

지구저궤도위성용 상용 발사체 동향

글 / 임정흠 jhim@kari.re.kr, 김규선

한국항공우주연구원 다목적실용위성3호사업단 다목적3호체계팀

초 록

우리나라의 우주개발은 2007년 6월에 수정된 우주개발진흥기본계획에 근거하여 2017년까지 총 8기의 인공위성을 개발할 예정이며, 여기에는 다목적실용위성 5기, 과학위성 2기, 정지궤도위성 1기 등이 포함된다. 본 논문에서는 우리나라에서 향후 지속적인 수요가 예상되는 1,000kg급 다목적실용위성 발사가 가능한 해외 상용 발사체의 동향을 살펴보고자 한다.

주제어 : 지구저궤도, 위성, 발사체, 다목적

1. 서론

1.1 우리나라 인공위성 개발 현황

1992년 8월 10일, 48.6kg의 우리별 1호 과학위성 발사를 시작으로 2007년 현재까지 우리나라는 총 4기의 과학위성과 2기의 다목적위성 그리고, 4기의 통신위성을 발사 및 운용하고 있다.

우리나라의 우주개발은 2007년 6월에 수정된 우주개발진흥기본계획에 근거하여 이루어지고 있다. 이 우주개발진흥기본계획은 2008년까지 우주센터를 건설 및 운용하여 저궤도 소형위성 자력발사 능력을 확보, 2010년까지 국내기술에 의한 저궤도실용위성 독자 개발, 2015년 저궤도 실용위성의 국내 자력발사를 주요 목표로 하고 있다.

위성개발 분야에서는 2017년까지 총 8기의 인공위성을 개발할 예정이며, 여기에는 다목적실용위성 5기, 과학위성 2기, 정지궤도위성 1기 등이 포함된다.

1.2 다목적실용위성 발사체

과학위성은 무게 100kg 정도의 위성으로 단독발사보다는 다른 중대형 위성 발사시 piggyback (발사체의 발사능력 여유를 활용한 소형 부위성 발사방식)으로 발사되며, 통신, 기상위성은 정지궤도까지 위성을 올리기 위하여 Ariane 5 또는 Proton-M과 같은 대형 발사체를 사용한다.

1999년 미국의 Taurus 발사체에 실려 685km 태양동기궤도로 발사된 다목적실용위성 1호의 무게는 460kg이었으며, 2006년 러시아 Rockot 발사체에 탑재된 다목적실용위성 2호의 무게는 770kg이었다. 현재 개발 중인 다목적실용위성 3호와 5호는 각각 발사 중량이 1,000kg, 1,400kg에 이를 것으로 예상된다. 이처럼 다양한 사용자 요구사항을 만족시키기 위하여 다목적위성은 무게와 크기가 점점 증가하는 양상을 보이고 있다.

현재 우리나라는 소형 과학위성을 발사 할 수 있는 KSLV 발사체를 개발 중이나 다목적위성급 자력 발사능력을 보유하고 있지 않아 향후 다목적위성 발사 시 해외 상용 발사체를 이용하여 위성을 임궤도에 진입 시켜야 한다.

표 1. 우리나라 위성발사 현황 (2007년 현재)

위성명	무게	임무궤도	발사체	발사일	비고
우리별 1호	48.6kg	1300km 원궤도	Arian-4	1992.8.10	과학위성
우리별 2호	47.5kg	800km 태양동기궤도	Arian-4	1993.9.26	과학위성
무궁화 1호	1,464kg	정지궤도	Delta-2	1995.8.5	통신위성
무궁화 2호	1,464kg	정지궤도	Delta-2	1996.1.14	통신위성
우리별 3호	110kg	730km 태양동기궤도	Pslv	1999.5.26	과학위성
무궁화 3호	2,800kg	정지궤도	Arian-4	1999.9.5	통신위성
아리랑 1호	460kg	685km 태양동기궤도	Taurus	1999.12.21	다목적위성
과학기술위성 1호	106kg	685km 태양동기궤도	Cosmos-3M	2003.9.26	과학위성
아리랑 2호	770kg	685km 태양동기궤도	Rockot-KM	2006.7.28	다목적위성
무궁화 5호	4,470kg	정지궤도	Zenit	2006.8.22	통신위성

