

인공위성의 변천과정에 관한 고찰

朴 孝 達

仁荷大學校 電子工學科 助教授

I. 서 언

질량의 차이가 큰 두 물체 중에서 작은 질량을 가진 물체가 큰 질량을 가진 물체의 주위를 회전하며, 이때 회전하는 작은 질량의 물체를 우리는 위성이라고 정의한다. 인공위성은 인위적으로 만든 지구대비 미소질량의 물체로서 지구 대기권 밖에 존재하며 지구 주위를 회전한다. 인류가 만든 최초의 인공위성은 1957년 10월 4일 구소련에 의해 스푸트니크(Sputnik)로 명명된 직경 58cm, 중량 80Kg 정도의 작은 알루미늄제 구형 물체가 발사된 것이 시초이다. 또한 구소련은 1957년 11월 3일 라이카(Laika)라는 이름의 개를 스푸트니크 2호에 탑승시켜 생명체의 첫 우주발사에 성공하는가 하면, 유리 가가린(Yuri Gagarin) 우주비행사를 보스토크(Vostok) 우주선에 태워 인류 최초로 대기권 밖으로 내보내(1961. 4. 12) 108분간 비행한 후 회수하는데 성공하는 등 구소련의 전유물처럼 보였으며 줄곧 미국을 앞서갔다.

반면 2차 세계대전 후 세계 최강국을 자처하던 미국은 충격과 두려움으로, 또한 긍지와 자존심에 크게 상처를 받아 구소련에 뒤지지 않으려는 노력으로 스푸트니크 발사 63일 후인 1957년 12월 6일에 미해군이 개발한 밴가드(Vanguard)로켓으로 인공위성의 첫 발사를 시도하였으나 발사 2초후의 폭발로 실패하고, 다음해인 1958년 1월 31일에야 첫 발사에 성공하였다. 이때의 위성의 크기는 10Kg에 불과했다.

이후 미국과 구소련의 우주경쟁이 가속되어 35년이 지난 지금에는 군사, 상용, 과학 등 여러가지 분야(표 1)에서 유무인 인공위성을 이용하고 있다.

본고에서는 상용 분야별 인공위성의 종류와 이의 변

표 1. 인공위성의 응용분야

상용분야	군용분야	과학분야
통신/방송 위성	통신 위성	환경 위성
기상 위성	기상 위성	측지 위성
자원 탐사 위성	정찰 위성	생체 위성
항법 위성	전자 첩보 위성	
	조기경보 위성	
	해양정찰 위성	
	핵감시 위성	

천과정에 대하여 고찰하여 국내 위성개발사업에 도움이 되고자 한다.

II. 통신 및 방송 위성의 변천과정

1. 통신위성의 혜택

우주 기술개발에서 어느 분야보다도 인류에게 최대의 혜택을 준 분야는 통신 및 방송 위성분야이고 또한 무한한 가능성도 내포하고 있다. 이는 그 고유의 특징인 서비스 지역의 광역성, 동시에 많은 수신자에게 전달할 수 있는 동보성, 그리고 인공위성이 높은 위치에 존재하기에 지형지물에 무관한 통신이 가능한 점 등으로 인하여 국제통신의 주역으로 등장하였다. 인공위성을 이용한 통신의 초기에는 오직 국제간 통신에만 이용되었으나 지금은 자국용으로도 응용영역이 확장되었다. 이러한 혜택으로 지금까지 지상무선통신망 구축에서 발생되었던 여러 가지 복잡한 문제점이 자연 해소될 수 있으며, 더군다나 전화, 팩스 및 TV 방송, 영상회의, 전자우편, 컴퓨터

링크, 고속 팩스 등 새롭고 다양한 서비스 분야도 개척해 나갈 수 있을 뿐만 아니라, 또한 기업체간, 은행간 등의 특수 목적만을 취급하는 전문 위성도 운영될 수 있고, 전세계를 대상으로 하는 위성중계에 의한 직접방송 등의 서비스도 가능하며 일부에서는 국부적으로 이미 운용중에 있다. 우리나라에서도 80년대에 들어와 복합 시스템기술로서의 국내기술 축적과 다가오는 정보화 사회의 고도정보 서비스를 제공하기 위한 준비차원의 타당성을 들어 90년대 중반에는 국내 통신방송위성을 보유하기로 결정하고 그 계획을 추진하고 있다. 이러한 모든 것이 이루어지는 데는 인공위성을 이용한 통신기술이 획기적으로 발전하고 있기 때문이다.

