

Daum 이미지와 QuickBird 위성영상에 의한 NIR 밴드 추출과 정규화식생지수 (NDVI)에의 적용

NIR Band Extraction for Daum Image and QuickBird Satellite Imagery and its Application in NDVI

나상일* · 박종화**,*

Na, Sang Il* · Park, Jong Hwa**,*

ABSTRACT

This study extracted Near Infrared (NIR) band using Image Processing Technology (IPT), and calculated Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Aerial photography from Daum portal in combination with high resolution satellite image was employed to improve vegetation sensitivity by extracting NIR band and calculating NDVI with comparison to QuickBird result. The extracted NIR band and NDVI through IPT presented similar distribution pattern. In addition, a regression analysis by land cover character showed high correlation paddy and forest. Therefore, this approach could be acceptable to acquire vegetation environment information.

Keywords: Near infrared (NIR); image processing technology (IPT); normalized difference vegetation index (NDVI); daum image; quickbird satellite

1. 서 론

최근 IT기술의 발달과 인공위성의 성능 향상은 위성정보에 대한 접근성과 활용성을 높였으며, 이를 계기로 위성정보 기술은 다양한 산업분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 이미 국내에서도 산림청과 수산관측센터 등에서 외국의 상업위성 데이터를 활용하여 모니터링과 관측 등에 활용하고 있다. 이러한 잠재적인 이점은 특히 농업과 녹색성장 분야의 기술도입에 두드러지게 나타나고 있다. 이는 원격탐사가 생물군계 (biomass)는 물론 개별 식물체의 식별, 특성, 성장가능성 등을 평가하는데 강력한 수단으로 인정되었고 (Short, 2007), 식물별 파장 차이를 활용한 식물 식별뿐 아니라 강우량, 토양상태 등에 관한 정보와 식물의 생육상황도 추정할 수 있기 때문이다.

한편, 야후·구글 등 글로벌업체들이 주도한 지도서비스 경쟁에 국내 토종업체들이 가세하면서 인터넷 포털의 실사지도 서비스 경쟁이 본격화되고 있다. 실사 이미지로 서비스되는 인터넷 지도는 위성영상과 항공사진을 활용하여 서비스 되고 있으며, 오픈 Application Programming Interface (API)를 이용하여 사용자가 원하는 지역, 장소 등에 대해 보다 사실과 가까운 정보를 무료로 제공한다. 하지만 인터넷 지도서비스로부터 얻어지는 자료는 특정 밴드의 반사값을 기록하는 위성영상과는 달리 단순히 눈으로 볼 수 있는 가시광선 파장 3개 밴드 (RGB)로 이루어진 이미지 자료 형태로 수집된다. 이렇게 수집된 이미지 자료는 위성영상에 비해 공간해상도는 높지만 밴드 수가 적고 좌표체계가 없어 환경 평가 및 분석에 그대로 적용하는 데는 한계가 있다.

영상처리를 이용한 환경정보 수집은 국외에서 많은 연구가 진행되어 왔다. Zhang et al. (2005)은 NOAA 데이터를 이용하여 황하강 유역의 증발산량을 추정하였으며, Lee et al. (2006)은 디지털 영상처리 기법을 이용하여 교량의 변위를 원격탐사로 규명하였다. Gordon and Franz (2008)는 SeaWiFS와 MODIS를 비교하여 대기의 영향에 따른 수심별 복사회도의 투과율을 추정하였으며, Zhong et al. (2008)은 grid middleware를 이

* 충북대학교 농업생명환경대학 지역건설공학과 박사과정

** 충북대학교 농업생명환경대학 지역건설공학과

† Corresponding author. Tel.: +82-43-261-2577

Fax: +82-43-271-5922

E-mail address: jhpak7@cbnu.ac.kr

2009년 6월 15일 투고

2009년 7월 3일 심사완료

2009년 7월 24일 게재확정

용하여 원격탐사 영상처리 시스템을 설계하였다. 그러나 기존 연구의 대부분은 정보수집 방법이 육안판독에 의한 수동적 기법으로 국한되어 있고, 항공사진은 위성영상이나 GIS 데이터의 참고자료로 인식되는 한계성이 있어서 해외를 비롯한 GIS 데이터 수집이 어려운 지역 적용에는 제약이 따른다. 특히, 국내에서의 연구는 영상 취득의 한계와 막대한 비용, 데이터 처리의 어려움으로 인하여 영상처리를 이용한 환경정보 수집에 관한 연구가 활발하지 못한 실정이다. 따라서 인터넷 포털의 실시간 지도 서비스의 시작과 인터넷 보급률 증가로 누구나 손쉽게 원하는 지역의 정보를 얻을 수 있는 시점에서 영상처리 (Image Processing) 기법의 적극적인 도입과 기술개발이 시급하다.

