

平成 22 年 5 月 17 日現在

研究種目： 基盤研究 (C)

研究期間： 2007~2009

課題番号： 19580002

研究課題名 (和文) ダイコン1染色体添加型ナタネの作出とそれを利用した有用形質遺伝子の同定

研究課題名 (英文)

Production and identification of favorable characteristics of *Brassica napus-Raphanus sativus* moosomic addition lines

研究代表者 金子幸雄 (KANEKO YUKIO)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号： 40241848

研究成果の概要 (和文)：

本研究は、ナタネ (ACゲノム, n=19) にダイコン (Rゲノム, n=9) の染色体を1本ずつ添加した1染色体添加系統を育成し、添加染色体の持つ有用形質の解明をナタネ育種への利用を目的としている。このためには、宇都宮大学で保存している2系統の人為合成複二倍体 (RA89系とRb63系) にナタネを連続戻し交雑して、(1)細胞質の異なる2種類の1染色体添加系統 (核置換系と核復帰系) の育成、(2)根こぶ病抵抗性遺伝子の同定と早期選抜のための特異マーカーの開発、および(3)核および細胞質の有用形質の解析を行った。平成19年度は、核置換系 (RA系) からhを除くa~iの8タイプを、核復帰系 (Rb系) からはa~iの全9タイプを育成した。両系統の形態的特性から、b~iタイプは雄性不稔性を示したが、aタイプは花粉稔性回復遺伝子が座乗することが明らかになった。平成20年度は、有用形質のうち、(1)ダイコンの持つ根こぶ病抵抗性、および(2)種属間交雑を困難にする要因の1つである低稔性について解析した。その結果、根こぶ病抵抗性遺伝子 (群) が座乗している可能性を明らかにした。また、d染色体にこの抵抗性遺伝子が座乗している可能性を明らかにした。また、このことから、種子稔性の低下は受精後に遅らせる胚の発育不全に起因すること、を明らかにした。平成21年度は、添加染色体をホモ型を持つ二染色体添加型植物 (DAL) を育成するため、通常受粉と少量受粉法を用い、花粉経路による染色体の伝達を調査した。その結果、bとcを除去した7タイプでは少量受粉法の効果が認められた。また、同一の添加染色体型植物同士での交配から、多量の種子 (一莢あたりiタイプの13.2粒からgタイプの1.7粒) を採種し、DAL育成の可能性を示唆出来た。

研究成果の概要 (英文)：

In this study, we tried to breed alloplasmic and autoplasmic *Brassica napus-Raphanus sativus* monosomic addition lines (MALs) mediated by the synthetic amphidiploid *Raphanobrassica* (RA89 and Rb63 lines), and also to survey favorable characteristics for *B. napus* breeding using them.

In 2007, alloplasmic MAL with 8 types (a~i) except for the h-type and autoplasmic MAL with complete 9 types were produced using 175 RAPD markers specific to R-genome. In characteristics of the MALs, most of alloplasmic MAL having the radish cytoplasm showed male sterility and only the a-type produced normal flower and had a high pollen fertility (88%), suggesting to have fertility restoring gene(s) for male sterility in alloplasmic line.

In 2008, we studied (1) identification and evaluation of clubroot resistance (CR) of radish chromosome, and (2) embryogenesis of MAL with d-chromosome of radish inducing low seed fertility. (1) Among the 9 types of MALs, only the c-type showed strong resistance (IC=73%, ID=0.7), on the other hand, other types showed complete susceptibility (IC=100%, ID=3.0). The result suggested that the major CR gene(s) may

be located on the c-chromosome of the radish genome. (2) In 3 weeks after backcrossing of MALs × *B. napus*, embryos in all types except for the d-type were grown from torpedo (T) to mature (M) stage, on the other hand, one in d-type were globular (G) to heart (H) stage following to chlorosis. It was assumed that the low seed fertility in the d-type was induced by embryo underdevelopment.

