

始



林業技術シリーズ

No.1

苗畑に於ける
針葉樹稚苗の立枯病



発行所寄贈本

農林省林業試験場

東京・目黒

R.1

特 256
923

林業技術シリーズの刊行について

このシリーズは林業技術の普及浸透を圖る目的から刊行するものである。その内容によつて

E: 普及關係、林業試験場研究報告に發表されたものを平易に解説要約したもの、指導或は教育のために書き又は編纂した他の技術の普及を目的とするもの。

R: 研究關係、學術的價値が比較的低い簡易な實驗結果の發表、又は研究の一部であるが速報することが技術の普及上有益なりと考へたもの。

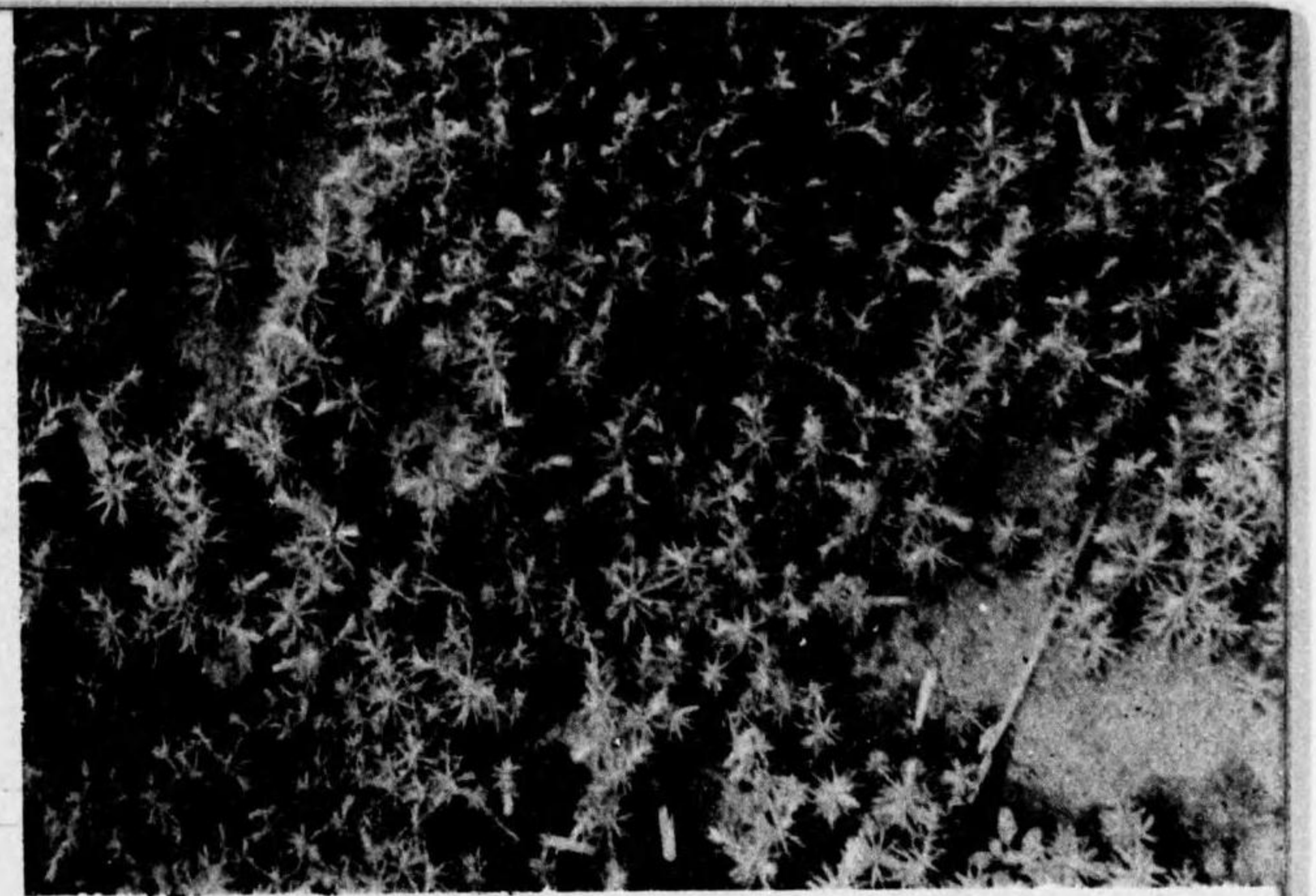
I: 調査關係、各種調査報告の類で林業技術の普及向上に役立つもの。

に分類する。尙刊行に際して一連番號を追うが別に上記の分類毎に夫々 **E. R. I** の符號別一連番號をつける。

農林省林業試験場



附圖第 I



A. *Fusarium sp.* によるスギ苗立枯病
裸地は倒伏型立枯病によつて消失した跡である。

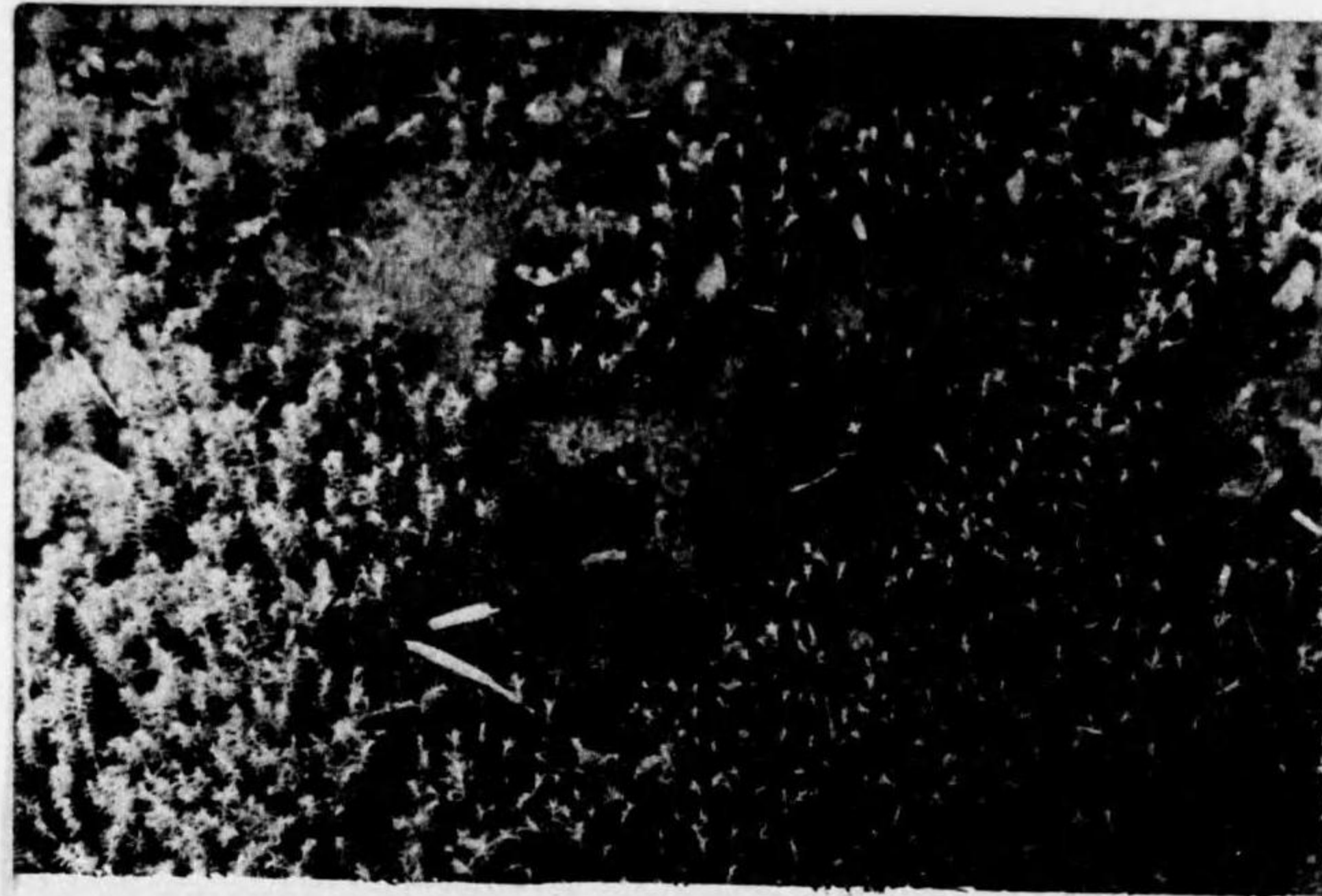
播種 5月6日 撮影 9月5日

B. *Rhizoctonia sp.* によるアオトド苗立枯病
裸地は倒伏型立枯病によつて消失した跡である。尙裸地の周縁部には根腐型立枯病の病狀を呈するものが多數認められる。

播種 5月6日 撮影 6月29日



(全部未發表の原圖)



