

달 탐사 기술

주 광 혁 · 한국항공우주연구원 통신해양기상위성사업단, 책임연구원

_e-mail : ghju@kari.re.kr

이 글에서는 최근 우주 선진국에서 경쟁적으로 벌이고 있는 달 탐사의 역사와 최근 달 탐사 동향, 그리고 달 탐사에 필요한 기술을 설명하고 우리나라 달 탐사의 현주소를 소개한다.

우주를 향한 인류의 꿈의 시작

우주를 향한 인류의 꿈은 인류가 이 세상에 존재하게 된 첫날 밤부터 밤하늘에 찬란한 달과 수많은 별을 보며 시작되었지 않으나 생각해본다. 인류는 대대로 달과 별을 보며 수많은 신화와 전설을 만들어 우주를 향한 호기심을 키워 왔으며 때로는 소설과 시와 같은 문학으로 때로는 점성술과 천문우주과학으로 우주에 대한 꿈을 구체화시켜 왔다.

비록 지어낸 이야기이긴 하지만 달 탐사에 관한 최초의 기록은 기원전 2세기까지 거슬러 올라간다. 시리아사람 루시언(Lucian)의 의해 씌어진 세계 최초의 과학소설 '참된 역사(True History)'에서 배를 타고 가던 루시언과 그의 동료들이 회오리

바람에 의해 달세계로 들려올라가 기상천외한 경험을 한다는 내용을 통해 달세계를 향한 인간의 동경이 기원전부터 이미 많은 사람들의 공감을 이루어 왔다는 것을 알 수 있다.

오늘날에도 천문우주과학의 기초를 제공하고 있는 천문학자 요하네스 케플러는 지구와 달을 비롯한 행성의 세 가지 운동법칙을 발견하고 '꿈니움'이라는 과학소설을 통해 과학적 근거를 바탕으로 달세계에 대한 상상력을 우화의 형식을 빌리어 표출하였는데, 대기권을 벗어나는 우주비행의 어려움과 달 표면의 지형분석 및 기후에 대한 정확한 묘사를 하기도 했다.

1609년 갈릴레오가 천체를 관측할 수 있는 망원경을 발명하여 달표면이 평평하지 않고 언덕과 계곡이 존재하는 사실을 비롯하여 목성에도 위성이 존재하고 은

하수가 많은 별들로 이루어져 있다는 사실과, 태양의 흑점, 금성의 띠, 그리고 금성도 달처럼 차다 기울었다하는 현상을 발견하였다. 이로 인해 수천 년을 지배해 왔던 지구중심의 우주관에서 벗어나 태양 중심의 우주관으로 전환되는 계기를 맞게 되었으며 인간의 시각과 상상 속에서만 존재하던 우주가 탐사하고 정복해야 할 실제 세계로 바뀌는 계기가 되었다.

1865년 '해저2만리'와 '80일간의 세계일주'로 유명한 프랑스 작가 줄 베르네(Jules Verne)가 '지구에서 달까지'라는 공상과학 소설에서 사람이 큰 대포에 의해 발사되어 달에 가는 이야기를 발표하였다. 소설내용 가운데 지구 중력권을 벗어나기 위하여 위성발사를 미국 플로리다에서 하였다고 되어 있는데, 80년 후에 플로리다에 있는 케이프 커네버럴

(Cape Canaveral)이 발사장으로 선정된 것은 그의 소설의 과학적 근거를 뒷받침해주는 일례라 하겠다. 그의 소설내용 대부분이 과학적으로도 근거가 있는 이야기였을 뿐 아니라 미래를 예측하는 내용을 담고 있어 당시 세계사회에 큰 반향을 불러 일으켰다.

20세기에 들어서면서 많은 신화와 소설 속에 등장한 달 탐사의 꿈이 한층 더 구체화되기에 이르렀으며 러시아의 치올코프스키, 미국의 고다드(Goddard), 루마니아의 오베르트(Oberth) 등에 의해 로켓을 비롯한 우주탐사 기술의 과학적 이론체계와 기반 기술이 구축되게 되었으며 미·소 양국의 우주개발경쟁이 본격화됨에 따라 독일 출신 과학자인 미국의 폰 브라운과 러시아의 코롤레프는 각각 양국의 우주개발을 선도하는 책임자의 역할을 맡아 인류의 우주탐사 역사의 서막을 장식하는 선구자의 역할을 하였다.

