

F-7 遺伝子組換え生物の開放系利用による遺伝子移行と生物多様性への影響評価に関する研究

(2) 遺伝子組換え植物の導入遺伝子の環境拡散リスクと植物多様性影響評価に関する研究

④遺伝子移行に及ぼす環境因子の影響に関する研究

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 植物細胞工学研究チーム 田部井 豊・津田 麻衣

〈研究協力者〉

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 植物細胞工学研究チーム 萩尾 高志・蒲池 伸一郎・小長谷 賢一
宇都宮大学農学部 金子 幸雄

平成15～17年度合計予算額 22,055千円

(うち、平成17年度予算額 6,917千円)

※上記の予算額には、間接経費 5,090千円を含む

[要旨]

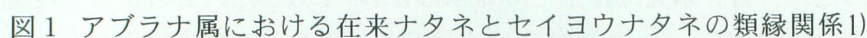
遺伝子組換えナタネ (*B. napus*) と我が国の在来ナタネ (*B. rapa* および *B. juncea*) 間の遺伝子拡散程度を評価するため、環境ストレスが交雑親和性や雑種形成率へ与える影響、さらに種間雑種の環境適応度の調査を行った。

環境ストレスとして、根圏の制限や乾燥ストレス・窒素欠乏ストレス、呼吸阻害剤処理などを与えた在来ナタネに、非組換えセイヨウナタネを花粉親として交雑を行った。その結果、根圏を小さく制限した場合に、*B. rapa* で一莢あたりの種子数、*B. juncea* で結実率がそれぞれ高まる傾向が見られた。乾燥や呼吸阻害剤処理では、柱頭における遺伝子発現が大きく変化するが、植物体への影響も大きく結実率等が大きく低下した。窒素欠乏条件では遺伝子発現の差異は認められなかった。得られた雑種における葉の形質はセイヨウナタネ型を示したが、他の形態的特性および生育特性等を調査したところ、草丈等の生育特性と抽苔性は両親の中間的値を示した。雑種の花粉稔性は親よりも低い値を示すものも見られた。

得られた種子に見られる特徴的として、*B. rapa* × *B. napus* で莢内で発芽する種子が4.5%見られ、その91.7%が雑種であった。一方、未発芽種子での雑種は7.3%であった。この結果を考慮すると、自然条件下における *B. rapa* × *B. napus* の雑種形成率は意外と低いことが推定された。

B. juncea × *B. napus* の交雑親和性はこれまでの推測より高かった。しかし、*B. juncea* (黄からしな:種皮色は黄) と *B. napus* (イスズナタネ:種皮色は濃茶) の人工交配して得られた種皮色で、黄色と両親種の中間色である茶色が出現した。黄色及び茶色種子それぞれを育成しRAPD分析を行ったところ、黄色は *B. juncea*、茶色は雑種を示した。この結果から、メタキセニアおよび偽雑種の可能性が考えられた。従って、雑種の形成効率は比較的低いものと推定された。

近年、我が国における遺伝子組換えナタネ種子のこぼれ落ちによる自生が明らかとなってきた。これらの組換えナタネ品種は、すでに日本でも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（以下、「カルタヘナ法」とする。）に基づき我が国の生物多様性への影響はないと判断され、その利用が農林水産大臣・環境大臣により認可されている。しかし、今後、新規に開発された新しいタイプの組換えナタネもしくはその他アブラナ科作物が開発され、日本へ輸入または我が国で栽培される可能性も考えられる。遺伝子組換えナタネの母本種となるセイヨウナタネ (*B. napus*) の近縁野生種である在来ナタネ (*B. rapa* および *B. juncea*) は（図1）、日本の河原や道路沿い等に多数生育し、また同時にセイヨウナタネや在来ナタネと同じアブラナ属の野菜の栽培も多いため、我が国における遺伝子組換えセイヨウナタネの花粉飛散に伴う導入遺伝子の環境中への浸透による生物多様性影響評価についての基礎的知見を把握しておく必要がある。



遺伝子組換えナタネの花粉飛散に伴う導入遺伝子浸透を評価するためには、その最大リスクを知ることが重要である。海外における研究では、在来ナタネとセイヨウナタネの交雑について、*Brassica rapa*で最大69%、*B. juncea*では3%の自然交雑率であることが確認されたという報告がなされている²⁾。しかし、我が国における在来ナタネとセイヨウナタネの交雑率を示す具体的な数値を研究している例は少なく、さらにその交雑親和性や、作出された雑種の環境適応度も明ら

