Korean J. Plant Res. 33(1):24-32(2020)
https://doi.org/10.7732/kjpr.2020.33.1.24

Print ISSN 1226-3591
Online ISSN 2287-8203

Original Research Article

몇 가지 재배조건에 따른 산꼬리풀의 생육특성

이상인[1,3], 연수호[1,3], 조주성[2,4], 이철희[2,4]*

[1]충북대학교 축산 · 원예 · 식품공학부, 대학원생, [2]교수, [3]충북대학교 생물건강소재 산업화 사업단, 대학원생, [4]교수

Growth Characteristics of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz. according to Several Cultivation Conditions

Sang In Lee[1,3], Soo Ho Yeon[1,3], Ju Sung Cho[2,4] and Cheol Hee Lee[2,4]*

[1]Graduate Student and [2]Professor, Division of Animal, Horticultural and Food Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea
[3]Graduate Student and [4]Professor, Brain Korea 21 Center for Bio-Resource' Development, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Abstract - This study was aimed to establish the most effective approach for the cultivation of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz. plants, which was expected as new ornamental plants. We conducted an experiment using plug seedlings, varied the seeding container type and seeding rate. We also varied seedling quality, planting container, soil type, and shading ratio. Seedling quality was used seedlings produced from different seeding containers and seeding rates. The seedling quality were seeding growth using 162, 200, and 288 trays, and seedings rate was used seedlings produced by sowing 1, 2, 4 and 6 seeds. As a result, 162 trays of seedlings were suitable for use in this study. Plants grown with one seed per cell in individual cells exhibited increased individual growth, but those grown with four seeds per cell exhibited better growth for the whole plant. According to seedling quality, seedlings produced in the 162 trays or with four seeds per cell showed higher growth than other seedlings. In the cultivation of *V. rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz., seedling growth increased depending on container capacity for both shoot and root parts. Container material had no significant impact on seedling growth. Seedlings grew the best on horticultural substrate, and showed better growth on mixed soils with high decomposed granite content than on peatmoss.

Key words – Mixed soil, Ornamental plants, Planting container, Produced seedling, Seedling rate, Seedling quality

서 언

현재 우리나라의 실내조경에 이용되는 식물들은 외국도입종이 80% 이상을 차지하고 있으며 자생식물은 극히 일부만 이용되고 있다(Kang *et al.*, 1990; Lee and Oh, 2002). 자생식물은 한국적인 정서를 표현할 수 있고, 오랫동안 본토의 기후에 적응하여 환경적응성이 뛰어나며 병해충의 저항성도 높아 유리하게 이용될 수 있다(Ryu, 2004). 따라서 자생식물을 활용하여 기존의 외국 도입종을 대체하기 위한 관상 및 화훼소재로서 개발이 요구되는 시점이다.

한국특산식물인 산꼬리풀[*Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.]은 현삼과(Scrophulariaceae) 개불알풀속(*Veronica*)으로, 초장은 40-80 ㎝이며 8월에 10-20 ㎝의 벽자색을 띄는 화기가 가지와 원줄기 끝에 총상화서로 달린다(KPNI, 2019). 전초는 기침, 천식 및 만성 기관지염을 치료하는데 이용된 바 있으며, 최근에는 산꼬리풀을 이용한 만성폐쇄성 폐질환의 치료제가 개발 중이다(Oh, 2015).

식물을 재배함에 있어서 육묘 시 용기의 크기(Lee *et al.*, 2001)와 파종량(Cho *et al.*, 2000; Park *et al.*, 2015)에 따라 생육에 미치는 영향이 다르므로, 초기 유묘의 생육 차이에 따른 정식 후 묘의 생육 변화를 구명할 필요성이 있다. 또한 자생식물은 대부분 종에 따라 생리적 특성이 다르기 때문에 재배 시 기본이

*교신저자 : E-mail leech@chungbuk.ac.kr
Tel. +82-43-261-2526

ⓒ 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되는 식재용기 (Seo *et al.*, 2006a; 2006b)와 토양 조건(NAAS, 2008)이 반드시 확립되어야 한다. 현재까지 우산나물 외 8종 (Ryu, 2004), 박주가리 외 15종(Sohn and Kim, 2010), 비비추 외 6종(Kim and Lee, 2009) 등 국내 자생식물을 이용하여 관상식물 개발을 위한 연구가 수행된 바는 있으나, 방대한 식물자원에 비해 자생식물의 재배 조건에 관한 연구는 여전히 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 관상 및 약용 소재로 개발가치가 높은 산꼬리풀의 재배기술을 확립하기 위하여 몇 가지 재배조건에 따른 생육특성을 분석하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

식물재료

연구에 사용된 산꼬리풀 종자는 2017년 9월에 산림청 산하 유용식물증식센터의 재배온실(위도 37° 28’ 45.2”, 경도 127° 35’ 51.4”)에서 채종되어 불순물이 제거된 종자를 분양 받았으며, 4℃에서 건조 보관하면서 실험에 사용하였다. 직파 육묘용 파종 용기 및 파종량 실험은 종자를 직파하였으며, 그 외 재배실험은 2018년 4월 11일에 파종하여 12주간 재배된 균일한 묘를 사용하였다. 이때 식재 용기 및 토양 종류별 실험에서는 200구 트레이에 셀 당 4립을 파종하여 생산된 묘를 사용하였다.

재배조건

플러그 육묘를 위한 파종 용기별 실험은 162, 200 및 288구 트레이[플러그 트레이, ㈜범농, Korea]의 각 셀에 원예상토[한아름 상토, ㈜신성미네랄, Korea]를 충진한 다음 셀 당 4립씩 파종하였으며, 용기별 셀 용량은 각 15, 10 및 5 mL였다. 파종량에 따른 실험은 200구 트레이에 셀 당 1, 2, 4 또는 6립을 파종하였다.

묘의 소질별 실험은 육묘용기를 162, 200 및 288구 트레이로 달리한 다음 셀 당 4립씩 파종하여 생산한 묘와 200구 트레이에 셀 당 파종량을 1, 2, 4 및 6립으로 달리하여 생산한 묘를 각 플라스틱 화분[이색칼라, ㈜영농사, Korea] 10호에 원예상토를 충진한 다음 정식하였다.

