

목본식물의 분 담수 재배에서 맥반석 및 하이드로 볼의 비율이 식물의 생장에 미치는 영향

Effect of Quartz Porphyry and Hydroball Ratio on Growth of Some Wood Plant by Water Flooding Culture in Pot

송천영 *

C. Y. Song
국립한국농수산대학
화훼학과¹

문자영

J. Y. Moon
국립한국농수산대학
화훼학과¹

Abstract

This study aimed to select the media for water flooding culture of *Pinus thunbergii* Parl., *Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry, *Osmanthus fragrans* Lour., and *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach planting into quartz Porphyry and Hydroball. The survival rate of *Pinus thunbergii* Parl. and *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach in hydroball 80%+quartz porphyry 20% was 100%, also the ratio of *Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry and *Osmanthus fragrans* Lour. in hydroball 20%+quartz porphyry 80% was 100% and 80%. However survival rate of full water and decomposed granite was less than 80% in *Pinus thunbergii* Parl., *Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry, and *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach and thee rate of *Osmanthus fragrans* Lour was less than 50%.

The increasing rate of fresh weight for *Pinus thunbergii* Parl. and *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach in hydroball 80%+quartz porphyry 20% was 58.6% and 15.8% which was higher than others, and the fresh weight was increased as increasing the content of hydrobol. However the fresh weight of *Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry and *Osmanthus fragrans* Lour. in hydroball 20%+quartz porphyry 80% was 71.4% and 59.7% which was higher than others, and the fresh weight was increased as increasing the content of quartz porphyry. The increasing rate of fresh weight of decomposed granite as control was the lowest by 32.7%, 48.0%, 33.3% and 7.0%, respectively in *Pinus thunbergii* Parl., *Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry, *Osmanthus fragrans* Lour., and *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach. Therefore the survival rate and fresh weight was lower at water and decomposed granite. However the survival rate and increasing fresh weight of *Pinus thunbergii* Parl. and *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach was higher as increasing the rate of hydrobol. And the survival rate and fresh weight of *Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry and *Osmanthus fragrans* Lour was higher as increasing the rate of quartz porphyry.

Key words : Decomposed granite, survival rate, fresh weight, media

*교신저자: songcy@korea.kr

¹ Department of Floriculture, Korea National College of Agriculture and Fisheries

I. 서론

식물을 실내에서 재배하면 공기정화 효과 (Woleverton 등, 1989), 실내 환경조절(Harazono ·lkeda, 1990; Ishino, 1994; Nishina, 1995) 및 피로나 스트레스 해소(Asaumi 등, 1995; Son 등, 1997) 등에 효과적인 것으로 알려져 있다. 이러한 이유로 실내 식물 재배에 대한 소비자의 관심은 높아지고 있으나 실내에서 식물 재배를 꺼리는 이유는 소비자들이 물을 너무 많이 주거나 주지 않아 식물이 고사하거나 화분에 있는 용토에서 병이나 벌레가 발생하기 때문이다(Son, 2014). 특히 실내에서 화분 식물에 물을 줄 때 배수 구멍으로 물이 흐르는 문제가 발생하기 때문에 식물 관리하는 것을 어렵게 생각하는 경우가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 배수 구멍이 없는 화분에서 식물을 재배할 수만 있다면 바람직할 것이다. 이와 같이 화분에 배수공이 없이 물을 담아 재배하는 것을 본 논문에서는 담수 재배로 지칭하였다. 담수 재배 방법은 물관리가 편리하고 배수구멍으로 물이 흐르지 않아 청결성이 뛰어나기 때문에 소비자들의 관심이 높아지고 있으며 배수공이 없는 다양한 화분 용기들을 실내에서 이용이 가능하게 된다. 하지만 식물의 뿌리는 일정량의 산소를 공급받아 호흡을 하여야 원활한 생장을 할 수 있다. 배수공이 없는 화분에서는 관수 시 뿌리 산소공급에 문제가 있을 수 있으므로 일반용토 대신 산소를 가지고 있을 수 있는 배양토로 채워 뿌리에 산소공급이 가능하도록 하여야 한다. 담수재배 시 식물의 뿌리 호흡을 위하여 다공질로 정수작용이 가능하고 수중 용존 산소량을 높이며 구입이 용이하여 담수 재배용 배양토로는 사용 가능한 종류로는 하이드로볼과 맥반석이 있다. 일반적인 화분 토양의 구비 조건으로는 적당한 보수력과 공극률, 양수분의 유지능력이 높고 쉽게 배합할 수 있어야 하며(Park 등, 1993), 재배기간 동안 pH나 EC를 포함한 배지의

화학적 변화가 적어야 하고(Bunt, 1976) 식물을 화분 안에서 지지하는 기능도 있어야 한다. 이러한 일반적인 화분토양 구비조건을 갖추면서 분화 식물 담수재배 시 식물 생장이 양호한 것을 선발하는 것이 중요하지만 이러한 연구는 찾아 볼 수가 없었다. 따라서 본 연구는 여러 가지 식물의 담수재배 시 하이드로볼과 맥반석의 비율을 달리한 배양토를 사용하여 식재 후 식물의 생장을 알아보고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 식물의 선택 및 이식 후 순화조건

