

事業区分	特別研究(実用化)	研究期間	平成18年度～平成20年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	ジャガイモそうか病の土壌くん蒸剤使用量削減のための総合的防除対策 ( 土壌消毒剤と化学肥料の使用量を減らした環境にやさしいジャガイモ栽培 )				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	農林技術開発センタ - 馬鈴薯研究室 平田 憲二			

**<県長期構想等での位置づけ>**

ながさき夢・元気づくりプラン (長崎県長期総合計画後期5か年計画)	競争力のあるたくましい産業の育成 6農林水産業いきいき再生プロジェクト(6 - )
長崎県科学技術振興ビジョン	(2)活力ある産業社会実現 (必要性) 地域二 - ズ主導による推進
長崎県農政ビジョン	地域の特性を生かした産地づくりによる生産の維持・拡大

**1 研究の概要(100文字)**

<p>そうか病<sup>1</sup>防除で実施する有害なクロルピクリンくん蒸<sup>2</sup>と、土壌の低pH維持<sup>3</sup>の弊害を解消するため、生物的防除<sup>4</sup>、耐病性品種利用<sup>5</sup>、耕種的防除<sup>6</sup>を核としたクロルピクリン使用回数の削減と施肥法<sup>7</sup>および土壌の改善技術<sup>8</sup>を検討した。</p>	
研究項目	<p>そうか病菌の同定、分布調査<sup>9</sup>          そうか病発生の要因解析<sup>10</sup>とその利用          クロルピクリン剤の防除効果延長をはかるための手法の開発          土壌環境の改善および施用量削減          現場技術実践農家の経営と改善技術の経営調査と評価          改善技術の経営評価</p>

**2 研究の必要性**

<p>1) 社会的・経済的背景及びニーズ</p> <p>本県のジャガイモ産地では、長年の連作で、土壌の劣化、病害の発生をもたらしている。そうしたなか1980年代からそうか病が問題となり、その抑制のために、土壌pHを低く維持し、石灰資材の施用量を制限してきたが、毎作クロルピクリンを使用しなければ抑えられなくなった。土壌の低pH化は肥効の低下を招き、収量を確保するために化学肥料の多施用を行うようになった。一方、クロルピクリン剤はその強い毒性のため、圃場周辺の住民に悪影響を与え、耕地土壌の生物性を悪化させた。また、過剰な化学肥料の施用で硝酸態窒素の水資源への影響が懸念されている。このような状況を脱却するためにはクロルピクリン使用量の削減と化学肥料施用量を減らす技術の開発が必要である。</p> <p>2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性</p> <p>クロルピクリンの代替剤として、拮抗菌等の試験事例や現場での使用事例はあるが、これらは圃場でのそうか病発生量を無視した使用法であり、効果が安定せず、技術として定着していない。本研究は最初にクロルピクリンでそうか病菌量を減らし、個別技術を組み合わせることにより効果を継続させるもので、安定的な効果が望める。</p>
---

**3 効率性(研究項目と内容・方法)**

研究項目	研究内容・方法	活動指標	H					単位	
			18	19	20	21	22		
	収穫中の圃場からそうか病罹病いもを採集し、病原菌を分離後、菌種を特異的に検出するプライマーを用いたPCR法 <sup>11</sup> で同定	町数	目標	11					(旧)町
		実績	11	4					
	収穫中の圃場で土壌を採集し分析、併せてそうか病発生程度を調査し、分析項目の結果と発生程度との関係を調査	圃場数	目標	100					筆
		実績	90	50					
	クロルピクリン使用後の圃場に拮抗菌、対抗植物、焼酎廃液、耐病性品種等の防除資材を単独あるいは組み合わせた効果の検討	試験数	目標	3	3	3			回数
		実績	5	5	3				
	被覆資材や土壌pH調節剤による改善	試験数	目標	2	2	2			回数
		実績	2	2	2				
	聞き取り調査による経営状況の調査	農家数	目標	2	2				戸
		実績	8	2					

