

# 電波予報

金 成 浩  
崔 油 宇

## 目 次

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1. 序 言            | 4. LIL-252를 利用한 LUF의 산출 |
| 2. 電波豫報           | 5. 結 言                  |
| 3. 電波豫報 PROGRAM概要 | 6. 參考文獻                 |

## 1. 序 言

電波豫報업무는 電波研究所 開所 이래로 계속 해온 研究所 主要 업무의 하나이다. 今世紀 電子기술의 革新的인 발달은 無線通信분야에도 급속한 발달을 가져와 마르코니에 의한 無線電信 이래 衛星通信에 이르기까지 하루가 다르게 경이적인 발전을 이루어 왔다.

昨今에 있어 無線通信의 꽃이라하면 衛星通信이라 하겠으나 衛星通信의 경우는 增設 및 新設등에 막대한 경비가 소요됨에 따라 간단히 이용할 수 없는 어려움이 있다. 이에 反해 短波通信은 일個人에 의해서도 간단한 送受信 장비로 지구 전체를 COVER 한다는 매력이 있다.

따라서 短波通信은 아직도 海上移動업무 및 國際短波放送, 아마추어 無線 등으로 無線通信 분야에서 차지하는 비중이 적지 않은 것이다.

電波豫報는 이러한 短波通信운용기관을 대상으로 시행하고 있으며 電波豫報의 이용자는 오히려 점차 증가하는 추세이다.

또한 各운용기관에서 豫報回線의 新設 및 增設의 요청이 증가하고 있으며, 國內間 통신기관의 近距離豫報도 계속 요구하는 실정에 있다.

이에 따라 그동안 시행해온 電波豫報의 改善을 기하고 近距離豫報도 시행할 수 있도록 電波豫報 PROGRAM의 改善작업을 시도하여今年 하반기에 완성하였다.

본문에서는 이러한 豫報改善작업의 概要와 改善된 豫報의 信賴度評價에 관해 기술하였다.

電波豫報 PROGRAM의 改善작업에 관한 내용은 그양이 너무 많아 概要만을 기술하였음을 밝힌다.

## 2. 電波豫報

電波豫報는 全世界 200여 電離層 觀測所에서 觀測수집된 電離層자료를 기초로 하여 산출된다. 電離層의 分布는 태양활동에 따라 변하며 태양활동은 약 11년의 주기로 변화한다.

따라서 11년간의 電離層 DATA가 收集되면 그地域의 電離層分布현황을 통계학적 방법으로 산출할 수 있다. 이미 當所에서도 81年 그동안 當所에서 觀測한 電離層 DATA를 이용하여 우리나라 상공의 臨界周波數 및 區域間MUF를 산출할 수 있는 기반을 다져놓았었다.

이와같이 전세계 각처에 分布된 電離層 觀測所에서 觀測된 電離層자료는 세계를 5개 地域으로 구분하여 각각의 지역센터로 지정된 국가에 보내진다. 이 5개 지역센터는

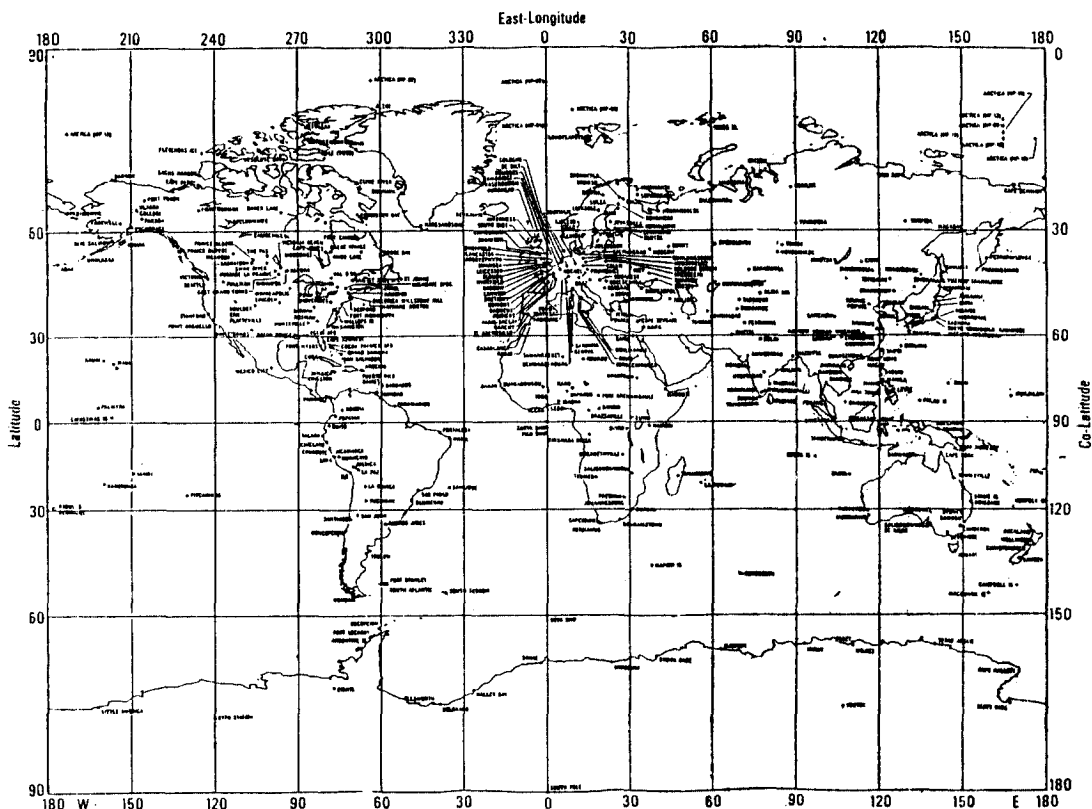
- 1) 서유럽지역 : 프랑스, 파리
- 2) 西半球지역 : 미국, BOULDER
- 3) 西太平洋지역 : 일본, KOKUBUNGI
- 4) 유라시아지역 : 소련, MOSCOW
- 5) 호주 및 남주지역 : 호주, SYDEY 로 지

정되었으며 우리나라는 西太平洋지역의 위원국으로 가입되었다.

