

백합의 자가 및 품종간 종자형성에서 주두 및 화주절단수분

이지용, 임용표*

충남농업기술원 태안백합시험장, ¹충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학부

Effect of Stigmatic and Cut-style Pollination on Selfed and Intraspecific Seed Set in *Lilium* spp.

Ji-Yong Lee, Yong-Pyo Lim^{1*}

Tae-an Lily Experiment Station, CARES, Nammyun, Tae-an-gun, Chungnam 357-952, Korea

¹College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT This work was undertaken to study the effect of stigmatic and cut-style pollination on self seed set in *Lilium longiflorum* and *L. × formolongi*, and their crosses as the female parent with other cultivars/genotypes. Stigmatic pollination of *L. longiflorum* cv. Gelria and Lorina resulted in cent per cent fruit set with mean number of seeds/fruit of 189 and 70, respectively. However, cut-style pollination resulted in 87% and 40% fruit set in Gelria and Lorina, respectively. The corresponding mean number of seeds/fruit was 53 and 20. In *L. × formolongi*, stigmatic pollination set 80% fruits with 736 seeds/fruit. On the other hand, cut-style pollination resulted in 47% fruit set with 81 seeds/fruit. The intraspecific stigmatic pollination of *L. longiflorum* cv. Gelria and Lorina with other cultivars formed 60% fruits with a mean number of 18 seeds/fruit. However, only 20% fruit set with mean number of seeds/fruit of 7 was recorded when cut-style pollination of *L. longiflorum* cultivar were pollinated with other cultivars/genotypes. In the intraspecific pollination of *L. × formolongi* cv. Raizan with Novia, fruit set resulting from stigmatic and cut-style pollination was 75% and 50%, respectively with the corresponding mean number of seeds/fruit of 579 and 98. It was concluded that self as well as intraspecific seed set in the two species of *Lilium* gets considerably reduced as a result of cut-style pollination.

Key words: Intraspecific pollination, Lily, selfing, stigmatic or cut-style pollination

서 론

세계 주요 화훼국 절화류 거래량 중 백합의 점유순위는 장미, 국화, 카네이션, 튜립에 이어 5위를 차지하고 있으며 국내 재배면적, 생산량 및 생산액도 1990년도 84 ha, 38,408천본, 7,781백만원에서 2002년도 181 ha, 76,114천본, 38,640백만원으로 급증하고 있다. 또한 백합은 한국, 일본, 중국 등이 자생국으로 재배 환경상 최적인데 화색이 다양하고 향기가 없는 특성을 지닌 Asiatic hybrid는 국내 전지역, 꽃이 크고 향기가

짙으며 구근생장 및 생육개화가 약간 늦은 Oriental hybrid는 중북부지역, 향기가 짙으며 화색이 순백색 단일종인 Longiflorum hybrid는 제주도 지역이 재배상 유리하며 구근 자급생산 및 연중 절화재배로 지속적 수출이 유망한 작목이다. 특히 일본은 백합의 최대 수입국으로 백합 소비량의 55%를 외국에서 수입하며 그중 95%를 화란이 차지하나 물류비의 증가로 점차 줄고 있다. 소비비중은 Longiflorum hybrid가 32%, Oriental hybrid가 30%, Asiatic hybrid 및 기타류가 23%순이며 최근에는 Oriental Hybrid가 급격히 증가하고 있는데 우리나라는 지역적으로 인접해 있고 절화 가격면에서 국내단가가 낮아 매우 유리한 입장에 있다. 최근 우리나라의 대일 수출작목은 장미 34%, 백합 15%, 선인장 15% 순으로 높은 비중을 나

