

韓國의 소나무材線蟲病 被害現況과 그 對策¹

遠田暢男²

The Status of Pine Wilting Disease Caused by *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle and Its Control in Korea¹

Nobuo Enda²

1. 緒 言

日本과 가장 隣接한 大韓民國의 釜山直割市에서 外國으로부터 侵入이 憂慮되오던 소나무의 材線蟲病被害가 發生하였다.

東亞細亞地域에서는 日本(1969)에 이어 中國의 南京(1982) 및 臺灣의 北部(1985)에서 소나무材線蟲에 의한 소나무枯死被害의 發生이 確認된바 있다. 그리고 1988年 11월에 韓國의 林業研究院 李昌根 樹病科長에 의하여 釜山市 東萊區 溫泉洞 一帶의 소나무類(赤松, 海松) 枯死木에서 소나무材線蟲(*Bursaphelenchus xylophilus*)이 檢出되었고 同標本은 日本國 森林總合研究所의 田村弘忠博士에 의하여 日本에 分布하는 소나무材線蟲과 同一種으로 確認되었다. 이를 重視한 釜山市 綠地課에서는 金永椿 山林係長等 關係官을 森林總合研究所에 派遣하여 日本의 被害現況視察과 媒介昆蟲의 生態, 防除對策等에 關하여 專門家로부터 研修를 받음과 同時에 隔意없는 意見交換을 한바 있다.

그후 遠田은 韓國林學會의 招請(韓國科學財團支援)으로 現地調查와 指導, 세미나 등 技術協力을 위하여 3月 20일부터 10日間 訪韓하여 調查를 實施하였다.

2. 被害背景과 現況

釜山直割市는 서울에 이어 韓國 第2의 都市로서

人口는 約400萬이며 韓國 第1의 港口都市이다. 釜山과 日本의 下關間에는 土曜日을 除外하고 每日 페리가 運航되고 있으며 日本과의 輸出入도 旺盛하여 國際都市로서의 面貌를 갖추고 있다.

소나무材線蟲病的 被害地는 釜山港에서 北쪽으로 約15km 떨어진 高速道路邊의 東萊區 金井山(海拔 600m)一帶로 山麓에는 東萊溫泉場이 있어 休養地로서, 또 金剛公園은 하이킹 코스로서 市民의 休息場所가 되고 있다. 이 地域 一代에는 소나무林이 많고 山麓에는 住宅, 寺刹, 動物園, 植物園 그리고 國立釜山大學校가 位置하고 있다.

最初로 材線蟲이 檢出된 場所는 個人所有의 小規模의 動物員을 中心으로 周邊 20ha 內의 50-100年生 소나무에서 集團의인 枯死가 發生하였다. 이 動物園에는 日本에서 增殖된 動物類를 導入하여 飼育하고 있는 點을 勘案하면 材線蟲의 侵入經路는 動物들의 運搬時에 使用한 包裝材에서 媒介蟲이 脫出하여 定着된 것으로 推測되기도 한다. 그리고 韓國에서는 良質의 石炭이 生産되고 이들이 燃料로 많이 利用되고 있어 間伐木等 直徑 10cm 以上되는 소나무토막은 坑木, 펄프材, 建築材等으로 利用되고 있다. 國產材以外로 日本의 九州地方에서 1986年 以前에 輸入된 소나무原木에 附着 또는 潛伏하여 侵入한 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*) 成蟲이 飛散, 羽化脫出하여 釜山港埠頭에서 가장 가까운 道路邊에 位置한 金井山の 소나무林에 定着, 感染되었을 可能性이 가

¹ 接受 6月 10日 Received June 10, 1989.

² 森林總合研究所 Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Japan.

* 本報文의 原本은 日語로 作成된 것을 林業研究院 李昌根 會員이 번역하였음.

장 有力하다고 생각된다.

