

第2章 関東地域でのジャガイモ有機栽培技術

1. 背景

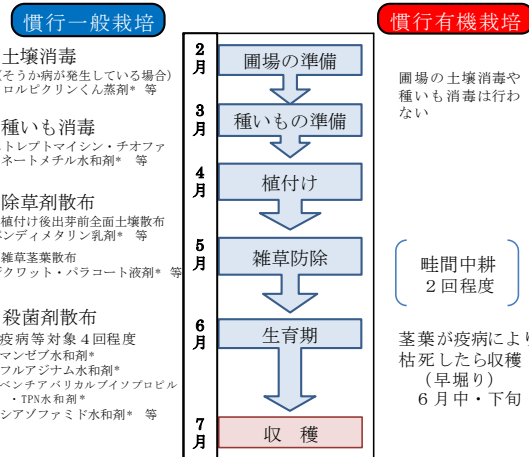
大都市圏近郊の関東地域では、消費者の要望に応じた減農薬・特別栽培農産物を生産し、生協等へ契約販売する生産組織が増加しています。このような生産体系では、使用できる農薬が限られるため、発生する病害虫の対策に苦慮しています。とりわけジャガイモ栽培では、そうか病や疫病等の発生に対し効果的で、かつ有機 JAS に適合した防除技術は皆無に近く、農家は無防除での生産を余儀なくされており、ジャガイモの品質や収益性は低下しています。このため、本研究では大都市圏近郊の関東地域のジャガイモ栽培で発生するそうか病や疫病等を対象に、拮抗微生物や有機物のすき込み、輪作などの有効防除技術を組み合わせ、有機 JAS に適合する総合防除システムを開発し、その有効性を実証しました。

2. ジャガイモ栽培暦と栽培の要点

茨城県におけるジャガイモの一般栽培と慣行有機栽培における管理作業

ジャガイモの春作において、有機栽培でない慣行一般栽培では、土壌消毒（そうか病等の土壌病害が発生している場合）、種いも消毒、除草剤散布、殺菌剤散布（疫病等を対象）による防除（農薬成分回数8回以上）を行っています。

一方、慣行有機栽培では、雑草防除のために畦間中耕を2回程度行うのみで、病害虫の防除は行っていません。そのため、疫病等の発生によって早期に株が枯死してしまうために、収量が低くなってしまいます。また、種いも消毒を行っていないため、種いもからの病原菌の持ち込みやジャガイモの連作によってそうか病が問題となっているケースも見られます。



開発した有機JAS適合技術によるジャガイモ有機栽培体系



第4図 開発したジャガイモ有機栽培技術における管理作業の流れ

第2-1図 茨城県におけるジャガイモ一般栽培と慣行有機栽培の管理作業の流れ(左)と開発した有機 JAS 適合技術によるジャガイモ有機栽培体系(右)

茨城県は全国第4位のジャガイモ生産県です。ジャガイモの一般栽培では、そうか病対策を目的にくん蒸剤(クロルピクリン剤等)による土壌消毒や種いも消毒が行われ、疫病対策を目的にマンゼブ水和剤等が合計3~4回散布されます(第2-1図左)。しかし、現地の有機栽培ではそうか病および疫病の対策はとられず、疫病により地上部が枯死した時点で栽培が終了となります。塊茎が十分に肥大する前に早掘りされるため、塊茎は小さく、収量も上がりません。今回の開発技術では、そうか病の発生を軽減させるため米ぬかをす

き込むことで可販品量を確保し、銅水和剤により疫病の発生を防除することで収量確保を目指したものです。本技術の現地実証試験では現地の慣行有機栽培と比較して、約 3.6 倍の可販品収量を得ることができました。

3. 輪作体系

輪作はそうか病に限らず土壌病害全般の対策として重要です。ジャガイモそうか病対策として、収益性と地力維持の観点からヘアリーベッチ、レタス、トウモロコシを取り入れた輪作を行い、同一圃場へのジャガイモの植え付けは 3 年に 1 作とします(第 2-1 図右)。

