遺伝子組換え農作物の安全性評価と情報提供について

企画調整部　遺伝子組換え研究推進室長

田部井豊

遺伝子組換え農作物の安全性評価

生物多様性への影響評価
（環境に対する安全性評価）
カルタヘナ法

食品としての安全性
（食品衛生法）

飼料としての安全性
（飼料安全法）

組換え農作物の安全性評価

遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）

第2種使用

文部科学省

研究開発（実験室や閉鎖系温室等）

・必要に応じて文部科学大臣の確認を事前に受ける必要

・模擬的環境利用のための科学的情報を収集

第1種使用

農林水産省・環境省

隔離圃場における使用

・生物多様性影響評価を行い、農林水産大臣・環境大臣の承認を受ける必要
・一般ほ場における使用のための科学的情報を収集

一般ほ場における使用

生物多様性影響評価を行い、農林水産大臣・環境大臣の承認を受ける必要

食品利用 → 食品衛生法に基づく手続き

・食品安全委員会によるリスク評価及び厚生労働大臣による承認が必要

飼料用 → 飼料安全法に基づく手続き

・食品安全委員会によるリスク評価及び農林水産大臣による承認が必要

非食品用途（花など）

商品化

実験室

閉鎖系温室

特定網室

第2種使用

第1種使用

隔離圃場

一般圃場
・商業栽培
◎研究所内の圃場

遺伝子組換え生物の生物多様性への影響の例

生態系への侵入

近縁野生種との交雑

有害物質の産生

遺伝子組換え農作物の
第1種使用（圃場試験）に関する説明会

（平成16年度隔離圃場試験の報告と
平成17年度に予定している試験栽培について）

平成16年度に行った**隔離圃場**試験の結果報告

1）ショ糖リン酸合成酵素遺伝子を高発現させた組換えジャガイモ

2）草型を改変した組換えイネ

平成17年度に予定している第1種使用の栽培試験に関する説明

1）草型を改変した組換えイネの栽培試験について（**一般圃場**）

2）遺伝子組換えダイズ及びトウモロコシの展示栽培について（**一般圃場**）

3）スギ花粉症予防効果ペプチド含有イネの**隔離圃場**栽培について

「第１種使用規程承認組換え作物栽培実験指針」

目的：安全性に問題ないとして承認された組換え農作物であっても、非組換え農作物に混入することによる生産・流通上の混乱を避け、円滑な組換え農作物の栽培実験等を行うため。

・交雑防止措置

１）隔離距離の設定（例：イネ（26）m、ダイズ10m）

２）科学的知見に基づく交雑防止を定める

・収穫物等の混入防止措置

栽培・収穫などの作業過程における混入防止のための留意事項

・情報提供の在り方

栽培実験計画書の作成と公表

ホームページ、プレスリリース、説明会の開催

茨城県の遺伝子組換え農作物の栽培に係る方針

１　開放系のほ場で、法による第一種使用等の承認を受けた遺伝子組換え農作物を栽培しようとする者は、事前に、県に対して栽培に関する情報提供を行うこととする。

２　開放系のほ場のうちの一般ほ場で、法による第一種使用等の承認を受けた遺伝子組換え農作物を栽培しようとする者は、以下のことに十分留意することとする。
（１）あらかじめ、関係する市町村、近隣耕作者、農業団体等の理解を得ること
（２）一般農作物との交雑・混入防止の措置を徹底すること

「第１種使用規程承認組換え作物栽培実験指針」に基づいた農業生物資源研究所からの情報提供

３月１８日　農業生物資源研究所で平成１７年度に行う予定の第１種使用についてつくば市へ説明

３月２２日　茨城県庁へ説明

３月２４日　ＪＡ谷田部へ説明

３月１０日　つくば市へ説明。

４月　１日　農業生物資源研究所ホームページで説明会開催の案内

４月　２日　常陽リビングで説明会開催のお知らせ

４月　７日　毎日新聞茨城県版で説明会開催のお知らせ

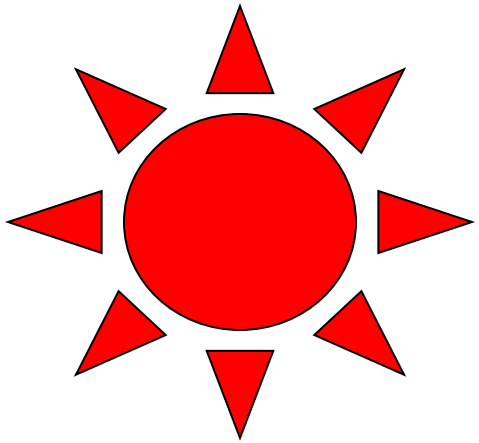
４月６日～１５日　周辺住民への情報提供（観音台、若葉、南中妻、中山の区長さんを通じて説明会等の情報を回覧）

４月２１日　農業生物資源研究所ホームページで栽培実験計画書を公開

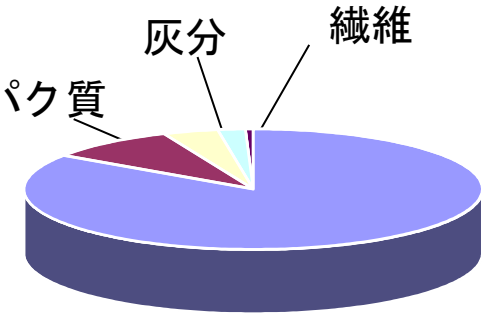
４月２３日　説明会の開催

トウモロコシスクロースリン酸合成酵素(SPS)遺伝子を導入した組換えジャガイモの特性試験

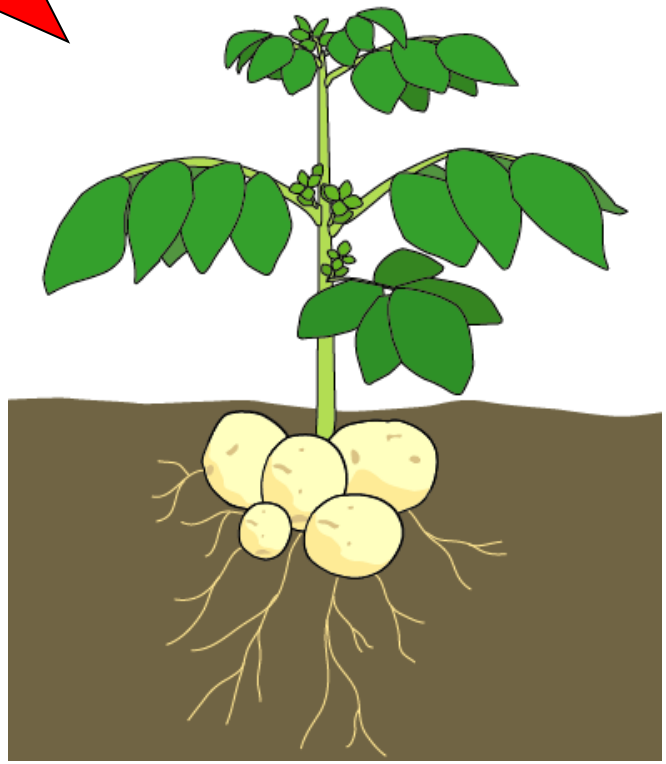
農業生物資源研究所　生理機能研究グループ
主任研究官　石丸　健



ジャガイモの成分



炭水化物　85%



光合成

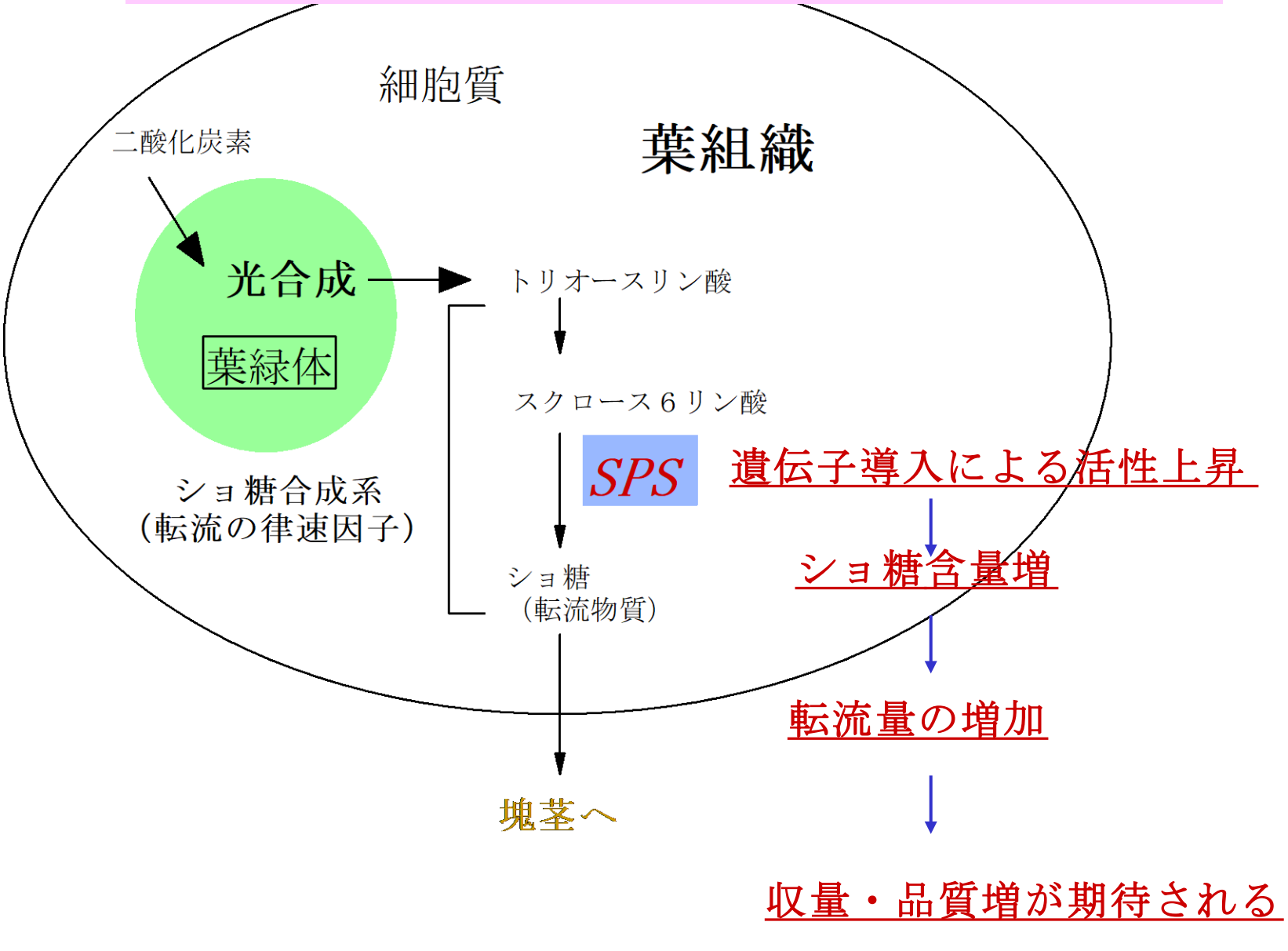
↓

光合成産物の転流の向上

↓

たくさん獲れる
美味しくなる

スクロースリン酸合成酵素（SPS)遺伝子の働き



組換えジャガイモの開発の目的

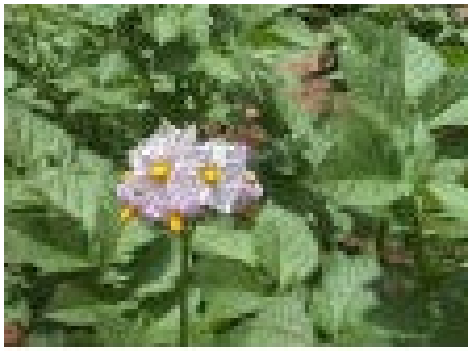
スクロースリン酸合成酵素遺伝子をジャガイモ（品種メークイン）に導入し、収量や品質を決定するメカニズムを解析し、優れた品種の作出に向けた知見を得る

隔離圃場試験の目的

組換えジャガイモの収量特性について正確な情報を得るには、温室等におけるポット栽培ではなく畑で生育させ、さらに複数年にわたる解析を行う必要がある。

花粉飛散防止措置

1. メークインは花粉稔性が低く、通常の栽培条件下では着果しないことが知られている
2. 閉鎖系、非閉鎖系温室実験において、本SPS遺伝子導入ジャガイモの花粉稔性に差異がないことを確認している
３. 本栽培実験では花芽の付いた茎を開花前に刈り取った。

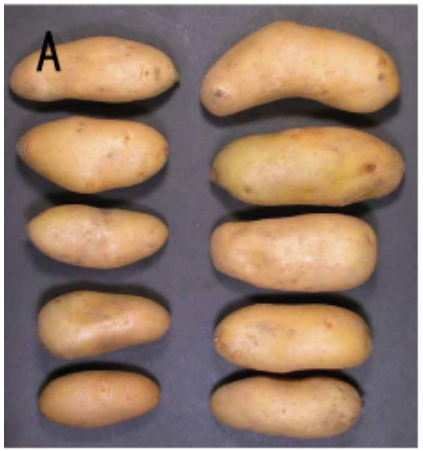


組換えジャガイモの育成経過

組換えジャガイモ日程　（2004年度）

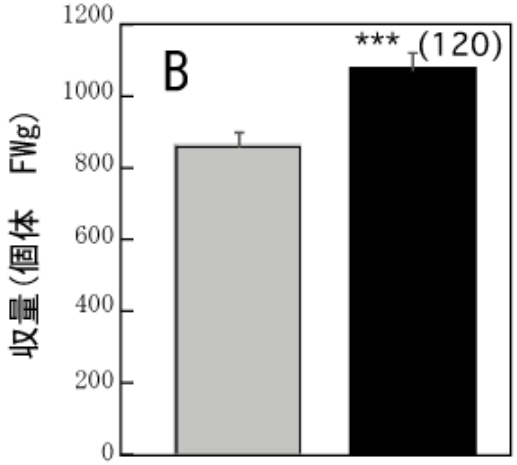
日程	調査内容
4月8日	植え付け（公開）
5月19日	花芽除去（以後毎日）
5月26日	ウイルス感染調査(注)
6月25日	２回目ウイルス感染調査(注)
7月15日	収穫（公開）

