

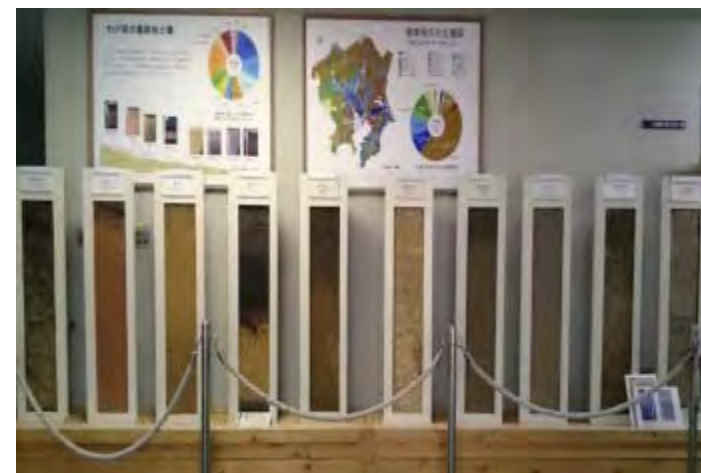
次世代型土壌病害管理

ーヘソディムの概要と研究・普及の現状と課題ー

農業環境技術研究所
對馬誠也



農業環境インベントリー展示館



土壌モノリス

ヘソディム 新聞、県の公式サイト等での掲載

長野県(農政部)プレスリリース 平成27年(2015年)5月28日

【産地の旬“先どり”情報 No.2】 おいしい信州ふーど(農土)オリジナル
セルリーの本格出荷が始まります！

長野県産のセルリーはみずみずしくシャキッとした食感、さわやかな香りと甘みが
魅力。高産で育った、糖度が自慢のセルリーが、全国の食卓に届けられます。

〇主な産地 長野、松本

〇県内の生産状況

順位	産地	収穫量(t)	全国シェア(%)
1位	長野県	14,500	43
2位	静岡県	7,400	22
3位	福岡県	3,670	10

産地からひとこと！

〇長野地域の産地情報
産地 長野市、茅野市、富士見町
出荷期間 5月中旬～11月中旬

J A信州産地は標高700～1200mの標高帯を利用し、4～11月まで様々な野菜を生産して
います。そのうちセルリーは農協所産農産物の割合を
占める産地で、夏の全国シェアが90%以上となっ
ています。5月中旬からハウス物、6月下旬から露地
物の出荷が始まります。

セルリーの生産には育苗に約3か月、定植から収穫
まで約2か月の長い期間がかかります。農家が愛情を
かけてじっくり育てたおいしいセルリーを是非ご賞味
ください。

県試験場のセルリー栽培研究

セルリーの萎黄病は、土壌中の病原菌が引き起こす病気で、
その発生は微生物等の影響を受けることが分かっています。
野菜花き試験場では、土壌中の微生物等のDNAを解析する
装置を用いて、土壌中の微生物の多様性等を調査し、発生
の危険度診断や発病しにくい土づくりの指標作成に取り組み、
農薬を減らした、環境にやさしいセルリー栽培を目指した
研究を進めています。

- DNAで微生物診断
- 発生の危険度診断
- 発病しにくい土づくり

セルリーをいかに
県試験場のセルリー栽培研究

セルリーの萎黄病は、土壌中の病原菌が引き起こす病気で、
その発生は微生物等の影響を受けることが分かっています。
野菜花き試験場では、土壌中の微生物等のDNAを解析する
装置を用いて、土壌中の微生物の多様性等を調査し、発生
の危険度診断や発病しにくい土づくりの指標作成に取り組み、
農薬を減らした、環境にやさしいセルリー栽培を目指した
研究を進めています。

萎黄病に
冒された株

調査・診断し、
土づくり等で
発病を防止

健全な株

日本農業新聞 2015年5月28日

土壌分析基に判定 危険度を無料診断

チューリップ球根 病害防除法

富山県園芸研究所

富山県園芸研究所は、チューリップ球根の病害防除法を、土壌分析の結果に基づいて判定する「危険度診断」を無料で行っている。この診断は、球根の病害発生リスクを、土壌中の微生物の多様性や、土壌のpH、有機物含量などから判断する。診断結果に基づいて、適切な防除対策を講ずることができる。診断は、5月28日から6月10日まで行われる。診断料は無料。診断結果は、診断書として交付される。診断書には、球根の病害発生リスクのレベル、土壌のpH、有機物含量などの数値、および、適切な防除対策の提案が記載されている。診断は、富山県園芸研究所のホームページから予約できる。予約料は1000円。診断は、5月28日から6月10日まで行われる。診断料は無料。診断結果は、診断書として交付される。診断書には、球根の病害発生リスクのレベル、土壌のpH、有機物含量などの数値、および、適切な防除対策の提案が記載されている。診断は、富山県園芸研究所のホームページから予約できる。予約料は1000円。

チューリップ球根の病害防除法

チューリップ球根の病害防除法は、土壌中の微生物の多様性や、土壌のpH、有機物含量などから判断する。診断結果に基づいて、適切な防除対策を講ずることができる。診断は、5月28日から6月10日まで行われる。診断料は無料。診断結果は、診断書として交付される。診断書には、球根の病害発生リスクのレベル、土壌のpH、有機物含量などの数値、および、適切な防除対策の提案が記載されている。診断は、富山県園芸研究所のホームページから予約できる。予約料は1000円。

富山県

ヘソディムに基づく防除法
レベル毎の対策(図)

本日の内容

1. ヘソディム開発経緯
2. ヘソディムの事例
3. 今後の展望

土壌DNA解析技術の利用法開発の取り組み (農水プロジェクト)

「土壌eDNA解析技術」
(農水プロ)
(eDNAプロジェクト)
2006-2010

全国の土壌で利用可能なDNA
解析技術の開発
(PCR-DGGE解析技術)

