

도시주변 산의 경관보전 및 관리를 위한 GIS의 이용

김 성 균*

The Use of Geographic Information System for Conservation and Management of Mountain Landscape around City

Sung - Kyun Kim

요 약

본 연구에서는 도시주변 산의 자연 및 경관을 보전하고, 개발에 따른 재해를 사전에 예방하기 위한 토지이용 정책결정에 GIS를 활용하는 기법을 연구하였다.

사례연구 대상지는 서울 북한산의 구기동, 평창동 지역이었으며, 이 지역의 경관보전을 위해 경관요소를 자연경관요소의 보존, 시각적 경관구조의 보전, 사면 안정성 재해의 예방으로 나누었다. 이들 각 구분에 영향을 미치는 요소들을 입력, GIS TIN 및 OVERLAY 모듈에 의해 종합분석하여 경관관리를 위한 등급도면을 만들고, 이에 따른 토지이용계획안을 제시하였다.

ABSTRACT : This study applied GIS to land planning and management to conserve mountain landscape, and to prevent landslide by housing development around a mountain in a city.

In a case study of Kugi & Pyungchang - Dong area of Pukhan Mt. in Seoul, the landscape elements are divided into 'natural landscape conservation,' 'visual landscape structure,' and 'landslide prevention.' These elements are analysed by GIS TIN and OVERLAY modules. Landscape classes and land use zoning maps for landscape management were developed.

서 론

도시 주변의 산은 자연경관요소의 하나이며, 시민들이 즐겨찾는 여가휴식공간이기도

하다. 그러나 최근 이러한 산들은 도시의 확장에 따른 급격한 개발로 인해 점차 광범위하게 잠식 당하거나 시각적으로 차폐 당해 가고 있다. 특히 건설 공법의 발달과 더불어 급경사지, 암반지, 고지대, 계곡 등 과거에는

* 서울대학교 조경학과(Department of Landscape Architecture, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon, 441 - 744, Tel. (0331)290 - 2631)

개발이 어려웠던 지역까지도 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 과도한 개발은 자연 생태계의 파괴는 물론이려니와 그 결과로 재해를 불러오거나 경관을 황폐시키기도 한다.

본 연구는 이러한 도시주변 산의 개발에 대해 자연 및 경관을 보전하고, 개발에 따른 재해를 사전에 예방하며, 앞으로 대상지역의 경관보전을 위한 토지이용 정책결정에 GIS를 활용하는 기법을 연구하고자 한다.

연구대상지

연구대상지는 서울의 강북 도심 가까이 우뚝 솟아 있는 북한산의 남사면에 위치하며, 종로구의 진흥로, 신영동 삼거리 그리고 세검정길을 경계로 구획되는 북측지역으로 종로구 구기동과 평창동에 해당된다.

북한산은 바위가 많고, 높이가 높으며, 계곡이 깊어 아름다운 경관을 지니고 있다. 특히 서울의 도심 가까이 위치하여 접근성이 좋아 인근 주민 뿐만아니라 서울 및 수도권 시민 모두가 즐겨 찾는 여가휴식공간이다. 또한 그 산자락도 넓어 사방으로 매우 양호한 주거지가 분포되어 있다. 이에 따라 북한산은 자연의 보존 및 경관의 유지와 개발의 압력 사이에 많은 갈등의 소지가 상존하고 있다.

연구대상지인 구기동과 평창동 지역은 강북 도심에서 가깝고, 주변이 북한산 국립공원으로 둘러싸여 있으며, 뒷쪽으로 보현봉(710m) 등 북한산의 주요 봉우리를 배경으로 하며, 앞쪽은 남쪽으로 열린 좋은 전망이 펼쳐져 있다. 도시계획상 이곳은 바로 북한

산 줄기의 능선 부근인 240-250m 표고까지 개발가능지역으로 되어 있어, 급한 경사로 인해 대지 조성 및 건축에 어려움이 있음에도 불구하고 좋은 전망을 가진 고급 주거지로 각광을 받고 있으며, 현재 개발이 활발히 진행되고 있다.

평창동 지역의 도시계획상 용도는 북한산 국립공원과 연결한 지역은 대체로 전용주거지역이며 풍치지구로 지정되어 있어 대형의 필지에 대형의 단독주택이 건설되고 있다. 그러나 이 지역은 단일 필지내의 경사나 기복이 심하여 많은 곳에서 10여 m에 달하는 높은 옹벽을 사면에 수직으로 세워 대지를 조성한 후 그 위에 건축을 하고 있어 붕괴 및 사태의 위험이 상존하고 있으며, 경관의 질도 떨어뜨리고 있다. 붕괴는 당해 필지 자체 뿐만아니라 인접대지나 도로에도 위험을 초래하고 있다.

