

RESEARCH ARTICLE

들잔디 및 금잔디 착색 효과 증진을 위한 착색제와 전착제의 살포농도 및 살포시기 평가

장석원*

한국골프과학기술대학교 골프코스매니지먼트과

Evaluation of Spray Concentration and Timing of Colorant and Surfactant Application to Improve Green Tinting Efficacy in *Zoysia japonica* and *Z. matrella*

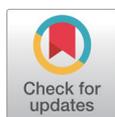
Seog-Won Chang*

Dept. of Golf Course Management, Korea Golf University of Science and Technology, Hoengseong, 25249, Korea,

Abstract

In South Korea, zoysiagrass is dormant from late fall to early spring, potentially reducing user satisfaction due to turfgrass fields with brown leaves. Spraying colorants before and after dormancy can increase user satisfaction by keeping the turfgrass green. This study studied colorant and surfactant concentration and spray timing with *Zoysia japonica* and *Z. matrella* fields. Colorant with surfactant yielded a richer green value when applied to green or low angled leaves than to brown or high angled leaves. Colorant treated plants showed a high initial green color value when natural leaf color of *Z. japonica* and *Z. matrella* was darker green at the time of spraying or when the spraying number was high. The green color value then continuously decreases until the spring of the following year. In both *Z. japonica* and *Z. matrella* fields in Yangju and Hoengseong, colorant- treated plots' green color returned faster than that of untreated-plots. *Z. japonica* plants greened faster than *Z. matrella* plants in untreated plots. When surfactant was added at a 500-fold dilution, the colorant treatments yields higher green color values for both species in the early stage after spraying than 1,000-fold diluted surfactant. However, the difference in green color values between 500 and 1,000-fold diluted surfactant-treated plots tended to decrease over time. In conclusion, our findings indicate that to maintain the vibrant green color of colorant-treated *Z. japonica* and *Z. matrella* fields, spraying in September, when the leaves are darker, produces superior results compared to October. Additionally, two applications are more effective than a single spray.

Keywords: Greenup, Colorant, Spray concentration, Spray timing, Surfactant, Zoysiagrass



OPEN ACCESS

***Corresponding Author:**

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

Received: August 07, 2024

Revised: September 20, 2024

Accepted: September 20, 2024

© 2024 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.

서언

착색제는 휴면기인 겨울에 잔디의 녹색 유지를 위해 처리하거나 병해충 또는 생리적인 피해로부터 탈색된 잎을 녹색으로 위장하기 위해서 사용하는 잔디밭 자재 중 하나이다(Beard, 1973; Henry and Gibeault, 1985; Lee et al., 2020; Liu et al., 2007). 많은 골프장에서는 동계기간 중 녹색 유지를 위해 난지형 잔디 위에 한지형 종자를 덧파종 하는 대신에 착색제를 살포한다(Briscoe et al., 2010; Long, 2006; Shearman et al., 2005). 최근에는 축구나 야구 등의 운동 경기장이나 골프 대회에서 다양한 색상의 착색제를 잔디 위에 라인, 로고, 광고 등에 표시하는데 사용하기도 한다(Reynolds et al., 2013).

착색제는 보통 잔디의 가을철 휴면 전후에 처리하며 농도나 처리 횟수 등에 따라 동계기간 중 지상부의 미세 환경과 토양 속에서의 온도 상승을 유도해 이듬해 그린업이 빨라지기 때문에 녹색기간을 길게 하는 효과도 있다(Long, 2006; Reynolds et al., 2013; Taiz and Zeiger, 2010). Lee et al.(2020)은 잔디의 휴면기간에 착색제를 사용할 경우 녹색 유지기간을 연장할 수 있고, 동절기 퍼팅그린의 시각적 품질을 유지할 수 있어 내장객의 만족도를 높이는 방안 중 하나가 되는 것으로 보고한 바 있다. 게다가 학교나 지방자치단체 운동장에 친환경 착색제를 활용할 경우 운동장에 활기를 불어넣을 수 있고 구성원의 상상력 제고에도 도움이 될 수 있다.

전착제는 농약 살포액 조제 시 첨가하여 살포액의 습전성과 부착성을 향상시킬 목적으로 사용하는 보조제이기 때문에 착색제에 포함되거나 별도로 혼합하여 사용할 수 있다(Chang과 Kim, 2021; SCCDA, 2005). Chang과 Kim (2021)은 전착제 종류 및 살포시기에 따라 크리핑 벤트그래스(*Agrostis stolonifera*) 식물체 착색 효과가 다르다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 들잔디(*Zoysia japonica*)와 금잔디(*Z. matrella*)로 구성된 잔디밭에서 착색제의 보다 효과적인 사용을 위하여 착색제 및 전착제의 처리량 및 처리시기 시험을 실시하였으며, 이에 도출된 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

