

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 founded in 1981 and 1987, respectively.

한지형 잔디의 피복 율과 생육 증진을 위한 유기질비료 제제의 살포

구준학¹ · 허혁재¹ · 김양선¹ · 윤정호¹ · 장석원¹ · 전종엽² · 장태현^{2*}

¹(주)한울, ²경북대학교 생태환경대학 식물자원환경전공

Application of Organic Fertilizer Preparation for Increasing of Coverage and Growth of Cool Season Turfgrasses

Jun Hwak Koo¹, Hyug Jae Heo¹, Yang Sun Kim¹, Jeong Ho Yun¹, Seog Won Chang¹, Jong Yeob Jeon², and Tae hyun Chang^{2*}

¹Hanul Co., Ltd, Habcheon, Gyeongnam, 712-714, Korea

²Plant Resources and Environment Major, College of Ecology and Environmental Science, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk 741-711, Korea

ABSTRACT. Organic fertilizer preparation was developed with organic materials to improve growth and qualities of cool-season turfgrass species. Organic fertilizer preparation were contained with essential macronutrient elements and organic matter for growth of cool season turfgrass. Four preparations of organic fertilizers were tested on creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds) cultivar Penn-A1 and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) by one time application on fifty days after sowing. Two species of cool season turfgrasses were evaluated on turfgrass coverage, growth on NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and qualities from fall season to spring season in sod producing farm. It were found significantly difference found on turfgrass coverage, turf color, chlorophyll contents and growth increase on two species of cool season turfgrasses. Turfgrass coverage, chlorophyll content, turf color and growth increase of organic fertilizer preparation were significantly increased on creeping bentgrass cultivar and Kentucky bluegrass mixed cultivar for six time investigation in spring season. These results may indicate that the use of some preparation is beneficial for sod producing sod and turfgrass management.

Key words: Chlorophyll contents, Organic fertilizer preparation, Organic materials, Turfgrass coverage

Received on March 2, 2015; Revised on September 20, 2015; Accepted on September 22, 2015

*Corresponding author: Phone) +82-54-530-1204, Fax) +82-54-530-1209; E-mail) thchang@knu.ac.kr

© 2015 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/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

대부분의 잔디는 통기성이 좋고 유기물이 함유된 모래 토양에서 생육을 잘하는데, 유기물은 토양에서 보습과 보비를 좋게 하고, 토양미생물의 다양성과 활성을 증가시키며 토양입단형성을 좋게 함으로 뗏장잔디의 생산과 관리에 반드시 필요한 물질이다(Beard, 1973). 그러나 유기물을 골프장 잔디나 뗏장잔디 생산지 토양에 공급하기에 좋은 유기물의 종류와 그린에 사용에 적합한 제품들이 많이 개발되어 있지 않아서 유기물의 선택과 사용에 어려움이 있다.

유기질비료에는 유기태 질소(N), 인산, 가리 및 유기물을

많이 함유하고 있어 잔디재배나 관리에서 필수적인 물질이다(Beryln and Russo, 1990. 잔디는 벼과 작물로 생육기간에 많은 질소(N)를 요구한다. 잔디 생육에 필수영양소인 N는 잔디의 색과 품질을 좋게 하고, 운동이나 트래픽 등에 의한 상처 피해로부터 회복을 빠르게 한다(Beryln and Russo, 1990; Chang, 2010), 잔디에 사용하는 유기물은 N함량이 높으면서 유기물 함량이 높은 물질을 선발하는 것이 필요하게 되었다.

골프장이나 잔디생산지에 품질 좋은 잔디의 관리를 위해서 유기물과 질소원 공급에 적합한 상업용 제품이 필요하다. 현재 유기질비료로 유통되는 제품의 형태는 입자가

크고 균일하지 못한 입상과 펠릿 형의 제품들이 있다. 이들 제품들은 입자의 크기는 직경 4~5 mm와 길이 10~15 mm 크기 정도로 그린에는 사용할 수 없다. 페어웨이에 사용시에도 사용 후 잔디표면에 남아있어, 경기에 지장을 초래할 뿐만 아니라, 미관상 좋지 않고, 입자가 잘 분해가 되지 않고 잔디 위에 그대로 남아 있어 고온과 관수에 의해 잔디 잎이 타는 비해가 발생하기도 하여 사용을 기피하고 있다.

식물유래 유기물을 함유하고 있는 유박류는 잔디생육을 지속적으로 증진시키는 유기태 질소를 비롯한 여러 종류의 무기성분들을 함유하고 있다(Beryln and Russo, 1990). 피마자박(caster meal)과 채종유박(rapeseed meal)은 종자를 수확하여 기름을 짜고 남은 부산물로 농업이나 가축사료에 주로 이용되지만, 유기태질소원인 단백질의 함량이 높고, 유기물 함량이 높아 현재 비료관리법에 유기질비료의 원료로 사용하는 중요한 물질이다(Official Standard of Commercial Fertilizer, 2010). 미강박(rice bran meal)도 유기질비료의 원료로 벼를 수확하여 도정하는 과정에서 나온 쌀겨를 기름을 짜고 남은 부산물로 농업 이외도 이용가치가 높은 유기자원이다.

유기물은 토양에 유기물을 공급하는 공급원과 동시에 N, P, K등을 공급 할 수 있어 농작물 재배에서 주로 사용되며 토양에 시비할 경우 식물생장은 증진시킬 뿐만 아니라 토양의 입단형성 등의 토양 물리성을 개선하는 효과가 높아(Cesco et al., 2002; Chang et al., 2007), 잔디에도 이들 물질을 공급할 경우, 유기태 T-N 및 유기물 공급에 의한 잔디생육을 증진과 토양이화학 개선으로 토양생물의 다양성을 증진시킨다(Barneix and Causin, 1996). 하지만 잔디는 일반 농작물과는 재배환경이나 관리에 큰 차이가 있으므로 잔디에 사용하기 적합한 형태의 제품으로 공급되어야 하며, 아울러 사용의 편리성과 사용효과가 높아야 하고, 유기물의 함량도 높으면서 가격이 싸고, 공급이 원활한 물질이 좋다.

