

의학용 분광광도계를 이용한 근적외선 대역의 조명 영향평가

이 상 식*

Evaluation of illuminant effect of NIR(Near Infrared Radiation) using spectrophotometer for medicine

Sangsik Lee*

요 약

본 연구에서는 분광광도계 시스템에서 700-1,100 nm 근적외선 대역의 조명 영향평가에 대한 연구를 수행하였다. 분광광도계는 분자영상 의학 분야 및 의료용 장비에 다양하게 사용되고 있다. 근적외선 대역에서의 조명 영향평가를 알아보기 위하여 본 연구에서 사용한 색상지는 표준반사물질 및 만셀 표준 색상인 빨강, 노랑, 초록, 파랑 색상지를 사용하였다. 분광광도계 시스템의 근적외선 대역을 비교 분석하기 위하여 실험 재료 색상지를 색상지별 20번 측정하였고, 조명은 백열등, 형광등, 인버터 형광등 및 조명 조합으로 실험하였다. 백열등, 형광등, 인버터 형광등의 단일 조명에서는 백열등에서 가장 높은 분광반사율 반응을 보였고, 조명들의 조합에서도 백열등이 포함된 조명 조합이 높은 분광반사율을 보였다. 따라서 분광광도계의 근적외선 대역을 이용하여 분광광도시스템을 구축한다면, 분광반사율이 높은 백열등을 적용하는 것이 좋은 것으로 판단되었다.

ABSTRACT

In this paper, we evaluated the effect with respect to the light of 700-1,100 nm NIR(near infrared radiation) for spectrophotometer. Standard, red, yellow, green and blue color paper which was Munsell color paper were used for experiments. Our used light is incandescent lamp, fluorescent lamp, invert fluorescent lamp and combined lamp. Each color paper was measured 20 times. Therefore we concluded that it is possible to build a spectrophotometer for NIR(near infrared radiation) measurement we applied an spectrophotometer to measurement system in incandescent lamp.

Key Words : NIR, Illuminant, Spectrophotometer, Reflectance, Munsell color

1. 서 론

의공학 및 분자영상처리 분야에서 색상으로

측정결과를 분석하는 방법은 여러 가지가 있다. 이러한 분야에서 가장 많이 사용되는 기기 중 하나는 분광광도계이다.

* 교신저자 성균관대학교 바이오메카트로닉스센터 연구교수(lsskyj@skku.edu)

접수일자 : 2010년 11월 1일, 수정일자 : 2010년 11월 16일, 심사완료일자 : 2010년 12월 4일

가시광선 스펙트럼이 근적외선 대역에 가까울수록 생체 투과율이 높다[1]. 그리고 비침습 센서기술을 이용한 생체영상 분석은 전자산업의 발전으로 바이오공학 분야에 대부분 많이 사용되고 있다[2].

근적외선 대역의 분광광도계 시스템 구성에서 조명이 미치는 영향은 매우 높다. 그러므로 본 연구에서는 비침습 분석 및 평가에 주로 사용되는 근적외선 대역의 분광광도계를 이용하여 조명을 분광반사율 특성을 알아보았다.

국내의 경우 공인된 가시광선 및 근적외선 대역의 색상 측정방법은 두 가지 방식에 의해 수행된다. 광원색에 의한 측정방법(KS A 0068)과 물체색에 의한 측정방법(KS A 0066)이 있다. 자연과학분야에서 대부분 사용하는 방법은 물체색에 의한 방법이고, 이를 통하여 결과에 대한 반응을 평가한다.

색상정보를 측정하는데 인간의 시각은 색상을 주관적으로 판단할 수 있다. 따라서 객관적인 색상판단을 위하여 보통 자연과학분야에서는 분광광도계를 많이 사용한다. 특히 생체측정분야에서는 근적외선 대역의 측정이 측정분야의 평가 수준을 향상되므로 근적외선 대역을 측정할 수 있는 분광광도계를 많이 사용하고 있다.

