

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea found in 1981 and 1987, respectively.

개량 가축분뇨발효액비의 시비주기에 따른 켄터키블루그래스의 생육효과 및 양분흡수

함선규¹ · 김영선^{2*}

¹대정골프엔지니어링, ²효성오앤비(주)

Growth Effect and Nutrient Uptake by Application Interval of Developed Slurry Composting and Biofiltration (DSCB) Liquid Fertilizer on Kentucky Bluegrass

Suon-Kyu Ham¹ and Young-Sun Kim^{2*}

¹Daejung-golf Engineering Co. Ltd., Hwasung 499-881, Korea

²HyosungO&B Co. Ltd., Daejeon 305-811, Korea

ABSTRACT. A developed slurry composting and biofiltration (DSCB) liquid fertilizer could be used for eco-friendly turfgrass management in golf course. This study was conducted to evaluate the growth effect of application intervals of DSCB in Kentucky bluegrass based on turf color index, chlorophyll index, clipping yield and uptake and availability of nutrient. Treatments were designed as follows; non-fertilizer (NF), control (CF) and DSCB treatments which were applied a every 15 days (DSCB), every 30 days (2DSCB) and 60 days (4DSCB-1: April, June, August; 4DSCB-2: May, July, September). Turf color indexes of DSCB and 2DSCB were higher than CF, but these chlorophyll indexes similar to CF. The clipping yield and uptake and availability rate of nitrogen and potassium in turfgrass were increased in 2DSCB. These results suggested that application of DSCB improved turf quality and growth by prompting an uptake and availability of nutrients in Kentucky bluegrass and its application interval was 1time per month.

Key words: Developed slurry compostin and biofiltration (DSCB), Turf color, Clipping yield, Nutrient uptake

Received on November 10, 2014; Revised on December 6, 2014; Accepted on December 8, 2014

*Corresponding author: Phone) +82-42-867-8838, Fax) +82-42-624-4068; E-mail) zeroline75@empas.com

© 2014 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 & #160; (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, & #160; and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

우리나라의 농업활동 중 축산활동으로 인해 발생하는 가축분뇨는 연간 4,550만 톤을 차지하여 5년전보다 약 500만 톤 이상 증가하였다(MAFRA, 2014). 가축분뇨는 질소외 다 양한 양분을 포함하고 있어 퇴·액비화 과정을 통해 안정화 과정을 거쳐 재활용할 수 있지만 환경에 노출되었을 때 에는 환경오염을 야기한다. 2012년 이후 런던협약에 의해 해양투기가 금지된 후 가축분뇨의 해양투기는 2008년 3.5% 였으나 2011년에는 1.8%로 감소하였고, 런던협약의 이행이

시작되는 2012년에는 전량 재활용과 공공처리가 이뤄졌다 (MAFRA, 2013).

가축분뇨의 처리는 약 89%가 퇴·액비화 과정을 통해 재활용되고 있고, 11%가 정화과정이나 기타 방법으로 처리되고 있다(MAFRA, 2013). 퇴·액비화 과정을 거쳐 가축분뇨를 처리하는 것은 다른 방법들보다 가장 안전한 방법이지만(Jung et al., 1998) 가축의 종류나 사육방법에 따라 비료성분이 다르다(Nam et al., 2011). 가축분을 이용하여 생산된 퇴비는 비료관리법을 통해 관리되고 있어 일정한 범위의 균일한 양분을 함유하므로 식물의 재배에 이용

할 수 있다. 그러나 가축분뇨액비는 악취가 발생하고, 성분 함량이 일정하지 않으므로 사용 전 액비의 성분을 조사한 후 시비량을 결정하는 것이 필요하다(Jung et al., 2011). 또한 병원성 미생물을 포함하는 경우도 있으므로 식용작물이나 원예작물에 이용하는 경우 병원성 미생물의 변화를 확인해야 한다(Kim et al., 2011).

가축분뇨를 재활용하고자 하는 노력은 계속되었으나 가축분뇨를 골프장에서 이용하지않은 것은 액비의 양분함량이 다르고, 시비 후 악취가 발생하여 시비관리가 어렵기 때문이었다. 그러나 최근 기존의 퇴비시설을 활용하여 냄새가 적고 성분함량이 균일한 가축분뇨발효액비가 퇴비단여과법(slurry composting and biofiltration)을 통해 생산되고 있다(RDA, 2009). 이렇게 생산된 가축분뇨발효액비(slurry composting and biofiltration liquid fertilizer; SCB저농도액비)는 토마토, 수도작, 고추 및 청보리 등의 생산에 이용하여 자연순환형 농업의 모델로 이용하려는 연구가 수행되었다(Lee et al., 2010; Lee et al., 2011; Lim et al., 2008; Park et al., 2010). 그러나 농작물은 작물의 종류와 생육기간에 따라 SCB저농도액비의 사용량이 다르므로 축산농가에서는 퇴비단여과법을 통해 생산된 다량의 액비를 작물의 작기까지 장기간 보관해야 하는 어려움이 있다.