본 시험은 선발된 3종의 유기질비료 원료물질을 이용하여 원료의 조성비율과 N, P K함량이 다른 4종을 개발하여 잔디의 포장조성과 잔디관리에 사용하기 위하여 잔디 생육기에 살포하여 잔디포장의 조성을 빠르게 하는 잔디 피복율과 생장에 미치는 영향을 조사하여 상업용 잔디전용 유기질비료를 개발하고 기초자료를 잔디생산과 관리에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

유기질비료의 제제 개발

친환경 유기질 비료의 개발 제제는 잔디에 사용할 경우 분해가 빠르고, 잔디 잎과 줄기 사이로 잘 스며들 수 있는

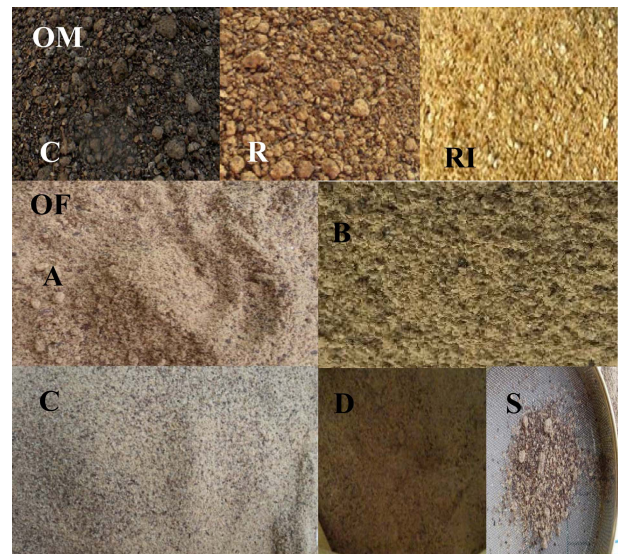


Fig. 1. Organic materials (OM) and developed organic fertilizers preparations (OF). C: Caster seed meal; R: Rape seed meal; RI: Rice bran meal; A: OF-A; B: OF-B; C: OF-C; D: OF-D; S: 2 mm sieve; Developed organic fertilizer preparations were made of caster seed meal, rape seed meal, and rice bran meal after grinding.

크기를 고려하여 몇 단계 개발과정을 거쳐 개발하였다. 유기질비료의 제제 개발은 잔디의 필수 성분인 N, P, K성분과 유기물을 많이 함유하고 있는 피마자박, 채종유박 및 미강박을 원료물질로 선발하여 사용하였다(Fig. 1). 이들 물질을 이용한 제제 개발은 일정한 입자의 크기로 만들기 위하여 각 원료를 건식분쇄기(Pin Crusher, 성장기계)에서 분쇄 후 2 mm채를 통과한 원료물질을 사용하여(Fig. 1), N, P, K의 함량을 고려하여 조성을 다르게 하여 혼합기(PDM-series, 성장기계)에서 혼합하였다. 개발 제제는 실내에서 고온과 저온에서 물리화학성의 변화를 조사하였다. 실내 시험을 통하여 최종 선발된 개발 4종의 화학적인 특성은 Table 1과 같고 이를 공시재료로 사용하여 잔디 조성을 위한 피복율에 미치는 효과와 잔디생육효과를 조사하였다.

잔디조성 및 공시제제 처리

본 연구는 (주)한울 기업부설연구소에서 뗏장잔디 생산을 위해 조성된 포장에서 시험을 수행하였다(Fig. 2). 시험용 잔디는 한지형 잔디인 Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)의 혼합품종(Midnight 33.3%, Moonlight 33.3%와 Prosperity 33.3%)과 creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.)의 품종인 PennA-1을 사용하였다. 잔디종자의 파종은 2013년 9월 16일에 하였고, 파종량은 재배농가의 관행량으로 권장량보다는 많은 양을 파종하였는데, Kentucky bluegrass는 24 g m⁻², creeping bentgrass는 15 g m⁻²을 회전식 파종기를 이용하여



Fig. 2. Field trials. Kentucky bluegrass (KBG) mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) and creeping bentgrass (CBG) cultivar 'Penn-A1'. Turf seeds were sown on September 6, 2013. Application of developed preparation was applied on November 5, 2013.

실시하였다. 발아 후 잔디 관리는 한지형 잔디의 관행적인 관리기준에 준하여 시비를 제외한 관수나 예초 작업 등을 실시하였다.

시험물질은 유기질비료(organic fertilizer: OF)로 개발하기 위한 개발 제제는 유기물과 총 질소 함량(T-N)이 높은 3종류의 유박을 선별하고, 이들 유박을 사용하여 입자를 균일하게 분쇄 하고 2 mm채로 친 후 파우더 타입으로 만든 것으로 원료물질의 함량과 T-N, 인산(P_2O_5) 및 가리(K_2O) 함량이 다른 4종류의 제제(OF-A, OF-B, OF-C, OF-D)를 개발하여 공시용으로 사용하였다. 대조구는 유기물의 분해에 의한 질소의 이용을 고려하여 잔디용 완효성 비료(CrF: 18-8-9)를 사용하였고, 시중 판매하는 지렁이 분변토 제품(Earthworm garden (EW))은 모래토양의 물리성에 미치는 영향을 고려하여 토비(주)를 사용하였다. 처리구의 면적은 3 m^2 ($2\text{ m} \times 1.5\text{ m}$) 크기로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 개발 제제의 시비량은 각각 $1\text{ kg } 3\text{ m}^2$ 을 모래와 혼용하여 사용하였다. 개발 제제의 처리구 당 N함량은 OF-A는 12.37 g m^{-2} , OF-B는 10.3 g m^{-2} , OF-C는 13.7 g m^{-2} , 및 OF-D는 12.7 g m^{-2} 이다. 대조구로 사용한 완효성 비료는 $150\text{ g } 3\text{ m}^2$ 을 시비함으로 처리구 당 N함량은 9 g m^{-2} 이며, 지렁이 분변토의 시비량은 $1.5\text{ kg } 3\text{ m}^2$ 로 하여 처리구 당 N 함량은 0.8 g m^{-2} 이었다. 모든 처리구의 공시제제 시비 시기는 파종 후 50일인 2013년 11월 5일에 1회 시비만 하였다(Fig. 1).

