

제 1 장 일 반 재 해

1. 인위에 의한 피해

- ① 사회적 원인 : ㉠ 무주공산이라는 인식속에 목재 및 연료 채취 공간
㉡ 삼림의 보호 또는 조림에 대한 관습이 없었음
- ② 예방 : ㉢ 교육과 계몽을 통한 삼림의 중요성을 깨우침
㉣ 법적제재
㉤ 산주의 주인정신과 삼림의 효용을 자각 시킴

1) 삼림경계의 침해 (산지경계표 설치시 주의사항)

(1) 산지의 경계는 일반 전답이나 토지보다 애매

보통 계곡이나 능선등 자연지형을 이용해 경계를 정하지만 때론, 7부능선이나 8부능성 등 연속 산지의 중간지점을 경계를 정할시 경계표를 다음과 같이 만들어 세운다.

(2) 위치

- ① 경계선이 굴곡되어 있는 지점에 반드시 세움
- ② 직선일 경우도 멀 경우 중간 지점에 세움
- ③ 하천의 중심선이 경계일 경우 양 기슭에 세움

(3) 재료

- ① 천연적인 것 : 바위, 돌무지, 임목을 이용
- ② 인공적인 것 :
 - ㉠ 경계수 식재 : 주변수종과 다른 수종 식재로 차별화 하고 오래사는 임목을 선정
 - ㉡ 암석(석표) : 풍화가 어려운 화강암, 상부 20Cm 넓이, 길이 80Cm이사의 네모기둥으로 길이의 2/3이 땅속에 묻히도록 하고 기둥의 앞에는 소유자기호, 경계표 번호를 세기고 위쪽에는 방향표시를 새겨 넣거나 페인트 등으로 표시
 - ㉢ 나무말뚝 : 잘 썩지 않는 나무에 방부제를 칠해서 사용 통나무일 경우 지름 12Cm, 각재는 10Cm이상 쓰고 길이는 1m이상으로 반 이상이 땅에 묻히도록 하고 페인트로 기호를 표시

* 경계표가 없어졌을 경우를 대비하여 경계표를 세울 때 땅속에 섞지 않는 유리, 사기, 기와장조각 등을 같이 묻는다.

③ 확인/기록사항

- ㉠ 경계표세울시 경계로 문제(소유, 벌채)가 발생하지 않도록 인접지주와 산림벌채허가자가 입회하도록한다.
- ㉡ 경계도를 만들어 경계표, 경계선, 인접지 명기후 인접지주 도장을 받는다.
- ㉢ 경계부(대면적의 산림인 경우) : 산림의 소재지명, 소유자명, 임상, 경계표번호 및 상호간의 거리, 경계선 방향, 각 점에 있어서의 내각, 경계선이 도로나 하천을 지나갈 때에는 그 지점, 인접지의 성질과 소유자의 성명을 기록해둔다.

2) 임산물의 도취

(1) 임산물도취의 피해

임산물의 도취는 마른가지, 고사목, 풍도목등을 도취하는 소규모의 것에서부터 대규모의 도취에 이르기까지 여러 가지가 있다.

- ① 산주의 경영계획(산림생산계획)에 차질초래
- ② 국민의 조림의식 상실
- ③ 산림 및 국도의 황폐화 국민성의 타락을 가져온다.

⇒ 임산물도취는 유형, 무형의 손실로 개인 및 국가에 큰 손실을 끼치고 국민성 낙후라는 악영향을 끼침

(2) 낙엽채취의 방제

- ① 연료생산을 위한 필요 면적의 연료림을 조성하도록 장려
- ② 낙엽채취의 해를 교육, 계몽
- ③ 아궁이의 개량, 메탄가스의 이용하게 유도
- ④ 낙엽채취 허가시에도 한 임지에서 반복하여 채취하지 않도록
- ⑤ 법적 처벌 강화

4) 산림화재의 해

(1) 산림화재에 의한 피해

- ① 성숙임분에 대한 피해
 - ㉠ 산불로 수확기의 성숙림 또는 장령림의 소각되면 그 동안의 토자와 노력에 대한 수익이 전혀 없어지고 또 임업경영계획의 대수정을 요한다.
 - ㉡ 산불에 의해 피해받은 이분은 죽지 않았더라도 생장력이 저하되고 제내수분감소에 의해 병해충에 대한 저항력이 약해지므로 다른 임분의 2차 전염피해를 방지하기 위해 벌채, 제거되어야 한다. ex) 소나무좀벌레
- ② 유령림에 대한 피해
 - * 수목의 형성층의 치사온도 : 55 ~ 65℃
 - ㉠ 유령림은 특히 산불에 약하므로 약간의 지표화에도 고사
 - ㉡ 특히 봄철피해 大 - 세포분열이 왕성할 때에는 더욱조직이 고열에 약함
 - ㉢ 유령림이 피해받으면 다시 인공조림하든가 천연갱신이 가능하게 갱신지면을 정리하여야 한다.
- ③ 토양에 대한 피해
 - ㉠ 산불로 낙엽층, 부식층이 소실 - 토양의 이화적 성질 악화
 - ㉡ 부식질 소실로 지표보호물 감소 - 지하의 저수능 감소로 호우시 지표유출 증가로 표토유실 및 홍수의 원인 * 산불전보다 3~ 16배 지표유출 증가
 - ㉢ 토양미생물 전멸로 상당기간 낙엽층 분해 안됨
 - ㉣ 산불로 낙엽중 질소성분은 날아가고 재(인산,석회,칼리)만 남지만 빗물로 곧 유실 - 토양척박화
- ④ 산림의 생산능력 감퇴
 - ㉠ 용재가치가 높은 수종은 산불에 약해 타고 가치낮은 수종은 산불에 남아 임분의 질 감퇴
 - ㉡ 산불이 자주나면 고목림의 관목지로 바뀜
- ⑤ 산림의 다목적 기능 감퇴

산불은 목재생산 피해 외 다목적(간접적)기능인 수원함양, 국토보전, 풍치보전, 휴양처제공, 공해방지, 야생동물번식 등의 기능을 감퇴, 소멸시키는 막대한 소실 초래

(2) 산림화재의 효용

- ① 연료의 감소

축적된 연료(낙엽, 고사목 등)를 태워없애으로써 산불확대를 방지하여 산불의 위협도를 낮춤
- ② 조림지 준비 및 육림
 - ㉠ 두터운 AF층(조부식층)을 제거 천연하층을 가능하게 한다. ex) 낙엽송의 천연갱신에 이용
 - ㉡ 인공식재 직전 관목과 잡목제거시 이용
 - ㉢ 수목간의 영양과 수분경쟁을 없애기 위해 하층식생을 태울 때
 - ㉣ 폐쇄구과의 천연하층을 유도(방크스소나무)
 - ㉤ 내화성 수종의 임분중의 잡수목을 없애 경쟁을 완화시킨다.
- ③ 병해충 방제

적당한 불로 병해충의 전염을 억제하고 중간기주를 제거할 수 있다.
ex) 스트로브잣나무의 털녹병 중간기주인 까치밥나무를 불로 제거, 대왕송 잡수의 갈반병
- ④ 야생동물의 보호

관목류 밀집지역에 화입하여 초원조성으로 야생동물의 활동공간과 먹이를 제공한다.
- ⑤ 야생 목초의 質과 量의 개량 ex) 대왕송림 하층 목초

(3) 삼림화재의 원인

풍속, 습관, 경제정도에 따라 다르나 주로 인간의 과실로 인해 多 발생

- 인위적 원인 : 삼림에 대한 재산적 관념이 적은데서 기인

① 자연적 발생 : 벼락 또는 나무끼리의 마찰에 의해 - 극히 드물다

② 인위적 발생

㉠ 우연적으로 : 증기기관차, 공장굴뚝, 가옥화재에서 비화

㉡ 과실 또는 부주의 : 등산객, 야영객, 사냥꾼에 의한 무닥불, 담배불에 의한 실화

고의적 화입에 의한 실화, 방화선, 경계선청소에 의한 화입에 의한 실화

㉢ 고의적 방화 : 도벌은늬, 원한 등에 의해

※ 우리나라 산불과 외국산불의 원인의 차이점

외국경우에 비해 낙뢰에 의한 산불이나 방화에 의한 산불은 적지만 옛날부터의 관습으로

내려오는 논,밭두렁 및 농산폐기물의 소각에 의한 산불과 입산자와 성묘객의 실화의 비율이 많다.

(4) 삼림화재의 종류 (화재의 만연상태, 피해형식에 따라 구분)

① 지중화

㉠ 조부식층(A_F)층과 부식(A_H)층 또는 이탄층이 타는 산불

㉡ 산소공급이 막혀 연기도 적고 불꽃도 없으나 높은 고열로 지속적, 균일적으로 진행

㉢ 낙엽층분해가 더딘 고산지대나 낙엽층이 발달한 저습지대(아래 낙엽층이 말라있는 경우) 지중화 발생 가능성 높다.

㉣ 우리나라에선 거의 발생하지 않음

② 지표화

㉠ 산불중 가장 多, 지표에 쌓여 있는 낙엽, 지피물, 지상관목이나 치수등이 타는 화재
→ 낙엽층(A_L)과 조부식층(A_F)이 타는 산불 * 부식층(A_H)이 타면 지중화에 속함

㉡ 유령림의 피해가 가장 크고 장령림 정도 이상의 임목은 바람의 반대편에 약간의 피해를 입지만 죽지는 않는다.

* 바람이 적을 때는 불이 머무는 시간이 길어 고열로 형성층조직 파괴로 피해가 더 크다

㉢ 바람× - 발화점 중심으로 원형으로 퍼져나가나, 바람○ - 바람방향으로 타원형으로 탄다.

③ 수간화

㉠ 나무줄기가 타는 불로 화염온도가 600℃이상에서 발생

㉡ 지표화에서 발전된 경우가 많고 노령림의 고사목이나 수간의 공동부가 있는 임령에서 간혹 일어난 흔하지 않다. *원인 : 낙뢰 또는 속이 썩은 부분부터 연소

④ 수관화

㉠ 지표화에서 발생하여 수관에서 수관으로 강한 화세로 퍼져가는 화재

㉡ 수지가 많은 침엽수(소나무, 삼나무), 특히 20~30년된 장령림의 침엽수림에서 多

* 마른잎이 수관에 남아있는활엽수(참나무류)에서도 발생

㉢ 지표화다음으로 발생건수가 많고 비화현상²⁾으로 소화가 곤란하고 피해발생면적도 매우 크다 (가장 피해가 大)

㉣ 바람부는 방향으로 V자형 선단으로 뻗어나가고, 큰불이 되면 선단이 여러개 된다.

(5) 산불의 위험도를 좌우하는 인자

① 수중(산불에 대한 저항성)

가연성 지피물의 종류, 량, 건조도, 수지분의 유무와 관련됨

㉠ 수목은 고온에서 형성층의 파괴로 고사(고온과 노출된 시간)

* 치사온도 : 52℃에서 시작 65℃ 부근에서 순식간에 치사

* 산불에 대한 저항성 : 산불의 발화온도의차이 - 엽내의 함수량과 두께와 관련 있음

- ㉠ 음수 > 양수 * 음수 임분의 울폐임관 형성으로 하층식생이 적고 임내습기 多, 잎도 비교적 타기 힘들어 위험성 낮다. ex) 가문비, 분비, 전나무)
- ㉡ 활엽수 > 침엽수 (침엽수 : 수지분 多 발열량이 커고 마른가지,잎이 부착되어 있어 위험)
 - * 잎갈나무 - 잎에 수분 多 수지가 적고 낙엽도 수분을 多함유 내화성이 강함.
 - * 소나무(해송)은 침엽에 수지가 多, 아래가지가 마르기 쉬우므로 가장 위험
- ㉢ 상록수 > 낙엽수

● 내화력이 강한 수종

- ㉠ 침엽수 : 은행나무, 잎갈나무(가장강함), 분비나무, 가문비나무, 대왕송, 개비자나무
 - * 은행나무 : 낙엽이 잘 타지않고 생가지에 수분 多 - 사찰에 많이 심는다.
- ㉡ 상록활엽수 : 아왜나무, 사철나무, 동백나무, 비죽기나무, 후피향나무, 가시나무, 굴거리나무, 황벽나무, 회양목, 붓순나무, 협죽도
 - * 녹나무, 구실잣밤나무, 유카리나무는 타기 쉬운 상록수
- ㉢ 낙엽활엽수 : 피나무, 고로쇠나무, 음나무, 고광나무, 마가목, 가중나무, 참나무, 사시나무, 수수꽃다리, 네군도단풍나무, 난티나무
 - * 참나무류는 코르크층의 두꺼운 수피로 불에 강하다 .
 - * 사시나무, 떡갈, 자작나무, 리기다는 산불에 피해를 받아도 맹아력이 강해 다시 새 임분을 만듦

● 내화력이 약한 수종

소나무, 삼나무, 편백, 아까시아, 맞나무, 능수버들, 참죽나무, 조릿대, 녹나무, 구실잣밤나무

② 수령

동일수종이라도 나무의크기(수령)에 따라 위험도 다르다. (유령림→노령림으로 갈수록 피해적다.)

- * 유령림 : 일제조림된 유령림은 마른가지가 多고 수관이 폐쇄되어 수관화로 먼저 초본처럼 산불로 전부 타는 경우 多
- 노령림 : 지표화로는 거의 피해가 없고 가지가 없이 높은 수관을 형성하고 있어 지표화에서 수관화로 발달이 어렵고 수관에 수분함유가 많아 발화가 어렵다.

③ 기후과 계절(공중습도와 바람과 관련)

- ㉠ 가물고 공중습도가 낮은 3,4,5월에 가장 산불이 많이 일어난다.
- ㉡ 공중관계습도가 50%이하에서는 산불이 발생하기 쉽고, 25%이하에서는 수관화 발생 우려 있음
- ㉢ 하루중에서도 공중습도가 낮은 오후에 多 발생
- ㉣ 바람, 풍속이 빠를수록 산불이 일어나기 쉽고 피해도 크다.

(6) 산림화재의 예방

- ① 계몽선정 : 포스트,영화,매스컴을 이용 일반대중에게 산불피해의 심각성과 산림의 중요성을 인식시킴
- ② 예방활동 : ㉠ 산불피해를 줄이는 가장 효과적인 방법은 초기진화이므로 순찰 및 감시활동을 강화.
 - * 전망이 좋은 산봉오리에 산화경망대를 설치하고 무선시설등 배치해 놓음
 - ㉡ 입산자의 경각심을 고취시키는 입간판, 적색깃발(산봉오리마다) 설치
 - ㉢ 산불무인감시시스템이용
 - ㉣ 건조기에는 불의 사용을 제한하고 임내작업시(製炭,목재乾溜) 불농기, 논,밭두렁 소각시 방화설비 설치
- ③ 산불위험도시스템 : 습도측정봉에 의한 산불위험지수를 산불발생 건조기에 활용
- ④ 법률과 규정에 의한 처벌강화 : 산림법 제 119조(산림방화죄) 적용
 - ㉠ 타인의 산림 또는 보안림, 천연보호림, 시험림, 수형림이나 보호수에 방화한 자는 5년 이상의 유기징역에 처하며
 - ㉡ 과실로 인하여 산림을 燒燬한 자는 3년 이하의 징역 또는 200만원 이하의 벌금에 처한다.

⑤ 산불진화에 가장 효과적인 지점을 선정

- ㉠ 우리나라와 같이 경사가 급하고 구릉지가 많은 지형에서는 능선반대사면에서 화세가 약해지는 경향이 있으므로 이곳이 불을 끌수 있는 가장 좋은 지점이다.
- ㉡ 산불발생전 산의 능선, 산림의 구획선, 임도를 이용하거나 산복의 경사의 길이가 길 때에는 수평방향으로 보통 10~20m 넓이로 임목과 가연물을 제거하고 영구방화선을 설치, 산불발생시 소화작업의 거점으로 이용
- ㉢ 설치방법 : 지면을 파서 광물질 토양을 노출, 해마다 방화선상의 관목, 잡초, 낙엽등 제거
- ㉣ 방화선에 의한 산림에 세분화되면 비경제적이 되므로 50ha이상 되게 구획
- ㉤ 비경제적인 방화선 설치 대신 온대지방에서는 피나무, 음나무, 고로쇠, 마가목등의 방화수대 조성하는 경우도 있음

⑥ 경영상 예방법

- ㉠ 산불 발생이 쉬운 일체동령림을 피하고 이령림, 택벌림, 혼효림으로 육성
- ㉡ 간벌 또는 가지치기를 하는 동시에 임내 마른가지, 발목의 초단부를 제거

(7) 삼림화재의 소방

① 원칙

- ㉠ 측면과 화두부의 불길이 제어되면 진화
- ㉡ 진화시 반드시 화미쪽(바람부는쪽)에서 화두부를 꺼 가도록 하며
- ㉢ 화세가 세서 화두제어가 어려울때는 측면화의 양측에서 꺼 들어가 화재면을 좁힌다.

② 방법

㉠ 직접소화법

- ㉡ 물을 쓰는 것이 가장 효과적이거나 물이 없을 때는 생가지를 이용 두들려서 소화
- ㉢ ABC소화기 사용 : 소화분제(제 1인산암모늄)과 CO2분사압으로 살포
- ㉣ jetshooter : 등에지고 소독약 살포에 이용되는 것을 산불진화에 사용

㉡ 간접소화법 : 고열로 직접소화법 사용이 어려울 때

화두의 앞쪽에 30~50cm의 흙을 파 소방선 설치해서 불길이 약해질 때 직접소화법 사

용

㉢ 직,간접소화법 사용이 힘들 정도로 大 불길일 경우 (수관화)

화두, 측면화 전방에 임시방화선을 만들거나, 기존의방화선을 거점으로 맞불을 넣어 꺼지게 한다.