（注）種苗管理センターの専門家の協力による。



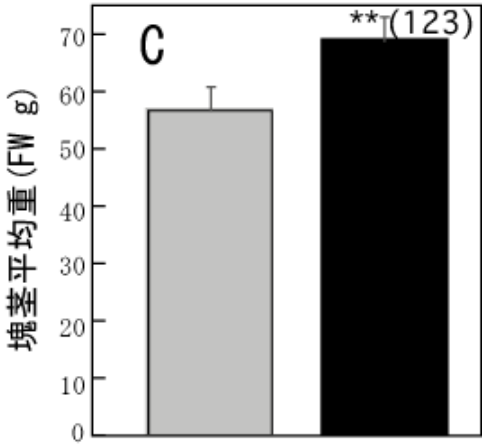
メークイン　組換えジャガイモ

個体当たりの収量



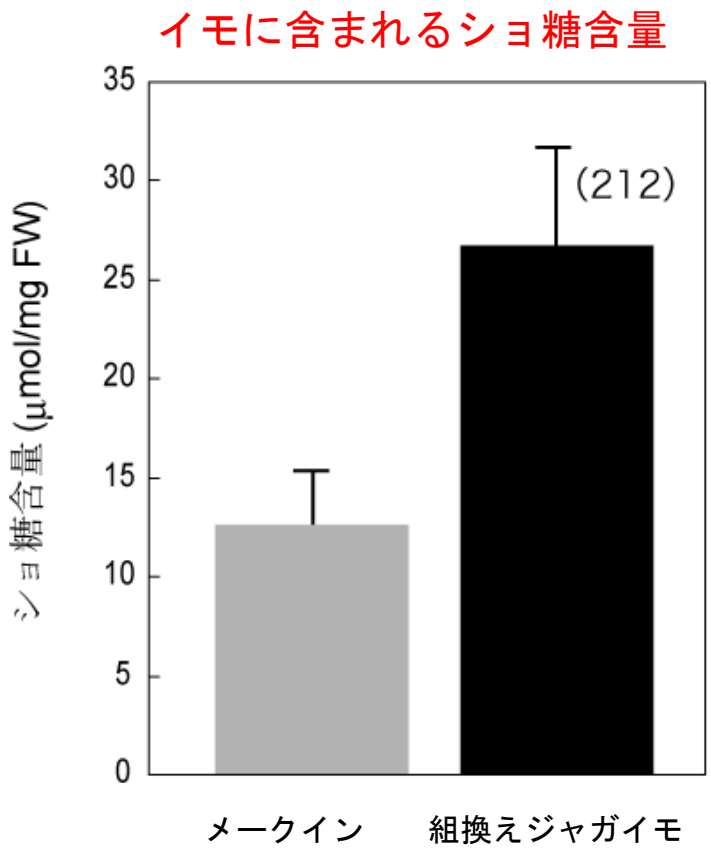
メークイン　組換えジャガイモ

イモの重さ



メークイン　組換えジャガイモ

SPS遺伝子の導入により、組換えジャガイモの収量が向上し、イモ一個当たりの重さも重くなった。



イモに含まれるショ糖含量
↓
食味に関与する

SPS遺伝子の導入により
ジャガイモの収量特性
品質が向上した

平成16年度組換えバレイショの処理

栽培実験終了後の処理方法

1. 収穫した塊茎は特性調査後、すべて低温室にて保存した。

2. 葉、茎等の植物体地上部は、速やかに焼却処分した。
（焼却は隔離圃場に設置されている焼却炉で行った。）

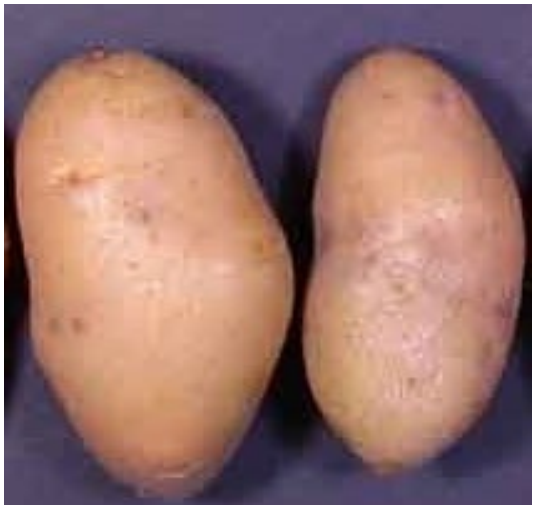
3. 塊茎、葉、茎等を除去した後の栽培実験区画は、冠水状態にし、土中に残ったイモを腐敗させた。

