

Sounding Rocket의 국내외 개발 현황 및 고찰

김진용* · 이원복* · 서 혁* · 이영우**

Development Status and Study of the Sounding Rocket

Jinyong Kim* · Wonbok Lee* · Hyuk Suh* · Youngwoo Rhee**

ABSTRACT

This paper presents development status of sounding rockets containing scientific payload and telemetry at home and abroad. The case of outside, united state is launching sounding rockets in 20-30 flight per year by the NASA program which offer to carry payload weights of 38-680 kg and altitude of 88-1,500 km. Europe is launching in 4-5 flight per year by the ESA program. Japanese sounding rockets are being applied an Antarctic exploration and flight verification in 1-2 flight per year. The case of korean sounding rockets was successful with the launch of three times(KSR- I,II,III), but our development techniques for space launch vehicle lag behind other industries. Therefore, Launch vehicle development should enable with the support and acquirement of advanced technology.

초 록

본 논문에서는 관측 장치와 송신기를 탑재하여 발사되는 관측로켓의 국내외 개발 현황에 대해 서술하였다. 국외 연구의 경우, 미국의 NASA에서 가장 활발히 진행되고 탑재량 38~680 kg을 고도 88~1,500 km까지 올릴 수 있으며, 현재에도 20-30기/년의 로켓을 발사하고 있다. 유럽은 ESA를 중심으로 연구 중이고 4-5기/년의 로켓을 발사하고 있으며, 일본은 1-2기/년의 로켓을 보편적인 연구 이외에 남극탐사 및 비행환경 검증 등에 활용하고 있다. 국내 연구의 경우, 고체 추진기관 KSR- I,II와 액체 추진기관 KSR-III를 성공적으로 발사하였으나, 우주발사체 개발 기술은 타 산업에 비해 낙후 되어 있는 것이 현실이다. 따라서 이러한 발사체 개발 분야는 적극적인 지원 및 선진 기술 습득을 통하여 활성화 시켜야할 것이다.

Key Words: Sounding Rocket(관측로켓), payload(유효 탑재량), altitude(고도)

1. 서 론

관측로켓은 “to sound” 라는 어원에서 유래되었으며 관측 장치와 송신기를 탑재하여 발사되는 로켓으로 research rocket이라고 불리기도 한다. 보통 관측로켓은 자국의 대기층, 플라즈마 현상, 태양전파, 전리층 전자밀도, X선, 행성대기층, 천

* (주)한화

** 충남대학교 화학공학과

연락처, E-mail: iceprins@hanwha.co.kr

문, 천체학 등의 우주 환경 계측에 활용되고 더 나아가 미소중력장에서의 화학, 재료, 생명공학 등의 연구와 재진입 기술 확보 연구를 수행한다 [1,7]. 이러한 연구를 통하여 우주 분야 관련 기관의 활발한 참여를 유발, 관광 산업, 대국민 홍보 효과 및 대기를 관측/보존할 의무를 실현할 수 있다. 현재 관측로켓은 미국의 NASA를 비롯하여 유럽의 ESA, 일본의 JAXA를 중심으로 개발 사업이 진행되고 있으며, 본문에서는 개발 동향을 파악하고 국내의 개발 현황에 대해 서술하였다.

2. 본 론

2.1 관측로켓의 개요

관측로켓은 Fig. 1의 대략적인 개념도와 같이 크게 두 부분 payload와 rocket motor로 구성된다. Payload 부위는 과학적 실험장비와 탐지기를 탑재하는 experiment 모듈과 telemetry, attitude control system(ACS), boost guidance system(BGS) 등의 support 모듈, 그리고 payload를 회수할 수 있는 land/water-recovery system으로 분류된다[2,3]. Rocket motor의 경우, 보통 payload와 고도를 고려하여 1단~4단까지 추진기관을 연결하여 사용하며 1단과 2단을 가장 많이 적용되고 있다. 이러한 관측로켓은 다른 발사체에 비해 저렴한 비용으로 우주관측이 가능하고, 기상관측기구의 최대 고도(48 km)와 케도위성의 최저 고도(160 km) 사이를 관측할 수 있어 이 분야를 연구하는 과학자와 학생들에게 경험 및 기술 습득의 기회를 제공하고 있다[7-10].

