

アスパラガス立枯病の発生実態と多発要因について

岡山 健夫・小玉 孝司

Studies on the Occurrence of Asparagus Root Rot Caused by *Fusarium**oxysporum* f. sp. *asparagi* and Its Cause of Severe Development.

Ken-ō OKAYAMA and Takashi KODAMA

緒 言

アスパラガスは、従来北海道や長野など冷涼地を中心に主に加工用として栽培されていたが、グリーンアスパラガスの消費増加にともなう暖地に導入され、現在では近畿以西で約 200 ha が栽培されている。

奈良県では 1972 年にアスパラガスが導入され、以来経営上の有望作物と見なされ各地で産地化がはかられつつある。1982 年 9 月上旬、このような地域の一つである宇陀郡榛原町の新規造成畑においてアスパラガスが黄化し、根株が腐敗枯死する症状が多発し、大きな問題となった。その原因を究明するために被害株から病原菌を分離、同定した結果、アスパラガス立枯病が主因であることが明らかになった。

立枯病についてわが国では 1963 年に北海道で根腐症状を示す病原菌の一つとして *Fusarium* 菌が記載され、立枯、先枯病状を示す病害の一つとして立枯病が報告されている¹⁾。その後、本州では 1976 年に長野県下で発生を確認し、病原菌を *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* Cohen と同定し、本病を欠株原因の一つと推定している⁶⁾。

しかし、これまでのところ本病の発生生態は明らかでなく、防除法を確立するうえで大きな障害となっている。

著者らは、前述の多発圃場における発生実態を調査し、発病と環境要因との関係について検討を加え、多発原因の一部を明らかにすることができたので概要を報告する。

実験 I 病徴、病原菌の分離、同定および発生実態調査

本病の発生状況調査は、宇陀郡榛原町の新規造成畑において 1982 年 7 月から 9 月に病徴観察ならびに症状株の採集を行った。

病原菌の分離には素寒天培地ならびにストレプトマイシン添加 PDA 培地を用い、症状株の茎、地下茎および根から菌の分離を行った。分離した菌を播種後 1 か月目のアスパラガス *Asparagus officinalis* L. (以下の供試品種はすべてメリーワシントン 500 W) に接種し、症状が再現できた株から病原菌の再分離を試みた。

実験結果

1. 病 徴

アスパラガスは定植後 2 年目の 5 月下旬から欠株が発生し始め、9 月上旬には株の中の 1~2 本の茎葉が黄化したり、濃緑色になる生育不良株が目立ち圃場全体に広がった。生育不良株は茎葉の地際部がくびれて褐色に腐敗しており、この部分から折れて容易に引き抜け、茎葉の導管部に褐変が認められた。これらの症状を示す株の地下茎や根は軟化腐敗し、根は表皮を残して枯死脱落した。

2. 病原菌の分離と同定

このような症状株の茎葉、地下茎および根から常法により菌を分離したところ、高率に *Fusarium oxysporum* が分離された(第 1 表)。これらの菌をアスパラガ

第 1 表 衰弱株から分離した菌の種類

種 類	分 離 部 位		
	茎 葉	地下茎	根
<i>F. oxysporum</i>	16 a)	4	1
<i>Trichoderma</i> sp.	2	2	1

a) 数値は単離菌株数

ス幼苗に接種した結果、40 日後に黄化衰弱する株が認められ、90 日後には供試株のうち約半数が枯死した(第 2 表)。これらの発病個体からは接種と同一菌が再分離で

き、分離菌株の小型分生胞子の着生形態、アスパラガスに対する病原性から本菌を *F. oxysporum* Schl. f. sp. *asparagi* Cohen と同定し、アスパラガス立枯病とした。

第2表 分離菌の接種結果

分離菌	供試株数	接種40日後		接種90日後	
		黄化	枯死	黄化	枯死
<i>F. oxysporum</i>					
FO-1	7	4	1	1	5
2	6	5	0	2	3
3	7	6	1	3	4
4	8	4	0	2	4
5	8	0	0	3	0
<i>Trichoderma</i> sp.					
T-1	8	0	0	0	0
2	8	0	0	0	0
control	8	0	0	0	0