A. *Rhizoctonia sp.* によるサハラ苗立枯病
 裸地は倒伏型立枯病のため消失したもので、裸地の周辺部に残存する苗は根腐型立枯病のため枯死し或は枯死に瀕して形骸を止めてあるものが多数見られる。

播種 5月16日 撮影 9月5日

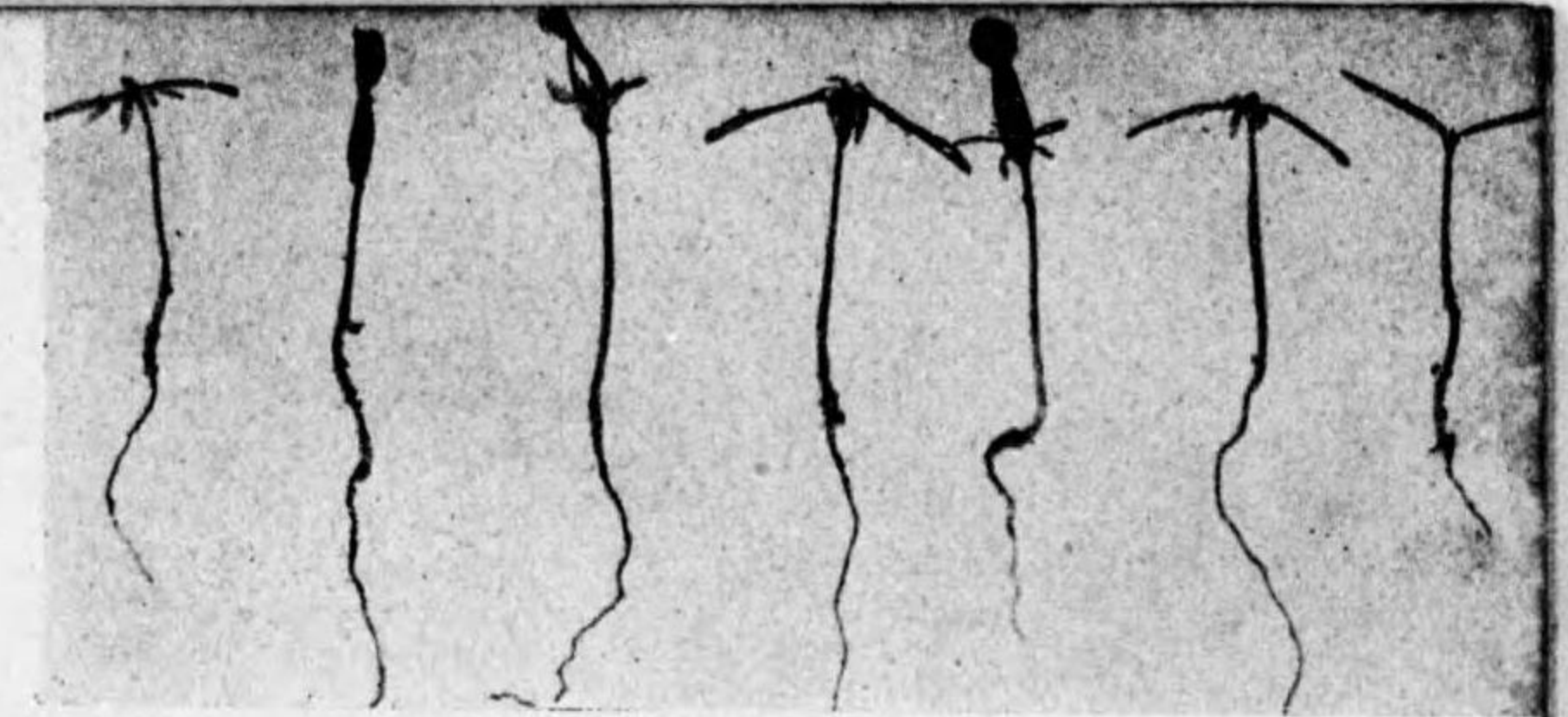
B. *Rhizoctonia sp.* によるカラマツ苗立枯病
 中央部から上部に広がる裸地は倒伏型立枯病によって消失した跡で、尙此の部分に残存してある苗は根腐型立枯病に罹り健全苗(写真左角)に比して發育が極めて劣る。