かになってはいない。

そこで、本研究では在来ナタネと非組換え体のセイヨウナタネの交雑において、セイヨウナタネの花粉のレシピエントとなりやすい在来ナタネに様々な環境ストレスを与えて交雑させた場合、交雑親和性にどのような変化が現れ、また雑種の形成にどう影響するのかを検討し、さらに作出された雑種の形態的特性や生育特性など、環境適応度に関わる形質を調査することで、日本でのセイヨウナタネから在来ナタネへの遺伝子拡散程度を調べることを目的とした。

3. 研究方法

(1) 植物材料

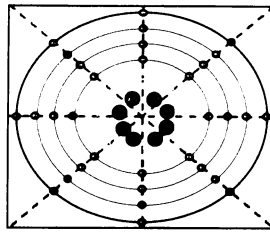
花粉親として用いた *B. napus* (AACC, $2n=38$) には、イスズナタネと農林16号、種子親として用いた *B. rapa* (AA, $2n=20$) には早陽一号とオータムボエム、同様に種子親の *B. juncea* (AABB, $2n=26$) は黄からしなと葉からしなを供試した。

(2) 環境ストレス条件

環境ストレス条件には、乾燥ストレスや栄養(窒素)欠乏ストレス、またはアジ化ナトリウムを用いた呼吸障害によるストレスを与えた。さらに、素焼き鉢のサイズを深型4、6、10号と3段階に分けて在来ナタネの根圏を制御してストレスを与え(図2)、セイヨウナタネ花粉および在来ナタネ自身の花粉を開花前の蕾受粉による人工的な交配で掛けてその花粉管伸長や結莢率および一莢あたりの種子数を調査しその交雑親和性について解析した。また、根圏を制御したストレス条件に関しては、自然条件下における放任受粉実験も行い、在来ナタネを円を中心に設置しその周囲をセイヨウナタネで取り囲んで行った(図3)。また、最大交雑リスクを予測するために、在来ナタネに対するセイヨウナタネの個体数やその配置および在来ナタネとの距離について、自然では起こりうる可能性が低いと思われる条件を設定して行った。交雑親和性の変化についての検討は、結莢数および一莢あたりの種子数を調査した。



図2 鉢サイズ(深型素焼鉢 4・6・10号)による根圏を制御した植物体



中心部に在来ナタネ (*B. rapa*または*B. juncea*)
 周囲は、同心円状にセイヨウナタネ (*B. napus*)

図3 自然条件下における在来ナタネとセイヨウナタネの放任受粉実験の配置図

(3) 環境適応度

雑種の環境適応度を検討するため、人工交配により得られた種子を生育させ、発芽率や草丈、葉数、および抽苔までの日数などの生育特性の測定や、形態的特性の調査、そして花粉稔性の調査を行った。

(4) 雑種判定

① *B. rapa* × *B. napus* の雑種

B. rapa × *B. napus* で得られた F_1 における分析では、フローサイトメーターを用いた。*B. oleracea* を比較対照に用い、*B. rapa*、*B. napus*、両種の間DNA量の値を示す雑種を識別した。

② *B. juncea* × *B. napus* の雑種

B. juncea × *B. napus* で得られた F_1 における分析に関しては、RAPD分析を用いた識別を行った3)。

4. 結果・考察

(1) 環境ストレスを与えたセイヨウナタネにおける特異的な遺伝子の発現

① 乾燥ストレス

微妙な乾燥ストレスの違いを安定して再現することが困難であり、強い乾燥ストレスを加えると植物に大きなダメージを与え、ストレス応答性の遺伝子が多数発現することが明らかとなった。

② 栄養(窒素)欠乏ストレス

遺伝子発現に差異は見られなかった。

③ 呼吸阻害剤(アジ化ナトリウム)によるストレス

再現性も高く、安定した遺伝子発現に差異が見られた。

(2) 環境ストレスを与えた在来ナタネとセイヨウナタネの交雑親和性の変化

① 根圏の制御によるストレス

ア 人工交配による根圏を制御した *B. rapa* × *B. napus* の交雑親和性の変化

B. rapa で見られた傾向として、花粉管伸長については根圏の制御による差異は見られなかった(表1)。また、花粉親として *B. rapa* および *B. napus* を交配した場合、それぞれどちらにおいても根圏を最も小さく制御した4号鉢において一英あたりの種子数が高い値を示し、10号鉢へと根圏が大きくなるにつれその値は低くなる傾向が見られた(表1)。しかし、この傾向は、オータムポエムという品種について見られた傾向であり、もう一方の品種、早陽一号については一定した傾向が見られなかった。また、*B. rapa* より *B. napus* を花粉親とした場合に、一英あたりの種子数におけ