*Corresponding author Tel 042-821-5739 Fax 042-823-1382
E-mail yplim@cnu.ac.kr

타내고 있는데 백합 수출액도 1993년도 821천불에서 2002년도 6,951천불로 계속 증가하고 있다. 그러나 국내에서 절화로 재배되고 있는 백합구근은 대부분 화란에서 수입해서 사용하고 있어 농가의 생산비 중 68%를 구근 구입비로 지출되고 있는 실정이다. 하지만 아직까지 국내에서 육성한 품종은 20여 종에 불과하고 그나마 Asiatic hybrid가 대부분이기 때문에 앞으로 국제 경쟁력을 확보하기 위해서는 화란, 일본 등에서 급격히 확대되고 있는 다양한 방법으로 품종육성을 시급히 발전시켜야 할 것이다. 따라서 본 연구는 나팔백합과 신나팔백합을 자방친으로 한 주두 및 화주절단 수분법으로 자가수분 및 품종간 수분을 통하여 교배 조합간 종자 형성을 등을 구명하고, 앞으로 이들 자방친을 이용한 종간수분으로 교잡종 육성범위 확대를 위한 기본자료를 얻고자 수행했다.

재료 및 방법

나팔백합 2품종 (*L. × longiflorum* ‘Gelria’, *L. longiflorum* ‘Lorina’)과 신나팔백합 1품종 (*L. × longiflorum* ‘Raizan’)을 자방친으로 사용한 자가 및 품종간 교잡시 종자 형성을 조사하기 위해 Table 1에서와 같이 보통수분인 주두수분과 화주절단수분을 통하여 검토했다. 자방친인 나팔백합 2품종 구근은 화란에서 구입했고 신나팔백합은 일본에서 구입한 종자를 파종하여 절화로 사용한 후 인편번식으로 양성한 구근을 사용했다. 교배친의 재배는 태안백합시험장 시험포장 무가온 비닐 하우스 (폭×길이×높이=6×30×3.6 m)내 토양에 정식 (재식거리 15×15 cm)하고 양액을 점적호스로 관주하여 관행으로 관리했다. 모든 수분은 가급적 정상적이고 충실한 개화주를 선택하여 화피 크기가 1~2 cm 정도일 때 교배용으로 주당 2륜을 남기고 잔여 화피를 제거한 후 생육시켜 개화시에 수분했다. 주두수분 (stigmatic pollination)은 2002년에 개화 1~2일 전 봉오리를 열고 수술과 화피를 제거한 후 곤충 등에 의한 수분을 방지하기 위하여 알루미늄 호일을 말아 주두에 피복했다. 그 후 개화 당일부터 1~3일 후까지 피복한 알루미늄

호일을 열고 미리 준비한 화분을 작은 붓으로 주두에 골고루 발라준 후 다시 피복했다. 화주절단수분 (cut-style pollination)은 개화 1~2일 전 봉오리를 열고 수술과 화피를 제거하고 알루미늄 호일을 말아 주두에 피복하고 개화당일부터 1~3일 후까지 예리한 면도칼로 화주를 자방상단을 1 cm 정도 남기고 횡으로 절단했다. 이어서 화주 중심부를 종으로 열고 내부에 가는 면도칼로 화분을 넣은 후 스카치 테이프를 감아 절단부의 수분이 마르지 않게 했고 (Figure 1), 조합당 15~20개체를 행한 후 성숙기에 삭과를 채취하고 종자수를 조사했다. 이들 자방친은 궁극적으로 자가, 품종간, 근연 및 원연수분 등과 같이 다른 개체와의 수분특성을 점진적으로 비교할 목적으로, 자가수분에 사용된 화분은 일반적으로 행하는 동일 화기 (花器) 또는 동일 주 (株)에서 채취한 화분이 아닌 동일품종의 다른 개체의 것을 사용했다. 품종간수분은 2001년에 나팔백합은 *L. longiflorum* ‘Como’, *L. longiflorum* ‘Hinomoto’, *L. longiflorum* ‘Snow Queen’, *L. longiflorum* ‘Tule’, *L. longiflorum* ‘White American’, *L. longiflorum* ‘White Elegance’, *L. longiflorum* ‘Lorina’ (또는 *L. longiflorum* ‘Gelria’)를 각각 화분친으로 수분했다. 신나팔백합은 *L. × formolongi* ‘Novia’를 화분친으로 조합당 20개체를 수분했다.

