

항공사진을 이용한 갑천 주변지역 모니터링

Monitoring of Gab-river boundary using Aerial Photo

이근상*, 이현석**, 황의호***, 고덕구****

Geun-Sang Lee, Hyun-Seok Lee, Eui-Ho Hwang, Deuk-Koo Koh

Abstract

In this study, the landuse pattern at the Gab river is analyzed using time-series aerial images. This study area is divided by two zones like as inland and floodplain. To begin with, in inland, the landuse area of items such as residential, road, industrial, public facilities is increased by following the urbanization. On the other hand, the area of the other items such as agricultural, forest and river is decreased. Also, the inclination of those two groups is reversed around 1988. Form the results, it is clarified that the Gab river is urbanized around 1988. In floodplain, the area of river is decreased as time goes by. This result means that the area of landuse factors such as level-upped riverside land, bridge, head work is increased conversely. Also, the proportion of the water to the river considering the hydrologic factor like rainfall is increased as time goes by. Overall, it is concluded that aerial image can be applied to get a landuse information that is needed in river management and planning.

Key words : Landuse, Aerial Photo, Urbanization, Inland, Floodplain

요 지

본 연구에서는 시계열 항공영상을 이용하여 갑천의 토지이용 패턴을 제내지와 제외지로 구분하여 분석하였다. 먼저 제내지에서는 주거지, 도로, 공업지, 공공시설이 도시화 증가항목으로 선정된 반면, 농경지, 산림 그리고 하천은 도시화 감소항목으로 분류되었다. 또한 이러한 증가와 감소항목들이 1988년도를 기점으로 역전되는 경향을 나타내었으며 이를 통해 갑천의 토지이용이 1988년을 기점으로 도시화로 전환되었음을 추정할 수 있다. 제외지에서는 시간이 경과함에 따라 현하천의 면적이 감소하는 것으로 나타났으며 이는 고수부지, 교량 그리고 보와 같은 도시화를 반영하는 토지이용 항목의 면적이 증가된 것을 의미한다. 또한 수문자료를 고려한 현하천에 대한 수계의 비율은 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 전반적으로 볼 때, 항공영상은 하천관리 및 계획에 필요한 토지이용 정보를 구축하는데 유용하게 활용될 수 있으리라 판단된다.

핵심용어 : 토지이용, 항공영상, 도시화, 제내지, 제외지

* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : ilovegod@kwater.or.kr
** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 공동연구원 · E-mail : leehs2005@kwater.or.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : ehhwang@kwater.or.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구위원 · E-mail : dkkoh@kwater.or.kr

1. 서론

홍수피해 저감을 위한 치수 기능 외에 최근 하천에 대한 이수 및 환경생태관리기능이 매우 중요하게 대두되고 있다. 특히 과거 산업화 및 도시화를 위한 하천공간의 난개발 및 이수과 치수분야에만 편중된 계획 등의 문제를 개선하고자, 최근 국가와 지자체에서는 하천의 자연경관 및 환경생태학적인 개념을 중시하는 쪽으로의 하천조성사업 등을 추진중에 있다. 하천사업의 바람직한 방향을 결정하고 세부적인 계획을 수립하기 위해서는 하천의 역사와 발달과정을 면밀히 파악하여 하천이 가지고 있는 고유기능을 최대한 반영하는 것이 중요하다. 해당하천에 대한 사진이나 영상 자료는 과거로부터 현재까지의 하천변화 등의 주요 이력정보를 파악하기 위한 좋은 정보가 된다. 하천은 유역과 달리 선형적인 공간특성을 가지고 있으며 물과 사주와 같은 지형요소들까지를 분석하기 위해서는 고해상도의 영상이 요구되며, 또한 연도별로 일관성 있는 정보를 추출하기 위해서는 비교적 유사한 해상도를 갖는 영상을 선정하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 세계엑스포박람회를 기점으로 급속한 도시화가 진행된 대전시 갑천과 유등천을 대상지로 선정하였으며, 지형도 제작 목적으로 촬영한 국토지리정보원의 연도별 항공사진을 이용하여 도시하천의 설계 및 유지관리를 위해 기본적으로 필요한 하천주변의 토지이용 변화특성을 분석하였다. 특히 하천의 공간적 범위를 제방 안쪽인 제내지와 제외지로 구분하여 토지이용 항목별 변화특성 자료를 기반으로 도시화를 평가하였다. 제외지의 도시화 평가에서는 고수부지의 영향으로 나타나는 현하천면적의 변화 및 현하천에 대한 수계면적의 비율자료를 이용하였으며, 특히 현하천에 대한 수계면적 비율을 분석시에는 사진촬영전의 강우자료를 반영하여 분석하였다.

