

IKONOS 영상자료를 이용한 하천수질 평가에 관한 연구

○ 김주훈 · 김경탁* · 최윤석 · 박정술**

1. 서론

일반적으로 지표상의 모든 물질은 각자의 구성물질이나 분자구조에 따라 태양에너지를 흡수하거나 반사하거나 특정량의 내부에너지를 방사(放射)하는 특성을 갖는데, 원격탐사기법은 이러한 물질의 특성을 센서에 감지하여 지구 표면에 대한 공간 및 속성정보를 얻을 수 있다.

센서에 의해 획득된 디지털 영상은 지표면 혹은 수표면과 공간적으로 일치하는 화소(pixel)들로 정렬되어 있으며, 화소에 나타난 수치는 전자기 스펙트럼에서의 대상물체에 대한 분광특성을 나타낸다. 따라서 지상수역의 오염물질이 불규칙한 분포를 나타내어도 분광특성이 뚜렷한 수질인자에 대해서 센서가 감지할 수 있으면 이들의 분포상태를 전체적으로 파악할 수 있는 장점이 있다.

원격탐사를 수질에 이용하기 시작한 시기는 1972년 7월 Landsat-1가 발사된 이후로서 초기에는 수온이나 탁도 등 단일 항목 분포도 작성에서 현재에는 클로로필이나 부유물질과 같이 광학적 특성이 뚜렷한 수질인자들과 열적외선 파장으로 정확하게 감지할 수 있는 수온에 관한 연구 등이 진행되고 있다. 특히, 클로로필은 호수와 해양에서 부영양화나 적조 발생의 원인이 되는 조류 생체량의 지표로서 클로로필의 측정에 대한 정확도를 향상시키는데 관심을 보이고 있다. Stumpf 등(1988)과 Catts 등(1985)은 클로로필을 측정할 때 탁도가 많은 영향을 주지만 클로로필의 흡수파장인 적색파장과 근적외선 파장으로 실측치와 높은 상관성을 얻을 수 있다고 하였다.

국내에서 내륙수계의 수질인자 측정에 원격탐사 기법을 적용한 사례는 양인태 등(1994)이 LANDSAT TM 데이터를 이용하여 북한강 수계의 춘천 유역을 대상으로 수온, 부유사, 수심 등의 수질인자 측정자료와 위성자료로부터 회귀식을 유도한 바 있으며, 김태근(1997)은 LANDSAT TM 자료를 이용하여 대청댐 유역의 부영양화 분석에 대하여 적용한 사례가 있다.

본 연구는 수계에서의 수질오염 분포상태를 파악하기 위하여 경안천 유역의 국가하천 구간내에서 측정한 수질자료와 IKONOS 영상의 분광특성을 이용하여 경안천 유역에 대하여 SS, T-N, T-P, 그리고 BOD 등에 대하여 위성영상과 수질인자간의 상관관계를 분석하고 최적밴드를 규명하여 경안천 유역의 국가하천 구간의 수질분포상태를 파악하는 것을 목적으로 하였다.

2. 본론

IKONOS 위성영상은 2000년 10월 8일의 위성영상으로 IKONOS는 센서와 위성체의 회전이 가능하여 원하는 지역을 최고의 해상도로 취득할 수 있고, Panchromatic과 Multispectral 영상을 동시에 취득하므로 1m Pan-Sharpned 영상을 제작할 수 있다. IKONOS 위성에 탑재된 센서는 초점거리 10m의 Kodak 디지털카메

* 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원

** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원

라로서 전정색영상을 위한 13,500개의 선형 CCD array와 다중분광영상을 위한 3,375개의 선형 photodiode array로 구성되어 있다. 다중분광영상의 밴드는 LANDSAT 위성의 TM 센서 밴드 1~4와 같고, 정밀한 GCP (RMSE : 20cm (수평), 60cm (수직))를 사용하여 정확한 위치 정보와 DEM, Map 제작에 가장 적합한 영상으로 농업, 지도제작, 각 지방자치단체의 업무, 기름 및 가스탐사, 시설물 관리, 응급대응, 자원관리, 통신, 관광, 국가방위, 보험, 뉴스수집 등 많은 분야에서 활용이 되고 있는 위성영상이다. 수질분석 자료는 경안천 유역 하천정비기본계획 보고서(2000)에 수록된 자료를 이용하였다. 이 자료는 위성영상 촬영시기와 근접한 2000년 10월 4일~7일에 수집 분석한 자료로서 표 1에 나타내었다.

