

野菜におけるDNAマーカー利用技術の開発 と利用

**農研機構野菜花き研究部門
安濃野菜研究監
松元 哲**

- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

- ・効率的育種選抜技術

4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化

- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

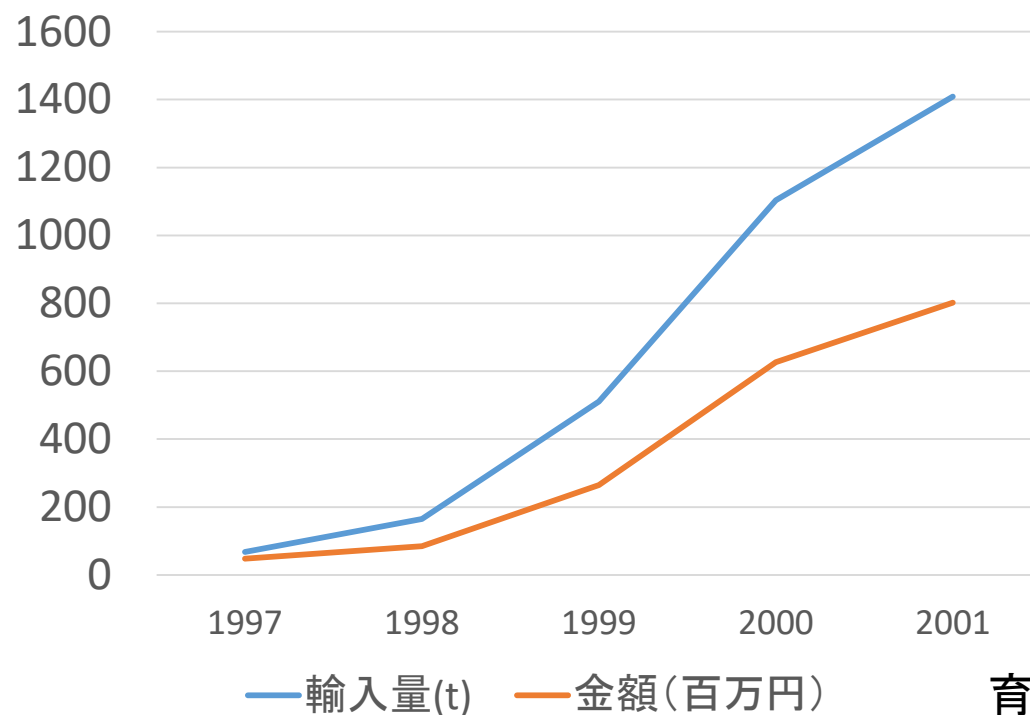
- ・効率的育種選抜技術

4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化



- **1996 年 品種登録**
- とよのか × アイベリー
- 野菜・茶業試験場(久留米)育成
- 高収量
- 高ビタミンC含量
- 固い果実
- 日本国以外では、使用許諾を出していない。

韓国で「さちのか」を栽培したいので、許諾を出して欲しいと
野菜茶業試験場に打診→拒否
韓国では日本のイチゴ品種が栽培されていた。



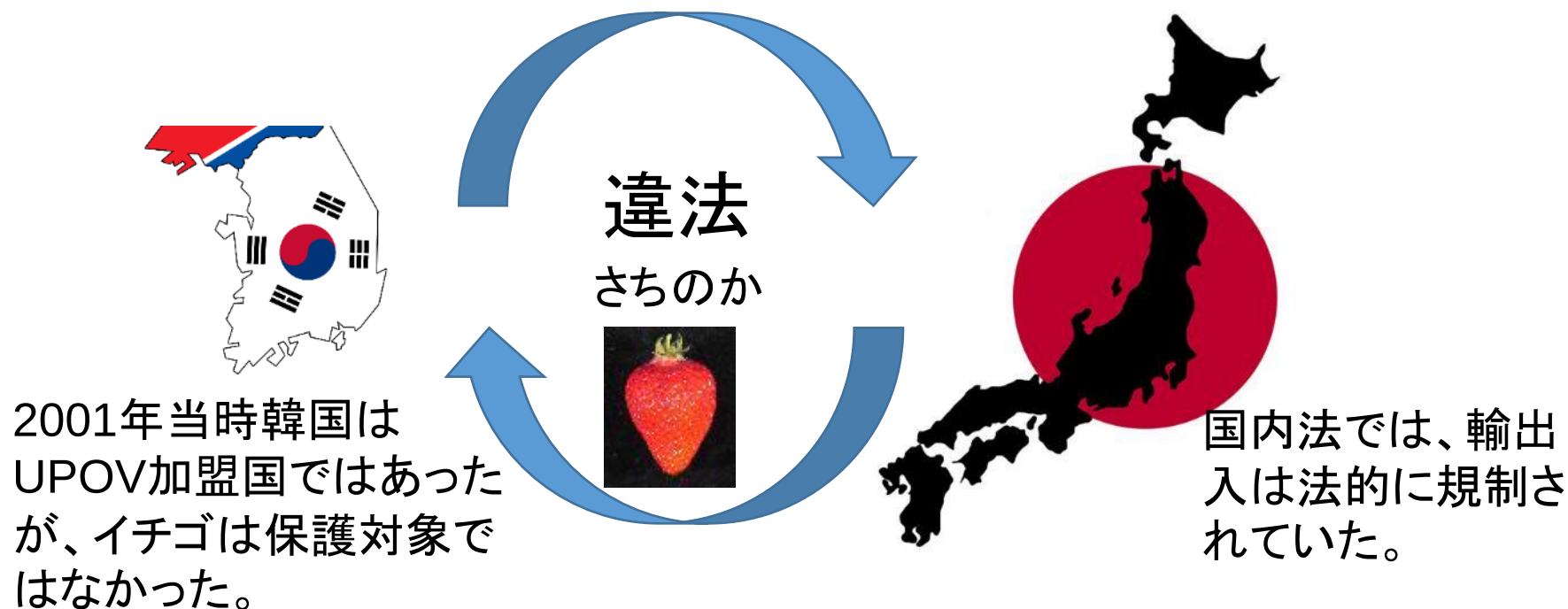
レッドパール

育成者：西田朝美氏

一部の業者に許諾をして合法的に日本への輸入は可能であった。

当時の韓国で最も栽培されていた品種

UPOV (International **U**nion for the **P**rotection on New **V**arieties of Plants)



- 関税定率法の改正（育成者権を侵害する物品の輸入禁制品への追加）
- 種苗法の改正（罰則の強化）

2003 Nonsan Strawberry Festival

논산 딸기 축제

論山草莓節

2003.4.12(토)~4.13(일)



とちおとめ

さちのか

章姫

レッドパール



2003年韓国論山イチゴ祭り





- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

- ・効率的育種選抜技術

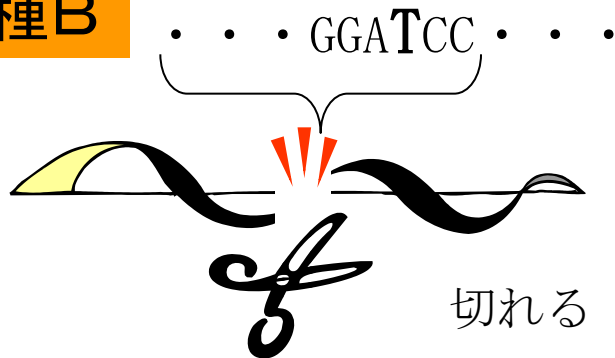
4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化

