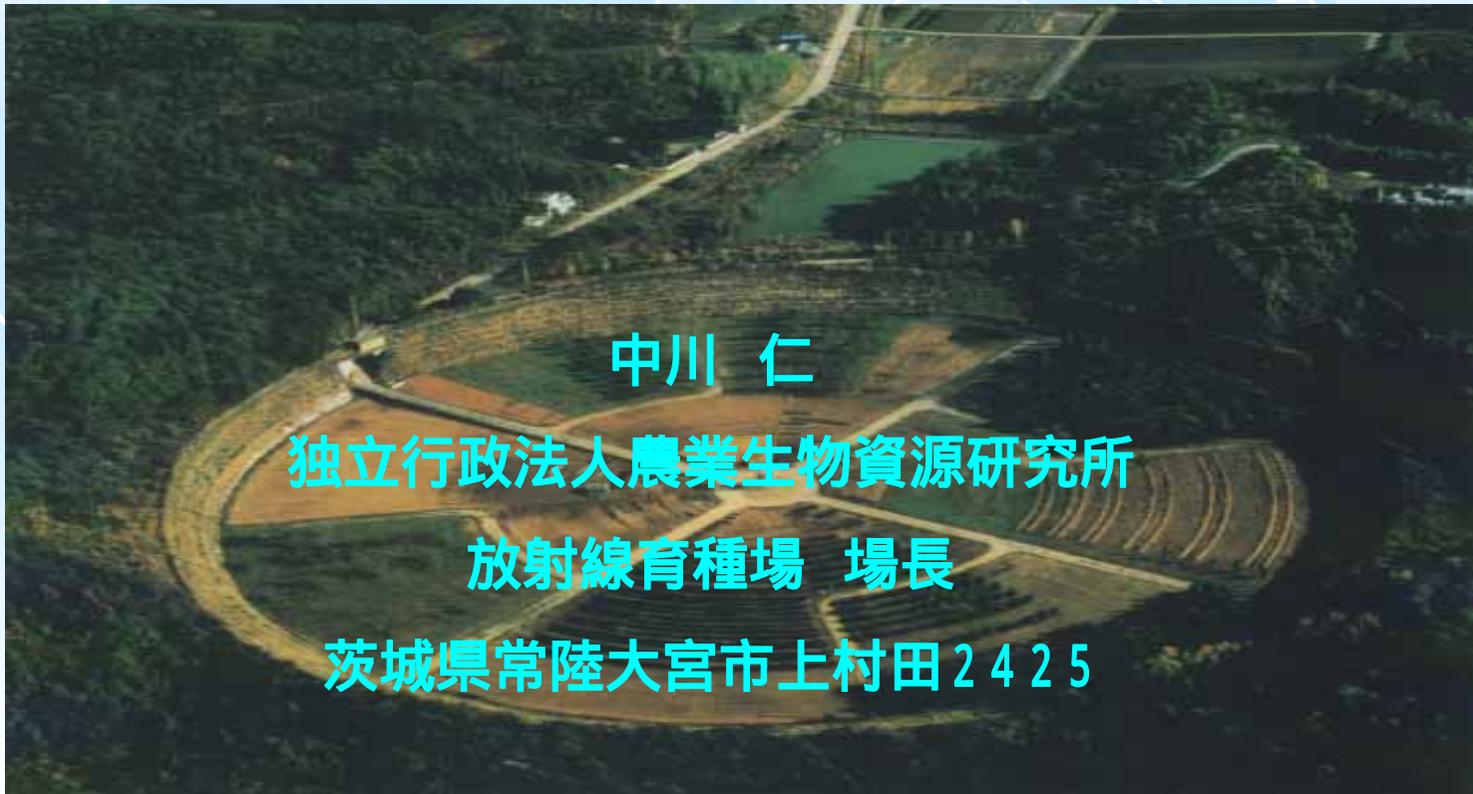


放射線育種場のこれまでの成果と 研究の展開



中川 仁

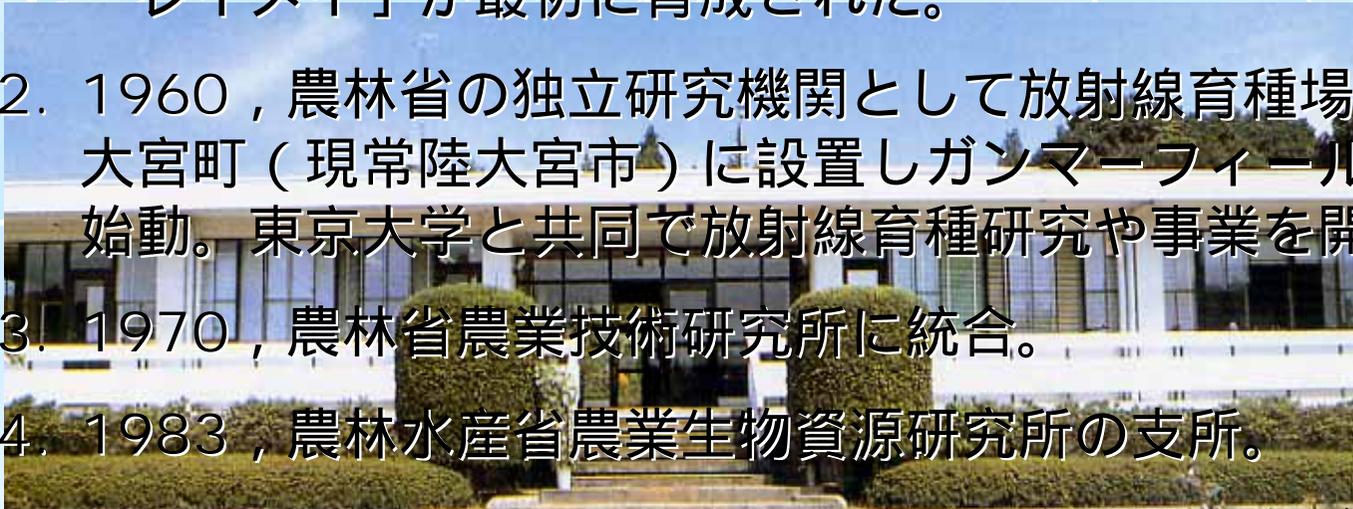
独立行政法人農業生物資源研究所

放射線育種場 場長

茨城県常陸大宮市上村田2425

放射線育種場 (IRB) の歴史

1. 1958, 日本で室内照射施設が作られ、イネ突然品種「レイメイ」が最初に育成された。
2. 1960, 農林省の独立研究機関として放射線育種場を大宮町（現常陸大宮市）に設置しガンマフィールド始動。東京大学と共同で放射線育種研究や事業を開始。
3. 1970, 農林省農業技術研究所に統合。
4. 1983, 農林水産省農業生物資源研究所の支所。
5. 2001, 独立行政法人農業生物資源研究所の研究グループ。



放射線育種場の役割



- 1) 放射線で作り出した突然変異を利用した作物の品種改良
- 2) 効率的に変異を作り出す基礎研究
突然変異が起こる仕組みを明らかにする、突然変異を効率的に作り出す研究
- 3) 大学、民間企業、都道府県からの依頼照射(育種利用)と共同研究

放射線照射施設



ガンマフィールド（植物の品種改良のための世界最大の照射施設；原子力平和利用のシンボル）：半径100mの円形で、中央に88.8Tbq（テラベクテル）の ^{60}Co （コバルト60）線源を入れた照射棟があり、周囲を高さ8mの防御用の土手で囲った野外緩照射施設。