사용한 S/W는 이미지 분석을 위한 ERDAS Imagen 8.5, 주제도 편집 및 제작을 위한 ArcView 3.2 및 ArcInfo 7.1.2와 통계적 분석을 위한 Excel을 이용하였다.

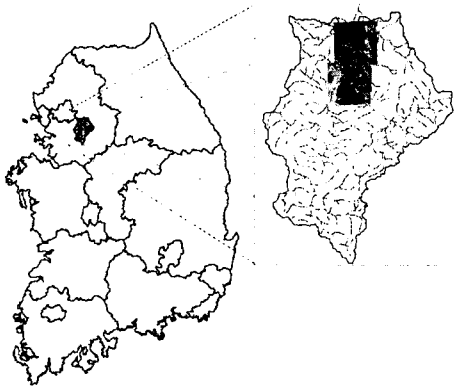


그림 1 연구대상 유역

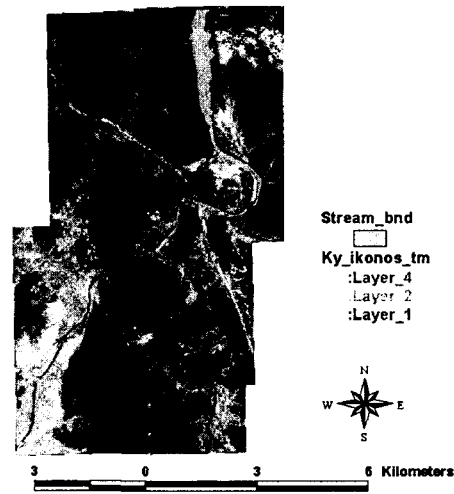


그림 2 IKONOS 위성영상

표 1 측정 현황

측정지점 번호	측 정 위 치	수질측정자료(단위:mg/l)				IKONOS 위성영상(단위:DN)			
		SS	BOD	T-N	T-P	band1	band2	band3	band4
1	경안천 중류 (목현천과 합류 후 지점)	10.8	2.6	6.358	0.285	369	411	361	231
2	경안천 하류	9.0	3.8	7.531	0.302	243	249	282	198
3	경안천 중류 (목현천과 합류 전 지점)	12.4	3.5	6.219	0.426	753	798	882	250
4	중대천 하류 (직리천과 합류 후 지점)	9.4	2.1	4.257	0.325	624	683	687	442
5	직리천 하류 (중대천과 합류 전 지점)	1.2	1.9	2.064	0.038	432	456	860	293
6	경안천 중류 (직리천과 합류 후 지점)	11.2	2.4	5.896	0.355	711	798	947	268
7	경안천 중류 (고산천과 합류 후 지점)	24.6	3.9	8.592	0.518	877	1039	1085	327

3. 분석 및 고찰

위성데이터를 이용하여 수계의 오염물질 분포를 파악하기 위해서는 위성데이터와 실측치간의 상관성이 높아야 한다. 본 연구에서는 IKONOS의 밴드별 DN값과 수질인자간의 상관관계를 파악하였다. 수질인자와 위성데이터 간의 상관관계는 각 밴드별로 구분하여 파악하였으며, 그 관계를 그림 3에 나타내었고, 각 밴드별 수질인자간 상관관계식을 표 2에 나타내었다.

분석결과 주로 가시광선 영역안에 속하는 밴드 1, 2에서 수질인자가 상관관계가 높은 것으로 분석되었다. 이에 반해 수분을 흡수하여, 반사값이 낮아지는 근적외선과 중적외선 영역들은 모두 상관성이 떨어지는 것으

로 나타났다. 특히 가시광선 중 청색 영역인 밴드1(450~520nm)에 해당하는 영역에서 SS농도와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 수질인자와 IKONOS 위성 데이터와의 상관관계를 분석한 결과 밴드 1이 위성영상을 이용한 수질감시에서 최적밴드로 나타났다.