㉣ 소화약제의 공중살포

- ㉡ 제초제인 Sodium calcium borate 1~5ppm액
- ㉢ bentonite (swelling type과 bentonite clay)로 나무나 지면에 피막을 만들어 화세약화 시

킵

* 화세가 센 수관화에는 효과가 없음

㉣ 인산암모늄 수용액에 점착제 CMC를 타서 살포

* 제 1인산암모늄(MAP) : 알류미늄부식시키므로 사용후 기계, 기구 세척

(8) 화재후 처리

진화되어진 것 같아도 완전진화 될 때까지 지속적 감시

화재지주위에 나지대를 만들어 광물질토양이 노출되게 파엿어 놓고 낙엽을 치워 버린다.

5. 연해 (대기오염)에 의한 피해

- 매연중 이산화탄소를 제외하고 거의 모든가스가 유해
- 분진 - 중금속의 유해 화학성분에 의해 만연적 피해 야기, ↔ 가스상 유해물질 : 급격한 피해
- 가스상 유해물질 - 아황산가스, 무수황산, 불소화합물, 염소화합물, 암모니아, 오존, 에틸렌, 질소산화물 등
- 피해정도는 유해물질의 종류, 농도, 접촉시간, 식물의 종류, 품종, 접촉시간, 광도, 온도, 기상조건에 따라 많은 영향을 받고 식물의 상황과 생육시기 등에도 큰차이가 있다.

1) 연해의 원인이 되는 주요 유해가스

(1) 아황산가스(SO2)에 의한 피해

- ① 급성피해 (가시적 피해) - 고농도 아황산가스로 단시간내 흡수시 세포내 엽록소의 급격한 파괴, 세포의 붕괴 및 괴사 등 모든 수종에 기본적으로 나타난다.
 - * 수종별 상이한 구조적 차이에 의해 피해증상이 다양. 특히 활엽수와 침엽수
 - * 아황산가스에 약한 수종은 0.4ppm에서도 급성장애를 받음
- ② 만성피해 (불가시적 피해)
 - 낮은 농도의 아황산가스에 장기간 노출되어 엽록소가 서서히 파괴되어 황화현상을 타나내는 경우, 세포는 파괴되지 않고 생명력 유지
 - * 식물의 생리력으로 영향을 받는 아황산 농도 - 0.2 ~ 0.2ppm
사람의 인지로 알수 있는 아황산 농도 - 0.2 ~ 1.0ppm
- ③ 식물세포에 끼치는 영향
 - 아황산가스에 의한 피해는 기공을 통해 아황산가스가 체내로 유입되는 속도가 식물체의 산화,동화속도 보다 빠를 때 발생
 - ㉠ 다량의 아황산가스 흡수 - 식물체내의 산화,분해과정에서 황산염이 축적- 아황산생성
 - ㉡ 아황산은 증산작용에 따라 잎의 가장자리(엽연부)에 축적
 - * 이때 잎의 뒷면에 가까운 해면조직의 엽록체 가장 먼저 손상되고 그후 책상조직과 표면표피가 파괴
 - ㉢ 아황산의 조직내의 완충능력을 초과할 때 엽록체가 붕괴되어 엽록소가 세포질내에 분산됨에 따라 피해 잎의 색이 옅어지고 황화현상이 진행되면 녹색을 완전히 상실되고 세포의 원형질 분리가 일어나고 잎이 건조, 괴사한다.
 - * 세포막과 통도조직은 저항력이 강해 원형유지 (그중 목부조직이 가장 강한 내성이 있음)
- ④ 아황산 가스에 대한 식물의 감수성
 - ㉠ 증상은 피해정도에 따라 식물에 종류에 따라 다르나 동일수종이라도 생육환경, 조직의 연령에 따라 개체별로 상이하게 나타난다
⇒ 원인 : 각피층의 발달, 세포의 밀집도, 기공수의 차이에 따라 다르게 나타나
 - ㉡ 감수성 :
 - 민감(高) : 소나무, 낙엽송, 잣나무류, 사시, 자작, 단풍, 들메, 버드나무, 황철나무, 층층나무
* 낙엽송- 0.3ppm 가장민감 , 리기다소나무
 - 보통 : 전나무, 솔송, 가문비, 삼나무, 뽕나무, 은사시, 느릅, 수수꽃다리, 참나무, 피나무
 - 둔감 : 은행, 향나무, 편백, 보리수, 산뽕나무, 은단풍, 당단풍, 가시나무, 무궁화
* 침엽수보다 활엽수가 내성이 크다.
- ⑤ 피해에 영향을 끼치는 환경요인 - 온도와 습도가 낮고, 어두운곳에서 저항력이 강함
 - ㉠ 온도 : 겨울(5℃이하)에서 저항성 높고 봄철이 아황산가스에 대한 감수성이 가장 민감
⇒ 생리적활동(증산작용)의 활동성이 적으면 피해적다.
 - ㉡ 상대습도 : 상대습도가 높을수록 감수성도 높아짐
 - ㉢ 광도 : 암흑엿 더 강한 저항성을 나타냄 * 음수가 저항력 강함

- ㉔ 영양원의 보급 : 영양원이 충분하면 강한 저항성을 나타낸다.
- ㉕ 기타(토양습도)

(2) HF 가스의 피해 (불소와 그 화합물)

- ① 오염원 : 알루미늄 전해공장 또는 인산질비료공장에서 불화수화(HF) 또는 4불화규소 형태로 방출
- ② 피해기작
 - ㉑ HF가스 기공으로 흡수
 - ㉒ 가도관에서 규불화수소산으로 바뀜
 - ㉓ 엽선단 또는 엽록소에서 세포막 파괴
 - ㉔ 원형질, 엽록소 분해
 - ㉕ 효소작용 방해, 광합성억제
- ③ 피해증상
 - ㉑ 아황산가스와 반대로 유엽 또는 신엽에 피해가 심하고 엽선단이나 엽연부에 엽소현상을 보이는 것이 특징이다.
 - ㉒ 질소, 인산, 칼리 흡수 저하(*규산, 고토, 철, 알루미늄 흡수 증가)
- ④ 피해에 미치는 인자
 - ㉑ 기공이 열리는 낮에 피해 大
 - ㉒ 상대습도고 높을 때 (70~80%) 가장 피해가 심하다.

(3) 오존에 의한 피해

- ① 생성경로 : 자외선과 NO₂의 광화학적 반응
 - ㉑ 이반응에 필요한 물질이 많은 도시상공에서 가장 많이 발생
(탄화수소, 질소산화물, 산소, 자외선)
 - ㉒ 자동차나 공장의 불완전연소로 다량의 탄화수소와 불소산화물 생성
 - ㉓ 연소중의 고열로 N(질소) + O₂(산소) 결합 → NO생성(열이 높을수록 많이 생성)
 - ㉔ 다시 O₂와 결합하여 NO₂를 생성하나 자외선에 의해 곧 NO와 O(산소분자)로 분리되고 O가 O₂(산소원자)와 결합하여 O₃(오존)생성
 $NO_2 + O_2 \rightarrow NO + O(\text{산소분자}) + O_2 \rightarrow NO_2 + O_3$
 - ㉕ 공기중 탄화수소가 역반응을 제한하여 오존(O₃)가 축적됨
 - ㉖ 밝은 광선이 있을 때 역반응 또는 다른 반응이 없어 NO₂증가, NO₂는 바로 격감되고 어두울 땐 O₃ 소모, NO₂ 증가
 - ㉗ 오존 수명은 길지 않고 곧 다른 화합물이나 도시구조물, 지표면과 반응하여 곧 중화된다.
- ② 피해농도 : 0.1ppm에서 감지가능, 5ppm정도면 급성해를 입는다.
 - * 자연적 오존의 농도 : 1~2ppm
 - * 하루중 최고치 : 여름철 15~58ppm, 겨울 5~10ppm
- ③ 증상 (피해증상)
 - ㉑ 피자식물 : ㉔ 변색피해 ㉕ 표백 ㉖ 황화 ㉗ 잎양면괴사
오존은 책상조직세포를 파괴시켜 잎상부 전체가 표백된 상태를 띠고 다른 경우 책상조직세포들이 암색 알칼로이드 색소를 축적 반점무늬를 나타내고 해면조직세포까지 파괴하면 뒷면까지 괴사반점이 생기고 고농도 피해일 경우 잎이 시들어 쭈그러든 모양으로 바뀜
 - ㉒ 나자식물 : 침엽 끝에 황화현상, 괴사현상이 일어나거나 갈색으로 변한다.
* 오존은 생리적으로 광합성작용, 호흡작용, 세포벽, 기공기능 장애뿐만 아니라 원형질 분리를 일으켜 고사시키는 경우도 있다.

(4) 염소 및 그 화합물에 의한 피해

- ① 오염원 : 금속정제(티탄), 합성수지제조, 합성화학공장에서 배출
- ② 피해 : 아직 널리 연구되지 않음
- ③ 증상구분

㉠ Cl₂가스 : 아황산가스와 비슷

㉡ HCl가스 : HF가스 증상과 비슷 * HCl가스가 Cl₂가스보다 피해가 적다.

(5) PAN에 의해 피해

* oxidant에 의한 피해

㉠ 식물체의 피해를 주는 자동차의 배기가스와 관계를 가진 산화제

ex) 오존(가장 큰 피해가 大), 질소화합물, 유기과산화물

㉡ 자동차배기가스 중의 탄화수소와 질소산화물이 태양광선의 존재하에 유독성물질로 변함

㉢ 이산화질소 : 모든 고온연소 과정에서 발생 (보통 오염원중 가장 중요한 광에너지의 흡수물질) 황갈색기체로 이산화질소가 광화학적 연무증상에 중요한 역할을 한다.

① 정의 : peroxyformyl nitrates(R=H) 계통으로 안정된 2차 대기오염물질

PAN : peroxyacetyl nitrates(R=CH₃)이 연무와 광화학적 광화학적 oxidant에 의한 식물의 피해중 가장 크다. (피해농도 : 2.0~3.0 ppm)

② 피해증상

㉠ PAN의 초기피해현상은 활엽수의 뒷면의 해면조직을 가해하여 잎이 청동색으로 변한 뒤 광택이 나는 것이 일반적이고 농도가 높을 경우 잎의 상부에도 피해가 나타나며 잎의 조기노화현상으로 낙엽이 진다.

㉡ PAN은 기공을 통해 흡입된 후 효소의 활성을 정지시키고 지방산 합성을 방해

㉢ 황화합물들을 산화시켜 잎세포의 원형질분리를 유발시켜 고사시킨다.

㉣ PAN은 생리적으로 탄수화물대사와 호르몬대사, 광합성작용에 피해를 입힌다.

(6) 질소화합물에 의한 피해

① 내연기관의 효율을 높이면 다른오염원의 배출은 줄일수 있으나, 고온의 연소시에서는 항상 질소화합물이 만들어지므로 그 량은 결코 줄지 않는다.

② 대기 중의 농도는 낮에 비해 밤에 더 높아진다.

㉠ 낮 동안에는 광화학적 반응에 참여하고

㉡ 식물체 기공으로 흡수 제거됨

③ 피해증상

㉠ 줄기의 괴사흔, 낙엽, 고지 등

㉡ 엽맥사이에 작은 괴사흔이 나타남 (책상조직이 가장 먼저 피해를 입는다.)

(7) 에틸렌에 의한 피해

① 오염원 : 자동차배기가스, 석탄,천연가스의 연소

② 피해증상 : 상편생장, 성장운동저해, 황화현상, 조기낙엽, 줄기의 신장저해, 성장감퇴

(8) 암모니아에 의한 피해

① 오염원 : 공장에서 누출, 자동차,주택의 연소과정

②피해증상 : 검은반점, 전체가 검게 변함

(9) 수은에 의한 피해

휘발성유기물이 증발할 때 수은염과 결합하여 올라 가면서 실물체내 축적 온도가 높을수록 피해 증가 (단시간에 막대한 량이 축적)

(10) 분진에 의한 피해

① 황, 황산염, 금속의 황산염 등의 유해물질을 포함한 분진이 식물체기공을 폐쇄시켜 식물의 호흡에 곤란을 일으키고 용해될 때에는 생리적 장애로 임목의 수세를 약화, 고사시킴

② 수목의 종류(기공의 크기, 개폐정도, 구조)에 따라 피해 다름

- ㉗ 기후 ㉗ 기온이 높고 날씨가 많을수록 피해 大
- ㉘ 밤<낮, 겨울<여름 피해가 大

4) 대기오염의 방제 (인위적 원인)

① 법적 규제법

배출가스의 농도, 굴뚝의 높이, 오염방지 시설의 설치 등을 법적으로 규정

② 이화학적 방제법

- ㉗ 석회를 사용하여 오염물질을 중화
- ㉘ 화학적 제조방법을 이용하여 유해물질 농도를 높여서 이를 이용
ex) $\text{SO}_2, \text{SO}_4 \rightarrow \text{황산}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 생산
- ㉙ 화학적 제조시 오염되지 않는 촉매나 물질사용
ex) 유리제조시 황산염 대신 나트륨 사용
- ㉚ 고압전류에 의한 매연정화장치 설치의 의무화
- ㉛ 굴뚝에 공기 또는 무해가스로 희석

③ 임업적 방제법

- ㉗ 수종선택 : 대기오염에 강한 수종, 맹아력이 큰 수종 조림
- ㉘ 작업법 선택 : 대기오염이 우려되는 지역은 교림을 중립, 왜림으로 가꾼다.
- ㉙ 갱신방법 : 개별을 피하고, 혼효림 조성 (침엽/활엽)
- ㉚ 대기오염방비림 조성 : 내연성이 강하고 여러번 이식한 큰묘목을 너비100m정도로 밀림(밀식) 조성
- ㉛ 조림후 관리 : 토양관리에 주력 (석회질비료를 많이 준다.)

제 2 장 기상에 의한 피해

1. 저온에 의한 피해(한해)

(1) 한상(寒傷)

0℃이상에서 식물체내 조직이 결빙하지 않고 저온에 의해 신진대사가 정지되고 세포질의 활성이 상실되는 등 생리적 기능 장애로 고사하는 경우

(2) 동해(凍害)

저온으로 식물체조직내에 결빙 발생으로 원형질분리, 원형질응고로 조직 또는 전체가 고사하는 경우

① 상해 : 서리에 의한 피해 (시기에 따라)

㉠ 조상 : 가을, 수목의 휴면이 완전히 이루어지기 전, 목화되지 않은 어린가지에 피해 줌

㉡ 만상 : ㉠ 이른 봄, 수목이 휴면을 타파하고 생장을 시작한 후 저온으로 어린 지엽에 피해, 치수는 고사하고 성목은 수세가 약해진다.

㉢ 상륜 : 만상으로 생장이 일시정지, 다시 성장하여 1년에 2개의 연륜이 생긴 것

㉣ 이른 봄에 잎이 나오는 잎갈나무, 자작나무류, 오리나무류의 피해가 크다.

㉤ 동상 : 한 겨울 완전휴면 기간 중 저온으로 인해 발생

㉠ 일반수종은 휴면기간중에 피해 입는 경우는 적고 도장지와 같은 늦게 생긴 부위가 피해

㉡ 왜림의 별채시기가 늦을 경우 연약한 맹아가 피해를 입는다.

• 상해의 원인 :

㉠ 세포외 동결 : 엽조직은 낮에 태양에너지를 받아 주위보다 온도가 높지만 바람없이

(주로 조상, 만상) 맑은 밤에는 복사에 의해 주위 공기보다 온도가 낮아져 식물체내 온도가

*봄,가을에 발생 0℃이하로 내려가면 조직내의 세포간극(세포막벽)에서 먼저 결빙을 하고 온도가 내려가면 얼음이 커져 세포내의 물을 흡수하여 원형질 분리가 시작된다.

이때 단시간의 원형질 분리는 회복이 가능하지만 저온이 지속될 때에는

얼음이 더 커져 세포를 파괴하거나 원형질을 분리, 응고되어 죽게 되면

식물체에 大피해를 준다.

㉡ 세포내 동결 : 주로 겨울에 일어난다. 세포내에서 동결, 원형질분리, 응고

※ 자생수종은 지역환경에 적응력이 커서 저온에 저항력이 있지만

도입/외래수종을 조림할 경우 저온에 의한 피해를 입을 수 있다.

• 상해의 피해와 관계있는 요소

㉠ 수종 : 모든 나무는 전분 또는 유지분으로 세포액의 농도를 증대시켜 내한력을 증대

* 동계저장물질은 당분에서 전환 된 것

㉡ 전분수 : 당분 → 전분으로 변화시켜 월동

ex) 참나무류, 서나무류, 느릅나무류, 오리나무류, 포플러류, 단풍나무류, 벚나무류 등

㉢ 유지수 : 당분 → 유지분으로 전환

ex) 모든 침엽수, 버드나무류, 자작나무류, 밤나무류

* 보통 유지수가 전분수에 비해 내한력이 강하다.

내한성 : 침엽수 > 활엽수 > 상록활엽수

㉣ 수령 : 유령림이 피해가 많고 어린 맹아도 피해 받는다.

* 상해를 받기 쉬운 높이(상고)이하에서는 더욱 심함 (수고가 상고이상이면 피해가 거의 없다.)

㉤ 지형과 방위

㉠ 습기가 많은 저지, 계곡, 소택지, 특히 분지같은 우묵한 곳에는 한랭한 공기가 물러드는 상혈에서는 상해가 가장 심하다. * 임내의空地도 상혈에 속한다.

㉡ 남사면보다 북면이 피해 大 (한풍을 직접받으며 밤에 냉각이 심하다.)

㉢ 천후와 시계

㉠ 상해는 맑고 저온일 때 많이 발생 (서리가 내리는 조건 - 바람 없고 맑은날 새벽 多)

㉡ 기온은 낮지만 흐리거나 바람이 있으면 잘 일어나지 않는다.

• 상해의 예방

㉠ 묘포장

- ㉠ 주풍방향에 방풍림을 만들
- ㉠ 저온지에는 배수가 잘되도록 한다.
- ㉠ 만상의 해를 받기 쉬운 수종은 가급적 과종을 늦게 한다.
- ㉠ 묘상에 낙엽, 짚 등을 덮어 묘목이 상해를 받지 않도록 한다.
- ㉠ 추비는 가급적 속효성비료를 주는 동시에 늦가을까지 가지가 도장되지 않게 칼리비료를 준다.
- ㉠ 지상 10m 정도의 높이에 송풍장치하여 인공적으로 상하공기가 섞이게 하여 온도를 높인다.

