

## 1. 전 리 총 연 구



## 목 차

1. 전파예보 전산화 .....	1
2. 전리층 관측 .....	31

통신기정	송	찬	북
통신기좌	김	신	호
전송기사	장		전
전송기사보	김	중	문
〃	최	세	하

## 1. 전파예보 전산화

단파 무선통신은 원거리의 정보전달의 수단으로 오래전부터 이용되어 왔으며 현재에는 국제간의 고정업무가 위성통신이나 해저 cable에 의해서 많이 바뀌어 사용되고 있다.

그러나 단파에는 단파로서의 장점이 있어 현재에도 많이 이용되고 단파 전파에 관한 연구도 각국에서 활발히 행하여지고 있으며 여러가지의 전리층 예보가 각국의 연구소로부터 매월 발행되고 있어 당 연구소에서도 특정지역의 MUF 및 LUF에 대한 전파예보를 발행하여 관계기관에 배부하고 있다.

각국에서는 이 전파예보에 대한 독자적인 방법을 개발하여왔으나 IGY (국제지구관측년)을 계기로 하여 세계의 전리층 관측소가 급격히 증가하고 또 각국의 data가 Data Center에 수집되므로서 CCIR (국제무선통신 자문위원회)에서는 잠정작업반을 설치하여 다년간의 노력에 의해서 단파공간파 전계강도 계산법의 원안을 제시 하였으며 그 내용의 평가가 각국의 주관청 및 관계기관에서 행하여져 1970년 1월에 New Delhi에서 개최된 CCIR총회에서 채택되어 Report 252-2가 작성되었다.

이 CCIR 방식에 의한 계산치는 근거리 및 원거리 회선의 실측치와 비교한 결과 잘 합치한 것으로 나타나고 있다.

당 연구소에서도 이와같은점에 착안하여 CCIR 방식에 의한 computer program과 data tape를 ITU로 부터 구입, 이것을 기본

으로하여 체신부 전자계산소를 이용 program을 수정, 보완하여 MUF와 LUF의 계산을 전산화하여 전파예보의 전산화를 기하였다.

#### 가. MUF의 산출이론

##### 1.) $F_2$ 층 parameter의 산출 이론

$F_2$ 영역은 태양활동도, 계절, 지방시 및 장소에 따라 전리의 상태가 다르다. 따라서 임의의 통신회선의 예보를 행할 경우에는 MUF의 수치지도(UT-chart)를 미리 작성하여야 한다. 이 수치지도를 어떻게 전자계산기에 기억시키어 MUF를 계산하여 예보곡선으로 얻어내느냐 하는것은 어려운 일이다.

세계 각지에 산재해 있는 전리층 관측소의 수십년간에 대한 관측 data에 대해서 각월의 각시간의 월 중앙치로부터 구해지는 일변화 및 각 관측소의 위치의 위도와 경도변화를 Fourier 해석을 행하여 그 계수를 구하고 그것을 기초 data로 하여 계산기에 기억시키는 것이다. 이 data를 사용하여 Fourier 역변환을 행하여 필요한 지점 및 시각에대한 각종 parameter를 산출하고 있다.

이 방법은 screen analysis라고 부르는 기하학적 방법으로 전리층 data를 3변수의 다항급수로 주어 전리층 parameter를 나타내는 함수  $\Omega(\lambda, \theta, t)$ 를 구하는 것이다. 일반적인 형은 다음식으로 주어진다.

$$\Omega(\lambda, \theta, t) = a_0(\lambda, \theta) + \sum_{j=1}^H \{a_j(\lambda, \theta) \cos_j T + b_j(\lambda, \theta) \sin_j T\}$$

여기서  $\lambda$  : 지리위도 ( $-90^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$ )

$\theta$  : 자오선으로부터 동쪽방향으로 계산한 경도

$T$  : 표준시각 ( $-180^\circ \leq T \leq 180^\circ$ )

$H$  : 일 변화의 최대 고조파수이다.

Fourier 계수  $a_j(\lambda, \theta)$  및  $b_j(\lambda, \theta)$  는 지리좌표의 함수로서 다음 식으로 주어진다.

$$a_j(\lambda, \theta) = \sum_{k=0}^K U_{2j,k} G_k(\lambda, \theta), j = 0, 1, 2, \dots, H$$

$$b_j(\lambda, \theta) = \sum_{k=1}^K U_{2j-1,k} G_k(\lambda, \theta), j = 1, 2, \dots, H$$

여기서  $U$  는  $f_0 F_2$  및  $M(3000) F_2$  의 Fourier 해석을 한 계수로서 표 1 은 1958 년 3 월의  $f_0 F_2$  의 월중양치의 data 에 대한  $U$  계수의 예이다.

$G_k$  는 지리좌표에 대한 함수로서 그 값은 표 2 와 같다. 여기서  $X$  는 지리위도와 경도의 함수로서 다음식으로 주어진다.

$$X = \tan^{-1} I'$$

$$I = I / \sqrt{\cos \lambda} \quad (I : \text{자기복자})$$

이와같이 수정된 자기복자를 주 위도축으로 사용함에 따라서 전리층의 변화를 잘 표현할수가 있다. Data 해석을 행한후에는 이 좌표축은 전자계산기에 의해서 지리위도 및 경도로 변환하게끔 되어있다.





### TIME - VARIATION

-5-

## II 2

Geographic Coordinate Functions  $G_k(\lambda, \vartheta)$  for Analysis of foF2 Median  
 ( $\lambda$  = geographic latitude,  $\vartheta$  = geographic longitude;  $x$  = modified magnetic dip)

k	$G_k(\lambda, \vartheta)$	k	$G_k(\lambda, \vartheta)$
0	1	40	$\sin^2 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
1	$\sin x$	41	$\sin^2 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
2	$\sin^2 x$	42	$\sin^3 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
3	$\sin^3 x$	43	$\sin^3 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
4	$\sin^4 x$	44	$\sin^4 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
5	$\sin^5 x$	45	$\sin^4 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
6	$\sin^6 x$	46	$\sin^5 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
7	$\sin^7 x$	47	$\sin^5 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
8	$\sin^8 x$	48	$\sin^6 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
9	$\sin^9 x$	49	$\sin^6 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
10	$\sin^{10} x$	50	$\sin^7 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
11	$\sin^{11} x$	51	$\sin^7 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
12	$\cos \lambda \cos \vartheta$	52	$\sin^8 x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$
13	$\cos \lambda \sin \vartheta$	53	$\sin^8 x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$
14	$\sin x \cos \lambda \cos \vartheta$	54	$\cos^3 \lambda \cos 3\vartheta$
15	$\sin x \cos \lambda \sin \vartheta$	55	$\cos^3 \lambda \sin 3\vartheta$
16	$\sin^2 x \cos \lambda \cos \vartheta$	56	$\sin x \cos^3 \lambda \cos 3\vartheta$
17	$\sin^2 x \cos \lambda \sin \vartheta$	57	$\sin x \cos^3 \lambda \sin 3\vartheta$
18	$\sin^3 x \cos \lambda \cos \vartheta$	58	$\sin^2 x \cos^3 \lambda \cos 3\vartheta$
19	$\sin^3 x \cos \lambda \sin \vartheta$	59	$\sin^2 x \cos^3 \lambda \sin 3\vartheta$
20	$\sin^4 x \cos \lambda \cos \vartheta$	60	$\sin^3 x \cos^3 \lambda \cos 3\vartheta$
21	$\sin^4 x \cos \lambda \sin \vartheta$	61	$\sin^3 x \cos^3 \lambda \sin 3\vartheta$
22	$\sin^5 x \cos \lambda \cos \vartheta$	62	$\sin^4 x \cos^3 \lambda \cos 3\vartheta$
23	$\sin^5 x \cos \lambda \sin \vartheta$	63	$\sin^4 x \cos^3 \lambda \sin 3\vartheta$
24	$\sin^6 x \cos \lambda \cos \vartheta$	64	$\cos^4 \lambda \cos 4\vartheta$
25	$\sin^6 x \cos \lambda \sin \vartheta$	65	$\cos^4 \lambda \sin 4\vartheta$
26	$\sin^7 x \cos \lambda \cos \vartheta$	66	$\sin x \cos^4 \lambda \cos 4\vartheta$
27	$\sin^7 x \cos \lambda \sin \vartheta$	67	$\sin x \cos^4 \lambda \sin 4\vartheta$
28	$\sin^8 x \cos \lambda \cos \vartheta$	68	$\cos^5 \lambda \cos 5\vartheta$
29	$\sin^8 x \cos \lambda \sin \vartheta$	69	$\cos^5 \lambda \sin 5\vartheta$
30	$\sin^9 x \cos \lambda \cos \vartheta$	70	$\cos^6 \lambda \cos 6\vartheta$
31	$\sin^9 x \cos \lambda \sin \vartheta$	71	$\cos^6 \lambda \sin 6\vartheta$
32	$\sin^{10} x \cos \lambda \cos \vartheta$	72	$\cos^7 \lambda \cos 7\vartheta$
33	$\sin^{10} x \cos \lambda \sin \vartheta$	73	$\cos^7 \lambda \sin 7\vartheta$
34	$\sin^{11} x \cos \lambda \cos \vartheta$	74	$\cos^8 \lambda \cos 8\vartheta$
35	$\sin^{11} x \cos \lambda \sin \vartheta$	75	$\cos^8 \lambda \sin 8\vartheta$
36	$\cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$		
37	$\cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$		
38	$\sin x \cos^2 \lambda \cos 2\vartheta$		
39	$\sin x \cos^2 \lambda \sin 2\vartheta$		

## 2) $F_2$ 층 반사파의 MUF 산출

위에서 기술한 방법에 의해서 태양 흑점수가 0 및 100의 경우에 의해서 희망하는 달 및 시각의  $f_oF_2$  및  $M(3000)F_2$ 를 계산하여 임의의 태양 상대흑점의 경우에는 내삽 및 외삽을 행하여 구한다.

$$f_oF_2 = f_o + 0.01(f_{100} - f_o)R_{12}$$

$$M(3000)F_2 = m_o + 0.01(m_{100} - m_o)R_{12}$$

여기서  $R_{12}$ : 태양 상대흑점수

$f_o$ :  $R_{12} = 0$  일때의  $f_oF_2$ 의 값

$f_{100}$ :  $R_{12} = 100$  일때의  $f_oF_2$ 의 값

$m_o$ :  $R_{12} = 0$  일때의  $M(3000)F_2$ 의 값

$m_{100}$ :  $R_{12} = 100$  일때의  $M(3000)F_2$ 의 값이다.

$f_oF_2$ 로부터  $MUF(0)F_2$ 는 다음 식으로 구한다.

$$MUF(0)F_2 = f_oF_2 + f_H/2 = f_xF_2$$

여기서  $f_H$ 는 gyro 주파수 이다.

$F_2$  층의 1회 반사의 최대 통달거리는 4000km로서  $MUF(4000)F_2$ 의 계산은 다음식으로 구하여 진다.

$$MUF(4000)F_2 \doteq f_oF_2 \times M(3000)F_2 \times 1.1$$

정수 1.1은  $M(3000)F_2$ 와  $M(4000)F_2$ 의 비의 평균치이다.

또 4000km 여만의 MUF에대한  $MUF(D)F_2$ 는

$$MUF(D)F_2 = MUF(0)F_2 + Kdf\{MUF(4000)F_2 - MUF(0)F_2\}$$

여기서  $Kdf$ 는 거리계수로서

$$Kdf = g_0 + g_1 D + g_2 D^2 + \dots + g_i D^i$$

(  $D$  : 대원거리,  $g_i$  : 정수 )

4000km 이상의 원거리 회선에 대해서는 2control 법에 의해서 구하여진다.

### 3) 단파 통신회선의 MUF 결정

위에서 기술한 바에 의해서 어떤 회선의 F층 및 E층에 대한 control point를 잡어 MUF를 산출하고 그 것을 상호 비교하여 그 회선의 MUF가 구하여진다. 4000km 미만의 회선에서는 MUF(D)F<sub>2</sub>와 MUF(D)E를 비교하여 높은 쪽이 그 회선의 MUF이다. 또 4000km 이상에서는 송신측, 수신측 각각의 F<sub>2</sub>층과 E층의 control point의 MUF를 비교하여 높은 쪽이 그 점의 MUF이며 송신측의 MUF와 수신측의 MUF를 비교하여 낮은 쪽의 주파수가 통신회선의 MUF로 결정된다.