播種 5月6日 撮影 9月3日

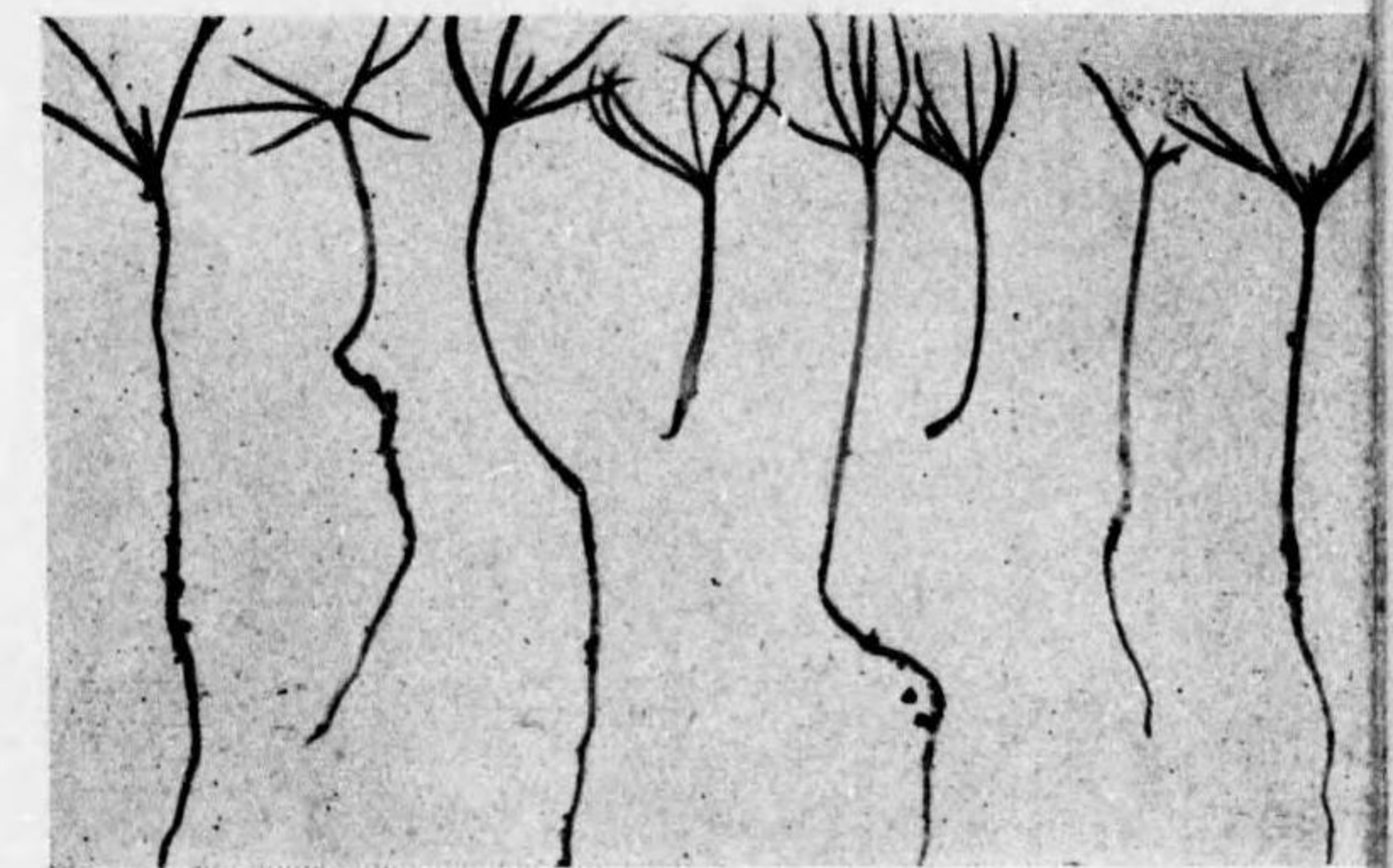


附圖第 11

附圖第 III

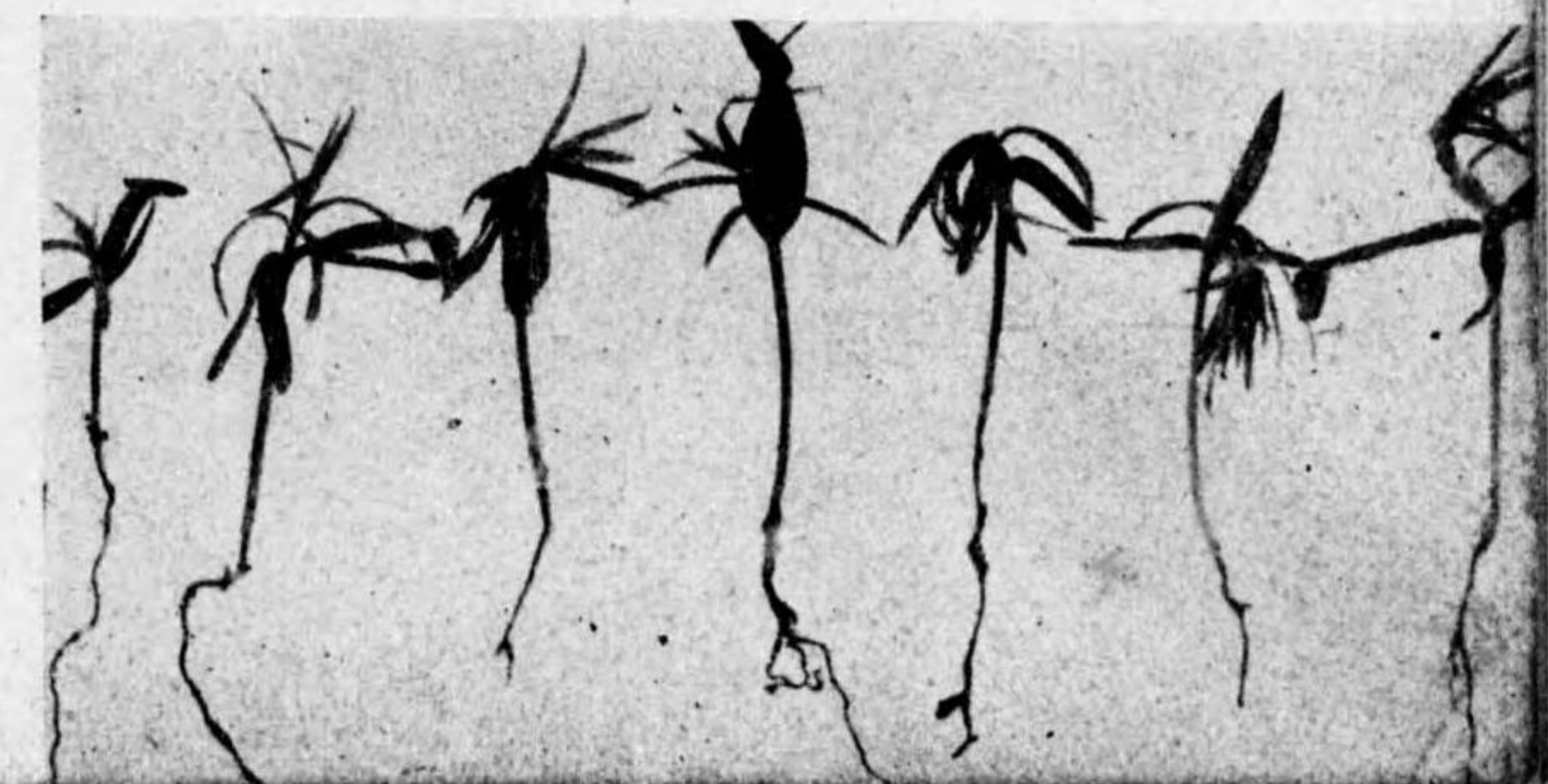


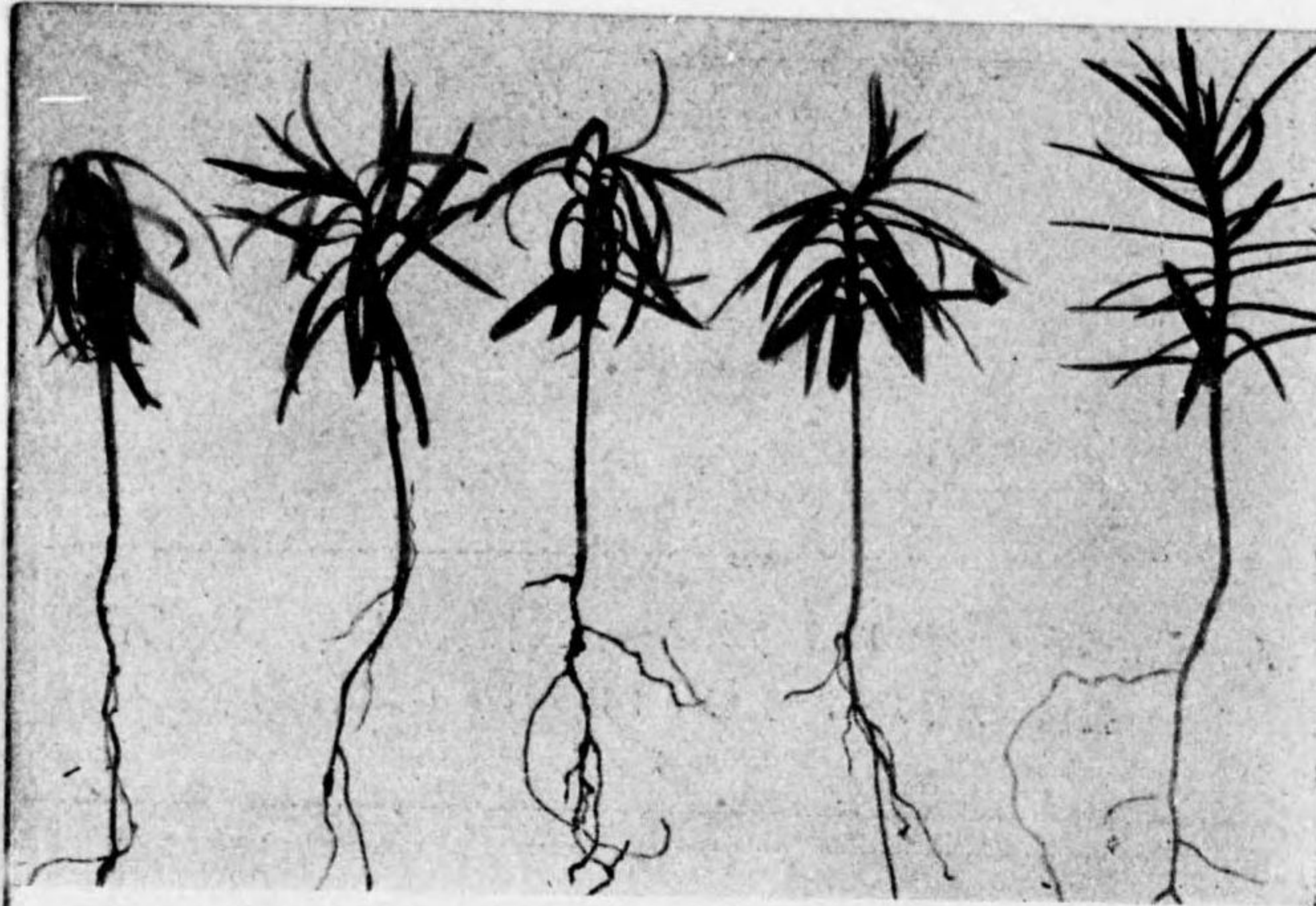
A. *Fusarium sp.* によるヒノキ苗立枯病(倒伏型) $\times 9/10$
 播種 2月10日 撮影 4月30日 (温床育苗)



B. *Rhizoctonia sp.* によるカラマツ苗立枯病(倒伏型) $\times 9/10$
 播種 4月13日 撮影 5月18日

C. *Fusarium sp.* によるスギ苗立枯病(倒伏型) $\times 9/10$
 播種 2月10日 撮影 4月30日 (温床育苗)





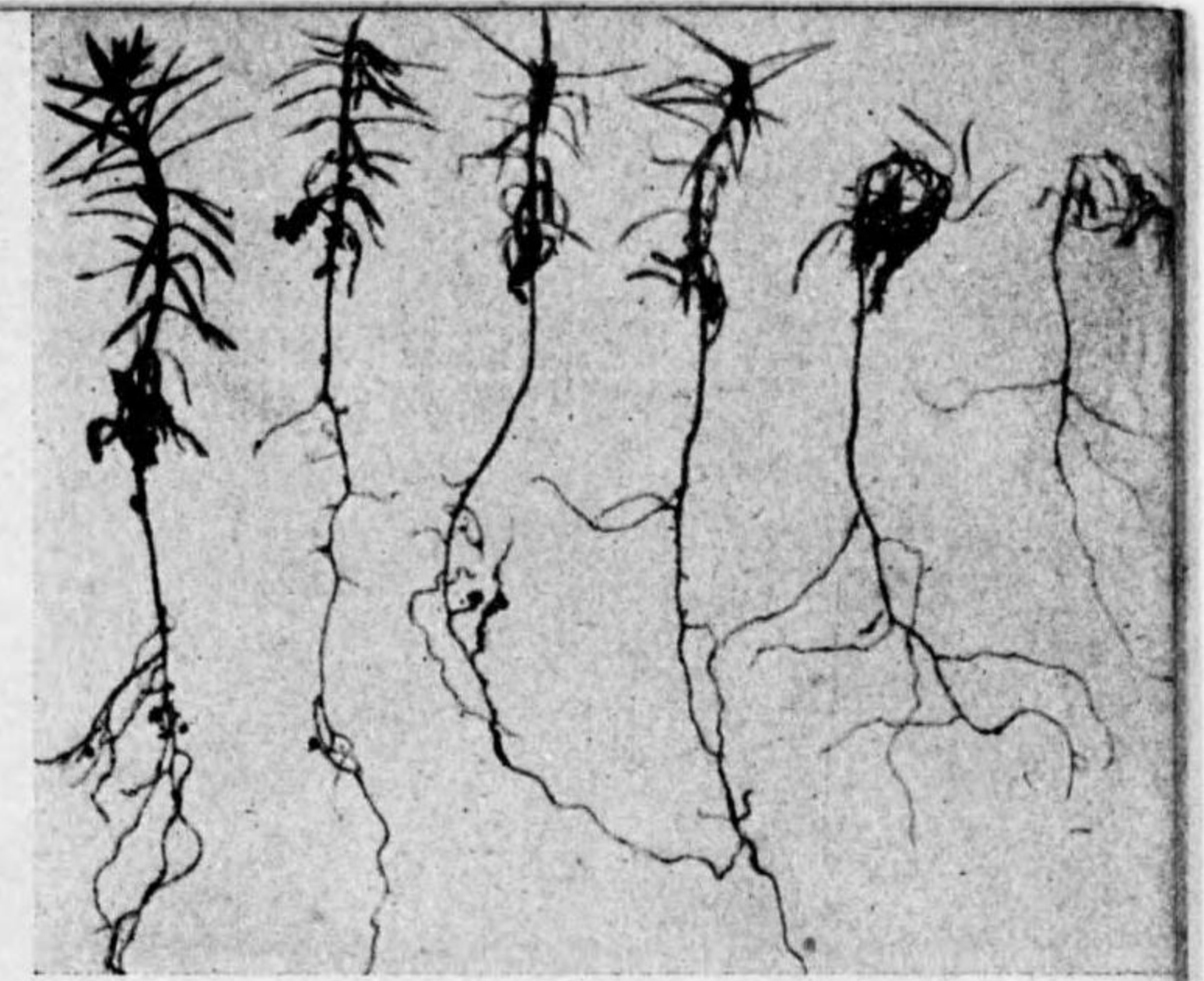
A. *Fusarium sp.* によるスギ苗立枯病（根腐型）× 1
 右端の1本は健全、比較用
 播種 2月10日 撮影 6月4日（温床育苗）

B. *Rhizoctonia sp.* によるヒノキ苗立枯病（根腐型）× 1
 播種 5月15日 撮影 10月20日



附圖第IV

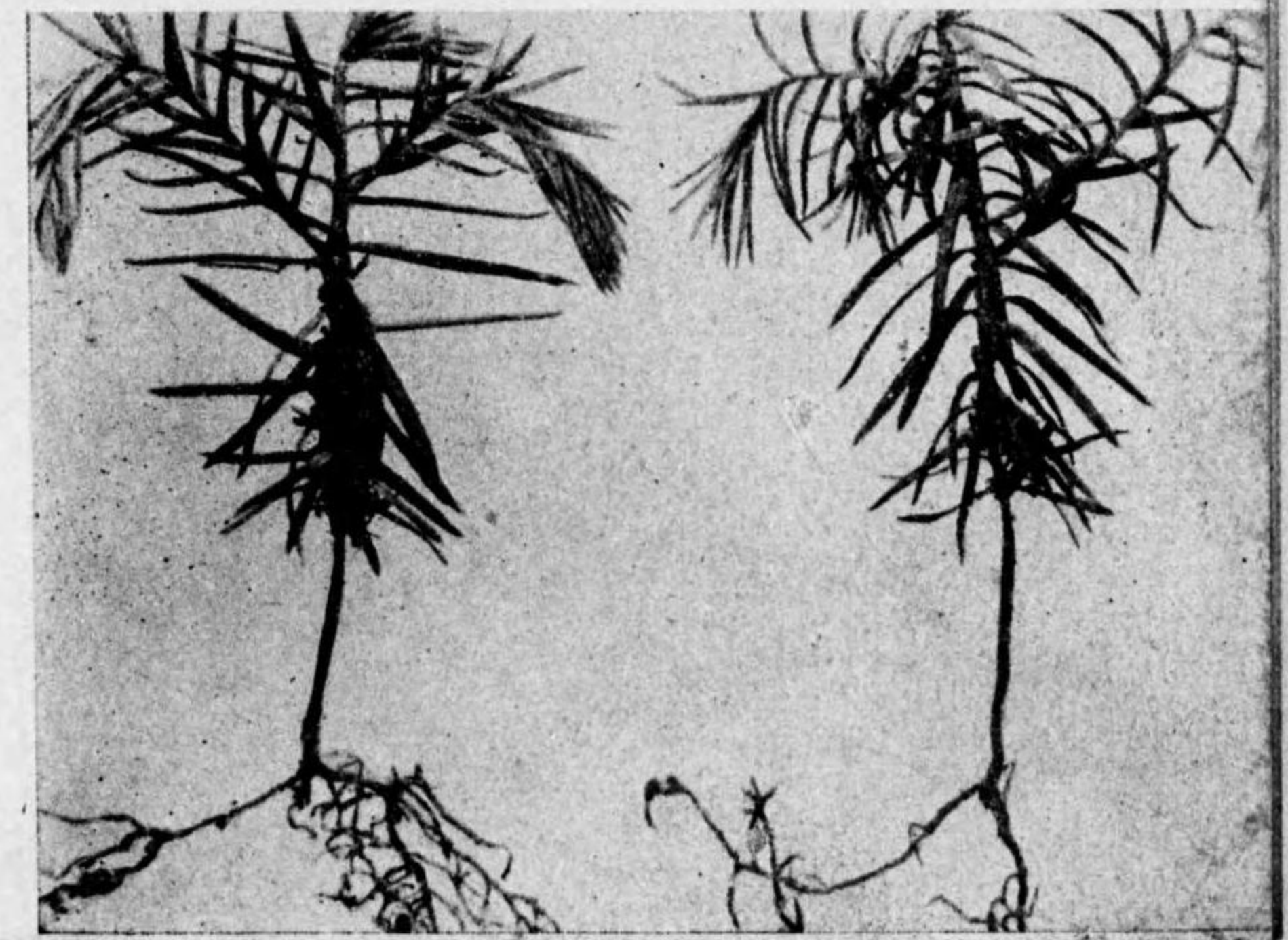
附圖第V



A. *Rhizoctonia sp.* によるサハラ苗立枯病（根腐型）× 9/10
 播種 5月6日 撮影 9月4日

B. *Rhizoctonia sp.* によるスギ苗立枯病（根腐型）× 1
 生育不良で下部針葉が枯死してある苗を引き抜いてみると根及び莖の地際部が侵されてある。尙莖の地際部には *Rhizoctonia sp.* の菌糸がからまつて居り之に土粒が附着してある。

