

최 종
연구보고서

상사화류 구근의 신품종 육성기술 개발
Studies on Breeding New Cultivars
of the genus *Lycoris*

원 광 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “상사화류 구근의 신품종 육성기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002. 10

주관연구기관명 : 원광대학교

총괄연구책임자 : 박 윤 점

세부과제책임자 : 박 종 균

연 구 원 : 유 성 오, 이 승 엽, 강 영 규, 이 중 기,
차 재 영, 허 북 구, 정 재 호, 정 주 연,
서 춘 순, 문 병 우, 이 지 훈, 박 수 민

연 구 보 조 원 : 임 미 옥, 류 선 미, 전 요 진, 정 미 화,
이 은 주, 오 혜 진, 정 정 환

참여연구기관명 : 대한중묘원

참여연구책임자 : 장 형 태

연 구 원 : 김 재 창

요 약 문

I. 제목

상사화류 구근의 신품종 육성기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 상사화류(*Lycoris*)는 수선화과에 속하는 야생구근 식물로 우리나라, 중국, 일본, 대만 등에 자생하는 동아시아 특산식물임.
2. 일본과 대만은 오래전부터 구근과 절화를 외국에 수출해 왔고, 중국은 최근에 네덜란드 등으로부터 수출주문을 계속 받고 있음.
3. 국내는 일본, 대만보다 우수한 자생종이 많이 있음에도 불구하고 야생화에 대한 인식 부족으로 개발되지 못하다가 80년 중반부터는 분식물로, 최근에는 지피식물로 개발되어 수요가 늘고 있으나 대부분이 자생지에서 불법채취되어 공급된 결과 자연훼손은 물론이고 멸종위기에 놓임.
4. 90년 이후부터는 네덜란드와 미국으로부터 계속적인 수출주문을 받아 왔으나 재배가 거의 되지 않아 좋은 기회를 포기함.
5. 이런 점을 감안해 볼 때 우리나라에는 10여종의 우수한 상사화류가 자생하므로 대량 증식 및 재배법을 확립하여 우량종구 생산체계를 이룬다면 국내외 수요를 충족시킬 수 있음.
6. 또한 국내, 외 품종을 지속적으로 수집, 분류하여 우량품종을 선발 육성하여 비교우위를 확보함으로써 구근수입 대체효과와 수출 경쟁력을 높이는 일도 중요하다고 봄.
7. 그러기 위해서는 다양한 화색과 새로운 화형을 갖춘 신품종 육성이 시급하다고 보는데 현재까지는 과학적인 육성기술이나 이에 대한 기초연구가 거의 전무함.
8. 따라서 상사화류의 유용유전자원 수집 및 분류, 교잡육종 기술을 통한 신품종 개발 그리고 자생종과 신품종 우량개체의 대량 생산 및 재배 체계 확립이 시급하여 본 연구를 계획하게 됨.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

제 1 세부연구과제 : 교잡육종에 의한 우량 신품종 육성

- 수집된 상사화속 식물을 이용한 중간교잡 육종을 위해 우리나라에 자생하는 상사화속 식물을 탐색, 수집하는 한편 외국자생종 및 품종들을 수집하여 특성별로 분류, 교배친을 선정, 중간 교잡을 실시함.
- 교잡에서 얻어진 잡종후대들 중 우수한 형질을 가진 개체들을 선발하여 증식과정으로 들어감.
- 화색, 화형, 크기등 특성별로 선발된 개체들을 분류하고 등급을 정하며 품종 등록을 시도함.

제 2 세부연구과제 : 상사화속 식물의 식물학적 분류 체계화

- 현재 보유하고 있는 유전자원과 도감과 문헌 및 정보에 의해 새로운 유전자원을 선정, 이 식물들에 대해 보통의 핵형분석, C-banding을 포함한 핵형분석에 의해 염색체에 대한 세포유전학적 기초를 제공함.
- 이러한 결과들을 종합하여 상사화속 식물의 세포유전학적, 분자유전학적 분류를 완성하여 육종을 위한 기초자료로 활용하는 동시에, 육종 및 교배 결과 생긴 후대의 분자유전학적 분석을 간단히 하기 위한 기술로 활용함.

제 3 세부연구과제 : 우량종묘 대량생산 기술 개발

- 가장 경제적인 인공번식법을 선택하여 대량생산 체계를 확립함.
- 생장점 배양 및 기내 direct 자구형성을 통해 기내 소구근의 급속 대량증식 체계를 확립함.
- 우량종구의 생산을 위한 효율적인 포장양구체계를 확립함.
- 인공번식을 통하여 자생종을 대량 확보함.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

• 제 1 세부과제 : 교잡 육종에 의한 우량 신품종 육성

우리나라에 자생하는 상사화속 식물과 외국종을 탐색, 수집 평가, 중간교잡과 화분 저장 및 종자발아 등에 관한 연구를 실시하여 얻은 주요 연구결과는 다음과 같다.

가. 유전자원 수집 및 특성검정

- 상사화속 식물의 신품종 육성을 위하여 총 55종의 유전자원을 국·내외에서 수집하였으며 이에 대한 특성 평가를 실시하였다.
- 개화기는 7월에서 9월까지로 종에 따라 차이가 있었다.
- 출엽기는 춘기 출엽형과 추기 출엽형으로 대별되었으며 엽표피 세포의 모양은 장방향과 마름모형으로 구분되었다.
- 화색은 적색, 황색, 백색, 주황색, 분홍색 등 다양하였다.
- 화형은 상사화형(A), 상사화형과 석산형의 중간형(B), 석산형(C)으로 대별되었다.
- 임성은 매우양호, 보통, 전혀 임성이 없는 것으로 대별되었다.

나. 화분 장기 저장법 연구

- 화분을 -84°C 에 저장한 경우 저장 1년 후에 91%, 2년 후 84%, 3년 후 80% 전후의 발아율을 보였다.
- 그러나 5°C 와 -20°C 에 저장한 경우 저장 1년차에 80%의 발아율을 보이다가 2년차에 20%로, 3년 차에는 거의 발아력이 상실되었다.

다. 중간교잡 신품종 육성 연구

- 상사화속 식물의 중간교잡종 육성을 위하여 총 84개 교배조합을 만들어 교배

를 실시한 결과 8개 조합은 90% 이상의 높은 교잡친화성이 인정되었고 32개 조합은 50~59%, 42개 조합은 10%의 교잡친화성을 보였다.

- 교배조합 후 후대 양성을 위하여 종자를 파종한 결과 발아율은 평균 66.3%를 보였다.
- 종자 발아는 채종 즉시 상온에 파종한 것 보다 25℃에 파종한 경우에 발아기간을 2개월 정도 앞당길 수 있었다.
- 종피를 제거하고 종공에 상처를 준 경우는 파종 1개월째에 68.1%의 발아율을 보여 대조구(3.4%)에 비해 월등한 효과가 인정되었다.
- GA₃(200mg · L⁻¹)와 kinetin(500mg · L⁻¹) 처리시는 6시간 침지했을 때 파종 2개월째 86.2%의 높은 발아율을 보였다.
- KOH(0.5%)와 KNO₃(0.5%) 처리시는 12시간 침지 처리구에서 파종 2개월째에 80%전후의 발아율을 보였다.
- 상사화속 식물의 신품종 육성을 위한 중간교잡 결과 총 84개조합 중 교잡 친화성이 높은 11개 조합에서 총 475개체를 획득하였으며 그 중에서 20계통을 최종 선발하여 품종화 하였다.
- 선발된 20계통은 Moonshine, Redwine, Pinklady, Redsunshine, Redangel, Goldwave, Goldprincess Goldsmile, Sweetcurly, Whiteangel, Flyingbat, Dancingswan, Goldhappy, Milkyway, Snowwhitesmile, Ivorylady, Swinglady, Septemberbride, Pinkwhitelady, Startrumpet으로 명명하여 국립종자관리소에 품종보호출원 하였다.

• 제 2 세부과제 : 상사화속 식물의 식물학적 분류체계화

가. 상사화 27종 중 11개의 유전 형질을 분석하였다.

나. 110개의 DNA 절편을 PCR로부터 합성하였다.

다. 분석된 DNA 절편을 분석한 결과 세 군집으로 분석되었으며, 이를 덴드로그램으로 표현하였다.

라. 분석된 DNA 절편을 이용한 분자 지표를 분석한 결과 *Oryza sativa*와 *Arabidopsis*에서 상동성을 보였다.

• 제 3 세부과제 : 우량종묘 대량생산 기술 개발

가. 인공번식

- 동계 인공번식 가능 여부를 검토하기 위하여 익산과 구례 지역의 무가온 비닐 하우스를 이용하여 1월 중순에 실험한 결과 2중턴넬 + 보온 덮개 처리구에서도 두 지역 모두 번식이 불가능하였다.
- 하계 인공번식시 인편의 부패 방지를 위하여 벤레이트-티를 chipping한 인편에 분의 처리한 결과 약의 분량에 관계없이 효과가 전혀 없었다.
- Chipping한 것을 포장에 직접 삽식 할 경우 용토가 자구 형성에 미치는 영향을 조사한 결과 모래가 자구 형성 및 비대에 가장 좋았고 발흙 단용 처리구는 자구 형성율이 84.5%로 다른 삽식용토에 비해 저조하였으나 perlite와 peatmoss 등을 혼용 처리 하였을 때는 자구형성율을 90%정도 높일 수 있었다.
- Chipping한 것을 포장에 직접 삽식할 경우 피복 재료가 자구 형성에 미치는 영향을 조사한 결과 왕겨와 벗짚 피복 처리구가 94.2%의 높은 자구 형성율을 보였고 비닐 피복은 55% 전후의 자구형성율을 보였다.
- Chipping과 notching시 삽식깊이를 달리한 경우 chipping은 1cm, notching은 3cm로 삽식 하였을 때 자구 형성 및 비대가 가장 좋은 것으로 나타났다.
- 양액재배시 배지의 종류를 달리하여 chipping을 한 결과 자구형성수는 발흙이 가장 많았으며(평균 1.99개), 자구비대는 perlite 단용 처리구에서 가장 좋았다.

나. 조직배양

(1) 생장점 배양에 의한 바이러스 무병주 육성

가) 석산의 생장점 배양은 정상 식물체 획득율이 높은 1mg/L IAA와 2mg/L zeatin, 0.2mg/L NAA와 2mg/L zeatin을 첨가한 배지가 shoot와 근 발달에 가장 적합하였다.

나) 석산의 생장점 배양에 의한 virus 이병 여부를 조사한 결과 잎, 인편 및 뿌

리조직 모두에서 바이러스가 검출되지 않았다.

다) 수입종인 *L. albiflora*의 경우는 사상형 바이러스(길이 : 650-730nm)가 검출되어 앞으로 정밀 검정을 통한 분류 및 동정이 이루어져야 하며 수입시 주의해야 할 것이다.

(2) 기내 대량번식

1) 캘러스 유기 및 식물체 분화

가) 인편배양에 의한 캘러스 형성율은 6.0mg/L NAA와 3.0mg/L kinetin 첨가 배지에서 60%로 비교적 낮았으나 캘러스 생장은 가장 양호하였다.

나) 단축경 배양에 의한 캘러스 형성은 0.5mg/L 2,4-D와 10.0mg/L BA 첨가 배지에서 63.3%의 캘러스 형성율을 보였으며 캘러스 배양중 부정근 발생이 적고 분화능이 높아 가장 효과적이었다.

다) 석산의 화기배양에 의한 캘러스 형성은 자방조직과 소화병만이 가능한 것으로 나타났으며 자방조직의 캘러스 형성에는 0.5-1.0mg/L NAA, 0.2-1.0mg/L 2,4-D와 10mg/L BA첨가 배지에서 모두 양호한 캘러스 형성을 보였다.

라) 소화병으로부터의 캘러스 형성율은 0.5-1.0mg/L 2,4-D와 2.0mg/L BA첨가배지에서 67.4%와 60.0%로 가장 높았다.

마) 식물체 분화는 자방조직에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

2) 기내 자구 형성

가) 자방조직으로부터 기내 자구 형성율은 2.0mg/L NAA와 10.0mg/L BA첨가배지에서 60.0%로 가장 좋았으며 NAA 첨가배지가 2,4-D첨가 배지보다 비교적 양호하였다. BA의 영향은 오옥신 종류와 농도에 관계없이 5.0mg/L보다 10.0mg/L에서 기내 자구 형성율이 양호하였다.

나) 쌍인편으로부터 기내 자구 형성율은 BA단독 배지에서 61.4%로 가장 높았고, 총 자구수도 39개로 가장 많았다. 배지내 NAA 농도가 증가할수록 자구 형성수는 감소하는 경향을 보였다.

다. 우량 구근 재배

- 석산 재배를 위한 N, P, K 시용 기준 설정 실험을 실시한 결과 다량의 인산과 칼리를 공급한 처리구(P 36.4g, K 46.0g)에서 구근 비대가 좋은 것으로 나타났다.

- 실생묘 구근비대 축진을 위하여 양액재배시 배지의 종류와 칼슘의 처리효과를 본 결과 perlite 배지에 500배의 칼슘 처리구는 대조구에 비해 2배의 구중 증가를 보였다.
- 양액재배시 액상석회와 효소처리가 석산 구근의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 엽의 생육은 액상석회 500배 처리구가 가장 좋았고 뿌리의 발달은 액상석회 500배 + 효소 10,000배 처리구가 다소 좋은 것으로 나타났다.
- 구근 크기와 재식 깊이가 석산의 생육 및 개화에 미치는 영향을 조사한 결과 5.5g 이상인 구근을 재식한 경우는 재배 2년째에 100% 개화가 가능하였고 1-3cm로 천식한 처리구는 5-7cm로 심식한 처리구 보다 맹아가 2-3일 정도 앞당겨 졌으며 분구도 잘 이루어 졌다.

라. 자생종 모본 확보

- 석산, 백양꽃, 상사화등 국내 자생종 5종의 상사화속 식물을 인공번식 시켜 5년 동안에 약 50만구의 모본을 양성 하였다.

2. 실 적

(1) 품종보호 출원

품 종 명	품종보호 출원번호	품종명칭 출원번호
1. 문샤인(Moonshine)	출원 2002-565	명칭 2002-1316
2. 레드와인(Redwine)	출원 2002-559	명칭 2002-1310
3. 핑크레이디(Pinklady)	출원 2002-566	명칭 2002-1317
4. 레드선샤인(Redsunshine)	출원 2002-567	명칭 2002-1318
5. 레드엔젤(Redangel)	출원 2002-560	명칭 2002-1311
6. 골드웨이브(Goldwave)	출원 2002-561	명칭 2002-1312
7. 골드프린세스(Goldprincess)	출원 2002-548	명칭 2002-1290
8. 골드스마일(Goldsmile)	출원 2002-549	명칭 2002-1300
9. 스위트컬리(Sweetcurly)	출원 2002-562	명칭 2002-1313
10. 화이트엔젤(Whiteangel)	출원 2002-563	명칭 2002-1314
11. 플라잉뱃(Flyingbat)	출원 2002-564	명칭 2002-1315
12. 댄싱스완(Dancingswan)	출원 2002-558	명칭 2002-1309
13. 골드해피(Goldhappy)	출원 2002-557	명칭 2002-1308
14. 밀키웨이(Milkyway)	출원 2002-556	명칭 2002-1307
15. 스노우화이트스마일(Snowwhitesmile)	출원 2002-555	명칭 2002-1306
16. 아이보리레이디(Ivorylady)	출원 2002-554	명칭 2002-1305
17. 스윙레이디(Swinglady)	출원 2002-553	명칭 2002-1304
18. 셉템버브라이드(Septemberbride)	출원 2002-552	명칭 2002-1303
19. 핑크화이트레이디(Pinkwhitelady)	출원 2002-551	명칭 2002-1302
20. 스타트럼펫(Startrumpet)	출원 2002-550	명칭 2002-1301

(2) 산업재산권 출원 및 등록

구 분	명 칭	국 명	출 원 일	비 고 출원(등록번호)
발명특허	구근식물절단기	대한민국	1997. 6. 5	23472호(240587호)
발명특허	인경삼을 이용한 구근의 대량증식방법	대한민국	1997. 7. 16	33223호(244597호)
발명특허	절목법을 이용한 구근의 대량증식방법	대한민국	1997. 7. 16	33224호(244595호)
발명특허	쌍인편삼을 이용한 구근의 대량증식방법	대한민국	1997. 7. 16	33225호(244596호)

(3) 산업체 기술이전

기 술 내 용	산 업 체
1. 구근식물절단기	영운엔지니어링
2. Lycoris 인공번식법	대한종묘원(참여기업)
3. Lycoris 종자번식법	대한종묘원(참여기업)
4. Lycoris 재배법	대한종묘원(참여기업)

(4) 논문발표

1. 박윤점, 정연옥. 1996. *Lycoris*속의 종자발아특성 연구. 한국약용작물학회지. 4(2):163-172.
2. 박윤점, 정연옥. 1996. 화학약품처리, 종피제거 및 저온처리가 개상사화의 종자발아에 미치는 영향. 한국약용작물학회지. 4(2):172-177.
3. 박윤점, 정연옥. 1996. Notching에 의한 *Lycoris*의 번식 연구. 한국원예학회논문발표요지. 14(2):528-9.
4. 박윤점, 채신석. 1997. 한국산과 일본산 개상사화의 특성 비교. 한국원예학회논문발표요지. 15(1):643-4.
5. 박윤점, 정소영, 정재호, 안민실. 1998. 구근 절단기의 특징 및 이를 이용한 *Lycoris*의 chipping. 한국원예학회논문발표요지. 16(1):75.
6. 박윤점, 정소영, 허복구, 정재호. 1998. *Lycoris*의 인공번식 비교. 한국원예학회논문발표요지. 16(1):76.
7. 박윤점, 남기웅. 1998. *Fusarium* spp.에 의한 *Lycoris*속의 구근부패병 발생. 한국원예학회논문발표요지. 16(1):119.
8. 박윤점, 정소영, 정재호, 서춘순. 1998. *Lycoris*속의 잎 표피형 비교. 한국원예학회논문발표요지. 16(1):119.
9. 박윤점, 허복구. 1998. 한국산 자생 상사화의 효과적인 번식방법. 한국원예학회논문발표요지. 16(2):242-243.
10. 박윤점, 정연옥, 정재호, 허복구. 1998. 화학약품처리, 종피제거 및 저온처리가 *L. aurea*의 종자발아에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 16(3):452.
11. 박윤점, 정연옥, 유운하, 유재정. 1998. *Lycoris*속의 종자발아 특성. 한국원예학회논문발표요지. 16(3):452.
12. 박윤점, 한성수, 정재호, 이경희, 이지훈. 1998. 제초제에 의한 석산의 잡초방제. 한국원예학회논문발표요지. 16(3):452.
13. 박윤점, 차재영, 박종균, 이혜숙, 김완주, 조기정. 1998. RAPD기법을 이용한 *Lycoris*속의 유연관계 분석. 한국원예학회논문발표요지. 16(3):459.
14. 박윤점, 정재호, 서춘순, 이승엽. 1998. 석산의 생장점 배양에 대한 생장조절제의 영향. 한국원예학회논문발표요지. 16(3):454.

15. 박윤점, 정재호, 이승엽, 서춘순. 1998. 석산의 이용성과 육성방향 설정에 관한 기초 연구. 한국화훼연구회지. 7(2):55-64.
16. 박윤점, 정주연, 서춘순, 김은정, 기대성. 1999. 백양꽃의 종자발아 특성 연구. 1999. 한국원예학회논문발표요지. 17(2):267.
17. 박윤점, 정재호, 이승엽, 서춘순, 정주연. 1999. 석산의 조직 배양시 자구형성에 미치는 성장조절제의 영향. 한국원예학회논문발표요지. 17(2):269.
18. 박윤점, 송채은, 정주연, 이은선. 1999. 적색계 *Lycoris*속의 화색 특성. 한국원예학회 논문발표요지. 17(2):274.
19. 박윤점, 송채은, 허복구, 서춘순. 1999. 당과 무기염이 석산 꽃잎으로부터 추출된 안토시아닌 용액의 안정성에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 17(2):276.
20. 박윤점, 송채은, 서춘순, 정주연. 1999. pH, 온도, 유기산 및 금속이온이 석산 꽃잎으로부터 추출된 안토시아닌 용액의 안정성에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 17(2):276.
21. 박윤점, 정주연, 서춘순, 장형태. 1999. 상사화속(*Lycoris*) 식물의 종간교잡 친화성에 관한 연구. 한국원예학회논문발표요지. 17(5):689.
22. 박윤점, 정주연, 서춘순, 장형태. 1999. 상사화속(*Lycoris*) 식물의 종간교잡으로 얻은 종자의 발아 특성. 한국원예학회논문발표요지. 17(5):689.
23. 박윤점, 박선정, 정주연, 서춘순. 1999. 상사화속(*Lycoris*) 식물의 화분발아에 미치는 인공배지와 저장온도의 영향. 한국원예학회논문발표요지. 17(5):689.
24. 박윤점, 차재영, 조기정, 박종균. 2000. 핵형분석과 RAPD기법을 이용한 상사화속의 유연관계-*Lycoris*의 핵형분석 및 RAPD분석. 원광대학교 대학원 논문집. 24:39-52.
25. 박윤점, 허복구, 정주연. 2001. 절화보존제 처리가 상사화속 식물의 화경갈라짐에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 19(1):117.
26. 박윤점, 이중기. 2001. 구근크기 및 식재 깊이가 석산의 생육 및 개화에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 19(2):79.
27. 박윤점, 김현정, 이승엽, 이중기. 2001. 석산의 화기부위별 켈러스 형성에 미치는 성장조절제의 영향. 한국원예학회논문발표요지. 19(2):98.
28. 이종석, 박윤점, 이풍옥, 박종수, 황선애. 2002. 몇가지 전·후처리가 석산 절화의 수명과 품질에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 20(1):112.

(5) 전시회

전시품목	전시회 명칭	일 시	장 소(국명)
Lycoris 구근	화훼산업박람회	'93. 9. 9 - 12	오를레앙(프랑스)
야생화 압화	한국자생식물 전시회	'95. 4	서울
야생화 압화	세계화훼박람회	'95. 10	알스미어(네덜란드)
Lycoris 분경	지리산자생화 전시회	'97. 4. 19	구례 지리산 탐방안내소
야생화	'97 고양세계꽃박람회	'97. 5. 3 - 18	경기도 고양시
구근식물절단기	'SIEMSTA' 98 '98서울국제농림축수산기계 박람회	'98. 11. 16 -21	서울 코엑스
Lycoris 출품	'99 우리꽃박람회	'99. 4. 30 - 5. 9	서울 여의도 공원
Lycoris 출품	상사화 한마당 축제	'99. 9. 17 - 19	함평 용천사
야생화, 압화, Lycoris 연구 사진전	충부야생화 식재 설계도 및 압화전시회	'99. 11. 6 - 7	원불교 중앙충부
야생화 압화	전북 중소기업 엑스포 '99	'99. 11. 5 - 7	전주 병상경기장
Lycoris 연구 사진전, 원불교 야생화 조성 설계도, 압화	원예장식전	'99. 11. 23 - 25	원광대학교 학생회관
Lycoris 연구 사진전	2000 고양세계꽃박람회	2000. 4. 26 - 5. 7	일산 호수공원
야생화 압화 및 자재 전시	제10회 우리꽃박람회	2000. 5. 4 - 5. 14	서울 대공원
Lycoris 연구 사진 및 압화전시회	원광대학교	2000. 11. 20 - 12. 7	원광대 생자대
Lycoris 압화전시회	전북 중소기업엑스포2001	2001. 10. 27 - 29	전주 화산체육관

(6) 홍보실적 (기증, 원고, 기고, 방송매체 등)

홍보유형 및 매체	제 목	내 용	일시 및 홍보면(채널)
기 증	'93 대전 Expo 본부 상사화 700구 기증	대전 Expo현장 식재	1993. 6. 25 (대전 Expo현장)
기 증	군산시청 산림공원과 석산 700구 기증	군산시 개정동사무소 옆 화단식재	1993. 7. 1 (군산시)
기 증	서울 강서구청 공원녹지과 상사화 50구 기증	구군 연구논문 소개, 재배법 소개	1993. 7. 16 (강서구청)
기 증	익산시청 공원녹지과 석산 400구 기증	시청내 화단 석산 400구 식재	1993. 8. 28 (익산시)
신 문	멸종위기 야생화훼(Lycoris) 인공재배길 튼다.	Lycoris 번식, 재배법 소개	1993. 1. 21 (한국농어민신문)
신 문	야생구근식물 인공번식법 개발	Lycoris 인공번식법 소개	1993. 4. 26 (세계일보)
협 회 보	수출유망 구근인 상사화 개발에 대한 중요성	Lycoris의 유전자원 확보 및 개발 의 시급성 소개	1993. 4 (한국자생식물 협회보)
잡 지	한국산 백양꽃의 특성 연구	백양꽃 특성 소개	1993. 5 (월간원예)
신 문	야생 구근류 인공증식법 개발	Lycoris 인공번식법 소개	1993. 7. 21 (농민신문)
잡 지	멸종위기 야생 구근식물 (Lycoris) 인공번식법 개발	Lycoris 번식법 소개	1993. 8 (환경과조경)
잡 지	UR 대체작목(Lycoris 구근)	Lycoris 개발의 중요성 및 특성 소개	1993. 8 (월간원예)
신 문	야생 상사화 농가 보급된다	Lycoris 번식, 재배 소개	1993. 9. 23 (동아일보)
협 회 보	수출유망 구근(Lycoris) 인공번식	Chipping외 5종의 인공번식법 비 교	1993. 9. (월간원예)
잡 지	수출유망 상사화 개발에 대한 중요성	구근수입 대체효과 및 수출 작목 육성	1993. 10. 가을, 겨울호 (한국자생식물 협회보)
잡 지	Lycoris chipping	번식온도, 번식시기, 인편부위 등 번식에 관계되는 요인 검토	1993. 10 (월간원예)
잡 지	Lycoris notching과 scooping	자구형성 능력 비교	1993. 12 (월간원예)
협 회 보	I. 상사화 종자번식을 이용한 종구의 대량증식	종자번식을 이용한 종구의 대량증 식 소개	1994. 봄호 (한국자생식물 협회보)

홍보유형 및 매체	제 목	내 용	일시 및 홍보면(채널)
협 회 보	Ⅱ. 상사화 종자번식을 이용한 종구의 대량증식	종자의 물리적 및 화학적 처리로 종자발아 촉진법 소개	1994. 가을, 겨울호 (한국자생식물 협회보)
잡 지	자생식물(상사화) 보존	Lycoris의 화훼가치 및 유전자원 에 대한 중요성 강조	1994. 6. 1 (농정춘추)
잡 지	야생식물(상사화류) 자원화	상사화속 자생지 보존 및 중요성 소개	1994. 7. 1 (농정춘추)
TV	Lycoris속 식물의 개발	Lycoris의 산업화 중요성	1994. 8. 10 (KBS)
잡 지	수출전망 밝은 Lycoris 연구 10년	Lycoris의 연구결과 소개	1994. 10 (농경과원예)
대 학 소 식 지	야생화훼 구근 연구 성과 소개	농가소득작물 및 수입대체작물로 의 개발 가치 중요성 소개	1995. (원광대 소식, 가을호)
잡 지	우리강산 우리꽃	석산 소개	1995. 11(원광)
협 회 보	Ⅲ. 상사화 종자 번식을 이용한 종구의 대량증식	종자발아 특성 종합 정리	1995. 가을, 겨울호 (한국자생식물 협회보)
기 증	한국도로공사 전주수목원 상사화류 500구 기증	전주수목원 식재	1997. 4. 3(한국도로공사)
잡 지	우리강산 우리꽃	우리나라 자생화 23종 소개	1995. 2 - 1996. 12(원광)
신 문	상사화속 식물 특허 출원, 농가 소득 기대	상사화 연구 소개	1998. 9. 14 (원광대신문)
라 디 오	상사화 소개	고창 선운사 상사화 자생지와 관 련 연구 소개	1998. 9. 26 (KBS라디오, 토요일아이드)
신 문	상사화류 번식	상사화류 번식	1998. 9. 28(광남일보)
신 문	지리산 자생화 인공번식 성공	상사화 인공 번식	1998. 9. 29(전남일보)
신 문	가장 한국적인 것으로 종자 주권 지켜 나가야죠	상사화 연구결과 소개	1998. 9. 30(한계레신문)
신 문	야생상사화 대량재배법 성공	상사화 대량증식법 소개	1998. 20. 8 (전북도민일보)
신 문	“상사화” 대량재배 성공	대량증식으로 농가소득 증대	1998. 10. 26 (한국농어민신문)
신 문	자생꽃 “상사화” 대량증식	대량증식으로 농가소득 증대	1998. 10. 28(농민신문)
잡 지	21세기 최고의 부가 산업	상사화 육성	1998. 11. 1(이코노전북)

홍보유형 및 매체	제 목	내 용	일시 및 홍보면(채널)
신 문	IMF시대 더욱 빛나는 사람들 '상사화 신품종 육성 성공'	상사화류 연구결과 소개	1998. 11. 13 (전북도민일보)
신 문	첨단 육종 산업 가속화	자생화 육성연구 협의	1998. 11. 14 (전북도민일보)
신 문	"야생 상사화" 대량재배법 성공	번식연구 소개	1998. 12. 1(농민저널)
잡 지	꽃과 잎이 만날 수 없는 상사화 연구 20년	Lycoris 육종 성과	1999. 1월호 (전원생활)
TV	전북 스페셜	Lycoris 육종 성과	1999. 1. 22 pm7:30-8:20 (KBS1 TV)
TV	KBS네트워킹기획 "한국 씨앗 산업의 미래" 전북육종연구단지	Lycoris 육종 성과	1999. 3. 16 pm12:00-12:45 (KBS1 TV)
신 문	지리산 자생식물	자생식물 보급	1999. 3. 31(중앙일보)
TV	전북은 지금	Lycoris 육종 성과	1999. 8. 27 7:30-8:30 (KBS1 TV)
TV	화제집중	Lycoris 육종 성과	1999. 9. 21 6:00-7:00 (MBC)
협 회 지	육종산업 - 21세기의 부가산업	유전자원 관리	1999. (한국자생식물 협회보)
TV	KBS 6시 내고향	우리의 꽃을 세계의 꽃으로	2000. 1. 3 6:00-7:00 (KBS1 TV)
잡 지	사라져가는 상사화 살렸다	상사화 연구 소개	1999. 10. 19(농민저널)
잡 지	총부에 야생화 단지 조성	야생화 식재 설계	1999. 11. 6(원광문화)
잡 지	성역화를 위한 경관조성	야생화 식재 설계	2000. 6월호(원광)
잡 지	상사화와 함께한 20년	상사화 연구	2000. 6(Flora)
신 문	우리꽃 세계시장	상사화, 압화	2001. 8. 8(전북일보)

(7) 교육 및 지도 활동 내역

교육 및 자문	일시 및 장소	참석 대상	주요 내용	기대 효과
화훼분야(자생화)현장에 로 기술교육	'95. 10. 12 (전남 구례)	전남 농업관련 공무원, 농민	개발 가능한 자생식물 선발, 번식 및 재배	농가소득원 개발
Lycoris 대량증식법 지도	'95. 10. 29 (전북 부안)	풀꽃농원(최용득)	대량증식법 및 동계 번식법	농가소득원 개발
야생화 번식, 재배기술 지도	'95. 11. 4-5 (전남 구례)	구례농촌지도소, 대한종묘원 직원	Lycoris 번식 및 지리산 야생화 개발	농가소득원 개발
구근식물절단기 제작지도	'96. 1. 6-7 (진주)	영운엔지니어링 (윤영철)	자료수집 제시 및 제작 가능성 타진	구근식물절단기 국산화
Lycoris농장지도	'96. 2. 6-7 (안양)	원주농장(박원주)	분식물 제작 및 관리	농가소득원 개발
구근식물절단기 제작지도	'96. 3. 9-10 (진주)	영운엔지니어링 (윤영철)	구근절단기 제작 완료 (모델 1)	구근식물절단기 국산화
Lycoris의 원예적 활용방안지도	'96. 3. 24 (원광대학교)	풀꽃농원(최용득)	절화 수확 시기 및 화경 갈라짐 방지	농가소득원 개발
Lycoris 번식, 재배기술	'96. 4. 5-6 (전남 구례)	구례농촌지도소, 대한종묘원 직원	Chipping소개	농가소득원 개발
구근식물절단기 제작지도	'96. 4. 13 (진주)	영운엔지니어링 (윤영철)	구근절단기 제작 완료 (모델 1, 2)	구근식물절단기 국산화
Lycoris 수출 상담	'96. 4. 16 (서울)	(주)대양화훼 대표 외 1명	Lycoris 수출상 문제점 검토	농가소득원 개발
Lycoris류 수출 상담	'96. 5. 24 (FAX)	미국 농무성(노승문)	수출업자와 수출물량 및 가격 타진	농가소득원 개발
Lycoris 재배지도	'96. 5. 30 (전북 부안)	풀꽃농원(최용득)	제조제 선발	농가소득원 개발
구근식물절단기 제작지도	'96. 6. 8-9 (진주)	영운엔지니어링 (윤영철)	칼날조합 제작 완료	구근식물절단기 국산화
Lucoris류 수출 상담	'96. 6. 12 (FAX)	미국 농무성(노승문)	네덜란드, 미국과의 Lycoris 수출입 정보 교환	농가소득원 개발
Lycoris류 수출 상담	'96. 7. 5 (FAX)	미국 농무성(노승문)	수출시 지속적인 구근 공급여부 타진	농가소득원 개발
Lycoris류 수출 상담	'96. 7. 26 (FAX)	미국 농무성(노승문)	수출시 지속적인 구근 공급여부 타진	농가소득원 개발

교육 및 자문	일시 및 장소	참석 대상	주요 내용	기대 효과
Lycoris류 수출 상담	'96. 8. 31 (전북 부안)	풀꽃농원(최용득)	재배 농가와의 가격 협상 미타결로 미국 수출 포기	농가소득원 개발
번식법 지도	'96. 9. 29 (전남 구례)	대한종묘원(장형태)	Chipping 소개	농가소득원 개발
백양꽃 관광자원화	'97. 1. 6 (거제도)	초록빛갈 사람들 (조순만)	거제도 백양꽃 자생지 관 광자원화 제안	농가소득원 개발
병충해 방제	'97. 2. 15 (광산)	전남 광산 Lycoris농장(박동백)	연작시 발병되는 병충해 조사 방제	농가소득원 개발
병충해 방제	'97. 3. 8 (전북 부안)	풀꽃농원(최용득)	연작시 발병되는 병충해 조사 방제	농가소득원 개발
병충해 방제	'97. 7. 5	풀꽃농원(최용득)	연작시 발병되는 병충해 조사 방제	농가소득원 개발
병충해 방제	'97. 7. 26-27 (전남 구례)	대한종묘원(장형태)	연작시 발병되는 병충해 조사 방제	농가소득원 개발
백양꽃 관광자원화	'97. 8. 25 (거제도)	초록빛갈 사람들 (조순만의 10명)	화단, 분식, 절화용 개발 방법	농가소득원 개발
Lycoris류 개발현황과 이용 전망	'97. 8. 29-30	한국야생화개발연구 회 회원	Lycoris 연구 결과 소개	농가소득원 개발
Lycoris 번식 및 재배	'99. 3. 9 (원광대학교)	농촌진흥청 절화전문 반 회원	Lycoris 연구 결과 소개	농가소득원 개발
Lycoris 번식법 문의	2000. 11. 5 (전북 완주)	완주군농업기술센터 직원	Chipping 소개	농가소득원 개발
Lycoris 번식법 문의	2000. 12. 8 (경기 강화)	강화군농업기술센터 직원	Chipping 소개	농가소득원 개발
Lycoris 명칭 문의	2001. 8. 30 (전남 영광)	불갑농예원(송병산)	석산과 Lycoris 구별법	농가소득원 개발
우리꽃길 조성 문의	2001. 8. 30 (전남 여수)	여수시청 공원녹지과 직원	2001년 우리꽃길 사업 화 종 선발	야생화 홍보
백양꽃 꽃길조성 문의	2001. 9. 15 (경남 거제)	거제시청 공원녹지과 직원	백양꽃 번식 소개	Lycoris 홍보
석산 번식법 문의	2002. 11. 25 (충남 태안)	천리포수목원 (장영진)	동계 인공번식 소개	Lycoris 홍보

(8) 정책활용 내역(농정시책 반영 및 정책건의)

시책명	주관부처	일시	시책추진실적 및 계획	기대효과
EXPO현장 상사화 식재 건의	'93대전EXPO본부	'93. 6. 25	토목관리부에 상사화 700구 기증, 식재	Lycoris 홍보
도로조경용 석산 식재 건의	군산 시청	'93. 7. 1	산림공원과에 석산 700구 기증, 식재	Lycoris 홍보
서울지역 상사화류 식재 건의	서울 강서구청	'93. 7. 16	공원녹지과에 상사화류 50구 기증, 식재	Lycoris 홍보
도로조경용 상사화류 식재 건의	익산 시청	'93. 8. 28	공원녹지과에 석산 400구 기증, 식재	Lycoris 홍보
'95내고장 명산품(상 사화)육성 사업 계획 건의	익산 시청	'95. 8. 3	상사화가 '95내고장명산품 으로 지정되어 시비 지원으 로 본교에 유리온실 150평 완공	Lycoris 모본 육성
'96수출유망 자생화 구근생산 계획 건의	전북 도청	'96. 1. 12	상사화가 농가의 새로운 소 득 개발작목으로 인정되어 도비 지원으로 본교에 자동 화 비닐하우스 600평 완공	Lycoris 모본 육성
자생화 산업화 건의	전북 도청	'96. 4. 2	지역적 특성을 고려하여 야 생화 선발 후 농가 소득원 으로 육성 건의	Lycoris 홍보
전북지역 시내화단 자생화 식재 건의	전북 도청	'96. 4. 9	농어촌발전심의회 건의 결 과 농정과에서 각 시군에 야생화 식재 권장 공문 발 송	Lycoris 홍보
고속도로변 상사화 식재 건의	한국도로공사 전주지사	'97. 4. 3	상사화의 4종 500구 기증, 식재	Lycoris 홍보
도로조경용 야생화식재 건의	전북 도청	'98. 4. 13	각 시도별 야생화 식재 건 의, 특히 익산시는 익산농 촌지도소에 야생화 식재 검 토 방안 공문 발송	Lycoris 홍보

시책명	주관부처	일시	시책추진실적 및 계획	기대효과
상사화류 증식 보급 건의	전북 농산물 원종장	'98. 3. 12	석산 및 상사화 400구 기증, 식재	Lycoris 홍보
자생화품종보호 대상 작물 확대 등 2건 건의	농림부 농산지원과	'99. 11. 25	자생화 품종보호 대상 작물 확대 및 신품종 육성시 품 종보호 출원간소화	Lycoris 홍보
상사화류 구근의 생산단지 조성 건의	전북 도청	'99. 12. 1	상사화류 생산 기반 조성	Lycoris 산업화
상사화속 식물외 9속 20종 보호 대상작물 확대 건의	농림부 농산지원과	2000. 1. 12	상사화속 식물, 조개나물이 보호대상 작물로 확정됨	Lycoris 산업화
상사화류 식재 건의	군산 시청	2000. 5	석산 1,000구 기증, 금강하구둑 식재	Lycoris 홍보
상사화 자생지 관광 자원화 건의	함평 군청	1999. 9	상사화 축제 개최 (2000-2002)	Lycoris 홍보
상사화 자생지 관광 자원화 건의	영광 군청	2000. 9	불갑상사화 꽃길 등반대회 개최(2001-2002년)	Lycoris 홍보

3. 연구 개발 결과 활용에 대한 건의

• 제 1 세부과제 : 교잡 육종에 의한 우량 신품종 육성

가. 정부차원에서의 상사화속 식물 홍보 및 수출전략이 요구됨.

나. 수집된 유전자원 특성 평가를 계속 할 예정이며 새로운 신품종 육성을 위한 교배모본으로 활용할 예정임.

다. 신품종의 육성은 지속되어야 하며 이를 위해 우수한 유전자원의 적극적인 도입을 건의함.

라. 종간 교잡기술 및 화분장기저장 기술은 개인 육종가 및 관련 연구분야에 활용

될 수 있도록 한국원예학회에 발표할 예정임.

마. 중간교잡으로 얻어진 후대에 대한 특성검사를 계속하여 추후 품종화 할 예정임.

바. 육성된 신품종은 대량증식하여 농가에 보급할 예정이며 수출 및 농가소득 증대에 크게 기여할 것으로 예상됨.

• 제 2 세부과제 : 상사화속 식물의 식물학적 분류체계화

가. 1998년 한국원예학회에서 상사화속 식물의 염색체 분석 결과와 RAPD기법을 이용한 상사화종의 유연관계에 대한 분석을 발표함.

나. 상사화속 식물의 유전적 연구를 홍보함.

다. RAPD 기법을 이용한 유연관계를 홍보함.

• 제 3 세부과제 : 우량종묘 대량생산 기술 개발

가. 상사화속 식물의 대량증식을 위한 인공번식법과 조직배양 기술 개발을 계속하여 개발된 기술을 학회에 발표하고 홍보할 예정임.

나. 상사화속 식물의 대량생산을 위한 인공번식 및 재배기술을 농가에 보급하여 활용될 수 있도록 노력함.

다. 자생종 모본의 대량증식된 개체는 농가에 보급되어 농가 소득 증대에 기여할 것으로 예상됨.

Summary

Studies on Breeding New Cultivars of the Genus *Lycoris*

For these studies we collected the genus *Lycoris* both in Korea and other countries, analyzed their genetic relationship to establish systematic classification, evaluated their characteristics, carried out experiments on interspecies crossing, bred improved new cultivars, and studied techniques for mass propagation and cultivation. The results obtained are summarized as follows.

