

숲 가꾸기 임지의 소나무좀 발생과 후식 피해

구관호¹ · 이정환² · 김종갑³

¹경상남도산림환경연구원, ²경상대학교 농업생명과학연구원, ³경상대학교 산림과학부
(2005년 10월 12일 접수; 2005년 12월 1일 수락)

Secondary Damage and Adult Emergence of Pine Bark Beetle (*Blastophagus piniperda*) in Tended Forests

Kwan-Hyo Goo¹, Jeong-Hwan Lee² and Jong-Kab Kim³

¹Gyeongsangnam-do Forest Environment Research Institute, Jinju 660-870, Korea

²Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

³Division of Forest Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received October 12, 2005; Accepted December 1, 2005)

ABSTRACT

The objectives of this study were to study 1) emergence of pine bark beetles, 2) larval density in residual timber on forest land by each felling season, and 3) the secondary damage rates in the tended forest. Pine forest land which had undergone tending had a higher secondary damage ratio (59.6%) by pine bark beetles than forest land that was not tended (2.8%). The number of escape holes averaged 11.3 0.31 per 250 cm² on the bark of leaf trees in the tended forest. The number of escape holes was higher in the Jinju site than in the Hamyang site. The larval habitat density of pine bark beetles as compared with each felling period was higher after mid-October than in forests tended early in October. Thus, forests should be tended before early October in order to prevent secondary damage from pine bark beetles. Secondary damage in the tended forest was higher in the upper part (75.5%) of the tree crown than in the lower part (49.2%). The damage was higher in terminal shoots (80%) than in lateral shoots (48%). Therefore, secondary damage by pine bark beetles can cause deterioration of the elongation growth of the forest trees. In conclusion, if by-products of tended pine forest forests are neglected, they will be utilized as a propagation site for pine bark beetles (*Blastophagus piniperda* L.). The propagated adults will damage the tender shoots of the leaf trees and thus seriously limit their elongation.

Key words : Pine bark beetles, *Blastophagus piniperda*, Secondary damage, Tended forest, *Pinus densiflora*

I. 서 론

소나무좀(*Blastophagus piniperda* L.)은 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.), 곰솔(*Pinus thunbergii* Parl.), 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.) 등 주로 소나무류에 피해를 주는 천공성 해충으로서 일본, 중국, 시베리아, 유럽, 북미 등에 널리 분포하며, 우리나라

전역에 분포하고 있다. 소나무좀은 건강한 나무는 가해하지 않고 수세가 쇠약한 나무에 침입하여 단 시일 내에 고사시키는 특성이 있다.

소나무좀은 연 1회 발생하지만 기주수종 가해습성은 춘기에는 수간의 수피 속으로 파고 들어가 수피와 형성층사이에서 번식처를 만들면서 가해하므로 수분 이동이 차단되어 임목이 고사하며, 하절기에 발생하는

성충은 당년에 신장한 신초의 줄기 속을 파고 들어가 신초를 고사시킨다(Korea forest Service, 1981; Forestry Research Institute, 1991).

미국 Georgia 에서는 6종의 소나무좀이 발생하여 살아있는 소나무를 고사시켜 연간 2천5백만\$의 손실액이 발생하고 있다고 한다(Douce, 1993, 1998).

숲 가꾸기 임지의 방치된 벌채목에서 대량 번식된 신생성충은 탈출하여 주로 소나무의 신초를 가해하여 임목의 정상적인 생장에 치명적인 피해를 주고 있으나, 소나무좀은 천공성 해충으로 임목의 수피속 형성층과 재질속에 서식하여 약제에 의한 방제에 어려움이 있다(Park and Lee, 1972).

