

Research Article



CrossMark

Open Access

코코넛 코이어와 피트모스 혼합 모래 토양의 물리·화학적 특성

김영선^{1,2*†}, 배은지^{3†}, 최문진¹, 김태웅¹, 이금주^{4**}

¹대구대학교 생명환경학부(원예학전공), ²대구대학교 자연과학연구소,
³국립산림과학원 산림바이오소재연구소, ⁴충남대학교 원예학과/스마트농업학과

Physicochemical Properties of Root Zone Soil Based on Sand Blending with Coconut Coir and Peat Moss

Young-Sun Kim^{1,2*†}, Eun-Ji Bae^{3†}, Mun-Jin Choi¹, Tae-Wooung Kim¹ and Geung-Joo Lee^{4**} (¹Department of Horticultural Science, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea, ²Institute of Natural Sciences, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea, ³Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science, JinJu 52817, Korea, ⁴Department of Horticulture and Department of Smart Agriculture Systems, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea)

Received: 21 May 2022/ Revised: 15 June 2022/ Accepted: 20 June 2022

Copyright © 2022 The Korean Society of Environmental Agriculture

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.

ORCID

Young-Sun Kim

<https://orcid.org/0000-0002-5645-7021>

Abstract

BACKGROUND: Soil amendment was necessary applied for the sand that had been used to root zone of green ground in golf course because of its low water retention power and cation exchangeable capacity. This study was conducted to evaluate the effect of the mixed ratio of peat moss and coconut coir as soil amendment materials on the soil physicochemical properties applied to rootzone based on sand.

METHODS AND RESULTS: The soil amendments were blended at 0, 3, 5, 7 and 10% by soil volume. The pH in the peat moss treatment was lower than that of control (0% soil amendment), and pH and electrical conductivity (EC) in the coconut coir were higher. The blending ratio of peat moss was negatively correlated with pH of rootzone soil ($p < 0.01$), and that of coconut coir positively with EC ($p < 0.01$). As compared with control, capillary

porosity, the physical factors such as air-filled porosity, total porosity, and hydraulic conductivity of rootzone soil were increased by applying peat moss and coconut coir. For correlation coefficients between percentage of soil amendments and soil physical factors, peat moss and coconut coir were positively correlated with porosity and hydraulic conductivity ($p < 0.01$).

CONCLUSION(S): These results indicated that the application of peat moss and coconut coir affected on the change of physicochemical properties of rootzone soil, and improved soil porosity and hydraulic conductivity.

Key words: Coconut coir, Hydraulic conductivity, Peat moss, Rootzone soil, Total porosity

서 언

21세기에 들어서면서 지구온난화 및 기후변화와 같은 환경문제가 대두되고 있다. 특히, 도시는 녹지공간의 감소로 생태적 불안성이 증대되고, 휴양공간이 감소되고 있다¹⁾. 최근 삶의 질을 높이기 위해 도시의 환경친화적인 공간 조성과 적절한 녹지 배치에 대한 관심이 증대되고 있다²⁾. 도심 내 적절한 녹지공간을 확보하기 위해서는 도시의 인구밀도를 고려하여 녹지를 배치하여야 한다³⁾. 도시의 대표적인 녹지공간은 근

[†]These authors contributed equally to this work.

* Corresponding author: Young-Sun Kim

Phone: +82-53-850-6715; Fax: +82-53-850-6719

E-mail: im0sunkim@daegu.ac.kr

** Corresponding author: Geung-Joo Lee

Phone: +82-42-821-5734; Fax: +82-42-821-8888;

E-mail: gjlee@cnu.ac.kr

린공원과 천연잔디 학교운동장운동장이 있으며, 녹지 조성 시 지피식물로서 잔디를 이용하고 있다⁴⁾.