播種 5月15日 撮影 10月3日





A

A. *Fusarium sp.* によるアカマツ苗立枯病
(倒伏型及び首腐型)

播種 5月2日 撮影 6月13日



B

B. *Fusarium sp.* によるアカマツ、カラマツ、
ヒノキ苗立枯病(倒伏型)(接種試験による)

播種及び接種 6月4日 撮影 7月7日

C. *Rhizoctonia sp.* によるアカマツ、カラマツ、
ヒノキ苗立枯病(倒伏型)(接種試験による)

播種及び接種 6月7日 撮影 7月7日



C

D. アカマツ、カラマツ、ヒノキ健全苗
(無接種、比較用)

播種 6月4日 撮影 7月7日



D

附圖第VI

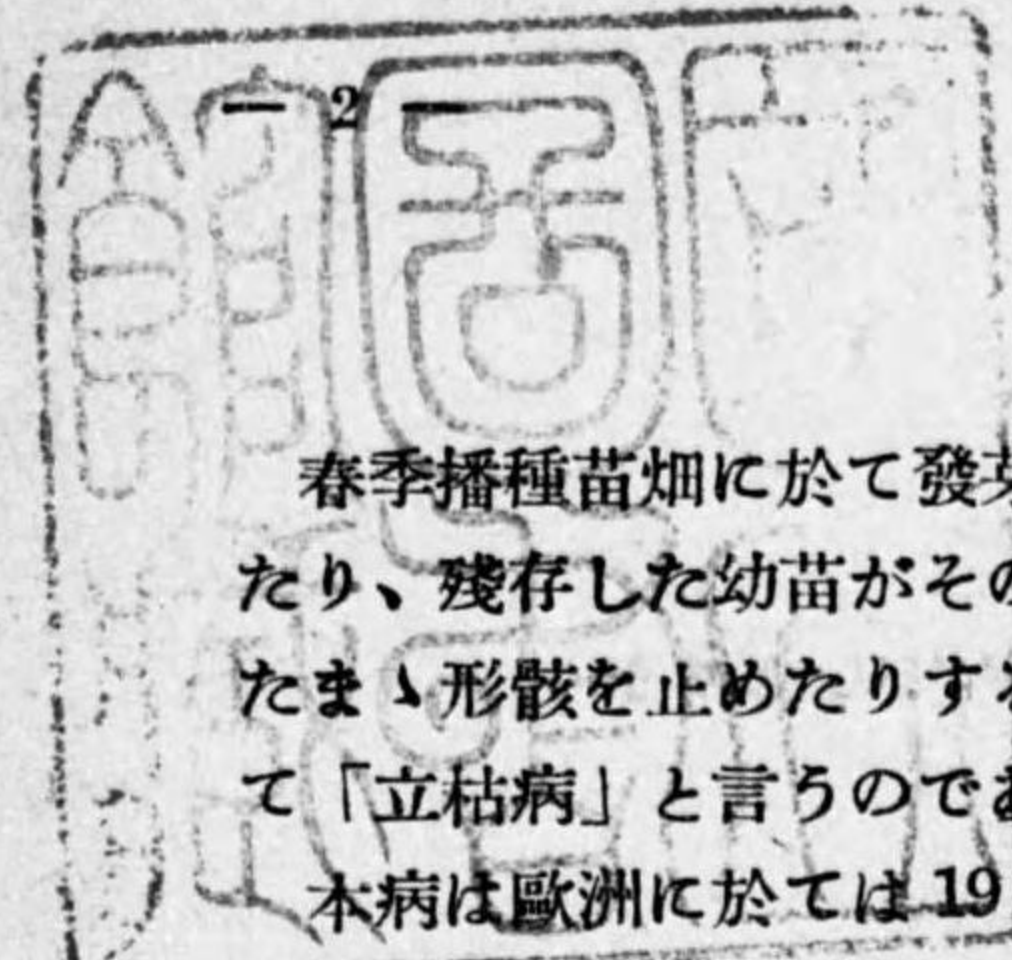
苗畑に於ける針葉樹稚苗の立枯病

農林省林業試験場 農林技官 伊藤 一雄

Kazuo Ito: Damping-off and Root Rot of Coniferous
Seedlings in the Nurseries.

目次

緒言.....	2
本病の被害.....	2
病徴.....	4
病原菌.....	6
本病の發現に關與する諸條件.....	8
防除法.....	10
結言.....	16



緒 言

春季播種苗畑に於て發芽後間もない子苗が比較的短期間に續々と倒伏腐敗したり、残存した幼苗がその後地面に近い針葉から次第に褐色に變じ遂に枯死したまゝ形骸を止めたりするのをよく見受ける。茲では此の二つの病害を綜括して「立枯病」と言うのである。

本病は歐洲に於ては19世紀から、又米國に於ては20世紀初頭からその重要性が認識され、之に關する本格的な研究成績の發表も夥しい數に達してゐる。

然るに本邦に於ては斷片的な記述が2, 3みられるだけで系統的な研究業績は全くない。筆者は我國に於ける本病の全貌を明らかにし、その適切な防除法を攻究する目的を以て基礎的研究に従事してゐるが、着手後日淺くその成績を公にする域に至つてゐないことは甚だ遺憾である。最近偶々東北及び關東地方の苗畑を實地調査する機會に恵まれたが本病被害の甚大で決して輕視し得ない現状にあるにも拘らず比較的等閑にふされてゐる傾向があることを知つた。茲に本病の重要性を認識する材料にもと考へて、海外の多數の文献を参照し、之に筆者の斷片的な觀察及び實驗成績を織り込み更に卑見を加へたのが本稿である。本稿の主體をなしてゐるものは外國文献であり、其のまゝ紹介することなく一應檢討吟味を加へてはゐるが、筆者の淺學のため批判に正鵠を缺き我國の現状にそぐはぬ記述のあることを惧れるものである。此の點に關しては厚意ある教示を賜り又他日筆者の研究の進展を俟つて訂正追加する機會もあると思つてゐる。本稿には菌學的及び病理學的記述は最小限度に止めた。此のさゝやかな拙文が苗畑事業擔當技術者各位に幾分でも參考となる處があれば幸である。

本 病 の 被 害

嘗て歐米の森林家の間には本病に罹る稚苗は劣弱なものだけであつて優良苗は罹病することなく残存する、従つて本病は勞なくして劣弱苗を自然淘汰する爲め寧ろ有益であるとの考があつた。斯る考を持つてゐるのは歐米の古い森林家だけではなく、現在の日本にも居ないとは言ひ得ないであらう。併し米國の學者により斯る見方は全く誤りであることが實驗的に證明されたが、此の報告にまつまでもなく苗畑を周到綿密に觀察すれば之はとるに足らぬ謬見であることが判明するであらう。發芽後間もなく續々と團狀に倒伏腐敗し地面が露出して一苗も止めぬ慘狀を目撃し、又生長旺盛で優良苗だと思つてゐたものが次々と枯死する現場に遭遇しては本病の「自然淘汰的價值」は論ずるに足らない。併し本病は同一の苗畑と雖も連年同様の被害狀況をもたらすものではない。

本病の發現には後述の如く多數の複雑な因子が關與するものであるから、或る年には極めて大なる被害を受けたが翌年は反對に輕微であつたと言うのが普通である。又長い間本病が認められなかつた苗畑に突如として慘害をみることもある。米國に於てその著しい例が知られてゐる。即ち20年間被害が認められなかつたある苗畑がその後甚大な被害を受けたと言う。之は本病の病原體が苗木或は土壤によつて搬入移植されるのを避けることが不可能な事を暗示するものであらう。筆者が今日迄に實地調査した苗畑は次の11箇所である。

青森縣橫濱營林署管内	橫濱苗畑
" 弘前營林署管内	澤田苗畑
岩手縣盛岡營林署管内	煙山苗畑
山形縣最上郡及位村	林業試驗場釜淵分場苗畑
福島縣原ノ町營林署管内	大甕苗畑
" 木戸營林署管内	廣野苗畑
宮城縣仙台營林署管内	愛子苗畑
茨城縣高萩營林署管内	上台苗畑
" 水戸營林署管内	仙波苗畑
" 笠間營林署管内	友部苗畑
東京都目黒區下目黒	林業試驗場苗畑

以上の各苗畑の被害狀況はまちまちであり、又同一苗畑に於ても各苗畦ごとにその被害程度に大差がある。併し何れの苗畑に於ても被害は最小15~20%、局所的には80%以上の激害地をみることも稀ではない。

