461

電　離　層　研　究

1980　年

技　術　係

目　　次

연구관 통신기좌 : 김 신 호

연구원 전송기사보 : 김 종 환

1. 電離層의 一般的인 定義

地球를 둘러싸인 大気中에서 構成하고 있는 分子 또는 原子에서 유리된 電子가 電波 伝播에 영향을 주는 程度의 量이 存在하는 領域으로서 地上 約 50 km ~ 数千 km의 高度에 미치는 範囲를 電離層이라 한다.

電離層은 電子가 急激히 減衰하는 Plasma 粒子 (正常波 臨界 周波数)을 上限으로 하여 磁気圏과 隔離된다.

大気는 太陽에서 輻射된 紫外線이나 X線 等에 의해서 電離되고 電離層속에 D, E, F의 各層이 形成된다.

이들은 太陽活動, 季節, 時刻, 緯度等에 따라서 複雜하게 変化한다.

1) D領域

高度, 約 50 km ~ 90 km에 이르는 領域을 말한다.

電波密度는 昼間에는 太陽 高度와 같이 增加되며 最大 10^9 個/m^3 程度까지 到達하지만 夜間에는 減衰된다.

Solar flare (太陽 불꽃)가 일어나면 자주 이 領域의 電子密度가 異常的으로 增加하여 VLF에서 VHF帶까지 이르는 電波에 영향을 준다.

2) E領域

高度 約 90 km ~ 160 km까지의 領域을 말하며 여기에는 正規 E層과 E_s層 (Sporadic E層)이 形成된다.

번동이 떨어질때에 VHF波을 反射하는 地点도 이 領域内의 現象

이다.

正規 E層의 電子密度는 晝間은 太陽高度에 比例하여 變化되는 約 110 km의 高度에 最大 10^{11} 個/m^3 程度의 [illegible]된 狀態가 완만한 경사로서 觀測되지만, 夜間에는 約 130 km~170 km에 걸쳐서 電子密度가 減少하여 10^8 個/m^3程度까지 低下하는 曲線을 形成한다.

夜間의 E層은 10^9 個/m^3程度의 [illegible]된 形態가 圖과 같이 形成된다.

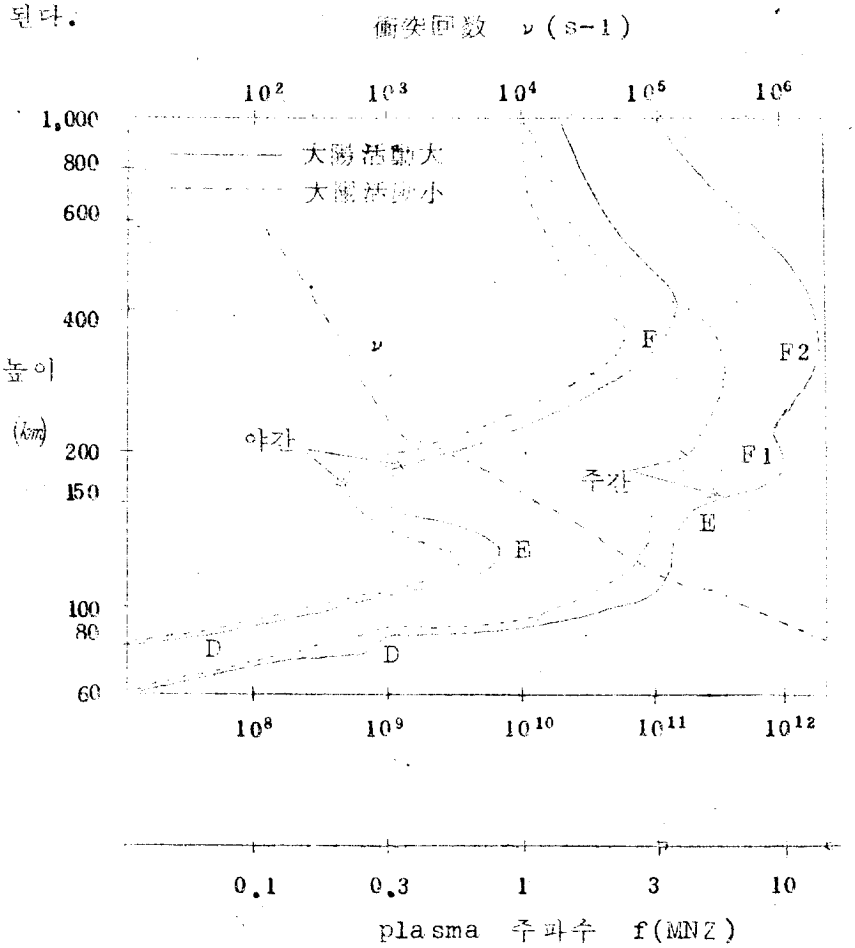


그림 1. 電離層의 電子密度(N)와 衝突回数(ν)의 높이

(그림 1 참조)

E_s層은 100 km ~ 110 km의 高度에 나타나고 ± 1 km 깊이로 가끔 10^{12} 個/m^3 程度의 電子密度까지 到達하며 入射電波의 一部를 透過하고 나머지는 反射한다.

다시 말해서 不透明한 性質을 나타내므로 現在 各國에서 그 発生 原因과 性質을 研究하고 있다.

E_s層은 太陽活動과는 별로 関係는 없지만 中緯度에서는 여름에 活発하게 되고 発生 時刻은 不規則하게 豫測된다.

3) F領域

地上 約 160 km로 부터 위쪽에 넓은 領域을 말하며 普通 約 300 km에서 発生하는 最大値를 限界로서 電子密度는 300 km의 위, 아래 쪽으로 減小한다.

夏節期의 昼間은 約 180 km ~ 200 km의 高度에 発生하는 電子密度를 F_1層이라 부르며 그 以上을 F_2層이라 한다.

이러한 層의 分離가 일어나지 않을때는 普通 F層이라 하며 季節 또는 太陽 活動에 따라 変化가 심하여 一定치 않다.

2. 電離層 観測

1) 観測機 및 諸源

가. 觀測 機器名 : NJZ ~ 502A 電離層 觀測機

나. 觀測 方法 : sweep 式 垂直反射 方法

다. 觀測 周波数 : 400KHZ ~ 15MHZ

라. 觀測時間

① 昼間 : 每時 正刻 1回 觀測

② 夜間 : 每時 正刻과 30分에 觀測 (2回)

마. 年間 觀測 回数 : 13,904 回

2) 年間 觀測 分析 및 比較

가. 電離層의 每日 每日의 時間別 變化 狀態

나. 電離層의 月別 中央値

觀測된 電離層은 判讀 資料되어 먼저 電子 計算 處理된 韓國 電離層 資料 (Ionospheric data in Korea)에 每日, 每時間의 觀測値가 電離層 別로 수록되어 있는데 표 1 - 10에서 보면 어떤 달에 30日을 基準해서 判讀 回数가 20回라 할때 나머지 10回는 判讀되지 않은 狀態이므로 20回 判讀된 狀態에서 1個月分의 中央値로서 나타내고 있으니 參考하시기 바랍니다.

이 data로 부터 月別 中央値와 変化 曲線을 作図한 것이 표 1-10 및 그림 2 - 10 (日本 AKITA의 F層의 높이 및 F_0 F_2 만을 우리나라와 比較하여 나타내고 있다.

이것은 우리나라 安養과 비슷한 緯度에 있으므로 電離層의 높이를 比較하기 위한 그림이다.

JAN,

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	4.9	5.1	4.7	4.4	4.0	4.0		6.8	7.3
	판독횟수	1	5	3	8	23	5		2	22
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									L
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치								EB 4.0	EB 4.0
	판독횟수								2	22
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 3.5	ES 3.5	ES 2.9	ES 2.6	ES 2.3	ES 3.5		4.0	4.0
	판독횟수	1	5	3	8	23	5		2	23
최 저 주 파 수 (MHZ)	중 앙 치	ES 3.5	ES 3.5	ES 2.9	ES 2.4	ES 2.3	ES 3.5		4.0	4.0
	판독횟수	1	5	3	8	23	5		2	22
F 층 높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									
F 층 높이 (km)	중 앙 치	320	350	300	320	320	330		270	250
	판독횟수	1	5	3	8	23	5		2	22
ES 층 높이 (km)	중 앙 치				110		110			
	판독횟수				1		1			

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
9.8	11.5	12.1	11.8	11.7	11.5	11.0	10.8	9.6	8.8	8.6	7.8	5.4		
28	27	29	30	30	31	729	28	30	30	22	16	1		
L	L	L	(L 8.0		(L 7.5	(L 7.0	L	L		L				
			1		1	1								
EB 4.7	EB 5.0	EB 5.5	EB 5.7	EB 5.6	EB 5.8	EB 5.2	EB 5.0	EB 4.3						
28	27	29	30	30	29	27	28	30						
4.8	5.0	5.5	5.7	5.6	5.7	5.2	5.0	4.2	ES 3.8	ES 3.6	ES 3.4	ES 3.7		
28	27	29	30	30	31	29	28	30	30	22	16	1		
4.7	5.0	5.5	5.7	5.6	5.7	5.2	5.0	4.2	ES 3.8	ES 3.6	ES 3.4	ES 3.7		
28	27	29	30	30	31	29	28	30	30	22	16	1		
			340		370	300								
			1		1	1								
245	250	260	252	252	260	265	250	250	252	252	250	300		
28	27	29	30	30	31	29	28	30	30	22	16	1		
					115	112								
					2	2								

안양 (위도 37.23N , 경도 126.57E)

FEB,

주파수및 높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	6.0	5.4	5.8	5.6	5.1	5.2	5.3		9.7
	판독횟수	3	5	5	19	26	6	1		19
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									EB 4.5
	판독횟수									19
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 4.3	ES 3.9	ES 3.7	ES 2.8	ES 2.4	ES 2.6	ES 3.3		4.5
	판독횟수	3	5	5	19	26	6	1		19
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	4.3	3.9	3.7	2.8	2.4	2.6	3.3		4.5
	판독횟수	3	5	5	19	26	6	1		19
F_2층 높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									
F 층 높이 (km)	중 앙 치	370	330	338	310	300	290	300		250
	판독횟수	3	5	6	19	25	6	1		20
ES 층높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11.4	12.4	13.2	13.4	13.3	12.4	12.2	11.9	11.6	10.8	9.6	8.8	8.5	7.8	7.1
25	22	22	24	25	25	26	25	28	26	24	15	7	4	1
L	L	L	L	L	L	L	L 8.0							
							1							
EB 5.2	EB 5.2	EB 5.7	EB 5.8	EB 5.9	EB 5.8	EB 5.6	EB 4.7	EB 4.3						
25	22	22	24	25	25	26	24	28						
5.2	5.2	5.7	5.8	5.9	5.8	5.6	5.2	4.2	ES 4.0	ES 4.2	ES 4.1	ES 3.9	ES 3.2	ES 4.1
25	22	22	24	25	25	26	25	28	26	24	15	7	4	1
5.2	5.2	5.7	5.8	5.9	5.8	5.6	4.7	4.2	4.0	4.2	4.1	3.9	3.2	4.1
25	22	22	24	25	25	26	25	28	26	24	15	7	4	1
							340							
							1							
242	240	240	260	260	260	260	255	250	250	260	270	275	290	310
24	22	22	25	25	25	26	25	28	26	24	15	7	4	1
							100							
							2							

안양 (위도 37.23N , 경도 126.57 E)

MAR .

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	7.8	7.3	7.2	6.9	6.7	6.4	6.6	8.6	9.7
	판독횟수	11	15	12	23	25	10	4	9	23
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치								EB 3.9	EB 4.3
	판독횟수								10	23
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 3.5	ES 3.5	ES 3.4	ES 2.8	ES 2.2	ES 2.4	ES 3.0	3.8	4.3
	판독횟수	11	15	12	23	25	10	3	10	23
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 3.5	ES 3.5	ES 3.4	ES 2.8	ES 2.2	ES 2.4	ES 3.0	3.8	4.3
	판독횟수	11	15	12	23	25	10	3	10	23
E층 높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									
F 층 높이 (km)	중 앙 치	300	310	300	290	270	278	295	260	240
	판독횟수	11	15	12	23	25	10	4	9	23
ES 층높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
11.2	12.4	12.8	13.2	13.5	13.2	12.9	12.3	12.0	11.5	10.4	9.6	9.0	8.4	8.7
24	26	26	26	27	27	27	26	26	26	26	21	22	15	11
	L	L	L	L	L	L	L							
EB 5.0	EB 5.5	EB 5.7	EB 5.8	EB 5.7	EB 6.2	EB 5.4	EB 5.0	EB 4.7	EB 4.1					
24	26	26	26	27	27	26	26	26	24					
5.0	5.4	5.7	5.8	5.7	6.2	5.4	5.0	4.6	4.2	ES 4.0	ES 4.1	ES 4.0	ES 4.1	ES 4.4
24	26	26	26	27	27	27	26	26	26	26	21	22	15	11
5.0	5.4	5.7	5.8	5.7	6.2	5.4	5.0	4.6	4.2	ES 4.0	ES 4.1	ES 4.0	ES 4.1	ES 4.4
24	26	26	26	27	27	27	26	26	26	26	21	22	15	11
	310	290	350	345	300	305	305							
	1	2	5	4	2	2	2							
250	250	260	270	275	290	270	260	260	250	260	260	285	300	310
24	26	26	26	27	27	27	26	26	26	26	21	22	15	11
		110				110			120	110	110	120		
		1				1			2	3	1	1		

안양 (위도 37.23 N, 경도 126.57 E)

APR. .

