

새우난초(*Calanthe discolor* Lindl.)와 금새우난초[*C. discolor* for. *sieboldii*(Decne.) Ohwi]의 종간교배에 의한 1대잡종 종자의 기내무균 발아

김광수*, 김종선¹, 박종환¹
작물과학원 목포시험장, ¹(주)그린 2000

Aseptic Germination of F1 Hybrid Seed by Inter-species Pollination of *Calanthe discolor* Lindl. and *C. discolor* for. *Sieboldii* (Decne.) Ohwi

Kwang Soo, Kim*, Jong Sun, Kim¹ and Jong Hwan Park¹

Mokpo Experiment Station, National Institute of Crop Science, RDA, Muan 534-830, Korea
¹Green 2000

Abstract - Two orchid species of *Calanthe discolor* Lindl. and *C. discolor* for. *sieboldii* (Decne.) Ohwi, which have different form flower color and size. They were crossed in mid April by artificial pollination, and the F1 hybrid seeds were collected mid October. Germination of seeds was investigated on pre-treatment of seeds and under the various environmental conditions. Germination was promoted by moisture absorption and ultrasonic treatment of seeds. Dark culture of F1 hybrid seeds enhanced germination and protocorm formation, and development into seedlings compared with light culture. Although, plant growth regulators such as NAA and BA had a slightly promotive effect on seed germination and protocorm growth, regenerated seeding were showed abnormal growth patterns. Regenerated F1 hybrid plantlets were successfully transferred to pot.

Key words - *Calanthe discolor* Lindl., *C. discolor* for. *sieboldii* (Decne.) ohwi, Pre-treatment, Moisture absorption, Plant growth regulator

서 언

우리나라의 제주도와 남부도서 일부 지역에서 자생하는 새우난초 속(*Calanthe* spp.) 식물은 난과(Orchidaceae)의 다년생 초본으로 잎이 지고 난 위구경의 모양이 '새우의 등처럼 생겼다' 하여 이렇게 불리고, 속명처럼 아름다운 꽃[calos(아름답다) + anthes(꽃)]을 피우고, 꽃의 색 또한 개체마다 다른[dis(다른) + color(색)] 특징을 보여 정원 또는 화분에 식재하여 감상하거나, 절화 등의 원예용으로 이용 가능성이 매우 높은 식물이다(이창복, 1993). 우리나라의 새우난초 종류는 새우난초(*Calanthe discolor* Lindl.), 금새우난초(*C. discolor* for. *sieboldii* (Decne.) Ohwi), 여름새우난초(*C. reflexa* Maxim) 및 섬새우난초(*C. coreana* Nakai) 등이 제주도, 울릉도, 안면도 및 남해도서 일부 지역에 자생하고 있다(Kim and Kim, 1989). 그 중,

새우난초는 꽃이 비교적 작으며 화색은 갈색, 녹색 등 다양하며 설판은 핑크색이나 백색이며, 금새우난초는 새우난초에 비하여 꽃이 비교적 크나 화색이 노란색의 단일색을 띤다. 새우난초와 금새우난초가 함께 자생하는 제주도와 진도, 완도 등 남해도서의 극히 일부 지역의 제한된 서식지에 이들 간의 종간 교잡종인 왕새우난초(*C. × bicolor*, 큰새우난초, 한라새우난초 등으로 불리기도 함)이 매우 드물게 자생하고 있는데(Hyun *et al.*, 1999b) 다른 종에 비해 꽃이 비교적 클 뿐만 아니라, 꽃의 색 또한 아름답고 다양하며, 향기가 좋아 원예용으로 이용 가능성이 매우 높은 식물이다. 그러나 분포지가 제주도와 남해도서 일부로 한정되어 있고, 개체 수가 적음에도 불구하고 많은 애호가들에게 인기가 있어 남채의 대상이 되어 자생지에서 사라질 위험성이 크다. 새우난초 속에 대한 연구로는 분류(Kim and Kim, 1989; Kim *et al.*, 1990), 분포와 유연관계에 관한 연구(Hyun *et al.*, 1999a, 1999b)가 있으며, 기내 무균종자발아에 관한 연구로는 새우난초(Miyoshi and Mii, 1988, 1995; Chung *et al.*, 1998), 금새우난초(Park *et al.*, 2000)에 관한 연구가 있다. 또

