

ジャガイモの短期輪作に関する研究

誌名	長崎県総合農林試験場研究報告. 農業部門
ISSN	03888398
著者	鶴内, 孝之 陣野, 久好
巻/号	12号
掲載ページ	p. 11-17
発行年月	1984年3月

ジャガイモの短期輪作に関する研究

1. 輪作年数と収量およびそうか病との関係

鶴内 孝之・陣野 久好

Studies on Short Term Rotation of Potato

1. Relationship between Rotation Pattern and Yield or Potato Scab

Takayuki TSURUUCHI and Hisayoshi JINNO

目 次

1. 緒 言	11
2. 試験方法ならびに材料	12
1) 供試作物および品種	12
2) 供試圃場	12
3) 試験区の構成	12
4) 耕種法	12
5) 石灰類の施用	12
6) そうか病菌の接種	13
7) そうか病の調査	13
3. 結 果	13
1) 各供試作物の調査例	13
2) 連・輪作とジャガイモの収量	14
3) そうか病の発病経過	14
4) 連・輪作とそうか病	14
5) そうか病の発病と収量	15
4. 考 察	15
5. 摘 要	17
引用文献	17

1 緒 言

島原半島はジャガイモの集中的な産地である。
ここでは1965年前後以降、麦類・サツマイモ及び

夏ダイズが急減してジャガイモがこれらに代り、
春秋2作ともジャガイモという、他の例に少ない

強度の連作が急増して現在に至っている。

そのため「連作→そうか病の発生→それを防ぐために石灰施用の極端な制限→土壌の酸性化と塩基の不足→収量の低下」というパターンで連作害があらわれているほか、青枯病も重要な病害となっている。このそうか病の対策は病害、土壌・肥料等の分野から鋭意研究されているが、筆者らは畑作付の立場から検討することを考え、1973年に短期輪作の試験を開始して'83年で11年に達し

た。試験はさらに継続する計画であるが、今回は連作が8年15作に達し、また再接種によってそうか病の発生が増加した'80年春作から'83年春作まで4年7作の結果にもとづいて、収量およびそうか病防除のうえからみた輪作必要年数⁴⁾を報告する。

なおこの報告の概要は日本作物学会九州支部会報第50号に印刷中である¹³⁾。

2 試験方法ならびに材料

1) 供試作物及び品種

春作：

- (1) ジャガイモ (農林1号 県病害虫防除基準による耐病性は、そうか病に「中」、青枯病に「強」)
- (2) サツマイモ (高系14号, ポリマルチ利用の早掘栽培)
- (3) ラッカセイ (ナカテユタカ, '81年以前はタチマサリ, マルチ栽培)

秋作：

- (1) ジャガイモ (農林1号)
- (2) ダイコン (中長聖護院)

2) 供試圃場

7年間かんしょ一麦(2年は休閑)の均一栽培を続けた場内畑。土壌は安山岩系細粒黄色土

3) 試験区の構成

今回報告する輪作必要年数については、第1表

の6区を設けた。さらに石灰等の施用について検討する⑦⑧の2区があるが、今回は省略する。

なお1区12m², 3反復。また区の境は杉板で区切り、土の移動を防ぐようにつとめた。

第1表 試験区の構成

区 番 号	再 接 種	●	'79	今 回 と り ま と め た 期 間						
				'80		'81		'82		'83
				春	秋	春	秋	春	秋	
①	毎作ジャガイモ	●	○	○	○	○	○	○	○	○
②	毎春 "	大	●	大	○	大	○	大	○	○
③	毎秋 "	●	落	○	甘	○	落	○	甘	○
④	1.5年に1作ジャガイモ	大	●	大	落	○	甘	大	○	大
⑤	2年に1作 "	大	●	大	甘	大	○	大	落	大
⑥	2.5年に1作 "	大	●	●	大	落	(○)	甘	大	落