한편 구기동 지역은 북한산 등산로의 주출입구중 하나로 많은 시민들이 왕래하며, 북한산의 보현봉-비봉을 연결하는 파노라마 경관의 조망이 가능한 지역이다. 공원에 연결한 대지들은 모두 일반주거지역에 풍치지구로 지정되어 중고층의 공동주택 건설이 활발하여 자연환경을 심하게 훼손하고 있다.

따라서 이 지역에 대한 바람직한 개발을 위해서는 지금까지의 토지이용이 개발위주로 되어 온 것에 비해 향후 대상지역의 토지이용계획시 경관 및 자연보전을 위한 적절한 규제와 관리 방안이 마련되어 토지이용의 공공성이 확보되어야 할 것이다 (Smardon 1993, pp.45-62).

연구방법 및 자료

본 연구에서는 경관의 보전 및 관리를 위해 크게 자연경관요소의 보전, 시각적 경관구조의 보전, 산사태 및 붕괴 등 재해의 예방으로 나누고 각 구분에 영향을 미치는 요소들에 대한 자료를 입력, GIS TIN 및 OVERLAY 모듈을 통해 자료를 입력, 분석, 종합하여 토지이용계획 정책결정을 위한 최종 등급도면을 작성하였다.

본 연구에서 분석, 종합을 위해 사용된 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어는 다음과 같다.

하드웨어

SUN SPARC II, PC486, 디지털타이저 (Calcomp 4500), 플로터(Calcomp Pacesetter)

소프트웨어

ESRI사의 PC ARC/INFO OVERLAY 및 ARC/INFO TIN 모듈
Autodesk사의 AutoCAD,
Landcadd사의 LandCADD, Quadrangle 모듈

지도

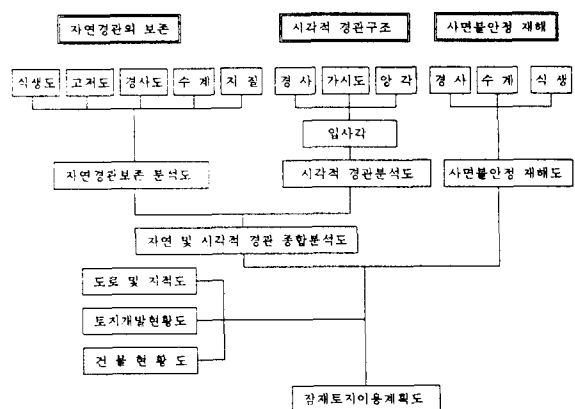
지형도-서울특별시 제작 1/2,500,
1/10,000 향측도
수계도-서울특별시 제작 1/2,500 향측도
암석노출도-서울특별시 제작 1/2,500
향측도, 1/1,200 항공사진 및
현지조사
지질도-한국자원연구소 제작 1/25,000
도면

임목본수도-항공사진 및 현지조사
임상도-산림청 제작 1/25,000 도면
도로 및 지적도-서울특별시 제작
1/3,000 지번약도
건물현황도-서울특별시 제작 1/1,200
항공사진 및 1/2,500 향측도

연구내용

본 연구에서는 우선 도로 및 지적도, 건물현황도, 개발현황도 등 도시계획적 기본요소를 입력하였다. 그리고 경관의 보전 및 관리를 위해 크게 자연경관요소의 보전, 시각적 경관구조의 보전, 산사태 및 붕괴 등 재해의 예방으로 나누고 각 구분에 영향을 미치는 요소들을 GIS를 통해 자료를 입력, 종합하였다. 그 과정은 Table 1과 같다.

Table 1. Flow chart for the analysis



기초도면 및 도시계획적 요소

분석을 위한 주제별 도면들은 서울시 및 국립지리원 제작 기본도면을 근거로

디지털라이저에 의해 AutoCAD과 PC ARC/INFO ADS 모듈을 이용하여 등고선 간격 20m, 고도 10m 간격으로 입력하였다.

- ① 도로 및 지적도-서울특별시 제작 1/3,000 지번약도에 의해 입력되었다.
- ② 건물현황도-서울특별시 제작 1/1,

200 항공사진 및 1/2,500 항공도에 의해 건물층수와 더불어 개략적 형태로 입력되었다.

- ③ 개발현황도-현재 기 개발지, 개발예정지, 공터 등이 조사 입력되었다.



Fig. 1 Location and property line

자연경관의 보존

식생, 지질, 지형, 수문 등 기존 자연생태 양호정도에 따라 Table 2와 같이 등급을 나누어 입력하였다.