*교신저자(E-mail) : ajuga@rda.go.kr

한 왕새우난초의 인공 기내증식법에 관한 연구는 Kim and Chung(1997)이 새우난초와 금새우난초의 인공수분 후 경과 일수, 기본배지 및 초음파 처리효과 등 교잡종자의 기내 무균발아에 적합한 기내 배양조건 구명에 관해 보고한 바 있다.

새우난초의 증식은 다른 난과 식물에서와 마찬가지로 주로 영양번식, 즉 포기나누기와 벌브티우기에 의해서 이루어지는데 모주의 형질을 그대로 물려받는 장점이 있으나 번식속도가 느린 단점이 있다. 그 외의 번식법은 종자발아에 의한 번식법이 있는데 여기에는 화분파종법과 무균배양법이 있다. 화분파종법은 새우난초의 종자를 재배 중인 새우난초 화분에 뿌려줌으로써 새우난초의 뿌리에 공생하고 있는 난균 또는 근균(mycorrhiza)이라고 불리는 곰팡이 종류의 도움을 받아 발아시키는 방법이며, 간편하기는 하나 발아율이 낮고 파종으로부터 발아 및 개화까지 오랜 시간이 걸린다는 단점이 있다(Mathews and Rao, 1980). 그러나 무균배양법은 발아에 필요한 여러 가지 양분이 첨가된 인공배지에 종자를 파종함으로써 발아시키는 방법이며 발아율을 높일 수 있고, 파종으로부터 3~4년에 개화주를 만들어 낼 수 있는 장점이 있다(장길훈, 2006).

새우난초 속 식물은 다른 난과 식물과 마찬가지로 종자가 배유가 없이 배만으로 이루어져 매우 작아 발아율이 매우 낮은 실정이다. 따라서 난발아성인 새우난초의 대량증식을 위해서는 이들 종자의 발아율을 높이는 배양기술의 확립과 함께 원예화가 가능한 품종의 육성 또한 시급하다. 따라서 본 연구에서는 최근 인기가 높아지고 있는 왕새우난초의 대량증식을 목적으로 새우난초와 금새우난초를 인공적으로 교배하고 이들 종자의 효율적인 기내무균발아 조건을 확립하여 사라져가는 자생지의 보호 및 왕새우난초의 원예화를 위한 기초 자료를 확보하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 새우난초, 금새우난초 및 왕새우난초는 제주도 자생지에서 수집하여 온실 내에서 재배하면서 4월 중순에 개화한 식물체를 종내 또는 종간 인공 수분하여 [새우난초(♀)×새우난초(♂), 새우난초(♀)×금새우난초(♂), 금새우난초(♀)×새우난초(♂), 금새우난초(♀)×금새우난초(♂), 왕새우난초(♀)×왕새우난초(♂)], 같은 해 10월 중순에 꼬투리를 수집하였다. 꼬투리는 70% 에탄올을 이용하여 약 30초간 표면 살균하고, 표면을 분젠버너를 이용하여 3~4초간 화염 살균한 후, 황으로 열개한 후 종자를 획득하였다. 종자의 발아를 위하여 3g·L⁻¹의 Hyponex(N:P:K, 6.5:6:19, USA)와 4g·L⁻¹의 peptone이 첨가된 배지(H3P4)에 35g·L⁻¹의 sucrose를 첨가하고 pH 5.3으로 조정한 후, 고형제로 8g·L⁻¹의 한천을 첨가하여 고압증기

