HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	連作およびオオムギ、休閑跡地に栽培したインゲンの根腐病発生と被害
Author(s)	宇井, 格生; 赤井, 純; 内記, 隆; 伊藤, 征男
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 8(4), 386-390
Issue Date	1973-03-30
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11844
Type	bulletin (article)
File Information	8(4)_p386-390.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

連作およびオオムギ，休閑跡地に栽培した インゲンの根腐病発生と被害

宇井格生*・赤井　純**・内記　隆*
伊藤征男*
* 北海道大学農学部
** 北海道立十勝農業試験場

Effect of repeated culture of beans, barleys and fallowing on root rot and yields of bean crop

Tadao UI*, Jun AKAI**, Takashi NAIKI* and Ikuo ITO*
*Department of Botany, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo
**Tokachi Agricultural Experimental Station, Memuro

Received August 31, 1972

はじめに

インゲン根腐病は，1915年ニューヨーク州西部で発見され[2]，翌年にはその地方のほとんどの畑に発生していることが知られた[3]。現在，世界各地のインゲン栽培地に発生し，北海道のインゲン畑に広く見られる。十勝地方では耕地面積の約80%以上に発生し[1]，その被害は排水不良のいわゆる湿性火山灰土壌の湿害とも混同されるが，相当のものと考えられる。この病害の防除は，土壌伝染性病害の通例として輪作による被害の軽減以外適当な方法がなく，輪作は少なくとも6～8年が必要で，2, 3年では全く効果がないとされる[4]。十勝地方のインゲンは，2, 3年おき，ときには連作される例すらあり，根腐病の発生は極めて多いが，被害の実態は明らかでない。

カリフォルニア州サリナス地方の，インゲンを始めて作付した畑で，その収量は1 ha当たり約4000ポンド，連作するときは半減する。また，輪作にオオムギを組み入れると，その発生を防止することが可能で，その理由はC/N比の高い植物体が土壌に添加されたためと説明される[10]。

この事実から，インゲン，オオムギを連作し，また休閑を続けたときそれら土壌中の根腐病菌 (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*) の感染能力の変化と，根腐病の発生の状態と被害を検討し，北海道におけるオオムギ栽培による根腐病防止の可能性とその程度，またその要因を明らかにする手掛りをうるためこの実験を行なった。

実験圃場は北海道立十勝農業試験場のなかに設けたもので，その使用，実験について種々便宜を計られ，また御教示を賜わった同場楠　隆場長，実験に多くの援助を頂いた同場坪木和男技官に深甚な感謝の意を表わす。

材料と方法

1. 試験圃場：北海道立十勝農業試験場内圃場の一部に，3年間インゲンを栽培し根腐病がほぼ均一に発生するようになった畑の一部を実験圃場とした。このなかを1区約17 m²ずつに分け，1968年より3年間，インゲン，オオムギを連作し，他の1区は休閑を続けた。各区は2反覆した。土壌は火山灰性砂壌土で，pH 5.6である。インゲン栽培区の施肥は，十勝地方の慣行に従いN, P, Kをそれぞれ4, 10, 7 kg/10 a，オオムギ栽培区は4, 7, 4 kg/10 aとした。播種は年により若干のちがいはあるが，当地方のインゲン播種適期の5月下旬に行ない，オオムギもこれと同時に播種した。中耕除草，その他の管理は慣行に従ったが，中耕時にインゲン株に土よせは行なわず，休閑区の除草は，他の区と同時に行なった。刈取りは，インゲン収穫適期の9月上旬，一斉に行なった。

2. 発病程度：それぞれの区のうね間から，適当量の土壌を取り，あわせて2 kgとし，0°Cに保存した。秋

これらを4号鉢につめ，温室内でインゲンを播種，栽培し，3週間後に根腐病の発病指数を調査し，発病度を求めた。方法，その他は伊藤・宇井[5]による。また，3年間の連作を続けた翌年，全区一斉にインゲンを栽培し，その開花期（7月7日），結実期（8月3日）および収穫期（9月1日）の3回，各区跡のインゲンを30株ずつ掘り取り，根腐病の発病程度を比較した。

