

산불에 따른 CO₂ 배출량 분석 연구 -참나무 대상으로-

박영주 · 이해평* · 김민중* · 김해림**

강원대학교 화학공학연구소, 강원대학교 소방방재학부*, 강원대학교 방재전문대학원**

A Study on Analysis of Carbon Dioxide Emission by Forest Fire -Quercuss Species-

Park, Young Ju · Kim, Hae Rim · Kim, Min Jung* · Lee, Hae Pyeong*

Chemical Engineering Research Center, Kangwon National University,

*Professional Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University

**Dept. of Fire & Emergency Management, Kangwon National University

요 약

본 연구는 산불발생에 따른 온실가스 배출량 추정을 위한 기초 data 제공에 주안점을 두고 산림연료를 대상으로 연소실험을 수행하였다. 연료의 대상은 참나무(굴참, 떡갈, 신갈, 갈참, 졸참, 상수리)를 대상으로 부위별(생엽, 가지, 수피) 채취하여 사용하였으며, 콘칼로리미터를 이용하여 CO₂ 배출량을 분석하였다. 중량 50g의 연료 기준에 대한 CO₂ 배출량은 생엽 42.38~95.41g, 가지 82.92~113.10g, 수피 72.64~100.70g 정도 범위에서 CO₂를 배출하는 것으로 나타났다. 부위별 평균배출량을 살펴보면, 생엽 72.10g, 가지 101.88, 수피 86.46g 정도의 값을 보여 가지부위가 가장 많은 CO₂를 배출하는 것을 알 수 있었으며, 또한, CO₂를 상대적으로 많이 배출한 수종으로는 상수리나무인 것으로 나타났다.

1. 서 론

전 세계 온실가스 배출량의 약 20%를 차지하는 개도국 산림 전용에 대한 배출(REDD)의 감축이 핫 이슈로 떠오르고 있다. 기후변화 협약에서는 모든 당사국이 제출할 의무가 있는 국가 보고서에 온실가스 배출과 흡수현황 및 전망을 기술토록 요구하고 있다. 우리나라는 이에 대응하기 위하여 산림을 포함한 육상생태계의 식생, 낙엽층, 토양 내 탄소의 증가와 감소로 표시되는 CO₂ 흡수 및 배출과 산불 등에 의한 CO₂와 non-CO₂ 온실가스 배출을 보고하기 위하여 이산화탄소(CO₂) 및 비이산화탄소(non-CO₂)의 흡수 및 배출량을 정량화하여 경제적으로 불이익을 받지 않기 위한 연구 개발을 활발히 진행하고 있다. 하지만, 산불로 인하여 배출되는 이산화탄소 및 비이산화탄소를 정량적으로나 과학적으로 측정 및 평가할 수 있는 기초 연구가 이루어지고 있지 못한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 산불에서 직접 배출되는 온실가스 배출량 정량화를 위하여 산림

연료를 대상으로 연소실험을 수행하여 CO₂ 배출량을 분석하고자 하며, CO₂ 배출량 분석은 산림 바이오매스 연소 시 배출되는 CO₂ 배출량 추정에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 연료의 선정

연료의 선정은 내화 수종으로 알려진 참나무 수종을 선정하였으며, 강원도 삼척지역에 분포하는 수종으로 6개 수종을 선정하고, 6가지 수종(굴참, 떡갈, 신갈, 갈참, 졸참, 상수리)에 대한 생엽, 가지, 수피 부위별 연료를 채취하여 실험 연료로 사용하였다. 연료의 형태는 실제 산불발생 시 연료의 형태와 동일한 조건을 적용하기 위하여 원형 상태로 사용하였다.

2.2 연소실험

연소실험을 수행하기 위하여 콘칼로리미터³⁾를 사용하였으며, 연소실험은 생재상태로 연료를 준비하여 실험하였으며, 더 이상 중량 변화가 없을 때 실험을 종료하였다.

Table 1. Experimental conditions of cone calorimeter

Items	Cone calorimeter
Size(mm)	100×100
Weight(g)	50
Heat flux(kW/m ²)	50
Test time(s)	Time until there was no more weight decrease
Material condition	Raw

2.2.1 함수율 측정

연료의 생재함수율 측정은 ASTM D 2016(American Society for Testing and Material)²⁾에 따라 200g의 양을 정량하여 105℃의 건조기에서 건조시키면서 4시간 단위로 중량변화가 없을 때까지 중량을 측정하였다. 결과값은 3회 측정된 결과의 평균값을 사용하였다.

2.2.2 이산화탄소배출량 분석

이산화탄소의 배출량을 분석하기 위하여 중량 50g에 대하여 발생하는 총이산화탄소 배출량을 분석하였으며, 결과값은 3회 측정된 결과의 평균값을 사용하였다. Table 1에 가스 분석 장치도를 제시하였다.

