

## 생태계 서비스 가치평가를 위한 산림 유형 분류 방안\*

- 임상도와 토지피복지도 활용을 중심으로 -

전성우 · 김재욱 · 정휘철

한국환경정책 · 평가연구원

## A Study on the Forest Classification for Ecosystem Services Valuation\*

- Focused on Forest Type Map and Landcover Map -

Jeon, Seong Woo · Kim, Jaek and Jung, Huicheul

Korea Environment Institute.

### ABSTRACT

Some researcher started studies of natural capital from 1980's. But many researches are going along with the theme lately. Most assessment of ecosystem services are approaching a general assessment using a land-cover map. Therefore they have some problems such as overestimate, underestimate, and double counting, and so on. This study suggested a detailed typology for quantitative assessment about ecosystem services. It compared land-cover map and forest type map to select a based map and made criteria with reference to the literature and field survey. It subdivided a forest typology using ecological feature (natural forest, artificial forest), forest type (coniferous forest, mixed forest, hardwood forest) and age of stand in forest type map. Each forest type is widely distributed 21~40 ages of forests and biggest area is 21~40 ages of mixed forest in all forest typology. Further researches have to progress consistently assessment using detailed typology and function of forest ecosystem services.

Key Words : *Ecosystem services, Forest, Land cover typology, Natural capital.*

---

\* 이 논문은 2012년도 환경부 차세대 에코이노베이션 기술 개발사업의 지원으로 수행되었음(과제번호 : 2012-00021-0001).

**First author** : Jeon, Seong Woo, Korea Environment Institute, 290 Jinheungno, Eunpyeong-gu, Seoul 122-706, Korea,  
Tel : +82-2-380-7661, E-mail : swjeon@kei.re.kr

**Corresponding author** : Kim, Jaek, Korea Environment Institute, 290 Jinheungno, Eunpyeong-gu, Seoul 122-706, Korea,  
Tel : +82-2-6922-7853, E-mail : jukim@kei.re.kr

**Received** : 14 February, 2013. **Revised** : 5 April, 2013. **Accepted** : 2 May, 2013.

## I. 서 론

우리나라에서는 일정 규모 이상의 공공투자사업에 대해서 비용편익분석을 의무화 하고 있으나, 환경가치가 적절하게 평가되지 못하여 각종 국책사업이 개발과 보전 사이에서 침예하게 대립되는 사례가 빈번하게 발생하고 있다(김선희 등, 2004). 개발과 관련된 의사결정과정에서 환경가치의 중요성이 부각되고 있으나, 우리나라에서는 환경가치와 관련된 연구가 체계적인 틀에서 이루어지지 못하고 있다(안소은 등, 2009a).

많은 경제학자들이 자연 발생적인 일부 자산이 오랜 기간 동안 경제적 가치를 제공한다는 사실에 주목하여 자연자산(natural capital)이란 단어를 사용하기 시작하였는데(State of New Jersey, 2007), 우리나라에서도 『자연환경보전법』에 “인간의 생활이나 경제활동에 이용될 수 있는 유형·무형의 가치를 가진 자연상태의 생물과 비생물적인 것의 총체” 라고 자연자산을 정의하고 있다.

1980년대 초반부터 주요한 자연자산의 가치에 대한 평가가 이루어졌으나, Costanza *et al.*(1997)과 MA(2003)의 발표 이후 인간이 생태계로부터 받는 직·간접적인 혜택을 의미하는 생태계 서비스에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 연구 결과를 공유하기 위하여 다양한 온라인 데이터베이스가 구축되었다(McComb *et al.*, 2006).

우리나라에서도 2006년부터 환경영향평가 항목에 ‘자연환경자산’이 추가되었고, 2009년부터는 환경가치종합정보시스템을 통해 자연자산 가치에 대한 연구 결과를 소개하는 등 자연자산에 대한 관심이 높아지기 시작하였다(환경부, 2006; 안소은 등, 2009b; 2010; 2011).

