

# 소성 점토다공체 및 코코넛 피트를 이용한 인공지반용 혼합배지의 개발

심경구\* · 허근영\* · 강호철\*\*

\*성균관대학교 조경학과

\*\*진주산업대학교 조경학과

## Developing Growth Media for Artificial Ground by Blending Calcined Clay and Coconut Peat

Shim, Kyung-Ku\* · Huh, Keun-Young\* · Kang, Ho-Chul\*\*

\*Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan Univ.

\*\*Dept. of Landscape Architecture, Chinju National Univ.

### ABSTRACT

The objective of this research was to develop growth media for artificial ground by blending calcined clay and coconut peat. To achieve this, aggregates of clay particles were mixed with diesel oil and heated to high temperature(1150~1200°C) to expand clays. The particle sizes of expanded clay were controlled to 2~5mm in diameter. Then expanded clays were mixed with coconut peat and changes of soil physico-chemical properties and their effect on plant growth of *Hedera L.* were determined.

The infiltration rate of calcined clay was very high, but the water holding capacity, the cation exchange capacity(CEC), and the nutrient contents were low. The characteristics of coconut peat was vice verse to calcined clay. This indicates that the mixture of calcined clay and coconut peat have the better characteristics than each material. As compared to mineral soil, the infiltration rate, the water holding capacity, the CEC and the nutrient contents increased, but bulk density decreased to about 1/4. And, *Hedera L.* grown in the mixture of calcined clay and coconut peat(6:4. v/v) had higher plant height, longer leaf length, more total number of leaves per plant and fresh weight than that grown in mineral soil, but statistical differences were not observed between two treatments.

Key Words : artificial ground, calcined clay, coconut peat, growth media

## I. 서론

1970년대 이후 지속적인 경제성장과 산업화로 인해 도시로의 인구유입이 급증하고 결과적으로 대규모 도시들이 형성되어 왔다. 한정된 공간의 이용효율 증가를 위해 건축물의 고층화 및 입체화가 이루어졌으며, 쾌적한 기능을 가진 도시공간을 조성하기 위해 건축물의 옥상이나 지하주차장 등을 녹지공간으로 활용하기 위한 시도가 지속적으로 이루어지고 있다(대한주택공사 주택연구소, 1994).

인공지반의 조성시 식물의 생육을 고려하여 유효심토를 확보해야 하는데, 인공지반의 하층이 건축물에 영향을 주지 않도록 경량의 인공토양을 이용하여 지반을 조성해야 한다. 또한, 인공지반의 조성시 토양은 최소 심토 확보로 인해 대수층(water table)이 높게 형성되기 때문에 충분한 공극율을 확보하여 배수성 및 통기성이 우수하도록 조절해야 한다. 그러나 토양수를 보유할 수 있는 토양의 양이 한정되기 때문에 배수성 및 통기성을 희생시키지 않는 조건에서 보수성이 높아야 하는 또 다른 문제점을 갖는다(박철수 등, 1995; 황경희와 이경재, 1997).

국내에서 이용되고 있는 인공토양재료는 발포된 다공질 펠라이트와 아코디언 구조의 팽창된 질석 등의 무기물질이 경량화와 배수성·통기성을 증가시키기 위해서 이용되고 있으며, 보수성 증가를 목적으로 피트모스(peat moss)나 코코넛 피트(coconut peat) 등의 유기물질이 이용되고 있다. 그런데 질석은 수분을 보유한 상태에서 압력이 가해질 경우 쉽게 부서어져 작은 입자로 변하며, 통기성 및 배수성 불량으로 식물생육이 저하되는 문제점 때문에 장기간 토양물리적 특성을 적절하게 유지해야 하는 인공지반에는 적합하지 않다. 펠라이트의 경우에는 중국, 터키, 남아프리카 공화국 등에서 원석을 수입하여 가공하기 때문에 의화낭비의 원인이 되는 문제점을 갖는다(신소재 핸드북편집위원회, 1995; 오일환, 1994).

한편, 인공지반의 보수성 증가와 양이온 치환용량(CEC) 증가를 통한 보비력 향상을 위해 이용되는 유기물질, 즉 피트모스와 코코넛 피트는 가비중이 낮으나 보수성이 높아 피트모스의 경우 건물중 기준으로 10~15배, 코코넛 피트의 경우 6~8배의 수분을 보유하는

것으로 알려져 있다. 그런데, 피트모스의 경우는 구입 가격이 높고 최근 환경보호를 위해 그 채취가 제한되고 있기 때문에 네덜란드를 비롯한 여러나라에서 피트모스 대체품으로 가격이 저렴한 코코넛 피트의 이용이 증가되고 있다(Eswaran, 1993; Heiskanen, J., 1995; Paustin *et al.*, 1992).