우리나라 사람들이 소품 분 식물로 선호하는 목본성 식물인 해송(*Pinus thunbergii* Parl.), 진백(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry), 목서(*Osmanthus fragrans* Thunb.), 장수매(*Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach)를 부피가 200 mL인 배수공이 없는 항아리 모양의 도자기를 이용하여 식재하였다. 해송의 엽수는 33.5개, 생체중은 41.4 g, 진백의 생체중은 60.6 g, 목서의 엽수는 14.5개, 생체중이 13.5 g, 장수매의 엽수는 5.5개, 생체중이 64.1 g 정도 되는 것을 선별하여 이용하였다. 식물이 심겨져 있던 뿌리의 토양은 물로 깨끗하게 씻어내고, 도자기 화분 속에 넣어 식물의 모양을 잡아 주었다. 이식한 식물의 뿌리 활착을 위하여 70% 차광 환경에서 2주일간 순화를 실시하였으며 순화과정에서 확실하게 생존한 식물체만을 선별하여 실험 대상으로 하였다. 관수는 7일 간격으로 실시하고 화분의 80%만 채워주었으며 시비는 순화 시킨 식물체에 완효성 고품 복합비료인 오스모코트(Scotts Co., N-P-K=15+11+13+2MgO+TE)를 20알씩 식재 12주 간격으로 도자기 화분에 올려주었다.

2. 담수재배 배양토 처리

도자기 분 식물의 담수재배 시 맥반석과 하이드로볼의 비율이 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 하이드로볼(Hydro ball, Han Lim, Korea), 맥반석(Quartz Porphyry, Ae Saeng, Korea)과 마사토(Decomposed granite, LG Chem, Korea)를 사용하였다. 배양토로 사용된 하이드로볼, 맥반석과 마사토는 입자의 크기가 소립(직경 5 ~ 7 mm)인 것을 사용하였다. 배양토의 비율은 물, 마사토, 하이드로볼, 맥반석을 각각 100% 사용한 것과 하이드로볼과 맥반석을 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20(부피 비율, %)으로 혼합하여 사용하였다. 배양토별로 식재된 모든 식물은 주간 실내 온도 $25 \pm 3.5^\circ\text{C}$, 야간 온도 $15.9 \pm 1.8^\circ\text{C}$ 가 유지되는 유리온실에서 재배하였다. 실험처리는 2017년 12월 1일부터 2018년 8월 31일까지 280일간 하였으며 각 배양토 처리 별로 식물 10개를 기준으로 3반복하였다.

3. 식물 성장조사

생존율은 식물의 상태에 따라 잎이 떨어지거나

죽어가는 것은 고사한 것으로 보았고, 잎이 떨어지지 않고 생육이 정상적인 것을 온전한 것으로 판단하였다. 엽수의 증가율은 실험전의 조사한 엽수에서 30일 마다 조사한 증가된 엽수를 백분율로 환산하여 표기하였으며 생체중은 식재 전 뿌리의 흙을 세척하고 측정된 생체중에서 60일 마다 도자기분에서 생육한 식물 전체를 채취하여 백분율로 환산하여 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 배양토에 따른 해송의 생장

담수재배 시 맥반석과 하이드로볼의 비율에 따른 해송의 생육을 조사한 결과, 생존율은 물 100%와 마사토 100%에서 각각 73.3%, 76.7%로 80%이하의 낮은 생존율을 보였으며 맥반석 100%와 하이드로볼 20%+맥반석 80%에 83.0%, 86.6%였고 하이드로볼 100%에서 93.3%였으며 그 외 처리구에서 100%로 높은 생존율을 보였다.(Table 1).

마지막 조사에서 엽수와 생체중의 생장률도 하

Table 1. Effect of medium ratio on survival rate and increasing fresh weight of *Pinus thunbergii* Parl²

Medium ratio	Survival rate (%)	Increasing rate of fresh weight (%)
Water 100%	73.3	33.7
Decomposed granite 100%	76.7	32.7
Hydroball 100%	93.3	53.6
Quartz porphyry 100%	83.0	49.3
H.B. 20% + Q.P. 80% ³	86.6	50.5
H.B. 40% + Q.P. 60%	100	51.7
H.B. 50% + Q.P. 50%	100	53.1
H.B. 60% + Q.P. 40%	100	55.3
H.B. 80% + Q.P. 20%	100	58.6

²Data collected after 12 weeks from planting.

³H.B. : Hydroball, Q.P. : Quartz porphyry

이드로볼 80%+맥반석 20%가 각각 208.2%와 58.6%, 하이드로볼 60%+맥반석 40%가 각각 177.1%와 55.3%로 생육이 양호하였으나 마사토 100%에서 각각 126.7%와 32.7%, 물 100%가 각각 102.2%와 33.7%로 생육이 느린 것으로 나타났다(Fig. 1, 2).

엽수 및 생체중은 4월과 7월에 급격하게 증가하였으며 하이드로볼 함량이 높아질수록 양호하였고 물 100%와 마사토 100%에서는 저조하게 나타났다(Fig. 3).

2. 배양토에 따른 진백의 생장

담수재배 시 맥반석과 하이드로볼의 비율에 따른 진백의 생육을 조사한 결과, 생존율은 물

100%와 마사토 100%에서 각각 80.0%와 83.3%로 90%이하의 생존율을 보였으며 하이드로볼 100%에서 93.3%였고 하이드로볼 80%+맥반석 20%와 하이드로볼 60%+맥반석 40%에서 96.7%였으며 그 외 처리구에서 100%로 높게 나타났다(Table 2).

마지막 조사에서 생체중의 생장률은 하이드로볼 20%+맥반석 80%와 하이드로볼 40%+맥반석 60%가 각각 71.4%와 70.8%로 생육이 양호하였으나 마사토 100%와 물 100% 각각 48.0%와 47.5%로 생육이 느린 것으로 나타났다(Fig. 4). 생체중은 4월과 8월에 크게 증가하였으며 맥반석 함량이 증가할수록 생육이 양호하였으며 해송과 같이 물 100%와 마사토 100%에서는 생육이 저조하게 나타났다(Fig. 5).