■ 制限酵素による DNA切断

品種A

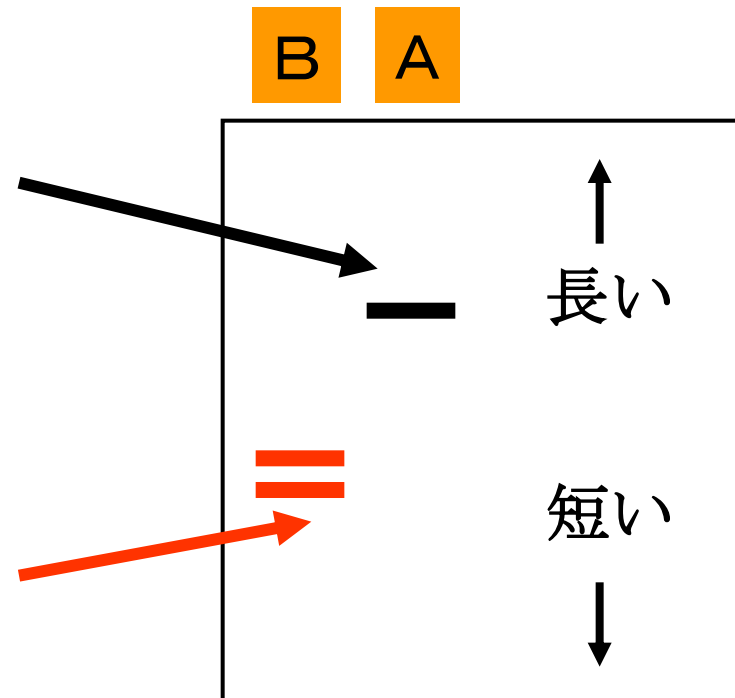


品種B

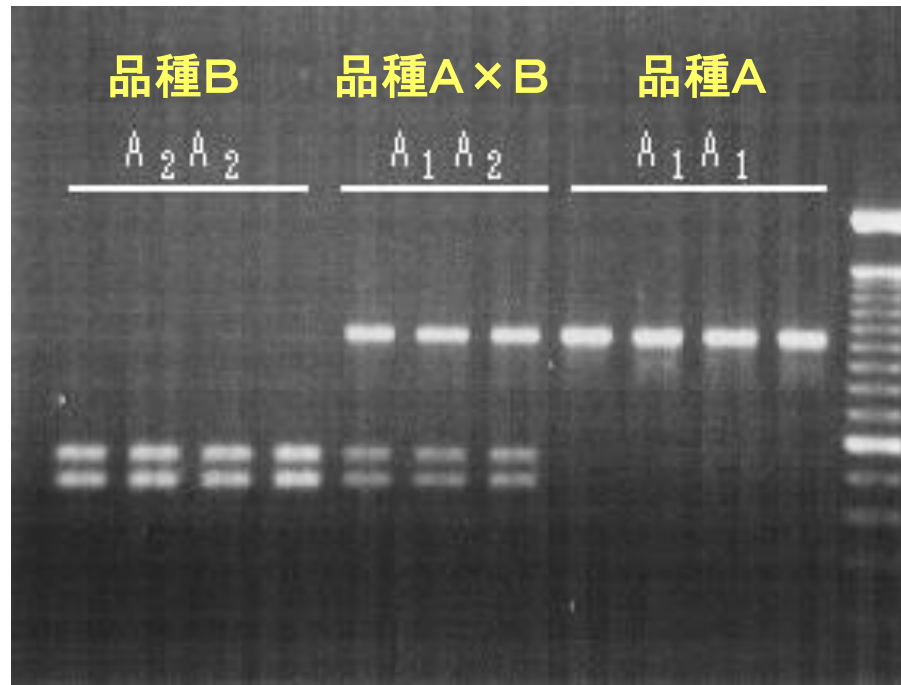


「GGATCC」用制限酵素

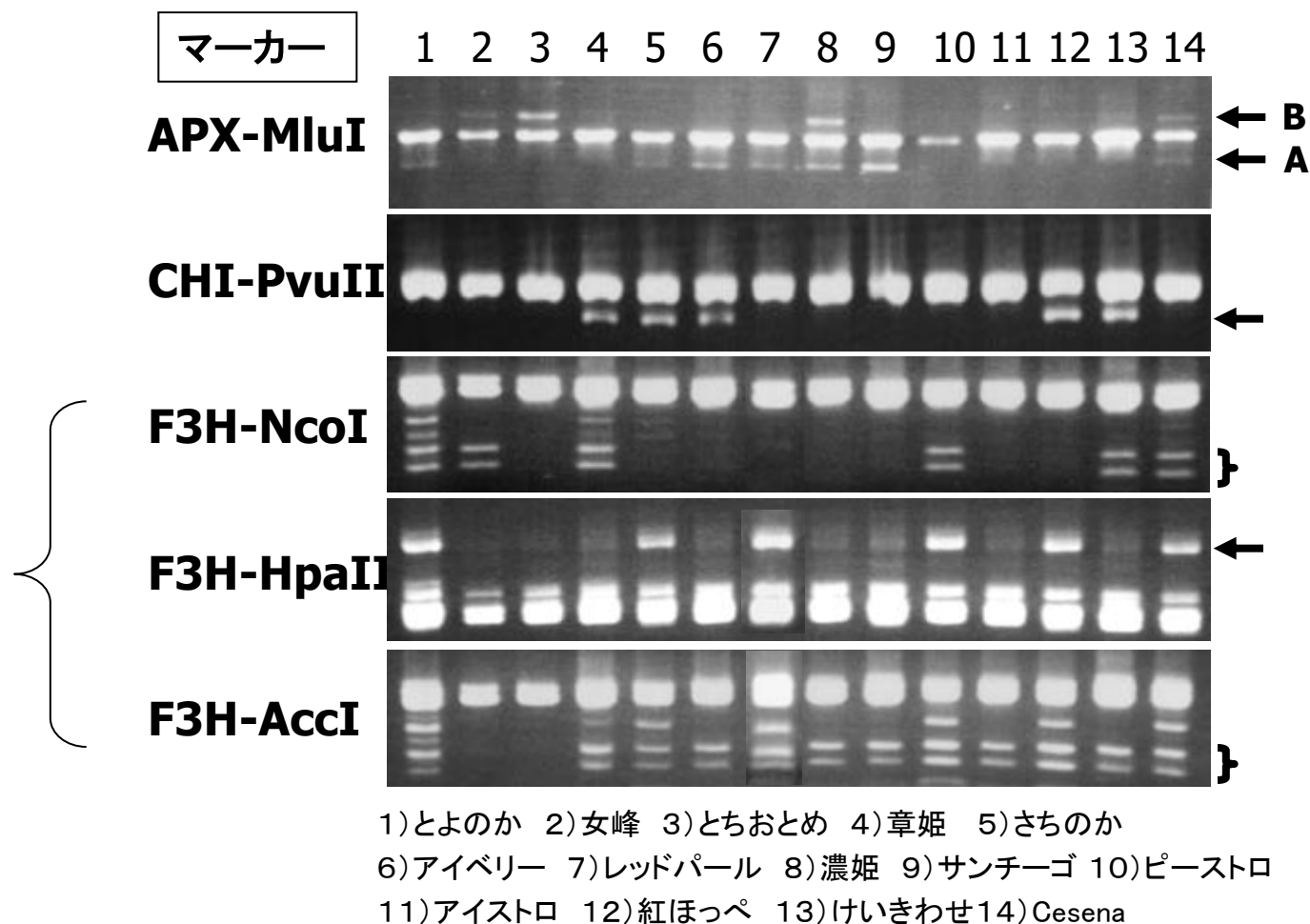
■ 電気泳動法による 多型の検出



制限酵素処理をしなければならぬ
点で煩雑ではあったが、操作性、信
頼性の点で評価された。



DFRイントロン3のPCR産物を制限酵素 *Hind* III で消化後の電気泳動パターン



34個の遺伝子から26種のマーカーを作成

プレスリリース

平成14年 7月26日

独立行政法人 農業技術研究機構

野菜茶業研究所

DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別技術の開発

1. 背景

近年、食品の虚偽表示問題のほか、輸入品を含めて、育成者権が侵害されて新品種が栽培・販売されるという事例が見受けられ問題となっています。特に品種名が商品価格に反映されるイチゴは、これまでの「とよのか」「女峰」の二大品種並立の時代から、「さちのか」「とちおとめ」等新しい品種へ移行しており、全国のイチゴ産地では、それぞれ有望な新品種を導入して、ブランド化・差別化を進めているところであることから、育成者権の侵害等は、産地に重大な被害を及ぼすことが予想されます。イチゴの品種判別を見た目で行うのは困難であることから、現状では、流通段階において育成者権の侵害等を摘発することは困難であるが、これを判定する技術として、農業技術研究機構野菜茶業研究所（園芸研究担当中村浩理事、三重県安芸郡安濃町）では、DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別技術を開発しました。

2. 成果の内容・特徴

1) 品種識別 DNA マーカーの開発

- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

- ・効率的育種選抜技術

4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化

輸入生鮮イチゴ全国調査

韓国産イチゴ品種識別結果（H15-1）

1. 購入日：平成15年1月18日
2. 購入者：
3. 購入場所：

4. 商品の詳細

1) ふたなし透明イチゴパック入りイチゴ（写真1）

1パック 298 円、20 果実入り（写真2）。パックおよび売り場に品種名表示のイチゴ売り出しコーナーは、商品搬送用段ボール箱を床から重ねて設置し、ここにイチゴパックが多数に積み上げられ、「韓国産イチゴ」と表示されていた。透明イチゴパックは標準型で、ふたがなく、イチゴ果実の上から Strawberry 印刷された透明フィルムで覆われていた。



2) ふたつき透明丸型トレイ入りイチゴ（写真3）

1トレイ 198 円、4 果実入り（写真4）、トレイの自体に品種名表示のラベルが貼付されていた。ショーケースの果物コーナー（カットフルーツなどの売り場）の一部に設置されていた。トレイ数は少量。ショーケースの商品名に「韓国産 女峰」と表示されていた。トレイふたの中央に「STRAWBERRY FROM KOREA」と書いた半円形ラベルが貼附されていた。





色あざやかに 甘味有.

韓国産.

苺(女峰種).

1127

298

円

香川産

つみえいち

78

1127

韓国産(女峰種)と表示され販売されていたイチゴ ↓



分析結果

韓国産(女峰種)と表示され
販売されていたイチゴ ↓

果実番号	APX-MluI	CHI-PvuII	F3H-NcoI	F3H-HpaII	F3H-AccI	識別された品種名
1	B	C	-	E	F	さちのか
2	B	C	-	E	F	さちのか
3	B	C	-	E	F	さちのか
4	B	C	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	B	A	-	E	F	レッドパール
6	B	A	-	E	F	レッドパール
7	B	C	-	E	F	さちのか
8	B	C	-	E	F	さちのか
9	B	C	-	E	F	さちのか
10	B	C	-	E	F	さちのか
11	B	A	-	E	F	レッドパール
12	B	C	-	E	F	さちのか
		C	-	E	F	さちのか
		A	-	E	F	レッドパール
		C	-	E	F	さちのか
		A	-	E	F	レッドパール
		A	-	E	F	レッドパール

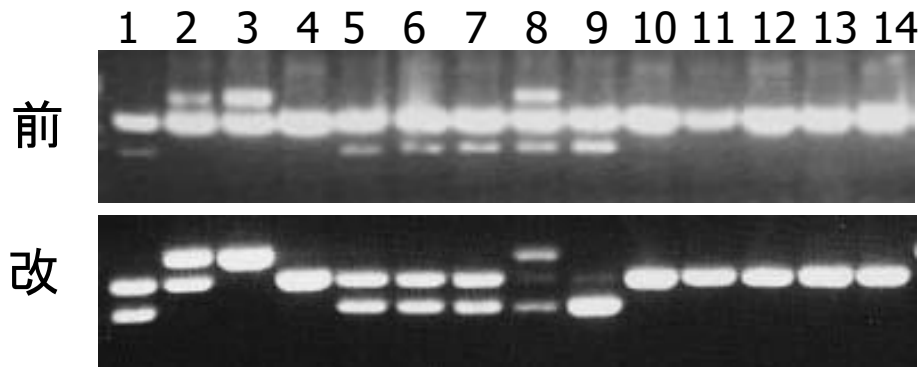


「韓国産女峰」は・・・

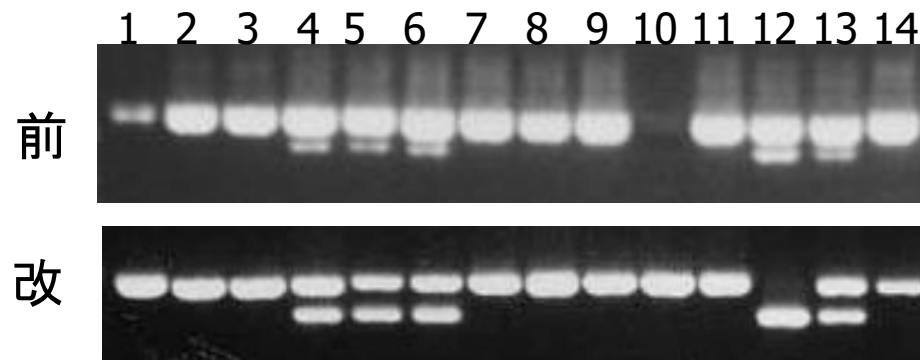


「さちのか」と「レッドパール」の混合
販売していた量販店に警告
(機構本部)