잔디 잎 각도 및 노화 정도에 따른 착색제 효과 시험은 2020년 10월 11일에 강원도 횡성군 소재 한국골프과학기술대학교에서 실시하였다. 잎의 노화 상태에 따른 착색제 처리시기를 결정하기 위하여 시험 포장에서 관리되고 있는 들잔디(장성재래종) 잎 중에 길이 70 mm, 폭 45 mm 정도의 엽록소가 있는 녹색 잎과 노화로 인해 엽록소가 분해(Kanojia, et al., 2021; Lim et al., 2007)되어 퇴색한 갈색 잎을 채취하여 실험에 사용하였다. 잔디 잎은 시간이 갈수록 건조해져서 말리기 때문에 채취 후 바로 실험에 사용하였다. 채취한 잎은 윗면의 정단이 멀리 향하고 하단이 가까이 향하도록 플라스틱 책받침 위에 올려놓고 투명 스키테이프 양쪽 끝을 붙여 고정하였다. 잎의 각도에 따른 착색제 효과를 보기 위하여 문구용 각도기로 책받침 각도를 0°와 25°로 경사가 생기도록 조정하였다. 잎의 각도는 우리나라 들잔디 주생산지에서 채집한 개체들을 예초 없이 1년간 재배한 후의 측정된 세 번째 잎 평균 각도가 43.6°라는 보고(Lee et al., 2013)와 잔디밭 현장에서는 사람이나 잔디관리 장비의 답압이 있다는 점을 고려하여 25°로 낮춰 실험에 사용하였다. 처리내용은 잎의 각도별로 갈색잎과 녹색잎에 각각 착색제 처리+전착제 처리, 착색제 처리+전착제 무처리, 무처리를 두었다. 식물체 처리는 잔디용 착색제인 퍼펙트그린(Ventrac Korea, Wonju, Korea) 기준량(10.0 mL) (Lee et al., 2020)에 전착제 siloxane (FarmHannong, Seoul, Korea) (품목명: 실록세인액제) 배량(1.0 mL)을 첨가하여 처리한 착색제의 빠른 건조를 위해 오전 11시 경(Chang과 Kim, 2021)에 잎에 살포하였다. 착색제는 50 mL을 전착제 첨가 여부에 따라 살포액이 떨어질 정도로 충분히 골고루 살포하였다. 모든 처리는 1반복당 1엽씩 완전임의배치 4반복으로 실시하였다. 잎의 종류별 녹색도 조사는 착색제가 충분히 마른 후에 엽록소 측정기(SPAD-502 Plus, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 잎의 가운데 부분에서 값을 측정하였다. 잎에서의 착색제 균일도 정도는 착색제 액이 잎 전체에서 위와 아래 각각 10 mm를 제외하고 가운데 부분 50 mm에서 3 mm 이상 크기의 물방울 형태 무늬로 5개 이상 보일 경우 1, 1~4개 보이면 2, 착색제가 잘 퍼져서 물방울 형태의 무늬나 뭉친 흔적이 보이지 않을 경우 3으로 평가하였다.

들잔디와 금잔디에 대한 착색제 처리량 및 처리시기 평가시험은 2021년 9월부터 2022년 4월까지 경기도 양주시 소재 들잔디 및 금잔디 포장(식재 품종: 장성재래종)에서 실시하였다. 착색제는 골프장 현장에서 들잔디 착색제 처리 시기가 일반적으로 휴면 돌입 전이라는 점과 Table 1 결과에 근거하여 평년 첫서리 시작일 기준으로 휴면 1개월 전과 휴면 돌입 직전으로 처리시기를 결정하였다. 처리시기는 시험지역의 첫서리 시작 전에 1회 또는 2회 처리, 무처리를 두었다. 포장시험이 이루어진 2021년에 경기도 양주시(조사지점: 양주시와 같은 경기 지역인 경기도 수원시)의 첫서리 시작일은 10월 18일(평년: 10월 8일), 서리 종료일은 이듬해 4월 8일(평년: 4월 6일)이었다. 착색제는 퍼펙트그린 기준량(10.0 mL/L) (Chang과 Kim, 2021)을 기준으로 기준량 또는 기준량 대비 2/3량을 처리하였다. 무처리구를 제외한 모든 처리에는 전착제 실록세인액제 배량(1.0 mL/L)을 첨가하였다. 처리내용별 착색제 살포시기(희석량)는 9월 20일 살포(기준량, 100배액), 10월 16일 살포(기준량, 100배액), 9월 20일(기준량, 100배액) + 10월 16일 살포(2/3량, 125배액), 9월 20일(2/3량, 125배액) + 10월 16일 살포(기준량, 100배액), 무처리였다. 착색제는 모든 처리구에 반복당 150 mL을 오전 11시 경에 살포하였고, 무처리구에는 수돗물을 처리하였다. 시험은 난괴법 3반복으로 실시하였고, 반복당 면적은 1 m² (1 m×1 m)였다.

들잔디와 금잔디에 대한 착색제 살포시기별 전착제 처리량 평가시험은 2021년 9월부터 2022년 4월까지 강원도 횡성 소재 한국골프과학기술대학교 들잔디 및 금잔디 포장(장성재래종)에서 실시하였다. 포장시험이 이루어진 2021년에 강원도 횡성군(조사지점: 횡성군과 같은 강원 지역인 강원도 북춘천)의 첫서리 시작일은 10월 17일(평년: 10월 13일)이고, 서리 종료일은 2022년 4월 8일(평년: 4월 1일)이었다. 착색제는 퍼펙트그린 기준량(10.0 mL/L) (Chang과 Kim, 2021)을 살포하였고, 전착제는 실록세인액제 배량(1.0 mL/L)을 기준으로 배량 또는 2배량을 처리하였다. 처리내용별 착색제 살포시기(전착제 희석량)는 9월 14일 살포(배량, 1,000배액), 9월 14일 살포(2배량, 500배액), 9월 14일 살포(배량, 1,000배액) + 10월 12일 살포(배량, 500배액), 9월 14일 살포(배량, 1,000배액) + 10월 12일 살포(2배량, 500배액), 무처리였다. 착색제는 모든 처리구에 반복당 150 mL을 오전 11시 경에 살포하였고, 무처리구에는 수돗물을 처리하였다. 시험은 난괴법 3반복으로 실시하였고, 반복당 면적은 1 m² (1 m×1 m)였다.