注) ○=ジャガイモ, 甘=サツマイモ, 落=ラッカセイ, 大=ダイコンを示す。

第2表 '82年における各作物の栽培法の概要

種 類	播 種 付 期	収 穫 期	畦 幅 × 株 間 (cm)	施 肥 量 (kg/a)				そ の 他	
				種 類	量	N	P ₂ O ₅		K ₂ O
春ジャガイモ	2/26~6/24		60×25	農協馬鈴薯2号	13	1.2	1.0	1.3	全量基肥
秋ジャガイモ	9/9~12/20		"	(9-8-10-Mg2)	13	1.2	1.0	1.3	
サツマイモ	5/4~8/20		65×25	6-8-14-Mg2.5	8	0.5	0.6	1.1	〃 (マルチ)
ラッカセイ	4/12~8/19		120(2条)×15	3-10-10	7	0.2	0.7	0.7	〃 (マルチ)
ダイコン	9/13~12/14		60×30	16-16-16	7.5	1.2	1.2	1.2	基肥
				18-0-16	2.8	0.5	0	0.4	追肥

注) 上表のほか全区に毎作堆肥150, BM燻燐3kg/aを施用。

4) 耕種法

各作物の標準的な方法で、第2表には'82年の例を示した。他の年もほぼ同様である。

5) 石灰類の施用

①毎作ジャガイモ区(以下「毎作区」とよぶ。他も同様)のpH(KCl)を当初は概ね6, '80年以

第3表 pHの動きと炭酸石灰の施用量

項目	測定時期		'80	'81	'82	'83		
	春作前	秋作前	春	秋	春	秋		
pH (H ₂ O)	6.5	-	7.0	7.0	7.0	6.0	5.7	6.0
pH (KCl)	5.8	-	6.0	5.9	5.9	5.5	5.1	5.0
炭カル施用量(kg/a)	10	6.7	3.0	0	0	0	-	-

注) ジャガイモ植付前に pH を測定し、その結果によって炭酸石灰を施用したことを示す。従って春作前というのは前作(前年秋作)跡で、また石灰施用前である。

降は5を目標に、必要な量の炭酸石灰を①～⑥のすべての区に施用する計画であったが、実際の石灰施用量と pH の動きは第3表のとおりで、この

間概ね6から5程度に低下してきたといえる。

6) そうか病菌の接種

試験開始時: ジャガイモの第1作に、愛野馬鈴薯支場のそうか病常発圃場の土壌 1 kg/区を植え溝に散布した。

再接種: さらに'78年秋または'79年春のジャガイモ作付時に、そうか病罹病種いもを植付けた。(後述)

7) そうか病の調査

ここでは典型的なそうか病斑のみをそうか病とし、いもの表面を損う象皮病³⁾その他そうか病類似のいわゆる粗皮症状については、第4表に'82～'83年の調査例を示すにとどめた。

第4表 '82, '83年のジャガイモ調査成績

作期	区名	上いも重(kg/a)	同 比	上いも1個重(g)	そうか罹病いも数歩合(%)	罹 病 指 数 (%)		
						そうか病	粗皮症	粉状そうか病
'82 春 作	① 毎作	436	100	118	14.4	3.6	57	7.0
	② 毎春	405	93	114	5.2	1.3	42	6.8
	④ 1.5年	440	101	114	0.2	0.0	50	0.2
	LSD (5%)	N. S.	-	-	13.3	4.0	8.9	5.9
'82 秋 作	① 毎作	326	100	110	2.1	0.5	47	なし
	③ 毎秋	310	95	105	0	0	44	
	LSD (5%)	N. S.	-	-	13.7	4.5	10.3	
'83 春 作	① 毎作	275	100	90	4.2	1.1	52	なし
	② 毎春	297	108	98	2.5	0.6	43	
	⑤ 2年	295	107	101	0.7	0.2	36	
	⑥ 2.5年	301	109	100	1.0	0.3	39	
LSD (5%)	32	-	-	8.3	2.1	17		

3 結 果

1) 各供試作物の調査例

11年21作のなかのもっとも新しい例として、'82および'83のジャガイモの調査結果を第4表に示す。3作とも良い天候に恵まれて比較的高い収量がえられたが、表示の6処理の間には有意差はみとめられていない。'82年春作のそうか病およびこの年発病の多かった粉状そうか病は、④1.5年区では①毎作区にくらべて明らかに少なかった。'82年

