

畑作における堆肥施用の効果と施用限界量

(1) 背景と目的

十勝地方の畑作においては、古くから地力の維持増進のために堆肥等有機物の施用が必須とされてきた。しかし、その施用効果や過剰施用に伴う問題についてはなお説明が必要であった。

最近10年間に実施された研究によって、堆肥施用は土壌の理化学性と作物生育および収量を改善する一方、その過剰施用は作物品質の劣化や地下水の硝酸汚染を引き起こすことが示され、堆肥の施用限界が明らかになってきている。

(2) 成果の内容

1) 有機物の長期連用と土壌の物理・化学・微生物性

土壌物理性については、堆肥を主とした有機物の施用量の増加に伴い、また、連用年数に応じて容積重および固相率が減少し、土壌が軽量化・膨軟化することが明らかになった。

さらに、気相率や有効水分、耐水性団粒割合は有機物施用量の増加に伴い高まり、有機物の連用によって通気性や保水性が向上することを認めた(図1)。

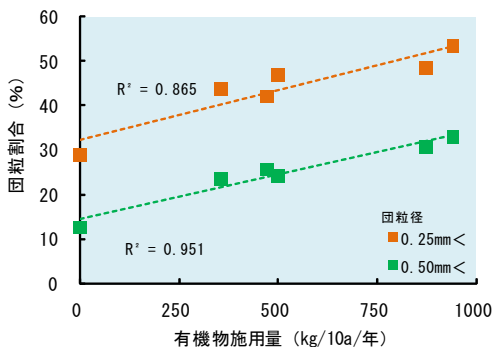


図1 年間有機物施用量と団粒割合の関係

土壌化学性については、有機物の連用によって全炭素・全窒素含量、有効態リン酸、交換性カリが増加することを認めた。また、土壌微生物性については、有機物の連用は土壌中のフォスファターゼ活性やα-グルコシダーゼ活性および炭酸ガス放出量を増加させ、土壌微生物活性を高めることが明らかとなった。

2) 有機物の長期連用と畑作物の収量性

有機物の長期連用による増収効果は、「てん菜」で最も大きく、「馬鈴しょ」、「春まき小麦」がこれに続き、大豆においては増収効果は10%以下と小さかった。

3) 過剰な堆肥連用が作物・環境に及ぼす影響

堆肥を6t/10a以上連用すると畑作物では、てん菜の糖分低下、馬鈴しょのデンプン価低下、小豆の過繁茂などのマイナスの影響が生じ、一方、環境面では、地下浸透水の硝酸態窒素濃度が環境基準値10mg/Lを超過する危険性が示された(図2)。

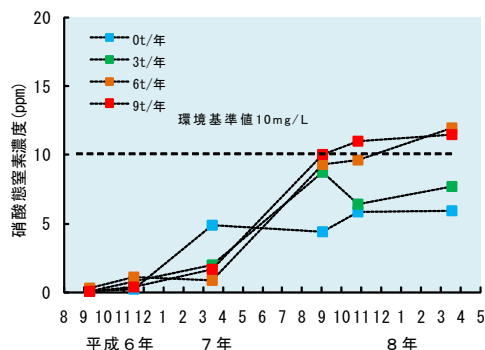


図2 堆肥施用と土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移

4) 堆肥等有機物も含めた投入窒素量と地下水中の硝酸態窒素濃度

深根性作物を含む畑輪作の場合、投入窒素量を15kg/10a/年以下とすれば、地下浸透水中硝酸態窒素濃度を10mg/L以下に、抑えられることを確認した。

(3) 残された問題

肥料価格の高騰などに伴い、コスト削減のため家畜糞尿等有機物への依存度は今後高まるものと予測され、それに向けて①作物毎の窒素減肥限界量、②リン酸減肥可能量、③無カリ栽培の実証等の検討が必要である。

