

일본 방송위성의 국내 Spill Over 조사 연구

조성태, 이정일, 고영철

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1. 서 언 | 3.2 조사 지역별 BS-2b 수신제원 |
| 2. 이론 배경 | 3.3 측정 System 및 동원장비 |
| 2.1 방송위성에 대한 국제 규정 | 4. 조사결과 |
| 2.2 위성거리, 방위각, 양각, 자유공간
전파 손실 산출 | 4.1 조사 지역별 이론치와 측정치 비교 |
| 2.3 일본의 방송위성 BS-2b | 4.2 년도별 측정치 비교 |
| 3. 조사 방법 | 4.3 조사결과 분석 |
| 3.1 측정 조건 | 5. 결 론 |
| | * 참고문헌 |

1. 서 언

흔히 오늘날은 New media 시대라고 한다. 그 중에서도 TV방송은 인공위성을 이용한 직접 위성방송시대(DBS:Direct Broadcasting satellite System)로 접어들고 있다.

이제는 우주공간에 떠 있는 인공위성에서 전파를 직접 송신하고 가정에서는 간단한 안테나를 이용, 지역에 관계없이 시청할 수 있게 되고 있다.

지상 방송에서의 난시청지역 해소에는 부인중계국, 공동 수신설비(CATV와 같은 설비)등으로 대처하여 왔으나, 아무리 좋은 시설을 하여도 난시청 지역해소에는 큰 도움이 되지 못하여 선진 각국에서는 직접위성 방송시대로 전환, 어떠한 지역이라도 당해 설비만 시설하면 양질의 영상과 음성, 와이드한 화면으로 현장감 넘치는 방송을 즐길수 있게 되었다.

그러나 이러한 위성 방송은 국제 사회에서 문

화의 침투라는 새로운 사회 문제를 유발 시키게 되었다. 방송위성에서 송신하는 전파가 자국내에만 도달 되어야 하나 위성전파 특성상 인접국가에 전파가 침투되는 이른바 전파월경(Spill Over)현상이 새로운 문제로 대두 되었다.

이에 전파자원 보호와 무선통신 질서 확보를 위하여 국제전기 통신연합(ITU)과 세계무선 주관청 회의, 무선통신 규칙(RR)등에서는 관계법규를 제정하여 이문제를 규정 짓고 있다. 1977년 1월 세계무선 주관청 회의(WARC-BS)는 제1및 제3지역에서의 직접 위성방송을 위한 위성방송용 정지 궤도, 사용 주파수, 채널, 편파등을 각국에 분배하고 관련 기술을 규정하였다.

이러한 상황에서 우리나라의 전파자원 보호와 문화 침투에서 보호받기 위하여 인접국인 일본 방송위성 BS-2b의 국내 수신전력 강도를 측정 파악 함으로써, 차후의 세계 무선 주관청 회의에서 논의될 전파 월경에 대한 기술 자료 준비

와 효율적인 전파자원 관리에 기여코저 본조사를 시행 하였다.

2. 이론 배경

2.1 방송위성에 대한 국제 규정

2.1.1 12GHZ 대 방송 위성업무와 타업무와의 주파수 공유기준

(1) 지상 업무를 보호하기 위한 기준

제1, 제3지역을 대상으로 WARC-BS에서 채택된 주파수, 궤도 위치, 편파의 계획 및 그 기술기준에 의하여 운용하는 12GHZ 대 방송위성 우주국은 무선 통신규칙 428A에 따라 타국에의 전파 누설을 최소한으로 줄이기 위한 기술 수단에 의해 지상 업무의 간섭 문제를 해결하도록 되어 있다.

또한 제2지역의 방송위성 우주국의 간섭에서 제1, 제3지역의 지상 업무를 보호하기 위하여 허용된 위성 전파의 전력속 밀도는

1) 양지역의 모든 주관청의 영역에 대한 모

든 도래각에 대하여

—125dBW/m²/4KHZ(위성 편파가 원편파의 경우)

—128dBW/m²/4KHZ(위성 편파가 직선 편파의 경우)

2) 제3지역 주관청의 영역 및 제1지역의 서부(동경 30°의서)향의 영역에 대하여

—132dBW/m²/5MHZ(수평면보다 위로 0°에서 10°까지 사이)

—132+4.2(r-10)dBW/m²/5MHZ(수평면보다 위로 10°에서 15°까지의 사이의 도래각 r(°)인 경우)

—111dBW/m²/ 5MHZ(수평면보다 위로 15°에서 90°까지의 사이의 도래각인 경우)

2.1.2 방송위성 주파수 및 지역별 채널

WARC-BS에서는 제1, 제3 지역 각국의 약 260 Service area를 대상으로 방송위성 업무용 주파수 할당, 채널별 할당 중심 주파수, 한국과 동일 궤도를 사용하는 국가별 채널번호, 편파 및 궤도 위치를 표 2-1, 그림 2-1, 표 2-2, 표 2-3과 같이 할당 하였다.