3. 現地における発生実態

立枯病の発生圃場は1979年に造成し、開畑後の作付実績は初年度にダイコン、2年目にバレイショを栽培後、1981年4月にアスパラガス（品種メリーワシントン）の一年生苗を定植した開畑後3年目の圃場である。1982年9月上旬の調査で茎葉が濃緑色に変色し、1、2本の茎葉が地際部から折損する発病初期と考えられる株が40%、根が腐敗し地上部が黄化枯死する重症株が32%で、合計発病株率は72%であった。圃場は中山間の谷合いを階段状工法で造成開畑した場所で、発病株は日照時間の短い所や排水の悪い所に多発している傾向が観察された。なお、この圃場では茎枯病の発生は認められなかった。

立枯病の発生は隣接圃場においても確認でき、発病株率は8%であった。県下の他産地における発生実態を調査したところ、同一症状は桜井市、生駒郡などの産地にも分布が確認された。桜井市では榛原町と同様に開発造成直後の圃場で激しく発病し、産地の存亡に関わる被害であることが明らかになった。生駒郡では育苗圃で発生が確認された。一方、既耕畑や水田利用再編作物として導入されたアスパラガスでは発生が少ない傾向であった。

実験Ⅱ 発生生態と防除に関する試験

材料および方法

1. 病原菌の発育温度ならびに立枯病の発病と温度との関係

分離同定した菌株を供試し、PDA培地により25℃、5日間平面培養し、発育した菌そうをコルクボーラーで切りとってPDA培地を注入した径9cmのペトリ皿に移植し、所定温度に調節した定温器内に収容し1日毎に発育した菌そう直径を計測した。

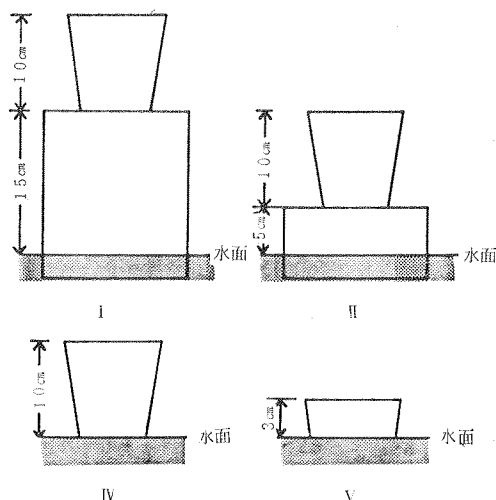
温度が発病に及ぼす影響を明らかにするため、所定温度に設定した人工気象器内に立枯病接種土壌を入れた15cm鉢を置き、アスパラガスの発芽種子各50粒を播種し、20日後に発病状況を調査した。同時に、殺菌土壌を入れた鉢に播種したアスパラガスの草丈を計測し、温度と生育との関係を調べた。

2. 立枯病菌菌密度の調整

土壌中の立枯病菌の菌密度と発病との関係を調べるために、ふすま培養した立枯病菌を殺菌土壌に混和し、これを原病土として殺菌土壌で1/2、1/10、1/100の3段階に希釈して菌密度の異なる土壌を作製した。原病土は、*Fusarium* 選択培地を使って定量したところ $5 \times 10^5/g$ 乾土であった。これらの希釈土壌を15cm鉢に入れ、アスパラガスの幼苗各8株を植付けてガラス室内（最低気温5℃）に置いた。試験は3反復で行い、30日後に発病および生育を調査した。

3. 土壌水分条件の設定方法

立枯病が多発した圃場は新規造成畑で、現地の土壌理化学的調査結果から、液相率が高く排水不良の傾向が指摘された。そこで土壌水分と発病との関係を調べるために第1図のように土壌水分の異なる鉢を設置した。鉢



第1図 土壌水分の設定方法

注：処理Ⅰ：12.5%、処理Ⅱ：19.6%、処理Ⅲ：前半27.8%、その後26.8%、処理Ⅳ：27.8%、処理Ⅴ：30.0%、オガクズ柱上に鉢を置き水分保持、処理期間20日、23℃恒温条件

内の土壌水分は、処理Ⅰ：12.5%一定、処理Ⅱ：19.6%一定、処理Ⅲ：前半10日間を27.8%、その後26.8%まで変動、処理Ⅳ：27.8%一定、処理Ⅴ：30.0%一定に保持した。供試土壌は場内水田土壌に立枯病菌を接種して使用した。この土壌の孔隙率は55% (pF 1.5) である。試験は23°C恒温室で行った。

