HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道に於ける麥類 “ヘルミントスポリウム病” に關する研究：（２） 火山灰土壤に於ける裾枯病發生について
Author(s)	栃内, 吉彦; 宇井, 格生
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(1), 49-61
Issue Date	1954-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11565
Type	bulletin (article)
File Information	2(1)_p49-61.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道に於ける麥類"ヘルミントスポリウム病"に關する研究

(2) 火山灰土壤に於ける裾枯病發生について

栃内吉彦・宇井格生
(北海道大學農學部植物學教室)

Studies on the Helminthosporioses of cereals in Hokkaido

(2) On the occurrence of foot rot of cereals in volcanic sandy soil

By

Y. TOCHINAI and T. UI
(Botanical Institute, Fac. Agr. Hokkaido Univ.)

緒　論

前報に於いて筆者等は北海道に發生する麥類 Helminthosporium 病の中 *Helminthosporium sativum* P. K. et B. による大麥，小麥稚苗の foot-rot 所謂裾枯病の發生に及ぼす外界因子の影響に關し報告し，寄主の發育條件の不良な場合に發病が增加する事を述べた(栃内, 宇井 (1952))。更に裾枯病の分布は全道的であるが，特に *Helminthosporium teres* SACC. による大麥網斑病と同じく，太平洋沿岸の火山灰地帶或いは濃霧地帶に發生が激しい事を報告した (宇井 (1948))。火山灰地帶の開墾地に於ける麥作を見ると，稚苗期に於ける裾枯病の發生は顯著であり，之等地帶の瘠薄な地力及び施肥の不足がその發病に拍車をかけている如くである。之等の原因について筆者等は既に實驗結果の一部を抄報したが (1950)，此處に前報に續き裾枯病並びにその病原菌に及ぼす火山灰或いは壤土の影響に關して行つた實驗の結果を報告する。

H. sativum による裾枯病發生に及ぼす土壤の物理的性質の影響については DOSDALL (1923) が各種土壤を使用して研究を行つている。氏によれば土壤の種類により發病率は變化するがその差は僅少であつて，むしろ土壤濕度が發病を支配する決定的な要素であるとしている。CHRISTENSEN (1926) は *H. sativum* の寄生性に關する研究の中で泥炭に大麥及小麥を播種せる場合，本菌による裾枯病の激甚である事を觀察し，之は病原菌が泥炭中の有機物上で良好な發育をし，他方寄主植物はこの土壤の肥料分の不足，或いは不均衡により罹病し易くなるためであろうと推測している。McKINNEY (1923) は土壤保水力と土壤濕度の關係について論じて居る。之等研究者の結論として居る處で共通な點は，土壤狀態が寄主發育を阻害するとき寄主植物の抵抗性の低下が起り，激しい發病が認められるとし，土壤の物理的性質は發病に對し二次的な關係を有するに過ぎないであろうとしている。BROADFOOT 及び TAYNER (1938) は砂耕栽培せる小麥に於ける foot-rot の發病は N, P, K 及び Ca 等各イオンの減少により增加し，逆に之等の過剩は何等發病に影響を及ぼさない，即ち肥料要素全般の減少が *H. sativum* による發病を增加せしめ，その質的な差は何等發病に變化を與えないと結論した。DOSDALL (1923) は圃場實驗に於て肥料の種類或いはその施與量は此の疾病發生に關係はない事を觀察した。筆者等も先に北大農場内の比較的瘠薄と認められる土壤を用いて肥料

と發病との關係を調査したが一定の傾向を認めることは出來なかつた。

北海道に於ける特殊な火山灰土壤地帶に於ける裾枯病多發に對して，以上研究者等の土壤物理性は第二義的な要因であると云う結論は果して妥當であるか否か，又肥料要素は如何なる關係を有するかを明かにせんとして本實驗を試みた。

材料及び方法

供試麥類品種は春播小麥農林29號，同35號及び裸麥丸實16號である。種子消毒，種子接種法は前報と同樣であり，病原菌の保存培養基は次の如き組成のものを使用した。本培養基は一般に *Helminthosporium* 屬菌類の培養には特に良好でその上に於ける胞子形成が旺勢なので之を常用している。尙本培養基の無機鹽濃度は BROADFOOT 及び TAYNER (1938) が *H. sativum* 接種試驗に用いた砂耕培養液と等しく，筆者等も砂耕培養液として使用した。

$Ca(NO_3)_2$	1 mol/ℓ	5 cc
KNO_3	〃	5 cc
KH_2PO_4	〃	1 cc
$MgSO_4$	〃	2 cc
$FeCl_3$		痕跡
Sucrose		20 g

蒸溜水を以つて全量を1ℓとする。

供試火山灰は月寒臺地の底土を札幌郊外平岸より採取せるもので，實驗にはその中1.5～2 mmのものを使用し，又壤土は北大農學部附屬植物園内のもので4 mm目の篩を通して使用した。供試壤土中の有効燐酸，及び加里は風乾土100分中夫々0.021及び0.009であり，火山灰中のそれ等は痕跡程度であつた。之等の土壤を徑20 cmの磁製ポットに充し常法により殺菌を行い，その表面積5 cm² に一粒の割で接種々子を播いた。調査の方法，發病率算定は前報に記せる如くである。著者等が前報に於て用い，又 CHRISTENSEN (1923), GREANEY & SIMMONDS (1934) 或いは SALLANS (1933) 等一般に foot-rot 或いは seedling blight の發病調査の際に使用されている播種後一定時期に拔取つた苗の外觀のみから罹病程度を判定する慣用法では，病原菌が地際部表層より更に内部葉鞘へ侵入して居る狀況は全く不明である。殊に火山灰區にあつて，調査時期に外觀＋程度の罹病狀態を示すものが其の後に到り急激に症狀の惡化する例を往々にして認めた。かかる個体にあつては外觀的病徵は著しくないにも係わらず，病原菌は深く内部葉鞘基部に迄侵入している。依つて之を確認するために内部各葉鞘に於ける發病程度を夫々調査し，第I或いは第II葉鞘發病程度として慣用法による綜合發病狀態と區別した。