目的・背景

1. 土壌くん蒸剤削減
2. 低コスト
3. 環境にやさしい、持続的

「ハクサイ黄化病診断」
(農水プロ)
2010-2012

「土壌病害管理」
(農水プロ)
2011-2014

「生物農薬開発」
(農水プロ)
2011-2014

ヘソディム提案

「土壌病害管理(ヘソディム)
の普及」
(農水プロ)
2013-2015

ヘソディム拡大

戦略

IPM的対策

- ・畑単位で対策
- ・病気の発生に応じた対策
- ・統一的概念による情報共有・普及の促進

課題

- ・対策(播種前)の時点で、収穫時の発生予測が困難な土壌病害に適した管理方法の提案
- ・意思決定支援(防除要否決定)技術の開発

『これら両方を満たす管理法の開発が必要』

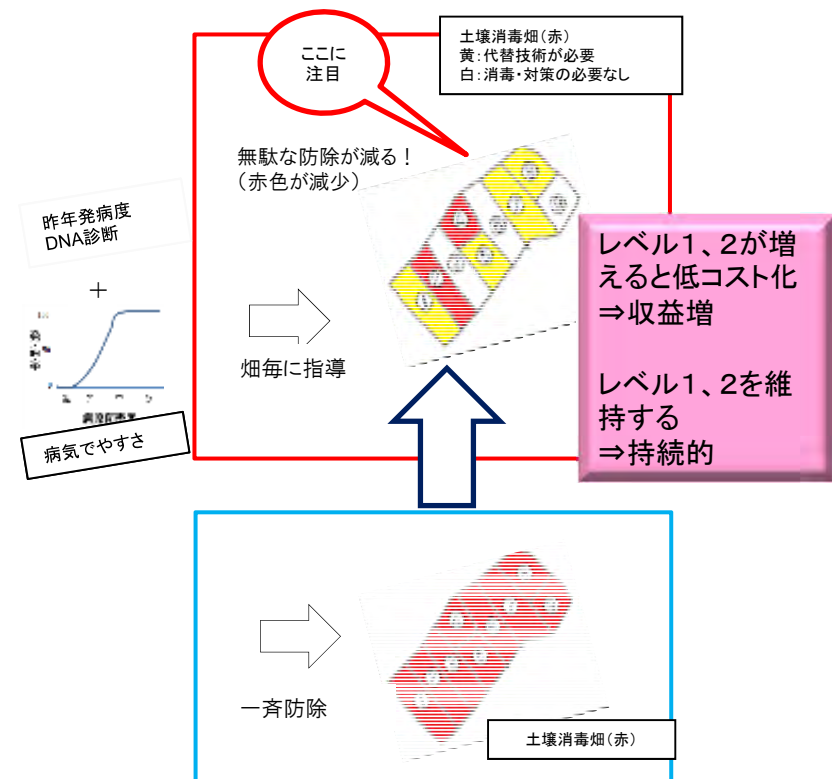
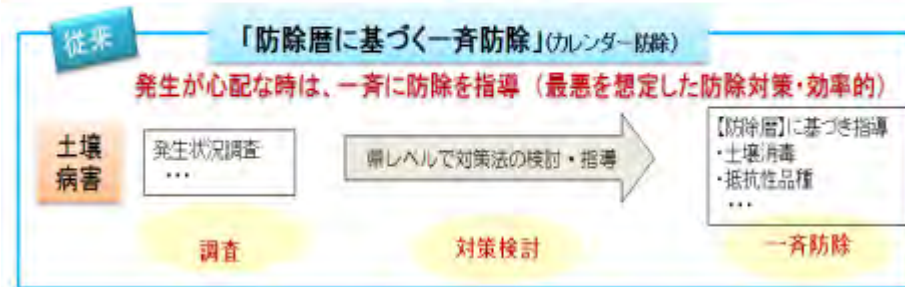
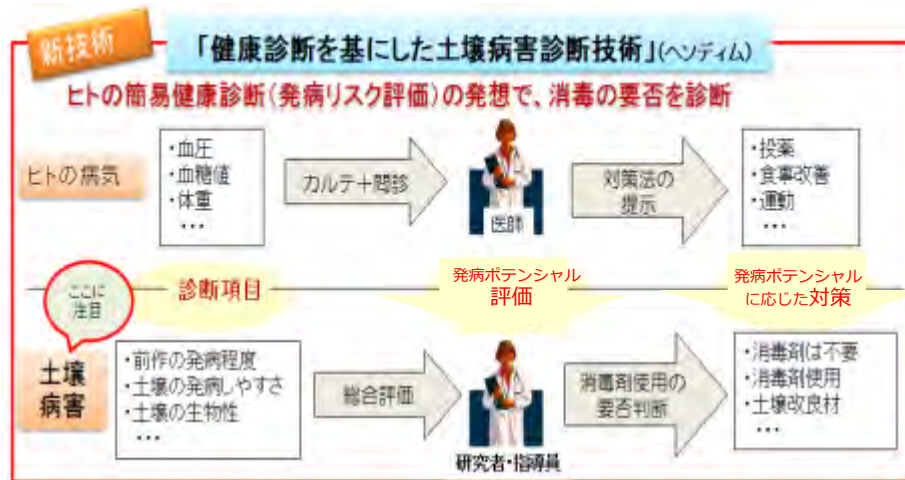
提案

健康診断に基づく土壌病害管理
(ヘソディム)

『予測に依存しない、予防を重視したIPM』

新しい土壌病害管理手法の提案

健康診断で予防・防除対策



健康診断で取り組んでいる事例紹介

I. 土壌病害対策例：白河市農家S氏の例

ブロッコリー 3 ha生産農家 （夫婦2人）
10a程度に区分け（作業分散など）、春・秋作

根こぶ病対策

【前作の発病程度で次年度の対策】
⇒調査は本人が実施

前作発病程度
少発生の時：

1) 緑嶺
(抵抗性弱、高品質)