골프코스에 식재된 잔디는 작기마다 시비를 하는 작물과는 달리 골프장 조성 후 일정기간마다 추비를 통해 관리하므로 SCB저농도액비를 활용하기에 적합하다. Ham et al.(2009)은 SCB저농도액비를 이용하여 잔디를 재배할 때, 양분흡수가 증가하고, 잔디생육과 품질이 향상된다고 보고하였다. 또한 SCB저농도액비를 이용하는 경우 연간 화학비료 사용량이 약 50% 정도 감소하여 친환경적인 잔디관리가 가능하다고 보고하였다(Ham et al., 2010). 반면에 SCB저농도액비는 양분함유량이 적어 단위면적당 살포량이 많고 살포시간이 증가하여 실제 골프장에서 이용하기에는 어려움이 많았다. 이를 위해 잔디생육에 필요한 성분을 추가하여 기능을 개선한 SCB저농도액비(developed SCB; DSCB)는 이전의 살포량에 비해 약 5배 이상 감소하여 골프장의 살포장비를 통해 DSCB의 시비가 가능하였다(Ham and Kim, 2011; Ham et al., 2011).

DSCB를 골프장 잔디관리에 활용할 때, 화학비료의 질소 시비량보다 80%만 시비하여도 잔디품질과 생육이 화학비료처리구와 비슷하여 친환경적인 잔디관리에 이용할 수 있었다(Ham et al., 2011). 그러나 DSCB는 비효지속기간이 짧고, 관수에 의해 용탈이 발생할 수 있어 그린에 이용하는 것은 불가능하였고, 시비횟수가 적고 잔디품질에 대한 민감도가 상대적으로 낮은 티, 페어웨이 및 러프 등에 적용이 가능하였다(Ham et al., 2011; Kang et al., 2011). SCB저

농도액비를 페어웨이에 살포할 때 페어웨이 토양이나 수질에 미치는 영향은 적어 골프장의 주변환경에 대해 안전한 것으로 조사되었으나(Kim et al., 2012) DSCB의 살포주기가 짧아 살포에 따른 많은 노력과 시간이 필요하였다. 이를 해결하기 위해서는 시비방법의 개선하여 시비횟수를 줄이거나 스프링클러 등을 이용하는 대량살포기술의 개발이 요구되었다.

따라서 본 연구는 DSCB를 골프장 잔디관리에 이용하기 위하여 DSCB 시비에 따른 잔디품질, 잔디생육 및 양분흡수량을 조사함으로써 켄터키블루그래스에서 DSCB의 적절한 시비방법 및 시비주기를 평가하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2011년 4월부터 10월까지 7개월 동안 인천광역시 소재의 SKY72 골프클럽 증식포장에서 수행하였고, 공시잔디는 2009년 파종되어 약 2년간 관리된 켄터키블루그래스(*Poa paratensis* L.) ‘Midnight 2’ 품종을 이용하였다.

공시비료

공시비료는 복합비료(control fertilizer (CF); N-P₂O₅-K₂O=21.3-13.3-20.0)와 성분이 추가된 SCB저농도액비(developed SCB (DSCB); N-P₂O₅-K₂O=0.66-0.41-0.62)를 사용하였다. 복합비료와 DSCB를 조성하는데 사용된 비료는 수도용복합비료(N-P₂O₅-K₂O=21-17-17), 요소(N 46%) 및 염화칼리(K₂O 60%)를 혼합하여 사용하였다(Table 1). 수도용 복합비료, 요소 및 염화칼리는 시중에서 판매되는 비료를 이용하였고, SCB저농도액비는 국립축산과학원에서 공여 받아 연구에 이용하였다.

처리구 설정 및 시험포 관리

실험구 단위는 3 m² (1m×3m) 크기로 전체 포장은 63 m²였고, 실험구 배치는 난괴법(3반복)으로 배치하였다. 처리구는 비료처리여부에 따라 무처리구(NF; non-fertilizer), 화학비료를 처리한 대조구(CF; control fertilizer), DSCB를 250 ml m⁻² 씩 15 일간격 시비한 DSCB 처리구 (DSCB), DSCB를 500 ml m⁻² 씩

Table 1. The nutrient composition of fertilizer used in this study.

Fertilizer ^z	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Control fertilizer (CF)	21.3	13.3	20.0
Developed SCB (DSCB)	0.66	0.41	0.62

^z Fertilizers were that control fertilizer (CF) was blended with compound fertilizer, urea and KCl and develop SCB (DSCB) with compound fertilizer, urea, KCl and SCB liquid fertilizer.

