

## 우주개발의 역사

이 상 호\*

### 〈 목 차 〉

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| I. 우주개발의 선각자     | IV. 20세기 절정에 달한 아폴로 계획 |
| II. 미·소의 로켓의 근원  | V. 끝없는 우주공간으로의 여행      |
| III. 우주로켓 개발의 발전 |                        |

### I. 우주개발의 선각자

1992년 10월까지 쏘아 올린 인공위성은 약 4200개이지만, 지구궤도상을 돌고 있는 것은 2000개 남짓으로, 나머지는 이미 대기권에 재돌입해서 불타버렸다. 인공위성은 지구의 측위, 탐색, 통신 등에 각자 역할을 맡고 있지만, 부품이나 전원의 고장·손실·마모 등으로 보통 10년 정도면 기능이 정지되기 때문에 현존하는 것도 과반수는 활동을 멈춘 상태이다. 이제까지 위성을 쏘아 올린 나라는 구소련, 미국, 일본, 영국, 프랑스, 이탈리아 등 십수개 국가에 이르지만, 숫자 상으로는 구소련과 미국이 역시 대부분을 차지하고 있다. 더욱이 미국의 우주비행물체 감시·추적 센터(space surveillance center)가 포착한 지구궤도 비행물체수는 21000개 이상이 되지만, 이것은 일회용 로켓의 잔해, 위성 파편 등을 포함하며, 이것들은 이른바 우주쓰레기로서 장래의 문제로 남아 있다.

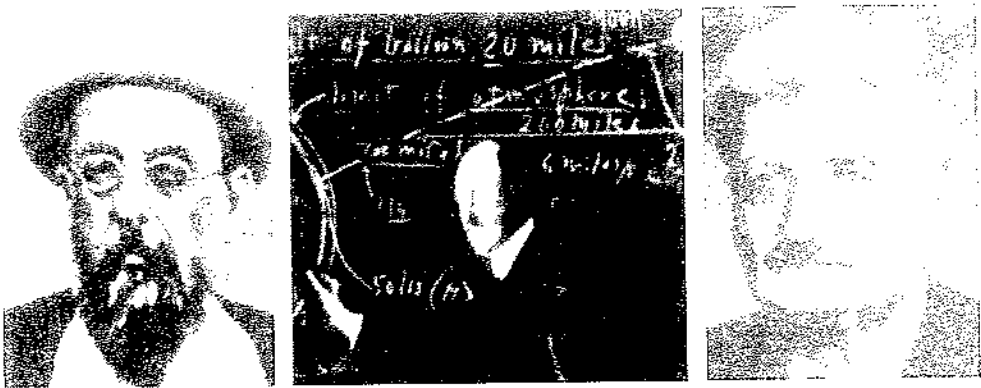
1957년 10월 4일, 소련은 몰래 개발하고 있던 대륙간 탄도탄(ICBM)SS-6을

\* 세종대학교 항공우주연구소 소장

이용해서 인류 최초의 인공위성 Sputnik의 발사에 성공했기 때문에, 이해는 우주 원년으로 기록되었다. 위성으로부터 전파의 발신음이 리디오로 흘러나오고, 또 초저녁에 태양빛에 반사된 항행흔적의 사진을 보고 사람들은 우주시대의 도래를 현실로 느끼게 되었다. 그러나 이것에 의해 미·소의 냉전은 깊어졌다. 당시 원자폭탄과 수소폭탄에 의한 미국의 우위도 소련의 맹추격에 의해 이미 뺏긴 상태였기 때문에, 방위상 Sputnik이 미국에 준 충격은 실로 컸다. 원자폭탄과 수소폭탄의 운반수단인 ICBM의 개발에 있어서, 소련이 미국을 능가할 것임을 암시하고 있었기 때문이다. 미국은 허둥지둥 이에 대항하기 위해 우주개발에 거대한 예산과 인원을 투입하기 시작해서 이윽고 국가의 위신을 걸고 아폴로 계획을 실행하여, 앞서 가던 소련을 거꾸로 큰 격차로 따돌렸는데, 이에 관해서는 뒤에서 언급하고자 한다. 여기서는 일단, 로켓의 역사에 눈을 돌리고 싶다.

로켓의 기원은 동양이고, 옛날 13세기에 화전(불을 붙여 쏘는 활)으로서 중국에서 무기로 사용되었고, 그 발명이 서방에 전해져 유럽에서도 이용하게 되었다. 추진제로 사용된 것은, 산화제를 내장한 고체연료 즉 화약으로, 숯과 유황에다가 산소가 들어 있는 초석을 혼합한 흑색화약이 가장 많이 보급되어 있었다. 그러나 훨씬 명중정도가 높은 대포가 진보됨에 따라, 로켓은 완전히 모습을 감추게 되었고, 20세기 임박해서 3인의 학자가 연구에 착수하기까지는 잊혀진 존재가 되어 있었다. 이 세사람이란 러시아의 쓰이오르 코프스키, 미국의 고다트, 그리고 헝가리 태생의 오스트리아인 오베르트이다(그림-1).

