

## 태양활성구역자기마당변화의 한가지 특성분석

박경일, 리진혁, 신순애

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《지구우에 존재하는 모든 생명체와 자연현상은 태양의 영향을 크게 받고있습니다.》

(《김정일전집》 제3권 380페이지)

태양흑점을 비롯한 태양활성현상들은 인간생활에 직접적영향을 미치는것으로 하여 많이 연구되어왔지만 아직도 그 자기마당의 변화특성을 비롯하여 완전히 밝혀지지 않은 문제들이 적지 않다.

태양활성구역의 자기마당에 대한 연구는 보임광선과 근적외선을 리용하여 광구층들에서 많이 진행되어왔다. 채구층에서의 자기마당은 보다 약하고 복잡하므로 그 관측과 연구가 힘들다. 최근년간에 채구에서 형성되는 여러 스펙트르선들에서의 편광관측이 진행되고 처리기술이 발전함에 따라 채구자기마당의 본성도 밝혀지고있다.[1-3]

론문에서는 여러개의 활성구역에 대한 자기마당관측자료로부터 얻어낸 광구와 채구층에서 자기마당의 변화를 분석하여 채구에서 자력선의 꼬임특성을 연구하였다.

### 1. 관측자료 및 처리

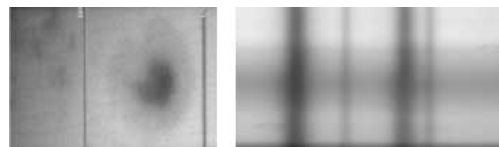
분석에 리용된 관측자료는 태양활성이 비교적 강하게 나타났던 2002년부터 2004년까지의 기간에 운남천문대의 스톡스분광망원경(SSST)과 화이로관측소의 태양자기마당망원경(SMT)에서 얻어진 날자별로 일치되는 활성구역 9개의 편광스펙트르자료이다.(표) SSST

의 관측파장은 광구에서 형성되는 중성철선 FeI630.2nm이며 관측에서는 활성구역의 분광기실 틸트영상(그림 1의  $\gamma$ )과 해당하는 스펙트르화상(그림 1의  $\lambda$ )), 부차적인 빛보정을 위한 화상, 활성구역의 백색상들을 얻는다.

관측에서 얻어지는 화상들로부터 스톡스파라메터  $I$ ,  $Q$ ,  $U$ ,  $V$ (그림 2)를 얻는다. 이때 푸리에변환에 의한 복조(demodulation)방법을 리용한 프로그램을 작성하여 그림 1의 스펙트르화상으로부터

표. 분석에 리용된 활성구역목록

관측날자	활성구역번호	태양원면 위치
2002.4.3	9884	S18W53
2002.4.3	9887	N02W03
2002.4.4	9892	N05E49
2002.4.21	9911	S13W18
2002.4.21	9906	S14W91
2003.3.28	10319	N10W02
2003.3.28	10321	S20E25
2003.4.6	10330	N15E23
2004.4.20	10596	S04W59



$\gamma$ )  $\lambda$ )

그림 1. 관측에서 얻어지는 자료들

스톡스편광스펙트르화상들을 얻는다.

그림 2에 관측화상으로부터 얻어지는 스톡스파라미터를 보여주었다.

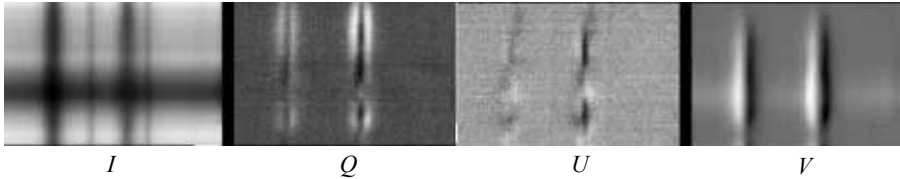


그림 2. 관측화상으로부터 얻어지는 스톡스파라미터

관측된 흑점의 매 화소에 대하여 이러한 룰파들이 얻어진다.

그리고 관측된 스톡스파라미터들로부터 흑점자기마당의 세기, 경사도, 방위각을 얻기 위하여서는 해당한 파장의 스펙트르선에 대한 이론적룰파를 얻고 관측에서 얻어진 룰파들과 일치될 때의 물리적파라미터를 얻어내는 스톡스룰파반전기술들중의 하나인 응답함수에 기초한 반전기술 SIR(Stokes Inversion based on Response function)[4]를 리용하는데 이때 이론적룰파를 계산결과와 비교하여 정합이 가장 잘되는 결과(그림 3)에 대한 자기마당의 세기와 경사도, 방위각을 얻는다.