식재 용기별 실험은 플라스틱 화분 8(7×7 ㎝), 10(9×9 ㎝) 및 12호(10.5×10.5 ㎝)와 비닐포트[Vinyl pot, ㈜한국원예자재, Korea] 3치(7×7 ㎝)와 4치(9×9.85 ㎝)를 사용하였다.

토양 종류별 실험은 원예상토를 단용하거나 중화 피트모스(BM4, Berger Co. Ltd., Canada)와 펄라이트[New pershine 2호, (주)GFC, Korea]를 3:1 또는 4:1로, 마사토(2 ㎜ 소립)와 중화 피트모스를 2:1 또는 3:1로 혼용하였다. 비료는 가축분퇴비[옛날거름, (주)유나, Korea]를 각 혼용토양 9 L당 1 L의 비율로 첨가하였다.

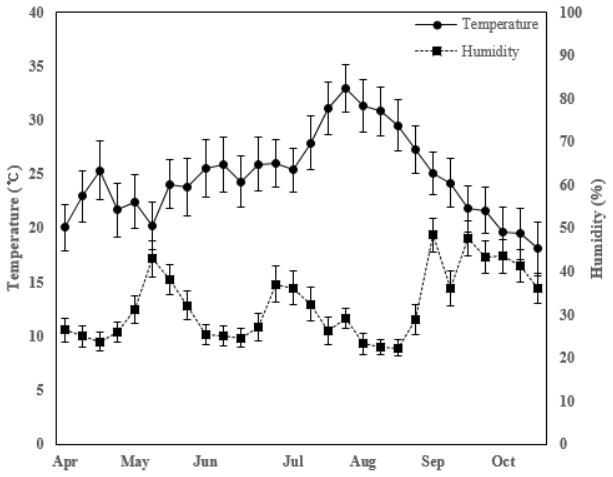

Fig. 1. Temperature and humidity during experimental period on April to October, 2018.

플러그 육묘 실험은 2018년 4월 3일에 파종하여 8주간 실시하였으며, 트레이 크기에 관계없이 20셀을 3반복하였다. 묘의 소질, 식재 용기 및 토양 종류 등 재배 실험은 2018년 7월 3일에 정식하여 15주간 실시하였으며 8포트를 3반복으로 하였다.

미스트 자동관수를 위하여 살수 직경 5-6 m인 스프링쿨러[미니스프링쿨러SS, (주)에이월드, Korea]를 설치하였으며 최대양수량이 분당 40 L인 펌프[PB-138MA, (주)Wilo, Japan]를 사용하였다. 육묘 실험 중 관수는 09시, 18시에 각 5분, 재배 실험 중 관수는 09시, 12시, 18시에 각 15분간 3회 실시하였다.

모든 실험은 충북대학교 유리온실(위도 36° 37’ 50.3”, 경도 127° 27’ 06.1”)에서 진행되었다. 실험기간 내 주간 평균온도는 18.1-32.9℃로 기록되었으며, 평균습도는 22.3-48.4%로 조사되었다(Fig. 1).

생육조사 및 통계분석

묘의 생육은 초장, 근장, 절간장, 경직경, 마디수, 분지수 및 엽수를 플라스틱 자와 버니어 캘리퍼스[NA500-150S, (주)Blue bird, Korea]로 조사하였다. 개화율은 개화된 포트의 수를 비율로 계산하였으며, 엽록소 함량은 SPAD-502 (Minolta, Japan)로 측정하였다. 유묘의 생체중은 미세전자저울[DRAGON 204/S, (주)Mettler toledo, Switzerland]로, 재배묘의 생체중과 건물중은 전자저울[BB120, (주)Mettler toledo, Swizerland]을 이용

하여 측정하였다.

각 처리별 측정 항목에 대한 평균 및 표준오차를 계산하였으며, SAS 프로그램(Statistical Analysis System, 9.4 Version, SAS Institute, Cary, NC, USA)으로 Duncan's multiple range test를 사용하여 $p<0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

결 과

플러그 육묘 조건

산꼬리풀의 플러그 육묘에 따른 묘의 생육은 셀 당 토양 용적량이 가장 많은 162구 트레이에서 왕성하였다. 초장과 근장은 162구 트레이에서 각 46.3, 50.2 ㎜로 가장 길었으며, 다음으로 200구(36.6, 47.9 ㎜), 288구(29.7, 46.4 ㎝) 순으로 짧아지는 경향이었다(Table 1). 줄기직경도 162구에서 1.55 ㎜로 조사되어, 200구와 288구 트레이에 비해 유의적으로 굵었다. 엽수는 162구 트레이에서 5.3개로 가장 많았으나, 엽록소 함량은 162구에 비해 생육이 억제된 200구 및 288구 트레이에서 유의적으로 높았다.

플러그 육묘 시 셀 당 파종량도 유의적인 생육 차이를 보였다. 초장은 1, 2 및 4립 파종 시 36.6-38.2 ㎜ 수준이었으나 6립 파종 시 28.8 ㎜로 짧아졌다. 또한 경직경, 엽수 및 근장은 파종량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 개체당 생체중은 2, 4, 6립 파종 시 1립 파종구에 비해 각 25, 37 및 53%가 감소하였고, 셀 당 생체중은 각 46, 81 및 136%가 증가하였다(Table 2).

묘의 소질

육묘 시 셀 당 토양 용적량이 많을수록 정식한 산꼬리풀의 생육이 왕성하였으며(Fig. 2A), 초장과 근장은 162구 트레이 육묘분에서 각 36.6, 21.9 ㎝로 가장 길었다. 반면 절간장, 마디수 및 측지수는 셀 당 토양 용적량이 적을수록 감소하는 경향을 보였고, 경직경은 육묘 용기에 따른 유의적인 차이가 없었다(Table 3).

셀 당 파종량을 달리한 묘의 정식 후 생육에서 포트 내 개체의 생육은 파종량이 적을수록 우수한 경향이었다(Fig. 2B). 포트 내 전체 묘의 생육은 셀 당 파종량이 증가할수록 초장, 절간장,

Table 1. Effect of planting container on seedling growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.

