

GIS Simulation을 이용한 건축높이 규제 방안의 비교검토*

김호용¹ · 윤정미^{2*}

A Comparative Review on Building Height Regulations Using GIS Simulation*

Ho-Yong KIM¹ · Jeong-Mi YUN^{2*}

요 약

본 연구에서는 건축높이 규제를 위한 일환으로 경관분석시 연구자마다 다르게 제시하고 있는 조망점 선정방법과 주변 상황의 고려 여부에 따라 분석결과가 어떻게 달라지는지 비교 검토하였다. 이를 위해 분석방법론에 따라 네가지 상황을 설정하여 GIS환경에서 시뮬레이션하고 그 결과에 대하여 분산분석과 사후분석을 시행함으로써 방법론에 대한 특징을 비교·분석하였다. 분석결과 이동 조망점은 연속적 경관이라는 경관의 기본적 특성을 잘 반영하면서도 상황설정에 따른 분석결과와의 차이가 크지 않아서 건축물 높이 규제를 위한 방안으로 적합한 것으로 나타났다. 격자 조망점은 좌·우측 가장자리에 있는 조망점이 조망 대상지의 배후 산지가 아닌 다른 산지의 스카이라인을 조망하는 문제점이 도출되었다. 추가로, 본 연구에서 사용한 다중시곡면과 건축지점의 3차원 교차지점을 도출하는 시뮬레이션 방법은 건축지점의 높이를 정량적으로 도출함으로써, 다양한 설정에 따른 시뮬레이션 검토에 유용할 것으로 사료된다.

주요어 : GIS 시뮬레이션, 건축높이, 조망점, 분산분석

ABSTRACT

This study reviewed different results according to the selection of viewpoints and considerations of the neighborhood in the analysis of view to regulate the height of buildings. To do this, 4 cases were set according to the analytical methodology and a GIS simulation was performed. Characteristics of each methodology were compared and analyzed by simulated values with ANOVA(analysis of variance) and post-hoc analysis. First, the method using moving viewpoints was found to be appropriate for

2013년 4월 7일 접수 Received on April 7, 2013 / 2013년 6월 21일 수정 Revised on June 21, 2013 / 2013년 6월 24일 심사완료 Accepted on June 24, 2013

* 이 논문은 충남발전연구원 기본과제에 의하여 연구되었음.

1 부산광역시청 도시계획상임기획단 Advisory Group for Urban Planning, Busan Metropolitan Government

2 충남발전연구원 농촌·농업연구부 Dept. of Rural & Agricultural Research, Chungnam Development Institute

* Corresponding Author E-mail : mscoco@hanmail.net

the regulation of building height as it could reflect basic characteristics of landscape which was sequential and it did not show big difference in analysis result according to situational setting. Second, the method using grid viewpoints showed a problem that viewpoints at left and right sides viewed ridges of other mountains than the background mountains of the target land. Additionally, the simulation method that induces three-dimensional cross-sections between multiple sight-surface and virtual construction points created at viewpoints used in this study was found to be useful in the simulation review with various settings as it induced the marginal height of the spot quantitatively.

KEYWORDS : GIS Simulation, Building Height, View Point, ANOVA

서론

최근 전반적인 생활수준의 향상과 높은 문화수준에 대한 욕구 상승으로 거주 도시에 대한 쾌적한 환경이 요구되고 있다. 이와 함께 살기 좋은 주거지에 대한 요구와 개발 사업에 관한 관심이 집중되면서 노후·불량한 주거지역에 대한 대규모 정비 사업이 계획되고 추진 중에 있다. 이러한 요구로 인하여 부산시는 2013년 2월 현재 392개의 정비구역에 대하여 사업이 추진 중이고 370개 구역에 대해서도 정비 사업이 예정되어있다.¹⁾ 하지만 재정비 사업은 기존의 목적인 생활환경의 개선이나 삶의 질 향상보다는 주택 공급의 확대라는 공공의 목적과 개발이익의 창출이라는 민간의 목적이 결합되면서 사업 본연의 목적은 도태되고, 1·2종 주거지역을 제3종일반주거지역으로 중 상향하는 높은 개발밀도를 선호하면서 건전한 도시공간구조를 저해하고 있다. 이에 Lee and Baek(2007)은 사업지구를 대상으로 경관시뮬레이션을 수행한 결과 고층의 공동주택건설의 압력과 스카이라인의 급격한 변화가 발생할 가능성이 높다는 것을 제시하였다. 대규모 개발로 인한 높은 개발밀도는 일조권 침해 등으로 해당지역과 주변지역의 주거환경을 악화시키고 산지 경관에 대한 스카이라인을 파괴하면서 주거지 경관을 황폐화시키고 있다. 이처럼 고밀도 개발에 의한 악

