

# 전 리 총 연 구

1. 1. 1. 1. 1.

|          |    |    |
|----------|----|----|
| 1 . 서    | 론  | 7  |
| 2 . 전리층  | 관측 | 9  |
| 3 . 전파경보 |    | 39 |
| 4 . 전파전파 | 특성 | 47 |
| 5 . 결    | 론  | 55 |

통 신 기 정

통 신 기 좌

전 송 기 사

전 송 기 사 보

" " " " "

" " " " "

전 송 기 원 "

통 신 수

김 영

강 신

박 광

장

최 형

육 재

길 영

이 우

재

용

연

전

재

림

석

성

## 1. 서 론

전리층 ( IONOSPHERIC LAYER ) 이란 지상 약 60Km ~ 1000Km 상공에 존재하는 전리된 원자 분자들의 집합체로서 C, D, E, E<sub>s</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, G층이라고 불리우는 전리층으로 나누고 일반적으로 D, E, F층이 연구 대상으로 되고 있으며 전리층은 또한 태양지구 물리학의 연구 대상이기도 하다.

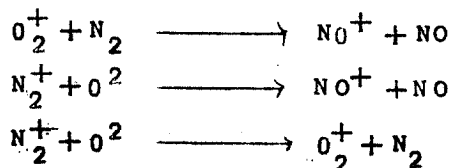
당연구소에서 E층과 F층을 연구대상으로 하고 있다.

지금까지 밝혀진 바에 의하면 C층은 우주선 입자들에 의해서 주간에만 70Km 이하에서 형성되고  $10^2/\text{cm}^3$  정도의 밀도를 갖고 있으며 D층은 전파를 흡수하기도 하는데 자외선이 일산화질소 (NO)를 ION화 시킴으로서 발생되고 70 ~ 85Km에서 형성되며 전자밀도는  $10^3/\text{cm}^3$ 로 밝혀져 있다.

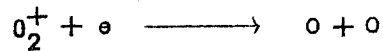
E층은 85 ~ 150Km 사이에 존재하는데 지상 105Km부터는 X ~ Ray가 흡수되기 시작하므로 전자밀도가 급격히 증가하여  $O_2^+$ ,  $N_2^+$ 의 이온들이 형성된 것으로 알려졌다.

F층은 지상 150 ~ 400Km에 존재하며 극자외선에 의하여 형성된다.

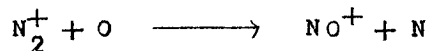
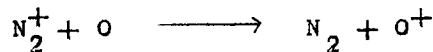
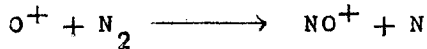
전자의 이온생성의 극대치는 150Km 정도에서 생기지만 전자밀도의 최대치는 대략 200 ~ 400Km 상공이 된다. 고공대기에 있는 산소와 질소가 대개 광자를 통해서 이온현상을 일으키며 그 과정은 다음과 같다.



이러한 이온들은 다시 전자( $e$ )와 결합하여 중성이 되고 소멸하며 재차 이온화 현상이 일어나는 것이다.



그밖에 중간에 더 높은 고공에서는 다음과 같이 이루어진다.



이러한 자외선 하전입자, X-Ray 등에 의해서 형성되는 전리층(IONOSPHERE)은 태양활동과 지자기의 변화에 따라 밀접한 관계를 가지고 있다고 한다.

공군사관학교 인공위성 관측소의 연구 결과에 의하면 서울상공의 전자밀도는 최고  $8.4 \times 10^{17}$  (electrons/m<sup>2</sup> Coulomb)이고 최소  $1.2 \times 10^{17}$  개로서 평균  $4 \times 10^{17}$  개로 밝혀져 있다.

1966년 당연구소 창설당시 부터 전리층을 관측하기 시작한 이후 초창기의 미흡했던 점을 해마다 보완해 나가면서 국제적으로도 면모를 갖추기 시작하여 1970년도에는 전리층 자문위원회(INAG)에 가입되고 1971년도에는 IUWDS 서태평양 지역위원회에 가입과 동시에 국제전파 과학연합(URSI)으로 부터 URSI STATION INDICATOR 43402를 부여 받기도 하였다.

1973년도에는 그간의 경험과 지식을 토대로하여 1년간 관측하고 관측 정리한 데이터를 종합적으로 분석하므로서 우리나라 상공의

전리층은 어떻게 변화를 하고 있는지 조사확인 하였고 지난 1년간 당소에서 발령한 전파경보 내용을 분석하여 어느때 전파장애가 심하고 약했는지 조사기록하여 태양활동주기에 따라 변화하는 전파장애를 장기간에 걸쳐 조사정리 하므로써 단파무선통신에 기여할 수 있는 기틀을 마련할 수 있다고 하겠다.

## 2. 전리층 관측

### 가. 관측방법 및 재원

1) 관측기기명 ; NJZ - 502 전리층 관측기

2) 관측방법 ; 400KHZ ~ 15MHZ SWEEP 식 수직투사 방법

3) 관측시간

가) 평일 ; 매시정각과 30분에 1회씩 2회관측

나) REGULAR WORLD DAY ; 매시정각과 15분 30분 45분에

1회씩 4회관측 (월3일)

다) 연간정시관측건수 ; 총 16,913건

### 나. 용어설명

용어에 대하여는 1972년도 연구보고에 상세히 기술되었으므로

참고바람.

다. 이상과 같은 방법으로 연간관측하여 분석한 결과 다음과 같은 자료를 얻었다.

1) 전리층의 매일 매일의 시간별 변화상태

2) 전리층의 월별중앙치

3) 전리층의 계절별 주야별 변화상태

4) ES 층의 유형별 출현상태

이와같이 관측된 전리층은 판독정리되어 별도로 발간된

IONOSPHERIC DATA IN KOREA에 매일 매일의 관측치가 시간별로  
전리층 종류별로 수록되어 있으며 월별중앙치와 이에 의한 변화곡선  
이 작도되어 있으니 참고바람.  
이 전리층 에타를 근거로 다음과 같이 전리층을 분석할 수가  
있다. 표 1~12 및 그림 1~12도 참조



# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

JAN '73

SEOUL

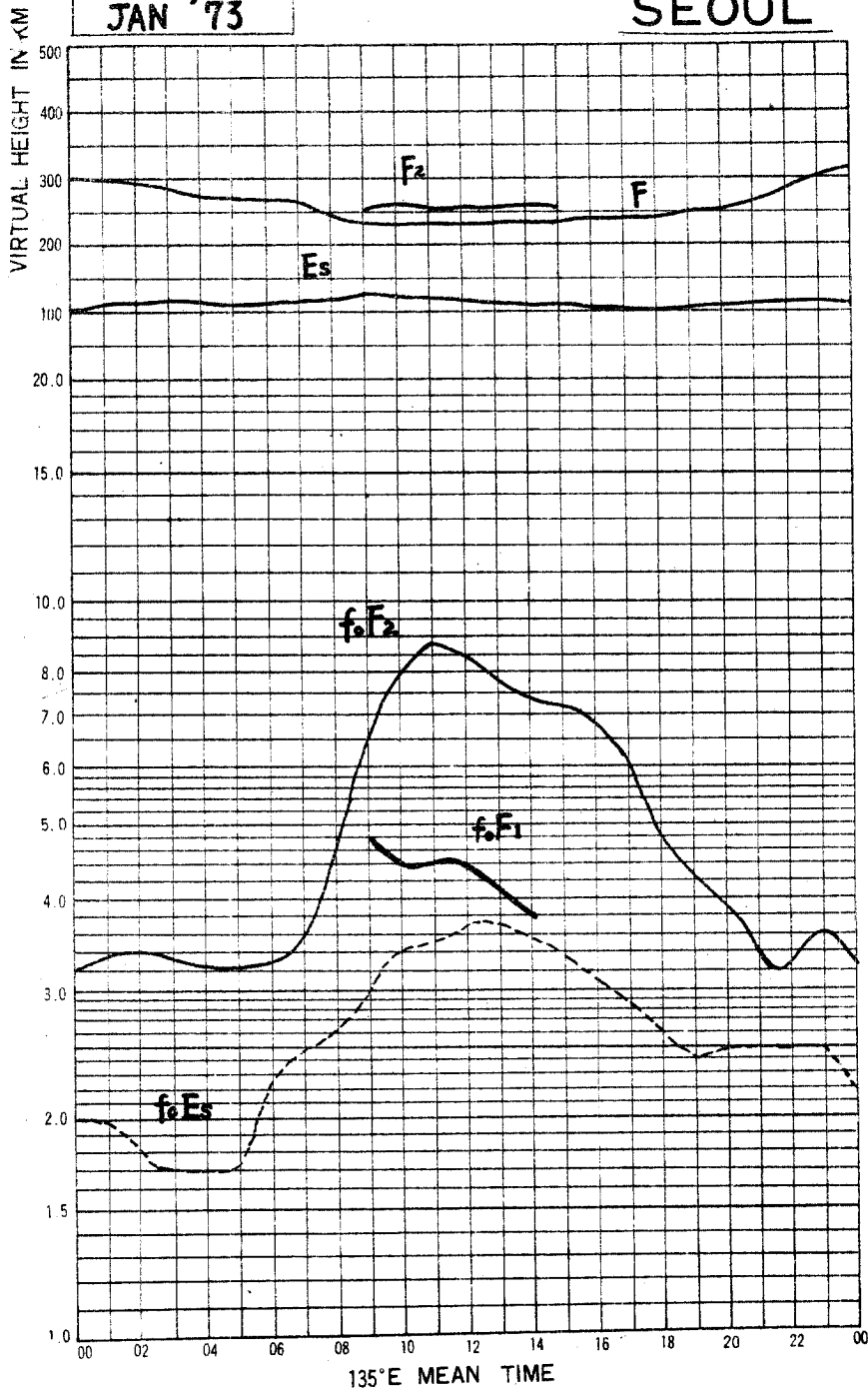


그림 1. 1월분 전리층 분포도

— 11 —

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

FEB '73

SEOUL

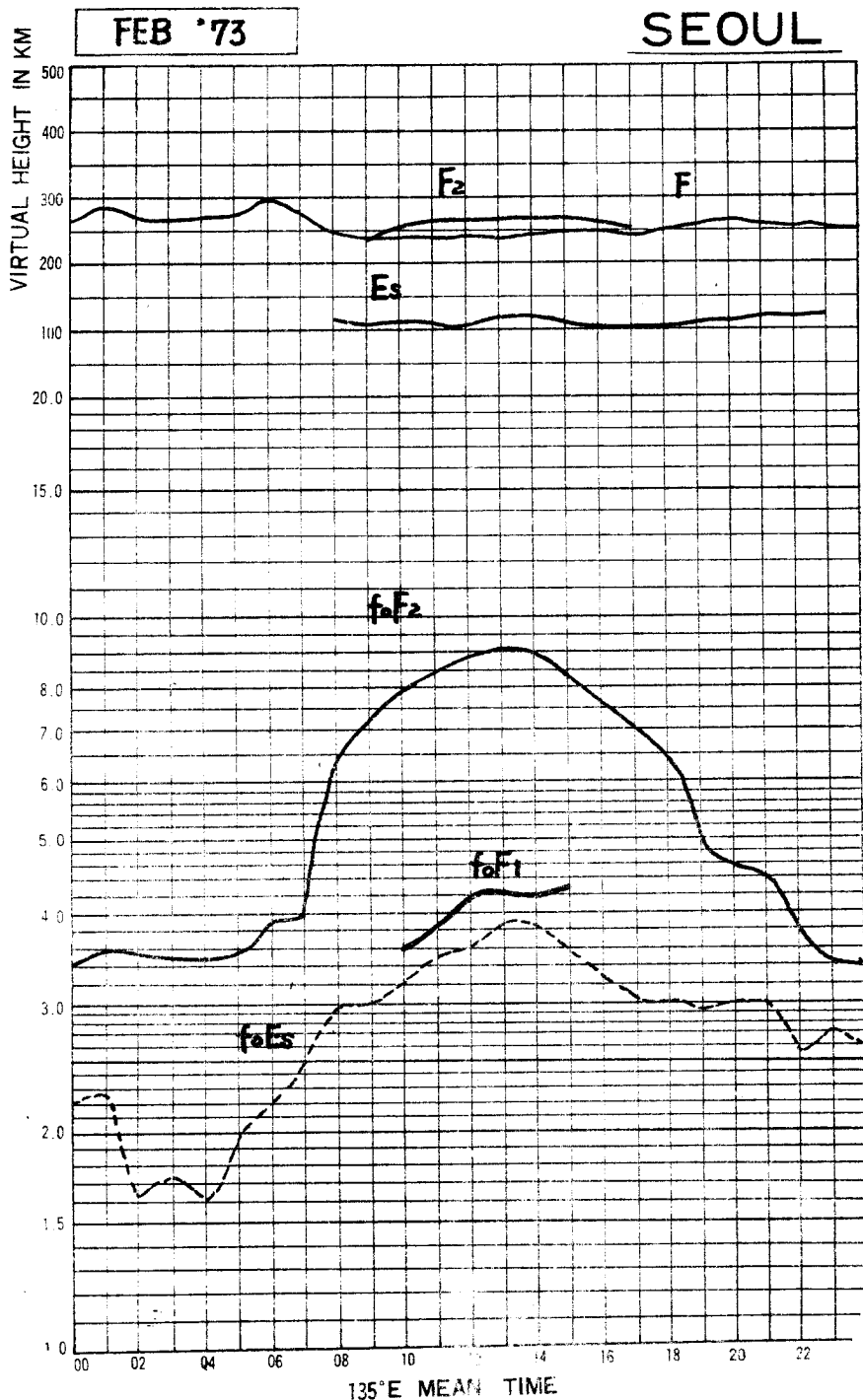


그림 2. 2월분 전리층 분포도

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

MAR '73

SEOUL

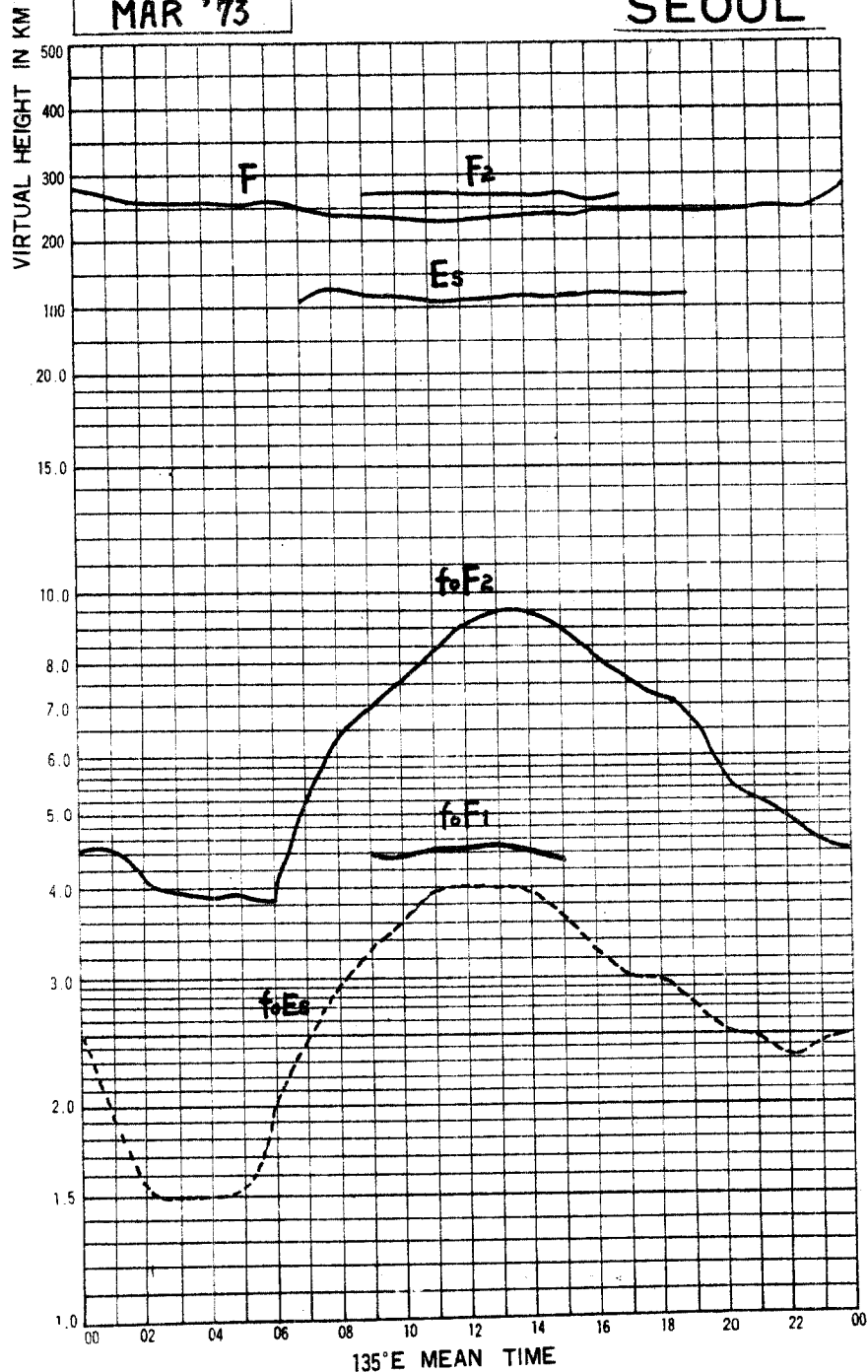


그림 3. 3월분 전리층 분포도  
- 13 -

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

APR '73

SEOUL

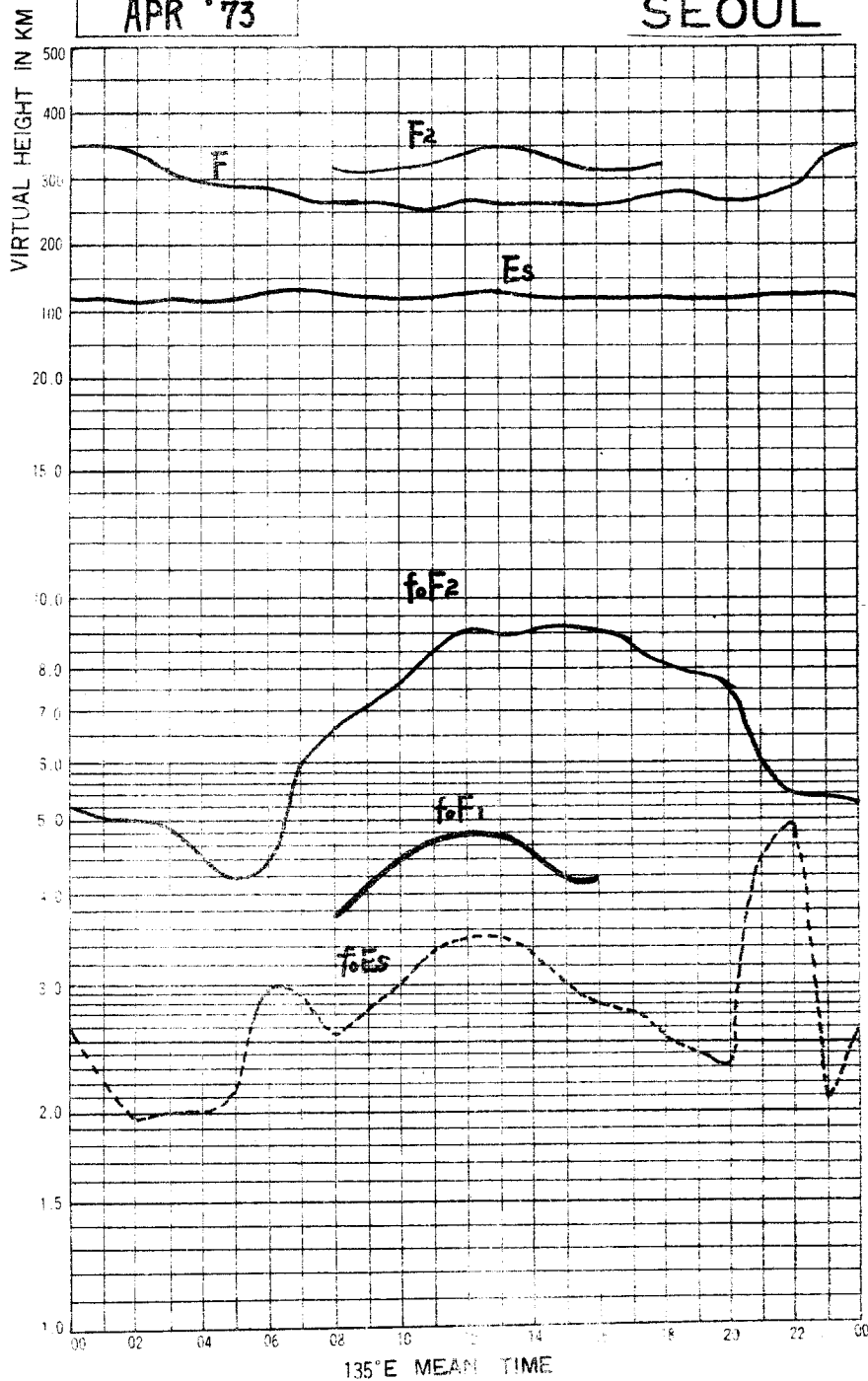


그림 4. 4월분 관리층 분포도

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

MAY '73

SEOUL

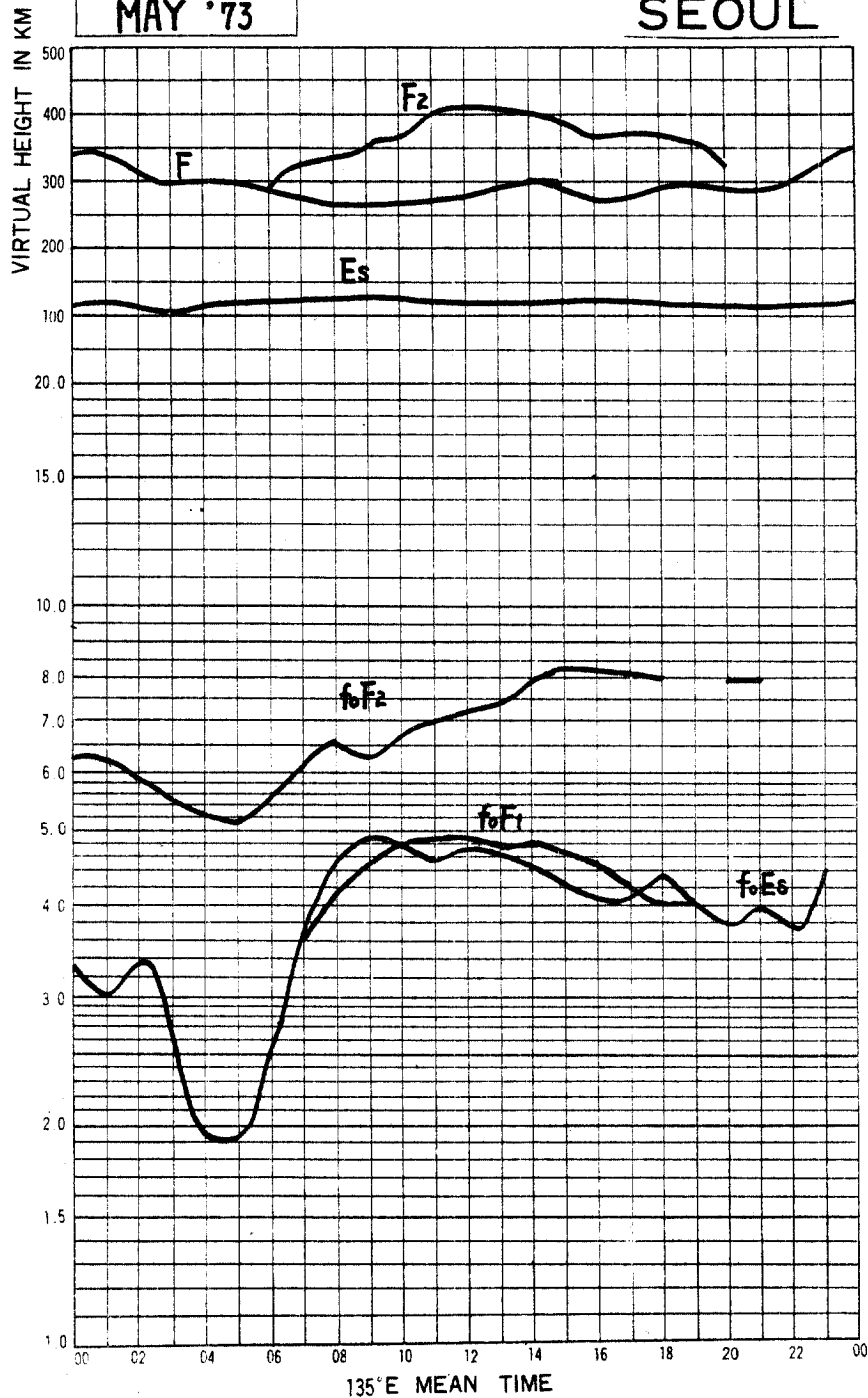


그림 5. 5월분 전리층 분포도  
- 15 -

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

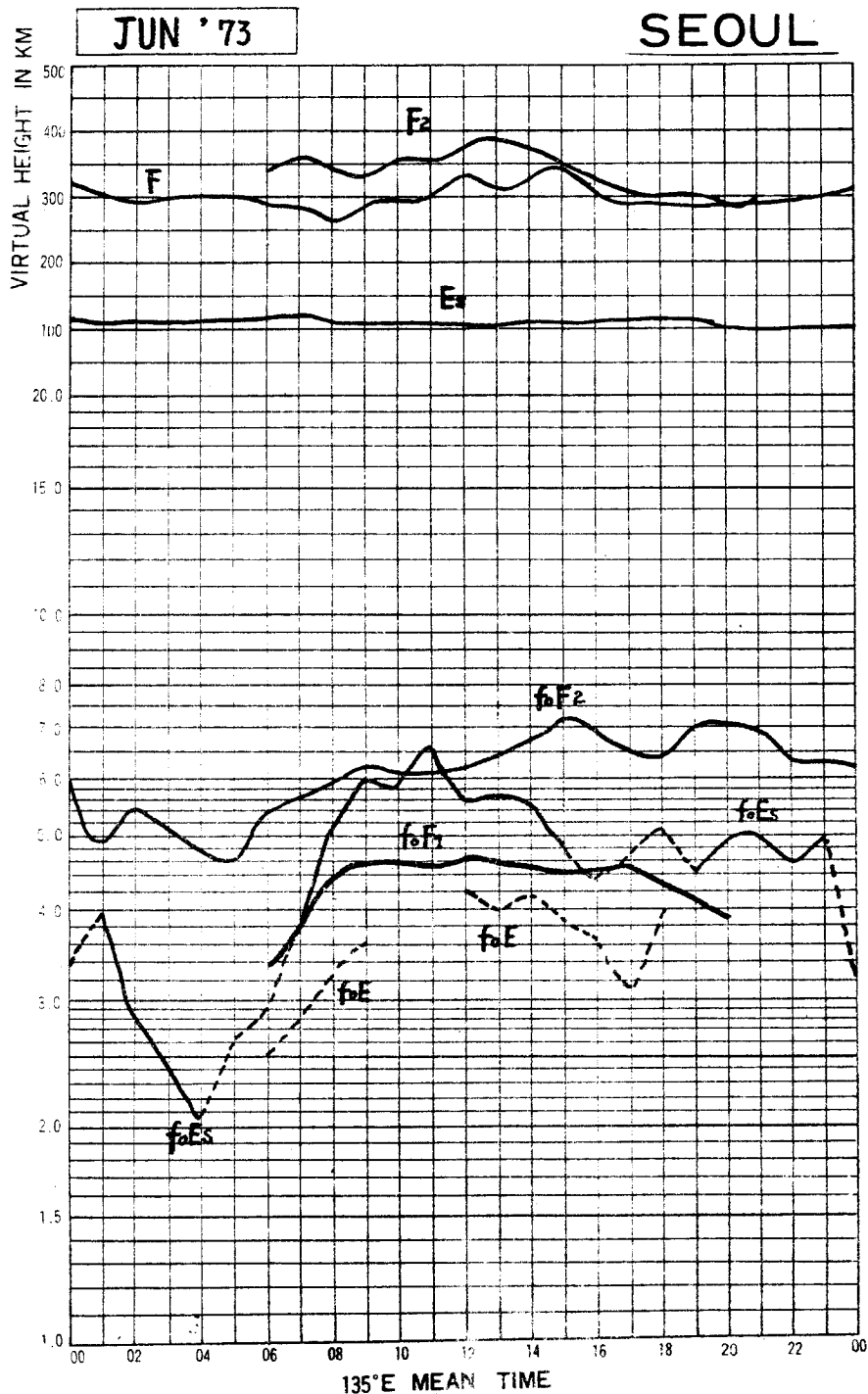


그림 6. 6월분 전리층 분포도  
- 16 -