1. Breeding Excellent New Cultivars by Hybridization

(1) Collection of genetic resources and test of their characteristics

- 1) We collected 55 species of the genus *Lycoris* both in Korea and other countries in order to breed improved new cultivars, and evaluated their characteristics.
- 2) The species have different flowering time(from July to September).
- 3) Some species have leaf-emergence in spring and the others in autumn. Some species have rectangular epidermal cells of leaf and the others diamond-shaped ones.
- 4) The species have various flower colors such as red, yellow, orange, pink etc..
- 5) There are roughly three types of flower shapes: *L. squamigera* type; *L. radiata* type; in-between.
- 6) Some species have very good fertility, others have fair fertility and others have no fertility.

(2) Long-term preservation method of pollen

- 1) When pollen is preserved at -84°C , 91% of it germinates after 1 year, 84% of it germinates after 2 years, 80% of it germinates after 3 years.
- 2) When pollen is preserved at 5°C or -20°C , 80% of it germinates after 1 year, 20% of it germinates after 2 years, almost none of it germinates after 3 years.

(3) Breeding new cultivars by interspecific hybridization

- 1) A total of 84 cross combination experiments were carried out in order to breed interspecific hybrid of the genus *Lycoris*. In these experiments 8 combinations showed over 90% cross affinity, 32 combinations showed 50–59% cross affinity and 42 combinations showed 10% cross affinity.
- 2) The germination rate of the seeds obtained from the interspecific hybrid was 66.3% on the average.
- 3) Seeds germinated after 3 months when they were sown at room temperature, but they germinated after 1 month when they were sown at 25°C.
- 4) When the testae of the seeds were removed and their micropiles were also cut open, the seed germination rate was 68.1% 1 month after sowing. The rate(68.1%) was much higher than that of the control(3.4%).
- 5) When seeds were soaked in $GA^3(200mg \cdot L^{-1}) + \text{kinetin}(500mg \cdot L^{-1})$ solution for 6 hours, the seed germination rate was 86.2% 2 months after sowing.
- 6) We gained 475 individuals from the 11 cross combinations which have good fertility, and selected 20 cultivars among them.
- 7) We designated the selected 20 cultivars *L.* "Moonshine", *L.* "Redwine", *L.* "Pinklady", *L.* "Redsunshine", *L.* "Redangel", *L.* "Goldwave", *L.* "Goldprincess", *L.* "Goldsmile", *L.* "Sweetcurly", *L.* "Whiteangel", *L.* "Flyingbat", *L.* "Dancingswan", *L.* "Goldhappy", *L.* "Milkyway", *L.* "Snowwhitesmile", *L.* "Ivorylady", *L.* "Swinglady", *L.* "Septemberbride", *L.* "Pinkwhitelady", *L.* "Startrumpet", and registered them in National Seed Management Office.

2. Analysis of Genetic Relationship by Using molecular biological technology in *Lycoris* species

- (1) To apply random amplified polymorphic DNA for analysis of phylogenetic relationships, we used synthetic oligonucleotides as primers to examine interspecific and intraspecific variations among 11 genotypes, 27 species of *Lycoris*.
- (2) The 28 species used in this study were selected as universal species, *L. sanguinea* a, *L. sanguinea* b, *L. sanguinea* d, *L. spp.* D, *L. spp.* C, *L. spp.* E,

L. koreana, *L. aurea*(Japan), *L. aurea*(China), *L. houdyshelli*, *L. radiata* a, *L. radiata* b, *L. radiata* c, *L. sprengeri*, *L. albipink*, *L. satuma* "HIRYU", and *L. radiata* var. *pumila* × *L. sprengeri*. In addition, we attempted to clarify the taxonomic position of *Lycoris*. A total of 110 distinct DNA fragments were obtained by polymerase chain reaction. Pair-wise comparisons of unique and shared amplification products were used to generate Jaccard's similarity coefficients with the computer software of numerical taxonomy and multivariate analysis system. On the basis of the dendrogram constructed with the similarity coefficients, 27 *Lycoris* genotypes were divided into three clusters.

- (3) Also, Molecular marker was isolated in the *L. sanguinea* by RAPD products using primer 37. This marker had homology with *Oryza sativa* and *Arabidopsis* genomic DNA.

3. Development of Technique for Mass Production of Improved Seedlings

(1) Artificial propagation

- 1) We attempted to propagate artificially in Iksan and Gurye in January in order to know whether it is possible to propagate artificially in winter in a vinyl house which has no added temperature. But it was impossible even in a vinyl house with double tunnel and thermokeeping covering.
- 2) We attempted to prevent corruption of chipped scales in summer by coating the chipped scales with disinfectant. But the disinfectant has no effect irregardless of the amount of the disinfectant applied to the chipped scales.
- 3) We examined the effect of soil media on the bulblet formation of chipped scales. Sand was the best for the bulblet formation(96.4%) and hypertrophy, and upland soil was the lowest(84.5%). When upland soil was mixed with perlite or peatmoss, the bulblet formation rate was approximately 90%.
- 4) We examined the effect of mulching treatment on the bulblet formation when chipped scales were planted in the field. Burnt rice hull treatment and straw treatment showed high bulblet formation rate(94.2%, 92.1% respectively), and vinyl treatment showed low rate(approximately 55%).
- 5) We examined the effect of moulding depth on the bulblet formation and

hypertrophy. In case of chipped scales, 1cm molding depth treatment showed the highest bulblet formation rate(96.2%) and the best hypertrophy. In case of notching, 3cm moulding depth treatment showed the highest rate(98.9%) and the best hypertrophy.

- 6) We examined the effect of media on the bulblet formation when chipped scales are propagated in nutrient solution. The number of bulblets were the largest in upland soil(average 1.99 bulblet), and hypertrophy was the best in perlite.

(2) Tissue Culture

1) Production of virus free individuals by growing point culture

- ① Medium added with 1mg/L IAA and 2 mg/L zeatin was best for shoot and root development.
- ② No virus was found at the tissue of leaf, scale and root.
- ③ Filamentous virus(length : 650–730nm) was found at the imported species *L. albiflora*.

2) Mass Propagation *in vitro*

① Callus induction and plant regeneration

- The rate of callus induction from bulb-scale was relatively low(60%) in MS medium added with 6.0mg/L NAA and 3.0mg/L kinetin, but callus growth was best.
- The rate of callus induction from bulb disk was 63.3% in MS medium added with 0.5mg/L 2,4-D and 10.0mg/L BA, and this callus induction had fewer adventitious roots and high plant regeneration ability, so it was thought the most effective method.
- Callus induction from flower organ was possible only in case of ovary and pedicel. Callus induction from ovary was good in MS medium added with 0.5–1.0mg/L NAA, or 0.2–1.0mg/L 2,4-D, or 10mg/L BA.
- The rate of callus induction from pedicel was high in MS medium added with 0.5–1.0mg/L 2,4-D(67.4%) or 2.0mg/L BA(60.0%).
- Plant regeneration from ovary was best.

② *In vitro* bulblet formation

- The rate of *in vitro* bulblet formation from ovary was highest(60.0%) in MS medium added with 2.0mg/L + 10.0mg/L BA.
- The rate of *in vitro* bulblet formation from twin-scale was highest(61.4%) in MS medium added only with BA.

(3) Production of Quality Bulbs

- 1) Bulbs applied with a large amount of phosphorous fertilizer and potassium fertilizer showed best bulb hypertrophy.
- 2) We examined the effect of media and calcium on the bulb hypertrophy of seedlings which were reared in nutrient solution in order to hasten bulb hypertrophy. Bulbs of the seedlings treated with perlite media and water calcium($\times 500$) were twice heavier than the control.
- 3) We examined the effect of water calcium and enzyme treatment on the growth of leaves and roots which were reared in nutrient solution. The growth of leaves was best when treated with water calcium($\times 500$), and the growth of roots was relatively good when treated with water calcium($\times 500$) + enzyme($\times 10,000$).
- 4) All the bulbs had flowers 2 years after they were planted, if the bulbs weighed heavier than 5.5g at the time when the bulbs were planted. Bulbs with 1-3cm moulding depth had sprouting 2-3 days earlier and had more bulb divisions than bulbs with 5-7cm moulding depth.

(4) Security of the Genus *Lycoris* Native to Korea

- 1) We secured about 500,000 bulbs of the genus *Lycoris* native to Korea such as *L. radiata*, *L. koreana*, *L. squamigera* etc. during the past 5 years by artificial propagation.

Contents

Preface	1
Summary(in Korean)	2
Summary(in English)	22
Contents	27
Contents(in Korean)	28
Chapter 1. Introduction	29
Section 1. Objective and Scope of the Project	29
Section 2. Significance of the Project	30
Chapter 2. Breeding Excellent New Cultivars by Hybridization	31
Section 1. Introduction	31
Section 2. Materials and Methods	32
Section 3. Results and Discussion	34
Section 4. Conclusion	81
Chapter 3. Analysis of Genetic Relationship by Using Molecular Technology in <i>Lycoris</i> Species	86
Section 1. Study of Prestudy Results and Karyotype data in the <i>Lycoris</i> Species	86
Section 2. Results of Genetic Relationship by Using Molecular Cell Biological Technology in <i>Lycoris</i> Species	87
Section 3. Screening of Molecular Marker by Using RADP Technology in <i>Lycoris</i> Species	92
Section 4. Conclusion	110
Chapter 4. Mass Production Techniques	114
Section 1. Introduction	114
Section 2. Materials and Methods	117
Section 3. Results and Discussion	121
Section 4. Conclusion	156
Appendix	163

목 차

제출문	1
요약문	2
Summary(영문)	22
Content(영문)	27
목차	28
제 1 장 서 론	29
제 1 절 연구개발 목적과 범위	29
제 2 절 연구개발의 중요성	30
제 2 장 교잡육종에 의한 우량 신품종 육성	31
제 1 절 서론	31
제 2 절 재료 및 방법	32
제 3 절 결과 및 고찰	34
제 4 절 결론	81
제 3 장 상사화속 식물의 식물학적 분류 체계화	86
제 1 절 서론	86
제 2 절 재료 및 방법	87
제 3 절 결과 및 고찰	92
제 4 절 결론	110
제 4 장 우량종묘 대량 생산기술 개발	114
제 1 절 서론	114
제 2 절 재료 및 방법	117
제 3 절 결과 및 고찰	121
제 4 절 결론	156
부 록 : 신품종의 육성내역과 주요특성	163

본 문

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발 목적과 범위

1. 연구 개발의 목적

상사화속 식물은 우리나라에 자생하는 수선화과의 야생구근 식물로 최근에 야생화에 대한 관심이 높아지면서 분화용 및 절화용으로 개발되어 이용되고 있고 최근에는 조경용 지피식물로도 그 이용이 늘고 있다.

또한 1990년부터는 네덜란드, 미국등으로부터 지속적인 수출 주문이 있었으나 국내의 생산기반이 마련되어 있지 않아 좋은 기회를 포기하였다.

이러한 시점에서 내수 및 지속적인 수출을 위해서는 생산기반 확립은 물론이고 다양한 화색, 화형의 신품종을 육성하여 구근 수입대체 효과와 수출 경쟁력을 높이는 일이 중요하다고 본다.

따라서 상사화류의 유용유전자원 탐색 수집 및 분류, 중간 교잡 육종기술을 통한 신품종 개발, 우량개체 대량번식, 재배 기술의 수립이 본 연구의 주요목적이 된다.

2. 연구개발 내용 및 범위

가. 교잡 육종에 의한 우량 신품종 육성

- 1) 유전자원 수집 및 특성 검정
- 2) 화분 장기 저장법 연구
- 3) 중간 교잡 신품종 육성 연구

나. 상사화속 식물의 식물학적 분류 체계화

- 1) 분석대상 식물의 세포 유전학적 분석 및 분자지표에 의한 계통 분류
- 2) 분자지표 실험의 조건 체계화 및 가시결과 축적
- 3) RAPD 지표 축적지속 및 교배주에 대한 분자지표 분석

- 4) 분자지표 수량화와 명확한 분류체계 정립 및 교배주에 대한 분자지표 분석
- 5) 교배체의 분자지표 완성 및 단일 Copy 유전자 구조분석

다. 우량품종 대량생산 기술 개발

- 1) 경제적인 인공번식 방법 구명
- 2) 조직 배양을 통한 direct 자구형성 및 증식
- 3) 우량자구 생산을 위한 최적 상토 개발
- 4) 구근비대 촉진 기술 개발
- 5) 종구 재배 기술 개발
- 6) 양액재배를 이용한 재배법 개발
- 7) 자생종 모본 확보

제 2 절 연구개발의 중요성

경제성장과 더불어 화훼구근류의 수요가 급격히 증가하여 우리나라의 경우 2001년 나리 구근의 수입액은 3,563,000\$로 막대한 외화를 낭비하고 있다.

이와 같이 대부분의 구근류를 수입에 의존하기 때문에 우리나라 기후풍토에 맞는 식물을 개발하여 구근수입을 대체하고 더 나아가 수출도 할 수 있는 작물을 육성 개발하는 것이 시급하다고 본다.

상사화속 식물은 최근에 신흥화훼식물로 대두되면서 국내수요는 물론이고 외국으로부터의 수출 주문도 있어 새로운 경제 작물로 대두되었다.

그러나 이 식물에 대한 연구는 본인 등에 의한 번식, 재배에 관한 기초 연구가 있을 뿐 아직 신품종 육성 등에 대한 연구가 되어 있지 않다.

따라서 상사화속 식물을 빨리 산업화 하고 지속적인 내수 및 수출 작물로 키워 나가기 위해서는 새로운 품종 개발로 수요자의 구매력을 창출 할수 있어야 한다.

이를 위해서는 국내·외 품종을 지속적으로 수집하여 분류체계를 확립하고 신품종을 만들며, 생력화 할 수 있는 번식 및 재배법을 확립하여 구근의 생산비를 절감하는 일이 시급하므로 이와 관련된 연구 및 대책이 시급히 요망된다.

제 2 장 교잡 육종에 의한 우량 신품종 육성

제 1 절 서 론

상사화속 식물은 수선화과에 속하는 구근식물로 우리나라, 일본, 중국, 대만등에 자생하는 동아시아 특산식물이다(Adams, 1976; Caldwell, 1968; 이, 1980).

일본은 TAKII, YAMATO 등의 종묘회사에서 일찍부터 상사화속 식물을 개발하여 국내 재배는 물론이고 수출까지 하고 있다. 대만은 KNOWN-YOU 종묘회사에서 *Lycoris aurea* 1종을 일본, 네덜란드, 미국등에 매년 구근으로 100만구를, 절화로 50만본 이상을 수출하고 있으며 재배면적이 40ha에 달하는 새로운 경제작물로 대두되고 있다.

이와 같이 상사화속 식물은 최근에 전세계적으로 신흥화훼식물로서 각광을 받고 있는데 우리나라에 일본, 대만보다 우수한 종이 많이 있음에도 불구하고 야생화에 대한 인식 부족으로 개발되지 못하다가 80년대 중반부터 분식물로 개발되어 2000년에 1,096,000분, 2001년에 1,061,000분이 소비되었고 최근에는 골프장등의 조경지피 식물로 그 이용이 늘고 있다.

또한 개화기에는 절화로서의 소비도 꾸준히 늘고 있고 최근에는 구미로부터 수출주문이 잇따르고 있으나 수출기반이 마련되지 않아 좋은 기회를 포기하였다.

전세계 화훼산업과 수출을 선도하는 네덜란드에서 현재 절화수출량중 장미, 튜립, 국화, 카네이션이 70.5% 이상을 점유하고 있고, 튜립, 백합 등 구근의 수출량도 상당한 비중을 차지하고 있다.

이런 주요 화훼류가 국내 화훼육종가들의 주요 관심대상이 되어 온 것은 당연하나 유감스럽게도 화훼 선진국들은 그들의 긴 육종역사를 통해 우수한 형질의 품종을 확보하고 있고 또한 축적된 화훼육종의 경험과 기술 등을 갖추고 있어서 아직 이렇다할 경험과 기술이 없는 국내 화훼육종은 그들의 경쟁상대가 될 수 없다.

그런 관점에서 우리는 그들이 개발할 수 없는 우리 고유의 화훼를 신품종화시켜 수출활로를 개척하고 농산물 시장 개방에 대응할 수 있도록 하는 것이 현 시점에서 우리가 취할 수 있는 최선의 대책이라고 생각된다.

또한 변화와 다양성을 요구하는 소비자의 성향을 이용, 새로운 화훼유망종을 개발, 화훼재배품목의 다변화를 꾀하여야 한다.

최근 상사화류는 수출유망화훼로 주목을 받기 시작하였는데 보다 우수한 형질을 갖춘 개체를 육종해 나감으로서 고부가가치의 수출 화훼 작물로 각광을 받을 수 있으리라 보

여진다.

따라서 국내·외 품종을 지속적으로 수집, 분류하여 우량품종을 선발 육성하여 비교우위를 확보함으로써 구근 수입대체효과와 수출 경쟁력을 높이는 일이 필요하다고 본다. 그러기 위해서는 다양한 화색과 새로운 화형을 갖춘 신품종 육성이 시급하다고 보는데 상사화속 식물에 관한 연구는 Inariyama(1931; 1932; 1933; 1937; 1944; 1951; 1952; 1953)와 Kurita(1980; 1985)에 의한 염색체에 관한 연구가 주류를 이루고 있다. 또한 박 등(1989; 1986; 1987; 1987; 1988; 1990; 1992; 1993; 1994; 1995; 1997)은 이 식물의 번식, 재배에 관한 연구를, 박 등(1989; 1995)과 Shii 등(1997)은 육종에 관한 연구를 한 바가 있으나, 현재까지는 과학적인 육종기술에 대한 연구가 극히 미미한 실정이다.

따라서 본 연구의 주요대상은 상사화류의 신품종 육성을 위해 필요한 관련 유용유전자원 탐색, 수집 및 분류, 교잡 육종기술을 통한 신품종 개발, 종자 발아, 화분 장기 저장 등이다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 상사화속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정

가. 유전자원 수집 및 활용

유전자원 수집은 국내·외에서 하였는데 국내종은 전국 자생지를 직접 답사하여 수집하였고, 외국종의 경우는 상사화 애호가, 현지교포 및 종묘회사로부터 구입하였다. 일본의 경우는 다끼이종묘회사, 대만은 농우종묘회사, 중국산은 미국농무성으로부터 수집하였다. 대부분 구근으로 수집하였으며 일부 종자로 수집한 종은 현재 온실에서 육묘 중에 있다.

나. 상사화속 식물의 유전자원 특성검정

국내·외에서 수집된 상사화속 식물은 유리온실에 10×10cm 간격으로 정식 하였으며 정식 깊이는 구근의 단경이 묻힐 정도로 하였다. 주요 특성조사는 정식 1년 후에 개화기, 화형, 화색, 임성 여부, 출엽기등을 상사화 품종특성표의 기준(국립종자관리소, 2002)에 의하여 하였다.

2. 화분 장기 저장법 연구

실험재료는 원광대학교 원예학과 실험포장에서 완전히 성장한 *L. aurea* 외 1종의 화분을 개화기에 채취하여 유산지에 싸서 온도별(5℃, -20℃, -84℃)로 저장한 후 1년 간격으로 3년에 걸쳐 화분 발아력을 조사하였다. 배지조성은 표 1과 같고 화분발아 실험은 이중탕에 의해 가열된 한천 배지를 스포이드로 slide glass에 2-3방울 떨어뜨려 냉각시킨 후 화분을 치상하여 25℃의 항온기에 넣고 2시간 후에 화분 발아력을 조사하였다.

3. 종간교잡 신품종 육성 연구

가. 교배

상사화속 식물의 품종육성에 활용된 교배모본은 국내·외에서 수집된 *L. koreana*, *L. squamigera*, *L. aurea*, *L. radiata* "HIRYU", *L. radiata* var. *pumila*, *L. sprengeri*, 한국에 자생하는 미기록종 4종(*L. spp.*, A-D)이었다.

교배는 인공교배로 개화 2-3일전 제웅하여 유산지를 씻은 후 만개기때 실시하였고 개화기 차이에 의해 교배가 어려운 종은 화분을 -84℃에 저장한 것을 이용하였다.

나. 종간교잡종 양성

채종은 삭과가 황색으로 변화될 때 실시하였으며 채종된 종자는 비닐봉지(20 × 30cm)에 vermiculite를 넣고 수분을 조절한 후 종자를 과종하였다.

발아된 개체는 비닐포트(부엽토 1 : 모래 1)에 6개월 정도 이식 재배한 후 유리온실에 10 × 10cm 간격으로 정식하였다.

양성된 후대는 과종 후 5-8년이 되어야 개화가 가능한데 이때 개화기, 화형, 화색, 출엽기 등을 고려하여 최종 선발을 하여 품종화 하였다.

다. 종간교잡으로 얻은 종자의 발아특성

종간교잡으로 얻은 종자의 발아 특성을 보기 위해 채종한 종자를 채종 즉시 상온과 25℃에 과종하여 종자의 발아 특성을 조사하였다.

종자 과종 방법은 종간교잡종 후대 양성 실험과 동일하게 하였다.

라. 종자 발아 촉진법

종자 발아 기간을 단축하기 위하여 백양꽃 종자를 이용하여 물리적 처리와 화학약품 처리를 실시하였는데 물리적 처리로는 종자의 종피를 무제거구와 제거구로 나누어 종공에 상처를 준 것과 공구를 이용하여 짓눌림처리로 대별하여 처리하였다.

생장조절제 처리 실험은 $GA_3(200MG \cdot L^{-1})$ 와 $kinetin(500mg \cdot L^{-1})$ 을 이용하였고 화학약품 처리는 $KOH(0.5\%)$ 와 $KNO_3(0.5\%)$ 를 이용하였는데 이때 종자 파종은 비닐봉지($20 \times 30cm$)에 vermiculite를 이용하여 종자를 파종 한 후 $25^\circ C$ 의 온도조건을 유지하였다. 발아율은 파종 후 5개월에 걸쳐 매월 1회씩 조사하였다. 각 처리별 종자 침지시간은 3, 6, 9, 12, 15 시간별이었다. 처리구간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 이용하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 상사화속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정

상사화속 식물의 수집은 총 55종을 하였으나 이 중에서 시료가 충분한 27종에 대해 개화기, 출엽기, 화색, 엽, 화분 등의 생태적 특성과 생육특성을 조사하였다(표 1-5).

개화기는 *L. spp.* A가 7월 하순경으로 수집된 상사화류 중에서 가장 빨랐고 대부분은 8월과 9월이었다. 화형은 상사화형, 석산형, 상사화형과 석산형의 중간형 등으로 구분되었으며 화색은 적색, 분홍색, 백색, 황색, 주황색 등 크게 5가지로 대별되었다. 조사된 27종의 상사화류 중에 12종만이 높은 임성을 나타내었으며 그 외의 종은 임성 정도가 극히 낮았다(표 1).

출엽기는 춘기 출엽형과 추기 출엽형으로 구분되었는데 *L. radiata*, *L. radiata* var. *pumila*, *L. albiflora*, *L. aurea*, *L. traubil*, *L. oosumi*, *L. albipink*, *L. jacksoniana*, *L. satuma*, *L. houdyshelli* 외는 모두 춘기 출엽형에 속하였다. 국내산은 *L. radiata*를 제외하고는 모두 춘기 출엽형이었다. 대부분의 추기 출엽형은 엽색이 짙은 반면 춘기 출엽형은 엽색이 옅은 경향이 두드러졌다(표 2).

Table 1. Flowering time and flower characteristics of the genus *Lycoris*.

Species	Flowering time(month)	Flower type ^{z)}	Flower color	Fertility ^{y)}
<i>L. radiata</i>	9	C	Vivid red	×
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	9	C	Strong red	○
<i>L. squamigera</i>	7-8	A	Light reddish purple	×
<i>L. koreana</i>	8	A	Strong orange	○
<i>L. albiflora</i>	9	C	Yellowish white	×
<i>L. aurea</i>	9	C	Strong orange yellow	○
<i>L. traubii</i>	9	C	Strong orange yellow	○
<i>L. sanguinea</i>	8	A	Vivid reddish orange	○
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiushuana</i>	8	A	Vivid reddish orange	○
<i>L. incanata</i>	8	B	Purplish white	×
<i>L. sprengeri</i>	8	A	Cherry pink	○
<i>L. oosumi</i>	8	B	Strong yellow pink	×
<i>L. albipink</i>	9	C	Light yellowish white	×
<i>L. jacksoniana</i>	8	B	Deep purplish pink	○
<i>L. satuma</i> "HIRYU "	8	B	Deep purplish red	○
<i>L. satuma</i> "BIJIN "	9	C	Light yellowish	×
<i>L. caldwellii</i>	9	B	Pale yellowish white	×
<i>L. sperryi</i>	8	C	Strong yellow	○
<i>L. Haysper</i>	8	B	Light yellowish white	△
<i>L. houdyshelii</i>	9	C	Pale yellowish white	×
<i>L. "off white"</i>	8	A	Pale purplish white	×
<i>L. "blue pearl"</i>	8	A	Light purple	△
Unclassified (<i>L. spp.</i> A, tentative designation)	7	C	Strong orange yellow	○
Unclassified (<i>L. spp.</i> B, tentative designation)	8	A	Light yellow green	○
Unclassified (<i>L. spp.</i> C, tentative designation)	8	B	Light greenish yellow	×
Unclassified (<i>L. spp.</i> D, tentative designation)	8	B	Moderate orange	×
Unclassified (<i>L. spp.</i> E, tentative designation)	8	B	Yellowish white	×

^{z)} Flower type : A(*Lycoris squamigera* type), B(in-between of A and C), C(*Lycoris radiata* type)

^{y)} Fertility : O(excellent) , △(fair) , ×(no fertility)

Tabel 2. Leaf emergence date and its characteristics of the genus *Lycoris*.

Species	Leaf emergence date ²⁾	Leaf color (Hunter value)			Leaf width (cm)
		L	a	b	
<i>L. radiata</i>	Autumn	35.25	-9.75	9.77	0.90
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	Autumn	34.57	-9.24	10.00	0.90
<i>L. squamigera</i>	Spring	45.20	-17.46	21.89	1.91
<i>L. koreana</i>	Spring	33.13	-8.85	10.10	1.00
<i>L. albiflora</i>	Autumn	35.67	-10.01	11.02	1.40
<i>L. aurea</i>	Autumn	34.75	-10.66	11.97	2.35
<i>L. traubii</i>	Autumn	35.49	-13.07	14.82	1.80
<i>L. sanguinea</i>	Spring	39.87	-12.18	11.68	1.0
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiushuana</i>	Spring	39.64	-14.11	15.83	1.31
<i>L. incanata</i>	Spring	40.30	-14.27	15.05	1.40
<i>L. sprengeri</i>	Spring	39.81	-13.01	12.11	1.30
<i>L. oosumi</i>	Autumn	38.69	-11.91	14.06	1.48
<i>L. albipink</i>	Autumn	31.61	-8.40	8.59	1.14
<i>L. jacksoniana</i>	Autumn	36.10	-11.02	11.94	0.93
<i>L. satuma</i> "HIRYU "	Autumn	40.43	-12.74	14.79	0.99
<i>L. caldwellii</i>	Spring	38.54	-14.32	14.28	1.92
<i>L. sperryi</i>	Spring	36.98	-13.11	12.22	1.20
<i>L. Haysper</i>	Spring	41.31	-13.84	14.46	1.41
<i>L. houdyshelii</i>	Autumn	37.73	-6.74	6.19	1.44
<i>L</i> "off white"	Spring	39.28	-13.25	13.36	1.55
<i>L</i> "blue pearl"	Spring	42.13	-16.01	19.02	1.72
Unclassified (L. spp. A)	Spring	37.42	-13.06	12.95	1.21
Unclassified (L. spp. B)	Spring	32.10	-8.25	10.01	1.15
Unclassified (L. spp. C)	Spring	39.42	-10.91	7.78	1.38
Unclassified (L. spp. D)	Spring	38.22	-12.51	10.57	1.57
Unclassified (L. spp. E)	Spring	39.27	-13.79	13.85	2.10

²⁾ Leaf emergence date :

Spring : Leaves emerge during the latter half of Feb., and wither to die during April. and May.

Autumn : Leaves emerge during the latter half of Sept. and wither to die during April. and May of the next year.

Table 3. Characteristics of epidermal cell of leaf of the genus *Lycoris*(×100).

Species	Surface		Back		Shape
	Length (mm)	Width (μm)	Length (mm)	Width (μm)	
<i>L. radiata</i>	0.47	66.19	0.45	51.62	Oblong-shape
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	0.36	48.63	0.46	41.81	Oblong-shape
<i>L. squamigera</i>	0.46	74.77	0.52	78.03	Oblong-shape
<i>L. koreana</i>	0.47	50.41	0.41	50.61	Oblong-shape
<i>L. albiflora</i>	0.53	51.65	0.48	64.84	Oblong-shape
<i>L. aurea</i>	0.50	62.92	0.44	66.02	Oblong-shape
<i>L. traubii</i>	0.75	80.57	0.58	90.00	Oblong-shape
<i>L. sanguinea</i>	0.41	56.40	0.48	52.65	Oblong-shape
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiushuana</i>	0.42	58.67	0.43	53.84	Oblong-shape
<i>L. incanata</i>	0.50	70.61	0.60	60.94	Oblong-shape
<i>L. sprengeri</i>	0.53	61.31	0.68	74.36	Oblong-shape
<i>L. oosumi</i>	0.63	67.58	0.42	65.04	Oblong-shape
<i>L. albipink</i>	0.42	56.83	0.38	68.98	Oblong-shape
<i>L. jacksoniana</i>	0.41	49.01	0.43	61.42	Oblong-shape
<i>L. satuma</i> "HIRYU"	0.35	45.42	0.38	38.53	Oblong-shape
<i>L. haysper</i>	0.33	45.22	0.34	49.38	Oblong-shape
<i>L. "off white"</i>	0.48	43.74	0.54	54.52	Oblong-shape
<i>L. "blue pearl"</i>	0.39	60.23	0.50	59.51	Oblong-shape
Unclassified species(<i>L. spp. A</i>)	0.40	60.64	0.46	49.90	Rhomb-shape
Unclassified species(<i>L. spp. B</i>)	0.22	25.43	0.25	26.15	Oblong-shape
Unclassified species(<i>L. spp. C</i>)	0.40	46.41	0.49	40.44	Oblong-shape
Unclassified species(<i>L. spp. D</i>)	0.52	48.20	0.64	54.32	Oblong-shape
Unclassified species(<i>L. spp. E</i>)	0.40	64.61	0.54	59.87	Rhomb-shape

엽의 표피세포 크기는 종간에 현저한 차이가 인정되었는데 표면세포가 이면세포 보다 큰 것으로 나타났고 특히 *L. traubii*는 표면과 이면 모두에서 다른종에 비해 가장 큰 것으로 나타났다. 표피세포의 모양은 장방형과 마름모형으로 구분되었는데 대부분이 장방형이었다(표 3).

Table 4. Characteristics of stomata of epidermal leaf cell of the genus *Lycoris*(×100).

Species	Surface		No./mm ²	Back		No./mm ²
	Length (μm)	Width (μm)		Length (μm)	Width (μm)	
<i>L. radiata</i>	85.97	54.76	3.0	85.87	71.52	15.0
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	81.42	43.95	4.6	68.79	34.98	21.6
<i>L. squamigera</i>	100.00	42.02	8.3	100.00	45.11	8.0
<i>L. koreana</i>	86.90	34.21	8.3	74.83	38.51	11.0
<i>L. albiflora</i>	104.89	46.28	4.6	92.05	53.05	12.3
<i>L. aurea</i>	75.97	32.49	3.6	87.68	54.02	18.0
<i>L. traubii</i>	81.82	34.37	2.3	81.02	46.46	13.6
<i>L. sanguinea</i>	78.91	36.64	8.0	75.60	30.60	8.0
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiushuana</i>	75.72	39.47	8.3	73.31	34.21	8
<i>L. incanata</i>	100.00	54.67	8.0	100.00	35.65	6.6
<i>L. sprengeri</i>	100.00	38.07	7.6	103.00	37.25	7.6
<i>L. oosumi</i>	83.91	41.76	6.6	76.77	43.59	9.3
<i>L. albipink</i>	79.45	40.34	5.3	67.12	33.95	20.1
<i>L. jacksoniana</i>	88.27	38.67	11.0	86.37	37.94	13.3
<i>L. satuma</i> "HIRYU"	88.55	38.83	10.0	83.73	36.24	18.3
<i>L. haysper</i>	78.43	24.43	15.3	79.53	22.89	16.3
<i>L. "off white"</i>	74.43	17.31	8.6	71.53	14.90	8.3
<i>L. "blue pearl"</i>	69.48	25.70	14.0	74.85	26.22	8.3
Unclassified species(<i>L. spp.</i> A)	73.57	31.81	10.35	76.10	35.66	11.3
Unclassified species(<i>L. spp.</i> B)	44.01	16.95	9.8	41.69	16.44	7.7
Unclassified species(<i>L. spp.</i> C)	80.58	30.94	11.3	77.06	29.82	10.0
Unclassified species(<i>L. spp.</i> D)	100.00	36.25	7.6	90.00	33.61	9.0
Unclassified species(<i>L. spp.</i> E)	74.84	32.97	9.3	76.69	31.64	13.0

기공은 표면과 이면 모두에 분포하였으나 표면보다는 이면에 더 많이 분포되어 있었다. 표면에서의 기공 분포 밀도가 가장 높은 것은 *L. haysper*로 15.3개/mm²였으며 가장 낮은 것은 *L. traubii*로 2.3개/mm²로 나타났다. 그러나 이면에서의 기공 분포는 *L. radiata* var. *pumila*가 21.6개/mm²로 가장 높게 나타났고 가장 낮은 것은 *L. sprengeri*로 7.6개/mm²였다(표 4).

Table 5. Characteristics of Pollen of the genus *Lycoris*(×100).

Species	Pollen	
	Length(μm)	Width(μm)
<i>L. radiata</i>	67.36(51.30–83.94)	28.75(22.28–35.50)
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	65.23(49.76–73.19)	28.73(25.23–32.64)
<i>L. squamigera</i>	78.19(68.97–93.70)	32.92(23.96–41.16)
<i>L. koreana</i>	68.49(64.60–75.15)	29.09(20.57–34.62)
<i>L. albiflora</i>	70.29(57.84–92.10)	32.64(19.74–38.92)
<i>L. aurea</i>	85.29(75.87–92.05)	32.44(27.50–36.84)
<i>L. traubii</i>	74.59(63.25–87.82)	31.03(26.62–34.89)
<i>L. sanguinea</i>	58.26(53.78–63.79)	32.32(24.19–39.47)
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiushuana</i>	67.12(63.14–74.15)	28.01(19.17–33.52)
<i>L. incanata</i>	66.68(56.79–79.19)	26.00(23.30–29.60)
<i>L. sprengeri</i>	72.82(66.14–80.89)	25.59(26.32–32.45)
<i>L. oosumi</i>	66.35(59.62–87.17)	23.41(17.31–27.16)
<i>L. albigink</i>	48.53(40.51–55.76)	22.87(16.65–34.32)
<i>L. jacksoniana</i>	67.85(61.82–73.29)	30.92(24.63–38.70)
<i>L. satuma</i> "HIRYU "	88.62(61.33–88.26)	27.07(18.61–29.54)
<i>L. satuma</i> "BIJIN "	87.12(60.19–77.26)	25.03(19.01–27.51)
<i>L. caldwellii</i>	71.95(64.14–82.40)	30.46(20.41–37.03)
<i>L. sperryi</i>	72.77(65.15–83.14)	31.12(20.10–36.01)
<i>L. hysper</i>	78.17(72.67–86.16)	29.74(23.24–32.44)
<i>L. houdyshelii</i>	73.76(63.08–80.89)	33.67(24.42–46.81)
<i>L. "off white"</i>	74.81(62.03–84.82)	28.60(22.11–35.81)
<i>L. "blue pearl"</i>	73.01(61.03–81.32)	27.10(21.01–33.18)
Unclassified species(<i>L. spp. A</i>)	83.51(75.85–90.07)	35.04(31.92–37.85)
Unclassified species(<i>L. spp. B</i>)	66.45(66.43–68.29)	27.00(23.90–29.60)
Unclassified species(<i>L. spp. C</i>)	70.39(50.99–86.22)	28.30(16.56–35.07)
Unclassified species(<i>L. spp. D</i>)	83.92(65.18–98.26)	29.84(23.26–38.12)
Unclassified species(<i>L. spp. E</i>)	80.14(74.75–86.22)	31.08(26.09–34.32)

화분의 크기는 종에 따라 큰 차이가 인정되었고 특히 *L. satuma* "HIRYU"는 화분 길이가 가장 길었으며(88.62 μ m) 가장 짧은 것은 *L. albipink*(48.53 μ m)로 나타났다. 화분은 배 모양으로 원구형의 발아구를 가지고 있었는데 표면의 무늬는 모두 망상으로 발아구의 양쪽으로 갈수록 망의 크기가 작아졌다. 대체로 화분의 특성을 보면 *L. radiata* var. *pumila*, *L. koreana*, *L. sprengeri* 등과 같이 임성율이 높은 종은 95% 이상이 정상화분으로 나타났고 *L. rardiata*, *L. squamigera* 등과 같이 임성율이 극히 낮은 종은 무능화분의 비율이 높았다(표 5).

2. 화분 장기저장법 연구

상사화속 식물은 화분 수명이 짧아 실온에서는 7-10일 정도면 화분발아력이 거의 없어 지므로 교배용 화분 확보를 위해서는 화분저장이 필수적이다. 따라서 화분 저장온도를 구명함과 동시에 화분의 활력측정시 신속하고 정확하게 측정할 수 있는 방법을 확립하고자 배지의 종류에 관한 실험을 수행하였다(표 1, 그림 1-2).

실험재료는 원광대학교 원예학과 실험포장에서 완전히 성장한 개체의 화분을 개화기에 채취하여 유산지에 싸서 온도별 (5 $^{\circ}$ C, -20 $^{\circ}$ C, -84 $^{\circ}$ C)로 저장한 후 3년동안 1년 간격으로 화분 발아력을 조사하였다.

배지조성은 표 1 과 같다.

Table 1. Composition of media.

Medium	List of reagents
Basal	Sucrose 6g/100mg, Agar 1g/100mg
Lee ²⁾	CaCl ₂ · 2H ₂ O 300mg/ℓ, KNO ₃ 100mg/ℓ, H ₃ BO ₃ 10mg/ℓ, Sucrose 20%, Agar 5%
CH	H ₃ BO ₃ 100mg/ℓ, Sucrose 10%, Agar 1%
NM	Ca(NO ₃) ₂ 600mg/ℓ, H ₃ BO ₃ 100mg/ℓ, Sucrose 8%, Agar 0.8%

²⁾Lee : Lee et al.(1985), CH : Choi(1968), GN : Normura & Makara(1993)

인공배지 종류별 화분 발아율은 두 종 모두 Nomura(1993) 배지가 다른 배지에 비해 가장 높은 발아율을 보였다. 화분 저장 온도는 *L. aurea* 와 *L. spp. A* 두 종 모두 Nomura 배지를 이용한 경우 -84℃에 저장한 화분은 다른 저장 온도의 경우보다 화분활력이 높았으며 특히 *L. aurea*의 경우에는 저장 1년 후에 91%, 2년 후는 84%의 발아율을 보였고 3년 후에도 80% 전후의 높은 발아율을 보였다.

그러나 5℃와 -20℃에 저장한 경우는 저장 1년차에는 80%의 발아율을 보이다가 2년차에는 20%로 발아율이 급격히 저하되었으며 3년차에는 거의 발아력이 상실되었다(그림 1, 2). 따라서 상사화속 식물은 화분 수명이 짧아 교잡육종에 어려움이 예상되었으나 화분을 -84℃에 저장할 경우는 상당기간 화분 활력을 지니고 있어 개화기 차이에 의한 교잡육종의 어려움은 충분히 극복되리라 본다.

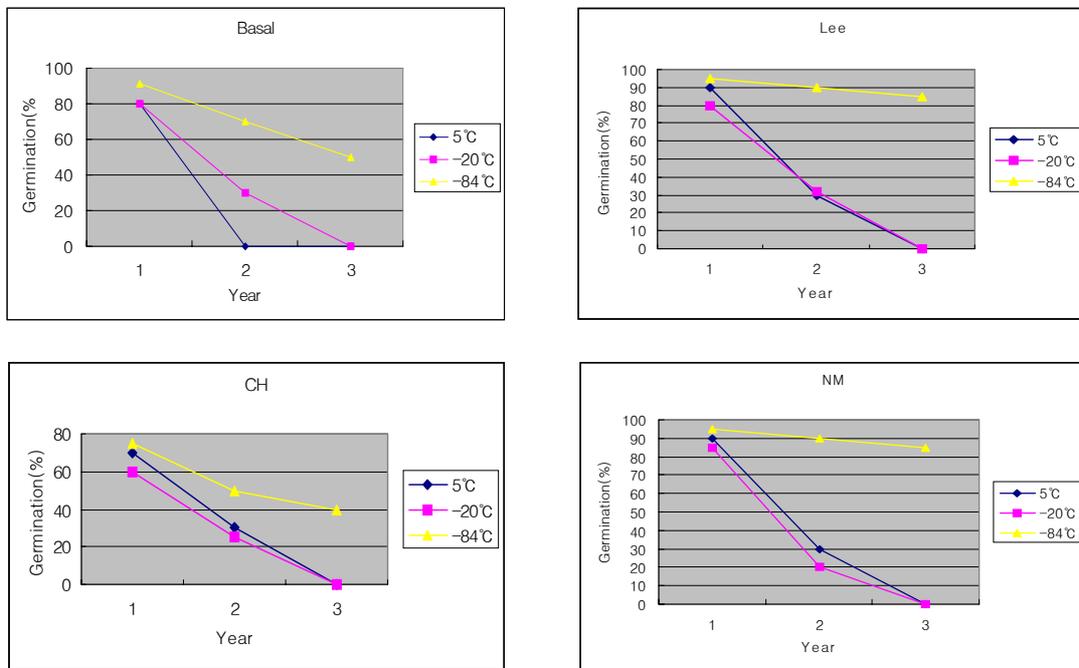


Fig. 1. Changes of germination rate of *L. aurea* pollen when it is stored for various lengths of time and at different temperatures.

