

## 가로수 조성 유형에 따른 비용편익 비교 분석

김준순<sup>1)</sup> · 이동근<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 강원대학교 산림경영학과 · <sup>2)</sup> 서울대학교 조경·지역시스템공학부

## Cost-Benefit Analysis for Planting Type of Street Trees

Joon Soon Kim<sup>1)</sup> and Dong Kun Lee<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Department of forest management Kangwon National University,

<sup>2)</sup> Department of Landscape Architecture, Seoul National.

### ABSTRACT

The objective of this study is to estimate the cost and benefits of street trees for their planting types, specifically, single row, single row+bottom, double row, double row+bottom. Different planting types are compared and analyzed by using Net Present Value (NPV) and benefit-cost ratio (BCR). Existing data are collected from the literature reviews for the use of meta-analysis method for estimating cost and benefit. The elements for analyzing costs are management and planting costs, and benefits are air purification, energy saving and landscape view. The discount rate is applied at a minimum of 3% and a maximum of 5.5%. The unit used in this calculation is km/year.

The result shows that the net benefit is highest in double row, followed by single row, double row+bottom, and single row+bottom. The BCR is the highest in double row, followed by single row, double row+bottom, and single row+bottom. The BCR reaches the break-even point from 9 to 17 years depending on the planting types.

Key Words : *Valuation, Regulation services, Roadside tree, BC analysis, Ecosystem services.*

---

**First author** : Joon Soon Kim, Department of forest management, Kangwon National University,  
Tel : +82-33-250-8338, E-mail : jskim@kangwon.ac.kr

**Corresponding author** : Dong Kun Lee, Department of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University,  
Tel : +82-2-880-4875, E-mail : dklee7@snu.ac.kr

**Received** : 17 October, 2014. **Revised** : 28 November, 2014. **Accepted** : 9 December, 2014.

## I. 서 론

도시 생태계는 도시의 미기후 조절, 공기 중의 오염물질 정화, 산소 공급 등 도시에 사는 사람들에게 쾌적한 주거환경 및 근로환경을 제공할 뿐 아니라 동물들의 서식처 및 보호 장소, 이동 통로 등의 역할을 한다. 이러한 다양한 기능으로부터 제공되는 서비스를 가치로 평가하는 것은 건전한 도시생태계 조성 및 관리를 위해 반드시 필요한 과정이다. 하지만 도시생태계의 다양한 서비스에 의한 편익을 모두 화폐 가치로 정량화 하는 것은 제한적이다.

도시 생태계의 대상 범위는 도시숲, 도시공원, 가로수에서 점차 확대되어 하천, 옥상 및 벽면 등의 녹화까지를 포괄한다. 각 지자체들마다 이들 요소들을 대상으로 아름답고 살기 좋은 도시환경을 조성하기 위하여 많은 관심과 투자를 하고 있고 이러한 시설 조성 및 관련해서도 많은 기술들이 개발, 적용되고 있다. 하지만 다양한 토지 활용에 대한 기회비용이 높은 도시에서의 건강한 생태계 조성은 시설의 유형과 방법에 따라 그 효과는 상이하다. 가로수 역시 제한된 예산으로 그 기능을 극대화하도록 하는 수종 및 조성 유형에 대한 관심이 높아지고 있다.

우리나라 가로수는 2013년 말 기준으로 약 5,638천 본으로 은행나무가 전체의 약 20%로 단일 수종으로는 가장 많이 식재되어 있고 그 다음이 뽕나무 순으로 나타났다(Korea Forest Service, 2014).<sup>1)</sup> 2013년 기준으로 누계된 가로수 조성 본수의 비율이 가장 높은 지역은 전남(15.7%), 경남(14.7%), 경기(14.4%) 순으로 나타났다. 2013년에 신규 조성된 가로수는 총 1,227km로 총 사업비 45,919백만원이 투입되었다. 신규 조성 시 많이 식재하는 주요 수종은 왕벚나무, 이팝나무, 배

롱나무 등으로 경관적인 기능을 강조한 화목류의 식재 비율이 높게 나타났다.

