

RESEARCH ARTICLE

# 골프장 퍼팅 그린에서 착색제의 효과 증진을 위한 전착제 및 살포시기 평가

장석원<sup>1\*</sup> · 김기동<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국골프대학교 골프코스조경과, <sup>2</sup>(주)누보 골프ENG본부

## Evaluation of Surfactant and Spraying Time to Improve the Effect of Colorant on the Putting Green of a Golf Course

Seog-Won Chang<sup>1\*</sup>, and Ki-Dong Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Golf Course Management, Korea Golf University, Hoengseong 25249, Korea

<sup>2</sup>Golf engineering, Nousbo, Suwon 16614, Korea

### Abstract

The colorant is one of the materials used to maintain the green color of turfgrass during the dormant period or to disguise the leaves discolored from pests or physiological damage in golf course. Because the colorant is sprayed with liquid on the golf courses, it can be stained on hands or shoes of turfgrass users after spraying. In this study, surfactants were evaluated on the creeping bentgrass putting green of the golf course to prevent the stain to the golfer's shoes or hands after spraying the colorant. The effect of colorant application time on the amount of colorant remaining in the putting green was evaluated. No physically problematic phenomena were found when the surfactants polyoxy ethylene alkylarylether+sodium ligno sulfonate, polyoxyethylene methylpolysiloxane, and siloxane were mixed with the colorant, respectively. Each of the three surfactant types was excellent in coloring effect when they mixed with the colorant on creeping bentgrass. When all three types of surfactants were treated at high concentrations, they tended to exhibit low values of residual colorant at the time when dew was present on the turfgrass next morning. The colorant left on the putting green was low in the siloxane treatment. The colorant added with siloxane had a high coloring effect in both the morning and afternoon treatments, but the amount of the colorant left on the creeping bentgrass the next morning was lower in the morning treatment. Both treatments had low residual chromaticity at high concentrations of the surfactant.

**Keywords:** Application time, Colorant, Golf course, Putting green, Surfactant



### OPEN ACCESS

**\*Corresponding Author:**

Tel) +82-33-810-1066  
Fax) +82-33-810-1001  
E-mail) changsw802@hanmail.net

**Received:** May 26, 2021

**Revised:** September 23, 2021

**Accepted:** September 24, 2021

© 2021 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서 언

골프장에서 착색제는 휴면기인 겨울에 잔디의 녹색 유지를 위해 처리하거나 병해충 또는 생리적인 피해로부터 탈색된 잎을 녹색으로 위장하기 위해서 사용하는 자재 중 하나이다(Beard, 1973; Henry and Gibeault, 1985; Lee et al., 2020; Liu et al., 2007). 착색제는 잔디 휴면 전후에 처리하며 농도나 처리 횟수 등에 따라 동계기간 중 지상부의 미세 환경과 토양 속에서의 온도 상승 효과로 인해서 그린업이 빨라지기 때문에 녹색기간을 길게 하는 효과도 있다(Long, 2006; Reynolds et al., 2013; Taiz and Zeiger, 2010).

미국의 많은 골프장에서는 동계기간 중 녹색 유지를 위해 난지형 잔디 위에 한지형 종자의 덧파종을 하는 대신에 착색제를 이용한다(Briscoe et al., 2010; Long, 2006; Shearman et al., 2005). 최근에는 착색제를 축구나 야구 등의 운동 경기장이나 골프 대회 등에서 다양한 색상으로 잔디 위에 규정을 표시하는 라인, 로고, 광고 등을 표시하는데 사용하기도 한다(Reynolds et al., 2013).

