

[단보]

수확된 목제품의 탄소격리 성능 평가기준 변화 동향

정 우 양*

전남대학교 산림자원학부

Trend of Evaluation Standard Change for the Carbon Sequestration of Harvested Wood Products

Woo Yang Chung*

Div. of Forest Resources, Chonnam National University

**Corresponding author: wychung@jnu.ac.kr*

ABSTRACT

'Climate change' means a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods. 'Greenhouse Gas' is main anthropogenic cause of Global Warming and Climate Change of the Ecosystem, 'The Earth'. International society and UN have focused on the Greenhouse Gases — CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ —, and made many efforts to mitigate the Climate Change by lowering the greenhouse gas inventory with international cooperation. They started to organize UNEP, WCED to arouse the issue of the development and environment problem, and finally IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change) to support UNFCCC with information and knowledge by expert working group and research activities. IPCC developed and improved some guidelines to evaluate national greenhouse gas inventory since 1995 to get more complete, consistent, comparable, transparent and accurate greenhouse gas emission and removal calculation results of each country. It paid attention to the effect of 'Harvested Wood Products(HWP)' as the sink of Carbon Dioxide sequestration and developed the approaches and calculation formula for the HWP with carbon conversion factor and half life. Consequently, 2006 IPCC guidelines and 2013 KP supplementary and Good Practice Guidance are the officially accepted two evaluation tools with different HWP sorting accompanied with different conversion factor, half life and tier classification. Comparison of the greenhouse gas inventory data from these evaluating tool would be meaningful to supply measurable, reportable and verifiable greenhouse gas inventory including the effect of HWP for each country during Paris Climate Agreement era.

Additional key words: Climate change, Greenhouse gas, Harvested Wood Products(HWP), CO₂ sequestration, National greenhouse gas inventory

기후변화를 완화하기 위한 국제사회의 노력

20세기 말에 들어서 기상 이변으로 인한 재해가 급격하게 증가함에 따라 세계적으로 지구 온난화에 많은 관심이 집중되고 있다. 1972년 스톡홀름에서 개최된 UN인간환경회의(UNCHE)에서 UN환경프로그램(UNEP)을 케냐 나이로비에 설립하기로 합의한 이래, 1983년 경제개발에 따른 환경 파괴문제를 다루기 위해 창립된 WCED(World Commission on the Environment & Development)는 “Our Common Future on Sustainable Development”라는 제목의 보고서를 발간하였다. 1988년에는 WMO와 UNEP은 기후변화에 관한 정보 교환과 전문가 수준의 기술교류를 목적으로 정부간 기후변화 협의체인 IPCC를 창립하였는데 이 IPCC는 이른바 ‘자연 자본주의(Nature Capitalism)’를 표방한 “Agenda 21”을 채택한 리우 환경회의(1992) 이후, 강력한 전문지식과 광범위한 정보를 바탕으로 지구의 기후변화를 늦추기 위한 구체적 실천기구인 1994년부터 발효된 유엔기후변화협약(UNFCCC: UN Framework Convention on Climate Change)를 지원해 오고 있다. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에 따르면 인간의 사회·경제활동으로 인해 기후변화가 일어나고 있으며, 온실가스(CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs, SF_6) 배출량은 1970년과 2004년 사이에 70% 증가하였으며, 점점 더 심화되고 있다. 이러한 지구 온난화의 완화 및 대응을 위한 방안을 마련하기 위해 유엔기후변화협약(UNFCCC)은 기후변화협약의 구체적인 이행방안을 논의하기 위해 1995년부터 매년 대륙별로 돌아가며 세계적인 규모의 회의인 당사국총회(COP; Conference of Parties)를 개최해오고 있으며, 1997년 교토에서 열린 제3차 당사국총회에서 온실가스의 구체적 감축목표를 설정한 교토의정서(Kyoto Protocol)를 발효하였고, 이로 인해 EU 등 의무감축국들은 이미 온실가스 감축을 시행하고 있으며, 교토의정서에 서명하지 않은 선진국 및 의무감축국에 포함되지 않는 국가들 또한 자발적으로 온실가스 감축을 위해 노력해 왔으나, 미국 등 선진국의 탈퇴 등으로 인해 그 효력이 반감되어오다 2015년 파리에서 열린 COP21에서 합의한 Paris Climate Agreement가 선진국과

개도국이 모두 참여하는 ‘신기후체제’로 자리잡기에 이르렀다.(정과 임, 2011) (3)