### 나. 전파통로의 기하학적 요소의 산출

#### 1) 대원거리 및 방위의 산출

임의의 송수신점 사이의 대원거리는 다음식으로 주어진다.

$$\cos d = \sin x_1 \sin x_2 + \cos x_1 \cos x_2 \cos (y_1 - y_2)$$

여기서  $d$  : 대원거리,  $x_1, x_2$  : 송수신점의 위도,  $y_1, y_2$  : 송수신점의 경도이다.

또 송신점으로 부터 진북 방향을 기준으로 하여 동쪽으로 계산

한 대원통로의 방위 ( $b_1$ )은 다음식으로 주어진다.

$$\cos b_1 = (\sin x_2 - \sin x_1 \cos d) / \cos x_1 \sin d$$

## 2) 반사점의 산출

전파 경로상에 관해서는 다음의 5개의 반사점을 구하여 전파 mode를 결정한다.

가) 통로의 중점

나) 최소 가능한 hop 수를 계산하여 송신점에서 제일 가까운 E층 반사점.

다) 최소 가능한 hop 수를 계산하여 수신점에서 제일 가까운 E층 반사점.

라) 최소 가능한 hop 수를 계산하여 송신점에서 제일 가까운 F층 반사점.

마) 최소 가능한 hop 수를 계산하여 수신점에서 제일 가까운 F층 반사점.

이상 5개의 반사점의 지리좌표는 다음 식으로 주어진다.

$$x_n = 90^\circ - \cos^{-1} (\cos d_n \sin x_1 + \sin d_n \cos x_1 \cos b_1)$$

$$y_n = y_1 - \cos^{-1} \{ (\cos d_n - \sin x_n \sin x_1) / \cos x_n \cos x_1 \}$$

$$g_n = 90^\circ - \cos^{-1} \{ \sin 78.5^\circ \sin x_n + \cos 78.5^\circ \cos x_n \cos (y_n - 69.0^\circ) \}$$

여기서  $d_n$  : 송신점부터 반사점까지의 각거리

$x_n$  : 반사점의 지리위도

$y_m$  : 반사점의 지리경도

$g_m$  : 반사점의 지자기 위도 이다.

$F_2$  층의 반사점이 구하여져도 E 층의 MUF(D) E에 의하여 반사하거나 투과하는가는 사용주파수에 의하여 판단되며 E 층 반사가 있으면 원거리 전파에서는 혼합 mode가 생기는 경우가 있다. 혼합 mode가 생기는 대원거리는 4000km 이상의 경우이며 표 3은 대원통로에 대하여 예상되는 전파 mode 이다.

표 3 대원통로에 따른 전파 mode

대 원 통 로	예상되는 전파 mode				
0 ~ 2000 km	1E	1F	2F		
2000 ~ 4000 km	2E	1F	2F	1E+1F	
4000 ~ 6000 km	3E	2F	3F	1E+1F	2E+1F
6000 ~ 8000 km	4E	2F	3F	1E+2F	2E+1F
8000 ~ 10000 km		3F	4F	1E+2F	2E+2F

### 3) 전리층 높이의 산출

$F_2$  층 최대 전자 밀도의 실제 높이 ( $h_p F_2$ )는 보통 ionogram 으로부터  $0.83 f_o F_2$  의 겉보기 높이로서 구할수 있으나 M (3000)  $F_2$ 로부터 실제높이 ( $h_m$ )을 구하는 실험식을 사용하는 것이 대단히 편리하다.

$$h_m \approx 1490/M(3000)F^2 - 176$$

$F$ 층 ( $F_1$  및  $F_2$  층)의 겉보기 높이는 세계분포도로부터 구하여지나  
경사 입사의 경우는  $E$ 층의  $N(h)$  profile을 parabola 분포로  
가정하여 지연에 의한 높이 ( $\Delta h$ )을 고려하지 않으면 안된다.  
 $\Delta h$ 는 다음 식에 의해서 구해진다.

$$\Delta h = y_E \{ Z \log_e \left( \frac{Z+1}{Z-1} \right) - 1 \}$$

여기서  $Z = 0.834(f_o F_2)/f_o E$

$y_E = E$ 층 두께의  $1/2 = 30 \text{ km}$ 이다.

그림 1은 대표적인 통로의 예이다.

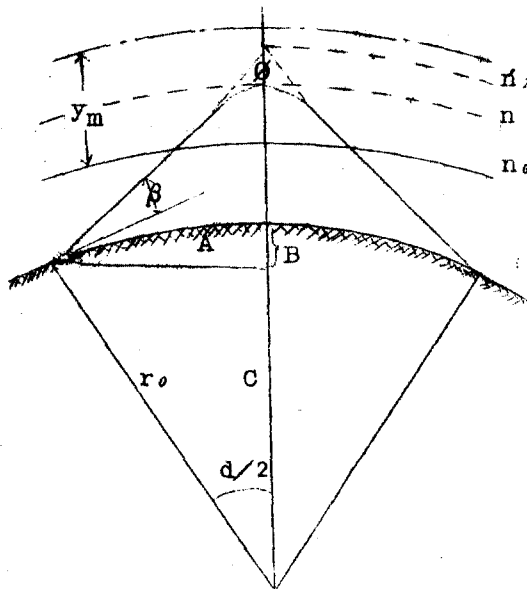


그림 1

PATH GEOMETRY AND PARAMETERS FOR CALCULATING ONE-HOP  
PROPAGATION VIA IONOSPHERE

$$A : 2r_0 \sin d/2 \quad B : 2r_0 (1 - \cos d/2) \quad C : 2r_0 \cos \frac{d}{2}$$

그림 1에서와 같이 F2 층 저면의 높이를  $h_0$  라고 하면 경사입사 전파의 반사점에서의 겉보기 높이 ( $h'$ ) 는 다음식으로 계산된다.

$$h' = h_0 + y_m x \tan^{-1} h(x)$$

여기서  $y_m$  : 반사층 두께의  $1/2 (=h_m - h_0)$

$$x = f_v / f_c$$

$f_v$  : 수직입사 주파수

$f_c$  : 반사층의 임계주파수

이다. 반사점의 실제높이 ( $h$ ) 는 전리층의  $N(h)$  profile 을 parabola 분포로 가정하여 다음식으로 부터 구한다.

$$h = h_0 + y_m (1 - \sqrt{1 - x^2})$$

#### 4) 전리층의 입사각, 방사각 및 Secant 법칙

그림에서와 같이 겉보기 높이에 따른 전파의 입사각은 기하학적으로 다음과 같이 계산된다.

$$\tan \theta = \sin (D/2) / \{1 - \cos (D/2) + h' / \gamma_0\}$$

여기서  $\gamma_0$  는 지구의 반경이다.  $\theta$  가 구하여지면 Secant 법칙에 의해서 경사입사 주파수 ( $f$ ) 와 수직입사 주파수 ( $f_v$ ) 의 관계가 다음식에 의해서 구해진다.

$$f = k f_v \sec \theta$$

여기서  $k$  는 전리층의 곡률에 의한 수정계수로서 다음식으로 구한다.

$$k = 1 / \sqrt{1 - 2 \{ (h' - h) / (\gamma_0 + h_0) \} \tan^2 \theta}$$



윗식은  $\theta$ ,  $h_0$  및  $h'-h$ 의 함수로서 전파통로 및 전자밀도 분포에 의하여 변화하며, 그 값은 1 (근거리) 부터 1.2 (원거리) 사이에 존재한다.

방사각 ( $\beta$ )은 다음식으로 부터 계산한다.

$$\tan \beta = \{ \cos(D/2) - \gamma_0 / (\gamma_0 + h) \} / \sin(D/2)$$

다. 전송손실 및 전계강도의 계산

### 1) 자유공간의 기본전송손실 ( $Lbf$ )

등방성 antenna로부터 방사전력  $P(W)$ 로 자유 공간내에 방출되는 전파의 거리  $D(km)$  떨어진 수신점에서의 전력속 밀도는  $P/4\pi D^2$ 으로 주어진다. 또 자유공간에서의 등방성 antenna의 실효면적은  $\lambda^2/4\pi$ 이므로 등방성 수신 antenna에 의해서 수신되는 유능수신전력 ( $W_a$ )는 다음식으로 주어진다.

$$W_a = \lambda^2/4\pi \cdot P/4\pi D^2 = \lambda^2 P / (4\pi D)^2$$

따라서 자유공간의 기본 전송손실은  $P$ 와  $W_a$ 의 비로서 decibel로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Lbf &= 10 \log_{10} \{ P / \{ \lambda^2 P / (4\pi D)^2 \} \} \\ &= 20 \log_{10} 4\pi D / \lambda \quad (dB/W) \\ &= 32.44 + 20 \log_{10} f_{(MHz)} + 20 \log_{10} D(km) \quad (dB/W) \end{aligned}$$

### 2) 무편이 흡수 및 편이흡수

전파가 D, E층에 수직으로 입사할때 일어나는 무편이 흡수 (제 1 종감쇠)는 다음의 흡수계수( $\rho$ )의 식을 기본으로 하여 유도된다.

$$-\log \rho = 4.13H \{ 4\pi^2 q^2 N_0 V_0 \cos^2 \phi / mc (w + WH)^2 \}$$

여기서 H : 높이, q : 전자의 전하,  $N_0$  : 태양천정각이 영도일때의 전자밀도,  $r_0$  : 최대 전자밀도의 높이에서의 충돌회수, m : 전자의 질량, c : 광속, w : 사용주파수의 각주파수, WH : 각 gyro 주파수,  $\phi$  : 태양천정각 이다.

윗 식을 경사입사 전파실험의 전계강도 측정으로 부터 사용주파수의 하한이 3MHz 까지의 전리층 흡수손실, 즉 무편이 흡수 ( $L_i$ )를 구하는 실험식으로 변환하면 다음과 같다.

$$L_i = \frac{677.2 \sec \emptyset}{(f + f_H)^{1.98} + 10.2} \sum_{j=1}^n I_j$$

여기서 n : hop 수,  $\emptyset$  : 100Km에서의 입사각, f : 사용주파수,  $f_H$  : 100Km에서의 gyro 주파수,  $I_j$ 는 전리층 흡수계수로서 다음식으로 주어진다.

$$I_j = (1 + 0.0037 R_{12}) (\cos 0.881 \phi_j)^{1.3}$$

여기서  $\phi_j$ 는 태양천정각이다.

편이 흡수 (제 2 종감쇠)는 MUF 근처의 주파수에서는 크게되나 실제문제에서 MUF에 가까운 주파수를 사용하면 부과주파수가 시간적으로 변동하게되어 전파가 전리층을 반사하거나 부과하는 영향쪽이 더 크므로 특수한 경우를 제외하고는 고려하지 않는다.

### 3) 대지 반사손실 ( $L_g$ )

전리층에서 반사한 전파가 대지를 반사하면 그 편파의 상태는 수직, 수평의 양방향으로 나누어져 불규칙한 편파의 공간파로 되며 각각 같은 에너지로 나누어진다고 가정하면 대지 반사손실은 다음 식으로 주어진다.

$$L_g = 10 \log \frac{|R_v|^2 + |R_h|^2}{2}$$

여기서  $R_v$  와  $R_h$  는 각각 수직편파 및 수평편파의 반사계수이다. 대지의 굴절률은 복소량이므로 반사계수도 복소량으로 되며 다음의 Fresnel 의 공식으로 주어진다.

$$R_v = \frac{n^2 \sin \beta - (n^2 - \cos^2 \beta)^{\frac{1}{2}}}{n^2 \sin \beta + (n^2 - \cos^2 \beta)^{\frac{1}{2}}}$$

$$R_h = \frac{\cos \beta - (n^2 - \sin^2 \beta)^{\frac{1}{2}}}{\cos \beta + (n^2 - \sin^2 \beta)^{\frac{1}{2}}}$$

여기서  $\beta$  는 앙각 ( $= \pi/2 -$  입사각),  $n$  는 복소굴절률로 전계가 시간에 따라  $e \times p(j\omega t)$  로 변화되므로  $n$  는 아래식으로 주어진다.

$$n^2 = \epsilon_r - j180000\sigma/f$$

여기서  $\epsilon_r$  은 대지의 비유전률,  $\sigma$  는 대지의 도전률 (mho/m) 이며 반사점은 해상과 육상으로 다음의 값이 사용된다.

$$\text{해상} : \sigma = 5.0 (\text{mho/m}), \quad \epsilon_r = 80$$

$$\text{육상} : \sigma = 0.001 (\text{mho/m}), \quad \epsilon_r = 4$$

### 4) 부가손실 ( $Y_p$ )

전송손실의 실측치는 전리층의 상태가 매일 변화하므로 전리층 흡수의 제반 요소도 변화하고 구면 전리층에 대한 집속효과 및 다중통로에 의한 간섭때문에 계산치와 일치하지 않는다.

