

# GIS를 이용한 가시권정보 분석기법에 관한 연구

- 제주 산방산 지역 사례연구 -

최기만\* · 이춘석\* · 임승빈\*\*

\*서울대학교 대학원 · \*\*서울대학교 조경학과

## A Study on the Analysis Technique of Visual Information by GIS

Choi, Ki-Man\* · Lee, Chun-Seok\* · Im, Seung-Bin\*\*

\*Graduate School, Seoul Nat'l. Univ.

\*\*Dep't. of Landscape Architecture, Seoul Nat'l Univ.

### ABSTRACT

Visibility has been used for Visual Impact Assessment(V.I.A.) and Building Height Control(B.H.C.). The purpose of this study is to elaborate visibility analysis technique in GIS, and to design a visual information system based on this technique for diverse application. The results of this study are as follows :

- 1) By classifying visibility analysis techniques into two groups(professional assessment, computer-oriented GIS visibility analysis by DTM model), Each one's merits and demerits were investigated. Practically GIS visibility analysis by DTM model using contour map and investigating it by means of site-observation can be the most effective method.
- 2) A visibility analysis technique for V.I.A. and B.H.C. was presented by studying GIS visibility analysis by means of DTM model using contour map. There were 5 problems(Digitizing error, Vegetation Height, Digital Terrain Modeling, Analysis algorithm, Method).
- 3) Adequate analysis techniques were presented according to the landscape factor - road, ship-route, port, mountain, etc.
- 4) Viewing distance from road and ship-route in visual corridor, landmark visibility and distance, the angle of incidence and invisible region's depth are helpful for landscape management(V.I.A., B.H.C.) or land use planning.

## I. 서론

주거지 개발, 도로, 송전선 설치 등에 따른 시각적 영향을 분석하는 연구가 많이 이뤄졌다. 이들은 개발에 따른 시각적 영향을 분석하고 부정적 영향을 최소화시킴을 목표로 하고 있다. 경관이 인공요소의 침입을 수용할 수 있는 정도를 고려하여 각 경관의 수용능력에 따른 개발을 유도함으로써 시각적 환경의 질을 높이고자 하는 것이다(임승빈, 1984).

이와 같이 개발에 따른 시각적 영향 평가는 공간적 문제, 양적인 문제, 질적인 문제 등 세 가지 종류의 문제로 나타난다(Fels, 1992). 공간적 문제는 어디서 그 개발이 보이는가, 즉 무엇이 또는 누구에게 보이는가 하는 것을 포함한다. 양적인 문제는 그 개발이 어느 만큼이 보이는가, 주변지역이 얼마나 영향을 받는가, 또한 어느 정도인가 하는 문제를 포함한다. 질적인 문제는 개발의 성격과 그 주변과의 조화성을 포함한다. 가시권도는 이러한 세 가지 문제들 중 앞의 두 가지 문제에 관련된다. 이러한 문제에 기초하여 최근 개발에 따른 시각적 영향 평가에 있어서 가시권도의 중요성은 크게 강조되어 왔다. 또한, GIS가 널리 보급되면서 조경분야에서는 조경 및 경관정보체계로 이용되고 있다. 조경 및 경관정보체계는 수치지형모형(DTM model), 전산도형해석기법과 조경, 경관요소 및 계획대안을 고려한 다양한 모의관측이 가능하여 최적 경관계획안 수립을 가능하게 한다. 그러므로, 광역 지역의 가시권정보체계구축은 경관고도규제 및 토지이용계획이나 환경관리계획에 있어 시각적 영향의 공간적 문제, 양적인 문제의 기초자료로서 중요한 의미가 있을 것이다. 한편, 가시권정보체계구축을 위한 가시권 분석시 분석기법의 체계적인 이해의 결여로 여러 가지의 문제점들이 있어 왔다. 수작업에 의한 경우 분석도면의 비신뢰성과 비능률성이 있을 수 있으며, 컴퓨터(GIS)에 의한 DTM model을 이용하는 경우 가시권 분석연산의 이해부족으로 인한 분석도면 해석의 비타당성. 특히, 분석 대상의 종류(점적, 선적 및

면적 요소)에 따른 적절한 가시권 분석방법의 결여라는 심각한 문제점이 내재되어 있었다. 따라서, 본 연구에서는 컴퓨터에서 DTM model을 이용할 수 있는, GIS의 한 기능인 가시권분석을 이용해, 분석 대상의 경관요소에 따른 바람직한 가시권 분석방법의 제시로 기존의 문제들을 극복하며, 이 분석을 토대로 조경 및 경관정보체계에 다양하게 적용할 수 있는 가시권 정보에 관한 기본자료를 구축하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구사

### 1. 가시지역 분석에 관한 연구

기존 국내외의 논문과 경관영향평가서에서의 가시권 분석 방법의 유형을 구분해 보면 크게 전문가적 판단(현지관찰, 모형, 지형도)에 의한 방법과 GIS에 의한 방법(DTM 모델을 이용)이 있다.

#### 1) 전문가에 의한 방법

##### ① 현지 관찰에 의한 방법

전문가가 현지에 직접 나가 관찰하여 가시, 비가시지역을 파악한다(Higuchi, 1983). 많은 노력과 비용이 요구되며 정확한 지도 표시가 어렵다. 하지만 수목이나 지상의 시각 방해물을 바로 알 수 있는 장점이 있다.

##### ② 모형

지형, 식생 등 경관의 특징들을 모형을 이용해 복제하고 관찰지점에서 사진을 촬영해 가시권을 알아내는 방법이다(Felleman, 1986; Higuchi, 1983). 이 방법은 실제 지형을 모형으로 제작하는 만큼 많은 장비와 시간, 노력, 비용이 필요하다.