In 2009, for development of disomic addition lines (DALs), we studied; (1) improvement of male transmission rate of radish chromosome in MALs by limited pollination, and (2) crossing with the same addition lines by both normal and limited pollination methods. (1) the 7 types except for the b- and c-types were advanced male transmission rate of alien chromosome by limited pollination (7.0 ~ 70.3%) in comparison with normal one (2.9~54.3%). (2) a large number of seed were successfully obtained with a range of 13.2 seeds per pod for the i-type (totally 787 seeds) to 1.7 for the g-type (132 seeds). From results of (1) and (2), it may be developed DALs in the near future.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・育種学

キーワード：ダイコン，ナタネ，染色体添加系統，雄性不稔，花粉稔性回復因子，花色，核置換系統，核復帰系統

#### 1. 研究開始当初の背景

本研究は、ナタネ (AC ゲノム, n=19) にダイコン (R ゲノム, n=9) の染色体を1本ずつ添加した異種染色体添加系統を育成し、遺伝・育種学への利用をはかることを目的としている。

種の異なる染色体を1本ずつ添加した異種1染色体植物の育成はコムギで初めて育成されて以来、アブラナ科作物でもハクサイ類 (Aゲノム, n=10, Kaneko ら 2001), クロガラシ (Bゲノム, n=8, Jahier ら 1989) およびキャベツ類 (Cゲノム, n=9, 金子ら 1987, Quiros ら 1987) 等で作出され、遺伝学や育種学に大きく貢献している (松澤ら 1998)。しかし、ダイ

コンの染色体をハクサイ類やキャベツ類などの単一ゲノム種に添加する試みは、交雑不親和性や高い不稔を誘起するため (Dolstra 1982, 金子ら 1995, その他宇都宮大学修士論文2報), 目下のところ育成例がない。しかし、人為合成複二倍体種 *Brassicoraphanus* (AARR, 2n=38) とナタネとの交雑は、比較的容易に F<sub>1</sub> 植物を得ることができる (Dolstra 1982, Paulmann と Robbelen 1988, Lelivelt ら 1993)。

一方、ダイコン染色体は、ハクサイやキャベツで最も危惧されている根こぶ病に対する強い抵抗性 (吉川 1993, 石塚ら 2003), ナタネの

テンサイシストセンチュウ抵抗性 (Lelivelt ら 1993, Peterka ら 2004), あるいはダイコン細胞質雄性不稔に対する回復遺伝子 (酒井ら 2003) などの有用遺伝子を有している。

## 2. 研究の目的

本研究は宇都宮大学で保存している2系統の人為合成複二倍体 *Raphanobrassica*, ダイコン×ハクサイ類由来の RA-89 系統(2n=38, RRAA, Matsuzawa ら 2000)と, ダイコン×キャベツ類由来の Rb-63 系統(2n=36, RRCC, 松澤ら 1985)を橋渡し植物として, これらにナタネを連続戻し交雑して, (1) ナタネを遺伝的背景とした細胞質の異なる2種類のダイコン1染色体添加系統の育成, (2) この系統を用いた根こぶ病抵抗性遺伝子 (群) の同定と早期選抜のための特異マーカーの開発, および (3) 核及び細胞質の有用形質 (雑種育成向上等) の解析を計画した。

異種添加染色体系統は, 遺伝的背景種にはみられない独特の形質を現すため, 遺伝学や育種学的解析に有用な素材である。私たちは, 今までに, キャベツ類染色体添加型ダイコン (2n=19)を利用して, カブモザイクウイルス抵抗性遺伝子 (群) がキャベツ類の f 染色体 (Kaneko ら 1997)に, 早抽苔性が e (Kaneko ら 2000) に, 晩抽苔性が b および g (金子ら 1993) に座乗していることなどを明らかにした。また, この材料は, ゲノムレベルで作成された染色体地図と添加染色体との対応が可能である (須永ら 2003a, b)。併せて, 細胞質の異なる2種類の添加型植物は細胞質と核との相互作用を解析できる (Bang ら

2002)。さらに, 同一の遺伝的背景をもつ種の異なる2種類の添加系統を用いることにより, 染色体レベルでの染色体の同祖性やその程度の研究ができる (Kaneko ら 2002, 佐藤ら 2003, 松澤ら 2004) など, 異種染色体添加系統の育成は遺伝学的にも, 育種学上からも大きな意義がある。