멸균하였다. 멸균된 배지는 플라스틱 배양접시(Ø100×15mm)에 약 30mL씩 분주하여 사용하였다. 종내 또는 종간 인공수분을 통하여 얻어진 종자는 교배조합별로 발아율을 조사하였으며, 종자의 흡습 및 초음파 등 전처리에 따른 발아율 및 발아에 걸리는 시간의 변화를 구명하기 위해 얻어진 종자를 바로 배지가 들어있는 배양접시에 바로 파종하거나, 종자를 무균수가 든 삼각플라스크에 넣은 후 교반기를 이용하여 1시간 동안 교반하여 충분히 흡습시킨 후 무균수로 2~3회 세척 후 파종하거나, 종자를 무균수가 든 삼각플라스크에 넣은 후 10분간 초음파를 처리하고 무균수로 2~3회 세척 후 다시 무균수를 첨가하여 스포이드를 이용하여 배양접시에 파종하였다. 또한 배지에 0.1, 0.5, 1.0, 5.0mg·L⁻¹의 NAA(Naphthalene acetic acid)와 BA(Benzyladenine)를 첨가하여 배양하면서 호르몬 농도에 의한 발아율의 변화를 관찰하였으며, 종자가 파종된 배양접시를 배양기(25±1℃) 내에서 24시간 명배양, 24시간 암배양 및 명/암(12/12h)배양으로 달리하여 종자의 발아에 미치는 빛의 영향을 구명하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 새우난초와 금새우난초를 인위적으로 교배하여 기내발아를 통해 왕새우난초를 생산할 목적으로 새우난초, 금새우난초, 왕새우난초를 종내 또는 종간 교배를 통해 얻어진 종자들의 교배조합에 따른 발아율을 조사한 결과, 새우난초(♀)×새우난초(♂), 새우난초(♀)×금새우난초(♂), 금새우난초(♀)×새우난초(♂), 금새우난초(♀)×금새우난초(♂) 교배조합의 경우 발아율이 50~60%로 양호한 반면에 왕새우난초(♀)×왕새우난초(♂)의 경우 발아율이 20%로 비교적 낮게 나타났다(Fig. 1).

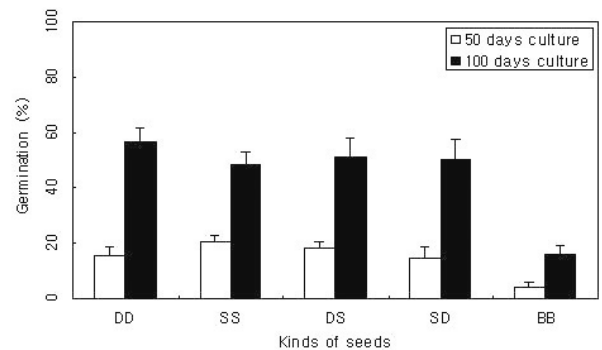


Fig. 1. Effect of seed kinds on asymbiotic germination rates on hyponex (H3P4) medium after 50 and 100 days culture. DD; *C. discolor* (♀)×*C. discolor* (♂), SS; *C. discolor* for. *sieboldii* (♀)×*C. discolor* for. *sieboldii* (♂), DS; *C. discolor* (♀)×*C. discolor* for. *sieboldii* (♂), SD; *C. discolor* for. *sieboldii* (♀)×*C. discolor* (♂), BB; *C. × bicolor* (♀)×*C. × bicolor* (♂). Vertical bars represent the mean of ten replicates standards deviation.

Table 1. Effect of seeds pre-treatment on germination and protocorm formation of F1 hybrid seeds of *C. discolor* and *C. discolor* for. *sieboldii* on H3P4 medium culture

	50 days after sowing		100 days after sowing	
	Seed germination (%)	Protocorm formation (%)	Seed germination (%)	Protocorm formation (%)
Direct sowing	12.2 ± 2.3 ^z	-	52.8 ± 6.7	45.0 ± 4.5
Moisture absorption	37.3 ± 5.7	15.4 ± 3.2	73.2 ± 8.2	69.9 ± 6.7
Ultrasonic treatment	33.2 ± 3.8	17.7 ± 3.1	75.3 ± 5.5	72.6 ± 7.2

^zEach data represents the mean of ten replicates ± standards deviation.