APX-Mlu I



CHI-Pvu II



メリット

- 多型が明瞭で誤判定しにくい
- 識別能力の向上
(ホモとヘテロの識別可能)

留意点

- PCRの際のアニーリング温度
- Taqポリメラーゼの種類

DNA品種識別技術の開発の現状 農研機構

少なくとも1品種がたまたま品種Vと同じマーカー型を示す確率(P_1)

品種数(n) : 200

品種同定理論 鵜飼(2005)

P_1 : 1/1000 以下

	マーカー名																			
品種名	DFR - HhaI	APX - MluI	CHI- PvuII	F3H- NcoI(N)	F3H- EarI(N)	F3H2- HpaII(N)	F3H2- DdeI(N)	F3H3- AccI(N)	CTI1 - HinfI	MSR - AluI	PGP - AccI(N)	PGP - RsaI(N)	PGP 2- RsaI	APX 2- DraI	APX 3- DraI(N)	APX 4- TaqI(N)		n	q	P1
けいきわせ	0.56	0.37	0.40	0.43	0.66	0.39	0.29	0.51	0.43	0.60	0.34	0.39	0.30	0.47	0.34	0.47	1.0E-06	200	0.9997944	0.0002055639
はるよい	0.44	0.23	0.51	0.43	0.34	0.47	0.71	0.49	0.57	0.60	0.49	0.39	0.70	0.47	0.47	0.47	5.9E-06	200	0.9988298	0.0011702454
cv. X(最頻度)	0.56	0.37	0.51	0.43	0.66	0.47	0.71	0.51	0.57	0.60	0.49	0.51	0.70	0.47	0.47	0.47	3.2E-05	200	0.993544	0.0064564881
サンチーゴ	0.56	0.01	0.51	0.43	0.66	0.47	0.29	0.49	0.57	0.36	0.49	0.51	0.70	0.47	0.47	0.47	2.9E-07	200	0.999943	0.0000571624
福岡S6	0.56	0.09	0.51	0.29	0.34	0.47	0.71	0.49	0.43	0.04	0.18	0.39	0.30	0.47	0.47	0.47	1.5E-08	200	0.999997	0.0000030747
さちのか	0.56	0.23	0.40	0.43	0.34	0.47	0.71	0.49	0.57	0.36	0.49	0.39	0.30	0.47	0.47	0.47	1.5E-06	200	0.999708	0.0002922397
さつまおとめ	0.56	0.23	0.51	0.43	0.34	0.39	0.71	0.51	0.43	0.36	0.49	0.39	0.70	0.47	0.47	0.47	2.8E-06	200	0.999430	0.0005695543
とちおとめ	0.56	0.09	0.51	0.29	0.66	0.47	0.71	0.51	0.43	0.36	0.18	0.10	0.30	0.34	0.34	0.34	2.6E-08	200	0.999995	0.0000051857
章姫	0.56	0.37	0.40	0.43	0.66	0.39	0.71	0.51	0.43	0.60	0.34	0.39	0.70	0.47	0.34	0.47	5.9E-06	200	0.998825	0.0011745738

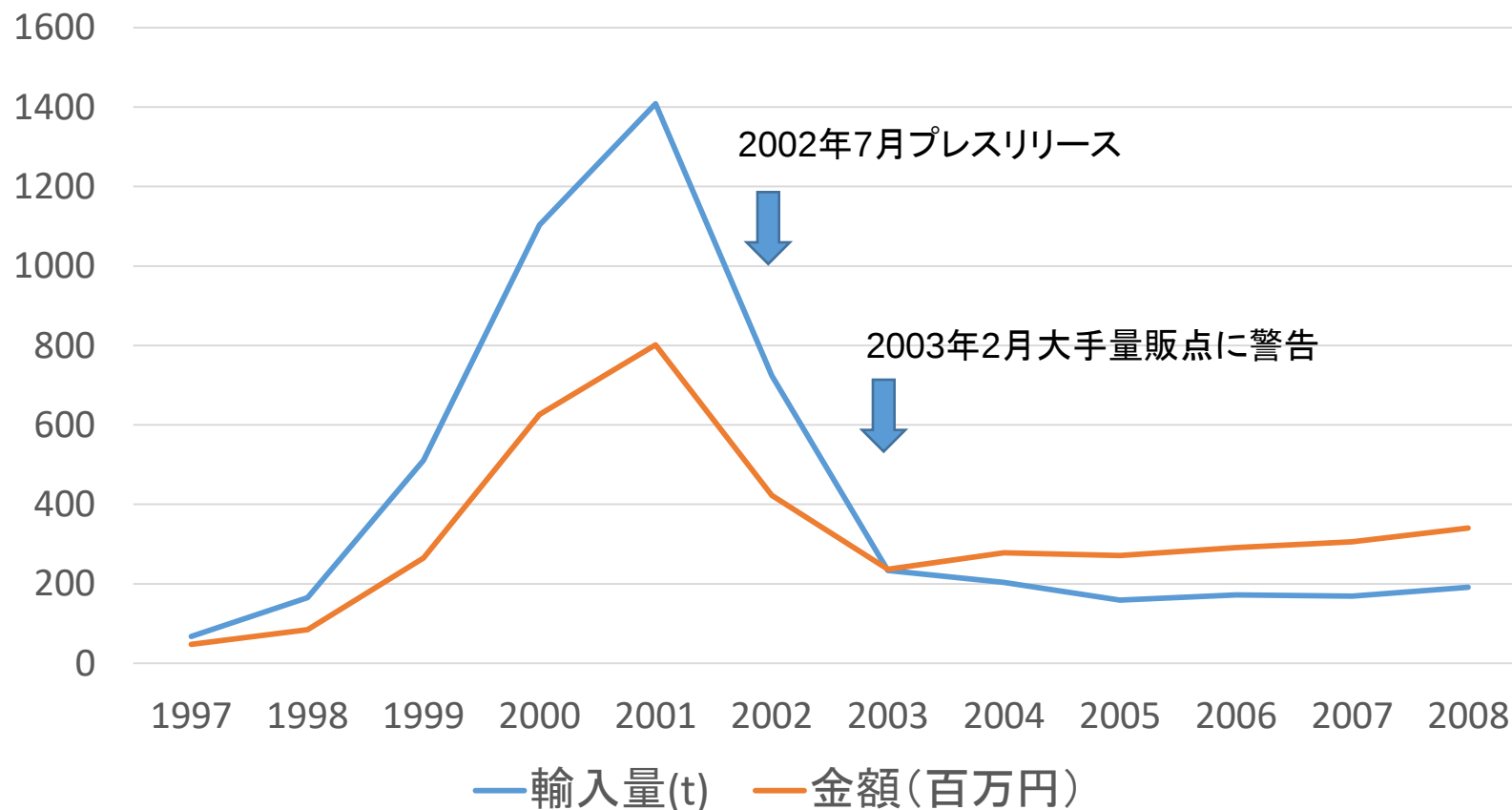
16個のマーカーを用いることにより、上記の条件をクリアできる

品種名	P_1
けいきわせ	0.2/1,000
はるよい	1.1/1,000
計算上の最頻度マーカー保持品種	6.4/1,000
さちのか	0.3/1,000
福岡S6(あまおう)	3/1,000,000

P_1 は、マーカー数、マーカー遺伝子型頻度、品種数により変動する。

マーカー遺伝子型頻度が少ないマーカーがたまたま重なった

韓国からイチゴの輸入量および金額の推移(その後)



