

3차원 공간정보의 공공부문 사업성 평가 방안 - 2차원 수치지도 제작 업무를 대상으로

An Evaluation Scheme on Feasibility in Public Sector for 3D Geo-Spatial Information - Focusing on Production of Digital Mapping

주용진* · 김강수** · 함창학***

Joo, Yong Jin · Kim, Kang Soo · Hahm, Chang Hahk

요 旨

최근, 국가공간정보 사업의 효율적인 투자와 성공적인 사업추진을 위해 3차원 공간정보 구축에 대한 관심과 대상 사업의 투자 타당성을 판단하기 위한 경제성 분석 과정이 중요시 여겨지고 있다. 이에 본 연구에서는 3차원 공간정보 (정사영상/수치표고모형) 구축 사업을 사례로 국가 공간정보 사업의 효과 측정을 위한 평가 방안을 제시하고자 하였다. 연구 내용으로 우선, 3차원 공간정보 사업성 평가를 위한 분석의 틀과 편익 추정을 위한 대상 항목과 업무를 정의함으로써 평가의 기본 원칙을 정립하였다. 이때 경제성 분석의 대상은 가치창출이 높을 것으로 예상되는 데이터 공동 활용 편익 중 2차원 지도제작 업무로 한정하였으며, 이에 대한 비용 절감 편익과 절감액 추정 방안을 제시하였다. 마지막으로 분석적 계층화법(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 이용한 종합분석을 통해 사업성 검토를 위한 최종적인 분석 결과와 시사점을 도출하였다. 결론적으로 계량화할 수 없는 무형의 편익이 많은 부분을 차지하여 편익 추정에 어려움이 있는 3차원 공간정보 사업에 대한 종합적인 경제성 평가방안을 제시할 수 있었다.

핵심용어 : 3차원 공간정보, 경제적 타당성 분석, 분석적 계층화법 (AHP), 국가공간정보산업

Abstract

In order to carry out efficient investment and successful business in national geo-spatial industry, economic assessment on the field of 3D geo-information has recently emerged as a serious issue. Therefore, this study is intended to offer cost-effective evaluation scheme which are proper for 3D geo-spatial information, especially focusing on development of orthophoto and DEM. The study is organized as follows. The first section clarifies preliminary rules for feasibility by defining target work and category in order to estimate benefit. Then, this paper will be limited to consideration of production of digital mapping for target business which is expected to create high value and its benefit from cost reduction is suggested. Drawing from the AHP(Analytic Hierarchy Process) methods, this study comprehensively described final result and implication to examine business value. Consequently, this study can suggest economical evaluation methods on 3D geo-spatial information industry, which takes up a considerable part of immaterial benefit and has difficulties in economic assessment and estimation. preventing a variety of errors in system operation in advance.

Keywords : 3D Geo-Spatial Information, Economic Feasibility, AHP, National Spatial Information Industry

1. 서 론

공간정보 사업의 효율적인 투자와 성공적인 사업추진을 위해 3차원 공간정보 구축에 대한 경제성 평가가 주요한 과제로 인식되며 대상 사업의 투자 타당성을 판

단하기 위한 비용과 편익 효과 분석 과정이 중요시 여겨지고 있다 (주용진 등, 2012; 김강수 등, 2010). 국가 GIS 정보 사업에 대한 비용 편익 분석 사례로 GIS사업 단계별 정책 결정자들에게 GIS 효용성을 입증하기 위한 평가 모형을 개발하고 절차와 지침을 제시한 연구들

2012년 7월 31일 접수, 2012년 9월 3일 채택

* 정희원 · 인하공업전문대학 항공지리정보과 조교수(jyj@inhac.ac.kr)

** 한국개발연구원 공공투자관리센터 선임연구위원(kskim@kdi.re.kr)

*** 교신저자 · 정희원 · 인하공업전문대학 항공지리정보과 교수(chhahm@inhac.ac.kr)

이 있다(김정옥 등, 2004; Obermeyer, 1999; Gillespie, 2000). 또한 김은형과 이현순(2001)은 지자체 GIS 발전단계에 따른 효과와 응용 시스템별 활용 사례를 종합하여 비용과 효과의 평가 항목을 제시하였다. 아울러 평가 모형의 과학적인 효과 분석을 위한 웹기반 효과측정 시스템이 제시되었다(김정옥 등, 2004; Youzhong Liu 등 2003). 우재윤 등(2004)은 모바일 GIS에 적용 가능한 지자체 상하수도 업무를 대상으로 업무 효율성을 정량적으로 표현하기 위해 인건비 기준으로 업무 단축 효율을 비용편익 분석을 이용하여 제시한바 있다. 하지만, 대부분 경제성 평가를 위한 사업 분석이 주로 도로, 항만, 철도 등 교통사업 분야의 예비 타당성 분석 중심으로 추진되었기 때문에 상당수의 사례 연구가 도시/교통 시설의 타당성 방법론이나 연구를 대상으로 하고 있다(신상영 등, 2007; 김규한 등, 2006; 이등 등 2010).

최근 정부에서 공간정보를 효율적인 국토관리를 위한 핵심 인프라로 인식하고 있으며 디지털 국토를 구축하기 위하여 여러 차례에 걸쳐 국가 GIS 기본 계획을 수립하고 관련 사업을 추진하고 있다. 합리적인 국토개발과 보존을 위해 기존 2차원적인 국토정보에서 입체적인 3차원 국토정보로 진화의 필요성이 대두 되고 있다(박준구 등, 2008). 특히 광범위한 공간정보 분야에서 급변하는 국토 및 환경 변화에 대응하기 위해 핵심 기반정보로 활용될 수 있는 3차원 정보의 수요가 증가하고 있는 실정이다. 하지만, 3차원 공간정보 사업의 특성상 계량화할 수 없는 무형의 편익이 많은 부분을 차지하고 있어 종합적인 경제성 평가와 추정에 많은 어려움이 있다.