る値が高かった。これは、*B. rapa*の持つ自家不和合性のためであると考えられた。

これらの結果より、*B. rapa*の品種による差異や、自家不和合性程度、結実率と一実あたりの種子数への影響の違いについて更なる検討が必要であると思われた。

表1 人工交配を行った場合に環境ストレス（根圏制御）が花粉管伸長と結実率および一実あたりの種子数に及ぼす影響(*B. rapa*)

交配組合せ	鉢のサイズ	花粉管伸長	結実率	一実あたり種子数
<i>B. rapa</i> × <i>B. rapa</i>				
オータムポエム×オータムポエム	4号鉢	3.1±1.1	93.6	17.0
オータムポエム×オータムポエム	6号鉢	3.3±0.8	100.0	12.2
オータムポエム×オータムポエム	10号鉢	3.8±0.4	97.6	10.9
早陽×早陽	4号鉢	3.5±0.5	38.5	3.3
早陽×早陽	6号鉢	3.9±0.3	38.4	2.4
早陽×早陽	10号鉢	3.8±0.4	76.7	9.3
<i>B. rapa</i> × <i>B. napus</i>				
オータムポエム×イスズナタネ	4号鉢	3.7±0.5	43.1	19.2
オータムポエム×イスズナタネ	6号鉢	3.4±0.9	76.9	17.3
オータムポエム×イスズナタネ	10号鉢	3.9±0.4	53.7	14.3
早陽×イスズナタネ	4号鉢	3.5±0.8	56.6	7.8
早陽×イスズナタネ	6号鉢	3.2±1.2	56.4	13.0
早陽×イスズナタネ	10号鉢	3.8±0.2	50.0	13.0

イ 人工交配による根圏を制御した*B. juncea*×*B. napus*の交雑親和性の変化

*B. juncea*で見られた傾向として、花粉管伸長については根圏の制御による差異は見られなかった(表2)。また、花粉親として*B. juncea*および*B. napus*を掛けた場合のそれぞれどちらにおいても根圏を最も小さく制御した4号鉢において結実率が高い値を示し、10号鉢へと根圏が大きくなるにつれその値は低くなる傾向が見られた(表2)。しかし、この傾向は特に、黄からしなという品種について見られた傾向であり、もう一方の品種、葉からしなについては一定した傾向が見られなかった。また、自家和合性である*B. juncea*では*B. rapa*での場合と異なり*B. napus*をかけると結実率や一実あたりの種子数が下がる傾向であった。

これらの結果より、*B. juncea*の品種による差異や、結実率と一実あたりの種子数への影響の違いについて更なる検討が必要であると思われた。

ウ 自然条件下において根圏の制御が交雑親和性に与える影響

結実数および一実あたりの種子数について調査を行った結果、根圏の制御による影響は見られず、4号鉢から10号鉢へと根圏サイズが大きくなるにつれ値も大きくなった(表3)。

人工交配で見られた傾向が、自然条件下においては見られなかった。この理由として、自然条件下では根圏の制御によるストレスよりも病気や害虫、さらに気候等によるストレスの影響が大きかったため根圏の制御による影響が見られなかったのではないかと推測された。

(3) 雑種の環境適応度

①発芽率

人工交配で得られた種子の発芽率を調査した(表4)。発芽率は、親と比較しても雑種における差

異は見られなかった。

表2 人工交配を行った場合に環境ストレス（根圏制御）が花粉管伸長と結莢率および一莢あたりの種子数に及ぼす影響(*B. juncea*)

交配組合せ	鉢のサイズ	花粉管伸長	結莢率*	一莢あたり種子数
<i>B. juncea</i> × <i>B. juncea</i>				
黄からしな × 黄からしな	4号鉢	3.7 ± 0.5	94.2	6.5
黄からしな × 黄からしな	6号鉢	2.9 ± 1.2	58.1	14.7
黄からしな × 黄からしな	10号鉢	3.2 ± 0.8	44.1	11.2
葉からしな × 葉からしな	4号鉢	3.1 ± 1.1	53.3	10.3
葉からしな × 葉からしな	6号鉢	3.6 ± 0.8	11.8	4.0
葉からしな × 葉からしな	10号鉢	3.2 ± 0.9	35.0	14.6
<i>B. juncea</i> × <i>B. napus</i>				
黄からしな × イスズナタネ	4号鉢	3.6 ± 0.5	87.5	2.1
黄からしな × イスズナタネ	6号鉢	3.3 ± 0.7	56.1	9.5
黄からしな × イスズナタネ	10号鉢	3.4 ± 0.6	43.5	2.7
葉からしな × イスズナタネ	4号鉢	3.3 ± 0.4	42.9	3.8
葉からしな × イスズナタネ	6号鉢	3.4 ± 0.3	47.6	3.4
葉からしな × イスズナタネ	10号鉢	3.1 ± 0.7	22.4	2.6

