위성통신과 방송기술의 현황

徐 仁 宇
(KTA방송망사업본부 방송기준부장)

■ 차 례 ■

1. 머 릿 말
2. 위성통신의 개념 및 발전의 역사
3. 통신위성기술과 신규서비스
가. 통신위성의 기술개요
나. 직접위성방송
라. 통신위성을 이용한 신규서비스
4. 세계의 방송위성현황과 전망
5. 맺 음 말

1 머 릿 말

인류문명의 시작은 원시인류의 석기 시대에서 찾고 인간 커뮤니케이션의 혁신은 문자의 발명으로 추론할 수 있다.

그러나 커뮤니케이션의 물리적 혁명적 수단의 하나인 전자통신은 1960년대 독일의 헤르츠(Hertz)가 라디오波(Radio waves)의 존재를 밝힌 이래 그 이론적 학문적 태동이 이루어졌다고 보겠다.

또 이어 벨(Bell)이 1875년에 무선전화를 발명하고, 말코니가 많은 과학자들의 업적을 종합 1896년에 그의 무선전신을 발명하였으니 이러한 것들이 라디오 방송과 통신등으로 각기 목적에 따라 개량 이용되면서 눈부신 발전을 하여 왔다.

요즘엔 고도의 전송기술의 발전으로 통신과 방송이 점차 국제화 되면서 보다 그 영역을 상호 상당부분 공유하게 되었는 바 바로 통신위성의 존재가 그 절대적 역할을 담당하고 있다. 통신위성의 발달은 방송프로그램의 상호전송 뿐만 아니라 직접방송위성(DBS)에 의한 고품질TV 방송까지 가능하게 된 것이 세계적 추세이다. 여기서 통신위성의 기술적 배경과 현황을 다각 검토 요약해 보고자 한다.

2 위성통신의 개념 및 발전의 역사

가. 위성통신의 개념

위성통신이란 지구를 도는 궤도 위에 쏘아 올려진 인공위성의 중계를 통해 이루어지는 통신을 말하며, 위성통신을 하기 위한 인공위성이 통신위성으로 적도 상공 약 35,800km 궤도상에 있으며 일명 정지위성이라 부른다.

통신위성의 일반적인 특징으로는 첫째 넓은 범위에 걸쳐 지형에 관계없이 회선설정이 가능하며, 둘째 통신의 중계구간 거리가 일정하며, 지상의 재해에 관계없이 통신이 가능하고 기후에도 관계없이 여러지점과 동시 통신이 가능하기 때문에 다량의 정보를 신속하게 전달할 수있다.

그러나 이와 같은 통신위성도 현재 기술수준으로서 제약을 받는 기술상의 문제가 따르고 있다.

넓은 의미에서 방송위성도 통신위성이라고 볼 수 있으며, 오늘날 직접 위성방송이 보편화되는 추세에 비추어 따로 언급하고자 한다.

나. 위성통신 발전의 역사

아더클라크가 정지궤도 통신위성을 예언한지 25년도 채못된 1969년에 인탤새트는 대서양, 태평양, 인도양 상공에 위성을 발사함으로써 위성을 통한 전세계의 통신을 가능하게 했다. 짧은 위성은 계속적인 발전과 기술혁신을 창출하여 갔는데 대략 다음과 같이 구분할 수 있다.

(1)실험적 단계

가) 스프트닉 1호 : 1957년 소련이 발사한 세계 최초의 인공위성이며 위성통신 시대의 막을 열었음.

나) EXPLORER 1호 : 소련의 인공 위성발사에 충격을 받은 미국이 1958년에 발사한 위성으로 VAN ALLEN BELT를 발견 했음.

다) SCORE위성 : 1958년 NASA(미항공 우주국)가 발사한 최초의 통신용 위성이며 아우젠하우어 대통령의 크리스마스 메시지를 녹음 방영했으며 12일 동안 동작.

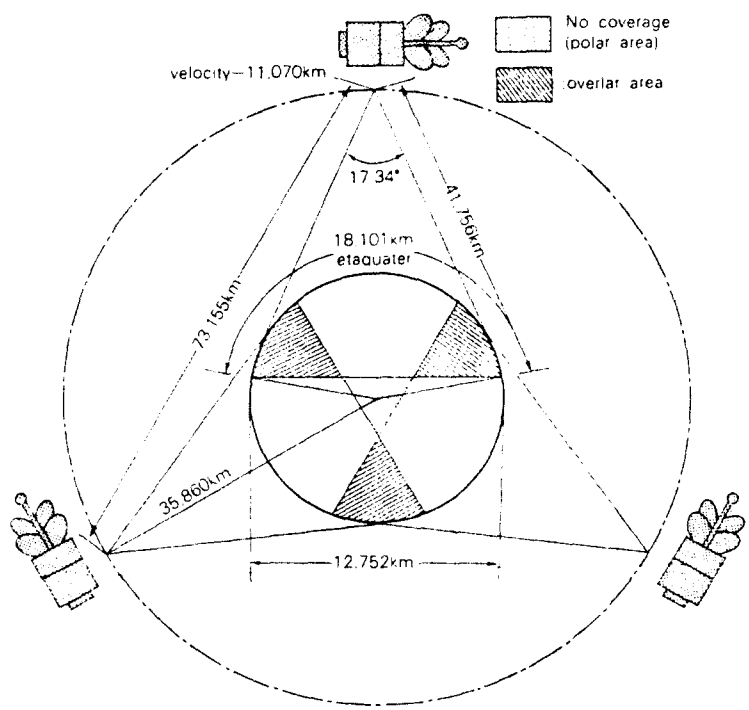
라) ECHO위성 : 1960년 NASA에서 발사했으며 PASSIVE 위성

마) COURIER위성 : 1960년 미국 방성이 발사했으며 17일 동안 동작, 최초로 SOLAR CELL 이용.

바) TELSTAR 1호 : 1962년 AT & T가 발사했으며 위성위에 안테나 및 증폭장치를 갖춘 최초 ACTIVE 위성이며 타원궤도 사용. 주기는 2시간 40분이였으며 6～4 G Hz 송수신 주파수 사용.

사) RELAY위성 : 1962년 발사, 타원궤도를 이용했으며 지구상의 한 지점에서 볼 수 있는 시간이 30분으로 확장.

※ 위의 실험적 위성들의 공통점



※북위 남위 약 80.25도 이상이 되는 위도지역은 커버할 수 없는 제약이 있다.

그림 1 정지위성 궤도

주로 저고도의 타원궤도 즉 지구상의 점에서 볼 때 정지한 채로 보이지 않는 저고도의 타원궤도를 사용한 이유는 그 당시 로케트가 위성을 고도 10,000km 이상의 궤도로 운반할 수가 없었다. 따라서 위성을 추적하기 위해 지구국 안테나장비는 민첩하게 움직여야만 했다.

(2)최초의 정지궤도 위성

가) SYNCOM 2호 : 최초의 정지궤도 위성 (Hughes 항공사 발사)

나) SYNCOM 3호 : 정지궤도의 장점을 충분히 살림. 동경 하계올림픽을 중계함. (1964년)

(3)통신위성기술의 계속적 발전과 인텔새트 창설동기

가) TELSTAR, RELAY, SYNCOM위성은 위성통신의 가능성을 확립해 주었으며, 상업위성통신시대의 서막을 열었다. 1956년 최초 해저 대서양 횡단 Cable(TAT-1)이 서비스를 개시했으나 56채널만을 공급했었던 관계로 TRAFFIC 증가를 감당할 수 없어서 1964년 많은 국들이 전세계적 위성통신 서비스를 확립하기 위한 협정에 서명을 한것이 바로 인텔새트 창설동기이다.

