

## 소나무좀 防除에 관한 研究(第1報)\*<sup>1</sup>

—韓國産 重要소나무類 잎에 含有되어 있는 Carotenoid 分析—

金 榮 浩\*<sup>2</sup>

### Studies on the Control of the Pine Bark Beetle(*Myelophilus pinipedera* LINNE) (I)\*<sup>1</sup>

—Analysis of the carotenoids in important pine species in Korea—

Young Ho Kim\*<sup>1</sup>

According to Yoshihisa Kuroki's report that the total amount of carotenoid was more in the susceptible to pine bark beetle, than in the resistant ones, carotenoids were extracted from needle leaves of one year old seedlings of *Pinus thunbergii*, *Pinus densiflora*, *Pinus rigida*, *Pinus koraiensis*, *Pinus rigitaeda* and *Pinus taeda* which are all important pines in Korea, to find their resistant ratio to the insect. The carotenoids were analyzed and compared using the spectra of them by spectrophotometer.

The results were as follows:

1. The visible absorption spectra of carotenoids in those pine trees were proved to be very similar.
2. The total amount of carotenoids in needles differed with the tree species and the contents were arranged in decreasing order *P. koraiensis* > *P. rigida* > *P. thunbergii* > *P. rigitaeda* > *P. taeda*, it seemed that there was correlation between the carotenoid content and the extent of harm caused by the pine bark beetles except *P. koraiensis*.
3. But carotenoids were contained in *Robinia pseudoacacia*, *Castanea crenata*, *Chamaecyparis obtusa* and *Cedrus deodra* leaves too.
4. The total amounts of carotenoids in these pines of 9 species were arranged in decreasing order *Robinia pseudoacacia* > *Pinus koraiensis* > *Pinus rigida* > *Pinus thunbergii* > *Castanea crenata* > *Pinus rigitaeda* > *Pinus taeda* > *Chamaecyparis obtusa* > *Cedrus deodara*. Therefore, it was proved that there was no correlation between carotenoid content and extent of resistance to the insect.
5. In the thin-layer chromatography of these carotenoids, 13 kinds of components in *P. densiflora*, *P. koraiensis* and *P. rigida* and 12 kinds of spots in other pines, were detected respectively, under ultra-violet fluorescent lamp 3,600 Å and 2,537 Å.
6. The eighth spots from the bottom in *P. densiflora*, *P. koraiensis* and *P. rigida* were not found in other pines and other 4 species (*Robinia pseudoacacia*, *Castanea crenata*, *Chamaecyparis obtusa*, *Cedrus deodra*). Especially the spot in *P. densiflora* fluoresced strong cobalt blue-fluorescence under ultra-violet fluorescent lamp 2,537 Å.

\*<sup>1</sup> Received for publication August 21, 1975

\*<sup>2</sup> 全北大學校 農科大學 College of Agriculture, Jeonbuk National University, Jeonju

소나무종에 感受性인 소나무類 일에는 carotenoid의 含量이 많고 抵抗性인 소나무類 일에는 그 含量이 적다는 黑木等<sup>17)</sup>의 報告에 따라 소나무 品種 리기다소나무 잣나무 리기테-다소나무 테-다소나무의 소나무종에 대한 抵抗性程度를 밝히기 위하여 이들 소나무類의 一年生 苗木의 針葉으로 부터 Carotenoid를 抽出分析하여 얻어진 結果를 다음과 같이 要約할 수 있다.

이들 소나무類에 含有되어 있는 carotenoid의 可視部 吸收spectrum은 매우 비슷하였다.

이들 一定針葉量에 含有된 carotenoid의 量은 잣나무>리기다소나무>곰솔>리기테-다소나무>테-다소나무의 順이었다.

