

# 자체중량다짐법과 유럽표준방법에 의해 충전된 상토의 물리화학적 특성 비교

## Comparisons of Physical and Chemical Properties of Some Growing Media using European Standard and Self-Compaction Methods

H. J. Park<sup>1,2\*</sup> and J. E. Son<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Horticulture, Seoul Nat'l Univ., Suwon 441-744, Korea,

<sup>2</sup>Samson Perlite Co., Seoul, Korea

박현준<sup>1,2\*</sup>, 손정익<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 원예학과, <sup>2</sup>(주)삼손필라이트

### 서론

최근 원예 분야에 무토양 상토가 매우 광범위하게 쓰이고, 그 종류도 매우 다양하다. 무토양상토는 피트모스, 코코피트, 펄라이트, 버미큘라이트 등 많은 유·무기 소재의 혼합물이다. 따라서 일반토양과는 수분특성과 단위체적중량이 완전히 다르며, 일반토양분석방법으로 여러 가지 다양한 종류의 무토양상토의 물리화학적 성질을 비교분석한다는 것은 매우 어려운 일이다.

기본적으로 상토는 부피기준이기 때문에 단위체적중량은 물리화학적 성질을 결정하는 가장 중요한 요인이다. 예를 들어 토양(단위체적중량: 1g/cm<sup>3</sup>, CEC: 10cmol/kg)과 피트모스(단위체적중량: 1g/cm<sup>3</sup>, CEC: 100cmol/kg)의 양이온교환용량은 무게기준으로 하면 피트모스가 10배이지만, 부피기준으로 보면 동일한 값이 된다. 또한 경량형 무토양상토의 경우 일반토양과는 달리 여러 경량형 유·무기 소재를 혼합하여 사용하기 때문에 그 단위체적중량이 일정치 않다.

본 연구의 목적은 일반토양분석방법으로 측정할 수 없는 무토양상토의 물리화학적 성질을 측정하기 위한 적절한 분석법을 찾고자 하는 것이며, 무토양상토의 측정법인 유럽표준방법에 비교하여 보다 보편 타당한 방법을 제시하고자 함이다.

### 재료 및 방법

상업적으로 판매되는 6가지 상토를 사용하였으며, 그들은 피트모스, 코코피트, 펄라이트, 버미큘라이트와 제오라이트 등의 유·무기소재로 혼합되었으며, 상토의 대체적인 배합비는 Table 1과 같다. 단위체적중량은 유럽표준방법의 추다짐법과 자체중량다짐법에 의하여 측정하였다. 자체중량 다짐법의 원리는 17.5mm의 높이에서 일정한 용기에 담은 무토양상토를 일정한 단위체적중량에 도달할 때까지(부피가 더 이상 감소하지 않을 때까지) 충전하는 것이다.

Table 1. Mixed ratio of growing media used in this experiment.

Growing medium	Mixed ratio (vol, %)			
	Peatmoss	Coir	Perlite	Vermiculite
A	50	0	20	30
B	0	75	10	15
C	0	80	10	10
D	70	0	10	20
E	0	70	20	10
F	80	0	20	0

용기의 규격은 유럽표준방법과 동일하며, 1L 부피에 직경이 100mm, 높이는 127mm이며, 동일한 직경에 높이 50mm의 collar로 제작되었다. 실제 육묘장에서 사용되는 무토양상토의 단위체적중량은 5개 화분의 중량을 부피로 나누어서 계산하였다. 수분특성 곡선의 경우 1기압이하에서 가압법(tempe cell, pressure chamber)과 흡인법(sand box)으로 측정하였고, 1기압이상에서 가압법(pressure chamber)와 원심법(centrifuge)으로 측정하였다. pH와 EC 같은 화학적 성질은 포화(1:1, v/v)침출법, 1:2(v/v)침출법, 1:5(v/v)침출법으로 측정하였다. 모든 실험은 5반복 측정하였으며, 통계분석은 SAS 8.2 시스템으로 실행하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 무토양상토의 단위체적중량 비교

충진높이 17.5mm는 펄라이트 협회의 방법에 준한 것이며, 예비실험결과 10mm 높이에서 충진하였을 때는 충진시 다짐정도가 작아서 일정한 단위체적중량에 도달하기 위한 충진횟수가 컸으며, 30mm로 충진하였을 때는 그 충진높이가 커서 일정한 단위체적중량에 도달하기 어려웠다.