前作発病程度
中発生の時：

1) 緑嶺+農薬
2) しげもり(抵中)
3) たかもり(抵中)
4) しげもり+農薬
5) たかもり+農薬

前作発病程度
多発生の時：

1) しげもり+農薬
2) たかもり+農薬
3) 輪作

こうした対策の結果

根こぶ病対策

⇒過去10年、とくに問題なし！

S氏の取り組み

診断（生産者が畑を診断）



評価（自分なりの基準設定）
3～4段階？

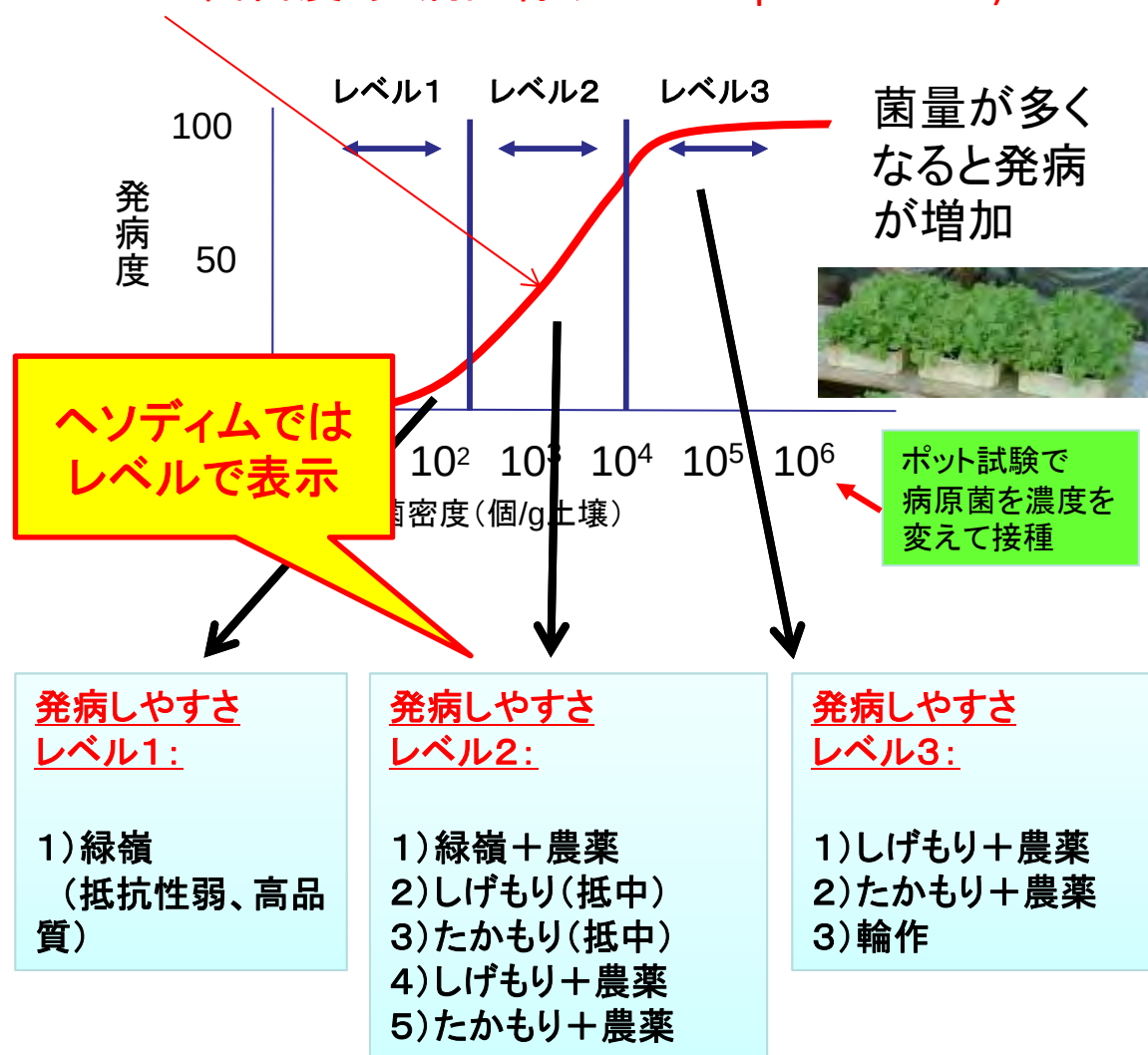


対策（評価にもとづき対策）

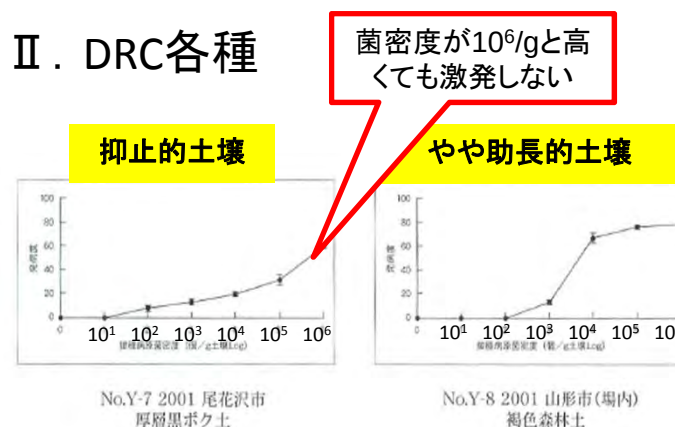
健康診断で取り組んでいる事例紹介

I. 土壌病害対策例: 白河市農家S氏の例

DRC: 菌密度・発病曲線 (Dose-response curve)



II. DRC各種



III. 理化学性・生物性で補完

1) 生物性(多様性、特定DNAバンド等)

・土壌消毒等による多様性変化で発病増加等々

2) 理化学性

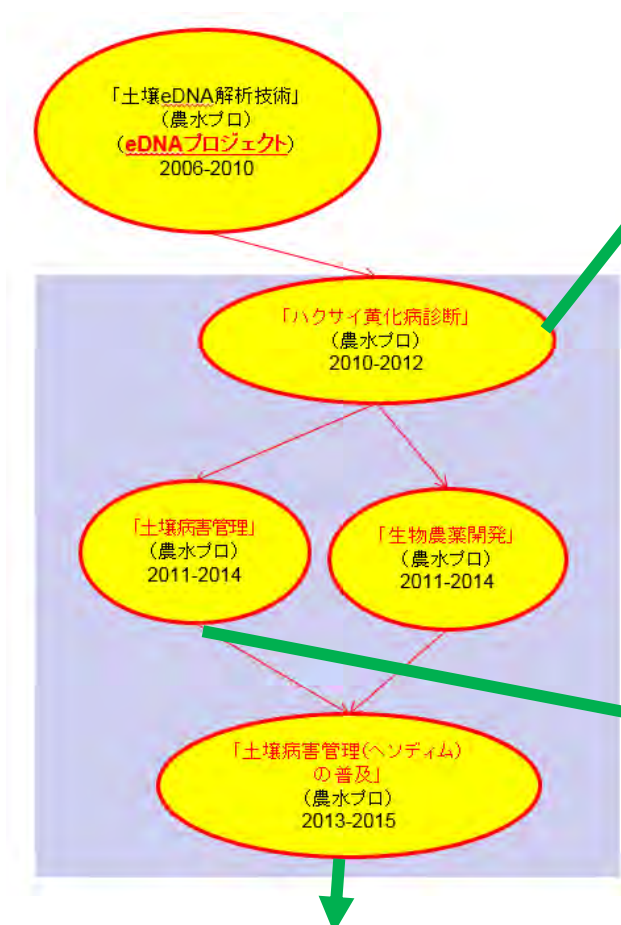
・pH、土壌の種類、等々

IV. 診断票で『履歴も利用』

・診断と対策結果を記録し次年度に活用

課題: 経験を科学的に整理し、誰でも活用できるようにする必要がある

<研究の現状>



現在検討中

- ・ 9病害のマニュアル作成中
- ・ 新技術実用化
- ・ 受託事業化（低コスト化等）
- ・ 指導上の課題抽出



「診断」マニュアル作成

「診断・評価・対策」 マニュアル作成 (ヘンディムマニュアル)

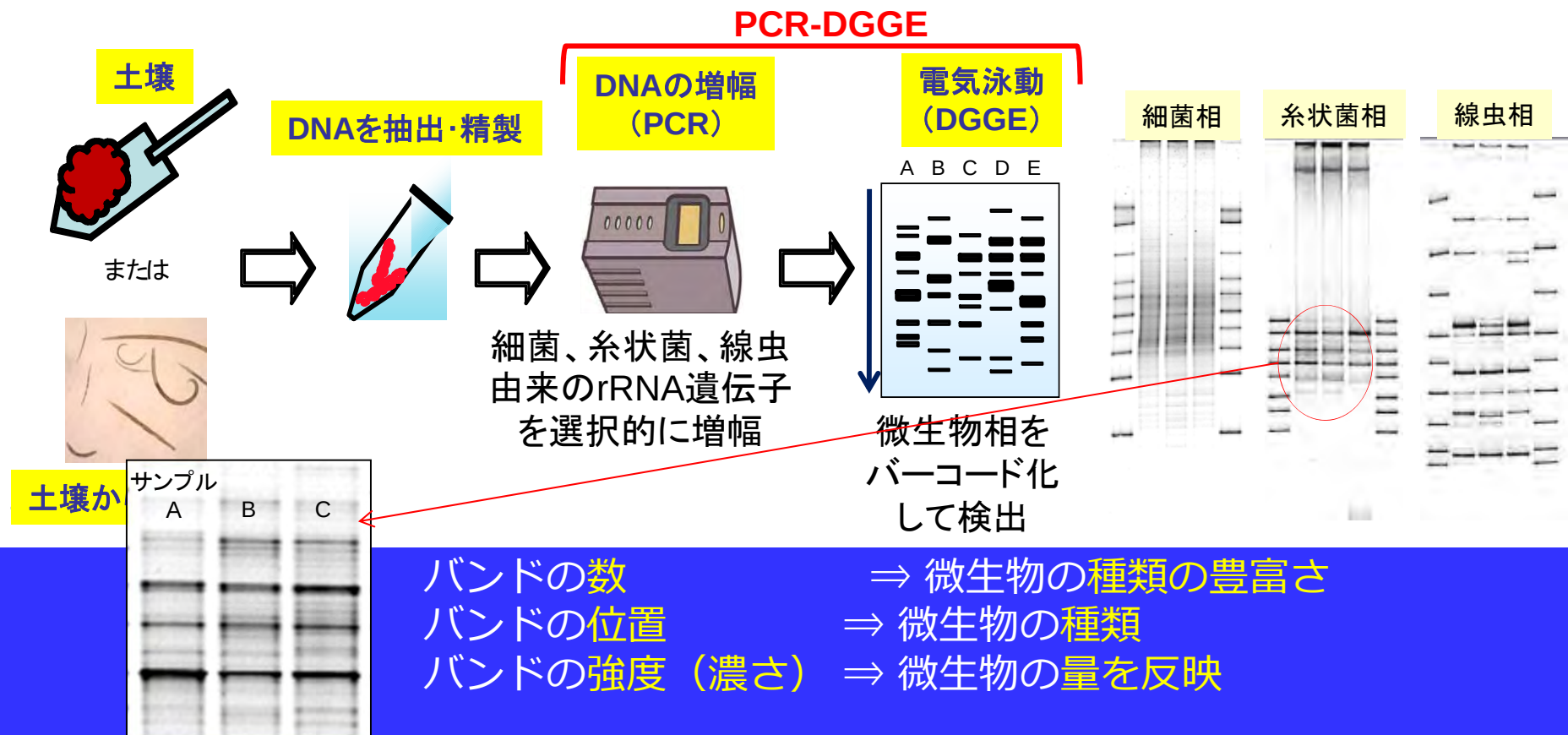


「診断」の例

核酸情報に基づく土壌微生物相解明のための解析法

PCR-DGGE (変性剤濃度勾配ゲル電気泳動) 法

➡ 土壌微生物相を低コストで俯瞰的に調べられるメリット



【ハクサイ黄化病の診断】 診断マニュアルより

- * 1. 『病原菌』は以下の2種類がいます。いずれもかびの仲間です
1. バーティシリウム・ダーリエ菌 (*Verticillium dahliae*)
 2. バーティシリウム・ロンギスポラム菌 (*Verticillium longisporum*)