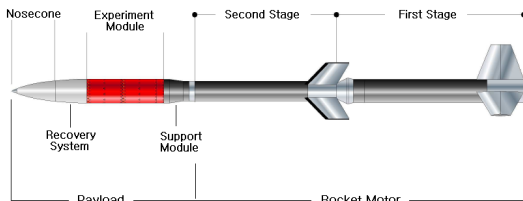


Fig. 1 Schematic Concept of Sounding Rocket

2.2 미국(NASA)의 관측로켓 개발 현황

미국은 NSRP(NASA Sounding Rocket

Program)라는 프로젝트를 1959년에 시작하여 1980년 중반부터 NASA Goddard Space Flight Center/Wallops Flight Facility를 중심으로 대학, 기업, 정부기관이 공동으로 진행하고 있다. 현재까지 2800개 정도의 임무를 수행하였으며 발사체 성공률 95%, 과학 임무 성공률 86%를 성취하였다. NSRP은 상부대기층, 플라스마 현상, 태양 물리학, 행성 대기층, 은하계 천문학, 지구과학 연구뿐만 아니라 고에너지 천체 물리학, 미소중력장 연구 등에 활용하며 20-30기/년 발사를 위해 개발 중이다. Table 1,2에 NASA program에 대한 sounding rocket의 종류와 제원을 나타내었다. 그들 중 Black Brant 로켓들이 가장 많이 활용되며 Black Brant XII는 총 4단으로 총 추력이 507,619 lbf-sec인 Talos, 362,130 lbf-sec인 Taurus, 505,804 lbf-sec인 Brant, 183,838 lbf-sec인 Nihka로 구성되며 최대 payload 520 kg을 최대 고도 1,500 km까지 올릴 능력을 가지고 있다. Fig. 2와 같이 연구 영역과 payload에 따라 각각의 로켓이 달리 사용됨을 알 수 있다. 발사장소는 Wallops Space Center(미국), Poker Flat(미국), White Sands(미국), Andoya(노르웨이), Woomera Test Range(호주) 등이 있다[1,2,7].

Table 1. Summary of Sounding Rocket Performance of the NASA Program

Items	Stages	Dia. (mm)	Length (mm)	Payload (kg)	Altitude (km)
Black Brant V	1	438	5,334	270-540	250-100
Improved Orion	1	356	5,334	38-68	88-71
Terrier-Malemute	2	457/406	3,937/-	100-200	700-400
Terrier-Black Brant IX	2	457/438	3,937/5,334	180-540	480-220
Terrier-Improved Orion	2	457/356	3,937/2,794	90-360	250-80
Terrier-Lynx	2	457/356	3,937/2,794	110-220	370-250
Terrier-Oriole	2	457/559	3,937/3,937	360-680	340-180
Black Brant X (Terrier, Brant, Nihka)	3	457/438/438	3,937/5,334/1,930	70-350	1,300-300
Black Brant XI (Talos, Taurus, Brant)	3	783/578/438	3,353/4,191/5,664	180-500	800-350
Black Brant XII (Talos, Taurus, Brant, Nihka)	4	790/578/438/438	3,353/4,191/5,334/1,930	136-521	1,500-500

Table 2. Application Status of the Motors

Motor	Total impulse (lbf-sec)	Applied Stage
Talos	507,619	First-stage
Black Brant	505,804	First, second, third-stage
Terrier MK70	369,593	First-stage
Taurus	362,130	Second-stage
Nihka	183,838	Third, fourth-stage
Orion	< Nihka	First, second-stage