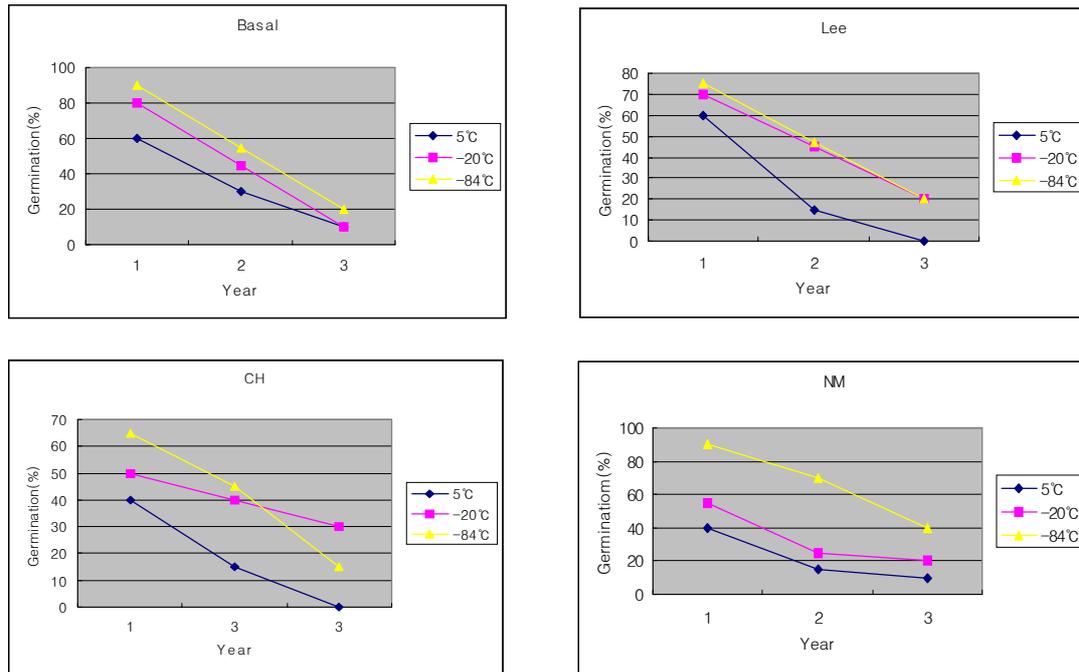


Fig. 2. Changes of germination rate of *L. spp. A* pollen when it is stored for various lengths of time and at different temperatures.

3. 중간교잡종 신품종 육성 연구

1) 교 배

상사화속 식물의 중간 친화성을 보기 위해 한국자생종과 수집된 외국산 상사화속 식물을 대상으로 총 84개 조합을 만들어 교배한 결과 한국 특산종인 *L. koreana*를 비롯하여 미기록종인 *L. spp. A, B* 종과 외국산 *L. satuma* "HIRYU", *L. aurea*, *L. sprengeri* 및 *L. radiata* var. *pumila*는 자가수분을 시킨 경우 90% 이상의 극히 높은 교잡 친화성이 인정되었다(표 1, 그림 1).

그리고 *L. koreana*×*L. sprengeri*, *L. koreana*×*L. aurea*, *L. koreana*×*L. sanguinea*, *L. koreana*×*L. radiata* var. *pumila*, *L. koreana*×*L. spp. A*, *L. koreana*×*L. spp. B*, *L. koreana*×(*L. radiata* var. *pumila*×*L. sanguinea*), *L. spp. A*×*L. koreana*, *L. spp. A*×*L. sprengeri*, *L. spp. A*×*L. aurea*, *L. spp. A*×*L. radiata* var. *pumila*, *L. spp. A*×(*L.*

radiata var. *pumila*×*L. sanguinea*), *L. spp.* A×*L. sanguinea*, *L. spp.* B×*L. koreana*, *L. spp.* B×*L. spp.* A, *L. aurea*×*L. koreana*, *L. aurea*×*L. radiata* var. *pumila*, *L. aurea*×*L. sprengeri*, *L. aurea*×*L. jacksoniana*, *L. satuma* "HIRYU"×*L. koreana*, *L. satuma* "HIRYU"×*L. sprengeri*, *L. satuma* "HIRYU"×*L. spp.* A, *L. satuma* "HIRYU"×*L. spp.* B, *L. satuma* "HIRYU"×(*L. radiata* var. *pumila*×*L. sanguinea*), *L. radiata* var. *pumila*×*L. sprengeri*, *L. radiata* var. *pumila*×*L. sanguinea*, *L. sprengeri*×*L. aurea* 조합에서는 60%이상의 비교적 높은 친화성이 있는 것으로 나타났다.

그러나 *L. radiata*, *L. squamigera*, *L. spp.* C, D 종은 자가수분 뿐만이 아니라 다른 어떤 조합과도 교잡친화성이 거의 없거나 있어도 10% 이하로 나타났다. 이 경우는 교배 후 삭과가 약간 비대되는 것 같이 보이다가 결국에는 종자를 맺지 못하는 경우가 많았다.

이와 같이 자가수정율이 높고 다른 조합과의 교잡율도 높은 종과 자가수정율이 낮고 다른 종과의 조합에 있어서도 교잡율이 낮은 것으로 대별되는데, 전자의 경우는 세포학적인 측면에서 염색체에 이상이 없는 이배체 식물이고 후자의 경우는 이수체나 3배체 식물임을 알 수 있었다.

Table 1. Seed setting rate by interspecific hybridization of the genus *Lycoris*.

Cross combination	Seed setting rate (%)	No. of capsules per bulb	No. of seeds per capsule	Weight of seed (g)
<i>L. koreana</i> × <i>L. koreana</i>	92.86	6.00	6	0.12
× <i>L. sprengeri</i>	90.63	4.00	8.00	0.17
× <i>L. aurea</i>	89.28	3.97	4.03	0.17
× <i>L. sanguinea</i>	85.29	3.75	2.46	0.16
× <i>L. incanata</i>	8.00	1.20	1.63	0.12
× <i>L. radiata</i>	0	0	0	0
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	80.00	2.50	2.00	0.18
× <i>L. squamigera</i>	0	0	0	0
× <i>L. radiata</i>	5.88	1.50	1.00	0.2
× <i>L. spp. A</i>	61.54	2.83	2.70	0.17
× <i>L. spp. B</i>	73.07	3.00	3.10	0.16
× <i>L. spp. C</i>	5.00	1.21	1.10	0.09
× <i>L. spp. E</i>	5.56	1.11	1.01	0.10
× (<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sanguinea</i>)	87.12	2.60	2.60	0.26
<i>L. radiata</i> × <i>L. radiata</i>	3.33	1.00	1.00	0.11
× <i>L. squamigera</i>	0	0	0	0
× <i>L. koreana</i>	0	0	0	0
× <i>L. sprengeri</i>	0	0	0	0
× <i>L. aurea</i>	0	0	0	0
× <i>L. sanguinea</i>	0	0	0	0
× <i>L. incanata</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. A</i>	0	0	0	0
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	0	0	0	0
<i>L. squamigera</i> × <i>L. squamigera</i>	0	0	0	0
× <i>L. koreana</i>	0	0	0	0
× <i>L. radiata</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. A</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. B</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. C</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. D</i>	0	0	0	0
<i>L. spp. A</i> × <i>L. spp. A</i>	93.10	5.60	5.80	0.45
× <i>L. koreana</i>	69.56	4.00	4.12	0.19
× <i>L. radiata</i>	4.17	0	0	0
× <i>L. spp. B</i>	65.26	4.20	4.50	0.14
× <i>L. spp. C</i>	5.88	0.90	1.20	0.13
× <i>L. sprengeri</i>	76.20	2.42	3.51	0.16
× <i>L. aurea</i>	76.9	6.02	4.83	0.27
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	72.10	3.20	1.45	0.20
× (<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sanguinea</i>)	68.12	3.15	2.18	0.15
× <i>L. sanguinea</i>	73.40	3.78	2.29	0.16

Table 1. (continued)

Cross combination	Seed setting rate (%)	No. of capsules per bulb	No. of seeds per capsule	Weight of seed (g)
<i>L. spp. B</i> × <i>L. spp. B</i>	90.00	5.80	5.72	0.12
× <i>L. koreana</i>	70.37	4.90	4.88	0.12
× <i>L. squamigera</i>	5.26	1.20	1.10	0.15
× <i>L. spp. A</i>	64.00	4.72	4.50	0.13
× <i>L. spp. C</i>	5.00	1.19	0.95	0.14
× <i>L. spp. D</i>	0	0	0	0
<i>L. spp. C</i> × <i>L. radiata</i>	0	0	0	0
× <i>L. koreana</i>	0	0	0	0
× <i>L. squamigera</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. C</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. A</i>	0	0	0	0
<i>L. spp. D</i> × <i>L. spp. D</i>	0	0	0	0
× <i>L. squamigera</i>	0	0	0	0
× <i>L. koreana</i>	0	0	0	0
× <i>L. radiata</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. A</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. B</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. C</i>	0	0	0	0
<i>L. aurea</i> × <i>L. aurea</i>	92.00	4.79	9.10	0.27
× <i>L. koreana</i>	60.00	3.7	4.72	0.28
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	61.11	2.4	3.16	0.22
× <i>L. sprengeri</i>	88.57	5.25	6.01	0.26
× <i>L. jacsoniana</i>	66.67	4.58	4.22	0.26
× (<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>)	50.00	2.67	2.80	0.24
× (<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sanguinea</i>)	85.50	3.01	3.51	0.25
× <i>L. sanguinea</i>	83.25	2.78	3.50	0.20
× <i>L. incanata</i>	0	0	0	0
× <i>L. spp. A</i>	85.00	5.95	3.80	0.28
× <i>L. spp. C</i>	0	0	0	0
× <i>L. squamigera</i>	0	0	0	0
× <i>L. radiata</i>	0	0	0	0
× <i>L. satuma</i> "HIRYU"	72.50	2.75	3.21	0.18
× <i>L. Haysper</i> No.2	0	0	0	0
<i>L. satuma</i> "HIRYU" × <i>L. satuma</i> "HIRYU"	93.75	3.0	2.00	0.16
× <i>L. koreana</i>	61.11	3.17	2.88	0.17
× <i>L. sprengeri</i>	70.00	3.78	3.18	0.15
× <i>L. spp. A</i>	62.07	4.44	2.70	0.21
× <i>L. spp. B</i>	61.90	2.2	3.5	0.16
× (<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>)	78.09	4.2	4.2	0.15
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	96.29	3.17	2.95	0.15
× <i>L. sprengeri</i>	88.00	2.95	1.99	0.14
× <i>L. sanguinea</i>	89.29	3.12	2.00	0.14
<i>L. sprengeri</i> × <i>L. sprengeri</i>	95.12	3.54	11.47	0.18
<i>L. sprengeri</i> × <i>L. aurea</i>	82.50	2.85	3.12	0.23



Emasculation



Pollination(outdoor)



Pollination(indoor)



Abortion



Seed setting



Cross-sectional view
of abortive pod



Seeds obtained from
interspecific hybridization

Fig. 1. Seed setting process by interspecific hybridization.

2) 중간교잡종 양성

상사화속 식물의 중간교잡을 위해 84개 조합을 만들어 교배한 후 교잡친화성이 있는 40개 조합에서 얻은 종자를 이용하여 발아율을 조사하였다(표 1).

조합별로 보면, *L. koreana*×*L. incanata*, *L. koreana*×*L. spp. C*, *L. spp. A*×*L. radiata*, *L. spp. B*×*L. squamigera*, *L. spp. B*×*L. spp. C* 조합에서는 전혀 발아하지 않았다.

L. koreana, *L. koreana*×*L. sprengeri*, *L. koreana*×*L. aurea*, *L. koreana*×*L. sanguinea*, *L. spp. A*의 자가, *L. aurea*×*L. satuma* "HIRYU", *L. satuma* "HIRYU"의 자가, *L. satuma* "HIRYU"×*L. koreana*, *L. satuma* "HIRYU"×*L. sprengeri*, *L. satuma* "HIRYU"×*L. spp. A*, *L. satuma* "HIRYU"×*L. spp. B* 조합에서는 90%이상의 종자 발아율을 보였다.

또한 *L. koreana*×*L. radiata* var. *pumila*, *L. koreana*×*L. spp. A*, *L. koreana*×*L. spp. B*, *L. spp. A*×*L. koreana*, *L. spp. A*×*L. spp. B*, *L. spp. A*×*L. sprengeri*, *L. spp. A*×*L. aurea*, *L. spp. A*×*L. radiata* var. *pumila*, *L. spp. A*×*L. sanguinea* 등에서는 70%전후의 비교적 높은 발아율을 보였다.

이상의 중간교잡에서 교잡친화성이 아주 높은 교배조합에서 얻은 종자는 90%이상의 높은 발아율을 나타내었고, 교잡친화성이 비교적 높은 조합에서 얻은 종자는 70% 전후의 발아율을 보였으나 교잡친화성이 10%이하의 조합에서 얻은 종자는 대부분 발아되지 않았다.

발아된 개체들은 현재 온실에서 재배중이다.

Table 1. Germination rate of seeds obtained from interspecific hybridization of the genus *Lycoris*.

Cross combination	Germination(%)
<i>L. korean</i> × <i>L. koreana</i>	98.12
× <i>L. sprengeri</i>	96.15
× <i>L. aurea</i>	93.12
× <i>L. sanguinea</i>	95.20
× <i>L. incanata</i>	0
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	75.30
× <i>L. radiata</i>	0
× <i>L. spp. A</i>	65.20
× <i>L. spp. B</i>	72.1
× <i>L. spp. C</i>	0
<i>L. radiata</i> × <i>L. radita</i>	0
<i>L. spp. A</i> × <i>L. spp. A</i>	96.14
× <i>L. koreana</i>	71.15
× <i>L. radiata</i>	0
× <i>L. spp. B</i>	63.12
× <i>L. sprengeri</i>	71.20
× <i>L. aurea</i>	71.10
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	69.15
× <i>L. sanguinea</i>	70.14
<i>L. spp. B</i> × <i>L. spp. B</i>	90.50
× <i>L. koreana</i>	69.17
× <i>L. squiamigera</i>	0
× <i>L. spp. A</i>	63.01
× <i>L. spp. C</i>	0
<i>L. aurea</i> × <i>L. aurea</i>	91.15
× <i>L. koreana</i>	59.14
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	60.10
× <i>L. sprengeri</i>	87.15
× <i>L. jacksoniana</i>	65.14
× <i>L. satuna</i> "HIRYU"	95.21
<i>L. satuma</i> "HIRYU"× <i>L. satuma</i> "HIRYU"	96.47
× <i>L. koreana</i>	95.12
× <i>L. sprengeri</i>	97.19
× <i>L. spp. A</i>	91.80
× <i>L. spp. B</i>	92.13
× <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	65.20
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>	84.15
× <i>L. sanguinea</i>	82.34
<i>L. sprengeri</i> × <i>L. sprengeri</i>	87.50
× <i>L. aurea</i>	70.50

3) 종간교잡으로 얻은 종자의 발아 특성

교배조합 중 비교적 높은 교잡친화성을 보인 7개 조합에서 채종한 종자를 대상으로 채종 즉시 상온에 파종하여 시기별 발아율을 조사해 보았다(표 1).

어느 교배조합에서 얻은 종자라도 상온에 파종한 경우 파종 3개월까지는 전혀 발아되지 않다가 파종 4개월째부터 발아되기 시작하였는데 *L. aurea*×*L. sprengeri*, *L. aurea*×*L. koreana* 조합에서는 20% 전후 그리고 그 외 조합에서는 10% 전후의 발아율을 보였다. 그러나 파종 5개월째부터는 급격히 발아율이 높아져 *L. aurea*×*L. jacksoniana*, *L. aurea*×(*L. radiata* var. *pumila*×*L. sprengeri*) 조합에서는 80% 전후의 높은 발아율을 보인 반면 조합에 따라서는 30-40%의 발아율을 나타낸 조합도 있었다. 그러나 파종 6개월째는 어느 조합 처리에서든 90% 전후의 발아율을 나타내었다.

이와 같이 종간교잡 후 채종 즉시 상온에 파종한 경우는 발아까지의 기간이 상당히 소요되었다. 상사화속 식물의 종자발아 적온 실험에서 25℃에서는 발아율을 높일 수 있었고 발아기간도 단축할 수 있었다는 박 등(1997)의 보고에 따라 교배조합 중 비교적 높은 교잡 친화성을 보인 10개조합에서 채종한 종자를 대상으로 채종 즉시 25℃가 유지되는 항온기에 넣고 1개월 간격으로 종자 발아율을 조사하였다(표 2, 그림 1).

파종 1개월째에는 어느 조합에서도 발아가 되지 않았으나 2개월째에는 교배 조합에 따라 약간의 차이가 있어서 *L. koreana*×*L. sprengeri*, *L. satuma*×(*L. koreana*×*L. sprengeri*), *L. satuma*×*L. spp. A* 조합에서는 50%의 발아율을 보였고 3개월째에는 70% 전후의 높은 발아율을 얻을 수 있었다.

본 실험에서 교배하여 얻은 종자를 상온에 파종한 경우 파종 3개월까지는 전혀 발아가 되지 않았고 4개월째부터 발아가 시작되었다. 그러나 25℃의 온도조건에 파종한 경우 파종 2개월째에는 50% 전후, 그리고 3개월째에는 70% 전후의 발아율을 보여 상온에 파종한 경우보다 발아기간을 단축시킬 수가 있었다.

따라서 상사화속 식물의 교배육종시 종자 발아기간을 단축시키기 위해서는 종자가 건조되지 않게 채종 즉시 25℃의 온도조건에 파종하는 것이 가장 바람직한 방법이었다.

Table 1. Seed germination rate(%) of the genus *Lycoris* at room temperature according to the lapse of time after sowing.

Cross combination	Lapse of time(month)					
	1	2	3	4	5	6
<i>L. koreana</i> × <i>L. aurea</i>	0	0	0	8.58 ^{cdz)}	32.44 ^c	85.96 ^{ab}
<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	0	0	0	9.25 ^c	33.25 ^c	94.50 ^a
<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	0	0	0	19.55 ^b	47.33 ^c	91.78 ^a
<i>L. aurea</i> × <i>L. koreana</i>	0	0	0	26.15 ^a	38.46 ^c	87.69 ^{ab}
<i>L. aurea</i> × <i>L. jacksoniana</i>	0	0	0	5.10 ^d	89.29 ^a	94.39 ^a
<i>L. aurea</i> × <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	0	0	0	12.70 ^{bc}	74.60 ^b	87.30 ^{ab}
<i>L. aurea</i> × (<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>)	0	0	0	9.30 ^c	81.39 ^a	90.69 ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

Table 2. Seed germination rate(%) of the genus *Lycoris* at 25°C according to the lapse of time after sowing.

Cross combination	Lapse of time(month)					
	1	2	3	4	5	6
<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	0	50.00 ^{az)}	68.75 ^{ab}	72.30 ^{ab}	81.25 ^{ab}	96.15 ^a
<i>L. sprengeri</i> × <i>L. aurea</i>	0	27.66 ^{bc}	72.34 ^a	80.85 ^a	84.35 ^a	89.18 ^{ab}
<i>L. aurea</i> × <i>L. satuma</i>	0	12.82 ^c	51.28 ^c	76.23 ^a	91.00 ^a	95.21 ^a
<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	0	4.48 ^{cd}	35.20 ^{cd}	45.20 ^c	76.24 ^b	87.50 ^b
<i>L. satuma</i> × <i>L. satuma</i>	0	36.08 ^b	59.63 ^c	78.43 ^a	90.59 ^a	96.47 ^a
<i>L. satuma</i> × <i>L. koreana</i>	0	37.65 ^b	67.65 ^{ab}	72.35 ^{ab}	74.70 ^b	95.12 ^a
<i>L. satuma</i> × <i>L. sprengeri</i>	0	52.17 ^a	82.61 ^a	83.12 ^a	86.96 ^a	97.19 ^a
<i>L. satuma</i> × (<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>)	0	50.12 ^a	68.75 ^{ab}	72.30 ^{ab}	81.91 ^{ab}	93.25 ^a
<i>L. satuma</i> × <i>L. spp. A</i>	0	52.36 ^a	76.52 ^a	79.72 ^a	81.25 ^{ab}	91.80 ^a
<i>L. satuma</i> × <i>L. spp. B</i>	0	26.92 ^{bc}	51.97 ^c	76.19 ^a	87.37 ^a	92.13 ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05



Fig. 1. Germination process of seeds obtained from interspecific hybridization and hypertrophy of their bulbs(*L. koreana* × *L. sprengeri*).

4) 종자발아 촉진법

앞의 실험에서 상사화속 식물의 종간교잡으로 얻은 종자를 상온 또는 25℃의 온도 조건에 파종한 결과 교배조합에 따라 약간의 차이는 있었지만 상온에서는 파종 4개월째부터 발아하기 시작하였고 이때의 발아율은 10-20% 전후로 매우 저조하였고 25℃의 온도 조건에서는 파종 2개월째부터 50% 전후의 그리고 3개월째에 70% 전후의 발아율을 보여 상온에서 보다 발아기간이 단축됨을 알 수 있었다.

그러나 보다 더 빠른 종자 발아법을 찾고자 백양꽃(*Lycoris koreana*) 종자를 이용하여 몇가지 물리적 처리와 화학약품 처리를 해 보았다(표 1-3).

먼저 종자의 물리적 처리가 종자 발아에 미치는 영향을 조사한 결과(표 1) 종피를 제거하지 않은 대조구는 파종 1개월째에 3.4%의 발아율을 보인 반면 종피를 제거하고 종공에 상처를 준 경우는 68.1%의 가장 높은 발아율을 보여 대조구에 비해 20배 이상의 발아율을 높일 수 있었다.

종피를 제거하지 않고 배유에 상처를 준 경우도 34.2%의 비교적 높은 발아율을 보였다. 본 실험에서는 종피 무제거보다는 종피를 제거한 후 종공에 상처를 준 경우가 파종 2-3개월째 75-80% 전후의 높은 발아율을 보였기 때문에 발아기간 단축을 위해서는 이런 방법을 사용하는 것이 바람직하다고 본다.

기계적인 상처를 주어 파종한 경우는 종피제거 유무와 관계없이 모두 발아되지 못하였는데 이러한 원인은 기계적인 상처를 줄 때 종자가 짓눌려 부패하였기 때문이다.

박 등(1997)은 *L. sprengeri* 종자를 이용하여 배유의 일부 절제와 종공에 상처를 준 경우 발아에 미치는 영향을 조사한 결과 배유에 상처를 준 경우보다 종공에 상처를 준 것이 발아에 더욱더 효과적이었고 특히 종피제거 후 종공에 상처를 준 경우는 파종 1개월째에 70% 전후의 발아율을 보여 어떤 처리보다 발아기간을 단축시킬 수 있었다고 보고 한 바 있다.

본 실험에서도 종피제거후 종공에 상처를 준 경우가 어떤 처리보다 발아기간을 단축시킬 수 있었다. 그러나 이러한 처리는 종자를 대량으로 번식시킬 경우 많은 시간과 노력이 소요된다.

Table 1. Seed germination rate(%) of *Lycoris koreana* according to various seed coat treatments.

Treatment	Lapse of time after sowing(month)				
	1	2	3	4	5
Whole seed(control)	3.4 ^{cz)}	33.3 ^c	46.6 ^c	49.3 ^a	53.9 ^c
Whole seed + Cutting of micropile	34.2 ^b	47.3 ^b	69.1 ^b	79.0 ^b	94.5 ^b
Whole seed + Physical treatment	-	-	-	-	-
Testa-removed + Cutting of micropile	68.1 ^a	75.6 ^a	83.7 ^a	91.4 ^a	98.7 ^a
Testa-removed + Physical treatment	-	-	-	-	-

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

따라서 GA₃와 kinetin을 사용하여 발아기간을 단축시킬 수 있는 방법을 모색해 보았다. 백양꽃 종자에 GA₃(200mg · L⁻¹)와 kinetin(500mg · L⁻¹)을 이용하여 종자 침지시간을 달리하여 발아율을 조사하였다(표 2).

GA₃와 kinetin 모두 침지시간이 길어질수록 발아율이 높아짐을 알 수 있었는데 최소한 6시간 정도는 침지하여야 효과가 있음이 확인되었다. GA₃는 6시간과 15시간 침지처리구에서 파종 1개월째에 34%의 발아율을 보여 대조구에 비해 7배의 발아율이 증가되었고 파종 2개월째에는 15시간 침지 처리에서 86.2%, 7시간과 9시간 침지 처리에서는 78%의 발아율을 보였으며 파종 3개월째에는 9시간 이상 침지처리구에서 90%이상의 발아율을 보였다.

Kinetin은 파종 1개월째에 6시간 침지처리구에서 24.8%의 발아율을 보여 대조구에 비해 6배 정도의 발아율이 향상되었고 2개월째는 대부분의 처리구에서 60% 이상의 발아율을 보였으며 3개월째에는 15시간 침지 처리구에서 95.0%의 가장 높은 발아율을 보였다. 그러나 어느 처리구에서도 3개월 이후부터는 발아율 증가가 둔화됨을 알 수 있었다.

KOH와 KNO₃를 0.5%로 처리한 결과 대조구보다 발아율이 향상되어 파종 1개월째에 KOH는 12시간 침지처리에서 25.7%, KNO₃는 9시간 침지처리에서 29.8%의 발아율을 보여 대조구에 비해 약 9배의 발아율 향상을 보였다(표 3).

특히 12시간 침지 처리구에서 파종 2개월째에 80% 전후의 발아율을 보였으며 파종 3개월째에는 85.6%와 93.4%의 발아율을 보여서 KOH보다 KNO₃가 발아촉진에 더 효과적임을 알 수 있었다.

백양꽃의 종자 발아 촉진을 위해서는 종피를 제거하고 종공에 상처를 주는 물리적인

처리로도 발아기간을 단축시킬 수가 있었으나 이런 조작을 위해서는 많은 시간과 노력이 소요되었다. 따라서 이런 점을 보완하기 위해서는 화학약품 사용이 불가피 한데 GA₃(200mg · L⁻¹)와 kinetin(500mg · L⁻¹)은 15시간 침지로, KOH(0.5%)와 KNO₃(0.5%) 처리시는 12시간 침지로 발아율을 높일 수 있었다.

Table 2. Seed germination rate(%) of *Lycoris koreana* when it is treated with GA₃ and kinetin.

Treatment	Soaking time (hour)	Lapse of time after sowing(month)				
		1	2	3	4	5
Control		4.1 ^{ez)}	24.8 ^e	47.3 ^e	52.6 ^f	56.5 ^f
	3	7.0 ^d	57.9 ^d	64.1 ^d	64.1 ^e	64.1 ^e
	6	34.0 ^a	78.0 ^b	85.8 ^c	85.0 ^d	85.8 ^d
	9	30.1 ^b	78.4 ^d	92.0 ^a	92.3 ^b	92.3 ^b
	12	17.5 ^c	61.8 ^c	90.0 ^b	90.0 ^c	92.3 ^b
	15	34.1 ^a	86.2 ^a	92.0 ^a	93.6 ^a	95.9 ^a
GA ₃ 200mg · L ⁻¹		4.1 ^d	24.8 ^e	47.3 ^f	52.6 ^e	56.5 ^e
	3	14.3 ^c	64.2 ^c	72.5 ^e	72.5 ^d	73.9 ^d
	6	24.8 ^a	60.1 ^d	81.2 ^c	82.5 ^c	82.5 ^c
	9	19.9 ^b	70.0 ^a	85.6 ^b	85.6 ^c	85.6 ^b
	12	20.2 ^b	60.9 ^d	76.1 ^d	82.6 ^c	82.6 ^c
	15	19.3 ^b	67.8 ^b	95.9 ^a	95.9 ^a	95.9 ^a
Kinetin 500mg · L ⁻¹		4.1 ^d	24.8 ^e	47.3 ^f	52.6 ^e	56.5 ^e
	3	14.3 ^c	64.2 ^c	72.5 ^e	72.5 ^d	73.9 ^d
	6	24.8 ^a	60.1 ^d	81.2 ^c	82.5 ^c	82.5 ^c
	9	19.9 ^b	70.0 ^a	85.6 ^b	85.6 ^c	85.6 ^b
	12	20.2 ^b	60.9 ^d	76.1 ^d	82.6 ^c	82.6 ^c
	15	19.3 ^b	67.8 ^b	95.9 ^a	95.9 ^a	95.9 ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

Table 3. Seed germination rate(%) of *Lycoris koreana* when it is treated with KNO₃ and KOH.

Treatment	Soaking time (hour)	Lapse of time after sowing(month)				
		1	2	3	4	5
Control		3.4 ^{ez)}	28.1 ^d	46.5 ^a	50.3 ^c	55.1 ^b
	3	17.9 ^c	36.8 ^c	43.8 ^d	43.8 ^e	43.8 ^d
	6	11.7	41.8 ^b	46.0 ^c	46.0 ^d	46.0 ^c
KOH 0.5%	9	23.7 ^b	41.5 ^b	54.3 ^b	55.9 ^b	55.9 ^b
	12	25.7 ^a	79.8 ^a	85.6 ^a	85.6 ^a	85.6 ^a
	15	12.2 ^d	36.1 ^d	37.5 ^e	37.5 ^f	37.5 ^e
Control		3.4 ^e	28.1 ^e	46.5 ^a	50.3 ^f	55.1 ^f
	3	13.8	63.8 ^c	80.2 ^d	80.2 ^d	80.2 ^d
	6	20.2 ^c	63.8 ^c	81.9 ^c	81.9 ^c	81.9 ^c
KNO ₃ 0.5%	9	29.8 ^a	78.3 ^b	84.1 ^b	85.8 ^b	88.1 ^b
	12	21.8 ^b	85.9 ^a	93.4 ^a	93.4 ^a	93.4 ^a
	15	19.7 ^c	62.3 ^d	76.5 ^e	76.5 ^e	76.5 ^e

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

5) 신품종 육성 결과

상사화속 식물의 신품종 육성을 위해 총 84개의 중간교잡을 실시한 결과 비교적 교잡 친화성이 높은 11개 교잡에서 총 475개체를 획득하였고 그 중에서 2001-2002년에 20계통을 최종 선발하였다(표 1-2, 부록참조). 선발기준은 주로 화색, 화형, 생육정도 등을 고려하였는데 최종선발에는 야생화 관련 전문가들에 의한 품평회, 육성된 계통의 사진 전시회를 통한 설문조사, 인터넷 등이 이용되었다.

최종 선발된 20계통은 Moonshine, Redwine, Pinklady, Redsunshine, Redangel, Goldwave, Goldprincess Goldsmile, Sweetcurly, Whiteangel, Flyingbat, Dancingswan, Goldhappy, Milkyway, Snowwhitesmile Ivorylady, Swinglady, Septemberbride, Pinkwhitelady, Startrumpet으로 명명하여 국립종자관리소에 품종보호 출원을 하였다. 상사화속 식물의 신품종 육종을 위하여 1993년부터 2002년 현재까지 지속적으로 중간교잡을 실시하고 있는데 종자 파종에서 개화까지는 7-8년이 소요되었다(그림 1-3). 그러나 교잡해서 얻은 종자의 종자 발아촉진 실험, 실생묘의 구근 비대촉진 실험 및 구근재배 실험 등을 다각적으로 실시한 결과 육종년한을 1-2년정도 단축시킬 수 있었다.

최종 선발된 20개체의 육성내역과 주요 특성은 다음과 같다(표 1-3, 그림 1-3, 부록참조).

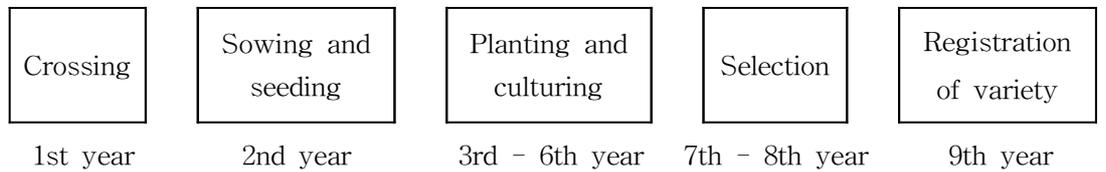


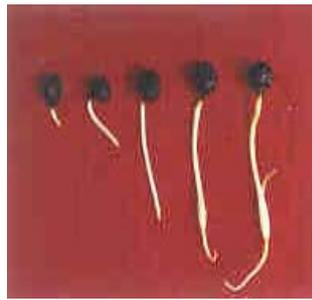
Fig. 1. Flowchart of breeding new cultivars of the genus *Lycoris*(Wonkwang University).



Seeds



Sowing



Seed germination process



Seedling



Rearing of seedling



Planting



Flowering bulbs



Flowering

Fig. 2. Process of breeding new cultivars of the genus *Lycoris*(Wonkwang University).



Fig. 3. Breeding field(Wonkwang University).

Table 1. Details of selection of new cultivars obtained from interspecific hybridization.

Cross combination	No. of lines	No. of selected lines	Year of crossing
<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	20	3(KS1, KS2, KS3)	1993
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>	12	1(RS1)	1993
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sanguinea</i>	11	1(RSA1)	1993
<i>L. aurea</i> × <i>L. spp. A</i>	100	3(AS1, AS2, AS3)	1993
<i>L. aurea</i> × <i>L. koreana</i>	61	1(AK1)	1993
<i>L. aurea</i> × <i>L. incanata</i>	30	1(AI1)	1993
<i>L. aurea</i> × <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	35	2(AR1, AR2)	1993
<i>L. spp. A</i> × <i>L. aurea</i>	26	1(SA1)	1993
<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	126	5(ASP1,ASP2,ASP3,ASP4,ASP5)	1996
<i>L. aurea</i> × <i>L. jacksoniana</i>	34	1(AJ1)	1996
<i>L. sprengeri</i> × <i>L. aurea</i>	20	1(SA1)	1996

(1) 문샤인(Moonshine) 육성

문샤인(Moonshine)은 *Lycoris koreana* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통으로 한국특산종인 백양꽃을 모본으로 이용하였다. 화색은 red group 37A, 화경색은 brown group 200B로 대조품종과 많은 차이점이 있었다. 개화기는 8월 28일로 대조품종에 비해 13일정도 빨랐다. 꽃잎의 뒤로 말림정도는 보통이며 꽃잎의 물결모양은 약하였다. 화서형태는 비방사형이었으며 화형은 중간형으로 대조품종과 큰 차이가 없었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris koreana

×

Lycoris sprengeri



L. "Moonshine"

(2) 레드와인(Redwine) 육성

레드와인(Redwine)은 *Lycoris koreana* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 red group 43C로 초장이 대조품종보다 16cm 정도 길었다. 개화기는 9월 4일로 대조품종에 비해 늦은 편이고, 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 대조품종에 비해 강하였다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris koreana

×

Lycoris sprengeri



L. "Redwine"

(3) 핑크레이디(Pinklady) 육성

핑크레이디(Pinklady)는 *Lycoris koreana* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 red group 39B, 화경색은 brown group 200B로 대조품종과 차이가 있었다. 개화기는 9월 14일로 대조품종에 비해 1개월 정도 빨랐다. 초장은 50.2cm로 대조품종에 비해 15cm 정도 길었다. 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 대조품종에 비해 강하였다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris koreana

×

Lycoris sprengeri



L. "Pinklady"

(4) 레드선샤인(Redsunshine) 육성

레드선샤인(Redsunshine)은 *Lycoris radiata* var. *pumila* × *Lycoris sprengeri*의 교배 조합에서 선발된 계통인데 화색은 red purple 68D로 대조품종과 많은 차이점이 있었고 꽃잎 끝 부분에 잉크빛이 약간 들어가는 것이 특징이었다. 화형은 중간형이며 화서형태는 비방사형으로 대조품종과 차이점이 있었으며, 꽃잎의 말림 정도와 물결모양은 대조품종에 비해 약하였다. 개화기는 9월 6일로 대조품종에 비해 6일정도 빨랐고, 화경길이는 62cm로 대조품종에 비해 20cm 정도 길었으며 꽃의 크기도 컸다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris radiata var. *pumila* × *Lycoris sprengeri*



L. "Redsunshine"

(5) 레드엔젤(Redangel) 육성

레드엔젤(Redangel)은 *Lycoris radiata* var. *pumila* × *Lycoris sanguinea*의 교배 조합에서 선발된 계통으로 화색은 red group 39A이며 개화는 9월 6일로 대조품종보다 약간 빨랐다. 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형이며 꽃잎의 말림정도나 물결모양은 대조품종에 비해 약하였다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris radiata var. *pumila*

×

Lycoris sanguinea



L. "Redangel"

(6) 골드웨이브(Goldwave) 육성

골드웨이브(Goldwave)는 *Lycoris aurea* × *L. spp. A*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 yellow group 12A, 화경색은 yellow green group 146C로 대조품종과 차이가 있었으며, 개화기는 8월 31일로 대조품종보다 1개월 정도 빨랐다. 꽃잎의 말림 정도와 물결모양은 매우 강하며, 화형은 삼각형으로 대조품종과 큰 차이가 없었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

L. spp. A



L. "Goldwave"

(7) 골드프린세스(Goldprincess) 육성

골드프린세스(Goldprincess)는 *Lycoris aurea* × *L. spp. A*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 yellow group 22A이고 개화기는 8월 28일로 대조품중에 비해 1개월 정도 빨랐다. 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 매우 강하고, 화서형태는 방사형이며 화형은 삼각형이었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×



L. spp. A



L. "Goldprincess"

(8) 골드스마일(Goldsmile) 육성

골드스마일(Goldsmile)은 *Lycoris aurea* × *L. spp. A*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 yellow orange group 19A, 화경색은 purple group N 77A로 대조품종과 큰 차이가 있었다. 꽃의 크기가 대조품종보다 작았으며 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형이며, 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 약한 편이었다. 개화기는 9월 29일로 선발된 계통 중에서 가장 늦었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

L. spp. A



L. "Goldsmile"

(9) 스위트컬리(Sweetcurly) 육성

스위트컬리(Sweetcurly)는 *Lycoris aurea* × *Lycoris koreana*의 교배조합에서 선발된 계통인데 화색은 greyed orange group 168C로 대조품종인 yellow orange group과 차이가 있었고, 개화기는 9월 24일로 대조품종보다 빨랐다. 꽃의 크기는 대체로 대조품종에 비해 작았고 꽃잎의 말림정도나 꽃잎의 물결모양은 약한 편이며 화서형태는 비방사형으로 대조품종의 방사형과 차이가 있었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris koreana



L. "Sweetcurly"

(10) 화이트엔젤(Whiteangel) 육성

화이트엔젤(Whiteangel)은 *Lycoris aurea* × *Lycoris incanata*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 white group 155B를 나타내어 대조품종인 yellow orange group 23A와 많은 차이가 있었다. 개화기는 9월 12일로 대조품종의 10월 4일보다 빨랐고, 화형은 삼각형이며 꽃잎의 뒤로 말림정도와 물결모양은 약하였다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris incanata



L. "Whiteangel"

(11) 플라잉뱃(Flyingbat) 육성

플라잉뱃(Flyingbat)은 *Lycoris aurea* × *Lycoris radiata* var. *pumila*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 yellow orange 21B로 나타났고, 화경색은 grey B 199C로 대조 품종 yellow green group 146B와 차이가 있었다. 개화기는 9월 12일로 대조품종보다 20일 정도 빨랐고, 화경길이나 꽃의 크기는 대조품종보다 컸으며, 화형은 둥근형이고, 화서형태는 방사형이며, 꽃잎의 뒤로 말림정도와 물결모양은 강하였다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris radiata var. *pumila*



L. "Flyingbat"

(12) 댄싱스완(Dancingswan) 육성

댄싱스완(Dancingswan)은 *Lycoris aurea* × *Lycoris radiata* var. *pumila*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 greyed yellow group 160D로 나타났고, 개화기는 9월 20일이었으며, 화경길이는 48.5cm로 대조품중 60.2cm보다 매우 짧았다. 화형은 둥근형으로 대조품중인 삼각형과 차이가 있었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris radiata var. *pumila*



L. "Dancingswan"

(13) 골드해피(Goldhappy) 육성

골드해피(Goldhappy)는 *Lycoris aurea* × *L. spp. A*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 yellow orange 20A로 나타났고, 개화기는 8월 28일로 대조품종에 비해 1개월 정도 늦었다. 출엽기는 후기 출엽형으로 대조품종의 후기 출엽형과 큰 차이를 보였다. 화경 길이는 57cm로 대조품종 66.9cm보다 다소 짧았으나 꽃의 크기는 컸다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×



L. spp. A



L. "Goldhappy"

(14) 밀키웨이(Milkyway) 육성

밀키웨이(Milkyway)는 *Lycoris aurea* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통인데 화색이 white group N 155A로 대조품종인 yellow orange group 23A와 큰 차이를 보였다. 개화기는 8월 23일로 대조품종의 10월 4일에 비해 매우 빨랐고, 출엽기는 춘기 출엽형으로 추기 출엽형인 대조품종과 구분되었다. 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 대조품종에 비해 약하였고, 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형으로 대조품종인 방사형, 삼각형과 차이가 있었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris sprengeri



L. "Milkyway"

(15) 스노우화이트스마일(Snowwhitesmile) 육성

스노우화이트스마일(Snowwhitesmile)은 *Lycoris aurea* × *Lycoris sprengeri*의 교배 조합에서 선발된 계통인데 화색은 white group 155A로 대조품종인 yellow orange group 23A와 차이가 있었다. 개화기는 9월 5일로 대조품종에 비해 1개월 정도 빨랐고 출엽기는 춘기 출엽형으로 추기 출엽형인 대조품종과 차이가 있었다. 꽃잎의 말림정도나 물결모양은 대조품종에 비해 약하였고 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형으로 대조품종의 방사형, 삼각형과는 구분되었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris sprengeri



L. "Snowwhitesmile"

(16) 아이보리레이디(Ivorylady) 육성

아이보리레이디(Ivorylady)는 *Lycoris aurea* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통인데 화색은 white group 155B로 대조품종인 yellow orange group 23B와 구분되었다. 개화기는 9월 12일로 대조품종보다 빨랐고, 출엽기는 춘기 출엽형으로 추기 출엽형인 대조품종과 큰 차이가 있었다. 화경길이는 51.4cm로 대조품종보다 약간 짧은 편이나 꽃의 크기는 큰 편이었다. 꽃잎의 말림정도나 물결모양은 대조품종에 비해 약하였고, 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형으로 대조품종과 큰 차이가 있었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris sprengeri



L. "Ivorylady"

(17) 스윙레이디(Swinglady) 육성

스윙레이디(Swinglady)는 *Lycoris aurea* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통으로 화색은 white group N 155A이며, 꽃의 크기는 대조품종보다 다소 큰 것으로 나타났다. 개화기는 9월 12일로 대조품종에 비해 1개월 정도 빨랐고, 출엽기는 춘기 출엽형으로 추기 출엽형인 대조품종과 차이가 있었다. 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형으로 대조품종인 방사형, 삼각형과는 구분되었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris sprengeri



L. "Swinglady"

(18) 셉템버브라이드(Septemberbride) 육성

셉템버브라이드(Septemberbride)는 *Lycoris aurea* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선발된 계통인데 화색은 green white group 157D로 대조품종인 yellow orange group 23A와 구분되었다. 화경색은 grey brown group N 199B로 대조품종 yellow green group 146B와 차이가 있었다. 개화기는 대조품종보다 20일 정도 빨랐으며 출엽기는 춘기 출엽형으로 대조품종인 추기 출엽형과 차이가 있었다. 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 대조품종에 비해 약한 편이었고, 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형으로 대조품종인 방사형, 삼각형과는 구분되었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris sprengeri



L. "Septemberbride"

(19) 핑크화이트레이디(Pinkwhitelady) 육성

핑크화이트레이디(Pinkwhitelady)는 *Lycoris aurea* × *Lycoris jacksoniana*의 교배조합에서 선발된 계통인데 화색은 white group N 155A로 대조품종 yellow orange group 23A와 차이가 있었다. 화경색 또한 grey brown group N 199A로 대조품종과 차이가 있었고, 개화기는 9월 8일로 대조품종보다 1개월 정도 빨랐다. 꽃잎의 말림 정도와 물결모양은 대조품종에 비해 약하였으며 화서형태는 비방사형, 화형은 중간형으로 대조품종과 차이가 있었다(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×



Lycoris jacksoniana



L. "Pinkwhitelady"

(20) 스타트럼펫(Startrumpet) 육성

스타트럼펫(Startrumpet)은 *Lycoris aurea* × *Lycoris sprengeri*의 교배조합에서 선
발된 계통으로 화색은 white group N 155B, 화경색은 yellow green group 146B로 대
조품종과 큰 차이가 있었다. 개화기는 9월 10일로 대조품종보다 20일 정도 늦었고, 출
엽기는 후기 출엽형이었다. 꽃잎의 말림정도와 물결모양은 대조품종에 비해 약하였다
(표 1-2, 부록참조).