Carotenoid는 아가시아 밤나무 편백 회마라야시-다 일에도 含有되어 있었고 이들 9樹種의 carotenoid의 總含量比較는 아가시아>리기다소나무>곰솔>밤나무>리기테-다소나무>테-다소나무>편백>회마라야시-다 順으로 나타나 이것은 carotenoid의 含量과 소나무종에 대한 抵抗性程度를 直結시켜서 說明하는데에는 難點이 있다고 생각되었다.

carotenoid의 thin layer chromatography에 의하면 소나무 잣나무 리기다소나무에서는 13個의 spot 其외의 소나무類에서는 12個의 spot가 紫外線螢光燈 3,600 Å과 2,537 Å下에서 나타났다.

소나무 잣나무 리기다소나무의 8번째 spot는 다른소나무類와 소나무類외의 樹種(밤나무 아가시아 편백 회마라야시-다)에서는 나타나지 않았으며 특히 소나무의 8번째 spot는 紫外線螢光燈 2,537Å下에서 cobalt blue의 強한 螢光을 發하였다.

## 緒 言

소나무종 防除를 위해서는 其間 많은 學者들로부터 여러가지 報告가 있었는데 그것들을 要約하면 다음과 같다. ① 소나무종의 生態와 分類에 關한 研究<sup>1,5,6,7,8,9)</sup> ② 餌木設置에 關한 研究<sup>1,18,28,34)</sup> ③ 소나무종과 寄主의 含水率에 關한 研究<sup>11,20,27)</sup> ④ 소나무종과 樹脂壓과의 關係<sup>2,3,4,12,13,19,20,21,22,24,30,31,32)</sup> ⑤ 藥劑防除試驗<sup>1,15,25)</sup> ⑥ 소나무종의 天敵에 關한 研究<sup>14,37)</sup> ⑦ 소나무종과 寄主樹皮의 polyphenol性 物質과의 關係<sup>28)</sup> ⑧ 소나무종의 誘引物質에 關한 研究等<sup>5,17,29,35,36,38,39)</sup>이다. 吉井<sup>39)</sup>는 誘引劑 T-7.5-E(油劑) 誘殺劑 T-7.5-F, T-7.5-G를 利用하여 소나무 穿孔性蟲類를 誘引해본 結果 소나무종에 대하여도 高度의 誘引效果가 기대된다고 하였으며 安永等<sup>35)</sup>은 소나무 樹皮로부터 安息香酸을 分離이 것이 誘引物質이라 밝히고 linolic acid, terpen 油를 安息香酸에 混合하면 소나무材 보다도 強力한 誘引力을 나타냈다고 報告하였다. 또한 安永等<sup>38)</sup>은 其後 安息香酸誘導體인 安息香酸 *n*-propyl, *p*-tolyl 酸, 2-oxy-3 methyl 安息香酸, *o*-tolyl 酸, 安息香酸 isoamyl, 및 高級脂肪酸인 linolen 酸 methyl, linolen 酸, palmitin 酸 dipenten, 2-penten 이 各各 強力한 誘引力이 있었고 특히 安息香酸 *n*-propyl을 主原料로 하고 linolen 酸 methyl과 dipenten을 混合한 경우가 가장 強力한 誘引力이 있었다고 報告하였다. 黑木等<sup>17)</sup>은 소나무잎에 含有되어 있는 carotenoid를 소나무 樹種別로 抽出하여본 結果 *P. taeda*와 *P. caribaea* 같은 소나무 종에 抵抗

인 樹種에는 그 含量이 적고 赤松과 黑松 같은 感受性인 소나무에는 훨씬 많은 量의 carotenoid가 含有되어 있어 carotenoid가 소나무종의 誘引物質 일지도 모른다고 報告하였다. 따라서 우리나라 獎勵소나무類인 소나무 리기다소나무 곰솔 잣나무 리기테-다소나무 및 테-다소나무의 소나무종에 대한 抵抗性程度를 밝히기 위하여 위 소나무잎들에 含有되어 있는 carotenoid를 抽出分析하여 약간의 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

### I. 材 料

곰솔 리기다소나무 테-다소나무 리기테-다소나무 잣나무 一年生 苗木을 1975年3月15日 全羅北道 林業試驗場苗圃에서 分讓받았으며 소나무는 本校 演習林에서 天然生稚樹 一年生을 掘取하였고(陰地에서 生長하였기 때문에 carotenoid의 量 比較에서는 除外하였다) 아가시아 밤나무 편백 회마라야시-다(三年生)는 本校苗圃에서(1975. 7. 10) 各各 當年葉을 採取하였다.

