선	$\Delta$ 형 600 옴( $\Omega$ )	$\Delta$ 형 600 옴 ( $\Omega$ )		600 옴( $\Omega$ )	300-대수주기 Dipole(저주파 용)
기록방식	사진기록	좌동		좌동	좌동
주파수안정도	0.2 sec/日	$1 \times 5 \cdot 5 / \text{日}$	$3 \times 10 \cdot 4 / \text{日}$	$\pm 5 \text{ sec} / \text{日}$	또는 아날로그 테이프 기록 10-8 /日
설치형태	고정, 이동양용	양용	이동형	고정	고정
설치기관	전파연구소	전파연구소	시드니대학	미표준국	미표준국

### 3 . 電離戶의 生成과 構造

#### 3-1 大氣의 構造

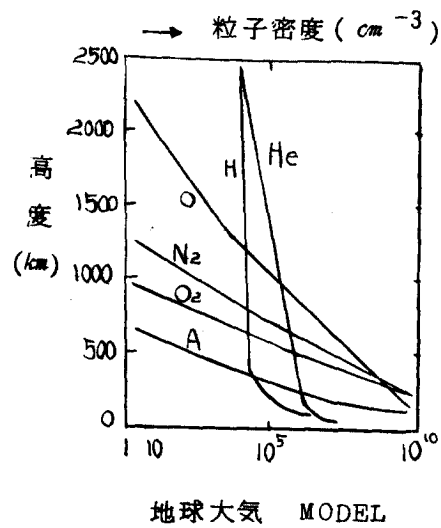
地球를 둘러싸고 있는 大氣는 大部分 窒素와 酸素로 構成되고 그外 약간의 다른 成分으로 構成되어 있다. 乾燥한 狀態에서의 大氣의 構成比率은 아래表과 같다.

G A S	체 적 (%)
질소 ( $N_2$ )	78.084
산소 ( $O_2$ )	20.946
이산화탄소 ( $CO_2$ )	0.033
알곤 (Ar)	0.934
기 타	0.003

<表 3-1> 大氣의 構成表

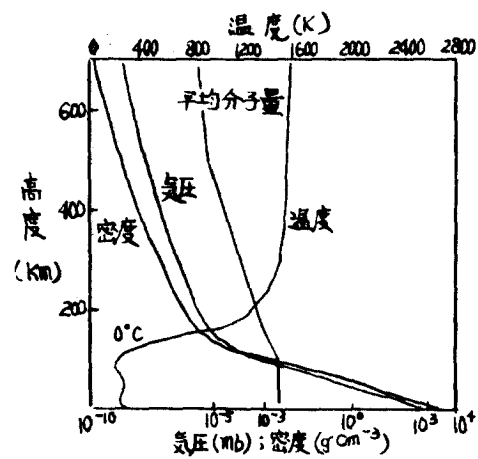
또 大氣의 높이에 따른 成分分布圖를 보면 그림 3-1과 같으며, 높이에 따른 溫度變化와 氣壓 및 密度의 變化는 그림 3-2와 같다.

그림 3-2에서 보듯이 溫度와 密度는 逆比例의 關係가 있으나 溫度는 300Km 以上에서는 거의 變化가 없음을 알 수 있다. 위의것을 綜合하여보면 그림 3-3으로 나타낼 수 있다.



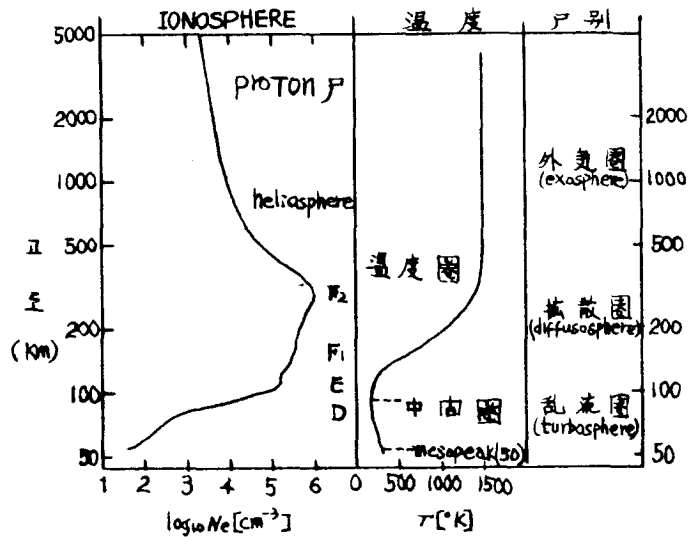
<그림 3-1>

成分分布圖



<그림 3-2>

温度 · 密度 · 氣壓



<그림 3-3> 電子密度 및 大氣의 關係

### 3-2 電離層의 生成 및 消滅

上層 大氣를 電離하는 重要な 電離源으로는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) 太陽으로 부터의 電子波輻射 (  $1200 \text{ \AA}^\circ - 1 \text{ \AA}^\circ$  )
- 2) 銀河 宇宙線 ( 下部 D 領域 및 C 領域 電離 )
- 3) 太陽 宇宙線 ( D 領域 電離 )
- 4) 極光 粒子 ( E, D 領域의 電離 )
- 5) 流星 ( E 領域의 電離 )

또한 電離에 寄与하는 太陽輻射線의 重要構成을 보면 表 3-2 와 같다.



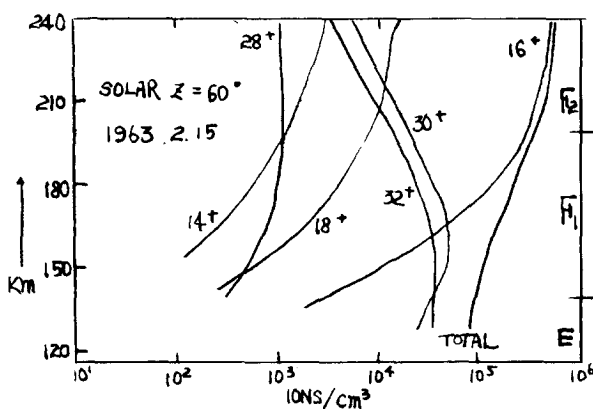
	파장 (Å°)	양자류량 (PHOT/cm <sup>2</sup> sec)	에너지류량 (Erg/cm <sup>2</sup> sec)	주전리고도 (Km)
H Ly α	1215.7	$2.7 \times 10^{11}$	5.	75
H Ly B	1025.7	$2.4 \times 10^9$	0.05	105
C III	977	$4 \times 10^9$	0.08	115
H Ly CON	911-840	$3 \times 10^9$	0.07	120-140
He I	584.3	$9 \times 10^9$	0.03	165
He II	303.8	$4 \times 10^9$	0.25	130
X rays	100 50 4	$2 \times 10^9$	0.30	125 105 80

<表 3-2> 主要한 太陽輻射線의 種類

이러한 電子波의 複射는 약  $1.4 \times 10^6$  Erg/cm<sup>2</sup> sec의 Energy를  
 갖으며 그 輻射된 量을 100으로 하면 약 97程度가 地表 및  
 大流圈에 到達한다. 나머지 3程度(약  $4 \times 10^4$  Erg/cm<sup>2</sup> sec)는  
 上層圈 및 中間圈에서 O<sub>3</sub>에 의해서 吸收되고 地表附近에 到達한  
 97의 單位量은 地面에서의 反射가 4, 雪 등으로의 反射가 24,  
 大氣散乱에서 7程度가 大氣圈 外로 消滅한다. 또 大氣中の H<sub>2</sub>O,  
 CO<sub>2</sub>에 의한 赤外線 輻射에서 56.5, 地面으로 부터의 赤外線 輻射  
 에서 5.5 程度가 消滅한다. 이러한 電離層 領域에서의 ION 分布  
 는 質量分析器, 이온프로브(IONPROVE), 이온트랩(IONTRAP) 등을  
 로켓(ROKET) 또는 人工衛星 等に 탑재하여 여러차례 反復觀測을

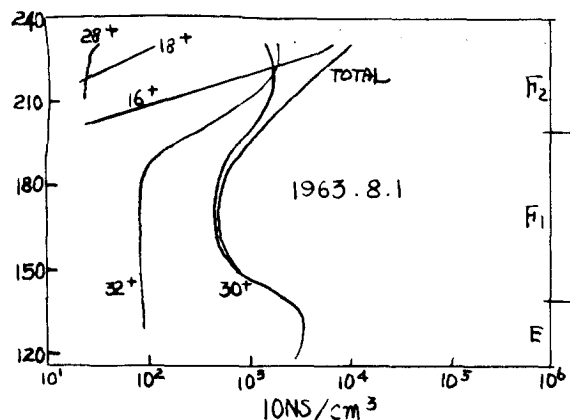
하여 알 수 있다. 그 觀測 一例로 Holmes, Johnson 과 Young  
에 의한 觀測結果를 그림3-2-1 및 3-2-2에 보였다. 圖表로부터  
알 수 있는바와 같이 電離戶 特히 F領域을 構成하는 主된 Ion  
은 質量數가 30, 32 및 16의 Ion 即  $\text{NO}^+$ ,  $\text{O}_2^+$  및  $\text{O}^+$ 의 3  
種類로 構成되는것이 확실하지만 높이의 變化에 따라서 그 比率이  
日 日의 時刻, 緯度, 太陽活動度等에 의해 變化한다. 여러 觀測結果를  
綜合하여보면 150 km의 높이에는  $\text{NO}^+$ 가 重要한 ION이고  $\text{O}_2^+$ 는  
晝間은 비슷하나 夜間에는 低下된다.

200 km의 높이에는  $\text{O}^+$ 가 主要成分으로 되어 있지만  $\text{NO}^+$ ,  $\text{O}_2^+$ 도  
경우에 따라서 그와 비슷한 程度로 存在하는 경우도 있다. 250 km  
程度以上の 높이에는  $\text{NO}^+$ ,  $\text{O}_2^+$ 가 各各  $\text{O}^+$ 의 10 ~ 5%만 点有  
하고  $\text{N}_2^+$  (28) Ion이 全 Ion의 1/100 程度로 急激히 減少한다.  
이러한 Ion의 分布와 變化過程을 化學反應式으로 表示하면 다음과  
같다.



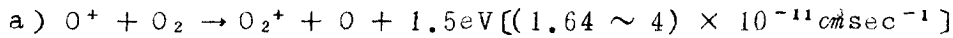
<그림 3-2-1>

太陽天頂角 60°에서의 晝間の 觀測例



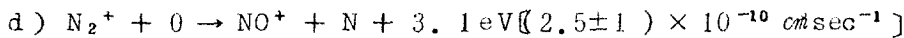
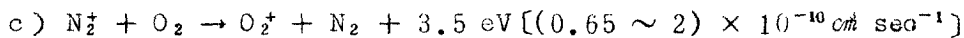
<그림 3-2-2>

夜間の 觀測例

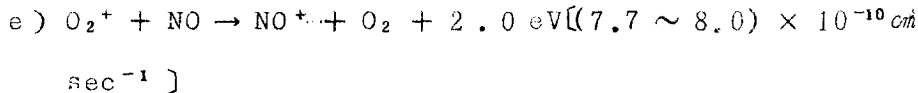


이 反應은  $O^+$  Ion 의 消滅로서  $O_2$  및  $N_2$  와 結合하여  $O_2^+$ ,  $NO^+$  를 生成하며 F層 領域의 重要な 生成源이다.

F層領域에서는 太陽複射에 의한 電離의 結果 多量の  $N_2^+$  Ion 이 生成되나 그림 3-2 에서 보듯이  $N_2^+$  Ion 이 적은 것은 다음 反應式에 의해  $N_2^+$  Ion 이 急速히  $O_2$  와 O에 의해 消滅되기 때문에 보여진다.



E領域의 反應은



와 같으며,  $NO^+$  의 重要生成 및  $O_2^+$  의 消滅過程이며 실제 E領域에서의 重要な 反應式이다.

上記 式 列의 數式은 300 °K의 溫度에서 反應速度計數의 實驗式이다. 電離戶 領域에서의 보다 正確한 Ion 의 生成 및 消滅은 너무 複雜하고 解析하기에 어려운 點이 많으나, 上記의 內容으로 簡略하게 各 Ion 의 電離와 再結合, 消滅等を 說明할 수 있다.

## 4 . 電離層의 變化

電離層의 變化는 各 層마다 變하는 모습이 다르며 時間에 따라 複雜한 變化를 하므로 모든 電離層에 代한 變化를 모두 言及하는 것은 그 量이 너무 많고 複雜하므로 여기서는 電離層의 F 層에 對한 變化만을 取扱하기로 하였다.

F 에도  $F_1$  層,  $F_1 \frac{1}{2}$  層,  $F_2$  層等 여러가지로 分類되나 우리나라의 경우  $F_2$  層 以外에는 그 出現回數가 稀薄하고 不規則의이어서 가장 統計資料가 많이 收集된  $F_2$  層의 考察부터 始作하기로 하였다.

### 4-1 日變化

그림 4-1-1 에 80, 81年 1月의 月中央値에 의한 日變化曲線을 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 正午時의 臨界周波數가 높아지는것은 太陽의 照射量이 많으므로 Ion의 電離가 強해져 電子密度가 最大로 되기 때문이며, 電子密度와 臨界周波數는  $N = 1.24 \times 10^{-8} f^2$ 의 關係가 있다. 또 日出時에 臨界周波數가 低下하는 理由는 太陽에서 오는 帶電微粒子等の 荷電粒子가 地球磁氣의 作用으로 屈曲되어 日出前 地域의 上空은 電離作用이 적어지기 때문인 것으로 생각된다. 夜間의 F 層이 E 層이나 D 層같이 消滅되지 않는 것은 (E 層의 境遇는 微量의 Ion 層이 存在) 높은 層으로 갈수록 空氣의 分子密度가 적어지므로 電子의 平均衝突回數가 적어 消滅이 甚하지 않기 때문이며 또한 보다 높은層 (Protonosphere)에서의

Ion類의 拡散等으로 인한 Ion의 流入이 있기 때문인것으로 推測된다. 電離戶變化에 있어서는 그 變化하는 모습이 時間적으로 무척 不規則하고 複雜하므로 그 現象들을 細密히 分析하는것은 무척 어려운 일이다.

F戶의 日變化 異常現象으로 代表的인 것들은 正午時에 電子密度가 低下되는 Midday-biteout 現象과 地磁氣 偏角異常, 赤道異常 등이 있으나 이러한 現象들은 局地的으로 어느 한 地域만의 特性을 調査하는데는 別다른 의미가 없으므로 그 內容은 省略한다. 實在로 우리의 觀測資料를 檢討하여보면 그러한 日變化異狀이 나타나는 境遇는 드물며, 그림 4-1-2에서 보듯이 비슷한 緯度上에 있는 外國의 觀測資料와도 대체적으로 一致되는 DATA를 보이고 있다. 參考로 그림 4-1-3에 全世界 地磁氣 伏角度를 보았다. 電離戶 電子密度의 地理의分布는 地磁氣緯度(伏角)에 따라 變化하며, 地磁氣赤道를 中心으로 南北  $20^{\circ}$ 附近의 電子密度가 가장 높다. 그림 4-1-2에서 보듯이 地磁氣緯도가  $20^{\circ}\text{N}$  附近에 가까운 대만(China)의 臨界周波수가 가장 높으며, 地磁氣緯度  $20^{\circ}$ 에서 가장 멀리 떨어져 있는 캐나다(Canada)의 Resolute 觀測所の 臨界周波수가 가장 낮다. 또한 日變化의 振幅도 緯度에 따라 變化함을 알 수 있다.

'80.91 年度 1 月分 臨界周波数 比較

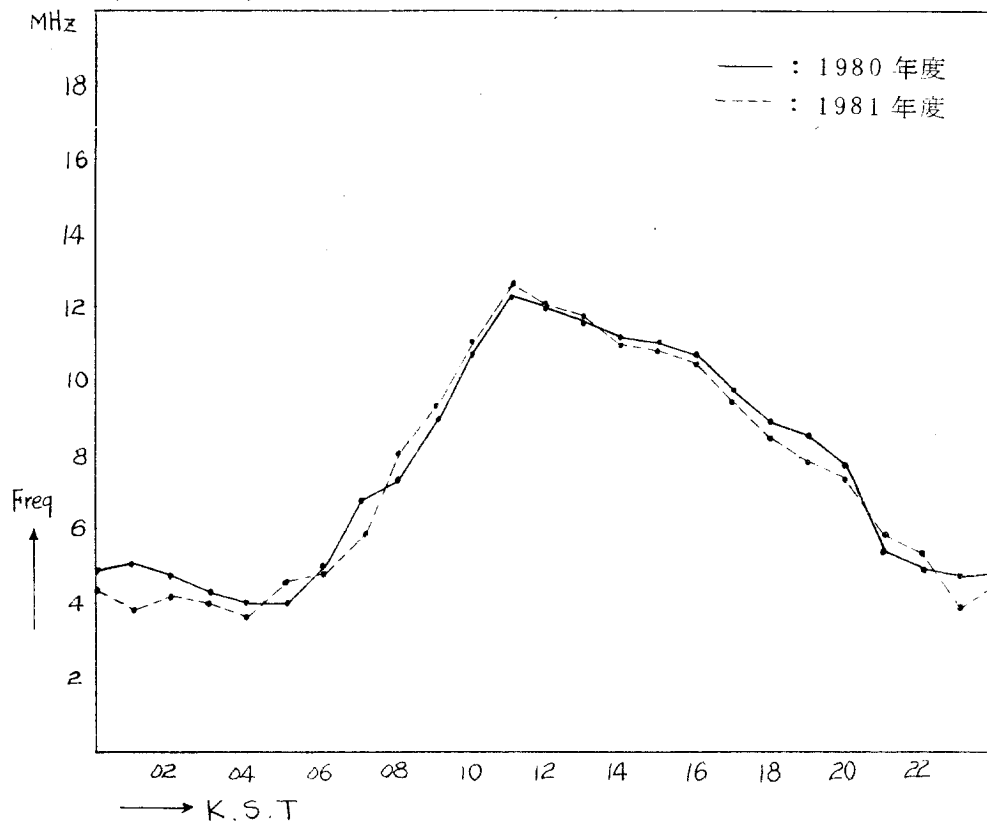


그림 4 - 1 - 1

緯度別 臨界周波数 比較

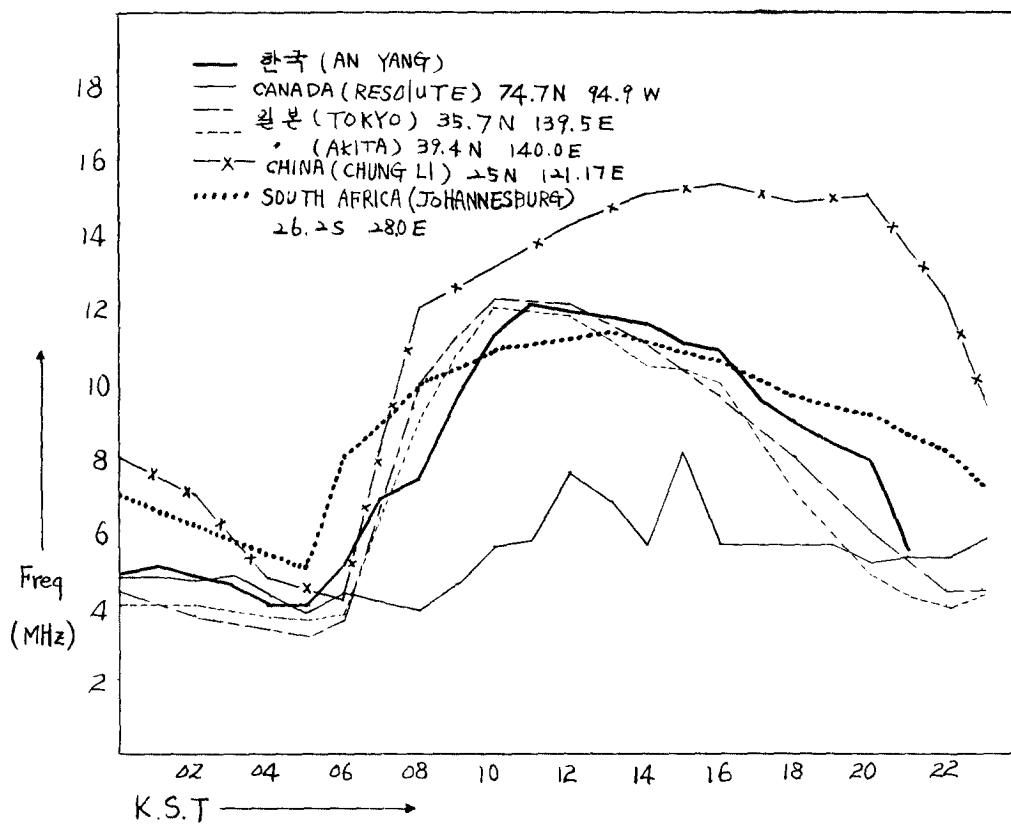
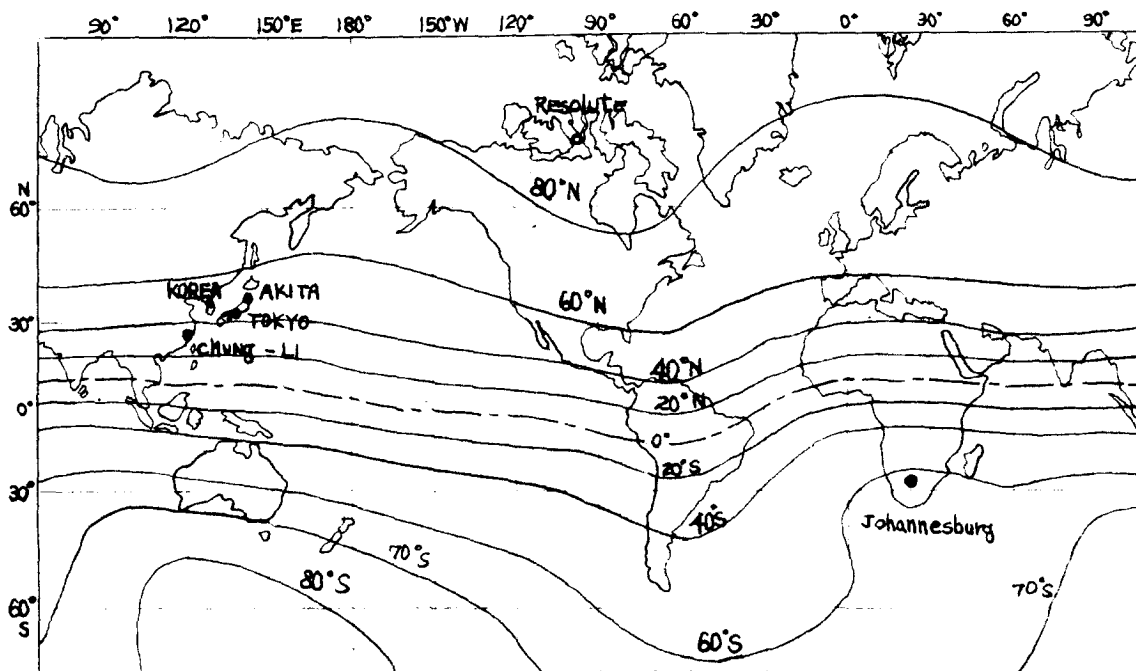


그림 4 - 1 - 2



<그림 4-1-3> 地磁気伏角緯度 ( 1965 年 測定 )

#### 4-2 季節變化

F 戸의 季節變化도 역시 複雜하고, 아직도 完全히 解明되어지 지 않는 点들이 많다. 우리의 季節變化 圖表를 그려보면 日本과 거의 같은 曲線을 그리고 있으며, 그림 4-2 에서 보듯이 年中 臨界 周波數에 있어 昼間의 最大는 春, 秋에 있고, 夏節期에 最低이다.