ガンマーグリーンハウス：半径7mの正八角形の温室で、霜に弱い熱帯作物のための緩照射施設。

ガンマールーム：44.4 TBq ^{60}Co 線源を用いたレントゲンのような室内急照射用の遮蔽施設で種子、球根やイモ類、培養した組織などに照射できる。



▲ ガンマールーム
Gamma room

▼ ガンマーグリーンハウス
Gamma greenhouse





ガンマーフィールド中心にある照射棟



照射棟の照射部

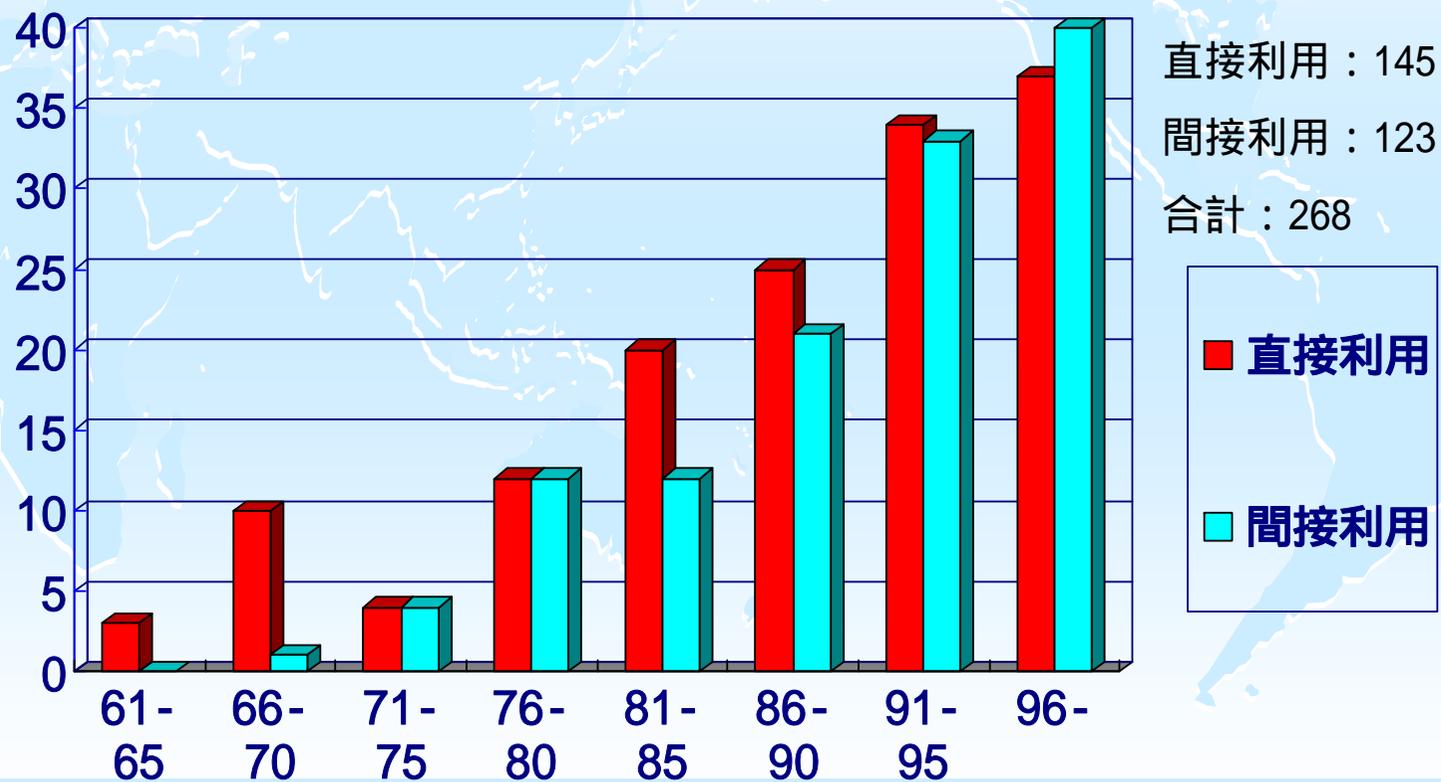
放射線育種法の利点と応用

1. 新しい突然変異を作り出せる（自然突然変異の頻度を高める）。
2. 品種の他の特性をそのままにして、1, 2の特性のみを変えることができる。
3. 育種にかかる期間を短くできる。
4. その特性を簡単に他の品種に移せる。
5. 花が咲かない、種ができない植物にでも利用できる。
6. 変異体を得やすい特性：草型、環境耐性や耐病虫性、含有成分（機能性物質やたんぱく質など）