따라서, 본 연구는 수입하여 가공생산하고 있는 펠라이트를 대체하기 위한 연구의 일환으로써, 일반 점토를 이용한 소성 점토다공체를 제조한 후, 코코넛 피트와 혼합하여 변화된 토양물리·화학성을 측정 및 분석하고 식물생육에 미치는 영향을 조사하므로써 인공지반에서의 이용가능성을 구명하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 소성 점토다공체의 제조방법

혼합기를 이용하여 점토에 증유를 넣고 혼합(중량비 100 : 1~3)하였으며, 시험에 사용된 혼합전 점토의 화학적 조성을 X-선 형광분석법으로 분석한 결과 SiO<sub>2</sub> 64.0~73%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15.0~19%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.0~9.5%, CaO 0.4~1.2% 및 기타성분으로 구성되어 있었다(柳田博明 등, 1996). 그리고, 압출 성형기(VENHO, 1994)로 증유가 혼합된 점토를 직경 12mm 크기의 구형으로 성형하였으며, 그 후에, 점토 성형물은 화로(kiln)에서 1150~1200℃로 가열되어 팽창되고 다공체로 변형되었다. 이 다공체는 분쇄기에서 10mm이하의 입도로 분쇄되었으며, 분쇄된 다공체를 소성 점토 다공체라 명명하였다.

### 2. 혼합배지의 조제

소성 점토 다공체와 코코넛 피트를 부피비로 혼합하였으며 배합비는 6:4로 하였다. 이 때, 코코넛 피트는 블록모양의 형태를 일차 분쇄하거나 분상으로 수입된 것을 가진상태의 부피로 계산하여 혼합하였다.

### 3. 특성 분석

#### 1) 물리적 특성 분석

확보된 시료들의 물리성 측정시 재현성을 확보하기 위해서, 본 실험을 위해 채취한 노지토양을 다짐하며 얻어진 기준을 근거로, 건진 상태의 시료를 2인치 코어(2" core, 100cm<sup>3</sup>)에 넣은 후 충진기(SHIMADZE, Hand Press, 1984)를 이용하여 0.5kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 충진하고 그 특성을 분석하였다.

물리적 특성은 입도분포, 건조시 가비중(용적밀도), 공극률, 포장용수량, 기상률, 포화투수계수를 분석하였다. 입도분포는 입도분리기(BENMEADOW, 1994)에서 10분간 교반하여 중량비로 산출하였고, 건조시 가비중은 건조기에서 건조한 시료의 단위용적당 중량으로써, 열건토양의 중량/열건토양의 용량으로 산출하였다. 공극률은 48시간동안 물로 포화시켰을 때의 수분량으로 계산하며, 포장용수량과 기상률은 포화된 시료를 48시간 자연배수시켰을 때의 수분량으로 계산하였다. 포화투수계수는 각 토양을 48시간동안 수조에 담가둔 후에, 정수위법으로 측정하였다(Klute *et al.*, 1986).

### 2) 화학적 특성 분석

화학적 특성은 산도(pH), 양이온치환능력(CEC), 유기물 함량(Org. C), 유효인산(Bray 1-P) 함량, 전질소(T-N) 함량을 분석하였다. 산도(pH)는 1.5(시료:증류수) 방법으로 측정하였고, 양이온치환능력(CEC)은 1N-酢酸 ammonium 법으로 측정하였다. 유기물 함량(Org. C)은 Walkley-Black 법으로 측정하였으며, 유효인산은 Bray No. 1 법으로 측정하였고, 전질소(T-N)는 Kjeldahl Method로 분석하였다(농촌기술연구소, 1980).

### 3) 식물 생육적 특성 분석

혼합물과 노지토양의 생육적 특성을 비교하고자 1996년 1월 7일부터 같은 해 5월 27일까지 유리온실 내에서 헤데라(Hedera L.)를 이용하여 생육실험을 수행하였다. 40개의 균일한 식물체를 선발하여 혼합배지와 노지토양으로 각각 채워진 40개의 포트(직경 25cm)에 식재하였으며(2처리×4반복×5개체), 관수는 포트위에서 1일 1회 자동살수 하였고, 비료는 공급하지 않았다. 생육조사는 5월 27일에 수행하였으며, 각 식물의 크기, 엽장, 식물개체당 총엽수, 생체중을

조사하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 소성 점토다공체와 코코넛 피트의 물리·화학적 특성