改善技術の現経営状況との比較評価	評価数	目標			1	評価
		実績			1	

1) 参加研究機関等の役割分担  
出光興産：有効微生物の提供と作用機構の解明

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	36,819	27,927	8,992				8,992
18年度	12,283	9,288	2,995				2,995
19年度	12,356	9,359	2,997				2,997
20年度	12,180	9,181	2,999				2,999

過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案  
人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

研究項目 そうか病発生の要因解析とその利用はクロルピクリン不使用農家での多発圃場と少発圃場を比較し多発要因を解析する項目であったが、圃場間で発生に差が無かったため、県内圃場を対象に土壌化学性とそうか病発生との関連調査に変更した。

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H	H	H	H	H	得られる成果の補足説明等
				18	19	20	21	22	
クロルピクリン代替技術	3技術	3技術			1	2			耐病性品種、耐病性品種と拮抗菌の組み合わせ 被覆硝酸カルシウムと拮抗菌の組み合わせ等
土壌環境の改善技術	2技術	2技術				2			被覆硝酸カルシウムと硝酸による施肥量の低減、 土壌pH 降下剤フェロサンドの適正使用
改善技術の経営評価	1評価	1評価				1			改善技術と従来技術の比較

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

北海道において、野生エンバクとの輪作や土壌の低pH 化を主体とする防除法が提案されているが、事前調査により長崎県の暖地二期作地帯および土壌条件(すでにpH の低い圃場が多い)では適合しないため、本県の栽培環境に適合する独自の防除法の確立を目指す。

2) 成果の普及

得られた成果の内容

耐病性品種、耐病性品種と拮抗菌、被覆硝酸カルシウムと拮抗菌による技術でクロルピクリン使用回数を1/3以下に減らすことができた。また、被覆硫酸カルシウムと硫酸の組み合わせで施肥量を2割削減でき、土壌pH 降下剤(硫酸第1鉄)を10a当たり200kg 使用することで収量を落とさずに、そうか病発生を抑制する技術を開発した。

研究成果の社会・経済への還元シナリオ

普及機関を通じた講習会等による技術の普及

研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

・経済効果<sup>12</sup>：クロルピクリン低減 320千円/1ha×200ha/3作 = 21,300千円

被覆マルチ 70千円/1ha×200ha/3作 = 4,700千円

肥料の削減効果は被覆硝酸カルシウムの価格と化成肥料の減少分が同じになるため肥料の経費に変化は無い。

合計 26,000千円/作

・暖地二期作向けの耐病性品種「春あかり」は収量が低いため、普及していないが、現在収量の高い耐病性品種「西海30号」が育成中である。本技術は(西海30号)を使用することにより、普及が期待される。