2. 통신위성의 탄생

인공위성을 이용한 통신은 1957년 스푸트니크 1호가 21일만에 걸쳐 위성체의 telemetry 정보를 송신한 것이 최초이다. 이는 단지 위성의 상태를 지구로 전송한 것에 불과하다. 반면 인류에게 최초로 제공된 인공위성 중계 통신의 혜택은 미국이 1958년에 발사한 스코어(SCORE) 위성(군사위성으로 분류됨)에 의해서였다. 이 위성에 당시 미 대통령인 아이젠하워(Dwight D. Eisenhower)의 성탄 메시지를 녹음한 테이프를 탑재하여 미국 전역에 방송한 것이 최초의 음성통신이나 간접 중계방식이였다. 인공위성에 의한 직접중계의 시초는 2년 뒤인 1960년 8월 12일에 미국의 델타(Delta) 로켓트에 의하여 근지점고도 1,524Km, 원지점고도 1,682Km (이하 1524×1682로 표현), 지구적도기준 경사각 47.22도에 발사된 에코(Echo) 1호에 의하여 수행되었다. 이 위성은 직경이 30cm이고 무게가 76Kg인 알루미늄박이 입혀진 프라스틱 풍선으로서 지구상공 1,500m 내외에서 지구주위를 매 118분마다 회전하면서 지구에서 송신하는 신호를 반사시키는 단순 반사기에 불과하였으나 인공위성에 의한 직접중계의 시초로 기록된다. 이러한 반사기 기능을 하는 위성을 수동형 통신위성이라 한다. 그러나 이 방법은 적절한 방법이 되지 못하였으며 능동형 통신위성이라고 불리는 인공위성의 탄생으로 포기되고 말았다. 능동형 통신위성의 시초는 1962년 미국의 NASA의 지휘로 AT & T사가 제작한 Telstar-1호와 RCA가 제작 발사한 Relay-1호를 들 수 있다. 이들 위성은 수신 안테나와 각각 2.25와트와 10와트의 출력을 갖는 증폭기를 탑재하여, 지상으로부터 오는 미약한 신호를 수신 증폭하여 이를 다시 송신안테나를 통하여 지구의 다른 곳으로 보내는 방법으로 중계하였다. 그러나 이 위성은 지구 주위를 118분을 주기로 회전하므로 상

시 중계는 불가능하였다. 이유는 위성이 위치한 위성궤도 때문이었다.

3. 위성의 궤도 및 Clarke의 제안

Score, Telestar-1, Relay-1과 같은 위성은 지구표면으로부터 수백 혹은 수천 킬로미터 상공인 지구주위의 경사궤도를 회전하는 저고도 궤도위성으로 지구의 자전속도와 다른 속도로 지구를 회전한다. 이 위성을 지구의 한 지점에서 보면 위성은 한곳에 정지해 있지 않은 이동하는 위성으로, 이 위성을 이용한 통신중계는 위성이 수신지구국 안테나의 가시범위내에 들어 왔을 때인 짧은 기간동안만 중계가 가능하였다. 이는 위성의 사용시간의 감소와 복잡 다양한 우주기술 개발비와 발사비 등 막대한 투자에 대하여 단지 일부분만의 환급이 보증되어 막대한 손실을 보게 할 뿐만 아니라 통신의 상시성이 결여된다. 이러한 결점을 해결한 방법이 1945년 영국의 과학자이며 작가인 Arthur C. Clarke가 자신의 수필집에 제안한 아이디어를 이용하는 것이었다. 그에 의하면 지구중심과 적도를 연결하는 평면상에 지구중심으로부터 42,000Km에 위치하는 원궤도상에 120도 간격으로 3대의 인공위성을 배치하는 것이다. 이 궤도를 택하는 이유는 이 궤도의 주기가 24시간으로 지구의 자전주기와 같아 위성과 지구가 같은 각속도로 회전하게 되어, 즉 동기되어, 지구상의 한 관측자에서 보면 위성은 항상 한 위치에 고정된 점에 불과하므로 위성은 항상 지상안테나의 가시범위내 존재한다. 이 고도에 존재하는 각각의 위성은 지구의 인구집중지역 즉 남극과 북극을 제외한 전체 지구의 3분의 1을 관측할 수 있으며 3대의 위성군은 지구 전체를 동시에 볼 수 있어 지구 전체의 통신이 가능하게 된다. Clarke는 이 위성군을 chain of space station이라 표현하였다.