### ③ 지형도

지형도를 이용하여 단면분석한 후 관찰자의 위치에서 조망선을 긋고 수작업에 의해 이를 추적하는 것이다. 컴퓨터에 의한 방법보다 시간이 많이 걸리고 정확도가 낮으며 실제 지형의 시각 방해물을 고려하지 못하는 단점이 있다. 이상의 방법들은 주관적 판단으로 인한 가시권 판단의 오판과 대상지를 전부 조사해야하는 시간의 낭비와 경제적 비용의 손실이 따른다.

#### 2) 수치지형모델(DTM)<sup>1)</sup>을 이용한 GIS에 의한 방법

컴퓨터에 지형도나 항공사진으로부터 얻어진 지형 데이터를 입력하여 DTM 모델(Grid or Tin)로 변환시킨 후, 지역분석연산에 의해 자동적으로 가시·비가시 지역을 찾아내는 것이다. 현재 대부분의 수치지형모형의 자료를 취득하는 방법에는 수치화된 지형도의 자료원을 이용하는 방법, 사진측량 및 원격탐측을 이용하는 방법, 지표면 측량에 의한 방법에 의해서 이루어지고 있다(유복모, 1994).

지형 데이터 입력 자료원으로 지형도를 사용하는 경우 지반위에 자라고 있는 식생의 높이를 고려하지 못하는 단점이 있고, 사진 측량 및 원격탐측(항공사진)인 경우 수목 등의 식생의 높이를 고려할 수 있는 장점은 있으나 사진 측량기술의 지도화 등 장비와 비용문제가 있다(Felleman, 1986; Higuchi, 1983).

한편, 지리정보체계(GIS)의 특징은 공간자료와 속성자료를 통합하여 해석할 수 있다는 데 있으며, 이러한 기능들이 지리정보체계와 다른 도면 자동화나 전산보조체계를 구분하는 가장 커다란 차이점이다. 이러한 GIS의 기능들은 세부적으로 검색·분류·관측기능, 중첩기능, 인접성기능(탐색·티센 다각형·보간 등), 그리

고 연결성 또는 망분석 기능(인접 관측, 접근성, 조직망, 전개, 탐색, 상호 가시성, 조망 등)의 4가지 범주로 분류(유복모, 1994)되므로, 가시권 분석이 조경 및 경관정보체계에 이용될 수 있기 위해서는 GIS의 이용은 불가피하다.

이상을 종합해 볼 때, 가시권 분석에서는 지형도를 자료원으로 하는 DTM모델을 이용한 GIS로 가시지역을 분석하여 현장 관찰을 통해 검토하는 것이 가장 효율적인 방법의 가능성이 있다.

### 2.가시거리(근, 중 및 원경)에 관한 연구

경관의 시각적 질은 시각거리에 영향을 받게 되는데 USDA Forest Service(1973)와 Bureau of Land Management(1975)의 시각거리 분석 기준을 보면 BLM은 단순히 근경, 중경, 원경으로만 구분하며 USDA분석기준은 근경을 1/2 mile, 중경을 3 - 5 mile, 그 이상을 원경으로 보고 있다.

이상을 고려하여 제주도 현지조사로 근경 0 - 500m, 중경 500 - 2000m, 원경을 2000m 이상으로 구분한 바 있다(서울대학교 농업개발 연구소, 1995).

### 3.입사각에 관한 연구

입사각의 값은 지면이 얼마나 시선에 대하여 똑바로 서 있는가를 보여주는 것으로 이는 결국 어느 면이 쉽게 잘 보이는가를 결정한다. 따라서, 입사각이 큰 경우에는 그만큼 눈에 많이 띄므로 시각적으로 영향이 클 것이다. 입사각은 14° 미만인 경우 그 면은 거의 수평면인 것처럼 보여 잘 보이지 않으며, 14° - 30° 인 경우 비교적 잘 보이는 면이며, 30° 이상은 매우 잘 보이는 면이 된다(김성균, 1995; Higuchi, 1983)

1) 수치지형모형(DTM)은 지구 표면의 일부를 수치적으로 표현한 것이라고 할 수 있다. 절벽과 단층들은 상대적으로 드물기 때문에 지형의 대부분은 x, y축에 대해 고유의 z값을 가지는 표면들을 연결시켜 간단히 모형화 할 수 있다. '지형'이라는 용어가 단순히 지표면의 고도를 나타낸다고 보다는 지형의 속성을 암시하고 있기 때문에 지형의 기복만을 나타낸 경우에는 '수치 표고 모형(DEM)'이라는 용어도 사용되어 진다.

### 4. 비가시지역 깊이에 관한 연구

남산스카이라인의 최저 보존높이를 설정하여 이에 대한 양각선과 지표면과의 높이차로 건축가능높이를 정한 연구(임승빈외 2인, 1994)가 있었으며 주요 조망점에서 경관을 보았을 때 지형에 가려 보이지않는 지역의 깊이를 측정함으로써 건물가능높이를 정한 연구(Higuchi, 1983)에서 비가시지역 깊이차가 이용 되어졌다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 가시거리 · 입사각 · 비가시지역 깊이에 대한 개별적인 연구가 이루어져왔으나 분석대상의 종류에 따른 적절한 문제해결과 종합적인 가시권정보구축에 관한 연구는 없었으므로 이에 대한 심층적인 연구가 필요하다.

## Ⅲ. 가시권정보체계의 구성

### 1. DTM모델을 이용한 GIS 방법

DTM모델을 이용한 GIS에 의한 가시권분석시 고려될 사항은 다음의 5가지로 고찰될 수 있다.

