

山林資源計定 開發에 관한 研究 :
목재생산, 탄소고정, 산림휴양을 중심으로
박동균¹ · 윤여창²

**A Study on the Development of Forest Resource Account :
With a Special Reference to Timber Production,
Carbon Fixation, and Forest Recreation**

DongKyun PARK¹, Yeo-Chang Youn²

ABSTRACT

The objectives of this study are to develop the Forest Resource Account(FRA) and to construct the physical and monetary FRA on timber production, carbon fixation, and forest recreation. This study considers for the period of 1985-1994 only to examine the recent forest changes in growing stocks, and the amount of carbon fixation and forest recreation among the non-timber values of forest in FRA due to a lack of data and information on other values.

FRA is a management tool that integrates forest information from many sources and makes it possible for decision-makers to evaluate and carry out forest policies and planning. The definition of the physical FRA is to monitor stocks and flows of timber production, the amount of carbon fixation, and forest recreation use in physical terms. The economic value of annual net growing stock was evaluated using current prices of stumpage value. The value of growing stock in the productive forest was around 4,949 billion won as of 1994, whereas net annual increment value was 23.6 billion won. This annual increment value can be entered the Green GNP as an increase in national wealth. Total amount of net carbon fixation from the whole forest was about 7 million(tC) employing IPCC approach and the monetary value was estimated \$224 million for the whole forest in 1994, using carbon tax \$50/tC and 50 year rotation. Demand function for the forest-type national park was estimated to measure the participation rate of forest recreation by the population of above 18-year old. Consumer surplus of forest recreation was used to measure the willingness-to-pay to visit the forest recreation sites. The monetary value of forest recreation was found to be 3,717 billion won in 1994.

Key words : Green GNP, Forest Resource Account, Carbon fixation, Forest Recreation

1. 한국농림수산정보센터 정보개발과, Department of Information Development, Korea Information Center for Agriculture, Forestry, & Fisheries, Seoul, Korea.

2. 서울대학교 산림자원학과, Department of Forest Resources, Seoul National University, Suwon, Korea.

1. 緒 論

산림은 인류문명의 정신적 기반인 동시에 산림의 물질 재생산력은 경제생활에 있어 임산물의 수급원천이 되고, 산림생태계는 인간 삶의 질적 향상에 중요한 총체적 환경이 된다. 그러나, 최근 UNCED의 '산림원칙' 성명에서 보듯이, 산림은 자원적 이용가치와 환경적 존재가치는 상호 비교하기 애매할 뿐더러 공공정책과 민간경제의 발전을 고려할 때 이들의 이익을 최대공약화 할 수 있는 방안이나 정책이 필요하다.

산림은 목재와 임산물 등 재화의 공급원으로서 뿐만 아니라 수원함양, 토사유출방지, 대기정화, 기후조절, 생물다양성 보전 등의 환경보호기능을 제공한다. 이러한 산림의 다양한 기능 가운데 시장기능에 의하여 그 가치가 주어지는 것은 대부분의 경우 목재와 임산물에 한하며 국가나 다른 공공단체가 개입하지 않으면 산림의 공익기능은 무시되어 산림의 효율적이고 지속가능한 이용이 어렵게 된다(Wibe와 Jones, 1992). 한 국가의 경제개발 상태 혹은 복지상태를 나타내는 국민총생산(GNP : Gross National Product)에는 기본적으로 시장에서 거래되는 재화와 용역의 가치만 측정·포함되며 자연자원 및 환경의 가치는 일반적으로 측정·포함되지 않고 있다. 따라서, 산림의 환경보전기능에 대한 배려가 시장기능에 의하여 배제되는 현상을 경제학자들은 "시장의 실패"라고 부르며, 이러한 시장의 실패를 교정하기 위하여서는 산림의 환경보전기능의 가치를 밝히고 이들 자원의 축적(stock)과 흐름(flow)을 나타내는 회계체계 필요성이 대두되었으며, 기존의 GNP만으로는 지속가능한 개발을 측정하는 척도가 될 수 없다는 주장과 함께 환경가치나 환경적 측면의 문제점을 포괄하는 새로운 경제지표를 통틀어서 Green GNP라고 부르는 새로운 개념이 제기되었다.

경제정책과 환경정책의 의사결정과정에서의 정책조율을 위한 수단으로 환경지표(Environmental Indicator)의 개발이 필요하게 되었으

며, 국제연합, 세계은행 및 OECD를 중심으로 개발중인 환경지표의 하나인 환경계정(Environmental Accounting)의 구축에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. Green GNP란 하나의 적합한 국가회계계정체계 내에서 환경과 경제와의 상호작용을 체계적으로 분석하기 위한 틀이다. 즉, Green GNP는 환경적 측면에서의 문제점을 개선한 GNP를 의미하는 것으로, 경제활동에 의한 환경영향을 감안하여 경제와 환경을 통합한 사회회계체도의 한 형태이다. 이는 환경을 자유재로 보지 않고 환경을 생산자본으로 간주하여, 다른 국내 생산요소와 더불어 생산에 참여하여 일정기간 만들어 낸 진정한 부가가치로, 환경자본의 서비스 가치가 반영된 GNP를 의미하는 것이다.

환경계정 개발을 위한 세계적인 연구 추세는 거시환경지표로 이용될 수 있는 Green GNP 및 이와 관련된 새로운 국민계정체계(SNA : System of National Accounts)의 개발과 활용으로 나타나고 있다. 거시환경지표를 추정하기 위한 방법은 환경관련 자료를 포함하여 기존의 국민소득계정을 수정·확장하는 방법과 GNP 계정 외에 보조환경위성계정을 설정하는 방법 및 국민소득계정에 연결시키는 것을 목적으로 한 독립된 자연자원계정을 설정하는 방법으로 크게 구분된다(OECD, 1993).

첫번째 방법은 기존의 GNP와 같은 국민소득계정이 경제성장이나 경제효과를 분석하기 위한 지표로서 폭넓게 사용되어 왔으나 자연자원의 고갈과 환경의 악화, 그리고 이 악화가 인간의 건강과 후생에 미치는 영향을 반영하지 못하므로 계정항목을 대체하거나 보완하여 국민소득계정을 수정하려는 방법이다. 구체적인 접근방법으로는 환경을 물적 자본과 동등하게 취급·평가함으로써 환경자산의 서비스가 국민계정화 되도록 하는 Peskin(1989)의 생산요소 접근방식(Household Production Approach)과 지속가능한 환경기준을 설정하고 이 기준을 달성하는데 추가되는 비용을 추정하여 국민순생산(NNP : Net National Product)을 수정하는 Heuting(1992)의 환경기준 접근방법이 있다. Peskin의 생산요소 접근 방

법은 가장 많은 양의 정보가 필요하다는 단점이 있으나 Green 회계를 통하여 산출물의 가격형성에 영향을 줄 수 있다는 장점이 있다. 반면에 Heuting의 환경기준 접근방법은 지속 가능한 환경기준과 비용 추정치가 환경정책수립에 유용한 정보를 제공한다는 장점은 있으나 경제성장과정에서 발생하는 경제와 환경의 상충(trade-off)을 잘 반영하지 못한다는 단점이 있다.

두번째 방법은 UN과 세계은행이 중심이 되어 기존의 국민계정체계의 수정 없이 별도의 계정을 작성하여 경제와 환경 사이에서 발생하는 국민소득을 물리적·화폐적으로 파악하는 것으로 보조계정은 환경 관련 통계량과 자연자원계정에서 얻을 수 있는 물리적 정보를 국민소득계정에서 얻어지는 경제정보와 연결시키는 것으로 독일, 오스트리아 등에 의해 시도되어 왔으며, UN은 1994년 2월 통합환경경제계정(SEEA : System of Integrated Environment and Economic Accounting)을 발표하였다. 통합환경경제계정 방식인 위성계정(Satellite Account) 접근방법으로 환경계정을 위성/보조계정으로 따로 분리하여 경제활동이 환경자원에 미치는 환경비용을 계산하는 방법으로 NNP에서 환경자산의 사용부분 만큼을 공제한 Green NNP 추계에 중점을 두는 방법이다. 그러나, 경제와 환경의 상충을 인정하고 환경영향의 반영이 주된 관심사로 SNA의 회계원리를 최대한 살리는 장점이 있으나 환경회계가 SNA의 산출물의 가격과 유리될 수 있다는 단점이 있다.