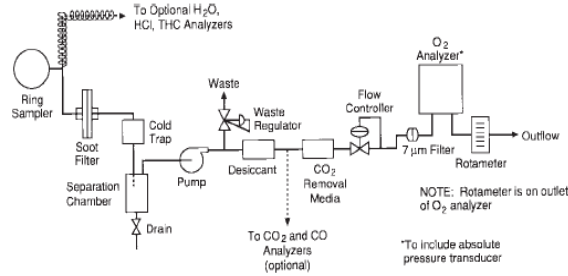


Fig. 1. Gas analyser Instrumentation.

3. 결과 및 고찰

3.1 함수율 특성

Fig. 2에는 참나무 6가지 수종 부위별 함수율 특성을 나타내었다. 부위별 함수율 특성을 살펴보면, 생엽 113~149%, 가지 56~108.52%, 수피 27.53~76.65% 범위에서 수분을 포함하고 있는 것으로 나타났으며, 평균 함수율은 생엽 139.76%, 가지 79.09%, 수피 49.51%인 것으로 나타나 생엽은 수피보다 2.82배 정도 함수율이 높은 것으로 나타났다. 부위별 함수율이 가장 낮은 수종으로는 생엽은 상수리나무가 113.27%, 가지부위는 굴참나무가 56.00%, 수피부위는 갈참나무가 27.53%인 것으로 나타났다.

3.2 이산화탄소 배출량 특성

Fig. 3에는 참나무 6가지 수종 부위별 이산화탄소 배출량을 나타내었다. 중량 50g 연료 기준에 대한 이산화탄소 총배출량을 살펴보면, 생엽 42.38~95.41g, 가지 82.92~113.10g, 수피 72.64~100.70g 정도 범위에서 CO₂를 배출하는 것으로 나타났다. 부위별 평균배출량을 살펴보면, 생엽 72.10g, 가지 101.88, 수피 86.46g 정도의 값을 보여 가지부위가 가장

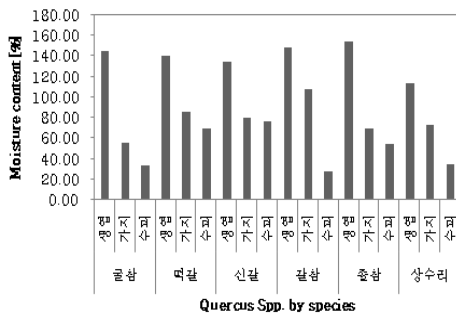


Fig. 2. Percentages of moisture contents for quercus species.

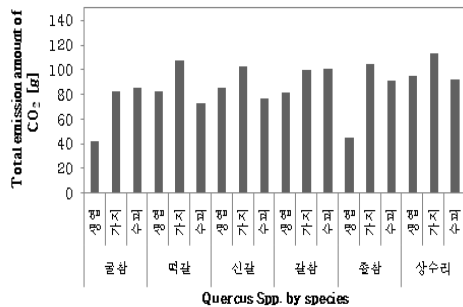


Fig. 3. Emission of carbon dioxide for quercus species.

많은 CO₂를 배출하는 것을 알 수 있었으며, 또한, CO₂를 상대적으로 많이 배출한 수종으로는 상수리나무인 것으로 나타났다. 이에 대하여 Table 2와 3에 제시하여 나타내었다.

Table 2. Analysis of Carbon Dioxide Emission for Living Leaves, Branches, Barks in Quercuss Species

구분		범위[g]	평균[g]	최대값[g]	최소값[g]
부위 별	생엽	42.382~95.413	72.100	95.413 (상수리)	42.382 (굴참)
	가지	82.920~113.100	101.880	113.100 (상수리)	82.920 (굴참)
	수피	72.640~100.700	86.460	100.700 (갈참)	72.640 (떡갈)

Table 3. Analysis of Carbon Dioxide Emission for Quercuss Species

구분		범위[g]	평균[g]	최대값[g]	최소값[g]
수종 별	굴참	42.382~85.423	70.240	85.423 (수피)	42.382 (가지)
	떡갈	72.640~107.810	87.650	107.810 (가지)	72.640 (생엽)
	신갈	76.407~102.640	88.180	102.640 (가지)	76.407 (생엽)
	갈참	81.489~100.690	93.990	100.690 (수피)	81.489 (가지)
	줄참	45.326~109.990	80.460	109.990 (가지)	45.326 (수피)
	상수리	92.500~113.120	100.350	113.120 (가지)	92.150 (생엽)

4. 맺음말

수종별 부위별 이산화탄소 배출량 분석 연구는 산불에 따른 산림 바이오매스의 온실가스 배출량 추정에 기초자료로 활용될 뿐만 아니라, 실제 산불발생시 취약성을 예측할 수 있는 위험지도 등에 활용될 수 있는 DB 구축 자료로 충분히 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(과제번호 2010-0002686).

인용문헌

1. Ward, D. E., (1990). Factors influencing the emissions of gases and particulate matter from biomass burning. *Fire in the Tropical Biota*, J. G. Goldammer (Eds.), Springer, 418-436.
2. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*.
3. Intergovernmental Panel On Climate Change, (1994). *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*.
4. ISO 5660-1 (2002). *Reaction to fire part 1, rate of heat release from building products(Cone Calorimeter)*. Generer.