

한국산 참나리 2, 3배체 집단에 대한 주성분 분석

김종화*, 장원석, 경혜영, 玄永浩, Yesun Erdene Davaasuren, 심은조,
이주경¹, 최용순², 比良松道一³, 김규원⁴, 유기억⁵
강원대학교 농업생명과학대학 원예학과, ¹강원대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부
²강원대학교 생명공학부, ³日本九州大學農學部園藝學教室
⁴영남대학교 원예학과, ⁵강원대학교 자연과학대학 생명과학부

A Principal Component Analysis for the Morphological Characters of Diploid and Triploid Populations of *Lilium lancifolium* in Korea

Jong Hwa Kim*, Won Suk Jang, Hea Yung Kyung, Yonghao Xuan, Yesun Erdene Davaasuren, Eun Jo Sim, Ju Kyong Lee¹, Yong Soon Choi², Michikazu Hiramatsu³, Kiu Weon Kim⁴ and Ki-Oug Yoo⁵

Department of Horticultural Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

¹Division of Bio-resources Technology, Kangwon National University Chuncheon 200-701, Korea

²Division of Biotechnology, Kangwon National University Chuncheon 200-701, Korea

³Laboratory of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Graduate School, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

⁴Department of Horticulture, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

⁵Division of Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract - To clarify the morphological and geographical differentiation among the polyploid complexes of *L. lancifolium* collections in Korea, the morphological variation of 173 accessions were analyzed by ANOVA (one-way analysis of variance) and PCA (principal component analysis) on the basis of 38 morphological characters. 173 accessions were grouped into 78 diploids and 95 triploids by ploid levels and the triploids separated into 75 inland triploids (all around the Korea) and 20 island triploids (Backryung-do and Sochung-do, westernmost and northernmost islands of Korea) by geographic distribution and morphology. Island triploids showed significant morphological differences with inland triploids in ANOVA by many floral and leaf characters. In PCAs, diploids were separated from inland triploids by having longer plant height, smaller flower characters, higher pollen fertility and more stomata. The first four principal components accounted for 44.1% of the total variation. Plots of the island and inland groups for the first and second principal components separated each other with slight overlapping. Although the ploid forms are different between diploid and island triploid, island triploids were more closely overlapped with diploids by principal component 1 and 2 than inland triploids. This reflects that the whole external morphology of island triploids are similar to that of diploids. Thus, the phenotypic differentiation between inland and island triploids seems to be partly related to their geographical origins.

Key words - *Lilium lancifolium*, Geographic differentiation, Morphological variation, Principal component analysis

서 언

여름에 화려한 적등색의 꽃을 피우는 참나리(*Lilium lancifolium* Thunb.)는 $2n=24(2x)$ 의 2배체와 $2n=36(3x)$ 의 3배체의 배

수체 복합종이라는 것은 오래전에 알려져 왔으나(Noda, 1956, 1978, 1986), 3배체의 원종으로 생각되는 2배체가 우리나라 서남해의 해안 지역을 중심으로 분포한다는 것은 최근에 알려진 사실이다(Kim *et al.*, 2004, 2005b).

*교신저자(E-mail) : jonghwa@kangwon.ac.kr

참나리는 바이러스 저항성이 강하여 근연종과의 교잡에 의해 'Enchantment'와 같은 원에 품종의 모본으로 이용되어 왔을 뿐만 아니라 한국, 중국, 일본에서는 오래전부터 약용과 식용으로 재배해 왔다(靑水, 1987).

3배체는 중국동부, 한국, 소련동부, 남서 도서지방을 제외한 일본 전역에 분포하고 있으며 주아에 의한 무성번식에 의존하고 있음에도 불구하고 핵형분석에 의해 18계통으로 분류되어 유전적 변이가 다양함이 알려져 있다(Noda, 1986). 그러나 아직도 풀리지 않는 수수께끼는 3배체의 기원에 관한 것이다.

3배체 참나리의 기원에 대해서는 2가지 가능성을 들고 있는데, 첫째는 2배체 참나리와 그 근연종인 중나리(*L. maximowiczii*)와의 자연 교잡에 의해 생성된 잡종(이질 3배체)인 경우이고, 둘째는 2배체 참나리 집단내에서 발생한 3배체란 것이다(Noda, 1991; Song, 1997). 이러한 가설들을 뒷받침하기 위해서는 참나리 2배체와 3배체의 지리적 분포와 유전적 변이에 대한 충분한 정보가 필요하나 2배체에 대해서는 일본 대마도 부근에서 발견된 집단에 대해서만 연구되어 왔다(Noda and Lee, 1980; Noda, 1991; Ozaki, 2003).