4. 施肥管理・雑草対策

ジャガイモの栽培には窒素成分で 12kg/10a 必要とされます。開発技術では、現地慣行有機栽培に準じ市販有機質肥料(例えば、しまなみ有機、10 袋/10a)を施用します。また併せて、そうか病の発病回避を目的に米ぬか 600kg/10a を施用します。将来的には、土壌診断により有機物のすき込み量を考慮することが必要です。

除草剤は使用しないため、5 月中に機械除草(畝間の中耕)を 2 回、手取り除草を 1 回程度行います。

5. 病害虫対策



第 2-2 図 ジャガイモそうか病発病塊茎(左)とジャガイモ地上部に生じた疫病病斑(右)

ジャガイモ生産で問題となるそうか病(第 2-2 図左)と疫病(第 2-2 図右)には以下の対策を行います。

ジャガイモそうか病に対しては、銅水和剤(コサイドボルドー剤、50~100 倍)による種いも消毒により病原菌を圃場へ持ち込まないことと、米ぬか 600kg/10a により発病を低下させ可販品量を確保します。また、ジャガイモ疫病に対しては銅水和剤(Z ボルドー剤、400 倍、200L/10a)を発病前に散布します。

6. 開発したジャガイモ有機栽培技術等の経営評価

開発技術ではヘアリーベッチ、レタス、トウモロコシとの輪作体系を組み、同一圃場へ

のジャガイモの植え付けは3年に1作としています。これに対し、現地慣行有機栽培ではジャガイモはホウレンソウと輪作を行い、一般栽培ではニンジンやダイコン、サツマイモとの輪作が組まれています（第2-1表）。

第2-1表 開発した輪作技術

	1年目		2年目		3年目
開発技術(有機)	ヘアリーベッチ	レタス	ヘアリーベッチ	トウモロコシ	ジャガイモ
慣行技術(有機)	ジャガイモ	ホウレンソウ	ジャガイモ		ジャガイモ
一般栽培	ジャガイモ	ニンジン	ジャガイモ	ダイコン	サツマイモ

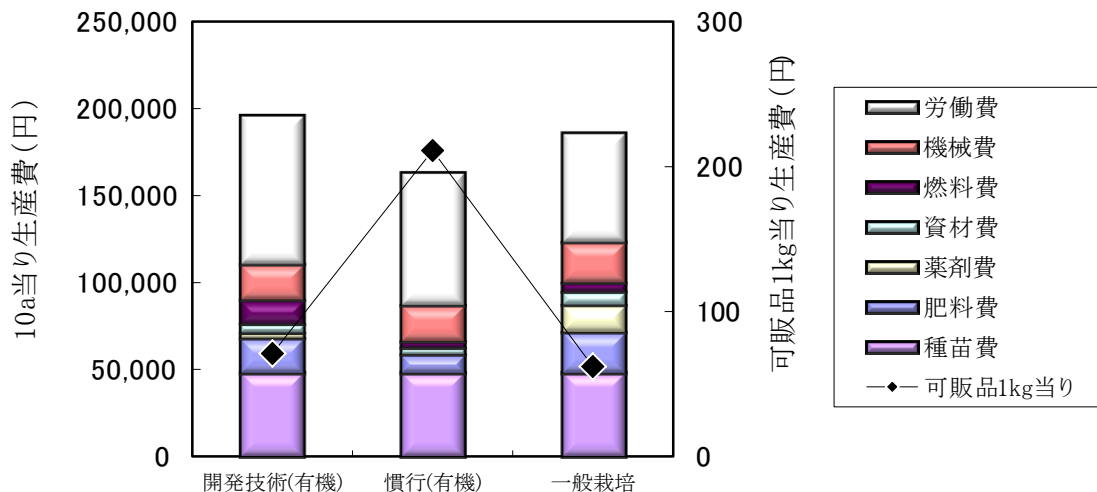
第2-2表 輪作技術(3ヵ年)の10a当たり収益性

	有機栽培		一般栽培
	開発技術	慣行技術	
販売額(a)	1,077,700	684,300	1,407,500
生産費(b)	769,687	649,917	1,066,147
収益(a-b)	308,013	34,383	341,353