표 2. 우리나라 위성 개발 및 발사 계획 (2007년 현재)

위성명	무게	임무궤도	발사체	발사 예정일	비고
STSAT-2	~100kg	300x1,500km	Kslv	2008	과학기술위성
COMS-1	~2,500kg	정지궤도	Ariane-5	2009	통신해양기상위성
KOMPSAT-5	~1,400kg	550km 태양동기궤도	Dnepr	2010	다목적위성
STSAT-3	~150kg	저궤도	-	2010	과학기술위성
KOMPSAT-3	~1,000kg	685km 태양동기궤도	-	2011	다목적위성
KOMPSAT-3A	~1,000kg	450~ 890km	-	2013	다목적위성
KOMPSAT-6	-	-	-	2015	다목적위성
KOMPSAT-7	-	-	-	2017	다목적위성

표 3. 다목적실용위성급 위성용 상용 발사체 현황

발사체명	발사용역제공	발사체제작	발사장	비고
Angara-1.1	KSRC (러시아)	KSRC (러시아)	Plesetsk (러시아)	개발 중
Delta-2-7x20	Boeing (미국)	Boeing (미국)	CCAFS/VAFB (미국)	-
Dnepr-1	ISC Kosmotras (러시아)	SDB Yuzhoney (우크라이나)	Baikonur/Yasny (러시아)	-
Kosmos-3M	Puskovie Usługi/AKO Polyot (러시아)	Yuzhnoye/NKO Polyot (러시아)	Kepustin Yar/Plesetsk (러시아)	-
LM-2C-CTS	CGWIC (중국)	CALT (중국)	TSLC/JSJC/XSLC (중국)	-
Pslv	Antrix (인도)	ISRO (인도)	SHAR (인도)	-
Rockot-KM	Eurockot (독일)	KSRC (러시아)	Plesetsk (러시아)	-
Taurus/XL	OSC (미국)	OSC (미국)	VAFB (미국)	-
Vega	Arianespace (프랑스)	ELV (이탈리아)	Kourou (프랑스)	개발 중

표 4. 발사체 규격 및 성능

발사체명	높이(m)	발사중량(t)	단수	연료	페어링 (m) (지름x높이)	발사성능 (kg) (800km, SSO)	비고
Angara-1.1	35	149	2	액체	2.5x6.7	1275	-
Delta-2-7x20	39	151	2	액체	2.9x8.5/3.0x8.9	1680	-
Dnepr-1	34	209	3	액체	3.0x5.3/3.0x7.5	300	-
Kosmos-3M	32	109	2	액체	2.4x5.7	775	-
LM-2C-CTS	42	233	3	액체/고체	3.4x8.5	1500	-
Pslv	44	294	4	액체/고체	3.2x8.3	1350	-
Rockot-KM	29	107	3	액체	2.5x6.7	1000	-
Taurus/XL	32	77	4	고체	1.6x5.5/2.3x7	625/700	-
Vega	30	137	4	액체/고체	2.6x7.5	1475	-

표 1은 통신위성인 무궁화 위성을 포함한 현재까지 우리나라 위성 발사현황이며 표 2는 우주개발진흥기본계획에 의거하여 현재 개발 중이거나 향후 개발, 발사 예정인 위성들의 예상 무게와 임무궤도 등을 보여준다.

2. 본론

2.1 다목적실용위성급 해외 상용 발사체

표 3은 다목적실용위성급 위성 발사가 가능한 해외 상용 발사체와 관련하여 발사용역 제공업체 및 발사체 제작업체 등을 보여주며, 표 4는 각 발사체의 제원을 보여준다.