今後の予定

・得られた知見の新品種育種への応用

葉のSPS活性が選抜育種の指標となる。

（イモの収穫を待たずに選抜ができる。）



草型を改変した組換えイネの隔離圃場における平成１６年度栽培特性評価結果

独立行政法人　農業生物資源研究所
新生物資源創出研究グループ
新作物素材開発研究チーム
主任研究官　古賀　保徳

形を改良した組換えイネの開発の目的

イネの形を半矮性化等にすることで、倒れにくく、収量が増加するようなイネを開発する

形を改良した組換えイネを隔離圃場で栽培した目的

形を良くした組換えイネの特性（密植適性、収量等）について正確な情報を得るには、温室におけるポット栽培ではなく、水田で生育させて諸特性を検討する必要がある

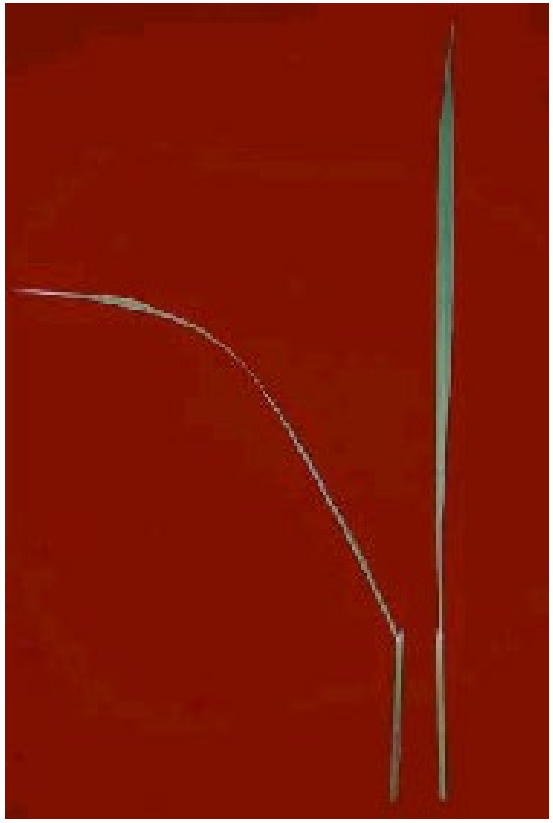
倒れにくいイネの開発は現在でも重要な課題です

ジベレリンの作用を弱くすると
矮化したイネになります

対照　　極矮性イネ変異株

ブラシノライドの作用を弱くした組換えイネ（Ｂ系統）

対照　　直立葉イネ



対照　直立葉イネ

組換えイネの隔離圃場における環境影響評価試験項目

競合における優位性

一般形態：草丈、穂の長さ等

生育特性：地上部などの生長量を調べる

収量性の推定：収量を調べる

雑草性

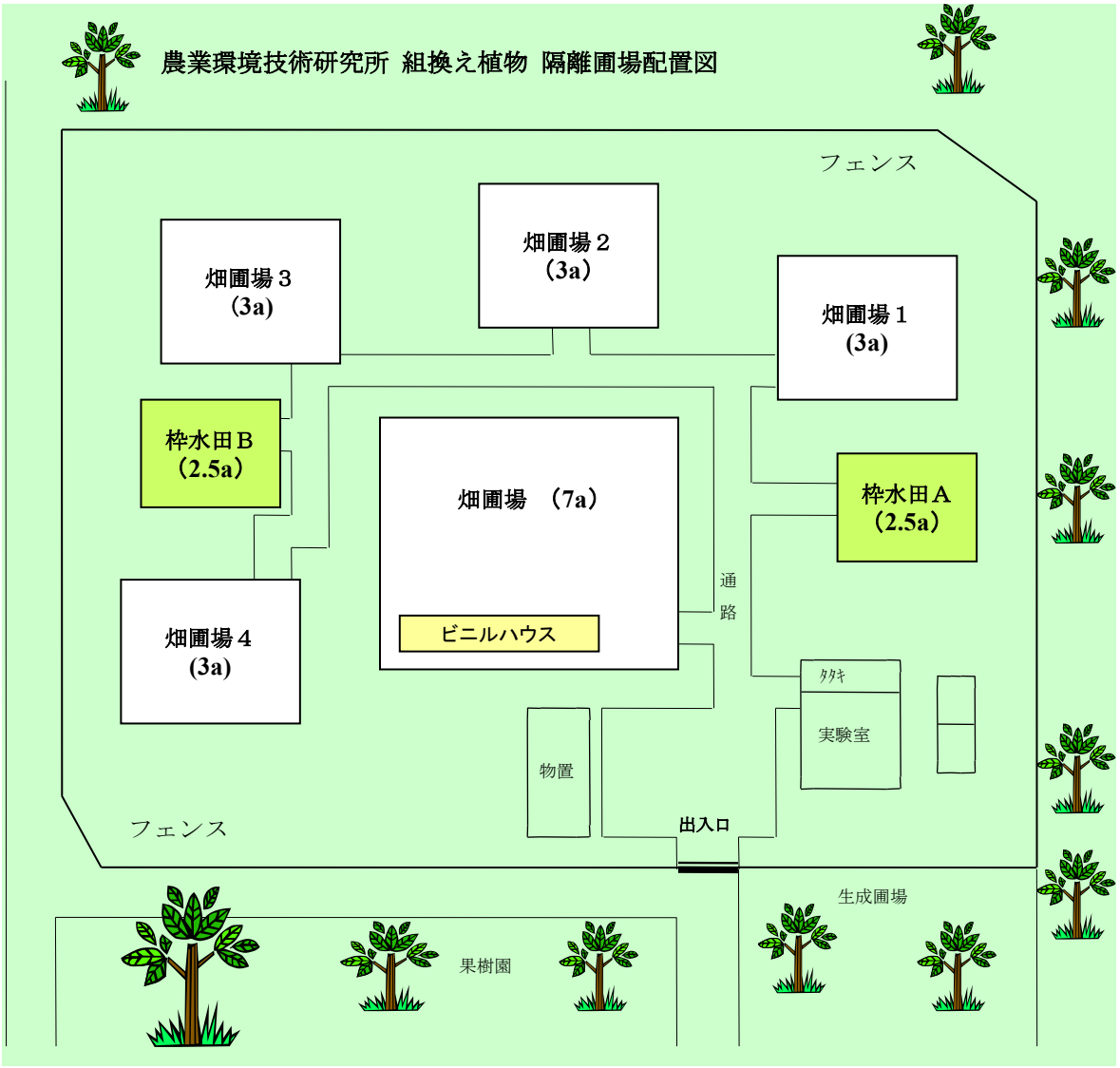
越冬性（耐寒性）：収穫後ひこばえの伸長を調べる

有害物質の産生性

土壌微生物相への影響：微生物数を調べる

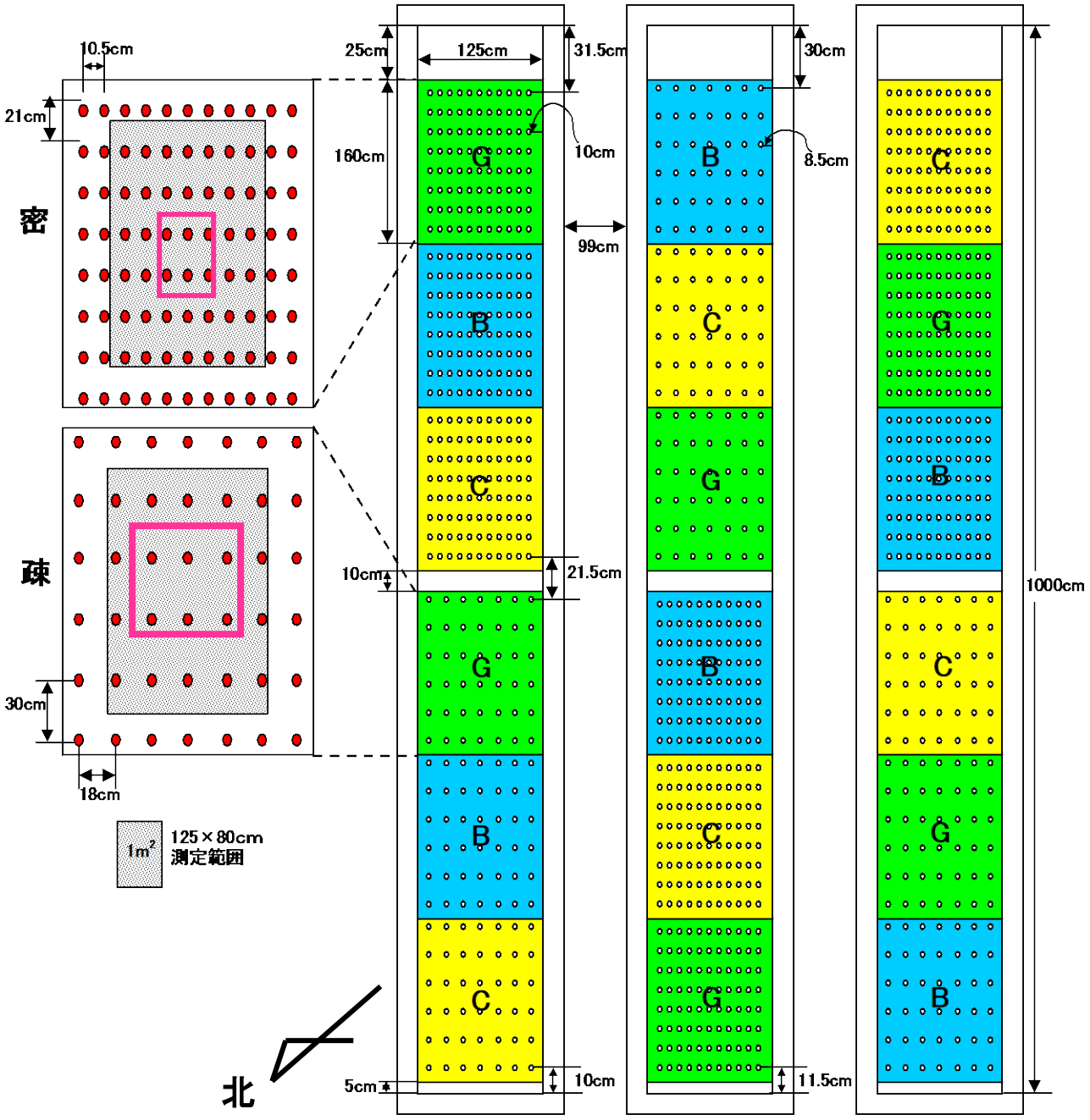
組換えイネの隔離圃場におけるその他の試験項目

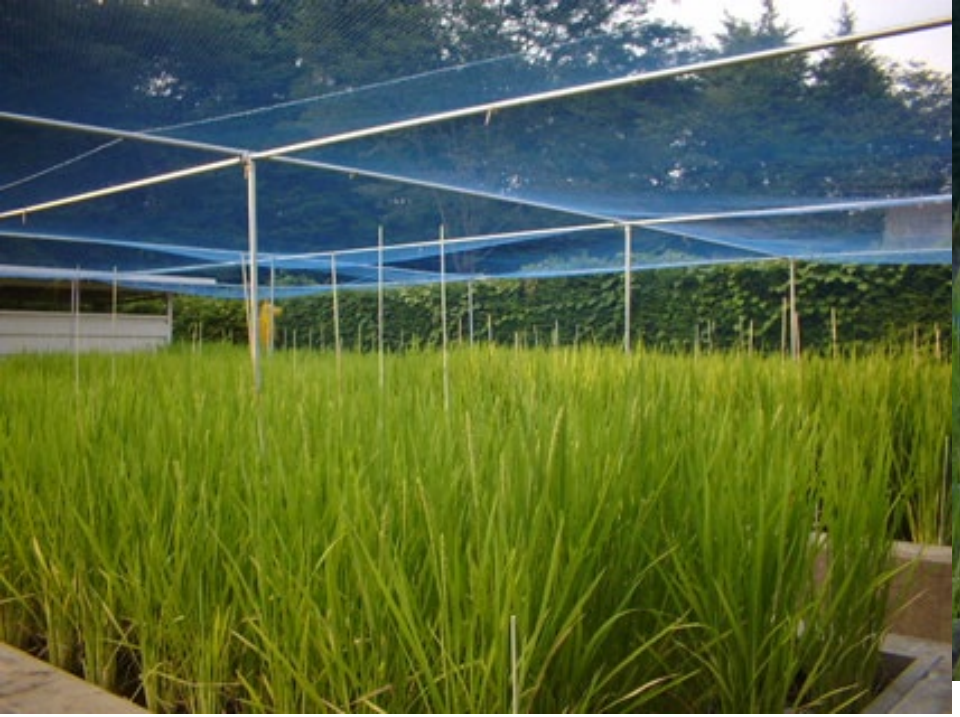
花粉の飛散性：花粉の飛散距離を調べる



組換えイネの栽培用枠水田

枠水田A


10.5cm
21cm
密
疎
30cm
18cm
1m²
125×80cm
測定範囲
25cm
125cm
31.5cm
160cm
10cm
99cm
10cm
21.5cm
5cm
10cm
30cm
8.5cm
11.5cm
1000cm
G
B
C
北



