

農業分野における放射線利用: 変異誘発育種、食品照射、植物検疫処理

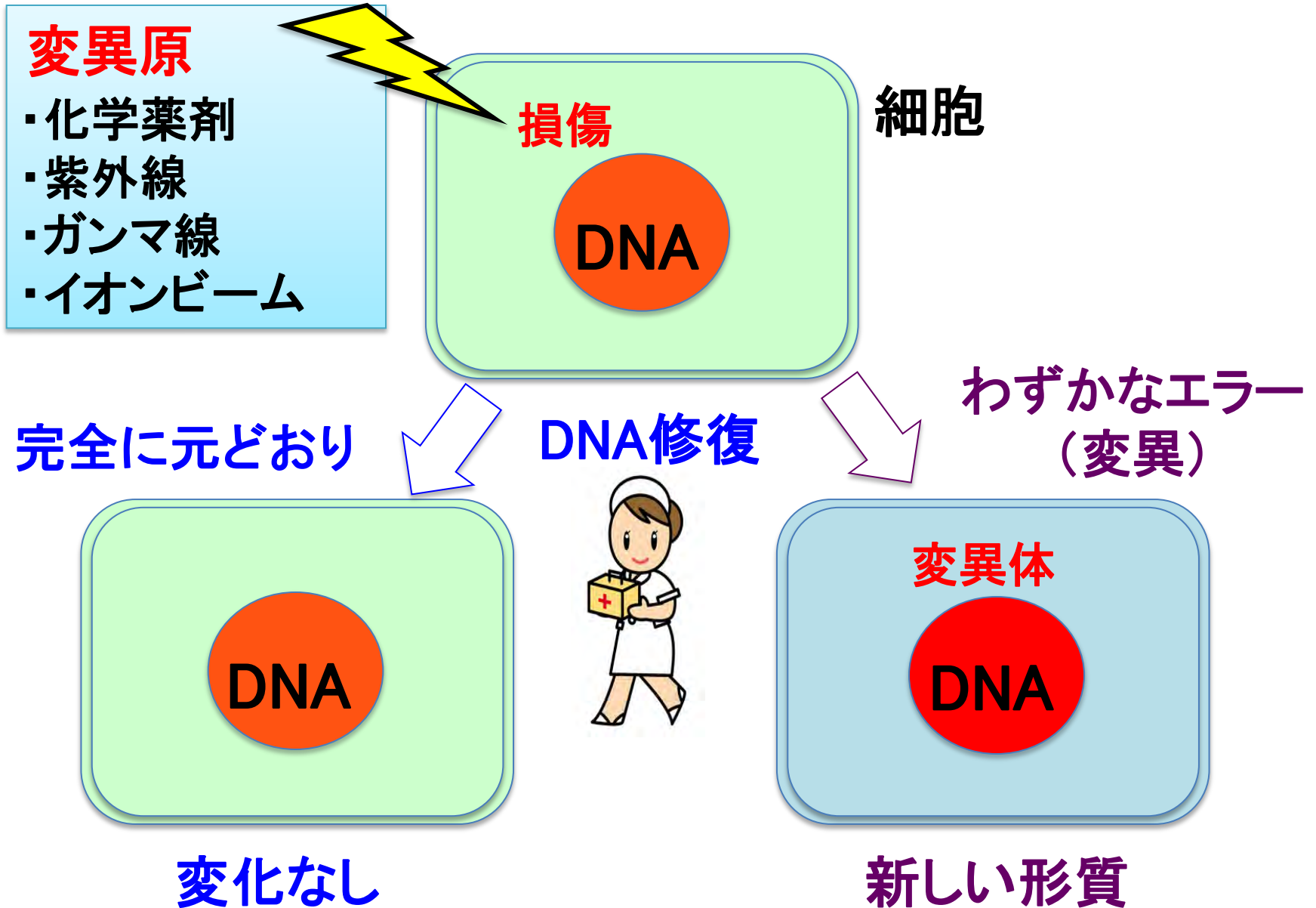
小林 泰彦

kobayashi.yasuhiko@qst.go.jp

量子科学技術研究開発機構 (QST)
高崎量子応用研究所・放射線生物応用研究部



変異誘発育種



人工的な変異誘発の発見

1928



Total
number
of head
progenies
examined

穂ごとで
突然変異が
変わる！

X-ray treated:

Higher voltage

Heavy dose 210 6

Light dose 259 1

Lower voltage:

Heavy dose 4 人為的に突然変異を

Light dose 2 起こすことができる

Total X-rayed 1,243 14

Radium treated:

Total for all doses 1,039 3

Untreated 1,341 0

誘発変異品種データベース

IAEA NUCLEUS MVD



Home Search Variety Registration Joint FAO/IAEA Division

3,283の変異品種が登録されている!!