〈그림-1〉 우주여행에 있어서의 3인의 선각자



왼쪽부터 쓰이오르 코프스키(Konstantin E. Tsiolkovskii), 고다트(Robert H. Goddard), 오베르트(Hermann Oberth)

세 사람의 공통점은 당시 연구개발의 주류였던 비행기가 아니라 내버려져 있던 로켓, 그중에서도 추진력 조절이 가능하고 효율이 좋은 액체연료 로켓에 전념했다는 점으로서, 모두 우주여행을 꿈꾸고 있었다. 세사람은 모두 별난 사람 취급을 당하고, 그들의 성과는 거의 무시되었는데 이는 선각자의 숙명일 것이다. 동서고금을 불문하고, 많은 선각자들이 동시대의 사람들로부터 정당한 평가를 받은 전례는 거의 없다고 해도 과언이 아니다.

쾨이오르 코프스키는 우주로켓이 지구를 순회하는 위성궤도에 오르는에는 수평 방향으로 8.0km/s의 속도가 필요하다는 것, 그리고 지구의 중력권 밖으로 나오는데는 11.2km/s의 속도가 필요하다는 것을 뉴턴역학을 사용해서 일찌기 발견했었다. 또 이러한 속도를 얻는데는 사용이 끝난 추진제용기를 떼어내서 몸을 가볍게 하는 다단식 로켓이 아니면 안된다고 이미 역설했었다. 추진제로는 단위중량당 에너지양으로 봐서, 액체산소에 액체수소 또는 케로신을 더해야 한다고 주장했는데, 오늘날의 우주로켓에 이용되고 있는 것이 바로 이것이다. 오늘날의 우주정거장이나 원자력에너지의 이용, 우주공간에서의 이온·로켓이나 태양광선의 반사에 의한 추진까지도 논한 그 선견성에는 참으로 놀라지 않을 수 없다.

고다트는 실제로 액체연료 로켓의 발사실험을 1926년부터 10년간에 걸쳐서 계속했고, 이것들은 자이로스코프에 의해 자세제어도 장비하고 있었다. 최종적으로는 전체길이 6m의 로켓이 고도 1400m에 도달했다. 후에 미정부는 아폴로의 달 계획을 위해 고다트의 자세제어, 연소실, 노즐, 연료펌프 등 214건에나 달하는 특허를 구입했으며, 비망인들에게 100만 미달러를 지불했다.

세번째 인물인 오베르트, 고다트의 1919년 논문을 읽어 봤다고 한다. 그는 1922년에 「혹성공간으로의 로켓」이라는 제목의 파격적인 박사논문을 썼다. 이후에는 이론으로 무장한 우주여행 개몽가로서의 입장을 취했다. 이러한 활동은 상당한 반응을 불러 일으켰고, 이윽고 독일의 우주 베니아에 의해 1927년에 세계 최초의 우주여행협회가 설립되면서 바로 회장으로 초빙, 취임했다. 오베르트는 「달의 여자」라는 독일의 SF영화의 감수를 의뢰받고, 2단식 액체연료 로켓, 물이 방울이 되어 떠오르는 무중량 상태나 우주복을 입은 선외활동 등, 40년 후에 실현된 일을 공상으로 멋지게 그려 보였다. 이 우주여행협회에, 이제 막 대학에 입학, 로켓 개발에 열심이었던 폰·브라운(Werner Von Braun)이 가입했다.

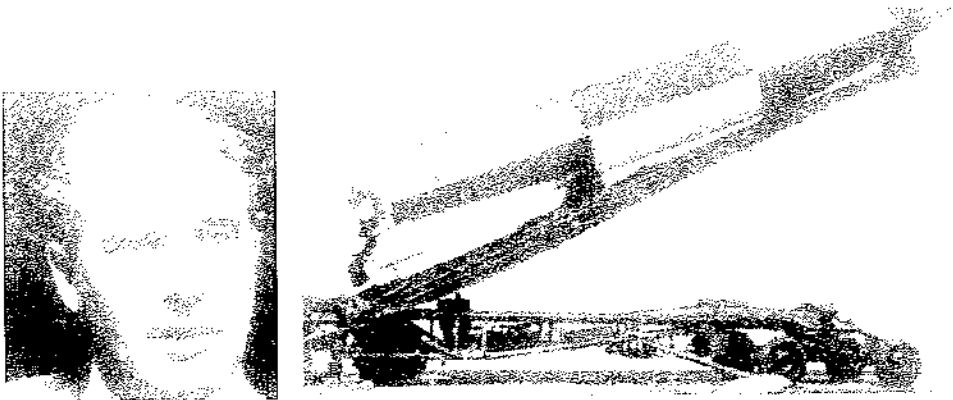
이상 3인의 선각자 중, 오직 오베르트만이, 이 보기 드문 천재 제자 브라운이 설계한 Saturn-V 로켓으로 발사된 아폴로 우주선에 의해서 인류가 달표면에서

