

コンニャクの根腐病防除におけるライムギ混作の効果

倉井耕一・木村守*・遠山明子

摘要：コンニャクに適した混作物の選定を行った。コンニャクに根腐病の発生していない条件においては、麦類の混作は根腐病以外の病害の発生も少なかった。コンニャクの収量の低下もエンバクを混作した場合を除いては少なかった。ライムギには根腐病の防除効果が認められた。そのため根腐病の発生する条件では、ライムギ以外の混作では高率で根腐病が発生し、コンニャクの外観品質や収量の低下も大きかった。

ライムギの枯死時期が遅いほど、ライムギの混作による根腐病防除効果は高いが、コンニャクが生育抑制される程度も大きくなった。このためコンニャク球茎が肥大抑制される程度が小さく、根腐病防除効果が比較的高い 8 月中旬にライムギが枯死するようコントロールすることが望ましい。この技術は種球が小さいと生育抑制程度が大きくなるため、コンニャクの大きい二年生または三年生の種球に適用することが望ましい。また白絹病等に対してはライムギ混作だけでは効果が不十分であるため土壌くん蒸を併用することが望ましい。

キーワード：コンニャク根腐病，混作，ライムギ

Effects of Mixed Cropping with Rye in the Control of Root Rot in Konjak

Koichi KURAI, Mamoru KIMURA, Akiko TOHYAMA

Summary: These writers made selection of crops suitable for mixed cropping with konjak. Under the conditions without root rot, konjak got little diseases in mixed cropping with winter cereals, and the drop in the yield of corms was also small except in the case of mixed cropping with oats. On the other hand, under the root rot condition, konjak got root rot at a high rate and also presented remarkable drop of appearance quality and yield of corm, except in the case of mixed cropping with rye.

The root rot preventive effects of mixed cropping with rye gets higher as the time of withering of the rye is delayed, but this also involved greater restraint on the growth of konjak. For that reason, it is desirable to control in such a way that the rye withers in the middle of August when the degree of restraint on the growth of konjak corms is rather low and the root rot preventive effects are comparatively high. Moreover, this method shall apply to either large second-year to third-year corms, because the degree of restraint on the growth gets higher with small seed corms. For the control of stem rot, etc., soil fumigation shall also be practiced because no sufficient control effects can be obtained by mixed cropping with rye only.

Key words: konjak, root rot, mixed cropping, rye

I 緒言

コンニャクの根腐病¹⁾は土壤伝染性が強いので、土壤くん蒸が主要な対策となっているが、連作年数の長い圃場や汚染程度の高い圃場では土壤くん蒸の効果が低下している。このために、年々土壤くん蒸剤の施用量が増加してきており、農家の経営を圧迫する一要因となっている。また一部の土壤くん蒸剤は取り扱いが危険であり、コンニャク栽培にとって好ましいものではない。しかしコンニャク栽培は中山間地の狭い耕地でおこなわれており、耕地の確保が困難なことから、現状では連作をすることが避けられない。このため農家は客土や良質堆肥の投入などで、根腐病を含む病害の軽減に努力している。

最近、敷わらの入手が困難になり、その代わりにエンバク等の麦類を混作する方法²⁾が普及してきたが、これらが広まるにつれ、腐敗病、葉枯病、ウイルス病、アブラムシ類等に軽減効果がある³⁾ことが認められてきた。本研究は、混作栽培に適した作物の選定試験をおこなってきた。そして今まで麦類等の混作では根腐病の軽減効果は認められていなかったが、ライムギの混作に高い根腐病防除効果を認めた。またライムギの混作条件と根腐病発生の関係を調査していく中で、混作条件や気象条件によって根腐病の発生が異なることが明らかになった。以上のことから、ライムギを混作する場合のコンニャク根腐病に有効な栽培条件を得ることができたのでここに報告する。

II 材料及び方法

1. 混作物の選定

1990年から1992年に麦類はエンバク、小麦、ライムギ、ビール麦を用いて、豆類はヘアリーベッチ、クリムソクローバー、ホワイトクローバー、レッドクローバーを用いてコンニャクとの混作をおこない、混作物として適した作物の選定を行った。コンニャクの生育に影響が出ないように、麦類の選定基準は茎立ちしない秋播性の高いこととしてエンバクはアキマサリ、小麦はシラネコムギ、ライムギはサムサシラズ、ビール麦はあまぎ二条（茎立、出穂するが草丈があまり伸びず夏枯れしやすい）を選んだ。豆類は草丈の低い夏枯れしやすい作物を選んだ（品種名は不明）。

コンニャクは土壤消毒及び種球消毒をおこなってから、二年生あるいは三年生の高年生の種球を植付け、培土後直ちに混作物を全面に播種した。1990年ははるなくろの二年生球茎（一個重37.6g）を、1991年ははるなくろの二年生（一個重74.3g）を用い、場内畑（表層多腐植質黒ボク土、七本桜統）で試験した。また1991年は在来種の二年生（一個重90.7g）及び三年生（一個重175.2g）を用い、茂木町と栗野町で現地試験をおこなった。混作物の播種量は麦類は0.8kg/a、豆類は0.2～0.3kg/aである。コンニャクの栽植密度は、二年生は60cm×20cm（畦間×株間）、三年生で66cm×28cm（同）とした。施肥量は窒素成分に換算して、場内では1.5kg/a、茂木現地では1.58kg/a、栗野現地では1.54kg/aであった。薬剤散布はボルドー液を中心に生育期間中10～20回散布した。なお対象として敷わら75kg/aを出芽期の前までに施用した。