病原菌 2種

- ** 2. 『黄化病の発病を助ける線虫』として以下の1種がいます
1. キタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans*)

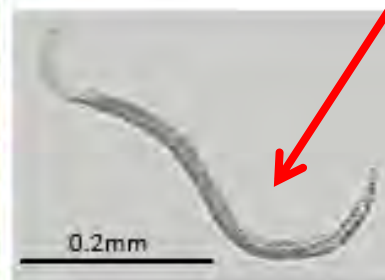
発病助長線虫 1種



写真①－黄化病の病徴。
下葉が黄化し、その後枯死



写真②－キタネグサレ
センチュウ



担当者：
群馬県
長野県
北海道農業研究センター
農業環境技術研究所

1. 病原菌（2種）の特異検出

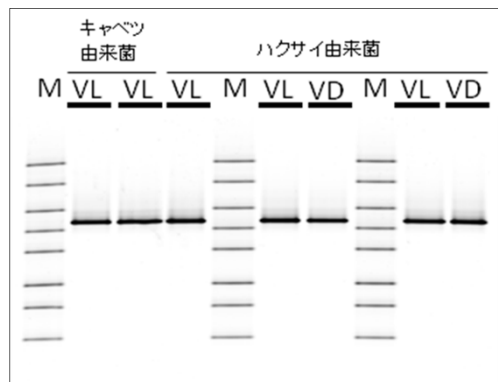


図1. 同定済み黄化病菌のDGGE上のバンド位置
VD: *V. dahliae*, VL: *V. longisporum*

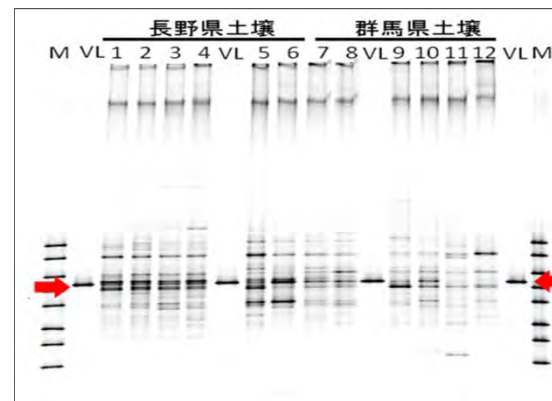


図2. 黄化病が発生した圃場からの黄化病菌の検出
矢印は黄化病菌

結果)
汚染土壌から黄化病菌の検出が可能に

2. 発病助長線虫の特異検出

黄化病発生圃場からの検出

結果)
汚染土壌から発病助長線虫の検出が可能に

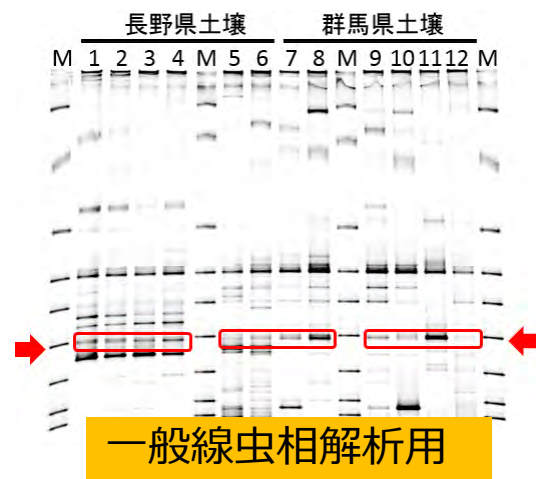


図3. eDNAプロジェクト標準プライマーで検出

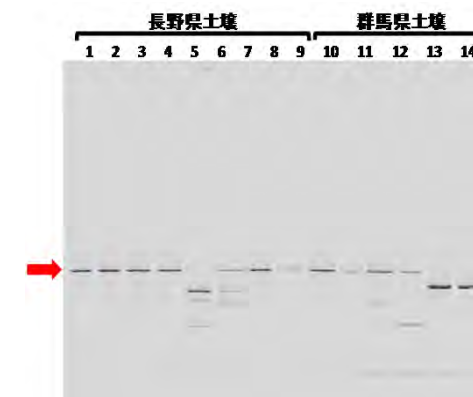
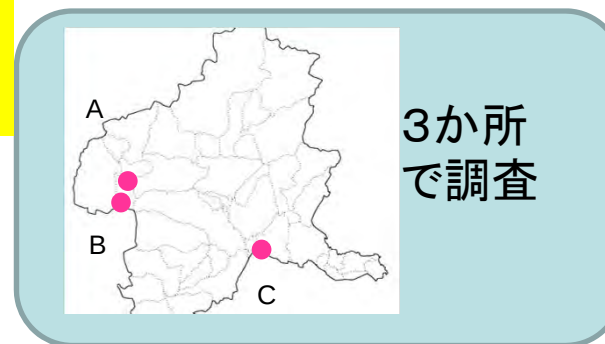


図4. 黄化病汚染土壌からの発病助長線虫の検出
矢印はキタネグサレセンチュウ

キタネグサレセンチュウ解析用

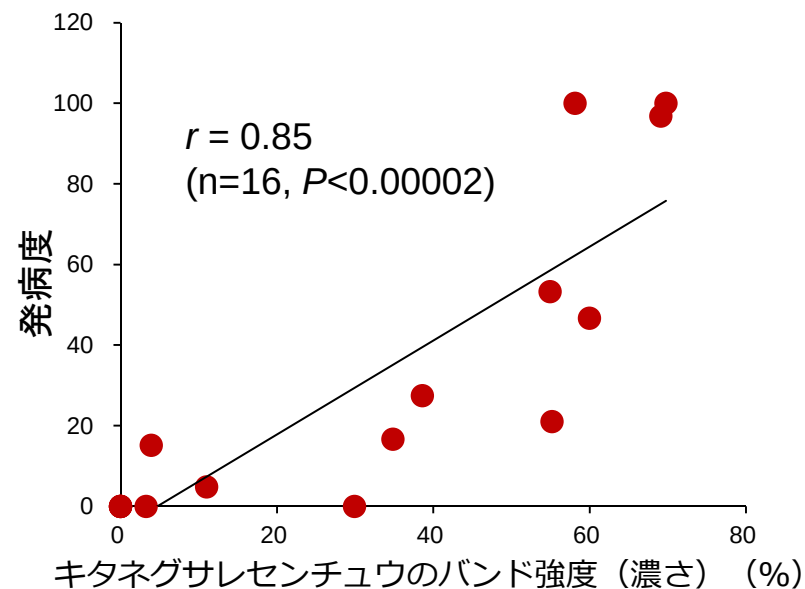
(1) 病原菌・キタネグサレセンチュウ (相対強度：量を反映) と発病度の関係

土壌の採取時期別の病原菌・キタネグサレセンチュウ量（バンドの相対強度）と発病度の間の相関係数



土壌採取時期	黄化病菌	キタネグサレセンチュウ
前年9-10月	0.54*	0.85**
前年12月	0.43	0.90**
4月	0.44	0.71**
5-7月	0.71**	0.77**

前年9-10月採取土壌におけるキタネグサレセンチュウのバンドの相対強度と発病度の関係



結果：黄化病菌とキタネグサレセンチュウの量が多くなると黄化病の発病度が増加する傾向あり

(2) 圃場試験で検証

検証例：

診断の基準



	病原菌	発病助長線虫	判定
1)	+	+	発病多
2)	-	+	発病中
3)	+	-	発病中
4)	-	-	発病少

①DNA診断
(前年度)



②評価



③発病調査
(翌年度)