大規模畑作における休閒緑肥導入が生産力に及ぼす影響と経営評価

(1) 背景と目的

十勝、網走、上川地域の主要畑作地帯における休閒緑肥導入が畑作物の収量性、土壌環境に及ぼす影響を検証するとともに、農業経営に対する影響を評価した。

(2) 成果の内容

1) 作物生産力、土壌環境への影響

① 休閒緑肥の乾物生産量は十勝550～1050kg/10a、網走860kg/10a前後、上川450～630kg/10a程度で、炭素量ベースで牛ふん堆肥2.5～5t/10aに相当した。

② 休閒緑肥導入の作物収量に及ぼす効果は、十勝：1作目秋まき小麦>3作目馬鈴しょ、豆類>2作目てん菜、網走：3作目馬鈴しょ>2作目てん菜>1作目秋まき小麦、上川：1作目秋まき小麦>2作目てん菜、の順に大きかった。

③ 効果の持続性は、十勝、網走で概ね3作目、上川で概ね2作目までと推定した。

④ 土壌理化学性に及ぼす影響では、熱水抽出性窒素は十勝、上川で導入後1作後、網走では導入後3作後で高まった。また、十勝、網走では作土層下部および心土の土壌硬度の低下が、上川では導入2作目の砕土性向上(聴取調査)が認められた。土壌硬度の改善から判断した導入効果の持続性は十勝、網走で導入3作後まで確認できた。以上の結果を総合して、休閒緑肥導入の効果とその要因を表1にまとめた。

2) 農家経営への影響

① 経営耕地一定のまま休閒緑肥を導入すると、少なく

とも短期的には10a当たり所得は低下する。規模拡大をとまなわない場合、緑肥を組み入れた輪作体系を経営耕地の全てに適用すると所得の低下は大きい。部分的な導入に限定するほうが望ましく、経営耕地の5%程度の導入なら影響は小さい。ただし、平均的には50ha程度の経営なら資金収支に影響を及ぼさずに10%程度の休閒緑肥を定着させる。また、網走地域3品輪作では、経営耕地の10%程度の休閒緑肥を導入し、早掘りでん原馬鈴しょと置き換えることで、小麦連作を解消しつつ所得を向上できる。

② 規模拡大に伴って休閒緑肥を導入すると、所得総額の低下を回避しうる。増収効果が大きいほど効果は大きく、105～110の増収効果を達成すれば所得増大に効果的である。

③ 増収効果の大小の判定方法は課題として残されるが、土壌物理性の劣る圃場の改善のために休閒緑肥を積極的に活用する効果は大きく、土壌改良や有機物施用が不十分でありがちな新規取得農地の土壌改善を図る場面に優先して、休閒緑肥を活用することが有効である。

(3) 留意事項

① 休閒緑肥の導入に当たっては、本成果と既往の知見(北海道緑肥作物等栽培利用指針改訂版 北海道農政部編)とをあわせて活用する。

② ひまわりはパーテシリウム抵抗性品種を用いる。

③ 経済性評価は分析対象地域を想定している。休閒緑肥導入による長期の生産性向上は評価していない。

表1 休閒緑肥導入の効果とその要因、留意点

地域	緑肥作物*	緑肥の主な効果	収量性(対照区対比収量指数)と留意点
休閒緑肥導入時	十勝 ひまわり、とうもろこし、えん麦野生種	○有機物補給(炭素ベースで牛ふん堆肥2～5t/10a相当)	乾物で550～1050kg/10a(イネ科緑肥で生産量大) ○ひまわりは開花始めに鋤込む
	網走 ソルガム、とうもろこし、(えん麦野生種)	○土壌物理性改善 ○残存硝酸性窒素の回収	乾物で860kg/10a前後 ○出穂前に鋤込む
	上川 えん麦野生種(普通種)、ひまわり	○ネグサレセンチュウの制御	乾物で450～630kg/10a ○出芽の良い、乾物量の多い緑肥を選定する。
1作目	秋まき小麦	○土壌窒素供給改善 ○土壌の膨軟化	十勝:105～111(ひまわり、未熟とうもろこしで効果大) 網走:94～99(大型イネ科緑肥ではC/N比が高まりやすいので、窒素飢餓により減収することがある) 上川:99～112(緑肥のC/N比20以上で越冬生育劣るが、生育中、後期の窒素供給増大による千粒重増加)
2作目	てん菜	○土壌の膨軟化 ○土壌窒素供給改善 ○砕土性向上(聴取調査)	十勝:101～111(細粒質土壌107>中粒質土壌98) 網走:105(土壌膨軟化と土壌窒素供給改善) 上川:99～111(緑肥乾物500kg/10a以上で増収)
3作目	馬鈴しょ・豆類	○土壌の膨軟化 ○土壌窒素供給改善	十勝:馬鈴しょ102～105、豆類106～108 網走:馬鈴しょ105～109、豆類107(でん原用では普通掘りが可能となり収量増が期待される)
4作目	馬鈴しょ・豆類	○効果は判然としない	効果は判然としない