따라서 소나무좀은 약제방제보다는 수세를 강화시키거나 1월이나 2월중에 벌채목을 이목(餌木)으로 설치하여 소나무좀을 유인 산란시킨 후 5월중에 이목을 임지 외로 반출 소각시키거나 박피하여 껍질속의 유충을 포살시키는 방법을 이용하고 있다(Forestry Research Institute, 1991). 이목 수종별 유인효과는 소나무 > 곰솔 > 리기다소나무(*Pinus rigida* Miller) 순이며 이목수종의 벌채 시기는 소나무는 2월, 곰솔과 리기다소나무는 1월에 벌채하는 것이 유인효과가 가장 큰 것으로 보고 하였다(Kim et al., 1978). 또 유인제에 의한 소나무좀 방제효과는 Turpentine과 Benzoic acid의 혼합물질이 가장 효과적이었으나 방제효과는 소나무 이목(餌木)에 의한 유인효과와 비슷한 수준이었다고 보고하였다(Park and Byun, 1988).

소나무류 잎에 함유된 물질 중 소나무좀에 감수성인 Carotenoid의 함유량은 잣나무>리기다소나무>곰솔>테다소나무(*Pinus taeda* L.)>소나무순이었고, Carotenoid의 함유량과 소나무좀에 대한 저항성 정도는 인정되지 않았다고 하였다(Kim, 1975).

소나무좀의 방제를 위하여 이목설치에 의한 유인포살(Forestry Research Institute, 1987; Lee, 1988), 약제종별 방제시험(Park and Lee, 1972), 유인물질에 의한 방제(Park and Byun, 1988)등의 연구가 수행되었으나, 소나무림의 숲 가꾸기 작업으로 임지에 방치된 벌채목이 소나무좀 발생에 미치는 영향에 대한 연구가 수행된 바는 없다.

우리나라의 경우 최근에 숲 가꾸기 작업이나 간벌작업으로 발생한 벌채 산물을 임내에 방치하고 있어 소나무좀이 벌채목의 수피 속에 산란, 부화할 수 있는 번식지 기능을 하고, 성충은 6월 중순경부터 수피에

구멍을 뚫고 탈출하여 신초를 가해하는 후식피해가 곳곳에서 발생하고 있다.

본 연구는 소나무천연림의 숲 가꾸기 작업과정에서 생산된 벌채목에서 번식한 소나무좀의 성충 발생밀도를 조사하여 잔존목의 정상적인 생장에 큰 장애요인인 소나무좀의 피해를 최소화 할 수 있는 벌채시기와 벌채산물의 처리방안을 제시코자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 조사대상지 선정

소나무좀의 발생밀도를 조사하기 위한 조사대상지는 진주, 산청, 함양 지역에서 2003년부터 2004년 사이에 숲가꾸기 작업 시행 후 벌채목을 임지 내에 방치한 조사구와 숲가꾸기가 시행되지 않은 대조구를 선정하였다. 조사대상지역의 숲가꾸기 실행 면적이 평균 15 ha이상이고 조사지역의 월별 평균 기온은 Fig. 1과 같다.

2.2. 조사구 설정

조사구는 숲 가꾸기 작업 실행으로 임지에 벌채 산물이 고르게 방치되어 있는 위치를 대상으로 10 m×10 m 크기로 구획한 조사구가 전 지역에 균등하게 분포 되도록 지역별로 5개씩 설정하였다. 대조구는 실행 임지와 500 m이상 격리된 임지에서 조사지역당 10×10 m(100 m²) 조사구 5개가 고루 분포 되도록 설정하였다.

숲 가꾸기 실행 임지에서 발생한 소나무좀이 인접한 임지에 미치는 피해율을 알아보기 위하여 작업실행 임지에서 50 m, 100 m, 300 m, 500 m 간격으로 조사구(100 m²)를 거리별로 각각 3개소씩 선정하였다.

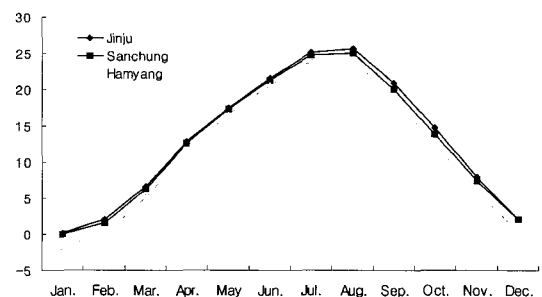


Fig. 1. Monthly mean temperature in survey areas.