輪作にかかる生産費は、開発技術(有機) 769,687円、慣行技術(有機) 649,917円、一般栽培 1,066,147円です(第2-2表)。

販売額から生産費を減じた収益は、開発技術(有機) 308,013円、慣行技術(有機) 34,383円、一般栽培 341,353円になります(第2-2表)。

開発技術では、緑肥作物のほかに収益性の高いレタス、トウモロコシを輪作することにより収益性の向上を図ります。



第2-3図 ジャガイモ1作当たりの生産費

ジャガイモ10a当たり生産費は、開発技術(有機) 196,028円、慣行技術(有機) 163,513円、一般栽培 186,020円で、開発技術(有機)は、慣行栽培(有機)の120%、一般栽培の105%になります(第2-3図)。

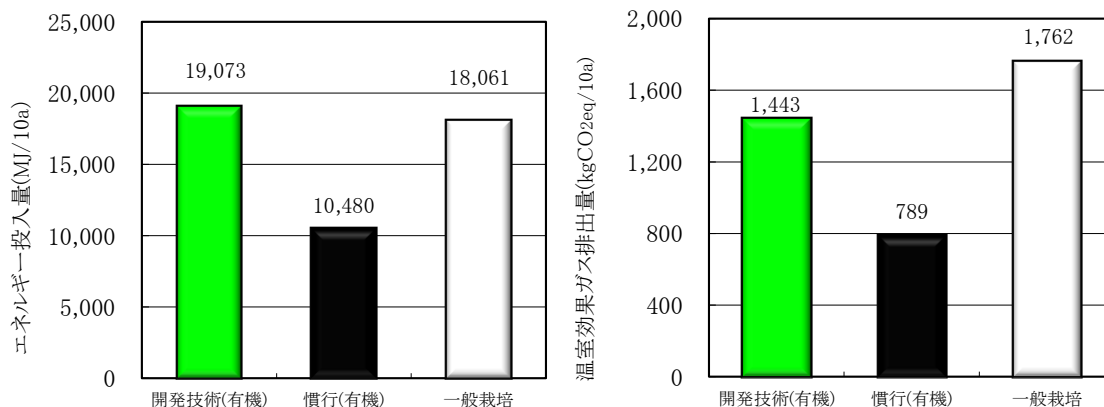
ジャガイモ可販品(1作当たり)1kg当たり生産費は、それぞれ71円、211円、62円で、開発技術(有機)は、慣行技術(有機)の34%、一般栽培の115%になります(第2-3図)。開発技術のジャガイモ可販品収量が慣行技術の3.6倍になったことにより、1kg当た

り生産費は慣行技術に比べて大きく低下しました。

7. ジャガイモ有機栽培のライフサイクルアセスメント (LCA)

輪作技術の LCA (ライフサイクルアセスメント) の結果、エネルギー投入量は開発技術 (有機) 19,073MJ/10a、慣行技術 (有機) 10,480MJ/10a、一般栽培 18,061MJ/10a でした (第 2-4 図左)。

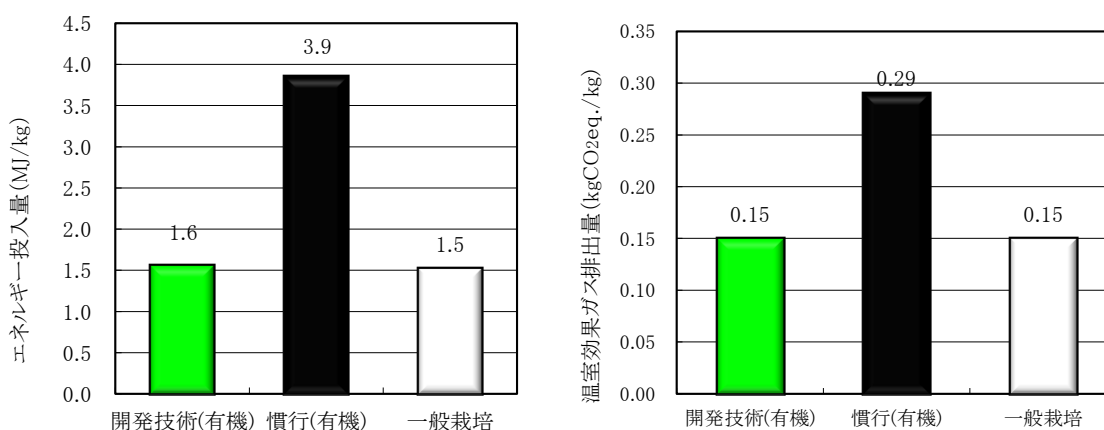
同じく温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算値) は、開発技術 (有機) 1,443kgCO₂eq./10a、慣行技術 (有機) 789kgCO₂eq./10a、一般栽培 1,762kgCO₂eq./10a でした (第 2-4 図右)。



