

## 스펙트르화상해석법에 의한 나무잎에서 엽록소 및 물의 분포상태예측

정승호, 김성민

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 대담하게 목표를 높이 세우고 최신과학기술을 연구도입하는데 적극 달라붙어 최단기간에 중요분야의 과학기술을 세계적수준에 올려세워야 합니다.》(《김정일선집》증보판 제22권 23페이지)

스펙트르화상해석기술로는 시료의 화학조성에 대한 정보는 물론 매 성분들의 공간분포에 대한 정보도 얻을수 있는것으로 하여 최근 세계적으로 그것에 대한 연구가 활발히 진행되고있다. 그중에서도 가시선-짧은파근적외선스펙트르화상기술은 적용범위가 넓고 현장에서 많이 리용되고있는 스펙트르대역이며 화상수감부도 상품화되어있으므로 응용전망이 크다.

스펙트르화상해석법에는 주성분분석법, 말단화소검출법, 다변수곡선분해-교대최소두제곱법 등이 있으며 최근에는 독립성분분석법과 2차통계량에 기초한 해석방법이 개발되어 리용되고있다.[1-3]

우리는 이미 스펙트르화상해석법에서 본질적의의를 가지는 순스펙트르에 대한 추정 정확도를 높이기 위하여 2차통계량법을 적용하기 위한 연구를 진행하여 개선된 순스펙트르추정방법을 제기하였다.[2]

론문에서는 개선된 순스펙트르추정방법을 리용하여 나무잎에 들어있는 기본성분인 물과 엽록소의 분포상태를 가시선-짧은파근적외선반사스펙트르화상을 해석하여 예측하였다.

### 1. 엽록소의 분포상태예측

사람들의 일상생활과 매우 밀접한 련관이 있는 물과 엽록소는 가시선-짧은파근적외선영역에서 특징적인 흡수를 나타내므로 스펙트르화상해석으로 그것들의 농도분포를 결정할수 있다.

스펙트르화상해석을 위한 초기자료로는 선행연구[1]에 소개된 나무잎에 대한 스펙트르화상자료를 리용하였다.(그림 1)

그림 1의 자료를 리용하여 개선된 순스펙트르추정방법으로 추정한 나무잎의 순스펙트르는 그림 2와 같다.

순스펙트르가 추정되면 스펙트르화상측정자료와의 관계속에서 선행연구[1]에서와 같은 방법으로

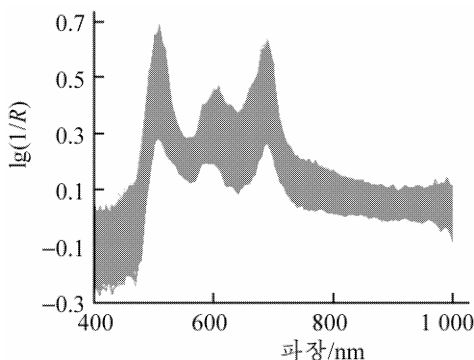


그림 1. 나무잎의 스펙트르화상자료

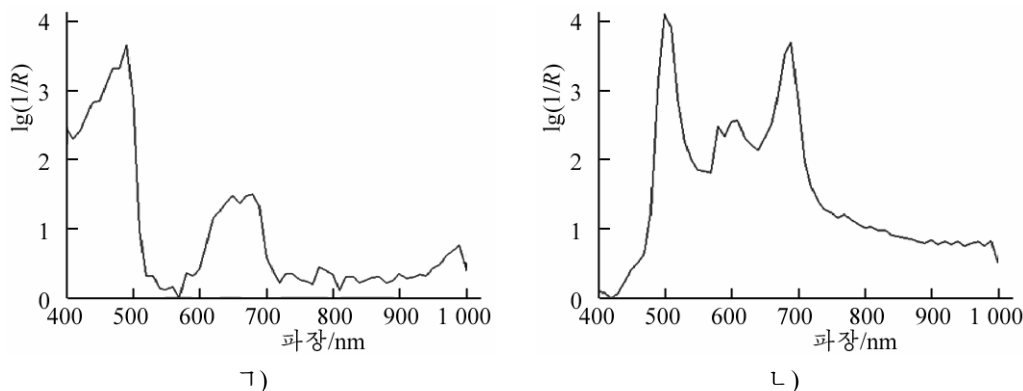


그림 2. 나무잎의 스펙트르화상해석결과

a) 성분 1, b) 성분 2

시료속에 들어있는 기본성분들에 대한 농도분포화상을 얻을 수 있다.(그림 3) 그림에서 흰색부분은 성분들의 농도가 짙은 곳이고 어두운 부분은 성분들이 거의 없는 부분이다.