2014년 조사에서 11,673개의 초·중·고등학교운동장 중 천연잔디 식재 운동장은 807개(6.9%), 인조잔디 조성 운동장은 1,858개(15.9%), 그리고 대부분은 맨땅 운동장 9,008개(77.2%)였다⁵⁾. 이 중에서도 천연잔디 운동장은 학생들의 정서적 건강과 사회성 함양⁶⁾ 및 자연교감 기회제공⁷⁾하는 등과 같은 사회적 기능을 담당할 뿐 아니라 이산화탄소 발생저감이나 운동장 지상부 온도 저감효과^{5,8)} 등과 같은 환경적 보전적 기능을 갖고 있다. 이러한 천연잔디 운동장의 장점에도 불구하고 천연잔디 운동장은 주기적인 관리 비용이 발생하고, 국내 초·중·고등학교 당 학생수가 많아 답압 피해가 발생한다는 단점이 있다^{5,9)}.

천연잔디 운동장에 식재된 잔디는 다년생 식물로서 한번 조성된 후에는 토양 환경을 변경하기 어렵기 때문에 운동장 조성 시 잔디 생육에 적합한 토양으로 조성하는 것이 필요하다¹⁰⁾. 학교 운동장은 다양한 학습활동으로 지속적인 답압이 발생하기 때문에 시간의 경과에 따라 토양의 물리적 특성은 악화된다⁹⁾. 미국골프협회(United States Golf Association; USGA)에서는 잔디밭 조성을 위한 지반조성에 관한 기준을 설정하였고, 이를 USGA 지반이라고 하며, 이 지반으로 조성된 토양에 식재된 잔디밭은 모래 지반으로 조성된 잔디밭에 비해 잔디 품질과 생육이 개선되었다¹¹⁾. 국내 학교운동장의 기반토양은 사양토나 양질사토로서 답압에 의해 대공극이 감소하고⁹⁾, 대공극의 감소는 수분의 배수를 불량하게 하여 잔디의 생육과 품질이 감소하게 된다¹²⁾.

잔디밭 조성 토양은 답압을 고려하여 모래를 기반으로 하기 때문에¹¹⁾, 모래토양의 물리화학적 특성을 개선하기 위해 토양개량제를 이용한다¹³⁾. 토양개량제의 처리는 모래토양의 공극과 포화수리전도도 및 양이온치환용량 등을 개선하여 잔디 재배에 적절한 토양환경을 나타낼 수 있다¹³⁾. 토양개량제의 특성은 모래 토양의 물리화학적 특성에 영향을 미치기 때문에 토양개량 목적에 적합한 개량제를 선정하여야 하며¹⁴⁾, 필요한 경우 토양개량제를 혼합하여 사용할 수 있다¹⁵⁾.

토양개량제 중 코코넛 코이어와 피트모스는 골프장 조성 시 사용하는 대표적인 토양개량제로서^{14,15)} 수경재배 시 고품배지 원료나 육묘 시 원예용상토 원료로 이용되고 있다^{6,17)}. Ku et al.¹³⁾은 상토나 수경재배 원료로 사용하는 펠라이트와 제올라이트를 천연잔디 학교운동장 조성 시 모래상토의 토양개량제로 재활용할 수 있다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구는 수경재배 시 고품배지로 사용하는 코코넛 코이어와 피트모스를 학교운동장 조성 시 토양개량제로서 사용 가능성을 평가하기 위해 모래와 혼합 후 토양 내 물리화학적 변화 및 토양개량 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

시험 기간 및 공시 재료

본 연구는 경상북도 경산시 소재의 대구대학교에서 수행되었고, 실험에 사용된 모래의 입경 분포는 USGA에서 제시한 그린 규격에 적합하지 않으나 유사한 입경분포를 보였고, 자갈과 극조사의 비율이 25.7%로 USGA규격보다 약 15.7% 정도 높은 모래였다(Table 1). 공시모래는 조사과 극조사 함량비가 USGA규격에 적합하지 않았으나 다른 함량비율은 규격에 적합하여 스포츠용도가 아닌 학교 운동장 조성 시 사용할 수 있을 것으로 판단되어 실험에 이용하였다. 토양개량제로는 코코넛 코이어(Hosu Science, Daejeon, Korea)와 피트모스(Kebifarm, Cheonan, Korea)를 이용하였고, 코코넛 코이어와 피트모스의 이화학적 조사결과, 토양산도(pH)는 각각 5.9와 4.0를, 전기전도도(electrical conductivity, EC)는 각각 0.13와 0.08 dS/m를, 양이온치환용량(cation exchangeable capacity, CEC)은 각각 53과 101 cmol_c/kg를, 용적밀도(bulk density)는 각각 0.12과 0.16 g/cm³를 나타냈다(Table 2).