秋作と'83年春作ではこれらの病害は発病が少なく作付体系間の差に有意性はみとめられないが、短期輪作の各区は①毎作区よりそうか病が少ない傾向であった。

他の供試3作物の収量のみを示すと第5表のとおりであって、作付体系間に大きな差はみとめられない。'82年以降供試のラッカセイ・ナカテユタカは高い収量をあげている。

第 5 表 サツマイモ・ラッカセイおよび
ダイコンの収量

作物名	区名	'80		'81		'82		'83
		収量 kg/a	同比	収量 kg/a	同比	収量 kg/a	同比	収量 kg/a
サ(上 イモ重)	③ 毎秋	319	-	-	-	-	-	-
	④ 1.5年	-	-	375	-	304	-	-
	⑤ 2年	315	-	-	-	-	-	-
	⑥ 2.5年	-	-	354	-	-	-	-
ラ(子 カセイ重)	③ 毎秋	-	-	15.0	-	-	-	29.5
	④ 1.5年	10.0	-	-	-	-	-	32.2
	⑤ 2年	-	-	-	-	31.9	-	-
	⑥ 2.5年	8.5	-	-	-	32.3	-	-
ダイ コン重)	② 毎春	438	100	457	100	528	100	-
	④ 1.5年	-	-	470	103	535	101	-
	⑤ 2年	457	104	468	102	544	103	-
	⑥ 2.5年	-	-	485	106	543	103	-

第 6 表 上イモ収量の比較

区名	①	②	③	④	⑤	⑥
項目	毎作	毎春	毎秋	1.5年	2年	2.5年
例数	-	4	3	2	2	1
上イモ重比(%)	100	102	96	107	103	109

2) 連・輪作とジャガイモの収量

試験開始以来11年21作のジャガイモ収量には、いずれも作付体系間に有意差はみとめられなかった。(成績の一部は第4表)'80年から'83年春作まで4年7作のうち、年次と作期の一致するものの上イモ収量の平均値を、①毎作区を100として比較したものを第6表に示した。もしジャガイモに狭義の忌地現象あるいは、連作によって増加し、かつ顕著な減収をもたらす病害等があり、輪作によってそれが避けられたなら、④⑤⑥区などの短期輪作区では①毎作区より高い収量えられたはずである。しかし実際にはこれらの間には顕著な差はみとめられない。

このことはこの試験のように石灰類を含め適切な施肥をおこなう条件では、連作を続けても収量の低下は生じていないことを示すものといえる。

3) そうか病の発病経過

試験開始後間もなく前述のそうか病類似症が多発するようになったが、ここで問題にしている典

型的なそうか病の発病は少なかった。そこでそれまで予備区として①毎作区と同じように連作を続けてきた⑦毎作(予備)区を出発点として、次のように再接種をおこなった。

- (1) '77年秋作: ⑦毎作(予備)区にそうか病罹病種いも(愛野支場産、品種タチバナ)を植付けた。その作に直ちに著しく発病し、罹病いも数歩合32.6%, 罹病指数は10.2%であった。
- (2) '78年春作: 上の⑦区に他と同様農林1号の健全かつ消毒した種いもを植付けた。著しく発病し、罹病いも数歩合52.8%, 罹病指数13.7%であった。
- (3) '78年秋作: 上記⑦区で生産された罹病いもを含む種いもを①③⑧の各区に植付けた。
- (4) '79年春作: 上記で生産されたそうか病罹病いもを含む種いもを、残りの各区に植付けて全区の再接種を終わった。この際⑥2.5年区は当初の予定外の臨時のジャガイモ作付となった。なお再接種の経過は⑦⑧区を除き第1表左側に示すとおりである。

以後そうか病の発病は増加した。①毎作区の再接種以前を一部含む6年11作の罹病いも歩合の動きを第7表に示す。罹病いも歩合は収穫後のpH(KCl)と相関係数 $r=0.67$ で両者の関係がうかがえるが、点数が少ないこともあって有意ではなく、作期との関係も明瞭ではなかった。

第 7 表 ①毎作区のそうか病罹病いも数歩合(%)