본 연구에서는 표준 색상지, 빨강, 노랑, 초록 및 파랑 색상지를 사용하여 조명별 근적외선대역의 분광반사 특성을 알아보았다.

최근에 이르러 근적외선 분광광도계를 응용한 분야에 있어 의학적 생체 분석 및 자동측정설비를 통한 고부화가치화 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 대상체가 생물체라는 특성으로 인하여 정보의 비규격화 및 가변화를 극복할 수 있는 고기능의 시스템 구축이 필요하다. 그리고 근적외선 분광광도계를 이용한 시스템은 센서, 마이크로컴퓨터, 소프트웨어,

조명장치 등으로 구성된다. 조명장치는 센서의 성능을 좌우할 정도로 중요하다. 센서는 인간의 시각과는 달리 주변 밝기에 적응성이 없으므로, 피사체의 명암의 영향을 사전에 충분히 고려하여 시스템을 구축하여야 한다[2].

그러나 비접촉 및 비침습 측정 시스템을 적용할 때 조명에 의한 영향 및 시스템별 최적조명 선정에 연구한 사례는 센서 및 시스템 개발에 비하여 큰 주목을 받지 못하였다. 그리고 국내외에서 근적외선을 이용한 바이오공학 분야 연구는 많은 연구자[3, 4, 5, 6]들에 의해 수행되었지만, 국내에서 조명 영향평가 분야는 박[7] 등과 이[2, 8] 등이 수행하였다. 박[7] 등은 조명의 상대적 보정을 위하여 30개의 표준 색지를 이용하여 가시광 대역에서 시스템과 표준색지와의 상관관계를 분석하였다. 이[2]는 컴퓨터시각시스템의 구성에 따른 조명의 영향을 분석하였고, 가시광선 대역에서 표준색차계를 이용하여 형광등, 백열등, 자연광에 대한 영향평가에 대하여 분석하였다.

의학 분야에서 유전자 및 단백질 분석을 위한 광학적 접근이 주목받고 있다[1]. 특히 생체 투과율이 700-1,100nm 근적외선 대역에서 높기 때문에 의료분야에 많은 연구가 이루어지고 있다[9].

그리고 700-1,100nm 근적외선 대역의 측정정보를 계측함에 있어 주파수별 반사율은 주관적으로 평가하기가 어렵고, 주변 조명환경에 따라 시각적인 오류가 발생된다. 또한 유전자 및 단백질 등의 반사율을 전달하는 것은 대단히 어려우므로 객관화된 수치를 사용하는 것은 정확한 계측치 전달의 필수적인 사항이다. 따라서 보다 신뢰성 있고 정확한 반사율 산출을 위한 조명 선택은 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 700-1,100nm 근적외선 파장대역 측정에서 보편적으로 가장 많이

사용하는 조명별 색상지의 반사특성을 측정하여 조명 영향을 평가하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

근적외선 대역의 분광광도를 측정하기 위하여 사용한 색상지는 표준반사물질 및 만셀 표준 색상인 빨강, 노랑, 초록, 파랑 색상지를 사용하였다. 그리고 분광광도계 시스템에서 실험한 조명은 3가지이며 특성은 다음 표 1과 같다. 실험에 사용한 조명은 백열등, 형광등 및 인버터 형광등이고, 밝기는 백열등 196 lux, 형광등 205 lux, 인버터 형광등 143 lux이다.

표 1. 조명의 종류
Table 1. Kinds of Illuminant

Illuminant	Watt	Volt	lux
Incandescent	27	220	196
Fluorescent	28	220	205
Inverter Fluorescent	100	220	143

2. 실험 방법

분광광도계 시스템의 광도분석을 비교 분석하기 위하여 사용한 실험 재료 색상지는 색상지별 20번 측정하였고, 측정각도는 수직상태로 고정하여 측정하였다.

3. 실험 장치

본 연구의 실험을 위하여 제작한 장치는 분광광도계(Ocean Optic Co. Ltd., USA), 조명장치를 위한 기구부, 조명(백열등, 인버터 형광등,

형광등), 데이터 수집 장치 및 컴퓨터로 그림 1과 같이 구성하였다.

