

대체비용법을 이용한 수치지형도 갱신사업의 편익분석 모형 연구

Benefit analysis model of the national map revision program using replacement cost method

손화민¹⁾ · 양성철²⁾ · 가칠오³⁾ · 유기윤⁴⁾ · 허 용⁵⁾

Son, Hwamin · Sungchul Yang · Ga, Chillo · Yu, Kiyun · Huh, Yong

Abstract

This study proposed a method to analyze the economic benefit of the national map revision program using the replacement cost method. The replacement cost method measures the benefit of a project as the minimum cost to replace functions of the project with those of alternative goods or services in an existing market. Thus, the demands on 1/5,000 topographic map revision in 18 administrative tasks such as city and district management planning were surveyed in three local autonomous entities. Then the cost to alternatively fulfill the demands was estimated with the standard construction estimating system for the field surveying and surveying results in commercial GIS companies for the site investigation. With this cost estimation model, the benefit of the current national map revision program to the local autonomous entities was estimated as 265,960,999 won. And cost benefit ratios according to several revision frequencies from 0.5 to 4 year were also compared to find the optimal frequency.

Keywords : National map revision program, Benefit analysis, Replacement cost method, Field surveying, Site investigation

초 록

본 연구는 대체비용법을 이용하여 수치지형도 갱신사업의 편익을 분석하는 방법을 제안하였다. 대체비용법은 분석하고자 하는 사업의 기능을 기존 시장의 재화 또는 서비스의 기능으로 대체하는데 필요한 최소 비용으로 해당 사업의 편익을 측정하는 방법이다. 따라서 도시군관리계획수립과 같은 지방자치단체의 18개 행정 업무에서 1/5,000 수치지형도의 갱신에 관한 요구를 조사한 후 이들 요구를 현황측량 및 현장조사 용역으로 대체하기 위한 비용 모형을 건설분야 표준품셈과 GIS 기업을 대상으로 수행된 설문 결과를 이용하여 수립하였다. 그 결과 조사대상 지방자치단체에서 갱신사업의 연간 편익은 265,960,999원으로 측정되었다. 또한 0.5년에서 4년까지 갱신주기를 변화하면서 비용편익비를 분석하여 최적 갱신주기를 탐색하였다.

핵심어 : 수치지형도 갱신사업, 편익 분석, 대체비용법, 현황측량, 현장조사

1. 서 론

기구축된 공간정보의 활용성을 유지하기 위해서는 지형·지물의 최신 정보가 반영되도록 지속적인 갱신을 수행해야 한

다. 최근 도로와 건물을 중심으로 준공도면을 이용하는 수치 갱신이 확산되고 있지만 모든 지형·지물의 변화를 파악할 수는 없기 때문에 주기적인 현장 조사 및 측량에 의한 갱신이 여전히 필요하다. 그러나 점차 활용 분야가 넓어짐과 동시에 활

- 1) 학생회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 박사과정(E-mail:shm0407@gmail.com)
- 2) 정회원 · 대한지적공사 공간정보연구원 차장(E-mail:scyung@lx.or.kr)
- 3) 학생회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 박사과정(E-mail:crowise@snu.ac.kr)
- 4) 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 정교수(E-mail:kiyun@snu.ac.kr)
- 5) 교신저자 · 정회원 · 서울대학교 공학연구소 선임연구원(E-mail:huhhyong78@gmail.com)

용 수준이 높아짐에 따라 사용자들이 요구하는 공간정보의 품질 기준 역시 점차 높아지고 있다. 대표적으로 갱신 이후 업무에서 요구하는 공간정보의 현시성, 즉 최신성을 유지할 수 있는 기간은 점차 짧아지고 있다. 공공분야의 경우 국토의 계획과 관리를 중심으로 활용되었던 공간정보가 일반 행정 및 대민 업무에서도 활용영역이 확대되면서 갱신 이후 1년 이내의 최신 공간정보를 요구하고 있으며, 민간분야의 경우 위치 기반서비스를 중심으로 3개월 내지 6개월 이내의 최신 공간정보를 요구하고 있다.

그러나 공간정보의 갱신주기를 단축하기 위해서는 많은 비용이 소요되므로 사업의 경제성을 기준으로 갱신사업을 결정하는 것이 필요하다. 일반적으로 사업의 경제성 분석은 비용과 편익을 비교한다. 국내 공간정보 분야에서도 국가지리정보 체계사업의 추진 과정에서 다양한 활용체계들의 경제성 분석이 수행되었지만 대부분 도입사업이 대상이었다(Kim et al., 2002; NGII, 2010). 따라서 도입 이전의 어떤 업무를 수행하는데 소요되던 비용과 시간이 도입 이후 어느 정도 절감되었는가를 비교하여 편익이 측정되었다. 그런데 갱신사업은 활용 체계가 이미 구축된 상황에서 공간정보의 최신성을 유지하는 것이기 때문에 갱신사업 전후에 업무의 비용과 시간에 의미있는 절감이 발생하지 않는다. 따라서 기존의 편익 측정 방법들은 갱신사업에 적합하지 않다는 문제점을 가지고 있다.

