

우주용 동위원소 열전 전지 개발 현황

김종범*

한국원자력연구원 동위원소이용연구부

방사성 동위원소 열전 전지는 심 우주와 같이 태양광을 에너지원으로 사용하기 어려운 환경에서 장시간 임무를 수행하기 위한 장치의 동력원으로 사용될 수 있다. 이와 같은 이유로 미국, 러시아와 같은 우주 개발 강국은 우주 개발 초창기부터 동위원소 열전 전지를 개발하여 사용하여 왔다. 미국의 경우 1960년대부터 시작하여 46개의 동위원소 전지를 Viking1,2호 및 Galileo 등의 우주 탐사 선에 사용하였다. 우주용 방사성 동위원소 열전 전지는 열을 발생시키는 방사성 동위원소와 열전 발전기로 구성되어있으며, 동위원소에서 발생된 열이 열전재료를 통해서만 외부로 전달되도록 하여 열전발전기에 온도차를 발생시켜 최적의 효율로 전기생산이 되도록 구성되어있다.

방사성 동위원소 열원은 주로 알파 방출체인 Pu-238을 사용한다. Pu-238은 반감기가 87.4년으로 단위 그램 당 약 0.56W의 열 출력을 낼 수 있다. 미국에서 개발된 Pu-238열원은 우주선 사고 상황시 안전성이 유지되도록 다중 캡슐에 보호되도록 설계됐다. 우주용 전지에 사용되는 초기의 열전 발전기는 고온에서 동작되는 SiGe계 열이 사용되었으며, 이후에는 PbTe 등의 중온용 열전재료가 사용되었다. 미국의 Cassini RTG program에서는 4kW 열 출력의 선원에 대해 572개의 SiGe 열전 couple을 이용하여 300W급의 전기 출력의 열전 발전기를 개발하였으며, 이후 768개의 PbTe 열전 couple을 사용하는 110W급 Multi-Mission Radioisotope Thermoelectric Generator를 개발하여 사용하고 있다.

국내의 경우 정부에서 착륙선, 로버 등을 달에 보내는 달탐사 사업을 준비하고 있으며 이의 시행을 위해 우주항공연구원에서 실무를 주관하고 있다. 이러한 달 탐사 사업에는 탐사 장비 탑재용 동위원소 열전 발전 시스템을 개발하고 실증하는 계획이 포함되어있다. 이러한 계획의 일환으로 한국원자력연구원 및 전기연구원에서는 달탐사 사업에 참여하여 열 출력 100W, 전기출력 10W급으로 10년이상 지속될 수 있는 방사성 동위원소 열전 전지를 개발하고 있다. 현재 연구는 초기단계로서 한국형 동위원소전지 개념 설계, 시험용 RTG 개발, 지상 데모용 RTG 개발, RTG 설계 최적화 프로그램 개발 등을 수행하고 있다.