㉡ 조림지

- ㉠ 내한성이 강한 조림수종을 선택
- ㉠ 습지에 조림할 때에는 배수구와 두둑을 만들어 식재
- ㉠ 상해에 약한 수종은 음지에 가식하여 발아를 늦춘후 식재한다.
- ㉠ 上草를 제거하여 과도한 잡초를 방지
- ㉠ 천연갱신을 택하고 상층목의 보호를 받도록한다.
- ㉠ 왜림의 벌채는 이른봄에 하도록 한다.
- ㉠ 조림용 종자와 묘목은 그 지방에 가까운 곳에서 구한다.

※ 수종상으로 한지에서난지로 옮겨진 수종은 만상의 해를 입기 쉽고
난지에서 한지로 옮겨진 수종은 조상의 해를 입기 쉽다.

② 상렬(霜割)

- ㉠ 한 겨울밤 수액이 저온으로 인해 얼면서 수간이 갈라지는 현상
- ㉠ 목질이 단단하고 수선이 발달된 활엽수의 거목에서 많이 발생
- ㉠ 수목 생육에는 지장이 없으나 목재의 공예적 가치가 떨어지고 부패균 침입의 원인
- ㉠ 상중(霜腫) : 상렬된 곳을 봄철 새조직으로 융합되나 조직이 연하여 저온시 다시 균열되기 쉬운데 손상이 반복적일 일어나 그부분이 상하로 세장된 융기가 발생

㉡ 방제

- ㉠ 집적 주풍에 노출을 피하고
- ㉠ 북쪽 임연은 한랭한 바람을 직접 받으므로 내한성이 강한 수종(음소)으로 林衣를 만든다.
- ㉠ 울폐된 임분은 거의 발생하지 않으므로 피해위험성이 있는 곳은 벌채시 신중히 판단
- ㉠ 습지에는 배수하는 것이 효과적이다.

③ 상주(서리발, 東上) : ㉠ 지표면온도가 내려가면 수증기가 토양표면에 토양입자속의 물과 함께

응결하고 모세관현상으로 계속 얼음이 위로 성장하여 얼음기둥이 되어 수목의 치수와 함께 토양을 들어올려 치수가 고사하는 피해

㉡ 수분이 아주 적으면 상주는 생기지 않는다.

㉢ 상주는 점토질 토양에서 잘 생긴다.

- ㉣ 방제 ㉠ 묘포의 피해지에는 사질 또는 유기질토양을 섞어 토질을 개량
- ㉠ 상면은 15cm정도 높여 다습 방지
- ㉠ 묘목사이에 짚, 낙엽, 왕겨 등을 두어 지면 냉각 방지
- ㉠ 조림지에서는 상목으로 저온막고

동남향에 대해서는 측면적 보호하는 것이 효과적

1. 고온에 의한 피해(한해)

1) 서해(署害)

직사광선 또는 고온의 직접적 피해나 건조에 의한 간접적 피해

* 식물의 생활조직의 한계 : 52~54℃ 고온에서 원형질의 생명 상실

(1) 별데기(皮燒)

① 수간이 직사광선을 받아 수피의 일부에 급격한 수분 증발이 생겨 조직이 乾枯되는 현상

② 피소를 일으키기 쉬운 수종 : 오동나무, 후박나무, 호두나무, 버즘나무, 소태나무, 가문비나무

③ 치수에서는 거의 생기지 않고 흉고직경이 15~20cm 수령에 많이 발생

④ 서남 및 서면에 위치하는 임목의 피해가 많다.

⑤ 임연목, 고립목등 수간 하부까지 지엽이 붙어 있는 것에서는 생기지 않는다.

⑥ 방제

㉠ 임상을 갑자기 파괴시키지 않는다.

㉡ 남서면의 임연목의 枝條를 보호- 직사광선 차단

㉢ 가로수, 정원수는 해가림을 하거나 수간에 석회유, 점토를 칠하든지, 짚, 새끼로 감아서 보호

(2) 열사(熱死)

① 묘포의 묘목 또는 조림지의 치수의 근부의 형성층이 해를 입는 것 (입고병과 증상이 비슷)

② 7~8월경 토양이 건조되고 쉽고 암흑색의 사질부식토에서 태양열을 흡수함으로써 발생

③ 내음성이 강한수종이 피해를 많이 받음 : 전나무, 가문비, 편백, 화백이 약하다.

* 소나무, 해송, 측백나무는 강하다.

④ 방제법 : 해가림하거나 저항성이 높은 수종으로 남서림에 보호림대를 만들어 보호

2) 한해

① 고온, 가뭄으로 토양수분부족으로 수목의 끝이 마르거나 생장이 감소하는 현상

② 고온이 직접적 원인이 아니지만 고온일수록 피해가 더 커짐

③ 여름철(고온시) 장기간 가뭄이 계속될 때 발생 多

④ 산악지는 평지보다 기온이 낮고 공중습도가 높아 한해발생이 적지만

묘포나 척박한 조림지에서 심한피해를 간혹 입는다.

⑤ 한해는 남서면의 경사지나 토층이얇을 때 천근성수목에 일어나기 쉽다.

⑥ 임연부에서 그 피해가 심하며 지피물을 채취했을 때 특히 불리

⑦ 습지생식물이 약하다(오리나무, 버드나무, 은백양, 들매나무)

↔ 건지생식물(소나무, 자작, 참나무, 서나무)은 강하다.

⑧ 수령에 따라서는 1년생 묘목의 피해가 가장 大 때론 12~15년생 나무도 피해를 받는다.

⑨ 방제법

㉠ 대면적의 나지를 생기지 않게 하고

㉡ 임내의 지피물을 보존하여 임내의 건조를 막도록 한다.

㉢ 토양에 부식질을 섞는 것은 수분보존상유리

㉣ 제초와 표토를 매어 주는 것도 효과적

㉤ 한발이 심하면 관수를 해야하고 관수가 일단 시작되면 많은 비가 내릴 때까지 계속해야함

3) 풍해

• 바람은 일반적으로 수목성장에 도움을 주지만

ex) 증산작용을 촉진- 양분의 상승을 빠르게하고

화분교배와 종자의 비산을 돕고, 겨울밤에 냉각된 기류의 침체를 막아 동해방지

• 지나칠 경우 여러 가지 장애를 일으킴

ex) 증산작용과도와 지중수분 탈취로 수분부족, 동화작용을 해치고 기계적으로 수간을 굽게하며,

가지를 손상하고, 지피물(낙엽)을 약탈한다.

(1) 주풍(상풍)

- ① 항상 규칙적으로 풍속 10~15m/sec정도로 부는 바람,
- ② 피해 : 만성적으로 눈에 잘 띄지는 않지만 임목의 성장량을 감소시키고 수형을 불량하게 한다.
수고성장 감소, 가지가 많아지고 수간의 완만도가 증가하여 낮은 형질의 목재생산
* 일반적으로 주풍방향으로 굽게되고 수간하부가 편심생장을 하게 되어 횡단면이 타원형으로 된다.
* 활엽수는 하방편심으로 침엽수는 상방편심을 한다.
- ③ 우리나라는 봄과 여름에는 동남풍(온화), 가을 겨울에는 서북풍(冷, 强)이 분다.
- ④ 낮에는 해풍(바다→육지), 밤에는 육풍이 분다. * 보통 육풍보다 해풍이 강하다.(피해 大)
- ⑤ 방지 : 주풍 방향으로 임연에 저항성이 큰수종을 임의를 조성하는 것이 가장 효과적이다.
ex) 해안 경우 곰솔(해송)이 가장 적당

(2) 폭풍(태풍)

- ① 풍속이 29m/sec이상의 바람으로 7~9월 집중되어 수간의 풍절, 풍도 등 집단적 피해를 주고 수세약화로 2차적 피해(병충해)로 이어지는 경우가 많다.
- ② 풍속은 지상으로부터 높아질수록 강해지므로 수고가 높은 노령임분에 피해가 多
* $V_h = V_1 \times h^{1/4}$ (V_h : 지상 h m의 풍속, V_1 : 지상 1m의 풍속)
- ③ 보통 수관이 적은 쪽으로 넘어지기 쉽다.
- ④ 방제 ㉠ 임분의 생육을 건전하게 하고, 대면적의 일제동령림을 피하며, 수종을 혼효
㉡ 개별이나 산벌을 피하며, 택벌을 하도록 하고,
㉢ 개별갱신시에는 폭풍방향과 직각으로 소면적의 벌채열구를 만들며 벌채순서를 폭풍방향과 반대로 한다.
㉣ 조림시에는 밀식을 피하며, 간벌을 충분히 해주고, 병충해목을 제거
㉤ 방풍림조성 : 나비는 10~20m정도로 폭풍방향으로 직각인 帶狀방향이 효과적이다
* 방풍림의 효과 : 풍상으로 수고의 5배, 풍하로는 15~20배
수종 : 심근성, 지조가 밀생하며 성장이 빠른 것

(4) 염풍(潮風)

- ① 내륙 5~6마일(8~9Km)정도까지 영향을 주고 폭풍우발생시 또는 강우량이 적을때 잘 발생
- ② 기작 : 염분은 기공으로 침입하여 생리적 장애를 일으킴 → NaCl이 원형질로부터 수분탈취
→ 원형질분리로 피해를 일으킴
염분이 0.5%이상이면 생육을 방해하고 심하면 잎의 갈색 또는 흑색으로 변하며 고사됨
- ③ 간접적으로 강우시 용탈되어 임지를 악화시킴 (토양미생물 생육불가로 유기물질분해 방해)
- ④ 일반적으로 상록활엽수는 낙엽활엽수에 비해 저항력이 크다.
ex) 곰솔, 향나무, 사철나무, 자귀나무, 팽나무, 후박나무, 돈나무등은 내염성이 강하다.
↔ 소나무, 삼나무, 편백, 화백, 전나무, 벚나무, 포도,사과,배나무는 약하다
- ⑤ 방제로는 내염성수종으로 해안방비림을 조성

4) 설해 : 치수의 동해를 막고, 임목의 성장초기에 수분공급원

- ① 종류 ㉠ 설압 : 눈이 많이 쌓여 줄기, 가지가 굽는 피해
㉡ 설절 : " 줄기, 가지가 부러지는 피해
㉢ 설도(根覆) : " 전체가 넘어짐
- ② 피해 ㉠ 건설< 습설, 한대<온대,난대 , 임동기<이른봄, 평지<산악의 곡간지 ,
* 습설(기온이 높을때) : 눈성이가 크고 습윤하며, 비중이 크고 부착력이 좋아 수관이 퇴적
㉡ 유령림은 설압이 많고 장령림은 설절, 설도가 많고 또, 천근성일 경우 설도가 많다
- * 침엽수 : 임공조림된 경우가 많고, 겨울철에도 낙엽지지 않고 수관이 넓으며 천근성이 많아 피해가 크다.
㉢ 수관이 발달한 우세목의 피해가 많다.
- ③ 대책
㉠ 양료의 균형을 유지 임목생장을 좋게 한다. (특히 칼리질양료가 부족하지 않게)
㉡ 설해예상지역은 설해에 약한 일제동령림을 피하고 이령림,혼효림,택벌림조성으로 임분 안정을 도모
㉢ 피해목은 방치하면 부후균 또는 해충류의 피해가 발생하기 쉬우므로 속히 제거

제 3 장 동물에 의한 피해

1. 조류에 의한 피해

- ① 우리나라산 조류 23目 56科 431種
- ② 조류는 시기에 따라 식성을 달라 益害를 구별하기 힘들나 대개 유익한 것이 많다.
- ③ 묘포의 종자를 가해하는 조류 ex) 참새, 할미새 등
- ④ 임목의 어린순을 해치는 조류 ex) 산까치, 박새
- ⑤ 조류는 간접적으로 해충구제 및 억제에 효과가 있다.
 - ㉠ 동물성 먹이만 섭취 - 60% ex) 박새, 찌르레기, 피꼬리, 딱다구리
 - ㉡ 식물성 먹이만 섭취 - 2%
- ⑥ 조류의 보호
 - ㉠ 법적보호 : 조수보호 및 수렵에 관한 법률(1967. 3.30)를 제정공포, 또 금렵구역, 천연보호구역 설정
 - * 참새에 한하여 단기간 동안 수렵 허가
 - ㉡ 인위적 수단 : 새집달아주기 등 서식환경 개선
 - * 박새나 곤줄박이가 많이 이용 (높이는 3~4m정도)

2. 포유류에 의한 피해

- 임업상 피해가 큰 것은 몸이 작고 번식력이 강한 산토끼나 들쥐등이다.
- 피해는 겨울철 먹이가 부족한 시기에 많이 발생
- 참고 : ㉠ 대형동물은 먹이관계로 열매가 많은 활엽수림대에 많이 산다.
 - ㉡ 산돼지, 노루는 낮은산에 살고, 곰은 높은산의 중복 활엽수림대에 많다
- ① 곰 : 육식目 곰科로 깊은 산에 서식
 - 피해 : 봄철 수피를 벗기고 수액을 빨아 먹는다. * 나무를 부러뜨리는 일도 있다.
- ② 산돼지 : 유계目 산돼지科로 잡식성(소형동물, 곤충, 뿌리, 열매)
 - 피해 : 파종한 종자(참나무, 밤나무)를 먹고, 죽순을 먹으며, 농지에 피해를 준다.
 - 방제 : 함정, 총살, 울타리
- ③ 사슴 : 열매나 신아를 먹지만 분비나무, 전나무, 소나무, 참나무, 단풍나무등의 수피도 먹는다.
- ④ 산토끼 : 먹이가 부족한 겨울철 치수의 수피를 벗겨 먹는다. *눈이 쌓이면 치수의 상부를 먹는다.
 - 방제 : 함정을 만들어 포살하거나 울타리, 나프탈렌등 냄새로 쫓아냄
- ⑤ 다람쥐 : 임목의 종자, 눈, 어린잎을 먹고 겨울철에는 활엽수의 휴면아를 주식으로한다.
- ⑥ 들쥐 : 묘포에서 묘목의 뿌리, 어린잎과 줄기까지 식해
 - 방제 : 천적(여우, 독수리, 너구리, 부엉이, 뱀)을 보호, 건조지를 싫어하므로 임분의 개소를 유지, 쥐덫을 놓거나 구제용 약제살포(탄산바륨, 아비산염)

제 4 장 식물에 의한 피해

1) 잡초목

- ① 어느정도는 보존하는 것이 유익하나 지나치면 조림된 치수와와의 경쟁등 임목생육에 장애를 준다.
- ② 어린 임목의 수관을 개방하여 광선을 주도록만 하여하면 충분함
- ③ 하역은 여름 삼복 중에 하는 것이 가장 효과적이다.
- ④ 묘포의제초는 개화결실 전에 실시
- ⑤ 퇴비는 잡초종자를 가지므로 충분히 발효된 것을 사용

2) 만경류 : 되도록 어릴때에 제거하는 것이 효과적

3) 겨우살이류

직접적 피해는 별문제되지 않으나 풍설해, 병충해에 대한 저항성 약화로 간접적 원인이 될 때 제거

임목의 발육을 저해하는 일이 있으나 피해는 지조부에 국한되고 수간에는 피해가 없다. (임업상 별 문제 안됨)

제 5 장 수 병 학 본 론

1. 수 병 학

수목의 병적 현상을 대상으로 하는 학문을 내용은 병원, 병징, 진단, 발병경로, 발병조건, 병태생리, 저항성의 기작 등을 연구하는 기초분야와 이들의 지식을 이용한 병의 방제법을 연구하는 응용분야이다.

2. 수병의 개념

병 : 계속적인 자극에 의해 수목의 정상적인 생활기능이 저해받고 있는 과정 (수목의 병적현상)

병해 : 수목이 병 때문에 그 재배와 이용의 목적에 어긋난 결과를 가져올 때 (이용측면)

* 병이 수목의 병적 현상을 중심으로 한 용어라면 병해는 수목의 이용하는 입장에서 말한 것이다.

3. 수병의 원인

1) 병원과 병원체

① 병원 : 수목에 병을 일으키는 원인이 되는 것

㉠ 병원의 종류 : 다양 - 생물적인 것, 화학물질, 기상인자 등의 무생물적인 것 포함

㉡ 병원체 : 병원이 생물이거나 바이러스일 때 , 특히 균류(세균, 진균)일 경우를 병원균이라 한다.

㉢ 병원체는 고유한 기주를 가지는데 그 범위에 따라 다범성과 특정수목만 침입하는 한정성으로 나눈다.

2) 병원체의 분류

① 수병의 방제를 위해선 병원을 정확히 알아내어 대책을 강구하는 것이 중요하다.

② 수병의 원인

㉠ 생물성원인(전염성병) : 바이러스를 포함하며 전염성되며 기생성병이라고도 한다.

㉡ a) 바이러스, 마이코플라스마 등에 의한 병

㉢ b) 세균, 점균, 진균, 조류 등에 의한 병

㉣ c) 종자식물에 의한 병

㉤ d) 선충에 의한 병

㉥ 비생물성원인 : 전염되지 않는 비전염성병 또는 비개생성병이라고 한다.

㉦ a) 부적당한 토양조건에 의한 병 ㉧ b) 부적당한 기상조건에 의한 병

㉨ c) 유해물질에 의한 병 ㉩ d) 농기구등에 의한 기계적 상해

3) 주인과 유인

① 주인 : 병원중 가장 중요한 것 (대체로 전염성이 있는 병원체가 주인)

② 유인 : 주인의 역할을 돕는 보조적인 원인 ex) 주로 환경요인 : 기상조건, 토양조건, 재배법

* 수병은 한가지 원인으로 발병보다 몇가지 복합적인 원인의 상호작용으로 발생하면 주인과 유인의 구별히 힘들다 (상대적으로 보는 것이 타당)

4) 기주식물과 감수성

① 기주식물 : 병원체가 이미 침입하여 정착한 병든 식물

② 감수체 : 병원체가 침입하기 전 병에 걸릴수 있는 상태의식물

* 감수성 : 병에 걸리기 쉬운 성질

→ 기주식물의 감수성과 병원체의 병원성이 환경조건에 따라 많은 영향을 받아 그 결과로써 발병한다.

