

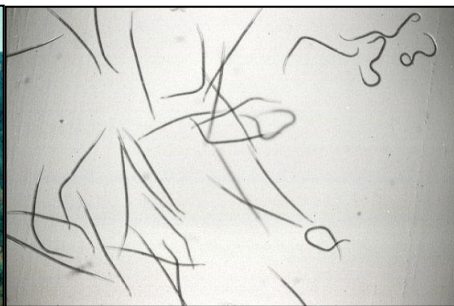


경상북도의회 의원연구단체
(산림정책연구회 세미나)

소나무재선충병의 효율적 방제방안

2015. 4. 13.

대구한의대학교 임원현 교수



I. 서론

1. 연구의 배경
2. 연구의 경과
3. 심각성

II. 피해현황

1. 재선충병이란?
2. 재선충병이 나무를 죽게하는 과정
3. 재선충병에 걸린 나무식별법
4. 병원체와 매개충의 공생관계
5. 국내의 피해확산 현황
6. 일본의 피해확산 현황

III. 감염 및 발병 메카니즘

1. 재선충의 존재규명
2. 감염경로
3. 발병메카니즘

III. 방제대책

1. 방제계획 수립
2. 일반송림 방제의 유의점
3. 중요송림 방제의 유의점
4. 장단기 전망 및 대책

I . 서론

❖ 연구 배경

- 최근 재선충병 피해 극심, 전국적 확산 우려
- 금년, 내년 춘·하계 방제가 성패의 분수령
- 방제 관계자 전문성제고 및 시민홍보 필요성 증대

자료제공 : 후타이(二井) 교토대학 명예교수
나카무라(中村) 森林總研 방제팀장
경주대학교 조용기 교수

❖ 연구 경과

- 2014. 12. 일본전문가 강연/현장자문 진행, 통역 (경북도)
- 2015. 1. KBS-1 교토취재 기획/안내 1.25(일) 취재파일 방영
- 2015. 1. 교토부 현황 및 방제시책 조사 (산림기술사2 동행)
- 2015. 3. 동북지역(최전방어선) 방제전략 조사 (경북 공무원)

▶ 기타 연구논문 및 교토부 등 3, 4개 현 시책자료 분석₃

I. 서론

❖ 심각성

- 소나무 경관/문화 소멸
- 土石 유출, 산사태 등
- 山江海 생태계 파괴



II. 피해현황

1. 재선충병이란? *Pine wilt disease*

(나무 병해충 도감, 2014.4.15, 자연과생태)

병원체 : *Bursaphelenchus xylophilus*

피해 특징 : 소나무재선충을 보유한 매개충인 **솔수염하늘소**가 신초를 후식할 때 소나무재선충이 나무 조직 내부로 침입, 빠르게 증식해 뿌리로부터 올라오는 수분과 양분의 이동을 방해하며 나무를 시들여 말라 죽게 한다.

병징 및 표징 : 잎이 우산살 모양으로 아래로 처지며 빠르면 1개월 만에 잎 전체가 적갈색으로 변하면서 말라 죽는다. 가지나 줄기에서 매개충의 타원형 침입공과 지름 5~8mm의 원형 탈출공이 발견된다.

방제 방법 : 고사목은 베어서 훈증 소각하고, 매개충구제를 위해 5~8월에 아세타미프리드 액제를 3회 이상 살포한다. 예방을 위해서는 12~2월에 아바멕틴 유제 또는 에마멕틴벤조에이트 유제를 나무주사하거나 4~5월에 포스티아제이트 액제를 토양관주한다

II. 피해현황

2. 재선충병이 나무를 죽게 하는 과정



II. 피해현황

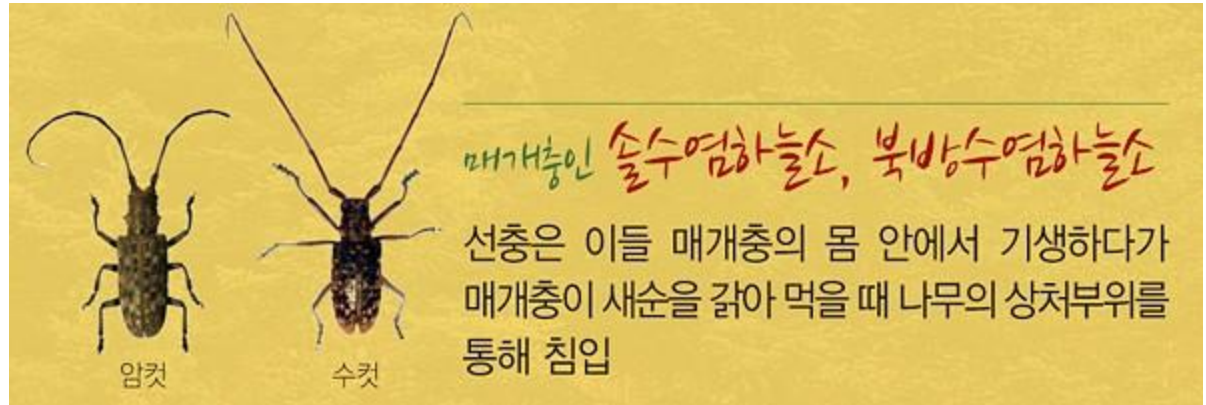
3. 재선충병에 걸린 소나무 잣나무 식별법

아무런 이유 없이

고사 잎이

우산살 모양으로

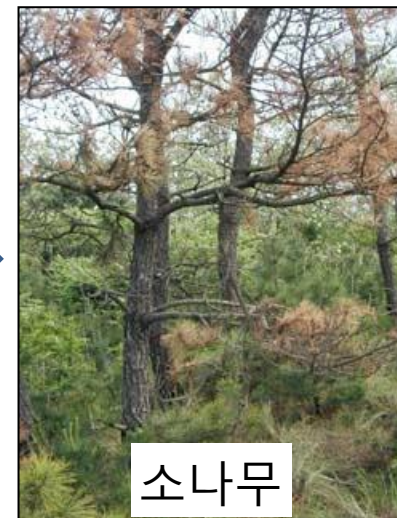
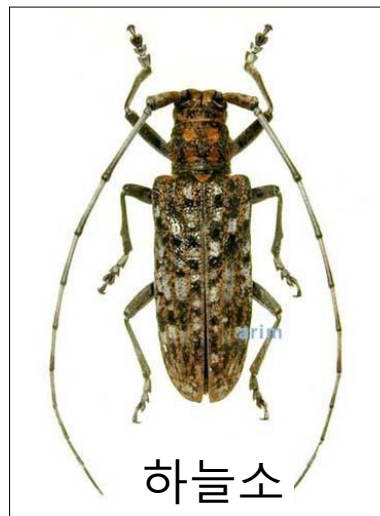
처지면서 고사



II. 피해현황

4. 병원체 매개충 공생관계

- 1) 병원충(가해자) : 재선충
- 2) 매개충(운반책) : 솔수염하늘소, 북방
- 3) 공생관계 : 가해자와 운반책



II. 피해현황

1) 병원충 : 재선충(*Bursaphelenchus xylophilus*)

- 역할 : 소나무고사 직접가해자, 최장 1mm 정도
- 번식 : 소나무 체내, 알-성충(3일), 암수 1쌍-20만(20일)
- 먹이 : 소나무 유세포, 곰팡이류(청변균-하늘소유충)
- 유입경로 : 북미 → 일본 → 한국 (소나무목재)



II. 피해현황

2) 매개충 : 솔수염아늘소, 북방아늘소

- 역할 : 재선충 운반책, 성충 최장 3cm 정도
- 먹이 : 소나무의 부드러운 가지
- 번식 : 교미(소나무 위), 산란(쇠약/고사 소나무)



II. 피해현황

3) 공생관계 : 연합군 - 과거 송충이, 솔잎혹파리 대비 매우 강력

- 가해력(병원충) : 재선충, 자력이동 불가능
- 이동력(매개충) : 솔수염하늘소

재선충



❖ 무임탑승 ?? 공생

- 솔수염하늘소 산란 : 쇠약/고사 소나무가 필요
건강 소나무 : 송진, 생육 불가
- 재선충을 소나무에 내림 - 쇠약/고사 - 산란

III. 피해현황

5. 피해확산 현황(한국)

1) 한국

- 1차 확산 : 1988~2006년
- 2차 확산 : 2011~2014년
- ▷ 경주지역 : 2005년 양남
현재, 불국사/양동마을 근접

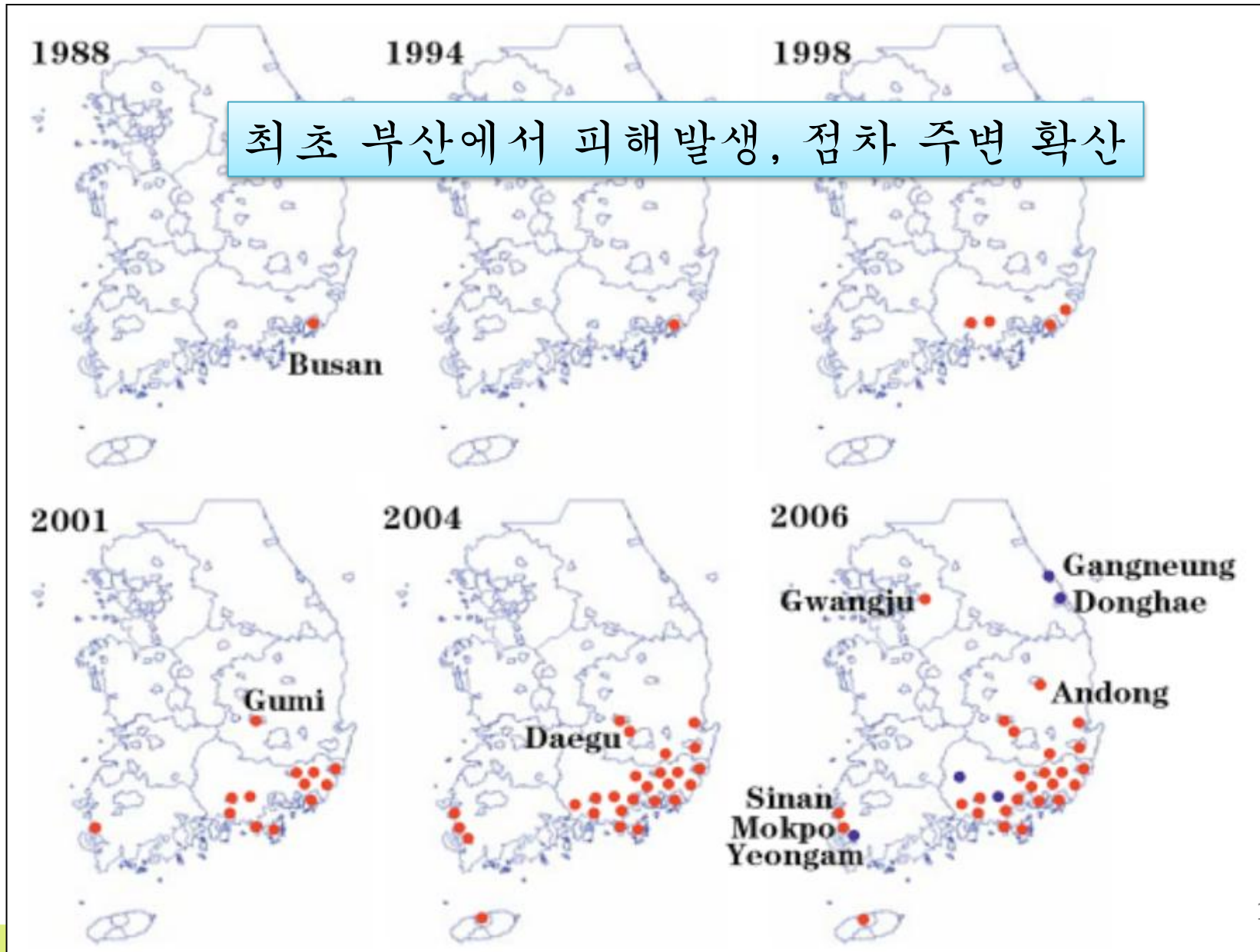
2) 일본 : 1905~2014년

- 피해목 발생량 추이
- 송림쇠퇴 사례(京都, 東山)