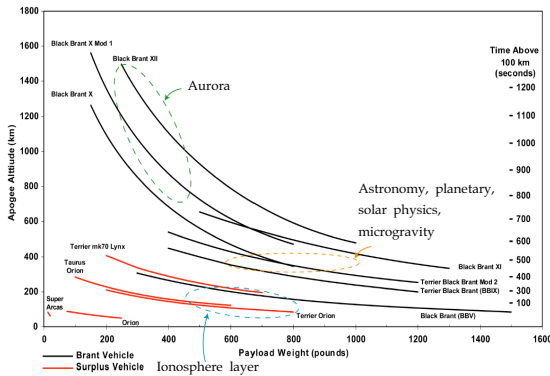


Fig. 2 Performance Ability of the NASA Rockets

2.3 유럽(ESA)의 관측로켓 개발 현황

1975년부터 관측로켓에 대한 연구가 진행되고, ESA(European Space Agency)와 DLR(German Space Agency)를 중심으로 연구 임무를 수행하고 있으며 미소중력장에서의 재료과학, 유동 물리학, 연소현상, 기초물리학, 생물학 연구를 위한 4개의 다른 관측로켓을 가지고 있다. Table 3에 유럽의 대표적인 관측로켓의 종류와 제원을 나타내었다. 로켓은 보통 payload 370 kg을 고도 260 km까지 올려 임무를 수행한다. 이러한 연구는 4-5기/년 정도로 Table 4와 같이 다양한 과학 임무를 가지고 진행되고, 스웨덴의 SSC(Swedish Space Corporation)의 주관으로 Esrange Space Center에서 1966년 최초 발사를 시작으로 현재까지 총 500기 이상 발사 임무를 수행하였다. 또한, 미국과 마찬가지로 정부기관과 산업체뿐만 아니라 REXUS 4-6 프로젝트를 통해 학생들이 참여하여 과학 임무를 성취하는 프로그램도 진행하고 있다[3,9,10].

Table 3. Characteristics of the ESA Rockets

Items	MiniTexus	Texus	Maser	Maxus	
Organization	DLR	DLR, EADS-ST	SSC	EADS-ST, SCC	
Initiation	1993	1976	1986	1990	
Quantity	6	45	11	7	
Length(mm)	10,000	13,000	13,000	16,200	
Dia.(mm)	430	430	430	640-1,000	
Payload(kg)	160	370	370	800	
Altitude(km)	140	260	260	705	
First stage	Kind	Nike	Goldfinch IID	Goldfinch IIC	Morton Thiokol Castor IVB
	Thrust time	48,782 lbf 3.2 sec	42,487 lbf 3.7 sec	42,487 lbf 3.7 sec	96,735 lbf 64 sec
Second stage	Kind	Orion	Raven XI	Raven XI	-
	Thrust time	2,922 lbf 32 ec	18,658 lbf 39 sec	18,658 lbf 39 sec	-

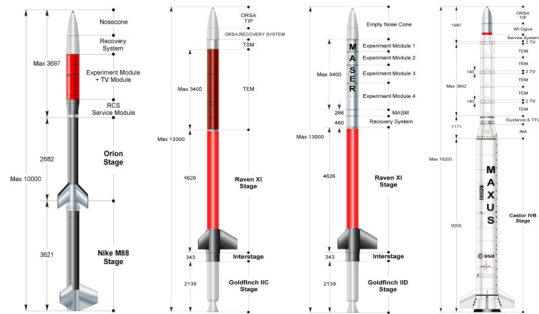


Fig. 3 Schematic Diagram of MiniTexus, Texus, Maser, and Maxus Sounding Rockets

Table 4. Launch Campaign of the European Rockets

Projects	Launch date	System	Mission
TEXUS 44	2008. 01	VSB-30 rocket	Micro-gravity
TEXUS 45	2008. 02	VSB-30 rocket	Micro-gravity
TEST	2008. 03	Improved Orion	New rocket
MASER 11	2008. 05	VSB-30 rocket	Micro-gravity
REXUS 4	2008. 10	Nike-Improved Orion	Student
REXUS 5/6	2009. 03	Improved Orion	Student
TEXUS 46	2009. 04	VSB-30 rocket	Micro-gravity
TEXUS 47	2009. 05	VSB-30 rocket	Micro-gravity
MAPHEUS	2009. 06	Nike-Improved Orion	DLR mission
MAXUS 8	2009. 11	Castor IVB	Micro-gravity

2.3 일본(JAXA)의 관측로켓 개발 현황

ISAS(Institute of Space and Astronautical Science)에서의 1969년 개발을 시작으로, 2003년부터 기관의 명칭을 JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)로 개정하여 1-2기/년 정도의 관측로켓을 발사하고 있다. 일본의 대표적인 로켓은 S-310, S-520, SS-520 3가지 모델이 있으

며 Table 5에서 볼 수 있듯이 보통 1-2단으로 구성된다. SS-520은 최대 payload 140 kg을 1,000 km까지 비행할 수 있다. 이들은 남극탐사, 오로라, 자기영역 연구, 고고도 기술 시험뿐만 아니라 고위도 지역 탐사 및 소형위성 부품의 비행 환경 검증을 위한 것으로 일본 Kagoshima Space Center와 노르웨이 Spitsbergen 등에서 발사되고 있다[4,8].