## 3. 研究の方法

### ◎F<sub>1</sub>植物の養成

2種類の *Raphanobrassica* (RA-89 系統と Rb-63 系統)×ナタネの正逆交雑の親和性を知るため, 受粉後 48 時間後の花粉発芽と子房培養による交配 20 日後の発育胚の調査を試みた。その結果, RA-89×ナタネの正交雑による親和性はよいが, 逆交雑 (ナタネ×RA-89) では低いことが明らかになった。一方, Rb-63×ナタネの場合も, 正交雑がよいことがわかった。獲得種子状況 (稔実性) は, 両組合せとも正交雑から多くの種子が得られ (2018 粒, 662 粒), 逆交雑では極めて低かった (18 粒と 54 粒)。得られた種子の一部を播種し, 約 50 個体の植物を養成した。これらの個体は, 根端細胞による体細胞染色体数と形態的特性から, 両親のゲノム構成を有する雑種 F<sub>1</sub> 植物(RAAC, 2n=38, RCAC または ACRC, 2n=37)と偽受精個体が出現した。そこで, 雑種 F<sub>1</sub> 植物の稔実性の回復を図るためにコルヒチン処理を施し, 本実験に用いる細胞質の異なる人為合成三基八倍体植物 RA 系 F<sub>1</sub>(2n=76, RRAAAACC, 正交雑由来)を 16 個体, Rb 系 F<sub>1</sub>(2n=74, AACCRCC, 逆

交雑由来)を1個体作出した。

### ◎BC<sub>1</sub>植物の養成

BC<sub>1</sub>植物は、RA系F<sub>1</sub>植物×ナタネの組合せから110個体を、Rb-63系F<sub>1</sub>植物×ナタネから25個体を作出した。前者を核置換系、後者を核復帰系と称した。核置換系95個体の染色体数は、2n=36~64であったが、形態的特性からはいずれのダイコン染色体を添加しているのか、識別し難かった。そこで、RAPD法によるダイコン特異的DNAマーカーによる識別も進めた。BC<sub>2</sub>種子獲得には、染色体数が2n=47(AACC+R)前後の11個体を用いて再度ナタネを戻し交雑した。一方、核復帰系の染色体数は2n=45~58であった。このうち、染色体数の少ない19個体のBC<sub>1</sub>植物には再度ナタネを戻し交雑した。

### 平成19年度研究計画と方法

#### 1. 核置換系(RA系)BC<sub>2</sub>植物の養成

BC<sub>2</sub>世代の材料は、染色体数2n=47前後を持つ5個体から各50~60個体を養成した。

#### 2. 核復帰系(Rb系)BC<sub>2</sub>植物の養成

材料は、染色体数2n=47と48をもつ3個体のBC<sub>1</sub>植物から各60個体を養成した。

19度は、上記1と2の植物群を用い、次の①~④について研究を進めた。

① 核置換系のRA系BC<sub>2</sub>および核復帰系のRb系BC<sub>2</sub>植物の体細胞染色体数の調査を行い、2n=39植物を選抜する。

② 2n=39植物については、既知のダイコン特異的DNAマーカーを利用してダイコン1染色体添加型ナタネであることを識別・同定す

る。

③ 生育調査および花器各部の特性調査をとおり、核と細胞質の両面からの影響を解析する。

④ 花粉母細胞減数分裂第一中期(M I)の染色体対合状況を調査する。

以上の①~④の調査をもとに、2n=39植物をRゲノムの基本数である9タイプに分類する。

### 20年度以降の研究計画及び方法

#### ①添加染色体の伝達と形質の遺伝性

添加染色体系統の利用をはかるために、各添加染色体の後代への伝達状況および形態学的特性や特異的DNAマーカーの遺伝性について調査する。その際は、GISH法を用いてダイコン添加染色体を視覚的に識別するとともに、RAPD法によるダイコン特異的DNAマーカーでも調査する。

#### ②ダイコン染色体の根こぶ病抵抗性の評価

供試材料には、根こぶ病抵抗性ダイコン‘聖護院’由来の染色体を保有する核復帰型添加型ナタネ(a~iの9タイプ)を用いた。また、対照として両親種であるセイヨウナタネ‘350’、ダイコン‘聖護院’、*Raphanobrassica*‘Rb-63’およびハクサイ罹病性品種‘無双’を用いた。

根こぶ病抵抗性の検定は、野菜茶業研究所が保有するAno-01菌を使用し、休眠孢子 $5 \times 10^6$ 個/ポットの病土挿入接種法(吉川1981)で行った。各タイプごとに100粒を播種し、その中から無作為に選抜した80個体について病徴の調査を行った。病徴の調査は播種6週間後に行い、各個体の発病程度を4段階(発病指数0~3)で評価し、発病指数0を抵抗性とみなした。