Container[z] (Tray)	Plant length (㎜)	Diam. of stem (㎜)	No. of leaves (ea)	Root length (㎜)	Fresh weight / cell (㎎)		SPAD value
					Aerial parts	Underground parts	
162	46.3 ± 1.00a[y]	1.55 ± 0.026a	5.3 ± 0.08a	50.2 ± 0.75a	256.9 ± 8.53a	52.7 ± 1.59a	20.6 ± 0.34b
200	36.6 ± 0.60b	1.36 ± 0.026b	4.7 ± 0.06b	47.9 ± 0.89ab	167.9 ± 6.00b	40.1 ± 1.52b	25.7 ± 0.47a
288	29.7 ± 0.60c	1.29 ± 0.025b	4.7 ± 0.08b	46.4 ± 0.78b	136.1 ± 4.38c	37.0 ± 1.20b	26.2 ± 0.52a

[z]Four seeds were sowed at each cells.
[y]Mean separation within columns by Duncan´s multiple range test at $p<0.05$.

Table 2. Effect of seeding rate per cell at 200 tray on seedling growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.

No. of seeds / cell	Plant length (㎜)	Diam. of stem (㎜)	No. of leaves (ea)	Root length (㎜)
1	38.2 ± 1.27a[z]	2.13 ± 0.063a	6.0 ± 0.04a	60.2 ± 0.98a
2	37.2 ± 1.46a	1.56 ± 0.036b	5.3 ± 0.15b	54.8 ± 1.06b
4	36.6 ± 0.60a	1.36 ± 0.026c	4.7 ± 0.06c	47.9 ± 0.89c
6	28.8 ± 0.56b	0.91 ± 0.037d	4.6 ± 0.07c	47.5 ± 0.93c

No. of seeds / cell	Fresh weight / plant (㎎)		Fresh weight / cell (㎎)		SPAD value
	Aerial parts	Underground parts	Aerial parts	Underground parts	
1	263.3 ± 12.39a	140.0 ± 4.73a	263.3 ± 12.39d	140.0 ± 4.73b	28.9 ± 0.39a
2	196.6 ± 9.13b	70.4 ± 2.60b	384.6 ± 16.66c	140.6 ± 6.09b	27.9 ± 0.54a
4	167.9 ± 6.00b	40.1 ± 1.52c	477.2 ± 11.25b	140.2 ± 5.75b	25.7 ± 0.47b
6	123.9 ± 3.05c	36.9 ± 1.00c	620.9 ± 17.76a	181.1 ± 5.74a	26.0 ± 0.33b

[z]Mean separation within columns by Duncan´s multiple range test at $p<0.05$.

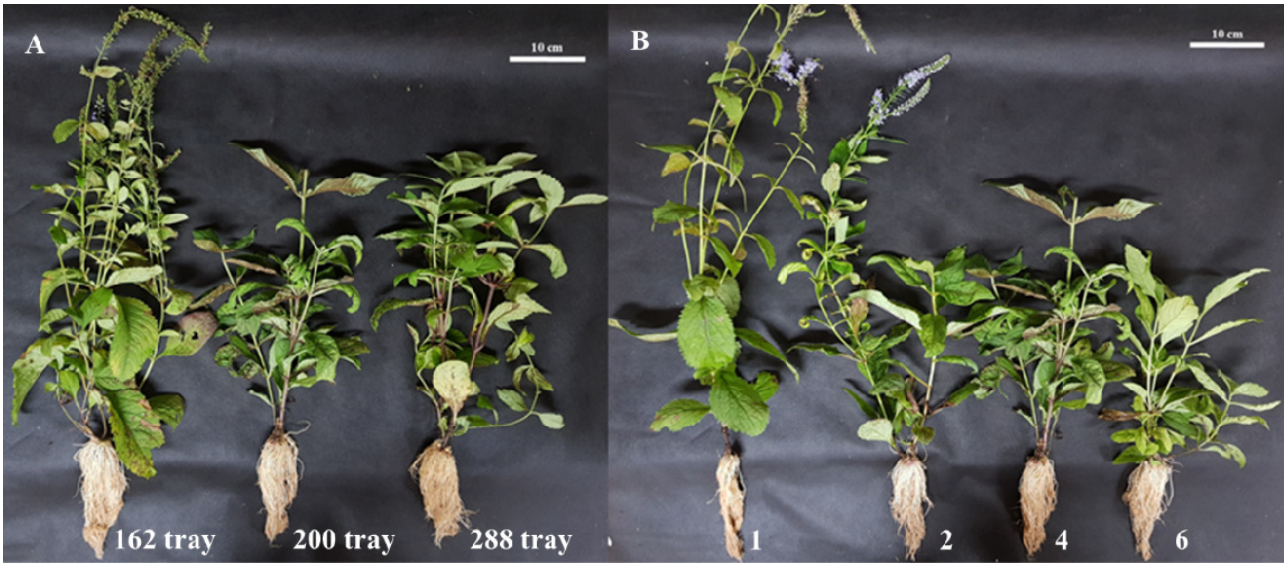

Fig. 2. Growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz. seedling after cultivation according to seedling quality under different seeding container (A) and seeding rate per cell (B).

Table 3. Effect of seedling quality produced under different container on growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.