Table 1. The condition of survey sites

Survey sites	Tending treatment	Tending periods	No. trees /100 m ²	Growths		Site condition		
				Height growth (m)	DBH (cm)	Aspect	Slope	Site index
Jinju*	Tending	'01~'02	16	10.5	17.2	SE	10-20°	9
	Un-tending	-	31	8.0-12.4	6.8-21.2			
Sanchung	Tending	'01~'02	17	13.2	15.2	SE	15-20°	10
	Un-tending	-	35	8.4-14.4	7.6-23.6			
Hamyang	Tending	'01~'02	22	10.0	14.0	SE	15-25°	9
	Un-tending	-	35	7.6-12.4	6.0-18.8			
Hamyang	Tending	'01~'02	22	10.5	13.0	SE	15-25°	9
	Un-tending	-	33	6.5-12.5	6.5-20.5			
Hamyang	Tending	'01~'02	22	11.2	19.2	NE	15-20°	10
	Un-tending	-	33	9.2-13.6	9.2-24.4			
Hamyang	Tending	'01~'02	22	11.0	17.6	NE	15-20°	10
	Un-tending	-	33	9.4-13.2	6.8-22.4			

*larval survey site **DBH; Diameter at breast height

2.3. 조사방법

2.3.1. 임황조사

조사대상지에 10 m×10 m(100 m²) 크기로 구획한 조사구내에 존치수목에 대해서는 평균수고와 흉고직경 등의 매목조사를 실시하고 벌채목에 대해서는 그루터기 수를 조사하였다. 조사구에 대한 전반적인 입지현황을 Table 1에 나타내었다.

2.3.2. 소나무좀 발생량 조사

1) 벌채목내 소나무좀 성충 탈출 빈도

소나무 숲 가꾸기 작업실행 임지 내 방치된 벌채산물인 벌채목을 번식처로 이용하여 탈출한 소나무좀 성충수를 조사하기 위하여 조사구당 벌채 산물인 벌채목 3본을 선정하고 원목표면 25 cm×10 cm(250 cm²) 내에서 성충 탈출구를 6월 하순에 조사하였다.

2) 벌채시기별 소나무좀 유충서식 밀도

벌채시기별로 벌채목에 서식하는 소나무좀 유충의 서식밀도를 조사하기 위하여 진주지역에서 2003년 7월부터 12월에 걸쳐 조사하였다. 즉 2003년 7월~9월까지는 매월 벌채하고, 10월~12월까지는 10일 간격으로 각 10본씩 벌채하여 총 120본의 벌채목을 임내에 방치한 다음, 2004년 4월 초순에 방치된 벌채목의 수피 약 250 cm²(25 cm×10 cm)를 벗겨 수피 층과 형성층사이에 서식하고 있는 유충 서식밀도(마리 수)를 조사하였다.

3) 소나무좀 후식피해

방치한 벌채목에서 월동한 성충의 후식 피해조사를 위하여 조사구당 잔존목 중에서 피해목 3본을 선정하고 4방위 당 1가지씩 총 12가지를 채취하여 전체 신초수를 측정하였다. 소나무좀이 가해한 구멍이 있는 신초수를 조사하여 피해율을 산정하였다. 수관의 위치별 피해율은 조사구당 3본을 선정한 다음, 역지(力枝)를 기준으로 수관층을 구분하고 수관층을 상부와 하부 수관으로 이등분 하여 각각 4가지씩 총 24가지를 채취하여 조사하였다.

2.4. 분석방법

2.4.1. 분산분석(analysis of variance)

조사지역 간 소나무좀 피해율의 집단 간의 차이와 숲가꾸기 거리에 따른 무육효과를 분석하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 이들 간의 차이를 검정하기 위하여 표준화된 뉴만-스쿨(Student-Newman-Keuls)의 다중범위 검정을 수행하였다.