枠水田A

施肥実験のポット

隔離圃場枠水田A

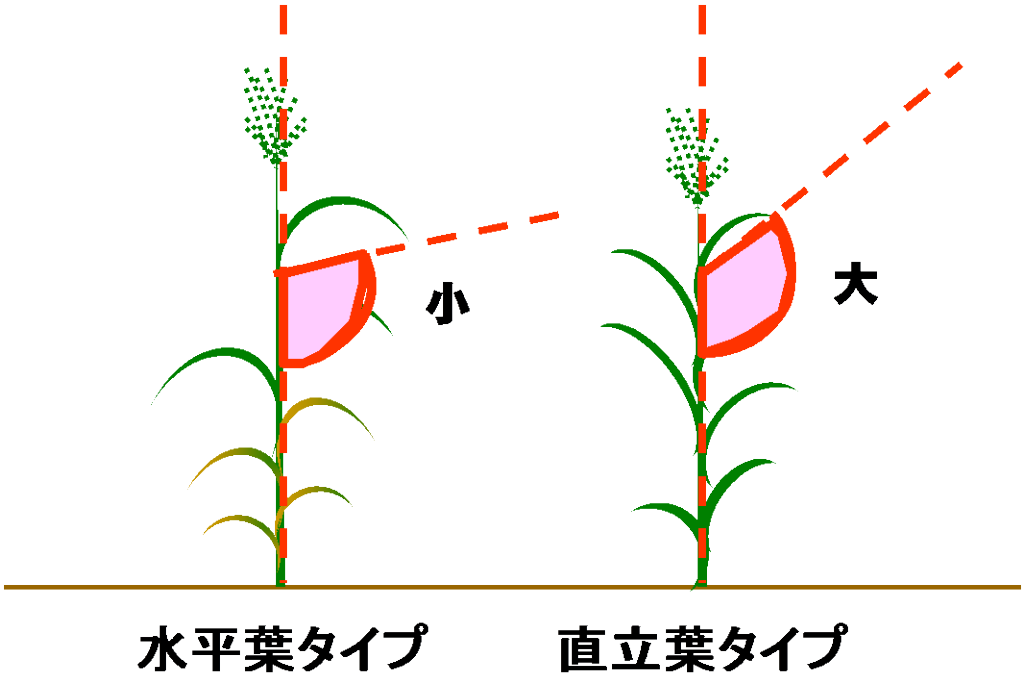
2004.8.13撮影

花粉飛散防止措置用
マンゲツモチ

どんとこい　　G系統

収穫時の組換えイネの形態

直立程度:葉の着生角度の比較



	直立程度(°)
対照イネ	157.1 ± 6.5
組換えイネ B系統	173.1 ± 1.0

花粉飛散の確認方法

個体別に種子を採取

↓

個体毎、全種子について
キセニアの有無を調査。

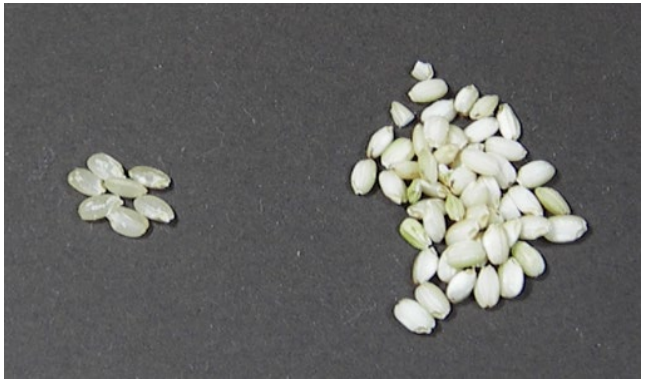
↙ ↘

キセニア有り → 播種 → PCRで確認

キセニア無し → 終了

↓

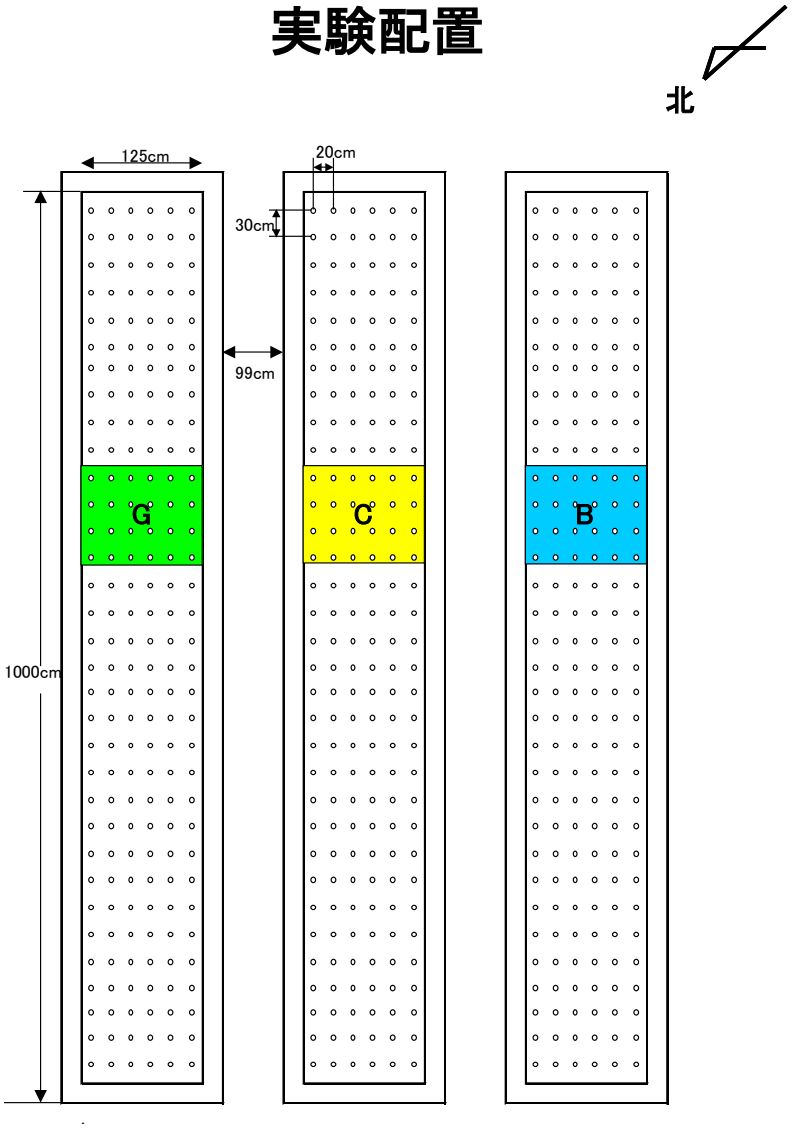
花粉飛散の程度



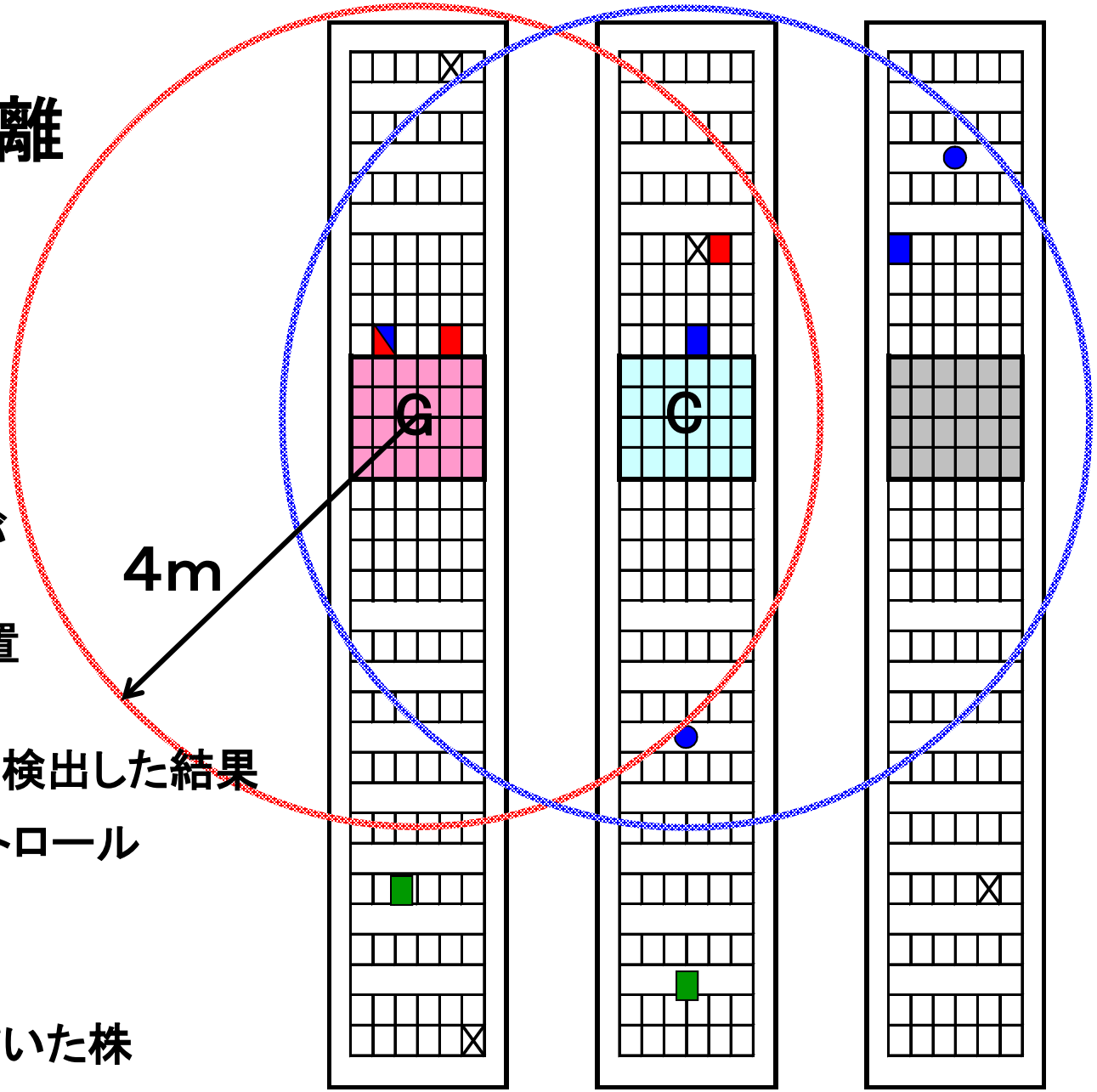
ウルチ
（キセニア）

モチ

隔離圃場　枠水田B
実験配置



花粉飛散距離



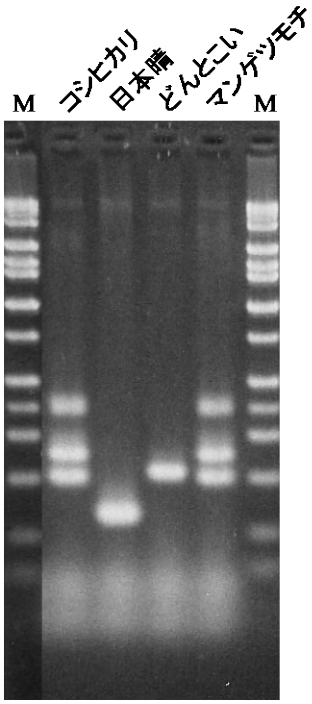
イネとの交雑種子が
検出されたマンゲツ
モチ個体の栽植位置

PCRで導入遺伝子を検出した結果

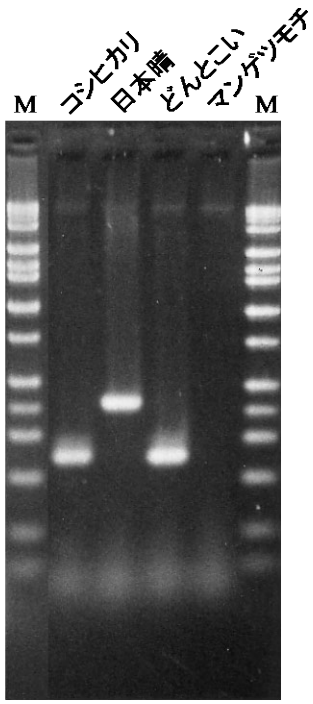
■ G系統　■ コントロール

との交雑と確認した。

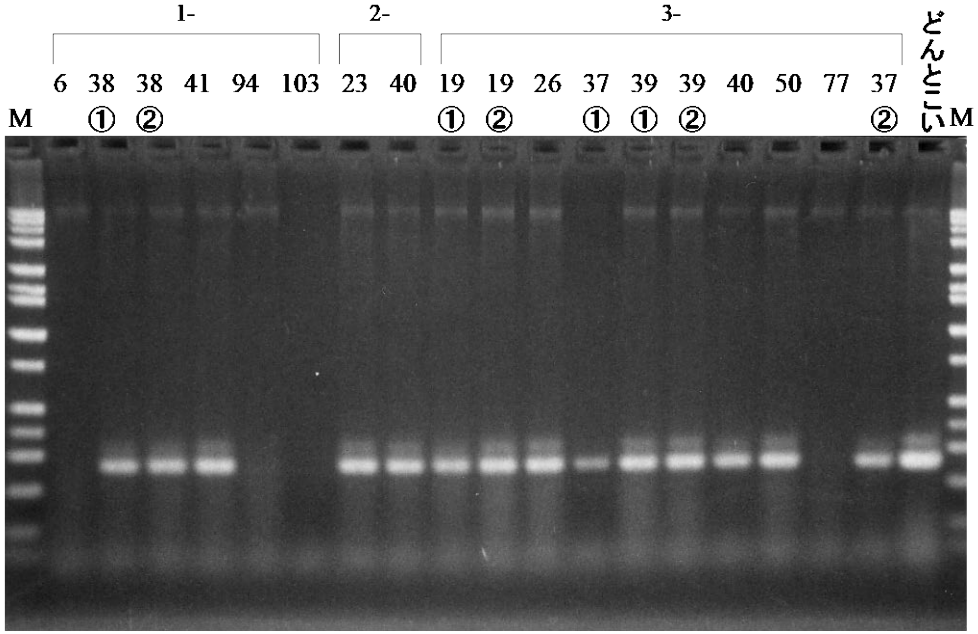