우리나라 또한 온실가스 감축을 위해 2013년, 정부는 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따라 산림의 탄소흡수 기능을 유지하고 증진시킴으로써 기후변화에 대응하기 위한 목적으로 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」을 제정했다. 이에 따르면 목제품에 저장된 탄소를 유지하고 증진시킬 수 있도록 ‘목제품의 이용증진 시책’을 수립하고 시행하여야 하며, 목제품에 저장된 탄소의 흐름을 파악하기 위하여 ‘목제품 생산 전 과정에 관한 유통 및 이용 실태’를 파악하여야 한다. 또한 제 13조 3항에 따르면 목제품 이용증진 활동을 통하여 추가적으로 목제품에 저장된 탄소량은 운영표준에 따라 상쇄실적에 사용할 수 있다고 명시되어 있기 때문에 목제품에 저장된 탄소량에 대한 연구가 필요하다. 또한 2015년, 정부는 2030년 국가 온실가스 감축목표를 “배출전망치(BAU; Business as Usual) 대비 37% 감축”하는 것으로 최종 결정하였다. 현재 환경부로부터 배출권을 할당받은 기업은 총 527개로 그 중 7개의 목재관련기업체와 44개의 제지회사가 포함되어 있다. 하지만 목재산업계에서는 아직 배출권 거래제에 대응할 수 있는 방안이 마련되어 있지 않기 때문에 배출권거래제에 대응하기 위한 연구가 이루어져야 한다.

국가별 온실가스 인벤토리 산정을 위한 가이드라인의 설정

IPCC는 설립 이후, 각국의 기후 및 환경분야 전문가들의 의견을 종합하고, 국가별 온실가스 배출 및 흡수에 관한 방법론을 비교분석하고, 아시아, 아프리카, 유럽 등 세계 각 지역을 순회하는 워크숍 등을 통해 국제적으로 공인된 국가별 온실가스 인벤토리를 산정하기 위한 가이드라인을 최초로 채택, 발표하였으며(1995년), 이후로 수시로 개선, 보완해 오고 있다. 즉, 1997년 일본 교토에서 개최된 UNFCCC 3차 당사국총회(COP 3)에서 1996년판 개정판을 온실가스 감축을 위한 1차 시행기간(2008~2012년) 동안의 국가별 온실가스 감축 목표치를 달성하기 위한 공식 방출량 및 흡수량 계산을 위한

공인된 방법으로 재확인한 바 있다. 이 1996년판 IPCC 가이드라인(LUCF)도 지구환경분야의 전문 지식의 축적 및 경험이 증가함에 따라 계속 발전, 개선되었는 바, 2000년 소개된 GPG (good Practice Guidance) 및 GPG-LULUCF (2003), IPCC Guidelines-AFOLU(2006) 등이 그것이다. 특히 이들은 완성도(complete), 항상성(consistenet), 비교가능성(comparable), 투명성(transparent) 및 정확성(accurate) 면에서 이전의 가이드라인에 비해 진일보한 것으로 평가되며, 특히 1996년 가이드라인이 주요 산업공정에 초점을 맞춘데 반해, 2003 GPG-LULUCF 및 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006 IPCC Guidelines-AFOLU)는 농림업이 포함된 모든 분야의 토지 이용에 주안하여 완성도나 정확성이 향상된 것으로 알려지고 있다.

주지하다시피 1996 Guidelines부터 2006 IPCC Guidelines에 이르기까지 온실가스 산정을 위한 방법론적인 차이는 크지 않으며, 에너지분야, 산업공정 및 제품분야, 농림 기타 토지분야 및 폐기물분야로 개별하고 있는 것도 유사하며, 에너지분야는 연료의 탄소함량을 기준으로, 산업공정분야는 화학공정 및 제품의 질량수치를 기준으로 계산하고 있다. 특이한 점은 토지사용분야에서 방출원과 흡수원간 Stock change, 즉, INPUT(수목생장; 흡수)-OUTPUT(부후·벌채; 방출)으로 산출하면서 최초로 2006년 IPCC Guidelines에서 비로소 '수확된 목제품(Harvested Wood Products; HWP)'의 탄소격리 성능에 관한 언급이 최초로 등장한 점이다. 한편, 폐기물분야는 폐기물 내의 화석연료와 생물학적 탄소함량을 추적하여 산출하였다.(Eggleston 등, 2006) (5)

1차 시행기간이 지내고 Kyoto Protocol 시행의 문제점을 보완하기 위해 개정된 2013년 KP 改定増補版(2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol)는 2차 시행기간(2013~2020) 동안의 토지이용과 그 변화 및 임업분야의 효과를 보다 세밀하게 산정하기 위해 마련되었으며 2003 GPG-LULUCF의 제4장을 업데이트한 것이 특징이다. (Hiraishi 등, 2014) (6)