Clarke의 제안을 실용화한 최초의 인공위성은 1964년 8월 19일에 태평양상공으로 발사된 크기 37.5Kg인 Syncom - Synchronous Communication(satellite)의 미 3호에 의해 실행되었다. 이 위성의 혜택으로 미국과 유럽에서는 1964년 동경 올림픽의 생중계를 시청할 수 있었으며 본격적인 위성통신시대를 접하게 되었다.

4. 초기단계의 통신위성

Syncom에 의해 Clarke의 제안이 실용화되면서 1960년대는 위성통신의 태동기라고 볼 수 있다. 위성에 의한 통신 서비스의 가능성은 거의 환희에 가까운 것이었지만 1960년대의 우주기술은 상용화되기에는 기술이 일반화되지 못하였다. 특히 비용이 매우 비싸서 미국과 구소

런 및 몇몇 국가를 제외한 국가에서는 독자적인 보유계획을 추진하지 못하였다.

그러나 전세계에서 통신위성을 제작 발사하는 국가와 전기통신사업을 수행하는 국가들의 모임으로 국제조직이 조직되어 국제통신서비스에 통신위성을 도입함으로써 위성의 상업화가 이루어졌다. 미국을 비롯한 자유진영에서는 1964년 8월 20일 설립된 INTELSAT(International Telecommunication Satellite Organization)가 그 하나이고, 구소련과 공산사회국가에서의 Molniya-1을 이용한 인터스푸트니크(Intersputnik) 프로그램이 다른 하나이다.

1965년 4월 6일에 최초의 국제 상용통신위성인 Intelsat의 1호인 Early Bird가 발사되어 북미와 유럽간의 통신수요를 충족하였다. 이 위성의 특성을 보면 무게 38.6Kg로 전화 240회선이나 TV 한 채널을 중계할 수 있는 능력을 가져 약 3년반 동안 작동하였다. 비슷한 시기(65. 4. 23)에 인터스푸트니크 기구에서도 Molniya 1호를 발사하여 구소련과 공산국가의 일부인 쿠바, 몽고 등과 국제통신을 하였다. 이 위성의 특성은

TV전송에 4.1/3.4GHz의 주파수대를, 전화와 전신에 1.0/0.8GHz대의 주파수대를 이용하여 Intelsat의 C밴드(6/4GHz)와 차이가 있는 주파수대를 사용하였다.

Intelsat-1의 경우 대서양 상공에 위치한 위성은 서로 다른 대륙의 단지 두 지상국만을 연결하였다. 반면 Intelsat-2에서는 위성의 통신수용능력은 1세대와 동일(표 2)하나 다중접속(multiple access)기술이 도입되어 양대륙에 각각 다수의 지상국을 설치하여 동시통신이 가능하게 되었다. 그러나 인공위성을 이용한 통신의 효용성이 재고되어 통신의 요구도는 나날이 증가하였으며, 기술개발이 가속되어 탑재장비 기술발전이 새로운 형태의 서비스를 제공하게 되었다.

인공위성 기술개발의 초기단계에서는 많은 실험위성을 발사하였다. 그 중 대부분은 군사목적에 의해 개발되어 후에 민수용으로 전환되었으나 군사적 목적의 실험위성을 제외한 대표적인 상용실험위성이 1966년 12월 7일에 최초 발사된 ATS(applications technology satellites) 계열이다. 이 위성은 특히 구성품 시험과 위성통신기술 시험뿐만 아니라 항법위성, 기상위성 등 정

표 2. Intelsat의 변천과정

	INTELSAT I	INTELSAT II	INTELSAT III	INTELSAT IV	INTELSAT IV-A	INTELSAT V	INTELSAT VI
수명(년)	1.5	3	5	7	7	7	10
무게(Kg)발사/궤도	63/38	162/86	293/151	1415/700	1515/793	1928/1037	3748(AR4)/2232
전력(BOL/EOL)	45/33	83/75	160/125	600/400	700/500	1800/1200	2800/2200
안테나	11°×360°	12°×360°	20°×20°	Global R×2 Global T×2	Global Hemisphere	Global 2 Hemisphere 2	Global 2 Hemisphere 2
EIRP(dBW)	11.5	15.5	23.0	Global 22.5 Spot beam 33.7	Global 22 Hemisphere 26 Spot beam 29	Global 23.5 Hemisphere 29 Zonal 29 Spot beam 41-44	Global 26.5 Hemisphere 31.0 Zonal 31.0 Spot beam 41-44
중계기							
주파수(GHz)	6/4	6/4	6/4	6/4	6/4	14/12 and 6/4	14/11 and 6/4
출력(Watts)	6	18	11	6	6.5	4.5/8.5/10	1.8 to 16
대역폭(MHz)	25	125	225	36	36	36/72/77/241	36/41/72/150
수량	2	1	2	12	20	27	50
용량(TP/TV)	240 or 1	240 or 1	1200 + 1	4000 + 2	6000 + 2	12000 + 2	36000 + 2
총대역폭(MHz)							
6/4+14/11GHz	50 + 0	125 + 0	450 + 0	432 + 0	720 + 0	1357 + 780	2386 + 886
Multiple access	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
자세제어	Spin	Spin	Dual Spin	Dual Spin	Dual Spin	3-Axis	Dual Spin