토양개량제 혼합 비율별 토양이화학적 특성

시험용 상토를 만들기 위해 105°C로 조정된 건조기(OF-W155, Daihan Scientific, Daegu, Korea)에서 6시간

Table 1. Particle size distribution of sand used in this study.

Item	Particle size (mm)						
	4.00 over	4.00-2.00	2.00-1.00	1.00-0.50	0.50-0.25	0.25-0.15	0.15-0.053
Sand	0.0%	5.6%	20.1%	37.1%	26.6%	7.6%	0.3%
USGA standard	0%	10% below		60% over	20% below	10% below	

USGA: United States Golf Association

Table 2. Physicochemical characteristics of coconut coir and peat moss used in this study

Soil amendment	pH (1:5)	EC (dS/m)	CEC (cmol _c /kg)	Bulk density (g/cm ³)
Coconut coir	5.9	0.13	52.9	0.12
Peat moss	4.0	0.08	101.1	0.16

EC: Electrical conductivity; CEC: Cation exchangeable capacity. It was used with soil amendments dried at dry oven setting on 105°C, that measured their characteristics like pH, EC, CEC, and bulk density.

동안 건조된 시험용 모래에 토양개량제인 코코넛 코이어와 피트모스를 각각 0, 3, 5, 7 및 10% 부피 비율로 혼합하여 처리구를 설정하였고, 각 처리구별 토양화학성 및 물리성을 측정하였다.

모래 혼합토의 화학성은 pH, EC 및 CEC를 조사하였다. pH와 EC는 1:5법으로 pH meter (SevenCompact pH/ion S220, METTLER TOLEDO, Ohio, USA), EC meter (Orion 3 star, Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, USA) 로 측정하였고, CEC는 1N-NH₄OAc 침출법을 이용하였다.

모래 혼합토의 물리성은 용적밀도(bulk density), 모세관 공극(capillary porosity), 비모세관 공극(air-filled porosity), 총공극(total porosity) 및 수리전도도(hydraulic conductivity) 를 측정하였다. 토양물리성을 측정하기 위해 USGA 측정 방식에 준하여 코어(직경 7.5 cm, 높이 10 cm인 원통)에 혼합된 상토를 넣고 다짐장치를 사용하여 현장 상태와 유사한 답압 상태의 물리성을 갖도록 조제하였다⁸⁾. 조제된 모래 혼합토의 토양물리성은 상토의 표준분석법에 준하여 분석하였다.

통계처리는 SPSS (ver. 12.1.1, IBM, New York, USA) 를 이용하여 Duncan 다중검정과 T-검정을 통해 처리구간 평균값의 유의차를 검정하였고, 단순선형회귀분석을 통해 토양개량 처리별 토양의 물리·화학성 변화에 대해 상관관계를 검정하였다.

결 과

토양화학성 변화

처리구별 토양의 pH, EC 및 CEC의 변화는 Table 3과 같다. 코코넛 코이어 처리구들의 pH는 7.0~7.3의 범위를 나타냈고, 대조구(0% 처리구, 100% 모래처리구)보다 pH가 증가했다. 피트모스 처리구들의 pH는 5.7~7.0의 범위를 보였고, 대조구보다 피트모스 혼합 토양의 pH가 감소하였다. EC는 코코넛 코이어 처리구에서 0.07~0.11 dS/m의 범위를, 피트모스 처리구에서 0.06-0.08 dS/m의 나타냈고, 코코넛 코이어 처리구에서는 대조구보다 증가하였으나 피트모스 처리구에서는 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. CEC는 코코넛 코이어 처리구에서 1.37~1.60 cmol_c/kg를, 피트모스 처리구에서 1.37~3.37 cmol_c/kg를 나타내어 코코넛 코이어 처리구에서는 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 피트모스 처리구에서는 10% 처리구에서 대조구보다 증가하였다. 코코넛 코이어와 피트모스 처리에 따른 토양화학성의 차이를 t-검정을 통해 비교할 때, 3~10% 코코넛 코이어 처리구의 pH와 EC는 동량의 피트모스 처리구보다 증가하였다. 코코넛 코이어 처리구에서 pH와 EC가 피트모스 처리구보다 증가한 것은 모래 혼합 토양의 화학적 특성은 토양개량제의 특성에 영향을 미치기 때문으로^{12, 13)} 코코넛 코이

