

근지구천체 관측 연구

충돌 위험 소행성 대비 국제적 시스템 구축 필요하다

지난 2월은 지구에서 흔하게 일어나지 않는 일이 일어났다. 2월 15일, 한국시간으로 낮 12시 20분경, 17~20m급 운석이 지구 대기에 들어와 파괴되었는데, 첼랴빈스크를 포함한 러시아 5개 지역과 카자흐스탄 2개 지역에 인명, 재산상 피해를 입혔다.

아폴로족 소행성 낙하

1천500명이 다쳤고 7천 동 이상의 건물이 손상되었다. 1만 톤급 바위 덩어리 하나가 초속 18km로 들어와 15~25km 상공에서 폭발을 일으키면서 태양보다 밝은 섬광이 발생했고, 3분 후 충격파가 저주파 형태로 지상에 도달하였다. 히로시마 원폭 20~30배에 해당하는 에너지였다.

이 운석 낙하 사건은 천문학적으로 1908년에 시베리아 퉁구스카 지역에 떨어졌던 충돌 사건 이후 최대다. 도시 곳곳에 설치된 CCTV 영상과 구글 어스 덕분에 소행성이 떨어지면서 시시각각으로 달라진 지형지물의 그림자 길이와 방향을 이용해 궤도를 계산했는데 그 정체가 아폴로족(아래 본문 참조) 소행성이라는 사실이 밝혀졌다. 그 다음날 새벽(한국시간), 40m급의 또 다른 소행성이 2만7천700km 거리로 지구를 가까스로 스쳐지나갔다. 이는 고도 3만6천km인 정지궤도 위성보다 가깝고, GPS 위성이 돌고 있는 중궤도 영역에 해당한다. 이 정도 크기의 소행성은 퉁구스카에 떨어진 소행성과 비슷한 크기이고, 미국 애리조나주에 있는 운석 크레이터를 만들었던 크기로 알려져 있다.



글 최영준

한국천문연구원
천문우주사업센터 선임연구원
yjchoi@kasi.re.kr

글쓴이는 이스라엘 텔아비브대학에서 행성과학 및 지구 물리학과에서 박사학위를 받았다. 미국 NASA JPL(제트추진연구소)에서 NASA 펠로우로 근무하였으며 기초기술연구회 우수신진연구원을 수상하였다.

긴 시간동안 지구는 이보다 훨씬 많은 소행성 충돌과 스쳐지나갔다. 6천500만 년전 유카탄 반도에 떨어진 소행성은 지금도 가장 강력한 공룡멸종 시나리오의 주인공 역할을 하고 있다. 그럼에도 불구하고, 지구는 지구만 가지고 있는 풍화, 지각이동 등과 같은 행성작용 때문에 충돌 흔적이 많이 사라지고 없다. 그러나 대기나 지질작용이 없는 달이나 다른 행성의 위성들은 지구보다 훨씬 많은 충돌 흔적들을 오랫동안 보관해 오고 있다.

근지구소행성 · 근지구혜성, 잠재적 충돌 위협

근지구천체(NEOs)는 태양과 가장 가까운 지점까지의 거리, 즉 근일점 거리가 1.3 천문단위(AU : 지구-태양 평균거리로 약 1억5천만km에 해당)보다 가까운 천체를 말하며, 근지구소행성(NEAs)과 근지구혜성(NECs)이 있다. 이들은 태양 주위를 공전하면서 지구궤도와 만나거나 지구 가까이 접근해 때로 충돌위험이 되기도 한다. 지금까지 90개가 넘는 근지구혜성과 9천600개가 넘는 근지구소행성이 발견되었다(그림 1).

