

OE1) 위성영상자료를 이용한 장래토지이용 변화 예측

박영기*, 안승섭¹, 박정규², 이증석³

경일대학교 대학원, ¹경일대학교 건설정보공학과,

²해천대학 건설정보과, ³경일대학교 토목공학과

1. 서 론

급격한 산업화와 도시화의 영향으로 토지이용상태가 매우 급격하게 변화되었고, 이러한 도시구역의 토지이용상태 변화는 하천의 유출에 직접적인 영향을 미치게 되었다. 특히 도시화에 따라 불투수층 면적이 증가되는 경우 도시화 이전보다 홍수도달시간은 현저히 감소되고 침투유량은 증가되었다. 뿐만아니라 도시화에 따른 도시 배수시스템 재정비, 우수관거 신설은 해당구역의 치수대책 및 하천정비계획 등에 직접적으로 영향을 미치게 되었다.

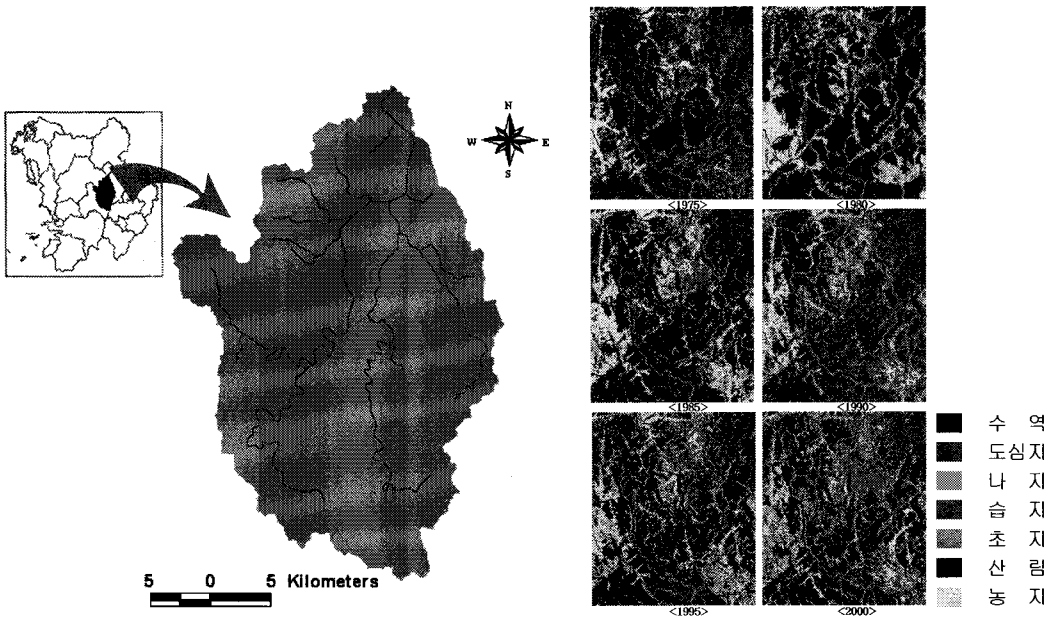
따라서 본 연구에서는 장래 토지이용의 변화에 따른 하천구역의 유출 변화 영향을 수자원 계획에 반영 할 수 있는 토대를 마련하고자 과거 토지이용 자료로부터 Markov Chain 기법을 이용하여 장래 토지이용상태를 예측하고, 장래 홍수량 산정에 필요한 정보를 제공하고자 한다.

2. 대상구역 및 기본자료

본 연구의 대상 구역은 갑천구역(그림 1)으로서 유등천 및 대전천을 포함하여 북위 36°05' ~ 36°03', 동경 127°10' ~ 127°30' 범위에 위치하여 있으며, 구역면적 648.98km², 유로연장 73.7km, 평균고도 171.35m, 평균경사 31.6%이다. 연평균 강수량 1,353.8mm, 연평균 기온 12.3℃. 연평균상대습도 71.3%의 기후특성을 나타내고 있다. <그림 1>은 대상구역인 갑천유역을 나타냈으며, <그림 2>는 각 년도별 분류된 토지피복 결과를 나타낸 것이다.

<표 1> 적용대상 유역현황

하천명	유로연장 (km)	구역면적 (km ²)	국가하천 연장(km)	구역평균폭 (A/L km)	형상계수 (A/L ²)	평균고도 (EL.m)	평균경사 (%)
갑 천	73.7	648.98	33.53	8.80	0.119	171.35	31.6



<그림 1> 대상유역(갑천)