지궤도를 이용하는 위성의 제어계통에 관한 궤도내에서의 영향 등의 실험을 수행하였다. ATS-3 및 -4는 수직축을 기준으로 하는 회전안정(spin stabilization) 방법에 관한 연구를 수행하는 반면 ATS-1, -2 및 -5는 중력(Gravity) 안정방법에 관하여 연구하였다. 특히 이 위성은 태평양 상공에 위치하면서 통신은 물론 교육, 의학, 과학, 문화에 관한 정보를 미국과 남태평양 국가와 교환하였다. ATS-3는 석유탐사선과 지구국간, 고정병원과 이동병원 사이의 의용통신의 실험을 수행하였으며 놀랍게도 1967년 11월에 발사한 이 위성은 23년 후인 1990년까지도 작동을 하였다.

본 실험이 수행되는 1960년대에 발사된 위성을 보면 Intelsat-1, -2, -3세대 위성군뿐이며 이 기간중의 변화내용도 단순히 인공위성의 크기를 증가시켜 통신용량을 증가시켰으나 후자의 발전속도가 전자보다 앞서 간 통신기술의 향상을 볼 수 있다. 이후 1971년에 Intelsat-4가 발사되었으며 1972년 11월 정지궤도를 이용한 세계 최초의 국내통신용 위성인 캐나다의 Anik 계열의 1세대 위성이 발사될 때까지는 Intelsat 계열만이 우주에 존재하는 상업용 통신위성이었다. 1975년까지 총 3대를 발사한 Anik-A 위성은 12개의 C밴드 중계기로 TV 12채널이나 혹은 양방향전화 5,760회선을 통신할 수 있는 능력을 보유했다. 이듬해인 1974년에는 미국 최초의 국내통신용인 Westar 계열의 1, 2 및 3호가 발사되어 통신 서비스를 제공함으로써 자국용 인공위성의 다극화가 시작되었다. 이들 위성체는 Hughes 항공사가 개발한 HS-333 위성체로서 자국용 통신의 제1세대 위성이며 지금까지의 주문생산에 반한 최초의 대량생산 위성 계열이다.

5. 다극화 시대의 상용통신위성

1960년대까지의 통신위성의 응용분야는 주로 지점대 지점간의 전화, TV 신호 전송을 담당하였으며 자유진영에서는 Intelsat와 공산권에서는 인텔스프트니크를 중심으로 발전하였다. 또한 미국, 구소련, 캐나다 등 극소수 국가에서만 자국용 통신위성을 발사하여 운용하였으나 국방과학과 연구분야를 포함하여서는 미국, 구소련, 프랑스, 독일, 이태리, 영국 등을 중심으로 발전하였다.

반면 1970년대에는 미국, 구소련, 캐나다에 이어 인도네시아(1976년), 일본, 아랍제국(1976년) 등에서 자국용 혹은 지역내 통신을 위하여 발전하였다. 선진국의 경우는 새로운 서비스 방식의 수요를 충족하기 위하여 발전하였으나 후진국의 경우는 섬이나 사막 등 지상통신

망의 설치가 어려운 지역에서 지상통신망의 대체용으로 발사 운영되었으며 대부분 통신을 목적으로 한 인공위성의 확보였다. 또한 이들 후진국의 경우 인공위성 통신 체계를 자체 개발하기보다는 선진기술국에 제작의뢰하여 확보하였다.