2.4.2. T-test

숲가꾸기 무육효과를 분석하기 위하여 실행지역과 비실행지역, 나무의 정아지와 측지, 수관의 상층과 하층의 소나무좀에 의한 피해율에 대하여 두 집단간 차이를 분석하기 위하여 T-test를 실시하였으며, 본 분석에 사용된 program은 Excel과 SAS를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 소나무좀 발생

소나무좀은 지상부의 수피 틈에서 성충으로 월동하며 3월하순~4월초순경(기온이 15°C일 때) 월동장소에서 성충으로 탈출하여 수세가 쇠약한 나무(Kenneth et al, 1993)나 동계에 벌채한 벌채목 등에 침입한다. 침입한 성충은 수피부에서 모갱(母坑)을 만들고 그 속에서 산란 부화하여 유충이 용(踊)으로 충태 변화하여 6월 초순부터 성충으로 탈출하여 건전한 소나무류의 새순의 줄기부분에 구멍을 뚫고 침입 가해하여 신초가지에 심각한 피해를 준다. 가해 받은 새순은 구부러지거나 부러지면서 적갈색으로 변하여 줄기에 붙어 있는데 이를 소나무좀의 2차 피해 또는 후식피해라고 한다. 최근 숲 가꾸기 작업은 일반적으로 동절기(10월~1월)에 이루어지고 있으며, 작업시 제거되는 벌채산물을 임내에 그대로 방치하고 있는 실정이다. 즉 숲 가꾸기 작업 후 방치되고 있는 벌채목은 소나무좀의 서식처로서 아주 적당하기 때문에 번식의 기주목 역할을 하고 있다.

벌채목에서 서식한 성충의 밀도를 추정하기 위하여 소나무좀의 탈출구를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

벌채목에서 월동 번식한 소나무좀 성충이 탈출한 탈출구는 표면적 250cm² 내 평균 11.3±0.31개의 탈출구가 있어 많은 성충이 벌채목을 번식처로 이용하고 있음을 알 수 있다. 탈출구가 가장 많은 조사구는 진주 지역으로서 평균 13.2개/250cm²이고 가장 작은 지역은 함양지역으로서 8.8개/250cm²였다. 평균적으로 벌채목을 방치할 경우 11.3개/250cm²의 탈출구가 조사되어 소나무좀의 중간기주역할을 하는 것으로 나타났다. 월동한 성충이 탈출한 다음 1차적으로 가해하는

것은 수세가 약한 임목이나 10월~1월중에 숲 가꾸기 작업으로 방치된 벌채목을 이용한다. 특히 재선충 발생 지역에서 훈증처리가 끝나고 피복한 비닐 등이 훼손되거나 약제방제가 끝난 2~3년 이상의 방치된 감염목이 소나무좀의 번식목으로 활용될 경우 소나무림은 또 다른 피해를 입을 수도 있다.

Lee(1988)는 소나무좀의 이목 유인 효과조사에서 성충이 번식을 위하여 임내에 설치한 이목(餌木)에 침입한 구멍수에 비하여 번식 후에 신 성충으로 탈출한 탈출구는 정(井)자 쌓기 7.5배, 45° 세우기 9.8배, 수직세우기 24.8배가 증가한다고 보고하여 벌채목이 소나무좀의 번식처 역할을 한다고 하였다.

전년도 벌채시기에 따른 소나무좀 발생량을 규명하기 위하여, 전년도에 벌목하여 입지에 방치한 후 이듬해 봄에 유충밀도를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 조사지에서 4월 초순에 유충조사를 실시한 것은 조사지역의 4월 초순기온이 과거와 달리 상승되고 식물의 잎이 대부분 개엽되는 등 정상적인 생육기에 접어들고 다양한 곤충의 부화 또는 우화가 시작되는 시기이다.