포장시험에서 예초는 착색제 처리 전날 자루식 예초기(TB-130, Troy-Bilt, Valley City, U.S.A.)를 사용하여 학교운동장 예고 수준(Chang et al., 2020)인 30.0 mm로 오후 2시경에 실시한 것이 유일하였다. 모든 시험에서 착색제 처리 24시간 전후 강우와 관수는 없었으며, 시험 시작(양주시 2021년 9월 20일, 횡성군 2021년 9월 14일)부터 최종 조사 일(양주시 2022년 5월 6일, 횡성군 2022년 4월 27일)까지 예초, 시비, 시약 등 시험 결과에 영향을 미칠만한 처리는 이루어지지 않았다. 관수는 시험기간 중 별도로 하지 않았고, 자연 강우에 의존하였지만 양주와 횡성 포장 모두 시험기간 중 건조 피해는 없었다. 잔디밭의 녹색도는 Chlorophyll Meter (CM 1000 Item #2950, Spectrum™ Technologies, Inc., Plainfield, USA) (Lee et al., 2020)로 이용하여 2021년 9월부터 매월 1개월 간격으로 이듬해 3월까지 측정하였다. 그린업은 2022년 4월 중순부터 5월 상순까지 2주 간격으로 반복별 사진을 찍어 ImageJ 프로그램(version 1.52a, National Institutes of Health, Bethesda, USA) (Chang, 2000)으로 분석하였다. 양주(경기도 동두천 소재 기상대) 및 횡성(강원도 원주시 소재 기상대) 지역의 기상은 기상청 홈페이지(<https://www.weather.go.kr>)의 관측자료를 활용하였다. 데이터 통계분석은 SAS 프로그램(version 9.4, SAS institute, Cary, NC, USA)을 이용하였고, 잔디 잎 각도 및 노화 정도에 따른 착색제 효과 시험 그리고 양주와 횡성 포장시험의 평균값 유의성 검정은 ANOVA 분산분석에서 각각 요인 시험법과 던컨의 다중검정법을 이용하여 평균값 간의 유의수준 5%에서 유의성을 평가하였다.

결과 및 고찰

들잔디는 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis*)나 크리핑 벤트그래스와 같은 한지형 잔디에 비해 휴면에 들어가는 시기가 빠르고 탈색 정도도 매우 심하다(Lee et al., 2004). 많은 골프장에서는 들잔디 페어웨이에 착색제를 처리하여 잔디의 녹색기간 연장 효과를 얻고 있다. 학교운동장이나 지방자치단체 운동장에서도 필요에 따라 착색제를 사용할 수 있다. 잔디밭에 착색제를 처리할 때 적정 시기를 선택하는 것은 동계기간 중 녹색유지 기간과 관계가 깊을 수 있어서 중요하다. 하지만 착색제 처리시기에 따른 착색 효과에 대해서는 골프장 현장의 코스관리 전문가들 사이에 의견이 다른 것이 현실이다(personal communication).

착색제 살포 후 들잔디 잎 각도와 노화 정도에 따른 녹색도는 Table 1과 같다. 잎의 노화 정도에 관계없이 잎의 각도가 0°였을 때가 25°인 상태보다 녹색도가 높았다. 이러한 결과는 잔디 잎에 살포한 착색제는 잎의 각도가 높을수록 잎 위에 머무르거나 조직에 침투하는 시간도 비례해서 짧아지기 때문에 착색이 덜 된 것으로 보인다. 들잔디가 예초하지 않은 상태의 세 번째 잎 각도가 40°를 넘고(Bae et al., 2010; Choi et al., 2012), 자생 들잔디가 34°부터 58°까지 큰 변이를 보인다는 점(Bae et al., 2010)을 고려하면 낮은 각도의 잎을 가진 품종이나 재래종이 착색에 유리해 착색제 유지기간이 좀 더 길게 유지될 수 있을 것으로 보인다. 또한 잔디밭에 착색제를 처리할 때 잎의 각도가 낮은 잔디 종이나 품종이 그렇지 않은 종이나 품종보다 착색효과가 높을 것으로 판단된다. 착색제 살포 후 갈색잎과 녹색잎의 녹색도는 잎의 각도에 관계 없이 녹색잎이 갈색잎보다 녹색도 값이 높았다. 하지만 착색제를 처리하지 않은 무처리 잎의 녹색도값과 비교할 때 착색제를 처리한 녹색잎보다 갈색잎의 녹색도 값 상승이 뚜렷해 착색이 훨씬 더 잘된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 갈

Table 1. Green color value and degree of uniform distribution of the colorant liquid according to the leaf angle and degree of aging of *Z. japonica* leaves after spraying the colorant.