분광광도계에서 반사되어 온 수광 정보는 데이터 수집 장치를 통하여 컴퓨터에 입력된다. 측정된 데이터는 출력신호 표시 소프트웨어를 통하여 모니터에 표시된다.

분광반사율 측정을 위하여 색상지와 수광부까지의 거리는 8 mm로 하였다. 그리고 측정과장범위는 700 nm - 1,000 nm이다.

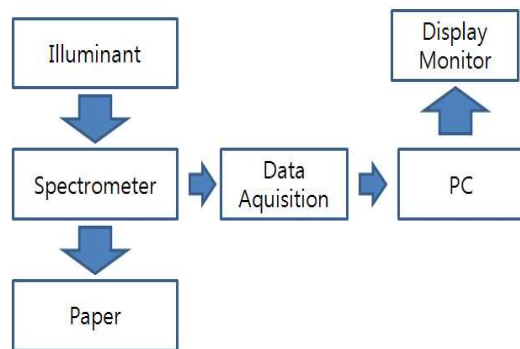


그림 1. 분광광도계 시스템
Fig. 1 Spectrophotometer System

III. 결과 및 고찰

분광광도계 시스템을 이용하여 근적외선 대역 700-1,100nm 사이를 측정하였다. 각기 3가지의 조명에 대한 분광반사율을 측정하였고, 각 조명에 대하여 다른 반응 특성을 보였다.

1. 표준 색지

그림 2에서 보는바와 같이 인버터 형광등 및 형광등에서는 분광반사 특성을 보이지 않았다. 백열등의 경우는 분광반사 특성을 보였고, 1,100nm 대역으로 갈수록 분광반사율이 줄어드는 것을 알 수가 있었다.

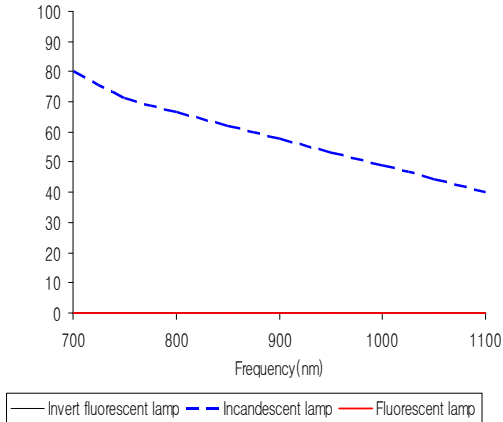


그림 2. 표준 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 2 Spectrum reflectance of spectrometer for standard paper

2. 빨강 색지

빨강 색지에 대한 분광반사율 반응 결과를 그림 3과 같다. 표준물질과 마찬가지로 백열등에서 분광반사 특성을 보였고, 1,100nm 대역으로 갈수록 분광반사율이 줄어들었다. 그리고 인버터 형광등과 형광등에서는 분광반사 특성을 보이지 않았다.

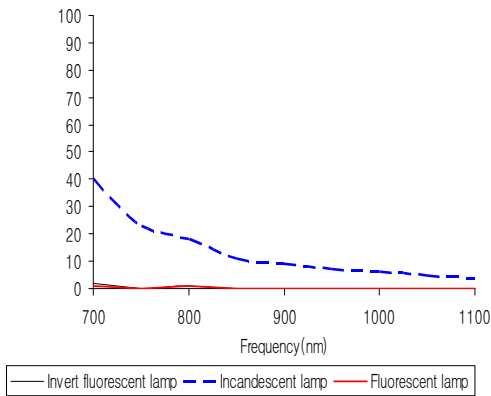


그림 3. 빨간 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 3 Spectrum reflectance of spectrometer for red paper

3. 노랑 색지

그림 4는 노랑색지에 대한 근적외선 대역의 분광반사율 반응 결과이다. 노랑색지에서도 빨강색지와 동일하게 백열등에서만 분광반응 특성을 보였다.

