

ドローンセンシングを活用した コンニャク栽培管理マニュアル

(生産者用)



2022 年3月作成

この資料は農林水産省委託の戦略的プロジェクト研究推進事業「センシング技術を活用した
レタス・こんにゃくの栽培管理効率化・安定生産技術の開発」により作成しました。

目次

1.はじめに

- (1) 群馬県のコンニャク栽培をとりまく現状と課題.....2
- (2) 無人航空機(ドローン)とは.....2
- (3) 本マニュアルについて.....3

2.コンニャクの重要病害について

- (1) コンニャク根腐病とは.....4
- (2) コンニャク腐敗病とは.....6

3.人の見え方とドローンの見え方の違い.....8

4.時期別のコンニャクほ場のドローン空撮で何がわかる？

- (1) 病気の広がり方がわかる【空撮時期:開葉期～成熟期前】10
- (2) 発生している病気がわかる12
- (3) 収量への影響がわかる【空撮時期:9月2半旬】14
- (4) 種芋採取箇所がわかる(種芋採取マップ)【空撮時期:9月6半旬】18

5.倒伏面積率に応じた対策をしよう

- (1) 病害別防除対策フローチャート.....20
- (2) コンニャク栽培管理のポイント(根腐病・腐敗病共通)28
 - 1) 地上部残渣(カラ)の除去28
 - 2) 種芋採取マップの活用.....28
 - 3) 種芋選別30
 - 4) 温湯浸漬処理による種芋伝染性病害虫の防除33
 - 5) 施肥管理39
 - 6) 各種被覆栽培(リビングマルチ栽培)におけるムギ類の活用43

本資料の問い合わせ先

群馬県農業技術センター こんにゃく特産研究センター 電話・0279-22-2144

1.はじめに

(1)群馬県のコンニャク栽培をとりまく現状と課題

群馬県のコンニャク栽培農家数は、20年間で4分の1まで減少しましたが、1戸当たりの平均栽培面積は1.3 haから3.3 haと大幅に拡大しました（令和2年農林業センサス）。この背景には、新品種の育成・普及、機械化などによる栽培の効率化などがあげられます。しかし、近年では生産コスト低減を目指して経営が大規模化し、結果として栽培管理ほ場が増加し、同時にほ場の分散・点在化が進行しています。このため、どのほ場で、どの病気が、どの程度発生していたのかを把握することが難しく、次作への防除対策が難しくなっているという課題が生じています。

本マニュアルでは、ドローンでコンニャクほ場を空撮することで、①時期別にどのようなことがわかるのか、②病害による被害程度に応じた次作への防除対策の方法について解説していきます。

(2)無人航空機（ドローン）とは

無人航空機は、「航空の用に供するもので、構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作または自動操縦により飛行させることができる航空機」を指します。ドローンはこの無人航空機の一部であり、農業分野では急速に利用が拡大しています。特に、農業現場の人手不足が深刻となる中、農作業の効率化を図るために様々な場面での活用が期待されています。

本マニュアルでは、数あるドローンの利用方法のうち、ほ場センシング技術※に焦点を当てて解説します。

※ほ場センシングとは、ドローンが空からほ場を撮影し、その画像データを解析することで、作物の健康状態や病害の発生状況を把握する技術です。この情報を通じて、効果的な防除対策を計画・実施することでコンニャクの安定生産に寄与することができます。

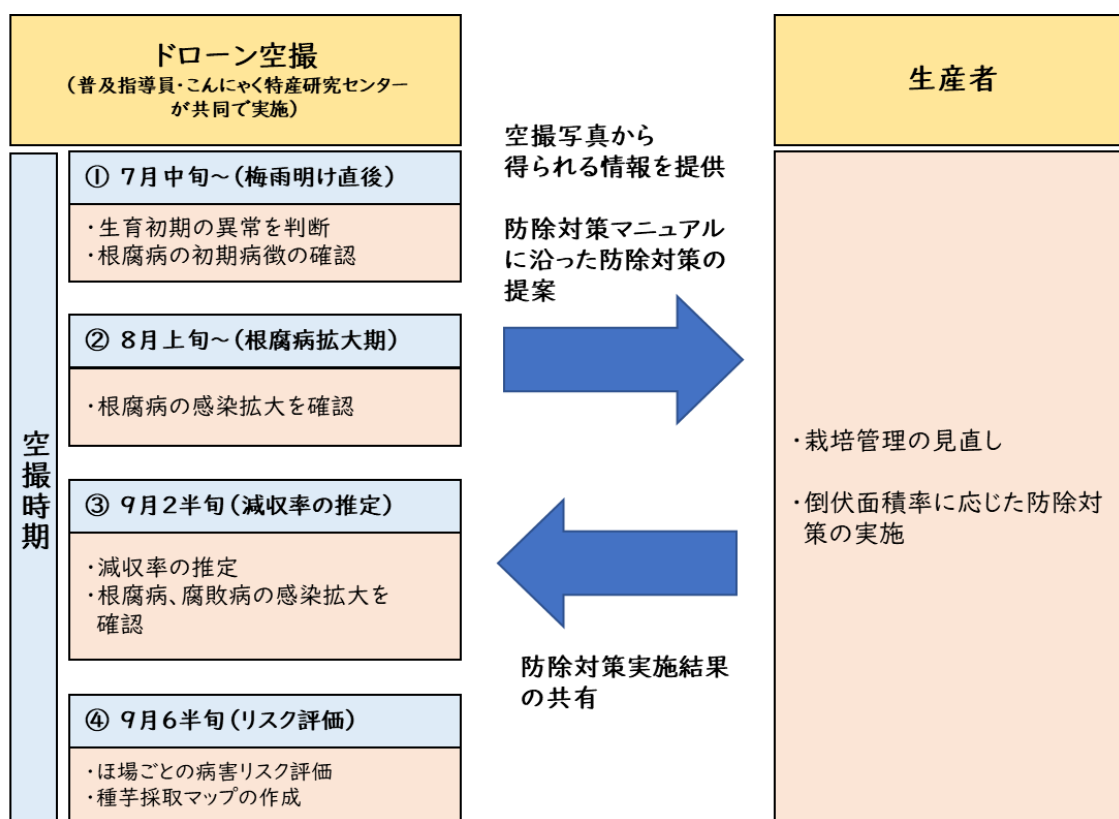
(3) 本マニュアルについて

本マニュアルでは、ドローンによる時期別のほ場センシングがどのように役立つかを解説します。さらに、コンニャクの重要な病害である「根腐病」と「腐敗病」の発病が見られるほ場に焦点を当て、次作に向けた防除対策を具体的に解説します。

コンニャクほ場の空撮（センシング作業）は、普及指導員とこんにゃく特産研究センターの職員が7月中旬～9月下旬にかけて、計4回行います。センシング作業で得られる空撮画像から以下の情報を解析し、生産者に提供します（下図参照）。

1. ほ場で内で発生していた病気の推定（「根腐病」または「腐敗病」）
2. ほ場内での倒伏面積率の算出

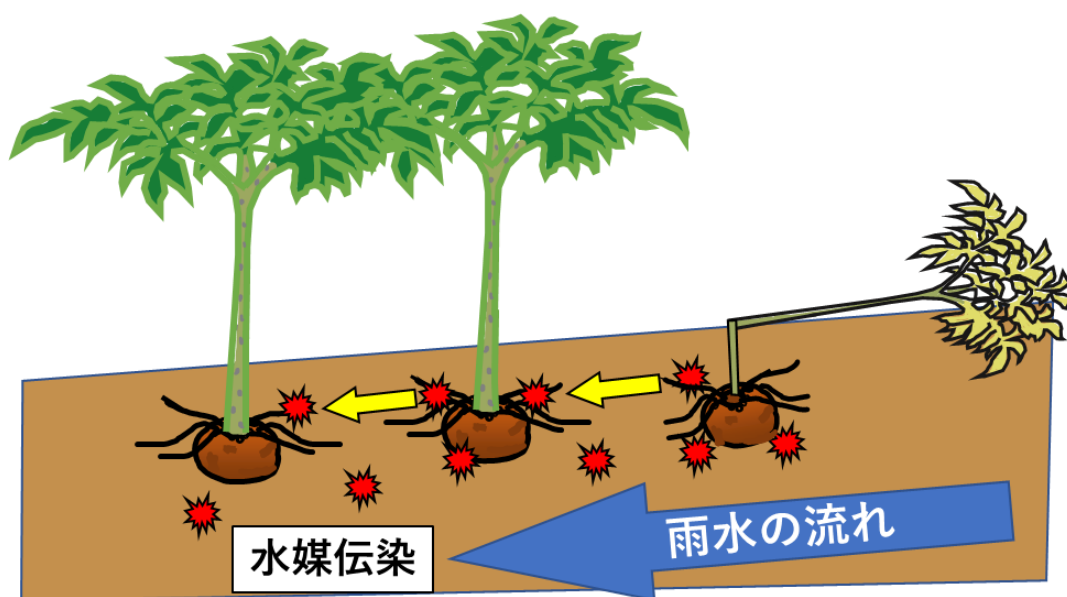
生産者は、上記の情報をもとに、本マニュアルの防除対策フローチャート（p.21以降）に進んでください。その後、病害に応じた防除対策詳細、病害対策（共通）に進んで、栽培管理の見直し、防除対策の導入・実施をしてください。



2.コンニャクの重要病害について

(1) コンニャク根腐病とは

植物病原糸状菌 *Pythium aristosporum* Vanterpool によって引き起こされる病害です。本病原菌は、コンニャクの種芋や土壤中に生息し、コンニャクの根から感染します。地上部に症状が出始めるのは 7 月中旬～8 月上旬で、はじめは葉色がやや淡くなって葉縁が少し巻き気味になった後、葉が黄化・地上部が完全に萎ちようし、倒伏します。本病は雨水の流れに乗って水媒伝染するため、病気の広がりが早いのが特徴です。早期に感染・倒伏した株では球茎が消失し、収穫出来ないこともあるため、減収の主要要因であり、コンニャク栽培上の重要病害となっています。



コンニャク根腐病の症状(写真)



地上部の萎凋症状



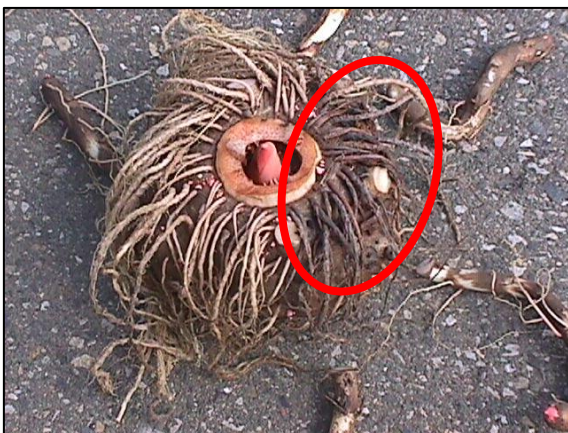
萎凋～倒伏の始まり



根腐病の発病の様子(1)



根腐病の発病の様子(2)