1970년대의 대표적인 변화는 ATS 계열의 2세대 위성으로 1974년 5월 30일에 발사된 ATS-6호는 인공위성 중계에 의한 통신기술의 많은 분야에 대하여 실험을 수행하였다. 여기에는 지금까지의 통신인 음성전화, 전신 및 TV 중계에 보다 더 새로운 통신서비스인 VHF대의 주파수를 이용한 TV 직접방송 중계였으며, 교육방송, 인공위성간의 통신, 이동 항공기 및 선박 통신, 항공 교통관제 통신, 장거리 화상회의 등이 포함되었으며 인공위성에 의한 의학정보가 원격지에 방송되었다. 또한 1975년에서 1976년 사이에 인도에서는 이 위성을 이용하여 2,500개의 마을에 분포된 소형지구국을 통하여 교육방송을 시범하였다. 또다른 실험으로 기상에 관계되는 것과 라디오파 간섭현상에 관한 실험도 수행하였다. 특히 이 위성은 3축 안정방식을 택하였으며 제어 시스템과 고해상도 환경측정을 위한 원격탐사 실험기기 및 직접방송에 관한 실험기기 등 20가지 이상의 실험기자체로 구성된 EVM(Earth viewing module)이라 불리는 장치가 본 위성에 탑재되었다.

1967년 통신실험위성 개발계획에 합의한 프랑스와 서독 정부는 7년후인 1974년 12월 19일에 Symphonie-1으로 명명된 인공위성을 성공적으로 대서양 상공의 정지궤도에 진입시켰다. 시험을 위한 지상국은 독일과 프랑스에 각각 1개씩 설치하여 전화, TV, 라디오, 전신 및 데이터 전송 실험을 수행하였다.

미국에서도 1975년 케이블 TV방송, 전화, 고속데이터 전송의 목적으로 Westar에 이어 Satcom이 발사되었으며 다음해는 미국의 양대 전신전화 회사인 AT & T사와 GTE사에 전용으로 사용될 Comstar가 발사되었다. 특히 Comsat 위성에는 통신 용량을 증가시키기 위하여 복수편파(dual polarization) 기술이 도입되었다. 이외에도 1976년에는 캐나다에서 미국, 캐나다 및 ESA가 공동으로 수행하는 실험위성인 CTS(communication technology satellite)와, 인도네시아의 최초 자국용 위성인 Palapa-A 위성을 발사하였다. 특히 이 해는 최초의 해상 이동통신용으로 전화, 텔렉스, 팩시밀, 고속 데이터 전송 등을 전송하기 위하여 Marisat 3대가 미국에 의해 발사되어 해상통신의 원년을 기록하였다. 이 위성은 서로 다른 3개의 주파수대로 구성되어 있다. 이중 UHF(400/240MHz)밴드는 미해군용으로 사용되

며, L(1.6/1.5GHz)밴드는 이동체인 선박지구국과 위성간의 링크를, C(6/4GHz)밴드는 위성체와 지구지상국과의 링크를 담당하였다.

또한 1970년대 후반에는 일본의 활동이 돋보인 시기였다. 1977년에 인공위성의 정지궤도 진입에 따르는 제 기술자료를 획득할 목적으로 ETS(engineering test satellite)를 독자개발하여 지구 정지위성에 진입시켰다. 특히 이 위성은 34.5GHz 주파수대의 이용을 최초로 시도한 위성으로 기록된다, 또한 같은 해에 연속적으로 실험용 통신위성인 ECS(experimental communication satellite)를, 1978년에 방송전용 실험위성인 BSE를 발사하였다. 이때 일본은 시분할다원접속(TDMA) 기술을 이용하여 데이터, 음성, 영상을 혼합한 디지털 전송과 같은 기술 개발 실험을 수행하였으며, 이를 바탕으로 1983년에 실용통신위성인 CS-2를 발사하게 되며, 이 위성은 Ka(30/20GHz) 밴드를 사용하는 세계최초 자국용 통신위성으로 기록되었다. BSE는 인공위성중계에 의한 TV 직접방송을 실험하는 위성으로 이를 이용하여 3년간 음성, 영상의 전송실험은 물론 가정용 직경 1m인 안테나를 포함한 여러 종류의 통신실험을 수행하였다.

1978년에는 ESA가 캐나다의 CTS, 이태리의 Sirio 실험 위성에 이어 개발한 실험위성인 OTS(orbital test satellite)가 발사되었다. Ku 밴드에서의 시분할다원접속방식 기술을 포함한 TV, 전화 및 데이터 전송에 관한 여러가지 실험을 수행하였다. 같은 시기에 캐나다는 자국용 제 2세대 위성인 Anik-B 계열의 위성을 발사하여 상업통신은 물론 장거리 화상회의에 관한 실험도 수행하였다.