본 연구는 위와 같은 문제를 해결하기 위하여 대체비용법을 이용하는 방법을 제안한다. 대체비용법이란 경제적 가치가 존재하지만 시장가격이 형성되지 않은 비시장재화의 가치를 평가하는데 주로 활용되는 방법으로, 분석대상의 공급이 중단되었을 경우 사용자들이 분석대상이 제공하는 효용과 동일한 효용을 얻기 위하여 최소비용의 대체재를 구입하는데 소요되는 비용으로 분석대상의 가치를 측정하는 방법이다(Hong and Jung, 2011; Yeo et al., 2009). 따라서 갱신사업이 중단되었을 경우 개별 사용자들의 업무에 필요한 공간정보의 최신성을 유지하기 위한 최소한의 현장 측량 및 조사 비용으로 갱신사업의 가치, 즉 편익을 측정하게 된다. 제안된 방법을 이용하여 지방자치단체의 행정업무에서 활용되고 있는 1/5,000 수치지형도 갱신사업을 분석하였다. 대체비용법을 적용하기 위해서는 분석대상의 어떤 기능 및 속성이 사용자들에게 편익을 제공하는가를 명확하게 정의하고, 동일한 기능 및 속성을 제공할 수 있는 대체재의 비용을 측정해야 한다. 그런데 업무별로 수치지형도에 포함되어 있는 공간정보 중에서 전체 또는 일부만이 실질적으로 활용된다. 또한 단순히 지형·지물의 현황을 파악하기 위하여 공간정보를 활용하는 업무와 정확한 위치를 파악하기 위한 업무가 존재한다. 따라서 대

체재의 최소 비용을 측정하기 위해서는 어떤 내용의 공간정보를 어떤 요구조건에서 활용하는가를 분석하고 그에 따라 대체재를 결정해야 한다. 이를 위하여 경기도의 세 개 시를 대상으로 설문조사를 수행하였으며, “2012 standard construction estimating system”(KICT, 2012)의 토목분야 중 지형현황측량 품셈과 민간기업의 내부 공간정보 갱신비용을 바탕으로 대체재의 가격, 즉 편익을 측정하였다.

다음 장에서는 업무별 편익을 측정하기 위한 모형을 설명하며, 3장에서는 설문 결과와 함께 갱신주기별 편익 및 비용편익비(편익/비용)를 분석한다. 마지막으로 4장에서는 결론과 함께 향후 연구에 관하여 논한다.

2. 편익 분석 모형

본 연구에서 수치지형도 갱신사업의 편익은 공간정보를 활용하는 업무에서 필요로 하는 최신 공간정보를 수치지형도 갱신사업의 대체재인 현장 조사 또는 측량으로 취득하는데 필요한 최소 비용으로 측정한다. 즉, 갱신된 수치지형도를 제 공함으로써 개별 사용자들이 직접 공간정보를 갱신하는 비용을 절감한다는 가정하에 편익이 측정된다. 일반적으로 비용과 편익을 측정하는 시간적 단위는 1년이므로 식(1)과 같이 어떤 업무(a) 1건을 처리하는 과정에서 갱신된 수치지형도를 활용함으로써 얻을 수 있는 편익(v_a)에 해당 업무의 연간 발생 건수(N_a)를 곱하여 해당 업무에서의 연간 편익(NB_a)을 측정한다.

$$NB_a = N_a \times P_a \times v_a \quad (1)$$

여기서, N_a 는 업무 a 의 연간 발생 건수, P_a 는 업무 a 에서 수치지형도가 활용될 확률, v_a 는 업무 a 가 1건 처리될 때 수치지형도 갱신사업의 편익이다.

하지만 수치지형도가 갱신된 이후 시간이 경과하면서 사용자들이 요구하는 최신성을 유지할 수 없는 시점에 도달하게 된다. 만약 어떤 업무에서 요구하는 최신성을 유지하기 위한 갱신주기(t_{ad})가 현재 갱신주기(t_{ac})보다 길다면 갱신된 수치지형도로부터 업무에 필요한 최신 공간정보를 항상 얻을 수 있다. 반면 그렇지 않다면 평균적으로 두 기간의 비율만큼만 업무에 활용될 것이다. 이와 같은 특성을 식(2)처럼 수치지형도 활용 확률(P_a)로 표현하여 반영한다.

$$P_a = \begin{cases} t_{ad}/t_{ac} & \text{if } t_{ad}/t_{ac} < 1 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

v_a 는 해당 업무에 필요한 최신 공간정보를 취득하기 위한 최소 비용으로 결정된다. 그런데 지형·지물의 정확한 위치가 필요한 업무가 있는 반면, 개략적인 현황을 확인하기 위한 업무가 존재한다. 전자의 경우 지형현황측량으로, 후자의 경우 현장조사로 최신 공간정보를 취득한다는 가정 하에 식(3)과 같이 구분한다.