나) 현재 인텔세트의 세계적 규모

인텔세트 회원국 : 113개국

운용중인 위성 : 12개국

지구국 수 : 800여개

통화량 통계 :

○국제통신량의 3분의 2

○전시간(Full-time)음성 및 데이타 채널→ 약 94,000

○거의 전세계의 국제텔레비전의 중계독점.

연간 통화량 증가 : 20%

다) 인텔새트 발전의 의미

현재 인텔새트는 위성통신을 이용한 국제통신 서비스의 공급을 거의 독점하고 있으며 또한 회원국가의 국내 통신을 위해서 위성의 우주시설을 임대해 주고 있으며, 국내 및 지역용으로 인텔세트 위성시설을 임대하는 국가도 늘어가고 있다. 인텔새트는 국제적인 협력의 대표적인 예이며 전세계적인 위성통신 서비스를 확립해 오는데 결정적인 역할을 했을 뿐만 아니라 또한 발전을 위해서도 지대한 공헌을 하고 있다.

(4)인텔새트 시리즈

가) 인텔세트 1호(Early Bird)

1965년 전설적인 조그마한 Early Bird가 발사되어 처음으로 유럽과 북아메리카 사이의 상업 국제전화전송로를 확립해 주었다. 240전화채널과 1개의 TV채널 수용능력을 가졌으나 충분한 power가 없어서 텔레비전을 전송하는 동안은 전화통화를 할 수 없었다.

나) 인텔새트 2호(1966년 발사)

송신출력이 18W로 증가했으며 1호와는 다른 트랜스폰다를 사용해서 다원접속이 가능했음.

다) 인텔새트 3호

1968년에 발사되었으며 안테나를 몸체와 반대방향으로 회전시키는 de-SPUN 방식으로 좌세제어 했음.

라) 인텔새트 4호

12개의 트랜스폰다를 사용해서 채널용량이 급증했음. 새로운 안테나 구조를 사용, 즉 GLOBAL 안테나 외에도 HEMI, SPOT BEAM을 사용했으며 SPOT BEAM 안테나는 원하는 지역을 포함하도록 회전도 가능했음.

마) 인텔새트 4호-A

4호에서 조금 진보된 형으로 8개의 위성이 발사되었으며 복잡한 안테나 구조였고 6~4GHz 주파수 재사용이 특징.

바) 인텔새트 5호

5호 시리즈는 이전의 시리즈와는 판이하게 다른 위성의 몸체가 드럼형의 원통이 아닌 BOX였으므로 3-Axis Stabilization 좌세제어방법을 사용했으며 Beam Isolation과 2중편파의 사용으로 6~4GHz의 주파수를 4번이나 재사용했으며 14~11GHz의 주파수 사용을 처음으로 소개했다. 전화채널 용량이 인텔새트 4호-A의 2배로 늘어 났다.

사) 인텔새트 6호

Spin-Stabilization 좌세제어, 6중 주파수

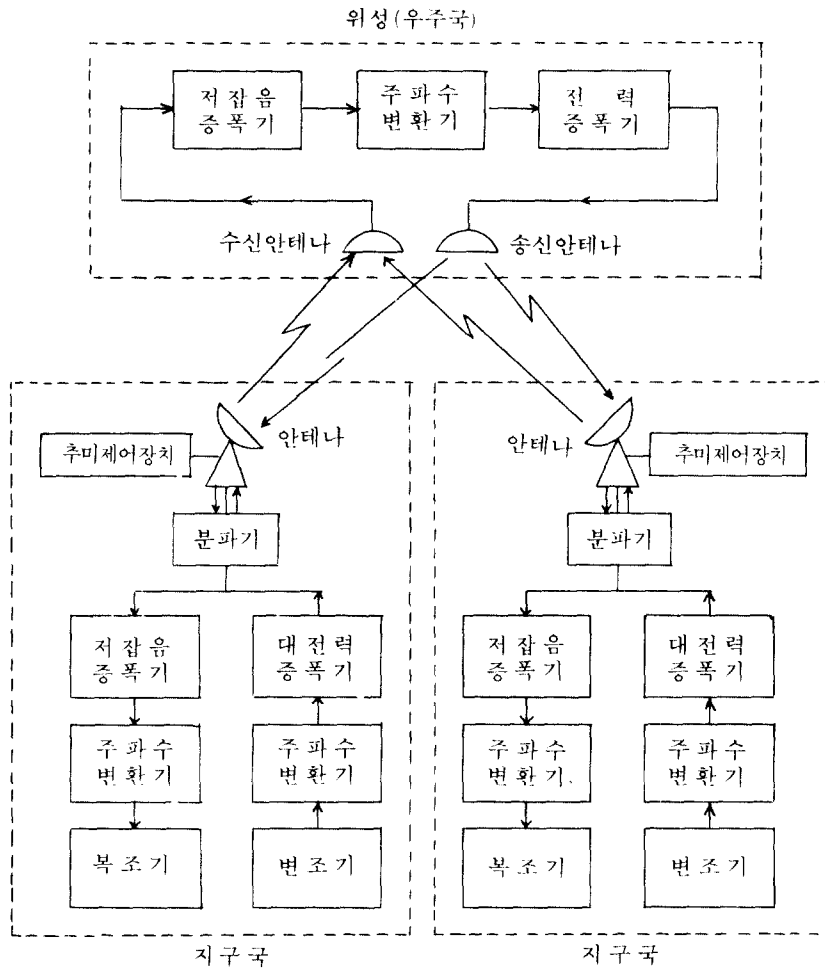


그림 2 위성통신의 기본구성도

재사용, 위성에서 각종 BEAM 사이의 연결(교환)을 가능하게 하는 SS-TDMA가채용되며 14~11 GHz 주파수 대역을 사용해서 조그만 직경의 안테나로써 Business Service을 가능하게 함.

위성이 교환장치와 같은 역할도 함.

3 통신위성기술과 신규서비스

가. 통신위성의 기술개요

(1)위성통신의 기본 구성

위성통신의 기본구성도를 그림에 나타냈다. 지구국의 송신출력은 일반적으로 대구경 안테나로 부터 방사되고 위성 안테나로 수신한다.

위성중계기에서는 이 수신파가 저잡음 증폭기에 의해 증폭된 후 주파수변환기에 의해 송신주파수로 변환되고 전력 증폭되어 송신 안테나로부터 지구로 방사된다. 지구국 안테나는 송수신 공용이므로 수신파는 분파기를 경유하여 저잡음 증폭기를 초단으로 하는 수신기에 수신

된다. 변조방식으로는 일반적으로 FM 방식이 사용되고 있으나 점차 디지틀방식으로 대체되어 가고 있다. 정지위성에 의한 고정위성통신의 경우 지구가 완전한 원이 아니므로 지구국에서는 추미기구를 가진 대구경 안테나와 대전력 송신기, 저잡음 수신기가 필요하다. 또한 우주국의 기기는 가능한한 작고, 가벼우며 특히 우주 환경이나 발사시의 충격에 충분히 견딜수 있는 것이어야 한다. 그리고 위성의 자세와 궤도를 정확히 유지시키기 위한 장치와 연료 및 태양전지도 필요하며 위성의 궤도, 자세 및 제장치의 동작상태를 감시, 원격제어 할 위성관제용 지구국이 있어야 한다.

(2)지구국 기술

가) 안테나계

고정위성통신에 사용되는 지구국 안테나는 지상계 마이크로바 중계국의 안테나보다 훨씬 대형이다. 한편 국내통신위성 분야의 지구국은 소형화가 추진되고 있다. 따라서 대형국과 소형국에서 공히 안테나 시스템의 모습은 변화하고 있다.