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

JUL '73

SEOUL

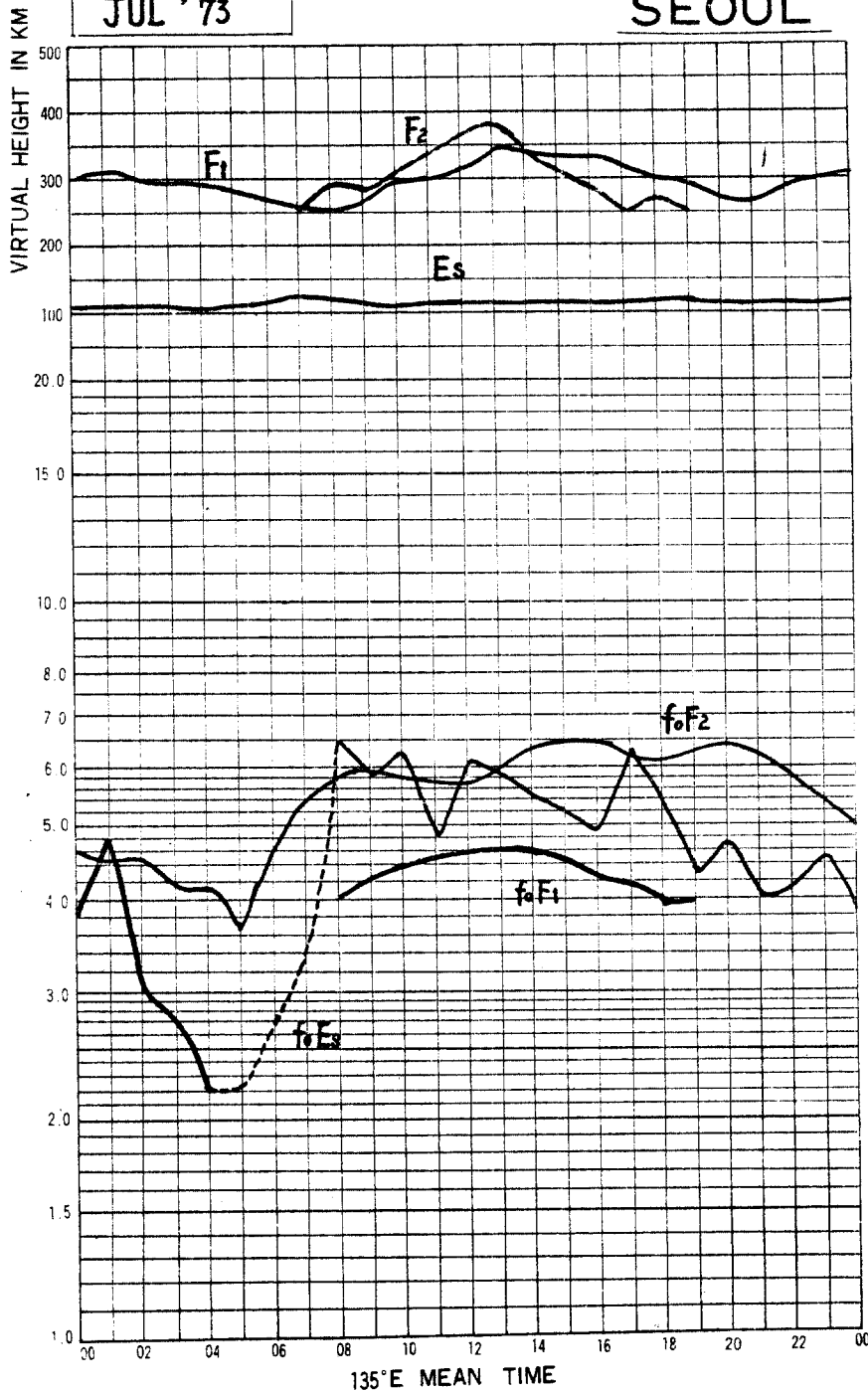


그림 7. 7월분 전리층 분포도  
- 17 -

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

AUG '73

SEOUL

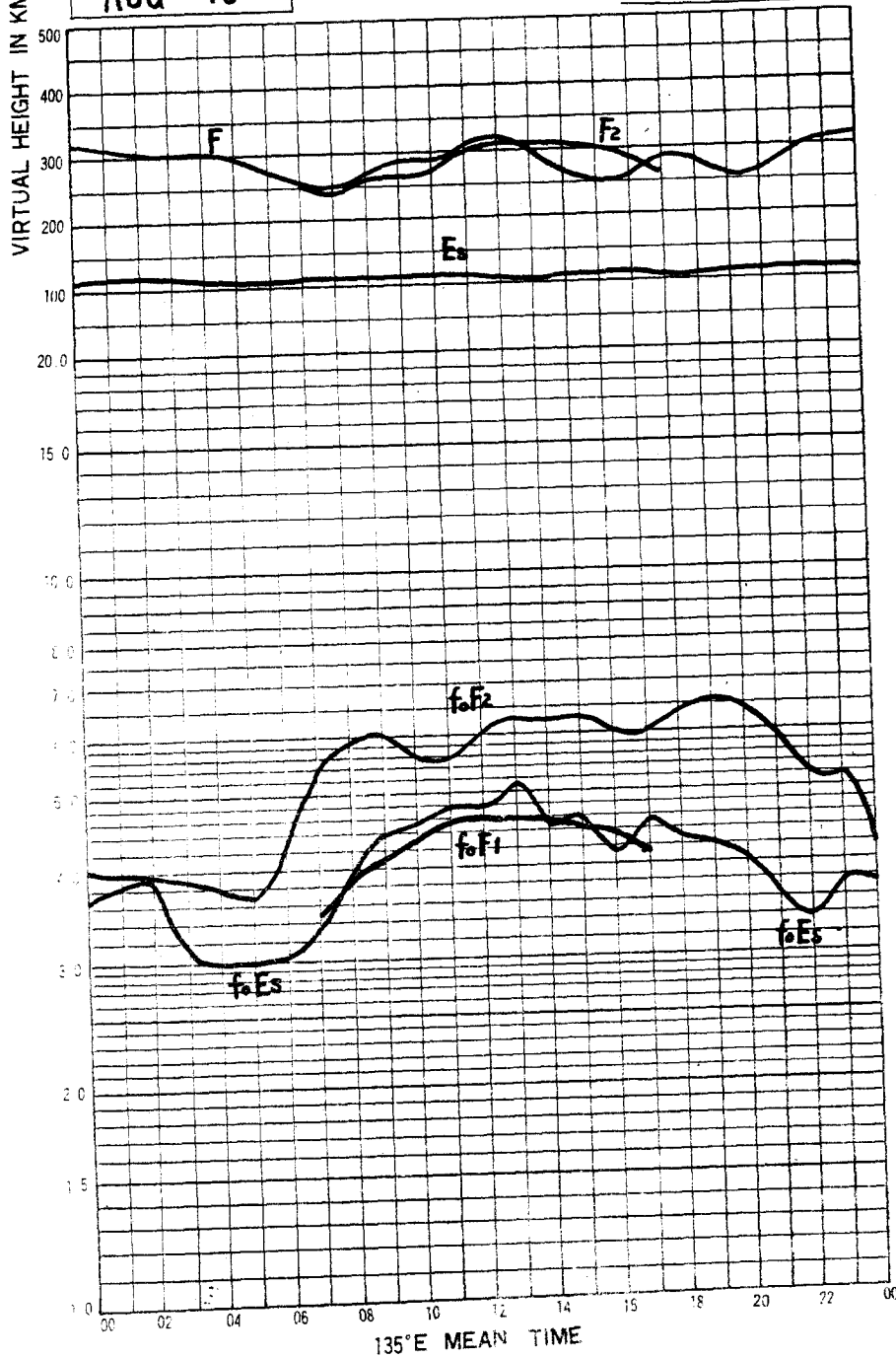


그림 8. 8월분 전리층 분포도



# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

SEP '73

SEOUL

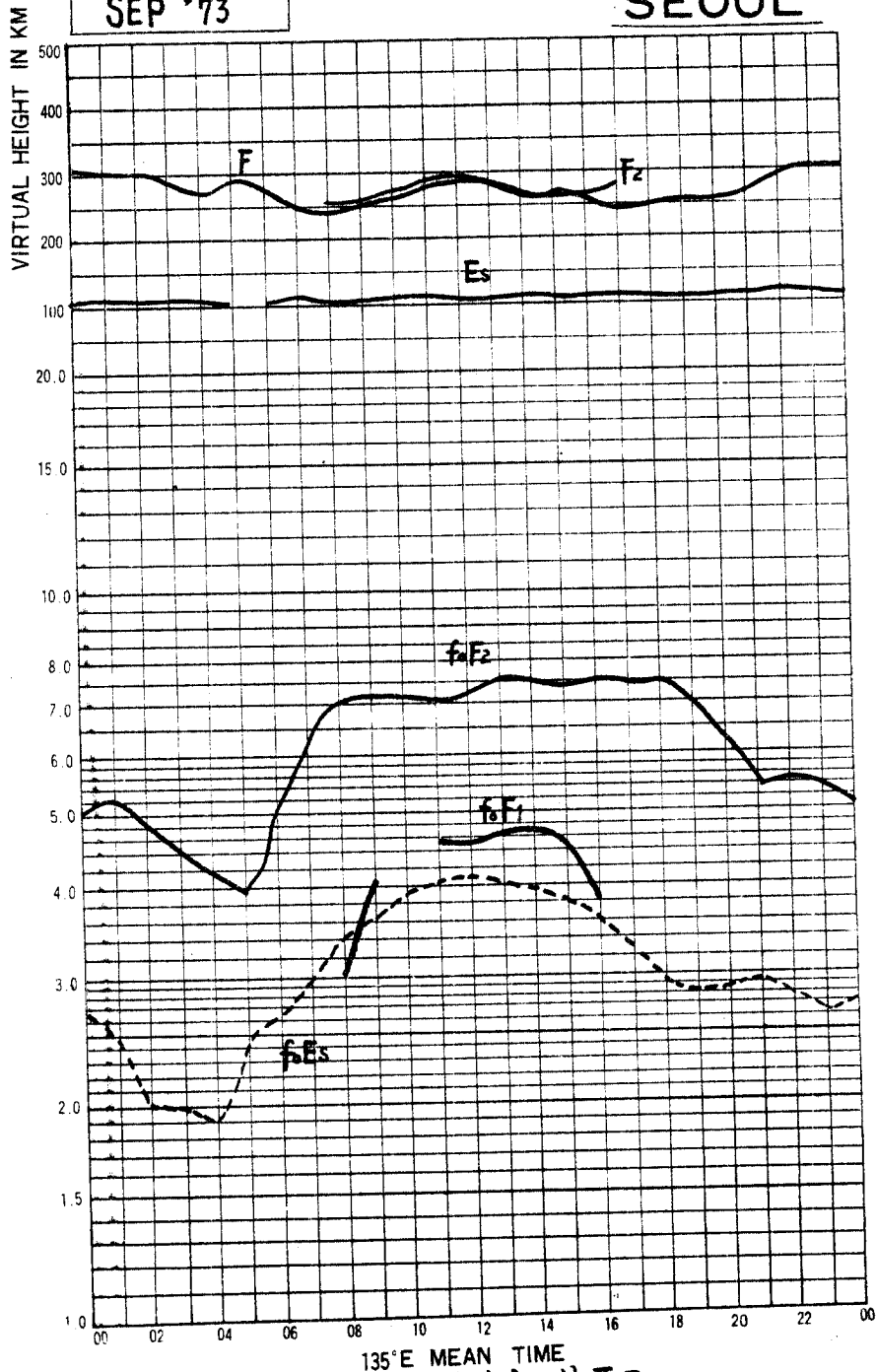


그림9. 9월분 전리층 분포도  
~19~

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

OCT '73

SEOUL

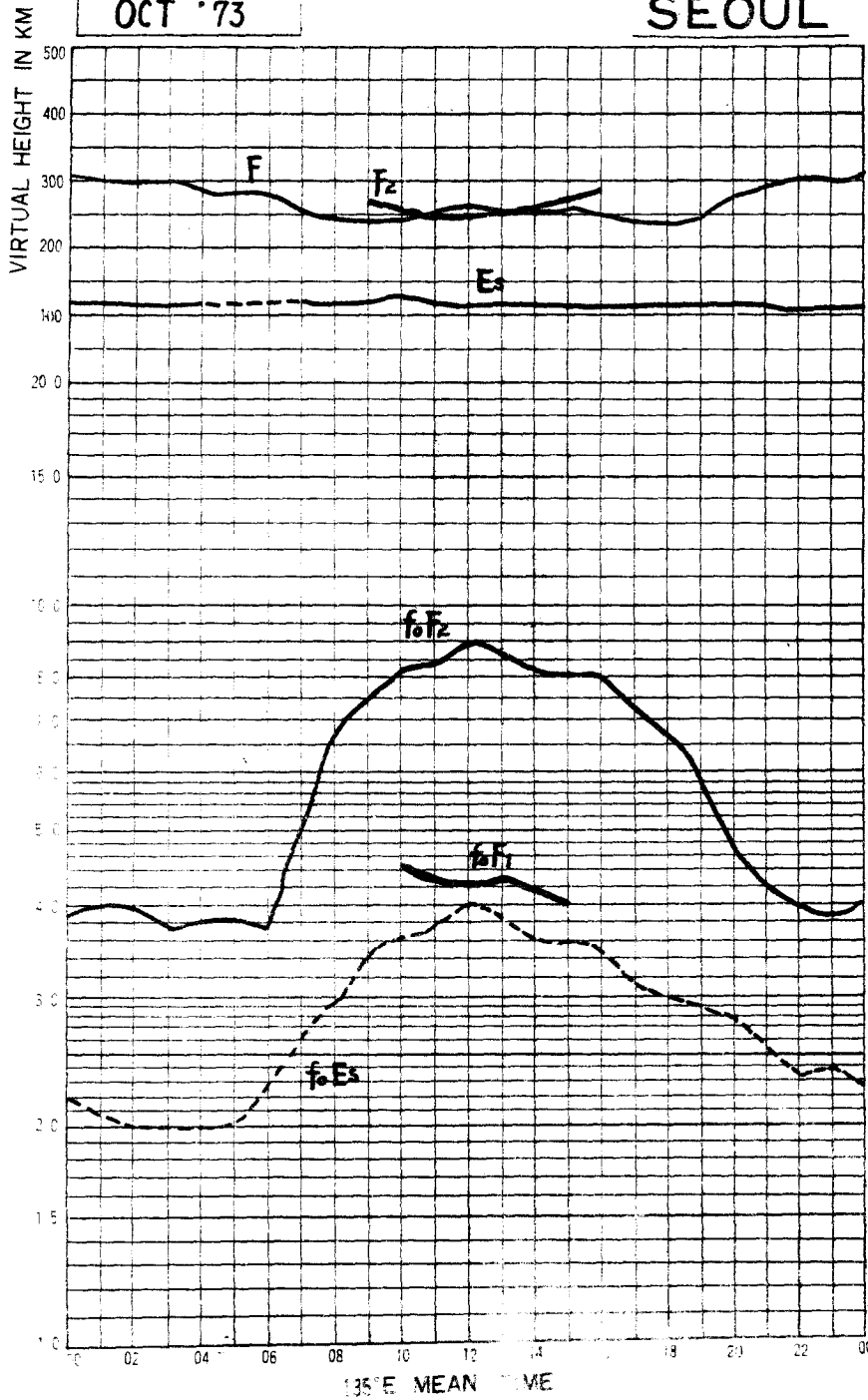
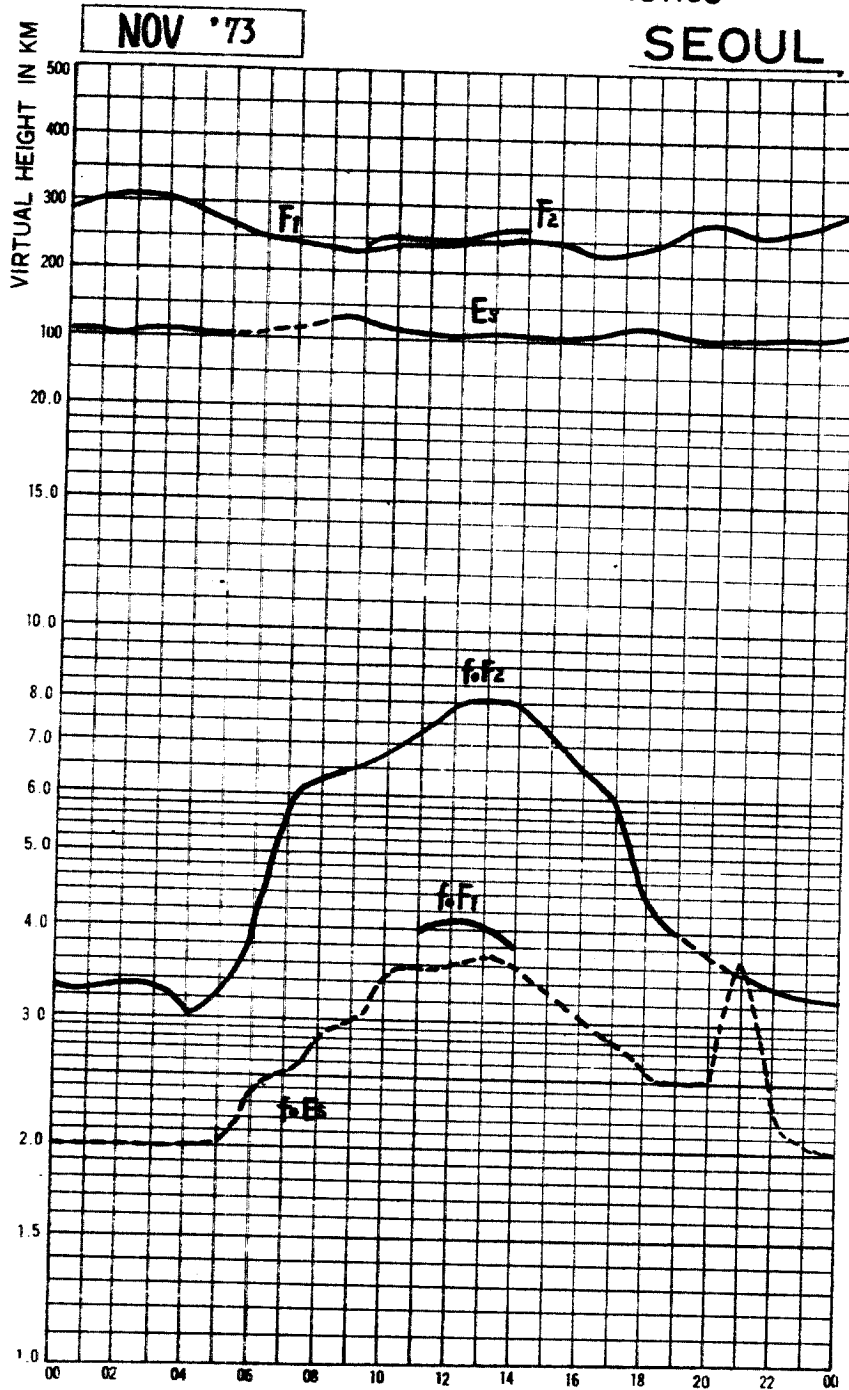


그림 10. 10월분 서울의 이온도

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS



135°E MEAN TIME

그림 11. 11월분 전리층 분포도.

~ 21 ~

# IONOSPHERIC DATA MONTHLY MEDIAN CHARACTERISTICS

DEC '73

SEOUL

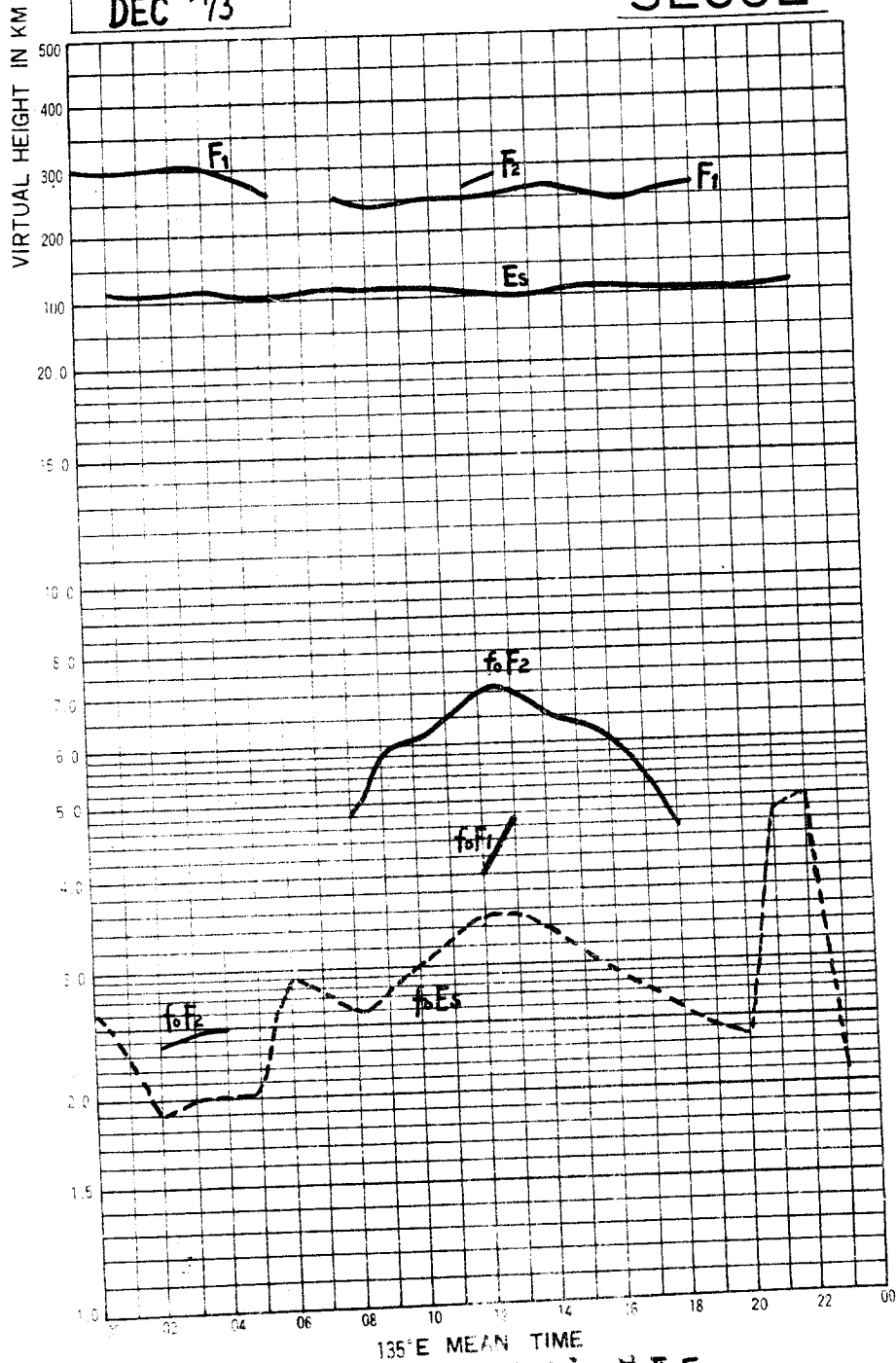


그림 12. 12월분 전리층 분포도.  
- 22 -

표 1, 1월분 전리층에타 (중앙치)

IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

JAN. 1973

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                          | J32R | 34 | 34 | 33 | 32 | 32 | J32S | 34 | J51S | J45S | 74  | 88  | 85  | 76  | 73  | 74 | 68 | 60 | 47 | 42 | 41 | 33 | 32 | J35S |
| f <sub>o</sub> F <sub>2</sub> | CNT  | 11 | 18 | 22 | 21 | 17 | 9    | 10 | 19   | 22   | 22  | 23  | 22  | 22  | 24  | 24 | 23 | 23 | 23 | 21 | 20 | 13 | 10 | 11   |
| h'F <sub>2</sub>              |      |    |    |    |    |    |      |    |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
| f <sub>o</sub> F <sub>1</sub> |      |    |    |    |    |    |      |    |      | 480  | 430 | 440 | 440 | 110 | 370 |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
| f <sub>o</sub> E              |      |    |    |    |    |    |      |    |      | 1    | 1   | 5   | 2   | 1   | 2   |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
| f <sub>o</sub> E <sub>s</sub> |      |    |    |    |    |    |      |    |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
| h'F <sub>2</sub>              |      |    |    |    |    |    |      |    |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
| h'F <sub>1</sub>              |      |    |    |    |    |    |      |    |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
| h'Es                          |      |    |    |    |    |    |      |    |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |      |

OBSERVED AT: AN YANG

## IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

FEB. 1973

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 | J34S | 36 | 35 | J35S | 35 | J34S | 40 | J35S | J64S | 72 | 80   | 85   | 88   | 91   | 88   | 81   | 74    | 70   | J64S | 48   | 45   | J65S | J38S | J34S |
| fof2 | QNT  | 5  | 12 | 23   | 25 | 24   | 8  | 12   | 23   | 27 | 27   | 27   | 27   | 28   | 28   | 26   | 26    | 27   | 25   | 24   | 20   | 13   | 11   | 7    |
| QR   |      |    |    |      |    |      |    |      |      |    |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
| fof1 | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 350  | 385  | 420  | 430  | 420  | 420  |       |      |      |      |      |      |      |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 3    | 4    | 5    | 6    | 4    | 1    |       |      |      |      |      |      |      |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | E20  | E30  | E35  | E30B | E30B | E30B | E30B  | E30B | E30B | E30B | E30B | E30B | E30B |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 11   | 19   | 24   | 23   | 24   | 23   | 20    | 18   | 21   | 1    |      |      |      |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | E25B | E30B | E30B | E30B | E30B | E30B | E30B  | E30B | E30B | E30B | E30B | E30B | E30B |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 9    | 12   | 23   | 27   | 27   | 28   | 26    | 26   | 27   | 25   | 24   | 15   | 13   |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 13   | 24   | 25   | 25   | 25   | 25   | 25    | 25   | 25   | 25   | 21   | 15   | 13   |      |
| QR   |      |    |    |      |    |      |    |      |      |    |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | E20S | E30S | 35   | E35S | 33   | E35S | 34    | 30   | E30S | E30S | E25S | E22S | E2S  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 255  | 250  | 260  | 260  | 260  | 250  | 250   | 240  | E30S | E30S | E25S | E22S | E2S  |      |
| QR   |      |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 4    | 9    | 15   | 20   | 17   | 11   | 3     | 2    |      |      |      |      |      |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 240  | 230  | 240  | 230  | 235  | 240  | 250   | 230  | 240  | 250  | 270  | 250  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270   | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  |      |
| fof  | QNT  |    |    |      |    |      |    |      |      |    | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270  | 270</ |      |      |      |      |      |      |      |

OBSERVED AT: AN YANG

## IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

MAR. 1973

135 °E Mean Time (G.M.T.±h)

| 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   |
|-------------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| MED<br>fob  | 45   | 46   | 40S | SQ S | 39  | 40  | 37   | 50   | J6S  | 70    | 76   | 84    | 92    | 96    | 96    | 90    | 82    | 75    | 74    | 70   | 53   | 54   | 50   | 45   |
| CNT         | 9    | 13   | 28  | 27   | 28  | 17  | 7    | 18   | 28   | 29    | 28   | 24    | 24    | 25    | 27    | 27    | 26    | 23    | 25    | 26   | 18   | 9    | 9    | 9    |
| QR          |      |      |     |      |     |     |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| MED<br>fofi |      |      |     |      |     |     |      |      |      | 440   | 430  | 450   | 460   | 460   | 450   | 430   |       |       |       |      |      |      |      |      |
| CNT         |      |      |     |      |     |     |      |      | 1    | 3     | 8    | 5     | 8     | 4     | 4     | 1     |       |       |       |      |      |      |      |      |
| MED<br>foB  |      |      |     |      |     |     |      |      |      | E230E | E315 | E230F | E105  | E205  | E100  | E230E | E200B | E300B | E300B |      |      |      |      |      |
| CNT         |      |      |     |      |     |     | 7    | 15   | 26   | 26    | 19   | 17    | 17    | 17    | 22    | 21    | 22    | 20    | 15    |      |      |      |      |      |
| MED<br>fofs | E25S | E20S | E1S | E1S  | E1S | E1S | E20B | E23B | E30B | E33B  | E23B | E1C3B | E1C3B | E1C3B | E1C3B | J3AX  | E33B  | E30B  | E27S  | E25S | E25S | E23S | E25S | E25S |
| CNT         | 9    | 13   | 28  | 28   | 28  | 17  | 7    | 18   | 28   | 28    | 28   | 24    | 24    | 25    | 25    | 27    | 26    | 24    | 25    | 18   | 9    | 9    | 9    | 9    |
| QR          |      |      |     |      |     |     |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| MED<br>fofi | E25S | E20S | E1S | E1S  | E1S | E1S | 23   | 25   | 30   | 31    | 35   | 37    | 40    | 37    | 38    | 35    | 32    | 30    | 25    | E25S | E25S | E23S | E25S | E25S |
| CNT         | 9    | 13   | 28  | 28   | 28  | 17  | 7    | 18   | 28   | 29    | 27   | 24    | 24    | 25    | 27    | 27    | 26    | 23    | 25    | 26   | 18   | 9    | 9    | 9    |
| MED<br>fofi |      |      |     |      |     |     |      |      |      | 270   | 270  | 270   | 270   | 270   | 260   | 270   | 250   | 270   |       |      |      |      |      |      |
| CNT         |      |      |     |      |     |     |      |      |      | 7     | 19   | 19    | 19    | 22    | 19    | 21    | 9     | 1     |       |      |      |      |      |      |
| MED<br>fofi | 280  | 270  | 260 | 260  | 260 | 250 | 260  | 250  | 240  | 240   | 230  | 230   | 230   | 240   | 240   | 230   | 250   | 240   | 240   | 240  | 240  | 250  | 250  | 250  |
| CNT         | 9    | 13   | 28  | 27   | 28  | 17  | 7    | 18   | 28   | 29    | 28   | 24    | 24    | 25    | 27    | 28    | 26    | 23    | 25    | 26   | 18   | 9    | 9    | 9    |
| MED<br>fofi | 130  | 115  | 110 | 110  | 110 |     |      | 110  | 130  | 115   | 120  | 110   | 115   | 110   | 110   | 115   | 125   | 120   | 115   | 120  |      | 110  |      |      |
| CNT         | 1    | 4    | 5   | 5    | 5   |     |      | 3    | 1    | 4     | 9    | 8     | 6     | 8     | 5     | 6     | 4     | 3     | 4     | 1    |      | 1    |      |      |

OBSERVED AT: AN YANG

표 4. 4 월분 전리층에타 (응양지)

IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

APR, 1973

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   | 52 | 50 | 50 | 49 | 43 | 41 | 42 | 59 | 65  | 69  | 73  | 82  | 90  | 89  | 90  | 91  | 90  | 87 | 80 | 80 | 78 | 68 | 52 | 54 |
| foF2  | 21 | 23 | 22 | 22 | 22 | 20 | 19 | 23 | 23  | 22  | 24  | 24  | 22  | 25  | 24  | 23  | 21  | 23 | 25 | 23 | 21 | 17 | 16 | 19 |
| QR    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| MED   |    |    |    |    |    |    |    |    | 370 | 405 | 440 | 460 | 470 | 470 | 460 | 415 | 420 |    |    |    |    |    |    |    |
| foF1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 1   | 2   | 3   | 10  | 9   | 9   | 9   | 8   | 3   |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| MED   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| foE   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| MED   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| foEs  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| QR    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| MED   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| f-min |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| QR    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| MED   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| h'F2  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| h'F   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| h'Es  |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |
| CNT   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |

OBSERVED AT: AN YANG



표 5. 5 월분 전리층테타 (중앙치)

IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

MAY, 1973

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                          | 63   | 63   | 60   | 57   | 52   | 50   | 55    | 61   | 65    | 62    | 68    | 70    | 71    | 72    | 80    | 83    | 81    | 79    | 78    |       | 79   | 79   |      |      |
| F <sub>0</sub> F <sub>2</sub> | 2.4  | 2.8  | 2.8  | 2.7  | 2.9  | 2.9  | 2.8   | 2.8  | 2.6   | 2.3   | 2.2   | 2.3   | 2.2   | 2.5   | 2.5   | 2.7   | 2.7   | 2.5   | 2.8   | 2.8   | 2.7  | 2.5  | 2.3  | 2.3  |
| QR                            |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |
| FOR                           |      |      |      |      |      |      |       | 370  | 410   | 455   | 445   | 480   | 48    | 470   | 480   | 460   | 450   | 420   | 400   | 400   | 350  |      |      |      |
| CNT                           |      |      |      |      |      |      |       | 2    | 2     | 6     | 10    | 14    | 15    | 13    | 19    | 20    | 13    | 8     | 7     | 2     | 1    |      |      |      |
| FOE                           |      |      |      |      |      |      | E240B | 270  | E330B | E335B | E330B | E340B | E330B | E400B | E410B | E390B | E355B | E325B | E300B | E280B |      |      |      |      |
| CNT                           |      |      |      |      |      |      | 16    | 9    | 5     | 4     | 6     | 4     | 7     | 9     | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    | 8     | 2    |      |      |      |
| FORs                          | J33X | J29X | J32X | J26X | J19X | J19X | J25X  | J34X | J42X  | J46X  | J47X  | J45X  | J47X  | J46X  | J44X  | J42X  | J40X  | J40X  | J44X  | J39X  | J37X | J40X | J36X | J44X |
| CNT                           | 28   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29    | 29   | 29    | 31    | 30    | 29    | 29    | 27    | 28    | 30    | 29    | 29    | 30    | 28    | 26   | 26   | 26   | 26   |
| QR                            |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |
| f-min                         | E20S | E16S | E16S | E16S | E16S | E16S | E24   | 25   | 30    | 31    | 35    | 35    | 35    | 36    | 37    | 35    | 34    | 30    | 28    | E25S  | E22S | E20S | 19S  |      |
| CNT                           | 28   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29   | 29    | 29   | 29    | 31    | 30    | 29    | 29    | 28    | 28    | 30    | 29    | 29    | 30    | 29    | 27   | 27   | 27   |      |
| h'F <sub>2</sub>              |      |      |      |      |      |      | 290   | 330  | 320   | 370   | 350   | 410   | 400   | 410   | 400   | 395   | 395   | 380   | 355   | 370   | 310  |      |      |      |
| CNT                           |      |      |      |      |      |      | 2     | 4    | 3     | 7     | 13    | 17    | 15    | 17    | 22    | 22    | 18    | 11    | 8     | 3     | 1    |      |      |      |
| h'F                           | 350  | 345  | 315  | 300  | 300  | 300  | 280   | 270  | 280   | 300   | 270   | 270   | 280   | 290   | 300   | 290   | 270   | 280   | 300   | 300   | 270  | 280  | 300  | 350  |
| CNT                           | 24   | 28   | 28   | 27   | 28   | 29   | 28    | 28   | 25    | 23    | 22    | 23    | 21    | 26    | 23    | 25    | 26    | 25    | 28    | 27    | 26   | 25   | 23   | 23   |
| h'Es                          | 120  | 120  | 120  | 110  | 110  | 120  | 120   | 120  | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120  | 120  | 120  | 120  |
| CNT                           | 18   | 20   | 24   | 22   | 16   | 17   | 13    | 21   | 24    | 24    | 25    | 27    | 22    | 20    | 18    | 19    | 16    | 19    | 23    | 20    | 19   | 22   | 22   | 1    |

OBSERVED AT: AN YANG

IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Jun. 1973

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   |
|-------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH AR | J3S | 58   | 55   | 52   | 47   | J4S  | 53    | 56    | 59    | J4B   | J60R | 60   | 62   | 65   | 67   | 73   | 69   | 66   | 63   | 72   | 70   | 70   | 70   | 70   |
| ENT   | 12  | 11   | 14   | 13   | 15   | 18   |       | 20    | 16    | 14    | 13   | 14   | 13   | 14   | 18   | 21   | 21   | 20   | 17   | 22   | 19   | 19   | 21   | 17   |
| QR    |     |      |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED   |     |      |      |      |      |      | 325L  | 370L  | 450L  | 450L  | 460L | 465L | 465L | 465L | 450L | 450L | 440L | 450L | 425L | 410L | 390L |      |      |      |
| FP    |     |      |      |      |      |      | 2     | 3     | 5     | 4     | 4    | 6    | 4    | 8    | 6    | 9    | 9    | 10   | 6    | 2    | 1    |      |      |      |
| ONT   |     |      |      |      |      |      | E250F | E180B | E330F | E340B |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED   |     |      |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CNT   |     |      |      |      |      |      | 9     | 4     | 2     | 1     |      |      | 3    | 2    | 4    | 5    | 4    | 3    | 1    |      |      |      |      |      |
| ES    |     |      |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| foEs  | E3S | J40X | J28X | J25X | J20X | E2S  | E2B   | J38X  | J50X  | J60X  | J57X | J68X | J55X | J57X | J56X | J48X | E3B  | J46X | E9B  | J46X | J51X | J44X | J44X | J46X |
| QR    |     |      |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED   | E2S | E19S | E16S | E16S | E16S | E18S | E25B  | E26B  | 29    | E33B  | E34B | E36B | E38B | E37B | E35B | E32B | E30B | E27B | E26S | E23S | E24S | E20S | E20S |      |
| CNT   | 21  | 21   | 22   | 22   | 21   | 20   | 21    | 20    | 21    | 22    | 21   | 20   | 20   | 21   | 21   | 23   | 22   | 22   | 23   | 22   | 23   | 24   | 24   | 23   |
| MED   |     |      |      |      |      |      | 345   | 355   | 348   | 330   | 360  | 335  | 380  | 400  | 355  | 350  | 320  | 325  | 300  | 310  | 280  | 300  |      |      |
| FP    |     |      |      |      |      |      | 2     | 6     | 7     | 7     | 7    | 6    | 9    | 7    | 6    | 9    | 9    | 12   | 8    | 3    | 2    | 1    |      |      |
| CNT   |     |      |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED   | 320 | 310  | 380  | 300  | 300  | 300  | 280   | 290   | 255   | 300   | 290  | 300  | 350  | 300  | 350  | 350  | 300  | 285  | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  |
| CNT   | 20  | 21   | 22   | 22   | 21   | 21   | 20    | 19    | 16    | 14    | 12   | 14   | 12   | 14   | 18   | 21   | 21   | 20   | 17   | 20   | 18   | 21   | 23   | 23   |
| MED   | 110 | 110  | 110  | 110  | 110  | 120  | 120   | 120   | 110   | 110   | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 115  | 120  | 120  | 110  | 110  | 110  | 110  |
| foEs  | 16  | 15   | 16   | 15   | 11   | 7    | 7     | 15    | 18    | 21    | 20   | 20   | 16   | 19   | 15   | 16   | 17   | 18   | 21   | 18   | 21   | 20   | 22   | 17   |