근지구소행성은 화성과 목성 사이의 소행성대에서 안정된 궤도를 돌다가 목성이나 토성과 같은 큰 행성들의 중력 때문에 궤도를 이탈하여 근지구공간으로 유입된 것이다. 근지구소행성은 궤도의 특성에 따라 다시, 아텐, 아폴로, 아모르, 아티라로 나뉜다(그림 2). 아텐과 아폴로는 지구와 궤도가 만나는데, 이 가운데 아텐은 궤도의 대부분이 지구궤도 안쪽에 포함되어 있으며, 아폴로는 궤도 대부분이 지구궤도 바깥쪽에 있다. 한편, 지구 궤도와 만나지 않는 아모르와 아티라 궤도는 지구와 충돌할 위험이 없을 것 같지만, 질량이 작은 소행성이 지구나 화성, 심지어 달의 중력 영향을 받게 되면 지구궤도를 가로질러 갈 수 있다.

사실 근지구소행성의 궤도가 지구궤도를 가로지른다고 해서 확률적으로 그렇게 위험한 것은 아니다. 근지구소행성 궤도와 지구 궤도가 비록 비슷하더라도 특정 시점에 근지구소행성과 지구는 서로 반대의 위치에 있을 수 있기 때문이다. 하지만, 언젠가 충돌할 수도 있기 때문에, 천문학자들은 근지구소행성 중, 그 궤도가 지구궤도와 가장 가까울 때의 거리가 0.05 천문단위(748만km) 이내이고 그 크기가 150m 이상(정확하게는 절대등급이 22등급보다 밝을 때)인 근지구소행성을 잠재적 충돌위험 소행성(PHAs)라고 부르고 이런 천체를 집중적으로 찾아내어 궤도를 지속적으로 추적하고 있다.

근지구혜성은 양상이 조금 복잡하다. 일반적으로 혜성은 매우 긴 타원 궤도에서 포물선 궤도까지 다양하고, 대부분 시간을 명왕성이나 그보다 훨씬 먼 극저온 환경에서 보내다가 매우 짧은 시간 동안만 태양 가까이 접근했다가 다시 멀어져간다. 혜성은 크기가 상대적으로 작지만, 쉽게 부서질 수 있으며, 구성성분은 우리 태양계를 형성하고 남은 물질인 먼지와 물, 다양한 휘발성 가스를 많이 포함하고 있다.

이 혜성이 태양에 가까워져 온도가 올라감에 따라 가스들이 증발하여 혜성 주위를 둘러싸 코마를 형성하게 되고, 가스가 태양빛에 의해 이온화되거나 가스에 끌려 나온 먼지가 화려한 꼬리를 만들어 장

▶▶ 지난 2월 15일 러시아 우랄산맥 인근에서 운석이 체바르쿨 호수에 낙하하며 생긴 것으로 추정되는 거대한 구멍이다.



관을 연출하게 된다. 일부 학자들은 수십억년 전 혜성의 지구충돌이 초기지구에 물과 다양한 유기분자를 공급하는 역할을 했을 것으로 생각하고 있다.

전천탐색 프로그램으로 근지구천체 발견 늘어

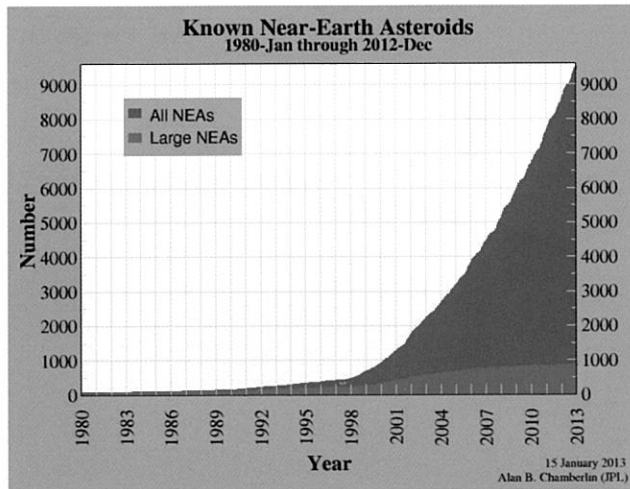
근지구천체의 발견과 궤도계산은 순수한 열정으로 밤하늘을 지키는 아마추어와 천문학자들의 협력으로 시작되어 최근에는 체계적인 전천탐색 프로그램에 의해 그 숫자가 기하급수적으로 늘어나고 있다 (그림 1). 1990년대 후반부터 넓은 면적의 CCD 카메라가 천문관측에 본격적으로 활용되면서 기존 광시야 탐색망원경의 성능이 비약적으로 좋아지게 되었다.