Joint FAO/IAEA Division
of Nuclear Techniques in
Agriculture

Plant Breeding and
Genetics Subprogramme

Most Recent Varieties

Variety Name	Latin Name
Binadhan-19	Oryza sativa L.
Binamasur-11	Lens culinaris Medik.
Binamoog-9	Vigna radiata (L.) Wil.
CBC5	Vigna unguiculata Walp.
DT2010	Glycine max L.

Welcome to the Joint FAO/IAE



Background

The application of mutation techniques has generated a genetics and advanced genomics studies. The widespread generated thousands of novel crop varieties in hundreds

The FAO/IAEA Mutant Variety Database or MVD collects Data on the mutagen and dose used, the characters imp the database is to demonstrate the significance of mutati a platform for breeders to showcase their varieties to a g studies.

Pages: 33 | Records: 3,283

First Prev Next Last Page 33 Page Size 100

Variety Name	Latin Name	Common Name	Country	Registration
Zhangchun 10	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1987
Zhangchun 12	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1990
Zhangchun 13	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1991
Zhangchun 14	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1991
Zhangchun 17	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1998
Zhangchun 18	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1998
Zhangdou 1	Glycine max L.	Soybean	China	1980
Zhangnong 10	Setaria sp.	Millet	China	1966
Zhangnong 11	Setaria sp.	Millet	China	1966
Zhaoyang	Rosa sp.	Rose	China	1984
Zhe 101	Oryza sativa L.	Rice	China	2005
Zhe 852	Oryza sativa L.	Rice	China	1989
Zhefu 201	Oryza sativa L.	Rice	China	2005
Zhefu 218	Oryza sativa L.	Rice	China	1995
Zhefu 504	Oryza sativa L.	Rice	China	1999
Zhefu 7	Oryza sativa L.	Rice	China	1994
Zhefu 762	Oryza sativa L.	Rice	China	1993
Zhefu 802	Oryza sativa L.	Rice	China	1990
Zhefu 9	Oryza sativa L.	Rice	China	1990
Zhefu 910	Oryza sativa L.	Rice	China	2000
Zhefukangyou 12	Oryza sativa L.	Rice	China	2009
Zhejing 28	Oryza sativa L.	Rice	China	2008
Zhejing 41	Oryza sativa L.	Rice	China	2009
Zhemai 3	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1983
Zhemai 4	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1989
Zhemai 5	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1991
Zhenfu 1	Oryza sativa L.	Rice	China	1971
Zhengguang 1	Oryza sativa L.	Rice	China	1978
Zhengliutu	Triticum aestivum L.	Wheat	China	1979
Zhengzhi 97C01	Sesamum indicum L.	Sesame	China	2002
Zhengzhi 98N09	Sesamum indicum L.	Sesame	China	2004
Zhengzhondajiangzhang	Rosa sp.	Rose	China	1986
Zhengzhouchunse	Rosa sp.	Rose	China	1989
Zhenjie	Rosa sp.	Rose	China	1986
Zhenuo #3	Oryza sativa L.	Rice	China	2003
Zhenuo 2	Oryza sativa L.	Rice	China	1993
Zhenuo 3	Oryza sativa L.	Rice	China	2003
ZHENUO 36	Oryza sativa L.	Rice	China	2003

エネルギー付与:ガンマ線 vs イオンビーム

ガンマ線
(電磁波)

^{60}Co 線源



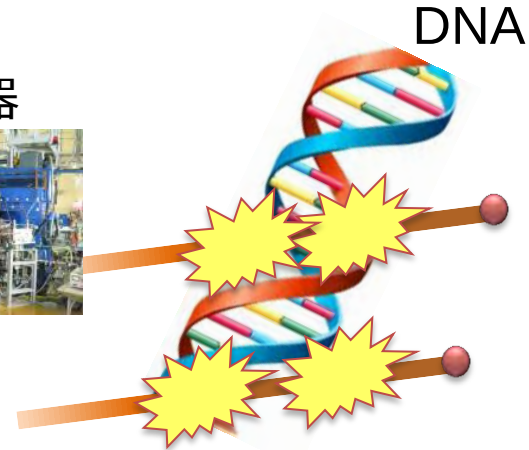
DNA

まばらに電離をおこす
(低LET放射線)

LET: $\sim 0.2 \text{ keV}/\mu\text{m}$

イオンビーム
(高速荷電粒子)

加速器



DNA

飛跡に沿って密に電離をおこす
(高LET放射線)