### II. 方 法

黑木等<sup>17)</sup>이 使用한 方法을 약간 修正하여 葉鞘를 除去한 6種의 소나무잎 및 2種의 濼葉樹 2種의 針葉樹잎 各各 5g씩을 採取하여 1~2 mm로 細斷하여 海砂 5g와 섞어 乳鉢에 넣고 充分히 磨碎한後 이 磨碎物을 삼각 후라스코에 넣고 acetone : ethanol(1 : 1 v/v)液으로 乳鉢內를 깨끗이 흔들어서 삼각후라스코에 붓고 acetone ethanol液을 20~30ml씩 부어 試料가 無色이 될 때까지

지 數回 抽出한後 遠心分離器에서 3,000 rpm 으로 5分間 遠心分離를 시키어 沈澱物을 完全히 除去하고 evaporator 에서 濃縮 45 ml 定容으로 하여 冷蔵庫에 貯藏하였다.

1. Carotenoid 의 分離

acetone ethanol 抽出液 30 ml 을 分液漏斗에 넣고 60% 水酸化칼리움 3ml 을 加하여 5分間 振盪한後 90分間 貯室에 靜置 皂化(saponification)를 시키었다. 皂化를 시킨後 暗室에서 分液漏斗를 꺼내어 33 ml 의 蒸溜水를 加하고 充分히 混合시키어 66 ml 의 ether 을 加하고 振盪하여 carotenoid 를 ethel 層에 옮기었다. ether 層으로부터 分離된 下層에 다시 34 ml 의 ether 을 加하여 carotenoid 를 完全히 抽出하고 下層을 除去한 後 最初의 ethel 層과 合쳐서 50 ml 의 蒸溜水로 씻어 얻어진 鮮黃色 carotenoid 를 삼각후라스코에 옮겼다가 evaporator 에서 窒素 gas 를 보내면서 減壓乾燥시키었다. 다음에 이 乾燥物을 100 ml 의 acetone 에 溶解하여 島津 MPS-5,000 spectrophotometer 에서 可視部吸收 spectrum 을 測定하였다. 다음에 이 acetone 溶液을 다시 evaporator 에서 減壓乾燥시키어 5 ml 의 ether 에 溶解시키어서 小管瓶에 保管하였다가 thin-layer chromatography 에 使用하였다. thin-layer chromatography 는 그림 1,2의條件下에서 하였으며 各 carotenoid 의 spot 를 紫外線螢光燈 3,600Å 및 2,537 Å 下에서 各各 觀察하였다.

結果 및 考察

소나무 5種에서는 carotenoid 의 極大吸收光度가 잣나무 > 리기다소나무 > 곰솔 > 리기테-다소나무 > 테-다소나무 順으로(表1, 및 사진1 참조) 나타나고 表2 사진 2 에서는 아가시아 > 밤나무 > 편백 > 희마라야시-다 順으로 나타났으며 사진 3에서와 같이 이들 全樹種의 carotenoid 의 極大吸收光度를 比較해보면 아가시아 > 잣나무 > 리기다소나무 > 곰솔 > 밤나무 > 리기테-다소나무 > 테-다소나무 > 편백 > 희마라야시-다 順으로 나타났다.

