

산지전용에 따른 우리나라의 임목바이오매스 탄소배출량¹

권순덕² · 서정호² · 손영모² · 박영규²

Biomass Carbon Emissions according to Conversion of Forest Land in Korea¹

Soon-Duk Kwon², Jeong-Ho Seo², Yeong-Mo Son² and Young-Kyu Park²

요 약

본 연구는 기후변화협약에 대응하기 위해 우리나라의 산지전용에 따른 탄소배출량을 측정할 목적으로 수행되었다. 산지전용자료는 2000년부터 2004년까지 최근 5년간 산림기본통계자료에서 추출하였으며, 임목바이오매스 탄소배출량은 임상별 바이오매스 확장계수와 탄소전환계수를 이용하였다. 최근 5년동안 산지전용면적은 연평균 약 7.2천ha가 타용도로 전용되었으며, 임목축적은 연평균 약 212천m³이 벌채되었다. 최근 5년간 산지전용에 따른 임목바이오매스 총탄소배출량은 연평균 105천tC 배출한 것으로 나타났으며, 임상별 임목바이오매스 탄소배출량은 침엽수림이 54천tC, 활엽수림이 51천tC 배출한 것으로 나타났다. 최근 5년간 산지전용에 따른 ha 당 탄소배출량은 연평균 약 14.4tC/ha로 나타났으며, 임상별로는 침엽수림이 약 13.3tC/ha, 활엽수림이 18.5tC/ha로 나타났다. 따라서 활엽수림이 단위면적당 탄소를 더 많이 배출하는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

This study was achieved by purpose to measure carbon emissions by conversion of forest land in Korea to correspond to UNFCCC. The conversion of forest land data extracted in forest basis statistical data during the latest 5 years from 2000 to 2004, and biomass carbon emissions used biomass extension factor by forest types and carbon conversion factor. During the latest 5 years, the forest land of the annual means about 7,200ha was converted as other expenditure and tree volume of the annual mean about 212,000m³ was felled. It was calculated that total biomass carbon emissions by conversion of the forest land emits annual mean 105,000tC during the latest 5 years. Biomass carbon emissions by forest types was calculated that coniferous forest emits

1. 접수 2005년 9월 8일 Received on September 8, 2005.

2. 국립산림과학원 산림경영과 Department of Forest Management, Korea Forest Research Institute, 207, Cheongyangni-2 dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-712, Korea.

54,000tC and deciduous forest emits 51,000tC. It was calculated that carbon emissions per ha by conversion of the forest land emits annual mean 14.4tC/ha during the latest 5 years. Seeing by forest types, coniferous forest emits 13.3tC/ha and deciduous forest emits 18.5tC/ha. Therefore, it was shown that deciduous forest emits more carbon per unit area than coniferous forest.

keyword : conversion of forest land, biomass, emissions, UNFCCC, Korea

서론

2005년 2월 16일 교토의정서가 정식 발효됨에 따라 교토의정서를 비준한 146개 국가 중 37개 선진국들(부속서 I 국가)은 제1차 공약기간(2008~2012) 동안 1990년 대비 평균 5.2% 이하로 온실가스 배출량을 감축하여야 한다. 산림부문에서 온실가스 배출량 감축에 관한 사항을 마라케쉬합의문에서 살펴보면 신규조림 및 재조림 활동, 산림경영을 통한 온실가스 흡수량과 산림전용으로 인한 온실가스 배출량을 부속서 I 국가에 할당된 의무감축량에 포함시킬 수 있도록 하였다. 물론 1차 공약기간 동안 부속서 I 국가에게만 한정된 것이지만, 이 규칙이 산림부문에 주는 영향은 매우 크다. 향후 우리나라가 온실가스 감축의무부담을 질 경우 산림 흡수원을 잘 활용하여 국가에 할당된 온실가스 의무감축량을 상쇄할 가능성이 열렸기 때문이다. 이런 의미에서 많은 사람들이 기후변화협약 및 교토의정서가 산림 부문엔 도리어 좋은 기회일 수도 있다는 전망을 내놓고 있다.