결과 및 고찰

자가수분

백합은 자가불화합성인 것이 많고 그 중에서 *L. longiflorum*은 일반적으로 자가불화합성 특성이 강해 종자결실이 용이하지 않는 것으로 알려져 있다. 자가불화합성을 타파하기 위해서 그동안 고온처리 (Ascher and Peloquin 1966; Hopper et al. 1967; Ascher and Peloquin 1970; Matsubara 1981; Campbell and Linskens 1984; Hiratsuka et al. 1989), 식물 성장조절물질 처리 (Emsweller et al. 1960; Matsubara 1973; Niimi et al. 1999), 지연수분 (Ichimura and Yamamoto 1992; Niimi et al. 1997) 화주접목 (Amaki and Yamamoto 1988), 화주절단수분

Table 1. Cross combinations of selfing and intraspecific pollination used in this study.

Pollination division	Cross methods (Cross combination) ¹
1) Selfing	
<i>L. longiflorum</i> ‘Gelria’	ST (1), CS (1)
<i>L. longiflorum</i> ‘Lorina’	ST (1), CS (1)
<i>L. × formolongi</i> ‘Raizan’	ST (1), CS (1)
2) Intraspecific pollination	
<i>L. longiflorum</i> ‘Gelria’, <i>L. longiflorum</i> ‘Lorina’ × <i>L. longiflorum</i>	ST (7), CS (7)
<i>L. × formolongi</i> ‘Raizan’ × <i>L. × formolongi</i> ‘Nobia’	ST (1), CS (1)

¹ST: stigmatic pollination, CS: cut-style pollination.



Figure 1. Selfing (*L. longiflorum* ‘Gelria’ × *L. longiflorum* ‘Gelria’) by cut-style pollination.

(Cheng and Mattson 1972; Ascher and Drewlow 1975; Asano and Myodo 1977; Van Creij et al. 1993; Janson et al. 1993; Wietsma et al. 1994; Li and Niimi 1995) 등과 같은 방법이 검토되었다. Li와 Niimi (1995)는 화주절단수분법이 자가불화합성 타과나 중간교잡에 있어서 종자획득이 가능한 방법인가를 확인하기 위해서 *L. longiflorum* 'Hinomoto' 30개체씩을 2년간에 걸쳐 주두 및 화주절단수분법으로 행한 결과 전혀 종자를 획득하지 못했다. 그러나 *L. longiflorum* 'Georgia'에서는 주두수분으로는 종자를 얻지 못했지만 화주절단수분법으로는 28%의 종자형성 삭과율을 보였고 삭과당 15개의 종자를 얻었다. *L. Asiatic hybrid* 'Enchantment'의 자가수분에서도 주두수분에서는 전혀 종자를 얻지 못했지만 화주절단수분으로는 29~30%의 종자형성 삭과율에 삭과당 10~12개의 종자를 얻었다. 그러나 Oriental group인 *L. rubellum*의 자가수분에서는 주두수분에서 90~94%의 종자형성 삭과율에 삭과당 55~74개의 종자를 획득한 반면, 화주절단수분에서는 80~82%의 종자형성 삭과율에 삭과당 22~37개의 종자를 얻었다. Trumpet group인 *L. regale*에서도 종자형성 삭과율이 모두 100%였으나 삭과당 종자수가 주두수분은 199개 화주절단수분은 65개를 얻어 주두수분이 종자 형성률이 높았다.