イチゴは品種改良が急速、多様化
2005年から2018年1月まで登録111品種



ジェノタイピングデータが未更新



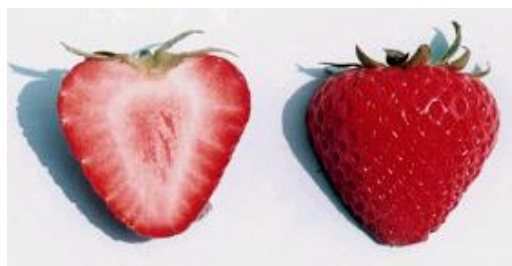
更新・公開



種間交雑による「桃薫」



観光農園用「あまえくぼ」



四季成り性品種「なつあかり」



種子繁殖性「よつぼし」

- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

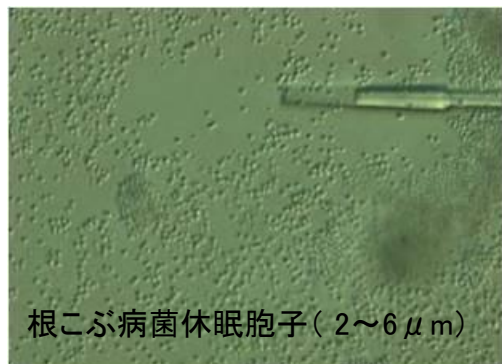
- ・効率的育種選抜技術

4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化

根こぶ病とは



地下部の病徴



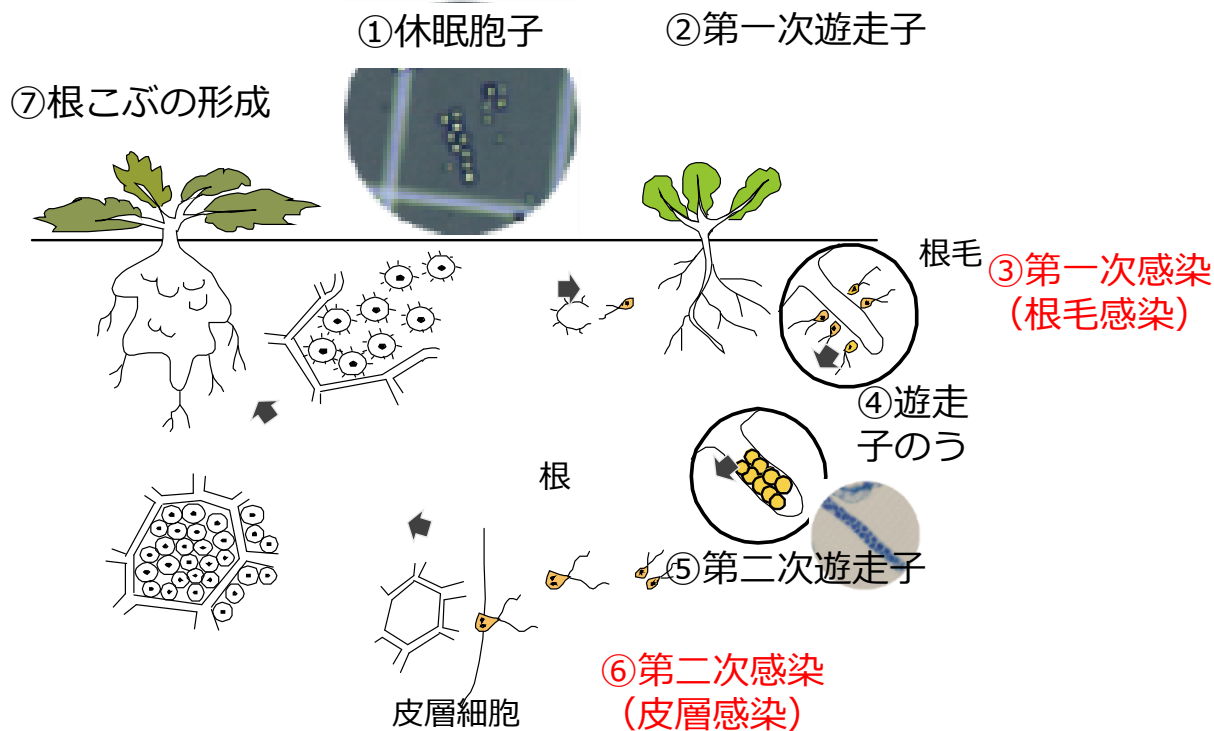
根こぶ病菌休眠孢子 (2~6 μ m)

病原体：

Plasmodiophora brassicae

アブラナ科植物に特異的に発生する土壤病害

- ・根部の異常な肥大
- ・養水分の吸収阻害・収穫不可→減収
- ・日本では1892年に最初に発病が報告



発病後の圃場には大量の休眠孢子が放出される
休眠孢子は長期間生存する

検定と選抜による(根こぶ病)抵抗性育種

従来の戻し交雑と接種検定による根こぶ病抵抗性育種

育種素材の探索



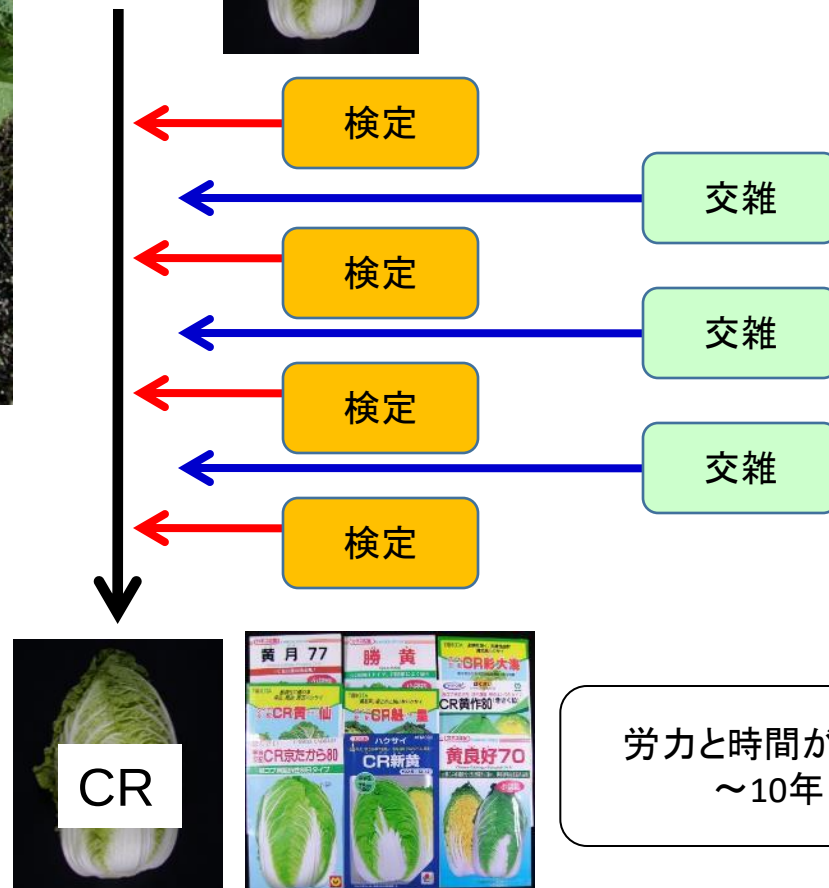
抵抗性検定方法の開発



×



ハクサイ(*Brassica rapa*)



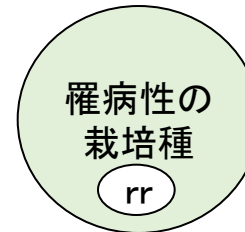
根こぶ病抵抗性の主働遺伝子を導入



飼料用カブ抵抗性素材



x



1つの根こぶ病抵抗性遺伝子で抵抗性が発揮される場合



抵抗性遺伝子



抵抗性を持たない遺伝子



x

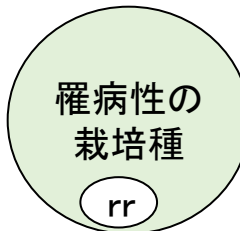


栽培種との戻し交雑を繰り返すことにより形質はハクサイへと近づく

ポイントは根こぶ病抵抗性遺伝子を落とさないこと



x



→



最終的には優良形質と抵抗性をもつCR品種が育成

しかし、1個の遺伝子だけでは根こぶ病菌の多様性には脆弱

ハクサイの市販品種のほとんどは抵抗性を謳っているが、、、、



ほとんどのCR品種は
No.5菌に罹病

CR品種名	菌株と抵抗性程度	
	No.9	No.5
黄波90	抵抗性	罹病性
スーパーCRひろ黄	抵抗性	罹病性
隆徳	抵抗性	罹病性
きらぼし	抵抗性	罹病性
スーパーCR新理想	抵抗性	罹病性
黄福65	抵抗性	罹病性
明鏡	抵抗性	罹病性
CR-歎黄No.100	抵抗性	罹病性
NNH-104	抵抗性	罹病性
CRさとざき	抵抗性	罹病性
W-116	抵抗性	罹病性
黄ごころ65	抵抗性	罹病性
ゆうき	抵抗性	罹病性
CR新黄	抵抗性	罹病性
黄月77	抵抗性	罹病性
黄月87	抵抗性	罹病性
黄りょうよし70	抵抗性	罹病性
萌黄	抵抗性	罹病性
CRおうけん65	抵抗性	罹病性
CRせいが65	抵抗性	罹病性
CR黄こま	抵抗性	罹病性

根こぶ病菌系と抵抗性遺伝子

根こぶ病菌は一種類ではない！
日本のハクサイを加害する根こぶ病菌系

品種・系統名	グループ1	グループ2	グループ3	グループ4
	No.5	No.13	No.14	No.9, Ano-01
SCRひろ黄	S	R	S	R
CR隆徳	S	S	R	R
きらぼし	S	R	R	R
はくさい中間母本農9号	R	R	S	R
無双	S	S	S	S
抵抗性遺伝子	<i>Crr1 + Crr2</i>	<i>Crr1, CRk</i>	<i>CRk, CRb</i>	<i>Crr1, CRk, CRb</i>

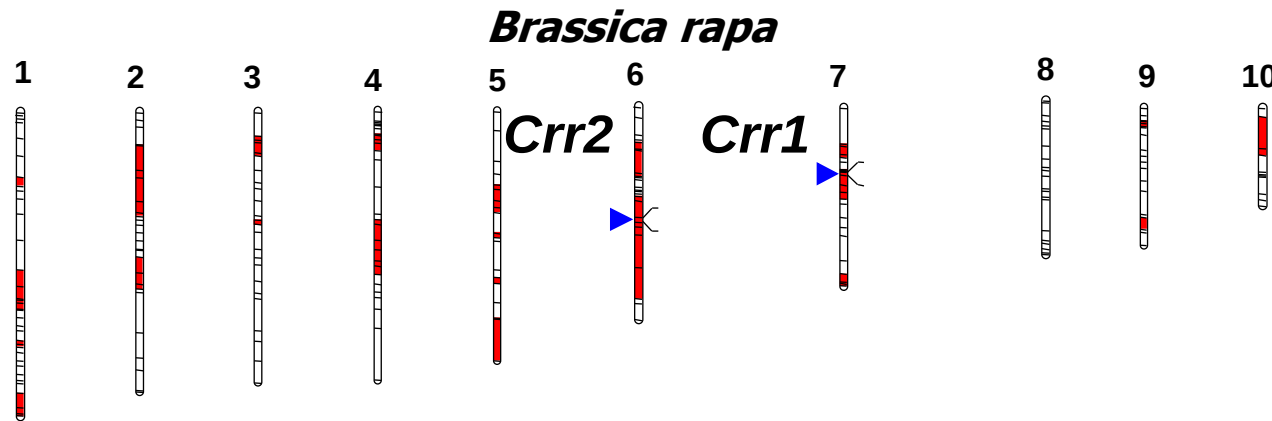
R: 抵抗性、S: 罹病性

畠山ら、2004より抜粋して掲載

それぞれの品種が持つ抵抗性遺伝子の種類も異なる

すべてのグループに抵抗性を持たせるには複数の抵抗性遺伝子を持たせる必要がある。

ハクサイ根こぶ病抵抗性遺伝子座 *Crr1*、*Crr2*



根こぶ病抵抗性系統
(G004)