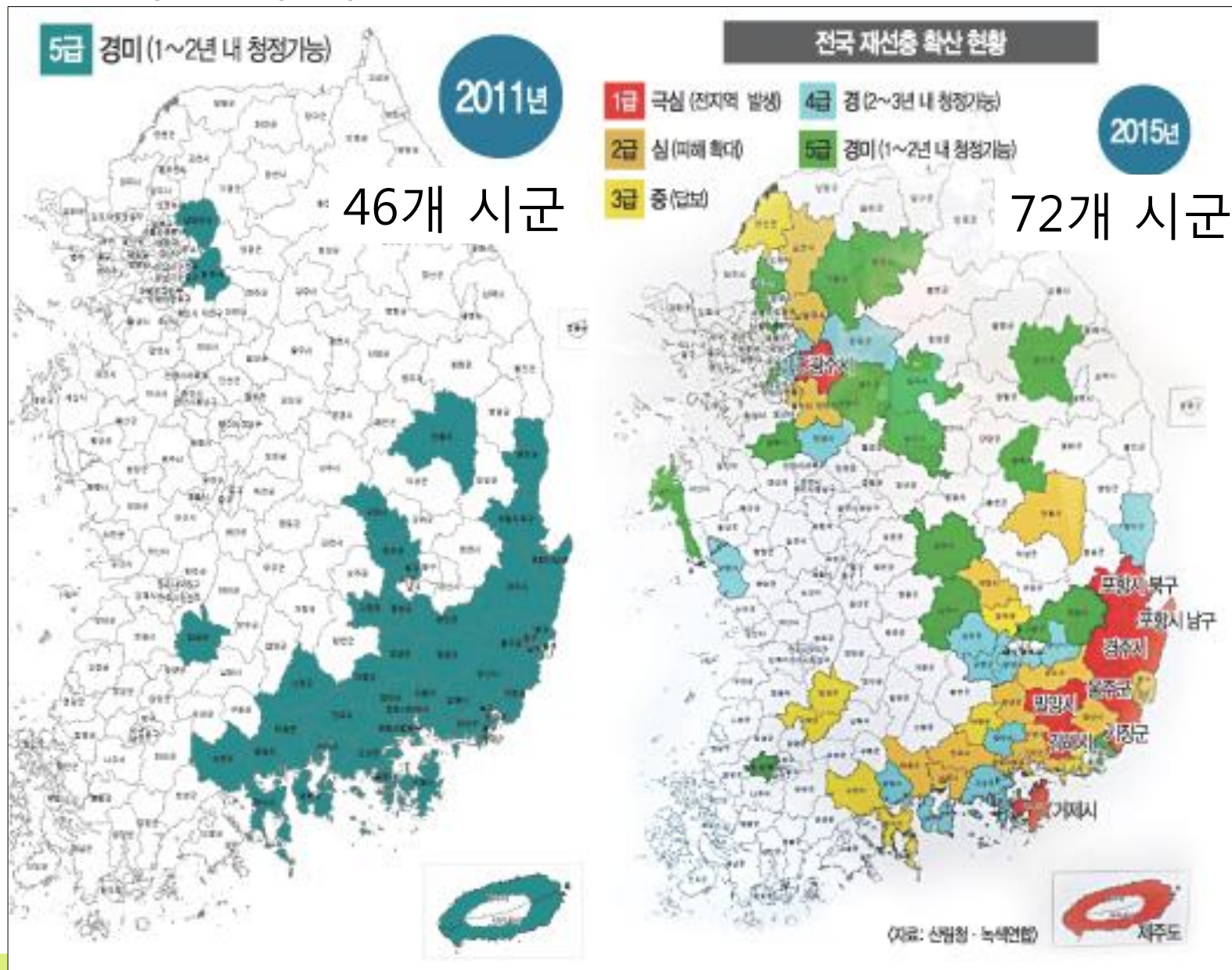
III. 피해현황

1) 한국 : 1차 확산



III. 피해현황

1) 한국 : 2차 확산



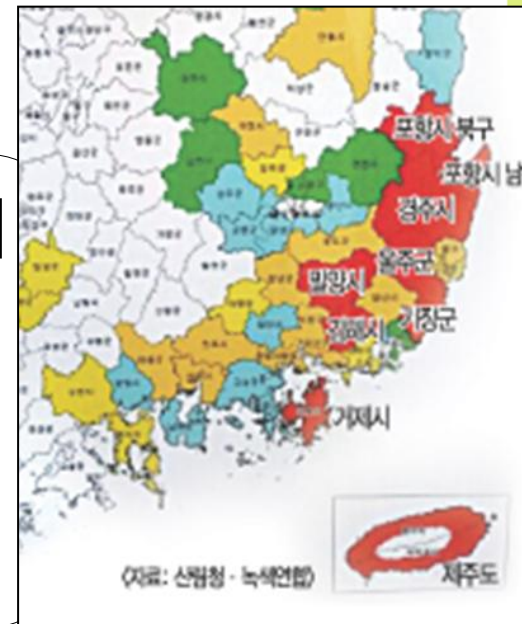
Ⅲ. 피해현황

❖ 경북도 피해현황

- 최초 : 구미, 2001년
- 현황 : 14개 시군, 극심 : 포항·경주·안동·구미
278,000본 (포항 18만, 경주 7만)

❖ 경주지역 피해확산

- 2005년 : 양남 첫 발생, 반경 3km 벌채
- 2012년 : 불국사 3km 지역
- 2014년 : 불국사 150m 지역
양동마을 주변 숲



Ⅲ. 피해현황

6. 피해확산 연왕 (일본)

1905~15 종식
나가사키
(長崎)

1921~25
큐슈지역
효고현

1930년대
주변확산

1940년대
四国,
關東地方

1950~60년대
美軍政 強力防除
소강상태 유지

1970~현재
北海道 제외
全國

Ⅲ. 피해현황

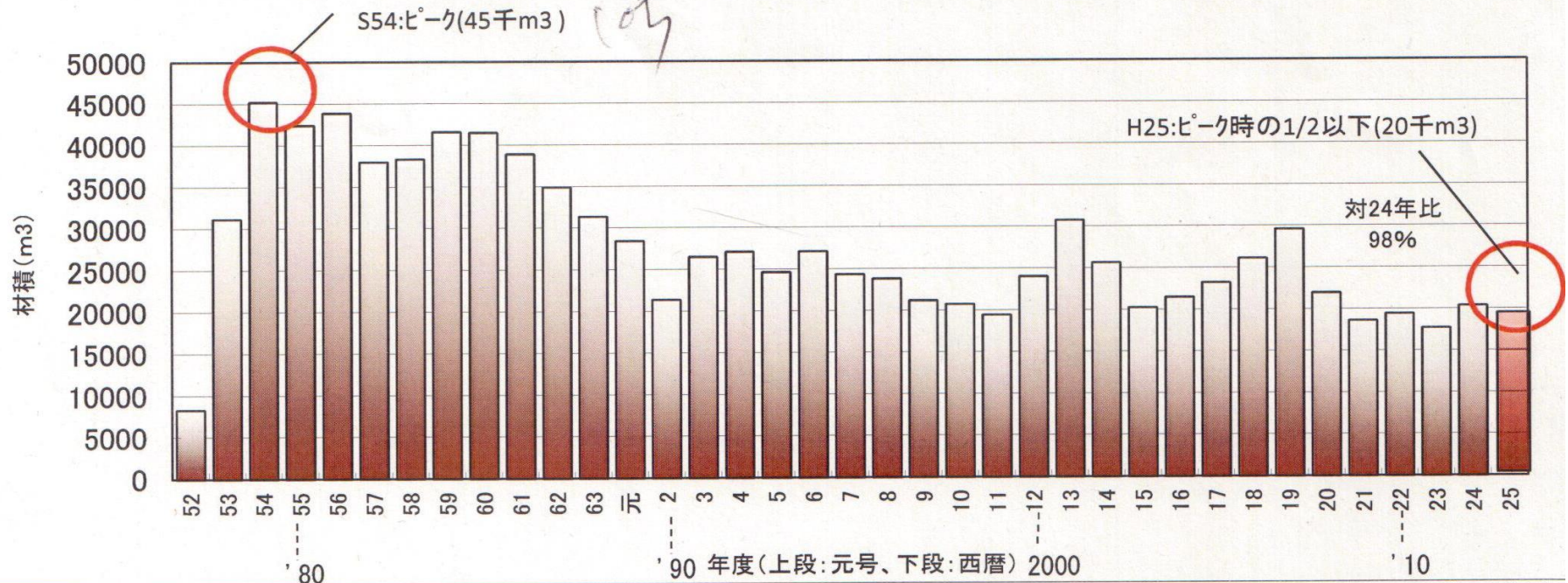
❖ 피해목 발생량 추이 (일본)



피해량은 1980년에 절정, 연간피해량 : 200만 m^3 /년 이상
그 후, 피해량은 감소하였지만 현재도 50만 m^3 이상의 피해가
계속되고 있다. (재적 1 m^3 = 약 5주, B20cm * H12m)

Ⅲ. 피해현황

❖ 피해목 발생량 추이 (일본 교토부)

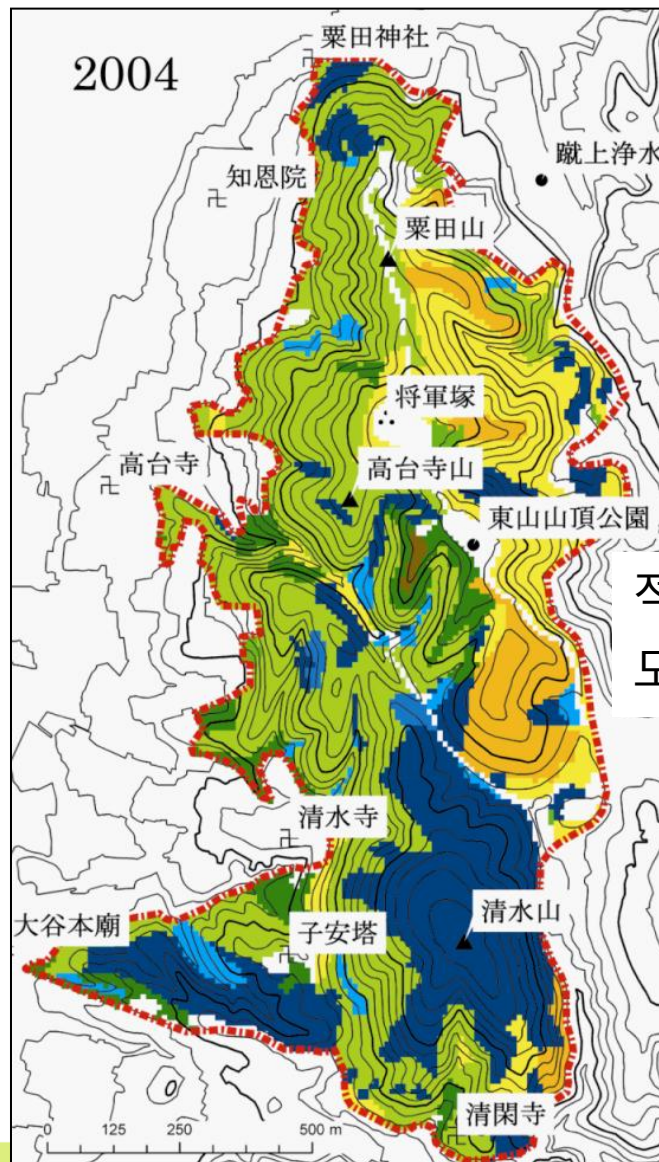
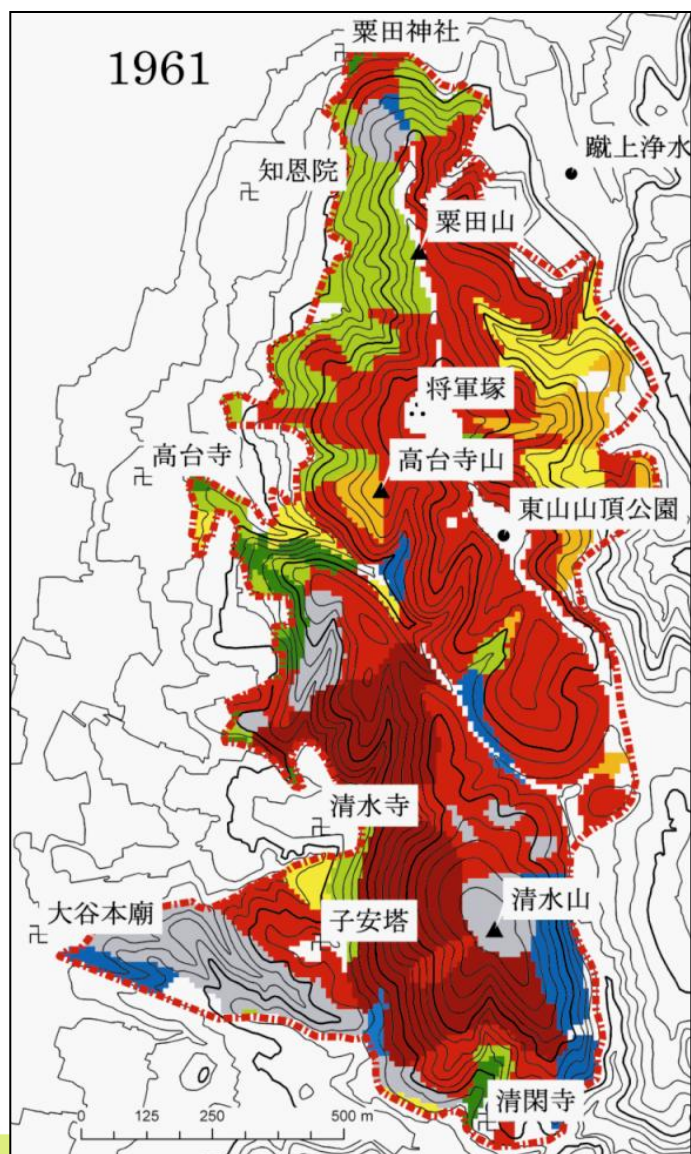