① 식생

항공사진, 산림청에서 발행한 임상도,

환경청에서 발행한 현존식생도 및 현장조사에 의한 임목본수도 등의 자료를 활용하여 식생도를 작성하였다. 이에 따라 등급(점수)은 50%미만(1), 50-100%(2), 100-150%(3), 150-200%(4), 200-250%(5), 250%이상(6)으로 식생밀도를 구분하여 입력하였다.

② 고저도

산의 높이가 높을수록 경관적으로 의미가 크고, 보존이 바람직하므로 이에 따라 고도를 100m미만(1), 100-150m(2), 150-200m(3), 200-250m(4), 250-300m(5), 300m이상(6)으로 등급을 나누어 입력하였다.

③ 경사도

산의 경사도가 높은 곳은 보존이 바람직하다. 경사도는 ARC/INFO TIN 모듈을 이용하여 15도미만(1), 15-20도(2), 20-25도(3), 25-30도(4), 30-35도(5), 35도이상(6)으로 나누어 분석하고 각 단계에 등급을 부여 경사도면을 작성하였다.

④ 수계연변지

하천변은 생태적으로 중요하며 경관적으로 유리하므로 하천에서 거리에 따라 15m 이상(2), 10-15m(4), 10m미만(6)으로 버퍼(buffer)를 설정하고 등급을 부여하였다.

⑤ 암석노출지

암석 노출지는 독특한 경관을 형성하여 보존이 경관적으로 유리하므로 항공사진 및 현장조사에 의해 노출된 암석지를 표시, 노출지는 6점, 비노출지는 3점을 부여하였다.

위의 평가 기준에 의해 자연경관보존 종합도를 만들어 높은 점수에 따라 1-4 등급으로 나누어 Fig. 2와 같이 자연경관보존 종합분석도를 만들었다.

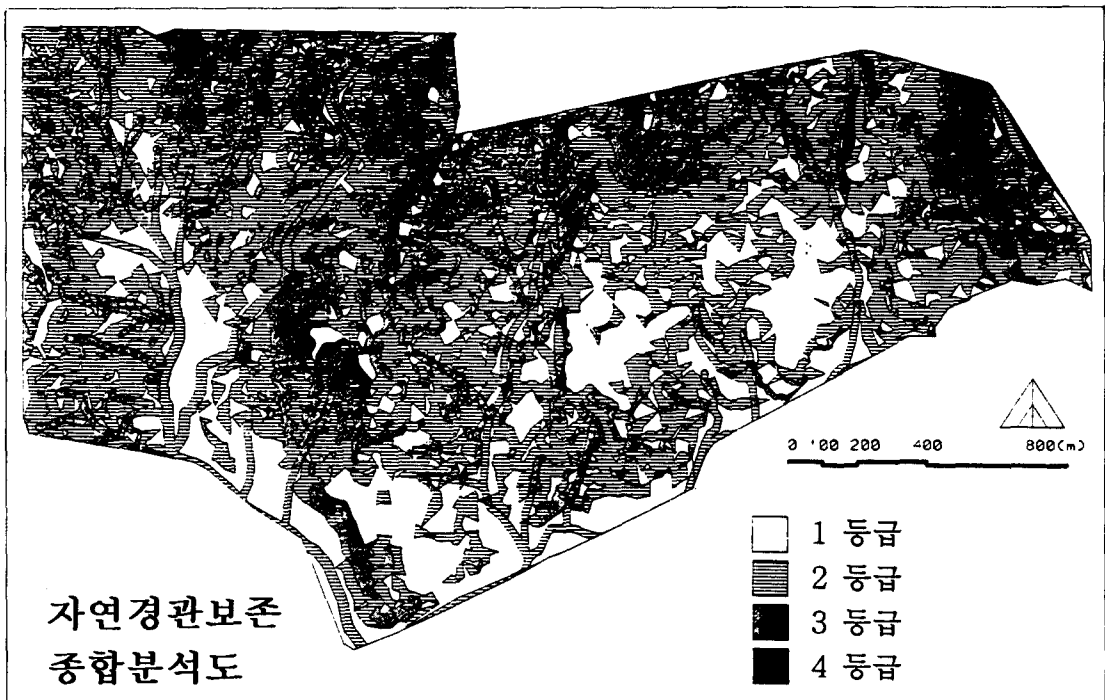


Fig. 2 Natural landscape preservation map

Table 2. Natural landscape preservation criteria

목 표	점수 분석요소	1	2	3	4	5	6
		자연경관 보 존	식 생	50%미만	50-100%	100-150%	150-200%
고저도	100m미만		100-150m	150-200m	200-250m	250-300m	300이상
경사도	15도미만		15-20도	20-25도	25-30도	30-35도	35도이상
수계연변			15m이상		10-15m		10m미만
암석노출				비노출지			노출지

시각적 경관구조의 보전

자연의 경관요소들은 시점의 위치에 따라 관찰자에게 보여지거나 가려지거나 한다. 이렇게 볼때 좋은 경관이 보여지는 지점이나 구간(지역)은 여타의 지역에 비하여 그 장소적 의미가 크다고 할 수 있다. 또 그러한 장소는 다수의 사람이 제한없이 출입할 수 있는 공공적인 곳일때 그 의미가 더욱 커지며 이런 곳에서 보여지는 자연경관은 보존되어야 한다.