따라서 본 연구에서는 영상처리 기법으로 현재 서비스되고 있는 항공사진 중 Daum 이미지에서 NIR 밴드를 추출하여 NDVI에 적용하고, 데이터의 객관성 확인을 위해 고해상도 영상인 QuickBird 위성자료의 NDVI와 비교하여 그 효용성을 검토하였다.

II. 연구대상지역과 사용 데이터

1. 연구대상지역

연구대상 지역은 충청북도 청주시에 위치한 미호천 주변의 농경지를 선정하였다. 또한, 데이터 처리의 효율성과 토지피복별 NDVI의 상태 파악을 고려하여 농경지를 중심으로 하천과 나지, 산림 등 여러 토지피복이 혼재하는 지역 5.1 km × 2.6 km를 선정하였다 (Fig. 1).

2. 사용 데이터

사용 데이터는 포털사이트 Daum (<http://local.daum.net>)에서 서비스 하는 Daum Image (이후, DI)를 추출하여 사용하였다. 또한 NDVI의 적용 가능성 판단을 위한 비교자료로 QuickBird Image (이후, QBI)를 사용하였다. 여기서 DI의 촬영시기 파악은 불가능하다. 따라서 월별 위성자료와 대조하여 육안판독을 한 후 이미지의 색상, 질감, 형태 등이 가장 유사한 QBI의 11월 영상을 선정하여 동일한 지역을 추출하였다.



Fig. 1 RGB composite image of Daum (a) and QuickBird (b)

III. 연구방법

1. 영상처리 (Image Processing) 방법

NIR 밴드 추출은 영상처리 기법을 이용하였다. 연구과정은 크게 영상처리와 NDVI 평가의 두 과정으로 구분된다. 먼저, 인터넷에서 추출한 DI에 대해 기하보정을 하여 투영법 및 좌표를 부여하고, 영상강조 및 히스토그램 매칭을 적용하여 QBI와의 차이를 최소화한 후 NIR 밴드를 추출하였다. 또한 추출한 NIR 밴드를 이용하여 NDVI를 산출한 후, QBI에서 산출한 NDVI와의 비교를 통해 적용가능성을 평가하였다. 작업과정의 전체 흐름과정을 나타내면 Fig. 2와 같다.

2. 기하보정 (Rectification)

DI는 추출당시 파일 좌표로 수집되기 때문에 이미지를 맵 좌표체계에 맞도록 보정 해주어야 한다. 파일 좌표는 좌상단을 원점으로 단순한 픽셀수를 숫자로 나열한 것으로 실제 좌표와 차이가 있어 이를 그대로 사용할 경우, 다른 영상 및 GIS 자료와 중첩이 불가능하다. 따라서 맵 좌표 및 투영법을 이미지에 부여하기 위하여 TM 좌표체계로 정사보정된 QBI를 참조자료로 활용하여 Image to Image 방법으로 기하보정을 실시하였다. 이 때 지상기준점 (GCP)은 콘크리트 구조물로 만들어진 도로, 교차지점 등 위성영상에서 구분하기 쉽고 계절에 상관없이 동일하다고 판단되는 지점을 선정하였고, 최근린 내삽법을 이용하여 공간해상도 4 m로 재배열하였다.