잔디 생육효과 조사

공시제제의 시비 후 잔디의 지상부 생육조사는 Kentucky bluegrass와 creeping bluegrass에 대하여 잔디의 피복율, 엽색, 엽록소 함량 및 생장에 대한 조사는 Chang et al. (2009) 방법에 따라서 조사하였다. 2013년도 잔디파종 후 가을철 잔디 피복율 조사는 공시제제 처리 전 인 2013년 11월 5일에 조사를 하고 공시제제를 1회 살포하였다. 공시제제 살

포 후 잔디 피복율 조사는 살포10일 후인 11월15일에 조사 1차 조사하고, 그 후 10일 간격으로 11월 25일과 12월 05일에 조사를 하였다. 봄철 잔디 피복율 조사는 2014년 3월 7일부터 10일 간격 6회 경시적인 조사를 실시하였다.

잔디의 엽색, 엽록소 함량 및 생장량 조사는 2014년 3월 7일부터 10일 간격 6회를 경시적으로 조사하였다. 잔디 엽색(GCI) 조사는 Chang et al. (2009) 방법에 따라서 Field Scout TCM500 NDVI turf color meter (Spectrum Technologies Inc., USA)을 사용하여 측정하였다. 조사는 햇빛이 있는 날에 측정하였고, 측정원리는 붉은색파장은 660 nm 와 적외선의 분광 밴드(spectral bands) 파장인 850 nm 의 파장 범위에서 잔디로부터 반사되는 빛을 측정하여 지수화 한 값(index)의 수치를 사용하였다. 잔디의 엽록소 함량조사는 Chang et al. (2009) 방법에 따라서 Field Scout CM1000 Chlorophyll Meter (Spectrum Technologies Inc., USA)을 이용하여 측정하였다. 잔디 위에 엽록소 함량 측정은 $700\text{ nm} \sim 840\text{ nm}$ 의 빛의 파장을 감지하여 엽록소함량을 0~999까지 index로 수치화한 것으로, 측정거리가 28.4 cm 에서 측정할 경우 위에 측정 직경은 1.10 cm 이다. 잔디의 생장지수 조사는 Chang et al. (2009) 방법에 따라서 Field Scout CM1000 NDVI Meter (Spectrum Technologies Inc., USA)을 사용하여 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 값으로 나타내었다. 생장지수 값은 가시광선과 근적외선에서 녹색 식물의 반사율 차이가 크게 나는 것을 이용하는 원리로 NDVI 값은 -1과 1사이에 분포하며, 산출 공식은 다음과 같다.

$NIR =$ 근적외선 관측치(Landsat 7 ETM+의 경우에는 band 4를 이용)

$VIS =$ 가시영역의 관측치(분광되고 있는 경우는 적색영역, Landsat 7 ETM+의 경우에는 band 3를 이용)

잔디의 뿌리생육 조사

공시제제의 시용에 따른 잔디의 지하부 생육(뿌리발달)에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Kentucky bluegrass와 creeping bluegrass에 뿌리깊이를 조사하였다. 뿌리깊이는 공시제제 살포 후 30일 2013년 12월5일 Mascaro Profile Sampler, MPS1-S (W2 × L8 × D18 cm, Turf-tech Inc.)를 이용하여 샘플을 채취한 뒤 뿌리깊이를 조사하였고, 2014년에는 3월 19일 1회조사 후 20일간격으로 4월 9일과 4월 28일에 조사하였다.

토양 화학성 조사

유기질비료 개발 제제의 살포에 따른 토양 화학성 조사를 위하여 시험이 종료된 2014년 4월 28일 처리구별로 토양을 채취하여 분석하였다. 분석항목은 pH (1:5), 전기전도도(EC), 유기물(OM), 총질소(T-N), 유효인산(Av-P₂O₅), 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na)등이고, 분석방법은 토양화학분석법에 준하여 분석하였다.

통계분석

모든 조사항목에 대한 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 유의성을 분석하였다. 각각 처리구에 대한 잔디 엽색, 엽록소함량 및 생육지수에 대하여 종간에 Fit Y by X 모델에서 one way 분석을 통하여 평균(means)에 대한 처리구간의 유의성분석, ANOVA 분석, T-test와 표준편차 및 all pairs, Tukey HSD를 분석 하였고, Fisher's protected least significant difference (LSD) test도 분석하였다(SAS Institute Inc., 2001, USA).

결과 및 고찰

잔디 피복율

Kentucky bluegrass의 피복율

Kentucky bluegrass의 잔디 피복율에 미치는 효과를 조사한 결과는 Fig. 3A과 같다. 공시제제 살포직전에 잔디의 피복율을 조사한 결과 모든 처리구가 12-15%의 잔디 피복율을 보였다. 2013년 가을, 공시제제 살포 후 10일, 20일 및 30일 조사에서 잔디 피복율은 처리구와 무처리구간에 큰 차이를 보였으며, 통계적인 유의성의 차이를 보였다(Fig. 3A).

개발 제제의 모든 처리구가 대조구인 완효성비료(CrF) 처리구와 지렁이 분변토(Earthworm) 처리구 대비 잔디 생육에 의한 피복율이 뚜렷한 차이를 보였으며, 경시적으로 점차 증가하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 3A).