- 첫째, 지형 표현에 관한 문제
- 둘째, 분석 알고리즘 모델에 관한 문제
- 셋째, 경관요소별 적정 분석방법의 문제
- 넷째, 지형도 자체의 오류 및 자료입력시의 오류
- 다섯째, 주변 식생 및 인공요소의 고려

#### 1) DTM모델(지형표현) 종류별 가시권 분석시 장 · 단점

래스터 DEM에서 가시권 분석, 벡터 DEM(TIN)에서 가시권 분석(De Floriani et al., 1994; Goodchild and Lee, 1989) 알고리즘

〈표 1〉 가시권 분석을 위한 GRID와 TIN의 비교

	장 점	단 점
TIN	다양한 밀도의 불규칙한 지형의 가시권 분석에 적합	위상관계구조로 인한복잡한 자료구조로 조작성이 비효율적임
	작은 정보 저장 공간	관찰횟수 파악 불가능
	미판 양호	복잡한 정량분석 부적합
	고도행렬구조로 인한 간	복잡한 지형의 가시권
GRID	단한 자료구조조 조작성	분석시 많은 격자점이
	효율적	필요
	관찰횟수 파악 가능	평탄 지형의 가시권 분석시 필요 이상의 자료 필요
	복잡한 정량분석 가능	기준 격자축에 따른 가시권 분석면적의 과장 가능성

에 대한 연구가 이뤄졌다. 대개 래스터 DEM에서는 가시단위로서 그리드 셀을 이용하므로 정확성에 있어 의심이 간다. 각 그리드 셀의 4개 점이 있고 이 점들이 반드시 평면을 정의하지 않기 때문에 가시권의 2진적 형태(가시, 비가시)의 결과는 과대단순화될 우려가 있다. 이러한 이유로 분석의 지표면 표현모델로서 TIN이 선호된다(Goodchild and Lee, 1989). 표 1은 가시권분석을 위한 Grid와 Tin의 장단점을 비교한 것이다.

그러나, 실제적으로 가시권 분석시 간단한 자료조작과 정량적 분석, 관찰 횟수 표현이 가능하다는 장점으로 격자형(Grid DTM) 모델이 많이 사용되고 있으므로 실제 지형 표현에 있어 기준 격자축<sup>2)</sup>(grid간격) 고려에 신중을 기해야 한다. 그리드 간격의 폭과 단위분석 각도에 따른 오차가 생길 수 있다(Higuchi, 1983). 이 경우 단위그리드 간격의 폭이 작을 수록, 단위분석 각도가 작을 수록 가시권 분석의 정확도는 높아진다. 도시지역내에서는 단위그리드 간격을 건물의 단위모듈의 크기와 같게 함으로써 각 건물을 고려한 가시권 분석을 정확하게 할 수 있다.

2) 그리드 간격은 작을수록 정확한 지형 표현에 적합하기 때문에 그리드 격자의 크기 문제는 중요하다. 히구찌(1983)는 1:1,000인 지형도인 경우에 그리드 격자 간격이 10 - 20m가 적합하며, 1:5,000인 지형도인 경우에는 그리드 격자 간격이 20 - 25m가 적합하며, 1:10,000인 지형도인 경우에 그리드 격자 간격이 50 - 100m가 적합하다고 제시했다.

2) 분석 알고리즘 모델에 관한 연구

종류에 따라 가시권 분석면적과 분석지역에 차이가 나므로 가시권 분석시 기본 알고리즘을 이해하는 것은 사용목적에 맞는 분석 도구의 선정시 필수적이다. 일반적으로 표고추론에서는 단계적(steped) 그리드가, 관찰자와 목표위 치추정에는 점 대 점 방식이 사용된다(Fisher, 1993).

3) 경관 요소별 가시권 분석방법

어느 지역에서 다른 지역을 볼 수 있으면 다른 지역에서도 역시 그 지역을 볼 수 있을 것이다. 이러한 가시권도에는 2가지 도면화 방법이 있을 수 있다. 첫째, 투시도면화(Projective mappings)와 둘째, 반사도면화(Reflective mappings)가 그것이다(Fels, 1992). 투시도면화는 대상지역 내의 관측점으로부터 시작되는, 즉 안으로부터 밖으로의 관측이며 반면에 반사도면화는 경관 주위의 관측점으로부터 시작되는, 즉 밖으로부터 안으로의 관측이다.

기존의 가시권 분석시 분석대상의 종류(점, 선, 면적 요소)를 고려하지 않은 분석이 이루어져왔다. 이러한 문제의 해결 필요성이 요구 되었으며, 가시효과를 증대시키기 위해서 몇 개의 관측점들이 필요한지에 대한 결정 및 관측점들의 수가 일정한 수에 도달한 경우 이의 인식(Fels, 1992)이 필요하다.

따라서 경관 요소별 바람직한 관측점(혹은 피관측점) 선정을 위한 가시권 분석방법 도출의 필요성 및 적절한 도면화방법의 선택이 있어야 한다.

구체적인 방법은 사례연구에 포함시켰다.

2. 가시권정보체계의 구성항목

가시권정보체계는 가시되는 시각자원의 정보

(Visual information) 제공을 통하여 광역적인 경관 관리를 지원하는 조정정보체계의 한 부분으로 조작적인 정의를 할 수 있다. 본 연구에서 이용하는 가시권정보체계는 경관회랑내 가시권의 거리와 입사각, 비가시지역의 깊이, 주요 경관요소(돌출형)에서의 투시도면화, 주요 경관요소의 가시거리로 구성하였다. 여기서 경관회랑은 어떤 개발이 가시되었을 때 민감하게 지각할 수 있는 장소로서 통행량이 많은 주요 도로와 항구 진입로 및 유람선 항로를 선정하고 이곳에서의 반사도면화를 작성해 설정하였다. 이들 정보는 식생, 경사, 고저 등의 지형적·지피적 정보와 연결시켜 경관관리(경관영향평가, 경관고도규제)나 토지이용계획에 기초자료를 제공할 수 있다. 이 정보에 색과 질감, 비례, 대칭, 균형, 대조, 조화, 리듬 등의 미적 개념의 정보는 배제하는 것을 원칙으로 했다.

대상지의 가시권정보체계의 항목(속성)은 이러한 6가지 요소들이 종합적으로 이루어진다.