따라서 고위도 및 중위도 지역에서 각종의 실용회선의 실측치로부터 매일의 변동량을 구하여 통계적으로 처리 이론치와 실측치를 일치시키기 위한 보정치가 부가손실이다. 통신거리, 자기위도, 계절 및 지방시의 함수로서 구할수 있으며 중위도에서는 9dB, 시간의 84%를 초과하는 전송손실과 중앙치와의 차는 4dB, 16%를 초과하는 전송손실에 대해서는 6.4~9dB이다.

##### 5) 회선계 손실 ( $L_s$ ) 및 전계강도 ( $E$ )의 산출

회선계 손실은 송신기 출력 ( $p_t$ ) 와 수신기 입력단자의 유능수신 전력 ( $p_a$ ) 의 비를 decibel로 나타낸 값이다.

일반적으로 전력손실은 다음식으로 주어진다.

$$L_s = 10 \lg (p_t/p_a) = P_t - P_a \text{ (dB/W)}$$

여기서  $P_t$  및  $P_a$ 는 각각  $p_t$  및  $p_a$ 의 decibel 값이다.

따라서 회선계 손실을 위에서 기술한 모든 손실 및 송수신 antenna의 등방성 antenna에 대한 이득 ( $G_t$  및  $G_r$ ) 등을 고려한 종합적인 손실로서 다음 식으로 주어진다.

$$L_s = L_{bf} + L_i + L_g + Y_p - (G_t + G_r) \text{ (dB/W)}$$

전계강도의 계산은 유능 수신전력으로 부터 다음 식에 의해서 구한다.

$$E = 10 \log_{10} \{ 4\pi\eta_0 Pa (\frac{\gamma'}{\gamma_f}) 10^{12}/\lambda^2 \} \text{ (dB/}\mu\text{V)}$$

여기서  $\eta_0$  : 자유공간의 impedance

$\gamma_f$  : 자유공간내에서 갖는 수신 antenna의 방사저항

$\gamma'$  : 수신 antenna의 사용장소에서 갖는 방사저항

$\lambda$  : 파장

이다. 윗식을 바꾸어 쓰면 다음 식과 같다.

$$E = Pa + 20 \log f_{\text{(MHz)}} + L_r + 107 \text{ (dB/}\mu\text{V)}$$

여기서  $L_r$ 는 antenna 손실 ( $10 \log \frac{\gamma'}{\gamma_f}$ )로서  $\gamma'/\gamma_f$ 를 1로 가정하면 무시된다.  $L_r$ 를 무시한 회선계 손실로 부터 전계강도를 구하는 환산식은 다음식으로 구한다.

$$E = 107 + 20 \log_{10} f_{\text{(MHz)}} + P_f - L_s \text{ (dB/}\mu\text{V)}$$

#### 라. Program의 개요

이 program은 2MHz에서 30MHz 사이의 주파수의 공간파 전계강도와 전송손실을 계산하기 위한 CCIR 잠정방법을 기초로하여 작성되었다. program에 사용되는 입력은 data와 magnetic tape로 구성되어있다. Program의 flow chart는 그림 2와 같으며 하나의 main routine과 10개의 Subroutine으로 되어있다. Main routine과 sub routine의 기능은 다음과 같다.



## Main routine

### Programme HFM252

1. Calculates constants.
2. Read in data cards.
  - a) Method card.
  - b) Frequency card.
  - c) Circuit cards to tape.
  - d) Month and sunspot card.
3. Read in data from tape and interpolate on sunspot number.
4. Read circuit information from tape.
5. Calculate path information.
  - a) Path length.
  - b) Path bearings.
  - c) Reflection points.
    - 1) Geographic latitude.
    - 2) Geographic longitude.
    - 3) Geomagnetic latitude.
6. Hour loop calculations.
  - a) Local time and foF2 at receiver.
  - b) Reflection area loop calculations.
    - 1) Local time.

- 2) Sun's zenith angle.
  - 3) Absorption index.
  - 4) foE.
  - 5) fEs.
  - 6) Height of bottom of F-layer.
  - 7) Height of maximum of F2.
  - 8) Gyro-frequency.
  - 9) F-layer critical.
- c) E-layer MUF.
  - d) F-2 layer MUF.
  - e) Determine highest MUF.
7. Go to subroutine LUFFY2.
  8. Go back to read more circuit data.

#### Subroutines

VERSYR-evaluates the coefficients for the world maps of fEs,foF2,M(3000)F2 factor,h'F,and foE that have been generated as a function of universal time and latitude(geographic or magnetic dip).



MAGFIR-computes the magnetic field components of the height and geographic latitude and longitude.

LUFFY2-controls the second half of the programme as follows:

1. Calculates constants.
2. Prepares following information:
  - a) Transmitter power in decibels.
  - b) Ground reflection loss.
3. Hour loop
  - a) Initialize needed parameters.
  - b) Calculates excess system loss.
  - c) Mode loop calculations(9modes).
    - 1) Virtual height.
    - 2) Takeoff angle.
    - 3) Fraction of days.
    - 4) Delay time.
    - 5) Ground reflection loss.
    - 6) Absorption.
    - 7) Free-space loss.
    - 8) Antenna gains.
    - 9) Transmission loss.
    - 10) Field strength.

11) Signal power.

12) Probability that the given required signal level will be achieved.

13) LUF.

d) Choose most probable mode.

e) Go to OUTPU2.

f) Return to HFM252.

OUTPU2-produces all of the tabulated output.

BEMUFR-calculates on the basis of parabolic layer theory the maximum usable frequency, takeoff angle, and virtual height of reflection, or, for a specific frequency, only the last two parameters.

LANDY-evaluates land areas that have been mapped by a Fourier series.

CHISQ-evaluates the chi-square probability function.

F2DISR-calculates the HPF and FOT from the MUF, based on a table of factors representing the decile values in terms of geographic latitude, sunspot number, hemisphere, and local time.

SYSSYR-obtains from a table the values of the median excess system loss and the upper and lower standard deviations.

GLOS-calculates ground reflection losses for multiple hop modes.

#### 마. Program의 조작 및 Data Card

MUF를 계산하기 위해서는 계산을 수행하기 전에 Data Card를 기억 시켜 magnetic tape ( data )를 소정의 위치로 한다. 계산은 program의 다음에 이어서 읽어드리는 Data Card에 의해서 모두 조정된다. Data Card의 작성 형식은 다음과 같으며 그림 3은 입력 card deck의 예를 보여준다.

#### Program control card

<u>Columns</u>	<u>Name</u>	<u>Format</u>	<u>Description</u>
1- 5*	METHOD	15	punch 3, 4 or 5
6-10	NCDTP	15	if path data on cards or tape
11-15	IHRO	15	beginning hour UT
16-20	IHRE	15	ending hour UT
21-25	IHRS	15	step in hours
26-30		5X	blank
31-35	NUMO	15	number of blocks of data on a page
36-40	NPAGO	15	beginning page number
41-45	NES	15	sporadic-E option

\* 3;table of field strength, 4 and 5;table of MUF and LUF

Frequency complement card

<u>Columns</u>	<u>Name</u>	<u>Format</u>	<u>Description</u>
1- 7	FREL(1)	F7.3	first frequency of complement
8-14	FREL(2)	F7.3	second frequency of complement
15-21	FREL(3)	F7.3	third frequency of complement
22-28	FREL(4)	F7.3	fourth frequency of complement
29-35	FREL(5)	F7.3	fifth frequency of complement
36-42	FREL(6)	F7.3	sixth frequency of complement
43-49	FREL(7)	F7.3	seventh frequency of complement
50-56	FREL(8)	F7.3	eighth frequency of complement
57-63	FREL(9)	F7.3	ninth frequency of complement
64-70	FREL(10)	F7.3	tenth frequency of complement
71-77	FREL(11)	F7.3	eleventh frequency of complement

Circuit card

<u>Columns</u>	<u>Name</u>	<u>Format</u>	<u>Description</u>
1-16	ITRAN	2A8	name of transmitting location
17-32	IRCVR	2A8	name of receiving location
33-36	TLATD	F4.2	latitude of transmitter in degrees
37	ITLAT	R1	northern(N) or southern(S) hemisphere of transmitter
38-42	TLONGD	F5.2	longitude of transmitter in degrees
43	ITLONG	R1	western(W) or eastern(E) hemisphere of transmitter
44-47	RLATD	F4.2	latitude of receiver in degrees
48	IRLAT	R1	northern(N) or southern(S) hemisphere of receiver
49-53	RLONGD	F5.2	longitude of receiver in degrees
54	IRLONG	R1	western(W) or eastern(E) hemisphe- re of receiver
55-57	AMIND	F3.1	minimum takeoff angle in degrees
58-63	PWR	F6.2	transmitter power in kilowatts
64-69	RSN	F6.1	required signal power in decibels

Month and sunspot card

<u>Columns</u>	<u>Name</u>	<u>Format</u>	<u>Description</u>
1- 3	DATE	3X	blank
4- 5	MONTH	I2	month
6		1X	blank
7-10	NYEAR	I4	year
11-15		5X	blank
16-20	SSN	F5.1	sunspot number

## 2. 전리층 관측

### 가. 관측방법 및 제원

- 1) 관측기기명 : NJZ-502 전리층 관측기
- 2) 관측방법 : 400KHz ~ 15MHz sweep식 수직투사 방법
- 3) 관측시간

가) 평일 : 매시 정각과 30분에 1회씩 2회 관측

나) RWD(Regular World Days) : 매시 정각과 15분, 30분,  
45분에 1회씩 4회관측(월 3일)

다) 연간 정시관측 건수 : 총 18943 건

나. 이상과 같이 관측된 전리층은 판독 정리되어 별도 전자제산처리된 Ionospheric Data In Korea에 매일 매시간치의 data가 전리층 특성별로 수록되어 있으며 월별 중앙치와 변화곡선은 표 1~12 및 그림 1~12와 같다.