영향을 최소화하기 위해 주거지역의 밀도와 건축물 높이를 관리하고 규제하는 용적률 제도 및 경관관리 방안이 시행되고 있다. 이러한 제도는 대규모 개발지역에 대한 객관적 건축물 한계 높이를 제시함으로써 개발행위에 대한 규제 및 양호한 주거환경의 확보를 목적으로 하고 있다. 하지만 용적률은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률을 통하여 주거지역의 용도지역별로 용적률의 범위가 지정되고 있으나, 각 지방자치단체에서 용도지역별 용적률을 조례에 반영하는 과정에서 지역적 특성을 반영한 명확한 규정이 제시되지 못하고 있다. 또한, 산지 스카이라인의 관리를 위한 자연경관 관리 방안으로는 개략적인 조망점의 선정 기준과 거리 기준만이 제시되어있어서 건축물 높이 규제를 위한 객관성에 한계를 가지고 있다. 특히, 경관검토를 위한 조망점과 조망거리는 기준을 어떻게 설정하느냐에 따라 상이한 결과가 도출되며, 이러한 결과를 바탕으로 도출한 건축물의 한계 높이는 설정 기준의 객관성을 확보하지 못하여 높이 규제를 위한 방안으로는 한계점이 존재할 수밖에 없다. 이에 많은 연구자가 구체적인 조망지점의 선정과 합리적이고 객관적인 건축물의 규제 높이 산출을 위한 방법 및 개념을 제시하고 있지만, 그 특성에 대한 검증은 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 대규모 재정비 사업시 개발밀도를 관리하려는 방안으로 건축물의 높이 값을 도출할 수 있는 방법론을 GIS기법

을 이용하여 시물레이션 함으로써 비교·검토하고자 한다. 비교·검토를 통하여 도출한 각 방법론의 특성은 차후 높이 규제를 위한 객관적 방법 도출의 자료로 활용 가능할 것이다.

선행연구

건축물의 높이 규제를 위한 목적으로 배후 산지의 스카이라인과 건축물 간의 시각적 영향에 관한 연구는 지속해서 이루어지고 있다. 이에 관한 연구로 본 연구에서는 방법론적 연구와 조망점 및 시거리에 관한 연구로 나뉘어 살펴보았다. 먼저 방법론적 연구로 과거 산지 경관을 배경으로 건축물들의 시각적 선호도를 연구하는 정성적 연구(Im *et al.*, 1994; Yeo, 2004; Hong, 2005)가 주를 이루다가 최근에는 건축물 높이 규제 및 관리를 위한 시물레이션 방법 연구(Kim and Kim, 2008; Lee, 2009; Park *et al.*, 2009)가 주축이 되고 있다. 이러한 시물레이션 방법의 도입에 대하여 Im(2009)은 지역적 특성을 고려하지 않은 문제점과 함께 분석과정에 사용되는 지표들에 나타나는 주관성의 문제에 대하여 언급하며, 정량화하는 연구가 요구된다고 하였다. 즉, 연구자의 주관성을 배제하고 객관적 측면에서의 기준을 정립하기 위해서 선호도보다 객관적인 시물레이션 방법이 이용되는 것이다. 경관 시물레이션을 수행하기 위한 방법에는 가시권 분석, 가시율 분석, 불가시심도 분석, 시곡면 분석 등의 방법이 이루어지고 있다. 가시권과 가시율 분석은 시각축의 영역이 아닌 단일 조망점에서 시곡선을 통해 가시율에 미치는 영향을 파악하는 방법으로 일반적으로 조망점 선정과정에서 사용되는 방법이다. 하지만 합리적이고 객관적인 건축물 높이규제의 근거로 사용하기에는 한계가 있다. 시곡면분석과 불가시심도 분석은 건축물의 높이를 규제하기 위한 시물레이션으로 많이 사용되는 방법이지만, 실제적인 도시공간의 깊이를 고려하지 못하는 한계점이 있으며, 연속적으로 이동하는 조망점에 의한 연속적 시곡면 분석이 요구되고 있다(Kim, 2012). 둘째, 조망점 및 시거

리와 관련하여 현재 경관계획 및 경관 관련 보고서(Busan Metropolitan City, 2007; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2007; Ministry of Environment, 2008)에서 조금씩의 차이는 있지만, 일반적으로 조망점은 조망빈도와 우수한 경관자원을 잘 조망할 수 있는 장소에 설치하되 원경(2km), 중경(1km), 근경(500m)의 경관변화 예측지점에서 최소 3곳 이상 선정하도록 명시하고 있다. 이것은 조망지점에 따라 경관분석 결과가 달라지므로 경관 통제점의 주관성을 최대한 배제하고 객관성을 확보하기 위한 방안이다. 하지만 이러한 조망점도 선정위치에 따라 매우 주관적인 결과 값이 도출되는 문제점이 있다. 이를 극복하고자 다중 조망점에 대한 필요성이 제안되었으며, 다중 조망점의 선정방안에 대하여 Lee(2009)와 Han(2011) 등은 격자형태의 다중 조망점을 제안하였고 Kim and Kim(2008)은 도로를 따라 이동하는 시퀀스 경관 개념의 이동 조망점을 제안하였다.

이러한 선행연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 건축물 높이 규제를 위해서는 시각적 선호도보다는 시물레이션 방법이 효율적이며, 시물레이션 과정에서 단일 조망점 보다는 주관성을 최대한 배제하기 위해서 여러 개의 조망점을 선정하여 시곡면을 분석하는 다중시곡면 분석이 객관성의 확보 측면에서 유용하다. 둘째, 조망점과 관련하여 경관계획 및 지침상 기준이 되는 원경, 중경, 근경에 대하여 1~3개의 조망점을 선정하여 분석하는 방법이 일반적이나, 선정위치에 따라 매우 주관적인 결과 값이 도출 되는 문제점이 있다. 이를 극복하고자 격자형태와 이동형태의 다중 조망점이 제안되었다. 추가로 분석 시 주변 상황 고려여부의 필요성이 강조되었다. 대부분의 경관 시물레이션은 주변의 지형만을 고려하였으나 건축물의 개발은 주변의 개발밀도가 같이 반영되어야 하며, 이를 위한 수단으로 Kim(2012)은 주변 건축물을 고려하여야 함을 강조하였다. 하지만 건축물 높이 규제를 위한 수단으로 시물레이션마다 특징과 장점은

있지만, 어느 방법이 더 정확하다고 단정 지을 수는 없다.