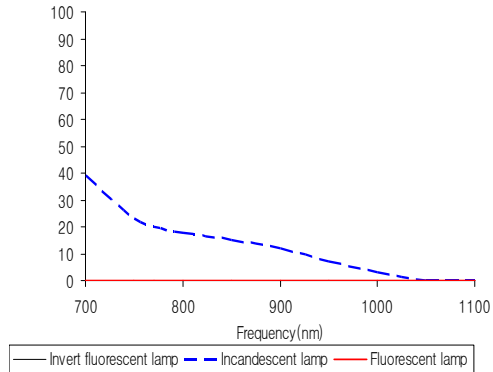


그림 4. 노랑 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 4 Spectrum reflectance of spectrometer for yellow paper

4. 초록 색지

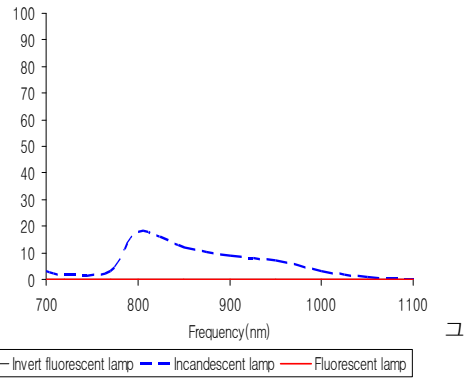


그림 5. 초록 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 5 Spectrum reflectance of spectrometer for green paper

초록 색지에 대한 분광반사율 특성은 그림 5와 같다. 그림 5에서 보논바와 같이 백열등에서 분광반사율 특성을 보였다. 인버터 형광등

및 형광등에서는 다른 색지들과 마찬가지로 분광반사 특성을 보이지 않았다. 백열등 조명을 이용한 반응 특성에서 볼 수 있듯이 700nm 대역 근방에서 800nm 대역까지 분광반사율이 증가하다가 1,100nm 대역까지 분광반사율이 줄어드는 것을 알 수가 있었다.

5. 파랑 색지

그림 6은 파랑 색지의 분사반사율 특성에 대한 결과를 보여주고 있다. 초록색지와 마찬가지로 백열등 조명에서만 분광반사 특성을 보였고, 700 nm 대역 근방에서 800 nm 대역까지 분광반사율이 증가하였다.

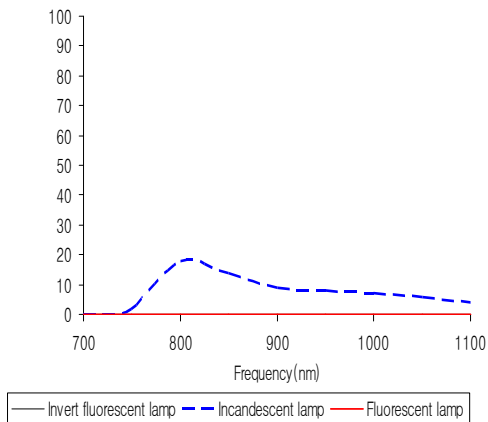


그림 6. 파랑 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 6 Spectrum reflectance of spectrometer for blue paper

다섯 가지 색상에 대한 조명별 분광반사 특성을 분석하였다. 3가지의 단일 조명에서 백열등을 이용한 분광반사율에서 대부분 반응 특성을 보였고, 인버터 형광등 및 형광등에서는 분광반사 특성을 보이지 않았다.

백열등, 인버터 형광등 및 형광등의 각 조명의 조합된 조명으로 각 색지의 분광반사율을 측정해 보았다. 실험한 조명의 조합은 백열등+

인버터 형광등, 인버터 형광등+형광등, 백열등+형광등이다.

그림 7은 표준 색지에 대한 분광반사 특성 결과이다. 표준 색지에 대한 실험결과에서 백열등+인버터 형광등 및 백열등+형광등의 조합 조명은 분광반사 특성을 보였지만, 인버터 형광등+형광등에서는 분광반사 특성이 나타나지 않았다. 분광반사율이 최고 높은 조명은 백열등+형광등 조합이다.