生育途中には、混作物の生育状況及び枯死時期、コンニャクの生育状況及び病害の発生程度の調査を行い、収穫時期にはコンニャクの球茎重及び肥大倍率、病害球茎の発生程度等の調査をおこなった。混作物の枯死時期は混作物が90%以上枯死した時期とした。コンニャクの病害の発生程度は、病害株数の割合（観察も含む）であらわした。病害球茎の発生程度は罹病球茎の割合であらわした。コンニャクの葉色は葉身の中央を葉緑素計（ミノルタ社SPAD）で測定した。その他の調査については作物関係調査基準¹⁰⁾に依っておこなった。

2. ライムギ混作による栽培法の確立

ライムギ混作とコンニャクの生育及び病害、特に根腐病発生との関係を調査し、コンニャクのライムギ混作による栽培法を検討した。

1) ライムギの被覆程度とコンニャクの生育及び病害の発生

1992年にはるなくろ二年生（一個重39.8g）をもちい、ライムギの播種位置と播種量によりライムギの被覆程度を変え、コンニャクの生育、収量及び病害の発生に及ぼす影響を検討した。ライムギ品種はサムサシラズをもちい、播種量は全面散播では0.8kg及び0.5kg/aとし、条播では0.5kg及び0.3kg/aとした。コンニャクの栽植密度は60cm×20cm（畦間×株間）で、施肥量は窒素成分で1.5kg/aとした。試験実施場所は場内である。その他の方法

及び調査については前記試験と同様である(以下同様)。

1993年に在来種の二年生(一個重57.8g)をもちい、ライムギの枯死時期がコンニャクの生育、収量及び病害の発生に及ぼす影響を検討した。ライムギ品種はサムサシラズをもちい、0.8kg/aを全面散播した。コンニャクの栽植密度は60cm×20cm(畦間×株間)、施肥量は窒素成分で1.7kg/aとした。枯死時期のコントロールはグルホシネート液剤の200倍液20ℓ/aを直接ライムギに散布することによりおこなった。枯死時期は7月下旬(7月29日)、8月中旬(8月16日)、9月上旬(9月6日)である。試験実施場所は茂木町である。

同年に在来種の二、三年生の大きさの異なる種球をもちい、コンニャクの大きさによるライムギの被覆程度の違いによって、コンニャクの生育、病害の発生に及ぼす影響を検討した。ライムギ品種はサムサシラズをもちい、0.8kg/aを全面散播した。コンニャクの栽植密度は二年生(小:一個重99.1g)、66cm×30cm(畦間×株間)、三年生(中:同177.5g)66cm×35cm(同)三年生(大:同289.4g)66cm×40cmで、施肥量は窒素成分で1.54kg/aとした。試験実施場所は栗野町である。

2)ライムギ混作における土壌くん蒸の有無とコンニャクの生育及び病害の発生

1992年に在来種の二、三年生をもちい、ライムギ混作における土壌くん蒸の有無がコンニャクの生育、収量及

び病害の発生に及ぼす影響を検討した。茂木町の試験では二年生(一個重39.8g)をもちい、土壌くん蒸はクロールピクリン剤(DD、ドロクロール混合)3ℓ/aでおこなった。栗野町の試験では三年生(一個重251.7g)をもちい、土壌くん蒸はダゾメット微粒剤1.5kg/aでおこなった。また根腐病防除薬剤の種類を変えてその効果も検討した。供試した薬剤はエクロメゾール剤とフルトラニル・メタラキシル剤でそれぞれ1.0kg/aを全面施用した。ライムギ品種はサムサシラズをもちい、0.8kg/aを全面散播した。コンニャクの栽植密度は二年生は60cm×20cm(畦間×株間)、三年生は66cm×30cmとした。施肥量は二年生は窒素成分で1.7kg/a、三年生は1.54kg/aとした。

1994年に在来種の二年生(一個重107.9g及び93.8g)をもちい、土壌くん蒸の有無のライムギの効果を検討した。ライムギ品種はサムサシラズをもちい、0.8kg/aを全面散播した。また比較として敷わら75kg/aをおこなった。コンニャクの栽植密度は55cm×25cm(畦間×株間)及び60cm×25cm、施肥量は窒素成分で1.7kg/aとした。試験実施場所は茂木町の2圃場である。

III 試験結果

1. 混作物の選定

1990年は麦類が3種類、豆類が4種類で試験をおこなった。その結果を第1表に示す。ビール麦は8月上旬に枯死

第1表 混作物とコンニャクの生育・収量(1990)

混作物名	葉柄長 cm	葉色	欠株率 %	成熟期 月日	球茎重 kg/a	肥大倍 倍	優良球茎 平均重g	腐敗病 球%	乾腐病 球%	混作物 枯死時期
小麦	33.2	53.9	4.5	9.30	251.6	6.02	235.7	3.4	8.5	10月上旬
ライムギ	37.7	53.6	5.1	10.07	252.8	6.05	245.6	7.4	15.4	10月上旬
ビール麦	36.1	52.3	5.1	9.29	268.0	6.42	251.7	4.6	13.1	8月上旬
ヘアレッチ	36.2	51.3	9.1	9.29	180.3	4.32	192.6	2.3	15.4	10月上旬
クリームコーバー	33.5	53.1	17.1	9.28	212.6	5.09	241.9	17.1	13.7	枯死せず
ホワイトコーバー	34.5	50.1	3.4	9.27	232.8	5.57	222.0	8.0	3.4	枯死せず
レッドコーバー	37.5	50.3	4.6	9.27	237.7	5.69	220.8	8.0	5.7	枯死せず
敷わら	35.9	53.6	8.0	9.27	268.7	6.43	257.5	6.9	13.7	
有意差検定	+	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	