피해량은 1979년에 절정, 연간피해량 : 4.5만 m³/년 이상
 그 후, 피해량은 감소하였지만 현재도 2만 m³ 이상의
 피해가 계속되고 있다. (재적 1 m³ = 약 5주, B20cm*H12m)

III. 피해현황

❖ 京都 東山の 松林衰退

(京都府立大学 · 奥田, 高原)



- 松林
- 松·落葉廣葉樹
- 松·常綠廣葉樹
- 松·편백
- 모밀잣밤

적송림 40%→0%

모밀잣밤 11%→38%

III. 감염 및 발병메카니즘

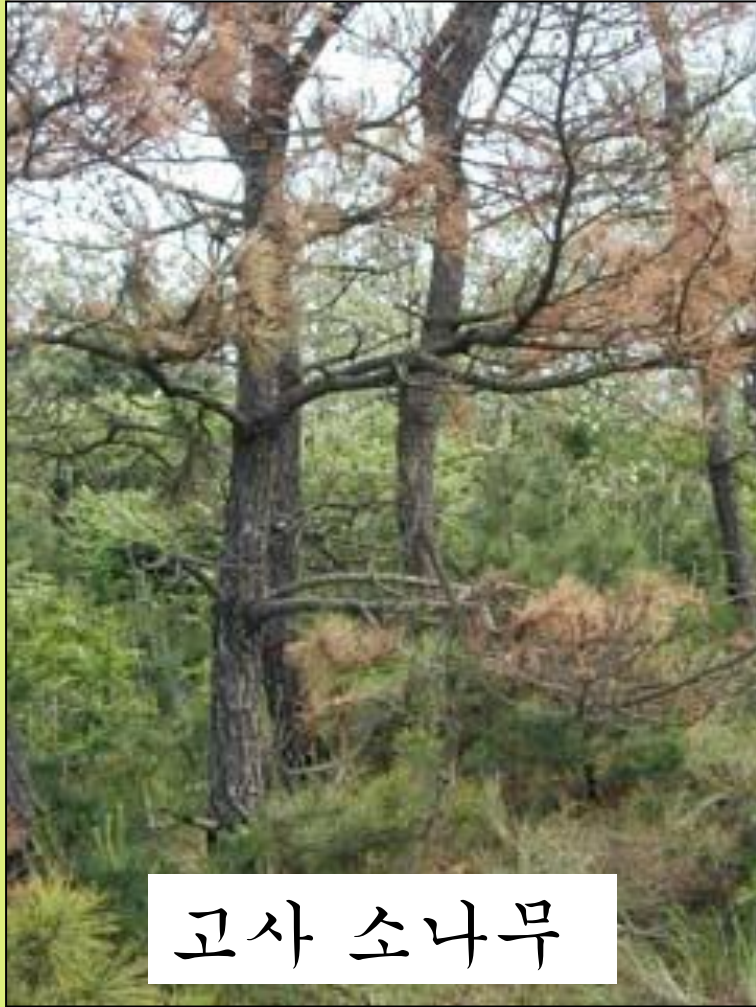
1. 재선충의 존재 규명
2. 감염경로 (재선충 - 하늘소 - 소나무)
3. 발병 메커니즘 (재선충 - 소나무)



III. 감염 및 발병 메커니즘

1. 재선충의 존재 규명

발병 1905년, 존재규명 1970년대



고사 소나무의 수피를 벗기면
穿孔性甲虫類의 먹이 찌꺼기가
보인다.

III. 감염 및 발병 메커니즘

1. 재선충의 존재 규명



樹皮 아래에는
많은 穿孔性甲虫類의
幼虫도 보인다.

때문에 소나무材線虫이
發見되기 前에는
穿孔性甲虫類가
소나무고사병의
原因이라고 여김



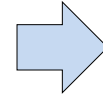
III. 감염 및 발병 메커니즘

1. 재선충의 존재 규명

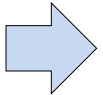
❖ 집중연구

1960년대 피해극심, 연구역량

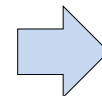
솔수염하늘소가
健全木에 産卵하면
樹脂 때문에 卵은 죽음



하늘소
二次性 害虫
(1966,7)



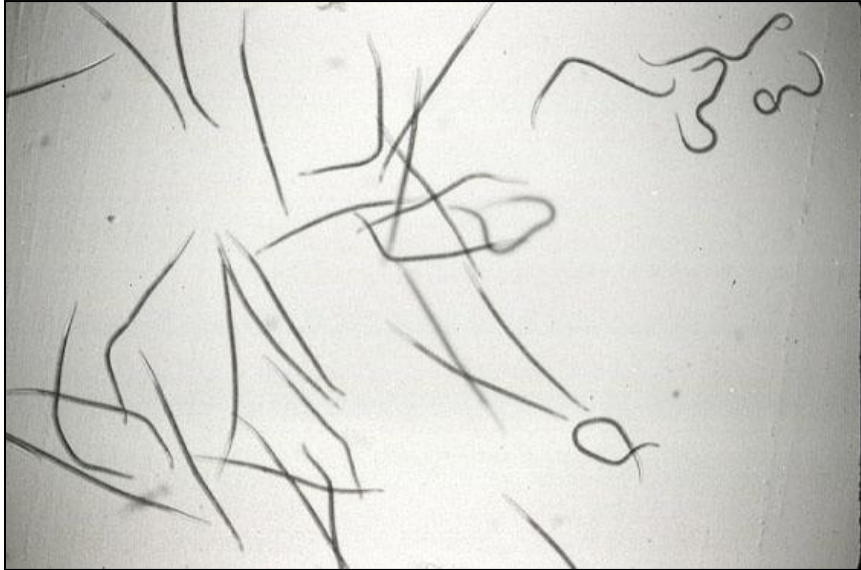
하늘소에 의한 소나무類의
枯損防止에 関한 研究
(=樹病, 菌学, 樹木生理,
土壤学, 気象学, 木材化学)
(1968-1972)



病原線虫
의 発見

Ⅲ. 감염 및 발병 메커니즘

1. 재선충의 존재 규명



病原体 線虫. 그 병원성은
면밀한 接種試驗에 의해
규명되었다.

1. 剝皮
2. 脫脂綿固定
3. 線虫懸濁液 注入
4. 방수필름 被覆

<線虫 懸濁液 接種試驗>

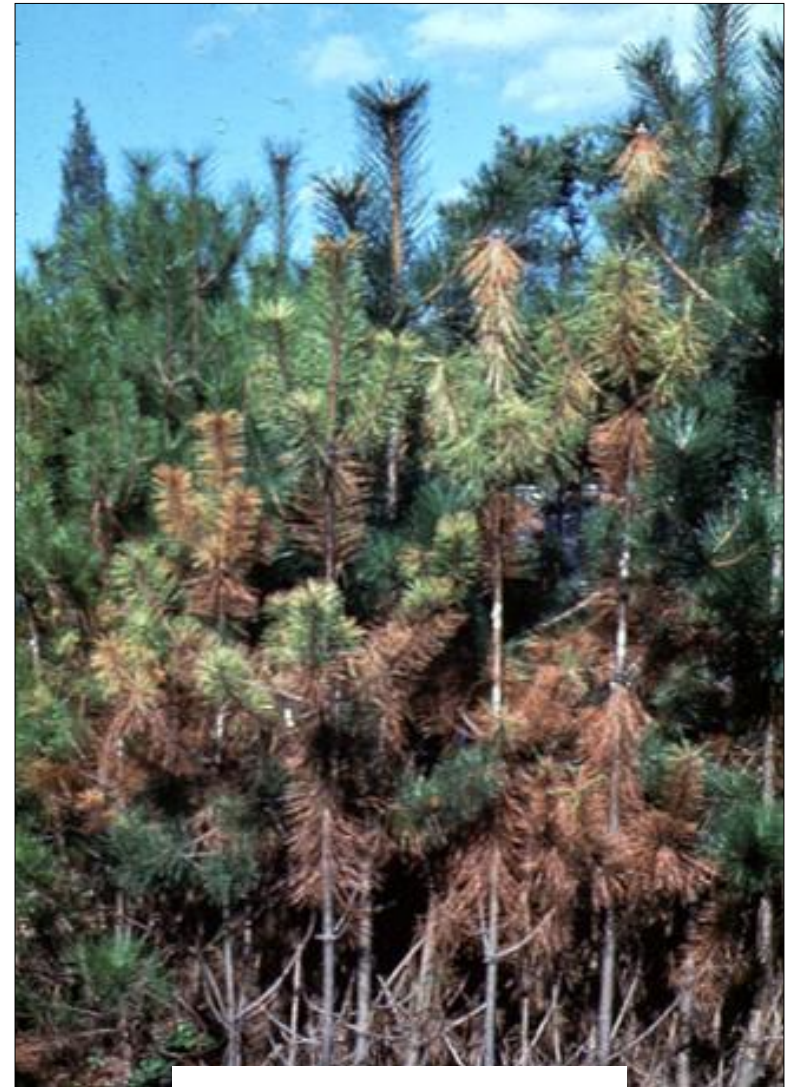


III. 감염 및 발병 메커니즘

1. 재선충의 존재 규명



接種 1個月後
初期 枯死症狀 나타남



2個月後 枯死

III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(새선충 - 하늘소 - 소나무)



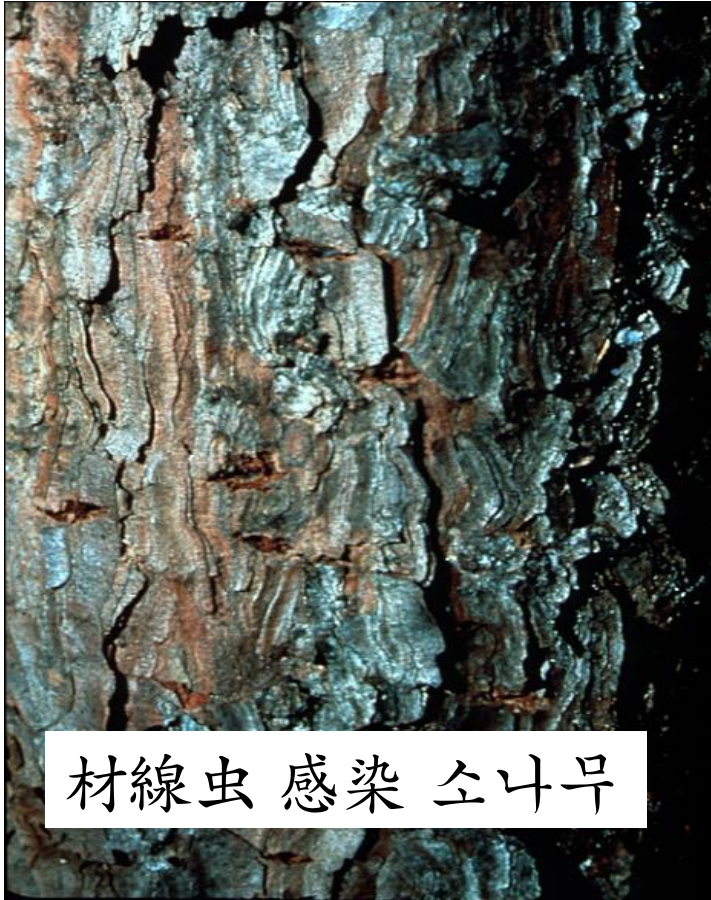
枯死木 속에서 成虫이 된 하늘소.
健全한 소나무가지 樹皮 摂食.

線虫은 이 傷口를 통하여
소나무 体内에 侵入



III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(재선충 - 하늘소 - 소나무)



材線虫 感染 소나무

樹脂分泌 停止
揮發性가스(에타놀) 發散
察知한 하늘소 飛來, 産卵



하늘소産卵(樹皮下)

III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(새선충 - 하늘소 - 소나무)



5~7日後, 孵化한 幼虫.

樹皮下 柔組織을 먹으며 成長

數回 脱皮, 자란 幼虫은
材中에 터널을 파며 前進



III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(새선충 - 하늘소 - 소나무)



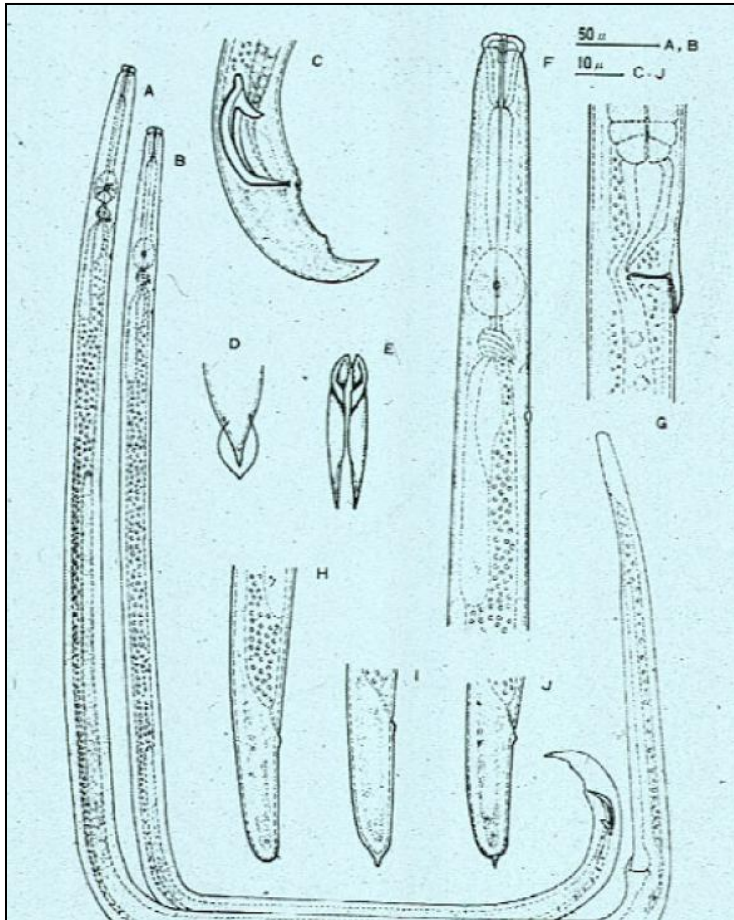
곰팡이의 一種인 靑変菌.
材線虫의 好適한 먹이.

