

불확실한 희망을 찾는 ‘우주생물학’ ②

글 | 이유경 _ 한국해양연구원 부설 극지연구소 선임연구원 yklee@kopri.re.kr

지난 글(9월호)에서는 우주 생명체의 신호를 찾는 연구와 우주 생명체의 흔적을 찾는 연구를 중심으로 ‘우주생물학’을 소개해 보았다. 이번호에서는 우주여행을 할 때 발생하는 여러 가지 생물학적인 문제를 우주생물학에서 어떻게 다루고 있는지 살펴보고자 한다.

우주에서 어떻게 살아갈까?

우주에서 산다는 것은 평소 지구에서는 겪어보지 못하는 전혀 다른 환경에 던져지는 것을 뜻한다. 공기도 없고 중력도 없는 낮은 곳에서의 생활은 충분한 준비와 훈련이 반드시 필요하다. 우주에서는 조그만 실수가 생명을 위협하는 엄청난 결과를 불러올 수 있기 때문이다. 별 생각 없이 누른 버튼 하나가 자신과 다른 우주인들의 생명을 앗아갈 수도 있기 때문에 무의식까지 파고드는 훈련은 절대적이다. 그런데 우주에 나가지 않고 우주에서의 생활을 어떻게 준비할 수 있을까?

우주생물학에는 우주 모의실험이 포함된다. 인간이 달과 화성에 도달할 수 있는 가능성이 높아지면서 달기지 또는 화성기지에서 생활이 가능한지 모의실험을 하는 것이다. 2007년 북극에서 약 1천 500km 떨어진 캐나다 최북단의 데번 섬 빙하 위에서 화성탐사기지(FMARS)를 설치하여 5월부터 8월까지 화성기지에서 생활을 모의실험했다. 100일 간의 화성기지 모의실험은 성공적이었다.

‘고된 노력과 무보수, 그리고 영원한 영광’이라는 슬로건 아래 실시된 이번 모의실험에서는 지질학자와 엔지니어, 컴퓨터 공학자



100일 간 우주인의 생활을 모의 실험한 FMARS(출처 : FMARS)

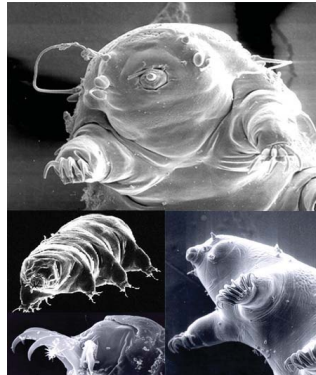
와 생물학자 및 심리학자로 구성된 9명의 지원자들이 화성에 대한 과학적 연구에 적용할 수 있는 현장 탐사 기법을 실습했다. 이들은 미 항공우주국(NASA)에서 화성 주택으로 개발한 직경 8m의 2층 짜리 원통형 숙소 겸 작업공간에서 생활했으며, 밖으로 나갈 때는 모조 우주복을 입고 기지 주변의 빙하지역을 탐험했다.

이들은 화성에서 생명의 흔적을 찾는 지질 탐사를 했고, 다양한 환경지수를 측정했으며, 로봇과 리모트 센싱과 같은 장비를 테스트 해 보기도 했다. 또한 영하 20도에서 0도까지 지표면의 온도가 변하는 과정에서 일어나는 물리 및 생물학적인 현상을 조사하였다. 그리고 영구동토로부터 발생하는 메탄가스와 이산화탄소를 측정 하였다.

우주비행사들이 사용하는 액체 가운데 90%를 재활용한다고 해도 물은 우주선 자체보다 더 큰 부피를 차지할 수 있기 때문에 물 사용량은 매우 중요하다. 이번 탐사에서는 1인당 물 사용량도 조사 했는데, 격리된 기지에서 일인당 평균 16kg의 물을 사용하는 것으



유인 화성 탐사를 편도여행에 비유한 발표 자료



물곰



우주정거장(출처 : NASA)

로 밝혀졌다. 무엇보다 이번 모의실험을 통해 얻는 최대의 성과 가운데 하나는 집단생활 경험이었다.

아직 인류는 화성으로 갈 준비가 되어 있지 않다. 그만큼 진보된 과학 기술도, 자금도, 화성으로 갈 만한 정치적 환경도 부재한 상태이다. 그런데도 유인화성탐사를 위한 준비를 계속할 필요가 있을까?

화성 탐사는 편도여행?