尙調査の標準を異にするため綜合發病程度より葉鞘發病程度が高い場合もある。本報に於ては全實驗中特に葉鞘發病程度が著しい場合のみを表中に記した。

實驗 I. 火山灰及び壤土或いは之等の混合土壤に於ける裾枯病發病

第1表に示す如く火山灰及び壤土を混合し，之に3品種の接種々子を播種し，各々の裾枯病發生を調査した。調査は發芽後2週間目に行いその間土壤濕度は保水力の60～70%に保つた。混合土壤のpH及び容水量は第1表の如き値であり，接種試驗の結果は第2表の如くであつた。

第1表

土壤混合比 壤土：火山灰	容水量	pH
100 : 0	44.2	5.8
75 : 25	41.8	5.8
50 : 50	41.1	5.8
25 : 75	37.3	6.0
0 : 100	39.5	6.2

此の結果の内綜合發病狀態を見ると，何れの品種にあつても火山灰100%區が最高の發病率を示し，火山灰含量の低下に伴い發病率は低下する傾向にあり，壤土100%區が最少の發病率を示している。罹病個体數についても火山灰100%區及び同75%區の全個体が罹病して居り，火山灰含量の低下に伴つて健全個体が現われ，壤土100%區は健全個体數が最も多い。發病狀態について見

ても，立枯症狀に近い卅を示す個体數は火山灰量の減少につれて少なくなり，逆に輕度の罹病個体數が增加する。即ち全般として病原菌の侵入率は火山灰含有率の高い區程多く，且つ侵入後の菌糸の伸長も之に伴い激しくなつている。子葉鞘を侵害して更に内部葉鞘基部組織への侵入は，第I，第II及び第III葉鞘發病狀態に示す如く，綜合發病狀態に於けると同樣の傾向が著しく認められる。

唯農林35號の第III葉鞘に於て火山灰100%區が之に次ぐ區より罹病個体數が少なく，又發病狀態が輕微であるのは第III葉組織が未だ完全に形成されていなかつたためであろう。

實驗 II. 火山灰砂耕を用いた接種試驗

火山灰含有率の增加に伴う裾枯病發病率或い

第2表　火山灰及び壤土に於ける裾枯病菌接種試驗

春播小麥農林35號

土壤混合比 火山灰：壤土		播種數	發芽數	綜合發病狀態 健個体全數	發個体病數	發病狀態 ±	+	++	+++	發病率	第I葉鞘發病狀態 健個体全數	發個体病數	發病狀態 ±	+	++	+++	發病率	第II葉鞘發病狀態 健個体全數	發個体病數	發病狀態 ±	+	++	+++	發病率	第III葉鞘發病狀態 健個体全數	發個体病數	發病狀態 ±	+	++	+++
100: 0	接種區	100	87	0	87	2	19	48	8	43.6	3	84	2	13	26	43	65.6	4	83	35	28	13	7	29.2	40	27	23	4	0	0
	對照區	50	47	45	2	2	0	0	0	—	47	0	—	—	—	—	—	47	0	—	—	—	—	—	47	0	—	—	—	—
75: 25	〃	100	94	0	94	13	38	38	5	39.7	2	88	3	19	32	34	62.2	5	85	26	40	19	0	26.8	34	46	24	22	—	0
	〃	50	48	47	1	1	0	0	0	—	48	0	—	—	—	—	—	48	0	—	—	—	—	—	48	0	—	—	0	—
50: 50	〃	100	103	0	103	21	44	29	9	37.7	3	99	2	34	55	8	44.6	11	92	25	49	18	0	25.4	55	48	20	28	0	0
	〃	50	46	45	1	1	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	46	0	—	—	—	—	—	46	0	—	—	—	—
25: 75	〃	100	94	0	94	42	42	10	0	23.2	3	91	15	46	28	2	33.3	28	66	44	18	4	0	12.6	84	10	8	2	0	0
	〃	50	49	48	1	1	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—
0: 100	〃	100	97	2	95	50	38	7	0	20.5	8	89	30	22	35	2	30	21	76	44	26	6	0	15.7	78	19	12	7	0	0
	〃	50	49	49	1	1	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—

春播小麥農林29號

100: 0	接種區	50	50	0	50	0	22	16	12	53.2	1	49	20	18	11	0	25.8	10	40	20	11	9	0	19.6	38	12	10	2	0	0
	對照區	50	50	49	1	1	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—
75: 25	〃	50	50	0	50	18	21	11	0	27.2	1	49	19	20	10	0	25.8	11	39	27	12	0	0	12.6	36	14	14	0	0	0
	〃	50	50	49	1	1	0	0	0	—	50	0	—	—	0	—	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—
50: 50	〃	50	50	4	46	37	9	0	0	12.8	4	46	37	9	0	0	12.8	30	20	12	8	0	0	7.2	41	9	9	0	0	0
	〃	50	50	49	1	1	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—
25: 75	〃	50	49	3	46	30	16	0	0	15.6	3	46	30	16	0	0	15.9	24	25	24	1	0	0	5.4	41	8	8	0	0	0
	〃	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	0	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—
0: 100	〃	50	50	5	45	36	6	0	0	12.6	4	46	36	10	0	0	13.2	10	40	40	0	0	0	8	33	17	17	0	0	0
	〃	50	49	49	0	0	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—

裸麥丸實16號

100: 0	接種區	50	45	0	45	1	10	13	21	68.0	2	43	2	9	16	16	59.8	20	25	14	8	2	1	12.9	42	3	2	1	0	0
	對照區	50	51	50	1	1	0	0	0	—	51	0	—	—	—	—	—	51	0	—	—	—	—	—	51	0	—	—	—	—
75: 25	〃	50	49	0	49	10	13	12	14	50.8	7	42	14	18	17	3	35.3	36	13	8	5	0	0	4.7	49	0	0	0	0	0
	〃	50	50	48	2	2	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—
50: 50	〃	50	49	1	48	14	16	18	0	31.0	4	45	12	15	18	0	30	29	20	16	4	0	0	5.7	46	3	3	0	0	0
	〃	50	49	49	0	0	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—
25: 75	〃	50	48	3	45	19	19	7	0	23.1	9	39	14	22	3	0	19.8	43	5	3	2	0	0	1.6	47	1	1	0	0	0
	〃	50	49	48	1	1	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—
0: 100	〃	50	48	9	39	19	20	0	0	16.3	8	40	16	23	1	0	18.8	35	13	12	1	0	0	3.1	47	1	1	0	0	0
	〃	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—