냉전시대의 우주 경쟁

1957년 10월 4일 구 소련이 세계에서 처음으로 지구궤도비행한 인공위성 스푸트닉(Sputnik) 1호를 발사하고 한 달 뒤 첫 우주비행을 한 생명체인 라이카(Laika)란 이름의 개를 태운 스푸트닉 2호가 발사에 성공하자 전 세계가 러시아의 기술력에 찬사와 놀라움을 동시에 보내는 가운데 냉전체제의 맞수였던 미국

은 큰 충격에 휩싸였다. 이듬해인 1958년 1월 미국도 뒤따라 첫 인공위성인 익스플로러(Explorer) 1호를 발사하고 10월에 우주개발을 전담할 수 있는 정부기구인 NASA를 설립하여 우주경쟁에 박차를 가하게 된다.

1959년 1월 소련은 한걸음 더 나아가 달탐사 위성인 루나(Luna) 1호를 발사하게 되고 같은 해 가을에 루나 2호를 발사하여 달에 충돌하게 하여 달 표면에 도착한 첫 인공위성으로 기록을 남기게 되고 연이어 루나 3호를 발사하여 달 궤도를 공전, 달의 뒷면을 촬영하는 데 성공하고 1966년에는 루나 9호가 처음으로 달 착륙을 하기에 이른다. 1961년 인류최초의 우주비행사 '유리 가가린'이 보스토크 1호를 타고 지구궤도를 비행한 뒤에 무사히 귀환하자 대선에서 아이젠하워 후보를 누르고 승리한 미국의 케네디 대통령은 여러 가지의 세계 '최초' 기록을 빼앗긴 미국의 자존심을 회복하고 냉전시대

의 세계질서의 주도권을 선점하기 위하여 1962년 9월, 1960년대가 끝나기 전에 사람을 달에 보낼 것을 선언하게 된다. 이렇게 해서 시작된 아폴로 계획은 1967년 1월 아폴로 1호 우주선부터 발사에 앞서 시험하는 과정에 폭발하여 우주비행사 3명이 숨지는 사고가 있었으나 이를 잘 극복하여 1969년에 인류역사상 최초로 인간이 달에 착륙하는 성과를 올렸으며 1972년 아폴로 17호에 이르기까지 11번의 유인우주선을 보냈으며 12명의 우주비행사를 달에 착륙하는 역사를 이루어 냈다. 한편, 사람을 달에 보내기에 앞서 달궤도를 돌며 달의 지도를 작성할 궤도선을 보낼 레인저(Ranger) 및 루나 오비터(Lunar Orbiter)계획과 착륙선을 보내 착륙지점의 선정과 달표면의 상태 파악과 착륙지점의 선정을 위하여 서베이어(Surveyor)계획을 가동하여 아폴로계획의 성공을 뒷받침하였다. 1976년까지 러시아는 달탐사를 위해 60기 이상의 위성을 발사