$$v_a = \begin{cases} v_a^{(1)} & \text{if 측량기반 위치 정확도 요구 업무} \\ v_a^{(2)} & \text{if 현장조사가 기반 현황 확인 요구 업무} \end{cases} \quad (3)$$

여기서, $v_a^{(1)}$ 은 측량기반 위치 정확도를 요구하는 업무에서 갱신사업의 편익, $v_a^{(2)}$ 은 현장조사가 기반 현황 확인을 요구하는 업무에서의 편익이다. 이 두 편익은 각 업무에서 활용되는 지형·지물의 종류, 업무에 필요한 공간정보의 면적 그리고 해당 공간정보를 얻기 위한 대체재의 비용에 따라 다양하게 결정되며, 다음과 같은 모형으로 측정된다.

2.1 측량기반 위치 정확도 요구 업무의 편익($v_a^{(1)}$) 측정 모형

$v_a^{(1)}$ 은 “2012 standard construction estimating system”의 토목분야 일반측량에서 지형현황측량의 품셈을 이용한다. 이 품셈은 평지 $0.1km^2$ 에서 1/500축척의 신규 측량을 수행하고 지도를 제작하는데 필요한 표준작업량을 Table 1과 같이 정의하고 있다. 여기에 식(4)와 같이 축척 계수(S), 작업종류 계수(T), 작업량 계수(P), 지형유형 계수(K)를 반영함으로써 다양한 조건에서의 품셈을 결정한다.

$$\text{품셈} = \text{표준작업량} \times S \times T \times P \times K \quad (4)$$

본 연구는 1/5,000 수치지형도 갱신사업이 대상이므로 작

업종류 계수(T)는 1.25가 된다. 1/5,000의 축척 계수(S)는 정의되어있지 않으므로 축척에 따른 계수의 변화율을 고려하여 0.35로 결정하였다. 나머지 작업량 계수와 지형유형 계수는 각각 Table 2와 3의 기준에 따라 결정된다.

Table 2. Index of workload (P)

Workload (km^2)	Below 0.02	0.05	0.1	0.15	Above 0.2
Index	1.80	1.20	1.00	0.93	0.9

Table 3. Index of area types(K)

Area types	Dense urban area	Urban area	Flatland area	Hill area	Mountainous area
Index	2.80	2.15	1.00	1.25	1.30

하지만 수치지형도를 활용하는 업무들을 Table 2의 지형유형별로 군집화하거나 각 업무별로 지형유형에 따라 세분화하여 모형을 적용할 경우 편익 모형이 너무 복잡해지는 것은 물론, 개별 모형에 필요한 계수들을 조사하기 위한 설문 집단의 크기가 충분한 규모여야만 한다. 그러나 설문대상 시정에서 어떤 업무를 전담하는 인력은 많게는 3,4명에서 적게는 1명에 불과한 경우가 많기 때문에 본 연구에서는 도시지역과 비도시지역을 중심으로 발생하는 업무 그리고 두 지역에서 유사한 빈도로 발생하는 전체지역 업무의 세 가지 유형으로 구분하였다. 이 때 도시지역의 지형유형 계수는 밀집시가지와 시가지의 평균 계수로, 비도시지역의 계수는 Table 4의 지역별 면적을 이용하여 평지, 구릉지 그리고 산악지의 계수를 가중 평균한 계수로 결정하였다. 여기서 평지와 구릉지의 면적은 Table 4의 농경/구릉 지역의 절반인 $19,810km^2$ 로 가정하였다.

Table 1. Workload of terrain surveying
(The numbers in parentheses mean indoor works)

The division of work		The number of people				
		Advanced technician	Intermediate technician	Beginner technician	Beginner craftsman (Surveying)	Worker
Terrain surveying	Plan preparation	(0.5)	(1)	(1)	-	-
	Control point installation	-	1	1	-	-
	Detail surveying	-	7	7	7	7
	Editing	(3)	(4)	(4)	-	-
	Mapping	-	(1)	(1)	-	-
	Organizing for results	(0.75)	(1)	(1)	-	-
Total		- (4.25)	8 (7)	8 (7)	7 -	7 -

Table 4. Area and area ratio for area types (NGII, 2009)

Area types	Area(km ²)	Area ratio(%)
Urban area	13,780	13.92
Agriculture/hill area	39,620	40.02
Forest area	45,600	46.06
Total	99,000	100

이와 같이 작업량 계수(P)를 제외한 식(4)의 계수에 2011년 도 기술자별 노임(KASM, 2011)을 반영하면 Table 5와 같이 지역별 0.1km²의 수정측량비용을 얻게 된다.