대형국에서는 고효율, 저잡음화가 비교적 용이한 카세글레인형의 파라볼라 안테나가 주로 이용되고 있으며 전천후로 구동 가능한 것이 많다. 이에 비해 소형국에서는 코스트가 매우 중요한 요소이므로 간단한 파라볼라 안테나가 사용되고 있다.

나) 송수신장치

지구국의 송신장치는 지상계 마이크로파 중계국보다 훨씬 출력이 크고 수신장치의 잡음지수도 작고, 대역폭도 비교적 넓다는 점에서 다르지만, 이외는 본질적으로 같다. 단, 정지위성계에서 운송지연시간에 따라 생기는 문제를 처리하는 장치가 필요하다.

출력증폭기로는 광대역성이 강한 TWT와 큰 출력을 얻기 쉬운 클라이스트론이 사용된다. 수신장치는 LNA(저잡음 증폭기)가 중요한데 대형 지구국에서는 냉각 파라메트릭 증폭기(잡음온도 20K 정도)가 자주 사용되지만 드물게는 메이시 증폭기도 사용된다. 비교적 소형의 지구국에서는 비냉각 파라메트릭 증폭기가 자주 사용되는데 장래에는 칼륨비소 FET나 다이오드등의 반도체를 이용한 증폭기가 이를 대체할 것으로 생각된다.

(3)로케트 발사기술

〈표 1〉는 통신 및 방송위성 발사용의 대표적인 발사기(로케트 및 스페이스 셔틀)의 능력과 훼어링의 크기를 표시한 것이다. 위성의 중량과 크기는 발사기의 능력과 훼어링의 형상, 치수에 의해 제한을 받는다. 특히 로케트로 발사할 경우에는 훼어링의 크기에 따른 제약이 대단히 크다. 한편 스페이스 셔틀의 경우에는 셔틀에서 궤도상(천이 또는 정지궤도까지)으로의 운송수단에 의해 위성의 중량, 크기에 제한을 받는다.

장래의 통신/방송위성은 멀티빔화에 따라 대구경의 안테나, 높은 안테나 지향능력이 요구되므로 점차 대형화 되어갈 것이다. 따라서 안테나의 형식, 전개방식, 제어방식을 결정하는데 중요한 요소가 되는 훼어링의 크기도 확대되어야 할 것이며, 발사 능력도 향상되어야 할 것이다.

(4)중계기 기술

중계기에서 특히 중요한 송신증폭기에는 개체증폭기(SSPA)와 진행파관 증폭기(TWTA)가 있다. 전자는 직선성이 뛰어나고 수명이 길지만 후자에 비해 효율이 떨어져서 고출력을 얻으려면 전력합성이 필요하다는 결점이 있다. 이는 비교적 높은 효율을 얻을 수 있는 10GHz이하에서는 실용화되어 있으며 사용 소자는 칼륨비소 FET가 주체이다.

TWTA는 10GHz 이상의 높은 주파수에서 뛰어난 특성을 보여주므로 이후의 송신증폭기의 주류를 이룰 것으로 생각된다.

특히 방송위성용의 대출력 TWTA 개발이 요망되고 있다. 중계기에 대한 주파수 배분의 일례를 들면 그림3과 같다.

(5)위성버스 기술

통신위성은 크게 나누어 미션 기기와 버스 기

표 1 발사기의 기능과 웨어링의 크기.

	발사기의 명칭	발사기의천이궤도투입능력 (kg)[1]	위성의정지궤도상초기중량 (kg)[2]	웨어링의크기 외경	내경	높이	이용가능기간	대표적인 발사위성명	비고(특징 등)
미국	델타 2914	724	355*	2.44	2.18	4.22	1974.4~	CTS, *BS, CS, GMS	· 델타시리즈는 1960년 1호기부터 1983년 현재 166기를 발사하고, 이중 155기를 성공했다(성공율 93.4%). · 178기로 생산중지예정
	델타 3914	954	463*				1975.12~	*RCA SATCOM-Ⅰ~Ⅲ *ANIK-B, OTS	
	델타 3910/PAM-D	1,154	580*			4.11	1980~	SBS-1 & 2, *INSAT-1A	
	델타 3920/PAM-D	1,312	670*				1982.~	*GSTAR (예정) *SPACENET (예정)	
	아틀라스 서틀	1,940	1,012*	3.05	2.82	7.65	1966~	COMSTAR*, INTELSAT-V	
	타이탄Ⅲ-C	N.A[4]	1,450	3.05	2.72	4.75~15.24	1965~	ATS-6	
	서틀/PAM-D	1,247	643		2.18[5]	2.56	1982.11~	SBS-3, ANIK-C	SBS클래스(용적율 약 14%)를 6-7개 탑재가능
	서틀/PAM-A	2,000	1,030	N.A.	4.57	서틀적하실에 탑재가능한 치수	1983~	INTELSAT-V(예정)	INTELSAT-V시리즈(용적율약 50%)를 2개탑재가능
	서틀/IUS	N.A[4]	2,120*				1983~	*TDRSS/Advanced WESTAR	발사시 총중량 21.14톤
	서틀적하실 (Cargo bay)					18.29	1981.4~		총탑재용량 29.6톤
ESA	아리안 1	1,785	970	3.2	3.0	7.45	1982~		· 아리안 1~4의 SYLDA 및 SPELDA는 위성을 2개 동시발사 가능
	아리안 2	2,065	1,200	3.2	2.9	7.38	1983.10~	TV-SAT(D3)(예정) TDF-1(F3)(예정)	
	아리안 3	2,425	1,450				1983.12~	L-SAT1(예정), TV-SAT(D5)(예정), TDF-1(F5)(예정)	
	아리안 42P	2,700		4.0	3.65	7.05 or 9.25	1985~		
	아리안 44L	4,300	2,485				1986~		
	아리안 5						1995 이후		
일본	N-1	319[6]	130	1.65	1.44	3.46	1975.9~1982.8	ETS-Ⅱ, ECS(지궤도위성 ETS-Ⅰ, ISS, ETS-Ⅲ)	· N-Ⅱ는 델타 2914와 같은 규모, 같은 성능
	N-Ⅱ	670[6]	350	2.44	2.18	4.28	1981.8~1986.8	GMS-2, CS-2, BS-2(예정)	
	H1-A	1,080[6]	550			4.58	1987.2~		
	H1-B						1991~		

(주) (1) 위성, 어대치 피팅, 어댑터 등을 포함하는 공표치 (2)*는 발사된 실적에 의한다(발사위성명에 대응) (3) 위성분리면에서 웨어링 선두내면까지의 거리 (4) 직접 어센시하기 위한 천이 궤이즈가 없다 (5) 델타웨이링에 적합한 크기로, 서틀의 경우엔 다소 여유가 있다 (6) 어대치피팅을 포함하지 않은 위성부분의 중량 (7) 주요약어 : PAM-Payload Assist Module, IUS-Inertial Upper Stage (「일본항공우주학회지」 제 31 권 355 호 일본항공우주학회)

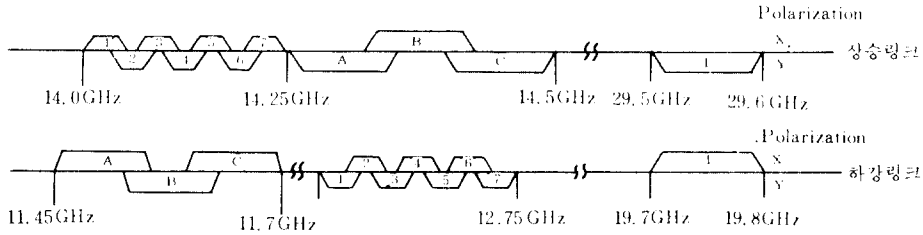


그림 3 주파수 배분예

기로 구성된다. 미션 기기란 중계기, 안테나와 같이 통신을 위해 탑재하는 기기를 말하고, 버스 기기란 위성본체, 전원, 자세제어와 같이 통신 목적과는 상관없이 자체로서 필요한 부분을 말한다.