세번째 방법인 자연자원계정은 경제적 활동에 의하여 활용되는 자연자원 및 환경을 계정 대상으로 하여 경제적인 관점에서 중요시되는 자연자산의 변동을 분석하여 나타내는 것이다. 이 계정의 특징은 기존의 국민소득계정과 독립적이며 보완적으로 대상 자원의 물리적인 흐름과 축적을 파악하여, 인간의 자연자원 이용에 따른 flow와 stock의 물리적·화폐적 추정을 시도하는 것이다. 일반적인 목적은 정책 수립자에게 자연자원에 대한 정보를 제공하며 의사결정단계에 있어서 대중에게 환경문제에 대한 인식을 제고시키는 데 있다. 노르웨이,

핀란드, 프랑스 등의 국가에 의해 개발된 것으로 모니터링 시스템의 완비나 충분한 관련 자료의 축적을 필요로 하고 있다.

산림분야에서는 산림에 관한 환경지표로서 사용하기 위한 산림자원계정(FRA : Forest Resource Account)체계 구축방안에 관한 연구가 선진 각국에서 진행중이다. 산림자원계정은 자연자원계정의 일부로서 프랑스(1984)의 자연유산계정, 산림자원 등 희소가치를 지닌 자연자원 이용의 최적화에 중점을 둔 노르웨이(1983)의 자연자원계정을 들 수 있으며, 일찍이 핀란드(1984), 일본(1985), 영국(1988) 등 OECD 국가에서 개발되어 왔으며(김승우, 1993 : 김승우, 김정인, 윤여창, 1994 : 박동균, 1996 : 오호성, 1993 : 최용일, 1994 : Bartelmus, Lutz, Schweinfest, 1992 : Hultkrantz, 1992 : Ropetto 외 4인, 1989), UN 및 세계은행 등이 개발도상국(PNG, 멕시코, 인도네시아, 코스타리카 등)을 대상으로 사례분석을 실시하였다. 산림자원계정은 산림자원의 stock과 flow에 대한 조사와 경제적 평가를 위해 활용되며, 목재생산 이외의 기타 생산물의 기여도 평가나 환경적 가치 및 목재공급에 관한 경제적 데이터로서 사용될 수 있다. 따라서 산림자원계정은 정책수립자에게 자원관리, 정책분석, 정책개발을 위한 분석수단으로 사용될 수 있을 것이다.

산림자원계정(OECD, 1993)은 산림자원 대차대조표(Forest Balance Table), 산림자원의 물리적 투입산출표(Physical Input-Output Table 혹은 Sector/Commodity Balance Table) 및 산업질량대차대조표(Industry Mass Balance Table) 세 가지로 구성된다. 산림자원 대차대조표는 목재생산이 가능한 산림자원 stock의 규모와 증감을 나타내는 것이며, 물리적 투입산출표는 산림자원관리 혹은 분석 및 예측을 위한 경제적 모델링의 기초 자료로 활용될 수 있는 것이나 아직 많은 나라에서 시도되지 않고 있다. 산업질량대차대조표는 자원으로 이용되는 원목의 내재된 경제적 잠재성과 원목의 가공 효율성 등에 관한 데이터를 제공하고 목재산업과 관련된 수질대기오염에 관한 자료를 제공할 수 있도록 작성된다.

유엔 환경개발회의에서 채택한 의제 21의 제8장은 환경의 가치를 보다 더 정밀하게 측정하는 기법의 개발과 자료의 수집을 강조하고 있으며, 산림환경의 가치 계산은 Green GNP 혹은 산림자원계정의 구축에도 필수적이다. 산림의 환경 공익적 기능을 화폐상당으로 추정, 평가한다는 것은 많은 이론이 있을 수 있겠으나, 계수로 표현되는 산림의 효용가치와 화폐단위로 나타낸 산림가치가 경제적으로 얼마만큼 중요한지, 어떻게 비교될 수 있는지를 알 수 있게 해준다. 따라서, Green GNP 접근법중 생산요소 접근법인 Peskin의 방식을 따라 환경자산을 물적 자본과 동일하게 취급하여 평가함으로써 환경자산과 환경자산의 서비스가 국민계정화 되도록 하는 것이 필요하다. 즉, 자연자원 및 환경부문을 국민계정의 한 부문으로 포함하여 그 서비스의 공급원으로 삼으며, 국민계정의 각 부문은 자연자원 및 환경요소를 투입요소로 간주하는 것이다. 이로 인해 자연자원 및 환경자산의 사용과 경제내의 다른 자산과의 사용 사이의 연계를 체계적으로 정보화하여 이들 자원의 진정한 가치평가가 이루어질 수 있다.

우리 나라에서는 임업연구원이 산림의 공익적 가치에 대하여 발표하고 있으나, 김승우 등(1994)을 제외하곤 산림자원계정 작성에 관한 구체적인 연구는 거의 없는 실정이며, 김승우 등은 산림자원계정을 임지계정과 목재계정으로 나누어 작성하여 우리 나라 전체 임지의 가격은 1992년말 현재 396조원, 시업지 임목축적에 대한 화폐가치는 4조 442억원으로 추정하였다. 오호성(1995)은 탄소세 도입시 생산비용의 증가에 따른 불가상승과 국민총생산의 감소가 따르는데, 우리 나라 경제에 미치는 영향을 보면 업종별로는 전력, 석유, 석탄, 철강, 자동차산업 등이 큰 영향을 받게되며, 이로 인해 연 9%의 수출 감소, 5%의 소비자가격 인상효과가 발생하여 국내총생산도 3.3% 감소가 예상된다고 주장하였다.

환경오염은 오염원인자가 오염으로 인한 피해비용을 지불하지 않기 때문에 발생하는 것이므로 환경오염의 외부비용을 내부화 시킬 수 있다면 환경오염 문제는 해결될 수 있을

것이다. 이를 위해 재산권 설정의 하나인 배출권 거래제도는 기후변화에 대응하는 수단인 일부로서 탄소 톤당 탄소세가 부과된다면, 이는 산림에 의해 흡수되는 가치로 간주할 수 있을 것이다. 따라서, 산림의 탄소흡수기능에 대한 지불은 형평성과 효율성을 고려하여 사회적 비용을 증가시키는 사람이 비용을 지불해야 할 것이므로 산림의 탄소고정에 대한 경제적 가치를 탄소세에 의하여 추정하여 계정화하는 것이 필요하다.

산림의 목재생산 기능, 대기정화 기능, 수원함양 기능, 토사유출방지 기능, 산림휴양 기능, 야생동식물 보호를 포함한 생물종다양성 유지 기능의 가치에 대한 다양한 수치가 발표되는 가운데, 기존 연구 및 기초 자료 이용이 가능한 목재생산 기능, 탄소고정 기능 및 산림휴양 기능을 중심으로 산림의 경제적 기능과 공익적 기능 및 산림상태를 나타내는 물리적, 화폐적 산림자원계정을 구축하는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다.

본 연구의 목적은 Green GNP에 관한 외국의 사례 조사를 통하여 향후 산림분야에서 보다 정확한 산림자원계정을 작성하기 위한 기본 방향을 제시하며, 환경지표의 하나인 환경계정 구축의 일환으로 산림자원계정 체계를 개발하고, 1985년부터 1994년까지 10년간의 목재생산 기능, 탄소고정 기능, 산림휴양기능에 대한 물리적 산림자원계정과 지원별 화폐가치 평가법에 따라 목재생산 기능, 탄소고정 기능 및 산림휴양 기능에 대한 화폐적 산림자원계정을 작성하며, Green GNP 추정시 목재생산 기능에 의해 포함될 금액을 추정하는 것이다.

II. 研究方法

이 연구는 산림자원계정의 개발을 위하여 먼저, 문헌조사에 의하여 Green GNP 및 산림자원계정에 관한 국·내외 사례를 조사하였으며, 이를 바탕으로 우리의 실정에 알맞은 산림자원계정을 개발하여, 1985년부터 1994년까지 10년간의 물리적 계정과 화폐적 계정을 작성하였다.

GNP에 이미 포함되고 있는 목재생산량과 산림부산물은 제외되었으며, 경제자산으로 Green GNP에 추가될 수 있는 목재생산 기능, 산림의 공익적 기능 중 지구온난화와 관련하여 탄소세 도입시 산림의 탄소흡수능력에 따라 탄소배출자로부터 보상을 받을 수 있는 탄소고정 기능에 관한 계정을 작성하였다. 한편, 산림휴양 이용에 관한 국민들의 산림휴양에 대한 지불의사액은 화폐가치로 표시된 산림휴양 기능에 포함하여 작성하였다. 목재생산, 탄소고정, 산림휴양이용에 관한 자료는 정부 및 연구기관의 공식자료 및 연구 발표된 자료에 의거하여 1985년부터 1994년까지 10년간의 물리적·화폐적 흐름과 축적을 조사·구축하였다. 산림자원계정 구축에 관한 구체적인 연구방법은 다음과 같다.