이에 본 연구의 목적은 3차원 공간정보(정사영상/수치표고모형) 구축 사업을 사례로 국가 공간정보 사업의 효과 측정을 위한 평가 방안을 제시하는 것이다. 이를 위한 연구의 내용으로 우선, 3차원 공간정보 사업성 평가를 위한 분석의 틀과 편익 추정을 위한 항목과 대상 업무를 정의함으로써 평가 수행을 위한 기본 원칙을 도출하였다. 이때 경제성 분석은 가치창출이 높을 것으로 예상되는 데이터 공동 활용 편익 중 2차원 지도제작 업무를 대상으로 비용 절감 편익과 절감액 추정 방안을 제시하였다. 마지막으로 분석적 계층화법(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 이용한 분석을 통해 기술적 타당성 분석, 경제성 분석, 정책적 분석 결과를 종합하여 사업성 검토를 위한 최종적인 분석 결과와 시사점을 도출하였다.

2. 3차원 공간정보 사업성 평가 전제

2.1 3차원 공간정보 구축 사업 개요

3차원 공간정보 구축 사업은 전국 단위 3차원 공간정보를 신속하게 구축하고 효율적인 유지관리 체계를 마련하여 사이버 국토관리 실현과 IT 융·복합 신사업을 창출함을 주된 목적으로 한다. 즉, 전 국토의 3차원 공간정보 구축과 공간정보의 실시간 수정·갱신을 위해 모델링 및 가시화정보를 제작하고 최신 공간정보 취득 기술을 활용한 3차원 공간정보의 고도화, 지자체 행정정보시스템과 연계한 실시간 관리체계를 구축한다. 이를 위해 「국가공간정보에관한법률」과 동법 시행령 제 15조(기본공간정보의 취득 및 관리), 측량·수로및지적에관한법률 등에서 추진 근거를 마련하고 있다. 그간 「국가고도자료 구축에 관한 연구」를 시작으로 ‘항공레이저측량을 이용한 수치표고모형 제작 및 관련 연구’ 등 국가 GIS 지원 연구를 통해 3차원 공간정보 구축에 관련 기반 연구가 수행되어왔다. 이러한 3차원 공간정보(디지털 항공사진, 수치지형모델 및 수치표고모델)의 공동 활용은 지자체별 공간정보구축으로 인해 발생하는 자료 및 예산 중복, 비표준화 등으로 발생하는 연계/공유 문제를 해결하며, 고정밀 측량정보를 기반으로 실공간과 가상공간이 통합된 사이버국토를 구축하는데 이바지 할 것으로 전망하고 있다.

2.2 경제성 분석 기본 전제

2.2.1 비용절감 편익

데이터를 직접 업무에 활용하는 편익과 데이터를 공동 활용함으로써 발생하는 비용절감 효과를 측정한다. 데이터로서 의미를 가지기 위한 특정 시간이 존재하기 때문에 데이터의 시의성이 언제나 확보되지는 않을 수 있다. 따라서 데이터가 적용하려는 업무 또는 공동이용하려는 데이터로서 적정한지 여부가 검토되어야 한다.

2.2.2 항공사진 활용성

항공사진을 현지 조사를 대체하거나 감소시키는 시계열적 자료로 이용되는 경우 데이터의 활용이 제약을 받는 경우가 발생한다. 3차원 공간정보 구축 사업의 촬영계획이나 촬영목적과 특정 분야(예: 토지보상)에서 이용하는 항공사진의 촬영계획이나 목적이 상이할 경우 활용도가 현격히 저하되거나 활용할 수 없게 되는 경우가 발생 한다.

2.2.3 수치표고모형 활용성

공공 행정업무 활용에 있어 라이다 데이터를 이용한

수치표고모형 자체만의 활용성은 보장하기 어렵다. 지형에 대한 높이 정보만을 필요로 하는 업무(예: 산지전용허가)에는 활용될 수 있지만, 건물의 높이정보까지를 활용해야 하는 업무(예: 도시계획의 가시권 분석 등)의 경우에는 건물 모델이 구축되지 않은 상황에서 라이더 데이터의 이용에 많은 제약이 따른다. 데이터 공동 활용의 경우에도 데이터 취득 시기에 따라 사용상의 제약을 받을 수밖에 없다(예: 해안선 측량의 경우 저조 시간대에 라이더 측량 실시).

2.3 편익 추정 구분

3차원 공간정보 사업을 통해 구축한 데이터를 활용함으로 인해 얻을 수 있는 편익만을 추정해야 하나 전체 편익 중 정사영상 및 수치표고모형이 차지하는 비율을 명확히 구분하기란 현실적으로 불가능하다. 이에 특

정업무에 3차원 공간정보 구축사업의 결과를 활용하기 위해서는 구체적인 제도적 장치가 마련되어 활용시스템을 사용해야 하는 근거 및 사용의 강제성이 확보되어야만 편익에 포함될 수 있다. 편익의 성격, 활용의 주체, 활용방법 등에 따라 편익 항목을 구분하면 아래와 같다. 우선, 편익을 구별하면 경제성 분석의 대상이 되는 직접적인 편익과 정성적·정책적 고려대상이 되는 측면의 간접적 편익으로 구별된다. 업무활용 편익 중 직접편익은 3차원 공간정보 사업범위에서 구축이 계획되어 시스템이 공공과 민간에 제공될 것을 감안하여 계획된 시스템의 부가기능 및 분석기능을 활용한 경우로 국한한다. 추가적으로 활용시스템을 별도로 구축해야 가능한 공공분야의 업무활용 편익이나 민간분야에서의 관련 산업의 파급효과는 모두 정성적·정책적 분석의 대상인 간접편익으로 구분한다. 3차원 공간정보 구축과 관련된 직·간접적인 편익은 활용주체에 따라 공공분야와 민간분야로 구별된다. 구축된 3차원 공간정보를 데이터로서 이용하는 경우와 활용을 위한 별도의 시스템을 구축하여 데이터와 활용시스템의 통합체로 이용하는 경우로 구분된다.