그런데 업무에 직접 관련된 지형지물만을 측량하는 것이

최소 비용의 대체재를 이용한다는 가정에 부합하지만 Table 5의 0.1km²수정측량비용은 대상 지역의 모든 지형·지물의 공간정보를 취득하고 지도로 제작하는 비용이다. 따라서 업무에 직접 관련된 레이어의 공간정보 비율만큼만 대체재의 가격으로 반영해야 한다. 이러한 비율을 추정하기 위하여 레이어의 공간정보 비율이 작업비율과 비례한다는 가정 하에 Table 6의 건설공사 표준품셈의 지역별 수치도화의 레이어별 작업비율을 이용하였다.

앞의 지형유형 계수와 마찬가지로 면적을 기준으로 가중 평균하여 Table 7과 같이 도시지역, 비도시지역, 그리고 전체

Table 5. Cost of correction surveying for area of 0.1km² with area types(W)

	The number of people	Wages	Total
Advanced technician	4.25	151,789	645,103
Intermediate technician	15	136,561	2,048,415
Beginner technician	15	111,984	1,679,760
Beginner craftsman(Surveying)	7	90,008	630,056
Worker	7	67,771	474,397
Sum total			5,477,731

1/5,000	Index of area type	Index of scale	Index of surveying type	Cost of correction surveying for 0.1km ²
Urban area	2.48	0.35	1.25	5,943,338
Agriculture/hill area	1.22	0.35	1.25	2,923,739
Forest area	1.39	0.35	1.25	3,331,145

Table 6. Layers' workload ratios for area types(%)

(KICT, 2012)

	Urban area	Suburban area	Farmland area	Hill area	Mountainous areas
Roads/Facilities	23.7	22.4	15.6	10.8	6.0
Buildings	48.7	34.6	11.1	8.3	4.5
Vegetations	6.5	15.2	36.5	17.1	9.0
Rivers	2.7	4.0	7.1	5.8	3.7
Terrains	11.3	15.7	22.5	53.2	73.6
Administrative boundaries	7.1	8.1	7.2	4.8	3.2
계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 7. Layers' workload ratios for area types in this study

	Urban area	Non-urban area	Overall area
Roads	0.115	0.047	0.056
Buildings	0.417	0.069	0.118
Facilities	0.115	0.047	0.056
Vegetations	0.109	0.173	0.164
Rivers	0.034	0.049	0.048
Terrains	0.135	0.570	0.509
Administrative boundaries	0.076	0.045	0.049
Total	1	1	1

지역의 레이어별 작업비율로 추정하였다. 이 과정에서 도시지역은 시가지와 교외지의 면적이 동일하다는 가정 하에 작업비율의 단순 평균을 적용하였으며, 비도시지역과 전체지역은 지형유형 계수와 동일한 가정 하에 가중 평균하였다. 그런데 Table 6에서는 도로와 시설물이 하나의 범주로 구분되어 있지만 수치지형도에서는 개별 레이어로 구성되어 있기 때문에 이들을 구분해야 한다. 하지만 이 두 레이어의 작업비율을 구분할 수 있는 정량적 자료가 미비한 관계로 Table 6의 작업비율을 이분하여 적용하였다.

마지막으로 $v_a^{(1)}$ 을 얻기 위해서 고려해야 하는 요소에는 지역별 지형·지물 변화율이 있다. 어떤 업무 a 에서 요구하는 최신성을 유지하기 위한 최장 갱신주기(t_{ad})보다 이전에 구축된 수치지형도를 활용하더라도 그 동안 변화가 발생하지 않은 지형·지물에서는 사용자가 요구하는 최신 공간정보를 제공할 수 있다. 따라서 변화가 발생한 지형·지물에서만 측량을 수행해야 하며, Table 8의 지역별 수치지형도 수정률을 이용하여 지역별 연평균 지형·지물 변화율을 추정하였다.

Table 8. Annual average revision ratios of topographic map for area types (NGII, 2009)

Urban area	Non-urban area	Overall area
0.061	0.051	0.0524

앞에서 설명한 측량기반 위치 정확도 요구 업무의 편익 측정 인자들을 모두 고려하면 식(5)와 같이 편익 모형이 결정된다. 여기서 활용 레이어 비율은 업무에 직접 관련된 레이어들의 작업비율을 합산한 비율이며, 연평균 지형·지물 변화율은 Table 8로부터 얻어지는 비율이다.

$$v_a^{(1)} = 0.1km^2 \text{측량비용} \times 10 \times \text{면적} \times P \times \text{활용레이어 비율} \times \text{연평균 지형지물 변화율} \quad (5)$$

2.2 현장조사기반 현황 확인 요구 업무의 편익($v_a^{(2)}$) 측정 모형

현장조사 비용은 민간분야의 인터넷 및 모바일 업체 중에서 자체 공간정보를 갱신하고 있는 3개 업체들을 대상으로 조사된 자료를 이용하여 측정하였다. 조사 결과 도시지역을 중심으로 Table 9와 같이 연평균 자체 내부인력 40명, 협력업체 외부인력 10명 그리고 자료구입비용으로 1.7억을 갱신에 사용하고 있다. 그런데 내부 인력을 이용한 갱신은 대부분 제품 및 서비스의 품질에 직접 관련된 도시지역을 대상으로 수행되는 반면, 외부인력 및 자료구입의 경우 비도시지역을 대상으로

수행되고 있었다. IT 업체의 3년차 연봉을 3,000만원으로 가정하였을 경우 도시지역의 공간정보 갱신을 위하여 연평균 12억 원이, 비도시지역의 공간정보 갱신을 위하여 연평균 4.7억이 필요하다는 추정을 얻을 수 있다.