年	'78	'79	'80	'81	'82	'83
春作	(4.4)	4.1	9.7	18.5	14.4	4.2
秋作	(7.0)*	14.0	11.0	6.8	2.1	-

注) '78年秋作の(7.0)*が再接種の成績

4) 連・輪作とそうか病

2) で収量を検討したのと同じ方法で、そうか病の罹病いも数歩合と罹病指数を比較したのが第

第 8 表 そうか病の比較

区名	①	②	③	④	⑤	⑥
項目	毎作	毎春	毎秋	1.5年	2年	2.5年
例数	-	4	3	2	2	1
罹病いも数歩合(%)	100	20	26	4	11	24
同指数(%)	100	23	25	3	14	27

8表である。

②毎春区や③毎秋区のように毎年1回のジャガイモ作付をくり返す区は、通常の意味では連作であるが、それでも①毎作区のような年2回のもっとも強度の連作にくらべるとそうか病は明らかに少なく、平均的にみて1/4~1/5程度である。④1.5年区になるとさらに少なく、2例の平均で①毎作区の1/25~1/30程度、実数では上いもの0.6%に病斑をみとめたにすぎず、実用上あまり問題のない程度であった。

⑤2年区と⑥2.5年区は④1.5年区より大きい値を示したが、第7表にも示したように全般にふれが大きいこと、また⑥2.5年区は1例にすぎないことを考慮すると、1.5年にジャガイモ1作、換言すればジャガイモの間に1年2作の他の作物が入ることによって、そうか病の発病を顕著に軽減できるといえるようである。

5) そうか病の発病と収量

そうか病の発病が収量を低下させるかいかを確かめるために、つぎの比較をおこなった。

⑦毎作(予備)区は3)で述べたように'77年秋作にタチバナの罹病種いもを植付けて顕著に発病した区である。使用した種いもの約50%に小さいそうか病斑が多数みとめられた。

この⑦区の収量を①毎作区と比較するのであるが、品種が異なるので直接の比較はできない。そこで長崎県主要農作物奨励品種特性表の示す標準的な秋作の収量(タチバナは農林1号より15%多

収)を根拠に、⑦区の実際の収量284kg/aを1.15で除し、もし⑦区が①毎作区と同じ農林1号であったら、247kg/aがえられたであろうと推定した。これはそうか病の発病が罹病種いもによる場合である。

次作の'78年春作には①毎作区および⑦毎作(予備)区とも健全かつ消毒ずみの農林1号の種いもを植付けたが、⑦区には前作で接種されたそうか病菌が残っていたと考えられ、著しく発病した。これは発病が土壌中に生存した菌によると考えられる例である。

結果は第9表にまとめて示した。2例とも⑦区の発病は11年21作の全期間を通じて「最も甚だしい」程度であり、かつ①毎作区との間には大差があったが、収量はほぼあるいは全く等しい。そうか病のこの程度の発病では、それによるいもの減収は皆無か、またはあるとしてもごく軽微といえる。

第9表 そうか病罹病と上いも収量

年次	項目 区名	そうか病(%)		上いも 同		特性表による修正		
		罹病いも 数歩台	罹病 指数	重 (kg/a)	比 (%)	比 (%)	修正値 (kg/a)	同比 (%)
77 秋	①毎作	0.7	0.2	256	100	100	256	100
	⑦同病種いも	32.6	10.2	284	111	115	247	96
78 春	①毎作	4.4	1.6	265	100			
	⑦毎作	52.8	13.7	264	100			

4 考 察

この試験はジャガイモが減収せず、またそうか病の発生を実用上許される程度に抑える、できるだけ短い周期、換言すればジャガイモの作付回数の多い短期輪作の必要年数を明らかにすることをねらって開始したものである。その際組み合わせる作物の種類は多数ありうるが、設計を極力単純にするため、最初に次のことをおこなった。