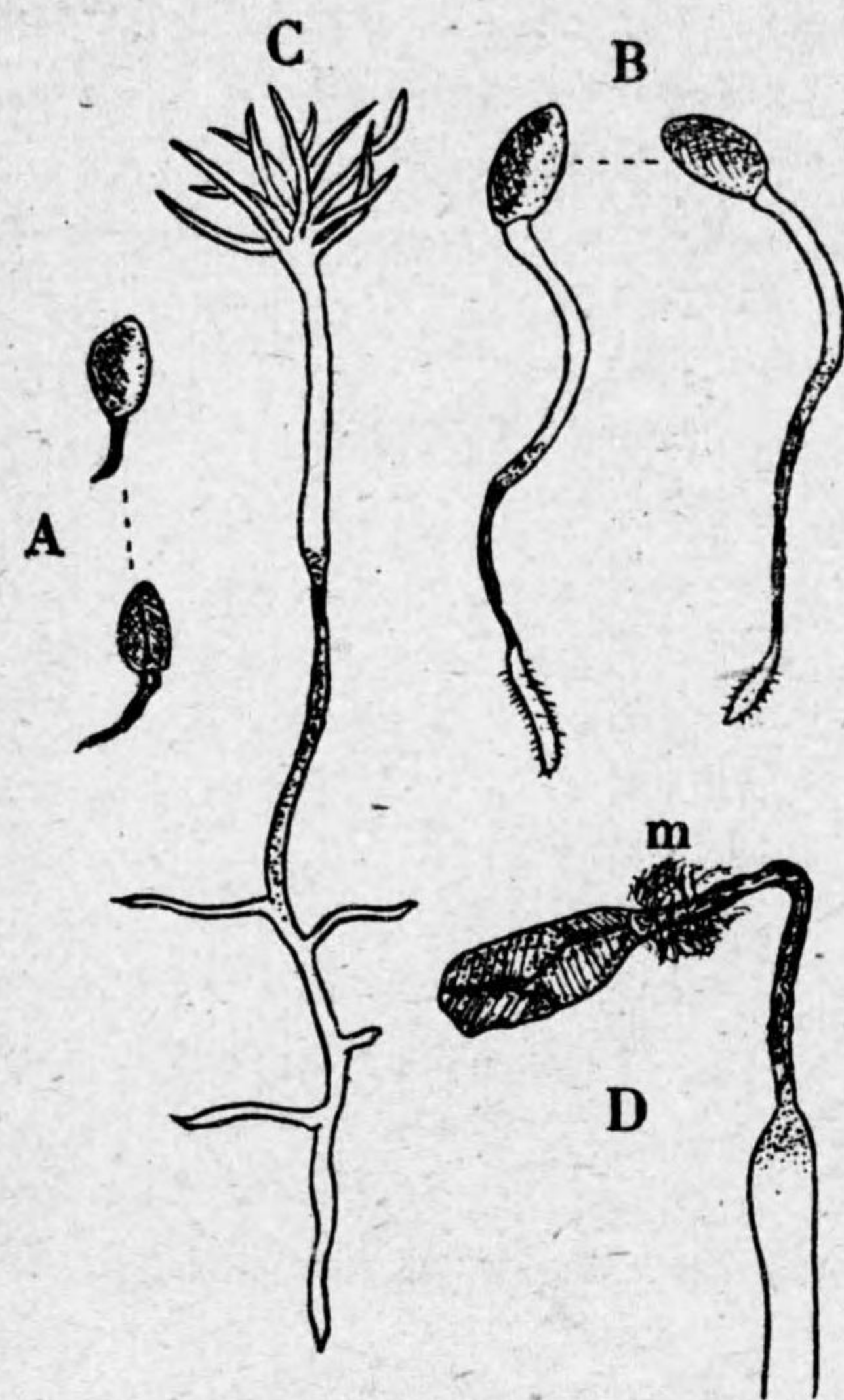
尙本病が根切虫の被害と混同されてゐることも往々あり、殊に古い苗畑には根切虫の存在はつきもので、注意深い觀察と調査によらなければ兩者は區別し難いことがある。

各樹種と本病に對する罹病性の大小との關係については多數の報告があるが、同一屬は勿論同一樹種に於ても各研究者によつてその成績は必ずしも一致せず寧ろ極端な差があり一概に述べることは困難である。之は後述する如く本病の病原體が極めて多種であること及び發病に關與する外圍條件の複雑さから來るものと考へられるが大體の傾向としては次のやうである。

- 被害輕微なもの：*Thuja* (ネズコ) 屬、*Juniperus* (ビヤクシン) 屬、*Chamaecyparis* (ヒノキ) 屬
- 被害中庸なもの：*Cryptomeria* (スギ) 屬、*Abies* (モミ) 屬
- 被害甚大なもの：*Pinus* (マツ) 屬、*Larix* (カラマツ) 屬、*Picea* (ノリモミ) 屬

歐米に於ける罹病性の大小に関する報告を綜合すれば以上の如くである。スギに関する記述はドイツの論文によつたものである。

本邦に於ける筆者の観察結果はマツ、カラマツの罹病性の極めて大なる點に於ては一致するが他の樹種に関しては必ずしも同様ではない。



第1圖 立枯病の種々の型
 A. 地中腐敗型(アカマツ) × 1;
 B-C. 倒伏型(アカマツ) × 1;
 D. 首腐型(スギ) × 7/3
 m: *Rhizoctonia* sp. の菌絲
 [原圖]

病 徴

子(稚)苗の立枯病と呼ばれる病害は苗の生育段階及び病状によつて次の如く區分せられる

(1) 地中腐敗型¹⁾

(Pre-emergence damping-off, germination loss)

之は地下で種子の發芽後間もなく幼根が病原菌によつて侵され地上に現れる前に枯死腐敗せられるものである。本病害は地下に於て起るため直接見る機会がなく考慮に入れられない場合が多いがその被害は甚大なものである。斯るものを種子の發芽不良として簡単に片づけることが多くはないであらうか。地上に幼植物體が現れてから後の病害も勿論重要ではあるが、目につかない地下で斯る病害の起つてゐることを考慮に入れるべきである(第1圖、A)。

(2) 倒伏型²⁾ (倒臥病、腰折病³⁾、立枯病、

1) 筆者の假の譯語であるが、今後更に検討を加へ一層適切な譯語があれば變更するに吝でない。
 2) 筆者の假の譯語。
 3) 病徴を現はすよい邦語だと思う。現にタバコの場合此の名が使用されてゐる(煙草腰折病)。併し此の語を Drooping disease の譯語として用ゐてゐる人もあるので茲には使用することを避けた。

腐敗病、倒靡病)

(Post-emergence damping-off, normal damping-off)

苗が地上に現れて後、地際に近い莖部及び根部が侵される。莖の地際に近い部分が侵された時は此の部分は顯著にくびれ次で糸のやうに細くなり地面に倒伏し遂に腐敗消失してしまふ。最も明瞭に認められる病状である(第1圖B, C. 附圖第III 及び第VI, A, B, C)。

而して被害は一點を中心として小にしては數種、大にしては數十種の禿狀地面の露出をみることもあり、尙斯る禿狀地が隣接する場合には各々融合して時に巨大な地面を露出することがある(附圖第I, 及び第II)。

(3) 首腐型¹⁾ (Top damping-off, top-killing, black top)

發芽後幼植物が地上に現れる前に子葉或は幼莖上部が侵された場合を言う。斯る病状を呈する地中腐敗型の一種を區別して名づけられたのが最初であるが、近年では幼植物が地上に現れた後環境が過濕のため上部(子葉及び莖の上部)が侵された場合にも用ゐる人がある(第1圖、D)。

(4) 根腐型²⁾ (Root rot, late damping-off)

苗の幼若期を病原菌に侵されず或は侵されても輕微な場合には一應(1)~(3)からのがれて倒伏腐敗することなく苗は生長をつゞけ組織學的には木化の度を加へて稍々堅硬となる。斯る段階に至つて下部の針葉から次第に褐變萎凋して遂に枯死するが腐敗消失することなく比較的長い間形骸を止める。斯る苗を詳細に検査すると根部及び莖の地際の部分³⁾が腐朽してゐるのである。根の一部殊に根端が黑色腐朽してゐること及び根の大部分が腐朽しても消失することなくそのまゝ原形を止めてゐることも多い。斯る病状に與へられたのが根腐型である(附圖第I 及び第II)。(1)~(3)による禿地面の周縁及び被害床面に點々殘存してゐる苗はよく此の病状を呈する(附圖第IV, 第V)。

根腐に罹つた苗は長い間枯死することなく生命を保つてゐることもあるが、盛夏の候となり早天が続くと根の腐朽により水分吸収と蒸散の間に不均衡を生じ枯死するものが續出することを筆者は觀察してゐるが斯る場合は早害と混同されがちである。

一度根腐に罹つて一時稍々針葉が變色し衰弱してもその程度が輕微であれば

1) 筆者の假の譯語。
 2) 苗齡2ヶ月迄の立枯病を Damping-off と稱し、それ以後のものを Late damping-off 又は Root rot と呼ぶ人もあるが之は樹種により、又環境により一定し得るものではないやうに思う。
 3) 斯る病状を Sore shine 或は Sore shank として區別する人もあるが煩にたへるので茲では一括した。

更に新根を形成して完全に回復するものもあり、又枯死することなく秋季迄生存しても健全苗に比して發育が極めて劣る場合もある(附圖第II, B)。

筆者は根腐型を呈する罹病苗から病原菌の分離を試みて(I)~(3)の場合と同一であることを確認した。

病原菌

本病は所謂土壤病害に屬するもので土壤内に棲息する病原菌類によつて惹起されるものである。併し茲に立枯病と言うのは或る特定の病原菌による特定の病害をさすものではない。極めて多種の菌類に因る種々の病害を、ただ病徴が略々同一なことから綜括して斯く呼ぶのである。而して本病に關與する病原菌は系統學的に言つて極めて廣範圍に亘るもので下等なものは藻菌類から高等なものは擔子菌類のものまで見出されてゐる。今その著名の菌の屬(Genus)名を掲げれば次の通りである。