측정에 리용된 시료는 푸른색의 나무잎이므로 그속에는 무엇보다도 엽록소성분이 대부분일것이라고 추측하였다. 이로부터 우리는 엽록소의 표준흡수스펙트르[4]와 그림 2를 비교하였다.

엽록소의 표준흡수스펙트르는 그림 4와 같다.

엽록소의 표준흡수스펙트르와 순스펙트르추정결과를 정량적으로 비교하기 위하여 스펙트르차이도를 리용하였다. 스펙트르차이도는 그림 4의 전체 파장영역을 20개 구간으로 나누고 세기값을 규격화한 다음 매 구간에서의 편차의 두제곱을 모두 합하는 방법으로 구하였다.

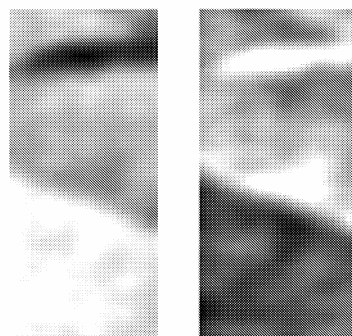
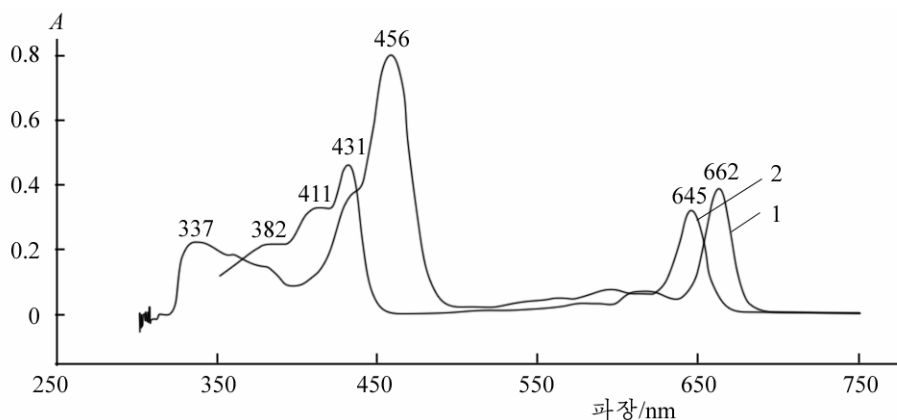
그림 3. 기본성분들의 농도분포화상  
a) 성분 1, b) 성분 2

그림 4. 엽록소의 표준흡수스펙트르

1-엽록소 a, 2-엽록소 b

그림 4에서 보는바와 같이 엽록소의 표준흡수스펙트르에서는 450, 650nm근방에서 2개의 섀 흡수봉우리가 나타난다.

이로부터 400~700nm에서 엽록소 a의 표준흡수스펙트르와 성분 1의 순스펙트르추정

결과사이의 차이도를 계산하면 1.623으로서 두 스펙트르가 근사하다는것을 알수 있다.

따라서 그림 3의 ㄱ)는 나무잎에서 엽록소의 분포모양을 나타내는 화상이라고 볼수 있다. 그림 3의 ㄴ)에서는 나무잎줄의 모양이 두드러지게 나타난것으로 보아 성분 2에는 주로 나무잎의 기하학적구조와 관련된 정보가 들어있다고 해석할수 있다.

## 2. 물의 분포상태예측

그림 1에서 보는바와 같이 스펙트르화상자료에는 주로 가시선대역에 많은 정보가 포함되어있다. 따라서 짧은파근적외선대역에 어떤 정보가 포함되어있어도 세기가 상대적으로 매우 작은것으로 하여 무시될수 있다.

짧은파근적외선대역에서의 스펙트르측정자료만을 따로 리용하여 해석한다면 이 대역에서 약한 신호를 나타내는 미지성분에 대한 정보도 해석할수 있다.

그림 1에서 짧은파근적외선대역(850~1 000nm)에서의 스펙트르화상자료를 갈라내면 그림 5와 같다.