향후 다목적실용위성 발사시점에서, 이중발사 (Dual launch : 두 개의 위성을 한 발사체내에 탑재하여 발사하는 방법)를 제외하고, 현재 개발 중인 러시아 Khrunichev사의 Angara 발사체와 아리안스페이스사의 Vega 발사체를 포함하여 9종의 소모성 발사체가 가용할 것으로 예상된다.

그림 1은 각 발사체의 태양동기궤도에 대한 발사 성능을 보여준다.

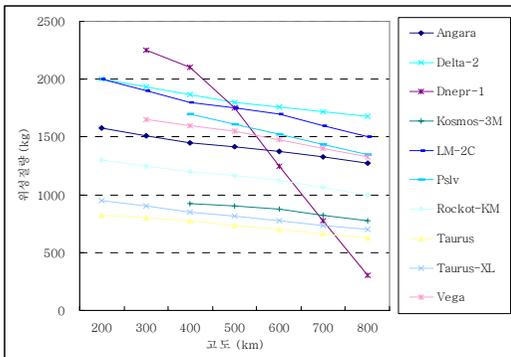


그림 1. 해외 상용 발사체 발사성능

2.2 Angara

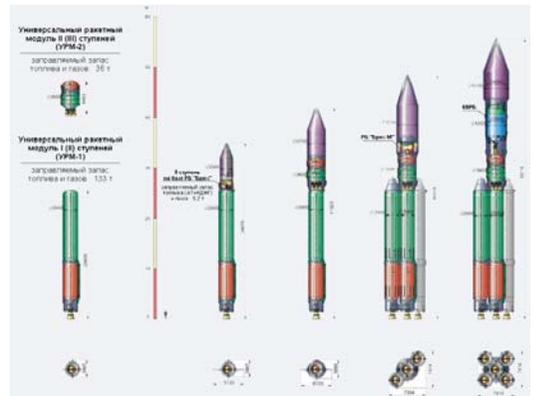
Angara는 러시아 Khrunichev사에서 개발하고 있는 새 발사체군으로서 친환경 액체산소-등유 혼합유

를 연료로 사용하는 CCB (Common Core Booster)를 기반으로, Rockot급 소형 발사체에서부터 Proton급 대형 발사체까지 다양한 형상으로 설계되고 있다. 그림 2는 Angara 발사체의 다양한 현상을 보여준다.

다목적실용위성급 위성 발사에는 Angara 1.1 또는 1.2 모델이 사용 가능할 것으로 보인다.

Angara 1.1은 2단 액체 발사체로서 1단은 RD-191엔진을 사용하며, 2단은 Rockot 발사체의 3단으로 사용되고 있는 Breeze-KM을 사용 할 예정이다. 발사체의 높이는 35m, 발사중량은 149톤이며, 페어링은 Rockot 발사체 페어링 개조하여 사용할 예정이다. 800km 고도 태양동기궤도에 최대 1,275kg 무게의 위성을 발사할 수 있을 것으로 보인다.

Angara 발사체는 당초 2001년 첫 공식 발사를 계획하였으나 러시아 정부의 재원조달 문제로 발사체 개발 및 발사장 시설 건설이 현재까지 지연되고 있다.



자료 : Khrunichev사 Homepage, 2007

그림 2. Angara 발사체 형상 (1.1/1.2/A3/A5)

2007년 현재 연소시험을 위한 준비가 진행 중이다. 비행시험은 2010년~2011년 사이에 수행할 예정이며, 발사장의 지상시설은 2010년 완공될 예정이다.

Angara 발사체는 현재 운용중인 Rockot 및 Proton 발사체를 보완하다가 최종적으로 두 발사체를 대체하게 될 것이며, 발사장은 러시아 Plesetsk 발사장을 이용 할 예정이다.

그림 3은 2007년 9월 러시아 모스크바에서 Angara 발사체의 연소시험을 위하여 1단 엔진을 시험대에 수직으로 위치시킨 모습이다.