3. 土壌中の *Fusarium* spp. と糸状菌数： 前項に従って採取した畑土壌を，稀釈平板法により定量した。平板培地はPCNB・硫酸ジヒドロストレプトマイシンを加えたショ糖ジャガイモ煎汁培地[5]で，これに現われた *Fusarium* spp. および，これを含めた糸状菌の菌そうを数え，乾土1g当たりの菌数を数えた。

4. 収　量： 3年間連作を続けた翌年，全区に播種したインゲンの，草丈，1茎当たり着莢数，稔実莢数，一莢当たり稔実粒数，千粒重および収量を，1区内3.3 m²ずつ2カ所，1処理合計4カ所について調査した。

以上の実験のうち，圃場の調査以外すべての材料は北海道大学農学部に運びそこで行なった。

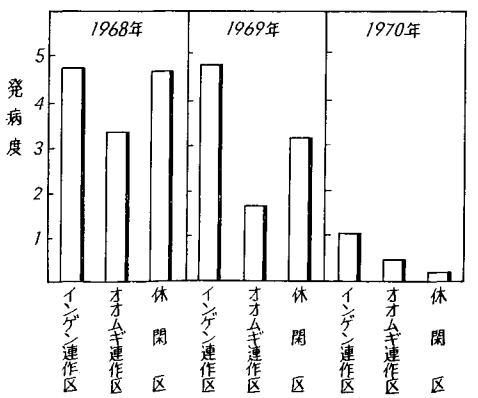
実 験 結 果

I. 連作および休閑を続けた畑土壌における根腐病菌の感染能力とその跡地のインゲンの発病

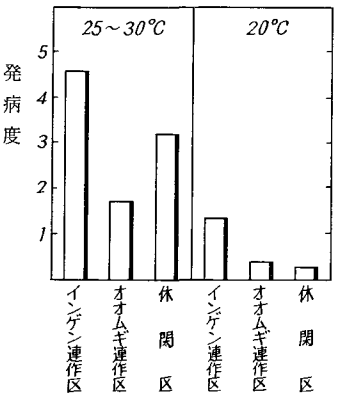
1968年から1970年まで，インゲン収穫期ごとに各区から土壌を採取し，これに播種したインゲンの発病度を比較した（第1図）。

1968年の収穫期に採取した土壌におけるインゲン根腐病の発病度は，インゲン栽培区および休閑区が高く，オオムギ栽培区は明らかに低かった。翌1969年には，インゲン連作区が著しく高く，休閑，オオムギ連作区の順に低かった。1970年の発病度は，全体として著しく低いが，インゲン栽培区は他よりも明らかに高い。この年の発病度が低かったのは，インゲンを播種したのちの温室の温度が低かったためである。それは同じ畑土壌を用いて，20°Cおよび25～30°Cに調節した温室における発病度のちがいから明らかである（第2図）。

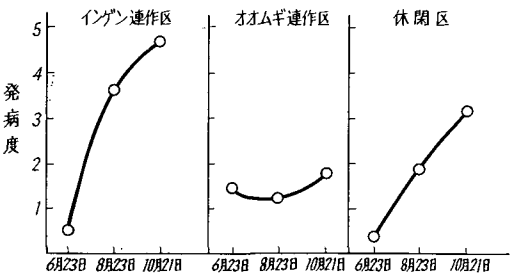
1969年，6月，8月および10月に各区から土壌を採取し，上と同じくインゲンを播種し，根腐病の発生を比較した（第3図）。この結果から明らかなように，インゲン連作区，休閑区から採取した土壌における根腐病の発病度は，6月，8月，10月と土壌の採取時期がおそくな



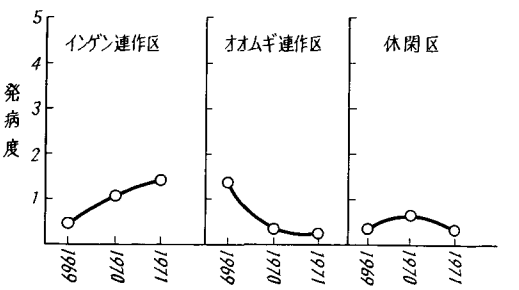
第1図　収穫期に採取した土壌に播種したインゲンの根腐病の発病



第2図　温度とインゲン根腐病の発病



第3図　採取時期をことにした土壌におけるインゲン根腐病の発病（1969年）



第4図　播種期に採取した土壌に播種したインゲンの根腐病発生

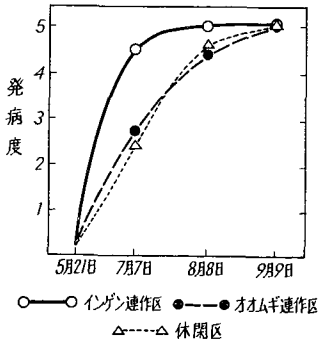
るほど高くなり，とくに前区土壌の発病は極めて激しい。オオムギ連作区土壌の発病度は，6月には高いが，のちほとんど増加しないか，あるいは若干増加するに過ぎない。