Table 1. The Estimation of Benefits

구분		편익 추정 내용
업무 활용 편익	공공 업무시간 절감효과	- 공무원 설문, 품셈 분석으로 업무시간 절감, 현장 방문 감소 등을 통한 활용 편익 추정
	민간 분석시간 절감효과	- 해당분야의 통계와 분석 절감 시간에 기초하여 활용 편익 추정
데이터 공동활용 편익	구축한 데이터의 공동 활용	- 구체적인 사업추진 근거, 사업 현황 등에 기초 - 데이터 공동 활용에 의한 개별 데이터 구축비용 절감 추정

2.4 편익 효과 추정

사업의 편익을 데이터로서의 이용 편익과 3차원 공간정보의 활용에 의한 편익으로 구분하여 추정하되 편익추정의 조건은 Table 1과 같은 경우 한정한다. 우선, 데이터를 이용하는 편익의 경우에는 현실적인 데이터 공동이용이 보장된 경우와 3차원 공간정보 활용에 의

Table 2. The Benefit Classification

구분	대상기관	편익항목	주요 편익 내용
업무 활용 편익	수자원공사	홍수조절용지관리	- 항공사진 사전조사 및 현장 방문계획 활용, 현장 방문 회수 감소
	환경부국립공원 관리공단	자연환경현장조사	- 개발환경 및 자연환경 분석을 위한 사전평가 업무 절감
	경찰청	범죄정보관리	- 현장 출동 수사 활동과 직관적 판단을 요구하는 업무 효율
	지방자치단체	산지전용 허가	- 라이더 데이터에 의한 평균 경사도 산정의 업무시간 절감 효과
		건축 인허가	- 항공사진과 3차원모델을 통한 업무시간 절감
	공시지가조사업무	- 토지특성파악을 통한 자료 수집 관리 업무 활용도 높음	
데이터 공동 활용 편익	한국공항공사 한국안전본부	공항장애물정밀측량	- 공항장애물 관리비용 절감
	지방국토관리청	도로설계업무	- 도로설계업무 중 측량비용 절감
	정부투자기관	공간자료활용업무	- 각 기관별 별도 구축으로 비효율성, 비활용성, 예산 낭비 발생
	국토지리정보원 지방자치단체	2차원 지도제작 활용	- 지도 제작이 필요한 항공사진 관련 비용 전액 절감
			- 3차원 건물도화에 의한 2차원 지도 도화비용 감소
			- 라이더데이터를 이용한 등고선 도화비용 감소
산림청	임상도 제작 활용	- 임상도 제작 시 정사영상 공동 활용	
환경부	수변구역 관리 활용	- 수변구역 관리를 위한 DB 중 정사영상을 공동 이용	
지방자치단체	불법재산관리업무	- 도시 지역의 건축물 단속에 업무에 항공사진 자료 공동이용	

한 편익에 있어서는 최소한의 뷰어수준의 자료제공 시스템이 공공과 민간에 제공될 것을 감안하여 이를 활용한 경우로 국한한다. 또한, 공공분야 활용 중 도시계획 분야의 활용, 방재분야의 활용 등 활용시스템 구축에 들어가는 추가적인 비용이 산정하기 어려운 경우는 제외한다. 따라서 정량적으로 추정 가능한 편익을 Table 2와 같이 분류하였다.

3. 경제성 분석

본 장에서의 경제성 분석은 지면의 제약 상 가치창출이 높을 것으로 예상되는 데이터 공동 활용 편익 중 2차원 지도제작 업무만을 대상으로 하였다.

3.1 편익 분석을 위한 사회적 할인율

사회적 할인율은 공공투자사업의 경제적 타당성 평가에서 편익과 비용의 추정치를 현재가치로 환산하여 편익/비용 비율(B/C ratio)을 산정하는 파라미터이다. 일반적으로 할인율이 크면 편익이 빨리 커지는 사업이 유리하고 할인율이 작으며 편익이 늦게 커지는 사업이 유리한 경향을 나타낸다. 예비타당성조사 일반지침(제5판)에서 분석기간이 30년 이상인 수자원 부문 사업에 한하여 할인율을 차등하여 적용하도록 하고 있다. 즉, 할인율 변동에 따른 영향분석을 통하여, 운영 30년 동안은 실질 5.5%를, 이후 20년은 4.5%의 할인율을 적용한다. 이에 본 연구에서는 KDI의 『예비타당성조사 일반지침(제5판)의 수정보완: 사회적 할인율의 조정』을 참조로 하여 사회적 할인율 5.5%를 적용하였다. 평가 기간 및 평가 기준년도는 사업의 투자가 완료되는 시점인 2012년부터 2024년까지 설정하였다. 또한 데이터 공동 활용에 의한 편익은 구축 다음 년도부터 데이터를 공동으로 이용할 수 있으므로 구축 다음해부터 편익실현율은 100%로 가정하였다. 마지막으로 비용편익분석의 기준년도 및 기준가격은 지침에 의거 3차원공간정보구축사업 예비타당성조사가 이루어지는 해의 전년도인 2009년도로 설정하였다.

