# 곰솔임분의 간벌강도에 따른 토양호흡 특성

최은진, 서희영*, 김춘식
경남과학기술대학교 산림자원학과

# Soil Respiration Rates by Thinning Intensity in a Black Pine (*Pinus thunbergii*) Stand

E. J. Choi, H. Y. Seo*, and C. Kim
*Department of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology*
(Correspondence: ckim@gntech.ac.kr)

## 1. 서 언

산림생태계의 토양호흡동태와 관련한 비교적 많은 연구가 국내에서 소나무, 리기다소나무, 참나무류 등을 대상으로 수행된바 있으나(Kim *et al.* 2009) 남부 산림자원 중 대표적인 우점 수종인 곰솔을 대상으로 토양호흡동태와 관련하여 발표된 연구 자료는 아직까지 없다. 또한 최근 남부지방 곰솔임분의 경우 위생간벌이나 숲 가꾸기 같은 임분밀도 조절이 일반적인 산림시업활동으로 실행되고 있으나, 이러한 산림작업이 토양 이산화탄소 방출동태에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 정보는 매우 미흡한 편이다. 본 연구는 남부 산림자원으로서 우점 수종의 하나이며 경제수종인 곰솔 간벌림을 대상으로 간벌 강도가 토양호흡동태에 미치는 영향의 구명을 목적으로 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 조사지 개황

본 연구 대상지는 경상남도 진주시 금산면 용아리의 국립산림과학원 남부산림연구소 월아시험림 내 곰솔임분(5°12′ 07″N 128°10′ 00″E)에서 수행 하였다. 조사지는 표고 99 - 124m 내 산록의 남향에 위치하며 임령은 Ⅳ-V 영급이고, 사면경사는 15-25°이다. 조사구 중 대조구는 산록하부 남향에 위치하며 모암은 적자색 사암, 산림토양형은 암적갈색약건산림토양형($DrB_2$)이 분포하였다. 약도구는 산록하부의 남향에 위치하며, 적자색 사암을 모재로 생성된 암적갈색건조산림토양형($DrB_1$)이 분포하였다. 강도구는 산복부의 남향에 위치하며 적자색 사암과 회백질 사암이 혼재하고 암적갈색약건산림토양형($DrB_2$)이 분

포하였다. 임분밀도는 대조구 1,100본/ha, 적정구 617본/ha, 강도구 267본/ha이며, 평균 흉고직경은 대조구가 14.2cm, 적정구 17.8cm, 강도구 17.3cm순으로 나타났다. 임분 흉고단면적의 경우 대조구가 18.5 $m^2$/ha, 적정구 16.4 $m^2$/ha, 강도구는 6.8 $m^2$/ha로 대조구와 적정구와는 차이가 크지 않았으나 강도구는 타 처리구에 비해 차이가 크게 나타났다(Table 1).

Table 1. Stand characteristics in thinning treatments of a *Pinus thunbergii* stand

| Thinning treatment | Tree density (trees/ha) | | DBH (cm) | | Basal area ($m^2$/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | Before | After | Before | After |
| Control | 950 (76)* | 950 (76) | 15.7 (0.34) | 15.7 (0.34) | 20.0 (1.4) | 20.0 (1.4) |
| Light | 750 (104) | 400 (58) | 17.5 (0.67) | 16.5 (0.87) | 20.40 (3.13) | 9.59 (2.1) |
| Heavy | 800 (332) | 233 (33) | 17.6 (0.87) | 19.9 (0.89) | 21.56 (3.10) | 7.52 (0.18) |

*Standard error

### 2.2 토양호흡 측정

각 처리구의 토양 이산화탄소 방출량을 2012년 3월부터 2013년 2월까지 EGM-4 (PP system, Hitchin, UK)와 Soil respiration chamber를 이용하여 각 처리 반복구당 3회씩(매월 총 27회) 측정하였다. 토양환경요인으로 토양호흡량이 측정되는 지점에 디지털 온도계를 이용하여 지표면 8cm 깊이의 토양온도를 측정하였으며, Oakfield 토양채취기를 이용하여 15cm 깊이의 토양시료를 채취한 후 지퍼백에 밀봉한 후 실험실로 운반하여 토양수분함량과 토양 pH를 매월 측정하였다.

### 2.3 통계분석

수집된 자료의 통계분석은 SAS의 GLM을 이용하여 처리 간 유의성을 검정하였으며, 처리평균 간 비교는 Tukey 다중검정법으로 비교하였다.

### 3. 결 과

곰솔임분의 간벌 강도에 따른 월별 토양 이산화탄소 방출량의 경우 조사기간 동안 처리 간 유의적인 차이는 없었다(Fig. 1). 그러나 대조구나 간벌 처리구 모두 토양호흡 방출량은 계절적으로 뚜렷한 차이를 보여 여름에는 높고 봄과 가을은 낮은 토양온도 변화와 밀접한 관계를 보이고 있어 국내, 외에서 수행된 타 연구와 유사한 결과를 나타내었다(Toland and Zak 2003; Kim 2009).

