

벼의 분광반사율과 엽면적지수(LAI)를 이용한 식생정보 Vegetation Information by spectral reflectance and Leaf Area Index (LAI) of Rice

*신용희 · 박종화 · 이상혁 · 박민서(충북대)

*Shin, Yong Hee · Park, Jong Hwa · Lee, Sang Hyuk · Park, Min Seo

Abstract

The aim of the present study was the evaluation of methods for estimating the vegetation information in the field on the basis of spectral reflectance measured farm field, in particular the estimation of Leaf Area Index(LAI).

Variability in tissue optical properties was wavelength-dependent. For rice and bean, the lowest variation was in the visible spectral region and the highest in the near-infrared. The structural attributes of ecosystems determine the relative contribution of tissue and canopy factors that drive variation in a reflectance signal.

I. 서론

컴퓨터와 각종센서 및 위성기술의 급속한 발전은 농업분야에 적용되어 농업정보의 정량적·정성적 추출 및 분석 등의 활용성을 증대시키고 있다. 특히, 작물은 성장과정에서 태양으로부터 직접 전달되거나 공기중의 산란광으로부터 간접적으로 입사되는 복사에너지를 차단 흡수하는데 잎의 색소, 내부구조, 수분함량 등이 영향을 미치며 이는 열과 물과 화학적인 스트레스로 작용한다. 이러한 영향요소를 비파괴적인 방법으로 추출하여 병충해 및 작황분석 등에 적용할 수 있는 방법마련이 필요하다. 또한 작물 잎의 피복정도는 생육시기별 물질생산량 결정에 중요한 영향을 미치는 요소로 엽면적을 아는 것은 작물의 생육상태 파악에 매우 중요하다.

본 연구는 원격탐사기술을 농업분야에 적용하기 위한 기초단계로 벼 군락의 태양분광반사특성 자료를 통해 얻은 벼의 식생지수와 비파괴적 엽면적지수(LAI)측정을 통해 얻어진 LAI와의 상호관계를 검토하고, 벼의 식생정보를 수집하여 원격탐사기법 적용을 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 또한 정상적으로 성장한 벼와 병충해를 입은 벼의 분광반사특성을 조사하여 분석하였다.

II. 재료 및 실험방법

1. 재료

본 연구는 충청북도 청주시 개신동에 위치한 충북대학교 구내 논 포장에서 실시되었다. 벼의 품종은 진품벼로 2002년 5월 22일에 이앙을 하였다. 콩의 품종은 매주용 흰콩으로 2002년 5월 10일 심은 것이다.

2. 분광반사율 측정

벼 군락의 분광반사율은 휴대용 분광복사계 (Li-1800, Li Cor Inc. : 측정 파장역 : 300~1100nm, 측정간격 2nm)에 Telescope을 연결하여 생육단계 별로 측정하여 파장별로 저장하였다. Li-1800을 이용한 측정은 이앙한 날부터 10~20일 간격으로 태양고도의 변화가 비교적 적은 오전 11시부터 오후 1시 사이에 실시하였다. 측정지점은 Fig. 1과 같이 생육상태가 고른 임의 지점을 선정하여 센서(Sensor)를 수직으로 하여 벼 군락의 반사량을 3회 측정하였다. 반사율의 계산은 표준백색판 (반사율 99%)에 입사되어 반사되는 전자파 에너지와 시료에 입사되어 반사되는 에너지 양을 측정하여 식 (1)과 같이 반사율을 계산하였다.

$$R(\lambda) = \frac{I_a(\lambda)}{I_r(\lambda)} \quad (1)$$

여기서, $I_a(\lambda)$ 는 시료의 반사 전자파에너지, $I_r(\lambda)$ 는 표준 백색판의 반사 전자파에너지이다.

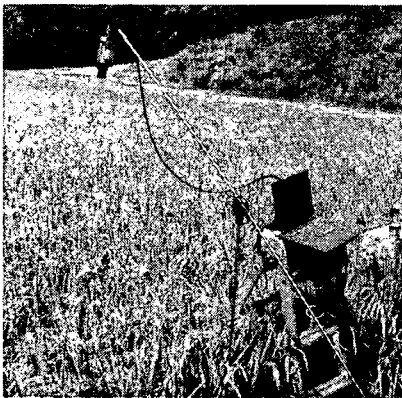


Fig. 1 Spectral reflectance measurements using the Li-1800



Fig. 2 Leaf Area Index measurements using the LAI-2000

3 엽면적지수(LAI) 측정

벼 군락의 LAI는 식물 canopy 분석장치(LAI-2000, Li Cor Inc.)로 측정하였다. 장치의 센서는 어안렌즈로 들어오는 상을 다섯 개 중심원의 실리콘 검파기에서 정보를 감지하여 LAI값을 추정한다. 태양직사광 상태에서 측정된 LAI값은 실제보다 적은 값이 되므로 직사광선을 피해 해질 무렵에 실시하였다. 측정은 Fig. 2와 같이 canopy 위의 식생이 없는 조건에서 한번, canopy 아래에서 3번씩 두 번을 측정하였다. LAI-2000의 시야각은 360 이나 측정자 또는 장애요소를 차단하기 위해 45°, 90°, 180°, 270°의 불투명 캡을 사용하여 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