한편, 우연하게도 ‘아마겟돈’ 이나 ‘딤임팩트’ 같은 할리우드 영화가 한창 제작 중이었던 1997년 말 첫 번째 잠재적 충돌위험 소행성 1997 XF11이 발견되고, 동시에 미 의회는 나사(NASA, 미 항공우주국)로 하여금 근지구천체에 대해 발견하도록 임무를 부여함에 따라 예산 지원까지 뒤따르는 상승작용을 일으켜 더 많은 전천탐색 프로그램이 생겨나게 되었다. 2000년대 초 명왕성 궤도 근처에도 다른 소천체들이 많이 존재하고 있으며(카이퍼띠) 이 중에 어떤 것은 명왕성보다 큰 천체로 밝혀져 명왕성이 행성에서 왜소행성으로 변경되는 일도 이러한 전천탐색 프로그램의 결과였다.

망원경을 이용해 별사진을 찍었을 때 태양계 천체는 배경별과는 다른 움직임을 보인다. 충분한 관측을 통해 불박이 별에 대한 소천체의 상대위치와 시간을 얻고 천체역학적인 지식을 결합하면 소천체의 궤도를 알 수 있다. 한 명의 관측자가 수십만 개나 되는 소천체에 대해 충분한 관측자료를 확보하는 것은 불가능하기 때문에 천문학자들은 관측자료를 한데 모아 한꺼번에 궤도계산을 하고 그 결과를 관측 천문학자들에게 다시 공유하는 시스템을 만들었다.

국제천문연맹(IAU) 산하의 국제소행성센터(MPC)가 그것인데, MPC는 정해진 양식으로 보내오는 전 세계 관측자들의 관측결과를 이용해 궤도계산을 하여, 해당 관측이 수십만 개의 소천체 데이터베이스 중 새로운 천체인지 확인한다. 또 모든 새로운 천체에 번호를 부여하고 관측자가 요청하는 소천체의 좌표를 제공하는 일 등을 하고 있다. 현재까지 MPC에 보내온 자료는 총 1억회에 조금 못 미치는 관측에 관리되고 있는 소천체는 약 61만 개에 이른다.

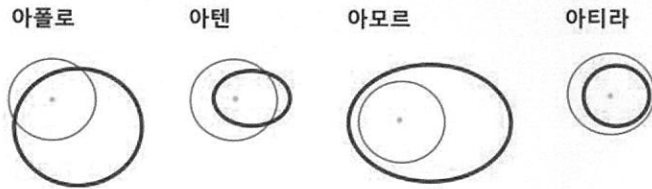
▶▶ 1. 근지구소행성의 발견. 1998년경부터 다양한 요인으로 전천탐색 프로그램에 의한 근지구소행성의 발견이 기하급수적으로 증가하여 현재 약 1만여 개에 접근하고 있다.



1km 이상 근지구천체 1천 개

대부분의 탐색프로그램과 궤도계산 관리 및 충돌위험 분석은 미국을 중심으로 진행되고 있다. 궤도전문가들의 추산으로는 크기가 1km 이상인 근지구천체는 많으면 최대 1천 개 정도일 것으로 생각하며 지금까지 약 860개를 발견하였다. 현재 NASA 근지구천체 프로그램 사무국(NEOO)이 추진하고 있는 목표는 2020년까지 크기 140m 이상인 근지구천체, 즉 잠재적 충돌위험 소행성(PHA)의 90% 이상을 발견하는 것이다.