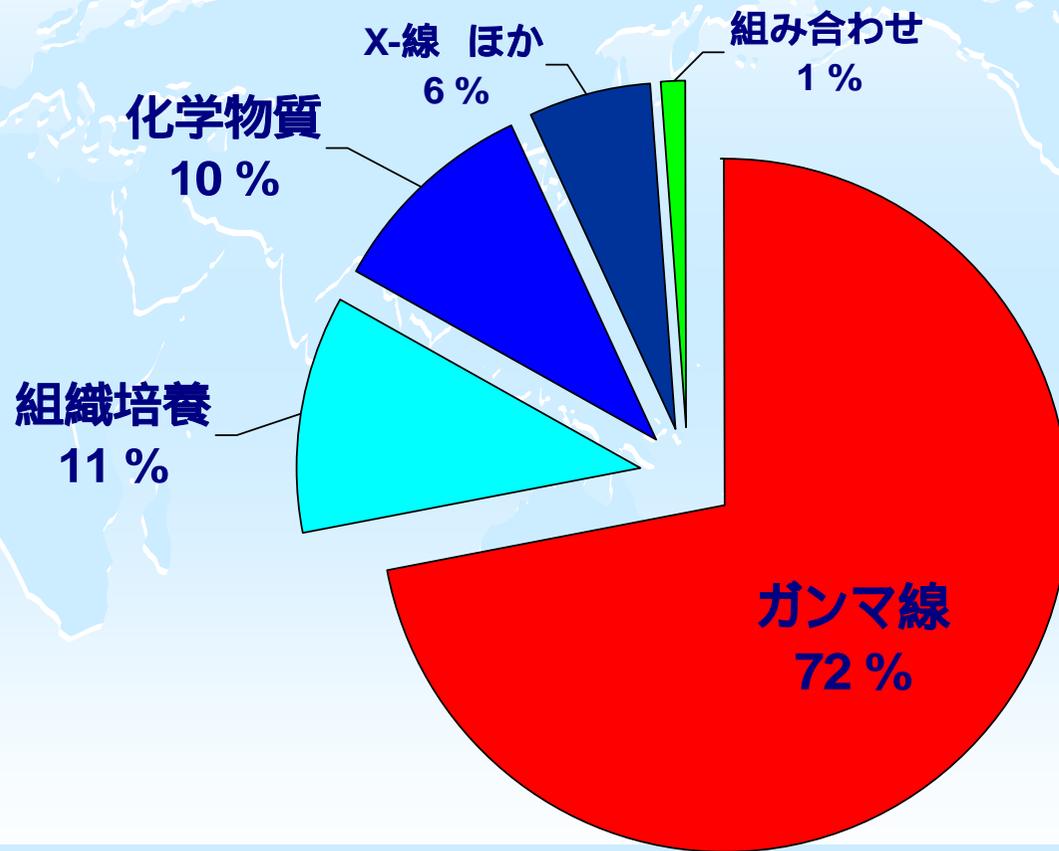
応用

1. 環境耐性や耐病性、耐虫性品種は環境に優しい、低農薬・低投入持続型農業の構築に有効。
2. 機能性成分などは消費者ニーズに対応

日本でこれまでに突然変異育種法 で作りに出された品種の数



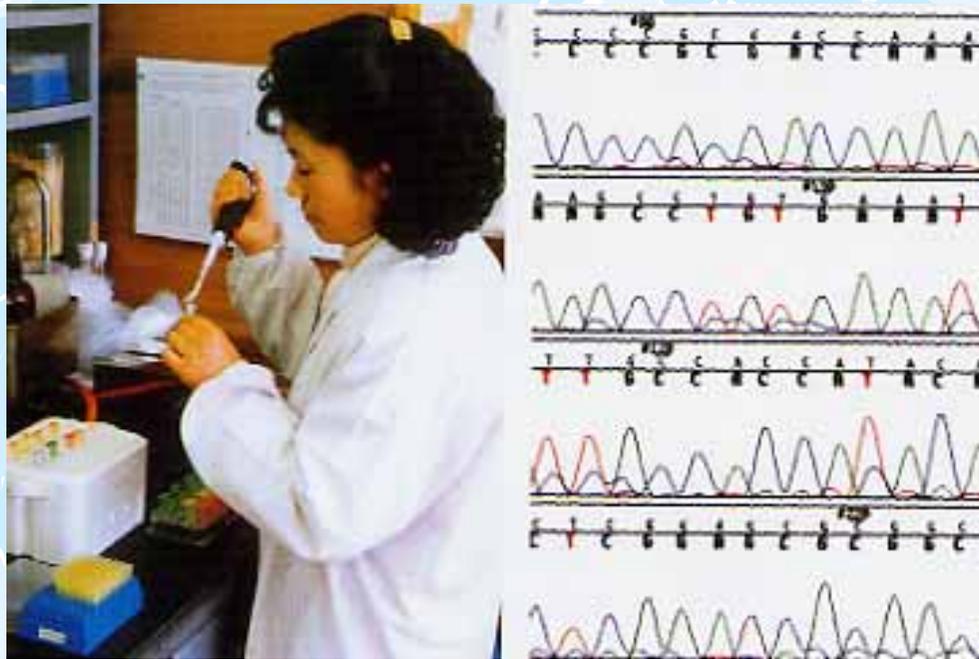
突然変異育種法の内訳



日本における突然変異育種品種の 経済的効果

作物	栽培面積 (ha)	生産額	集計年度
稲 うるち米	5,483,355	6兆7725億円	1966-2000
稲 もち米	21,989	27億円	1966-2000
小麦	8,190	47億円	1971-1991
大麦	15,794	74億円	1967-2000
大豆	119,121	178億円	1971-1999
ゴボウ	5,673	215億円	1996-2000
梨	2,284	102億円	1992-2000
6作物合計	5,656,406	6兆8368億円	1966-2000

放射線育種の新展開:ゲノム研究 の発展



ゲノム研究の発展に伴い、突然変異遺伝子のDNAレベルでの解析が可能となり、特にイネではDNA変異を明らかにすることによって、突然変異発生のメカニズムが分子レベルで明らかになり、品種育成にも応用できるようになってきた。

未来の新形質米

Coloration

Giant embryo

Low allergen

Eating quality

Protein composition

Sake brewery

Low amylose content

Big or small

Aromatic

Sugary



低たんぱく質米品種

「LGC1」(50%以下) (エチレンイミン)