注)*: 本事業で取り扱った緑肥作物と、さらに導入に適する作物を()で示した。

【技術体系化チーム 研究成果4】

深耕爪付き施肥播種機による作土層の透水性向上技術

(1) 背景と目的

十勝の畑作地帯では、経営規模の拡大にともないトラクタ及び作業機が大型化し、土壤踏圧による作土層の透水性低下が懸念されている。そこで、施肥播種時に、畦間のトラクタタイヤ跡の土壤踏圧層やロータリ耕盤層を破碎する「深耕爪付き施肥播種機」の作業特性、透水性向上効果、生育収量に及ぼす効果を検討した。

(2) 成果の内容

①総合施肥播種機に5本の深耕爪が装着できるフレームおよび金具を取り付けた(写真1)。



写真1 深耕爪付き施肥播種機

爪形状はストレート型、ウェーブ型の2種類で作用深はそれぞれ110~350mm、110~230mmである。

②けん引所要馬力は、深耕爪2本では4~6PS程度、5本では7~10PS程度となった。適応トラクタは深耕爪2本では40PS級以上、5本では60PS級以上である。

③深耕爪によりトラクタ走行跡の畦間の土壤硬度は大きく低下し、固相率の低下と気相率の向上が認められた(図1)。

この効果は2本爪に比べ5本爪で勝り、作用深では、ロータリ耕盤層の破碎が可能となる23cm以上で安定した効果が認められた。

④畦間および株間の表面水の浸透量は、畦間で25~50mm/h、株間で30~48mm/h増加した。浸透量は爪形状ウェーブ型でストレート型より優っていた。

⑤深耕爪により、各作物とも生育中期の生育量および収穫期の子実重や根重が優った(表1、表2)。

⑥移植てん菜では5本爪の場合は、深耕爪なし・深耕カルチありと比較し9月上旬の土壤硬度が小さく、深耕爪付き施肥播種機の導入により生育期間中の深耕カルチの省略が可能である。

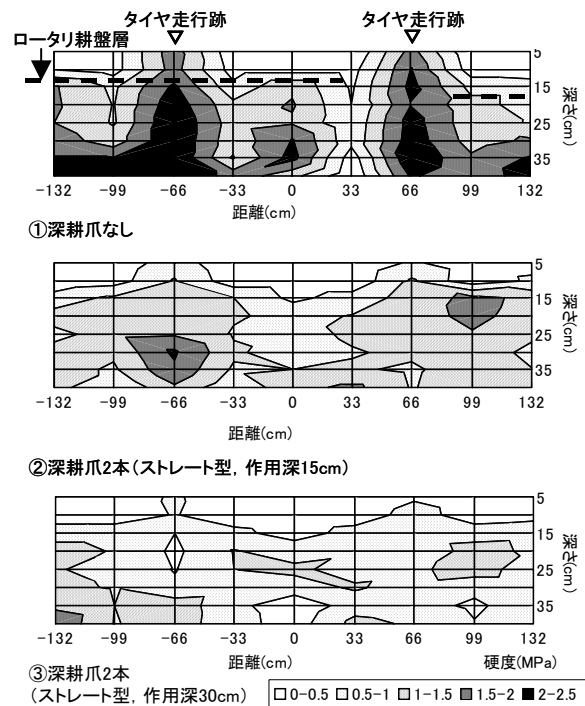


図1 生育期間中の土壤硬度分布
注)芽室現地圃場(湿性火山性土、6月中旬)