Table 9. Internet and mobile companies' annual manpower and cost for revising their spatial information

	Internal manpower (Person/year)	External manpower (Person/year)	Data purchasing cost (One hundred million won)
Company A	15	30	-
Company B	25	-	5
Company C	80	-	-
Average	40	10	1.7

Table 4와 같이 전국 도시지역의 면적은 $13,780km^2$ 이므로 $1km^2$ 의 현장 조사 및 갱신을 위하여 연간 121,190원의 비용이 필요하다. 따라서 현장조사기반 현황 확인 요구 업무의 편익은 식(6)과 같이 측정된다. 여기서 Table 9의 인력 및 자료구입 비용은 연평균 지형지물 변화율이 반영되었다고 가정하고 활용 레이어 비율만을 고려하였다. 비도시지역과 전체지역의 $1km^2$ 현황확인비용 역시 Table 8의 지역별 $0.1km^2$ 수정측량비용과 동일한 방법으로 면적을 기준으로 가중평균하여 Table 10과 같이 결정하였다.

$$v_a^{(1)} = 1km^2 \text{현황확인비용} \times \text{면적} \times \text{활용 레이어 비율} \quad (6)$$

Table 10. Cost of site investigation of $1km^2$ for area types (₩)

Urban area	Non-urban area	Overall area
87,083	5,515	16,869

3. 적용 및 분석

제안된 수치지형도 갱신사업의 편익을 분석하기 위하여 경기도의 3개 시를 대상으로 1/5,000 수치지형도를 이용하는 업무별로 Table 11과 같이 연간업무회수, 업무대상지역, 수치지형도 활용면적, 요구 갱신주기, 대체공간정보 취득유형 그리고 레이어별 업무 활용률 등을 설문조사하였다. 이들 업무 중에서 소하천정비종합계획 수립과 같은 경우 모든 관할 지역의 공간정보를 사용하기 때문에 3개 시의 총면적인 $819km^2$

가 활용면적이 된다. 반면 도시·군관리계획과 농업생산기반 시설계획수립의 경우 해당 업무와 관련된 지역의 면적을 참조하여 결정하였다. 그 외 업무에서는 담당자의 설문 결과에서 얻어진 결과를 평균하여 결정하였다. 요구갱신주기는 업무에서 요구하는 공간정보의 최신성을 유지할 수 있는 갱신 주기를 조사한 결과이며, 대체 공간정보 취득유형은 업무에 공간정보를 활용하는 과정에서 정확한 위치정보가 필요한 업무인지 아니면 현황을 파악하기 위한 업무인지를 조사한 결과이다. 레이어별 업무 활용률은 수치지형도를 구성하는 레이어별로 해당 업무에 필요한지 여부를 조사한 결과이다. 이때 동일한 업무일지라도 담당자별로 특정 레이어의 활용여부

가 다르기 때문에 설문에 참여한 전체 담당자 중에서 해당 레이어를 업무에 활용한다고 답변한 비율을 이용하여 확률값으로 표현하였다.

도시·군관리계획 결정 업무를 대상으로 제안된 방법을 적용하면 다음과 같이 편익을 측정하게 된다. 먼저 식 (1)의 연간 해당 업무에서의 편익을 측정하기 위해서는 연간업무회수 (0.2)와 업무활용확률(0.5), 그리고 대체공간정보 취득유형이 측량이므로 2.1절의 식 (5)로 계산되는 v_a 이 필요하다. 여기서 업무대상지역이 도시지역이므로 Table 6의 도시지역 $0.1km^2$ 측량비용인 5,943,338원에 Table 2의 지형현황측량 작업량 계수인 0.9, 레이어별 업무 활용률과 Table 7의 도시지역의 건물,

Table 11. Surveyed three city hall's tasks using 1/5,000 topographic map and their responses