위성에게 목적하는 일을 시키기 위해서는 위성의 자세를 제어할 필요가 있는데 이 방법을 자세제어법이라고 한다. 자세제어법에는 크게 2가지가 있다. 원통형의 본체를 분당 100회 정도 회전시켜 회전축을 기준으로 자세를 잡는 스핀안정법과 본체 내부에 회전하는 3개의 원반을 서로 직각으로 설치하여 좌표축으로 만드는 3축안정법이 그것이다.

3축안정형 위성은 기술적으로는 복잡하나 태양전지판의 효율을 높여주므로 방송위성과 같은 대출력 위성에 사용된다.

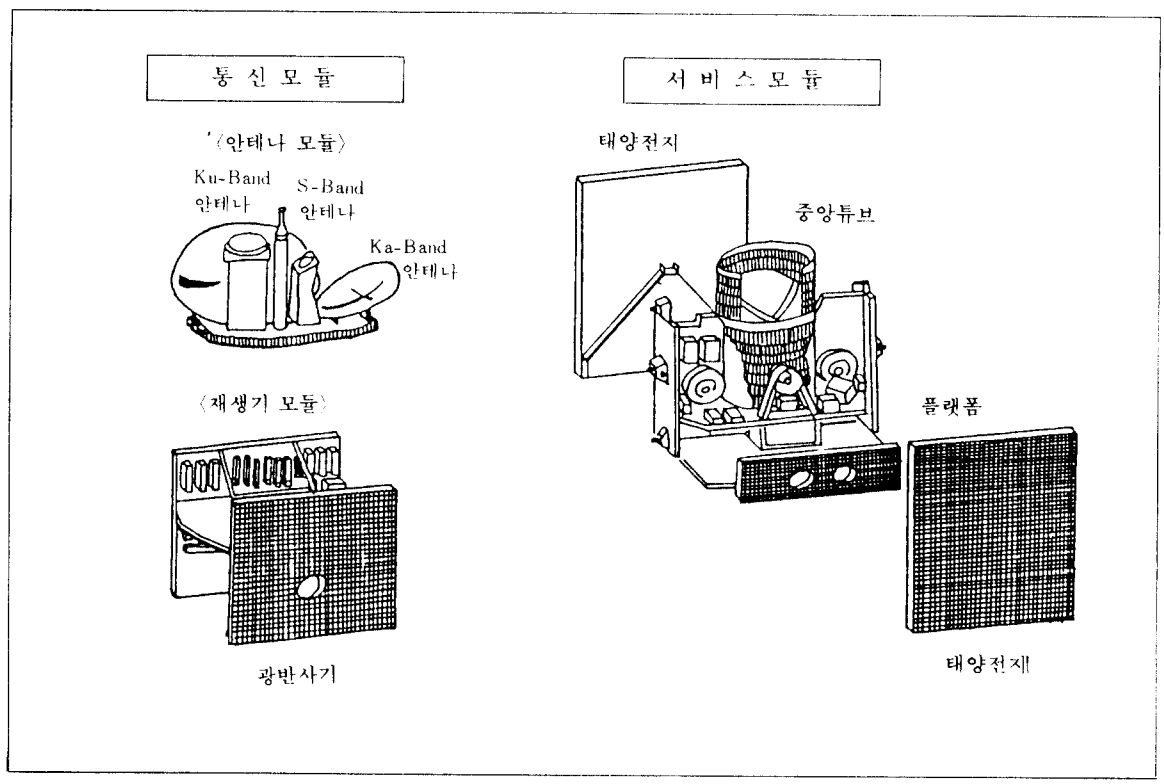


그림 4 위성의 모듈 개념도

한편, 스핀안정형 위성은 제어가 용이하며 지금까지 통신위성의 주류가 되어 왔다.

현재 제외국에서는 자세제어방식에 상관없이 2톤급의 위성이 개발되고 있다.

위성의 모듈 개념도는 그림 4와 같다.

나. 직접위성방송(Direct Satellite Broadcasting)

방송위성 시스템에는 개별수신과 공동수신의 두가지가 있으나, 값싼 수신기로 이용자가 직접 수신할 수 있고 또한 개별적으로 수신하는 형태를 직접 위성방송이라 한다. 이렇게 되기 위해서는 수신기에 비싼 증폭기를 쓰지 않도록 위성측의 출력을 크게 할 필요가 있다.

직접 위성방송 서비스를 최초로 밝힌 곳은 미국의 대형 통신위성 기업인 컴세트(COMSAT)의 자회사인 STC(Satellite Television Corporation)사로써, 1986년부터 미시시피강 동쪽지역을 대상으로 서비스를 개시한다고 발표하였다. 송신출력은 85W이고 3채널이며, 바이어스 모멘텀(Bias Momentum 22)에 의한 3축 자세제어를 한다. 이외에 CBS, RCA등 8개사에 위성개발이 인가되고 있다.

유럽에서 가장 빠른 계획은 서독의 TV-SAT이며 트랜스폰더 6개 채널이 사용되었다. 서독, 프랑스의 TV방식은 지금까지 서독이 PAL, 프랑스가 SECAM으로 호환성이 없었으나 직접위성방송에서는 새로운 공동 통일방식인 D2MAC를 채용하는 것이 특징이다.

위성방송에서 이용하는 주파수에 대해서는 1977년에 개최된 12GHz대의 방송 위성업무 계획에 관한 세계무선통신 주관청회의(WARC-BS)에서 협의되어 국가별로 할당되었다. 주파수 배열은 그림 5과 같다.

다. 통신위성을 이용한 신규서비스

1) 고품위 TV

종래의 TV보다 고해상도이며 큰 화면을 이용하여 현장감이 있는 고품위 TV에 대한 연구가 일본 및 미국 등지에서 진행되어 왔으며 국내 연구소(KBS 연구소, ETRI등)에서도 연구가 추진되고 있다. 고품위 TV에서는 신호 대역폭(21 HMz)이 넓으므로 방송용 전송로와 전송방식이 큰 문제가 되고 있으나 영상신호 대역을 MUSE방식으로 8MHz로 압축하여 위성방송을 하면 국내 전체를 커버할 수 있으므로 가장 유력한 방송형태로 생각된다.

현재 고품위 TV에 대한 연구가 많이 진행되고 있는 일본 NHK종합기술연구소에서 실험해 온 1125주사선 방식의 규격은 표3과 같다.

YC 분리방식에서는 Y, C 신호의 잡음 밸런스를 잡을 수 있고 칼라서브캐리어가 없어 Emphasis 개선도가 큰 장점이 있다.

이 방식은 PAL방식을 수정한 HOL-PAL 방

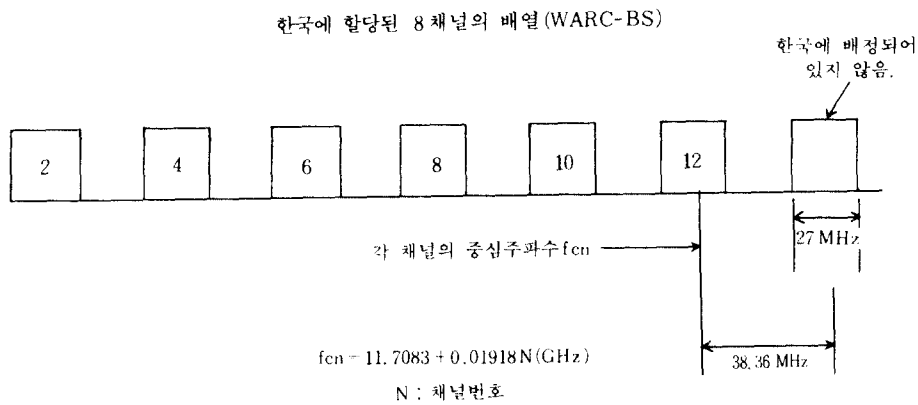


그림 5 주파수 배열도

식보다 약 10dB 정도의 S/N비 개선효과로 통신전력이 10 : 1 정도로 감소되며 주파수 대역을 효율적으로 이용가능하므로 위성 직접방송에 적합한 방식이다.