調査時期	圃場	反復区	バンド		診断予想	最終発病度	適合
			ネグサレセンチュウ	黄化病菌			
エンバク 播種時 (H23, 10月)	G1	1	●		中	53.3 (中発生)	OK
		2	●		中	46.7 (中発生)	OK
	G2	1	●	●	多	0 (少発生)	
		2	●	●	多	15.2 (少発生)	
		3	●	●	多	4.8 (少発生)	
		4	●	●	中	0 (少発生)	
	G1	1	●		中	53.3 (中発生)	OK
		2	●		中	46.7 (中発生)	OK
エンバク 鋤込み時 (H23, 12月)	G2	1	●	●	多	0 (少発生)	
		2	●	●	多	15.2 (少発生)	
		3	●	●	多	4.8 (少発生)	
		4	●	●	多	0 (少発生)	
	G3	1		●	中	16.7 (少発生)	
		2		●	中	33.3 (中発生)	OK
		3		●	中	45.5 (中発生)	OK
	G4	1		●	中	100 (多発生)	
		2		●	中	52.8 (中発生)	OK
		3		●	中	50.0 (中発生)	OK
	G7	1	●		中	13.3 (少発生)	
		2			少	8.6 (少発生)	OK
		3			少	6.9 (少発生)	OK

11



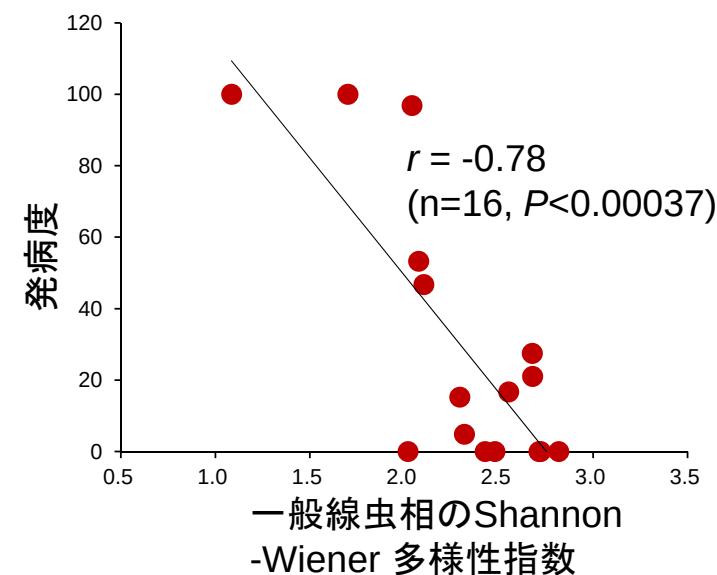
病原菌と発病助長線虫の診断だけでは不十分

(3) 一般線虫相と発病の関係

土壌の採取時期別の各微生物の多様性指数と発病度の間の相関係数

土壌 採取 時期	糸状菌	細菌	一般線虫
前年 9-10月	0.17	0.07	-0.78**
前年 12月	0.10	0.38	-0.17
4月	0.40	0.20	0.33
5-7月	0.12	0.36	0.11

前年9-10月採取土壌における一般線虫相の多様性指数と発病度の関係



結果：一般線虫の多様性が高くなると
黄化病の発病程度が低下

線虫相と病原体の解析は病害の診断に役立つ

発病と関連

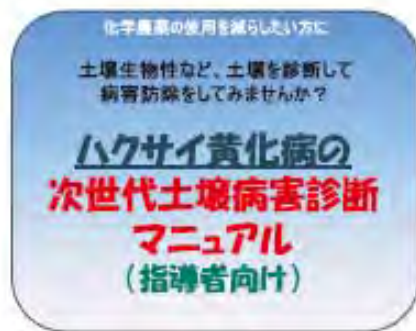
栽培前年9-10月
(前作の収穫後)



- ・一般線虫の多様性
- ・黄化病菌バンド
- ・カタゲサレ線虫バンド



診断マニュアルの
診断項目として活
用を提案



マニュアル(ver.1.0)の表紙



マニュアルより

診断項目1
(黄化病菌、カタゲサレバンド)

診断項目2
(前作の発病度)

診断項目3
(一般線虫相・栽培履歴等)

診断項目4 (土壌タイプ)

診断項目5
(ポット試験での発病検定)

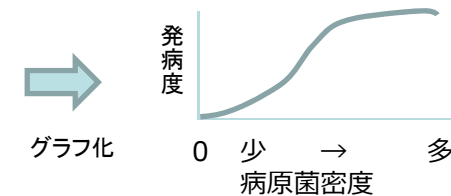
総合評価

発病抑止土壌の可能性あり

DRC診断で発病しやすさ（発病ポテンシャル）を推定可能！
(DRC:Dose-Response Curve)



病原菌密度を変えて接種
(10段階希釈して接種)
3～4週間後に発病調査



調査時期	圃場	反復区	バンド	診断予想	最終発病度	適合
ネグサイセンチュウ 黄化病						
エンバク 接種時 (H23, 10月)	01	1	●	中	53.3 (中発生)	OK
		2	●	中	46.7 (中発生)	OK
	02	1	●	多	0 (少発生)	
		2	●	多	15.2 (少発生)	
エンバク 読みみ時 (H23, 12月)	01	1	●	中	53.3 (中発生)	OK
		2	●	中	40.7 (中発生)	OK
	02	1	●	多	0 (少発生)	
		2	●	多	15.2 (少発生)	
	03	1	●	中	16.7 (少発生)	
		2	●	中	33.3 (中発生)	OK
	04	1	●	中	100 (多発生)	
		2	●	中	52.4 (中発生)	OK
	07	1	●	少	43.3 (少発生)	OK
		2	●	少	6.6 (少発生)	OK

発病助長的土壌

* 正確には発病助長的関係
[土×作物×菌系統]で決まる

発病抑止的土壌

* 正確には発病抑止的關係
[土×作物×菌系統]で決まる

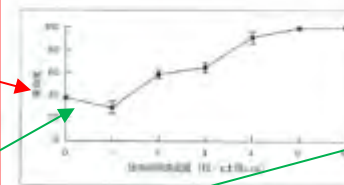
病原菌無接種区でも発病あり
これは、土壌が根こぶ病菌によりす
でに汚染していることを示している

ハクサイ黄化病のDRC診断法
(病原菌の微小菌核を接種)

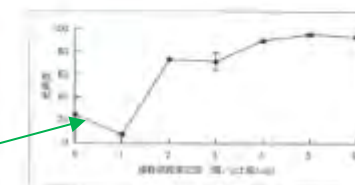
池田ら（群馬県）が開発！

生土：DRC診断
(生物性込み)
殺菌土：要因解析

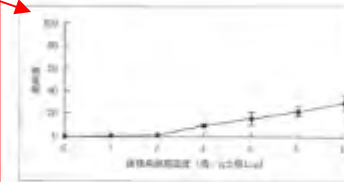
キャベツにおけるDRC
地域(土壌)による違い(1)(2)
(岩手県)



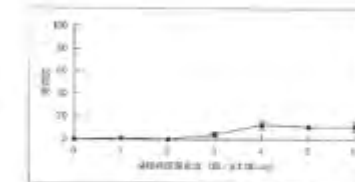
NoJ-1 1998 YR青春 西根町(雄志)*



NoJ-2 1998 YR青春2号 西根町(雄志)*



NoJ-5 2001 YR青春 岩手町



NoJ-6 2001 YR青春2号 岩手町

土壌はいずれも厚層黒ボク土

*：根こぶ病汚染土壌

アブラナ科野菜根こぶ病DRCデータ集より
(東北農業研究センター 村上弘治氏まとめ)