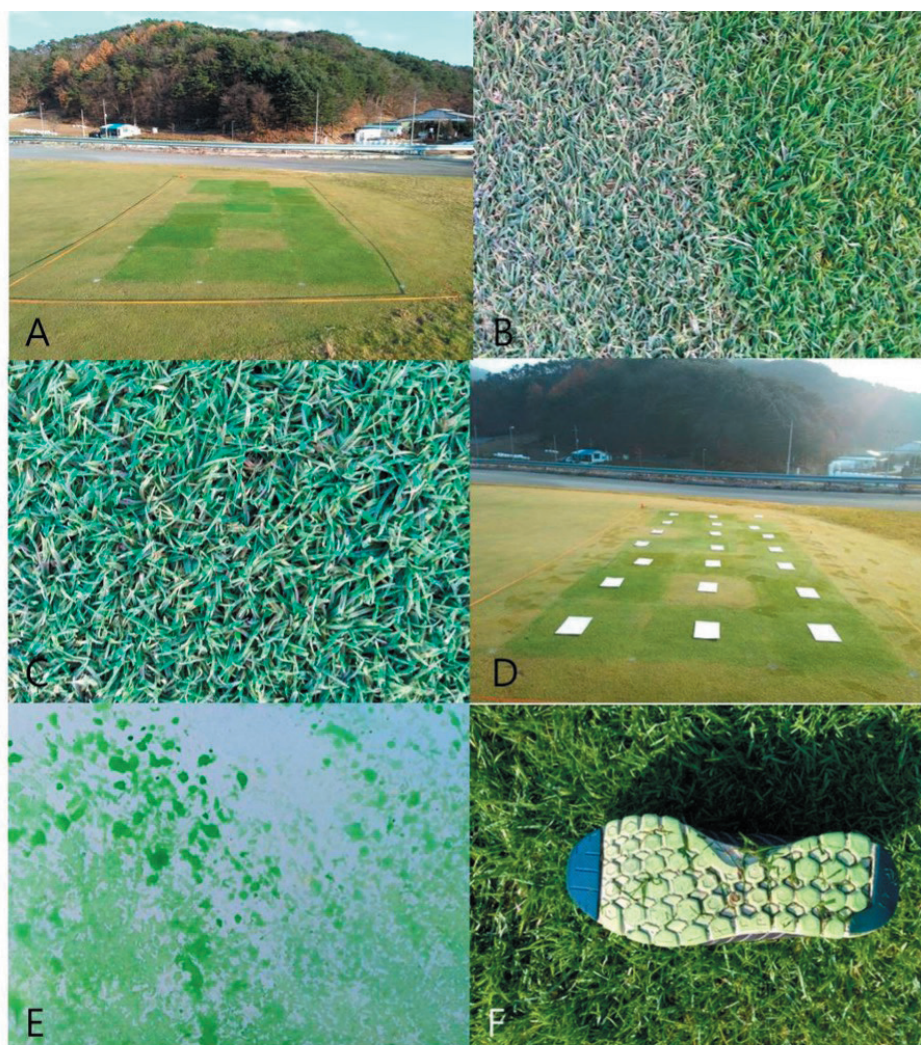
골프장에서 착색제는 고객들의 경기력에 영향을 미치지 않지만(Anonymous, 1987), 주로 녹색의 액상 자재이기 때문에 살포 후에 사람의 손이나 신발에 묻는 피해를 입을 수 있다. 특히 착색제 살포 후 이튿날 아침에는 이슬이 남아있기 때문에 착색제 잔량이 남아 있다면, 이른 시간에 골프를 즐기는 고객들에게는 골프장에 대해 불만족 사항이 될 수 있다. 전착제는 농약 살포액 조제 시 첨가하여 살포액의 습전성과 부착성을 향상시킬 목적으로 사용하는 보조제이기 때문에 착색제와 혼합하여 사용할 경우 잔량에 의한 피해 문제를 보완할 수 좋은 대안일 수 있다(SCCDA, 2005).