3. 영상강조 (Image Enhancement)

영상 강조기법은 영상의 분석과 판독이 용이하도록 원영상을 강조하는 기법을 말한다. 본 연구에서는 원 데이터 값을 선형

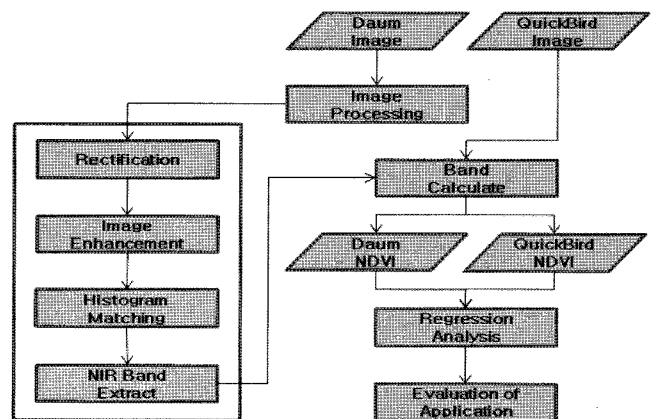


Fig. 2 Flowchart of image processing and regression analysis

으로 확장하여 새롭게 분포시키는 기법을 적용하였다. 이 기법은 입력값을 확장하여 출력장비가 지원하는 전 범위를 사용하여 미묘한 변화가 더욱 두드러지게 하는 것으로 정규분포, 가우시안 히스토그램에 적용이 쉬운 식 (1)의 선형강조 기법을 DI와 QBI에 적용하였다.

$$DN_{output} = \frac{DN_{input} - DN_{min}}{DN_{max} - DN_{min}} \times DN_{\gamma} \quad (1)$$

여기서, DN_{min} , DN_{max} 는 각각 영상 밝기의 최소값과 최대값이며, DN_{γ} 는 컴퓨터의 방사해상도로 8 bit로 처리하였다.

4. 히스토그램 매칭 (Histogram Matching)

히스토그램 매칭기법은 하나의 이미지 히스토그램과 또 다른 하나의 이미지 히스토그램을 맞추어 두 이미지간 픽셀 분포의 차이를 보정하는 기법을 말한다. 히스토그램 분포가 가우시안 분포와 같이 중형으로 분포되어 있고 0 또는 255 영역에서 희소하게 분포되어 있는 이미지 해석에 적합한 기법이다. 본 연구에서는 식 (1)에 적용하여 영상강조된 두 장의 이미지를 매칭시킴으로써 DI와 QBI의 차이를 최소화 하였다.

5. NIR Band 추출

몇몇의 고해상도 위성영상은 0.4~0.5 μ m 범위의 청색 (B)밴드가 없어 이미지를 False Color로만 표현해야 하는 단점이 있다. 따라서 연구자들은 고해상도 영상을 대상으로 NIR, R, G 밴드를 조합하여 새로운 R, G, B 밴드 추출식을 제안하였다 (Ohkura et al., 1994).

$$\begin{pmatrix} NIR \\ R \\ G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ 4 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{pmatrix} \quad (2)$$

여기서, NIR , R , G 는 각각 영상의 근적외선, 적색, 녹색 밴드 값이며, R' , G' , B' 는 각각 새롭게 조합된 적색, 녹색, 청색 밴드 값이다.

본 연구에서는 식 (2)를 역변환하여 R, G, B 밴드를 NIR 밴드로 조합하는 NIR 밴드 추출 식을 유도하였다. 관련 역변환 식은 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 4 & -3 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} NIR' \\ R' \\ G' \end{pmatrix} \quad (3)$$

여기서, NIR' , R' , G' 는 각각 이미지 파일의 적색, 녹색, 청색 밴드를 새로 조합한 결과 얻어진 근적외선, 적색, 녹색 밴드 값이다.

6. NDVI의 계산

NDVI는 단위가 없는 복사값으로 적색과 근적외선 영역의 반사값을 이용하여 계산된다. QuickBird 위성은 4개 밴드로 구성되어 있다. QuickBird 위성 데이터를 이용한 식생지수는 밴드 3 (Red)과 밴드 4 (NIR)의 데이터를 조합하여 계산할 수 있다.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (4)$$

여기서, NIR 는 파장 720~800nm의 근적외선 밴드이며, Red 는 파장 580~680 nm의 가시광선 밴드이다. $NDVI$ 의 범위는 -1.0에서 1.0까지이며, 증가하는 양수 값은 녹색식물의 증가를 의미한다.