「LGC活」(30%) (ガンマ線)コシヒカリ

「LGC潤」(30%) (ガンマ線)コシヒカリ

の育成

利用法

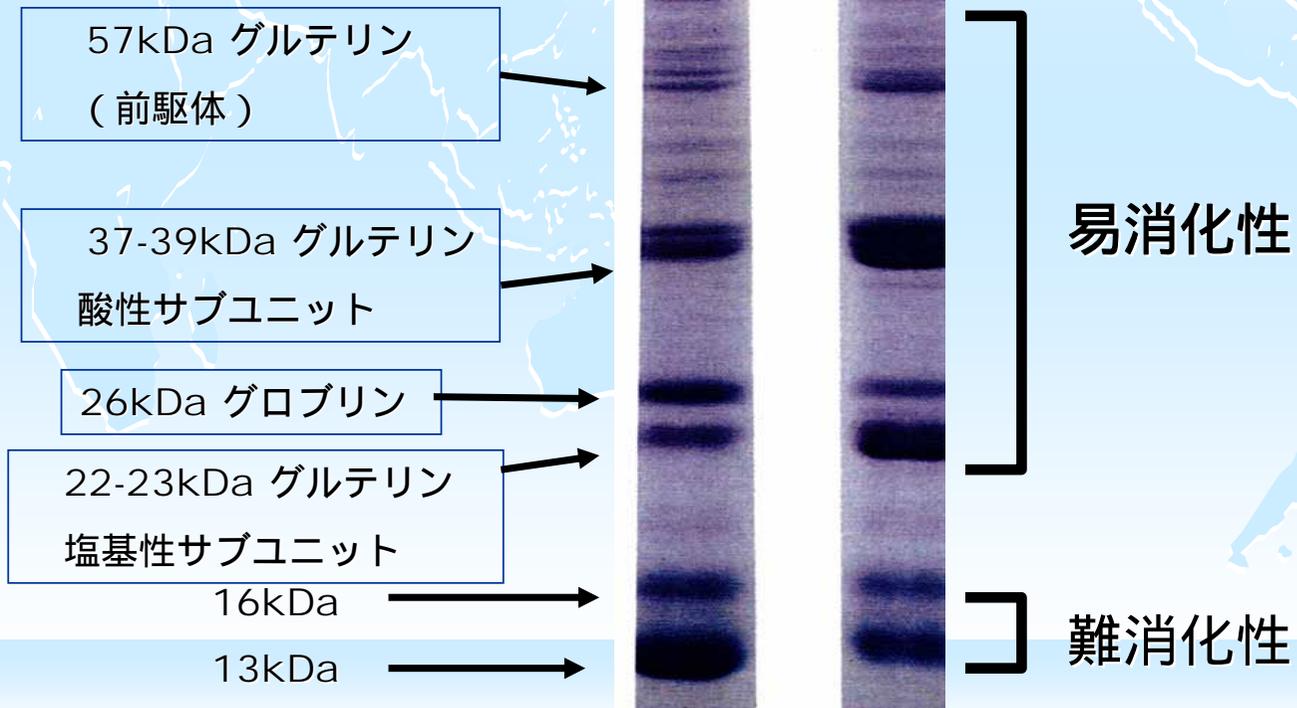
たんぱく質は白米中に約7%含まれる