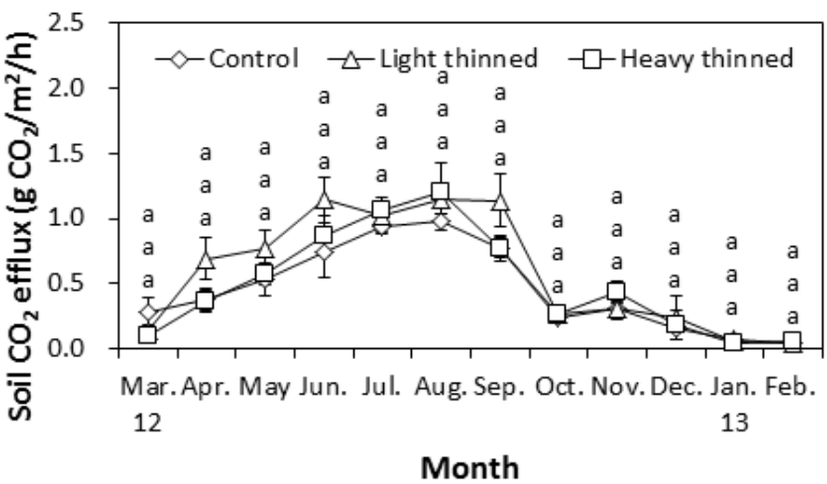



Fig. 1. Monthly variation of soil $CO_2$ efflux by thinning intensity in a *Pinus thunbergii* stand. Different letters on the bars indicate a significant difference at $P$=0.05.

조사기간 동안 평균 토양 이산화탄소 방출량의 경우 약도구가 0.58g $CO_2/m^2/h$로 강도구 0.49g $CO_2/m^2/h$나 대조구 0.45g $CO_2/m^2/h$에 비해 높은 값을 보였다. 토양온도는 강도구가 유의적으로 높으나 토양 이산화탄소 방출량은 유의적인 차이는 없었다(Fig. 2). 일반적으로 산림 내 임목의 밀도 감소는 토양 내 이산화탄소 방출의 감소를 초래하는 것으로 알려져 있으며 이는 주로 토양 내 살아있는 뿌리 호흡량의 감소가 원인으로 알려져 있다(Laporte *et al*. 2003).

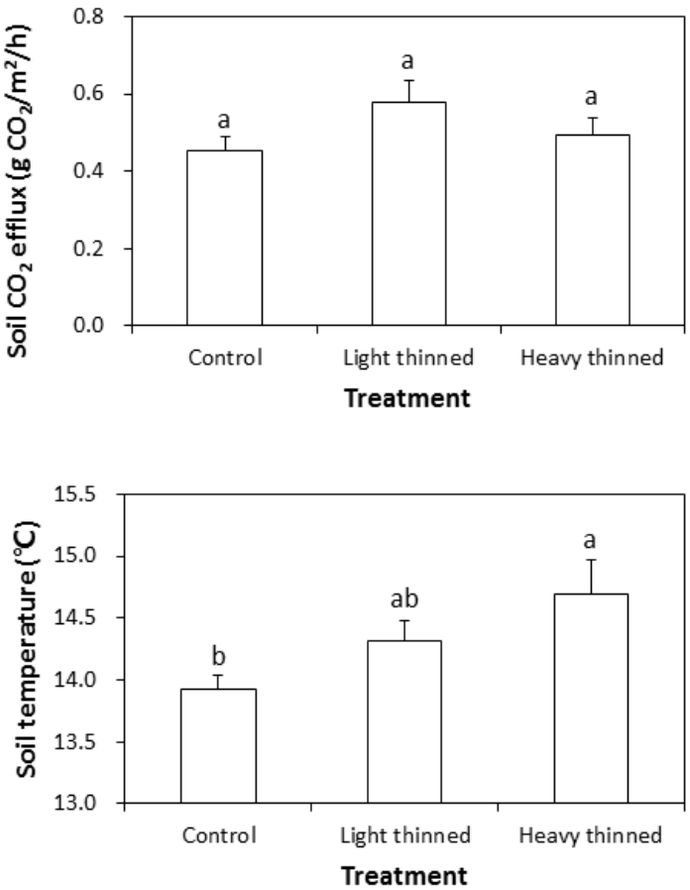
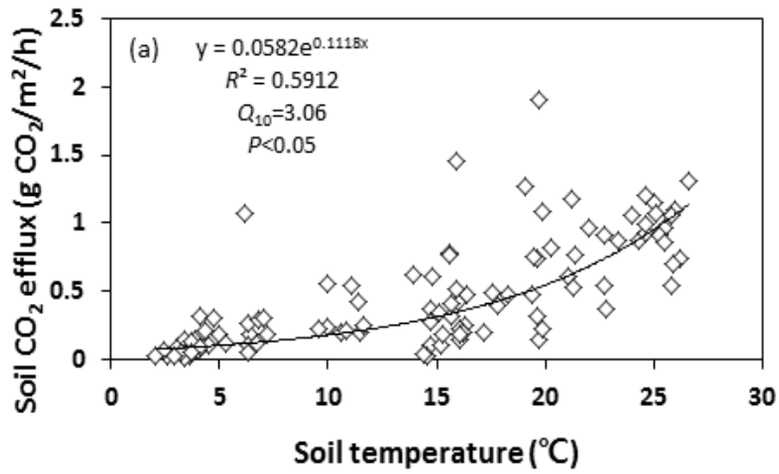
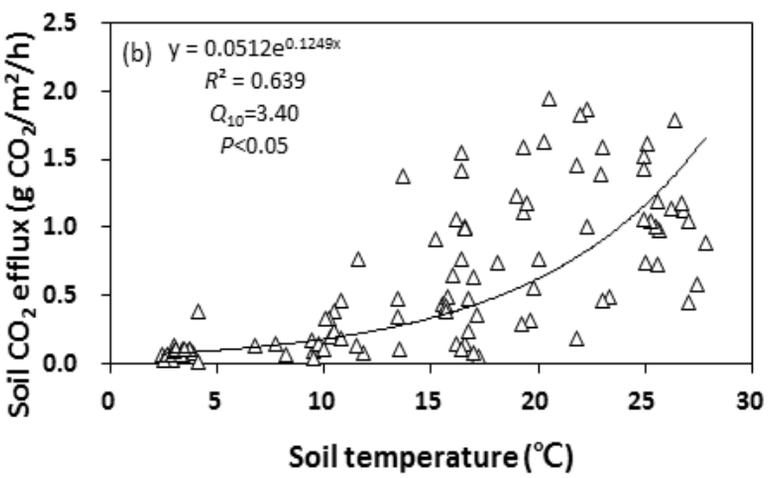