Song(1997)은 외형적인 특성에 큰 차이가 없는 것으로 미루어 2배체 집단 내에서 3배체가 만들어진 것으로 추정하기도 하였다. 한편 Noda and Lee(1980)는 일본 대마도와 한국의 제주도 및 부산에서 2배체인 개체가 발견되는 것으로 보아 이 지역이 3배체 참나리의 기원지일 것으로 추정하기도 하였지만 우리나라 전체 분포에 대한 연구가 수행되지 않았기 때문에 기원을 밝히기 위해서는 좀 더 폭넓은 연구가 필요한 것으로 판단된다.

형태적으로 2배체와 3배체는 매우 유사하여 구분이 잘 가지 않는다. Noda and Hayashi(1992)는 3배체가 초장, 엽장, 엽폭, 꽃의 크기, 화피편의 크기, 반점의 크기, 화경장 등의 여러 형질에서 양적으로 2배체보다 큰 것으로 기술하였으나 상세한 측정치를 제시하지 않아 그 차이가 어느 정도인지 명확하지 않다. Ozaki(2003)도 화기와 잎의 형질은 양적인 변이를 나타내어 배수성 식별의 지표로는 불충분하다고 하였고 주성분 분석에서 일본 구주 본토의 3배체는 중나리에 가까운 형태를 나타냈다고 하였다. 그러나 그가 분석한 참나리는 일본 구주 본토의 3배체와 대마도 지역에 국한된 2배체였으므로, 완전히 성숙한 구근을 동일 조건에서 비교하지 않아 개체간 변이에 대한 신뢰도가 불명확하다. 최근 Kim *et al.*(2005a)은 우리나라 전역에서 수집된 참나리 2, 3배체를 동일 포장에 식재하여 형태적 특성을 관찰한 결과, 2배체와 3배체 간 차이뿐만 아니라 3배체 내에서도 내륙과 섬지역의 지리적 분포에 의해서도 크게 차이가 나는 것을 보고하였다.

본 연구는 우리나라에 분포하고 있는 참나리 2배체와 3배체의 유전적 다양성과 3배체 기원을 구명하기 위한 일련의 연구 중에서 참나리 2, 3배체의 형태적 변이에 대한 주성분 분석을 통하여 형태

적 분류군을 명확히 하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1998년부터 2003년까지 우리나라 해안, 도서지방 및 내륙지방 전역에서 수집한 참나리 총 450 개체 중에서 flow cytometer로 배수성 검정을 마친(Kim *et al.*, 2004, 2005b) 완전히 성숙된 2배체 78개체와 3배체 95개체를 선발하여 형태적 특성 조사를 수행하였다(Table 1). 특히 3배체는 그들의 형태적 특성과 지리적 분포에 의해 2개의 그룹으로 나누었는데, 2배체의 경우는 서해와 남해의 도서지방과 해안가에 분포하는 개체들은 외형적으로 연속적인 변이를 보일뿐 특이한 점은 발견할 수 없었으나 3배체의 경우에는 서해 백령도와 소청도에서 발견된 개체군과 국내 내륙에 분포하는 개체군과 초장, 엽형 등에서 뚜렷한 차이를 나타내었다(Kim *et al.*, 2005a). 따라서 3배체를 내륙의 3배체(75개체)와 섬지역 3배체(20개체)로 분류군을 나누어 형태적 변이를 분석하였다. 분석에 이용된 2배체 및 3배체의 개체들은 전년도에 생육상태를 관찰하여 개화수가 5개 이상으로 완전히 성숙된 개체들 중에서 가을에 구를 캐어 조사하였으며, 구주 20-22cm의 성구를 적습의 peat moss에 넣어 -2°C에 저장한 다음, 2003년 3월에 강원대학교 시험포장에 정식하여 나리의 재배기술에 준하여 20cm × 30cm 간격으로 구를 식재하여 노지에서 재배하였다.