一方、1染色体添加型植物(2n=39)は次世代において染色体添加型植物(2n=39)と非添加型植物(2n=38)に分離することから、検定した次代植物が添加型植物(2n=39)であるか否かを、既知のダイコン染色体特異的 RAPD マーカーを用いて識別した。

### ③核および細胞質の有用形質の解析

1シリーズの添加型系統と両親種のダイコンとナタネを展開し、②と同様に、各ダイコン染色体にある有用形質を見出す。

現在のところ、ダイコンのそれぞれの染色体を異種植物に添加した系統の作出例は報告されていない。このことから、本研究において作出された系統は、今後アブラナ作物の遺伝・育種の展開に大きく貢献できるものと考えられる。

## 4. 研究成果

### ①添加型系統の育成と添加染色体の伝達

RA系(核置換型)およびRb系(核復帰型)のBC<sub>2</sub>植物の染色体数は2n=34~48であり、1染色体添加型ナタネ(2n=39)が得られるものと思われた。

これらのうち、2n=39~43を示すRA系BC<sub>2</sub>植物14個体を用いてダイコンRAPD特異的マーカーの検出を試みたところ、99種類のプラ

イマーから合計232本のダイコン特異的マーカーが得られた。このうち160本は個体間における検出パターンの違いから7つのグループ(a~g)に分けることができた。これらの特異的マーカーは、ダイコンRゲノム染色体のうち、それぞれ7本に対応すると推定した。

一方、Rb系BC<sub>2</sub>植物10個体について既知の特異マーカーを用いて添加染色体のタイプ分けを行ったところ、核置換型にみられた7タイプ(a~g)に加えて新たにhタイプを見出した。

核置換型と核復帰型植物の形態的特性は、前者では花器の奇形がみられたが、後者では正常であった。また、両系統から出現したgタイプは花色が白であり、この形質はgタイプの指標と考えられた。

核復帰型系統9タイプの花粉母細胞減数分裂第一中期における染色体対合は、いずれのタイプも19II+1Iを示し、添加されたダイコン染色体は遺伝的には背景種であるナタネの染色体と対合しなかった。

これら各タイプのダイコン添加染色体の後代への伝達状況を調査したところ、伝達率は核置換系では93%(eタイプ)から3%(gタイプ)であり、核置換系では73%(eタイプ)から30%(bタイプ)

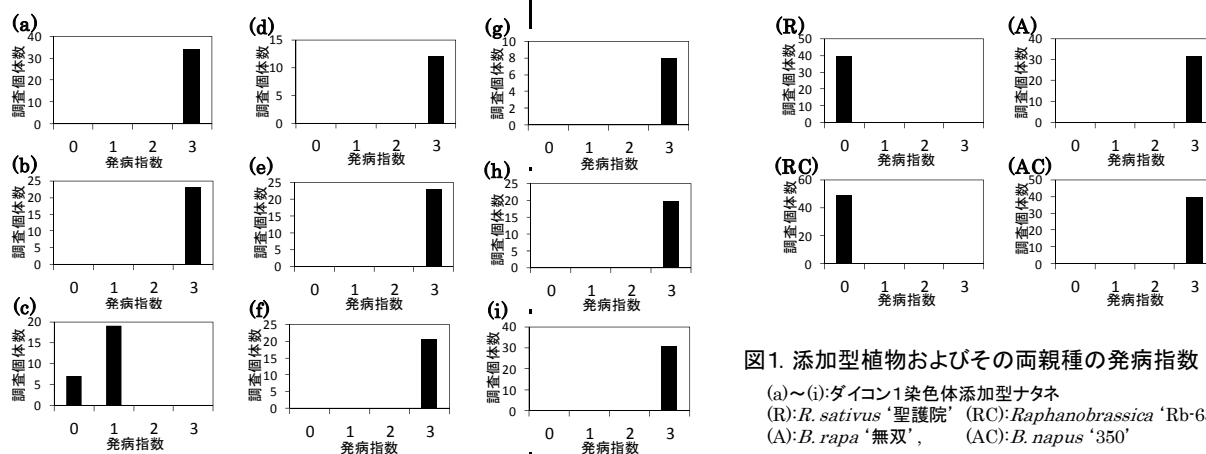


図1. 添加型植物およびその両親種の発病指数  
(a)~(i):ダイコン1染色体添加型ナタネ  
(R):*R. sativus* '聖護院' (RC):*Raphanobrassica* 'Rb-63'  
(A):*B. rapa* '無双', (AC):*B. napus* '350'