YC분리 전송방식에서는 2개의 반송파가 필요하므로 1개의 반송파로 전송하는 신호방식이 되기 위하여 Y신호와 C 신호를 시간축에서 압축하여 구성한 TCI신호방식(Time Compressed Integration)을 생각할 수 있다. 이 방식을 12 GHz대의 위성방송에 사용하기 위한 계산 예를 표5에 나타냈다.

TCI 방식에서는 Y, C간의 Crosstalk가 없고 YC분리방식과 같은 큰 Emphasis개선 효과를 얻을 수 있다. 수신측에서는 시간축의 복원처리가 필요하다.

수신축에 Frame Memory를 이용하고 2 : 1 Interlace화상을 순차 주사화상으로 변환하는 Interluce 변환기술을 채용하면 신호 대역폭을 절감할 수 있으며 이를 TCI 방식과 조합하면 표5에서 보는 바와 같이 54MHz대역폭이 필요하며 표준 TV채널 2개가 필요하다.

현재 디지틀 기술의 발전이 급속하므로 디지틀 전송방식을 고려할 수 있다.

이 경우에는 대표적인 데이터 압축기술이 필요하며 고품위 TV의 화질을 유지하기 위해선 다량의 데이터를 압축하는 기술이 큰 과제라고

표 2 주파수 할당표

국 명	궤도위치	편 파 면	채 널 번 호
한 국	110°E	2	2, 4, 6, 8, 10, 12
일 본	110°E	1	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
북 한	110°E	2	14, 16, 18, 20, 22
필 리 핀	98°E	2	16, 18, 20, 22, 24
인 도 네 시 아	104°E	1/1	1, 5, 9, 13/7, 11, 15, 19
	80°E	2/2/1	2, 4, 6, 8/17, 19, 21, 23/18, 20, 22, 24
오스트레일리아	128°E	2/2/1	4, 8, 12, 16, 20, 24/2, 6, 10, 14, 18, 22/3, 7, 11, 15, 19, 23
	98°E	2/2/1	3, 7, 11, 15, 19, 23/1, 5, 9, 13, 17, 21/2, 6, 10, 14, 18, 22
파푸아뉴기니아	110°E	1	2, 6, 10, 14
중 국	92°E	2/2/1	3, 7, 11/2, 4, 6/1, 5, 9/이외에 12파 12에어리어
	80°E	1/2	15, 19, 23/18, 20, 22/이외에 9파 9에어리어
	62°E	1/2/1/2	2, 6, 10, 14/1, 5, 9, 13/4, 8, 12/3, 7, 11/ 이외에 5파 5에어리어
중 국	140°E	2/1/1	20, 24, 28, 32, 36, 40/26, 30, 34, 38/22
	110°E	1/1	19, 23, 27, 31, 35, 39/25
	74°E	2/2/2	26, 30, 34, 38/32, 28
	44°E	2/1/2/2	20, 24, 28, 32, 36, 40/1, 5, 9, 13/26, 30/12, 16/ 이외에
	23°E	2/1/2/2	27, 31, 35, 39/4, 8, 12, 16/3, 7, 11, 15, 19, 23/1, 5, 9, 13, 17, 21/ 이외에 6파 3에어리어

(주) 편파면 1은 위성에서 방사되는 전파의 진행방향과 일치되게 기울어졌을 때 전계벡터가 우회전하는 것이며, 편파면 2는 좌회전하는 것이다. /는 에어리어 구분을 표시한다.

표 3 일본NHK 고품위 TV방식의 규격

주 사 선 수	1125
Aspect 비	5 : 3
Interlace 비	2 : 1
필 드 주 파 수	60 Hz
영상신호 대역폭	
휘도신호 : Y	20MHz
색 신 호 : C	
광 대 역 : Cw	7.0MHz
협 대 역 : Cn	5.5MHz

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cw \\ Cn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.59 & 0.11 \\ 0.63 & -0.47 & -0.16 \\ -0.03 & -0.38 & 0.41 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

표 4 BS에 의한 고품위 TV의 YC분리 전송실험의 파라미터

파 라 미 터		Y 채널	C 채널
FM 변조파라미터	영상신호대역(MHz)	20	6.5
	주파수편이(MHz)	40	12
	FM개선도(dB)	7	7
	Emphasis(dB)	80	25
*1 링크파라미터	위성송신전력(W)	100	100
	비·대기 감쇄(dB)		
	수신안테나직경(m)	2.4	2.4
	수신시스템잡음온도(K)	600	600
	Down Link CN비(dB)	16.6	22.0
	UP Link CN비(dB)	22.6	30.8
	총합CN비(dB)	15.6	21.5
실험결과	수신CN비(dB)	16.6	22.2
	수신CN비(dB)	40.6 (30.*1)	46.5 (42.*2)

*1 위성송신안테나 촛점오차, 필터손실, 지상수신안테나촛점 오차등에 의한 총손실을 3.3dB로 계산
*2 직경 1.6m의 안테나 사용할 경우

하겠다.

이미 일본에서 개발된 MUSE(Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) 방식은 위성방송에 할당된 TV 1 CH의 전송 대역폭(27MHz)내에 광대역의 고품위 TV신호의 전송을 가능하게 하는 대역압축 기술을 도입한 전송방식이다.

이 방식은 기본적으로 dot interlace로 분류되는데 이것은 전 화소중에서 반수를 Sub-sampling하여 정지 화상의 경우 4 필드중 1 화면을 전송하고 수신측에서는 메모리를 이용하여 전송한 신호를 순차 기억해서 송신하지 않는 점을 보완하는 방법으로, 화소를 이용하여 화상을 재생하는 것이 가능한 것이다.

MUSE 방식의 전송 샘플 주파수는 16.2MHz이며 아날로그 변환시의 베이스 밴드 대역폭은 8MHz가 된다. 위성 방송시에는 FM 변조하여 전송하며, 음성신호는 현행 위성 TV방송과 마찬가지로 부반송파를 디지탈 음성으로 변조한다.

MUSE 방식의 제원은 표 에 나타냈다.

(2)기타의 신규서비스

가) 정지화 방송

한 채널에 1초당 각기 다른 30여장의 화면을 보낼 수 있으므로 많은 정보를 효율적으로 방송할 수 있다.

따라서 주어진 채널로 동화상보다 약 30여배의 화면을 보낼 수 있으므로 다양한 종류의 방송을 적은 채널로 할 수 있다.

나) 팩시밀리 방송

팩시밀리방송은 다중방송의 원리로써 방송전파의 주파수 또는 시간적 공백을 이용하여 부차적인 정보를 다중화하여 방송하는 것이다. 전면화면중 원하는 자료를 hard-copy를 가능하게 해주어 방송한 내용을 자료로써 보관하기가 용이함.