Crr 1

- ・ 主働的な役割を果たす
- ・ Ano-01菌に対しては抵抗性を発揮するが、多犯性の菌 (No.5)では不十分である

Crr 2

- ・ No.5菌に対して、*Crr1*存在下で抵抗性を発揮する
- ・ *Crr1*が存在しないとほとんど抵抗性は発揮されない

安定した抵抗性を付与するには、いずれもヘテロではなく、ホモに有する必要がある。

抵抗性が2つの遺伝子座支配でかつ劣性型で発揮

強度抵抗性 (aabb) × 罹病性 (AABB)

↓

F₁ 抵抗性はない (AaBb)

↓

F₂

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AAbB	aABB	aAbB
Ab	AABb	AAbb	aABb	aAbb
aB	AaBB	AabB	aaBB	aabB
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F₂世代で1/16の確率でのみ出現する



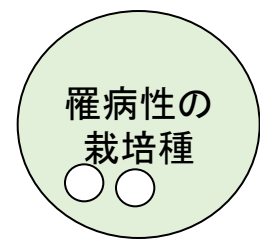
簡単だ！（机の上では）

いつも抵抗性検定がうまくいくとは限らない。環境の影響もある。抵抗性程度がはっきりしない！



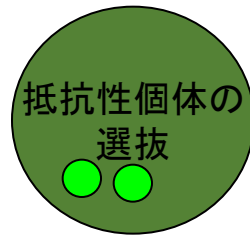
×

↓



抵抗性以外は栽培種の形質をもたせなければならない

2回目
F₂

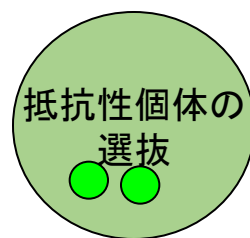


×

↓



4回目
BC₁F₃

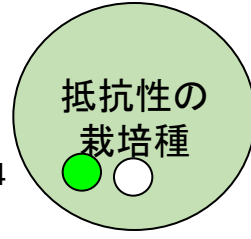


×

↓



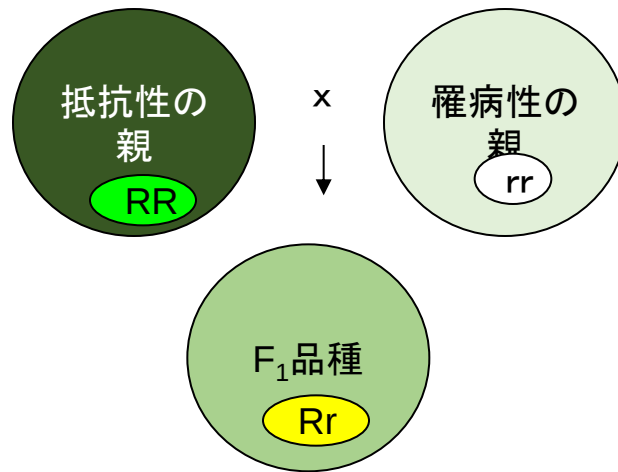
6回目
BC₂F₄



栽培種との戻し交雑を繰り返すことにより形質はハクサイの親型に近づくのだが、、、**最後まで根こぶ病抵抗性遺伝子を落とさないこと**

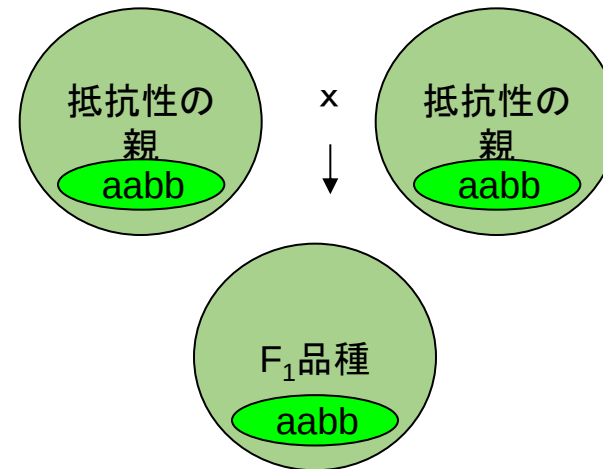
複数個の遺伝子を集積することは極めて困難

野菜の実用品種はほとんどが F_1 品種



F_1 (雑種第一代) の効果

- ・均一な生育
- ・雑種強勢
両親より生育が旺盛
あるいは両親の中間型 (縦型と横型を交雑するとき
きれいな形となる)
- ・優性形質であれば両親どちらかが保有すればOK