본 연구에서는 착색제의 안전한 사용을 위하여 크리핑 벤트그래스(*Agrostis stolonifera*)로 조성된 골프장 퍼팅 그린에서 생육기에 처리하는 착색제용 전착제의 선발시험을 실시하였다. 또한 전착제가 첨가된 착색제는 시기를 달리하여 살포하였고, 그 다음 날 이슬이 마르지 않은 아침에 잔디 위에 묻은 착색제의 잔존 녹색도를 측정하여 착색제 적정 살포시기를 평가하였다. 이에 실험으로부터 도출된 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

본 연구는 강원도 횡성군 소재 한국골프대학교에 크리핑 벤트그래스(*A. stolonifera*) (품종명: Penn A-4)로 조성된 퍼팅 그린(USGA 지반)에서 2019년 9월 하순과 11월 중순에 각각 2개의 실험으로 진행하였다(Fig. 1A-1D). 퍼팅 그린은 시험 전까지 주 2-3회 잔디깎기가 실시되고 있어 착색제 처리 전에는 4.5 mm의 예고로 유지하였다.

전착제 선발시험에서 사용된 전착제는 Table 1과 같다. 착색제는 국내 시판 중인 A 회사 제품을 이용하였다. 예비 시험에서 국내외 시판 착색제 3종을 구입하여 살포 직 후 마르기 전까지 잔디를 밟았을 때 신발 바닥에 착색제 살포액이 공통적으로 묻는 것을 확인하였고(Fig. 1C-1F), 그 중 동계 휴면기에 착색 후 녹색기간이 가장 길었던 1개의 제품을 선정하여 전착제 선발시험에 사용하였다. 전착제 선발시험에서는 polyoxy ethylene alkylarylether+sodium ligno sulfonate (DONGBANG AGRO CORP., Seoul, Korea) (품목명: 전착제) 기준량 및 배량, polyoxyethylene methylpolysiloxane (HANKOOKSAMGONG, Seoul, Korea) (품목명: 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인액제) 기준량 및 배량, siloxane (FarmHannong, Seoul, Korea) (품목명: 실록세인액제) 기준량 및 배량, 전착제 무첨가 처리구를 두었다. 착색제 처리 직후 및 이튿날 이슬이 마르지 않은 아침(08:00)에 잔존 녹색도 조사를 할 때 착색제 무처리구도 시험 포장에 배치하여 착색제 처리구와 비교하였다. 2019년 9월 24일 오후 3-4시에 A회사에서 추천하는 농도인 1,000배액으로 착색제를 희석한 후 1 m<sup>2</sup> 당 150 mL씩 살포하였다. 전착제 선발시험은 난괴법 3반복, 반복당 면적은 1 m<sup>2</sup>로 실시되었다.



**Fig. 1.** Creeping bentgrass putting green for surfactant study. A: Field right after spraying colorant, B: Creeping bentgrass plants before and after colorant application (left: Before application, right: After application), C: Creeping bentgrass plants just after colorant application, D: Investigation of residual colorant amount using A4 paper next morning, E: Colorant absorbed by A4 paper, F: Colorant absorbed at the bottom of a shoe.

**Table 1.** Surfactants used in this study.

Common name	Active ingredient (%)	Recommended concentration (mL L <sup>-1</sup> )
Polyoxy ethylene alkylarylether+sodium ligno sulfonate	10+20	0.5
Polyoxyethylene methylpolysiloxane	93	0.1
Siloxane	30	0.5



착색제 처리시기 시험에서는 위의 전착제 선발시험에서 효과가 가장 우수하였던 실록세인액제를 사용하였다. 처리 시기는 오전(2019년 11월 26일 오전 11-12시 살포)과 오후(2019년 11월 26일 오후 3-4시 살포)로 달리하였으며, 각 처리시기별로 실록세인액제 기준량과 배량, 전착제 무첨가 처리구를 두었다. 착색제 처리 직후 및 이튿날 이슬이 마르지 않은 아침(08:00)에 잔존 녹색도를 비교하기 위하여 착색제 무처리구도 배치하여 비교하였다. 전착제 선발 시험과 착색제 처리시기 시험 모두 크리핑 벤틀그래스에 착색제를 처리한 후 착색 정도를 Munsell plant tissue color book (Munsell, 2017)에 기초한 Table 2의 기준에 따라 평가하였다. 착색제 잔존 정도는 착색제 처리 후 이튿날과 2일 후 이슬이 마르지 않은 아침 8시에 종이(물기가 잘 흡수하는 A4 크기의 한지)를 각 처리구 위에 올려놓고 손바닥으로 균일한 압력을 반복적으로 가해 착색제 잔존량이 흡수되도록 하였다(Fig 1D and E). 그 다음 처리구별로 종이는 그늘에서 충분히 말린 후에 Table 2의 기준에 따라 조사하였다. 모든 시험은 착색제 처리 전후 강우와 관수는 없었으며, 최종 조사 시간까지 잔디깎기, 시비, 시약 등 시험 결과에 영향을 미칠만한 처리는 이루어지지 않았다. 착색제 처리시기시험은 난괴법 3반복, 반복당 면적은 1 m<sup>2</sup>로 실시되었다.