여기서 한가지 特異한 點은, 電離層 電子密度는 太陽活動과 關聯하여 太陽活動이 旺盛할수록 臨界周波數도 높아진다. 따라서 冬節期보다는 봄에 太陽의 照射量이 많으므로 電離가 더 많이 이루어짐과 더불어 臨界周波數도 上昇된다. 따라서 夏節期에 가장 最大로 되어야 함에도 오히려 그 反對現象을 보이고 있다. 이러한 現象은 特別히 地磁氣伏角  $70^{\circ}$ 附近(우리나라는  $50^{\circ}N$ )에서 뚜렷이 나타나며, 太陽活動 最盛期에 더욱 明確히 나타난다. 이러한 變化要因은 上層 大氣의 運動 및 大氣造成의 季節的 變化(4月과 10월에 熱圈의

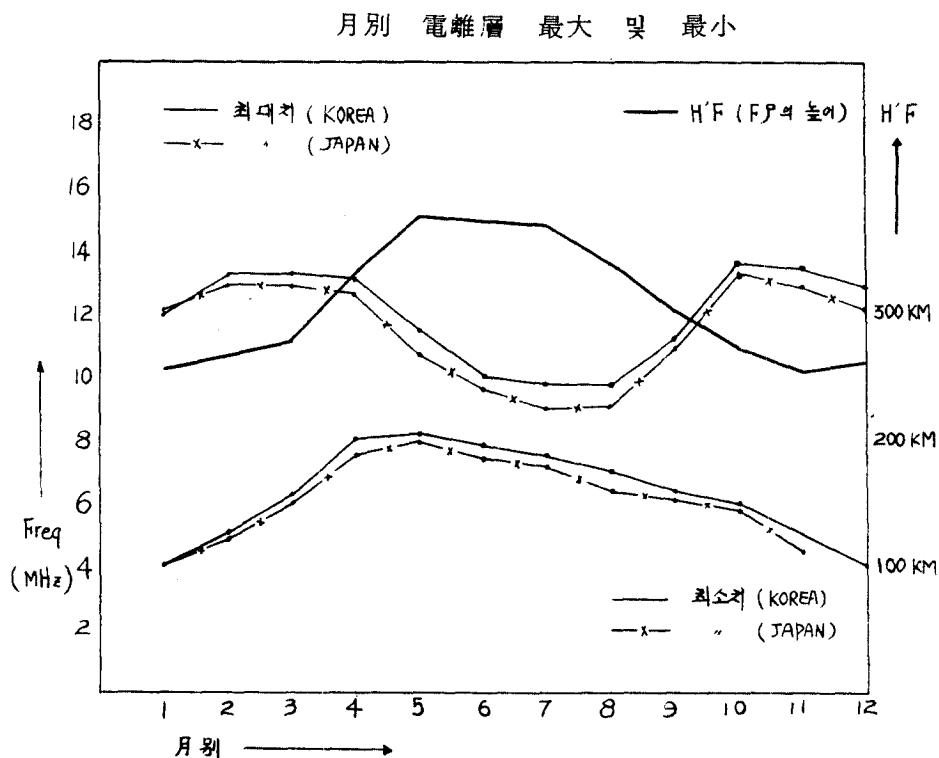


그림 4-2

溫度가 最大로 됨) 및 夏半球로 부터 冬半球로의 溫度差에 의한 粒子의 流入現象, 太陽과 地球의 距離變化에 따른 荷電粒子 效果等의 影響으로 推定되고 있으나, 아직 明確한 原因은 알려지지 않고 있다. 또 夏節期 晝間の 臨界周波수가 가장 낮음에도 夏節期 夜間の 臨界周波수는 가장 높게 나타난다. 이 現象은 앞절에서 說明한 夜間 電離유지 原因中 夏節期 夜間の 溫度가 다른 季節보다 높으므로 大氣의 密度가 낮아 電子의 平均衝突回수가 적어져 消滅이 적으므로 다른 季節보다 晝間に 生成된 電離戶이 많이 남기 때문인 것으로 보여지며, 이 또 어느 한가지 現象만으로 이루어 지는것이 아니고, 여러 原因이 複合된 狀態로 되는 것이다. 以上の 例에서 알 수 있는것은 季節變化 現象은 太陽黑點의 變化에 따른 變化보다도 위의 여러 現象들이 複合되어 電離戶의 季節變化를 주는 것을 알 수 있다.

또한 그림 4-2 에서 보듯이 季節別 臨界周波수의 晝, 夜의 差는 冬節이 가장크며, 夏節이 가장 緩慢하고, 春, 秋는 그 中間性質을 갖고 있으며, 電離戶의 높이는 臨界周波수와 대체로 反比例하고 있음을 알 수 있다.

#### 4-3 長年變化

電離戶의 變化에는 여러 原因이 있으나, 그중에서도 太陽活動에 의한 影響이 가장 큰 役割을 하는것은 잘 알려져 있다. 太陽活動度를 나타내는데는 太陽에서 輻射되는 波長 10.7 cm의 Flux

의 變化나 또는 Wolf의 相對黑點數를 利用한다. 그림 4-3-16에 1944년부터 1980년까지 ( Cycle 18 ~ Cycle 21 )의 두 값의 變化量을 나타냈다. 電離層의 年 變化曲線을 그려보면 그 變化는 모습이 太陽活動 周期에 따라 周期的으로 變化하는 것을 알 수 있다. ( 그림 4-3-1 ~ 12 )

그림에는 그동안 觀測한  $f_oF_2$ 와  $h'F$ 의 값을 各 時刻別로 ( 00:00, 04:00, 12:00 ) 나타내었다. 그림 4-3-12를 보면 12:00의  $f_oF_2$  變化와 相對黑點數 R의 變化는 대체로 一致되고 있으나, 00:00와 04:00의 變化는 差가 많이 나고 있다. 이는 觀測 初期에 觀測技術의 欠乏 및 欠測等으로 夜間觀測이 正確하지 못하므로서 平均值에 誤差가 있었던 것으로 推測되며, 74年 이후는 대체로 一致하고 있음을 볼 수 있다. 또 電離層 높이 的 變化는 夏節期에는 晝, 夜의 差가 크게 없으나 冬節期에는 晝, 夜가 뚜렷이 差가 있음을 볼 수 있다. 이는 季節變化現象에서 言及한 바와 같이 臨界周波數의 日變化가 夏節期는 緩慢하고 冬節期에는 甚한 것과 一致되고 있다. 電離層 變化의 長年變化를 正確하게 分析하기 위하여는 太陽活動의 一周期인 약 12年間의 觀測資料가 必要하다. 當所에서는 전리층 관측은 1967년부터 하기 시작하였고 태양흑점관측은 Cycle 21의 增加期(1977年)에서 부터 觀測을 시작하였으며, ( 그림 4-3-15 ) 太陽活動의 增加, 渾大의 變化를 比較分析할수가 있었으며, Swiss의 Zurich 天文台의 黑點觀測數와 當研究所의 黑點觀測數를 比較하였다. ( 그림 4-3-13 ) ( 表 4-3-13 )

그림 4-3-1 ~ 12의 例에서 볼수 있듯이 電離層 臨界周波數의

年變化는 太陽活動(黑點의 變化)에 따름을 確實히 알 수 있다. 여기에서 利用된 相對黑點數(R) 値는, 當 研究所에서도 太陽黑點觀測을 하고 있으나 아직 그 歷史가 짧고 長期間의 充分한 資料를 얻을 수 없어 美國 Boulder 에서 發行한 資料를 參考하여 Swiss 의 Zurich 觀測所의 資料를 그림 4-3-16 에 나타내었다.

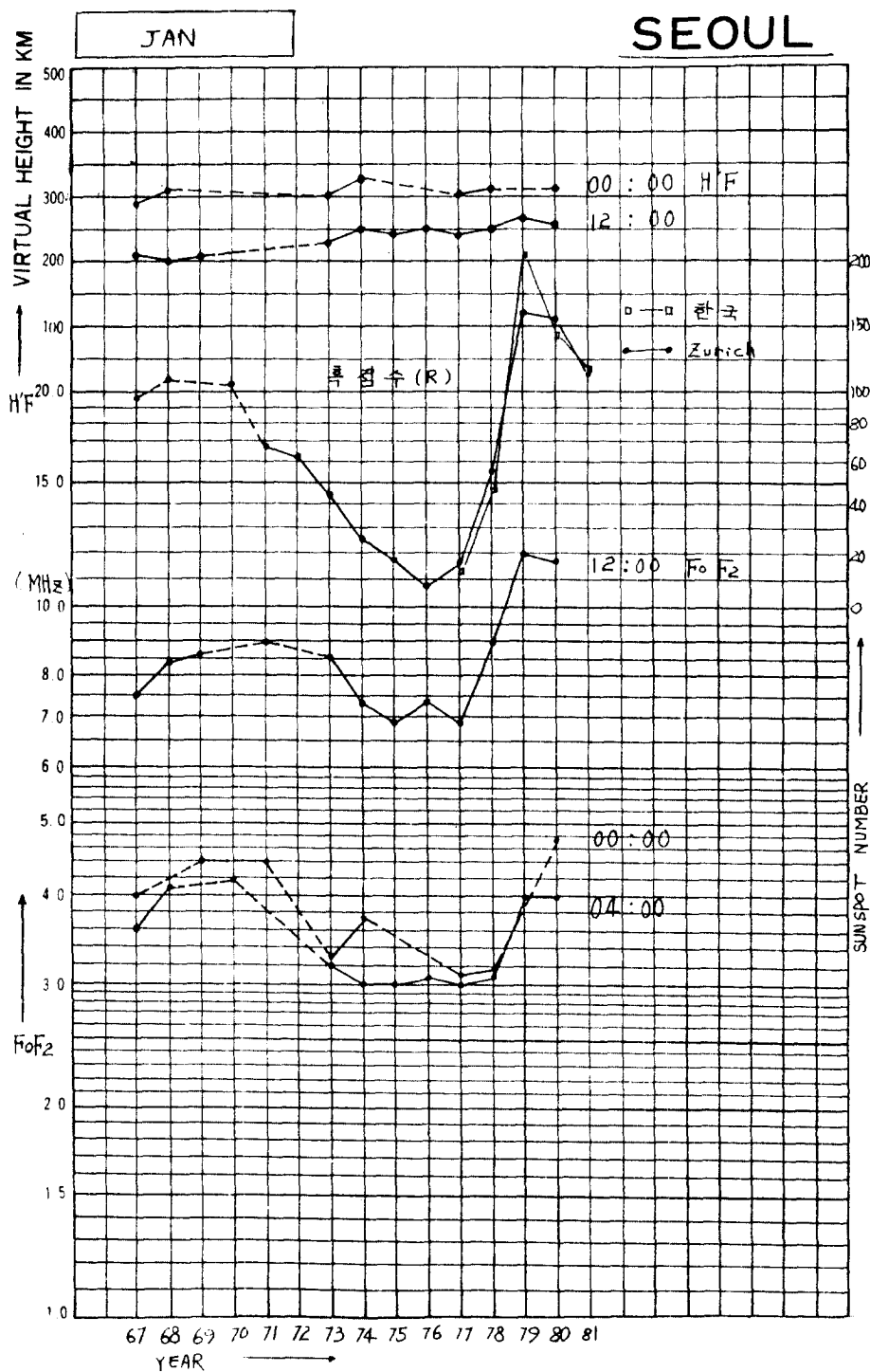
黑點과 臨界周波數와의 關係는 이제까지 直線的인 變化로 보아 왔으나, 그 誤差等을 勘案한 最少自乘法則에 의한 關係를 求하는 것이 더 正確하다.

그림 4-3-12 에 點線으로 表示된  $f_0, F_2$  는 最少自乘法則에 의해 求한 理論値이며, 實測値와 큰 差가 없음을 볼 수 있다. 이러한 長年變化現象을 보다 正確히 分析하기 위하여는 무엇보다도 觀測의 正確性和 連續性이 있어야 한다.

그림 4-3-1 ~ 12 中の 部分的으로 點線으로 表示되거나 曲線의 變化가 甚한 差가 나는 部分은 觀測의 欠如等으로 인해 最終 平均値에 誤差를 주기 때문인 것으로 생각된다.(本 資料에서는 月 3 回 까지 觀測된 資料도 利用하였음)

이러한 長年變化現象에 의해 臨界周波數의 年 變化와 黑點數의 年 變化와의 相關關係를 求해 다음 章에서 說明할 臨界周波數( $f_0, F_2$ )를 豫測할 수 있는 것이다.

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4 - 3 - 1

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

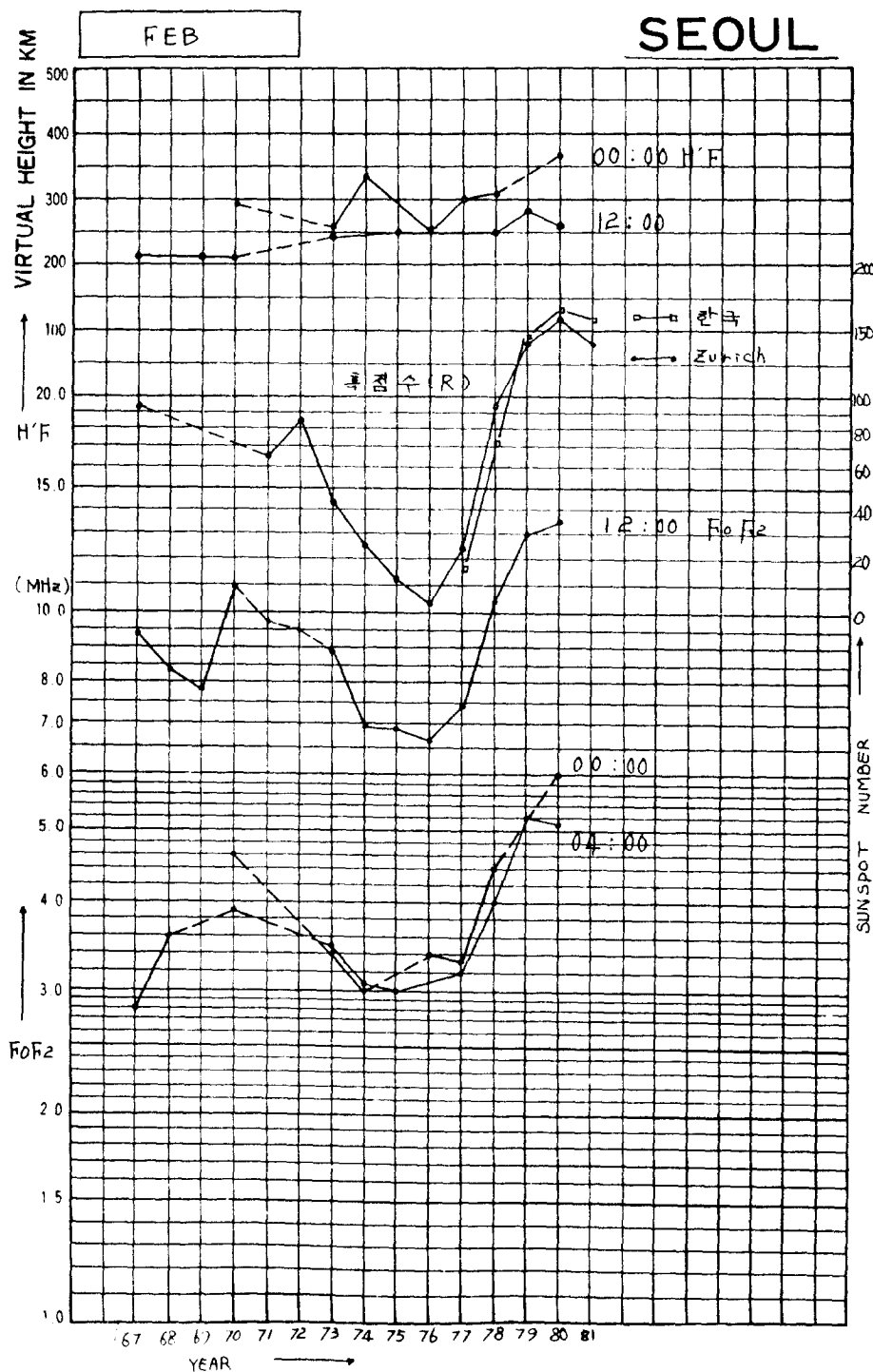
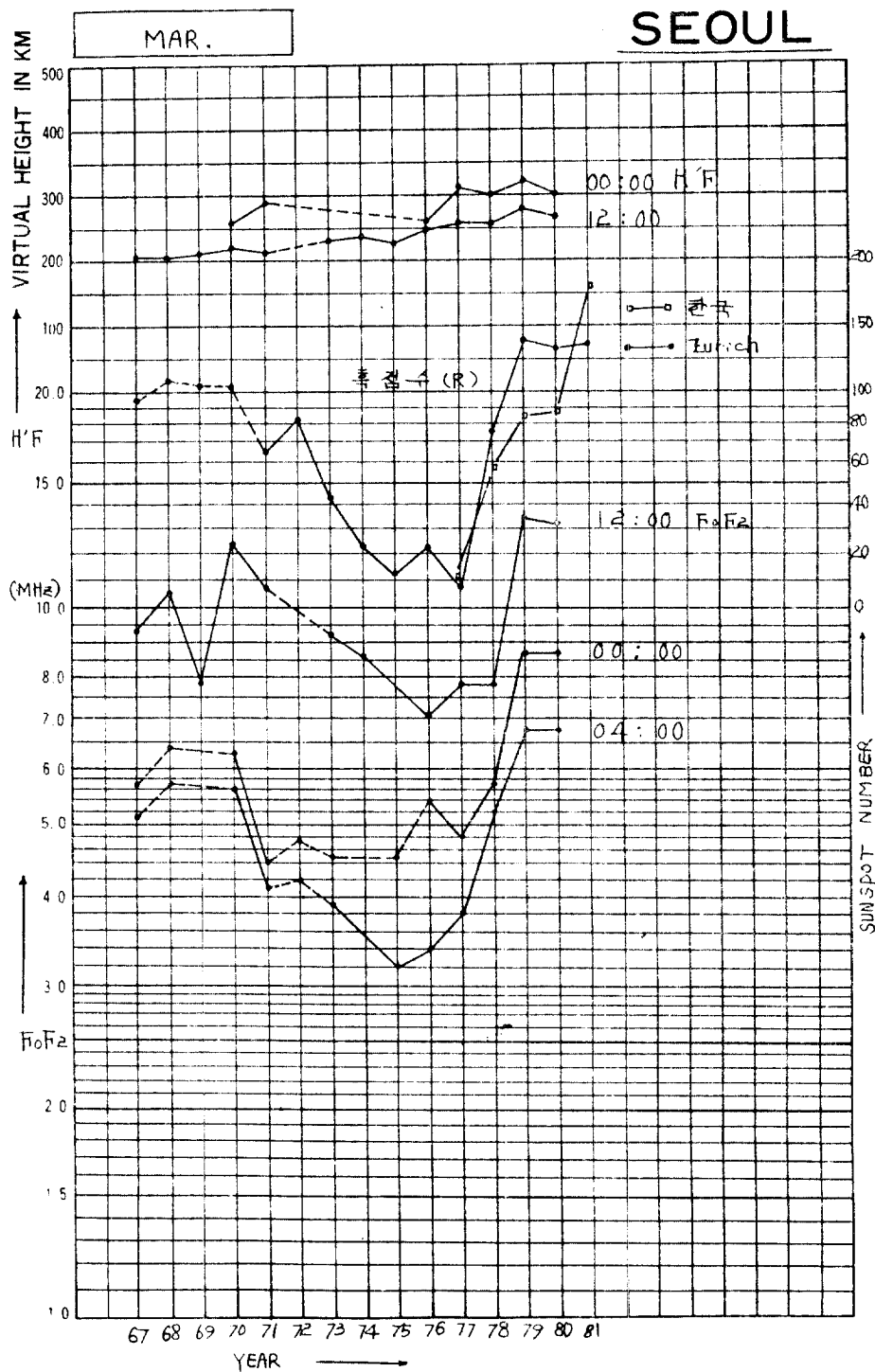