게 되는 실황을 목격할 수 있었다.

## II. 미·소의 로켓의 근원

프러시아의 귀족 출신인 베르네·폰·브라운이 로켓과 우주여행에 흥미를 갖게 된 것은, 천문을 좋아했던 모친의 영향이었다고 한다. 이른바 십대때부터 우주여행 협회에 드나들며 로켓의 개발에 열중하게 되었는데, 때마침 베르사이유 조약의 제한조항으로 장거리포의 소유가 금지되어 있던 독일 육군은, 로켓을 그 대용으로 이용할 것을 생각, 아마추어 연구자 중에서 우수한 자들을 스카우트했다. 당시 대학생이었던 브라운은 이렇게 하여 병기국의 기술자로서 로켓제작에 참여하게 된다. 그의 최종 목표는 우주여행이었으며, 이를 위해 그는 수단을 가리지 않았다. 이러한 자세는 미국으로 옮긴 후에도 변하지 않았다<그림-2>.

<그림-2> 폰 브라운과 V-2로켓



당초 베를린 교외의 연습장에서 행해지고 있던 로켓발사는 그 능력이 향상됨에 따라 장소가 협소하게 되었고 그 결과, 1937년에 발트해 연안의 우제이둔 섬에 있는 사구와 갈대가 무성한 페이넨뷔데 해안으로 이전했다. 브라운은 스무살의 젊은 나이로 기술번의 총책임자로 임명되고, 그의 아래에는 이전의 우주여행협회의 동료들이 많이 모여들어 참여하게 되었다.

브라운과 그의 동료들이 개발한 로켓에는 A(Aggregat:집합체)로 시작되는 기

호가 붙혀졌지만, 1933년에 발사중량 150kg의 A-1을 시초로 그후 차례차례로 대형화되고, 1942년에는 전체길이 14m에 중량이 10배인 1.5톤의 A-4를 발사시키고, 고도 85km, 거리 191km의 도달에 성공했다.

이것은 물론 그 당시 최대의 로켓으로, 자이로를 사용한 자세제어뿐만 아니라, 세계 최초로 관성항법 장치(INS)를 장비하고 있었다. 그러나 이것들의 전자 장치는 트랜지스트나 집적회로가 없는 시대의 장치로서, 컴퓨터에 사용된 진공관은 로켓의 진동으로 깨지거나 결선부분이 벗겨지는 등의 고장이 속출했다.

독일은 A-4에 보복무기 2호라는 뜻으로 V-2라는 명칭을 붙였다. 총중량 12.9톤 중 연료 3.8톤(75%는 에틸알콜), 액체산소 4.9톤으로, 사정거리는 300km에 이르렀다. 1944년 8월에 V-2는 네덜란드의 하그 근교에서 영국을 향해 발사되었다. 이것 이전의 펄스 제트 V-1은 저속이었기 때문에 방공전투기, 특히 영국의 첫 제트전투기인 Meteor가 자주 이를 포착해서 격추시키고 있었다.

그러나 고도가 60km에 달하고, 음속의 2배나 되는 맹속도로 낙하해 오는 V-2에 대해서는, 네덜란드 발사기지의 파괴 이외에는 손을 쓸 방도가 없고, 영국국민은 공포의 도가니에 빠졌다. 다음해인 1945년 4월에 중단되기까지 독일군은 런던을 중심으로 하는 영국본토를 향해 4000발 이상을 쏘아 올렸고, 그 중 1115발이 런던에 적중해서 사망자 2724명, 부상자 6476명을 냈다고 하는 기록이 있다.

페이네뮐데에 동쪽으로부터 소련군이 진군해 들어오자, 브라운 일행은 남쪽으로 도피, 스위스에 가까운 지역에서 미군을 기다리다가, 독일이 무조건 항복한 이틀 전에 투항했다. 로켓 무기의 정보를 갈망하고 있던 미국은 그들을 전범이나 포로로서 취급하기는 커녕, 오히려 우대해서 브라운 이하 100명 이상의 고급기술자를 미국으로 이주시켰다.