1969年から1971年までの3年の播種期に採取した土について根腐病の発生を調べると（第4図），インゲン連作区は，連作を続けるごとにその発病度はわずかずつ高くなる。これに対しオオムギ連作区は低下する。またこの結果を前図と比較すると何れの年にあっても，播種期に採取した土壌における発病度は，前年収穫期に採取した土壌の発病度よりも著しく低下している。

以上の結果から，土壌中の *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* の感染能力は，インゲンを連作した畑では播種から収穫あるいはその後まで急速に高くなるが休閑あるいはオオムギを連作した土壌では高くなるにしてもインゲン連作土壌ほどでない。また，秋に高くなった感染能力は翌春著しく低くなっている。インゲンを連作したときその低下はオオムギを連作，あるいは休閑を続けたときほどではない。

1968年から1970年まで3年間，インゲン，オオムギを連作し，また休閑を続けたのち，1971年全区一斉にインゲンを栽培し，その発病を調査した（第5図）。

5月21日に播種し，約1カ月半後7月7日開花期のインゲン根腐病の発病を見ると，インゲン連作跡地の発病度は平均4.54で，すでにインゲン地下部の大部分が病変を示していた。これに比べ，オオムギ，休閑跡地のインゲンはそれぞれ2.66，2.62で，発病の程度は明らかに軽かった。その後1カ月たった8月8日に，インゲン連作跡のインゲンの発病度は5.0であり，一部の葉は黄化していた。他の2区は4.57および4.79と，前回調査したときに比べ，発病度は激しくなったが，葉の黄化するものは見られなかった。9月9日収穫時には，すべての区のインゲンの発病度は5.0で，地下部はすべて赤褐色～黒褐色となっていた。このうち，インゲン連作区のインゲンは，側根，主根の先端は壊死，分解し，主根や茎の地下部の柔組織は崩壊し，根腐病の激しい病徴を示した。また先に黄化した葉はすでに落ち，残ったものの多くも黄化していた。オオムギ連作区，休閑区のあとに栽培したインゲンは，一見してインゲン連作区と区別することが出来，黄化した葉も落葉するものもなく草丈は明らかに高い。また，地下部の発病度は5.0で，地下部全面に病変は拡っているが，それは組織の表層部に留まり，側根や主根先端の崩壊するものはなかった。

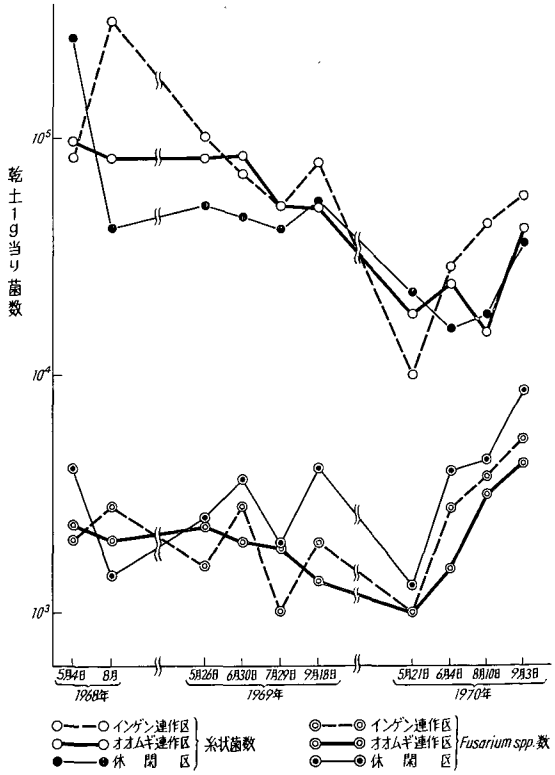


第5図　前作とインゲン根腐病の発生

すなわち，インゲンを連作すると根腐病は開花期までに地下部全面に拡がり，その後地下部組織の崩壊がおこる。このため早期に葉の黄化，落葉がおこり，草丈も低下する。これに対し，オオムギ，休閑跡地のインゲンも根腐病菌に侵されるが，その侵害はインゲン連作畑よりおそくかつ病徴の激化もゆるやかで，収穫期には地下部全体がおかされるようになっても，地上部の生育に対する影響は軽微である。