그러나, 환경영향평가의 자연환경자산에 대한 평가항목은 대부분 법적 기준에 의한 지역을 대상으로 하고 있어 제대로 평가되지 못하기 때문에, 자연자산이 갖고 있는 생태계 서비스에 대한 평가가 환경영향평가에 반영되어야 할 것

으로 판단된다.

우리나라에서는 1989년에 자연자산 가운데 가장 넓은 면적을 차지하면서 많은 혜택을 제공하는 산림의 수원함양기능, 토사유출방지기능, 토사붕괴방지기능, 보건휴양기능, 야생조수보호기능, 산소공급기능 등 6개 공익기능에 대한 계량화 연구가 진행되었다. 최초의 연구가 수행된 이후에 1995년에는 산림정수기능이 추가되었고, 2012년에는 산림치유기능, 산림경관(조망)기능, 산림생물다양성보전기능이 추가되어 10개 기능에 대한 평가가 이루어지고 있다(김종호 등, 2006; 2010). 최근 발표에 따르면, 우리나라 산림은 2010년 기준으로 109조원에 달하는 공익적 가치가 있는 것으로 평가되었다(국립산림과학원 보도자료, 2012). 이러한 결과는 생태계 서비스와 관련한 경제적 가치를 평가하는데 참고할 수는 있으나, 우리나라 전체에 대한 총액을 나타내고 있어 지역적·공간적 가치를 판단하기 어려운 단점이 있어 이를 해결하기 위한 노력이 일부 진행되기도 하였다(환경일보, 2009; 오동하·여운상, 2011).

대부분의 생태계 서비스 연구에서는 산림 유형이 산림, 도시림, 하천림 등과 같이 세부 구분이 이루어지지 않고 있으며(Burkhard *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2010; Maynard *et al.*, 2010), 도시에 분포하는 산림이 갖는 입지에 따른 가중치를 반영하기 위한 유형 구분(Troy and Bagstad, 2009), 서식처에 따른 구분(UK NEA, 2011) 등이 일부 진행되었으나, 산림의 성장에 따라 다르게 나타나는 산림의 생태계 서비스 기능 및 가치를 적절하게 평가할 수 없다는 한계를 갖고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 산림의 기능에 대한 현지조사 및 모의실험 자료를 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 국내·외 연구에서 토사붕괴방지기능(沼本晋也, 2000; 정원옥·마호섭, 2006; 송동근, 2009), 대기정화기능(小川和雄 등, 2000; IPCC, 2003; 손영모 등, 2007a; 2007b), 수질정화기능(이현호, 1997; 이호범 등, 2007),

수원함양기능(村井宏·岩崎勇作, 1975; 太田猛彦 등, 2006) 등에서 임종과 임상, 영급에 따라 산림의 생태계 서비스 기능 및 가치가 다르다는 연구가 진행되었다. 村井宏와 岩崎勇作(1975)의 연구에서는 자연림 활엽수림에서 물을 저장하는 능력이 가장 높게 나타났고, 沼本晋也(2000)의 논문에서는 자연림이 같은 영급의 인공림 보다 토사유출이 덜 발생된다는 결론이 도출되었으며, 정원옥과 마호섭(2006)의 조사에서는 3영급 이상의 산림이 2영급 이하의 산림 보다 산사태 발생 확률이 낮은 것으로 나타났다. 이러한 선행 연구를 본 연구에 적용하여 산림의 유형을 세분화 한다면 생태계 서비스 기능 및 가치를 적절하게 평가할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 정량적인 생태계 서비스 평가를 위하여 산림의 질적 특성을 고려한 우리나라 산림 유형을 구분하여 제시하고자 한다.