2014년 3월17일부터 10일간격으로 4월 26일까지 경시적으로 조사한 결과, 처리구간 통계적인 유의성의 차이를 보였다. 개발 제제의 4종류 처리구간에도 경시적으로 뚜렷한

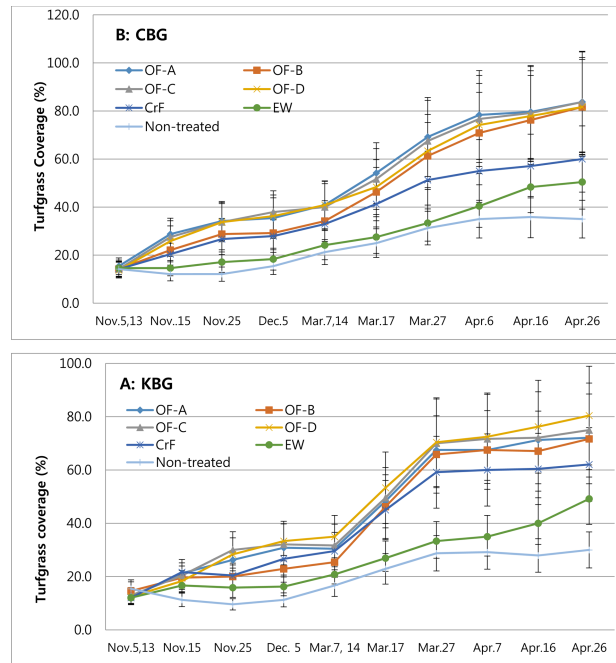


Fig. 3. Turfgrass coverage from Nov. 5, 2013 to April 26, 2014. OF: Organic fertilizer preparation; A-D: Kind of developed organic fertilizers preparation; CrF: slow release fertilizer (N: 18%; P₂O₅: 8%; K₂O: 9%). Developed preparation was applied with one time on November 5, 2013. Data collection was made on from March 7 to April 26, 2014. Bars represent the mean of 3 replications and standard deviation. It was significantly different at P=0.05 of each days according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test (not shown).

차이를 보였다(Fig. 3A). OF-C와 OF-D 처리구가 OF-A와 B처리구 대비 통계적으로 유의성의 차이를 보였다. 잔디 피복율의 증가는 3월 7일 조사 후 개발 제제 처리구는 조사가 끝나는 시점까지 경시적으로 꾸준히 증가하여 모든 처리구에서 70% 이상 피복율 상승을 나타낸 반면, 완효성비료 처리구는 62% 피복율을 보이는데 그쳤다.

Creeping bluegrass의 피복율

Creeping bluegrass의 조성 포장에도 Kentucky bluegrass의 시험포와 동일한 조건으로 시험을 수행한 후 피복율을 조사하였다. 모든 공시 제제를 살포하기 직전에 조사한 잔디 피복율은 전체 처리구에서 약 13~15%의 피복율을 보였다. 개발 제제의 처리구에 잔디 피복율을 경시적으로 조사한 결과, Kentucky bluegrass와 같이 유사한 통계적인 유의성의 차이를 보였다(Fig. 3B). 2013년 가을철 잔디 피복율은 개발 제제 4종류 처리구와 대조구에서 경시적으로 뚜렷하게 피복율이 상승하는 것을 볼 수 있었다. 개발 제제의 4종류 처리구간에도 Kentucky bluegrass의 피복율과 유사한 결과를 볼 수 있었는데, OF-C와 OF-D처리구가 OF-B처리구보다 우수하였다.

2014년 봄철, 3월부터 10일 간격 6회 경시적으로 잔디 피복율을 조사에도 처리구간에 잔디 생장에 의한 피복율에서 통계적인 유의차이를 보였다(Fig. 3B). 개발 제제 4종류의 처리구간에는 통계적인 유의성은 나타나지 않았다. 생육초기에는 OF-C, OF-D 및 OF-A처리구가 피복율이 우수하였지만, 생육이 왕성해지는 조사 후반기에는 OF-B제제도 왕성한 생장으로 피복율이 증가하여 조사 최종 일에는 80% 이상 피복율을 보였다.

본시험에서 잔디의 생장이 정지하는 휴면은 2013년 12월 초순부터 휴면에 돌입함으로써 12월 중순 이후부터 2014년 2월까지의 신초 발생을 관찰할 수 없었다. 개발 제제의 살포에 의한 잔디의 피복율은 2013년 생장이 느린 가을철과 2014년 생장이 완성한 봄철 조사에서 처리구간에 유사한 경향을 보였지만, 잔디의 생장이 빠른 2014년 봄철에 피복율의 차이가 크다는 것을 볼 수 있었다. 개발 제제의 4종류 처리구간에는 두 시즌 동안 두 종류의 잔디에서 잔디생장에 의한 피복율은 OF-C와 OF-D처리구에서 가장 우수하였고, 잔디의 생장이 빠른 봄철 후반기에는 OF-A와 OF-B처리구에서도 피복율이 크게 증가하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 3B).

특히 개발 제제의 4종류 중에서 잔디 피복 효과에서 차이를 보인 OF-A, OF-C 및 OF-D는 2013년 12월 5일 조사에서 다른 처리구보다 30% 이상의 피복율을 보임으로서 파종 후 잔디의 초기 생육을 증진시키는 것으로 조사되었다. 모든 처리구 중에서 가을철과 봄철에 효과가 가장 우수한 처리구는 OF-C이다. OF-C제제의 특성은 사용원료 중에서 상대적으로 N 함량이 높은 채종유박의 비율이 높아 T-N함량이 4.1%이다. 반면, 개발 제제 종류 간에 상대적으로 잔디 피복율에 대한 효과가 낮은 OF-B는 T-N함량이 3.3%이었고, 사용 원료 중에는 인산함량이 높은 미강박의 비율이 높다.

따라서 본시험에서 개발 제제의 중에서 T-N함량이 높은 OF-C와 OF-D가 잔디 신초 발생에 매우 유리하게 작용한 반면, OF-B는 상대적으로 성장반응이 약하다는 것을 볼 수 있었다. 개발 제제의 살포에 의한 잔디 피복율이 증가되는 것은 다른 처리구 대비 상대적으로 신초의 발생이 많았다는 것을 볼 수 있었다. 반면 무처리구와 지령이 분변토는 잔디 생육이 왕성한 시기인 봄철에도 상대적으로 생육 반응이 빠르지 않은 것을 볼 수 있었다.

