

태양 흑점활동이 측위오차에 미치는 영향: 태양폭풍 사례연구

† 유윤자 · 조득재* · 박상현*

† *한국해양연구원 해양시스템안전연구소 GNSS연구센터

How sun spot activity affects on positioning accuracy?: Case study of solar storm

† Yunja Yoo · Deuk-Jae Cho* · Sang-Hyun Park*

† Korea Ocean Research & Development Institute, Daejeon 305-343, Korea

요 약 : 태양 흑점수의 증감주기 (약 11년)에 따른 태양폭발 (태양에서의 플레어 현상)은 태양 코로나 물질을 대방출하는 태양폭풍을 야기한다. 미국해양대기청 (NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)은 태양 흑점활동이 2013년과 2014년 사이에 극대화 될 것이라고 예상했다. 강력한 태양폭풍의 영향이 지구에 미쳤을 경우 인공위성을 이용한 전세계 측위시스템의 교란, 각종 통신수단 및 TV, 라디오 방송 등이 영향을 받을 것으로 예상된다. 실제로 1989년 태양폭풍은 캐나다에서 정전사태를 일으켜 9시간동안 약 600만명이 정전으로 인한 피해를 입은 사례가 있다. 이와 같은 초강력 태양폭풍은 인공위성의 수명을 약 5~10년정도 단축시켰으며 이로 인한 경제적 손실 및 파급효과를 고려하면 액수는 수십조 원에 달할 것으로 예상된다. 최근 2011년 2월 15일 10시 45분경 (지역시)에 발생했던 X급 태양폭발에 의해 발생한 태양폭풍의 영향이 2011년 2월 18일 오전 10시 30분경 우리나라 (보현산 관측소)에서 관측되었다. 본 논문에서는 현재 흑점수가 증가하고 있는 시점에서 2월 18일의 태양폭발 일주일 전후 자기장 데이터를 비교하고, 또한 대전에서 관측한 RINEX 데이터를 이용하여 측위결과를 비교 분석하였다. 태양폭풍이 지구에 도달한 2011년 2월 18일의 자기장 관측값은 일주일 전후 데이터와 비교하여 Proton이 요동하는 결과를 보였고, 대전지역에서의 측위결과도 태양폭풍 일주일 전후와 비교하여 최대 1m이상의 측위오차를 보였다.

핵심용어 : 태양 흑점활동, 태양폭발, 태양폭풍, 항법데이터, 관측데이터, 측위 정확도

ABSTRACT : A solar flares have the 11-year cycle and release a large energy which may produce coronal mass ejections (CME). The NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) predicted that the sun spot activity will be maximized in 2013-2014. A strong solar flare can cause the disturbance of global positioning system including various communication of TV, radio broadcasting. The actual solar storm in 1989 caused power outages in Canada during 9 hours and about 600 million people had experienced a blackout. Such a solar storm can shorten the GPS satellite's life span about 5 to 10 years which can be resulted in economic loss considering the amount of multi-billion won. This paper analyzed the recent solar storm of X-class occurred on 15th of February about 10:45 this year that was reached Korea (Bohyun observatory) on 18th of February about 10:30 (local time), and compared with the data of before and after a week. The proton data of 18th of February considered that the solar storm reached on earth showed a fluctuation compared to the data of before and after a week. The positioning results at Daejeon also showed higher positioning error compared to the data of before and after a week results.

KEY WORDS : sun spot activity, solar flares, solar storm, navigation data, observation data, positioning accuracy

1. 서 론

태양 흑점의 주기적인 활동은 약 11년마다 정점에 달하며 이때 발생하는 태양 플레어에 의해 나타나는 태양폭풍 (CME: Coronal Mass Ejections)은 자기장 교란을 일으킨다. 자기장 교란이 발생하면 보통 전리층의 TEC (Total Electron Contents) 값이 변하게 되는데 이는 GPS 신호의 전리층에 의한 지연을

일으키는 요인이 된다. 또한 GPS 신호가 전리층에 산란되는 경우 신호의 세기가 줄어 위치정보 오차로 나타나기도 한다. 미국 해양대기청 (NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)은 태양의 흑점활동이 2013년과 2014년 사이에 정점에 달할 것이라고 예측했고[1], 최근에는 X급 태양폭발이 2011년 2월 15일에 발생했다. X급 태양폭발의 영향은 2월 18일 10시 30분경 (지역시) 우리나라 보현산 관측소에서 관측되었다.

본 논문에서는 태양폭풍이 관측된 2월 18일을 기준으로 보현산 관측소의 일주일 전후 자기장 데이터를 비교하고 RINEX (Receiver INdependent EXchange format) 관측데이터와 항법 데이터를 이용하여 대전지역의 의사거리 오차와 측위 오차를 비교 분석 하였다.

2. 태양폭풍 분석결과

그림 1은 보현산 관측소에서 관측한 2011년 2월 11일, 18일, 25일의 자기장 값을 나타낸다[2]. 그림 1의 (a)는 자북을 가리키는 자기장 성분을, (b)는 동서방향을 가리키는 자기장 성분을, (c)는 지면에 대해 수직인 성분의 자기장 값을 나타내며, 단위는 nT(nano-Tesla)이다. 그림 1의 (d)는 Proton 자력계를 사용한 자기장 절대값을 나타내며, 계측기에서 발생한 스파이크로 인해 계측값이 불안정한 시간대를 제외한 9시간 동안의 결과만을 보인다. 일주일 전후 데이터와 비교하여 때 태양폭풍이 도달한 2월 18일의 데이터가 요동하고 있음을 알 수 있다.