Tasks	Frequency of task	Target region of task	Using area (km^2)	Required revision frequency (Year)	Type of replacement	Application probabilities with layers						
						Roads	Buildings	Facilities	Vegetation	Water system	Terrains	Boundaries
Decision of city and district management plan	0.2	Unban	114	1	Surveying	0	1	1	1	0	1	0
City and district management planning	0.2	Unban	114	2	Surveying	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Underground water management planning	0.1	Overall	819	1.5	Investigation	0	0	0	0	0.66	0.66	0
Urban transportation management planning	0.2	Unban	114	1	Surveying	1	0	0.66	0	0	0	0
Small stream management planning	0.1	Overall	819	10	Investigation	0	0	0	0	1	0	0
Agricultural facility management planning	0.2	Non-urban	164	5	Surveying	0.66	0.66	0.66	0	1	0.66	0.66
Comprehensive disaster management planning	0.1	Overall	819	5	Investigation	0	0	0.66	0	0.66	0.66	0
Sewerage facility management planning	0.2	Overall	819	1	Investigation	0	0	1	0	0	0.66	0
Limited development district planning	16	Overall	0.044	0.8	Surveying	0.66	0.66	0	0.66	0	0.66	0
Approving occupation and usage in vegetation areas	52	Unban	0.02	1.2	Surveying	0.66	0	0.66	1	0	0	0.66
Bicycle road management	150	Unban	0.17	2	Surveying	1	0	0.5	0	0	0	1
Approving residential zone development	35	Unban	2.4	0.5	Surveying	1	1	0	0	0	1	0
Irrigation zone development planning	2	Non-urban	17.5	1	Surveying	0	0	0	0	1	1	0
Approving farmland development	2136	Non-urban	0.01	0.5	Surveying	1	1	1	0	0	1	1
Farmland ledger management	5278	Non-urban	0.01	0.8	Surveying	0	0	0	1	0	1	0
Approving mountainous area development	438	Non-urban	0.12	0.75	Surveying	0	0	0	0	1	1	0.5
Disaster zone mapping	0.5	Overall	1	1.3	Surveying	0	0	0	0	0.66	0.66	0.66
Hazardous zone management	0.5	Overall	1	1.3	Surveying	0.66	0	0.66	0	0.66	1	0.66

시설, 식생, 지형의 레이어 작업비용 각각 곱하여 합산한 0.7760($0 \times 0.115 + 1 \times 0.417 + 1 \times 0.115 + 1 \times 0.109 + 0 \times 0.034 + 1 \times 0.135 + 0 \times 0.076$), 그리고 Table 8의 도시지역 지형지물 변화율인 0.061을 곱하면 도시·군관리계획 결정 업무에서의 를 얻게 된다. 반면 지하수관리계획 수립의 경우 현장조사기반의 현황 확인만으로 업무에 필요한 최신 공간정보를 얻을 수 있으므로 2.2절의 모형을 이용하여 편익을 측정하게 된다. 즉 연간업무회수(0.1)와 업무활용확률(0.75)에 Table 10의 전체지역의 면적당 조사비용(16,869원/ km^2), 활용면적(819 km^2) 그리고 레이어별 업무 활용률(0.3676)을 곱하면 380,920원의 연간 편익을 얻게 된다. Table 12는 이 같은 방법으로 갱신주기가 2년인

조건에서 활용업무별 1/5,000 수치지형도 갱신사업의 편익을 측정한 결과이다.

18개 업무는 업무 유형을 기준으로 계획 업무와 인허가 업무로 구분할 수 있다. 그런데 Table 11에서 알 수 있듯이 계획 업무의 요구 갱신주기는 대부분 2년 이상인 반면 인허가 업무는 1년 이내를 요구하고 있다. 따라서 현재 2년인 갱신주기를 단축할 경우 인허가 관련 업무를 중심으로 편익이 증가하는 반면 계획 업무에서의 증가는 매우 제한적이다. 즉 갱신주기의 단축에 의한 편익 증가분은 점차 감소하게 된다. 반면 비용 증가분은 일정하기 때문에 비용편익비를 분석하여 최적 갱신주기를 결정해야 한다.

Table 12. The results of measuring the benefit of 1/5,000 topographical map revision project by tasks using suggested method(“*” means a task which uses a site investigation as the replacement method to update its topographic map)

Tasks	Frequency of task	Using area (km^2)	Index of workload	Application probability with layers	Annual feature change rate	Application probability with latestness	Benefit (₩)
Decision of city and district management plan	0.2	114	0.9	0.776	0.061	0.5	28,864,853
City and district management planning	0.2	114	0.9	0.661	0.061	1	49,149,107
Underground water management planning	0.1	819	-	0.368	-	0.75	380,920
Urban transportation management planning	0.2	114	0.9	0.191	0.061	0.5	7,100,903
Small stream management planning	0.1	819	-	0.568	-	1	66,315
Agricultural facility management planning	0.2	164	0.9	0.667	0.051	1	24,776,733
Comprehensive disaster management planning	0.1	819	-	0.557	-	1	558,956
Sewerage facility management planning	0.2	819	-	0.392	-	0.5	541,493
Limited development district planning	16	0.044	1.2	0.559	0.0524	0.4	329,736
Approving occupation and usage in vegetation areas	52	0.02	1.8	0.311	0.061	0.6	1,266,257
Bicycle road management	150	0.17	0.93	0.249	0.061	1	21,365,339
Approving residential zone development	35	2.4	0.9	0.667	0.061	0.25	45,703,336
Irrigation zone development planning	2	17.5	0.9	0.620	0.051	0.5	14,551,265
Approving farmland development	2136	0.01	1.8	0.778	0.051	0.25	11,142,101
Farmland ledger management	5278	0.01	1.8	0.743	0.051	0.4	42,079,019
Approving mountainous area development	438	0.12	0.93	0.643	0.051	0.375	17,550,158
Disaster zone mapping	0.5	1	0.9	0.400	0.0524	0.65	204,205
Hazardous zone management	0.5	1	0.9	0.647	0.0524	0.65	330,305
Total							265,960,999