Table 5. Characteristics of the JAXA Rockets

Items	Stages	Dia. (mm)	Length (mm)	Payload (kg)	Altitude (km)
MT-135	-	135	3,300	2	60
S-210	-	210	5,200	20	110
K-9M	-	420	11,100	55	330
K-10	-	420	9,800	132	240
S-310	1	310	7,100	50	210
S-520	1	520	8,600	100	300
SS-520	2	520	9,650	140	1,000

2.4 국내(KARI)의 관측로켓 개발 현황

1990년 KSR(Korean Sounding Rocket)-I 개발을 시작으로, KSR-II 1998년, 그리고 KSR-III를 2003년에 개발 완료하여 비행에 성공하였다. 이러한 관측로켓은 KARI(Korea Aerospace Research Institute) 주관으로 산업체 및 대학과의 연계를 통하여 개발을 수행해 왔으며 한반도 상공의 오존층 분석, 이온층, X-선, 오존층 분포, 자기장 측정의 임무를 성취하였다. Table 6에 KSR들의 제원을 나타냈으며 KSR-III의 경우 1단에 액체추진기관, 2단에 고체 kick motor 추진기관의 2단 구성으로 payload 150 kg를 고도 43.7 km까지 올리는데 성공하였다[5,6,11].

Table 6. Summary of the KSR series

Items	KSR- I	KSR- II	KSR-III
Period	1990~1993	1993~1998	1997~2003
Budget(billion ₩)	2.8	5.2	82
Stages	1(solid)	2(solid)	2(Liquid)
Length(mm)	6,700	11,000	14,000
Dia.(mm)	420	420	1,000
Altitude(km)	39/49.4	137.2	42.7
Payload(kg)	50~70	150	150
Total impulse(lbf-sec)	320,562	216,550/329,327	1,419,507/43,999

3. 결 론

본 논문에서 서술한 것 같이 관측로켓은 과학 실험, 기술력 증대와 더불어 여러 가지 행사를 위해 각국의 나라에서 년당 1-2기에서 20기까지 개발되어 발사되고 있는 상황이다. 국내 개발의 경우, 2003년을 기점으로 관측로켓에 대한 연구가 명맥을 이어가지 못하고 있다. 앞에서도 언급했듯이 관측로켓의 개발을 통해 우주 정보 확보와 위상을 제고할 수 있으며 이를 통한 국제환경운동에도 적극 동참할 수 있을 것이다. 국내에서도 최소 1-2기/년을 기획 발사하여 특별한 행사의 장으로 만든은 물론 산업체와 대학의 참여를 유발하여 기술 축적, 저변 확대 및 대국민 홍보의 역할을 수행해야 하겠다. 또한, 우주 연구 개발의 붐 조성 및 활성화에 기여하여 일자리 창출에도 많은 효과를 낼 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

1. NASA, "NASA Sounding Rocket Handbook", 810-HB-SRP, 2005
2. NASA Sounding Rocket Working Group, "NASA Sounding Rocket Program", September, 2007
3. ESA, "European Users Guide to Low Gravity Platforms", UIC-ESA-UM-001, 2005
4. Takumi Abe, "Japanese Sounding Rocket program for the Thermospheric and Ionospheric Studies in Norway", JAXA, 2007
5. Cho, G. R. et al., "The Korean Sounding Rocket Program", Acta Astronautica, Vol. 62, January, 2008, pp.706-714
6. 문신행 외 21명, "중형과학로켓 연구개발 사업(IV)", 과학기술처, 1997
7. <http://rscience.gsfc.nasa.gov/>
8. <http://www.jaxa.jp/>
9. <http://www.ssc.se/>
10. <http://www.esa.int/>
11. <http://www.kari.re.kr/>