Table 3. Chemical properties in root zone soil after different blending ratio of coconut coir and peat moss

Treatments ^z		pH (1:5)	EC (dS/m)	CEC (cmol _c /kg)
Coconut coir	0%	7.0c ^y	0.07b	1.37a
	3%	7.3ab	0.10a	1.60a
	5%	7.4a	0.11a	1.60a
	7%	7.3ab	0.11a	1.53a
	10%	7.2b	0.11a	1.50
Peat moss	0%	7.0a	0.07a	1.37b
	3%	6.8b	0.08a	1.53b
	5%	6.3c	0.06a	1.70b
	7%	5.9e	0.07a	2.10ab
	10%	5.7e	0.07a	3.37a
T-test ^z	-	**	**	*

EC: Electrical conductivity; CEC: Cation exchangeable capacity.

^z Treatments were as follows; 0% (only sand, sand 100%), 3% (coconut coir or peat moss 3%+sand 97%; v/v), 5% (coconut coir or peat moss 5%+sand 95%; v/v), 7% (coconut coir or peat moss 7%+sand 93%; v/v), 10% (coconut coir or peat moss 10%+sand 90%; v/v).

^y Means with same letters within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ level.

** represents a significance at the 0.01 probability level by T-test between coconut coir and peat moss

Table 4. Correlation coefficient between mixture ratio of soil amendments and respective soil chemical factor.

Soil amendments	pH	EC	CEC
Coconut coir	0.4801	0.8323**	0.1945
Peat moss	-0.9667**	-0.1270	0.6882**

EC: Electrical conductivity; CEC: Cation exchangeable capacity.

** represents a significance at the 0.01 probability by simple correlation analysis.

어의 pH와 EC가 높았기 때문에 추정된다(Table 2). 7%와 10% 피트모스 처리구의 CEC는 동량의 피트모스 처리구보다 감소하였다. 일반적으로 모래는 1.5~2.0 cmol_c/kg 정도의 CEC를 나타내며^{13,14}, CEC가 높은 토양개량제의 처리 시 처리량에 따라 CEC가 증가하는 경향을 나타냈다^{13,14}.

토양개량제의 혼합 비율별 모래상토의 화학성 변화를 조사하였다(Table 4). 코코넛 코이어는 혼합비율의 증가에 따라

EC와 정의 상관성을($p < 0.01$), 피트모스는 혼합비율이 높아 질수록 pH와 CEC와 정의 상관성을 나타냈다($p < 0.01$).

토양물리성 변화

토양개량제의 혼합 비율에 따른 토양의 용적밀도, 모세관 공극, 비모세관 공극, 총공극 및 수리전도도의 변화는 Table 5와 같다.

Table 5. Physical properties in root zone soil after different blending ratio of coconut coir and peat moss

Treatments ^z		Bulk density (g/cm ³)	Capillary porosity (%)	Air-filled porosity (%)	Total porosity (%)	Hydraulic conductivity (mm/hr)
Coconut coir	0%	1.71a ^y	16.7e	14.9b	31.6d	230d
	3%	1.57b	21.1d	16.2a	37.4c	329c
	5%	1.53c	22.9c	16.0a	38.9b	458b
	7%	1.50b	23.9b	16.1a	40.0b	501b
	10%	1.46a	25.0a	16.5a	41.5a	685a
Peat moss	0%	1.71a	16.7e	14.9b	31.6d	230d
	3%	1.58b	19.7d	17.1a	36.8c	315cd
	5%	1.56bc	21.6c	16.1ab	37.7bc	354ab
	7%	1.52c	22.6b	16.5ab	39.1b	362a
	10%	1.46d	24.1a	17.4a	41.5a	354ab
USGA standard	-	15-30	15-25	35-55	150-300 300-600	
T-test	-	*	NS	NS	**	

USGA: United States Golf Association

^z Treatments were as follows; 0% (only sand, sand 100%), 3% (coconut coir or peat moss 3%+sand 97%; v/v), 5% (coconut coir or peat moss 5%+sand 95%; v/v), 7% (coconut coir or peat moss 7%+sand 93%; v/v), 10% (coconut coir or peat moss 10%+sand 90%; v/v).