Fig. 1은 0.5년 단위로 갱신주기를 4년부터 0.5년까지 단축할 때의 편익 및 비용편익비의 변화를 보여준다. 18개 업무들이 요구하는 갱신주기는 10년에서부터 0.5년까지 다양하므로 갱신주기를 단축할수록 편익은 증가한다. 특히 1.5년을 기준으로 편익의 증가율이 상승하는데 이는 인허가 관련 업무가 요구하고 있는 갱신주기가 대부분 1년 내외이기 때문이다. 본 연구에서는 갱신주기별 비용을 직접 측정하는 대신 갱신주기가 2년에서의 비용편익비를 1로 가정하고 갱신주기의 변화에 따른 상대적인 비용편익비를 분석하였다. 편익은 식(1)에서 갱신주기에 따른 P_s 의 변화를 적용하여 측정하였으며, 비용은 갱신주기의 단축에 비례하여 비용이 증가한다는 가정을 적용하였다. 즉 갱신주기가 2년에서 1년(4년)이 된다면 비용은 2배(0.5배)가 된다.

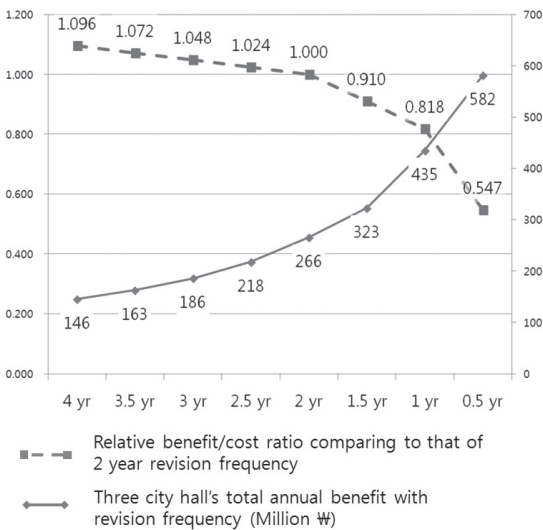


Figure 1. Benefit analysis with revision frequency

분석결과 갱신주기가 단축될수록 비용편익비가 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 그런데 갱신주기 4년에서 2년까지의 감소는 완만한 것에 비하여 2년 이후에는 빠르게 감소하였다. 즉 현재의 갱신주기를 단축할수록 비용편익비의 관점에서 사업의 경제성 역시 빠르게 악화된다. 하지만 이 같은 결과는 측량 및 현장 조사에 관련된 직접비만을 고려한 것이므로 사업의 고정간접비를 고려할 경우 그 결과는 달라질 수 있다.

Fig. 2는 갱신주기가 2년인 경우의 직접비의 일정 비율을 고정간접비로 추가하였을 경우 갱신주기 2년에서의 비용편익비를 기준으로 나머지 갱신주기에서의 상대적 비용편익비를 보여준다. 갱신주기의 변화와 무관한 고정간접비의 규모가 증가할수록 갱신주기를 현재 2년에서 단축할수록 상대적 비용편

익비가 증가하다가 갱신주기가 1년보다 단축되면서 감소하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 직접비와 고정간접비를 고려하였을 경우 가장 높은 비용편익비를 얻게 되는 갱신주기는 0.5 ~ 1.5년 사이임을 알 수 있다.

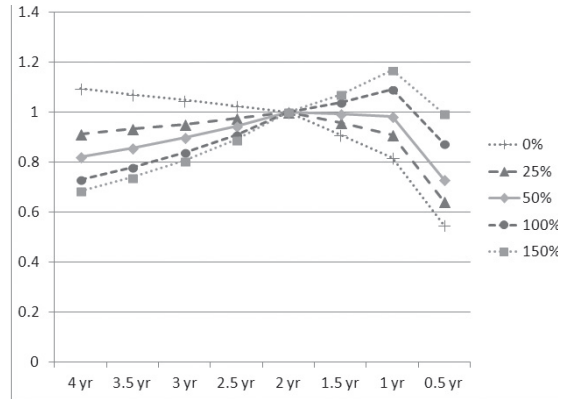


Figure 2. Relative benefit/cost ratios when several ratios of 2-year revision program's cost are added as an overhead cost

4. 결론

본 연구는 대체비용법을 이용하여 수치지형도 갱신사업의 편익을 분석하는 방법을 제안하였다. 기존 방법들은 공간정보 활용체계의 도입에 의한 비용절감을 기준으로 편익을 측정하기 때문에 이미 활용체계를 운영 중인 상황에서는 직접적인 비용절감이 발생하지 않으므로 갱신사업의 편익을 올바르게 측정할 수 없다. 이 문제를 해결하기 위하여 갱신사업이 중단되었을 경우 현재 수치지형도를 활용하는 개별 사용자들이 업무에 필요한 최신 공간정보를 각자 취득하기 위한 최소비용을 추정하고 이 비용을 갱신사업의 편익으로 측정하였다.