따라서 본 연구에서는 건축높이 규제를 위한 목적으로 경관성 분석을 GIS환경에서 시뮬레이션을 하되 선행연구에서 연구자마다 다르게 제시하고 있는 조망점 선정과 주변 상황의 고려여부에 대한 상황을 비교 분석함으로써 방법론에 대한 특징을 검토하였다.

대상지 및 방법론 설정

1. 대상지 설정

낙후된 시가지화 지역에 대하여 과거 도시 재개발법, 주택건설촉진법, 도시 저소득주민의 주거환경개선을 위한 임시조치법 등을 통하여 개별적으로 시행되던 재개발·재건축 사업이 2003년 7월 도시 및 주거환경정비법으로 통합되었다. 이후 낙후 지역의 도시기능을 회복하기 위하여 도시 및 주거환경정비법에서 정한 절차에 따라 주택재개발사업, 도시환경정비사업, 주택재건축사업, 주거환경개선사업 등의 정비사업을 통하여 낙후지역에 대한 기반시설을 정비하고 주택 등 건축물을 개량하거나 건설하고 있다. 기존 시가지 내에서 대규모의 고밀·고층의 개발행위는 대부분 도시정비사업을 통하여 이루어지고 있으므로 본 연구에서는 기존 시가지화 지역인 동래구에 있는 정비사업 구역 중 하나를 대상지로 선정하였다. 동래구에는 총 25개 지역이 정비사업지구로 선정되어 있으며, 대부분의 사업지구가 고밀도의 개발이 용이한 제3종일반주거지역으로 지정되어 있다(그림 1 참조)²⁾. 이는 앞서 살펴본 바와 같이 재정비 사업이 단순히 주거지의 환경개선을 위한 목적뿐만 아니라 개발행위에 대한 경제적 이익을 목적으로 고밀도 개발행위로 추진되고 있기 때문이다. 본 연구에서는 이 중 개발이 완료되었거나, 규모가 작은 사업지구를 제외하고 산지 스카이라인에 대한 경관시뮬레이션이 용이한 지구를 대상지로 선정하였으며, 선정된 대상지는 그림 1과 같다.

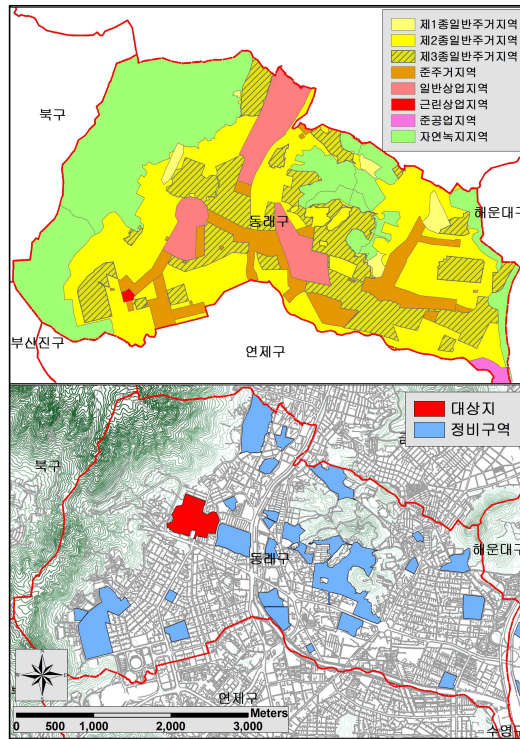


FIGURE 1. Study area and landuse zoning

2. 시뮬레이션 방법 설정

건축행위가 발생하는 지점에 대한 경관성을 시뮬레이션하기 위해서는 크게 조망대상과 조망지점, 그리고 주변 현황을 서로 간의 위치적 관계를 가지는 3차원 형태로 설정하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 지형과 조망점, 조망대상 및 주위 건축물을 공간적 위상관계를 효율적으로 분석할 수 있는 GIS환경에서 분석하기 위하여 ArcGIS의 3D Analyst 기능을 이용하여 3차원 객체 형태로 변환하였다. 특히, 조망대상의 배후산지와 건축물은 시뮬레이션 과정에서 가시권역까지 분석범위가 확대되므로 동래구와 인접한 북구, 연제구, 해운대구, 금정구 지역까지 대상지역을 확장하여 3차원 객체를 구축하였다.

본 연구에서는 3차원 시뮬레이션을 크게 5단계로 진행하였다. 1단계는 조망점을 선정하는 단계이다. 조망점은 선행연구를 바탕으로

객관적인 분석이 가능한 위치에 선정하였으며, 이 과정에서 해당 지역의 지면 높이 값에 사람의 시야 높이로 통용되는 1.6m를 가산하여 조망점의 높이를 설정하였다. 2단계는 선정된 조망점으로부터 주변지형의 산 능선을 바라봤을 때 보이는 가시선인 스카이라인(skyline)을 생성하는 단계이다. 이때 스카이라인은 조망점 주변에 건축물이 존재하느냐 그렇지 않느냐에 따라서 달라질 수 있다. 3단계는 2단계에서 생성된 스카이라인으로부터 이를 이어주는 시곡면(skyline barrier)을 생성하는 단계이다. 시곡면은 하나의 조망점이 아닌 여러 조망점으로부터 각각 시곡면을 생성하므로 다중시곡면(multi-skyline barrier)이 생성된다. 4단계는 건축행위가 발생하는 대상지역에 한계 높이 값을 추출하기 위하여 임의의 건축물을 생성하는 단계이다. 이때 건축물은 대상지역의 건축물 배치계획의 밀도를 고려하여 생성되 시곡면보다 높이 올라갈 수 있도록 z값을 부여한다. 마지막 5단계는 임의의 건축물과 시곡면과의 3차원 교차지점(3D intersect point)을 추출하는 단계이다. 4단계에서 건축물 높이를 시곡면보다 높게 설정함으로써 두 지점의 교차점을 추출할 수 있으며, 교차지점은 시곡면마다 다르게 계산되므로 다중시곡면은 조망점의 개수만큼 교차지점이 도출된다.