注1. 品種ははるなくろ、年生は2年生を使用。優良球茎重は肥大倍率3倍以上の球茎を示す。

注2. +, *はそれぞれ10%, 5%水準で混作物間に有意差あり, nsは有意差なしを示す。

注3. 葉色は葉緑素計値で8月20日測定、欠株率は8月31日調査。

第2表 混作物とコンニャクの生育・収量 (1991)

混作物名	葉柄長 cm	葉色	欠株率 %	成熟期 月日	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍	葉枯病 株率%	腐敗病 球 %	乾腐病 球 %	混作物 枯死時期
エンバク	40.9	48.4	8.8	9.23	260.7	4.21	2.9	42.1	24.7	9月上旬
小麦	41.7	52.4	5.9	9.21	248.9	4.02	12.1	47.4	18.8	8月上旬
ライムギ	41.7	52.5	4.4	9.22	261.6	4.22	0.5	51.5	19.6	8月中旬
ビール麦	41.7	52.4	3.9	9.21	263.7	4.26	3.3	36.0	23.2	7月上旬
クリムソクローバー	39.7	52.4	5.5	9.24	247.6	4.00	1.5	49.6	18.4	8月中旬
敷わら	44.4	53.6	8.8	9.20	282.2	4.56	4.9	32.8	25.0	
有意差検定	**	**	*	ns	+	+	**	ns	ns	

注1. 品種ははるなくろ、半生は2年生を使用。

注2. +, *, **はそれぞれ10%, 5%, 1%水準で混作物間に有意差あり, nsは有意差なしを示す。

注3. 葉色は葉緑素計値で8月22日測定, 葉枯病株率は8月22日調査, 欠株率は8月31日調査。

第3表 混作物とコンニャクの生育・収量 (現地試験, 1991)

1) 茂木現地

混作物名	葉柄長 cm	葉色	病害株 %(観察)	左内容	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍	根腐病 球 %	腐敗病 球 %	乾腐病 球 %
エンバク	46.5	42.8	10	根腐病	211.6	2.80	0.0	2.0	10.0
小麦	49.9	46.9	10	根腐病	249.8	3.30	0.0	0.0	8.0
ライムギ	48.5	51.0	ビ	葉枯病	252.6	3.34	0.0	2.0	6.0
ビール麦	47.4	45.7	30	根腐病	218.1	2.89	0.0	4.0	0.0
クリムソクローバー	48.2	47.4	ビ	葉枯病	245.4	3.25	0.0	0.0	4.0
敷わら	54.6	46.5	5	根腐, 葉枯病	255.3	3.38	0.0	2.0	2.0

2) 栗野現地

混作物名	葉柄長 cm	葉色	病害株 %(観察)	左内容	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍	根腐病 球 %	腐敗病 球 %	乾腐病 球 %
エンバク	63.0	39.5	5	根腐病	298.9	3.18	47.8	0.0	4.3
小麦	61.1	40.9	10	根腐病	319.0	3.40	65.2	2.2	0.0
ライムギ	59.5	42.4	ム	—	356.0	3.79	2.2	0.0	2.2
ビール麦	60.5	41.4	20	根腐病	286.9	3.05	78.3	8.7	0.0
クリムソクローバー	60.0	39.2	40	根腐病	288.4	3.21	13.6	2.3	4.5
敷わら	65.8	46.9	10	根腐病	305.7	3.33	15.6	0.0	2.2

注1. 品種は茂木現地は在来種2年生, 栗野現地は在来種3年生を使用。

注2. 葉柄長, 葉色, 病害株は茂木現地が9月2日, 栗野現地が9月3日に調査及び観察。

注3. 病害株のム, ビは観察で認められなかった, またわずかに認められたことを示す, なお茂木現地では球茎に根腐病の痕跡が認められなかった。

したが, 小麦とライムギは10月上旬まで残った。ヘアリーベッチは10月上旬に枯死した。クローバー類は枯死せず, ホワイトクローバーとレッドクローバーはコンニャクの堀取りに支障をきたした。しかしクリムソクロー

第4表 ライムギの播種位置・播種量とコンニャクの生育・収量 (1992)

処理区名	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉色	ライムギの 被覆状況	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍	腐敗病 球 %	乾腐病 球 %
散播0.8	32.2	27.8	47.5	良	185.8	5.6	1.0	23.0
散播0.5	33.1	27.6	46.9	良	191.5	5.8	0.0	26.0
条播0.5	32.6	27.8	48.9	やや良	199.9	6.0	0.0	24.2
条播0.3	33.3	27.4	51.6	不良	209.6	6.3	0.5	24.0
敷わら	32.8	29.7	50.1	-	206.9	6.2	0.0	24.5
有意差検定	ns	ns	ns	-	**	**	ns	ns