^y Means with same letters within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$ level. NS represents not significant, and * and ** a represent significance at the 0.05 and 0.01 probability level by T-test between coconut coir and peat moss, respectively.

Table 6. Correlation coefficient among each physical factor in root zone soil after different blending ratio of coconut coir and peat moss (n=18)

Soil factor ^z	BD	CP	AP	TP	HC
Coconut coir					
BD	1.0000	-0.9893**	-0.7972**	-0.9999**	-0.8524**
CP		1.0000	0.7009**	0.9890**	0.8893**
AP			1.0000	0.7989**	0.4971
TP				1.0000	0.8532**
HC					1.0000
Peat moss					
BD	1.0000	-0.9548**	-0.7685**	-0.9999**	-0.7109**
CP		1.0000	0.5439*	0.9542**	0.7617**
AP			1.0000	0.7700**	0.3583
TP				1.0000	0.7069**
HC					1.0000

^z Soil factors were follows. BD: Bulk density; CP: Capillary porosity; AP: Air-filled porosity; TP: Total porosity; HC: Hydraulic conductivity.

* and ** represent significant at the 0.05 and 0.01 probability level by simple correlation analysis.

Table 7. Correlation coefficient between mixture ratio of soil amendments and soil factors

Soil amendments	BD	CP	AP	TP	HC
Coconut coir	-0.9293**	0.9477**	0.6309**	0.9303**	0.9553**
Peat moss	-0.9409**	0.9816**	0.5473*	0.9415**	0.7013**

BD: Bulk density; CP: Capillary porosity; AP: Air-filled porosity; TP: Total porosity; HC: Hydraulic conductivity.

* and ** represent a significance at the 0.05 and 0.01 probability by simple correlation analysis, respectively.

코코넛 코이어 처리구에서 용적밀도, 모세관 공극, 비모세관 공극, 총공극 및 수리전도도는 각각 1.46~1.71 g/cm³, 16.7~25.0%, 14.9~16.5%, 31.6~41.5%, 215~639 mm/hr 로 조사되었고, 피트모스 처리구에서는 1.46~1.71 g/cm³, 16.7~24.1%, 14.9~17.4%, 31.6~41.5%, 230~331 mm/hr 로 조사되었다. 대조구와 비교할 때, 코코넛 처리구와 피트모스 처리구는 용적밀도는 감소하였고, 모세관 공극, 비모세관 공극, 총공극 및 수리전도도는 증가하였다. 코코넛 코이어와 피트모스 처리에 의한 물리성 개량 정도를 t-검정을 통해 비교할 때, 용적밀도, 비모세관 공극 및 총공극은 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 코코넛 코이어 처리구에서 모세관 공극과 수리전도도가 증가하였다.

토양개량제의 혼합도의 물리적 특성 각 항목별 상관성을 조사하여 항목간 유의차를 조사하였다(Table 6). 코코넛 코이어 처리구와 피트모스에서 모세관 공극은 비모세관 공극, 총공극 및 수리전도도와 정의 상관성을($p < 0.05$), 비모세관 공극은 총공극과 정의 상관성을 나타냈다($p < 0.01$). 이들 결과들을 통해 코코넛 코이어와 피트모스의 처리는 모래토양에서 모세관 공극이나 비모세관 공극과 같은 토양공극 개선효과를 나타내어 Kim et al.¹⁴⁾의 결과와 유사한 경향을 나타냈으나 수리전도도는 차이를 나타냈다. 이는 연구에 사용된 모래 입경 분포의 차이에 의한 것으로 추정된다.

토양개량제의 처리량별 모래상토의 물리적 특성 변화를 평가하기 위해 토양개량제 함유량과 토양물리성과의 상관관계를 조사하였다(Table 7). 코코넛 코이어와 피트모스 처리량에 따라 모세관 공극, 비모세관 공극, 총공극 및 수리전도도는 정의 상관성($p < 0.05$)을 나타냈다.