Table 2. The application method of fertilizer used in this experiment.

Treatment ^z	Application amount (gN m ⁻² time ⁻¹)	Application date (month / day)
NF	-	-
CF	3.30	4/5, 5/5, 6/5, 7/5, 8/5, 9/5
DSCB	1.65	4/5, 4/20, 5/5, 5/20, 6/5, 6/20, 7/5, 7/20, 8/5, 8/20, 9/5, 9/20
2DSCB	3.30	4/5, 5/5, 6/5, 7/5, 8/5, 9/5
4DSCB-1	6.60	4/5, 6/5, 8/5
4DSCB-2	6.60	5/5, 7/5, 9/5

^zTreatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatment applied a DSCB at every 60 days on May, July and September. Total N applied amount in all treatments during this study was 19.8 g N m⁻², which was established by testing period and application amount of fertilizer in tee ground.

30일 간격으로 시비한 DSCB 처리구 (2DSCB), DSCB를 250 ml m⁻² 씩 60일 간격으로 시비한 DSCB 처리구 (4DSCB) 구분하였고, 4DSCB는 처리시기에 따라 DSCB를 1,000 ml m⁻² 씩 4월, 6월, 8월에 시비한 DSCB 처리구 (4DSCB-1) 및 DSCB를 1,000 ml m⁻² 씩 5월, 7월 9월에 시비한 DSCB 처리구 (4DSCB-2)로 구분하였다. 4DSCB 이시기별 처리는 비배 발생 여부를 평가하기 위해 4DSCB-1과 4DSCB-2를 나누어 수행하였다(Table 2). CF의 시비는 3.3 g N m⁻²의 복합비료를 1 L의 수돗물에 희석하여 시험용분무기(광성분무기)를 이용하여 골고루 시비하였고, DSCB의 시비는 처리구와 처리시기별로 시험용분무기를 이용하여 골고루 시비하였다. 시험기간 중 비료의 시비량은 켄터키블루그래스가 티그라운드에서 주로 식재되므로 Ahn et al. (1992)이 제시한 티그라운드 연간 시비량(25.5 g N m⁻²)을 기준으로 하였다. 시험을 수행하는 SKY72 골프클럽에서 켄터키블루그래스의 녹색기간이 유지되는 평균기간은 약 9개월이었고, 본 시험기간은 이 기간의 78%에 해당하여 연간 시비량의 78%에 해당하는 19.8 g N m⁻²을 시비하였다.

재배기간 중 잔디깎기는 3갱모어로 주 2-3회 14 mm 높이로 실시하였고, 통기작업은 수행하지 않았으며, 배토는 3 mm 두께로 1회 실시하였다. 병충해 방제를 위해 이프로디온 수화제와 페니트로치온 유제를 각각 2회씩 살포하였다.

생육 조사 및 분석 방법

잔디생육조사는 처리구별 엽색지수와 엽록소지수를 turf color meter (SOUT, TCM 500, USA)와 chlorophyll meter (SCOUT, CM 1000, USA)을 각각 이용하여 4월부터 7-10

일 간격으로 총 22회 조사하였다. 잔디예지물은 14 mm 예고로 셋팅된 3갱모어를 이용하여 조사 일마다 예초하여 수거된 잔디 예지물을 70°C 드라이오븐(VS-1203PJ-300, (주)비전과학)에서 24시간 건조시킨 후 건물중을 측정하였고, 월 1-2회 조사하여 9월까지 총 9회에 걸쳐 조사하였다.

토양의 화학성을 조사하기 위해 시험 전(4월 1일)과 시험 종료 후(10월 27일) 총 2회 pH, 전기전도도 (electrical conductivity; EC), 유기물 함량 (organic matter, O.M), 총질소 (total nitrogen, T-N), 유효인산 (available phosphate, Av-P₂O₅), 양이온치환용량 (cation exchangeable capacity, CEC), 치환성 양이온 (exchangeable cations, K, Ca, Mg, Na)등을 조사하였고, 분석방법은 토양화학분석법(NIAST, 1998)에 준하였다.

잔디 엽분석은 마지막 예지물 조사시기인 9월 27일 채취된 잔디 예지물을 건조하여 시료로 사용하였고, 분석항목은 잔디 생육에 주요 구성성분인 질소, 인, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 등을 식물체분석법(NIAST, 1998)에 준하여 분석하였다. 양분 흡수 및 이용을 평가하기 위해 건물중과 잔디조직분석결과를 이용하여 양분 흡수량과 양분 이용율을 조사하였다(Kim et al., 2001).