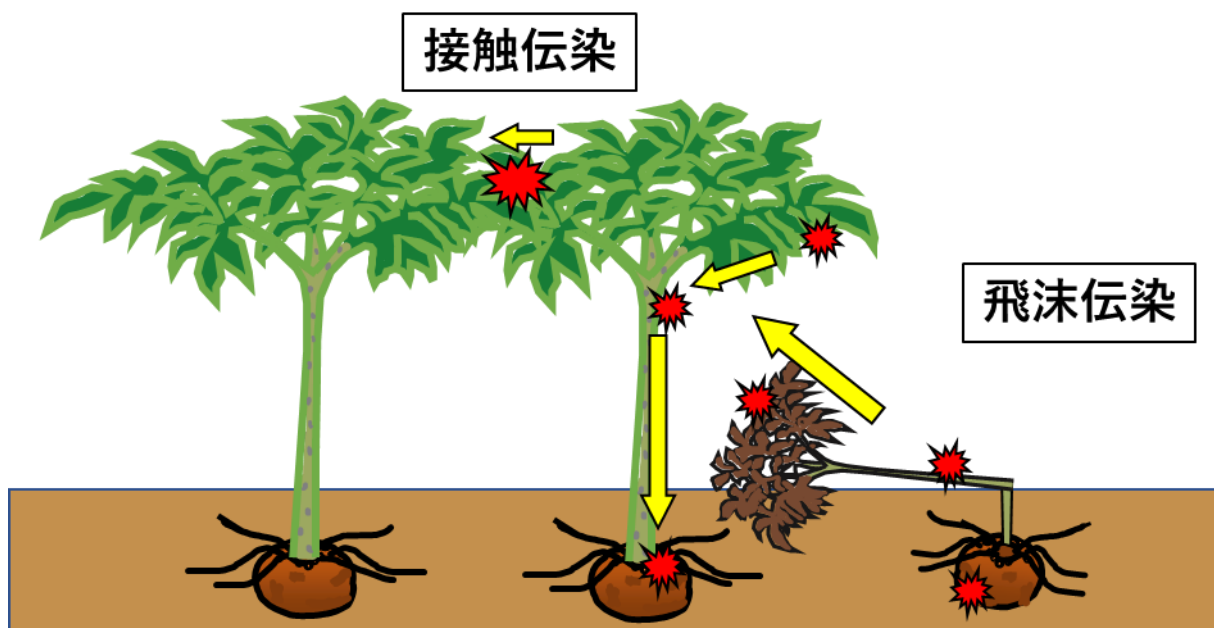
球茎の初期病徴(赤丸部分)



根腐病の罹病芋

(2) コンニャク腐敗病とは

植物病原細菌 *Pectobacterium carotovorum* によって引き起こされる病害です。病原細菌は、コンニャクの種芋や土壤中に生息し、これらが最初の伝染源となります。病徴は、小葉、葉柄、球茎の各部に現れ、高温多雨の8～9月に発生が多くなります。病気の伝染方式は2通りあり、1つ目は、風をともなった降雨により病原細菌が飛散し小葉の傷口から感染する「飛沫伝染」です。2つ目は、腐敗病にかかった小葉との接触によって隣接する健全株に感染する「接触伝染」です。本病は、根腐病のように水媒伝染はしないため、病気の広がりゆっくりですが、薬剤防除をしても発病が抑えられない場合があります。また、早期に感染・倒伏した株では、収穫が皆無になることもあるため、減収の主要要因であり、コンニャク栽培上の重要病害となっています。



コンニャク腐敗病の症状(写真)



腐敗病による小葉柄の腐敗



腐敗病による倒伏



腐敗病多発ほ場



腐敗した種芋

3.人の見え方とドローンの見え方の違い

人の視点とドローンの視点でコンニャクほ場を比較した図を下に示します。人の目線では通常地上 1.5~2 mの高さからしかコンニャクほ場を見ることが出来ませんが、ドローンの場合は真上からコンニャクほ場を見ることが出来ます。そのため、一見すると健全なほ場に見えても、人の視点では確認できないほ場の病気が発生している様子を知ることが出来ます。

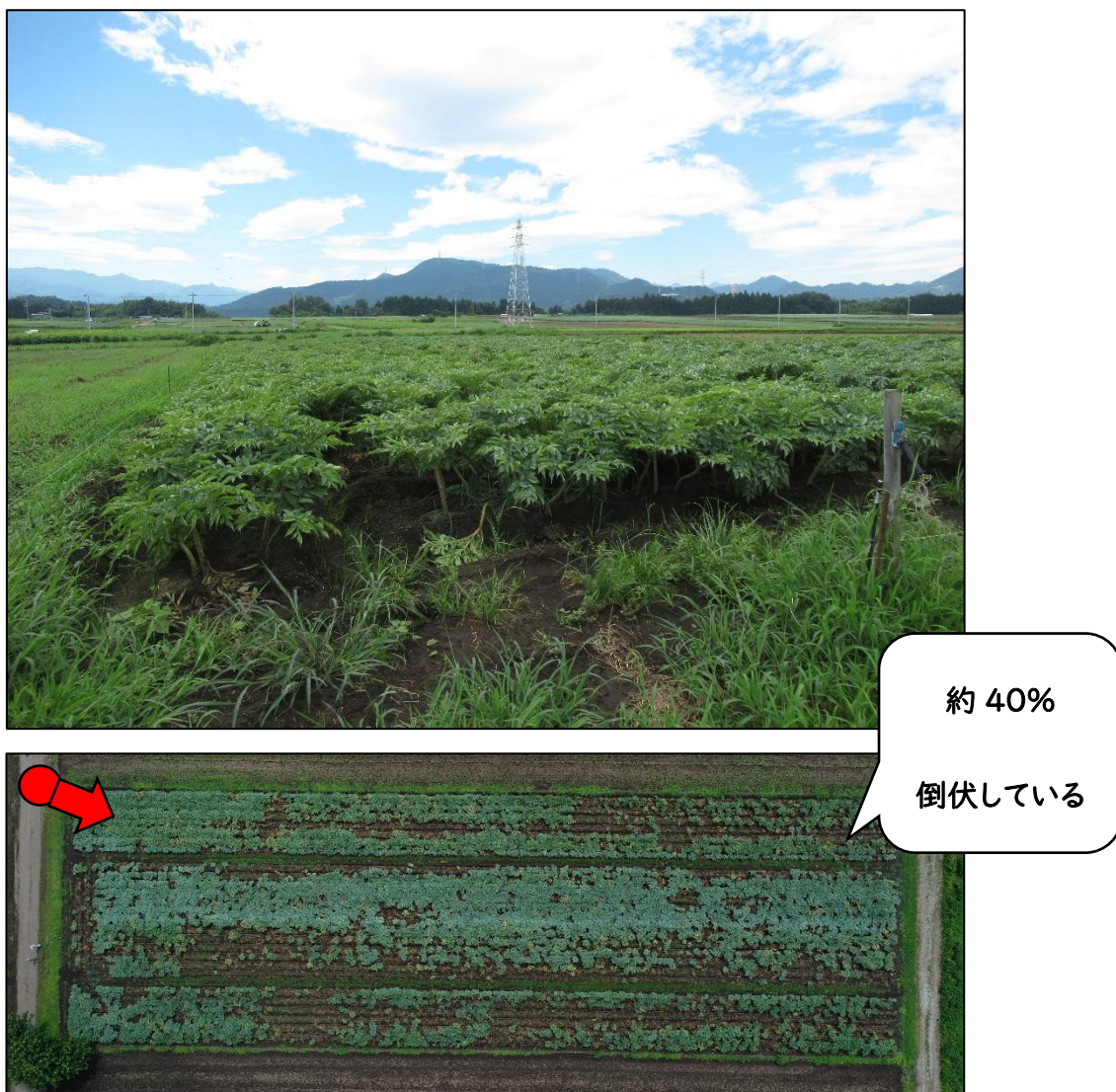
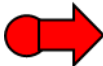


図 上段:人の目線から見たコンニャクほ場

下段:ドローンの目線から見たコンニャクほ場 ( は人の目線から見た位置)