## II. 연구범위 및 방법

생태계 서비스 평가의 경우 많은 연구에서 토지피복지도를 활용하고 있는데(Burkhard *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2010), 우리나라에서는 2005년에 23개 중분류 항목에 대한 토지피복지도 구축을 완료하였다. 중분류 토지피복지도는 3년 주기로 위성영상 자료를 바탕으로 구축된 자료이기 때문에 산림 경계변화는 용이하게 반

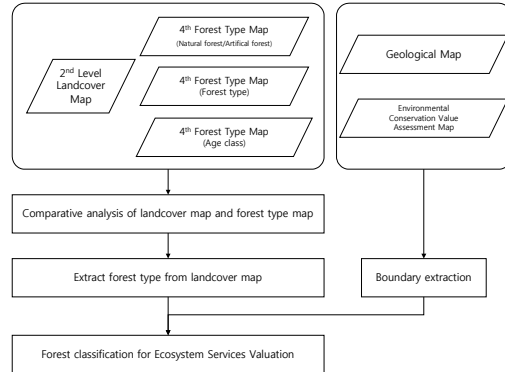


Figure 1. Research flowchart.

영되나, 유형 구분시 오분류의 확률이 높으며, 임종과 영급에 대한 자료 역시 제공하지 않는 한계를 갖고 있다(전성우 등, 2012).

본 연구에서도 중분류 토지피복지도를 기본도면으로 활용하였다. 중분류 토지피복지도의 경우에 산림이 침엽수림, 활엽수림, 혼효림으로 구분되어 있으나, 산림의 질적 특성을 반영하기 위한 임상도 자료와 일치하지 않는 지역이 발생하기 때문에 본 연구에서는 산림의 유형화를 위하여 임상도의 임종(자연림, 인공림), 임상(침엽수림, 활엽수림, 혼효림), 영급 자료를 이용하여 산림의 내부 경계를 재설정하였다(Table 1). 임상도는 1972년부터 국가산림자원조사와 연계하여 산림자원량 추정 등을 위해 제작되기 시작하였으며, 1995년부터 수치화 작업이 진행되었는

Table 1. Forest type for classification.

| Forest type       |                    | Information   |
|-------------------|--------------------|---|
| Natural forest    | Coniferous forest  | Coniferous forest(C), <i>Pinus densiflora</i> (D), <i>Cryptomeria japonica</i> (Cr), <i>Chamaecyparis obtusa</i> (Co), <i>Abies holophylla</i> (Ab) |
|                   | Hardwood forest    | Hardwood forest(H), <i>Quercus forest</i> (Q)   |
|                   | Mixed forest       | Mixed forest(M)   |
| Artificial forest | Coniferous forests | <i>Pinus densiflora</i> (PD), <i>Pinus koraiensis</i> (PK), <i>Larix leptolepis</i> (PL), <i>Pinus rigida</i> (PR), Coniferous forest(PC)           |
|                   | Hardwood forest    | <i>Quercus forest</i> (PQ), <i>Populus forest</i> (Po), <i>Castanea crenata</i> (Ca), <i>Castanea crenata</i> (PH)                                  |

데, 본 연구에서는 4차 전국산림자원조사(1996~2005)를 바탕으로 제작된 4차 수치임상도를 활용하였다(김경민 등, 2009).

산림 생태계 서비스를 정량적으로 평가하기 위해서는 산림경계와 속성이 모두 일치되어야 한다. 따라서 중분류 토지피복지도, 지질도, 국토환경성평가지도<sup>1)</sup>를 임상도와 중첩하여 모든 자료에 공통으로 포함되는 지역을 본 연구의 산림대상지로 설정하였다. 토지피복지도는 산림이나 초지, 습지 등 우리나라 피복의 상태를 한 도면에 나타내고 있기 때문에 초지 및 습지 유형화를 위한 후속 연구에서 경계선 중복 방지를 위하여 활용하였으며, 국토환경성평가지도는 산림의 기능에 대한 가중치를 부여하기 위하여 유형 분류시 미리 경계를 반영하고자 하였다. 또한 선행연구를 검토한 결과, 현재까지 연구된 산림의 기능을 정량적으로 평가하는 방법에서는 모암의 특성을 반영하고 있기 때문에 본 연구에서도 지질도를 참고하였다. 이러한 경계가 고려되지 않는다면 분석 시 오류가 발생할 수 있으며, 우리나라처럼 급속한 개발이 진행되는 여건과 주제도들의 갱신주기를 고려할 때 산림의 경계를 보수적으로 적용하는 것이 적절하다고 판단하여 다양한 자료를 활용하였다.