3.2 수치지도 제작 편익 산정 방안

수치지도는 국가 공간정보 중 가장 기본이 되는 데이

터로 1995년 국가 GIS 사업과 더불어 본격적으로 제작되었다. 현재 우리나라 수치지도의 축척은 1:250000, 1:25000, 1:5000, 1:1000 네 가지이며 1:1000 수치지도는 도시지역 중 건물이 밀집된 지역에 대하여 제작하고 있으며 다른 축척에서는 전국을 제작하고 있다. 수치지도 제작사업 중 3차원 공간정보사업과 관련이 있는 부분은 대축척 지도인 1:1000과 1:5000 수치지도 제작 부분이다. 수치지도는 기본측량(국토지리정보원이 주관하여 실시하는 측량)과 공공측량(기본측량 이외의 공공의 이익을 위한 측량)으로 제작되고 있다. 현재 1:1000 수치지도 제작사업의 주체는 국토지리정보원과 지방자치단체로 이원화되어 있으며 갱신주기는 2년이다. 1:5000 수치지도는 국토지리정보원에서 제작하고 있으며 갱신주기는 4년이다. 3차원 공간정보 구축사업에서 구축하는 세부 항목은 현재 제작되고 있는 2차원 수치지도 제작 과정에 활용될 수 있다. 세부적으로는 항공사진, 수치표고모델 데이터가 2차원 수치지도제작에 사용될 수 있다. 이를 구체적으로 살펴보면 먼저, 2차원 수치지도제작에 필요한 항공사진은 3차원 공간정보사업에 항공사진으로 100% 대체될 수 있다. 또한 3차원 공간정보사업에서 제작되는 수치표고모델을 이용하면 등고선을 자동으로 생성할 수 있어 기존 2차원 수치지도제작 과정에서 수작업에 의해 등고선을 도화하는 공정을 생략할 수 있다.

3.2.1 수치지도 제작 물량 산정

향후 제작될 수치지도 중 1:1000 신규제작 물량은 도시지역의 확대추세를 이용하였고, 수정제작에 있어서 규정에 의해 물량을 산출하였다. 실제로 1:1000 수치지도 신규제작과 관련해서 군급 지자체와 시급지자체의 신규개발 지역을 제외하고는 시급지자체의 대부분 지역에서 신규제작을 완료하였다. 1999년부터 2008년까지 우리나라의 연평균 도시지역 증가면적을 분석한 결과 1999년부터 2003년까지 증가면적과 2004년부터 2008년까지 증가면적이 편차가 심하여 최근 5년중 증가면적차이가 심한 2006년을 제외하고 증가면적을 계산하여 평균 139km²의 도시지역이 확대될 것으로 예상하였다(Table 3). 따라서 연평균 1:1000 수치지도 신규제작물량은 556도엽(139km²×4도엽/km²)으로 산정하였

Table 3. Total Area Change in Urban Areas

	연도 (단위: km ²)											평균
	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	
면적	14,176	15,373	15,796	16,085	16,481	16,760	16,902	17,040	17,043	17,190	17,317	
증가		1,197	423	288	396	279	142	138	4	147	127	139

* 국토의 계획 및 이용에 관한 연차 보고서 근거 (국토해양부, 2009년)

다. 1:1000 수치지도의 수정제작 물량의 추정에 있어서는 규정에 의한 방식을 채택하였다. 현재 1:1000 수치지도의 갱신은 실적이 미미하여 최신성이 결여된 수치지도가 많은 실정이어서 1:1000 수치지도 갱신이 활발하게 이루어져야 하며 3차원 공간정보 사업이 추진 시 수치지도 갱신이 주기적으로 될 수 있는 여건이 조성된다고 판단하여 규정에 의한 방식을 채택하였다. 1:5000 수치지도 수정제작 역시 1:1000 수치지도 수정과 마찬가지로 규정에 의한 방식을 채택하여 1:1000 수정제작의 경우 27,560도엽(측량법 시행규칙에 의해 2년 주기 갱신), 1:5000 수정제작의 경우 3,960(국토지리정보원 현행 수정방식인 5년 주기 갱신)으로 산정하였다.

3.2.2 비용 절감 편익 산정

수치지도 제작공정에서 3차원 공간정보 데이터를 활용할 수 있는 부분은 항공사진 관련 공정과 수치도화 공정중 등고선 도화부분이다. 이를 살펴보기 위해 현행 수치지도 제작에 소요되는 예산과 3차원 공간정보 구축 시 수치지도 제작에 소요되는 예산을 비교하여 보았으며 세부적인 내용은 다음과 같다.

(1) 1:1000 수치지도 제작에서의 비용 절감 편익

1:1000 수치지도 제작에서의 비용 절감 편익은 신규 제작 공정과 수정제작 공정으로 구분하여 산출하였다. 1:1000 수치지도 제작과정의 신규 제작지역은 2009년까지는 1:1000 수치지도가 제작되지 않았고 향후 제작될 지역이다. 따라서 이 지역의 1:1000 수치지도 제작 사업에서 3차원 공간정보 데이터를 활용할 경우 항공사진 촬영, 지상기준점측량, 사진기준점측량 비용을 절감할 수 있다. 즉, 같은 공정을 반복할 필요가 없기 때문에 3차원 사업의 성과를 활용하여 수치지도를 제작할 수 있다. 또한 도화 중 등고선 제작비용 역시 절감할 수 있다. 1:1000 수치지도 수정제작 지역은 2009년까지 1:1000 수치지도가 제작된 지역으로 향후 수정제작을 해야 하는 지역이다. 이 지역의 경우는 항공사진촬영비용을 절감할 수 있다. 항공사진은 3차원 공간정보 사업에 의해 2년 주기로 촬영할 계획이므로 이를 사용할 수 있다. 반면, 지상 및 사진 기준점 측량은 수치지도 수정제작 시에는 필요가 없는 공정이다. 도화과정 중에서는 등고선 레이어 도화와 관련된 비용을 절감할 수 있다. 등고선 레이어는 3차원 공간정보 사업에서 라이다 데이터를 이용하여 자동제작 할 수 있기 때문에 수작업에 의한 도화공정에서 비용 감소가 가능하다. 한편, 건설공사 표준품셈에 의한 지형별/레이어별 도화공정에서 작업비율에 따른 국토의 면적을 고려한 작업비율은 Table 4와 같다. 따라서 1:1000수치지도가 시가