표 2-1 방송위성 업무용 주파수 할당

주파수 대		할당 지역			비 고
		제1	제2	제3	
620-720 MHz		0	0	0	관계 주관청 협정 필요
2.5-2.69 GHz		0	0	0	공동 수신용
12GHz 대	11.7-12.2GHz			0	방송위성 업무 우선사용
	11.7-12.5GHz	0			//
	12.1-12.7GHz		0		//
	12.5-12.75GHz			0	공동 수신용
22.5-23GHz			0	0	관계 주관청 협정 필요
40.5-42.5GHz		0	0	0	방송위성 업무용
84-86GHz		0	0	0	방송위성 업무 우선사용

(주) 제1지역: 유럽, 아프리카, 소련 제2지역: 남, 북 아메리카 제3지역: 아시아, 오세아니아

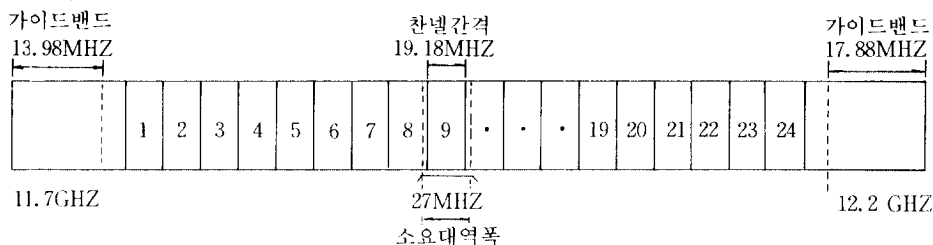


그림 2-1 제3 지역의 방송위성 업무용 채널

표 2-2 채널별 할당 중심 주파수

ch	할당 주파수 MHZ	ch	할당 주파수 MHZ	ch	할당 주파수 MHZ
1	11727.48	9	11880.92	17	12034.36
2	11746.66	10	11900.10	18	12053.54
3	11765.84	11	11919.28	19	12072.72
4	11785.02	12	11938.46	20	12091.90
5	11804.20	13	11957.64	21	12111.08
6	11823.38	14	11976.82	22	12130.26
7	11842.56	15	11996.00	23	12149.44
8	11861.74	16	12015.18	24	12168.62

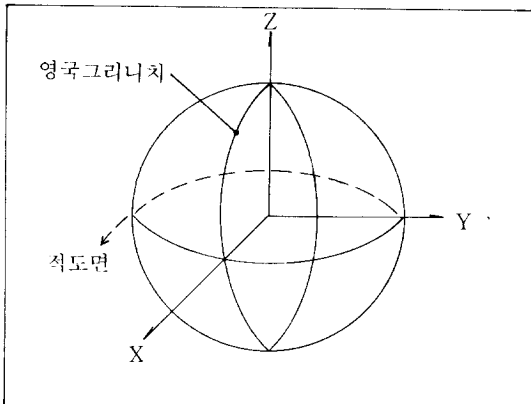
표2-3. 한국과 동일 궤도 위치를 사용하는
국가별 채널 번호, 편파

국	명	채널 번호	편파
일	본	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	R.H.C.P
한	국	2, 4, 6, 8, 10, 12	L.H.C.P
북	한	14, 16, 18, 20, 22	L.H.C.P
소	련	19, 23, 27, 31, 35, 39/25	R.H.C.P
파푸아뉴기니아		2, 6, 10, 14	R.H.C.P

2.2 위성거리, 방위각, 양각 및 자유공간 전파 손실의 산출

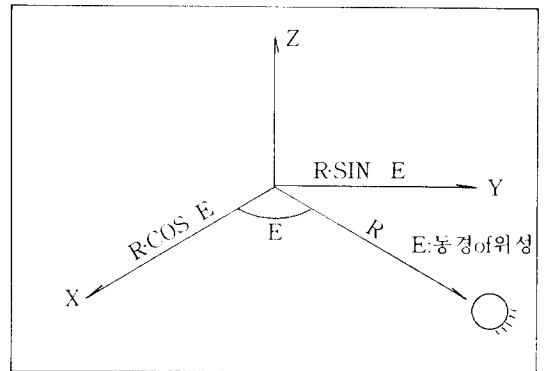
2.2.1 위성 수신소와 정지위성 까지의 거리산 출

- 1) 수신소와 정지위성을 지구중심의 직교좌표를 이용하여 위치를 표시한다.
- 2) 지구를 완전한 구로 가정한다.
- 3) 정지위성은 적도 평면에 떠있다.