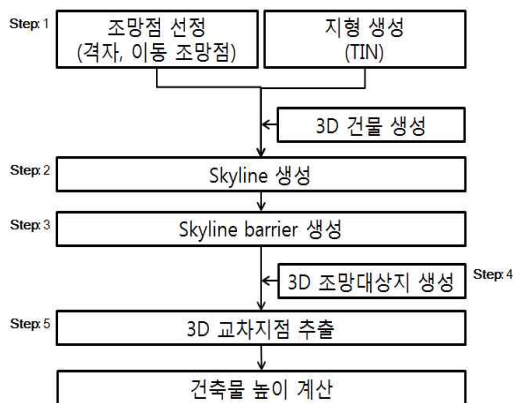


FIGURE 2. Flowchart for GIS simulation

대상지역의 규제 높이는 다중시곡면으로부터 도출된 교차지점들의 평균 높이나 최저 높이를 이용하여 설정할 수 있으며, 건물배치계획에 따라 개별 건축물에 대하여 각각 시물레이션 함으로써 개별 건축물의 고유한 높이 값을 도출할 수 있다.

3. 상황(Case) 설정

시물레이션을 위해서는 조망대상과 조망지점, 그리고 주변의 현황에 대한 설정이 우선되어야 한다. 먼저 조망대상은 선정된 대상지역 건축물 배치계획의 밀도를 반영하면서 객관성을 확보하기 위하여 200m 간격 점 형식의 가상건축물 21개를 배치하였다.³⁾ 분석결과와 해석과정에서 용이성을 확보하기 위하여 좌상단에서 우하단으로 건축물 번호를 부여하였으며, 건축물의 위치 및 번호 현황은 그림 3과 같다.

조망지점과 주변 현황은 앞선 선행연구에서처럼 연구자마다 다르게 정의하고 있다. 이에 본 연구에서는 연구자마다 다르게 제시하고 있는 조망점과 주변 상황에 따라 상황을 설정하여 시물레이션 분석결과를 비교·검토하였다.

첫 번째 고려사항은 조망지점의 선정방법이다. 조망점 선정방법으로 대부분의 선행연구에서는 단일 조망점 보다는 다중 조망점이 객관적이라는데 의견이 일치하고 있다. 하지만 다중 조망점도 격자형식으로 조망점을 선정하느냐 아니면 도로를 따라 조망하는 이동 조망점을 선정하느냐는 차이점이 있다. 이에 본 연구에서는 두 가지 조망점 선정방법을 적용하여 상황을 설정하였다. 일반적으로 조망점은 배후 산지를 조망할 수 있는 지점에 설정하는데 대상지의 경우 배후산지가 동북쪽에 위치하고 있다. 따라서 격자 조망점은 대상지의 동북쪽에 있는 배후산지를 조망할 수 있도록 배후산지의 7부 능선에서 생성한 가시권역으로부터 500m(근경)에서 2km(원경)에 존재하는 권역에 200m×200m의 격자를 형성

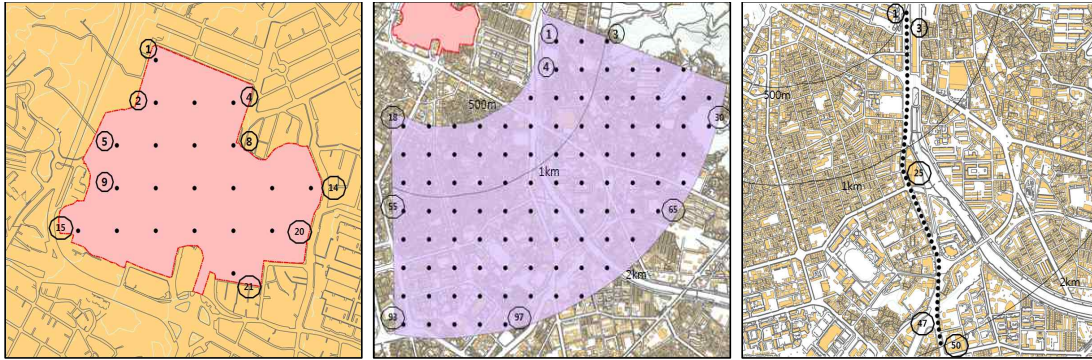


FIGURE 3. Target buildings FIGURE 4. Grid viewpoints FIGURE 5. Moving viewpoints

하여 조망점을 선정⁴⁾하였으며, 대상지역에는 총 97개의 격자 조망점을 생성하였다. 조망대상과 마찬가지로 좌상단에서 우하단으로 조망점 번호를 부여하였으며, 조망점의 위치 및 번호 현황은 그림 4와 같다. 이동 조망점은 대상지역주변에 위치한 도로 중에서 차량의 통행량이 많은 주간선도로 상에 500m(근경)에서 2km(원경) 구간에 50m 간격으로 조망점을 선정하여 총 50개의 이동 조망점을 생성하였으며, 조망점의 위치와 번호는 그림 5와 같다.