注1. 処理区名の散播は全面に、条播は畦間にライムギを播種し攪拌したことを示す。また

数字はアールあたりのライムギの播種量(kg)を示す。

注2. 品種ははるなくろ2年生を使用。

注3. 葉身長、葉柄長、葉色は8月20日に調査した。

注4. **は1%水準で処理間に有意差あり、nsは有意差なしを示す。

バーは支障はなかった。またビール麦は出穂したが稈長は短く、コンニャクを傷つける可能性は小さかった。小麦とライムギはほとんど出穂せず、コンニャクを傷つける可能性はなかった。ヘアリーベッチは蔓状にコンニャクを覆い、生育を阻害したが、クローバー類はコンニャクを傷つける可能性はなかった。コンニャクの生育は、小麦とクリムソクローバー区で葉柄長が短い傾向がみられた。またライムギ区のコンニャクの成熟期が遅い傾向があった。コンニャクの収量は、ヘアリーベッチ区の球茎重が低く、大玉の割合も低かった。一方ビール麦区は敷藁区とほぼ同収で、麦類での収量の低下が少なかった。コンニャクの病害の発生は、有意差は見られなかったが、クリムソクローバー区は欠株が多く腐敗病球の割合が高かった。すべての処理区を通じて根腐病の発生はなかった。

1991年は麦類が4種類、豆類が1種類で試験をおこなった。その結果を第2表に示す。ビール麦は7月上旬、小麦は8月上旬、ライムギは8月中旬、エンバクは9月上旬に枯死した。ヘアリーベッチは8月中旬に枯死した。エンバクは秋播性の高い品種を使用した。出穂が多く認められ、コンニャクを傷つける可能性があった。他の麦類の出穂特性がコンニャクに及ぼす影響は前年と同様であった。コンニャクの生育は、混作区で全般に葉柄長が短い傾向がみられた。葉色はエンバク区で低い傾向が見ら

れた。コンニャクの収量は、クリムソクローバー及び小麦区の球茎重が低かった。またビール麦、ライムギ、エンバク区は敷わら区より低かったが、収量の低下が少なかった。コンニャクの病害の発生は、腐敗病が多くみられ、有意差は見られなかったが、敷わら区、ビール麦区の発生はやや少なかった。葉枯病は小麦区に多く発生した。すべての処理区を通じて根腐病の発生はなかった。

1991年は茂木町及び栗野町でも現地試験をおこなった。供試混作物は麦類が4種類、豆類が1種類である。その結果を第3表に示す。混作物の枯死時期は特定できなかったが、ほぼ場内の試験結果と同様であった。茂木現地ではコンニャクに根腐病と葉枯病が発生した。根腐病はライムギを除く麦類区と敷わら区に発生し、ビール麦区の発生がもっとも多かった。葉枯病はライムギ区とクリムソクローバー区に発生したが、軽微であった。コンニャクの生育は、混作区が全般に葉柄長が短い傾向がみられた。葉色はエンバク区が低い傾向であった。エンバク区及び根腐病の発生が多かったビール麦区のコンニャクの球茎重は低く、ライムギ区の球茎重は敷わら区とほぼ同収であった。コンニャクの球茎には根腐病の痕跡は認められなかったが、腐敗病及び乾腐病が散見された。

栗野現地では根腐病が多発した。根腐病はライムギ区を除いて発生し、クリムソクローバー区の発生が多か

第5表 ライムギへの除草剤処理時期とコンニャクの生育・収量 (1993)

1) 除草剤処理時期とライムギの被覆程度

処理時期	ライムギの草丈cm		ライムギの被覆程度(観察) %			
	7月29日	8月16日	7月29日	8月16日	9月6日	10月18日
7月下旬	71.8	60.7	100	0.5	2.0	2.0
8月中旬	-	-		30.0	0.5	0.5
9月上旬	-	-		45.0	2.5	1.0

注. ライムギの草丈の調査及び被覆程度の観察は差がなかったため7月下旬処理時期のみ調査, その他は2区の平均で数字が小さいのはライムギがわずかに残っていたことを示す.

2) 除草剤処理時期とコンニャクの生育・収量

処理時期	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉色	球茎重 kg/a	肥大倍率 倍	根腐病 球 %
7月下旬	29.7	34.7	36.0	201.3	4.3	20.9
8月中旬	28.8	34.8	34.8	195.0	4.1	12.1
9月上旬	29.7	33.5	35.0	163.0	3.5	11.3
敷 藁	32.0	37.6	36.0	202.7	4.3	16.2
有意差検定	ns	*	ns	**	**	*

注1. 茂木現地で試験した. 土壌薰蒸はクロロピクリン剤を使用.

注2. 品種は在来種2年生を使用.

注3. 除草剤処理はグルホシネート液剤の200倍でおこなった.

注4. *, **はそれぞれ5%, 1%水準で処理期間に有意差あり, nsは有意差なしを示す.

った. コンニャクの生育は, 混作区では全般に葉柄長が短い傾向がみられた. 葉色は敷わら区以外で低い傾向が見られた. コンニャクの収量は, 根腐病の発生しなかったライムギ区の球茎重がもっとも高く, 根腐病の発生した他の区は低かった. コンニャクの球茎には根腐病の痕跡が見られ, その発病球率はビール麦, 小麦及びエンバク区が高かったが, ライムギ区は非常に少なかった. 腐敗病球及び乾腐病球は散見された程度であった.