본시험에서 사용한 개발제제는 잔디용 유기질비료를 개발하기 위하여 비료관리법규에 유기질비료의 원료로 사용할 수 있는 피마자박, 채종유박 및 미강박을 선별하여 Table 1과 같이 화학적 성분이 다른 조성비로 만들었으며, 기존 시판되는 유기질비료의 단점인 살포 후 느린 분해성과 이용 효율 등을 고려하여 분해가 빠른 분상으로 개발하였다

Table 1. Chemical properties of developed organic fertilizers preparation (OF) used in this study.

Treatment ^s	Chemical properties			
	OM (%) ^y	T-N (%) ^z	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
OF-A	80.2	3.7	2.4	1.3
OF-B	81.0	3.3	2.7	1.5
OF-C	80.2	4.1	2.3	1.2
OF-D	81.3	3.8	2.0	1.2

^sOF-A~D: Organic fertilizers preparation.

^yOM: Organic matter.

^zT-N: Total nitrogen.

(Fig. 1). 분상은 입상이나 펠렛 타입에 비하여 분해가 빠르고, 모래를 배토할 때 모래와 함께 혼합하여 사용할 수 있도록 개발되었다.

개발제제의 사용효과는 빠르게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 시비 후 토양에서 쉽게 분해가 되어 잔디의 성장을 증대시키는 효과가 빠르게 나타난 것은 유기물의 분해를 쉽게 하기 위하여 원료물질을 2 mm이하로 분쇄하여 원료를 혼합한 것과 사용시 모래와 혼합하여 시비한 것이 분해를 빠르게 한 것으로 볼 수 있다. 이는 잔디 피복효과가 가장 좋은 결과를 보인 제제에 T-N 함량이 가장 높은 것에서 알 수 있다.

개발 제제에 사용한 원료 별 특성을 보면, 피마자박은 잔디에 가장 많이 필요로 하는 유기태 T-N가 4% 함유되어 있고, 인산과 가리는 각각 1%를 함유하고 있다. 유기물도 80% 이상 함유하고 있어 토양에 유기물공급원으로도 좋아 충분히 사용할 경우 토양의 보수성과 통기성을 좋게 하고 토양의 입단형성을 좋게 하는 효과가 있을 것으로 기대된다(Chang and Yoon, 2011; Oh et al., 2013). 채종유박은 3종의 유기질원료 중에서 T-N함량이 가장 높은 5.3%를 함유하고 있으나, 토양에 시용 시 토양에 빠르게 분해가 되어 짧은 시간에 질소 이용율은 높이지만 상대적으로 토양 유기물 함량을 높이는 효과는 적으나 화학비료 보다는 염류 농도가 낮고, 토양의 입단 구조를 증가시키는 효과가 있다(Oh et al., 2013). 미강박은 N원인 단백질 함량이 7~11%와 인산을 4%이상 함유하고 있고, 유기물은 80%이상이고, 비타민 등 다른 무기 염류를 많이 함유하고 있어 토양의 생물상이나 보수와 보비 및 입단 형성 등 토양물리성의 향상에 좋은 물질이다(Chang et al., 2007).

그러므로 개발 제제를 골프장이나 잔디 생산 농장에 잔디 조성을 좋게 하기 위해서는 파종 후 일정한 기간 잔디가 성장한 후에 모래에다 개발 제제를 혼합하여 살포할 경우 잔디에 생장에 필수적인 T-N공급과 유기물을 공급함으

Table 2. Turf color on Kentucky bluegrass mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) and creeping bentgrass cultivar 'Penn-A1' by soil application with developed organic fertilizers preparation.

Treatments ^x	Kentucky bluegrass mixed cultivars in 2014					
	Mar. 7 ^y	Mar. 17	Mar. 27	Apr. 6	Apr. 16	Apr. 26
OF-A	5.43a ^z	6.00a	6.26a	6.26a	6.36a	6.37a
OF-B	5.34a	5.86a	6.20a	6.22a	6.31a	6.33a
OF-C	5.45a	5.94a	6.29a	6.27a	6.38a	6.40a
OF-D	5.41a	5.90a	6.24a	6.28a	6.33a	6.35a
CrF	4.87b	5.37ab	5.72b	5.60b	5.91b	6.05b
EW	3.60c	4.16b	4.52c	4.53bc	4.86c	5.11c
Non-Treated	3.08d	3.57c	3.92d	4.00c	4.12d	4.33d
LSD value	0.30	0.29	0.30	0.27	0.19	0.15

Treatments ^x	Creeping bentgrass cultivar in 2014					
	Mar. 7 ^y	Mar. 17	Mar. 27	Apr. 6	Apr. 16	Apr. 26
OF-A	4.34a ^z	4.87a	5.32a	5.75a	6.23a	6.30a
OF-B	4.15b	4.80a	5.32a	5.59b	6.17a	6.14ab
OF-C	4.41a	4.92a	5.34a	5.78a	6.25a	6.32a
OF-D	4.38a	4.83a	5.34a	5.74a	6.22a	6.29a
CrF	4.03b	4.49b	5.06b	5.46c	5.68b	5.83bc
EW	3.71c	4.42b	4.95b	5.23d	5.34bc	5.49cd
Non-Treated	3.58d	4.37b	4.93b	5.20d	5.23c	5.41d
LSD value	0.12	0.12	0.15	0.10	0.40	0.38

^xOF-A~D: Developed organic fertilizer preparation; CrF: slow release fertilizer; EW: Earth worm.

^yData collection was made on from March 7 to April 26, 2014, and was investigated using turf color meter (Field Scout TCM500 NDVI).

^zValues in column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

Preparation was applied with 1 time on November 5, 2013.

로 잔디 포장 조성 속도를 빠르게 할 수 있고, 잔디의 생육 관리에 좋을 것으로 생각된다(Mangiafico and Guillard, 2007).