자료 : Khrunichev사 Homepage, 2007
그림 3. Angara 1단 점화 시험 준비

2.3 Delta-2

Delta-2 발사체는 1986년 우주왕복선 챌린저호와 몇몇 소모성 발사체의 발사 실패이후 개발되어 주로 USAF의 GPS위성 발사에 이용되었다.

Delta-2 발사체는 다양한 임무요구조건을 만족시키기 위하여 2단 또는 3단으로 형상 조합이 가능하다. 2단 형상은 지구저궤도 임무에 사용되며, 3단 형상은 GPS 전이궤도 또는 지구정지 전이궤도와 같은 임무에 사용된다. 다목적위성급 위성 발사임무에는 2단으로 구성된 7420 모델 또는 7320모델이 적합하다.

Delta-2 7x20 모델은 높이 39m 발사중량 151톤의 2단 액체 발사체로서 1단 엔진으로 RS-27A 엔진을 사용하며, 2단은 AJ-10-118K 엔진을 사용한다. 보조 부착엔진은 GEM-40 형이며, 장착되는 보조엔진의 개수에 따라 7920, 7420 및 7320 모델로 분류한다. 7920/5 모델은 1990년부터 운용하였으며, 7320/5 및 7420/5 모델은 1998년부터 운용하였다. 지름 2.9m와 3m 페어링을 제공하며, 미국 Boeing사가 제작 및 발사용역을 수행하고, 임무에 따라 미국 케이프타운 또는 반덴버그 공군기지에서 발사된다.

표 5는 Delta-2 발사체 7320/7420 모델의 발사 실적을 보여준다. 1998년 최초 발사이후 2007년 현재까지 총 15회 발사되어 모두 성공하였으며, 현재

년 1회 정도씩 발사되고 있다.

표 6은 Delta-2 발사체 7320/7420 모델의 향후 발사계획이다. 금년 6월 이탈리아의 레이더 정찰위성 Cosmo-Skymed 1 발사에 이어 Cosmo-Skymed 2를 12월 발사 예정이며, 향후 Globalstar-8호와 9호 위성을 발사할 예정이다.

표 5. Delta-2 7X20 발사체 발사 실적

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'98.2.14	Globalstar-1	7420
2	'98.4.24	Globalstar-2	7420
3	'99.6.10	Globalstar-3	7420
4	'99.6.24	FUSE	7320
5	'99.7.10	Globalstar-4	7420
6	'99.7.15	Globalstar-5	7420
7	'99.8.17	Globalstar-6	7420
8	'00.2.8	Globalstar-7	7420
9	'00.11.21	EarthObserving1외	7320
10	'01.10.18	QuickBird2	7320
11	'03.1.12	Icesat외	7320
12	'04.11.20	Swift	7320
13	'05.5.20	Noaa-N	7320
14	'06.4.28	Calipso/CloudSat	7420
15	'07.6.8	Cosmo-SkyMed1	7420

표 6. Delta-2 7X20 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'07.12.6	Cosmo-SkyMed2	7420
2	-	Globalstar-8	7420
3	-	Globalstar-9	7420

2.4 Dnepr-1

Dnepr-1 발사체는 3단 액체 발사체로서 우크라이나에서 제조되고 러시아의 ISC Kosmotras사가 발사용역을 수행하며, 발사장은 카자흐스탄의 Baikonur 발사장과 러시아 Yasny 발사장을 이용한다.

Dnepr-1 발사체는 높이 34m 발사중량 209톤으

로서 지름 3m, 높이 5.3m 페어링을 기본으로 제공하며, 임무에 따라 높이를 7.5m까지 확장한 페어링을 제공할 수 있다.

1단은 RD-264엔진, 2단은 RD-255엔진 그리고 3단은 RD-869엔진을 사용하며 연료는 3단 모두 N2O4/UDMH를 사용한다.