이 지역의 初期被害는 1983年頃부터 몇本の 散發的인 소나무枯死木이 發生한바있고, 그후 1987年 7月 颱風被害로 因하여 大量的의 風倒木이 發生하였고 이들中 一部 林內에 放置된 소나무原木에 솔수염하늘소의 오래된 加害食痕과 多數의 脫出孔(寫眞-1)이 目擊된 外에 伐根株等에는 1988年에 하늘소類의 産卵對象木으로되어 높은 密度로 老熟幼蟲이 棲息하고 있었다. 1987年에 發生한 風倒木이 하늘소의 繁殖處가 되고 그위에 1988年의 가뭄에 의한 影響도 겹쳐서 1988年 10月까지 集團枯死地域에서의 立木數의 約 60%에 該當하는 110本(胸高直徑 30-40cm)이 枯死하였다.

그後 1988年 11月에서 1989年 1月에 걸쳐서 林業研究院과 釜山市 合同으로 釜山市 全域의 소나무枯死木을 一齋 精密調査를 實施한 結果 山麓에 位置한 市街地에서 山腹(海拔 50-400m)에 이르는 86個所의 枯死木으로부터 소나무材線蟲이 檢出되었다.

被害面積은 集團枯死地 20ha를 中心으로 北方 2km의 釜山大學校까지, 東方 2.5km 떨어진 忠烈廟에서도 單木枯死가 發見되어 周邊의 散發的인 單木枯死地域 50ha를 包含하여 70ha에 걸쳐 廣範圍하게 擴散되어 있음이 確認되었다.

특히 今回에 調査한 各地域의 枯死立木, 伐倒木, 伐根株, 風倒木等 21本에서 採取한 材片中 20本에서 材線蟲이 檢出되었으며 有力한 媒介蟲인 솔수염하늘소 (*M. alternatus*)의 老熟幼蟲이 棲息하고 있음이 確認되었다.(寫眞-2)

3. 솔수염하늘소의 分布와 生態

한국에 分布하는 수염하늘소屬(*Monochamus* spp.)은 다음의 6種이 記錄되어있다.

- 1) 솔수염하늘소 *Monochamus alternatus*
- 2) 북방수염하늘소 *M. saltuarius*
- 3) 수염하늘소 *M. urussovi*
- 4) 깨다시수염하늘소 *M. sultor*
- 5) 긴수염하늘소 *M. subfasciatus*
- 6) 점박이수염하늘소 *M. guttuiatus*

이 中에는 亞高山地帶의 가문비나무(*Picea* spp.)와 젓나무(*Abies* spp.)外에 소나무屬(*Pinus*

spp.)의 衰弱木과 伐採木에 寄生하는 수염하늘소屬은 4種이며 다른 2種은 闊葉樹類에 寄生한다. 이가운데 林業研究院 昆蟲科에 保存되어있는 標本으로 수염하늘소屬 5種을 確認하였고 1986年 濟州道의 곰솔 枯死木에서 羽化脫出한 솔수염하늘소(암.수 各 1마리)와 內陸山岳地에서 採集한 北方 수염하늘소의 標本을 確認할 수 있었다. 韓國에서 솔수염하늘소의 採集記錄은 이제까지 濟州道에 局限되고(1,2) 內陸에서는 아직 그 分布가 確認되지 않았다. 따라서 1989年 3月에 筆者等이 釜山의 소나무材線蟲病 被害木에서 採集한 120마리의 幼蟲은 濟州道를 除外한 韓國本土에서는 最初의 記錄이 될 可能性도 있다.

採集된 幼蟲들은 樹幹의 剝被部와 樹冠部, 가지 등의 木質部內에서 越冬中인 終齡幼蟲과 많지는 않지만 큰넓적하늘소(*Arhopalus rusticus*)가 優點하고 있는 땅가部의 樹皮속과 木質部속에도 솔수염하늘소의 幼蟲이 棲息하고 있었으며 加害部位와 發育狀態는 日本의 소나무材線蟲病 被害極基地和 一致하고 있다.

韓國에서는 솔수염하늘소의 生態에 關하여는 전혀 研究된바가 없으며 後述하는 藥劑의 豫防撤布 實施時期를 推定하기 위하여 成蟲의 發生消長을 日本의 資料와 比較하여 다음과 같이 豫測하였다. 釜山과 같은 緯度(35度)에 位置하고있는 名古屋의 氣溫과 比較하면 釜山의 年平均氣溫은 14.3度로서 名古屋의 14.9度와 거의 같은 氣溫을 나타내고 있어 釜山地方의 成蟲羽化脫出은 5月下旬에 始作하여 7月中旬頃에 終了될것으로 推定하였다.