Table 4. The Process Ratio of Contour and Building Layer (1:1000)

구분	면적 (km ²) ¹⁾	면적 비율 (%)	등고선 레이어		건물레이어		
			작업 비율 (%)	면적 고려 (%)	작업 비율 (%)	면적 고려 (%)	
1:1000 제작 지역	시가지	2,161	17.1	11.3	1.9	48.7	8.3
	교외지	3,241	25.6	15.7	4.0	34.6	8.9
	구릉지	7,243	57.3	53.2	30.5	8.3	4.7
	소계	12,645	100		36.4		21.9
1:1000 비제작 지역	농경지	19,798					
	산악지	64,546					
계	96,898						

* 지적통계연보 (국토지리정보원, 2008)

Table 5. Production Costs per 1:1000 Digital Map

공정구분	현행 수치지도 제작시 ¹⁾		3차원 공간정보구축 사업 데이터 활용시	
	신규	수정	신규	수정
항공사진촬영	75	75	-	-
지상기준점 측량	1,200	-	-	-
사진기준점측량	250	-	-	-
수치도화	1,800	475	1,145	302
지리조사	1,750	1,650	1,750	1,650
정위치	1,000	250	1,000	250
구조화	1,000	750	1,000	750
소계	7,075	3,200	4,895	2,952

주 1) 국토지리정보원 1:1000 수치지도 제작 평균비용

지, 교외지, 구릉지에서 제작된다고 가정할 때 등고선 도화에 있어서는 36.4%의 작업비율 감소가 가능해 총 36.4%의 도화비용 감소가 가능하여 기존 도화비용의 63.6%로 도화가 가능하다. 이를 종합하여 1:1000 수치지도 제작에서 소요되는 비용은 Table 5와 같다.

(2) 1:5000 수치지도 제작에서의 비용 절감 편익

우리나라의 1:5000 수치지도는 이미 제작이 완료되었으므로 수정제작에서만 편익이 발생한다. 수정제작 과정에서 3차원 공간정보사업 데이터를 활용할 수 있는 공정은 항공사진촬영 공정과 도화 공정 중 지형(등고선)레이어 도화 공정이다. 3차원 공간정보사업 계획에 의하면 전 국토에 대한 항공사진을 2년 주기로 촬영하므로 1:5000 수치지도 제작 시 항공사진 촬영비용은 전액 삭감할 수 있다. 도화과정 중 등고선 레이어에 대

Table 6. The Process Ratio of Contour in Updated Area (1:5000 Digital Map)

구분	면적(km ²)	면적비율 (%)	등고레이어 작업비율 (%)	면적고려 작업비율 (%)
시가지	2,161	2.22	11.3	48.7
교외지	3,241	3.34	15.7	34.6
구릉지	7,243	7.46	53.2	8.3
농경지	19,798	20.41	22.5	11.1
산악지	64,546	66.54	73.6	4.5
소계	99,828	100		58.3

Table 7. Production Costs for Update per Digital Map

공정	현행 수치지도 수정제작시 *	3차원 데이터 활용 수정 제작 시
항공사진촬영	231	
지상기준점 측량		
사진기준점측량		
수치도화	846	353
지리조사	1,655	1,655
정위치	257	257
구조화	117	117
지형도제작	193	193
소계	3,300	2,575

* 국토지리정보원의 2009년 1:5000 수치지도 제작 중 수정제작 예산 내역 근거한 평균값

한 도화비용 절감이 예상되는데 절감비율은 지형별/레이어별 도화공정에서 작업비율과 전 국토에서 지역별 면적을 고려하면 Table 6과 같다. 따라서 도화와 관련된 비용 중 58.3%가 절감되어 41.7%의 비용으로 도화공정을 진행할 수 있다. 1:5000 수치지도 제작에서 소요되는 비용은 Table 7과 같다.

3.3 편익의 추정방식

(1) 1:1000 수치지도 신규제작 연간 비용 절감 추정

3차원 공간정보사업의 성과를 이용함으로써 1:1000 수치지도 신규제작 공정에서 항공사진 촬영, 지상기준점 측량, 사진기준점 측량이 불필요하므로 이 공정에 대한 비용을 전액 절감할 수 있다. 따라서 향후 예상되는 연간 신규제작 도엽수와 도엽 당 절감액을 곱하여 연간 수치지도 제작 비용절감액을 추정하였다(Table 8). 연간 신규제작 도엽수 556도엽을 적용한다. 도엽 당 절감액인 2,178천원을 적용한다. 여기서 등고선 도화비용은 수치지도 제작 시 수치도화비용(1,800천원)에 수치지도 수정 제작 시 등고선 레이어의 작업비율(36.4%)를 곱하여 655천원으로 산정하였다. 신규 제작

Table 8. The Effects of Cost-Reduction in new Digital Mapping (1:1000)

구분	추정근거	추정값
① 연간 신규제작 도엽수	04-08년의 연평균 도시지역 증가면적 139km ² 에 의함	556
② 도엽당 절감액	항공사진 미촬영	75
	지상기준점 측량 미시행	1,200
	사진기준점 측량 미시행	250
	도화비용 절감	655
소계		2,180
계산결과	①×②	1,212,080

과 수정제작의 경우에 등고선 레이어의 작업비율은 동일하다.