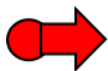


約 20%



倒伏している

図 上段：人の目線から見たコンニャクほ場

下段：ドローンの目線から見たコンニャクほ場（ は人の目線から見た位置）

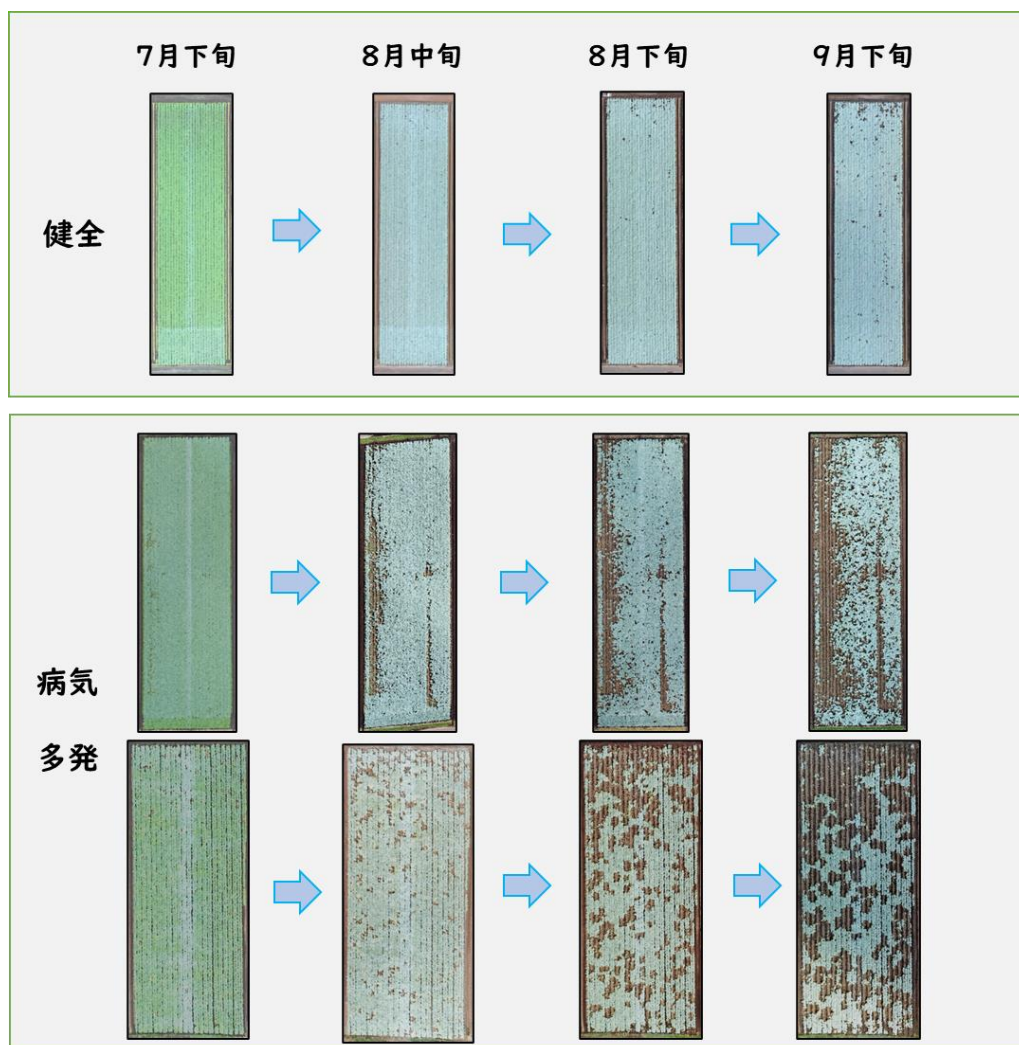
4. 時期別のコンニャクほ場の空撮で何がわかる？

(1) 病気の広がり方がわかる

【空撮時期：開葉期～成熟期前】

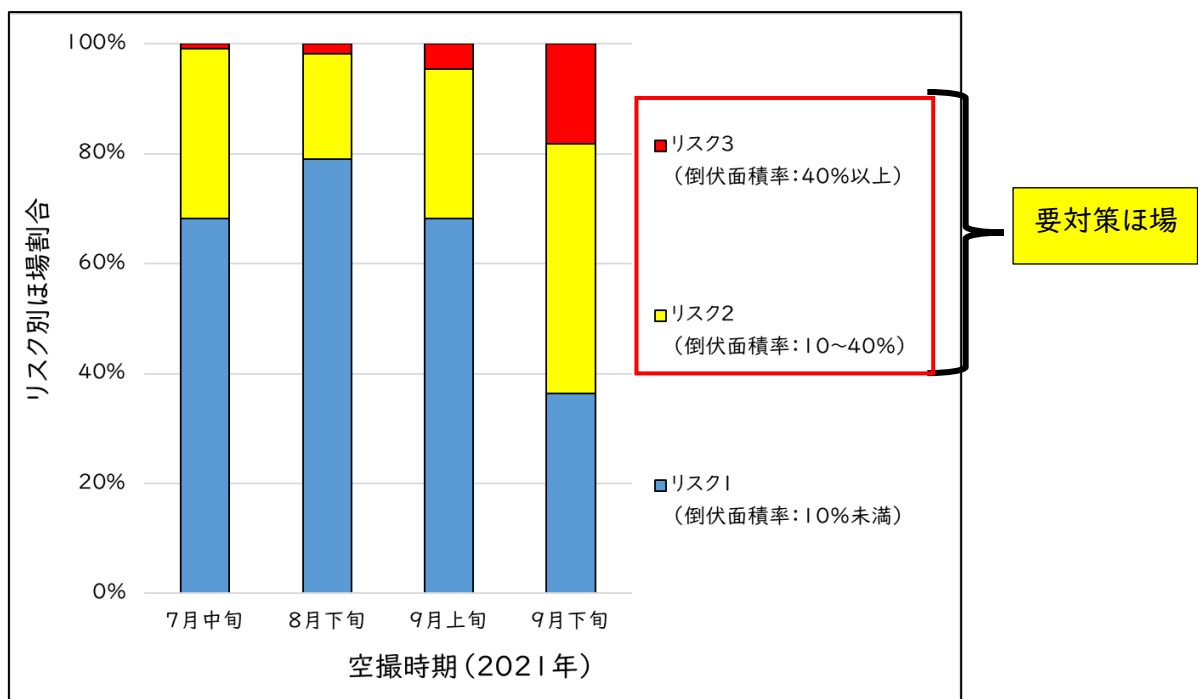
コンニャク栽培では、病気等が原因で倒れてしまう倒伏株^{とうふく}が一定数存在します。ドローンを用いてコンニャクほ場を真上から撮影すると、コンニャクが倒伏している場所を把握することができます。下図は、ドローンで撮影した写真（以下、空撮写真）の例です。

緑～青白いのがコンニャクです。コンニャクの栽培では、定期的にボルドー液（硫酸銅と生石灰を混合して作る殺菌剤）を散布するため、青白く見えます。褐色になっているところはコンニャクが倒伏しており、地面が露出している部分になります。定期的なドローンによる撮影を通じて、病気がどのように広がり・どのくらい発生しているのかを把握することができます。



1) 病害による倒伏面積率の推移

2021年、安中市松井田町で2年生のみやまさを栽培している110ほ場を対象に、倒伏面積率の推移を調査しました。その結果、9月上旬から9月下旬にかけて倒伏が増加していることがわかりました。また、群馬県農政部では、倒伏面積率が10%以上のほ場については何かしらの防除対策が必要と考え、これまで防除指導を行ってきましたが、9月下旬時点で要対策ほ場が6割以上あることが明らかになりました。



倒伏面積率別のほ場の割合(みやまさ・2年生 計110ほ場)

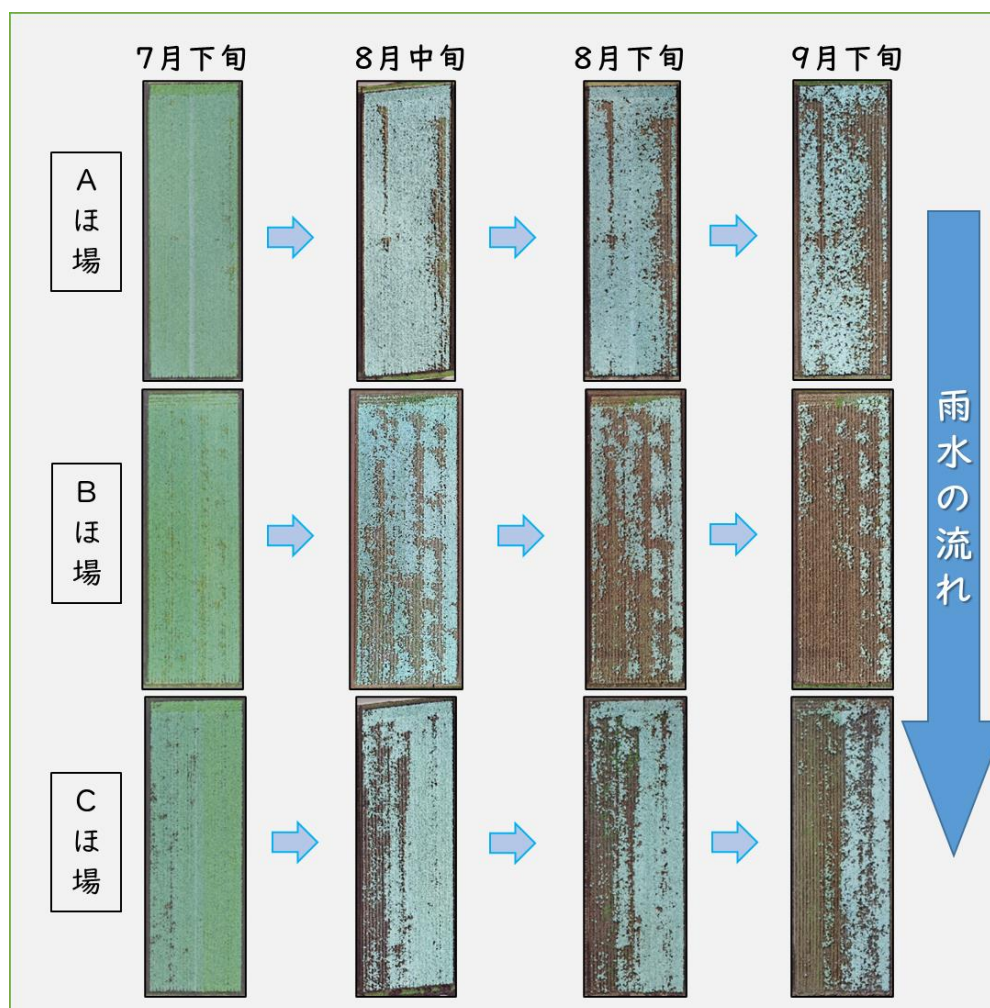
(2) 発生している病気がわかる

コンニャクの重要病害に根腐病・腐敗病があります。これらの重要病害は、空撮写真を通じて、おおまかに識別することができます。

1) 根腐病【空撮時期：7月中旬～】

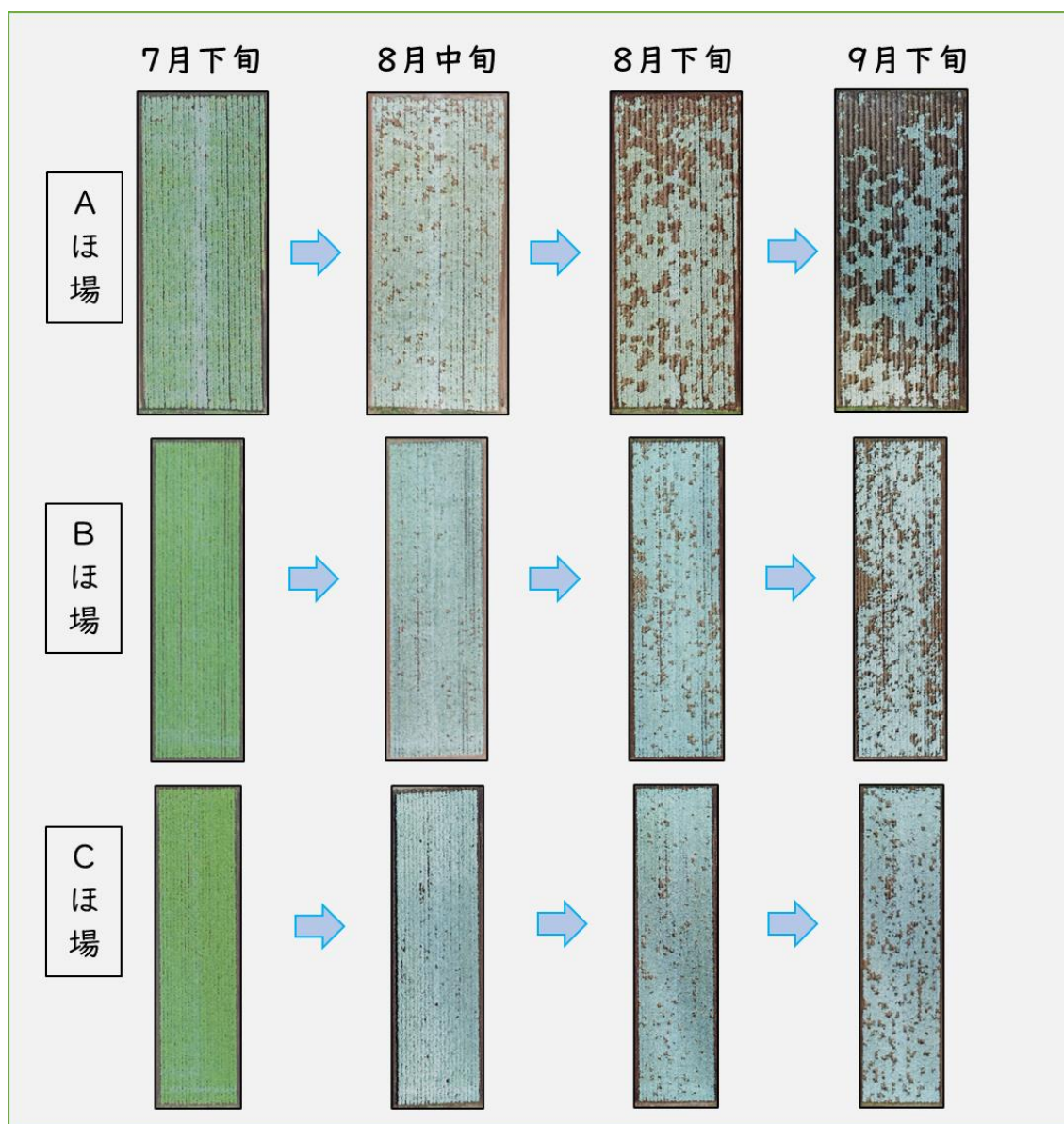
地上部に症状が出始める時期は、通常、7月中旬～8月上旬です。梅雨時期の降水量が多い年や排水の悪いほ場で発病が多く、病勢の進展が速いのが特徴です。本病は土壌伝染性で、雨水などの流れにのり、畝に沿って広範囲に伝染・拡大します。空撮写真からも、畝に沿って伝染・拡大していく様子が確認できます。

根腐病が多発生したほ場では、7月下旬の段階で、生育異常や倒伏している箇所が確認できます。生育初期から発病してしまった場合、本病を止める有効な手段はなく、その後の降雨などで病気がさらに拡大し、結果として多発生となってしまいます。



2) 腐敗病【空撮時期：8 月上旬～】

地上部では開葉初期から成熟期に発生しますが、なかでも高温多雨の8～9月に多発します。風を伴った降雨や、感染した葉の接触等により病原菌が拡散され伝染・拡大します。空撮写真からは、本病が散発的かつスポット状に広がっていく様子がわかります。病気の進行スピードは、根腐病と比べるとゆっくりです。開葉初期から発病するため、生育期間中はボルドー液を定期的に散布することが有効な防除対策です。