以上の結果から, 根腐病の発生していない条件では, 麦類を混作した場合には全般に病害の発生が少なく, 枯死の遅いエンバクを混作した場合を除けばコンニャクの収量の低下も少なかった. 中でも枯死の早いビール麦は, コンニャクの収量低下をほとんどもたらさなかった. またライムギは高い根腐病防除効果がみられた. 根腐病の発生する条件では, ライムギ区以外は高率で根腐病の発生が見られ, それによるコンニャクの外観品質や収量の

低下も大きかった. このことから, ライムギは根腐病発生のおそれのある圃場での混作物物としてもっとも適していた.

2. ライムギ混作による栽培法の確立

1) ライムギの被覆程度とコンニャクの生育及び病害の発生

前記の試験でライムギに根腐病発生抑制効果が認められたことから, ライムギの生育量や生育期間がコンニャクの生育・収量及び根腐病の発生に及ぼす影響を調査した.

(1) ライムギの播種位置と播種量

ライムギの播種位置と播種量により被覆程度を変えて, コンニャクに及ぼす影響を見た結果を第4表に示す. 散播の0.8kg/a区及び0.5kg/a区のライムギによる地面の被覆状況は良好であったが, 条播の0.5kg/a区はやや不十分で, 0.3kg/aは不十分であった. 根腐病の発生はな

第6表 コンニャク種球の大きさとライムギの被覆程度

1) ライムギの被覆程度

種球の 大きさ (株間cm)	ライムギの草丈cm 8月16日	ライムギの被覆程度 (観察) %		
		7月30日	8月16日	9月9日
大 (40)	47.0	72.5	35.0	0.0
中 (35)	-	87.5	50.0	4.0
小 (30)	-	90.0	60.0	4.0

2) 根腐病の発生推移とコンニャクへの影響

種球の 大きさ (株間cm)	根腐病株率%			葉身長 cm	葉柄長 cm	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍
	8月16日	9月9日	収量調査				
大 (40)	0.0	1.7	11.7	54.5	55.1	356.0	3.2
中 (35)	0.0	7.1	4.3				
小 (30)	0.0	5.0	17.5				
敷わら (40)	1.7	69.4	71.0	59.0	53.4	309.2	2.8
有意差検定	ns	**	**				

注1. 栗野現地で試験した。土壌くん蒸はダゾメット剤使用。

注2. 大及び敷わら区は在来種3年生の1個重289g, 中は同178g, 小は在来種2年生同99gを使用。

注3. **は1%水準で種球の大きさ間に有意差あり, nsは有意差なしを示す。

かったため、ライムギの被覆程度がそのままコンニャクの生育・収量に影響し、コンニャクの葉柄長は混作区全体が比較の稲わら区に劣り、葉色と収量は散播0.8kg/a区がもっとも低く、条播0.3kg/a区がもっとも高かった。葉枯病の発生は認められず、腐敗病球と乾腐病球の発生は処理区間で差がなかった。

(2) ライムギの枯死時期とコンニャクの生育・収量

ライムギをコンニャクの生育期の3時期に茎葉処理除草剤をもちいて強制的に枯死させ、枯死時期がコンニャクの生育・収量に及ぼす影響を見た結果を第5表に示す。ライムギは除草剤散布後比較的速やかに枯死した。根腐病の発生は稲わら区で7月下旬に認められたが、その後の病害の進展は明瞭ではなく処理の差も明瞭ではなかった。根腐病球率は全体的に少なかったが、7月下旬処理がもっとも高く敷わら区と同程度であり、8月中旬と9月上旬処理では少なかった。コンニャクの生育はライムギ混作区が小さい傾向にあり、収量は7月下旬処理が敷わら区と同程度が高かったが、処理時期が遅れるにつれて低くなった。

(3) コンニャクの種球の大きさによるライムギの被覆程度と根腐病の発生程度

コンニャクの種球の大きさを変えてライムギの被覆程度を変化させ、根腐病の発生程度に与える影響を見た結果を第6表に示す。コンニャクによる地面の被覆程度は大きい種球の方が大きく、ライムギの被覆程度の減少は大きい種球の区ほど早まった。根腐病の発生は敷わら区では8月中旬に始まり、9月9日には69.4%の発生が見られたが、ライムギ区は9月以降に発生し、収穫期でも4.3~17.5%の発生にとどまった。種球の大きさによる根腐病の発生程度には差はなかった。同じ大きさの種球を用いた区の比較では、ライムギ区は敷わら区に比べ、葉身長が短かったが収量は多かった。

2) ライムギ混作における土壌くん蒸の有無とコンニャクの生育及び病害の発生

ライムギの根腐病防除効果に土壌くん蒸の有無が及ぼす影響を知るため、茂木町と栗野町で試験をおこなった。その結果を第7表に示す。

ライムギの枯死時期は、栗野町では8月初旬であった

第7表 ライムギ混作における土壌くん蒸の有無とコンニャクの生育・収量 (1992)