그림 5를 초기자료로 하여 개선된 순스펙트르추정법으로 진행한 해석결과는 그림 6과 같다.

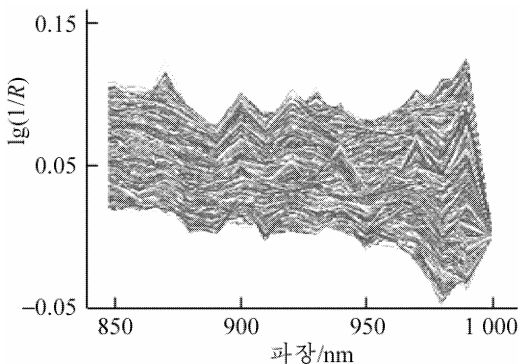


그림 5. 짧은파근적외선대역에서의 스펙트르화상자료

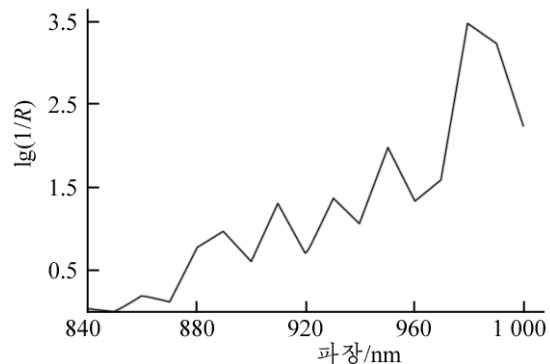


그림 6. 짧은파근적외선대역에서의 순스펙트르추정결과

한편 짧은파근적외선대역에서 물의 최대흡수봉우리위치는 980nm( $10\ 204\text{cm}^{-1}$ )근방[3]에서 나타난다.(그림 7)

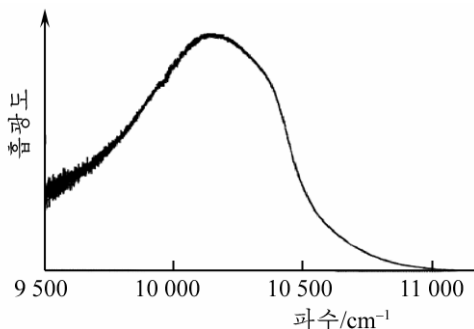


그림 7. 물의 흡수스펙트르

그림 6, 7에서 두 스펙트르사이의 차이도는 1.089로서 비교적 일치하는데 이것은 980nm근방의 최대흡수봉우리가 나무잎에 들어있는 수분에 의한것이라는것을 보여준다.

그림 6으로부터 결정한 수분의 농도분포화상은 그림 8과 같다.

나무잎에서 수분은 잎줄부분보다 잎술부분에 더 많이 함유되어있다. 그림 8의 화상은 이러한 사실을 잘 반영하고있다.

결국 짧은파근적외선대역에서의 측정자료로부터 스펙트르화상(그림 1)에 물에 의한 스펙트르도 함께 포함되어있다는것을 알수 있다.

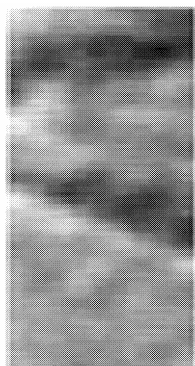


그림 8. 수분의  
농도분포화상

## 맺 는 말

가시선—짧은파근적외선스펙트르화상해석법으로 나무잎에 들어있는 기본성분인 물과 엽록소의 분포상태를 해석하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 리영우 등; 조선민주주의인민공화국 과학원통보, 2, 51, 주체103(2014).
- [2] Jong Sung Ho et al.; arxiv-1604.03193, 2016.
- [3] Tajayuki Suzuki; Applied Surface Science, 187, 261, 2002.
- [4] 卢东昱 等; 大学物理, 25, 1, 50, 2006.

주체106(2017)년 6월 5일 원고접수

## Prediction of Distribution State of Chlorophyll and Water in Leaves from Spectral Image

*Jong Sung Ho, Kim Song Min*

Water and chlorophyll show the characteristic absorption spectrum in the range of visible-short wavelength near infrared rays, so that they are suitable objects to determine the distribution of concentration by analysis method of spectral image.

We predicted the distribution state of water and chlorophyll in leaves by the analysis method of visible-short wavelength near infrared reflected spectral image.

Key words: spectral image, pure spectrum, concentration distribution