가을철 氣溫이 低下하면,
터널을 上向으로 파고
先端에 번데기방을 만들어
그 안에서越冬.
방 周辺이 靑黑色.



III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(새선충 - 하늘소 - 소나무)



소나무材線虫이
菌系細胞에 針을 찌러
内容物を 吸収하는 모습



III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(재선충 - 하늘소 - 소나무)

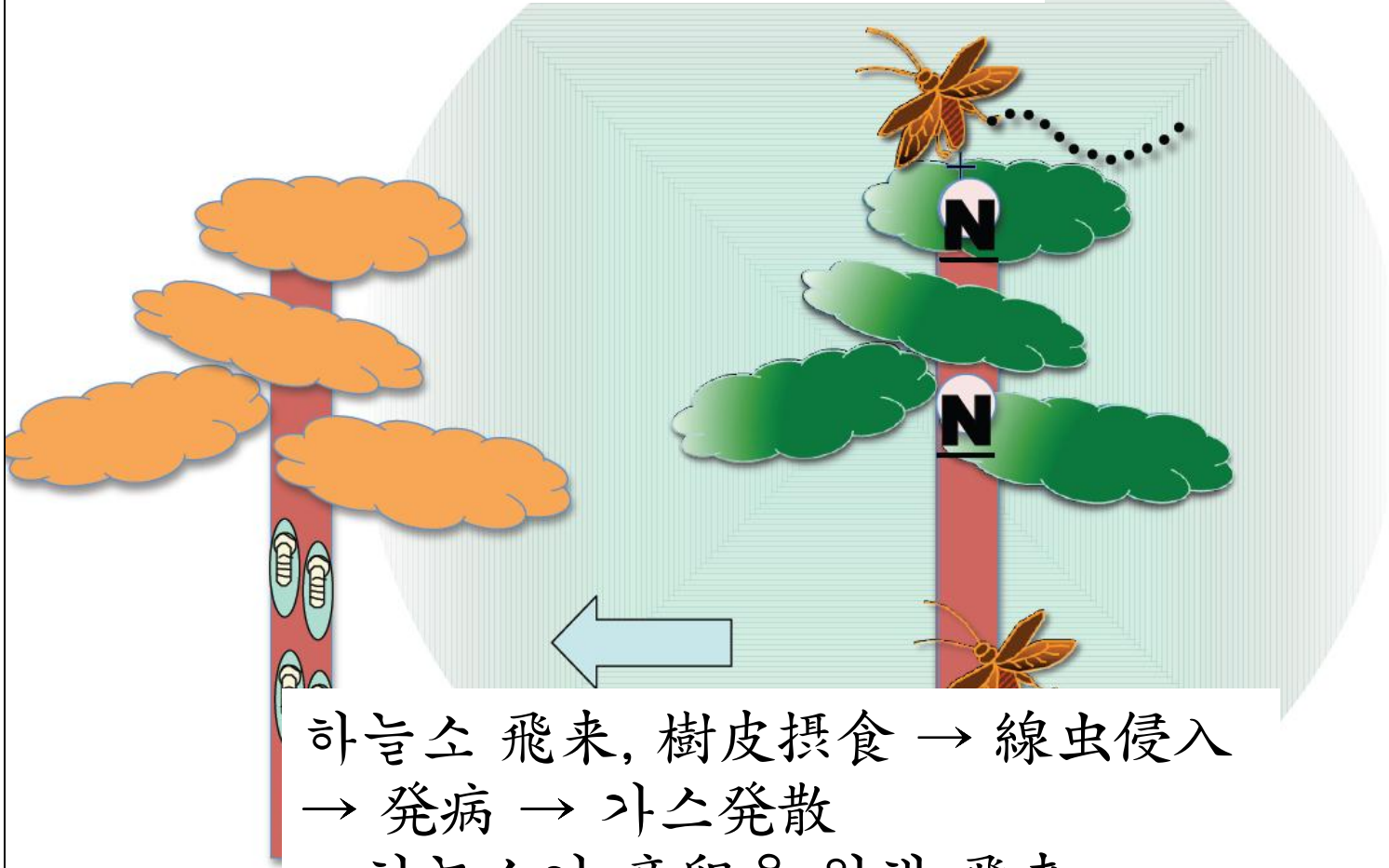


번데기방 周圍에 多数의 材線虫이 하늘소의 羽化를 기다림.
이때 곰팡이의 양호 정도에 따라 羽化脱出하는 하늘소에
편승하는 線虫의 数가 결정된다.

III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(재선충 - 하늘소 - 소나무)

소나무 枯死病의 感染鎖



하늘소 飛來, 樹皮摂食 → 線虫侵入
→ 發病 → 가스發散
→ 하늘소가 産卵을 위해 飛來

III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(새선충 - 하늘소 - 소나무)

하늘소 우화탈출. 보유한 선충의 수에 의해
말라죽는 소나무의 수가 영향을 받게 된다.



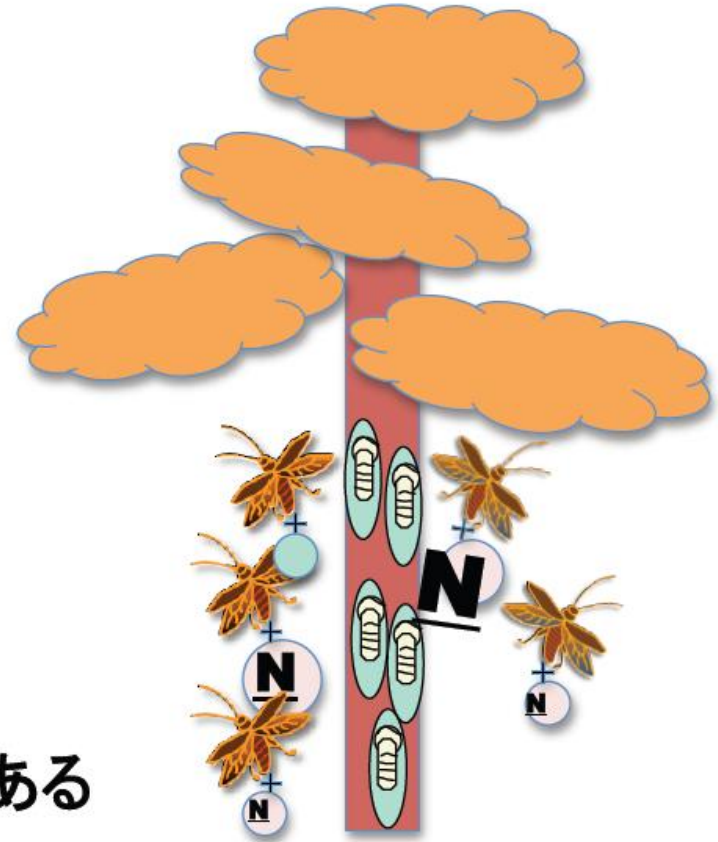
マツは枯れない



少数のマツが枯れる



多数のマツが枯れる可能性がある



III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(재선충 - 하늘소 - 소나무)



하늘소 번데기
(5월~6월)

우화 하늘소.
1주 정도 번데기방 채재.
번데기방 주위에 모여 있던
재선충이 하늘소의 몸으로..



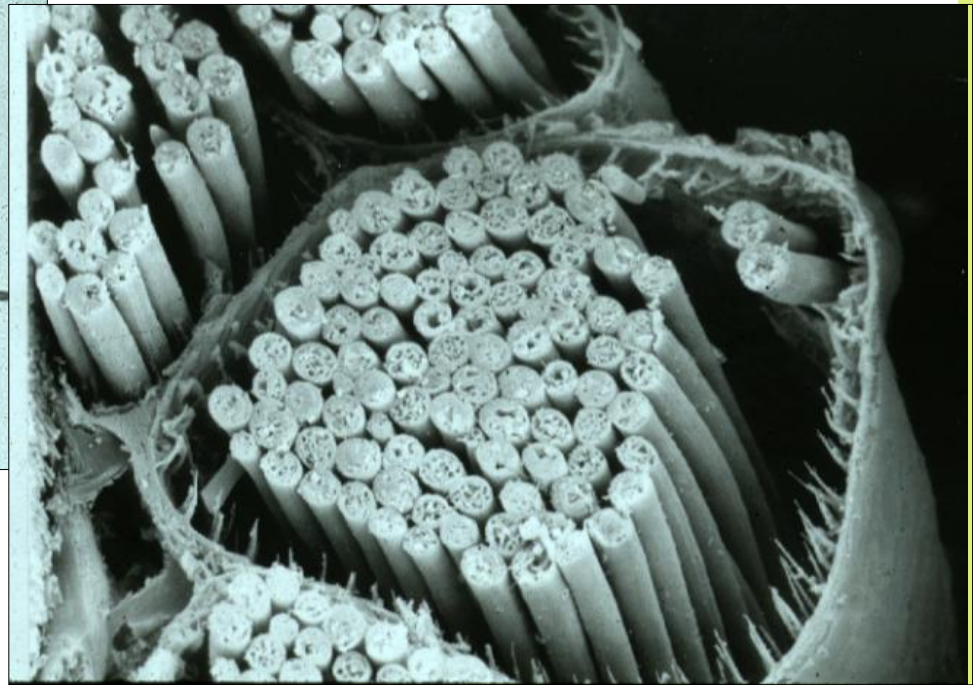
Ⅲ. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(재선충 - 하늘소 - 소나무)

氣管系를 꽉 채운 材線虫.
최대 20만 마리
500마리-소나무 1주 枯死
400주 枯死시킬 可能性..

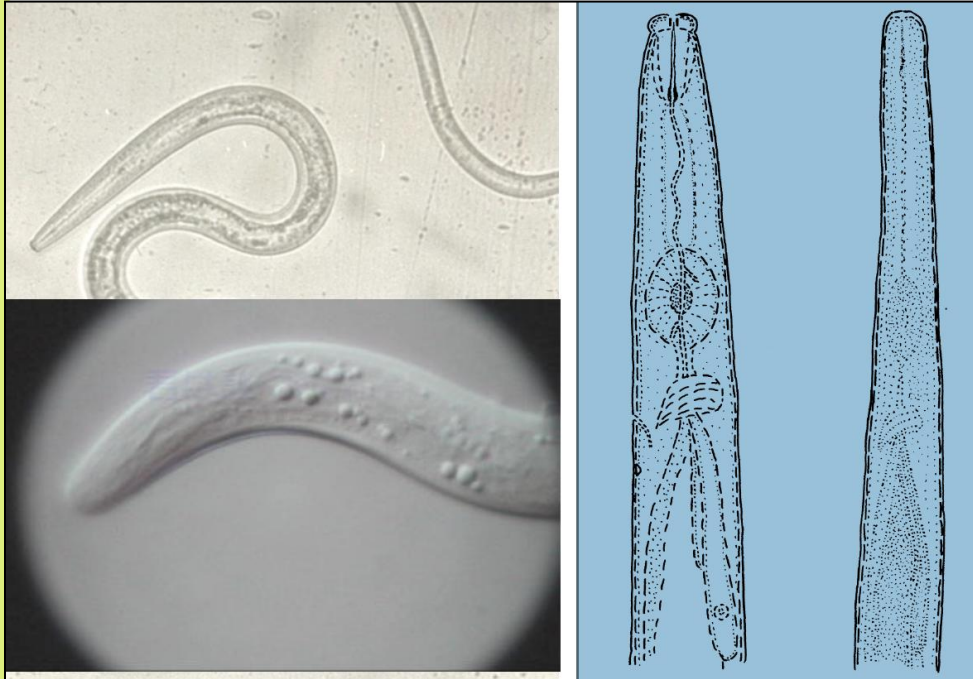


하늘소의 氣管系.
습구멍 - 체내 깊은 곳
材線虫, 氣管系 内部 탐색



III. 감염 및 발병 메커니즘

2. 감염경로(새싹충 - 하늘소 - 소나무)



身体가 충분히 단단해 진
成虫은 材線虫을 태워
枯死木에서 나옴.