<표 2> 가시권정보의 구성 항목VI

(Visual Information) Coverage					
ROAD	DIST 1	CODE		MOUNT	DIST 2
		INCIDENCE	DEPTH		

VI COVERAGE의 각 구성요소는 다음과 같다. ROAD = 이용밀도가 높은 도로 및 항로와 항구 진입로에서의 가시여부

DIST1 = ROAD에서의 근경(500m 이하), 중경(500-2000m), 원경(2000m이상)의 구분<sup>3)</sup> 및 세부거리

CODE = ROAD에서 가시지역이면 INCIDENCE, 비가시지역이면 DEPTH의 CODE

INCIDENCE = 도로에서의 가시권역 중 입사각 0-14°, 14°-30°, 30°이상의 구분

DEPTH = 비가시지역의 깊이 구분

MOUNT = 주요경관 요소의 정상에서부터 높이

3) 서울대학교 농업개발연구소에서 작성한 경관영향평가서의 근경, 중경, 원경의 범위를 참고하여 산방산 주변 현지조사 결과를 토대로 설정한 것이다. 사람마다 시력의 차이가 있으므로 약간의 범위가 가감될 수 있다(서울대 학교 농업개발연구소, 1995).

30% 이상, 길이 2/3이상 가시여부  
 DIST2 = 주요경관요소에서 근경(500m이하),  
 중경(500 - 2000m), 원경(2000m  
 이상)의 구분 및 세부거리

#### IV. 사례연구

##### 1. 대상지 선정

가시권정보구축을 위한 대상지로 남제주군 안덕면 산방산 일대의 주변지역(반경 20km)을 선택했다.

이 지역일대에는 동측으로 월라봉, 군산과 중문관광단지가 위치하고 있으며, 서측은 모슬봉과 모슬포항, 남측은 송악산과 가파도, 북측은 돌오름, 당오름, 정물오름, 왕이매, 영아리 오름 등이 분포하고 있고 대부분의 지형은 경사 5% 미만의 평탄지이며 남저북고의 형태이다. 남측으론 가파도와 마라도가 북동측으로 한라산이 조망된다. 지형표현은 간격 20m의 그리드로 했으며, Arc-Info를 사용하여 가시지역은 모든 분석지점을 중심으로 수평방향각 360°, 수직각 +90° ~ -90°에 대해 분석하였다.

〈표 3〉 가시지역 분석시 사용한 시스템의 구성

구분	시스템의 구성
Hardware	Sun Spark Station 20 Pentium(100MHz) with 64M RAM 36'×24' Digitizer
Software	AutoCadd(Rel. 12) LandCadd(Rel. 12) Arc-Info(Ver. 7. 0. 3)

대상지를 지형 및 지피에 근거하여 경관단위로구분하고 각 경관단위에서 조망거리(근경, 중경, 원경)을 고려하여 경관정보체계의 최소 입력단위로 하였다.

##### 2. 주요도로의 가시지역 분석(반사도면화)

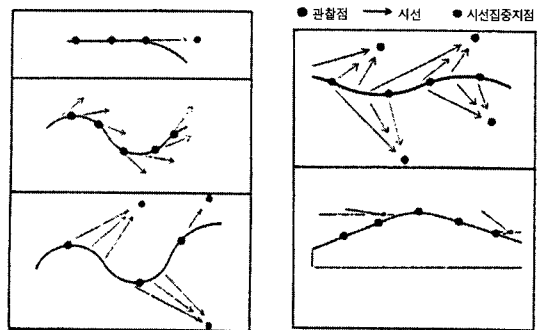
도로 전 구간을 경관통제선(Landscape

control line)으로 보고 가시지역을 분석하며, 이는 도로변의 경관회량이 될 것이다. 선이란 2개 이상의 점들(multi-point)의 집합이므로 경관통제선이란 경관통제점(조망점, 관찰점)들의 집합으로 볼 수 있다. 따라서, 도로 전 구간을 경관통제선으로 설정하기 위해서는 많은 수의 경관조망점들이 필요하다.

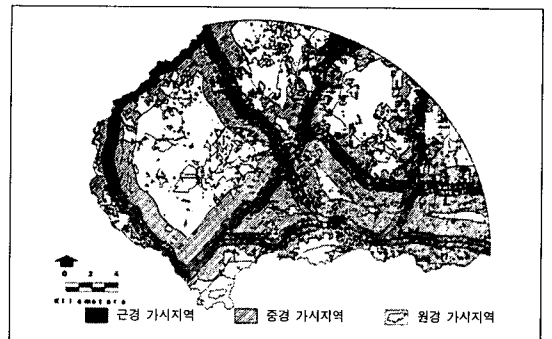
주요도로에서의 가시지역 분석을 위한 조망점은 일정 간격으로 통제점을 설정하고 여기에 특별히 경관변화가 강한 지점이나 도로의 회전반경이 큰 지점을 추가하는 것이 바람직하다.〈그림 1〉.

주요 도로는 교통량과 관광도로로서의 중요성을 고려하여 국도와 지방도를 선정하도록 하였다. 구체적으로 12번(일주도로), 99번(1100도로) 국도와 1111번(서부산업도로), 1115번(산록도로), 1116번 지방도를 선정하였다.〈그림 2〉.

따라서, 조망점은 200m의 간격을 기준으로 설정하되 도로 변곡점을 추가하여 총 775개가 선정되었다.



〈그림 1〉 도로의 대표적 관찰점들



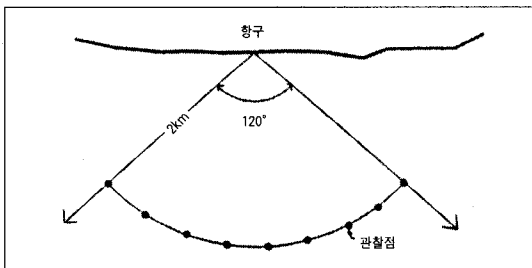
〈그림 2〉 주요 도로에서의 가시지역

각 조망점에서의 가시지역 분석은 승용차 착석시의 평균 눈높이인 1.3m를 수직높이로 설정하였으며, 가시지역 분석은 도로에서 3,500m의 범위까지 실시하였는데, 이는 공간거리에 따른 수평거리의 변화를 고려하기 위한 것이다