表1 てん菜の収量

土壤タイプ	年次作物	深耕爪	深耕カルチ	根重 (kg/10a)	根中糖分 (%)	糖量 (t/10a)	同左比
湿性火山性土	H15	なし	あり	5.2	17.7	0.92	100
	移植	2本	あり	5.8	17.6	1.02	111
	てん菜	5本	なし	5.9	17.7	1.05	114
沖積土	H15	なし	—	3.6	0.65	0.65	100
	直播	S2本	—	4.4	0.83	0.83	127
	てん菜	S5本	—	4.3	0.82	0.82	126

注)湿性火山性土(芽室現地圃場)、沖積土(十勝農試圃場)

表2 大豆・小豆の収量

土壤タイプ	年次作物	深耕爪	作用深 (cm)	莢数 (莢/株)	百粒重 (g)	子実量 (kg/10a)	同左比	
湿性火山性土	H15	なし	—	52	15.6	215	100	
		小豆	2本	23	57	15.7	235	109
		5本	23	55	16.6	243	113	
	H13	なし	—	27	—	205	100	
		小豆	S2本	30	37	—	258	126
		S5本	30	34	—	251	122	
沖積土	H15大豆	なし	—	61	34.9	156	100	
		2本	23	57	36.2	162	104	
		5本	23	61	34.9	161	103	

注)湿性火山性土(芽室現地圃場)、沖積土(十勝農試圃場)

(3) 留意事項

①深耕爪作用時には、接地駆動輪のすべり率(作業速度0.8m/s前後)が増加するため平均株間は6~12%広くなる。

【栽培システム科 研究成果17】

根菜類及び畑作物のキタネグサレセンチュウ被害対策

(1) 背景と目的

キタネグサレセンチュウ（以下、線虫）は各種作物の根に寄生し、根菜類では減収や品質低下をもたらす。十勝地方では畑作物の輪作として本種の増殖に好適な豆類やとうもろこしが栽培され、本種の密度は慢性的に高まりやすい環境にある。1990年代に入り畑作物と根菜類との輪作が増加したことから、根菜類における被害実態の把握および対抗植物による被害軽減対策試験を実施するとともに、これまで明らかにされていなかった畑作物の被害についても解析した。

(2) 成果の内容

1) 根菜類における被害実態の把握

①畑作物栽培後の線虫密度は、馬鈴しょ及び豆類、とうもろこしの場合に大きく増加した。小麦では秋まき小麦は増加したが、春まき小麦では減少する場合があった。また、てん菜では減少した（図1）。

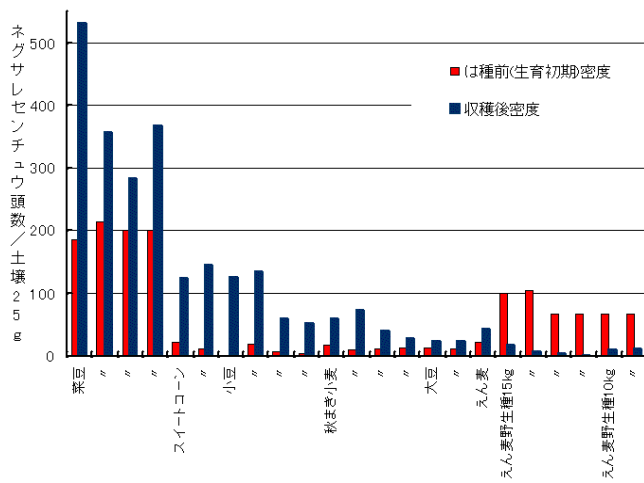


図1 畑作物の栽培による線虫密度の増減

②前作としてスイートコーンや豆類を栽培した場合に、根菜類の障害が増加した。

ごぼうでは生育が抑制され、根に黒色の病変を伴う奇形根や褐色小斑点症状（ごま症）が多発した（写真1、図2）。ながいもでも根の表皮に褐色小斑点症状が発生した。また、だいこんでは水疱状の小斑点症状が、にんじんでは裂開が多発した。これらの症状の多くは殺線虫剤処理により症状が軽減され、線虫によるものと考えられた。