2008년 4월 미국 샌타클레라에서 열린 우주생물학회에서 화성 탐사를 편도여행으로 표현해서 논란 적이 있다. 더욱 놀라운 것은 지금 기술로는 화성에서 다시 우주선을 발사해서 지구로 돌아올 가능성이 거의 없는데 그래도 화성에 가고 싶은 사람은 손을 들어보라고 했더니 학회장에 있던 100여 명의 청중이 거의 모두 손을 들었다는 사실이다.

다큐멘터리 화성탐사 프로젝트에서 소개된 내용을 보면 우주 탐험은 인간의 마음에서부터 시작되는 것을 알 수 있다. 1년 이상 밀폐된 우주선에 갇혀 있으면서 우주인들은 고립감과 외로움, 죽음에 대한 공포와 두려움, 다른 대원들과의 갈등과 로맨스 등을 경험하게 된다. 따라서 우주인들은 긍정적이고 건강한 마음을 가진 사람일 필요가 있다. 또한 새로운 환경에 대한 적응력과 대인관계 기술, 심리적 안정감이 발달한 사람일수록 좋다.

불과 100년 전 남극 탐험도 살아서 귀환한다는 보장이 없는 모험이었지만 수많은 탐험가들이 도전했고 그들의 희생을 발판으로 오늘의 남극 연구가 가능해졌다. 남극 탐험선 '인듀어런스' 호가 얼음에 갇혀 2년 가까운 시간을 남극에서 보내면서도 전 대원을 무사히 귀환시킨 선장 새클턴과 남극점을 세계 최초로 정복한 아문센은 위대한 탐험가뿐만 아니라 위기 상황을 극복한 리더로 연구되고 있

고, 남극점에 도달한 뒤 돌아오는 길에 숨진 스코트는 용감한 탐험가로 역사에 남아 있다. 이처럼 화성도 용감한 도전자들의 희생을 통해 탐사의 길이 열리며 초기 도전자(또는 희생자)들은 인류 역사에 위대한 탐험가로 남게 될 것이다.

화성 개척 식물 후보·멕시코 소나무, 애기장대 등

예전에 “종로에는 사과나무를 심어보자~”는 노래가 유행한 적이 있는데, 이제는 화성에도 사과나무를 심게 될지 모른다. NASA와 멕시코 국립자치대 및 베라크루스주립대 과학자들은 ‘화성의 지구화’ 프로젝트를 추진하고 있는데 그 중 한 가지가 멕시코에서 가장 높은 산 피코 데 오리사바(해발 5천647m)에 사는 소나무를 화성에 옮겨 심는 것이다. 이들은 이 소나무가 촉촉 공기가 희박한 화성에서도 생존하기를 기대하고 있다. 애기장대도 화성을 개척할 식물 후보 중 하나이다. 이들은 극한환경을 잘 견디는 애기장대의 씨앗을 화성에 보낼 계획이다. 러시아도 화성에 우주왕복선을 보내 여러 종류의 채소를 재배하는 계획을 검토하고 있다.

한편 이론적으로 원자로에서도 생존할 수 있다는 0.1~1.5mm 크기의 무척추 동물 ‘물곰’은 산소가 전혀 없는 우주 진공 상태에서도 생명을 유지했다. 물곰은 ‘느리게 걷는 동물’이라는 뜻의 ‘타디그레이드’라는 이름을 가졌다. 물곰은 지난 2007년 9월 유럽우주기구(ESA)의 무인 우주선 포톤-M3 위성에 실려 산소가 전혀 없는 우주 진공 상태인 우주 공간으로 보내졌다. ‘밀네시움(Milnesium tardigradum)’이라는 종은 진공 상태 및 태양 복사까지도 견뎌내고 생명을 유지했다. 이와 같이 우주로 지구 생물을 보내 생존 가능성을 확인하고 우주로 서식지를 확대하려는 노력도 우주생물학의 일부이다.



우리 나라 최초의 우주인 이소연(출처 : 한국우주인배출사업)



우주정거장에서 실험을 하고 있는 이소연(출처 : 한국우주인배출사업)

영화 '레드 플래닛'에서는 화성극관의 얼음을 녹여 그 속에 있던 이산화탄소를 대기로 내보내고 지구에서 가져온 유전자조작 조류를 성공적으로 재배하여 화성이 산소가 풍부한 제2의 지구가 되는 장면이 나온다. 과연 영화처럼 '붉은 행성' 화성이 식물로 가득한 '녹색행성'으로 바뀔 수 있을까?