Leaf angle (°)	Leaf color	Treatment	Green color value ^w	Green color value increase rate ^x	Degree of uniform distribution of colorant (1~3) ^y
0	Brown	No colorant	3.1	-	-
		Colorant with no surfactant	26.8	8.6	2.3
		Colorant with surfactant	52.3	16.9	3.0
	Green	No colorant	20.6	-	-
		Colorant with no surfactant	34.1	1.7	1.7
		Colorant with surfactant	44.8	2.2	2.3
25	Brown	No colorant	2.3	-	-
		Colorant with no surfactant	10.2	4.4	2.7
		Colorant with surfactant	13.7	6.0	3.0
	Green	No colorant	21.0	-	-
		Colorant with no surfactant	23.7	1.1	1.7
		Colorant with surfactant	28.0	1.3	3.0
LSD-0.05 ^z		2.5	-	0.6	

^w Green color value was measured with Chlorophyll Meter (SPAD-502 Plus, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan). ^x Green color value increase rate was calculated by dividing the green color value of the leaves treated with colorant by the green color value of the leaves untreated. ^y It was determined by the number of more than 3 mm size dot visible on the entire leaf treated with the colorant excluding 1 cm each from the top and bottom. 1: more than 5 dot, 2 : 1 or more but 4 dot or less, 3: The colorant spreads well, leaving no 3 mm size dot. ^z LSD0.05 = least significant difference.

색잎이 노화하며 세포 등이 구조적으로 손상되어 녹색잎에 비해 착색제 부착이나 침투에 유리하기 때문에 분석된다 (Lim et al., 2007). 따라서 착색제를 처리한 녹색잎이 갈색잎보다 녹색도가 높았던 이유는 녹색잎의 존재하는 엽록소 함량 때문으로 해석된다. 하지만 녹색도 측정은 엽록소 측정기를 이용해서 측정했기 때문에 들잔디 잎에 붙은 착색제의 표면 부착량과 조직 침투량은 알 수 없었다. 향후에 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 착색제에 전착제를 첨가하였 때 녹색도는 높아지는 경향이였다. 이것은 첨가된 전착제로 인해 살포액의 습전성과 부착성이 향상되어 잔디 표면에 대한 전착(코팅) 능력을 높였기 때문으로 해석된다(Stevens and Bukovac, 1987; SCCDA, 2005). 이러한 결과는 전착제를 첨가하였을 때 크리핑 벤트그래스 착색도가 높아졌다는 Chang과 Kim (2021)의 보고와 일치하였다.

잎의 각도와 노화 정도 그리고 착색제에 전착제 포함 여부에 따른 들잔디 녹색도값은 모두 1%를 넘는 수준에서 고도의 유의성이 인정되었다(Table 2). 또한 위의 세 가지 요인 또는 두 가지 요인의 상호작용에서도 고도의 유의성이 인정되었다. 세 가지 요인 각각 들잔디 녹색도에 영향을 미쳤지만, 두 가지 요인 또는 세 가지 요인이 상호작용하면 녹색도를 더 높이는 것으로 해석된다. 따라서 착색제는 들잔디 잎이 녹색이고 각도가 낮을 때 전착제를 포함하여 처리하는 것이 착색효과가 더 좋은 것으로 해석할 수 있다. 들잔디 잎에서의 착색제 살포 후 균일도는 녹색도와 다소 다른 결과를 보였다. 잎의 각도와 노화 정도에 관계없이 모든 처리구에서 전착제를 추가하였을 때 균일도가 높아지는 경향을 보였다(Table 1과 Fig. 1). 착색제가 균일하게 살포되는 것에 대한 잎의 노화 정도는 5% 수준, 전착제 포함 여부는 1%를 넘는 고도의 유의성을 보여 영향을 준 것으로 인정되었다(Table 2). 이것은 녹색의 잎과 전착제 사용이 단독으로 착색제 균일도에 효과적이었지만, 두 가지 요인이 상호작용하는 것, 즉 녹색 잎에 전착제를 넣은 착색제를 살포하면 균일도가 더 높아진다는 것을 의미한다. 하지만 잎의 각도는 균일도에 유의미한 영향을 미치지 못했다. 그 원인에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

착색제 양과 살포시기를 달리한 들잔디 및 금잔디 포장에서의 시기별 녹색도 변화는 Table 3과 같다. 10월 중순 1회 처리구를 제외하고 들잔디와 금잔디 포장의 모든 처리구에서 녹색도 값은 무처리보다 높았고 시간이 지나면서 낮아지는 경향이였다. 특히 녹색도 값은 착색제 처리 후 2회 조사 값에서 급격히 낮아졌다. 이러한 결과는 이 시기에 기온(동두천 기상대 최저기온 첫 영하 온도일: 10월 17일)이 떨어져 들잔디 세포내 엽록체가 파괴되면서 녹색도가 급격하게 낮아졌