2배체, 내륙 3배체 및 섬지역 3배체 집단 및 개체들 간의 형태적 변이의 다양성을 이해하기 위해, 35개의 양적형질과 3개의 질적형질 총 38개의 형질들에 대하여 식물체의 생육단계 중 적합한 시기에 각 개체들에 대하여 형태적 특성을 조사하였다(Table 2). 주성분분석은 2배체, 내륙의 3배체, 그리고 백령도와 소청도 3배체의 집단 및 개체들에서 차이를 나타내는 형질들을 알아보기 위해 수행하였으며, 그리고 이들 집단들 사이에서 형질별 변이성을 비교하기 위하여 Student-Newman-Keuls Test에 의한 분산분석을 실시하였다. 본 실험에서 수행한 분산분석과 주성분분석은 Microsoft Excel 통계 프로그램을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

형태적 변이

본 연구는 국내에서 수집된 2배체, 내륙 3배체 및 섬지역 3배체 참나리에 대하여 35개의 양적형질과 3개의 질적형질을 이용하여 다양성을 조사하였다. 2배체 참나리 78개체, 내륙 3배체 75개체, 섬지역 3배체 20개체에 대하여 측정된 35개의 양적형질들에 대한 분산분석 결과는 Table 3에 나타내었다.

2배체와 2개의 3배체 집단간의 형태적 차이를 나타내는 형질은 매우 다양하였다. 3개 집단이 모두 차이를 나타낸 형질들은 QN3

Table 1. Collection sites of *Lilium Lancifolium* Thunb. in Korea

Site No.	Country or city	Prefecture	No. of accessions	Ploidy
1	Goheung-gun	Jeollanam-do	4	2x
2	Jin-do	Jeollanam-do	2	2x
3	Buan-gun	Jeollabuk-do	1	2x
4	Ganghwa-gun	Incheon	4	2x
5	Anmyeon-do, Pogu	Chungcheongnam-do	5	2x
6	Acha-do	Incheon	5	2x
7	Ongjin-gun Duckjuck-do	Incheon	4	2x
8	Anmyeon-do, Gomsum	Chungcheongnam-do	2	2x
9	Ongjin-gun Mo-do	Incheon	3	2x
10	Ongjin-gun Jangbong-do	Incheon	5	2x
11	Ongjin-gun Eulwang-do	Incheon	4	2x
12	Ongjin-gun Mooeui-do	Incheon	5	2x
13	Jung-gu Jamjin-do	Incheon	1	2x
14	Ongjin-gun Yungjong-do	Incheon	5	2x
15	Yeongheung-do	Incheon	5	2x
16	Ongjin-gun Jawol-do	Incheon	5	2x
17	Ganghwa-gun Seokmo-do	Incheon	3	2x
18	Ongjin-gun Backa-do	Incheon	5	2x
19	Dangjin-gun Daenanji-do	Chungcheongnam-do	5	2x
20	Ongjin-gun Yeonpyeong-do	Incheon	5	2x
21	Samcheok-si	Gangwon-do	5	3x
22	Jeongseon-gun	Gangwon-do	4	3x
23	Yeongduk-gun	Gyeongsangbuk-do	5	3x
24	Uljin-gun	Gyeongsangbuk-do	5	3x
25	Seosan-si	Chungcheongnam-do	1	3x
26	Hwacheon-gun	Gangwon-do	9	3x
27	Cheolwon-gun	Gangwon-do	8	3x
28	Yanggu-gun	Chungcheongnam-do	3	3x
29	Yeoncheon-gun	Gyeonggi	1	3x
30	Ganghwa-gun	Incheon	4	3x
31	Chuncheon-si	Gangwon-do	10	3x
32	Yangyang-gun	Gangwon-do	2	3x
33	Gangneung-si	Gangwon-do	2	3x
34	Yeongwol-gun	Gangwon-do	7	3x
35	Hongcheon-gun	Gangwon-do	2	3x
36	Sochung-do	Incheon	11	3x
37	Backryung-do	Incheon	9	3x
38	Chuja-do	Jeju	3	3x
39	Dangjin-gun	Chungcheongnam-do	2	3x
40	Suncheon	Jeollanam-do	2	3x

(외화피판점길이), QN8(화사길이), QN12(소화경장), QN14(외화
피판길이), QN34(주아형성부위)이었으며, 2배체 집단과 내륙의 3
배체 집단간에 차이를 나타낸 형질들은 앞에서의 QN3, QN8,

QN12, QN14, QN16을 포함하여 QN1(반점수), QN4(내화피판반점
길이), QN5(외화피판유두돌기수), QN6(내화피판수), QN7(유두길
이), QN9(암술길이), QN11(화주길이), QN13(화병굽기), QN15(외

Table 2. Characters used in the morphological analysis of *Lilium lancifolium* Thunb