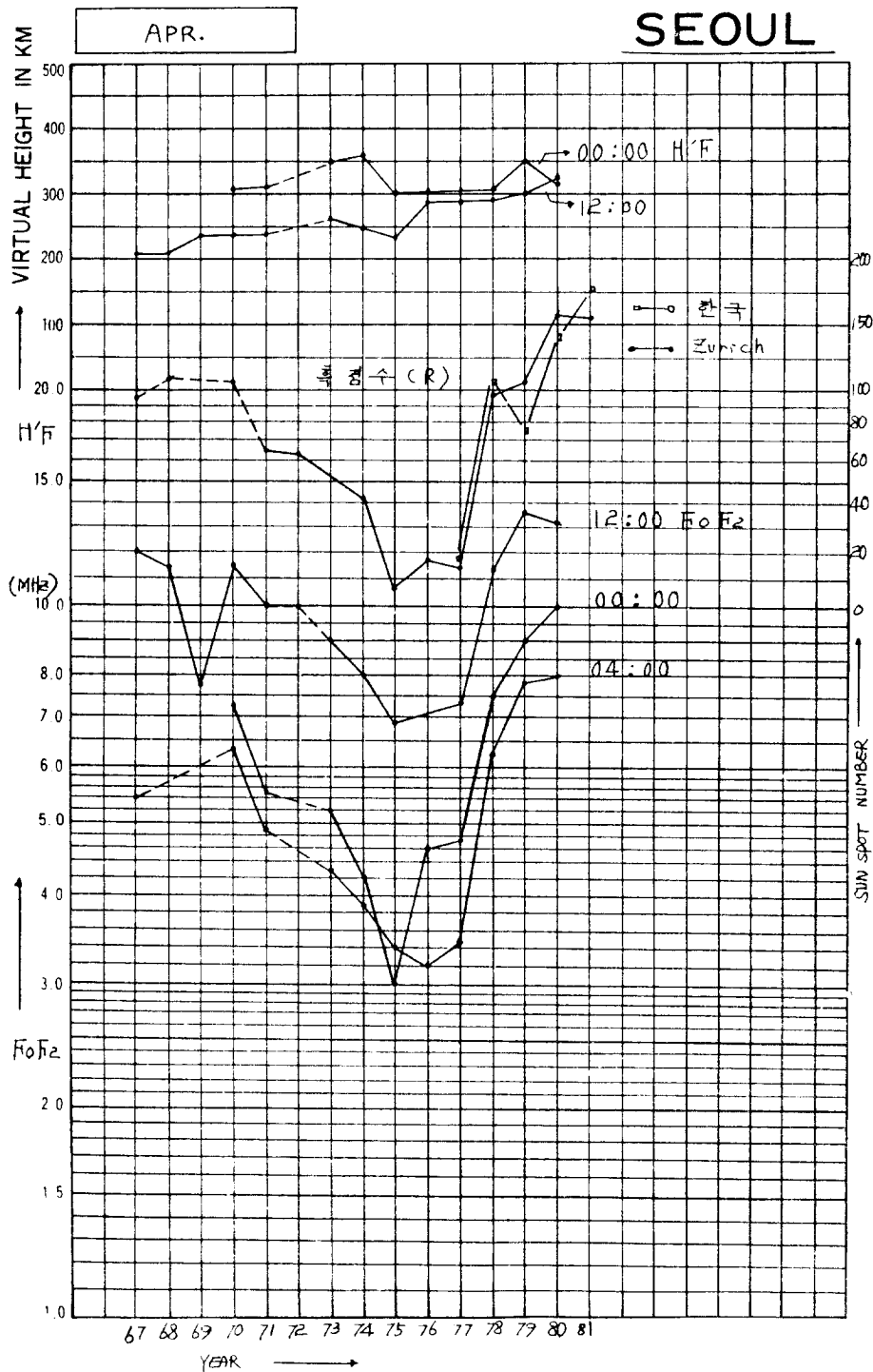
图 4-3-2

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4 - 3 - 3

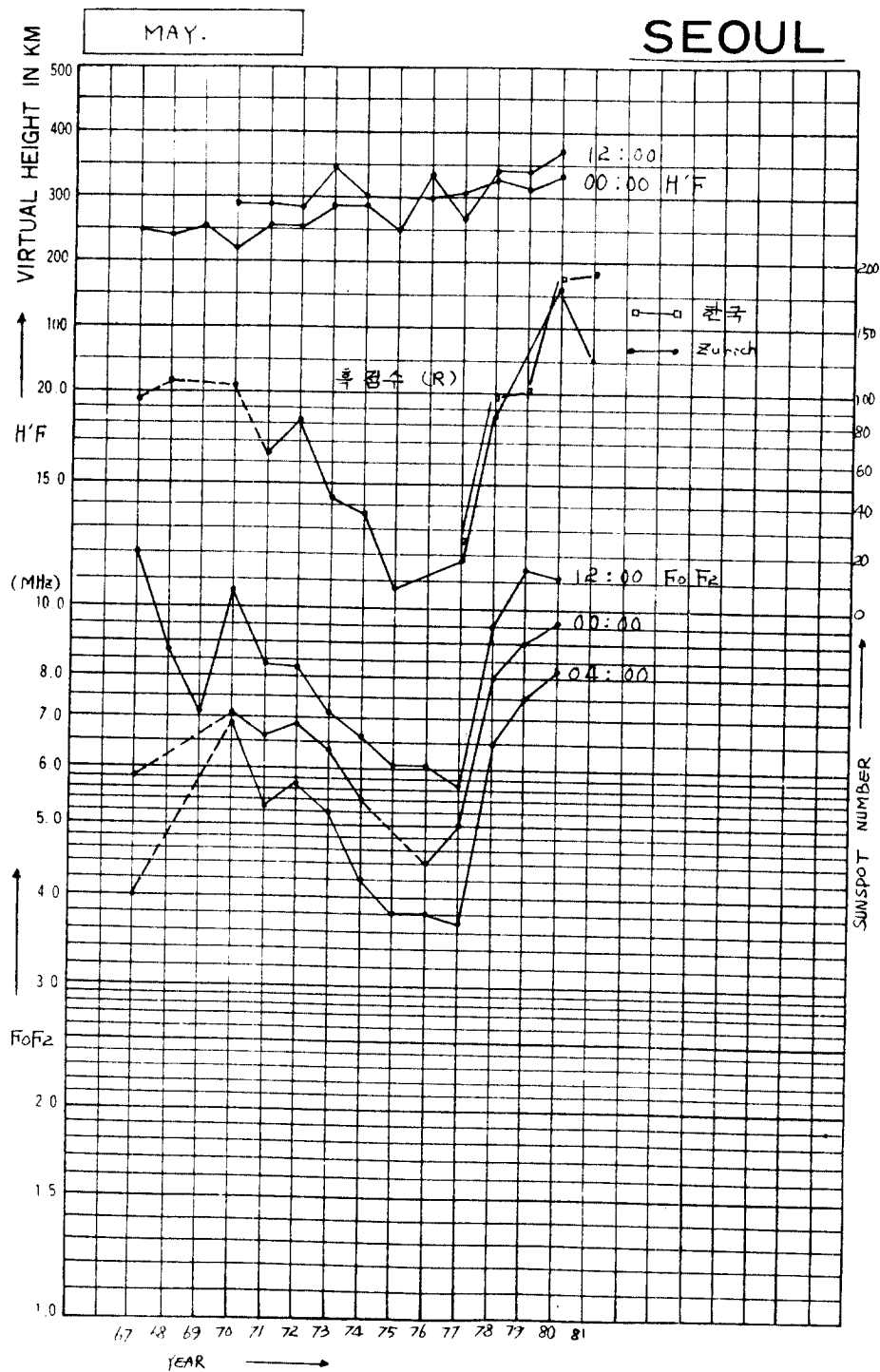
# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4 - 3 - 4

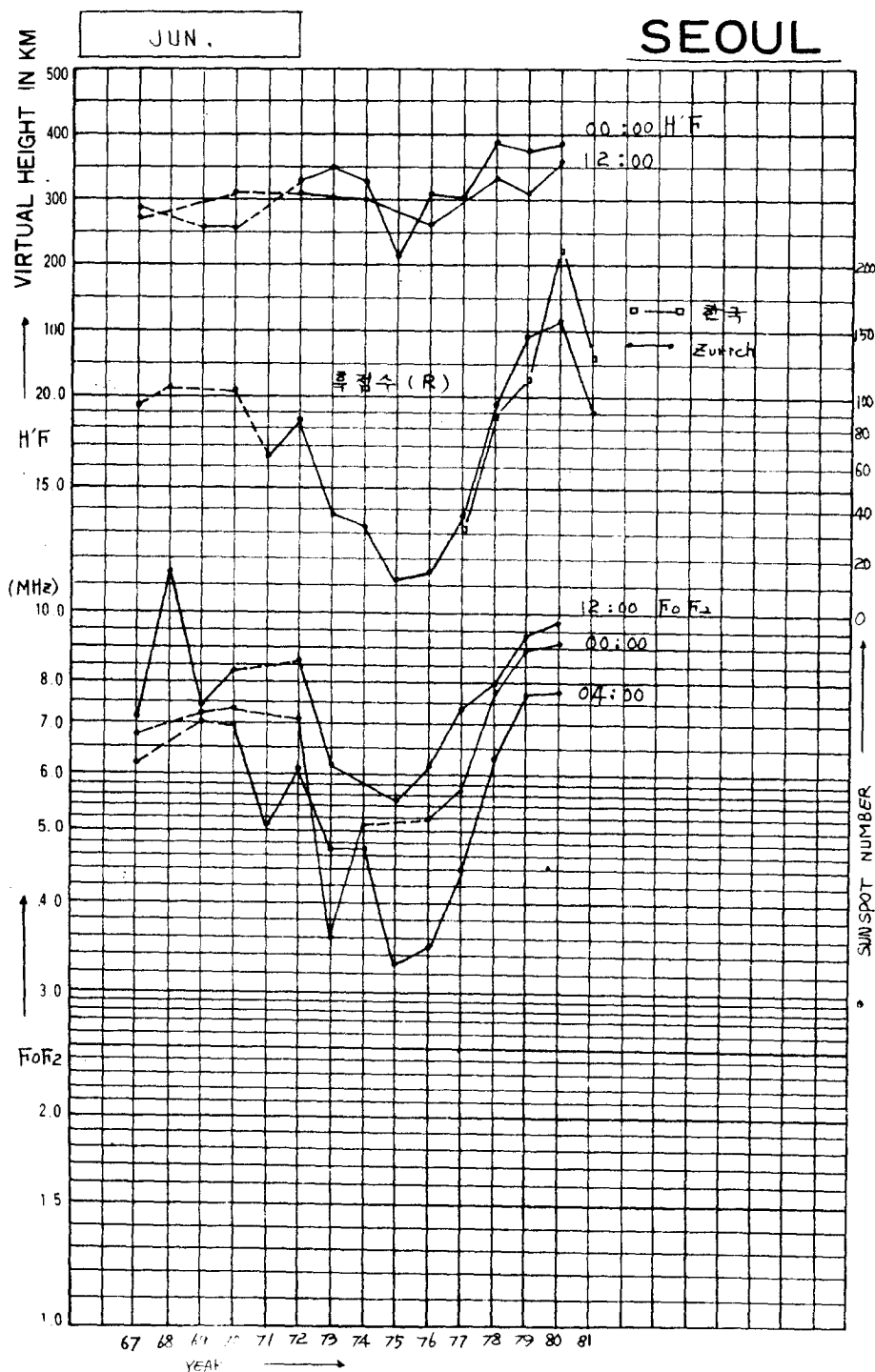


# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



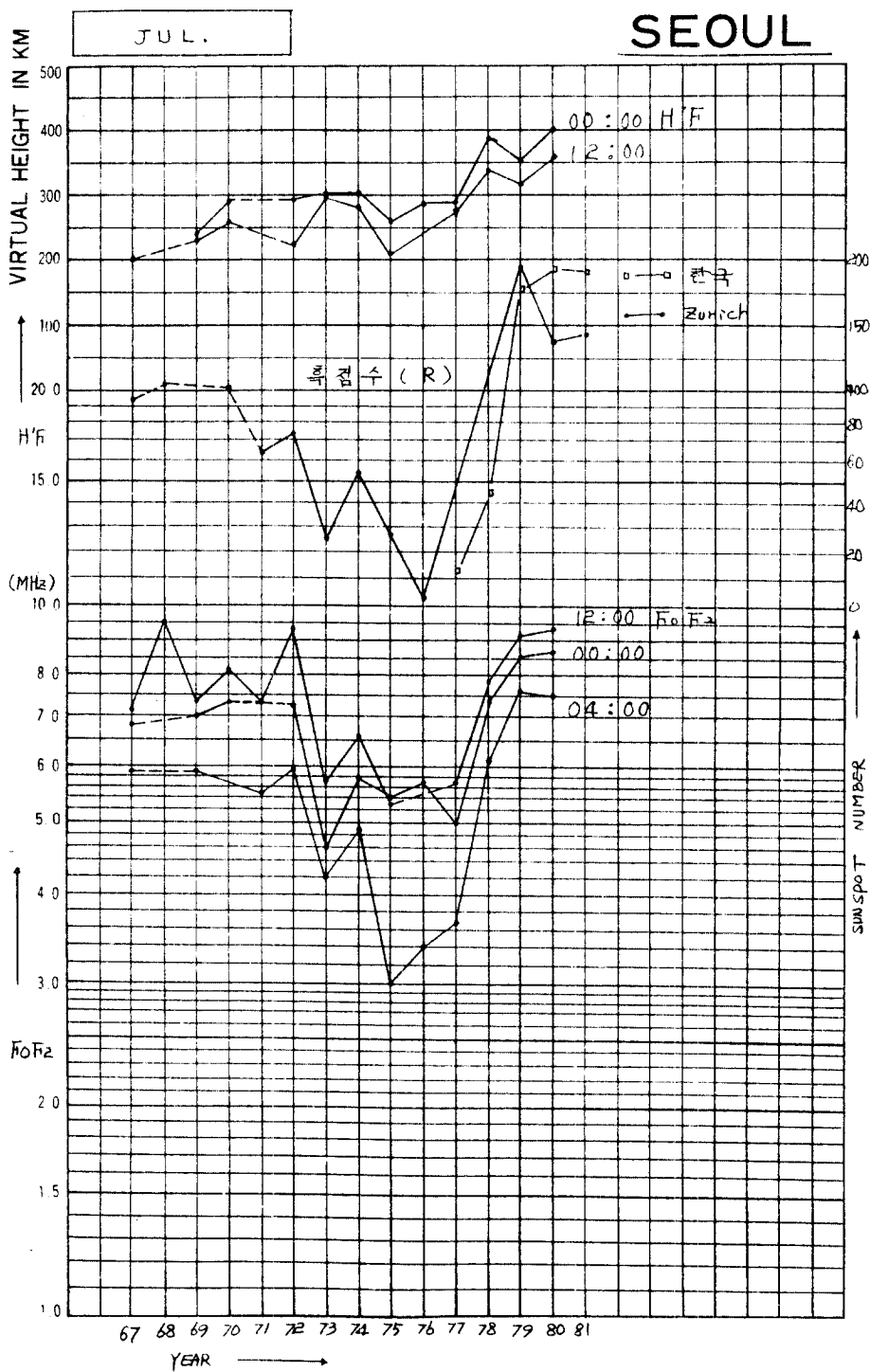
☒ 4 - 3 - 5

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4 - 3 - 6

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4 - 3 - 7

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

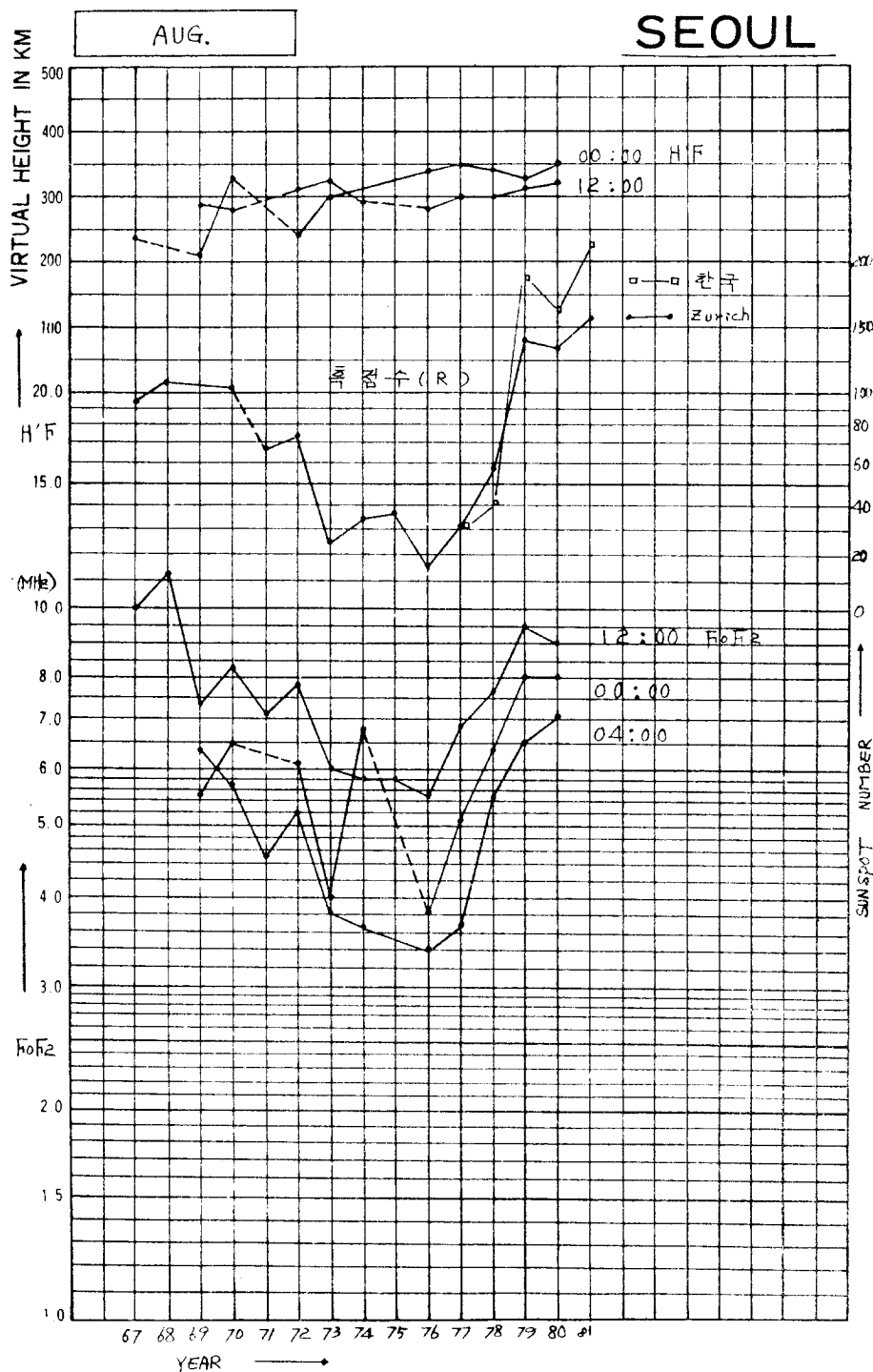
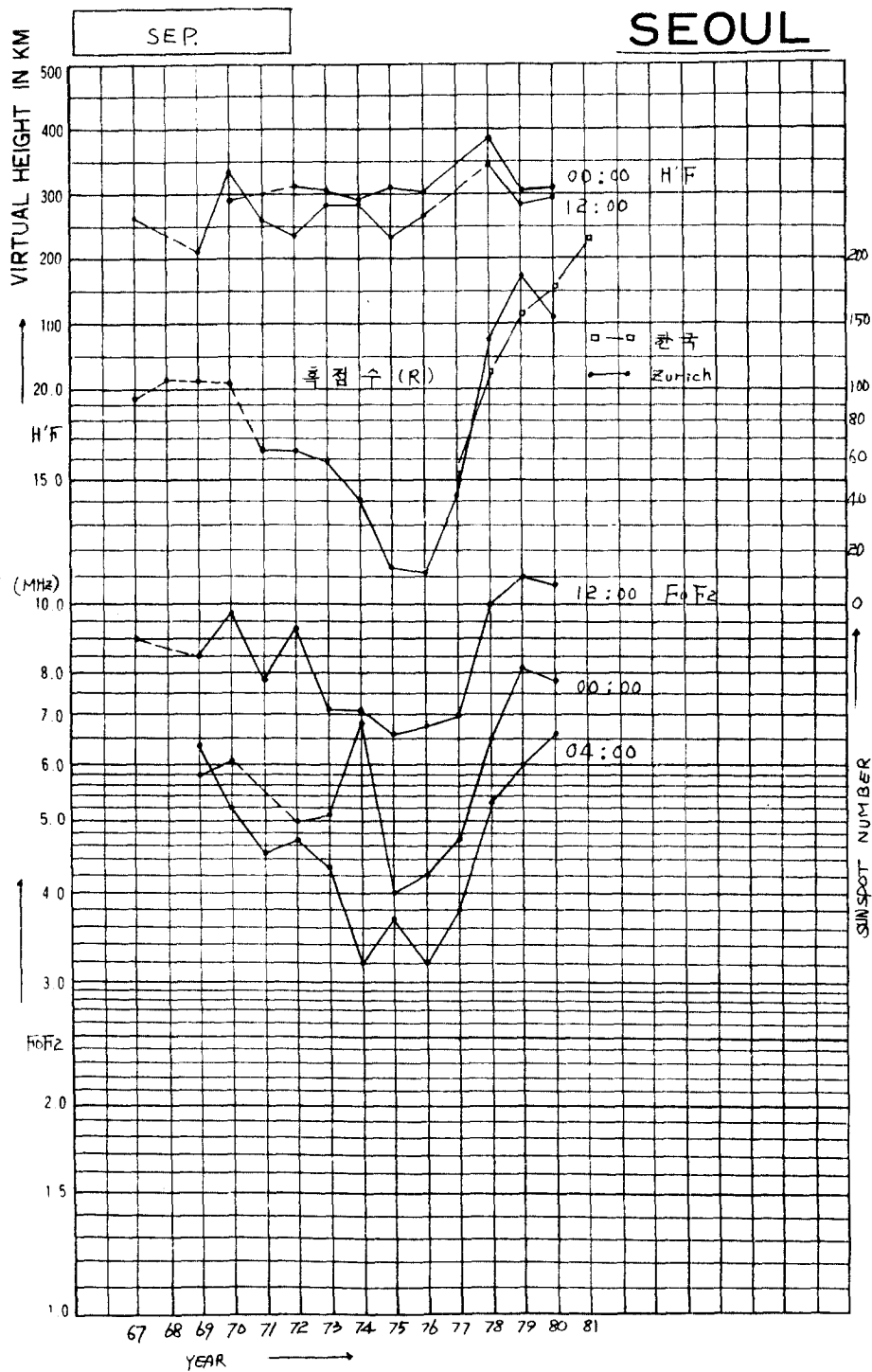