表3 自然条件下における根圏の制御が結莢数および一莢あたりの種子数に与える影

	結莢数	種子数	種子数/一莢
<i>B. rapa</i> 4号 × <i>B. napus</i>	494	5363	10.86
<i>B. rapa</i> 6号 × <i>B. napus</i>	1488	12505	8.40
<i>B. rapa</i> 10号 × <i>B. napus</i>	3349	46668	13.95
<i>B. juncea</i> 4号 × <i>B. napus</i>	1302	9851	7.57
<i>B. juncea</i> 6号 × <i>B. napus</i>	1815	17675	9.74
<i>B. juncea</i> 10号 × <i>B. napus</i>	6268	56940	9.08

表4 *B. napus*と*B. rapa*および*B. juncea*種子と、*B. rapa* × *B. napus*および*B. juncea* × *B. napus*の人工交配により得られた種子との発芽率の比較

	播種数	発芽数			発芽率(%)
		4月8日	4月11日	計	
イスズナタネ	10	9	0	9	90
早陽	10	6	0	6	60
オータムボエム	10	9	0	9	90
葉からしな	10	0	0	0	0
黄からしな	10	9	1	10	100
早陽 × イスズナタネ	50	34	5	39	78
オータムボエム × イスズナタネ	50	50	-	50	100
葉からしな × イスズナタネ	50	17	2	19	38
黄からしな × イスズナタネ	50	40	10	50	100