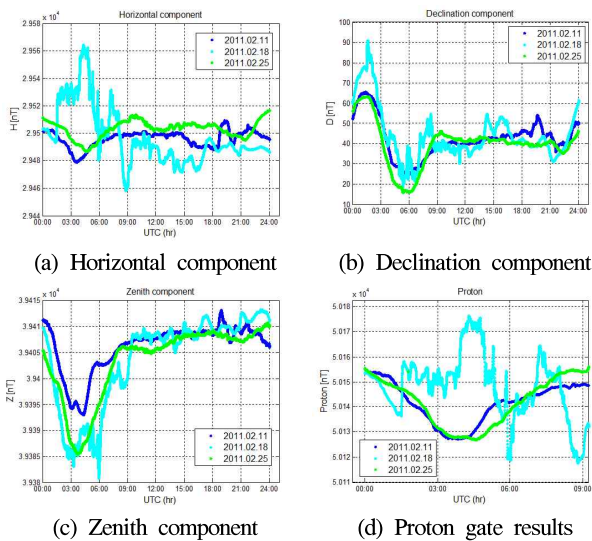


Fig. 1 Fluxgate magnetometer results (a~c) and Proton gate results (d) at Bohyun observatory of Korea

그림 2는 2011년 2월 11일, 18일, 25일의 RINEX 데이터를 이용한 대전지역의 의사거리 오차 (a)~(c) 및 측위오차 결과 (a-1)~(c-1)를 나타낸다. 의사거리 오차 결과는 태양폭풍 발생 일주일 후인 2월 25일에 가장 작게 나타났고 태양폭풍의 영향을 받았던 2월 18일에 가장 크게 나타났다. 측위 오차 결과 또한 태양폭풍 발생 일주일 후인 2월 25일에 x, y, z축 방향으로 각각 1.508(m), 1.858(m), 1.895(m)로 가장 작게 나타났고, 태양폭풍의 영향이 미친 2월 18일에 x, y, z축 방향으로 각각 2.291(m), 2.42(m), 3.366(m)의 가장 큰 분산값을 나타낸다.

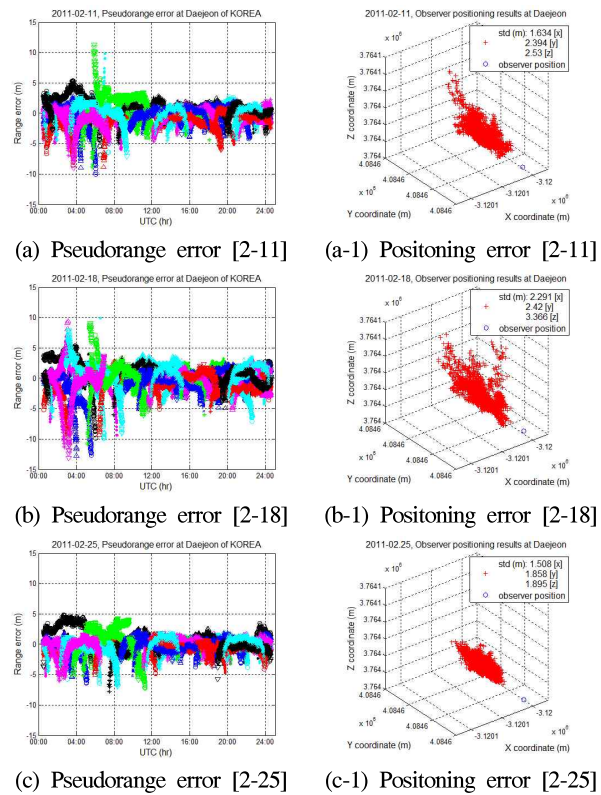


Fig. 2 Pseudorange error (a~c) and positioning error (a-1 ~ c-1) results at Daejeon of Korea

4. 결 론

태양 흑점의 주기적인 활동에 의한 태양폭발은 자기장 교란을 일으키며, 이로 인한 전리층의 TEC 변화는 GPS 신호의 전리층 지연을 유발할 수 있다. 최근 2011년 2월 15일에 발생한 X급 태양폭발의 영향은 2월 18일 10시 30분경 (01:30 - UTC)보현산 관측소에서 관측 되었으며, 일주일 전후 자기장 데이터와 비교하여 01:30-UTC부터 요동하였다.

대전지역의 RINEX 데이터를 이용한 의사거리 오차 결과는 태양폭풍의 영향이 있었던 2월 18일에 일주일 전후 결과와 비교하여 가장 컸으며, 측위 오차 또한 2월 18일에 가장 크게 나타났다. 이는 태양폭풍으로 인한 자기장 교란이 전리층의 TEC값 변화를 가져왔고, 이로 인해 전리층 지연오차가 측위 오차에도 영향을 미쳤을 것으로 추측된다.

후 기

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원(06 교통핵심A03; PMS2170)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 미국해양기상청 웹사이트, "http://www.noaa.gov/"
- [2] 한국천문연구원, 우주과학연구본부 (태양우주환경그룹)