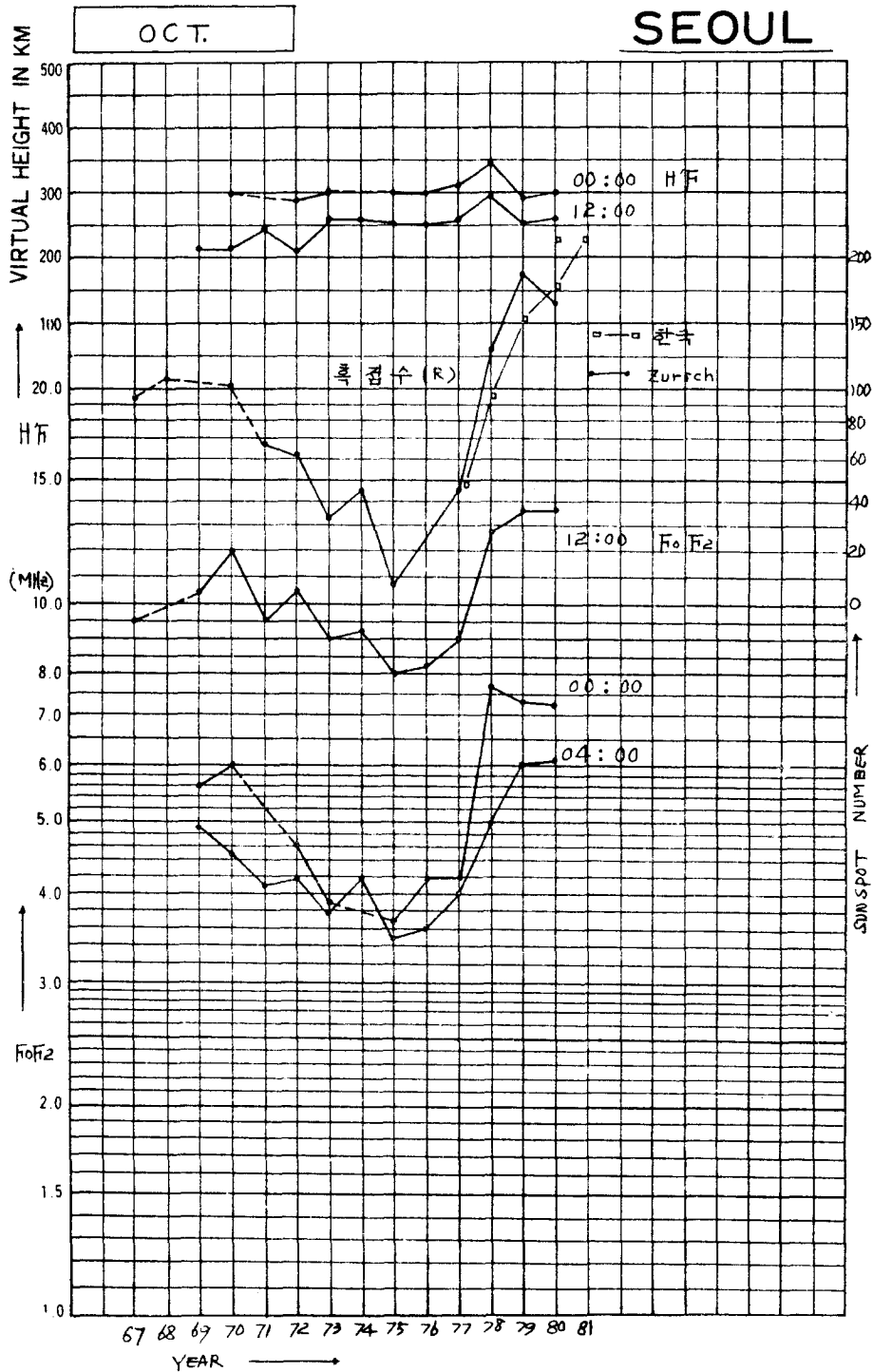
图 4 - 3 - 8

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



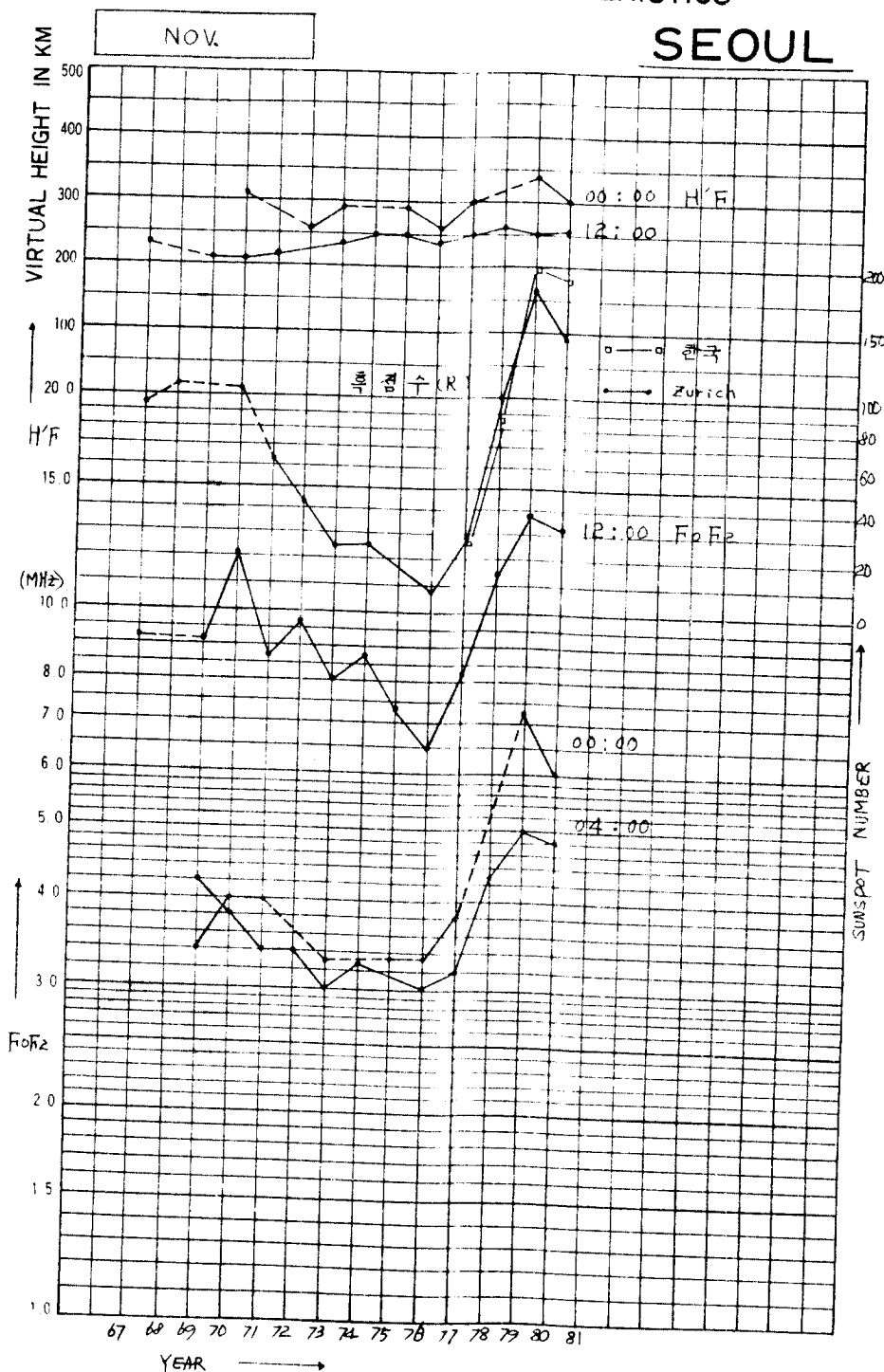
☒ 4 - 3 - 9

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



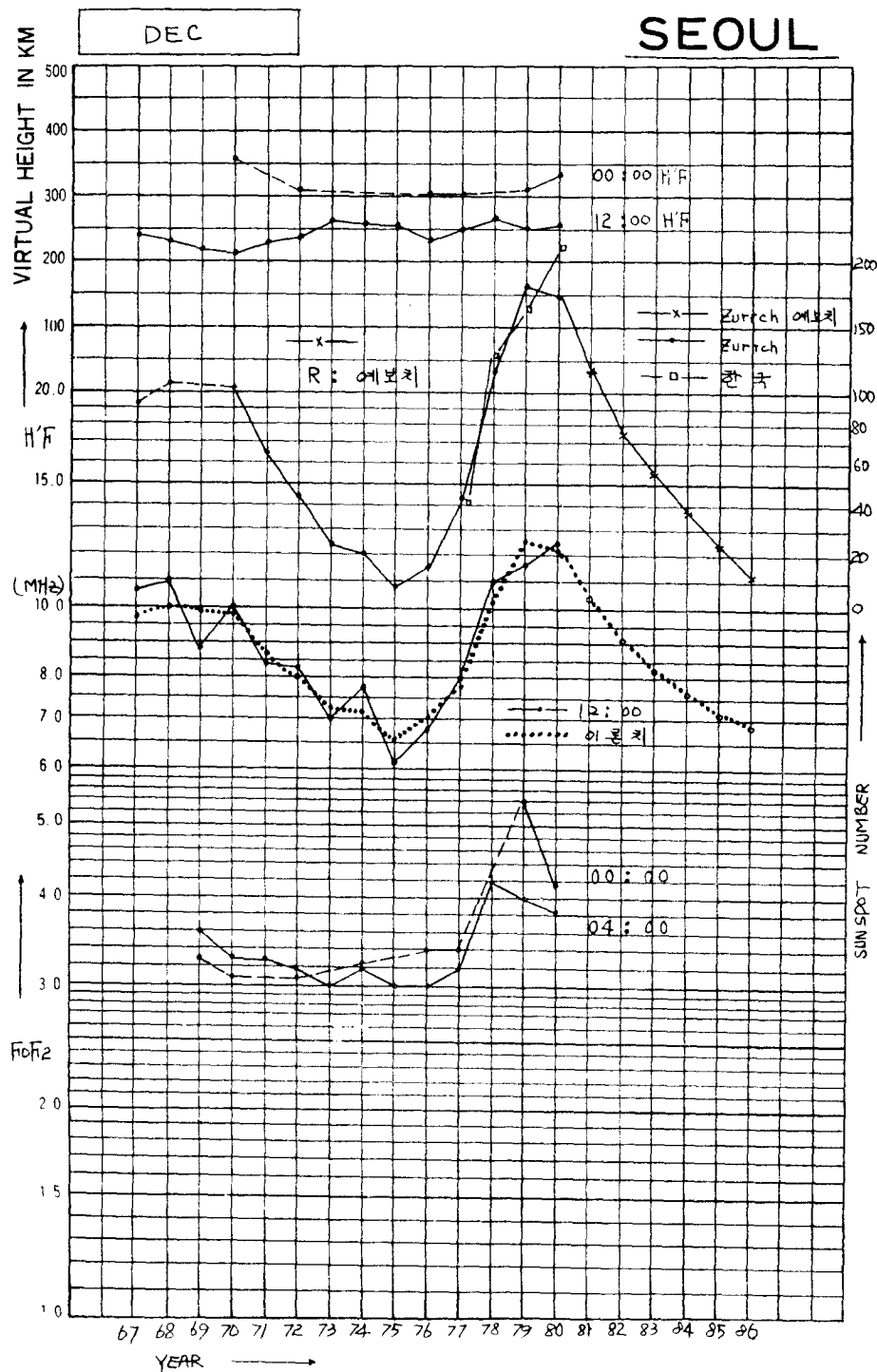
☒ 4-3-10

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4-3-11

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



☒ 4-3-12



# Zurich 와의 태양흑점수 비교

지명 \ 년도	67	68	69	70	71	72	73	74
Zurich (Rz)	93.8	105.9	105.5	104.5	66.6	68.9	38.2	34.5

지명 \ 년도	75	76	77	78	79	80	81	82
Zurich (Rz)	15.5	12.6	27.5	92.5	155.4	154.6	130	98
Korea (Rk)			28.1	83.6	146.4	170.3	128	90

지명 \ 년도	83	84	85	86
Zurich (Rz)	62.8	44.3	29.4	17.5
Korea (Rk)	58	41	26.5	19

※ 当所에서는 1977 年부터 太陽觀測을 하여 그 觀測値를 기록 하였으며 1981 年부터는 Zurich 變化値를 감안하여 예상한 것임.

Zurich 와의 太陽黑點數 比較

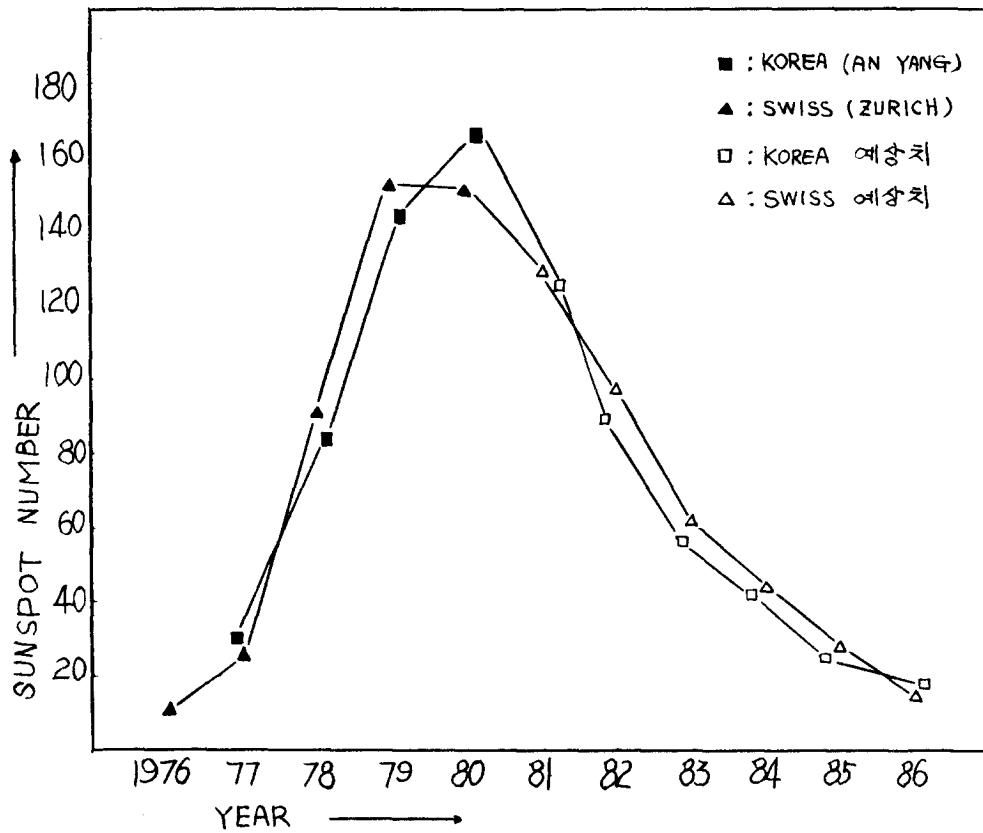


그림 4-3-13

太陽黑点数の 周期变化

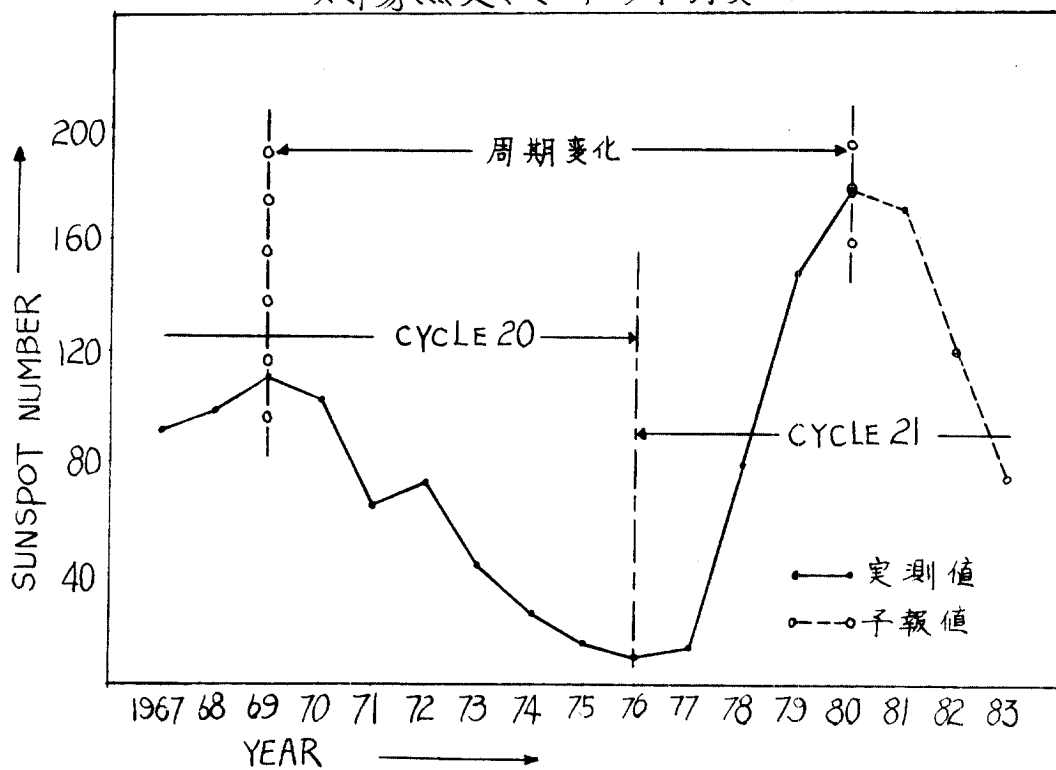


그림 4-3-15

Zurich 太陽黒点数와 Ottawa 10.7 cm Flux 와의 变化關係  
(1944.1 - 1980.12)

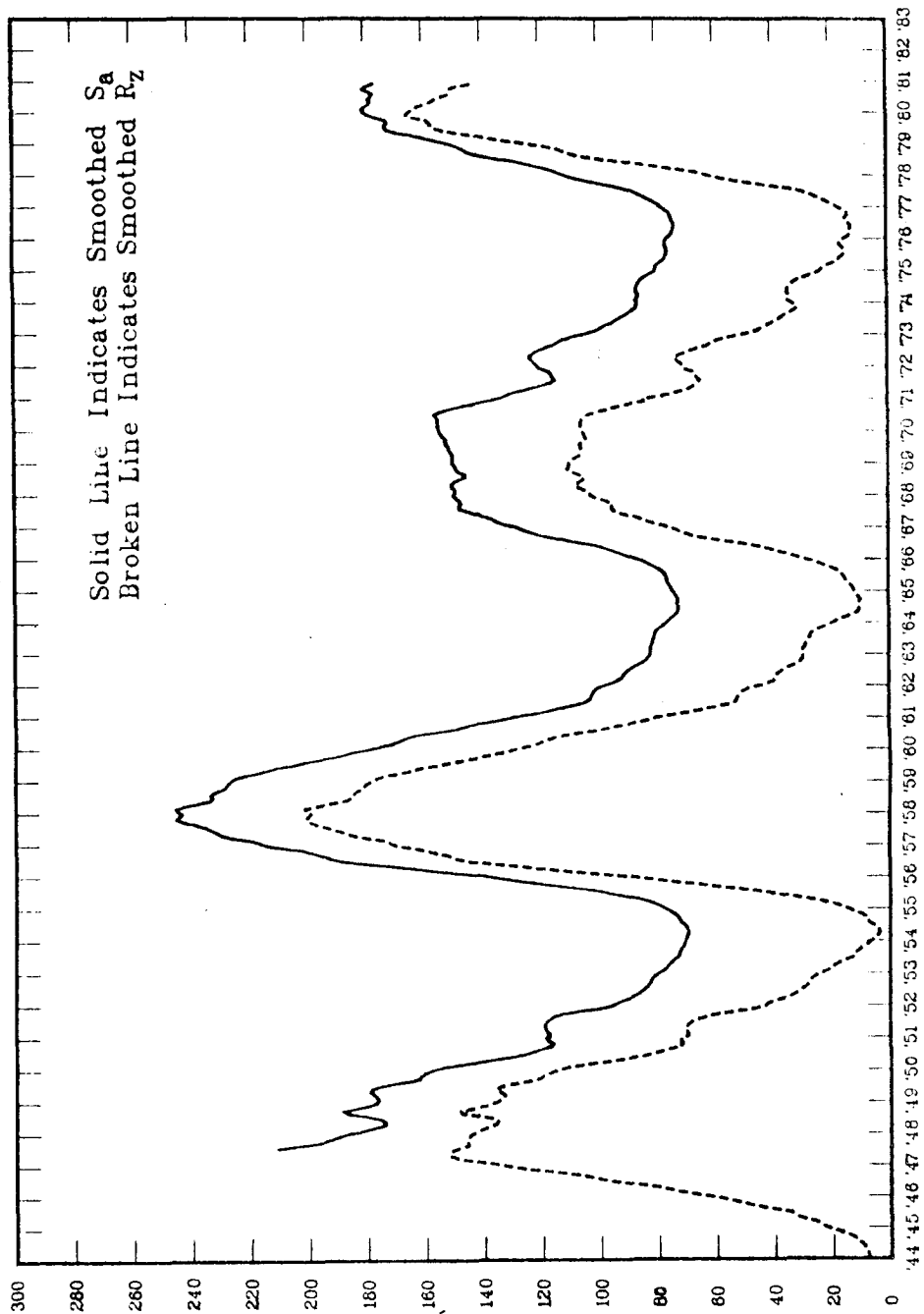


그림 4-3-16

## 5 . 觀 測 DATA 의 実 用

### 5-1 $f_o F_2$ 의 豫測

4-3 의 長年变化 現象에서 보듯이  $f_o F_2$  의 값은 黑点数  $R$  과 比例關係가 있음을 알았다. 따라서  $R$  의 变化分을 豫測하면  $f_o F_2$  의 값도 豫測할 수 있음을 알 수 있다. 太陽黑点은 약 11.5 年の 周期로 变化하므로 黑点의 变化를 대략 豫測할 수 있으며 美国 Boulder 에서 每月 發行하는 Solar Geophysical Data에서 太陽活動에 關한 仔細한 情報를 얻을 수 있다. 또 그 동안 觀測된  $f_o F_2$  와  $R$  의 觀測 DATA 에서 最少自乘法則에 의한  $f_o F_2$  와  $R$  과의 關係를 求하고 그 關係式에  $R$  의 豫報値를 적용하면  $f_o F_2$  의 豫報가 可能하다. 그 一例로 1967 年부터 1980 年 까지 12 月에 實測된 DATA 와 최소자승법칙에 의해 計算된 값의 比較를 그림 5-1에 보였다.