7. QuickBird 영상에의 NDVI 적용성 평가

식 (3)에 DI를 적용하여 추출한 NIR 밴드를 식 (4)에 적용하여 대상지역에 대한 NDVI의 공간분포를 추정하고, 그 결과를 QBI에서 추출한 NDVI와 비교하여 적용성을 검토하였다. 또한 두 영상간의 회귀분석을 실시하여 새롭게 유도한 NIR 밴드 추출식 결과가 NDVI 분포를 얼마나 잘 설명하는지를 판별하기 위한 적합도를 분석하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. DI의 영상처리

DI를 작업흐름도 (Fig. 2)의 왼쪽 과정에 따라 영상처리를 실시하였다. 먼저, QBI에서 명확하게 같은 지점이라고 판단되는 지점을 지상기준점 (GCP)으로 선정하고, RMSE는 0.1이하 (0.336 m)로 조정하여 기하보정을 실시하였다. 기하보정 후 DI와 QBI를 식 (1)에 적용하여 각 이미지의 강조 영상을 추출하였다. 각 이미지의 강조 영상 히스토그램을 비교한 결과, QBI가 DI에 비해 픽셀 분포의 평균값과 표준편차가 높게 분포되었다. 따라서 QBI를 기준으로 DI의 히스토그램 매칭을 실시하여 두 이미지간의 픽셀 분포 차이를 최소화하였다. 그 결과 Table 1과 같이 두 이미지 간의 평균 및 표준편차 차이를 ± 1.5 이하로 줄일 수 있었다. 히스토그램 매칭 후 보정된 이미지를 식 (3)에 적용하여 추출한 NIR 밴드와 QBI의 NIR 밴드는 Fig.

Table 1 Results of histogram matching

Band	Image	Mean		Standard Deviation	
		Value (DN)	Variation	Value (DN)	Variation
Red	QBI	111.747	.	46.296	.
	DI	100.307	11.440	27.340	18.956
	HMI	113.146	-1.399	44.837	1.459
Green	QBI	103.862	.	45.075	.
	DI	95.053	8.809	27.378	17.697
	HMI	104.423	-0.561	44.535	0.540
Blue	QBI	94.564	.	41.918	.
	DI	91.826	2.738	27.949	13.969
	HMI	95.219	-0.655	41.222	0.696

(DN = Digital Number, HMI = Histogram Matched Image)

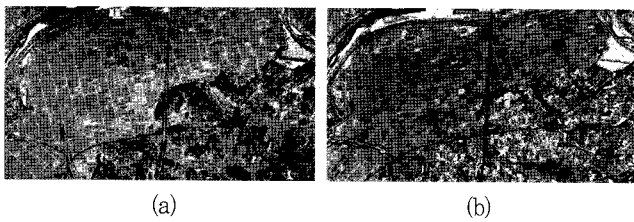


Fig. 3 NIR band of DI (a) and QBI (b)

Table 2 Statistics of NIR band

	NIR Band of DI	NIR Band of QBI
Min.	0	0
Max.	255	255
Mean	144.805	144.808
Std. Dev.	43.993	43.990

Histogram	DI		QBI	
	Frequency	DN	Frequency	DN
	1190020	0	594936	0
		144.805		144.808
		255		255

3과 같다. DI에서 추출한 NIR 밴드와 QBI의 NIR 밴드는 평균, 표준편차, 히스토그램 분포에서 거의 동일한 패턴을 보였다 (Table 2).

토지피복에 따른 NIR 밴드의 패턴은 피복 식생의 생물량에 민감하게 반응하였다. 논과 산림 지역은 식생 분포 수준에 따라 크게 변화하였으며, 수역은 DN값이 낮게 표시되었는데 이것은 물이 대부분의 파장에서 흡수하는 성질을 반영한 결과로 판단된다. 도심지와 나지도 QBI와 비교하여 NIR 밴드 분포특성의 패턴을 잘 반영하고 있어 NIR 밴드와 Red 밴드의 조합인 NDVI에 적용하는데 적합한 것으로 판단되었다.