第 2-4 図 輪作技術の LCA (ライフサイクルアセスメント)

ジャガイモ可販品 (1 作当たり) の LCA の結果、エネルギー投入量は開発技術 (有機) 1.6MJ/kg、慣行技術 (有機) 3.9MJ/kg、一般栽培 1.5MJ/kg でした (第 2-5 図左)。

同じく温室効果ガス排出量 (CO₂ 換算値) は、開発技術 (有機) 0.15kgCO₂eq./kg、慣行技術 (有機) 0.29kgCO₂eq./kg、一般栽培 0.15kgCO₂eq./kg でした (第 2-5 図右)。



第 2-5 図 ジャガイモ可販品の単位重量当たり LCA (ライフサイクルアセスメント)

LCA 算出ソフト: 簡易 LCA プログラム (中央農研・環境影響評価研究チーム、2010)

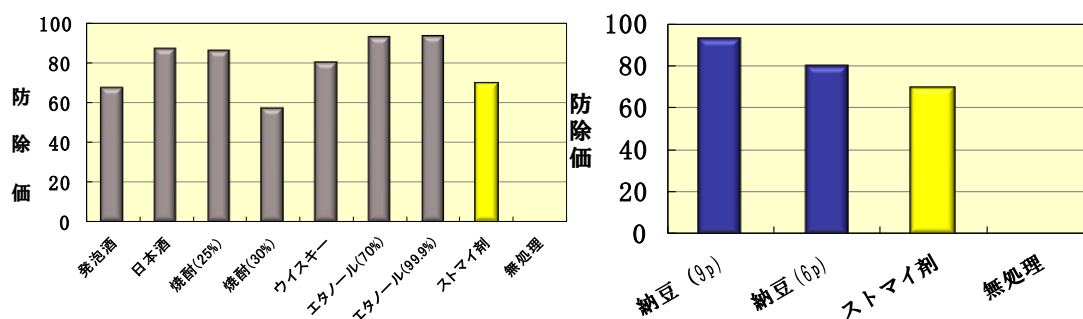
開発技術のジャガイモ 10a 当たりエネルギー投入量および温室効果ガス排出量は慣行技術よりも大きくなりますが、可販品収量が増加することにより、ジャガイモ可販品 1kg 当たりのエネルギー投入量および温室効果ガス排出量は、慣行技術よりも小さくなりました。

8. ジャガイモ有機栽培技術開発に有効な試験事例

(1) ジャガイモそうか病種いも消毒法

発泡酒（7%、原液）、日本酒（14～15%、原液）、焼酎（35%、原液）、ウイスキー（43%、原液）およびエタノール（70%、99.9%、いずれも原液）に種いもを5～10秒間浸漬させることで、化学農薬を用いる慣行法に近い消毒効果が得られました（第2-6図左）。同様に納豆（50g入）6または9パックに少量の水を加えてミキサーですり潰した納豆調製液（5L）に種いもを瞬間（5～10秒間）浸漬することで、化学農薬による慣行法と同等の消毒効果が得られました（第2-6図右）。

なお、酒類や納豆には農薬登録がありませんので、栽培に当たっては酒類を防除目的に使用することはできません。本試験では納豆菌をそうか病菌の拮抗菌として用いていますが、この効果は菌株により差があると考えられるため、製品によっては効き方が異なる可能性があります。