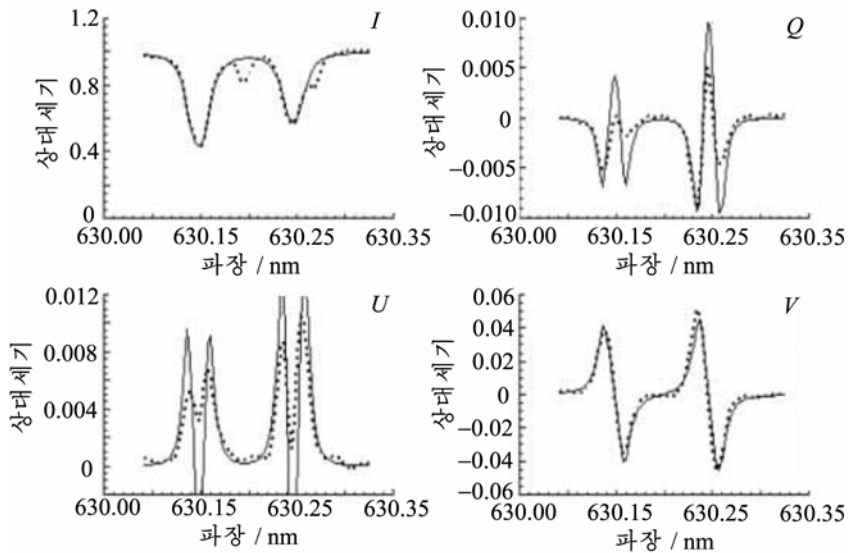


그림 3. 스톡스파라미터의 스펙트르선룰파

실선은 이론적룰파, 점선은 관측룰파

또한 SMT에서는 채구에서 형성되는  $H_{\beta}486.1\text{nm}$ 선에서 러광기를 리용하여 편광관측을 진행하는데 이 관측소에서 개발된 필터그람전용처리프로그램(IDL)을 구입하여 광구와 채구의 자기마당세기를 얻었다.

자료처리로부터 얻어진 자기마당자료는 해당 활성구역의 백색상과 겹쳐 직관적으로 고찰할수 있게 하였다. 실례로 처리에서 얻어진 AR9887의 광구와 채구자기마당의 모양을 그림 4에 보여주었다.

그림 4에서 A와 B, C는 광구와 채구에서 각각 극성이 반전된 모양을 보여준다. 실선은 정의 극성을, 점선은 부의 극성을 가진 세로자기마당을 나타낸다.

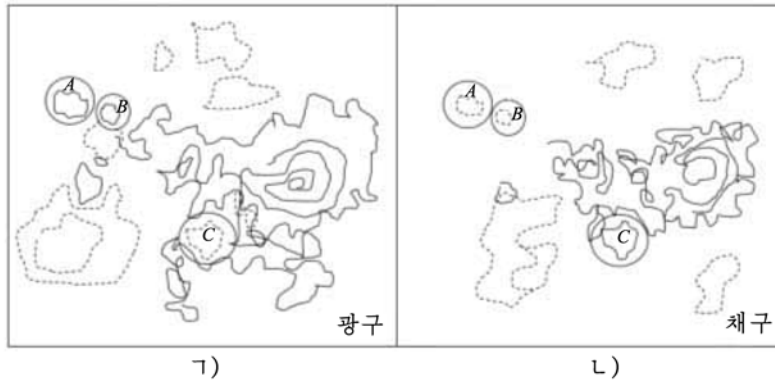


그림 4. AR9887의 광구(가)와 채구(나)자기마당의 모양

## 2. 결 과 분 석

9개의 활성구역들에서 얻어진 광구의 세로자기마당은 50~2 800G, 채구자기마당은 50~300G의 값을 가진다.

광구와 채구의 자기마당을 비교해볼 때 채구자기마당은 광구에 비하여 약하며 보다 퍼져있는 모양을 나타낸다. 이 현상을 구체적으로 고찰하기 위하여 매 자기마당세기값에 대하여 광구와 채구의 모양을 비교하였는데 1 600G의 광구자기마당과 300G의 채구자기마당은 그 모양이 거의 비슷하다.