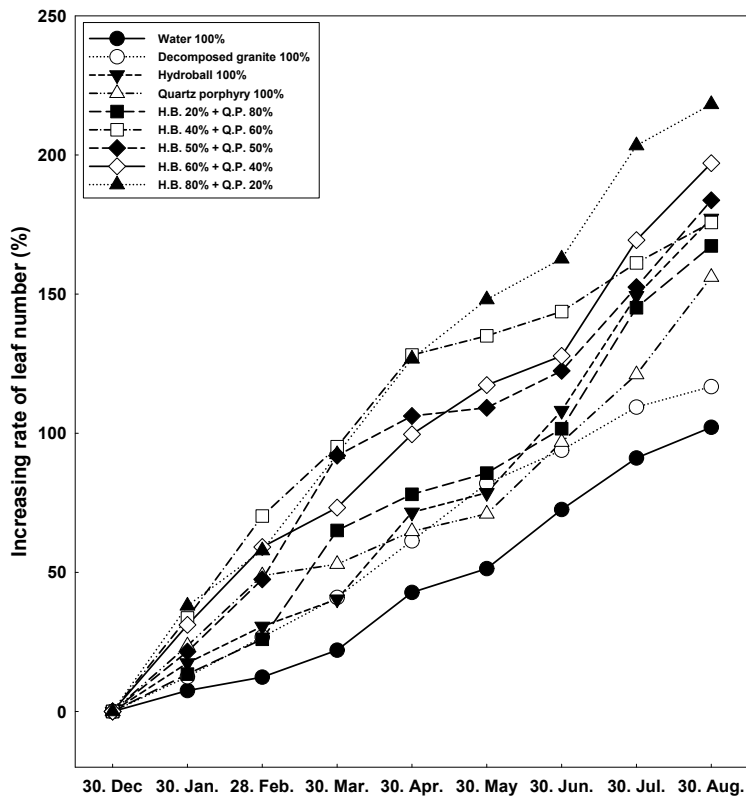


Fig. 1. Effect of medium ratio on increasing leaf number of *Pinus thunbergii* Parl

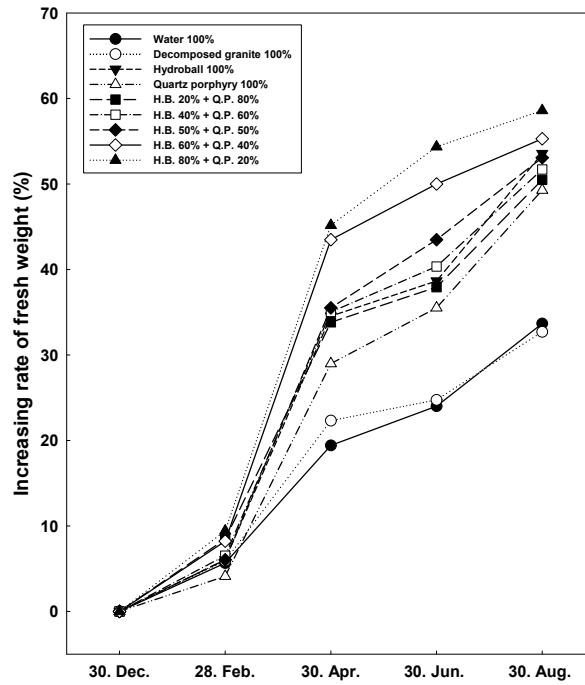


Fig. 2. Effect of medium ratio on increasing fresh weight of *Pinus thunbergii* Parl

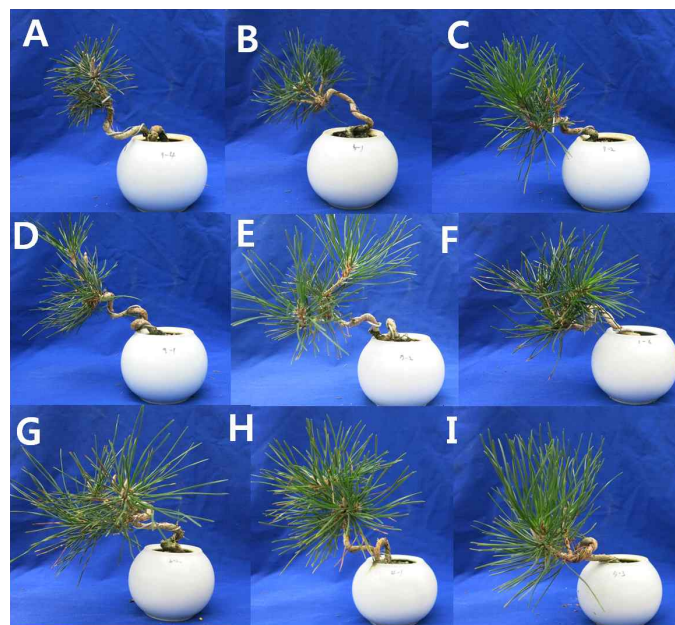


Fig. 3. Effect of medium ratio on plant growth of *Pinus thunbergii* Parl

A: Water 100%, B: Decomposed granite 100 %, C: Hydroball 100%,
 D: Quartz Porphyry 100%, E: Hydroball 20%+Quartz Porphyry 80%,
 F: Hydroball 40%+Quartz Porphyry 60%, G: Hydroball 50%+Quartz Porphyry 50%,
 H: Hydroball 60%+Quartz Porphyry 40%, I: Hydroball 80%+Quartz Porphyry 20%

Table 2. Effect of medium ratio on survival rate and increasing fresh weight of *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry^z

Medium ratio	Survival rate (%)	Increasing rate of fresh weight (%)
Water 100%	80.0	47.5
Decomposed granite 100%	83.3	48.0
Hydroball 100%	93.3	64.4
Quartz porphyry 100%	100	68.3
H.B. 20% + Q.P. 80% ^y	100	71.4
H.B. 40% + Q.P. 60%	100	70.8
H.B. 50% + Q.P. 50%	100	69.4
H.B. 60% + Q.P. 40%	96.7	65.3
H.B. 80% + Q.P. 20%	96.7	64.7

^zData collected after 12 weeks from planting.