작물의 성장에 따른 분광반사특성의 변화를 알아보기 위해 측정한 벼의 생육단계별 분광반사율을 정리하면 Fig.3과 같다. 이앙초기(5월 22일)는 토양과 물과 모의 분광반사특성이 섞인 상태로 나타나지만 이후는 일정한 벼의 분광반사특성 변화로 나타난다. 전체적으로 가시광선 영역에서는 엽록소에 의한 빛의 흡수가 450nm영역과 650nm영역에서 나타난다. 근적외선 영역(IR : 700nm~1100nm)에서는 근섬유조직의 높은 반사특성이 반영된 것으로 작물의 성장과 함께 일정비율로 반사율이 증가한다. 이후 수잉기를 기점으로 잎의 반사율 반영보다 벼알곡의 영향이 크게 반영되어 반사율은 감소한다. 그 중 930nm영역에서 눈에 저류된 물과 벼 근조직속의 수분함유에 따른 물의 에너지흡수로 인해 반사율은 급격히 낮아진다.

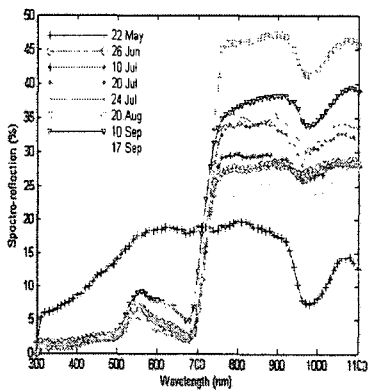


Fig. 3 Reflectance spectra of farm rice

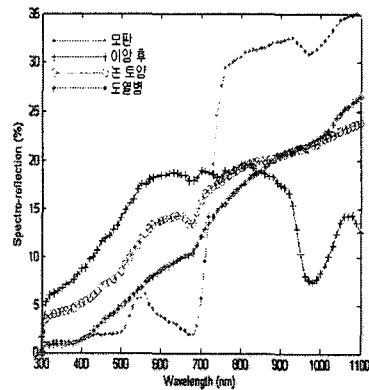


Fig. 4 Reflectance spectra of the rice, soil and blasted rice

Fig. 4는 작물의 생육상태에 따른 영향을 알아보기 위하여 정상적인 벼와 병들어 고사한 벼 그리고 논 토양의 분광반사특성을 조사한 결과이다. 도열병에 걸린 벼는 광합성작용에 의한 식물의 기능이 저하되어 수분의 감소와 잎과 근조직의 파괴에 의해 작물로서의 기능을 잃고 토양과 유사한 특성을 나타낸다. Fig. 5는 콩의 성장단계별 분광반사율을 나타낸 그래프이다. Fig. 3의 벼와 비슷한 양상을 보이거나 가시광 영역에서 반사율변화가 뚜렷하게 나타나며 반사율이 5~15%로 벼의 반사율 5~10%보다 높게 나타났다. 또한, 근적외선대에서는 발작물과 논작물의 차이로 950nm영역의 수분흡수대가 점점 없어지는 특징을 보인다.

본 연구에서 벼 군락의 태양분광반사특성 자료를 통해 얻은 벼의 식생지수와 엽면적지수(LAI)의 상호관계를 나타내면 Table 1과 같다. 조사결과 분광반사특성과 LAI의 변화는 식생상태와 근조직의 구성 등의 영향에 크게 좌우되었다.

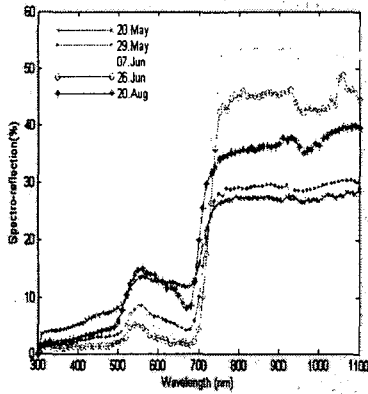


Fig. 5 Reflectance spectra of white bean

Table 1 The relationship between NDVI and LAI of the rice

FILE	DATE	LAI	NDVI
26	26-Jun	<u>2.45</u>	<u>0.780</u>
59	24-Jul	<u>3.23</u>	<u>0.877</u>
64	20-Aug	<u>3.17</u>	<u>0.874</u>
73	10-Sep	<u>3.19</u>	<u>0.719</u>
83	17-Sep	<u>3.66</u>	<u>0.580</u>

IV. 결론

본 연구에서 얻어진 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

1. 논발작물의 분광반사율을 측정된 결과 작물별 반사특성이 잎과 근조직의 영향에 의해 특징지어짐을 알 수 있었다.
2. 도열병에 걸린 벼의 경우 광합성작용에 의한 식물의 기능이 저하되어 수분의 감소와 잎과 근조직 파괴에 의해 토양과 유사한 특성을 나타냈다.

V.참고문헌

1. 장세진·서애숙·김관기·윤진일, 2000, 스펙트로레디오메터를 이용한 벼 생장시기의 분광반사특성 변화 분석, 한국지리정보학회지, 3권3호, pp.12-19