5) 병원성

① 병원체가 감수성인 수목에 침입하여 병을 일으킬수 있는 능력

㉠ 침해력 : 병원체가 감수성인 수목에 침입하여 정착하고 양자 간에 친화관계 성립할 때 까지의 힘

㉡ 발병력 : 수목에 병을 일으키게 하는 힘

② 발병력과 침해력은 반드시 같지 않다. ex) 뿌리혹박테리아- 침해력 大, 발병력 없음

모잘록병 - 침해력은 작지만 발병력이 크다.

4. 병징과 표징

병든식물체 상에 나타나는 외관적 이상은 크게 병징과 표징으로 구별

- ① 병징 : 병든식물 자체의 조직변화에 유래하는 이상
비전염성병이나 바이러스병, 마이코플라스마에 의한 병은 병징만 나타내고 표징은 나타내지 않음
세균성병 - 병원균이 환부에 흘러나와 덩어리를 이루는 것 외에 일반적으로 표징을 나타내지 않음
- ② 표징 : 병원체 자체가 병든 식물체 상의 환부에 나타나 병의 발생을 알릴 때
병원체가 진균일 때는 거의 대부분이 표징이 나타남
- ③ 병징과 표징은 병원의 종류에 따라 특징이 다르므로 이 특징이 수병의 진단을 위해서 중요
- ④ 병든식물 환부에는 병원체 외에 병원성이 없는 각종 미생물도 존재하고 오래된 환부에는 병원균은 소실되고 부후균만 남아 있는 경우가 많으므로 환부에 있는 세균이 병원균이라고 단정짓는 것은 위험

※ 코호의 4원칙 (어떤병에 특정한 미생물이 병원체라는 것을 입증하는 원칙)

- ① 미생물은 반드시 환부에 존재해야 한다.
- ② 미생물은 분리되어 재배 상에서 순수배양되어야 한다.
- ③ 순수배양한 미생물을 접종하여 동일한 병이 발생되어야 한다.
- ④ 발병한 피해부에서 접종에 상요한 미생물과 동일한 성질을 가진 미생물이 재분리되어야 한다.

1) 수목의 주요 병징

- ① 수목의 병징 나타나는 부위에 따라 국부병징과 전신병징으로 나누고
- ② 병의 진행에 따라 1차병징과 2차병징으로 구별한다.
- ③ 병징의 형태
 - ㉠ 색깔의 변화가 눈에 띄는 것
a) 萎黃化 b) 황화 c) 은색화 d) 백화 e) 갈색화 f) 청변 g) 반점 h) 얼룩
 - ㉡ 외형의 이상
a) 시들음 b) 위숙 c) 괴사 d) 비대 e) 기관의 탈락 f) 암종 g) 비짜루모양 h) 천공
i) 줄기마름 j) 가지마름 k) 잎마름 l) 分泌 m) 부패 n) 帶化(띠모양)

2) 수병의 주요한 표징

- ① 병원체의 영양기관에 의한 것
 - ㉠ 균사체 ㉡ 근상균사속(뿌리모양) ㉢ 선상균사(부채모양) ㉣ 균핵 ㉤ 자좌
- ② 번식기관에 의한 것
 - ㉠ 포자 ㉡ 분생자병 ㉢ 분생자퇴 ㉣ 분생자좌 ㉤ 포자퇴 ㉥ 포자낭 ㉦ 병자각 ㉧ 자낭각
㉨ 자낭반 ㉩ 세균점괴 ㉪ 포자각 ㉫ 버섯 등

5. 수병의 발생

1) 수병의 월동

- ① 환경조건이 활동에 부적당하면 병원체는 활동을 정지, 휴면상태로 들어간다.
ex) 기온이 내려가는 겨울 - 휴면상태로 월동을 한다.
- ② 월동후 봄부터 활동하여 식물에 옮겨 제 1차 감염을 일으켜 발병(제1차감염)의 중심을 만들고 이곳의 환부를 중심으로 전염하여 다른곳을 감염(제2차감염)
- ③ 월동 방법
 - ㉠ 기생의 생체 내에 잠재해서 월동
ex) 잣나무털녹병균, 오동나무비짜루병균, 각종 식물병원성 바이러스 및 마이코플라스마
 - ㉡ 병환부 또는 죽은 기생체 상에서 월동하는 경우
ex) 밤나무줄기마름병균, 오동나무탄저병균, 낙엽송잎떨림병균)
 - ㉢ 종자에 붙어 월동하는 경우 ex) 오리나무갈색무늬병균, 묘목의 잘록병균

㉔ 토양중에서 월동하는 경우 ex) 묘목의잘록병, 근부암종병균, 자줏빛날개무늬병균 및 각종 토양서식병원균

2) 병원체의 전반

- ① 병원체가 여러 가지 방법으로 다른 지방 또는 다른 식물체로 운반되는 것
- ② 병원체의 전반방법의 경로를 밝히는 것도 수병방제상 중요
- ③ 주요 전반방법 : 대부분의 수동적 (비, 바람, 곤충)
 - ㉑ 바람에 의한 전반 (풍매전반) ex) 잣나무털녹병균, 밤나무줄기마름병균, 밤나무흰가루병균 등
 - ㉒ 물에 의한 전반 (수매전반) ex) 근부암종병균, 묘목의잘록병균, 향나무적성병균
 - ㉓ 종자에 의한 전반
 - 종자의 표면에 부착해서 전반 ex)오리나무갈색무늬병균
 - 종자의 조직내에 잠재해서 전반되는 것 ex) 호두나무갈색부패병균
 - ㉔ 묘목의 의한 전반 ex) 잣나무털녹병균, 밤나무근부암종병균
 - ㉕ 식물체의 영양번식기관에 의한 전반
 - ex) 오동나무와 대추나무의 비짜루병 및 각종바이러스 및 마이코플라스마
 - ㉖ 토양에 의한 전반 ex) 묘목의잘록병균, 근부암종병균
 - ㉗ 기타 방법에 의한 전반
 - 병든식물의 뿌리와 건전한 식물뿌리와의 접촉에 의해 전염 ex) 목질부후균
 - 벌채 후의 통나무, 목재에 의해 전염 ex) 목재부후균, 밤나무줄기마름병균, 느릅나무시들음병균

3) 병원체의 침입

- ① 조직에 침입하기 전 발아되어야하며, 발아후 발아관이 자라서 침입한다.
- ② 일반적으로 포자는포화화 ~ 포화에 가까운 습도조건에서 잘 발아된다.
 - 예외) 흰가루병균은 높은 습도엿 발아 저해
- ③ 병원체의 침입방법 (병원체 종류에 따라 일정, 발생조건을 아는데 필요)
 - ㉑ 각피침입
 - a) 잎, 줄기의 각피나 뿌리표피를 병원체가 자기힘으로 뚫고 침입한다.
 - b) 각피감염의 대부분은 병원체 발아관 끝에 부착기를 만들고 각피에 붙으며 그 아래에 가느다란 침입군사를 내어 각피를 뚫는다.
 - c) 단일군사로 각피관통 - 각종 녹병균의소생자, 잣빛곰팡이병균
 - d) 군사집단으로 어린뿌리 침입 - 뽕나무자줏빛날개무늬병균, 뽕나무뿌리썩음병균, 표목의발록병균
 - ㉒ 자연개구를 통한 침입
 - 자연개구인 기공, 피목 등으로 병원균, 세균침입
 - a) 기공감염 - 각종녹병균의 녹포자/여름포자, 삼나무붉은마름병균, 소나무류의 잎떨림병균
 - b) 피목감염 - 포플러줄기마름병균, 뽕나무줄기마름병균
 - ㉓ 상처를 통한 침입 - 여러세균과 바이러스는 상처로만 침입
 - ex) 밤나무불기마름병균, 포플러의각종줄기마름병균, 근부암종병균, 낙엽송끝마름병균, 각종목재의 부후균, 모잘록병균(식물기생선충의 상처를 통해 감염)

4) 감염과 병환

- ① 감염 : 병원체가 식물내에 침입하여 내부에 정착하여 기생관계가 성립되는 과정
- ② 잠복기간 : 가염 ~ 병징(발병)이 나타나는 기간
 - * 잠복기간은 병원체의종류, 수종 및 광선, 온도, 습도등 환경조건에 따라 다르다.
 - 짧은 것은 3~10일, 긴 경우 3~4년 * 잣나무털녹병균의 소생자
- ③ 병환
 - ㉑ 발병한 기주식물에 있는 병원체가 새로운 기주식물에 감염하여 병원체를 형성하는 일련의 연속적인 과정 = 전염되는 과정(전염병이 다음해 또는 몇 년후 다시 되풀이 되어 나타나는 과정)
 - ㉒ 초본식물병의 병환은 대개 1년, 수병은 3~4년 정도로 긴 경우로 있다.
 - ㉓ 목적 : 어떤 병의 병환을 정확히 파악하여 어느 부분을 차단하는 것이 수병 방제대책으로 가장 효과적인지를 알수 있다.

㊸ 전염원 → 침입 → 감염 → 병징(표징) → 병의 지속기 → 병사
전반 잠복기

5) 기주 식물

- ① 이종기생균 : 식물병원균 중 그 생활사를 완성하기 위해 두종의 서로 다른 식물에 기주하는 것
(↔ 동종기생균 : 한나무에 기주) * 기주교대(=기주유회)
- ② 중간기주 : 두기주 중 경제적 가치가 적은 것
- ③ 녹병균의 이종기생의 예 (*보통 녹병균이 이종기생을 함)

녹병균 종류	중간기주식물(,)
잣나무의 털녹병	송이풀, 까치밥나무
소나무의 흑병	줄참나무, 신갈나무
소나무의 잎녹병	황벽나무, , 잔대
잣나무의 잎녹병	등골나무, 계요등
배나무의 붉은별무늬병 ()	향나무
포플러의 녹병 여름포자, 겨울포자가 병원	낙엽송(,)

④ 녹병균의 5가지 포자형 [제22표]

기 호	포 자 과	포 자
0	녹병자기	녹병포자
I	녹포자기	녹포자
II	여름포자퇴	여름포자
III	겨울포자퇴	겨울포자
IV	전균사	소생자

4. 수병의 방제

- ① 수병의 예방법은 크게 예방과 치료로 나눈다.
- ② 수병 방제법 중 예방이 주축이 되고 치료는 아직 미비
이유 ㉠ 방제에 사용되는 약제는 대부분이 치료효과 없음
㉡ 수목은 체내에 순환계를 가지지 않음
㉢ 치료에 의한 방제경비가 경제적이지 못함
- ③ 묘포 - 약제방제가 용이, 임지 - 환경조건개선이 주체, 내병성품종의 이용
- ④ 수병방제의 기본 : 합리적인 육묘, 조림, 임지관리에 의해 모든 장해에 견딜수 있는 건강한 수목을 키우는데 있고, 동시에 환경개선 등에 의한 생태적 방제, 내병성품종, 재배, 약제방제 등을 종합적으로 적절히 실시하여 방제목적을 달성할 수 있다.

1) 예방법

* 수병발병에는 환경, 수목의 생리상태, 병원체의 밀도 등 여러 가지요인이 관계되므로 이들 요인을 항상 염두하여 발생예방의 견지에서 대책 마련

(1) 비배

- ① 수목의 생리상태가 병의 발생을 좌우하는 경우가 많다
- ② 시비는 수목의 생육을 좌우할 뿐아니라 병의 발생과도 관계가 깊으므로 시비법, 시비량 등을 주의해서 항상 균형을 유지하고 수목을 건전하게 키워야 한다.
- ③ 질소질비료의 과용은 동해, 상해를 받기 쉽고
침엽수의 모잘록병, 설부병, 삼나무의 붉은마름병살생이 심해진다.

- ④ 암모니아는 토양을 산성화시켜 토양전염병 피해를 크게 한다.
- ⑤ 인산질비료 및 칼리질비료는 전염병 발생을 적게 한다.

(2) 환경조건 개선

토양전염병은 일광부족, 토양습도가 부적당할 때 많이 발생

- ex) ① 침엽수모잘록병 : 토양습도가 높을 때 多발생 - 배수, 통기를 통해 묘포의 과습 방지
- ② Fusarium균의 모잘록병 : 건조한 토양에서 多 - 해가림, 관수로 습도유지
- ③ 자줏빛날개무늬병은 낙엽,나뭇가지등, 미분해유기물이 많은 계량직후의 토양에서 피해가 大 - 석회를 많이 주어 유기물의 분해를 돕는 것이 방제에 효과적이다.

(3) 전염원의 제거

- ① 전염성병의 경우 병원체가 월동하는 환부(병든가지,잎,묘목)를 제거하여 제 1차전염을 방지
- ② 제거시 죽은 기생체상에도 계속적 존재 및 번식이 가능하므로 반드시 소각, 매립

(4) 중간기주 제거

녹병균의 대부분은 이종기생균으로중간기주를 가지고 있으므로
중간기주를 제거하여 병원균을 차단하여 병을 방제

(5) 윤작

- ① 동일수종을 연작할 경우 병원균 밀도가 높아져 병이 많이 발생한다.
ex) 낙엽병의 모잘록병, 오리나무갈색무늬병, 오동나무탄저병, 뿌리혹선충병
- ② 윤작의 피해를 막기위해 윤작을 할 때는 그 작물의 선택과 윤작기간의 결정이 중요
 - ㉠ 기생범위가 좁고 기주식물없이 오래살지 못하여 윤작작물선택의 범위가 넓고 짧은 윤작기간으로 효과적 방제가 되는 것 (2~3년)
ex) 오리나무갈색무늬병, 오동나무탄저균
 - ㉡ 기주범위가 넓고 기주없이 땅속에서 장기간 살아있어 윤작작물선택이 어렵고 윤작기간이 긴 것
ex) 침엽수 모작록병균, 자줏빛날개무늬병균, 흰비단병균

(6) 묘목류의 검사

- ① 병든 묘목(삽수,접수)가 조림지에 식재되면 종래 업이 발생하지 않던 지역에 병원균이 전파될 위험이 있으므로 묘목류의 검사는 철저히 해야한다. ex) 잣나무털녹병의 전국적 만연
- ② 멀리 떨어진 조림지에 종래발생하지않던 병이 발생하는 것은 대부분이 병든묘목의 식재가 원인

(7) 작업기구류 및 작업자의 위생관리

- ① 토양 서식 병원체는 각종 작업기구에 붙어 전염될수 있으므로
토양전염병이 발생한 곳에서 사용한 농기구나 작업복은 씻고 다른 곳에서 작업을 해야한다.
- ② 접목, 전정, 정지 등 작업시 작업자의 손끝이나 기구를 통해 전염되므로 소독후 작업 실시
ex) 근두암중병균과 줄기마름병균류

(8) 상구에 대한 처치

병원균이 수목의 상처를 통해 침입하는 경우가 많으므로 상처부위를 방부제나 혹은 접목시 접합부에 밀랍처리하는 등 상처부위에 물이 고이지 않고 유합조직이 완성될때까지 상처부위를 보호
ex) 각종 줄기마름병균, 근두부중병균, 목재부후균 등

(9) 검역

- ① 한나라, 지역에서 종래 볼수 없었던 새로운 병원체는 대부분 외국이나 타지에서 들어온 것
- ② 종자, 묘목, 접수, 통나무 등에 묻어오는 경우가 많으므로 철저한 식물검열을 실시하여 외국의 위험한 병원균이 국내에 들어오지 못하도록 하는 것이 수병의 예방적 견지에서 매우 중요
- ③ 새로 침입한 병원균은 새로운 지역의 삼림에 막대한 피해를 준 경우가 많다.

- ④ 도입의 우려가 있는 병원균은 산림방제법, 식물검역법을 지정 국내 침입을 사전에 막고 국내에서도 종묘에 대해 국내검역을 통해 타지의 건전한 임지에 전염되지 않게해야 한다.

(10) 종묘소독

종자, 묘목, 접수/삽수에 병원체가 부착되거나 잠복해서 병이 전파되는 경우를 방지

① 약제에 의한 방법

- ㉠ 침적소독 : 약액에 종묘를 담금
- ㉡ 분의소독 : 종자표면에 가루를 묻혀 소독 ex) 유기수은제, 티람제, 캡탄제

② 열에의한 방법 : 자춧빛날개무늬병의 확산을 막기위해 묘목의 뿌리를 45℃에 20~30분간 온탕소독

(11) 토양소독

① 토양전염성병의 예방법으로 가장 효과적 방법

② 종류 ㉠ 물리적방법 : 토양에 열을 가함 (燒土法, 熱湯灌注法, 전기가열법, 증기소독법 등)

주로 경제성 높은 소면적의 토양소독에 이용(묘포)

* 외국계선 이동식 증기소독 트랙트가 개발 널리 이용

㉡ 약제에의한 방법 : 클로로피크린제, 포르말린제, PCHB제, 티람제, DAPA제, NCS제

등

* 선충구제를 위해 살선충제를 토양소독

(12) 약제살포

① 약제살포 주목적

- ㉠ 병원균의 기주내 침입저지
- ㉡ 침입한 경우 병원균을 죽임으로써 병위 발생을 미연에 방지
- ㉢ 발생후 만연을 억제

* 약제는 대부분이 예방을 위한 것

② 약제살포는 병원균이 기주식물에 침입전 실시, 살포시기는 병원균의 종류와 기후조건에 따라 병환을 파악 적기에 한다.

③ 나무표면에 포자, 균사가 대량형성, 병이 발병한 경우 병환부에 직접 살균력이 강한 약제 살포하여 병원균을 죽이든가 또는 포자형성을 억제하여 병의 만연하는 것을 방지

④ 약제살포 시기는 제1차 전염을 막기위해 병원균의 월동후인 수목의 휴면기에 살포하는 것이 효과적이다.