表 1. 5種의 소나무에 含有된 carotenoid 의 極大吸收

樹	種	吸收極大 mμ	極大吸收光度
잣	나무	426 450 477	1,802
리기다소	나무	426 450 477	1,702
곰	솔	426 452 477	1,585
리기테-	다소나무	426 452 477	1,260
테-	다소나무	426 452 477	1,210

表 2. 針葉樹2種 闊葉樹2種의 carotenoid 極大吸收

樹	種	吸收極大 mμ	極大吸收光度
아	가	428 450 477	2,202
밤	나	428 450 477	1,550
편	백	428 450 477	1,005
희	마라야시	428 450 477	0.609

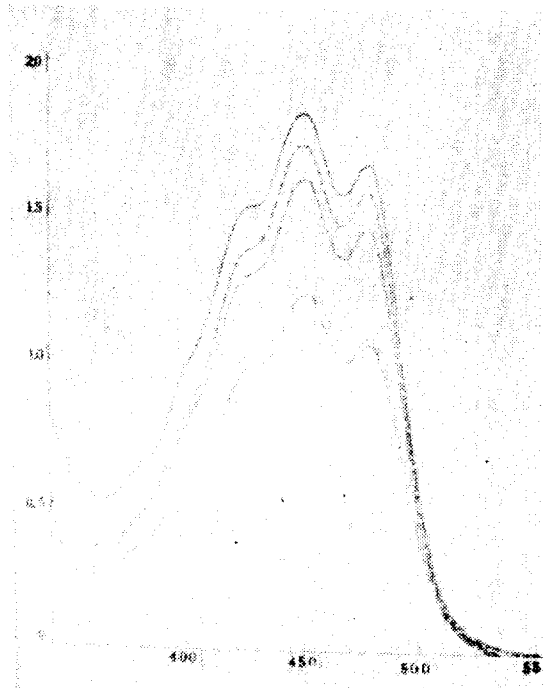
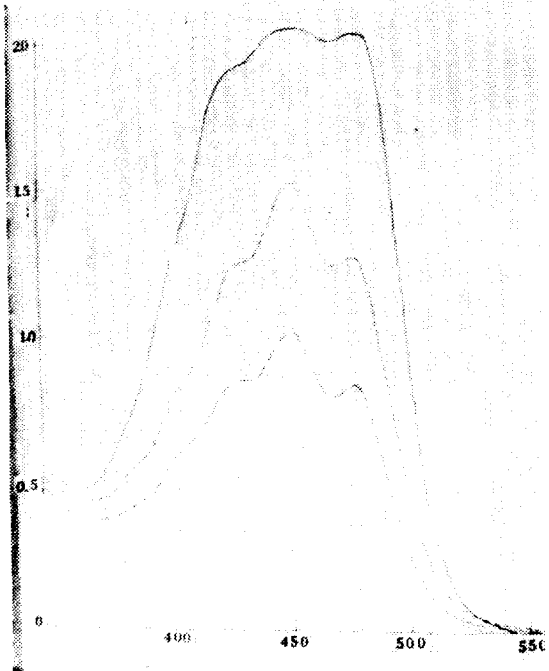


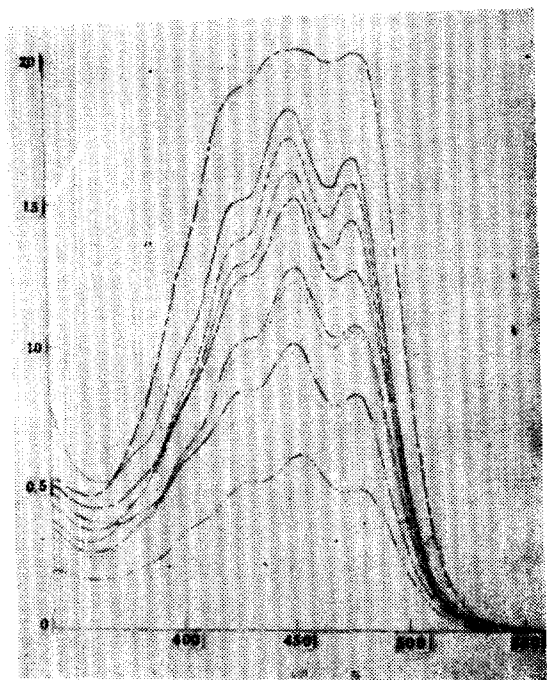
사진 1. 소나무 5種의 carotenoid 可視部吸收 spectrum  
溶媒: acetone