다음으로 채구자기마당에서의 극성반전현상을 볼수 있다. 실례로 그림 4에서 동그라미로 표시된 구역들에서는 광구와 채구자기마당의 극성이 반대로 된다.

선정된 9개의 활성구역들중 7개 구역에서 이와 같은 극성반전현상이 나타났다.

선행연구들에서는 이 현상에 대하여 자력선의 구부러짐이나 꼬임 그리고 어떤 요인에 의한 자력선의 끊어짐이나 새로운 고리의 형성 등을 그 원인으로 보고있다.

우리는 대표적으로 AR9887의 극성반전현상에 대하여 채구에서 자력선의 꼬임으로 설명할수 있다고 보고 그 가능한 모양을 그림 5에 보여주었다.

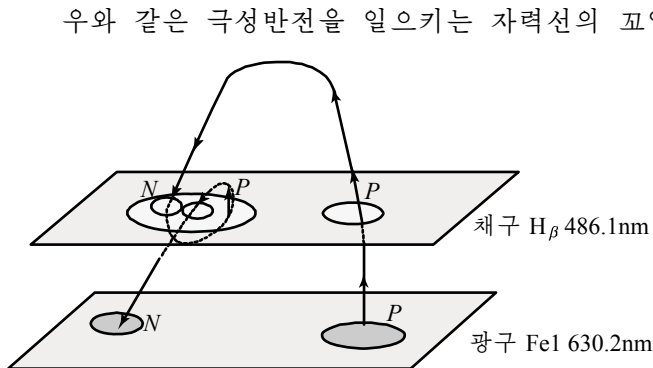


그림 5. 채구에서 자력선의 꼬임과 그로 인한 극성반전의 가능한 모양

P와 N은 각각 정의 극성과 부의 극성을 표시한다.

우와 같은 극성반전을 일으키는 자력선의 꼬임 등의 물리적물림새에 대해서는 주로 태양내부로부터 나오는 자력선의 타래모양떠오름에 의한것으로 설명하고 있다. 여기서 주목하는것은 고찰한 9개의 활성구역들중(채구자기마당의 극성반전이 나타나는 구역들과 나타나지 않는 구역들) 어디에서 태양폭발이 일어났는가 하는것이다.

활성구역 AR10330과 같이 비교적 큰 흑점을 가지고 여러날동안 지속되었지만 태양폭발이 일어나지 않은 2개의 활성구역에서는 채구자기마당의 극

성반전을 발견하지 못하였다.

그러나 AR9887과 같이 채구에서 극성반전이 나타나는 활성구역들에서는 크고작은 폭발들이 일어난다. 이러한 결과로부터 자력선의 꼬임으로 인한 채구극성반전을 나타내는 활성구역의 자기마당들이 태양폭발이나 코로나분출현상을 일으키는 주되는 원인중의 하나로 된다고 말할수 있다.

## 맺 는 말

광구와 채구에서 형성되는 9개 활성구역의 스톱스파라미터들로부터 자기마당을 얻고 그것을 분석하였다.

어떤 형태의 자기마당이 태양폭발이나 코로나방출과 같이 지구에 직접적인 영향을 크게 미치는 태양활성현상의 원인으로 되는가 하는것을 해명하는데서 자력선의 꼬임으로 인한 채구극성반전이 나타나는 활성구역의 자기마당들에 대하여 보다 깊은 주목을 돌려야 한다는것을 확증하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] L. R. Bellot Rubio et al.; Astronomy and Astrophysics, 427, 319, 2004.
- [2] H. Socas Navarro; Astrophysical Journal, 631, 167, 2005.
- [3] C. Deb et al.; Astronomy and Astrophysics, 572, A53, 2014.
- [4] C. B. Ruiz et al.; Astrophysical Journal, 398, 375, 1992.

주제108(2019)년 3월 5일 원고접수

## A Special Character Analysis of the Change of the Magnetic Field in the Solar Active Region

*Pak Kyong Il, Ri Jin Hyok and Sin Sun Ae*

We have analyzed the change of the magnetic fields in the chromosphere and photosphere which got from the observation data of the magnetic fields in the various active regions and have studied a special twist of magnetic line in chromosphere.

Key words: active region, chromosphere, photosphere