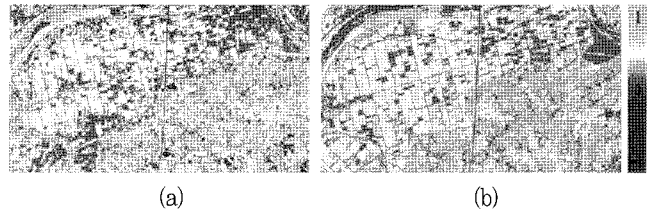


Fig. 4 Spatial representation of the NDVI distribution of DI (a) and QBI (b)

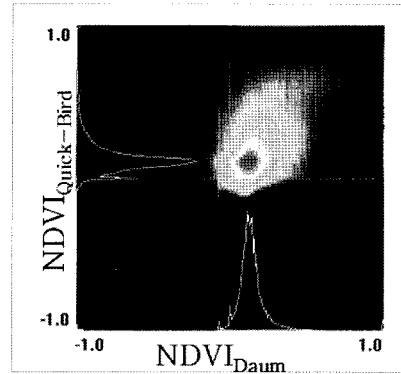


Fig. 5 Comparison between NDVI_{Daum} and NDVI_{QuickBird}

Table 3 Distribution of NDVI (%)

	NDVI _{Daum}	NDVI _{QuickBird}
Mean	0.145	0.146
Std. Dev.	0.163	0.151
-1 ~ -0.8	0.76	0.26
-0.8 ~ -0.6	0.06	0.02
-0.6 ~ -0.4	0.08	0.04
-0.4 ~ -0.2	0.14	0.06
-0.2 ~ 0.0	2.48	3.27
0.0 ~ 0.2	78.58	77.16
0.2 ~ 0.4	14.03	13.57
0.4 ~ 0.6	2.38	3.50
0.6 ~ 0.8	0.66	1.57
0.8 ~ 1.0	0.83	0.56
Total	100.00	100.00

2. 영상처리에 의한 NDVI 추출

영상처리로 추출한 NIR 밴드와 Red 밴드를 조합하여 각 이미지별로 NDVI를 산정하였다. 이렇게 산정된 DI와 QBI의 NDVI 공간분포를 나타내면 Fig. 4와 같다. Fig. 4와 같이 DI에 의한 NDVI와 QBI에 의한 NDVI의 분포 특성이 거의 동일하다. 특히 농경지와 산림의 경우 식생 분포의 패턴이 매우 유사하고, 농경지의 필지별 NDVI 차이도 육안으로 확인할 수 있어 해당

지역의 농경지 식생 평가의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Fig. 5는 산정된 DI와 QBI의 NDVI를 각각 X, Y 축으로 놓고 DN값을 비교한 산점도이다. 산점도는 데이터의 규모나 방향성에 따라 유의한 해석을 가질 수 있다. 두 이미지에서 처리한 NDVI는 0을 기준으로 대부분 양의 값을 가지며, 이미지 간의 분포형태가 매우 유사한 특성을 나타낸다. 실제로 NDVI의 누적분포를 분석한 결과 두 이미지 모두 DN값이 0 이하인 픽셀은 약 4% 미만으로 나타났다 (Table 3). 또한, 평균값과 표준편차가 유사하게 나타나 두 이미지 간의 히스토그램도 거의 일치한다.

3. 회귀분석에 의한 NDVI 적용성 평가

영상처리로 추출한 DI의 NIR 밴드와 Red 밴드를 조합하여 NDVI를 산정한 후, 이를 QBI의 NDVI와 비교하여 회귀분석을 실시하였다. 분석방법은 대상지역의 항공사진 및 위성영상을 육안판독하여 농경지, 산림, 도심지, 나지, 수역의 5개 항목으로 토지피복을 분류한 후, 각 항목별 50점을 무작위로 추출하여 회귀모형을 작성하였다. 분석 결과 Fig. 6과 같이 NDVI는 토지피복 특성에 따라 서로 다르게 구분되었으며, 회귀모형의 적합도를 판정하는 결정계수 R^2 는 Table 4와 같이 농경지 > 산림 > 도심지 > 나지 > 수역의 순으로 나타났다. 특히, 도심지 (0.35), 나지 (0.05), 수역 (0.01)은 R^2 값이 0.5이하로 나타났지만, 농경지 (0.65)와 산림 (0.54)은 비교적 높은 상관성을 나타냈다. 따라서 농경지와 산림이 많은 면적을 차지하는 지역에 적용성이 높을 것으로 판단된다. 또한, 토지피복 간 R^2 값의 편차가 큰 것으로 볼 때, 영상처리에 의한 NIR 밴드에서 추출한 NDVI는 토지피복 상태에 큰 영향을 받는 것으로 판단되었다.