黒木等<sup>17)</sup>이 發表한바에 의하면 소나무종에 感受性인 赤松 海松에는 carotenoid 의 含量이 많고 抵抗性인 *P. taeda* 및 *P. caribaca* 에는 그 含量이 적었다고 하였다. 本實驗에서 얻은 結果도 잣나무를 除外한 모든 소나무에서는 黒木等の 報告와 一致하는 傾向이 있었다(本校 뒷산에 있는 各種 소나무의 소나무종 被害程度로 보아) 그러나 잣나무가 리기다소나무 보다 소나무종에 더 感受性이라는 實驗結果는 더 檢討되어야 하겠으며 表2, 사진 2,3에 나타난바와 같이 소나무외의 樹種 即 아가시아 밤나무 편백 희마라야시-다등에도 carotenoid 가 含



- Robinia pseudoacacia
- ..... Castanea crenata
- · - · - Chamaecyparis obtusa
- ..... Cedrus deodara

사진 2. 針葉樹2種 闊葉樹2種의 carotenoid 可視部 吸收 spectrum 溶媒: acetone



- Robinia pseudoacacia
- ..... Pinus taeda
- Pinus koraiensis
- Pinus rigida
- · - · - Pinus thunbergii
- Pinus rigitaeda
- ..... Chamaecyparis obtusa
- ..... Cedrus deodara
- Castanea crenata

사진 3. 소나무 5種 및 針葉樹2種 闊葉樹2種의 可視部 吸收 spectrum 의 比較 (溶媒: acetone).

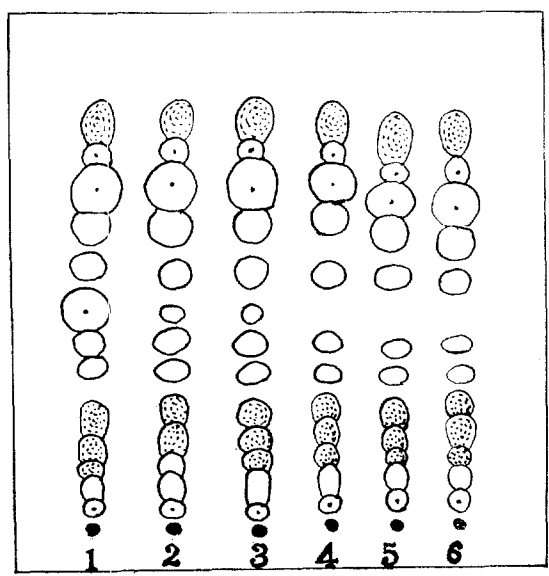
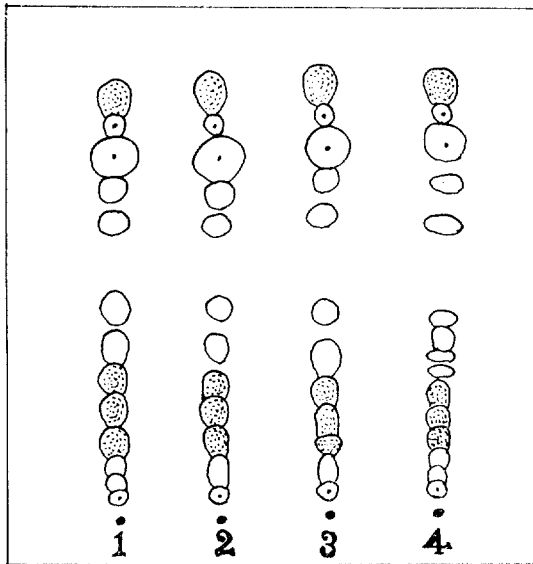