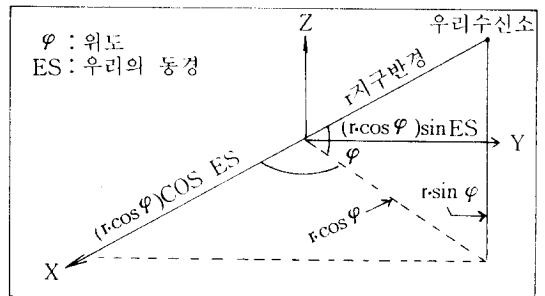
(그림 2.2 지구중심 직교좌표)

먼저 지구중심으로부터 위성까지의 거리를 R 이라고 하면 직교좌표에서의 거리벡터는 다음과 같다.



$$R = \begin{bmatrix} R \cos E \\ R \sin E \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} I_i \\ I_j \\ I_K \end{matrix}$$

또 우리 수신소의 위치를 직교 좌표계에서 표시하면 다음과 같다.



$$r = \begin{bmatrix} r \cos \varphi \cdot \cos E_s \\ r \cos \varphi \cdot \sin E_s \\ r \sin \varphi \end{bmatrix}$$

따라서 두 위치간의 거리 $D = |\vec{R} - \vec{r}|$ 가 된다.

$$D = \sqrt{(R \cdot \cos E - r \cdot \cos \varphi \cdot \cos E_s)^2 + (R \cdot \sin E - r \cdot \cos \varphi \cdot \sin E_s)^2 + (0 - r \cdot \sin \varphi)^2}$$

R = 지구반경 + 위성의 높이

E = 위성의 경도

2.2.2 방위각, 양각 및 자유공간 전파손실

$$\text{방위각 } Az = \tan^{-1} \left\{ \frac{\tan(\theta - 110)}{\sin \sigma} \right\} + 180 [^\circ]$$

$$\text{양각 } EL = \tan^{-1} \left\{ \frac{\cos \sigma \cdot \cos(\theta - 110) - \frac{re}{re+h}}{\sqrt{1 - \cos^2 \sigma \cos^2(\theta - 110)}} \right\} [^\circ]$$

h: 정지궤도 높이 (35,786km)

re: 지구 반경 (6378.16km)

σ : 위도

θ : 경도

자유공간 전파손실

$$To [dB] = \begin{cases} 32.44 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \\ 92.44 + 20 \log f(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{Km}) \end{cases}$$