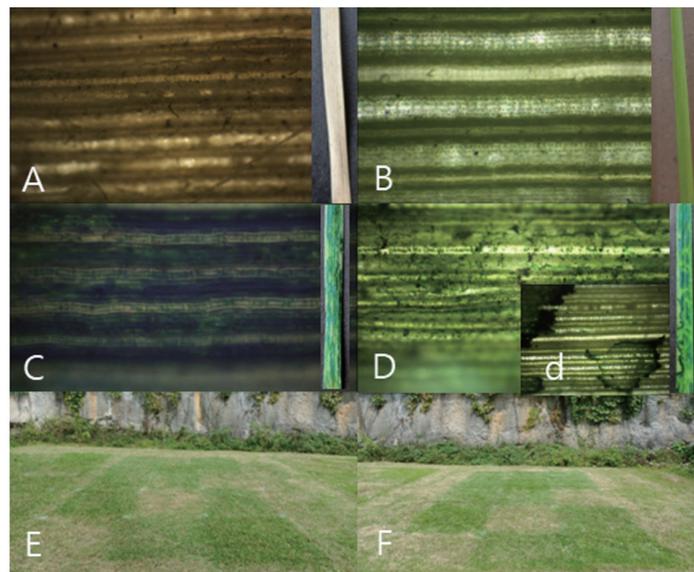


Fig. 1. Colorant untreated brown (A) and green (B) leaves of *Zoysia japonica* plants. Colorant treated brown (C) and green (D) leaves of *Z. japonica* plants. Colorant that were not evenly spread on a green leaf (d). *Z. japonica* (E) and *Z. matrella* (F) fields for colorant and surfactant studies.

Table 2. Analysis of variance for green color value and degree of uniform distribution of the colorant liquid according to the leaf angle and degree of aging of *Z. japonica* leaves after spraying the colorant.

Source of variation	df ^x	Mean square	F-value	P-value
Green color value				
Replication	2	1.6	0.8	0.4791
Leaf angle (LA)	1	1,715.3	800.9	<0.0001
Leaf color (LC)	1	1,018.7	475.6	<0.0001
Treatment (TR)	2	1,579.9	737.7	<0.0001
LA x LC	1	214.6	100.2	<0.0001
LA x TR	2	569.5	265.9	<0.0001
LC x TR	2	163.3	76.2	<0.0001
LA x LC x TR	2	86.7	40.5	<0.0001
Error	22	47.1	-	-
Degree of uniform distribution of colorant liquid				
Replication	2	0.4	3.0	0.0681
Leaf angle (LA)	1	0.3	2.1	0.1608
Leaf color (LC)	1	1.4	11.5	0.0027
Treatment (TR)	2	25.9	217.9	<.0001
LA x LC	1	0.03	0.2	0.6333
LA x TR	2	0.08	0.7	0.5063
LC x TR	2	0.5	4.5	0.0239
LA x LC x TR	2	0.2	1.6	0.2171
Error	22	0.1	-	-

^x df: Degree of freedom.

Table 3. Monthly green color value in *Z. japonica* and *Z. matrella* fields according to the colorant spraying concentration and timing at Yangju.

Colorant spray time (dilution ratio)	2021			2022		
	Oct. 30	Nov. 27	Dec. 31	Jan. 28	Feb. 28	Mar. 26
<i>Z. japonica</i> field						
Sept.20 (100 x)	239.3bx,y	111.7b	81.7b	76.7b	71.7c	70.7b
Oct. 16 (100 x)	194.7c	81.7c	68.7c	67.0bc	61.3d	60.3c
Sept.20 (100 x) + Oct. 16(125 x)	253.0a	114.0ab	92.3a	92.0a	83.3b	82.7a
Sept.20 (125 x) + Oct. 16(100 x)	251.0a	122.7a	97.3a	92.0a	87.3a	86.7a
No colorant	201.0c	91.0c	76.0bc	62.3c	61.7d	58.7c
<i>Z. matrella</i> field						
Sept.20 (100 x)	229.0ax,y	98.7b	82.3b	80.3b	74.3b	71.3b
Oct. 16 (100 x)	193.7b	80.7c	73.0bc	68.7c	65.0c	63.0c
Sept.20 (100 x) + Oct. 16(125 x)	250.7a	110.3a	101.0a	92.0a	90.0a	86.3a
Sept.20 (125 x) + Oct. 16(100 x)	229.3a	111.7a	101.0a	90.7a	90.3a	89.0a
No colorant	180.0b	81.7c	70.0c	67.0c	65.0c	63.3c

^x Green color value was measured with Chlorophyll Meter (CM 1000 Item #2950, Spectrum™ Technologies, Inc., Plainfield, USA) according to Lee et al. (2020). ^y Different letters in each row indicate significant difference by Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

기 때문에 해석된다(Xuan et al., 2009). 또한 착색제 1차 및 2차 처리시기를 포함한 9월~11월에 내린 강우가 잎 표면에 부착된 착색제 탈락에 영향을 미친 것으로 추정된다(Table 4). 착색제 처리시기별 녹색도는 1회 처리 시 10월 처리보다는 9월 처리, 1회 처리보다는 2회 처리구에서 높은 것으로 나타났다. 들잔디 포장에서 10월 중순에 1회 살포한 처리구가 무처리구보다 낮은 값을 보였던 이유는 명확하지 않다. 그 원인에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 착색제 양을 달리한 2회 처리에서는 1회차 기준량 처리구의 녹색도 값이 2회차 기준량 처리구에 비해 높은 경향이었지

Table 4. Weather condition from fall 2021 to spring 2022 at Hoengseong and Yangju