그림 1. 소나무類 6種의 carotenoid 에 대한 thin layer-chromatography

1. ... *P. densiflora*
2. ... *P. koraiensis*
3. ... *P. rigida*
4. ... *P. thunbergii*
5. ... *P. rigitaeda*
6. ... *P. taeda*

- ... 紫外線螢光燈 3,600Å 下에서 나타난 點
- ⊙ ... 紫外線螢光燈 2,537Å 下에서 나타난 點
- ... 普通光線에도 나타난 點(黃色)
- ⊕ ... 吸着劑 Silica Gel
- 展開劑 ... 石油 ether: ether: acetone: ethanol (90:45:5:5)
- ... 試料點滴한 곳



吸着劑 Silica Gel

展開劑 石油 ether : ether : acetone : ethanol(90:45:5:5)

- 1. ...*Chamaecyparis obtusa*
- 2. ...*Cedrus deodara*
- 3. ...*Castanea crenata*
- 4. ...*Robinia pseudoacacia*

그림 2. 針葉樹 2種 闊葉樹 2種의 carotenoid 에 대한 thin layer chromatography

表 3. 紫外線螢光燈(3,600 Å)下的 소나무 種別 各 carotenoid spot 의 色調

수종	소나무	삿나무	리기다	곰	솔	리기테	테
Spot No.*	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)
1	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)
2	YG	YG	YG	YG	YG	YG	YG
3	"	"	"	"	"	"	"
4	"	"	"	"	"	"	"
5	CHY	CHY	CHY	CHY	CHY	CHY	CHY
6	PAB	PAB	PAB	PAB	PAB	PAB	PAB
7	"	"	"	"	"	"	"
8	(C.B)	PAB	"	"	"	"	"
9	PAB	PAB	PAB	PAB	PAB	PAB	PAB
10	"	"	"	"	"	"	"
11	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)
12	(CB)	(CB)	(CB)	(CB)	(CB)	(CB)	(CB)
13	YO	YO	YO	YO	YO	YO	YO

(PB)...Prussian Blue 2,537Å 下에서

(CB)...Cobalt Blue 2,537Å 下에서

YG...Yellow green

CHY...Chrome yellow

PAB...Pale Blue

YO...Yellow ochre

\* 1~13의 數字는 그림 1에 나타난 spot 의 밑에서부터 시작한 番號임.

有되어 있으며 특히 아가시아에는 소나무종에 感受性인 리기다소나무 보다도 훨씬 많은 量의 carotenoid가 含有되어 있어 粗 carotenoid 自體가 소나무종의 誘引物質이라고는 할 수 없다고 생각된다.

表 4. 紫外線螢光燈(3,600Å)下的 樹種別 各 carotenoid 의 色調

Spot No.	편 백	희마라	밤나무	아가시아
	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)
1	(PB)	(PB)	(PB)	(PB)
2	P	YG	YG	YG
3	YG	"	"	"
4	"	"	"	"
5	YG	CHY	CHY	YG
6	CHY	PAB	PAB	CHY
7	PAB	PAB	PAB	P
8	"	"	"	P
9	"	"	"	PAB
10	PAB	(PB)	(PB)	P
11	(PB)	(CB)	(CB)	PAB
12	(CB)	YO	YO	PAB
13	YO	.	.	(PB)
14	.	.	.	(CB)
15	.	.	.	YO

P : Pink \* 1—15數字는 그림 2에 나타난 spot 의 밑에서부터 시작한 番號.