1) コンニャクの生育・収量

処理区名	茂木現地					栗野現地				
	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉色	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍	葉身長 cm	葉柄長 cm	葉色	球茎重 kg/a	肥大倍 率 倍
無くん蒸E	30.5	31.3	30.8	101.9	3.2	67.5	70.1	36.9	294.3	2.3
無くん蒸F	30.9	34.6	28.6	106.9	3.3	62.4	70.9	35.1	264.0	2.1
無くん蒸わら	32.3	32.4	47.0	145.9	4.5	67.6	68.5	36.9	256.0	2.1
くん蒸E	31.8	33.7	36.5	151.6	4.8	65.8	71.2	35.3	323.0	2.6
くん蒸F	31.3	32.0	39.3	148.4	4.7	66.3	68.5	38.6	324.4	2.6
くん蒸わら	42.4	39.8	53.0	243.4	7.7	70.2	70.3	41.9	273.1	2.2
有意差検定	*	*	**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns

注1. 無くん蒸, くん蒸は土壌くん蒸の有無を示す. Eは土壌混和剤にエクロメゾール剤使用でライムギ混播, Fはフルトラニル・メタラキシル剤使用でライムギ混播, わらはエクロメゾール剤使用で敷わらを示す.

注2. 種球は茂木現地は在来種二年生39.8g, 栗野現地は在来種三年生251.7gを使用. 土壌くん蒸は茂木現地がクロロピクリン剤, 栗野現地がダゾメット剤を使用.

注3. 葉身長, 葉柄長, 葉色は茂木現地が9月2日, 栗野現地が9月3日に調査した.

注4. *, **はそれぞれ5%, 1%水準で処理間に有意差あり, nsは有意差なしを示す.

2) 根腐病の発生推移

処理区名	茂木現地				栗野現地				
	9月2日 発病株%	9月18日 発病株%	収量調査 発病球%	ライムギの 枯死時期	8月21日 発病株%	9月3日 発病株%	9月22日 発病株%	収量調査 発病球%	ライムギの 枯死時期
無くん蒸E	0.0	4.0	12.5	枯死せず	0.0	14.2	29.2	77.3	8月初旬
無くん蒸F	0.0	2.7	11.3	枯死せず	5.0	23.3	28.3	90.0	8月初旬
無くん蒸わら	9.3	18.0	34.6		4.2	22.5	54.2	89.6	
くん蒸E	0.0	0.0	15.5	枯死せず	1.7	5.8	16.7	37.0	8月初旬
くん蒸F	0.0	0.7	16.6	枯死せず	0.8	5.8	27.5	34.4	8月初旬
くん蒸わら	0.7	2.7	10.9		4.2	30.8	69.2	67.0	
有意差検定	*	*	*		+	*	*	+	

注1. 生育期の調査は発病株率, 収量調査は発病球率を示す.

注2. +, *, **はそれぞれ10%, 5%, 1%水準で処理間に有意差ありを示す.

が, 茂木町では生育が旺盛でコンニャクの収穫時期まで残った. 根腐病の発生は, 茂木町では少なく, 栗野町では多かった. 土壌くん蒸の有無では, くん蒸区に比べ無くん蒸の根腐病の発生時期が早くかつ発病率も高い傾向が見られ, 収穫時でも被害球が多かった. ライムギ混作

区では, 土壌くん蒸の有無にかかわらず根腐病の発生が遅く発生率も少ない傾向がみられた. 防除薬剤の種類については差はみられなかった. コンニャクの生育は, 土壌くん蒸をした場合の葉色が濃く, 葉身長や葉柄長もやや長い傾向がみられた. ライムギ混作区では, 土壌くん

第8表 夏期高温条件下での土壌くん蒸の有無と病害の発生 (1994)

1) 病害発生の推移とライムギの枯死状況

土壌	くん蒸 処理名	7月29日		8月16日		9月21日		ライムギの状況	
		病害株%	病害の種類	病害株%	病害の種類	病害株%	病害の種類	7月29日	8月16日
無	ライムギ	23.3	乾性根腐病, 白絹病	35.3	乾性根腐病, 白絹病	67.3	腐敗病, 根腐病, 白絹病	完全枯死	—
	敷わら	16.0	乾性根腐病	51.0	乾性根腐病	96.0	腐敗病, 根腐病	—	—
有	ライムギ	—	葉枯病徴~少	1.3	乾性根腐病, 腐敗病	73.3	腐敗病	50~70%残	完全枯死
	敷わら	—	葉枯病徴	0.0	—	100.0	腐敗病	—	—

2) コンニャクの収量と病害球率

土壌	くん蒸 処理名	球茎重	肥大倍率	根腐病	腐敗病
		kg/a	倍	球 %	球 %
無	ライムギ	97.5	1.24	64.9	92.7
	敷わら	111.3	1.42	79.5	100.0
有	ライムギ	281.4	4.50	34.7	66.0
	敷わら	281.1	4.50	80.0	74.0

注1. 土壌くん蒸無は茂木町中川地区, 在来種二年生種球107.9g, 土壌くん蒸有は同町逆川地区同93.8gで試験をおこなった. くん蒸剤はクロールピクリン剤.

注2. ライムギの試験区は3反復の平均. 敷わらは1反復.

蒸の有無にかかわらず, コンニャクの葉色が薄く, 葉身長や葉柄長もやや長い傾向であった. 収量はライムギの生育と根腐病の発生に影響され, ライムギが枯死せず生育が旺盛で根腐病の発生が少なかった茂木町では, 敷わら区が多くライムギ区が少なかった. 一方栗野町ではライムギの枯死が早く根腐病の発生が多く推移した. このためくん蒸をしなかったところでは収穫時に敷わら区とライムギ区に根腐病発生率に差はみられず収量にも差はなかった. しかしくん蒸をした場合には根腐病の発生に差がみられ, 根腐病の発生が少なかったライムギ区の収量が高かった. なおくん蒸をした場合は多収になったが, 防除薬剤の種類については差はみられなかった.