가로수는 도로변 주변에 조성되어 경관적인 측면, 교통안정적인 측면, 탄소 흡수를 포함한 공기 정화 등의 기능을 하고 있다. 지금까지의 가로수 효과에 관한 연구는 개체목을 대상으로 탄소저감, 열섬완화, 공기정화 등의 기능을 평가하였다. 이중 탄소저감 관련 연구가 가장 활발하게 진행되어 왔다(Kim *et al.*, 2010; Kwon *et al.*, 2008; Park, 2009; Lee, 2003; Lee *et al.*, 2006; Han, 2008; Hwang and Park, 2011).

Jo and Ahn(1999)은 주요 가로수인 플라타너스, 은행나무 등을 대상으로 증발산량을 산출하였다. Park(2009)은 주요 가로수를 대상으로 개체당 연간 이산화탄소 흡수량을 조사하여 흉고직경에 따른 탄소저장량을 산출하였다. Sung *et al.* (2002)은 침엽수와 활엽수를 구분하여 가로수 식재 유형에 따라 대기오염물질 흡수량을 산출하였다. 대기오염 물질의 흡수량은 침엽수가 활엽수보다 높게 나타났다.

가치 평가와 관련해서는 미국의 로렌스버클리연구소에서는 수목 한 그루를 대상으로 비용과 편익을 산출하였다(Kim, 2002). Lee(2014)는 수종별로 구분하여 가로수 한 주의 환경 및 경관 가치를 평가하였다. 하지만 가로수의 식재유형에 따른 비용편익 분석이나 효과성분석을 통해 유형별로 비교를 한 연구는 아직 없는 상태다.

본 연구에서는 가로수의 식재 유형별로 비용과 편익을 산출하고 비교분석을 통해 보다 효과적인 식재 유형을 도출하고자 한다. 비용과 편익의 값을 산출하여 그 정량적인 크기에 의미를 두기보다는 어떠한 유형의 가로수 식재방법이 비용과 편익 측면에서 보다 효과적인지를 파악하는 것이 주목적이다.

1) 뽕나무류로 하면 가장 높은 비율을 차지하나 2012년도부터 순수 종만 재집계하여 조정된 값을 기준으로 한 결과임.

## II. 방법 및 분석 자료

가로수 유형별 비용편익 분석을 위한 방법은 Figure 1과 같다.

가로수 조성 유형은 1열, 1열+하단, 2열, 2열+하단 총 4종류로 구분하였다. 비용에서는 유형별로 가로수 조성 및 관리 비용을 산출하였다.

조성비용은 가로수의 수종 및 수령 등에 따라 천차만별이어서 정해진 단가는 없다. 2013년 신규 조성된 가로수의 식재거리는 1,227km이며 총 사업비는 45,919백만원으로 km당 평균 37,424천원 투입되는 것으로 나타났다(산림청 내부 자료). 유형별로 차별화된 비용을 적용하기 위하여 산림청의 가로수 조성 및 관리 단비(2007년 기준)에서의 일반 및 복층림 정보를 활용하였다.

1열은 가로수 일반 기준 단가 29,852,798원을, 1열+하단은 복층림 기준 단가 52,940,200원을 적용하였다. 2열과 2열+하단의 조성비용은 1열과 1열+하단 조성비용의 1.8배를 적용하였다. 조성비용을 연간 비용으로 환산하기 위해서는 내구연한을 50년으로 적용하였다.

가로수 관리는 가지치기, 병해충방제, 비료주기, 관수 등의 다양한 작업 등이 행해진다. 관리에 대한 자료는 본수 단위로 나타나며 동일한 가로수에 중복 작업이 이루어지므로 인하여 식재 본수보다 관리 본수가 많은 경우도 발생한다.

km에 따른 관리비용을 산출하기 위하여 2013년도 누계 기준으로 총 가로수 길이와 본수를 이용하여 식재 간격을 산출하였다. 그 결과 가로수 간격은 평균 약 6.3m로 약 158본/km로 나