다) PCM음악방송

위성통신의 전송로의 대역폭이 넓으므로 기존의 통신방식으로 하기 어려운 PCM 음악방송을 할 수 있다. 이 방송이 개시되면 여러채널을 통

표 5 TCI방식에 의한 12GHz대 전송 파라미터의 예

	TCI 방식 (1)			TCI 방식 (2)			TCI방식 + inter-lace 방식		
캐리어주파수 (GHz)	12			12			12		
전송 대역폭 (MHz)	80			60			54		
변 조 방 식	FM			FM			FM		
신호 대역폭 (MHz)	Y 20	Cw 7.0	Cn 5.5	Y 40	Cw 7.0	Cn 5.5	Y 13	Cw 4.6	Cn 3.6
소요 SN비*1 (dB) (1개 링크)	Y 40	Cw 42	Cn 37	Y 40	Cw 42	Cn 37	Y 42	Cw 43	Cn 39
C/N비 (dB)	13			18.2			14.6		
수신안테나 직경 (m)	1.0			1.6			1.0		
수신기 잡음온도 (K)	450			450			450		
비, 대기 감쇄 (dB)	2.0			2.0			2.0		
소요 EIRP*2	57.5			57.5			57.5		
위성방송안테나이득 (dB)	37			37			37		
위성 송신출력 (W)	200			200			200		

* 1 시청거리는 화면 높이의 3배일 때 검지가능한 SN비
(emphasis에 의한 개선도 포함)

* 2 Service area 외곽(-3dB)에서의 값

한 다양한 프로그램과 현장감이 넘치는 음악 프로그램의 제공이 가능해 진다.

라) 위성동보통신

위성을 이용한 Data 통신의 경우 위성통신의 특징인 고속광대역 통신과 최근 기술혁신으로 소형 지구국을 사업소 옥상에 설치하여 64Kb/s, 256Kb/s의 고속 Data 동보전송 그리고 128Kb/s 속도 이상인 PCM가입자 전화서비스등, 정보전달에 획기적으로 기여할 것으로 기대된다.

이와 같은 동보통신은 용도에 따라 상업용, 교육용, 의료용, 그리고 민방공 경보통신에도 효과적으로 응용될 수 있을 것으로 보인다.

마) CATV 중계

CATV는 난시청 해소의 목적으로 시작하였지만 기술의 발달로 정보시 그날은 각 가정에 분배하는 동축케이블이 동전선에서 광섬유로 바꾸어지고 또 쌍방향 통신능력을 갖추는 등 일대 혁신이 예측되고 있다. 여기서 위성은 CATV의 Headend 수신점을 연결해 주는 거점 링크로서 활용될 수 있는 것이다.

[4] 세계의 위성방송현황과 전망

오늘날 세계각국은 통신위성을 통하여 각종 정보를 순식간에 상호교환할 수 있기 때문에 이제는 지구촌이라는 개념이 일반화대고 있다. 이러한 것은 이제 순수 통신분야에서 뿐만 아니라 전파를 사용하는 방송에 있어서도 큰 변화를 초래하고 있다. 이것은 직접위성방송 (Direct Broadcasting Satellite)방식을 통하여 송신이

표6 MUSE 방식의 제원

항 목	규 칙
• 송신측 신호방식 입력 영상신호	 움직임보정다중 서브샘플 TCI 신호방식 주사선 1,125개, interlace 2 : 1 필드주파수 60MHz, aspect비 5 : 3
신호 대역폭 표준화 주파수 압축후 전송 베이스 대역 대역폭 부신주파수 변조방식 반송주파수	R. G. B 0.7V 휘도신호 정지부분 20MHz 움직임부분 12.5MHz 색 신 호 정지부분 7MHz 움직임부분 3.1MHz 휘도신호 64.8MHz 색신호 16.2MHz 8.1MHz FM최대주파수 편이 11MHz 126Hz대 점유대역폭 27MHz
• 수신측 A/D 양자화수 클럭 주파수 신호처리용 메모리 용량	 8 bit 16.2MHz 10M Bit

가능해짐으로써 다양한 변화를 겪고 있기 때문이다. 여기서 세계 여러나라의 위성을 통한 일반방송 및 직접위성방송에 대한 현재 사용현황과 발전전망에 대해 살펴보고자 한다.

가. 미국의 현황과 전망

콤새트사는 1977년에 미국 최초로 직접 방송구상을 발표했다.

콤새트사가 직접위성방송 서비스계획을 추진한 것은 CATV 보급에 한계가 있을 것이라는 점 즉 케이블 설치가 비경제적인 교외지역과 고층빌딩이 밀집되어 전파장애가 심한 도심지역에서는 직접위성방송 서비스의 시장전망이 밝다는 판단에서 비롯된 것이다. 또 1983년 6월에는 북미지역 무선통신주관청회의에서 직접위성방송의 채널할당이 확정됨으로써 미국에서 직접위성방송을 실시하기 위한 여건이 갖추어 진 것이다.

미국 전역을 대상으로 위성방송을 실시하려면 1개의 위성만으로는 불충분하다.

따라서 모두 3~4개의 위성을 발사해야 하는데 위성 제작비용이 막대하고 시행기간도 오래 소요되므로 우선 동부지역에만 서비스를 개시해 시청자의 반응을 본 후 서서히 서비스지역을 확대하는 방향으로 추진하고 있다.

그러나 한편 미국의 직접위성방송 서비스에 대한 장기전망은 그다지 밝지 못하는 견해도 있다. 그 이유로는 첫째 미국전역에 대한 서비스가 완성될 1990년경에는 TV보유가구의 60% 이상이 CATV에 가입되어 있을 것이라는 점이다. CATV가입가구가 접시형안테나를 추가로 구입하여 직접위성방송도 함께 수신하는 경우는 예

상하기 어렵다는 점이고, 둘째는 장기간의 경영적자를 언제까지 견딜 수 있는가 하는 점이다. 직접위성방송의 경우 유료방식을 채택한다면 5백만 이상의 가입가구를 확보해야만 적자를 면할 수 있다고 하는데 현재로서 가입자 급증은 기대하기 어렵고, 5백만가구에 달하려면 서비스 개시후 7～8년이 걸릴 것으로 예상되고 있다.

광고수입에 의한 방식을 채택하더라도 직성선의 가입자를 얻을 때까지 적자경영을 계속할 수 있을 정도의 자본력이 없이는 사업추진이 어려울 것으로 예측된다.

세째로 좋은 프로그램 확보의 문제를 들 수 있다. CATV업계의 프로그램 획득경쟁은 격화일로에 있으며 좋은 프로그램 공급원은 상당히 한정되어 있는 실정이기 때문이다.

나. 일본의 현황과 전망

실험용 방송위성인 유리(BS-1)는 1978년에 발사되어 각종 실험을 수행했고, 실용 방송위성인 BS－2a는 1984년 1월에 발사되었다. 그리고 예비위성인 BS－2b는 1986년 2월에 발사되었다.

한편 유리2호의 후속으로서 BS－3호는 제2세대의 방송위성으로 불려지는데 이는 1990년 이후에 발사될 예정이다.

BS(Broadcasting Satellite)를 한마디로 설명한다면 정지궤도상에 떠 있는 TV중계탑이라고 할 수 있는데 이는 지상으로 부터 보내온 전파를 증폭해서 다시 지상을 향해 전송하는 것을 말한다.

즉 일본 유리2호 역시 통신위성의 원리와 본질적으로 다를 바 없다. 다만 방송위성이기 때문에 다소 강력한 전파로 재송신하여 이 방송파를 시구국에서 수신 배분하거나 가정에서 직접 수신할 수 있게 하는 것이다.