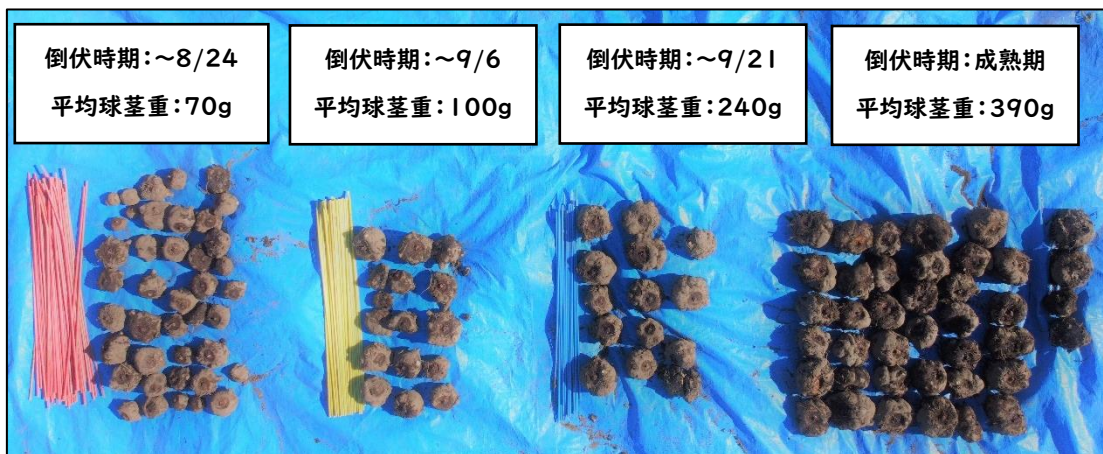
(3) 収量への影響がわかる【空撮時期:9 月 2 半旬】

1) 収量予測の課題

ドローンの空撮画像を用いて収量を予測することは、多くの作物で実用化されているため、コンニャクでもドローンの空撮画像を用いて収量を推定する方法を検討しました。

しかし、空撮画像からコンニャクの収量を推定することを考えた場合、以下のような課題がありました。

- ①コンニャクの球茎は地下にあり、空撮画像で確認することができない。
- ②倒伏しても収穫皆無とはならない。
- ③倒伏時期によってコンニャク球茎の肥大率が変わる(下図)。



倒伏時期とコンニャク球茎重の関係(一例)

2) 収量に一番影響のある倒伏時期の決定

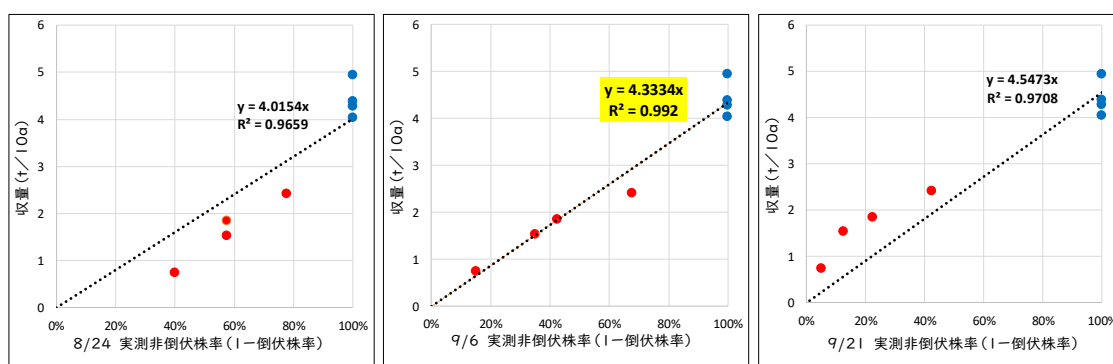
コンニャクの時期別の倒伏状況と総収量の関係を調査し、収量に最も影響のある倒伏時期を調査しました。調査は、松義台地と東吾妻の現地6ほ場において、8月下旬に、ほ場内で病害による倒伏が見られ始めている4区画計160株を選定し、病害区として8月下旬、9月上中旬、9月下旬の3回に分けて株ごとの倒伏状況を調査しました。9月下旬の調査時には倒伏が見られない4区画計80株を健全区としました。

各ほ場の病害区および健全区は成熟・倒伏後の10月下旬に、株ごとに手堀で収穫を行い、その場で球茎重を測りました。その結果、非倒伏株率と総収量の相関が最も高くなる時期は、おおむね9月2半旬であることが判明しました。

倒伏時期と総収量の相関 (R^2)

ほ場名	2021年			2022年		
	8/27	9/10	9/24	8/24	9/6	9/21
松義台地 - A	0.9521	0.9894	0.9326	-	-	-
松義台地 - B	0.9895	0.9882	0.8894	-	-	-
松義台地 - C	-	-	-	0.9659	0.9920	0.9708
松義台地 - D	-	-	-	0.9717	0.9928	0.9620

ほ場名	8/30	9/13	9/27	8/26	9/7	9/22
東吾妻 - A	0.9886	0.9892	0.9721	0.9713	0.9920	0.9825

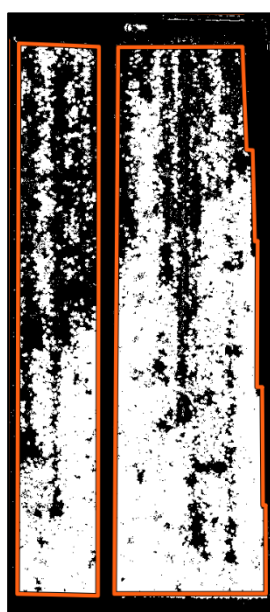
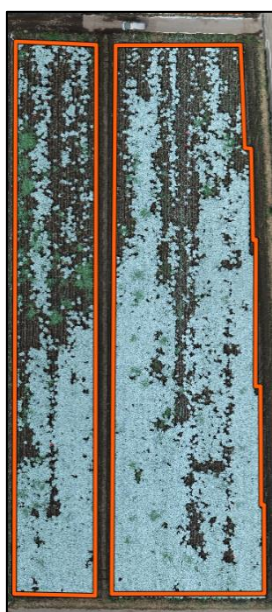


(参考) 松義台地 - C ほ場の時期別の非倒伏株率と総収量の相関

※散布図の赤丸は病害区、青丸は健全区のデータを示す

3) 減収率がわかる

9月2半旬の倒伏状況が総収量に最も影響があることが判明したことから、この時期にドローンで空撮を行い、空撮画像からほ場の倒伏面積率を算出することで収量への影響を確認することができます。厳密には、ほ場ごとに植え付ける種芋の大きさや収穫物の大きさも異なるため総収量を推定することはできずに、減収率※が推定できるということに留まります。※減収率とは、そのほ場内の理想的な収量を100%とした場合、実際の収量がどのくらい減少したかを割合で示すものです。



倒伏面積率 35.8%

= 減収率 35.8%

9/6 撮影の「松義台地 - C ほ場」

4) 収量・減収量・減収額がわかる

ドローンの空撮写真では、ほ場ごとの収穫物の大きさまでは予測できないため、あくまで減収率の推定になりますが、成熟期まで倒伏しなかった健全株の収量が判明している場合には、収量・減収量・減収額まで推定できます。

先ほどの「松義台地 - C ほ場」のデータを元に例を示します。このほ場の面積は 47.7 a で、健全株の収量が 10 a あたり 4.4 t でした。このことから、栽培期間中に一切病気が発生せずに生育した場合の理想的な収量は、 $4.4 \text{ (t)} \times 4.77(10\text{a}) = 21.04 \text{ (t)}$ になります。しかし、9 月 2 半旬の空撮写真からは 35.8% の倒伏面積率 (= 減収率) が算出されたため、 $21.04 \text{ (t)} \times 35.8(\%) = 7.53 \text{ (t)}$ が減収量と推定され、 $21.04 \text{ (t)} - 7.53 \text{ (t)} = 13.51 \text{ (t)}$ が収量と推定されました。減収量の 7.53 (t) を販売額に換算すると、およそ 1,017,000 (円) となり、この金額が減収額として推定されます。

13.51 (t) が収量として推定されたため、生産者に実際の収量の聞き取りを行ったところ、「40 俵コンテナを約 9.5 基出荷した」(1.2 t/基と仮定して約 11.4 t の出荷量となる) とのこと、実際の出荷量と比べて約 2 基少ない結果となりました。より精度を上げた収量の推定方法については今後の検討課題です。

松義台地 - C ほ場における収量等の推定値

ほ場名	品種	ほ場面積 (a)	減収率 (%)	健全株収量 (t/10a)	健全理想収量 (t)	推定収量 (t)	推定減収量 (t)	推定減収額 (円)*
松義台地 - C	みやまさり	47.7	35.8	4.41	21.04	13.50	7.53	1,017,000

* こんにゃく生玉の平均単価は以下と仮定した

みやまさり : 135円/kg

(4) 種芋採取箇所がわかる(種芋採取マップ)

【空撮時期:9月6半旬】

1) 倒伏時期と病害球の関係

コンニャク特産研究センター内のほ場で、令和2年6月3日に「あかぎおおだま」、「みやままさり」の2年生(種芋重100g程度)を400球茎植付け、株ごとの倒伏日と収穫した芋の病気の有無・割合を調査しました。

その結果、「あかぎおおだま」、「みやままさり」ともに、9月2半旬以前に倒伏した株の多くは病害球であり、9月5半旬以前に倒伏した株も病害球であるリスクが高いことがわかりました。

このため、9月6半旬の空撮写真から倒伏箇所を確認し、1年生のほ場においては種芋を拾わないようにし、2年生のほ場においては生子を拾わないようにすることで、病気の種芋を次作に持ち越すリスクを減らすことができます。

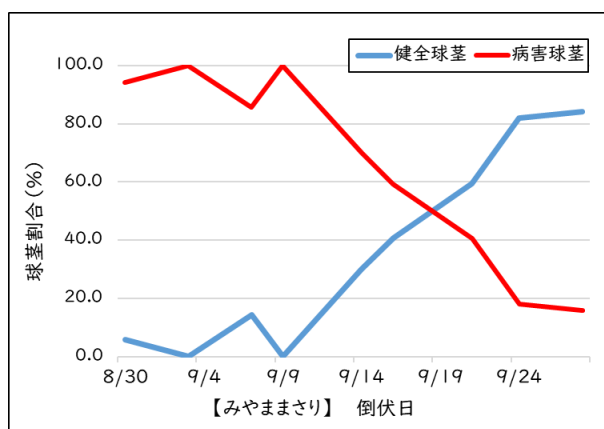
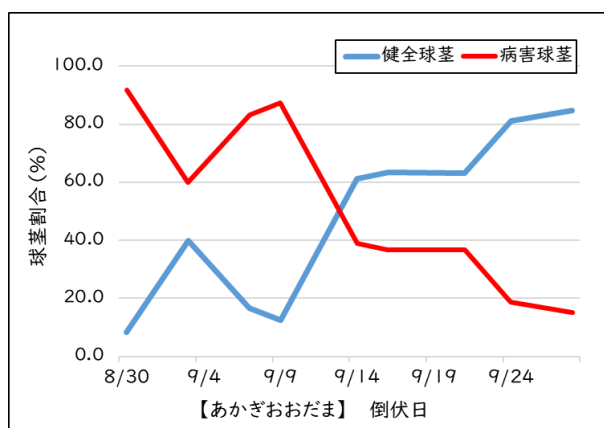


図 倒伏時期と収穫球の病気の関係

2) 種芋採取マップの例

種芋採取マップの例を示します。倒伏している箇所は黄色で塗りつぶされていますが、この塗りつぶされた箇所から拾う種芋・生子は病害球であるリスクが高いため、拾わないようにします。