Abbreviation	Character	When measured	Unit or Category
Quantitative characters			
QN1	Number of outer tepal blotch	after anthesis	number
QN2	Number of inter tepal blotch	after anthesis	number
QN3	Length of outer tepal blotch	central part	mm
QN4	Length of inner tepal blotch	central part	mm
QN5	Number of outer tepal papilla	after anthesis	number
QN6	Number of inner tepal papilla	after anthesis	number
QN7	Length of papilla	mean of longest 5	mm
QN8	Length of stamen	just before anthesis of middle flower	cm
QN9	Length of pistil	just before anthesis of middle flower	cm
QN10	Length of ovary	just before anthesis of middle flower	cm
QN11	Length of style	just before anthesis of middle flower	cm
QN12	Length of flower stalk	just before anthesis of middle flower	cm
QN13	Diameter of peduncle	just before anthesis of middle flower	mm
QN14	Length of outer tepal	middle flower	cm
QN15	Width of outer tepal	middle flower	cm
QN16	Length of inner tepal	middle flower	cm
QN17	Width of inner tepal	middle flower	cm
QN18	Length of leaf(higher part)	after anthesis	cm
QN19	Length of leaf(middle part)	after anthesis	cm
QN20	Length of leaf(lower part)	after anthesis	cm
QN21	Width of leaf(higher part)	after anthesis	cm
QN22	Width of leaf(middle part)	after anthesis	cm
QN23	Width of leaf(lower part)	after anthesis	cm
QN24	Ratio of Length/Width(Leaf)	10 largest leaf of middle part	ratio
QN25	Length of flower bud	just before anthesis of middle flower	cm
QN26	Width of flower bud	just before anthesis of middle flower	cm
QN27	Plant height	at the last flowering	cm
QN28	Number of flowers	at the last flowering	number
QN29	Number of stomata	within 5mm ²	number
QN30	Length of stomata	mean of 10 stomata	µm
QN31	Pollen fertility	carmine staining	ratio
QN32	Diameter of pollen	mean of 10 pollen	µm
QN33	Flowering time	date of first flowering	day
QN34	Formative location of bulbil	from ground at vegetative period	cm
QN35	Developing time of bulbil	at vegetative period	date
Qualitative characters			
QL1	Color of stem	at flowering stage	purple-1, purple and green-2, green-3
QL2	Presence of blotch	at flowering stage	top of blotch-1, middle of blotch-2, low class of blotch-3
QL3	Degree of stem pubescence	at flowering stage	slightly pubescent-1, pubescent-2, heavily pubescent-3

화피편폭), QN16(내화피편길이), QN20(하위엽장), QN23(하위엽 폭), QN24(중위엽의 엽장/엽폭 비), QN25(화뢰장), QN27(초장), QN29(기공수), QN30(기공길이) 등이었다.

외형적으로 2배체와 섬지역 3배체는 초장과 엽형에서 매우 유사

한 것으로 밝혀졌는데(Kim *et al.*, 2005), 2배체와 내륙의 3배체 간 차이가 있는 형질 중에서 2배체와 섬지역 3배체간 차이가 없는 형질로는 QN1(반점수), QN4(내화피반점길이), QN5(외화피유두 수), QN9(암술길이), QN11(화주길이), QN13(소화경 굵기),

Table 3. Mean and standard deviation for the 35 quantitative characters of 173 accessions of diploids (a), triploids of inland (b) and island (c) of *L. lancifolium*