Lycoris aurea

×

Lycoris sprengeri



L. "Startrumpet"

제 4 절 결 론

상사화속 식물의 신품종 육성을 위하여 관련 유전자원을 수집 및 평가하고, 화분저장, 종간교잡 등에 관한 연구를 실시하였는데 이에 대한 분야별 주요 결과는 다음과 같다.

1. 상사화속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정

- 가. 상사화속 식물의 신품종 육성을 위하여 55종의 유전자원을 국내와 국외에서 수집하였으며 이에 대한 특성 평가를 실시하였다.
- 나. 개화기는 7월에서 9월까지 종에 따라 차이가 있었다.
- 다. 화색은 적색, 황색, 백색, 주황색, 분홍색 등 다양하였으며 화형은 상사화형, 석산형, 상사화형과 석산형의 중간형으로 구분되었다.
- 라. 출엽기는 춘기 출엽형과 추기 출엽형으로 구별되었으며 엽색과 엽폭은 종에 따라 차이가 있었다.
- 마. 엽의 표피세포 모양은 장방형과 마름모형으로 구분되었으나 대부분이 장방형이었다.
- 바. 기공의 분포는 *L. radiata* var. *pumila*가 21.6개/mm²로 가장 높게 나타났고 *L. sprengeri*는 7.6개/mm²였다.

2. 화분 장기 저장법 연구

- 가. 화분은 수명이 짧아 실온에서는 7-10일 정도면 화분 발아력을 상실하였다.
- 나. -84℃에 저장한 경우는 저장 1년 후에 91%, 2년 후에는 84%, 3년 후에는 80% 전후의 화분 발아율을 보였다.
- 다. 5℃와 -20℃에 저장한 경우는 저장 1년차에 80%의 화분 발아율을 보이다가 2년차에는 20%까지 화분 발아율이 떨어졌으며 3년차에는 화분 발아력이 거의 상실되었다.

3. 중간교잡 신품종 육성 연구

- 가. 상사화속 식물의 중간교잡종을 위하여 총 84개 교배조합을 실시한 결과 8개 조합은 90% 이상의 높은 교잡 친화성이 인정되었고 32개 조합은 50-59%, 42개 조합은 10% 전후의 교잡 친화성을 보였다.
- 나. 교배 조합 후 후대양성을 위하여 종자를 파종한 결과 발아율은 평균 66.3%를 보였다.
- 다. 종자는 채종 즉시 상온에 파종한 경우 파종 4개월째부터 10-20% 정도의 발아율을 보이지만 25℃에 파종한 경우는 파종 2개월째에 50% 전후의 발아율을 보였다.
- 라. 종자발아 촉진을 위해 종피를 제거하고 종공에 상처를 주면 파종 1개월째에 68.1%의 발아율을 보여 대조구(3.4%)에 비해 월등한 효과가 인정되었다.
- 마. GA₃(200mg · L⁻¹)와 kinetin(500mg · L⁻¹) 처리시는 6시간 침지 했을 때 파종 2개월째에 86.2%의 높은 발아율을 보였다.
- 바. KOH(0.5%)와 KNO₃(0.5%) 처리시는 12시간 침지 했을 때 파종 2개월째에 80% 전후의 발아율을 보였다.
- 사. 상사화속 식물의 신품종 육성을 위한 중간교잡 결과 총 84개조합 중 교잡친화성이 높은 11개 조합에서 총 475개체를 획득하였다.
- 아. 그 중에서 20계통을 최종 선발하여 Moonshine, Redwine, Pinklady, Redsunshine, Redangel, Goldwave, Goldprincess, Goldsmile, Sweetcurly, Whiteangel, Flyingbat, Dancingswan, Goldhappy, Milkyway, Snowwhitesmile, Ivorylady, Swinglady, Septemberbride, Pinkwhitelady, Startrumpet으로 명명하고 국립종자관리소에 품종보호 출원을 하여 품종화 하였다.

제 5 절 참고문헌

1. Adams. P. 1976. *Lycoris*-Surprise Lilies. Pacific Horticulture. 37(3):22-29.
2. Caldwell. S. 1968. Amaryllis -*Lycoris* report-. American Plant Life. pp. 87-92.
3. Inariyama S. 1931. Cytological studies in the genus *Lycoris* (Prel. Nores). Bot. Mag. Tokyo 45:11-26.
4. Inariyama, S. 1932. Cytological studies in the genus *Lycoris* I. Conjugation of chromosomes in meiosis of *L. albiflora* Koidz. Bot. Mag. Tokyo 46:426-434.
5. Inariyama, S. 1933. Natsuzusen ni okeru senshekutai-gun no Anarisisu. Rep. Jap. Sci. Congr. 8:39-41.
6. Inariyama, S. 1937. Karyotype studies in Amaryllidaceae I. Sci. Rep. T. B. D. Sect. B. 3:95-113.
7. Inariyama, S. 1944. Origin of *Lycoris radiata* and *L. albiflora*. Jap. J. Genet. 20:87-88.
8. Inariyama, S. 1948. Origin of Japanese *Lycoris*. Jap. J. Genet. 23:15-16.
9. Inariyama, S. 1951. Cytological studies in the genus *Lycoris* (I). Sci. Rep. T. B. D. Sect. B. 6:74-100.
10. Inariyama, S. 1952. Higanbana Zoku no keito. Iden. 6(10):12-15.
11. Inariyama, S. 1953. Cytological studies in *Lycoris*. Rep. Kihara Inst. Biolo. Res. 6:5-10.
12. 국립종자관리소. 2002. 신품종 심사를 위한 작물별(상사화) 특성 조사 요령. 농림부 국립종자관리소.
13. Kurita, S. 1980. *Lycoris aurea* versus *L. traubii*. J. Jap. Bot. 55:287-288.
14. Kurita, S. 1985. Geoclinical change in the pollen ornamentation of *Lycoris sanguinea* Max. var. 15. *sanguinea*. J. Jap. Bot. 60:275-279.
15. 이창복. 1989. 대한식물도감. 향문사. p. 224.
16. 박윤점, 박인현, 이만상, 김진수, 유성오. 1986. 야생석산(*L. radiata*)에 관한 연구. I.

- 형태, 생태 및 발생학적 특성. 한국원예학회지. 27(4):359-365.
17. 박운점, 박인현, 김진수, 유성오. 1986. 야생석산(*L. radiata*)에 관한 연구. II. 분포 및 생육 환경. 한국원예학회지. 27(4):366-373.
 18. 박운점, 박인현, 김진수, 유성오. 1987. 한국산 *Lycoris*속의 형태 및 생태적 특성에 관한 연구. 한국원예학회논문발표요지. 5(1):132-133.
 19. 박운점, 박인현, 김진수, 유성오. 1988. 야생석산(*L. radiata*)에 관한 연구. III. 인공번식. 한국원예학회지. 29(3):232-246.
 20. 박운점, 박인현, 김진수, 유성오. 1989. 한국산 *Lycoris*속의 육종에 관한 기초연구. I. 화분형태 및 화분발아. 한국원예학회논문발표요지. 7(1):202-203.
 21. 박운점, 박인현, 김진수, 유성오. 1989. 한국산 *Lycoris*속의 육종에 관한 기초연구. II. 종간잡종. 한국원예학회논문발표요지. 7(1):204-205.
 22. 박운점, 박인현, 유성오, 정연옥. 1989. 한국산 *Lycoris*속의 세포학적 연구. I. 잎의 표피형. 한국원예학회논문발표요지. 7(2):108-109.
 23. 박운점, 박인현, 김진수, 유성오, 정봉탁. 1989. 한국산 *Lycoris*속의 세포학적 연구. II. 핵형분석. 한국원예학회논문발표요지. 7(2):110-111.
 24. 박운점, 박인현, 유성오, 정연옥. 1990. 한국산 *Lycoris*속의 화아분화에 관한 연구. 한국원예학회지. 32(4):545-550
 25. 박운점, 유성오. 1990. 석산(*Lycoris radiata*)의 재배에 관한 연구. I. 재식심도, 차광, 재식구의 크기 및 재식 시기가 생육 및 개화에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지. 8(2):122-123.
 26. 박운점, 박인현, 유성오, 정봉탁, 이종석, 이풍옥. 1991. *Lycoris* 절화의 화경 갈라짐 현상방지와 수명연장에 관한 연구. I. 용액의 pH와 화학약품 처리 효과. 한국원예학회논문발표요지. 9(2):164-165.
 27. 박운점, 박인현, 유성오, 배종향, 이종석. 1991. *Lycoris* 절화의 화경 갈라짐 현상방지와 수명연장에 관한 연구. II. 절단부위의 물리적 처리 효과. 한국원예학회논문발표요지. 9(2):166-167.
 28. 박운점. 1992. 한국산 백양꽃(*Lycoris koreana*)의 특성 연구. -형태 및 생태적 특성을 중심으로-. 한국화훼연구회지. 1(1):31-35.

29. 박운점, 박인현, 유성오. 1992. 한국산 *Lycoris*속의 분류학적연구. 한국원예학회논문발표요지. 10(2):180-181.
30. 박운점, 길봉섭. 1992. 야생석산(*Lycoris radiata*)에 관한 연구. (V). 생육지 주변의 식물상. 한국원예학회논문발표요지. 10(2):182-183.
31. 박운점. 1993. 야생석산에 관한 연구. (VI). 인공번식시 자구형성 과정의 해부학적 관찰. 원광대학교 대학원논문집. 11:237-244.
32. 박운점. 1993. 수출유망 구근화훼(*Lycoris*류)의 대량증식 및 재배법 확립에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서(1년차). pp. 1-89.
33. 박운점. 1994. 수출유망 구근화훼(*Lycoris*류)의 대량증식 및 재배법 확립에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서(2년차). pp. 1-85.
34. 박운점. 1994. 한국산과 일본산 흰상사화(*Lycoris albiflora*)의 특성 비교. 한국원예학회지. 35(5):471-479.
35. 박운점. 1995. 수출유망 구근화훼(*Lycoris*류)의 대량증식 및 재배법 확립에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서(3년차). pp. 1-115.
36. 박운점. 1997. 수출유망 야생구근화훼(*Lycoris*류)의 개발에 관한 연구. 농림부 최종연구보고서. pp.1-120.
37. Shii, C.T., Lee, J.F., Yuan, M.S., Chin, S.W. 1997. Nucleotype remodeling in interspecific hybridization of *Lycoris aurea* Herb. and *Lycoris radiata* Herb. Acta Hort. 2(430):521-528.

제 3 장 상사화속 식물의 식물학적 분류 체계화

제 1 절 서 론

상사화속(*Lycoris*) 식물에 대한 분자생물학적 접근은 현재까지도 미비한 상태이다. 따라서 상사화속 식물의 식물학적 분류 체계를 세우는 것은 다양한 교배종과 기보육 식물의 유전적 차이를 체계적으로 분류하고 이를 이용한 분자 생물학적 분류를 시도하기 위한 것이다. 또한 이러한 분류기법을 교배종에 이용하면 보다 다양하고 정확한 교배종을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 교배종에 대한 기술적 가치를 높일 수 있다.

본 연구에서는 현재 보유하고 있는 유전자원과 도감, 문헌 및 정보에 의해 새로운 유전자원을 선정, 이 식물들에 대해 보통의 핵형분석, C-banding을 포함한 핵형분석에 의해 염색체에 대한 세포유전학적 기초를 제공하고자 하였다. 또한 이러한 결과들을 종합하여 상사화속 식물의 세포유전학적, 분자유전학적 분류를 완성하여 육종을 위한 기초 자료로 활용하는 동시에, 육종 및 교배 결과 생긴 후대의 분자유전학적 분석을 간편히 하기 위한 기술로 활용하고자 하였다.

상사화속 식물의 분류에 관한 연구는 일본 및 유럽 학자들에 의해 수행되었다. 이로 인하여 아시아 지역에 자생하는 상사화속 식물의 여러 자연 발생 교배종 분류에 대한 연구가 주로 이루어졌다. 그러나 상사화속 식물은 자연 교배가 잘 이루어지며 인공적인 교배 또한 잘 이루어지는 것으로 알려져 있다.

그러므로 지리적 분리에 의한 독자적 교배 및 진화에 의해 한국산 상사화속 식물의 유전적 정보는 외국 학자들에 의해 연구된 상사화속 식물의 유전적 정보와 다를 것으로 유추된다. 따라서 한국산 상사화속 식물의 유전적 정보를 분석하여 상사화속 식물의 식물학적 분류 체계를 세우는 일은 새로운 교배종을 육성하여 우리 고유의 상사화류를 개발하는데에 중요한 역할을 한다.

이렇게 분석된 연구자료는 교배의 초기단계에서 중요한 자료로 활용할 수 있으며 개발 후 기존의 종과 구별하고 판매할 수 있는 중요한 자료로도 활용할 수 있다.

본 연구팀에서는 우선 기존 학자들의 연구 자료와 비교하기 위하여 염색체의 수를 확인하여 차이점을 판별한 후 유전적 차이를 보다 쉽게 분별할 수 있는 RAPD분석법으로 그 유연관계를 밝히고자 하였다. 이와 더불어 PCR 생산물로부터 종의 특이성을 보이는 분자적 지표를 밝혀 그 유전적 특성도 밝히고자 하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 기보육 식물에 대한 기존 연구 확인 및 핵형 분석에 따른 연구

상사화속 식물의 핵형분석은 구근의 근단 조직을 이용하였다. 핵형분석은 약 1cm 정도의 근단을 절단하여 16℃를 유지하고 2mM의 colchicine용액에서 3시간 동안 전 처리한 후, 근단을 깨끗이 수세하여 Carnoy Sol(95% ethanol : gracial acetic acid = 3 : 1)에서 4℃를 유지하여 12-24시간 동안 고정하였다. 이를 95% ethanol에 저장하여 4℃에서 보관하였다. 다시 60℃의 1N HCl용액에서 10-15초간 해리시키고 1% aceto-orcein 염색액으로 염색한 후 압착법으로 표본을 제작하여 광학현미경 1000배에서 검경하였다

2. RAPD 분석에 의한 세포유전학적 분석에 따른 결과

가) Primer 제작

RAPD분석을 위한 primer는 NCBI의 유전자 은행에 등록되어 있는 유전자의 상동성 및 염기 배열을 고려하여 10 mer정도를 기준으로 100개의 primer를 제작하였다. 또한 이 primer의 제작은 전문 회사인 UBC에 의뢰하여 합성하였다. primer의 염기서열은 아래와 같다.

- | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. CTG GGG ATT T | 31. AGG GAG TTC C | 61. CTG GCG TGA C |
| 2. GAG CAC TTA C | 32. CGG TGA CAT C | 62. CGC CCC CAG T |
| 3. CAC GGC GAG T | 33. CTA TGC GCG C | 63. TTA GAG ACG G |
| 4. TTC GGG CCG T | 34. TCC ACG GAC G | 64. TCC ACC GAG C |
| 5. CGG TTT GGA A | 35. CTG AGG CAA A | 65. CAG CTG TTC A |
| 6. GAG GAC GTC C | 36. ATC GTA CGT G | 66. CCA CTC ACC G |
| 7. CAT ATC AGG G | <u>37. CGA CCA GAG C</u> | 67. CCA TCT TGT G |
| 8. ACG GCC GAC C | 38. CTG TCC AGC A | 68. AGG CCG CTT A |
| 9. TGC ACT GGA G | 39. CTG AAG CGG A | 69. CCA GTT CGC C |
| 10. GCA CCG AGA G | 40. ATG TTC CAG G | 70. TGC GCG CGG G |
| <u>11. GAA GCG CGA T</u> | 41. GCC CGA CGC G | 71. GCC ATC AAG A |
| 12. GCT GCG TGA C | 42. CAC TCT TTG C | 72. AGC GGG CCA A |
| 13. CAG CGA ACT A | 43. GGG TGA ACC G | 73. AAT GTC GCC A |
| 14. CAT GTG CTT G | 44. CAG CCA ACC G | 74. GTT CCC GAG T |
| 15. TCA CAC GTG C | <u>45. CGC GTG CCA G</u> | 75. CCG GGC AAG C |
| 16. CAT AGA CTC C | 46. TAT GGT CCG G | 76. AGG ATC AAG C |
| 17. ACA GGT AGA C | 47. TAC CGA CGG A | <u>77. AGG AAG GTG C</u> |
| <u>18. CTC AGC CCA G</u> | 48. GAG TAA GCG G | 78. GGT TCC AGC T |
| 19. GTG ACC TCA G | 49. GCA TCT ACC G | 79. AGA CAT TAG A |
| 20. GTC GAT GTC G | 50. CGA CAG TCC C | 80. CTG GGA GTG G |
| 21. CCC GTC AAT A | 51. CTT GAC GGG G | 81. GAG AGT GGA A |
| <u>22. AAG CCT CCC C</u> | 52. CTG GTG ATG T | 82. GGG AAA GCA G |
| 23. GAT CCA TTG C | 53. CCG TGC AGT A | 83. CGG CCA CCG T |
| 24. TCT CCG GTA T | 54. CGC CCC CAT T | 84. CAG GCG CAC A |
| 25. CGA CTC ACA G | 55. TTC CTC CGG A | 85. GGG CGC CTA G |
| 26. GGG CCT CTA T | 56. TGC AGT CGA A | 86. CGG AGC CGG C |
| 27. CTA GAG GTC C | 57. CGT CAC CGT T | 87. CGA ACG GCG G |
| <u>28. GCT GGG CCG A</u> | 58. CAG GAT ACC A | 88. CCT CCT TGA C |
| 29. CCA CCC AGA G | 59. GGT ACG TAC T | 89. ATC AAG CTG C |
| 30. CGT CGC CCA T | 60. TCT CAG CTA C | 90. CCG CGA GCA C |
| 91. AGC TGA AGA G | 92. AAA CAG CCC G | 93. TCG TGT TGC T |
| 94. TGA TTG GCC A | 95. CGC GTT CCT G | 96. CCG CTG GGA G |
| 97. GCG CAT TAG A | 98. CCG TAC GGA C | 99. TGT CAG CGG T |
| <u>100. GGC TAG GGC G</u> | | |

나) Genomic DNA 분리 및 primer 선별

식물의 성장이 가장 활발한 시기에 그 식물의 어린잎 (0.5g)으로부터 DNA 분리과정에서의 오차를 줄이기 위하여 MRC (Molecular Research Center)사의 DNAzolTMES (plant genomic DNA isolation reagent)를 사용하여 DNA를 분리하였다. 분리된 DNA의 효소작용에 적당한지를 알아보기 위하여 제한 효소인 EcoRI으로 처리한 후 전기영동하여 DNA 절단을 확인하여 효소적 반응에 의한 PCR의 주형으로서의 적합성을 확인하였다. 각각의 품종으로부터 얻은 각각 DNA를 정량한 후 50ng/ul 이 되도록 희석하였다. 총 11품종으로부터 얻은 각 DNA를 정량한 후 50ng/ul 이 되도록 희석하였으며 현재 primer 중 *Lycoris*에 대해서 많은 PCR 생산물이 나오는 primer를 선택하기 위하여 PCR을 수행하였다.

다) PCR (Polymerase Chain Reaction)

선별된 primer를 이용하여 각각의 주형을 대상으로 Primer(UBS) 200uM(1ul), Template 6ng/ul, taq pol TaKaRa rTaq 1U, 2.5mM dNTP 2ul를 첨가하여 Stratagene사의 gradient PCR 기를 이용하여 처음 2 cycle은 Predenaturation 단계는 93℃에서 4분, Denaturation 단계는 93℃에서 30초, Annealing 단계는 36℃에서 45초, Elongation 단계는 72℃에서 30초 동안 수행한 후, 나머지 43 cycle은 Denaturation 단계는 93℃에서 30초, Annealing 단계는 36℃에서 45초, Elongation 단계는 72℃에서 45초동안 수행하고 Post-elongation단계를 72℃에서 5분동안 수행한 후 반응을 멈춘다. 이러한 반응으로 얻어진 증폭된 DNA를 2% TBE gel에서 100V로 전기 영동하여 EtBr로 염색한 후 UV에서 관찰 한 후 polaroid 사진기로 사진을 찍어 분석하였다. 분석은 hewlett packard사의 ScanJet 6100C scanner를 이용하여 확대 한 후 명암을 반전시킨 후 기초가 되는 band를 선택하여 그 band의 존재 여부를 표로 만들었다.

라) RAPD 자료 분석

A는 a라는 종의 band 수, B는 b라는 종의 band 수, AB는 a와 b 종의 공통 band 수로 놓아 이들의 상관관계를 $2 \times AB / (A+B)$ 의 공식으로 계산하여 band의 상관 관계를 행렬표로 각각의 primer에 대하여 제작하였다. 각각의 행렬표에서 같은 위치에 있는 결과를 합산 한 후 primer의 수로 나누어 평균을 값을 얻어 평균 행렬표를 작성하였다(표 2). 이를 이용하여 SPSS 7.5 프로그램으로 집단 유연관계에 대한 dendrogram을 그려 분석하였다.

3. RAPD 분석에 따른 분자 marker 검색

가) PCR Product subcloning

PCR 산물에서 Taq polymerase의 활성을 없애기 위하여 100℃에서 10분간 방치한 후 상온에서 천천히 식혀 전기영동하였다. 원하는 PCR product를 gel로부터 분리하여 Boehringer Mannheim(Germany)사의 gene cleaning kit을 사용하여 DNA를 정제하였다. 이를 T-vector 1 μ l, 10 × ligation buffer 1 μ l, 5U T4 DNA ligase와 함께 16℃에서 16시간 동안 반응시켜 대장균에 형질 전환시켰다. 형질전환법은 Sambrook(1989)등의 방법을 변형하여 사용하였다. 대장균을 10ml의 LB배지에 접종하여 16시간 배양한 후, 이를 100ml의 LB 배지에 0.1% 접종하여 37℃에서 OD600 = 0.45이 되도록 배양하였다. 4℃에서 5분 동안 5000×g로 원심분리하고 침전된 균체에 18ml의 차가운 wash buffer (100mM NaCl, 5mM MgCl₂, 2.5mM Tris, pH7.5)로 세척하고 5000×g에서 5분 동안 원심분리하였다. 상층액은 버리고 침전물에 25ml의 차가운 Ca²⁺ buffer(0.25M KCl, 75mM CaCl₂, 5mM Tris, 5mM Mgcl₂, pH 7.5)를 넣고 얼음에서 30분 동안 방치하였다. 4000×g에서 4분 동안 원심분리하고 1ml의 Ca²⁺ buffer를 넣고 침전물을 완전히 녹인 다음, 재조합된 DNA를 10 μ l와 competent cell을 100 μ l 넣고 얼음에서 30분간 놓아두었다가 42℃에서 45초간 열충격(heat shock)을 준 후 1ml의 LB broth를 넣고 37℃ 배양기에 넣어 1시간동안 배양한 후 ampicillin이 들어있는 MacConkey 배지에 도말하고 하룻밤 동안 배양하였다.

나) Plasmid DNA 추출

재조합 DNA가 들어있는 형질전환된 대장균을 LB에 접종하고 37℃에서 하룻밤동안 배양하였다. 1.5 ml EP tube에 옮겨 1분간 원심분리하여 상층액을 버린 후 이 원심분리관에 Sol. I(50mM glucose, 25 mM Tri-HCl(pH8.0), 10mM EDTA(pH8.0))을 50 μ l 넣고 vortex하였다. 원심분리관에 Sol II(0.2 N NaOH, 1% SDS)를 넣고 가볍게 섞은 후 얼음에서 5분간 방치하였다. 여기에 Sol. III(potassium acetate 60ml, glacial acetic acid 11.5ml, H₂O 28.5ml)를 첨가하고 얼음에서 5분간 반응시킨 후 약 10분간 원심분리하여 상층액을 취하였다. 형질전환에서 얻은 재조합 DNA를 확인하고자 할 때는 이 단계에서 isopropanol를 같은 부피로 섞은 후 -20℃에서 10분간 방치한 후 15000rpm에서 15분간 원심분리한 후 용액을 버리고 DNA를 말렸다. DNA를 RNase가 포함된 TE(10mM Tris-HCl pH 8.0, 1mM EDTA)를 10 μ l 넣고, 37℃에서 30분간 방치하였다. 이를 전기영

동하여 그 크기를 결정하여 재조합 DNA를 확인하였다. Sequencing용으로 사용할 plasmid는 solution III처리 후 Boehringer Mannheim(Germany)사의 RPM kit를 사용하여 DNA를 정제하였다.

다) Southern blot

RPAD 분석된 PCR를 1.5% agarose gel에 전기영동한 후 denaturing buffer에 배양한 후 membrane에 transfer하였다. 이를 hybridization buffer에서 42°C를 유지하고 DIG system을 이용하여 탐침화한 PCR를 함께 교잡시켜 nonisotope DIG system detection을 이용하여 발현시킨 후 X-film에 감광시켜 현상하여 결과를 확인하였다.

라) DNA 염기서열 결정 및 분석

DNA 염기서열 결정은 Sanger 등(1977)의 방법을 사용하였다. Plasmid DNA 추출에서 준비한 plasmid DNA를 100°C에서 10분간 끓인 후 얼음에 2분간 넣어두었다. 이 DNA 7 μ l와 primer 1 μ l (0.5 pmol/ μ l), reaction buffer 2 μ l를 섞어 68°C에서 2분간 가열한 후 35°C로 천천히 식히고, 약 30분 경과 후 얼음에 보관하였다. 그 동안 ddGTP, ddCTP, ddATP, ddTTP가 들어있는 termination mix를 각각 tube에 2.5 μ l씩 털어서 37°C에 보관해 놓았다. 또한 labelling mix를 1 : 5의 비율로 물에 희석하고 sequenase도 1 : 8의 비율 sequenase dilution buffer에 희석하여 얼음에 보관하고 얼음에 보관하던 DNA 혼합액 10 μ l에 0.1M DTT 1 μ l, 희석한 labelling mix 2 μ l, [α -S35] dATP 0.5 μ l, 희석한 sequenase 2 μ l를 섞어 상온에서 3분간 반응시켰다. 37°C에 보관하던 termination mix에 반응시킨 샘플을 3.5 μ l씩 각각 섞어 37°C에서 5분간 반응시켰다. 4 μ l의 stop solution을 넣어주고 -20°C에 보관하였다. 염기서열 분석은 DNAsis V2.0 프로그램을 이용하였고 염기서열의 상동성 조사는 NCBI에서 제공하는 BLASTX를 이용하였다(Appel et al., 1994; Brenner, 1995).

제 3 절 결과 및 고찰

1. 기보육 식물에 대한 기존 연구 확인 및 핵형 분석에 따른 연구

상사화속 식물에 대한 세포학적 연구는 1920년에 시작되었으며 1988년 일본의 시바우 대학의 Kurita교수에 의해 기존의 보고된 상사화 종에 대한 핵형 분석이 연구되어 왔다(1994. HSU *et al*). 그러나 상사화속 식물은 1821년 인류에 보고된 이후 자연 교배가 쉽게 이루어지며 최근 경작에 의한 교배종 개발이 이루어지고 있어 본 연구에서는 기존의 밝혀진 핵형 분석을 중심으로 세포학적 분석을 시도하여 기존의 밝혀진 종과 연구에 활용코자하는 종의 차이점을 구별하고자하였다. 기존 연구에서 상사화속 식물에 대한 핵형의 염색체수 분석 및 핵형 분석의 보고가 있으나, 현재 한국에서 서식하고 있는 고유의 품종과 몇몇 외래품종에서는 아직 정확한 핵형의 분석이 이루어지지 않았음을 확인하였다. 현재 일본의 시바우 대학 등에서는 한국의 몇몇 품종과 중국, 일본의 품종을 계통발생학적 측면에서 연구를 수행하고 있으며 이들은 분류의 기준을 유전자적 측면에서 연구하고 있다. 본 연구에서는 국내의 우수한 품종의 염색체수 및 핵형의 분석 비교를 통하여 우수 품종의 핵형 측면에서 연구에 활용하는 종의 분석을 수행하였다. 상사화속 식물은 자연 교배가 쉽게 이루어지므로 기존에 발표된 논문의 핵형 분석을 중심으로 세포학적 분석을 시도하여 기존의 밝혀진 종과 연구에 활용코자하는 종의 차이점을 구별하고자 하였다. 발표된 보고는 1930년대에 Inariyama의 염색체 수와 동원체의 모양과 길이에 따른 분석 (Inariyama, 1931; 1932; 1933; 1937; 1944; 1951; 1952; 1953)이 있었으며, 1980년대와 현재까지 일본의 Kurita의 분염 구조와 염색체 수에 따른 분류 연구보고 (Kurita, 1980; 1985; 1987a; 1987b; 1987c; 1988a; 1988b; 1989)가 있었다. 본 실험에서도 대부분 비슷한 연구 결과가 얻어졌으나 *L. albiflora*의 경우, Kurita의 연구 결과는 $2n=17, 18$ 로 두 경우가 있었으나, 본 실험의 결과는 $2n=17$ 로 분석되었다(표 1, 그림 1). *L. squamigera*의 경우 Kurita의 연구에서는 $2n=12$ 도 관찰되었으나 본 실험에서는 관찰되지 않았으며 *L. aurea*의 경우는 Inariyama의 연구에서는 $2n=12, 13, 14$ 가 관찰되었으며 Kurita의 연구에서는 $2n=12, 13, 14, 15, 16$ 이 관찰되었다. 본 실험에서는 $2n=12, 13, 14, 16$ 이 관찰되어 약간의 다형성을 확인하였다(표 1, 그림 1).

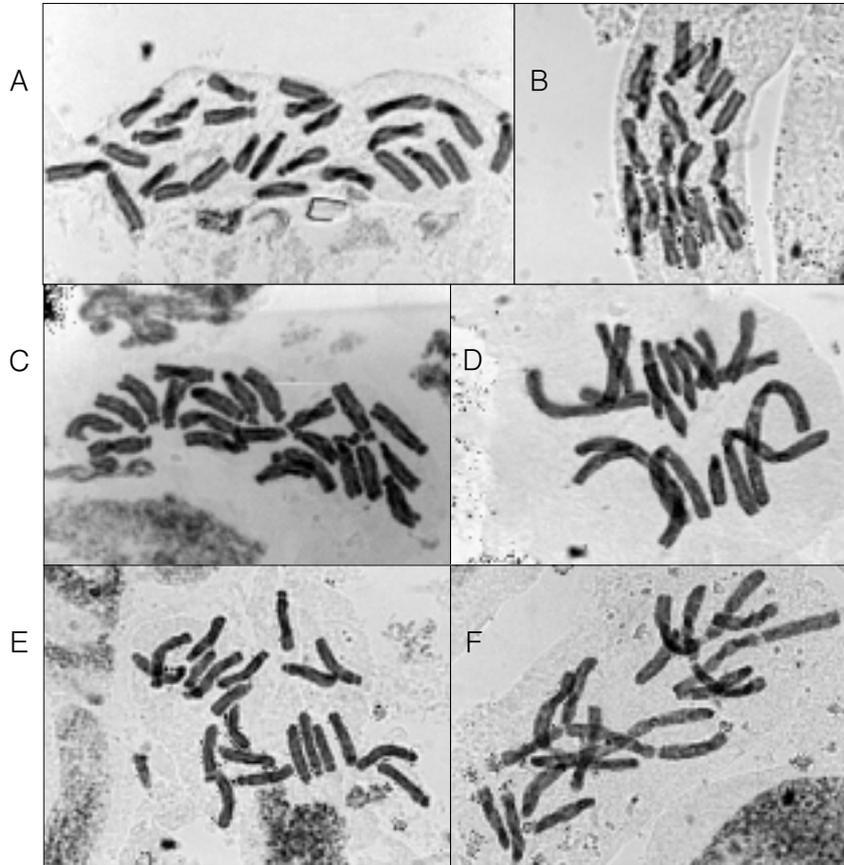


Fig. 1. Chromosome analysis of various *Lycoris* species by aceto-orcein stain(×1000).
 A, *L. sprengeri*; B, *L. sanguinea*; C, *L. spp. A*; D, *L. albiflora*; E, *L. traubii*;
 F, *L. radiata* var. *pumila*

Table 1. Comparison of various karyotype results of 12 *Lycoris* species.

Species	Karyotype analysed by		
	Sukeo inaryama (in 1920)	Kurita (in 1980)	Park (present study)
<i>L. radiata</i>	2n=33	2n=33	2n=33
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	2n=22	2n=22	2n=22
<i>L. spp.</i> A			2n=22
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiusiana</i>			2n=22
<i>L. albiflora</i>	2n=17	2n=17 2n=18	2n=17
<i>L. sprengeri</i>	2n=22		2n=22
<i>L. incanata</i>		2n=30	2n=29 2n=30
<i>L. squamigera</i>	2n=27	2n=27	2n=27
<i>L. aurea</i>	2n=12 2n=13 2n=14	2n=12 2n=13 2n=14 2n=15 2n=16	2n=14 2n=13 2n=12 2n=16
<i>L. traubii</i>		2n=12 2n=13 2n=14	2n=12 2n=13
<i>L. oosumi</i>		2n=17	2n=17
<i>L. sanguinea</i>	2n=22		2n=22

2. RAPD 분석에 의한 세포유전학적 분석에 따른 결과

Random amplified polymorphic DNA 분석은 단일 random primer에 의한 무작위 DNA 부분의 증폭에 따른 분석을 수행하는 방법이다. 이 방법의 장점은 대상 DNA의 염기서열을 알지 못해도 적용할 수 있으며, 수행 방법이 용이하고, 적은 양의 DNA로도 분석이 가능하며, 많은 수의 분석 대상을 분석 할 수 있는 방법으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 상사화속 식물에 특이적인 primer들을 PCR을 통해 선별하고 증폭된 DNA들을 전기영동을 통해 분별하고 이들을 통계학적 분석으로 확인하고자 하였다. RAPD 분석에서는 기존의 이미 국내 및 외국의 과학자들에 의해 연구된 종들을 선별하여 분자적 지표를 분석하는데 중점을 두었다. 위에서 언급한 것과 같이 핵형분석 및 형태적 분석은 이미 밝혀졌다. 그러나 RAPD등의 유전적 분석은 아직 보고된 바 없으며, 일본의 Kurita 교수에 의해 최근 MatK 등의 효소 유전자를 이용한 RFLP가 수행되고 있다. 이러한 유전적 지표의 확립은 많은 교배종의 개발에 힘쓰는 시점에서 짧은 기간에 원하는 특징을 가지는 교배종을 개발하는데 지표가 되는 연구이며, 본 연구에서 수행하는 RAPD는 RFLP보다는 빠른 시간에 용이하게 분석할 수 있는 분자적 지표개발에 그 역점이 있다. 본 연구에서 RAPD를 수행하기 위하여 식물의 성장이 가장 활발한 시기에 그 식물의 어린잎 0.5g으로부터 Dellaporta(1983)의 CTAB방법으로 genomic DNA를 분리하였다. 분리된 DNA의 효소작용에 적당한지를 알아보기 위하여 제한 효소인 EcoRI으로 처리한 후 전기영동하여 DNA 절단을 확인하여 PCR의 주형으로서의 적합성을 확인하였다(그림 2). 총 11품종으로부터 얻은 각각 DNA를 정량한 후 50ng/ul 이 되도록 희석하였으며 현재 primer 중 *Lycoris*에 대해서 많은 PCR 생산물이 나오는 primer를 선택하기 위하여 PCR을 수행하였다.

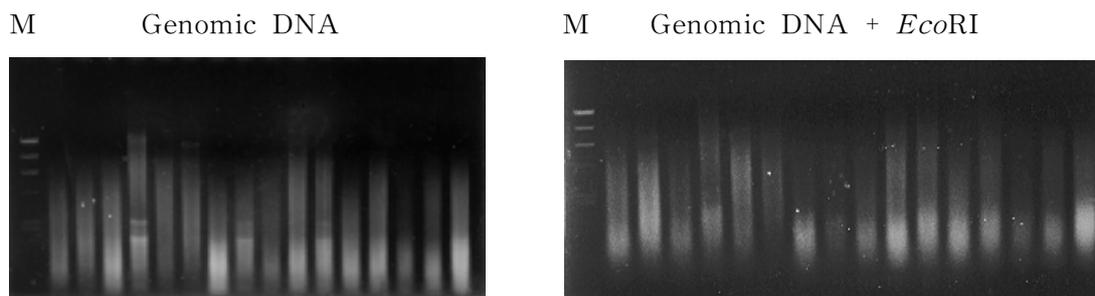


Fig. 2. Genomic DNA enzyme digestion.

일차적인 PCR 수행으로 100개의 primer중 상사화에 특이적이고 다양한 band를 생성하는 8개의 primer를 선별하였다. 선별된 primer의 염기서열은 다음과 같다.

Table 2. The oligonucleotide primers selected for RAPD analysis of *Lycoris* species.