・土壌環境の改善による施肥量削減と収量の増加

・クロルピクリンによる環境負荷の低減

(研究開発の途中で見直した事項)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(17年度) 評価結果 (総合評価段階: ) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価</p>	<p>(17年度) 評価結果 (総合評価段階: 3.5) ・必要性  ・効率性  ・有効性  ・総合評価</p>
途中	<p>(19年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S ジャガイモそうか病はジャガイモの重要病害であり、本病害の被害で毎作約10%の減収となっている。 一方、そうか病の防除対策は土壌を酸性にする(pHを低くすることと石灰および堆肥の施用を控えること)であるが、この対策を毎作続けると土壌の物理化学性が悪化し、ジャガイモの生育に悪影響をおよぼす。また土壌消毒剤であるクロルピクリンは、毒性の強い薬剤であり、人畜等周辺環境に悪影響を与えている。 そこで土壌環境の改善を行い、そうか病の防除には上記対策を使用しない手法を用いることで、これらの障害を低減することができ、じゃがいも生産安定と環境保全が期待できる。 ・効率性 A そうか病菌種の分布調査の結果、春作では酸性に強い菌が約20%存在していることがわかった。 そうか病発生要因を解析するため、8戸の農家(そうか病多発生農家5戸、少発生農家3戸)の栽培管理、土壌の物理化学性、生物性について調査を行い解析中である。現在のところ多発生農家と少発生農家で明確な差は見られていない。 クロルピクリンに代わる防除手法の試験を実施したが、そうか病の発生が少なく効果の判定ができなかった。そうか病の発生が少なかった原因としては、気象の影響が考えられた。 土壌環境の改善の基礎資料とするため島原半島のジャガイモ圃場147筆の土壌の分析を行った結果約80%の圃場が土壌pH5.0以下で、4.5以下の圃場も約50%あり、石灰も不足していることがわかった。また、酸性土でもそうか病は発生していた。 ・有効性 A 島原半島のジャガイモ圃場の土壌は酸性(低pH)であったが、そうか病は発生していた。また、春作の調査で、酸性に強い菌が発生していることがわかり、防除対策を立てる上で参考になる。</p>	<p>(19年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S 長崎県の主要農産物の一つであるジャガイモの重要病害であるそうか病を予防し、クロルピクリン等の減量化や生物農薬の活用は、環境負荷を軽減する適切な課題でもあり必要性がある。 ・効率性 A 農家での実際の試験を初年度から並行的に実行しており、効率性の上ではよい方法である。 そうか病菌の同定、防除技術の確立が重要となるが、県のバイオマスを有効活用した施策を検討するなど、独創的な取り組みも考慮する必要がある。 ・有効性 A 抵抗性品種の普及、土壌環境改善については、成果が得られると思うが、拮抗微生物を利用した生物農薬については、予算も期間も極めて僅少で、民間企業への依存率が高いと思われ、達成する見通しについて、より具体化する必要がある。 ・総合評価 A クロルピクリンに代わる防除法の開発について、研究課題相互の連携をはかり、アウトソーシングを含め研究スピードをさらに加速し、早く成果を出す必要がある。</p>

	<p>・総合評価 A</p> <p>そうか病菌種の分布調査と土壌調査により、長崎県に酸性に強いそうか病菌が発生していることがわかった。そうか病発生要因は解析中であり、要因は明確にはできていない。防除手法の効果試験は判定できなかったが、その原因は気象の影響が考えられた。</p> <p>対応</p>	<p>対応</p> <p>・必要性</p> <p>・効率性</p> <p>有機物施用はそうか病を助長するという報告が数多くあり、早急のそうか病対策としてバイオマス資源の有効利用については今回取り組まなかった。また、バイオマス資源の利用による抑制対策として、農家継承の技術等聞き取りを行ったが、見つけられなかった。現在行っている拮抗微生物の開発や焼酎カスの効果及び作用機構を明確化することで、今後、あらたなバイオマス資源の活用を模索していきたい。</p> <p>・有効性</p> <p>現在長崎県の抵抗性品種は主力品種に比べ収量が劣るが、そうか病多発圃場でこの主力品種を作付けすると収量皆無となることもある。そういう圃場に抵抗性品種が普及できると考えている。</p> <p>拮抗微生物を製品化するには時間も予算もたりない。そこで、そうか病防除の微生物農薬を登録している出光興産と組んで微生物農薬開発の担当をしてもらっている。しかし、現在そうか病の防除効果を謳った微生物資材は数種存在するが、出光のものも含め、単独施用では圃場間、年次間で効果に振れがでる。また、他のクロルピクリンを除く個別技術も同様である。そこで、この研究では個々の防除効果を補い強化するため、抵抗性品種をはじめ技術の組み合わせおよび体系化を主体に検討している。</p> <p>・総合評価</p> <p>研究の主体は個別防除技術の体系的な防除法の確立であり、それを農家の経営の中に組み込むことにある。これらができるのは現場に近い県研究機関である。</p>
<p>事後</p>	<p>(21年度)</p> <p>評価結果</p> <p>(総合評価段階: A )</p> <p>・必要性 S</p> <p>本県のジャガイモ産地では、長年の連作で、土壌の劣化、病害の発生をもたらしている。そうした中、1980年代からそうか病が問題となり、その抑制のために、土壌pHを低く維持し、石灰資材の施用量を制限してきたが、毎作クロルピクリンを使用しなければ抑えられなくなった。土壌の低pH化は肥効の低下を招き、収量を確保するために化学肥料の多施用を行うようになった。一方、クロルピクリン剤はその強い毒性のため、圃場近辺の住民に悪影響を与え、耕地土壌の生物性を悪化させた。また、過剰な化学肥料の施用で硝酸態</p>	<p>(21年度)</p> <p>評価結果</p> <p>(総合評価段階: B )</p> <p>・必要性 A</p> <p>クロルピクリンによる土壌消毒は有効な対策であったが、その強い毒性のためほ場周辺住民や作業員への影響環境負荷が懸念されており、県の行政施策として非常に必要性の高い研究テーマである。</p>