Container (Tray)	Plant length (㎝)	Internode length (㎝)	Diam. of stem (㎜)	No. of lateral branches (ea)	No. of nodes (ea)	No. of leaves (ea)	Fresh weight of shoot (g) / pot	Fresh weight of shoot (g) / plant
162	36.6 ± 0.93a[z]	4.3 ± 0.16a	2.56 ± 0.065a	10.2 ± 1.58a	54.3 ± 5.68a	104.0 ± 10.68a	33.7 ± 2.68a	13.1 ± 1.41a
200	32.2 ± 1.25b	3.9 ± 0.18ab	2.54 ± 0.082a	6.3 ± 0.57ab	45.1 ± 2.29ab	77.6 ± 3.74a	27.6 ± 1.71ab	10.5 ± 0.86ab
288	28.7 ± 0.92b	3.5 ± 0.15b	2.46 ± 0.100a	3.6 ± 0.36b	34.3 ± 3.19b	50.6 ± 3.14b	22.3 ± 1.28b	8.4 ± 1.02b

Container (Tray)	Dry weight of shoot (g) / pot	Dry weight of shoot (g) / plant	Root length (㎝)	Fresh weight of root (g) / pot	Fresh weight of root (g) / plant	Dry weight of root (g) / pot	Dry weight of root (g) / plant	Flowering ratio (%)	SPAD value
162	10.3 ± 0.70a	3.9 ± 0.26a	21.9 ± 0.49a	22.7 ± 1.19a	7.5 ± 0.34a	6.6 ± 0.21a	2.3 ± 0.08a	16.7 ± 4.17b	31.6 ± 1.28a
200	9.8 ± 0.36ab	3.2 ± 0.18ab	18.2 ± 0.14b	18.0 ± 0.96b	5.5 ± 0.58a	6.3 ± 0.17a	2.0 ± 0.18a	44.4 ± 11.02a	31.5 ± 1.22a
288	8.2 ± 0.43c	2.7 ± 0.14b	18.4 ± 0.19b	17.7 ± 0.79b	5.6 ± 0.56a	5.6 ± 0.16b	1.9 ± 0.15a	33.3 ± 4.17ab	29.9 ± 1.58a

[z]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

줄기직경 및 근장이 감소하였으며, 마디수, 엽수, 생체중 및 건물중은 2립 파종 이상인 경우 유의적인 차이가 없었다(Table 4). 개화율은 4립 파종묘에서 가장 우수하였으나 1, 2립 파종묘와 오차범위 내에서 유의적인 차이가 크지 않았다. 한편 1, 2립 파종묘의 경우 식물체가 도장하여 넘어지는 현상이 나타났으며, 4립 파종묘부터 도장하지 않았다.

식재 용기

산꼬리풀의 정식 용기는 재질에 관계없이 토양 용적량의 차이에 의해 생육이 달랐다. 식재 용기에 따른 초장, 절간장, 근장을 비교하였을 때 플라스틱 12호에서 36.8, 4.8, 22.8 ㎝로 가장 길었으며, 다음으로 비닐 4치(32.7, 3.9, 18.4 ㎝)와 플라스틱 10호(32.2, 3.9, 18.2 ㎝), 비닐 3치(26.6, 3.3, 15.2 ㎝)와 플라스틱 8호(26.5, 3.3, 14.8 ㎝)순으로 나타났다(Table 5). 엽수와 마디수도 용기 재질에 상관없이 토양 용적량이 증가할수록 양호하였다. 측지수는 토양 용적량이 가장 큰 플라스틱 화분 12호를 제외하고 유의성이 나타나지 않았다. 개화율도 플라스틱 화분 12호에서 가장 우수하였으나 플라스틱 화분 8호를 제외하고는 큰 차이가 없었다.

Table 4. Effect of seedling quality produced under different seeding rate on growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.

No. of seeds / cell	Plant length (㎝)	Internode length (㎝)	Diam. of stem (㎜)	No. of lateral branches (ea)		No. of nodes (ea)		No. of leaves (ea)		Flowering ratio (%)
				/ pot	/ plant	/ pot	/ plant	/ pot	/ plant	
1	47.2 ± 1.97a[z]	4.8 ± 0.28a	3.80 ± 0.184a	6.0 ± 0.49b	6.0 ± 0.49a	31.9 ± 1.76b	31.9 ± 1.76a	52.8 ± 3.28b	52.8 ± 3.28a	25.0 ± 7.22ab
2	40.5 ± 1.71b	4.3 ± 0.17ab	3.21 ± 0.080b	11.8 ± 0.54a	5.6 ± 0.34a	43.6 ± 1.44a	20.2 ± 0.61b	71.3 ± 3.62a	39.2 ± 1.25b	25.0 ± 0.00ab
4	32.2 ± 1.25c	3.9 ± 0.18b	2.54 ± 0.082c	6.3 ± 0.57b	2.1 ± 0.21b	45.1 ± 2.29a	12.0 ± 0.59c	77.6 ± 3.74a	22.3 ± 0.79c	44.4 ± 11.02a
6	25.5 ± 1.46d	3.5 ± 0.13b	2.08 ± 0.044d	4.5 ± 0.66b	0.8 ± 0.13c	45.3 ± 2.94a	8.4 ± 0.45c	71.5 ± 6.36a	14.2 ± 0.65d	20.8 ± 4.17b

No. of seeds / cell	Fresh weight of shoot (g)		Dry weight of shoot (g)		Root length (㎝)	Fresh weight of root (g)		Dry weight of root (g)		SPAD value
	/ pot	/ plant	/ pot	/ plant		/ pot	/ plant	/ pot	/ plant	
1	20.1 ± 1.11b	20.1 ± 1.11a	7.7 ± 0.21b	7.65 ± 0.21a	22.8 ± 0.63a	16.5 ± 0.72a	16.5 ± 0.72a	5.49 ± 0.09b	5.5 ± 0.09a	31.7 ± 1.24a
2	26.8 ± 1.16a	13.4 ± 0.58b	9.0 ± 0.22a	4.49 ± 0.11b	19.8 ± 0.22b	18.9 ± 0.27a	9.7 ± 0.13b	6.28 ± 0.10a	3.0 ± 0.06b	32.1 ± 0.97a
4	27.6 ± 1.71a	10.5 ± 0.86b	9.8 ± 0.36a	3.23 ± 0.18c	18.2 ± 0.14c	18.0 ± 0.96a	5.5 ± 0.58c	6.34 ± 0.17a	2.0 ± 0.18c	31.5 ± 1.22a
6	26.3 ± 1.38a	5.1 ± 0.13c	9.1 ± 0.32a	1.61 ± 0.03d	16.6 ± 0.34d	18.1 ± 1.15a	4.0 ± 0.27c	6.32 ± 0.20a	1.2 ± 0.05d	26.6 ± 0.90b

[z]Mean separation within\ columns by Duncan´s multiple range test at $p<0.05$.