イブ)まで変化した。

以上のことから、作出した a~h タイプは一部を除き後代へ伝達することが明らかになった。

### ②ダイコン染色体の根こぶ病抵抗性

対照としたセイヨウナタネは罹病性(発病指数 3)であったのに対して、‘聖護院’と *Raphanobrassica* は完全な抵抗性(発病指数 0)を示した(図 1)。

また、調査した全 9 タイプの添加型植物のうち、c タイプは高い抵抗性(発病指数 0~1)を示した(図 1c)。一方、残りの 8 タイプはすべて罹病性(発病指数 3)であった(図 1a-i)。これらのことから、Ano-01 菌に対する抵抗性遺伝子は、ダイコンの c 染色体上に座乗している可能性が示唆された。しかしながら、c タイプにおいてわずかな罹病性(発病指数 1)を示す個体も見られたことから、ダイコンのもつ抵抗性は他の因子によっても支配されている可能性が示唆された。

これについては、今後、2 種類の染色体をもつ添加型植物(2n=40)を育成し、根こぶ病抵抗性検定を行う予定である。

### ③有用形質の解析——胚発達の抑制因子

添加型植物はその維持が重要なテーマであるが、本添加型系統の d タイプの種子稔性は、置換型で 1.1 粒、復帰型で 0.3 粒であり、他のタイプ(置換型  $7.1 \pm 4.2$  粒、復帰型  $: 9.1 \pm 3.4$  粒)に比べて極めて低かった。ここでは、低稔性の原因を解明するため、ナタネとの戻し交雑における花粉の伸長程度および受粉後 2~4 週間の経時的な胚発育状況を調査した。

置換型および復帰型の 1 莢あたりの胚珠数は、前者が d タイプの 27.2 個から e の 20.4 個、後者が d の 22.1 個から a の 18.6 個であり、d タイプの胚珠数は多少多かった。また、d タイプの花粉発芽指数(P. G. I.,  $0 \leq P. G. I. \leq 4$ ) と e-段階(P. G. I.=4.0)の頻度は、置換型と復帰型ともに 4.0 と 100%であり、他のタイプ(P. G. I.=3.9~4.0, 90~100%)と同様に高い値を示した。

このことから、d タイプ×ナタネにおいて受精前障害はないと思われた。

表 1. 核置換型における交配 4 週間後の胚の発達頻度 (%)

タイプ	胚の発育段階 <sup>a</sup>					Non <sup>b</sup>
	G	H	T	WS	M	
a				6.7	86.7	6.7
b				14.3	82.1	3.6
c				1.9	90.7	7.4
d				8.9	75.0	16.1
e				2.2	87.1	9.7 <sup>b</sup>
f				4.5	73.6	19.8
g				3.0	92.5	4.5
h				2.0	98.0	2.0
i				3.9	94.5	1.6

<sup>a</sup> G (球状型), H (心臓型), T (魚雷型), WS (杖型), M (成熟型)

<sup>b</sup> 胚が観察されなかった胚珠の割合 (%)

一方、戻し交雑における胚の発達段階を経時的に調査したところ、交配 2 週間後の胚の発達段階はどのタイプも球状型(G)から魚雷型(T)であり、置換型と復帰型ともにタイプによる差はなかった。一方、この時点では胚の確認ができなかった胚珠の割合は、d タイプの置換型が 35.3%、復帰型が 20.9%であり、他のタイプ(平均値;置換型: 9.8%, 復帰型: 8.3%)よりも高かった。交配 3 週間後では、d 以外のタイプはほとんどの胚が T 型~M 型に成長していた。一

方, d タイプでは G 型や H 型の胚が数多く見られ(置換型 : 58.1%, 復帰型 : 17.6%), 発達の悪さが確認された. 交配 4 週間後では, 他のタイプの大部分の胚が M 型に達しているに比べ, d タイプにおける M 型の割合は低く(置換型 : 30.5%, 復帰型 : 42.7%), 3 週間後と同様に, 発達の悪い胚が数多く観察された(表 1, 2). また, これら発達の悪い胚の多くは, 部分的にクロロシスを示した.