고 찰

코코넛 코이어는 코코넛 분말과 섬유가 포함되어 있는 양액 재배용 배지로서 수분보유력과 침투율 및 다공율 등이 우수하여 수경재배용 배지로서 사용되고 있다¹⁹⁾. 피트모스는 한냉한 지역에서 스마그넴(Sphagnum)이라는 물이끼가 늪지대의 바닥에 퇴적 후 탄화된 것으로 카르복실산 작용기를 가지고 있고, 양이온치환용량이 높은 물질이다²⁰⁾. 코코넛 코이어와 피트모스의 공극율, 용기용수량 및 기상율 등이 유사한 특성을 나타내며, 보비력과 보수성이 높은 특성을 나타내는 토양개량제로서 수경재배용 고품배지의 원료로 사용되는 물질이다²¹⁾. 코코넛 코이어와 피트모스는 보수성이 우수한 수경재배용 배지나 팽윤과정에서 공극이 감소하여 물리성이 악화되는 경우가 있으므로 배지의 단점을 보완하기 위해 다양한 배지원료를

혼합함으로써 배지의 물리화학적 특성을 개선할 수 있다²²⁾.

수경재배에 사용한 고품배지 중 코코넛 코이어나 피트모스 등과 같은 유기성 고품배지는 재배가 종료된 후 물리화학적 성이 악화되거나 염류가 축적되어 일정기간이 경과하면 폐기하여야 한다²³⁾. 수경재배 후 고품배지는 계분 발효 시 수분조절제로 활용할 수 있고, 작물 처리 시 작물의 생산량이 증대되었다²⁴⁾. Kim et al.²⁴⁾은 코코넛 코이어와 피트모스를 계분 발효의 수분조절제로 사용하는 경우 수분 함량이 일정하고, 양이온치환용량이 톱밥보다 높기 때문에 비료 성분 함량이 높아진다고 보고하였다. 코코넛 코이어와 피트모스의 이러한 특성은 잔디밭 조성 시 토양개량제로 이용이 가능하며 국내 골프장 그라운드 조성에도 이용되고 있다¹⁴⁾.

잔디밭 조성에서는 주로 모래를 사용하기 때문에 토양의 보비력이나 보수력이 낮아 토양개량제를 이용하여 모래 혼합 토양을 개량하고 있다¹⁴⁾. 코코넛 코이어와 피트모스는 잔디밭 조성에서 모래 토양에서 부족한 보비력과 보수력을 보완하기 위해 사용하는 대표적인 토양개량제이며¹⁴⁾, 잔디의 생육, 품질 및 녹색기간을 개선시키는 특징을 갖고 있다²⁵⁾. Lee et al.²⁶⁾은 피트모스와 유사한 특성을 나타내는 부엽토 처리 시 모래 혼합 토양의 물리화학적 특성을 개선하여 한지형 잔디의 생육과 품질을 개선시킨다고 보고하였다. 토양개량제를 통한 모래 혼합 토양의 모세관 공극 및 총공극 개선¹²⁾은 한지형 잔디의 지하부 생육을 개선하여 지상부 생육 및 품질을 증대시키는 것으로 알려져 있다²⁶⁾. 토양공극과 양이온치환용량은 한지형 잔디의 생육 증대 및 품질 향상에 영향을 미치는 중요한 토양인자이다¹²⁾. 따라서 잔디밭 조성 후 잔디의 생육과 품질을 유지하기 위해서는 토양공극과 양이온치환용량을 개선하는 것이 중요하다²⁶⁾. 본 연구에서 피트모스와 코코넛 코이어의 처리 시 토양공극과 양이온치환용량의 개선효과를 고려한다면 두 개량제 모두 7% 정도를 사용하는 것이 적절한 것으로 판단되며, 선행연구에서도 토양공극 개선효과를 고려할 때 코코넛 코이어¹⁵⁾와 피트모스¹³⁾는 약 7% 정도를 토양개량제로 처리하는 것이 적절하다고 언급하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타냈다.