採集한 生存幼蟲 110마리는 攝氏 22度, 25度 및 28度の 溫度條件下에 保存하면서 越冬幼蟲에서 번데기化, 羽化까지의 發育經路를 調査하였다. 25度에서는 加溫後 短期間에 번데기로 되었으며 約1個月後인 4月下旬까지는 大部分이 成蟲으로 되었고 形態의으로도 日本種과 같은 種임이 確認되었다(寫眞-3). 發育經過에 關하여는 現在 日本種과 比較檢討中이다. 日本의 솔수염하늘소의 棲息分布는 東海쪽으로는 秋田市까지 太平洋쪽으로는 岩手縣 南部에까지 確認되어 있으며, 1년에 1世代를 完了하는데 必要한 溫度는 年平均氣溫이 11度 附近이 限界로되어 있다.

韓國의 境遇 서울에서 45km 떨어진 西海岸의 仁川市의 年平均氣溫이 11.2度(1951-1980年平均)

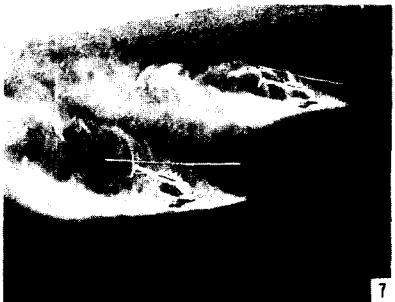
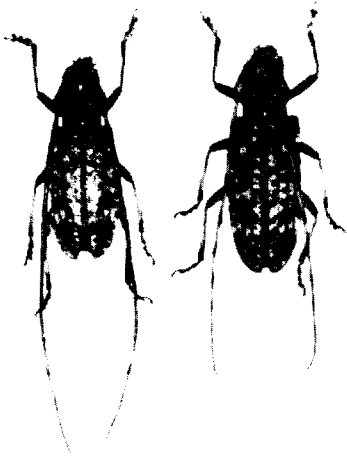


表-1 소나무材線蟲病 發生地の 月別 平均氣溫

單位:攝氏

場 所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
釜 山	3.0	5.2	7.8	13.4	17.5	20.5	23.7	24.5	20.6	18.2	11.7	5.8
名古屋	3.6	4.3	7.5	13.5	18.0	21.7	25.6	26.8	22.8	16.9	11.4	6.2
秋 田	-0.5	-0.3	2.7	8.8	14.1	18.5	22.6	24.0	19.4	13.1	7.3	2.3

*年平均:釜山 14.3, 名古屋 14.9, 秋田 11.0

**名古屋, 秋田은 1957-1980年平均值, 釜山은 1987-1988年の 平均值임

로서 日本의 秋田市, 山形市の 氣溫과 거의 一致하고 있으므로 서울시의 低山地帶에도 하늘소의 發育에 필요한 氣溫에 達하고 있어 局地的으로는 韓國全域에 棲息할 可能性이 있는 것으로 推測된다.

4. 소나무類의 主要 害蟲

韓國의 山林面積은 全國土의 66%로 이중 절반이 針葉樹林이며 그중에서도 소나무(*Pinus densiflora*), 곰솔(*P. thunbergii*), 잣나무(*P. koraiensis*)가 25%를 占하고 있다.

林業害蟲으로 問題가 되고 있는 病害蟲은 소나무의 新葉基部에 腫영을 形成하여 生長沮害와 林木을 枯死시키는 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*), 가지를 밑으로 굽어 枯死시키는 솔겉질각지벌레(*Matsucoccus matsumura*), 그리고 釜山市에 侵入하여 被害를 주고있는 소나무材線蟲病을 들수 있으며 이들에 의한 소나무類의 被害가 重要視되고 있다.