하늘소 体内의 材線虫.
消化器官을 退化시키고 있어
하늘소로부터 栄養을 섭취하지
못하고 단순한 乘客에 불과



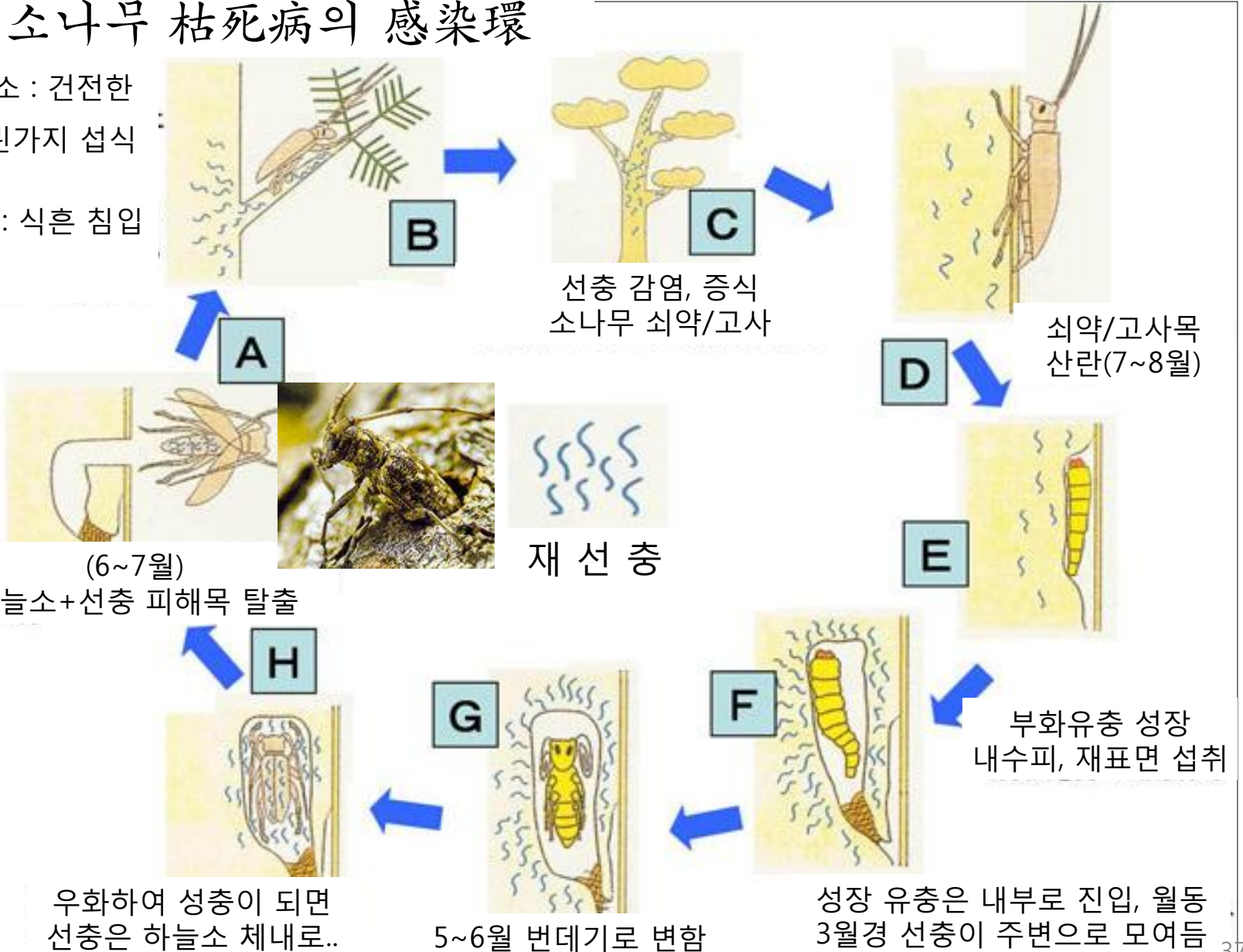
III. 감염 및 발병 메커니즘

❖ 소나무 枯死病의 感染環

하늘소 : 건전한

여린가지 섭식

선충 : 식흔 침입



Ⅲ. 감염 및 발병 메커니즘

3. 발병 메커니즘 (재선충 - 소나무)

- 1905~1960년대 : 곤충에 의한 식해로 고사함
(하늘소, 바구미, 좀벌레 등)



- 1970년대 초 : 재선충의 존재 확인, 가해자로 규명됨
- 이후 재선충에 의한 발병메커니즘 학설
 - 재선충의 영양분 탈취 또는 독소, 스트레스 등에 의함
 - 재선충의 과다번식에 의한 물관 막힘 (최근까지 定說)

III. 감염 및 발병 메커니즘

3. 발병 메커니즘 (재선충 - 소나무)

❖ 過敏反應說

후타이(二井) 교토대학 교수, 1998년

➤ 樹木의 防禦시스템

外敵의 침입(감염)에 대한 기본적 반응
박테리아, 곰팡이, 선충 등

- 初動反應 : 감염 - 활성산소 대량방출 - 誘導抵抗시스템 가동
(침입자를 그 자리에서 封殺하기 위함)
- 선충의 경우 : 移動이 빨라 封殺하지 못함. 연속적 활성산소 방출
- 세포막脂質 산화 : 액포 붕괴, 세포 괴사, 내용물 유출
- 물관필터(有緣壁孔) 막힘 : 萎凋, 枯死..... 최악의 시나리오

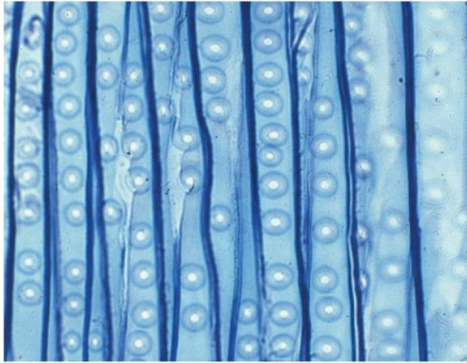
➤ 참고

- 재선충이 북미대륙에서 넘어 온 것으로 규명됨
- 북미 소나무는 재선충병 발생이 극히 드뭄(면역, 둔감)
- 저항성소나무 육종 (1985년~, 제2부 상세설명)

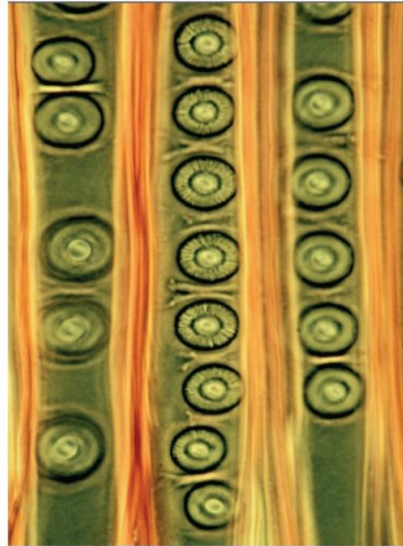
III. 감염 및 발병 메커니즘

3. 발병 메커니즘 (재선충 - 소나무)

❖ 수분이동 (뿌리→선단부)

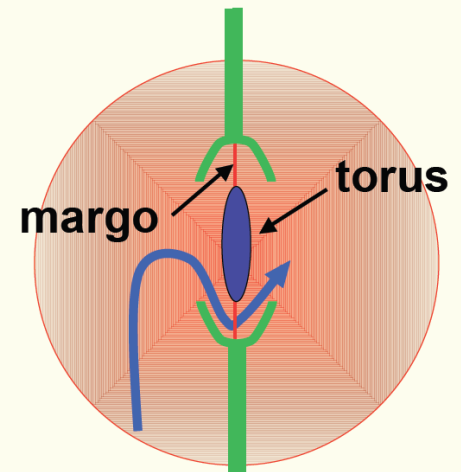
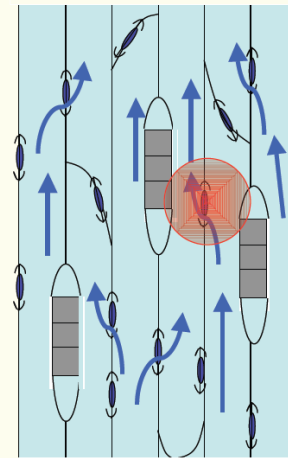


On the flank of the tracheids, there are many small pores named "bordered pits".



假導管의 兩端은 閉鎖.
側面 구멍으로 이웃 連絡
水分 위로 이동

연결 필터를 통하여 移動



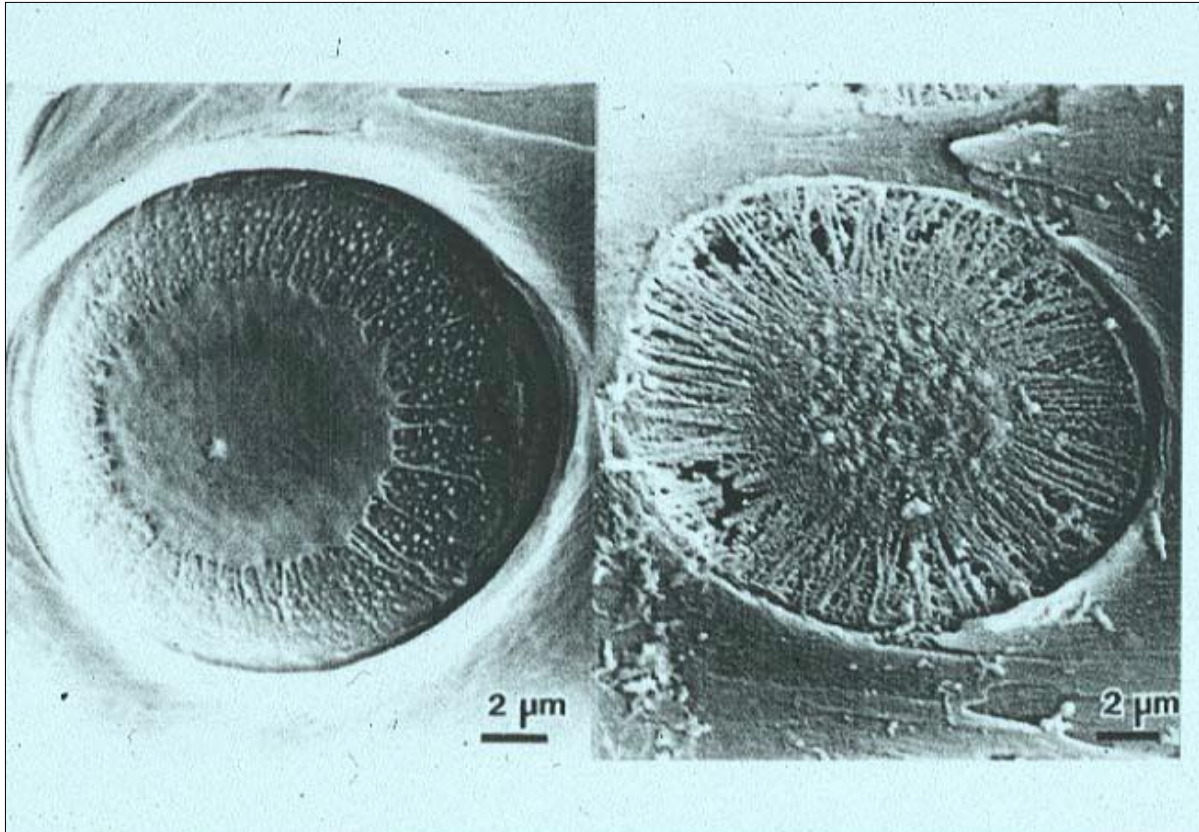
수축/팽창

有緣孔

Bordered pit

III. 감염 및 발병 메커니즘

3. 발병 메커니즘 (재선충 - 소나무) Photo by Dr. T. Nobuchi

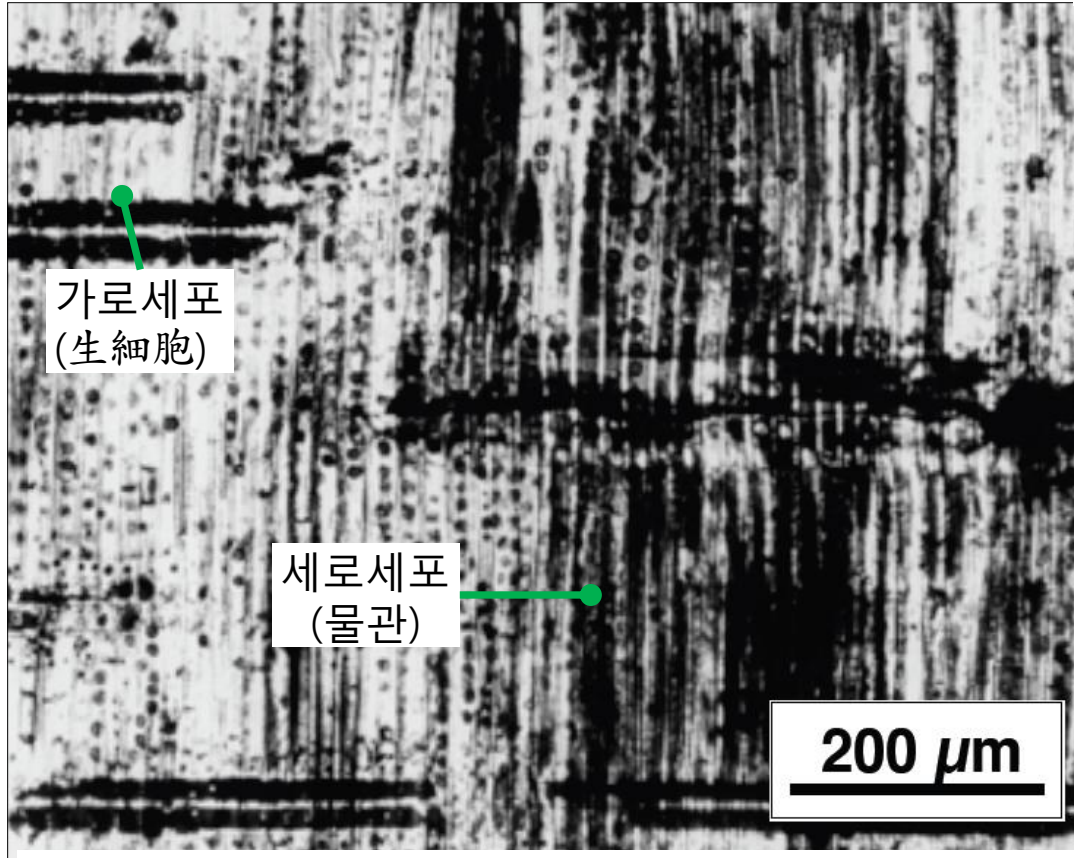


이 작은 구멍에는 필터와 비슷한 網이 있는데
正常 樹木에서는 左写真과 같이 깨끗한 網目構造.
그러나 感染된 樹木에서는 이 網目に 大量의
異常物質이 付着되어 水の 移動을 막게 된다