그러나 粗 carotenoid를 thin layer chromatography에 의하여 分離해본 結果 그림1. 表3에서 나타난바와 같이 *P. densiflora*, *P. koraiensis*, *P. rigida*와 같은 소나무종에 感受性인 樹種에서는 13個의 spot 그외의 소나무들에서는 12個의 spot가 紫外線螢光燈 3,600Å 및 2,537Å 下에서의 觀察結果 나타났다. *P. densiflora*, *P. koraiensis*, *P. rigida*의 8번째의 spot가 다른 소나무들에서는 나타나지 않았으며 특히 *P. densiflora*의 밑에서 8번째의 spot는 紫外線螢光燈 2537Å 下에서 cobalt blue의 많은 螢光을 發하는것이 特色이었다. 그림1,2 表3,4를 比較해 보드라도 *P. densiflora*, *P. koraiensis*, *P. rigida*를 除外하고는 그 8번째와 같은 spot는 나타나지 않았으므로 이 8번째의 carotenoid가 소나무종의 誘引性과 關係되는 物質이 아닌가 思料된다. 그러나 이 物質이 確實히 소나무종의 誘引物質이라고 斷言은 할 수 없고 앞으로 이 物質의 소나무종에 대한 誘引性 與否는 더 研究되어야만 하겠다.

## 引用文獻

1. 박기남 이상옥 1972. 소나무좀의 생태와 방제에 관한 연구. 임업시험장 연구보고 19:65~70
2. Bourdeau, P.F. and Schopmeyer, C.S. 1958. Oleoresin exudation pressure in slash pine: its measurement, heritability and relation to oleoresin yield (Thimann, k.v., ed: "The Physiology of Forest Trees." Ronald press Co., N.Y., 313-319)
3. Callaham, R.Z. 1955. Oleoresin production in the resistance of ponderosa pine to bark beetles. Ph. D. thesis. univ. calif. Berkeley, Calif.,
4. Callaham, R.Z. and Miller, J.M. 1952. studies on the resistance of pine hybrids to bark beetle attacks, Season of 1951. us. Dept. Agr. Bur. Ent. and plant Quar., Forest Insect Lab., Berkely, Calif. unpub. prog. rpt., 29pp
5. 原田武夫 1968. 誘引劑利用による松くい虫の發生時期の調査とその考察. 森林防疫ニュース 17~6. 124~129
6. Hopkins, A.D. 1909. Bark beetle of the genus *Dendroctonus*, US. Dep. Agr. Bull. 83 ptl.
7. 細谷達雄. 1942. 赤松ヲ加害スルキクイムシ類ノ生態ニ就テ. 朝鮮博物學誌. 9-34. 42~48
8. 細谷達雄. 1943. 松類に寄生するキクイムシ類の二三の習性と其の防除對策. 日林研論集 333-337
9. 日塔正俊. 1966. マン類の穿孔虫に関する研究 穿孔虫の産卵加害對象木についての一考察. 77回日林講 376~379. 78回 日林講 193-195. 1967
10. 日塔正俊. 1968. マン類の穿孔虫に関する研究 加害對象木の判定と季節的推移. 枯損木との關係(I). 日林講 204~205. 同(2) 80回 日林講 274-276. 1969
11. 井上元則. 1954. 北海道の原生林におけるキクイムシの寄生と針葉樹の邊材水分の關係. 林試研報 68. 167~180
12. 井戸規雄. 西口親雄. 1969. 南紀州の松くい虫激害林におけるマツの樹脂壓と枯損について 日林關西支講 20. 74~77
13. 川畑克己. 西口親雄. 1968. 南九州におけるクロマツの樹脂壓と松くい虫による被害について. 日林九支研論. 22. 217~219
14. 岸洋一. 1970. 松くい虫の天敵オオコクヌスト (*Temnochila japonica* Reitter) について 日林誌 52-(7):215-217
15. 起口章三. 1957. キクイムシ類に對するBHC乳劑散布効果について. 森林防疫ニュース 6-6
16. 小田久五. 加藤幸雄. 野淵. 1964. 松くい虫の發生消長について. 森林防疫ニュース 13-12. 293-305
17. 黒木嘉久. 戸田義宏. 國府俊則. 坂口孝司. 外山三郎. 1972. マンクイムシの生化學的防除に關する研究(I)各種マツ葉中のカロチノイド分析. 日林誌 54-(11). :367-372
18. Miller, J.M. 1929. The use of trap trees in the control of the western pine bark beetle. North. Fork. California
19. 西口親雄. 1967. 松の樹脂壓の測定法. 森林防疫ニュース 16: 94-100
20. 西口親雄. 1969. マン苗の含水量と樹脂流量の關係 日林誌 51:215~216
21. 西口親雄. 川田克己. 村上力. 1969. マン類樹脂壓の林分内での度數分布型. 日林誌 51:196~198
22. 西口親雄. 村上力. 1970. アカマン樹脂壓の季節變動と松くい虫による枯損について. 激害林分と慢性微害林型林分の比較. 日林誌 52-(4): 131~133
23. Nobuchi, J.M. 1966. Bark beetles injurious to pine in Japan. Bull. Govern. For. Exp. Sta. No. 185
24. Northeast. For. Exp. Sta. 1964. Resin-insect relationships in white pines. Ntheast. For. Exp. Sta. 9
25. 岡田武次. 1965. 松くい虫の藥劑豫防試験の結果から. 森林防疫ニュース 14-(9):19
26. 岡田武次. 井戸規雄. 1963. 餌木による松の穿孔虫調査. 森林防疫ニュース 14-9. 206
27. Reid, R.W. Moisture Changes in lodgepole pine before and after attack by the mountain pine beetle. For. Chron. 37:368~376
28. 齊藤明. 1970. アカマンおよびクロマツの樹皮に含まれるポリスエノール性物質. それがマツクイムシに及ぼす影響. 日林誌 52-(11):351-354
29. Smith, R.H. 1965. Effect of monoterpene vapors on the western pine beetle. J. econ. Ent. 58:509-510
30. Stark, R. W. 1965. Recent trends in forest entomology. Ann. Rev. Ent. 10:303-324
31. Vite, J.P. 1961. The influence of water supply on oleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in *Pinus ponderosa*, Contrib.