포획된 약 100기분의 V-2가 미국으로 운반되고, 1951년 5월 종료되기까지 합계 67기가 뉴멕시코주 화이트샌드의 시험발사장장에서 발사되었다. 한편 소련군은 1945년에 페이네뮐데 연구소와 할츠 숲에 있는 노르트하우젠 지하공장을 점령하고, 거기에 있던 방대한 자료와 완성품 및 부품을 남김없이 가지고 감과 동시에 수천명에 달하는 기술자를 소련으로 연행했다.

자료중에는, 대서양을 건너 미국을 공격하기 위한 총중량 100톤의 2단 로켓 A-10의 계획서도 포함되어 있었다. 실제로 소련은 V-5 라고 하는 A-10의 개량형이라 할 수 있는 로켓을 시험제작했다.

미·소의 ICBM 및 우주로켓이 모두 발트해의 황량한 모래사장 페이네뮐데에 그 뿌리를 두고 있음은 틀림없는 사실이다.

### Ⅲ. 우주로켓 개발의 발전

1960년대부터 70년대까지 V-2호로부터 이어받은 기술로, 미·소는 무리를 거듭하면서 맹렬한 개발경쟁을 했고, 그러한 치열한 경쟁의 결과, 오늘날 우주기술의 대부분이 탄생되었고, 달나라여행 등이 실현되었다. 우주로켓을 목적별로 분류하면, (1)지구 인공위성 (2)달 탐험 (3)태양혹성 탐험 (4) 태양계권의 탐험의 4종류로 크게 나뉘고, 이것들은 모두 무인과 유인으로 나뉘어진다. 유인우주로켓은 생명유지와 안전확보 때문에 무인우주로켓에 비해서 현격히 어렵고, 20세기 중에는 어쩌면 달 탐험은 중단하고 태양혹성 탐험 및 태양계권의 탐험은 21세기 이후의 일이 될 것이다. 달 탐험은 지구 인공위성과 마찬가지로 지구위성이 아닐까라는 의문도 있겠으나, 인공위성의 고도는 높은 것이라 해도 지구반경의 6배인 36,000km 정도인 것에 반해, 달은 그 10배인 384,000km나 떨어져 있다는 점, 또 지구 중력권을 탈출하는데 11.2km/S를 필요로 하기 때문에 별도로 취급했다. 지구 인공위성에 있어서는 소련이 크게 앞서고 있었다. 1957년 10월 Sputnik에 의한 무인위성의 성공을 시작으로, 1961년 4월 12일에는 유인위성 Vostok-1에 승선했던 가가린이 지구를 일주하고, 「지구는 파랬다」는 유명한 말을 남겼다. 또 1963년 6월에는 테레시코바가 Vostok-6에 승선함으로써, 세계 최초의 여자 우주비행사라는 영예를 얻었다. 또한 64년 10월에는 3인승 보스호트(Voskhod)-1이 3인의 우주비행사를 태우으로써 최초의 복좌식 우주선이 되었고, 다음해 65년 3월에는 최초의 우주유영이 행해졌다. 미국은 늦은 출발 때문에 먼훗날까지 그 여과를 받았고, 이러한 소련의 눈부신 첫무대는 모든 나라의 부러움을 사는 결과가 되었다. 가장 비참했던 것은, Sputuik 후에 갑작스럽게 준비된 Vanguard-1이라는, 미해군이 개발하고 있던 로켓이 많은 사람이 지켜보는 가운데 발사대 위에서의 폭발한 사건이었다. 그래서 폰·브라운이 미국에서 개발한 액체연료 로켓 Redstone의 상부에 고체연료 로켓 Juno를 장착한 것을 임시로 이용하여, Sputnik보다 4개월 늦게 Explorer-1라는 중량이 겨우 14kg인 위성을 쏘아 올렸다. 그러나 규모가 작은 이 위성은 전리층 밴·아렌 대의 발견이라는 큰 일을 해냈다. 이후 발사된 무인인공위성에 관해서는 이미 수를 파악하기조차 어렵게 되었다. 그러나 유인위성은 <표-1>처럼 그와는 대조적으로 그 숫자가 적어 수십개에 그치고 있다.