は激しい罹病個体數の増加の原因は，火山灰の物理的性質によるものか，或いはその中の有効肥料成分缺亡の二つの原因が考えられる。依つて先ず土壤の物理的性質を同一として，土壤中の肥料を増減して裸枯病發病は如何に變化するかを火山灰による砂耕植物について比較檢討を行つた。

徑 20 cm の磁製ポットに乾燥火山灰 2 kg を充し，之に保水力の 60% の前記培養液及びその稀釋液を注加し實驗 I と同じ接種々子を播種して砂耕培養を行つた。發芽後 2 週間目にその發病を調査した。其の間蒸發せる水分は秤量により毎日蒸溜水を以つて補つた。その發病狀況は第 3 表の如くである。

此の結果を全般的に見ると，蒸溜水區に於て發病率は最高であり培養液濃度が増加するに從い發病率は低下を示す。最强の罹病程度を示す個体

第 3 表　火山灰を用いた砂耕培養接種試驗

培養液：蒸溜水 %	%		播種數	發芽數	綜合發病狀態 健全個体數	發病個体數	發病狀態 ±	+	++	+++	發病率
小麥農林 35 號											
0 :	100	接種區	150	145	0	145	5	52	65	23	49.4
		對照區	50	45	43	2	2	0	0	0	—
25 :	75	〃	150	147	4	143	38	48	56	1	32.1
		〃	50	49	48	1	1	0	0	0	—
50 :	50	〃	145	145	8	137	48	56	30	3	27.3
		〃	50	48	48	0	0	0	0	0	—
75 :	25	〃	145	145	5	140	51	62	32	5	27.4
		〃	50	49	49	0	0	0	0	0	—
100 :	0	〃	145	145	1	144	30	53	52	9	37.2
		〃	50	49	47	2	2	0	0	0	—
小麥農林 29 號											
0 :	100	接種區	130	125	19	116	43	23	18	13	26.7
		對照區	50	48	46	2	2	0	0	0	—
25 :	75	〃	135	135	23	112	59	34	10	9	22.3
		〃	50	49	48	1	1	0	0	0	—
50 :	50	〃	135	133	29	104	57	30	9	8	20.5
		〃	50	50	50	0	0	0	0	0	—
75 :	25	〃	135	134	35	99	59	26	9	5	17.3
		〃	50	48	47	1	1	0	0	0	—
100 :	0	〃	130	126	50	79	40	20	9	7	17.1
		〃	50	47	45	2	2	0	0	0	—
裸麥丸實 16 號											
0 :	100	接種區	150	146	3	143	21	46	59	17	39.5
		對照區	50	49	47	2	2	0	0	0	—
25 :	75	〃	150	141	9	132	39	50	37	6	30.8
		〃	50	49	48	1	1	0	0	0	—
50 :	50	〃	150	140	18	122	35	60	20	7	27.5
		〃	50	49	49	0	0	0	0	0	—
75 :	25	〃	150	149	34	115	51	43	18	3	19.5
		〃	50	49	48	1	1	0	0	0	—
100 :	0	〃	150	147	36	111	50	38	21	2	19.7
		〃	50	48	47	1	1	0	0	0	—

數は蒸溜水區に於て最も多いが，培養液濃度の增加に伴つて減少する傾向が認められる。殊に卅及び廿の罹病度を示す個体數の和即ち强度の罹病個体數は培養液濃度の低下に伴い著しい增加を示している。培養液のみで培養せる培養液100%區にあつては發病率は蒸溜水75%區と大差なく，小麥農林35號に於ては蒸溜水100%區についだ。此の區にあつては草丈は他より著しく高く，葉色も濃く，培養終期には倒伏するに到つた。又蒸溜水のみを以つて砂耕せる區にあつては明らかな肥料缺亡症狀を示し，裸麥にあつては第I，第II葉葉身に灰白色の小斑點が現われた。依つて實驗IIIにあつては此の兩端の區を除外して實驗を行つた。

實驗 III. 石英砂々耕を用いた接種試驗

實驗IIに於ける結果を，更に火山灰そのものの影響を除外するために，石英砂による砂耕を行つた。その方法は實驗IIに於けると同樣である。その結果は第4表に示す如くである。

實驗IIに於ける結果と同樣，培養液濃度の低下に伴う發病率の增大と激しい罹病個体數の增加が認められる。而して此の間の差異並びに傾向は前實驗よりも更に顯著である。

第4表　石英砂々耕を用いた接種試驗

培養液：蒸溜水 %	%		播種數	發芽數	綜合發病狀態 健全個体數	發病個体數	發病狀態 ±	+	++	+++	發病率
小麥農林35號											
25	75	接種區	60	60	0	60	0	16	12	32	71.3
		對照區	30	30	30	0	0	0	0	0	—
50	50	〃	60	60	0	60	0	19	32	9	51.1
		〃	30	30	30	0	0	0	0	0	—
75	25	〃	60	60	0	60	0	39	21	0	37
		〃	30	30	30	0	0	0	0	0	—
小麥農林29號											
25	75	接種區	60	60	4	55	12	44	0	0	24
		對照區	30	30	30	0	0	0	0	0	—
50	50	〃	60	60	5	55	17	38	0	0	21.8
		〃	30	30	30	0	0	0	0	0	—
75	25	〃	60	60	5	55	37	18	0	0	15.2
		〃	30	30	30	0	0	0	0	0	—
裸麥丸實16號											
25	75	接種區	60	60	2	58	2	19	30	7	46.5
		對照區	30	30	30	0	0	0	0	0	—
50	50	〃	60	60	3	57	1	40	5	2	32.3
		〃	30	30	30	0	0	0	0	0	—
75	25	〃	60	60	3	57	22	31	4	0	22.5
		〃	30	30	30	0	0	0	0	0	—

以上實驗I～IIIの結果より見て，實驗Iに於て認められた火山灰量增加に伴う *H. sativum* による裾枯病增加の原因の一つは，火山灰の增加に伴う有効肥料成分の減少が關聯して居るものと推察される。