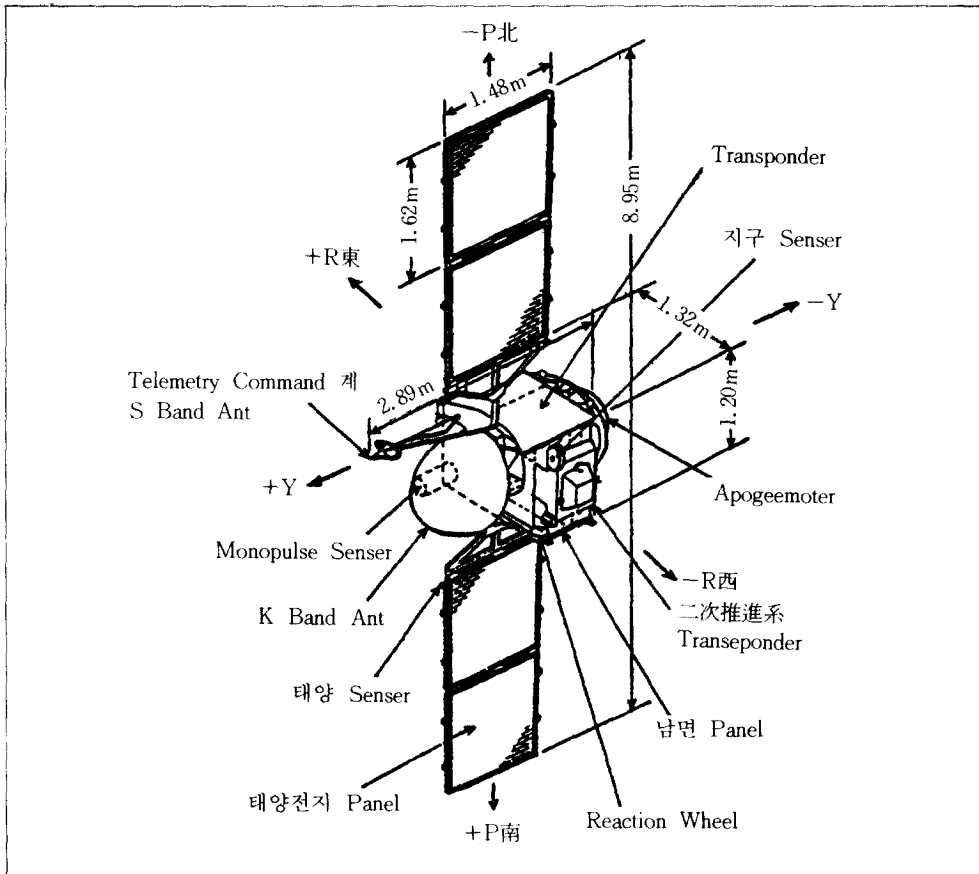
2.3 일본의 방송위성 BS-2b

2.3.1 발사

BS-2b는 1986.2.12일 일본 우주개발 사업단 타네가시마(種子島) 우주 센터에서 N-II 로켓에 의해 발사 되었다.

1986.5.22 동경 110° 보르네오섬 적도상공 36,000Km 상의 정지궤도에 정지하여 탑재 중계기 등 초기 기능확인 시험이 진행되고 7.12일 오전 0시, 통신 방송위성 기구에 인도된후 2ch로 본격 시험 방송이 개시 되었다.

2.3.2 구성



위성의 몸체는 마그네슘과 알루미늄 합금으로 되어 있는데 몸체를 중심으로 통신계기기를 수용하고 있는 복면 panel, bus계 기기를 수용하는 남면 panel 그리고 전장 9m의 태양전지(출력 약 1Kw)panel과 2차 추진계로 구성 되어 있다. 통신계는 Coler TV 신호 2계통의 동시 송·수신이 가능한 저잡음 수신 고출력 증계기(K-band Transponder)와 통신용 K-band Antenna로 구성 되어있다.

위성의 복면 panel에 장착되어 있는 증계기는 K-band 송수 분파기, 수신부, 송신부로 구성되어 있으며 고성능화, 경량화를 꾀하고 있다.

BS-2b에서는 제11 채널(14.21928-11.91028 GHz), 제15 채널(14.29600-11.996000 GHz)을 이용하여 방송을 한다.

BS-2b의 통신용 Antenna계는 K-band와 S-band Antenna로 구성되어 있으며 offset feed parabolic Antenna인 K-band Antenna는 14/12GHz대의 TV신호 및 Telemetry Command계 신호의 송수신을, S-band Antenna는 S-band Telemetry Command계 신호의 송수신을 하도록 되어있다.

Telemetry계는 위성 각부의 동작상황, 온도, 전압등의 데이터를 지상에 송신하는 역할을,

Command계는 지상국에서 위성으로 보내져오는 각종의 지령신호를 받아 위성 내부의 작동을 제어하는 역할을 담당하고 있다.

BS-2b가 transfer 궤도, drift 궤도 상에 있을 동안은 S-band 회선이, 정지후 임무 종료시까지는 K-band 회선이 주로 이용된다.