以上のことから, d タイプにみられた種子稔性の低下は, 受精前の障害ではなく, 受精後における胚の発達不全によるものであることが明らかとなった. 一方, d タイプの添加染色体は他のタイプの染色体に比べて高い雌性側伝達率(置換型 : 72.2%, 復帰型 : 100.0%)を示すことから, 今後, d 添加染色体の伝達と胚形成との関係について調査する予定である.

#### ④ 少量受粉による添加染色体の雄性伝達率の向上

ダイコンの同一染色体を 1 対もつ disomic addition line(DAL)や異なる染色体を 1 本ずつ有する double monosomic addition line(DMAL)は, それぞれの添加染色体の遺伝的な働きを明らかにする材料として重要である. この場合, 添加染色体が花粉側を通して伝達する必要がある. 一般的に, 通常の受粉では添加染色体をもつ花粉は花粉間競争による選抜が働くため, 雄性側からの伝達率は極めて低い. 一方, 制限された少量の花粉を受粉する少量受粉法は花粉管伸長が緩慢な花粉も受精, 結実することが知られている(Namai and Ohsawa 1988).

ここでは, ナタネ(*Brassica napus* L. AACC,  $2n=38$ )を種子親とし, 9 種類のダイコン 1 染色体添加型ナタネ(AACC+1r,  $2n=39$ , a~i タイプ)を花粉親として通常の受粉法と少量受粉法によって交配し, 少量受粉法による添加染色体の雄性伝達率が向上するか否かを RAPD 法によるダイコン特異マーカーの有無で調査した.

交配は蕾受粉による通常の受粉法と針の先に平均 180 粒の花粉をつけて受粉させる少量受粉法を行った. 交配 45 日後には, 結莢率(結莢数/交配花数 $\times 100$ )と種子稔性(種子数/結莢数)を算出した. 添加染色体の伝達については, ダイコンの RAPD 特異マーカーの有無によって判断した. なお, 既に得られている雌性側からの伝達率とも比較検討した.

結莢率はどのタイプでも受粉法による大きな違いはみられなかったが, 種子稔性は全てのタイプにおいて通常の受粉法に比べて少量受粉法が著しい低下を示した(図 2).

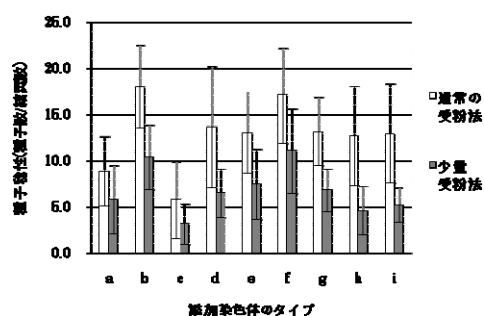


図 2. 添加染色体のタイプごとの種子稔性

添加染色体の伝達率については, b と c を除いた 7 タイプでは通常の受粉法(2.9~54.3%)に比べて少量受粉法(7.0~70.3%)が高かった. また, c タイプは雌性側(28.6%)に比べて雄性側(53.8%)からの伝達率が高かった(図 3).

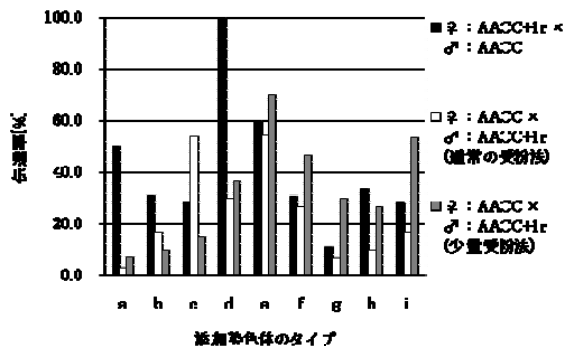


図3. 雌雄配偶子経路による添加染色体の伝達状況

したがって、bとcを除いた7タイプにおいては、少量受粉法の効果が認められるものと考えられた。また、cタイプは、通常受粉法においても雌性側より雄性側からの伝達率が高かったことから、n=19の配偶子とn=20のダイコン染色体をもつ配偶子間における花粉間競争はほとんどみられないものと考えられた。