⑤ 수병방제용 약제는 조제형태에 ek라 액제, 분제, 입제, 가스제 등으로 나눈다.

* 액제와 분제 살포시 - 수동, 동력식 살포기(분무기, 살분기)가 주로 이용

* 최근 외국에서는 미스트분무기와 항공기를 이용한 농후액미량살포법이 보급,이용 P86

(13) 임업적 방제법

① 임업기술을 응용, 도입하여 임내환경을 인위적으로 바꾸든가, 병원균 침입경로를 차단하는 등의 간접적 예방법

② 임업적 방제의 핵심은 병의 발생과 밀접한 관계를 가진 유인을 규명하여 이것을 가능한한 인위적으로 환경을 개선하는 데 있다.

③ 구체적인 방법

㉠ 수종선택 : 임지 환경조건에 알맞는(병발생×) 수종선택

㉡ 종자산지 : 조림용종자는 조림지와 유사한 환경조건을 가진 임지에 생육하는 유량한 모수에서 채취하는 것이 좋다.

㉢ 묘목의취급과 식재방법

쇠약한묘목, 도장한묘목, 상처난묘목은 활착/생육이 좋지않고 병에 걸리기 쉬우므로 우량한 묘목을 조림하고 식재시에도 잘못된 취급으로 생육지장으로 저항성이 저해될수 있으므로 주의한다.

㉣ 육림작업에 의한 환경개선

방제수단으로 침,활엽수의 혼효림, 보호수대설치, 하예, 간절, 가지치기, 임지시비실시

㉔ 벌채시기

임림과 부후균의 발생의 관계를 고려 알맞은 벌기령을 결정,

* 연중에서도 봄철에는 부후 및 변색의 피해가 우려되므로 봄 ~ 초여름 벌채는 피한다.

(14) 수병의 발생예찰

- ① 병의 발생시기, 장소, 종류와 규모 및 피해규모를 미리 추정하여 사전에 병의 방제책을 강구하는데 목적이 있음
- ② 수병의 발생예찰법은 수목과 병의 종류에 따라 다르다.
- ③ 한가지 요인만을 검토하는 것은 효율적이지 못하므로 항상 모든 발생요인(병원체의 밀도, 병원성, 기생식물의 감수성 및 환경과 기상요인의 상호작용)을 종합적으로 검토한다.

(15) 내병성 품종의 이용

내병성품종/클론 이용이 재배기간이 긴 임업의 경우 가장 경제적이고 확실한 방제법이다.

- ① 약제에 의한 방제는 경비와 노력이 많이 들지만 큰 효과가 없음 (치료가 아닌 예방효과이기 때문)
- ② 임업적, 생태적방제도 인위적 실행에 한계가 있고 경영상(경비)제약

2) 치료법 (크게 내과적치료와 외과적치료로 나눈다.)

(1) 내과적 요법

- ① 병든나무에 약제를 주입 또는 살포, 도포, 뿌리로부터 흡수시키는 법
- ② 최초 치료효과를 가진 농약과 실용적이고 간편한 수간주입기 개발로 내과적치료의 실용화
- ③ 경제성 높고 수목의 개체치료가 가능한 것에 적극 활용 ex) 정원수, 가로수, 공원수, 천염기념물 등
- ④ 약제
 - ㉔ 테트라사이클린(항생물질) - 오동나무비짜루병, 대추나무비짜루병등 마이코플라스마에 의한 수병에 효과적 (옥시테트라사이클린 : 뽕나무의 오갈병에 효과적)
 - ㉕ 사이클로헥사마이드 - 잣나무의 털녹병, 낙엽송의끝마름병, 소나무류의잎녹병에 효과적(살포)
 - ㉖ 베스밀(수간주사) - 밤나무 줄기마름병에 효과적

(2) 외과적 요법

- ① 병원부를 잘라내고 그 자리를 보강하는 방법으로 정원수, 가로수, 공원수 등이 가지마름병, 줄기마름병, 썩음병(腐朽病)등에 걸렸을 때 실시
- ② 썩은 부분을 완전히 제거 (경계선의 살아있는 부분까지)
 - 자른부분 소독, 완전히 방수처리하여 피해확산 방지 → 융합조직의 형성을 촉진 시킴
- ③ 시기 : 이른 봄이 좋다.

3) 살균제 및 살선충제

(1) 살균제

- ① 병원균에 의한 전염성염을 방제할 목적으로 사용
- ② 종류
 - ㉔ 보호살균제 : 침입전 살포하여 병으로부터 보호 ex) 보르도액
 - ㉕ 직접살균제 : 발병한 부분에 뿌려 병균을 죽임
 - ㉖ 치료제 : 병원체가 기주식물체내에 침입한 후 치료작용을 함
- ③ 분류
 - 동제 (보르도액)
 - ㉔ 침입예방을 주목적으로하는 보호살균제로 효과가 뛰어나고 가격이 싸 임업에서 널리 이용
 - ㉕ 보르도액은 황산동과 생석회로 조제
 - ex) 1리터당 황산동 6g과 생석회 6g이라면 6-6식 보르도액이라함
 - ㉖ 보르도액은 오래두면 침전하여 살균효과가 떨어지므로 사용전 만들어 되도록 빨리 살포하는 것이 효과적이다.
 - * 주의 : 황산동과 석회유를 따로 나무통에 만들어 석회유에 황산동을 섞어야함
절대 황산동에 석회유를 섞지 말것
 - ㉗ 전착제를 가해서 고압식 분무기로 식물표면에 고루 묻게 뿌린다.

- ㉔ 제 1차전염이 일어나기 약 1주일전에 바람없고 약간흐린날 살포면 효과적이다.
- ㉕ 살포약제의 유효기간은 2주이므로 계속살포시 2주간격으로 살포한다.
- ㉖ 삼나무의 붉은마름병, 소나무 묘목의 잎마름병, 활엽수의 각종 반점병, 잣빛곰팡이병, 녹병 등 지상부 침해병에 널리 이용
- ㉗ 흰가루병, 토양전염성 병에는 거의 효과가 없다.

• 유기수은제

- ㉘ 직접살균제로 효과는 뛰어나나 인체 독성 때문에 종자소독에만 사용
- ㉙ 현재는 종자소독용으로 메르크론, 우스폴론, 세레산 등이 있다.

• 황제

(무기황제)

- ㉚ 석회황합제 : 적갈색물약, 흰가루병과 수병 방제에 사용, 깍지벌레 살충효과도 있어 겨울철 살균과 살충을 겸하여 사용, 강한 알칼리성이기 때문에 약해를 일으키기 쉬으므로 농도에 주의

㉛ 유기황제

- ㉜ 지네브제 : 각종 탄저병과 녹병에 효과가 크며 낙엽송의 끝마름병 방제에도 사용 다이센 Z-78과 파아제이트 등이 있음
- ㉝ 마네브제 : 작용병해는 지네브제와 같고, 다이센 M-22가 있음
- ㉞ 피어발제 : 각종 녹병, 흰가루병, 점무늬병 등에 유효, 피어메이트가 여기에 속함
- ㉟ 지람제 : 적용 병해는 피어발제와 같으며 저열페이트가 여기에 속한다.
- ㊱ 티람제 : 종자소독과 토양소독에 사용, 소나무의 설부병방제에도 유효, 아라산, 티오산이 여기에 속함
- ㊲ 아모밤제 : 각종 녹병, 흰가루병, 잣빛곰팡이병 등에 유효, 다이센스테인레스가 있음

• 기타 유기합성살균제

- ㉚ PCNB제 : 모잘록병에 효과가 크며, 흰비단병, 흰빛날개부늬병, 설부병등에도 유효
- ㉛ PCP제 : 유기염소제의 일종 : 임재의 변색 및 부후의 방지에 사용
석회황합제와의 혼합물은 수목의 월동병해방제를 위한 휴면기살포제로 효과 있음
- ㉜ 캡탄제 종자소독과 잣빛곰팡이병 및 모잘록병의 방제의 사용

• 항생물질제

- ㉚ 미생물의 대사생산물을 주성분으로 한다.
- ㉛ 세균성병에 유효한것과 진균성병에 유효한 것이 있다.
- ㉜ 식물체내로의 침투이행성이 강하며
- ㉝ 기주체내에 침입하여 생육하고 있는 병원균에 유효하므로 화학치료제로사용
- ㉞ 농약용 항생물질에는 여러종류가 있지만 임업용으로는 다음의 것이 있음
사이클로헥시마이드 - 잣나무의 털록병치료제
테트라사이클린계 - 오동나무 비짜루병 등 마이코플라스마에 의한 수병치료에 효과적이다.

(2) 살선충제

- ① 많은 종류있으나 클로로피크린, D-D제, EDB제, DBCP제, NCS제 등 대부분의 유효성분이 가스체로되어 토양입자의 사이로 확산하면서 선충을 죽임
- ② 쇠붙이를 썩이므로 기구를 사용한 다음에는 10% 탄산소오다로 씻어 둔다.
- ③ 클로로피크린과 NCS제 - 잡초의 종자를 죽여 제초효과와 토양서식 병원균에 대한 살균효과도 현저하다.
* D-D제는 방아벌레의 유충방제에도 효과적
- ④ 이러한 살선충외 다른 살균,살충,제초효과는 약제의 실제사용전에 충분히 고려할 가치가 있음

- ⑤ 특히 기생선충과 모잘록병균의 토양서식병원균이 관련되어 뿌리썩음병을 일으키므로 NCS제와 같은 살균효과도 가진 약제를 이용하는 것이 효과적이다.

제 6 장 수 병 각 론

1. 바이러스에 의한 수병

(1) 바이러스의 특징

- ① 크기가 매우 작아 광학현미경으로 볼수 없고 전자현미경을 통해서만 볼수 있다.
- ② 살아있는 기주세포 내에서만 증식되며, 인공배지상에서 배양, 증식되지 않는다.
- ③ 식물바이러스의 모양은 구형, 타원형, 봉형, 絲形등으로 구분되며
- ④ 바이러스입자의 바깥쪽에는 단백질로 된 외피가 있으며, 안쪽에는 핵산이 중핵을 이루고 있다.
 - * 동물바이러스는 핵산의 성분이 데옥시리보핵산(DNA)또는 리보핵산(RNA)이지만 식물바이러스는 거의 대부분이 리보핵산(RNA)이다.

(2) 바이러스병의 병징

- ① 색깔이상 : 잎, 꽃, 열매 등에 모자이크, 줄무늬, 얼룩이, 둥근무늬 등이 나타남
- ② 전체 또는 일부의 기관의 발육이상 : 왜화, 壞疽(괴저), 縮葉, 잎말림, 암종, 돌기, 기형 등
- ③ 전체전염 : 대부분의 바이러스 식물체의 전신에 분포 (↔ 국부전염)
- ④ 보독식물 : 바이러스가 감염되어도 회관상병징이 나타나지 않는 식물
 - 자신은 바이러스에 큰 피해를 받지 않지만 다른 감수성 있는 식물의 전염원이 된다.
 - ※ 봉입체 : ㉠ 바이러스의 종류에 따라서는 병든 식물의 세포내에 건전한 식물의 세포에서 볼 수 없는 물질을 만듦
 - ㉡ 종류 ㉢ 결정형 과 ㉣ 顆粒狀의 부정형 : X-體라고도 함
 - ㉤ 이러한 봉입체는 일종의 내부병징으로 바이러스병의 진단에 도움

(3) 식물바이러스의 전염방법

- 접목전염, 즙액전염, 충매전염, 토양전염, 종자전염등 바이러스의 종류에 따라 전염방법이 다르다.
- * 단, 바이러스는 세균,진균처럼 스스로 감염을 일으키지 못한다. (모두 타동적으로 전염됨)
- 따라서 바이러스병 방제를 위해 이러한 감염방법을 아는 것이 매우 중요

1) 포플러의 모자이크병

(1) 병징

- ① 다 자란 잎에 모자이크 또는 얼룩반점이 있으면 가득히 나타나고 심할 경우 나무의 생육이 감소, 목재의 비중과 강도가 줄어든다.
- ② 잎 : 지맥과 중륵에 괴저가 나타나고 엽병의 기부가 약간 부풀어 오르며
- ③ 줄기 : 작은 벼반과 틈(裂開)이 생기기도 한다.

(2) 병원체 / 병환

- ① 포플러모자이크바이러스 입자의 길이는 675m μ 으로 絲狀이다.
- ② 자연적으로는 주로 병든 삼수에 의해 전염되며, 다른 전염방법은 확인되지 않았음
- * 시험적으로는 쌍떡잎식물에 즙액전염의 가능성이 있다고 한다.

(3) 방제 : 건전한 포플러에서 삼수채취, 병든것은 제거

2) 아카시아나무의 모자이크병

전국에 분포, 유목, 성목 모두 침입, 자연상태에서는 주로 아카시아나무만 침입

(1) 병징

처음에는 잎에 농담의 모자이크가 나타나며 나중에는 잎이 작아지고 기형이 되어 생육이 불량해짐

(2) 병원체 / 병환

- ① 바이러스입자는 지름이 약 40 μ m인 구형이며
 - * 판별기주 : 명아주에 즙액접종하면 담황색의 국부반점이 나타남
- ② 자연상태에서는 아카시아나무진딧물과 복숭아혹진딧물등의 의해 매개전염된다.
 - * 인공적으로는 즙액접종과 새삼에 의해서도 전염이 됨

(3) 방제법 : 살충제로 매개충인 진딧물을 구제, 병든나무는 캐내어 소각

2. 마이코플라스마에 의한 수병

마이코플라스마에 속하는 세균의 한 群으로 일명 PPLO(= 牛 페렴균병원체)라고도 한다.

- ① 크기가 70~900 μ m인 구형 ~ 불규칙한 타원형으로 다양한 모양을 하고 있다. (多形性)
- ② 보통세균에서 보는 세포벽은 없고, 일종의 원형질막으로 둘러 싸여 있다.
- ③ 큰 마이코플라스마의 한가운데에는 핵과 같은 것이 있으며 그 둘레에 리보솜, 과립등이 가득차 있다.
- ④ 주로 매미충류나 식물의 체관부에서 즙액을 빨아먹는 공충류에 의해 매개된다.
 - * 식물의 체관부와 매개충의 체내에 있음
- ⑤ 全身감염성이기 때문에 병든 식물의 영양체를 통해서 차례로 전염됨
- ⑥ 치료 : 테트라사이클린계의 항생물질로 치료가 가능
- ⑦ 보통 비짜루병이나 뽕나무 오갈병등에서 볼수 있다.

1) 오동나무의 비짜루병

우리나라, 일본에 분포

(1) 병징

- ① 병든나무에는 약한 잔가지가 많이 발생하고 여기에 담록색의 아주 작은 잎이 밀생하여 비짜루나 새둥지모양을 이룸
- ② 병든 가지는 떨어지고 계속 수세가 약해져 결국 나무전체가 죽게 된다.
 - * 피해가 격심하면 오동나무 재배가 힘들어지기도 함

(2) 병원/병환

- ① 병원 : 마이코플라스마이며 담배장님노렌재에 의해 매개됨
- ② 분근에 의해서도 전염되지만 종자전염, 토양전염은 하지 않는다.

(3) 방제법

- ① 병든나무는 제거, 소각
- ② 7월상순 ~ 9월하순에 살충제를 살포하여 매개충을 구제한다.
- ③ 무병묘목을 심거나 실생묘목을 심는다. (병든나무에서 분근하지 않는다.)
- ④ 테트라사이클린계 항생물질에 의한 방제가 가능

2) 대추나무의 비짜루병

전국에 널리 분포하며 피해가 극심하여 여러지방의 대추나무가 전멸되어 재배를 위협하고 있다.

(1) 병징

가는 가지와 황록색의 아주 작은 잎이 밀생하여 마치 비짜루모양을 하고 결국 쇠약해져 고사한다.

(2) 병원/병환

- ① 병원체는 마이코플라스마고 전신감염병으로 병든나무의 분주를 통해 전염
- ② 실험적으로 접목에 의해서도 감염되지만 그외 경로는 밝혀지지 않음

(3) 방제법

- ① 병징이 심한 나무는 뿌리채 캐내어 태워버리고 심하지 않은 나무는 4월말경 ~ 9월 중순에

옥시테트라사이클린(1,000~2,000ppm)을 주당 1,000~2,000ml 수간주입한다.

- ② 무병주묘목을 심는다. (병이 발생한 지역에서 분주하지 않는다.)
- ③ 땅속에서 자연적 뿌리접목에 의해 감염우려가 있으므로 밀식과 間作하지 않는다.

3) 뽕나무오갈병

뽕나무의 가장 무서운 병으로 전국적으로 피해가 격심(특히, 경북상주와 강남 밀양이 피해가 크다.)

(1) 병징

- ① 병든잎은 작아지고 주글주글해지며 담녹색~담황색으로 되며 잎의 결각이 없어져 등글게 되고 잎맥의 분포도 작아진다.
- ② 가지의 발육이 약해지조 마디사이가 짧아져서 나무모양이 왜소하고 결눈이 빨리 터져 작은가지가 많은 비짜루모양이 된다.

(2) 병원/병환

병원균은 마이코플라스마이고 **마름무늬매미충**에 의해 매개되고, 접목에 의해서도 전염된다.

* 그의 종자, 토양, 즙액 등에 의한 전염은 일어나지 않는다.

(3) 방제법

- ① 발생이 심하지 않은 뽕밭에서는 병든나무 발견시 즉시 뽑아버리고 그 자리에 저항성품종으로 보식한다. 극심할 경우 전체를 저항성품종으로 全面改植한다.
- ② 질소질비료의 과용을 피하고 칼리질비료를 충분히 주며, 수세가 약해지면 벌채나 뽕잎따기를 삼가한다.
- ③ 접수나 삽수는 반드시 무병주에서 낙엽후 12월~2월에 채취한다.
- ④ 저독성유기인제로 매개충을 구제
- ⑤ 테트라사이클린계 저항제로 치료한다.