Location	Weather factor	2021				2022				
		Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	April	May
Hoengseong ^x	Min. Temp. (°C) ^y	17.0	10.0	2.7	-4.2	-7.4	-6.3	2.2	7.8	11.9
	Rainfall days (days)	8	11	6	4	3	3	7	5	4
	Precipitation (mm)	183.5	45.6	55.9	4.9	0.8	6.8	71.6	51.7	11.0
Yangju	Min. Temp. (°C)	16.2	8.5	1.0	-6.1	-9.7	-8.5	0.6	6.9	10.4
	Rainfall days (days)	8	14	7	8	6	4	10	5	5
	Precipitation (mm)	100.6	71.2	51.6	8.3	6.5	7.1	91.0	17.8	16.4

^x Hoengseong and Yangju weather data are from Wonju weather Station Dongducheon weather station, respectively.

^y Min. Temp.: Minimum temperature.

만 통계적으로 유의하지 않았다. 금잔디는 들잔디보다 잎의 폭이 좁고 각도가 높은 특성을 보임에도 두 종은 비슷한 경향을 보였다(Chang et al., 2019; Lee et al., 2013). 결과적으로 들잔디 및 금잔디 포장에서 착색제의 녹색도를 높은 상태로 오래 유지하기 위해서는 1회 처리할 때 10월보다는 잎의 녹색이 진한 9월에 살포하는 것이 낫고, 1회보다 2회 처리가 효과적인 것으로 나타났다.

착색제 양과 살포시기를 달리한 들잔디 및 금잔디 포장에서의 시기별 그린업률 변화는 Table 5와 같다. 착색제 살포 후 이듬해 봄에 조사한 그린업은 금잔디 포장보다 들잔디 포장에서 더 빠르게 진행되었다. 들잔디 포장이 더 빨랐던 이유는 들잔디가 금잔디에 비해 낮은 온도에서 더 잘 자라는 종이기 때문으로 해석된다(Chang et al., 2019). 처리구별 그린업률을 보면, 들잔디 포장 10월 중순 착색제 1회 처리구를 제외하고 들잔디 및 금잔디 포장 모든 처리에서 무처리구보다 그린업률이 높았다. 착색제 처리 후 매월 조사한 녹색도 값에서 나타난 결과(Table 3)처럼 그린업률도 10월 처리보다는 9월 처리, 1회 처리보다는 2회 처리구에서 높았다. 착색제 양을 달리한 2회 처리구 사이에서는 유의미한 그린업률 차이를 보이지 않았다. Shearman et al. (2005)은 버팔로그래스(*Bouteloua dactyloides*)를 이용하여 휴면기에 잔디착색제 처리 시 잔디의 봄철 그린업에 대해 잔디 착색제 처리농도에 따라 잔디 품질이 개선되었고, 착색제 처리 시 토양 온도가 증가하여 봄철 그린업이 빨라진다고 보고한 결과와 비슷하였다.

Table 5. Green up rate in *Z. japonica* and *Z. matrella* fields according to the colorant spraying concentration and timing in 2022 at Yangju.

Colorant spray time (dilution ratio)	<i>Z. japonica</i> field		<i>Z. matrella</i> field	
	Apr. 23	May 6	Apr. 23	May 6
Sept.20 (100 x)	65.0b ^{x,y}	91.7b	16.7ab	33.3b
Oct. 16 (100 x)	53.3c	90.0b	11.0bc	33.3b
Sept.20 (100 x) + Oct. 16(125 x)	80.0a	100.0a	21.7a	51.7a ss
Sept.20 (125 x) + Oct. 16(100 x)	80.0a	100.0a	20.0ab	50.0a
No colorant	56.7c	81.7c	3.7c	23.3b

^x Green up rate was measured with Image J program (version 1.52a, National Institutes of Health, Bethesda, USA) according to Chang (2020). ^y Different letters in each row indicate significant difference by Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

전착제 첨가량에 따른 착색제 살포시기 및 횟수별 들잔디와 금잔디 포장에서의 녹색도 값은 Table 6과 같다. 들잔디와 금잔디 포장의 모든 처리에서 녹색도 값은 무처리구보다 높았고 이듬해 봄 조사까지 시간이 지나면서 낮아졌다. 조사 시기별 녹색도는 1차 조사 값 대비 2차 조사 때 큰 폭으로 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 결과의 원인은 Table 4에서 나타난 바와 같이 실험이 진행된 황성 지역에서 9~11월 동안 기온(원주 기상대 최저기온 첫 영하 온도일: 11월 13일)이 영하로 내려갔고 그 기간 중에 잦은 강우로 인해 엽록소 함량과 잎 표면 착색제 부착량에 영향을 미쳤기 때문으로 보인다. 착색제는 1회 처리보다는 2회 처리구, 2회 처리구에서는 전착제 함량이 높은 처리구의 착색 효과가 높은 경향을 보였다.

Table 6. Monthly green color value in *Z. japonica* and *Z. matrella* fields according to the spraying time and frequency of colorant at two different concentrations in Hoengseong.