II. 土壌中の *Fusarium* spp. と糸状菌数

1968年から1970年まで，播種期と収穫期，およびそ



第6図　畑土壌中における *Fnsarium* spp，と糸状菌の菌数

の間に各区から採取した土壌中の *Fusarium* spp. および同じ平板培地に現われた糸状菌数を数え，各区の平均を第6図に示した。実験を開始したとき，すなわち1968年播種時の土壌中の *Fusarium* および糸状菌数は，休閑区が他よりもやや多かった。しかし，このちがいはその後ほとんど見られなくなった。収穫期におけるインゲン連作区土壌の糸状菌数は他区よりもやや多い。これは根腐病によるインゲンの落葉によるものと考えられる。この増加した糸状菌数も，翌春播種時には低下し，他区との間にほとんど有意差異がなくなった。1970年5月の菌数が全体として低いのは，実験の不備による。これらの時期以外，各区の間の *Fusarium* および糸状菌数間に有意義な差は認められなかった。

これらの結果から，インゲン，オオムギを連作してもあるいは休閑を続けても，土壌中の *Fusarinm* spp. や同じ平板に現われる糸状菌の数の間に，とくに見る可きちがいはないと考えられる。

III. インゲン，オオムギ連作および休閑跡地に栽培したインゲンの収量

3年間インゲン，オオムギを連作し，あるいは休閑を続けたあと，1971年に全区一斉にインゲンを栽培し，各区のインゲンについて草丈，収量，一茎当たり着莢数，稔実莢数，千重粒を調査した（第1表）。

インゲンを連作したとき，草丈は低く，収量は低下しオオムギ，休閑跡地のインゲンの約40%にすぎなかった。連作によるインゲン収量の低下は一茎当たりの着莢数と稔実莢数の著しい低下によるものであり，一莢中の稔実粒数，千粒重については，他の2区との間に有意差はなかった。オオムギ，休閑跡に栽培したインゲンの間には草丈，収量には有意差は見られない

第1表　前作とインゲンの収量

試験区	草丈 (cm)	着莢数/茎	稔実莢数/茎	稔実粒数/莢	千粒重 (g)	収量 (g)/3.3 m²
インゲン連作区	26.32	4.17	2.05	2.68	588.25	183.2
オオムギ連作区	41.92	6.38	4.00	3.09	630.25	445.0
休閑区	36.80	5.75	4.05	2.71	613.55	405.9
L.S.D. 1%	11.4	1.65	1.90	N.S	N.S	145.9
L.S.D. 5%	7.3	1.06	1.32	N.S	N.S	101.5

結　論

Fusarium solani f. sp. *phaseoli* によるインゲン根腐病の被害は，激発畑で約50%の収量減とされる[4]。サリナス地方では，輪作したものと比べ連作したインゲンは約半分の収量しかない[10]。本実験の結果も，連作によりインゲン根腐病は激しくなり，オオムギを連作，あるいは休閑を続けた跡のインゲンに比べその収量は約40%低下する。オオムギ跡地，休閑跡地のインゲンにも根腐病は発生するため，この収量の減少は根腐病発生皆無のものと比べた値ではなく，相対的なものである。連作したインゲンには根腐病が早くから，激しく発生し，そのため根の多くは枯死する。開花期頃から地上部生育の不良が明らかになり，葉の黄化，落葉などは，地下部の激しい発病による。その結果，一茎当たりの着莢数，稔実莢数が減少し，収量は低下する。