OBSERVED AT: AN YANG

표 7. 7 월분 전리층예타 (중앙치)

IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

JUL, 1973

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 | 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  | 46   | 44   | 45   | 41   | 42   | 36   | 46   | 54   | 58    | 60    | 58    | 58    | 57    | 60    | 64    | 63    | 64    | 62    | 61    | 63    | 65    | 62    | 55    | 52    |
| QNT  | 9    | 7    | 9    | 11   | 12   | 15   | 24   | 25   | 20    | 16    | 17    | 17    | 14    | 17    | 17    | 22    | 21    | 23    | 26    | 25    | 22    | 24    | 20    | 13    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      | 40    | 42    | 44    | 45    | 46    | 46    | 46    | 46    | 43    | 42    | 42    | 40    |       |       |       |       |
| QNT  |      |      |      |      |      |      |      |      | 2     | 6     | 4     | 6     | 3     | 7     | 6     | 8     | 7     | 5     | 2     | 1     |       |       |       |       |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      | E2.40 | E3.00 | E3.20 | E3.40 | E3.60 | E3.80 | E4.00 | E4.20 | E4.40 | E4.60 | E4.80 | E5.00 | E5.20 | E5.40 | E5.60 | E5.80 |
| QNT  |      |      |      |      |      |      |      |      | 14    | 9     | 2     | 3     | 1     |       | 3     | 1     | 2     | 3     | 1     |       |       |       |       |       |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  | J3X  | J48X | 30   | J23X | J22X | E22S | E27B | E34B | J65X  | J89X  | J63X  | J47X  | J62X  | J58X  | J54X  | J52X  | J48X  | J63X  | J54X  | J48X  | J40X  | J41X  | J46X  | J46X  |
| QNT  | 28   | 27   | 27   | 27   | 27   | 27   | 28   | 27   | 29    | 29    | 30    | 29    | 30    | 28    | 29    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 29    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  | E24S | E20S | E17S | E16S | E16S | E19S | E25B | E28B | E30B  | E32B  | E33B  | E35B  | E35B  | E35B  | E35B  | E34B  | E30B  | E27S  | E27S  | E25S  | E25S  | E25S  | E25S  | E25S  |
| QNT  | 28   | 27   | 27   | 27   | 27   | 27   | 28   | 27   | 29    | 29    | 30    | 30    | 30    | 29    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 29    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  |      |      |      |      |      |      | 246  | 260  | 300   | 275   | 320   | 330   | 355   | 390   | 325   | 315   | 285   | 235   | 280   | 250   |       |       |       |       |
| QNT  |      |      |      |      |      |      | 4    | 5    | 9     | 8     | 7     | 5     | 4     | 8     | 8     | 8     | 12    | 8     | 9     | 3     |       |       |       |       |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  | 300  | 320  | 300  | 300  | 290  | 280  | 260  | 270  | 250   | 280   | 300   | 300   | 300   | 350   | 335   | 310   | 340   | 300   | 300   | 290   | 250   | 245   | 290   | 300   |
| QNT  | 22   | 24   | 25   | 26   | 27   | 26   | 26   | 26   | 20    | 17    | 17    | 18    | 15    | 18    | 18    | 22    | 21    | 23    | 26    | 27    | 25    | 28    | 27    | 23    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| MED  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 120  | 120  | 120   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   |
| QNT  | 20   | 24   | 22   | 19   | 15   | 12   | 7    | 12   | 24    | 27    | 27    | 28    | 30    | 28    | 27    | 27    | 25    | 28    | 27    | 23    | 19    | 24    | 26    | 22    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

OBSERVED AT: AN YANG

# IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

Aug 1973 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. F2 | MED | 40s  | 39   | 39   | 38   | 38    | 36   | 41   | 54   | 58   | 60   | 55   | 55   | 60  | 62   | 62   | 63   | 59   | 60   | 64   | 65   | 65   | 60   | 51  | 52   |
|       | CNT | 8    | 7    | 9    | 11   | 12    | 9    | 20   | 25   | 19   | 19   | 18   | 16   | 16  | 18   | 23   | 21   | 23   | 24   | 21   | 22   | 20   | 14   | 12  | 9    |
|       | QR  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| f. F1 | MED |      |      |      |      |       |      |      | 30   | 38   | 51   | 40   | 43   | 40  | 45   | 44   | 44   | 40   | 40   |      |      |      |      |     |      |
|       | CNT |      |      |      |      |       |      |      | 3    | 4    | 3    | 5    | 6    | 7   | 9    | 12   | 12   | 10   | 5    |      |      |      |      |     |      |
| f. E  | MED |      |      |      |      |       |      | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E   | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E    | E   | E    |
|       | CNT |      |      |      |      |       |      | 260  | 270  | 290  | 330  | 375  | 390  | 405 | 370  | 370  | 360  | 335  | 310  | 300  |      |      |      |     |      |
| f. Es | MED | J37X | J38X | J39X | J30X | J30X  | E30s | J30X | J32X | J39X | J44X | J45X | J48X | 47  | J52X | J44X | J46X | J41X | J45X | J42X | J42X | J40X | J35X | 33  | J38X |
|       | CNT | 29   | 29   | 28   | 26   | 25    | 27   | 26   | 27   | 26   | 26   | 26   | 25   | 27  | 28   | 27   | 26   | 28   | 28   | 28   | 27   | 27   | 29   | 29  | 29   |
|       | QR  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| f-min | MED | E20s | E20s | E18s | E18  | S216s | E22  | S25B | E27B | E28  | E30  | E34  | E35  | E36 | E36  | E36  | E36  | E36  | E36  | E36  | E36  | E36  | E36  | E36 | E36  |
|       | CNT | 29   | 29   | 28   | 26   | 25    | 27   | 26   | 27   | 26   | 26   | 26   | 26   | 28  | 28   | 28   | 27   | 28   | 28   | 28   | 27   | 28   | 29   | 29  | 29   |
| h' P2 | MED |      |      |      |      |       |      |      | 255  | 230  | 260  | 260  | 265  | 300 | 320  | 305  | 300  | 300  | 275  | 260  |      |      |      |     |      |
|       | CNT |      |      |      |      |       |      |      | 8    | 8    | 9    | 9    | 9    | 9   | 12   | 14   | 18   | 19   | 12   | 5    |      |      |      |     |      |
| h' P  | MED | 320  | 320  | 300  | 300  | 300   | 290  | 270  | 255  | 240  | 265  | 280  | 270  | 300 | 300  | 300  | 265  | 250  | 260  | 270  | 275  | 250  | 260  | 300 | 300  |
|       | CNT | 24   | 23   | 21   | 21   | 24    | 24   | 24   | 26   | 21   | 20   | 19   | 16   | 18  | 20   | 24   | 22   | 24   | 24   | 22   | 24   | 25   | 24   | 25  | 22   |
| h' Es | MED | 110  | 110  | 110  | 110  | 110   | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110 | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110 | 110  |
|       | CNT | 21   | 22   | 21   | 20   | 17    | 14   | 15   | 11   | 19   | 22   | 20   | 21   | 24  | 23   | 23   | 16   | 20   | 23   | 23   | 18   | 18   | 22   | 19  | 22   |

포 8. 8월분 전리층 레타 ( 중앙치 )

OBSERVED AT: AN YANG 35

# IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

SEP, 1973

135 °E Mean Time (G. M. T+9h)

| H R  |     | 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 | 51    | 53    | 47    | 44    | 43    | 39    | J44B  | 6.4   | 71    | 73    | 70    | 71    | 71    | 76    | 75    | 73    | 75    | 73    | 75    | 71    | 67    | 53    | 54    | 53    |
|      | QNT | 20    | 21    | 20    | 21    | 21    | 21    |       | 22    | 22    | 27    | 27    | 29    | 28    | 29    | 28    | 27    | 25    | 27    | 25    | 28    | 24    | 19    | 14    | 14    |
| foE  | MED |       |       |       |       |       |       |       |       | 300L  | 130L  |       |       | 450L  | 450L  | 45.4  | 40L   | 445L  | 3.45L |       |       |       |       |       |       |
|      | QNT |       |       |       |       |       |       |       | 1     | 1     |       |       | 1     | 3     | 6     | 3     | 2     | 2     |       |       |       |       |       |       |       |
| foE  | MED |       |       |       |       |       |       | E2.40 | E2.60 | E3.15 | E3.50 | E3.80 | E4.00 | E4.30 | E4.60 | E4.90 | E5.20 | E5.50 | E5.80 | E6.10 |       |       |       |       |       |
|      | QNT |       |       |       |       |       |       | 21    | 17    | 16    | 19    | 15    | 19    | 16    | 16    | 17    | 17    | 18    | 15    | 18    |       |       |       |       |       |
| foE  | MED | E2.75 | E2.55 | E2.05 | E2.55 | E1.95 | E2.55 | E2.65 | E2.95 | E3.35 | E3.65 | E3.95 | E4.05 | E4.15 | E4.25 | E4.35 | E4.45 | E4.55 | E4.65 | E4.75 | E4.85 | E4.95 | E5.05 | E5.15 | E5.25 |
|      | QNT | 29    | 29    | 29    | 29    | 29    | 29    | 28    | 28    | 29    | 29    | 29    | 29    | 29    | 26    | 28    | 27    | 28    | 27    | 29    | 29    | 28    | 28    | 29    | 28    |
| foE  | MED | E2.55 | E2.35 | E1.95 | E1.95 | E1.75 | E2.55 | E2.65 | E2.8  | E3.0  | E3.4  | E3.8  | E3.9  | E4.0  | E4.1  | E4.2  | E4.3  | E4.4  | E4.5  | E4.6  | E4.7  | E4.8  | E4.9  | E5.0  | E5.1  |
|      | QNT | 29    | 29    | 29    | 29    | 29    | 29    | 28    | 28    | 29    | 29    | 29    | 29    | 29    | 28    | 28    | 27    | 28    | 27    | 29    | 29    | 28    | 28    | 29    | 29    |
| foE  | MED |       |       |       |       |       |       |       |       | 255   | 2.50  | 250   | 280   | 280   | 280   | 260   | 270   | 255   | 280   |       |       |       |       |       |       |
|      | QNT |       |       |       |       |       |       |       | 2     | 6     | 7     | 10    | 11    | 15    | 15    | 8     | 6     | 1     |       |       |       |       |       |       |       |
| foE  | MED | 310   | 300   | 300   | 300   | 265   | 300   | 275   | 235   | 240   | 250   | 250   | 250   | 280   | 270   | 290   | 260   | 260   | 250   | 250   | 260   | 250   | 275   | 300   | 300   |
|      | QNT | 28    | 28    | 29    | 29    | 28    | 28    | 28    | 28    | 28    | 29    | 29    | 29    | 29    | 28    | 28    | 27    | 27    | 26    | 29    | 29    | 28    | 21    | 27    | 27    |
| foE  | MED | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 105   |       | 110   | 120   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 105   | 110   | 115   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   |
|      | QNT | 10    | 7     | 7     | 10    | 6     | 4     |       | 3     | 13    | 12    | 11    | 8     | 7     | 6     | 6     | 4     | 8     | 9     | 8     | 9     | 9     | 11    | 11    | 9     |

OBSERVED AT: AN YANG

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   |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| MED    | 39   | 39   | 39   | 40   | 37   | 38   | 38   | 37   | 51   | 66   | 74   | 82   | 80   | 90   | 87   | 81   | 79   | 80   | 73   | 67   | 60   | 45   | 42   | 39   | 38   |
| foE2   | CNT  | 16   | 19   | 20   | 23   | 23   | 19   | 17   | 21   | 24   | 26   | 30   | 29   | 30   | 31   | 30   | 28   | 29   | 29   | 25   | 20   | 23   | 18   | 15   | 17   |
| QR     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 440L | 435L | 420L | 425L | 410L | 400L |      |      |      |      |      |      |      |      |
| foP1   | CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      | 4    | 1    | 2    | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| foE    | CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED    | E22S | E21S | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E26B | E29B | E34B | E36B | E37B | E40B | E38B | E34B | E35B | E35B | E30B | E30B | E29S | E28S | E25S | E23S | E24S |
| foES   | CNT  | 28   | 27   | 29   | 29   | 30   | 27   | 25   | 29   | 28   | 29   | 31   | 29   | 30   | 31   | 30   | 30   | 29   | 29   | 29   | 29   | 27   | 26   | 27   |      |
| QR     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED    | E22S | E20S | E20S | E19S | E19S | E19S | E21S | E23B | E24B | E28B | E30B | E35B | E35B | E36B | E37B | E34B | E32B | E30B | E26B | E26B | E24S | E25S | E24S | E22S | E23S |
| fo-min | CNT  | 28   | 28   | 29   | 29   | 30   | 27   | 24   | 29   | 27   | 29   | 31   | 30   | 30   | 31   | 30   | 30   | 29   | 29   | 29   | 29   | 27   | 26   | 27   |      |
| MED    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 260  | 250  | 250  | 260  | 250  | 260  | 270  | 280  |      |      |      |      |      |      |      |
| h' P2  | CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 4    | 13   | 11   | 6    | 7    | 3    | 1    |      |      |      |      |      |      |      |
| MED    | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  | 270  | 280  | 280  | 240  | 240  | 240  | 240  | 250  | 255  | 250  | 250  | 255  | 250  | 240  | 240  | 240  | 280  | 280  | 300  | 290  |
| h' P   | CNT  | 25   | 24   | 27   | 28   | 30   | 27   | 24   | 29   | 27   | 29   | 31   | 29   | 30   | 31   | 30   | 30   | 29   | 29   | 28   | 27   | 26   | 22   | 24   | 25   |
| MED    | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  |      |      | 120  | 110  | 110  | 120  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  |
| h' Es  | CNT  | 5    | 6    | 5    | 8    | 5    |      |      | 2    | 1    | 11   | 15   | 12   | 11   | 10   | 12   | 9    | 15   | 14   | 10   | 13   | 12   | 10   | 8    | 6    |

OBSERVED AT: AN YANG

# IONOSPHERIC DATA LIST OF MEDIAN VALUES

NOV 1973

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  | 33   | 33   | 33   | 34   | 30   | 31   | 46   | 60    | 64    | 65    | 74    | 75    | 80    | 79    | 80    | 70    | 65    | 60    | 42    | 40   |      | 35   | 33   | 33   |
| COP2 | CNT  | 2    | 5    | 11   | 12   | 12   | 5    | 2    | 4     | 12    | 21    | 21    | 18    | 22    | 26    | 24    | 22    | 21    | 19    | 10    | 3    |      | 1    | 3    | 3    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       | 335   |       | 400   | 410   | 365   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       | 2     |       | 1     | 1     | 2     |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| FOE  | MED  |      |      |      |      |      |      |      | E250B | E280B | E300B | E350B | E360B | E370B | E380B | E390B | E300B | E300B | E320B | E360B |      |      |      |      |      |
| CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      | 19    | 24    | 23    | 18    | 16    | 19    | 18    | 21    | 23    | 22    | 18    |       |      |      |      |      |      |
| TOFs | MED  | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E24S | E25B  | E28B  | E30B  | E35B  | E36B  | E37B  | E38B  | E39B  | E30B  | E30B  | E28B  | E25S  | E25S | E36S | E22S | E20S | E20S |
| CNT  |      | 9    | 14   | 22   | 24   | 23   | 16   | 11   | 19    | 26    | 26    | 25    | 24    | 26    | 27    | 26    | 25    | 26    | 24    | 22    | 12   | 9    | 8    | 8    | 5    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| MED  | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E20S | E24S | E25B  | E28B  | E30B  | E34B  | E35B  | E36B  | E37B  | E38B  | E30B  | E30B  | E25B  | E24S  | E24S | E20S | E20S | E20S | E20S |
| CNT  | 10   | 13   | 22   | 24   | 23   | 17   | 17   | 11   | 19    | 25    | 26    | 25    | 24    | 26    | 27    | 26    | 25    | 26    | 25    | 22    | 12   | 9    | 8    | 8    | 5    |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 240   | 240   | 250   | 240   | 240   | 270   | 265   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 1     | 2     | 2     | 3     | 5     | 2     | 2     |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| MED  | 290  | 300  | 300  | 300  | 280  | 270  | 270  | 250  | 250   | 230   | 240   | 240   | 240   | 240   | 250   | 250   | 240   | 230   | 230   | 230   | 280  | 250  | 270  | 285  |      |
| CNT  | 9    | 12   | 22   | 24   | 23   | 18   | 18   | 11   | 19    | 25    | 26    | 25    | 23    | 26    | 26    | 27    | 24    | 25    | 26    | 21    | 9    | 6    | 6    | 4    |      |
| MED  | 110  | 110  | 115  | 110  | 110  | 110  | 110  |      |       | 130   | 120   | 120   | 115   | 110   | 110   | 110   | 110   | 110   | 120   | 110   | 110  | 115  | 110  | 110  | 110  |
| CNT  | 2    | 2    | 2    | 3    | 5    | 1    | 1    | 3    | 7     | 1     | 3     | 7     | 8     | 7     | 9     | 5     | 7     | 4     | 7     | 6     | 4    | 2    | 3    | 3    | 2    |