Colorant spray time (surfactant dilution ratio)	2021			2022		
	Oct. 28	Nov. 24	Dec. 24	Jan. 23	Feb. 21	Mar. 28
<i>Z. japonica</i> field						
Sep. 14 (1,000 x)	173.7b ^{x,y}	96.3b	84.3b	83.0b	82.0b	70.0b
Sep. 14 (500 x)	173.7b	101.3ab	85.7b	84.7b	82.3b	72.0b
Sep. 14 + Oct. 12 (1,000 x)	185.0b	114.0a	97.7a	92.3a	91.7a	82.0a
Sep. 14 + Oct. 12 (500 x)	212.3a	113.3a	100.7a	94.3a	93.7a	85.3a
No colorant	133.0c	78.0c	69.3c	66.3c	65.7c	55.3c
<i>Z. matrella</i> field						
Sep. 14 (1,000 x)	155.3c ^{x,y}	98.7b	80.0b	80.0c	77.7b	62.3b
Sep. 14 (500 x)	167.7b	99.7b	81.7b	79.3c	77.7b	61.3b
Sep. 14 + Oct. 12 (1,000 x)	182.7a	123.7a	100.3a	92.0b	91.3a	76.7a
Sep. 14 + Oct. 12 (500 x)	191.0a	118.3a	99.3a	98.0a	94.0a	75.0a
No colorant	136.0d	838.0c	68.3c	67.7d	65.3c	53.3c

^x Green color value was measured with Chlorophyll Meter (CM 1000 Item #2950, Spectrum™ Technologies, Inc., Plainfield, USA) according to Lee et al. (2020). ^y Different letters in each row indicate significant difference by Duncan’s multiple range test ($\alpha=0.05$).

이러한 결과는 전착제의 농도가 높아지면서 착색제의 잔디 표면 부착성이 향상되었기 때문으로 분석된다(Stevens and Bukovac, 1987; SCCDA, 2005). 특히 착색제를 처리한 후 1차 조사에서 1회 처리구의 전착제 배량과 2배량 사이 또는 2회 처리구의 전착제 배량과 2배량 사이에 각각 녹색도 차이가 유의하게 있었다. 하지만 2차 조사부터는 통계적으로 차이가 발견되지 않았다. 녹색도는 3차 조사시기인 12월 하순부터 최종 조사일까지 1차 조사 값의 약 50% 수준으로 유지되거나 더 적은 값으로 낮아졌다. 이러한 결과는 들잔디 및 금잔디 포장에서 전착제 첨가량을 배량에서 2배량으로 늘리더라도 착색제 처리 1~2개월 후에는 1차 조사 값 수준으로 녹색도 유지가 어렵다는 것을 의미한다. 녹색도 유지가 어려운 이유는 기온 하락으로 인한 엽록소 파괴, 식물체 조직의 손상, 강우나 이슬 등에 의해 잎 표면과 조직 속 착색제의 지속적인 희석이나 탈락 등이 작용하기 때문으로 분석된다(Lim et al., 2007).

전착제 첨가량에 따른 착색제 살포시기 및 횟수별 들잔디 포장과 금잔디 포장에서의 시기별 그린업률 변화는 Table 7 과 같다. 들잔디 포장의 그린업이 금잔디 포장보다 빠르게 진행되었다. 처리구별 그린업률은 들잔디와 금잔디 포장에서 비슷한 결과가 나타났다. 모든 처리구가 무처리구보다 그린업 속도와 최종 그린업률이 빠르고 높았다. 이러한 결과는 착색제의 농도나 처리 횟수 등에 따라 다르지만, 착색제를 처리한 잔디밭은 동계기간 중 지상부의 미세 환경과 토양 속에서의 온도 상승 효과로 인해서 그린업이 빨라지기 때문에 녹색기간이 길어지는 효과가 있다는 보고(Long, 2006; Reynolds et al., 2013; Taiz and Zeiger, 2010)와 같은 경향이였다. 그린업률은 착색제 1회 처리보다 2회 처리, 전착제 배량보다 2배량 처리 시 높았다. 착색제 2회 처리구에서는 전착제 배량처리구보다 2배량 처리구의 그린업 속도와 최종 그린업률이 높은 경향이였다.

Table 7. Green up rate in *Z. japonica* and *Z. matrella* fields according to the spraying time and frequency of colorant at two different concentrations in Hoengseong.

Colorant spray time (surfactant dilution ratio)	<i>Z. japonica</i> field		<i>Z. matrella</i> field	
	Apr. 20	Apr. 27	Apr. 20	Apr. 27
Sep. 14 (1,000 x)	68.3b ^{x,y}	83.3b	45.0c	58.3d
Sep. 14 (500 x)	73.3b	85.0b	53.3b	68.3c
Sep. 14 + Oct. 12 (1,000 x)	81.7a	91.7a	56.7ab	76.7b
Sep. 14 + Oct. 12 (500 x)	83.3a	93.3a	61.7a	85.0a
No colorant	50.0c	65.0c	38.3 c	43.3e

^x Green up rate was measured with Image J program (version 1.52a, National Institutes of Health, Bethesda, USA) according to Chang. (2020). ^y Different letters in each row indicate significant difference by Duncan’s multiple range test ($\alpha=0.05$).