지역센터에 收集된 資料는 세계본부인 WDC (world Data Center)에서 총괄적으로 수집 정리하여 전세계 電離層分布現況을 작성한다.

電離層分布는 시간별 및 태양활동도별로 구분되어 작성되며 각국에서는 이分布圖를 기초로하여 必要한 各地域間의 MUF를 구할 수 있다.

(參考 : 圖 2-1, 전세계 電離層觀測所 배치도



도 2-1 전세계 전리층 관측소 배치도

圖 2-2, WDC에서 발간한 電離層分布圖 UT00:00, 태양활동 (110) )

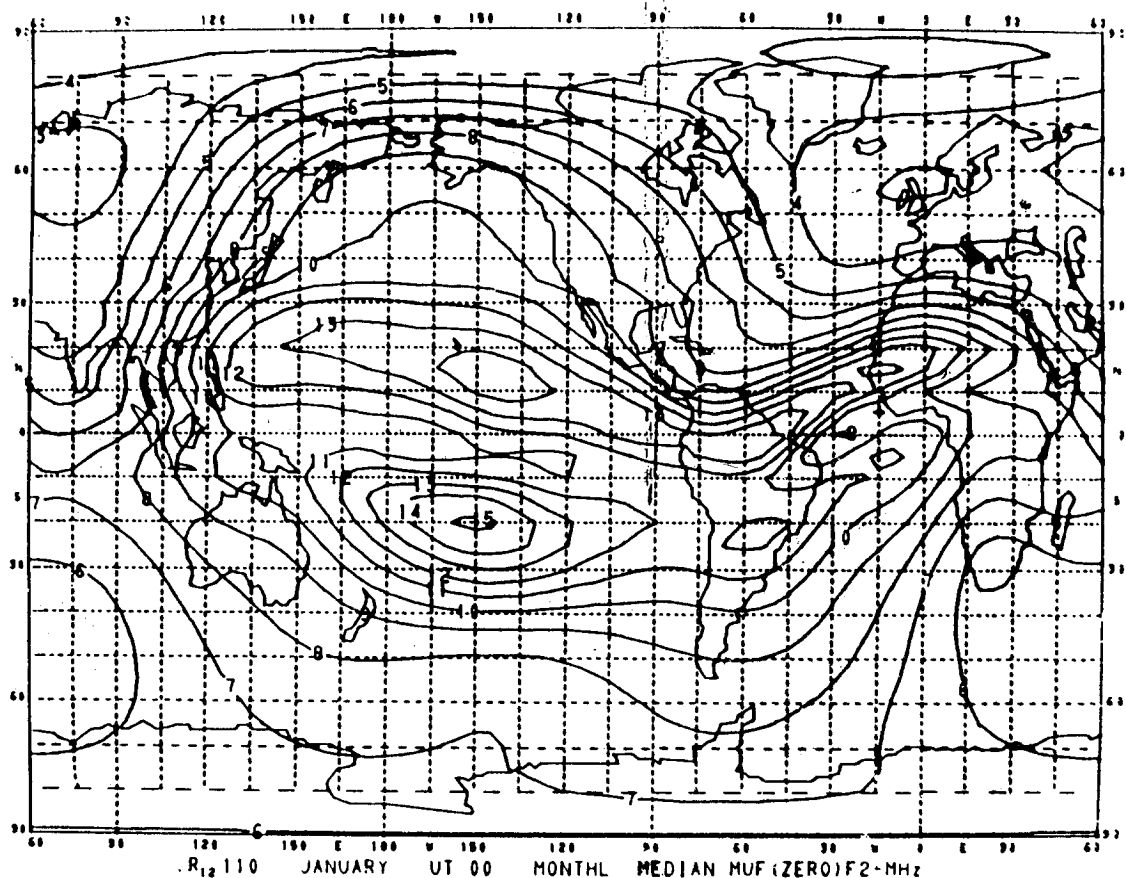
이러한 電離層分布圖에 의한 電波豫報산출방식은 1970년 CCIR GROUP6에서 COMPUTER를 이용한 계산방식을 개발하기 이전에는 電波豫報를 할수있는 유일한 방법이었다.

그러나 점차 豫報區域이 늘어나는등으로 手계

산으로는 오랜작업시간과 많은 인력이 必要하게 됨에 따라 電算化작업이 절실하게 되었다.

이러한 각국의 요구에 副應하여 CCIR 총회에서 제 6연구단에게 電算化작업을 부여하여 1970년 HFM-252란 空間波 電界強度PROGRAM이 完成되었다.

따라서 當所에서도 이 PROGRAM을 도입하



도 2·2 전리층 분포도 UT00:00 태양활동 (110)