1. 물리적 계정

물리적 계정은 자연자원의 일정 기간의 총 축적이나 총흡수량, 그리고 이 양들의 변화인 흐름을 추정하여 작성하는 것으로, 노르웨이, 핀란드, 영국 및 OECD에서 권장하는 산림자원계정의 형태에 따라 작성하였다.

(1) 목재계정

목재계정은 산림의 총 바이오매스량, 수종별·영급별 산림면적, 산림의 생산성, 임목축적 등의 다양한 방법으로 나타낼 수 있다. 그러나, 화폐화된 산림계정에 연결시켜 기존 국민소득계정이나 국가의 자연자원계정을 보완·수정할 수 있도록 하기 위하여 목재생산 가능성을 나타내는 임목축적에 초점을 맞추어 축적의 규모와 증감을 나타내는 목재계정을 작성하였다.

OECD가 제안한 산림대차대조표의 형태에 따라 IPCC 방법에 따라 3점 이동평균값을 사용하여 임목축적을 침엽수림, 활엽수림과 혼효림으로 나누어, 期初축적(opening stock) 및 期末축적(closing stock), 연간순증가량(net annual increment), 손실량(loss) 등의 항목으로 작성하였다. 인위적으로 관리·운영되고 있으며 경제자산으로 간주될 수 있는 사업지(Productive Forest)에 대한 물리적 목재계정

을 작성하였다. 벌채량은 용도별 국내재 공급 실적을 조재율로 나누어 구하였다. 임상별로 각각의 영급에 알맞은 소나무와 참나무의 조재율을 이용하여야 하나, 정세경 등(1994)이 발표한 40년생의 조재율 85%를 일괄적으로 적용하여 계산하였다. 연간순증가량은 해당 연도의 期初축적과 期末축적의 차이로부터 추정하였으며, 성장량은 벌채량에 연간순증가량을 더하여 구하였다. 다만, 임상별 벌채량에 관한 자료는 존재하지 않으므로 계정 작성시 임상별 성장량과 벌채량은 기입하지 않았다.

(2) 탄소계정

산림의 이산화탄소의 배출은 산림 개간시 벌채된 나무의 직접 연소에 의해서, 그리고 벌채된 나무의 방치시 분해 과정에서 이루어지며, 그 외 벌채시 산림 토양 내의 탄소가 방출된다. 이산화탄소의 흡수의 경우에는 기본적으로 식물 생장의 근본인 광합성을 통하여 이산화탄소가 흡수되며, 그 외 폐경지의 산림복구시 재생되는 산림에 의해 이산화탄소가 흡수되거나, 산림토양으로 전환되면서 토양에 탄소를 축적하게 된다. 이 연구에서 탄소계정은 산림에 의한 탄소고정량, 즉 총이산화탄소 흡수량만을 고려하여 침·활엽수림별 임목축적에 의한 탄소흡수량, 벌채·수확에 의한 배출량을 추정하여, 연년 이산화탄소 순증감량에 따른 물리적 계정을 작성하였다. 이는 수목이 생산하는 유기물은 이산화탄소의 흡수를 통해서만 가능하므로 산림의 바이오매스량을 알게 되면 이산화탄소 흡수량 및 탄소저장량의 산출이 가능하기 때문이다.

“기후변화협약 관련 국가보고서 작성 및 대응방안 연구” 보고서(통상산업부·에너지경제연구원, 1995)에서 제시한 산림에서의 이산화탄소 흡수량 추정 방법에 따라 다음과 같은 가정을 전제로 이산화탄소흡수량을 계산하여 물리적 탄소계정을 작성하였다. 첫째, 우리나라의 산림은 인위적으로 보호 관리됨으로 대상 산림의 범위는 전체 산림으로 하였다. 둘째, 산림의 이산화탄소 흡수효과는 IPCC(1994)에서 추천한 방법인 임목의 간재적, 지조와 잎의 물질생산량과 지하부의 성장량의

합계, 즉 수목의 목질부 전체를 대상으로 하였다. 셋째, 임목축적 증가분인 간재적 순증가량과 이산화탄소를 배출하는 상업적 벌채량과 연료재 소비량은 IPCC 방법론에 따라 3점 이동평균값을 사용하였다. 넷째, 산지의 타용도 전용 면적은 연간 1만ha 미만이므로 이로 인한 이산화탄소 배출량은 무시하였다. 다섯째, 임목 바이오매스 순축적의 변화, 벌채량과 연료재 소비량 등은 각각 산림청에서 발간되는 임업통계연보의 임목축적, 국내재 용도별 공급실적, 연료재 소비량 통계를 이용하였다.

이산화탄소 흡수고정량을 계산하기 먼저 혼효림의 임목축적 증가분은 혼효율 50%를 고려하여 침·활엽수림 임목축적 증가분에 각각 배분하였다. 당해 연도의 임목축적(간재적) 순증가량에 전건비중 - 침엽수 0.47dm³/m³, 활엽수 0.80dm³/m³ - 을 곱하여 수간 바이오매스 순증가량(net growth of stem biomass)을 계산하였다. 수간 바이오매스 순증가량에 김갑덕과 김철민(1988)이 발표한 수간부 對 지상부 바이오매스 비율(침엽수 1.29, 활엽수 1.22)과 지상부 對 전체 바이오매스 비율(침엽수 1.28, 활엽수 1.41)을 각각 곱하여 전체 바이오매스 증가량을 산정하였다. 따라서 산림에 의한 순탄소흡수량은 전체 바이오매스 증가량에 탄소 전환인자 0.5를 곱하여 구하였다.

$$\begin{aligned} \text{침엽수 순탄소흡수량} &= 0.5 \times (\text{간재적 순증가량} \times 0.47 \times 1.29 \times 1.28) \\ \text{활엽수 순탄소흡수량} &= 0.5 \times (\text{간재적 순증가량} \times 0.80 \times 1.22 \times 1.41) \end{aligned}$$

벌채된 목재에 의해 만들어진 임산물이 기존의 임산물을 대체하며, 폐기된 임산물로부터 단기간에 걸쳐 이산화탄소를 배출한다고 가정하는 IPCC 방법에 따라 임목 벌채를 이산화탄소를 배출하는 것으로 간주하였다. 임목 벌채에 의한 탄소배출량은 당해 연도 국내재 용도별 공급실적에 지상부 바이오매스 상인자 0.95를 곱하여 지상부 바이오매스 상업적 벌채량을 계산하였다(IPCC, 1994). 임업통계연보의 장작(firewood)의 생산량을 연료재

소비량으로 간주하여 상업적 벌채량에 더하여 지상부 바이오매스 소비량을 구하였다. 이 값에 지상부 對 전체 바이오매스 비율 1.35를 곱하여 전체 바이오매스 소비량을 계산하고, 탄소전환인자 0.5를 곱함으로써 총탄소배출량을 구하였다. 따라서, 산림에서의 연간 총탄소흡수량은 순탄소흡수량에 배출량을 합한 것이 된다.

$$\begin{aligned} \text{총탄소배출량} &= 0.5 \times ((\text{용도별 국내재} \\ &\quad \text{공급실적} \times 0.95) + \text{연료재 소비량}) \times 1.35 \\ \text{총탄소흡수량} &= \text{순탄소흡수량} + \text{총탄소배출량} \end{aligned}$$

(3) 산림휴양계정

물리적 산림휴양계정은 전체 인구나 만 18세 이상의 인구를 대상으로 1990년도 조사된 총 산림휴양 참가회수를 기준으로 10년간의 산림휴양 참가회수를 산림휴양 수요로부터 추정·작성하였다. 산림휴양 수요를 관광수요와 연계하여 수요를 산출하는 것을 피하기 위하여 직접적인 산악관광 형태인 산악형 국립공원 방문으로부터 산림휴양 수요를 도출하였다. 산림휴양수요의 추정을 위하여 20개 국립공원 중 4개의 해상국립공원과 신라적 고도인 경주를 제외한 15개 산악형 국립공원을 대상으로 1983년부터 1994년까지의 탐방객수를 이용하여 최근 10년간의 추이를 추정하였다.