第2-6図 ジャガイモそうか病種いも伝染に及ぼす酒類（左）および納豆調製液（右）の消毒効果

注. 酒類は原液に種いもを5～10秒間浸漬後、引き上げて風乾させた。

防除価 = $100 \times (\text{無処理区の発病度} - \text{処理区の発病度}) / \text{無処理区の発病度}$

納豆は市販の納豆を使い9p、6pはそれぞれ用いたパック（50g入り）数を示す。

9pでは納豆9パック分をすり潰し、加水後5Lに調製した溶液を使って種いもを5～10秒間浸漬した。

ストマイ剤：ストレプトマイシン・オキシテトラサイクリン水和剤（ジャガイモそうか病種いも消毒に登録があります。ただし有機栽培では使用できません）。

(2) ジャガイモそうか病土壌伝染防止法

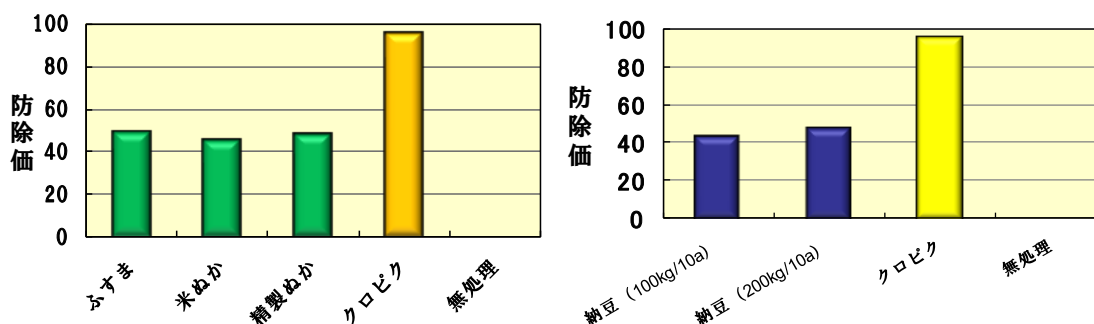
ジャガイモそうか病の発病は、各種有機物を土壌にすき込むことで低減することが知られています。有機物として飼料用ふすま、米ぬか、精製ぬかを使い、10a当たり600kgの割合で植え付け当日に全面土壌散布後すき込むことで、クロルピクリン剤による慣行土壌くん蒸の半分程度の発病低減効果を得ることができました（第2-7図左）。

米ぬかやふすまのすき込み時期は、春作では植付け1週間前から当日までとし、秋作では植付け当日処理は出芽阻害を生じることがあるため、1週間前とします。精製ぬかは、米ぬかから油を絞った残渣ですが、有機溶媒により油分を抽出したものは有機栽培では使用できません。また、米ぬか等は窒素分を多く含みますので、施肥設計をする際には注意が必要です。

また、納豆は納豆菌という拮抗性に富んだ細菌をたくさん含んだ食品です。工場で生じた廃棄物や売れ残った返送品の有効利用を前提に、納豆のそうか病低減効果を調べました。

納豆は 10a 当たり 100～200kg の割合で、植え付け当日に植付条に作条施用します。納豆は粘ついていますので、適当量の水を加えて塊をほぐすと散布しやすくなります。

納豆処理により、慣行土壌くん蒸剤のクロルピクリン剤の半分程度に発病を低減する効果を得ることができました。また、処理量とジャガイモの出芽率との関係を見ると 10a 当たり 200kg の場合はジャガイモの出芽を阻害する傾向がありました（第 2-7 図右）。



第 2-7 図 ジャガイモそうか病土壌伝染に及ぼす米ぬか等（左）や納豆（右）の防除効果

注. クロピク：クロルピクリンくん蒸剤（30L/10a）

（3）ジャガイモ疫病防止法

バチラス水和剤ほか生物農薬（ジャガイモ疫病に対しての農薬登録はありません）のジャガイモ疫病に対する防除効果を調べました。疫病の初発前から毎週計 4 回散布し、最終散布 1 週間後に防除効果を調べた結果、化学農薬（マンゼブ水和剤）による慣行法と同等の防除効果を示し、有効性が確認できました（第 2-3 表）。