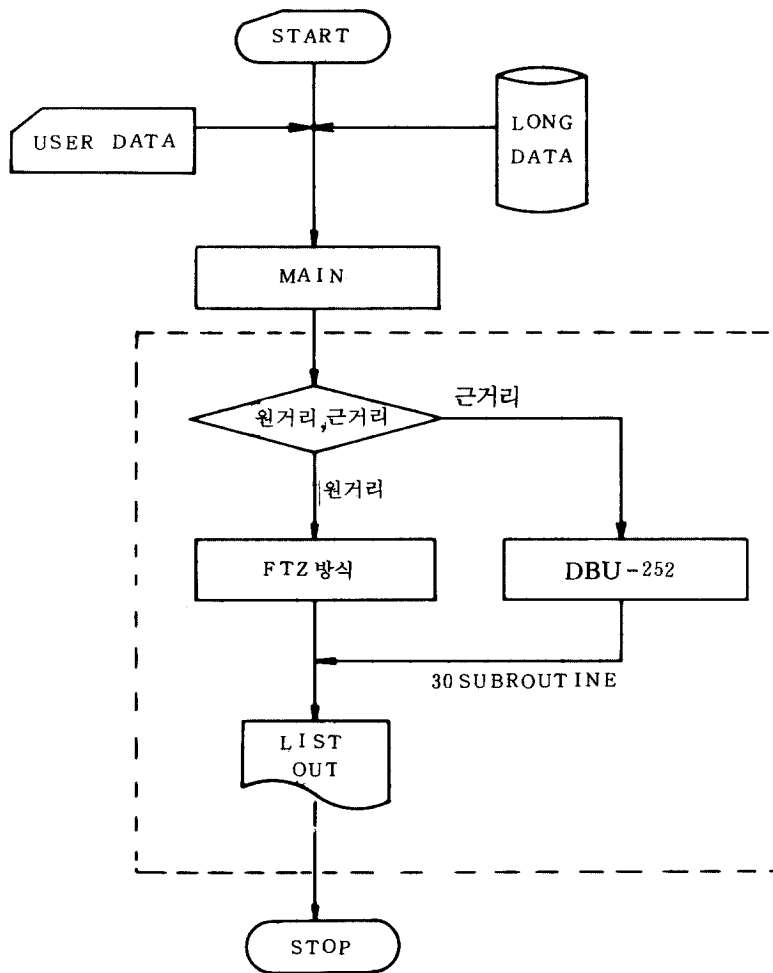
여 1976년부터는 COMPUTER에 의한, 당시 체신부 전자계산소의 UNIVAC 1100을 이용하여 電波豫報를 발간하였다. 그러나 그동안 각종자료의 更年변화와 PROGRAM을 보다 간결하고 신속하게 하기 위하여 CCIR의 제 6 연구단에서는 계속 새로운 PROGRAM의 개발을 추진하였으며 1983년 10월 새로 改善된 PROGRAM LIL-252를 完成 발표하였다.

當所에서는 1984년 LIL-252를 도입하여 현재 체신부 환금관리사무소 전산기 IBM4341을 이용하여 電波豫報작업을 하고 있다.

### 3. 電波豫報PROGRAM의 概要

#### 3. LIL-252의 구성

LIL-252는 1개의 MAIN PROGRAM과 30개의 SUBROUTINE 및 DATA File로 구성되어 있으며 계산방식은 CCIR252-2의 방식과 FTZ(Central Technical office for Telecommuniacution Federal Republic of Germany) 방식의 혼합으로 되어있다. 기존의 HFM-252와의 가장 큰 차이점은 通信區間の 거리에 따라 계산방식이 바뀌어지는 것이다. 즉 通信區間이 7000 km이내이면 CCIR-252방식을 사용하고 9000 km이상이면 FTZ방식을 이용한다. LIL-252의 구성 FLOW는 다음과 같다.



(LIL-252의 일반 FLOW)

LIL-252는 최초 CYBER 750 Computer를 이용하여 개발됐으며 NOS 1.40/S 및 사용언어는 FORTRAN을 사용했다. LIL-252를 운용하기 위하여는 최소한 42K Byte의 MAIN MEMORY가 요구된다.

### 3.2 PROGRAM에 사용되는 DATA

LIL-252에는 전세계 觀測所에서 收集된 電離層 DATA를 장기적으로 분석하여 Fourier 변환한 장기 Data와 PROGRAM을 운용하기 위하여 送信出力, 送受信地域좌표등의 user Define data가 사용된다.

3.2.1 운영용 data(user Define Data)  
운영용 data는 매번 작업시마다 변경되는 data로서 다음과 같은 종류가 있다.

#### 가) METHOD DATA

PROGRAM의 운용방식을 결정하는 Data로  
METHOD=23: 電波MODE, 電波仰角, 傳送損失, 電界強度, MUF 등을 산출 출력한다.

METHOD=24: 매시간별 電界強度 및 MUF만 산출

#### 나) MONTH Data

사용할 년 및 월을 입력

#### 다) SUN spot Data

사용할 黑點數를 입력. 사용黑點數는 BOULDER에서 발행하는 黑點예상치를 사용한다.

라) LABEL Data

送, 受信지역 및 회선번호등을 입력

마) CIRCUIT Data

送受信지점의 좌표, 지구경위도를 分까지 표기한다.

바) SYSTEM Data

送信出力( 1 kw미만은 1 kw로 처리됨 ), -ANT이득, 電波仰角등을 입력하며 현재 당소의 豫報資料에는

i) 陸上局은 거리별로

8000km이하에는 출력 1 kw, ANT 이득 0 dB

8000km 이상에는 출력 10kw, ANT 이득 10 dB

ii) 海上局에는 거리구분없이 출력 1 kw, ANT이득 10dB를 입력한다.

사) FREQ Data

사용자 지정주파수로 11 개까지 입력할 수 있다.

### 3.2.2 Long Term data

장기 data에는 12개월분의 data가 매월 단위로 수록돼 있으며 매월별 data는 다음과 같이 분류한다.

ㄱ) XF2COF

F 2層 臨界周波數의 중앙값( 태양활동 고저에 따라 2가지가 수록 )

ㄴ) XFM3CF

F2層의 M(3000) factor의 중앙값

ㄷ) P

Fourier 계수로서 data의 Fourier 변환시 사용

ㄹ) ABP

지구지도의 Normalization 상수

ㅁ) SYS

傳送損失

ㅂ) F2D

F (3000)MUF의 確率比

ㅅ) XERCOF

E層 臨界周波數의 중앙값( 태양활동 고저에 따라 2가지가 수록 됨 )

이상의 장기 data는 Magnetic Tape나 Disk 등에 수록하여 사용하며 자료의 변동이 없다.

### 3.3 出力樣式

#### 3.3.1 METHOD 23에 의한 樣式

METHOD 23에 의한 결과는 圖3.3.1과 같으며 그내용은 다음과 같다.