1. 腎臓病患者用(タンパク質摂取制限)のコメとして利用可能
(医療関係者のニーズは通常の50%以下の低タンパク)
2. 吟醸酒原料用の酒米

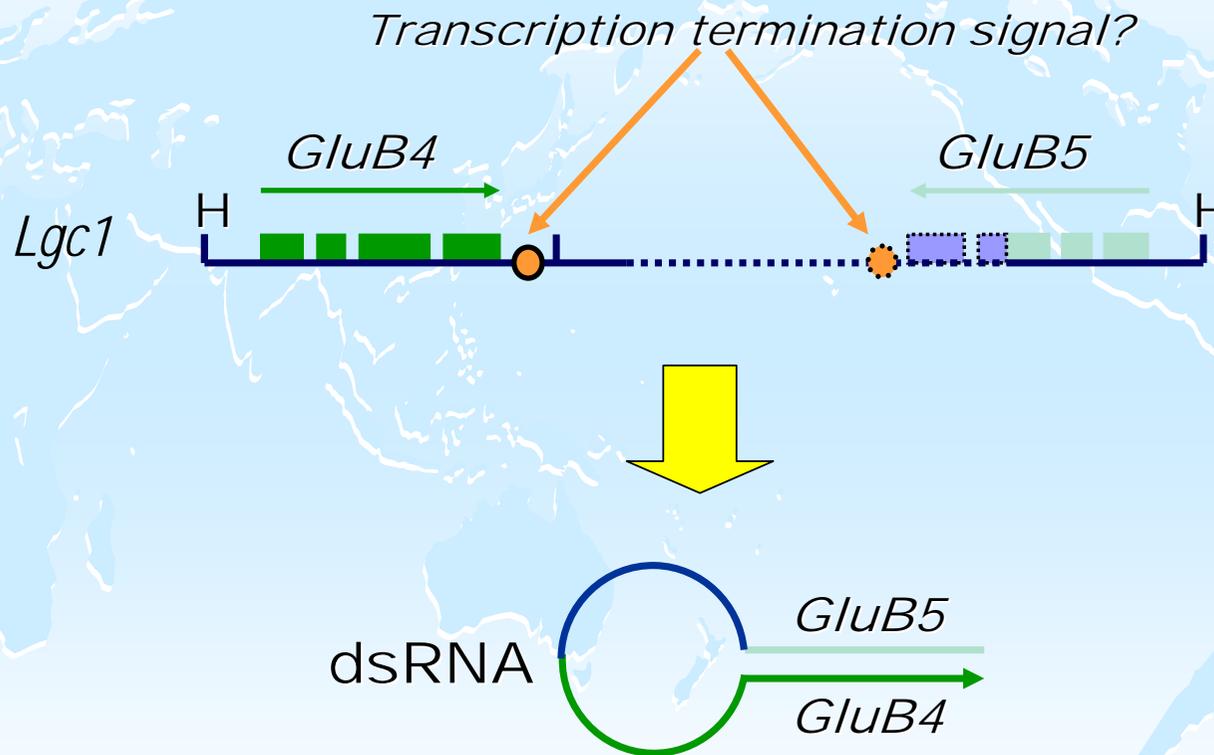


種子貯蔵タンパク質突然変異系統 LGC1 (低グルテリン含量)