보여지는 경관은 위로 올려다 보거나, 내려다 보는 시선과 경사면이 이루는 각도, 즉 입사각(angle of incidence)에 영향을 받는다. 입사각은 경사각에서 양각(부각)을 빼 값으로, 이 값은 산이 얼마나 시선에 대하여 똑바로 서 있는가를 보여주는 것으로 이는 결국 어느 면이 쉽게 잘 보이는가를 결정한다. 따라서 입사각이 큰 경우에는 그만큼 눈에 많이 띄이므로 개발이 제한되어야 한다.

본 연구에서는 다음의 순서에 의해 대상지의 입사각이 분석되었다.

- ① 대상지에서 도로망을 따라 중요한 경관변환점인 다섯 곳의 조망점이 설정되었다.
- ② 조망점에서부터 ARC/INFO TIN 모듈

에 의해 가시권 지역을 구분하였다.

- ③ 가시권 지역은 다시 시점과의 거리 및 고도를 등급으로 나누고 이 값의 탄젠트값에 의해 양각을 결정하였다.
- ④ 앞에서 분석된 경사도에서 양각을 빼어 입사각을 결정하였다.
- ⑤ 입사각은 14도 미만일 경우 그 면은 거의 수평면인 것처럼 보여 잘 보이지 않으며, 14-30도인 경우 비교적 잘 보이는 면이며, 30도 이상은 매우 잘 보이는 면이 되므로 (Higuchi 1983) 이에 따라 Table 3과 같이 14도미만(2), 14-30도(4), 30도이상(6)으로 등급(점수)을 나누어 Fig. 3과 같이 시각적 경관보전 분석도를 만들었다.

위의 자연경관보존 및 시각적 경관보전도를 중첩시켜 자연 및 시각적 경관 종합분석도를 만들었다. 자연 및 시각적 경관 종합분석도는 각 요소에 가중치를 두지 않았다. 합계된 점수는 3점에서 36점에 이르는데 (가), (나), (다) 3등급으로 나누었다. 즉, (가) 26점 이상은 향후 토지이용이 불리한 곳이며, (나) 15-25점은 많은 고려가 요구되는 지역이며, (다) 14점 이하는 별 무리없이 토지이용이 가능한 지역이다.