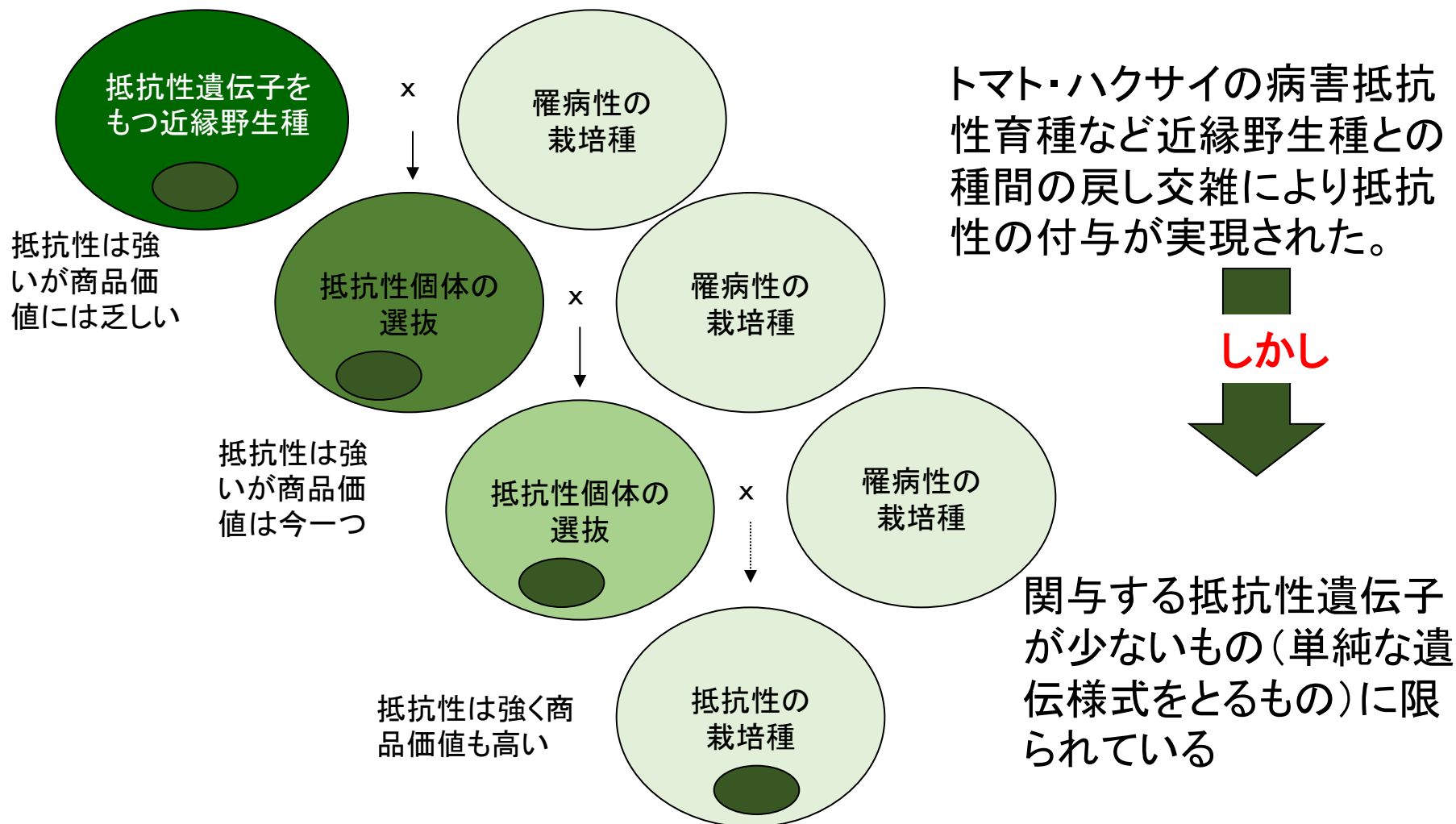
抵抗性が2つの遺伝子座支配でかつ劣性型で
発揮される場合

- ・両親共に2つの抵抗性遺伝子

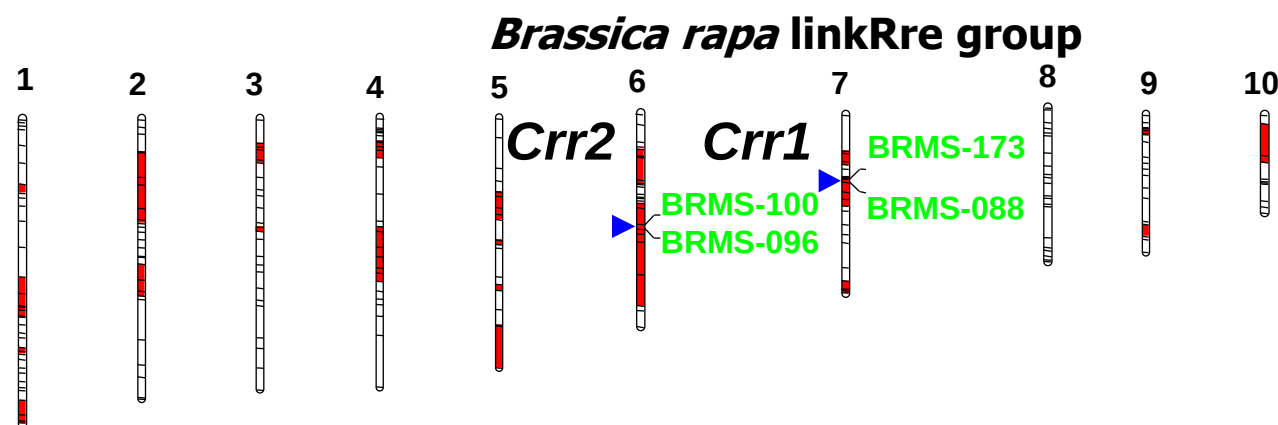
作成のハードルはかなり高い

複数因子支配の劣性形質は使
いにくい

野生近縁種のもつ病害抵抗性遺伝子の栽培品種への導入



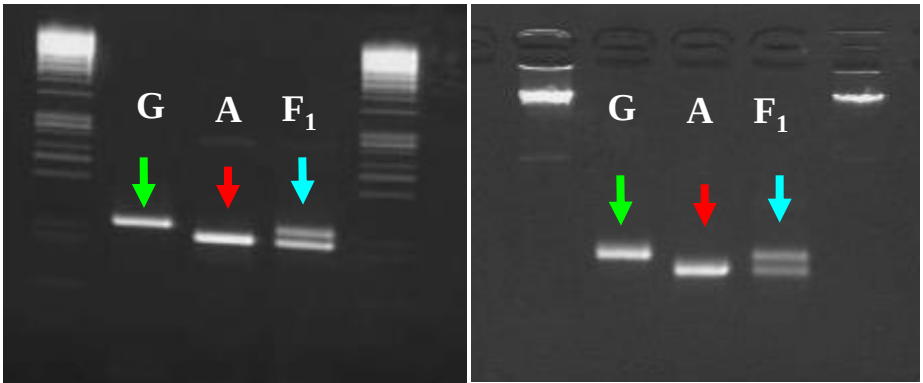
ハクサイ根こぶ病抵抗性遺伝子座 *Crr1*、*Crr2*



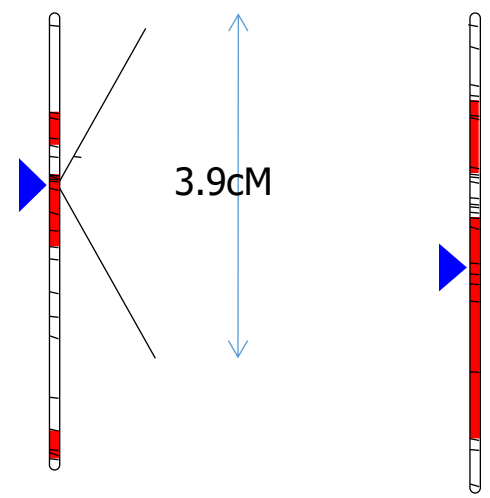
根こぶ病抵抗性
中間母本農9号

BRMS-173

BRMS-096



↓ : 抵抗性親由来 (G) ↓ : 罹病性親由来 (A) ↓ : F₁



特許第 4 3 6 6 4 9 4 号

DNAマーカーによる2つの抵抗性(劣性)遺伝子の導入

V、T (反復親)

Crr1とCrr2を有しない(RR,RR)

×

はくさい中間母本農9号(PL9) (一回親)

飼料用カブ「Siloga」由来の根こぶ病抵抗性遺伝子(Crr1、Crr2)を有する(rr,rr)



V, T

V, T

V, T

BC₃F₁ (Rr,Rr) × V, T(RR,RR)

BC₄F₁ (Rr,Rr)

BC₄F₂(rr,rr)

×

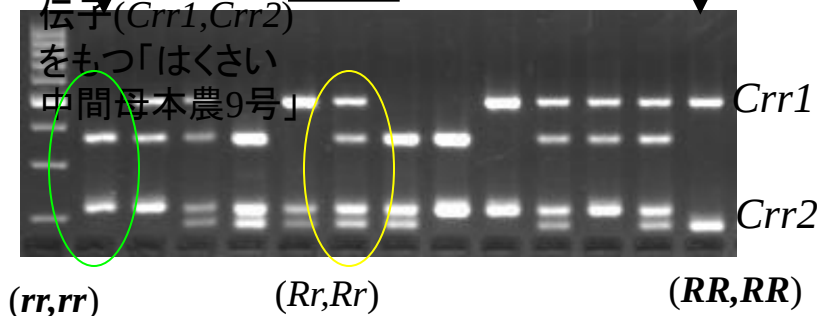
BC₄F₂ (rr,rr)

試交F₁系統の作成

抵抗性ホモ型

罹病性ホモ型

2つの抵抗性遺伝子(Crr1,Crr2)をもつ「はくさい中間母本農9号」



・形質評価

試交F₁一般圃場による栽培試験

・根こぶ病抵抗性検定試験

病土挿入法、汚染圃場

複数の劣性遺伝子の育種プログラムへの導入

- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

- ・効率的育種選抜技術

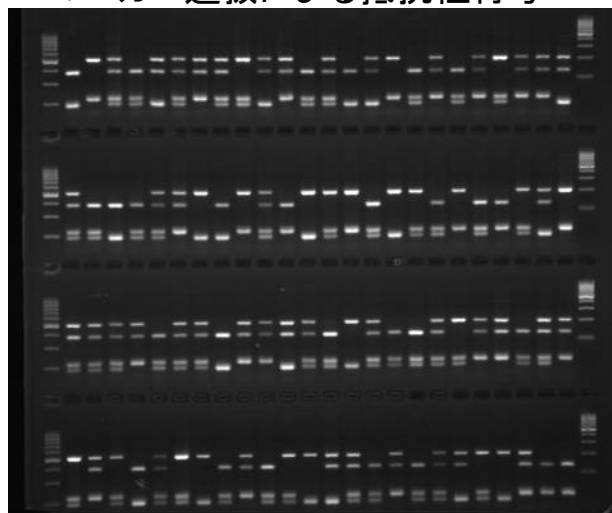
4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化

根こぶ病と黄化病の複合病害抵抗性を導入



根こぶ病

マーカー選抜による抵抗性付与



黄化病

量的遺伝子の集積による抵抗性付与

V系統(反復親) × PL9(1回親)



F1



BC1F1

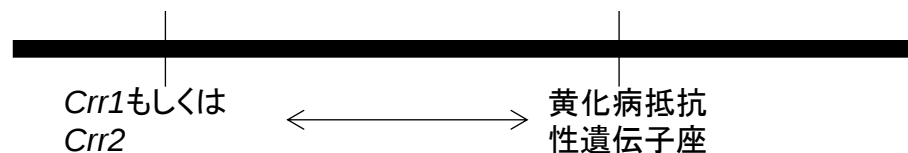


BC4F1



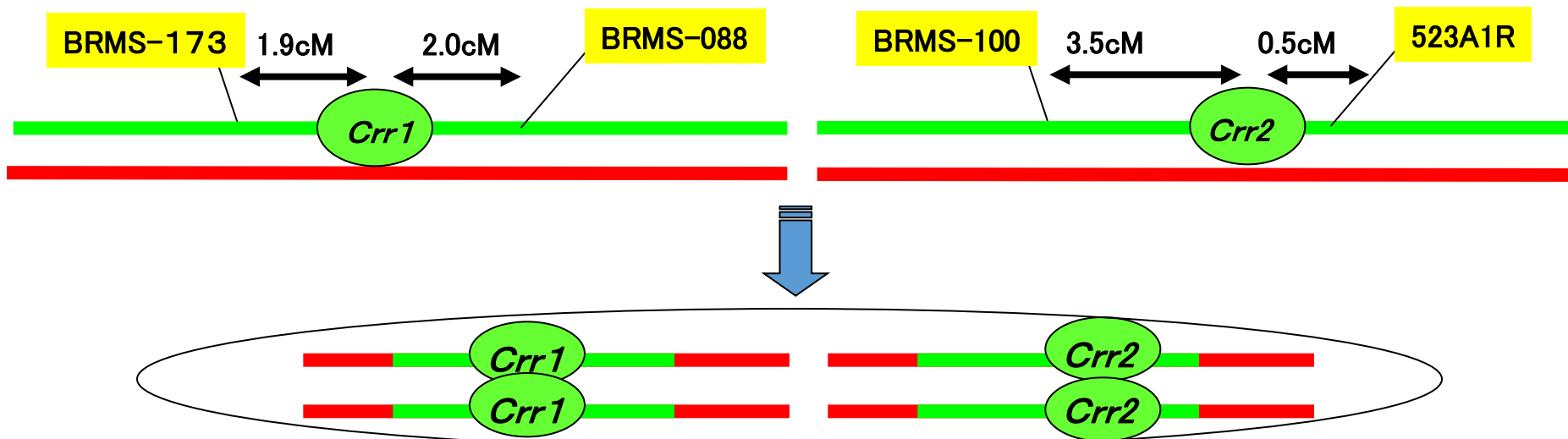
BC4F2

戻し交配
を通じて
抵抗性の
導入



同一の染色体に座乗し、そ
の距離が近い場合を想定

*Crr1, Crr2*近傍での組換え個体の選抜



親系統	個体番号	<i>Crr1</i>		<i>Crr2</i>	
		BRMS-173	BRMS-088	BRMS-100	523AIR
V-line 1	04_E12	×	×	×	×
V-line 2	04_A06	○	×	×	×
V-line 3	05_G03	○	○	×	×
V-line 4	06_G01	○	×	○	×
V-line 5	03_A05	○	×	×	○
V-line 6	03_B11	×	○	×	○
V-line 7	01_A04	×	×	○	×
V-line 8	06_H08	×	×	○	×
V-line 9	03_G04	×	×	○	○
V-line 10	02_C06	×	×	×	○
V-line 11	07_F10	×	×	×	○
V-line 12	04_E05	○	○	○	×