**Table 2.** Creeping bentgrass color index in golf course putting green used in this study.

Index scale	Creeping bentgrass putting green color index (1-9) <sup>a</sup>								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Munsell value	7.5GY 10/0	7.5GY 9/2	7.5GY 8/4	7.5GY 7/6	7.5GY 6/8	7.5GY 5/10	7.5GY 4/8	7.5GY 3/6	7.5GY 2/6
Color <sup>b</sup>									
R	255	217	181	147	111	73	57	45	21
G	255	232	209	185	161	137	109	80	57
B	255	201	158	116	70	13	20	27	8

<sup>a</sup>The index is based on Munsell plant tissue color book (Munsell, 2017) and Munsell color palette (<http://pteromys.melonisland.net/munsell/>).

<sup>b</sup>R: Red, G: Green, B: Brown.

횡성 지역의 기상은 기상청 홈페이지(<https://www.weather.go.kr/>)의 관측자료(원주 기상대)를 활용하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(version 9.4, SAS institute, Cary, NC, USA)을 이용하였고, 평균값의 유의성 검정은 ANOVA 분석에서 던컨의 다중검정법(Duncan's multiple range test) 5% 오차 수준으로 실시하였다.

## 결과 및 고찰

크리핑벤틀그래스 퍼팅 그린에서 착색제에 사용되는 전착제의 종류별 착색효과는 Table 3과 같다. 착색제 살포 시기인 9월 24일에 크리핑 벤틀그래스의 자연 상태 녹색도는 4.0을 보였다(data not shown). 착색제 살포 직후 전착제 종류별 착색 정도는 모두 녹색도 7.0으로 차이를 보이지 않아 모든 전착제가 착색제의 착색 효과에 부정적인 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 모든 처리가 크리핑 벤틀그래스 식물체에 피해를 주지도 않아 안전하였다. 하지만 착색제 처리 후 이튿날 아침 이슬이 남아있는 시기에서의 잔존 녹색도는 처리간에 크게 달랐다. 잔존 녹색도는 전착제(품목명), 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인액제, 실록세인액제 순서로 높은 경향을 나타냈다. 전착제별 사용량에 따른 착색제 처리 다음 날 아침의 잔존 녹색도는 차이를 보였다. 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인액제와 실록세인액제는 배량에서 낮아 배량에서 전착효과가 높은 것으로 나타났다. 하지만 전착제(품목명)는 기준량에 비해 배량에서 녹색도가 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 특히, 실록세인액제는 다른 전착제에 비해 기준량, 배량에서 통계적으로 유의하게 높았다.

전착제별로 잔존 녹색도가 달랐던 원인은 제품의 유효성분과 특성이 다르기 때문에 명확하지 않지만, 착색제 화합물과의 물리·화학적 궁합, 잔디 표면에 대한 전착(코팅) 능력 등에서 차이가 있었던 것으로 판단된다(Richard and Roderick, 1999; Stevens and Bukovac, 1987). 착색제 처리 이틀 후 이슬이 마르지 않은 아침(08:00)에는 모든 전착제 처리구에서 A4 종이에 착색제가 묻지 않았다(data not shown).

**Table 3.** Effect of surfactant on the color and residual amount of colorant applied to creeping bentgrass putting green.