표 7은 Dnepr-1 발사체의 발사실적이다. Dnepr-1 발사체는 1999년 최초 상용발사이후 현재까지 총 10회 발사를 수행하였다. 2006년 7월 발사체 엔진 이상으로 비행 중 발사체가 폭발하였으나, 일련의 실패원인 규명 및 복구조치 절차를 거쳐 2007년 4월 EgyptSat-1을 포함한 14개의 소형위성을 궤도에 안착시킴으로써 복귀비행에 성공하였으며 연달아 독일 TerraSAR-X와 미국의 Genesis-2 임무를 성공적으로 수행하였다.

Dnepr 발사체는 1999년 이후 모든 상용 발사를 카자흐스탄 소재 Baikonur 발사장에서 수행하여왔으나 2006년부터 러시아 남쪽, 카자흐스탄 접경지역 Dombarovskiy 발사장을 개조한 Yasny 발사장에서도 일부 상용발사를 수행하고 있다. 그림 5는 러시아 Yasny 발사장 전경을 보여준다.

표 8은 Dnepr-1 발사체의 향후 발사계획이다. 한편 지난 9월 합성개구면 레이더(SAR)를 탑재한 다목적실용위성5호 발사체로서 최종적으로 Dnepr발사체가 선정되었으며, 2010년 Yasny 발사장에서 발사될 예정이다.

표 7. Dnepr 발사체 발사 실적

구분	발사일	탑재 위성	비고
1	'99.4.21	UoSAT-12	
2	'00.9.26	MegaSat-1 외	
3	'02.12.20	LatinSat-1 외	
4	'04.6.29	Demeter 외	
5	'05.8.24	OICETS/INDEX	
6	'06.7.12	Genesis-1	Yasny
7	'06.7.26	BelKA외	실패
8	'07.4.17	EgyptSat-1 외	
9	'07.6.15	TerraSAR-X	
10	'07.6.28	Genesis-2	Yasny

표 8. Dnepr 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재 위성	비고
1	'07. 12	THEOS	-
2	'08	RapidEye 1-5	-
3	'08	DubaiSat-1외	-
4	'09	Tandem-X	-



자료 : ISC Kosmotras, 2006

그림 5. Yasny 발사장 전경

2.5 Kosmos-3M

Kosmos-3M은 2단 액체 발사체로서 발사 경사각에 따라 러시아의 Baikonur, Plesetsk 및 Kapustin Yar 발사장에서 발사된다.

높이 32m, 최대 발사중량은 109톤이며, 지름 2.4m 높이 5.7m 크기의 페어링을 제공한다. 최대 발사성능은 800km 태양동기궤도에 775kg의 위성을 쏘아 올릴 수 있다.

1단은 RD-216엔진을 2단은 RD-219엔진을 사용한다.

표 9는 Kosmos-3M 발사체의 최근 발사 실적을 보여준다. Kosmos-3M 발사체는 1967년 최초 발사 이후 2007년 11월 SAR-Lupe 3위성 발사를 포함하여 현재까지 총 442회 발사되었으며, 23회 발사 실패가 있었다. 2000년 Quickbird 위성을 예정된 궤도보다 낮은 고도에 올리는 임무실패를 기록한 Kosmos-3M 발사체는 이후 현재까지 18번의 발사를 성공시켰다.

Kosmos-3M 발사체는 1995년 생산이 중단되었으며 2000년 당시 알려진 바로는 상용발사를 위하여 12개의 발사체가 할당되었고, 러시아 군사용 임무에 할당된 개수는 공개되지 않았다.

표 10은 Kosmos-3M 발사체의 향후 발사 계획이다.