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	10.1	9.8	8.9	8.6	8.0	8.1	9.2	10.2	11.4
	판독횟수	25	25	24	25	24	9	12	20	21
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치						8.0		L	
	판독횟수						1			
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치						EB 4.0	EB 5.0	EB 5.7	EB 6.0
	판독횟수						12	20	21	29
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 4.0	ES 4.0	ES 4.4	ES 3.3	ES 2.3	4.0	4.0	5.0	5.7
	판독횟수	25	25	24	25	24	9	12	20	21
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	4.0	4.0	4.4	3.3	2.3	4.0	4.0	5.0	5.7
	판독횟수	25	25	24	25	24	9	12	20	21
F_2층 높이 (km)	중 앙 치						400		300	
	판독횟수						1		1	
F층 높이 (km)	중 앙 치	320	310	320	300	275	300	270	250	260
	판독횟수	25	25	24	25	24	9	12	20	21
ES 층높이 (km)	중 앙 치			110	110	110				
	판독횟수			1	1	1				

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12.0	12.3	12.7	13.2	13.3	13.3	13.0	12.5	12.3	11.9	11.6	10.8	10.0	10.1	10.2
29	29	30	29	29	30	29	26	30	28	29	28	25	25	22
		L	L	L	L	L	L		L					
EB 6.3	EB 6.5	EB 7.0	EB 6.4	EB 6.6	EB 6.7	EB 6.1	EB 5.8	EB 5.1	EB 5.0					
29	29	29	25	29	28	29	29	26	26					
6.0	6.3	6.6	7.0	6.4	6.6	6.7	6.1	5.8	5.1	ES 5.0	ES 4.2	ES 5.1	ES 5.2	ES 5.8
29	29	30	29	26	30	28	29	30	29	28	28	25	25	22
6.0	6.3	6.5	7.0	6.4	6.6	6.7	6.1	5.8	5.1	5.0	4.3	5.0	5.2	5.6
29	29	30	29	26	30	28	29	30	29	28	28	25	25	22
		325	310	350	350	335	340		320					
		2	1	5	1	2	1		2					
270	270	300	330	315	315	320	330	310	290	280	280	330	340	340
29	29	30	29	29	26	30	28	29	30	28	28	25	25	22
		110		110	115			105		112	112	110		
		1		1	1			1		4	4	2		

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

MAY.

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	9.6	9.3	9.1	8.8	8.3	8.2	8.9	9.4	9.8
	판독횟수	17	23	22	26	28	22	23	20	20
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치						EB 4.0	EB 5.0	EB 5.6	EB 6.3
	판독횟수						21	23	20	18
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 5.0	ES 5.3	ES 5.1	ES 3.9	ES 2.5	4.0	5.0	5.7	6.3
	판독횟수	18	23	23	26	28	22	23	21	20
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	4.4	5.3	4.2	3.2	2.4	4.0	5.0	5.4	6.2
	판독횟수	18	23	23	26	28	21	23	21	20
E층 높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									
F층 높이 (km)	중 앙 치	350	350	355	310	300	320	280	270	300
	판독횟수	17	23	22	26	28	22	23	20	20
ES 층높이 (km)	중 앙 치	110	110	110	110	105			125	118
	판독횟수	3	2	4	3	5			1	2

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.2	10.4	10.7	11.1	11.5	11.4	11.4	11.0	10.6	10.1	10.0	9.7	9.4	9.5	9.6
21	22	24	26	24	27	27	27	25	28	26	23	19	17	14
	L	L	L	L 6.5	L	L	L	L						
				1										
EB 6.5	EB 6.8	EB 7.2	EB 7.2	EB 7.3	EB 7.0	EB 7.0	EB 6.5	EB 6.0	EB 5.3	EB 5.6				
18	20	22	21	18	21	23	22	17	19	16				
6.4	6.8	7.2	7.2	7.2	7.0	7.0	6.5	6.0	5.3	5.6	ES 5.5	ES 5.5	ES 5.2	ES 5.5
21	22	24	25	24	27	27	27	28	30	29	26	21	18	14
6.3	6.7	7.1	7.1	7.0	6.8	6.8	6.4	6.0	5.0	5.0	4.6	4.3	4.0	4.6
21	22	24	25	24	27	27	27	28	30	29	26	21	18	14
	400	385	410	345	380	365	370							
	1	2	1	2	1	2	1							
320	350	365	375	370	400	360	350	340	320	315	310	340	360	355
21	22	24	26	24	27	27	27	25	28	26	23	19	17	14
120	112	110	110	110	110	110	110	110	110	115	110	120	110	110
3	2	2	4	6	6	4	5	11	11	13	9	9	6	4

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

JUNE.

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	9.2	9.0	8.8	8.3	7.8	8.2	8.6	9.1	9.3
	판독횟수	18	20	22	24	25	16	18	17	13
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치						EB 3.8	EB 4.1	EB 5.2	EB 6.0
	판독횟수						13	13	13	8
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 5.8	ES 4.8	ES 4.1	ES 4.0	ES 3.3	4.0	4.6	5.4	6.4
	판독횟수	19	22	23	25	25	17	18	18	15
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	3.5	3.4	3.2	2.5	2.3	3.6	4.0	5.2	4.7
	판독횟수	ES 19	ES 22	ES 23	ES 25	ES 25	17	18	18	15
F_2층 높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									
F 층 높이 (km)	중 앙 치	355	315	310	300	300	300	280	300	310
	판독횟수	18	20	22	24	25	16	18	17	13
ES 층높이 (km)	중 앙 치	110	110	110	110	110	110	120	115	115
	판독횟수	11	10	11	12	15	4	5	5	7

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
9.0	9.1	9.6	9.8	10.0	9.8	9.8	9.6	9.2	9.3	9.0	8.6	9.0	9.1	9.0
13	14	15	18	13	15	20	21	23	19	20	14	11	11	16
EB 6.1	EB 6.0	EB 7.0	EB 6.8	EB 6.4	EB 6.8	EB 6.2	EB 6.1	EB 5.9	EB 5.9	EB 5.0				
8	9	13	12	11	12	14	13	15	11	12				
8.0	6.7	7.2	7.3	7.0	7.0	6.4	6.2	6.4	6.4	5.1	ES 5.8	ES 5.4	ES 5.6	ES 5.2
20	21	20	21	19	18	21	25	26	20	22	18	15	14	18
5.4	5.5	6.6	6.2	6.3	6.6	6.0	5.1	5.6	5.2	4.2	ES 3.1	ES 3.1	ES 4.5	ES 3.8
20	21	20	21	19	18	21	25	26	20	22	ES 18	ES 15	ES 14	ES 18
330	370	400	395	380	380	375	350	350	330	330	325	340	370	360
13	14	15	18	13	15	20	21	23	19	20	14	11	11	16
110	110	110	110	110	110	110	112	120	115	110	110	115	110	110
12	12	7	9	8	6	7	12	11	9	10	13	10	7	8

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

JULY.

주파수및 높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	9.1	9.1	8.8	8.3	7.5	7.7	8.4	9.1	9.3
	판독횟수	17	20	16	22	19	17	12	15	13
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치					6.0		7.2		
	판독횟수					1		1		
F 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치						EB 3.6	EB 5.0	EB 5.8	EB 6.0
	판독횟수						16	11	13	13
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 5.2	ES 5.2	ES 4.0	ES 3.0	ES 2.8	3.6	5.0	5.3	6.1
	판독횟수	20	21	19	22	20	17	13	15	15
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 3.6	ES 3.6	ES 3.0	ES 2.5	ES 2.2	3.6	4.5	5.2	6.0
	판독횟수	20	21	19	22	20	17	13	15	15
F_2층 높이 (km)	중 앙 치					350		340		
	판독횟수					1		1		
F 층 높이 (km)	중 앙 치	360	345	320	300	290	300	300	300	290
	판독횟수	15	20	16	22	19	17	12	15	13
ES 층 높이 (km)	중 앙 치	110	110	110	110	100	115	115	118	115
	판독횟수	7	9	7	7	5	1	2	2	3

네 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
9.0	9.0	9.0	9.2	9.8	9.3	9.1	9.2	9.4	9.2	9.0	8.9	8.8	8.9	9.0
16	18	18	18	16	18	13	20	20	19	16	17	15	10	11
7.4	7.5	6.6				5.6								
3	1	1				1								
EB 6.3	EB 6.2	EB 6.4	EB 6.4	EB 6.5	EB 6.2	EB 6.3	EB 6.4	EB 6.3	EB 6.2	EB 5.6				
8	8	13	6	12	12	10	13	12	12	9				
7.5	7.4	7.2	7.2	7.0	6.8	6.6	6.6	6.4	6.5	6.0	ES 5.3	ES 5.4	ES 5.4	ES 5.0
20	22	25	21	20	22	18	21	22	21	21	19	18	12	14
5.0	5.2	6.3	5.4	6.2	6.0	6.2	6.0	5.0	4.6	3.8	ES 3.5	ES 3.2	ES 3.2	ES 3.0
20	22	25	21	20	22	18	21	22	21	21	19	18	13	15
440	360	450				360								
4	1	1				1								
325	370	405	400	385	380	380	350	350	340	315	300	340	345	350
16	18	18	18	16	18	13	20	20	19	16	17	15	10	11
115	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
12	14	12	15	8	10	8	8	10	9	12	9	11	5	8

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

AUG.

주파수및 높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	8.0	8.0	8.0	7.2	7.1	6.8	7.7	8.8	9.2
	판독횟수	17	16	19	22	20	18	14	20	16
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치						EB 3.0	EB 3.7	EB 5.0	EB 5.4
	판독횟수						16	13	17	15
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 5.1	ES 3.9	ES 4.4	ES 3.6	ES 3.0	3.0	3.8	5.0	5.8
	판독횟수	22	20	20	23	20	19	15	20	18
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 3.0	ES 3.0	ES 3.0	ES 2.3	ES 2.3	2.9	3.7	5.0	5.2
	판독횟수	22	20	20	23	20	19	15	20	18
E층 높이 (km)	중 앙 치		350		420					330
	판독횟수		1		1					1
F층 높이 (km)	중 앙 치	340	310	320	300	270	280	290	260	260
	판독횟수	17	16	19	22	20	18	14	20	16
ES 층높이 (km)	중 앙 치	110	105	110	108	110	110	110	120	110
	판독횟수	13	9	6	10	7	3	2	3	3

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
8.7	8.8	8.6	9.0	9.4	9.7	9.8	9.8	9.5	9.0	9.1	9.2	8.6	8.5	8.5
15	18	21	18	18	18	22	21	22	23	18	18	17	15	13
EB 5.7	EB 6.2	EB 6.3	EB 6.4	EB 6.4	EB 6.5	EB 6.1	EB 6.1	EB 5.5	EB 5.0	EB 4.9				
11	8	12	13	9	12	13	18	15	14	13				
6.3	6.7	6.3	6.5	6.8	6.4	6.2	5.7	5.0	5.0	5.0	ES 4.8	ES 5.0	ES 4.6	ES 4.6
19	19	22	21	18	21	22	23	23	23	19	20	18	16	16
5.6	5.2	5.8	6.2	6.1	6.1	6.0	6.0	5.0	4.4	4.2	ES 3.5	ES 3.0	ES 4.0	ES 3.0
19	19	22	21	18	21	22	23	23	23	19	20	18	16	16
		360	370				350		300					
		5	1				1		1					
310	315	330	350	350	345	340	310	300	300	295	280	300	300	310
15	18	21	18	18	18	22	21	22	23	18	18	17	15	13
110	110	108	108	110	105	110	105	110	110	112	110	110	110	110
8	11	10	8	9	9	9	5	8	9	6	7	7	3	8

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

전 리 층

SEP.

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	7.8	7.8	7.3	6.8	6.7	6.4	6.7	9.1	10.6
	판독횟수	19	20	19	24	23	15	15	19	16
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치							EB 3.0	EB 4.8	EB 5.1
	판독횟수							15	19	16
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 2.9	ES 3.0	ES 2.8	ES 2.3	ES 2.2	ES 2.9	3.0	4.8	5.1
	판독횟수	19	20	19	24	23	15	15	19	16
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 2.9	SS 3.0	ES 2.8	ES 2.3	ES 2.2	ES 2.9	3.0	4.8	5.0
	판독횟수	19	20	19	24	23	15	15	19	16
F_2 층 높이 (km)	중 앙 치						350			
	판독횟수						1			
F 층 높이 (km)	중 앙 치	310	315	300	290	280	300	280	250	250
	판독횟수	19	20	19	24	23	15	15	19	16
ES 층높이 (km)	중 앙 치		105		100					
	판독횟수		2		1					

베 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.4	10.7	10.7	10.8	11.2	11.3	10.8	10.7	11.0	11.0	10.4	8.8	8.2	8.1	7.3
22	25	24	26	23	26	25	26	25	25	24	23	20	13	5
EB 5.7	EB 5.9	EB 6.3	EB 6.4	EB 6.5	EB 6.4	EB 6.1	EB 5.8	EB 5.0	EB 4.9					
22	24	24	26	23	25	24	26	25	20					
5.8	5.9	6.3	6.4	6.5	6.4	6.1	5.8	5.0	4.9	ES 3.8	ES 3.2	ES 3.1	ES 3.0	ES 3.0
22	25	24	26	23	26	25	26	25	25	24	23	21	13	5
5.7	5.8	6.3	6.4	6.5	6.4	6.0	5.8	5.0	4.4	ES 3.4	ES 3.0	ES 3.0	ES 2.9	ES 3.0
22	25	24	26	23	26	25	26	25	25	24	23	21	13	5
300	285	320	310	310	300	310	300	295						
1	2	2	1	1	1	2	1	2						
255	260	280	300	300	300	300	290	270	270	260	250	265	310	320
22	25	24	26	23	26	25	26	25	25	24	23	21	13	5
		115			110	115			110	115	110	110	108	
		1			1	1			5	3	5	3	2	

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

OCT.