以上の結果から今後、花粉少量受粉法によってDALやDMALの育成をより可能にするものと考えられた。

⑤同一タイプの染色体添加型ナタネどおしの交配による稔実性

同一染色体を1対有する二染色体添加型ナタネ(2n=40, DAL)の育成を目的に、同一タイプの1染色体どおしの交配を、通常受粉法と花粉を少量に抑えた制限受粉法によって行った。その結果を表3に示した。通常受粉法からはiタイプの13.2粒(一莢あたり、合計787粒)からgタイプの1.7粒(同、132粒)までであった。タイプによる稔実性の差異は大きかったが、DALを育成するための種子量は確保出来たものと考えられた。一方、

制限受粉法では、bタイプの3.8粒からhタイプの0.4粒と、通常受粉法に比べて低い稔実性であった。しかし、図3の結果から、花粉由来による1添加染色体の伝達率が高いことから、DALを得る可能性が十分あるものと考えられた。

今後、これらの種子を用いてDALを得る予定である。

表3. 同一タイプどおしの交配によるダイコン1染色体添加型ナタネの稔実性

タイプ	交配方法	種子数	種子稔性 <sup>2)</sup>
a	通常受粉法	644	7.6
b		978	12.1
c		656	2.4
d		199	2.5
e		342	2.9
f		289	8.7
g		132	1.7
h		787	13.2
i		787	13.2
合計と平均	通常受粉法	4027	6.4±4.6
a	制限受粉法	147	1.8
b		285	3.8
c		413	1.7
d		54	0.8
e		128	1.2
f		138	2.2
g		162	2.0
h		25	0.4
合計と平均	制限受粉法	1352	1.7±1.03)

3)Mean±SD

以上のように、本研究ではダイコン細胞質とナタネ細胞質をもつ2種類のダイコン1染色体添加型ナタネが育成でき、併せてダイコンの各染色体が保有するいくつかの有用形質を明らかにできた。これらのダイコン1染色体添加型ナタネならびに得られた知見は、ダイコンからナタネへの遺伝子導入を行う育種において有益なものと考えられる。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

1) Production and characterization of *Brassica napus-Raphanus sativus*

monosomic addition lines mediated by the synthetic amphidiploids

“*Raphanobrassica*”. : Akaba, M., Y. Kaneko, Y. Ito, Y. Nakata, S. W. Bang and Y. Matsuzawa: Breed. Sci. 59 :109-118 (2009)

2) Identification and evaluation of clubroot resistance of radish chromosome using a

*Brassica napus-Raphanus sativus*

monosomic addition line.: Akaba, M., Y.

Kaneko, K. Hatakeyama, M. Ishida, S. W. Bang and Y. Matsuzawa: Breed. Sci. 59:203-206 (2009)

[学会発表] (計5件)

1) 赤羽美智子・金子幸雄・中田好美・房 相佑・松澤康男 *Raphanobrassica* 2系統とナタネとの交雑およびその後代植物の育成. 育種学研究

2) 赤羽美智子・金子幸雄・伊藤陽一・房 相佑・松澤康男 ダイコン1染色体添加型ナタネの育成. 育種学研究 (別) :

3) 赤羽美智子・金子幸雄・畠山勝徳・石田正彦・房 相佑・松澤康男 ダイコン1染色体添加型ナタネの根こぶ病抵抗性の評価 育種学研究 10 (別1) : 205 (2008)

4) 赤羽美智子・房 相佑・金子幸雄 2種類のダイコン d 染色体添加型ナタネの胚形成と

伝達率 育種学研究 10 (別2) :140 (2008)

5) 筒井康太・赤羽美智子・房 相佑・金子幸雄・松澤康男 ダイコン1染色体添加型ナタネの少量受粉による添加染色体の雄性伝達率の向上 育種学研究 11 (別1) : 270 (2009)

[図書] (計1件)

Distant hybridization. In ‘Biology and Breeding of Crucifers’ , (ed. Gupta) : Kaneko, Y., S. W. Bang and Y. Matsuzawa: CRC Press: 207-247 (2009)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金子幸雄 (KANEKO YUKIO)  
宇都宮大学農学部・教授  
研究者番号 : 40241848

(2) 研究分担者

房 相佑 (SANG WOO BANG)  
宇都宮大学農学部・准教授  
研究者番号 : 50302443