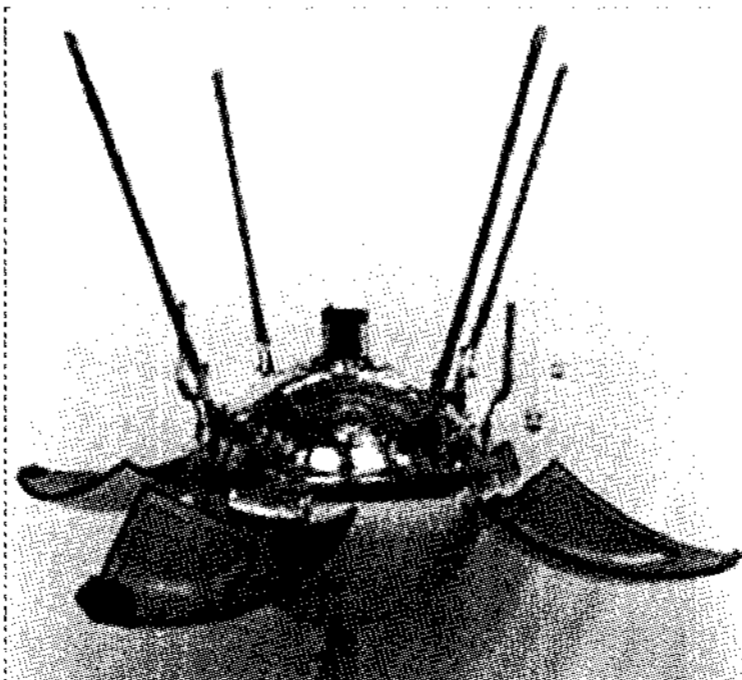


그림 1 세계 최초의 달착륙선 루나 9호

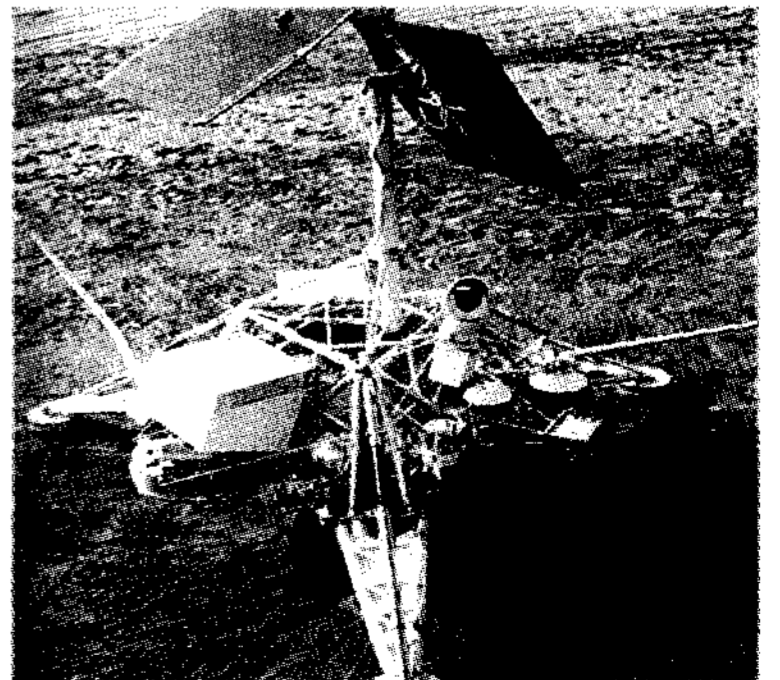


그림 2 미국의 최초 무인 달착륙선 서베이어 1호

하였으며 미국도 달 탐사를 위해 유인우주선을 포함하여 40기 이상의 위성을 발사하는 등 세계는 미·소 양국의 냉전 가운데서도 달탐사의 황금기를 보내었다.

다시 불붙는 달 탐사 경쟁

미국과 소련을 중심으로 한 해빙무드의 바람을 타고 달탐사 경쟁도 시들해져서 미국에서는 1972년 아폴로 17호를 마지막으로 달탐사를 중단하였다. '90년대에 들어서면서 미국은 과학기술시험위성의 성격을 띤 무인 달탐사 위성 클레멘타인과 루나 프로스펙터를 1994년과 1998년에 각각 발사하였다. 두 위성 모두 NASA의 "짧은 기간에, 보다 좋게, 저 비용으로(faster, better, cheaper : FBC)"라는 개발 방식을 성공적으로 적용하여 만든 소형위성이었다.

2003년 9월, 유럽우주기구(ESA)에서 개발한 첫 번째 달 탐사 위성 SMART-1은 전기추력기를 비롯한 신기술을 적용하여 총

무게의 25% 정도의 연료를 탑재한 대신 무려 16개월에 걸쳐 달 궤도에 안착하는 기록을 세웠다.

2004년 1월 14일 부시 미대통령은 우주탐사 비전(The Vision for Space Exploration)을 선언하였고, NASA는 이를 구체화하여 국제우주정거장이 완성되는 대로 우주왕복선을 퇴역시키고 2008년부터 달에 무인우주선을 보내고 2014년까지 유인우주탐사선을 개발하여 유인비행을 하고 2015년부터 2020년까지 인간을 달에 보내 장기체류하며 화성탐사를 위한 반영구적인 우주전진기지를 구축하는 것을 골자로 하는 우주탐사로드맵을 발표하였다.