^yH.B. : Hydroball, Q.P. : Quartz porphyry

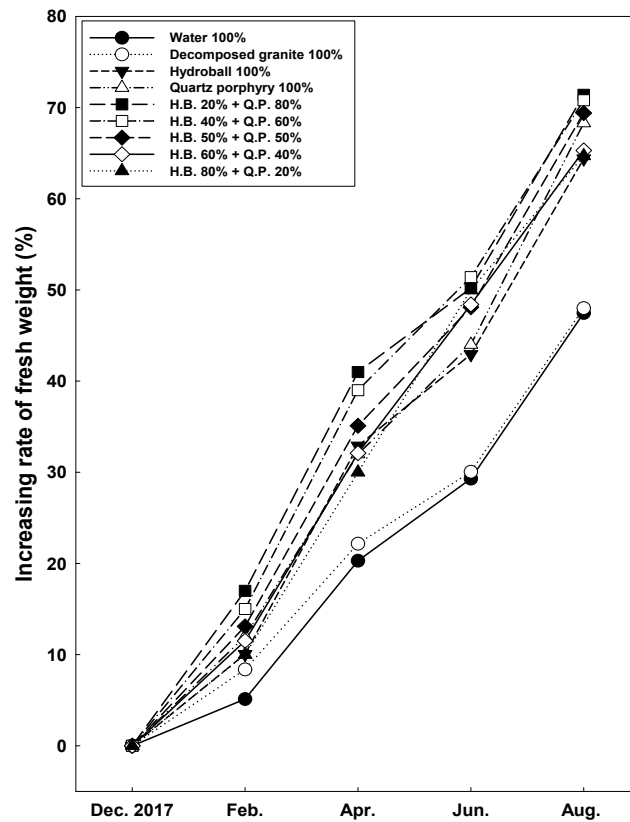


Fig. 4. Effect of medium ratio on increasing fresh weight of *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry

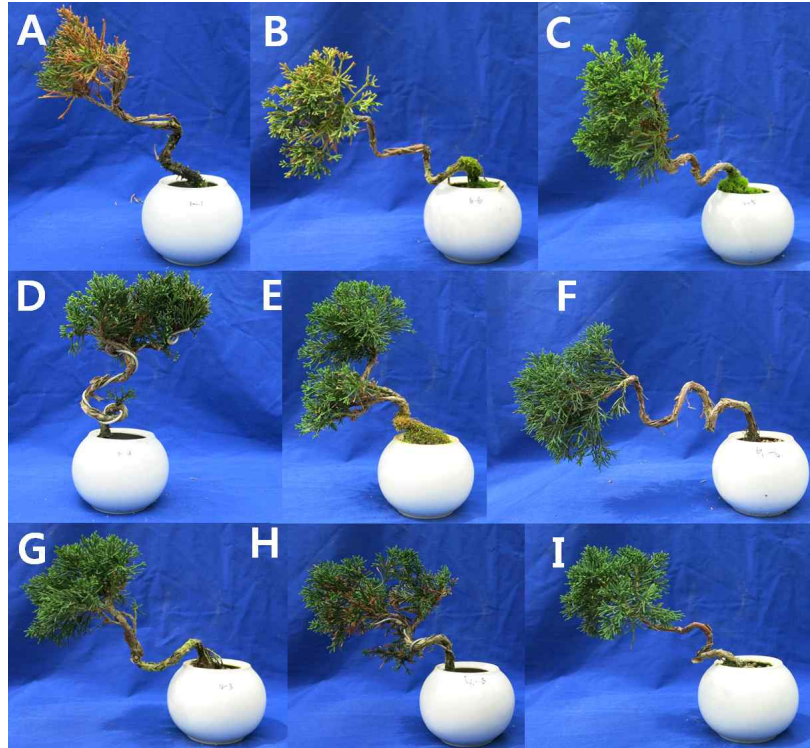


Fig. 5. Effect of medium ratio on plant growth of *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry

A: Water 100%, B: Decomposed granite 100 %, C: Hydroball 100%,
 D: Quartz Porphyry 100%, E: Hydroball 20%+Quartz Porphyry 80%,
 F: Hydroball 40%+Quartz Porphyry 60%, G: Hydroball 50%+Quartz Porphyry 50%,
 H: Hydroball 60%+Quartz Porphyry 40%, I: Hydroball 80%+Quartz Porphyry 20%

3. 배양토에 따른 목서의 생장

담수재배 시 맥반석과 하이드로볼의 비율에 따른 목서의 생육을 조사한 결과, 생존율은 물 100%와 마사토 100%에서 각각 43.3%와 46.7%로 50%이하의 낮은 생존율을 보였으며 하이드로볼 100%와 하이드로볼 80%+맥반석 20%에서 70.0%였고 맥반석 100%, 하이드로볼 60%+맥반석 40%와 하이드로볼 50%+맥반석 50%에서 73.3%였으며 하이드로볼 40%+맥반석 60%는 76.7%였고 하이드로볼 20%+맥반석 80%는 80.0%로 가장 높은 생존율을 보였다(Table 3).