그림과 表 5-1 에서 보듯이  $f_o F_2$  의 变化는  $R$  의 变化에 따르고 있음을 알 수 있으며, 최소자승법에 의해 求한 理論値는 實測値와 비슷하게 一致하고 있다.

그림 5-1-2 에는 위의 方法을 利用하여 1983 年 12 月의 이론値를 나타냈으며 또한 1976 年 12 月의 理論値와 實測値를 比較했다. 美国 Boulder 에서 發行된 12 月 전기통신 기술연구보고서 NO13 (전리층 예보도)와 比較하였으며 이론치와 실측치가 유사한 곡선으로 표시되고 있다.

&lt;表 5-1&gt;

実測値와 計算値의 比較表

	R	$f_0 F_2$ (실측치)	$R^2$	$f_0 F_2 \times R$	$\overline{f_0 F_2}$ (계산치)
67 年	93.8	10.5	8798.44	984.49	9.6
68 年	105.9	11.0	11214.81	1164.9	10
69 年	105.5	8.8	11130.25	928.4	9.98
70 年	104.5	10.0	10920.25	1045	9.9
71 年	66.6	8.5	4435.56	566.1	8.7
72 年	45.3	8.2	2052.09	371.46	8.0
73 年	23.3	7.0	542.89	163.1	7.2
74 年	20.5	7.8	420.25	159.9	7.2
75 年	7.8	6.2	60.84	48.36	6.7
76 年	15.3	6.9	234.09	105.57	7.0
77 年	43.2	8.0	1866.24	345.6	7.9
78 年	122.7	11.0	15055.29	1349.7	10.5
79 年	176.3	11.8	31081.69	2080.34	12.3
80 年	174.4	12.4	30415.36	2162.56	12.2
	1105.1	128.1	128228.05	11475.89	

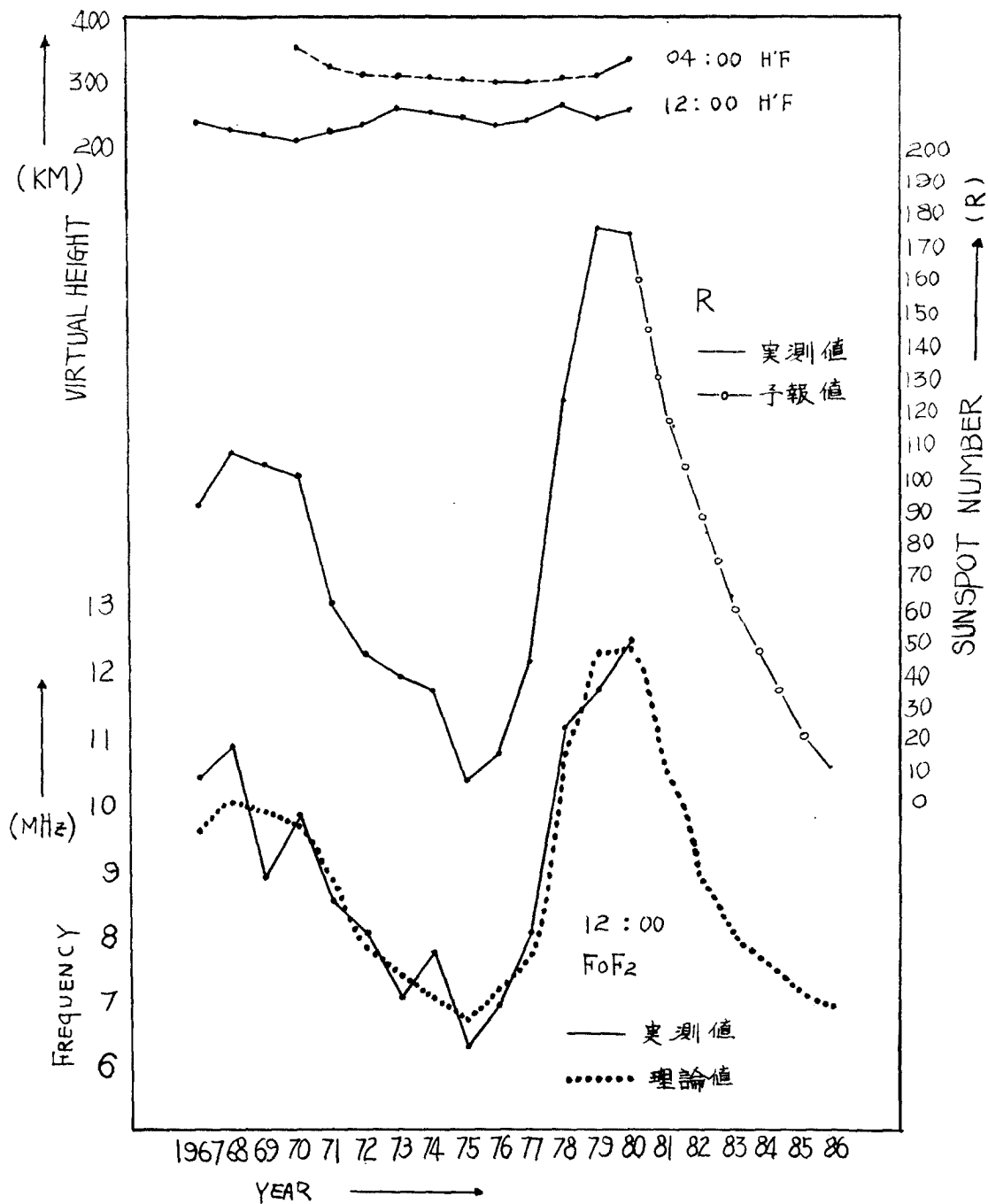


그림 5-1

최소 자승법에 의한 이론치와 실측치

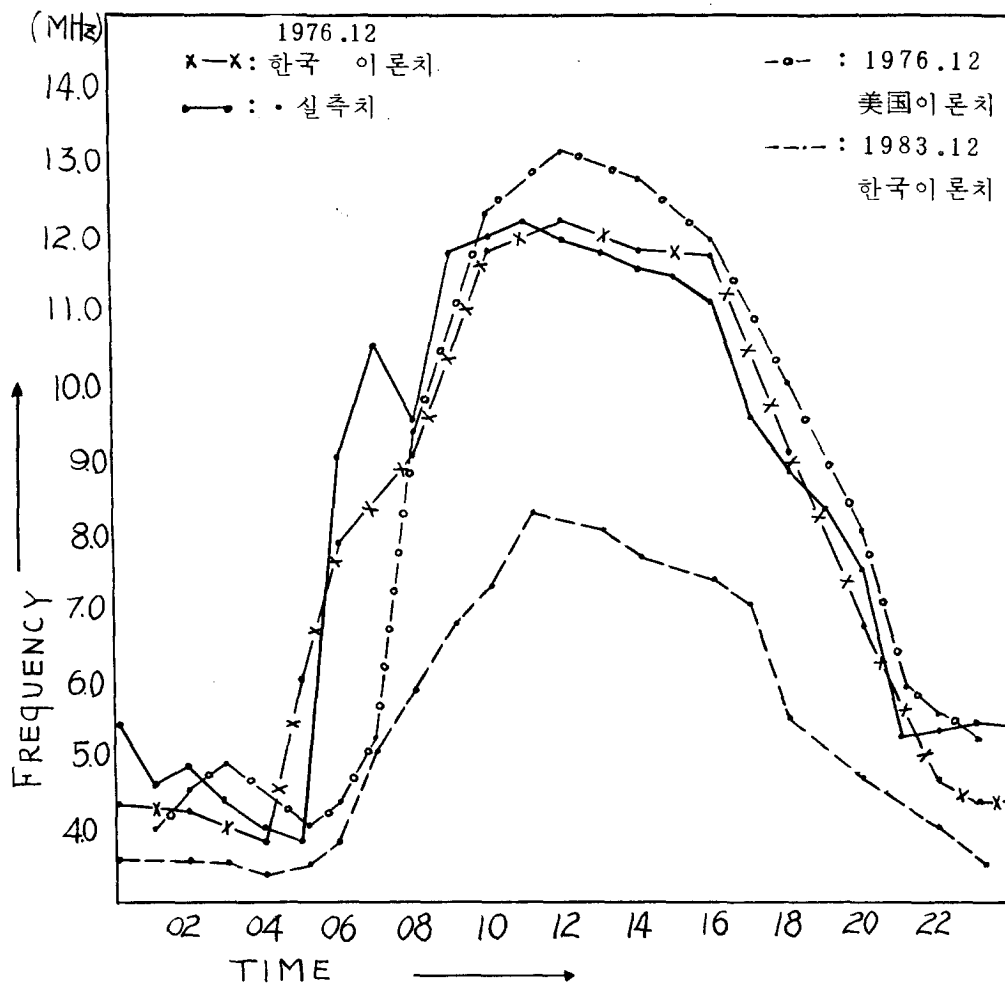


그림 5-1-2



### 最少自乗法の 計算方法

그림, 表 5-1에서 R은 1967년부터 1980년까지의 毎年 12月에 觀測된 黒点値이며  $f_0 F_2$ 는 같은 期間에 觀測된  $f_0 F_2$ 의 12:00의 値이다. 위의 資料를 다음式에 의해 計算한다.

$$\begin{cases} a + b(R) = f_0 F_2 & \dots\dots \text{①式 (기본식)} \\ (R) a + (R^2) b = R f_0 F_2 \end{cases}$$

$14 a + b(\sum R) = f_0 F_2$  (14는 1967년부터 1980년까지 觀測年數인 變數임)

$$(\sum R) a + (\sum R^2) b = \sum R f_0 F_2$$

代入하면

$$14 a + 1105.16 b = 128.1$$

$$1105.16 a + 128228.05 b = 11475.89$$

윗式을 풀면  $a = 6.5$   $b = 0.033$

따라서

$$\overline{f_0 F_2} = 6.5 + 0.033R \dots\dots\dots \text{②式}$$

②의 式서 變化되는 R의 値를 代入하면 R의 變化에 代한  $\overline{f_0 F_2}$ 가 얻어진다. 그림, 表 5-1의  $\overline{f_0 F_2}$ 는 윗式에 의하여 計算된 値이다.

以上の 例는 每 12月の 12:00에 對한 경우이다.

따라서 各月 및 各時間에 對한 値를 求하기 爲하여는 季節變化에 따른 季節變化의 變數 및 日 變數等을 求하여야 하나 現在 우리의 實情으로 그 値를 求한 資料가 없으므로 每月 및 各時에

대한 値를 求하려면 当所에 保管하고 있는 觀測 DATA를 利用,  
위와 같은 過程으로 反復하여 求하여야 한다.

## 5-2 f<sub>o</sub> F<sub>2</sub>의 通信에의 応用

5-1에 의해서 얻어진 f<sub>o</sub> F<sub>2</sub>의 値는 우리나라 上空을 反  
射點으로 하는 通信回線의 경우나 国内 近距離 通信網의 設計에  
있어서 그 運用 周波數帶의 決定 및 運用時間等의 決定에 利用될  
수 있다. 따라서 이 章에서는 電離戶 電波에 대한 간략한 개요  
및 f<sub>o</sub> F<sub>2</sub>와 通信利用周波數의 關係에 대해서 서술하려고 한다.

### 5-2-1 臨界周波數와 最高利用周波數(MUF)와의 關係

電離戶에 入射된 電波가 屈折反射되는 過程은 다음과 같  
다. 電離戶 內에서의 電波의 屈折率 n는 電子密度와 周波數에 따  
라 다르며 屈折率 · n는

$$n = \sqrt{1 - \frac{e^2}{\pi m} \cdot \frac{N}{f^2}}$$

m : 電子의 質量 (  $9 \times 10^{-24}$  g )  
e : 電子의 電荷 (  $4.8 \times 10^{-10}$  esu )  
N : 電離戶의 電子密度  
f : 電波의 周波數 ( MHz )

이며, 電離戶의 屈折率은 電離戶의 最大電子密度인 點의 下部에서는  
서서히 密度가 減少하고, 最大電子密度의 附近으로 갈수록 커진다.  
即 n는 下部에서는 大氣의 屈折率 1에 가깝고 上部로 감에 따라  
1보다 작아진다. 따라서 位相速度 (  $V = C/n$  : 電波速度 )는 電離戶의

内部일 수록 크게 되므로 그림 5-2-1 과 같이 電波는 電離層의 内部에서  $AB \rightarrow A'B'$  로 彎曲하며, 에너지는 彎曲한면에 直角으로 進行하므로 電波의 通路는 彎曲하여 어느部分에서 進行方向이 水平에 달하면 다음에는 反對의 經路를 通過 下方으로 彎曲하여 結果적으로 電波는 電離層에서 反射한다. 即 電離層에서의 反射란 光學的인 反射와는 다른 屈折의 現象이라 할 수 있다. 이 現象은 周波數가 높으면 通過해 버리고 周波數가 낮더라도 電子密度가 적으면 通過해 버린다.

이 通過하기 直前의 周波數를 臨界周波數라 부른다.

電離層에서의 屈折을 기하학적으로 考察하면 Snell의 法則에 의하여 정한 법칙 (Secant law)

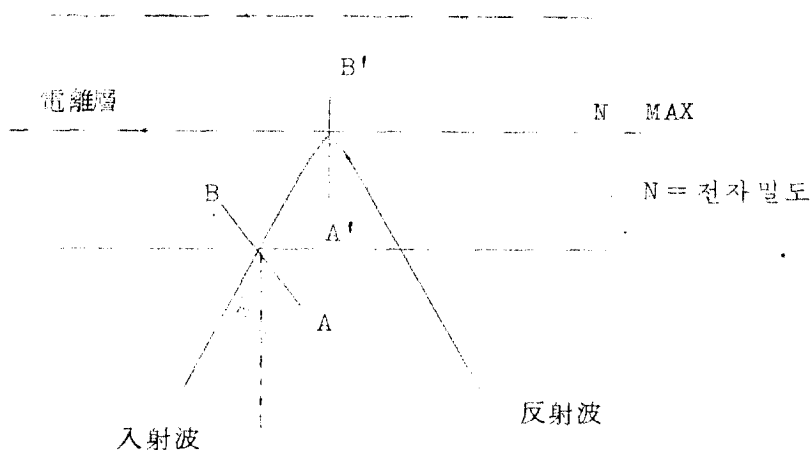


그림 5-2-1

$$f = f_0 \sec i_0 \begin{cases} f : \text{경사 입사 주파수} \\ f_0 : \text{수직 " " } \\ i_0 : \text{入射角} \end{cases}$$

을 求할수 있으므로 수직入射時의 最高利用周波數 (MUF)를 求할수 있다. 또 定할법칙을 거리에 關하여 나타내면

$$f = f_0 \sqrt{1 + \left( \frac{D}{2h'} \right)^2} \quad \begin{cases} D = \text{거리 (Km)} \\ h' = \text{전리층 가상높이 (Km)} \end{cases}$$

으로 表示할 수 있으므로 通信相對方과의 거리와 臨界周波數를 알면 MUF를 算出할 수 있다.

이제까지 서술한 內容에 의해서 실제 通信에 應用되는 一例를 다음에 보인다.

例) 서울과 제주間에 1983年 12月에 通信回線을 新設하고자 할 때,

$$\text{단) } D = 650 \text{ km}$$

$$h' = 310 \text{ km (夜間)}$$

$$h = 250 \text{ km (昼間)}$$

$$\sec \theta = \sqrt{1 + \left( \frac{D}{2h'} \right)^2}$$

$$= 1.64 \text{ (昼間)}$$

$$= 1.44 \text{ (夜間)}$$

위의 값을  $f = f_o \sec \theta$ 에代入하여 各 時間의 MUF를 求한다.

위의 DATA를 그림 5-1-2에 求해진 (1983년 12月 豫測值)  $f_o$

$F_2$ 의 値에 의해 MUF를 計算한 結果를 그림 5-2-4에 나타냈다.

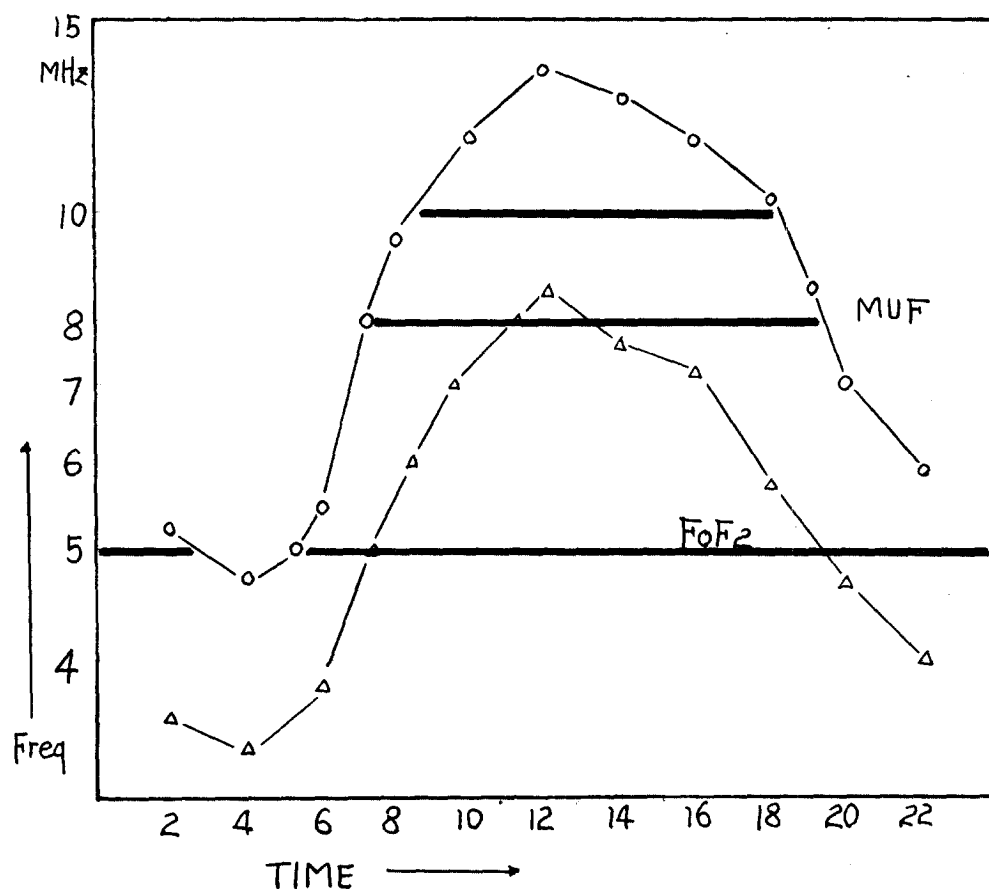


그림 5-2-4

02:00	$f = 3.6 \times 1.44 = 5.2 \text{ MHz}$
04:00	$f = 3.25 \times 1.44 = 4.7 \text{ MHz}$
06:00	$f = 3.8 \times 1.44 = 5.6 \text{ MHz}$
08:00	$f = 5.7 \times 1.64 = 9.3 \text{ MHz}$
10:00	$f = 7.2 \times 1.64 = 11.8 \text{ MHz}$
12:00	$f = 8.3 \times 1.64 = 13.6 \text{ MHz}$
14:00	$f = 7.7 \times 1.64 = 12.6 \text{ MHz}$
16:00	$f = 7.3 \times 1.64 = 12 \text{ MHz}$
18:00	$f = 5.7 \times 1.44 = 8.2 \text{ MHz}$
20:00	$f = 4.7 \times 1.44 = 6.8 \text{ MHz}$
22:00	$f = 4.1 \times 1.44 = 5.9 \text{ MHz}$

그림에서 분수 있듯이 運用周波數帶를 8MHz 나 10MHz를 指定 할 경우 通信可能時間대 即 MUF 이하의 시간대는 晝間의 시간대만 가능하며 5 MHz 이하에서는 04:00 경을 除外한 晝, 夜間의 時間이 모두 可能하다.