1970년도에 미국과 캐나다 등의 국가에서는 실용위성 내지는 준실용위성을 발사하였으며 일본, 이태리, 캐나다 등에서는 실험전용 위성을 발사하여 실험에 치중한 기간이었다. 대체적으로 이 기간은 위성선진국에게는 실용단계이고 후발국에게는 통신실험단계로 볼 수 있다. 특히 이 기간은 지금까지의 고정위성 서비스의 응용범위를 넘어 이동위성서비스의 응용이 시작된 시기였다. 미국에 의해 Marisat로 해상통신을 운용하던 중 유럽국가를 주축으로 본격적인 국제해사통신기구(IN-MARSAT:International Maritime Satellite Organization)가 1979년에 탄생되었다. 이 기구는 미국의 Marisat, ESA의 Marecs, Intelsat-5 MCS를 임차하여 해상통신을 수행하였으며 1990년대에 독자위성인 Inmarsat-2 계열의 위성을 독자 확보 운용하기에 이른다.

6. 성숙단계의 통신위성

1980년대 초반기는 상용 통신위성 분야에서 최대의 변환기를 기록하였다. 그림 1에서 보는 바와 같이 본 기간(1981년에서 1985년)에 발사된 중계기수는 총 1,400여개로 이는 통신위성 탄생에서부터 1990년까지 발사된 총 3000여개의 45% 이상을 차지한다. 이는 세계 최대의 통신망 공급기관인 국제통신위성기구의 Intelsat-5 계열의 발사에도 원인이 있었으나 1970년대 말부터 미국 캐나다 등 선진국에서 일기 시작한 자국용 통신위성사업의 실용단계에 따른 미국의 집중적인 위성의 발사(표 3)에 기인하며 또한 구주통신위성기구(Eutelsat), 인도네시아(Palapa), 호주(Aussat), 일본(CS, BS), 프랑스(Telecom), 브라질(Brazilsat), 인도(Insat), 멕시코(Molelos) 등에서도 자국내 혹은 이웃 국가간의 통신을 목적으로 위성을 발사하였기 때문이다. 이러한 대량의 인공위성의 발사로 지금까지 주문에 의해서만 생산되던 제작체제가 대량생산 체제로 전환하였으며 대표적인 예는 미국 Hughes사가 개발 제작한 HS-376, -393 및 -601계열과 G. E. Astro사가 개발한 Satcom-3000, -4000 및 -5000 계열 등이다.

1983년 인도가 발사한 Insat는 한 위성체에 통신, TV 방송 및 기상 등 3가지 목적을 수행하기 위하여 전용중계기 및 센서를 탑재한 위성으로 세계최초의 다목적 인공위성으로 기록된다. 지금까지 대부분의 인공위성은 통신 혹은 방송 또는 기상 등의 여러 목적 중 한가지 목적만을 위한 실용 응용위성이 발사되었거나 아니

표 3. 미국의 상용 위성 현황

회 사	시 스템	최초발사일	위 성 수
Alascom	Aurora-1	82. 10.	1
ARPAS	PAS	88. 06.	1
AMSC	AMSC	93. 07예정	1
AT & T	Comstar	76. 05.	4
	Telstar	83. 07	3
SBS	SBS	80. 11	6
Contel ASC	ASC	85. 08.	2
GE Americom	Satcom	75. 12.	8
GTE Spacenet	Spacenet	84. 05.	3
	GStar	85. 05.	4
Hughes	Westar	74. 04.	6
	Galaxy	83. 06.	5
	H-DBS	90.	1

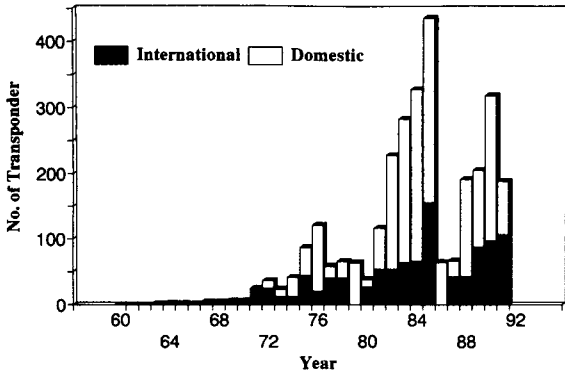


그림 1. 년도별 중계기 현황

면 한가지 목적의 실용위성에 다른 기능을 실험할 목적으로 실험기기를 추가로 탑재한 복합위성은 발사되었으나 한 위성에 여러가지 목적의 유상부하(payload)를 탑재하기는 Insat가 처음이었다. 1995년에 발사될 무궁화호 위성도 통신 방송 복합위성으로 다목적위성의 분류에 속한다.