図 種芋採取マップのイメージ

※種芋採取マップはこんにゃく特産研究センターと普及指導員が作成し、生産者へ情報を提供します。

5. 倒伏面積率に応じた対策をしよう

(1) 病害別防除対策フローチャート

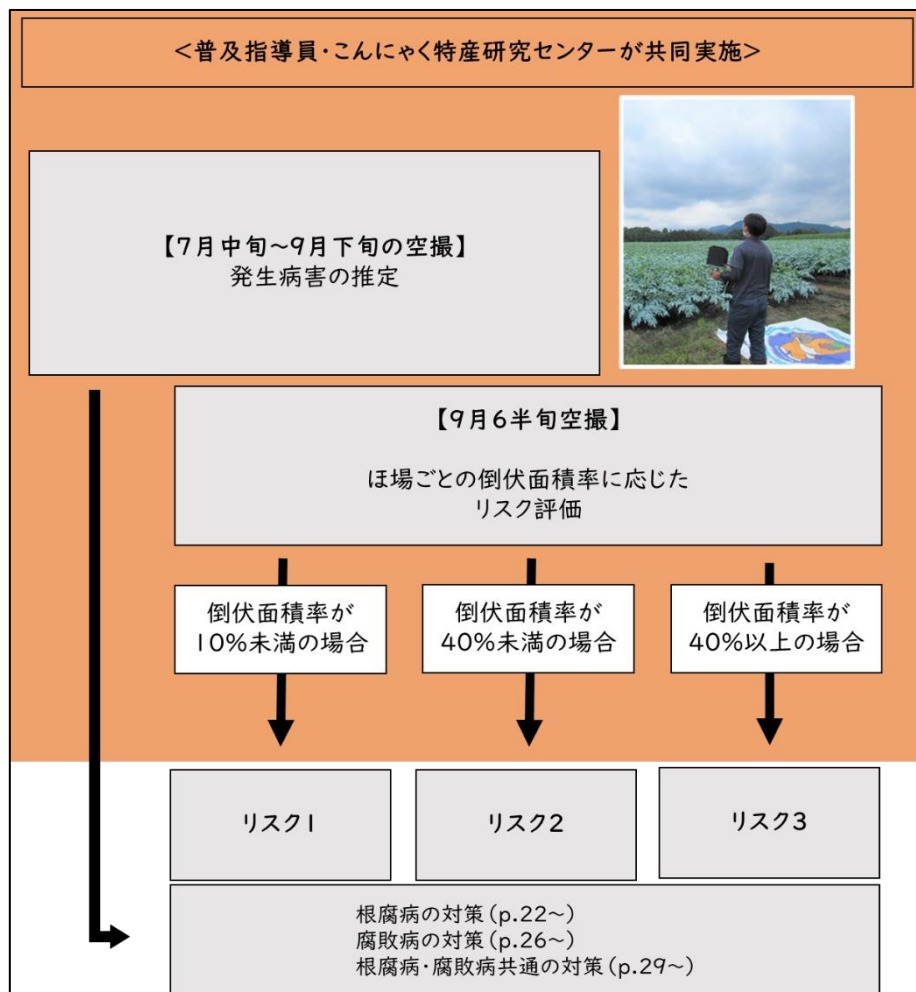
コンニャク産地の広域空撮および情報の提供は普及指導員やコンニャク特産研究センターの職員が行います。

7月中旬～9月6半旬の空撮写真から、ほ場ごとに

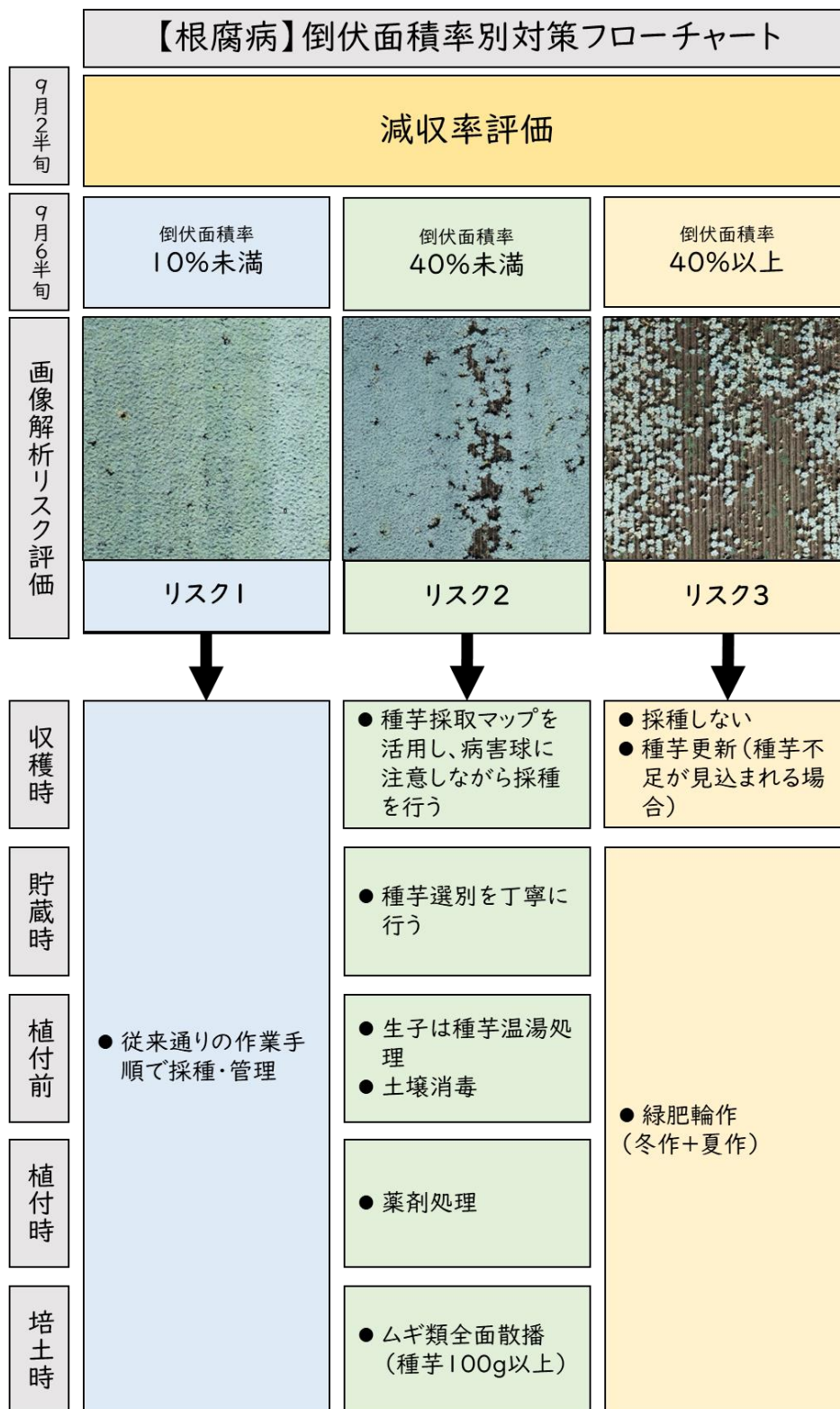
- ①倒伏面積率によるリスク評価（リスク1～3）
- ②どの病気が発生していた可能性が高いか（主に、根腐病 or 腐敗病）を調べ、生産者へ情報提供をします。

情報の提供を受けた生産者は、

- ①自分のほ場がリスク1～3のどこに当てはまるのかを確認した上で、
- ②根腐病による対策は p.22～、腐敗病に対する対策は p.26～に進んでください。



1) 根腐病は場のリスク評価および防除対策フローチャート



ここでは各時期の代表的な対策を記載しました。

詳細な対策は、p.29～を確認してください。

a) 根腐病の防除対策（詳細）

◎リスク評価Ⅰの場合

- ・従来通りの作業手順で管理を行ってください。

○リスク評価Ⅱの場合

収穫時の対策

- ・コンニャクの掘取り前に葉柄等の地上部残渣をほ場から持ち出しましょう。
- ・種芋採取マップを活用して種芋の採取を行いましょう（p.20・29）。
- ・ほ場内で根腐病と判断した種芋は、次作植付け用の種芋とは別に収集しましょう。
- ・生子や種芋は傷を付けないよう丁寧に扱きましょう。
- ・罹病球茎は翌年の発病源となることから、圃場内に残らないように持ち出しましょう。

貯蔵時の対策

- ・種芋の選別を丁寧にいきましょう。
- ・土壌診断を活用し、適正な施肥量を心掛けましょう。

植付前

- ・サブソイラ等で耕盤破碎し、ほ場の排水性を良好にしましょう。
- ・種芋選別を丁寧にいき生子は種芋温湯処理により消毒を行いましょう。
- ・未分解有機物の使用を避けましょう。
- ・コンニャクに登録のある薬剤で土壌消毒を丁寧に行ってください。ただし、住宅やその周辺、他作物の近くでは、ガスによる危被害の発生防止に十分注意してください。
- ・コンニャクの根腐病に登録のある薬剤の全面散布後、土壌混和处理を行いましょう（特に1年生養成畑で推奨）。

植付時

- ・コンニャクの根腐病に登録のある薬剤の植溝処理を行いましょう。ただし、耐性菌の発生が確認されている成分を含む薬剤の場合、使用に当たってはこれまでの使用歴や効果に注意しましょう。

培土時

- ・ムギ類被覆（畦上全面散播）栽培で発病を抑制しましょう。ただし、植付ける種イモ重量は 100 g 以上とし、ムギ類（シラネコムギ等）を 5 月 4 半旬～6 月 1 半旬に畦上全面散播（6 kg/10 a）し、培土してください。
- ・ムギ類被覆栽培を行った際は、標準の施肥量より窒素成分量 30%程度増肥を行ってください。

生育期

- ・コンニャクの根腐病に登録のある薬剤の土壌灌注処理を行いましょう。

▲リスク評価3の場合

- ・緑肥輪作による土作り

冬作・夏作の緑肥輪作を行ってください。

イネ科緑肥作物を輪作作物として導入することで根腐病や白絹病等の発生が減少することがわかっています。また、緑肥作物の根が下層土まで伸張し、その根穴が配水管の役割をはたすので、水はけのよい畑となります。茎や葉をすき込めば、良質の有機物が補給でき、さらに多様な微生物が定着することで、根腐病菌などの一人勝ちを許さない健康な土が維持されます。

緑肥作物としては、夏作緑肥ではソルガム（ソルゴー）やギニアグラスが生育旺盛で鋤込み量も多く適しています。ギニアグラスはセンチュウ抑制効果もあり、ネコブセンチュウが発生したほ場ではギニアグラスの作付けを推奨します（次頁上表・図）。

表 夏作緑肥作物の播種時期と播種量

草 種	播種期	播種量 (10 a)	鋤込み方法等
ソルガム類	6～7 月	3～4 kg	ロータリ耕：出穂前（7～8 月） フレールモア：出穂前、再生（7～8 月、10 月）
ギニアグラス	6～7 月	0.7～1 kg	
クロタラリア	6～7 月	3～4 kg	