마지막 조사에서 엽수와 생체중의 생장률도 하이드로볼 20%+맥반석 80%가 각각 205.6%와 59.7%, 하이드로볼 40%+맥반석 60%가 각각 206.4%와 58.1%로 생장이 양호 하였으나 마사토 100%에서 각각 141.8%와 33.3%, 물 100%가 각각 138.0%와 31.1%로 생장이 느린 것으로 나타났다(Fig. 6, 7).

생체중은 맥반석 함량이 증가할수록 생육이 양호하였다. 엽록소 함량은 물 100%와 마사토 100%에서 낮았으며 하이드로볼과 맥반석 함량에 따른 차이가 거의 없었다(Table 3, Fig. 8).

Table 3. Effect of medium ratio on survival rate and increasing fresh weight of *Osmanthus fragrans* Thunb

Medium ratio	Survival rate (%)	Increasing rate of fresh weight (%)	Chl content ($\mu\text{g/g}$ fr.wt)
Water 100%	43.3	31.1	60.0 \pm 5.4
Decomposed granite 100%	46.7	33.3	61.3 \pm 9.3
Hydroball 100%	70.0	52.0	68.2 \pm 6.6
Quartz porphyry 100%	73.3	57.1	68.2 \pm 1.9
H.B. 20% + Q.P. 80% ^y	80.0	59.7	68.1 \pm 5.5
H.B. 40% + Q.P. 60%	76.7	58.1	68.2 \pm 3.8
H.B. 50% + Q.P. 50%	73.3	55.7	65.1 \pm 5.2
H.B. 60% + Q.P. 40%	73.3	53.8	64.6 \pm 8.3
H.B. 80% + Q.P. 20%	70.0	52.6	68.9 \pm 7.8

^zData collected after 12 weeks from planting.

^yH.B. : Hydroball, Q.P. : Quartz porphyry

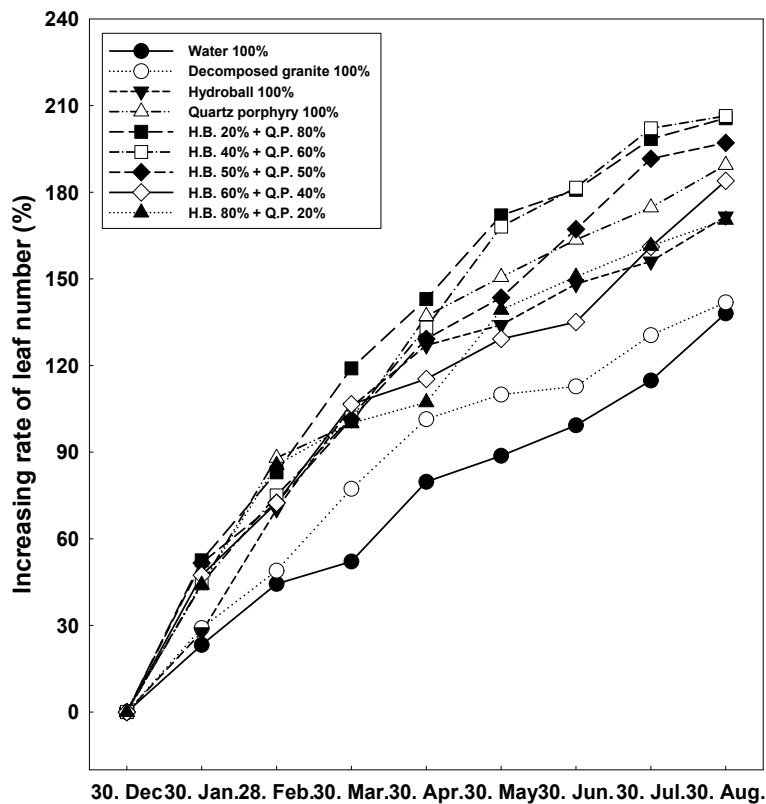


Fig. 6. Effect of medium ratio on increasing leaf number of *Osmanthus fragrans* Thunb

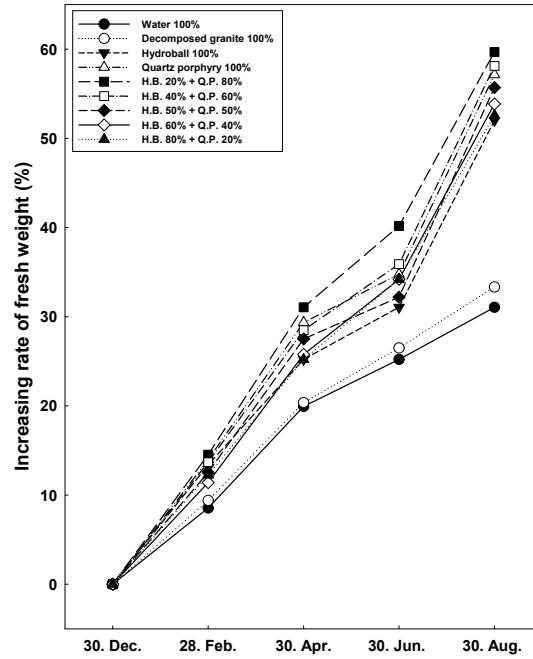


Fig. 7. Effect of medium ratio on increasing fresh weight of *Osmanthus fragrans* Thunb