물론 실제의 運用周波數는 F層에서의 감쇄 ( 2種감쇄 )를 고려한 MUF의 85 %의 周波數 ( FCT : 회적운용주파수 )를 다시 求하여서 使用하여야 한다.

이 F層에서의 감쇄는 MUF에 가까운 周波數 일수록 甚하다. 다시 말하면 周波數가 높을수록 電離層内の 最大電子密度인 地点까지 침입하므로 電離層內를 通過 하면서 받는 損失이 크다.

이 損失이 運用上 지장이 없도록 하는 範圍가 MUF의 85 %  
即 FOT인 것이다. 여기에서 이 結果는 豫測해서 計算한 것이므로  
어느 정도의 誤差를 勘案하여야 한다. 이 誤差를 적게 하는 것은 지  
금까지 觀測한 觀測資料와 앞으로 豫報되는 黑点數의 豫報値가 얼  
마나 正確한가에 달려있다. 지금까지 서술한 內容으로는 임의의 通  
信回線을 設計하는데는 부족한 點이 많다. 위의 結果들은 電離層  
의 F<sub>2</sub> 層만 存在함을 假定한 것으로 실제로는 E層이나 Es 層을  
고려하여야 하며, Es 層의 경우는 超短波帶 이상도 反射하는 경우  
도 있다. 또한 每時의 감쇄계수도 산출하여 最低利用周波(LUF)도  
산출되어야 한다. 그러나 夜間에는 E層이 거의 消滅하며 감쇄도  
거의 없으므로 (1종감쇄: D層 通過時 받는 감쇄) 夜間의 通信回  
線에는 充分히 應用할 수 있으며 晝間의 경우도 最高利用周波數의  
決定이나 運用하고자 하는 周波數를 E層을 透過하는 높은 周波數  
帶로 지정할 경우에는(위의 例에서 7 MHz 이상) 유용히 使用될 수  
있다. E層을 透過하여 F層 反射를 하는 경우에는 E層에서의 屈  
折로 인하여 F層에의 入射角이 變化되므로 이 變化되는 값을 보  
정해 주어야 하나 이러한 경우는 E層이 存在할 경우에만 해당하  
므로 그 보정하는 方法은 E層 全般에 關한 모든 資料가 수집,  
分析된후에 서술하기로 하고 省略한다.

## 6. 電離層과 地磁氣 및 太陽과의 關係

### 6-1 地磁氣攪亂과 電波警報

地磁氣란 地球가 하나의 커다란 磁石임을 나타내는 것으로서 이것은 地球의 内部 또는 外部의 영향에 의한 磁氣變化를 一定한 形態로 每日 變化를 가지고 있다. 이 地磁氣의 每日 變化는 短波通信에 利用되는 電離層變化와 密接한 關係가 있다. 電離層攪亂時 地磁氣 變化는 平常時 變化와는 다른 상태를 나타낸다. 短波通信이 전리층 교란시 理想的인 通信을 할수없는 것은 당연한 일이며 이런경우 短波通信에 對한 電波警報를 내릴 수 있다. 여기에 電波警報라 함은 大氣圈의 物理現象이 電離層을 攪亂시켜서 電離層의 電播反射 作用을 妨害하였을때 發生되는 異常現象을 事前에 探知하여 無線通信 利用者들에게 通報하여 주는 것이다. 地磁氣 每日 變化와 電離層과의 關係는 곧 太陽活動의 直接的인 影響을 받으며 그 變化現象을 다음과 같이 說明할 수 있다. 地磁氣의 生成 原因은 地球内部에 있지만 그 變化原因은 거의 地球外部에 있고 地磁氣 每日變化는 晝夜間의 그 變化量의 크기의 차이가 있다. 즉 낮에는 變化의 차이가 컸고 밤에는 차이가 심하지 않으며 이것은 太陽活動이 日日中 가장 활발한 時間때 地磁氣의 變化量가 最少值를 나타내고 있다. 이것은 地球表面으로 부터 高度 100 ~ 300 KM에서 形成되고 있는 電離層內에 흐르는 電流가 原因이고 이러한 電流는 실제로 로켓이나 人工 위성등의 觀測에 依해 存在가 입증되



있으며 이 電流는 電離層의 變化와 깊은 關係가 있다. 이 電流에 의해 發生된 磁界는 地球磁界의 日日變化에 重要な 役割을 하고 있으며 電離層攪亂時 地磁氣攪亂이 일어나는 原因이 說明된다. 當 研究所에서 測定한 地磁氣 日日變化를 月別置로 分類하였다. (表 6 ~ 1) 이것은 (1月 ~ 11月)까지의 資料이며 하루 24時間 中 時間別로 地磁氣 測定값을 記錄하였으며 地磁氣測定單位인 gamma ( $\gamma$ )는 그 크기가  $1\gamma = 10^{-5}$  (Gauss)이며. 測定한 全磁力 地磁氣의 세기는 평균  $50200 \sim 50300\gamma$  帶이다.

太陽黑點 주위에서 發生되는 FLARE는 막대한 에너지를 輻射 및 미립자 形態로 放出 시키며 이들중의 상당한 부분이 熱, 可視光線 紫外線 X線 高에너지 陽子 및 太陽風 (Solar-Wind) 등으로 變換되어 行星間 空間으로 放出된다. 放出된 一部分이 地球上에서의 地磁氣 및 電離層攪亂에 作用하나 地球上의 攪亂이 Solare flare 發生과 꼭 一致하지는 않는다. 地磁氣·磁力計에 記錄한 자기란의 發生時間으로 부터 20 ~ 60時間 거슬러 올라가 URSIGRAM 방송을 通해 太陽活動에 關한 資料를 보면 그날 Flare 數가 平常時보다 많이 나타난것을 알수있다. 特히 地磁氣 攪亂은 Flare 發生을 重要時 하고있다.

平常時에는 晝夜의 變化에 따른 規則的인 變化를 反複하나 갑작스런 太陽黑點 爆發에 의해 放出되는 多量の 紫外線, X線 및 荷電粒子 등이 地球 電離圈에 도달하면 이러한 規則的인 變化를 깨며 攪亂現象을 일으킨다. 이러한 攪亂을 地磁氣攪亂이라 하며 短波

1981 계절별 지자기 일일변화

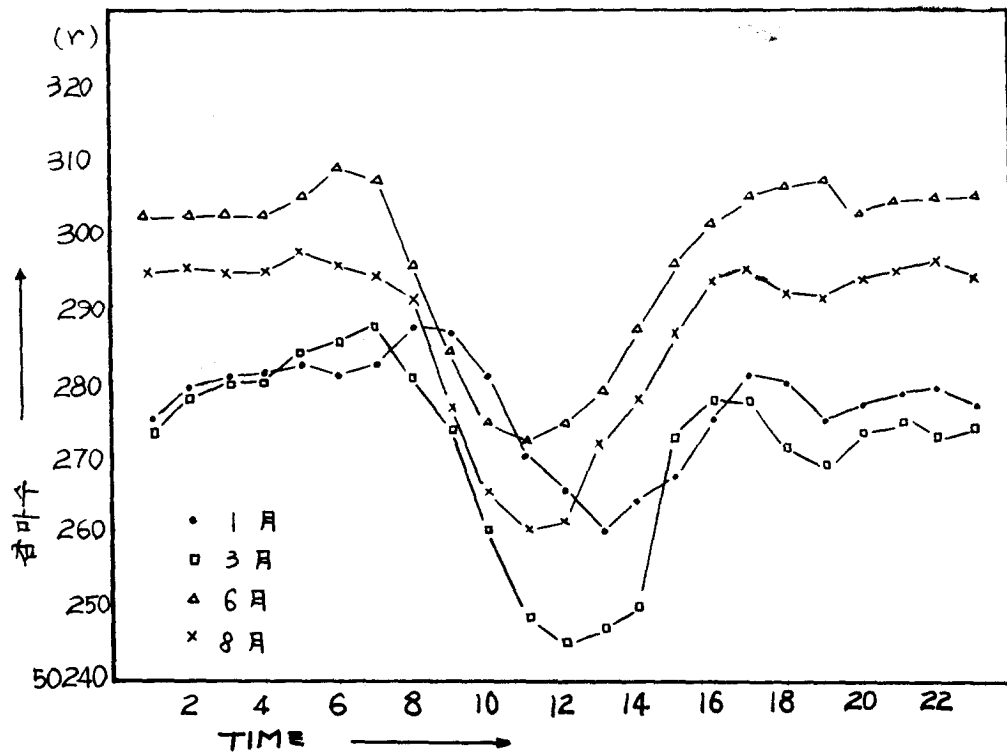


그림 6-1

지 자 기 교 란 과 전 파 경 보

순 위	지 자 기 교 란	전 파 경 보	비 고
1	2.6. 22:00 - 2.7.15:00	2.7. 11:00 - 2.8. 16:30	
2	3.2. 15:00 - 3.3.02:00	3.3. 08:30 - 3.4. 09:00	
3	.5. 22:00 - 3.6.18:00	3.6. 15:00 - 3.7. 10:00	지 자 기 급 사 부 없 음
4	3.14.13:00 - 3.15.05:00	없 음	
5	4.11.22:00	4.12.22:00 - 4.15.15:30	
6	4.19.11:00 - 4.21.06:00	없 음	
7	4.21.14:00 - 4.23.05:00	4.21.16:00 - 4.23.09:00	
8	4.26.18:00 - 4.27.09:00	4.27.17:00 - 4.28.16:00	지 자 기 급 사 부 없 음
9	5.9.10:00 - 5.16.01:00	5.9.12:00	
10	5.11.07:00 - 5.13.23:00	- 5.13.18:00	
11	5.15.12:00 - 5.16.03:00	5.15.18:00 -	
12	5.16.14:00 - 5.17.04:00	-	
13	5.18.08:00 - 5.19.12:00	- 5.20.13:00	
14	6.6. 19:00 - 6.9. 02:00	6.8. 08:00 - 6.9. 10:00	
15	6.29.15:00 - 6.30.17:00	6.29.21:00 - 7.1. 10:00	
16	7.17.17:00 - 7.18.11:00	7.17.21:00 - 7.18.22:00	
17	7.25.14:00 - 7.28.20:00	7.25.21:00 - 7.29.14:00	U경보중 26일 09시 - 27일 12시까지 W발 령
18	8.17.19:00 - 8.18.07:00	8.17.21:00 - 8.18.10:00	
19	8.23.22:00 - 8.24.16:00	8.24.07:00 - 8.25.13:00	

通信에 많은 影響을 주고 있다. 黑点爆發이 地球電離圈에 影響을 주는 現象은 크게 " 펄린저 " 現象 ( S.I.D: Sudden Ionospheric Disturbances ) 과 극관吸收現象 ( P.C.A: Polar cap Absorption ) 으로 区分할 수 있는데 S.I.D는 紫外線 및 X線等이 電離圈 下部까지 침입, D層과 E層에 強한 電離를 일으켜 1種減衰를 增加시키는 것으로 紫外線等이 빛과 같은 速度로 地球에 도달하므로 黑点爆發후 數分이내에 發生되고 또 進行時間도 무척 짧다.

그러나 荷電粒子類는 서서히 地球에 도달하여 地球磁場의 作用으로 양극지방에 몰리어 中・低緯度 地域에 電離를 減少시켜 電子密度를 異常저하 시킨다. 따라서 中・低緯度 地域의 地磁氣가 갑자기 增加하며, 양극지방에 몰려 있던 荷電粒子類는 서서히 中・低緯度로 進行하면서 攪亂을 進行시키며 서서히 原狀態로 回復된다. 이러한 荷電粒子類가 極地方 上空에 몰리는 現象을 P.C.A라 하며, 地磁氣가 갑자기 增加하기 시작하는것은 地磁氣攪亂, 荷電粒子類가 서서히 中・低緯度 地方으로 進行하며 電離層 電子密度의 攪亂을 일으키는 것을 電離層攪亂이라 한다.

따라서 사전에 黑点爆發現象 ( 실제로는 이러한 多量의 Energy를 放出하는것은 黑点自体가 아니고 黑点周圍에서 發生하는 후레아 ( Flare ) 에서 放出되는 것이나 黑点發生時 Flare도 따라서 發生하므로 손쉽게 觀測할 수 있는 黑点의 變化를 觀測한다.)이나 地磁氣 攪亂 現象을 探知하면 電離層 攪亂을 미리 알수 있으며, 이 電離層 攪亂을 通報하는 것이 電波警報이다.

電波警報는 그 크기의 強弱에 따라 U ( Unstable ), W ( Warni-  
ng ) 으로 区分되며 表 6-2 에 81年 1月부터 8月까지의 警報發令  
狀況을 보였다. 今年에는 7月 25日부터 29日까지 있었던 U發令  
期間中 26日부터 27日까지는 W警報까지 發令됐던 일도 있다. 이  
電波警報를 보다 신속, 正確히 行하기 위하여는 黑点 爆發時 發生  
되는 太陽電波雜音의 測定 및 地磁氣觀測 等 기타 여러 觀測을  
하여야 하나 現在 우리는 地磁氣觀測만을 行하고 있고 太陽活動에  
關한 情報은 西太平洋 地域警報센터인 東京에서 放送하는 URSIGR-  
AM 放送에서 얻고 있다. 現在 우리가 觀測하고 있는 地磁氣는 全  
磁力 成分만을 觀測하고 있다. 우리나라는 대체로  $50200\gamma$  ( $\gamma =$   
 $1/10000$  Gauss ) 程度의 全磁力 性分을 나타내고 있다.

地磁氣 攪亂時는 平常時의 地磁氣變化와 比較해서 곧 알수 있으  
며 攪亂의 크기에 따라 變化幅이  $40 \sim 70\gamma$  程度로 變한다. ( 平常時  
는  $10 \sim 20\gamma$  程度의 變化 ) 이러한 地磁氣攪亂의 一例를 그림 6-  
2에 보였다.

攪亂은 그 進行過程에 따라 部分別로 分類되며 다음과 같다.  
急時部 : 처음에 급격한 增加 또는 攪亂의 시작으로 몇 時間동안  
強度 增加의 狀態를 유지한다.  
初象 ( Initial phase ) : 急時후 增加의 狀態가 多少의 變動을 나  
타내며 계속되는 部分  
主象 ( main phase ) : 一般的으로 初象이 數時間 계속된 후 갑자기  
減少하기 시작하는 部分이며 磁氣攪亂의 가장 特徵적인 모양을 表

示하며 數時間부터 數日間 계속하는 경우도 있다.

終象 ( recovery phase ) : 主象이 계속되다 서서히 回復해서 원  
位置로 돌아오는 部分

地磁氣 攪亂은 이러한 進行 過程中 생략되는 部分도 있으나  
大部分의 攪亂은 위와같은 過程을 거쳐 進行되고 있다. 그러나 地  
磁氣攪亂이 發生했다 해서 반드시 電波警報를 發令하지는 못한다.  
表 6-2 에서 보듯이 地磁氣攪亂이 發生되어도 電波警報가 없는 경우  
도 있는 것이다. 電波警報는 地磁氣攪亂이 미약할 경우는 發令하지  
않을수도 있으므로 黑点觀測 資料라든가 URSIGRAM 受信資料等 地磁  
氣 攪亂狀態等を 綜合 分析하여 決定을 한다. 이러한 여러 資料를  
分析한 것을 表 6-3 에 보았다. 資料分析에 의하면 대체적으로 黑点  
의 急増으로 Flare 의 發生後 地磁氣 攪亂이 시작되고 狀況에  
따라 電波警報가 發令된다. 그림 6-3 에 電波警報 發令때의 우리의  
各 觀測資料의 比較를 나타냈다. 警報 發令前에 地磁氣와 黑点是  
增加하고 電離層높이도 增加하나 臨界周波數만 低下하고 있는것을  
볼 수 있다. 이는 平常時의 臨界周波數는 黑点에 따라 增加하고  
地磁氣는 減少하는것과 反對의 現象을 보이고 있다.

이 原因은 앞서 設備한 P.C.A 現象에 의해 中緯度 地域인 우  
리나라 上空의 電子密度가 異常 低下되기 때문이다. 이러한 警報發  
令을 正確히 수행하기 위하여는 보다 正密하고 高度의 觀測裝備等  
을 구비하여야 하나, 現在 우리가 갖추고 있는 施設만으로도 철저  
한 分析을 實施하여 警報의 적중율을 보다 높이려고 한다.

자 료 분 석

일 시	원 인	상 태
2월 6일	2월 5일의 태양흑점수 173에서 2월 6일의 태양흑점수 216으로 증가, 이것은 태양활동의 급격한 증가를 의미한다. 또한 새로 형성된 흑점집단이 5로 흑점주위에 발생하는 프레이아가 발생하여 지구자기 및 전리층교란에 영향을 주었음. 여기서 태양 투테아 효과 (Solar Flare Effect s.f.e) 라 하여 주요사건으로 취급됨.	당면구조 지자기상태는 2월 6일 17시 30분에 급시부형성으로 3시간후에 지자기교란이 시작되었다. 이 교란은 2월 6일 22시와 23시 사이에 가장 큰 진폭을 나타내었고, 2월 7일 15시에 교란이 정지되었다. 이 교란은 울들어 처음 시작됨.
3월 2일	태양활동의 증가 새로 형성된 흑점집단 1, 태양흑점수 220, 일본 가께오까 지자기관측소에서 는 지자기경보를 하였는 바 태양활동의 s.f.e 영향으로 다량의 하전입자 지구자기에 영향을 주었음.	지자기상태는 3월 2일 15시부터 급시부형성, 3월 3일 02시까지 지자기교란이 진행되었는바, 이교란은 진행시간이 길지 않은것 이 특색이었고, 또한 교란차도 크지 않았음.

일 시	원	인	상	태
3월 5일	동일 불다에서 편측한 태양흑점수는 225, 새로 형성된 흑점집단이 3으로 시드니에서는 각각 지자기정보를 하얏는 바, 시드니에서는 5일 14시에 80%가 변하였고 불다에서도 5일 22시 강한 지자기교란이 진행됨.	지자기상태는 3월 5일 22시부터 매우 큰 진폭차를 나타낸 교란이 시작되었다. 22시부터 교란차는 미국 불다에서 측정한 지자기교란과 거의 일치된다. 이 지자기교란은 3월 7일 08:00 까지 진행되었음.		
3월 14일	불다에서 측정한 태양흑점수 214, 새로 형성된 흑점집단이 1로써 불다에서는 이날부터 지자기교란이 시작되었고, 태양활동의 영향으로 지자기교란이 시작됨.	지자기측정상태는 약한 지자기교란이었고, 교란시작은 3월 14일 13시부터 진행되어 3월 15일 05시까지 하얏다. 이날 지자기교란은 전파경보와 관계없음이 특색임.		
4월 19일	동일 불다에서 측정한 태양흑점수는 313으로 태양활동이 매우 활발하였으며, 19일 20시부터 교란이 시작됨.	4월 19일 11시부터 지자기교란이 시작, 이번 지자기는 급시부를 형성하지 않고 교란이 시작되었으며, 또한 교란이 심한 것이 아니었다. 그리고 전파경보와 관계없는 것이 특색이었음.		



5월 10일	볼다에서 측정 한 태양흑점수는 254, 새로 형성된 흑점 집단 2로 태양활동 증가로 다량의 푸레아발생 (s.f.e) 볼다에서는 5월 10일부터 지자기기가 급작한 교란이 시작됨.	5월 9일 10시부터 지자기교란이 시작되었고, 13시와 14시 사이에 진폭의 차가 심하였다. 이번 교란은 시간이 길지 않았으며, 급시부를 동반하지 않았고, 회복상태로 온다음 다시 교란이 시작되는 주기를 가진 지자기 교란이었음.
6월 6일	전날에 비해 태양활동이 증가하였고, 새로 형성된 흑점 집단이 5개로 증가되었으나, 지구자장에 커다란 변화는 가져다 주지 않았음. 볼다 태양흑점수는 131 푸레아 2개 발생	6월 6일 19시에 급시부를 형성하였으나, 급시부이후에 나타나는 감쇄특성을 가지지 않았고, 미약한 지자기변화를 가진 후 약 20 시간후에 지자기교란이 시작되었던 특색을 가지고 있었음.
6월 29일	6월 26일 울시그랜 보고에 태양에 Ten-flare 발생이 푸레아의 크기 및 태양풍속도 관계로 지구에 2-3일후에 영향을 끼칠것이라고 예상하였음.	29일 15시에 급시부를 형성, 그리고 감쇄 특성을 나타냈으나, 지자기교란 정도가 미약한 상태였고, 별다른 특색이 없었음,

일 시	원 인	상 태
7월 17일	태양활동의 증가 새로 형성모 흑점집단이 4개로 지역적 지자기교란 예상 이 된다고 발표, 태양흑점수 296, 전일에 비해서 증가하였음.	7월 17일 17시에 전형적인 금시부를 형 성하였고, 그후의 지자기변화는 미약하였고, 교란시간도 짧았음.