韓國의 솔잎혹파리被害는 오래되었다. 1929년에 南部西海岸의 木浦에서 처음으로 發見된 以來, 1934년에는 釜山에까지 擴散되어 그 被害面積은 4萬ha에 達하였고 그後 漸次 北上하여 1961년에는 全國적으로 41萬ha에 擴散되었다. 솔잎혹파리의 生活史가 밝혀짐에 따라서 效果的인 防除가 實施되었고 그 被害面積도 1965년에는 9萬ha로 減少하였다(3). 그러나 1984년에는 韓國全域에 蔓延되어 現在 30萬ha의 被害가 發生하고 있어 鎮靜되지 않고 있다. 이 솔잎혹파리被害에 添加하여 萬若 소나무材線蟲病이 全國적으로 蔓延하면 全國의 소나무林에 아주 커다란 打擊이 될 것은 쉽게 豫測할 수 있다.

筆者等이 現地調査한 慶北 榮州에서는 솔잎혹파리로 因한 累積枯死率이 30%에 達하는 極甚한 被害林地도 發見할 수 있었다(소나무材線蟲 未檢

出). 또 衰弱木에는 소나무좀(*Blastophagus piniperda*)이 높은 密度로 穿入加害하고 있고(寫眞-4), 成蟲의 後食(Maturation feeding)에 의한 健全木의 新梢先端의 枯死被害도 問題가 되고 있다.

防除에는 每年 많은 防除費가 投入되어 山林廳은 1989年度에 130億원을 計上하고 있다고 한다. 현재 實施되고 있는 主된 防除方法은 針葉에서 落下한 土中幼蟲과 成蟲羽化期에 藥劑의 地上 또는 航空撒布, 簡單한 注入器에 의한 Dimecron 液劑(一般名-Phosphamidon)의 樹幹注射, Temik 粒劑(一般名-Aldicarb)의 土壤處理, 그리고 天敵昆蟲인 솔잎혹파리의 寄生蜂類(*Platygaster matsutama* 外)의 增殖放飼等이 實施되고 있다. 이와 같은 全國的인 被害蔓延은 高度成長에 따른 交通網의 整備, 擴張이 그 原因으로 되고 있다. 솔잎혹파리被害地에서 育成된 잔디를 新設道路의 法面被覆用으로 使用한 것이 發生源으로 되었을 可能性이 有力하며, 이것은 日本에서 材線蟲被害木의 移動으로 因한 소나무材線蟲의 새로운 被害擴散과 極히 類似하다. 以外에 소나무類의 衰弱木 또는 枯死木에서 採集된 穿孔性害蟲의 種類는 表-2와 같다.

釜山에서는 枯死木에 棲息하는 穿孔蟲類의 種類와 그 發育狀況은 日本의 關東地方과 거의 一致하며, 極甚한 被害型의 種構成으로 되어있다. 이 가운데 成蟲의 後食등 生態적으로 材線蟲의 媒介者는 솔수염하늘소(*M. alternatus*) 1種으로 判斷된다.

釜山の 소나무材線蟲病 被害地에서는 樹幹下部에 높은 密度로 棲息하고 있는 큰 넓적하늘소(*A. rusticus*, 寫眞-5), 樹皮下에서는 成蟲으로 越冬하는 소나무하늘소(*R. rugipenne*, 寫眞-6)도 媒介昆蟲으로서 防除對象에 包含하고 있었다.

日本産 *Rhagium* 屬은 주로 亞高山地帶의 가운비나무, 잣나무, 소나무屬等的 쓰러진나무에 寄生

表-2 소나무, 곰솔 枯死木에서 採集된 昆蟲類

(1989. 3.)