實驗 IV. 覆土の種類を異にした接種試驗

以上の實驗に於て土壤中の肥料要素の缺亡が

裾枯病發生に大きな原因となる事を暗示する實驗結果を得たが，火山灰の物理的性質も，寄主，寄生菌或いは此の兩者間の寄生關係にも影響を及ぼしている事は當然考慮せねばならず，ある場合には之等が肥料より大なる發病要因となつている事も考えられる處である。此の點について次の如き實驗を試みた。ポットに殺菌せる火山灰を充し，その表面に *H. sativum* を接種せる麥類種子を置き，その上を再び殺菌壤土で覆土した。又別の區は底土に壤土を置き覆土を火山灰とした。而して前實驗と同じ條件で稚苗の發病狀態を檢し，その結果を第5表に示した。但し供試壤土は使用前2週間の間毎日蒸溜水を以つて繰返し有効肥料成分の流去を試み，それの含量が約40～50%に低下せるものを使用した。

之等の結果より見ると火山灰／壤土（底土を分母に，覆土を分子に現わす）は壤土／火山灰區より發病は大である。即ち所謂 foot の部分に火山灰が存在するとき，裾枯病發生はその部分が壤土であるときよりも激しい事が認められる。又逆に根部に吸收される可き肥料の乏しく且つ實驗Ⅰに於て最も激しい發病を示した火山灰が存在しても，foot の部分が壤土であるときは裾枯病の發生は減少する。即ち病原菌が寄主体中に侵入する部分に火山灰が存在する時は，壤土よりも遙かに發病を促進している，換言すれば火山灰の物理性が肥料缺亡と同樣に病害發生を促進して居るのではないかと考えられる。

第5表　覆土の種類を異にせる場合の接種試驗

覆土 : 底土		播種數	發芽數	綜合發病狀態 健全個体數	綜合發病狀態 發病個体數	發病狀態 ±	發病狀態 +	發病狀態 ++	發病狀態 +++	發病率
小麥農林35號										
火山灰 : 壤土	接種區	95	87	15	72	24	29	19	0	23.7
	對照區	45	45	43	2	2	0	0	0	—
壤土 : 火山灰	〃	95	85	23	62	24	33	5	0	17.4
	〃	50	50	44	1	1	0	0	0	—
小麥農林29號										
火山灰 : 壤土	接種區	75	75	35	40	30	5	5	0	10
	對照區	45	45	40	5	5	0	0	0	—
壤土 : 火山灰	〃	75	68	39	29	22	6	1	0	6.6
	〃	45	45	42	3	3	0	0	0	—
裸麥丸實16號										
火山灰 : 壤土	接種區	75	75	23	52	34	11	7	0	13.6
	對照區	45	45	45	0	0	0	0	0	—
壤土 : 火山灰	〃	75	72	30	42	31	8	3	0	9.7
	〃	45	45	44	1	1	0	0	0	—

實驗 V.

火山灰の如き有機物に乏しい土壤にあつて之にC源として蔗糖を添加せる場合，土壤中の菌糸の發育が著しく密になる事は後に記する實驗VIより認められた。而して土壤中の菌糸の生育量の多い際に裾枯病發病は如何なる影響が與えられるかを知らんとして火山灰或いは壤土の各覆土に2%蔗糖溶液を土壤乾重の20%注加したものについて裾枯病の發病を比較した。對照區としては同一量の蒸溜水を灌注したものを以つて之にあてた。實驗の結果は第6表に示す。

第 6 表

小麥農林35號

供試土壤	覆土に注加せる液		播種數	發芽數	綜合發病狀態 健個体全數	綜合 罹個体病數	綜合 發病狀態 ±	綜合 +	綜合 ++	綜合 +++	綜合 發病率	第I葉鞘發病狀態 健個体全數	第I 罹個体病數	第I 發病狀態 ±	第I +	第I ++	第I +++	第I 發病率	第II葉鞘發病狀態 健個体全數	第II 罹個体病數	第II 發病狀態 ±	第II +	第II ++	第II +++	第II 發病率
火山灰	蒸溜水	接種區	75	75	0	75	28	24	18	5	32.0	39	36	6	18	12	0	14.7	63	12	12	0	0	0	1.6
		對照區	50	50	48	2	1	1	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—
	蔗糖液	〃	75	74	0	74	24	21	14	13	38.8	32	42	7	18	17	0	19.7	63	11	5	5	0	0	2.7
		〃	50	50	48	2	2	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—
壤土	蒸溜水	接種區	75	75	31	44	24	18	2	0	11.7	55	20	14	6	0	0	4.3	75	0	0	0	0	0	0
		對照區	50	49	48	1	1	0	0	0	—	49	0	—	—	—	—	—	49	0	—	—	—	—	—
	蔗糖液	〃	75	73	34	39	17	20	1	1	12.6	48	25	18	6	1	0	5.3	73	0	0	0	0	0	0
		〃	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	0	—	—	50	0	—	—	—	—	—

小麥農林29號

供試土壤	覆土に注加せる液		播種數	發芽數	綜合 健個体全數	綜合 罹個体病數	綜合 ±	綜合 +	綜合 ++	綜合 +++	綜合 發病率	第I 健個体全數	第I 罹個体病數	第I ±	第I +	第I ++	第I +++	第I 發病率	第II 健個体全數	第II 罹個体病數	第II ±	第II +	第II ++	第II +++	第II 發病率
火山灰	蒸溜水	接種區	75	72	34	38	32	6	0	0	6.9	65	7	6	1	0	0	1.3	72	0	0	0	0	0	0
		對照區	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—
	蔗糖液	〃	75	75	29	46	36	8	2	0	9.3	65	10	5	3	2	0	3.2	75	0	0	0	0	0	0
		〃	50	48	47	1	1	0	0	0	—	48	0	—	—	—	—	—	48	0	—	—	—	—	—
壤土	蒸溜水	接種區	75	75	63	12	9	3	0	0	2.4	75	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0
		對照區	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—
	蔗糖液	〃	75	75	55	20	19	1	0	0	2.9	75	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0
		〃	50	50	49	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—