Treatment (surfactant)	Application concentration (mL L <sup>-1</sup> )	Putting green color (1-9) <sup>x</sup>	Color of residual colorant (1-9) <sup>y</sup>
Polyoxy ethylene alkylarylether+ sodium ligno sulfonate	0.5	7.0a <sup>z</sup>	5.7ab
	1.0	7.0a	6.3ab
Polyoxyethylene methylpolysiloxane	0.1	7.0a	5.3abc
	0.2	7.0a	4.3bc
Siloxane	0.5	7.0a	4.7bc
	1.0	7.0a	3.3c
No surfactant	-	7.0a	7.0a

<sup>x</sup> Green color indicates degree of coloration in Table 1. Green color right after the colorant is applied to creeping bentgrass putting green.

<sup>y</sup> Green degree indicates degree of coloration in Table 1. Color of residual colorant at the time when dew was present on creeping bentgrass putting green next morning.

<sup>z</sup> a-c: Different letters in each row indicate significant difference by Duncan's multiple range test ( $\alpha=0.05$ ).

착색제 살포시기별 실록세인액제 혼합량에 따른 착색효과는 Table 4와 같다. 착색제 살포 시기인 11월 26일에 크리핑 벤틀그래스의 자연 상태 녹색도는 3.0이었다(data not shown). 오전 및 오후 모두 착색제 살포 직후의 녹색도는 모든 처리구에서 7.0으로 차이를 보이지 않았다. 하지만 착색제 처리 후 이틀 날 아침 이슬이 존재하는 시기에 잔존 녹색도는 처리간에 크게 달랐다. 오전 처리구가 오후에 비해 잔존 녹색도가 낮은 편이었고, 처리시기별로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(Table 5). 그러한 결과는 오전 처리가 오후보다 살포한 후 햇볕에 노출된 시간이 더 길어 착색제액 건조에 유리했기 때문인 것으로 보인다(Table 6). 전착제는 기준량보다 배량에서 잔존 녹색도가 낮아 전착제 양이 많을수록 전착효과가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 전착제의 농도가 높을수록 전착효과가 높았다는 Choi and Yu (2009)의 결과와 일치하였다. 오전과 오후 처리 모두 기준량에서는 전착제를 사용하지 않은 착색제 단독 처리구보다 낮았지만 통계적으로 차이를 보이지 않았다. 따라서 전착제는 배량 이상을 처리해야 착색제 피해로부터 안전할 것으로 판단된다. 착색제 처리 이틀 후 이슬이 마르지 않은 아침(08:00)에는 모든 처리구에서 A4 종이에 착색제가 묻지 않았다(data not shown).

본 연구결과는 골프장에서의 착색제 처리가 시기별로 다른 접근이 필요하다는 점을 시사한다. Table 3과 Table 4에서 실록세인액제의 오후 처리구 결과를 보면, 9월보다 11월 처리에서 잔존 색도가 높았다. 이러한 결과는 실험시기의 기상환경과 관계가 깊을 것으로 보인다(Table 6). 기상청 자료(<https://www.weather.go.kr>)에서 실험이 이루어진 날짜의 기상을 보면, 9월24일(처리일)에 비하여 11월 26일(처리일)에 일조시간이 짧고 최고 온도도 약 15°C 낮았다. 또한 11월 실험에서는 상대습도도 낮았고, 구름의 양도 많았으며 평균 바람의 세기도 약한 것으로 나타났다. 따라서 11월 실험이 9월보다 착색제 처리 후 잎에서 마를 수 있는 환경이 불리했기 때문에 잔존 색도가 높았던 것으로 해석된다. 이것은 계절과 시기에 따라 일교차 정도에 따라 살포한 착색제의 건조 시간이 다를 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 저자들은 현장의 사용자들은 착색제 사용 전에 간단하더라도 건조 시간을 알 수 있을 정도의 예비 실험을 진행하는 것이 좋을 것으로 판단한다.

**Table 4.** Effect of spraying time of colorant and application concentration of surfactant siloxane on color and residual amount of colorant applied to creeping bentgrass putting green.