아마도 식물보다 먼저 화성에서 자손을 번성시킬 생물은 혐기성 세균이나 남세균이 될 가능성이 높다. 혐기성 세균은 산소가 없는 환경에서도 살아갈 수 있고, 남세균은 식물처럼 광합성을 할 수 있기 때문이다. 화성을 현재 있는 그대로 두는 것이 좋을까, 아니면 미래의 지구인들을 위해 제2의 지구로 개척하는 것이 좋을까? 과연 화성의 운명을 지구인들이 결정해도 되는 것일까? 이미 아메리카를 개척하며 원주민들의 의사와 상관없이 그들의 운명을 뒤엎어 놓은 경험이 있는 인류가 화성에 대해서는 어떤 선택을 할지 자못 궁금하다.

우주정거장은 다양한 분야의 우주실험실

처음에 NASA와 러시아(로스코스모스)가 독차지했던 우주탐사에 이제는 유럽, 중국, 일본 등 다양한 나라가 참여하고 있다. 유럽 우주국(ESA), 일본 우주항공연구개발기구(JAXA), 중국 국가항천국(CNSA), 인도 우주연구기구(ISRO), 브라질 우주국(AEB) 등이 경쟁적으로 우주탐사 계획을 발표하고 있는 것이다.

이와 같이 우주탐사에 다양한 나라가 참여하게 된 데에는 국제우주정거장의 공이 크다. 국제우주정거장 건설에는 미국과 러시아 외에도 유럽 11개국, 캐나다, 일본, 브라질 등 모두 16개 나라가 참여하고 있다. 우리 나라도 장차 전개될 방대한 규모의 우주산업의 교두보를 마련하기 위해 우주정거장 개발에 적극 참여할 필요가 있다.

지금도 국제우주정거장(ISS)에서는 의학, 약학, 바이오, 유체역학, 재료과학 등 다양한 우주 실험이 진행되고 있다. 중력이 없는 우주에서는 같은 실험이라도 지상과 다른 결과가 나올 수 있다. 따라서 우주실험실에서 신약 및 신소재 등을 개발하여 고부가가치를 창출하려는 움직임이 계속되고 있다. 또한 우주에서 실험을 하면 지구에 직접적인 영향을 주지 않기 때문에 지구 생태계를 보호하는 효과도 있다.

미국은 우주생리학, 물리, 우주생산물, 우주비행, 우주생물학 등 5개 분야에 대한 실험을 진행하고 있다. 이들 우주실험의 특징은 장기간 우주노출에 따른 인간의 신체변화, 단백질 결정성장, 지구 관측, 교육관련 실험 등 특정 분야에 대해 장기간 실험을 수행하는 것이다. 우주에서의 신체영향과 관련해서는 2000년 무중력 상태의 척수반응 실험을 시작으로, 장기간의 우주비행 동안 골격에서 국부적인 뼈 손실 정도, 미세중력 환경 또는 우주유영 활동의 폐기능 영향 등의 연구가 진행됐다. 단백질 결정의 성장 실험은 차세대 신물질 개발을 위한 것으로, 최근에는 단백질 합성 실험으로 발전했다.

러시아는 인간 생명 기능의 특징에 대한 의학연구, 동식물과 미생물의 성장과정 연구, 우주인을 방사능으로부터 안전하게 지키기 위한 수단 개발, 지구관측 등의 실험을 진행하고 있다. 뿐만 아니라 지구대기와 지구대양과 육지 표면 모니터링, 사고지역 관찰도 한다. 러시아는 그 동안의 우주실험을 바탕으로 앞으로 독특한 물질을 얻기 위한 최신 기술을 개발하고자 연구방향을 잡고 있다.

유럽도 벨기에(2002년), 스페인(2003년), 네덜란드(2004년)가 우주실험을 수행했는데, 이들은 우주 환경에서 뼈 감소 방지와 관련된 비타민 D 작용에 관한 실험, 우주환경에서의 세포반응에 관



소유즈

한 실험, 우주에서 식물의 뿌리 세포의 구조와 작용에 대한 연구를 했다. 이밖에 우주비행 중 우주인의 심장혈관, 호흡기, 스트레스, 인지력 검사 등 우주인의 신체적, 정신적 검사와 단백질 생성 실험, 우주인의 무중력상태에서의 불편함을 덜어주기 위해 움직이기 편리한 조끼와 안전벨트 개발 등을 진행했다.

일본의 첫 우주인 모리 마모루 박사는 무중력 상태에서 새로운 반도체를 제작하기 위한 실험을 수행하여 질 좋은 반도체를 만들어 내는 데 성공했다. 또한 아프리카 빨간손톱개구리를 우주에 가져가 부화시키는 데 성공했다.