양분 흡수량(g m⁻²) = 건물중(g m⁻²) × 잔디 중 양분 함량(%)
 양분 이용율(%) = (처리구 양분 흡수량 - 무비구 양분 흡수량) / 비료공급량 × 100

통계처리는 SPSS 12.1.1을 이용하여 Duncan 다중검정을 통해 처리구간 유의차를 검정하였다

결과 및 고찰

토양의 무기 성분 함량

시험 전의 토양은 pH 7.46, 유기물 0.55%, 총질소 0.08%, 유효인산 63 mg kg⁻¹ 및 치환성 칼륨 0.07 cmol kg⁻¹로 잔디 생육에는 적합하였다(Ahn et al., 1992). 시험 전 토양에서 질소함량이 Ham et al. (2011)의 시험과 비슷한 결과를 보였다. 시험 종료 후 토양의 화학성을 분석한 결과, pH와 유효인산 등은 시험 전보다 증가하였고, 유기물은 감소하였으며, 대부분은 시험 전과 비슷한 결과를 보였다(Table 3). 시험 후 토양을 처리구별로 비교할 때, 대조구와 비슷하거나 약간 낮았고, 시험기간 중 토양화학성의 변화는 나타나지 않았으나 추후 장기적인 실험을 통해 추가적인 조사가 필요하였다.

잔디 품질 조사

DSCB의 처리방법에 따른 켄터키블루그래스의 생육변화

Table 3. Change of soil chemical properties before and after experiment in the study.

Treatment ^z	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g)	T-N (%)	Av- P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex-Cation (cmol _c kg ⁻¹)				CEC
						K	Ca	Mg	Na	
Before	7.46b ^y	0.79a	0.55a	0.02a	63b	0.07a	3.67a	0.43a	0.19a	2.20a
NF	7.83a	0.63a	0.43a	0.02a	61b	0.06a	2.31b	0.23b	0.11b	2.03a
CF	7.94a	0.60a	0.43a	0.02a	97a	0.08a	2.94ab	0.27b	0.14b	2.33a
DSCB	7.81a	0.67a	0.50a	0.03a	91a	0.06a	2.49b	0.22b	0.12b	2.20a
2DSCB	7.84a	0.59a	0.51a	0.03a	68ab	0.07a	3.12ab	0.27b	0.13b	2.13a
4DSCB-1	7.95a	0.63a	0.49a	0.03a	81ab	0.07a	2.49b	0.25b	0.12b	2.13a
4DSCB-2	7.89a	0.69a	0.47a	0.02a	75ab	0.07a	3.14ab	0.30b	0.14b	2.07a

^zTreatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatment applied a DSCB at every 60 days on May, July and September.

^yMeans with same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test 5% level.

를 확인하기 위해 시험기간 동안 엽색지수와 엽록소지수의 변화를 조사하였다(Fig. 1). 처리구별 엽색지수와 엽록소지수의 변화는 NF에서 시간이 경과할 수록 엽색지수가 감소하였고, CF, DSCB, 2DSCB 및 4DSCB-1처리구는 7월을 제외하고 서서히 증가하는 경향을 보였으며, 4DSCB-2는 7월과 8월에 엽색지수가 가장 낮았다. 생육기간 중 조사된 엽색지수와 엽록소지수의 평균값을 비교할 때, 엽색

지수는 NF에서 가장 낮았고, DSCB와 2DSCB는 CF와 비슷하였고, 4DSCB-1와 4DSCB-2는 CF 보다 낮았다. 엽록소지수는 NF에서 가장 낮았고, DSCB, 2DSCB, 4DSCB-1 및 4DSCB-2는 CF와 비슷한 결과를 보였다.