III. 감염 및 발병 메커니즘

3. 발병 메커니즘 (재선충 - 소나무)

(Photo by N. Hara)



材線虫에 感染된 放射柔細胞 등의
生細胞가 죽게 되고, 그 内容物이
仮導管内에 流込, 網目構造을 막게 됨

⇒ 수분이동 차단

IV. 소나무 재선충병 방제대책

1. 방제계획 수립 (일반, 중요)
2. 일반송림의 방제 유의점
3. 중요송림의 방제 유의점
4. 장단기 전망 및 대책



1. 방제계획 수립 (중점, 일반)

1-1. 防除(豫防 및 驅除)방법 개요

- 예방 : 건전목 피해방지
 - 약제살포 : 하늘소(성충) 살충, 5~7월, 2회
 - 약제수관주입 : 재선충 감염 방지, 11~3월
 - 기타 : 천적, 유인제, 저항성소나무 육종, 수종갱신 등
- 구제 : 피해목 처리
 - 방법 : 피해목 벌채 후, 훈증, 파쇄, 소각, 약제처리 등
 - 목적 : 피해목에 내재한 하늘소(알~성충), 선충을 살충
 - 시기 : 피해목 발생(8월) ~ 하늘소성충 탈출(5월)
3회 정도 : 11월, 1월, 3월

IV. 소나무 재선충병 방제대책

1. 방제계획 수립 (중점, 일반)

1-2. 방제지역 구분

1997년 「山林病蟲害等防除法」

- 중점방제지역 : 중요송림 및 인접지역
경관, 문화, 생산, 방재 등
- 일반방제지역 : 기타 지역(일본 : 94% 정도)

1-3. 차등 방제

- 일반방제 : 벌채처리, 필요시 약제살포 등
- 중점방제 : 약제살포, 수관주입 등 적극방제
예 : 불극사, 양동마을 송림

2. 일반송림 방제의 유의점

2-1. 예방 : 건전목 감염 방지

2-2. 구제 : 고사목 벌도/처리

2-3. 潛在感染木 색출, 구제

2-4. 先端枯死木 색출, 구제

IV. 소나무 재선충병 방제대책

2. 일반송림 방제 유의점

2-1. 예방 : 건전목 감염 방지

❖ 매개충(솔수염하늘소)의 살충제 散布



❖ 無人헬기

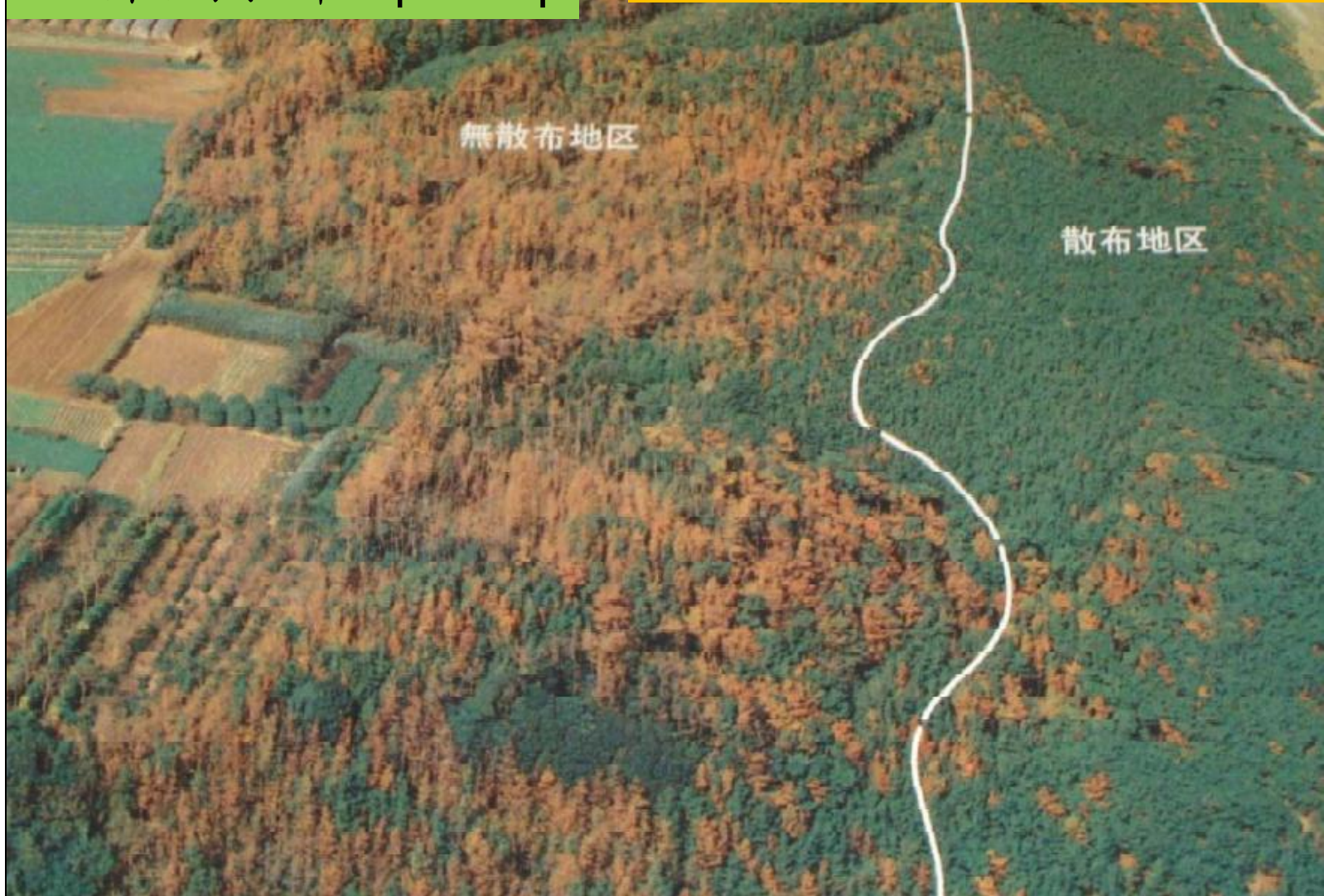
- 환경오염 최소 : 적지, 적량 살포
- 기타 장점 : 조작 간단, 비용 저렴, 민원 감소 등
- 현황 : 대형헬기-일반송림, 무인헬기-중요송림
- 회수 : 중요도에 따라 2~4회

IV. 소나무 재선충병 방제대책

2-1. 예방(선택) : 약제살포

❖ 藥劑散布의 효과

茨城県旭村(農林水産航空協會, 1980)



IV. 소나무 재선충병 방제대책

2. 일반송림 방제 유의점

2-2. 구제 : 고사목 벌도/처리



벌도



절단



운반

❖ 처리방법



훈증



파쇄



소각

IV. 소나무 재선충병 방제대책

2-2. 구제 : 피해목 벌채/처리

❖ 고사목 철거 구제

매우
중요

➤ 중요성 : 초기방제 실패의 큰 원인

- 현황 : 수간, 굵은 가지 위주 처리 (예산, 인력, 인식 부족)
- 개선 : 선단부의 3cm정도 가지에도 상당수 하늘소 월동
- 소홀히 하면, 월동 후 탈출 및 재차 산란



가는 가지



방치벌채목 탈출공

IV. 소나무 재선충병 방제대책

2. 일반송림 방제 유의점

2-3. 潛在感染木 색출, 구제

매우
중요

➤ 중요성 : 초기방제 실패의 큰 원인

- 일반감염목 : 감염 후, 2개월 정도 고사(변색, 식별 용이)
- 잠재감염목 : 감염은 되었으나, 육안식별 불가능.

6개월~1년 후에 고사하는 경우도 허다함 (최장 10년)

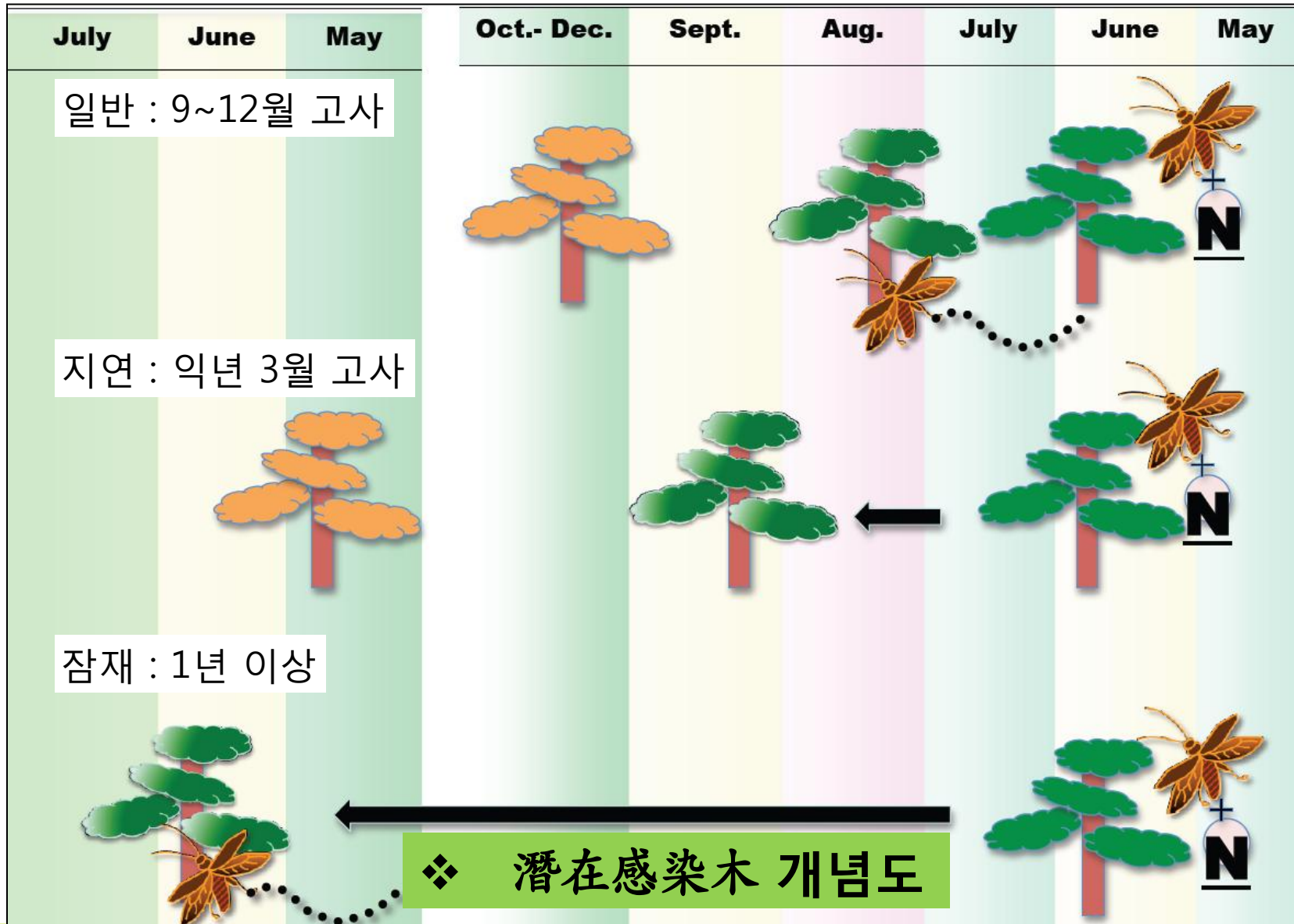
- 고사목은 물론 주변 소나무의 잠재감염여부 조사, 제거
- 소홀히 하면, 다음해 그 자리에서 재차 발생