중분류 토지피복지도와 임상도, 지질도 등은 벡터 형태로 구축되어 있으며, 국토환경성평가지도는 래스터 형태로 구축되어 있는데, 디지털 자료로 구축된 지리정보를 중첩하여 이용할 경우에는 래스터 형태의 자료가 다양한 연산처리에 효율적이다. 따라서, 환경영향평가지 생태계 서비스를 반영시키기 위한 정책 제안을 하기 위해서는 높은 해상도의 자료가 필요할 것으로 판단되어, 현재 전국적으로 구축되어 활용되는 환

경분야 자료 중 공간해상도 10m×10m인 국토환경성평가지도를 참고하여 모든 자료를 래스터로 변환하였다.

임상도의 경우 1 : 5,000 축척으로 고도화 작업이 수년 내에 완성될 예정이기 때문에 향후에는 좀 더 높은 해상도의 래스터 정보로의 변환 및 활용이 가능할 것으로 예상된다. 지질의 경우 정보 변화가 지상보다는 적은 쪽으로 나타나기 때문에, 산림 유형화를 실시하는데 영향이 미미할 것으로 판단된다.<sup>2)</sup>

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 중분류 토지피복지도와 임상도의 산림 구분 비교

중분류 토지피복지도의 산림 면적은 6,196,184 ha로 나타났고, 임상도의 산림 면적은 6,060,131 ha로 나타났으나, 중분류 토지피복지도와 임상도를 중첩하여 항목별로 비교한 결과, 세부항목에서 많은 차이가 발생하였다. 중분류 토지피복지도에서 침엽수림, 활엽수림, 혼효림으로 분류된 지역과 임상도가 중첩되는 산림의 면적은 5,668,652 ha로 나타났으며, 나머지 390,298 ha의 면적은 임상도에는 산림으로 나타났지만, 중분류 토지피복지도에는 산림 이외의 농업지역, 초지, 나지 등의 항목으로 분류된 결과를 나타내었다(Table 2). 이러한 차이가 발생한 이유는 중분류 토지피복지도를 제작할 때 위성영상자료를 기준으로 분류항목을 결정하고 수정하였기 때문에 산림 벌목 및 개간으로 인한 현재 토지표면상황을 적나라하게 반영한 현상으로 판단된다(전성우 등, 2002).

따라서, 중분류 토지피복지도의 산림과 임상

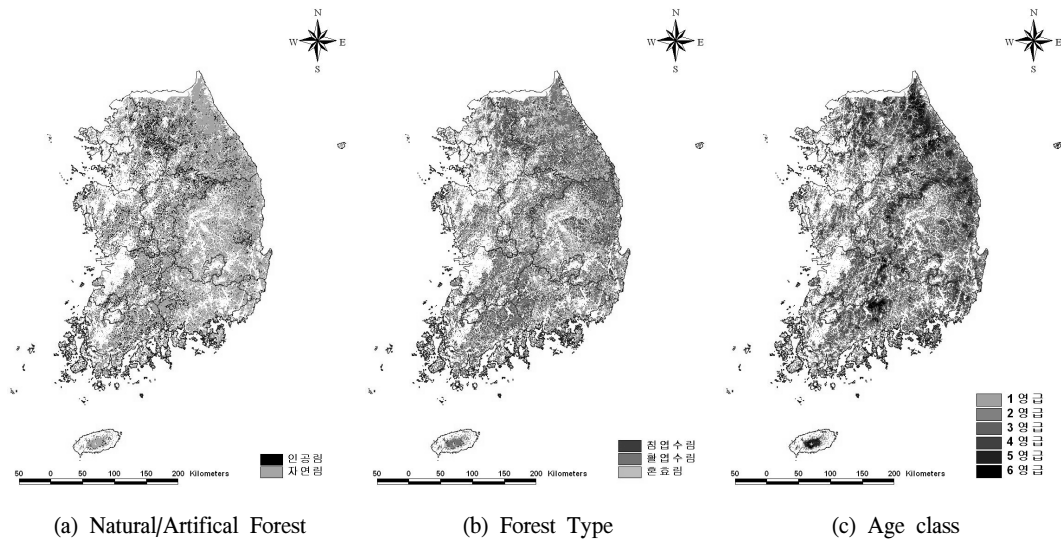
1) 국토환경성평가지도는 효율적인 국토이용 및 관리를 목적으로 차별화된 환경관리정책 추진시 국토환경정보를 적극적으로 활용하기 위해 제작된 지도이다. 2005년에 1차 국토환경성평가지도가 구축된 이후에 매년 유지·관리 사업이 추진되고 있어 최신의 정보를 반영하고 있다(김은영 등, 2012).