Fig. 2. Annual mean soil $CO_2$ efflux and soil temperature by thinning intensity in a *Pinus thunbergii* stand. Different letters on the bars indicate a significant difference at $P$=0.05.

대조구, 강도구, 약도구 모두 토양온도의 변화와 토양 이산탄소방출량과는 지수함수의 관계가 있었으며 결정계수 값도 $R^2$=0.59-0.64 정도로 분포하였다. $Q_{10}$값의 경우 약도구가 3.40으로 가장 큰 값을 보여 토양온도변화에 가장 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.



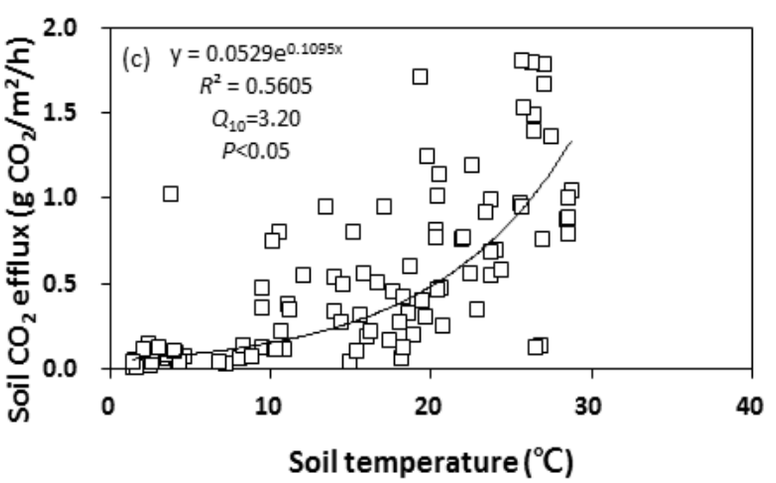




Fig. 3. The relationships between soil $CO_2$ efflux and soil temperature by thinning intensity in a *Pinus thunbergii* stand (a: control b: light thinned; c: heavy thinned).

## 인용문헌

Kim, C., Y. Son, W. K. Lee, J. Jeong, and N. J. Noh, 2009: Influence of forest tending works on carbon distribution and cycling in a *Pinus densiflora* S. et. Z. stand in Korea. *Forest Ecology and Management* **257**, 1420-1426.

Laporte, M. F., L. C. Duchesne, and I. K. Morrison, 2003: Effect of clearcutting, selection cutting, shelterwood cutting and microsites on soil surface $CO_2$ efflux in a tolerant hardwood ecosystem of northern Ontario. *Forest Ecology and Management* **174**, 565-575.

Toland, D. E., and D. R. Zak, 1994: Seasonal patterns of soil respiration in intact and northern hardwood forests. *Canadian Journal of Forest Research* **24**, 1711-1716.