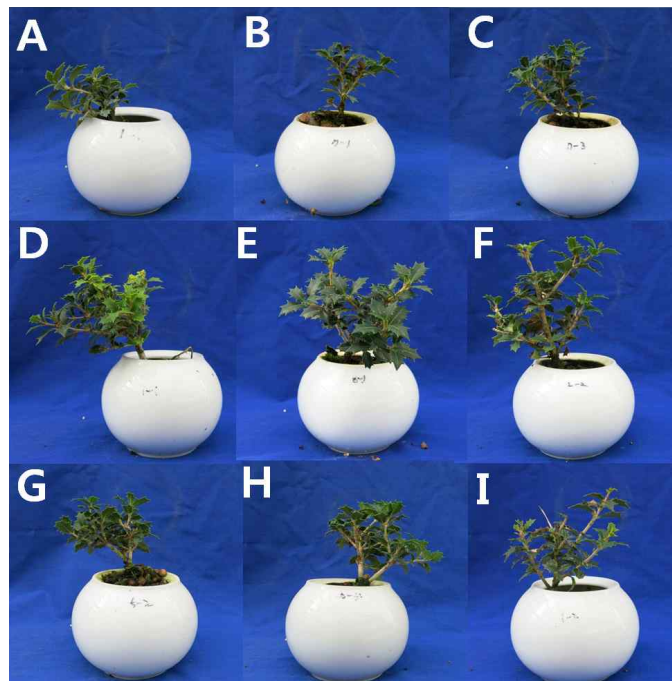


Fig. 8. Effect of medium on plant growth of *Osmanthus fragrans* Thunb

A: Water 100%, B: Decomposed granite 100 %, C: Hydroball 100%,
 D: Quartz Porphyry 100%, E: Hydroball 20%+Quartz Porphyry 80%,
 F: Hydroball 40%+Quartz Porphyry 60%, G: Hydroball 50%+Quartz Porphyry 50%,
 H: Hydroball 60%+Quartz Porphyry 40%, I: Hydroball 80%+Quartz Porphyry 20%

4. 배양토에 따른 장수매의 생장

담수재배 시 맥반석과 하이드로볼의 비율에 따른 장수매의 생육을 조사한 결과, 생존율은 물 100%와 마사토 100%에서 63.3%와 76.7%로 낮은 생존율을 보였으며 맥반석 100%에서 90%였고 하이드로볼 100%와 하이드로볼 20%+맥반석 80%에서 93.3%였으며 하이드로볼 40%+맥반석 60%, 하이드로볼 50%+맥반석 50%+하이드로볼 60%+맥반석 40% 96.7%였으며 하이드로볼 80%+맥반석 20%에서 100%로 높은 생존율을 보였다 (Table 4).

마지막 조사에서 엽수와 생체중의 성장률도 하이드로볼 80%+맥반석 20%가 각각 175.5%와 15.8%, 하이드로볼 60%+맥반석 40%가 각각

173.6%와 15.0%로 생장이 양호 하였으나 마사토 100%에서 각각 115.8%와 7.0%, 물 100%는 각각 133.3%와 7.4%로 생장이 느린 것으로 나타났다. 생체중은 맥반석 함량이 증가할수록 생육이 양호하였다(Fig. 9, 10, 11).

엽록소 함량은 하이드로볼 60%+맥반석 40%와 하이드로볼 80%+맥반석 20%가 각각 57.5, 56.9로 가장 높았으며 물 100%와 마사토 100%가 각각 44.2, 45.9로 가장 낮은 것으로 나타났으며 하이드로볼의 함량이 높아질수록 엽록소 함량이 높아졌다(Table 4).

본 실험에서 몇 가지 관상 가치가 높은 소품 목본성 수종을 이용하여 하이드로볼 및 맥반석을 배양토로 담수재배 해본 결과 하이드로볼과 맥반석에서 생존율이 높고 식물 생장이 양호하였으나

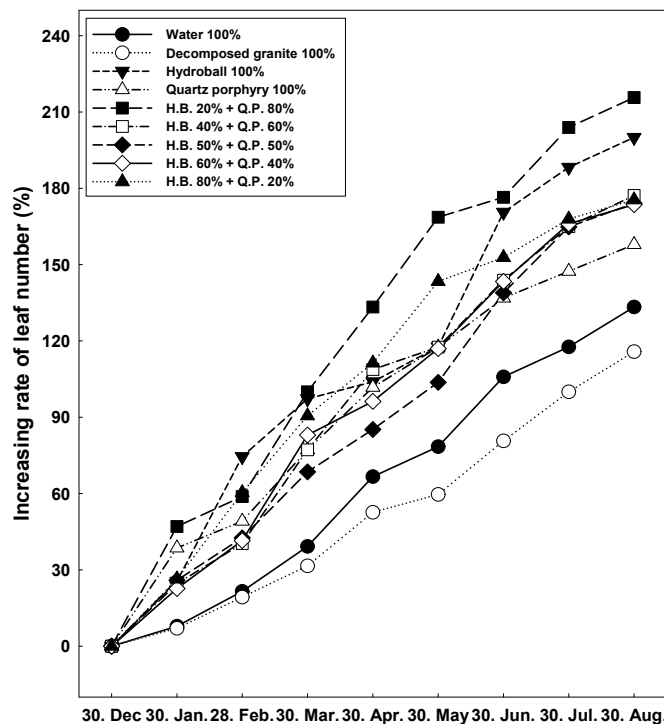


Fig. 9. Effect of medium ratio on increasing leaf number of *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach

Table 4. Effect of medium ratio on survival rate and increasing fresh weight of *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach

Medium ratio	Survival rate (%)	Increasing rate of fresh weight (%)	Chl content (µg/g fr.wt)
Water 100%	63.3	7.5	44.2±2.7
Decomposed granite 100%	76.7	7.0	45.9±5.1
Hydroball 100%	93.3	12.5	56.8±2.9
Quartz porphyry 100%	90.0	13.1	50.6±6.0
H.B. 20% + Q.P. 80% ^y	93.3	14.0	54.6±3.3
H.B. 40% + Q.P. 60%	96.7	14.7	54.1±4.3
H.B. 50% + Q.P. 50%	96.7	14.5	55.4±9.9
H.B. 60% + Q.P. 40%	96.7	15.0	57.5±8.1
H.B. 80% + Q.P. 20%	100	15.8	56.9±4.0

^zData collected after 12 weeks from planting.