본 시험의 자가수분 방법은 자방친과 동일한 화기나 개체에서 채취한 화분이 아닌 동일품종의 다른 개체의 화분을 사용했기 때문에 전술의 보고내용과 직접 비교하기는 곤란한 점은 있지만, Table 2에서와 같이 *L. longiflorum* 'Gelria' 및 *L. longiflorum* 'Lorina'의 자가수분에서 주두수분의 경우 각각 100%의 종자형성 삭과율에 삭과당 평균 종자수는 각각 189개, 70개였다. 하지만 화주절단수분에서는 종자형성 삭과율이 각각 87%, 40%였고, 삭과당 평균 종자수는 각각 53개, 20개로 화주절단수분법 보다 주두수분에 의한 종자 형성율이 훨씬 높았고 Figure 2에서와 같이 삭과도 충실했다. *L. ×formolongi* 'Raizan'의 자가수분에서도 주두수분은 80%의 종자형성 삭과율에 삭과당 종자수가 597개였다. 그러나 화주절단수분에서는 47%의 종자형성 삭과율에 삭과당 종자수가 81개였는데 형성된 종자도 주두수분 보다 충실히 못했다. 전술한 Li와 Niimi (1995)는 백합의 자가불화합성이나 원연의 불친화성인 교잡

에 있어서 주두수분으로 종자가 얻어지지 않는 경우에 화주절단 수분법을 이용하면 종자획득이 가능한 경우가 있고, 이 화주절단수분법의 적용으로 종자를 얻는 데 있어서 전체적인 공통점은 1) 본 시험 결과와 같이 주두수분으로도 종자가 얻어지는 조합에서는 화주절단수분법 보다 종자수가 많고, 2) 자가불화합성을 나타내는 품종 및 종에서는 화주절단수분법으로 종자가 얻어지는 경우와 전부 얻어지지 않는 경우가 있는데 종자가 얻어져도 완전종자는 그다지 많지 않고, 3) 원연 중간교잡에서도 약간의 종자가 얻어지지만 배배양을 필요로 하는 경우가 많다고 한다. 금후에는 자가수분에 대한 구체적인 접근을 위해서 전술과 같이 동일화기 및 개체에서 채취한 화분과 동일품종의 다른 개체에서 채취한 화분을 동시에 자가수분하여 검토해 볼 필요가 있을 것이다.

품종간수분

백합의 종자생산에 미치는 몇 가지의 요인은 암술의 수용성

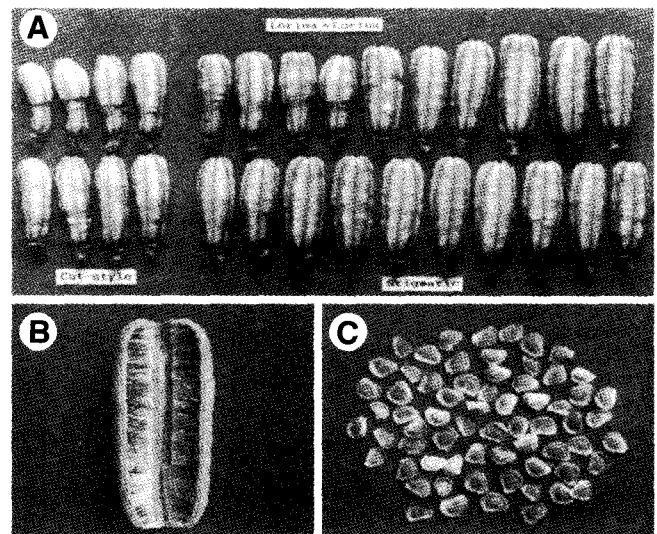


Figure 2. Ovaries and seeds obtained from selfing (*L. longiflorum* 'Lorina'). A, cut-style (left) and stigmatic (right) pollination; B, Inside of ovary; C, Seed from selfing of *L. longiflorum* 'Gelria' by cut-style pollination.

Table 2. Results of selfing of *L. longiflorum* and *L. ×formolongi* by stigmatic and cut-style pollination.