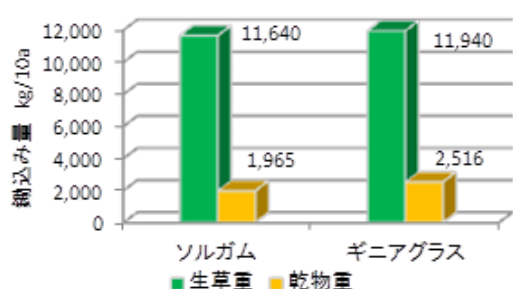


図 夏作緑肥作の鋤込み量

図 フレールモアによる
緑肥の粉碎処理

冬作緑肥ではライムギが適しており、夏作緑肥に比べると鋤込み量は少ないものの、根の伸長による透水性の改善や風食防止効果が期待できます（下表）。

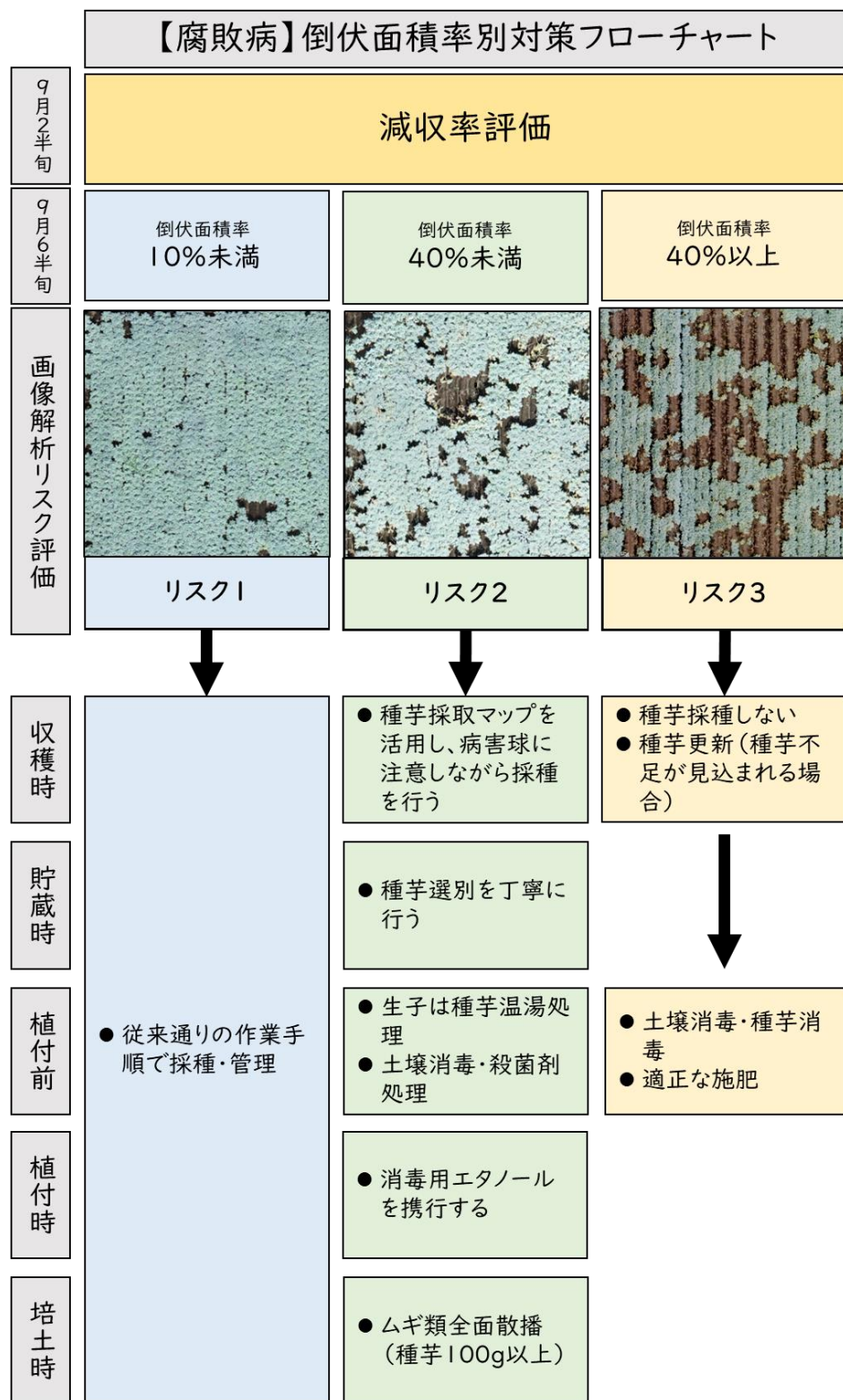
表 冬作緑肥作物の播種時期と播種量

草 種	播種期	播種量 (10 a)	鋤込み方法等
ライムギ	10 月（夏作緑肥 鋤込時）	3～4 kg	ロータリ耕： 出穂前（3～4 月）
	10～12 月（収穫 直後）	5～10 kg	

種芋の更新

・病気の多発等により、種芋の不足が見込まれる場合は、他所から健全な種芋を入手することで更新を図り、種芋を確保してください。

2) 腐敗病のリスク評価および防除対策フローチャート



ここでは各時期の代表的な対策を記載しました。

詳細な対策は、p.29～を確認してください。

a) 腐敗病の防除対策（詳細）

◎リスク評価1の場合

- ・従来通りの作業手順で管理を行ってください。

○リスク評価2の場合

収穫時の対策

- ・コンニャクの掘取り前に葉柄等の地上部残渣をほ場から持ち出す。
- ・種芋採取マップを活用して種芋の採取を行う（p.20・29）。
- ・消毒用エタノールを携行し、腐敗球に触れた手などは消毒しましょう。
- ・生子や種芋は傷を付けないよう丁寧に扱しましょう。
- ・罹病球茎は翌年の発病源となることから、圃場内に残らないように持ち出しましょう。

貯蔵時の対策

- ・予備乾燥処理をしっかりと行いましょう。
- ・貯蔵庫内の通気を良くしましょう。
- ・種芋の選別を丁寧に行いましょう。
- ・土壌診断を活用し、適正な施肥量を心掛けましょう。

植付前

- ・窒素過多による発病助長が認められることから施肥量に注意しましょう。
- ・サブソイラ等で耕盤破碎し、ほ場の排水性を良好にしましょう。
- ・種芋選別を丁寧に行い生子は種芋温湯処理により消毒を行いましょう。
- ・登録のある薬剤で、種芋消毒を行いましょう。
- ・コンニャクに登録のある薬剤で土壌消毒を丁寧に行ってください。ただし、住宅やその周辺、他作物の近くでは、ガスによる危被害の発生防止に十分注意してください。

植付時

- ・消毒用エタノールを携行し、腐敗球に触れた手や植付機などは消毒しましょう。

培土時

- ・ムギ類を間作しましょう。エンバクを間作した場合、開葉期に青刈りマルチとします。

生育期

- ・発病株は早期に切り取り、畑から持ち出して処分しましょう。
- ・コンニャクの腐敗病に登録のある薬剤を散布しましょう。

▲リスク評価3の場合

種芋の更新

- ・病気の多発等により、種芋の不足が見込まれる場合は、他所から健全な種芋を入手することで更新を図り、種芋を確保してください。

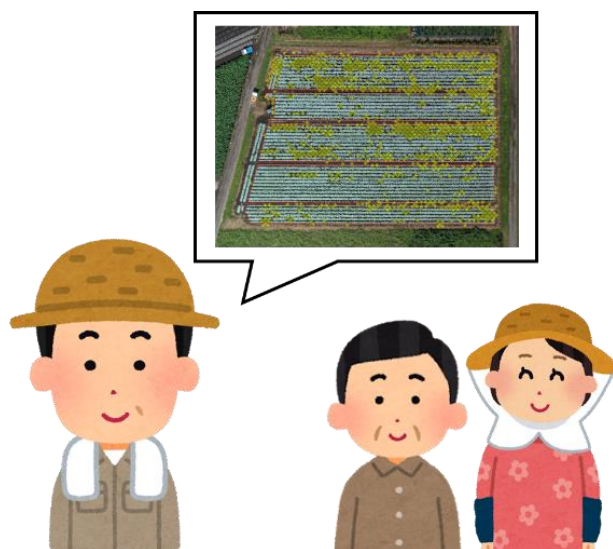
(2) コンニャク栽培管理のポイント(根腐病・腐敗病共通)

1) 地上部残渣(カラ)の除去

コンニャクの掘取り前に、葉柄等の地上部残渣を除去し、ほ場外に持ち出しましょう。地上部残渣には、葉枯病菌、腐敗病菌、乾腐病菌、根腐病菌(卵孢子)が付着した罹病残渣が含まれており、これらを放置、またはそのまま鋤きこんでしまうと、翌年の発生源になるので、ほ場外に持ち出してください。また、残渣の除去は病害だけでなく、ボルドー液で付着した銅をほ場に入れないことにつながり、土壌環境を健全に保つ一助にもなります。

2) 種芋採取マップの活用

コンニャクが倒れて地面が見えてしまっている箇所は、病気の芋が出てくる可能性が高く、この芋を植え付けると次年度の生産力を低下させる原因になります。種芋採取マップを参考に、あらかじめ種芋を拾うところ・拾わないところを決めておきましょう。また、雇用者(収穫のお手伝いに来てくれる方)との間でもマップを共有し、種芋採取・不採取箇所の認識を共通にしておくことで、病気の種芋を拾うリスクを減らすことができます。無病健全な種芋を確保するよう心がけてください。



掘り取った種芋はほ場のリスク別に管理し貯蔵しましょう（下図）。リスク別に種芋を管理し、栽培を続けることで年々健全全球の割合が増え、作柄の向上が期待できます。

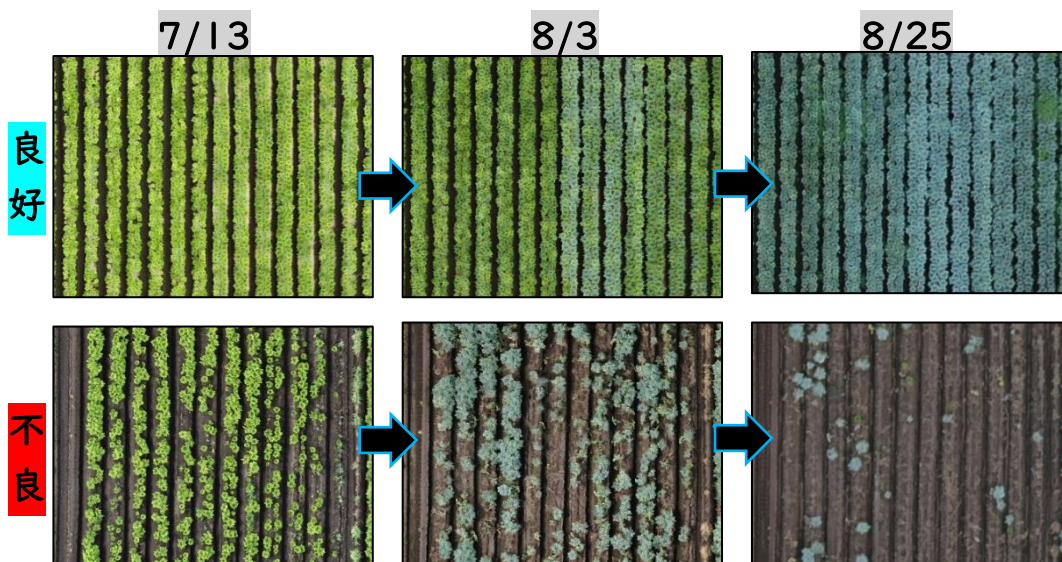


リスク別に種芋を貯蔵している例

3) 種芋選別

病害発生を防ぐには種芋選別は非常に重要な作業です。根腐病や腐敗病、乾腐病、ネコブセンチュウなどの発病原因は病原菌の飛び込みだけでなく、種芋での持ち込みが大きな原因になっています。

下図の上段は生育良好であった1年生栽培ほ場で、下段は病気が多発した1年生栽培ほ場になります。病気が多発したほ場（下段）では、7/13の時点で出芽・開葉が不揃いであり、種芋での病気をもち込んだ可能性が高いと考えられます。このようなほ場が見られた場合は、種芋選別を徹底し、病害虫に侵された種芋は植え付けないようにすることが重要です。



選別作業は2月上旬～植付け直前までに出来れば複数回行い、主芽の萌芽状態、活力、病害などを重視して選別を行いましょう（下図）。特に、リスク2のほ場から採取した種芋の選別は、注意をして行ってください。

□ 良い種芋 □

主芽：
鋭く上がり鮮紅色
球茎：
固く、光沢がある
充実して重い
球茎の高さがある
病害や損傷のないもの



■ 悪い種芋 ■

主芽：
黄灰色で柔らかい。
球茎：
ゴムのように柔らかい
光沢がない
充実せず軽い
病害や損傷等がある

図 良い種芋の見分け方

種芋での病害球の持ち込みを減らす工夫

a) 選別・植え付け作業時に消毒用エタノールを使用

種芋の選別時や植え付け時に腐敗している芋を触ってしまい、その手袋で他の種芋を触ることで腐敗病を拡大させてしまいます。腐敗した芋を触ってしまった場合は手袋をエタノール消毒しましょう。また、選別機のカップや、植付機のベルト部分に腐敗球を置いてしまった場合は、その部分もエタノール消毒しましょう。



市販品の消毒用エタノール



b) 種芋選別にエアークンプレッサーを活用

種芋に付着している土砂の中には、根腐病菌が潜んでいることがあります。種芋にエアークンプレッサーでエアを吹きかけることで、種芋に付着している土砂を効果的に落とすことが出来ます。こんにやく特産研究センターにおいて、一見きれいな種芋15 kgをエアークンプレッサーでエアを吹きかけながら種芋の選別を行いました。選別後、種芋に付着していた土砂の重量を計測したところ、80 g の土砂が分離されました。これは、10 a あたりに換算すると 3~4 kg の土砂となります。これではせっかく土壌消毒をしたほ場に未消毒土壌を投入することと同じになってしまいます。可能な限り種芋に付着した土砂を落とすため、エアークンプレッサーを活用しましょう。