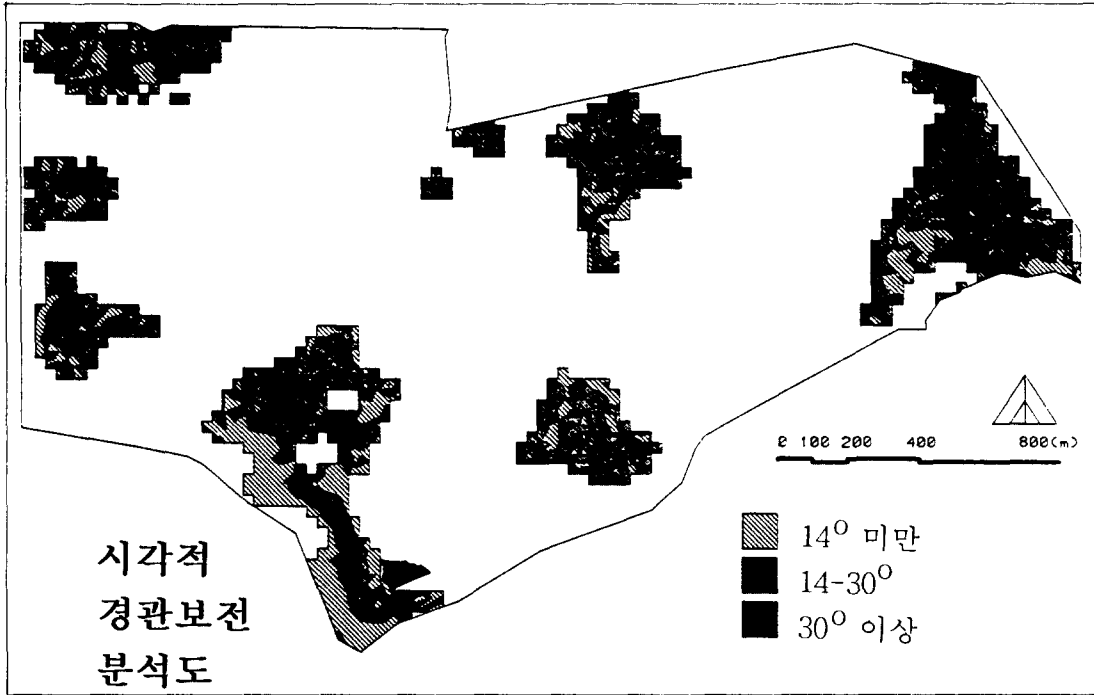


Fig. 3 Visual landscape structure map

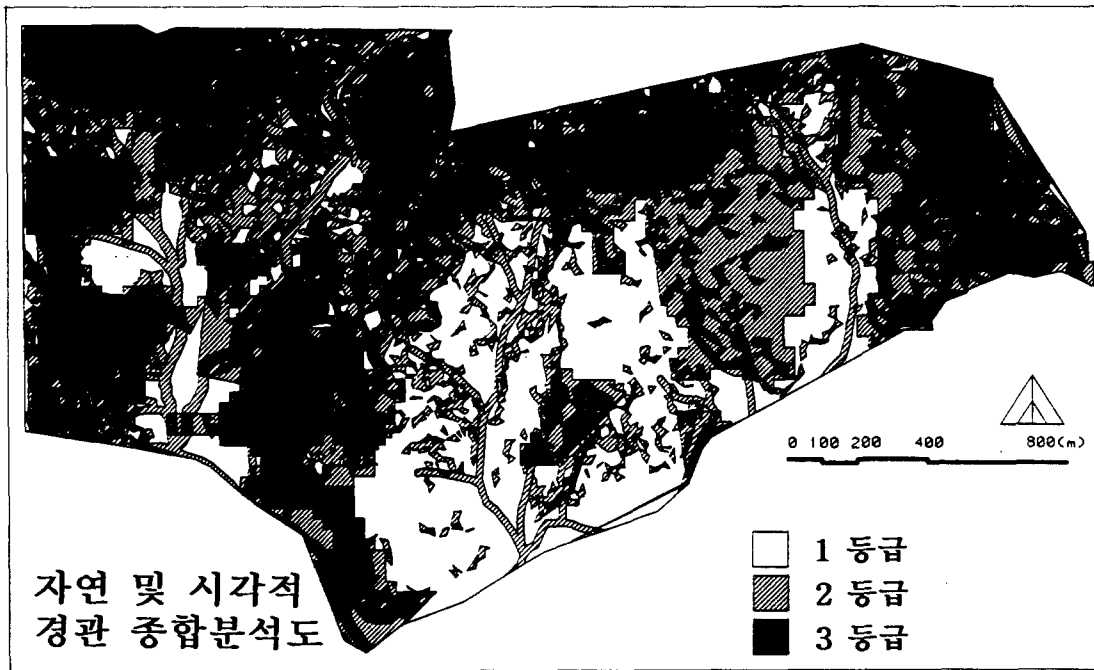


Fig. 4 Natural and visual landscape composite map

Table 3. Visual landscape structure criteria

목 표	점수 분석요소					
	1	2	3	4	5	6
시 각 적 경관보존		14도미만		14-30도		30도이상

사면불안정 재해의 예방

산사태 및 붕괴의 유발은 기존의 약한 지질구조를 갖고 있는 산사태 가능지역이거나 과도한 지형변경으로 인한 붕괴가 우려되는 경우를 말한다. 산사태는 경사도, 수계, 식생, 지질, 암석위치 등에 영향을 받는다. 본 연구는 이들 요소와 기존의 사태, 붕괴 사례를 종합하여 분석하고 사태 붕괴 위험지역을 등급화하여 사면 불안정 재해예상도를 만들었다(과기처 1993).

① 경사

산사태의 원인 중에서 경사는 중요한 요인중의 하나이다. 국내에서 조사된 건설부 자료에 의하면 경사도 30도의 사면에서 산사태가 집중적으로 일어나고 있으며 이수공은 30-45도 경사에서 산사태가 많이 발생한다고 보고하고 있다(과기처 1993). 이같이 화강암 지역의 경사 30도는 주요한 기준이 되고 있다. 이에 따라 0-15도(1), 15-30도(2), 30-60도(3), 60도이상(4)으로 나누어 분석하였으며, 가중치는 5로 하였다.

② 수계연변

대상자의 지하수위는 지표면 가까이 있는 것으로 사료되는데 지하수가 비교적 파쇄가 많이 된 암반 틈사이로 분출되는 것이 빈번

히 관찰된다. 사면 붕괴의 직접적인 요인은 집중호우에 의한 토층내의 간극 수압의 증대이므로 지하수위가 지표면부에 있으면 위험요소가 더 증대된다. 지하수는 하천변을 따라 노출되는 것이 일반적이므로 수계연변은 사태의 가능성이 더욱 높다고 할 수 있다. 또한 계곡부는 사태시 위에서 흘러내린 토사, 암석이 덮히는 곳으로서 역시 위험한 지역이 되고 있다. 이와 같은 점을 고려하여 본 연구에서는 하천변에서 20m이상(1), 20m미만(2)으로 구분하였으며 가중치는 2로 하였다.