다음은 달탐험 로켓인데, 미국이 유인우주선 아폴로로 소련을 앞지르기까지는 <표-2>에서처럼 소련이 「초창기」를 독차지하고 있었다. 위성이나 우주선에 관해 소련에게 빛나는 성과를 가져다 준 추진로켓, 즉 발사대(launcher)는 오랫동안 두

〈표-1〉 유인인공위성 일람

위 성 명	발 사	형상	승원수	중량 ton	넓이 m <sup>2</sup>	비 고
소 Vostok	1961-4-12	구형	1	4.725		
미 Mercury	1961-5-	원주형	1	1.355	약 1.4	연착륙가능
소 Voskhod	1964-10-9	구형	2~3	5.320		연착륙가능
미 Gemini	1965-3-23	원주형	2	3.226	약 2.0	도킹가능
소 Soyuz	1967-4-23	범종형	1~3	약 6	약 9.0	궤도변경가능
미 Apollo 사령선	1968-10-5	원주형	3	약 5.9	5.95	자력항행가능
소 Salyut	1971-4-19	원통형	3	약 18.9	약 100	
미 Skylab	1973-5-25	원통형	3		345.17	
미 Spaceshuttle	1981-4-12	비행기형	7	약 79		지상착륙가능

〈표-2〉 달탐험 로켓의 공적

	첫 번 째	두 번 째
◇달 근처를 통과 (최초의 인공혹성)	소 Luna-1 1959-1-2	미 Pioneer-4 1959-3-3
◇달에 명중	소 Luna-2 1959-9-12	미 Ranger-7 1964-7-31
◇달 안쪽의 사진촬영	소 Luna-3 1959-10-4	
◇달에 연착륙하여 파노라마 · 사진촬영	소 Luna-9 1966-2-3	미 Surveyer-1 1966-6-2
◇달의 위성궤도에 정착	소 Luna-10 1966-3-31	미 Lunar Orbiter 1966-8-14
◇유인우주선 달 착륙 및 지구로의 귀환	미 Apollo-11 1969-7-20	
◇무인우주선에 의한 달의 암석채취	소 Luna-16 1970-9-24	

꺼운 비밀의 베일에 싸여 있다가, Sputnik 이후 11년이 지난 1968년에 처음으로 공개되었다. 그러나 이것들은 서방 전문가의 예상과는 어긋난 것이었다. 그것은 소위 클러스터(cluster)라 칭하는 것으로, 혼한 로켓을 다발로 해서 대추진력을 얻고 있었다. 미국에서는 추진력 증대를 위한 로켓의 대형화에 부심하고 있었는데, 소련은 로켓다발로 조기에 문제해결을 꾀했던 것이다. Voskhot 발사에 사용된 3단의, 전체길이 38m인 SS-6 초단 로켓은 5대의 로켓을 한 다발로 묶은 것 5개, 즉 총계 25대나 되는 로켓엔진을 꼬리부분에 뺄뺄히 달았고, 그 때문에 전체는 아랫부분이 넓어지는 형태를 취하고 있었다. 추진력은 전부해서 500tonf이나 되었다.

달탐험에서 소련이 당초 기선을 잡은 것도 이 SS-6 로켓의 위력이 주효했다고 봐도 될 것이다. 실제로 미국이 1958년 10월에 달을 향해 발사했던 Pioneer-1은 추진력 부족으로 지구 중력권 밖으로의 탈출에 실패했다.

#### IV. 20세기 절정에 달한 아폴로 계획

앞서 가던 소련을 미국이 따돌릴 수 있었던 것은, 역시 아폴로 계획에 의해서였다. 1960년 7월에 미국의 NASA(항공우주국)가 발표하고, 다음해 61년 5월에 케네디 대통령이 재가하여 「1960년대가 끝나기 전에 미국은, 인간을 달에 착륙시키고 무사히 지구로 귀환시키겠다」라고 공약했던 아폴로 계획은, 20~30만명의 두뇌집단을 동원하여 총액 230억 미달러 이상의 막대한 국비를 투입한 거대한 프로젝트가 되었다.

이에 대해 소련의 후루시초프 수상은 1963년에 「우주비행사를 달에 보낼 계획은 없다」라고 시들러 선언했다. 나중에 누설된 이야기이지만, 소련도 아폴로에 대항해서 달착륙선을 건조하고, Saturn-V에 필적하는 전체길이 110m에 이르는, N-1이라 칭하는 4단식 로켓을 제작했으나 발사시험에 실패. 유인달탐사를 포기했다고 한다. 이는 국가의 경제력 한계를 깨달은 때문으로, 이후 소련이 무인우주선에 의한 달탐험으로 대항한 것은 위의 표에 나타난 바와 같다.