Fig. 7은 DI와 QBI의 NIR 밴드와 NDVI를 비교한 분포도이다. NIR 밴드와 NDVI를 분포도로 비교해 보면 두 이미지는 유사한 분포를 나타낸다. 토지피복별로 살펴보면, 농경지의 경우 NIR 밴드는 DI에서 편차 정도가 약간 과장되어 나타났지만 증감 형태가 비슷하고 NDVI는 대부분 일치하였다. 산림의 경우는 NIR 밴드와 NDVI 모두 DI에서 낮게 나타났다. 이것은 밴드를 조합하는 과정에서 Red와 Blue 밴드에 비해 Green 밴드가 차지하는 비중이 작아 녹색이 강조되는 지역의 경우 실제의 NIR 밴드보다 과소평가 된 결과로 판단된다. 그러나 영상처리에 의한 NIR 밴드와 NDVI는 실제 위성영상으로 취득한 NIR 밴드와 NDVI보다 수치적으로는 편차를 보였지만 증감추이와

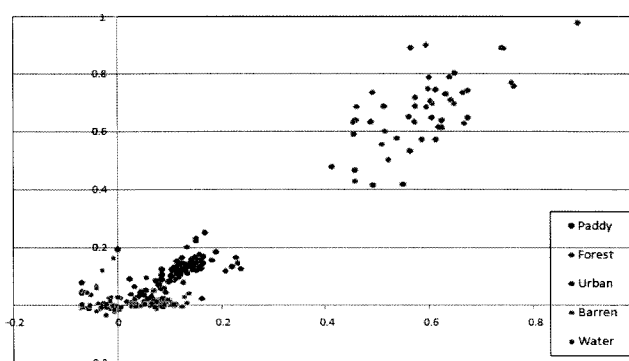


Fig. 6 Comparison between $NDVI_{Daum}$ and $NDVI_{QuickBird}$

Table 4 Coefficient of determination (R^2)

Land Cover	R^2
Paddy	0.65
Forest	0.54
Urban	0.35
Barren	0.05
Water	0.01

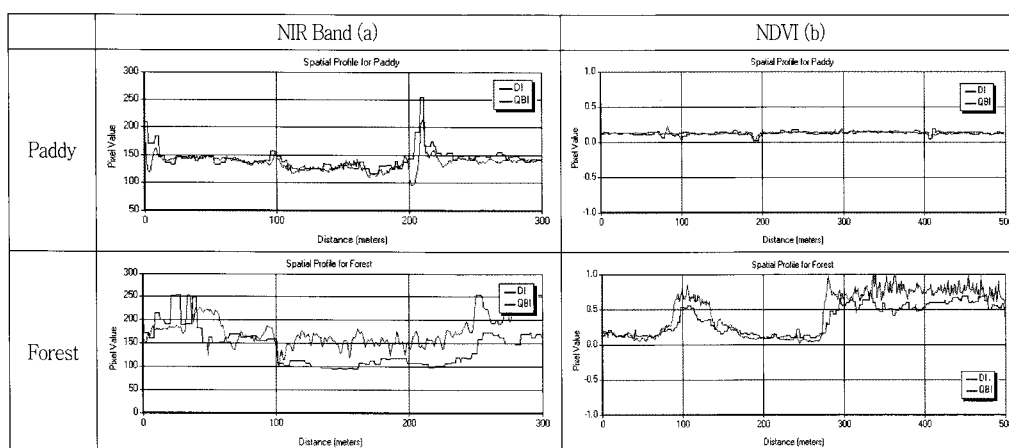


Fig. 7 Spatial profile for land cover of NIR band (a) and NDVI (b)

분포 경향이 유사하여 간접적으로 식생환경 정보를 얻는 방법으로는 유용하게 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

V. 결 론

본 연구에서는 영상처리 기법으로 현재 서비스되고 있는 DI에서 NIR 밴드를 추출하여 NDVI에 적용하고, QBI에서 추출한 NDVI와 비교하여 그 효용성을 검토하였다. 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. DI의 기하보정 및 영상강조 결과 QBI가 DI에 비해 픽셀 분포의 평균값과 표준편차가 높았으나 QBI를 기준으로 DI의 히스토그램 매칭방법을 적용한 결과, 두 이미지간의 평균 및 표준편차 차이는 ± 1.5 이하로 감소되었음.