본 연구에서는 인구 1,000명당 15개 산악형 국립공원의 방문자수를 종속변수, 1인당 국민총생산과 여가시간 및 자동차 보유대수 등을 독립변수로 한 산악형 국립공원 수요함수를 추정하였다. 다만, 여가시간의 데이터가 존재하지 않으므로 근로시간을 대신 사용하였다. 국립공원내 자연휴식년 제도와 산림내 취사 및 야영금지 실시로 1990년도 이후 국립공원 방문자수가 급격히 감소하는 현상은 더미변수를 사용하였으며, 최종 산림휴양 수요모델은 다음과 같은 전대수(Log-Log) 모델의 형태를 취하였다.

$$\begin{aligned} \text{Ln VISIT} &= a + b_1 \text{ Ln GNP} + \\ &\quad b_2 \text{ Ln Hwk} + b_3 \text{ Ln Car} - b_4 \text{ D9194} \end{aligned}$$

Ln : 자연대수,
 VISIT : 15개 산악형 국립공원방문자수/1,000명
 GNP : 1인당 국민소득(1990년도 기준 불변가격),
 Hwk : 주 평균근로시간
 Car : 자동차 보유대수,
 D9194 : 더미변수(1983-1990=0, 1991-1994=1)

산림청이 발표한 자료(1994)에 의하면 국민소득이 증가함에 따라 산림휴양 참가도 증가하는 것으로 나타나, 구해진 국민소득의 계수(b_1)에 일인당 국민소득 증가율을 곱하여 연구대상 기간의 연도별 산림휴양 참가회수 증가율을 구하였다. 이 값을 사용하여 1990년도 1인당 참가회수 1.78회(임업연구원, 1991)를 기준으로 하여 각년도 1인당 참가회수를 계산하였다. 따라서 연도별 총 산림휴양 참가회수는 전체 인구 혹은 만 18세 이상의 인구수에 1인당 참가회수를 곱하여 추정하였다. 산림휴양에 참가하는 만 18세 이상의 인구수는 1980년, 1985년, 1990년도 인구통계를 이용하여 추정하였다. 만약 만 18세 미만의 인구가 동일한 빈도로 산림휴양에 참가한다고 가정하면 1인당 참가회수에 전체 인구를 곱하면 전국민의 총 산림휴양 참가회수를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{산림휴양 참가회수 증가율} = \\ & b_1 \times \text{1인당 국민소득 증가율} \\ & \text{총 산림휴양 참가회수(만 18세 이상)} = \\ & \text{1인당 참가회수} \times \text{만 18세 이상 인구수} \\ & \text{총 산림휴양 참가회수(전국민대상)} = \\ & \text{1인당 참가회수} \times \text{총인구} \end{aligned}$$

2. 화폐 계정

화폐계정 구축시 목재의 입목가는 시장가격을 이용하였으며, 탄소계정의 경우 가격은 탄소세를 이용하였다. 가격은 소비자의 지불의사를 반영하는 것으로서 소비자의 소득분포에 따라 달라질 수 있다. 따라서 산림의 환경보존기능에 대하여 소비자가 지불하고자 하는 지불의사액도 소득분포에 따라 달라질 수 있으나, 대부분의 산림환경재는 소득이 많고 적음에 관계없이 다같이 누려야 할 공유자산이

기 때문에 현재의 소득분포에 의하여 결정되는 평가 가치가 과연 적정한가라는 의문이 있을 수 있다. 특히 산림휴양가치의 경우 소비자잉여를 이용함으로써 세대간·세대내 형평성의 문제를 불러일으킬 수 있으나, 본 연구에서는 자료의 제약으로 인하여 부득이 소득에 따른 소비자잉여를 이용하였다.

(1) 목재계정

국내재 공급은 1994년 기준 1,173천 m^3 으로 이 중 갱목재는 15%, 펄프재 32%, 일반용재는 47%로 1990년도의 갱목(45%), 펄프재(36%) 위주의 소경재 생산중심에 비해 일반용재 위주로 추세가 변하고 있다. 그러나, 현실적으로 II영급이하의 경제적 가치가 미미하므로 가격이 형성되지 않고 있으며, V영급이상의 대경재 공급도 미미한 실정이다. 따라서 III~IV영급의 입목이 실제로 시장에서 주로 거래되는 입목으로 보아, UN이 제안한 순가격법을 이용하여 III~IV영급의 목재가격을 시장가역산법으로 구하여 기준가격으로 정하였다. III~IV영급의 입목가격을 계산하기 위하여 입산물생산통계로부터 침엽수와 활엽수의 용재 생산금액을 생산량으로 나누어 m^3 당 침엽수 및 활엽수의 원목가, 즉 평균시장가격(1985-1994년)을 추정하였다. 혼효림의 경우는 혼효율 50%를 고려하여 침엽수와 활엽수가격 50%를 각각 더하여 산정하였다. 생산량은 원목단위 생산량을 의미하므로, 평균조재율 85%를 고려한 입목축적을 원목생산에 필요한 山元地의 입목재적으로 추정하여, 용재생산금액을 산원지의 입목재적으로 나누어 원목가를 구하였다.

III~IV영급의 원목가 =

$$\text{용재생산금액} / (\text{용재생산량} / 0.85)$$

1984년도 침엽수가격은 물가정보(물가정보사)에서 1990년 생산자물가지수로 디플레이트된 국내재 침엽수가격 실질지수 87.09를 1985년도 실질지수 93.66과 비교하여 1985년 침엽수 평균생산단가로부터 직접 구하였다. 활엽수가격은 입산물생산통계에 보고된 1984년도,

1985년도 국내재 활잡목의 실질가격을 비교하여 1985년도 활엽수 평균 생산단가로부터 역으로 계산하였다. 이렇게 구해진 생산단가는 시장가격으로서 이를 입목가격으로 환산하기 위해서 벌채·집재비, 운반비 및 기타 비용을 제하였다.

최민후와 조영혁(1974)은 국내재의 산주수취가는 원목가의 35% 정도이며, 유병일 등은(1985) 산주수취가는 33%였다고 밝혔다. 권영현(1992)은 목상과 목재집하장에 대한 현지조사에서 집하장의 경우 산주수취가인 입목가의 점유율은 15~50%로 임분의 입지적 특성에 따라 크게 다르나, 평균적으로 볼 때 약 35%를 차지하며, 목상의 경우 제재용 낙엽송의 경우 입목가는 원목가의 26%, 갯목용 소나무는 30%정도라고 보고하였다. 원목가에서 입목가의 점유율은 벌채지의 위치, 가까운 시장까지의 거리등에 따라 크게 변하나, 이 연구에서는 어떤 특정 지역의 산림의 가치를 중점을 두는 것이 아니고 전체 사업지 산림가치를 평가하는 것임으로, 기존 연구를 바탕으로 평균 비율인 30%를 사용하였다. 즉, 입목가격은 원목가의 약 30%에 해당되는 것으로 생산단가에 0.3을 곱한 값을 해당 입목가로 정하였다. 이 방법은 일종의 순가격(net price)으로 Bartelmus 등(1992)이 제안한 UN의 시장가격법과 일치한다.

$$\text{III} \sim \text{IV} \text{영급의 입목가} = 0.3 \times \text{III} \sim \text{IV} \text{영급의 원목가}$$

이와 같이 계산된 입목가는 III~IV영급의 단위가격으로 이를 침엽수림·활엽수림·혼효림의 해당 연도의 기준가격으로 삼아 임목축적에 곱하여 총 화폐가치를 추정하였다. I~II영급 및 V~VI영급의 입목가를 계산하기 위하여 산림개발기금의 이자율인 3% 대신에 1985년부터 1994년 사이의 평균 실질이자율 3.8%를 사용하였다.) 따라서, I~II영급의

1) Price(1989)의 평균 실질이자율을 구하는 방법에 의하여 다음과 같이 계산하였으며, 연구대상기간 동안의 평균실질이자율은 3.8%임.

$$\text{평균 실질이자율} = \frac{(1 + \text{평균 우대금리})}{(1 + \text{평균 물가상승률})} - 1$$

입목가는 III~IV영급의 단위가격을 평균 실질이자율인 3.8%로 20년 할인(discount)한 가격으로, V영급 이상의 경우는 고가에 거래되나 현실적으로 임목축적은 약 8%(1994년도 현재) 정도에 불과하며 실제 거래되는 양이 적은 관계로 III~IV영급의 단위가격을 평균 실질이자율 3.8%로 20년 복리 계산한 값을 입목가로 정하였다.

$$\begin{aligned} \text{I} \sim \text{II} \text{영급의 입목가} &= \\ &\text{III} \sim \text{IV} \text{영급의 입목가} / (1 + 0.038)^{20} \\ \text{V} \sim \text{VI} \text{영급의 입목가} &= \\ &\text{III} \sim \text{IV} \text{영급의 입목가} \times (1 + 0.038)^{20} \end{aligned}$$

(2) 탄소계정

산림의 탄소고정기능 평가는 이산화탄소 처리법에 투입되는 비용을 제시함으로써 우회적으로 가치측정을 도모하는 방법을 일반적으로 사용한다. 김재준 등(1994)은 CO₂화학적 흡수법의 처리비용법(\$117/탄소 톤)과 공장설치 비용법(\$39.8)을 이용하여 1992년도 우리나라 산림에 의한 이산화탄소 흡수효과는 최고 1조 2,340억원에서 최저 4,198억원으로 평가할 수 있다고 보고하였다. 탄소세란 화석연료에 포함된 탄소성분을 기준으로 화석연료의 생산이나 이용을 대상으로 부과되는 물품세로 일종의 종량세이다. 따라서, 탄소계정에서는 산림에 의한 탄소흡수량에 탄소세 톤당 금액을 곱하여 산림의 탄소고정기능의 가치를 평가하기로 하였다.