各系統の根こぶ病抵抗性近傍マーカーとの連鎖切れ位置と黄化病の病徴程度

供試系統名および品種名	<i>Crr1</i> ^a		<i>Crr2</i> ^a		病徴程度 ^b					その他調査 不可個体 ^c	合計	平均 発病 指数
	BRMS -173	BRMS -088	BRMS -100	523 A1R	0	0.5	1	2	3			
1 04-E12	-	-	-	-	53	4	1	0	0	6	64	0.05
2 04-A06	○	-	-	-	43	11	7	0	0	3	64	0.20
3 05-G03	○	○	-	-	56	5	2	0	0	1	64	0.07
4 06-G01	○	-	○	-	46	17	0	0	0	1	64	0.13
5 03-A05	○	-	-	○	51	8	3	0	0	2	64	0.11
6 03-B11	-	○	-	○	26	21	12	0	0	5	64	0.38
7 01-A04	-	-	○	-	49	8	1	2	0	4	64	0.15
8 06-H08	-	-	○	-	47	14	2	0	0	1	64	0.14
9 03-G04	-	-	○	○	53	9	2	0	0	0	64	0.10
10 02-C06	-	-	-	○	51	3	6	0	0	4	64	0.13
11 07-F10	-	-	-	○	51	8	5	0	0	0	64	0.14
12 04-E05	○	○	○	-	40	1	1	0	0	2	44	0.04
13 V系統	-	-	-	-	53	6	2	0	0	3	64	0.08
14 黄久娘65	-	-	-	-	0	0	0	0	51	0	51	3.00

a) *Crr1*および*Crr2*選抜マーカーを挟み込む両側のマーカー、○は連鎖が切れたマーカーを示す。
b) 病徴程度;0:無病徴, 0.5:外葉がわずかに枯れ, 1:結球葉枯れ, 2:半身萎ちょう, 3:落葉または株傾き
c) その他は軟腐病等他の病害により枯死あるいは生育不良につきデータが取れなかったもの

黄化病抵抗性遺伝子座は、*Crr1*,*Crr2*とは別の染色体に座乗

根こぶ病と黄化病の抵抗性を有する 高品質のはくさいF₁品種「あきめき」

- はくさい栽培で問題となる土壌病害、**根こぶ病と黄化病の両方に抵抗性**を持つ品種の開発
- 生産コストの削減、収益力向上と安定生産に貢献

平成22年3月24日日本農業新聞掲載

技術の内容

病原菌に汚染された土壌での栽培は困難



根こぶ病



黄化病

4つの根こぶ病菌系グループすべてに抵抗性の「あきめき」

品種名	根こぶ病菌系グループ			
	1	2	3	4
あきめき	R	R	R	R
SCRひろ黄	S	R	S	R
CR隆徳・秋理想	S	S	R	R
無双	S	S	S	S

抵抗性: R、罹病性: S

「秋理想」と同等の黄化病抵抗性を示す「あきめき」

品種名	供試個体数	発病株率	平均発病指数
あきめき	14	14.3%	0.18
秋理想	48	16.7%	0.13
黄久娘65	90	83.3%	2.03
黄久娘80	81	53.1%	0.81

発病指数: 0(発病なし)~3(株全体が黄化)

導入のメリット



根こぶ病多発圃場でも旺盛な生育を示す「あきめき」(左)と罹病した一般品種(右)。ほとんどの圃場で根こぶ病専用の化学合成農薬を用いなくても栽培が可能。



は種後約75日で収穫可能で、出荷時の球長は約30cm、重さは2.5~3.3kg程度

10aあたり5,000~13,000円の農薬代が不要となる

減農薬栽培で高品質はくさいの安定生産
茨城県を中心に約600haで栽培されている(平成29年度)