2. 제내지의 토지이용변화 모니터링

본 연구에서는 1993년 세계엑스포박람회를 기점으로 급속한 도시화가 진행된 대전시의 갑천을 연구대상지로 선정하였다. 갑천 주변지역의 토지이용 등의 모니터링을 위해, 본 연구에서는 1970년 4월, 1976년 4월, 1985년 12월, 1992년 9월, 1995년 5월 그리고 2002년 11월에 촬영한 항공사진을 이용하였다. 1992년 영상은 1993년에 열렸던 세계엑스포박람회 전후의 하천주변 토지이용변화를 반영하기 위해 포함하였다.

제내지 토지이용 항목은 농경지, 산림, 주거지, 도로, 하천, 상업지, 공업지, 교육시설, 공공시설, 위락시설, 공원, 공사지 그리고 보안지역으로 구분하였다. 주거지내에 포함된 근린상업시설 및 소규모 교육시설은 영상에서 확인이 어려운 관계로 주거지에 포함시켰으며, 대규모 유통단지 등은 상업지로 구분하였고 한국과학기술원 등은 교육시설로 분류하였다.

본 연구에서는 사주와 수계가 주로 존재하는 자연형 하천과 달리 도심지내를 통과하는 도시하천을 대상으로 토지이용을 분석하였다. 제내지의 도시화란 과거 농경지중심의 토지이용이 상업지역이나 공업지역과 같이 도시지역의 특성을 갖는 형태로 변화하는 과정을 의미하여, 이러한 제내지의 도시화를 평가하는 것은 하천의 개발 및 변화양상을 파악하는데 효과적이다. 제내지의 도시화를 평가하기 위해서는 각 토지이용 항목들의 분포특성을 파악해야 한다. 또한 각 토지이용 항목들중 상대적으로 면적은 작지만 도시화를 반영하는 주요 항목들에 대한 중요도를 함께 고려하는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 상대적으로 면적은 작지만 도시화 평가에 중요한 도로, 상업지, 공업지, 교육시설 등과 같은 토지이용 항목들의 효과를 반영하기 위해, 각 항목별 최대면적을 이용하여 무차원화한 연도별 토지이용 가중치를 계산하였다. 무차원 토지이용 항목들 중에서 상업지, 교육시설, 위락시설, 공원, 공사지, 보안지역 등과 같이 토지이용 형태가 연도별로 계속적으로

나타나지 않는 항목들은 제외하였으며, 그 외 항목들 중에서 도시화에 따라 면적이 증가하는 항목(주거지, 도로, 공업지, 공공시설)과 감소하는 항목(농경지, 산림, 하천)을 분류하여 무차원 도시화 인자를 그림 5와 같이 나타내었다. 분석결과, 도시화에 따라 증가하는 항목과 감소하는 항목이 1989년도를 기점으로 역전되는 경향을 나타내었으며 이러한 결과로부터 갑천과 유등천의 제내지 토지이용은 1989년을 기점으로 도시화로 전환되었음을 추정할 수 있었다.