표 9. Kosmos-3M 발사체 발사 실적

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'00.11.21	QuickBird	Plesetsk
2	'01.6.8	Kosmos-2389	Plesetsk
3	'02.5.28	Kosmos-2389	Plesetsk
4	'02.7.8	Kosmos-2390/1	Plesetsk
5	'02.9.26	Nadeshda-M	Plesetsk
6	'02.11.28	AlSat-1외	Plesetsk
7	'03.6.4	Kosmos-2398	Plesetsk
8	'03.8.19	Kosmos-2400/1	Plesetsk
9	'03.9.27	Kistsat 4 외	Plesetsk
10	'04.7.22	Kosmos 2407	Plesetsk
11	'04.9.23	Kosmos 2408/9	Plesetsk
12	'05.1.20	Tatyana외	Plesetsk
13	'05.10.27	Mozhaets5외	Plesetsk
14	'05.12.21	Gonets-1M외	Plesetsk
15	'06.4.22	Classified	Kepustin
16	'06.12.19	SAR-Lupe-1	Plesetsk
17	'07.7.2	SAR-Lupe-2	Plesetsk
18	'07.9.11	Kosmos-2429	Plesetsk
19	'07.11.1	SAR-Lupe3	Plesetsk

표 10. Kosmos-3M 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'07.	VN-Sat외	-
2	'08.1	Orbcomm외	-
3	'08.3	SAR-Lupe4	-
4	'08.5	Bissat	-
5	'08.7	Orbcomm2	-

2.6 LM-2C/CTS

LM-2C/CTS는 높이 42m, 발사중량 233톤의 3단 발사체로서 900km 태양동기궤도에 최대 1,456kg의 위성을 발사할 수 있다. 1단은 DaFY6-2엔진을 사용하고, 2단은 DaFY20-1 주 엔진과 DaFY21-1 보조 엔진으로 구성되며 3단은 CTS로 이루어진다. LM-2C는 1/2단을 이용하여 위성과 CTS단을 전이궤도까지 운반하고 원지점에서 CTS를 이용하여 위성을 목표 궤도에 진입시킨다.

중국의 CGWIC사가 발사용역을 수행하며 발사체

제작은 중국의 CALT사가 담당한다. LM-2C발사체는 1975년 최초 발사이후 현재까지 29회 발사를 수행하였으며 한 번의 발사 실패도 기록되어 있지 않다. 발사장은 임무에 따라 JSCL, XSCL 그리고 TSLC 발사장을 사용한다. 2000년 이후 급속히 악화 된 미국과의 관계 및 미국 부품 탑재 위성의 대 중국 수출면허 제약으로 현재는 년 1회 정도 자국 위성만을 발사하고 있다.

표 11은 LM-2C 발사체의 발사실적이며 표 12는 향후 발사계획을 보여준다.

표 11. LM-2C 발사체 발사실적

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'75.11.26	FSW-1	JSLC
2	'76.12.7	FHW-2	JSLC
3	'78.1.26	FHW-3	JSLC
4	'82.9.9	FHW-4	JSLC
5	'83.8.19	FHW-5	JSLC
6	'84.9.12	FHW-6	JSLC
7	'85.10.21	FHW-7	JSLC
8	'86.10.6	FHW-8	JSLC
9	'87.8.5	FHW-9	JSLC
10	'87.9.9	FHW-11	JSLC
11	'88.8.5	FHW-12	JSLC
12	'90.10.5	FHW-13	JSLC
13	'92.10.6	FHW-14	JSLC
14	'93.10.8	FHW-15	JSLC
15	'97.9.1	Iridium MFS1/2	TSLC
16	'97.12.8	Iridium 42/44	JSLC
17	'98.3.28	Iridium 51/61	JSLC
18	'98.5.2	Iridium 69/71	JSLC
19	'98.8.20	Iridium 3/76	JSLC
20	'98.12.19	Iridium 88/89	JSLC
21	'99.1.12	Iridium 14A/21A	JSLC
22	'03.12.30	TC-1	XSLC
23	'04.4.18	Experiment Satellite-1/Nano-1	XSLC
24	'04.7.25	TC-2	TSLC
25	'04.8.29	FHW-19	JSLC
26	'04.11.18	Experiment Satellite-2	XSLC
27	'05.8.2	FSW-21	JSLC
28	'06.9.9	SJ-8	JSLC
29	'07.4.11	HY-1B	TSLC

표 12. LM-2C 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'08.2	HJ-1A외	-

2.7 PSLV

PSLV는 4단 발사체로서 높이 44m, 발사중량은 294톤이며 800km 태양동기궤도에 최대 1,350kg의 위성을 발사할 수 있다. 인도의 ISRO사가 발사체를 제작하며, Antrix사가 발사용역을 제공하고 발사장은 SHAR 발사장을 이용한다.