藻菌類(Phycomycetes): *Pythium* (ピチウム) 屬、*Phytophthora* (フィトフトラ) 屬

子囊菌類(Ascomycetes): *Rhizina* (リチナ) 屬、*Ophiobolus* (オフィオボルス) 屬

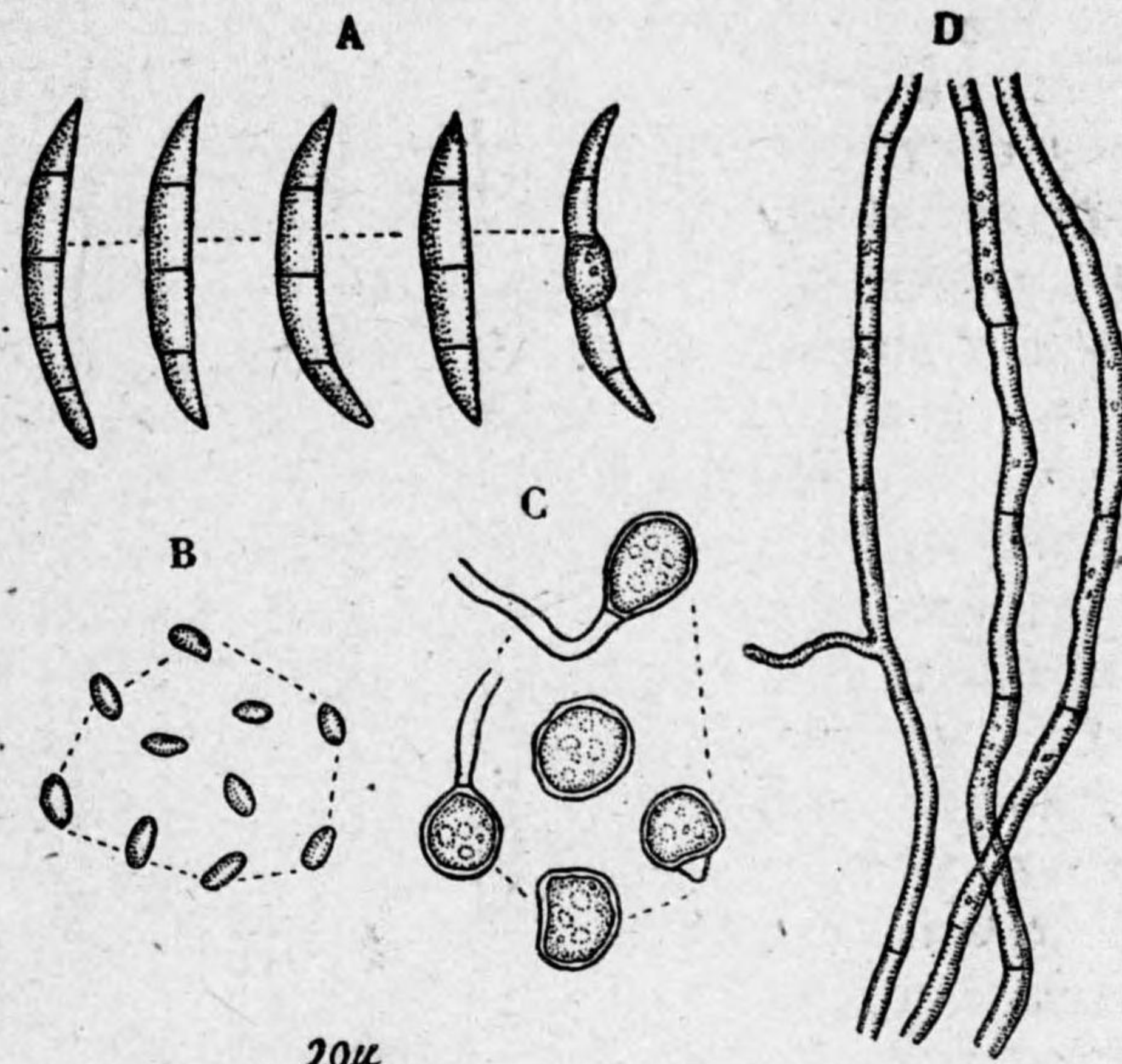
擔子菌類(Basidiomycetes): *Hypochnus* (ヒボクヌス) 屬、*Corticium* (コルチシウム) 屬

不完全菌類(Fungi Imperfecti): *Fusarium* (フザリウム) 屬、*Rhizoctonia* (リゾクトニア) 屬、*Botrytis* (ボトリチス) 屬

米國に於て最も被害の大なるものは *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* の3屬である。

筆者が今日迄に分離した菌類はアカマツから14菌系、クロマツ13菌系、スギ49菌系、ヒノキ及びサハラ9菌系、カラマツ20菌系、アカエゾ1菌系、アオトマ1菌系、合計107菌系に達してゐる。その中 *Fusarium* 屬、次に *Rhizoctonia* 屬のものが壓倒的に多い。故に茲には *Fusarium* 及び *Rhizoctonia* 兩屬に關してその菌學的性質を簡単に述べてをく。

(1) *Fusarium* 屬 此の屬の菌類には普通大型分生孢子(Macroconidia) 小型分生孢子(Microconidia)、及び厚膜孢子(Chlamydo-spores) の3孢子型と菌絲(Mycelium) がある。最も顯著な特徴は新月型を呈する大型分生孢子にある。孢子が發芽して菌絲となり尙菌絲から孢子が新生せられ、之を繰返してゐる譯である。(第2圖)。孢子は越冬その他不良環境に耐へて種屬保存上役立つものと見做されてゐる。越冬した孢子(菌絲のまゝでも越冬する) が翌春



第2圖 *Fusarium* sp.

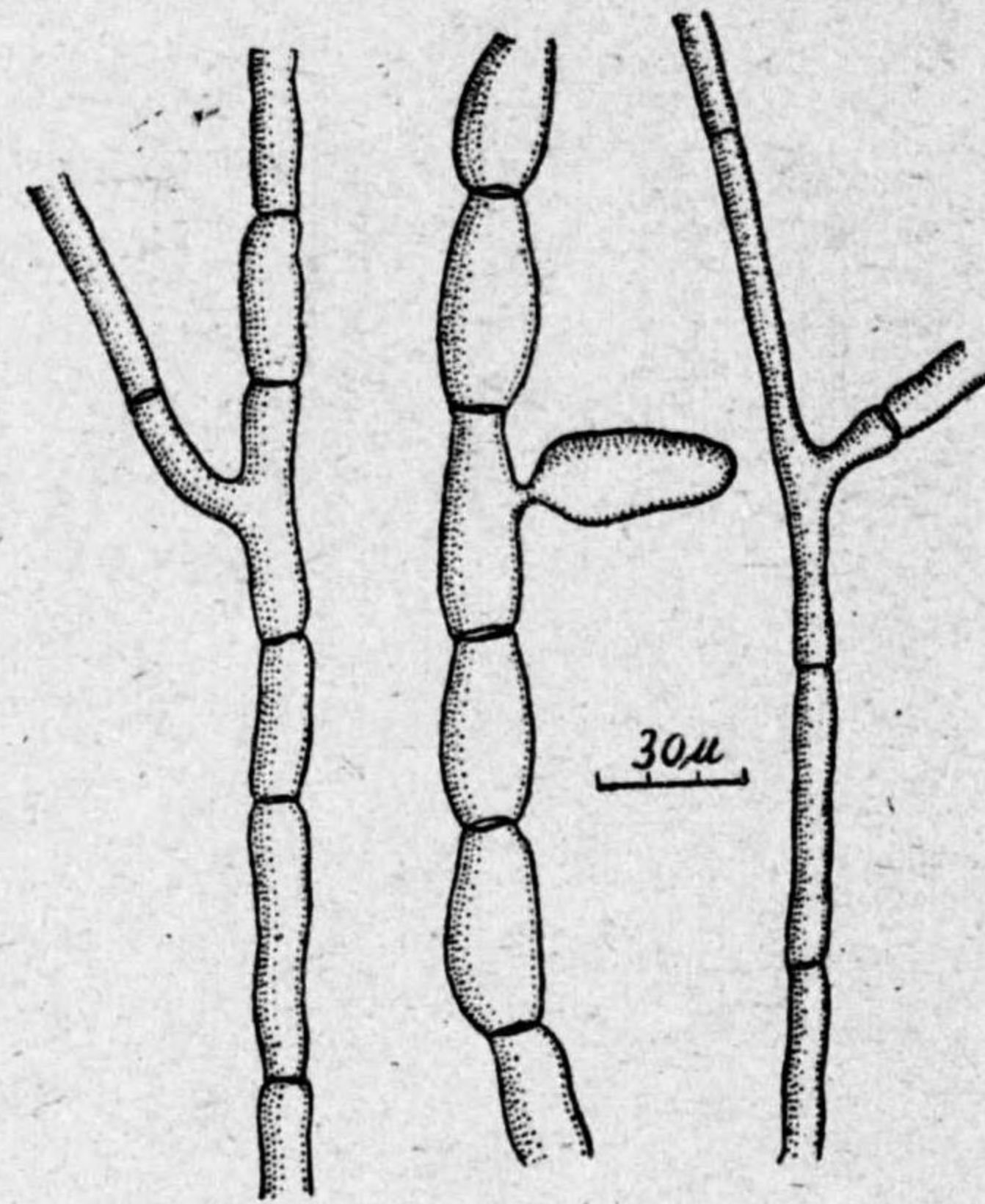
A. 大型分生孢子; B. 小型分生孢子; C. 厚膜孢子; D. 菌絲
[原圖]

發芽して菌絲となり、環境よろしきを得れば(病菌に對して)、此の菌絲が子苗の幼若な組織に侵入蔓延し、茲に發病を見るもので、菌絲は更に地中に生育増殖し、その間孢子をも形成し次第に病害の傳播をみるのである。過濕な状況下に立枯病に罹つた稚苗を注意深く引き抜いて顯微鏡で觀察すると第2圖Aに示すやうな新月型の大型分生孢子を認めることがある。

(2) *Rhizoctonia* 屬 此の屬の菌類には菌絲と菌核(Sclerotia) の二つしか見られないのが普通である。尤も *Rhizoctonia* の完全時代は擔子菌類の *Corticium* 屬であつて、*Corticium* 世代は土壤及び植物體上に形成を見、白粉を撒布したやうになるが之は擔孢子(Basidiospores) である。併し完全時代は極めて稀にしか觀察せられない。*Rhizoctonia* の菌絲は *Fusarium* に比して著しく太いのが普通で初め無色であるが後に淡褐色に變ずる(第3圖)。菌核はナタネ大からダイズ大に亘り大小様々であつて罹病植物及び培養基上に形成されるものであるが、併し針葉樹稚苗上の發見は稀である。

菌核によつて越冬し、之から菌絲を生じ、菌絲が幼苗体内に侵入して發病せしめるが、又菌絲のまゝ地中に潜在し翌春此の菌絲から新に菌絲を繁殖して病害を惹起することも普通にみられる。

被害苗特に根腐型を呈してゐるものゝ地際に近い針葉及び莖部に蜘蛛網狀に菌絲が纏絡し之に土粒が附着してゐるのを屢々認めるが、顯微鏡でみると第3圖に示すやうな *Rhizoctonia* の褐色菌絲を検出することが多い(附圖第V, B)。



第3圖 *Rhizoctonia* sp. の菌絲
〔原圖〕

本病の發現に關する諸條件

ひとり立枯病に限らず他の寄生性の病害でもさうであるが、病原體の存在する處に必ず發病があるとは限らない。病害の發現には病原體、寄主植物の生理、外圍環境の3方面から考察を加へるべきである。外圍環境が病原體の生育に對して好都合であり、寄主植物に對して悪影響を及ぼしその生理が害はれた場合に發病は顯著となり激害を招來する。併し外圍條件と一口には言うものゝ之は極めて多數の因子によつて構成せられ且つ其等が有機的に相關聯してゐるものであるからその一つ一つについて實驗を進め尙その上に綜合して結論づけることは容易な業ではない。

寄主植物の生理状態と發病の機構は一層複雑であつて此の關係は立枯病のみならず他の病害に於ても今日迄に判明してゐる事柄は決して多くはない。

以下立枯病の發病乃至は被害に關係ある諸事項に就て簡単な記述を進めてゆくが、記述は簡々の因子についてであつても實際には此等總ての事柄が相關聯し複雑多岐を極めてゐることを念頭に置かなければならない。