또한 이 기간에 기록된 또하나의 중요한 사건은 새로운 개념의 통신위성의 도입이다. 앞서서도 설명한 바와 같이 정지궤도의 인공위성은 항시성에 있다. 반면 보다 낮은 궤도에 존재하는 위성은 항시성이 없고 위성이 지상국안테나의 가시범위 내에서 존재할 때만 통신이 가능하다. 이러한 저궤도 위성과 지상지구국과의 항시성 통신을 가능하게 하기 위하여 새로운 중계방식 위성이 도입되었다. Tracking and data relay satellite의 약어인 TDRS로 명명된 이 위성은 지금까지의 통신위성인 지구의 한 지점에서 지구의 다른 지점을 정지궤도상의 인공위성이 중계하는 방식과는 달리, 이 위성은 Inmarsat 위성과 유사한 이동통신을 제공하는 것으로 Inmarsat의 선박이나 비행기 대신 저고도 궤도를 비행하는 우주선 혹은 위성과 지상지구국간을 중계하는 위성이다. 최대 수용능력은 동시에 총 26대의 인공위성 혹은 유무인 우주선과의 중계가 가능하며 중계시간은 TDRS의 위치와 저고도 위성체의 고도에 관계된다. 예로서 2대의 TDRS 위성이 각각 서경 41도와 서경 171도에 위치할 때 고도 3,000Km이하의 우주선은 약 85%의 궤도를 담당할 수 있다.

프랑스가 1984년에 발사한 Telecom-1은 여타 여러나라의 통신위성과 대동소이하나 큰 특징은 상용위성인 본 위성에 군사용 주파수인 2대의 X밴드(8/7GHz) 중계기를 추가하여 군용 전화, 전신 및 데이터 통신망인

Syracuse망을 구축하였다. 이와 같이 상용위성에 군사용 중계기를 추가한 또 다른 예는 1989년에 발사한 일본의 Superbird-A이다.

1980년대 후반기에 들어와서는 우주분야 개발도상국들의 본격적인 인공위성 발사가 시작되었다. 룩셈부르크(Astra), 홍콩(Asiasat) 등이 이 기간에 최초로 자국용 인공위성을 발사하여 세계우주통신분야에 참여하게 되었다. 이로 인하여 발사된 인공위성의 비율(중계기 기준)을 보면 그림 1과 같이 1970년대까지는 주로 Intelsat가 대부분의 중계기를 할당하였으나 1980년대 이후는 자국용 통신위성의 비율이 증가한 추세이다.

1989년에 발사된 ESA의 Olympus-1 위성은 기술 시범 및 실험 위성으로 세계최대의 통신위성 본체(발사시 2612Kg, GEO 상 1500Kg)를 이용하였으며 창차 저궤도 우주선인 Columbus 우주정거장이나 Eureca 프라트폼과 작동할 유럽형 TDRS인 EDRS의 요구서 개발과, 고속 펄시밀, 화상회의 등을 이용하여 위성의 교환기 역할을 이용한 주파수 재활용시험등 여러가지 통신위성기술을 시험한다. 특히 이 위성은 지금까지 대부분의 위성이 사용하던 Ku 밴드보다 높은 주파수대인 Ka 밴드를 사용하며 또한 30GHz대의 전파특성도 실험한다.

Ka 밴드는 1977년 일본의 CS-1 실험위성에서 처음 사용된 후 1980년대 후반기에 일본의 Superbird-1, 독일의 DFS-1 및 Olympus-1에서 본격적으로 사용되기 시작하였으며 차세대 통신위성의 주파수 대역으로 자리잡을 것이다.

차세대 통신위성으로 지금의 정지궤도 위성과는 달리 다수의 소형 저가 위성체를 저궤도에 올려(Iridium 시스템의 경우 77개, Globalstars 시스템 48개) 전세계를 단일 통신망으로 하는 이동통신망이 구축될 전망이다. 그러므로 차세대 통신위성은 대형화와 소형화가 동시에 발전될 전망이며 보다 효율적인 탑재처리 기술도 도입될 전망이다.