ヘソディムの「標準(共通)マニュアル」の作成

共通 マニュアル

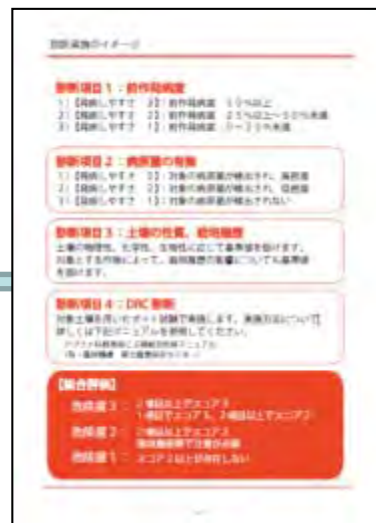


特徴

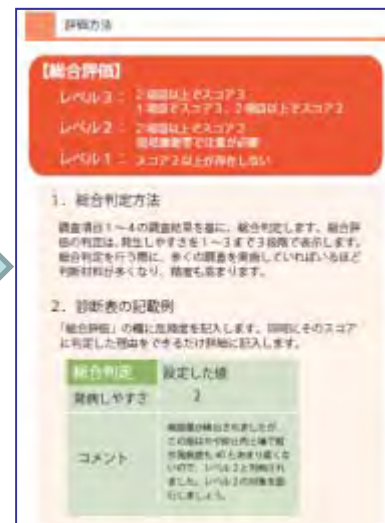
1. 「診断・評価・対策」がセット
 ⇒ 診断 前作発病度、DNA・DRC診断 + **問診**
 ⇒ 評価 3段階(**レベル1, 2, 3**) >> 要防除判定
 ⇒ 対策 レベル毎にリスト作成 >> 低コスト、作業性考慮
*** 既存技術が利用可能に! : 生物農薬、有機資材、土づくりなど**
2. 「診断票」(畑毎)の活用・蓄積
 ⇒ 自分の畑は自分で管理 ⇔ **誰よりも自分の畑に詳しくなる**
3. 指導員による生産者支援 (指導員の育成)



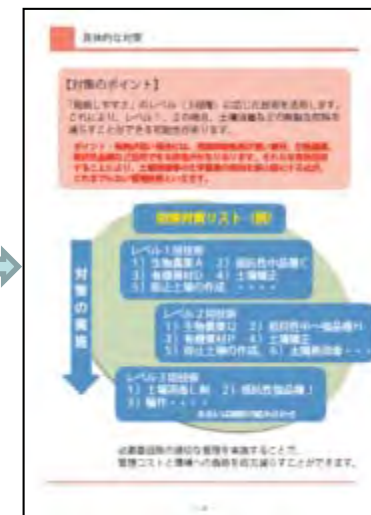
共通マニュアル
ヘソディムとは?



診断項目 (例)



評価方法 (例)



対策リスト (例)

土壌微生物多様性の評価による 診断と対策の例

長野県の事例

クロルピクリンを処理した畑の診断、対策

1)『多様性評価』でクロルピクリン処理後の の発病しやすさ診断

セルリー萎黄病の発病危険度予測の試み

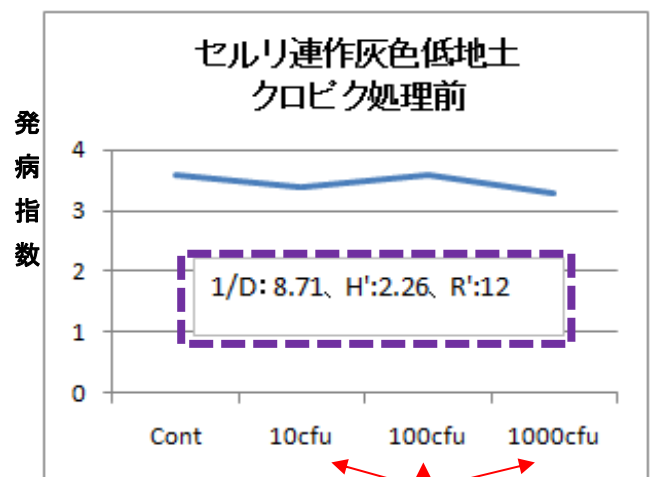


Aほ場 クロルピクリン処理
バーク牛糞堆肥 (4t/10a)、鶏糞 (1.5t/10a)

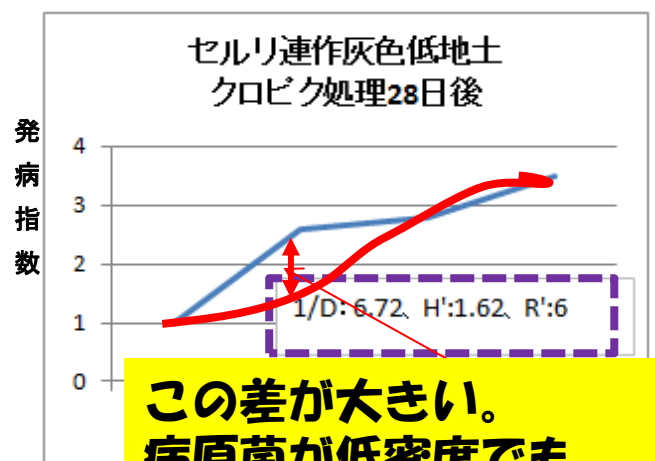


Bほ場 クロルピクリン処理
牛糞堆肥 (2t/10a)、稲わら (1t/10a)

クロピク処理前後のDRC診断



病原菌を接種



この差が大きい。
病原菌が低密度でも
病気が出やすい。

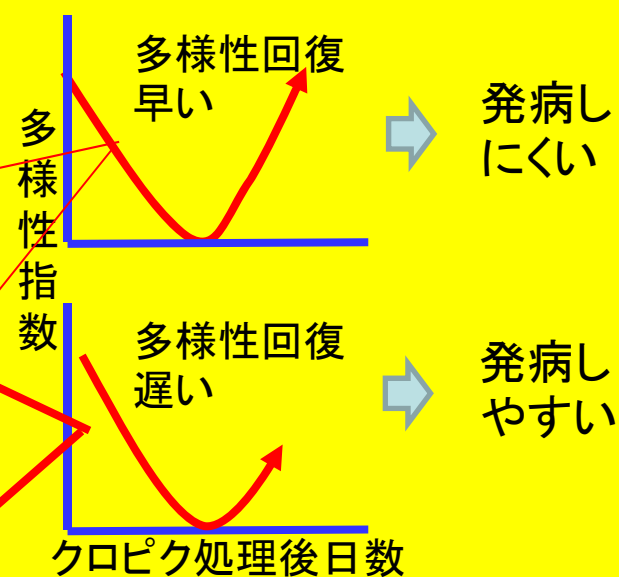
実際の畑で調査 クロピク処理前後の生物多様性



表 セルリー萎黄病常発ほ場
土壌中のかびの生物多様性

ほ場	多様性指数	処理前→
A	1/D	8.47
	H'	2.22
	R	10
B	1/D	9.51
	H'	2.42
	R	16
C	1/D	5.6
	H'	1.78
	R	8
D	1/D	11.89
	H'	2.62
	R	17

**結果: 多様性指数の回復が遅い
区は発病しやすい**



『多様性指数の回復程度評価』
⇒『診断指標』になるのでは！

現在取り組み中（農食事業2013-2015）

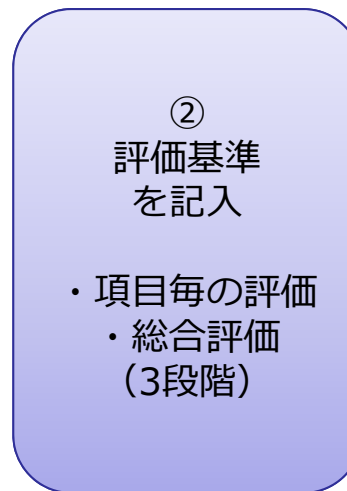
本プロジェクトの特徴：最初にマニュアルの作成 ⇒ 検証

①最初にマニュアル作成ツールでマニュアル作成



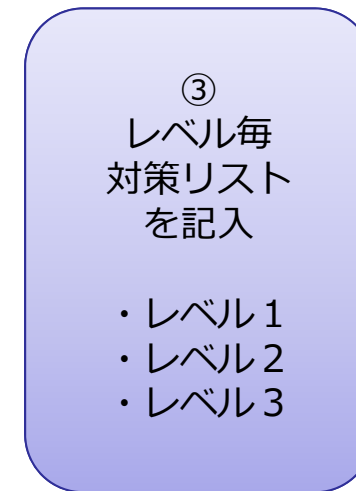
診断項目
1. 研究成果の活用
2. **文献情報の活用**

品種・栽培法
問診結果
診断結果



評価基準
1. 研究成果活用
2. **文献情報の活用**

診断項目毎の評価
総合評価
(**レベル1, 2, 3**)
(コメント)