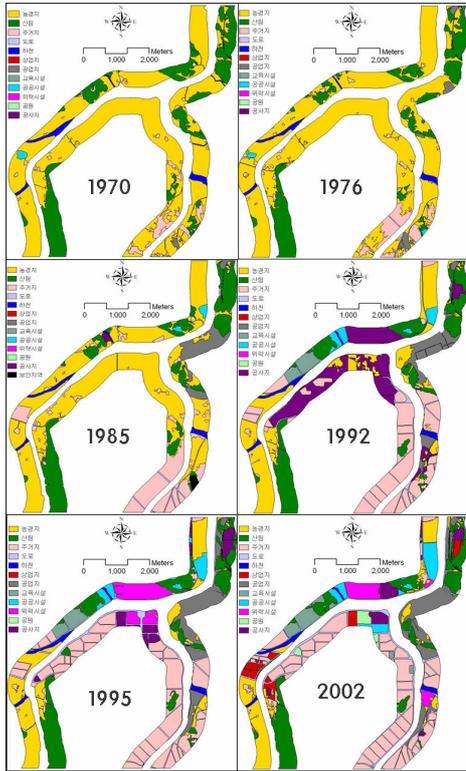


그림 1. 연도별 제내지의 토지이용도

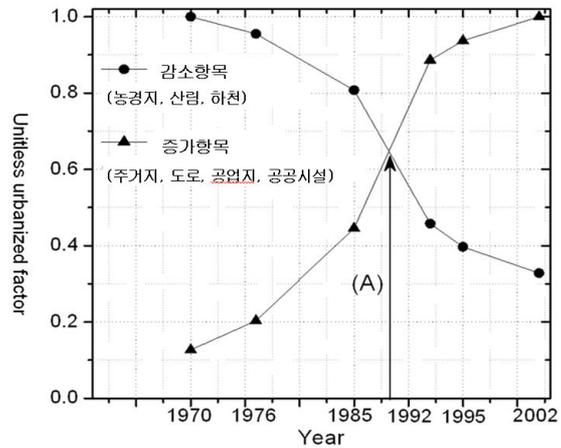


그림 2. 제내지의 무차원 도시화 인자

3. 제외지의 토지이용변화 모니터링

제외지의 토지이용 항목은 수계, 사주, 농경지, 초지, 산림, 주거지, 고수부지, 제방, 보, 교량 그리고 공사지로 구분하였다. 본 연구에서는 수계와 사주에 대해 감독분류기법을 적용하여 추출한 후 수계와 사주가 포함되지 않은 다른 토지이용 항목들과 합성하였다.

먼저, 감독분류를 위해 다수의 영상을 분석하여 훈련자료(ROI; Region Of Interest)를 선정하였다. 수계와 사주에 대해 총 5개씩의 훈련자료를 선정한 결과, 수계의 DN값 범위는 93~173으로 나타났으며 사주의 DN값 범위는 193~255로 나타났다. 이러한 수계와 사주의 DN값 특성을 참조하여 수계와 사주 항목을 분류하기 위한 영상분류방법은 최소거리법(MDM; Minimum Distance Method)을 이용하였다. 분류한 수계와 사주는 다른 토지이용과 합성하여 그림 3과 같이 연도별 제외지의 토지이용도를 작성하였다.

도시하천에서는 고수부지 등과 같은 휴식공간은 증가되는 반면 수계와 사주가 위치하는 현하천의 면적은 감소하게 된다. 그리고 도시하천에서는 유지유량 확보차원에서 건설된 보나 기타 시설물의 영향으로 현하천내에서 실제 물이 흐르는 수계의 면적은 증가하고 사주의 면적은 감소하는 것이 일반적이다. 그림 4의 원형점으로 표시한 선은 도시화 인자인 현하천에 대한 수계의 비율

을 연도별로 나타낸 것으로서 전반적으로 추계선이 증가하는 형태를 보였다. 사진촬영 당시의 강우영향을 고려하기 위해 촬영일을 기준으로 3일, 7일, 14일 그리고 21일 전의 강우자료와 수계면적과의 회귀분석을 수행한 결과, 3일전의 강우를 이용한 결정계수가 0.52로서 가장 높은 상관성을 나타내었다. 강우에 따른 수계면적의 특성은 유역내 지형 및 하천내 토지이용 분포에 따라 다양하게 나타나기 때문에 결정계수가 상대적으로 높지는 않다. 강우사상을 연계하여 해석한 결과는 그림 4의 삼각형점으로 표시한 선으로서 현하천에 대한 수계비율이 점진적으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히 1992년부터 1995년까지의 현하천에 대한 수계비율 기울기가 높게 나타났으며, 이는 제외지의 토지이용 특성자료를 기초로 볼 때 1992년부터 1995년 사이에 제외지내의 도시화가 크게 증가한 것으로 해석할 수 있다.