2) 현재 진행 중인 1m 공간해상도의 세분류 토지피복지도와 1 : 5,000 축척의 임상도를 활용할 경우, 향후에는 좀 더 고해상도로 진행시킬 수 있을 것으로 예상된다.

**Table 2.** Overlay results between 2nd level landcover map and forest type map.

(unit : ha)

|                               |                   | Forest type map   |                 |              |           |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------|
|                               |                   | Coniferous forest | Hardwood forest | Mixed forest | Total     |
| 2nd level<br>landcover<br>map | Coniferous forest | 1,873,974         | 187,140         | 453,403      | 2,514,517 |
|                               | Hardwood forest   | 195,772           | 1,099,707       | 321,104      | 1,616,584 |
|                               | Mixed forest      | 347,990           | 226,408         | 963,152      | 1,537,551 |
|                               | Others            | 218,343           | 63,204          | 108,751      | 390,298   |
|                               | Total             | 2,636,079         | 1,576,460       | 1,846,411    | 6,058,949 |



**Figure 4.** Attribute data of forest type map.

도의 임상이 중첩되지 않는 지역에 대해서는 추가적인 검토를 통하여 각각의 자료를 갱신할 때 반영되어야 할 것으로 판단된다.

임상도의 임상을 근거로 한 자연림은 산림 전체의 78.7%인 4,767,756ha이고, 인공림은 1,292,375ha로 나타났다. 우리나라의 산림구성을 살펴보면, 침엽수림이 가장 넓은 면적인 2,636,255ha를 차지하고 있으며, 혼효림이 1,846,489ha, 활엽수림이 1,577,387ha로 나타났다. 산림의 영급은 3영급이 2,504,221ha로 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며, 4영급이

1,802,912ha로 나타났는데, 임상에서 3~4영급 면적이 가장 많은 비중을 차지하는 것은 1970년대 치산녹화 시기와 일치하기 때문인 것으로 판단된다.

**2. 생태계 서비스 평가를 위한 산림 유형**

산림에 대한 정량적인 생태계 서비스 평가를 위하여 중분류 토지피복지도와 임상도, 지질도, 국토환경성평가지도를 중첩하여 만든 산림 면적을 최종적으로 산출한 결과, 5,657,586 ha로 나타났다(Table 3).