インゲン種子に付着，あるいは混在する僅かの土壌に含まれる *F. solani* f. sp. *phaseoli* の厚膜胞子が，インゲンを始めて播いた畑の土壌に混入し[6]，根腐病が発生する。一度インゲンを栽培した畑土壌には長い年月をへたのちもこの病原菌は生存する[8]。畑土壌に加えた大型分生胞子は6～8週間後，約半数が厚膜胞子となり，その数は少なくとも2年は変わらず，生存を続ける[7]。インゲン根腐病の発生した畑に，本菌の寄主とならないオオムギを3年間栽培しても，また休閑を続けても病原菌は消滅せず，それらの畑土壌を取り，インゲンを播くときその地下部は明らかに本菌の感染を受ける。畑の土を採取する時期によってそれらインゲンの発病にちがいがあり，かつそのちがいに一定の傾向があることは，土壌中の病原菌分布が不均一で採取した土の病原菌量に著しいちがいがあった結果とは考え難い。また，*F. solani* f. sp. *phaseoli* の寄主は，*Phaseolus* 属ほかわずかのマメ科植物のみで[4]，畑の雑草に寄主とされるものは存在しなかった。すなわち，雑草寄主に依存した増加の可能性はない。この菌は，寄主以外の植物の根圏で発芽し，菌糸をのばし，再び厚膜胞子が形成され，この腐生的な増殖に

より土壌中の菌数が増加するという結果[9]から，休閑，オオムギ栽培区土壌の感染能力の変動は説明することが出来る。一方 C/N 比の高いコムギ，オオムギなどの藁を土壌に加えると，インゲン根腐病の発病は抑制されるとされる[10]。オオムギ連作畑の跡については，このことで説明が出来るとしても，休閑畑跡については適用し難い。何れにしても，連作したインゲンに比べ，オオムギ栽培や休閑跡地におけるインゲン根腐病の病状の激化がおそく，被害が軽微であるのは，土壌中の病原菌の感染能力が低下していたためではあるが，それが病原菌数，病原力の何れが低下していたのかは明らかでない。

摘　　要

1. インゲン根腐病の発生する畑に3年間オオムギ，インゲンを栽培し，また休閑を続けた。

2. この間，各区から土壌を採取し，温室内でこれにインゲンを播き，根腐病の発病度を比較し，4年目には全区一斉にインゲンを栽培し，根腐病の発生と収量を比較した。

3. 春から秋にかけて畑から採取した土壌に播いたインゲンの発病は次第に増加する。増加の程度はインゲン連作区で著しい。オオムギを栽培し，休閑を続けた畑土壌では，その発病は低下する。しかし，3年後でも根腐病はなくならない。

4. 4年目に栽培したインゲンの発病は，インゲン連作区で早くから，激しく発生し，結莢期の葉は黄化し，落葉が激しく，草丈も低い。他の区のインゲンも根腐病が発生するが，連作区に比べその激化がおそい。

5. インゲン連作区のインゲンは，オオムギ連作，休閑区に比べ収量は約40%少ない，収量の低下は，一茎当たり着莢数，稔実莢数の減少による。

引 用 文 献

1) 赤井　純 (1967): 植物防疫., 第21巻, 467-470
2) BURKHOLDER,, W. H. (1916): Phytopathology, **6**: 104.
3) ―――――――― (1917): Ibid. **7**: 61.
4) ―――――――― (1919): Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir, **26**: 1003-1033.
5) 伊藤征男・宇井格生 (1972): 北大農邦文紀要 **8**: 391-395.
6) NASH, S. M. and SNYDER, W. C. (1864): Phytopathology, **54**: 880.
7) ―――――― and ―――――― (1965): Ibid. **55**, 963-966.
8) ―――――― and ―――――― (1965): Canad, Jour. Bot. **43**: 939-945.
9) PAPAVIZAS, G. C., ADAMS, P. B. and LEWIS, J. A. (1968): Ibid. **58**: 414-420.
10) SNYDER, W. C., SCHROTH, M. W. and CHRISTOU, T. (1959): Phytopathology, **49**: 755-756.

Summary

The bean root rot was compared on bean plants grown in the fields where repeated culture of beans, barleys and fallowing had been carried out for three years. The disease was severe with repeated culture of beans and the yields were 54.9 kg/10 a. The root rot was also developed in bean plants after barley and fallowing and all of them were infected after the flowering stage, however the development of disease was not severe. The yields were 123.5, and 121.7 kg/10 a. respectively. The reduction of yields in beans after repeated culture is due to the rapid increase of root rot severity.