MUF: 그시간대의 MUF

FREQ: 사용자가 입력한 주파수

MODE: 電波가 반사해온 通路의 형태

1E : E層의 1회반사

2F : F層의 2회 반사등

ANGL: 電波仰角

LOSS: 傳送損失 (dB)

DBU: 해당주파수의 受信電界强度

(dB:  $1\mu v/m$ )

#### 3.3.2 METHOD 24의 出力樣式

METHOD 24 방식은 MUF와 운용주파수별 電界强度, 운영MUF 등이 출력된다.

(圖3.3.2 參照)

이상의 출력양식에서 電波豫報에 사용되는 data는 MUF만 사용되고 나머지 data는 海上移動업무용 주파수 선정작업시에 이용한다.

DEC 1981 SSN = 127.  
 BOULDER, CO. TO ST. LOUIS MO. AZIMUTHS N. MI.  
 40.03 N 105.30 W - 38.67 N 90.25 W 91.84 281.42 702.7 13  
 MIN ANG 3.0 DEG, PUR 1.00 KW, XLZ 10.6 DB, XLY 0.8 DB, FTZ DIST 7  
 ANT -ISOTROPIC BEAR 0.0 CAL 0.0 DECILE 50.0

UT MUF

1.0	13.4	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
23.	7.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	ANGL
131.	122.	123.	123.	127.	129.	130.	134.	148.	182.	217.	218.	219.	LOSS
29.	21.	23.	24.	27.	29.	29.	27.	13.	-19.	-52.	-52.	-52.	DBU
2.0	11.7	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	ANGL
130.	121.	123.	123.	127.	129.	131.	143.	172.	216.	217.	219.	219.	LOSS
29.	21.	23.	23.	27.	27.	28.	17.	-10.	-53.	-53.	-53.	-53.	DBU
3.0	9.8	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	23.	ANGL
129.	121.	123.	123.	127.	129.	137.	168.	213.	216.	218.	219.	219.	LOSS
27.	21.	23.	23.	27.	27.	21.	-8.	-53.	-53.	-53.	-53.	-53.	DBU
4.0	8.2	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	ANGL
129.	121.	123.	123.	127.	132.	139.	213.	215.	216.	218.	219.	219.	LOSS
27.	21.	23.	23.	27.	24.	-1.	-53.	-53.	-53.	-53.	-53.	-53.	DBU
5.0	7.2	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	ANGL
126.	120.	122.	124.	126.	142.	189.	212.	214.	215.	217.	218.	218.	LOSS
27.	22.	24.	26.	27.	14.	-31.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	DBU
6.0	6.9	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	ANGL
126.	120.	122.	124.	126.	147.	202.	212.	214.	215.	217.	219.	219.	LOSS
27.	22.	24.	26.	27.	9.	-44.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	DBU
7.0	7.1	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	ANGL
126.	120.	122.	124.	126.	143.	192.	212.	214.	215.	217.	218.	218.	LOSS
27.	22.	24.	26.	27.	13.	-34.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	DBU
8.0	7.5	2.0	3.0	5.0	7.0	9.5	12.0	15.0	18.0	21.5	26.0	30.0	FREQ
1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	1 F	MODE
25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	25.	ANGL
127.	121.	122.	123.	126.	138.	177.	213.	214.	215.	217.	218.	218.	LOSS
27.	22.	24.	26.	27.	18.	-19.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	-52.	DBU

### 5 3 3 1 METHOD 23

DEC 1981 SSN = 127.  
 BOULDER, CO. TO ST. LOUIS MO. AZIMUTHS N. MI. )  
 40.03 N 105.30 W - 38.67 N 90.25 W 91.84 291.42 702.7 1301.  
 MIN ANG 3.0 DEG, PWR 1.00 KW, XLZ 10.6 DB, XLY 0.8 DB, FTZ DIST 7000  
 ANT -ISOTROPIC BEAR 0.0 CAL 0.0 DECILE 50.0  
 FIELD STRENGTH IN DB ABOVE 1 UV/M FOR 50 PERCENT OF TIME ITS CODE  
 UT MUF DBU 2.0 3.0 5.0 7.0 9.5 12.0 15.0 18.0 21.5 26.0 30.0 QPMUF

1	13.4	28	21	23	26	27	28	27	13	-19	-52	-52	17.4
2	11.7	28	21	23	25	27	27	28	17	-10	-53	-53	15.1
3	9.8	27	21	23	25	27	27	21	-8	-53	-53	-53	12.8
4	8.2	27	21	23	25	27	24	-1	-53	-53	-53	-53	10.6
5	7.2	27	22	24	26	27	14	-31	-52	-52	-52	-52	9.3
6	6.9	27	22	24	26	27	9	-44	-52	-52	-52	-52	8.9
7	7.1	27	22	24	26	27	13	-34	-52	-52	-52	-52	9.2
8	7.5	27	22	24	26	27	18	-19	-52	-52	-52	-52	9.7
9	7.6	27	22	24	26	27	20	-15	-53	-52	-52	-52	9.9
10	7.1	27	22	24	26	27	13	-34	-53	-52	-52	-52	9.2
11	6.3	27	23	24	26	25	-7	-53	-52	-52	-52	-52	8.1
12	6.3	27	23	24	26	26	-7	-53	-52	-52	-52	-52	8.1
13	8.1	27	21	23	26	27	24	-1	-52	-52	-52	-52	9.8
14	11.6	26	6	13	21	23	25	26	16	-12	-54	-54	13.9
15	15.3	26	-16	-5	9	19	22	24	25	22	5	-37	18.4
16	18.0	25	-33	-18	0	15	20	23	24	25	21	1	21.6
17	19.5	27	-41	-24	-3	8	20	24	26	27	26	14	23.4
18	20.2	27	-45	-27	-5	6	20	23	25	27	27	18	24.2
19	20.4	27	-44	-26	-4	14	20	23	25	27	27	18	24.5
20	20.2	27	-39	-22	-2	16	21	24	26	27	27	18	24.3
21	19.8	28	-29	-14	2	18	22	25	26	27	27	16	23.7
22	18.8	28	-13	-3	10	21	24	26	27	28	26	10	22.5
23	17.2	28	6	14	22	24	26	27	28	28	20	-6	20.6
24	15.2	28	20	22	25	26	27	28	28	24	7	-36	18.3