2.3.3 제원

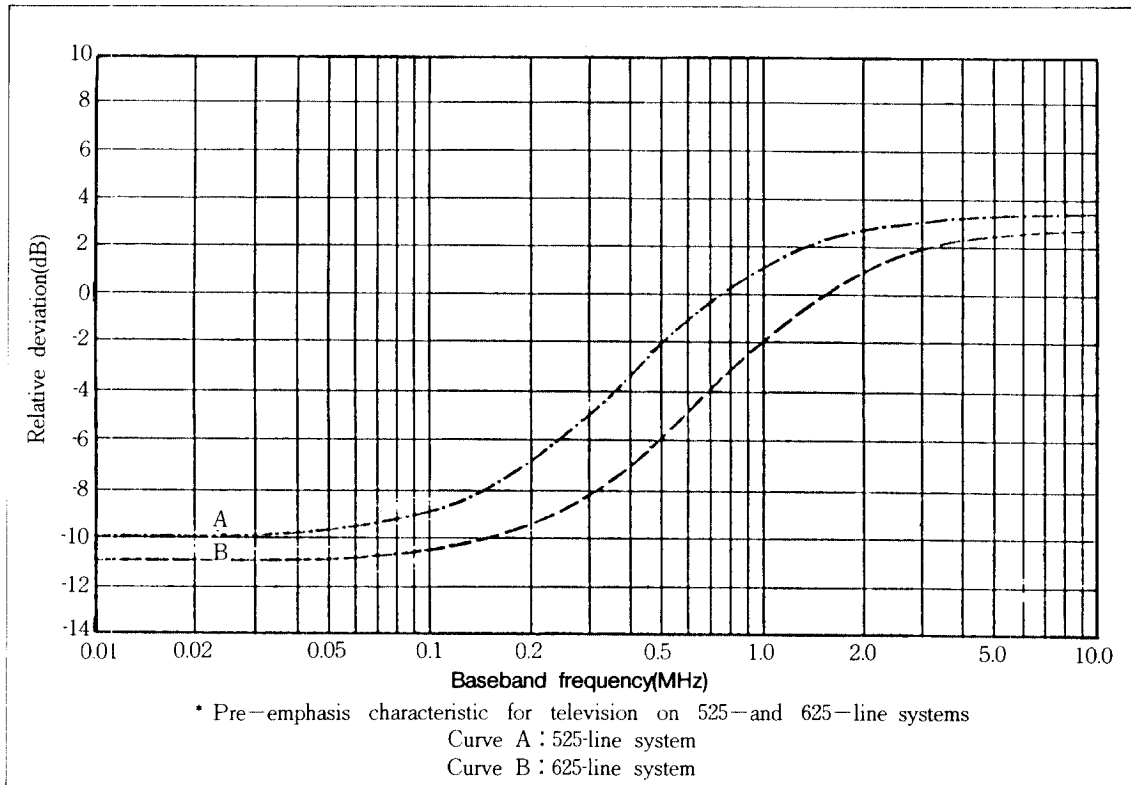
BS-2b의 제원은 표 2-4, 2-5와 같다.

표 2-4 일반 제원

항 목	내 용
궤 도 위 치	동경 110°정지위성 궤도(적도상공 36,000Km)
형 상	箱 形 가로1.2m 세로1.3m 높이3.1m(태양전지 panel 전개시 9m)
중 량	정지위성 궤도상 초기치 약 355kg.
자세제어 방식	3축 제어 방식
태양전지 발생 전력	약 780W
통신계 안테나	성형 beam 안테나
송 신 전 력	1ch당 100W
채 널 수	2ch(동시 운용)
Service area	일본 본토
설 계 수 명	5년

표2-5 신호 전송 제원

구 분	항 목	제 원
영 상	영상 신호 방식 영상 신호 최고 주파수 주 반송파 변조 방식 주 반송파 주파수 편이 변조율성 오퍼시스 특성 에너지 확산 신호 주 반송파 주파수 제어 방식 주 반송주파수 대역폭	주사선수 525개 (M/NTSC 방식) 4.5MHz 주파수 변조 17MHz P-P(동기 신호 포함) 정극성 (CCIR Report 405-1)* 15Hz 대칭3각파(주 반송파 주파수편이 600KHz) 평균치 AFC 27MHz
	전송 Mode	Mode A 15KHz 32KHz Mode B 20KHz 48KHz
음 성	무 호 화 방 식	좌우 동일시연(stereo) 신호때의 간접 14/10bit, 주송시압신 16bit 직전 50 μ s압침, 15 μ s의 크기를 갖는 전송합수에 의한 프리오퍼시스
	신 호 다 중 방 식	2.048 Mb/s \pm 10b/s 4채널 480Kb/s 2채널 240Kb/s
	frame 주파수 frame bit 수 frame 동기 패턴 제어 부호 bit check scramble	1 KHz 2,048 bit 16bit/frame(0001001101011110) 16bit/frame 32bit 10차 M 계열 PN신호 ($x^n + x^n + 1$) BCH SEC-DED(63, 56) ($x^6 + x^4 + x^2 + 1$) BCH SEC-DED(7, 3) ($x^4 + x^3 + x^2 + 1$) 반복 송출에 의한 다수결판정
	오 차 제어	음성 및 Data Rang bit 제어 부호
	변 조 방 식	주 반송파 주파수 주 반송파에 의한 주 반송파 주파수 편이 주 반송파 변조방식
		5.727272MHz \pm 16Hz + (3.25MHz \pm 10% - 5%) 4상 DPSK



3. 조사 방법

—주파수 : 11.996 GHz(ch15)