수확된 목제품(HWP)의 탄소격리 성능에 대한 인식

"수확된 목제품"(HWP: Harvested Wood Products)이란 수확된 목재 및 목재를 원료로 가공된 제품을 말하는데, 목재를 통한 기후변화 완화효과로는 저장효과, 대체효과 등이 있다. 저장효과는 목제품 내에 탄소가 고정되어있어 대기 중으로 이산화탄소 방출을 지연시키는 효과이며, 대체효과는 목재가 화석 집약적인 제품들(철강, 알루미늄 등)을 대체하여 이용될 경우 기후변화를 완화하는 효과이다. 저장효과와 대체효과를 통한 산림 경영은 자연림 상태로 산림을 보전하는 경우보다 더 많은 온실가스를 흡수하여 기후변화 완화에 기여한다. (손 등, 2013) (2)

Winjum 등(1998) (7)은 1990년에 목제품에 저장되어 있는 탄소의 양은 화석연료나 시멘트 생산에 의해 대기 중으로 배출되는 탄소량의 2% 정도가 될 것으로 추정하였다. 이는 상대적으로 매우 적은 양이지만 HWP 내의 탄소저장량이 증가하는 추세이며, 내구성이 있는 제품의 생산이나 재활용을 통해 제품의 수명을 연장시키면 수년간 대기로의 배출이 지연될 수 있고, 콘크리트나 강철과 같이 에너지 집약적인 원자재를 대체할 수 있으며, 직접적으로 화석연료를 대체하여 에너지 생산으로부터 이산화탄소의 배출을 억제하는 역할을 할 수 있기 때문에 HWP가 온실가스 배출을 억제하는데 중요한 역할을 할 것으로 보인다. (Green et al., 2006)(4), (Choi 등, 2010) (10)

현재 세계적으로 HWP와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다. 제지산업이 발달한 핀란드의 경우, 국가의 특성을 반영하여 제지의 반감기의 목록이 세분화되어 있고, 네덜란드는 제재목의 반감기를 수종별로 구분하여 반감기를 결정하였다. 또한 건축물 중 90% 이상을 목재로 지은 미국의 경우 실제 조사를 통한 주거용, 상업용 등 건물의 용도별로 반감기를 구분하고, 산정하였으며, LCA적 분석을 위해 개발한 통계자료의 수는 약 120여 개 이상으로 활발한 연구가 진행되어지고 있다.

국내 또한 접근법에 따른 HWP의 탄소 배출/흡수 기여도를 평가하는 연구, HWP 반감기 결정방법에 관한 연구, 국가 고유의 탄소배출계수를 개발

하기 위한 연구 등 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 아직 국가 고유의 계수로 검증이 되지 않았으며, HWP에 대한 탄소계정을 위해서는 세부적인 산업제품까지의 경로 및 물량 추적이 필요하지만 현재 구축되어진 바가 없어 국가 고유의 방법을 개발하여 적용하기는 힘든 실정이다.

또한 현재 국제적으로 통용되고 있는 HWP의 탄소저장량 추정 가이드라인은 2가지로 2006 IPCC Guidelines과 2013 KP Supplement Guidance가 있다. “EU mitigation potential of harvested wood products”(Pilli 등, 2015)(9), “Carbon Sequestration in Harvested Wood Products”(Schou 등, 2015)(11), “Land use in a future climate agreement”(Manuel 등, 2015)(8) 등 국외에서 최근에 발표되어지고 있는 연구에서는 2013 KP Supplement Guidance를 준용하여 탄소축적량을 파악하고 있다. 하지만 국내에서는 아직 2006 IPCC 가이드라인을 이용한 연구만 보고되어 있다.

수확된 목제품(HWP) 탄소격리 성능 평가 표준의 비교

현재 HWP의 탄소축적에 관한 가이드라인은 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [이하 2006 IPCC Guidelines] (IPCC, 2006)과 2013 Revised Supplementary Methods

and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol [이하 2013 KP Supplement Guidance] (IPCC, 2014) 두 가지가 사용되고 있다. 2013 KP Supplement Guidance에 ‘2006 IPCC Guidelines과 부합하지만 개정 또는 대체하지 않는다.’고 명시되어 있기 때문에) 두 기준이 모두 유효하다고 판단된다. (Schou 등, 2015) (11)

1. 수확된 목제품(HWP) Categories의 비교

2006 IPCC Guidelines에서는 크게 고품목제품과 지류로 나누고, 고품목제품은 제재목과 목질패널로 분류했다. 고품목제품과 지류를 반제품(Semi-Finished Products)이라 하고, 반제품을 이용하여 만든 건물, 가구, 책 등을 최종제품(Finished Products)이라 한다.