탄소세는 나라마다 다소 주장이 상이하나 1990년부터 1991년 사이에 탄소세를 도입한 서유럽 국가의 경우 탄소 톤당 탄소세율은 스웨덴이 약 \$62, 핀란드가 약 \$6.5, 네덜란드는 \$1.5이었으며 그 외 노르웨이, 덴마크가 탄소세를 실시하고 있으며, EU에서는 탄소 톤당 \$20(1993년 기준) 정도를, 일본에서는 ¥3,000을 고려하고 있다고 한다(이정진, 1995: 유종권, 1995: 정현식, 이해춘, 1995). 이정진(1995)은 미국의 경우 2020년의 이산화탄소배출량을 1990년도의 80% 수준으로 동결시키기 위해서는 세율이 \$40 내지 \$60 수준이 되어야 하거나, 그보다 높은 \$100 내지 \$200의 세율

을 주장하는 학자들도 있다고 보고하고 있다. 탄소세의 실시는 국민경제에 악영향을 끼치나, 탄소세의 특성상 세율이 웬만큼 높지 않아서는 온실효과를 억제하기 위한 이산화탄소 배출 저감은 별 효과가 없으며 세율이 엄청나게 높아야 하기 때문에, 이 연구에서는 대체법에 의한 평가방식을 지양하고, 선진국과의 비교가 가능하며 현실적으로 우리 나라에 적용될 수 있는 부과금액인 탄소 톤당 \$50의 탄소세가 연구대상기간 10년 동안에 동일하게 부과된다고 가정하여 탄소순흡수량 및 탄소총흡수량의 가치를 추정하였다.

$$\text{탄소총(순)흡수량의 화폐가치} = \text{탄소총(순)흡수량} \times \text{탄소세}$$

한편, 산림에 의해 흡수된 탄소는 벌채시점에서 방출된다고 가정하면, 탄소세는 현재 시점에서 유보된 것이며 벌채시점에서 지불되어야 한다. 본 연구에서는 모든 수종에 공히 현행 단벌기 위주의 정책인 50년과 100년의 장벌기 정책을 취할 경우의 산림이 이산화탄소를 50년간, 혹은 100년간 흡수 고정하였다가 방출한다고 가정하고 분석하였다. 연구대상기간동안의 이자율은 평균 실질이자율 3.8%로 현재의 산림에 의한 화폐적 탄소흡수가치를 할인하여 탄소세 부과로 인한 가치에서 공제하였다. 즉, 산림의 탄소순흡수량의 가치에서 벌채후로 유보된 탄소세를 할인하여 이 값을 뺀 수치를 화폐적 탄소순흡수 가치로 보아 화폐계정을 작성하였다.

벌채된 원목은 여러 가공과정을 거쳐 제품이 되며 이러한 가공 및 사용 기간동안 목재 내에 고정되어 있는 이산화탄소의 배출시기는 달라진다. 원목에서 제거된 수피나 지조는 연소나 매립 등으로 자연계에 환원되며, 가공과정에서 약 30%정도가 폐잔재로 처리되어 배출된다. 최종 가공산물인 목가공품에 고정되어 있는 탄소가 대기 중으로 환원되는데 소요되는 연수를 내구연한이라 한다. 국산재 원목의 용도별 내구연한은 제품의 가공과정, 사용처 및 원재료 등에 따라 다르다. 따라서 벌채 후 평균 내구연한을 추정하여 동 기간동안

CO₂를 전량 배출한다고 가정하여, 탄소흡수 고정기간 즉, 유보된 기간동안 할인된 금액을 공제하면 내구연한에 따른 순탄소흡수량의 화폐가치를 구할 수 있으나, 현재 폐기되는 임산물이 단기간에 탄소를 배출한다고 가정하여 평균 내구연수는 감안하지 않았으며 벌채시점까지의 탄소흡수 고정기간만을 고려하였다. 따라서, 탄소흡수 고정기간은 각 영급의 중간값(5년, 15년, 25년 등)을 벌기령(50년 및 100년)에서 뺀 값으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{총(순)탄소흡수량 화폐가치} &= \\ & \text{총(순)탄소흡수량} \times \text{탄소세} \times \\ & (1 - (1/(1+0.0398))^{n+\text{평균 내구연수}}) \\ n &= \text{탄소흡수 고정기간} \end{aligned}$$

(3) 산림휴양계정

산림휴양기능에 대한 가치평가는 임업연구원(1991)에 의해서 전국의 만 18세이상 인구를 대상으로 1990년도 1년간 산림휴양참가에 대한 참가행동 실태와 총 참가량에 대한 설문면접조사를 통하여 실시되었다. 산림휴양 가치평가를 위하여 이선임의 가치법을 사용하여 여행비용의 상승이 재방문 확률을 감소시킨다는 관계(Monotonic Relationship)를 유지한다는 가정하에 소비자잉여를 측정하였다. 여행비용 증가시 재방문의 확률함수는 누적분포함수의 형상을 갖게 됨으로 Logit 모델을 이용하여 지불의사액의 기대치를 측정하였다. Kim과 Youn(1997)은 재방문의 확률함수 추정에서 있어서 월평균 가구소득을 가족수로 나눈 소득을 사용하는 대신에 평균가족수(4.2명)로 나눈 수정된 소득을 이용하여 동일한 자료를 이용하여 재 추정하여 다음과 같은 식을 구하였다.

$$\text{Pr(Yes)} = \frac{1}{1 + \exp^{-(1.1827 + (-0.000015 \cdot \text{Offer}) + (0.00001156 \cdot \text{Income}))}}$$

또한, 지불의사액의 기대치 영역이 비부(-) 만으로 제한될 경우 지불의사액(Hicks의 동등변이)은 Cooper(1994)가 제안한 다음 기대 지불의사액 모델을 사용하여 소비자잉여를 다시

계산하였다.

$$E(WTP) = \frac{\ln(1 + \exp^b)}{-b} = \frac{\ln(1 + \exp^{1.1827 + 0.00000156 * \text{Income}})}{-(-0.000045)}$$

이를 근거로 산림휴양참가 1회당 소비자잉여는 Cooper의 모델에 의하여 재 추정하였다. 이에 따라 응답자들의 월평균소득인 253,136원을 사용한 결과, 1990년도 소비자잉여는 39,228원으로 임업연구원이 발표한 41,641원보다 약 6% 작은 금액으로 나타났다. 지난 10년간의 소비자잉여를 추정하기 위하여 소득은 한국통계연감의 가구구분별 가구당 월평균 가계수지중 근로자가구의 월평균 소득을 가구당 인원수로 나누어 근로자가구 1인당 월평균 소득을 구하였다. 1990년도 응답자들의 평균 소득 253,136원을 기준치로 사용하기 위하여 1990년도 가구 1인당 월평균 소득 237,610원과의 비율인 보정계수를 각년도 1인당 월평균 소득에 곱하여 1인당 월평균 수정소득을 계산하였다. 월평균 수정소득을 Copper 모델에 대입하여 10년간의 소비자잉여를 추정하였다.

산림휴양 수요함수로부터 구한 총 산림휴양참가회수에 각년도 소비자잉여를 곱하여 만 18세 이상의 인구에 의한 총 산림휴양가치를 계산하여 화폐 산림휴양계정을 작성하였다. 전 국민의 총 산림휴양 가치의 상한선을 추정하기 위하여, 만약 만 18세 미만의 인구가 동일한 빈도로 산림휴양에 참가하되 산림휴양에 대한 가치부여액은 1/2이라고 가정하여 구하였다.

$$\text{총 산림휴양가치(만 18세 이상 인구)} = \text{소비자잉여} \times \text{총 산림휴양참가회수}$$

III. 結果 및 考察

목재계정은 산림자원 대차대조표를 이용하여 stock과 flow 개념인 10년간의 임목축적의 변화에 대하여 작성하였으며, 탄소계정 및 산림휴양계정은 연간 flow 개념으로 10년간의 변화 추이를 나타내는 표로 작성하였다.