1981 年 4 月

電 磁 波, 地 磁 界, 太 陽 黑 點 數 日 日 變 化 圖

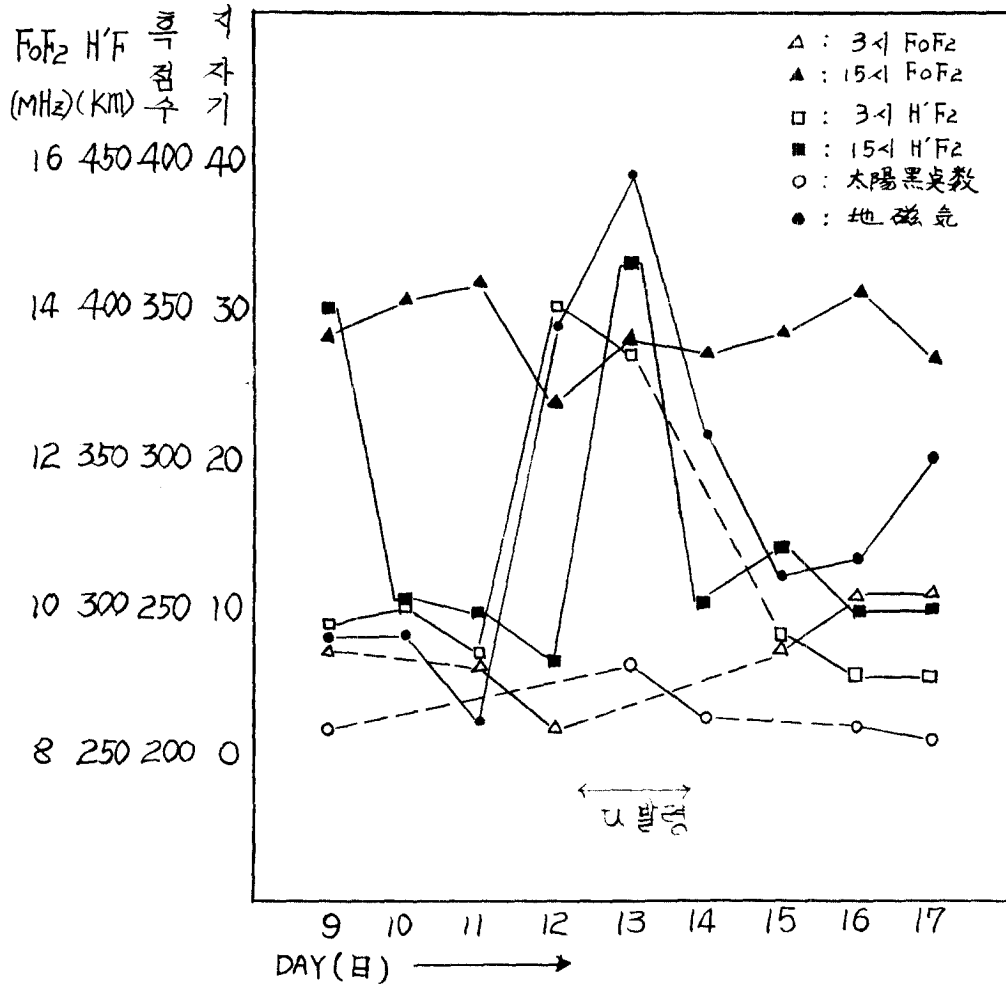


그림 6-3

J1819

TABLE 1

STATION		CHAR.										UNIT										TIME 1355MT									
SEoul		GAMMA										UNIT										TIME 1355MT									
HOUR	DAY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
8		268	270	274	275	274	275	276	276	283	283	284	288	276	262	255	264	272	286	282	278	278	282	281	279	268					
9		275	275	288	280	273	278	281	283	283	284	288	276	262	255	264	269	272	281	279	277	276	276	276	279	275					
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
12		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	247	247	255	265	272	272	277	278	273	275	276	277	278					
13		275	277	279	277	280	282	281	284	282	287	287	278	263	263	260	260	270	282	282	280	280	281	279	268						
14		270	273	274	276	276	280	277	280	282	282	284	0	263	263	265	268	273	275	276	274	275	270	267	266						
15		270	290	277	278	280	281	281	284	280	291	290	282	269	261	260	268	279	278	278	280	281	284	281	285	286					
16		286	285	286	287	283	288	291	0	304	303	290	267	269	260	259	263	270	272	284	281	273	282	278	277						
17		276	279	283	285	284	286	291	295	295	296	286	275	268	271	275	284	289	290	290	289	285	279	293	275						
18		271	276	277	274	277	282	288	288	0	0	291	281	283	275	270	272	0	0	0	0	0	0	0	287						
19		282	283	279	278	278	280	282	283	289	285	280	271	263	261	266	271	279	284	283	287	285	284	293	284						
20		279	281	281	282	283	283	284	286	286	284	279	267	262	270	268	276	281	285	286	282	282	281	283	284						
21		283	282	282	282	277	274	276	280	285	0	285	268	257	255	266	275	286	289	272	276	285	287	287	287						
22		283	287	292	293	293	292	308	294	301	304	304	288	284	281	279	279	291	0	305	231	290	283	282	281						
23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
24		258	268	277	279	272	273	273	272	0	0	276	268	261	257	261	264	277	281	278	269	266	271	274	270						
25		269	275	276	277	278	278	277	277	287	285	272	266	258	259	272	278	0	0	0	0	0	0	0	0						
26		278	276	281	280	287	284	281	285	291	282	269	261	258	261	271	279	284	279	275	271	273	277	270	264						
27		271	274	274	278	274	271	274	275	278	271	251	246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
28		0	0	0	0	272	273	278	280	287	284	277	267	259	255	254	257	268	281	280	278	282	280	280	280						
29		278	273	280	279	284	281	284	293	293	293	285	271	263	260	252	260	276	278	278	272	272	277	276	273						
30		271	263	275	276	276	285	280	279	283	284	278	269	267	260	262	269	279	285	281	283	282	285	283	282						
31		281	280	283	287	283	283	286	288	292	293	283	270	266	250	235	231	250	266	268	269	248	252	269	273						
MED		275	276	279	278	278	281	281	283	287	285	284	269	263	260	263	269	278	281	280	278	281	280	279	277						
NO.		19	19	19	19	20	20	20	19	17	16	19	19	20	20	20	20	20	18	17	18	19	18	18	19						

+ 5000R

+ 50000R

TABLE 2  
1981

STATION		SEOUL		CHAR.		GAMMA		UNIT		TIME										135EWT		1981			
HOUR	DAY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		0	272	273	276	275	275	285	280	285	291	280	269	263	258	246	254	265	278	266	268	277	277	270	283
2		284	284	283	284	280	284	280	289	289	292	281	266	266	256	258	258	266	270	275	275	272	279	272	0
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253	259	265	273	278	266	260	270	271	279	273	0
4		275	279	284	282	284	284	284	285	288	278	264	256	250	253	258	262	276	282	278	279	281	283	284	284
5		284	285	282	283	292	269	273	273	285	283	273	265	263	266	265	270	273	269	258	250	242	256	248	263
6		259	248	244	261	266	260	265	261	263	260	253	249	253	257	257	256	266	272	276	278	273	278	275	255
7		236	255	262	261	239	250	233	224	233	223	0	0	0	0	0	0	252	254	257	259	261	263	266	264
8		267	267	267	269	269	271	275	277	271	257	250	249	250	258	265	269	268	268	269	263	267	275	274	272
9		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241	248	251	254	260	261	259	254	265
10		272	276	277	278	282	282	287	284	285	281	277	262	272	275	279	278	280	279	280	279	279	276	276	280
11		278	280	278	280	283	284	284	285	289	284	276	267	260	256	264	275	285	286	286	286	285	283	283	279
12		275	280	281	286	286	280	267	275	280	289	285	276	266	260	253	249	262	278	279	276	261	275	279	287
13		288	284	285	287	286	290	288	287	287	0	255	245	245	251	269	0	0	0	0	0	0	277	284	286
14		284	285	285	285	285	285	287	286	287	268	272	258	252	253	258	270	278	285	281	285	286	282	284	285
15		286	288	287	294	293	291	290	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	272	293	283	282	283	281	276	279	273	270	273
17		274	274	287	0	280	280	285	289	296	287	276	265	263	271	279	285	279	279	279	287	286	282	281	273
18		274	286	289	0	0	0	0	0	0	298	288	282	278	280	272	279	287	290	287	285	284	285	287	287
19		280	281	283	285	289	290	293	292	266	272	261	249	242	245	249	256	264	273	275	275	276	275	276	276
20		274	277	277	276	278	280	279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	285	274	281	273	271	266	275
21		260	264	267	269	273	274	277	280	284	282	275	266	255	249	255	264	266	279	287	280	274	275	275	281
22		284	285	284	285	285	286	289	290	280	273	261	260	271	280	287	291	283	0	0	0	0	0	0	0
23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279	281	276	280	284	282	
24		282	278	275	276	279	283	290	306	294	289	279	261	260	258	278	286	285	291	289	296	296	298	290	281
25		273	276	268	273	274	276	281	288	278	280	260	251	240	239	244	261	0	0	0	0	0	0	0	0
26		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244	249	258	264	262	271	266	266	268	273	
27		280	274	281	265	263	260	257	255	255	253	256	256	252	243	243	248	264	246	251	255	260	265	268	271
28		262	266	276	267	271	278	273	278	270	265	261	252	244	243	244	256	260	272	278	270	266	269	273	279
MED		275	278	281	278	280	280	282	285	284	280	272	260	258	257	258	264	270	278	277	276	275	276	275	277
NO.		22	23	23	21	22	22	22	21	20	20	20	20	22	23	23	23	24	24	24	24	24	25	25	24

+ 50000 R

I1833		TABLE 3																								1981	
STATION		SEUL										UNIT										1981					
		CHAR					GAMMA					TIME					135EWT					1981					
HOUR		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
DAY																											
1	280	278	279	278	291	282	279	290	287	284	268	251	240	235	244	290	270	270	271	264	250	239	246	263	263		
2	261	270	270	269	267	270	275	265	272	262	254	250	252	268	280	286	280	280	257	264	234	245	263	275	260		
3	269	278	273	279	280	278	280	284	280	265	252	235	234	244	257	277	288	288	293	289	255	285	287	255	287		
4	287	287	291	287	283	286	286	294	297	284	274	250	236	236	238	247	259	267	264	267	270	281	280	283	255		
5	289	287	288	291	288	287	291	296	289	289	290	283	265	258	254	256	299	296	276	276	260	309	290	261	306		
6	279	275	319	296	296	291	312	316	321	321	322	324	321	319	330	236	246	253	252	249	249	256	251	263	264		
7	263	263	263	266	268	268	270	275	273	273	259	246	243	238	244	260	270	277	277	271	273	267	253	250	242		
8	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	259	251	237	242	243	250	260	268	266	265	260	255	267	265	0		
9	0	0	0	277	278	285	282	285	282	275	263	244	0	0	0	0	0	0	0	0	249	262	277	280	280		
10	278	278	279	281	285	285	290	289	292	291	288	295	288	277	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	252	241	240	245	257	269	275	275	0	0	0	0	0	0	0		
12	287	284	288	285	286	286	292	289	278	278	270	255	249	248	270	285	283	281	279	271	288	287	288	291	287		
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	254	252	258	261	274	302	302	302	280	277	278	280	273	261		
14	253	246	268	265	276	284	285	283	0	269	250	236	236	231	226	253	255	276	275	261	233	242	251	220	236		
15	232	251	254	260	264	265	271	263	256	246	230	219	233	225	221	253	262	262	262	258	252	251	250	253	251		
16	255	269	277	266	279	273	275	275	274	260	246	238	242	242	252	263	268	271	275	277	272	275	276	272	290		
17	283	279	285	285	284	284	287	289	278	260	246	233	232	232	240	267	274	269	269	262	264	262	264	266	265		
18	266	265	287	290	292	289	294	291	287	282	258	238	233	233	244	259	260	265	274	273	274	266	260	263	269		
19	271	270	274	289	277	279	287	288	285	279	261	245	244	245	257	267	278	283	284	281	283	286	287	292	291		
20	290	284	289	278	279	284	289	290	285	273	254	244	244	244	247	262	277	281	284	279	281	282	283	274	276		
21	285	288	285	285	287	290	293	0	0	0	0	0	0	254	261	270	281	287	291	288	285	287	287	286	287		
22	0	0	0	0	0	0	289	283	295	294	287	268	249	247	258	269	285	285	285	286	287	287	288	289	289		
23	290	291	291	290	290	290	293	302	302	290	274	254	250	250	255	269	278	286	290	0	285	287	290	287	288		
24	0	0	0	0	0	0	0	303	304	304	292	270	249	242	257	274	289	0	0	270	279	273	276	275	0		
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
26	0	268	274	303	284	278	281	278	273	252	235	220	220	231	243	257	263	273	273	272	266	272	271	266	266		
27	250	279	266	270	271	269	274	274	270	265	242	228	210	220	241	260	260	264	271	267	260	265	269	275	276		
28	284	269	273	275	275	279	282	277	275	264	240	227	238	248	256	267	278	278	284	288	270	280	283	283	284		
29	278	290	279	276	278	280	297	300	288	276	259	232	232	232	248	266	271	276	273	271	275	265	263	261	264		
30	263	274	279	275	275	273	276	279	278	269	251	237	236	236	252	275	284	283	286	285	274	283	278	272	269		
31	286	285	280	286	292	286	282	278	276	263	247	216	226	226	242	249	273	279	282	272	272	282	288	285	293		
MEAN	278	278	279	279	280	284	285	288	282	272	254	244	241	241	248	259	274	277	276	271	272	276	277	274	276		
NO.	24	24	24	25	25	26	27	26	25	28	29	30	30	30	29	29	28	27	26	27	28	26	28	28	26		
STATION	SEUL	UNIT										TIME										135EWT		1981			
I1833																								TABLE 3			

+ 50000R

I184S

TABLE  
1931

STATION	SEOUL	CHAR.	GAMMA	UNIT	TIME 135EHT												1931							
HOUR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
DAY																								
1	0	277	289	286	285	277	273	269	268	258	236	211	228	248	262	279	290	286	287	255	265	278	289	281
2	285	289	285	281	289	289	278	277	269	259	248	236	234	251	264	278	287	283	274	279	285	290	287	277
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	295	296	295	296	296	294	293	305	302	281	299	242	237	257	282	292	297	299	296	283	294	293	290	291
7	293	296	294	295	297	299	296	298	290	279	260	237	233	253	273	290	295	295	299	297	299	298	297	297
8	301	300	301	300	300	307	309	313	341	300	277	250	250	265	285	301	301	299	301	291	290	294	293	296
9	293	294	300	291	293	291	294	300	300	287	266	244	231	242	260	289	300	303	300	290	292	293	292	290
10	294	292	296	296	294	294	301	303	296	279	264	248	241	251	271	291	306	308	303	291	291	296	296	290
11	299	295	298	297	293	299	300	306	307	294	269	251	250	259	286	299	313	306	300	284	290	297	297	292
12	272	278	288	290	300	295	305	305	319	276	245	205	208	185	207	218	229	222	225	222	230	237	233	226
13	246	282	287	264	262	267	257	269	300	261	170	149	135	170	150	161	150	190	200	211	229	241	239	238
14	250	244	245	250	252	271	282	256	262	249	222	209	221	223	239	251	253	279	283	260	266	261	258	259
15	254	260	261	264	263	260	267	270	265	259	245	232	234	247	258	267	278	282	276	273	277	290	287	282
16	278	279	270	265	263	260	263	210	265	263	266	262	262	271	289	295	299	302	302	290	270	263	260	260
17	281	281	282	287	289	291	291	295	289	270	247	231	231	241	250	268	273	280	284	262	258	261	262	260
18	266	266	268	279	278	278	290	295	283	275	257	234	247	254	271	279	288	281	289	287	251	247	243	242
19	283	292	302	287	284	289	305	307	300	283	258	233	223	229	263	275	290	290	290	292	251	247	246	240
20	268	255	250	256	252	262	261	258	256	250	238	232	228	234	226	253	254	271	275	271	272	264	261	259
21	280	276	276	271	276	286	262	265	260	242	246	237	225	229	253	275	286	273	251	252	249	252	259	263
22	282	270	266	273	274	270	271	283	274	253	245	247	242	237	244	247	250	270	282	276	279	250	250	257
23	272	276	276	279	291	294	283	292	290	270	246	246	246	254	259	270	266	267	267	260	249	252	250	251
24	275	274	279	284	280	283	289	295	296	287	266	248	254	262	267	273	300	298	298	284	283	278	282	286
25	286	275	285	283	274	274	282	284	282	275	260	256	256	254	267	275	281	286	292	285	286	274	265	260
26	279	287	294	290	285	283	288	291	288	278	265	255	246	246	254	264	281	288	300	293	247	240	244	270
27	276	271	275	280	292	281	272	286	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	252	261	255	250	256
28	271	283	269	270	269	269	269	271	275	299	264	254	261	263	260	280	290	294	291	300	291	298	290	290
29	299	299	293	294	295	284	297	299	282	267	261	251	261	265	273	278	284	294	294	289	282	287	280	280
30	283	282	280	281	289	283	287	290	282	268	274	263	270	275	286	299	299	295	0	0	0	0	0	0
MED	280	281	285	283	285	283	287	291	283	272	260	243	239	251	262	276	289	289	288	280	274	278	270	260
NO.	26	27	27	27	27	27	27	27	27	26	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26

STATION	SEOUL	CHAR.	GAMMA	UNIT	TIME 135EHT												1931							
I184S																								

I184S

+ 5000R

11855

TABLE 5

STATION		SEUL										CHAR.										GAMMA										UNIT										TIME 1350MT										1981	
HOOR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																													
1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	295	282	300	292	302	303	300	318	298	295	300	295	295	300	300																													
2.	300	300	300	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275	283	294	294	290	289	285	289	288	290																													
3	292	292	293	289	292	295	304	302	295	286	283	282	292	306	315	310	303	0	0	0	0	0	0	300																													
4	304	303	303	303	305	306	312	311	296	288	272	275	274	287	306	312	315	310	305	298	295	297	299	299																													
5	299	300	300	299	0	303	311	311	294	280	267	263	261	272	286	292	300	306	300	298	300	299	300	303																													
6	0	0	0	303	303	305	305	319	300	285	273	273	275	282	290	305	312	309	308	300	299	0	0	0																													
7	0	283	303	306	307	309	325	322	286	275	267	264	265	274	289	295	312	310	307	294	290	296	304	304																													
8	304	304	306	305	308	309	313	313	309	290	280	274	272	289	310	321	312	312	310	295	296	304	304	306																													
9	304	308	309	321	310	309	312	0	0	285	288	0	270	265	222	244	219	237	231	235	245	259	270	281																													
10	284	285	284	284	278	278	279	280	265	255	255	259	266	273	282	285	283	295	289	286	286	0	0	0																													
11	289	290	290	295	280	277	278	274	253	258	264	235	201	222	253	262	268	250	240	251	256	234	231	270																													
12	267	268	271	270	272	274	285	285	281	269	0	256	254	261	263	270	282	290	287	284	284	287	288	288																													
13	283	284	279	282	286	292	292	294	295	283	267	263	266	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																													
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	272	276	279	288	0	0	281	277	284	290	289																													
15	289	287	289	292	293	304	311	302	291	281	276	273	289	245	242	250	239	250	239	245	250	262	273	272																													
16	277	283	268	270	269	270	270	276	263	246	238	244	256	269	264	275	269	273	274	255	240	287	241	246																													
17	244	272	268	265	261	261	259	257	251	247	241	235	242	258	267	279	285	287	275	276	278	280	283	285																													
18	284	281	283	280	281	283	283	282	276	270	263	272	290	282	231	253	246	259	246	261	263	269	255	250																													
19	256	271	263	269	271	286	283	278	269	259	254	250	256	261	264	273	282	272	289	287	281	273	280	284																													
20	282	283	287	286	283	287	295	294	283	274	269	264	261	279	284	280	260	264	273	281	275	276	266	271																													
21	291	283	281	284	282	281	286	279	271	260	260	261	267	269	280	283	279	285	290	280	278	285	286	289																													
22	291	292	291	290	291	0	291	285	274	275	266	267	264	270	287	285	296	296	294	291	287	289	291	288																													
23	286	291	290	287	286	286	296	297	287	273	264	267	275	279	286	288	295	280	292	281	284	289	287	285																													
24	277	289	280	282	288	285	290	280	275	264	259	253	263	272	277	289	292	286	283	282	281	286	284	287																													
25	291	283	283	284	282	284	303	287	269	266	256	257	261	274	281	260	271	270	268	276	285	274	281	297																													
26	290	290	286	285	280	282	274	277	270	261	265	259	0	0	268	0	0	0	0	290	293	291	290	292																													
27	290	292	298	0	0	0	0	0	298	294	286	280	289	286	296	300	310	311	312	0	0	0	0	0																													
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																													
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271	266	270	280	279	293	299	0	0	0	0	0	0	0																													
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																													
31	0	0	0	0	0	0	0	0	300	289	273	274	290	293	300	308	302	309	304	297	300	304	307	0																													
MED	289	288	288	286	284	286	292	286	282	274	267	264	266	274	280	285	292	288	290	284	284	287	287	288																													
NO.	23	24	24	24	22	22	23	22	24	26	26	26	27	27	28	27	27	27	24	25	25	23	23	23																													