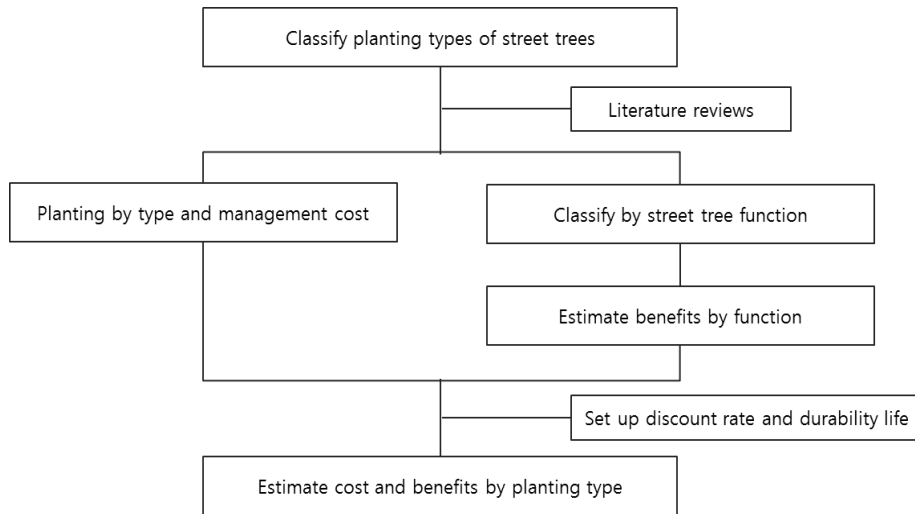


Figure 1. Flow of the research.

Table 1. Condition of street trees management.

(Unit: tree, one million won)

Year	Total	Pruning	Insect pest control	Fertilization	etc.	Cost
2011	6,444,011	1,159,110	2,723,643	740,012	1,821,246	42,561
2012	6,454,424	979,039	2,187,082	845,921	2,442,382	41,820
2013	5,245,302	934,219	2,112,953	763,001	1,435,129	44,723

Source: Korea Forest Service.

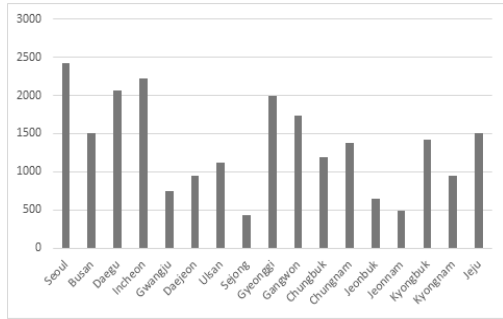


Figure 2. Maintenance costs of street trees by local government (based on 2013) Unit: thousand won/km.

타났다. 지역별로 km 당 관리비용은 지역마다 큰 차이를 보이고 있다. 2013년 기준으로 가장 낮은 지역은 세종시로 427천원/km이고, 가장 높은 지역은 서울로 2,418천원/km로 전체 평균은 1,346천원/km로 나타났다. 세종시가 낮은 이유는 가로수들이 가지치기 등의 비용단가가 높은 작업을 할 만한 단계에 와 있지 않기 때문인 것으로 판단된다.

편익 산출에서도 대기정화, 에너지 저감, 경관 등의 정보들은 서울을 중심으로 한 자료들이므로 연 평균 관리비용(2013년 기준) 역시 서울시 자료인 2,418천원/km/년을 적용하였다. 식재 유형별로 관리비용은 조성비용과 동일한 비율로 적용하였다.

이산화탄소와 대기오염 물질의 흡수기능을 대기정화 기능으로 편익을 산출하였다. 평가 대상은 CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>으로 하였다. 적용하고자 하는 단가는 처리비용 또는 사회적 비용으로 설정함에 따라 상이해진다. 경제학적 개념에 부합한 편익은 처리비용보다는 사회적 비용이 보다 적합하다고 판단되어 사회적 비용에 의해 산출한 단가를 적용하였다. CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>의 단위 화폐가치는 국립산림과학원의 처리비용을 사용하였고 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>의 단위 화폐가치는 Kim *et al.*(2002)의 사회적 비용을 적용하였다.

에너지저감 기능은 증발산량을 통해 열섬완

화 기능으로 산출하는 방법(Sung, 2007)과 직접적인 그늘에 의한 에너지 사용 저감 기능으로 산출하는 방법(Lee, 2014)으로 구분 가능하다. 본 분석에서는 직접적인 그늘로 인한 에너지 사용 저감에 따른 효과에 근거하여 산출하였다.

경관의 가치는 Lee(2014)의 연구에서 수목별로 이산화탄소 흡수와 대기오염 저감 편익과 경관 편익의 자료에 기초하여 이들 값의 중앙값을 적용하였다.

평가 기능에 따른 총가치는 사용가치와 비사용가치의 합이다. 사용가치는 그 기능에 따라 직접사용가치와 간접사용가치로 세분된다. 공기정화 기능은 간접사용가치에 해당된다.