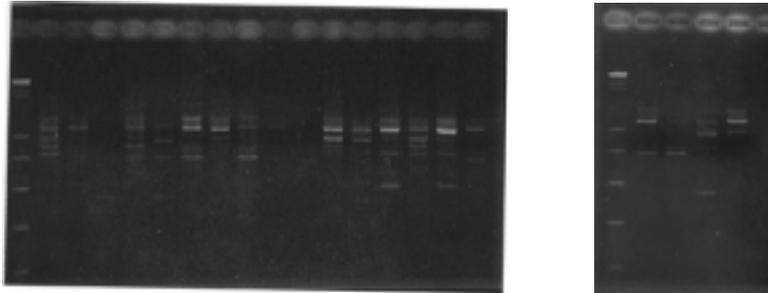
Primer No.	Nucleotide sequence (5' to 3')	GC content (%)
11	GAA GCG CGA T	60
18	CTC AGC CCA G	70
22	AAG CCT CCC C	70
28	GCT GGG CCG A	80
37	CGA CCA GAG C	70
45	CGC GTG CCA G	80
53	CCG TGC AGT A	60
70	TGC GCG CGG G	90
77	AGG AAG GTG C	60
100	GGC TAG GGC G	80

기존의 세포학적 연구를 기초로 우리가 실험하고자하는 종과의 유사성을 확인한 후 이들 상사화의 어린잎에서 추출한 DNA를 10개의 염기서열로 구성된 서로 다른 random primer 100종류를 이용하여 PCR한 후 얻은 RAPD band중 다형성을 보이는 10개의 primer를 선별하였다(표 2). 이 primer들은 C+G의 비율이 60%이상으로 DNA 증폭 반응의 효율이 높은 것을 선별하였다. 본 실험에서 합성된 band는 1.5-0.4 kb의 범위에서 나타났으며(그림 3-7) 선별된 primer를 이용하여 얻어진 합성된 band는 총 110개의 band가 보였으며 높은 다양성을 보였다. 본 실험에서는 합성된 모든 band를 수치화하여 유연관계에 적용하기 위하여 Nei와 Li의 유사 계수법을 이용하여 각각의 종간에 공통으로 존재하는 band와 존재하지 않는 band의 수를 유사계수법에 적용하여 표준화하였다. 이러한 분석법으로 표준화한 결과를 행렬표를 작성하였으며 그 결과는 표 3과 같다. 상사화 종간의 전체 유사도는 0.316-0.81로 나타났으며 종간의 유사도는 그림 8과 같다. 유사도에서 유사계수 20을 기준점으로 크게 3개 분류군으로 분류될 수 있었다. 제 1군은 *L. aurea*, *L. albiflora*, *L. traubii*이고 제 2군은 *L. spp. A*, *L. sanguinea* var. *kiusiana*이며 제 3군은 *L. oosumi*, *L. radiata* var. *pumila*, *L. squamigera*, *L. incanata*, *L. radiata*, *L. sanguinea*, *L. sprengeri*로 나뉘었다. 제 1군인 *L. aurea*, *L. traubii*의 경우는 다양한

핵형을 가지고 있는데 본 실험에서는 $2n=12$, 13인 개체를 사용하였다. *L. albiflora*는 $2n=17$ 인 것을 사용하였다. 이들은 세포학적으로 비슷한 핵형을 가지고 있으며 *L. albiflora*는 같은 분류군인 *L. traubii*와 제 3군으로 속해 있는 *L. radiata* var. *pumila*사이의 교배종으로 알려져 있다(Hsu 등, 1984; 1994). 본 실험 결과 *L. albiflora*와 *L. traubii*는 다른 종과의 유연관계 속에서 같은 분류군으로 분류되었으므로 다시 한번 *L. albiflora*가 *L. traubii*의 교배종임을 확인 할 수 있었다. 또한 *L. radiata* var. *pumila*의 유연관계는 16.23으로 *L. traubii*보다 13.5정도 유연관계가 떨어진 것을 알 수 있었다. 이러한 근거로부터 유전적으로 *L. radiata* var. *pumila*보다 *L. traubii*가 더욱 가까운 것을 확인하였다. 제2군의 *L. spp. A*, *L. sanguinea* var. *kiusiana*와 제 3군의 *L. sanguinea*는 형태적인 관점이나 핵형 분석에서도 매우 가까운 종으로 알려져 있다(Kurita 등, 1992). 본 실험 결과 제 2군의 *L. spp. A*와 *L. sanguinea* var. *kiusiana*는 유사도가 50이상으로 유전적으로 매우 가까우나, 제 3군의 *L. sanguinea*는 이들과는 차이가 있는 것으로 보인다. 그러나 제 2군과 다른 종들과의 관계에서는 유사도가 25로 가장 가까운 것으로 확인되었다. 이는 *L. sanguinea* var. *kiusiana*가 *L. sanguinea*에서 유래된 다른 종이기 때문인 것으로 보인다.

따라서 형태적으로나 핵형 분석적으로 가까운 이 종의 구별을 RAPD의 방법으로 구별할 수 있는 계기가 되었다. 제 3군인 *L. squamigera*의 경우 같은 제3군인 *L. sprengeri*와 *L. longituba*의 교배종으로 알려져 있다. *L. radiata* var. *pumila*와 *L. sprengeri*는 중국에 넓게 분포하고 있는 종으로 다형성이 나타나는 종으로 알려졌다. 또한 *L. radiata* var. *pumila*는 *L. radiata*의 변종으로 제 3군에서 같은 군으로 나타났다. 제 3군의 *L. incanata*의 경우 교배종임은 밝혀졌으나, 어느 종의 교배종인지는 아직 연구 중에 있다. 본 실험의 결과로 *L. incanata*와 *L. sprengeri*의 유사도가 본 실험에서 가장 가까운 것으로 나타났다. 따라서 *L. sprengeri*와 유사도가 60이상으로 보이며 이것이 *L. incanata*의 교배 모본으로 추측된다. Kurita는 핵형분석을 통하여 *L. incanata*의 핵형이 $2n=4M+3T+22A+1m$ 이며 $4M+3T$ 와 $22A+1m$ 인 핵형을 가진 gamete에 의해서 교배된 종일 것이라고 발표하였다(Kurita, 1987). 또한 *L. sprengeri*의 핵형은 $2n=22A$ 로 밝혀졌다. 따라서 *L. sprengeri*가 교배 모본일 것으로 추측된다.

A)



B)

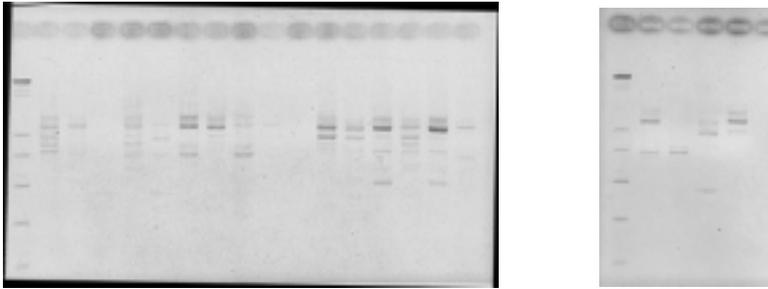
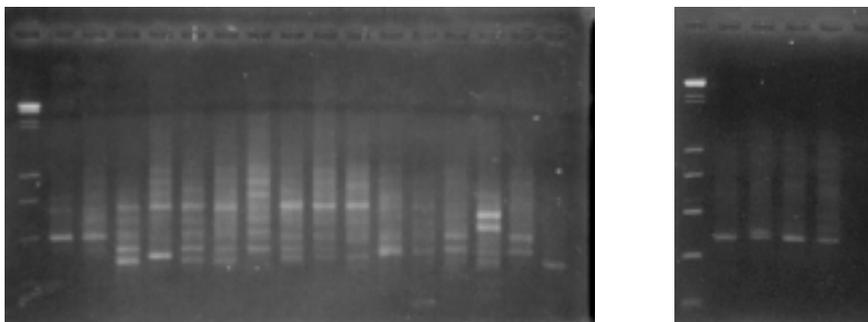


Fig. 3. A) analysis of RAPD products by primer 11, B) inverted polaroid photograph. Lane 1. λ /Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* H, 9. *L. spp.* A, 10. *L. aurea*(Japan), 11. *L. aurea*(China), 12. *L. houdyshelli*, 13. *L. spp.* F, 14. *L. radiata* a, 15 *L. radiata* b, 16. *L. radiata* c, 17. *L. sprengeri*, 18. *L. albipink*, 19. *L. satuma* "HIRYU", 20. *L. radiata* var. *pumila* \times *L. sprengeri*.

A)



B)

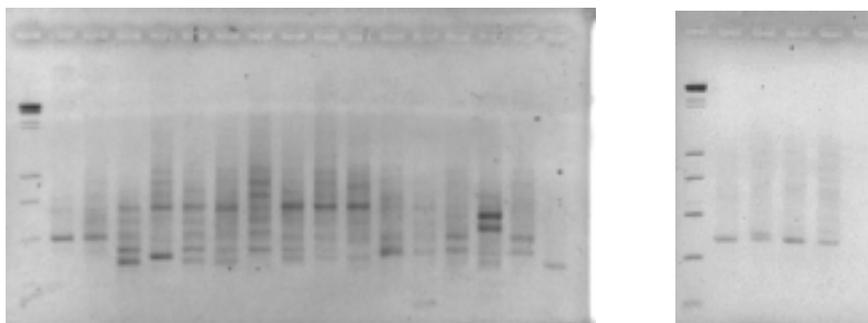
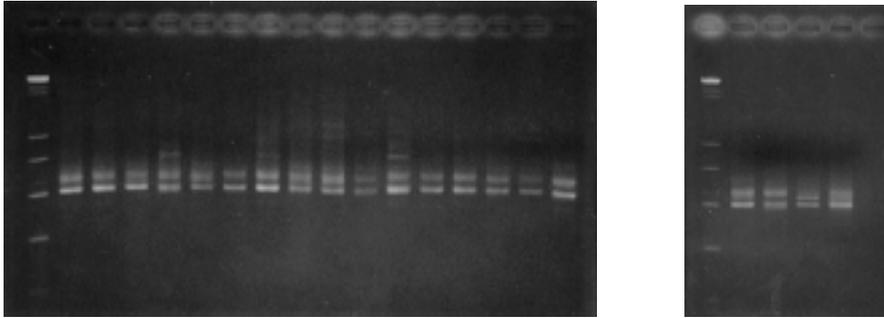


Fig. 4. A) analysis of RAPD products by primer 18, B) inverted polaroid photograph. Lane 1. λ /Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* E, 9. *L. koreana*, 10. *L. aurea*(Japan), 11. *L. aurea*(China), 12. *L. houdyshelli*, 13. *L. spp.* F, 14. *L. radiata* a, 15 *L. radiata* b, 16. *L. radiata* c, 17. *L. sprengeri*, 18. *L. albipink*, 19. *L. satuma* "HIRYU", 20. *L. radiata* var. *pumila* \times *L. sprengeri*.

A)



B)

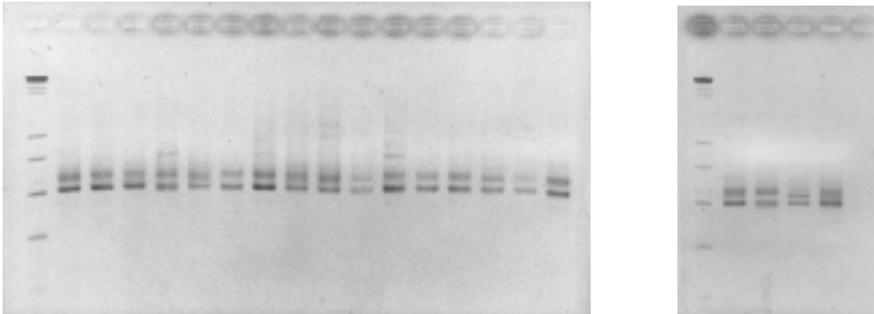
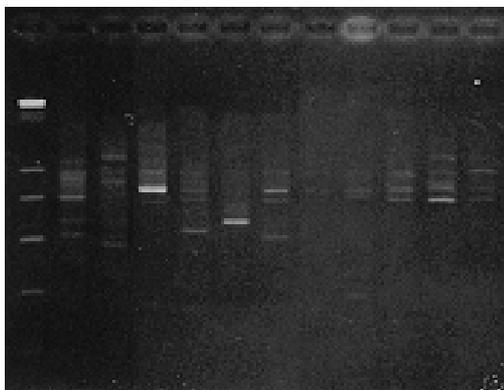


Fig. 5. A) analysis of RAPD products by primer 22, B) inverted polaroid photograph. Lane 1. λ /Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* E, 9. *L. koreana*, 10. *L. aurea*(Japan), 11. *L. aurea*(China), 12. *L. houdyshelli*, 13. *L. spp.* F, 14. *L. radiata* a, 15 *L. radiata* b, 16. *L. radiata* c, 17. *L. sprengeri*, 18. *L. albipink*, 19. *L. satuma* "HIRYU", 20. *L. radiata* var. *pumila* \times *L. sprengeri*.

A)



B)

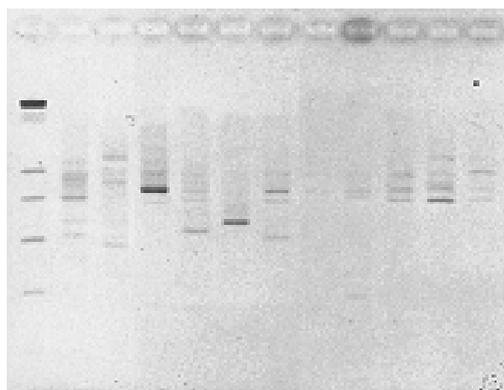


Fig. 6. A) analysis of RAPD products by primer 37, B) inverted polaroid photograph. Lane 1. λ /Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* E, 9. *L. koreana*, 10. *L. aurea*(Japan), 11. *L. aurea*(China).

M

M

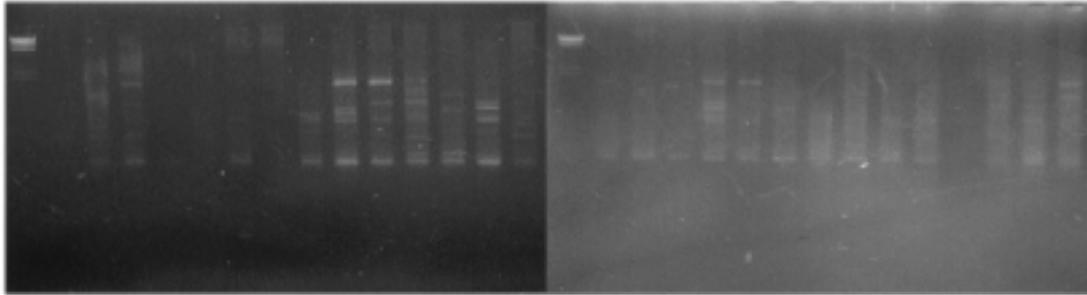


Fig. 7. A) analysis of RAPD products by primer 45. Lane 1. λ Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* E, 9. *L. koreana*, 10. *L. aurea*(Japan), 11. *L. aurea*(China), 12. *L. houdyshelli*, 13. *L. spp.* F, 14. *L. radiata* a, 15. *L. radiata* b, 16. *L. radiata* c, 17. *L. sprengeri*, 18. *L. albipink*, 19. *L. satuma* "HIRYU", 20. *L. radiata* var. *pumila* \times *L. srengeri*, 21. *L. radiata* var. *pumilar* \times *L. sanguinea*, 22. *L. srengeri* \times *L. radiata*, 23. *L. srengeri* \times *L. traubii*, 24. *L. sprengeri* \times *L. sanguinea*, 25. *L. sprengeri* \times *L. straminea*, 26. *L. sprengeri* \times *L. jacksoniana*, 27. *L. jacksoniana* a, 28. *L. jacksoniana* b, 29. *L. jacksoniana* c.

A는 a라는 종의 band 수, B는 b라는 종의 band 수, AB는 a와 b 종의 공통 band 수로 놓아 이들의 상관 관계를 $2 \times AB / (A+B)$ 의 공식으로 계산하여 band의 상관 관계를 행렬표로 각각의 primer에 대하여 제작하였다. 각각의 행렬표에서 같은 위치에 있는 결과를 합산 한 후 primer의 수로 나누어 평균값을 얻어 평균 행렬표를 작성하였다(표 1). 이를 이용하여 SPSS 7.5 프로그램으로 집단 유연관계에 대한 dendrogram을 그려 분석하였다(그림 4).

Table 3. Similarity matrix of 20 *Lycoris* species using Nei and Li's coefficients: range of value from 0 to 1, with values closer to 1 indicating increasing similarity.

Species number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.00	0.7	0.38	0.56	0.28	0.52	0.47	0.44	0.35	0.34	0.48	0.38	0.61	0.66	0.6	0.45	0.53	0.44	0.43	0.49
2		1.00	0.37	0.54	0.38	0.59	0.44	0.48	0.37	0.32	0.37	0.36	0.67	0.71	0.62	0.52	0.54	0.44	0.42	0.48
3			1.00	0.27	0.38	0.38	0.29	0.55	0.28	0.22	0.26	0.27	0.44	0.40	0.33	0.34	0.34	0.34	0.33	0.37
4				1.00	0.43	0.51	0.50	0.55	0.47	0.41	0.53	0.46	0.53	0.55	0.52	0.32	0.43	0.46	0.44	0.38
5					1.00	0.35	0.40	0.54	0.43	0.40	0.31	0.31	0.51	0.50	0.34	0.50	0.37	0.36	0.46	0.51
6						1.00	0.46	0.49	0.41	0.28	0.36	0.44	0.58	0.57	0.43	0.43	0.53	0.45	0.37	0.40
7							1.00	0.46	0.42	0.31	0.62	0.54	0.51	0.41	0.42	0.34	0.36	0.29	0.44	0.47
8								1.00	0.67	0.54	0.47	0.36	0.55	0.63	0.46	0.52	0.40	0.32	0.44	0.42
9									1.00	0.54	0.43	0.33	0.44	0.55	0.51	0.45	0.29	0.29	0.32	0.43
10										1.00	0.33	0.22	0.32	0.39	0.36	0.26	0.22	0.21	0.31	0.24
11											1.00	0.53	0.45	0.46	0.59	0.17	0.26	0.22	0.35	0.39
12												1.00	0.47	0.35	0.53	0.23	0.37	0.33	0.25	0.32
13													1.00	0.75	0.68	0.56	0.63	0.51	0.45	0.58
14														1.00	0.59	0.63	0.60	0.51	0.42	0.61
15															1.00	0.32	0.42	0.41	0.33	0.40
16																1.00	0.68	0.59	0.40	0.61
17																	1.00	0.75	0.37	0.61
18																		1.00	0.31	0.54
19																			1.00	0.49
20																				1.00

1. *L. sanguinea* a, 2. *L. sanguinea* b, 3. *L. sanguinea* d, 4. *L. spp.* D, 5. *L. spp.* C, 6. *L. spp.* E, 7. *L. koreana*, 8. *L. aurea*(Japan), 9. *L. aurea*(China), 10. *L. houdyshelli*, 11. *L. spp.* F, 12. *L. radiata* a, 13. *L. radiata* b, 14. *L. radiata* c, 15. *L. sprengeri*, 16. *L. albipink*, 17. *L. satuma*"HIRYU", 18. *L. radiata* var. *pumila* × *L. sprengeri*, 19. *L. radiata* var. *pumilar* × *L. sanguinea*, 20. *L. sprengeri* × *L. radiata*, 21. *L. sprengeri* × *L. traubii*, 22. *L. sprengeri* × *L. sanguinea*, 23. *L. sprengeri* × *L. straminea*, 24. *L. sprengeri* × *L. jacksoniana*, 25. *L. jacksoniana* a, 26. *L. jacksoniana* b, 27. *L. jacksoniana* c.

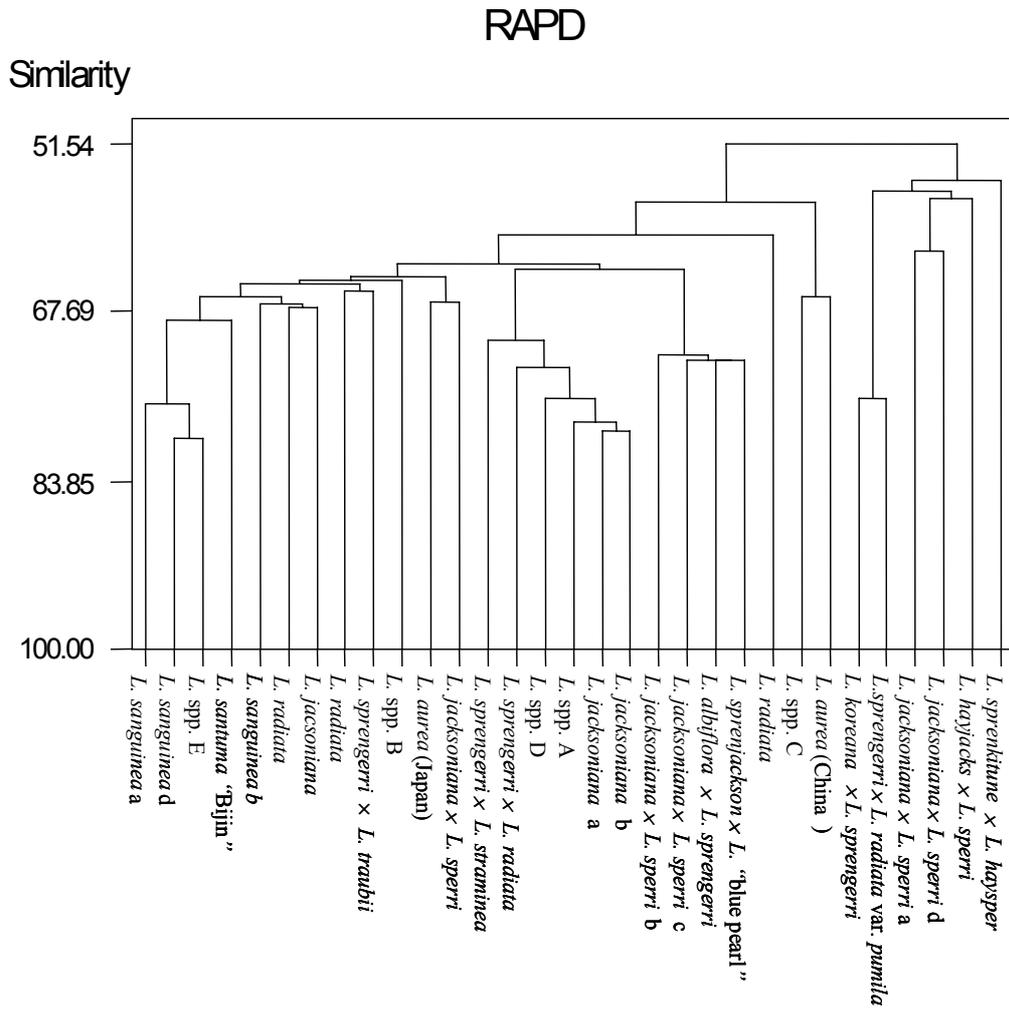
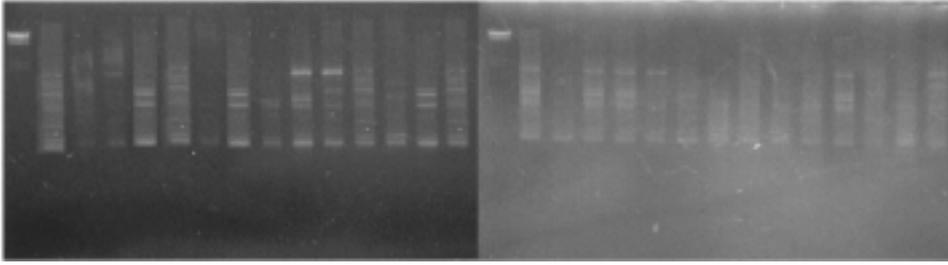


Fig. 8. Dendrogram constructed using the UPGMA based on Nei and Li's similarity coefficients illustrating the genetic relationships among *Lycoris* species.

3. RAPD 분석에 따른 marker 검색

본 연구에서 RAPD를 이용한 분석 결과에 따라 유전적 유연관계를 위에서 언급한 바와 같이 정립하고 이와 관련하여 상사화속 식물의 분류는 분자 marker를 분리하고자 하였다. 이는 RAPD 분석 결과 중 각 종의 특이성을 나타내는 DNA band를 elution하고 이를 탐침화하여 Southern blot 분석법으로 탐침의 유용성을 분석하고 TA-vector에 subcloning하여 분자 maker로 분리하고자 하였다. 연구팀은 선별된 primer를 이용하여 반복된 실험을 통해 재현성을 보이는 PCR 산물을 일반화하고 이 결과물에서 분자적 marker로 사용할 수 있는 band를 elution하여 subcloning 하였다. 그리고 이를 탐침으로 사용하여 Southern blot을 수행한 결과 특이성을 보이는 분자적 marker를 선별하였다. 선별된 band는 각 primer로 합성된 PCR 합성 산물을 반복적으로 실험하여 재현성이 나타나는 결과물 중 반복성이 나타나는 band를 선별하였다. 전체 PCR 산물 중 11개의 band를 선별하였으며, 이를 각각 southern blot을 수행한 결과 그림 9에서와 같이 특이성이 떨어지는 band가 대부분이었다. 이렇게 모든 종에서 존재하는 band를 염기 서열 결정법으로 분석하고 이를 NCBI의 유전자 bank에서 blast 검색을 수행한 결과 *Lycoris squamigera* trnL gene유전자의 일부분의 서열로 밝혀졌다(그림 10). 그리고 이 DNA는 chloroplast의 유전자로 대부분의 식물에서 높은 보존성으로 보이는 것으로 알려졌다.

A)



B)



Fig. 9. A) analysis of RAPD products by primer 45, B) result of Southern blot. Lane 1. λ Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* E, 9. *L. koreana* , 10. *L. aurea*(Japan), 11. *L. aurea*(China), 12. *L. houdyshelli*, 13. *L. spp.* F, 14. *L. radiata* a, 15 *L. radiata* b, 16. *L. radiata* c, 17. *L. sprengeri*, 18. *L. albipink*, 19. *L. satuma* "HIRYU", 20. *L. radiata* var. *pumila* \times *L. sprengeri*, 21. *L. radiata* var. *pumilar* \times *L. sanguinea*, 22. *L. sprengeri* \times *L. radiata*, 23. *L. sprengeri* \times *L. traubii*, 24. *L. sprengeri* \times *L. sanguinea*, 25. *L. sprengeri* \times *L. straminea*, 26. *L. sprengeri* \times *L. jacksoniana*, 27. *L. jacksoniana* a, 28. *L. jacksoniana* b, 29. *L. jacksoniana* c.

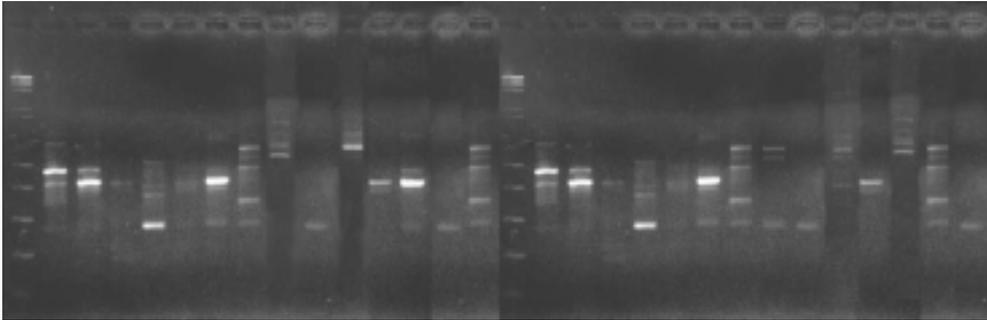
Sequences producing significant alignments:				Score (bits)	E Value
gi 2274168 gb AF104780.1 AF104780	Lycoris squamigera trnL g...	1096	0.0		
gi 2274158 gb AF104770.1 AF104770	Chlidanthus fragrans trnL...	835	0.0		
gi 2274159 gb AF104771.1 AF104771	Griffinia hyacinthina trn...	833	0.0		
gi 2274180 gb AF104792.1 AF104792	Traubia modesta trnL gene...	823	0.0		
gi 2274165 gb AF104777.1 AF104777	Paramongala weberbaueri t...	809	0.0		
gi 2274166 gb AF104778.1 AF104778	Pancreatium canariense trn...	801	0.0		
gi 2274199 gb AF104811.1 AF104811	Stenomesson variegatum tr...	799	0.0		
gi 2274196 gb AF104808.1 AF104808	Sprekella fornosissima tr...	797	0.0		
gi 2274162 gb AF104774.1 AF104774	Worsleya rayneri trnL gen...	787	0.0		
gi 22652257 gb AF411078.1 Hymenocallis eucharidifolia tRNA...		785	0.0		
gi 2274170 gb AF104782.1 AF104782	Rhodophiala moelleri trnL...	783	0.0		
gi 2274182 gb AF104794.1 AF104794	Eustephia darwinii trnL g...	781	0.0		
gi 2274195 gb AF104807.1 AF104807	Hieronymiella marginata t...	777	0.0		
gi 2274175 gb AF104787.1 AF104787	Ismene narcissiflora trnL...	773	0.0		
gi 2274203 gb AF104815.1 AF104815	Zephyranthes filifolia tr...	767	0.0		
gi 2274163 gb AF104775.1 AF104775	Hippeastrum papilio trnL ...	767	0.0		
gi 2274179 gb AF104791.1 AF104791	Narcissus elegans trnL ge...	765	0.0		
gi 2274188 gb AF104800.1 AF104800	Stenomesson pearcei trnL ...	763	0.0		
gi 2274185 gb AF104797.1 AF104797	Ungernia flava trnL gene...	763	0.0		
gi 2274202 gb AF104814.1 AF104814	Pamianthe peruviana trnL ...	761	0.0		
gi 2274198 gb AF104810.1 AF104810	Calliphuria korsakoffii t...	761	0.0		
gi 2274167 gb AF104779.1 AF104779	Leptochiton quitensis tr...	761	0.0		
gi 2274160 gb AF104772.1 AF104772	Habranthus martinezii trn...	741	0.0		
gi 2274190 gb AF104802.1 AF104802	Ismene Vargasii trnL gene...	733	0.0		
gi 2274161 gb AF104773.1 AF104773	Leucorum autumnale trnL g...	733	0.0		
gi 2274194 gb AF104806.1 AF104806	Lapiedra martinezii trnL ...	731	0.0		
gi 2274189 gb AF104801.1 AF104801	Boophone disticha trnL ge...	720	0.0		
gi 2274172 gb AF104784.1 AF104784	Crinum yemenense trnL gen...	708	0.0		
gi 2274197 gb AF104809.1 AF104809	Phaedranassa dubia trnL g...	702	0.0		
gi 2274157 gb AF104769.1 AF104769	Nerine bowdenii trnL gene...	700	0.0		
gi 2274183 gb AF104795.1 AF104795	Awaryllis belladonna trnL...	698	0.0		
gi 2274187 gb AF104799.1 AF104799	Galanthus plicatus trnL g...	682	0.0		
gi 2274201 gb AF104813.1 AF104813	Brunsvigia coptonii trnL...	676	0.0		
gi 2274181 gb AF104793.1 AF104793	Sternbergia lutea trnL ge...	672	0.0		
gi 2274186 gb AF104798.1 AF104798	Eucharis castelnaeana trn...	670	0.0		

Fig. 10. blast search result of Isolated molecular marker nucleotide sequences in the RAPD products using primer 45.

1	CACCAGCTAG	TCAAAGCAGC	CGACTTTCCC	CCGCGCGGGG	AAAAAATCAC
51	ATAGATTTCC	CTCAGATTCC	TTGAATCGCT	TGGTCTTGG	ATGAGTGTCT
101	GGTTCATGTT	TCTTGGATGG	TAGCAAATTT	GCAGAGTAAT	CGCCAAGCTC
151	TTTGAACTAC	TAGCATCCGA	ATACGATCGA	ACTGCATTGA	TGTCGATCGT
201	TGTTGCATCG	TTTGTGCGGG	GAGTAGCCGG	CAAATTTGGA	GAAGGTGGAG
251	GTGTGCGGGG	AGTAGCGATC	GAAGAGTAGA	ATAGCCAACC	GCCACACCC
301	GCCAG				

Fig. 11. Isolated molecular marker nucleotide sequences in the RAPD products using primer 45.

A)



B)

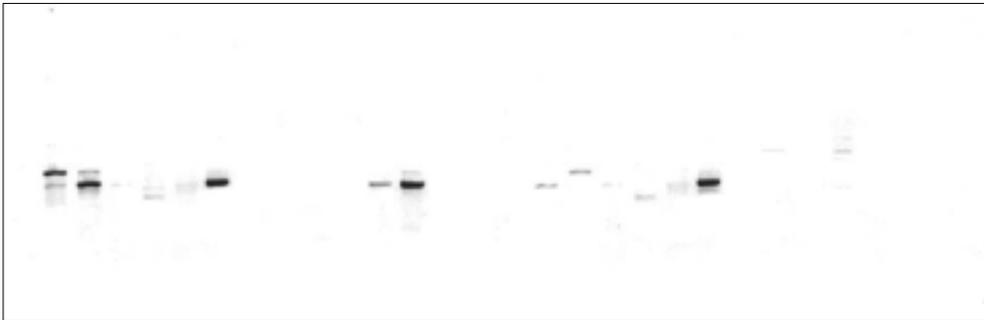


Fig. 12. A) analysis of RAPD products by primer 37, B) result of Southern blot. Lane 1. λ /Hind III marker, 2. *L. sanguinea* a, 3. *L. sanguinea* b, 4 *L. sanguinea* d, 5. *L. spp.* D, 7. *L. spp.* C, 8. *L. spp.* E, 9. *L. koreana*, 10. *L. aurea* (Japan), 11. *L. aurea*(China), 12. *L. houdyshelli*, 13. *L. spp.* F, 14. *L. radiata* a, 15 *L. radiata* b, 16. *L.radiata* c, 17. *L. sprengeri*, 18. *L. albipink*, 19. *L. satuma*"HIRYU", 20. *L. radiata* var. *pumila* \times *L. sprengeri*, 21. *L. radiata* var. *pumilar* \times *L. sanguinea*, 22. *L. sprengeri* \times *L. radiata*, 23. *L. sprengeri* \times *L. traubii*, 24. *L. sprengeri* \times *L. sanguinea*, 25. *L. sprengeri* \times *L. straminea*, 26. *L. srengeri* \times *jacksoniana*, 27. *L. jacksoniana* a, 28. *L. jacksoniana* b, 29. *L. jacksoniana* c.

Sequences producing significant alignments:			Score	E
			(bits)	Value
gi 23306291 ref NT_036326.1 	Oryza sativa (japonica cultivar...		<u>224</u>	5e-56
gi 18677097 dbj AP003216.3 	Oryza sativa (japonica cultivar...		<u>224</u>	5e-56
gi 20804776 dbj AP003303.4 	Oryza sativa (japonica cultivar...		<u>224</u>	5e-56
gi 18396542 ref NW_102553.1 	Arabidopsis thaliana chromosom...		<u>42</u>	0.41
gi 12320878 gb AC079280.4 AC079280	Arabidopsis thaliana chr...		<u>42</u>	0.41
gi 15620606 emb AL356220.12 	Human DNA sequence from clone ...		<u>42</u>	0.41
gi 17426896 emb AJ421618.1 ATH421618	Arabidopsis thaliana m...		<u>42</u>	0.41
gi 3233583 gb AF076274.1 T27020	Arabidopsis thaliana BAC T2...		<u>40</u>	1.6
gi 7267152 emb AL161499.2 ATCHR1V11	Arabidopsis thaliana DN...		<u>40</u>	1.6
gi 23306297 ref NT_036332.1 	Oryza sativa (japonica cultivar...		<u>38</u>	6.4
gi 22380733 gb AC018661.5 	Leishmania major chromosome 35 c...		<u>38</u>	6.4
gi 15638826 gb AC092637.2 	Homo sapiens BAC clone RP11-358M...		<u>38</u>	6.4
gi 11037778 gb AF314545.1 AF314545	Plasmodium berghei putat...		<u>38</u>	6.4
gi 9795660 gb AC011287.4 AC011287	Homo sapiens BAC clone RP...		<u>38</u>	6.4
gi 2337852 gb AC002465.1 AC002465	Human BAC clone CTA-343P1...		<u>38</u>	6.4
gi 3283978 gb AF072753.1 AF072753	Rattus norvegicus inhibit...		<u>38</u>	6.4
gi 13672907 dbj AP003023.2 	Oryza sativa (japonica cultivar...		<u>38</u>	6.4
gi 19571079 dbj AP003381.3 	Oryza sativa (japonica cultivar...		<u>38</u>	6.4

Fig. 13. blast search result of Isolated molecular marker nucleotide sequences in the RAPD products using primer 37.

그러나 primer 37에서 분리한 band에서 특이성을 보이는 분자적 marker를 선별 할 수 있었다. *L. sanguinea*에서 분리한 band를 분리하여 이를 탐침화하여 southern blot을 한 결과 *L. sanguinea*가 있는 종에서 southern blot 결과에서 band가 보였다(그림 12). 이 DNA 서열을 일부분 분석한 결과 그림 11과 같았다. 이 염기서열을 blast 검색을 한 결과 그림 13에서 보이는 것과 같이 *Oryza sativa* 와 *Arabidopsis*의 유전자가 아닌 부분과 상동성이 있었다. 아직 *Lycoris*에 대한 유전자 정보가 적어 정확한 부분에 대한 정보를 파악할 수 는 없지만 상동성이 있는 부분을 유추한 결과 유전자와 유전자 사이의 spacer부분으로 유추된다. 또한 이렇게 분석된 분자적 marker는 *L. sanguinea*를 분리 하는 사용 할 수 있을 것으로 사료된다.

제 4 절 결 론

가. 상사화속 식물의 분자생물학적 분류 체계화

본 연구에서는 핵형분석과 RAPD를 이용한 분류학적 체계를 확립하고자 하였다. 우선 각 기육 식물에 대한 핵형분석으로 분류를 정립하였으며, 이를 기반으로 RAPD 기법으로 상동성이 있는 종을 그룹화 하였다. 여기서 분류된 그룹은 크게 세그룹으로 분류 되었다. 또한 이를 기반으로 교배종과의 유연관계를 확립하는데 적극 활용하였다. 보다 쉽고 빠른 지표를 마련하고자 분자적 지표를 검색하여 11개의 가능성 있는 분자적 지표 중 1개의 지표를 개발하는데 성공하였다. 앞으로 이 결과물을 이용하여 상사화속 식물의 분류 지표를 더욱 정립할 수 있을 것으로 사료된다. 상사화속 식물은 자연 교배가 쉽게 이루어지므로 기존에 발표된 논문의 핵형 분석을 중심으로 세포학적 분석을 시도하여 기존의 밝혀진 종과 연구에 활용코자하는 종의 차이점을 구별하고자 하였다. 발표된 보고는 1930년대에 Inaryama의 염색체 수와 동원체의 모양과 길이에 따른 분석 (Inariyama, 1931; 1932; 1933; 1937; 1944; 1951; 1952; 1953)이 있었으며, 1980년대와 현재까지 일본의 Kurita의 분염 구조와 염색체 수에 따른 분류 연구보고 (Kurita, 1980; 1985; 1987a; 1987b; 1987c; 1988a; 1988b; 1989)가 있었다. 본 실험에서도 대부분 비슷한 연구 결과가 얻어졌으나 *L. albiflora*의 경우 Kurita의 연구 결과는 $2n=17$, 18로 두 경우가 있었으나 본 실험의 결과는 $2n=17$ 로 분석되었다(표 1, 그림 1). *L. squamigera*의 경우 Kurita의 연구에서는 $2n=12$ 도 관찰되었으나 본 실험에서는 관찰되지 않았으며 *L. aurea*의 경우는 Inaryama의 연구에서는 $2n=12, 13, 14$ 가 관찰되었으며 Kurita의 연구에서는 $2n=12, 13, 14, 15, 16$ 이 관찰되었다. 본 실험에서는 $2n=12, 13, 14, 16$ 이 관찰되어 약간의 다형성을 확인하였다(표 1, 그림. 1). RAPD의 연구결과에서는 제 1군은 *L. aurea*, *L. albiflora*, *L. traubii*이고 제 2군은 *L. koreana*, *L. sanguinea* var. *kiusiana*이며 제 3군은 *L. oosumi*, *L. radiata* var. *pumila*, *L. squamigera*, *L. incanata*, *L. radiata*, *L. sanguinea*, *L. sprengeri*로 나뉘었다. 제 1군인 *L. aurea*, *L. traubii*의 경우는 다양한 핵형을 가지고 있는데 본 실험에서는 $2n=12, 13$ 인 개체를 사용하였다. *L. albiflora*는 $2n=17$ 인 것을 사용하였다. 이들은 세포학적으로 비슷한 핵형을 가지고 있으며 *L. albiflora*는 같은 분류군인 *L. traubii*와 제 3군으로 속해 있는 *L. radiata* var. *pumila*사이의 교배종으로 알려져 있다(Hsu 등, 1984; 1994). 본 실험 결과 *L. albiflora*와 *L. traubii*가 다른 종과의 유연관계 속에서 같은 분류군으로 분류되었으므로 다시 한번 *L. albiflora*가 *L. traubii*의 교배종임을 확인 할 수 있었다. 또한 *L. radiata* var. *pumila*의 유연관계는 16.23으로 *L. traubii*보다 13.5정도 유연

관계가 떨어진 것을 알 수 있다. 이러한 근거로부터 유전적으로 *L. radiata* var. *pumila*보다 *L. traubii*가 더욱 가까운 것을 확인하였다. 제2군의 *L. koreana*, *L. sanguinea* var. *kiusiana*와 제 3군의 *L. sanguinea*는 형태적인 관점이나 핵형 분석에서도 매우 가까운 종으로 알려져 있다(Kurita 등, 1992). 본 실험 결과 제 2군의 *L. koreana*와 *L. sanguinea* var. *kiusiana*는 유사도가 50이상으로 유전적으로 매우 가까우나, 제 3군의 *L. sanguinea*는 이들과는 차이가 있는 것으로 보인다. 그러나 제 2군과 다른 종들과의 관계에서는 유사도가 25로 가장 가까운 것으로 확인되었다. 이는 *L. sanguinea* var. *kiusiana*가 *L. sanguinea*에서 유래된 다른 종이기 때문인 것으로 보인다. 따라서 형태적으로나 핵형 분석적으로 가까운 이 종의 구별을 RAPD의 방법으로 구별할 수 있는 계기가 되었다. 제 3군인 *L. squamigera*의 경우 같은 제3군인 *L. sprengeri*와 *L. longituba*의 교배종으로 알려져 있다. *L. radiata* var. *pumila*와 *L. sprengeri*는 중국에 넓게 분포하고 있는 종으로 다형성이 나타나는 종으로 알려졌다. 또한 *L. radiata* var. *pumila*는 같은 *L. radiata*의 변이종으로 제 3군에서 같은 군으로 나타났다. 제 3군의 *L. incanata*의 경우 교배종임은 밝혀졌으나, 어느 종의 교배종인지는 아직 연구 중에 있다. 본 실험의 결과로 *L. incanata*와 *L. sprengeri*의 유사도가 본 실험에서 가장 가까운 것으로 나타났다. 따라서 *L. sprengeri*와 유사도가 60이상으로 보이며 이것이 *L. incanata*의 교배 모본으로 추측된다. 분자적 지표를 검색하는 연구에서는 primer 37에서 분리한 band에서 특이성을 보이는 분자적 marker를 선별 할 수 있었다. *L. sanguinea*에서 분리한 band를 분리하여 이를 탐침화하여 southern blot을 한 결과 *L. sanguinea*가 있는 종에서 southern blot 결과에서 band가 보였다(그림 12). 이 DNA 서열을 일부분 분석한 결과 그림 11과 같았다. 이 염기서열을 blast 검색을 한 결과 그림 13에서 보이는 것과 같이 *Oryza sativa* 와 *Arabidopsis*의 유전자가 아닌 부분과 상동성이 있었다. 아직 *Lycoris*에 대한 유전자 정보가 적어 정확한 부분에 대한 정보를 파악할 수 는 없지만 상동성이 있는 부분을 유추한 결과 유전자와 유전자 사이의 spacer부분으로 유추된다. 또한 이렇게 분석된 분자적 marker는 *L. sanguinea*를 분리하는 사용 할 수 있을 것으로 사료된다.