잔디밭은 작물과 달리 조성 후에는 경운이나 췌토 등을 통한 토양 물리성을 개량할 수 없기 때문에 잔디밭 조성 시 잔디 생육에 적합한 토양 환경을 조성하여야 한다²⁵⁾. 잔디밭 조성 후에는 시간의 경과에 따라 답압 등에 의해 토양의 물리성은 점점 불량해지기 때문에²⁶⁾ 토양 특성 회복을 위해 갱신작업을 필요로 한다²⁷⁾. 특히 학교운동장은 골프장이나 경기장과 달리 조성 후 갱신작업을 수행하기 어렵기 때문에⁵⁾ 운동장 조성 시 토양공극과 양이온치환용량은 적정 토양 환경 평가에서

중요한 요소가 된다¹²⁾. 여러 선행 연구에서 토양개량제 중 펠라이트, 피트모스 및 코코넛 코이어 등은 토양공극 개선효과를 나타내며, 제올라이트, 부식산, 피트모스 및 코코넛 코이어는 양이온치환용량 개선효과를 나타내는 것으로 알려져 있다¹³⁻¹⁵⁾. 토양개량효과의 차이는 토양개량제의 특성에 따라 차이를 나타내나 피트모스와 코코넛 코이어는 모래 혼합 토양의 모세관 공극과 양이온치환용량을 개선하여 토양의 보수성과 보비력을 향상시킨다^{14,15)}. 본 연구에서도 피트모스와 코코넛 코이어의 처리는 모세관 공극, 총공극 및 수리전도도 등이 개선되어 (Table 3, 5) 토양 물리성에서는 선행 연구 결과와 유사한 특성을 나타냈다^{14,15)}. 선행연구와 본 연구에서 다소 차이를 보인 것은 연구에 이용한 토양의 입경 조성과 토양개량제의 크기 및 조성의 차이에 의한 것으로 판단된다.

Note

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. "FTIS 20222439C10-2222-0102")' provided by Korea Forest Service (Korea Forestry Promotion Institute).

References

- Linehan J, Gross M, Finn J (1995) Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. *Landscape and Urban Planning*, 33(1-3), 179-193. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)02017-A](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)02017-A).
- Sung HC, Shin JY (2005) Strategies to improve parks accessibility in city - focus on Gyeonggi-do region. *Journal of the Korean institute of landscape Architecture*, 33(2), 83-91.
- Sagong JH, Ra JH, Cho HJ (2007) Selection of the priority order for additional green spaces for urban park and green network. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 34(6), 10-21.
- Lee JW (2013) Study on the ways of promoting physical education classed in the middle school considering school athletes and public access. pp. 1-113, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Han SW, Soh HS, Won SY, Ju YC (2015) Present state of turf management of school playgrounds in Gyeonggi province of Korea. *Weed and Turfgrass Science*, 4(4), 405-412. <https://doi.org/10.5660/WTS.2015.4.4.405>.
- Seol YH (2015) Differences in emotional stability and physical class satisfaction of elementary school students by physical education facilities at school. pp. 1-68, Korea National Sports University of Education, Seoul, Korea.
- Gang MG, Sim UG (2011) Basic study on selection of wild plant species for school playground. pp. 1-78, Korea University, Seoul, Korea.
- Lee HH, Kwon OG, Shin JH, Kabir Md.F, Lee KS, Ryu S, Lee DW (2015) Comparison of surface and air temperature depending on cover materials in playground. *Weed and Turfgrass Science*, 4(1), 71-75. <https://doi.org/10.5660/WTS.2015.4.1.71>.
- Seo JY, Chung JI, Kim MC, Chung JS, Shim DB, Song SH, Oh JH, Shim SI (2015) Effects of trampling on growth and development in *Zoysia japonica*. *Weed and Turfgrass Science*, 4(03), 256-261. <https://doi.org/10.5660/WTS.2015.4.3.256>.
- Kim YS, Park EH, Cho MS, Ham SK, Bae EJ, Lee GJ (2020) Physicochemical properties of root zone soil based on sand blending with sandy loam and loam sand. *Weed and Turfgrass Science*, 9(4), 433-440. <https://doi.org/10.5660/WTS.2020.9.4.433>.
- Kweon DY, Lee JH, Lee DI, Joo YK (2005) Turfgrass establishment of USGA putting green related with soil physical properties. *Korean Journal of Turfgrass Science*, 19(2), 95-102.
- Kim YS, Lim HJ, Ham SK, Lee GJ (2017) Improvement of physicochemical properties and turfgrass growth by root zone mixture of soil amendment 'Profile'. *Weed and Turfgrass Science*, 6(3), 262-271. <https://doi.org/10.5660/WTS.2017.6.3.262>.
- Ku BS, Kim YS, Choi MJ, Bae EJ, Lee GJ (2021) Physicochemical properties of root zone soil based on sand blending with zeolite and perlite. *Weed and Turfgrass Science*, 10(3), 337-346. <https://doi.org/10.5660/WTS.2021.10.3.337>.
- Kim YS, Ham SK, Lim HJ (2010) Change of soil physicochemical properties by mixed ratio of 4 types of soil amendments used in golf course. *Korean Journal of Turfgrass Science*, 24(2), 205-210.
- Kim YS, Lee SB, Ham SK, Lim HJ, Choi YC, Park KH (2014) Effects of soil amendment blended with soldier fly casts and coco peat on physicochemical properties of sand soil. *Weed and Turfgrass Science*, 3(2), 143-149. <http://doi.org/10.5660/WTS.2014.3.2.143>.
- Park ST, Choi KY, Lee YB (2010) Water content characteristics of coconut coir substrates on different mixture ratios and irrigation rates and times. *Korean*