충진시 단위체적중량은 6가지 무토양상토 모두에서 5회 충진할 때까지 가파르게 상승하였으나 그 이후 상승폭이 점점 감소하여 30회 충진 이상에서는 거의 일정한 단위체적중량을 가졌다. 상토 종류에 따라서 다른 값을 나타냈으며, 이러한 원인은 각 소재의 배합비 때문인 것으로 판단된다. 대부분 충진횟수가 30이상이었을 때 각각 일정한 단위체적중량을 가졌기 때문에 30회 이상에서 단위체적중량을 측정하는 것이 타당하다고 판단된다.

Table 2에서 유럽표준방법으로 측정한 단위체적중량은 자체중량다짐법에 의해서 측정한 값보다 작았으며, 실제 육묘장에서 측정한 값은 자체중량다짐법에 의해서 측정한 값과 5% 수준에서 유의차가 없었다. 또한 유럽표준방법과 자체중량다짐법, 육묘장 측정값의 표준편차는 각각 7.9, 3.3, 1.1%를 나타내었다. 이 결과로부터 자체중량다짐법이 유럽표준방법에 비해 정밀한 방법이라고 판단한다.

Table 2. Comparison of bulk densities of growing media.

Method	Bulk density of growing medium(g/cm <sup>3</sup> )					
	A	B	C	D	E	F
European method	0.245a <sup>z</sup> (±0.023) <sup>y</sup>	0.202a (±0.019)	0.159a (±0.021)	0.289a (±0.018)	0.225a (±0.022)	0.224a (±0.020)
Self-compaction method	0.272b (±0.011)	0.245b (±0.014)	0.174a (±0.012)	0.316b (±0.008)	0.253b (±0.009)	0.283b (±0.013)
Horticultural practice	0.284b (±0.016)	0.233b (±0.018)	0.168a (±0.025)	0.321b (±0.007)	0.261b (±0.006)	0.278b (±0.004)

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncans Mutiple Range Test, P=0.05.

<sup>y</sup> Standard deviation

## 2. 무토양상토의 수분특성 측정

보통 흡인법은 0.1기압이하에서 수분특성을 측정하기 위해서 사용되며, 수두차가 클수록 토양수분포텐셜과 공기압이 평형을 이루는 시간이 더 소요된다. 따라서 유럽표준 방법에서 채택하고 있는 sand box를 사용한 흡인법은 정확하나 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 수분포텐셜 0.03기압과 0.1기압에서 각각 sand box, tempe cell, pressure chamber로 측정한 무토양상토의 수분함량을 나타내었다(Table 3).

Table 3. Remaining water contents of growing media measured by sand box, tempe cell, and pressure chamber at 0.03 and 0.1 bars.

Method	Water content at specific tension (vol, %)					
	A	B	C	D	E	F
0.03bar						
Sand box	36.2a (±1.5)	35.9a (±2.1)	37.5a (±2.9)	39.1a (±1.8)	36.5a (±1.7)	39.4a (±0.7)
Tempe cell	35.8a (±0.8)	36.4a (±1.2)	38.3a (±2.3)	38.0a (±1.3)	35.1a (±2.1)	40.5a (±1.7)
Pressure chamber	44.8b (±4.8)	38.8a (±2.4)	39.1a (±3.5)	44.5b (±3.6)	44.2b (±4.2)	41.9a (±2.7)
0.1bar						
Sand box	23.7a (±2.5)	22.4a (±0.7)	24.8a (±1.8)	21.9a (±3.2)	24.8a (±2.9)	20.5a (±1.5)
Tempe cell	24.5a (±1.8)	21.7a (±2.0)	23.2a (±1.1)	22.8a (±1.5)	25.1a (±0.9)	19.9a (±1.3)
Pressure chamber	32.7b (±3.7)	28.7b (±4.2)	30.2b (±2.1)	34.1b (±3.2)	33.5b (±2.9)	28.5b (±3.8)

수분포텐셜 0.03기압에서 sand box로 측정한 값은 tempe cell로 측정한 값과 5% 수준에서 유의차가 없었으나 pressure chamber로 측정한 값은 상토 B, C, F를 제외하고 나머지에서 sand box와 tempe cell로 측정한 값보다 높은 값을 나타내었다. 수분포텐셜 0.1기압에서는 sand box와 tempe cell로 측정한 값은 수분포텐셜 0.03기압에서의와 마찬가지로 5% 수준에서 유의차가 없었으나 pressure chamber로 측정한 값과는 차이를 보였다. 따라서 간편하고 소요시간이 짧은(12시간) tempe cell 방법으로 측정하는 것이 타당하다고 판단한다.