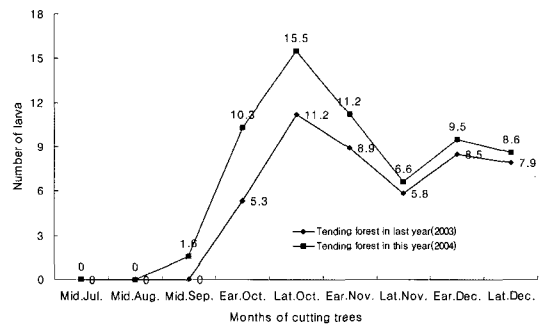


Fig. 2. Larval density of pine bark beetle in surface 250 cm² of the leaving timber at forest land by each felling season.

Table 2. The number of exit holes of pine bark beetles per surface area of 250 cm² on felling timbers

Survey sites	DBH (cm)	No. of exit holes / 250 cm ²					means (± SE)
		I	II	III	IV	V	
Jinju	16	15.1	14.8	12.4	10.8	13.0	13.2 ± 0.8
	4-24						
Sanchung	12	14.2	11.6	9.8	10.9	12.6	11.8 ± 0.6
	4-28						
Hamyang	10	9.5	7.6	10.7	7.8	8.4	8.8 ± 0.5
	6-14						
Means	12.7	12.9	11.3	11.0	9.8	11.3	11.3 ± 0.3
	4-28						

그러므로 앞으로 해충방제를 위해서는 조시지역의 현지 미기후 등을 세밀하게 조사한 다음 방제방법을 수립할 필요가 있다.

월별 벌채목의 소나무좀 유충밀도는 7월~8월 벌채목에서 발생이 없었고, 9월 벌채목부터 유충이 발생하기 시작하여 10월 초순 벌채목에 10.3개/250 cm², 10월 하순에 15.5개/250 cm²로 유충밀도가 가장 높았다.

3.2. 소나무좀 후식피해 조사

소나무림에서 숲 가꾸기 작업을 실행한 임지와 미 실행 임지에서 소나무좀의 후식 피해율의 두 집단간 차이를 분석하기 위하여 T-test를 실시한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 소나무좀의 후식 피해율 조사 결과를 보면 숲 가꾸기 작업 실행 임지에서 평균피해율 59.0 ± 1.8%로 미 실행 임지의 2.60 ± 0.7%보다 훨씬 높았다. 지역별로는 진주지역(65.3%)과 산청지역(65.7%)이 높는데 비하여 함양지역(47.9%)이 피해율이 약간 낮았다. 숲 가꾸기 미 실행 임지에서는 지역간 피해율의 차이가 인정되지 않았다.

이러한 결과는 소나무좀의 서식생태를 이용한 유인목의 설치효과(Lee, 1988; Park and Lee, 1972)와 임내에 설치한 유인목(餌木)에 침입한 월동성충이 신생성충으로 성장하여 탈출한 증가율이 평균 5.4배 이상이라고 보고한 결과와 일치한다.

현재, 숲 가꾸기 작업으로 발생하는 산림부산물 대부분 임지에 그대로 방치되고 있는 실정이다. 이렇게 방치된 벌채목은 부숙되어 임지에 양분을 공급하는 등 긍정적인 측면도 있으나, 산불발생시 가연성 물질로 작용하거나, 집중호우 때 일시적으로 계곡을 막아 산사태를 일으키는 등 부정적인 작용도 있다. 특히 벌채목을 임지에 그대로 방치할 경우 소나무좀이 벌채목을 서식처로 이용하여 월동 번식한 후 탈출하여 산림

Table 3. Comparison of the secondary damage rates caused by pine bark beetle between tending and un-tending forest (mean ± SE)

Survey sites	Tending forest	Un-tending forest	F-Value
Jinju	64.60 ± 1.5	2.51 ± 0.6	26.20 ** N=180
Sanchung	64.12 ± 1.8	2.08 ± 0.5	
Hamyang	48.35 ± 2.2	3.26 ± 0.9	
Means	59.02 ± 1.8	2.62 ± 0.6	

을 황폐화 시키는 촉매제 역할을 할 수 있다.

