資料６

交雑に関する新たな科学的知見について

１．イネ（*Oryza sativa* L.）

（１）交雑に関する科学的知見等

①花粉源からの距離（m）と交雑率（%）

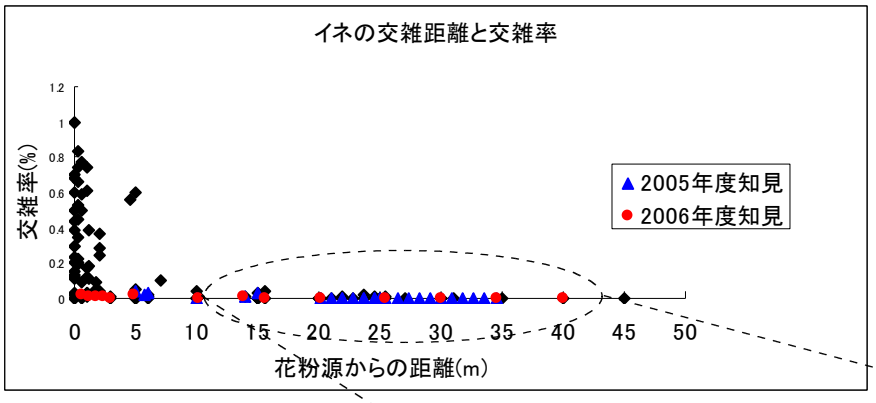
花粉源からの距離(m)																			
4.5	4.8	5	6	7	10	13.8	14	15	15.6	17	20	23.7	25	25.5	27～30	30～35	40	45	
		0, 0.60																	(風下、年次変動)田北(1967)
0.56																			西山ら(1973)
					0～0.04			0～0.03			0		0		0				(風下)阿部ら(1978)
				<0.1															矢頭ら(2003)
		0.01																	Messeguer et al. (2001)
					0.01				0			0		0	0				東北農研(2003)
					0.01				0.04			0.02		0.01	0				東北農研(2004)
		0.02			0				0			0		0	0	0			東北農研(2005)
	0.02					0.007			0			0		0	0	0	0		東北農研(2006)
		0.05	0.01		0		0.01	(0.025)											九州農研(2002)
		0.03	0.02		0		0	0			0		0			0		0	九州農研(2003)
		0.004	0		0		0	0			0		0			0			九州農研(2004)
		0.04	0.03		0		0.01	0.03		0.03	0		0						九州農研(2005)

交雑率（%）

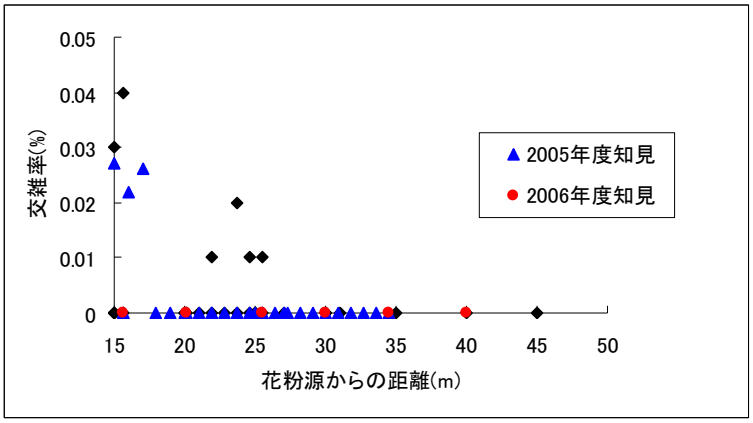
注）：（　）は花粉源から15m地点でキセニア粒が確認されたが、供試した花粉親との交雑による結果どうかの確認ができなかった。

注）：東北農研の２００６年は速報値、学会等へは未発表の値

注）：九州農研の各年は学会等へは未発表の値



拡大



②海外の野外試験実施基準

3.05m

ア　米国（Biotechnology inspection manual for notification field release(APHIS)）

（一般的な野外試験における措置）

隔離距離：3.05m(10フィート)

イ　米国（Biotechnology inspection manual for notification field release(APHIS)）

遺伝子組換えイネの限定的ほ場試験(confined field trial)

（導入遺伝子について、安全であるという基準を満たす場合）

隔離距離：3.05m(10フィート)