ハクサイ以外にも応用

民間企業、県との共同研究



- ・イチゴ品種識別技術

1. 違法に海外に持ち出された日本のイチゴ品種
2. DNAマーカーを用いたイチゴ品種識別
3. 輸入イチゴの調査

- ・効率的育種選抜技術

4. DNAマーカーを用いた劣性遺伝子の導入
5. 不良形質の連鎖の切断
6. ゲノムワイドマーカーによる選抜の高効率化

遺伝資源から実用品種の育成へ



飼料用カブ
抵抗性素材

P_100%



抵抗性素材

F1_50%



中間母本

BC1F1_25%

BC2F1_12.5%



実用品種

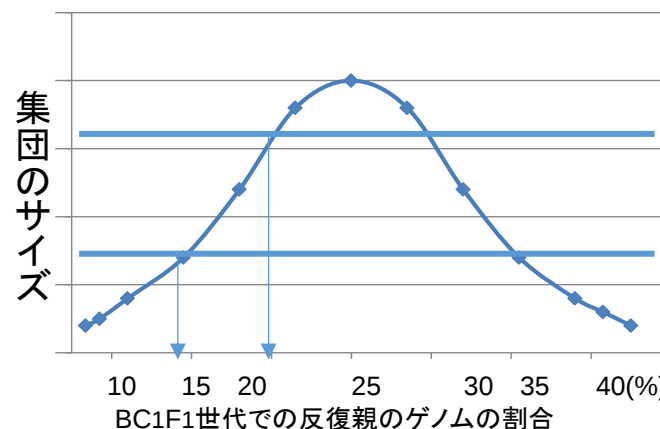
遺伝資源の有用形質
に關与するゲノム領域
以外は排除したい

1. 戻し交雑によるゲノム
領域の排除

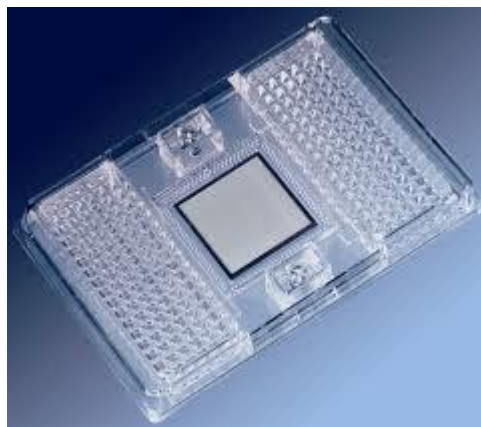


世代促進に時間を要する種に
っては育種年限の長期化
晩抽性キャベツ1年／世代
春どり寒玉2年／世代

2. 集団を大きくして、適する
個体の選抜機会を増加



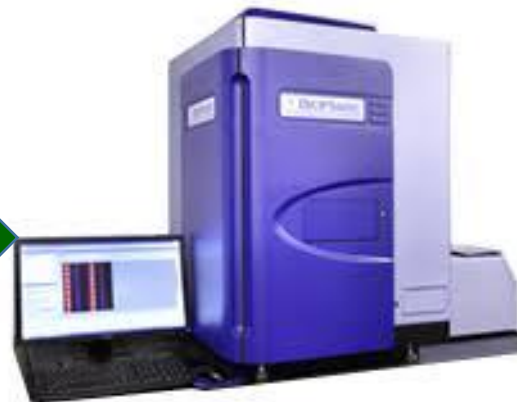
BioMarkによる96x96ジェノタイピング



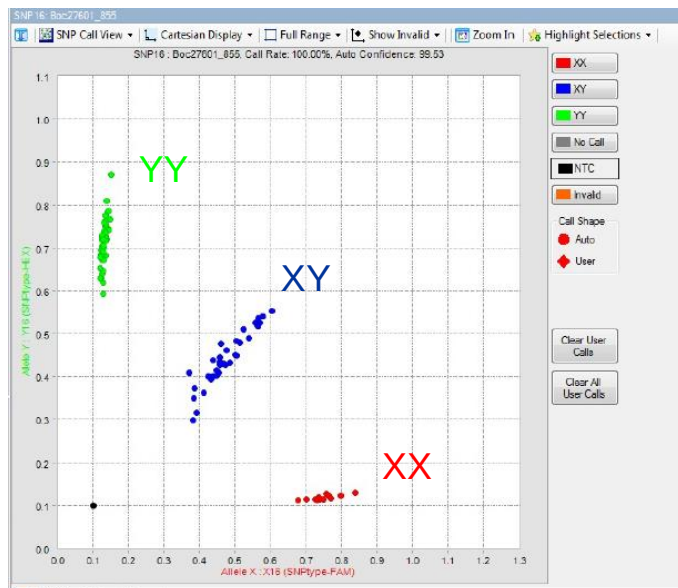
96.96Dynamic Array



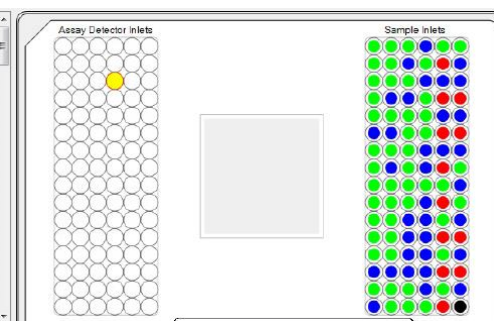
IFCコントローラ



BioMark本体

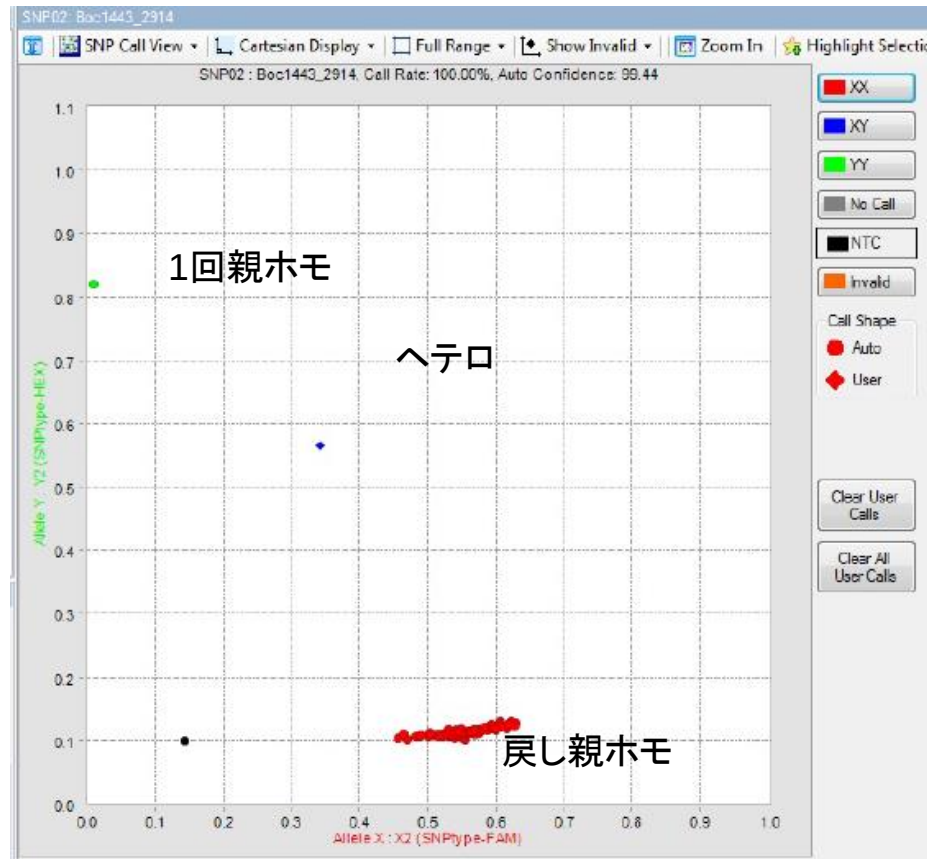
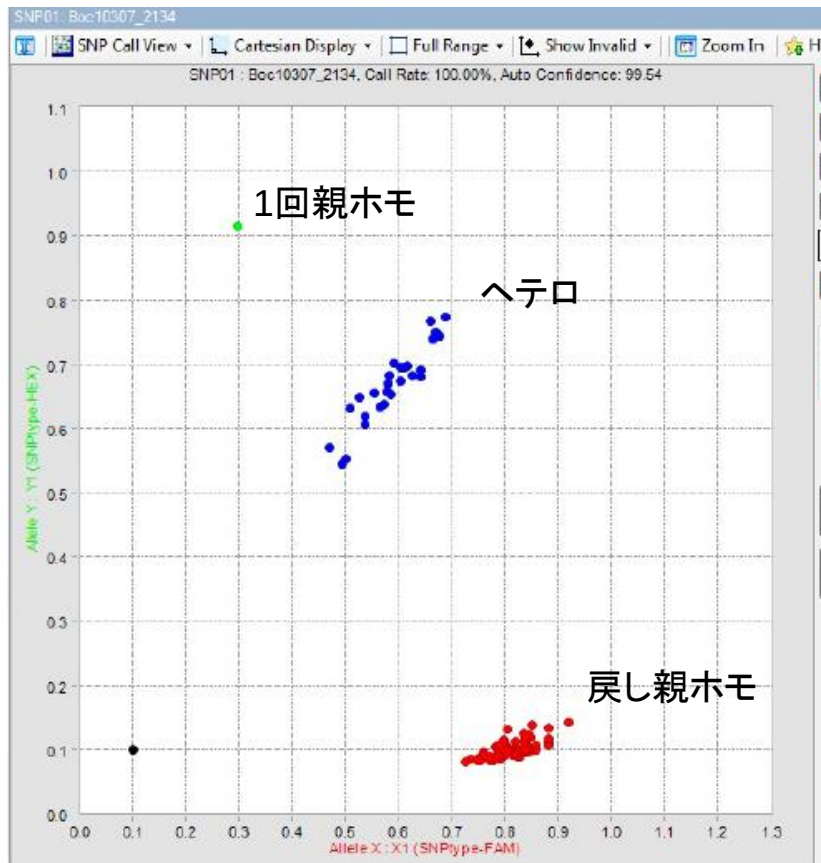


Experiment Information			Results			
Chamber	Sample		Call Information			
ID	Name	Type	Auto	Confidence	Final	Converted
S01-A16	17-1A01	Unknown	YY	100.00	YY	Y15:Y15
S02-A16	17-3G01	Unknown	YY	99.95	YY	Y15:Y15
S03-A16	17-4G12	Unknown	YY	99.99	YY	Y15:Y15
S04-A16	19-1E07	Unknown	XY	93.48	XY	X15:Y15
S05-A16	19-3E04	Unknown	YY	98.50	YY	Y15:Y15
S06-A16	19-4G06	Unknown	YY	99.72	YY	Y15:Y15
S07-A16	19-5F01	Unknown	YY	100.00	YY	Y15:Y15
S08-A16	22-1G07	Unknown	YY	99.94	YY	Y15:Y15
S09-A16	22-3D10	Unknown	XY	96.89	XY	X15:Y15
S10-A16	R8Ysu2-1	Unknown	YY	99.52	YY	Y15:Y15
S11-A16	R86-L	Unknown	XX	100.00	XX	X15:X15
S12-A16	Tae	Unknown	XY	98.70	XY	X15:Y15
S13-A16	17-1C05	Unknown	YY	99.77	YY	Y15:Y15
S14-A16	17-3G11	Unknown	YY	99.99	YY	Y15:Y15
S15-A16	17-4G14	Unknown	YY	100.00	YY	Y15:Y15



容易に96個のマーカー、96個体分のデータの取得が可能

BioMarkによるジェノタイピング



$F_1(XY) \times P2(XX)$



BC_1F_1
 $XY:XX = 1:1$

BC_nF_1
 $XY:XX = 0:1$

BC_2F_1

セル苗1,440

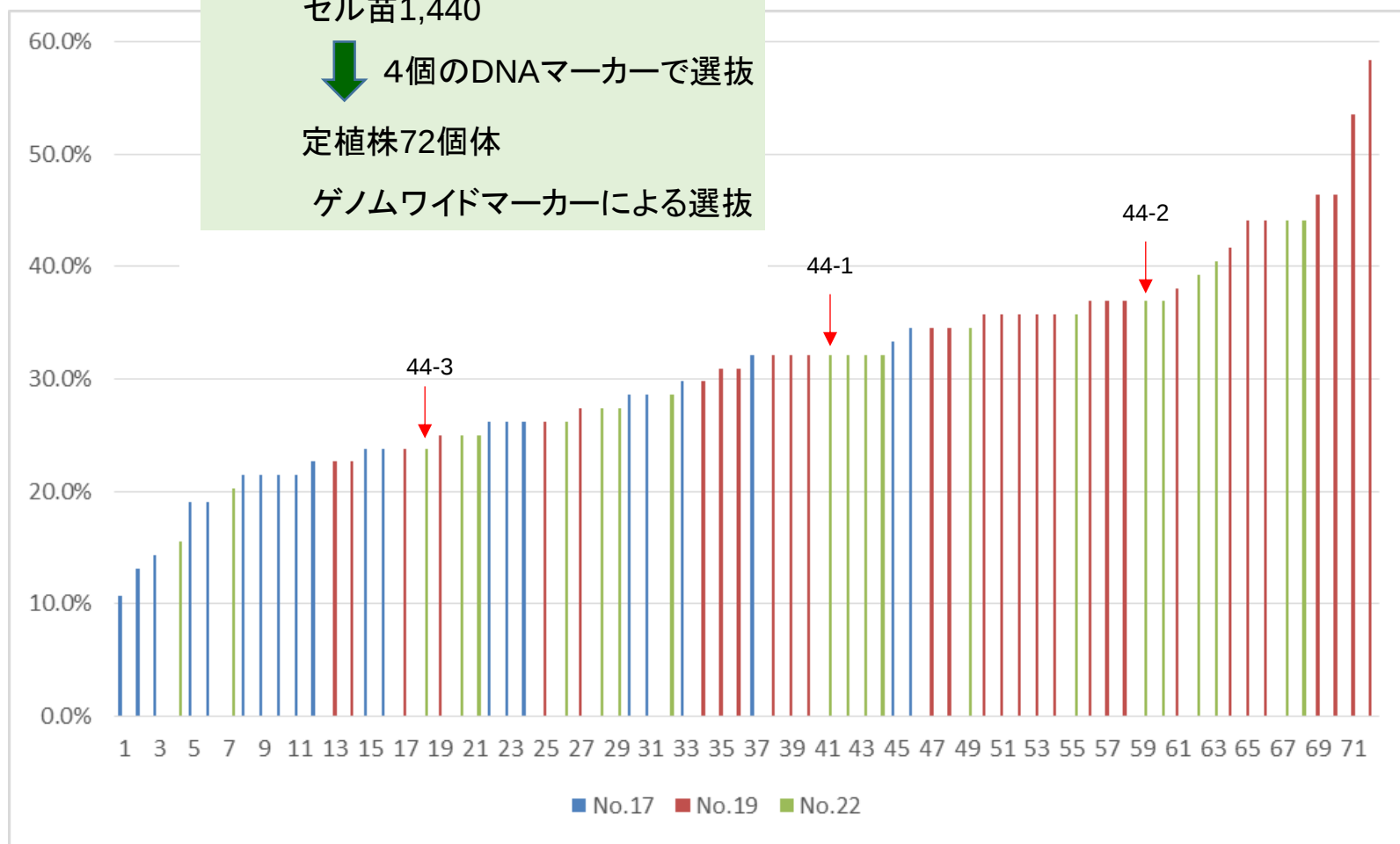


4個のDNAマーカーで選抜

定植株72個体

ゲノムワイドマーカーによる選抜

この親系統を使用したF1品種が農研機構内で品種出願の可否を審査中



4つのマーカーで選抜後、ゲノムワイドマーカーで1回親のマーカー遺伝子型をヘテロに有する個体の割合

キャベツ根こぶ病抵抗性品種

・DNAマーカーを用いて、複数の抵抗性遺伝子を効率的にキャベツに導入し、抵抗性を有する品種を育成する。

背景・目的

キャベツの根こぶ病防除には、多額の化学農薬（主産県の一つでは年間約800トン）が使用されており、また温暖化に伴いその被害が拡大する恐れがあることから、強度抵抗性の品種を育成する必要がある。

キャベツの根こぶ病抵抗性は複数の遺伝子により支配されると考えられるため、DNAマーカーを用いてそれらを捕捉し、早期に抵抗性品種を育成する。

期待される効果

キャベツの主要産地への普及により、根こぶ病による減収が抑制される。



発病根



抵抗性素材



DNAマーカー利用による
強度抵抗性の導入



抵抗性キャベツ品種の早期育成