두 번째 고려사항은 조망지점으로부터 가시권역인 스카이라인을 생성⁵⁾하는 과정에서 주변 건축물 현황반영 여부이다. 주변 건축물을 고려하지 않았을 경우 그림 6의 (b)처럼 배후

산지의 전체능선을 조망할 수 있으나, 주변 건축물을 고려하였을 경우 그림 6의 (a)와 같이 건축물에 의해 가시권에 차폐 영역이 발생하여 시뮬레이션결과에 영향을 미친다. 단일 조망점의 경우 건축물에 의해 가시권의 차폐지역이 발생하면 분석결과에 큰 영향을 미치므로 대부분 건축물을 고려하지 않고 있다. 하지만 다중 조망점의 경우 단일 조망점과는 달리 일부 조망점이 차폐되어도 다른 조망점의 분석결과를 이용하여 시뮬레이션할 수 있으며, 대상지역의 한계 높이는 대상지의 허용 높이뿐만 아니라 주변지역의 밀도도 같이 고려해야 하기 때문에 일부 연구에서는 주변 건축물을 고려하고 있다. 이에 본 연구에서는 주변 건축물 현황을 고려했을 때와 고려하지

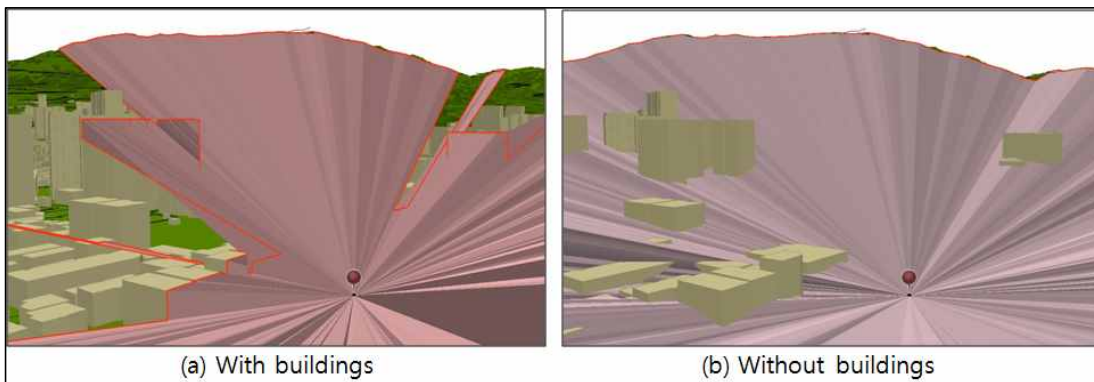


FIGURE 6. Comparison of skyline results according to the considerations of the neighbor buildings

않았을 때를 나누어서 상황을 설정하였다.

따라서 본 연구에서는 이러한 두 가지 고려 사항에 따라 설정된 상황들에 대하여 개별적으로 시뮬레이션을 수행하였으며, 총 4가지 상황별 분석결과가 도출되었다. 즉, 이동 조망점에서 건축물을 고려하였을 경우(Case1), 이동 조망점에서 건축물을 고려하지 않았을 경우(Case2), 격자 조망점에서 건축물을 고려하였을 경우(Case3), 격자 조망점에서 건축물을 고려하지 않았을 경우(Case4)의 4가지 상황에 따라 시뮬레이션을 수행하였다. 비교분석을 위하여 설정된 상황을 정리하면 표 1과 같다.

TABLE 1. Four cases for comparative review

View point	Moving Grid	Neighbor buildings	
		Consideration	Non-consideration
		Case1	Case2
		Case3	Case4

시뮬레이션 결과 및 비교·검토

1. 시뮬레이션 결과

21개의 가상 건축물에 대해서 조망점에서 생성한 시곡면을 교차하면 「건축물의 수×조망점」의 수만큼 교차지점이 생성되어야 하나, 실질적으로 시뮬레이션을 수행한 결과 가상 건축물 지점에 설정한 건물과 조망점(격자 조망점 97개, 이동 조망점 50개)의 교차지점 수는 다르게 나타났다. 먼저 건축물을 고려하

지 않았을 때 이동 조망점(Case2)은 1,050개의 모든 교차지점이 생성되었으나, 격자 조망점(Case4)은 106개의 조망점이 누락된 1,931개의 교차지점이 생성되었다. 또한, 건축물을 고려하였을 때 이동 조망점(Case1)은 564개, 격자 조망점(Case3)의 경우 404개의 교차지점이 생성되었다. 이는 건축물을 고려하였을 때 건축물에 의한 차폐지역이 많이 발생하여 교차지점의 수가 대폭 감소한 것이며, 지형 등에 의해서도 시야각 차폐가 발생하는 것을 확인할 수 있다.

교차지점으로부터 추출한 높이 값은 해당지역의 건축물의 높이 규제를 위한 범위로 건축물이 위치한 교차지점의 높이에서 지반높이를 제외하면 해당 건축물의 높이 규제를 위한 범위를 산정할 수 있다. 실질적으로 21개 가상 건축물 지점은 표고 12m~45m 지점에 분포하고 있다. 시뮬레이션 결과 상황별 건축물의 높이 규제를 위한 범위는 표 2와 같다.