이는 새우난초와 금새우난초의 중간 교잡에 의해서 생성된 F1 중간교잡종의 발아율이 새우난초 및 금새우난초의 종내 교잡에서 획득한 종자와 비슷한 발아율을 보여 특별한 생식적인 격리는 나타나지 않아 중간교배를 통한 왕새우난초의 생산가능성을 확인할 수 있었다. 하지만 자연교배종인 왕새우난초 개체간의 교배에서 생성된 종자의 발아율은 20% 정도로 낮아, 왕새우난초 사이의 교배에 의한 새로운 세대의 진전은 비교적 효율이 낮은 것으로 보인다. 따라서 우수한 왕새우난초를 대량생산하기 위해서는 왕새우난초 사이의 교배보다는 새우난초와 금새우난초를 교배하여 얻어진 종자를 기내 무균발아를 통하여 새로운 개체를 생산해 나가는 것이 효율적일 것으로 생각된다.

대부분의 난과 식물 종자는 배가 미성숙한 상태이며, 발아 시 필요한 배유가 없고, 종피에 발아억제물질이 존재하며 공생균과의 공생관계를 통한 발아 등의 복잡한 원인으로 발아가 대단히 어려울 뿐만 아니라 발아되는데 시간이 무척 오래 걸리는 것으로 알려져 있다(Mathews and Rao, 1980). 따라서 본 연구에서는 종자의 전처리에 따른 발아율 및 발아에 걸리는 시간의 변화를 구명하기 위해 파종 50일과 100일 후에 발아율을 조사한 결과, 꼬투리로부터 얻어진 종자를 전처리 없이 배지에 바로 파종하는 것보다는 흡습처리구와 초음파처리구가 발아율이 높음을 확인할 수 있었으며, 종자가 발아하여 원괴체(protocorm)를 형성하는데 걸리는 기간 또한 단축됨을 관찰할 수 있었다. 즉 무처리구는 배양 60~70일 후에 원괴체(지름 약 0.5mm)가 육안으로 관찰되기 시작하였으나, 종자의 흡습처리구와 초음파처리구는 배양 40일 후면 원괴체가 관찰되기 시작하여, 흡습처리구 및 초음파처리구가 무처리구 보다는 약 2~30일 정도 빠르게 발아하는 것을 볼 수 있었다(Table 1). Miyoshi and Mii(1988)는 새우난초 기내 발아 실험에서 4~16분의 초음파

처리로 발아율을 6배 정도 향상시켰고, Chung 등(1998)은 새우난초 종자의 발아를 촉진시키기 위해 배양하기 전 30분 정도의 초음파를 처리하여 약 2배 이상 발아율을 증가시켰다. 이는 대부분의 난과 식물의 종피에 존재하는 발아억제물질이 초음파 처리에 의하여 종피가 제거되고 미성숙배의 세포에 활성을 주어 종자의 발아율 증가 및 발아기간을 단축시키는 것으로 보고하였다. 본 실험에서는 단순하게 종자의 흡습처리만으로도 초음파 처리 결과와 같이 발아율의 증가와 발아기간이 단축되는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 종자의 외피가 불투수층으로 이루어져 있어 발아하는데 필요한 수분과 배지 내 양분의 흡수를 저해하여 발아율이 낮고 발아기간이 길어지나, 교반에 의한 흡습 처리로 종피에 존재하는 발아억제물질이 제거될 뿐만 아니라, 수분의 흡수가 용이해져 배지 내의 양분의 흡수가 촉진되기 때문인 것으로 생각되었다.