OBSERVED AT: AN YANG

## DEC, 1973

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  | 30   | 28   | 30   | 30   |      |      |      |      | 48    | 60   | 59   | 66    | 70    | 70    | 64    | 63    | 50   | 52   | 44   | 57   | 50   |      |      |      |
| CNT  | 3    | 6    | 11   | 13   |      |      |      |      | 14    | 16   | 18   | 17    | 21    | 17    | 18    | 18    | 22   | 18   | 11   | 2    | 1    |      |      |      |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      | 300L |       | 39    | L     | 40L   |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       | 2     | 3     |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      | E250B | B280 | B30C | B340B | B350B | B325B | B300H | B285B |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      | 18    | 21   | 19   | 17    | 18    | 19    | 20    | 18    | 20   | 21   |      |      |      |      |      |      |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      | E29B  | B28B | B30B | B34B  | B35B  | B37B  | E33B  | E30B  | B28B | B27B | B25S | E24S | E23S | J47X | J50X | E20S |
| CNT  | 1    | 6    | 17   | 21   | 22   | 8    | 2    |      | 17    | 20   | 19   | 20    | 21    | 22    | 22    | 18    | 21   | 22   | 14   | 7    | 3    | 2    | 2    | 1    |
| QR   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED  | B48S | E19S | E19S | E19S | E19S | E20S | E20S | E20S | E28B  | E28B | B30B | E33B  | E34B  | E36B  | E32B  | E30S  | B28B | E26B | E24S | B24S | E23S | E22S | E20S | E24S |
| CNT  | 6    | 16   | 21   | 21   | 21   | 9    | 3    | 1    | 18    | 21   | 20   | 20    | 22    | 23    | 23    | 20    | 22   | 22   | 15   | 7    | 3    | 2    | 2    | 1    |
| MED  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      | 270  | 260   | 255   | 285   | 240   | 260   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| CNT  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      | 1    | 1     | 4     | 6     | 1     | 1     |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MED  | 305  | 300  | 300  | 300  | 300  | 270  | 260  |      | 255   | 240  | 245  | 250   | 260   | 250   | 260   | 250   | 250  | 240  | 270  | 250  | 270  | 230  | 300  | 310  |
| CNT  | 6    | 16   | 22   | 22   | 22   | 8    | 3    |      | 18    | 21   | 20   | 20    | 22    | 23    | 23    | 23    | 23   | 24   | 15   | 7    | 2    | 1    | 1    | 1    |
| MED  | 110  | 110  | 115  |      |      | 120  | 120  |      |       |      | 120  | 115   | 120   | 115   | 120   | 110   | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  |      |
| CNT  | 2    | 1    | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      |       |      | 1    | 4     | 4     | 4     | 2     | 1     | 2    | 3    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |      |

OBSERVED AT : AN YANG



## 1) F 층

### 가) F 층의 높이 ( $h' F$ )

F 층이라 함은 지상 150Km 이상에 존재하는 전리층으로서 1년간 우리가 관측한 F 층은 지상 230Km ~ 400Km 사이에서 나타났다.

여름철과 겨울철에 따라 높이가 달라지고 있는데 가장높이 존재한 때는 5월과 6월로서 400Km를 넘었고 월평균 약 350Km를 유지하였다.

또한 가장 낮았던 때는 1월과 2월로서 230Km까지 낮았으며 월평균 260Km를 유지하였다.

따라서 계절에 따라 약 100Km를 오르 내리고 있음을 알 수 있다.

한편 주야별로 높이를 비교하여 보면 여름철의 주야간 높이 변화는 280Km에서 410Km 사이를 변화하여 약 130Km를 오르 내리고 있으며 겨울철의 주야간 높이 변화는 230Km에서 300Km까지 약 70Km를 오르 내리고 있다.

여름철에만은 주간에 전리층 높이가 야간의 전리층 높이보다 높지만 겨울, 봄, 가을철에는 야간높이보다 주간의 전리층 높이가 높아지지 않았다.

바꾸어 말하면 1년간 평균 야간의 F 층 높이는 크게 변화되지 않은 반면 주간의 전리층은 계절에 따라 여름철에 높아지고 겨울철에 낮아졌음을 알 수가 있다.

### 나) F<sub>2</sub> 층의 임계주파수 ( $f_o F_2$ )

$f_o F_2$ 의 연간통계를 보면 최하 3.0MHz에서 최고 9.5MHz이

있음을 알수가 있다.  $f_0 F_2$  가 가장 낮았던 시기는 지난 11월의 새벽 4시의 중앙치였으며 가장 높았던시기는 지난 3월의 13~14시의 중앙치였었다.

도표를 보면 알수 있는바와 같이  $f_0 F_2$ 의 월별 변화곡선은 겨울철에는 굴곡이 심하였으며 여름철에는 비교적 완만 하였음을 알 수 있다.

즉 겨울철에는 주간의 평균  $f_0 F_2$ 가 약 7MHz이고 야간에는 3.5MHz로 주야간 차이가 약 3.5MHz였었는데 비해 여름철에는 주간의 평균  $f_0 F_2$ 가 약 6.5MHz이었고 야간에는 평균 약 5.0MHz이어서 그차이가 1.5MHz에 지나지 않음을 알 수 있다.

#### 다) $F_1$ 층의 임계주파수 ( $f_0 F_1$ )

이  $f_0 F_1$ 은 주간에만 관측할 수 있는 것으로 주간시간이 길었던 여름철에는 장시간 관측할 수 있었든반면 겨울철에는 단시간, 심한 경우는 전혀 나타나지 않은 때도 있어서 겨울철의 관측치는 반드시 정확하지는 않다.

특히 우리나라에서 관측된  $f_0 F_1$ 은 항상 선명하지 못하여 설명 기호가 붙어있기 마련이다.

$f_0 F_1$ 은 주간에만 관측되므로 다른 임계주파수 보다 최소치와 최고치의 차가 심하지는 않다.

최하 3MHz를 내려가지 않았으며 최고 4.8MHz를 넘지 않았고 평균 4MHz이라는 것을 알수 있다.

일본 (KOKUBUNJI)에서 관측한 데이터를 보아도 우리나라와 큰 차이는 없었다.

출현시간이 여름철에 장시간인데 비해 겨울철에 단시간일뿐만 아니라 시간당 출현회수가 여름철에 비해 겨울철에 희박하였다는 것도 우리나라의 경우와 비슷하다.

## 2) ES 층

ES 층은 E 층의 높이 부근인 지상 85 ~ 150 Km 정도의 높이에 서 나타나는 전리층으로서 산발적으로 나타나기 때문에 SPORADIC E 층이라 부르고 ES 층이라고 기록한다.

### 가) ES 층의 높이 ( $h'ES$ )

지난 1년간 당연구소에서 관측된 ES 층의 높이는 계절에 따라서나 주야에 따라서나 F 층과 같은 출현높이의 변화는 별로 없었고 지상 110 Km ~ 130 Km 정도를 유지하고 있었음을 알 수 있다.

그러나 도표에 표시된 ES 층의 높이는 월별 중앙치이지만은 시간별 출현횟수는 계절에 따라 많은 차이가 있다. 메타에도 명시된 바와 같이 여름철에는 비교적 출현회수가 많아서 월시간당 1일 출현회수가 20여회 이상이 되고 있지만 겨울철에는 월시간당 출현회수가 희박하여 10여회 이하이고 1 ~ 2 회에 지나지 않는 경우가 많아서 작성된 도표가 반듯이 정확하다고는 말할 수 없겠다.

### 나) ES 층의 임계주파수 ( $f_oE_s$ )

$f_oE_s$ 도 ES 층 자체가 명확치 못함에 따라 선명하게 나타난 경우가 거의 없다. 특히 겨울철의 경우는 출현회수마저 더욱 희박하며 주간보다는 야간이 더욱 희박하다. 출현되지 않은 때의 기록은 국제적인 전리층 관측 방식에 의해  $f-min$ 치를 기록하고 있으므로 높이를 관측한 경우의 출현회수와  $f_oE_s$ 를 관측한 때의 횟수가 상이한 것은 이때문이다. 편의상 도면에는  $f_oE_s$ 치를 작

도 하였지만 점선으로 표시된 것은 불확실하거나  $f_{min}$  으로부터 추정 한 값을 나타낸 것이다.  $f_{min}$  으로부터 추정 한 값을 정확한  $f_oE_s$  값이라 생각하고 계절별 주야별로 비교를 하여보면 여름철에는  $f_oE_s$  값이 최고 6MHz 까지 달했던 반면에 겨울철에는 3.5 MHz 이하를 유지하고 있음을 알 수 있다.

주간보다도 야간에는 더욱 하락하여 최저 2MHz 이하로 내려간 때도 있었다.

새벽녘인 03시 ~ 05시 사이가  $f_oE_s$  의 최소치를 나타내는 시간이 었다.

#### 다) $E_s$ 층의 유형별 출현회수

$E_s$  층은 출현하는 형태에 따라 국제적으로 아래와 같이 구별하고 있다. (표 13 및 그림 13 참조)

| Type | 발 생 지 역             | 출 현 시 자 | 비 고         |
|------|---------------------|---------|-------------|
| l    | 중 위 도               | 주 간     | low         |
| c    | "                   |         | cusp        |
| h    | "                   |         | high        |
| f    | 주 로 중 위 도           | 야 간     | flat        |
| r    | 극 광 지 역             | "       | retardation |
| a    | "                   | "       | auroral     |
| s    | 적 도 지 역 과 고 위 도 지 역 | 주 간     | slant       |
| q    | 적 도 지 역             |         | equatorial  |

표 13, 전리층 ( $E_s$  층) 의 유형별 구분표

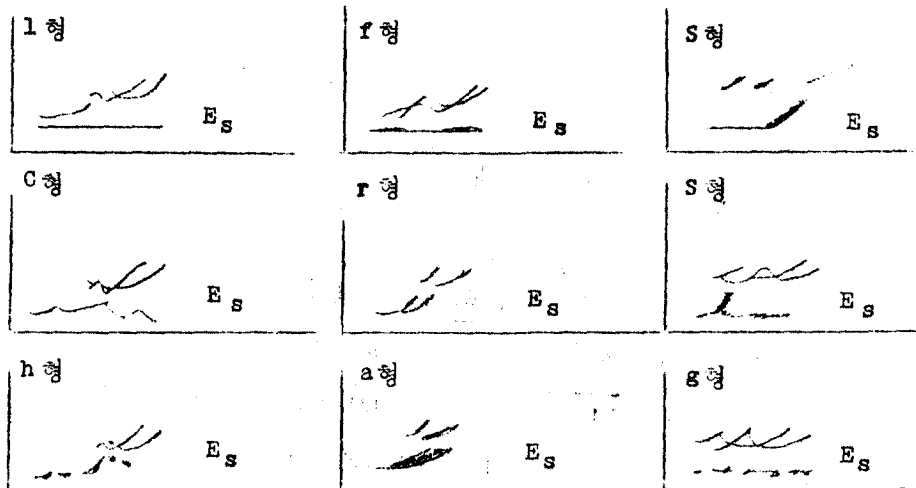


그림 13,  $E_s$  중의 Type

우리가 취급한 전리층 총관측건수 8,740건 중  $E_s$  중의 출현회수는 2,650회였으며 유형별로 나누어보면 F형이 1,183회로 가장 많았고 다음이 L형으로서 1,168회였으며 C형은 395회였다. C형은 9월부터 12월사이에는 전혀 나타나지 않고 있다. (표 14 및 그림 14 참조)

도표상으로 볼때 우리나라에도 나타나야 할 h형은 전혀 나타나지 않았다. 결론적으로 우리나라에는 F형과 L형이 주로 나타나고 있다고 할 수 있겠다.

### 3. 전파경보

단파무선통신 업무를 운동함에 있어서 전파전파상의 이상현상이라든가 또는 장애의 발생예상 시각과 그장애의 정도등을 미리 알아서 무선통신 이용자들에게 통보하여 주는 것을 전파경보라 하겠다.

인공적인 장애가 아닌 자연적인 전파장애로서는 태양과 지구간의

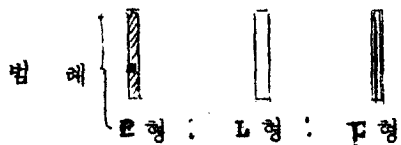


표 14 , Es 중의 종류별 월별 출현회수

| 유형별 \ 월별 | 1  | 2  | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  | 10  | 11 | 12 | 계     |
|----------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|-------|
| F형       | 58 | 39 | 19 | 56  | 205 | 174 | 222 | 208 | 84 | 79  | 35 | 12 | 1,183 |
| L형       | 23 | 9  | 16 | 13  | 77  | 203 | 281 | 247 | 97 | 122 | 58 | 22 | 1,148 |
| C형       | 31 | 27 | 38 | 102 | 178 | 11  | 4   | 4   |    |     |    |    | 39.5  |

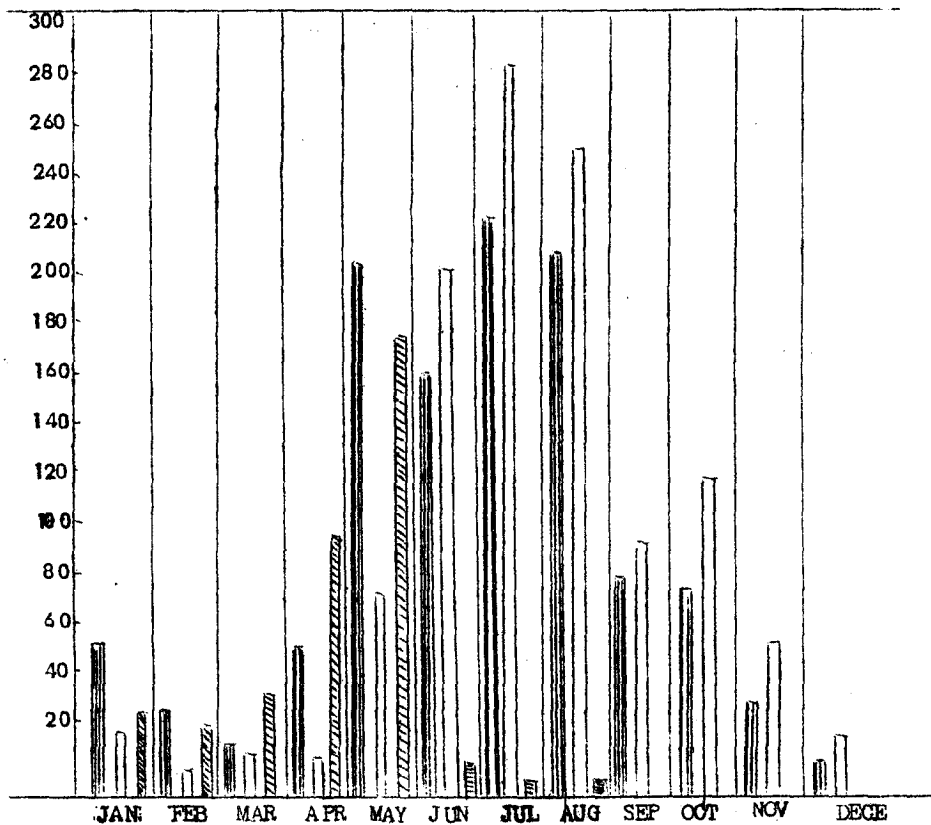


그림 14 , 73 년도에 관측된 Es 중의 종류별 월별 출현현황

물리적인 자연현상이 그원인으로 밝혀졌으며 이들 자연현상의 정보가 신속하고 광범위하게 수집되므로써 더욱 정확하고 바른 전과 정보업무를 수행할 수 있다고 하겠다.

전과장애를 예측하고 평가함에 있어서는 다음의 제요인과 조건을 전제로 하여야 하겠다.

- ①우리나라의 지역적고려 - 중위도 지역
- ②태양의 자전주기 - 27 일
- ③전리층의 계절별 변화와 주야별 변화
- ④태양의 활동주기와 해당기간
- ⑤태양흑점, Radio Noise Flare 등 태양활동 파악
- ⑥지자기 변화
- ⑦지수 ( INDEX ) 에 대한 설정기준 숙지

우리 연구소에서는 URS IGRAM 전문을 방송하고 있는 일본의 방식에 따라 아래와 같이 5개의 숫자로 표시하고 있으나 미국지역에서는 9개의 숫자로 나타내고 있다.

- |                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| 1 : Very disturbed | } | w |
| 2 ; Disturbed      |   |   |
| 3 : Unstable       |   | U |
| 4 ; Normal         | } | N |
| 5 ; Good           |   |   |

#### 가) 전과장애의 원인

전과장애의 근본적인 원인은 태양폭발과 태양활동의 주기성에 있다고 하겠다.

이를 나누어 설명하면 SID와 지자기 교란을 들수 있다.

(그림 15 참조)

### 1) SID

태양 Flare가 발생한지 불과 8.3분후에는 SID(Sudden Ionospheric Disturbance) 특히 태린자현상 (SWF = Short Wave Fadeout) 을 일으키며 Noise Burst 등 빠른 전파장애가 발생한다.