➤ 정밀조사 결과

- 고사목 개체수의 상당수(50~220%) 잠재감염목 존재
- 원인 : 침입/번식 선충수가 적거나, 저항성 소나무일 경우

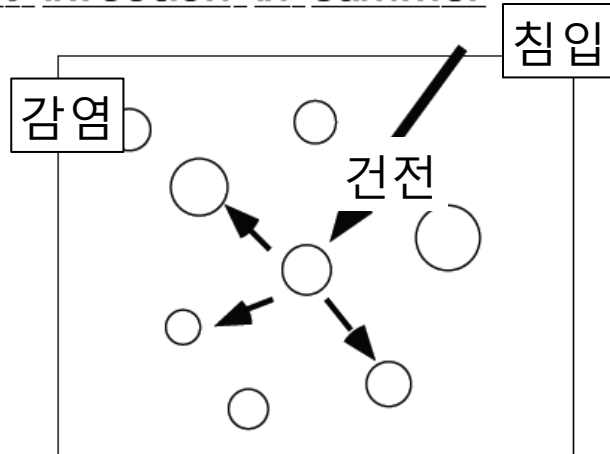
IV. 소나무 재선충병 방제대책

2-3. 潛在感染木 색출, 구제

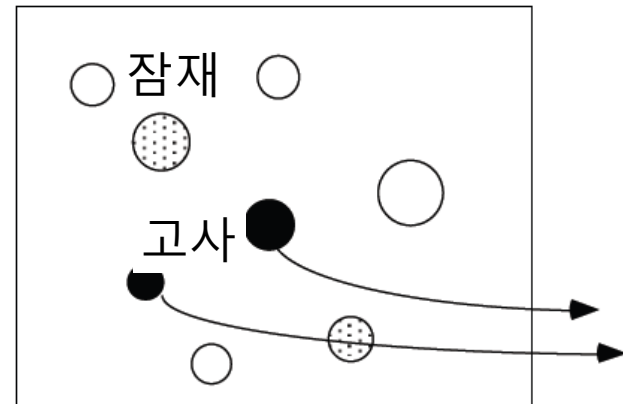


IV. 소나무 재선충병 방제대책

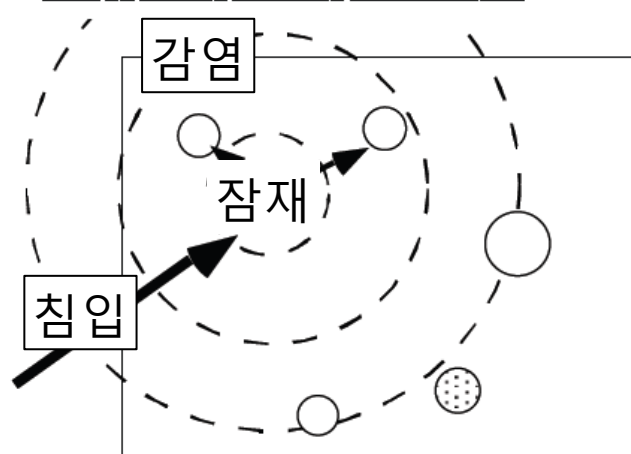
1. infection in summer



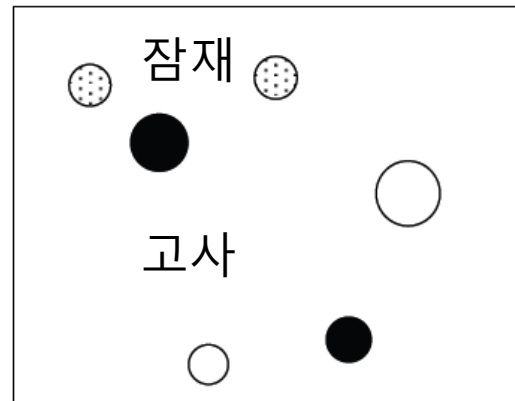
2. the autumn after 건전 ion



3. the next summer



4. the next autumn



IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 潛在感染木 (간단)식별방법



- ① 못, 드릴 穿孔
직경 5mm, 內材 도달
- ② 수시간 후, 松津 확인
(아래 그림)
- ③ 異常木 : 診斷·伐倒
健全木 : 保護 措置

異常木

健全木

A	B	C	D	E

粒出 無

粒出 極小

部分的 粒出

滴出

流出

IV. 소나무 재선충병 방제대책

2-4. 先端枯死木 색출, 방제

매우
중요

항공사진, GIS연계 Pin-Point 방제

❖ 중요성

- 대규모 피해지 : 쉽게 육안식별 가능
- 선단고사목 : 다소 이격, 육안식별 곤란
주변감염, 피해확산원흉 → 적극 색출, 방제



- 적외선 항공사진
: 일반컬러사진보다 식별 용이
- 촬영시기 : 10월 중순~ 11월 상순
- 촬영축척 : 1/10,000 최적
- 고사목 색출 - 위치정보 GIS연계

IV. 소나무 재선충병 방제대책

2-4. 先端枯死木 색출, 방제

❖ 사진판독 및 활용



▲ 항공사진 고사목 판독

GPS
연계

고사목 확인/방제



무인헬기 방제



❖ 활용방법

IV. 소나무 재선충병 방제대책

① 作業班 林內誘導

携帶型情報端末機에 의한
現地誘導시스템 開發

GPS・GIS、単木管理

- 場所がすぐわかる
- 伐り残しは無いか確認



② 無人헬기 誘導・空中散布

自律航行型 無人헬기에 의한
近接上空에서 핀포인트 散布



- 対象木周辺のみ
- 少量でよい

❖ 기대효과

- ▶ 枯死木索出의 効率化
- ▶ 人力 最小化
- ▶ 單木單位 個別管理
- ▶ 空中散布 最小化

3. 중요송림 방제의 유의점

3-1. 중요송림의 개념

3-2. 약제 산포 : 솔수염하늘소

3-3. 약제 수관주입 : 재선충

3-4. 주변 수종갱신 : 방제대 설치

IV. 소나무 재선충병 방제대책

3. 중요송림 방제의 유의점

3-1. 중요송림의 개념

❖ 인간 생활과 밀접한 관계를 지닌 송림

- 역할 : 경관, 문화, 생산, 방재 등
- 사례 : 명승, 문화재, 송이산지, 해안방풍림



▲ 京都御所



▲ 松栂 생산



▲ 海松방풍림

IV. 소나무 재선충병 방제대책

3-1. 중요송림의 개념

❖ 명품소나무 피해 사례

- 명칭 : 萬休院 舞鶴松
- 소재 : 山梨県北杜市武川町三吹 萬休院
- 지정 : 국가 천연기념물, 新日本名木 100선
- 수령 : 450년, 수고 11m 흉고직경 1.3m



감염 전



감염 후 (2007. 3)

IV. 소나무 재선충병 방제대책

3. 중요송림 방제의 유의점

3-2. 약제 산포

- 매개충(하늘소) 살충제 散布
- 일반송림 1~2회, 중요송림 2~4회
- 무인헬기 : 효율적(환경오염 최소화)
- 교토부 : 무인헬기 위탁방제



지상산포

◀ 高所作業車

▼ 操作員

▼ 시속 15km, 표적 3m 상공



무인헬기



IV. 소나무 재선충병 방제대책

3. 중요송림 방제의 유의점

3-3. 약제 수관주입(樹幹注入) 효과 탁월

- 건전소나무에 침입하는 재선충 방제
- 최소 3개월 이전 주입(11월~3월)
- 소나무 체적에 따라 주입량 차등
- 흉고직경 30cm : 4~5개, 약 20만원