이를 위해 NASA는 다수의 탐색프로그램을 지원하고 있는데, 현재 가장 많은 소천체를 발견하고 있는 탐색 프로그램은 카탈리나 전천탐색(CSS)팀이다. 0.5m,



▶▶ 2. 근지구소행성의 구분. 근지구소행성의 궤도 모양에 따라 아폴로, 아텐, 아모르, 아티라로 구분되는데, 2013년 2월 현재 아폴로 4천818개, 아텐 747개, 아모르 4천64개, 아티라 19개가 발견되었다.

0.7m, 1.5m 망원경을 이용하고 있으나, 추가로 혁신적인 몇 개의 탐색프로그램도 추진되고 있다. 1.8m 망원경 4대를 한꺼번에 운영하여 북반구하늘을 탐색하는 Pan-STARRS(Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System)과 8.4m의 대구경 광시야 탐사망원경인 LSST(Large Synoptic Survey Telescope)과 같은 지상탐색시스템과 다양한 우주망원경을 이용한 탐색시스템을 계획하고 있다.

충돌 위험 소행성 대비책 마련해야

한국천문연구원도 호주, 칠레, 남아프리카공화국에 설치되는 1.6m 망원경인 외계행성탐색 시스템을 공동 활용하여, 2014년부터 5년간 남반구 밤하늘에서 소천체를 탐색할 예정이며 특히 근지구소천체의 물리적 특성까지 상세히 조사할 계획이다. 아울러 MPC와 공동으로 방대한 관측자료를 이용하여 이러한 근지구소행성이 소행성대의 어디에서 어떤 경로를 통해 현재에 이르렀는지에 대한 연구도 진행할 예정이다.

충돌위험이 있는 근지구천체가 발견되면 영화처럼 소행성을 폭파하든지 밀어내든지, 최악의 경우 대피하든지 해야 하는데, 이를 위해서는 해당 천체를 좀더 자세히 알 필요가 있다. 얼마나 딱딱한지, 내부 구성물질은 무엇인지, 착륙이 가능한 표면인지, 착륙하기에 너무 빨리 돌지는 않는지 등 많은 정보가 있을수록 대비책을 잘 마련할 수 있다. 따라서 상세한 추가 관측은 매우 중요하다.

조금 더 생각해 보면, 충돌재난을 막기 위한 현실적인 대안이 마련된다 하더라도 실제로 실행해 옮기는 것은 매우 조심스러울 수밖에 없다. 충돌로 인한 재난예측의 신뢰성과 재난예상 위치의 정확성, 적극적 충돌회피 기술 및 결과에 대한 신뢰 등 국제 사회를 통해 해결해야 할 정치·외교적 쟁점들도 매우 복잡할 수밖에 없다. UN 평화적 우주이용위원회, 즉 코푸스(COPUOS)에서는 이러한 국가별 활동을 전체적으로 조율하고 정보를 공유하는 국제적인 프로토콜을 준비하는 것은 물론, 충돌예방 대책과 이를 위한 국제적인 시스템 구축 논의를 진행하고 있다. 우리나라도 이러한 활동에 적극적으로 참여하고 있다.

근지구소행성에 의한 지구충돌 가능성은 상존하지만 전지구적인 재난에 대해 인류가 함께 노력한다면 미리 예측하고 그에 대한 대비책을 준비할 수 있다. 현재 NASA 근지구천체 프로그램 사무국의 목표는 큰 도시를 초토화시킬 만한 위협은 막을 수 있다. 하지만 지난 2월 첼라빈스크에 떨어진 근지구소행성을 찾을 수 있는 정도는 아니다. 미래 자원과 에너지원으로서 실용적 가치와 태양계 생성초기에 남겨진 흔적이라는 과학적 가치 등을 함께 고려해 봤을 때, 근지구소행성에 대한 탐색·관측 기술발전, 더 나아가 인공위성 탐사선을 활용한 연구 활동은 미래에 매우 중요할 것으로 생각된다. **SD**