모든 상황별로 최댓값은 유사하게 나타났으나 Case4의 경우 최솟값은 작게 표준오차의 편차와 오류가 크게 나타났다. 평균 높이는 Case1이 가장 높게 나타났으며, Case3, Case2, Case4의 순으로 나타났다. 또한, 건축물을 고려한 방법(Case1, Case3)과 이동 조망점(Case1, Case2)을 적용한 방법에서 건축물의 높이가 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 방법론별 분석결과와 차이점이 유의미한지를 검토하기 위하여 상황별 분석결과를 통계학적으로 비교·검토하였다.

TABLE 2. Building height of each case analysed by GIS simulation

	N	Mean	Std. deviation	Std. error	95% Confidence interval for mean		Min.	Max.
					Lower bound	Upper bound		
					(unit : m)			
Case1	21	209.664	16.5096	3.6027	202.149	217.179	171.3	240.4
Case2	21	199.908	16.7265	3.6500	192.294	207.522	165.2	231.8
Case3	21	201.150	18.1071	3.9513	192.908	209.392	171.8	235.8
Case4	21	174.503	19.9407	4.3514	165.426	183.580	142.2	212.6

2. 상황별 비교검토

방법론별로 도출된 결과가 차이가 있는지 비교 검토하기 위하여 분산의 개념을 이용하여 4개의 집단 간 평균 차이를 검정하는 분산분석(ANOVA)을 수행하였다. 추가로 사후분석(post-hoc analysis)을 통해 어떤 방법론 간 차이가 유의미하게 나타나는지 살펴보았다. 사후분석은 95% 유의수준에서 연구에서 일반적으로 사용하는 Duncan 기법과, 집단의 사례 수(N)가 같을 때 사용할 수 있는 Tukey 기법을 병행하여 검증하였으며, 분석결과는 표 3과 같다.

TABLE 3. ANOVA value of 4 cases simulation results

	Sum of squares	DF	Mean square	F	Sig.
Between groups	14,495.4	3	4,831.8	15.13	0.00
Within groups	25,556.8	80	319.5		
Total	40,052.2	83			

	Case	N	Subset for alpha=0.5		Group
			1	2	
Tukey	Case4	21	174.5		A
	Case2	21		199.9	B
	Case3	21		201.2	B
HSD	Case1	21		209.7	B
	Case4	21	174.5		A
	Case2	21		199.9	B
Duncan	Case3	21		201.2	B
	Case1	21		209.7	B

Levene statistic : 0.306 ($p=0.821$), η^2 : 0.362.

분산분석을 수행하기 위해서는 각 모집단은 정규분포를 이루며 분산이 동일하다는 가정이 필요하다. 분산의 동질성 검증을 위해서 Levene's test를 수행한 결과 Levene 통계량에 따른 p값은 0.821로 각 집단의 분산은 모두 같다는 귀무가설을 기각하지 못한다. 등분산 가정이 충족되므로 F 테스트를 수행한 결

과 p값이 0.00으로 케이스별 평균은 모두 같다는 귀무가설을 기각할 수 있다. 즉, 방법론에 따라서 시뮬레이션의 결과에 차이가 있는 것으로 나타났다. 효과의 크기(effect size)인 에타제곱도 36.2%로 나타나 상황의 설정에 따라 건축물의 높이 규제를 위한 범위 설정에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. F 통계량이 유의하므로 어떤 방법론 간에 차이가 있는지 살펴보기 위하여 수행한 사후분석 결과를 살펴보면 Tukey와 Duncan 테스트 결과 두 기법 모두 동일하게 Case1~Case3은 같은 집단(B 그룹)으로 Case4는 다른 집단(A 그룹)으로 분류되었다. 즉, 건축물의 고려와 상관없이 이동 조망점에서는 분석결과가 유사하게 나타나지만, 격자 조망점에서 건축물을 고려하지 않았을 경우는 건축물의 높이가 낮게 분석되는 것으로 나타났다. 또한 Case의 설정기준이 되는 조망점의 경우 이동 조망점이 격자 조망점보다 건축물의 평균 높이가 높게 나타났으며, 건축물은 고려하였을 경우가 그렇지 않은 경우보다 높게 나타났다.

이러한 결과는 격자 조망점의 좌측 상단에 있는 조망점(그림 3의 18, 19번 지점)에서 대상지의 우측 하단에 있는 대상지역(그림 2의 19, 20번 지점)을 조망하였을 경우 배후지의 산이 아닌 6km 떨어진 맞은편 산지의 스카이라인을 조망함으로써 매우 낮은 건축물의 높이가 산출된 것으로 판단된다. 따라서 격자 조망점의 경우 좌우측 가장자리에 있는 조망점은 조망 대상지의 배후 산지가 아닌 다른 산지의 스카이라인을 조망하는 문제점이 도출되었다. 그림 7은 시뮬레이션을 통해 도출된 상황별 건축물 높이를 3차원 보간법을 이용하여 표면(surface) 형태로 생성한 결과이며, 높이의 비교와 가독성 증진을 위하여 가상 건축물 위치를 50m 간격의 흑백 선으로 표시하였다. 그림에서도 Case4의 높이가 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