### 3. 해안변 가시지역 분석(반사도면화)

#### ① 항구 진입시의 가시지역 분석

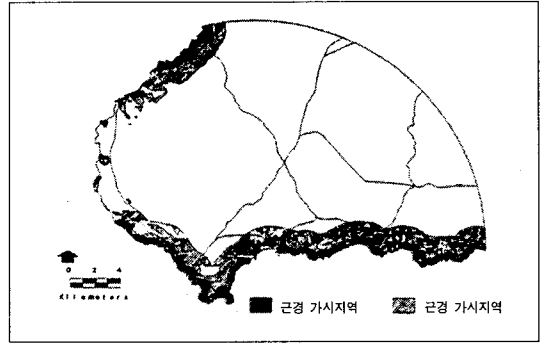
항구에서의 배의 진입로는 일정하지 않으므로(제주 항만청 선박계), 항구로 진입할 때의 가시지역 분석을 위한 조망선은 먼저 항구 중심지점에서 바다쪽으로 반경 2km의 원주를 긋되, 항구에서 좌우로 각각 60° 범위로 제한하는 것이 바람직하다. 이렇게 작도된 원주를 조망선[혹은 경관통제선(Landscape control line)]으로 보고 5° 간격마다 조망점을 설정하여 항구진입시의 가시지역을 분석하며, 이는 항구로 진입할 때의 가시지역이 될 것이다. 여기서 2Km에 경관통제선을 설정한 이유는 제주도의 중경의 범위를 2000m로 보았기 때문이다(그림 3). 이는 제주도 중경범위(2000m)에 대한 현장 조사 결과를 토대로 설정한 것이다.



<그림 3> 항구 진입시 대표적 관찰점들

구체적으로 서귀포항, 모슬포항, 한림항, 중문마리나 선착장 등의 4개 항구를 기준으로 진입시의 가시지역 분석대상지로 선정하였고, 각 항구마다 24개의 조망점들이 설정되었다. 이때 조망점은 선박높이를 고려하여 해수면에서 17.5m 높이(제주 항만청 선박계)를 지니도록

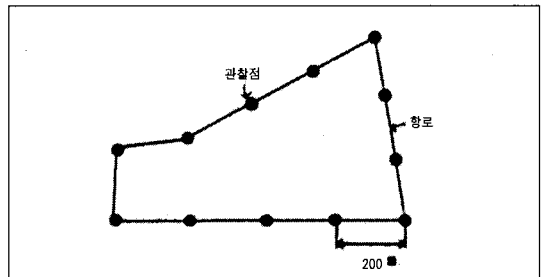
하고, 가시지역을 분석하였다. 항구에서의 가시지역 구분은 해안선을 기준으로하여 근경, 중경, 원경으로 거리 정보를 갖게 하였다(그림 4).



<그림 4> 유람선, 항구에서의 종합가시권도

#### ② 유람선의 항로에서의 가시지역 분석

유람선 항로의 경우도 원칙적으로 도로와 같은 방법으로 조망점을 설정했다(그림 5).

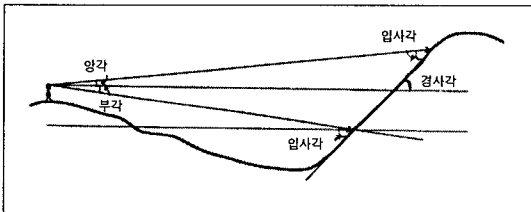


<그림 5> 항로의 대표적 관찰점들

구체적으로 모슬포-마라도, 서귀포-범섬-문섬의 2개 유람선의 항해가능지역에 대한 가시지역을 분석하였다. 모슬포항-마라도 항로에서는 24개의 조망점을, 서귀포-범섬-문섬 항로에서는 총 51개의 조망점이 설정되었다. 각 조망점은 유람선의 높이를 고려하여 해수면에서 4.5m 높이(제주 항만청 선박계)를 가지도록 하여 가시지역을 분석하였다. 주요 유람선 항로의 가시지역 거리구분은 해안선을 기준으로 하였다.

### 4. 입사각 분석

입사각의 값은 지면이 얼마나 시선에 대하여 똑바로 서 있는가를 보여주는 것으로 이는 결국 어느 면이 쉽게 잘 보이는가를 결정한다(그림 6).



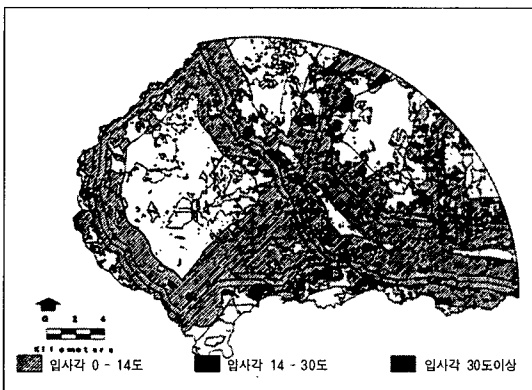
〈그림 6〉 입사각 개념도

주요 도로의 고도를 추출한 후 각 도로에서 EUCLIDE DISTANCE 함수를 이용해 모든 지면 셀의 주요도로에서의 상대적인 거리를 계산하였다. 각 도로의 고도와 중경이내의 모든 지면셀과의 고도차를 계산하기 위해서는 도로 고도를 EXPAND 함수를 이용해 도로 고도를 확장시킨 후 원 고저도와와의 차를 구하였다.

$TAN \theta = (\text{상대적인 거리} / \text{원고저도와의 차})$  이므로,  $ARCTAN(\theta)$ 로 양각 혹은 부각을 구했다.

입사각 = 경사각 - 양각

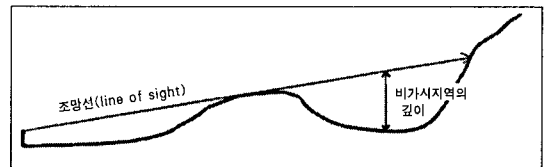
입사각 = 경사각 + 부각이므로, 대상지 전 지면셀의 입사각을 분석하였다(그림 7).