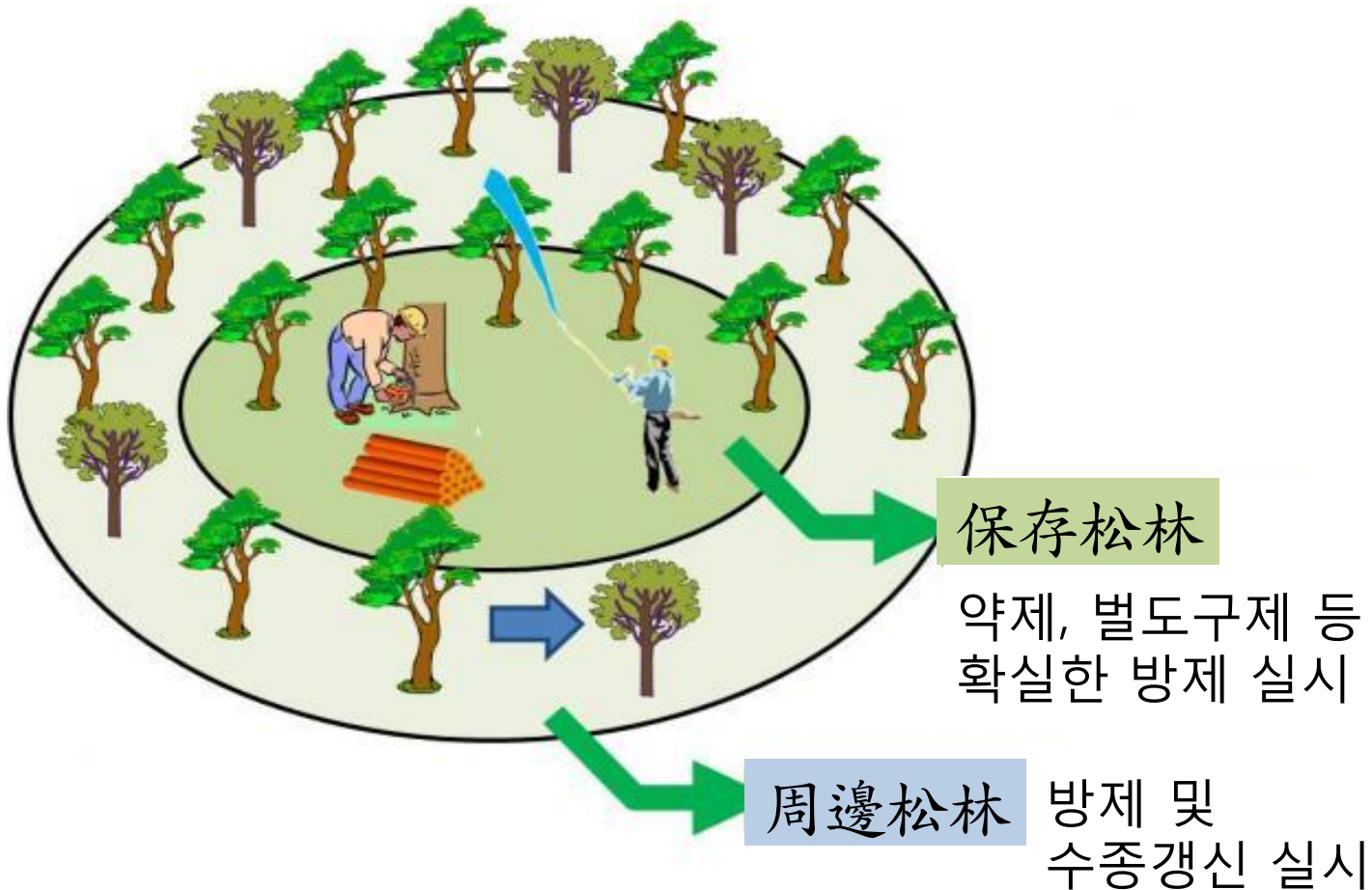


IV. 소나무 재선충병 방제대책

3. 중요송림 방제의 유의점

3-4. 주변 수종갱신 : 방제대 설치

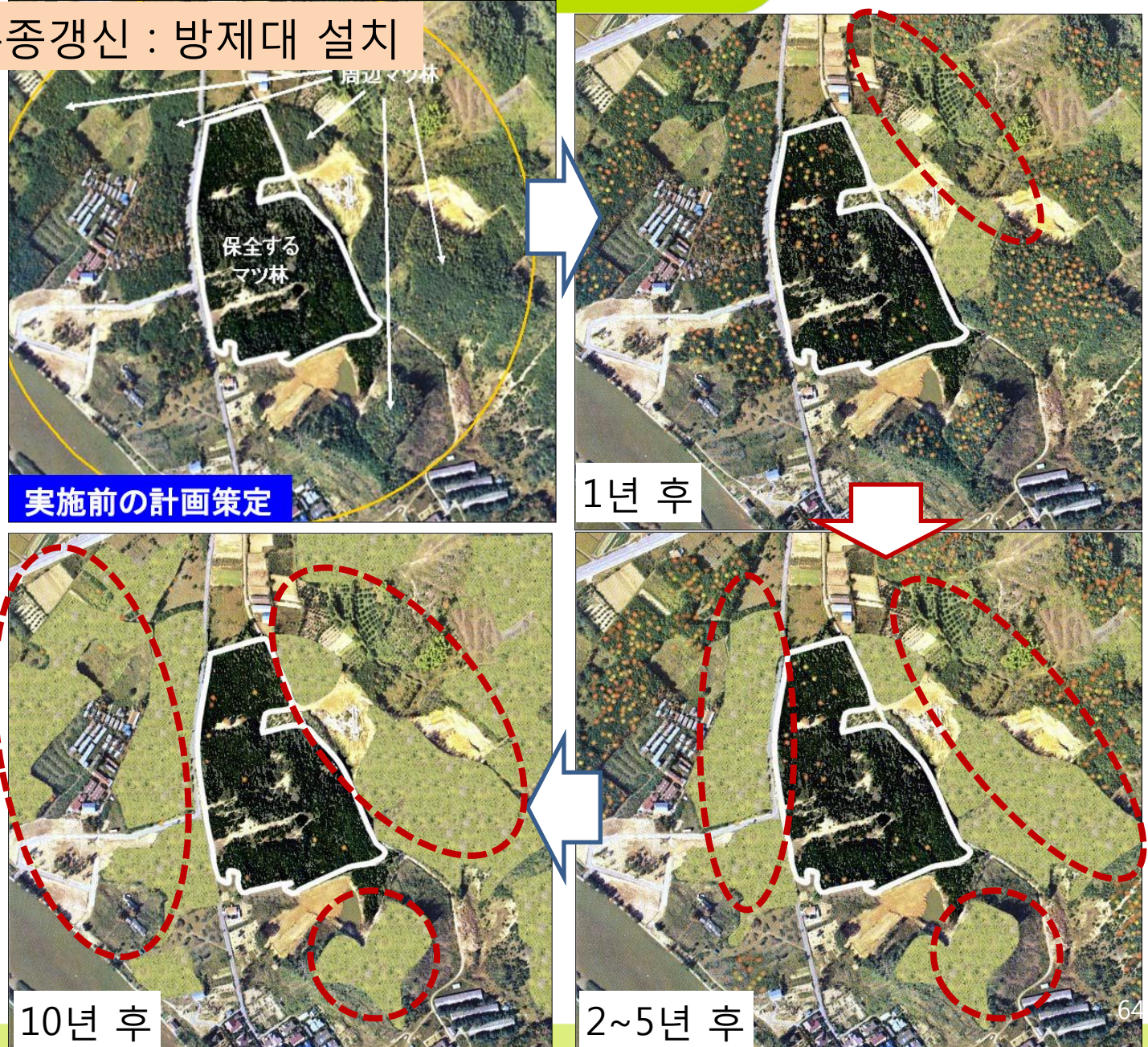
- 중요송림 주변 2~3km, 활엽수 등 갱신



Ⅳ. 소나무 재선충병 방제대책

3-4. 주변 수종갱신 : 방제대 설치

❖ 계획
(예시)



4. 장단기 전망 및 대책

4-1. 장단기 전망 : 송림 쇠퇴

4-2. 단기 대책 : 예찰, 예산/인력 등

4-3. 장기 대책 : 저항성소나무 육종 등

IV. 소나무 재선충병 방제대책

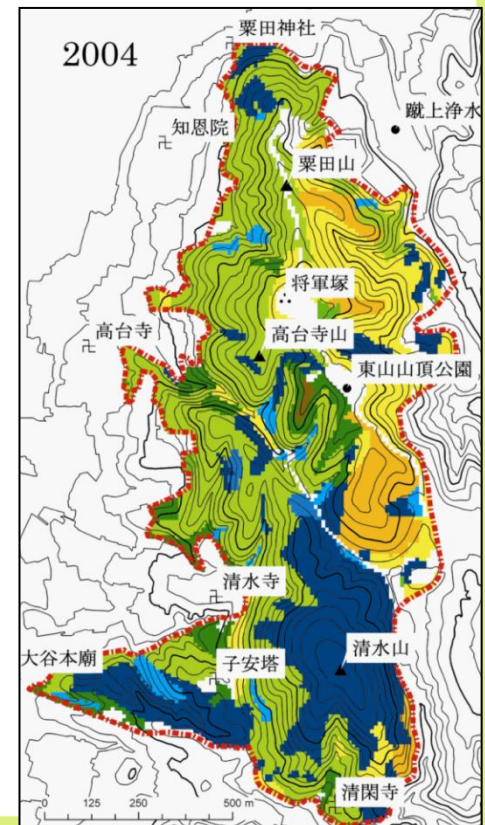
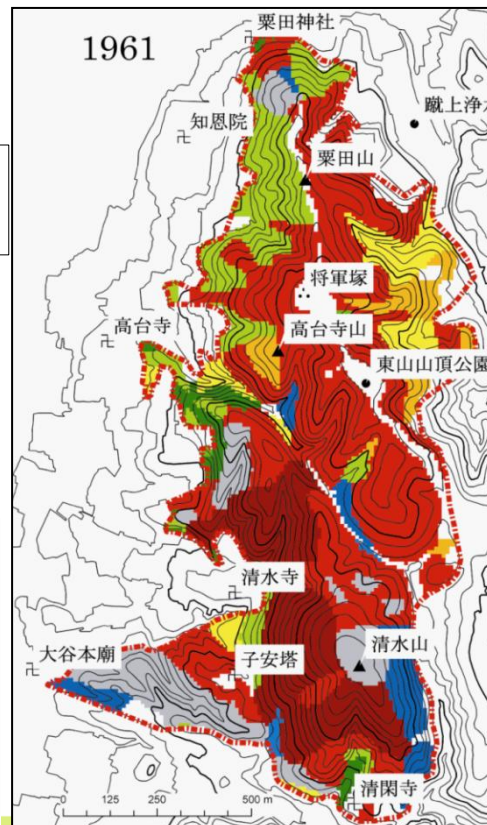
4-1. 장단기 전망

❖ 송림 쇠퇴

- 소나무 : 타 수종에 비해 척박한 토양에 안착, 번성
- 산림토양 부영양화 : 간벌지연, 낙엽축적 → 낙엽수 번성
- 송림쇠퇴 : 소나무 약화 추세 + 재선충피해 가세

❖ 京都, 東山

1961년 → 2004년
적송림 40% ??
모밀잣밤 11% 38%



IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 일본의 송림쇠퇴 현황

- 일반 송림 : 소나무 잔존율 매우 낮음, 5% 내외
- 중요 송림 : 대발생 40년간 현재까지도 매년 고사목 발생

❖ 피해사례(중요송림)



明治天皇陵, 京都市 伏見区

- 40여 년간 정밀 방제
- 수백 그루의 조형소나무 중, 절반 정도 고사, 벌채
- 현재까지 매년 고사목 발생

IV. 소나무 재선충병 방제대책

4-2. 단기 대책 : 예찰, 예산/인력 등

2015~2016년 2년간 방제에 실패할 경우,
전국적 확산 및 중요송림의 피해가 불가피할 것으로 보여짐

❖ 대책

- 중요도(41쪽 참조)에 따른 차등 방제계획 수립
- 고사목 및 잠재감염목(47쪽)의 정확한 집계로 예산 확보
- 선단고사목(51쪽) 색출 및 방제를 통한 피해확산 방지
- 현장 방제작업종사자의 심각성 인지, 철저한 방제작업(46쪽)

IV. 소나무 재선충병 방제대책

4-3. 장기 대책

❖ 저항성소나무 육종

- 피해지 생존개체로부터 수차례 교잡 육성
- 감염율이 낮은 소나무 (20%내외)
- 재선충 도래지 북미의 소나무는 저항성이 매우 높음

➤ 필요성

(短期) 藥劑 防除

비용,
환경 부하 등



(長期) 抵抗性

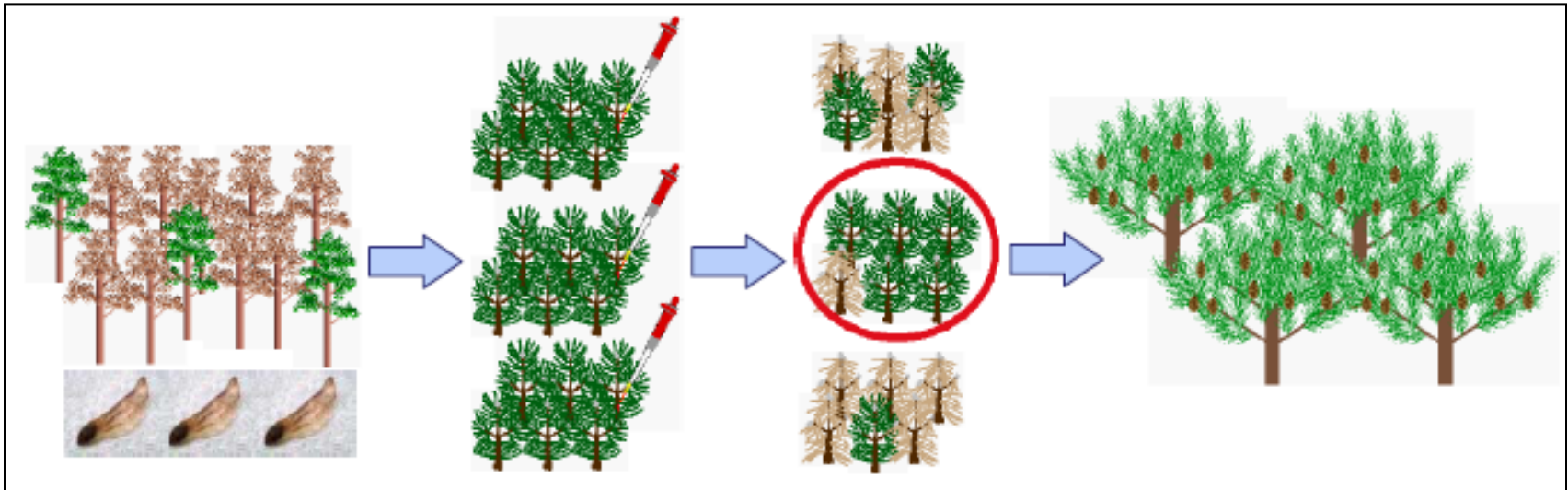
1976년 연구개시

➤ 현황 - 318 家系 (적송 208. 흑송 110)

IV. 소나무 재선충병 방제대책

➤ 육종 단계

❖ 저항성소나무 육종



被害地 生存木
種子採取

苗木養成,
線虫人工接種

抵抗性品種
開發

抵抗性品種
採種園造成



◀線虫接種

接種 8週▶



IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 방제전문가 양성

일본 : 소나무보호사 松保護士

➤ 연혁

- 1977년 松食虫방제 특별조치법
「松くい虫防除特別措置法」
- 1987년 松食虫피해대책 특별조치법
- 1997년 삼림병충해 등 방제법
- 2004년 資格養成事業 개시 (재)일본녹화센터
- 2014년 4월 현재 418명 (남 398, 여 20)



IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 방제전문가 양성

➤ 자격 취득

강습회 수료 - 심사

講習会受講者 公募

松・松林 保護業務經歷 5年以上
樹木医, 樹木医補 등

講習会受講者 選拔

選拔試驗, 抽選, 60名程度

講習会(4日間)

講義, 実習, 総合試験, 面接試験

合格者 決定

認定委員会 審査

5年, 更新講習

登録者名簿 作成

林野庁森林管理局, 都道府県林務担当課,
都道府県緑化센터, 関係団体 등에 提出/活用

IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 방제전문가 양성

➤ 강습회 내용

- 소나무材線虫病, 소나무枯死病 전반
- 소나무의 歴史, 文化, 生理・生態, 役割 등

➤ 활동

- 被害現場의 防除対策 수립, 作業指導活動
- 소나무枯死病的 深刻性, 防除対策 啓発活動

▼ 예방 토양관주



▼ 벌채목 훈증



▼ 저항성묘목 식재



Ⅳ. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 시민운동 전개-전국

松原再生運動

- 주관 : (財)日本緑化센터, 2006년부터 5~7개소/년
- 취지 : 人間과 松原의 關係 再生
松原 보전, 복원 → 環境 · 觀光 · 健康資源 가치 회복
- 사업 : 松原 보전에 관한 전국적 활동, 중요성 홍보, 지원,
抵抗性 소나무 공급지원, 송림보전 기술개발 등



IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 시민운동 전개 - 지역사례

➤ 아키타현(秋田県) : 재선충병 1982년~, 최북단 방어선

➤ 송림보전·재생 시민봉사대 : 80여 단체

- 단체명 : 99島の 소나무를 지키는 모임

九十九島の松をまもる会 [象潟町]

- 회원 : 일반회원 361명, 찬조회원 54단체

- 회비 : 1,000円 이상 설립 : 1999년 9월

『2002년도 방제활동』 林野庁 장관상



▼ 예찰활동



▼ 구제활동



▼ 저항성 묘목



IV. 소나무 재선충병 방제대책

❖ 知彼知己

과거 송충이, 솔잎혹파리 대비 매우 강력

- 彼(연합군 : 선충 + 하늘소) 먹이활동 < 생식(번식)활동
加害力/潛伏 移動性
- 己(인간) 도의회 차원 소나무에 대한 애착 多大
심각성 인지, 전문성, 예산 등등...조례제정

❖ 제언 - 도의회가 선봉

- 장단기 대책수립 : 초기방제, 장기전 대비, 중요송림
- 전문성 제고 : 잠재감염목, 선단고사목, 방제기술 등
- 국민적 관심 : 심각성 인지, 예산/인력, 적극 동참