Cross combination ¹		Cross method ²	No. of			C/A (%)	No. of seeds per fruit		
♀	♂		flowers pollinated (A)	fruits matured (B)	fruits obtained seed (C)		Mean	Minimum	Maximum
GE	GE	ST	15	15	15	100	189	84	377
		CS	15	13	13	87	53	13	115
LO	LO	ST	20	20	20	100	70	19	240
		CS	20	8	8	40	20	9	46
RA	RA	ST	15	12	12	80	597	433	736
		CS	15	7	7	47	32	28	81

¹GE: *L. longiflorum* 'Gelria', LO: *L. longiflorum* 'Lorina', RA: *L. ×formolongi* 'Raizan'.

²ST: stigmatic pollination, CS: cut-style pollination.

(Niimi et al. 1997), 화분의 입성 (Niimi and Shiokawa 1992), 수분시의 기온 (Van Tuyl et al. 1982) 및 불화합성 (Li and Niimi 1995) 등이다. 일반적으로 동일계통의 품종간 교잡에서는 화주절단수분 보다 수분조작이 훨씬 간편한 주두수분으로 쉽게 종자를 얻을 수 있다. Lee (2002)는 Asiatic hybrid인 (*L. 'Marrakech' × L. 'Sanzio'*)의 품종간 교잡에서 주두수분은 종자형성 사과율이 82%로 사과당 종자수가 92개를 얻었지만, 화주절단수분으로는 전혀 종자를 얻지 못했다. Oriental group인 (*L. 'Bernini' × L. 'Chambertin'*)의 품종간 교잡에서도 주두수분은 종자형성 사과율이 68%로 사과당 평균 종자수가 100개를 얻은 반면, 화주절단수분으로는 종자형성 사과율은 67%로 비슷한 비율을 나타냈지만 사과당 평균 종자수가 13개밖에

얻지 못했다. 본 시험에 있어서도 Table 3과 Figure 3에서와 같이 *L. longiflorum* 'Gelria'를 자방친으로 한 품종간 교잡에서 주두수분의 경우 종자형성 사과율이 최저 10% (*L. longiflorum* 'Gelria' × *L. longiflorum* 'White American')에서 최고 85% (*L. longiflorum* 'Gelria' × *L. longiflorum* 'Como')였고, 사과당 평균 종자수는 최저 26개 (*L. longiflorum* 'Gelria' × *L. longiflorum* 'White American')에서 최고 278개(*L. longiflorum* 'Gelria' × *L. longiflorum* 'Hinomoto')였다. 그러나 화주절단수분에서는 (*L. longiflorum* 'Gelria' × *L. longiflorum* 'Lorina', *L. longiflorum* 'Tule', *L. longiflorum* 'White America', *L. longiflorum* 'White Elegance')의 조합에서는 전혀 종자가 형성되지 않았고, 종자형성 사과율도 최고 45% (*L. longi-*

Table 3. Results of intraspecific pollination of *L. longiflorum* and *L. × formolongi* by stigmatic and cut-style pollination.

Cross combination ¹	Cross method ²	No. of			C/A (%)	No. of seeds per fruit		
		flowers pollinated (A)	fruits matured (B)	fruits obtained seed (C)		Mean	Minimum	Maximum
LH-1	ST	20	18	17	85	208	125	305
	CS	20	4	2	10	72	48	70
LH-2	ST	20	12	12	60	278	144	363
	CS	20	5	3	15	17	3	44
LH-3	ST	20	13	11	55	174	10	330
	CS	20	12	9	45	54	15	111
GE LH-4	ST	20	8	9	45	146	70	206
	CS	20	0	0	0	0	0	0
LH-5	ST	20	6	2	10	26	10	42
	CS	20	0	0	0	0	0	0
LH-6	ST	20	9	4	20	51	10	83
	CS	20	0	0	0	0	0	0
LH-7	ST	20	15	13	65	178	58	270
	CS	20	2	0	0	0	0	0
LH-1	ST	20	17	17	85	163	60	475
	CS	20	8	8	40	41	19	80
LH-2	ST	20	20	7	35	360	140	528
	CS	20	6	6	30	44	23	84
LH-3	ST	20	18	18	90	340	90	571
	CS	20	11	11	55	40	10	94
LO LH-4	ST	20	14	14	70	357	68	605
	CS	20	5	5	25	22	13	45
LH-5	SS	20	19	19	95	447	72	555
	CS	20	8	7	35	37	15	64
LH-6	ST	20	16	16	80	125	16	368
	CS	20	5	5	25	14	4	28
LH-8	ST	20	9	9	45	115	17	295
	CS	20	4	1	5	65	65	65
RA FH-1	ST	20	15	15	75	579	229	717
	CS	20	10	10	50	63	35	98