種芋15 kgから分離された土砂

(必要な機材)

- ・コンプレッサー
- ・エアリール
- ・エアホース
- ・エアフィルター
- ・ノズル
- ・耳栓などの保護具等



種芋選別に使用しているエアークンプレッサー

※土砂を落とすために種芋を水洗いする事例も見られますが、腐敗病の発生が助長されることから、水洗いは決して行わないでください。

4) 温湯浸漬処理による種芋伝染性病害虫の防除

a) 特徴と効果

コンニャク栽培で問題となる病害虫は、その多くが土壌で伝染する性質を持ち、同時に種芋で伝染する性質を併せもっています。病害虫の防除においては、この伝染環を断ち切ることが有効となります。本技術は、お湯に種芋（生子）を一定条件下で浸漬することで、種芋により伝染する病害虫に対し、熱を加えるという物理的作用により殺菌・殺虫する防除法です。薬剤を使わない消毒法のため、耐性菌の発達を憂慮する必要がなく、既に発生している薬剤耐性菌にも有効な防除法です。また、薬剤による種芋消毒法の登録が無い病害虫に対する唯一の防除法となっています。

対象病害虫：腐敗病、根腐病、ネコブセンチュウ

※乾腐病は対象外。事前の選別で乾腐病に罹病した生子を除去しておきましょう。

温湯浸漬処理条件：消毒温度：50℃、浸漬時間：40分間

処理適期：3月中旬～4月（5月以降の処理で出芽障害の報告あり）

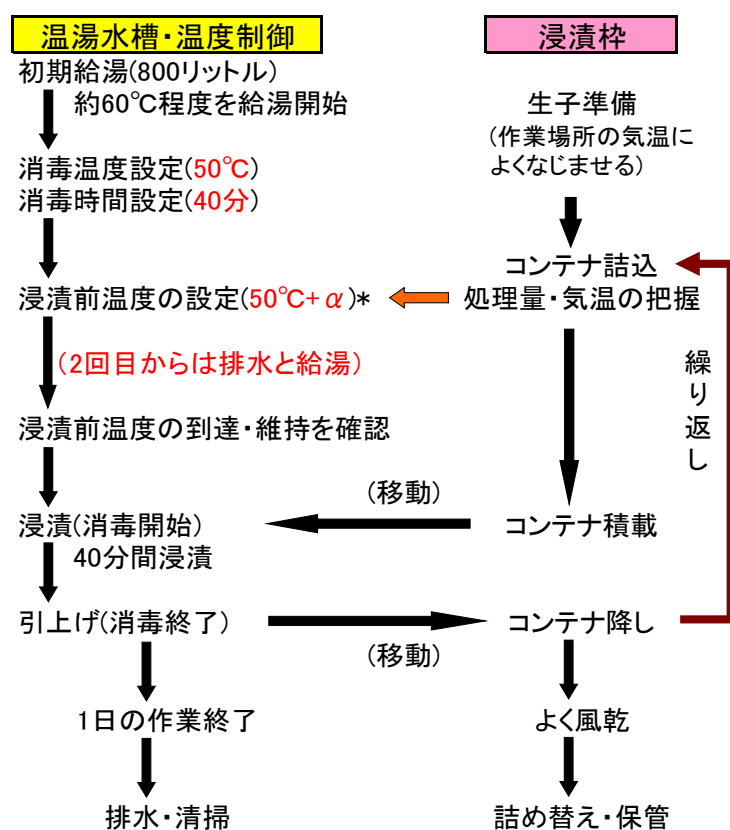
温湯処理装置：※コンニャク用温湯処理機（株式会社タイガーカワシマ、「こんにゃく工房」）は現在市販されていません。

※新たに導入する場合は、代替品として同社の「湯芽工房マルチタイプ」が使用されています。

b)「こんにゃく工房」利用上の留意点

- ・浸漬する生子の重量測定はその都度正確に行いましょう。
- ・処理する生子は、あらかじめその場の気温によくなじませておきましょう。
- ・浸漬前温度が 55℃を超えるような条件では、芽に障害が発生する危険性が高いので、処理量を減らすか、気温が高い時間帯に処理しましょう。
- ・消毒温度が 50℃となるようにしましょう。
- ・乾腐病に対し、種芋選別と薬剤による種芋消毒（種芋生産過程を含め）を徹底しましょう。
- ・処理時の気温、生子重量と浸漬前温度の関係等の詳細は、「こんにゃく工房」のマニュアルを参照してください。

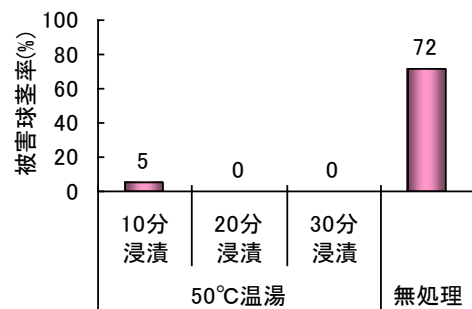
コンニャク種芋(生子)温湯処理の作業手順



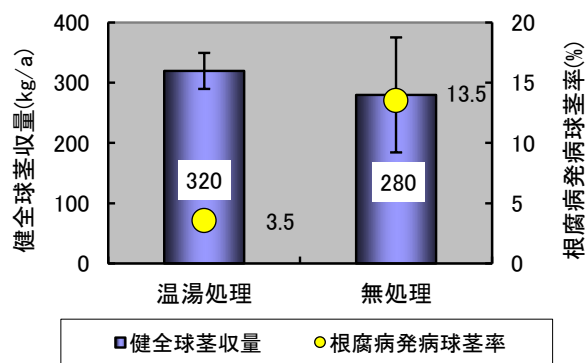
*: 種芋浸漬重量と処理作業場所の気温から計算される浸漬前温度を設定する。

「こんにゃく工房」での温湯消毒処理手順

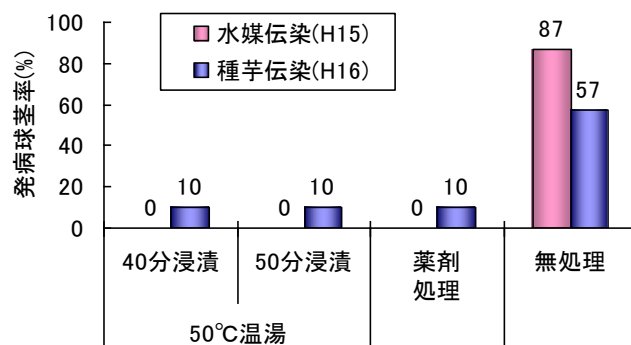
c) 種芋温湯消毒の実際の効果



ネコブセンチュウに対する防除効果(供試種球:あかぎおおだま被害生子)



根腐病に対する防除効果(供試種球:あかぎおおだま生子)



腐敗病に対する防除効果

接種方法:腐敗組織同時投入(水媒伝染)、接種腐敗生子(種芋伝染)

薬剤処理:スターナ水和剤 30~50倍液の種芋散布

供試種球:あかぎおおだま生子

d) 湯芽工房マルチタイプの使用例

実際に湯芽工房マルチタイプを使用している生産者の一例を紹介します。

※現状、湯芽工房マルチタイプでのコンニャク種芋（生子）温湯消毒処理方法のマニュアルは確立されていません。実際に使用している生産者のお話では、こんにゃく工房と同様の処理方法（50℃、40分）で問題はないようですが、「こんにゃく工房」のマニュアルを参照しつつ、自己責任で処理を行ってください。



湯芽工房マルチタイプの処理能力は、こんにゃく工房の半分であることから、2台体制で温湯処理を行っています。（奥にも黄色い処理機が見えます）

コンテナ台は専用品がないため、特注品になります。知り合いの鉄工所で作成していただいたオーダーメイドとのこと。

実際の温湯処理の様子



温湯処理機に投入する直前の様子（左）

気温が低い時期の温湯処理中は上部を断熱材で覆う（右）

湯芽工房マルチタイプの処理能力



生子が落ちないように
金網をセットしている↓



【丸生子的場合】

深型コンテナ 1 個あたり 15 kg に調整。1 回の温湯処理で 3 コンテナ処理が可能のため、 $15 \text{ kg} \times 3 \text{ コンテナ} = 45 \text{ kg}$ の生子が処理可能。

【棒生子的場合】

深型コンテナ 1 個あたり 13 kg に調整。1 回の温湯処理で 3 コンテナ処理が可能のため、 $13 \text{ kg} \times 3 \text{ コンテナ} = 39 \text{ kg}$ の生子が処理可能。

1 日 1 台あたり約 9~10 回の処理が可能で、2 台あわせて約 18~20 回の処理が可能です。そのため、1 日の処理能力としては、丸生子的場合 $45 \text{ kg/回} \times 18\sim 20 \text{ 回} = \underline{810\sim 900 \text{ kg}}$ になります。



処理後はよく風乾させる

※風乾が不十分だと、貯蔵庫内でカビが発生することがあります。

「こんにゃく工房」と「湯芽工房マルチタイプ」の処理能力の比較

商品名	こんにゃく工房	湯芽工房マルチタイプ
型式	YSG-1000	YS-501M
価格	現在販売されていません	メーカー（株式会社タイガーカワシマ） まで直接お問い合わせください
処理の様子		
最大処理量	平型コンテナ8個分 (生子100～120kg)/回	深型コンテナ3個分 (生子39～45kg)/回
容器容量(L)	1000	500
幅×奥行×高さ(mm)	2290×1295×1670	1340×1110×1200
定格電圧 / 電流(V/A)	三相200 / 19.5	三相200 / 18.5
温度設定範囲(℃)	36.0～65.0℃ (0.1℃単位)	36.0～65.0 (0.1℃単位)

5) 施肥管理

a) 堆肥の施用

コンニャクほ場の多くでは土壌中の有機物が不足する傾向があります。有機物補給には堆肥が有効ですが、施用の際にはいくつか注意点が存在します。

堆肥にはリン酸と加里が多く含まれています。コンニャクほ場では長年の連作により、リン酸値の高いほ場が多く見られることから、土壌診断によりリン酸値が 60 mg/100 g 以上のほ場には施用を避けた方がよいと考えられます。

また、未分解有機物が多く含まれる堆肥（未熟堆肥）は根腐病の発生を助長することが判明しています。

表 堆肥の施用による減肥量 (kg/10 a)

堆肥の種類	施用量	窒素	リン酸	加里
豚糞オガクズ堆肥	500 kg/10 a	3.6	10.5	9.5
鶏糞堆肥	200 kg/10 a	2.6	8.4	9.0
牛糞オガクズ堆肥	1,000 kg/10 a	2.4	5.6	8.1

b) 土壌診断の活用

群馬県内のコンニャクほ場土壌は pH と石灰についてはほぼ適正範囲にあったものの、苦土と加里は不足傾向にあり、リン酸は過剰となっているほ場が多いです。このため、各ほ場において土壌診断に基づき適切な土壌改良を行う必要があります。

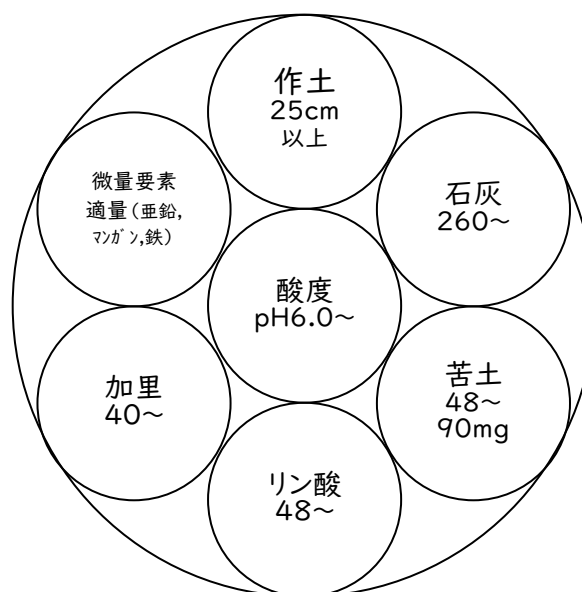
コンニャクほ場における土壌の化学的成分の適正範囲は、陽イオン交換容量 (CEC) ※によりますが、化学的成分の改良目標値は下図の値を参考に行なってください。