<p>窒素の水資源への影響が懸念されている。このような状況を脱却するためにはクロルピクリン使用量の削減と化学肥料施用量を減らす技術の開発が必要である。</p> <p>・効率性 A      主要産地に発生している菌の種類を調査し、そうか病の発生要因として、低pH下で生育できるそうか病菌種の割合は少なく、90%以上の圃場はpH5.0以上で生育することが確認された。</p> <p>また、施肥量削減として、被覆硝酸カルシウムと硫酸を1:1の割合で施用することにより、収量を低下させずに施肥量を2割減らすことができた。さらに、そうか病の発生が多く、pHが高い圃場の対策として土壌pH降下剤を使い、y1が5.0以上を目標にpHを低下させることでそうか病の発生が抑えられた。</p> <p>クロルピクリンの毎作使用から3作に1回に回数の削減を目指したクロルピクリン使用量削減試験では、単独で効果のある資材および使用法(耐病性品種、外来雑草のアメリカフウロソウ、焼酎廃液濃縮液、拮抗微生物、施肥法、資材の散布方法)との組み合わせで、そうか病抑制効果の試験を行い効果のある技術を見出した。</p> <p>・有効性 B      クロルピクリンの代替技術として、耐病性品種、耐病性品種と拮抗菌、被覆硝酸カルシウムと拮抗菌の3技術を成果として得た。</p> <p>また、土壌環境の改善は低pH圃場での被覆硝酸カルシウムと硫酸の組み合わせで施肥量を2割削減でき、pH5.0以上のそうか病発生圃場で土壌pH降下剤(フェロサンド)の適正使用法を確立した。</p> <p>耐病性品種の収量性、拮抗菌の価格等を考慮した経営評価については、収量性の面でやや難があることから、春作の結果を踏まえ再度実施することとしている。</p> <p>・総合評価 A      この研究により、今まで不明であった長崎県におけるそうか病菌種が判明し防除に役立てることができる。また、クロルピクリン使用量を1/3に削減でき、窒素の多投入を被覆硝酸カルシウムにより収量を落とさずに減らす技術を確立したことは、ジャガイモ生産地帯に貢献できるものと評価できる。</p> <p>クロルピクリンを削減する技術として、特に耐病性品種を核とした試験で効果が高く、「春あかり」等と組み合わせることが有効である。現在「春あかり」に変わる品種として収量の高い耐病性品種「西海30号」が育成中であり、本研究は新しい品種の普及と併せて、普及することが期待できる。</p>	<p>・効率性 B      病害発生が少ないほ場と多発ほ場の比較解析で差異が認められず、病害の発生や拮抗菌の作用機構が明確でなかった。また研究の目標が使用量を減らすという抽象的なものであった点が不十分であった。</p> <p>・有効性 B      発症率抑制の効果については、さらに継続して改善の道を探求する必要がある。耐病性品種の導入と普及には、時間がかかると考えられ、総合防除対策としての有効性に課題が残る。</p> <p>・総合評価 B      耐病性品種のそうか病抑制効果は認められたが、生物的防除等の効果についてはなお検討の余地がある。</p> <p>品種の普及を考えると現場への貢献に時間がかかる点が問題である。</p> <p>クロルピクリンの使用量を削減できた成果は評価できる。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>・効率性      そうか病多発圃場と少発圃場の比較による発生要</p>