4. 品種抵抗性の検定

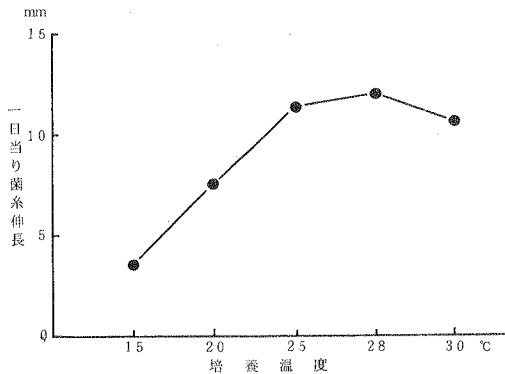
アスパラガス立枯病の抵抗性品種として市販されている‘ポルトム (坂田種苗)’を使い、幼苗検定によって従来の主要品種であるメリーワシントン500wとの抵抗性程度を比較検定した。前項の立枯病病土を用い、供試土に各品種50粒の発芽種子を播種し、ガラス室内に置き、30日後に発病状況を調査した。

実験結果

1. 菌糸発育および発病に及ぼす温度の影響

立枯病菌の菌糸は25~30°Cの間で良く伸長し、菌糸の発育適温は28°Cであった (第2図)。

発病と温度との関係を調べた結果、高温で激しく発病



第2図 アスパラガス立枯病菌の発育と温度

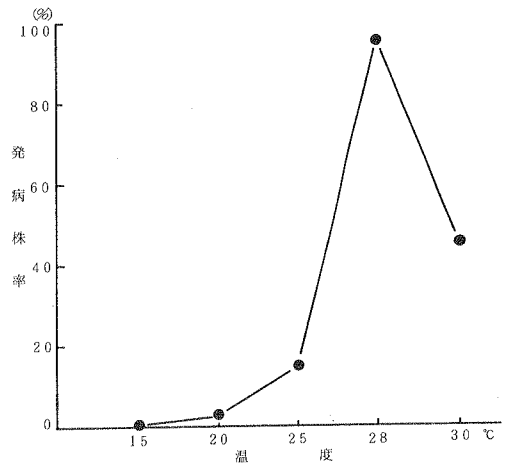
し、発病適温は28°Cであり、Cohenの報告²⁾と一致した (第3図)。アスパラガスの生育は25°C付近で最も旺盛であり、30°Cでは生育が抑えられた (第4図)。

2. 土壌中の立枯病菌菌密度が発病に及ぼす影響

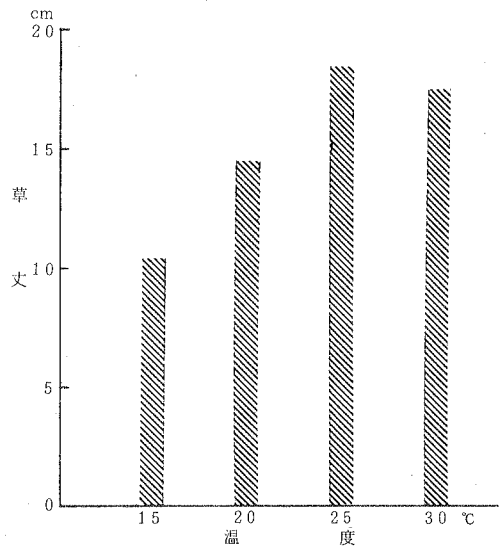
菌密度と発病との関係を第3表に示した。菌密度の上昇にともなって発病株が増加し、枯死株が多発した。さらに、高菌密度土壌に植付けたアスパラガスは草丈が低く、新生茎数が少なく明らかに生育が悪化した (第3表)。

3. 土壌水分が発病に及ぼす影響

土壌含水率27.8%以上の過湿条件では12.5%、19.6%などの乾燥または適湿条件よりも立枯病の発病株が多く、



第3図 アスパラガス立枯病の発病と温度
注) 処理20日後調査



第4図 アスパラガスの生育と温度
注) 処理20日後調査

第3表 アスパラガス幼苗の立枯病発病と菌密度との関係

菌量	新生茎数	枯死株数	枯死株率%	草丈
原病土	6	15	62.5	10.3
1/2	18	4	16.7	18.7
1/10	21	1	4.2	19.4
1/100	19	2	8.3	20.0
無処理	31	0	0	20.5