昆蟲名	學名	蟲態	採集地
솔수염하늘소	<i>Monochamus alternatus</i>	幼蟲	釜山
북방수염하늘소	<i>M. saltuarius</i>	幼蟲食痕?	釜山
검정하늘소	<i>Spondylis buprestoides</i>	幼蟲?	釜山
큰넓적하늘소	<i>Arhopalus rusticus</i>	幼蟲	釜山, 奉化
곤봉수염하늘소	<i>Acanthocinus griseus</i>	幼蟲	釜山, 奉化
소나무하늘소	<i>Rhagium rugipenne</i>	成蟲	釜山, 奉化
노랑검정바구미	<i>Pissodes obscurus</i>	幼蟲	釜山, 奉化外
노랑소나무점바구미	<i>P. nitidus</i>	成蟲, 卵	釜山, 서울
흰점박이바구미	<i>Shirahoshizo</i> spp.	幼蟲	釜山, 奉化外
왕바구미	<i>Hyposipalus gigas</i>	幼蟲, 脫出孔	釜山
노랑애나무좀	<i>Cryphalus fulvus</i>	成蟲, 蛹, 幼蟲	釜山
소나무좀	<i>Blastophagus piniperda</i>	成蟲, 卵	釜山, 三陟, 奉化
송곳벌 1種	<i>Sirex</i> sp.	脫出孔	釜山, 奉化
개미붙이	<i>Thanasimus lewisi</i>	成蟲	서울

하지만 釜山에서는 하늘소類가 脫出한 腐朽木의 樹皮 밑에 수마리씩 모여 越冬하고 있고, 奉化의 솔잎혹파리 被害地에도 多數 棲息하고 있음을 勸察하면 韓國에는 全國적으로 分布하고 있는것 같다.

5. 防除 對策

釜山市의 山林面積은 18,000ha로 이중 소나무林이 70%를 占有하고 있다. 따라서 市當局에서는 소나무재선충병의 被害發生은 深刻한 問題로 다루고 있으며, 防除對策本部가 있는 釜山市 綠地課에는 被害枯死本數와 材線蟲의 檢出地點을 表示한 大型現況板이 만들어져 있으며 被害現場에는 “소나무材線蟲病 防除 現場指揮所” 看板을 건 假建物과 하늘소의 羽化 脫出調査用 網室도 갖추고 있었다. 現場指揮所 內部에는 被害寫眞과 媒介蟲(솔수염하늘소)의 生態寫眞, 소나무의 穿孔性害蟲類 標本을 展示하여 地域住民과 訪問者를 啓導하고 있었다. 이 地域의 被害木은 이미 伐採되어 펄프로 利用되었으며 入山路에는 材線蟲病의 發生地임을 알리는 立看板과 被害木의 伐根에는 “材線蟲病 被害木”이라고 表示된 長三角形의 赤色 비닐패널트를 붙여놓았으며 一部 伐根은 燒却한 痕迹도 보였다.

防除方法은 山林廳, 林業研究院 및 釜山市 關係 公務員들에 依하여 다음과 같은 計劃이 樹立되어 1988年 12월부터 伐採驅除가 實行되고 있었다. 山

林廳의 初年度 防除豫算은 1億 2千萬원이 計上되었고 여기에 釜山市의 地方費가 追加된다고 한다.

가. 被害木의 伐採驅除

- 1) 被害木 除去: 發生地域과 周邊 600ha 內의 枯死木의 衰弱木, 被壓木은 4月 下旬까지 完全히 除去한다.
- 2) 伐採木의 移動制限: 未汚染地域으로 被害가 擴大되는 것을 막기 위하여 伐採된 原木이 Chip 工場에까지 搬出移動될때 嚴重한 監視制를 實施 4月下旬까지 破碎處理를 完了한다.
- 3) 枝條材의 燒却: 破碎木이외에 樹幹先端部 또는 작은 가지는 蒐集燒却한다.
- 4) 被害木의 盜難防止: 家庭用 燃料로 搬出되는 것을 防止하기 위하여 伐採木은 빨리 處分한다.

그러나 被害地인 金井山一帶은 急峻한 地形外에 岩石이 많고, 地上에서의 被害木 探索과 搬出에 어려움을 겪고 있다. 特히 林內에는 針葉이 落葉된 前年の 初期 被害木이 被壓木과 風倒木 등으로 看過되는 境遇도 있고 또 健全木에 着生된 죽은 가지 등이 하늘소의 繁殖場所가 될 可能性도 있

어서 伐採驅除만으로는 完全한 絶滅을 期待할 수 없다.