LGC1 ニホンマサリ



*Lgc1*突然変異メカニズムの 分子的説明



RNA干渉(RNAi)によって突然変異が引き起こされることを示した世界初の例となった。(Kusaba et al. (2003) *The Plant Cell* 15:1455-1467)

ガンマ線あるいはイオンビーム照射によって 作られたキクの突然変異品種



キク原品種
「太平」

ガンマ線照射で作られた
新品種

イオンビーム照射で作ら
れた新品種



Original variety 'Samantha'



IRB90-1



IRB90-4L



IRB90-7



IRB90-8



IRB90-9

Figure 1 Mutant varieties induced from Rose variety 'Samantha' with chronic gamma ray irradiation



なし「二十世紀」の耐病性枝変わり

黒斑病抵抗性なし品種
「ゴールド二十世紀」の育成



病気に弱い
「二十世紀」

病気に強い「ゴールド
二十世紀」

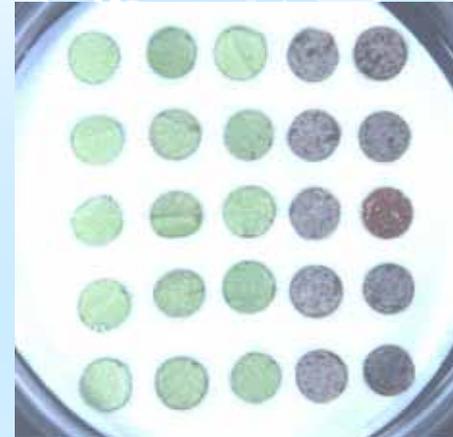
葉を用いた耐病性の検定 (病原菌 が作り出す毒性物質を用いる)



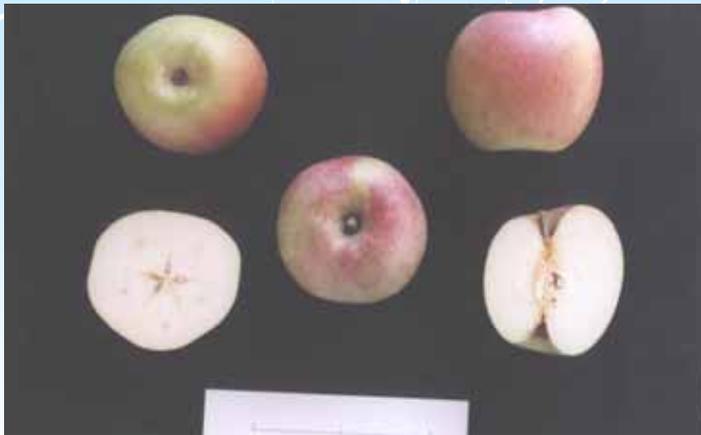
ガンマ線緩照射による黒斑病抵抗性 インドリンゴ品種の育成



ガンマフィールド
での突然変異
枝変わり



つがる ふじ 5-1-46 インド スターキング



葉を用いた抵抗性の検定

- 突然変異体は病気に抵抗性になった。
- 耐病性以外の性質は変わっていない。
- 花粉稔性はやや低くなるが、問題になる程度ではない。
- 2003年度に品種登録を行う。

ガンマー線照射により作り出された黒斑病に耐病性の
ナシ品種(低農薬・低投入持続型栽培への転換)