이 결과에서 숲 가꾸기 작업 시 벌채 산물인 벌채목이 소나무좀의 번식처가 된다는 사실을 알 수 있다. 따라서 소나무 숲 가꾸기 실행지에서 소나무좀의 후식 피해율을 줄이기 위해서는 벌채목을 임지 외로 반출하여 산업화 할 수 있는 대책이 필요하다고 판단된다. 즉 벌채산물을 가공 이용 할 수 있는 기술개발과 톱밥, 칩, 유기질비료 등의 활용도를 높혀 나가야 할 것이다.

소나무 숲 가꾸기 작업 임지에서 발생한 소나무좀이 인접 소나무 림을 미치는 영향을 파악하기 위하여 숲 가꾸기 임지에서 인접 소나무 림을 대상으로 50 m, 100 m, 300 m, 500 m 거리 간격으로 소나무좀의 피해율을 조사하였으며, 숲가꾸기에 대한 피해율을 통계적으로 구명하기 위하여 실연지로부터 거리에 따른 피해율 차이를 분산분석(Anova)한 결과는 Table 4와 같았다.

Table 4에서 숲 가꾸기 실행임지와 인접한 소나무림 100 m까지는 유의적인 피해율(5.2%)을 보였으나 그 이상의 거리까지는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이 결과는 소나무좀의 성충이 이동성이 낮기 때문에 판단되며, 작업임지 내 방치된 벌채산물만 잘 처리한다면 작업임지 내 뿐만 아니라 소나무좀의 인접 임지로의 피해는 발생하지 않을 것으로 생각된다.

소나무좀의 신성충이 후식으로 가해하는 신초까지는 4~5월에 발순하여 6월 초순에 개입되어 왕성한 동화

Table 4. Damage rates(%) of pine bark beetles according to the distance from a tending area

Distance (m)	Locality			Means
	Jinju	Sanchung	Hamyang	
50	7.3	5.6	9.8	8.9A
100	4.7	4.3	6.4	5.2AB
300	2.1	2.0	3.5	2.6B
500	2.5	1.5	5.2	3.1B

Table 5. Secondary damage rates of pine bark beetle adults at different shoots position in tree crown

Survey sites	Terminal shoot (± SE)	Lateral shoot (± SE)	F-Value
Jinju	87.3 ± 2.7	55.1 ± 2.6	0.80** N=36
Sanchung	83.5 ± 2.4	53.1 ± 3.1	
Hamyang	68.9 ± 6.20	35.7 ± 4.7	
Means	80.0 ± 3.7	48.0 ± 3.45	

Table 6. Secondary damage rates of pine bark beetle according to crown parts of pine trees

Survey sites	Upper of tree crown	Lower of tree crown	F-Value
Jinju	74.0 ± 1.9	58.8 ± 1.9	0.98** N=72
Sanchung	76.4 ± 1.8	52.8 ± 2.2	
Hamyang	76.1 ± 3.2	36.0 ± 2.4	
Means	75.5 ± 2.3	49.2 ± 2.2	

작용으로 임목생장에 중요한 역할을 하므로, 이 시기에 신초가지가 소나무좀의 피해를 받아 기능을 상실하게 되면 임목의 생장에 큰 타격을 받게된다. 특히 소나무좀의 2차 가해 즉 후식 피해를을 통계적으로 분석하기 위하여 정아지와 측아지에 대하여 T-test한 결과 수관의 신초가지중에서 측아지(48.0%)보다 정아지(頂芽枝)(80.0%)의 피해율이 높은 것으로 나타났다 (Table 5). 이 결과는 임목의 신장생장에서 측아지보다는 정아지(頂芽枝)의 기여율이 높은 점을 감안할 때 소나무좀의 후식 피해는 임목생장을 크게 저하시킬 수 있을 것으로 생각된다.