이 때문에 伐採驅除와 並行하여 被害木에서 脫出하는 하늘소의 後食防止와 殺蟲을 目的으로 Hel 機에 依한 豫防藥劑撒布를 다음과 같이 計劃하고 撒布回數도 山林에서는 異例의으로 3回로 計劃되었다.

나. 豫防藥劑撒布

- 1) 空中撒布時期와 回數 : 第1回 하늘소의 脫出初期인 5月下旬
 第2回 하늘소의 脫出最盛期인 6月中旬
 第3回 하늘소의 脫出終期에 앞서 7月上旬
- 2) 藥劑의 種類, 濃度, 撒布量 :
 藥種 : MEP 50% 乳劑
 撒布量 : 30-60 litter/ha(原液 3.6 litter를 8.33-16.7倍로 稀釋)
- 3) 撒布面積 : 集團枯死 및 周邊의 擴散憂慮地 域을 包含하여 800ha를 對象으로 撒布하고 海拔 200m 以下에서는 重複撒布한다.
- 4) 地上藥劑撒布 : 家屋密集地域에서는 地上에서 藥劑撒布를 한다. (MEP 50% 乳劑, 150倍)

그의 當初 計劃된 伐根과 그 周邊 半徑 20m 以內의 地上藥劑撒布와 金剛公園, 植物園등의 大徑木에 對한 樹幹注入은 取消되었다.

山林廳은 11臺의 Hel機를 保有하고 있으며 病蟲害防除와 頻繁히 發生하는 산불(釜山市에서만 年間 20件 以上 發生) 鎮火에 威力을 發揮하고 있다. 特히 솔잎혹파리등 山林害蟲防除로 20年間의 航空藥劑撒布 經驗도 있어(寫眞-7) 撒布機材의 問題는 없는 것으로 判斷되었다.

그러나 空中撒布豫定地인 金剛公園에는 케이블카와 高壓線等の 障害物이 있어 飛行高度에 따라서 藥劑撒布에 依한 記錄等の 念慮도 있어 파이

로트의 效率的인 撒布技術이 要求된다. 多幸히 材線蟲病의 被害는 釜山市의 極히 一部 地域에 發生되고 있어 媒介蟲인 솔수염하늘소의 徹底한 驅除를 目的으로 被害木의 伐採驅除와 豫防藥劑撒布가 實行되게 되었다. 이것은 侵入初期의 被害地에 있어서 徹底한 驅除의 實演試驗으로서 今後의 防除 成果가 期待된다.

6. 結 言

韓國에서 소나무는 “마음의 故鄉”으로서 사람들과 親密하며 溪谷의 奇岩과 소나무의 푸르름이 어울려 絶景을 이루고 있다. 그것만으로도 釜山에 侵入한 材線蟲病은 “소나무의 AIDS”라 불리어지고, 傳染病의 防除原則에 立脚한 傳染源의 徹底한 驅除가 實施되고 있다. 이 地域의 소나무材線蟲病의 防除를 指揮하고 있는 金永椿 市山林係長은 日本 研修中 材線蟲被害極甚地에 位置한 有名한 寺院을 參拜하여 釜山の 材線蟲에 依한 소나무의 枯死가 根絶되기를 祈願하였다.

끝으로 筆者를 韓國에 招請하여 주신 韓國林學會 朴明主會長, 그리고 滞在期間中 여러가지로 도움을 준 林業研究院 趙在明院長을 비롯하여 李鎔大 保護部長, 邊炳浩 昆蟲科長, 始終 現地調査를 同行한 李昌根 樹病科長과 調査現場에서 수고하여 준 釜山市 綠地課 金永椿 係長, 東萊區廳 綠地係, 南部 및 東部營林署의 여러분과 講演會의 通譯을 맡아준 서울大 農大 羅容俊 教授에게 깊은 謝意를 表한다.

引 用 文 獻

1. 高濟鎬. 1969. 韓國樹木害蟲 總目錄. 林業試驗場. 458pp.
2. Lee, Seung-Mo. Longicorn beetles of Korea. Editorial committee of insecta Koreana. 101pp.
3. 山林廳 林業試驗場. 1985. 솔잎혹파리 研究白書. 278pp.