이런 시점에서 지난 2005년 11월 기후변화협약 제11차 당사국총회가 캐나다 몬트리올에서 열렸으며, 이번 당사국회의에서 다루어진 의제 중 산림부문의 가장 큰 이슈는 개도국의 산림전용 방지에 대한 사항이었다. 개도국 산림전용 방지는 PNG와 코스타리카가 열대 개도국의 지원을 받아 제안한 의제로, 2000년 인위적 온실가스 배출량의 20% 이상을 차지하는 개도국의 산림전용을 방지하기 위한 실질적 대안이 필요하다는 주장이었다. 두 나라는 개도국 산림전용을 방지하기 위한 현행 교토의정서와 다른 새로

운 의정서를 제정하거나 현재의 교토의정서와 마라케쉬합의문을 개정하여 개도국의 산림전용에 대한 보상 감축을 인정하자는 구체적인 대안을 제시하였다. 이러한 열대림이 대부분인 개발도상국들 중 브라질과 인도네시아의 산림전용면적의 추이를 살펴보면 브라질 아마존지역의 산림전용면적은 2001년 18,165km²에서 2002년 23,266km²로 증가하였고, 인도네시아는 1987~1997년 간 17,000km², 2003년 21,000km²의 산림이 벌채되어 타용도로 전용되었다(Marcio Santilli 등, 2005). 이러한 추정치는 열대지역의 산불영향은 제외된 것이고 산불까지 포함한다면 보다 많은 면적이 산림전용되었을 것이라고 추정된다. 따라서 개도국의 산림전용의 방지는 UNFCCC의 궁극적 목적인 온실가스 농도 안정화에 결정적 역할을 한다고 할 수 있다.

최근 우리나라도 무분별한 개발로 인해 많은 산림이 파괴되어 심각한 사회적 문제를 야기시켰다. 이러한 산림파괴는 산림의 고유기능인 탄소 저장고나 흡수원으로서의 역할이 줄어들어 거대한 이산화탄소 방출원이 될 수 있다는 점에서 그 문제의 심각성이 있다. 우리나라의 산지전용 상황을 살펴보면 2004년 말 산지전용면적중 보전산지가 2,027ha(25%), 준보전산지는 5,925ha(75%)가 타용도로 전용되었다. 용도별 산지전용면적은 택지가 1,751ha(22%), 도로가 1,539ha(19%), 공장용지가 1,158ha(15%), 농업용지가 357ha(4%) 순으로 나타났다(임업통계연보, 2005).

이와 같이 교토의정서가 발효된 시점에서 우리나라는 교토의정서상 온실가스 감축의무부담국으로 조만간 의무부담을 받을 것으로 예상된다. 의무부담국은 국제적 기준에 맞는 정확하고

신뢰성 있는 온실가스 흡수/배출 통계를 보고해야 할 입장이고 산지전용에 따른 탄소배출량 추이에 근거하여 산지관리정책을 수립해야 한다.

따라서 본 연구는 연차별로 작성되는 산림기본통계자료를 이용하여 기후변화협약에 대응하기 위한 우리나라의 산지전용 상황을 파악하고 산지전용에 따른 임상별 임목바이오매스 탄소배출량을 산출하기 위한 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

1. 분석자료

산지전용에 따른 탄소 배출량 분석을 위해 본 연구에서 사용한 자료는 산림청에서 데이터베이스로 구축되고 있는 산림기본통계조사자료를 이용하였다. 산림기본통계조사자료는 시·군·구·국유림관리소단위로 매년 산림의 면적과 축적 변동상황을 소유별, 임상별, 지종별, 영급별로 구분하여 산림청 통계정보시스템에 입력함으로써 정확하고 신뢰성 있는 통계를 작성하기 위한 것이다. 산림기본통계조사자료에서 산지전용부분은 도남별과 무허가 벌채 및 불법개간 등을 불법개간으로, 적법한 절차에 의거 산림이 전이나 답 등 타용도로 전환되어 사업이 완료된 것을 지목변경으로, 그리고 지목변경 없이 정상적인 허가를 취득한 후 산림을 개발하는 것을 형질변경으로 구분하고 있다. 본 연구에 사용된 산림기본통계자료는 2000년부터 2004년까지 5년간 자료를 이용하여 임상별로 구분한 후 년도별로 임목바이오매스 탄소배출량을 분석하였다. 이렇게 최근 5년간 자료를 이용한 이유는 산지전용은 사회·경제적 여건변화에 따라 변화가 심하기 때문에 우리나라 평균적인 산지전용현황을 파악하기 위해서 이용하였다.