일본의 BS－2a는 TV 2개 채널로서 일본의 12만 난시청가구의 해소를 위한 NHK 종합

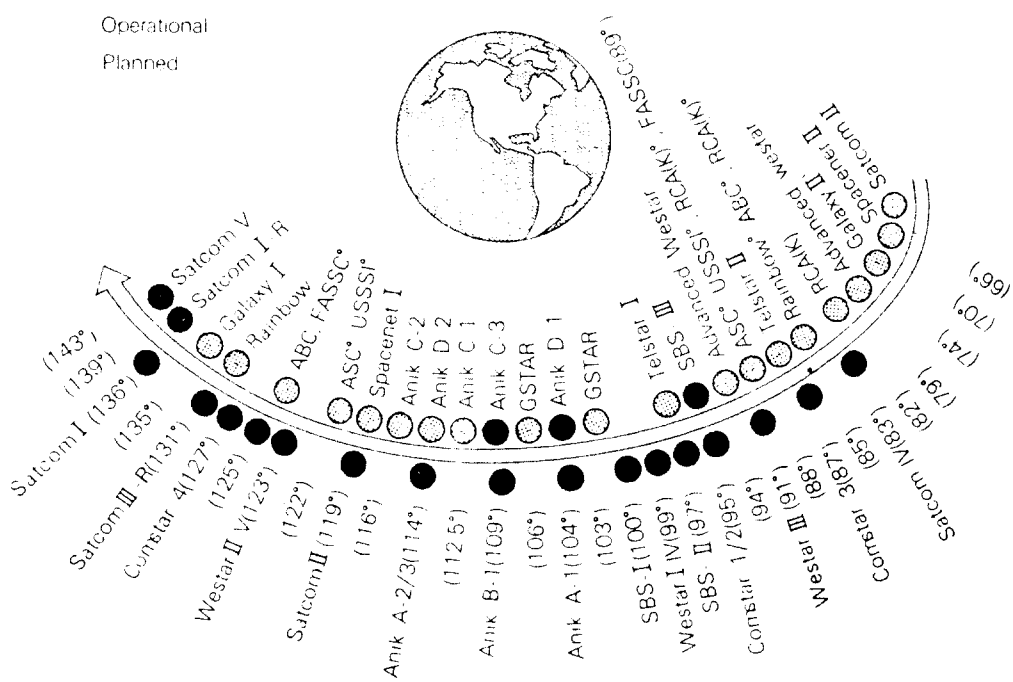


그림 6 북미지역의 통신위성

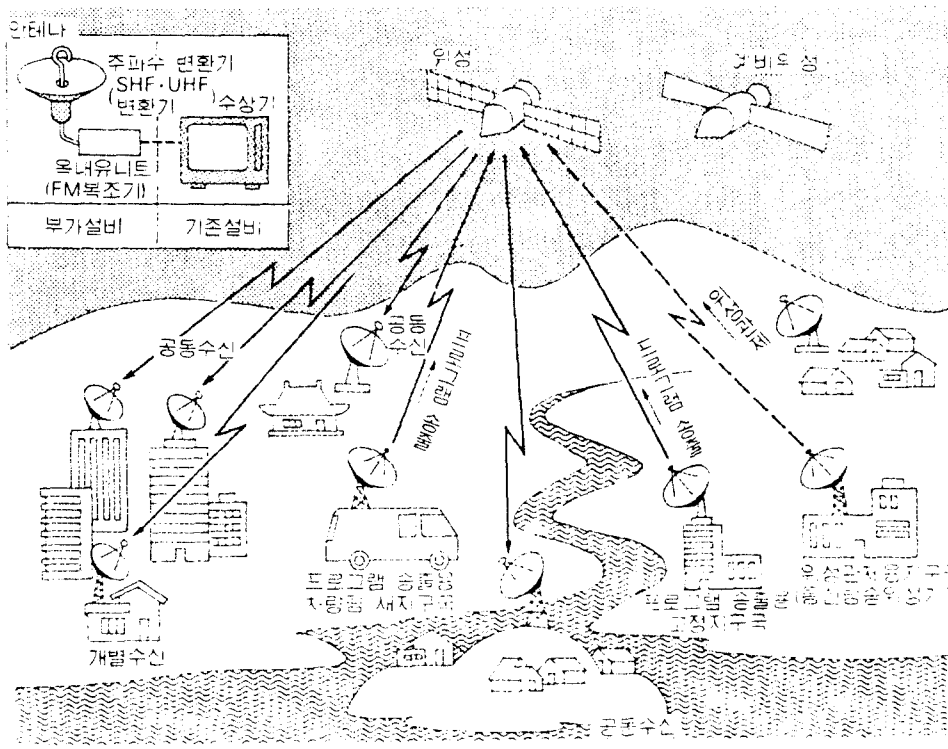


그림 7 직접위성방송 시스템

방송과 교육방송을 시행토록 계획된 것으로 NHK위성이라고 불린다.

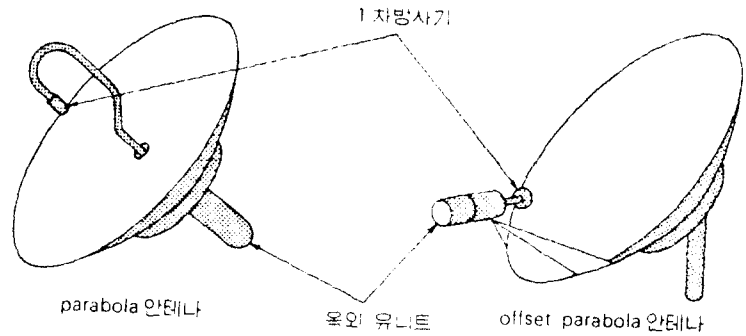
또 1986년에 발사전 BS－2b는 PCM음성방송 등 새로운 위성방송 서비스의 실험을 실시했다. 따라서 BS－2b는 민간방송에는 직접 영향을 주지 않고 있으나 1990년에 발사될 예정인 BS－3는 8채널의 DBS서비스를 제공해 민간방송에 큰 영향을 끼칠 것이다.

이러한 방송위성은 당초 난시청 해소대책으로 계획되었다. 지금까지는 이러한 난시청을 중계국을 세우거나 CATV에 의한 공동수신시설을 통하여 해결하였으나 본토와 멀리 떨어진 오키나와 등 섬의 경우에는 지상에 중계소를 두울 수 없어 근본적 해결이 불가능하였다.

따라서 일본은 이 직접위성방송방식을 통하여 이를 해결하려고 계획하고 있다.

다. 유럽의 경우

프랑스 독일 룩셈부르크 등 유럽제국은 독자적 위성방송과 각국의 협력하에 공동위성방송 시스템을 병행하여 발전 시켜오고 있으나 유럽은 국경이 밀집되어 방송위성을 통하여 실시되는 방송전파가 국경을 초월하여, 이로 인하여 야기되는 각종 문제가 매우 복잡하게 나타나고 있는 실정이다. 유럽의 위성방송계획은 이러한 배경하에서 매우 신중히 고려되고 있는데 그동안 프랑스와 서독이 주축이 되어 기술협력을 함으로써 최근 ('87년 11월21일)에 유럽 텔레비젼 방송의 새로운 전기를 마련할 획기적인 방송위성 발사가 이루어졌다. 이 위성은 프랑스, 서독 양국이 지난 10여년 동안 쏟아 넣은 결실로 서독은 TV 직접방송용 중계위성 TV SATI을 제작하고, 프랑스는「아리안 2」로켙을 개발 제



또한 필요한 안테나의 크기도 지역에 따라 약간씩 다른데, 대략 직경이 60~90cm 정도이다. 지구국을 거치지 않고 일반가정에서 수신하는 경우 시스템은 다음과 같다.