주파수및높이 \ 시간		00	01	02	03	04	05	06	07	08
F_2 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	7.3	7.3	7.2	6.7	6.2	5.9	6.0	8.4	11.3
	판독횟수	22	17	19	27	28	15	7	24	20
F_1 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치									
	판독횟수									
E 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치							EB 3.0	EB 4.0	EB 5.2
	판독횟수							7	24	19
ES 층임계 주파수 (MHZ)	중 앙 치	ES 2.9	ES 3.0	ES 3.0	ES 3.4	ES 2.2	ES 3.0	3.0	4.0	5.1
	판독횟수	22	17	19	27	28	15	7	24	20
최저주파수 (MHZ)	중 앙 치	2.8	3.0	3.0	2.3	2.2	3.0	3.0	4.0	5.2
	판독횟수	22	17	19	27	28	15	7	24	20
E_2층 높이 (km)	중 앙 치									
	판독횟수									
F층 높이 (km)	중 앙 치	300	310	300	290	280	310	280	250	240
	판독횟수	22	17	19	27	28	15	7	24	20
ES 층높이 (km)	중 앙 치	105	110		105	112				120
	판독횟수	1	1		2	2				1

데 이 타

한국표준시간

09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12.6	12.9	13.6	13.7	13.6	13.4	13.3	12.7	12.4	11.7	10.3	9.0	8.5	8.4	7.8
26	27	28	27	26	26	27	28	28	29	29	25	27	18	14
EB 6.0	EB 6.0	EB 6.3	EB 6.2	EB 6.1	EB 6.1	EB 5.7	EB 5.2	EB 4.5						
26	26	27	24	24	26	27	28	28						
6.0	6.0	6.3	6.2	6.2	6.1	5.7	5.2	4.5	ES 4.3	ES 3.2	ES 4.1	ES 3.3	ES 0.3	ES 3.2
26	27	28	27	26	26	27	28	28	29	29	25	27	18	14
6.0	6.0	6.2	6.1	6.0	6.1	5.7	5.2	4.5	4.0	3.0	3.5	3.3	3.0	3.2
26	27	28	27	26	26	27	28	28	29	29	25	27	18	14
250	300		295	315	310	300								
1	1		2	8	5	1								
250	250	260	260	260	270	260	260	260	250	250	270	270	280	300
26	27	28	27	26	26	27	28	28	29	29	25	27	18	14
	115	110	110	110					118	110	110	110	105	
	1	1	3	2					6	4	3	1	1	

안양 (위도 37.23 N , 경도 126.57 E)