#### 1) 소성 점토다공체

위에 기술된 제조방법에 의해서 제조된 소성 점토다공체의 입도분포는 2mm이하가 13%이며, 대부분 2-5mm의 입자 크기를 지니고 있었다(Table 1). 따라서, 노지토양에 비해 공극률이 높고 배수성 및 통기성이 좋을 것으로 판단되었다(Brady and Weil, 1996; Foth, 1984). 가비중은 0.42로 노지토양보다 1/3배정도 가볍고, 펠라이트보다는 2배정도 높게 나타났다. 공극률은 높지만 포장용수량은 낮게 나타났으며, 포화투수계수도 상당히 높게 나타난 것으로 볼 때, 보수성이 낮고 배수성이 높은 것으로 판단되었다(Table 2). 그리고, 산도(pH)는 약알칼리성을 나타내며, 양이온치환능력(CEC), 유기물 함량, 유효인산 함량, 전질소 함량이 매우 낮게 나타났다(Table 3). 따라서, 소성 점토다공체는 배수성이 높고 보수성이 낮으며, 비비력과 비옥도가 낮은 특성을 나타내는 무기물질이라고 판단하였다.

#### 2) 코코넛 피트

코코넛 피트의 입도분포는 2mm이하가 91%이며, 포화투수계수는 소성 점토다공체와 노지토양과 비교하여 매우 낮게 나타났(Table 1, 2). 또한, 소성 점토다공체보다 공극율이 높으면서 25.7%의 기상율을 가진 것으로 측정되어 소성 점토다공체의 64.1%보다 약 2.5배 낮았다. 그러나, 포장용수량에서는 61.2%로 소성 점토다공체의 15.2%보다 약 4배정도 높게 측정되었다. 이상의 결과들을 종합할 때, 식물재배에 이용할 경우 소성 점토다공체보다 통기성 및 배수성이 불량하고 보수성이 높을 것으로 판단되었다(Table 2). 코코넛 피트의 토양 산도는 6.3으로 측정되어 적절하였으며, 소성점토보다 양이온치환용량이 높았다. 특히, 질소 및 인산함량이 높아 식물재배에 코코넛 피트를 이용할 경우 시비에 세심한 주의를 기울여야 할 것으로 판단되었다(Table 3)

Table 1. Particle size distribution of calcined clay and coconut peat.

Particle size(mm)	Calcined clay	Coconut peat
< 0.5		27
0.5-1	4	41
1-2	9	23
2-5	71	9
5 <	16	

Table 2. Characteristics in soil physical properties of materials used in the experiment.

Materials	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Total porosity(%)	Field capacity(%)	Air space(%)	Saturated flow(1/100cm/s)
Calcined clay	0.42	79.3	15.2	64.1	15.7
Coconut peat	0.13	86.9	61.2	25.7	0.11

Table 3. Characteristics in soil chemical properties of materials used in the experiment.

Materials	pH	CEC (cmol/kg)	Org. C (g/kg)	Bray 1-P (mg/kg)	T-N (g/kg)
Calcined clay	7.5	1.0	0.9	2.1	0.00
Coconut peat	6.3	64.8	471.9	371.1	4.48

## 2. 소성 점토다공체 + 코코넛 피트 혼합물과 노지토양의 물리·화학적 특성 및 생육적 특성의 비교

소성 점토다공체 + 코코넛 피트 혼합물은 소성 점토다공체와 비교하여 가비중, 공극률, 기상률, 포화투수계수, 산도가 전체적으로 감소하고, 포장용수량, 양이온치환능력, 유기물 함량, 유효인산 함량, 전질소 함량이 증가하는 경향을 나타냈다(Table 4, 5). 코코넛 피트와 비교할 때 가비중, 기상률, 포화투수계수, 산도가 증가하며, 공극률, 포장용수량, 양이온치환능력, 유기물 함량, 유효인산 함량, 전질소 함량이 감소하는 경향을 나타냈다. 그러나, 노지토양과 비교할 때 가비중은 약 1/4배정도로 낮았으며, 공극률, 포장용수량, 기상률, 포화투수계수가 높게 측정되었고, 양이온치환능력, 유효인산 함량, 전질소 함량도 높은 경향을 보였다. 따라서, 소성 점토다공체와 코코넛 피트를 혼합할 경우 노지토양보다 가벼우며 배수성, 보수성, 보비력, 그리고 비육도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 물리·화학적 특성이 분석된 혼합물의 생육적 특성을 분석한 결

과, 노지토양보다 생육량이 많은 경향을 나타냈지만, 통계적인 유의차는 인정되지 않았다(Table 6).

Table 4. Characteristics in soil physical properties of mineral soil and the mixture of calcined clay and coconut peat.

Materials	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Total porosity(%)	Field capacity(%)	Air space(%)	Saturated flow(1/100cm/s)
Mixture	0.35	71.3	50.7	20.6	3.8
Mineral soil	1.32	48.3	40.3	8	0.7

Table 5. Characteristics in soil chemical properties of mineral soil and the mixture of calcined clay and coconut peat.