계량화하기 위한 정보들은 기존의 유사한 연구 사례들을 검토하는 것을 원칙으로 하였다. 국내 자료는 RISS에서 ‘가로수’를 검색한 결과 학위논문 299건, 국내학술지 315건 그리고 해외 학술지는 ‘street tree’로 검색하여 나온 258건과 ‘roadside tree’로 검색한 76건을 중심으로 산출된 비용과 편익 정보를 종합한 메타분석의 관점에서 정보들을 비교 검토하였다. 하지만 각 기능에 대한 효과가 너무 차이가 있어 전문자적인 식견에서 적용 가능한 자료를 선정하는 것이 보다 효과적이라 판단하여 계층화된 선정 원칙을 적용하였다. 기능별로 정리된 연구들을 대상으로 평가에 활용하고자 하는 사례를 선정하기 위한 원칙은 첫 번째 단계에서는 평가하고자 하는 목적에 부합되는 대표성 있는 연구를 최우선으로 선정하고 그 다음으로는 연구 결과를 종합적으로 판단하였을 때 합리적인 값인지를 판단하는 정합성, 그 다음으로는 신뢰성의 잣대로 정식 학술지를 통해 게재된 결과를 활용하고, 그것까지 복수의 사례들이 있다면 최근에 출판된 내용을 활용하는 방식을 선택하였다(대표성 > 정합성 > 신뢰성 > 최근성).

활인율은 대규모 국책사업을 대상으로 비용 편익 분석을 할 경우에는 활인율 5.5%를 적용하여 사용하고 있으나 환경투자사업을 중심으

**Table 2.** Selection standard of case studies of cost and benefit.

Selection Standard	Contents
Representativeness	Suitability of the case studies and the evaluation planting types and their functions
Compatibility	Adequacy of the results based on the experts perspective
Reliability	Reliability of the results internally and externally
Recency	Prefer the results from the recent data

로 한 사회적 할인율 연구(Kim, 2013)에서는 2.9~4.9%가 적절한 할인율이라 주장하였다. 따라서 본 연구에서는 할인율을 최저 수준 3%와 현재 국가 공공사업 투자분석에서 사용하고 있는 5.5%를 최고 수준으로 적용하여 2014년을 기준년도로 하여 비용편익 분석을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

가로수의 식재 유형별 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>의 흡수량은 Sung *et al.*(2002)이 조사한 침엽수와 활엽수의 평균값을 이용하였다. 식재 유형별 CO<sub>2</sub> 흡수량 자료는 조사된바 아직 없으므로 인하여 성현찬 등(2002)에 의해 조사된 가로수 수종별 SO<sub>2</sub>,

NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 자료에 근거하여 산출하였다(Table 3). 이때, NO<sub>2</sub>보다 평균 흡수량이 큰 SO<sub>2</sub>를 기준으로 비율을 적용한 결과, CO<sub>2</sub>는 SO<sub>2</sub>의 약 567배 정도로 산출되었다.

PM<sub>10</sub>의 값을 도출하는 방법 역시 CO<sub>2</sub>의 방법과 유사한 방법으로 하되 Lee(2014)이 조사한 수종별 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> 자료에 근거하여 SO<sub>2</sub> 기준으로 비율을 적용한 결과 PM<sub>10</sub>은 SO<sub>2</sub>의 약 3배 높게 흡수하는 것으로 나타났다. 본 분석에서도 이에 근거하여 적용하였다. O<sub>2</sub>의 방출은 CO<sub>2</sub>에 기준하여 32/44로 산출하였다.

2014년으로 환산한 대기 물질별 단위 사회적 비용은 PM<sub>10</sub>이 SO<sub>2</sub>와 NO<sub>2</sub>의 약 3배 정도 높으며 O<sub>2</sub>는 CO<sub>2</sub>의 약 7배 정도 높게 나타났다.

**Table 3.** Absorption of air pollutant by species of tree.

(Unit: g/tree/year)

Tree type	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Broadleaf tree	13.2	5.5	4,361.5
Conifer	27.3	7.5	18,615
Average(Ratio)	20.25(1.0000)	6.5(0.3299)	11488.25(567,3210)

Source: Sung *et al.*(2002) revised.