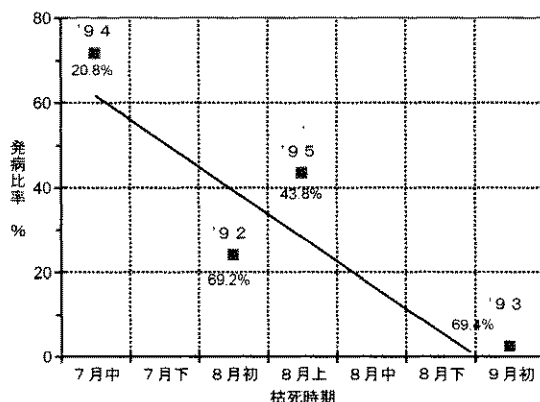
1994年は茂木町で土壌くん蒸をおこなった圃場としなかった圃場で試験を行ったが, この年は7月の気温が高く, ライムギは7月下旬には枯死した. 病害は土壌くん蒸をしなかった圃場では乾性根腐病が多発し, 8月中旬から白絹病の発生が認められた. また8月下旬からは腐敗病が多発した. 一方土壌くん蒸を行った圃場では, 8月中旬まではあまり病害の発生はみられなかったが, 8

月下旬からは腐敗病が多発した. ライムギ区と敷わら区では, 敷わら区の方がやや高い傾向がみられた. 被害球の割合も同様であった.

3) ライムギ枯死時期の年時間変動と根腐病発病比率との関係

1992年~1995年までの栗野町の同一圃場(1年のみ隣接圃場)でおこなった現地試験で, 敷わら区に対するライムギ混作区の根腐病発病比率とライムギの枯死時期との関係をみた結果を第1図に示す. ライムギの枯死時期は夏期の気温が高かった1994年の7月中旬がもっとも早く, 冷夏になった1993年の9月初旬がもっとも遅かった. 敷わら区の根腐病発病率は1994年は20.8%と低かったが, 1992年と1993年は69%台と高かった. これに対するライムギ混作区の発病比率は枯死時期との関係がみられ, 枯死時期の早かった1994年は71.4%と高かったが, 枯死時期の遅かった1993年は2.4%と低かった. 枯死時期が8月初旬から中旬の1992年と1995年は23%~43%と中庸であった.

以上のように, ライムギ混作栽培による根腐病防除効



第1図 ライムギの年次別枯死時期と根腐病発病比率

注1. 図中の数字は調査年次と敷わら区の発病率

果は、ライムギの枯死時期が遅いほど高いが、コンニャクの生育抑制作用も強くなった。このため、この技術は球茎肥大の低下が小さく根腐病防除効果が比較的高い8月中旬にライムギを枯死させることが効果的であった。また種球が小さいと生育抑制程度が大きいため、大きい2年生または3年生の種球に適用するのが適当であった。土壌くん蒸無しでも根腐病の防除効果は高いが、白絹病などの抑制ができなくなる可能性があるため、原則として土壌くん蒸をおこなう必要があった。根腐病が無い汚染程度が低い圃場では、ライムギによる生育抑制作用が強いため、ライムギ以外の適当な作物（例えばビール麦、秋播性の高い小麦や大麦）を使用する必要があった。

IV 考察

コンニャク栽培における混作¹⁾は、敷わら用の稲わらが手に入りにくくなり始めた1970年代に始まったようである。そのためその栽培方法はわらとして使えるもの（例えばエンバク²⁾）をコンニャクの植付け1ヶ月ほど前に畦間に播種し、草丈が十分に伸びた時期（コンニャクの培土後）に刈り取って敷わらの代用とするようになった。その後群馬県では大麦の万力³⁾の自然枯死現象（座止と夏枯れ）を利用した方法を取り入れ、省力的であることから普及につとめている。敷わら等を含むこれらのマルチは、土壌乾燥や土壌浸食防止、雑草発生の防止などの

他に病害発生の防止効果があるが、さらにエンバクなどの間作は土壌浸食防止や腐敗病、葉枯病、ウイルス病感染回避に効果が高いことが認められている^{1)~3)}。本県でもエンバクの間作は盛んに行われるようになったが、万力については種子の確保が困難なことから普及しなかった。そのかわり入手が容易なビール麦⁴⁾を使用する農家が増加した。本研究ではそのため各作物の品種を選定するにあたっては1年草であること、夏期に出穂しないこと、座止あるいは夏枯れしやすいこと、草丈が低いことなどを条件にした。また播種は植付けと同時に、以降は何もしなかった。その結果、根腐病の発生がない、あるいは少ない条件で、豆類ではクリムソクローバーのハンドリングが優れていたが、腐敗病の発生が多い試験結果もあり、検討の余地を残した。麦類を混作した場合では病害の発生が少なかった（腐敗病に対しては差がなかった）。枯死の遅いエンバクを除いては、コンニャクの収量の低下も少なかった。これらのことからエンバクを除けばどの麦種でも混作麦として適するものと考えられる。一方、根腐病の多発する条件では、ライムギがもっとも根腐病の発生を抑制する効果が高いため、ライムギを混作麦として使用することが望ましい。