写真1 ごぼうの褐色小斑点症状(ごま症)

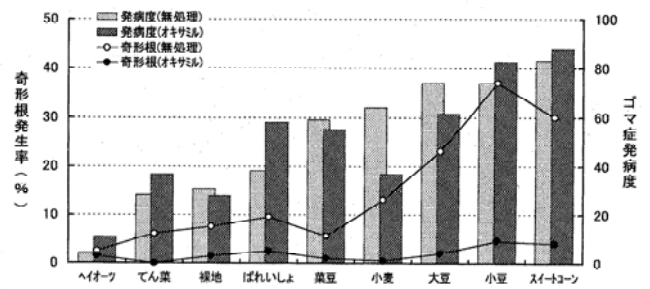


図2 前作および殺線虫剤処理がごぼうの線虫被害発生に及ぼす影響

③ごぼうのごま症は十勝地方の広範囲に発生し、発生圃場率は97%と高く、発生程度「中」以上の生産者割合も72%と高かった（図3）。

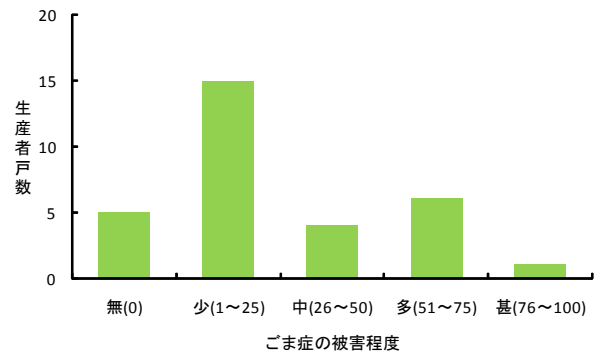


図3 十勝支庁管内のごぼう圃場におけるごま症発生程度別戸数の頻度分布

ごま症の発生程度は小豆の後作で高く、小麦、馬鈴しょ、てん菜、ごぼうの後作では低かった。また栽培日数が長くなるほど発生程度が高かった。ごま症の発生程度と線虫密度との間にはやや低いながら正の相関が認められた。

2) 対抗植物による根菜類の被害軽減対策

①ごぼうのごま症は作付前の線虫密度が30頭/土壌25gと高い場合には殺線虫剤を処理しても被害許容水準を超えることがあった。しかし、対抗植物であるえん麦野生種を休閒緑肥として栽培することにより、ごま症は殺線虫剤を使用しなくても被害許容水準以下にとどまった。

②対抗植物の休閒緑肥としてえん麦野生種、マリーゴールド、ハブソウを栽培すると線虫密度を低減する効果が高かった。また、秋まき小麦の後作緑肥としてえん麦野生種を栽培した場合にも低減効果が高かった。

ただし、えん麦野生種を後作緑肥として栽培する場合、すき込み時の生育量は3t/10aが目標で、8月10日頃までに播種をする必要があった。

③線虫による根菜類の被害を回避する輪作体系として、根菜類の前作に対抗植物を1年間の休閒緑肥として栽培するモデルおよび前作に秋まき小麦とえん麦野生種を組み合わせるモデルを提案した(図5)。