2. 임목바이오매스 탄소배출량 분석방법

임목바이오매스 탄소배출량 분석방법은 Figure

1과 같이 줄기재적을 전체 바이오매스로 전환하여 탄소전환계수를 곱하여 탄소배출량을 구한다. 먼저 산림기본통계자료에서 임상별로 간재적을 계산하고 임상별 줄기밀도를 곱하여 줄기 바이오매스량을 구한다. 여기에 임목의 전체 바이오매스량 즉, 수간부위와 줄기, 잎, 뿌리부분의 바이오매스량을 계산하기 위해 다시 바이오매스 확장계수를 곱하여 산지전용된 산림의 전체 바이오매스량을 산출하였다. 최종적으로 이 값에 바이오매스에 포함되어 있는 탄소비율 즉 탄소전환비(IPCC 일반값 : 0.5)를 곱하여 탄소배출량을 구하였다.

계산과정에서 임상별 줄기밀도와 바이오매스 확장계수는 침엽수의 경우 대표적인 조림수종인 잣나무의 줄기밀도 값인 0.47⁶⁾을 사용하였고, 활엽수의 경우 상수리나무의 줄기밀도 값인 0.80⁶⁾을 사용하였고, 혼효림은 축적을 반분하여 각각의 임상에 포함시켜 바이오매스량을 분석하였다. 또한 바이오매스 확장계수는 침엽수의 경우 1.651⁶⁾을 사용하였고, 활엽수는 1.720⁶⁾을 사용하였다.

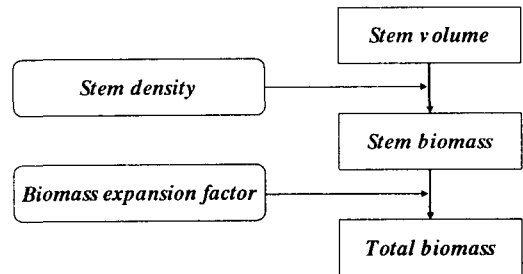


Figure 1. Biomass expansion process from stem wood volume to total biomass.

연구결과

1. 산지전용 추이

년도별 산지전용 면적은 년도별로 차이가 있지만 5년간 연평균 약 7.2천ha가 타용도로 전용되고 있으며, 임상별로는 침엽수림이 다른 임상

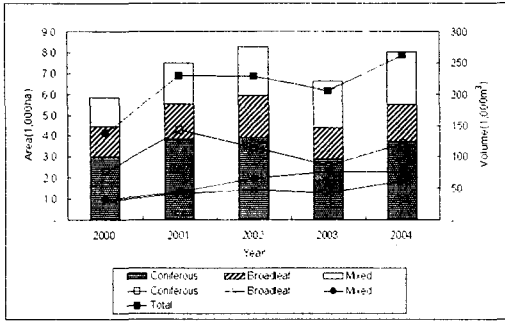


Figure 2. The conversion state of forest land by year.

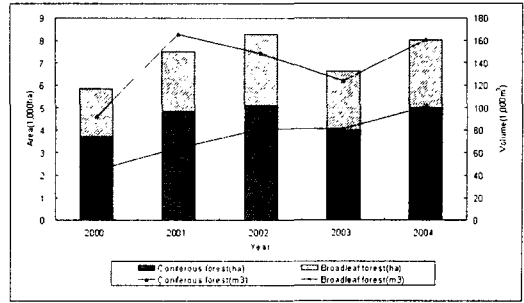


Figure 3. The change of area and volume by forest type.