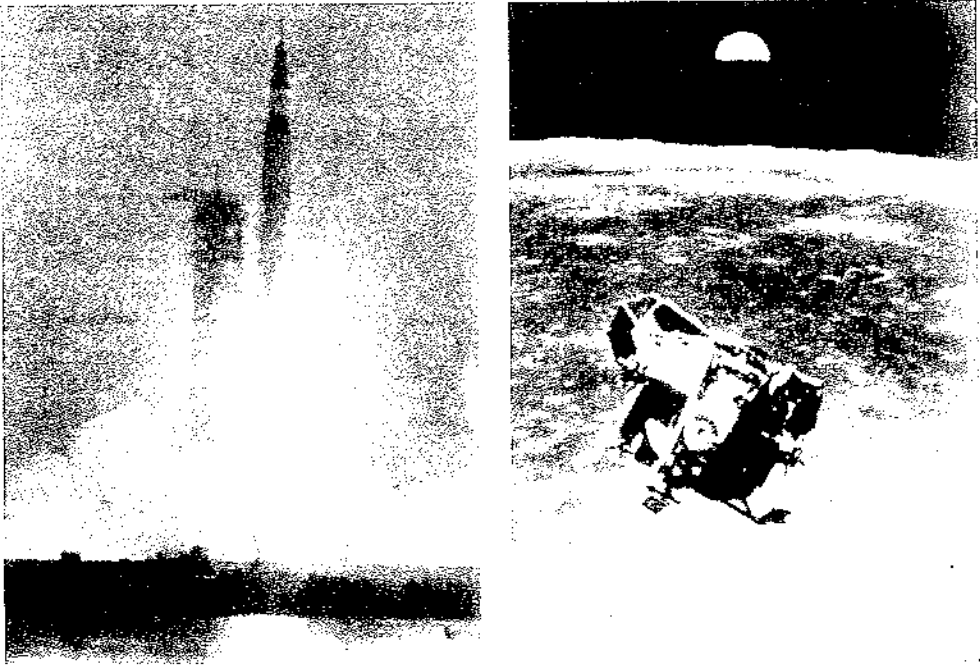
아폴로 계획에는 기존의 군용로켓으로는 능력면에서 모두 불합격이었기 때문에 폰·브라운의 지휘하에 레드스톤 무기공장이 거대한 Saturn-V 로켓을 설계했다. 높이 111m, 무게 2800톤으로, 현재의 구축함 못지 않은 중량을 가졌지만, 이것도 달에 인간을 보내기에는 필요한 최저한의 크기였다. 대형로켓 5대를 다발로 묶은 Saturn-V의 개발비만으로 79억 4000만 미달러, 아폴로 우주선에는 약 70억 미



달리를 필요로 했다.

1968년 10월에 아폴로-7호가 케이프·케네다에서 지구위성궤도로 발사되고, 사령선의 시험이 행해졌다. 같은해 12월에는 아폴로-8호가 사상 최초의 유인 달 순회비행을 하고, 달을 10회 순회한 후 지구로 돌아왔다. 그리고 1969년 5월에 아폴로-10호가 2번째의 달 순회비행을 행하였다. 같은해 7월 20일에 드디어 아폴로-11호에서 착륙선이 달 순회궤도로부터 달표면에 내렸다(그림-3).