〈그림 7〉 ROAD에서의 가시권내 입사각도

### 5. 비가시지역의 깊이

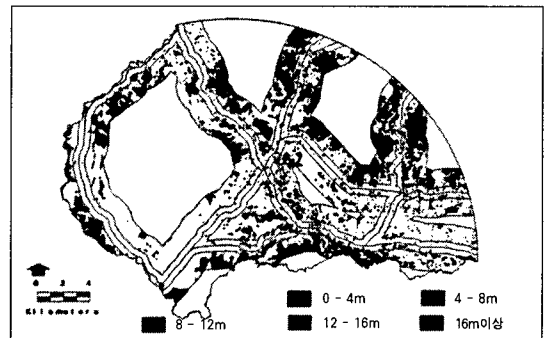
주요 도로를 조망선으로 보고 여기에서 중경이내의 비가시지역 깊이를 측정함으로써 시야를 방해하지 않기 위한 건물의 고도 규제가 가능할 것이며, 비가시지역의 깊이는 등고선을 보간하여 만든 모든 그리드(20m×20m)의 중앙값에서 수직으로 그었을 때 조망선과 만나는 높이가 된다(그림 8).



〈그림 8〉 비가시지역의 깊이 개념도

중경이내 비가시지역 경계선의 고도를 추출한 후 이를 보간하여 새로운 조망선(line of sight)의 고저도를 만들었으며, 비가시지역의 고저도는 원래의 고저도에서 비가시지역만을 추출하였다.

비가시지역 깊이는 조망선의 고저도와 비가시지역의 고저도 차이이므로, 조망선의 고저도에서 비가시지역의 고저도의 차로써 비가시지역의 깊이차를 계산하였다. 비가시지역의 깊이는 0 - 4m, 4 - 8m(1층), 8 - 12m(2층), 12 - 16m(3층), 16m(4층)이상 등으로 구분하였다(그림 9).



〈그림 9〉 비가시지역의 깊이도



〈표 4〉 가시지역 분석

구분	형태적 특성		
	면	선	점
지형적 특성	돌출형 산 (보존범위선정)	만 (multi-point)	소규모 오름, 산 (one-point)
	호수, 저수지 (외곽경계선)-	모래해안면 (multi-point)	암석해안면 (one-point)
	내입형	하천, 계곡 (외곽경계) (내부최저지점)	굴, 분화구 (one-point)

6. 주요 경관요소에서의 가시지역(투시도면화)

주요 경관요소는 지형을 위상학적 특성과 물리적 특성에 따라 크게 면 요소(산, 호수), 선 요소(계곡, 하천), 점 요소(소규모 오름, 굴)와 돌출형(산, 오름)과 평지형(호수), 내입형(하천, 굴, 계곡)으로 구분할 수 있으며 이를 고려한 가시권 분석이 바람직하다. 이것을 정리하면 〈표 4〉와 같다.

주요경관의 가시여부와 가시거리는 지형적 특성면에서 시각적 질에 매우 관련이 깊다. 그 중 돌출형 경관은 가시되는 거리가 가까울수록 시각적 질이 높아서 가시거리에 영향을 받는다.

산(돌출형)에 대한 가시권 분석을 위한 피조망점은 조망되는 산의 최저 등고선의 높이를 결정하여, 이 등고선을 따라 일정간격으로 연속된 피조망점을 선정하는 것이 바람직하다. 자연 경관에서는 75%이하인 경우 스카이라인에 전혀 침해가 없으므로(신지훈, 1995), 이를 고려하여 산 정상부로부터 최소한 30%이상이 보여지는 지점을 가시

지역으로 볼 수 있으므로 최저 등고선의 높이는 산 높이의 70%로 한다. 이 때 각각의 피조망점에 대한 가시지역을 모두 고려할 경우, 산이 점적으로 가시되는 지역이 포함될 수 있다. 따라서, 산의 최저 등고선을 4방향으로 나누어 각 방향별로 같은 수의 피조망점을 부여한 후, 전체 피조망점의 2/3이상을 동시에 볼수 있는 지점을 가시지역으로 정의할 수 있다. 이 경우 산의 최저 등고선의 2/3이상 조망되는 지역을 찾아내기 위해 피조망점이 등고선을 따라 일정간격으로 연속적으로 설정되는데 문제가 있을 수 있다.

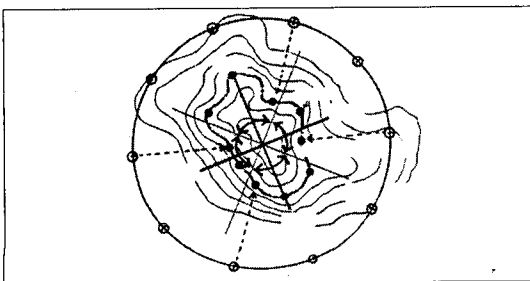
모든 방향에서 피조망점이 조망되어야 함으로 피조망점의 선정은 최저 등고선의 폐곡선보다 큰 일정한 크기의 원을 긋고, 이 원을 따라 일정간격으로 연속적으로 설정된 가상의 점에서 이 원의 중심을 향하여 선을 그었을 때 등고선과 만나는 점이 피조망점이 되어야 바람직한 의미의 피조망점이 될 것이다(그림 10).

제주도 지역주민과 관광객이 지니고 있는 상징성을 고려하여 한라산과 산방산을 대상지내 주요 경관요소로 선정하여 분석하였다.

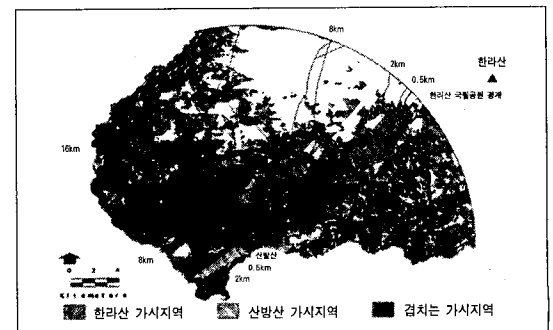
① 한라산에 대한 가시지역 분석

한라산의 경우 한라산 국립공원의 경계선을 기준으로 가시지역별 세부 거리 정보를 갖게 하였다.