Morphological character	Populations of			Statistical comparison*
	2x(a) (N=78)	Inland 3x(b) (N=75)	Island 3x(c) (N=20)	
QN1(Number of outer tepal blotch)	69.5±16.6	73.8±9.8	67.5±8.2	a=c, a≠b, b≠c
QN2(Number of inner tepal blotch)	86.0±17.2	87.1±10.1	81.4±6.2	NS
QN3(Length of outer tepal blotch)	1.9±0.4	2.5±0.5	2.2±0.2	a≠b≠c
QN4(Length of inner tepal blotch)	2.0±0.5	2.7±0.5	2.2±0.2	a=c, a≠b, b≠c
QN5(Number of outer tepal papilla)	5.6±3.0	9.1±3.0	6.5±1.8	a=c, a≠b, b≠c
QN6(Number of inner tepal papilla)	12.2±9.4	19.1±5.8	17.0±5.3	a≠b, a≠c, b=c
QN7(Length of papilla)	1.5±0.7	2.3±0.7	2.3±0.7	a≠b, a≠c, b=c
QN8(Length of filament)	6.9±0.5	7.9±0.3	7.4±0.4	a≠b≠c
QN9(Length of pistil)	5.8±1.0	6.5±0.6	6.2±0.7	a=c, b=c, a≠b
QN10(Length of ovary)	1.7±0.5	2.1±0.8	1.5±0.2	NS
QN11(Length of style)	7.5±1.5	8.4±0.6	7.7±0.8	a=c, b=c, a≠b
QN12(Length of flower stalk)	9.7±2.9	7.8±0.9	11.2±0.9	a≠b≠c
QN13(Diameter of peduncle)	5.0±0.8	5.6±0.8	4.9±0.5	a=c, a≠b, b≠c
QN14(Length of outer tepal)	8.3±0.1	10.4±0.8	9.3±0.4	a≠b≠c
QN15(Width of outer tepal)	1.9±0.2	2.1±0.2	2.1±0.3	a≠b, a≠c, b=c
QN16(Length of inner tepal)	8.5±1.0	10.4±0.7	8.6±0.6	a=c, a≠b, b≠c
QN17(Width of inner tepal)	2.4±0.3	2.9±0.3	2.7±0.3	a≠b≠c
QN18(Length of leaf(higher part))	8.4±3.1	7.2±2.1	8.3±0.8	NS
QN19(Length of leaf(middle part))	15.1±3.6	15.5±2.5	17.3±1.9	a=b, a≠c, b≠c
QN20(Length of leaf(lower part))	9.7±2.0	10.6±1.9	10.9±2.2	a≠b, a≠c, b=c
QN21(Width of leaf(higher part))	1.9±0.5	2.0±0.4	2.0±0.2	NS
QN22(Width of leaf(middle part))	1.3±0.9	1.5±0.2	1.5±0.2	NS
QN23(Width of leaf(lower part))	1.3±0.3	1.5±0.2	1.4±0.1	a≠b, a≠c, b=c
QN24(Ratio of Length/Width(Leaf))	13.5±3.6	10.2±1.6	11.7± 1.0	a=c, b=c, a≠b
QN25(Length of flower bud)	7.4±1.1	8.8±1.0	7.6±0.7	a=c, a≠b, b≠c
QN26(Width of flower bud)	1.6±0.3	2.1±2.0	1.9±0.2	NS
QN27(Plant height)	140.7±24.4	122.5±17.0	145.5±18.0	a=c, a≠b, b≠c
QN28(Number of flowers)	7.7±4.8	8.5±4.9	7.0±2.5	NS
QN29(Number of stomata)	85.3±21.8	66.5±16.6	71.5±10.5	a≠b, a≠c, b=c
QN30(Length of stomata)	8.3±2.4	10.9±2.4	10.3±1.4	a≠b, a≠c, b=c
QN31(Pollen fertility)	19.8±14.9	2.6±4.2	16.4±6.2	a=c, a≠b, b≠c
QN32(Diameter of pollen)	6.1±4.2	7.2±3.9	7.1±3.7	NS
QN33(Flowering time)	14, Jul.	16, Jul.	12, Jul.	NS
QN34(Formative location of bulbil)	2.2±0.9	2.6±0.8	1.2±0.5	a≠b≠c
QN35(Developing time of bulbil)	24, May.	25, May.	28, May.	NS

*The difference between each pair of the different ploid groups was tested by ANOVA followed by Student-Newman-Keuls test(p<0.05).

QN16(내화피편길이), QN24(중위엽의 엽장/엽폭 비), QN25(화뢰 기 관련형질을 제외하면 섬지역 3배체와 내륙 3배체간의 가장 큰 장), QN27(초장), QN31(화분임성) 등이었다. 이러한 사실들은 화 차이점은 초장과 엽형지수라는 것을 시사하고 있다. 즉, 섬지역 3

Table 4. Cumulative variances of the 1st, 2nd, 3rd and 4th principal components and the loadings of 38 qualitative and quantitative characters on each principal component