III. 결 언

통신 및 방송, 군사, 지구관측등 인공위성 이용한 인류의 혜택은 단기간에 급속히 발전한 것을 보았으며 또한 꾸준한 연구가 계속 추진되고 있다. 본고에서는 1957년 최초의 인공위성 이래 발전을 거듭하고 있는 각종 인공위성의 변천과정을 시대적으로 고찰하였고, 특히 국내에서 추진중인 통신 및 방송위성에 대하여 심도 있게 분석하였다.

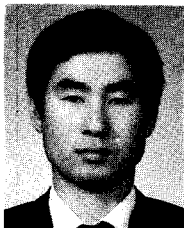
통신위성은 초기에는 국제간의 통신으로 발전하였으나 1970년대 말부터 미국, 캐나다를 필두로 국내용으로도 이용되면서 활발한 서비스 팽창을 볼 수 있었고 또한 팽창속도가 국제간의 서비스 양을 추월하고 있어 현재 국내에서 추진중인 무궁화호 확보도 때늦은 감은 있으나 적절한 사업으로 사료된다. 위성통신기술의 발달로 고정국간의 전화 및 방송중계의 서비스에서 TV 직접방송, 영상회의, 전자우편, 컴퓨터 링크 등의 서비스 분야의 개척과정을 지나 최근에는 선박, 비행기는 물론 육지차량 등을 대상으로하는 이동용 전화, 전신 및 데이터 통신 서비스도 시작되었으며 이의 서비스 범위 확장도 기대된다. 또한 위성체의 제작기술의 발전으로 위성생존율의 향상이 예상되며, 목적별로 사용될 소형위성의 발전도 위성의 대형화 못지않게 기대되며 특히 군사적 목적에서는 급속도로 변천하고 있다. 또한 지구전체의 통신을 cellular phone 개념으로 도입할 위성시스템도 연구되고 있어 위성의 혜택은 지구를 단일 통신권의 개인통신망으로 만들 것이다.

参 考 文 献

[1] G. Maral, M. Bousquet, *Satellite Communication Systems*, John Wiley Sons, 1986.
 [2] Giovanni Caprara, *The Complete Encyclopedia of Space Satellite*, Portland House, 1986.
 [3] "Jane's Space Flight Directory 1987", Jane's Information Co., 1987.

[4] 홍용식, "인공위성과 우주발사체", 청문각, 1990. 1
 [5] Lyn Dutton, "Military Space", Brassey's, UK, 1990.
 [6] "Intevia Space Directory 90-91", Jane's Information Co., 1990.
 [7] Air Cosmos, No. 1270, 1990. 4
 [8] "우주 교리와 우주법", 공군본부, 1990. 12
 [9] "우주개발을 위한 핵심기술 연구 및 계획 수립", 과학기술처, 1990. 12
 [10] "우주개발 사업 현황", 대한항공 항공기술연구원, 1991. 1
 [11] "Eagle Lightsat", TRW Military Space System Division, 1991. 3. 25
 [12] "Future Air Navigation Systems", ICAO, 1991. 5. 17
 [13] "과학위성 KITSAT 개발 소요 기술 현황", KAIST 인공위성연구센터, 1991. 5. 20
 [14] 김재명, "위성통신 기술 및 발전 방향", 한불산업 기술정보, p. 3, 1991년 봄호
 [15] "Space Satellite Reviews", Aviation Information Services Ltd., 1991.
 [16] 박준성, 김남효, 박효달, 류시용, 홍용식, 심의택, "관측위성 사업 연구보고서", 국방연구원, 1991. 8. 31
 [17] "Inovative Modular Satellite", Matra Marconi Space, 1991. 11
 [18] "Aeronautical Mobile-Satellite Service", ICAO, 1992. 2. 13. (C)

筆 者 紹 介



朴 孝 達

1952年 6月 15日生

1978年 인하대학교 공과대학 전자공학과(학사)

1981年 연세대학교 산업대학원 전자공학과(석사)

1984年 프랑스 국립항공우주대학(ENSAE) 전자공학과(석사)

1987年 프랑스 국립항공우주대학(ENSAE) 전자공학과(박사)

1983年 ~ 1984年 프랑스 국립과학연구원(CNRS) 소자연구실 연구원

1984年 ~ 1987年 프랑스 국립우주연구원(CNES) 초고주파연구실 연구원

1987年 ~ 1992年 (주)대한항공 항공기술연구원 수석연구원

1992年 3月 ~ 현재 인하대학교 공과대학 전자공학과 조교수

주관심분야: 초고주파 시스템, 인공위성 시스템, 항공전자(통신, 항법, 감시, 레이더)