2000년대 후반에 접어들면서 중국, 일본, 인도, 러시아는 각각 달 탐사계획을 발표하고 지하자원과 인간거주기지의 확보를 목적으로 달을 선점하기 위한 경쟁에 돌입하였다.(표 1 참조)

달 탐사 기술

달 탐사 기술은 사람의 탑승유

무에 따라 크게 유인 달 탐사 기술과 무인 달 탐사 기술로 분류할 수 있으며, 유·무인 달 탐사 모두 필요한 달 탐사선의 목적에 따라 위성본체 및 탑재체의 기능이 차이가 나므로 궤도선 기술, 착륙선 기술, 탐침(프로브)위성 기술, 탐사로봇(로버) 기술, 그리고 탐사선을 발사하기 위한 발사체 기술 등으로 분류할 수도 있다.

유인 달 탐사가 가능하기 위해서는, 우주복, 우주식품, 우주선 내의 산소공급, 온도 및 압력유지장치, 화장실 등 우주인의 생명유지 및 우주생활을 지원하기 위한 물품이나 장비가 개발되어야 한다. 우주복의 경우, 선내우주복과 선외우주복이 있는데 선내우주복은 우주선 발사와 귀환 시 그리고 우주선 내 비상사태를 대비하여 착용하는 것으로 우주복 내에는 압력 및 온도 조절장치, 습도 조절장치, 산소 공급과 이산화탄소 배출을 위한 케이블이 설치되어 있다. 우주환경에 직접 노출되지 않는 임무를 가진 경우에 적합하며 이소연 씨가 입은 소콜우주복을 예로 들 수 있다. 선외우주복은 인간을 달을 포함한 우주의 진공상태로부터 보호하고 달표면에서 250°C 이상의 온도차와 태양의 방사선과 달 표면에 떨어질지 모르는 운석으로부터 보호하며 탐험활동을 수행할 수 있도록 설계되어 있으며 달 표면과 우주공간에서의 임무수행이나 우주유영 시 착용하는 것으로 아폴로



그림 3 유인 달 탐사선 아폴로 11호(미국, 1969)

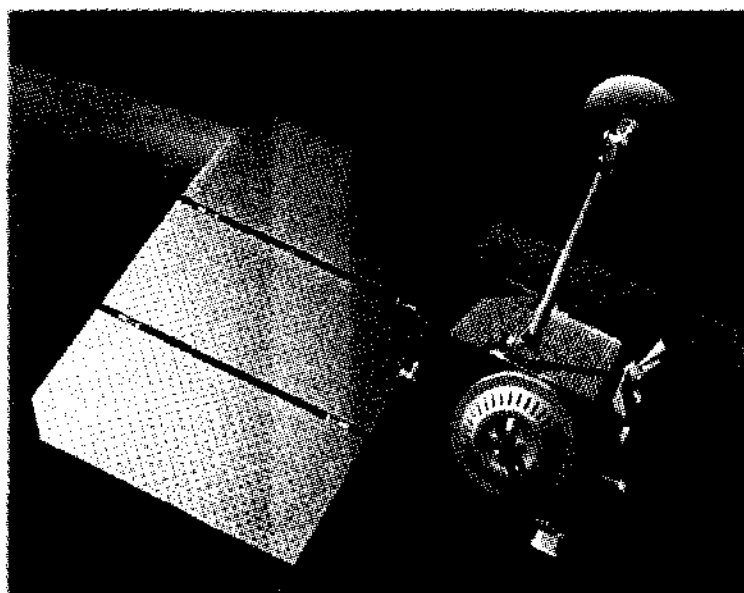

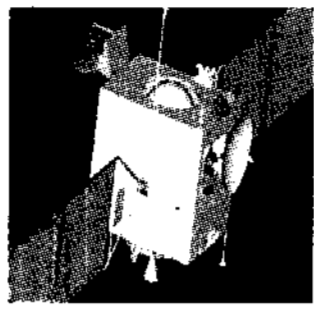

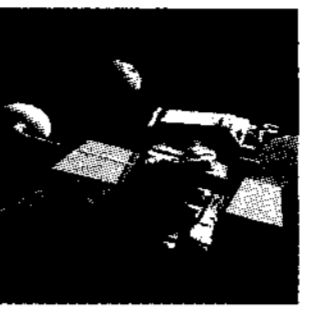
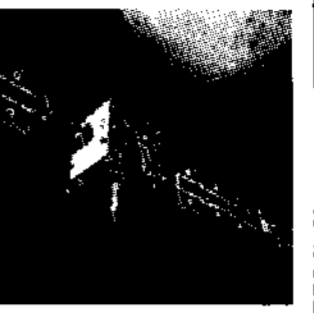