Morphological character	Eigenvectors			
	1	2	3	4
QN14(Length of outer tepal)	0.906	0.004	0.028	-0.095
QN16(Length of inner tepal)	0.894	-0.027	0.076	-0.059
QN17(Width of inner tepal)	0.785	0.120	0.068	0.076
QN25(Length of flower bud)	0.784	0.051	-0.017	-0.004
QN8(Length of filament)	0.782	-0.115	0.104	0.080
QN3(Length of outer tepal blotch)	0.690	-0.224	0.048	-0.163
QN5(Length of outer tepal papilla)	0.683	0.093	0.144	0.106
QN7(Length of papilla)	0.674	0.050	0.203	0.079
QN15(Width of outer tepal)	0.663	0.244	0.127	0.086
QN4(Length of inner tepal blotch)	0.637	-0.334	-0.0002	-0.163
QN1(Number of outer tepal blotch)	0.529	0.271	0.087	0.242
QN6(Number of inner tepal papilla)	0.501	-0.028	0.061	0.049
QN23(Width of leaf(lower part))	0.483	0.048	-0.031	-0.089
QN11(Length of style)	0.441	-0.155	-0.634	0.453
QN13(Thickness of peduncle)	0.428	0.171	0.248	-0.287
QN30(Length of stomata)	0.398	-0.147	-0.050	-0.245
QN2(Number of inner tepal blotch)	0.391	0.385	0.207	0.239
QN9(Length of pistil)	0.378	-0.211	-0.664	0.472
QN21(Width of leaf(higher part))	0.366	0.526	0.187	-0.012
QN28(Number of flowers)	0.311	0.568	-0.324	-0.120
QN19(Length of leaf(middle part))	0.245	0.535	-0.224	-0.221
QL1(Color of stem)	0.229	-0.093	-0.071	-0.529
QN20(Length of leaf(lower part))	0.225	-0.121	-0.261	-0.163
QN26(Width of flower bud)	0.218	0.004	0.212	0.228
QN34(Formative location of bulbil)	0.211	-0.371	-0.291	-0.353
QN35(Developing time of bulbil)	0.185	0.415	-0.476	-0.293
QN22(Width of leaf(middle part))	0.183	-0.166	-0.075	0.060
QN32(Diameter of pollen)	0.179	0.083	-0.348	-0.384
QN10(Length of ovary)	0.127	-0.064	-0.436	0.429
QL2(Presence of blotch)	0.093	0.442	-0.107	0.120
QN18(Length of leaf(higher part))	0.071	0.672	-0.009	-0.159
QN33(Flowering time)	-0.016	-0.584	-0.018	-0.224
QL3(Degree of stem pubescence)	-0.147	0.471	0.178	0.148
QN12(Length of flower stalk)	-0.193	0.566	-0.094	0.188
QN24(Ratio of Length/Width(Leaf))	-0.208	0.416	-0.014	-0.008
QN27(Plant height)	-0.261	0.605	-0.234	-0.120
QN29(Number of stomata)	-0.469	0.092	-0.137	0.165
QN31(Pollen fertility)	-0.606	0.238	-0.036	-0.134
Cumulative variance(%)	22.8	10.5	5.6	5.2

배체는 초장과 엽형이 2배체와 매우 유사하다는 것을 뜻한다.

2배체, 내륙 3배체, 섬지역 3배체간 차이를 나타내지 않은 형질 들은 QN2(내화피편반점수), QN10(자방길이), QN18(상위엽장), QN21(상위엽의 엽폭), QN22(중위엽의 엽폭), QN26(봉오리폭), QN28(개화수), QN32(화분크기), QN33(개화기), QN35(주아착생

시기) 등이었다.

주성분 분석

2배체 집단, 내륙의 3배체 집단, 그리고 섬지역 3배체의 집단들 사이 또는 각 집단들 내에서 각 개체들 사이의 형태적 변이와 다양

성을 식별하기 위하여 주성분 분석을 실시하였다. 적재 값이 높은 주성분 1, 2, 3, 4에 대한 주성분 적재값(loading value)을 표 4에 나타내었다. 그 결과, 최초 2개 주성분의 전체 분산(variance)에 대한 누적 기여율은 33.3%의 변이를 나타내었고 4차 주성분까지의 누적 기여율은 44.1%를 나타내었다. 주성분 1은 전체 분산에 대한 기여율이 22.8%로 화피편 길이(QN 14, 16), 내화피편 폭(QN 17), 화피 길이(QN 25), 화사길이(QN8)과 같은 화기 관련 형질들이 양의 방향에서 크게 기여하였다. 이들의 주성분 1에 대한 적재치는 0.782이상이었다. 주성분 2는 전체 분산에 대해 10.5%의 기여율을 보이며 상위엽장(QN 18), 초장(QN 27), 개화기(QN 33) 등은 양과 음의 방향에서 크게 기여하였다. 각 형질들의 주성분 2에 대한 적재치는 0.672(QN18), 0.605(QN27), -0.584(QN33)이었다. 1, 2, 3, 4차의 누적기여율이 44.1%에 지나지 않다는 것은 3가지 배수성 그룹들의 개체들 사이에 조사된 여러 형질들이 서로 독립적이기 때문인 것으로 생각된다.