# [R1] IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Jan 1976

135°E Mean Time (G.M.T+9h)

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
MED		032	030	031	031	029	040	038	044	050	053	068	073	064	050	058	057	046	040	040	036	036	042	
f <sub>o</sub> F2		3	4	21	19	2	1	2	22	29	30	28	31	30	29	31	31	29	17	7	2	2	1	
QR																								
MED											380	430	420	400	L	L								
f <sub>o</sub> F1											1	2	1	3	1	1								
CNT																								
MED																								
f <sub>o</sub> E																								
CNT																								
MED	JA	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
f <sub>o</sub> Es	045	023	017	016	016	022	030	028	029	030	030	037	039	038	034	030	030	027	030	032	040	032	032	
CNT	1	4	7	31	30	6	3	2	25	29	30	30	31	30	29	31	31	29	19	8	4	5	2	2
QR																								
MED	020	022	018	018	016	018	029	028	029	029	030	035	037	034	033	030	030	027	026	025	025	025	027	020
f-min	1	4	7	31	30	6	3	2	25	29	30	30	31	30	29	31	31	29	19	8	4	5	2	2
CNT																								
MED											300	265	250	255	250	255	230							
h'F2											3	10	12	10	9	10	2							
CNT																								
MED		290	300	270	250	235	235	255	240	240	250	250	250	245	240	250	240	230	250	250	245	275	300	
h'F		3	7	30	29	4	2	2	25	29	30	28	28	30	29	29	31	29	17	7	2	2	1	
CNT																								
MED	110	110	110	105	105	110	110			110	110	110	120	110	102	115	105	110	100	100	115	110	110	115
h'Es	1	1	3	8	10	2	1			3	5	8	7	5	6	4	2	1	3	1	2	3	1	2
CNT																								

OBSERVED AT: AN YANG



# [1.2] IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Feb. 1976

135°E Mean Time (G.M.T.+9h)

HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CHAR																								
MED	J S																							J R
f <sub>o</sub> F2	034	032	032	031	031	034	040	036	048	052	056	063	066	070	066	064	060	054	046	038	038	038	038	038
CNT	2	2	1	19	19	6	1	2	22	25	27	25	28	27	27	27	27	28	26	12	1	1	1	1
QR																								
MED																								
f <sub>o</sub> F1																								
CNT																								
MED																								
f <sub>o</sub> E																								
CNT																								
MED																								
f <sub>o</sub> Es																								
CNT																								
QR																								
MED																								
f-min																								
CNT																								
MED																								
h'F2																								
CNT																								
MED																								
h'F																								
CNT																								
MED																								
h'Es																								
CNT																								

OBSERVED AT LAN YANG

# IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Mar. 1976

135°E Mean Time (G.M.T + 9h)

CHAR	HK	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
f <sub>0</sub> F <sub>2</sub>	MED	054	040	035	034	033	033	033	045	055	059	062	074	078	075	080	072	067	062	062	055	052	J S 04.7	038	041
	CNT	2	5	9	23	28	3	2	29	28	24	23	26	28	29	29	28	28	29	27	24	14	6	5	1
	QR																								
f <sub>0</sub> F <sub>1</sub>	MED											430	420	445	440	440	430	405							
	CNT											1	1	4	8	3	6	1							
f <sub>0</sub> E	MED								EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB				
	CNT								290	300	305	370	400	400	400	400	375	320	300	300	350				
f <sub>0</sub> E <sub>s</sub>	MED	028	024	024	016	016	025	025	029	030	032	037	040	040	040	040	038	032	030	030	030	029	025	024	ES
	CNT	3	6	12	29	30	4	3	29	30	24	23	26	28	29	29	29	28	29	28	27	17	11	7	1
	QR																								
f <sub>min</sub>	MED	028	024	024	016	016	025	025	029	030	030	036	036	040	038	039	037	030	030	030	028	028	025	024	ES
	CNT	3	6	12	29	30	4	3	29	30	24	23	26	28	29	29	29	28	29	28	27	17	11	7	1
h'F <sub>2</sub>	MED										290	290	280	285	265	260	255	250	250						
	CNT										5	15	17	18	21	19	21	15	5						
h'F	MED	260	295	290	250	240	280	300	240	230	240	250	270	250	250	250	250	250	250	240	235	250	255	305	320
	CNT	3	6	12	29	30	4	3	29	30	24	20	22	23	20	25	22	27	29	27	26	16	10	6	1
h'Es	MED			110	100	100				135	125	115	115	110	112	120	102	110	115	120	115	115	100		
	CNT			1	4	3				2	4	4	9	3	6	5	7	8	7	4	5	5	2	1	

OBSERVED AT: AN YANG

[X4] IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Apr. 1976

135°E Mean Time (G.M.T.+3h)

CHAR	HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
f <sub>o</sub> F2	MED	J R	J R	J R	038	032	035	043	052	056	058	063	072	070	074	075	073	068	067	064	064	064	064	J R	
	CNT	6	7	14	22	25	5	23	30	22	25	24	24	27	28	30	30	30	29	28	26	24	20	10	6
f <sub>o</sub> F1	QR																								
	MED										420	430	440	450	450	L	L	430	420						
f <sub>o</sub> E	CNT										1	1	1	1	1	2	4	2							
	MED							E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	
f <sub>o</sub> Es	CNT							21	18	8	14	13	9	17	21	19	18	22	22	18					
	MED	E S	E S	E S	E S	E S	E S	E B	E B	E B	039	043	046	050	050	E B	046	040	040	E B	E S	E S	E S	E S	E S
f <sub>min</sub>	CNT	11	10	21	28	29	6	23	30	24	27	27	28	28	30	30	30	30	30	30	28	27	23	19	15
	QR																								
h'F2	MED	E S	E S	E S	E S	E S	E S	029	030	030	032	035	035	045	046	041	039	036	030	030	030	027	030	028	025
	CNT	11	10	21	28	29	6	23	30	24	27	27	28	28	30	30	30	30	30	30	28	27	23	19	15
h'F	MED										250	290	280	300	310	300	300	275	290	275	280				
	CNT										1	6	12	18	14	15	17	19	13	5	1				
h'Es	MED	300	300	290	250	250	290	250	240	250	260	280	280	280	300	280	270	255	260	260	250	255	310	315	
	CNT	8	10	21	27	28	6	23	29	21	21	15	14	16	13	20	23	24	23	26	24	22	16	8	
	MED	112									120	140	130	125	118	110	110	115	120	125	120	118	110	115	112
	CNT	4									1	11	16	15	14	19	11	9	8	12	13	10	7	7	6

OBSERVED AT: AN YANG

May 1961

135°E Mean Time (G.M.T.+9h)

CHAR	HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
f <sub>02</sub>	MED	044	046	044	039	038	037	046	057	056	056	056	062	061	068	070	068	064	064	068	074	064	J S J S 048 048	J S J S 048 048	
	CNT	8	8	10	12	13	9	18	19	16	10	6	6	9	10	12	18	23	17	14	9	16	5	2	3
	QR																								
f <sub>01</sub>	MED													450			425	L 420							
	CNT													1			2	2							
							E B E B	E B E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	
f <sub>0E</sub>	MED						E B E B	E B E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	
	CNT						250 300	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	300 400 460 465	
							12 16	E B E B	E B E B	041 052 058	056	060	060	056	058 050 048	061	063	076	058	050	052	052	052	052	
f <sub>0S</sub>	MED	E S	030	032	030	024	029	030	034	041	052	058	056	060	060	056	058	050	048	061	063	076	058	052	052
	CNT	17	19	19	28	28	21	24	29	29	28	28	22	19	22	22	20	26	28	28	28	28	22	20	19
	QR																								
f-min	MED	E S	025	024	025	016	025	030	029	030	030	030	035	034	035	038	041	036	030	028	028	026	028	024	025
	CNT	17	19	19	28	28	21	24	29	28	28	22	19	22	22	20	26	28	28	28	28	22	20	19	
								250	250	250	28	300	325	350	350	325	320	300	290	290					
f <sub>F2</sub>	MED							250	250	250	28	300	325	350	350	325	320	300	290	290					
	CNT							1	3	4	2	1	2	3	9	6	11	9	9	2					
f <sub>T</sub>	MED	300	290	295	260	270	295	250	250	255	280	305	350	335	312	340	310	300	290	290	260	250	300	280	
	CNT	11	10	12	24	23	16	19	20	16	11	8	4	6	4	8	8	20	12	13	9	17	11	6	7
f <sub>TS</sub>	MED	100	102	100	100	100	105	125	120	118	110	110	110	105	100	110	110	130	120	120	110	110	110	105	
	CNT	8	10	10	14	19	9	9	18	22	27	20	18	18	17	16	14	17	23	26	25	24	19	20	14

OBSERVED AT: AN YANG

# 【表6】 IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Jun. 1976

135°E Mean Time (G.M.T + 9h)

HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CHAR																								
MED	052	052	042	042	035	042	047	051	060	055	060	059	062	058	075	057	056	056	053	052	058	062	058	050
CNT	5	4	6	7	7	5	18	19	15	11	7	4	6	5	1	13	18	16	16	13	20	8	7	3
QR																								
MED										430			450	450				400	350					
CNT										1			1	1				4	1					
MED																								
CNT																								
MED																								
CNT																								
MED	050	039	036	030	030	034	037	045	058	063	068	067	060	060	074	055	050	050	051	057	048	050	055	058
CNT	25	24	26	29	29	23	27	27	29	29	27	26	26	24	19	26	27	26	28	28	29	27	26	27
QR																								
MED	023	023	023	020	015	024	024	027	030	030	031	032	034	034	032	030	030	030	025	024	024	024	023	
CNT	25	24	26	29	29	23	27	27	29	27	27	26	26	24	19	24	27	26	28	28	29	27	26	27
MED																								
CNT																								
MED	270	280	270	270	250	265	260	285	285	270	300	315	310	315	310	310	305	300	320	275	270	280	260	260
CNT	9	13	18	22	24	17	20	18	14	7	6	3	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MED	110	105	100	100	100	100	120	130	120	110	110	105	107	105	100	100	100	120	110	110	110	110	110	110
CNT	22	19	18	20	25	14	18	24	28	29	26	25	21	23	19	24	21	22	26	27	29	26	24	26

OBSERVED AT LAN YANG

# CE7J IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Jul. 1976

135°E Mean Time (G.M.T.+3h)

HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CHAR																								
MED	S 051	S 043	S 040	F 036	S 034	S 038	043	050	054	G 054	G 063			058	052	054	062	056	050	054	S 053	S 058	048	042
f <sub>o</sub> F2	4	5	4	3	13	2	11	11	8	5	2			2	3	5	8	11	14	15	15	10	5	3
QR																								
MED								R 430	R 380	430				540		R 430	R 420	R 380	R 345	320				
f <sub>o</sub> F1								1	1	1				1		1	2	3	2	1				
CNT																								
MED								E 365	E 340	E 420	E 420			E 460	E 490	E 410	E 365	E 335	E 295					
f <sub>o</sub> E																								
CNT																								
MED	054	047	042	045	J 034	043	039	057	062	092	079	088	094	077	076	066	058	056	050	052	J 059	J 058	J 057	
f <sub>o</sub> Es	23	23	24	23	24	12	21	25	26	28	28	25	25	26	24	26	25	26	26	29	27	27	24	25
QR																								
MED	S 024	S 024	S 024	S 022	016	S 024	025	026	029	G 030	G 033	G 035	035	034	033	031	G 030	030	029	025	S 024	S 024	S 024	S 024
f-min	23	23	24	23	24	12	21	25	26	28	28	25	25	26	24	26	25	26	26	29	27	28	24	25
CNT	23	23	24	23	24	12	21	25	26	28	28	25	25	26	24	26	25	26	26	29	27	28	24	25
MED	260		270				300	305	265	300				375		370	300	342	300	300	270	280		
h'F2	1		1				3	4	2	1				1		1	5	4	6	4	3	2		
CNT																								
MED	290	292	295	295	F 295	250	260	285	280	278	330			360	360	350	310	290	305	300	280	305	300	300
h'F	7	6	6	6	21	3	11	8	7	6	3			2	3	4	6	10	12	16	16	13	10	7
CNT	7	6	6	6	21	3	11	8	7	6	3			2	3	4	6	10	12	16	16	13	10	7
MED	105	105	100	100	100	105	120	120	110	110	105	105	105	105	100	100	105	110	110	110	110	110	110	110
h'Es	22	21	20	21	22	11	13	23	24	26	27	25	25	26	22	24	20	22	22	27	26	25	23	24
CNT	22	21	20	21	22	11	13	23	24	26	27	25	25	26	22	24	20	22	22	27	26	25	23	24

OBSERVED AT: AN YANG

# 【表3】 IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Aug. 1976

135°E Mean Time (G.M.T+9h)

HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CHAR																								
MED	S 038 047	S 034 047	S 036 047	S 036 047	S 034 047	S 035 039	S 051 057	S 058 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058	S 056 058
f <sub>o</sub> F2	4	1	1	1	1	7	7	19	15	10	6	1	3	6	6	8	15	21	19	17	15	21	12	4
QR																								
MED								350	430					460	430				380					
f <sub>o</sub> F1								1	1					1	1				3					
MED								E 280	E 310	E 400	E 420	E 470	E 470	E 450	E 440	E 445	E 450	E 400	E 350	E 340				
f <sub>o</sub> E								5	6	7	2	3	1	2	2	2	10	7	9	6				
MED	J A 052 055	J A 055 045	J A 036 045	J A 036 045	J A 032 038	J A 038 040	J A 041 047	J A 057 064	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062	J A 062 062
f <sub>o</sub> Es	24	19	18	22	27	16	17	26	27	28	25	19	24	22	20	20	25	29	28	27	26	26	27	24
QR																								
MED	S 024 024	S 025 024	S 022 018	S 022 018	S 024 024	S 025 025	S 026 026	S 026 026	S 030 030	S 030 030	S 033 033	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036	S 036 036
f-min	24	19	18	22	27	16	17	26	27	28	25	19	24	22	20	20	25	29	28	27	26	26	27	24
MED								280	265	300	275			300	310		350	300	280					
h'F2								4	2	1	2			1	1		1	1	7					
MED	275	295	280	300	272	290	250	260	260	255	298	325	345	320	350	340	310	310	270	275	270	290	270	300
h'F	7	2	3	13	20	7	8	20	17	11	4	3	3	6	5	8	14	21	20	17	16	23	14	7
MED	110	105	100	100	100	100	100	110	110	110	110	105	102	105	105	105	110	110	110	110	110	110	110	108
h'Es	22	19	17	18	20	10	1	19	20	26	22	18	2	20	18	18	15	22	19	21	20	18	20	20