- Boyce Thompson. Inst. 21: 37-66
32. Vite, J.P. and Wood, D.L. 1991. A study on the applicability of the measurement of oleoresin exudation pressure in determining susceptibility of Second growth ponderosa pine to bark beetle infection. Contrib. Boyce Thompson Inst. 21:67-78
33. Woob, L. David and J.P. Vite. 1961. Studies on the host selection behavior of *Ips confusus* (Leconte) (*Coleoptera: Scolytidae*) attacking *Pinus ponderosa*. Contrib. Boyce Thompson Inst. 21(-2):79-96
34. 安村亞雄. 1954. マツくい虫の餌木誘殺驅除で喜ばれた話. 森林防疫ニュース 25:261-262
35. 安永邦輔. 大島康義. 銀塚昭三. 1962. 松喰虫の誘引物質に関する研究(第1報). 報赤松樹皮より誘引物質として安息香酸の分離. 農化 36(10):802-804.
36. 安永邦輔. 1962. マツクイムシの誘引物質に関する研究(第2報)安息香酸の誘引力に関する野外試験日林誌 (44(7):197-200
37. 安永邦輔. 1964. 松くい虫の分類と天敵の手引. 熊本林野共済會議. 熊本. pp.123.
38. 安永邦輔. 大島康義. 木下良郎. 1963. マツクイムシの誘引物質に関する研究(第3報)安息香酸. 誘導體高級脂肪酸およびそのエステルならびにテルペン類の誘引性とそれらの協力作用. 農化 37(2):642-644
39. 吉井宅男. 1967. 松くい虫誘引剤の誘引効果について. 森林防疫ニュース 16(3):55-59