■ ウルチが混入していた株



SNP
（4種プライマーセット）



STS
（3種プライマーセット）

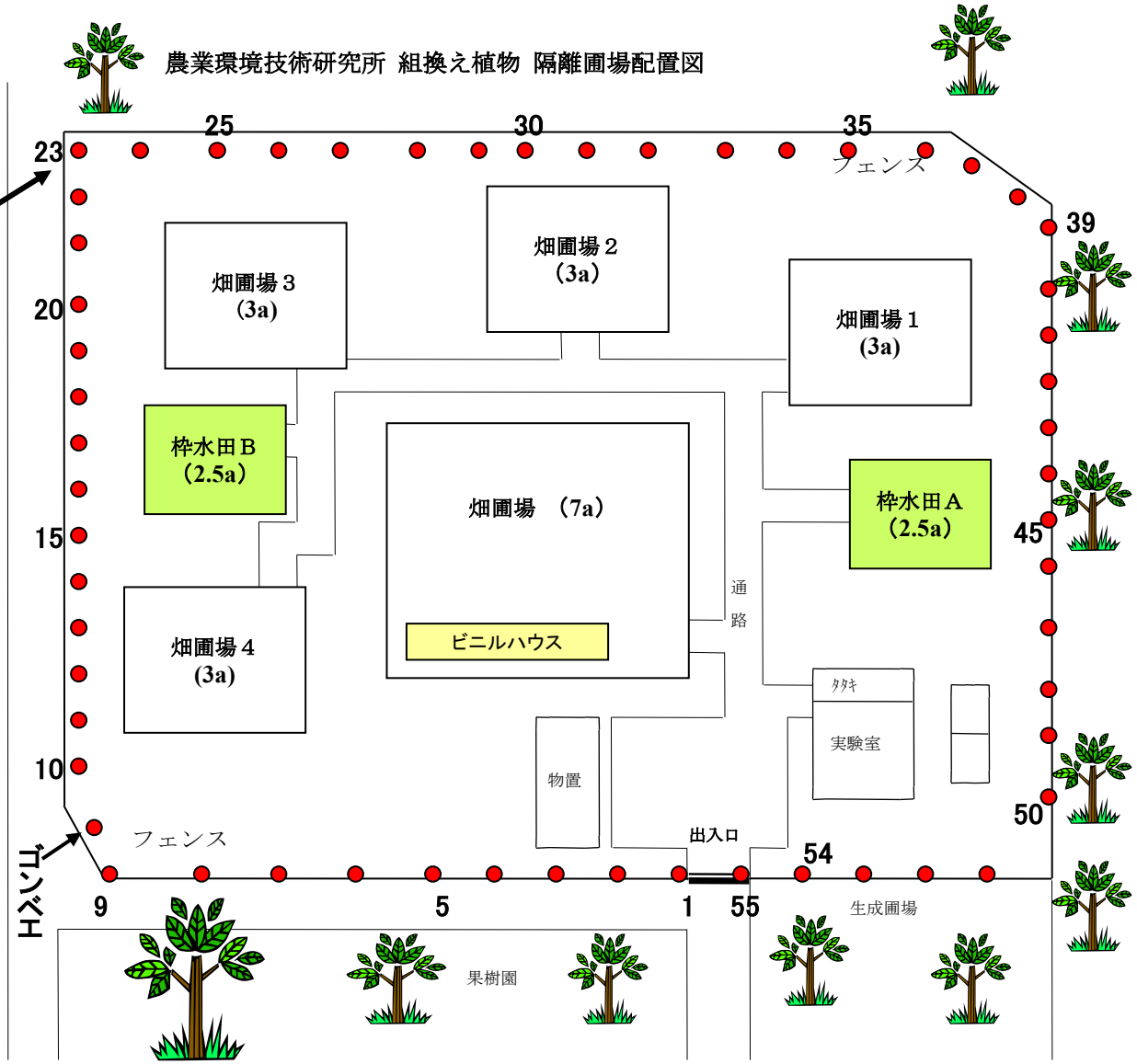


STSによる識別

PCRによる品種の識別

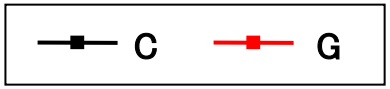
隔離圃場外に組換えイネの花粉が飛散していないことの確認

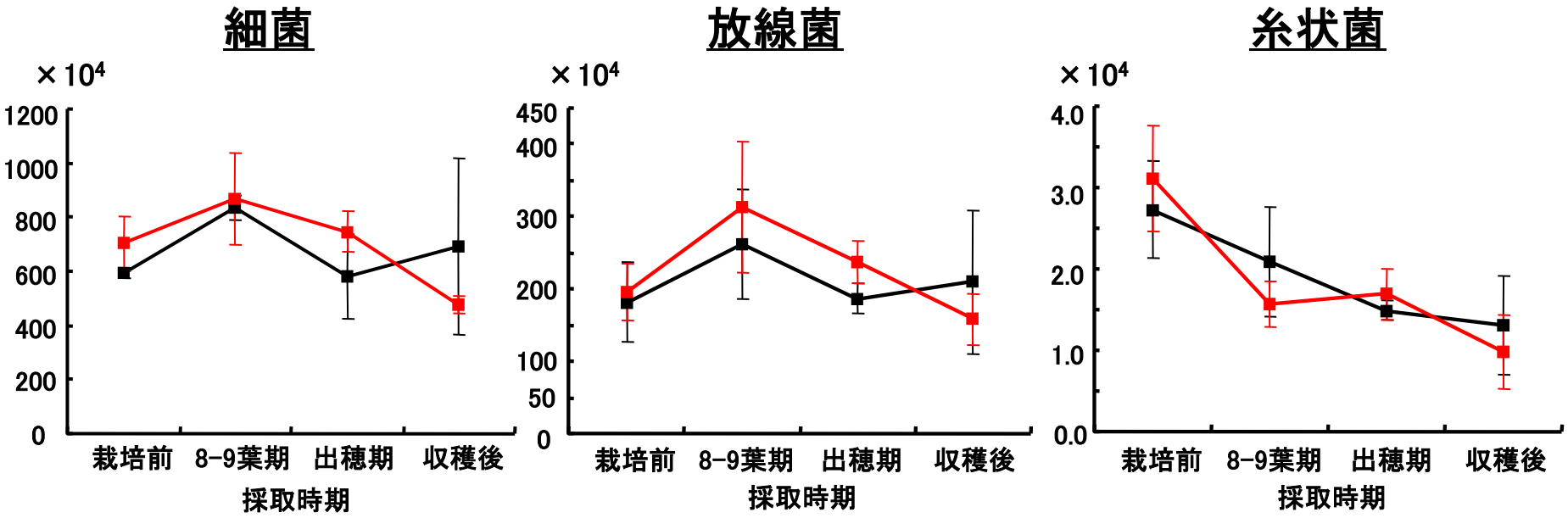
ウルチが混入していたポット



栽培土壌の微生物相に与える影響

土壌微生物相の調査：栽培前、栽培中、栽培後に枠水田内の土壌を採取し、細菌、放線菌、糸状菌数を測定。





縦軸は乾土1g当たりのコロニー数

☆ 細菌、放線菌、糸状菌ともにどの時期もコロニー数に有意差無し。

成体（ひこばえ）の越冬性　　2005.1.13撮影

コントロール

G系統

越冬性に違いはない。

草型を改変した組換えイネの試験圃場における平成１７年度栽培特性評価試験予定

独立行政法人　農業生物資源研究所
新生物資源創出研究グループ
新作物素材開発研究チーム
主任研究官　古賀　保徳

栽培予定

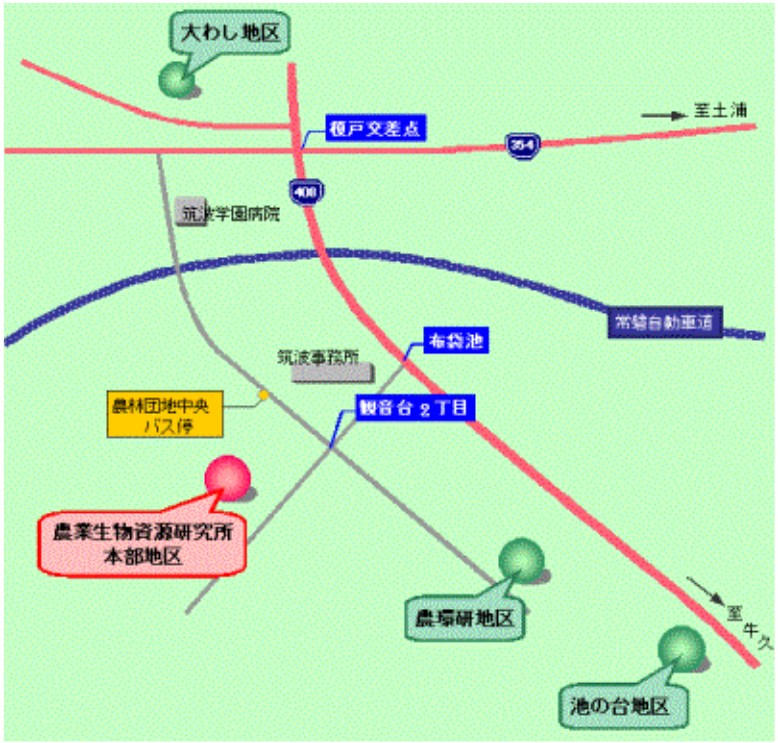
平成１７年６月上旬	研究所内の試験圃場に田植え
平成１７年６月～７月末	導入した遺伝子発現の確認
平成１７年８月中旬	開花、開花時期に防風網を張る
平成１７年９月	収穫