Table 5. Effect of pot type and size on seedling growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.

Pot		Plant length (㎝)	Internode length (㎝)	Diam. of stem (㎜)	No. of lateral branches (ea)	No. of nodes (ea)	No. of leaves (ea)	Fresh weight of shoot (g)	
Type	Size							/ pot	/ plant
Vinyl	3	26.6 ± 8.12c[z]	33.4 ± 0.72c	2.18 ± 0.071b	5.3 ± 0.68b	30.6 ± 2.17c	47.4 ± 3.16c	19.9 ± 1.04b	6.2 ± 0.44 b
	4	32.7 ± 15.53ab	38.9 ± 0.65b	2.61 ± 0.097a	6.2 ± 0.31b	47.4 ± 3.71b	78.2 ± 3.26b	27.1 ± 2.49a	10.2 ± 0.99a
Plastic	8	26.5 ± 11.07c	33.4 ± 0.99c	2.14 ± 0.064b	4.7 ± 0.59b	31.3 ± 1.77c	52.0 ± 3.95c	19.4 ± 0.89b	6.5 ± 0.64b
	10	32.2 ± 12.52b	38.6 ± 1.82b	2.54 ± 0.082a	6.3 ± 0.57b	45.1 ± 2.29b	77.6 ± 3.74b	27.6 ± 1.71a	10.5 ± 0.86a
	12	36.8 ± 11.22a	48.0 ± 2.14a	2.70 ± 0.074a	9.3 ± 0.89a	60.3 ± 3.67a	93.8 ± 6.20a	32.3 ± 1.21a	13.1 ± 1.28a

Pot		Dry weight of shoot (g)		Root length (㎝)	Fresh weight of root (g)		Dry weight of root (g)		Flowering ratio (%)	SPAD value
Type	Size	/ pot	/ plant		/ pot	/ plant	/ pot	/ plant		
Vinyl	3	7.1 ± 0.30b	2.6 ± 0.11a	15.2 ± 2.77c	12.6 ± 0.79c	3.6 ± 0.28c	5.1 ± 0.11b	1.6 ± 0.10c	37.5 ± 0.00ab	26.3 ± 1.26b
	4	9.7 ± 0.57a	3.2 ± 0.13a	18.4 ± 1.94b	18.5 ± 0.86b	5.4 ± 0.24b	6.2 ± 0.14a	1.9 ± 0.10ab	41.7 ± 4.17ab	31.1 ± 1.15ab
Plastic	8	7.3 ± 0.27b	2.5 ± 0.14a	14.8 ± 4.52c	11.0 ± 0.27c	3.3 ± 0.21c	5.0 ± 0.12b	1.5 ± 0.05c	29.2 ± 8.33b	26.7 ± 1.57a
	10	9.8 ± 0.36a	3.2 ± 0.18a	18.2 ± 1.39b	18.0 ± 0.96b	5.5 ± 0.58ab	6.3 ± 0.17a	2.0 ± 0.18ab	44.4 ± 11.02ab	31.5 ± 1.22ab
	12	11.1 ± 0.74a	3.2 ± 0.38a	22.8 ± 3.20a	22.4 ± 0.72a	6.9 ± 0.44 a	6.7 ± 0.23a	2.2 ± 0.08a	58.3 ± 4.17a	31.5 ± 1.07a

[z]Mean separation within columns by Duncan´s multiple range test at $p<0.05$.

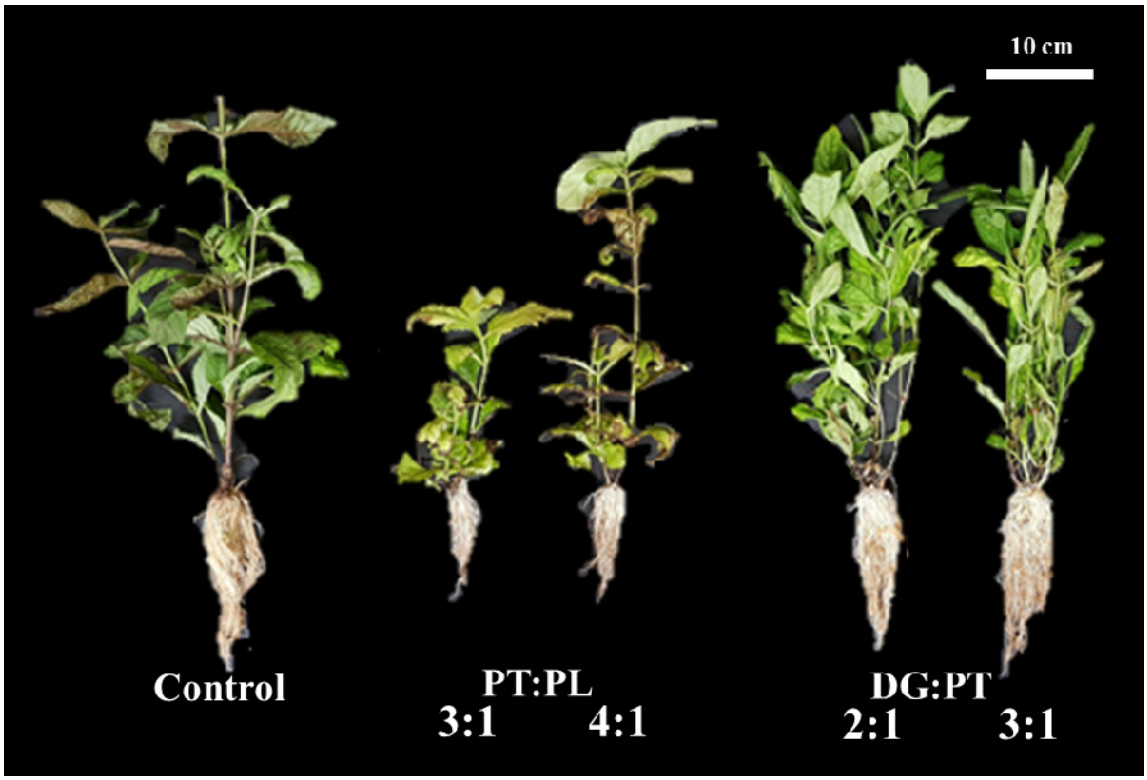

Fig. 3. Growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz. seedling after cultivation according to soil types. Control, Horticultural substrate; PT, Peatmoss, PL, Perlite; DG, Decomposed granite. Mixed soils was mixed with each soils per volume.