OBSERVED AT: AN YANG

# CH9 IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Sep. 1976

135°E Mean Time (G.M.T + 3h)

CHAR	HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
foF2	MED	J R	J R				S	S														J	J R	S	S
		042	039	038	034	032	035	035	052	058	060	062	062	067	066	062	059	056	058	060	065	064	052	048	037
	CNT	4	2	2	14	26	3	1	25	24	24	20	15	14	12	16	23	24	26	24	23	17	7	8	5
	QR																								
foF1	MED									406			430	466		430	495	426	376						
	CNT									1			1	1		1	2	1	1						
	MED								E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E S				
	CNT								260	300	375	450	450	460	460	450	420	400	330	300					
foE	MED																								
	CNT								1	21	20	16	14	13	9	14	21	21	23	17					
	MED	E S	E S	E S	E S	E S	E S	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E B	E S	E S				
	CNT	032	029	028	024	016	025	041	030	038	045	045	046	046	046	045	042	040	035	032	030	030	038	034	039
foEs	MED																								
	CNT	8	4	2	17	28	5	3	26	28	25	24	20	17	16	16	23	24	27	27	28	26	17	14	10
	QR																								
	MED	S	S	E S	E S	E S	E S	S													E S	E S	S	S	S
f-min		025	024	028	023	016	025	025	030	034	040	045	045	045	041	045	042	039	030	030	029	029	027	025	025
h'F2	MED																								
	CNT																								
	MED									250	270	245	320	250	260	300	330	290	270	295					
	CNT									4	2	2	1	1	1	3	4	5	1	2					
h'F	MED	300	310	290	285	260	290	270	240	250	250	250	268	275	260	260	270	270	265	250	250	240	260	260	320
	CNT	4	3	2	16	27	3	1	26	28	24	22	18	15	13	15	23	23	27	26	27	22	11	9	5
	MED	110	110	100	100	100	108	110	110	112	120	108	105	108	100	100	102	105	110	118	110	105	105	110	110
	CNT	4	2	1	6	8	2	2	5	8	9	8	6	4	7	2	2	3	4	10	10	12	10	8	7

OBSERVED AT AN YANG



【表16】 IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Oct., 1976

135°E Mean Time (G.M.T + 9h)

HIR 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
f <sub>o</sub> F2	MED 042 CNT 2	040 042 2 5	JR 042 039 11	JG 036 28 1				JR 049 20	065 25 29 29	073 29 29 29	073 076 29 29	078 082 29 29	078 078 28 28	073 073 30 30	070 067 31 28	063 056 25 22			056 056 22 22	049 048 6 3	055 055 1 1			
f <sub>o</sub> F1	QR																							
f <sub>o</sub> E	MED CNT																							
f <sub>o</sub> Es	MED CNT																							
f <sub>min</sub>	MED CNT																							
h'F2	MED CNT																							
h'F	MED CNT																							
h'Es	MED CNT																							

OBSERVED AT: AN YANG

【表11】 IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Nov. 1976

135°E Mean Time (G.M.T.+3h)

CHAR	HIR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
f <sub>o</sub> F2	MED	S	033	031	031	031	030	030	048	054	059	064	068	064	067	061	062	059	052	039	034			034	S
	CNT	2	1	4	15	22	9	10	23	28	26	25	27	24	26	26	27	26	6	2			2		
QR																									
f <sub>o</sub> F1	MED										375	355	370	400	400	370	L								
	CNT										2	4	3	9	7	4	1								
f <sub>o</sub> E	MED								E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B	E B E B					
	CNT								300 300	300 300	300 300	355	400	450	400	380	295	270	265						
f <sub>o</sub> Es	MED	031	M	E S E S	E S E S	E S E S	017	025	E B E B	E B E B	E B E B	J A	E B	040	039	038	032	031	031	032	038	046	035	036	
	CNT	8	5	7	22	29	12	1	10	25	27	27	27	28	29	29	29	30	29	14	12	11	7	8	4
QR																									
f-min	MED	E S	E S	E S	E S	E S	E S	028	030	028	030	027	030	025	030	029	025	025	021	020	025	022	018	021	
	CNT	8	5	7	22	29	12	13	24	28	27	27	27	28	28	29	29	30	28	13	11	11	6	8	4
h'F2	MED								220	240	240	245	250	250	245	228	205								
	CNT								1	5	8	8	11	11	7	2	1								
h'F	MED	265	260	270	265	250	250	250	215	210	228	240	245	240	250	248	245	225	210	225	220	260	280		
	CNT	2	1	5	19	27	11	1	12	25	28	26	26	27	26	28	29	26	26	28	3	1		2	
h'Es	MED	100	100	100	100	100	105	105	125	110	110	105	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	CNT	6	3	3	8	11	1	1	3	5	11	13	18	17	21	18	18	18	16	7	8	10	7	6	4

OBSERVED AT: AN YANG

DEC. 1976

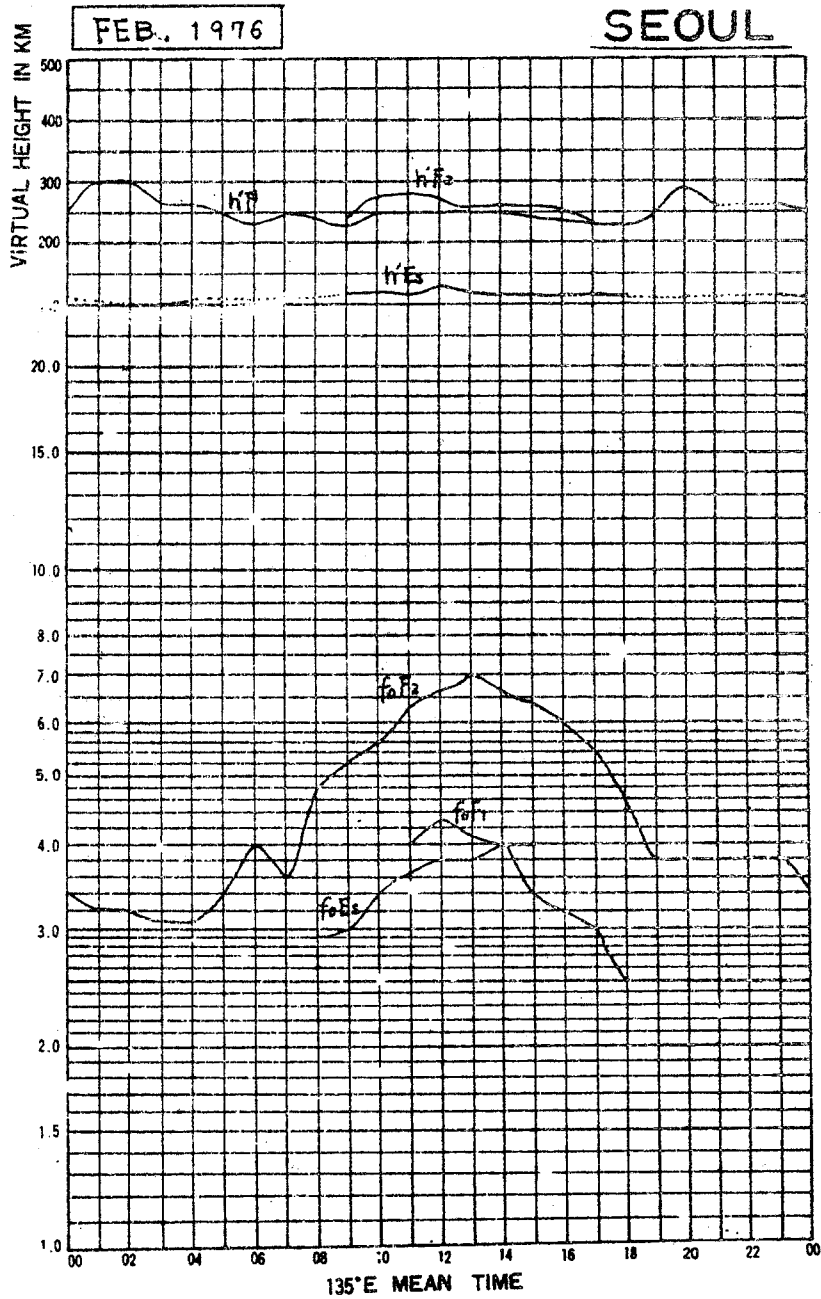
## [112] IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

135°E Mean Time (G.M.T+9h)

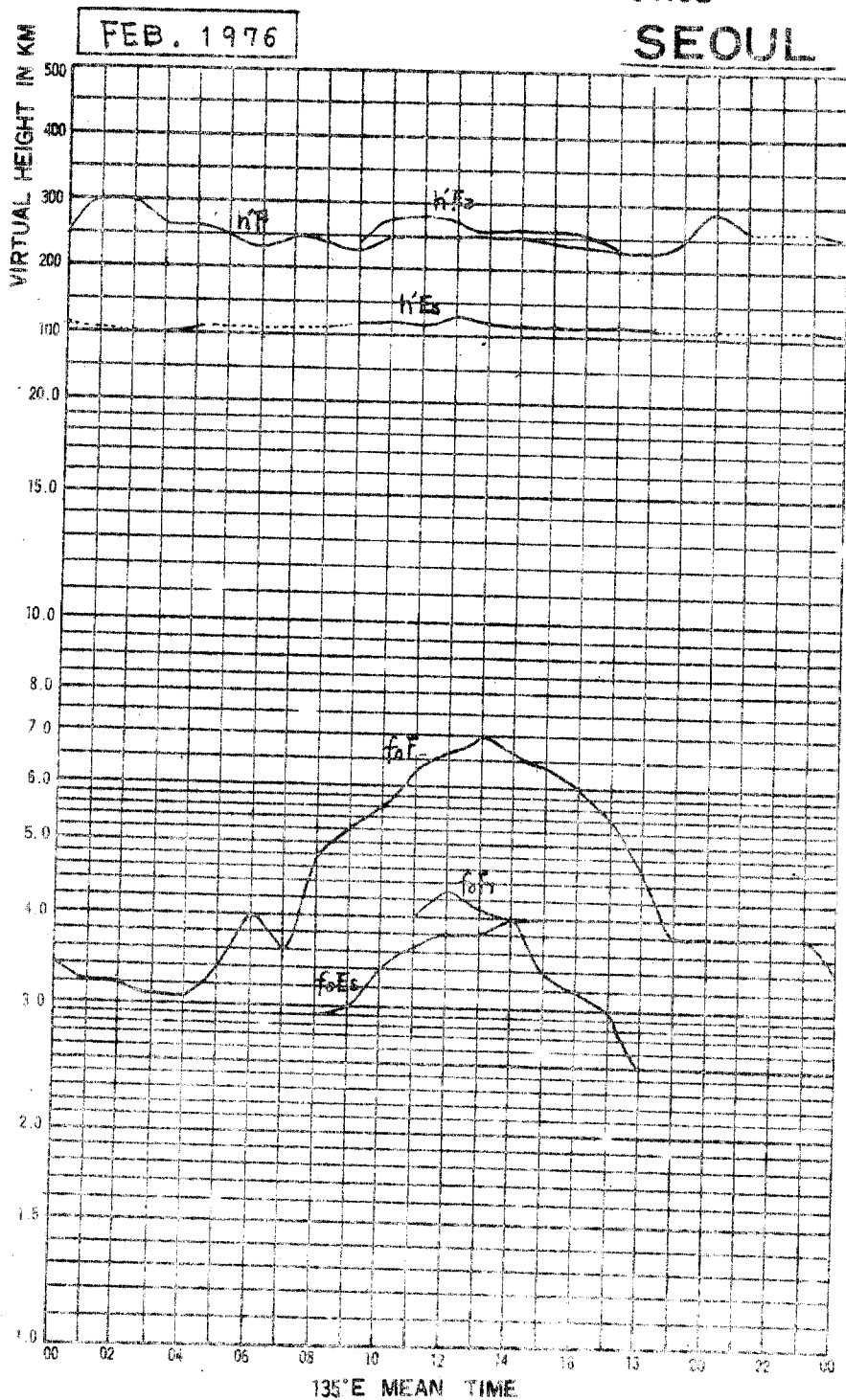
CHAR	HR	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
f <sub>o</sub> F <sub>2</sub>	MED	34	31	30	30	30	27	30F	41	J49G	58	58	67	69	59	60	60	55	47	34	40	28		32	34
	CNT	1	6	8	18	20	6	1	6	17	28	23	22	23	22	25	25	25	23	6	2	2		1	2
f <sub>o</sub> F <sub>1</sub>	QR																								
	MED										L		L	L	L										
f <sub>o</sub> E	CNT									320			385	400	380	325	370								
	MED										1		6	5	7	2	1								
f <sub>o</sub> E <sub>s</sub>	CNT																								
	MED																								
f <sub>min</sub>	CNT																								
	MED																								
h'F <sub>2</sub>	CNT																								
	MED																								
h'F	CNT																								
	MED																								
h'E <sub>s</sub>	CNT																								
	MED																								