因の解析では土壌pH、微生物数の多寡により発生の差が見られたが、決定的ではなかった。そこで、産地全体をターゲットとし、土壌分析値と発生量の関係からの解析に研究開発の見直しを行った。その結果、従来言われていた土壌pHとの関係より、y1との関係が深いことが判明し、今後の土壌管理に活用できる。

拮抗菌はそうか病少発条件下でのみ高い効果を発揮する。そこでクロルピクリンで病原菌を減少させ使用したが、拮抗菌単独では3作目でそうか病が回復することがわかった。拮抗菌と耐病性品種とを組み合わせるとそうか病の回復は起こらなかった。これは、感受性品種では、拮抗菌の存在下でもそうか病菌が徐々に増殖することを示している。このことは、そうか病の発生量、品種の耐病性を考慮に入れない現在行っている使用法から拮抗菌の性質を考慮し、能力を発揮させる使用技術の確立につながる。

クロルピクリンは毒性の強い土壌くん蒸剤であり、現在、毎作のように使用されている。クロルピクリンは作付け時に使用される(有)か、されない(無)かが問題である。「有」のときは人畜に悪影響を与え、「無」のときには悪影響はない。使用回数の削減は、減らした回数だけ人畜環境に悪影響がないことを示しており、目標として抽象的なものではない。

#### ・有効性

現在、拮抗菌+耐病性品種で3作までクロルピクリンと同程度の防除効果を示している。今後も試験を継続する予定である。

現在、収量性が高い耐病性系統の品種登録出願の手続き中であり、平成23年秋作から一般栽培可能となる見込みである。

#### ・総合評価

品種登録予定の耐病性品種と拮抗微生物を組み合わせることによりクロルピクリンの使用量を1/3以下に削減できることを明らかにした。耐病性系統の品種化は生産現場の強い要望によるもので、普及が期待できる。

既存品種については拮抗微生物だけでは十分ではないため、被覆硝酸カルシウム、緑肥、対抗植物、太陽熱消毒等の菌密度を高めない技術との組合せによる複合防除技術確立の試験研究が今後とも必要である。

## 総合評価の段階

### 平成20年度以降

#### (事前評価)

- S = 積極的に推進すべきである
- A = 概ね妥当である
- B = 計画の再検討が必要である
- C = 不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S = 計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A = 計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B = 研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究を中止すべきである

#### (事後評価)

- S = 計画以上の成果をあげた
- A = 概ね計画を達成した
- B = 一部に成果があった
- C = 成果が認められなかった

### 平成19年度

#### (事前評価)

- S = 着実に実施すべき研究
- A = 問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B = 研究内容、計画、推進体制等の見直し求められる研究
- C = 不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S = 計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A = 計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B = 研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究費の減額又は停止が適当である

#### (事後評価)

- S = 計画以上の研究の進展があった
- A = 計画どおり研究が進展した
- B = 計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C = 十分な進展があったとは言い難い

### 平成18年度

#### (事前評価)

- 1: 不相当であり採択すべきでない。
- 2: 大幅な見直しが必要である。
- 3: 一部見直しが必要である。
- 4: 概ね適当であり採択してよい。
- 5: 適当であり是非採択すべきである。

#### (途中評価)

- 1: 全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2: 一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3: 一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4: 概ね計画どおりであり、このまま推進
- 5: 計画以上の進捗状況であり、このまま推進

#### (事後評価)

- 1: 計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2: 計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3: 計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4: 概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的な課題の検討も可。
- 5: 計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。