Treatment (spraying time)	Application concentration of surfactant (mL L <sup>-1</sup> )	Putting green color (1-9) <sup>x</sup>	Color of residual colorant (1-9) <sup>y</sup>
11:00 AM to 12:00 PM	0.5	7.0a <sup>z</sup>	2.7a
	1.0	7.0a	1.7b
	No surfactant	7.0a	3.3a
	Mean	7.0	2.6
3:00 PM to 4:00 PM	0.5	7.0a	6.3a
	1.0	7.0a	4.3b
	No surfactant	7.0a	7.0a
	Mean	7.0	5.9

<sup>x</sup> Green color indicates degree of coloration in Table 1. Green color right after the colorant is applied to creeping bentgrass putting green.

<sup>y</sup> Green degree indicates degree of coloration in Table 1. Color of residual colorant at the time when dew was present on creeping bentgrass putting green next morning.

<sup>z</sup>a, b: Different letters in each row indicate significant difference by Duncan's multiple range test ( $\alpha=0.05$ ).

**Table 5.** Analysis of variance for spraying time of colorant and application concentration of surfactant on color and residual amount of colorant applied to creeping bentgrass putting green.

Source	df	SS	MS	F-value	P-value
Replication	2	2.1	1.1	6.3	0.1364
Spraying time of colorant (A)	1	50.0	50.0	300.0	0.0033
Surfactant concentration (B)	2	14.8	7.4	66.5	<0.0001
A×B	2	1.0	0.5	4.5	0.049
Error	8	0.9	0.1	-	-

df: Degree of freedom; SS: Sum of squares; MS: Mean square.

**Table 6.** Weather conditions on the date of the experiment at Hoengseong in 2019.

Weather factor	September		November	
	24th	25th	26th	27th
Sunshine hours (h)	9.0	5.6	8.1	6.9
Maximum temperature (°C)	28.1	24.1	14.4	10.4
Minimum temperature (°C)	13.3	15.3	0.3	2.6
Precipitation (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0
Relative humidity (%)	75.3	72.8	64.1	53.3
Average cloud amount (1-10) <sup>z</sup>	4.4	7.5	5.6	8.3
Average wind speed (km h <sup>-1</sup> )	2.2	2.2	1.8	2.9

<sup>z</sup> 1: No cloud; 10: 100% cloud in sky.

착색제 사용자 입장에서는 착색제 살포 직후 잔디를 사용할 수 있다면 좋겠지만, 착색제가 액체의 물질이기 때문에 마르기까지의 시간이 필요하다. 시판되는 착색제 내에 충분한 전착제가 포함되어 있지 않다면, 착색제에 전착제를 혼합하여 사용하기 전에 물리·화학적 혼용 가부와 양을 평가하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 본 연구에서 사용된 착색제는 실록세인액제를 혼합했을 때 착색제 처리 후 이틀 날 아침 이슬이 존재하는 시기에 잔존 녹색도가 낮은 것으로 나타났다. 오후보다는 오전에 처리하는 것이 잔존 녹색도가 낮다는 점에서 보다 더 안전할 것으로 보인다.