주성분 1과 2의 평면에 각 개체를 나타낸 것이 그림 1이다. 3가지의 참나리 집단의 개체들 중에서 일부 예외적인 개체들을 제외한다면, 대부분의 2배체(●)의 개체들은 제 1축 위에서 음의 방향에 위치하고 있었고, 반면에 내륙의 3배체(○)의 대부분의 개체들은 제 1축 위에서 양의 방향에 위치하고 있었다. 그리고 백령도와 소청도에서 채집된 섬지역 3배체(△) 집단의 개체들은 내륙의 3배체(○)와는 뚜렷이 구분되고 오히려 배수성이 다른 2배체 그룹과 중복됨을 알 수 있다. 그림 1의 주성분 제 1축에서 QN33(개화기), QN12(소화경 길이), QN24(엽장과 엽폭비율), QN29(기공수), QN31(화분임성) 그리고 1개의 질적 형질 QL3(줄기슴털)만이 음의 방향에 기여하였고, 나머지 형질들은 모두 양의 방향에 기여하였다(Table 4). 주성분 제 2축에서 내륙의 3배체(○)는 음의 방향에, 섬지역 3배체(△)는 양의 방향에 많이 분포하였고, 2배체는 음과 양의 양쪽에 고르게 분포하였다. 주성분 제 2축에서 양의 방향에 크게 기여한 형질은 상위엽장(QN 18), 초장(QN 27), 개화기(QN 33), 개화수(QN29), 중위엽장(QN 19) 등이었다.

참나리 2배체와 3배체는 형태적으로 매우 유사하며 개체간에 연속적인 변이를 나타내므로 어느 특정 형질에 의해 2집단을 구분하기는 어렵다고 하였다(Noda, 1986). 본 연구에서도 형태적 형질의 주성분 분석에 의해 참나리를 2배체와 3배체로 구분한다는 것은 어렵다는 것을 알 수 있었다. 특히 3배체에는 백령도와 소청도의 3배체처럼 지리적 분포와 연계된 특이한 집단이 존재하므로 단순히 2배체와 3배체로 구분하는 것은 더욱 어려워진다는 것을 알 수 있다. 그러나, 참나리를 단순히 배수성에 의한 2배체와 3배체의 분류군으로 나누기 보다는 지리적 분포요인을 고려하면 보다 확실한 분류군으로 구분할 수 있다는 가능성도 시사해 주었다. 즉, 백령도와 소청도의 섬지역 3배체는 전체적인 형태적 특성이 2배체와 유사할 뿐만 아니라, 이들은 주성분 분석에 의해서도 내륙의 3

배체들과 구분이 가능한 것으로 밝혀졌다(Kim *et al.*, 2005a). 이와 같이 섬지역 3배체가 내륙의 3배체와 다른 특성을 나타내는 것은 오래전에 내륙으로부터 전파(또는 탈출)되어 오랜 기간 제한된 지역의 환경에 적응한 결과로 해석될 수 있으며, 참나리 2배체와 3배체 집단의 지리적 분포는 참나리의 유전적 다양화를 부여하는 또 하나의 요인임을 시사해주고 있다. 본 연구에서는 전국에서 수집된 참나리 중에서 2배체는 지역 구분 없이 1개의 집단으로 간주하였고, 3배체는 형태적인 특성 중에서 초장과 엽형에 의해 내륙의 3배체와 섬지역 3배체로 구분하여 분석하였다(Kim *et al.*, 2005a). 금후 참나리 2배체와 3배체의 지리적 분포와 생물지리학 적(Biogeographical) 접근은 참나리 3배체의 기원을 밝히기 위한 중요한 선결과제로 생각되고 있다.

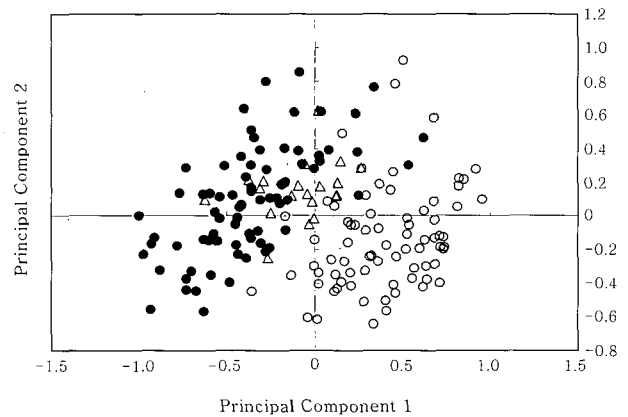


Fig 1. Projection of 173 individuals of diploid, inland triploid and island triploid of *Lilium lancifolium* in the first and second principal components (●:diploids, ○:inland triploids, △:island triploids of Bangryung-do and Sochung-do)