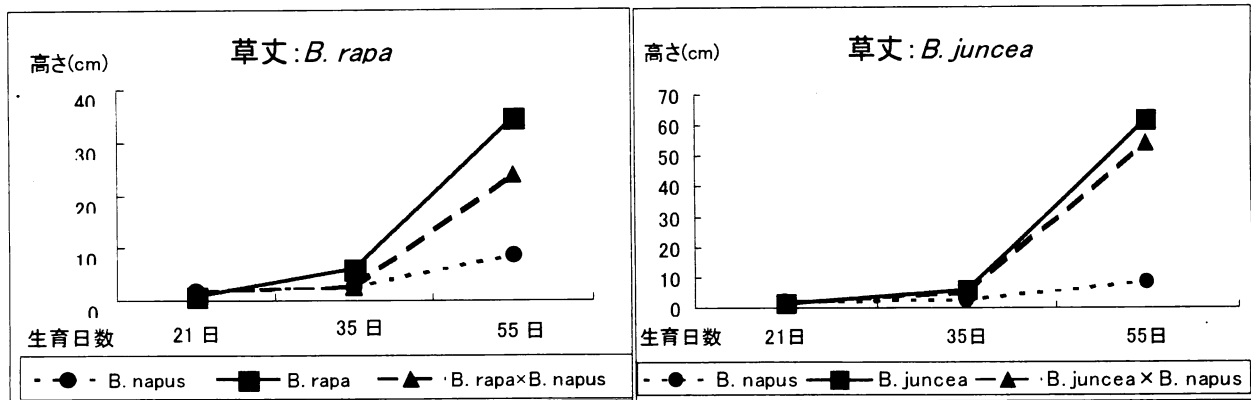


図4 *B. rapa* × *B. napus* および *B. juncea* × *B. napus* の雑種の草丈調査

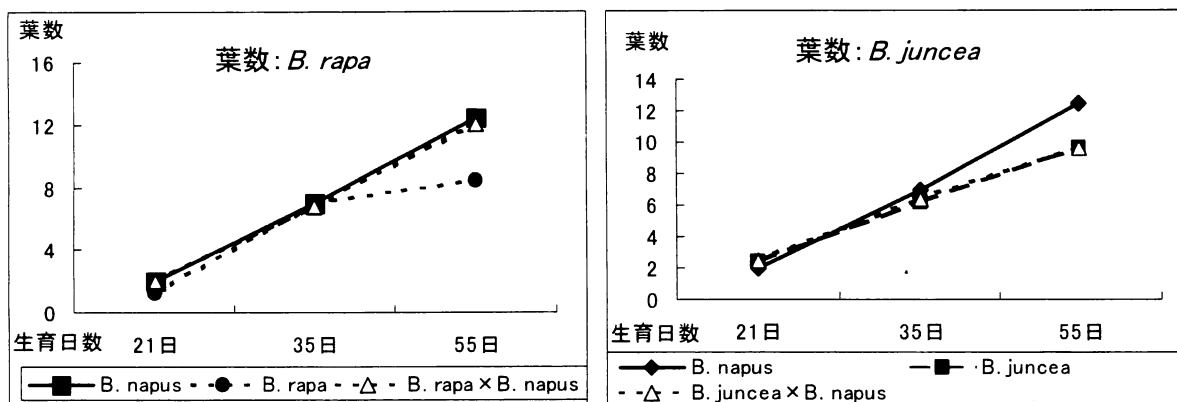


図5 *B. rapa* × *B. napus* および *B. juncea* × *B. napus* の雑種の葉数調査

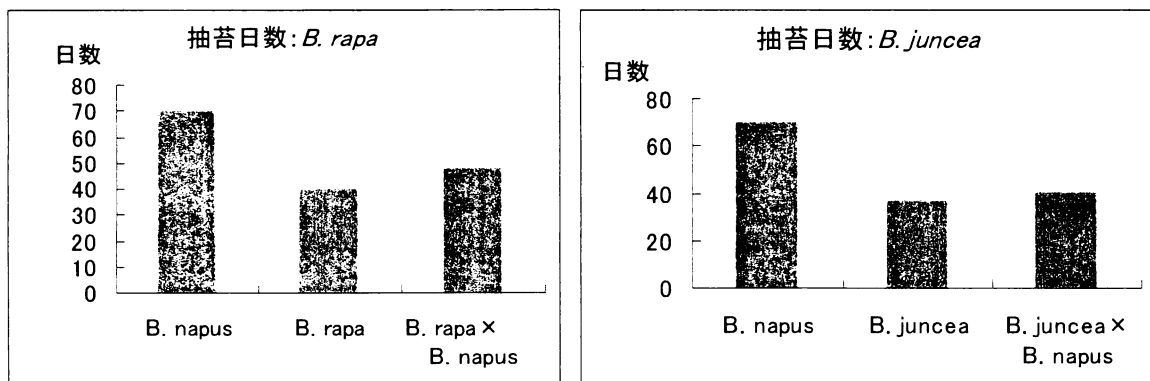


図6 *B. rapa* × *B. napus* および *B. juncea* × *B. napus* の雑種の抽苔日数調査

②生育特性

生育特性は、草丈、葉数、抽苔までの日数について調査を行った(図4~6)。雑種はいずれの特性においても、両親である在来ナタネとセイヨウナタネの中間程度の値を示した。

③形態的特性

雑種の形態的特性についての調査も行った。雑種個体は、本葉が出始めた頃のかかなり早期から両親種の間隔的な形態をはっきり示し(図7)、ある程度の形態的特性による雑種個体選抜を行うこ

とが出来ることが判明した。また、特に *B. juncea* × *B. napus* の雑種個体については中間形態ではあるがかなり *B. napus* に近い、葉のロウ質や抽苔期および草姿等を示した。

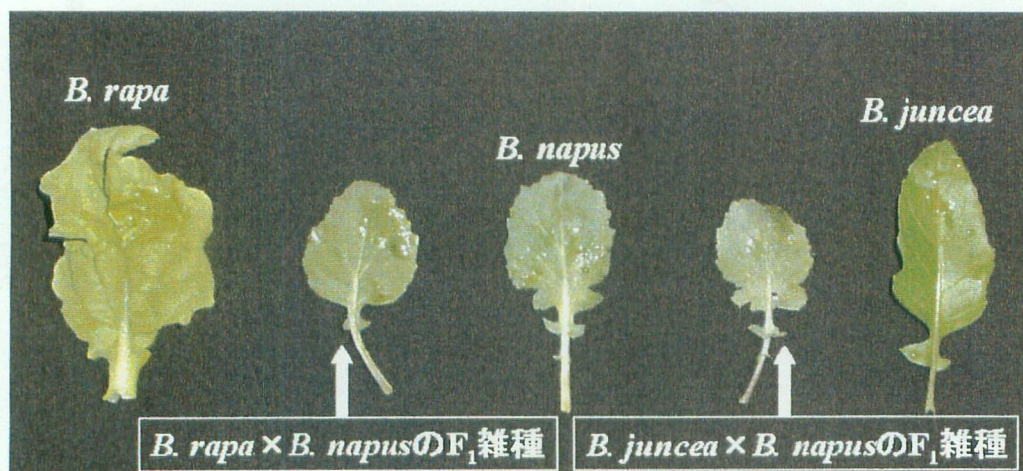


図7 *B. rapa* × *B. napus* および *B. juncea* × *B. napus* の葉の形態的特性

表5 *B. rapa* × *B. napus* および *B. juncea* × *B. napus* の雑種の花粉稔性

	個体数	平均花粉稔性 (range)
<i>B. rapa</i> × <i>B. napus</i>		
イスズナタネ	5	97.8%
	5	95.9%
早陽 × イスズナタネ	20	58.5% (23.5~99.7)
オータムポエム	5	98.1%
ータムポエム × イスズナタネ	50	50.4% (14.3~89.8)
<i>B. rapa</i> × <i>B. napus</i> の雑種の平均花粉稔性		54.50%
<i>B. juncea</i> × <i>B. napus</i>		
黄からしな	5	89.7%
黄からしな × イスズナタネ	32	83.6% (37.0~43.6)
葉からしな	5	98.8%
葉からしな × イスズナタネ	35	44.6% (11.2~46.2)
<i>B. juncea</i> × <i>B. napus</i> の雑種の平均花粉稔性		36.10%