Table 6. Effect of soil type on seedling growth of *Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.

Soil		Plant length (㎝)	Internode length (㎝)	Diam. of stem (㎜)	No. of lateral branches (ea)	No. of nodes (ea)	No. of leaves (ea)	Fresh weight of shoot (g)	
Type	Ratio							/ pot	/ plant
HS		32.2 ± 1.25a[z]	3.9 ± 0.18ab	2.54 ± 0.082a	6.3 ± 0.57a	45.1 ± 2.29a	77.6 ± 3.74a	27.6 ± 1.71a	10.5 ± 0.86a
PT:PL[y]	3:1	14.1 ± 1.57d	2.9 ± 0.21c	1.89 ± 0.082c	3.5 ± 0.52b	27.4 ± 0.96b	29.8 ± 2.37c	10.2 ± 1.40d	3.3 ± 0.54c
	4:1	20.2 ± 1.13c	3.3 ± 0.21bc	2.28 ± 0.158ab	4.5 ± 0.33ab	30.7 ± 2.27b	32.0 ± 2.37c	13.1 ± 0.57d	5.0 ± 0.49bc
DG:PT	2:1	28.0 ± 1.22b	4.3 ± 0.26a	2.04 ± 0.065bc	4.9 ± 1.15ab	34.0 ± 3.66b	58.0 ± 3.28b	22.4 ± 0.57b	6.5 ± 0.33b
	3:1	25.9 ± 0.80b	4.0 ± 0.22ab	1.88 ± 0.072c	4.5 ± 0.44ab	35.0 ± 1.61b	66.0 ± 3.04b	17.9 ± 0.85c	5.6 ± 0.50b

Soil		Dry weight of shoot (g)		Root length (㎝)	Fresh weight of root (g)		Dry weight of root (g)		Flowering ratio (%)	SPAD value
Type	Ratio	/ pot	/ plant		/ pot	/ plant	/ pot	/ plant		
HS		9.8 ± 0.36a	3.2 ± 0.18a	18.2 ± 0.14a	18.0 ± 0.96a	5.5 ± 0.58a	6.3 ± 0.17a	1.96 ± 0.18a	44.4 ± 11.02a	31.5 ± 1.22a
PT:PL	3:1	4.5 ± 0.12d	1.8 ± 0.11c	12.4 ± 0.49d	6.0 ± 0.47c	2.7 ± 0.34c	3.8 ± 0.06c	1.36 ± 0.14b	0.0 ± 0.00b	15.9 ± 0.87b
	4:1	5.1 ± 0.06d	2.1 ± 0.12bc	14.0 ± 0.56c	7.9 ± 0.60c	3.3 ± 0.10bc	4.0 ± 0.05c	1.57 ± 0.12	4.2 ± 4.17b	16.1 ± 0.58b
DG:PT	2:1	7.7 ± 0.22b	2.4 ± 0.10b	16.7 ± 0.35b	15.1 ± 0.58b	5.5 ± 0.46a	5.7 ± 0.17b	1.92 ± 0.11a	0.0 ± 0.00b	31.4 ± 0.81a
	3:1	6.4 ± 0.18c	2.2 ± 0.10bc	16.0 ± 0.31b	14.5 ± 0.54b	4.7 ± 0.22ab	5.4 ± 0.08b	1.69 ± 0.05ab	16.7 ± 8.33b	32.2 ± 0.62a

[z]Mean separation within columns by Duncan´s multiple range test at $p<0.05$.
[y]HS, Horticultural substrate; PT, Peatmoss; PL, Perlite; DG, Decomposed granite.

토양 종류

산꼬리풀 재배 시 원예상토를 단용하였을 때 생육이 가장 우수하였으며, 토양 종류에서 혼용토의 피트모스 비율이 증가할수록 생육이 향상되었으나, 혼용토의 60% 이상 피트모스가 함유되었을 경우 30% 비율과 비교하였을 때 생육이 억제되었다(Fig. 3). 또한 혼용토간 생육을 비교한 결과 마사토 혼용토가

중화 피트모스 혼용토에 비해 생육이 양호하였다(Table 6). 특히 마사토와 피트모스 2:1비율에서 초장, 절간장 및 근장은 각 28.0, 4.3, 16.7 ㎝로 우수하였다.

고 찰

육묘 시 양질의 묘 생산에 적절한 용기 용량을 구명할 필요가 있다(Lee and Kim, 1999). 플러그 셀의 크기가 커질수록 고추와 토마토는 생육이 증가하였고(Charles and Jirak, 1990; Latimer, 1988; Shin *et al.*, 2000; Weston, 1988; Weston and Zandstra, 1986), 양배추의 경우 셀의 크기가 작을수록 생육이 양호하였다(Mametuka and Yamamoto, 1990). 본 연구에서 산꼬리풀의 생육은 파종 용기의 용량이 클수록 증가하였는데, 이는 육묘 시 용기의 용량이 커질수록 지하부의 환경이 개선되어 T/R률의 증가에 따른 지상부의 생육이 촉진된 것으로 판단된다(Kemble *et al.*, 1994; Weston and Zandstra 1986; Lee *et al.*, 2001).

차풀(Cho *et al.*, 2000)과 콩(Kang *et al.*, 1998)에서 단위면적당 파종량이 많을수록 생체중이 일정량까지 증가하였지만 식물별 적정 파종량을 초과하면 생체중은 점차 감소하였다. 본 연구에서도 파종량이 증가할수록 셀 당 생체중이 증가하였으나, 개체별 초장은 1, 2 및 4립 처리구에서 차이가 없었고 개체별 생체중은 파종량이 많을수록 감소하였다. 이는 단위면적당 파종량이 개체의 생육과 밀집도에 영향을 준다는 것을 의미하며(Urbaniak *et al.*, 2008), 적정 파종량의 결정을 위해서는 개체별 생육과 단위면적당 생체중이 복합적으로 고려되어야 할 것으로 생각된다.