이 Flare는 태양 극대기에는 빈발하게 일어나므로 SWF도 많이 일어난다. 즉 SWF는 태양활동의 극대기와 극소기에 따라 비례적으로 일어난다고 할수 있겠다. SWF는 발생후 수분~수시간 지속되고 주간에만 발생한다.

### 2) Geomagnetic Storm.

이 현상은 태양 Flare가 발생후 20~40시간후에 지자기교란을 일으키고 전리층을 교란시킨다고 밝혀졌다. 이 Magstorm의 특징은 태양활동 극대기에는 단기간(2~3일) 영향을 주지만 그정도가 심하고 또 태양활동 극소기에는 장기간(4~5일) 영향을 주지만 그정도는 약하다고 한다.

또 하나의 Magstorm일때의 특징은  $f_oF_2$ 가 감소하고 D영역에서의 흡수현상이 증가한다고 한다.

이 Magstorm이 발생하면 주야를 불문하고 전세계적으로 영향을 미친다는 점에서 SWF와 차이가 있다고 하겠다. 때로는 Spread F가 증가하고 ES층이 증가하기도 하며 MUF는 감소하고 LUF는 증가하여 전리층에 의한 통신소통에 지대한 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 전파장애가 심한 경우에는 Magstorm과 SWF가 동시에 겹쳐 일어나 통신두절을 일으키는 경우도 있다고 한다.



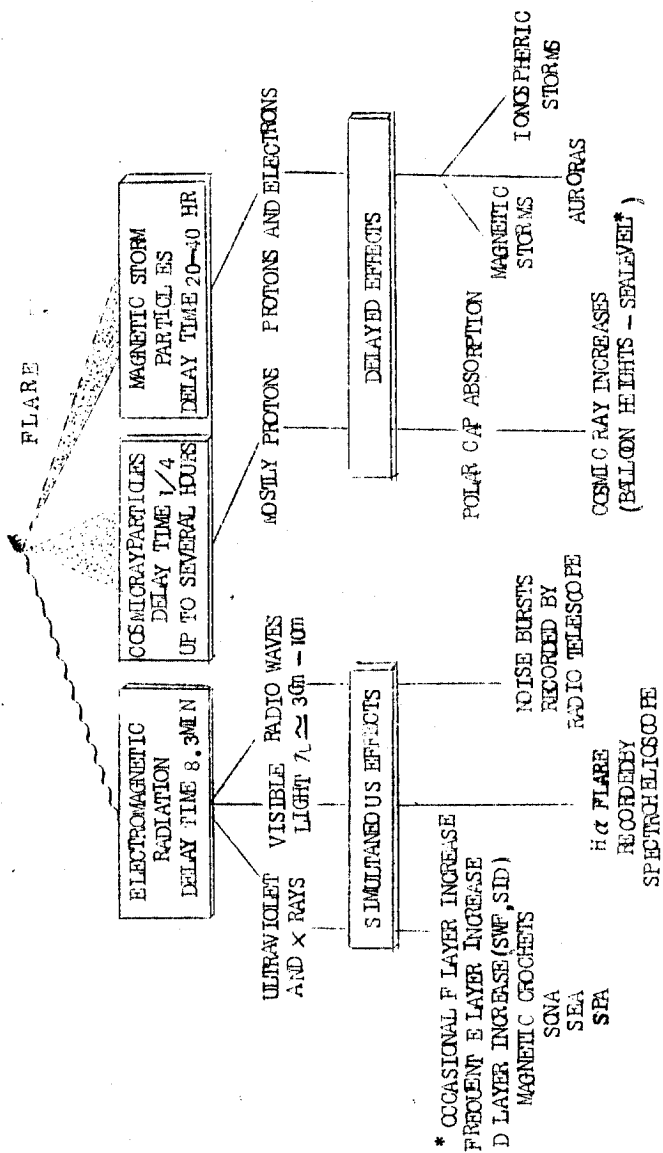


그림 15. solar flare의 영향

다. 통계적 분석

표 15에는 지난 1년간 발령된 전파경보 내역을 표시하였다.

이 표에서 볼 수 있는바와 같이 2월부터 8월까지 전파경보 발생빈도가 높았으며 11월에도 전파장애가 있었음을 알 수 있다.

73년도는 태양활동 극대기(68.69년도)를 지나 극소기로 하락하는 기간이므로 전파장애가 점차 약해지고 있다. 그러나 4월중순부터 5월초에 있었던 전파장애는 심한것 중의 하나였다고 보겠다.

외국에서는 1969년부터 1971년도 까지를 IASY(International Active Sun year)로 정하여 관심을 가지고 관측한바 있으나 당연구소에서는 모든여건이 여의치 못하여 직접참여 하지는 못하였었다.

태양활동주기는 대략 11년을 주기로 변하고 있으며 1964년을 기점으로한 태양활동 주기곡선은 그림 16과 같다.

이것으로 미루어보아도 1975년도가 태양활동 극소기가 되겠으며 75년도까지는 점차 전파장애도 약화할 것으로 추정하고 있다.

연내 발생한 전파경보의 내용을 보면, 봄과 여름철에 전파장애가 많다는 것을 알수 있다. 12회에 걸쳐 발령된 전파경보는 총연시간은 1530시간으로서 1회 평균 110시간을 상회하고 있다.

1년 365일동안에 전파상태가 불량했던 시간이 17.5%에 이르고 있다고 볼 수 있다.

전파장애의 원인을 분석한 결과 경보발령 때마다 Magstorm이 일어나지 않은 경우가 없었으며, 1, 2, 3, 9, 10 및 12회는 태양 Flare와 관계없이 순수한 주기성에 의한 Magstorm이었으며 기타는 태양 Flare와 함께 Magstorm이 일어났었고 특히 6회에

표 15 , 73년도 전과정보 발령내역표

| 회수별 | 경보발령시각       | 경보종료시간       | 경보<br>종류별 | 장애연시간   | 비고 |
|-----|--------------|--------------|-----------|---------|----|
| 1   | 2.24. 09:00  | 2.25. 14:00  | U         | 29:00   |    |
| 2   | 3.20. 13:00  | 3.27. 13:00  | U         | 168:00  |    |
| 3   | 4. 2. 18:00  | 4. 5. 14:00  | U         | 68:00   |    |
| 4   | 4.14. 09:00  | 4.14. 11:00  | U         | 50:00   |    |
| 5   | 4.19. 10:00  | 5. 1. 12:00  | U         | 290:00  |    |
| 6   | 5. 1. 12:00  | 5. 1. 16:00  | W         | 4:00    |    |
| 7   | 5. 1. 16:00  | 5. 2. 15:00  | U         | 23:00   |    |
| 8   | 5.12. 10:00  | 5.28. 13:00  | U         | 387:00  |    |
| 9   | 6.11. 16:00  | 6.20. 10:00  | U         | 300:00  |    |
| 10  | 7.27. 18:00  | 7.30. 14:00  | U         | 68:00   |    |
| 11  | 7.31. 17:00  | 8. 4. 17:00  | U         | 96:00   |    |
| 12  | 11.22. 12:00 | 11.24. 11:00 | U         | 47:00   |    |
| 계   |              |              |           | 1530:00 |    |

| 종류별      | 월별 | 1 | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7  | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 계     |
|----------|----|---|----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|----|----|----|-------|
| U ( 시간 ) |    |   | 29 | 168 | 408 | 410 | 300 | 68 | 96 |   |    | 47 |    | 1,526 |
| W ( 시간 ) |    |   |    |     |     | 4   |     |    |    |   |    |    |    | 4     |

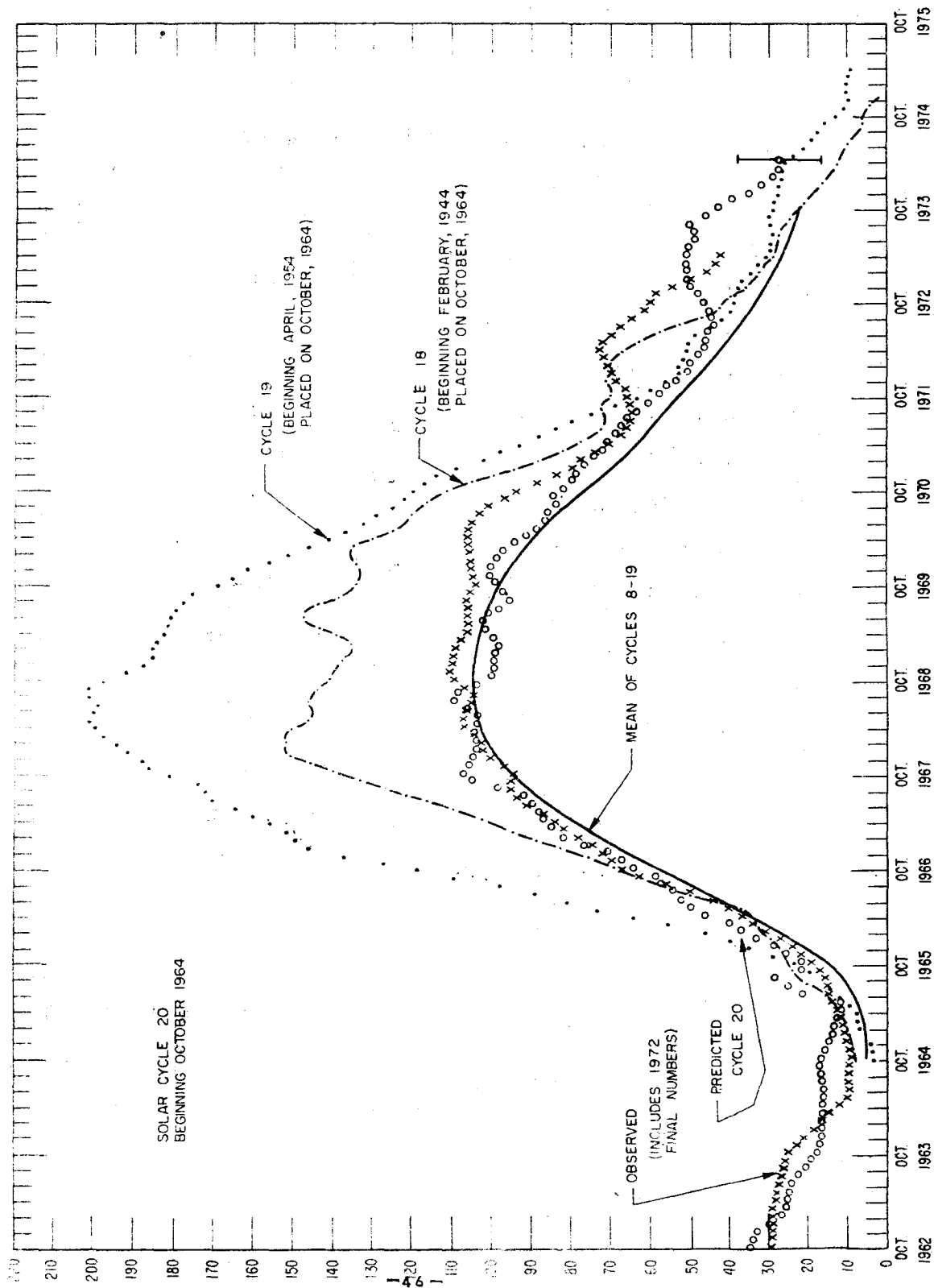


그림 16. 예측된 연도별 수평선

外

七

朱

발령된 W시는 Solar Tenflare가 316.Unit로 증가하고 Magnetorm이 겹쳐 일어나 심한 전파장애가 있었다.

당 연구소에서 발령되는 전파정보는 우리 나라에서 가장 가까운 일본에서 발사되는 URSIGRAM방송을 수신하여 이를 전달하는데 불과한 것이며 또 모든여건의 불비로 발령된 전파정보가 단파무선통신에 얼마만큼 영향을 주고 있는지 확인해 볼 수 없는 것이 안타까운 일이다.

74년도에는 지자기 관측기가 설치될 것이므로 URSIGRAM방송만으로 정보가 발령되던 것이 한발더 전진하여 전파정보를 부분적이거나 재 확인해 볼 수 있는 여건이 마련될 것으로 기대되고 있다.

이제는 태양을 관측할 수 있는 시설만 확보된다면 당소자체의 능력으로서도 전파장애를 예지하여 무선통신업무에 도움을 줄 수 있는 전파정보를 취급할 수 있을 것으로 생각된다.

하루속히 시설이 확보되어 선진국의 대열에서 어깨를 나란히 공동으로 연구할 수 있게되길 바라는 마음 간절하다.

#### 4. 전파전파 특성

##### 가. 근거리 (0~100Km) 전파전파 특성

전리층의 전자밀도는 언제나 일정하지 않으며, 전리층의 상태를 관측분석하여 거리별 실제사용 가능한 주파수 범위와 전리층에서 받는감쇠 자유공간을 전자파가 전파할때 받는 감쇠등을 기초로하여 단파의 근거리 통신의 전파상태를 조사분석 하였다.

##### 1) 거리별 최고 사용 가능한 주파수 (MUF) 산출

전리층은 전파를 반사하는 작용이 있지만 어떤 일정한 주파수이상 이 되면 전리층을 투과해버리고 반사되지 않는다.

따라서 전리층반사파를 이용해서 통신을 행하는 경우에는 이 임 계주파수 이하로 하지 않으면 안된다.

여기서 임계주파수라고 하는 것은 수직투사의 경우가 아니고 어 떤 두 지점사이에서 통신을 행하는 경우에는 경사로 전리층에 투 사하게 되므로 경사투사의 임계 주파수를 생각해야 한다.

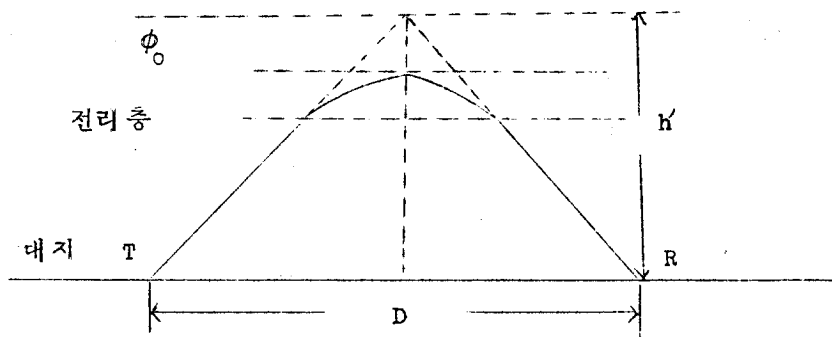


그림 17 도 전파전파 경로

그림 17 도에서 T를 송신기, R을 수신기로 하면 전리층에서의 입사 각  $\phi$ 는

$$\phi = \tan^{-1} \frac{D}{2h'}$$

로 된다.

그래서 입사각  $\phi$ 가 클수록 그 임계주파수는 높게된다. 즉 두 지점사이의 거리가 클수록 임계주파수는 높게 된다.

T, R의 두지점사이에서 통신을 하기 위해서는 그것에 대한 임 계주파수 이하의 주파수를 사용해야 한다. 이것은 어떤 두 지점

사이에 있어서 사용할 수 있는 최고의 주파수가 되므로 이것을  
최고 사용가능주파수 ( MUF ) 라 한다 .

실제 관측된 수직투사와 입사각  $\phi$  되는 경사투사가 동일한 높  
이에서 반사하는 주파수는 경사투사 쪽이 높다 .

이 관계를 나타내면 다음과 같다 .

$$f = f_0 \sec \phi$$

$f_0$  = 수직투사주파수

$f$  : 동일한 높이의 반사층에서 반사하는 경사투사주파수

따라서 
$$f = f_0 \sec \left( \tan^{-1} \frac{D}{2h} \right)$$

즉  $f_0$  되는 주파수로서 수직투사 할때의 가상 반사고와  $f$  되는  
주파수로서  $\phi$  되는 각도로 경사투사 했을 때의 가상 반사고는  
같다 .

이 식에서  $\phi$  가 클수록  $f$  는 높게된다 .

전리층의 높이 300Km 인 경우 임계주파수 , 거리별 최고 사용가능  
주파수를 산출하면 표 16 과 같다 .

이 최고 사용가능한 주파수의 자료는 그때 그때의 통신조건을  
전리층의 상태 ( 전리층의 높이 및 임계주파수 ) 에 부합시키면 거  
리에 따른 최고사용 주파수를 알 수 있다 .

1973 년 1 월의 1 개 월분의 관측된 전리층자료를 분석하여 시간  
전리층의 높이와 임계주파수의 변화에 따른 거리별 최고 사용가능  
한 주파수 ( MUF ) 는 표 17 과 같다 .

예를 들면 송수신점의 거리가 400Km 인 경우 , 시간이 02:00 에  
는 표 17 에서 MUF 가 4.08MHz 임을 알 수 있다 .