同様に納豆調製液（第 2-8 図）を約 170L/10 a の割合で散布した場合、疫病の発病は、慣行薬剤散布区と無処理区との中間程度で推移しました（第 2-9 図）。本試験では、慣行化学農薬のマンゼブ水和剤が 46.0 の防除価を示すなかで、納豆調製液の防除価は 22.6 を示しました。

なお、これら生物農薬や納豆調製液は、ジャガイモ疫病の防除を目的とした場合には農薬登録が必要ですので、現在は直ちに使用できません。

第 2-3 表 各種薬剤のジャガイモそうか病防除効果（2010 年春作試験）

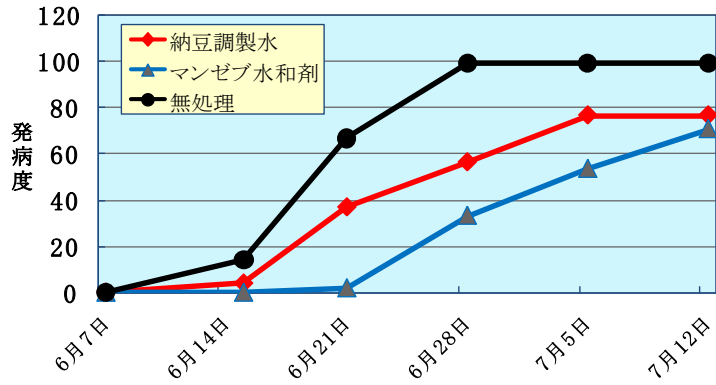
処理区	倍率	発病株率(%)	発病度	防除価
バチラス水和剤	500	16.7	5.8	57.4
バチラス水和剤	250	3.3	1.4	89.7
タラロマイセス水和剤	500	11.1	2.8	79.4
タラロマイセス水和剤	250	6.7	2.8	79.4
トリコデルマ水和剤	500	31.1	10.0	26.5
トリコデルマ水和剤	250	21.1	7.5	44.9
バチラス・銅水和剤	500	1.1	0.3	97.8
バチラス・銅水和剤	250	5.6	1.7	87.5
マンゼブ水和剤*	600	15.6	6.1	55.1
無処理		37.8	13.6	