3) 畑作物の被害解析と被害軽減対策

①馬鈴しょ「男爵薯」では、収穫時の線虫密度が約100頭/土壌25gをこえると、規格内収量は密度がそれ以

下の場合に比較して明らかに減収した(図4)。小豆「エリモショウズ」および菜豆「大正金時」では、線虫害により約20%の減収が起こっていると推測された。

②線虫による畑作物の減収を回避する輪作体系として、野生種えん麦を小麦の後作として導入する体系など3種類のモデルを提案した(図5)。

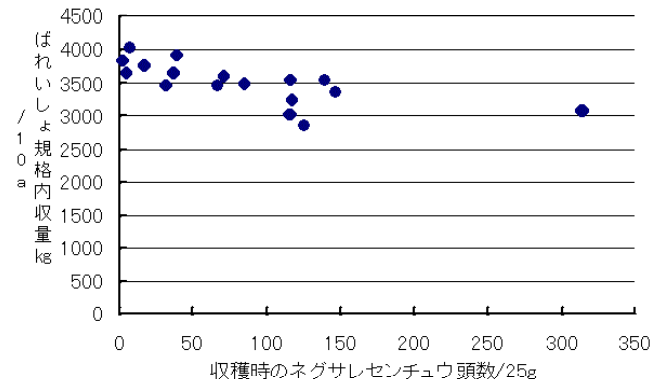


図4 馬鈴しょ「男爵薯」収穫時の線虫密度と規格内収量との関係

(3) 残された問題

①えん麦野生種のは種量、は種法と密度抑制効果の検討。

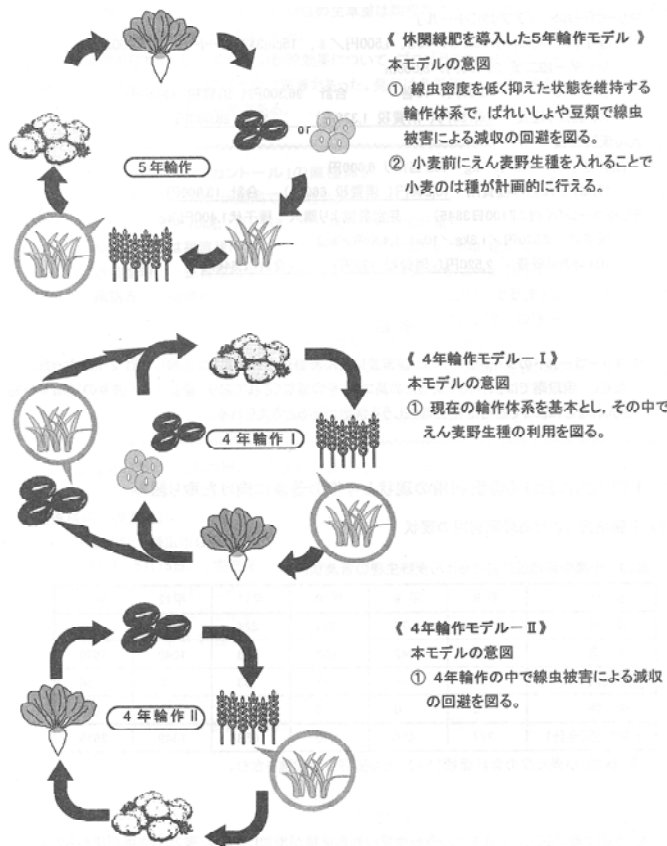


図5 線虫対抗植物を組み入れた輪作モデル

畑作物に対する殺菌殺虫剤の減量散布・少量散布技術

(1) 背景と目的

病虫害防除における薬剤投下量の削減はクリーン農業はもとより、コスト削減や省力化の観点からも重要である。そこで、畑作物の主要病害虫を対象に従来の散布量（100%¹/10a）からどの程度散布量の削減が可能か薬剤の散布方法、散布効果を検討し、農薬減量散布指針を作成した。また、さらなる省力化に向け、地上液剤少量散布の薬液付着状況や防除効果を従来散布と比較し、我が国で初めてとなる畑作物に対する少量散布の実用化を検討した。

(2) 成果の内容

1) 減量散布

散布水量を一定以上低減すると、防除効果が低下する事例が出現し、安定的な効果が得られなくなるが、その散布水量削減の限界点是对象病害虫によって異なった。畑作物の主要病害虫において、慣行の100%¹/10a散布と同等の防除効果が得られる事例（表1）と、農薬減量散布指針をまとめた（表2）。