새우난초 종자의 발아에 미치는 빛의 영향을 조사하기 위해 종자가 파종된 배양접시를 24시간 명배양, 24시간 암배양 및 명/암(12/12h)배양으로 달리 배양한 결과, 24시간 암배양 시 명배양이나 명/암배양에 비해 발아율 및 원괴체의 형성율이 높았다(Table 2). 또한 암상태로 배양하였을 때 발아된 원괴체의 기근(rhizoids) 발달을 촉진하여 명배양에 비하여 초기 생육도 좋은 것으로 관찰되었다(Fig. 2). 이러한 연구결과는 Stimart and Ascher(1981)의 *Paphiopedilum* 종자 기내발아 시험에서 암배양이 종자의 발아와 유묘의 생존율에 중요한 요인으로 작용한다는 보고와 Park 등(2000)의 금새우난초 종자발아 실험에서 암배양 시 종자의 발아율이 높아진다는 보고와 같은 결과를 나타내어, 난 종자의 발아 시 광조건이 발아율과 유묘의 생존율에 중요한 요인으로 작용함을 알 수 있었다. 따라서 새우난초의 발아율을 높이고 유묘의 초기생육을 촉진하기 위해서 종자를 파종한

Table 2. Effect of dark and light culture on F1 hybrid seed germination of *C. discolor* and *C. discolor* for. *sieboldii* after 100 days culture

Treatment	Germination (%)	Protocorm formation (%)
Dark	63.7 ± 5.6 ^z	59.4 ± 6.8
Light	55.3 ± 5.2	45.3 ± 4.3
Light+Dark	53.4 ± 5.3	46.7 ± 3.9

^zEach data represents the mean of ten replicates ± standards deviation.

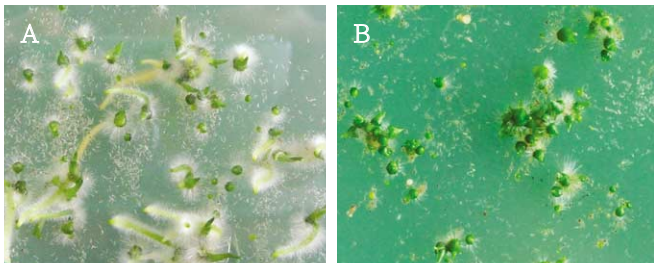


Fig. 2. Comparison of dark culture (A) with light culture (B) in rhizoids formation from F1 hybrid protocorm of *C. discolor* and *C. discolor* for. *sieboldii*.

배양접시를 암배양하고 이후 종자가 발아하면 명배양하는 2단계 배양법을 적용하면 좋을 것으로 생각되었다.

Miyosii and Mii(1995)는 새우난초의 기내발아 실험에서 종자를 파종 전에 NAA, BA 및 Ethephon 용액에 침지하여 배양하였을 때, 종자의 발아율은 변화가 없지만 발아된 종자가 원기체로 발달하는 비율이 1.5~2.9배 높아졌다고 보고하였으며, Pierik 등(1988)이 *Paphiopedilum ciliolare*의 기내발아 실험에서 auxin의 첨가가 발아율을 약간 촉진하였지만 cytokinin과 gibberellin의 첨가는 효과가 없었다고 하였다. 또한 Park 등(2000)은 금새우난초의 발아 실험에서 MS배지와 변형된 MS배지에 putrescine이나 adenine sulfate를 첨가하여 발아율을 44%와 66% 증진시켰다고 보고하였다. 본 실험에서도 발아배지에 식물생장 조절제로 NAA와 BA를 농도 별로 첨가하여 배양한 결과, 종자의 발아율이 성장조절제가 첨가되지 않은 배지에 비해 약간 촉진되었다(Table 3). 그러나 호르몬을 첨가 배양한 처리구에서의 원기체로부터 유식물체로 발달할 때 기저부의 팽창과 캘러스화로 뿌리의 발생이 억제되어 발생된 뿌리가 없거나 발생하더라도 정상적으로 발달하지 못하였다. 또한 다수의 측아형성, 위구경의 비정상적인 신장과 함께 잎 끝이 마르거나 심하게는 유묘가 유리화 되는 현상까지 나타나(Fig. 3) 건전한 유묘의 생산에는 부적합한 것으로 생각되었다.