(2) 1:1000 수치지도 수정제작 연간 비용 절감 추정

3차원 공간정보사업의 성과를 이용함으로써 1:1000 수치지도 수정제작 공정에서 항공사진 촬영 공정이 불필요하므로 이 공정에 대한 비용을 전액 절감할 수 있으며 수치도화 중 등고선 레이어 도화비용을 절감할 수 있다. 따라서 향후 예상되는 연간 수정제작 도엽수와 도엽당 절감액을 곱하여 연간 수치지도 제작 비용절감액을 추정하였다. 3차원 공간정보사업의 성과물을 도화에 이용하게 되면 등고선도화 비율인 36.4%의 작업비율 감소가 가능해 총 36.4% 도화공정이 감소된다. 따라서 기존 1:1000 수치지도 수정제작에서는 도엽당 도화비용이 475천원이므로 3차원 공간정보 사업이 진행 시 도엽당 72.9(=475,000×0.364)천원의 도화비용이 감소될 것으로 추정하였다. 다만 1:1000 수치지도의 수정제작이 현재 측량법 시행규칙에 의한 물량의 10%정도를 감안하여 3차원 공간정보사업이 시작된 다음 해인 2012년부터 6년동안 수정률이 매년 15%증가하여 2017년부터는 100% 수정제작이 됨 전제로 절감액을 추정하였다.

Table 9. The Effects of Cost-Reduction in Updated Digital Mapping (1:1000)

구분	추정근거	추정값
① 연간 수정제작 도엽수	측량법 시행규칙 제17조 의거 2년 1회 수정제작 가정	27,560
② 도엽당 절감액	항공사진 미촬영	75
	도화비용 절감	173
	소계	248
계산결과	①×②	6,834,880

(3) 1:5000 수치지도 수정제작 연간 비용 절감 추정

3차원 공간정보사업의 성과를 이용함으로써 1:5000 수치지도 수정제작 공정에서 항공사진 촬영 공정이 불필요하므로 이 공정에 대한 비용을 전액 절감할 수 있으며 수치도화 중 등고선 레이어 도화비용을 절감할 수 있다. 따라서 향후 예상되는 연간 수정제작 도엽수와 도엽당 절감액을 곱하여 연간 수치지도 제작 비용절감액을 추정하였다. 3차원 공간정보사업의 성과물을 도화에 이용하게 되면 등고선도화 비율인 58.3%의 작업비율 감소가 가능하다. 따라서 기존 1:5000 수치지도 수정제작에서는 도엽당 도화비용이 846천원이므로 3차원 공간정보 사업이 진행될 경우 도엽당 493.2(=846,000×0.583)천원의 제작비용 3차원 공간정보사업의 성과물을 도화에 이용하게 되면 등고선도화 비율인 58.3%의 작업비율 감소가 가능하다. 따라서 기존 1:5000 수치지도 수정제작에서는 도엽당 도화비용이 846천원이므로

본 사업이 진행될 경우 도엽당 493.2(=846,000×0.583)천원의 제작비용이 감소될 것으로 추정하였다.

3.4 편익추정결과

3차원 공간정보 사업으로 인한 수치지도 제작과 관련한 연간편익은 1:1000 신규제작과 1:5000 수정제작은 연도별로 동일하나 1:1000 수정제작은 2011년 전체물량의 10%에서 년차별로 15%씩 증가하여 2017년이 되어야 전체물량을 수정제작 하는 것으로 가정하였기 때문에 연도별로 상이하므로 다르게 산출되어야 한다. 따라서 이와 관련한 편익 추정액은 다음 Table 11과 같다.

4. AHP 이용한 종합 분석

4.1 AHP 종합 분석 개요

본 장에서는 기술적 타당성 분석, 경제성 분석, 정책적 분석 결과를 종합하여 사업의 추진여부에 대한 최종적인 판단을 도출하고자 하였다. 경제성 분석은 그 결과가 B/C 비율, 순편익의 현재가치(NPV), 내부수익율(IRR) 등 정량적으로 제시되는 반면, 기술적 타당성 분석과 정책적 분석은 주로 계량화가 어려운 항목들로 구성되므로 정성적 표현으로 제시된다. 예를 들면, B/C 비율은 높지만 상위계획과 일치하지 않거나 기존 기술 및 사업과의 중복성이 강한 사업의 타당성을 어떻게 종합평가할 것인가는 쉽지 않은 문제이다. 개별 연구진들이 해당사업의 시행여부에 대해 상반된 견해를 갖는 경우에는 어떻게 최종의사결정에 도달할 것인지 등의 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 다기준분석(multi-

Table 10. The Effects of Cost-Reduction in Updated Digital Mapping (1:5000)

구 분		추정근거	추정값
①	년간 수정제작 도엽수	국토지리정보원의 현재 권역별 5년 주기 전국갱신 현황에 의함	3,960
②	도엽당 절감액	항공사진 미촬영	231
		도화비용 절감	493
		소계	724
계산결과		①×②	2,867,040

Table 11. The Benefits by Year according to 2D Digital Map Considering Feasibility Rate

연도	1:1000신규			1:1000수정			1:5000수정			합계 절감액	편익 실현율	실현을 고려 편익
	도엽 수	도엽당 절감액	총절감액	도엽 수	도엽당 절감액	총절감액	도엽 수	도엽당 절감액	총절감액			
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	556	2,180	1,212,080	6,890	248	1,708,720	3,960	724	2,867,040	5,787,840	27.2	1,574,292
2013	556	2,180	1,212,080	11,024	248	2,733,952	3,960	724	2,867,040	6,813,072	51.9	3,535,984
2014	556	2,180	1,212,080	15,158	248	3,759,184	3,960	724	2,867,040	7,838,304	86.8	6,803,648
2015	556	2,180	1,212,080	19,292	248	4,784,416	3,960	724	2,867,040	8,863,536	100.0	8,863,536
2016	556	2,180	1,212,080	23,426	248	5,809,648	3,960	724	2,867,040	9,888,768	100.0	9,888,768
2017	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2018	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2019	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2020	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2021	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2022	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2023	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000
2024	556	2,180	1,212,080	27,560	248	6,834,880	3,960	724	2,867,040	10,914,000	100.0	10,914,000

criteria analysis) 방법론의 하나인 분석적 계층화법을 적용한다.