11855

TABLE 5

STATION		CHAR.	GAMMA	UNIT	TIME	1350MT	1981
11955							TABLE 5

+ 50000R



I186S		TIME 1350-1981																															
STATION		UNIT																															
HOUR		GAMMA																															
DAY		CHAR.																															
00		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	307	309	307	308	307	309	309	310	295	283	270	267	274	284	291	0	0	301	306	302	302	304	304	304	303	303	300	294	293	286	293	294	300
2	303	304	304	0	0	0	0	0	291	280	275	273	279	284	288	300	297	304	300	293	286	293	294	300	300	307	304	307	306	303	306	304	307
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292	286	283	286	291	0	0	284	285	287	303	303	306	304	307	304	307	304	307	306	303	306	304	307
4	302	291	289	290	302	290	292	289	278	265	257	255	256	259	262	276	288	306	307	306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285	272	258	264	277	288	299	305	305	305	302	302	301	0	301	0	301	0	301	0	301	0	301	0
6	303	303	302	301	303	305	312	314	303	286	279	275	274	276	289	297	304	305	307	319	302	308	305	305	303	303	303	301	213	315	301	213	222
7	0	0	0	0	0	0	0	303	292	289	285	278	266	250	255	260	274	280	308	312	315	301	213	222	222	291	290	289	290	290	291	291	291
8	236	243	237	293	301	295	0	0	0	0	257	249	260	276	269	284	277	275	286	284	286	289	290	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
9	291	294	294	294	295	292	300	300	290	276	264	266	270	278	278	285	299	302	303	303	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	277	277	0	301	303	307	308	302	282	281	279	281	285	290	307	308	311	311	304	302	304	303	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304
11	303	303	305	305	305	309	314	317	309	295	282	270	276	282	288	299	309	313	312	307	304	305	306	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305
12	301	301	302	300	300	0	0	0	0	286	275	271	276	281	287	288	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	303	304	305	305	306	311	315	311	305	295	293	287	289	295	302	311	313	311	309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290	275	273	279	290	294	302	303	307	307	305	307	307	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
15	308	307	306	304	301	304	309	304	296	283	280	279	292	304	306	300	308	312	317	311	305	307	301	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305
16	307	308	310	305	305	0	0	0	290	274	263	266	261	270	273	284	297	306	301	290	298	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305
17	307	308	303	301	290	292	304	296	290	270	271	272	278	280	277	290	292	301	304	0	299	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	299	297	297	299	302	310	304	296	282	264	262	261	279	291	296	310	309	306	302	305	306	302	307	307	307	307	307	307	307	307	307	307
19	293	294	293	297	303	304	0	0	0	279	268	270	274	283	283	288	296	306	305	305	299	304	297	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305
20	304	299	295	305	306	305	305	306	294	287	274	264	271	277	290	310	306	0	0	0	0	307	306	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304
21	304	302	300	302	301	303	308	309	300	286	275	279	280	289	295	305	0	0	308	306	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303
22	302	301	300	298	300	0	0	0	0	0	283	270	276	290	294	299	301	308	311	311	304	305	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
23	306	310	307	311	306	305	310	310	300	290	285	285	277	276	276	291	299	306	310	306	301	304	306	306	306	306	306	306	306	306	306	306	306
24	304	307	311	312	307	310	314	312	303	290	276	268	273	286	294	300	308	312	308	303	304	304	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
25	306	307	309	311	313	306	311	312	300	286	274	269	268	268	280	298	304	305	304	295	300	296	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	273	272	269	265	270	275	277	289	295	289	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	293	285	293	301	294	304	304	308	301	285	0	288	273	266	276	296	304	306	309	310	309	307	310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	281	271	261	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MED	303	302	302	302	302	304	309	308	296	285	275	270	274	280	288	297	301	306	307	304	302	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304	304
NO.	20	22	22	20	21	18	16	17	19	25	27	28	28	27	26	25	25	24	25	23	22	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
STATION		UNIT																															
I186S		GAMMA																															
HOUR		CHAR.																															
DAY		GAMMA																															

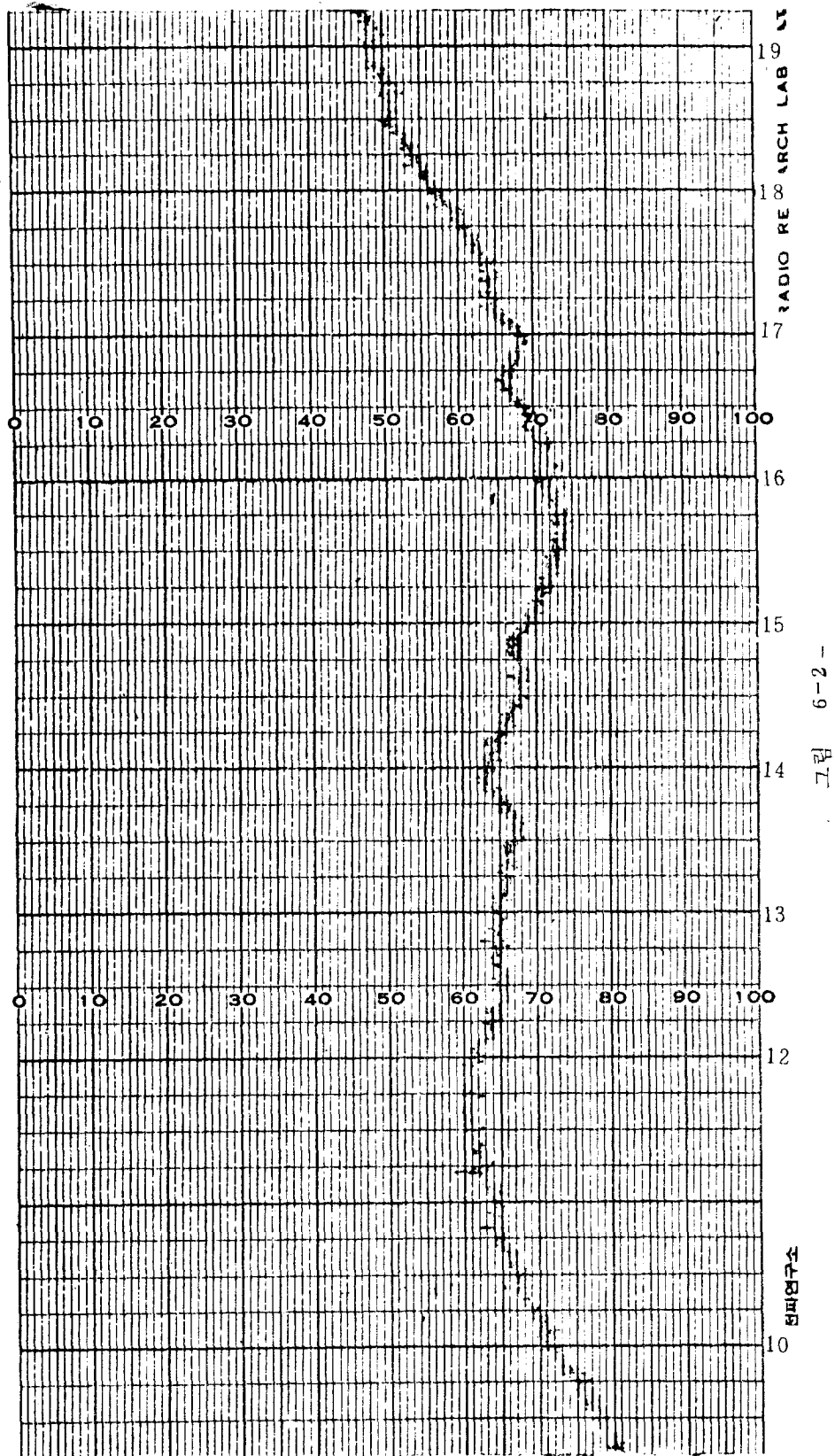


STATION		SEUL		CHAR.		GAMMA		UNIT		TIME 1350T													TABLE 1981		
HOUR	DAY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		0	292	297	304	298	299	303	292	283	276	267	262	270	0	274	288	287	282	290	283	287	292	292	297
2		296	299	299	299	299	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299	298	298	297	295	294	296	299	0
3		0	0	299	299	293	297	0	0	289	281	279	285	285	291	292	277	268	272	264	271	276	283	280	297
4		293	294	292	293	296	296	298	293	275	266	265	271	277	272	286	302	306	293	294	292	292	298	294	298
5		297	298	299	298	298	298	298	298	290	275	268	266	269	278	284	267	267	281	307	0	0	0	306	304
6		301	299	0	0	297	296	0	294	271	251	235	226	242	245	252	264	274	279	282	278	275	276	279	288
7		286	286	286	287	287	288	293	289	269	256	246	250	259	260	270	280	291	292	297	295	284	288	284	286
8		293	296	294	296	294	295	292	291	284	272	259	259	263	267	279	282	291	293	299	298	298	298	298	299
9		296	295	297	298	298	298	298	295	278	270	267	252	265	278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		0	304	306	302	302	309	313	310	304	299	299	284	290	288	273	240	248	235	248	299	275	299	310	303
11		306	303	302	301	301	302	298	297	291	0	0	0	0	0	0	0	277	288	288	298	304	299	304	302
12		307	301	284	289	291	290	296	292	285	274	260	239	262	276	292	299	297	299	296	292	298	0	0	300
13		299	297	302	299	299	299	299	298	0	0	0	266	264	272	293	0	298	0	0	0	0	0	0	0
14		0	0	0	0	0	0	0	0	299	274	273	274	0	288	288	293	298	295	292	298	298	296	298	304
15		298	0	0	0	0	301	305	303	295	280	266	254	269	267	266	275	290	297	0	0	0	301	308	0
16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	299	304	303	0	0
17		0	0	0	0	307	301	305	306	308	308	312	0	260	272	284	311	317	307	288	268	251	282	283	277
18		282	288	290	282	278	285	290	293	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	264	0	0	0	0	290	297	292	299	299	298	298	299	300
21		0	0	300	301	302	299	298	300	299	287	274	264	264	276	289	302	291	296	293	293	299	292	296	282
22		274	285	292	288	293	292	290	296	276	263	256	260	250	263	279	286	289	293	289	291	294	0	0	0
23		300	306	310	311	311	0	0	300	296	272	254	258	250	257	258	266	271	266	265	258	261	274	285	263
24		290	261	283	284	285	287	283	279	279	272	269	268	255	256	264	278	294	296	289	289	290	286	295	295
25		288	290	275	277	284	294	271	285	267	254	255	254	261	283	291	299	298	299	283	288	294	297	299	295
26		294	293	299	295	290	293	296	295	284	271	259	245	249	259	273	299	300	305	306	0	0	0	0	0
27		0	0	0	0	0	304	308	0	300	285	280	279	288	300	0	305	305	306	300	299	299	299	299	282
28		295	309	299	298	300	309	0	299	296	281	273	270	278	281	299	299	299	299	299	292	293	299	299	299
29		299	290	290	292	286	292	303	289	276	260	254	244	255	269	277	286	294	291	283	279	272	285	278	280
30		276	278	285	289	285	291	304	297	288	270	257	255	251	250	269	276	285	298	291	289	285	283	287	287
31		280	296	296	294	296	299	299	300	298	276	261	259	258	257	266	298	310	313	310	298	298	0	0	0
MED		295	296	297	296	296	298	298	296	286	272	265	260	262	272	279	288	294	296	292	292	294	296	298	295
NO.		21	22	23	23	25	26	22	24	26	25	25	24	24	24	23	25	27	26	26	24	24	22	22	21

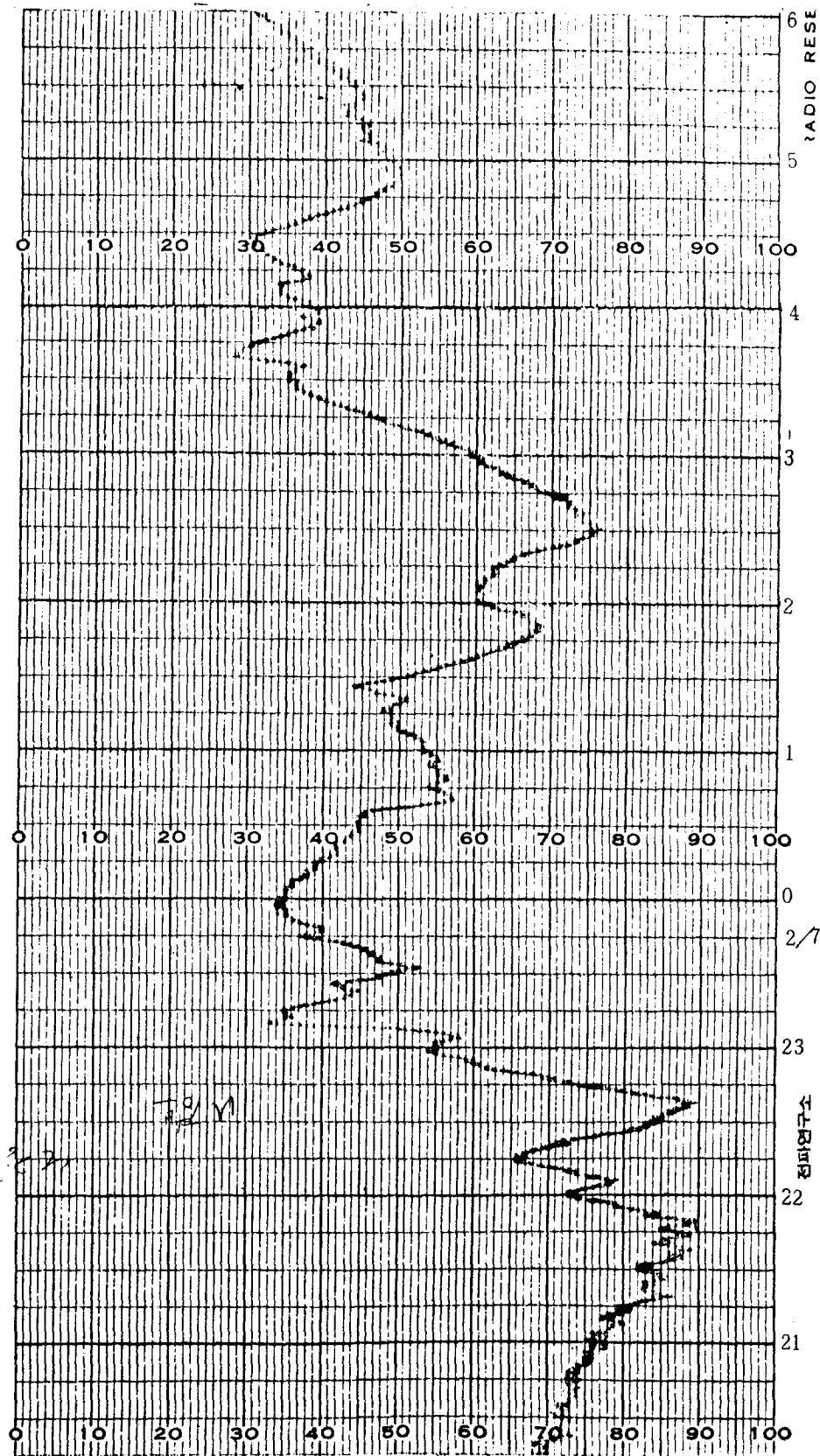
STATION		SEUL		CHAR.		GAMMA		UNIT		TIME 1350T													TABLE 1981		
		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		0	292	297	304	298	299	303	292	283	276	267	262	270	0	274	288	287	282	290	283	287	292	292	297
		296	299	299	299	299	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299	298	298	297	295	294	296	299	0
		0	0	299	299	293	297	0	0	289	281	279	285	285	291	292	277	268	272	264	271	276	283	280	297
		293	294	292	293	296	296	298	293	275	266	265	271	277	272	286	302	306	293	294	292	292	298	294	298
		297	298	299	298	298	298	298	298	290	275	268	266	269	278	284	267	267	281	307	0	0	0	306	304
		301	299	0	0	297	296	0	294	271	251	235	226	242	245	252	264	274	279	282	278	275	276	279	288
		286	286	286	287	287	288	293	289	269	256	246	250	259	260	270	280	291	292	297	295	284	288	284	286
		293	296	294	296	294	295	292	291	284	272	259	259	263	267	279	282	291	293	299	298	298	298	298	299
		296	295	297	298	298	298	298	295	278	270	267	252	265	278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	304	306	302	302	309	313	310	304	299	299	284	290	288	273	240	248	235	248	299	275	299	310	303
		306	303	302	301	301	302	298	297	291	0	0	0	0	0	0	0	277	288	288	298	304	299	304	302
		307	301	284	289	291	290	296	292	285	274	260	239	262	276	292	299	297	299	296	292	298	0	0	300
		299	297	302	299	299	299	299	298	0	0	0	266	264	272	293	0	298	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	299	274	273	274	0	288	288	293	298	295	292	298	298	296	298	304
		298	0	0	0	0	301	305	303	295	280	266	254	269	267	266	275	290	297	0	0	0	301	308	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	299	304	303	0	0
		0	0	0	0	307	301	305	306	308	308	312	0	260	272	284	311	317	307	288	268	251	282	283	277
		282	288	290	282	278	285	290	293	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	264	0	0	0	0	290	297	292	299	299	298	298	299	300
		0	0	300	301	302	299	298	300	299	287	274	264	264	276	289	302	291	296	293	293	299	292	296	282
		274	285	292	288	293	292	290	296	276	263	256	260	250	263	279	286	289	293	289	291	294	0	0	0
		300	306	310	311	311	0	0	300	296	272	254	258	250	257	258	266	271	266	265	258	261	274	285	263
		290	261	283	284	285	287	283	279	279	272	269	268	255	256	264	278	294	296	289	289	290	286	295	295
		288	290	275	277	284	294	271	285	267	254	255	254	261	283	291	299	298	299	283	288	294	297	299	295
		294	293	299	295	290	293	296	295	284	271	259	245	249	259	273	299	300	305	306	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	304	308	0	300	285	280	279	288	300	0	305	305	306	300	299	299	299	299	282
		295	309	299	298	300	309	0	299	296	281	273	270	278	281	299	299	299	299	299	292	293	299	299	299
		299	290	290	292																				

+ 5000R

地磁気 平常状態



地磁気 擾乱状態



## 7 . 結 言

1) 黒点数の 変化와 電離層의  $f_o F_2$  의 変化現象을 長期間에 걸쳐 調査한바 大部分 黒点變化와 相應하고 있음을 알수 있으며 따라서 黒点變化를 豫想하면  $F_2$  層의 臨界周波數를 豫報할 수 있다. 当所에서 十數年間 電離層을 觀測한 資料를 綜合整理하여 本 資料를 活用 MUF 周波數를 計算, 豫測할 수 있는 基盤를 마련하였다. 本資料量이 많아서 附錄으로 附지 못하므로 必要時는 別圖 提供할 방침이다.

2) 地磁氣의 日日 變化에 나타난 資料를 中心으로 月別로 分類하였으며 特히 日日中 昼, 夜間의 地磁氣의 變化量은 每月 비슷한 形態를 나타냈다.

이것은 地磁氣의 日日變化가 太陽과 密接한 關係가 있음을 說明하여 주는것이다. 地磁氣攪亂 (Magnetstorm)이 發生하였을때 太陽活動의 flare 영향이 상당히 큰 비중을 차지 하였음을 그동안 地磁氣攪亂과 太陽活動의 flare 比較調査에 의해 알수 있었다. 따라서 当所의 地磁氣 測定은 主로 電波警報에 利用되고 있는바 URSIGRAM 放送受信資料를 참고하여 어느정도 조기 電波警報를 行할 수 있다. 特히 電離層攪亂, 地磁氣攪亂等 太陽活動에 따른 宇宙空間 諸・物理現象의 전문研究가 수행될 必要性을 느끼며 1981年度 太陽黒点周期는 Cycle 21로서 最低 50개에서 最高 359개의 範圍에 있으며 Zurich 豫報値를 參考하여 1986年까지 收録하였다.

3) 科学의 急速한 進歩와 電波技術의 革新的인 變化는 遠距離 國際通信의 主 Pattern를 이루고 있는 과거 短波通信에서 衛星通信 및 海低 cable 通信으로 發展되었다.

따라서 電離層에 對한 研究도 점점 멀어지고 있는 감이 있었으나 衛星通信의 発達로 그 使用 周波數帶 (GHZ)가 높아져 電離層 通過時 받는 諸 現象을 觀測하기 위한 Top sounding 觀測을 行하고 있으며, 따라서 地球의 外部環境이 電離層으로 가려져 있는 한 이에 대한 觀測技術과 通信方式의 開發이 보다 多角的으로 研究의 必要性을 느끼며 아직도 船舶通信의 主從을 이루고 있는 短波通信의 效率性和 安全性等을 提高하기 위해 斜入射 觀測 시스템 (System)이 考察되어야 할것이다.

## 参 考 文 献

- [1] 宇宙空間物理 ( 1975年 ) 内剛 = JAPAN ( 昭和 1900 年 )
- [2] 電離層 電波伝搬 ( Ionospheric Radio Propagation ) 1966 年  
谷 統 Japan ( 昭和 1941 年 )
- [3] 太陽黒点の 観測 ( 1972 年 ) 清水一郎, Japan ( 昭和 1947 年 )
- [4] 地球電磁気学 ( 1972 年 ) 力武常次 Japan
- [5] 日本電波研究所 季報 Vol.14 No. 70 JAN 1968 年 電離層 F  
領域物理学 特集 (I) 郵政省 電波研究所
- [6] Telecommunications Research and Engineering Report  
13, Ionospheric Predictions Vol 4
- [7] Solar-Geophysics 1 Data Prompt reports, Sep 1981
- [8] 空中線と 電波伝播 ( 1975 年 ) 電波科学社