## 도 3·3·2 METHOD 24

## 4.LIL-252 를 이용한 LUF의 산출

電波豫報를 행하기 위하여는 MUF (최고사용 주파수) 와 LUF (최저사용주파수)가 있어야 한다. MUF 는 기존의 모든 電界強度 계산 PROGRAM에서 손쉽게 산출된다. 그러나 LUF 는 아직까지 吸收係數를 等高線형태로 세계 지도위에 표기된 chart에서 回線별로 吸收係數를 산출한후 간이계산 PROGRAM에 의해 MICRO COMPUTER를 이용하여 산출해 왔다.

따라서 吸收係數를 산출할 때 目測에 의한 오차가 발생되며 近距離의 경우에는 送受信지점의 係數치가 거의 같아 係數값을 산출할수가 없어 近距離豫報를 할 수가 없었다. 또한 回線の 増設時에는 신규回線の 送受信지점 및 반사지점의

吸收係數를 새로 산출하여 입력해야 하는 불편함등으로 電波豫報사용자들의 회선증설 및 변경 요구에 적절히 應해 주지 못하는 실정이었다.

특히 近距離豫報는 國內의 각지방간 통신망을 구성하고 있는 교통기관 및 군통신망과 기타 短波이용 국내기관에서 절실히 요구하고 있으나 近距離의 경우 LUF산출의 곤란으로 시행을 못하고 있는 실정이다.

## 4.1 LIL-252 의 LUF산출

LUF의 본의미는 제일 낮게 이용할 수 있는 주파수이다. 즉 送信지점에서 발사된 電波가 電離層을 반사하여 수신지점에 도달하면서 통신에 必要한 所要電界強度를 얻을 수 있는 가장 낮은 주파수를 의미한다.

通信에 所要되는 電界強度 즉 最低所要電界強度는 다음표와 같다.

통신 방식	최저소요전계강도(dB)
단파방송	26
DSB 무선전화	11
SSB //	8
고속도 무선전신	3
F.S TLX	3
수동 무선전신	-3

(표 4.1.1 통신방식별 최저소요전계강도)

즉 各各의 通信方式에 따라 수신지점의 電界強度가 상기표의 값 이상이 되어야 안정한 통신을 행할 수 있다고 본다.

통상 電波豫報는 無線電信과 TLX를 基準으로 하여 3 dB를 LUF산출의 最低防禦電界強度로 하고 있다. 따라서 LIL-252의 PROGRAM에서 LUF를 산출하려면 송수신지점의 좌표와 電波豫報를 작성할 때 입력하는 通信諸元등을 입력계산하여 산출되는 電界強度가 3 dB 되는 주파수가 LUF이다. 이 과정을 FLOW로 나타내면 표 4.1.2와 같다.

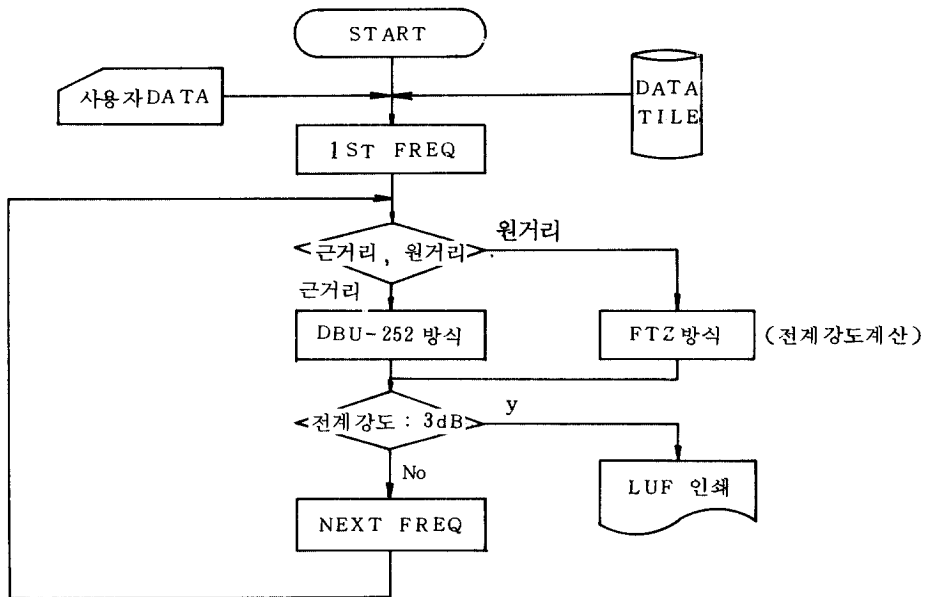


표 4.1.2 LIL-252의 LUF산출 FLOW

4.2 LIL-252의 결과와 기준치의 비교  
이러한 여러가지 문제점을 극복하고 회선별

이상의 기술한 내용에 의하면 電界強度 P-PROGRAM을 이용한 LUF의 산출이 무척 간단 용이하게 생각되나 실제로 LUF를 산출하기 위하여는 많은 문제점이 있었다. 이러한 문제점으로는 첫째; LIL-252의 방대한량의 PROGRAM을 熟知하여야 한다. 무려 50여 page에 달하는 PROGRAM의 구조를 이해하고 熟知하기란 그리 쉬운일이 아니었으며 작업을 完了하기까지는 많은 시간이 소요되었다.