栽培終了後の処理方法

①　収穫した種子は特性調査に供試し、残った種子は全て低温室にて保存

②　葉、茎等の植物体地上部は、細かく切断後土壌へ鋤込んで速やかに処分

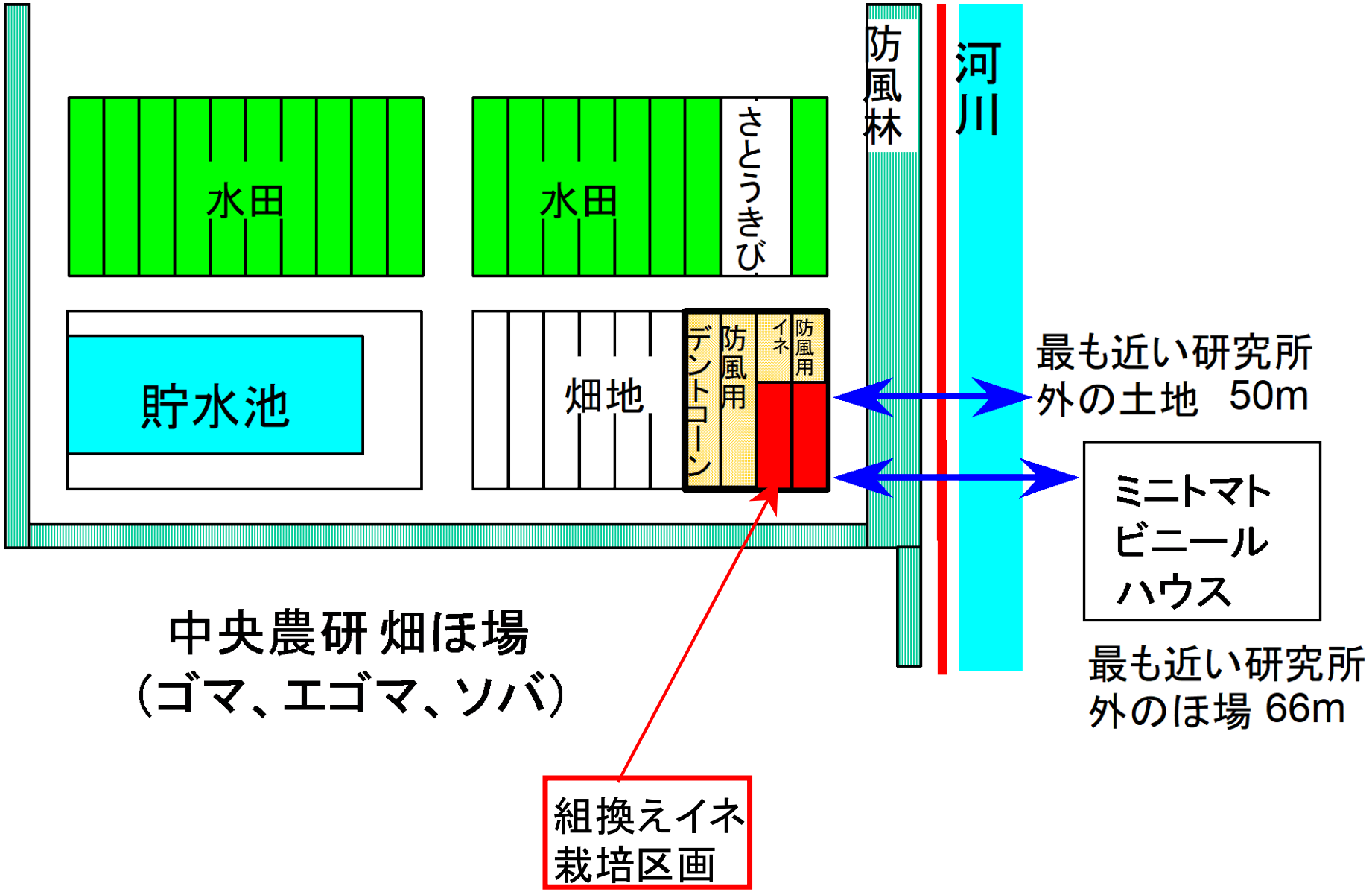
③　植物体地下部は、圃場を冠水状態にすることで腐敗させて処分


大わし地区
復戸交差点
至土浦
354
400
筑波学園病院
常磐自動車道
布袋池
筑波事務所
農林団地中央
バス停
観音台２丁目
農業生物資源研究所
本部地区
農環研地区
至牛久
池の台地区

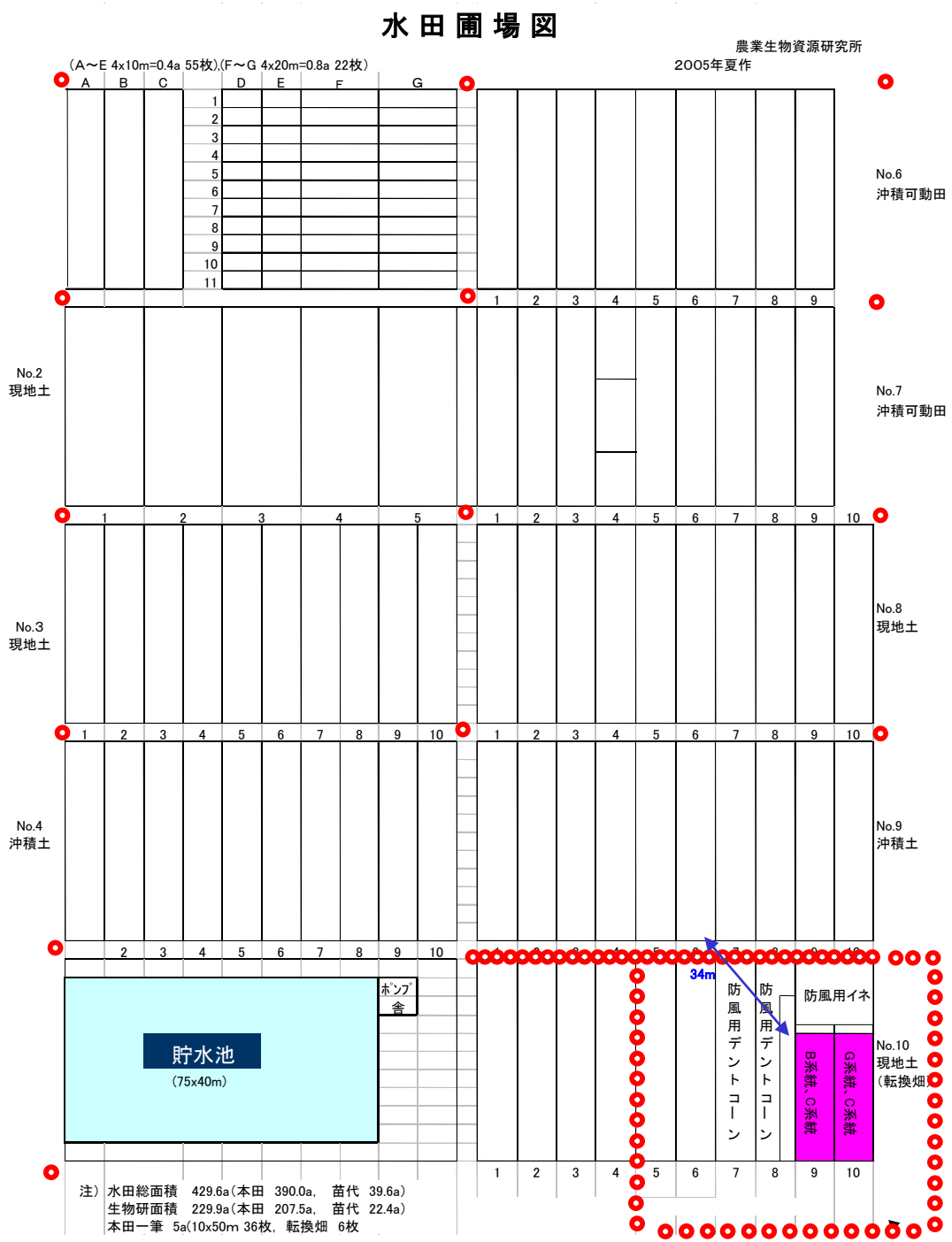
0
250
500m
観音台２
農業生物資源研究所
本部地区
動物衛生研究所
リサーチ
ギャラリー
隔離ほ場
農業・生物系特定
産業技術研究機構
観音台３
グラウンド
C 地区
栽培予定試験ほ場
N

農業生物資源研究所 水田ほ場周辺図

組換えイネ栽培区画周辺図



- 交雑モニタリング用
  モチ米配置予定場所



実験予定

直立葉イネB系統：栽植密度を3段階にして栽培

並区は標準的な栽植密度で、20本/1m^2、
中区は並区の約1.2倍の密度で、24本/1m^2、
高区は並区の1.8倍の密度で、36本/1m^2
（中区の密度は、栽培期間が短くなる寒冷地等で茎数確保のために用いられる程度の栽植密度）

半矮性イネG系統：施肥量を3段階にして栽培

窒素、リン酸、カリについて要素量として
10, 20, 40kg/10aの3水準とする
（一般的には10kg/10a程度の施肥量であるが、多めの施肥量で半矮性イネにおける倒伏耐性等を調べる）

交雑防止措置の内容

（１）収穫後種子を保存する圃場から３４ｍ離れている
（２）一般のイネ圃場から約２５０ｍ離れている
（３）開花時期には防風網を張り、花粉の飛散を防止しする

花粉飛散のモニタリング

ポット植えのマンゲツモチ
個体別に種子を採取

↓

個体毎、全種子について
キセニアの有無を調査。

↙ ↘

キセニア有り → 播種 → PCRで確認

キセニア無し → 終了

↓

花粉飛散の程度

（1）モチ米には、遺伝子組換えに用いた宿主品種「どんとこい」と茨城県では開花時期が同時期となる「まんげつもち」を用いる。

（2）組換えイネと「まんげつもち」が交雑しているかの確認は「まんげつもち」に、実った種子を収穫し、1万粒についてキセニア現象が生じているかを確認する。

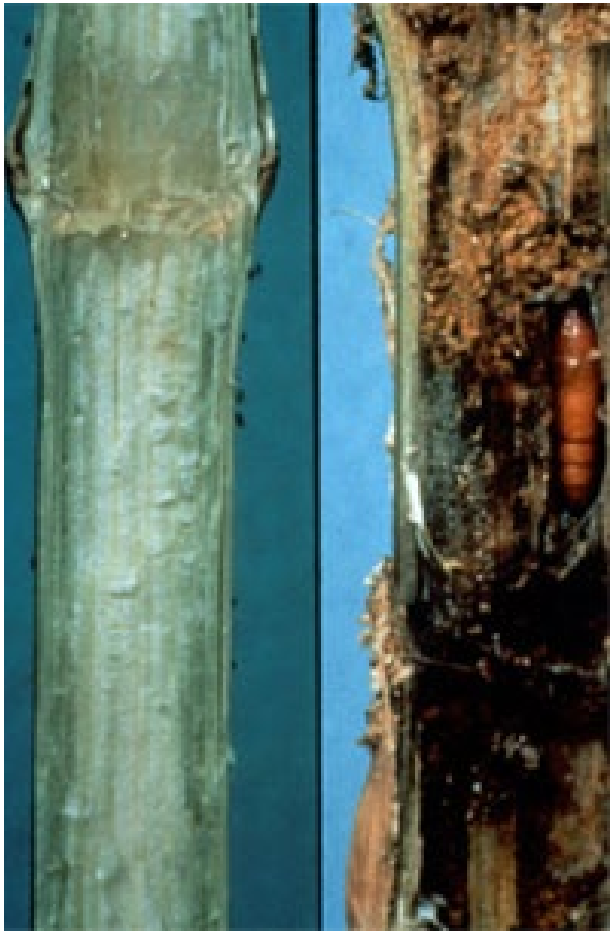
（3）キセニアが見いだされた際には、PCR により組換えイネに導入された遺伝子の検出を行う。