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

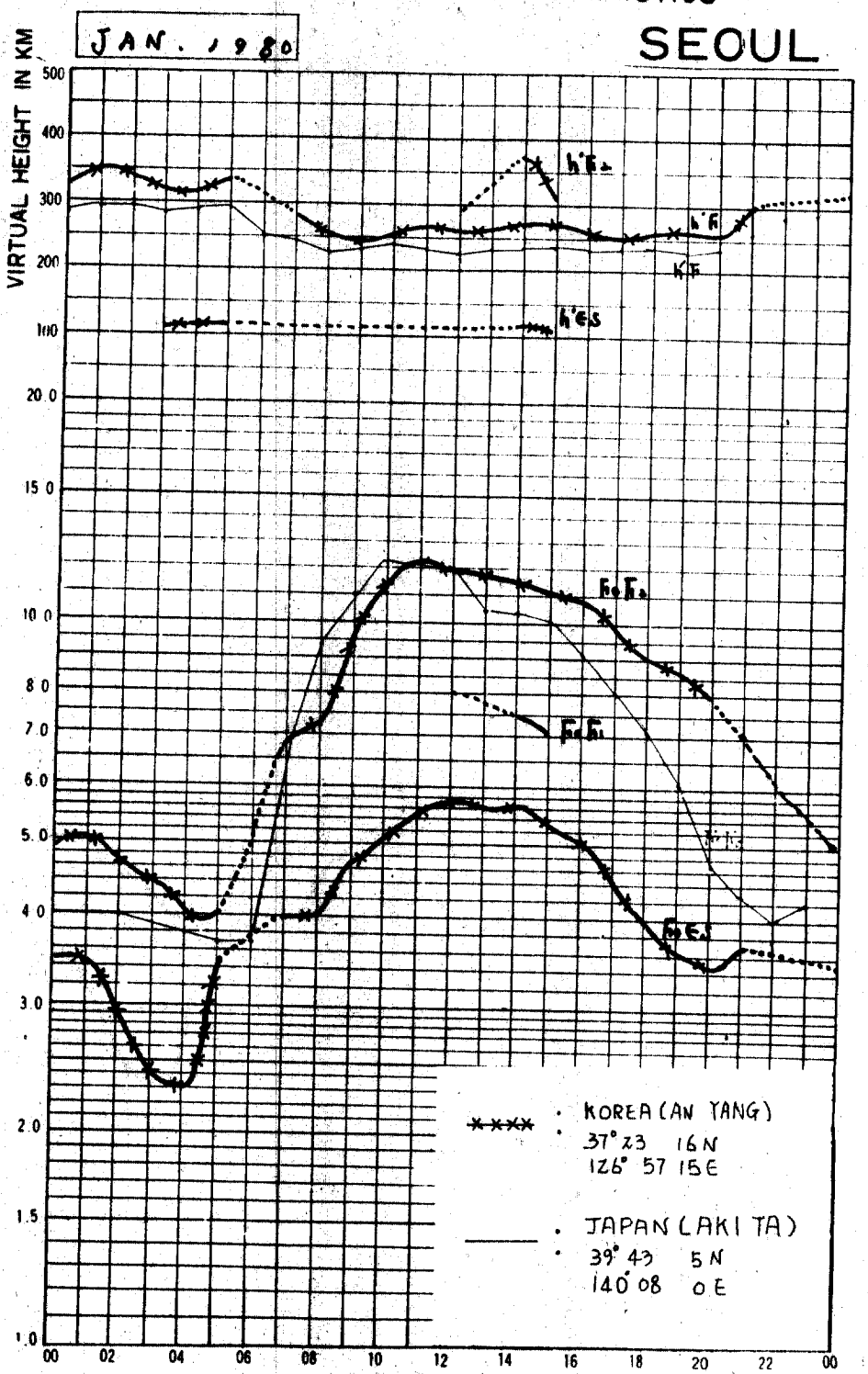


그림 2-1 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

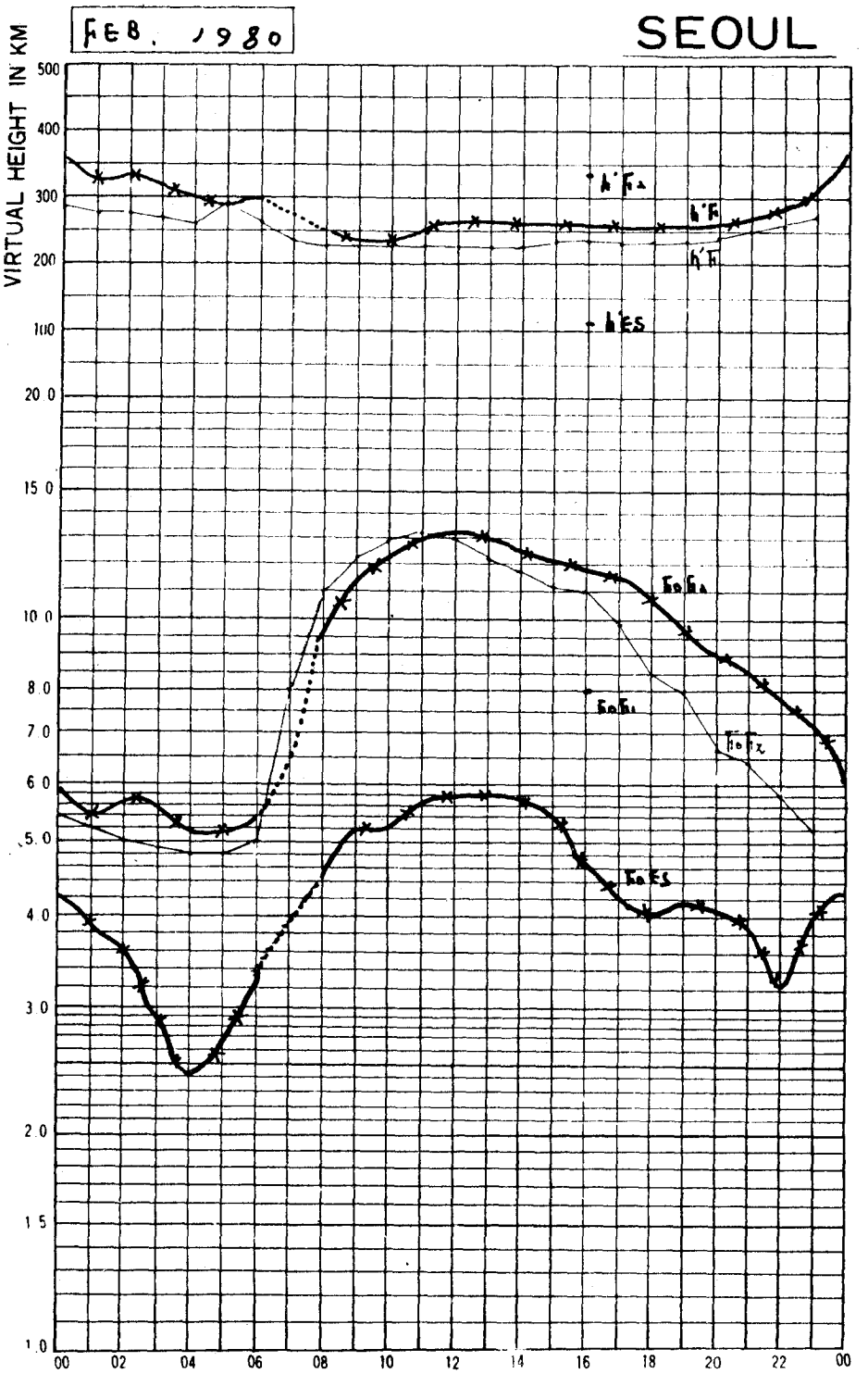


그림 2-2 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

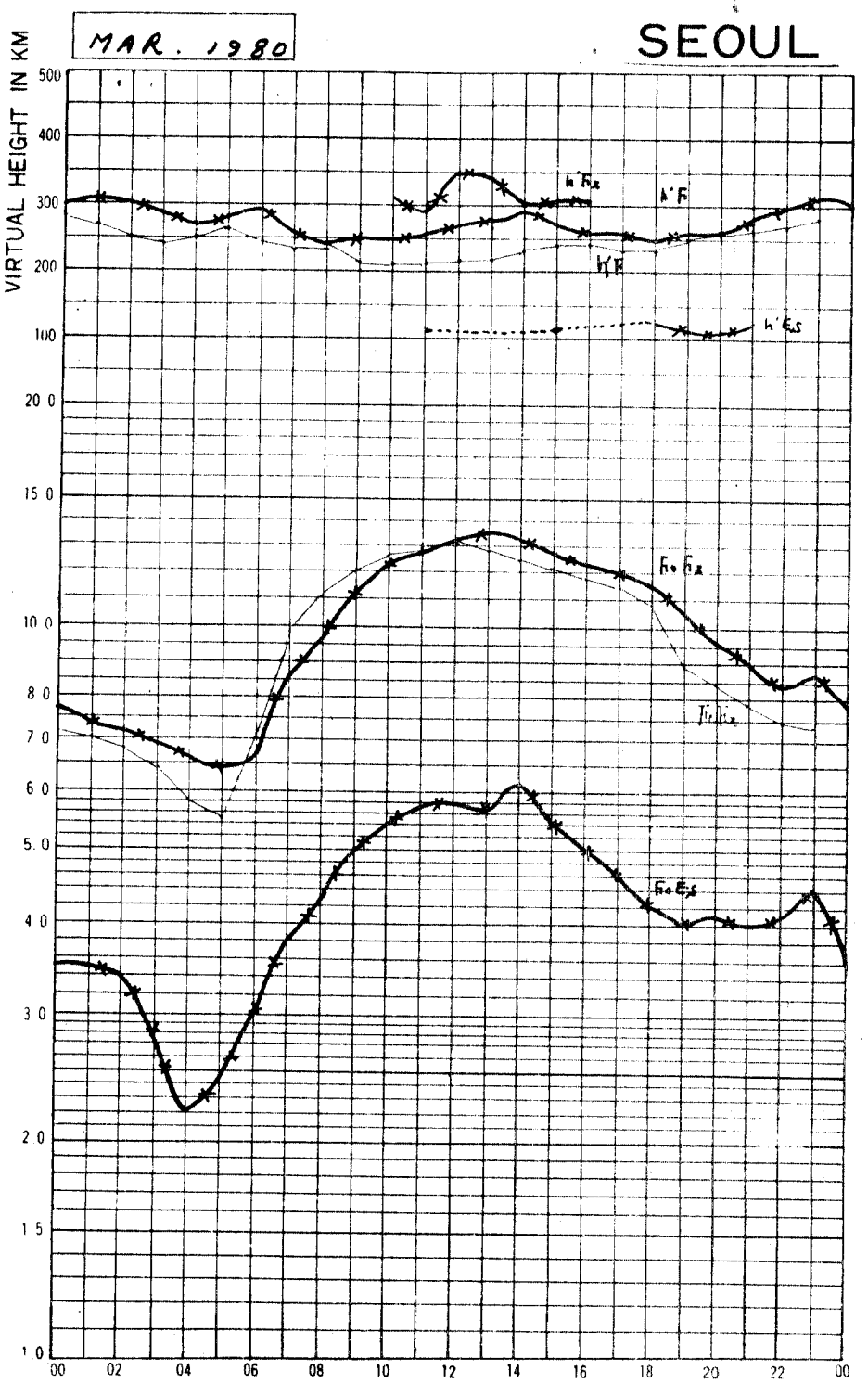


그림 2-3 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

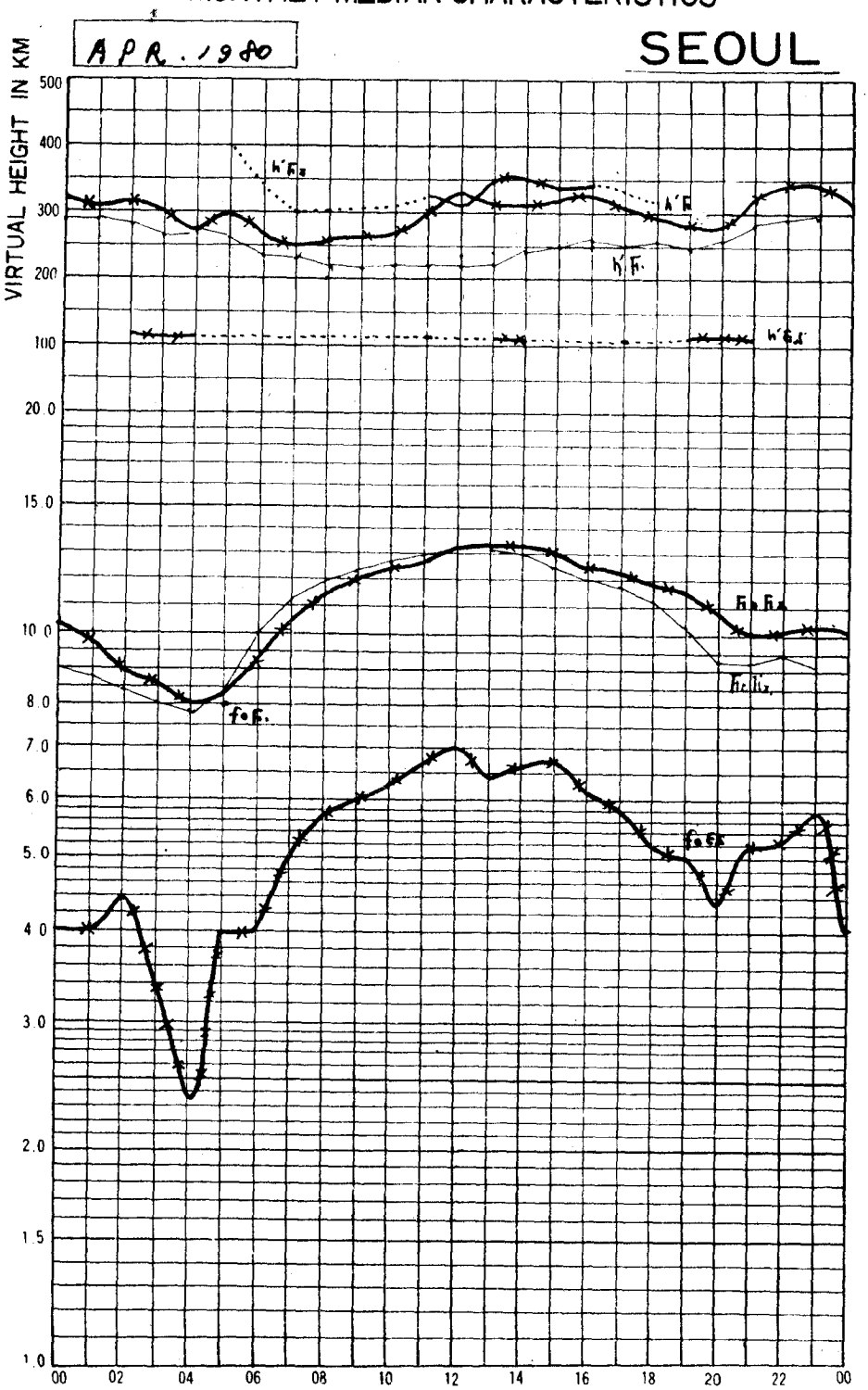


그림 2-4 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

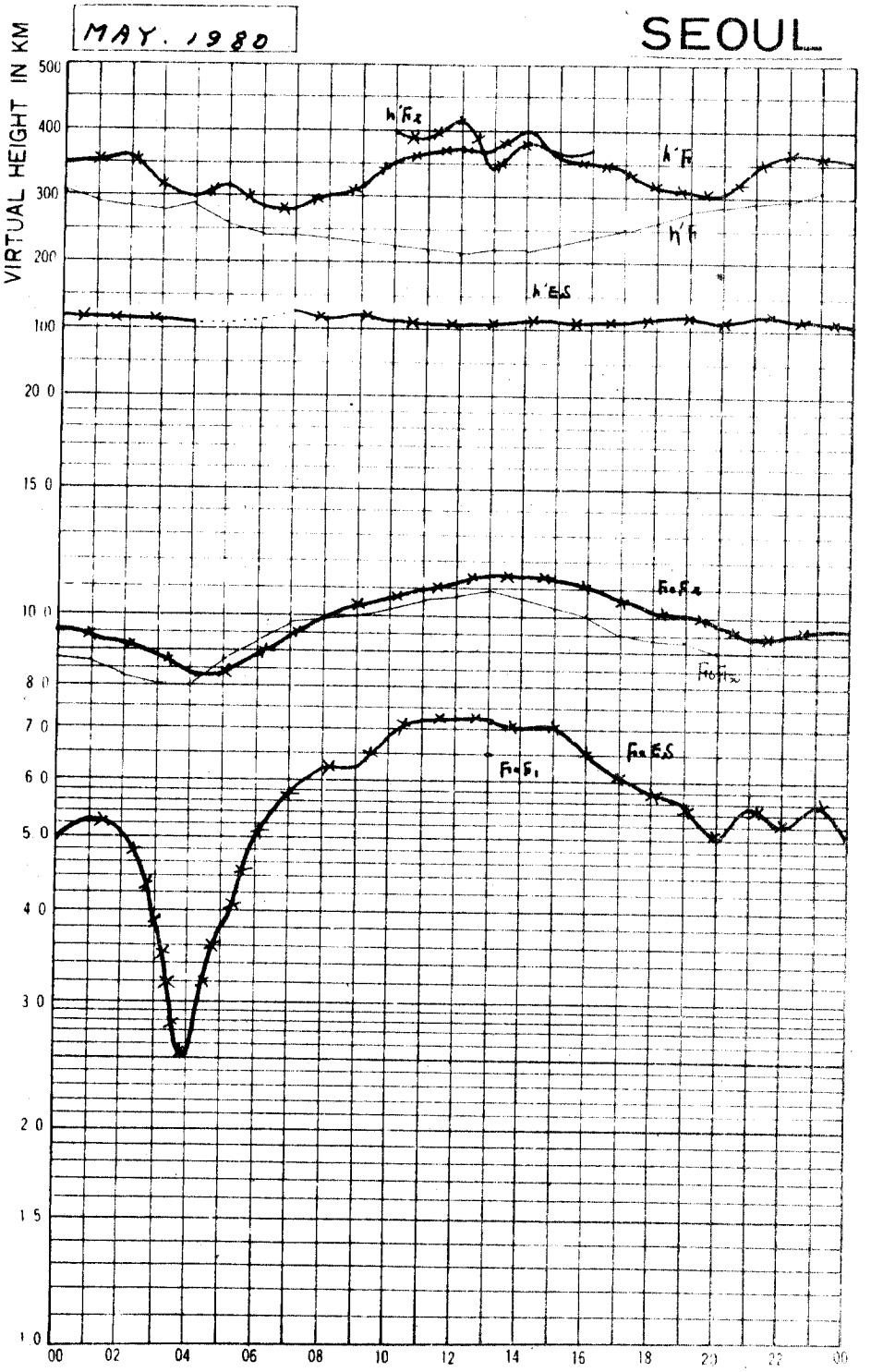


그림 2 - 5 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

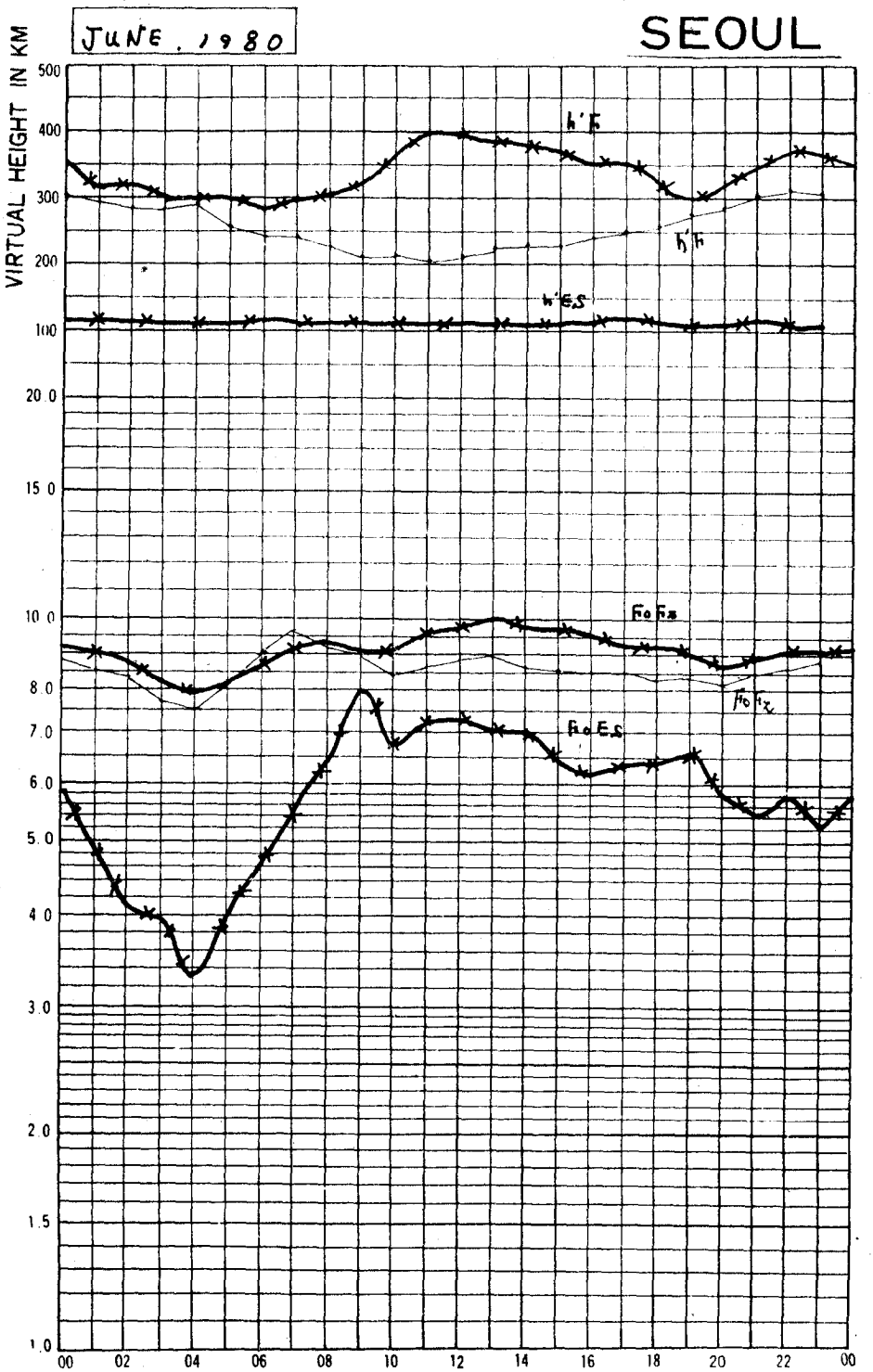


그림 2 - 6 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

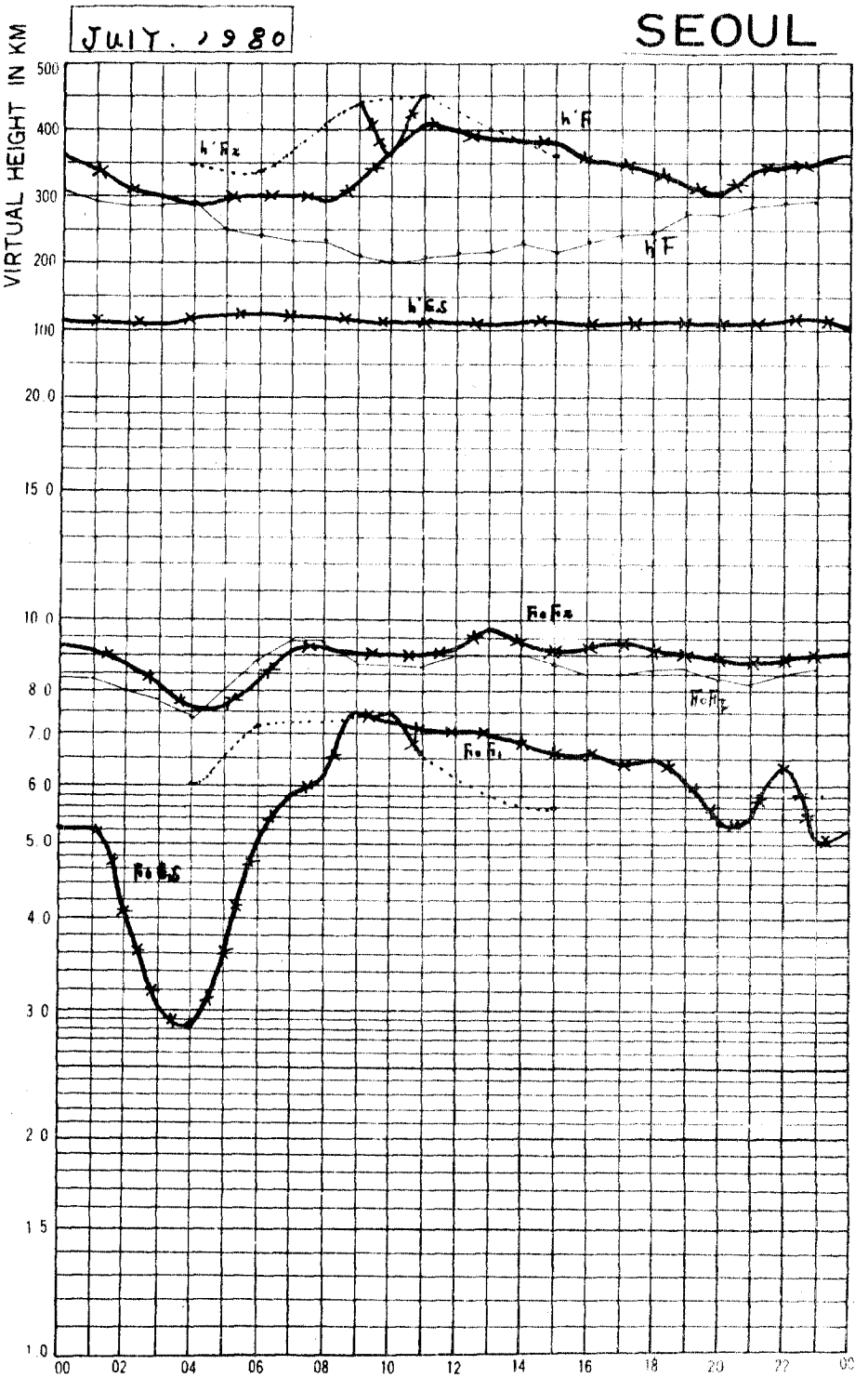


그림 2 - 7 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

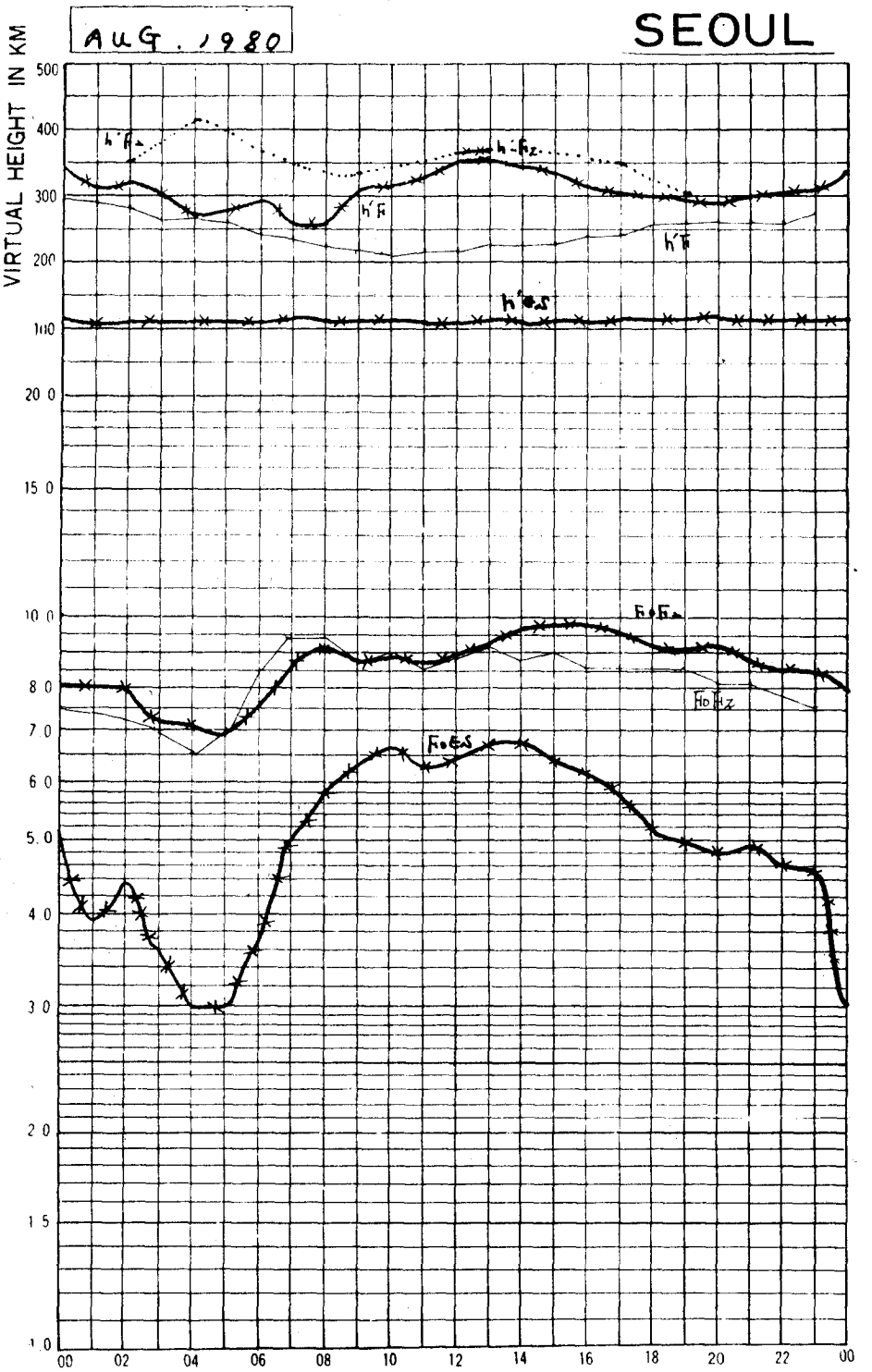


그림 2-8

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

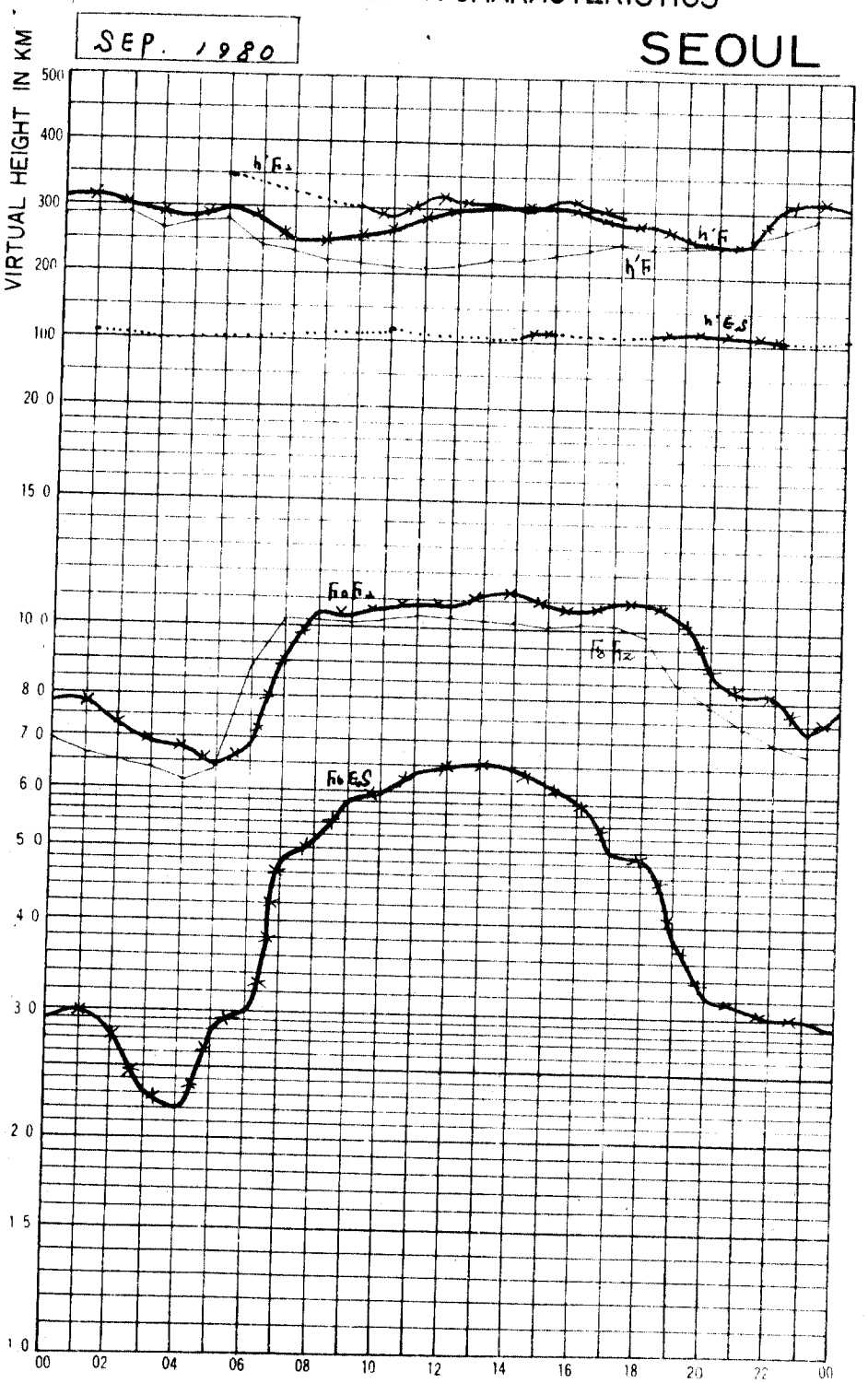


그림 2-9 135°E MEAN TIME

IONOSPHERIC DATA
MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

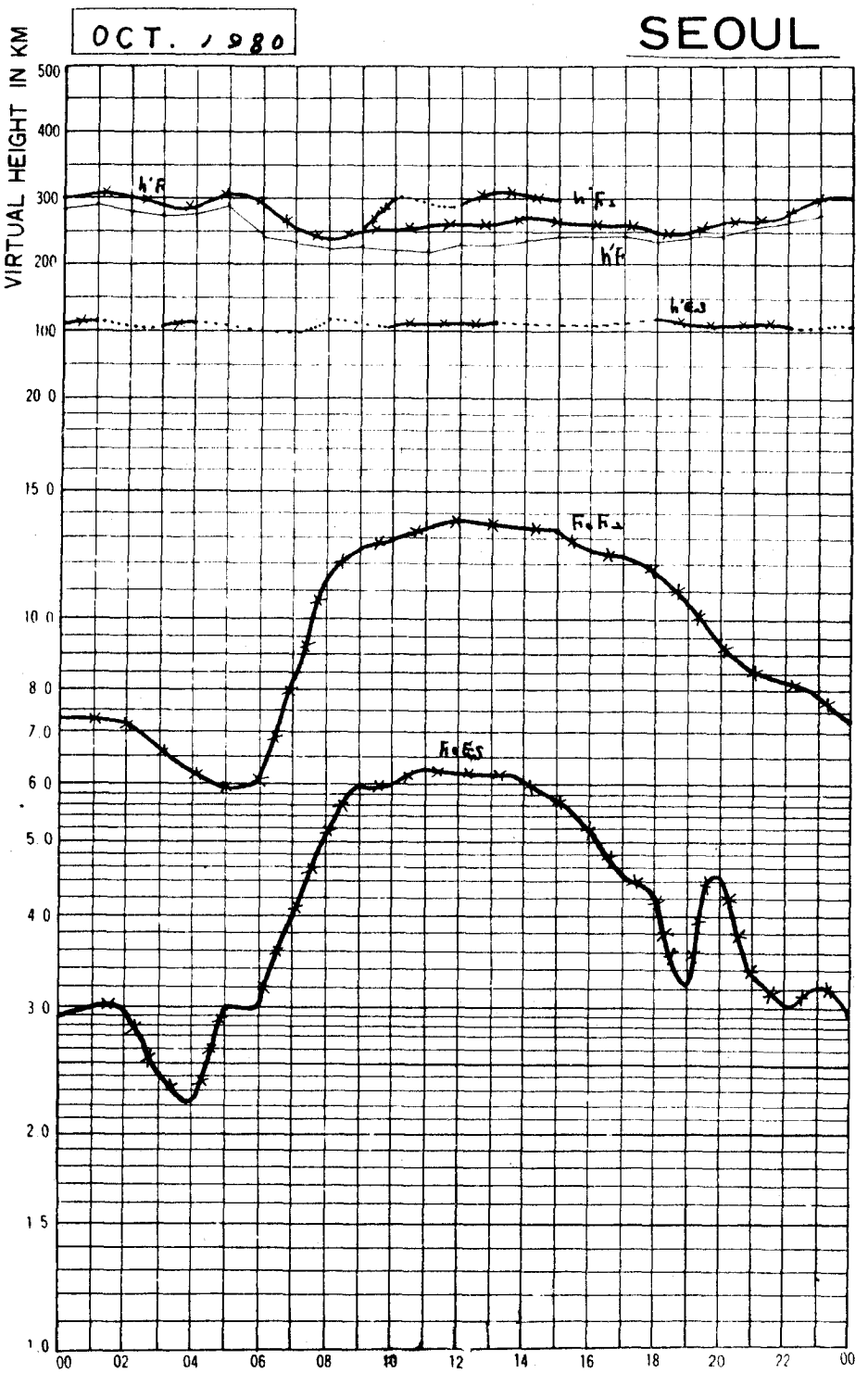


그림 2-10 135°E MEAN TIME

다. F層 높이 및 臨界·周波数

① F層의 높이 ($H'F$)

F層이라 함은 地上 160 km 以上의 上空에 存在하는 電離層으로서 夜間에는 하나의 F層이 存在하며 昼間에는 F層이 2個로 分離되어 上層의 F層을 F_2 層, 下層의 F層을 F_1 層이라고 부르고 있다.