[그림 2]

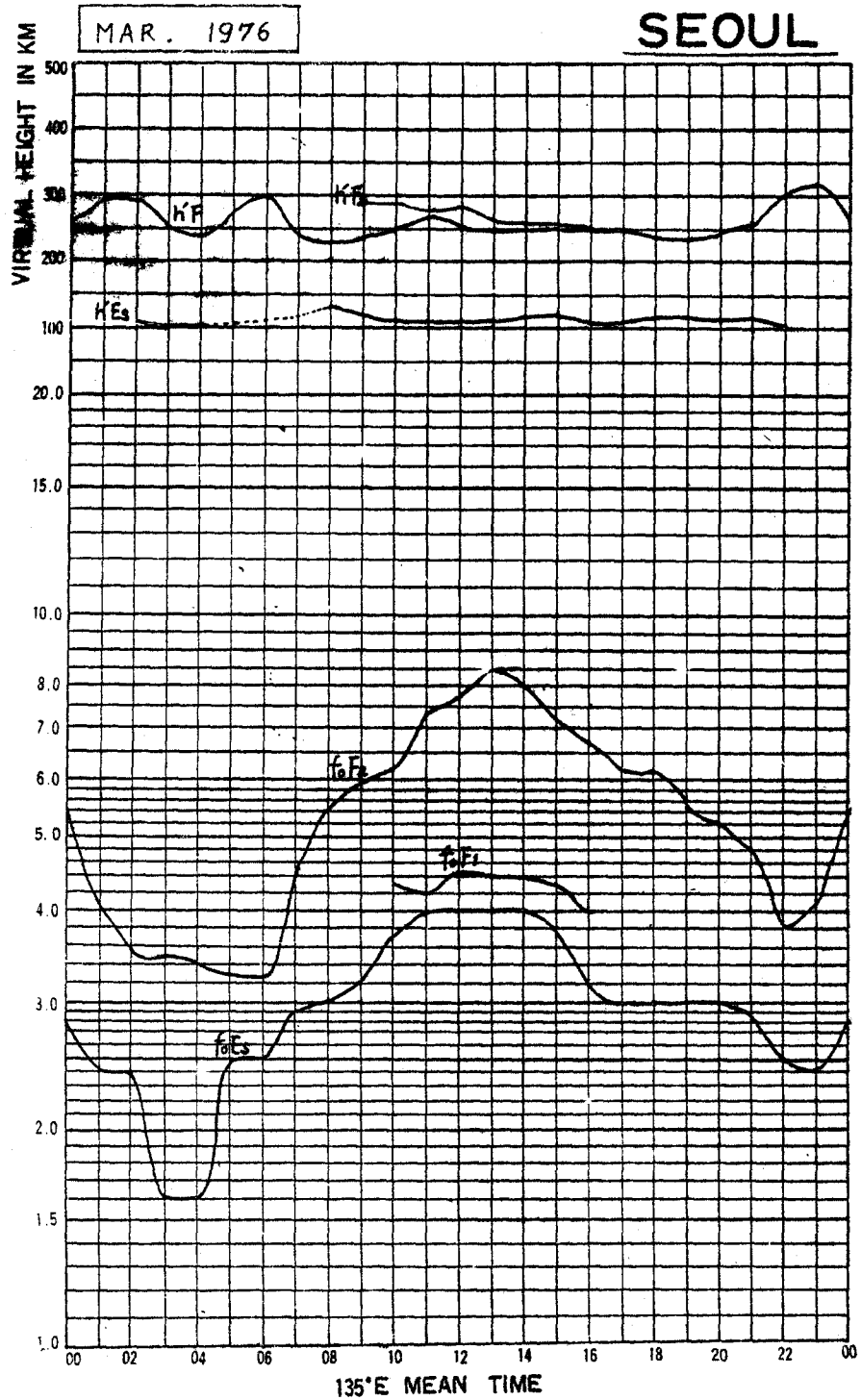
# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



[그림 2]  
**IONOSPHERIC DATA**  
**MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS**



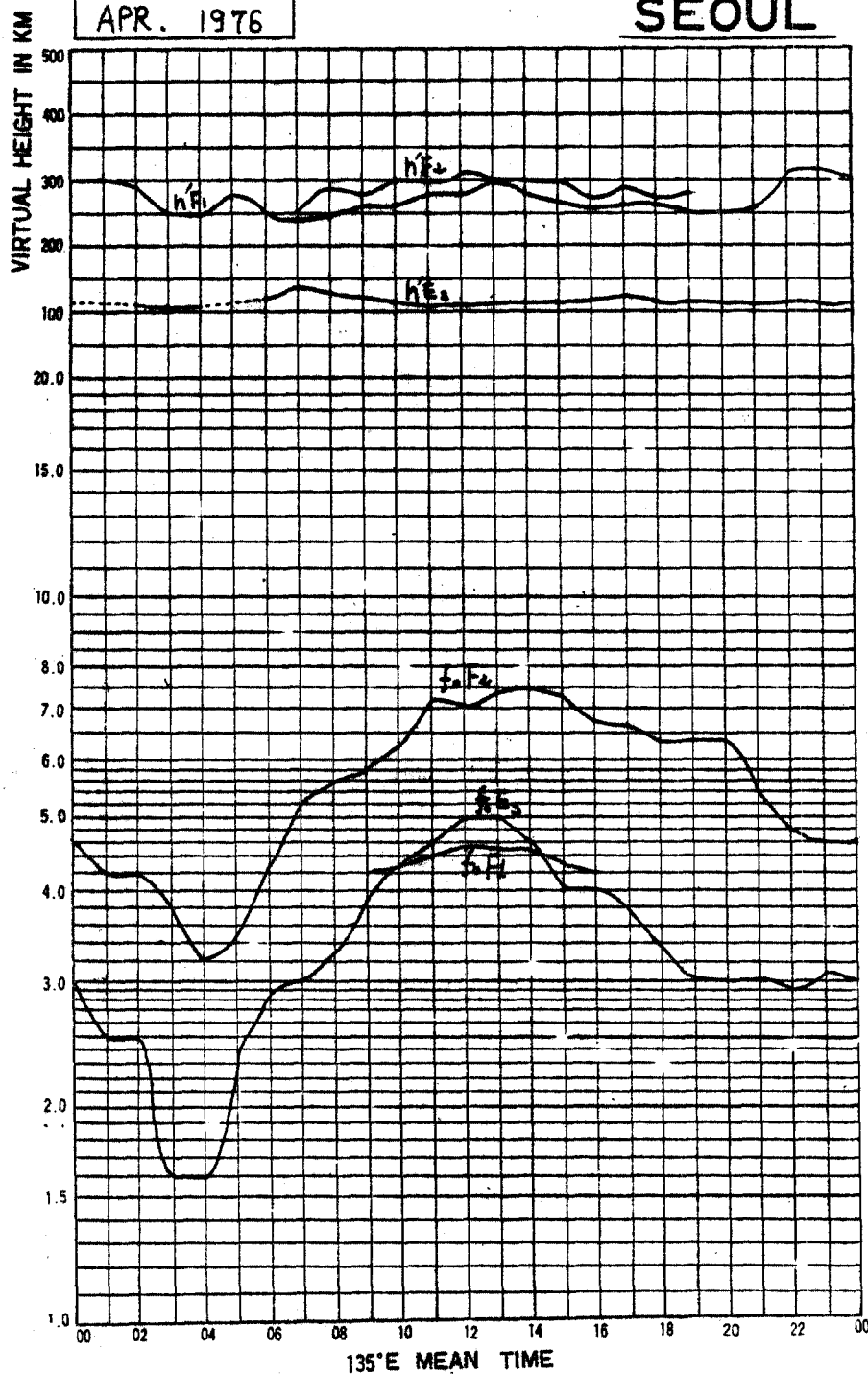
[1월 3]  
IONOSPHERIC DATA  
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



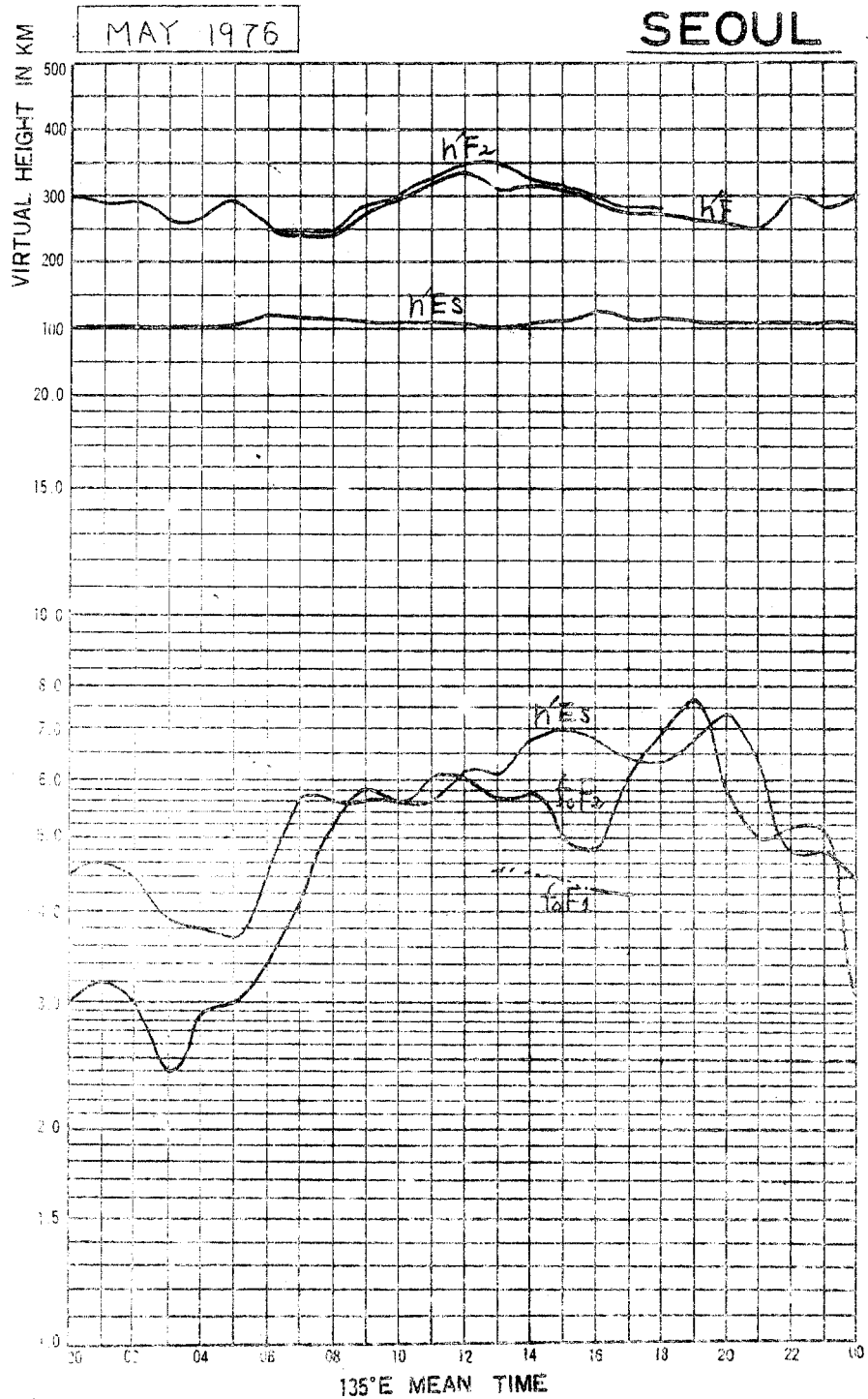
[그림 4]  
 IONOSPHERIC DATA  
 MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