ゴールド二十世紀

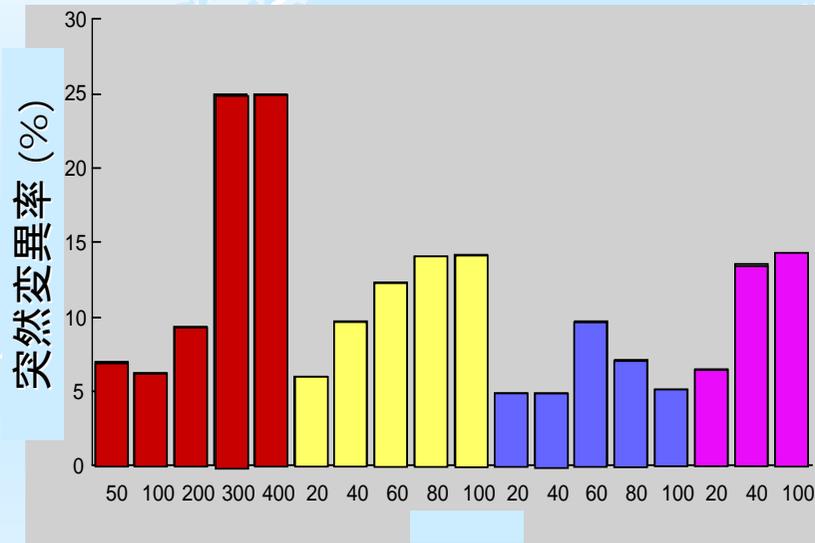


寿新水



おさゴールド

ダットンソバに対するガンマ線とイオンビームの効果の比較



照射量 (Gy)

ray

$^4\text{He}^{2+}$
(100MeV)

$^{20}\text{Ne}^{8+}$
(350MeV)

$^{12}\text{C}^{5+}$
(220MeV)



1. イオンビームは低線量で効果が高い。
2. 共にいろいろな変異体を作出できる。

茶の突然変異育種

機能性成分の改変
(カテキン、カフェインなど)

照射法の開発と
選抜方法の研究



罹病性葉

抵抗性葉

茶の炭疽病抵抗性
突然変異体の選抜

菌胞子人工接種法の確立
と
耐病性検定
(左)

新しい観賞用パイナップル品種「沖縄16号」

パイナップル野生種「アナナス アナソイデス」をガンマグリーンハウス内での緩照射によって、緑葉がピンクや黄の縦縞の斑入りで、果実も極小型の突然変異系統「沖縄16号」を育成した。



ガンマグリーンハ
ウスでの緩照射

写真 観賞用パイナップル
「沖縄16号」の果実と植物体

国内の共同研究

- **大学**

1. 文部科学省経費による放射線育種場共同利用研究: 12大学17課題
2. ガンマーフィールドシンポジウム(今年度第43回)とGamma Field Symposiaの刊行

- **民間、他の独立行政法人、県の試験場等**

1. 依頼照射
H16民間個人147件、国立機関50件、公立機関71件、大学85件)
2. 育種共同研究
全9件(原子力研究所高崎、キリンビール、和泊町など)

- **その他**

ガンマーフィールド見学(適時対応)と一般公開(年1回)
H14(見学236;公開127); **H15**(見学296;公開92); **H16**(現在まで、見学396(予約込み))

FNCA (アジア原子力協力フォーラム)

- 原子力利用推進のため、わが国の原子力委員会が主宰し、原子力の平和利用と安全確保を目的とし、国同士の顔の見える地域相互協力のメカニズムで、「協力精神によって原子力平和利用を進め、効率的に社会的、経済的発展を促進する」ことを理念とする。
- 日本、オーストラリア、中国、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの9カ国が参加する大臣級会合と9プロジェクト運営グループの活動。

プロジェクト運営グループ

1. 研究炉利用運営グループ
2. 放射線育種運営グループ
3. バイオ肥料運営グループ
4. 放射線治療運営グループ
5. 原子力広報活動運営グループ
6. 放射性廃棄物管理運営グループ
7. 原子力安全文化運営グループ
8. 人材養成運営グループ
9. 電子加速器利用運営グループ

サブプロジェクト



ソルガム・ダイズの耐旱性サブプロジェクト(2002-2005):

ソルガム: 中国・インドネシア

ダイズ: インドネシア、マレーシア、フィリピン、ベトナム

ランの耐虫性サブプロジェクト

インドネシア、タイ、マレーシア

バナナの耐病性サブプロジェクト

インドネシア、マレーシア、フィリピン

今後の課題

- 老朽化した施設の改修
- 国際研究協力に向けたオープンラボや新ルーム等の施設の増築し、アジアの国々の突然変異育種技術を高める。

アジア各国では放射線育種技術の研究開発に対する期待が高く、ガンマー照射施設が新築されている。日本には40年以上の研究蓄積があり、この分野のアジアのリーダーとして研究支援をしていく役割は大きい。