F_1, F_2 層으로 分離하여 存在하는 時間은 昼間의 時間이 긴 夏節期에 長時間 나타나며 夜間의 時間이 긴 冬節期에는 短時間 나타나고 있다.

80 年度 1年間 F層의 높이는 220 km ~ 470 km 사이에 存在 하였으며 가장 높았던 時期는 7月의 11:00 로서 470 km 였으며 가장 낮았던 時期는 1月의 09:00 로서 220 km 였다.

1月의 月平均 높이는 約278 km 였고 7月의 月平均 높이는 339 km 였으며 昼夜別로 比較하여 보면 夏節期의 昼夜間에 変化値는 最下 250 km ~ 最高 470 km 까지 約 220 km 의 높이가 変化했던 반면에 冬節期에는 昼夜間의 높이 変化는 最下 250 km ~ 370 km 을 変하여 120 km 程度의 높이의 変化가 있었으며 夏節期보다 冬節期가 電離層이 安定 되었다고 볼 수 있다.

② F_2 層의 臨界 周波数 (F_0F_2)

80年度 年間 F_0F_2 의 変化 範囲를 보면 最高 15.3 MHZ 에서 最低 2.0 MHZ 였다.

가장 높았던 때는 10 月과 8月이었으며 가장 낮은때는 2月,

3月이었다.

冬節期에는 昼夜間 変化는 昼間에 最高 14.8 MHZ 에서 最低 2.0 MHZ 로 約 12.8 MHZ 나 変化하고 夏節期에는 昼間에 最高 10.0 MHZ 에서 夜間의 最低 6.2 MHZ 까지 3.8 MHZ 로 変하였다.

F_2 層의 臨界 周波数도 昼夜 및 季節別로 変化하고 있지만 年中, 봄, 가을철의 昼間의 臨界 周波数가 여름이나 겨울철의 昼間 臨界 周波数보다 높다는 것을 알 수 있으며 79 年度 観測된 臨界 周波数보다 높게 나타났고 今年이 太陽 活動의 最高의 極大期로서 黒点数의 영향을 받고 있음을 알수 있다.

③ F_1 層의 臨界 周波数(f_oF_1);

F_1 層의 臨界 周波数(f_oF_1)은 같은 時間에 잘 観測되지 않아 우리나라에서는 観測한 資料로는 正確한 DATA 를 作成하기 困難하며 여름철의 昼間에만 다소 観測됨을 알수 있으며 観測된 DATA 도 限定 記号와 説明 記号가 붙어 더욱 正確性은 희박해 진다.

今年度 観測된 資料에 의하면 f_oF_1은 昼間에만 観測되므로 8月의 11:00 에 3.3 M에서 1月의 12:00 에 8MHZ 로 나타났다. 이와같이 8月에 가장 낮고 1月에 가장 높았던 事実은 今年度의 太陽 黒点数에 따른 것이라 볼수 있다.

日本 観測所 및 各国에서 発送해 온 DATA 를 보더라도 観測回数가 적을 뿐 아니라 f_oF_1 은 잘 観測되고 있지 않음을 알수 있다.