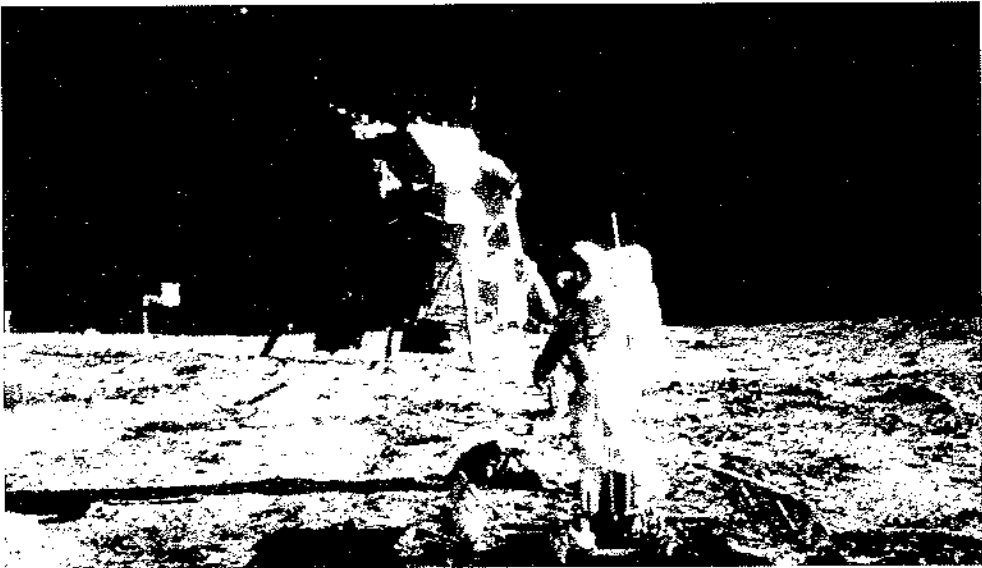
〈그림-3〉 아폴로 11호 발사장면과 달착륙선에서 바라본 지구



그 장면은 전세계에 TV로 실황방송되고, 닐 암스트롱(Neil A. Armstrong) 선장과 올드린(Edwin E. Aldrin, Jr.) 우주비행사가 가만가만 승강구 계단에서 내려서 달표면에 선 순간을 수억인의 사람들이 긴장속에서 지켜 보았다. 이때 「이것은 작은 한걸음이지만, 인류에게 있어서는 거대한 비약의 한걸음」이라는 세기의 명대사를 남겼던 것은 잘 알려진 바이다(그림-4).

그동안 또 한사람의 우주비행사 콜린즈(Michael Collins)는 달 순회비행을 계속하는 아폴로-11호의 사령선에 머물며, 두사람과의 연락을 유지했다. 암스트롱과 올드린 두사람은 지진계나 레이저 반사장치를 달표면에 설치한 후, 21.7kg의 달

〈그림-4〉 달표면에서 작업중인 아폴로 11호



암석을 가지고 돌아왔다. 지구에 귀환하자 즉시 우주비행사들을 만일을 위해 격리실에 가두고 균 검사를 받게 했다. 결과는, 비행사는 물론 달에서 가지고 돌아온 암석에도 생물의 흔적은 전혀 없었다.

이후 아폴로 계획에서의 달탐험은 1972년 12월의 아폴로-17호까지 계속되고, 각종 관측기재의 설치, 무인선 Surveyer-3의 부품회수, 색상에 따른 달표면 촬영과 TV를 통한 방영, 달표면을 차로 주행, 2500m의 산악등반, 지질학자에 의한 조사 등이 행해졌다.

이 사이, 아폴로-13호는 달착륙에 이르기 전 우주선 내의 기기고장 때문에 되돌아 오고, 줄어든 전력과 산소를 잘 변통해서 기적의 무사생환을 달성했다. 아폴로-11호 당시의 흑백의 일그러진 TV 영상은 거실에서 볼 수 있었다. 그러나 「황량한 죽음의 세계」의 단조로움을 뭐라고 설명할 수 없었고, 사람들의 관심은 급속히 시들어 갔다. 단 하나, 달에서 바라본 푸른 지구의 아름다움은 숨을 죽일 만큼 감동적이었고, 전세계 사람들에게 잊을수 없는 인상을 남겼다.

아폴로 계획에서는 우주선의 발사체인 Saturn-V 로켓이 함께 20기나 제조되었지만, 아폴로-17호로 종료되었기 때문에, 남은 3기의 발사체를 이용해서 유인(지구)인공위성인 우주정거장을 쏘아 올리게 되었다.

이것이 우주실험실이라 불리우는 Skylab으로 1973년 5월에 발사되어, 이 후

74년 2월까지 3번에 걸쳐 총 9명의 우주비행사가 지상으로부터 이 정거장까지 왕복하고 교대로 체재했다.

## V. 끝없는 우주공간으로의 여행

태양계는 태양을 중심으로 한 타원궤도로 순회하는 별무리로, 그 중심에 가까운 순으로 수성, 금성, 지구, 화성, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성, 명왕성이 있고, 그 밖에 소행성 및 혜성이 있다.

〈표-3〉 태양혹성탐험의 공적

1959년 1월	소 Luna-1	달 근방을 통과한 최초의 인공혹성
1961년 2월	소 Venera-1	금성 근방을 통과
1962년 11월	소 Mars-1	화성 근방을 통과
1962년 12월	미 Mariner-2	최초의 금성 탐측, 금성 근방을 통과해서 온도 등을 측정하고, 표면온도가 300°C의 고온임을 발견
1965년 7월	미 Mariner-3	최초의 화성 탐측, 사진을 송신하고 운하 등이 없음을 확인
1966년 11월	소 Venera-3	최초의 금성 도달 인공물체, 금성에 명중했지만, TV송신은 전파가 두절되어 실패
1971년 11월	미 Mariner-9	최초의 화성 인공위성, 위성 피보스, 다이모스와 화성표면 사진을 송신
1971년 12월	소 Mars-2	최초의 화성 도달 인공물체, 화성에 명중하고 깃발을 꽂음
1973년 12월	미 Pioneer-10	최초의 목성 탐측, 근접사진을 송신
1974년 3월	미 Mariner-10	최초의 수성 근접사진을 송신, 달과 비슷한 암석투성이의 분화구가 많은 지형을 발견
1975년 10월	소 Verena-9	금성에 연착륙하고 파노라마 사진을 송신
1976년 7월	미 Viking-1	화성에 연착륙해서 파노라마 사진을 송신한 외에 토질성분 자료를 송신
1979년 3월	미 Voyager-1	(발사는 1977년 9월) 목성의 위성 이오의 근접사진을 송신
1979년 9월	미 Pioneer-11	(발사는 1973년 4월) 최초의 토성 탐측, 근접사진을 송신
1986년 1월	미 Voyager-2	(발사는 1977년 8월) 최초의 천왕성 탐측, 근접사진을 송신
1989년 8월	미 Voyager-	최초의 해왕성 탐측, 근접사진을 송신