1. 물리적 계정

(1) 목재계정

물리적 목재계정은 1985년도 138,516천m³에서 1994년도에는 228,811천m³으로 시업지 임목축적은 10년간 65%이상 증가하였음을 알 수 있다. 이는 지난 30년간 지속적인 조림으로 인하여 대부분의 임목이 저령급인 관계로 성장이 활발하였으나, 앞으로 이 증가율은 점점 줄어들 것으로 예상된다. 1994년도 벌채량은 145만m³이었으나 국내재 공급량은 117만m³으로 나타났으며, 지난 10년간 연간 벌채량은 평균 120만m³, 연간 순증가량은 최근 5년간 평균 1천만m³이었다. 이 연년 순증가량은 국민소득계정에서 경제자산으로서 자연자본 중 산림, 즉 임목축적의 항목에 증가(+)로 추가되어야 한다. 1994년도 시업지 물리적 목재계정과 10년간의 목재계정 추이는 <표 1>과 같다.

(2) 탄소계정

탄소고정기능은 전체 산림을 대상으로 임목축적에 의한 탄소흡수량, 벌채·수확에 의한 배출량을 추정하여, 우리 나라 전체 산림에서의 바이오매스 증가량 및 소비량을 추정하였다.

1994년도의 산림에 의한 이산탄소순흡수량

<표 1> 1994년도 시업지 물리적 목재계정

단위 : 천m³

구 분	합 계	침엽수림	활엽수림	혼 요 립
기초축적	219,709	105,042	56,993	57,675
생장량	10,548	--	--	--
벌채량	1,446	--	--	--
연간순증가량	9,102	4,755	1,940	2,407
기말축적	228,811	109,797	58,933	60,082

을 계산한 결과 7,007천tC 이었으며, 이중 침엽수림에 의해서는 3,382천tC, 활엽수림에 의해서는 3,625천tC의 탄소가 흡수되었다. 침엽수의 탄소순흡수량은 1m²당 0.388tC, 활엽수는 0.728tC이었으며, 침엽수림의 경우 지난 10년간의 ha당 평균 탄소순흡수량은 0.7114tC, 활엽수림은 1.6544tC으로 나타났다. 활엽수가 침엽수보다 약 130% 정도 더 흡수하는 차이는 임목성장의 차이와 활엽수의 전건비중이 침엽수보다 약 0.56배정도 더 큰데 기인한다.

(3) 산림휴양계정

물리적 산림휴양계정은 1990년도 1인당 참가회수를 기준으로 18세 이상의 성인에 의한 연간 산림휴양 총참가회수에 의한 물리적 산림휴양계정을 추정·작성하였다. 산림휴양 참가회수는 1,000명당 산악형 15개 국립공원방

문자수를 종속변수로 1인당 국민총생산과 더미변수의 전대수모형으로부터 휴양수요를 추정하였다. 산림휴양 수요함수에서 근로시간과 자동차 보유대수는 1인당 국민소득과 상관관계가 높아 최종 모델에서 제외되었다. 따라서 종속변수인 산림휴양 참가회수는 인구 1,000명당 15개 산악형 국립공원 방문자수에 1인당 국민소득과 더미변수를 독립변수로 한 전대수 모형으로부터 산림휴양수요를 측정하였다. 1983년부터 1994년 사이의 산악형 국립공원 탐방객 수요함수는 다음과 같이 추정되었다.

$$\begin{aligned} \text{Ln VISIT} = & -6.73 + 0.8678 \text{ Ln GNP} - 0.3612 \text{ D9194} \\ & (-5.89) (11.35) \quad (-8.41) \\ & () : t \text{ 값, 조정된 결정계수} : (0.9206) \end{aligned}$$

<표 2> 사업지 물리적 목재계정 추이(1985-1994)

단위 : 천m³

연도	총 임목축적	연간 순증가량
85	138,516	5,506
86	143,950	5,434
87	151,526	7,576
88	162,520	10,994
89	175,046	12,526
90	185,730	10,684
91	197,296	11,565
92	207,973	10,677
93	219,710	11,737
94	228,811	9,102

<표 4> 물리적 탄소계정 추이(1985-1994)

단위 : 천tC

연도	탄소순흡수량	총배출량	총탄소흡수량
85	5,059	962	6,020
86	4,736	1,095	6,836
87	6,349	1,151	7,500
88	7,152	1,151	8,302
89	8,425	1,015	9,420
90	7,400	947	8,347
91	6,834	893	7,726
92	6,622	890	7,512
93	6,809	850	7,659
94	7,007	862	7,868

<표 3> 바이오매스 증가량 및 소비량 추이(1985-1994)

단위 : 천m³, 천dm³

연도	간재적 순증가량	수간 바이오매스 순증가량	전체 바이오매스 증가량	벌채량	연료재 소비량	전체 바이오매스 소비량
85	10,040	5,849	10,118	1,216	269.33	1,923
86	9,619	5,496	9,472	1,314	374.00	2,190
87	12,326	7,315	12,697	1,318	453.33	2,302
88	13,680	8,222	14,304	1,309	461.00	2,301
89	15,875	9,662	16,849	1,203	360.33	2,030
90	13,646	8,459	14,800	1,206	257.67	1,894
91	11,806	7,738	13,668	1,171	209.67	1,785
92	11,801	7,532	13,244	1,220	159.33	1,780
93	12,836	7,810	13,618	1,193	126.00	1,700
94	13,697	8,082	14,013	1,228	109.50	1,723

〈표 5〉 산악형 국립공원 방문자수 및 1인당 산림휴양 참가회수 추이(1983-1994)

연도	산악형국립공원 방문자/천명	18세이상 인구수(천명)	1인당국민총생산 증가율(%)	참가회수 증가율 (%)	1인당 참가회수
83	375.77	24,002	-	-	1.079
84	441.17	24,935	0.072	0.063	1.146
85	454.84	25,822	0.055	0.048	1.201
86	481.41	26,513	0.108	0.094	1.314
87	530.27	27,212	0.112	0.097	1.442
88	603.84	27,925	0.109	0.095	1.578
89	642.89	28,649	0.058	0.050	1.658
90	629.10	29,387	0.085	0.074	1.780
91	517.47	29,937	0.081	0.070	1.905
92	518.65	30,486	0.041	0.035	1.972
93	516.50	31,033	0.049	0.043	2.056
94	539.52	31,590	0.073	0.063	2.185

〈표 6〉 물리적 산림휴양계정 추이(1985-1994)

단위 : 천회

연도	만 18세이상의 총 산림휴양 참가회수	총 인구의 산림휴양 참가회수
85	31,014	49,010
86	34,836	54,153
87	39,227	60,007
88	44,068	66,327
89	47,491	70,371
90	52,308	76,306
91	57,025	82,321
92	60,123	86,108
93	63,804	90,334
94	69,037	97,149

만 18세 이상의 1인당 산림휴양 참가회수의 증가율은 1인당 국민총생산의 계수인 0.868을 국민총생산 증가율에 곱하여 참가회수를 〈표 5〉와 같이 추정하였다. 만18세 이상의 인구 1인당 산림휴양참가회수는 1985년의 1.20회에서 1994년에는 2.18회로 증가하였다.

물리적 휴양계정은 연간 flow인 총 산림휴양 참가회수를 항목으로 하여 〈표 6〉과 같이 작성되었으며, 동 기간동안 2,858만회에서 6,904만회로 2.42배 늘어났다. 1994년도에 만 18세 미만의 인구가 18세 이상의 인구와 동일한 빈도로 산림휴양에 참가한다고 가정할 경우 전국민의 총 산림휴양 참가회수는 9,715만 회로 나타났다.

2. 화폐계정

(1) 목재계정

침엽수림, 활엽수림 및 혼효림의 입목가는 〈표 7〉과 같이 추정되었다. III~IV 영급 입목가는 국내 펄프재 시장을 주도하는 대기업이 펄프재로서 지불하는 평균 입목가인 15,000원에 비하여 약 30% 정도 더 높은 것으로 나타났다. 이는 적용된 조재율 85%가 약간 높은데 기인한 것으로 사료된다.