둘째, PROGRAM을 이해하고 우리의 LUF에 맞도록 MODIFY를 하였어도 실제 COMPUTER에서 TEST RUN을 거쳐야 한다.

이 TEST RUN을 수십차례 시행하면서 Error를 찾아내고 수정하는 작업을 해야하나 우리가 이용할 수 있는 환금관리사무소의 電算機는 금융, 재무, 인사등의 수 많은 작업으로 항상 작업의 여유가 없었다. 작업이 밀린 경우 한번의 TEST RUN에 일주일이 소요되는 적도 있었다. 현재까지의 작업진전은 이 TEST RUN이 끝난 단계까지 完了했다.

로 完成된 전파예보 Data와 기존 LUF와의 비교표를 도표 4.2.1~4에 나타냈다. 도표 4.2.



1의 비교표에서 볼 수 있듯이 通信區間이 비교적 짧은 구간인 서울-동경 회선과 서울-대만(1480KM) 회선의 경우는 곡선의 형태가 거의 유사하며 대체적으로 비슷한 값을 보이고 있으며 주파수범위는 LIL-252의 경우가 약간 높게 나타나고 있다. 그원인은 기존 data의 경우 通信區間이 가까울수록 지도상에서 얻어지는 data가 눈에 의한 오차가 발생되고 간이 계산에 의해 계산되므로 LIL-252와 같이 정확한 계산치에는 못미치고 있다. 따라서 정확한 감쇄량을 계산한 LIL-252의 결과가 더 높게 나왔을 것으로 보여진다.

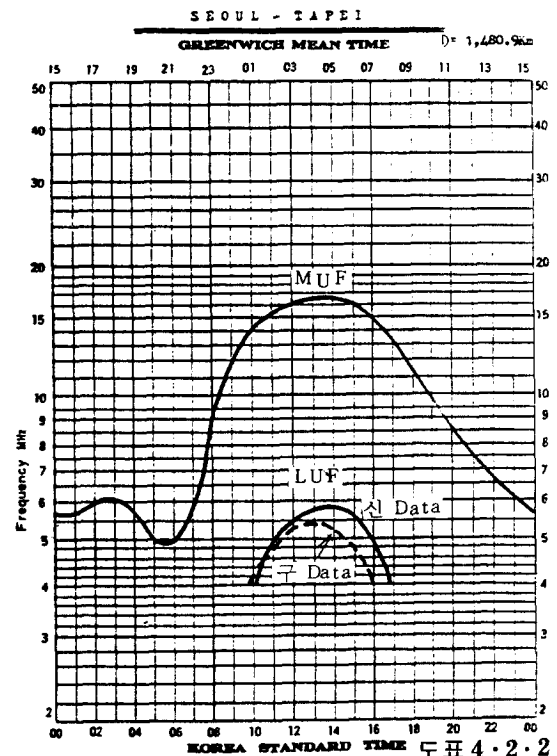
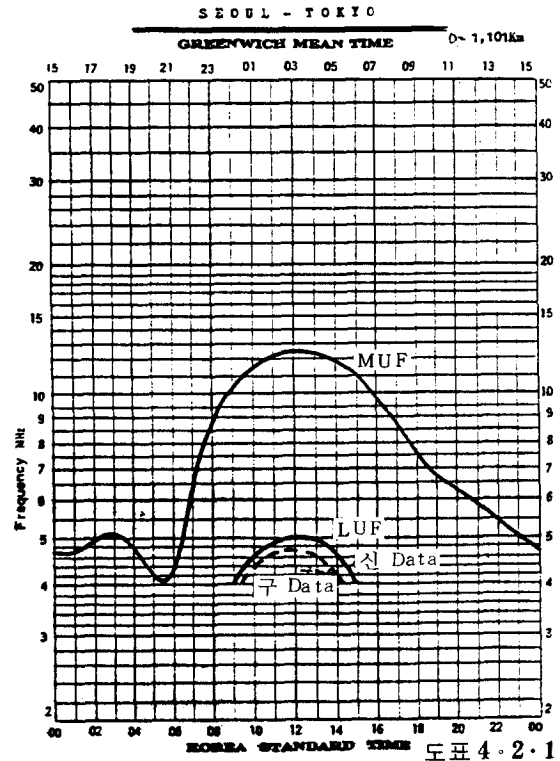
또한 通信區間이 遠距離인 서울-나이로비(10128KM) 회선도 기존 data와 거의 일치하나 遠距離회선의 경우는 기존회선보다 더 낮게 나타나고 있다. 그 원인은 기존회선의 경우는 거리에 비례하여 전계강도를 산출하기 때문인 것으로 보여진다.

中距離회선의 경우인 서울-모스크바(6645KM)의 경우는 기존회선과 차가 심하게 나타나고 있는데 그원인으로는 통신제원의 차로 인한것으로 보여진다.

기존계산 방식은 通信諸元을 8000KM에서 이상과 이하로 나누어 通信諸元을 결정했으나 LIL-252 방식에서는 2000 KM를 기준으로 하여 2000KM이상인 경우는 거리에 관계없이 같은 값을 입력하므로서 中距離회선의 경우 각 諸元이 높게 입력되므로서 LUF가 낮게 나타난것으로 추측된다.

이상의 비교결과에서 일부회선은 비교적 유사한 결과를 보이고 있으나 일부 회선의 경우는 차가 많이 나는 경우도 있다. 두 방식중 현재로는 어느것이 더 정확하다고 단정할수는 없으며 장기적으로 두계산결과를 계속하여 비교분석 하는 수 밖에 없다. 자료의 비교는 短波通信의 특수성 즉 어떤 결과를 확정적으로 결론지을수 없는 성질상 대체적으로 통계적분석방법을 이용해야 한다.

따라서 장기간에 걸쳐 여러 통신기관에서 수집되는 다량의 자료를 검토분석하여 판정해야 한다.