④花粉稔性

雑種の花粉稔性について調べたところ、*B. rapa* × *B. napus* の雑種は14.3%~99.7%という幅広い範囲での値を示し、平均値としては54.5%であった。一方、*B. juncea* × *B. napus* の雑種においては11.2%~46.2%と、幅はあるものの平均でも36.1%と低い値を示した(表5)。

⑤種子で見られた特性

ア *B. rapa* × *B. napus* のF₁種子で見られた特性

自然条件下での放任受粉による *B. rapa* × *B. napus* で得られた種子に特徴的な傾向が見られた。それは、種子が莢の中にある段階で発芽してしまう現象(図8。以後、莢内発芽種子と呼ぶ)で、その出現率は、個体により差は見られたが約4.9%であった(表6)。そこで、この種子をフローサイト

メーターにより相対DNA量値を測定したところ、莢内発芽種子において91.7%が*B. rapa*と*B. napus*の雑種であると示された。また、莢内発芽種子以外の未発芽種子についても分析を行った結果、雑種性を示したのは7.3%であった(表7)。この結果より、莢内発芽種子が雑種である可能性は、未発芽種子の割合と比較しても有意な差が認められた。この現象については、種間雑種形成の際に種子の休眠性が失われた可能性が考えられるが、アブシジン酸含量を調査するなどの更なる解析が必要であることが示唆された。



莢内未発芽種子 莢内発芽種子

図8 *B. rapa*×*B. juncea*のF₁種子で観察された莢内発芽現象

表6 *B. rapa*×*B. juncea*のF₁で観察された莢内発芽種子の出現率

総種子数(10個体)	未発芽種子数	莢内発芽種子数	出現率(%)
42871	40773	2098	4.90

個体差(1.7%~15.5%)が見られた。

表7 フローサイトメーターを用いた莢内発芽種子の雑種性の解析

	観察数	<i>B. rapa</i> 数	雑種数	雑種率(%)
莢内発芽種子	96	8	88	91.7
未発芽種子	137	127	10	7.3

$$\chi^2=164.9, P<0.001$$

表8 莢内発芽種子現象を用いた自然条件下における*B. rapa*×*B. juncea*の雑種形成率

<i>B. rapa</i> × <i>B. napus</i>	総結莢数	総種子数	莢内発芽種子 出現率(%)	莢内発芽種子中の雑種 数	未発芽種子中の雑種 数	推定雑種数	推定 雑種率(%)
4号鉢	494	5363	2.4	118	382	500	9.3
6号鉢	1488	12505	4.7	539	867	1406	11.3
10号鉢	3349	46668	5.4	2311	3223	5534	11.9
合計	4632	62817	4.9	3182	4332	7514	11.5

さらに、この莢内発芽種子が雑種を示すという現象を考慮して、自然条件下での放任受粉による*B. rapa*×*B. napus*で得られた種子約42,000粒中の雑種形成率を予測したところ、11.5%となった

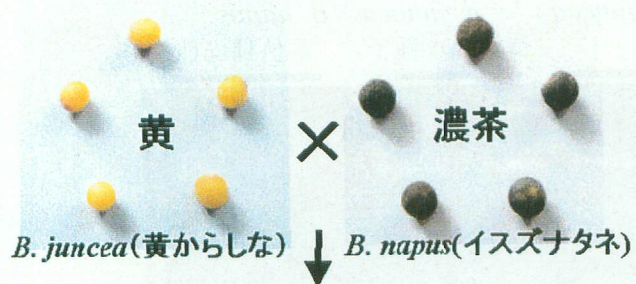
(表8)。この自然条件下での実験は、*B. rapa*に対して*B. napus*との交雑条件が最大リスクとなるように設定しており、従って、*B. rapa*と*B. napus*の自然交雑の最大リスクは莢内発芽の現象を用いて算出すると11.5%であると言えた。また、同時に鉢サイズ別の雑種形成率についても検討したところ、4号鉢で9.3%、6号鉢で11.3%、10号鉢で11.9%となり、結莢数や一莢あたりの種子数と同様に、根圏サイズが大きくなるにつれその値も高くなった。これは、単純に根圏サイズが大きくなると植物体も大きくなりそれに応じて莢や種子の数も増加したものと考えられるが、温室内根圏の制御ストレスを与えた時の人工交配で得られた結果との関連性はさらに検討する必要があると思われた。