4) 그의 마이코플라스마의 수병(우리나라에 보고는 안되었지만 발생가능성 多)

- ① 아카시나무의 비짜루병
- ② 밤나무의 누른오갈병
- ③ 물푸레나무의 마름병
- ④ 센달나무의 스파이크병

3. 세균에 의한 수병

- ① 광학현미경으로 볼수 있는 미생물로서 크기는 1~3 μ 정도이고 형태는 구형,봉상,나선상 등 다양
 - * 식물병원세균의 대부분이 봉상(1 \times 3 μ)이다.
- ② 세균은 분열에 의해 무수히 분식하여 集落을 형성하므로 육안으로 볼수 있다.
 - * 좋은 환경에서는 1시간에 3~4회 분열
- ③ 세균의 대부분은 단세포로 되어 있다. * 2~4세포로 된것도 있음
 - * 내생포자 : 식물병원세균에서는 드물지만 고온,건조,자외선등에 저항성이 강하며 부적당한 환경에서 생존하는 역할을 한다.
- ④ 세포체의 구조 (p102 그림참고)
 - ㉠ 세포질이 있고 이것은 세포질막으로 싸여 있는데 물질의 선택적 투과성이 있음
 - ㉡ 그 바깥에 세포벽이 있어 세균체를 지탱하며, 탄력성이 있다.
 - 세포벽의 표면은 끈끈한 물질로 된 두꺼운 피막으로 둘러 싸여있음
 - ㉢ 세균에는 운동기관인 편모를 가짐
 - ㉣ 극모 : 편모가 균체의 한쪽 또는 양쪽 끝에 있는 것
 - ㉤ 주모 : “ 주위를 둘러 싸고 있는 것
 - ㉥ 편모의 수와 착생위치는 세균의 분류에 중요하다.
 - ㉦ 편모보다 짧은 수많은 벽상의 돌기를 가지는 것도 있음
- ⑤ 식물세균성병은 종류(병징에 따라)
 - ㉠ 유조직병 : 유조직이 침해된 것으로 침해결과 조직의 부패,반점,잎마름,케양등의 병징이 나타남
 - ㉡ 물관병 : 관다발의 조직, 특히 물관이 침해되는 것으로 수분상승이 방해되어 식물이 고사한다
 - * 물관병에 걸린 줄기를 가로 잘라 보면 점액같은 세균덩어리가 흘러 나온다.
 - ㉢ 증생병(增生病) : 세균의 침입으로 분열조직의 증식이 자극되어 암종을 만든다.
- ⑥ 보통 병든식물체나 토양의 유기물을 이용하여 부생적으로 생존하다 수매전반 등에 의해 기주식물의 표면에 옮겨지면 침입, 감염한다.
- ⑦ 세균은 진균처럼 각피침입을 할 능력이 없기 때문에 자연개구(상처, 기공, 수공)등을 통해 침입

1) 뿌리혹병

밤나무, 감나무, 호두나무, 포플러, 벚나무등에 발 발생 , 특히 묘목에 발생했을 때 피해가 크다.

(1) 병징

- ① 뿌리 및 땅가부근에 혹이 생긴다. * 때론 지상 가지나 줄기에서도 발생 가능
- ② 초기에는 병든부위가 비대하고 우유빛을 띠는데 점차 혹처럼 되어 표면은 거칠어지고 암갈색으로 변한다.
- ③ 혹의 크기는 일정하지 않음(콩알크기 ~ 주먹크기)
- ④ 접목묘에서는 흔히 접목부근에 많이 발생
- ⑤ 병든 나무는 현저히 발육이 저해되어 저항성이 약해짐

(2) 병원균/병환

- ① 병환부에서 월동하지만 땅속에서 다년간 생존하면서 기생식물의 상처를 통해 침입
 - ex) 지상부의 접목부위, 뿌리의 절단면, 삽목의 하단부등은 병원균의 좋은 침입경로이다.
- ② 고온다습, 알칼리토양에서 많이 발생

(3) 방제법

- ① 묘목을 철저히 검사하여 건전묘만 심는다.
- ② 병든나무는 제거하고 그 자리는 객토 또는 생석회로 소독
- ③ 병든 부위는 칼로 도려내고 절단부위는 석회유(물 5l에 생석회 4kg) 또는 접밀을 바른다.
- ④ 접목시 칼이나 손끝을 알코올(70%)로 소독하고 접목부위를 접밀로 바른다.
- ⑤ 크로로피크린, 메틸브로마이드등으로 묘포의 토양을 소독

⑥ 발병이 심한 땅에서는 비기생식물인 화분과식물을 3년이상 윤작한다.

⑦ 이병에 걸리기 쉬운 밤나무, 감나무 등의 지표식물을 심어 병균이 유무를 확인후 포장을 선정

2) 밤나무의 눈마름병

우리나라에 아직 발견 안됨, 일본에 분포

(1) 병징

① 4~7월에 새눈, 잎, 신초 등에 발생

② 피해부는 갈색~흑갈색으로 변해 말라 죽는다. 잎에는 많은 갈색병반이 생기며 안쪽으로 말린다.

(2) 병원균/병환

병원세균은 병든가지의 끝에서 월동하여 이듬해의 전염원이 된다.

(3) 방제법

① 병든 가지를 잘라 소각한다.

② 새눈이 트기전에 석회황합제(100배액)을 1~2회 살포한다.

3) 그외의 세균에 의한 수병

① 뽕나무의 세균성축엽병 (우리나라에서 발생 확인됨)

② 호두나무의 갈색썩음병

③ 포플러의 세균성 줄기 마름병

④ 단풍나무의 점무늬병

4. 진균에 의한 수병

진균은 일명 사상균이라고도 하며 많은 수목기생병원균을 포함

* 넓은 의미의 균류 : 진균, 세균, 점균을 모두 포함, 균류는 엽록소가 없어 유기물을 합성할 수 없으므로 이미 만들어진 유기물을 섭취하여 생활함

- ① 진균에는 효모균과 같이 단세포로 된것도 있으나 대부분은 다세포체이다.
 엽록체가 없을 뿐 고등식물세포처럼 세포벽이 있고 그 내부에 세포질과 핵(1~2개이상)이 있다.
- ② 진균의 菌體는 실모양의 균사체로 되어 있으며, 그 일부분의 가치를 균사라한다.
 - ㉠ 균사에는 격막이 있는 것 : 격막에 가는 구멍이 있어서 세포사이의 양분과 핵이 이동하는 통로
 - ㉡ 격막이 없는 것 : 보통 많은 핵을 가지고 있어서 이것을 多核菌絲라고 함
- ③ 대부분의 균사 바깥쪽은 세포벽으로 둘러싸여 있으며, 그 주성분은 키틴이다.
- ④ 균사의 구분
 - ㉠ 영양체 : 개체를 유지
 - ㉡ 진균의 영양기관으로 균사를 기주식물의 세포간극 또는 세포내에 형성하고 영양을 섭취
 - ㉢ 대부분의 活物寄主菌은 균사끝에 있는 특수한 모양의 흡기를 세포내에 삽입하고 영양을 섭취
 - ㉣ 균사조직 : 균사체가 서로 모여서 일종의 조직을 형성
 균사조직에는 균핵, 근상균사속, 균사막, 많은 字實體주위에 만들어진 子坐등이 있다.
 - ㉤ 균핵과 균사속은 그안에 다량의 양분을 저장하고 있으므로 부적당한 조건에서 견딜수 있음
- ㉥ 번식체
 - ㉦ 영양체인 균사체가 어느정도 발육하면 담자체가 생기고 여기에 포자가 형성
 - ㉧ 담자체의 생성법이나 포자의 모양은 진균의 종류를 분류하는 중요한 기준
 - ㉨ 유성포자 : 포자에는 애정에 의하여 생김 - 진균의 월동이나 유전등 종족의 유지에 큰 역할
 무성포자 : 수정과 관계없이 무성적으로 새김 - 급격한 만연하는 2차전염원의 주동적 역할
 - ㉩ 진균은 균사체에 격막의 유무 및 유성포자의 생성법에 따라 조균강, 자낭균강, 담자균강, 불완전균강으로 크게 나눈다.

● 조균류에 의한 수병

- ① 균사에는 보통 격막이 없고 다수의 핵을 가지고 있다. (다핵균사)
- ② 무성포자는 분생포자로서 분생자 병위에 외생하며 발아할 때 유주자낭을 만들어 그 속에 들어 있는 유주자를 내는 것과 발아관이 나오는 것이 있다.
- ③ 유성포자인 낭포자는 균사의 한쪽 끝에 생긴 난기와 용기의 수정에 의해 만들어 진다.
- ④ 분생포자는 주로 병원균을 전파하는 역할을 하며, 낭포자는 균을 월동역할을 한다.
- ⑤ 조균류에는 농작물의 중요한 병을 일으키는 종류는 많으나 수목류에서는 비교적 적다.

1) 모잘록병

- ① 토양서식병원균에 의하여 당년생 어린묘목의 뿌리 또는 땅가부분의 줄기가 침해되어 말라 죽는 병의 총칭
- ② 모든 수종이 피해를 받고, 특히 소나무,낙엽송,전나무,가문비와 오동나무,아카시아,자귀나무가 피해多
- ③ 우리나라에도 피해가 크며 모잘록병은 조균에 의해 발생하며 불완전균도 관여하기도 함

(1) 병징

묘목의 성장단계에 따른 병징

- ① 도복형 : 어린 포의 땅가부분이 침해되어 갈색으로 변하고 잘록해져서 넘어지며 썩어 없어진다.
- ② 지중부패형 : 땅속의 종자가 발아 전이나 발아되어도 지표에 나오기전에 썩어 죽는다.
- ③ 전부형 : 땅위에 나온 묘의 윗부분이 썩어 죽는다.
- ④ 근부형 : 묘목이 자라서 목화된 후에 뿌리가 침해되어 암갈색으로 변하고 부패되는 것

(2) 병원균

모잘록병의 병원균은 조균류와 불완전균이다. * 침엽수의 피해는 보통 불완전균에 의해 발생

(3) 병환

- ① 모잘록병균은 땅속에서 월동하여 다음해의 제 1차전염원이 된다.
- ② 조균류(Rhizoctonia균, Pythium균)에 의한 피해는 과습한 토양에서 많이 발생
- ③ 불완전균(Fusarium, Cylindrocladiym)에 의한 피해는 온도가 높은 여름~초가을 비교적 건조한 토양에서 많이 발생

(4) 방제법

모잘록병은 환경개선에 의한 간접적인 방제와 약제에 의한 직접적인 방제를 병행하는 것이 효과적

- ① 약제 및 혼기, 소토 등의 방법으로 토양소독
 - *약제 : 티람제, 캡탄제, PCNB제, NCS제, 클로로피크린 등
- ② 종자소독용 유기수은제의 수용액에 종자를 침적하거나 동제의 분제, 티람분제, 캡탄제로 종자를 粉衣처리
- ③ 도복형피해 또는 전부형피해가 발생시 캡탄제(1,000배액), 다찌가렌액제(600배액)등을 피해부 중심으로 灌注
- ④ 묘상이 관습하지 않도록 배수와 통풍에 주의하며, 햇빛이 잘 들게 한다.
- ⑤ 파종량을 적게하고, 복토가 너무 두껍지 않도록한다.
- ⑥ 질소질비료를 과용하지 말고 인산질비료를 충분히 주어 묘목을 튼튼하게 한다.

2) 밤나무의 잉크병

유럽, 북아메리카 분포 *우리나라, 일본엔 아직 발생,분포하지 않음

(1) 병징

- ① 처음에는 뿌리가 침해되어 흑색으로 변하면서 썩고, 점차 근관부 및 땅가부분의 줄기의 형성층이 침해를 받는다.
- ② 병든 나무의 잎은 누렇게 되면서 급속히 말라 죽는다.
- ③ 병든나무의 줄기에는 타닌을 다량 함유한 수액이 뿜어나와 이것이 땅속의 철분과 화합하여 땅가부분이 잉크로 물든 것처럼 보임

(2) 병원균 및 병환

병원균은 땅속에서 월동하고, 지표면으로부터 가까운곳에 있는 잔뿌리를 치매하여 병을 일으킨다.

(3) 방제법

- ① 병든나무를 제거, 소각하고 그 자리에 클로로피크린으로 토양소독을 한다.
- ② 식재지가 과습하지 않도록 배수에 주의한다.
- ③ 저항성품종을 심는다.

3) 그외의 조균류에 의한 수병

- ① 소나무의 小葉病
- ② 동백나무의 시들음병

● 자낭균에 의한 수병

- ① 격막이 있고 잘 발달된 균조직으로서 균핵과 자좌를 형성한다.
- ② 주모니모양을 한 자낭안에 자낭포자라고 하는 자낭균 특유의 유성포자가 형성
 - * 보통 1개의 자낭속에 8개의 자낭포자가 들어 있다
- ③ 자낭의 종류
 - ㉠ 자낭은 특별한 형체를 갖춘 子囊果의 내부에 만들어진 것과 자낭과 없이 노출된 것, 또는 자좌에 둘러 싸여져 있는 자낭과 여러 가지가 있다.
 - * 자실층 : 자낭과의 내부에 자낭이 규칙적으로 배열하여 층사를 이룬것
 - 측실 : 자실층의 자낭과 자낭 사이에 긴 실모양으로 된것
 - ㉡ 자낭과의 종류
 - ㉢ 자낭구(子囊球) : 완전히 구멍 박힌 것 ㉣ 자낭각(子囊殼) : 끝에 구멍이 있는 것
 - ㉤ 자낭반(子囊盤) : 쟁반모양
- ④ 자낭균의 생식
 - ㉠ 유성생식(완전세대) : 자낭포자로 이루어지며 월동후 제 1차전염원이 된다.
 - ㉡ 무성생식(불완전세대) : 분생포자로 이루어지며 다음 월동기까지 몇번에 걸쳐 형성되어 2차전염원의 역할을 한다.

1) 빗나무의 비짜루병

공원수, 가로수등의 빗나무에 발생 * 진해에 많이 발생

(1) 병징

- ① 가지의 일부가 팽대하여 흑모양이 되며 부근에 가느다란 가지가 많이 나온다.
- ② 병든 가지에서는 건전한 가지에서보다도 봄에 일찍 소형으로 잎이 피어난다.
- ③ 병든가지는처음에는잎이 무성하지만 여러해 지나면 말라 죽는다.
- ④ 병세가 심하면 수세가 떨어지고 결국 나무 전체가 고사한다.

(2) 병원균/병환

병든가지의 팽대부분에서 균사상태로 월동하고 다음해 봄에 포자를 형성하여 제 1차전염을 한다.

(3) 방제법

- ① 겨울철에 병든가지의 밑부분을 잘라내어 소각 * 소각은 반드시 봄에 잎이 피기전에 실시
- ② 병든가지를 잘라낸 후 나무전체에 8-8式 보르도액을 1~2회 살포한다. (휴면기살포가 좋다.)

2) 수목의 흰가루병

늦은봄~가을까지 밤나무,참나무 등 많은 종류의 나무에 흔히 볼수 있는 병. 특히, 밤나무의 묘목에 多

(1) 병징 및 표징

- ① 잎면에 불규칙한 크고작은 여러 가지 모양의 흰가루를 뿌려놓은 것 같은 병반이 나타남
- ② 어린눈이나 신초가 침입을 받으면 병환부가 위축되어 기형으로 변한다.
- ③ 병환부의 흰가루는 병원균의 균사, 분생자병, 분생포자이며 이것은 분생자세대의 표징이다.
- ④ 가을에 흰가루에 섞여 있는 미세한 흑색의 알맹이 - 자낭구로서 자낭세대의 표징이다.

(2) 병환

- ① 흰가루병은 주로 자낭구의 형으로 병든낙엽위에 붙어서 월동 - 봄에 자낭포자를 내어 1차전염
- ② 흰가루균의 대부분은 환부조직에 깊이 침입하지 않고 균체의 기생식물의 외포부에 접촉해 있으나 종류에 따라 기공으로부터 엽육조직의 내부에 침입하여 세포내에 흡기를 형성한 것도 있음

(3) 주요흰가루병

밤나무, 참나무, 아카시아, 오동나무, 뽕나무(닥나무), 싸리, 오리나무, 버드나무, 느티나무, 빗나무 등

(4) 방제법

- ① 가을에 병든 낙엽과 가지를 소각
- ② 새눈이 나오기 전에 석회황합제(150배액)를 몇차례 살포
 - * 주의: 여름에 석회황합제를 살포하면 약해를 입으므로 다이센, 카라센, 4-4식보르도액, 톱신을 살포

3) 수목의 그을음병

진딧물이나 깍지벌레 등이 기생하였던 나무에서 흔히 볼수 있음

(1) 병징 / 병환

- ① 잎,가지,줄기 등에 새카만 그을음을 발라 놓은 것 같음
- ② 대부분이 동화작용을 방해하는 외부부생균이지만 일부는 식물조직내에 흡기를 형성하는 것도 있음
- ③ 진딧물, 깍지벌레 등이 기생한 후 그 분피물 위에서 번식하는 것이 보통이다.
- ④ 그을음 같은 것이 잎, 줄기 표면에 전체 또는 일부 형성하며 이것은 병원균의 포자, 균사이며, 나중에는 이속에 병자각을 형성 * 간혹 자낭구를 형성
- ⑤ 그을음병 때문에 나무가 말라 죽는 경우는 없고 동화작용이 저해되므로 수세가 약해진다.