- Journal of Horticultural Science and Technology, 28(2), 227-233.
17. Park EY, Choi JM, Lee DH. (2013) Changes in physical properties of peat moss containing root media as influenced by container size and packing density. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 31(5), 558-564.
 18. Joo YK. (1993) The measurement of soil conditioning effects of organic materials. *Korean Journal of Turfgrass Science*, 7(1), 13-18.
 19. Bae JH, Lee YB, Kim HC, Cha SH, Lee HJ (2008) Development of suitable alternative substrates in hydroponics of sweet pepper. *Journal of Bio-Environment Control*, 17(2), 138-142.
 20. Bang S, Lee SW, Kim JY, Yu DI, Kang YK, Kim KW (2006) Adsorption of cadmium, copper, and lead on sphagnum peat moss. *Economic and Environmental Geology*, 39(2), 103-109.
 21. Shin BK, Son JE, Choi JM (2012) Physico-chemical properties of peat moss and coir dust currently used as root medium components for crop production in Korean plant factories. *Journal of Bio-Environmental Control*, 21(4), 362-371.
 22. Park IS, Kim DY, Yoon HS, Choi JM (2019) Influence of volumetric water content in a peat-perlite medium on mother plant growth and daughter plant occurrence during 'Seolhyang' strawberry propagation. *Horticultural Science and Technology*, 37(4), 499-508. <http://doi.org/10.7235/HORT.20190050>.
 23. Park IS, Shim CY, Choi JM (2017) Influence of post-planting fertilizer concentrations supplied through sub-irrigation in winter season cultivation of tomato on the seedling growth and changes in the chemical properties of root media. *Protected Horticulture and Plant Factory*, 26(1), 35-42. <https://doi.org/10.12791/KSBEC.2017.26.1.35>.
 24. Kim YS, Lee TS, Cho SH, Jeong JY, An JY, Lee JJ, Han KP, Hong JH (2017) Plant growth responses and characteristics of composting of poultry manure with peat moss and cocopeat as bulking agent. *Journal of the Korean Organic Resources Recycling Association*, 25(1), 79-89. <https://doi.org/10.17137/korrae.2017.25.1.79>.
 25. Kim KN (2014) Effect of polymer, calcium, perlite and chitosan in organic amendment on growth in Kentucky bluegrass. *Weed and Turfgrass Science*, 3(1), 19-38. <https://doi.org/10.5660/WTS.2014.3.1.19>.
 26. Lee DS, Lee JJ, Kim YS, Lee GJ (2021) Changes of physicochemical properties of root zone and early growth of perennial ryegrass in the soil treated with leaf mold. *Weed and Turfgrass Science*, 10(4), 409-416. <https://doi.org/10.5660/WTS.2021.10.4.409>.
 27. Ahn SH, Yang GM, Choi JS (2005) Effects of cultural practices and thatch decomposing materials for thatch control in zoysiagrass (*Zoysia* spp.). *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 23(2), 237-243.