③ 식생

식물의 뿌리들은 토양의 전단강도를 증가시키므로 산사태 유발 요인으로 중요한 요소이다. 식생이 없으면 산사태 유발 가능성이 높으므로 식생의 유(1), 무(2)로 나누어 분석하였으며 가중치는 2로 하였다.

위의 산사태 요인 요소들을 중첩시켜 산사태 예측도를 만들었다. 재해등급기준 및 개발 특성은 Table 5와 같다.

분석의 종합

GIS OVERLAY 모듈을 이용하여 자연 및 시각적 경관보존 종합도와 산사태 예측도를 중첩 종합평가하여 향후 개발방향을

Table 4. Landslide hazard criteria

분석 요소	등급 및 점수			
	경사 (가중치 x5)	0 - 15° 1 (5)	15 - 30° 2 (10)	30 - 60° 3 (15)
수계연변 (가중치 x2)	20m 이상 1 (2)		20m 미만 2 (4)	
식생 (가중치 x2)	유 1 (2)		무 2 (4)	

Table 5. Landslide hazard class

토지 등급	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
종합 점수	15 이하	15 - 20	20 - 25	25 이상
개발 특성	사면이 안정하여 개발하여도 좋다.	사면이 대체적으로 안정하나 개발시 주의 요망	사면이 불안정하여 개발이 부적합하다.	사면이 매우 불안정하여 개발이 매우 부적합하다.