요약

한국잔디는 우리나라에서 늦가을부터 이른 봄까지 휴면상태에 있어서 잎이 갈색으로 변한 한국잔디밭은 사용자의 만족도가 떨어질 수 있다. 한국잔디 휴면기 전후에 잔디밭 착색제 살포는 잔디 지상부를 녹색으로 유지시켜 이용자들의 시각적인 만족도 제고에 도움이 된다. 본 연구에서는 들잔디(*Zoysia japonica*)와 금잔디(*Z. matrella*)로 조성된 포장에서 착색제 또는 전착제의 처리량 및 처리시기에 따른 착색효과 시험을 실시하였다. 착색제는 전착제가 첨가된 상태로 갈색보다 녹색 그리고 낮은 각도의 들잔디 잎에 처리되었을 때 녹색도가 높았다. 착색제 처리 식물체는 처리시점에 들잔디 및 금잔디 잎의 녹색이 진하거나 처리 횟수가 많으면 높은 값의 초기 녹색도를 나타냈지만, 녹색도는 이듬해 봄까지 지속적으로 낮아졌다. 들잔디 및 금잔디 포장 모두 착색제 처리구가 무처리구보다 빠른 그린업을 보였다. 양주와 횡성 포장 무처리구에서 모두 들잔디가 금잔디보다 그린업이 빨랐다. 착색제에 500배액 전착제를 첨가하면 살포 초기에는 1,000배액 전착제 처리구에 비해 녹색도를 높이는 효과가 있었지만, 시간이 지날수록 1,000배액 전착제 처리구와의 녹색도 차이는 줄어드는 경향이였다. 결론적으로 들잔디 및 금잔디 포장에서 착색제 처리 잎의 녹색도를 높은 상태로 오래 유지하기 위해서는 1회 처리할 때 10월보다는 잎의 녹색이 진한 9월에 살포하는 것이 낫고, 1회보다 2회 처리가 효과적인 것으로 나타났다.

주요어: 그린업, 착색제, 살포농도, 살포시기, 전착제, 한국잔디

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, Dept. of Golf Course Management, Korea Golf University of Science and Technology, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2053-6833>

References

- Bae, E.J., Park, N.C., Lee, K.S., Lee, S.M., Choi, J.S. et al. 2010. Distribution and morphology characteristics of native zoysiagrasses (*Zoysia* spp.) grown in south Korea. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(2):97~105. (In Korean)
- Beard, J.B. 1973. *Turfgrass: Science and Culture*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- 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
- Chang, S.W. 2020. Using digital image analysis to quantify turfgrass growth and disease. *Weed Turf. Sci.* 9(1):43~52. (In Korean)
- Chang, S.W., Bae, E.J., Kim, K.D. and Lee, J.H. 2020. Investigation on turfgrass growth environment in natural turfgrass playgrounds of 22 elementary, middle, and high schools in south Korea. *Weed Turf. Sci.* 9(2):159~168. (In Korean)

- Chang, S.W. and Kim, K.D. 2021. Evaluation of surfactant and spraying time to improve the effect of colorant on the putting green of a golf course. *Weed Turf. Sci.* 10(3):319–326. (In Korean)
- Chang, S.W., Sung, C.H., Bae, E.J., Koo, J.H., and Youn, J.H. 2019. Comparative evaluation of *Zoysia japonica* and *Z. matrella* ecotypes at different weather conditions and grave mounds. *Weed Turf. Sci.* 8(3):267-278. (In Korean)
- Choi, J.S., Yang, G.M., Oh, C.J. and Bea, E.J. 2012. Morphological characteristics and growth rate of medium-leaf type zoysiagrasses collected at major sod production area in S. Korea. *Asian J. Turfgrass Sci.* 26(1):001-007. (In Korean)
- Henry, J.M. and Gibeault, V.A. 1985. *Paspalum vaginatum*: winter color management study. *California Turfgrass Cult.* 35:4-7.
- Kanojia, A., Shrestha, D.K. and Dijkwel, P.P. 2021. Primary metabolic processes as drivers of leaf ageing. *Cell Mol Life Sci.* 78: 6351–6364.
- Lee, J.P., Kim, S.J., Shin, S.H. and Kim, D.H. 2004. The effect of covering materials on prolongation of green period in zoysiagrass and cool-season grass in early winter. *Kor. Turfgrass Sci.* 18(3):129-139. (In Korean)
- Lee, S., Yu, H.C., Yoon, B.S., Oh, C.J., Yang, G.M., et al. 2013. Soil and morphological characteristics of native zoysiagrasses by the habitats. *Weed Turf. Sci.* 2:55-61. (In Korean)
- 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)
- Lim, P.O., Kim, H.J. and Nam, H.G. 2007. Leaf senescence. *Annu. Rev. Plant Biol.* 58:115–36.
- 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 [Online]. M.S. thesis. Clemson University, Clemson, SC. Available at <http://etd.lib.clemson.edu/documents/1175184782/umi-clemson1076.pdf> (verified 12 Oct. 2009)
- 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.
- SAS institute. 2016. SAS/STAT User's guide version 9.4. SAS inst., Inc., Cary, NC, USA.
- SCCDA, Santa Clara County Division of Agriculture. 2005. Pesticide adjuvants; what is an adjuvant? *Growing Times.* 4(2):1-3 (<http://www.sccagriculture.org>).
- 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.
- Xuan, J., Liu, J., Gao, H., Hu, H. and Cheng, X. 2009. Evaluation of low-temperature tolerance of zoysia grass. *Tropical grasslands* 43(2):118 – 124.