잔디 예지물 조사

잔디 생육기간 동안 처리구별 총 예지물량은 296.9~499.5 g

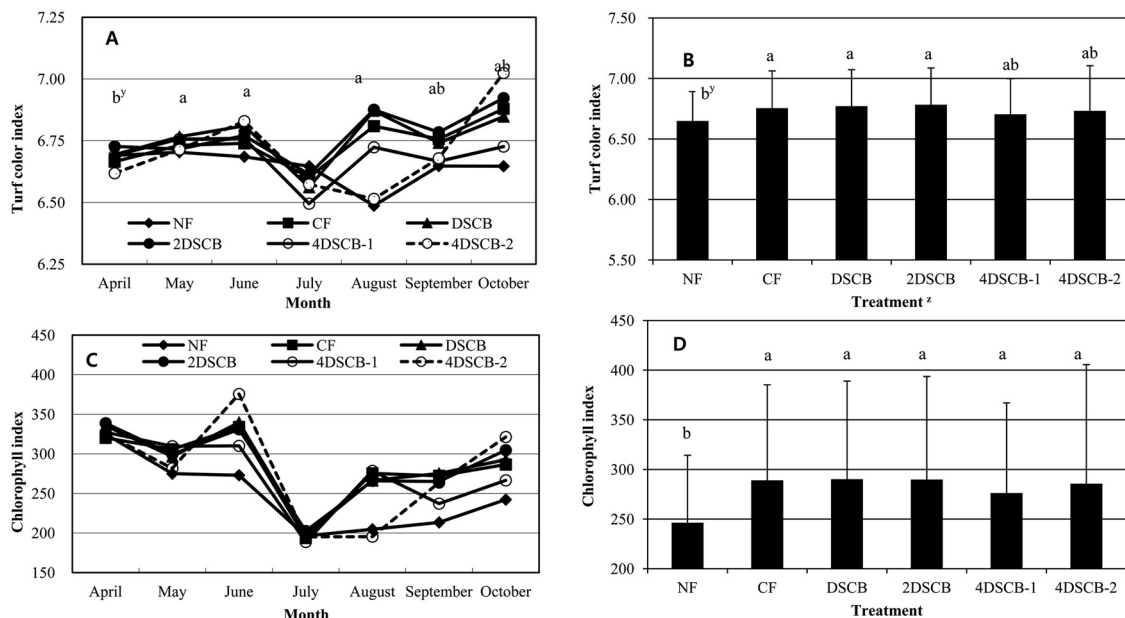


Fig. 1. The turf color index and chlorophyll index in Kentucky bluegrass by different DSCB application. A: change of turf color index; B: mean of turf color index during this experiment; C: change of chlorophyll index; D: mean of chlorophyll index during this experiment. ^z Treatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatment applied a DSCB at every 60 days on May, July and September. ^y Error bars indicated standard deviation and different letters indicated significant different at *p*=0.05 level according to DMRT test.

Table 4. The dry weight of clipping yield in Kentucky bluegrass applied DSCB (Unit : g m⁻²).

Treatment ^z	5/13	5/24	6/16	6/30	7/21	8/5	8/20	9/7	9/27	Sum
NF	47.0c ^y	52.6c	56.7b	27.6b	49.1b	17.8a	17.3bc	7.1a	21.8b	296.9c
CF	65.0bc	80.0ab	130.2a	34.2ab	60.1ab	21.9a	23.1abc	9.2a	41.0ab	464.7ab
DSCB	60.5bc	83.9ab	108.0a	46.6a	63.1ab	19.3a	28.0ab	10.0a	41.2ab	460.5ab
2DSCB	81.4b	89.1ab	114.4a	40.0ab	71.1a	21.0a	30.5a	8.9a	43.2ab	499.5a
4DSCB-1	107.8a	93.6a	111.2a	34.2ab	54.5b	17.9a	32.7a	11.3a	33.3ab	496.5a
4DSCB-2	42.3c	69.9bc	130.8a	48.0a	65.4ab	19.6a	14.9c	7.7a	49.4a	448.0b

^zTreatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatments applied a DSCB at every 60 days on May, Jury and September.

^yMeans with same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test 5% level.

m²으로 2DSCB와 4DSCB-1에서 높았다. 2DSCB와 4DSCB-1의 건물중은 NF보다 각각 68.6%와 67.2%씩 증가하였고, CF보다 각각 7.5%와 6.9%씩 증가하였다. 생육시기별 켄터키 블루그래스의 건물중은 고온기였던 8월 5일, 5월 20일 및 9월 7일 시료에서 낮았고, 기온이 잔디생육에 적합했던 5월과 6월 및 9월 27일 시료에서 높았으며, 시기별로 다소 차이는 있으나 2DSCB와 4DSCB-1에서 CF보다 높거나 비슷하였다(Table 4). 성분을 보충한 DSCB를 켄터키블루그래스의 생육에 이용하였을 때, 대조구와 비슷하거나 예지물량이 증가한다고 보고하여 본 결과와 동일한 결과를 얻을 수 있었고, 잔디 종류와 재배방법에 따라 다르게 나타났다고 보고하였다(Ham et al., 2011; Ham and Kim, 2011).

잔디 조직 조직의 무기성분 함량 및 흡수량

9월 27일 채취된 예지물을 건조하여 각종 성분을 분석한 결과 질소, 인산 및 칼리는 각각 2.85-3.59%, 0.29-0.38% 및 1.21-1.47%를 나타내었다(Table 5). 4DSCB-2에서 질소와 칼리가 높게 조사되었고, 이는 9월 초에 수행된 시비의 영향으로 판단되었다. 비록 9월 20일에 DSCB처리구에 시비가

수행되었으나 잔디 중 함유량이 CF와 비슷하여 잔디 중 급격한 양분변화에 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다. 9월에 시비되었으나 DSCB와 4DSCB-2가 다른 결과를 나타낸 것은 4DSCB의 비료 공급량이 DSCB의 약 4배로 과량이 공급되었기 때문으로 보인다. DSCB시비에 따른 켄터키블루 중 질소와 칼리 함량은 Ham et al. (2011)과 Kim et al. (2009)의 시험 종료 후 켄터키블루그래스의 양분함량과 비슷한 범위를 나타내었다.