¹Cross combination- GE: *L. longiflorum* 'Gelria', LO: *L. longiflorum* 'Lorina', RA: *L. × formolongi* 'Raizan', LH-1: *L. longiflorum* 'Como', LH-2: *L. longiflorum* 'Hinomoto', LH-3: *L. longiflorum* 'Snow Queen', LH-4: *L. longiflorum* 'Tule', LH-5: *L. longiflorum* 'White American', LH-6: *L. longiflorum* 'White Elegance', LH-7: *L. longiflorum* 'Lorina', LH-8: *L. longiflorum* 'Gelria', FH-1: *L. × formolongi* 'Nobia'.

²ST: stigmatic pollination, CS: cut-style pollination.

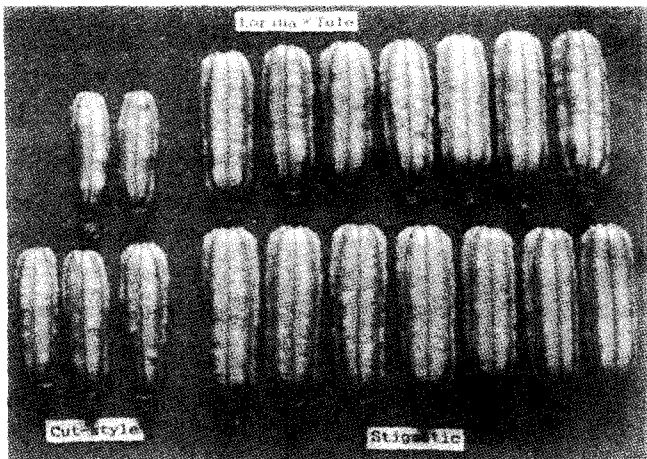


Figure 3. Ovaries obtained from intraspecific pollination (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Tulip') by cut-style (left) and stigmatic (right) pollination.

florum 'Gelria' × *L. longiflorum* 'Snow Queen')였다. 삭과당 평균 종자수도 17~72개밖에 형성되지 않아 주두수분 보다 낮게 나타났다. 전체적으로 주두수분시 종자형성 삭과율이 49%였고 삭과당 평균 종자수가 186개인 반면, 화주절단 수분시에는 종자형성 삭과율이 10%였고 삭과당 평균 종자수가 35개밖에 되지 않아 주두수분이 훨씬 높았다.

L. longiflorum 'Lorina'를 자방친으로 한 품종간 교잡에서도 주두수분의 경우 종자형성 삭과율이 최저 35% (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Hinomoto')에서 최고 95% (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'White American')였고 삭과당 평균 종자수는 최저 115개 (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Gelria')에서 최고 360개 (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Hinomoto')였다. 그러나 화주절단수분에서는 종자형성 삭과율이 최저 5% (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Gelria')에서 최고 55.0% (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Snow Queen')에 삭과당 평균 종자수도 최저 14개 (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'White Elegance')에서 최고 65개 (*L. longiflorum* 'Lorina' × *L. longiflorum* 'Gelria')밖에 형성되지 않아 주두수분이 높은 경향을 나타냈다. 전체적으로 주두수분시 종자형성 삭과율이 71%로 삭과당 평균 종자수가 279개였다. 그러나 화주절단수분시에는 종자형성 삭과율이 31%로 삭과당 평균 종자수가 19개밖에 되지 않아 주두수분이 훨씬 높았다. *L. longiflorum* 'Gelria' 및 *L. longiflorum* 'Lorina'를 자방친으로 한 전체조합에서 주두수분의 종자형성 삭과율은 70%로 삭과당 평균 종자수는 242개인 반면, 화주절단수분에서는 종자형성 삭과율이 24%로 삭과당 평균 종자수는 27개로 주두수분과 상당한 차이가 있었다.