제안된 방법은 1/5,000 수치지형도를 활용하는 지자체를 대상으로 업무에 필요한 공간정보의 종류 및 요구품질을 조사하고 이를 대체할 수 있는 대체제로 지형현황측량과 현장 조사를 가정하고, 각각 건설공사 표준품셈과 민간기업의 설문조사결과를 이용하여 모형을 개발하였다. 개발된 모형을 이용하여 갱신주기별 비용편익비를 비교한 결과 1~2년 사이의 갱신주기에서 가장 높은 경제성을 가질 것이라는 결과를 얻었다. 하지만 업무별 최신 공간정보를 갱신하는 비용을 품셈에 의한 직접비만으로 추정하는 것은 현실적이지 않다. 또한 현장에서 취득된 측량자료를 개별 업무에서 활용하는 공간정보시스템에 반영하기 위한 작업과 그 비용은 고려되지 못하였다. 그런데 본 연구는 사실상 무료로 수치지형도를 제공받고 있는 공공기관의 담당자들을 대상으로 업무에서 요구하

는 갱신 수준을 조사하고 이에 대응되는 대체재의 비용으로 편익을 계산하였다. 그런데 만약 개별 기관에서 갱신 비용을 직접 부담해야한다면 설문 결과와는 다른 조건으로 공간정보를 갱신하는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우 업무에서 요구하는 갱신 수준을 조사한 후 그에 따른 비용을 설문 응답자들에게 공지한 뒤, 다시 동일한 설문을 수행하는 과정을 반복함으로써 개별 담당자들이 보다 정확한 답변을 할 수 있도록 유도하는 과정이 필요할 것이다.

보다 효율적인 수치지형도 갱신사업을 수행하기 위해서는 활용업무별 요구사항을 분석하여 다양한 갱신방안을 결합하는 것이 필요하다. 설문조사결과 짧은 갱신주기를 요구하는 업무들은 대부분 인허가와 관련되며 수치지형도의 건물 및 도로 레이어를 중심으로 활용되고 있다. 반면 이들 업무에서 공간정보의 활용면적은 0.1km^2 이내로 광범위한 지역의 공간정보를 일괄적으로 취득하는 항공사진기반의 갱신은 경제성 관점에서 한계를 가질 수밖에 없다. 이 경우 중앙정부 및 지방자치단체의 인허가 과정에서 제출되는 도면과 감독기관의 대장을 활용하여 국지적으로 신속하게 갱신하는 것이 필요하다. 반면 수계, 식생 그리고 지형의 경우 상대적으로 지형·지물의 변화가 적으면서 이들을 활용하는 업무는 넓은 면적의 공간정보가 필요하다. 따라서 항공사진이나 위성영상을 활용하여 관련 레이어를 갱신하는 것이 효율적이다. 하지만 국가 기본도로서 위치정확도를 유지하는 것이 필요하므로 앞서 설명한 갱신체계로 지역별 갱신정보를 누적 및 분석하여 항공사진 및 현장조사에 의한 품질유지가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업 - Realtime Digital Map 생성 및 활용기술 개발과제의 연구비지원 (11첨단도시G10)에 의해 수행되었습니다.

References

- Kim, K., Park, H., Kim, K., Choi, H., Song, Y. and Park, T. (2002), A study on cost benefit analysis for geographic information, *Journal of the Korean society for geo-spatial information system*, Vol. 10, No. 4, pp. 85–93.
- Hong, J. and Jung, J. (2011), Economic benefit estimation of phosphorus reduction through microalgae: an application of replacement cost method, *Journal of Environmental Policy and Administration Society*, Vol. 19, No. 3, pp. 61–78.
- Yeo, K., Yi, C., Kim, G. and Shim, M. (2009), Estimation of water quality improvement benefit using replacement cost approach, *Journal of Korea Water Resources Association*, Vol. 42, No. 4, pp. 343–353.
- KASM (2011), *Surveying Technician Wages 2011(2010-303)*, KASM, Seoul, Korea.
- KICT (2012), *2012 Standard Construction Estimating System*, KICT, Goyang, Korea.
- NGII (2009), *Construction of 3D Spatial Information for Ubiquitous Territorial Management*, NGII, Suwon, Korea.
- NGII (2010), *Cost-Benefit Analysis of the National Base Map*, NGII, Suwon, Korea.

(접수일 2013. 02. 06, 심사일 2013. 02. 19, 심사완료일 2013. 02. 25)