3. 太陽 活動과 電離層과의 關係

電離層 狀態는 太陽의 活動度에 의해서 支配되고 있으며 그 영향을 주는 2가지가 있는데

하나는 평온한 平均的 狀態이고 또 하나는 突発的인 變化에 대한 것이다.

前者의 關係를 잘 利用하면 電波豫報는 可能하게 되고 後者에 나타나는 징후를 놓치지 아니하면 電波警報도 可能하게 된다.

電波豫報가 可能하기 위해서는 太陽의 活動度와 電離層과의 關係를 알아야 함은 물론 太陽의 活動度가 年, 月에 따라 어떻게 變化하느냐를 잘 알아 두어야 할 것이며 평온時의 電離層 狀態가 太陽 活動度에 의해서 變하는 것을 볼 때, 太陽 活動의 最盛期에는 衰退期에 비해서 f_oE, f_oF_1 은 約 1.3 倍, f_oF_2 는 約 2 倍이다.

또 總合 吸収定數는 相対 黒点数 R = 0 인 때를 基準으로 해서 그 (1 + 0.005) R倍가 된다.

太陽 活動度에 寄与하는 것은 개개의 黒点 뿐만 아니라, 이들이 이루는 몇개의 구름에 重要性이 있는 것으로 보아 다음과 같이 数値 R을 Wolf 氏가 提案했다.

$$R = K (10 g + f)$$

여기서 R : Wolf 의 相対 黒点数, g : 太陽面上에 観測되는 独立된 太陽 黒点 구름수

f : 単独 또는 黑点 구룹에 包含되어서 나타나는 黑点数 (觀則可能한 黑点数)

K : 望遠鏡 및 觀測者에 의해서 정해지는 常数 (通常 K = 1)

觀則된 그날 그날의 값을 基準에 의해 每日 R가 計算되며 또한 月平均 觀測値로서 (그림 3) 슈우리히에서 発表되고 있으며 이것은 12 箇月의 移動 平均値인데,

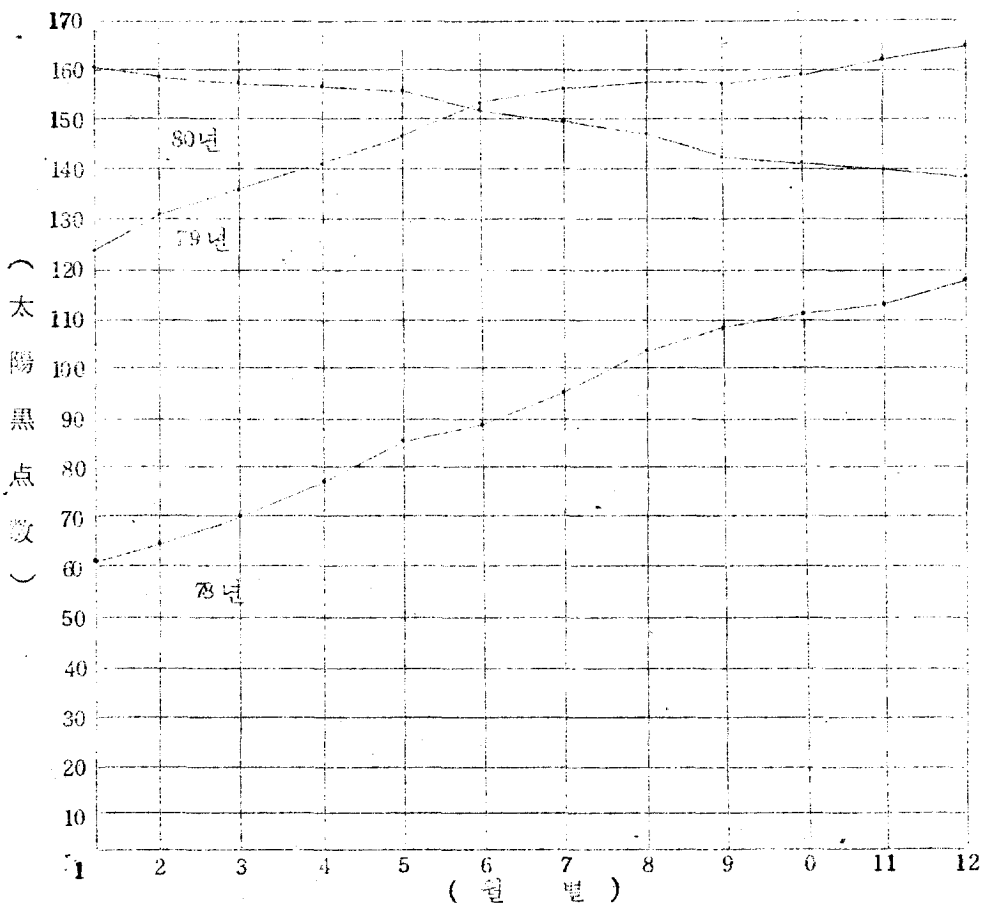


그림 3 太陽黑点数의 月平均 測定曲線

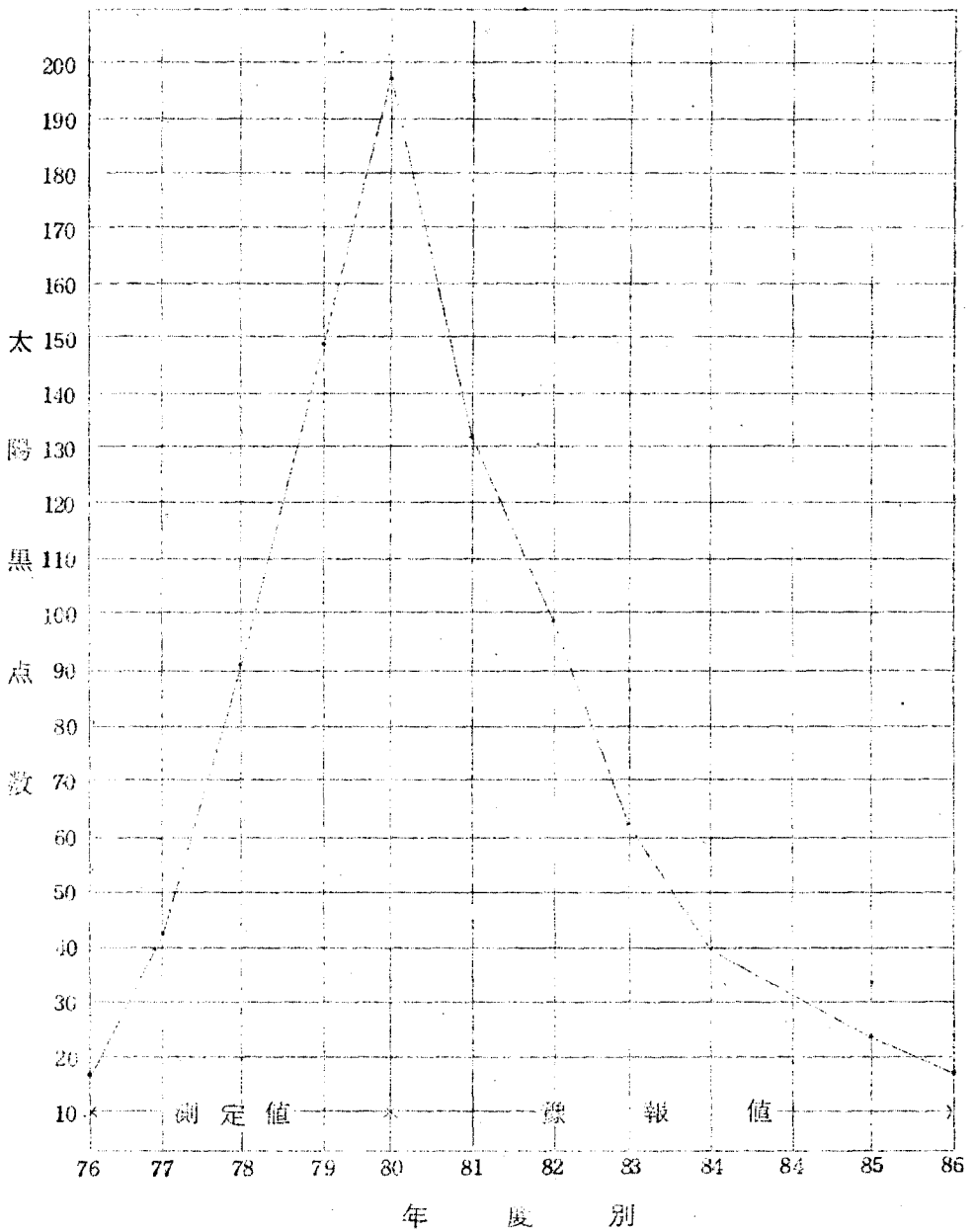


그림 4　　太陽黑点数의 測定値와 豫報値

이 그림 4는 1976年～1986年사이의 wolf의 相対 黒点数이다.

相対 黒点数가 클수록 太陽의 活動 状況이 活発하다는 것을 의미한다.

太陽의 活動 状活이 電離層에 미치는 영향(電波 伝播에 미치는 영향)은 黒点数가 많은 해 일수록 平均해서 電離層의 電子密度는 크고 臨界 周波数가 높아지며 또한 電離層에 있어서 吸収 定数가 커지게 된다.

太陽 表面의 黒点은 一定한 個所에 発生하고 있으며 太陽은 平均 27日을 周期로 自転하고 있으므로 太陽 黒点이 電離層에 미치는 영향도 約 27日의 周期가 있다.

또 太陽 黒点은 約23年을 周期로 해서 最盛期에서 다음 最衰期까지의 期間은 約11年이므로,

太陽 黒点数가 電離層의 영향에 年変化가 있는 것이다.

実際로 通信(主로 短波 通信)에 重要한 것은 11年을 周期로 하는 年変化이다.

4. 外国 資料와의 比較

発離層의 定常 観測은 国際 電離層 観測網, 国際 磁氣圏 観測 計劃의 일환으로 当所에서도 실시하고 있으며 이들의 観測 結果는 IONOSPHERIC DATA 로 月刊 配布되어 国内外의 関係 機関에서 利用되고 있으며 太陽 黒点数에 따른 3個 地点의 f_0F_2 및 $H'F_2$ 에 대한 AUSTRALIAN 명의 南極 MAWSON 과 SWEDEN 의 KIRUNA 와 韓国의 data 를 太陽 黒点数 別로 資料를 分析한 그림 5 - 1 에서 8 까지 나타냈다.

이 3個 地点은 우리나라에서 入手할 수 있는 data 로서 最南端과 最北端에 位置한 地点의 차이를 比較한 것이다.
그림 5 - 1 ～ 5 - 8 까지 참조)

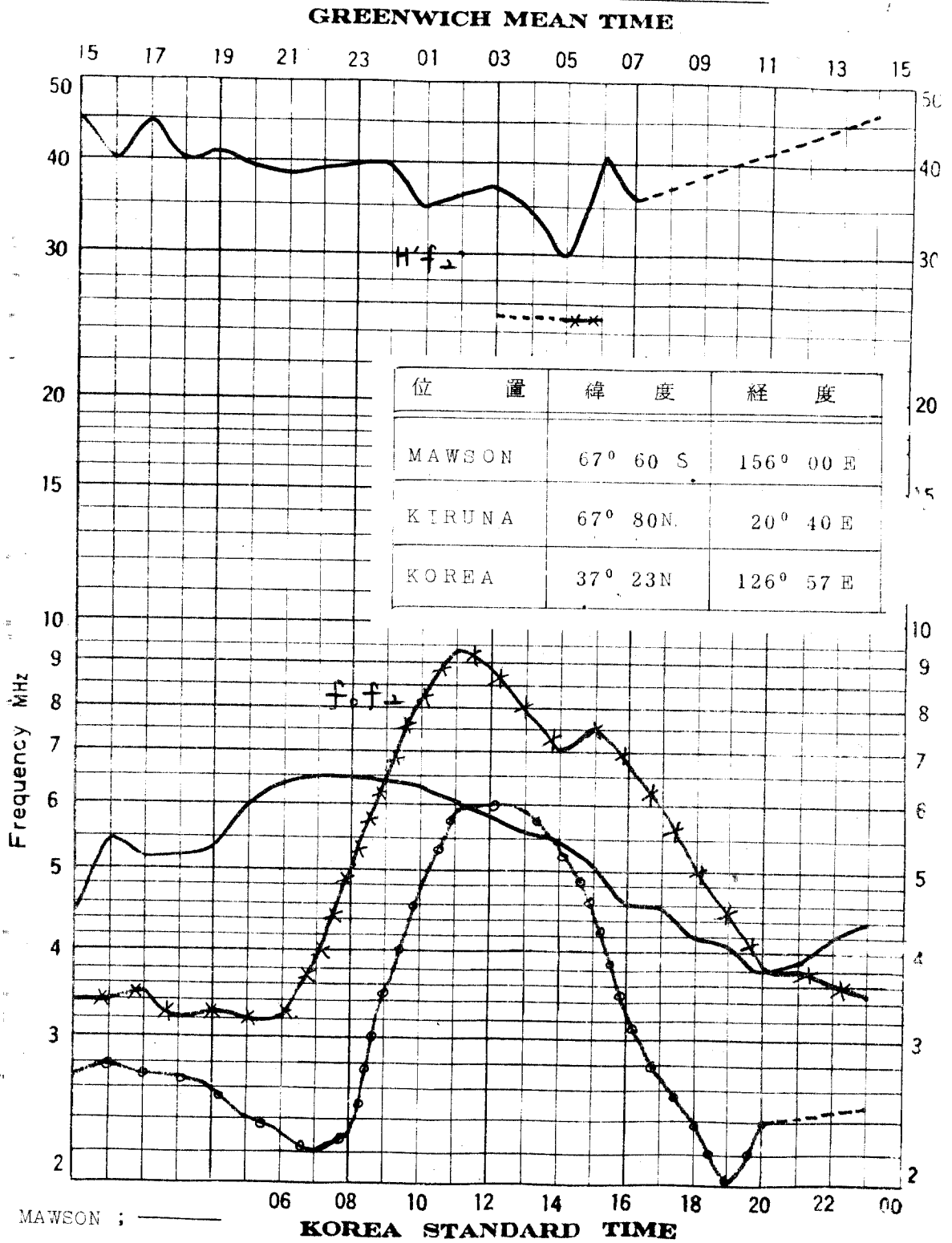
5. 結 論

1966 年이 電離層 観測을 始作한 이래 電離層 研究는 그 기틀을 다져 1971 年度 부터 国内, 外로 그 活動이 알려지고 그동안 資料 수집 및 交換 活動이 活発하여 電離層 研究를 포함한 太陽 地球 物理学 分野의 data 를 世界 여러나라로 부터 입수 되었으며 1974 年度 부터 電離層을 観測하여 우리나라 上空의 電離層 変動 状態를 判読 整理한 data 를 綜合的으로 分析하고 1年間의

電波 伝播 状態를 기록하여 短波 無線 通信에 기여할 수 있는 계기를 마련하고자 노력하여 実用的인 研究에 많은 도움을 가져왔던 한편 本 資料를 WDC(世界 資料 센타)에 보내고 相互 資料를 交換하여 宇宙 物理에 따른 電離層 研究 및 電波豫報 等에 큰 역활을 다하고 있다.