육묘 시 용기의 크기에 따라 근권부의 생육이 변화하게 되는데 이는 초기 생육차이가 정식 후에도 영향을 미치게 된다. 고추의 경우 육묘 시 근권이 제한될수록 생육을 회복하지 못하는 결과를 보였다(Aloni, 1991). 또한, 용기의 크기가 클수록 고추를 정식 후 T/R율이 증가하였으며, 경직경과 엽면적도 우수하였다(Lee *et al.*, 2001). 이와 같은 결과는 산꼬리풀의 생육결과와 일치하며 근권부 생육 촉진에 따른 적정 육묘용기의 크기는 162구 트레이로 판단된다.

식물을 정식할 경우 셀 당 파종량에 따라 식물의 생육이 변화할 수 있다. 따라서 식물을 정식 후 관상가치를 높여 적절한 상품성을 갖는 묘 생산을 위한 적정 파종량이 필요하다. 바위취와 용머리는 재식주수가 증가할수록 초장은 감소하였지만 포트 당 엽수, 마디수, 줄기수 및 화서수가 증가하였다(Seo *et al.*, 2006a). 한편 1, 2립 파종묘의 경우 식물이 도복하였으며, 4립 파종묘 이상은 다음과 같은 현상이 나타나지 않았다. 본 연구에서는 육묘 시 셀 당 생육 증가율이 높았던 4립 파종구를 정식하였을 때 측지수 및 엽수가 비교적 우수하였으므로, 관상용 재배를 위해서는 식물이 도복하지 않는 4립 파종묘를 정식하여 재배하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

식재용기 내 토양 용적량의 증가는 지하부의 환경 개선에 따른 T/R률과 비례하여 증가하기 때문에 식물의 생육 증진에 효과가 있다(Lee *et al.*, 2001). 본 연구에서 토양 용적량이 가장 큰 화분 12호를 사용하였을 때 엽수와 측지수 및 개화율이 우수하였다. 이는 도깨비고비(Seo *et al.*, 2006a), 바위취 및 용머리(Seo *et al.*, 2006b)의 분화재배시 화분의 크기가 증가할수록 생육이 증가한 결과와 일치하였다. 한편 용기의 재질에 따른 유의적인 생육차이가 확인되지 않았으므로, 분화용 또는 대량 지피식재용 등의 목적에 따른 적절한 선택이 필요할 것으로 생각된다.

피트모스는 부피의 98% 정도가 수분세포이기 때문에 물과 공기가 이상적인 비율로 함유되어 있어 통기성과 보수력이 매우 우수하다(Kim, 2003). 프리지아는 피트모스를 혼용하였을 때 초장, 엽수 및 생체중이 증가하는 결과를 보였다(Lee, 2017). 그러나 본 연구에서는 피트모스 혼용토에서 생육이 억제되었는데, 이는 피트모스의 과용이 지하부를 과습하게 하며 토양친화력이 낮아 근권 활착에 장해로 작용하였기 때문으로 생각된다(Kim, 2003). 마사토는 원예상토, 피트모스, 펄라이트에 비해 저렴한 가격을 형성하고 있으며, 배수성과 공극률이 높다. 토양에서 투수속도가 증가할수록 지하부가 증가하고 깊이도 확장된다고 보고되었다(Ahn, 1987). 또한, 산소 공급 능력이 낮은 토양은 식물이 뿌리를 통해 양분이나 수분의 흡수가 정지되어 생육이 저조해진다(Cho and Kim, 1997). 울릉연화바위솔은 마사토의 비중이 높은 토양에서 생체중, 런너수 및 초장이 가장 높게 나타났다(Jeong *et al.*, 2012). 이는 산꼬리풀 재배 시 피트모스 혼용토에 비해 마사토 혼용토에서 생육이 우수한 결과를 뒷받침한다.

적 요

본 연구는 국내 특산식물이며 신 관상식물로 기대되는 산꼬리풀[*Veronica rotunda* var. *subintegra* (Nakai) T.Yamaz.]의 효과적인 재배법을 구명하고자 수행되었다. 플러그 육묘는 파종용기와 파종량을 달리하였다. 재배는 묘의 소질, 식재용기, 토양종류 및 차광정도를 달리하여 처리하였다. 묘의 소질은

162, 200 및 288구 트레이를 이용하여 육묘한 묘를 사용였으며, 파종량은 1, 2, 4 및 6립을 파종하여 생산된 묘를 사용하였다. 본 연구에서 산꼬리풀의 육묘 시 트레이 종류는 162구가 적절하였으며, 셀 당 1립씩 파종할 경우 각 개체의 생육이 증가하였으나 4립 파종 시에는 전체 식물의 생육에 유리하였다. 묘의 소질에 따른 실험은 162구 트레이에서 생산된 묘와 4립씩 파종하여 생산된 묘에서 각기 우수한 생육을 보였다. 산꼬리풀 재배 시 식재용기의 용적량이 커질수록 지상부 및 지하부의 생육이 증가하는 경향이었으며, 용기의 재질에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 토양조건별 생육은 원예상토에서 가장 왕성하였으며, 혼용토에서는 피트모스에 비해 마사토의 함량이 높은 조건에서 양호한 생육을 나타냈다.

사 사

본 연구는 국립수목원 유용식물증식센터 “야생화 산업화를 위한 신 관상식물 (new ornamental crops) 고품질 재배기술 개발, KNA 18-C-23”의 사업비 지원에 의해 수행되었음.

References

Ahn, S.B. 1987. Effect of percolation rate on soil chemical properties and rice growth in poorly drained soil. J. Korean Soc. Soil Scil. Fer. 20(3):231-240 (in Korean).

Aloni, B., L. Daie and L. Karni. 1991. Water relations, photosynthesis, and assimilate partitioning in leaves of pepper transplants: Effect of water stress after transplanting. J. Hort. Sci. 66:75-80.