우리 나라도 2008년 4월 최초의 우주인을 배출해 내며 우주개발 경쟁에 첫발을 내디뎠다. 첫 우주인 이소연 씨는 우주정거장에서 미세 중력이 안구압에 미치는 영향, 무중력 상태에서 얼굴 형태 변화, 초파리를 이용한 중력반응, 무중력 상태에서의 균일한 크기와 모양을 갖는 제올라이트 합성과 제올라이트 필름 성장 등 다양한 실험을 수행했다.

실험 결과 우주정거장에 머무는 동안 안구의 압력이 상승했고, 얼굴 형태도 지상에서보다 턱이 좁아지고 이마와 미간이 올라간 모습으로 달라졌다. 한편 지상의 연구팀은 우주를 다녀온 초파리 600마리에서 노화를 촉진하는 것으로 추정되는 699개 유전자를 분리했다. 신소재인 제올라이트와 나노 다공성 물질의 결정 성장 실험에서도 무중력에서 다공성 물질의 단결정을 지상보다 2배 이상 얻을 수 있다는 사실을 확인했다.


우주에서 꽃을 피우는 우주정원

우주정거장이나 우주선에서 식물을 키우는 연구도 한창이다. 우주정거장이 생기면서 사람들은 우주에 몇 달씩 머물게 되는데 동결

건조식품인 우주식량만으로 몇 개월을 버티기는 쉽지 않다. 우주정원은 이런 우주인에게 신선한 채소를 제공할 수 있다. 또한 환경 재생 시스템을 통해 산소를 공급하고 이산화탄소를 제거하며 물을 정화할 수 있다.

러시아는 1996년 우주정거장 미르에서 난쟁이 밀을 재배하는 우주정원을 가꾸기 시작했다. 이들은 밀폐된 우주선 내부에서 식물을 재배하는 것이 우주비행사들에게 심리적 정서적 안정을 가져다준다는 사실을 알아냈다. 실험을 위해 비행사들에게 의무적으로 우주정원을 가꾸도록 했더니 정해진 시간 외에도 정원을 돌보는 일에 자발적으로 참여하기도 하고 정원 가꾸는 일을 다른 비행사들과 대화를 나누는 대상을 삼기도 하는 등 우주정원이 극심한 스트레스를 완화시키는 충분한 역할을 했다는 것이다. 미국도 우주에서 애기장대를 재배해 40일 만에 열매를 맺게 하는데 성공했다.

우주정원에서 자라는 식물은 무중력이라는 특수한 조건에서 지구와 다르게 성장한다. 중국 과학자들은 우주에서 수확한 씨앗을 지구에 심은 결과 야구 방망이만한 오이와 비타민A 함유량이 더 높은 토마토를 얻을 수 있었다. 우주의 무중력과 태양 복사로 식물의 DNA에 돌연변이가 일어난 것으로 보인다. 중국은 선저우 무인 우주선에 약초와 야채의 식물종자를 실어 보냈다가 귀환한 뒤 지구에서 파종했는데, 식물의 잎이 더 크고 줄기가 강하며 해충에 대한 저항성도 더 큰 식물을 얻고 있다. 한편 미국은 우주 장미의 향기를 모은 뒤 지구에서 기체 크로마토그래피와 질량 분석계로 분석했더니 우주 장미의 향기는 2차 대사산물의 조성이 지구 장미와 달랐다. 일본 화장품 회사 시세이도는 우주장미의 향기 정보를 새로운 향수 '젠(Zen)'을 만드는데 이용하기도 했다.

이처럼 우주공간에서 인류가 건강하게 살기 위한 방법을 찾는 연구도 우주생물학의 한 모퉁이를 차지하고 있다. 또한 우주공간에서 이루어지는 생물학 실험도 우주생물학의 일부이다. 인류가 탐험 대상으로 삼고 있는 달이나 화성, 유로파와 같은 공간은 온도가 극도로 낮은 환경이기 때문에 우주생물학의 많은 실험이 극지에서 수행되기도 한다. 다음 호에서는 극지에서 수행되는 우주생물학 실험을 소개한다. 



글쓴이는 서울대학교 식물학과를 졸업 후 동대학원에서 박사학위를 받았다. 포항공대에서 박사 후 연구원을 거쳤으며, 2007년 가을부터 미국 시카고 소재 일리노이주립대학에서 우주생물학을 공부하고 있다.