수성, 금성, 화성의 지구로부터의 거리는 순회궤도의 어느 위치에 있는가에 따라 다양하지만, 목성 다음부터의 순서는 상기의 순으로 지구로부터 멀어진다. 제일 지구에 가깝게 다가왔을 때의 금성이라도 3800 km로써, 달까지 거리의 100배이다. 도달하기까지의 소요시간은 금성까지 적어도 3개월, 화성과 수성까지는 5~6개월, 목성까지는 2년 가깝게, 토성까지는 3년 이상이라는 세월을 필요로 한다. 혹성탐험에서는 마리너, 바이킹, 보이저가 잇따라 수성, 금성, 화성, 목성, 토성, 천왕성, 및 해왕성에 도달하여, 명왕성만을 제외한 모든 태양계의 주요한 혹성의 근접촬영을 1980년대까지 끝냈다.

사진촬영 외에 1975년 바이킹 1호와 2호는 화성 표면에 착륙해서 대기와 토양의 표본을 채집하고, 그 성분의 정보를 송신해 왔다. 이 사이의 정보전달·처리의 기술진보는 눈부셨고, 1965년 당시의 마리너 4호에 의한 화성 근접촬영의 영상 1장을 보내는데 8시간을 필요로 했던 것에 반해, 1979년의 보이저 1호로는 목성의 선명한 영상을 송신하는데 겨우 1~2분이 소요되었다.

인류가 우주를 날기 시작한 후에 알게 된 것은, 지구가 다른 생물에 관한한 지극히 특이한 존재라는 사실이었다. 지구의 위성인 달은 예상대로 죽음의 세계였다. 태양에 가까운 수성이나 금성은 작열하는 불의 지옥이기 때문에 생물이 존재하지 않는다는 것은 예측할 수 있었지만, 지구와 비교적 환경조건이 비슷한 화성에 관해서는 옛날부터 우리들의 친구가 있을 것이라고 기대되었다. 그러나 화성에 관해서도 이제까지의 토석분석으로는 유기반응이 전혀 없음을 알 수 있고, 이러한 사실은 우리를 실망시켰다. 태양계 내에는 지구와 같은 종류의 생물이 없다는 것을 안 인류는 고독감을 맛보게 되었다. 생명체를 찾겠다고 하면 아주 먼 거리 떨어진 다른 은하계에서만 가능할 것 같다.

이로써 생명체가 있는 곳인 하나뿐인 지구라는 의식이 높아지고 「지구촌의 화합」이라는 표어가 이제는 전세계에서 의견의 일치를 얻고 있다. 1995년 9월에 미국의 NASA는 발사 이래 22년간에 걸쳐서 태양계를 계속 날고 있던 파이오니아 11호가 명왕성의 궤도를 넘어 신호가 도달하기 어렵게 되었기 때문에 교신을 종료했다고 발표했다. 목성, 토성 탐사의 임무를 마치고, 앞으로는 은하의 중심을 향해 혼자서 여행을 계속하게 되었다. 파이오니아 11호는 지구로부터 64억km 떨어진 우주공간을 비행중이었다. 파이오니아-11호는 1973년 4월에 발사되어, 다음해 12월 처음으로 목성의 근접사진을 보내온 것 외에, 질량이나 대기조성 등의 정보도 알려 왔다. 지구의 4만배라고 하는 목성의 방사선대 때문에 장애를 받기도 했지

만, 이때의 자료는 그후의 탐사계획에 활용되고 있다. 1979년 9월에는 인공물체로서는 처음으로 토성에 최접근하고, 토성의 고리나 위성의 선명한 사진을 보내는 등, 문자 그대로 우주의 개척자(파이오니아)였다.

### (참 고 문 헌)

From Dream to Reality, *National Air and Space Museum*, Smithsonian Institution.

アポロ以降の月世界, 自然科学 シリーズ8, 産報ゾーナル

佐貫亦男, 空のライバル物語, 酣燈社, 1995

佐貫亦男, 人間航空史, 中央公論社, 1996

吉川康夫, 航空の世紀, 技報堂出版, 1996