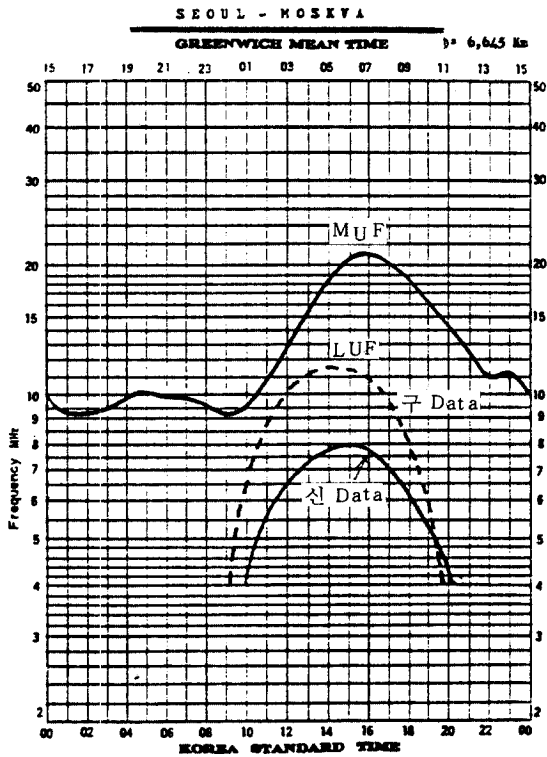


도표 4·2·3

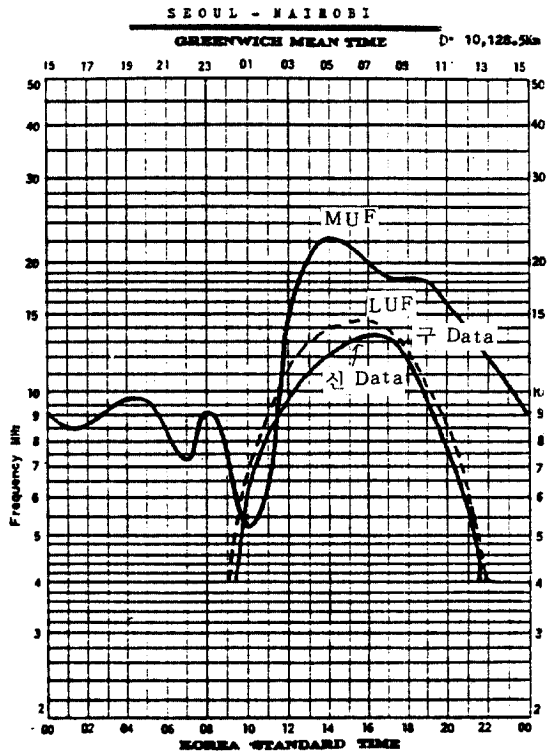


도표 4·2·4

#### 4.3 電波豫報의 信賴度評價

電波豫報의 信賴度를 評價한다는 것은 그리쉬운 일은 아니다. 近距離회선의 경우는 실제로 電波발사와 測定에 의한 결과로 평가를 할수는있다. 이경우도 短기간의 자료로는 판정이 어렵고 다년간에 걸쳐 통계적으로 분석을 해야함은 물론이다.

표 4.3.1은 서울—광주 간의 近距離회선의 87년 11월의 예보치와 실제 관측된 電離層臨界周波數와 높이에 의해 계산된 값의 비교가 나타나있다. 표의 foF2와 H'F는 11월에 관측된 國內 電離層의 중앙값이며 通信區間의 거리

를 알고 電離層의 높이와 臨界周波數를 알면

$$MUF = fo\sqrt{1 + \left(\frac{D}{2h}\right)^2}$$

fo: 臨界周波數 (MHZ)

h: 電離層높이 (km)

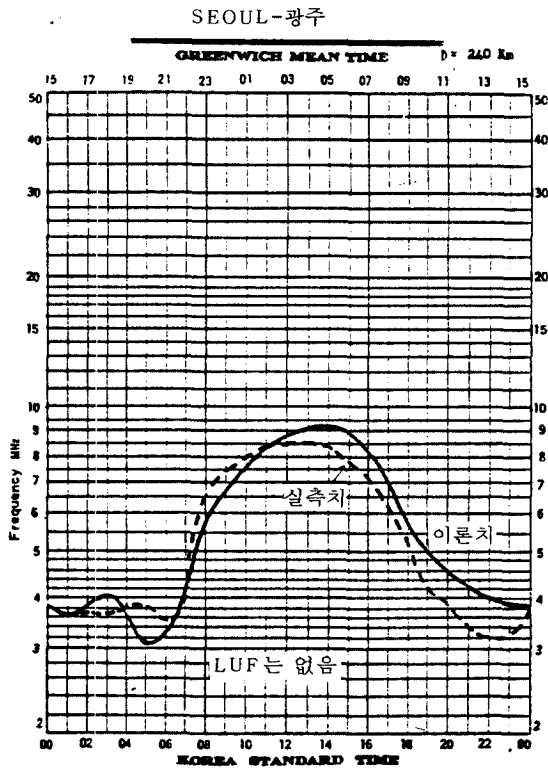
D: 通信區間거리 (km)

에 의해서 MUF를 구할 수 있다. 구해진 값을 그래프로 나타내면 도 4.3.2와 같으며 거의 비슷한 값을 나타냄을 알 수 있다. LIL-252로 계산된 MUF는 11년간의 Data의 중앙값이며 실측결과는 11월 한달분의 중앙값이다.