제 5 절 참고문헌

1. Backeljau, T., De Bruyn, L., De Wolf, H., Jordaens, K., Van dongen, S. and Winnepenninckx, B. 1996. Multiple UPGMA and neighbor-joining trees and the performance of some computer packages. *Mol. Biol. Evol.* 13:309-313.
2. Hsu Ping-Sheng, Siro Kurita, Yu Zhi-Zhou and Lin Jin-Zhen. 1994. Synopsis of the Genus *Lycoris*. *Sida* 16(2):301-331.
3. Hsu, P.S. and S.F. Huang. 1984. Karyotype analysis in *Lycoris rosea*. Traub & Moldenke. *Acta Phytotax. Sin.* 22:46-48.
4. Inariyama, S. 1931. Cytological studies in the genus *Lycoris* (Prel. Notes). *Bot. Mag. Tokyo* 45:11-26.
5. Inariyama, S. 1932. Cytological studies in the genus *Lycoris* I. Conjugation of chromosomes in meiosis of *L. albiflora* Koidz. *Bot. Mag. Tokyo* 46:426-434.
6. Inariyama, S. 1933. Natsuzusen ni okeru senshekutai-gun no Anarisisu. *Rep. Jap. Sci. Congr.* 8:39-41.
7. Inariyama, S. 1937. Karyotype studies in Amaryllidaceae I. *Sci. Rep. T. B. D. Sect. B.* 3:95-113.
8. Inariyama, S. 1944. Origin of *Lycoris radiata* and *L. albiflora*. *Jap. J. Genet.* 20:87-88.
9. Inariyama, S. 1948. Origin of Japanese *Lycoris*. *Jap. J. Genet.* 23:15-16.
10. Inariyama, S. 1951. Cytological studies in the genus *Lycoris* (I). *Sci. Rep. T. B. D. Sect. B.* 6:74-100.
11. Inariyama, S. 1952. Higanbana Zoku no keito. *Iden.* 6(10):12-15.
12. Inariyama, S. 1953. Cytological studies in *Lycoris*. *Rep. Kihara Inst. Biolo. Res.* 6:5-10.
13. Kurita, S. 1980. *Lycoris aurea* versus *L. traubii*. *J. Jap. Bot.* 55:287-288.
14. Kurita, S. 1985. Geoclonal change in the pollen ornamentation of *Lycoris sanguinea* Max. var. *sanguinea*. *J. Jap. Bot.* 60:275-279.

15. Kurita, S. 1987a. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae II. Karyotype analysis of ten taxa among which seven are native to China. *Cytologia* 52:19-40.
16. Kurita, S. 1987b. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae III. Intraspecific variation in the karyotype of *L. traubii* Hayward. *Cytologia* 52:117-128.
17. Kurita, S. 1987c. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae IV. Intraspecific variation in the karyotype of *L. radiata* Herb. and the origin of this triploid species. *Cytologia* 52:137-149.
18. Kurita, S. 1988a. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae VI. Intraspecific variation in the karyotype of *L. sanguinea* Maxim. var. *kiusiana* and *L. sanguinea* Maxim. var. *koreana*(Nakai) Koyama. *Cytologia* 53:307-321.
19. Kurita, S. 1988b. Ditto VII. Modes of karyotype alteration with in species and probable trend of karyotype evolution in the genus. *Cytologia*. 53:323-335.
20. Kurita, S. 1989. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*(Amaryllidaceae) V. Chromosomal variation in *L. sanguinea* Maxim. *Pl. Spec. Biol.* 4:47-60.
21. Kurita, S., Hsu, P.S., Yu, Z. Z., Lin, J.Z., 1992. Karyotypes of some *Lycoris* species native to China and Korea. *Proc. Sec. Sino-Jpn. symposium Pl. Chromos. Plant Chromosome Res.* 51-58.
22. Lamboy, W. F. 1994. Computing genetic similarity coefficients from RAPD data: the effects of PCR artifacts. *PCR Methods Appl.* Aug;4(1):31-7.
23. Lin, J.Z., Yu., Z.Z. and XU, B.S. (P.S. Hsu). 1990. Hybridization and breeding of *Lycoris*. In: He, S.A. et al (ed), *Proc. Int. Symp. Bot. Gard.* 557-568.
24. Lin, Yu and B.S. XU (P.S. Hsu). 1990. Mechanism of sterility of diploid hybrid in genus *Lycoris*. *Acta Agric. Shanghai* 6:27-30.

제 4 장 우량 종묘 대량생산 기술 개발

제 1 절 서 론

상사화속 식물은 대부분 3배체나 이수체 식물이기 때문에 종자를 맺지 못하는 경우가 많아 실생으로 번식되는 경우는 매우 드물고 주로 자연분구에 의해 증식을 한다. 그러나 자연분구가 되기까지는 최소한 3년이 소요되기 때문에 일시에 대량증식을 위해서는 또 다른 번식법이 요구된다.

상사화속 식물의 인공번식에 대한 연구는 박 등(1997)의 연구가 주류를 이루고 있다. 박 등(1997)은 상사화속 식물의 경제적인 인공번식법을 구명하기 위해 백양꽃(*Lycoris koreana*)을 이용하여 몇 가지의 인공번식을 실시한 결과 twin-scaling > half-chipping > chipping > notching 순으로 많은 자구를 얻을 수 있었고 scooping과 coring은 평균 1개의 자구를 얻어 상사화속 식물에는 전혀 효과적인 번식법이 아님을 확인하였다.

또한 twin-scaling은 1구당 평균 42개 정도의 많은 자구를 얻을 수 있으나, 인편을 조제하는데 많은 시간이 소요되고 기계화가 불가능하며 자구도 작아 개화구가 되기까지는 상당한 기간이 요구됨을 확인하였다.

Half-chipping은 chipping보다 많은 자구를 얻을 수 있었지만 번식작업이 번거롭고, notching은 비교적 큰 자구를 얻을 수 있었지만 이것 또한 번식 작업이 번거롭고 기계화를 할 수 없는 단점이 있었다.

Chipping의 경우는 1구당 평균 18개 정도의 비교적 많은 자구를 얻을 수 있음과 동시에 큰 자구를 얻을 수 있었고, 번식조작이 다른 번식법에 비해 간편하며, 박 등(1997)이 개발한 인공번식 기계를 이용할 경우 일시에 많은 구근을 chipping할 수 있기 때문에 상사화속 식물의 인공번식법 중에서 가장 경제적인 방법이라고 보고한 바 있다.

따라서 chipping으로 번식시킬 때의 번식시기, 번식용토, 번식용토량, 번식온도와 광조건, 인편의 건조정도 등에 관한 다각적인 실험을 하였다. 먼저 비닐봉지와 번식 상자를 이용하여 실험하였는데, 이 방법은 성과는 아주 좋았지만, 농가에서 실제 이용할 경우 대량증식을 하는데는 한계가 있기 때문에 본 연구에서는 지금까지의 연구결과를 토대로 농가에서 상사화속 식물의 대량증식을 위한 경제적인 번식법을 찾고자 시설 내의 토양조건을 이용하여 무가온으로 겨울에도 인공번식이 가능한지 그리고 여름 고온기에도 인공번식율을 높일 수 있는 방법이 있는지를 실험하였다. 또한 비닐봉지나 번식상자를 이용하여 인공번식한 경우에는 자구형성 후 다시 포장에 이식하여 재배해야 되는 번

거로움이 있다. 따라서 이러한 작업을 줄이기 위하여 포장에 바로 삽식하여 증식할 경우 삽식용토, 삽식깊이 및 삽식후 피복재료 등에 따라 자구 형성에는 어떠한 영향이 있는지도 실험하였다.

또한 chipping으로 번식시킬 때 양액재배 시설을 이용할 경우의 최적 배지를 찾는 실험도 하였다.

상사화속 식물에 대한 조직배양에서는 석산의 성장점 배양에 의한 바이러스 무병주 생산과 부위별 조직배양을 시도하였다.

바이러스는 대개의 경우 종자를 통하여 다음 세대에 전달되지 않기 때문에 종자번식 식물들은 크게 문제가 되지 않지만 영양번식을 하는 식물에서는 한번 바이러스에 감염되면 세대를 계속하여 전달되므로 감염 식물체의 생육을 억제하고 생산물의 품질을 저하시키는 병리적 퇴화를 가져오게 된다. 대부분의 경우 바이러스에 감염된 식물체는 외관상 별다른 증상이 없기 때문에 정상적인 것처럼 보이지만, 감염 식물체로부터 바이러스를 제거하면 수량과 품질이 크게 증가하는 경우가 많다. 성장점 배양은 바이러스를 제거하여 수량과 품질을 향상시킬 목적으로 주로 이용된다. 바이러스에 감염된 식물체일지라도 성장점에는 바이러스가 없거나 밀도가 아주 낮아 기내에서 계대배양 및 열처리 등을 통하여 쉽게 제거할 수 있다 (정 등, 1996; 김 등, 1996). 성장점이나 종자를 제외하고는 식물체 내부가 바이러스, mycoplasma, 세균 및 균에 의해서 감염이 되었을 때 이를 제거하기가 매우 어렵다.

특히 구근류의 경우 구근의 내부 감염이 심하게 나타나는데, 이러한 경우에 성장점 배양은 무병주의 획득에 효과적인 방법으로서 널리 이용되고 있다. 성장점 배양은 배양목적에 따라 부정아 형성에 의한 대량번식과 바이러스 무병주 획득을 위하여 실시한다.

최근 조직배양기술을 이용하여 구근식물의 배양조직으로부터 직접 자구 및 식물체를 유기증식시키는 방법과 캘러스 증식을 통하여 자구 및 식물체를 획득하는 방법이 히야신스(정 등, 1983; 이, 1994; 이 등 1996; Hosokawa, 1999), 아마릴리스(한 등, 1991), 백합(이 등, 1995a; 1995b), 글라디올러스(김 등, 1988), 튜립(Van Crei je tal., 1999a; 1999b) 등에서 많이 연구되어 왔다. 상사화속 식물의 경우 김과 박(1991a; 1991b)이 미숙배 화기조직과 인편의 부위별 캘러스 유기와 기관분화 및 생장에 미치는 생장조절제의 영향을 보고하였고, 박(1992)은 백양꽃(*Lycoris koreana* Nakai)의 미숙배 배양에 의한 식물체 획득을 보고 한 바 있으며, 이(1994)는 그 외에도 몇 가지 상사화속 식물의 배양을 통한 식물체 획득을 보고하였다. 상사화속 식물들 중 석산(*Lycoris radiata* Herb.)의 기내배양에 관한 연구는 많지 않은데, 안 등(1994)이 석산의 단축경에서의 캘러스 형성에 미치는 생장조절제의 영향에 대하여 연구한 바 있으나 석산의 기내번식에 관한 체계

적인 연구결과는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서 석산의 무병주 육성을 위하여 생장점 배양에 사용 할 배지선발 및 획득 식물체의 바이러스 검정을 실시하였고, 또한 부위별 조직배양에 의한 캘러스 및 기내자구 형성을 통하여 석산의 기내 대량 번식방법을 확립하고자 일련의 실험을 수행 하였다.

상사화속 식물의 재배에 관한 연구에서 박 등(1994; 1995; 1997)은 6월 5일 전후가 재 식 적기이며 이 시기보다 정식시기가 늦어질수록 화경장이 짧아 절화로서의 가치가 상 실되고 구근 비대가 좋지 않았다고 보고하였으며 재식거리는 5 × 5cm가 지상부의 생육 과 구근의 비대에 지장이 없어 단위면적당 구근생산과 절화본수를 늘리기 위한 최적 거 리임을 밝힌 바 있다.

또한 토양의 종류에 따른 구근비대는 부엽토>밭흙>논흙 순으로 좋았고 재식 깊이는 얇을수록 구근 비대가 좋아 구근의 단경이 문힐 정도로 천식하는 것이 바람직하며, 재식 방향의 경우 직립 하거나 약간 경사지게 재식 하여도 구근비대에는 지장이 없었다고 보 고하고 있다.

또한 구근비대를 위한 유기물의 종류에 관한 실험에서 퇴비와 한약찌꺼기 부숙물을 이용 할 경우 시용량이 증가할수록 구근비대가 좋아져 3,000kg/10a 까지는 적당한 시용 량이며, 차광처리의 경우 상사화와 백양꽃 모두 55% 차광구에서 구근비대가 좋았고 절 화로서의 상품 가치도 좋은 것으로 나타났다고 보고하였다.

그러나 구근 재배시 비료 실험에 관한 연구가 아직 미미하기 때문에 본 연구에서는 토경재배를 위한 N, P, K 기준설정 실험과 양액재배를 실시하여 구근비대 및 생육에 미 치는 영향을 조사하였으며, 자생종을 종류별로 대량 증식하여 모본을 확보하는 일을 추 진하였다.

요컨대 상사화속 식물을 빨리 산업화하기 위해서는 대량증식 및 재배법 확립이 시급 하기 때문에 인공번식, 조직배양, 우량 구근생산 등에 관한 연구를 계획하게 되었다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 인공번식

인공번식은 동계와 하계로 나뉘어 석산(구중 : 20g, 구직경 : 3.4cm)을 이용하여 chipping (1/6)으로 번식 조작을 한 후 동계는 1998년 1월 6일에, 하계는 '98년 7월 30일에 실시하였다.

동계에도 무가온 하우스에서 인공번식이 가능한지의 여부를 알기 위해 익산(원광대학교)과 구례(대한종묘원) 두 지역을 선택하여 실험하였고, 이때 노지와 무가온 비닐하우스를 구분하여 대조구(무피복), 1중턴넬, 1중턴넬 + 보온덮개, 2중턴넬, 2중턴넬 + 보온덮개로 처리하였다. 삽식후에는 왕겨를 5cm 두께로 피복하였다.

하계 인공번식시 구근의 부패율을 줄이기 위해 chipping으로 구근을 조작 한 후 벤레이트-티 약량을 기준량(4g/kg)과 배량(8g/kg)으로 처리하여 노지, 비닐하우스, 삽목상자, 비닐봉지에 삽식하였다.

동계와 하계의 인공번식에 관한 실험에서는 삽식 3개월 후의 인편 부패율과 자구 형성율을 조사하였다.

삽식용토에 관한 실험에서는 발흙을 대조구로 하여 발흙 + perlite, 발흙 + peatmoss, 모래, 모래 + perlite, 모래 + peatmoss, perlite, perlite + peatmoss에 1/8로 절편된 구근 인편을 삽식하였다. 이때 이용한 발흙의 이화학적인 성질은 pH 5.45, 유기물함량 0.4%, Ca 2.7me/100g, Mg 1.1me/100g, K 0.64me/100g, P₂O₅ 51mg/kg이었다.

또한 인공번식 조작 후 포장에 직접 삽식할 경우 피복재료가 자구형성에 미치는 영향을 보기 위해 백색비닐, 흑색비닐, 볏짚, 왕겨로 피복하여 대조구(무처리구)와 비교하였다.

삽식깊이에 관한 실험에서는 1/6로 chipping된 절편과 notching한 것을 비닐하우스내의 발토양에 vermiculite를 넣고 조제한 삽상에 1/2, 1, 3, 5cm로 삽식하였다.

삽식용토, 삽식시 피복재료 및 삽식 깊이에 관한 실험에 이용한 구근은 모두 *L. aurea* (구중 : 80-90g, 구직경 : 5.10-5.15cm)이었고 자구형성 및 자구비대 조사는 실험 1년 후에 실시하였다.

양액재배를 이용한 인공번식 실험에서는 석산 구근(구중 : 30g, 구직경 : 2.8cm)을 1/6로 chipping하여 원광대학교 원예학과 화훼실습포장 유리온실 내 양액 재배상에 삽식하였다. 이 때 사용한 배지는 perlite, perlite(3) + peatmoss(7), peatmoss, 발흙, 훈탄이었으며, 각 배지별로 각각 60 chips을 삽식하였다. 기본 양액은 육묘한방비료[(주)코셀 :

T-N 19.0%, P₂O₅ 3.5%, K₂O 24.5%, CaO 22.0%, MgO 6.0%] 1,000배액이었고 이것을 인공변식 기간동안 7일 간격으로 관주하였다.

삼식은 2000년 8월 10일에 하였으며 자구형성 및 비대 조사는 일년 후(2001. 8. 20)에 실시하였다.

2. 조직배양

1) 생장점 배양

Shoot 형성을 위한 실험에서는 원광대학교 화훼실습 포장에서 재배하고 있는 석산 (*Lycoris radiata* HERB.)을 동계에 채취하여 사용하였다.

인경의 외피를 제거하고 75% 에틸알콜에 30초간 표면 살균한 다음 0.6% sodium hypochlorite 용액에 15분간 멸균하여 살균수로 3회 씻어 내었다. 인경의 근기부를 횡으로 절단하여 생장점 부위를 약 5mm 크기로 잘라내어 해부현미경하에서 1~2개의 엽원기를 붙여서 시험관에 치상하였다.

생장점 배양배지에는 0.5, 1.0mg/L IAA, 0.2, 0.5mg/L NAA와 2mg/L BA, kinetin, zeatin과 각각 혼용한 MS배지를 사용하였다. 배지의 pH는 고압멸균전 5.8로 조절하였으며, 0.6g/L Gelrite를 넣어 녹인 다음 직경 1.8×20cm의 시험관에 10ml씩 분주하여 121°C에서 15분간 멸균하였다. 배양은 25°C에서 명배양(2,000lux, 16/8hrs.)하여 배양 30일 후의 shoot 발달 및 부정근 발생을 조사하였다.

바이러스 검정을 위한 실험에서는 석산의 생장점 배양에 의하여 얻어진 식물체(배양 6개월 후)중 임의로 10개체를 선정하여 잎, 인편 및 뿌리 조직으로부터 바이러스 입자를 탐색하기 위해 dip방법(Dioi 등, 1969)을 이용하였다. 각 시료는 면도날로 절단하여 그 절단면을 전자 현미경용 grid 위의 2% PTA(Phosphotungstic acid, pH 7.0) 염색액에 수초 동안 침지, 염색시킨 후 여분의 액을 여과지로 흡수시켜 건조한 후 Hitach-800투과 전자현미경으로 관찰하였다. 바이러스 감염여부를 비교하기 위하여 포장채 취한 *L. albiflora* (수입종)를 대조구로 조사하였다.

2) 인편배양

인편배양 실험에서는 살균이 끝난 직경 약 50mm 크기의 석산 인편을 5mm 크기로 잘라 2, 4, 6mg/L NAA와 2.4-D를 각각 1, 2, 3mg/L kinetin과 각각 혼용한 12종의 MS배지

에 치상하였다. 캘러스 유기를 위한 배양조건은 25°C 암 배양하였으며 배양 30일 후의 캘러스 형성율을 조사하였다.

단축경배양 실험에서는 살균이 끝난 인경기부의 단축경 조직으로부터 캘러스 형성을 위하여 2, 4mg/L NAA와 0.5, 1mg/L 2,4-D를 5, 10mg/L BA와 각각 혼용한 8종의 MS배지에 치상하여 30일 후의 캘러스 형성율을 조사하였다.

화기배양 실험에서는 어린 화경이 인경선단에 출현하기 직전의 인경을 채취하여 외피를 제거하고 75% 에틸알콜에 30초간 표면 살균한 다음 1% sodium hypochlorite 용액에 15분간 멸균하여 살균수로 3회 씻어 내었다. 어린 화퇴를 화경이 붙은 채로 적출하여 화경, 소화병, 미숙자방, 화사와 어린 약을 캘러스 유기배지에 치상하였다. 2, 4mg/L NAA와 0.2, 0.5, 1mg/L 2,4-D를 5, 10mg/L BA와 각각 혼용한 10종의 MS배지에 치상하여 30일 후의 부위별 생존율과 캘러스 형성율을 조사하였다.

소화병 배양실험에서는 앞의 실험 결과 소화병 조직의 캘러스 형성 가능성이 높아 보여 오옥신 농도를 높인 0.5, 1.0, 2.0mg/L 2,4-D와 2.0mg/L BA 및 kinetin을 혼용첨가한 MS 배지에 소화병을 5mm 크기로 치상하여 30일 후의 캘러스 형성율을 조사하였다.

식물체 분화실험에서는 인편, 단축경, 자방 조직편으로부터 유기된 캘러스를 0.5mg/L 2,4-D와 5mg/L BA, 그리고 0, 0.5, 1.0mg/L ABA를 첨가한 MS 배지에 계대배양하여 식물체 분화를 유도하였다. 배양조건은 생장점 배양과 같은 조건하에서 50일 간격으로 계대배양하여 이식 90일째의 자구 및 shoot 형성율을 조사하였다.

3) 기내 급속 자구 형성

자방배양 실험에서는 앞의 실험에서 캘러스 형성능이 높았던 자방조직을 2, 4mg/L NAA와 0.5, 1mg/L 2,4-D를 5, 10mg/L BA와 각각 혼용한 8종의 MS배지에 치상하였다.

쌍인편배양 실험에서는 살균이 끝난 인경의 기부에 있는 단축경을 포함한 4-5mm 크기의 쌍인편을 0, 0.3, 0.6, 0.9mg/L NAA와 5mg/L BA를 혼용한 4종의 MS배지에 치상하였다. 자방배양과 쌍인편배양의 배양조건은 생장점 배양과 같은 조건하에서 배양하였고, 배양 60일 후에 자구 형성율을 조사하였다.

3. 우량 구근 생산

석산 재배를 위한 N, P, K 기준 설정 실험은 2000. 8. 10부터 2001. 6. 20까지 원광대학교 원예학과 화훼실습포장 비닐하우스에서 실시하였다. 실험재료는 석산(구중 : 5.8g,

구직경 : 1.9cm)을 사용하였고 실험구는 50cm×50cm에 9구씩 3반복으로 식재하였으며 표준 시비량은 요소 32.2g, 용성인비 17.3g, 염화加里 23.0g으로 설정하여 무처리구를 대조구로 반량, 표준량, 배량의 수준으로 시비하였다.

실험구에는 무처리구를 제외하고 기비로 염화加里 11.5g, 용성인비 17.3g을 살포하였다. 추비는 기비 후 요소를 15일 간격으로 3회, 염화加里는 15일 간격으로 2회 살포하였다.

양액재배시 배지의 종류가 실생묘의 구근비대에 미치는 영향에 관한 실험에서는 배지의 종류(perlite, perlite(3) + peatmoss(7), peatmoss, 발효, 훈탄)를 각각 달리하여 *Lycoris satuma* 실생묘(구중 : 1.10g, 구직경 : 0.98cm)를 이용하였다.

실험기간 중 기본양액은 육묘한방비료[(주)코셀 : T-N 19.0%, P₂O₅ 3.5%, K₂O 24.5%, CaO 22.0%, MgO 6.0%] 1,000배액이었고, 재배기간 동안 7일 간격으로 관주하였다.

갈슘은 액상석회[(주)코셀 : 가루키 H, 갈슘함량 17%] 500배와 1,000배액을 출엽후 10일 간격으로 5회에 걸쳐 처리하였다.

양액재배시 액상석회와 효소처리가 석산의 구근비대에 미치는 영향에 관한 실험은 2000. 9. 18부터 2001. 6. 20까지 원광대학교 화훼실습포장 유리온실내의 양액재배 시설을 이용하였다. 실험재료는 구중 5.5g, 구근 직경이 1.9cm인 석산 구근이었고, 기본양액은 실생묘의 구근 비대 실험에 대한 양액과 동일하며 이용한 배지는 perlite였다.

추비를 위해 액상석회 비료[(주)코셀 : 가루키 H] 500배, 효소[(주)코셀 : 잘익어 효소] 10,000배, 액상석회 비료 500배 + 효소10,000배액을 7일 간격으로 10회 엽면 살포하였다.

구근크기 및 재식깊이가 석산의 생육 및 개화에 미치는 영향에 대한 실험은 석산구근을 크기별로 구분한 후 1, 3, 5, 7cm로 재식 깊이를 달리하여 2년간(1999. 6. 15~2001. 9. 10) 원광대학교 원예학과 화훼실습포장의 비닐하우스에서 실시하였다.

4. 자생종 모본 확보

한국산 상사화속 식물의 모본 확보를 위하여 석산, 백양꽃, 상사화 등 5종의 상사화류를 대상으로 연구 착수 시작부터 번식을 실시하였다.

번식방법은 주로 인공번식을 이용하였는데 연구 초기에는 vermiculite를 비닐봉지나 삼목상자에 넣고 chips과 잘 혼합한 후 일정한 온도와 습도를 유지시켜 자구를 생산하여 포장에 이식하였고, 본 연구의 중반에 접어들면서부터는 시설내에 삼상을 만들어 직접 삼식하여 번식하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 인공번식

1) 동계 인공번식

석산을 chipping으로 번식할 경우 봄부터 가을까지는 자연상태의 온도 조건에서도 자구형성에는 큰 무리가 없었다(박 등, 1997).

본 실험은 연중 구근을 증식시키기 위해서 겨울에도 무가온 시설 내에서 터널과 피복만으로 번식이 가능한지를 검토하였다(표 1).

익산과 구례의 두 지역을 선택하여 노지와 비닐하우스로 구분하고 대조구(무피복), 1중터널, 1중터널 + 보온덮개, 2중터널, 2중터널 + 보온덮개를 각각 처리하여 실험한 결과 노지의 경우는 두 지역 모두 어떤 처리에서도 바로 인편이 고사되었다. 그러나, 비닐하우스의 경우 특히 2중터널 + 보온덮개 처리구에서는 삼식 후 1개월까지는 인편의 고사가 전혀 일어나지 않았으나 시간이 지날수록 서서히 고사되어 삼식 3개월째는 모두 고사되어 전혀 자구를 얻을 수 없었다. 이러한 원인은 야간의 저온에 의한 결과로 전열상을 이용하면 이런 부분을 해결할 수 있을 거라고 보지만 경제적이지 못하다. 따라서 겨울에도 무가온 시설내에서 인공번식을 시도하려면 번식시기를 11월경으로 앞당기고 비닐하우스 내에서 2중터널 + 보온덮개 처리를 하면 충분히 자구가 형성되면서 뿌리가 내려 저온에 견디는 힘이 있을 것으로 생각되어 추후 검토가 요망된다.

Table 1. Artificial propagation in winter and the results.

District	Planting place	Treatment	Corruption rate of scale (%)	Bulblet formation (%)
Iksan	Open field	Control	100	0
		ST ^{z)}	100	0
		ST + TC ^{x)}	100	0
		DT ^{y)}	100	0
		DT + TC	100	0
	Vinyl house	Control	100	0
		ST	100	0
		ST + TC	100	0
		DT	100	0
		DT + TC	100	0
Gurye	Open field	Control	100	0
		ST	100	0
		ST + TC	100	0
		DT	100	0
		DT + TC	100	0
	Vinyl house	Control	100	0
		ST	100	0
		ST + TC	100	0
		DT	100	0
		DT + TC	100	0

^{z)}T : Single tunnel ^{x)} DT : Double tunnel ^{y)} TC : Thermokeeping covering

2) 하계 인공번식

구근류의 번식시기는 구근의 종류에 따라 많은 차이가 있음을 알 수 있다. 특히 상사 화속 식물을 chipping 하였을 때 번식 적온은 20℃로 나타났고 30℃에서는 부패가 조금 씩 나타나기 시작하면서 자구형성 및 비대가 급격히 나빠졌으며 35℃에서는 인편이 완전히 부패되어 전혀 자구를 얻을 수 없었다(박 등, 1995). 그러므로 자연상태에서는 8월의 고온기에는 인공번식을 할 수 없다는 결론이다.

본 연구에서는 여름의 고온기에도 인공번식을 할 수 있는 방법을 찾기 위해 석산을 chipping하여 벨레이트-티를 기준량과 배량으로 분의 처리하여 노지포장, 비닐하우스 내의 포장, 플라스틱박스 및 비닐봉지에 삼식하여 인편의 부패정도 및 자구 형성율을 보았다. Chipping 조작 후 벨레이트-티를 약의 양을 달리하여 분의 처리한 결과 노지포장

은 물론이고 비닐하우스, 삼목상자 및 비닐봉지를 이용한 모든 처리구에서 인편조직이 100% 부패되어 자구를 얻을 수 없었다(표 2).

살균제를 처리하지 않은 무처리구는 플라스틱박스과 비닐봉지를 이용한 경우 모두 부패되었으나 노지와 비닐하우스 내의 포장에 직접 삽식한 것은 인편 부패율을 약간 줄일 수 있었으며 특히 비닐하우스 내에 삽식 한 것이 그런 경향이 덜 하였다.

이와 같이 하계 인공번식시 구근의 부패 방지를 위해 살균제를 처리하여도 대부분의 처리에서 효과를 거두지 못하였는데 이러한 원인은 구근 표면 소독과는 달리 살균제가 절상된 인편조직에 직접 닿아 고온으로 부패가 촉진되는 것으로 본다.

석산의 구근내 저장양분을 시기별로 분석한 결과 유기성분과 무기성분은 모두 8월이 가장 높았고 다음이 5월이었으며 11월은 가장 낮은 것으로 나타났다(박 등, 1995). 그리고 보면 8월이 구근내 저장양분이 최상이기 때문에 인공번식을 할 경우 자구 형성이 가장 잘 이루어져야 됴에도 불구하고 좋은 결과를 얻지 못하였다.

구근류의 번식시기에 대해서는 많은 연구가 있는데 amaryllis는 7월이 적기라고 하였지만(豊田 등, 1960) 또 연구자에 따라서는 그렇지 않다고 보고하고 있다.

Robb(1957)는 녹자백함을 조직배양한 결과 자구 재생 능력은 봄 77%, 여름 2%, 가을 52%였으며 겨울에는 거의 형성되지 않았다고 보고하여 식물에 따라 차이가 다소 있음을 알 수 있다.

본 실험에서는 하계에도 인공번식을 시도해 보려고 하였으나 살균제로 처리하여도 고온으로 인하여 실효를 거둘 수 없었다. 따라서 7-8월의 고온기를 피해서 인공번식을 하는 것이 바람직하고 부득이하게 하계에 인공번식을 시도 할 경우는 번식 장소의 온도를 최대한으로 낮추는 노력을 기울여야 가능할 것으로 본다.

요컨대 본 실험에서 연중 구근생산을 위해 동계와 하계로 나눠 인공번식을 시도해 보았으나 여름의 고온과 겨울의 저온 때문에 자연상태에서는 불가능한 것으로 나타났다.

이런 점을 극복하기 위해서는 인위적으로 온도조절을 할 수 있는 삼목상이 필요한데 경제성을 고려한다면 어려운 점이 있기 때문에 상사화속 식물의 대량증식을 위한 인공 번식은 봄과 가을에 실시하는 것이 바람직하다고 본다.

Table 1. Effect of disinfectant treatment to chipped scale on bulb formation.

Planting place	Disinfectant (g/bulb 5Kg)	Corruption rate of scale (%)	Bulb formation rate (%)
Open field	Control	95.14	4.86
	4	100	0
	8	100	0
Vinyl house	Control	85.25	14.75
	4	100	0
	8	100	0
Plastic box	Control	100	0
	4	100	0
	8	100	0
Vinyl bag	Control	100	0
	4	100	0
	8	100	0

3) 인공번식시 삼식 용토와 자구형성

*L. aurea*를 1/8로 chipping 하여 삼식용토를 달리한 포장에 직접 삼식할 경우 자구 형성에 미치는 영향을 삼식 1년 후에 조사한 결과는 다음과 같다(표 1, 그림 1).

모든 처리구에서 자구형성과 자구비대는 큰 차이를 보였는데 자구형성율은 모래, 모래 + peatmoss, perlite, perlite + peatmoss 처리구에서 95%로 높게 나타났고 발흙 단용 처리구는 84.5%로 가장 저조하였으며, 발흙에 perlite와 peatmoss를 혼용 처리한 구에서는 90% 정도의 자구형성율을 보였다.

자구비대는 모래 단용처리구에서 가장 좋은 것으로 나타났고 모래에 peatmoss를 혼용한 처리구도 비교적 좋은 것으로 나타났으나 발흙 + perlite, perlite 단용처리구에서는 다른 처리구에 비해 저조하였다.

박 등(1995)은 석산을 chipping하여 삼목용토를 달리한 플라스틱박스과 비닐봉지에 삼식하여 3개월 후에 자구형성 및 비대를 조사한 결과 두 처리 모두 perlite가 가장 좋았고 peatmoss에서는 저조한 결과를 보였으며 훈탄을 사용하여 플라스틱박스에 번식한 경우는 자구형성이 아주 저조하였으나 비닐봉지 이용시는 보습력이 없는 훈탄도 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다.

또한 자생지 토양과 배양토가 혼합된 용토에 인공번식 한 경우는(박 등, 1997) 구근비대가 좋은 것으로 나타났다고 한다. 이와 같이 같은 용토를 사용하더라도 삽식용기에 따라 차이가 있음을 확인하였다.

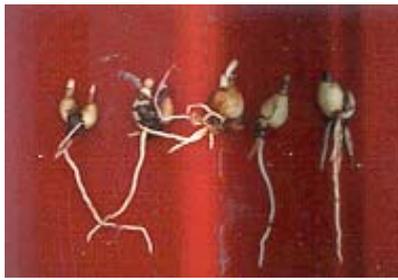
지금까지의 실험은 플라스틱박스과 비닐봉지를 이용하여 인공번식을 하였기 때문에 자구가 형성되고 발근이 되면 재배포장에 다시 옮겨 심어야 하는 번거로움이 있었다.

본 실험은 직접 재식하고자 하는 포장에 삽식용토를 달리하여 자구형성은 물론이고 자구비대도 좋은 용토를 선발하기 위함이었는데, 모래를 단용하거나 모래에 peatmoss를 그리고 perlite에 peatmoss를 혼용처리한 용토에서 자구형성율이 높았다. 또한 발효에 perlite와 peatmoss를 혼용처리하여도 자구형성에는 큰 차이가 없었다. 따라서 농가에서 상사화속 식물의 대량증식을 위해서는 재식하고자 하는 포장에 보습력이 있는 용토를 혼합하여 포장에서 직접 삽식하여 번식하는 것이 노력절감면에서 바람직한 방법이라고 생각된다.

Table 1. Effect of soil media on the bulblet formation by chipping.

Soil media	% of bulblet formation	Bulblet	
		Number(ea)	Weight(g)
Upland soil	84.5 ^{dz)}	1.11 ^{bc}	1.87 ^d
Upland soil+perlite	91.2 ^c	1.20 ^{abc}	1.58 ^e
Upland soil+peatmoss	90.5 ^c	1.05 ^{bc}	1.86 ^d
Sand	96.4 ^a	1.43 ^a	3.40 ^a
Sand+perlite	91.7 ^{bc}	1.10 ^{bc}	2.37 ^c
Sand+peatmoss	93.2 ^{abc}	1.34 ^{ab}	2.95 ^b
Perlite	95.6 ^{ab}	1.14 ^{bc}	1.55 ^e
Perlite+peatmoss	94.1 ^{abc}	1.04 ^c	2.32 ^c

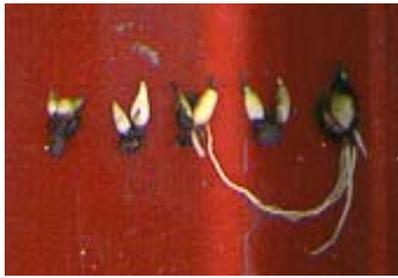
^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05



Upland soil



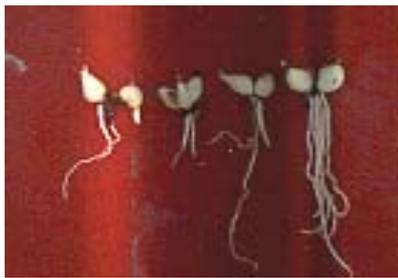
Upland soil + perlite



Upland soil + peatmoss



Sand



Sand + perlite



Sand + peatmoss



Perlite



Perlite + peatmoss

Fig. 1. Comparison of bulblet formation according to different soil media.

4) 인공번식시 피복재료와 자구형성

*L. aurea*를 1/8로 chipping하여 식재하고자 하는 포장에 직접 삽식한 후 피복 재료를 달리하여 자구형성에 미치는 영향을 조사 한 결과는 다음과 같다(표 1).

자구형성은 왕겨와 벧짚으로 피복한 경우가 대조구(86.4%)에 비해 90% 이상의 높은 자구형성율을 보였고 비닐피복의 경우는 색깔에 관계없이 모두 극히 저조한 결과로 나타났다.

자구비대는 왕겨를 피복한 처리구에서 가장 좋았고 다음이 벧짚으로 나타났으며 비닐 피복 처리구에서는 가장 저조하였다.

식산 재배시 피복재료를 달리하여 재배한 결과(박 등, 1994) 구근비대는 짚으로 피복한 경우 대조구에 비해 구중이 4g정도 증가되었고 또한 왕겨 피복도 상당한 효과가 인정되었으며 개화도 약간 빠른 것으로 나타났다고 보고하였다. 그러나 비닐로 피복한 경우는 다른 처리구에 비해 개화도 늦고 화경장도 매우 짧았으며 구근비대도 좋지 않았다고 보고하였는데 인공번식 실험에서도 유사한 경향을 보였다.

본 실험에서 비닐피복시 다른 처리구에 비해 성적이 좋지 않았던 원인은 인공번식시 비닐피복으로 인해 지온이 상승하여 인공번식 적온을 벗어난 결과때문으로 생각된다. 따라서 식재하고자 하는 포장에 직접 인공번식하여 삽식할 경우는 통기성이 좋은 짚이나 왕겨등을 피복재료로 사용하는 것이 바람직하다고 본다.

Table 1. Effect of mulching treatment on the bulblet formation by chipping.

Treatment	% of bulblet formation	Bulblet	
		Number(ea)	Weight(g)
Control	86.4 ^{bz)}	1.12 ^b	2.24 ^c
Vinyl(white)	57.5 ^c	0.65 ^c	1.79 ^d
Vinyl(black)	59.8 ^c	0.78 ^c	1.89 ^d
Straw	92.1 ^a	1.21 ^b	2.71 ^b
Rice hull	94.2 ^a	1.38 ^a	3.07 ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

5) 인공번식시 삽식깊이와 자구형성

*L. aurea*를 chipping과 notching으로 인공번식하여 비닐하우스 포장에 삽식할 때 절편을 1/2, 1, 3, 5cm로 삽식깊이를 달리하여 삽식하고, 1년 후에 자구형성 및 비대를 조사하였다(표 1, 2).

Chipping의 경우 자구형성율은 삽식깊이가 깊을수록 떨어졌는데 1cm와 3cm 처리구에서는 95%정도의 자구형성율을 보였고 형성된 자구 수도 많았으며 자구비대 또한 가장 좋은 것으로 나타났다. 그러나 5cm 처리구에서는 자구형성 및 비대가 극히 저조하였다(표 1).

자구의 모양은 삽식깊이가 깊어질수록 단경이 길어지는 경향이 있었다.

Notching의 경우 자구형성율은 1cm와 3cm 처리구에서 가장 높았으며(97.3, 98.9%), 3cm 삽식깊이에 서 11.5개의 가장 많은 자구와 4.33g의 큰 자구를 얻었다. 이때 형성된 구근의 모양은 삽식깊이가 깊을 수록 단경이 길어지는 경향을 보였다(표 2).

이상의 실험에서 chipping과 notching으로 인공번식을 달리하여 포장에 삽식한 경우 가능한 한 얇게 삽식하는 것이 자구형성율도 높았고 자구수도 많았으며 자구비대도 좋은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 notching보다 chipping에서 더 두드러졌다.

석산재배시 재식 깊이를 달리하여 생육, 개화특성을 본 결과(박 등, 1997) 재식깊이가 얇을수록 구근비대가 좋아 3cm 깊이로 재식한 것은 12cm 깊이로 재식한 것에 비해 구중이 약 15g이상 차이를 보였고 9cm 이상의 재식깊이에서는 전혀 개화가 되지 않았다고 한다.

본 실험에서 인공번식을 할 경우도 가능한 한 얇게 삽식할수록 자구형성율도 높았고 자구비대도 좋았기 때문에 chipping은 1cm, notching은 3cm 정도의 깊이로 삽식하는 것이 가장 바람직하다고 본다.

Table 1. Effect of moulding depth on the bulblet formation by chipping.

Treatment (cm)	% of bulblet formation	Bulblet		
		Number(ea)	Weight(g)	Height(cm)
1/2	85.7 ^{bz)}	1.71 ^b	2.02 ^{bc}	0.64 ^c
1	96.2 ^a	2.15 ^a	3.21 ^a	1.60 ^{bc}
3	95.4 ^a	2.13 ^a	3.01 ^{ab}	2.73 ^{ab}
5	82.2 ^{bc}	1.01 ^c	1.90 ^{bc}	3.07 ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

Table 2. Effect of moulding depth on the bulblet formation by notching.

