

태양 활동 감시 및 우주선 중성자 측정을 위한 중성자 모니터 시스템

장도윤 · 강정수 · 김윤호 · 강병휘 · 김용균*

한양대학교

E-mail: ykkim4@hanyang.ac.kr

중심어 : 중성자 모니터, 우주선 중성자, 몬테칼로, 태양활동, 태양폭발

서론

2011년 2월 21일 미국 워싱턴에서 열린 미국과학진흥협회(AAAS) 연례회의의 주요 의제가 태양 폭풍에 대한 내용일 정도로 현재 태양 활동의 예측은 세계의 관심사이다. 태양폭풍은 전기장치에 치명적인 영향을 미쳐 인공위성, 항공, 통신, 위성위치확인시스템(GPS) 등이 모두 마비될 수 있어 이에 대한 대처가 중요시 되고 있다. 2013년에 발생하게 될 태양 폭풍은 예상되는 피해 범위의 피해액이 엄청나며 피해 복구에도 상당한 시간이 필요할 것으로 추정된다. 따라서 지구로 유입되는 태양 중성자 양의 변화를 측정하여 태양 폭풍의 시기를 예상하기 위한 노력이 전 세계적으로 진행되고 있다. 본 연구에서는 태양의 활동 주기에 따라 지구에 도달하는 우주 방사선 양의 변화를 측정하기 위해 우주선 중성자 모니터 시스템을 구축하여 그 특성을 평가하였다.

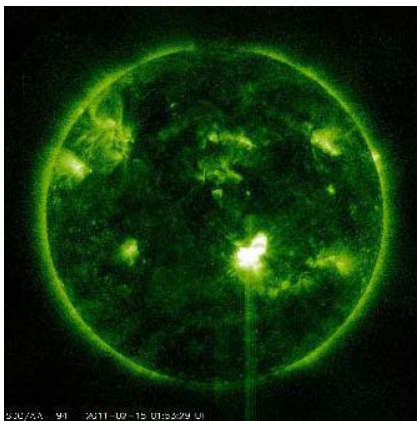


Fig. 1. 2011년 2월 15일 흑점 폭발 사진

재료 및 방법

중성자 모니터의 구성은 gas-filled counter tube, moderator, producer, reflector로 되어있다. 중성자 모니터를 설계하기 위해 MCNPX 코드를 이용하여 moderator의 최적의 두께를 결정하였다. 우주에서 오는 중성자 선원에 대한 정보는 Japan Atomic Energy Agency(JAEA)에서 개발한 EXPACS 프로그램을 이용하여 지표에서 1m 떨어진 위치에서의 중성자 스펙트럼을 기반으로 정의하였다 [1].

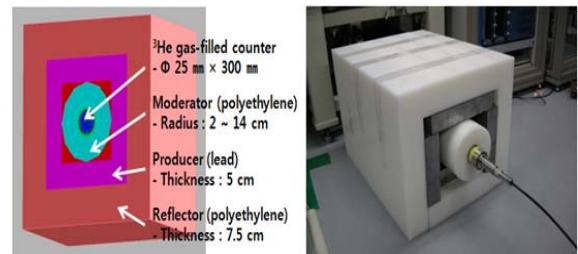


Fig. 2. 전산모사에 이용된 중성자 모니터 geometry (좌), 제작된 중성자 모니터 (우)

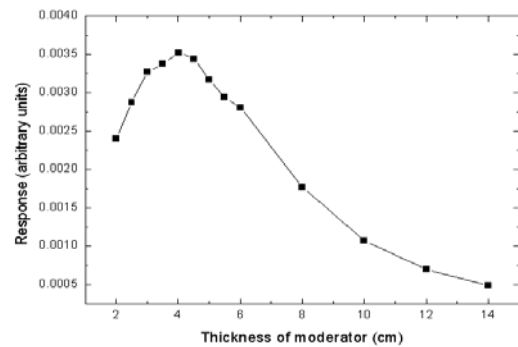


Fig. 3. Moderator 두께에 따른 중성자 모니터의 response 변화

기존에 한양대학교에 설치하였던 중성자 모니터를 환경적인 영향 요인을 적은 대전 한국표준과학연구원 내 관측소로 이동 설치하여 실시간 모니터링을 위해 Figure 4와 같이 시스템을 구성하였으며 중성자 counts rate와 대기압과의 상관관계를 분석하기 위해 기압계를 함께 설치하였다.