1, 溫度 正しくは土壤溫度が關與するものであるが空氣の溫度からも或程度の推論はなし得るであらう。之は病原菌の種類により又樹種によつて

一様ではない。米國に於けるマツに就ての研究結果では病原菌が *Pythium* の場合は 24°C. 以下に於て、又 *Rhizoctonia* の場合は 24°C 以上に於て被害が大であるとの報告がある。本邦に於て農作物に關する實驗結果は *Pythium* では 20°~30°C に於て又 *Rhizoctonia* では 16~24°C に於て被害大であると言う。筆者のカラマツ、*Rhizoctonia* に關する圃場觀察では地温(地表温) 15°~25°C に於て顯著な被害を認めた例があり、又室内接種試驗による *Fusarium* spp. 及び *Rhizoctonia* sp. に就てアカマツ、カラマツ、ヒノキに關する實驗では 17°~27°C に於て顯著な發病を認めた。

一般に稍々高温に於て被害が大であると言ひ得るが併し温度の上昇と共に寄主植物の發育も良好な爲め罹病を免れる半面もある。

2, 濕度 空中濕度と土壤濕度の双方を考ふべきである。濕度(特に土壤濕度)と立枯病との關係の實驗成績は殆ど見當らない。米國に於てマツ、*Rhizoctonia* に關する觀察では空中濕度が飽和状態の際被害大であるが、*Pythium* では被害の大小は空中濕度に影響されないと言う報告がある。併し一般には過濕が本病の發現に好適であると見られる場合が極めて多く、梅雨の後に本病害が夥しく見られるのは吾人のよく經驗する處である。たゞ農作物に關する實驗ではあるが *Fusarium* による場合土壤濕度の低い時に多く發病すると言う確實な研究報告もある。

以上溫度、濕度に關し、此等が病原體の發育に對する影響も勿論重大であるが、それにも増して寄主植物側に及ぼす影響も考慮しなければならない。

3, 日光 日蔭では高等植物は健全な生育をなし得ないの言う逆もないことで、日光照射の多寡は寄主植物の生育に關係あると同時に又溫度濕度にも影響する。日光照射の過少な處で被害が多いことは周知の事實である。

4, 播種密度及び覆土の厚さ 過度の厚蒔は本病の激害を招くことの多いのは人のよく知る處である。之は溫度、濕度、光線の寄主植物及び病原菌に及ぼす影響によるものであらう。覆土も亦厚きに過ぎれば被害が大である。

5, 播種の時期 所謂播種の適期に於て行へば本病の被害を少くするとされてゐる。適期は各地によつて異なることは勿論である。

6, 種子の産地 之は所謂郷土問題の中に入るべきものであらうが、他の地方から得た種子を播種した場合に本病の被害が大であるとの説があるが詳細な實驗成績はない。

7, 土壤の理學的性質 粘重な土壤には被害大で輕鬆な土壤では少いと言はれてゐるが、その詳細な實驗成績のあるを知らない。

8, 土壤の化學的性質 詳細なことは不明であるが窒素質の多い土壤及び

燐酸の欠乏せる土壤には被害が大であるとの報告がある。又土壤の水素イオン濃度は本病の發現に大に關與するものゝやうである。米國に於けるタウヒ、マツについて *Pythium, Rhizoctonia* に關する觀察によれば pH7 以上の場合は被害大であるが pH5 以下では少いと言う報告がある。又ノールウエーマツに關する他の報告によれば *Pythium* 及び *Rhizoctonia* では pH5.8 以上の中性及びアルカリ性側に於て被害が大であると言う。故に木灰、石灰その他アルカリ性肥料の施與は土壤の水素イオン濃度をアルカリ性側に變ずるため本病の被害を大ならしめるから、その使用は嚴に避くべきであるとしてゐる。

土壤の水素イオン濃度が本病の發現に關係あることは如上の如くであるが、然らば如何なる機作によつて斯る結果になるかに關して少く考察を加へてみよう。水素イオン濃度は *Pythium, Rhizoctonia* 及び *Fusarium* の生育に影響するもので微酸性に於て生育良好であり、アルカリ性側では劣る。故にアルカリ性側に於て被害が大であることは病原菌の發育と言う點からみても逆であるが更に重視すべきは寄主植物に對する影響であらう。即ち水素イオン濃度が寄主に悪影響を及ぼして（此の場合は pH 價の高いこと即ちアルカリ性であることが）その罹病性を増大せしめるものと考へられる。

防 除 法

本病は前述の如く系統學的に互に縁遠い多種の病原菌に基因されるものであるから、その防除は極めて困難なことで完全な方法は望まれないであらうが併し相當程度の効果を収めるのは決して不可能ではない。

本病の防除法に關する試験研究は本邦に於ては現在迄みるべきものなく、筆者も亦その成績を公にする段階に至つてゐない。茲には海外に於ける多數の文献により、之に乏しい乍ら筆者の卑見を加へて記述を進めたいと思う。外國の成績をそのまま我國に應用することは甚だ危険で慎重な試験検討を加へる必要のあることは勿論である。

1. 間 接 防 除 法

前章「本病の發現に關與する諸條件」に於て述べた處から發病に好影響を與へる諸條件を出来るだけ回避して間接に病害を防除せんとする方法である。

(1) 排水、通風をよくし過濕にならぬやうにすること。

(2) 日光の透射を良好ならしめること。但し過度に日光があたると旱害を起すことがある。

(3) 播種は厚蒔にならぬやうにし、覆土は厚過ぎぬやうにすること。種子の發芽率についての不安及び發芽後の病害その他の障害による消失を豫想して一般に厚蒔に過ぎる傾向があるのではあるまいか。

(4) 條播をさけ撒播を行うこと。條播の場合播き溝にはどうしても苗が密集する傾向がある。

(5) 除草、間引を充分行うこと。

(6) 播種時期を誤らぬこと。本邦に於ては春蒔が普通であるが、外國では本病の被害を回避するために秋蒔きした例もある。併し降雪地方、寒冷地方に於ては發芽後の寒害或は他の病害に侵される處もあるから、その地方の條件に應じて慎重に行ふ必要がある。

(7) 粘重な土壤には砂或は有機物を混入して土壤の理學性を改めること。併し之は大面積には實行不可能であらう。

(8) 腐熟不十分な堆肥、その他窒素質に富む肥料を過度に與へぬこと。又燐酸の欠乏せる土壤には燐酸肥料を與へること。トーマス燐肥を與へて立枯病防除に卓効を示した例が英國から報告されてゐる。

(9) 土壤の反應を中性乃至アルカリ性にならぬやう施肥その他により注意すること。但し之は外國に於ける場合のことで本邦については後に此の點に觸れて述べる處がある筈である。

(10) 遮斷法 病原體が健全植物に傳播移行することを防ぐため被害部の周圍に溝を掘つて隔離する方法で、床面に點々と少數の被害部が認められる際には有効なこともあらう。

(11) 客土法 病原體を含む病土を廢棄して、心土、山土等の無病土を以て更新する方法で、農作物特にタバコの苗床等には普通に用ゐられる方法であるが、林業苗畑の如き大面積には實行不可能であらう。

(12) 休閒或は輪作 土壤中の病原體にその寄主を與へず自滅漸減を俟つ方法である。併し本病の病原菌の如く多種の植物を侵すものにあつては (*Rhizoctonia* 等は農作物も雜草をも侵して繁殖する) 此の方法は價值が少い。

(13) その他の圃場衛生 土壤をよく耕耘して夏期には太陽光線に曝射し、又冬期酷寒寒雲の地方では土壤の曝寒も本病防除の一助となるであらう。尙特に茲に述べたいことは立枯病は病原菌によつて傳播されるものだと言うことを常に忘れず、耕耘、除草その他の作業の際病死苗や病土を無意識に他の無病土に搬入しないやう圃場衛生に留意することである。

2. 直 接 防 除 法

如何に周到な注意を拂つても間接防除法のみを以てしては所期の効果を擧げることには出来ない。殊に病害激甚な苗畑に於ては然りである。米國に於ては毎年 10~15% 以上の被害をみる苗畑には土壤消毒その他による直接防除法を講じてゐるとのことである。

A. 生物學的防除法

拮抗作用を有する他種微生物によつて病原菌の繁殖を阻止し或は死滅せしめんとするもので、*Rhizoctonia* 菌に *Trichoderma lignorum* を使用した實驗がある。併し之は實驗的には其の有効性は認められても未だ實際に應用する時期には到達してゐない。將來に残された問題であらう。

B. 物理學的防除法

a. 紫外線或は超短波の利用

紫外線或は超短波を照射して病原菌を殺滅せんとする方法であるが未だ小規模な室内實驗の域を出ない。

b. 熱による土壤消毒

(1) 表面焼土法 地表に燃料を堆積して之に放火しその熱で下の土壤を消毒する簡単な方法である。此の方法では表面近くの浅い處にある病原菌は殺滅されるが少々深い所にあるものには効果は少い。又火熱によつて土壤成分に變性を來たすことがある。降雨の後等で土壤が十分に水分を保持する際に實行するのがよいと言はれてゐる。併し前述の如く米國では残つた木灰の爲め土壤の水素イオン濃度に變化を來たし被害が大となるから避けるべきだとされてゐる。

(2) 土壤加熱法(燒土法) 鐵板或は鐵製の函に消毒すべき土壤を容れて下から火を焚き攪拌しつゝ加熱する方法である。本法は温室、温床等の小規模なものには適用出來ても、大面積には實行出來ない。

(3) 熱湯灌注法 熱湯をそゝいで土壤消毒を行うものであるが大面積には實行困難であらう。

(4) 電氣加熱法 電熱器を装置した鐵製の罐内に土壤を容れて加熱消毒を行うもので大面積には應用出來ない。

(5) 蒸氣消毒法 之には種々の方法があるが苗畑に適用し得るものは、特別に設計された移動式蒸氣トラクター (Steam tractor) によつて 80~100 ポンドの加壓蒸氣を管で注入器に送り土壤中に吹き込み病原菌を殺滅する方法である。本法は殺菌の効果が十分に期待出來、又土壤の性質を變ずる憂はないが機械設備及びその操作に多額の經費を要することが大なる缺點である。

尙蒸氣消毒を行つた土壤はあらゆる生物が致死せられて土壤の微生物的平衡が破れる。そのため外部から來た黴その他の腐生(死物寄生)的微生物が急激に繁殖することがあり、甚しい時は發芽直後の幼若な子苗を蔽ひ一時的ではあるが子苗に悪影響を及ぼすことがある。

C. 化學的防除法^{1), 2)}

化學的防除法とは所謂藥劑を用ゐて土壤消毒を行ひ土壤中の病原微生物の發育を阻止し、或は殺滅せんとする方法及び種子に塗沫して播種し塗沫藥劑によつて病原微生物の寄主體侵入を阻止し或は此等の繁殖阻止乃至は致死せんとする方法を含む。