**Table 4.** Absorption of air pollutant by planing type.

(Unit: ton/km/year)

Planting type	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Single row	2.89218	2.10340	0.00510	0.00164	0.01530
Single row + bottom	4.33827	3.15510	0.00765	0.00246	0.02294
Double row	7.23045	5.25851	0.01274	0.00410	0.03824
Double row + bottom	8.67654	6.31021	0.01529	0.00491	0.04589

**Table 5.** Social cost of air pollutant by discount rate(based on 2014).

(Unit: thousand won/ton)

Air pollutant		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Discount rate	3%	62	444	13,032	11,208	37,883
	5.5%	68	488	18,232	15,680	52,998

**Table 6.** Unit cost of air pollutant by planting type.

(Unit: thousand won/km/year)

Discount rate	Planting type	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	Total
3%	Single row	179	934	66	19	579	1,779
	Single row + bottom	269	1,401	100	29	869	2,668
	Double row	448	2,336	166	48	1,449	4,446
	Double row + bottom	538	2,803	199	57	1,738	5,336
5.5%	Single row	197	1,028	93	27	811	2,156
	Single row + bottom	296	1,543	139	40	1,216	3,234
	Double row	493	2,571	232	66	2,027	5,390
	Double row + bottom	592	3,085	279	80	2,432	6,468

대기물질 흡수에 따른 사회적 비용은 유형에 따라 차이를 보이지만 1,608천원~5,309천원/km으로 분석되었으며 대기물질별 총 사회적 비용은 O<sub>2</sub>가 가장 높고 그 다음이 PM<sub>10</sub>으로 나타났다.

직접적인 그늘로 인한 에너지 사용 저감에 따른 효과에 근거한 분석의 한 모델을 적용한 Lee(2014)에서는 도시 수목 추정 프로그램에서 사용한 i-Tree streets 모델에서의 결과인 연간 평균 335kWh/주를 적용하였다. 하지만 이러한 효과는 가로수와 건물과의 간격이 18m 이하이고 가로수의 수관이 건물에 녹음을 드리울 정도로 충분히 커야 한다는 가정에서 산출한 값이다. 본 연구에서는 i-Tree streets의 1/5의 효과를 얻는다고 가정하였다. 2열 식재의 경우는 1열일 때의 효과에 1.5배로 가정하였다. 2) 하층식생이 있을 경우에는 복사열을 저감해주는 효과

로 수목으로 인하여 전체 투과량의 4/5를 차단하고 나머지 1/5를 하층식생에서 차단한다고 가정하였다.

에너지저감 편익을 산출하기 위한 단가는 일반 주택의 전기공급 방식별, 계약종별로 상이하고 초과량에 따른 추가요금 체계 등이 복잡하여 한국전력거래소에서 제시하고 있는 거래가격에 근거하여 2014년 1월부터 9월 12일까지의 평균 가격인 143.02원/kWh를 적용하였다.

경관 편익은 Lee(2014)의 결과값의 비율을 적용한다는 가정 하에 이산화탄소 흡수와 대기오염 저감 편익의 약 58% 정도로 나타났다. 본 분석에서는 VOC 대신 O<sub>2</sub>를 사용하였으므로 이를 감안하여 65%를 적용하였다. 3)

가로수는 초기의 조성비용이 많이 소요되나 50년 내구연한으로 나누어 연간 조성비용과 관

2) 이들 가정들은 주관적인 설정으로 화폐화되는 편익의 값에는 영향을 미치지 않지만 유형별 비교 순위에는 차이가 없음을 확인하였다.

3) 본 논문에서 대기오염 물질의 대상은 Lee(2014)에서와의 차이는 VOC가 누락된 대신에 O<sub>2</sub>가 추가되었다. 일반적으로 VOC의 사회적비용이 O<sub>2</sub>보다 높다.

**Table 7.** Cost and Benefit by planting type.

(Unit: thousand won/km/year)

Planting type	Cost				Benefit				
	Initial Cost		Management Cost		Air purification		Energy saving	Landscape	
	3%	5.5%	3%	5.5%	3%	5.5%	-	3%	5.5%
Single row	734	869	1,246	1,442	1,608	1,770	1,513	1,045	1,150
Single row + bottom	1,302	1,540	2,209	2,558	2,412	2,655	1,816	1,568	1,726
Double row	1,322	1,563	2,242	2,596	4,020	4,424	2,270	2,613	2,876
Double row + bottom	2,344	2,772	3,976	4,604	4,824	5,309	2,724	3,135	3,451