다시 말하면 4.08MHz 이상을 사용하면 전파는 전리층을 통과해

표 16. 전리층 높이 가 300Km 일 때 임계 주파수 변화에 따른 거리별 최고

사용 가능한 주파수 ( MUF )

| 임계주파수<br>(MHz)<br>거리 (Km) | 3.0. | 3.3  | 3.5  | 3.8  | 4.0  | 4.3  | 4.5  | 4.8  | 5.0  | 5.3  | 5.5  | 5.8  | 6.0  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 200                       | 3.16 | 3.47 | 3.68 | 4.0  | 4.21 | 4.53 | 4.73 | 5.05 | 5.27 | 5.58 | 5.79 | 6.11 | 6.32 |
| 250                       | 3.24 | 3.57 | 3.79 | 4.11 | 4.33 | 4.65 | 4.87 | 5.19 | 5.41 | 5.73 | 5.95 | 6.28 | 6.49 |
| 300                       | 3.35 | 3.68 | 3.91 | 4.24 | 4.47 | 4.8  | 5.03 | 5.36 | 5.59 | 5.92 | 6.14 | 6.48 | 6.7  |
| 350                       | 3.37 | 3.81 | 4.04 | 4.39 | 4.62 | 4.97 | 5.2  | 5.55 | 5.78 | 6.31 | 6.36 | 6.71 | 6.94 |
| 400                       | 3.6  | 3.96 | 4.2  | 4.56 | 4.8  | 5.16 | 5.4  | 5.76 | 6.0  | 6.36 | 6.6  | 6.96 | 7.2  |
| 500                       | 3.9  | 4.29 | 4.55 | 4.94 | 5.2  | 5.59 | 5.85 | 6.24 | 6.5  | 6.89 | 7.15 | 7.54 | 7.8  |
| 600                       | 4.24 | 4.66 | 5.94 | 5.37 | 5.65 | 6.08 | 6.36 | 6.78 | 7.07 | 7.49 | 7.77 | 8.2  | 8.48 |
| 800                       | 4.99 | 5.49 | 5.83 | 6.33 | 6.66 | 7.16 | 8.74 | 7.99 | 8.33 | 8.82 | 9.16 | 9.66 | 9.99 |



표 17 , 거리 별 MUF

| 임계 주파수<br>거리 (Km) (MHz) | 시간<br>00 | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10    | 11    |
|-------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 200                     | 3.36     | 3.42 | 3.42 | 3.48 | 3.41 | 3.39 | 3.41 | 3.6  | 5.56 | 7.0  | 8.01  | 9.53  |
| 250                     | 3.46     | 3.46 | 3.46 | 3.59 | 3.52 | 3.5  | 3.52 | 3.72 | 5.8  | 7.28 | 8.34  | 9.92  |
| 300                     | 3.57     | 3.8  | 3.8  | 3.71 | 3.65 | 3.62 | 3.65 | 3.86 | 6.08 | 7.64 | 8.72  | 10.38 |
| 350                     | 3.7      | 3.93 | 3.93 | 3.85 | 3.81 | 3.77 | 3.81 | 4.01 | 6.42 | 8.04 | 9.15  | 10.89 |
| 400                     | 3.84     | 4.08 | 4.08 | 4.0  | 3.98 | 3.92 | 3.98 | 4.12 | 6.76 | 8.48 | 9.63  | 11.45 |
| 500                     | 4.16     | 4.42 | 4.42 | 4.35 | 4.35 | 4.28 | 4.35 | 4.56 | 7.52 | 9.45 | 10.68 | 12.7  |
| 600                     | 4.52     | 4.8  | 4.8  | 4.74 | 4.78 | 4.68 | 4.78 | 4.98 | 8.38 | 10.5 | 11.8  | 14.1  |
| 800                     | 5.33     | 5.66 | 5.66 | 5.6  | 5.7  | 5.57 | 5.7  | 5.9  | 10.2 | 12.8 | 14.38 | 17.1  |

| 임계 주파수<br>거리 (Km) (MHz) | 시간<br>12 | 13    | 14    | 15    | 16    | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 200                     | 8.5      | 8.3   | 7.99  | 8.1   | 7.35  | 6.59 | 5.09 | 4.5  | 4.4  | 3.5  | 3.36 | 3.69 |
| 250                     | 9.3      | 8.64  | 8.3   | 8.4   | 7.66  | 6.8  | 5.3  | 4.7  | 4.58 | 3.66 | 3.45 | 3.79 |
| 300                     | 9.7      | 9.07  | 8.7   | 8.8   | 8.0   | 7.16 | 5.3  | 4.9  | 4.78 | 3.8  | 3.57 | 3.9  |
| 350                     | 10.14    | 9.55  | 9.17  | 9.3   | 8.4   | 7.5  | 5.8  | 5.1  | .5   | 3.98 | 3.7  | 4.05 |
| 400                     | 10.7     | 10.07 | 9.67  | 9.8   | 8.05  | 7.96 | 6.1  | 5.37 | 5.25 | 4.16 | 3.84 | 4.2  |
| 500                     | 11.3     | 11.2  | 10.8  | 10.9  | 9.8   | 8.86 | 6.78 | 5.9  | 5.8  | 4.58 | 4.16 | 4.55 |
| 600                     | 12.54    | 12.49 | 11.99 | 12.16 | 10.88 | 9.36 | 7.5  | 6.56 | 6.4  | 5.0  | 4.5  | 4.95 |
| 800                     | 17.0     | 15.2  | 14.6  | 14.8  | 13.2  | 12   | 9.13 | 7.9  | 7.7  | 6.0  | 5.3  | 5.8  |

비리고 4, 08MHz 이하에서는 반사되어 그수신점에 도달된다.

그러므로 실제사용 주파수는 4, 08MHz 이하를 사용해야 한다.

그러나 전파가 자유공간을 전파할때 받는 감쇠 및 전리층에서 받는 감쇠등을 고려해야 하므로 최적 사용 가능한 주파수(FOT)는 최고 사용 가능주파수(MUF)의 85%에 해당하는 3.46MHz를 사용하는 것이 가장적절하다.

그런데 4.08MHz 이상의 주파수에서도 전리층의 산란현상, Es층의 반사등에 의해 그 수신점에 도달되는 경우도 있다.

나. 전리층에서 받는 감쇠

감쇠의 의미 : 단파장의 전파는 D층 및 E층을 통과해서 F층에서 굴절 반사해서 전파하고 각각의 층에 있어서 자유전파와 산소 및 질소등의 분자또는 원자와의 충돌에 의해 에너지를 소비되어 감쇠한다.

그래서 이 경우 D층과 E층에서 받는 감쇠를 1종감쇠 F층에 있어서의 감쇠를 2종감쇠라 한다.

야간에는 D층과 E층의 전자밀도의 소멸로 인하여 야간의 감쇠는 제2종 감쇠가 주가된다.

(a) 제1종 감쇠(D층과 E층을 통과 할때 받는 감쇠)

이것은 전파가 E층을 통과할때 받는 감쇠이므로 E층의 전자밀도가 클수록 많은 감쇠를 받는다. 따라서 1종감쇠는 주간은 야간보다 여름은 겨울보다 큰 감쇠를 받는다.

이 감쇠는 주파수가 낮을 수록 태양흑점수가 많을 수록 기압이 클수록 많은 감쇠를 받으며 또한 태양의 고도에 관계한다.

(b) 제2종 감쇠(F층에서 반사할때 받는 감쇠)

이것은 반사에 따르는 감쇠이므로 전파가 전리층 중에 깊게 침입할수록 크게된다. 그래서 2종 감쇠는 사용주파수  $f$ 와 MUF비로 관계하는 것으로 알려지고 있다. 사용주파수  $f$ 가 MUF보다 클 때에는 2종 감쇠는 무한대로 되고 MUF보다 사용주파수가 낮을수록 감쇠는 적게 된다.

실험에 의하면  $\frac{f}{MUF}$ 가 0.7 이하의 경우에는 2종 감쇠는 무시할 수 있고,  $\frac{f}{MUF}$ 가 0.7보다 크게 됨에 따라 제2종 감쇠는 증대하고  $f$ 가 MUF에 가까우면 감쇠량은 대단히 크게 된다.

( 그림 18 참조 )

다. 거리별 무감쇠 전계강도 산출

전리층의 전계강도 계산법은 E층을 통과해서 F층으로부터 반사되는 통상의 단파의 전파형식을 대상으로 하고 있다.

E층에서의 정상반사 혹은 Es층에 의한 이상반사의 가능성이 논하여 지고는 있지만 E층에서의 반사는 주간에만 문제되고 야간에는 무관계로 되며 또한 감쇠가 현저하게 증가 하기 때문에 이용성이 적다. 또한 Es층에 의한 이상반사는 특수한 조건에 만 일어난다.

그러므로 수신점에 도래하는 전파의 전계강도 E는

$$E = E_0 - \sqrt{1} - \sqrt{2} - \sqrt{3}$$

여기에서 E :  $1\mu V/m$ 를 기준으로한 도래전파의 전계강도

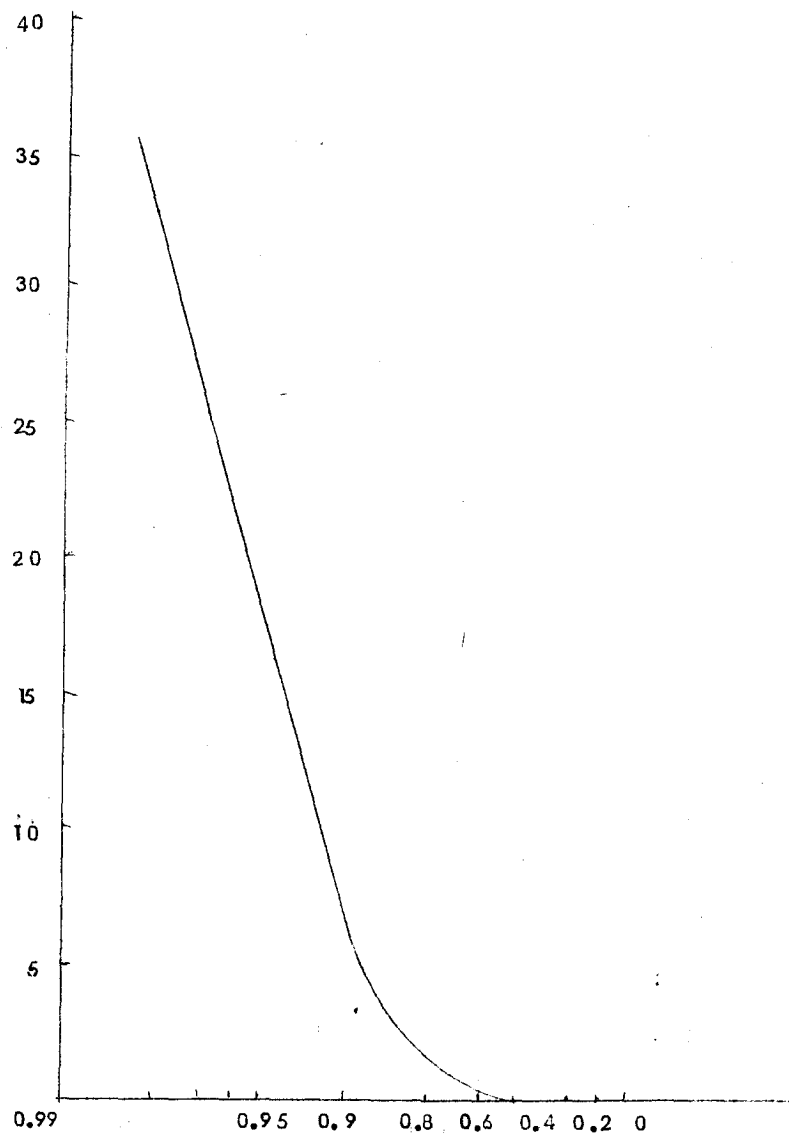
$E_0$  : 전리층에서 감쇠가 없는 경우의 전계강도

$\sqrt{1}$  : 제1종 감쇠량

$\sqrt{2}$  : 제2종 감쇠량

$\sqrt{3}$  : 전파의 매지면에 있어서의 전파손실

그림 18, 제 2 감쇠 T<sub>2</sub> 와 MUF 개 수 와 의 관 계



$$P = \frac{f}{MUF}$$

이지만 근거리 전파 혹은 해상전파의 경우에는

$$E = E_0 - T_1 - T_2$$

이다.

또한 송신기의 출력  $P(\text{dB})$  안테나의 이득을  $G(\text{dB})$ 로 하면  $E_0'$ 은 전파의 전파통로의 길이를  $1\text{Km}$ 로 하면

$$E_0' = 20 \log \left( \frac{3 \times 10^5}{L} \right)$$

로 한다.

(여기서  $E_0'$ 가  $P = Gt = 0\text{dB}$ 인 경우의  $E_0$ 이다) 이  $E_0'$ 를 거리  $D$ 에 대하여 나타내면 표 13과 같다.

단 이때의  $F$ 층에 있어서 전리층의 반사고는  $300\text{Km}$ 로 한다.

## 5. 결 론

가. 우리나라 상공의  $F$ 층 높이는  $230\text{Km} \sim 400\text{Km}$  사이에 존재하며 계절 및 주야에 따라서 변화된다.

가장 낮았든 시기는 1월과 2월로서 월평균  $260\text{Km}$  정도였으며 가장 높았든 때는 5월과 6월로서  $350\text{Km}$  정도였다.

또한 연중 야간의 전리층 높이 변화가 많지 않은 반면 주간에는 변화가 심하여 여름철에 높아지고 겨울철에 낮았다.

$F$ 층은 주간에는  $F_1, F_2$ 층으로 나타나고 있으며 야간에는  $F$ 층으로 통일되어 나타나고 있다.

나.  $F$ 층의 임계주파수는  $f_o F_2$ 가 연중  $3\text{MHz} \sim 9.5\text{MHz}$  사이를 계절에 따라 변화하고 있으며 겨울철의 주간에 연중 최고치를 나타내며 겨울철의 야간에 연중 최하치를 나타내고 있어서 여름철의 주야간 임계주파수 변화가 완만한데 비해 겨울철의 주야간 변화는

# 무 감 쇠 전 계 강 도

표 18

전리층 높이 : 300km

| 출력<br>거리<br>(Km) | 1 Kw  | 0.01KW | 비 고 |
|------------------|-------|--------|-----|
| 100              | 53.84 | 33.84  |     |
| 150              | 53.7  | 33.7   |     |
| 200              | 53.5  | 33.5   |     |
| 250              | 53.3  | 33.3   |     |
| 300              | 53.0  | 33.0   |     |
| 350              | 52.7  | 32.7   |     |
| 400              | 52.4  | 32.4   |     |
| 450              | 52    | 32     |     |
| 500              | 51.7  | 31.7   |     |
| 550              | 51.2  | 31.2   |     |
| 600              | 50.8  | 30.8   |     |
| 650              | 50.6  | 30.6   |     |
| 700              | 50.2  | 30.2   |     |
| 750              | 49.8  | 29.8   |     |
| 800              | 49    | 29     |     |

굴곡이 심하다.

$f_oF_2$ 은 선명치는 않지만 주간에만 존재하고 있으며 최소치와 최고치의 차이가 심하지 않다. 최소 3MHz 에서 최고 4.8MHz

정도이다.

다. Es 층은 여름철에 주로 잘 나타나고 있으며 그 높이는 지상 110 Km ~ 130 Km 이며 F 층과 같은 변화는 없다.

또한 우리나라에서 주로 관측되는 Es 층의 유형은 F 형이 가장 많고 L 형, C 형의 순서로 나타난다.

임계주파수  $f_oE_s$  는 여름철에 높아지고 겨울철에 낮았으며 6 월과 7 월의 주간에는  $f_oF_2$  가 5 ~ 6 MHz 정도이고 5 월과 8 월의  $f_oE_s$  치는 주간에 4 ~ 5 MHz 로서 약간 낮았다.

라. 연중 발령된 전파경보는 12 회로서 총연시간 1530 시간에 달했으며 연총연시간의 17.5 %가 장애가 있었다.

73 년도는 태양 활동의 하락기로서 점차 75 년도까지 약화될 것이다.

마. 실제 전리층 자료를 이용하여 어떤 두지점간의 무선통신을 행하려고 할때는 최고 사용 가능주파수 ( MUF ) 를 설정하여 이 주파수 이하의 것을 사용하여야 한다.

그러나 실제 통신을 할 경우에는 전리층의 여러가지 이상현상등을 감안하여 최고 사용 가능주파수 ( MUF ) 의 85 %에 해당하는 최저운용 주파수 ( FOT ) 를 상한으로 해서 주파수를 선정하는 것이 좋다.

때로는 실제운용에 있어서 최고사용 가능주파수 또는 이보다 어느정도 높은 주파수로도 통신이 가능한 경우가 있는데 이것은 전리층의 산란 이라든가 Es 층에 의한 반사등에 의해서 통신이 가능한 때문이다.

참고 문헌

- 1 . Solar Geophysical Data (NOV. 1973)
- 2 . Ionospheric Data: in Japan (Jan. - Jun. 1973)
- 3 . Ionospheric Radio Propagation (Kenneth Davis)
- 4 . 일본 전파연구소제보 Vol. 1263., Vol. 14 No. 70
- 5 . 空中線 及び 電波の伝わり方 大岡 茂著
- 6 . 無線工学ハンドブック 無線工学ハンドブック編集委員会編

外  
十  
朱