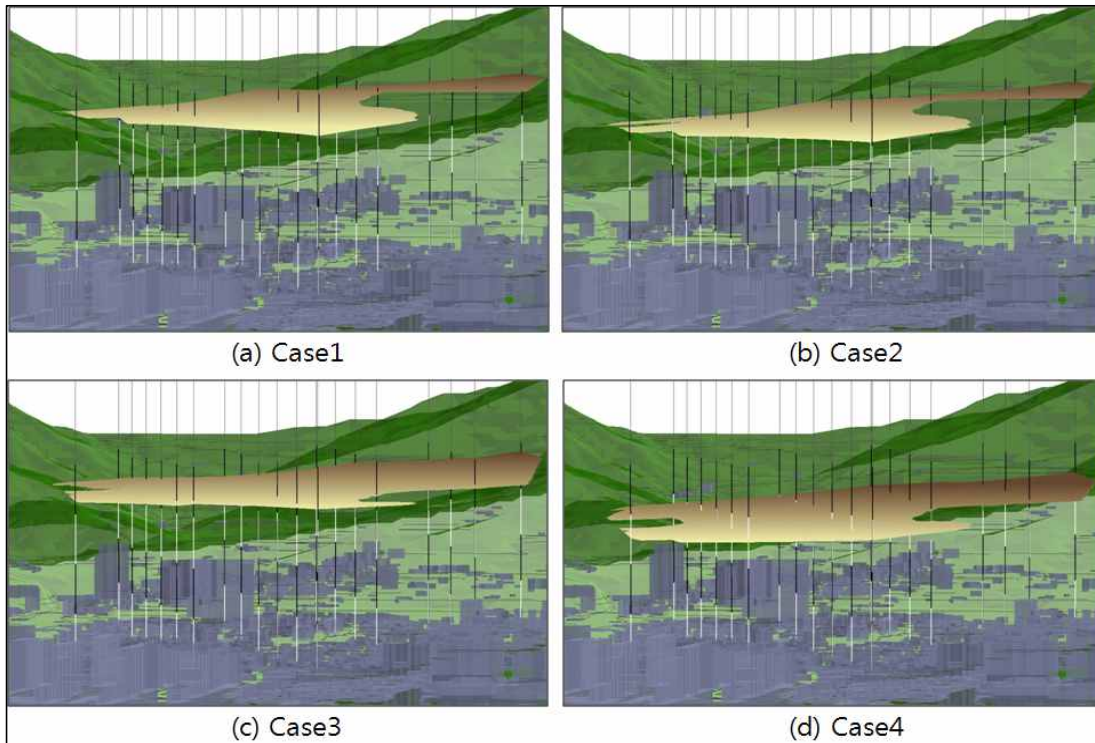


FIGURE 7. Four cases building height regulations using GIS simulation

결론

현재 건축물 높이 규제를 위한 수단으로 사용되는 경관 시뮬레이션 방법은 방법론마다 다른 특징과 장점을 가지고 있지만, 어느 방법이 더 정확하다고 단정짓지 못함에 따라 다양한 방법론이 제시되고 있다. 본 연구에서는 건축높이 규제를 위한 일환으로 연구자마다 다르게 제시하고 있는 조망점 선정방법과 주변 상황의 고려 여부에 따라 분석결과가 어떻게 달라지는지 비교·분석하고자 방법론에 따라 4가지 상황을 설정하여 GIS환경에서 시뮬레이션 함으로써 방법론에 대한 특징을 검토하였다.

시뮬레이션 결과를 분산분석과 사후분석을 통하여 비교 분석한 결과 상황에 따라 도출된 건축물의 한계 높이 값은 서로 다르게 도출되었다. 조망점 설정의 경우 이동 조망점이 격

자 조망점보다 건축물의 평균 높이가 높게 나타났다으며, 주변상황 설정의 경우 주변 건축물을 고려하였을 경우가 그렇지 않은 경우보다 높게 나타났다. 이동 조망점은 연속적 경관분석이라는 경관의 기본적 특성을 잘 반영하면서도 분석과정에서 특별한 문제점이 도출되지 않아서 건축물 높이 규제를 위한 방안으로 적합할 것으로 사료된다. 격자 조망점에서 건축물을 고려하지 않았을 경우에는 다른 상황들과 비교해서 건축물의 한계 높이가 낮게 나타났다. 이러한 결과는 격자 조망점의 경우 좌우측 가장자리에 있는 조망점이 조망 대상지의 배후 산지가 아닌 다른 산지의 스카이라인을 조망하는 데서 나타난 문제점으로 격자 조망점을 사용할 때 문제점을 보완하기 위한 대책이 필요하다고 하겠다.

또한, 본 연구에서는 건축 한계 높이를 계산하기 위하여 GIS환경에서 생성한 다중시곡

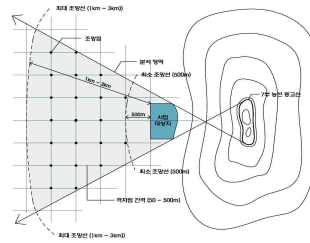
면과 가상의 건축지점과의 3차원 교차지점을 도출하는 3차원 시뮬레이션 방법을 제시하였다. 3차원 교차지점 도출방법은 건축지점의 한계 높이를 정량적으로 도출함으로써 객관적 한계 높이를 제시할 수 있는 장점이 있다. 또한, 이러한 방법은 연구자마다 다르게 제시하고 있는 조망점 선정방법과 주변 상황의 고려 여부뿐만 아니라 조망거리, 조망지점의 방법이 변경되어도 충분히 유동적으로 대처하고 시뮬레이션을 수행할 수 있는 장점이 있다.