APR. 1976

SEOUL



[그림 5]  
 IONOSPHERIC DATA  
 MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

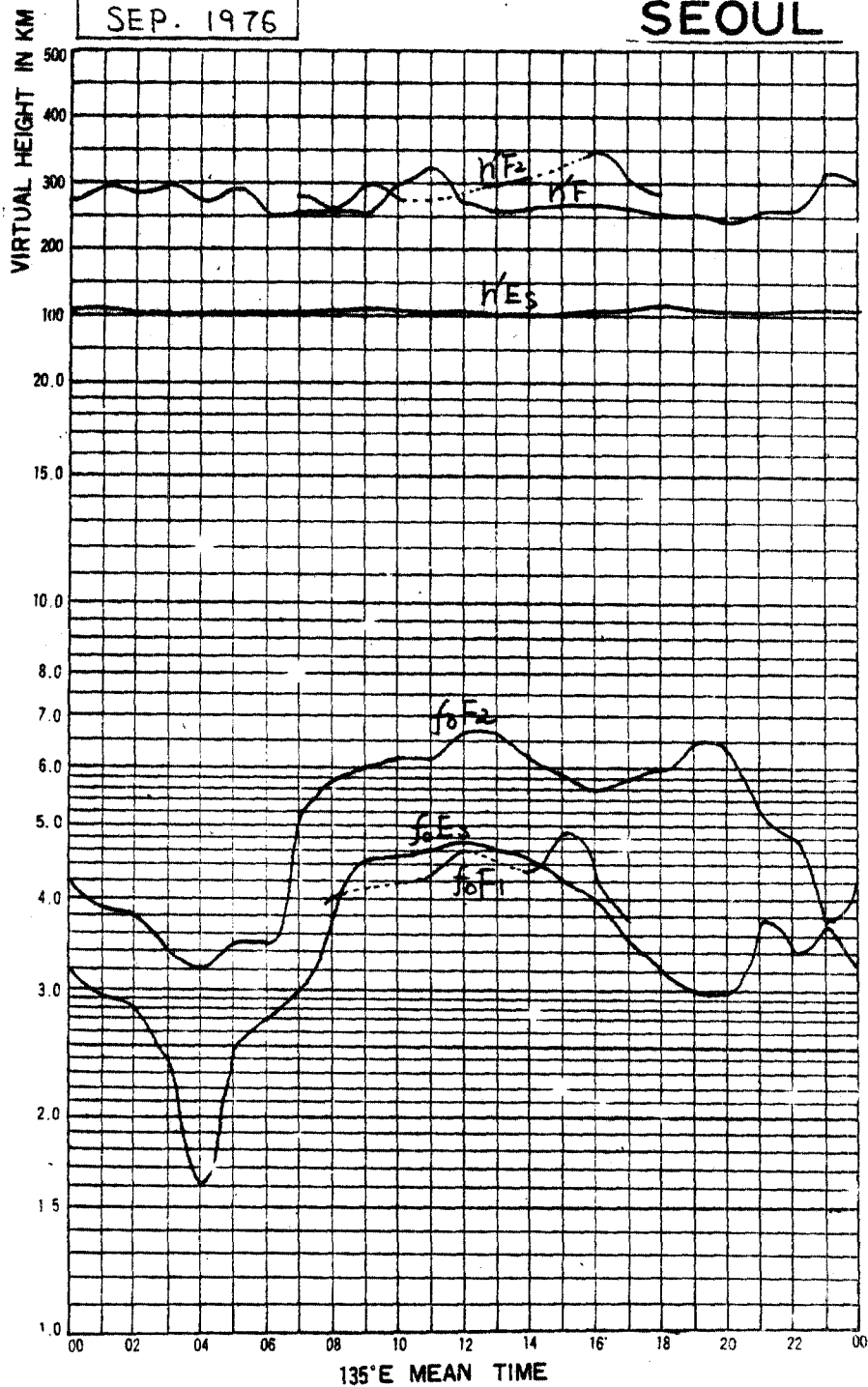




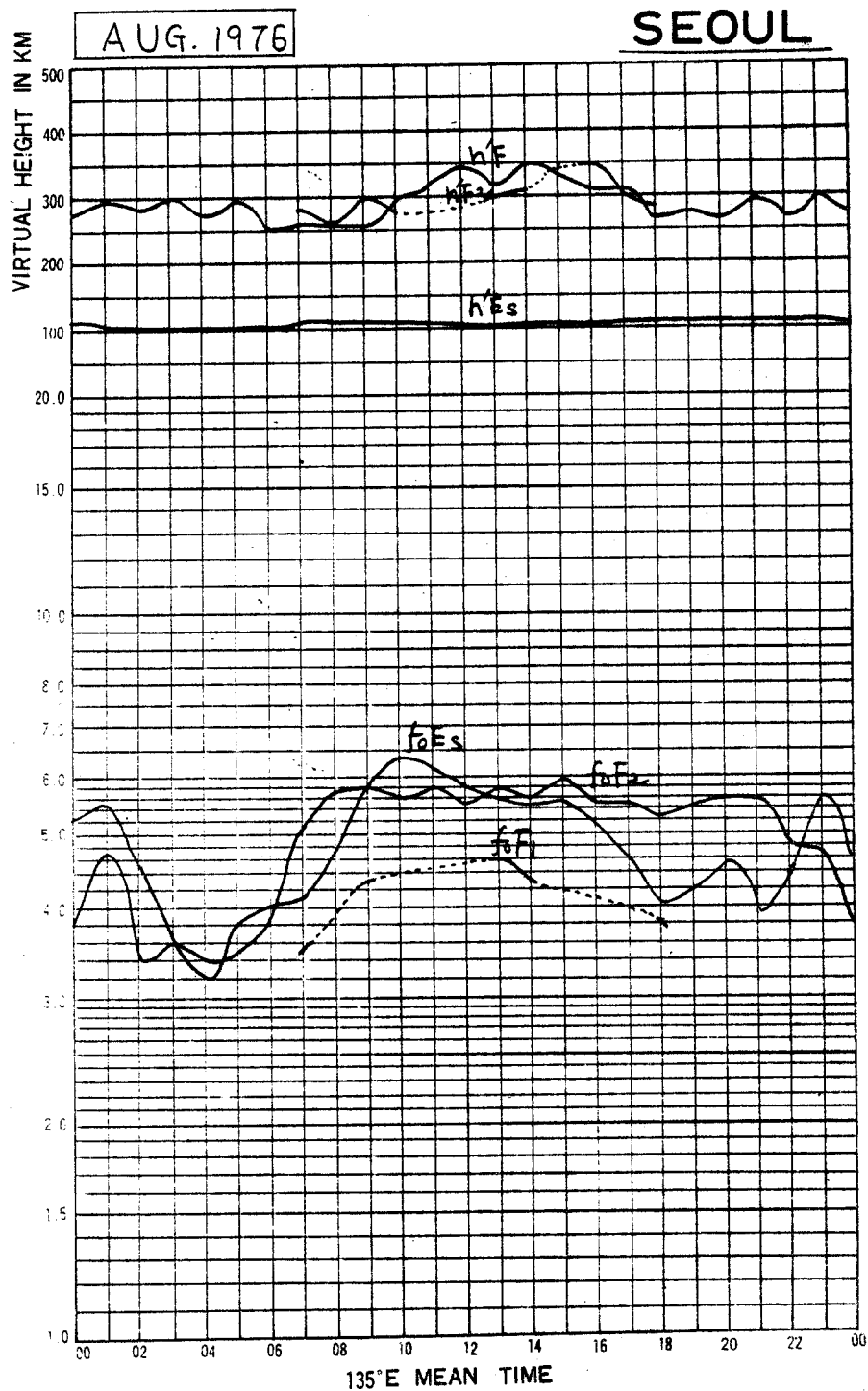
[1976]  
**IONOSPHERIC DATA**  
**MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS**

SEP. 1976

**SEOUL**



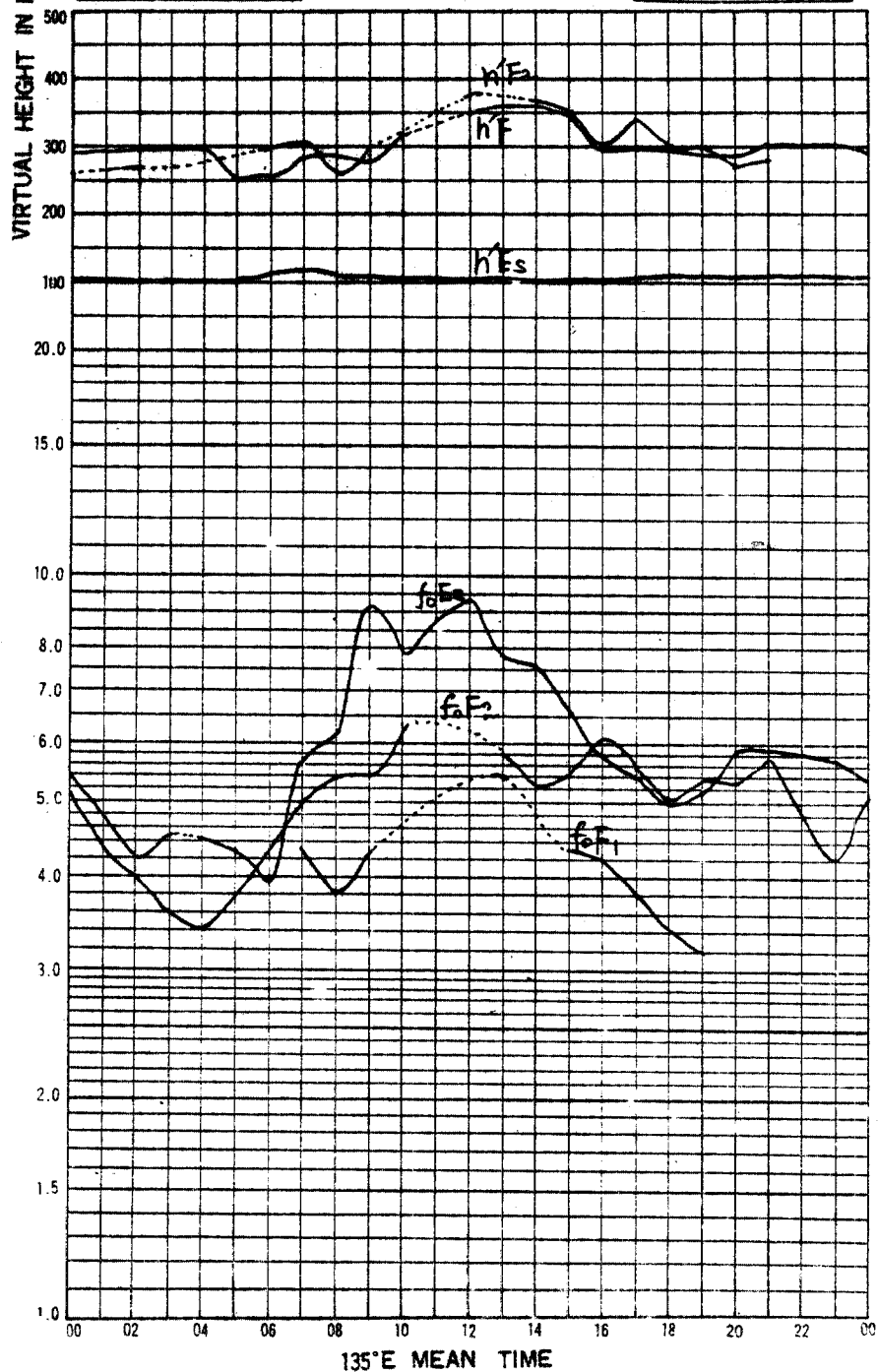
[그림 8]  
 IONOSPHERIC DATA  
 MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