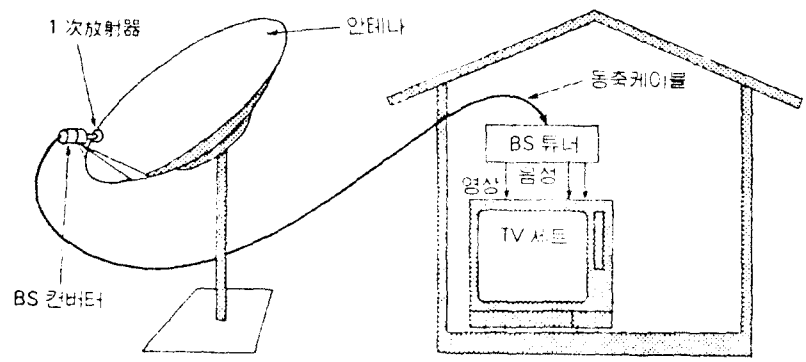


그림 8 위성방송용 수신안테나

작하여 전 유럽국가들의 협력으로 이루어낸 것이다. 이로써 유럽 대부분의 지역에서 새 채널 6개가 수신되어 어디서든 선명한 화면과 질좋은 음성다중을 즐기게 되었으며, 미소(美蘇) 독점 우주공간에 「유럽技術」의 진출이라는 큰 의미와 자부심을 얻게 되었다.

라. 우리나라의 위성사업현황과 전망

우리나라는 1967년에 국제전기통신 위성기구(INTELSAT)에 가입하고 1970년에 금산지구국을 완성함으로써 국제간 위성통신 서비스를 개시하게 되었다. 그후 1977년 금산 제2지구국을 완성해 인도양 위성을 직접 이용할 수 있게 되었고 1980년에는 예비용인 이동지구국 시설을 완료했다.

현재에는 충북 보은에 새로운 지구국을 건설중이어서 인텔새트의 태평양위성은 보은 제3지구국에서 담당하게 되고 금산 제1지구국은 개수 후 미국 본토와의 예비위성으로 전환될 것이다. 또한 정부에서는 85년 9월16일자로 국제해상위성기구(INMARSAT)에 가입하고 해상이동 통신서비스를 개시하였다.

한편 국내 위성통신 및 방송에 관련된 우리나라의 사업추진 현황을 살펴보면 1982년부터 체신부가 중심이 되어 TV난시청해소 및 지상통신망 체계보강을 위한 위성방식 통신망 사용의 타당성을 검토하기 시작했다. 이는 우주시대가 오는데 따른 국내 단독위성 보유의 필요성 인식이

라고 볼 수 있다.

이러한 정부 방침에 따라 한국전기통신 연구소(ETRI)는 1983년초에 외국의 전문용역기관을 활용해 기술적 타당성을 조사연구했고 이를 바탕으로 1983년말에는 한국산업개발연구원(KID)이 경제적 타당성을 구체적으로 검토한 바 있다.

최근엔 한국전기통신공사(KTA)에서도 용역전문자회사인 한국통신기술주식회사(KTI)로 하여금 「국내 위성통신망 구성에 대한 조사연구」와 「국내 위성통신 방송망을 위한 수요조사 및 임차 위성망 구성 기술조사」등 2개의 프로젝트를 1986년도에 연구 수행토록 한 바 있어 상당히 구체적 검토가 이루어지고 있으며 아울러 관심있는 업계에서도 기술 개척에 심혈을 기울이고 있는 것으로 본다.

향후 전망은 국내 통신 및 방송 겸용 위성을 오는 1995년도에 발사한다는 체신부 계획 아래 필요한 기술확보, 기구설치, 지구국 건설업무등을 4단계로 나누어 단계적으로 추진될 것으로 알려지고 있다.

5 맺음말

개략 살펴 본 바와 같이 각종 신통신방식들은 컴퓨터 처리기술과 디지탈 신호처리기술등이 신 전송매체와 결합되어 혁신적인 차원으로 올려지고 있다.

여기서 국내 방송도 적극 기술상의 잇점을 도입해야 할 것이다.

국내 방송현황을 보면 우리나라에서 최초로 TV방송이 시작된 이래 전국민이 균등하고 공평하게 양질의 전파를 시청할 수 있도록 계속적인 방송망 확장을 시행해 온 결과, 인구대비로 86년도엔 96.7% 내외의 가시청율을 확보하였다. 그러나 지역적으로 아직도 불균형이 남아 있고 수신품질도 만족할 정도로 균등하지는 못하고 있다.

그리고 전파자원 측면에서도 각 지역의 무인중계국등의 치국으로 인하여 거의 소진되고 있는 상황에 처해 있다.

여기서 위성방식은 여러 측면의 기술적 한계점을 극복하여 줄 것으로 믿는다.

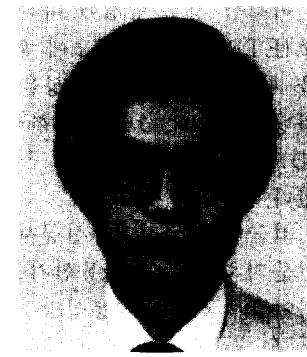
또 국내 제반여건의 성숙에 의해 국내 단독위성보유의 필요성이 증대되고 있는 상황이다.

그 흐름으로써 오늘날 세계는 2000년대의 고도 정보화 사회로 이행되는 과정에 있어 새로운 우주과학, 우주산업의 기반구축이 필요하고, 또 방송은 산업고도화와 더불어 증대되는 다양한 시청자 요구를 만족시키기 위해 보다 많은 채널이 필요할 뿐 아니라 New-Media에 대한 욕구도 외면할 수 없는 상황이다.

또 우리나라는 지역적으로 협소하지만 산간지대와 3,000여개의 도서지역이 산재되어 있어 아직도 상당지역이 난시청으로 남고 국토의 균형이용과 발전이라는 측면에선 외면할 수만은 없는 것이다.

따라서 우리나라도 단독위성을 보유하기로 결정한 정부계획에 적극 관심을 표명하면서 보유이전의 준비과정과 그 이후의 운동과정에서 파급될 효과를 극대화 하도록 노력해야 한다.

현 지방 방송망과의 적절한 합리적 치국이 연구되어야 하고, 항공우주산업과 전자산업 분야의 발전과 경제적 측면, 외교 안보적 측면도 종합 면밀히 검토해야 할 것이다.



徐 仁 亨

저자약력

- 1946년 5월 11일생
- 1980. 10. 27 : KBS 방송기술연구소 (팀장)
- 1982. 7. 1 : KBS 기술연구소 방식연구실 (차장)
- 1985. 11. 5 : KBS 종합정비실 (차장)
- 1987. 1. 1 : KTA 방송망사업본부 계획국 방송기준부장

♧용 어 해 설♧

● **부호화** (encoding) : PCM 통신 방식에서 압축을 받아 양자화 스텝으로 판독된 애널로그 신호를 몇 개의 단위 펄스의 유·무 조합으로한 신호. 즉 디지틀 부호로 변환하는 작업이다.

● **분광기** (monochromator) : 파장 스펙트럼 중의 좁은 영역을 분리시키는 장치.

● **분극** (polarization) : 유전체에 전계를 가하면 원자를 구성하는 음양의 전하 또는 이온이 서로 반대 방향으로 변위하여 쌍극자 모우먼트를 일으킨다. 이것을 분극이라 하며 종류로는 이온 분극, 원자 분극, 전자 분극, 쌍극자 분극 등이 있다.

● **분기선** (branch line, bridging line〔BL〕 : CATV의 각 선 (trunk line)에서 분기된 신호를 각 구획에 전송하기 위한 전송로로서 직접 가입자에게 분배되지 않고 증폭기에서 분배선을 다시 분기한다.

● **분기선** (branch point) : 분기 프로그램을 수행할 수 있도록 조건부 점프 명령어를 발생시키는 점. 즉, 프로그램 혹은 흐름도에서 1개 이상의 출구가 존재하는 점으로서 통상은 판단형의 명령으로 나타낸다.