③その他（距離以外の交雑防止法）

・出穂期を4日ずらせば、交雑率は半減したという知見あり。
（風下30cmで出穂期差0日で0.45%、4日で0.20%（阿部ら（1978））。

・播種・移植期を20日ずらした場合、交雑は見られない。(2003、2004、2005年度総合研究)。

・2006年の試験（出穂期の遅れは10日）では、播種・移植期を20日ずらした場合、2.4m以内で2粒の交雑粒を検出した（2006年度総合研究)。

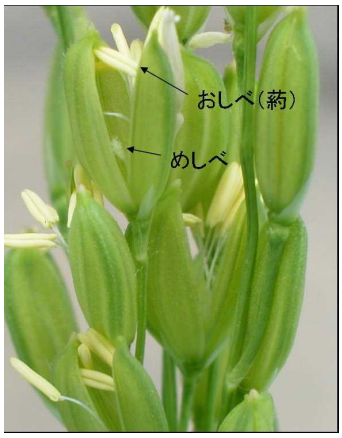
（２）隔離距離の考え方

以上により、イネについては自家受粉であることから、10m前後でほぼ交雑が生じない状態となり、30mでは交雑が生じない状態と言えるのではないか。

（参考）

イネ（*Oryza sativa* L.）

イネ科*Oryza*属



イネの花器の形態

１．開花特性

止葉の葉鞘から穂が出た日あるいはその翌日に開花（開穎）を開始する。晴天日には開花は午前9時頃から始まり、11～12時頃が最盛期で午後1時になるとほとんど開花は見られなくなる。各花（穎）の開花時間は1～2.5時間で、閉花（閉穎）後にほぼ花粉が空になった葯は外に残され枯死する。20℃程度の低温条件では11時頃から開花が始まり、午後6時頃まで開花することもある。雨天時には通常開花しない。この場合、開花しないまま閉花受粉する。一穂中の花（穎）は同時に開花するのではなく、穂の先端の枝梗から基部の枝梗へと開花していき、約7日間で開花完了する。

２．生殖特性、生殖器官の寿命

柱頭（めしべ先端部の受粉部分）は二股に分かれ、受粉後閉花するとまもなくしおれる。受精可能期間は開花後3日間程度で、最長でも5日間程度である。雄しべは６本。花粉は、柱頭に付着して2～3分後には発芽を始める。花粉の寿命は開葯後3～5分程度である。

現在の栽培品種の多くは、めしべが短く外部からの花粉を受けにくいうえ、開花直前に葯が開裂することにより数千粒の自花花粉を受粉し、結実する自殖性作物である。このため風媒による交雑率は低く、品種や環境条件によって異なるが通常は1%以下である。

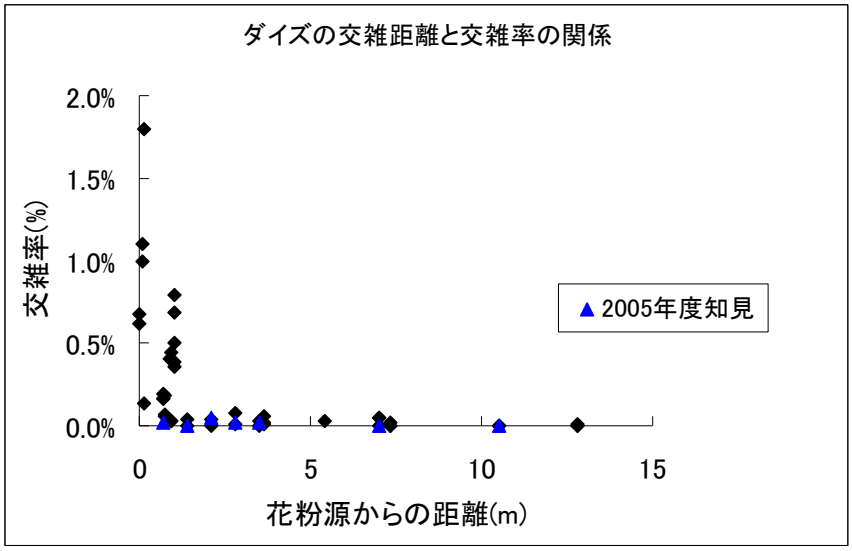
２．ダイズ（*Glycine max*）

（１）交雑に関する科学的知見等

①花粉源からの距離（m）と交雑率(%)

花粉源からの距離(m)											
	0	0.12	0.70	0.75	1.40	2.10	2.80	3.50	7.00	10.50	
交雑率(%)	0.68	0.14		0.06							菊池ら(1993)
			0.19		0.038	0.036	0.014	0.025	0.049	0	農環研(2001)
			0.16		0	0	0.08	0	0	0	農環研(2002)
			0.02		0	0.05	0.02	0.02	0	0	農環研(2004)