DSCB의 처리방법에 따른 켄터키블루그래스의 양분흡수는 질소, 인 및 칼리에서 각각 9.60-17.91 g m⁻², 0.87-1.88 g m⁻², 3.60-6.81 g m⁻²로 나타났고, 모든 처리구는 NF보다 양분흡수량이 높았다. CF와 비교할 때, DSCB는 질소 흡수량은 CF와 비슷했고, 칼리 흡수량은 CF보다 증가하였으며, 2DSCB는 질소와 칼리함량 모두 CF보다 증가하였다. Ham et al. (2010)은 SCB저농도액비를 화학비료와 함께 크리핑벤트그래스에 시비할 때, 건물중과 질소흡수량이 각각 15%와 27%가 증가하다고 보고하였고, Ham et al. (2011)은 DSCB를 켄터키블루그래스에 시비할 때, 잔디의 건물중과 질소흡수량이 각각 36%와 32%씩 증가한다고 보고하여 본 연구에서의 결

Table 5. The nutrient content in tissue of Kentucky bluegrass applied DSCB (Unit : %).

Treatment ^z	N	P	K	Ca	Mg	Na
NF	3.30ab ^y	0.29a	1.21b	0.43a	0.19a	0.04a
CF	3.29ab	0.38a	1.28ab	0.36ab	0.17a	0.04a
DSCB	3.32ab	0.34a	1.37ab	0.38ab	0.18a	0.04a
2DSCB	3.59ab	0.38a	1.37ab	0.35b	0.18a	0.03a
4DSCB-1	2.85b	0.35a	1.31ab	0.40ab	0.19a	0.04a
4DSCB-2	4.06a	0.34a	1.47a	0.33b	0.18a	0.04a

^zTreatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatment applied a DSCB at every 60 days on May, Jury and September.

^yMeans with same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test 5% level.

Table 6. The nutrient uptake in Kentucky bluegrass by different DSCB application (Unit : g m⁻²).

Treatment ^z	N	P	K	Ca	Mg	Na
NF	9.60c ^y	0.87b	3.60c	1.27d	0.56c	0.12b
CF	15.29b	1.75a	5.93b	1.66bc	0.79b	0.19a
DSCB	15.31b	1.58a	6.32ab	1.77ab	0.84ab	0.18ab
2DSCB	17.91a	1.88a	6.81a	1.73ab	0.89ab	0.17ab
4DSCB-1	14.15b	1.72a	6.48ab	1.97a	0.95a	0.20a
4DSCB-2	18.18a	1.52a	6.58ab	1.48cd	0.81ab	0.16ab

^zTreatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatment applied a DSCB at every 60 days on May, Jury and September.

^yMeans with same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test 5% level.

과와 일치하였다. 잔디의 질소흡수량이 증가하면 잔디의 엽색과 시각적 품질이 향상되고(Kim et al., 2012), 인산과 칼리의 흡수 및 예지물량 등이 증가한다(Kussow et al., 2012). 본 연구에서도 DSCB를 한지형잔디에 시비할 때, 잔디의 질소흡수와 잔디생육이 향상되어 동일한 결과를 나타내었다.

처리구별 양분이용율은 질소가 23.0-43.4%, 인이 12.0-18.7%, 칼리가 15.1~20.8%를 나타내었고, 2DSCB와 4DSCB-2에서 질소, 인 및 칼리의 이용율이 증가하였다(Table 7). CF와 비교할 때, 2DSCB와 4DSCB-2의 질소이용율은 각각 46%와 51%씩 증가하였고, 칼리이용율은 43%와 28%씩 증가하였다.

일반적으로 잔디의 시비관리에서 비료 종류에 따른 양분 이용율은 속효성비료보다는 완효성비료를 시비할 때 증가하는 것으로 알려져 있고(Kim et al., 2009), 아미노산비료와 키토산비료와 같은 기능성비료를 시비할 때 양분흡수율과 이용율이 증가하는 것으로 보고되었다(Kim et al., 2003, 2014; Yoon et al., 2003). 이러한 완효성비료와 기능