—궤도위치 : 동경 110° 적도상공 36,000Km

—위성출력 : 100W/ch

3.1 측정 조건

3.1.1 측정지점 선정

일본 방송위성 실험 종합 보고서의 BS-2b 방송위성 전파가 도달되는 일본의 각 지역별 방사 pattern의 연장선에 놓인 한국내의 10개 지점을 선정하였음(단 겹치는 지점은 측정지점 선정에서 제외 하였음)

3.1.2 조사지역 및 기간

—조사지역 : 10개 지역(서울, 천안, 대전, 광주, 부산, 대구, 삼척, 강릉, 원주, 춘천)

—조사기간 : 87.10.16—10.28(13일간)

3.1.3 조사시간 및 측정지점

—조사시간 : 14 : 00—16 : 00

—측정지점 : 매 조사지역당 1개 지점

3.1.4 조사 대상

—위성명 : BS-2b

3.2 조사 지역별 BS-2b 수신제원

3.2.1 조사 지역별 방위각, 양각, 거리

도시명	위도 (°)	경도 (°)	양각 (°)	방위각 (°)	Distance (Km)	Tx Ant Gain(dB)
서울	37.53	126.99	42.96	206.06	37.558	26
천안	36.81	127.17	43.61	207.28	37.511	29
대전	36.33	127.45	43.97	207.96	37.458	30
광주	35.16	126.93	45.34	207.86	37.388	31
부산	35.12	129.04	44.43	210.96	37.452	36
대구	35.88	128.62	43.89	209.90	37.490	34
삼척	37.52	129.16	42.06	209.70	37.624	33
강릉	37.75	128.94	41.93	209.28	37.634	31
원주	37.34	127.98	42.74	208.15	37.574	30
춘천	37.88	127.76	43.31	207.55	37.606	28

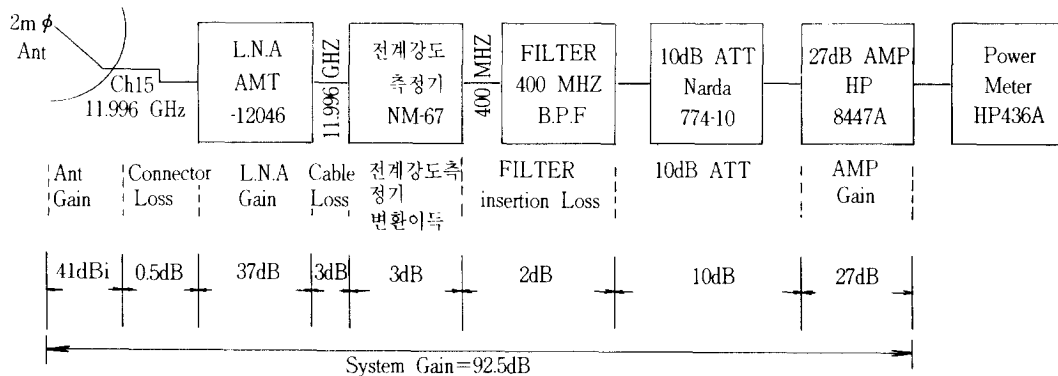
3.2.2 조사 지역별 이론상 지상전력 밀도

도시명	E.I.R.P (dBW)	Path loss (dB)	지상전력 강도 (dBW)	지상전력밀도 (dBW/m ²)
서 울	43.3	205.51	-162.2	-119.1
천 안	45.3	205.50	-160.2	-117.1
대 전	47.3	205.50	-158.2	-115.1
광 주	48.3	205.47	-157.1	-114.1
부 산	53.3	205.49	-152.1	-109.1
대 구	51.3	205.49	-154.1	-111.1
삼 척	50.3	205.53	-155.2	-112.2
강 릉	48.3	205.53	-157.2	-114.2
원 주	47.3	205.51	-158.2	-115.1
춘 천	45.3	205.52	-160.2	-117.2

* BS-2b out power:20dBW
 Atomspheric loss:1.0dB
 Feeder loss :1.7dB
 Total equivalent :17.3dB

3.3 측정 System 및 동원 장비

3.3.1 System 구성 및 Level Diagram



$$\text{Total Gain} = \text{System Gain} - \text{편파 부정합 손실 } 3\text{dB} \\ = 92.5 - 3 = 89.5\text{dB}$$