イ *B. juncea*×*B. napus*のF₁種子で見られた特性

B. juncea(黄からしな)に*B. napus*(イスズナタネ)を人工交配して得られた種子においてもまた、特徴的な特性が見られた。親として用いた黄からしなの種皮色は黄色、イスズナタネの種皮色は濃茶色を呈している。しかし、人工交配により得られた種子の種皮色は、黄色のものが55%、茶色のものが45%と分離した(図9および表9)。そこで、黄色種皮・茶色種皮それぞれ15個体を育成しRAPD分析および形態的特性を調査したところ、黄色種皮15個体全てが*B. juncea*と同様の形態とバンドパターンを示し、茶色種皮15個体全てが*B. juncea*と*B. napus*の中間的形態特性と両バンドパターンをあわせ持つ雑種であることが判明した(図10, 11)。通常、種皮は母体の組織であるためこの交配組み合わせの場合、作出された個体が雑種であっても予測される種皮色は黄色であるが、茶色のものが出現したことから考えてメタキセニアが発現している可能性が考えられた。また、黄色種皮種子のものが半数以上も出現し、さらにその種子が*B. juncea*であったという結果について、当初は交配ミスであることが考えられたが、本実験は開花前の蕾受粉を用いた人工交配により種子を得ているためその出現割合があまりにも多いと考え、これらは偽雑種であることの可能性が推測された。こうした現象は、種間交雑など生殖的隔離の見られる植物間で見られるとされており4)、また、アブラナ科における他の交配組み合わせにおいてもこうした現象はしばしば見られている5)、6)。よって、*B. juncea*と*B. napus*間の交雑親和性は決して低くはないが、何らかの生殖的隔離が存在することにより作出された種子数に対する雑種の割合はあまり高くはない可能性が考えられた。

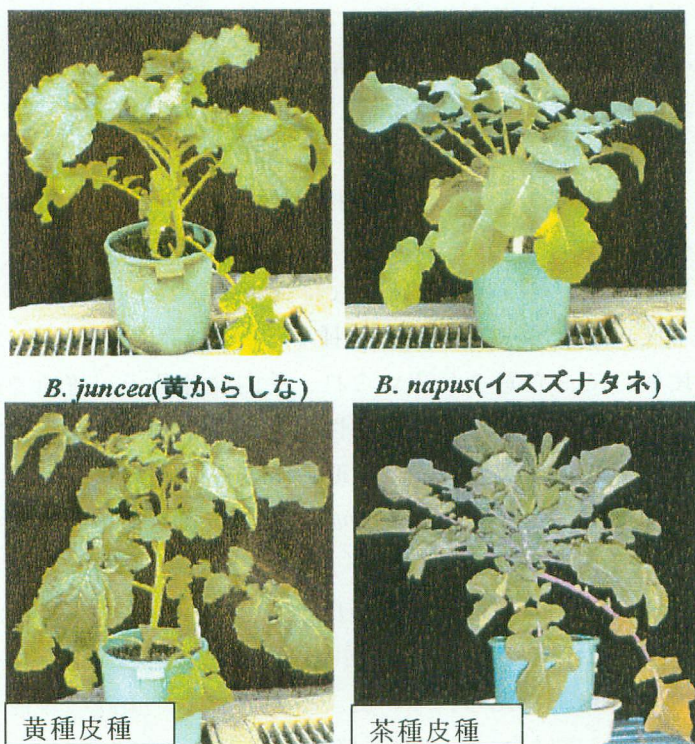
表9 黄からしな×イスズナタネ(*B. juncea* × *B. napus*)の人工交配F₁種子における種皮色の分離