注)：農環研の２００４年は速報値、学会等へは未発表の値



②海外の野外試験実施基準

０ｍ～10ｍ

ア　米国（User's Guide for Introducing Genetically Engineere d Plants Through the Notification Process)・・・規程なし

イ　カナダ（Guidelines for the environmental release of plants with novel traits within confined field trials in Canada, Appendix 4: General and species-specific terms and conditions for confined field trial)・・・隔離距離：10 m

③その他（距離以外の交雑防止法）

トウモロコシを畝間に植えると交雑率が減少

（効果：3.0m巾で0.064%から0.030%に減少）　Shuxian Li　2001

（２）隔離距離の考え方

以上により、ダイズについては自家受粉であることから、２ｍ前後でほぼ交雑が生じない状態となり、10ｍでは交雑が生じない状態と言えるのではないか。

（参考）

ダイズ（*Glycine max*）

マメ科*Glycine*属

ダイズの花器の形態

１．開花特性

１株の開花期間は普通３～４週間であるが、長いものは６週間にわたるものもある。開花はほとんど午前中だけである。開花始期から１週間ほどが最も開花数が多く、結莢率（咲いた花が莢になる割合）も高いが、後になるほど開花数も結莢率も低下する。後期に開花したものは落花・落莢して、結実しないことが多い。結莢率は30～50%である。

２．生殖特性、生殖器官の寿命

雄しべと雌しべが露出せず開花時点ではすでに受粉していることから基本的に自家受粉（まれに虫媒で自然交雑が起こるが交雑率は0.5～1%以下と低い）

雌ずい受精能力は開花前１日から開花後２日程度

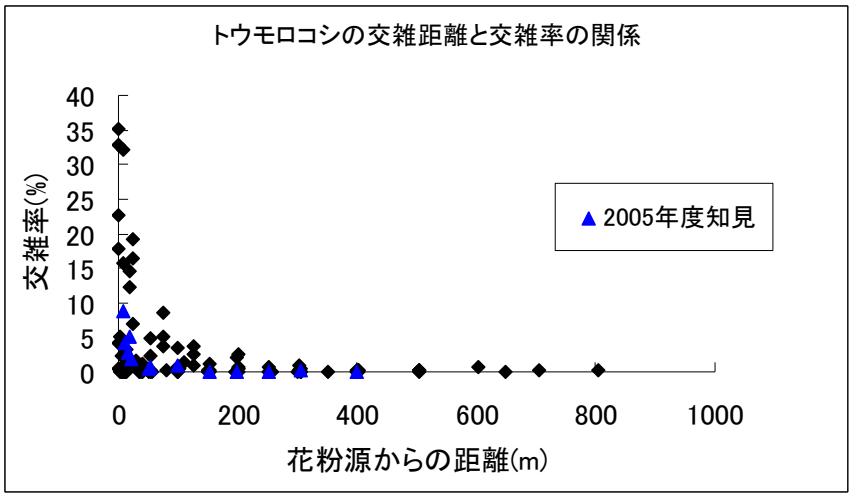
花粉の寿命は数時間

３．トウモロコシ（*Zea mays* L.）

（１）交雑に関する科学的知見等

①花粉源からの距離（m）と交雑率（%）

花粉源からの距離(m)																				
0.3	1.2-2.1	4.2	4.2-10.5	12.1	24.4	37.8	50.1	50.3	55.5	80	100	100.6	150	200	257.7	300	400	650	804.7	
				3.3				0.33				0.36							0.21	Salamov
レシピエント区25エーカー(約10ha)、ドナー区5エーカー(約2ha)と圃場規模大きく、我が国の実験条件とは大きく異なる。(1940)																				
交											0-0.003	0-0.003	0-0.003			0				Luna et al.(2001)
22.6	5.2	2.2	0.4	0.1		0.1	0.1													川島ら(2002)
					0.9					0.3					0.1			0.04		Christine et al.
雑 回帰式から得られた推定値(2003)																				
			1.4		1.1				0.11											農環研(2002)
			3.8		1.35				0.14		0.04		0.02	0	0	0	0.05			種苗セ(2002)
率			2.7		1.4				0.07											農環研(2003)
			15.8		12.3				2.23		0.41		0.2	0.08	0	0.03	0.03			種苗セ(2003)
			2.8		1.2				0.29											農環研(2004)
(%)			32.2		14.5				4.79		3.51		1.11	2.1	0.59	0.5	0.2			種苗セ(2004)
			4.1		1.76				0.37											農環研(2005)
			8.7		5.09				0.60		0.95		0.07	0.03	0.16	0.04	0.05			種苗セ(2005)