※CEC…土壌の保肥力を示す尺度。CEC の値が高ければ、施肥量は減らすことができます。

理想の土壌を作るために・・・

(コンニャクの根が伸びやすい環境を創る)

- ・保水と透水を図る
- ・堆肥等有機物を施す
- ・深く耕す
- ・耕土全層を肥沃にする
- ・連作を避ける
- ・土壌病害を防ぐ

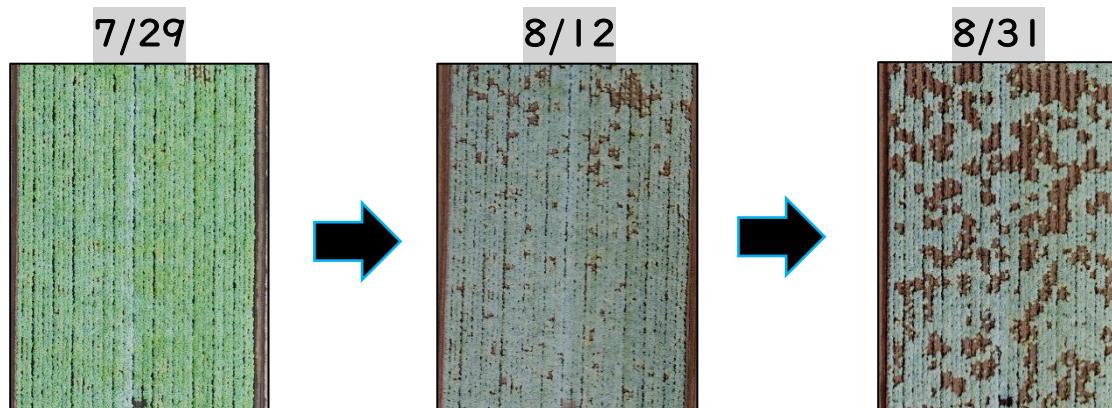


(CEC:20 の場合の目標値)

図 コンニャクほ場の理想的な化学的成分値

c)適正な施肥量を遵守する

下の空撮写真は腐敗病が多発したほ場を経時的に撮影したものです。コンニャクの葉も白くなっていることから、ボルドー液を定期的に散布していることがわかりますが、それでも腐敗病の感染を止めることができていません。このような場合は肥料過多が疑われます。肥料過多は腐敗病の発生を助長することから、適正な施肥量になるように努めてください。



施肥の過不足は減収や病害の発生を招き、また、土壌環境の悪化にもつながります。現状では施肥不足のほ場より、むしろ過剰傾向の方が多く見受けられ、この場合、濃度障害による「肥やけ」がおこりやすくなっています。

これは、土壌くん蒸剤の連用や有機物施用が少ないことなどが原因で土壌中の腐植が消耗し、土壌が本来持っている緩衝能が低下したことによるものです。また、一部の地域では、リン酸過剰等による鉄欠乏の発生が見られることから、このようなほ場ではリン酸分の多い堆きゅう肥や化成肥料等の使用を避ける必要があります。表の施肥基準を参考に、適正な施肥に努めてください。

表 各地域における慣行栽培の施肥基準（群馬県の事例）

地域	施肥様式	年	慣行栽培 (kg/10 a)		
		生	窒素	リン酸	加里
渋川	植付前+培土時 (50%+50%)	1	10-12	8-10	10-12
		2	12-14	10-12	12-14
		3	12-14	10-12	12-14
	培土時全量	1	10-12	8-10	10-12
		2	12-14	10-12	12-14
		3	12-14	10-12	12-14
吾妻 利根	植付前全量 (一挙培土)	1	10-12	8-10	10-12
		2	12-14	10-12	12-14
		3	12-14	10-12	12-14
	植付前+培土時 (50%+50%)	1	10-12	8-10	10-12
		2	12-14	10-12	12-14
		3	12-14	10-12	12-14
西部	植付前+培土時 (50%+50%)	1	10-12	8-10	10-12
		2	12-14	10-12	12-14
		3	13-15	11-13	13-15
	培土時全量	1	9-11	8-10	10-12
		2	11-13	9-11	11-13
		3	12-14	10-12	12-14

※施肥上の留意点

- ・施肥時期や施肥量は、地域や気象条件、年生等を考慮して決定してください。
- ・生育期間の長い地域や砂壤土など肥料の流亡しやすいほ場では、培土時の全量施用か、植付前と培土時に半量ずつ施用してください。
- ・種芋のほ場では、窒素過多により着生生子の資質が低下し貯蔵中の不良球が多発することがあるため、施肥量は控えめにしてください。

6) 各種被覆栽培(リビングマルチ栽培)におけるムギ類の活用

コンニャクではムギ類を使った被覆栽培(リビングマルチ栽培)が盛んに行われています。以前は稲わらを敷草にした被覆栽培が行われていたが、稲わらの確保が困難なことや、労力面の理由から、徐々に青刈リエンバクやオオムギを利用した被覆栽培へと移行してきました。

また、ムギ類を畦上に全面被覆することで、根腐病の発病を効果的に抑制する技術も定着してきており、全面被覆栽培での利用が徐々に増えています。

a) 畦頂条播

特徴: 植付前にマーカーとして畦間 1.1~1.2 m 間隔で播種し、畦形成後はムギが中央に条播された状態となります。寄畦で一般的なムギの播種方法(下図左)。

効果: 植付時に植溝を作溝する際目印として利用し、コンニャク開葉前に生育させることで、有翅アブラムシが媒介するCMV(キュウリモザイクウイルス)によるえそ萎縮病を防ぐことができます(下図右)。マルチ効果により降雨時の土壌の跳ね上がりを緩和し、葉枯病や腐敗病の発病防止効果があります。オオムギは、座死現象により8月上旬には枯死し、そのまま敷草となることから多く利用されています。



図 畦頂条播



図 えそ萎縮病の病徴

適応年生: 2年生以上。1年生では、播種時期によって養水分の競合や過繁茂による害が発生する可能性があります。

使用ムギ例：(品種名、[]内は商品名)

オオムギ：[てまいらず]、ファイバースノウ、[マルチムギワイド]

エンバク：前進、[ヘイオーツ]

播種量：1～2 kg/10 a

播種時期：ガス抜き後・耕耘後～植付直前

播種方法：野菜播種機等を使用して条播。

施肥量：土壌診断結果を参考に、窒素量 10 a あたり 10～14 kg を目安とし、地力や土質、施肥様式に応じて増減します。p.39「施肥管理」の項を参照してください。

利用上の留意点

- ・畦頂条播でえそ萎縮病の防除を狙う場合、コンニャク出芽前にムギ類の草丈が 10 cm 程度に生育している必要があります。
- ・1 年生の場合、オオムギの播種時期によっては開葉時に過繁茂による障害が生じるため適しません。
- ・エンバクを使用する場合、コンニャクの出芽後にエンバクを刈り倒して敷草にする作業が必要です。

b)畦溝条播

特徴：培土後の畦溝にムギを条播する播種方法。年生によっては畦頂条播との組み合わせが可能です（右図）。



図 畦溝条播

効果：畦頂条播と同様のえそ萎縮病対策やマルチ効果に加え、ムギの根が下層土へ伸びるため、畦溝の土壌透水性の向上が期待できます。

生子で使用する場合、ムギが過繁茂になってもコンニャクとムギと生育空間が異なるため、過繁茂による害が生じにくいですが、また、コンニャクとムギの根域も異なり、養分競合や水分競合が生じにくいですが、畦肩部がムギで遮光されるため地温が下がり、乾燥害防止効果があります。降雨時の土壌流亡を緩和できます。

適応年生：1 年生以上。畦頂条播と畦溝条播の組み合わせは 2 年生以上。

使用ムギ例：(品種名、[]内は商品名)

オオムギ：[てまいらず]、ファイバースノウ、[マルチムギワイド]

コムギ：シラネコムギ

播種量：1～2 kg/10 a

播種方法：畦溝に野菜播種機等を使用して条播してください。

施肥量：畦頂条播に準じます。

利用上の留意点

・えそ萎縮病の防除効果を狙う場合、コンニャクの出芽前にムギ類の草丈

が 10 cm 程度に生育している必要があります。

- ・畦溝にコムギを条播した場合、収穫期まで枯れずに残存する場合があります。オオムギを用いた場合は 8 月上旬には枯死するが、生育が早期に減退するため、コムギと同等の透水性改善効果は期待できません。

c) 畦上全面散播

特徴：一挙培土の植付前あるいは培土時に畦上にムギを全面散播する方法。高い根腐病発病抑制効果があります（右図）。



図 畦上全面散播

効果：畦上にムギを全面散播して生育させることで、根腐病の発病を抑制することができます。この発病抑制効果は非常に高く、畦溝条播区で根腐病発病株率が約 60% のほ場で、畦上全面散播区（シラネコムギの場合）では 5% と高い発病抑制効果を発揮しました（下図）。

根腐病発病抑制効果はムギの生育期間と大きく関係しており、生育期間の長い草種（コムギ、ライムギ）ほど効果が安定します。

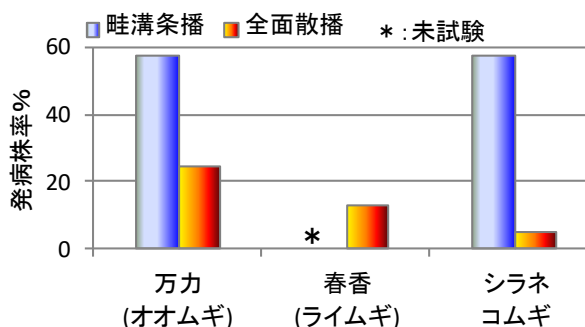


図 ムギの種類と根腐病抑制効

適応年生:2年生の1個重100g以上の球茎

生子や100g未満の2年生は過繁茂による開葉時の障害、養水分競合による減収が生じるため使用できません。

使用ムギ例:(品種名、[]内は商品名)

オオムギ:[てまいらず]、[マルチムギワイド]

コムギ:シラネコムギ

ライムギ:[春香]

播種量:6kg/10a

播種量が極端に少ないと蒔きむらが生じやすく、発病抑制効果が低下します。

播種時期:5月4半旬~6月1半旬 植付直前(一挙培土)あるいは培土時。播種時期が遅れるとムギの生育量が少なくなり、発病抑制効果が低下します。

播種方法:ムギの根がコンニャクの根と接触できるように、畦上に均一に播種しましょう。散粒器を用いると良いです。

施肥量:畦頂条播比で20~30%増肥しましょう。

畦上全面散播の場合、畦頂条播や畦溝条播と同量の施肥量ではムギーコンニャク間で強い養分競合が生じ、球茎収量が10~30%減収します。このため、地力に応じ畦頂条播の窒素施肥量を目安に20~30%増肥することで養分競合が緩和され、畦頂条播、畦溝条播と同等の球茎収量が確保できます。

(例:畦頂条播 窒素12kg/10aの場合→畦上全面散播は15kg/10aに増肥)

利用上の留意点

- ・土壌消毒と併用する場合、ムギの生育が促進される傾向があり、早期播種には注意しましょう。ムギの播種時期が早過ぎると過繁茂となり、2年生でも出芽・開葉が遅れ、収量が悪化することがあります。
- ・一方、播種時期が遅いとムギが十分に生育しないうちに枯死するため、

根腐病抑制効果が得られません。

- ・コムギを用いた場合、コンニャク地上部が腐敗病により早期に消失すると、この部分のコムギが枯れ残り、収穫作業に支障をきたすことなどがあります。

問い合わせ先

群馬県農業技術センター コンニャク特産研究センター

TEL 0279-22-2144