신나팔백합의 품종간 교잡인 (*L. × formolongi* 'Raizan' × *L. × formolongi* 'Nobia')에서도 주두수분시 종자형성 삭과율이 75%로 삭과당 평균 종자수는 579개였다. 그러나 화주절단수

분에서는 종자형성 삭과율이 50%로 삭과당 평균 종자수는 63개로 주두수분과 많은 차이를 보였다. 이와 같이 화주조합에 있어서 화주절단수분법으로 얻어지는 종자수가 주두수분에 비해 적은 원인은 분명하지는 않지만 화주절단 부분에 삽입된 화분립 수가 적을 가능성과 신장한 화분관이 배주의 주공에 유도되어 침입 가능한 조건이 어떠한 이유에 의해서 불충분하기 때문일 것으로 추정하고 있어 (Li and Niimi 1995) 금후 이의 명확한 구명이 필요할 것이다.

적 요

주두 및 화주절단수분법으로 나팔백합 (*L. longiflorum*)과 신나팔백합 (*L. × formolongi*)을 자방친으로 한 자가 및 품종간 수분을 통하여 교배 조합간 종자 형성을 등을 구명하고 교잡종 육성범위 확대를 위한 기본자료를 얻고자 수행했다. 나팔백합인 *L. longiflorum* 'Gelria' 및 *L. longiflorum* 'Lorina'의 자가수분에서 주두수분의 경우 각각 100%의 종자형성 삭과율에 삭과당 평균 종자수는 각각 189개, 70개인 반면 화주절단수분에서는 종자형성 삭과율이 각각 87%, 40%였다. 삭과당 평균 종자수는 각각 53개, 20개로 화주절단 수분법보다 주두수분에 의한 종자 형성률이 훨씬 높았다. *L. × formolongi*의 자가수분에서도 주두수분은 80%의 종자형성 삭과율에 삭과당 종자수가 597개인 반면 화주절단 수분에서는 47%의 종자형성 삭과율에 삭과당 종자수가 81개였는데 형성된 종자도 주두수분보다 충실하지 못했다. 품종간 수분에서 *L. longiflorum* 'Gelria' 및 *L. longiflorum* 'Lorina'을 자방친으로 한 전체에서 주두수분의 종자형성 삭과율은 60%로 삭과당 평균 종자수는 18개인 반면, 화주절단 수분에서는 종자형성 삭과율이 20%로 삭과당 평균 종자수는 7개로 주두수분과 상당한 차이가 있었다. 신나팔백합의 품종간 교잡인 (*L. × formolongi* 'Raizan' × *L. × formolongi* 'Nobia')에서도 주두수분시 종자형성 삭과율이 75%로 삭과당 평균 종자수는 579개인 반면 화주절단 수분에서는 종자형성 삭과율이 50%로 삭과당 평균 종자수는 63개로 주두수분과 많은 차이를 보였다. 결과적으로 주두수분이 화주절단수분보다 결실률이 높았다.

사사 - 본 연구의 일부는 1995~2000년도 농림 기술 개발 사업의 지원에 의한 것입니다.