이와 달리 2013 KP Supplement에서는 원목을 산업용재와 목재연료로 분류하고, 산업용재는 크게 제재목, 목질패널, 지류 등으로 나뉘었으며, 목질패널의 종류는 크게 단판, 합판, 파티클보드, 섬유판으로 세분화하였다. 제재목, 목질패널, 지류를 반제품으로 분류하였다. 2013 KP Supplement의 수확된 목제품(HWP) 분류는 Fig. 1과 같다.

앞서 언급하였듯이 2013 KP Supplement Guidance는 HWP 분류기준을 세분화하였기 때문에, 2006 IPCC Guidelines과 2013 KP Supplement Guidance에서

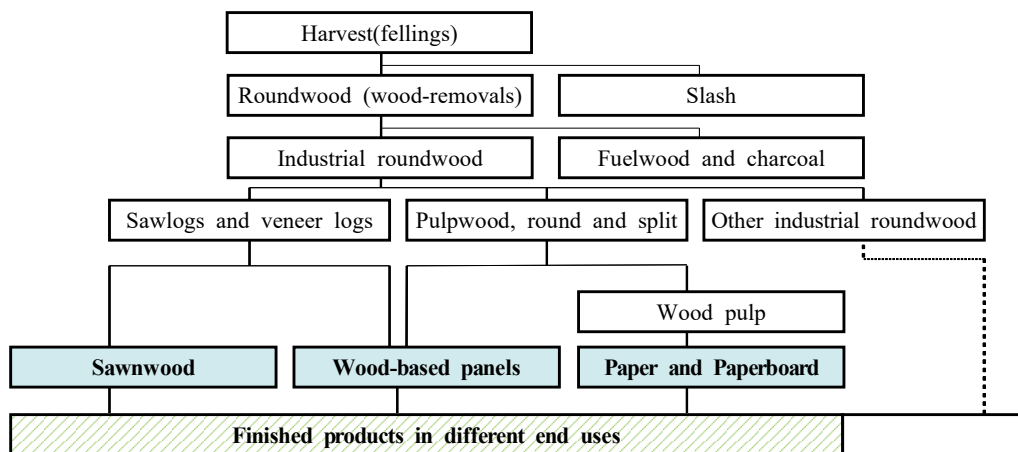


Fig. 1. Simplified classification of wood products based on FAO forest products definitions (2013 KP Supplement).

의 IPCC 기본 탄소전환계수 및 반감기 계수도 바뀌었다. 해당 목제품의 실질적인 탄소 격리성능을 나타내는 탄소전환계수는 2006 IPCC Guidelines에서는 크게 산업용재, 제재목, 칩 등을 포함한 고품목제품과 목탄, 목질패널, 지류로 나뉘었으며 고품목제품에는 온대산 목재, 열대산 목재로 나눈 반면, 2013 KP Supplement Guidance는 크게 제재목, 목질패널, 지류로 분류하였으며 제재목을 침엽수와 활엽수로 세분화하였고, 목질패널 또한 세부적으로 나눠 각 목질패널 종류에 따라 각각 적용할 수 있도록 제시되어 있다. 반감기의 경우도 2006 IPCC Guidelines은 고품목제품과 지류로만 분류하여 적용할 수 있도록 하였지만, 2013 KP Supplement Guidance에서는 제재목, 목질패널, 지류로 세분화함으로써 산업별로 보다 세밀한 탄소 격리 성능을 평가할 수 있게 했다. (박, 2014) (1)

2. 두 평가기준의 HWP 탄소축적량 산정 Tiers 비교

IPCC에서는 HWP의 탄소축적변화량 산정의 수준별로 Tier 1~3로 나뉘는데, Tier 3으로 갈수록 자국의 목재이용 현황을 투영하는데 정확하다고 판단한다. Table 1은 2006 IPCC Guidelines과 2013 KP Supplement guidance에서 구분한 Tier별 특성을 비교한 것이다.

Table 1에서 나타낸 표와 같이 2006 IPCC Guidelines과 2013 KP Supplement Guidance에서 정한 Tiers 수준에는 약간의 차이가 있다. 2006 IPCC

Guidelines의 경우, IPCC 가이드라인에서 제시한 식과 계수를 이용하여 HWP의 탄소축적변화량을 산정하는 수준이 Tier 1인 반면, 2013 KP Supplement Guidance의 경우 Tier 1 수준에서는 별채 즉시 산화된다고 가정하기 때문에 HWP의 탄소축적능력을 ‘0’으로 보고, Tier 2 수준에서 IPCC 식과 계수를 이용한다는 것을 알 수 있다. Tier 3 수준은 두 가이드라인 모두 국가 고유의 식과 계수를 사용하는 수준으로, 2006 IPCC Guidelines과 비교하면 2013 KP Supplement Guidance에서 제시한 수준이 조금 더 낮은 수준임을 알 수 있다.