注. マンゼブ水和剤はジャガイモの疫病に登録があります。ただし、有機栽培では使用できません。



第2-8図 納豆調製液

納豆 50g (1パック分) をすり潰し、加水して 3L に調製



第2-9図 納豆調製液散布区の発病推移

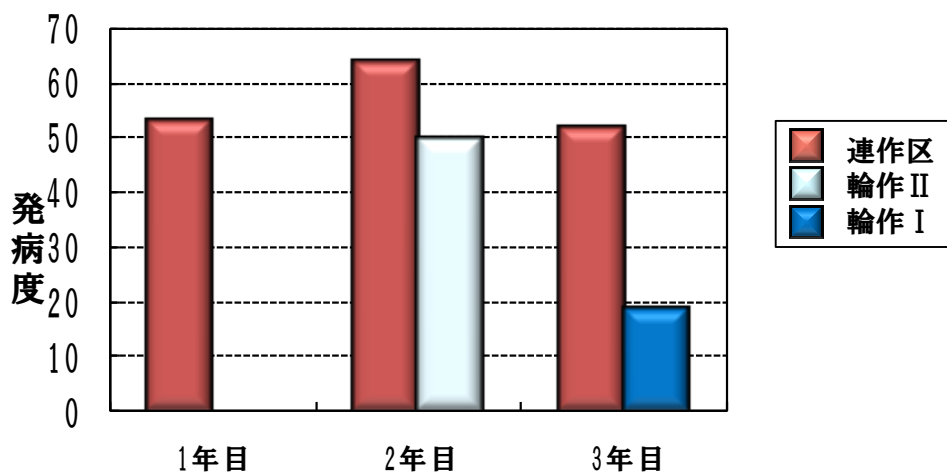
納豆調製液は 6月7、14、21、28日に散布した

(4) 輪作によるそうか病の発病軽減法

ジャガイモそうか病が多発生していた圃場で、ヘアリーベッチとレタスを導入し、輪作によるジャガイモそうか病の発病軽減効果を調査しました (第2-4表)。ジャガイモ2年1作の輪作体系 (輪作II区) では発病軽減効果はわずかでしたが、ジャガイモ3年1作の輪作体系 (輪作I区) では連作区と比較して、そうか病の発生が大幅に軽減されました (第2-10図)。

第2-4表 ジャガイモそうか病に対する輪作体系

	前作	1年目		2年目		3年目
輪作I	ジャガイモ	ヘアリーベッチ	—	ヘアリーベッチ	レタス	ジャガイモ
輪作II	ジャガイモ	ヘアリーベッチ	レタス	ジャガイモ	—	—
連作	ジャガイモ	ジャガイモ	—	ジャガイモ	—	ジャガイモ



第2-10図 輪作によるジャガイモそうか病の発病軽減効果

参考文献

1. 仲川晃生・越智直・近藤彰宏. 「微生物等を用いたジャガイモ疫病・そうか病防除技術の開発」. 日本有機農業学会自然科学系テーマ研究会「第3回有機農業技術の開発と普

- 及のあり方をさぐる」. p35-37. 2010.
2. 仲川晃生・越智直. 「酒類のジャガイモそうか病種いも伝染防止効果」. 第 11 回日本有機農業学会大会資料集. p120-123. 2010.
 3. 仲川晃生・越智直・近藤彰宏. 「ジャガイモ有機栽培条件下におけるそうか病・疫病の防除技術」. 日本土壌微生物学会. 土と微生物 64 : 144. 2010.
 4. 仲川晃生・越智直. 「市販微生物農薬のジャガイモ疫病防除効果」. 日本土壌微生物学会. 土と微生物. 65 : 141. 2011.
 5. 仲川晃生. 「市販納豆の数種ジャガイモ病害防除効果」. 日本土壌微生物学会. 土と微生物. 66 : 92. 2012.
 6. 井上康宏・仲川晃生. 「銅水和剤、微生物農薬等によるジャガイモ軟腐病防除の有効性」. 茨城大学公開シンポジウム要旨集. p37. 2012.
 7. 仲川晃生. 「ジャガイモ疫病防除に及ぼす市販微生物農薬の有効性」. 茨城大学公開シンポジウム要旨集. p38. 2012.
 8. 草野謙三. 「有機農産物出荷組織における有機 JAS 認証と継続的出荷の条件」. 茨城大学公開シンポジウム要旨集. p39. 2012.
 9. 青木一美. 「有機 JAS に適合したジャガイモ病害の防除法」. 茨城大学公開シンポジウム要旨集. p40. 2012.
 10. 仲川晃生. 「ジャガイモ有機栽培技術の開発」. 有機農業参入促進協議会編. 有機農業研究者会議 2012 要旨集. p62-65. 2012.
 11. 青木一美. 「ジャガイモ栽培における有機栽培体系の構築と実証」. 気候変動対策プロジェクト研究成果発表会要旨集. p122. 2012.
 12. 納豆エコな助っ人「ジャガイモの病害防ぐ効果」. 朝日新聞 2012 年 6 月 24 日 (神戸版). p32.
 13. 仲川晃生・井上康宏・青木一美・草野謙三・横須賀知之. 「ジャガイモ有機栽培の手引き」. 中央農業総合研究センター・茨城農業総合センター農業研究所編. p1-22. 2013.

研究担当者

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター

仲川晃生・井上康宏

茨城県農業総合センター農業研究所

青木一美・渡邊 健・草野謙三・横須賀知之

問い合わせ先

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター

〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1 電話 029 (838) 8836

茨城県農業総合センター農業研究所

〒311-4203 茨城県水戸市上国井町 3402 電話 029 (239) 7213