성비료의 시비는 잔디의 시각적 품질이 향상되고, 잔디생육과 예지물생산을 증가하여 잔디의 양분흡수와 이용을 증가시킨다. 또한 질소시비는 잔디의 시각적 품질과 생육을 결정하는 중요한 비료성분으로서 잔디의 시비량에 따라 잔디의 생육이 증가하고, 인이나 칼리와 같은 다른 양분의 흡수와 이용이 증가하여 양분이용을 증가시킨다(Kopp and Guillard, 2002; Kussow et al., 2012). 그러나 질소의 과량 사용은 용탈이나 유거 등에 의해 골프장의 수질변화 및 오염의 원인이 되므로 시비 후 토양 중 유실을 줄이는 것이 매우 중요하다(Easton and Petrovic, 2003). 이러한 점을 고려할 때, DSCB의 시비는 한지형잔디의 양분흡수 및 양분이 용이 증가하여 잔디생육과 품질을 향상시키므로 친환경적인 코스관리에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

개량SCB저농도액비(DSCB)를 친환경적인 잔디관리에 이용하기 위하여 시비간격에 따른 켄터키블루그래스의 엽색지수, 엽록소지수, 잔디생육, 양분흡수 및 이용율을 바탕으로 DSCB의 적절한 시비방법을 평가하였다. 시험을 위한 처리구는 무처리(NF), 대조구(CF), 15일 간격으로 시비한 DSCB 처리구(DSCB), 30일 간격으로 시비한 DSCB처리구(2DSCB), 4월부터 60일 간격으로 시비한 DSCB처리구(4DSCB-1), 그리고 5월부터 60일 간격으로 시비한 DSCB처리구(4DSCB-2)으로 구분하였다. 잔디의 엽색지수는 DSCB와 2DSCB가 CF보다 높았고, 엽록소지수는 CF와 비슷하였다. 질소와 칼리의 흡수량 및 이용율과 예지물량은 2DSCB와 4DSCB에서 CF보다 증가하였다. 이러한 결과들로 종합할 때, DSCB는 월 1회 시비하는 것이 잔디의 양분흡수와 이용을 증가시켜 잔디생육과 품질을 향상시키는 것으로 알 수 있었다.

주요어: 개량 SCB 저농도액비 (DSCB), 잔디 엽색, 예지

Table 7. The nutrient available rate in Kentucky bluegrass by different DSCB application (Unit : %).

Treatment ^z	N	P	K
CF	28.8b ^y	16.3a	15.1b
DSCB	28.8b	13.0a	17.6ab
2DSCB	42.0a	18.7a	20.8a
4DSCB-1	23.0b	15.7a	18.6a
4DSCB-2	43.4a	12.0a	19.2a

^zTreatments were follows. NF: non-fertilizer; CF: control fertilizer; DSCB: treatment applied a DSCB at every 15 days; 2DSCB: treatment applied a DSCB at every 30 days; 4DSCB-1 treatment applied a DSCB at every 60 days on April, June and August; 4DSCB-2 treatment applied a DSCB at every 60 days on May, Jury and September.

^yMeans with same letters within column are not significantly different by Duncan's multiple range test 5% level.