에 비해 타용도로 많이 전용되고 있는 실정이다. 산지가 타용도로 전용되는 임목축적은 5년간 연평균 약 212천 m^3 이 벌채되고 있으며, 임상 또한 침엽수림이 다른 임상보다 많이 벌채되고 있는 실정이다.

2. 임상별 임목바이오매스 탄소배출량

산지전용에 따른 임상별 면적 및 축적과 임목 바이오매스 탄소배출량을 산출한 결과는 Figure 3과 Figure 4와 같다. 임상별 산지전용면적 및 축적은 침엽수림이 높게 나타났으며, 5년간 연평균 침엽수림의 산지전용 면적은 4,522ha, 활엽수림은 2,729ha로 나타났다. 수간재적은 5년간 연평균 침엽수림은 138천 m^3 , 활엽수림은 74천 m^3 벌채된 것으로 나타났다.

임상별 임목바이오매스 탄소배출량을 살펴보면 활엽수림은 점차 증가하는 경향을 보이고 있으며, 5년간 연평균 침엽수림의 탄소배출량은 54천tC, 활엽수림은 51천tC로 나타났다. 5년간 연평균 ha당 탄소배출량은 침엽수림이 약 13.3tC/ha, 활엽수림이 18.5tC/ha로 나타나 단위 면적당 탄소배출량이 침엽수림 보다 높은 것으로 나타났다.

3. 산지전용에 따른 임목바이오매스 탄소배출량

산지전용은 사회적 수요와 정책방향에 따라

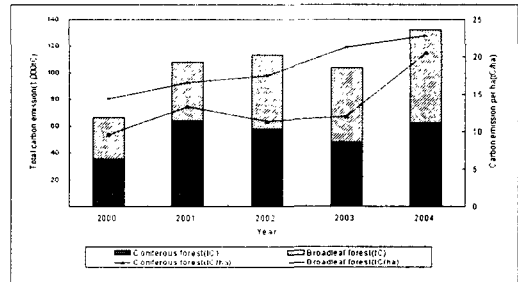


Figure 4. Biomass carbon emissions by forest type.

변화가 많은 것으로 전용면적은 2004년 현재 2000년 보다 약 3천ha가 증가하였고, 5년간 연평균 약 7.2천ha가 타용도로 전용된 것으로 나타났다. 임목축적은 2000년 보다 2004년에는 약 125천 m^3 이 벌채되었으며, 5년간 연평균 약 212천 m^3 이 벌채된 것으로 나타났다. 임목바이오매스 탄소배출량은 2002년을 기준으로 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 2004년에는 2002년 보다 약 15천tC이 감소하였다. 5년간 연평균 탄소배출량은 104천tC 배출된 것으로 나타났으며, ha당 임목바이오매스 탄소배출량은 5년간 연평균 14.4tC/ha로 나타났다.

결과 및 고찰

본 연구는 기후변화협약에 대응하기 위해 우리나라의 산지전용에 따른 탄소배출량을 측정할 목적으로 수행되었다. 산지전용자료는 최근

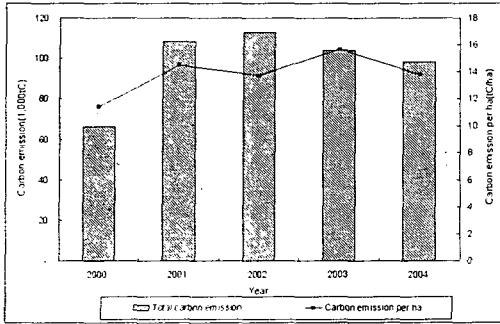


Figure 5. Total Biomass carbon emissions due to conversion of forest land.

5년간(2000-2004) 산림기본통계자료에서 산지전용으로 구분된 불법개간, 지목변경, 산림형질변경에 자료를 취합하여 임목바이오매스 탄소배출량을 추정하였다.