3.3.2 동원 장비 규격

1. 2m ϕ parabolic Antenna(TERRACOM)
 - Gain:41 dBi
 - Half power Beam width:1.5
 - Front back ratio :42dB
 - VSWR :1.25
- 2) Low Noise Amplifier(Avantek AMT-12046)
 - Frequency range :7-12GHz
- 3) 전계 강도 측정기(NM-67)
 - Gain :37dB
 - Frequency range:1-18GHz
 - 400MHz IF out(B.W 20MHz)
 - Conversion Gain:3dB
- 4) 400MHz Band pass filter
 - Insertion loss :2dB
 - Pass band :400MHz \pm 10MHz
 - Stop band rejection :At least 60dB

- 5) Attenuator(Narda 774-10)
 - Frequency range:DC-10GHZ
 - ATT :10dB
- 6) Amplifier(HP 8447A)
 - Frequency range:0.1-400MHZ
 - Gain :27dB
- 7) Power meter(HP 436A)
 - Frequency range:10MHZ-18GHZ
 - 측정 범위 : 0.1mw-10uw
- 8) RF Coaxial cable(EATON 94615-1)
 - Loss:3dB(At 12GHZ)

하여 전원 인가후 30분간 예열 및 교정을 한다.

2) 트랜싯트를 설치하여 측정지점의 안테나 방위각 및 양각을 교정한다.

3) 전계 강도 측정기의 동조 다이얼을 회당 주파수에 최대 동조가 되도록 2-3회 조정을 반복한다.

4) 이 상태에서 재차 전계 강도 측정기의 메터가 최대로 지시 되도록 안테나의 방위각 및 양각을 미세 조정한다.

5) 전계 강도 측정기의 400MHZ I.F(B-W:20MHZ)출력을 B.P.F 및 AMP를 통하여 디지털 Power Meter로 측정한다.

6) 상기에서의 측정치와 Total System Gain 을 환산하여 측정치를 판독한다.

3.3.3 측정 방법

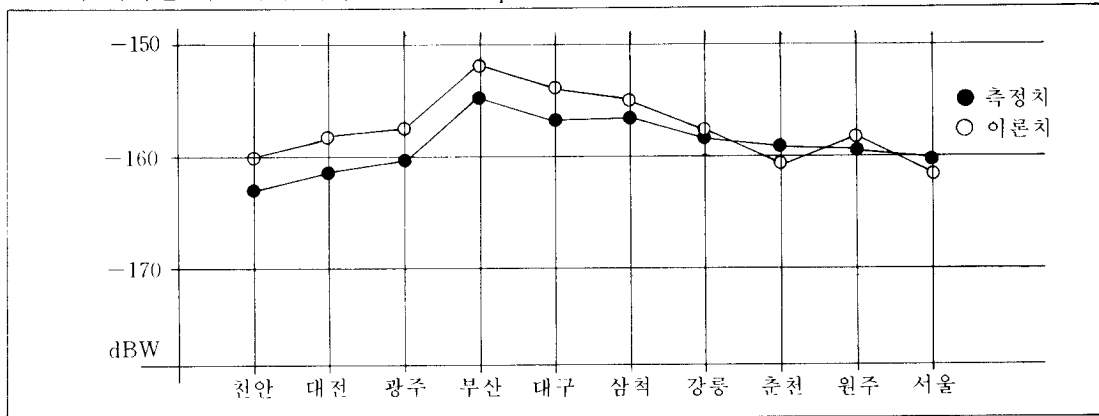
- 1) 측정기를 상기 측정 System과 같이 구성

4. 조사 결과

4.1 조사 지역별 이론치와 측정치 비교

조사지역	일시	기후	이론치		측정치		비고
			지상전력 강도 (dBW)	지상전력 밀도 (dBW/m ²)	지상전력 강도 (dBW)	지상전력 밀도 (dBW/m ²)	
천안	10.16	맑음	-160	-116.96	-162	-118.96	-2
대전	10.17	맑음	-158.2	-115.16	-160.5	-117.46	-2.3
광주	10.18	맑음	-157.17	-114.14	-159.5	-116.46	-2.33
부산	10.19	흐림	-152.19	-109.15	-154.5	-111.46	-2.31
대구	10.21	흐림	-154.19	-111.16	-157	-113.96	-2.81
삼척	10.22	맑음	-155.23	-112.19	-156.5	-113.46	-1.27
강릉	10.24	맑음	-157.23	-114.20	-157.5	-114.46	-0.27
춘천	10.25	맑음	-160.22	-117.19	-159.5	-116.46	+0.27
원주	10.25	맑음	-158.21	-115.18	-159	-115.96	-0.79
서울	10.26	맑음	-162.21	-119.18	-161.5	-118.46	+0.71
최대치			-152.19	-109.15	-154.5	-111.46	-2.33
최소치			-162.21	-119.18	-162	-118.96	+0.71