注) 定植3月9日 1か月苗各8株当り3反復
健全株数、茎、株数は8株×3反復を合計した。
枯死株率=枯死株/(健全株数+枯死株数)
×100 原病土菌量は5×10⁵/g乾土

第4表 アスパラガス立枯病の発病に及ぼす土壤水分の影響

処理No	土壤水分 %	種子数	発病株率 %	健全株数	立枯株数	草丈 mm
I	12.5	50	4	46	2	155
II	19.6	50	26	35	12	127
III	27.8…26.0	50	36	28	16	119
IV	27.8	50	90	3	26	84
V	30.0	50	100	0	2	—

注) 発病株率 = 立枯株数 / (健全株数 + 立枯株数) × 100

23°C恒温室 処理20日後調査

処理IIIは前半10日間を27.8%に保持し、その後26.0%まで変動

土壤水分が高くなるほど発病株率が高まった。過湿状態で育てたアスパラガスは健全株であっても草丈が低く、生育が抑えられた。処理III(土壤水分27.8%から26.0%に変動)のように途中で潤湿条件を停止した場合には立枯株数が減少し、健全株数が増加した(第4表)。

4. 立枯病抵抗性の品種間差異

最近新しく市販されているアスパラガス品種には立枯病に対する抵抗性を記載しているものがある。これらの一品種である‘ポールトム’の抵抗性程度を調べたところ、高菌密度条件では立枯病が多発し抵抗性は認められなかったが、1/10、1/100に希釈した低菌密度土壌ではメリーワシントン500wよりも発病株率がやや減少した(第5表)。今後汚染圃場を使って比較検討する必要がある。

第5表 品種と発病との関係

品 種	発病株率 (%)				
	原土	1/2	1/10	1/100	無処理
メリーワシントン					
500W	38	14	10	8	0
ポールトム (サカタ)	70	14	4	4	0

注) 播種: 3月9日 30日後調査

原土菌量 $5 \times 10^5/g$ 乾土

最低気温 5°Cガラス室

考 察

アスパラガス立枯病に関する報告は、鏡谷¹⁾らが北海道におけるアスパラガスの病害についてその種類と分布を調査したのがわが国では最初である。そのなかで地上

部病害では茎枯病、銹病、褐斑病、先枯病、地下部病害では根腐病、立枯病、赤枯病の発生を確認し、立枯、先枯病状を示す病害として *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* Cohen を記載している。さらに、*Pythium*. *Fusarium* 菌による根腐病状は茎枯病と併発し、茎枯病防除によって根腐れも消失できることを報告している。

原田⁶⁾は、長野県下においてアスパラガスの衰弱株の根または地下茎病斑から病原菌を分離し、接種試験の結果、*F. oxysporum* f. sp. *asparagi* による立枯病を同定した。さらに欠株原因について調査した結果、一般には茎枯病が多発すると株の衰弱が起り、欠株が増加するものと理解されているが、茎枯病は欠株を間接的に助長する原因であり、衰弱株、欠株の原因の一つが立枯病であると推定した。

北米では本病が株の萎凋や根腐れ、地下茎の腐敗、苗立枯を引き起す土壤伝染性病害として古くから知られ、カリフォルニアでは株の衰弱や植替えに関与する最も重要な病害と考えられている⁵⁾。

宇陀郡榛原町の現地圃場に多発した症状は、最初茎葉が濃緑症状を示し、次第に黄化した。このような生育不良株は地際部の褐変やこの部分からの折損をともなった。茎葉の導管には褐変が認められ、地下茎や根は軟化腐敗していた。これらの症状はこれまでの報告^{1,6,7)}と一致し、症状株からの菌の分離、病徴の再現結果から *F. oxysporum* f. sp. *asparagi* による立枯病と判定し、これが枯死株の原因であると判断した。立枯病の発生確認は本県ではこれが最初である。このような症状株は圃場全体の72%に達し被害は甚大であった。

本病の発生は隣接圃場や県下の他産地においても確認され、隣接圃場では当該圃場に比べ発生はやや少なかったが、桜井市では激しく枯死株が発生した圃場が確認された。榛原町および桜井市の多発圃場はいずれも新規造

成圃場であり、発生から枯死に至るまでの期間が短く、被害も大きかった。

これまでの立枯病に関する報告は、病原菌の分離、同定や発生分布調査等に限られ、その発生生態に関する報告はほとんどない。そこで本病の多発要因を明らかにするために、温度条件、病原菌密度、土壤水分が発病に及ぼす影響を調査した。