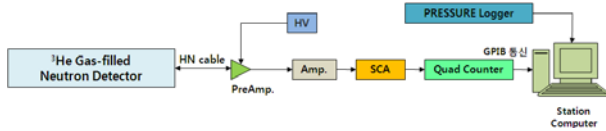
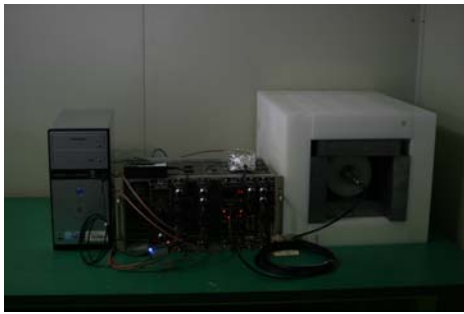


Fig. 4. 대전 한국표준과학연구원에 설치된 중성자 모니터 (위), DAQ diagram (아래)

결과 및 고찰

Figure 2와 3에서와 같이 중성자 모니터 구조를 결정하기 위해 수행한 전산모사 결과를 바탕으로, response가 가장 높은 4 cm 두께의 moderator를 설치하였다. 한양대학교에 얻은 데이터(Figure 5)와 대전 관측소에 설치한 중성자 모니터의 결과(Figure 6)를 비교하여 보면 counts rate와 대기압의 반비례가 관계가 더 뚜렷하게 나타난다. 또한 barometric coefficient 값도 -0.65로 기존에 한양대학교에서 측정하고 분석한 -0.52보다 우수하다. Barometric coefficient가 -1에 가까이 갈수록 반비례 경향이 확실함을 의미한다. [2]

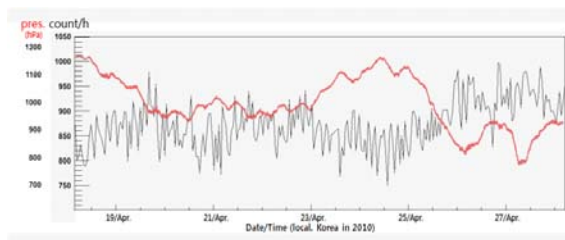


Fig. 5 시간에 따른 counts와 대기압의 변화 (한양대학교)

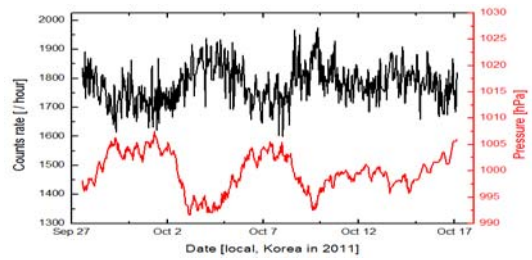


Fig. 6 시간에 따른 counts와 대기압의 변화 (대전 관측소)

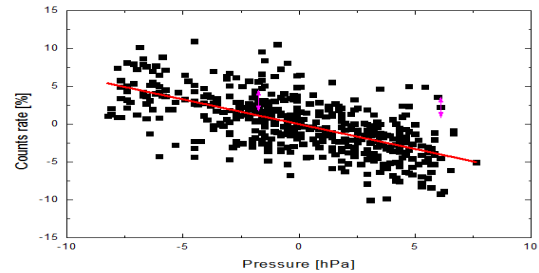


Fig. 7 Counting rate와 대기압의 상관관계
(barometric coefficient: -0.65)

향후 대기압과 counts가 뚜렷한 반비례 관계 (barometric coefficient = -1)를 얻기 위해 여러 개의 중성자 검출기로 시스템을 구성하고 있다 (Figure 8). 이를 활용하여 태양 활동을 분석하여 해외의 데이터를 의존하지 않고 국내에서도 2013년 태양폭풍에 대한 예측 및 준비가 가능할 것으로 기대한다.



Fig. 8 대전 한국표준과학연구소 내 중성자 모니터 관측소

감사의 글 (Acknowledgment)

이 연구는 교육과학기술부 원자력연구개발사업의 원자력기초공동연구소 프로그램(20100017486)의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

1. <http://phits.jaea.go.jp/expacs/>
2. T. Kohno, Proceedings of the 26th International Cosmic Ray Conference. August 17-25, 1999. Salt Lake City(2005).