<그림 2> 갑천유역 토지피복 분류결과

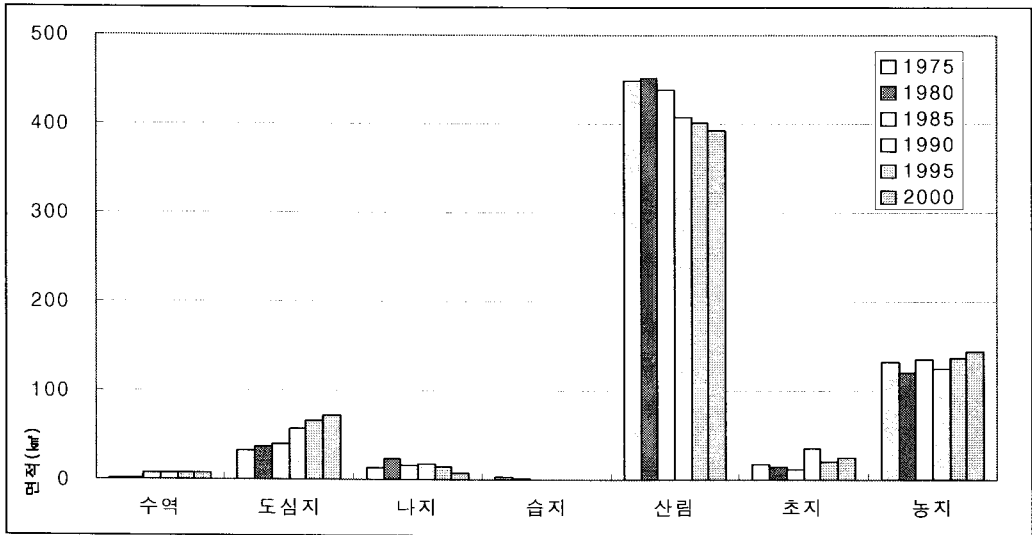
3. 분류결과의 정확도 검증

본 연구에서는 1975년, 1980년, 1985년, 1990년, 1995년, 2000년 토지피복도의 분류정확도를 검증하기 위하여 1차적으로 영상 자료의 분류결과를 객관적이고 정확하게 평가하고자 하는 가장 일반적인 방법 중의 하나인 오차행렬(Error Matrix)을 이용하였다.

<표 2> 실제 분류한 토지이용도의 면적

(단위: km²)

토지이용상태 \ 년도	수역	도심지	나지	습지	산림	초지	농지
1975	1.41	31.92	13.25	3.58	448.67	17.46	132.69
1980	0.77	37.14	23.42	1.07	451.24	14.06	121.28
1985	7.43	39.59	16.24	0.02	438.39	11.98	135.33
1990	6.90	56.63	17.67	0.00	407.14	35.71	124.93
1995	7.22	66.19	15.44	0.39	401.81	20.70	137.23
2000	6.96	72.64	7.55	0.01	392.90	25.07	143.85



<그림 3> 갑천유역의 토지이용별 면적 변화

4. Markov Chain 기본이론

Markov Chain은 어떤 변수들이 가지고 있는 과거의 동적 특성을 분석함으로써 그 변수들의 미래에 있을 변화를 연속적으로 예측하기 위한 수학적 기법이다. Markov Chain 분석은 바로이전 단계의 시스템 상태에 의해서만 현재의 시스템 상태가 영향을 받고 그 이전의 상태에 의해서는 전혀 영향을 받지 않는 Markov Chain이라는 확률과정을 가정하고 있다. 시스템간의 이동확률을 의미하는 전이확률(Transition Probability)로 구성되며 전이확률은 시스템이 특정 기간 동안 한 상태에서 다른 상태로 이동할 확률을 말한다. 시간적인 개념을 포함하는 임의의 사상의 행렬에 대하여 확률적 분석이 가능할 때 각 사상의 확률 변수열(X_t)을 확률과정(Stochastic Process)이라한다. 확률변수 $X_t(t = 1, 2, \dots)$ 는 어느 순간 t 에서 상태(state)의 집합(S_1, S_2, \dots, S_k) 중에 하나로 실현된다고 한다면, 상태 S_i 에서 S_j 로 옮겨가는 것을 단계(step)이라 부르고, S_i 에서 S_j 에 옮겨갈 확률 즉, 전이확률(transition probability) P_{ij} 가 그 직전의 상태 S_i 에만 관계되고 더 이전의 상태에는 관계가 없을 때 이런 확률 과정을 Markov Process라 한다.

$$P_{ij} = P\{X_n = S_j \mid X_{n-1} = S_i\} = P\{X_n = S_j \mid X_{n-1} = S_j\}$$

(1) 다음 추이 확률 P_{ij} 의 전이행렬(Transition Matrix)을 P 라 하면,

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1k} \\ P_{21} & \cdots & P_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ P_{k1} & P_{k2} & \cdots & P_{kk} \end{pmatrix}$$

(2)인 정방행렬로 나타내며 여기서, $\sum_k P_{ij} = 1$ ($0 \leq P_{ij} \leq 1$)로 수렴한다.

5. Markov Chain 기법의 적용

Markov Chain 기법에 대한 적용 및 검증을 위해서 본 연구에서는 1980년대와 1990년대의 토지이용도를 이용하였고, 전이확률(7×7)을 설정하고 초기확률을 이용하여 안정상태의 확률을 구했으며 이를 이용하여 장래 토지이용상태의 변화를 예측하였다.

Markov Chain 기법에 추정된 토지이용도는 2000년도 실제 갑천유역의 토지이용도와 유사함을 알 수 있었으나 산림, 농지의 경우 실제 분류한 토지이용도보다 낮게 분류되었고, 초지의 경우 실제 토지이용도 보다 높게 분류되었다. 이는 갑천유역 중 대전지역의 대규모 택지 개발(둔산, 노은, 관저지구) 등으로 인한 급격한 토지이용변화에 따라 발생한 오차라 판단된다.

6. 결 론

본 연구에서는 위성영상을 이용하여 갑천유역의 토지이용도 변화를 작성하였다. 토지이용도는 1980년도와 1990년도의 7×7 정방행렬로 전이확률을 구성하였고 초기확률을 이용하여 안정상태의 확률을 예측하였으며, 그 결과를 이용하여 토지이용도를 예측하였다. 그리고 예측결과를 2000년도 실제 토지이용도와 비교해 본 결과 변화의 추이는 유사한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 주용진, 2003, 시계열 위성영상을 이용한 토지이용변화예측 확률모형의 구현과 적용, 인하대학교 대학원 석사학위 논문.
- 환경정책평가 연구원, 1999, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류, 환경부 연구보고서
- 김성준, 2007, 2007년 국제수문개발계획(IHP)연구보고서, 건설교통부 연구보고서
- 임혁진, 2005, CA-Markov기법을 이용한 기후변화에 따른 소양강댐 유역의 수문영향분석, 석사학위논문, 건국대학교