**Table 3.** Forest classification results by various forest information.

| 1st Level                      | 2nd Level                      | 3rd Level                      | Area(ha)  | Ratio(%) | Murai and Iwasaki<br>(1975) | Numamoto<br>(2000) | Jeong and Ma<br>(2006) |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|----------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Natural<br>forest<br>(1100)    | Coniferous<br>forest<br>(1110) | above<br>5 age class<br>(1111) | 104,929   | 1.9      |                             | -                  |                        |
|                                |                                | 3~4 age class<br>(1112)        | 1,018,523 | 18.0     | ★                           | -                  | ★★                     |
|                                |                                | 0~2 age class<br>(1113)        | 211,993   | 3.7      |                             | ★★                 | ★                      |
|                                | Hardwood<br>forest<br>(1120)   | above<br>5 age class<br>(1121) | 291,994   | 5.2      |                             | -                  |                        |
|                                |                                | 3~4 age class<br>(1122)        | 1,008,729 | 17.8     | ★★★                         | -                  | ★★                     |
|                                |                                | 0~2 age class<br>(1123)        | 109,803   | 1.9      |                             | ★★                 | ★                      |
|                                | Mixed forest<br>(1130)         | above<br>5 age class<br>(1131) | 132,804   | 2.3      |                             |                    |                        |
|                                |                                | 3~4 age class<br>(1132)        | 1,391,334 | 24.6     |                             |                    |                        |
|                                |                                | 0~2 age class<br>(1133)        | 207,004   | 3.7      |                             |                    |                        |
| Artificial<br>forest<br>(1200) | Coniferous<br>forest<br>(1210) | above<br>5 age class<br>(1211) | 22,553    | 0.4      |                             | -                  |                        |
|                                |                                | 3~4 age class<br>(1212)        | 57,0811   | 10.1     | ★★                          | -                  | ★★                     |
|                                |                                | 0~2 age class<br>(1213)        | 492,366   | 8.7      |                             | ★                  | ★                      |
|                                | Hardwood<br>forest<br>(1220)   | above<br>5 age class<br>(1221) | 53        | 0.0      |                             | -                  |                        |
|                                |                                | 3~4 age class<br>(1222)        | 38,463    | 0.7      |                             | -                  | ★★                     |
|                                |                                | 0~2 age class<br>(1223)        | 56,227    | 1.0      |                             | ★                  | ★                      |
| Total                          |                                |                                | 5,657,586 | 100      |                             |                    |                        |

※ Star mark(★) is relative difference of forest ecosystem services from literature review.

자연 상태의 혼효림 3~4영급(1132)이 전체 산림 면적의 24.6%인 1,391,334 ha로 가장 넓게

분포하였는데, 혼효림은 자연 상태의 산림이 천 이과정 속에 나타나는 산림 구조이기 때문에 인

#### IV. 결 론

기준에 국내외에서 수행된 자연자산이 갖고 있는 생태계 서비스를 평가하기 위한 연구를 보면 기초 정보로 대부분 토지피복지도를 활용하고 있으나, 각 서비스 유형별·기능별 평가를 위한 세부 유형까지 반영된 연구는 거의 없는 실정이다. 그러나 산림의 경우에 현장조사를 토대로 한 선행연구 결과를 살펴보면, 임종, 임상, 임령에 따라 그 생태계 서비스 기능 및 가치가 다르게 나타나고 있다. 따라서 정확한 산림의 생태계 서비스를 평가하려면, 생태계 서비스 기능을 고려한 유형 구분이 꼭 필요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 산림의 생태계 서비스 기능을 평가하기 위한 유형을 분류하기 위하여 중분류 토지피복지도와 임상도를 함께 활용하는 방안을 제시하였다. 그리고, 자연성에 따라 임종(자연림/인공림)으로 대분류 하고, 임상별로 침엽수림, 활엽수림, 혼효림으로 중분류를 실시하였으며, 생태계 서비스의 기능을 세분화하기 위하여 임령별로 유형을 구분하였다.

우리나라에서는 생태계 서비스 평가를 위하여 각종 산림정보를 융합하여 산림 유형을 3단계까지 세분화 하고 자연자산 특성을 반영한 연구는 현재까지 검토되지 않는 것으로 조사되었다. 이러한 점에서 우리나라의 자연자산이 갖고 있는 생태계 서비스 기능 및 가치를 정량적으로 산출하는데 중요한 출발점을 제공하였다는 점에서 의의가 있다고 생각된다. 향후 생태계 서비스를 평가하기 위한 선행연구를 추가적으로 검토하여 본 연구의 유형 분류 결과에 대한 검증 작업이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 제시된 유형별로 기능 차이가 구분되어야 하며, 기능 차이를 지역별 또는 국토환경성평가, 식생보전등급과 같은 등급별로 차별화하여 산출하는 연구가 추가적으로 연구되어야 할 것으로 생각된다.