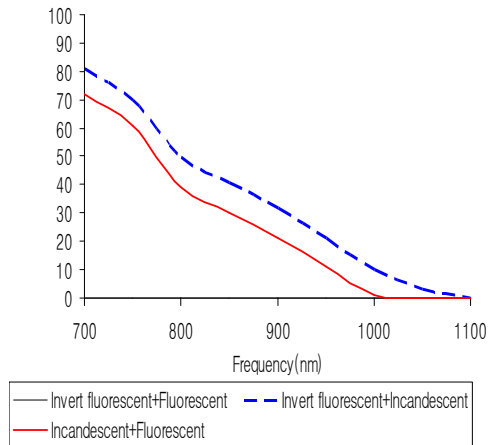


그림 7. 조합된 조명 조건하에서 표준 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 7 Spectrum reflectance of spectrometer for standard paper in combined illuminant

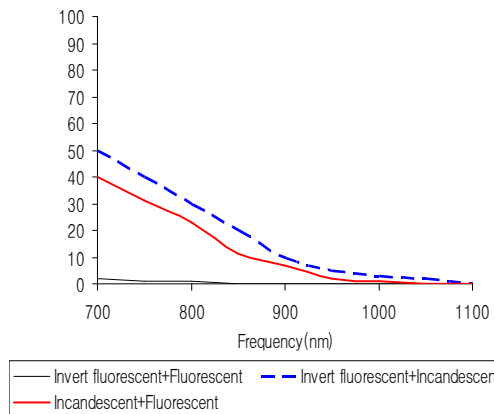


그림 8. 조합된 조명 조건하에서 빨간 색지에 대한 분광광도계의 분광반사율
Fig. 8 Spectrum reflectance of spectrometer for red paper in combined illuminant

그림 8은 빨간 색지에 대한 분광반사율을 보여주고 있다. 분광반사 특성의 경향은 표준색지와 비슷한 경향을 보였다. 분광반사율이 최고 높은 조명은 백열등+인버터 형광등 조합으로 나타났다.

그림 9는 노란 색지에 대한 분광반사특성을 보여주고 있다. 그림 8에서 볼 수 있듯이 빨간 색지와 비슷한 경향을 특성을 보이는 것을 알 수가 있었다.

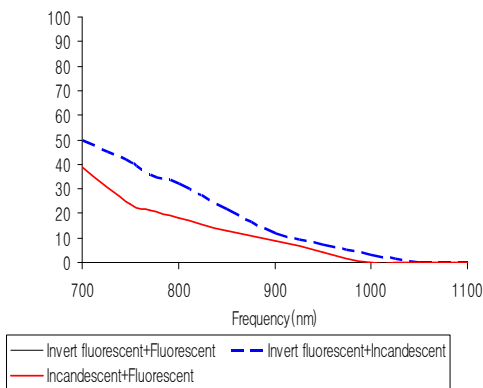


그림 9. 조합된 조명 조건하에서 노란 색지에 대한 분광관도계의 분광반사율
Fig. 9 Spectrum reflectance of spectrometer for yellow paper in combined illuminant

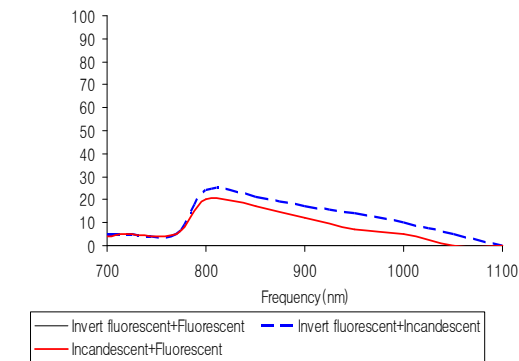


그림 10. 조합된 조명 조건하에서 초록 색지에 대한 분광관도계의 분광반사율
Fig. 10 Spectrum reflectance of spectrometer for green paper in combined illuminant

그림 10은 초록 색지에 대한 실험 결과이다.