한라산 국립공원에 대한 가시지역 분석을 위한 피조망점의 선정은 우선 한라산 정상점에서 5° 간격으로 방사선을 작도하고 이 방사선과 정



〈그림 10〉 산의 대표적 피조망점들(허윤정, 1995, p. 16에서 재구성)



〈그림 11〉 한라산, 산방산 종합가시권도

상부에서 30%의 높이(1365m)의 한라산 경계선이 만나는 지점을 피조망점으로 선정하여 총 72개를 선정하였다. 이러한 피조망점을 기준으로 한라산 국립공원에 대한 가시지역을 분석하도록 하였다.

한라산 정상점을 기준으로 동서남북의 4방향으로 구분하고 각 방향별로 2/3이상의 피조망점 (즉, 전체 피조망점의 1/6이상이 가시되는 지역)을 동시에 볼 수 있는 지역을 가시지역으로 설정하는 것이 한라산에 대한 인식 등의 측면에서 바람직함으로 한라산 국립공원 경계선상의 전체 피조망점의 1/6즉, 12개 피조망점이 가시되는 지역을 분석하였다(그림 11).

② 산방산에 대한 가시지역 분석

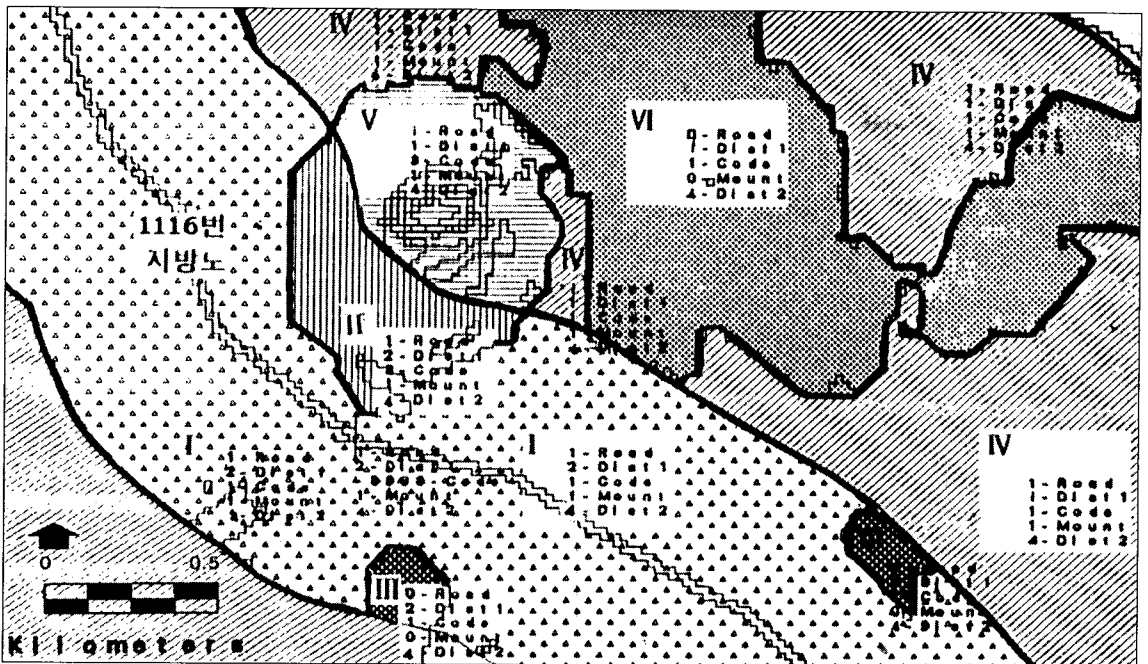
산방산(395m)의 산말에서 근경, 중경, 원경별 거리 정보를 갖게 하였다. 산방산의 경우 정상부 30% 이상 지역이 가시될 수 있는 최저높이(276m), 즉 7부 능선을 가시를 위한 최저높이로 설정하였다. 이는 주요경관 요소가 최소한 7부

능선이상은 보여져야 한다는 것을 의미한다. 산방산의 정상점에서 5°간격으로 7부 능선을 잇는 방사선을 그어 방사선과 7부 능선이 만나는 지점을 피조망점으로 선정하고, 이들 피조망점에 대한 가시지역을 분석하였다(그림 11).

7. 가시권 정보의 표기

그림 12의 지역은 1116번 지방도변에 위치한 금오름 주변의 가시권정보이며 각 숫자 범례는 다음과 같다.

- Road - ① 도로변 비가시지역 ② 도로변 가시지역
- Dist1 - ① 도로변 0.5 - 2km ② 도로변 0 - 0.5km
- Code - 가시지역이면 입사각
  - ① 0° - 14° ② 14° - 30° ③ 30° 이상
- 비가시지역이면 깊이
  - ① 0 - 4m ② 4 - 8m(1층) ③ 8 - 12m(2층) ④ 12 - 16m(3층) ⑤ 16m(4층) 이상



〈그림 12〉 금오름 주변 가시권 정보도

Mount - ① 주요경관요소 비가시지역

① 주요경관요소 가시지역

Dist2 - ① 0 - 0.5km ② 0.5 - 2km

③ 2 - 8km ④ 8 - 16km ⑤ 16km 이상

이를 바탕으로 한 금오름 주변의 단위 지역별 각 항목별 숫자를 서술하면 다음과 같다.

I 지역 - 도로변 거리 근경, 입사각이 14° 미만의 지역이다. 산방산, 한라산으로부터 12km정도의 거리에 있다.

II 지역 - 도로변 거리 근경, 입사각이 30° 이상의 지역이다.

III 지역 - 도로변 거리 근경, 비가시지역의 깊이가 4m이하의 지역이다.