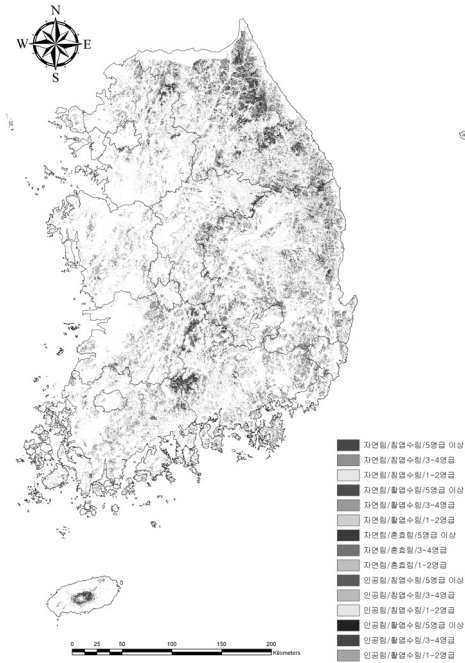


Figure 6. Forest type for ecosystem services assessment.

공림 지역에서는 나타나지 않는 것으로 판단된다. 자연 상태의 침엽수림 3~4영급(1122)과 활엽수림 3~4영급(1122)이 비슷한 면적으로 분포하였다. 침엽수림은 자연림과 인공림 모두 유령림(1~2영급)의 면적이 장령림(5영급 이상)보다 넓은 것으로 나타났으며, 활엽수림은 자연림의 경우에는 장령림이 더 많이 분포하였으나, 인공림에서는 유령림이 더 많이 분포하는 것으로 나타났다.

오동하와 여운상(2011), 김상균 등(2011)은 각각 부산광역시와 강원도 평창군을 대상으로 수원함양기능, 수질정화기능, 토사유출방지기능, 토사붕괴방지기능, 대기정화기능 등을 평가하여 정량적인 기능 및 경제적 가치를 도출하였으나, 일부 기능에서는 상세화된 유형 구분이 이루어지지 않았다. 따라서, 향후 연구에서는 본 연구의 결과를 적용하여 산림의 생태계 서비스 기능에 대한 평가를 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

## 인용문헌

- Kim, K. M · Kim, C. M and Jun, E. J. 2009. Study on the Standard for 1 : 25,000 Scale Digital Forest Type Map Production in Korea. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 12(3) : 143-151. (in Korean with English summary)
- Kim, S. K. *et al.*. 2011. A study on the development of the methodology to value the social and environmental benefits of forests, connected with payment scheme for forest ecosystem services. Korea Forest Service, Daejeon. (in Korean with English summary)
- Kim, S. H. · Lee, S. B. · Yoon, Y. S. and Kwak, S. J. *et al.*. 2004. The Measurement of Environmental & Resource Values : Method and Application. Korea Research Institute for Human Settlements, Anyang. (in Korean with English summary)
- Kim, E. Y. · Jeon, S. W. · Song, W. K. · Kwak, J. R. and Lee J. 2012. Application of ECVAM as a Indicator for Monitoring National Environment in Korea. *Journal of Environmental Policy* 11(2) : 3-16. (in Korean with English summary)
- Kim, J. H. · Lee, K. H. · Park, C. W. · Seo, J. W. · Son, Y. M. · Kim, K. H. · Yoon, H. J. · Park, C. R. · Lee, S. W. and Oh, J. S. 2006. Nonmarket Valuation of Forest Resources in Korea. *The Journal of Korean institute of Forest Recreation* 10(2) : 7-15. (in Korean with English summary)
- Son, Y. M. · Kim, C. C. · Lee, K. H. and Kim, R. H. 2007a. Forest biomass assessment in Korea. National Institute of Environmental Research, Incheon. (in Korean)
- Son, Y. M. · Lee, K. H. and Kim, R. H. 2007b. Estimation of Forest Biomass in Korea. *Journal of Korean Forest Society* 96(4) : 477-482. (in Korean with English summary)
- Song, D. G. 2009. A study on characteristics of the landslide occurred by heavy rainfall in 2006 - in Jinbu, Pyeongchang, Kangwon. MS Thesis. Kangwon National University, Chuncheon, Korea. (in Korean with English summary)
- Ahn, S. E. · Kim, J. Y. · Lee, C. H. and Bae, D. H. 2009a. Integration of Environmental Value in Policy Assessment I. Korea Environment Institute, Seoul. (in Korean with English summary)
- Ahn, S. E. · Yoon, J. H. and Bae, D. H. 2009b. Construction of an Environmental Valuation Database and Analysis of Valuation Studies of Korea I. Korea Environment Institute, Seoul. (in Korean with English summary)
- Ahn, S. E. · Bae, D. H. · Jeon, C. H. and Yoon, J. H. 2010. Construction of an Environmental Valuation Database and Analysis of Valuation Studies of Korea II. Korea Environment Institute, Seoul. (in Korean with English summary)
- Ahn, S. E. · Bae, D. H. and Lee, C. H. 2011. Construction of an Environmental Valuation Database and Analysis of Valuation Studies of Korea III. Korea Environment Institute, Seoul. (in Korean with English summary)
- Oh, D. H. and Yeo, U. S. 2011. Improvement of forest public functions in Busan : application of monetary valuation. Busan Development Institute, Busan. (in Korean with English summary)
- Lee, H. H. 1997. Estimations on the Water Purification of Forest by Analyzing Water