수분포텐셜 3기압과 15기압에서 pressure chamber로 측정한 값은 원심법에 의해서 측정한 값보다 컸으며, 3기압보다 15기압에서 더 큰 수분함량을 나타내었다(Table 4).

Table 4. Remaining water contents of growing media measured by pressure chamber and centrifuge at 3 and 15 bars.

Method	Water content at specific tension (vol, %)					
	A	B	C	D	E	F
3bar						
Pressure chamber	15.4a (±3.3)	13.2a (±2.9)	14.7a (±2.5)	14.1a (±3.6)	12.4a (±2.2)	12.5a (±3.7)
Centrifuge	8.5b (±1.0)	8.2b (±1.2)	7.6b (±1.1)	7.7b (±1.3)	8.3b (±1.3)	7.1b (±1.1)
15bar						
Pressure chamber	17.9a (±4.4)	15.5a (±3.1)	16.3a (±2.7)	18.7a (±3.2)	13.1a (±2.6)	15.9a (±2.9)
Centrifuge	4.2b (±0.8)	5.3b (±1.7)	5.1b (±2.1)	3.9b (±1.5)	4.5b (±1.3)	3.1b (±1.7)

따라서 수분포텐셜 1기압이상에서 무토양상토의 수분특성을 측정하기 위해서는 원심법으로 측정하는 것이 타당하다고 생각된다. 그러나 원심법의 경우 측정중에 시료의 부피가 압축되는 단점이 있다.

### 3. 무토양상토의 pH와 EC 측정

무토양상토의 pH는 1:1(포화)침출법으로 측정한 값과 1:2 침출법으로 측정한 값은 5% 수준에서 유의차가 없었으나, 1:5 침출법의 경우 수분함량 0%를 제외하고 1:1 침출법과 1:2 침출법으로 측정한 값과 차이를 보였다(Table 5). 이러한 결과로 미루어볼 때 pH 측정시 나타날 수 있는 회석효과 때문인 것으로 판단하며, 무토양상토에서 1:5 침출법은 올바른 측정법이 아닌 것으로 판단된다.

무토양상토의 EC는 1:1 침출법과 1:2 침출법으로 측정한 값은 회석배수에 비례하여  $(EC(1:1) \times 1 = EC(1:2) \times 2)$  상관관계를 보였으나, 1:5 침출법으로 측정할 때는 회석배수에 비례하여  $(EC(1:1) \times 1 = EC(1:2) \times 2 \neq EC(1:5) \times 5)$ 의 상관관계를 보이지 않았다.

Table 5. pH and EC of growing media at extraction ratios of 1:1, 1:2, and 1:5 (v/v).

Measured item	Extraction ratio	Water content (vol, %)			
		0	10	20	30
pH	1:1	5.8a	5.7a	5.8a	5.9a
		(±0.1)	(±0.1)	(±0.1)	(±0.1)
	1:2	5.9a	5.7a	5.7a	6.0a
		(±2.9)	(±0.1)	(±0.2)	(±0.1)
	1:5	6.0a	6.1b	6.1b	6.3b
		(±1.2)	(±0.4)	(±0.3)	(±0.3)
EC	1:1	2.9a	2.3b	2.5b	2.2b
		(±0.2)	(±0.2)	(±0.3)	(±0.3)
	1:2	1.6a	1.1a	1.3a	1.2a
		(±0.3)	(±0.2)	(±0.3)	(±0.2)
	1:5	0.8b	0.5b	0.6b	0.7b
		(±0.2)	(±0.1)	(±0.2)	(±0.1)

EC 값에 대한 유의차 검정은 Duncans Mutiple Range Test 전 침출회석배수를 EC에 곱한 후 분석하였다(EC(1:1)×1, EC(1:2)×2, EC(1:5)×5). 또한 각 수분함량은 105℃에서 24시간 건조 후 자체중량증진다짐법에 의해 단위체적중량을 결정한 후 그 부피의 0, 10, 20, 30% 수분을 첨가하였다.

### 인용문헌

- ASTM D 4253-93. Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table.
- CEN(European committee for standardization). 1999. Soil improvers and growing media. CEN. prEN 12037 13038, 13040, 13041.
- DeBoodt, M. and O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Hort. 26:37-44