초록 색지에서도 백열등+인버터 형광등 조합 분광반사율이 최고 높은 조명이었다. 그림 11은 파란 색지에 대한 실험 결과이다. 파란 색지의 반응 특성은 초록 색지와 비슷한 경향을 보였다.

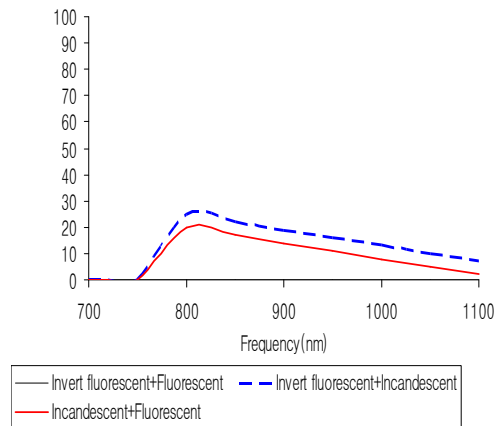


그림 11. 조합된 조명 조건하에서 파란 색지에 대한 분광관도계의 분광반사율
Fig. 11 Spectrum reflectance of spectrometer for blue paper in combined illuminant

IV. 결론

본 연구에서는 700-1,100nm 근적외선 파장 대역에서 측정된 반사특성을 측정된 조명의 영향을 평가하였다.

1. 색상지는 표준반사물질 및 만셀 표준 색상인 빨강, 노랑, 초록, 파랑 색상지를 사용하였고, 조명은 백열등, 형광등, 인버터 형광등 및 조명 조합으로 실험하였다.
2. 백열등, 인버터 형광등 및 형광등의 단일 조명하에서는 색상에 관계없이 백열등을 사용하는 것이 700-1,100 nm 근적외선 대역을 측정하는데 유리하다는 것을 알 수가 있었다.
3. 백열등+인버터 형광등, 인버터 형광등+형광등 및 백열등+형광등의 조합 조명에서는 백

열등+인버터 형광등에서 가능 높은 분광반사율을 보였다.

4. 생체 반응에 민감한 700-1,100 nm 근적외선 대역의 반응에 대한 분석을 필요한 실험은 백열등 조명을 이용하는 것이 분광반사율을 확인하는데 유리한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 노재규, 김동억, “분자영상의학 - 광학적 접근”, 대한의사협회지 특집, 2, 2004
- [2] 이상식, “칼라컴퓨터 시각시스템 구성에 따른 조명영향 평가”, 성균관대학교 석사학위논문, 0, 1995
- [3] 윤길원, “혈액중 Non-invasive hematocrit 분석”, 근적외 분광분석법의 바이오 및 제약 산업에 대한 응용 강연요지집, 2002
- [4] 이준식, “Application of NIR technology for tefinery and petrochemical process in SK”, 근적외 분광분석법의 바이오 및 제약 산업에 대한 응용 강연요지집, 2002
- [5] 강신정, “근적외선분광법의 대한약전수재 현황”, 근적외 분광분석법의 바이오 및 제약 산업에 대한 응용 강연요지집, 2002
- [6] Makoto Otsuka, “일본의 근적외선분광법에 대한 제약회사 응용 및 현황”, 근적외 분광분석법의 바이오 및 제약 산업에 대한 응용 강연요지집, 2002
- [7] 박재복, 김동철, 김종훈, 이충호, “영상처리를 이용한 외형특성 판명기술 개발”, 한국식품개발연구원연구논문, 2010
- [8] 이상식, 이충호, “내장형 분광광도시스템 구성에 따른 조명 영향 평가”, 한국정보전자통신기술학회, 3(2), 2010
- [9] Weissleder R. “A clearer vision for in vivo imaging”, Nat Biotechnol, 19, 2001

저자약력

이 상 식(Sangsik Lee)

정회원



1993년 12월~2000년 6월 :

LG전선(주) 연구소

2000년 2월 : 성균관대학교

생명공학부 박사졸업

2004년 6월~현재 :

성균관대학교 바이오메카트로

닉스센터 연구부교수 근무

<관심분야> 의용메카트로닉스, 의료공학, 제어공학