적 요

참나리 2, 3배체 복합 배수성 집단에서 형태적, 지리적 분화를 명확히 하기 위해서 173개 군락에서 수집된 참나리의 38개 형질에 대한 분산분석(ANOVA)과 주성분분석(PCA)을 수행하였다. 그 결과, 173개 참나리 개체들은 배수성에 의해 78개의 2배체와 95 개체의 3배체로 구분되었고, 3배체는 지리적 분포와 형태적 특성에 의해 73개의 내륙 3배체(남한 전지역)와 20개의 섬지역 3배체(백령도와 소청도)로 구분되었다. ANOVA분석에서 섬지역 3배체는 잎과 꽃의 여러 형질들에 의해 내륙의 3배체와 뚜렷한 형태적 차이를 나타내었다. 주성분 분석에 의한 누적기여율은 4차 주성분까지 44.1%를 나타내었고, 주성분 분석에서 2배체는 긴 초장, 작은 꽃의 형질들, 높은 화분임성, 더 많은 기공 수 등의 형질에 의해 내륙의 3배체와 구분되었다. 섬지역 3배체도 약간의 중복은 있었으나 1, 2차 주성분에 대한 2차원 분포도에서 서로 구분되었다. 한편, 배수

성이 다를지라도 섬지역 3배체와 2배체는 주성분 1과 2의 요인에 의해 완전한 중복을 나타내었다. 이러한 사실은 섬지역 3배체와 2배체가 외형적으로 유사하다는 것을 반영한다. 이와 같이 섬지역과 내륙의 3배체의 형태적 차이는 지리적 기원을 반영하는 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농림부에서 시행한 2004년도 농림기술개발사업의 연구비와 강원대학교 농업과학연구소의 지원에 의하여 수행된 결과의 일부입니다.

인용문헌

- Kim, J.H., H.Y. Kyung, Y. Xuan, Y. Choi, Y.C. Park, M. Hiramastu and K.O. Yoo. 2004. Studies on the distribution and dispersal of Korea *Lilium lancifolium* Thunb. J. Kor. Flower Res. Soc. 12(2) : 127-141.
- Kim J.H, Y.E. Davaasuren, H.Y. Kyung, Y. Xuan, J.K. Lee, Y.S. Choi and M. Hiramastu. 2005a. Morphological variation of diploid and triploids of *Lilium lancifolium* in Korea. J. Kor. Flower Res. Soc. 13(4): 283-288.
- Kim, J.H., Y. Xuan, M. Hiramastu and H. Okubo. 2005b. Natural Habitats and Ploid Distribution of *Lilium lancifolium* in Islands of the Bay of Kyunggi, Korea. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 50(2): 593-600.
- Noda, S. 1956. A cytological survey of natural populations of *Lilium maximowiczii* and *L. tigrinum*. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.) 2: 95-100.
- Noda, S. 1978. Chromosomes of diploid and triploid forms found in the natural populations of tiger lily in Tsushima. Bot. Mag. Tokyo. 91: 279-283.
- Noda, S. 1986. Cytogenetic behavior, chromosome differentiations and geographic distribution in *Lilium lancifolium*(Liliaceae). Plant Species Biology. 1: 69-78.
- Noda, S. 1991. Chromosomal variation and evolution in the genus *Lilium*. In: Tsuchiya, T. and Gupta, P.K.(eds.) Chromosome Engineering in Plants: Genetics, Breeding, Evolution. Part B. Elsevier, Amsterdam. pp. 507-524.
- Noda S. and K. Hayashi. 1992. Environment and samplings in the natural habitats of *Lilium lancifolium* in Tsushima, Japan. Bull. Cul. Nat. Sci. in Osaka Gakuin Univ. Vol. 25: 18-53. Osaka, Japan.
- Noda, S. and Lee, H.S. 1980. Relationship between cytogenetic structure of three species in Liliaceae and human activities. Rep. Sci. Res. "History on the successive changes of environments in Korea", 1978: 33-55 (in Japanese). Supported by Ministry of Education, Science and Culture, Japan.
- Ozaki Y. 2003. Genetic variation and factors of triploid origin in *Lilium lancifolium*. MS Thesis, Kyushu Univ., Japan (in Japanese).
- Song N.H. 1997. Chromosomal differentiation and geographic distribution of *Lilium lancifolium* Thunberg native to Cheju island in Korea. Res. Sci. Math Educ. Vol.20: 93-105, Taegu Nat. Univ. Educ.
- 清水基夫. 1987. 日本のゆり. 原種とその園藝種. 誠文堂新光社. 東京. 85-94.

(접수일 2006.2.9 ; 수락일 2006.3.25)