산림부산물과 임지를 제외한 생산임지로 간주할 수 있는 시업지만을 대상으로 임상별로 입목의 단위가격을 추정하여 작성한 화폐 목재계정은 입목축적의 증가와 목재가격이 상승함에 따라 1985년도 말 1조 6천억원에서 1994년도 말에는 4조 9,493억원으로 3.17배 이상 증가한 것으로 나타났다. 연간 입목가치 증가액은 통합환경경제계정표에서 경제자산으로서 자연자본의 항목에 증가(+)로 계산되어야 하며, 향후 Green GNP 계산시 추가되어야 할 금액이다. 1994년도 현재 입목의 화폐가치는 침엽수림의 경우는 ha당 83만 1천원, 활엽수림은 146만 4천원, 혼효림의 경우 ha당 97만 6천원으로 추정되었다. 시업지 화폐 목재계정의 추이(1985-1994)는 〈표 9〉와 같다.

(2) 탄소 계정

화폐 탄소계정은 산림에 의한 순탄소흡수량에 톤당 탄소세 부과금액을 곱하여 산림의 탄

<표 7> 침·활엽수림 및 혼효림의 III~IV영급 입목가 단위가격 추이(1984-1994)

단위 : 원

연도	침엽수림		활엽수림		혼효림	
	원목가	III~IV영급 입목가	원목가	III~IV영급 입목가	원목가	III~IV영급 입목가
84	48,759	14,628	36,767	11,030	42,748	12,824
85	52,437	15,731	41,645	12,494	47,041	14,112
86	51,968	15,590	45,374	13,612	48,671	14,601
87	53,234	15,970	48,457	14,537	50,846	15,254
88	54,680	16,404	51,071	15,321	52,876	15,863
89	57,644	17,293	55,735	16,721	56,690	17,007
90	58,079	17,424	57,499	17,250	57,789	17,337
91	60,524	18,157	62,867	18,860	61,696	18,509
92	57,545	17,264	74,692	22,408	66,119	19,836
93	68,983	20,695	87,837	26,351	78,410	23,523
94	72,780	21,834	91,816	27,545	82,298	24,689

<표 8> 1994년도 사업지 화폐 목재계정

단위 : 억원

구분	합계	침엽수림	활엽수림	혼효림
기초재고	44,812	17,154	16,043	11,615
생장량	5,425	-	-	-
벌채량	744	-	-	-
연간순증가량	4,681	2,414	1,256	1,011
기말재고	49,493	19,568	17,299	12,626

<표 9> 사업지 화폐 목재계정의 추이(1985-1994)

단위 : 억원

연도	입목의 화폐가치	연간 순증가량의 화폐가치
85	15,604	2,506
86	16,819	1,215
87	18,132	1,313
88	20,232	2,100
89	23,727	3,495
90	26,817	3,090
91	31,563	4,746
92	36,448	4,885
93	44,812	8,364
94	49,493	4,681

톤당 탄소세 \$50 부과시 1994년 현재 산림에 의한 탄소순흡수가치는 \$224백만이며, 장벌기 벌채정책을 택하여 탄소를 100년 흡수 고정할 수 있다면 그 가치는 \$331백만에 달한다. 이를 임상별로 나누어 보면 ha당 침엽수림은 2만 3천원(\$1=750원), 활엽수림은 3만 2천원으로 나타났다.

(3) 산림휴양 계정

추정된 소비자잉여로부터 만 18세이상 인구의 총 산림휴양가치는 1985년도 1조 915억원에서 1994년도에는 3조 1,860억원으로 동기간동안 2.9배 증가하였다. 이는 산림휴양수요의 폭발적인 증가에 기인한 것으로, 국민들이 산림의 이용에 있어서 산림의 다양한 가치중 산림휴양기능에 큰 비중을 두고 있는 것으로 판단된다. 따라서 추후 천연림과 인공림 등 임상별 산림형태에 따른 국민의 선호를 파악하여 산림의 개발·이용계획을 수립하고, 산

소고정기능의 가치를 평가하였다. \$50의 탄소세가 지난 10년 동안에 부과된다고 가정하여 입목에 의한 탄소 흡수 고정기간 50년과 100년에 대한 시나리오 분석으로 변화를 추정하여 작성하였다. 탄소흡수 고정기간 50년에

〈표 10〉 화폐 탄소계정 추이(1985-1994)

단위 : \$백만

연도	탄소세 \$50, 흡수고정기간 50년			탄소세 \$50, 흡수고정기간 100년		
	침엽수림	활엽수림	소 계	침엽수림	활엽수림	소 계
85	94.277	82.287	176.565	123.647	118.778	242.425
86	93.403	71.354	164.757	124.312	102.720	227.032
87	105.172	105.936	211.108	143.752	158.162	301.914
88	107.619	121.719	229.338	152.753	185.468	338.220
89	103.231	140.486	243.717	167.966	226.661	394.627
90	66.637	119.225	185.862	133.174	209.968	343.143
91	30.140	118.843	148.983	89.868	223.123	312.992
92	57.346	112.617	169.962	104.012	203.011	307.023
93	93.743	111.501	205.244	137.025	183.151	320.176
94	115.919	108.416	224.335	161.312	170.359	331.672

〈표 11〉 화폐 산림휴양계정 추이(1985-1994)

단위 : 억원

연도	1인당 월평균 수정소득(원)	소비자잉여 (원)	총 산림휴양가치 : 만 18세이상 인구	총 산림휴양가치 : 총 인구
85	109,910	35,196	10,915.6	13,936.6
86	124,680	35,604	12,403.0	15,558.9
87	148,120	36,255	14,221.8	17,993.4
88	171,820	36,918	16,269.1	20,375.9
89	215,460	38,152	18,118.7	22,488.8
90	253,140	39,229	20,519.8	25,223.4
91	311,710	40,925	23,337.3	28,530.7
92	370,460	42,651	25,642.8	31,190.6
93	413,230	43,922	28,024.0	33,847.3
94	487,250	46,149	31,860.2	38,340.0

림훼손 및 타용도 전용시 산림휴양기능에 대한 국민들의 가치를 고려하여 신중하게 정책 결정을 수립하여야 할 것으로 사료된다.

만약 만 18세 미만의 인구가 18세 이상의 인구나 동일한 빈도로 산림휴양에 참가하되 산림휴양에 대한 가치부여액이 1/2이라고 가정하는 경우, 전 국민의 총 산림휴양 가치는 1985년도 1조 3,937억원에서 1994년도에는 3조 8,340억원으로 증가한 것으로 나타났다.

IV. 結 論

산림의 다양한 기능중 목재생산기능, 탄소 고정기능, 휴양기능에 한하여 1985년부터 1994년까지 물리적·화폐적 산림자원계정을 작성하여, 경제자산으로 국민총생산에 포함될 수 있는 목재생산 부문이 국민경제에 미치는 영

향을 규명하였다. 다만, 산림자원계정의 특성상 연간 축적과 흐름의 측정이 어렵거나 연도별 데이터가 명확하지 않은 경우, 기존의 연구 및 기초 자료 부족으로 계량화가 힘들거나, 경제적 가치가 없는 기능의 경우는 이 연구에서 제외되었다. 따라서 대기정화 기능중 환경개선기능, 수원함양기능, 토사유출 및 붕괴방지기능, 야생동물보호기능을 포함한 생물종다양성 유지 기능 등은 본 연구에서 제외되어 계정대상에는 포함되지 않았다. 이와 더불어 환경오염에 의한 산림피해를 계정에 표시하여야 하나 임지생산력 저하 혹은 임목의 생산 부진에 관한 연구가 미진한 관계로 고려하지 않았다.

목재생산기능을 나타내는 목재계정은 사업지의 임목축적만을 경제자산으로 간주하여 IPCC에서 제안하는 방법에 따라 각년도의 임상별

임목축적을 계산하였으며, 벌채량은 용도별 국내재 공급량을 이용하였다. 병충해, 산불, 산림훼손 및 자연적 손실에 대한 임상별 임목축적의 연도별 자료가 미흡한 관계로 계정은 당해 연도 期初 및 期末 임목축적, 벌채량, 임목축적 연간순증가량의 항목으로 임상별 물리적 목재계정을 작성하였다. 1994년도 현재 임목의 화폐가치는 침엽수림의 경우는 ha당 83만 1천원, 활엽수림은 146만 4천원, 혼효림은 97만 6천원으로 계산되었으며, 침엽수림의 탄소순흡수량 화폐가치(탄소세 \$50, 탄소 흡수 고정기간 50년인 경우)는 2만 3천원/ha, 활엽수림은 3만 2천원/ha로 나타났다.