本病の発生と温度との関係を調べたところ、本病は25℃～30℃の比較的高温で発病しやすく、発病適温は28℃であることが明らかになった。このことは現地でも発病が観察された時期(5月～9月)の温度にはほぼ一致し、近畿以西の暖地ではこの時期が本病を誘発しやすい温度条件と考えられ、アスパラガスの産地が暖地に拡大するとともに本病の多発が危惧される。

立枯病菌の菌密度と発病との関係について土壤中の菌密度を変えて発病を調査したところ、菌密度が高まるほど発病株率が高く、低温期にも高菌密度条件では発病し、アスパラガスの生育を悪化させた。産地が古くなるほど欠株が増加したり、連作圃場において本病が多発しやすい場合、菌密度の上昇がその原因として推定される。しかし、当県でのアスパラガスの歴史は浅く、また多発した現地圃場は新規造成畑であり、土壤中の立枯病菌の菌密度の高まりが多発原因とは考えにくい。

現地圃場の観察結果ならびに土壤の理化学性を調査した結果、圃場の多発箇所は排水不良傾向であり、土壤三相分布の液相が高く、過湿状態であることが明らかにされた⁹⁾。このことから多発原因が圃場の土壤条件、とりわけ土壤水分と関係が深いのではないかと考えられた。

土壤水分と発病との関係を調べたところ、過湿条件によって発病が著しく助長されることが明らかになり、現地での立枯病多発は過湿による発病助長が原因であると推察された。したがって本病を回避あるいは被害を軽減するためには圃場の排水改善や深耕、有機物投与等による土壤の物理性改良が効果的であると考えられた。

山陽、四国地域野菜試験研究打合せ会議の報告¹²⁾によると、アスパラガス立枯病はアンケートに回答があった10県のうち6県で発生し、暖地アスパラガス産地の全域に広がる傾向が認められる。この報告のなかで、土壤水分や土壤改良と病害発生に関して、立枯病が多湿で発生しやすく過湿または乾燥では少ないとした県が多く、アンケート結果は試験結果と一致した。また、排水設備や深耕、有機物施用によって発病が少ないと答えた県が2県あった。

当県で多発した圃場はいずれも新規開墾造成畑で、排水不良や腐植含量の不足が指摘されており、アンケート結果は土壤の理化学性の改善が本病の防除対策に効果的

であることを示唆している。現在のところ既耕畑や水田転換畑では発生が少なく、今後新規造成圃場へアスパラガスを導入するためには透水性と保水性に優れた土作りによる熟畑化がより重要であると考えられる。

抵抗性品種は、わが国で生食用アスパラガス栽培の歴史が新しいこともあり、市販されている品種数が非常に少ない。現在市販されているアスパラガス品種のなかで立枯病に強い、あるいは抵抗性であると記載している品種として、‘ポールトム(坂田種苗)’、‘マラソン’、‘ハイデル’(カネコ種苗)などがある。このような抵抗性品種は年々増加しており注目されるが、抵抗性程度は明らかではなかった。幼苗検定の結果、ポールトムは高菌密度条件では抵抗性を認めなかったが、低菌密度条件ではメリーワシントン500wよりも発病が少なかった。今後これらの品種を立枯病汚染圃場にも実際栽培し、抵抗性程度を判定するとともに実用性を検討する必要がある。

本病の防除には苗床の土壤消毒⁸⁾、種子消毒³⁾、定植前の苗の薬剤浸漬⁸⁾などの方法が試みられている。また最近では非病原性の *F. oxysporum* を定植前に処理し効果をあげた報告がある⁴⁾。Stahl¹¹⁾ は薬剤防除を予防手段とし、土壤改良や腐植の富化、深耕、無病地での育苗が重要としている。このように本病の防除には複数の防除法を組立て、耕種的防除法を柱とした総合防除技術の確立が今後の課題である。