(2) 수목의 주요의 그을음병

낙엽송, 대나무, 동백나무, 보드나무, 식나무, 누리장나무 등

(4) 방제법

- ① 통기불량, 陰濕, 비료부족 또는 질소비료의 과용이 이 병의 발생요인이므로 주의
- ② 살충제로 진딧물, 깍지벌레 등을 구제

4) 밤나무의 줄기마름병

밤나무의 가장 중요한 병으로서 전국에 분포, 피해 크다. * 동양에서 유럽(미국)에 건너가 큰 피해

(1) 병징

- ① 나뭇가지와 줄기가 침해된다.
- ② 병환부의 수피는 처음에 적갈색으로 변하고 약간 움푹해지며, 6~7월경에 수피를 뚫고 등황색의 소립(子座)이 밀생하여 마치 상어껍질처럼 된다.
- ③ 비가 오거나 습하면 소립에서 실모양으로 황갈색의 포자덩어리가 분출되고 건조하면 병환부가 갈라지고 거칠어진다.
- ④ 병환부가 줄기를 한바퀴 돌면 그 위쪽은 말라 죽고 밑에서는 부정아가 많이 발새한다.
- ⑤ 병환부의 나무껍질을 벗겨 확대하여 보면 황색균사가 부채꼴모양을 하고 있다.

(2) 병원균 및 병환

- ① 자낭각과 병자각이 병환부의 子座안에 생기고, 子囊孢子는 무색의 2포, 柄孢子는 무색의 單胞이다.
- ② 병원균은 병환부에서 균사 또는 포자의 형으로 월동
 - 봄에 비,바람,곤충,새 등에 의해 옮겨져 상처를 통해 침입
 - * 1개의 병자각 안에 약 1억개의 병포자가 형성된다

(3) 방제법

- ① 묘목검사를 철저히하여 무병묘목을 심는다.
- ② 상처를 통해 침입하므로 상처가 나지 않도록한다. *특히 동해
- ③ 병환부는 일찍 예리한 칼로 도려내고 승홍수(500배액) 또는 알콜로 소독한 다음 타르, 페인트, 접밀, 석회유 등을 바른다.
- ④ 병든 가지는 잘라 소각하고 자른처리는 소독 및 보호재를 바른다.
- ⑤ 나무상처를 내는 각종 해충을 방제

- ⑥ 이른 봄 눈이 트기전에 8-8식 보르도액 또는 석회황합제(100배액)를 건전한 나무에 살포
- ⑦ 최근 베노밀제의 수간주입에 의한 치료효과가 밝혀짐
- ⑧ 근본적 대책 : 저항성품종의 선발과 육종

5) 소나무의 잎떨림병

해마다 소나무에서 흔히 발생하며, 묘목, 성목에 모두 침해, 전국적으로 분포한다.

(1) 병징

- ① 7~9월에 발병하여 잎에 담갈색의 병반이 형성 * 병세는 더 이상 전진되지 않고 월동
- ② 이듬해 4~5월경 피해가 급진전하고 심하면 9월경에 녹색의 침엽을 거의 볼 수 없으며 잎이 누렇게 변하고 수시로 잎에 떨어짐
 - * 어린잎은 고사후에도 붙어 있으나 성숙한 잎은 곧 떨어짐
- ③ 초가을에 낙엽을 조사해보면 6~11mm간격으로 갈색의 선이 옆으로 나 있고, 그 중간에 타원형 또는 방추형의 흑색종반(자낭반)이 형성되어 있음

(2) 병원균 및 병환

- ① 땅 위에 떨어진 병든 잎에서 자낭포자의 형태로 월동하여 다음해의 전염원이 된다.
- ② 5~7월 비가 많이 오는 해에 피해가 크며, 병든나무로부터의 제 2차 감염은 일어나지 않는다.

(3) 방제법

- ① 묘포에서는 비배관리를 잘하고, 병든 잎을 모아서 태운다.
- ② 5월 하순부터 4-4식 보르도액 또는 캡탄제 등을 몇 차례 태운다.
- ③ 조림지에 발생하였을 경우에는 여러종류의 활엽수를 하목으로 심으면 피해가 경감된다.
- ④ 수세가 떨어졌을 때 심하게 발생하므로 항상 나무를 건전하게 키운다.

6) 낙엽송의 잎떨림병

낙엽송조림지에서 발생, 급히 말라죽지는 않지만 계속적 발생으로 조기낙엽에 의한 나무성장을 저해하고 병든나무는 충해를 입기 쉽다.

(1) 병징

- ① 처음에는 잎표면에 미세한 갈색소반점이 형성되고 나중 커지면서 그 주위는 황녹색으로 변한다.
 - * 빠르면 7월하순부터 병징이 보인다.
- ② 침엽 1매위에 보통 5~7개의 병반이 형성되며 인접한 병반과 흔히 융합
- ③ 8월 하순경 병반 위에 극히 미세한 흑점반(균체)이 표피를 뚫고 많이 형성
 - * 피해립을 멀리서 보면 적갈색으로 보임
- ④ 8월하순경부터 심하게 낙엽하기 시작하여 9월 중순경까지는 대부분이 잎이 떨어진다.

(2) 병원균과 병환

병낙엽에서 월동하여 이듬해 5~7월 사이에 자낭각을 형성하고 자낭포자에 의해 제 1차전염이 시작
 * 여름~초가을에 침엽위에 형성된 미세한 흑립점(균체) 안에 소립포자의 역할을 밝혀지지않음

(3) 방제법

● 담자균류에 의한 수병

- ① 유격균사체를 가지며, 유성포자인 擔子孢子는 擔子柄위에 생긴다.
1개의 담자병 위에는 4개의 담자포자 형성
ex) 녹병균이나 감부기병균의 경우에는 겨울포자 또는 감부기포자가 발아하여 담자병이 생기고 그위에 담자포자가 형성하는데 이 때 담자병을 前菌絲라고하고 담자포자를 小生子라고 한다.
* 고등담자균(양송이,표고,목재부후균등)의 담자병은 버섯의 주름에 자실층을 형성
- ② 담자균류는 유성포자 외에 무성포자를 형성
특히 녹병균 중에서는 두 종류이상의 무성포자를 만드는 것이 많으며,
겨울포자와 소생자 외에 녹병포자, 녹포자, 여름포자 등을 만들어 기생교대를 하는 것도 있다.

1) 소나무의 잎녹병

전국에 분포, 조림지의 유령목에 가끔 큰 피해, 묘목에는 피해주지 않는다.

(1) 병징

- ① 봄철 소나무잎에 황색 膜狀物이 줄지어 생기며, 나중 이것이 터져 노란가루의 녹포자가 비산한다.
- ② 작은 膜狀物이 생긴 일부분은 퇴색되고, 병든 잎은 말라 떨어지며,
심한 경우에는 나무전체가 말라 죽는다.

(2) 병원균

소나무잎녹병균에는 여러 가지가 있으나 병징은 외관상 모두 비슷하여 구별이 어렵다
병원균에 따라 중간기주가 다르다. ex) 황벽나무, 참취, 잔대 등

(3) 병환

- ① 소나무잎녹병균은 소나무와 중간기주에 기생교대하는 이중기생균으로
소나무 - 녹병포자와 녹포자를 형성하고 중간기주 - 여름포자와 겨울포자를 형성한다.
- ② 봄철 소나무잎에 형성된 녹포자가 중간기주의 잎에 침입하여 6월경에 황색의 여름포자 형성
- ③ 여름포자의 반복전염 : 여름포자는 다른 중간기주로 날아가 여름포자를 형성, 초가을까지 반복
- ④ 초가을에 중간기주의 잎에 여름포자는 소실되고, 그 자리에 갈색의 겨울포자덩이가 형성
- ⑤ 늦가을에 중간기주의 잎에 있는 겨울포자가 발아하여 전균사를 내고 그 위에 소생자를 형성
- ⑥ 이 소생자가 소나무잎에 침입하여 이듬해 봄에 잎녹병을 일으킨다.

[그림]

(4) 방제법

소나무조림지의 1Km 둘레 안에 있는 중간기주를 겨울포자가 형성되기 전(9월)에 모두 제거

2) 소나무의 흑병

전국에 분포, 2~3년생 묘목 ~ 성목에 발생, 소나무와 참나무에 기주교대를 하는 이중기생성병

(1) 병징

- ① 소나무의 가지나 줄기에 조그만한 흑이 생기며 이것이 매년 커져 나중에는 수십cm이상 커짐
- ② 참나무속의 식물에는 잎의 뒷면에 여름포자퇴와 털모양의 겨울포자퇴를 형성

(2) 병원균과 병환

- ① 소나무에 녹병포자와 녹포자 형성, 4~5월경에 흑의 나무껍질이 가라진 틈에서 황색 녹포자가 나오
- ② 녹포자는 참나무속 식물의 잎에 기생하고 여름포자와 겨울포자를 형성

- ③ 이듬해 봄에 발아하여 소생자를 형성
- ④ 소생자가 날아가서 소나무를 침해하여 1~2년만에 흑을 만든다.

(3) 방제법

- ① 소나무 묘포근처에 중간기주(참나무류)를 심지 않는다.
- ② 병환부나 병든 묘목은 일찍 제거 소각하고, 늦가을에 참나무의 병낙엽도 한곳에 모아 소각
- ③ 소나무류의 묘목에 4-4식 보르도액 또는 다이센수화제를 4,5월과 9,10월에 2주 간격으로 살포

3) 잣나무의 털녹병

우리나라 전국의 조림지뿐만아니라 전 세계의 五葉松에 가장 큰 피해를 주는 병 주로 5~20년생의 잣나무에 발이 발생(묘목~성목)

(1) 병징

- ① 병든가지나 줄기는 처음에는 황색~오렌지색으로 변하면서 약간 부풀고 거칠어 진다.
- ② 4월중순~5월하순경 병환부의 수피가 터지면서 오렌지색의 가루(녹포자기)가 다수 형성/비산
- ③ 병징이 나타나면 어린 조림목은 그해 말라 죽고 성목도 수년간 지속되다 결국 말라 죽는다.

(2) 병원균/병환

- ① 병원균은 잣나무와 중간기주인 송이풀, 까치밥나무 등에 기생교대를 하는 이중기생균으로 잣나무에 녹병포자와 녹포자를 형성하고 중간기주에 여름포자와 겨울포자, 소생자를 형성한다.
 - ② 병원균은 잣나무의 수피조직내에 菌絲形으로 월동하고
 - ③ 다음해 4월중순~5월하순경에 가지, 줄기에 녹포자를 형성
 - ④ 녹포자는 중간기주의 잎뒷면에 여름포자를 형성. (환경이 좋으면 여름포자의 반복전염을 한다)
 - ⑤ 9월초순~중순경에 여름포자는 모두 소실되고 그 자리에 겨울포자퇴가 무더기로 나타남다.
 - ⑥ 9~10월경 겨울포자는 곧 발아하여 소생자를 만들고, 소생자는 바람에 의해 잣나무의 기공으로 침입
 - ⑦ 소생자가 침입한 지 2~3년후 가지 또는 줄기에 녹병자기를 형성, 이듬해 봄에 녹포자기를 형성하여 녹포자를 비산시킨다.
- * 녹포자기의 비산거리 : 수백 Km
소생자의 비산거리 : 보통 300m 내외, 2Km이상도 가능

[그림]

(3) 방제법

- ① 병든나무를 제거하여 소각
- ② 체초제(근사미)로 임지내의 중간기주를 제거(겨울포자가 형성되기전, 8월말 이전에 제거)
- ③ 병든 묘목을 통해 조림지에 옮겨지므로 병이 발생한 지역의 잣나무의 묘목은 생산하지 않는다.
- ④ 약제(Acetidione BR)을 살포하고, 내병성품종을 육성

4) 포플러의 잎녹병

전국, 해마다 발생, 피해가 크다. 병에 걸린 잎은 보통잎보다 1개월이상 빨리 낙엽이 진다. 포플러와 낙엽송에 기생교대를 하는 이중기생병원균 포플러에 여름포자, 겨울포자, 소생자를 형성, 낙엽송에 녹병포자와 녹포자를 형성

(1) 병징

초여름에 잎뒷면에 누런 가루덩이(여름포자퇴)가 형성되고, 초가을에 차차 암갈색무늬(겨울포자퇴)로 변하며, 잎은 일찍 떨어진다. 중간기주인 낙엽송의 잎에는 5월상순~6월상순경에 노란점(녹포자퇴)이 생긴다.

(2) 병원균/병환

- ① 병원균은 포플러의 병낙엽위에 겨울포자형으로 월동
- ② 이듬해 봄에 발아하여 소생자를 형성
- ③ 소생자는 이웃에 있는 낙엽송으로 날아가 잎에 기생하여 녹포자를 만든다.
- ④ 낙엽송잎에 형성된 녹포자는 늦은 봄~초여름에 포플러로 날아가 여름포자를 형성

* 환경이 좋으면 여름포자의 반복전염으로 피해 확대

⑤ 초가을이 되면 포플러잎의 여름포자는 차차 소실되고 겨울포자가 형성

* 이병은 우리나라에서 여름포자형으로 월동이 가능하므로 중간기주를 거치지 않고 전염하기되 함
[그림]

(3) 방제법

① 병든낙엽을 모아서 소각

② 포단에서는 6월 초부터 2주 간격으로 다이센 수화제를 살포

③ 포플러 묘포를 낙엽송조림지에서 가급적 멀리 설치하고, **내병성품종을** 재배한다.

5) 향나무의 녹병(배나무의 붉은별무늬병)

전국에 향나무, 배나무에 큰 피해. 향나무와 배나무에 기주교대를 하는 이종기생성병

(1) 병징

① 4월경 향나무의 잎이나 가지사이에 갈색의 혀모양을 한 균체(겨울포자퇴)가 형성

* 비가 와서 수분을 흡수하면 우무모양으로 붙어난다.

② 중간기주인 배나무의 잎 앞면에는 오렌지색의 별무늬가 나타나고 그위에 흑색미립점(녹병자기)이 밀생, 잎 뒷면에는 회색~다갈색의 털같은 돌기(녹포자기)가 생긴다.

(2) 병원균/병환

① 5~7월까지 배나무에 기생하고, 그후에 향나무에 기생하면서 菌絲形으로 월동

② 봄(4월경)에 향나무에 형성된 겨울포자가 발아하여 전균사를 내고 소생자를 형성

③ 異性(♂,♀)의 소생자는 바람에 의해 배나무로 옮겨져 잎표면에 녹병자기를 형성하고 그안에 녹병포자를 만든다. 녹병포자는 서로 수정후에 잎뒷면에 녹포자기를 형성

④ 5~6월경 녹포자는 바람에 의해 향나무에 옮겨가 기생하고 균사형으로 조직속에서 자라 1~2년 후에 겨울포자퇴를 형성

⑤ 이 병원균은 여름포자를 형성하지 않는다.

(3) 병제법

① 향나무의 식재지 부근에 배나무를 심지않는다. (서로 2Km이상 거리를 두고 심는다.)

② 4~7월에 향나무에는 사이클로헥시미이드, 다이카, 4-4식 보르도액등을 살포하고 4월중순부터는 배나무에 다이카, 보르도액을 뿌린다.

* 사이클로헥시미이드는 배나무에 약해를 일으키므로 배나무에는 살포하지 않는다.

6) 수목의 뿌리썩음병

전국각지 낙엽송,소나무,전나무, 참나무, 자작나무, 밤나무, 포플러등의 뿌리를 침해하여 나무를 고사

침엽수는 주로 20년생이하의 나무에 많이 발생 *특히 낙엽송의 어린 조림목에 피해가 크다.

5~6년생의 낙엽송이 침해를 받으면 1~2년만에 말라 죽는다.

(1) 병징

① 6월경부터 가을에 걸쳐 나뭇잎 전체가 서서히 또는 급히 누렇게 변하면서 말라 죽는다.

② 병든 나무는 뿌리나 줄기의 땅가부분의 수피가 썩어서 쉽게 벗겨진다.

③ 피증과 목질부 사이의 형성층에 흰균사층이 보인다.

④ 병든뿌리를 갈색~흑갈색의 가늘고 긴 철사모양을 한 根狀菌絲束이 둘러싸고 있는 것을 볼수 있다.

⑤ 6~10월경에 병환부에 황백색의 버섯이 무더기로 돋아난다.

⑥ 침엽수가 이 병에 걸리면 병환부에 다량의 수지가 나오는 경우도 있음

(2) 병원균/병환

① 버섯(자실체)을 형성하고 그 주름 위에 담포자를 무수히 만든다.

② 담포자가 직접 수피를 관통해 침입하기도 하지만 보통 벌근이나 죽은나무에 날아가 번식하여 근상균사속을 형성, 이것이 수목(뿌리)의 상처로 침해

(3) 방제법

- ① 병든나무의 뿌리를 제거하여 소각, 그 자리는 클로로피크린으로 소독하고나 깊은 도랑을 파서 균사의 전염을 방지
- ② 병원균의 자실체(버섯-식용가능)는 발견 즉시 제거하고 땅속에 있는 근상균사속도 함께 파내어 태운다.
- ③ 배수가 불량한 지대에서 발생하기 쉬우므로 과습지에는 배수구를 설치

7) 그 밖의 담자균류의 주요수병

- ① 침엽수/활엽수의 자줏빛날개무늬병 ② 침엽수/활엽수의 거미줄병
- ③ 수목의 녹병(잎녹병) ex)소나무,잣나무,가문비,자작나무,밤나무,오리나무
- ④ 오리나무류의 줄기마름병 ⑤ 전나무의 비짜루병
- ⑥ 낙엽송의 심재썩음병 ⑦ 소나무의 瘡癩病

● 불완전균류에 의한 수병

- ① 유격균사체를 가지며 불완전세대만이 알려져 있는 진균류
 - * 완전세대가 알려지면 보통 자낭균에 속함
- ② 분생포자는 보통 균사의 일부가 특별히 분화하여 형성된 분생자병 위에 만들어진다.
- ③ 분생포자는 균의 종류에 따라서 병자각, 분생자병속, 분생자층, 분생자좌 등 특수한 기관에 형성 되는 것도 등이 있다.
 - ㉠ 병포자 : 바구니모양을 한 자실체, 즉 병자각 안의 분생자병 위에 형성되는 분생포자
 - ㉡ 분생자병속 : 분생자병이 다발로 만들어진것
 - ㉢ 분생자좌 : 균사가 밀지반 덩어리에서 많은 분생자병이 만들어진것
 - ㉣ 분생자층 : 분생자병이 밀생하여 층을 이루고 기부의 세포에 밀착되어 있는 것
 - ㉤ 포자를 전혀형성하지 않고 균사나 균핵만이 알려져 있는 것도 있음

1) 삼나무의 붉은마름병

우리나라, 일본에 분포, 주로 양묘 중에 발생하며, 당년생~3년생묘에 피해가 크다.