소나무좀의 후식피해임지에서 소나무좀의 신성충이 수관내에서 가해하는 양상을 보기위하여 수관의 상부와 하부를 구분하여 피해 신초가지를 조사한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6은 수관의 하부와 상부 두 집단에 있어서 피해율의 평균간의 차이를 분석하기 위하여 T-test한 결과이다. 수관하부의 신초지 평균 피해율(49.2%)보다는 수관의 상부 신초지의 평균 피해율(75.5%)이 훨씬 높았다. 이러한 결과는 수관의 상부에 성장하고 있는 신초가 하부의 신초보다 직경생장과 길이생장이 왕성하여 소나무좀의 가해 서식여건이 유리하기 때문으로 생각된다.

Park and Lee(1972)의 소나무좀 생태연구에서도 소나무좀의 후식피해는 수관의 하부보다는 상부의 피해도가 높았다고 보고하여 본 조사 결과와 비슷한 경향을 보였다.

IV. 결 론

숲 가꾸기는 임목의 생장촉진과 목재의 질을 향상시키고 숲의 환경적 가치를 증진시키기 위하여 생육 단계별로 매년 28만 ha씩 실행하는 산림작업이다. 숲

가꾸기 작업으로 발생한 부산물이 대부분 입내에 방되고 있는데, 특히 소나무림에 방치된 부산물은 소나무좀(*Blastophagus piniperda* L.)의 번식처로 이용되어 잔존목의 신장생장을 크게 저하시키고 있다.

소나무림에서 숲 가꾸기실행 입지에서 소나무좀의 후식피해율이 59.6% 로 매우 높은 이유는 방치된 임목이 기주역할을 하는 것으로 판단된다, 소나무좀의 유충서식 밀도는 10월 중순이후 벌채한 원목에서 높았는데, 앞으로 소나무좀 후식피해를 막기 위해서는 숲 가꾸기 작업이 10월 초순 이전에 마무리 되어야 할 것이다.

소나무 숲가꾸기 사업지에서 발생한 벌채부산물은 톱밥, 목재칩 등의 활용도를 높이기 위해서는 작업공정에 부산물 수집비용과 입지 외 반출 비용 계상이 필요하다. 또 소나무좀의 유인제를 개발하여 포살 할 수 있는 방안을 수립하여 유인제 설치비용과 원목 반출비용간의 경제성 검토가 필요하다.

인용문헌

- Douce, K. G., 1993: Pine bark beetles. www.bugwood.caes.uga.edu/pbb/.
- Douce, K. G., 1998: Pine bark beetles. www.bugwood.caes.uga.edu/pbb/.
- Forestry Research Institue, 1987: Control of Injurious Forest Insect. Report Seminar Forestry Research Institue 6(7), 1-30.
- Forestry Research Institute, 1991: *Insect pest and diseases of trees and shrub*. Seoul, 424pp.
- Kenneth, M., S. Swain, and C. Michael, 1993: Direct control methods for the Southern pine beetle. <http://everest.ento.vt.edu/~salom/Hndbk575/>.
- Kim, Y. H., 1975: Studies on the control of the pine bark beetle.-Analysis of the carotenoids in important pine species in Korea-. *Journal of Korean forestry Society*. 27, 15-21. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y. H., M. B. Choi, and N. G. Lee, 1978: Studies on the control of the pine bark beetle(II). *Research Agriculture Science, Jeonbuk National University* 9, 40-47.
- Korea Forest Service, 1981: *Manual of Forestry (Silviculture, Management, Utilization)*. Korea Forest Service. 579-60.
- Lee, G. R., 1988: Studies on movement of individual population in *Blastophagus piniperda* L., *Research Report Jeollabuk-do Forest Research Institute*. 19, 279-299.
- Park, J. D., and H. H. Byun., 1988: Trapping the overwintered pine bark beetle, *Tomicus piniperda* L.

- (Coleoptera:Scolytidae), by turpentine. *Research Report Forestry Research Institute* **36**, 126-129.
- Park, K. N., and S. O. Lee., 1972: Studies on ecology and control of the pine bark beetle, *Blastophagus piniperda* L. *Research Report Forestry Research Institute*. **19**, 65-70.