Treatment (cm)	% of bulblet formation	Bulblet		
		Number(ea)	Weight(g)	Height(cm)
1/2	88.8 ^{bz)}	8.6 ^b	3.65 ^b	1.64 ^{bc}
1	97.3 ^a	9.5 ^{ab}	3.75 ^b	2.20 ^b
3	98.9 ^a	11.5 ^a	4.33 ^a	2.62 ^b
5	84.2 ^{bc}	8.8 ^b	2.86 ^c	3.64 ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

6) 양액재배를 이용한 인공번식

양액재배 시설을 이용하여 chipping을 할 경우 배지의 종류가 자구형성 및 비대에 미치는 영향을 조사하였다(그림 1-2). 배지별 자구 형성의 경우 발효에서 평균 1.99개의 가장 많은 자구를 얻었고 다음은 perlite > perlite(3) + peatmoss(7) > peatmoss 순으로 나타났다. 자구 비대는 perlite 단용 처리구에서 가장 좋은 것으로 나타났고 다음은 발효 > 훈탄 > perlite(3) + peatmoss(7) > peatmoss 순으로 나타났다.

perlite 단용 처리구에서 뿌리의 발달이 좋았는데 이러한 경향이 자구 비대에도 영향을 미친 것으로 생각된다.

이상과 같이 양액재배 시설을 이용하여 chipping하는 경우 배지의 종류에 따라 자구형성 및 비대에 큰 차이를 보였는데 자구 형성은 발효에서, 자구 비대는 perlite 단용 처리구에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

그러나 peatmoss에서는 보습력이 높음에도 불구하고 자구형성과 비대에는 부적합한 용토로 나타났는데 이것으로 보아 용토의 산도가 자구형성에 부분적으로 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 실험은 보다 빠른 구근 생산을 위해 양액재배시설을 이용한 인공번식을 시도해 보았으나 일반 토경에서 번식하는 경우와 큰 차이가 없음을 확인하였다. 따라서 상사화속 식물의 대량증식을 위해서는 시설내의 토양에 훈탄이나 perlite 등과 같은 인공 용토를 잘 혼합하여 삼식용토를 조제한 후 절편을 삼식하는 것이 가장 바람직한 번식 방법이라 생각된다.

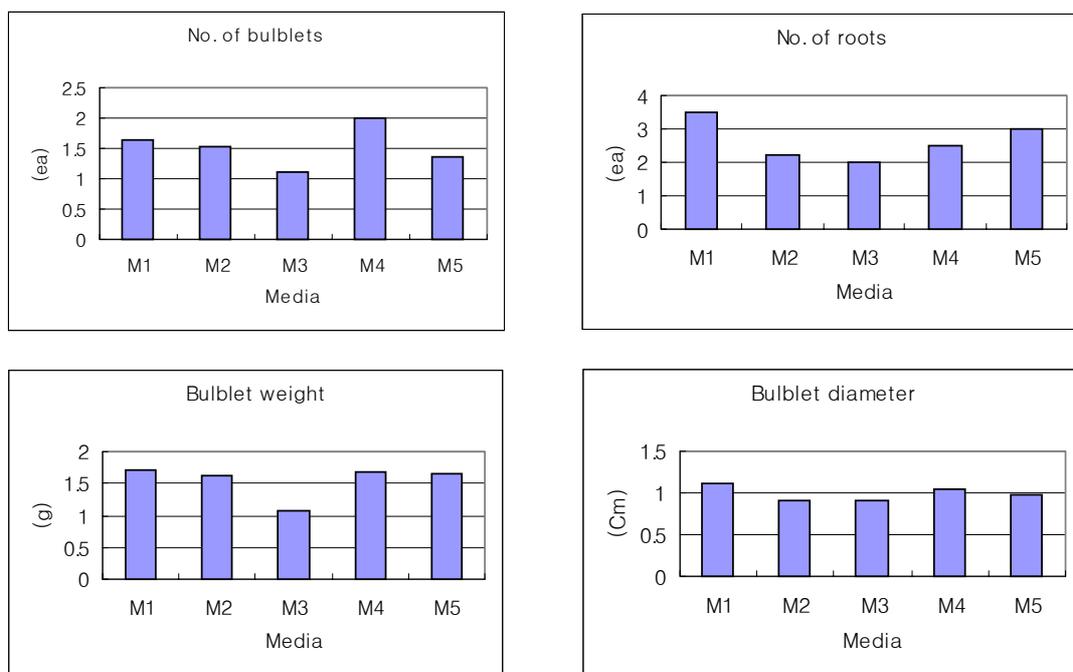


Fig. 1. Effect of various media on bulblet formation when chipped scales are cultured nutrient solution.

M1 : Perlite

M2 : Perlite(3) + peatmoss(7)

M3 : Peatmoss

M4 : Upland soil

M5 : Burnt rice hull



Nutrient solution culture



Upland soil



Perlite



Perlite(3) + peatmoss(7)



Peatmoss



Burnt rice hull

Fig. 2. Growth and development in various media when bulblets are cultured in nutrient solution.

2. 조직배양

1) 생장점 배양

(1) Shoot 형성

석산의 생장점 배양에서 shoot형성에 미치는 생장조절제의 영향을 보면 shoot형성율은 71-100%로 비교적 높은 경향을 보였으며, 사이토키닌의 영향보다는 오옥신의 영향이 크게 나타났다(표 1). IAA보다 NAA가 shoot 발달에 좋았으나 NAA 첨가배지에서는 배양기간이 길어질수록 절단부 및 shoot가 이상 비대발달하는 것이 IAA 첨가배지에서보다 증가하였다. IAA 첨가배지에서는 shoot 발달 및 생장이 NAA첨가배지보다 느렸지만 절단면이나 기부의 비대없이 정상적으로 발달하였다. IAA 첨가배지에서는 뿌리발달이 비교적 적었으나 1mg/L IAA와 2mg/L zeatin을 첨가한 배지에서 shoot와 root 발달이 비교적 좋았으며, 정상식물체가 많아 가장 바람직하였다(그림 1). 또한 NAA 첨가배지 중에서는 0.2mg/L NAA와 2mg/L zeatin을 첨가한 배지에서 shoot 형성율은 100%였고, root 형성율은 낮고, 캘러스 발달은 적지만 비교적 효과적인 것으로 판단되었다. 따라서 석산의 생장점 배양은 정상 식물체 획득율이 높은 1mg/L IAA와 2mg/L zeatin을 첨가한 배지가 가장 적합할 것으로 기대되었다.

Table 1. Effect of growth regulators on shoot induction from growing point of *Lycoris radiata* in MS medium.

Growth regulators (mg/L)		No. of explants	No. of shoots (%)	Shoot with root (%)	Callus induction
Auxin	Cytokinin ^{y)}				
IAA 0.5	BA 2	33 ^{bz)}	30(90.9) ^b	0	0
	K1 2	36 ^b	24(66.7) ^c	0	0
	ZA 2	24 ^c	21(87.5) ^d	0	0
IAA 1.0	BA 2	30 ^{bc}	24(80.0) ^c	0	0
	K1 2	24 ^c	21(87.5) ^d	0	0
	ZA 2	21 ^d	15(71.4) ^e	15(71.4) ^d	0
NAA 0.2	BA 2	42 ^a	38(90.5) ^{ab}	28(66.7) ^b	0
	K1 2	38 ^b	34(89.5) ^{ab}	28(73.7) ^b	13(34.2) ^{bc}
	ZA 2	28 ^c	28(100) ^c	18(64.3) ^d	8(28.6) ^c
NAA 0.5	BA 2	32 ^b	30(93.8) ^b	20(62.5) ^c	24(75.0) ^b
	K1 2	44 ^a	44(100) ^a	36(81.8) ^a	41(93.2) ^a
	ZA 2	32 ^b	31(96.9) ^b	22(68.8) ^c	28(87.5) ^b

^{y)} KI : kinetin, ZA : zeatin

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

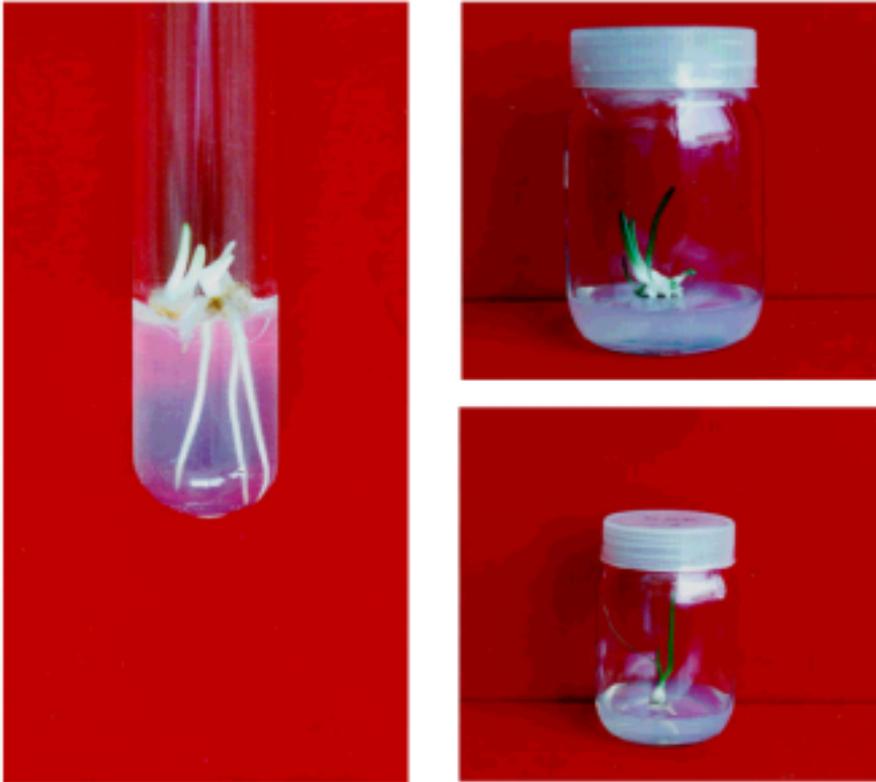


Fig. 1. Bulblet formation in medium added with 1mg/L IAA, 2mg/L zeatin.

2) 생장점 배양에서의 유식물체 바이러스 검정

Dip방법(Dioi 등, 1969)을 이용하여 석산의 생장점 배양에 의하여 얻어진 식물체(배양 6개월 후)의 바이러스 입자를 Hitach-800 투과 전자현미경으로 관찰한 결과는 표 2와 같다. 생장점 배양에 의하여 얻어진 식물체의 잎, 인편 및 뿌리조직 모두 바이러스 입자는 검출되지 않았다. 그러나 바이러스 감염여부를 비교하기 위하여 포장에서 채취한 *L. albiflora*(수입종)의 경우 사상형 바이러스(길이 : 650-730nm)가 검출되어 좀더 정밀한 검정을 통해 분류 동정이 이루어져야 하며 앞으로 구근화훼류의 수입시 주의를 요해야 할 것으로 생각되었다. 또한 석산의 5종의 국내 상사화속 식물을 자생지에서 채취하여 2-3년간 포장에 재배한 식물체의 바이러스 검정 결과 국내산에서는 전혀 바이러스가 검출되지 않았다.

Table 2. Virus test of *Lycoris radiata* cultured from growing point with electric microscope.

Test material	Tested part	No. of test material									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plantlet derived from meristem	Leaf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Scale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Root	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. albiflora</i>	Scale ²⁾	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

²⁾ Filamentous virus (Length : 650-730nm)

2) 기내 대량번식

(1) 켈러스 배양

① 인편배양

휴면중인 석산의 기부 인편을 배양하여 켈러스 형성율을 조사한 결과는 표 3과 같다. 배양한 인편 조직은 5일경부터 조직이 비대되면서 25일경에는 켈러스로 발달하였다. 켈러스 형성율은 NAA 첨가배지보다 2,4-D첨가배지에서 42-89%로 높았으나 켈러스 생장은 비교적 느렸고, 2,4-D와 3.0mg/L kinetin의 혼용배지에서는 2,4-D 단독배지에서보다 켈러스 형성이 감소하였다. 인편조직의 켈러스 형성의 경우 6.0mg/L 2,4-D 단독처리 배

지에서 켈러스 형성율은 99.0%로 가장 높았으며, 6.0mg/L NAA와 3.0mg/L kinetin 첨가 배지에서는 켈러스 형성율이 60%로 비교적 낮았으나, 켈러스 생장은 가장 양호하여 켈러스 배양배지로 적합하였다.

Table 3. Effect of NAA, 2,4-D and kinetin on callus induction from bulb-scale of *Lycoris radiata* HERB. in MS medium.

NAA	2,4-D (mg/L)	Kinetin	No. of explants	No. of induced callus(%) ^{y)}				
				+++ ^{y)}	++	+	-	Total
2	-	-	45	-	6(13.3) ^e	18(40.0) ^{abc}	21(46.7)	24(53.3) ^{efg}
2	-	1	57	-	3(5.3) ^f	12(21.1) ^{de}	42(73.7)	15(26.3) ^h
4	-	-	45	-	9(20.0) ^{de}	6(13.3) ^{fg}	30(66.7)	15(33.3) ^{fg}
4	-	2	57	-	12(21.1) ^{cde}	15(26.3) ^d	30(52.6)	27(47.4) ^{fg}
6	-	-	42	3(7.1) ^{cz)}	9(21.4) ^{cd}	6(14.3) ^{ef}	24(57.1)	18(42.9) ^g
6	-	3	45	9(20.0) ^a	15(33.3) ^b	3(6.7) ^g	18(40.0)	27(60.0) ^{def}
-	2	-	36	3(8.3) ^{bc}	15(41.7) ^a	9(25.0) ^d	9(25.0)	27(75.0) ^{bc}
-	2	1	36	-	9(25.0) ^{cd}	6(16.7) ^{ef}	21(58.3)	15(41.7) ^g
-	4	-	42	-	12(28.6) ^{bc}	18(42.9) ^{ab}	12(28.6)	30(71.4) ^{bcd}
-	4	2	45	5(11.1)	15(33.3) ^b	15(33.3) ^c	10(22.2)	35(77.8) ^{ab}
-	6	-	45	-	15(33.3) ^a	25(55.6) ^a	5(11.1)	40(88.9) ^a
-	6	3	40	-	10(25.0) ^{cd}	15(37.5) ^{bc}	15(37.5)	25(62.5) ^{cde}

^{y)} +++ : good, ++ : moderate, + : bad, - : none

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

② 단축경 배양

분열능이 높은 석산의 단축경 조직으로부터 켈러스 형성을 조사하기 위하여 NAA, 2,4-D 및 BA 함량을 달리한 MS 배지에 치상하여 30일 후의 켈러스 형성율을 조사한 결과는 표 4와 같다. 켈러스 형성율은 인편과는 달리 2,4-D 첨가 배지보다 NAA 첨가배지에서 71.4%로 높은 경향을 보였으나 켈러스 형성 후 뿌리분화가 이루어져 약 30일경이 되면 분화된 뿌리가 비대하여 켈러스 상태를 나쁘게 하였다. BA의 영향은 5.0mg/L 첨가배지보다 10.0mg/L 첨가배지에서 더 효과적이었다. 따라서 단축경 배양에 의한 켈

러스 형성은 캘러스 배양중 뿌리발달이 안되고 배발생능이 높으며 63.3%의 캘러스 형성율을 보인 0.5mg/L 2,4-D와 10.0mg/L BA 첨가배지가 가장 효과적이었다(그림 2).

Table 4. Effect of NAA, 2, 4-D and BA on callus induction from bulb disk of *Lycoris radiata* HERB. in MS medium.

NAA	2,4-D (mg/l)	BA	No. of explant	No. of induced callus(%) ^{y)}				
				+++	++	+	-	Total
2	-	5	28	0	8(28.6) ^b	4(14.3) ^b	16(57.1)	12(42.9) ^c
2	-	10	36	4(11.1) ^{cdz)}	12(33.3) ^b	0	20(55.6)	16(44.4) ^c
4	-	5	28	8(28.6) ^a	4(14.3) ^c	4(14.3) ^b	12(42.9)	16(57.1) ^b
4	-	10	35	7(20.0) ^b	14(40.0) ^a	4(11.4) ^{bc}	10(28.6)	25(71.4) ^a
-	0.5	5	39	3(7.7) ^d	12(30.8) ^b	3(7.7) ^c	21(53.9)	18(46.2) ^c
-	0.5	10	30	9(30.0) ^a	6(20.0) ^c	4(13.3) ^{bc}	11(36.7)	19(63.3) ^b
-	1.0	5	32	5(15.6) ^{bc}	2(6.3) ^d	3(9.4) ^{bc}	22(68.8)	10(31.3) ^d
-	1.0	10	30	4(13.3) ^{cd}	5(16.7) ^c	6(20.0) ^a	15(50.0)	15(50.0) ^c

^{y)} +++ : good, ++ : moderate, + : bad, - : none,

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05



Fig. 2. Callus obtained from basal plate in MS medium
(0.5mg/L 2,4-D + 10.0mg/L BA).

③ 화기배양

어린 화뢰를 화경이 붙은 채로 적출하여, 화경, 소화경, 미숙자방, 화사와 어린 약으로 구분하여 캘러스 유기배지에 치상한 다음 30일 후의 부위별 생존율과 캘러스 형성율을 조사한 결과는 다음과 같다(표 5, 6). 배양조직편의 생존율은 자방조직에서 82.7%로 가장 높았으며 화사조직도 69.0%의 생존율을 보였으나 변화가 거의 없었다. 화경과 소화경은 10% 미만으로 생존율이 매우 낮았으며 생존 소화경은 양호한 비대생장을 하여 캘러스 형성 가능성이 높았다. 특히 약배양 결과는 배양후 7일경부터 갈변하기 시작하여 2주경이 되면 고사하였다. 그러나 자방조직을 제외한 대부분의 생존 조직편은 비대생장만 할 뿐, 자방조직 외에는 캘러스 형성을 관찰 할 수 없었다. 자방조직에서의 캘러스 형성율은 표 6에서와 같이 NAA와 2,4-D 첨가배지 간에는 큰 차이가 없었으며 BA 5mg/L 첨가배지보다는 10mg/L 첨가배지에서 약간 양호한 경향을 보였다. 따라서 석산의 화기배양은 자방조직만이 가능한 것으로 나타났으며 캘러스 형성에는 0.5 - 1.0mg/L NAA, 0.2 - 1.0mg/L 2,4-D와 10mg/L BA첨가배지에서 큰 차이없이 양호한 캘러스 형성을 보였다(그림 3).

Table 5. Survival rate(%) of cultured explants of flower parts of *Lycoris radiata* HERB. (30 days after culture) in MS medium.

Medium	Flower stalk	Floret	Ovary	Flower filament	Anther
CM1 ^{y)}	0(0.0)	0(0.0)	14(46.6) ^c	19(63.3) ^{bc}	0
CM2	6(20.0) ^{bz)}	7(23.2) ^a	20(66.6) ^a	21(70.0) ^{ab}	0
CM3	2(6.6) ^d	0(0.0)	17(56.6) ^b	24(80.0) ^a	0
CM4	5(16.6) ^{bc}	4(13.3) ^d	18(60.0) ^b	20(66.6) ^b	0
CM5	0(0.0)	0(0.0)	19(63.3) ^{ab}	20(66.6) ^b	0
CM6	4(13.3) ^c	6(20.0) ^b	22(73.3) ^a	19(63.3) ^{bc}	0
CM7	0(0.0)	0(0.0)	19(63.3) ^{ab}	21(70.0) ^{ab}	0
CM8	8(26.6) ^a	5(16.6) ^c	22(73.3) ^a	20(66.6) ^b	0
CM9	4(13.3) ^c	0(0.0)	10(33.3) ^{cd}	23(76.6) ^a	0
CM10	0(0.0)	0(0.0)	9(30.0) ^d	20(66.6) ^b	0

^{y)} CM1; MS+NAA 0.5mg/L+BA 5mg/L, CM2; MS+NAA 0.5mg/L+BA 10mg/L
 CM3; MS+NAA 1.0mg/L+BA 5mg/L, CM4; MS+NAA 1.0mg/L+BA 10mg/L
 CM5; MS+2,4-D 0.2mg/L+BA 5mg/L, CM6; MS+2,4-D 0.2mg/L+BA 10mg/L
 CM7; MS+2,4-D 0.5mg/L+BA 5mg/L, CM8; MS+2,4-D 0.5mg/L+BA 10mg/L
 CM9; MS+2,4-D 1.0mg/L+BA 5mg/L, CM10; MS+2,4-D 1.0mg/L+BA 10mg/L

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

Table 6. Effect of growth regulator on callus induction from ovary of *Lycoris radiata* HERB. in MS medium.

Medium	No. of inoculations	Callus formation rate	
		No. of calluses	%
CM1 ^{y)}	30	14 ^{cz)}	46.6
CM2	30	20 ^a	66.6
CM3	30	17 ^b	56.6
CM4	30	18 ^b	60.0
CM5	30	19 ^{ab}	63.3
CM6	30	22 ^a	73.3
CM7	30	19 ^{ab}	63.3
CM8	30	22 ^a	73.3
CM9	30	10 ^{cd}	33.3
CM10	30	9 ^d	30.0

^{y)} CM1; MS+NAA 0.5mg/L+BA 5mg/L, CM2; MS+NAA 0.5mg/L+BA 10mg/L
 CM3; MS+NAA 1.0mg/L+BA 5mg/L, CM4; MS+NAA 1.0mg/L+BA 10mg/L
 CM5; MS+2,4-D 0.2mg/L+BA 5mg/L, CM6; MS+2,4-D 0.2mg/L+BA 10mg/L
 CM7; MS+2,4-D 0.5mg/L+BA 5mg/L, CM8; MS+2,4-D 0.5mg/L+BA 10mg/L
 CM9; MS+2,4-D 1.0mg/L+BA 5mg/L, CM10; MS+2,4-D 1.0mg/L+BA 10mg/L

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

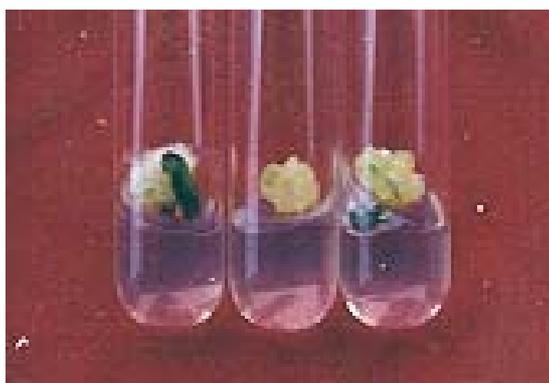


Fig. 3. Callus induction from ovary of *Lycoris radiata* (30 days after culture).

④ 소화병 배양

앞의 실험 결과 소화병 조직이 캘러스 형성능이 높을 것으로 보여 오옥신 농도를 달리한 0.5, 1.0, 2.0mg/L 2,4-D와 2.0mg/L BA 및 kinetin을 혼용첨가한 MS 배지에 소화병을 배양하여 30일 후의 캘러스 형성율을 조사한 결과는 표 7과 같다. 캘러스 형성율은 0.5mg/L 2,4-D + 2.0mg/L BA와 1.0mg/L 2,4-D + 2.0mg/L BA 혼용배지에서 67.4%와 60.0%로 가장 높았고 1.0mg/L 2,4-D + 2.0mg/L kinetin과 2.0mg/L 2,4-D + 2.0mg/L kinetin 혼용 배지에서 34.3%와 31.4%로 오히려 낮았다. 2,4-D 농도가 낮을 수록 캘러스 형성이 비교적 양호하였고 BA 혼용배지에서 비교적 캘러스 형성율이 높은 경향을 보였다. 따라서 소화병 조직으로부터의 캘러스 형성의 경우 고농도의 2,4-D가 캘러스 유도에 억제적으로 작용하는 것으로 나타나 다른 구근류와는 상이한 결과를 보였다.

Table 7. Effect of 2,4-D, BA and kinetin on callus induction from pedicel of *Lycoris radiata* HERB. in MS medium.

2,4-D	BA (mg/l)	Kinetin	No. of explants	No. of induced calluses(%) ^{y)}				Total
				+++	++	+	-	
0.5	2	-	31	3(9.6)	12(38.7)	6(19.3)	10(32.2)	21(67.4) ^{az)}
1.0	2	-	30	0(0)	7(23.3)	11(36.6)	12(40.0)	18(60.0) ^{ab)}
2.0	2	-	34	0(0)	9(26.4)	10(29.4)	15(44.1)	19(55.8) ^{abc)}
0.5	-	2	31	0(0)	9(29.0)	9(29.0)	13(41.9)	18(58.0) ^{ab)}
1.0	-	2	35	0(0)	7(20.0)	5(14.3)	26(74.2)	12(34.3) ^{bc)}
2.0	-	2	35	0(0)	4(11.4)	7(20.0)	24(68.5)	11(31.4) ^{c)}

^{y)} +++ : good, ++ : moderate, + : bad, - : none,

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

(2) 식물체 분화

인편, 단축경, 자방 조직편으로부터 유기된 캘러스를 식물체 분화배지에 계대배양하여, 90일 후의 자구 및 shoot 형성율을 조사한 결과는 표 8과 같다.

캘러스 형성율은 자방 조직에서 최대(83.3%)로 나타났으며 소화병과 단축경에서는 20%미만으로 저조하였다. 또한 인편의 경우는 5%정도로 매우 저조하게 나타났다.

각 조직의 캘러스를 3회에 걸쳐 계대배양 후 3개월째 shoot 형성율을 조사한 결과 자방 조직이 가장 양호(70.0%)하였고 소화병과 단축경은 15%미만으로 저조하였다. 인편의

경우는 3%정도로 shoot 형성을 역시 매우 저조하였다.

Table 8. Bulb formation and shoot induction from various tissues of *Lycoris radiata* HERB. in MS medium.

Origin of callus	No. of transplanted calluses	No. of scales	No. of shoots
Scale	30 ^{az)}	5(16.6) ^c	3(10.0) ^c
Basal plate	30 ^a	18(60.0) ^b	13(43.3) ^b
Flowerlet	30 ^a	15(50.0) ^{bc}	12(40.0) ^b
Ovary	30 ^a	25(83.3) ^a	21(70.0) ^a

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

3. 배양절편으로부터 기내자구 형성

1) 자방배양

자방으로부터 기내 자구형성에 미치는 생장조절제의 영향을 구명하기 위해서 NAA, 2.4-D, BA의 혼용배지에 배양 60일 후의 자구형성율을 조사한 결과는 다음과 같다(표 9, 그림 4). 기내자구 형성율은 2.0mg/L NAA와 10.0mg/L BA첨가에서 60.0%로 가장 좋았으며, NAA 첨가배지가 2.4-D첨가 배지보다 비교적 양호하였다(그림 4). BA는 NAA와 2.4-D의 농도에 관계없이 5.0mg/L보다 10.0mg/L에서 기내자구 형성에 양호한 영향을 주었다.

Table 9. Effect of growth regulators on bulblet formation from ovary of *Lycoris radiata* HERB.

NAA	2,4-D (mg/L)	BA(mg/L)	No. of explants	No. of Bulblets (%)	Callus ^y
2	-	5	46	26(56.5) ^{az}	+
2	-	10	45	27(60.0) ^a	+
4	-	5	49	27(55.1) ^a	+
4	-	10	46	25(54.3) ^a	+
-	0.5	5	43	12(27.9) ^b	++
-	0.5	10	46	17(36.9) ^{ab}	+++
-	1.0	5	48	19(39.6) ^{ab}	++
-	1.0	10	48	24(50.0) ^a	+++

^{y)} +++ : good, ++ : moderate, + : bad, - : none

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05



Fig. 4. Bulblet obtained from ovary tissue(MS + 2mg/L NAA + 10mg/L BA).

2) 쌍인편 배양

석산의 쌍인편으로부터 기내자구 형성에 미치는 적정 NAA농도를 구명하기 위하여 5.0mg/L BA와 혼용첨가한 배지에서 배양 60일째의 자구형성을 조사한 결과는 표 10과 같다. 자구형성율은 BA단독 배지에서 61.4%로 가장 높았고 총 자구수도 39개로 가장 높았다. NAA의 첨가 농도가 증가될수록 자구형성수는 감소하는 경향을 보였다. 따라서 오옥신보다는 사이토키닌이 석산의 자구형성에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되며 더 높은 자구형성을 위해서는 좀더 검토해야 할 것으로 생각된다.

Table 10. Effect of growth regulators on bulblet formation from twin-scale of *Lycoris radiata* HERB.

NAA (mg/l) ^{y)}	No. of explants	No. of explants with bulblet(A, %)	No. of bulblets(B)	
			Total	B/A
0	44 ^{az)}	27(61.4) ^{az)}	39 ^a	1.4
0.3	45 ^a	17(38.1) ^{ab}	27 ^{ab}	1.6
0.6	38 ^b	12(31.3) ^b	13 ^{bc}	1.1
0.9	32 ^{bc}	11(33.9) ^b	12 ^{bc}	1.1

^{y)} Basal medium : MS + 5.0mg/L BA

^{z)} Duncan's multiple range test, p=0.05

3. 우량 구근 생산

1) 석산 재배를 위한 N,P,K 기준 설정 실험

본 실험에서는 석산(*Lycoris radiata*)의 토양 재배시 우량 종구생산을 위한 적정 시비량을 설정하기 위한 목적으로 N, P, K 시비량을 달리하여 실험하였다.

엽의 생육과 구근의 비대에 미치는 영향을 조사한 결과(그림1-3) 무비료구 보다 처리구가 엽 뿐만 아니라 구근 생육에 좋은 것으로 나타났고 특히 다량의 인산과 칼리를 공급한 처리구에서 구근 비대가 좋아 대조구에 비해 7g 정도 큰 구근을 얻을 수 있었다.

구근류의 시비기준은 토양의 종류에 따라 다르다고 하는데 글라디올러스의 경우 양토에서의 300평당 시비기준을 보면 질소는 13.2-15.0kg, 인산은 7.5-11.3kg, 그리고 칼리는 18.8-22.5kg이 적당하다고 보고하고 있다(서, 1969).

본 실험에서는 질소보다 인산과 칼리의 양이 많은 처리구에서 구근비대가 좋은 것으로 나타나 글라디올러스와는 비료요구량에 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

석산의 구근비대의 경우 완숙퇴비를 10a 당 3,000kg 정도 사용하였을 때 구근 비대가 좋았다는 연구결과(박 등, 1994)도 있다. 그러나 석산의 구근 비대 촉진을 위해서는 토양의 비옥조건도 중요하지만 보습력도 큰 영향을 미치므로 다각적인 토양비배 관리가 필요하다.

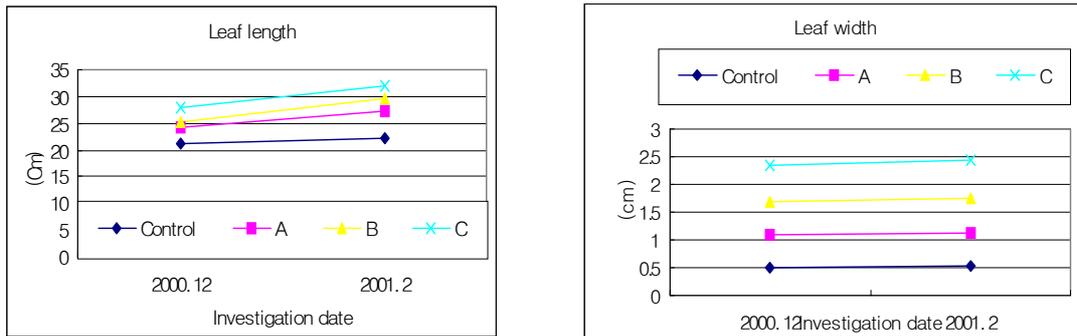


Fig. 1. Effect of fertilizer(N,P,K) on leaf growth of *Lycoris radiata*.

- A (N 17.6g, P 8.7g, K 11.5g)
- B (N 35.2g, P 17.3g, K 23.0g)
- C (N 70.4g, P 36.4g, K 46.0g)

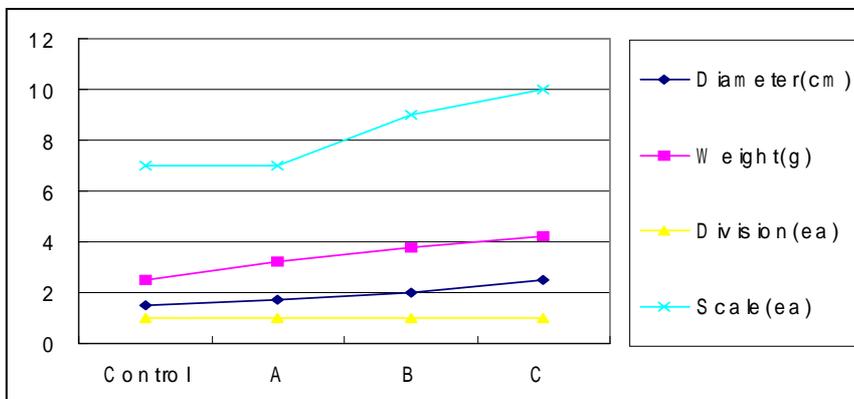


Fig. 2. Effect of fertilizer(N,P,K) on bulb hypertrophy of *Lycoris radiata*.

- A (N 17.6g, P 8.7g, K 11.5g)
- B (N 35.2g, P 17.3g, K 23.0g),
- C (N 70.4g, P 36.4g, K 46.0g)



Fig. 3. Bulbs treated with fertilizer (N 70.4g, P 36.4g, K 46.0g).

Upper : Control

Lower : Bulbs treated with fertilizer

2) 양액재배시 배지의 종류와 칼슘이 실생묘의 구근 비대에 미치는 영향

Lycoris satuma 실생묘를 이용하여 양액재배를 할 경우 배지의 종류와 칼슘이 구근 비대에 미치는 영향을 조사하였다(그림 1-4).

본 실험에서 칼슘의 처리는 대부분의 배지에서 무처리에 비해 효과적이었는데 10,000 배액 보다는 500배액 처리구가 어느 배지에서도 구근비대가 좋았다. 특히 perlite와 발효에 500배액을 처리한 구에서 가장 효과가 뛰어나 대조구에 비해 2배의 구중 증가를 보였다. 훈탄에서도 칼슘 500배 처리에서 구근 비대가 비교적 좋은 것으로 나타났다. 그러나 peatmoss와 perlite(3) + peatmoss(7) 처리구는 타 배지에 비해 구근 비대가 저조한 것으로 나타나 배지의 종류에 따라서 칼슘의 처리 효과는 차이를 보였다.

석산의 인공 번식시 삼식용토를 달리하여 실험한 결과 peatmoss에서는 자구 형성이 저조하였는데(박 등, 1997) 본 실험에서도 peatmoss 단용처리구나 peatmoss에 perlite를 혼용 처리한 구에서 성적이 저조한 것으로 나타났다.

이러한 결과는 용토의 산도가 자구형성과 비대에 부분적으로 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다.

이상과 같이 칼슘의 추비효과는 배지의 종류에 따라 큰 차이를 보였는데 이러한 결과는 배지종류에 따라 영양 성분들이 흡착 또는 화학 결합되어 지속적인 영양공급을 용이하게 할 수 있게 했기 때문으로 생각된다. 특히 발토양의 경우 자체의 성분이 구근 비대에 유용하게 활용된 결과로 판단되나 이에 대한 깊이 있는 연구가 앞으로 진행되어야 할 것으로 생각된다.

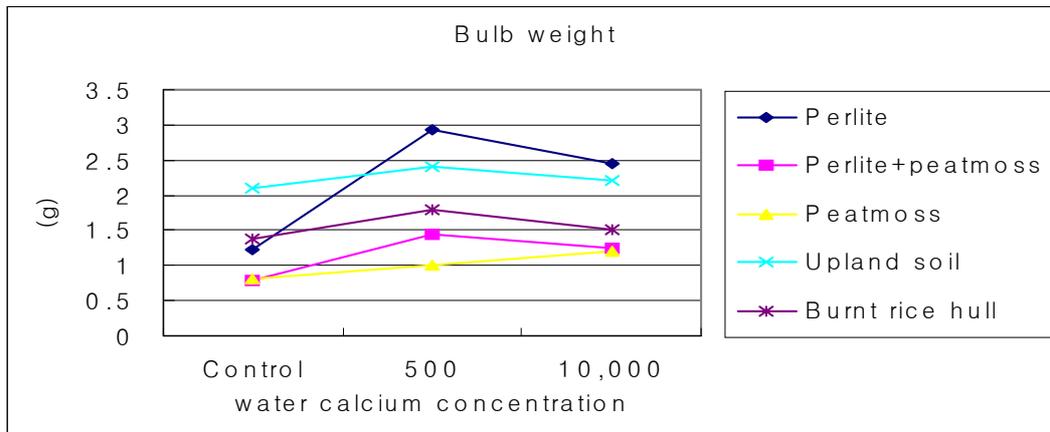


Fig. 1. Effect of various media and water calcium concentrations on bulb growth.

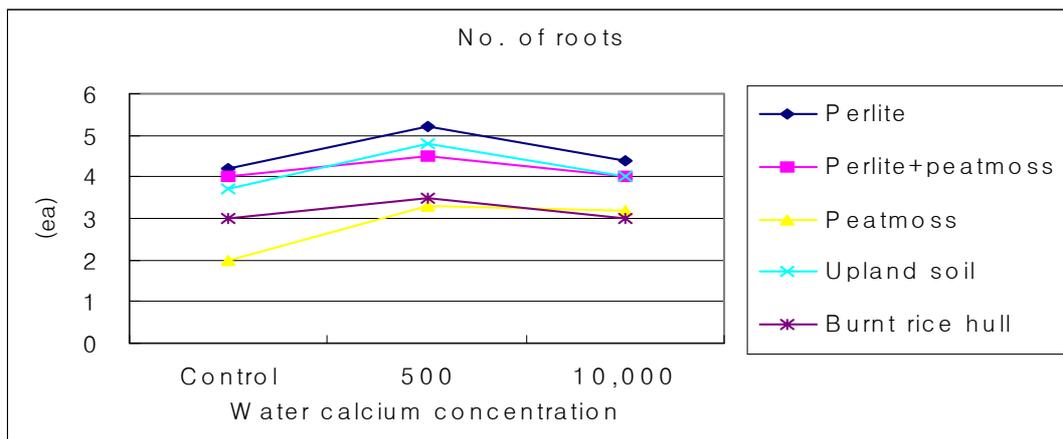


Fig. 2. Effect of various media and water calcium concentrations on root growth.



①	②
③	④ ⑤

Fig. 3. Bulb hypertrophy of *Lycoris satuma* seedlings according to various media.

- ① Upland soil ② Perlite ③ Perlite(3) + peatmoss(7)
- ④ Peatmoss ⑤ Burnt rice hull



Fig. 4. Nutrient solution culture bed(Wonkwang University).

3) 양액재배시 액상석회와 효소처리가 석산의 구근비대에 미치는 영향

석산을 양액재배할 경우 액상석회와 효소를 단독 혹은 혼합 처리하여 구근의 생육 특성에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다(그림 1-3).

무처리구에 비해 처리구에서 전반적으로 엽의 생육뿐만 아니라 구근의 비대가 양호한 것으로 나타났다.

엽의 생육은 액상석회 500배 처리구에서 가장 좋았고, 액상석회 500배 + 효소 10,000배 처리구에서도 비교적 좋은 것으로 나타났다. 실험에 이용한 구근은 당초 5.5g의 아주 작은 석산 구근이었다. 추비실험 결과 분구는 액상석회 500배 처리구와 액상석회 500배 + 효소 10,000배 처리구에서 다소 많은 것으로 나타났고 구근 비대도 비슷한 경향을 보였다.

뿌리의 발달은 액상석회 500배 + 효소 10,000배 처리구에서 다소 좋은 것으로 나타났다.

본 실험의 결과 양액재배를 하면 1년 후 3배 정도의 구중 증가를 보여 토경재배보다 구근 비대가 빠름을 알 수 있었는데 이러한 결과는 perlite 배지의 통기성이나 물리성이 좋았던 것도 하나의 원인이 되겠지만 추비로 사용된 액상석회와 효소 그리고 기본 양액으로 사용된 육묘한방비료도 큰 영향을 미친 것으로 생각된다.

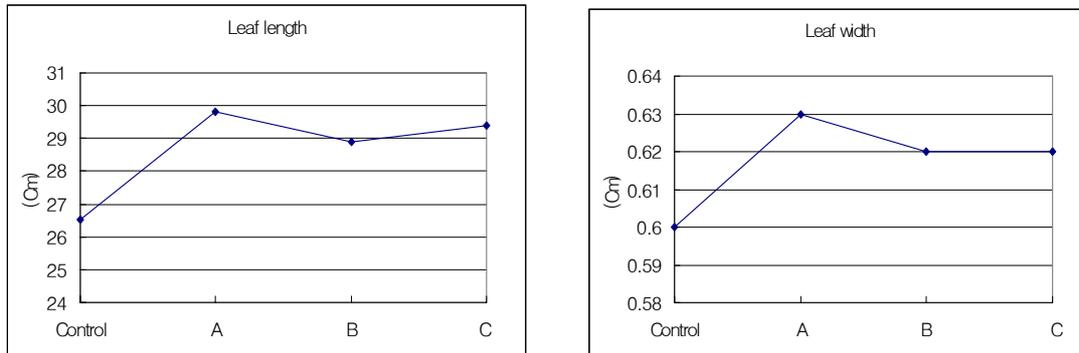


Fig. 1. Effect of water calcium and enzyme treatment on leaf growth.