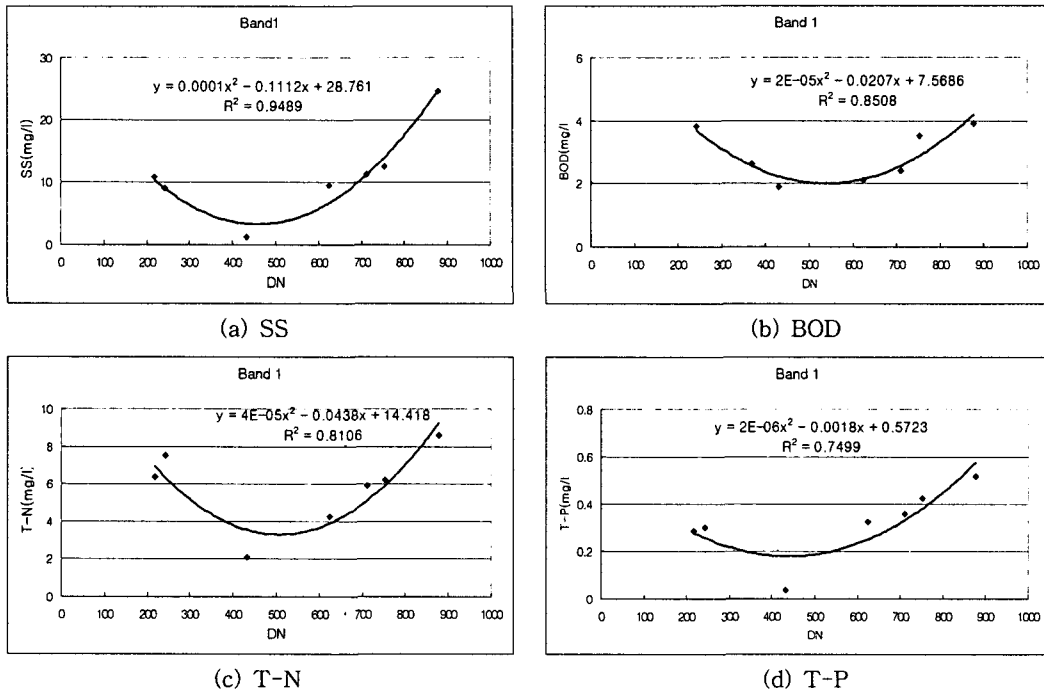


그림 3 수질인자와 위성영상 관계곡선

표 2 상관관계식

수질인자	Band 1 관계식	결정계수 (r^2)	Band 2 관계식	결정계수 (r^2)
SS	$y=0.0001x^2-0.1112x+28.761$	0.9489	$y=7E-05x^2-0.0681x+21.566$	0.9248
BOD	$y=2E-05x^2-0.0207x+7.5686$	0.8508	$y=1E-05x^2-0.0125x+6.0029$	0.6813
T-N	$y=4E-05x^2-0.0438x+14.418$	0.8106	$y=2E-05x^2-0.0279x+11.739$	0.7082
T-P	$y=2E-06x^2-0.0018x+0.5723$	0.7499	$y=1E-06x^2-0.0009x+0.4137$	0.6433