물량, 양분 흡수

Acknowledgement

This study was supported by a AGENDA(No: PJ008456) grant of Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ahn, Y.T., Kim, S.T., Kim, I.S., Kim, J.W., Kim, H.J., et al. 1992. Standard and practice for management in golf course. KTRI, Seongnam, Korea. (In Korean)
- Easton, Z.M. and Petrovic, A.M. 2003. Fertilizer source effect on ground and surface water quality in drainage from turfgrass. *J. Environ. Qual.* 33:645-665.
- Ham, S.K. and Kim, Y.S. 2011. The effect of developed SCB liquid fertilizer on the growth of creeping bentgrass. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(1):100-105. (In Korean)
- Ham, S.K., Kim, Y.S., Kim, T.S., Kim, K.S. and Park, C.H. 2009. The effect of SCB (slurry composting and biofilter) liquid fertilizer on growth of creeping bentgrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 23(1):91-100. (In Korean)
- Ham, S.K., Kim, Y.S. and Lim, H.J. 2011. The effect of developed SCB liquid fertilizer on the growth of Kentucky bluegrass. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(1):73-78. (In Korean)
- Ham, S.K., Kim, Y.S. and Park, C.H. 2010. The growth effects of creeping bentgrass by SCB (slurry composting and biofiltration) liquid fertilizer application. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(1):56-61. (In Korean)
- Jung, K.Y., Cho, N.J. and Jeong, Y.G. 1998. Comparison of liquid composting efficiency using liquid pig different condition. *Korean J. Environ, Agric.* 17(4):301-305. (In Korean)
- Jung, K.S., Heu, S.G., Roh, E.J.L., Lee, D.W., Yun, J.C., et al. 2011. Prevalence of pathogenic bacteria in livestock manure compost and organic fertilizer. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(5):824-829. (In Korean)
- Kang, B.K., Jung, H.H. and Kim, K.S. 2010. Effect of slurry composted and biofiltered solution as an organic fertilizer on the growth of zoysiagrass. *Hort. Environ. Biotechnol.* 51(6):507-512.
- Kim, J.W., Kim, C.H., Baeck, J.H., Lee, D.J., Choi, Y.S. and Hur, S.S. 2001. An Introduction to Soil and Fertilizer. Sunjin Press, Goyang, Korea. pp. 240-258. (In Korean)
- Kim, M.K., Jung, G.B., Hong, S.C., Kang, S.S. and Kwon, S.I. 2011. Inactivation of *Escherichia coli* in surface water of saturated soil with the pig manure-based liquid fertilizers by ultraviolet radiation. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(3):368-370. (In Korean)
- Kim, Y.S., Ham, S.K. and Lim, H.J. 2012. Monitoring of soil chemical properties and pond water quality in golf courses after application of SCB liquid fertilizer. *Asian J. Turfgrass Sci.* 26(1):44-53. (In Korean)
- Kim, Y.S., Ham, S.K., Lee, J.P. and Hwang, Y.S. 2012. The growth effects of creeping bentgrass by application of liquid fertilizer with saponin and liquid fertilizer with amino acid. *Asian J. Turfgrass Sci.* 26(1):54-59. (In Korean)
- Kim, Y.S., Ham, S.K. Lee, J.P., Hwang, Y.S. and Lee, K.S. 2014. Effects of two amino acid fertilizers on growth of creeping bentgrass and nitrogen uptake. *Weed Turf. Sci.* 3(3):246-252. (In Korean)
- Kim, Y.S., Kim, T.S., Ham, S.K., Bang, S.W. and Lee, C.E. 2009. The effect of compound fertilizer contained slow release nitrogen on turfgrass growth in Kentucky bluegrass and on nitrogen change in root zone. *Kor. Turfgrass Sci.* 23(1):101-110. (In Korean)
- Kim, Y.S., Lee, K.S. and Ham, S.G. 2003. The effect of liquid fertilizer contained amino acids on the growth of bentgrass (*Agrostis palustis* Huds) and the chemical characteristics of soil. *Kor. Turfgrass Sci.* 17(4):147-154. (In Korean)
- Kopp, K.L. and Guillard, K. 2002. Clipping management and nitrogen fertilization of turfgrass: growth, nitrogen utilization and quality. *Crop Sci.* 42:1225-1231.
- Kussow, W.R., Soldat, D.J., Kreuser, W.C. and Houlihan, S.M. 2012. Evidence, regulation, and consequences of nitrogen-driven nutrient demand by turfgrass. *International Scholarly Research Network Agronomy* 10:1-9.
- Lee, S.B., Cho, K.M., Bail, M.H., Lee, J.J., Oh, Y.J. et al. 2011. Effects of application method of pig compost and liquid pig manure on yield of whole crop barley (*hordeum vulgare* L.) and chemical properties of soil in Ghehwa reclaimed land. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(3):353-360. (In Korean)
- Lee, K.H., Yoo, H.H., Park, E.J., Jung, Y.I., Tipayno, S.C., et al. 2011. Effect of swine liquid manure on soil chemical properties and growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Korean J. Environ. Agric.* 24(2):177-122. (In Korean)
- Lim, T.J., Hong, D.D., kim, S.H. and Park J.M. 2008. Evaluation of yield and quality from red pepper for application rates of pig slurry composting biofiltration. *Korean J. Environ. Agric.* 27(2):171-177. (In Korean)
- MAFRA. 2013. Statistical research annual report of agriculture, food and rural affairs. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Seoul, Korea. (In Korean).
- MAFRA. 2014. Statistical research annual report of agriculture, food and rural affairs. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Seoul, Korea. (In Korean).

- Nam, Y., Yong, S.H. and Song, K.K. 2011. Evaluating quality of fertilizer manufactured (livestock manure compost) with different sources in Korea. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(5):22-527. (In Korean)
- NIAST. 1998. The chemical analysis of soil. NIAST. (In Korean)
- Park, J.M., Lim, T.J., Kang, S.B., Lee, I.B. and Kang, Y.I. 2010. Effect of pig slurry fertigation on soil chemical properties and yield of tomato(*Lycopersicon esculentum* Mill.). Korean J. Soil Sci. Fert. 43(5):488-493. (In Korean)
- RDA. 2009. Improvement of the swine slurry treatment and land application technology for recycling. RDA. pp. 1-50. (In Korean)
- Yoon, O.S., Kim, K.S. and Lee, J.S. 2006. Effects of chitosan on growth responses of creeping bentgrass (*agrostis palustris* H.). Kor. Turfgrass Sci. 20(2):164-174. (In Korean)