A : Water calcium(×500)

B : Enzyme(×10,000)

C : Enzyme(×10,000) + water calcium(×500)

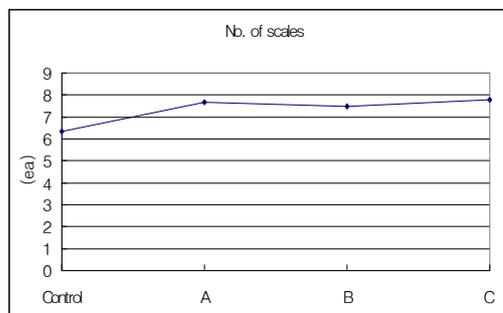
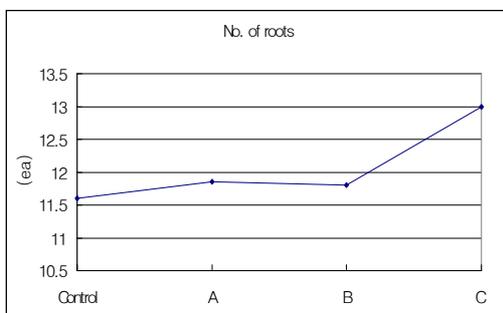
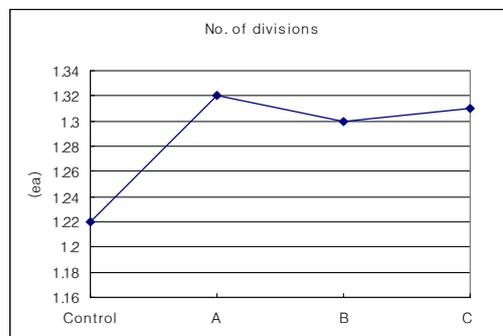
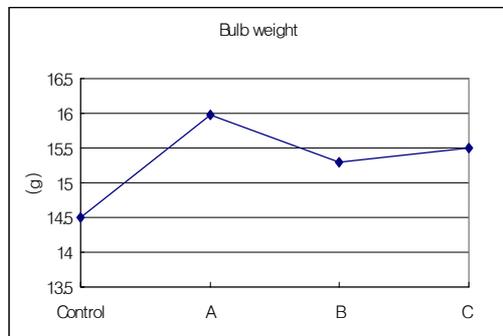


Fig. 2. Effect of water calcium and enzyme treatment on bulb growth.

A : Water calcium($\times 500$)

B : Enzyme($\times 10,000$)

C : Enzyme($\times 10,000$) + water calcium($\times 500$)



Control



Enzyme(×10,000) + water calcium(×500)



Enzyme(×10,000)



Water calcium(×500)

Fig. 3. Bulbs treated with water calcium and enzyme.

4) 구근크기 및 식재깊이가 석산의 생육 및 개화에 미치는 영향

석산의 구근크기와 식재깊이가 구근 비대 및 개화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 원광대학교 원예학과 화훼실습포장의 비닐하우스에서 본 실험을 하였으며 그 결과는 다음과 같다(표 1-2, 그림 1-2).

구중이 2.2g이하인 구근을 식재한 경우는 재식깊이에 관계없이 재배 후 2년이 경과하여도 전혀 개화하지 않았으나, 5.5g 이상인 구근을 식재한 경우는 100% 개화하였다.

큰 구근의 맹아 시기는 작은 구근의 맹아 시기보다 약간 더 빨랐으며, 1-3cm로 천식한 처리구에서의 맹아 시기는 5-7cm로 심식한 처리구에서의 맹아 시기보다 2-3일 더 빨랐다.

천식한 처리구에서의 출엽 시기는 심식한 처리구에서의 출엽 시기보다 대부분 2-3일 정도 더 빨랐다.

재식깊이에 따른 분구양상은 구근의 크기에 따라 차이를 보였는데, 1.2g의 가장 작은 구근을 식재한 경우는 2년이 경과되어도 전혀 분구가 되지 않았으나, 2.2g 이상인 구근을 식재한 처리구에서는 재식깊이에 관계없이 분구가 되었다. 대체적으로 심식했을 때보다도 천식했을 때에 분구수가 많았는데, 구중이 13g인 구근을 1cm로 천식한 처리구에서 분구수가 가장 많았다(4.38개).

극단적으로 심식을 하면 아이리스 구근은 구근의 요(腰)가 낮아지고 튜립은 반대로 세장구(細長球)가 되는데(靑葉高, 1972), 석산은 후자의 경우와 유사하였다.

구중은 대체적으로 재식 전보다 1.5-5배정도 증가되었는데 천식할수록 비대가 좋아 1cm 재식깊이로 재식한 처리구에서 가장 큰 구근을 얻었다. 또한 수확한 구근의 모양은 심식할수록 단경이 길어지는 경향을 보였다.

인편수는 구근크기에 따라 증가되는 정도가 달랐는데, 대체로 구중이 1.2g인 구근을 재식한 처리구에서는 2년 후에 8배의 증가를 보였다.

일반적으로 백합은 재식깊이가 구근의 3배 정도가 될 때 구근의 비대가 촉진된다고 보고하고 있지만(서, 1969), 석산은 심식 할수록 구근비대가 현저히 떨어져 백합과는 상반된 결과로 나타났다.

본 실험을 통해서 알 수 있듯이 석산의 경우 1-3cm 깊이로 천식할 때 구근비대가 좋고 또한 좋은 절화도 얻을 수 있기 때문에 구근 재식시 가능하면 구근의 단경이 문힐 정도로 얇게 심는 것이 제일 바람직하다고 생각된다.

Table 1. Bulb development of *Lycoris radiata* according to various bulb sizes and moulding depths 2 years after planting.

Treatment	No. of divisions (ea)	Bulb			
		Weight (g)	Height (cm)	No. of scales (ea)	
1 ^{x)}	1 ^{y)}	1.00 a ^{z)}	3.92 c	2.11 bc	9.2 a
	2	1.00 a	5.85 c	2.28 b	10.0 a
	3	1.00 a	8.43 b	2.36 b	8.6 ab
	4	1.00 a	13.73 a	2.98 a	10.3 a
2	1	1.68 a	13.97 a	2.41 bc	8.2 b
	2	1.18 a	11.56 b	2.65 b	10.3 a
	3	1.23 a	12.61 a	2.90 a	9.4 a
	4	1.08 a	9.62 bc	2.93 a	9.8 a
3	1	1.88 a	25.88 b	3.18 b	10.2 a
	2	1.60 a	19.63 c	3.44 b	9.8 a
	3	1.58 a	28.90 a	3.47 a	10.4 a
	4	1.55 a	29.35 a	3.55 a	10.5 a
4	1	3.18 a	46.71 a	3.50 a	15.7 a
	2	3.32 a	40.41 b	3.57 a	14.2 a
	3	2.78 ab	38.64 c	3.50 a	15.0 a
	4	2.15 b	41.88 ab	3.76 a	13.0 b
5	1	4.38 a	51.04 a	5.78 b	16.6 a
	2	3.08 b	47.78 ab	6.12 ab	18.5 a
	3	2.25 c	42.18 b	6.31 a	17.5 a
	4	2.10 c	40.06 b	6.38 a	17.8 a
6	1	2.51 a	41.25 a	3.43 a	18.4 b
	2	1.75 ab	38.20 b	3.52 a	20.5 ab
	3	1.81 ab	36.53 b	3.57 a	22.4 a
	4	1.81 ab	43.05 a	3.59 a	23.0 a

^{x)} Bulb weight before planting : 1 (1.2±0.1g), 2 (2.2±0.1g), 3 (5.5±0.1g), 4 (11.0±0.1g),
5 (13.0±0.1g), 6 (33.1±0.1g)

^{y)} Moulding depth : 1(1cm), 2(3cm), 3(5cm), 4(7cm)

^{z)} Duncan's multiple range test, significant at 5%

Table 2. Flowering of *Lycoris radiata* according to various bulb sizes and moulding depths 2 years after planting.

Treatment	Time of flower budding	Time of flowering			Flower			
		First	Full	Last	Diameter (cm)	Floral stalk (cm)	Flolet diameter	
1 ^{x)}	1 ^{y)}							
	2	-	-	-	-	-	-	
	3							
	4							
2	1							
	2	-	-	-	-	-	-	
	3							
	4							
3	1	9.10 a ^{z)}	9.16 a	9.20 b	9.25 a	14.3 a	33.3 b	6.77 a
	2	9.10 a	9.16 a	9.20 b	9.25 a	14.2 a	34.5 a	7.45 a
	3	9.12 a	9.18 a	9.22 a	9.27 a	15.0 a	35.4 a	6.77 a
	4	9.12 a	9.18 a	9.23 a	9.27 a	14.7 a	35.8 a	6.67 a
4	1	9.10 b	9.16 b	9.20 b	9.25 b	13.5 b	32.5 b	6.05 b
	2	9.9 b	9.16 b	9.20 b	9.25 b	15.0 a	34.0 b	6.48 ab
	3	9.12 ab	9.19 ab	9.23 ab	9.27 ab	14.7 a	37.6 a	7.68 a
	4	9.15 a	9.21 a	9.25 a	9.29 a	14.5 a	38.8 a	7.49 a
5	1	9.11 a	9.17 a	9.19 b	9.24 ab	13.7 b	33.4 b	7.30 ab
	2	9.11 a	9.17 a	9.20 ab	9.25 a	15.1 b	34.1 b	6.94 b
	3	9.12 a	9.18 a	9.20 ab	9.25 a	14.7 b	35.7 b	7.56 a
	4	9.13 a	9.19 a	9.22 a	9.27 a	14.9 a	40.8 a	7.84 a
6	1	9.6 b	9.13 b	9.17 a	9.21 b	14.2 a	40.2 b	8.05 ab
	2	9.7 b	9.14 ab	9.17 a	9.21 b	14.5 a	41.0 b	7.89 b
	3	9.10 a	9.16 a	9.19 a	9.23 a	14.5 a	43.7 a	8.33 a
	4	9.9 a	9.15 a	9.19 a	9.24 a	15.6 a	43.5 a	8.74 a

^{x)} Bulb weight before planting : 1 (1.2±0.1g), 2 (2.2±0.1g), 3 (5.5±0.1g), 4 (11.0±0.1g), 5 (13.0±0.1g), 6 (33.1±0.1g)

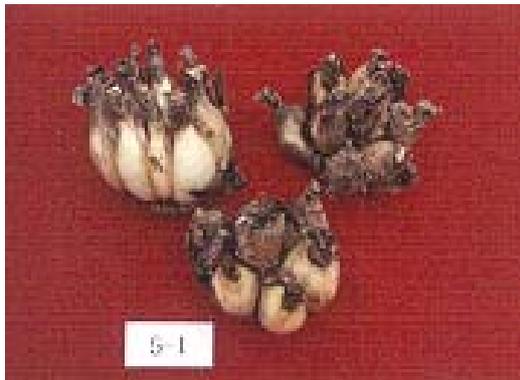
^{y)} Moulding depth : 1(1cm), 2(3cm), 3(5cm), 5(7cm)

^{z)} Duncan's multiple range test, significant at 5%



Fig. 1. Bulb hypertrophy and division according to various bulb sizes 2 years after being moulded 3cm deep.

Bulb weight before planting : 1 ($1.2 \pm 0.1g$), 2 ($2.2 \pm 0.1g$), 3 ($5.5 \pm 0.1g$),
 4 ($11.0 \pm 0.1g$), 5 ($13.0 \pm 0.1g$), 6 ($33.1 \pm 0.1g$)



1 Cm



3 Cm



5 Cm



7 Cm

Fig. 2. Bulb division according to various moulding depths 2 years after bulbs weighing $13.0 \pm 0.1g$ were planted.

4. 자생종 모본 확보

국내 자생종 상사화류는 10여종이 있는데 이들 식물을 산업화 하기 위해서는 모본을 확보하는 일이 시급하다고 보고 본 연구를 착수하면서부터 지속적으로 인공번식을 대량 실시하여 현재까지 석산을 비롯하여 백양꽃, 상사화등을 약 50만구정도 양성하였다.

번식방법은 주로 chipping을 이용하였는데 연구초기에는 vermiculite를 비닐봉지나 삼목상자에 넣고 일정한 온도와 습도를 유지시켜서 자구를 생산하였으나 이렇게 번식한 경우는 다시 포장에 이식을 해야 하는 번거로움이 있었기 때문에 본 연구의 중반부터는 시설내에 삼상을 만들어 직접 삼식 함으로써 서 다시 이식을 하는 번거로움을 줄일 수 있었다.



Open field(Wonkwang Uni.)



Vinyl house(Wonkwang Uni.)



Daehan nursery

Fig. 1. Propagation field of the genus *Lycoris*.

제 4 절 결 론

상사화속 식물의 우량종묘 대량생산 기술개발을 위하여 인공번식, 조직배양 및 우량 구근 재배 등에 관한 연구를 실시하였으며 이에 대한 분야별 주요 연구 결과는 다음과 같다.

1. 인공번식

- 가. 동계 인공번식 가능 여부를 검토하기 위해 익산과 구례지역의 무가온 비닐하우스를 이용하여 1월에 chipping번식을 시도한 결과 2중턴벨 + 보온덮개 처리구에서도 두 지역 모두에서 번식이 불가능하였다.
- 나. 하계 인공번식시 인편의 부패 방지를 위하여 벤레이트-티를 분의 처리한 결과 약량을 기준량과 배량을 처리하여도 효과는 전혀 없었다.
- 다. Chipping한 것을 포장에 직접 삽식할 경우 삽식 용토가 자구 형성에 미치는 영향을 조사한 결과, 모래가 자구 형성(96.4%) 및 비대(3.40g)에 가장 좋았고 발효의 경우는 perlite와 peatmoss 등을 혼용 처리하였을 때 자구 형성율을 90%정도 높일 수 있었다.
- 라. Chipping을 실시하여 포장에 삽식한 후 피복재료를 달리하여 자구형성율을 본 결과 왕겨와 볏짚 피복처리구에서는 94.2%의 높은 결과가 나타났고 비닐피복 처리구에서는 55%전후로 나타났다.
- 마. 삽식깊이가 자구 형성 및 비대에 미치는 영향을 조사한 결과 chipping한 것은 1cm 깊이로, notching한 것은 3cm깊이로 삽식 하였을 때 자구형성 및 비대가 가장 좋은 것으로 나타났다.
- 바. 양액재배시 배지의 종류를 달리하여 chipping한 것을 삽식한 결과 자구형성수는 발효에서 가장 많았으며(평균 1.99개) 자구비대는 perlite 단용처리구에서 좋았다.

2. 조직배양

- 가. 석산의 생장점 배양의 경우 식물체 획득율이 높은 1mg/L IAA와 2mg/L zeatin, 0.2 mg/L NAA와 2mg/L zeatin을 첨가한 배지가 shoot와 근발달에 가장 적합하였다.
- 나. 석산의 생장점 배양에 의한 virus이병 여부를 조사한 결과 잎, 인편 및 뿌리조직 모두에서 virus가 검출되지 않았다.
- 다. 인편 배양에 의한 캘러스 형성율은 6.0mg/L NAA와 3.0mg/L kinetin 첨가 배지에서 60%로 비교적 캘러스 형성율은 낮았으나 캘러스 생장은 가장 양호하였다.
- 라. 단축경 배양에 의한 캘러스 형성은 0.5mg/L 2,4-D와 10.0mg/L BA첨가 배지에서 63.3%를 보였으며 캘러스 배양 중 부정근 발생이 적고 분화능이 가장 높았다.
- 마. 석산의 화기 배양에 의한 캘러스 형성은 자방 조직과 소화병에서 가능한 것으로 나타났으며 자방조직의 캘러스 형성의 경우 0.5-1.0mg/L NAA, 0.2-1.0mg/L 2,4-D 와 10mg/L BA 첨가 배지에서 모두 양호한 캘러스 형성을 보였다.
- 바. 소화병으로부터의 캘러스 형성율은 0.5-1.0mg/L 2,4-D와 2.0mg/L BA 첨가 배지에서 67.4%와 60.0%로 가장 높았다.
- 사. 식물체 분화는 자방조직에서 가장 좋은 것으로 나타났다.
- 아. 자방조직으로부터 기내 자구 형성율은 2.0mg/L NAA와 10.0mg/L BA첨가 배지에서 60.0%로 가장 좋았으며 2,4-D 첨가 배지보다 NAA첨가 배지에서 비교적 양호하였다.
- 자. 쌍인편으로부터 기내 자구 형성율은 BA단독 배지에서 61.4%로 가장 높았고, 총 자구수도 39개로 가장 많았다. 배지내 NAA 농도가 증가할수록 자구 형성수는 감소하는 경향을 보였다.

3. 우량 구근 생산

- 가. 석산 재배를 위한 N, P, K 시용 기준 설정 실험을 실시한 결과 다량의 인산과 칼리를 공급한 처리구(P 36.4g, K 46.0g)에서 구근 비대가 좋은 것으로 나타났다.

- 나. 양액재배시 배지의 종류와 칼슘이 실생묘의 구근 비대 촉진 효과를 본 결과 perlite 배지에 500배의 칼슘 처리구는 대조구에 비해 2배의 구중 증가를 보였다.
- 다. 양액재배시 액상석회와 효소처리가 석산 구근 비대에 미치는 영향을 조사한 결과 엽의 생육은 액상석회 500배 처리구가 가장 좋았고 뿌리의 발달은 액상석회 500배 + 효소 10,000배 처리구가 다소 좋은 것으로 나타났다.
- 라. 구근 크기와 재식 깊이가 생육 및 개화에 미치는 영향을 조사한 결과 5.5g 이상인 구근을 재식한 경우는 재배 2년째에 100% 개화가 가능하였고 1-3cm로 천식한 처리구는 5-7cm로 심식한 처리구 보다 맹아가 2-3일 정도 앞당겨 졌으며 분구도 잘 이루어진다.

4. 자생종 모본 확보

- 가. 석산, 백양꽃 등 국내 자생종 상사화속 식물을 인공번식하여 5년간 약 50만구의 모본을 양성하였다.

제 5 절 참고문헌

1. 안명희, 김동철, 최성규. 1994. 석산(*Lycoris radiata* Herb.)의 단축경 배양에 미치는 생장조절제의 영향. 순천대학교 농업과학연구논문집. 8:81-91.
2. 青葉高. 1972. 球根植物の球形形成に及ぼす温度の影響(第1報). 温度條件がフリージアの二段球形形成に及ぼす影響. 園學雜. 41(3):290.
3. Dioi, Y., S. Toriyama, K. Tora and H. Asuyama 1969. Direct negative staining methods for detection of virus particles in fresh preparation from infected plant tissues. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 35:108-187.
4. 한봉희, 김주성, 백기엽. 1991. Amaryllis의 인편배양시 자구형성에 미치는 생장조절제의 영향. 한국식물조직배양학회지. 18(6):355-360.
5. Hosokawa, K. 1999. *Hyacinthus orientalis* L. : *In vitro* culture and the production of anthocyanin and other secondary metabolites. Biotechnol. Agricult. 43(1):177-198.
6. 정재동, 전재기, 서영교, 이은명. 1983. *Hyacinthus orientalis*의 조직배양에 관한 연구. III. 환경조절제로부터 자구의 분화와 생장에 미치는 auxin, 명암의 영향 및 인편조직간 분화능의 비교. 한국원예학회지. 24(1):76-85.
7. 정재동, 신동기, 우인식, 이은모, 최수옥, 최홍수. 1996. 열대산 심비디움의 생장점배양 및 Ribavirin 처리에 의한 바이러스 제거. 식물조직배양학회지. 23(4):217-222.
8. 김재영, 최상태, Roh Mark S., 고태신. 1996. 생장점배양 및 Virazole 처리에 의한 나리 무병주 생산과 바이러스 검정. 한국원예학회지. 37(1):64-69.
9. 김규원, 최정분, 권기영. 1988. 켈러스 배양에 의한 글라디올러스의 급속대량증식. 한국원예학회지. 29(4):312-318.
10. 김내성, 박중춘. 1991a. 석산의 기내 인편배양에 관한 연구. I. 미숙배 화기조직과 인편부위별 callus 유기 및 증식. 한국원예학회논문발표요지. 9(1):176-177.
11. 김내성, 박중춘. 1991b. 석산의 기내 인편배양에 관한 연구. II. Shoot, root, bulblet의 분화와 생장에 미치는 생장조절제 및 인편부위별 영향. 한국원예학회논문발표요지. 9(1):178-179.
12. 이은모, 정해준, 민병훈, 이영복. 1995. 백합 경단 및 인편배양으로부터 유식물체 분

- 화 및 자구형성에 미치는 성장조절제의 영향. 한국식물조직배양학회지. 22(2):83-87.
13. 이은모, 정해준, 이영복. 1995. 백합 기내자구 유래 소인편배양에서 기관분화에 미치는 성장조절제 및 배지의 영향. 한국식물조직배양학회지. 22(2):89-93.
 14. 이경순. 1994. 기내배양에 의한 히야신스의 자구와 소식물체의 재생과 생장. 동아대학교 대학원 석사학위 논문.
 15. 이현정. 1994. 배배양에 의한 *Lycoris*속 식물(*L. aurea*, *L. squamigera*, *L. koreana*)의 대량증식. 순천대학교 대학원 석사학위 논문.
 16. 이영병, 박정기, 이경순. 1996. 히야신스의 인편기내배양시 자구의 재생과 생장에 미치는 배지의 효과. 한국원예학회지. 37(1):146-151.
 17. 박진형. 1992. 백양꽃(*Lycoris koreana* Nakai)의 미숙배 배양에 의한 식물체 획득. 원광대학교 대학원 석사학위 논문.
 18. 박윤점. 1993. 수출유망 구근화훼 (*Lycoris*류)의 대량증식 및 재배법 확립에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서. pp.1-89.
 19. 박윤점. 1994. 수출유망 구근화훼(*Lycoris*류)의 대량증식 및 재배법 확립에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서. pp.1-85.
 20. 박윤점. 1995. 수출유망 구근화훼(*Lycoris*류)의 대량증식 및 재배법 확립에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서. pp.1-115.
 21. 박윤점. 1997. 수출유망 야생구근 화훼(*Lycoris*류)의 개발에 관한 연구. 농림부 최종 연구보고서. pp. 1-120.
 22. Robb. S. M. 1957. The culture of excised tissue from bulb scales of *Lilium speciosum*. J. Ex. Bot. 8:348-352.
 23. 서정근. 1993. 튜립 구근생산과 절화재배. 농촌진흥청 심포지엄 23. 107-129.
 24. 서영교. 1969. Georgia 백합의 번식에 관한 연구 제2보. 재식깊이 및 방법이 목자형성에 미치는 영향. 충남대학교 논문집 제 8집:37-42.
 25. 豊田篤治, 西井謙治, 筒井三登. 1960. アマリリスの鱗片繁殖に關する. 富山農試園藝圃場研究. 1:13-17.
 26. Van Creij, M.G.M., Kerckhoffs, D.M.F.J., De Bruijn, S.M., Vreugdenhil, D., Van Tuyl, J.M. 1999a. The effect of medium composition on ovary-slice culture and

ovule culture in intra-specific *Tulipa gesneriana* crosses. *Plant cell, Tissue organ cult.* 60(1):61-67.

27. Van Creijl, M.G.M., Kerckhoffs, D.M.F.J., Van Tuyl, J.M. 1999b. The effect of ovule age on ovary-slice culture and ovule culture in intraspecific and interspecific crosses with *Tulipa gesneriana* L. *Euphytica.* 108(1):21-28.

<부 록>

신품종의 육성내역과 주요특성

1. 문샤인(Moonshine) 육성

육성품종	문샤인(Moonshine)			
육성내역	교배조합	<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002년(문샤인, Moonshine)
주요특성	화 색	Red group 37A로 대조품종(Red group 44A)과 다르다		
	초 장	대조품종에 비해 6cm정도 길다		
	화서직경	19.5cm로 대조품종에 비해 5cm 크다		
	개 화 기	8월 28일로 대조품종에 비해 13일 정도 빠르다		
	화 경 색	Brown group 200B로 대조품종(Green group 143B)보다 갈색을 띄고 있다		
	화경길이	41.5cm로 대조품종 33.8cm보다 길다		
	화경굵기	0.9cm로 대조품종에 비해 0.3cm 굵다		
	꽃 잎 폭	1.3cm로 대조품종에 비해 0.4cm 넓다		
	꽃잎길이	6.1cm 대조품종에 비해 2cm 길다		

2. 레드와인(Redwine) 육성

육성품종	레드와인(Redwine)			
육성내역	교배조합	<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002년(레드와인, Redwine)
주요특성	화 색	Red group 43C로 대조품종(Red group 44A)과 다르다		
	초 장	51.8cm로 대조품종(35.5cm)에 비해 16cm정도 길다		
	화서직경	19.7cm로 대조품종(14.5cm)에 비해 5.2cm정도 크다		
	개 화 기	9월 4일로 대조품종(8월14일)에 비해 늦다.		
	화 경 색	Brown group 200B로 대조품종(Green group 143B)보다 갈색이다		
	화경길이	42.8cm로 대조품종(33.8cm)보다 길다		
	화경굵기	0.97cm로 대조품종(0.6cm)에 비해 굵다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 다소 강하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 다소 강하다		

3. 핑크레이디(Pinklady) 육성

육성품종	핑크레이디(Pinklady)			
육성내역	교배조합	<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002년 (핑크레이디, Pinklady)
주요특성	화 색	Red group 39B로 대조품종(Red group 44B)과 차이가 있다		
	초 장	50.2cm로 대조품종(35.5cm)에 비해 15cm정도 길다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 강하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 강하다		
	개 화 기	9월 14일로 대조품종(8월 15일)에 비해 1달 정도 빠르다		
	화 경 색	Brown group 200B로 대조품종(Green group 143B)과 다르다		
	화경길이	37.2cm로 대조품종 33.8cm보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.5cm로 대조품종(0.91cm)에 비해 넓다		
	꽃잎길이	5.2cm로 대조품종(4.1cm)에 비해 길다		
	수술길이	5.5cm로 대조품종에 비해 길다		
	암술길이	7.2cm로 대조품종에 비해 길다		

4. 레드선샤인(Redsunshine) 육성

육성품종	레드선샤인(Redsunshine)			
육성내역	교배조합	<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002 (레드선샤인, Redsunshine)
주요특성	화 색	Red purple group 68D로 대조품종(Red group 42A)과 많은 차이가 있다.		
	화 경 색	yellow green 147C로 대조품종(green group 140A)과 다르다		
	개 화 기	9월 6일로 대조품종에 비해 6일정도 빠르다		
	화경길이	62cm로 대조품종(41.2cm)에 비해 20cm정도 길다		
	꽃잎길이	8.5cm로 대조품종(3.4cm)에 비해 길다		
	꽃 잎 폭	1.8cm로 대조품종(0.5cm)에 비해 넓다		
	수술길이	7.8cm로 대조품종(5.4cm)에 비해 길다		
	암술길이	13cm로 대조품종(5.7cm)에 비해 길다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

5. 레드엔젤(Redangel) 육성

육성품종	레드엔젤(Redangel)			
육성내역	교배조합	<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sanguinea</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002 레드엔젤(Redangel)
주요특성	화 색	Red group 39A로 대조품종(Red group 42A)과 차이가 있다		
	화 경 색	Green group 137C로 대조품종(Green group 140A)과 차이가 있다		
	개 화 기	9월 6일로 대조품종(9월 12일)보다 6일정도 빠르다		
	화경길이	42.0cm로 대조품종 41.2cm보다 길다		
	꽃잎길이	5.6cm로 대조품종(3.4cm)에 비해 길다		
	꽃 잎 폭	1.1cm로 대조품종(0.5cm)에 비해 넓다		
	수술길이	6.8cm로 대조품종(5.5cm)에 비해 길다		
	암술길이	8.5cm로 대조품종(5.7cm)에 비해 길다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

6. 골드웨이브(Goldwave) 육성

육성품종	골드웨이브(Goldwave)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. spp. A</i> (가칭)	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002 골드웨이브(Goldwave)
주요특성	화 색	Yellow group 12A로 대조품종(Yellow orange 23A)보다 노랗다		
	화 경 색	Yellow green group 146C로 대조품종(Yellow green group 146B)과 차이가 있다.		
	개 화 기	8월 31일로 대조품종(10월 4일)보다 1개월 정도 빠르다		
	화경길이	57cm로 대조품종 60.2cm보다 짧다		
	꽃잎길이	6.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	1.4cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	7.6cm로 대조품종(8.0cm)보다 짧다		
	암술길이	9.1cm로 대조품종(9.6cm)보다 짧다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종과 비슷하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종과 비슷하다		

7. 골드프린세스(Goldprincess) 육성

육성품종	골드프린세스(Goldprincess)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. spp. A</i> (가칭)	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002 골드프린세스(Goldprincess)
주요특성	화 색	Yellow orange 22A로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 차이가 있다		
	화 경 색	Yellow green group 144A로 대조품종(Yellow green group 146B)과 차이가 있다		
	개 화 기	8월 28일로 대조품종(10월 4일)보다 1개월 정도 빠르다		
	화경길이	69.0cm로 대조품종(60.2cm)보다 길다		
	꽃잎길이	7.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.2cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다.		
	수술길이	8.3cm로 대조품종(8.4cm)보다 짧다.		
	암술길이	9.5cm로 대조품종(9.6cm)보다 짧다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종과 비슷하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종과 비슷하다		

8. 골드스마일(Goldsmile) 육성

육성품종	골드스마일(Goldsmile)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. spp. A</i> (가칭)	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2000년 골드스마일(Goldsmile)
주요특성	화 색	Yellow orange group 19A로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 차이가 있다		
	화 경 색	Purple group N 77A로 대조품종(Yellow green group 146B)과 차이가 있다		
	개 화 기	9월 29일로 대조품종(10월 4일)보다 빠르다		
	화경길이	52.5cm로 대조품종(60.2cm)보다 짧다		
	꽃잎길이	5.8cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	0.8cm로 대조품종(0.9cm)보다 좁다		
	수술길이	6.3cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 짧다		
	암술길이	9.2cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 짧다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

9. 스위트컬리(Sweetcurly) 육성

육성품종	스위트컬리(Sweetcurly)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. koreana</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2000년 스위트컬리(Sweetcurly)
주요특성	화 색	Greyed orange group 168C로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 다르다		
	화 경 색	Greyed orange G177B로 대조품종(Yellow green group 146B)과 다르다		
	개 화 기	9월 24일로 대조품종(10월 4일)보다 빠르다		
	화경길이	41.2cm로 대조품종(60.2cm)보다 매우 짧다		
	꽃잎길이	6.2cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	0.8cm로 대조품종(0.9cm)보다 좁다		
	수술길이	5.5cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 짧다		
	암술길이	9.5cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 짧다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다			

10. 화이트엔젤(Whiteangel) 육성

육성품종	화이트엔젤(Whiteangel)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. incanata</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	화이트엔젤(Whiteangel)
주요특성	화 색	White group 155B로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 구분된다		
	화 경 색	Greyed orange group 174B 로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구분된다		
	개 화 기	9월12일로 대조품종(10월 4일)보다 빠르다		
	화경길이	63cm로 대조품종(60.2cm)보다 길다		
	꽃잎길이	6.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	1.2cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	6.5cm로 대조품종(7.2cm)에 비해 짧다		
	암술길이	10.2cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 길다		

11. 플라잉뱃(Flyingbat) 육성

육성품종	플라잉뱃(Flyingbat)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2000년 플라잉뱃(Flyingbat)
주요특성	화 색	Yellow orange 21B로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 구분된다		
	화 경 색	Grey B 199C로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구분된다		
	개 화 기	9월12일로 대조품종(10월 4일)보다 빠르다.		
	화경길이	64.8cm로 대조품종(60.2cm)보다 길다		
	꽃잎길이	7cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	1.4cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	10.2cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 길다		
	암술길이	11.3cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 길다		
	화 형	등근형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

12. 댄싱스완(Dancingswan) 육성

육성품종	댄싱스완(Dancingswan)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2000년 댄싱스완(Dancingswan)
주요특성	화 색	Greyed yellow group 160D로 대조품종 Yellow orange group 23A와 구분된다		
	화 경 색	Greyed yellow group 160A로 대조품종 Yellow green group 146B와 구분된다		
	개 화 기	9월 20일로 대조품종 10월 4일 보다 빠르다		
	화경길이	48.5cm로 대조품종 60.2cm보다 매우 짧다		
	꽃잎길이	5.0cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	0.7cm로 대조품종(0.9cm)보다 좁다		
	수술길이	6.5cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 짧다		
	암술길이	8.5cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 짧다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	등근형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

13. 골드해피(Goldhappy) 육성

육성품종	골드해피(Goldhappy)			
육성내역	교배조합	<i>L. spp. A(가칭) × L. aurea</i>	교배년도	1993년
주요특성	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2000년 골드해피(Goldhappy)
	화 색	Yellow orange 20A로 대조품종 Yellow orange 21A와 차이가 있다		
	화 경 색	Green group B로 대조품종 Green group 130과 차이가 있다		
	개 화 기	8월 28일로 대조품종(7월 25일) 보다 늦다		
	출 엽 기	추기출엽형으로 대조품종(춘기출엽형)과 차이가 있다		
	화경길이	57cm로 대조품종 66.9cm보다 짧다		
	꽃잎길이	7.0cm로 대조품종(6.5cm)보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.5cm로 대조품종(1.2cm)보다 넓다		
	암술길이	11cm로 대조품종(8.8cm)에 비해 길다		

14. 밀키웨이(Milkyway) 육성

육성품종	밀키웨이(Milkyway)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1993년
	선 발 및 특성검정	1999~2001년	최종명명	2002년 밀키웨이(Milkyway)
주요특성	화 색	White group N 155A로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 차이가 있다		
	화 경 색	Grey brown group N 199A로 대조품종(Yellow green group 146B)과 차이가 있다		
	개 화 기	8월 23일로 대조품종(10월 4일)보다 매우 빠르다		
	출 엽 기	춘기출엽형으로 대조품종(추기출엽형)과는 구분된다		
	화경길이	64.5cm로 대조품종(60.2cm)보다 길다		
	꽃잎길이	6.2cm로 대조품종(7.2cm)보다 짧다		
	꽃 잎 폭	1.3cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	7.1cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 짧다		
	암술길이	8.0cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 짧다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

15. 스노우화이트스마일(Snowwhitesmile) 육성

육성품종	스노우화이트스마일(Snowwhitesmile)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1996년
	선 발 및 특성검정	1999~2002년	최종명명	2002년 스노우화이트스마일(Snowwhitesmile)
주요특성	화 색	White group 155A로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 구별된다		
	화 경 색	Yellow group 145A로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구별된다		
	개 화 기	9월 5일로 대조품종(10월 4일)보다 1개월 정도 빠르다		
	출 엽 기	춘기출엽형으로 대조품종(추기출엽형)과 차이가 있다		
	화경길이	51.4cm로 대조품종(60.2cm)보다 짧다		
	꽃잎길이	9.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.3cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	7.2cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 짧다		
	암술길이	10.1cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 길다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

16. 아이보리레이디(Ivorylady) 육성

육성품종	아이보리레이디(Ivorylady)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1996년
	선 발 및 특성검정	1999~2002년	최종명명	2002년 아이보리레이디(Ivorylady)
주요특성	화 색	White group 155B로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 구분된다		
	화 경 색	Yellow green group 153A로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구분된다		
	개 화 기	9월 12일로 대조품종(10월 4일)보다 빠르다		
	출 엽 기	춘기출엽형으로 대조품종(추기출엽형)보다 빠르다		
	화경길이	51.4cm로 대조품종(60.2cm)보다 짧다		
	꽃잎길이	9.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.5cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	8.5cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 길다		
	암술길이	11.5cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 길다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

17. 스윙레이디(Swinglady) 육성

육성품종	스윙레이디(Swinglady)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	교배년도	1996년
	선 발 및 특성검정	1999~2002년	최종명명	2002년 스윙레이디(Swinglady)
주요특성	화 색	White group N 155A로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 차이가 있다		
	화 경 색	Yellow green 148B로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구분된다		
	개 화 기	9월 12일로 대조품종(10월 4일)보다 30일 정도 빠르다		
	출 엽 기	춘기출엽형으로 대조품종(추기출엽형)과 차이가 있다		
	꽃잎길이	9.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.6cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	9.0cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 길다		
	암술길이	12.5cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 길다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

18. 셉템버브라이드(Septemberbride) 육성

육성품종	셉템버브라이드(Septemberbride)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. jacksoniana</i>	교배년도	1996년
	선 발 및 특성검정	1999~2002년	최종명명	2002년 셉템버브라이드 (Septemberbride)
주요특성	화 색	Green white group 157D로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 구분된다		
	화 경 색	Grey brown group N 199B로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구분된다		
	개 화 기	9월 15일로 대조품종(10월 4일)보다 20일 정도 빠르다		
	출 엽 기	춘기출엽형으로 대조품종(추기출엽형)과 차이가 있다		
	화경길이	51.4cm로 대조품종(60.2cm)보다 짧다		
	꽃잎길이	8.5cm로 대조품종(7.2cm)보다 길다		
	꽃 잎 폭	1.5cm로 대조품종(0.9cm)보다 넓다		
	수술길이	6.5cm로 대조품종(8.0cm)에 비해 짧다		
	암술길이	8.5cm로 대조품종(9.6cm)에 비해 짧다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

19. 핑크화이트레이디(Pinkwhitelady) 육성

육성품종	핑크화이트레이디(Pinkwhitelady)			
육성내역	교배조합	<i>L. aurea</i> × <i>L. jacksoniana</i>	교배년도	1996년
	선 발 및 특성검정	1999~2002년	최종명명	2002년 핑크화이트레이디 (Pinkwhitelady)
주요특성	화 색	White group N 155A로 대조품종(Yellow orange group 23A)과 구분된다		
	화 경 색	Grey brown group N 199A로 대조품종(Yellow green group 146B)과 구분된다		
	개 화 기	9월 8일로 대조품종(10월 4일)보다 빠르다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		
	화서형태	비방사형으로 대조품종(방사형)과 다르다		
	화 형	중간형으로 대조품종(삼각형)과 다르다		

20. 스타트럼펫(Startrumpet) 육성

육성품종	스타트럼펫(Startrumpet)			
육성내역	교배조합	<i>L. sprengeri</i> × <i>L. aurea</i>	교배년도	1996년
	선 발 및 특성검정	1999~2002년	최종명명	2002년 스타트럼펫(Startrumpet)
주요특성	화 색	White group N 155B로 대조품종(Yellow green 146B)과 구분된다		
	화 경 색	Yellow green 146B로 대조품종(Grey B 199B)과 구분된다		
	개 화 기	9월 10일로 대조품종(8월 20일)보다 20일 늦다		
	출 엽 기	추기출엽형으로 대조품종(춘기출엽형)과 다르다		
	꽃 잎 의 말림정도	대조품종에 비해 약하다		
	꽃 잎 의 물결모양	대조품종에 비해 약하다		

Table 2. Chief characteristics of new cultivars obtained from interspecific hybridization.

Cross combination	Name of new cultivars (Pedigree name)	Flowering time	Leaf-emergence season	Flower			
				Color of flower	Degree of curling back of petal	Undulation	Inflorescence
<i>L. koreana</i> × <i>L. sprengeri</i>	Moonshine(KS1)	8.28	Spring	Red group 37A	Average	Below the average	Nonradial form
	Redwine(KS2)	9.4	Spring	Red group 43C	Average	Below the average	Nonradial form
	Pinklady(KS3)	9.14	Spring	Red group 39B	Average	Average	Nonradial form
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sprengeri</i>	Redshine(RS1)	9.6	Fall	Red purple group 68D	Average	Below the average	Nonradial form
<i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i> × <i>L. sanguinea</i>	Redangel(RSA1)	9.12	Fall	Red group 39A	Average	Average	Nonradial form
<i>L. aurea</i> × <i>L. spp. A</i>	Goldwave(AS1)	8.31	Fall	Yellow group 12A	Above the average	Above the average	Radial form
	Goldprincess(AS2)	8.28	Fall	Yellow orange group 22A	Above the average	Above the average	Radial form
	Goldsmile(AS3)	9.29	Fall	Yellow orange group 19A	Average	Average	Nonradial form
<i>L. aurea</i> × <i>L. koreana</i>	Sweetcurly(AK1)	9.24	Fall	Greyed orange group 168C	Average	Average	Nonradial form
<i>L. aurea</i> × <i>L. incanata</i>	Whiteangel(AII)	9.12	Fall	Yellow group 7A	Above the average	Above the average	Radial form

Table 2. (continued)

Cross combination	Name of new cultivars (Pedigree name)	Flowering time	Leaf-emergence season	Flower			
				Color of flower	Degree of curling back of petal	Undulation	Inflorescence
<i>L. aurea</i> × <i>L. radiata</i> var. <i>pumila</i>	Flyingbat(AR1)	9. 12	Fall	Yellow orange 21B	Above the average	Above the average	Radial form
	Dancingswan(AR2)	9. 20	Fall	Greyed yellow group 460D	Above the average	Above the average	Nonradial form
<i>L. spp. A</i> × <i>L. aurea</i>	Goldhappy(SA1)	8. 28	Fall	Yellow orange 20A	Above the average	Above the average	Radial form
<i>L. aurea</i> × <i>L. sprengeri</i>	Milkyway(ASP1)	8. 23	Spring	White group N 155A	Average	Average	Nonradial form
	Snowwhitesmile(ASP2)	9. 5	Spring	White group N 155A	Average	Average	Nonradial form
	Ivorylady(ASP3)	9. 12	Spring	White group N 155B	Below the average	Below the average	Nonradial form
	Swinglady(ASP4)	9. 12	Spring	White group N 155A	Average	below the average	Nonradial form
	Septemberbride(ASP5)	9. 15	Spring	Green white group 157D	Average	average	Nonradial form
<i>L. aurea</i> × <i>L. jacksoniana</i>	Pinkwhitelady(AJ1)	9. 8	Fall	White group N 155A	Average	Below the average	Nonradial form
<i>L. sprengeri</i> × <i>L. aurea</i>	Startrumpet(SA1)	9. 10	Fall	White group N 155B	Below the average	Below the average	Nonradial form

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발 사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림 부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과 임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외 적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

상
사