IV 지역 - 도로변 거리 중경, 입사각이 14° 미만의 지역이다. 산방산, 한라산으로부터 13km정도의 거리에 있다.

V 지역 - 도로변 거리 중경, 입사각이 30° 이상의 지역이다.

VI 지역 - 도로변 거리가 중경, 비가시지역의 깊이가 4m이하의 지역이다.

### 8. 가시권 정보의 활용방안

가시권정보 구성요소의 상호관련성은 표 5와 같다.

〈표 5〉 가시권 정보의 특성 및 활용방안

가시권 정보	가시거리	입사각	비가시 깊이
내용	근경, 중경, 원경	가시면의 기울기(각도)	조망선과 지면의 높이차
지각특성	지각강도의 세기	지각면적의 크기	가려진 부분의 높이
활용방안	거리에 따른 시설물 고도 차등 제한	입사각에 따른 견폐율 차등제한	깊이만큼 시설물 고도 허용

주요 도로 및 항로로부터의 가시지역내에서는 가시거리(근경, 중경, 원경)에 따라 지각 강

도가 달라지므로 시설물 고도를 차등제한 할 수 있다(국토개발연구원, 1997). 또한 같은(수평)면적이라도 입사각의 크기에 따라 견폐율(건축면적÷대지면적)을 차등 제한할 수 있다.

한편 도로 등으로부터의 조망시에 수목, 봉우리 등의 배후에 비가시지역이 형성되는데 비가시지역의 깊이 만큼 시설물의 고도를 허용할 수 있다.

이상과 같이 가시권 정보는 신축건물의 고도 및 견폐율, 혹은 용적율을 제한하는데 근거 자료로 활용될 수 있다.

## V. 요약 및 결론

본 연구의 목적은 컴퓨터에서 DTM model을 이용할 수 있는, GIS의 한 기능인 가시권분석을 이용해, 분석 대상의 경관요소에 따른 바람직한 가시권 분석기법의 제시로 기존의 문제들을 극복하고, 경관고도규제 등의 경관관리나 토지이용계획에 기초자료를 제공하는 것이다. 이 연구를 통하여

첫째, 지형도를 자료원으로 하는 DTM모델을 이용한 GIS로 가시지역을 분석하여 현장관찰을 통해 검토하는 것이 가장 효율적인 방법일 가능성을 발견할 수 있었다.

둘째, 도로, 항로, 항구, 산 등 주요경관요소별 적정 분석 방법을 제안하였다. 선이란 2개 이상의 점들의 집합으로 경관통제선이란 경관통제점(관찰점)들의 집합으로 볼 수 있다. 경관통제점을 경관통제선(Landscape control line)의 개념으로 확장시켜 가시지역을 분석할 수 있었다.

셋째, 가시권 정보를 구축하여 가시되는 시각자료의 정보(Visual information)를 제공함으로써 광역적인 경관 관리를 지원할 수 있도록 하였다. 이는 식생, 경사, 고저 등의 지형적·지피적 정보와 연결시켜 광역 지역의 경관관리계획에 기초자료로 이용 가능할 것이다.

네째, 광역적인 가시권 분석, 입사각 분석, 비가시지역의 깊이 분석과 이들 결과들의 종합

에 GIS의 활용이 효과적일 수 있음을 알 수 있었다. 분석대상물의 정확한 표현과 수작업으로 오랜 기간에도 불가능한 것을 GIS를 이용하여 시뮬레이션 할 수 있었으며, 대부분의 자료 획득과 수정이 용이하였다.

### 인용문헌

- 1) 국토개발연구원(1997) 중산간지역 종합조사.
- 2) 김성균(1995) "도시주변 산의 경관보전 및 관리를 위한 GIS의 이용." 한국 GIS 학회지13(2): 128-129
- 3) 신지훈(1995) 경관영향평가를 위한 물리적 지표설 정에 관한 연구. 서울대학교 생태조경학과 석사 학위논문: 58-59
- 4) 서울대학교농업개발연구소(1995)제주유기배합비료공장 경관영향평가서. : 57-58.
- 5) 유복모(1994) 지형공간정보론. 동명사 : 618-619, 85-87, 392, 396
- 6) 임승빈(1984) 조경 계획 설계론. 보성문화사 : 184-185, 195
- 7) 임승빈, 박창석, 김성준(1994) "도시 스카이라인 보존·관리 기법에 관한 연구." 한국조경학회지 22(3) : 105 - 120
- 8) 허윤정(1995) "도시녹지의 시각적 접근성 측정모 델에 관한 연구." 서울대학교 생태조경학과 석사 학위논문: 15-16, 19
- 9) Bureau of Land Management, U. S. Dept. of Interior(1975) Visual Simulation Techniques. Washington, U. S. Government Printing Office : 22
- 10) De Floriani, L. and P. Magillo(1994), "Visibility algorithms on triangulated digital terrain models". International Journal of Geographical Information Systems, 8 : 13 - 41
- 11) Felleman J. P. , R. C. Sardon and J. F. Palmer(1986), Foundations for visual project analysis. John Wiley & Sons: 57 - 58, 165
- 12) Fels, J. E. (1992), "Viewshed simulation and analysis : an interactive approach". URISA Proceedings : 265 - 266, 273 - 274
- 13) Fisher, F. P. (1993), "Algorithm and implementation uncertainly in viewshed analysis". Geographical information system, 7(4) : 331 - 347
- 14) Goodchild, M. F. and J. Lee(1989), "Coverage problems and visibility regions on topographic surfaces". Annals of Operations Research 18 : 175-186
- 15) Higuchi, T. (1983), The visual and spatial structure of landscapes, the MIT press : 6 - 9, 87
- 16) Lee, J. (1992), "Visibility Dominance and Topographic Features on Digital Elevation Model". Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Data Handling, vol 2 : 622-623
- 17) USDA, Forest Service(1973), "National forest landscape management" vol. 1, Agricultural Handbook, No. 434 : 57