그림 4 무인 달 탐사선 LRO(미국, 2008)

표 1 2000년대의 세계 달 탐사위성 개발 현황

	가구야(SELENE)	창어 1호	루나프로스펙터	LRO	SMART-1	찬드라얀 1호
달 궤도선						
주관기관	JAXA	CAST	NASA	NASA	ESA	ISRO
발사일	2007. 9. 14	2007. 10. 24	1998. 1. 6	2008. 10(예정)	2003. 9. 27	2008. 4(예정)
발사체	H-IIA	창정 3A	Athena II	Atlas V 401	Ariane-5	PSLV-XL
임무	-달의 기원연구 -달탐사기술 개발	-3차원달표면영상 제공 -달표면의 화학 성분 채취	-달 얼음존재유무 확인	-달거주지 모색 -자원위치추적 -달 복사환경연구 -신기술 실연	-달 얼음존재유무 확인 -달 화학성분조사 -신기술 적용	-달 원격탐사 -3차원지도제작 -달 화학성분조사
소요예산	320억엔	175백만달러	63백만달러	460백만달러	120백만유로	-
달궤도 종류	극궤도	극궤도	극궤도	극궤도	-	극궤도
달궤도 고도	100km	200km	100km	50km	450~2900km	100km
임무수명	12개월	-	12개월	12개월	19개월	24개월
위성 총중량	3000kg	2350kg	296kg	1800kg	367kg	1304kg
위성제원	2.1m(D)x4.8m(H)	-	1.3m(D)x1.4m(H)	-	1.0m(D)x1.0m(H)	1.5m(D)x1.5m(H)
탑재체수	10	8	5	7	9	11

우주선의 우주비행사들이 착용하였던 우주복이나 우주왕복선의 우주비행사들이 우주 작업 시 착용한 우주복을 예로 들 수 있다. 아폴로 우주복의 경우 외장부는 유리섬유로 짜여 있고 총 21층으로 구성되어 있으며 호흡용 산소를 보내는 튜브에 의해 기압이 유지되었으며 속옷은 고열을 냉각하기 위한 수관이 분포되도록 설계되었으며 심전도 같은 인체의 상태도 전파로 지구로 보내올 수 있도록 설계되었다. 아폴로 11호 선장인 암스트롱이 달에서의 첫 우주식사로 구운 칠면조 고기를 먹었다 하여 화제가 된 우주

식품은 이미 미·소 양국을 비롯한 우주선진국에서 다양하게 개발된 바 있으며, 이소연 씨가 우주정거장에 탑승하게 된 것을 계기로 우리나라도 우주식품에 대한 개발이 어느 정도 이루어졌다고 볼 수 있다.

유·무인 달 탐사 모두 필요한 달 탐사선의 경우, 자율항법 및 유도장치, 위성구조설계, 열제어, 통신 및 데이터 처리장치, 전력장치, 탑재소프트웨어, 추진장치 등 일반 인공위성을 설계하는 데 사용되는 기술이 많은 부분 그대로 사용되며 달 탐사의 목적에 따라 스테레오카메라, X-선 분광기,

지진계, 레이저 고도계, 플라즈마/이온 실험장비 등의 탑재체를 별도로 개발하여야 한다. 달 착륙선의 경우, 달 환경분석을 통한 착륙지점선정과 임무설계가 우선되어야 하며 영상기반의 항법장치설계와 자율적 착륙지점선정 및 충돌회피기술이 적용되어야 하며 연착륙을 위한 역추진장치와 랜딩기어 등의 착륙장치도 설계되어야 한다. 또한 제반 전기·전자장비는 달표면에서의 극심한 온도차를 견딜 수 있도록 극한상황을 고려한 설계가 이루어져야 함은 물론이다.