ライムギの混作の効果には根腐病抑制と、エンバクほどではないがコンニャクの生育抑制がみられた。これらの効果はそれぞれ相反しており、枯死時期が早いと根腐病抑制効果が低く、生育抑制は小さい。枯死時期が遅い

とその逆になる。このことはライムギの枯死時期がいつになるか、いつ頃枯死させたらよいかという点で重要である。第1図をみても枯死時期は年次間変動が大きく、7月中旬から9月初旬まで変動している。根腐病の発生比率は早くライムギが枯死した年は高く、混作の効果は小さくなる。しかしライムギが早く枯死するような一般に乾燥した暑い夏は根腐病の発生も少ない傾向がみられる。むしろ枯死が遅れるような年が問題で、このような年は冷涼で根腐病の発生も多く、コンニャクの肥大も悪い。除草剤による枯死試験（第6表）では8月中旬処理まではコンニャクの生育抑制がそれほど大きくなかった。このことから枯死が遅れるような年は、根腐病抑制効果がある程度下がることは犠牲にして、生育抑制が大きくなるならぬ8月中旬²⁾に除草剤³⁾によりライムギを枯死させる必要がある。枯死時期はまたコンニャクの被覆程度にも左右され、被覆程度が小さいと枯死時期が遅れる。このことは二年生や三年生でも小さい種球で枯死時期が遅れることによってわかる。さらに、低年生や小さい種球ではライムギによる初期生育の抑制によって、葉身長なども小さくなり、被覆程度もより小さくなりやすい。このため安全に使用できる三年生並の種球に適応するのが望ましい。

土壌くん蒸は環境保全や人体への安全面からおこなわないほうが望ましい。しかし、連作圃場では様々な土壌病害が発生することが想定される。本試験でも白絹病などが発生したケースもみられた。土壌くん蒸無しでも、ライムギ混作は根腐病に対して効果を示す。しかし根腐病発生圃場は連作圃場が多いため、コンニャクへの生育抑制を緩和することや他の病害の発生を防止することを目的に、土壌くん蒸³⁾をおこなうべきである。

コンニャクの根腐病には、Rhizokutonia菌が関与する乾性根腐病とPythium菌が関与する根腐病があるが、ライムギの混作の効果は現地試験の根腐病発生状況からPythium菌に対するものと思われる⁹⁾。

根腐病抑制のメカニズムについては不明なところが多いが、一つにはライムギの根圏の発達がコンニャクの根圏環境の改善に寄与しているためと考えられる。一般に麦類を混作した場合は、地温の上昇が抑制⁷⁾され、排水性が良くなるが、ライムギは比較的生育が旺盛な作物であるため、この効果も強いと思われる。またライムギは

アレロパシー効果が高い作物¹²⁾として知られているが、このことが根腐病抑制効果と関係があるかどうかは不明である。しかし高温乾燥条件であった1994年に於いても、ライムギが7月中旬に枯死したにもかかわらず、根腐病の発生が無処理区の70%程度にとどまったことは、アレロパシーの関与もあるのかもしれない。

謝 辞

試験実施にあたり、故半田昇前主任技術員、若槻淳技術員にはご苦勞をかけた。また根腐病抑制効果を確認できた栗野町現地圃場農家の安生英雄氏には、本試験の開始当初から圃場の提供や管理の面でお世話になった。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献

1. 新井吾郎・山賀一郎・五味美知男（1975）群馬県農業改良協会 コンニャク栽培の新技術：112-129
2. 倉井耕一ら（1995）コンニャクの生育・収量の年次間変動と気温の影響。栃木農試研報43：1-8
3. 倉井耕一（1995）コンニャクのライムギ混作における土壌処理除草剤および茎葉処理除草剤について。雑草とその防除32：31-35
4. 五味美知男・賛田裕行（1969）コンニャク根ぐされ病に関する研究。群馬農試研報10：50-72.
5. 高橋英二ら（1987）コンニャク栽培における保護作物エンバクの生育障害対策。群馬農業研究 A総合第4号：57-58
6. 徳永友三ら（1970）Rhizoctonia菌によるコンニャク乾性根腐病について。福島農試研報7：61-85
7. 野村精一ら（1991）群馬県農業改良協会最新こんにゃく全書：59-60, 73-74, 112, 132, 135, 138-139.
8. 林宣夫（1988）コンニャク腐敗病の種球伝染。群馬農業研究 A総合第5号：25-34
9. 林宣夫ら（1988）コンニャク腐敗病・葉枯病の耕種的防除及び品種間発病差異。群馬農業研究 A総合第5号：35-48
10. 林宣夫ら（1988）コンニャク腐敗病・葉枯病の総合防除体系の現地実証。群馬農業研究 A総合第5号：49-54
11. 林宣夫（1993）コンニャク葉枯病および腐敗病の発生生態と防除に関する研究。群馬農業研究 A総合第10

号：1-76

- 12. 藤井義晴（1995）被覆作物や地被植物による雑草制御. 植調Vol.29, No4：152-159
- 13. 山賀一郎ら（1965）こんにゃくの連作障害対策に関

- する研究. 第1報 クロールピクリンの土壌消毒効果. 群馬県農業試験場報告6：66-78
- 14. 作物関係調査基準（1994）11コンニャク調査基準：栃木農試104-112.



写真1. ライムギ混作の状況



写真2. 根腐病の被害（左：敷わら，右ライムギ混作）