4.2 AHP 분석 수행

AHP기법은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정 기법이다. AHP기법은 의사결정에 고려되는 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고, 다수의 수준(level)으로 계층화한 후, 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원한다. 중요도 산정을 위한 계층구조(Figure 1)와 평가 항목(Table 12)은 다음과 같다.

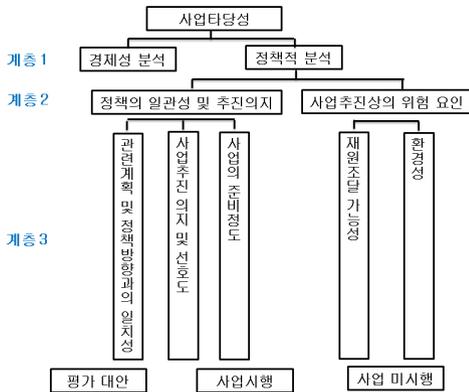


Figure 1. The Hierarchical Structure for Project Feasibility

Table 12. AHP Evaluation Criteria

구분	주요 분석 항목
정책의 일관성 및 추진의지	관련계획/정책방향과의 일치성
	사업추진의지 및 선호도
	사업의 준비정도
사업추진상의 위험요인	재원조달가능성
	환경성

4.3 AHP 분석 결과

4.3.1 정책의 일관성 및 추진의지

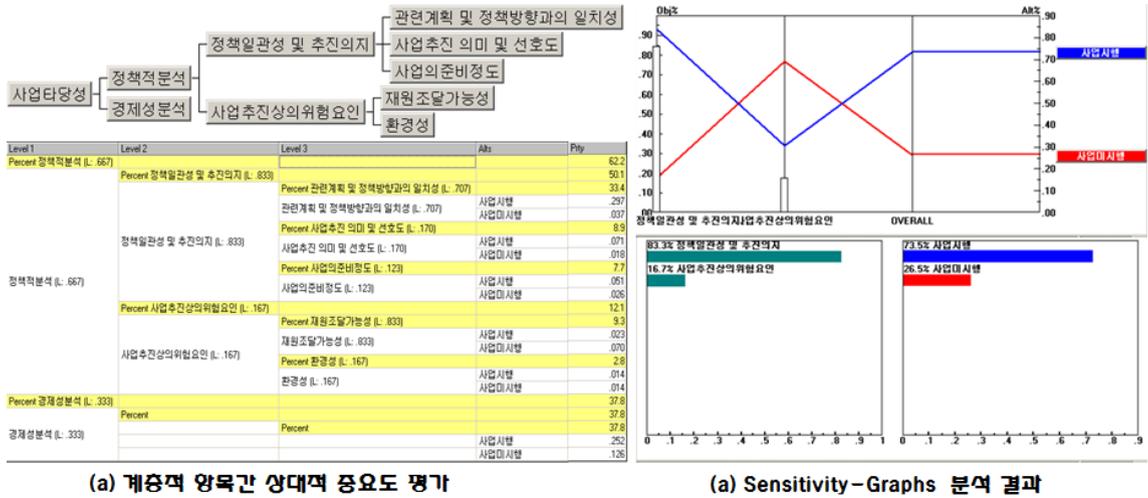
관련 계획 및 정책 방향과의 일치성 측면의 경우, 국가 전체의 정책적 차원에서 「국가공간정보에 관한 법률」의 제10조, 제12조, 제21조, 동법 시행령 제15조, 「공간정보산업 진흥법」, 「제3차GIS기본계획」에 근거로 추진되고 있다. 종합적으로 판단할 때, 본 사업에서 구축되는 정사영상과 수치표고모형은 관련 법규에 국가기본정보로서 명기되어 있으며, 상위계획의 목표와 일관성을 보이고 있다고 판단된다. 또한 사업의 준비정도의 경우 국토해양부가 1999년도부터 국가GIS 지원연구의 일환으로 정사영상, 수치표고 생산사업, 절차 및 품질 관리 관련 연구 사업을 수행하였으며, 2005년부터 대전광역시를 시작으로 2009년까지 44개 지자체에 대한 정사영상 및 수치표고모형 제작을 완료하여 활용하고 있다. 이러한 다양한 연구와 시범사업 등으로 축적한 경험과 평가 결과를 활용하여 국토해양부는 사업계획서에 구체적인 구축물량, 구축 기술 및 수준 등을 제시하였으며, 국토지리정보원에서는 실질적인 데이터 구축, 유통, 활용에 대한 규정을 정비하였다. 따라서 종합적으로 판단할 때, 주무부처가 사업에 대한 준비를 체계적으로 하였다고 판단된다.

4.3.2 사업추진상의 위험요인

본 사업은 정부가 총사업비를 100%로 부담하여 추진할 예정으로, 관련계획 및 상위계획 등으로 국고로부터의 재원조달 근거를 충분히 가지고 있으나, 사업기간 이후에 갱신 등 유지관리를 위한 지속적인 국가예산의 확보가 필요하다. 3차원공간정보 사업의 경우는 DB를 구축하는 정보화 사업이기 때문에 환경에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.