Materials	pH	CEC (cmol/kg)	Org. C (g/kg)	Bray 1-P (mg/kg)	T-N (g/kg)
Mixture	6.6	15.8	65	105.3	2.21
Mineral soil	4.7	8.0	5	18	0.8

Table 6. The effects on the growth of Hedera L. in mineral soil and the mixture of calcined clay and coconut peat.

Materials	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Total number of leaves/plant	Fresh weight of leaves (g)
Mixture	19.2a <sup>*</sup>	4.6a	23a	4.9a
Mineral soil	17.8a	4.2a	21a	3.9a

<sup>\*</sup>Mean separation within columns by LSD at 5% level.

## IV. 결론

본 연구는 수입하여 가공생산하고 있는 펄라이트를 대체하기 위한 연구의 일환으로써, 일반 점토를 이용하여 소성 점토다공체를 제조하고, 코코넛 피트를 혼합하여 인공지반에서의 이용가능성을 노지토양과의 토양물리·화학적 특성과 식물 생육적 특성의 비교를 통하여 구명하고자 수행하였다.

10mm 이하의 크기로 입도를 조절한 소성 점토다공체는 경량이며, 배수성이 높고, 보수성, 보비력, 비육도가 낮은 특성을 지니고 있었다. 반대로, 코코넛 피트는 평균입도가 2.0mm이하인 미세입자로 된 것으로서, 가별고 보수성, 보비력, 비육도가 높으며, 배수성이 낮은 특성을 지니고 있었다. 따라서, 소성 점토다공체와 코코넛 피트를 적정비율로 혼합하여 토양물리·화학적 특성을 조절하였는데, 혼합물은 각각의 결점을 상호 보완한 특성을 나타냈으며, 노지토양과 비교하여 약 1/4배정

도 경량하고, 배수성, 보수성, 보비력, 비옥도가 상대적으로 높게 나타났다. 그리고 헤테라를 이용한 생육 실험을 살펴볼 때, 통계적 유의차는 보이지 않았지만 생육량이 높게 나타나는 경향을 나타냈다. 따라서, 인공지반에서와 같이 장기적으로 이용되는 경우, 혼합물과 노지토양간의 유의성 있는 생육량의 차이가 나타날 것으로 예상되며, 유지관리상에도 많은 유의점이 있을 것으로 판단되었다.

결과적으로, 본 연구에서 소성 점토 다공체와 같은 경량의 다공체를 입도조절하고, 코코넛 피트와 같은 난분해성 유기물을 이용하여 혼합물을 조성한다면, 인공지반용 토양으로 이용될 수 있다는 가능성을 제시하였다. 그러나, 이것은 인공토양 개발의 기초적인 단계라고 판단되며, 향후 인공지반용 토양으로서, 광범위하게 이용되기 위해서는 다양한 종류의 조경식물에 대한 생육실험이 수행되어야 하며, 그 특성이 장기적으로 분석되어야 할 것이다.

## 인용문헌

1. 농촌기술연구소(1980), 『토양화학분석법』, 농촌진흥청
2. 대한주택공사 주택연구소(1994), "인공지반 조경녹화관련 자료집 II III
3. 박철수, 황경희, 이재준(1995), "아파트단지내 인공지반 조경녹화방안 연구", 『대한주택공사 주택연구소』, 연구 95-24, 129-144.
4. 신소재 핸드북편집위원회(1995), 『신소재 핸드북』, 한화, 744-747.
5. 오일환(1994), 『세라믹스 과학』, 서울, 학문사, 61-74.
6. 황경희, 이경재(1997), "도시녹지면적 확보를 위한 조경수 목선정 및 식재지 조성방안 연구 - 건축물 옥상, 지하주차장 상부를 중심으로", 『환경생태학회지』, 11(1), 46-60
7. Brady, N. C. and R. R. Weil(1996), 『The nature and properties of soils(11th Ed.)』, Prentice-Hall, Inc. p.143-174.
8. Eswaran, H., E. Van Den Berg, and P. Reich(1993), "Organic carbon in soils of the world", *Soil Sci Soc Am J*, 57, 192-191
9. Foth, H. D. (1984), 『Fundamentals of soil science(7th Ed.)』, John Wiley and Sons, Inc
10. Heiskanen, J. (1995) "Physical properties of two-component growth media based on Sphagnum peat and their implications for plant-available water and aeration", *Plant Soil*, 172(1) 45-54
11. Klute, A. et al (1986), 『Methods of soil analysis-Part I - Physical and Mineralogical Methods(2nd Ed.)』, American Society of Agronomy, Inc, Soil Science Society of America, Inc Publisher Madison, Wisconsin USA, p 187-731
12. Pauslan, K., W. J. Parton, and J. Person(1992), "Modeling soil organic matter-amended and nitrogen-fertilized long-term plots", *Soil Sci Soc Am J*, 56 476-488.