^yH.B. : Hydroball, Q.P. : Quartz porphyry

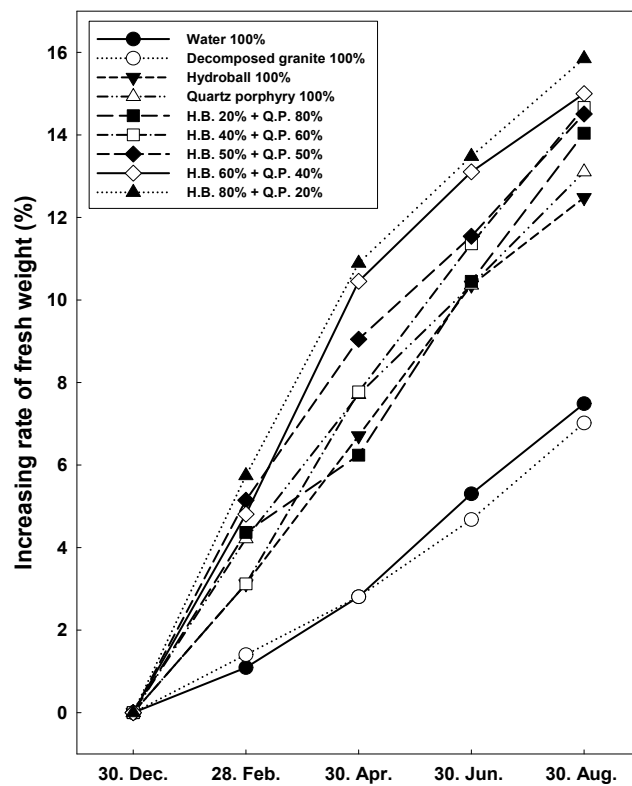


Fig. 10. Effect of medium ratio on increasing fresh weight of *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach

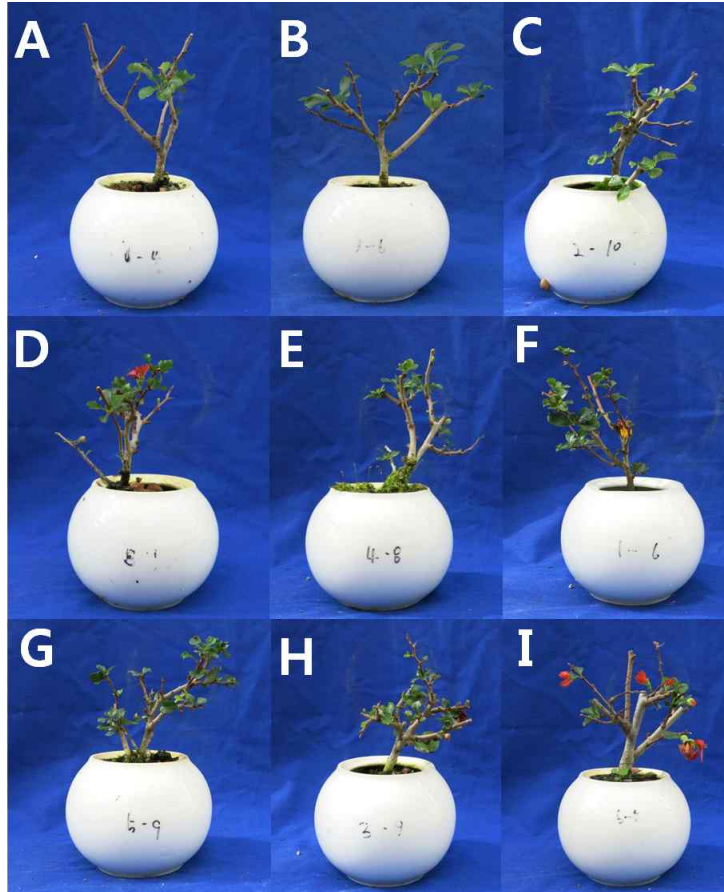


Fig. 11. Effect of medium on plant growth of *Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach

A: Water 100%, B: Decomposed granite 100 %, C: Hydroball 100%,
 D: Quartz Porphyry 100%, E: Hydroball 20%+Quartz Porphyry 80%,
 F: Hydroball 40%+Quartz Porphyry 60%, G: Hydroball 50%+Quartz Porphyry 50%,
 H: Hydroball 60%+Quartz Porphyry 40%, I: Hydroball 80%+Quartz Porphyry 20

해송과 장수매는 하이드로볼의 비율이 높을수록 더욱 양호하였으며 진백과 목서는 맥반석의 비율이 높을수록 더욱 양호하였다. 담수재배로 식물을 재배할 경우 관수로 인한 불편함은 감소하지만 근권부위의 산소부족 현상이 발생하여 근 호흡의 저하를 초래하고 생리장해를 일으킬 수 있다 (Drew, 1983; Yang 등, 1991). 식물 생장에 적합한 토양 공극율은 30-40%이고, 토양 공극률이 감소하면 뿌리호흡작용의 저해로 발근력이 감소하고, 세근의 발달이 약화되어 식물 생장이 지연되고(Bragg, 1998) 그런 이유로 담수재배에서 토