長崎県のジャガイモ春秋二作地帯において、ジャガイモと短期輪作を組む作物を選択する条件として、次の4項目をあげて作物とその作型約30種を検討した。

ア：酸性土壌あるいは石灰の少ない条件に対する適応性。

イ：二毛作を前提に、栽培期間が春秋のジャガイモ作とうまくかみ合うこと。

ウ：累積的に増加する土壌伝染性等の重要な共通病害虫がないこと。

エ：粗収量がジャガイモの概ね7割以上あること。

供試作物の早掘サツマイモとダイコンは上記によって選んだものである。ダイコンはそうか病に犯される³⁾点に問題があるが、'82年秋に②毎春区

(=毎秋ダイコン)のダイコン100本を調査したところではそうか病斑は全くみとめられなかった。

またラッカセイは石灰不足の条件で空莢を生じやすい¹¹⁾点に不安があったが、逆に石灰不足の程度を示す指標作物としてあえて供試した。'82年以降は品種をタチマサリからナカテユタカに替えて、子実重で30kg/aをこえるかなり高い収量をえているので、現状では特に問題はない。

供試3作物を選んだ理由は上記のとおりであって、当然のことながら最適の種類というわけではなく、適作物の選択は今後さらに検討を要する問題である。

聴取調査等によると、現地の連作畑では15年あるいは20年前にくらべてジャガイモの収量が低下してきたとされており、その主要な原因として土壌の酸性化と塩基の不足が指摘されている^{2,3,13)}。また五島²⁾および五島ら³⁾は酸性化しかつ塩基不足の著しい愛野町の連作畑で、実際に苦土石灰等の施用試験をおこない、いも収量が50%程度高まると同時にそうか病が著しく増加したことを報告している。緒言において述べたように、このそうか病の増加こそ農家が石灰類の施用をちゅうちょせざるをえない理由である。

大久保³⁾は東北農試の新墾畑を用いた10年10作におよぶジャガイモの連・輪作試験において、連作区は輪作区より低収であり、その原因は連作区に多発した黒あざ病であるとしている。さらに同氏は見玉ら⁹⁾、田中¹²⁾、南⁷⁾および東海林¹⁰⁾を引用して土壌有機物と土壌病害とくに黒あざ病の関係から連作によるジャガイモの減収について論じている。

ここで報告する筆者らの試験においては、黒あざ病・青枯病や土壌センチウなど収量の低下に直接つながる病害虫の発生はみとめておらず、またそうか病による減収はここではほとんど問題にならないことは第9表に示したとおりである。

収量低下の他の原因としていわゆる「狭義の忌地」という要素はないのか、吉田¹⁴⁾はこれを否定しているが上に引用した諸研究はこの点をとくに問題にしてはいない。しかし第6表は狭義の忌地を否定するものと考えられる。

そうか病の発病防止の点で①毎作区にくらべ、わずかに1作でもジャガイモ作を休む②毎春区および③毎秋区は、明らかに有効であったが十分ではなかった。さらに④⑤⑥区のように1.5ないし2.5

年に1作という回数になると、そうか病の発生はさらに少なく、第8および第4表に示すように、実用上ほぼ支障のない程度に抑えることができた。かつて愛野支場では1.5年につきジャガイモ1作という短期輪作で、そうか病を抑えながらジャガイモの作付を続けたときいているが、この試験においてもほぼ同様の結果がえられた。

そうか病の多発が種いもの菌に由来する場合、減収が著しいことを指摘する研究¹⁴⁾があるが、この試験においては第9表でみられた程度の発病では減収はほとんどみとめられなかった。

以上のような結論が供試圃場とは異なる火山灰土壌等の条件に、またとくに長期にわたって石灰類施用の極端な制限や土壌消毒などを続けてきた現地の連作畑にそのまま適用できるかどうかは、別に検討を要する問題であろう。

「狭義の忌地」が否定されるところから、島原半島を中心とする春秋2作地帯でおこっている連作によるジャガイモの減収は、五島²⁾、五島ら³⁾および矢野ら¹⁵⁾がすでに指摘したように、また緒言でものべた「連作→そうか病の発生→それを防ぐために石灰施用の極端な制限→土壌の酸性化と塩基の不足→収量の低下」というパターンのものといえる。連作害の三つの原因⁹⁾の二つである土壌の悪化と病害虫(この場合はそうか病)が、相互にからみ合い規制しあって問題の解決をさまたげているところに著しい特色がある。