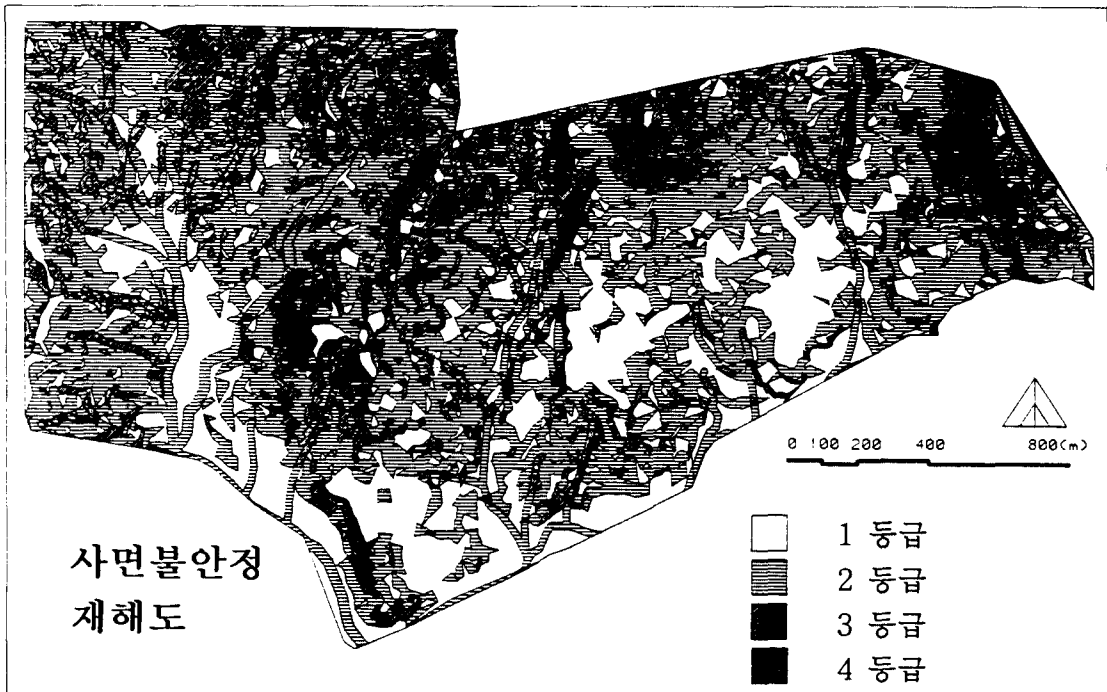


Fig. 5 Landslide hazard map

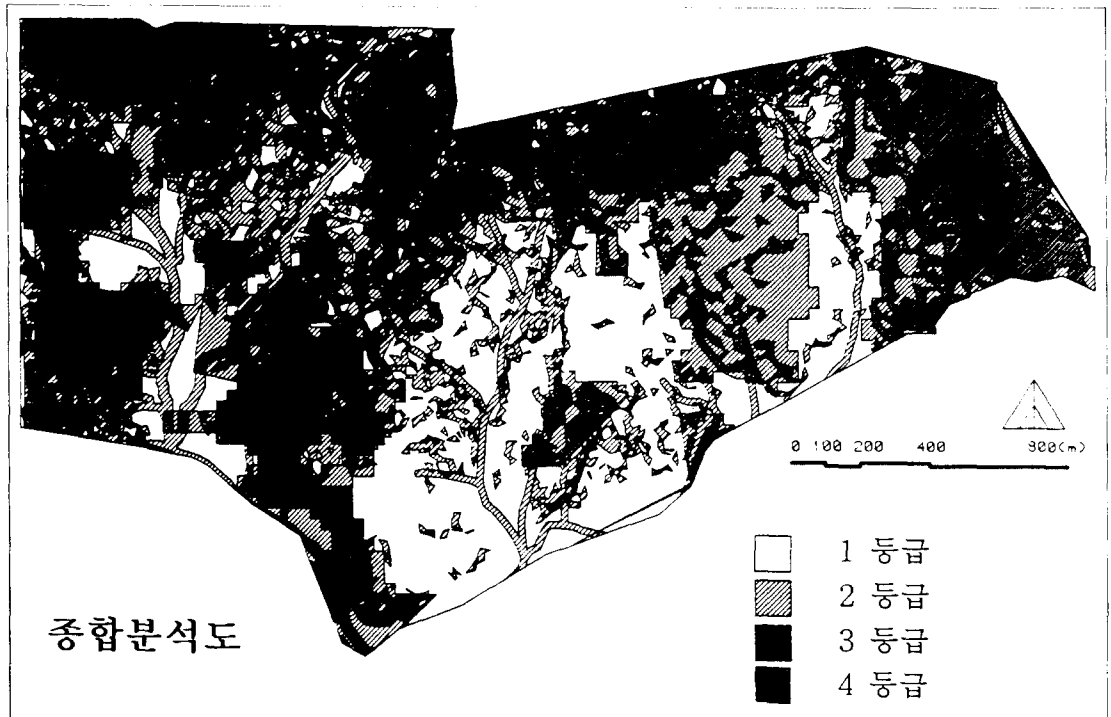


Fig. 6 Synthesis map

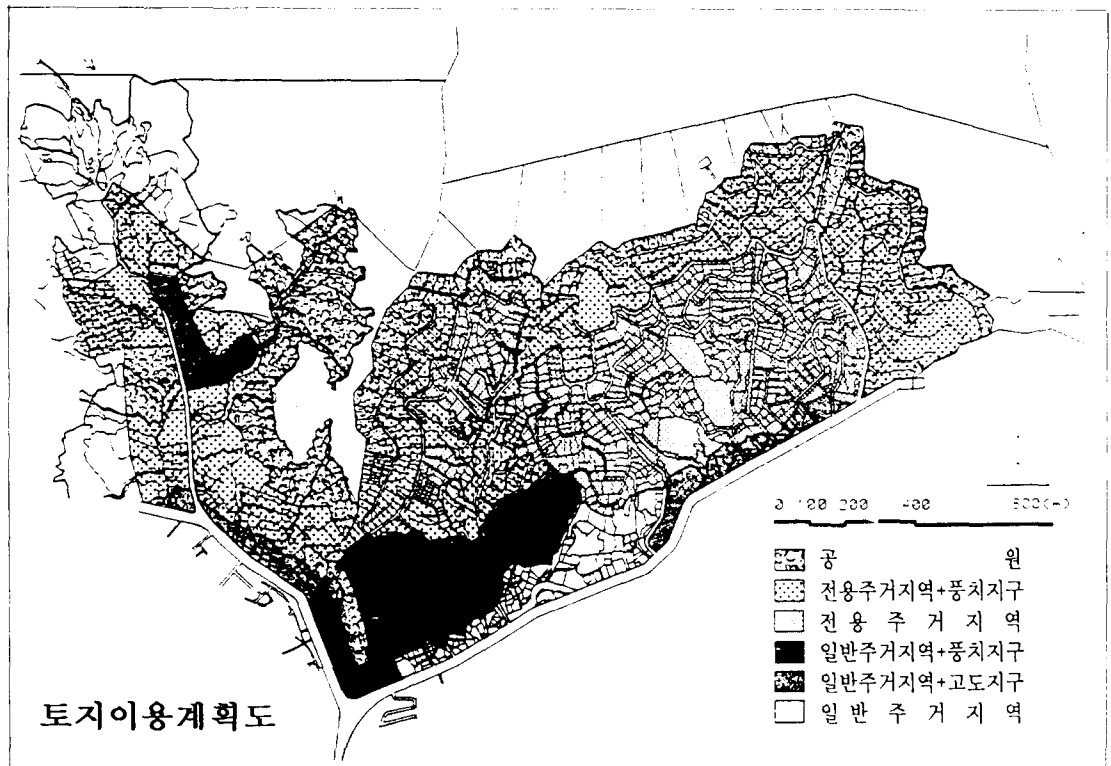


Fig. 7 Landuse zoning for landscape conservation

Table 6. Landuse criteria

자연/시각 제한	가(x)	나(△)	다(○)
Class 1	x	△	○
Class 2	x(안전대책강구)	△(안전대책강구)	△(안전대책강구)
Class 3	x(안전대책강구)	x(안전대책강구)	x(안전대책강구)
Class 4	xxx(토지이용불가)	xxx(토지이용불가)	xxx(토지이용불가)

○: 토지이용에 무리 없음

x: 토지이용 불리

△: 토지이용시 많은 고려 요구

xxx: 토지이용 불가

Table 7. Landuse direction

분 석 종 합	토 지 이 용 방 향
토지이용에 무리 없음 (○)	일반적 개발, 개발과 보존의 균형
토지이용시 많은 고려 요구 (△)	개발과 보존의 균형유지
토지이용 불리 (x)	보존 및 보존중심개발
토지이용 불가(xxx)	절대보존지역

설정하였다.

종합기준은 산사태 가능성이 아주 높은 지역은 시민들의 안전을 위해 토지이용 불가지역으로 제외시키며, 산사태의 가능성이 비교적 낮은 지역은 안전대책을 강구한 후 자연 및 시각적 경관보존 종합도의 등급에 따라 토지이용 방향을 설정한다.

분석종합에 따른 토지이용방향은 다음과 같으며, 이에 따른 토지이용계획안은 Fig. 7 과 같다.

결 론

본 연구는 도시개발로부터 도시 주변 산의 경관을 보전하기 위해 북한산 남사면을 사례 연구지로 하여 GIS를 응용하였다. 분석을 위하여 경관요소들을 자연경관보존,

시각적 경관구조보전, 사면불안정 재해예방의 측면으로 구분하고, 이에 영향을 주는 요소들을 입력, GIS TIN 및 OVERLAY 모델에 의해 분석, 종합하였다.

연구결과 여러 요소들이 종합되어야 하는 경관분석에서 GIS가 효과적으로 활용되었으며, 특히 경사도, 가시도, 양각, 입사각 분석, 그리고 이들 결과들의 종합 등을 위한 GIS의 활용은 매우 효과적임이 판명되었다. 연구결과 제시된 경관관리를 위한 GIS 응용기술은 토지이용 정책결정에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 앞으로 보다 구체적 상황에서 효율적인 경관관리를 위해서는 개발에 따른 경관 시뮬레이션 등이 GIS 분석과 연결되어야 할 것이다(Gimblett 1990).