裸麥丸實16號

供試土壤	覆土に注加せる液		播種數	發芽數	綜合 健個体全數	綜合 罹個体病數	綜合 ±	綜合 +	綜合 ++	綜合 +++	綜合 發病率	第I 健個体全數	第I 罹個体病數	第I ±	第I +	第I ++	第I +++	第I 發病率	第II 健個体全數	第II 罹個体病數	第II ±	第II +	第II ++	第II +++	第II 發病率
火山灰	蒸溜水	接種區	75	74	13	61	29	12	17	3	24.3	39	35	9	16	10	0	14.5	67	7	6	1	0	0	1.2
		對照區	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—
	蔗糖液	〃	75	75	13	62	22	16	16	8	29.3	34	41	13	18	10	0	15.6	64	11	9	2	0	0	2.0
		〃	50	48	48	0	0	0	0	0	—	48	0	—	—	—	—	—	48	0	—	—	—	—	—
壤土	蒸溜水	接種區	75	75	39	36	21	13	2	0	9.3	55	20	17	3	0	0	3.5	71	4	4	0	0	0	0.5
		對照區	50	50	50	0	0	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—
	蔗糖液	〃	75	74	36	38	20	14	2	2	12.4	51	23	20	3	0	0	3.9	70	4	4	0	0	0	0.5
		〃	50	50	49	1	1	0	0	0	—	50	0	—	—	—	—	—	50	0	—	—	—	—	—

此の結果を見ると蔗糖溶液を覆土に注加せるものにあつては，何れの品種共蒸溜水區に較べて常に發病率は高く，且つ激しい發病狀態を示す個体が多く認められた。此の間の差は火山灰區にあつては顯著であるが，壤土區にあつてはその差は顯著でない。更に各葉鞘內部の發病狀態を見ると，各品種共火山灰區にあつて內部葉鞘迄菌の侵入して居る個体數は壤土區よりも遙かに多く，蔗糖注加によりかかる個体數の增加も認められる。即ち火山灰中に添加せる蔗糖は菌の發育を促して寄主植物中への侵入を旺勢ならしめ，且つ火山灰の肥料要素の缺亡は恐くは寄主抵抗性の低下をもたらして裾枯病の發病を增加せしめるのであろう。

小　結

以上接種試驗の結果に於て，實驗Iに於ける火山灰含有率の增加に伴う裾枯病發病率增加の原因として之等土壤のpH，通氣狀況或いは保水力等の物理的要素，或いは之等構成土壤中に於ける肥料要素，又菌の利用し得る有機物の多寡等の化學的要素が考えられる。

H. sativum による麥類稚苗裾枯病に對し土壤pHが影響を與えることは Schaffnit 等 (1922) CHRISTENSEN (1922) 等により報告されて居り，又土壤酸度を石灰施與により矯正した際の發病增加は高橋 (1945) により强調されている。又土壤保水力に對する含有濕度が裾枯病發生に著しい要因となつていることは McKINNEY (1923), DOSDALL (1923), CHRISTENSEN (1926) 等により指摘されて居るところである。之等物理的要素を同一として肥料要素のみを變化せしめる可く，實驗IIの如き砂耕培養を火山灰を以つて行い，之に於ける裾枯病發生を檢討せるところ，培養液濃度が一定量以下に低下するに伴い發病の著しく增加する傾向を認める事が出來た。實驗IIIに於て火山灰の影響を除くため石英砂を以つて前實驗と同樣の砂耕を行つた結果も同樣に培養液濃度の低いものに發病の增加を認めた。之より見て實驗Iに於ける火山灰，壤土混合土壤に於て，火山灰區或は火山灰含量の多い區に裾枯病が激しい原因の一つは，壤土中の肥料要素が火山灰により稀釋された事も一つの原因となつて居る事が推定される。

粘土と砂が各種病害の發病に多大の影響を與える事例については馬鈴薯の *Phytophthora infestans* に對する感受性に關して JONES, GIDDINGS & LUTAMAN (1912) が，又大麥堅黑穗の稚苗感染について FARIS (1917) が石英砂と一般壤土とについてそれぞれ比較を行い，何れも砂或いは石英砂が寄主感受性を低下せしめる事を報告している (FISCHER & GÄUMAN (1929) より引用)。又 CHRISTENSEN (1923) は *H. sativum* による裾枯病は泥炭土壤に多い事を實驗し，その原因は菌が泥炭を榮養源として利用し，之の上に良好な生育をするからであろうと述べている。實驗IVの結果から，*H. sativum* は覆土が殺菌火山灰土壤の時は，壤土の場合よりも麥類稚苗に對し激しい發病を惹起することが認められる。而して蔗糖溶液を火山灰に添加した爲に認められる發病の增加は菌に對する榮養として蔗糖が作用している事を示すものであろう。即ち火山灰中に於ける菌の發育に有利な有機物，恐くは炭素源の缺亡は裾枯病の發病を抑制するにしても，決して發病を助長するものではない。

火山灰の物理的性質，殊に通氣の良好な點は，種子に附着している胞子，或いは種子組織に侵入している菌糸が種子發芽に伴い發育を始め，之が子葉鞘或いは subcrown internode 等の表面より侵入する迄の間，菌に對して有利に作用する事は，實驗Iに於ける火山灰土或いは火山灰含有の多い區に於て罹病個体數の多い事からもうかがわれ，實驗IV或いは實驗Vの結果も之を支持して居る。即ち以上の如き殺菌土壤を用いて行つた接種實驗にあつて，火山灰土壤に於ける裾枯病發病の激甚な原因は，供試火山灰の肥料要素の缺亡が麥類の裾枯病に對する抵抗性を低下せしめ，更に火山灰の物理的性質が病原菌に作用してその活動を促し更に寄主中への侵入を速か且つ旺勢にせしめるものと說明し得るであろう。之等の病原菌の發育と土壤との關係を明らかにするため次の諸實驗を行つた。