除草剤耐性ダイズ及び害虫抵抗性トウモロコシの展示栽培について

栽培目的:遺伝子組換え農作物として、世界的に最も広く栽培されている除草剤耐性ダイズと害虫抵抗性トウモロコシを展示栽培し、見学者に実際の遺伝子組換え農作物を見てもらうとともに、雑草防除や害虫抵抗性の効果を確認してもらう。

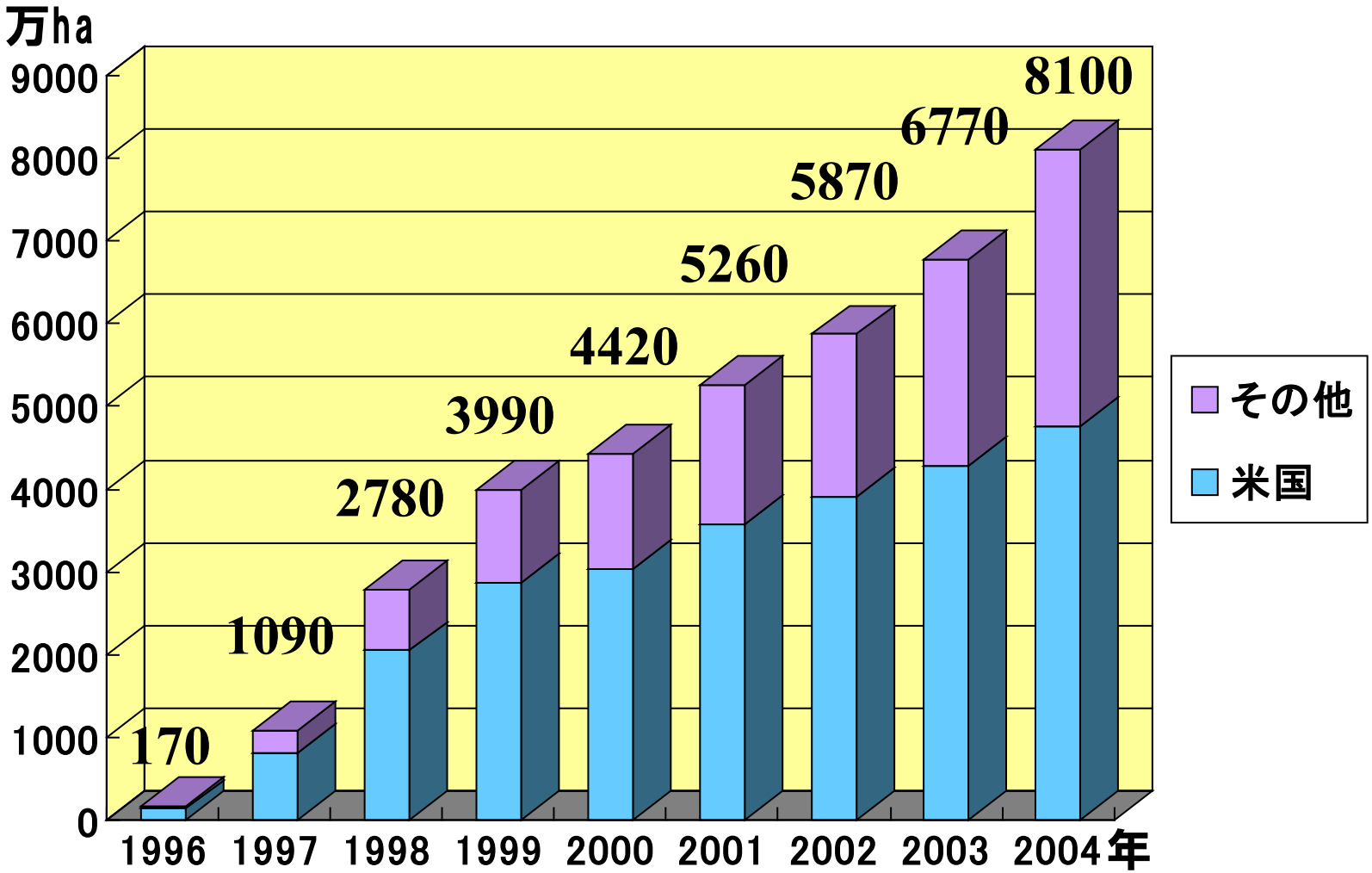
企画調整部　遺伝子組換え研究推進室長
田部井豊

除草剤耐性ダイズの効果
左：除草剤無散布区
右：除草剤散布区



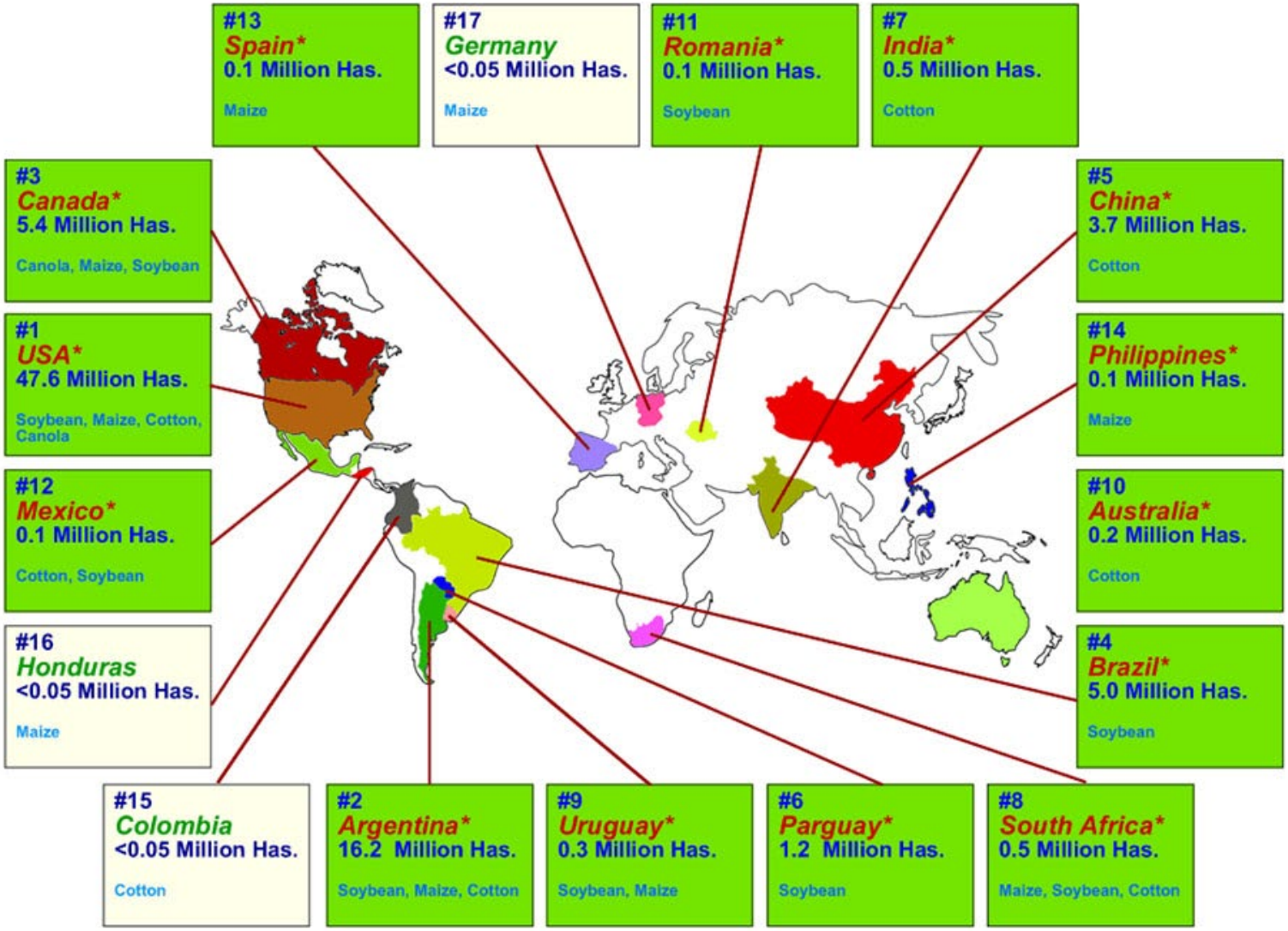
左：組換えトウモロコシ
右：非組換えトウモロコシ

世界のＧＭ作物栽培面積の推移



James 2004

組換え農作物を商業栽培している国（2004年）

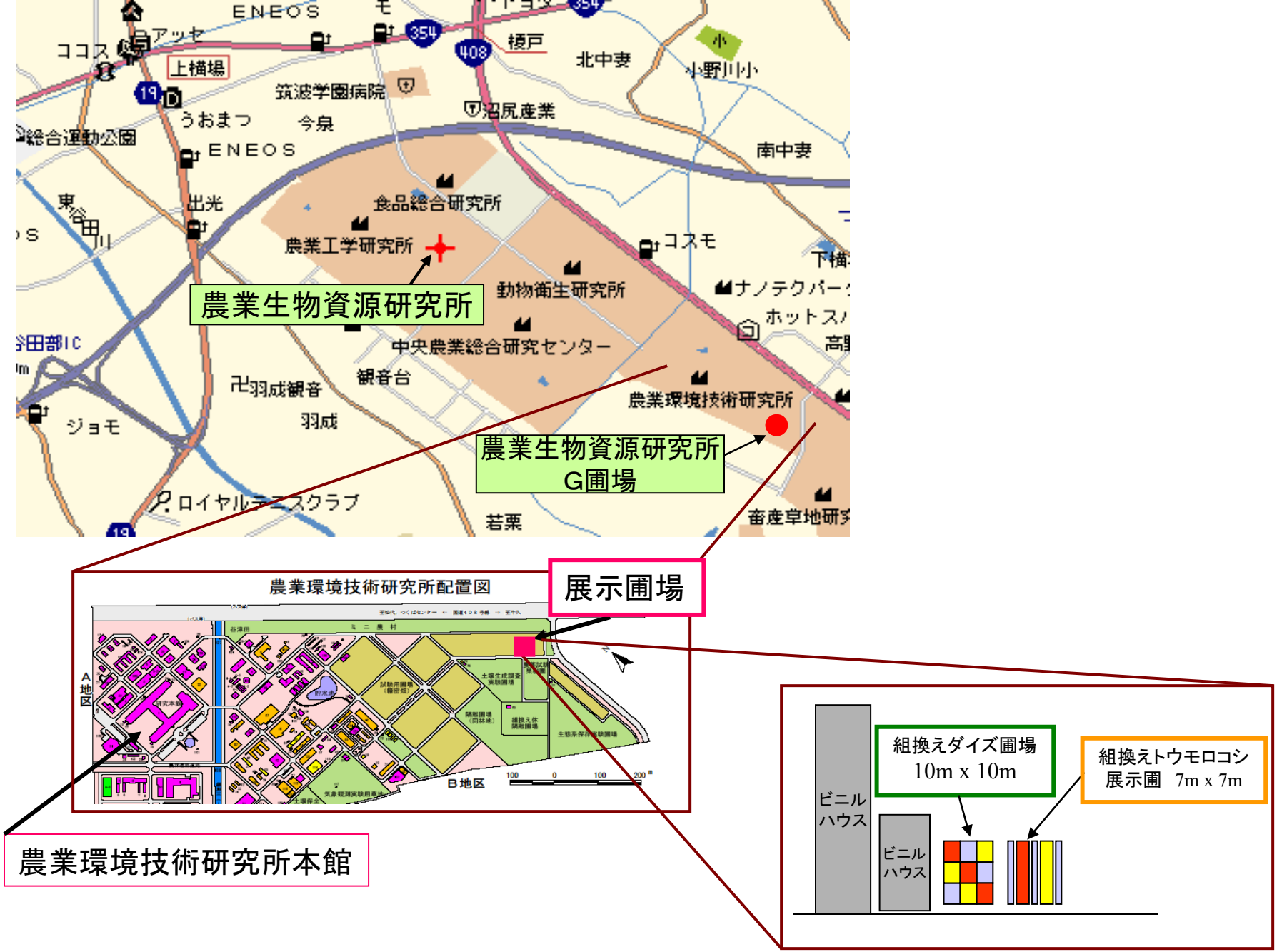


Source: Clive James, 2004

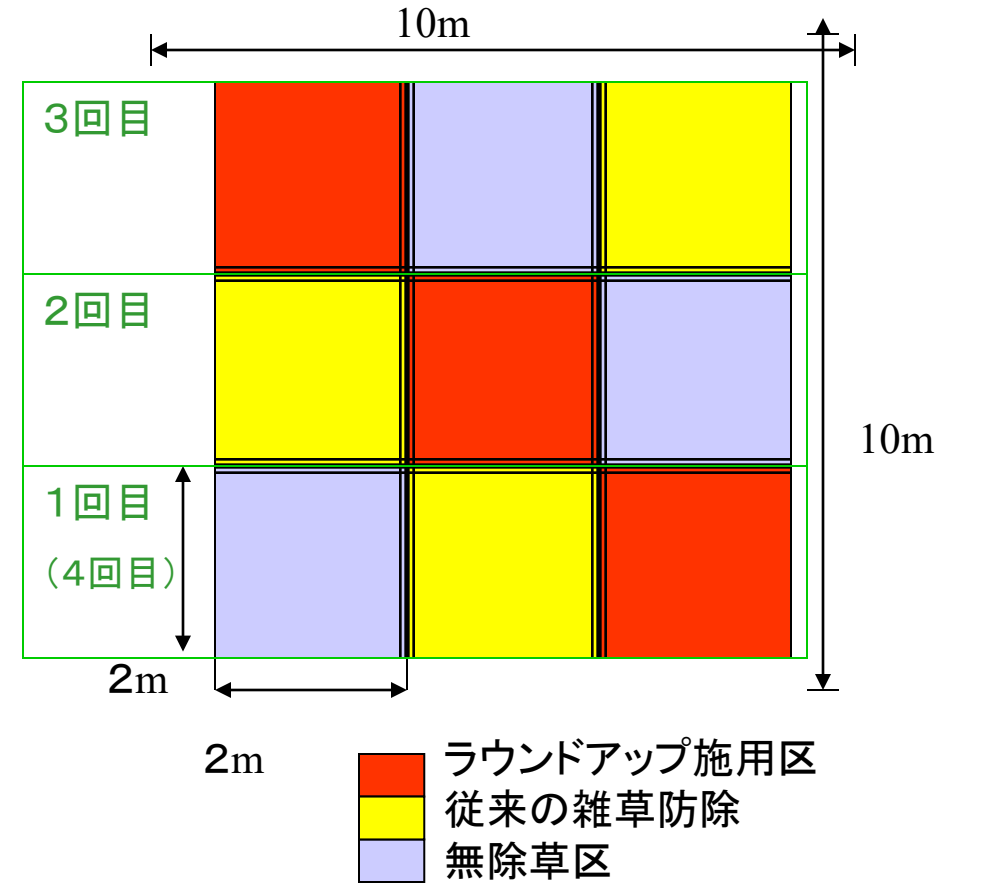
商業栽培に利用されている
組換え農作物の作物名と特性（2004年）

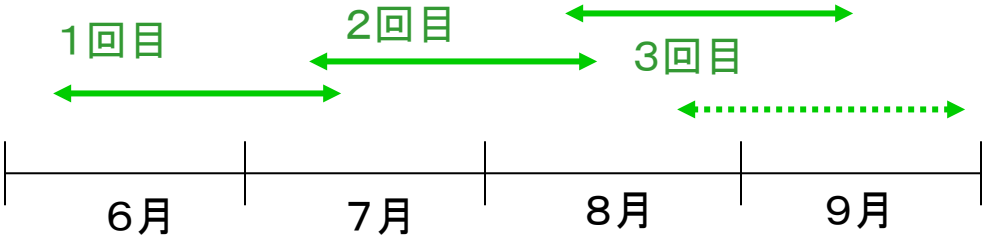
	（百万ha）	（全体に占める割合）
除草剤耐性ダイズ	48．4	60 ％
害虫抵抗性トウモロコシ	11．2	14 ％
害虫抵抗性ワタ	4．5	6 ％
除草剤耐性トウモロコシ	4．3	5 ％
除草剤耐性カノーラ（ナタネ）	4．3	5 ％
害虫抵抗性/除草剤耐性トウモロコシ	3．8	4 ％
害虫抵抗性/除草剤耐性ワタ	3．0	4 ％
除草剤耐性ワタ	1．5	2 ％
合　計	81．0	100 ％

Source: Clive James, 2004


農業生物資源研究所
農業生物資源研究所
G圃場
展示圃場
農業環境技術研究所配置図
農業環境技術研究所本館
A地区
B地区
ビニルハウス
ビニルハウス
組換えダイズ圃場
10m x 10m
組換えトウモロコシ
展示圃　7m x 7m
食品総合研究所
農業工学研究所
動物衛生研究所
中央農業総合研究センター
農業環境技術研究所
筑波学園病院
総合運動公園
上横場
ロイヤルテニスクラブ

遺伝子組換えダイズ展示圃場





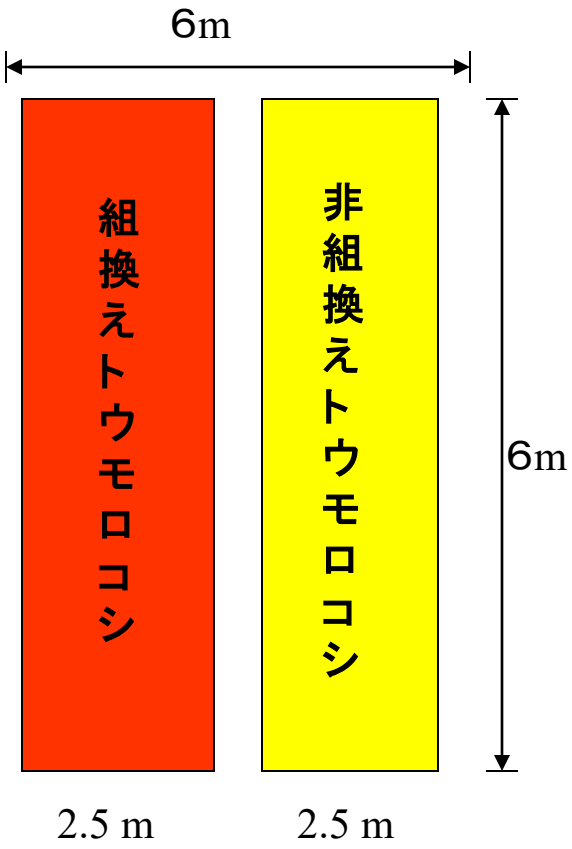
６月上旬　播種
（その後3-4回種まき）
９月　栽培終了

供試系統
除草剤耐性えダイズ（系統名：40-3-2 ）の派生系統「 AG3701 」

●無除草区
●従来雑草防除区
土壌処理剤、中耕除草
●ラウンドアップ施用区

●開花前に植物体を引き抜き焼却処分
●地下部は鋤込み

遺伝子組換えトウモロコシ展示圃場



６月上旬　播種　～　９月　栽培終了

品種　組換えトウモロコシMON810由「YGCB」
　　非組換えトウモロコシ（スィートコーン）

栽培方法：慣行法で行うが、殺虫剤は無散布

- 開花前に除雄し、栽培終了後は植物体を引き抜き焼却処分
- 地下部は鋤込み
- 害虫抵抗性トウモロコシで結実が確認された場合、その種子が圃場外にこぼれ落ちないように袋詰めなどを行い、焼却炉などへ移動し処分