다만 본 연구에서는 대상지역을 한정하여 시뮬레이션 함으로써 시뮬레이션 결과가 모든 지역에서 동일하게 나타난다는 대표성은 입증하지 못하였다. 차후 다양한 지역적 특성을 가진 대상지역에 대하여 여러 가지 상황에 따라 시뮬레이션이 이루어진다면 보다 객관적인 건축물 규제를 위한 한계높이를 도출할 수 있을 것이라 사료된다. **KAGIS**

주

- 1) 부산광역시 재정비사업정보센터(<http://renewal.busan.go.kr>)의 정보에 의하면 2013년 2월 현재 재개발(예정구역 145, 정비구역 150), 도시환경(예정구역 19, 정비구역 27), 재건축(예정구역 81, 정비구역 90), 주거환경(예정구역 125, 정비구역 125)에 대하여 392개 정비구역이 지정되어 있으며, 370개 구역이 예정되어 있다.
- 2) 제3종일반주거지역의 경우 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 의하여 용적률 200~300%로 적용하고 있으며, 부산시의 경우 조례를 통하여 용적률 300%이하로 명시되어 있다.
- 3) 조망대상지역의 격자 크기는 대상지역의 건물배치계획(안)을 고려하여 간격을 설정하였다.
- 4) 격자의 크기와 위치 및 조망거리는 아래의 그림과 같이 Lee(2009)가 제시한 다중조망점의 조망점 영역 설정방법을 준용하

였다.



(Source : Lee, 2009)

- 5) 많은 연구자들이 산림스카이라인 보전을 위한 건축물의 높이규제나 제도의 경우 7부 능선을 상한선으로 보고 있으나, 본 연구에서는 배후지역의 산지고도가 낮은 지역적 한계와 함께 연구의 목적인 방안의 비교·검토를 위하여 10부 능선의 스카이라인을 활용하였다.

참고문헌

Busan Metropolitan City. 2007. Busan Metropolitan City Detailed Cityscape Plan (부산광역시. 2007. 부산광역시 도시경관상세계획).

Busan Metropolitan City. The Information Center of Renewal Projects. <http://renewal.busan.go.kr> (부산광역시. 재정비사업정보센터. <http://renewal.busan.go.kr>).

ESRI. ArcGIS Resources: ArcGIS 3D Analyst Extension. <http://resources.arcgis.com>.

Han, S.K. 2001. Busan building height regulations for the management of mountain landscape: focused on the skyline of Hwangreung mountain. Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society 12(2):970-978 (한성근. 2011. 부산시 산지경관 관리를 위한 건축물 높이규제 방법에 관한 연구: 황령산 산림스카이라인을 중심으로. 한국산학기술학

- 회논문지 12(2):970-978).
- Hong, K.G. 2005. Preference effects of visual factors at the residential landscape with background mountain: focused on apartment complex. Journal of Architectural Institute of Korea 21(8):157-167 (홍경구. 2005. 산을 배경으로 하는 아파트 단지경관에 대한 영향요인별 시각적 선호효과 분석. 대한건축학회지 21(8):157-167).
- Im, S.B., C.S. Park and S.J. Kim. 1994. A study on the preservation and management technique of urban skylines. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 22(3):105-120 (임승빈, 박창석, 김성준. 1994. 도시 스카이라인 보존·관리기법에 관한 연구(II). 한국조경학회지 22(3):105-120).
- Kim, H.Y. 2010. Analysis of highway hazardous area by sun glare intensity using GIS simulation. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 13(4):91-100 (김호용. 2010. GIS Simulation을 이용한 태양광에 의한 교통사고 위험지역 분석. 한국지리정보학회 13(4):91-100).
- Kim, J.E. 2012. A sequence landscape analysis for the management of natural landscape. Master Thesis, Pusan National University (김자은. 2012. 자연경관관리를 위한 연속적 경관 분석: 연속적 시곡면분석을 이용한 건축물 높이 관리를 중심으로. 부산대학교 대학원 석사학위논문).
- Kim, S.H. and C.H. Kim. 2008. A study on the height regulations using GIS analysis: a case study of Asan. Journal of Korea Planners Association 43(3):71-80 (김성운, 김찬호. 2008. 높이규제를 위한 시곡면분석 적용방안에 관한 연구: 아산시 경관지구를 중심으로. 대한국토·도시계획학회지 43(3):71-80).
- Lee, D.H. and T.K. Baek. 2007. Management guidelines for the height of buildings using urban landscape simulation. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 10(4):132-141 (이동현, 백태경. 2007. 경관시뮬레이션을 통한 건축물 높이관리에 관한 연구. 한국지리정보학회지 10(4):132-141).
- Lee, S.B. 2009. Development and application of GIS-based urban landscape analysis tools. Ph. D. Thesis, Kyungpook National University (이상복. 2009. GIS 기반 도시경관분석도구 개발 및 활용연구. 경북대학교 대학원 박사학위논문).
- Ministry of Environment. 2008. The Guidelines for Deliberation on the Natural Landscape for Development Projects (환경부. 2008. 개발사업 등에 대한 자연경관심의 심의지침).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2007. A study on guidelines for establishment of landscape plan (건설교통부. 2007. 경관계획 수립방향 및 기준 마련을 위한 연구).
- Park, Y.K, J.H. Jeon, H.J. Roh and S.D. Kwon. 2009. Simulation program for estimating the environmentally acceptable building height using the GIS simulation technique. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 13(3):35-44 (박영규, 전준현, 노혜정, 권순덕. 2009. 시뮬레이션 기법을 활용한 친환경적 건축물 높이 예측 프로그램 개발. 한국지리정보학회지 13(3):35-44).

Yeo, U.C. 2004. A study on the management of Busan mountain landscape: focused on the Geumjung mountain. Master Thesis, Pusan National

University (여운철. 2004. 부산 산지경관 관리방안에 관한 연구: 금정산 주변을 중심으로. 부산대학교 대학원 석사학위논문). [KAGIS](#)