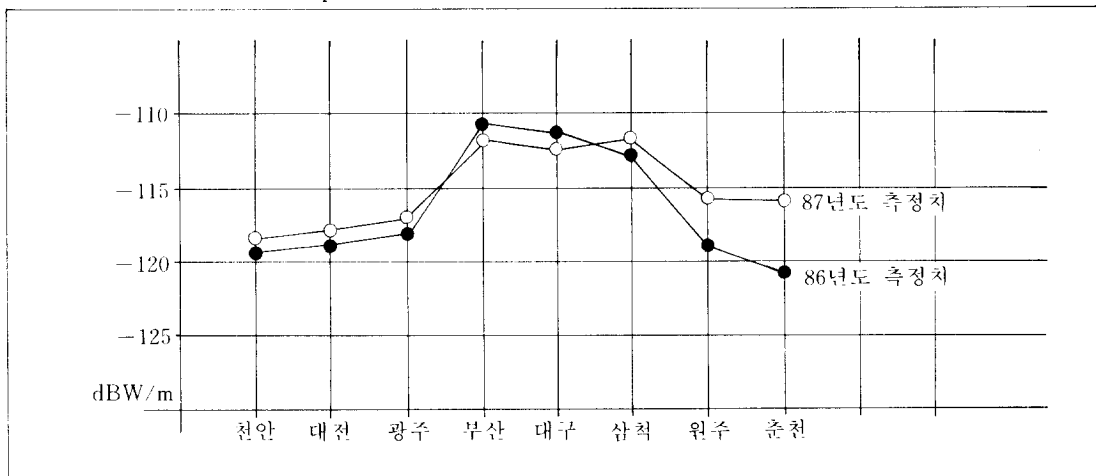
○ 조사 지역별 이론치와 측정치 비교 Graph



4.2 년도별 측정치 비교

조사 지역	1984년	1985년		1986년		1987년	
	지상전력 밀도	지상전력 밀도	편차	지상전력 밀도	편 차	지상전력 밀도	편 차
천 안	-120.469	-118.47	2.0	-119.37	-0.9	-118.96	0.41
대 전	-117.469	-112.97	4.5	-118.46	-5.49	-117.46	1
광 주	-	-117.47	-	-116.96	0.51	-116.46	0.5
부 산	-108.469	-108.469	0	-110.16	-1.69	-112.46	-2.3
대 구	-113.469	-110.969	2.5	-111.67	-0.7	-113.96	-2.3
삼 척	-	-	-	-114.26	-	-113.46	0.8
원 주	-	-	-	-118.46	-	-115.96	2.5
춘 천	-	-	-	-120.27	-	-116.46	3.8
최대치	-108.469	-108.469	0	-110.16	-1.69	-112.46	-2.3
최소치	-120.469	-118.469	2.0	-120.27	-1.8	-118.96	1.3

○ 86-87 측정치 비교 Graph.



4.3 조사결과 분석

일본 방송위성(BS-2b)의 국내 수신전력 강도 조사결과 분석은 다음과 같다.

1) 각 지역별 측정결과 대체적으로 이론치 보다 낮은 전력 강도치를 나타내고 있음.

2) 이론치와 측정치 비교결과 서울·강원지역에서는 비교적 일치되고 있음.

3) 전년도 대비 결과 원주·춘천지역 측정치의 편차는 기상불순으로 인한 측정치의 오차가 발생한 것으로 사료됨.

4) 본조사 결과 효율적인 전파감시 측면에서 매년 2회 이상 또는 계절별로 측정되어야 할 것으로 사료됨.

5. 결 론

아국의 전파자원 보호 및 인접국가의 문화권 침투에서 보호 받기 위하여 일본 방송위성 B-

S-2b에 대한 국내 수신전력 강도를 조사 연구한 결과 예상치 보다는 대체적으로 낮은 전력 강도치를 나타내고 있으며 이는 방송위성의 송신성능 down으로 예상되며 본 측정시 중요 사항으로는 매년 동일 측정지점, 동일 시간대에 측정이 가능하도록 사전에 충분한 조치가 필요할 것으로 사료되므로 금후에는 보다 면밀한 계획아래 본 조사 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 방송위성 실험 종합 보고서(일본 우주통신 연합회의 개발 실험부 1982.3.)
- 주간 기술 동향(1984)
- 일본 전파과학(1984. No 4. P74-79)
- 일본 방송기술(1985.5. P61-66)
- IEEE TRANSACTIONS ON (1986.5.)