표 13은 PSLV 발사체의 발사실적을, 표 14는 향후 발사계획을 보여준다. 1994년 처음 임무수행에 성공하여 지금까지 인도의 7개 원격탐사위성과 기상 위성, 1개의 아마추어 라디오 위성과 4개의 해외 수주 위성발사를 성공적으로 수행하였다. PSLV 발사체는 미국 부품 탑재 위성 수출면허 제약을 받아왔으며, 우리나라를 비롯한 독일, 벨기에 등의 소형 인공 위성을 부가적으로 탑재하고 발사되기도 하였지만 지금까지 주로 인도 자국의 인공위성이 주 탑재체였다. 그러나 지난 4월 첫 상업용 위성인 이탈리아의 Agile 위성을 발사하였으며, 이스라엘 첩보위성인 TechSar를 2007년 발사할 예정이었으나 2007년 1월 발사된 인도 첩보위성인 Cartosat-2 위성에 문제가 발생하여 대체위성인 Cartosat-2A 위성 발사로 인하여 수개월 이상 지연될 것으로 보인다.

표 13. PSLV 발사체 발사 실적

구분	발사일	탑재 위성	비고
1	'93.9.20	IRS-P1	실패
2	'94.10.15	IRS-P2	성공
3	'96.3.21	IRS-P3	부분실패
4	'97.9.29	IRS-1D	성공
5	'99.5.26	IRS-P4외	성공
6	'01.10.22	TES1외	성공
7	'02.9.12	MetSat1	실패
8	'03.10.17	IRS P6	성공
9	'05.5.5	Cartosat외	성공
10	'07.1.10	Cartosat-2외	성공
11	'07.4.23	Agile, Aam	성공

표 14. PSLV 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재 위성	비고
1	'07.	Cartosat-2A외	-
2	'08.	Oceansat-2	-
3	'08.	TechSAR	이스라엘

2.8 Rockot-KM

Rockot-Breeze/KM 발사체는 높이 29m, 발사중량 107톤의 3단 액체 발사체로 유럽의 EADS-Astrium사와 러시아의 Khrunichev사의 합작회사인 독일의 Eurokot사가 발사용역을 수행하며, 발사체의 제작은 Khrunichev사가 담당한다. 발사장은 러시아의 Plesetsk 발사장을 이용한다.

Rockot-KM 발사체는 2000년 최초 발사이후 현재까지 총 8회 발사되었다. 2005년 유럽우주청(ESA)의 Cryosat 발사를 실패하였으나 2006년 아리랑2호를 임무궤도에 안착시킴으로써 복귀에 성공하였다.

표 15는 Rockot 발사체의 발사실적을 보여주며, 표 16은 향후 발사계획을 보여준다.

표 15. Rockot-KM 발사체 발사 실적

구분	발사일	탑재 위성	비고
1	'00.5.16	Simsat1/2	-
2	'02.3.17	GRACE	-
3	'02.6.20	Iridium 97/98	-
4	'03.6.30	MIMOSA 외	-
5	'03.10.30	SERVIS-1	-
6	'05.8.26	Monitor	-
7	'05.10.8	Cryosat	실패
8	'06.7.28	KOMPSAT-2	-

표 16. Rockot-KM 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재 위성	비고
1	'08.	GOCE	ESA
2	'08.	SMOS/PROAB-2	ESA
3	'09.	SERVIS-2	USEF

2008년 유럽우주청의 지구관측위성인 GOCE 발사가 예정되어 있으며 2008년 말에는 SMOS 및 Proba-2 발사가 이루어질 예정이다. 2007년 2월에는 일본 USEF의 Servis-2 위성 발사 계약을 체결하였다.