양 종류에 따른 용존 산소량이 중요하다. 배양토로 사용한 하이드로볼은 1,000 °C 전후의 온도에서 황토를 구운 다공질의 소재로 용존산소량이 많아서 식물의 뿌리 호흡에 영향을 미치며 맥반석 또한 하이드로볼과 같이 표면이 다공성으로 비 표면적이 높아 용존 산소량이 높고 세균이나 유해물질을 흡착, 분해하는 성질을 가지고 있는 것으로 판단된다(KFRS, 2002). 근권 산소의 차이는 광합성이나 호흡 활성을 변화시켜 결국 지상부나 지하부 생육을 변화시킨다(Yang 등, 1991). 본 논문에서 하이드로볼과 맥반석의 배양토에서

식물 생존율이 높고 생장이 양호했던 결과는 이들 물질이 뿌리 호흡에 필요한 산소 공급을 원활히 하였던 것으로 판단한다.

나타났고 맥반석의 비율이 높아질수록 진백, 목서의 생존율과 생체중은 높았다.

IV. 적요

담수재배 시 배양토로 하이드로 볼과 맥반석의 부피 비율이 도자기 분 식물의 생장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 해송(*Pinus thunbergii* Parl), 진백(*Juniperus chinensis* L. var. *sargentii* Henry), 목서(*Osmanthus fragrans* Lour.), 장수매(*Chaenomeles japonica* Lindl. ex Spach) 등 4종에 대하여 실험을 하였다.

배양토 비율에 따른 해송, 진백, 목서, 장수매의 생존율은 해송과 장수매는 하이드로볼 80% + 맥반석 20%에서 100%였으며 진백과 목서는 하이드로볼 20% + 맥반석 80%에서 100%와 80.0%로 높은 생존율은 보였으나 대조구인 물 및 마사토의 생존율은 해송, 진백, 장수매에서 80%이하의 생존율을 보였으며 특히 목서의 경우 50%이하의 낮은 생존율을 보였다.

배양토 비율에 따른 생체중 증가율은 해송과 장수매가 하이드로볼 80% + 맥반석 20%에서 각각 58.6%와 15.8%로 가장 높았으며 하이드로볼의 함량이 증가할수록 생체중 증가율이 높은 것으로 나타났다. 진백과 목서의 경우 하이드로볼 20% + 맥반석 80%에서 생체중 증가율이 각각 71.4%와 59.7%로 높게 나타났으며 맥반석의 함량이 증가할수록 생체중 증가율이 높아지는 것으로 나타났다. 대조구인 마사토의 생체중 증가율은 해송, 진백, 목서, 장수매에서 각각 32.7%, 48.0%, 33.3%와 7.0%로 가장 낮은 생체중 증가율을 보였다. 이와 같이 담수재배 배양토로 대조구인 마사토는 낮은 생존율과 생체중 증가율을 보였다. 하지만 하이드로볼의 비율이 높아질수록 해송, 장수매는 생존율과 생체중의 증가율이 높게

V. 참고문헌

1. Asaumi, H., H. Nishina, H. Nakamura, Y. Masui, and Y. Hashimoto. (1995) Effect of ornamental foliage plants on visual fatigue caused by visual display terminal operation. *Journal of Shita* 7:138-143.
2. Bragg, N (1998) *Growing media*. Nexus Media Ltd., UK.
3. Bunt, A. C. (1976) *Modern potting composts*. Gerorge Allen & Unwin Ltd., London, pp 43-53.
4. Drew, M. C. (1983) Plant injury and adaptation to oxygen deficiency in the root environment: A review. *Plant and Soil*. 75:179-199.
5. Harazono, Y. and H. Ikeda. (1990) The effects on an indoor thermal environment with simple hydroponic cultivation on rooftops. *J. Agr. Met.* 46:9 -17.
6. Ishino, H., J. Tanimoto, and M. Yanagi. (1994) Study on the evaporation from foliage plant in indoor environment. *J Archit. Plann. Environ. Engng.* 457:9-17
7. Korean Floricultural Research Society (KFRS). 2002. *Floricultural and Horticultural Treatises*. p. 264. Moon Woon Dang Press. Seoul.
8. Nishina, H., H. Nakamura, H. Asaumi, Y. Masui, and Y. Hashimoto. (1995) Simulation model of thermal environment and comfort in rooms where plants are

- placed. Environ. Control in Biol. 33:277-284.
9. Park, K. W., J. H. Lee, J. H. Won and M. H. Chiang. (1993) The effects of growing media and irrigation methods on the growth of hot pepper (*Capsicum annuum*) transplants. J Bio Fac Env 2:110-118.
10. Son, K. C., S. K. Park, H. O. Boo, G. Y. Bae, K. Y. Paek, S. H. Lee, and B. G. Hu. (1997) Horticultural therapy, p. 97-101. Sewon, Seoul.
11. Son, K. C. (2014) Indoor plants save human. Joongang Life Publishing Co., Seoul, Korea, p 129.
12. Wolverton, B. C., A. Johnson and K. Bounds. (1989) Interior landscape plant for indoor air pollution abatement. NASA Report p. 1-22.
13. Yang, W. M. and S. Y. Yang. (1991) Basic study on a new soilless culture 2: Effects of oxygen level rhizosphere on the physioecological characteristics of tomato in aeroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 32:434-439.

논문접수일 : 2019년 2월 27일

논문수정일 : 2019년 5월 13일

게재확정일 : 2019년 5월 20일