Charles, W.M. and M. Jirak. 1990. Hording tomato transplants in plug trays. HortScience 25:173-176.

Cho, J.H. and K.R. Kim. 1997. Effect of bulk density, volumetric water and gravel contents on hardness in prepared sandy loam. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 30(1):46-50 (in Korean).

Cho, N.K., E.K. Oh, Y.G. Kang and S.J. Park. 2000. Effects of seeding rates on growth, forage yield and feed value of *Cassia mimosoides* var. *nomame*. J. Korean Grassl. Sci. 20(3):221-226 (in Korean).

Jeong, K.J., Y.S. Chon, K.O. Choi, S.H. Ha and J.G. Yun. 2012. Proper Light Intensity, Potting Media, and Fertilization Level for Potted *Orostachys iwarenge* for. *magnus*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30(4):357-362 (in Korean).

Kang, H., B.H. Gwak and W.K. Sim. 1990. Assessing studies on the recent use and change of indoor landscaping plants at apartment houses in Seoul. J. Kor. Inst. Landsc. Architect. 18(1): 1-8 (in Korean).

Kang, Y.K., M.R. Ko, N.K. Cho and Y.M. Park. 1998. Effect of planting date and planting density on growth and yield of soybean in Cheju island. Korean J. Crop. Sci. 43(1):44-48 (in Korean).

Kemble, J.M., J.M. Davis, R.G. Grardner and D.C. Sanders. 1994. Spacing, root cell volume, and age affect production economics of compact-growth-habit tomatoes. HortScience 29(12):1460-1464.

Kim, G.S. and J.S. Lee. 2009. Growth reaction of some ground cover plant in Korean native greening according to shading levels. Flower Res. J. 17(2):75-80 (in Korean).

Kim, L.Y. 2003. Characteristics of coco-peat and peat-moss. Proceedings of Soil and Fertilizer. March 2003. J. Kor. Soil Sci. Fert. pp. 14-21 (in Korean).

National Institute of Agricultural Science and Technology (NAAS). 2008. Rural Development Administration. Wanju, Korea. Available via http://203.241.55.164/ezpdf/customLayoutNew3.jsp?contentId=2F2F493A2F2F646C5F696D6167652F494D472F30322F2F303030303030303034353342F534552564943452F303030303030303030393435345F30312E504446 (accessed date: 14 Nov. 2019).

Korean Plant Names Index (KPNI). 2019. Korea National Arboretum. Pocheon, Korea. Available via http://nature.go.kr/kpni/stndasrch/dtl/selectNtnStndaPlantDtl2.do?orgId=kpni (accessed date: 13 Aug. 2019).

Latimer, J.G. 1988. Effect of planter flat and root-cell size on growth and field establishment of bell pepper transplants. HortScience 23:813-813.

Lee, J.J. 2017. Effect of substrates on the growth and flowering of *Freesia hybrid* ‘Gold Rich’ in nutrient culture. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 35(1):30-37 (in Korean).

Lee, J.S. and H.W. Oh. 2002. Using trend of Korean native plants for interior landscape in Korea. J. Kor. Flower Res. Soc. 10(2):91-96 (in Korean).

Lee, J.W. and K.Y. Kim. 1999. Tomato seedling quality and yield following rasing seedling with different cell size and pretransplant nutritional regimes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:407-411 (in Korean).

Lee, J.W., K.Y. Kim and Y.M. Yu. 2001. Effect of nutrient solution strength, seedling age, and container size on seedling quality and yield of ‘spirit’ colored Bell pepper (*Capsicum*

annuum L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42(3):300-304 (in Korean).

Mametuka, S. and K. Yamamoto. 1990. Usage of plug seedling in vegetable crop cultivation. Annual Rep. Vegetable Crop Cultivation NIVOT:58-59.

Oh, T.K. 2015. Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB). Proceedings of BT News. Kor. J. Biotechnol. Bioengineering 22:11-14 (in Korean).

Park, M.W., C.W. Choi, M.G. Oh and S.H. Lee. 2015. The effect of *Camelina sativa* (L.) cv. Crantz seed yield according to seeding rate and chemical fertilization. Korean J. Crop Sci. 60(1):85-90 (in Korean).

Ryu, B.Y. 2004. Selection of native plants for the use of veranda container garden at apartment house. J. Kor. People Plants Environ. 7(2):19-23 (in Korean).

Seo, J.T., H.S. Lee, H.K. Lee and D.L. Yoo. 2006a. Effect of pot size and bottom irrigation interval on the growth of *Cyrtomium falcatum* in greenhouse cultivation. Korean J. Plant Res. 19(4):521-523 (in Korean).

Seo, J.T., S.Y. Hong, H.S. Lee, D.L. Yoo and S.Y. Ryu. 2006b. Effect of pot size and planting density on the growth and flowering of *Saxifraga stolonifera* and *Dracocephalum argunense*. J. Kor. Inst. Inter. Landsc. Architect. 8(1):41-44 (in Korean).

Shin, Y.A., K.Y. Kim, Y.C. Kim, T.C. Seo, J.H. Chung and H.Y. Park. 2000. Effect of plug cell size and seedling age on seedling quality and early growth after transplanting of red pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41(1):49-52 (in Korean).

Sohn, K.H. and H.S. Kim. 2010. Selection of Korean native plants as outdoor pot plants. Flower Res. J. 18(2):98-109 (in Korean).

Urbaniak, S.D., C.D. Caldwell, R. Zheljazkov, R. Lada and L. Luan. 2008. The effect of seeding rate, seeding date and seeder type on the performance of *Camelina sativa* L. in the maritime provinces of Canada. Can. J. Plant Sci. 88(3):501-508.

Weston, L.A. 1988. Effect of flat cell size, transplant age, and production site on growth and yield of pepper transplants. Hort. Sci. 23:709-711.

_____. and B.H. Zandstra. 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. J. Amr. Soc. Hort. 111:498-501.

(Received 24 September 2019 ; Revised 29 October 2019 ; Accepted 4 November 2019)