表1 畑作物主要病害虫に対する減量散布

作物	対象病害虫	減量散布量	適応薬剤
馬鈴しょ	疫病	80% ¹ /10a	マンゼブ水和剤又はフルアジナム水和剤
てん菜	褐斑病	80% ¹ /10a	マンゼブ水和剤とジフェノコナゾール乳剤の交互散布
	ヨトウガ	60% ¹ /10a	アセフェート水和剤
小麦	赤さび病	60% ¹ /10a	プロピコナゾール乳剤

注1) いずれもコーン型2頭口ノズルによる高圧（10～30kg/cm²）

注2) 希釈倍率は各剤の登録内容に準ずる。ただし、アセフェート水和剤は1000倍のみ検討した。

表2 畑作物主要病害虫に対する農薬減量散布指針(抜粋)

①80%¹/10aの散布を行う場合の散布作業は、散布圧力を変えずに、作業速度が100%¹/10a散布時の25%増しとなるよう、トラクターの回転数または速度段数を設定する。

②同様に、60%¹/10aでは67%増しとするが、作業速度が2m/sを超える場合は、散布圧力を若干低下させ、再計算して散布速度を設定する。

2) 少量散布

①圃場でのてん菜に対する噴霧粒子の付着状況は、いずれの散布量においても上位葉の葉陰や葉の裏面および垂直に近い葉面での付着が不良となる傾向にあった。コーン型カニ目ノズルによる100%¹/10a（慣行）散布と、高圧少量散布用扇型ノズルによる25%¹/10a少

量散布との、葉の表面への薬液付着面積割合の差は、下位葉ではわずかであるが、上位葉ほど少量散布の方が少ない傾向にあった（図1）。

②てん菜の主要病害虫（褐斑病・ヨトウガ）に対する地上液剤少量散布の防除効果は、慣行散布とほぼ同等で実用性が認められた（図2）。

ただし、褐斑病に対する少量散布では、中心葉への付着が少ないため散布間隔が開きすぎると効果が不安定となりやすいので注意する必要がある。

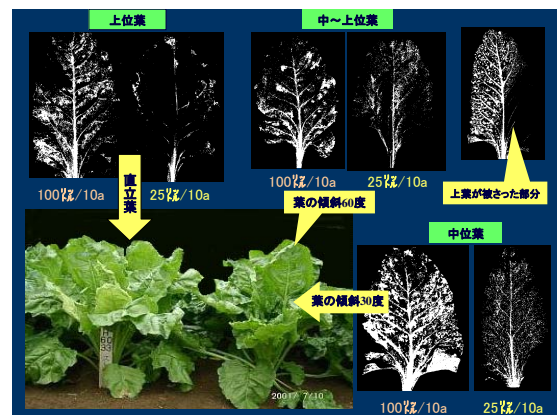


図1 薬液の散布量とてん菜への付着状況

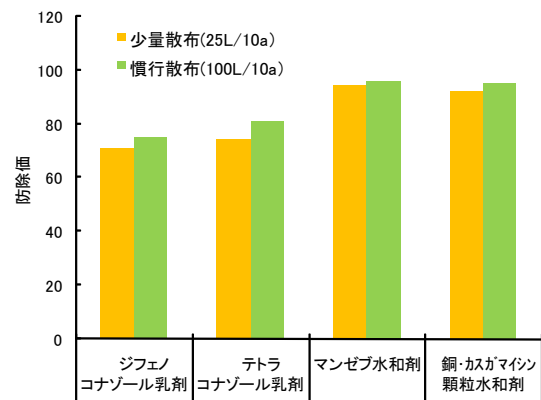


図2 少量散布によるテンサイ褐斑病の防除効果

(3) 残された問題

- ①ドリフト低減ノズルによる減量散布の適応性検討。
- ②少量散布に対応した薬剤および病害虫の登録拡大。

農作物病虫害診断とその成果

(1) 背景と目的

農作物病虫害診断は、管内各地から持ち込まれる突発及び新発病虫害の診断を行い、被害を最小限にとどめる対策を示すことを目的に実施している。

(2) 成果の内容

病虫害診断の依頼件数は、平成7年度から20年度まで毎年ほぼ百件を超え(図1)、診断結果は現場における指導に生かされている。また、これらの病虫害診断を通して、以下に示すような薬剤抵抗性の発達や重要病虫害の侵入に関する成果が得られている。