實驗 VI. 土壤浸出液と *H. sativum* 生育との關係

實驗Iに用いたと同一組成の火山灰，壤土及び此の兩者の混合土壤各1kgを取り常法に從つて各土壤浸出液を作製した。此の各50ccを200ccコルベンに分注し常法により殺菌後之に *H. sativum* 菌糸片を接種して26°C, 3週間後の菌体燥乾重量を秤量した(第8表)。又上記浸出液に寒天2%を添加し，シヤーレに平面培養を行い，26°C 6日培養せる後の菌叢直徑を測定比較した(第7表)。更に之等土壤浸出液を½に濃縮し之に50頁に示した培養液の中無機塩類のみの2倍濃度の液を同量添加し，その50ccを取り同様の液体培養或いは平面培養を行つてその各々の發育を比較した。對照として前記合成培養液を以つて液体或いは平面培養を行つた。

第7表の結果より土壤浸出寒天培養基上に於ける6日後の菌糸發育は各區に於て差を認めることが出來ず，更に土壤浸出液に無機鹽類のみを添加しても菌叢直徑の增加は僅少であり，各區の差は殆んど認められなかつた。又2%蔗糖を添加することにより對照區たる合成培養基上の菌叢直徑と匹敵する大いさになつたが各區間の差は同樣顯著でない。又毎日の發育量增加を比較するも菌叢直徑の擴大率に大差を認め得なかつた。唯菌叢外觀は壤土或いはその含量の多い浸出液區にあつて空中菌糸が特に密であつた。

第7表 土壤浸出寒天培養基上に於ける *H. sativum* の發育
(26°C 培養日數6日)

培養基組成	土壤浸出液		土壤浸出液+合成培養液*		同右+2%蔗糖	
土壤混合比 火山灰:壤土	pH	菌叢直徑 (mm)	pH	菌叢直徑 (mm)	pH	菌叢直徑 (mm)
100 : 0	5.6	53.4	5.6	56.4	5.6	60.3
75 : 25	5.6	53.9	5.6	58.4	5.6	62.1
50 : 50	5.4	52.0	5.5	57.3	5.4	61.5
25 : 75	5.5	52.5	5.5	56.2	5.4	62.4
0 : 100	5.4	52.0	5.5	55.2	5.4	62.4
合成培養基	5.5	65.3	—	—	—	—

第8表 土壤浸出液体培養上の *H. sativum* の發育
(26°C 培養日數20日)

培養基組成	土壤浸出液			土壤浸出液+合成培養液*			同右+2%蔗糖		
土壤混合比 火山灰:壤土	培養液(pH) 開始前	培養液(pH) 終了時	菌体重量 (mg)	培養液(pH) 開始前	培養液(pH) 終了時	菌体重量 (mg)	培養液(pH) 開始前	培養液(pH) 終了時	菌体重量 (mg)
100 : 0	5.8	5.8	22	5.4	6.0	27	5.4	6.0	498
75 : 25	5.7	5.6	25	5.4	6.2	25	5.4	6.1	672
50 : 50	5.8	5.7	40	5.4	6.2	39	5.5	6.1	812
25 : 75	5.9	5.8	39	5.4	6.7	51	5.6	6.7	740
0 : 100	6.0	5.8	42	5.4	6.7	48	5.9	6.7	840
合成培養液	5.4	6.7	716	—	—	—	—	—	—

* 50頁に示した培養液より蔗糖を除いたもの

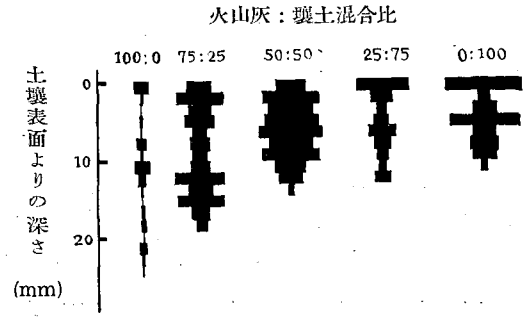
實驗 VII. 火山灰及び壤土中に於ける菌糸發育

實驗Iと同一構成の土壤を徑 12 cm の腰高シャーレに 3.5 cm の深さに充し，その各々の土壤保水力の 80% に相當する蒸溜水を注加し，常法に從つて加壓殺菌せるものの中央に合成寒天培養基上に發育せしめた *H. sativum* の菌叢の小片を接種した。之を 26°C 10 日間培養後，土壤表面に現われた菌叢の最外緣部に接して 18×48 mm 殺菌がバーグラスを垂直に土壤中に靜かに挿入し，そのまま 20 時間 26°C におく。後カバーグラスを取り出し，小火焰にて固定し，Cottonblue で染色，硝子表面に附着せる菌糸片數を數えた。シャーレ 5 個についての平均値を第 9 表に示し，更に之を模式的に第 1 圖に圖示した。

此の結果より見て，火山灰中にあつて *H. sativum* 菌糸の分布は粗であるが，地中深く迄蔓延し，且つ又表面及び土壤中の發育は速かである。

第 9 表 火山灰及び壤土中に於ける *H. sativum* 菌糸量

土混合壤比 火山灰	100	75	50	25	0
土混合壤比 壤土	0	25	50	75	100
土壤表面の菌叢直徑 (mm)	96	94	92	90	90
地表よりの深さ (mm)	菌糸付着數				
0～ 1.6	19	30	33	57	89
1.6～ 3.2	6	45	56	23	26
3.2～ 4.8	5	26	44	12	33
4.8～ 6.4	3	31	54	19	88
6.4～ 8.0	1	15	60	31	29
8.0～ 7.6	12	17	45	19	30
9.6～11.2	5	17	62	18	26
11.2～12.8	15	18	44	11	8
12.8～14.4	16	45	30	11	5
14.4～16.0	9	30	35	21	0
16.0～17.6	9	45	18	0	0
17.6～19.2	6	23	9	0	0
19.2～20.8	2	18	0	0	0
20.8～22.4	3	0	0	0	0
22.4～24.0	2	0	0	0	0
24.0～25.6	1	0	0	0	0



第 1 圖 土壤中に於ける *H. sativum* 菌糸量

之に反し壤土中に中に生育せる菌糸は密であるが，火山灰に比して地中深く迄蔓延する事なく，且つその發育速度は緩蔓である。而して此の兩土壤を混合せるものにあつては，その各々の間の漸移的な傾向を示しているが，火山灰及び壤土等量混合土壤中に於ける菌糸の密度が全汎的に最も大である。