②海外の野外試験実施基準

最小隔離距離：200m

ア　米国(Biotechnology inspection manual for notification field release(APHIS))

隔離距離:201m(660feet)，（花粉飛散がコントロールされている場合は隔離必要なし。）

イ　カナダ(Guidelines for the enbironmental release of plants with novel traits within confined field trials in Canada)･･･隔離距離:200 m，あるいは花粉飛散前の除雄。

ウ　イギリス(SCIMACの自主規制「新規に開発された除草剤耐性作物の栽培に関するガイドライン」)

隔離距離200m

非種子/非有機同種作物との距離はスウィートコーン200m、飼料用80m

③その他（距離以外の交雑防止法）

・防風林（効果：一列の樹林により交雑率50％低下，Jones & Brooks（1952））

・除雄・袋かけ

（２）隔離距離の考え方

以上のことから、トウモロコシについては600m前後でほぼ交雑が生じない状態と言えるのではないか。また、上記(1)の③の防風林の効果に関する知見を踏まえ防風林がある場合には、300mでほぼ交雑が生じない状態と言えるのではないか。

なお、トウモロコシは風媒による他殖性であり花粉の飛散距離も大きく、800mで0.21％の交雑が見られたというデータもあるところ。

従って、トウモロコシの隔離距離による交雑防止措置については、栽培実験作物が、食品安全承認及び飼料安全性承認が得られている場合に限ることとし、得られていない場合は、除雄・摘花など距離以外の防止措置をとることが適当ではないか。

（参考）

トウモロコシ（*Zea mays* L.）

イネ科*Zea*属

開花揃いの雄穂

絹糸抽出の様子

１．開花特性

通常、稈の頂部に雄穂を１本、中央側部（葉腋）に雌穂を１～３本着生する雌雄異花序を示す。一本の雄穂には1,200～2,000個の小穂があり、1,600万～3,000万個の花粉粒を形成する。雄穂は出穂後１～５日すると開花を始める。１雄穂全花の開花には盛夏では一般に６～８日を要するが、開花開始後２日目から４日目頃が開花盛期である。一日の内では午前10～11時頃が開花盛期である。１品種全体の開花期は約10日間であるが、生育が不揃いだと２週間程度要することもある。

雌花序は、出穂後数日して苞葉の先端よりめしべに当たる絹糸が抽出し、全ての絹糸の抽出終了までに４～５日を要する。同一個体での雄穂開花と絹糸抽出の差は０～３日程度で、通常は雄穂開花の方が早いが、品種や気象条件によっては絹糸抽出の方が早い場合もある。