**Table 8.** Result of BC analysis by planting type and break-even point.

Planting type	Net Benefit (Unit: thousand won/km/year)		BC Ratio (Unit: %)		Break-even point (Unit: annual)	
	3%	5.5%	3%	5.5%	3%	5.5%
Single row	2,468	2,760	2.25	2.19	12	12
Single row + bottom	2,707	3,054	1.77	1.75	17	16
Double row	6,042	7,004	2.70	2.68	9	9
Double row + bottom	5,207	6,019	1.82	1.82	16	15

리비용으로 구분하여 산출하였다. 연 비용으로는 관리비용이 조성비용보다 더 많이 소요되는 것으로 나타났다. 기능별로 편익을 산출한 결과, 대기정화 효과가 가장 높게 나타났으며 에너지 저감, 경관 순으로 나타났다.

순편익은 2열이 가장 높게 나타났으며 그 다음이 2열+하단, 1열+하단, 1열 순으로 나타났다. 순현재가치법의 한계는 투자규모가 큰 사업일 수록 높게 나타나는 것이 일반적이다. 또한 내구연한에 따라 식재 유형에 따른 순현재가치의 크기 순서가 달라지기도 한다. 이로 인하여 순현재가치만을 이용하여 바람직한 사업을 판단하기에는 한계가 있다.

투자 대비 효율적인 식재 유형을 도출하기 위한 또 하나의 방법으로 비용편익율법이 있다. 이 방법을 이용하여 분석한 결과, 식재유형별로 편익이 비용보다 1.8배~2.7배 정도로 가장 효율적

인 식재유형은 2열 식재로 나타났으며 그 다음이 1열, 2열+하단, 1열+하단 순으로 나타났다.

실제 사업에 있어 비용과 편익이 값이 교차하는 시기는 가장 빠른 유형이 2열로 9년째부터 순편익의 값이 양수로 전환되며 가장 늦게 나타나는 유형은 1열+하단으로 3% 기준으로 17년째부터 순편익의 값이 양수로 나타났다.

비용편익적인 관점에서는 1열보다는 2열이, 하단식재를 안 하는 것이 보다 나은 방법으로 분석되었다.

### III. 결 론

비용편익분석을 통해 가로수 식재 유형에 따른 비교를 경제학적인 비용과 편익의 관점에서 분석한 것은 향후 식재유형 선정에서 참고할 수 있는 정보이다. 하지만 비용편익분석에서는 분

석 과정마다의 전제에 따라 분석 결과가 상이하 게 산출된다. 식재 비용 역시 수종과 수령에 따라 구입비용은 천차만별이다. 또한 토지의 기회 비용 역시 중요하게 고려하여야 할 대상이다. 실제 분석 결과에서도 2열이 1열보다 더 나은 식재 유형으로 나타났으나 현실적으로 2열 식재에 대한 토지의 기회비용은 1열에 비해 매우 높을 것이다. 토지의 기회비용을 고려하였을 경우에는 우선순위가 바뀔 수도 있음을 인지하여야 할 것이다.

관리비용 역시 가로수 수종에 따라 큰 차이를 보인다. 동일한 대상지라 하더라도 가지치기는 양버즘과 회화나무의 경우는 매년 관리 작업을 해야 하고 그렇지 않은 경우는 2년마다 한 번씩 작업을 해주어야 한다. 양버즘과 은행나무 등과 같은 활엽수들은 여름과 겨울에는 적절한 그늘과 온기 제공으로 에너지저감 등의 효과가 있지만 가을 낙엽으로 인한 수거 등의 어려움이 있어 도로의 특성에 따라 적절한 수종의 가로수를 식재해야 한다. 공간적으로는 침엽수는 활엽수보다 대기오염 효과가 높기 때문에 차도의 결빙 방지에 대한 필요가 없다면 차도의 중앙분리형 가로수로는 침엽수가 더 적합하다. 그러므로 가로수의 수종 선택에 있어서도 위치에 따른 가로수의 주요 역할에 부합한 수종을 선택하는 것은 효과적인 가로수 관리를 위해 고려하여야 할 중요한 요소이다.