交配組合せ	黄色種皮種子	茶色種皮種子	茶色種皮分離率(%)
黄からしな self	322	0	0.0
黄からしな×イスズナタネ	428	350	45.0



B. juncea × *B. napus* の F_1 (黄からしな × イスズナタネ)

図9 *B. juncea*(黄からしな) × *B. napus*(イスズナタネ) の人工交配から得られた種子の種皮色の分離



B. juncea × *B. napus* の F_1

図10 *B. juncea*(黄からしな) × *B. napus*(イスズナタネ) の人工交配から得られた種子の形態的特性

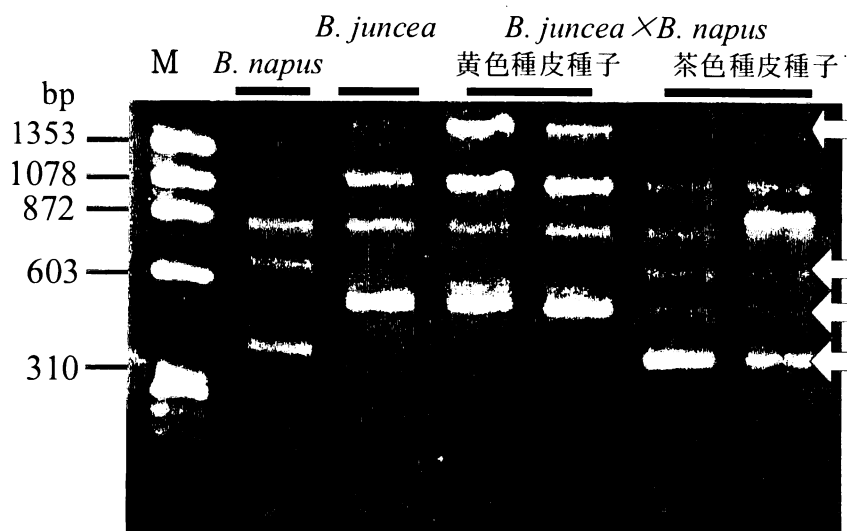


図 1 1 RAPDマーカーも用いた *B. juncea*(黄からしな) × *B. napus*(イスズナタネ)の人工交配から得られた種子の分析

5. 本研究により得られた成果

本研究により、在来ナタネとセイヨウナタネの交雑について検討した結果、環境ストレス、特に根圏を制御することによりその交雑親和性が高まる可能性が示唆された。しかし、自然条件下などの他のストレスが多い場合には根圏を制御した影響は見られなかった。

雑種の環境適応度として、生育特性や、抽苔性、花粉稔性等の特性を調査したが、全て両親の中間的値かそれよりも低くなる結果であった。よって雑種の環境適応度としては、親の適応度より高まる可能性は低いと考えられた。

また、雑種に関する特性として、種子についての新たな特徴が得られた。

B. rapa × *B. napus*の種子に関しては、莢内で発芽する種子が4.9%得られその91.7%が雑種であった。未発芽種子の雑種率と比較しても有意差が認められ、莢内発芽種子が雑種である可能性が考えられた。これらの種子は、莢内発芽をするため休眠性の低下あるいは無くなっている事も推測でき、今後検討が必要であるが、雑種の環境適応度の低下に結びつく現象であることが示唆された。また、莢内発芽の現象を考慮し、*B. rapa*と*B. napus*の自然交雑から得られた種子約42,000粒に対する雑種形成率が約11.5%であると算出された。

B. juncea × *B. napus*の種子では、作出された種子の種皮色が分離するという特性が現れ、雑種種子に関してメタキセニアの現象が考えられた。また、同時に偽雑種の可能性も現れた。従って、*B. juncea* × *B. napus*の交雑親和性は従来考えられていたよりも高いが、実際の雑種形成率は、偽雑種の発生から考えてあまり高いものではないことが示唆された。

6. 引用文献

- 1) U. N (1935) Genome-analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Jpn. J. Bot. 389-452.
- 2) Jørgensen, R. B (1999) Gene flow from oilseed rape (*Brassica napus*) to related species.

BCPC SYMPOSIUM PROCEEDINGS NO. 72:Gene Flow and Agriculture:Relevance for Transgenic Crops. 117-124.

3) 松尾和人・小林俊弘・田部井豊(2005) 組換え体植物の開放系での利用に伴う遺伝子拡散リスク評価のための基礎的研究. 遺伝子組換え体の産業利用における安全性確保総合研究. 研究成果 428, 農林水産省農林水産技術会議事務局:161-168.

4) 日本育種学会/編(2005) 植物育種学辞典, 培風館, 646.

5) 金子幸雄(1996) カンラン類一染色体添加型ダイコンの育成とその利用に関する細胞遺伝・育種学的研究. 宇都宮大学学術特輯55号. 1-104.

6) Tokumasu Satoru(1970) Studies on Pseudogamy in the case of tetraploid plants in *Raphanus*. Japan. J. Breed. 20:15-21.

7. 国際共同研究等の状況

なし

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

〈論文(査読あり)〉

なし

(2) 口頭発表(学会)

① 津田麻衣、蒲池伸一郎、小長谷賢一、萩尾高志、金子幸雄、田部井豊

第109回日本育種学会(2006)

「アブラナ科作物の種間雑種形成に及ぼす根圏の影響と雑種種子の発芽能」

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

組換えナタネの安全性評価において、遺伝子拡散を評価する上での参考データとして利用できる。これまで、*B. juncea*×*B. napus*の交雑率は低いとされてきたため、本研究において交雑親和性は高いものの、雑種種子の形成率や後代における環境適応度は高くないことが推定されるため、今後、学会発表等を通じて成果の発表に努めたい。