1978年 Jan.

SSN =61



位　　置	緯　　度	経　　度
MAWSON	67° 60 S	156° 00 E
KIRUNA	67° 80N.	20° 40 E
KOREA	37° 23N	126° 57 E

MAWSON ; ———

KIRUNA ; ~~oooo~~

KOREA ; ~~xxxx~~
(SEOUL)

그림 5-1 太陽黑点数 및 位置別 F_2 층의 높이 및 臨界周波数

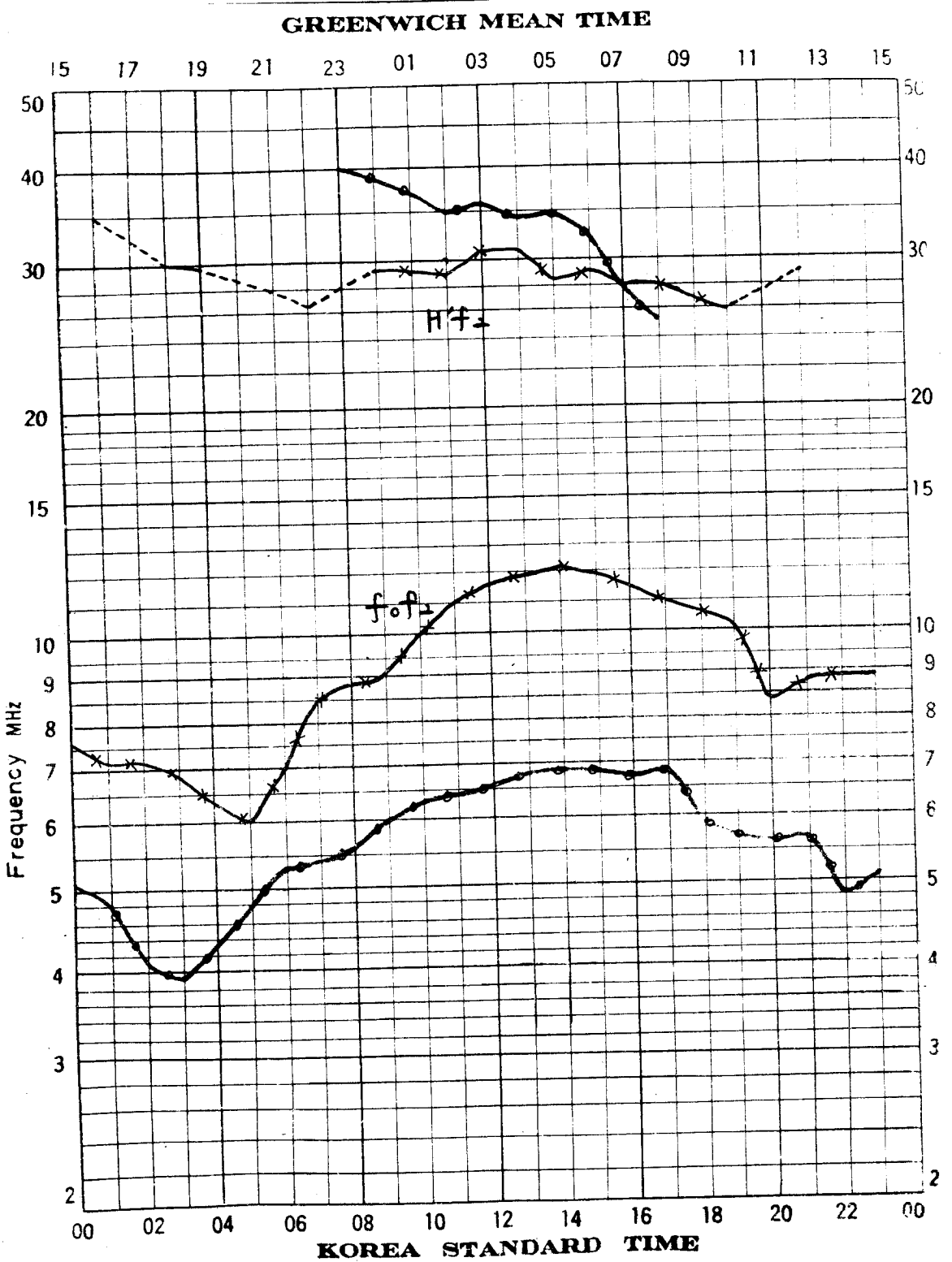

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
H'f₂
f₀f₂
Frequency MHz
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME

그림 5 - 2

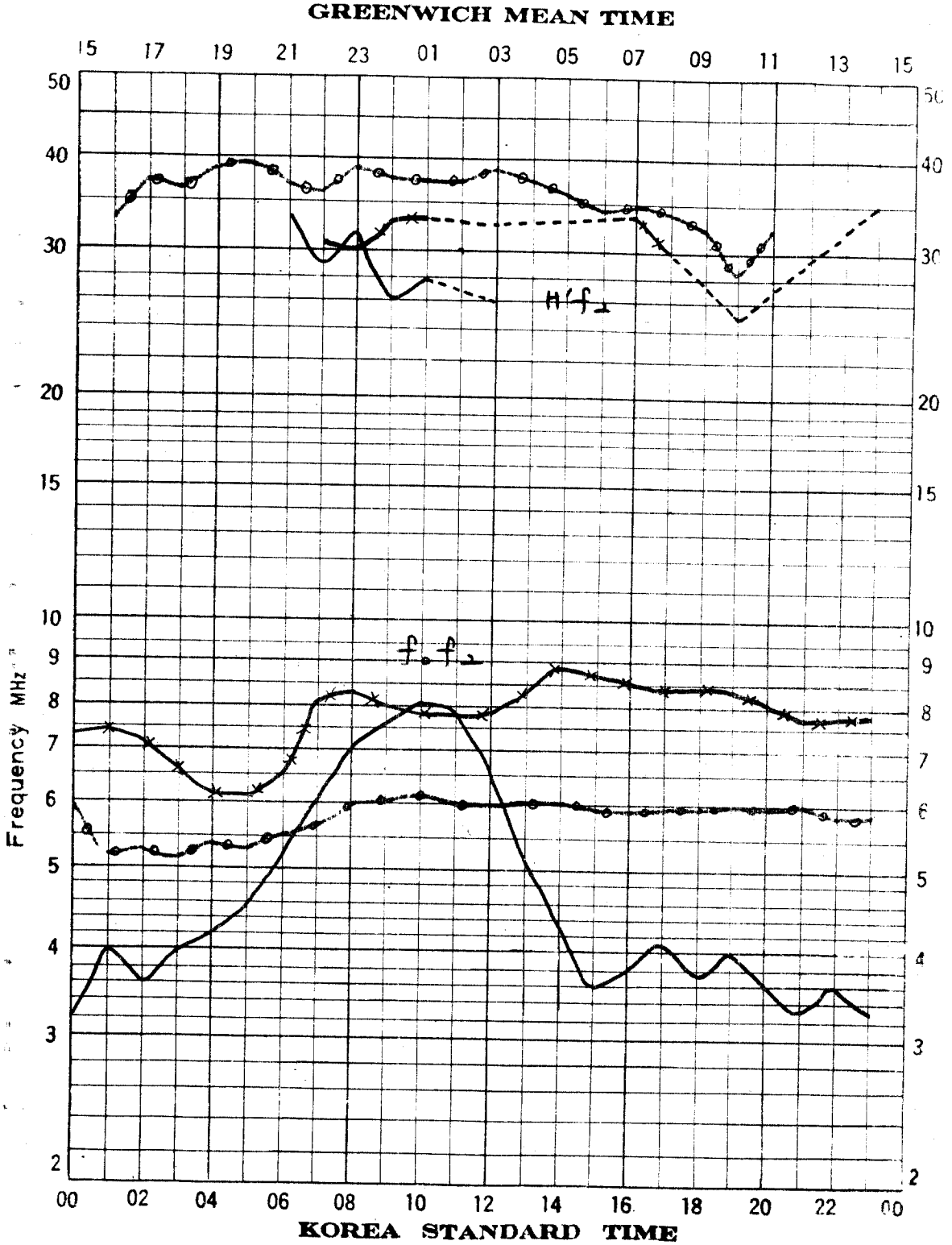

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
H'f1
f0f2
Frequency MHz
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME

그림 5 - 3

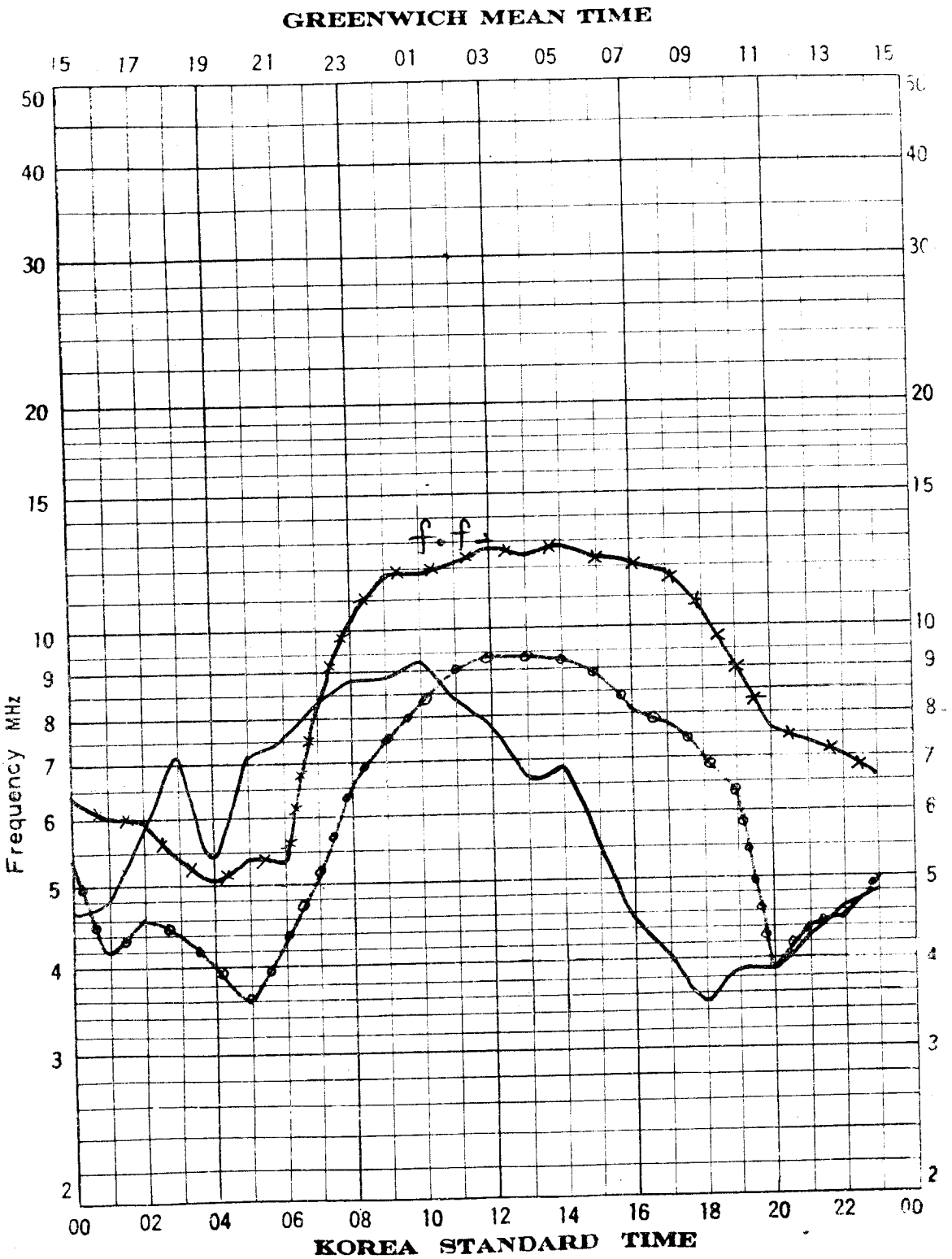

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
f. f1
Frequency MHz
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME

그림 5 - 4

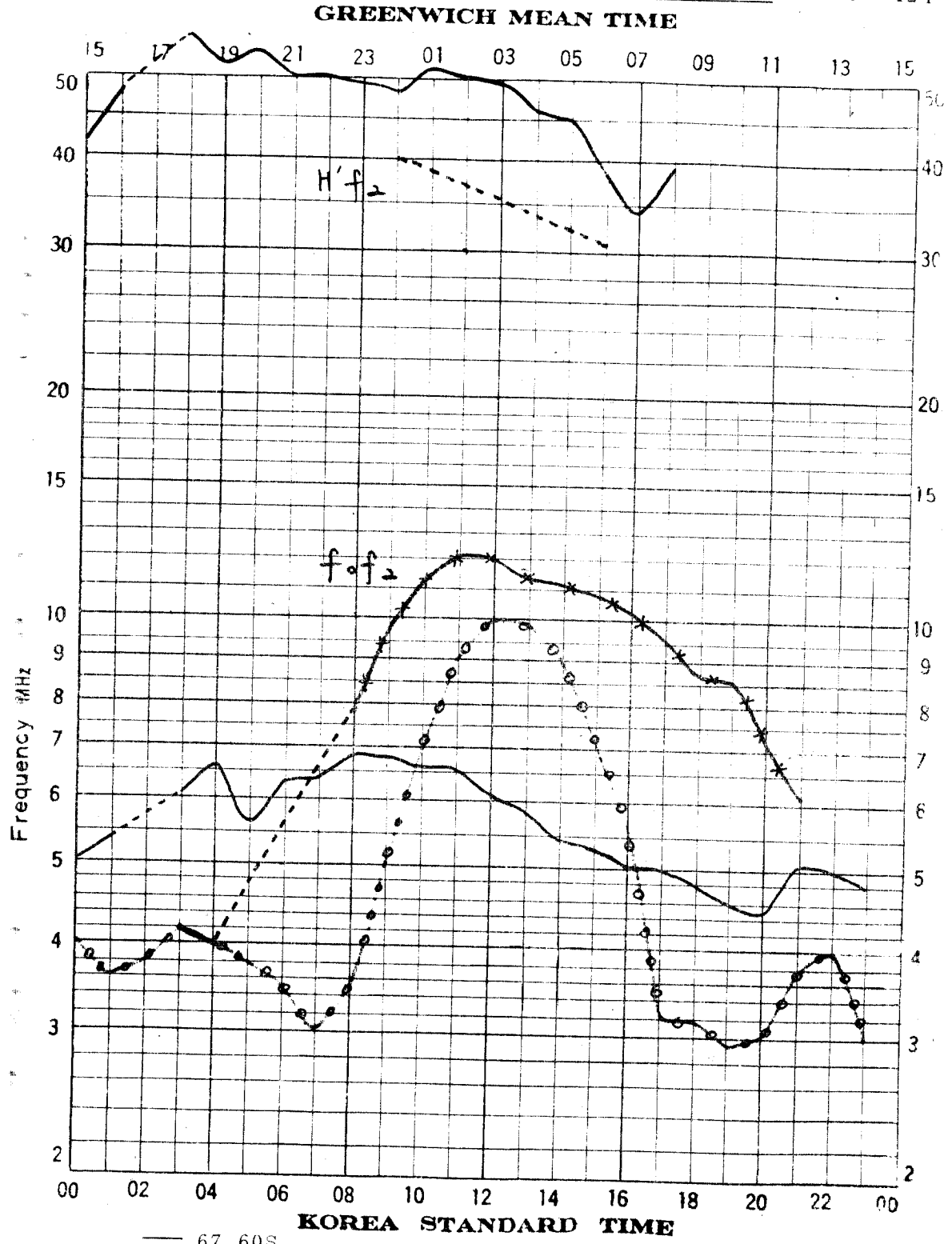

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
H'f2
foF2
Frequency MHz
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME
67.60S
67.80N
37.23N

그림 5-5

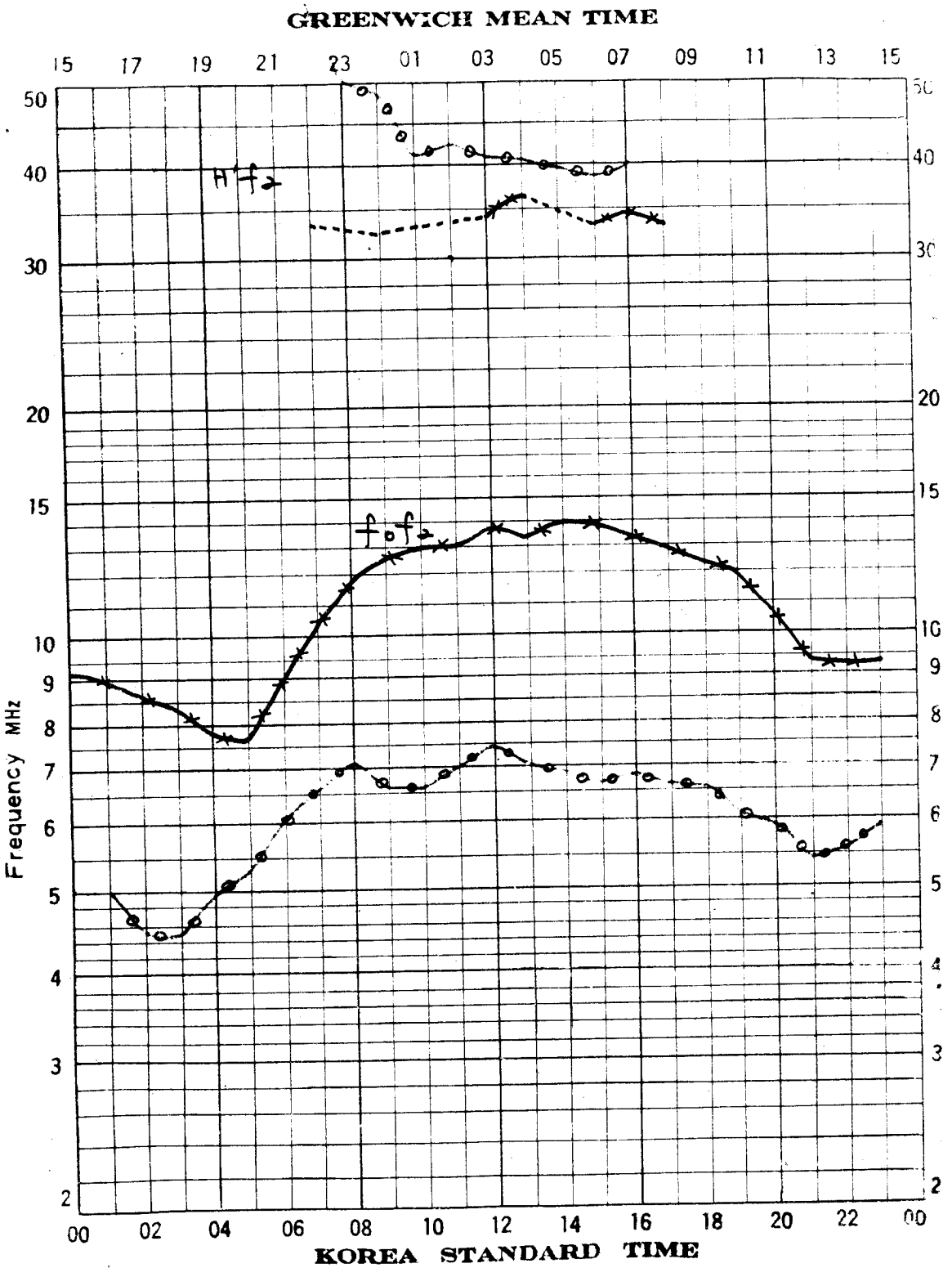

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
h'f2
foF2
Frequency MHz
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME

그림 5 - 6

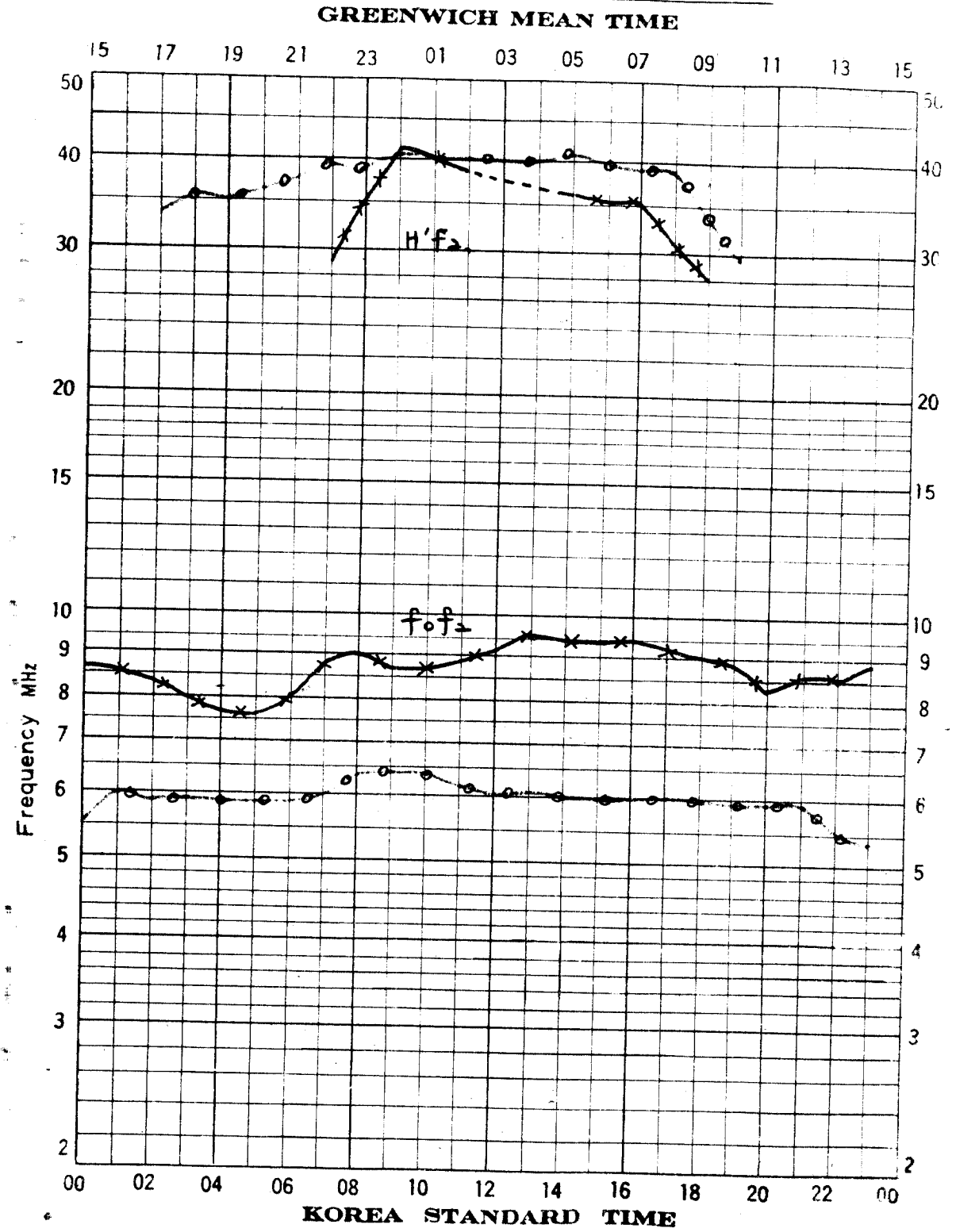

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
H'f₂
f₀f₂
Frequency MHz
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME

그림 5 - 7

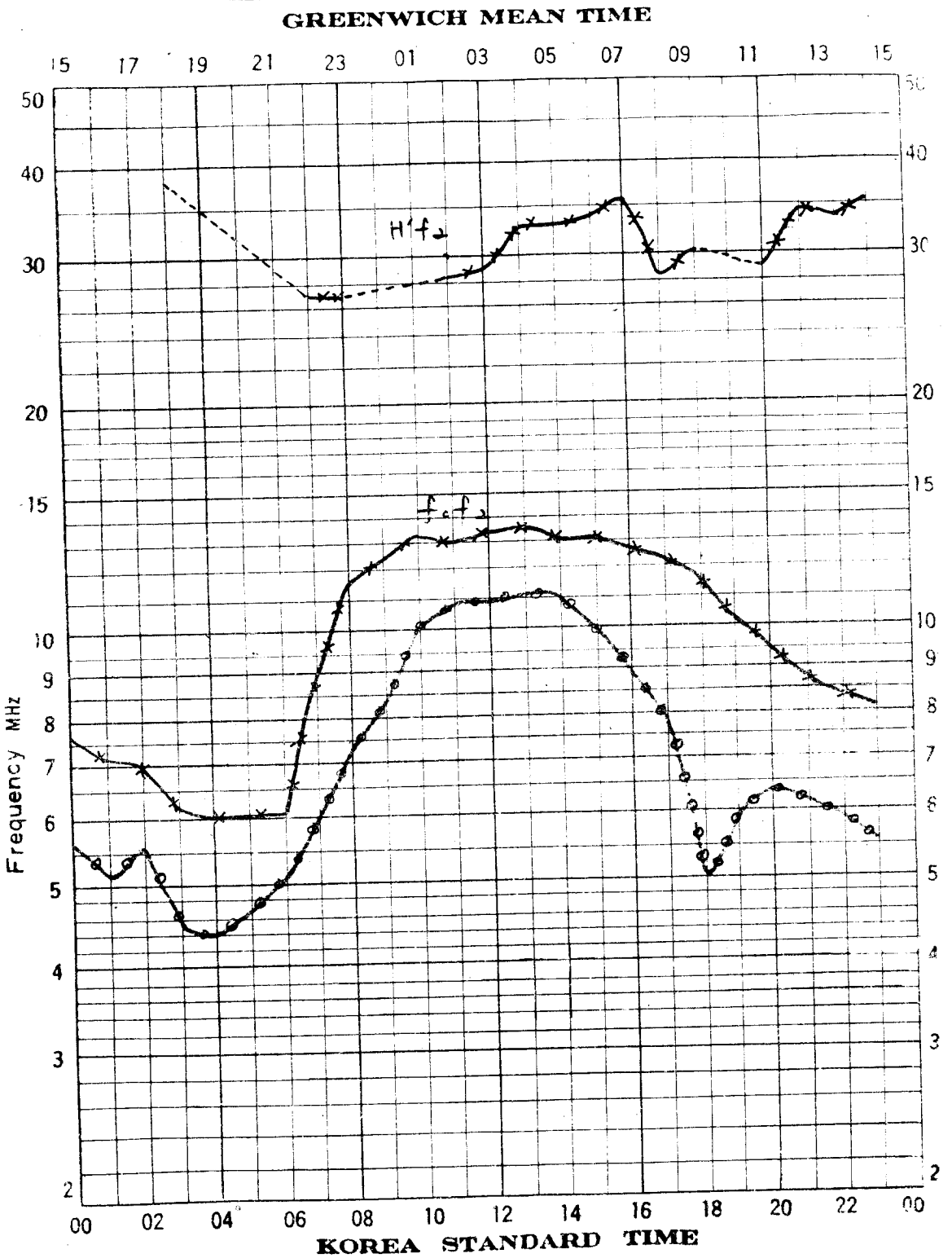

GREENWICH MEAN TIME
15 17 19 21 23 01 03 05 07 09 11 13 15
50 40 30 20 15 10 9 8 7 6 5 4 3 2
H'f2
f0f2
Frequency MHz
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 00
KOREA STANDARD TIME

그림 5 - 8