LET: $1 \sim 2,000 \text{ keV}/\mu\text{m}$

高崎研のイオンビームで生み出された新品種



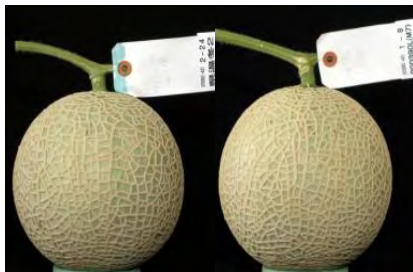
キク
6 品種 1998



カーネーション
8 品種 2002~2014



キク
8 品種 2005~2017



メロン (低温耐性)
2011



オステオスペルマム
2 品種 2007~



**カドミウム
低吸収米**
2012



6



芳香シクラメン
3 品種 2012~2015



**ヒメイタビ
(NOx 高吸収)**
2007



Victory bouquet
GP of Figure Skating
Final 2017

食品照射

放射線照射による加熱処理や化学薬剤の代替

目的

- 保存中の発芽・発根防止
- 病害虫の殺虫・不妊化
- 食中毒防止
- 無菌化

使用される放射線

- ^{60}Co または ^{137}Cs のガンマ線
- 電子線(加速器)
- X線(制動放射・変換X線)

高品質の芽止めジャガを端境期にも安定供給



^{60}Co 線源

1.5トン入るコンテナ
(130x164x98cm)
線源からの距離5 m

北海道士幌町農協のコバルト60ガンマ線照射施設
1974年の春から芽止め馬鈴薯の出荷開始

照射殺菌した唐辛子と加熱殺菌した唐辛子の色の違い



加工食品原料、香辛料、乾燥野菜類の
微生物制御のための理想的な殺菌技術

日持ち向上・食品ロスの削減



2.8 kGy照射

非照射

サランラップで包んだイチゴにコバルト60の γ 線を照射、 4°C で5日間保存し、さらに室温で2日間置いた

高崎女子高校スーパーサイエンスハイスクール
2006年研究課題「放射線の殺菌作用」より

米国の冷凍照射牛挽肉のビーフバーガーパテ



食中毒の防止（有害微生物リスクの低減）

China – Spicy pickled chicken feet / wings

中国の味付き鶏脚/手羽先

Courtesy of Mr. Henon

- **Popular snack found in convenience stores across China.**
中国全土のコンビニで見かけるポピュラーなスナック
- **Irradiation allows minimum boiling for better texture**
照射することで茹で時間を最小限にでき、テクスチャー良好
- **Shelf-life at room temperature > 6 months**
室温での日持ち6ヶ月以上
- **> 350,000 tons irradiated in 2017**
2017年の処理量は35万トン以上
- **Two major manufacturers have own irradiator**
2つの主要生産施設は自社で照射設備を保有



irradiated



Country irradiating food the most

Courtesy of Mr. Henon

最も食品照射の処理量が多い国、中国

China

- > 1 million tons of food irradiated yearly*
- In ~100 irradiation facilities, increasingly by accelerated electrons

- ・ 全照射処理量の70%が食品
- ・ 年間100万トンを超える食品を照射
- ・ 約100の照射施設で処理、電子線処理が増加中



Phytosanitary irradiation 植物検疫のための照射

Courtesy of Mr. Henon

- **Damage caused by invasive insects: 70 billion USD per year**

侵入害虫による被害：年間700億米ドルと推定

- **International trade, tourism + Global warming
= spread of insect invaders**

国際貿易、観光旅行＋地球温暖化＝侵入害虫の拡散

- **Irradiation now recognized as an effective
phytosanitary treatment by the International
Commission on Plant Protection (IPPC)**

現在、照射処理は効果的な植物検疫処理として
国際植物防疫条約（IPPC）で認められている

International standards: ISPM 18 and ISPM 28

国際基準：

（照射の一般指針）植物検疫措置としての放射線照射のための指針（ISPM No.18）
（具体的な処理基準）規制有害動植物のための植物検疫処理（ISPM #28）



オーストラリア/ニュージーランドで 植物検疫目的で許可されている青果物

There are currently 24 fresh fruit and vegetables with FSA NZ approval for irradiation.



地球環境の保全（臭化メチル燻蒸の代替）
高品質で輸出入（温湯処理などの代替）

Export of irradiated produce from Australia

オーストラリアからの照射農産物の輸出

2017-18 (estimate Feb 2018)		2016-17
Product	Exported to	Tons
Table Grapes	Viet Nam	1 780
Mangoes	New Zealand	1 290
Cherries	Viet Nam	370
Tomatoes	New Zealand	220
Lychees	New Zealand	200
Mangoes	USA	100
Papaya	New Zealand	22
Mangoes	Malaysia	14
Lychees	USA	12
Capsicums	New Zealand	9
Mandarins	Viet Nam	6
Strawberries	Indonesia	2
Blueberries	Indonesia	1
TOTAL		4 027



+50%

まとめ

- 農作物の品種改良や保存中の発芽・発根防止に放射線が用いられてきた。
- 最も多く照射されている食品は、スパイス・ハーブ類や乾燥野菜類。
- 香辛料以外にも、冷凍カエル脚や味付き鶏肉スナックなど、ニッチな市場で成功している。
- ここ数年は植物検疫処理のための照射が急増している。