２．生殖特性、生殖器官の寿命

風媒。他殖率９５％程度であるが、自家和合性のため、自家受粉も行なう。

花粉の寿命は盛夏のほ場条件下は２４時間以内であるが、環境により２時間から８日までの幅がある。絹糸の受粉・受精能力は10日程度である。

４．西洋ナタネ（*Brassica napus* L.）

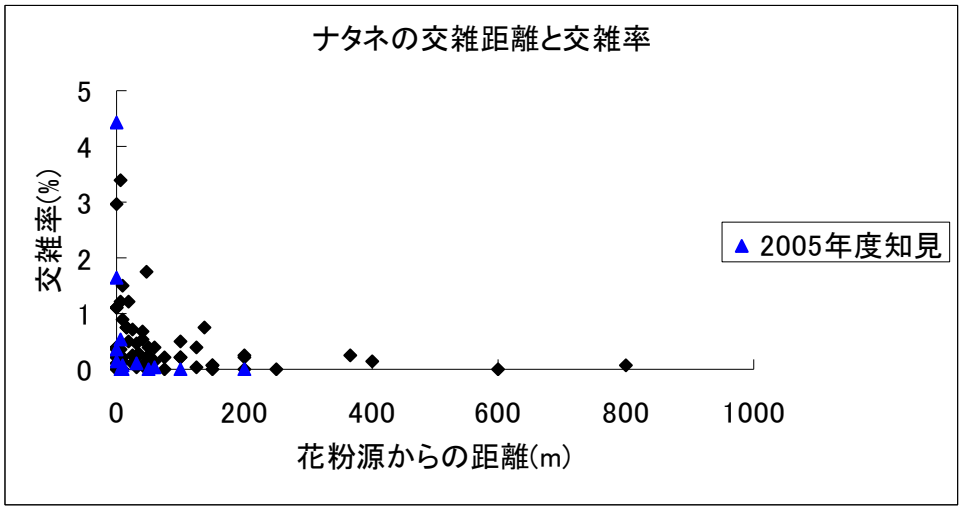
（１）交雑に関する科学的知見等

①花粉源からの距離（m）と交雑率（%）

花粉源からの距離(m)																	
	隣接	1	1.5	5	10	30	46	50	60	100	137	200	366	400	600	800	
交							2.1				1.1		0.6				Stringham & Downey (1982)
						交雑集団を用いているためバックグランドの値0.2～0.5%が含まれる											
	1.1							0.2				0.2		0.13	0	0.07	Beckie et.al. (2001)
雑	0.4	0		0.2	0.2			0									東北農研(2003)
	0.10		0	0.2	0			0		0		0					種苗セ(2003)
率	2.96	1.09		0.35	0.22	0.09			0								東北農研(2004)
	0.38		0.35	0	0.15			0.24		0		0					種苗セ(2004)
(%)	4.44	1.64		0.53	0.07	0.10			0.02								東北農研(2005)
	0.16		0.36	0	0			0		0		0					種苗セ(2005)

注)：学会等へは未発表

この他、1,000～2,000m:0.20%、2,500～3,000m:0.15%（但し個体当たり）Rieger et.al. 2002　という報告もある。



②海外の野外試験実施基準

200m～400m

ア　米国（Biotechnology inspection manual for notification field release(APHIS)）
隔離距離：他家受粉性品種400 m、自家受粉性品種200m
周囲に開花期が同じ非組換えナタネを10 m巾で植えて花粉と蜂のトラップとすることも可。

イ　カナダ（Guidelines for the environmental release of plants with novel traits within confined field trials in Canada, Appendix 4: General and species-specific terms and conditions for confined field trial）
隔離距離：200m、雑草性類縁種から50m、あるいは10m巾の開花期が同じ非組換えナタネを周りに植える。

ウ　ドイツ（一般的な野外試験における措置）
隔離距離：200 m、6 m巾の非組換えナタネのボーダー配列を含む場合は100 m。

エ　イギリス（SCIMACの自主規制「新規に開発された除草剤耐性作物の栽培に関するガイドライン」）　隔離距離：200m、非種子/非有機同種作物との距離は50 m。

③その他（距離以外の交雑防止法）

・花粉と蜂のトラップとして周囲に非GMナタネを栽培（1.52m巾で交雑減少率35.9%～69.8%）Morris et.al. 1994

・防風林（効果：花粉媒介昆虫の飛来を減らす）

・防虫網の被覆

（２）隔離距離の考え方

以上のことから、西洋ナタネについては600ｍ前後でほぼ交雑が生じない状態と言えるのではないか。また、上記(1)の③の効果に関する知見を踏まえ、周囲に開花期が同じ非組換え西洋ナタネを1.5m巾で植えて花粉と蜂のトラップを措置する場合には、400ｍでほぼ交雑が生じない状態であると言えるのではないか。

なお、西洋ナタネは虫媒による他殖性であり、1000～2000ｍで0.20％、2500～3000ｍで0.15％の交雑が見られたというデータもあるところ。

従って、西洋ナタネの隔離距離による交雑防止措置については、栽培実験作物が、食品安全承認及び飼料安全性承認が得られている場合に限ることとし、得られていない場合は、防虫網の被覆など距離以外の防止措置をとることが適当ではないか。

（参考）

西洋ナタネ（*Brassica napus* L.）

アブラナ科*Brassica*属

西洋ナタネの花　その１

西洋ナタネの花　その２

１．開花特性

総状の無限花序で、花軸の最も下の蕾から咲き始め、次々と上の蕾が咲いて行く。開花数は栄養状態によって異なり、基部と頂部の蕾は開花せずに脱落してしまうことが多い。開花始め後、低温の日以外は１花軸で一日に３～５花ずつ咲き続ける。開花時刻は、午前８～９時の間が最も多く、10時頃までには当日開花する花の80%程度が開花する。個々の花の開花期間は約３日間。

開花の最も盛んになるのは開花始後14～15日目頃から2週間程度で、以後は急激に少なくなる。一株の開花期間は品種や栽培条件によって異なるが、20～33日程度。

２．生殖特性、生殖器官の寿命

部分他殖性（他殖率5～30%）、主として虫媒性。

雌ずい受精能力は開花前７日から開花後６日程度。

雄しべは６本。１花あたり約6～7万粒の花粉を持つ。花粉の寿命は５日間以上。