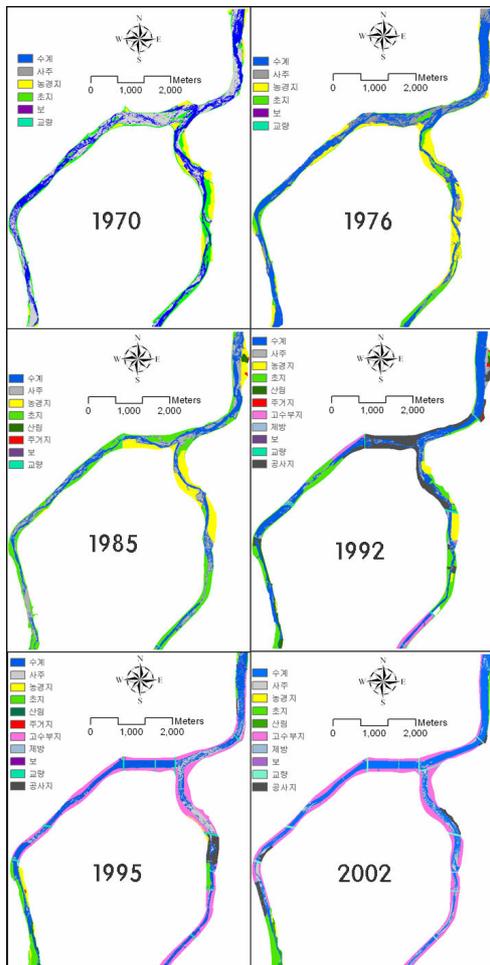


그림 3. 연도별 제외지의 토지이용도

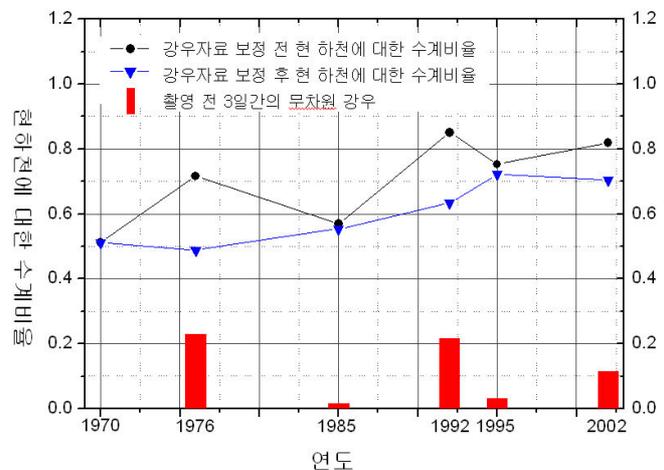


그림 4. 강우자료와 연계한 현하천에 대한 수계비율

4. 결론

본 연구에서는 갑천을 대상으로 항공사진을 이용하여 갑천의 토지이용 및 도시화 인자를 중심으로 모니터링을 수행하였다. 먼저, 시계열 항공영상을 이용하여 제외지의 토지이용 특성을 분석한 결과, 1992년을 기점으로 농경지의 면적이 크게 감소한 반면 주거지, 상업지 그리고 공업지의 면적은 증가한 것으로 나타났다. 또한 시계열 토지이용 분포특성 자료를 기반으로 무차원 도시화

인자를 평가한 결과 제내지의 토지이용은 1989년을 기점으로 도시화로 전환되었음을 알 수 있었다. 또한 제외지의 도시화를 효과적으로 반영하는 현하천의 면적을 분석한 결과, 시간이 경과함에 따라 현하천의 면적은 감소하는 것으로 나타났으며 이는 고수부지와 같이 도시화를 반영하는 토지이용 특성이 반영된 결과로 해석된다. 마지막으로 제외지의 도시화 인자인 현하천에 대한 수계의 비율을 항공사진 촬영전의 강우자료와 연계하여 분석한 결과 촬영전 3일간의 강우사상이 가장 높은 상관성을 나타내었다. 특히 1992년부터 1995년 사이에 현하천에 대한 수계비율의 기울기가 크게 나타났으며, 따라서 이 시기 동안에 제외지의 토지이용이 도시화가 전환되었음을 알 수 있었다.

참고문헌

- 김경남 (1995) 항공사진을 이용한 하상미지형의 판독, 석사학위논문, 강원대학교.
- 박근애, 이미선, 김현준, 김성준 (2004) 항공사진을 이용한 하천형태 및 하천부지 변화추세 분석, 대한토목학회논문집, 제24권, 제5D호, pp. 815-821.
- 이민부, 김남신, 이광률, 한옥 (2005) 위성영상을 이용한 대동강과 재령강의 하도변화 분석, 한국지형학회지, 제12권, 제1호, pp. 91-102.
- 장동호 (2005) 고해상도 위성영상을 이용한 홍수전후의 하도내 퇴적환경변화탐지, 한국지형학회지, 제12권, 제3호, pp. 49-58.
- 환경부 (2002) 하천복원 가이드라인, 한국건설기술연구원.
- Du, Y., Teillet, P.M. and Cihlar, J. (2002) Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control of land cover change detection, Remote Sensing of Environment, Vol. 82, p. 123.
- Jahne, B. (1991) Digital image processing, New York : Spring-Verlag, pp. 219-230.
- John, R.J. (2004) Introductory digital image processing: A remote sensing perspective, Prentice Hall Series in Geographic Information Science, pp. 199-231.
- Milton, E.J., Gilvear, D.J., Hooper, I.D. (1995) Investigating river channel changes using remotely sensed data, In: Gurnell, A., Petts, G.E. (Eds.), Changing River Channels. Wiley, Chichester, pp. 277-301.
- Robert, G.B., David J.G. (1999) Quantifying geomorphic and riparian land cover changes either side of a large flood event using airborne remote sensing, Geomorphology, Vol. 29, pp. 307-321.