인용문헌

- Amaki W, Yamamoto Y (1988) Pollen tube growth in the pistils grafted with style of different cultivar or with cross or self pre-pollinated styles of *Lilium longiflorum* Thunb. J Japan Soc Hort Sci 57: 269-272

- Asano Y, Myodo H (1977) Studies on crosses between distantly related species of lilies. I. For the intrastylar pollination technique. J Japan Soc Hort Sci 46: 59-65
- Ascher PD, Drewlow LW (1975) The effect of prepollination injection with stigmatic exudates of interspecific pollen tube growth in *Lilium longiflorum* Thunb. styles. Plant Sci Lett 4: 401-405
- Ascher PD, Peloquin SJ (1966) Influence of temperature on incompatible and compatible pollen tube growth in *Lilium longiflorum*. Can J Genet Cytol 8: 661-664
- Ascher PD, Peloquin SJ (1970) Temperature and the self-incompatibility reaction in *Lilium longiflorum* Thunb. J Amer Soc Hort Sci 95: 586-588
- Campbell RJ, Linskens HF (1984) Temperature effects on self-incompatibility on *Lilium longiflorum*. Theor Appl Genet 68: 259-264
- Cheng IH, Mattson RH (1972) Effect of intrastylar pollination methods on seed set of *Lilium* × 'Mid-Century' hybrid lilies. J Japan Soc Hort Sci 97: 591-592
- Emsweller SL, Uhring J, Stuart NW (1960) The roles of naphthalene acetamide and potassium gibberellate in overcoming self-incompatibility in *Lilium longiflorum*. Proc Amer Soc Hort Sci 75: 720-725
- Hiratsuka ST, Tezuka ST, Yamamoto Y (1989) Analysis of self-incompatibility reaction in easter lily by using heat treatment. J Amer Soc Hort Soc 114: 505-508
- Ichimura K, Yamamoto Y (1992) Correlation between the accumulation of stylar canal exudate and the diminution of self-incompatibility in aging flowers of *Lilium longiflorum*. J Japan Soc Hort Sci 61: 159-165
- Janson J, Reinders MC, Van Tuyl JM, Keijzer CJ (1993) Pollen tube growth in *Lilium longiflorum* following different pollination techniques and flower manipulations. Acta Bot Neerl 42: 461-472
- Lee HK (2002) Improvement of breeding efficiency in interspecific hybridization of lilies. MS thesis 또는 Ph.D. thesis, Seoul National University, Seoul.
- Li TH, Niimi Y (1995) A comparison of seed sets in self-, intraspecific and interspecific pollination of *Lilium* species by stigmatic and cut-style pollination methods. J Japan Soc Hort Sci 64: 149-159
- Matsubara S (1973) Overcoming self-incompatibility by cytokinin treatment in *Lilium longiflorum*. Bot Mag Tokyo 86: 43-46
- Matsubara S (1981) Overcoming the self-incompatibility of *Lilium longiflorum* Thunb. By application of flowers-organ extract or temperature treatment or pollen. Euphytica 30: 97-103
- Niimi Y, Li TH, Matsuo K (1997) Self-compatible and -incompatible reactions in Asiatic hybrid *Lilium* × 'Enchantment': Influence of pistil age on seed set. J Japan Soc Hort Sci 65: 835-842
- Niimi Y, Li TH, Nakano M (1999) Effect of plant growth regulators on pollen tube behavior and seed formation in self-pollinated flowers of *Lilium longiflorum* Thunb. 'Georgia' and 'Hinomoto'. Bul Fac Agr Niigata Univ 52: 1-11
- Niimi Y, Shiokawa Y (1992) A study on the storage of *Lilium* pollen. J Japan Soc Hort Sci 61: 399-403
- Van Creijl MGM, Van Raamsdonk LWD, Van Tuyl JM (1993) Wide interspecific hybridization of *Lilium*; preliminary results of the application of pollination and embryo-rescue methods. N Am Lily Soc Yearb 43: 28-37
- Van Tuyl JM, Marcucci MC, Visser T (1982) Pollen and pollination experiments. VII. The effect of pollen treatment and application method on incompatibility and incongruity in *Lilium*. Euphytica 31: 613-619
- Wietsma WA, De Jong KY, Van Tuyl JM (1994) Overcoming pre-fertilization barriers in interspecific crosses of *Fritillaria imperialis* and *F. raddeana*. Plant Cell Incompatibility Newsletter 26: 89-93

(접수일자 2003년 8월 11일, 수리일자 2003년 11월 19일)