實驗 VIII. 土壤中に置いた寒天培養基上の菌糸の發育

9 cm ペトリシャーレ中に殺菌せる 2% 蔗糖加用稻藁煎汁寒天培養基を注入し固化後，その中央に *H. sativum* 菌糸片を接種し，直ちにその上を前實驗と同樣の混合土壤を 1 cm の厚さに覆つた。26°C 5 日後寒天培養上及び土壤表面に於ける菌糸の發育狀況を菌叢直徑の測定により比較した。その結果も實驗 VII と同樣火山灰土中に於ける菌糸の發育は最も速かであり，5 日後に 60 mm に達したのに對し，壤土中においた寒天表面にあつて菌叢直徑は 36 mm に過ぎなかつた。又火山灰量の低下に伴つて菌叢直徑は漸減した。而して壤土 100% 區以外は土壤表面に菌糸が現われて，その菌叢直徑は土壤下の寒天上に於ける直徑と相當する大いさであつたが，壤土 100% 區は菌糸が地上迄現われなかつた (第 10 表)。之より土壤中に存在し且つ菌の發育し得る有機物上に於ける *H. sativum* の發育は，火山灰或いはその含有量の大なる土壤に於けるもの程速かであり，壤土中に於ける發育は最も緩蔓である事が認められる。但し，各土壤區に於ける土壤中の菌糸密度は前實驗

第10表 土壤中の寒天培養基上に於ける菌の發育

土壤混合比 火山灰：壤土	土壤中の寒天上に於ける菌叢直徑 (mm)	土壤表面に現われた菌叢直徑 (mm)
100 : 0	60.0	62.3
75 : 25	44.5	44.9
50 : 50	43.9	41.0
25 : 75	41.0	40.8
0 : 100	36.4	0

に於ける如き顯著な差異を認め得なかつた。又寒天培養基上の菌糸密度についても同樣であつた。

小　結

土壤の種類と *H. sativum* 發育との關係について行つた以上の實驗結果を要約すると次の如くなる。壤土，或いは火山灰の浸出液は *H. sativum* の榮養源としては不充分なものであり，且つそれ等を使用して行つた比較培養に於て菌叢直徑，或いは時間的な菌糸の伸長速度には差を認める事は困難である。但し寒天培養基上の菌叢密度は壤土或いはその含有量の多い土壤浸出液區に於ては大であり，此の點は浸出液を以つて行つた液体培養差に於ける菌体重量からも確認することが出來る。然し乍ら火山灰或いは壤土及び夫等の混合土壤中に於ける菌の發育は之等の浸出液に於けるとは異り，火山灰中にあつて菌糸の生育は粗であるが發育速度は速かである。又火山灰土中に置いた寒天培養基表面に於ける菌糸の發育は最も速かである。壤土中にあつては，菌糸發育速度は緩漫であるが，發育せる菌糸は密であつた。即ち之等より，供試土壤の物理的性質が菌の發育速度に關聯し，榮養的な要素が菌糸密度を增大せしめていると考察され得る。

結　論

麥類裾枯病々原菌 *Helminthosporium sativum* は土壤中に越冬し，寄主作物の發芽と共に活動を開始し，之に侵入をする所謂土壤菌的性質を有するものであるか，或いは又土壤中に生存する事は稀で，種子表面に付着せる胞子，種子組織中に潛在する菌糸等が第一次感染源となる所謂種子傳染性病原菌即ち，非土壤菌であるかについては種々論議されている處である。SANFORD (1931), HENRY (1931) は *H. sativum* が土壤中の微生物により拮抗作用を受け易い事を觀察している。又 ANWAR (1949) は各種細菌類を *H. sativum* を接種せる土壤に混ずることにより，*H. sativum* による麥類稚苗裾枯病は激減し，*Fusarium lini* による亞麻立枯病は激少しないところから，*H. sativum* は *Fus. lini* の如き著しい土壤菌的性質を有せずとして居る。又他方 SIMMONDS, SALLANS 及び LIDINGHAM (1950) は廣く西 Canada 各地の土壤表面及び刈株を採集して，之等に *H. sativum* 胞子が生存し，且つ越冬して發病源となる事を觀察實驗している。原 (1940) は北大植物園土壤を用い *H. sativum* 胞子がその中にあつて急速に發芽力を消失して行く事を觀察した。火山灰地帶に於ける裾枯病の多い原因は，その病原菌が他の土壤微生物の拮抗作用を受ける事が少なく，土壤中に生存し易いためであるか，或いは火山灰の有する各種性質により寄主植物抵抗性の低下が起り裾枯病が多く發生するのであるか，更に又此の兩者が相伴つて關聯しているかについては興味ある問題である。土壤生物學的要素に關しては別の研究にゆずり，本報告に於ては接種種子及び殺菌土壤を用いて火山灰の物理的或いは化學的性質が裾枯病發病に對して如何に作用しているかを知らんとして實驗を行つた。かかる實驗室に於ける結果を直ちに圃場に於ける病害發生に適用することは，既往より屢々用いられたところであるが，土壤微生物との關聯を考慮に入れるとき甚だしい危險を伴う。實驗Ⅰに於ける火山灰土或いはその含有率の高い土壤中に於ける裾枯病發生の多い原因を土壤微生物の拮抗作用を除外して考えると次の如く說明し得るであろう。

火山灰土壤中にあつて，種子に付着せる *H. sativum* は種子の發芽に伴い活動を始めるが，その生育は壤土中に於けるよりも一層速かである (實驗 VII)。又菌の發芽並びに伸長は，子葉鞘其の他寄主組織表面上に於て速か，且つ旺勢であることは既に報告したところであり (栃内，宇井 1949)，