잔디 엽색

Kentucky bluegrass와 creeping bentgrass의 엽색은 잔디 피복 상태를 고려하여 2014년 봄철에 3월 7일부터 10일 간격 6회 조사한 결과는 Table 2와 같다. 개발 제제의 모든 처리구가 대조구보다 잔디 엽색에서 통계적으로 유의성의 차이를 보였다. 그러나 개발 제제의 처리구 간에는 통계적인 유의차이는 없었다. 처리구중에서 엽색 증진에 가장 좋은 처리구는 OF-C와 OF-D이었다.

두 종류의 잔디에서 처리구간의 엽색 증진에 미치는 영향은 통계적으로 유사한 유의성의 차이를 보였다. 개발 제제 4처리구 모두가 완효성비료 처리구보다 엽색이 1회 조사부터 10일간 6회 조사 시까지 지속적으로 증진되었다.

잔디는 벼과 작물로 N함량이 전체 40%이상 함유하는 식

물로 꾸준한 N의 공급이 필요하며, N의 중요성도 매우 크다(Barneix and Causin, 1996).

본시험은 토양에 시비한 N원은 개발제제는 유기태 N이고, 완효성비료는 무기태N원으로 잔디의 반응을 비교 관찰할 수 있었다. 개발 제제로 공급한 유기태 N원은 토양 미생물에 의하여 분해되어 $\text{NH}_4\text{-N}$ 가 되고, $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 다시 질산화작용을 거쳐 $\text{NO}_3\text{-N}$ 로 바뀌어 잔디에 흡수되지만, 잔디는 다른 작물에 비하여 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 이용 효율이 높아 지속적으로 공급되는 N에 의해 잔디의 생장이 증대되는 것이다(Barneix and Causin, 1996; Beard, 1973). 반면, 완효성비료의 N의 이용 효과는 개발 제제보다 낮은 것이 아닌가 생각되며, 상대적으로 개발 제제에서 분해되어 용출되는 N의 효율이 높았을 것으로 생각된다. 특히 완효성비료의 N는 질소 이용율을 높이고, 추비의 횟수를 줄이기 위하여 사용하는 것으로 유기물과 같이 토양에서 가수분해 나 미생물에 의해 분해가 되는데, 분해를 느리게 하는 formaldehyde 나 acetaldehyde으로 피복한 것으로 1950년대 미국과 독일

Table 3. Contents of Chlorophyll on Kentucky bluegrass mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) and creeping bentgrass cultivar ‘Penn-A1’ by soil application with developed organic fertilizers preparation.

Treatments ^x	Kentucky bluegrass mixed cultivars in 2014					
	Mar. 7 ^y	Mar. 17	Mar. 27	Apr. 6	Apr. 16	Apr. 26
OF-A	316.0ab ^z	348.7ab	372.6a	417.0ab	429.8a	439.8ab
OF-B	282.9b	295.1bc	312.8b	338.3b	362.7b	384.7c
OF-C	326.2a	339.4a	362.6a	414.1a	422.8a	451.7a
OF-D	304.0ab	328.8b	326.7b	390.2ab	416.8a	420.5b
CrF	147.6c	178.3c	200.3c	220.1c	282.7c	321.5d
EW	65.5d	93.4d	115.1d	133.9d	248.7c	260.6e
Non-Treated	41.2d	69.1d	91.2d	99.7d	114.7d	127.6f
LSD value	38.21	83.82	63.98	68.05	49.51	30.06

Treatments ^x	Creeping bentgrass cultivar in 2014					
	Mar. 7 ^y	Mar. 17	Mar. 27	Apr. 6	Apr. 16	Apr. 26
OF-A	223.7ab ^z	229.9a	234.8a	281.2a	334.6a	346.0a
OF-B	237.2a	224.2a	239.3a	275.7a	320.3a	336.3ac
OF-C	220.0ab	232.1a	245.7a	286.5a	341.9a	347.7a
OF-D	237.2a	229.7a	245.2a	277.0a	326.2a	330.4ab
CrF	213.2b	204.5b	208.7b	246.8b	264.2b	273.3cd
EW	194.4c	190.3bc	198.4c	235.1b	245.9b	244.4d
Non-Treated	181.9c	185.8c	190.2c	227.7c	243.1b	239.6d
LSD value	18.70	15.75	15.35	14.98	39.75	39.53

^xOF-A~D: Developed organic fertilizer preparation; CrF: slow release fertilizer; EW: Earth worm.

^yData collection was made on from March 7 to April 26, 2014, and was investigated using chlorophyll meter (Field Scout CM100).

^zValues in column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

Organic fertilizers preparation was applied with one time on November 5, 2013.

에서 개발되었고, 현재 미국의 대부분의 골프장에서 사용하고 있으며, N의 용출기간에 따라서 여러 종류를 사용하고 있다(Beard, 1973).

엽록소 함량

잔디생장이 왕성한 2014년 봄철에 Kentucky bluegrass와 creeping bluegrass에 엽록소 함량의 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 개발 제제 처리구와 완효성비료 처리구 간에도 통계적으로 유의성의 차이가 있었다. 첫 조사부터 최종 6회 조사 일까지 처리구간에 통계적인 유의성의 차이를 보였다. 개발제제 처리구 간에도 통계적인 유의성의 차이가 있었다. OF-C처리구가 엽록소 함량이 가장 높았고, 그 다음으로 OF-D, OF-A > OF-B 처리구 순으로 엽록소 함량이 높았다.

잔디의 생장

두 종류의 잔디에 대한 생장을 2014년 봄철 3월과 4월에

조사한 결과는 Table 4와 같다. 두 종류의 잔디에서 생장 반응은 유사하였고, 총 6회 조사 시기별로 처리구간에 통계적인 유의성의 차이를 보였다. 개발제제와 대조구간에 뚜렷한 생장 차이를 보였다. 그러나 개발 제제 처리구 간에는 통계적인 유의차가 나타나지 않았다.