4.3.3 평가 항목별 중요도 평가 결과

Figure 2는 각 평가요소별 가중치와 각 기준에 대한 대안들의 평점(a)을 곱하여 사업시행'대안과 '사업미시행' 대안에 대해 계산한 대안별 종합 평점 결과를 나타낸다. 또한, 평가 대상 사업의 타당성 검토를 위해 민간도-그래프 분석(b)을 수행하였으며 사업시행 대안이 미시행 대안보다 상대적으로 높은 평점 (0.5를 초과하는 점수)을 얻어 대상 사업이 타당성이 비교적 높은 것으로 평가 되었다. 따라서 '사업 시행'대안이 '사업 미시행' 대안 보다 높아 상대적으로 강건성(robustness)이 있는 것으로 분석되었다.



(a) 계층적 양육간 상대적 중요도 평가

(b) Sensitivity-Graphs 분석 결과

Figure 2. The Result of Comprehensive AHP Analysis

5. 결론

최근, 국가공간정보 사업의 효율적인 투자와 성공적인 사업추진을 위해 3차원 공간정보 구축에 대한 관심과 대상 사업의 투자 타당성을 판단하기 위한 경제성 분석 과정이 중요시 여겨지고 있다. 이에 본 연구에서는 3차원 공간정보 (정사영상/수치표고모형) 구축 사업을 사례로 국가 공간정보 사업의 효과 측정을 위한 평가 방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 3차원 공간정보 사업성 평가를 위한 분석의 틀과 편의 추정을 위한 대상 항목과 업무를 정의함으로써 평가의 기본 원칙을 검토하였다. 이때 경제성 분석의 대상은 가치창출이 높을 것으로 예상되는 데이터 공동 활용 편의 중 2차원 지도제작 업무로 한정하였으며, 이에 대한 비용 절감 편익과 절감액 추정 방안을 제시하였다. 마지막으로 AHP를 이용한 종합분석을 통해 사업성 검토를 위한 최종적인 분석 결과와 시사점을 도출하였다. 이를 통해 3차원 공간정보 사업이 가지는 무형의 정성적 편익을 계량하여 측정할 수 있었으며 향후 국가 GIS 사업의 타당성을 확보와 효과 측정을 위한 평가 도구로 활용 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 2003, GIS 활용체계의 비용효과분석 방법론 연구, 국가GIS지원연구 2003-62
2. 국토해양부, 2009, 국토의 계획 및 이용에 관한 연차 보고서
3. 국토지리정보원, 2008, 지적통계연보자료

4. 김강수, 조숙진, 정재준, 주용진 등, 2010, 3차원 공간정보 (정사영상·수치표고모형) 구축사업 예비타당성 조사 - MOSF 최종보고서, 한국개발연구원
5. 김정옥, 허용, 유기윤, 2004, GIS 사업의 비용편익분석 모형개발, 한국지형공간학회지, 제 12권, 제1호, 한국지형공간학회지, 한국지형공간학회지, pp. 79-85.
6. 김정옥, 유기윤, 김용일, 2004, 웹기반의 GIS 효과측정 시스템 개발, 2004 GIS / RS 공동 춘계학술대회 논문집, pp. 85-91.
7. 김은형, 이현순, 2001, 지자체 GIS 사업을 위한 비용효과분석 연구, 개방형GIS학회지, 제2권, 제2호, 개방형GIS학회지, pp. 59-74.
8. 김규한, 박찬익, 박정옥, 2006, 조건부가치추정법에 의한 해안침식 방지사업의 비용편익분석, 한국해양공학회지, 제20권 6호, pp 108-113.
9. 박준주, 조우석, 노명중, 송낙현, 김민철, 2008, 3차원국토 공간정보 구축 개선방안 연구, 한국지형공간정보학회지, 한국지형공간정보학회지, 제16권, 제4호, pp. 89-99.
10. 신상영, 이창희, 이양재, 여창건, 2007, GIS와 치수경제성 분석을 이용한 도시홍수방어수위설정, 2007 공동춘계학술대회 논문집, 한국GIS학회지, pp. 424-429.
11. 우제윤, 구지희, 장성현, 이준우, 2004, Mobile GIS 기술을 이용한 지자체 상하수도 업무 효율의 비용편익분석에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 제24권 2제5D호, pp. 829-837
12. 이등, 김주형, 김재준, 2010, 친환경건축물의 비용편익 평가에 관한 연구, 2010년 추계학술발표대회논문집, 한국건축사공학회지, 제10권 2호, pp. 223-226.
13. 주용진, 김강수, 함창학, 2012, 국가 공간정보 사업에 대한 비용 편익 분석 방안 - 정사영상/수치표고모형 구

- 축 사업을 사례로, 2012한국측량학회 춘계학술발표회, 한국측량학회, pp.373-374.
14. 한국개발연구원 공공투자관리센터, 2009, 2009년도 3차원 공간정보 구축사업 예비타당성 조사 보고서, 한국개발연구원.
 15. 한국개발연구원, 2008, 예비타당성조사 수행을 위한 일반 지침 수정·보완 연구.
 16. Gillespie S. R., 2000, "An Empirical approach to Estimating GIS Benefits", Determining, Measuring, and Analyzing the Benefits of GIS, URISA Journal, Vol. 12, No. 1, pp. 7-14.
 17. Obermeyer, N.J. 1999. "Measuring the Benefits and Costs of GIS." Longley, Paul A., Michael F. Goodchild, David J. Maguire, and David W. Rhind, eds. Geographical Information Systems, pp. 601-610.
 18. Youzhong Liu, Fahong Yu, Stanley Y. W. Su, Herman Lam, 2003, A Cost-Benefit Evaluation Server for decision support in e-business, Decision Support Systems, Vol. 36, pp. 81-97.