摘 要

1982年9月、奈良県宇陀郡樓原町の新規造成畑でアスパラガスが根腐れや衰弱を起し枯死株が多発した。

本報告では、その原因を明らかにし、発生実態、病原菌の性質、発生環境及び抵抗性の品種間差に関する研究成果を記述した。

1. 症状株の茎、地下茎及び根から分離した菌を幼苗接種したところ病徴が再現された。再現株から同一菌が分離され、本菌を *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* Cohen と同定し、アスパラガス立枯病と判定した。
2. 本菌は菌糸の発育適温28℃であり、発病は25～30℃で多発し、発病適温は28℃であった。
3. 土壤中の菌密度と発病について、原病土を1/10、1/100に希釈した土壌を使って調べたところ、高菌密度では激しく発病し生育を悪化させ、低菌密度になると次第に発病が減少した。
4. 現地圃場の土壤調査結果から圃場が過湿傾向であることが明らかになった。土壤水分と発病との関係を調

べたところ、発病は土壌水分 19.6% のときには少なかったが、27.8% 以上では激しく発病した。試験途中で 27.8% から 26.0% まで乾燥させた場合、発病が減少した。

5. 交配アスパラガス‘ポールトム’の立枯病に対する抵抗性を幼苗検定によって調べたところ、高菌密度条件では抵抗性を認めなかったが、低菌密度ではメリーワシントン 500 W よりも発病が少なかった。

本研究を実施するにあたり、現地調査ならびに原因究明に御協力いただいた宇陀普及所、桜井普及所、郡山普及所の関係各位ならびに農政課和田主幹、大林専技（現農試）に感謝の意を表する。

引用文献

1. 笠谷大節, 鈴木孝仁, 赤井純 1963. 北海道におけるアスパラガスの病害について. 北農 30(7):12-24.
2. Cohen, S. I. 1946. *Phytopathology* 36:397.
3. Damlcone, J. P. Cooley, D. R. Manning, W. J. 1981. Benomyl in acetone eradicates *Fusarium moniliforme* and *F. oxysporum* from asparagus seed. *Plant Disease* 65(11):892-893.
4. ———. Manning, W. J. 1982. Avirulent strains of *Fusarium oxysporum* protect asparagus seedlings from crown rot. *Canadian Journal of Plant Pathology* 4(2) 143-146.
5. Grogan, R. G. Kimble, K. A. 1959. The association of *Fusarium* with the asparagus decline and replant problem in California. *Phytopathology* 49:122-125.
6. 原田敏男・斎藤英毅・松尾卓見 1976. 長野県下アスパラガス圃場の欠株と茎枯病および立枯病との関係. 関東病虫研報 23:49-50.
7. ———. 1980. アスパラガス立枯病. 松尾卓見・駒田旦・松田明編集. 作物のフザリウム病. 450 全国農村教育協会.
8. Lacy, M. L. 1979. Effects of chemicals on stand establishment and yields of asparagus. *Plant Disease Reporter* 65(7):612-616.
9. 奈良県農政課. 奈良県宇陀農改: 大和高原南部土地改良地区営農改善特別指導事業成績書 昭和57年度 1983. 49-56.
10. 岡山健夫・小玉孝司 1983. 奈良県におけるアスパラガス立枯病の発生. 関西病虫研報(講要) 25:59.
11. Stahl, M. 1971. Die Wurzelfäule des Spargels [Asparagus root rot] Review of plant pathology 50(3):178.
12. 山内正幸 1982. 暖地におけるアスパラガス栽培技術と問題点 アンケート取りまとめ結果. 山陽. 四国地域野菜試験研究打合せ会議(昭和57年度)資料.

Summary

The asparagus plants had a root disease which did a great deal of damage to the new production field in Haibara Nara Prefecture in September 1982. The present paper describes the identity and ecology of the causal fungus, and the difference between the varieties of asparagus affected by the disease.

1. *Fusarium oxysporum* was isolated from the stem, crown and roots of the diseased plants. By an inoculation test, the fungus was identified as *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* COHEN.
2. The mycelial growth of the fungus on PDA was optimum at 28°C. The disease development was favorable between 25°C and 30°C, and the most favorable at 28°C.
3. The disease incidence of the seedling was severe in the infested soil, and gradually decreased when diluted 10 times.
4. At a result of the soil survey, it seemed that the soil of the present field was inclined to be perhumid. The disease incidence decreased at 19.6% of the soil moisture, but increased greatly at above 27.8% and slightly decreased when the infested soil was incubated at 27.8% for 10 days and dried until 26.0%.
5. Reference between the varieties of the occurring diseases, seedlings of "Pole Tom" and "Mary Washington 500w" were used. The disease incidence of "Pole Tom" was enhanced in the infested soil, than the latter in the diluted soil.