最後に筆者らの短期輪作の考え方について簡単にのべておきたい。

輪作の意義は単に特定の病害虫の防除という狭い視野ではなく、江原¹⁾や大久保³⁾も述べているように地力の維持・増進、連作害の防止、土壌の若返り等広い視野で考えるべきであることはいまでもない。またその場合に問題になるのは周期が比較的長く、輪作を構成する作物の種類も変化に富んだ、いわば本格的な輪作であろう。

しかし零細な経営耕地規模その他の条件のなかで、このような輪作の導入が容易に実行できるとは考えにくい。また実際に極端な連作が広くおこなわれて、緒言で述べたパターンの連作害があらわれている。筆者らはこれらのことを背景に短期輪作試験を実施して、中間的ではあるが上記の結果をえた。

輪作が短期的であれば、長期的・本格的な輪作

にくらべてその効果が劣り、また部分的なものとなることは避けられないと考えられる。短期輪作を基本としながら、その足りない部分を品種・施肥・農薬等で補う総合的対策の確立が、筆者らの

目標とするところである。

なお連作畑におけるもうひとつの重要病害・青枯病についても、今後この試験にとり入れて短期輪作の効果を検討することを考えている。

5 摘 要

ジャガイモの連作歴のない安山岩系細粒黄色土の畑を供試し、石灰を含めほぼ適切な施肥を続けながら①毎作ジャガイモ連作から⑥2.5年にジャガイモ1作まで各段階の短期輪作試験を実施中である。今回は連作8～11年、第15～21作の4年7作を中心にとりまとめて次の結果をえた。

1) ジャガイモには狭義の忌地はみとめられなかった。

2) 毎作ジャガイモという極端な連作にくらべて、1.5年以上に1作という短期輪作ではそうか病は著しく少なく、実用上大きな支障のない程度であった。

3) そうか病によるジャガイモの減収はみとめられなかった。

4) 短期輪作の意義について簡単な考察を加えた。

引 用 文 献

- 1) 江原 薫：栽培学大要，養賢堂，P 233～244 (1970)
- 2) 五島一成：長崎県下畑土壌の理化学的特性と生産性，長崎総農試研報（農業部門），1，37～58 (1973)
- 3) ———・真崎信之：石こうの肥料的利用について，第1報 馬れいしょ連作畑への施用，長崎総農試研報（農業部門），9，109～116 (1981)
- 4) 平野 暁：作物の連作障害，農文協，P 241～248，P 49～72 (1977)
- 5) 木村貞夫：ジャガイモそうか病と象皮病に関する最近の知見，植物防疫，33，554～559 (1979)
- 6) 児玉宗一・栗原 浩：輪作についての基礎試験—前後作関係と連作障害について—東北農試研報，2，335～340 (1952)
- 7) 南鷹次郎：馬鈴薯ノ各種土壤ニ於ケル連作ニ関スル試験，北大農場特別報告，1，61～66 (1929)
- 8) 大久保隆弘：輪作の栽培学的意義に関する研究，東北農試研報，46，1～61 (1973)
- 9) ———：作物輪作技術論，農文協，P 11～20 (1976)
- 10) 東海林繁治：馬鈴薯連作に及ばず肥料種類の影響に就いて，農業及園芸，15(6)，103～109 (1940)
- 11) 竹内重之：ラッカセイ，家の光協会，P 128～134 (1970)
- 12) 田中 稔：畑地の輪作と改善の方途，農業技術，5(10)，17～21 (1950)
- 13) 鶴内孝之・陣野久好：ジャガイモの短期輪作に関する研究，1 輪作年数と収量およびそうか病との関係，日本作物学会九州支部会報，50，印刷中 (1983)
- 14) 水沢芳次郎：馬鈴薯の瘡痂病に就いて(1)，農業及園芸，5，1341～1350 (1930)
- 15) 矢野文夫・永尾嘉孝・早田隆典：ばれいしょ連作地の土壤管理の実態，九州農業研究，41，109～110 (1979)
- 16) 吉田 稔：多収のための基礎理論，農業技術大系，作物編5，ジャガイモ・サツマイモ，農文協，P 124 (1975)