## 요약

골프장에서 착색제는 휴면기인 겨울에 잔디의 녹색 유지를 위해 처리하거나 병해충 또는 생리적인 피해에 의해 탈색된 잎을 녹색으로 위장하기 위해서 사용하는 자재 중 하나이다. 골프장에서 사용하는 녹색의 착색제는 액체의 자재이기 때문에 살포한 후 완벽하게 마르지 않았다면 사람의 신체나 신발이나 공에 묻을 수 있다. 본 연구에서는 착색제 살포 후에 사람의 신체나 신발에 묻는 피해를 방지하기 위하여 크리핑 벤트그래스로 조성된 골프장 퍼팅 그린에서 전착제를 선발시험을 수행하였다. 또한 착색제 살포시기별로 전착제의 효과를 평가하였다. 전착제인 전착제(품목명), 폴리옥시에틸렌테트라실록세인액제, 실록세인액제를 착색제와 혼용하여 잔디에 각각 처리 직후 녹색도는 전착제 무처리구와 차이가 없었다. 착색제 처리 후 이튿날 아침 이슬이 남아있는 상태에서의 잔존 녹색도는 처리 직후 녹색도에 비해 낮아졌고 3종의 전착제 처리구는 차이를 보였다. 전착제 중에는 실록세인액제 처리구가 가장 낮은 잔존 녹색도를 나타냈다. 실록세인액제가 혼합된 착색제 처리시기 시험에서는 오전 및 오후에 처리 직후 녹색도가 높았지만, 그 다음 날 아침의 잔존 색도는 오전 처리가 오후 처리보다 낮았다. 오전 및 오후 처리 모두 높은 농도의 전착제 첨가 처리구에서 잔존 색도가 낮았다. 모든 시험에서 착색제 처리 후 2일차 아침에는 착색제가 종이에 묻지 않았다.

**주요어:** 골프장, 살포시기, 전착제, 착색제, 퍼팅 그린

## Acknowledgements

This research was funded by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2018R1D1A1B07041214).

## Authors Information

Seog-Won Chang, <https://orcid.org/0000-0003-2053-6833>

Ki Dong Kim, <https://orcid.org/0000-0002-3266-4683>

## References

- Anonymous. 1987. Paints & colorants. *SportsTurf*. 3:14-19.
- Beard, J.B. 1973. *Turfgrass: Science and culture*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Briscoe, K., Miller, G. and Brinton, S. 2010. Evaluation of green turf colorants as an alternative to overseeding on putting greens. *Appl. Turfgrass Sci.* doi:10.1094/ATS-2010-0326-02-RS
- Choi, Y.K. and Yu, J.H. 2009. Rainfastness of two fungicides tank-mixed with spreader-sticker. *Kor. J. Pesticide Science*. 13(4):203-208. (In Korean)
- Henry, J.M. and Gibeault, V.A. 1985. *Paspalum vaginatum*: winter color management study. *California Turfgrass Cult.* 35:4-7.
- Lee, S.J., Chang, S.W., Kim, K.D., Shim, K.R. and Lee, J.H. 2020. Effects of turf colorant on creeping bentgrass putting green during winter and greenup season. *Weed Turf. Sci.* 9(4):425-431. (In Korean)

- Liu, H., McCarty, B.L., Baldwin, C.M., Sarvis, W.G. and Long, S.H. 2007. Painting dormant bermudagrass putting greens. *Golf Course Manage.* 75(11):86-91.
- Long, S.H. 2006. Thatch control, winter painting, and plant regulator management on golf course putting greens. M.S. thesis, Clemson Univ., Clemson, SC, USA. <http://etd.lib.clemson.edu/documents/1175184782/umi-clemson1076.pdf> (Accessed Oct. 12, 2009).
- Munsell, A.H. 2017. Munsell plant tissue color book with genuine Munsell color chips. Munsell Color Co., Grand Rapids, MI, USA.
- Reynolds, W.C, Miller, G.L. and Rufty, T.W. 2013. Athletic field paint color differentially alters light spectral quality and bermudagrass photosynthesis. *Crop Sci.* 53:2209-2217.
- Richard, J.M.T. and Roderick, D.F.Y. 1999. The effect of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. *Pesti. Sci.* 55:198-200.
- SCCDA (Santa Clara County Division of Agriculture). 2005. Pesticide adjuvants; what is an adjuvant? *Growing Times.* 4(2):1-3.
- Shearman, R.C., Wit, L.A., Scvermutlu, S. and Gaussoin, B.H. 2005. Colorant effects on dormant buffalograss turf performance. *HortTechnology* 15(2):244-246.
- Stevens, P.J.G. and Bukovac, M.J. 1987. Studies on octylphenoxy surfactants. Part 2: Effects on foliar uptake and translocation. *Pestic. Sci.* 20:37-52.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2010. *Plant physiology*. 5th ed. Sinauer Assoc., Sunderland, MA, USA.