그동안 경제개발의 논리 속에서 아름다움과 안전 등 사람들의 삶의 질에 관한 문제

들은 소외되어왔다. 따라서 지금까지 토지이용의 정책결정은 경제적 논리에 의한 비교적 단순한 기준으로 결정되었다. 그러나 최근 생활수준의 향상에 따라 주변 환경에 대한 인간의 삶의 질에 더욱 관심을 갖게 되었다. 이를 뒷받침하기 위해서는 토지이용에 있어서 보다 많은 시민들의 관점에서 더욱 다양한 요소들이 고려되어야 할 것이다. 이처럼 더욱 다양한 측면에서 더욱 복잡한 요소들이 작용하는 상황에서 토지이용계획을 위해 GIS의 활용은 더욱 중요성을 갖게 될 것이다.

참 고 문 헌

- 과학기술처, 1993, 도로와 가옥주변의 절취면 붕괴위험 평가 및 보강대책 연구(Ⅱ)
- 이수곤, 1987, 한국화강암의 풍화발달상태와 그에 따른 토목공학적 특성, 한국동력자원연구소
- 이수곤, 1988, 한국의 산사태 조사연구, 한국동력자원연구소
- Gimblett, R.H., 1990, "Visualization : Linking Dynamic Spatial Models with Computer Graphic algorithms for Simulating the Effects of Resource Planning and Management Decisions," In *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association*, Vol.2, No.2 pp.26-34.
- Higuchi, Tadahiko, 1983, *The Visual and Spatial Structure of Landscapes*, Cambridge, Mass. : The MIT Press.
- Smardon, R.C. et al., 1986, *Foundations for Visual Project Analysis*, New York : John Wiley & Sons.
- Smardon, R.C. et al., 1993, *The Legal Landscape : Guidelines for Regulating Environmental and Aesthetic Quality*, New York : Van Nostrand Reinhold.