우리 나라의 산림은 인위적으로 관리되고 있음으로 임목축적의 변동, 즉 연년 순성장량(1994년도 4,681억원)은 경제자산으로서 국민 소득계정에 반영되어야 한다. 향후 탄소세 도입으로 산림의 이산화탄소 흡수·고정 능력에 따라 정부 혹은 탄소배출 기업으로부터 보상 혹은 보조를 받을 경우 탄소고정 기능은 환경서비스인 경제자산으로 간주되어 Green GNP에 포함될 수 있을 것이다. 다만, 그 외의 산림의 공익적 기능의 가치는 현재는 시장에서 거래되거나 소유가능성이 명확하지 않아 현실점에서는 당분간 Green GNP 추계시 제외하였으나 이러한 부문에 대한 거래질서나 소유권이 확립될 경우 고려될 수 있을 것이다.

인공림 혹은 천연림 위주의 자원조성정책 혹은 경제정책 수립시 동 정책으로 인하여 얻게 되는 유형·무형의 가치(편익)와 잃게 되는 유형·무형의 가치(비용)를 비교해야 하며, 이럴 경우 자원별 산림자원계정의 변화를 예측함으로써 정책영향 평가를 실시할 수 있을 것이다. 만약, 산림의 목재생산과 탄소흡수기반을 고려한다면 침엽수 위주의 조림정책은 재고되어야 할 것으로 사료된다. 특히, 국토이용계획에 따라 임지가 타용도로 전환될 경우 산림손실로 인한 비용은 ha당 목재생산, 탄소흡수의 화폐적가치 추정뿐만 아니라 이로 인한 기회비용까지도 포함한 확대비용편익분석(Extended Benefit-Cost Analysis)을 사용해야 할 것이다.

산림의 가치에 대한 관심이 점증하는 가운데

대 가치평가에 있어 경제적 이론에 근거한 체계적인 평가방법의 검토가 요구되고 있다. 목재 및 기타 임산물은 시장평가 및 가격에 의하여 화폐가치화가 가능하며, 수자원함양, 탄소고정, 휴양기회제공, 생물다양성유지기능 등은 국제적으로 통용되는 평가기법을 사용하여 산림계정을 작성할 수 있다. 산림 공익기능 평가에는 생산함수법, 가계생산함수법 및 실험적시장접근법 등을 함께 적용하여 비교·분석하는 것이 타당하며, 특히 미래세대에 대한 고려와 소득분포에 따르는 영향을 충분히 감안하여야 한다. 이는 산림의 공익기능은 현재세대뿐만 아니라 장래세대에게도 영향을 미침으로, 미래에 나타날 산림의 공익기능을 평가할 경우, 세대간 형평문제를 야기시키기 때문이다. 영(0)보다 큰 할인율을 적용한다면 현재대가 향유하는 산림의 공익기능이 미래세대의 가치 보다 더 크던가, 산림환경가치가 할인율의 속도로 계속하여 재생산이 가능하다는 전제 위에서 가능하기 때문이다.

환경지표로서의 산림자원계정과 함께 시장가격이 존재하지 않는 산림의 환경보전기능의 평가는 산림의 효율적이고 지속가능한 이용을 위한 전제조건 즉, 가격(또는 가치) 정보의 객관화를 어느 정도 충족시킬 수 있다. 산림의 환경보전기능의 가치 평가가 어려운 경우 사회 전체의 합의에 도달하는 의사결정과정을 돕는 도구로서 산림자원계정은 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

引用文獻

1. 권영현. 1992. 국내 목재수급 및 유통실태에 관한 연구 - 목재집하장을 중심으로. 서울대학교 석사학위 논문. 56pp.
2. 김갑덕·김철민. 1988. 국내 삼림 바이오매스의 생산에 관한 연구와 동향. 임산에너지, 8(2) : 94-107.
3. 김승우·김정인·윤여창. 1994. 환경계정 구축에 관한 연구. 한국환경기술개발원.
4. 김승우. 1993. ESSD 달성을 위한 거시환경경제 지표개발 및 정책수단개선 연구. KETRI/ 1993/ RE-11. 한국환경기술개발원.

- 발원. 119pp.
5. 김재준 외 4인. 1994. 산림의 공익적 기능의 계량화. 산림경제연구, 2(1) : 127-139.
 6. 박동균. 1996. 산림자원계정 개발과 정책 영향 평가에의 이용 - 목재생산, 탄소고정, 산림휴양을 중심으로 -. 서울대학교 박사학위 논문. 125pp.
 7. 산림청. 1985-1994. 임업통계연보 각년도.
 8. 산림청. 1992-94. 임산물생산통계 각년도.
 9. 산림청. 1994. 산림 100개년 계획 수립을 위한 기초 연구.
 10. 오호성. 1993. GREEN GNP 연구의 현황과 과제. 환경경제연구, 2(1) : 1-20.
 11. 오호성. 1995. 환경과 경제의 조화 : 녹색사회로 가는 지름길. 조선일보사.
 12. 유병일 · 성규철 · 김의경 · 김사일. 1985. 국내재 유통에 관한 연구. 한국임학회지, 71 : 1-8.
 13. 유종권. 1995. 환경세 도입에 관련된 몇 가지 논점. 환경경제연구, 4(1) : 241-254.
 14. 윤여창. 1995. 산림의 환경보전기능에 대한 평가. 자원경제학회지, 5(1) : 137-164.
 15. 이정전. 1995. 환경세에 대하여. 환경경제연구, 4(1) : 220-240.
 16. 임업연구원. 1993. 산림의 공익적 기능의 계량화 연구(Ⅲ). 과학기술처.
 17. 임업연구원. 1992. 산림의 공익적 기능의 계량화 연구(Ⅱ). 과학기술처.
 18. 임업연구원. 1991. 산림의 공익적 기능의 계량화 연구. 과학기술처.
 19. 정세경 · 이경학 · 이홍균. 1994. 주요수종의 임목자산평가(Ⅱ) - 잣나무, 참나무, 소나무. 임업연보, (50) : 96-111.
 20. 정현식 · 이해춘. 1995. 탄소세 부과와 한국산림의 가격구조 변화. 환경경제연구, 4(1) : 113-150.
 21. 최민휴 · 조응혁. 1974. 목재시장 유통조사. 임시연보 21호. pp157-170.
 22. 최용일. 1994. Green GNP 제도의 도입에 따른 환경영향평가제도 개선방안. KDI 정책보고서 94-16. 한국개발연구원. 134pp.
 23. 통계청. 1983-1995. 한국통계연감. 각년도.
 24. 통상산업부 · 에너지경제연구원. 1995. 기후변화협약 관련 국가보고서 작성 및 대응방안 연구(상, 하).
 25. 石 弘光 編. 1993. 環境稅 : 實態の仕組.
 26. 嘉田良平 · 濑野耕太 · 新保輝幸. 1995. 農林業の外部經濟效果と環境農業政策. 多賀出版. 297pp.
 27. Ahmad, U.J., S. El Serafy and E. Lutz, 1989, Environmental Accounting for Sustainable Development, The World Bank, Washington D.C. 100pp.
 28. Bartelmus, Peter, Ernst Lutz. and Stefan Schweinfest. 1992. Integrated Environmental and Economic Accounting : A Case Study for Papua New Guinea. Environment Working Paper No.54, The World bank, Washington, D.C.
 29. Cooper, Joseph C. 1994. A comparison approaches to calculating confidence intervals for benefit measures from dichotomous choice contingent valuation surveys. Land Economics, 70(1) : 111-122.
 30. Hultkrantz, L. 1992. National Account of Timber and Forest Environmental Resources in Sweden. Environmental and Resource Economics 2 : 286-305.
 31. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change). 1991. Climate Change : The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
 32. IPCC. 1994. Greenhouse gas inventory reference manual.
 33. IPCC. 1994. Greenhouse gas inventory workbook.
 34. Lutz, Ernst and S. El Serafy. 1988. Environmental & Resource Accounting : An overview. Working Paper No.6, Environment Department, World Bank.
 35. OECD Environment Directorate. 1993. Natural Resource Accounts : Conclusions from OECD work and progress in Member countries. prepared for the Group

- on the State of the Environment. OECD, Paris.
36. Peskin, Henry M. 1989. Accounting for Natural Resource Depletion & Degradation in Developing Countries. Working Paper 13. Environment Department, World Bank.
37. Price, C. 1989. The Theory and Application of Forest Economics. Basil Blackwell Ltd.
38. Repetto, Robert, William Magrath, Michael Wells, Christine Beer, Fabrizio Rossini. 1989. Wasting Assets : Natural Resources in the National Income Accounts. WRI. 68p.
39. Wibe, S. and T. Jones. 1992. Sweden : In, Soren Wibe and Tom Jones(eds.) Forests - Market Failures : Five Case Studies. OECD, Paris.
40. Kim, D.K. and Y.C. Youn. 1997. Evaluation of Forest Recreation Benefits in Korea by Dichotomus Choice Contingent Valuation Approach. Unpublished paper. 24pp.