산지전용추이는 사회적·경제적 사항에 변화가 심하며, 최근 5년간 연평균 약 7.2천ha가 타용도로 전용되었으며, 침엽수림이 가장 많이 타용도로 개발되고 있는 실정이다. 산지전용에 따라 벌채되는 임목축적은 5년간 연평균 약 212천m³이 벌채되었다.

임상별 임목바이오 탄소배출량은 침엽수림의 경우 5년간 연평균 탄소를 54천tC 배출하는 것으로 타나났으며, 활엽수림은 5년간 연평균 51천tC 배출하여 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 5년간 연평균 ha당 탄소배출량은 침엽수림이 약 13.3tC/ha, 활엽수림이 18.5tC/ha로 나타나 침엽수림 보다 단위면적당 탄소배출량이 높은 것으로 나타났다.

산지전용에 따른 5년간 연평균 탄소배출량은 104천tC 배출된 것으로 타나났으며, ha당 임목바이오매스 탄소배출량은 5년간 연평균 14.4tC/ha로 나타났다. 임목바이오매스 탄소배출량은 2002년을 기준으로 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 2004년에는 2002년 보다 약 15천tC이 감소하였다.

이와 같이 산지전용에 따른 가장 큰 문제점은 임목 지상부 제거로 인한 지상부 탄소량에 급격한 감소가 발생하고, 또한 타용도전환으로 인해

산림토양이 파괴됨으로서 임분내 미기후의 변화와 함께 산림 토양내 부식이 증가하여 미생물에 의한 토양 유기물의 분해가 촉진되고 미생물에 의한 호흡으로 상당량의 이산화탄소가 방출된다는 것이다. 이러한 산지전용에 따른 산림 토양내 탄소의 자연방출에 관해서는 아직까지 불확실한 면이 많지만 우리나라는 토양내 탄소량에 대한 연구가 미진한 실정이다. 따라서 산지전용에 따른 임지내 토양탄소변화에 관한 연구와 여러 가지 산림사업과 임지내 이산화탄소 방출량과의 관계를 파악하는 연구도 병행되어야 할 것이다. 또한 산림전용에 따른 배출량을 확인하고 모니터링할 수 있는 체계적인 연구와 온실가스 배출권과 관련하여 산림전용 방지노력으로 인해 발행되는 온실가스 배출권의 공급 가능량에 대한 연구가 필요할 것이다.

인 용 문 헌

1. 국립산림과학원. 2004. 연구사업보고서(산림경영분야, 5-3). pp.533-560.
2. 김갑덕, 김철민, 1988. 국내 산림 Biomass의 생산에 관한 연구. 임산에너지 8(2) : 94-107.
3. 산림청. 1997. 산림기본통계조사지침. 산림청. p95.
4. 산림청. 2005. 임업통계연보.
5. 이경학, 임재규. 2004. 기후변화협약 제3차 대한민국 국가보고서 작성을 위한 기반구축 연구(제1차년도). -임업부문 온실가스 통계작성에서의 IPCC 우수실행지침 적용성 분석-에너지경제연구원. p147.
6. 임업연구원. 1996. 한국산림과 온실가스. 임업연구원 연구자료 126호.
7. 에너지경제연구원. 2004. 기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략에 관한 연구. 에너지경제연구원.
8. IPCC. 2000. Land Use, Land-Use Change and Forestry, Cambridge University Press.
9. Marcia Santilli, Paulo Mountinho, Stephan

- Schwartzman, Daniel Nepstad, Lisa Curran and Carlos Nobre. 2005. Tropical Deforestation and the Kyoto Protocol. *Climatic Changer* 71 : 267-276.
10. Philip M. Fearnside, William F. Laurance. 2004. Tropical Deforestation and Greenhouse-Gas Emissions. *Ecological Applications* 14 (4) : 982-986.
11. P. Moutino, S. Schwartzman(ed.). 2005. Tropical Deforestation and Climate Change, Amazon Institute for Environmental Research, pp.131.