한편, 발아된 지 2~3개월 가량 지난 유묘는 대부분 1cm 정

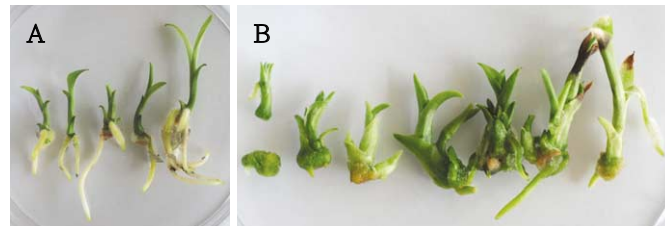


Fig. 3. Normal plantlets (A) and abnormal plantlets of F1 hybrid of *C. discolor* and *C. discolor* for. *sieboldii* were cultured H3P4 medium supplemented with NAA or BA (B).

도로 자라나 배지에 갈색의 페놀성 화합물 등이 배출되어 배지가 갈변하며 이에 따라 유묘의 성장이 급속하게 늦어지거나, 유묘의 잎 끝이 말라가면서 갈변고사함을 볼 수 있었다(data not shown). 따라서 발아된 유묘의 활발한 성장을 위하여 약 2개월 간격으로 새로운 배지에 계대배양 하였으며, 이때 사용한 육묘용 배지는 유묘에서 배출 하는 페놀성 화합물을 제거할 목적으로 활성탄을 0.5g · L⁻¹로 첨가한 H3P4배지에 2~3회 계대배양 하였다. 약 7~10cm 정도로 자란 새우난초 유묘를 배양병에서 꺼낸 후, 뿌리에 묻은 배지의 성분을 흐르는 물에서 깨끗하게 세척하고 다공질 난석인 일향토 소립난석(Ø3~4mm)과 톱밥을 발효시켜 만든 부엽토를 1:1로 혼합한 배양토에 이식하여 성공적으로 순화하여(Fig. 4), 새우난초와 금새우난초의 인공교배를 통하여 획득한 종자의 기내 무균발아를 이용하여 원예성이 높은 왕새우난초를 육성할 수 있음을 확인할 수 있었다.



Fig. 4. Growth of plantlets of F1 hybrid of *C. discolor* and *C. discolor* for. *sieboldii* in the pot.

Table 3. Effect of NAA and BA on F1 hybrid seeds germination of *C. discolor* and *C. discolor* for. *sieboldii* after 100 days culture

Treatment (mg · L ⁻¹)		Germination (%)	Protocorm formation (%)
Control		52.3 ± 5.3 ^a	43.2 ± 3.2
NAA	0.1	48.3 ± 3.1	45.1 ± 4.7
	0.5	62.1 ± 5.7	65.8 ± 5.8
	1	59.2 ± 4.3	62.3 ± 6.5
	5	51.1 ± 4.9	58.3 ± 8.8
	BA	0.1	49.3 ± 8.2
0.5		52.3 ± 6.1	55.8 ± 5.2
1		58.4 ± 4.3	63.4 ± 3.1
5		59.2 ± 4.1	58.7 ± 8.0

^aEach data represents the mean of ten replicates ± standards deviation.