도시 가로수로 인한 편익은 본 분석에서 고려한 대기정화, 에너지 사용 저감, 경관 기능, 보행자 및 차량 안전, 소음 감소, 심리적인 안정감 등의 다양한 기능을 한다. 본 분석에서 고려한 하단 식재 역시 경관적인 측면에서 매우 중요한 역할을 할 수도 있으나 본 분석에서는 하단 식재의 경관적 가치는 일반화하여 평가함으로 인하여 그 가치를 구체화 하는 데에는 한계가 있었다. 또한 하단 식재는 일반적으로 중앙 분리대에 많이 조성하는 방법으로 그 목적이 경관적인 측면과 함께 상호 차단의 효과를 얻기 위한

목적으로 조성되지만 그 효과에 대한 가치화 작업은 이루어지지 않았다. 보행자 안전에 대한 가치 또한 본 분석에서는 반영하지 못하였으나 식재 유형별로 동일한 안전효과를 얻는다는 전제 하에서는 비용이 적게 드는 유형이 효과가 더 높게 나타난다.

이와 같이 누락된 비용과 편익으로 인하여 순 편익의 값에 절대적인 의미를 부여하기에는 한계가 있다. 하지만 가로수에 대한 비용편익분석을 일반화하여 유형별로 비교 분석한 것은 향후 가로수를 대상으로 하는 정책적인 결정이나 보다 구체적인 비용편익분석을 위한 정보로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 2014년도 환경부 차세대 에코이노베이션 기술 개발사업의 지원으로 수행되었습니다(과제번호: 416-111-014).

## References

- Han JS. 2008. A Study on Planting Management Method for Enlargement and Quantity of CO<sub>2</sub> Uptake by Tree in the Landfill Site of Metropolitan Area, Korea. Thesis for the Degree of Master, Graduate School, University of Seoul. (in Korean)
- Hwang SI and Park SH. 2011. A Comparative Study on Estimation Methodologies of Carbon Sequestration Amount by Vegetation for Environmental Impact Assessment on Development Projects. Environmental Impact Assessment, 20(4): 477-487. (in Korean)
- Jo CK · Yoon YH and Lee KE. 1995. CO<sub>2</sub> Sequestration in Atmosphere by Urban Greenspace: For Chuncheon City. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 23(3)



- 80-93. (in Korean)
- Jo HK and Ahn TW. 1999. Function of Micro-climate Amelioration by Urban Green- space. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 27(4): 23-28. (in Korean)
- Kwon YH · Kim JY and Lee MJ. 2008. Environmental Consideration in the Siting of Solar and Wind Power Plants. Korea Environment Institute. (in Korean)
- Kim SB. 2002. Human and Urban Environment. Daeyoung Moonhwas, p.184. (in Korean)
- Kim JH · Kim GD · Kim RH · Park CY · Yoon HJ · Lee SW · Choi HT and Kim JJ. 2010. Korea Forest Research Institute, A Report of Research 10-26. (in Korean)
- Kim JS · Han WJ · Park HS and Lee SH. 2002. A Comparative Study on the Environmental Aspects of the Surface Transportation. Korea Environment Institute. (in Korean)
- Kim SK. 2013. The Effect of Social Discount Rate Manipulation on the Economic Feasibility Tests: Focusing on the Environmental Public Investment Projects. Journal of Environmental Policy, 12(4): 71-92. (in Korean)
- Korea Forest Service. 2014. Statistical Yearbook Of Forestry. Korea Environment Institute. (in Korean)
- Lee GG. 2003. Sustainability indicators of Green-space in Apartment Sites. Ph.D. thesis, Seoul National University. (in Korean)
- Lee KH · Son YM · Seo JH · Kim RH · Park IH · Son YW and Lee YJ. 2006. Development of Greenhouse Gas Statistic System in Forest Sector to Climate Change. Korea Forest Research Institute. Research Report 06-20. (in Korean)
- Lee JY. 2014. A Study on Estimating Economic Value of Street Trees. Master thesis, Seoul National University. (in Korean)
- Park EJ. 2009. Quantification of CO<sub>2</sub> Uptake by Urban Trees and Greenspace Management for C Sequestration. Gyeonggi Research Institute. (in Korean)
- Sung JH. 2007. The Environmental Improvement Effects of Urban Forest and Roadside Trees. Forest Information 98-99. (in Korean)
- Sung HC · Min SH and Moon DM. 2002. A Study on the Planting & Management of Roadside Tree in Kyonggi-Do. Gyeonggi Research Institute, A Report of Research 2002-04. (in Korean)