スギ花粉症予防効果ペプチド含有イネの隔離圃場栽培試験

新生物資源創出研究グループ
遺伝子操作研究チーム長
高岩　文雄

開発の目的

2000万人以上（平成12年度調査）いるスギ花粉症患者の症状緩和やスギ花粉症予備軍（5～6割）の発症予防

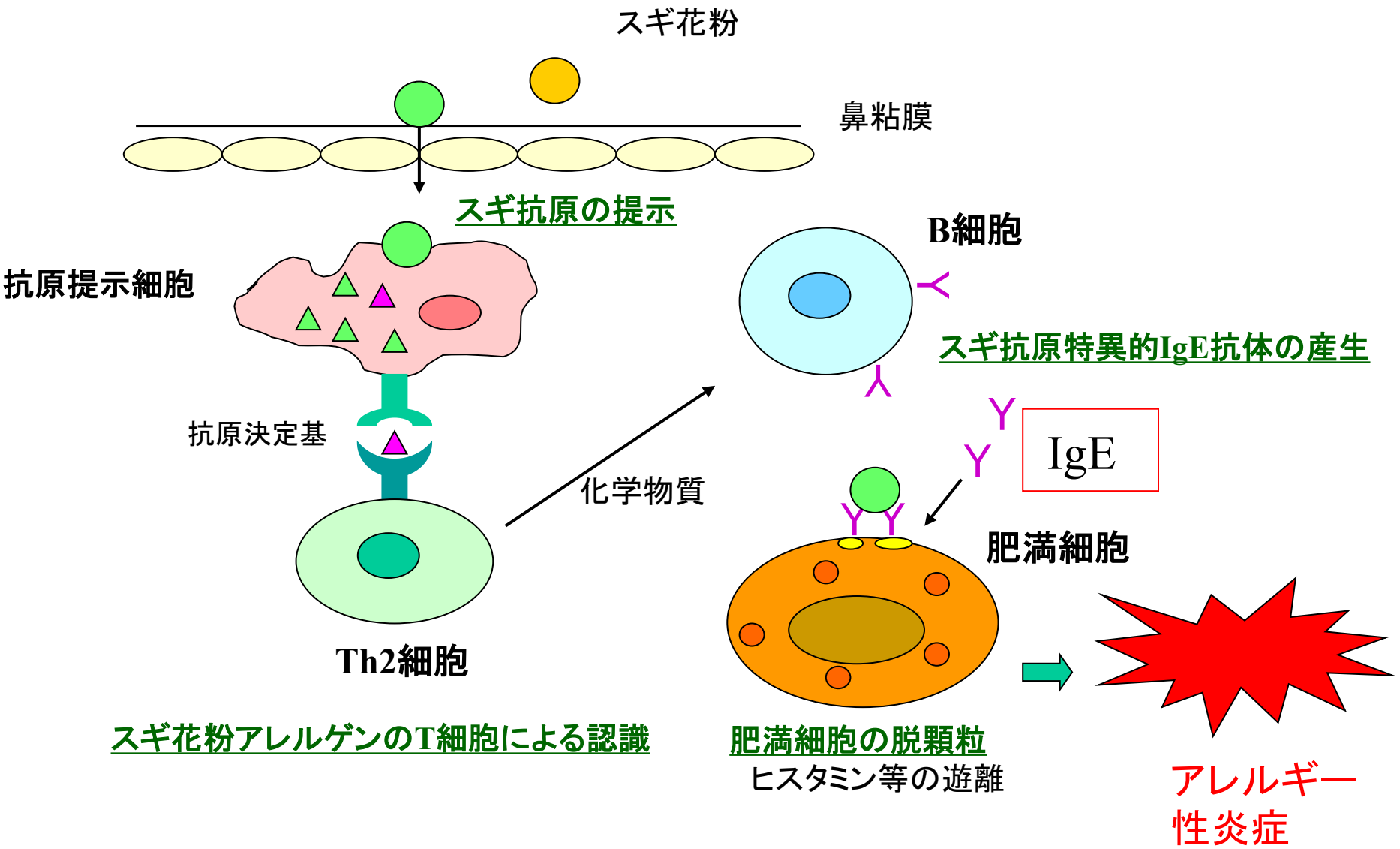
↓

生活の質（QOL）の改善
医療費削減に貢献(約2800億円／2～3ヶ月）

どのような遺伝子を導入したの？

スギ花粉症特異的な免疫反応を抑制するペプチド（7crp）をお米に蓄積させて、お米を食べることでスギ花粉症を緩和したり、発症を予防する。

スギ花粉症発症のしくみ



スギ花粉症の治療法

現在

抗アレルギー薬、局所性ステロイド薬等の対処療法が中心

減感作療法（唯一の根治的治療法）

アレルゲン（抗原）そのものを注射

問題点

①治療期間が長い（治療に2～3年）。

②アナフィラキシーショックなどの副作用あり。

将来

次世代型の抗原特異的治療法

免疫反応抑制ペプチド（抗原の一部分を用いる）を投与

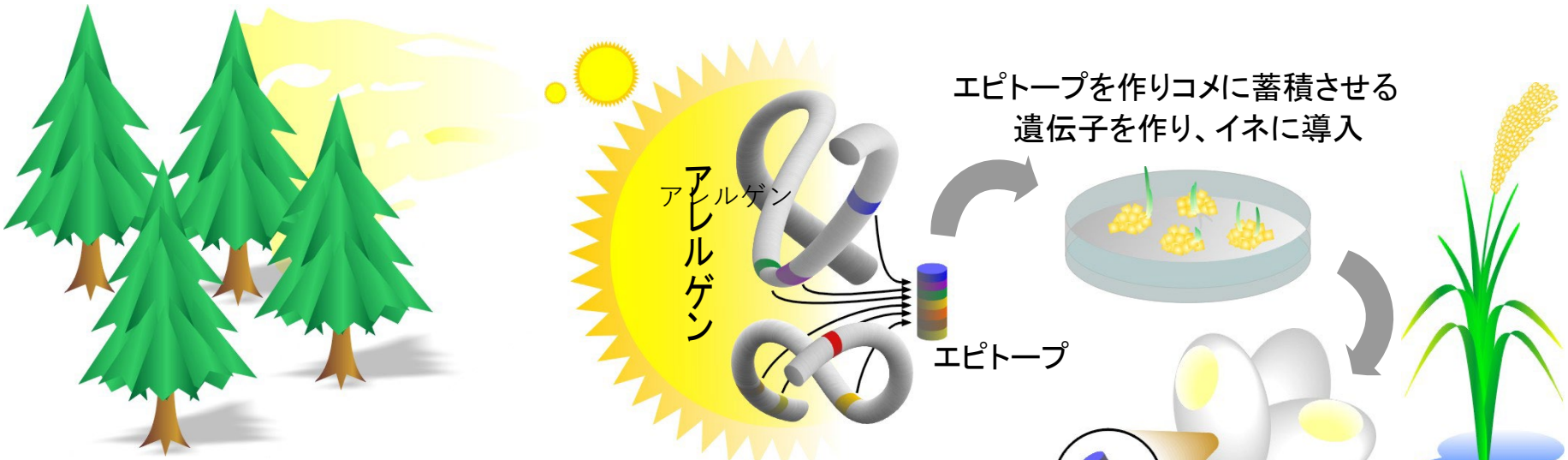
利点

①アレルギー反応がおきず、副作用もない。

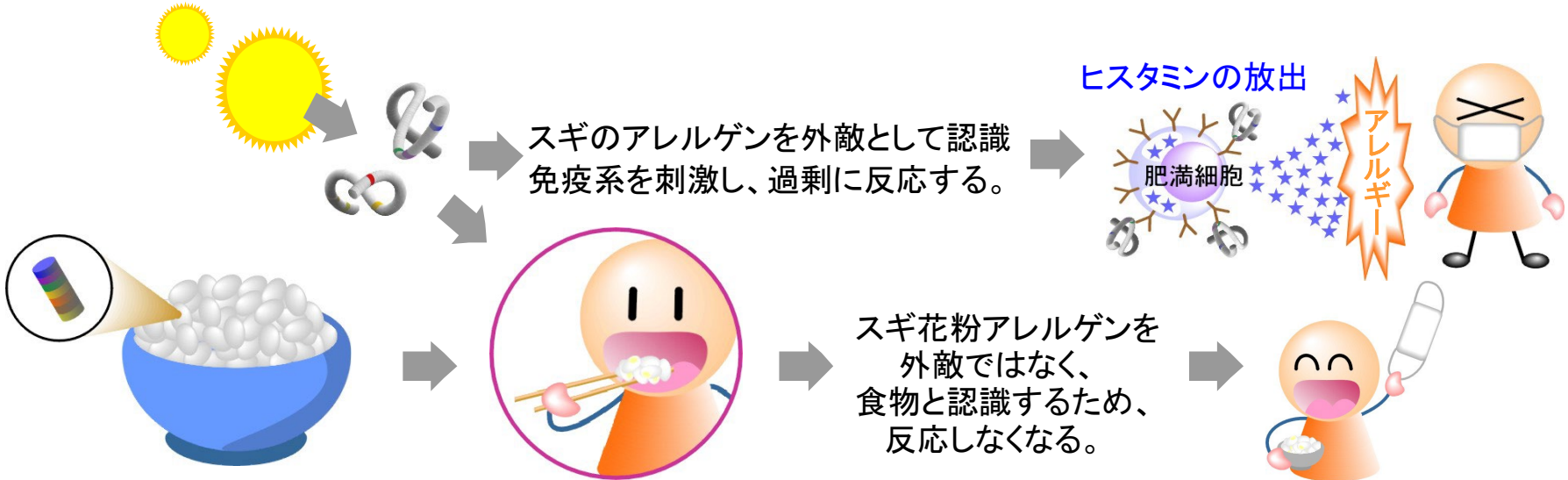
②大量投与できることから、短期間で効果があらわれる。

花粉症緩和米はこの治療法を応用

花粉症発症メカニズムと花粉症緩和米により期待される症状の緩和



スギ花粉症の主要なアレルゲンのエピトープ（アレルゲン性に関わる部分）だけを集めた短いタンパク質（7crp）を設計

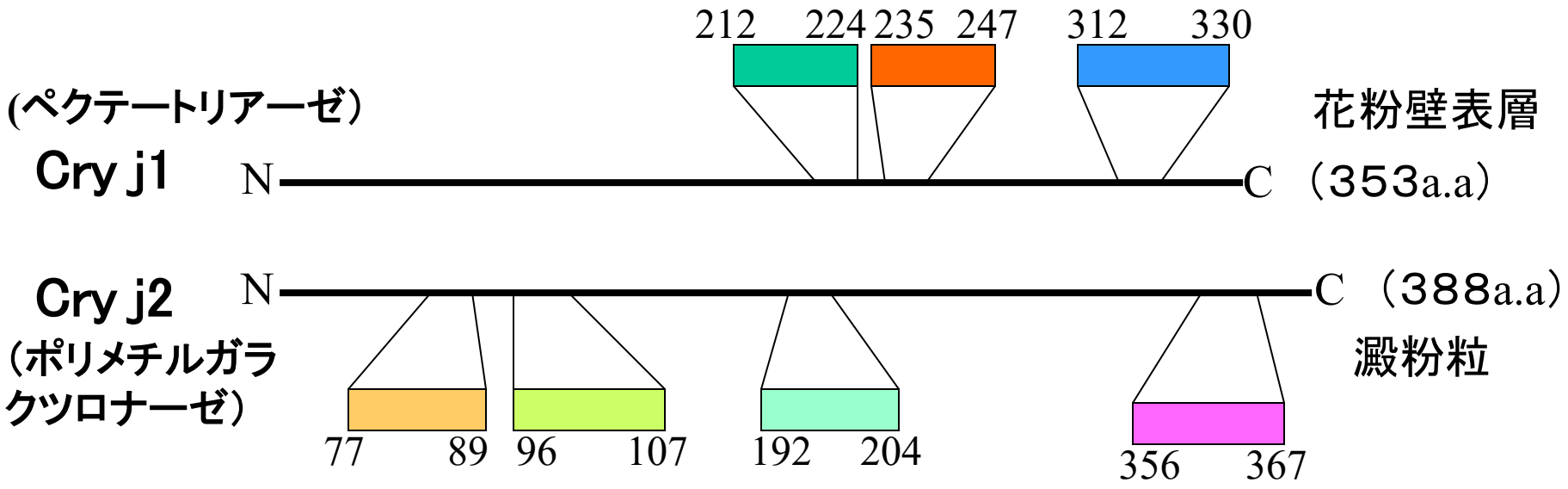


１日あたり一合ずつ
数週間食べると

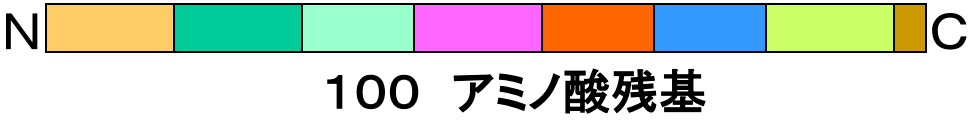
エピトープを摂取することにより
免疫寛容が引き起こされる。

アレルギー反応が起きない。

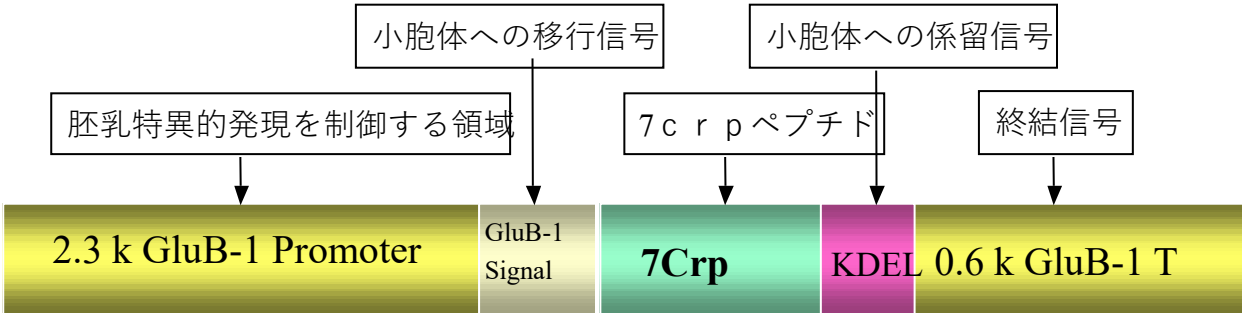
スギアレルゲンCry j1およびCry j2のヒトT細胞エピトープ



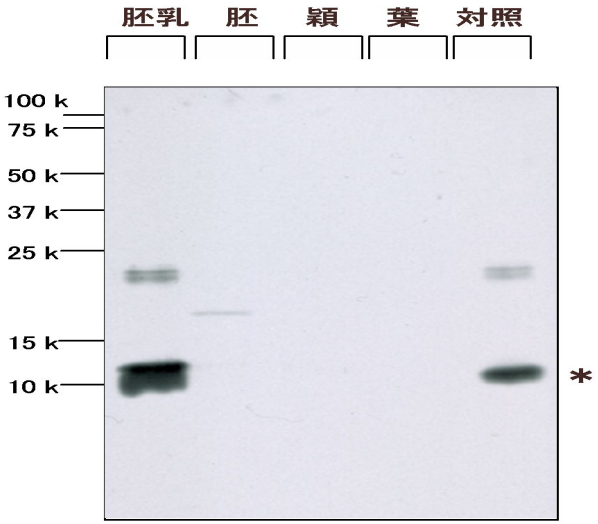
7crp(ヒト7連続T細胞エピトープペプチド)



目的とするペプチドをお米だけに蓄積させる技術を開発



形質転換体に導入した遺伝子の構成



非形質転換体

形質転換体＃１０

目的とする7crpペプチドを胚乳だけで発現

7crpペプチドの含むお米を食べて、どうしてスギ花粉症は緩和されたり、予防できるのか？

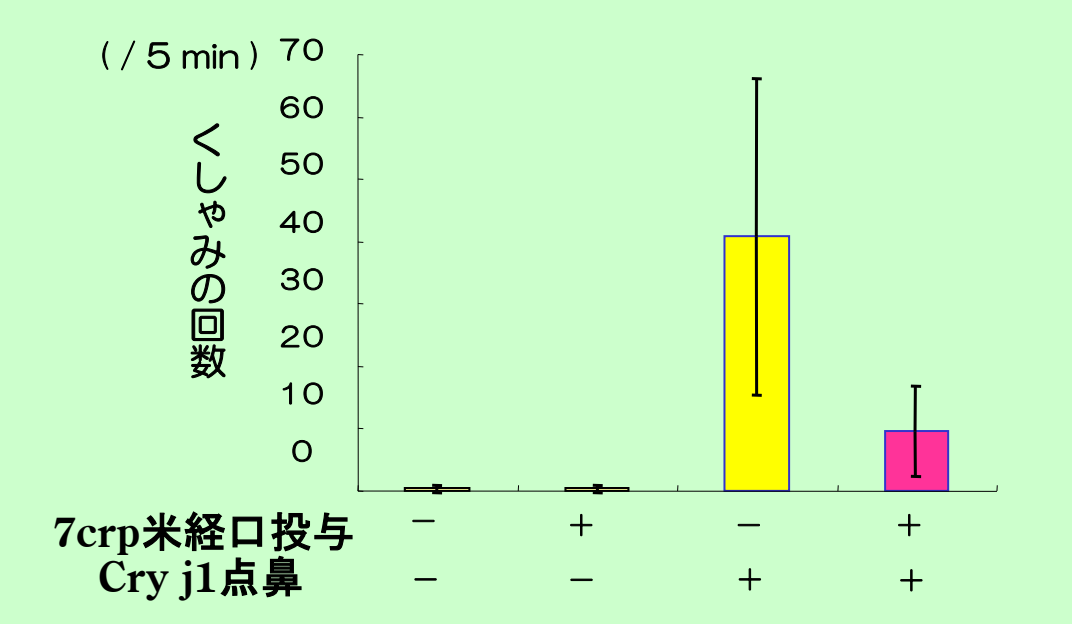
1. 腸管に多数存在する免疫応答細胞
   テニスコート1面半分。（胸腺、脾臓、リンパ節の他）

2. 経口免疫寛容の利用
   毎日食べている食物に対して、アレルギー反応が起きないという現象を利用する。 7crpを食べることで、抗原特異的T細胞の反応性を失わせ、スギ花粉抗原に対しても、異物と感じなくさせることができる。

3. 食べたら消化管酵素で分解されてしまう可能性
   大部分は分解・消化されるが、残存したものは粘膜免疫反応を誘導する。

4. 炊飯に対する安定性
   熱耐性で、炊飯による免疫反応性は変化しない。

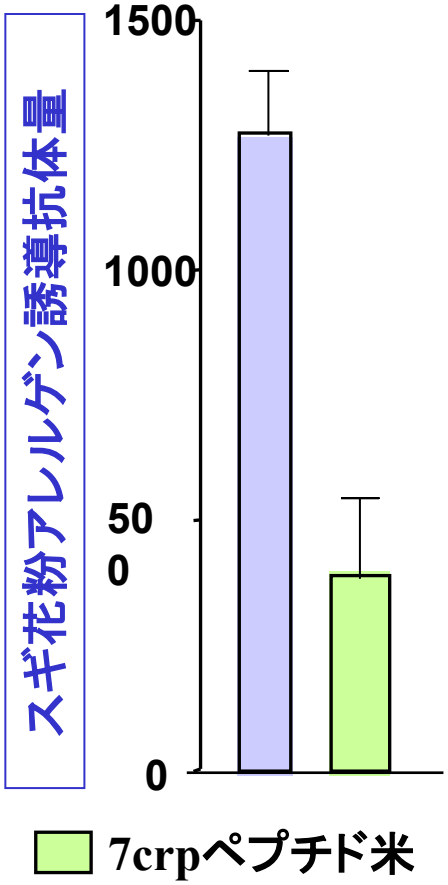
7crpペプチド米の給餌実験によるスギ花粉症の予防効果



スギ花粉アレルゲンを点鼻

7crp米の食餌

4週間　3週間



隔離圃場試験の目的

1. イネを自然条件下で栽培し、生物多様性への影響評価（環境安全性評価）
   品質、収量性、有害物質の生産性に関する調査
   越冬性試験
   昆虫相の調査、摂食・吸汁昆虫への影響調査

2. 倫理委員会の認可を得るための安全性評価試験の材料確保（サル、ラット、マウスを用いて急性、慢性毒性試験、生殖試験、変異原性試験、抗原性試験等を行うための材料確保）

交雑（花粉飛散）防止措置

1. 研究所内の試験栽培イネから約50m離れている。
   研究所外の最も近い圃場からは約750m離れている。

2. 野鳥等の食害を防止するため、圃場を防鳥網で囲む。

3. 圃場のフェンス周りに、同熟期のモチ品種をポット栽培し、
   試験圃場外に組換えイネの花粉が飛散していないことを
   確認する。

4. 搬出する際には、こぼれ落ちないように密閉容器に入れ持
   ち出すとともに、種子貯蔵庫に保管する。

5. 播種用種子以外については、隔離圃場内で脱穀、精米し、
   食品安全性試験に供試する。