2. 영상처리 후 보정 이미지를 재조합하여 NIR 밴드를 추출한 결과 QBI의 NIR 밴드와 거의 동일한 결과를 나타냄. 특히 농경지와 산림 지역은 식생 분포 수준에 따라 DN값이 크게 변화하였고 수역은 파장 흡수 성질이 반영되어 낮은 DN값을 보였으나 도심지와 나지도 NIR 밴드 분광특성 패턴을 잘 반영하고 있어, 추출 NIR 밴드를 NDVI에 적용하는데 적합할 것으로 판단됨.

3. 영상처리로 추출한 NIR 밴드를 이용한 NDVI 산정 결과 DI와 QBI에 의한 NDVI의 분포 특성이 거의 동일하였음. 특히 농경지와 산림의 식생분포 패턴이 매우 유사하였고, 농경지의 필지별 NDVI 차이도 육안으로 확인할 수 있어 해당 지역의 농경지 식생 평가의 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단됨.

4. DI에 의한 NDVI와 QBI의 NDVI를 회귀분석한 결과, NDVI는 토지피복 특성에 따라 서로 다르게 구분되었음. 결정 계수 R^2 는 농경지 (0.65) > 산림 (0.54) > 도심지 (0.35) > 나지 (0.05) > 수역 (0.01)의 순으로 나타나, 농경지와 산림에서 높은 상관성이 있는 것으로 나타남.

5. DI에 의한 NIR 밴드, NDVI와 QBI의 NIR 밴드, NDVI를 비교 분석한 결과 두 이미지는 유사한 분포를 나타냄. 특히, 농경지의 경우 NIR 밴드는 편차 정도가 약간 과장되어 나타났지만 증감 형태가 유사하고 NDVI는 대부분 일치함.

6. DI에 의한 NIR 밴드와 NDVI는 QuickBird 위성영상의 NIR 밴드와 NDVI보다 수치적인 편차를 보였으나, 증감추이와 분포 경향은 유사함. 따라서 간접적으로 식생환경 정보를 취득하는 방법으로 적용이 가능할 것으로 평가됨.

REFERENCES

1. Daum maps Skyview web-service homepage: [Http://local.daum.net](http://local.daum.net). Accessed 9 Mar. 2009.
2. Gordon, H. R., and B. A. Franz, 2008. Remote sensing of ocean color: Assessment of the water-leaving radiance bidirectional effects on the atmospheric diffuse transmittance for SeaWiFS and MODIS intercomparisons, *Remote sensing of environment* 112(5): 2677-2685.
3. Lee, J. J., M. Shinozuka, and S. J. Cho, 2006. Remote Sensing of Bridge Displacement Using Digital Image Processing Techniques, *Advanced nondestructive evaluation I*: 404-409.
4. Ohkura, H., S. Uehara, S. Yazaki, and T. Kumagai, 1994. Application of multiple satellite data to the study of natural disasters. *Advances in space research : the official journal of the Committee on Space Research*. The Committee by Pergamon Press.
5. Short, N. M., Remote Sensing Tutorial, 2007. : [Http://rst.gsfc.nasa.gov](http://rst.gsfc.nasa.gov). Accessed 6 Apr. 2009.
6. Zhang, C., X. Wang, and Y. Shao, 2005. Estimated Evapotranspiration Based on NOAA Data in the Yellow River Delta, *Resources science* 27(1): 86-91.
7. Zhong, L., H. Ma, and H. Xu, 2008. The design and implementation of a remote sensing image processing system based on grid middleware [7146-83], International Conference on GeoInformatics ; *Geoinformatics 2008 and Joint Conference on GIS and Built Environment*, 7146-2C.