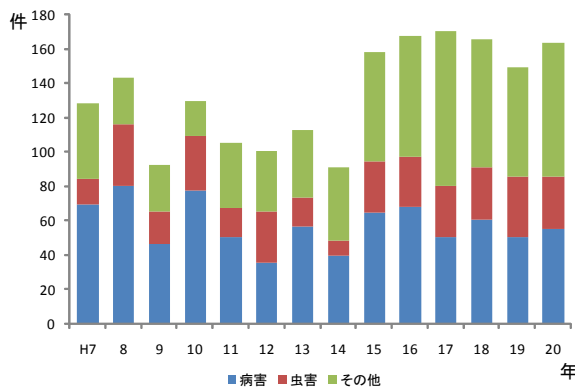


図1 診断依頼件数の推移とその内訳

1) 増菌法及びPCRによるジャガイモ塊茎中の黒脚病菌 *Erwinia chrysanthemi* の検出

黒脚病は種もみ消毒によって防除されてきたが、平成2年頃からその効果が低下する事例が散見されるようになった。本病の3種類の病原菌のうち、*Erwinia chrysanthemi* は塊茎表面だけでなく塊茎内部にも生存していることが明らかとなり、このため種もみ消毒の効果が劣ったと考えられた。

このことから、病原菌の増菌法とPCRによる識別法を開発し、塊茎内部の*E. chrysanthemi* 検出法を確立した。また、原種・採種ほ場産種子塊茎を対象として簡易な集団検定を可能にした。

2) フルアジナム剤耐性豆類の灰色かび病菌の発生とその緊急対応

豆類の灰色かび病は、菜豆や小豆でしばしば発生する病害で、平成3年からはフルアジナム剤によって防除が行われていた。しかし、平成8年頃からフルアジ

ナム剤の防除効果が劣る事例が現地から報告されるようになり、本剤に対する灰色かび病菌の感受性検定を行ったところ、耐性菌が確認された。このため緊急対策措置としての薬剤散布体系を検討し、プロシミドン水和剤とジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤を組み入れた散布体系が灰色かび病と菌核病の両病害に対し効果が高いことを明らかにした(表1)。

表1 インゲンマメ灰色かび病および菌核病の体系防除

体系区別	灰色かび病		菌核病		収量*	
	発病度	防除価	発病度	防除価	総重(g)	無処理区比
S・G・F	6.0	78	3.0	91	677	104
S・F・G	5.8	79	1.0	97	731	113
G・F・S	7.5	72	4.0	88	705	109
F・S・G	13.7	49	2.3	93	654	101
S・S・S	7.0	74	0.0	100	698	108
F・F・F	18.3	32	1.7	95	629	97
G・G・G	4.3	84	8.7	73	680	105
無処理	27.0		32.4		648	100

注) S:プロシミドン水和剤1000倍、G:ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤1500倍、F:ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤1000倍、F:フルアジナム水和剤1000倍、*:20株当たりの収量

3) ジャガイモシストセンチュウの発生確認

病虫害診断の中からジャガイモシストセンチュウ(写真1)の発生を確認し、速やかに十勝管内のシスト対策本部を立ち上げ、全筆調査を行って発生実態を早期に明らかにした。こうした対応が、ジャガイモシストセンチュウに対する適切な対策につながった。



写真1 ジャガイモシストセンチュウによる被害ほ場とシスト(右上)

(3) 残された問題

- ①最新の診断技術の導入。
- ②診断精度の向上。

【病虫科 研究成果7,8】