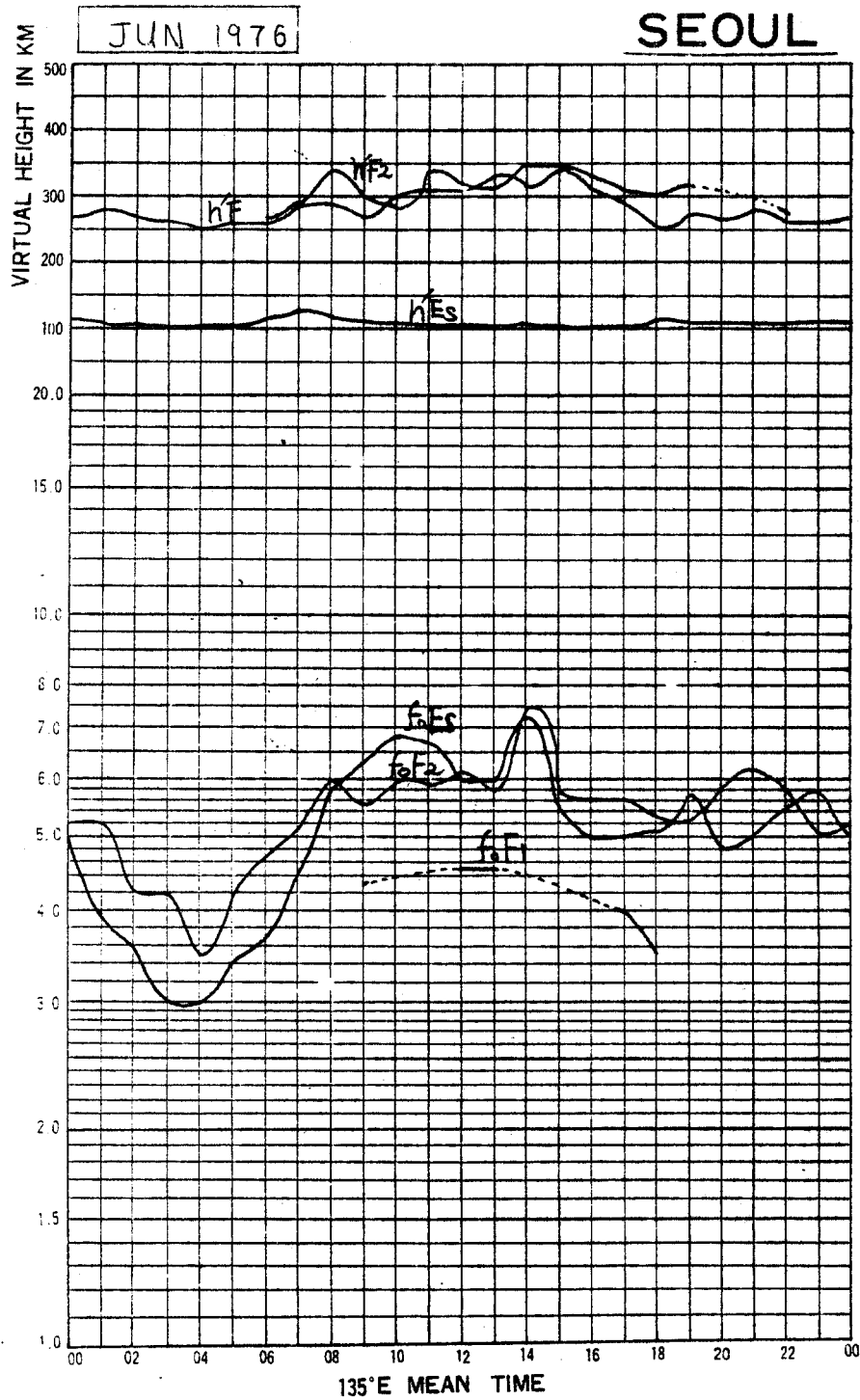
[그림 7]  
**IONOSPHERIC DATA**  
**MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS**

JUL. 1976

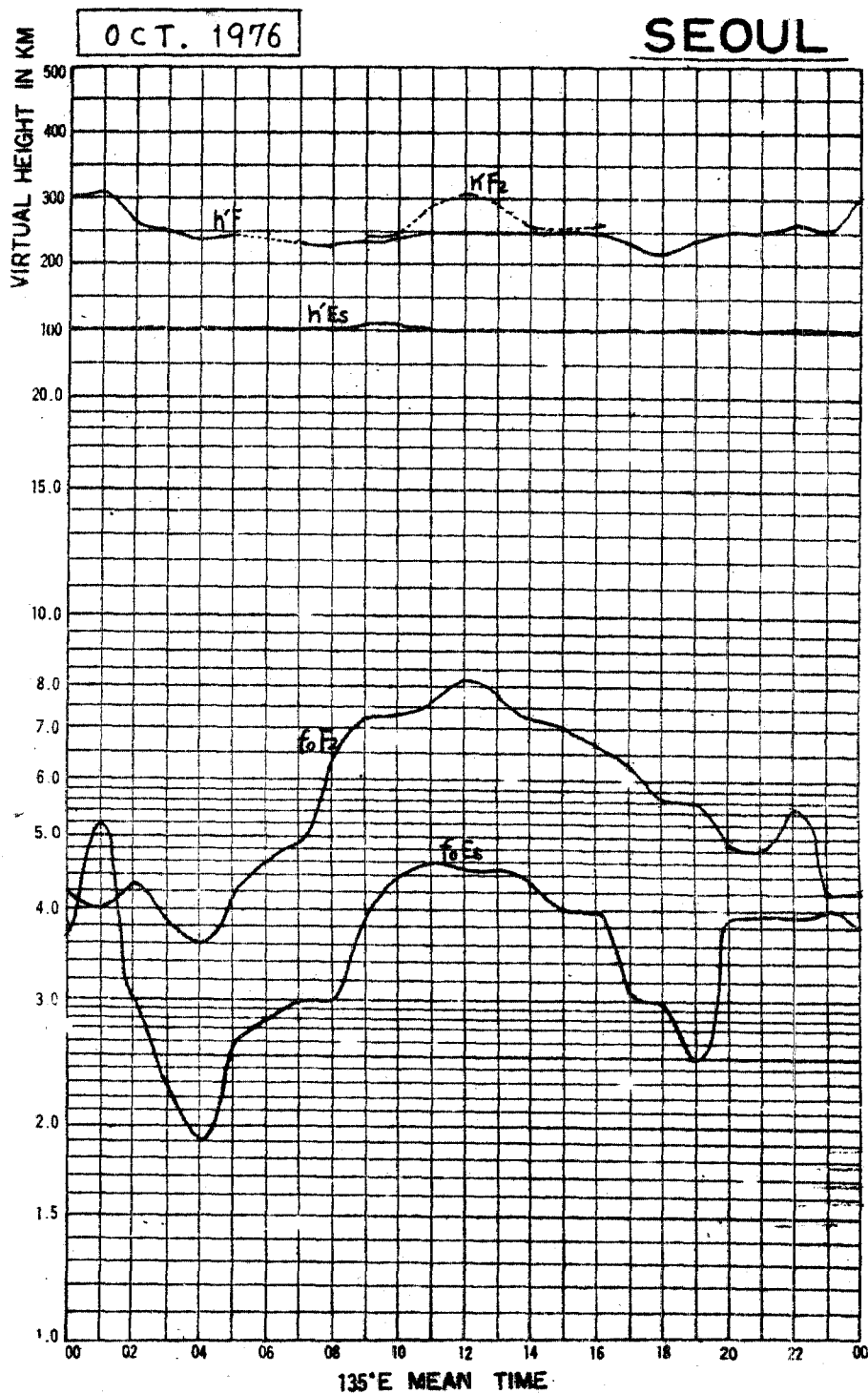
**SEOUL**



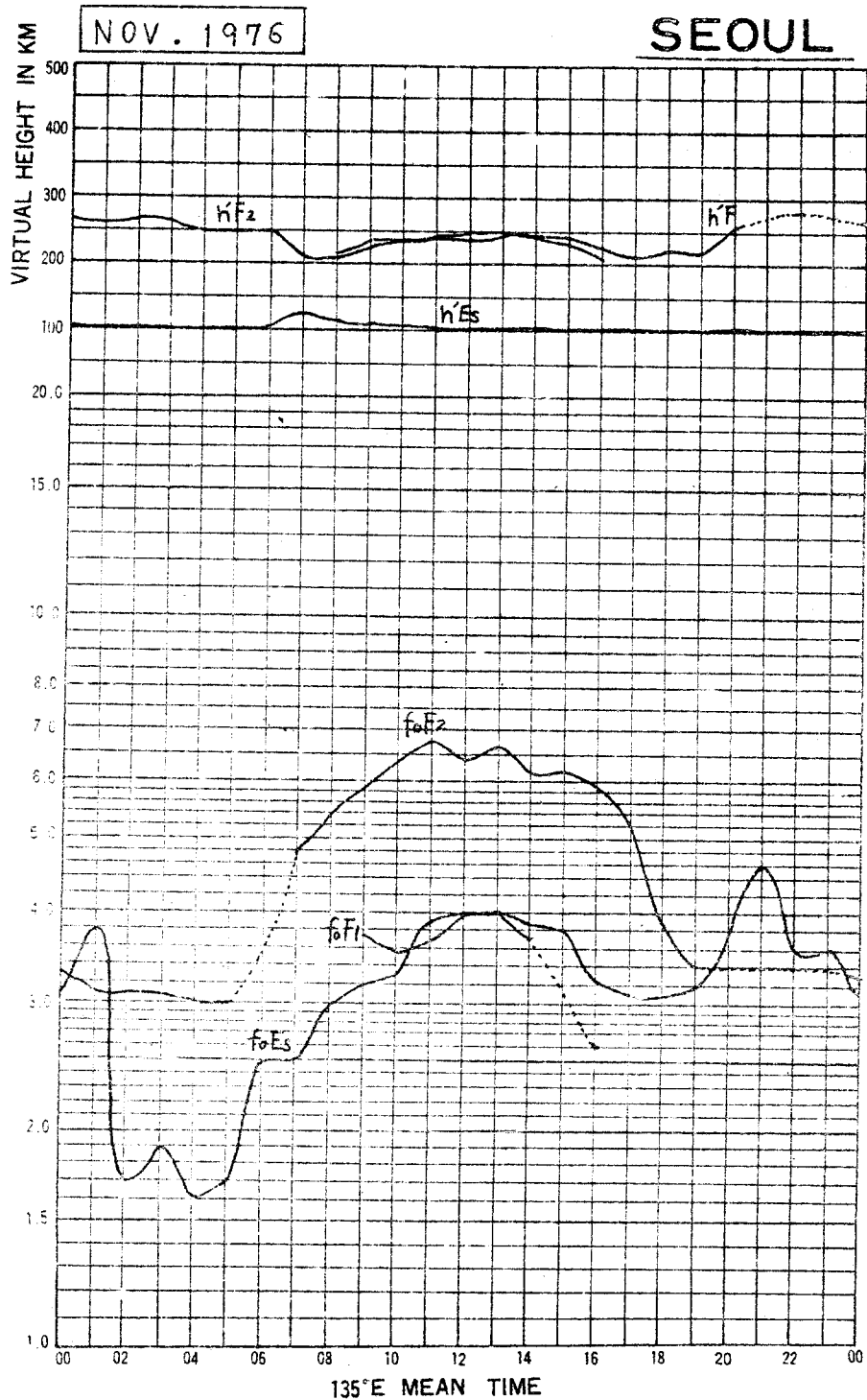
[그림 6]  
IONOSPHERIC DATA  
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



[그림 10]  
IONOSPHERIC DATA  
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



[그림 11]  
 IONOSPHERIC D  
 MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



[그림 12]  
IONOSPHERIC DATA  
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