통신구간 : 서울—광주 (대원거리 240 km)

K S T	foF2 (MHz)	H' F (km)	실 측 MUF (MHz)	L I L-252 MUF (MHz)
1	2.7	146	3.6	3.6
2	3.1	280	3.7	3.8
3	3.0	274	3.6	4.0
4	3.2	266	3.8	3.6
5	3.2	262	3.9	3.1
6	2.9	246	3.5	3.2
7	3.2	252	3.9	4.3
8	5.5	234	6.7	5.8
9	6.1	230	7.5	6.9
10	6.4	232	7.9	7.6
11	6.9	225	8.5	8.3
12	6.6	224	8.2	8.6
13	6.8	226	8.4	8.9
14	6.7	231	8.3	9.1
15	6.1	232	7.5	9.0
16	5.9	230	7.3	8.2
17	5.0	224	6.2	6.8
18	4.0	230	5	5.6
19	2.8	184	4	5.6
20	3.3	258	4	4.6
21	2.8	246	3.4	4.2
22	.	.	.	4.0
23	.	.	.	3.9
24	2.8	146	3.8	3.8

표 4.3.1 MUF의 이론치와 실측치의 비교도



이상의 예로써 MUF의 경우는 상당히 信賴할 수 있다는 판정을 할 수 있다. MUF는 電離層의 分布現況에 좌우되므로 일시적인 電離層의 돌연변화외에는 그 변화되는 모습이 태양 활동주기와 유사한 곡선을 그린다. 따라서 MUF는 태양활동 즉 黑點의 분포상황을 알수있으면 대체적으로 정확한 예측치를 구할 수 있다. 본계산 결과에 서울-광주간의 회선에는 LUF는 없는 것으로 나타났다.

즉, MUF이하의 주파수는 다 사용할 수 있음을 의미한다. 따라서 LUF의 평가는 할수가 없었으나 몇개 주파수를 선정하여 실제로 受信電界強度를 측정하여 LIL-252의 계산 결과와 비교하여 보았다. 電波 送受信의 諸元은 표 4.3.3 과 같으며 실측된 결과와 계산된 값은 표 4.3.4 와 같이 나타났다. 본 실측치의 값은 5 일간 측정한 결과를 평균한 것으로 이론치와는 10dB 정도의 편차가 있다. 8MHz의 경우는 이론치는 나와있으나 실측결과 人感이 없었

송 신 장 비	아스트로쉬
송 신 출 력	100 W (실평균 출력 70 W)
송 신 주 파 수	2.2M, 4.6M, 6.2M, 8.2M
수 신 장 비	NM-25 T, RACAL 수신기
송 신 장 소	전 파 연 구 소
수 신 장 소	광 주 전 파 감 시 소

표 4.3.3 전파발사 제원

시 간 주파수 (MHz)		10	14	19	비 고
2.2	실 측 치	13 dB	15	17	QSA 3.4
	이 론 치	19 "	16	29	
4.6	실 측 치	15 "	17	.	야간 혼신
	이 론 치	24 "	22	30	QSA 3
6.2	실 측 치	16 "	18	.	야간 혼신
	이 론 치	26 "	25	25	QSA 2
8.2	실 측 치	16 "	.	.	전리층관측 결과
	이 론 치	33 "	33	-12	임계주파수 미달

표 4.3.4 측정결과치 비교표

으며 실제 電離層관측결과도 電離層이 2~3 MHz만 형성되었었다. 실측치와 이론치의 차는 크게 나타났으나 시간별로 변화하는 형태는 비슷한 모습을 나타냈으며 이론치에서 LUF가 없게 나온것과 같이 실측치에서도 낮은 주파수 대는 입감이 양호하게 측정되었다. LUF평가는 결국 電界強度치의 비교분석에 의한 방법이 가장 신뢰성이 있으나 단파대의 전계강도 비교분석은 앞서 강조한 바와 같이 단기간의 자료로는 정확한 평가가 나올 수가 없다. 따라서 LIL-252에 의한 LUF산출과 近距離豫報 작업의 평가는 장기간에 걸쳐 자료를 수집하여 평가하여야 할 것이다.

## 5. 結 言

이와같이 電波豫報의 改善을 위하여 새로 도입한 LIL-252에 의해 電波豫報가 산출되는 과정과 작성된 예보의 信賴性평가를 일부회선에

대해 시도하여 보았다. 또한 電波豫報의 평가는 MUF와 LUF에서 실질적으로 LUF의 신뢰성 여부에 달려 있음을 알았다. LUF는 最低所要電界強度에 의해 결정되어지므로 LUF의 평가는 결국은 受信電界強度의 분석에 따라 결정된다. 그러나 단파통신에 있어서 受信電界強度라는 것은 그 通信諸元(送信出力, ANT이득등) 뿐만 아니라 그지역의 잡음분포세력, 태양활동도 등 여러 변수가 복합적으로 작용하는 것이므로 단순하지가 않다. 또한 近距離豫報의 경우는 空間波외에 地表波에 의한 성분을 무시할수 없으나 LIL-252의 경우는 단순히 空間波에 의한 電界強度만을 산출한다. 따라서 더 정확히 계산하려면 地表波의 電界強度도 산출하여야 하며 지표파전계강도는 CCIR에서 발행한 지표파전계강도Chart에서 구할 수 있다. LUF의 산출은 이와같이 여러가지 복잡한 요소를 지니므로 정확한 평가는 어려우나, 近距離회선의 경우는 실제로 電波를 送受信하므로서 豫報의 정확도를 파악할 수가 있다. 물론 그 정확

도 파악은 장기간에 걸쳐 통계적으로 분석되어야한다.

금번에는 LIL-252를 이용하여 LUF 계산과 近距離豫報를 할 수 있도록 프로그램의 수정 保完등을 完了하였으나 보다 예보의 정확성을 기하기 위하여 국내 여러지역에 대해 실제로 전파를 송수신하여 그결과를 분석한 후 전반적으로 시행할 예정이다.

## 6. 참고 문헌

1) TELECOMMUNICATIONS RESEA-

RCH & ENGINEERING REPORT  
13

저) U.S.DEPT OF COMMERCE

2) COMBINED INTERNATIONAL CATALOG OF GEOMAGNETIC DATA

저) U.S.NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER

3) USER'S MANUAL FOR THE LIL-252

저) CCIR

4) 81년도 電波研究報告書