현재 일본, 미국은 반감기 개발과 탄소전환계수 개발로 Tier 3 수준으로 HWP 탄소축적변화량을 추정하고 있다. 하지만 우리나라는 아직 국가고유의 식이 구축단계에 있으며 탄소전환계수 및 반감기 등의 국가 고유의 계수 또한 개발단계에 있기 때문에 현재까지는 Tier 2 수준에서의 탄소축적량 계산만 가능하다.

이처럼 2006 IPCC Guidelines과 2013 KP Supplement Guidance는 HWP 분류 및 기본계수, Tiers 등의 변화가 있기 때문에 ‘EU mitigation potential of harvested wood products’(Pilli 등, 2015)(9), ‘Carbon Sequestration in Harvested Wood Products’(Schou 등, 2015)(11), ‘Land use in a future climate agreement’(2015, Manuel 등, 2015) (8) 등 최근에 발표되어지고 있는 연구에서는 2013 KP Supplement Guidance를 준용하여 탄소축적량을 파악하고 있는 추세이다. 이러한 추세에 발맞춰

Table 1. Tiers in 2006 IPCC guidelines and 2013 KP supplement guidance

	2006 IPCC Guidelines	2013 KP Supplement Guidance
Tier 1	IPCC 가이드라인에서 제시한 식과 계수를 이용하여 HWP의 탄소축적변화량을 산정하는 수준	IPCC Default 값, 별채년도에 즉시 산화된다고 가정하여 HWP의 탄소축적량은 없다고 판단하는 수준
Tier 2	IPCC 가이드라인에서 제시한 식을 이용하지만 자국에서 구축된 자료(계수)를 이용하여 HWP의 탄소축적변화량을 산정하는 수준	IPCC 가이드라인에서 제시한 식과 계수를 이용하여 HWP의 탄소축적변화량을 산정하는 수준
Tier 3	국가 고유의 방법으로 만들어진 식과, 자국에서 구축된 자료를 이용하여 HWP의 탄소축적변화량을 산정하는 수준	국가 고유의 방법으로 만들어진 식과, 자국에서 구축된 자료를 이용하여 HWP의 탄소축적변화량을 산정하는 수준

저자 등도 2013 KP Supplement Guidance를 활용한 연구를 수행한 바 있으며, 조만간 발표 예정이다.

참고문헌

1. 박주생. 2014. 수확된 목제품(HWP)의 반감기 연구 동향: 국립산림과학원 KFRI 산림정책이슈 제29호
2. 손영모, 이경학, 주원원, 김소원, 장은경. 2013. 수확된 목제품(HWP)의 탄소계정 기반 구축 연구: 국립산림과학원, 국립산림과학원 연구보고 13-04.
3. 정우양, 임기표. 2011. 기후변화와 UN의 아젠다 21. 전남대학교 출판부.
4. Carly Green, Valerio Avitabile, Edward P. Farrell, and Kenneth A. Byrne. 2006. Reporting harvested wood products in national greenhouse gas inventories: Implications for Ireland. *Biomass and Bioenergy* 30: 105-114.
5. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC-The National Greenhouse Gas Inventories Programme.
6. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T. G. 2014. 2013. Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, IPCC, Switzerland.
7. Jack K. Winjum, Sandra Brown, and Bernhard Schlamadinger. 1998. Forest harvests and wood products: sources and sinks of atmospheric carbon dioxide. *Forest Science* 44(2): 272-284.
8. Manuel Estrada, Donna Lee, Brian Murray, Robert O'Sullivan, Jim Penman and Charlotte Streck. 2015. Land Use in a Future Climate Agreement: 1-36.
9. Roberto Pilli, Giulia Fiorese, and Giacomo Grassi. 2015. EU mitigation potential of harvested wood products. *Carbon Balance and Management* 10: 6.
10. Soo Im Choi, Rin Won Joo, and Soo Min Lee. 2010. An Estimation of the Carbon Stocks in Harvested Wood Products; Accounting Approaches and Implications for Korea. *J. Korean Wood Sci. Technol.* 38(6): 507-517.
11. Schou, Erik, Suadcani, Kjell, Johannsen, and Vivian Kvist. 2015. Carbon Sequestration in Harvested Wood Products (HWP). Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen: 1-52.