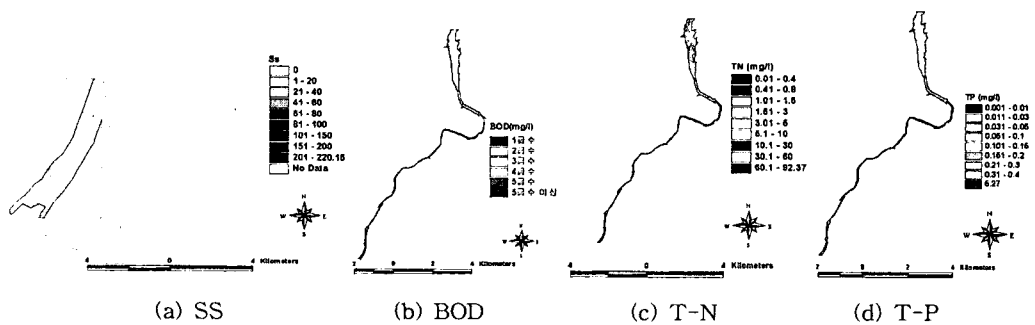


그림 4 경안천 수질농도 분포도

4. 결론

본 연구는 지상수역의 수질정보를 공간적으로 제공해 줄 수 있는 원격탐사 기법을 이용하여 하천에서의 수질평가를 목적으로 한 연구로서 IKONOS 위성영상 데이터와 SS, BOD 등의 수질인자간의 상관성을 분석하여 경안천 유역의 국가하천 구간에 대한 수질평가를 실시하였다. 본 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) IKONOS 위성영상에서 SS, BOD, T-N, T-P 수질인자간 상관관계 분석결과 결정계수(r^2)가 높게 나타나는 밴드는 가시광선 영역에 속하는 밴드 1 및 2에서 상관관계가 높게 나타났다. 이중 청색 영역 밴드에 속하는 밴드 1에서 SS의 경우에는 결정계수가 0.95정도로 높게 나타났으며, 본 연구에서는 IKONOS 위성영상 밴드 1이 수질인자와 상관성이 가장 높게 나타나 밴드1의 영상자료를 이용하여 하천에서의 수질평가에 이용하였다.
- 2) 수질분석결과 SS의 경우 국가하천 구간 대부분에서 1급수에서 3급수에 해당하는 25(mg/l)이하의 수질 분포를 나타내고 있으나 상류 일부 구간에서만 25(mg/l)이상의 수질상태를 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 청정하천에서도 자연오염에 의해 부유물질 농도는 25mg/l 정도로서 하천수 수질이 나쁘게 평가되었다기 보다는 하천의 수심이 낮아 하상에 퇴적되어 있는 하상토의 영향이 큰 것으로 판단되며, 하상에 설치되어 있는 보, 교량과 같은 구조물과 보 하류부의 퇴적물에 의한 영향도 크게 나타나는 것으로 판단된다.
- 3) BOD의 경우 경안천 유역의 하천수 수질등급은 I 등급(1mg/l 이하)을 유지해야 하지만 대부분의 하천수가 2급수(3mg/l 이하)에서 3급수(6mg/l 이하)의 수질상태를 보이고 있는 것으로 나타났다.
- 4) 호소내 부영양화를 유발하는 영양물질인 T-N, T-P의 경우에는 하천수 수질기준에는 포함되지 않기 때문에 하수종말처리장의 방류수 수질기준 및 배출수 수질기준에 적용하였을 때 T-P의 경우에는 허용치 이하로 유입되고 있으나 T-N의 경우 초과하는 것으로 나타났다.

원격탐사 기법에 의한 지상수역에 대한 수질 평가는 해양/호소와 같은 큰 수역을 대상으로 연구를 실시하였으나, 고해상도 위성 영상을 이용한다면 하천과 같은 수체에서도 충분히 수질평가가 가능하다고 판단된다.

사사

본 연구는 공공기술연구회의 일반연구과제 사업(사업명 : 위성자료 공공활용연구 - 위성영상을 이용한 하천정보 생산 및 활용에 관한 연구)의 연구비 지원에 의해 연구되었습니다.

참고문헌

- 김태근, 1997, LANDSAT TM 영상자료를 이용한 호수 수질평가에 관한연구, 전북대학교 박사학위 논문
- 양인태, 김홍규, 1994, 리모트센싱 기법을 이영한 호소수질 관리방안 : 북한강 수계의 환경인자 추출을 중심으로, 대한토목학회 논문집, 제14권 제1호, pp.161~170.
- Richard P. Stumpf and Mary A. Tyler, 1988, Satellite Detection of Bloom and Pigment Distributions in Estuaries, Remote Sensing of Environment, Vol. 24, pp.385~404.
- G. P. Catts, S. Khorram, J. E. Cloern, A. W. Knight, and S. D. DeGloria, 1985, Remote Sensing of Tidal Chlorophyll a Variations in Estuaries, Int. J. Remote Sensing, Vol. 11. pp.1685~1706