評価基準
1. 研究成果活用
2. **文献情報の活用**

レベル1用リスト
レベル2用リスト
レベル3用リスト

②マニュアルの検証

③〇〇病ヘソディムマニュアルver1.0の提案

今後の展望

1. 病害毎のヘソディムマニュアルの作成

既存成果 : 6病害 (+ 1病害アブラナ科全般 根こぶ病)

現在進行中のプロジェクト : 9病害のマニュアル作成
内、2病害同時対策も3県で実施
マニュアル間のトレードオフの関係整理

2. 診断票の作成と公開 (誰でも使える診断票)

3. マニュアル・診断票：生産者等（利用者）段階での改良と活用促進

4. 関連事業の拡充、支援

5. ヘソディム的pest管理法の試み

2. 診断票の作成と公開



PC

評価結果と
対策指導

過去の対策等から
注意すべき点
を確認する

Excel出力
結果保存
が可能

ようこそ 担当者さん

基本情報

診断者名	担当者	
診断年月日	2015年11月06日	
場所	---	
作物名/病害名	キャベツ／根こぶ病	

診断結果

判定項目	入力値	危険度
土壌群	黒ボク土	小
PH値	---	---
微生物の多様度	Sannon	---
	Richness	---
DRC	1	大
前作発症度	前作発症あり	大

診断結果から考えられる対策

総合評価 発病しやすいレベル 2

前作発症度が低いですが、発病やや助長土壌であり、pHが低いので、発病しやすいレベル2としました。対策として、1) 抵抗性品種Aとooの組み合わせ、あるいは2) 抵抗性品種Bと生物農薬の組み合わせが良いと思われます。

自由記入欄

過去の診断票をみると、発生の多かった個所（マップ参照）は排水が悪いので、排水処理法を考える必要があります。発生の多い場所に入った長靴や、農機具はかならず消毒してから他の畑に入るようにしてください。

Excel出力 診断結果を保存する 類似事例を見る

土壌情報入力画面に戻る

仮カルテNo: user_20151106135307

類似事例
を表示

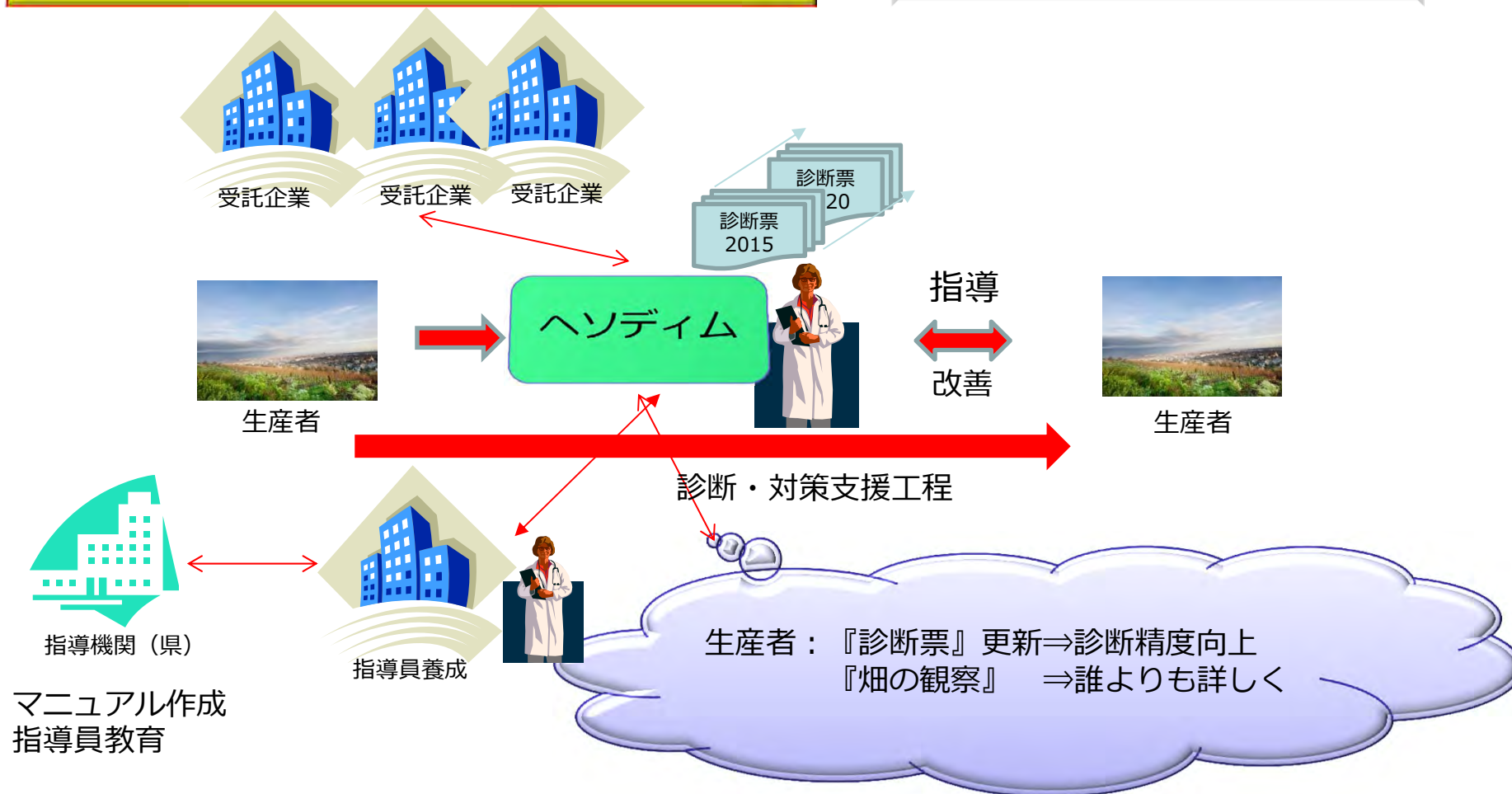
4. 関連事業の拡充・支援

(1) 関連事業

必要なこと(1)：

- | | |
|----------------|-----------|
| 1. 生産者の意識改革 | ⇔生産者育成事業 |
| 2. 分析受託の充実 | ⇔受託事業推進事業 |
| 3. 指導員 | ⇔指導員養成事業 |
| 4. 病害毎マニュアル作成 | ⇔配布・指導事業 |
| 5. 診断票、モニタリング法 | ⇔IT関連事業 |

さらに
「病害・肥培管理」のための統一
的診断事業の促進が必要



4. 関連事業の拡充・支援

支援の一例：関連事業の宣伝（利用者への理解増進）・ヘソディムでの相互活用

【全国で病原菌特異検出技術の開発進行中】

①LAMP法の活用

【Pythium属菌特異検出サイト】

(岐阜大学、三重県他)