- Quality Variations in Forest Hydrological Processes. *Journal of Korean Forest Society* 86(1) : 56-68. (in Korean with English summary)
- Lee, H. B. · Park, C. O. and Shin, D. Y. 2007. The Characteristics of Runoff from a Forest Watershed with Different Vegetation. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers* 29(3) : 311-316. (in Korean with English summary)
- Jeong, W. O. and Ma, H. S. 2006. Evaluation and Prediction of Failure Hazard Area by the Characteristics of Forest Watershed. *Korean Journal of Environment and Ecology* 20(4) : 415-424. (in Korean with English summary)
- Burkhard, B. · F. Kroll · F. Mülller and W. Windhorst. 2009. Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services-a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online* 15 : 1-22. DOI:10.3097/LO.200915
- Costanza, R. · R. d'Arge · R. de Groot · S. Farber · M. Grasso · B. Hannon · K. Limburg · S. Naeem · R. V. O'Neill · J. Paruelo · R. G. Raskin · P. Sutton and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 : 253-260.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, land-Use Change and Forestry. Penman, J. · M. Gytarsky · T. Hiraishi · T. Krug · D. Kruger · R. Pipatti · L. Buendia · K. Miwa · T. Ngara · K. Tanabe and F. Wagner (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Kanagawa, Japan.
- Liu, S. · R. Costanza · A. Troy · J. D'Aagostino and W. Mates. 2010. Valuing New Jersey's Ecosystem Services and Natural Capital : A Spatially Explicit Benefit Transfer Approach. *Environmental Management* 45(6) : 1271-1285.
- Maynard, S. · D. James and A. Davidson. 2010., The Development of an Ecosystem Services Framework for South East Queensland. *Environmental Management* 45(5) : 881-895.
- McComb, G. · V. Lantz · K. Nash and R. Rittmaster. 2006. International valuation databases : Overview, methods and operational issues. *Ecological Economics* 60(2) : 461-472.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosystems and Human Well-being : A Framework for Assessment. Washington D.C. Island Press.
- State of New Jersey. 2007. Valuing New Jersey's Natural Capital : An Assessment of the Economic Value of the State's Natural Resources.
- Troy, A. and K. Bagstad. 2009. Estimating Ecosystem Services in Southern Ontario. Report for the Ontario Ministry of Natural Resources.
- UK National Ecosystem Assessment. 2011. The UK National Ecosystem Assessment Technical Report. UNEP-WCMC. Cambridge.