적 요

원예화 가능성이 매우 높은 왕새우난초(*C. × bicolor*)의 기내 대량증식법을 확립하기 위해 새우난초(*C. discolor*)와 금새우난초(*C. discolor* for. *sieboldii*)를 4월 중순에 중간 인공 교배하여 같은 해 10월 중순에 F1 잡종 종자를 획득하여 종자의 전처리 및 여러 가지 배양환경에 따른 발아율 및 기타 생육 특성을 조사하였다. 파종 시 종자의 전처리에 따른 F1 종자의 기내 발아율을 조사한 결과, 종자의 흡습처리와 초음파 처리가 종자의 발아율과 원괴체 형성율을 높일 뿐만 아니라 원괴체의 형성기간도 단축되었다. 또한 파종 후 암배양하는 것이 종자의 발아율 및 원괴체의 형성율이 높았다. 발아 배지에 NAA와 BA 등의 호르몬 첨가는 발아율과 원괴체의 형성율을 촉진하였지만 비정상적인 유묘가 많이 발생하여 건강한 유묘의 생산에는 적합하지 않았다. 유묘는 활성탄을 0.5g/L⁻¹를 첨가한 H3P4배지에 계대배양하여 건강한 새우난초 유식물체를 생산하였으며, 화분에서 성공적으로 순화하여 새우난초와 금새우난초의 인공교배를 통하여 원예성이 높은 왕새우난초를 육성할 수 있음을 확인할 수 있었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린21사업(과제번호:20070301034033)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌

Chung, M.Y., J.D. Chung and S.O. Jee. 1998. Effect of culture media on asymbiotic seed germination and those seedling growth of *Calanthe discolor* and *Habenaria radiata*. Korean J. Plant Tiss Cult. 25: 189-194.

Hyun, M.R., J.Y. Choi, J.N. Suh, I.S. So and J.S. Lee. 1999a. Studies on distributions and morphological characteristics of *Calanthe discolor*, *C. sieboldii*, and *C. bicolor* native to Cheju Province. Kor. J. Hort. Sci. Technol.17: 498-500(in Korean).

Hyun, M.R., J.Y. Choi, J.N. Suh, I.S. So and J.S. Lee. 1999b. Isozyme and Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Analysis for Genetic Relationship among *Calanthe discolor*, *C. sieboldii*, and *C. bicolor* Native to Cheju Island. Kor. J. Hort. Sci. Technol.17: 141-143(in Korean).

Kim, B.C., M.H. Kim and M.Y. Oh. 1990. A taxonomic study on *Calanthe* in Cheju island - A comparative study on isozyme by electrophoresis. Kor. J. Plant Tax. 20: 53-64(in Korean).

Kim, C.H. and J.D. Chung. 1997. Asymbiotic germination of Korean native *Calanthe* species. Agric. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ. 15: 47-52(in Korean).

Kim, Y.S. and S.H. Kim. 1989. A taxonomic study on *Calanthe* in Korea. Kor. J. Plant Tax. 19: 273-287(in Korean).

Mathews, V.H. and P.S. Rao. 1980. *In vitro* multiplications of *Vanda* hybrids through tissue culture technique. Plant Sci. Lett. 17: 383-389.

Miyoshi, K. and M. Mii. 1988. Ultrasonic treatment for enhancing seed germination of terrestrial orchid, *Calanthe discolor*, in asymbiotic culture. Scientia Horticulturae 35: 127-130.

Miyoshi, K. and M. Mii. 1995. Phytohormone pre-treatment for the enhancement of seed germination and protocorm formation by the terrestrial orchid, *Calanthe discolor* (Orchidaceae), in asymbiotic culture. Scientia Horticulture 63: 263-267.

Park, S.Y., H.N. Murthy and K.Y. Paek. 2000. *In vitro* Seed Germination of *Calanthe sieboldii*, an Endangered Orchid Species. J. Plant Biology 43: 158-161.

Pierik, R.L.M., P.A. Spermkels, B. Van Der Harst and Q.N. Van Der Meys. 1988. Seed germination and further development of plantlets of *Paphiopedilum* Pfitz. *in vitro*. Scientia Horticulture 34: 139-153.

Stimart, D.P. and P.D. Ascher. 1981. *In vitro* germination of *Paphiopedilum* seed on a completely defined medium. Scientia Horticulturae 14: 165-170.

이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사. 서울특별시. pp. 810.

장길훈. 2006. 새우난. 월간 난과 생활. 서울특별시. pp. 238-255.

(접수일 2008. 6. 23 ; 수락일 2008. 8. 5)