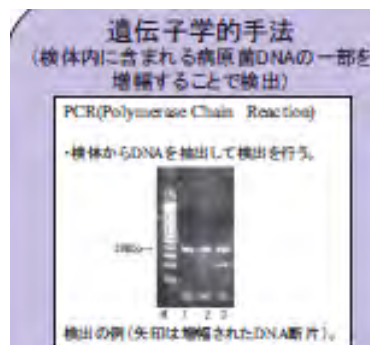
②Real-time PCRの活用

【各種土壌病原菌の定量的評価】

- ・トマト萎凋病（農工大他）
- ・ハクサイ黄化病（東洋大、群馬県他）
- ・ホウレンソウ萎凋病（中央農研他）

③PCRの活用

【ホモプシス病菌の特異検出で
圃場診断】（東北農研、秋田県立大学他）



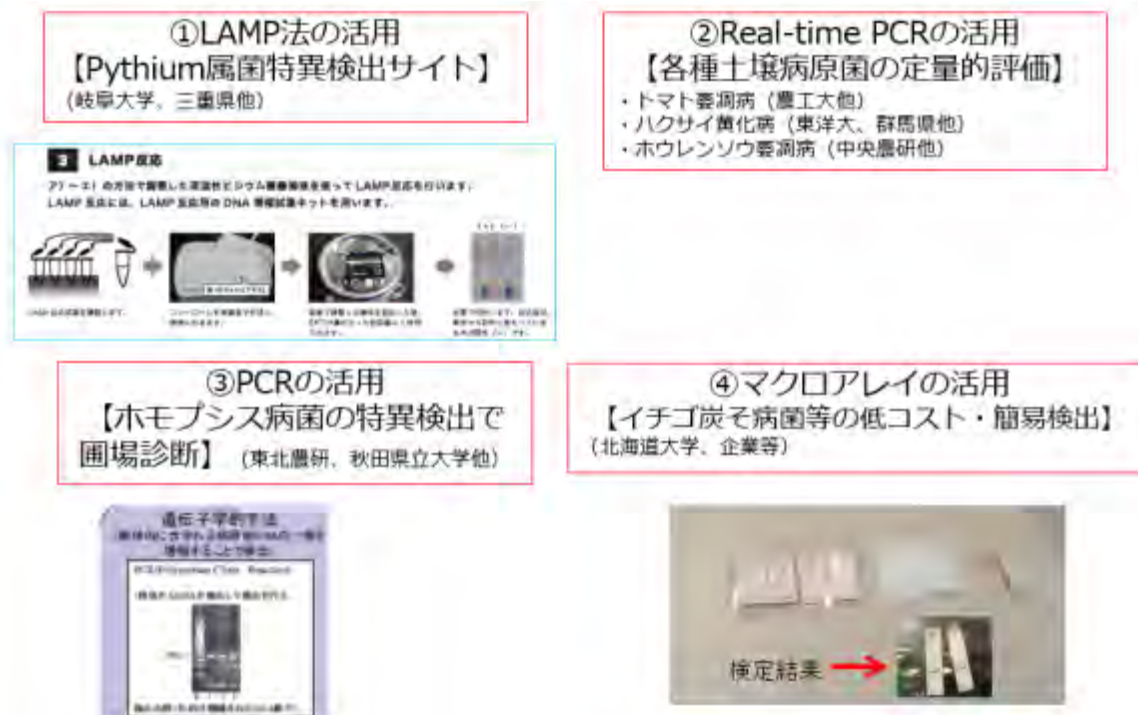
④マクロアレイの活用

【イチゴ炭そ病菌等の低コスト・簡易検出】
(北海道大学、企業等)



4. 関連事業の拡充・支援

新技術、既存技術⇒多くの技術は活用可能
但し、ヘソディム内での再評価（活用法、場面等）は必要



活用場面毎の有効活用が重要

④

生産現場
(個人、法人)

①③

普及機関等
(町の病院)
(受託企業)

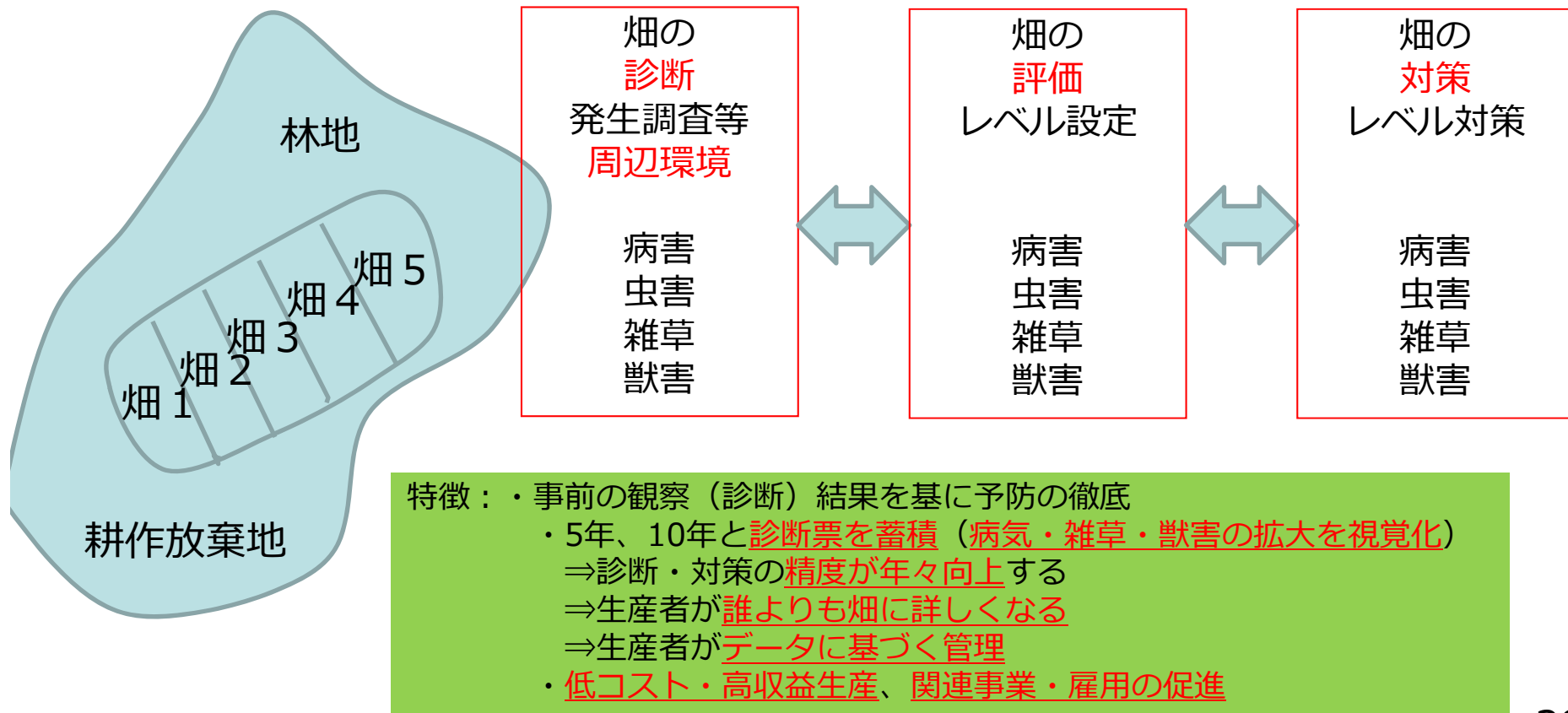
②

大学、研究機関等
(大病院)
(受託企業)

5. ヘソディムのpest管理法の普及

考え方 ①、②、③で「予防的pest管理」

- | | |
|-------|----------------|
| ①畑の診断 | 畑の観察・診断票の作成と蓄積 |
| ②評価 | 発生しやすさの評価基準の作成 |
| ③対策 | 評価（レベル）に応じた対策 |



謝辞

1. 農水省委託プロジェクト「土壤微生物相の解明による土壤生物性の解析技術の開発」
(eDNAプロジェクト) (2006-2010)
2. 農水省レギュラトリーサイエンス新技術開発事業「ハクサイ土壤病害虫の総合的病害虫管理(IPM)体系に向けた技術確立」 (2010-2012)
3. 農水省委託プロジェクト「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」
(土壤病害虫診断技術等の開発) (2011-2013)
4. 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業:【次世代型土壤病害診断・対策支援技術の開発】
(2014-2016)

解析データを提供して頂いたプロジェクト参画者に心より厚くお礼申し上げます

ご静聴ありがとうございました