2.9 Taurus (Taurus-XL)

Taurus 발사체는 높이 32m 발사중량 77톤의 4단 고체 발사체로서 1/2단 엔진의 종류에 따라 Taurus 발사체와 Taurus-XL 발사체로 구분하며 800km 태양동기궤도에 최대 700kg의 위성을 발사할 수 있다.

미국의 Orbital Science Corporation (OSC)이 발사체의 제작 및 발사용역 제공을 담당한다. 발사장은 임무 경사각에 따라 반덴버그 공군기지 또는 Cape Canaveral AFS 발사장을 사용한다.

표 17은 Taurus 발사체의 발사실적을 보여준다. Taurus 발사체는 1994년 최초 발사되었으며, 1999년에는 다목적실용위성 1호 (아리랑 1호)를 발사하기도 하였다. 1998년 예정된 원지점 고도보다 91km 높은 지점에 위성을 분리시킨 1번의 부분실패와 2000년 1회 발사 실패를 기록하였으나, 2001년 Obview4 발사로 다시금 상용 발사체 시장에 복귀하였으며, 2004년 XL 버전으로 7번째 임무인 Rocsat-2 발사를 성공적으로 수행하였다. 한동안 가격경쟁력 부족 등의 이유로 발사 실적이 없었으나, 2008년 Taurus XL을 이용한 OCO 위성 발사를 기점으로 다시 발사임무를 수행할 예정이다. 표 18은 Taurus 발사체의 향후 발사 계획이다.

표 17. Taurus 발사체 발사 실적

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'94.3.13	STEP	-
2	'98.2.10	GFO & Orbcomm	부분실패
3	'98.10.3	STEX	-
4	'99.12.20	Kompsat/Acrimsat	-
5	'00.3.12	MTI	실패
6	'01.9.21	Obview4/QuickToms	-
7	'04.5.20	Rocsat-2	XL

표 18. Taurus 발사체 Backlog

구분	발사일	탑재위성	비고
1	'08.	OCO (ESSP-05)	-
2	'08.	GLORY	-

2.10 Vega

Vega 발사체는 프랑스 CNES와 이탈리아 ASI의 협력 하에 ESA가 개발 중인 높이 30m, 발사중량 137톤의 4단 발사체로서 이탈리아 ELV Spa사가 발사체 시스템 제작을 담당하고 있다. 발사장은 프랑스령 기아나 발사장을 사용할 예정이다. Vega 발사체의 목표 성능은 700km 고도 원궤도에 1,500kg의 위성을 발사하는 것이다.

1단 모터의 연소시험이 2006년 12월 프랑스령 기

아나 발사장에서 성공적으로 수행되었으며, 발사체 상세설계검토회의가 2006년 12월부터 2007년 3월까지 수행되었다. 2007년 말까지 이동식 작업탑 조립이 완료될 예정이며 2009년 검증비행을 수행할 예정이다. 그림 6은 Vega 발사체 P80모터의 연소시험 준비 장면이다.



자료 : ESA Homepage

그림 6. Vega 발사체 P80 연소시험 준비

3. 결론

본 논문에서는 우리나라에서 향후 지속적인 수요가 예상되는 1,000kg급 다목적실용위성 발사가 가능한 해외 상용 발사체의 기술동향을 살펴보았다.

다목적실용위성의 크기 및 질량이 700km 태양동기궤도 기준 1,000kg이상으로 증가하게 되면, 이중 발사를 고려하지 않을시, 새로이 개발 중인 Angara 및 Vega 발사체, 가격이 상대적으로 고가인 미국 Delta-2 발사체, 그리고 현재 미국 수출면허 제약이 있는 인도의 PSLV 발사체 및 중국 LM-2C 발사체만이 발사임무를 수행할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 잠재적 개발위험요소를 줄이고 발사체 가격상승에 대비하기 위하여 다목적실용위성 설계시 위성의 경량화 및 임무궤도 조정 등을 통하여 가용한 발사체군을 확대할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Steven J. Isakowitz, "International Reference Guide to Space Launch System", Forth Edition, AIAA