유기물이 토양에서 분해 되는 과정에서 생성되는 단백질로부터 분해된 질소원인 아미노산은 유기물의 종류나 함량에 따라서 토양에서 NO³-N의 흡수를 증대시키고, 질소 동화작용을 증가시켜 식물의 생장에 직접적인 영향을 준다고 한다(Barneix and Causin, 1996).

잔디의 뿌리 생장

잔디의 지하부 생장인 뿌리 생장에 미치는 영향은 2013년 가을과 2014년 봄철에 조사한 결과는 Table 5와 같다. 두 종류의 잔디에서 2013년과 2014년 최종일 조사에서 처리구간에 통계적인 유의성의 차이가 있었으며, 유사한 경향을 보였다. 그러나 잔디의 종류에 따라서 뿌리생장에 가

Table 4. Difference of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) on Kentucky bluegrass mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) and creeping bentgrass cultivar “Penn-A1” by application in soil with developed preparation.

Treatments ^x	Kentucky bluegrass mixed cultivars in 2014					
	Mar. 7 ^y	Mar. 17	Mar. 27	Apr. 6	Apr. 16	Apr. 26
OF-A	0.80a ^z	0.83a	0.88a	0.84a	0.86a	0.86a
OF-B	0.76a	0.79a	0.82a	0.81ab	0.83a	0.84a
OF-C	0.81a	0.83a	0.84a	0.83a	0.85a	0.86a
OF-D	0.77a	0.81a	0.84a	0.83a	0.84a	0.85a
CrF	0.68b	0.71b	0.74b	0.73b	0.76b	0.78b
EW	0.42c	0.45c	0.48c	0.51c	0.56c	0.61cd
Non-Treated	0.34c	0.37c	0.40c	0.41d	0.45d	0.52d
LSD value	0.08	0.08	0.08	0.09	0.05	0.04

Treatments ^x	Creeping bentgrass cultivar in 2014					
	Mar. 7 ^y	Mar. 17	Mar. 27	Apr. 6	Apr. 16	Apr. 26
OF-A	0.77az	0.78abc	0.82a	0.86a	0.87ab	0.88a
OF-B	0.74bc	0.76bc	0.82a	0.83b	0.85ab	0.86ab
OF-C	0.78a	0.80a	0.83a	0.86a	0.88a	0.89a
OF-D	0.75ab	0.78ab	0.83a	0.85ab	0.86ab	0.87ab
CrF	0.71cd	0.75cd	0.78bc	0.80c	0.80bc	0.82b
EW	0.69d	0.72d	0.74c	0.76d	0.75cd	0.75c
Non-Treated	0.67d	0.70d	0.73c	0.74d	0.73d	0.75c
LSD value	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07	0.06

^xOF-A~D: Developed organic fertilizer preparation; CrF: slow release fertilizer; EW: Earth worm.

^yData collection was made on from March 7 to April 26, 2014, and was investigated using NDVI meter (Field Scout CM1000).

^zValues in column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

Organic fertilizers preparation was applied with one time on November 5, 2013.

장 효과가 있는 처리구와의 차이를 보였다. Kentucky bluegrass는 OF-D처리구에서 뿌리생장이 가장 높게 나타났으나, creeping bentgrass는 OF-C처리구에서 뿌리생장이 가장 높게 나타남으로써 초종 간에 차이를 보였다.

잔디의 뿌리생장은 유기물의 종류와 질소에 영향을 많이 받는다(Pinton et al., 1999). 유기물은 토양에서 분해되어 많은 휴믹산으로 된다. 휴믹산은 humic acid 외에도 fulvic acid 및 humin으로 나눌 수 있다(Chen and Aviad, 1990; Norman et al., 2006; Stevenson, 1994). 이들 물질은 식물의 뿌리와 뿌리털의 생장에 효과적이며(Pinton et al., 1999), 뿌리가 발달로 인하여 토양에 K, P, Fe와 같은 영양소의 흡수를 증가시키는데 관여한다(Cesco et al., 2002; Marschner, 1991). 지금까지 여러 연구자들에 의하면 휴믹산 중에 풀빅산은 휴믹산보다 뿌리의 발달을 더 크게 증가시킨다고 한다(Rauthan and Schnitzer, 1981). 또한 유기물분해과정에 나오는 많은 양의 아미노산도 식물에 무기영양소흡수에 중

Table 5. Root growth of Kentucky bluegrass mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) and creeping bentgrass cultivar “Penn-A1” by application in soil with developed preparation.

Treatments ^w	Kentucky bluegrass mixed cultivars			
	2013 year		2014 year	
	Dec. 5 ^x	Mar. 19	Apr. 9	Apr. 28
OF-A	7.0 ^{abc}	8.1a ^z	10.5bc	13.6bcd
OF-B	7.2abc	7.6a	9.8cd	15.0abc
OF-C	7.6abc	8.2a	11.4ab	15.2abc
OF-D	7.9a	8.3a	11.6a	16.1a
CrF	7.7ab	8.0a	10.6abc	14.6abcd
EW	6.4bc	7.1a	8.7d	12.3cd
Non-Treated	6.5c	7.2a	9.0d	12.8d
LSD value	1.25	1.33	1.13	2.38

Table 5. Root growth of Kentucky bluegrass mixed cultivars (Midnight 33%, Moonlight 33%, and Prosperity 33%) and creeping bentgrass cultivar “Penn-A1” by application in soil with developed preparation (continued).

Treatments ^w	Creeping bentgrass cultivar			
	2013 year		2014 year	
	Dec. 5 ^x	Mar. 19	Apr. 9	Apr. 28
OF-A	10.0 ^{yab}	14.7 ^{bz}	17.0a	21.9a
OF-B	10.0ab	14.4b	16.4abc	19.4bcd
OF-C	11.0a	15.9a	17.2a	21.1ab
OF-D	9.9ab	14.6b	16.8ab	19.3cd
CrF	10.5ab	15.0ab	16.9a	20.1bc
EW	9.8b	12.5c	15.1bc	18.0d
Non-Treated	10.0a	12.2c	15.0c	18.2d
LSD value	1.10	1.23	1.65	1.73

^wOF-A~D: Developed organic fertilizer preparation; CrF: slow release fertilizer; EW: Earth worm.