藥劑の選擇よろしきを得又用法適當であればその効果は最も期待出來る方法である。併し病原菌も下等とは言ひ寄主と同様植物であり又本病の場合は外圍條件に對して最も敏感な幼若期にある。従つて藥劑の稚苗に有害に働く作用即ち藥害の方面からも慎重な考慮を拂はねばならぬ。

藥劑をその物理的性質から分類すれば、液劑、粉劑、ガス劑等とすべきであるが茲には藥劑の見かけの性状によつて液劑と粉劑の二つに分けて述べる。

a. 液劑

(1) 硫酸銅液 播種時に硫酸銅液を使用し若干の効果を收めた報告がある。併し土壤が炭酸鹽類に乏しい場合には藥害極めて大であつて決して良い方法ではないと言はれてゐる。

(2) ボルドウ合劑 播種後覆土上にボルドウ合劑を使用してある程度効果を收めた報告もあり、又殆ど効果ないとする報告もある。立枯病の如き土壤病害にはその効果は期待出來ずたゞ幼植物が地上に露出して後被害を受ける首腐型病害の場合にのみ或程度の効果があるかも知れない。

(3) 硫酸 之は播種直後覆土上に水で稀釋した硫酸液を撒布する方法で即ち濃硫酸 20~70 cc. を 5~10 l. の水に稀釋した液を 1 m² に施す。土壤の含水率の大なるときは稀釋度を小に又その逆の場合は大とする。米國では硫酸液を撒布するため移動式の特別な器具が考案されてゐる。尙本法實施に當つては各苗畑ごとに小規模な試験を豫め行ひ、その結果によつて濃度、施用法を決定する。

本法は嘗て米國に於て特に林業苗畑に大規模に實行され、本病の防除及び雜草の驅除にも極めて効果ある方法として推賞せられ、現今でも相當行はれてゐるやうである。併し最近ではその効果に對し諸家の意見は必しも一致してゐない。

本法は使用する器具を除いては藥劑の價格も比較的低廉で經費の點では本邦に於ける實行は不可能ではない。併し茲に重大な考慮を拂はねばならぬことがあると思う。それは米國の苗畑土壤と日本の夫とに於ける理・化學的性質就中

1) 藥劑名の譯語に關しては當場林産化學部長 田窪技官に負うところが多い。
2) 各文献により單位がまちまちであるので、その略数をメートル法によつて示した。

酸度の相違である。筆者は此の問題を論ずるに足る資料を手元に持たないが、聞く處によれば米國にはアルカリ土壤或は之に近いものが多く日本に於ては大部分が酸性土壤であると言う。若しさうであるとすれば斯る酸性土壤に硫酸を使用して酸度を更に高めることは稚苗の生理に對して如何なる影響を及ぼすであらうか。尙米國に於て硫酸の施與と共に石灰を併用した例もあるが此の際にはその効果が大に減殺せられたと言つてゐる。又金屬を腐蝕し皮膚を傷け尙衣料を損ずる硫酸の如き強酸が日本の現在の苗畑事業に適用し得るであらうか。

以上の諸點からして本法の日本に於ける實行には土壤學者、病理學者及び事業擔當技術者の共同の努力が望ましいと考へる。

(4) 醋酸或は木醋 播種直後 0.8% 醋酸水溶液 (木醋の場合は醋酸の含量によつて之に準ずる) を 1m^2 當 7l. 撒布することによつてフォルマリンに劣らぬ効果をあげた報告がある。尙醋酸は有機酸であるから土壤酸度に永く影響することはないと言はれてゐる。

(5) 硝酸 硝酸稀釋液を使用して効果があつたと言ふ報告がある。

(6) フォルマリン 之は市販のフォルマリン (フォルムアルデヒドを 35%~40% 含有する) を水で 50~100 倍に稀釋し 1m^2 當 4~8l. 施與するものである。その方法は床地を充分鋤き起し、播種前 7 日 (溫暖な候) 乃至 14 日前 (寒冷な候) に噴霧器を以て土壤を攪拌し乍ら地下に充分藥液を滲潤せしめ、撒布後は地表を均らして鎮壓し筵等で被覆して 1~2 日間放置しフォルマリンのガス (フォルムアルデヒド) が充分土粒間に瀰漫するを俟つて後被覆を除き時々土壤を鋤き返してフォルマリンガスを揮發せしめてから播種を行ふ。

本法は藥劑がガスとして揮散するから土壤を變質することがなく又効果も卓抜であるが藥價が比較的高價であるので大面積の實行は此の點からして困難かも知れない。

(7) クロールピクリン 1m^2 當り 3 箇の割合で深さ 20 cm 位の穴を掘り之に 5~10 cc. の藥液を注ぎ覆土する。施與後 1~2 週間を経て播種を行う。本劑はフォルマリンと同様揮散するガス體によつて殺菌が行はれるものである。

(8) 有機水銀製劑 ウスプルン、メルクロン等の製品が之に屬する。此等は粉劑であるが水溶液として使用するから便宜上茲に述べてをく。ウスプルンの 800 倍水溶液を *Pythium* によつて立枯病を起しつゝある潤葉樹子苗のポットに撒布し、病害の蔓延阻止に若干の効果があることを認めてゐる。

b. 粉 劑

(1) 硫 黃 微粒粉末硫黃を床地内に鋤き込み或は發芽後撒布したがさしたる効果はなかつたと言ふ報告がある。

(2) 硫酸銅 之は床面に點々と被害が現れた時、病害の進展を防止するため被害部及びその周圍に硫酸銅粉末を撒布するもので施與した部分附近の苗は全部枯死する。一部生育苗の犠牲を顧みず大面積の病害蔓延に備へんとする方法である。

(3) 木 灰 木灰をそのまま或は木灰汁として施用することは本病の防除に對して有効であるとされてゐる。併し前述の如く米國に於ては逆に木灰の存在は病害を大ならしめるものとして使用を嚴禁してゐる文献が極めて多い。尤も米國に於ても *Fusarium* によるワタの立枯病に加里肥料を施與することにより或る程度防除の實をあげたと言ふ報告がある。筆者は木灰の本病防除に對する効果を肯定する資料も又否定する實驗成績も現在持つてゐない。木灰が本邦に於て眞に有効だとすれば之は日・米兩國の土壤性質の相違によるのではあるまいか。

(4) 硫酸アルミニウム 播種直後覆土上に 1m^2 當り 70~280 g. 撒布する。土壤酸度に應じて施與量を加減する。尙床面が乾燥すると藥害を起すことがあるから幼苗がよく生育するまで充分湿度を保たせる必要がある。發芽後施與する場合には、後に水を撒布して幼苗上に附着した藥劑を洗ひ落してやる。本劑を使用し初めた頃は水に溶かして液劑として用ゐられたが、近年は粉劑として使用することが多い。

本劑は金屬を腐蝕することも又皮膚を傷けることもなく、米國に於ては硫酸よりも効果があると言はれ近年大に使用されてゐる。但し雜草の生育阻止には硫酸よりも劣ると言ふ。

(5) 硫酸 (第一) 鐵 硫酸アルミニウムと同様の方法で施與せられる。本劑も亦極めて効果大であると言ふことである。

(6) 鹽基性炭酸銅 1m^2 當り 40~80 g. 撒布する。

(7) 蓆 酸 銅 1m^2 當り 60~100 g. 撒布する。

(8) 酸化銅類 酸化銅はその成分の相異により赤色、紫色その他種々のものがある。本劑は土壤に撒布することは少く、豫め種子に塗抹して播種する所謂粉衣劑として使用するもので、施用する手數及び經費からすれば極めて都合のよい方法である。本劑に關する研究は最近のもので歐米に於て試られ、卓抜な効果については報告がまちまちであるが最も希望的な藥劑の一つと言つてよいであらう。

オランダに於ける研究によれば針葉樹稚苗の立枯病防除のため種子 1 kg. に對して赤色酸化銅 25~50 g. を塗抹して實驗を行ひ有効であつたとのことである。米國に於けるトマトの立枯病（病原菌は針葉樹稚苗の場合と類似する）を防除するため酸化銅製劑（紫色酸化銅）を種子 1 kg. に對し 25 g. 塗抹施用して地中腐敗型被害に効果を収めた試験報告がある。又他の報告によれば、（農作物に關するものであるが）酸性土壤（pH 5）に於て酸化銅を施用したところ甚しい藥害を蒙つたと言う。

尙種子に塗抹する粉劑は極微粒子とし、種子全表面に附着するやうにしなければならぬのであるが、此の目的のため考案された簡単な器具がある。

（9）有機水銀製劑 元來種子消毒劑として製造されたもので之にはセレサン、セメサンその他種々の製品がある。土壤に撒布することもあるが多くは種子に塗抹して使用する。農作物に關する試験成績は多數あるが、樹木についての報告は少い。ドイツに於て燐酸肥料と本劑を同時に土壤に撒布して *Rhizoctonia* による立枯病防除に良結果を収めた報告がある。

種子 1 kg. に對して本劑 10~20 g. 位の割合で塗抹した後播種したら本病豫防に若干の効果があるのではないかと考へてゐるが筆者の實驗成績はない。尙本劑を多量吸収することは人體に有害であるから取扱に當つては此の點注意を要する。

結 言

以上簡單乍ら稚苗の立枯病とは如何なるものであるか、病害の發現には如何なる條件が關與するか、本病の被害は如何に大であるか、及びどんな方法を講じたら此の病害を防除し得るか等に関して概説を試みた。繰返して述べるが、本病に關する我國の研究は極めて立ちおくれてゐる。之はひとり研究者の怠慢をのみせめるべき問題であらうか。外國に於ける本病の研究及びその防除試験の歴史は數十年の永きに亘り、苗畑事業擔當者の貴重な觀察結果の提供と深い關心による研究者へのたへざる激勵と協力によつてもたらされたものである。外國の研究成績は後進の我々にとつて大に參考となるものであるが併し國情、樹種及び立地條件の異なる我國に其のまゝ適用し得ないのは言う迄もないことであらう。

現地技術者、土壤學者、化學者及び病理學者の緊密な協力が必要であるが更にそれにもまして重要なことは本病に對して深い關心と認識を持つた林業界の力強い支援なくしては本病に關する研究の完成も、又我國に適合する効果的な防除法の確立も望み得べくもないと思う。

(24. 1. 4)

昭和24年1月25日 印刷

昭和24年1月31日 發行

林業技術シリーズ 第1號

農林省林業試験場

東京都目黒區下目黒4丁目770

印刷人 儘 田 祐 吾

東京都港區芝三田四國町17

印刷所 合同印刷株式會社

東京都港區芝三田四國町17

特256
923



終