(1) 병징

- ① 지면에 가까운 밑의 잎이나 줄기부터 암갈색으로 변하고 위쪽으로 진전하며, 결국 전체가 고사
- ② 병환부는 침엽, 잔가지에 머물지 않고 녹색의 줄기에도 약간 움푹 들어간 괴사병반을 형성하며 확대되어 줄기를 둘러싸면 그 윗부분은 말라 죽는다. * 병든 침엽은 말라서 딱딱하며 잘 부서진다.
- ③ 병환부의 표면에는 이 병의 표징인 암녹색의 미세한 균체가 많이 형성

(2) 병원균/병환

- ① 병원균은 병환부에서 월동하고 다음해에 병환부상에 분생포자를 형성하여 1차전염원이 된다.
- ② 5월경부터 발생하기 시작하여 10월경까지 감염, 발병이 되풀이 된다.
- ③ 10월하순경 기온이 내려가면 병원균은 분생포자를 형성하지 않고 병환부의 조직내부에서 菌絲塊 또는 미숙한 자좌의 형으로 월동 * 분생포자가 토양중에서 포자, 균사형으로 월동하지 않는다.

(3) 방제법

- ① 묘목검사에 의해 건전한 묘목만 심는다.
- ② 병든묘목이나 나뭇가지는 일찍 제거하여 소각한다.
- ③ 묘포주의에 삼나무울타리를 설치하지 않고 묘목의 밀식을 피하고 묘포가 과습하지 않게 주의
- ④ 질소질비료를 과용하지 말고 인산질, 칼리질비료를 넉넉히 준다.
- ⑤ 5월상순 ~ 9월하순까지 4-4식 보르도액 또는 마네브제를 약 20일 간격으로 살포

2) 오동나무의 탄저병

우리나라, 일본에 분포. 성목과 묘목 모두 침해하며 실생묘를 전멸시키는 등 큰 피해를 준다.

(1) 병징

- ① 5~6월경부터 발생 어린줄기와 잎이 침해, 잎은 처음에 지름 1mm이하의 둥근 담갈색 반점이 나타나고 나중에는 병반이 암갈색으로 변하고 그 주위는 퇴색하여 담녹색~황색이 된다.

- ② 엽맥, 엽병 및 어린 줄기에 있어서는 처음에 미소한 담갈색의 둥근반점이 나타나고 나중에는 약간 길쭉해지고 움푹 들어간다.
- ③ 병반은 건조하면 옅은 등갈색이지만 비가오면 분생포자가 가루모양으로 형성되어 담홍색을 보인다.
- ④ 엽병과 줄기의 일부가 심한 침해를 받으면 병환부 위쪽은 말라 죽는다.

(2) 병원균/병환

- ① 병환부에 분생자충을 형성하고 이곳에 다수의 분생포자를 착생시킨다.
- ② 묘목과 성목의 병든줄기, 가지, 잎에서 주로 菌絲形으로 월동하여 다음해 제 1차전염원이 된다.

(3) 방제법

- ① 병든 잎이나 줄기는 잘라 소각하고 병든 낙엽은 늦가을에 한곳에 모아 소각한다.
- ② 6월상순부터 다이센 M-45수화제(500배액)를 10일 간격으로 살포
- ③ 실생묘는 장마철 이전까지 되도록 50cm이상의 큰 묘목으로 키운다.

3) 오리나무의 갈색무늬병

- ① 우리나라, 일본에 분포, ② 묘목에 큰 피해를 준다. ③ 5월경부터 늦가을에 발생

(1) 병징

- ① 처음에는 잎에 미세한 원형의 가색~흑갈색의 반점이 나타남
- ② 반점은 확대되어 1~4mm크기의 다갈색으로, 엽맥에 가로막히면 모양은 다각형~부정형이 된다.
- ③ 병반은 나중에 흔히 융합하여 큰 병반이 되기도 함
- ④ 병반 한 가운데의 미세한 흑색의 미립점(병자각)이 보인다.
- ⑤ 병든 잎은 말라 죽고 일찍 떨어지므로 묘목은 쇠약해지며, 생장에 크게 저해된다.

(2) 병원균 및 병환

병포자를 형성하고, 땅위에 떨어진 병엽 또는 씨에 섞인 병엽부스러기에서 월동하여 다음해 전염원이 된다.

(3) 방제법

- ① 연작을 피하고, 묘목이 밀생하지 않게 적당히 솎아준다.
- ② 가을에 병낙엽을 한곳에 모아 소각
- ③ 병원균이 종자에 묻어 있는 경우가 많으므로 유기수은제로 종자를 분의소독한다.
- ④ 본엽이 나올때부터 가을까지 4-4식 보르도액을 2주간격으로 살포

4) 측백나무의 잎마름병

우리나라 전국에 분포, 기온이 20℃내외인 6월과 10월경에 특히 많이 발생

(1) 병징

- ① 처음에는 잎에 적갈색 움푹한 병반이 생기고 나중에 흑색의 소립(분생자충)이 나타나 병든잎은 말라 죽고 일찍 떨어진다.
- ② 병든 나무가 당년에 말라 죽는 일은 거의 없고 수년동안 만성적으로 지속되어 수세를 약화시킴

(2) 병원균/병환

병든 잎이나 가지에서 균사형으로 월동하고 이듬해 4~5월경 분생포자를 생성하여 제 1차전염원이 된다.

* 분생포자는 비,바람 등에 의해 옮겨진다.

(3) 방제법

- ① 병든 잎과 가지를 제거하여 소각한다.
- ② 약제(피어밤제, 4-4식 보르도액)를 살포

③ 묘목검사 실시, 밀실을 피하고, 묘포의 과습방지, 질소질비료 과용말고 인산,칼리질비료를 많이 준다.

5) 그 밖의 불완전균류에 의한 주요수병

- ① 침엽수/활엽수의 미립병핵균
- ② 침엽수/활엽수의 잣빛곰팡이병
- ③ 침엽수류의 암색설부병
- ④ 자작나무, 느티나무의 갈색무늬병
- ⑤ 느티나무의 백성병
- ⑥ 삼나무/편백묘의 페스탈로티아병
- ⑦ 소나무의 잎마름병, 소나무의 그을음잎마름병

5. 선충에 의한 수병

선충은 하등동물인 선충동물문에 속하고 곤충 다음가는 큰 동물군으로 유기물이 있는 곳에서 분포

(1) 형태

- ① 몸은 실같이 길고 가느다란 모양을 하고 식물기생선충은 대부분이 땅속에 살며 식물의 뿌리를 가해한다.
- ② 크기는 종류에 따라 다르지만 대체로 길이는 0.3~1.0mm(긴 것은 3mm)로 육안으로 보기 어렵다.

* 암컷 중에는 몸이 비대하여 콩모양으로 된 것도 있음

- ③ 몸은 반투명이며, 겉껍질의 각피에는 규칙적인 횡조가 있는 것과 없는 것이 있음
- ④ 식물선충은 머리부분에 주사침모양의 구침을 가지고 있으며, 구침을 앞뒤로 움직이며 식물의 조직을 뚫고 들어가 즙액을 빨아먹는다. *자유생활을 하는 비기생선충은 구침이 없음

(2) 종류

- ① 식물기생선충 ㉠ 내부기생선충 ㉡ 定住性 : 조직속에 침입한 다음 한곳에 정주하여 생활하는 것
- ㉢ 移住性 : 조직 속을 옮겨 다니며 생활하는 것

㉣ 외부기생선충

* 식물성선충은 대부분이 뿌리에 기생 (잎,눈,줄기 등 식물의 지상부에 기생하는 종류도 있음)

- ② 동물기생선충
- ③ 자유생활의 부식성선충 - 대부분

(3) 피해

- ① 식물의 영양분을 빼앗을 뿐만아니라 구침에 의한 상처와 내부기생선충의 침입으로 조직이 파괴되어 차차 썩음 * 특정 기생선충과 병원균이 협동하여 발병을 촉진하는 것도 있음
- ② 구침을 통해 분피되는 물질에 의해 생리적 변화가 일어나고 세포의 이상 비대 또는 흑이 생긴다.
- ③ 선충의 기생에 이어 다른 미생물의 침입하여 부패를 촉진시킨다.

(4) 생활사

- ① 선충은 토양의 유기물의 량외에 토양의 온도, 수분, 구조, 공기의 공급량에 영향을 받는다. *보통 15cm 깊이 정도의 흙속에서 서식밀도가 높다.
- ② 식물기생선충은 기주식물의 뿌리 주위(30cm 깊이)에 많이 서식하는 것은 양분섭취가 쉬워서 번식의 용이하고 식물 뿌리에서 분피되는 물질로 유인되기 때문이다.
- ③ 선충의 이동은 짧은 거리는 경운, 관수, 빗물의 흐름, 농기구에 의해 땅속으로 침투되고 먼곳으로의 이동은 구근, 묘목, 종자등 선충이 기생하는 식물의 이동 또는 토양이 수송될 때 일어난다.
- ④ 기생선충은 토양속이나 침입한 식물조직 내에 알을 낳는다. 부화유충이 자라 다시 알을 낳을 때까지의 시간은 환경이 좋으면 3~4주간이며 선충은 대부분이 자웅이주이나 자웅동주도 있음

1) 침엽수묘목의 뿌리썩이선충병

삼나무, 편백, 소나무, 낙엽송, 가문비등에 침해를 하며, 특히 삼나무묘의 피해가 크다.

(1) 병징

- ① 대체로 지름 1mm이하의 잔뿌리가 피해를 받는다. *특히 당년묘 뿌리의 부패와 근계의 이상이 뚜렷하다.
- ② 뿌리의 내부조직이 파괴되고, 이어 병원균이 침입하는 경우가 많으며 피해부가 갈색으로 변하고 마침내 썩는다. * 병징초기에는 피해가 비교적 확실하나 피해가 진전되면 다른 원인가 구분이 어렵다.

(2) 병원선충/병환

- ① 성충의 크기는 0.3~0.9mm이고 대표적인 이동성 내부기생선충으로서 성충은 뿌리의 조직 내에 알을 낳고 유충과 성충은 주로 뿌리의 조직 내를 이동하면서 양분을 취해 생활한다.
- ② 일부는 뿌리에서 흙속으로 나와 이동하여 다시 새로운 뿌리에 침입한다.
- ③ 선충의 생활장소가 주로 뿌리의 조직이기 때문에 피해받은 묘목을 통해 다른 곳으로 전반된다.
- ④ 뿌리썩이선충과 Fusarium균과 밀접한 관계가 있어 묘목의 뿌리썩음병은 둘의 관련병이 경우가 많다.

(3) 방제법

- ① 클로로피크린, D-D제 등의 살선충제로 토양을 소독 *삼나무묘의 徒長에 주의
- ② 제초, 솟아주기, 관수, 배수 등 육묘관리를 철저히 하여 묘목의 성장을 왕성하게 한다.
- ③ 한 장소에 동일수종의 연작을 피하고 타수종과 윤작한다.
- ④ 임목에 기생하는 선충의 밀도가 낮은 논에 묘포를 설치

2) 소나무의 시들음병

일본의 서남부지방에 분포, 적송과 해송에 피해가 크며, 1989년에 국내서 발견되어 남동부지방에 피해를 주고 있으며 원산지는 북아메리카이다.

(1) 병징

초여름에 잎 전체가 누렇게 변하면서 30~50일 이내에 나무는 완전히 말라 죽는다.

(2) 병원선충/병환

- ① 병원선충은 소나무재선충이며 성충의 크기는 ♀-0.71~1.01mm이고 ♂-0.59~0.82mm이다.
- ② 이 선충은 주로 하늘소과에 의해 전파 * 특히 해송수염치레하늘소가 중요한 역할을 한다.
* 해송수염치레하늘소, 알통다리하늘소, 편백하늘소, 검정하늘소가 우리나라에 분포
- ③ 재선충은 하늘소 성충의 체내와 체표면에 모두 발견되며 하늘소가 소나무의 가지나 줄기를 가해할 때 목질부로 들어와 대량 증식하여 수분의 s통도작용을 저해함으로써 나무를 말라 죽게 한다.

(3) 방제법

- ① 살충제(수미티온)를 뿌려 매개충인 하늘소류를 구제 ② 병든 소나무는 제거하여 소각

3) 뿌리혹선충병

세계각지에 분포, 주로 농작물을 침해하는데 수목에는 주로 밤나무, 아카시나무, 오동나무등의 활엽수에 침해, * 침엽수묘목을 연작하는 묘포에서는 거의 발생하지 않음

* 일반농작물과 윤작하는 묘포에서는 소나무, 삼나무, 편백등에 간혹 피해 발생

(1) 병징

- ① 수종에 따라 차이가 있지만 보통 묘목의 뿌리에 좁쌀알~강남콩 크기의 수많은 혹이 형성
- ② 혹의 표면은 처음에는 백색이지만, 나중에는 갈색 또는 흑색으로 변한다.
- ③ 병든 묘목은 생육이 나빠지고 지상부는 황색으로 변하며, 심하면 말라 죽는다.

(2) 병원선충/병환

- ① 병원선충은 고구마뿌리혹선충이며, 식물의 조직내에 침입하여 기생하는 내부기생선충이다.
- ② 크기는 ♀- 0.27~0.75×0.4~1.30mm의 서양배 모양이며, ♂-0.03~0.36×1.2~1.5mm로 길고 가늘다
- ③ 유충형태로 땅속에서 월동하거나 성충이나 알의 형태로 기주식물의 뿌리에서 월동하고 이듬해 봄에 유충이 묘목의 어린뿌리를 뚫고 들어가 뿌리의 중심부에 기생한다.

(3) 방제법

- ① 토마토, 당근 등의 농작물 또는 밤나무, 오동나무, 아카시나무 등의 묘목을 연작으로 한 묘포에서 많이 발생하므로 전작에 주의하고 활엽수의 연작을 피하며 침엽수와 윤작한다.
- ② 메틸브로마이드, D-D제, EDB제, 네마곤 등으로 토양을 소독한다.

6. 기생성종자식물에 의한 수병

기생성 종자식물은 전부가 쌍떡잎식물에 속하며 겨우살이가 대표적이다.

1) 겨우살이 *참나무류에 피해가 크다

(1) 종류

- ① 겨우살이 : 상록관목으로서 팽나무, 참나무, 물오리, 자작나무, 밤나무, 벗나무, 전나무, 소나무에 기생
- ② 붉은겨우살이 : 상록관목으로 겨우살이와 동일
- ③ 꼬리겨우살이 : 낙엽관목으로 참나무, 밤나무, 벗나무 등에 기생
- ④ 참나무겨우살이 : 상록관목으로서 구실잣밤나무, 동백나무, 후박나무, 육박나무, 참나무, 녹나무에 기생
- ⑤ 동백나무겨우살이 : 상록관목으로서 동백나무, 광나무, 사철나무 등에 기생
- ⑥ 오리나무더부살이 : 오리나무의 뿌리에 기생한다.

(2) 병징

가지에 기생하면 그 부위에 국부적을 이상비대를 일으키고 가지의 끝이 위축되고 결국 말라 죽는다.

(3) 병원/병환

겨우살이는 보통 상록관목으로 잎은 혁질이고 Y자형으로 대생, 꽃은 자웅이화이고 담황색으로 이른봄에 피고, 담황색의 둥근 열매가 가을에 익는다.

(4) 방제법 : 겨우살이가 기생한 부위아래를 잘라 버리고 절단면에는 소독제를 바른다.

제 7 장 입엽해충 서론, 개론

1. 입엽해충 서론

(1) 입엽곤충학

삼림과 임산물을 가해하는 곤충에 관한 여러 가지 문제를 대상으로 하는 학문

(2) 곤충에 의한 피해

- ① 수량감소
 - ㉠ 종자나 幼苗에 대한 피해는 입목밀도와 직결되며
 - ㉡ 피해삼림에서는 하층식생군의 생육이 촉진되어 유묘발육을 저해, 유효입목육성이 늦어짐
 - ㉢ 잎이 가해 받으면 비대생장이 늦어지며, 주소가 가해 받으면 신장생장이 방해된다.
 - ㉣ 성장감소가 심하면 고사하게 되어 용제량의 감소를 초래한다.
- ② 목질저하
 - ㉠ 구멍이나 喰痕은 목질등급을 저하
 - ㉡ 목재의 조직학적 결합으로 강도가 감소, 펄프 조직이 짧아지고 약해진다.
 - ㉢ 수지함량의 증가로 펄프재의 화학적 성질이 악화되며
 - ㉣ 재질이 불량한 임목이 良材木의 생산을 방해하거나 대치하는 경우가 생김
- ③ 경비지출을 증대
 - ㉠ 해충 방제하고자 기피하기 위하여 삼림갱신비가 늘고
 - ㉡ 피해목을 이용할 때에는 제품비와 같은 간접비가 증대
 - ㉢ 방제비는 직접 경영비를 올리고 피해가 큰 나무를 간벌과 벌목후에 처리 등으로 전반적인 경영비 지출이 많아진다.

(3) 입엽곤충학의 내용

- ① 입엽보호학의 一分科로 발생해충의 탐색, 동정, 앞으로의 진전에 관한 예찰
 - ② 해충개체군의 정량적 파악, 피해의 추정, 발생원인의 구명
 - ③ 임목과 임산물을 해충의 피해로부터 보호하기 위한 여러 가지 기술의 개발과 적용 등
 - ④ 해충에 의한 수목의 내.외적인 형태변화, 해충의 발생과 수목의 생리적 요인과의 관계
 - ⑤ 수목의 지리적 분포와 해충군 분포와의 관계, 병원체의 전파등
- ⇒ 해충에 대한 예방과 발생의 예찰 및 경제적 방제를 목표로 한다.