^xData collection was made on from March 7 to April 26, 2014.

^yThe unit of root length are centimeter.

^zValues in column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

Organic fertilizers preparation was applied with one time on November 5, 2013.

요한 역할을 한다(Marschner, 1991).

Kentucky bluegrass종의 뿌리발달에 효과가 있는 개발 제제인 OF-D와 creeping bentgrass종의 OF-C는 다른 두 종류보다 상대적으로 T-N함량이 높아 뿌리발달에 기여한 것으로 본다. 특히 이 2종류는 가을철과 봄철의 뿌리 생장을 증진시킬 뿐만 아니라 지상부 생육에도 있는 것으로 평가 되었다.

유기질비료 개발 제제 간의 잔디 생육효과 시험이 완료된 후 토양 화학성을 조사한 결과, 처리구간에 통계적인 유의차이가 있었다(자료미제세).

요 약

유기질비료의 원료를 이용하여 한지형 잔디의 종자 파종 후 피복율, 생육 및 질의 증진을 위한 유기질비료 제제를 개발하였다. 개발 제제는 한지형 잔디의 생육에 필수적인 무기영양소와 유기물을 함유하고 있다. 유기질비료로 개발한 제제는 4종류로 creeping bentgrass “Penn-A1” 품종과 Kentucky bluegrass 혼합품종(Midnight 33%, Moonlight 33%와 Prosperity 33%)의 종자를 파종 후 50일에 1회 토양 시비로 시험하였다. creeping bentgrass와 Kentucky bluegrass의 피복율, 생장(생장지수) 및 잔디의 질은 2013년 가을부터 2014년 봄철기간 동안 경시적으로 평가를 하였다. 개발

제제의 파종 후 1회 토양살포로 잔디 피복율, 잔디 엽색, 엽록소 함량 및 생장에서 통계적인 유의성의 차이를 보였다. creeping bentgrass와 Kentucky bluegrass의 피복율, 엽록소 함량, 잔디 엽색 및 생장은 봄철 6회 조사까지 통계적으로 유의성 있게 증가하였다. 이 결과에 의하면 일부 개발 제제의 사용은 한지형 잔디의 뗏장잔디의 생산과 잔디관리에 도움이 될 것으로 생각한다.

주요어: 엽록소함량, 유기질비료 제제, 유기물질, 잔디 피복율

Acknowledgement

This research was supported by the SMBA (Small and Medium Business Administration), Republic of Korea (No. H0003239).

References

- Barneix, A.J. and Causin, H.F. 1996. The central role of amino acids on nitrogen utilization and plant growth. *J. Plant Physiol.* 149:358-362.
- Beard, J.B. 1973. *Turfgrass science and culture*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA. pp. 132-147.
- Beryln, G.P. and Russo, R.O. 1990. The use of organic biostimulants in nitrogen fixing trees. *Nitrogen Fixing Trees Research Report* 81:1-2.
- Cesco, S., Nikolic, M., omheld, V., Varanini, Z. and Pinton, R. 2002. Uptake of ⁵⁹Fe from soluble ⁵⁹Fe-humate complexes by cucumber and barley plants. *Plant Soil* 241:121-128.
- Chang, K.W., Lee, J.J., Hong, J.H., Kim, N.C., Kim, W.J. and Choi, W.Y. 2007. Composting of the mixtures with pig manure and castor meal. *Jour. Agri. Sci.* 34(2):181-188.
- Chang, T.H., Lee, Y.S. and Jeong, B.R. 2009. Quality evaluation for some cultivars in cool season turfgrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 23(2):295-306. (In Korean)
- Chang, T.H., Park, S.Y., Kang, J.Y., Chang, S.W. and Lee, Y.S. 2010. Application of liquid amino-fertilizer for green up promotion during spring season. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(1):36-44. (In Korean)
- Chang, T.H. and Yoon, J.H. 2011. Growth response of Kentucky bluegrass and creeping bentgrass by foliar spray with chitosan formulation and seaweed extracts during fall season. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(2):195-201. (In Korean)
- Chen, Y. and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth, pp. 161-186. In: Mac Carthy, P., Clapp, C.E., Malcolm, R.L. and Bloom, P.R. (Eds.). *Humic substances in soil and crop sciences: Selected Readings*, ASA and SSSA, Madison,

- Wisconsin, USA.
- Norman, Q., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S. and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *Eur. J. Soil Biol.* 42:S65-S69.
- Marschner, H. 1991. Root induced changes in the available micronutrients in the rizosphere. pp. 503-528. In: *plant roots the hidden half* (Eds.). Waisel, Y., Eshel, A. and Kafkafi, U. Marcel Dekker, Inc. NY, USA.
- Mangiafico, S.S. and Guillard, K. 2007. Cool-season turfgrass color and growth calibrated to leaf nitrogen. *Crop Sci.* 47:1217-1224.
- Official Standard of Commercial Fertilizer, 2010. www.rda.go.kr (Accessed on Feb. 10, 2014).
- Oh, T.S., Kim, C.H., Hong, C.G., Cho, Y.K. and Kim, Y.W. 2013. Effect on component change, growth stage and germination of plants depending on decomposition period of agricultural organic reduced substances. *Korean J. Intl. Agri.* 25(4):442-447.
- Pinton, R., Cesco, S., Santi, S., Agnolon, F. and Varanini, Z. 1999. Water extractable humic substances enhance iron deficiency responses by Fedeficient cucumber plants. *Plant Soil* 210:145-157.
- Rauthan, B.S. and Schnitzer, M. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of Cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil* 63:491-495.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions.* John Wiley and Sons Inc. NY, USA. pp. 134-142.
- SAS Institute Inc. 2001. *The SAS system release 8.2 for Windows* SAS Inst., Cary, NC, US. USA.