又火山灰中に埋沒せられた培養基表面上の菌糸の發育は壤土中に於けるより良好且つ速かである(實驗 VIII)。即ち實驗Ⅰに於ける火山灰土中に生育した麥類稚苗の裾枯病罹病個体數が壤土に於けるよりも多いのは，病原菌の發育が火山灰中に生育せる寄主表面に於て旺勢であるためと考察される。即ち火山灰土の物理的性質が病原菌の活動を著しく促す結果，裾枯病の發病が增加するのである。此の際土壤中の菌に對する榮養源の中，無機鹽類はさしたる影響を與える事なく，唯炭素源は菌糸密度を增加せしめると云う點で，發病に影響がある如くである(實驗 V, VII)。然し乍ら火山灰土壤は病原菌に對してのみでなく寄主抵抗性にも影響を與える事は實驗Ⅰ～Ⅲに於ても認められるところであり，殊に供試火山灰の肥料要素缺亡は寄生の側に對する影響が大きく，その抵抗性を著しく低下せしめているが如くである。かかる肥料要素缺亡による裾枯病增加は BROADFOOT 等 (1938) により行われた研究の結果と同一傾向であつた。又火山灰の物理的性質が寄主抵抗性に如何に關係するかを他の要因より分離して實驗する事は困難であるが，實驗Ⅰ或いは實驗Ⅴに於ける火山灰區の裾枯病罹病個体の中內部の葉鞘迄菌の侵入を蒙つて居るものが多いのに比して壤土區にあつてはかかる個体の著しく少ない點は，火山灰土壤の物理的性質が寄主抵抗性低下に關聯を有する事を示すものであろうと思われる。

摘　要

1. 火山灰土及び壤土或いは此の兩者を混合せる土壤中に於ける *Helminthosporium sativum* による麥類稚苗裾枯病の發生を比較した。

2. 火山灰土或いはその含量の多い土壤程裾枯病發生は激しい。

3. 火山灰土を用いて砂耕せる麥類に於て，その砂耕液の養分が完全な濃度を有するものから漸次濃度の減少に伴い裾枯病發生は增加する。

4. 石英砂耕培養に於ても同樣培養液濃度の低下に伴う發病の增加が認められる。

5. 覆土を火山灰土，底土を壤土とせるものにあつては覆土壤土，底土火山灰土とせるものに於けるより裾枯病發生は著しい。

6. 蔗糖を土壤に注加すると裾枯病發生は增加する。

7. 各土壤浸出液を用いた培養試驗に於て，壤土浸出液にあつて生育菌糸密度は大であり，火山灰浸出液にあつては粗であつた。菌糸伸長速度は兩者共同一であつた。

8. 火山灰土中に於ける菌糸伸長は速かであるがその生育量は少ない。

9. 火山灰中においた寒天培養基表面で菌糸は最も速かに生育する。

10. 火山灰土壤に裾枯病發生の多いのは供試火山灰の肥料要素の缺亡と，火山灰中に於ける或いはそれに生育する寄主上の病原菌の發育が速かであり且つ旺勢な點が關係していると推察される。

引用文獻

ANWAR, A. A. (1949): Phytopath. Vol. 39, 1005～1019.

BROADFOOT, W. C. & L. E. TYNER: Canad. Jour. Res., C, 16, 125～134.

CHRISTENSEN, J. J. (1922): Minn. Agr. Expt. Sta. Tech., Bull., 11.

CHRISTENSEN, J. J. (1926): *ibid*, 37.

DOSDALL, L. (1923): *ibid.*, 17.

FISCHER, E. & E GÄUMAN (1929): Biol. pfl. bew. paras. Pilz., Jena

原　一郎 (1940): 未發表

HENRY, A. W. (1931): Canad. Jour. Res., C, 4. 96～77.

JONES, L. R, N. J. GIDDINGS & B. F. LUTAMAN (1912): Vermont Agr. Expt. Sta Bull., 168.

MCKINNEY, H. H. (1923): Jour. Agr. Res, 26, 195～218.

SALLANS, B. J. (1923): Sci. Agr., 13, 515～527.

SANFORD, G. B. & W. C. BROADFOOT (1931): *ibid*, 11, 512～528.

SCHAFFNIT, E. & K. MEYER-HERMANN (1922): Phytopath. Z., 2, 99～166.

SIMMONDS, P. M., B. J. SALLANS & R. J. LIDINGHAM (1950): *ibid.*, 30, 407～417.

高橋喜夫 (1945): 謄寫版 北農試. 病理研. 報告.

栃內吉彥・宇井格生 (1949): 札幌 博. 會報, 18. 89～93.

栃內吉彥・宇井格生 (1950): *ibid.*, 19, 1～6.

栃內吉彥・宇井格生 (1952): 北大. 邦. 紀要. 1, 113～126.

宇井格生 (1948): 寒地農學, 2, 268.

Résumé

The volcanic ash soil regions are found mainly on the south side of the eastern parts of Hokkaido along the Pacific coast. In these regions the foot rot disease of cereal seedlings caused by *Helminthosporium sativum* is prevalent. The writers undertook to clear up the factors influencing the occurrence of the foot rot in those regions and have carried out a series of investigations on the disease. The present report is concerned with the results of seed inoculation experiments and cultural studies of the fungus.

The inoculated seeds of wheat and naked barley were sown in pots filled with volcanic sandy soil, loamy soil and mixtures of them. The occurrence of foot rot was the most prevalent in pure volcanic sandy soil and decreased in accordance with diminishing ratio of volcanic sandy soil to loamy soil. An equal tendency was observed concerning the occurrence of sverely affected seedlings in relation to the soil characters. In the seed inocultion experiments carried out in the sand-culture using volcanic sand and silica sand with synthetic nutrient solution, the occurrence of the disease was diminished by increasing the concentration of added nutrient solution.

When the inoculated seeds were sown on the surface of loamy soil in pots and covered with volcanic sandy soil, the fungus attacked the seedlings far more violently than when they were covered with loamy soil.

The mycelial development of *H. sativum* in the extracted solution of volcanic sandy siol, loamy soil and mixtures of them, was compared.. From these comparisons it was found that growth rate was almost equal in every extraction, i.e. the diameter of the colonies of the fungus were equal, but the growth of the mycelium estimated by the dry weight thereof, became gradually better according to the decrease of loamy soil. The fungus on the potato sucrose agar medium, covered with the sorts of soil under study, was the most favourable under volcanic sandy soil, and gradually diminished with the increase of loamy soil.

From these investigations and those conducted formerly by the present writers, it was concluded that the poor fertility of volcanic sandy soil increases foot rot, and the character of the soil promotes the growth of pathogens both on the host and in the soil, so the foot rot of cereals is more prevalent in volcanic sandy soil than in loamy soil.