

동애등에 분변토의 혼합 상토가 한국잔디의 생육 및 근권 토양에 미치는 영향

이상범^{1*} · 김영선² · 함선규³ · 임혜정⁴ · 최영철¹ · 박관호¹
¹국립농업과학원, ²호성오앤비(주), ³대정골프엔지니어링, ⁴대준아그로텍

Effect of Soldier Fly Casts Mixed Soil on Change of Soil Properties in Root Zone and Growth of Zoysiagrass

Sang-Beom Lee^{1*}, Young-Sun Kim², Suon-Kyu Ham³, Hye-Jung Lim⁴,
Young-Cheol Choi¹, and Kwan-Ho Park¹

¹National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon, 441-707, Korea

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

³Daejung-golf Engineering Co. Ltd, Hwasung, 449-881, Korea

⁴Taejun Agrotech Co., Ltd, Seongnam, Kyunggi-Do, 462-120, Korea

(Received on August 28, 2013; Revised on September 16, 2013; Accepted on September 22, 2013)

ABSTRACT. Soldier fly casts produced by eco-friendly treatment of food waste with American soldier fly was composting cast mixed food waste compost and soldier fly pupa. This study was conducted to evaluate a possibility of soldier fly casts (SFC) as soil amendment by investigating soil properties and zoysiagrass growth. Amendments were selected coco peat, compost and SFC and their ratio mixed with sand were non-amendment (NA), 7% coco peat(Coco), 7% compost (Comp), 3.5% SFC (1/2SFC) and 7% SFC. In soil properties, SFC was increased CEC than NA and T-N, Av-P₂O₅ and exchangeable K in soil than Coco. Compared with Coco and Comp, turf quality such as turf color index and chlorophyll index in SFC was higher and root length of zoysiagrass longer. Growth of shoot, runner and root in SFC was increase than that of Coco and Comp. These results indicated that 7% SFC applied as soil amendment was improved growth and quality of zoysiagrass by prompting soil productivity and nutrient availability in soil and root growth.

Key words: American soldier fly, Food waste, Soil amendment, Soldier fly cast, Zoysiagrass

서 론

우리나라의 음식물 쓰레기는 수분이 약 80% 이상 함유되어 있어 부패하기 쉽고, 부패되었을 때 심한 악취가 발생하여 분리수거되고 있으며, 그 양은 일반쓰레기의 약 13%를 차지한다(Kim, 2010; Min et al., 2010). 2008년 음식물 쓰레기의 하루 발생량은 15.1 천톤으로 2000년을 기준으로 매년 약 3.6% 씩 증가하였다(Kim, 2010). 우리나라에서 발생하는 음식물 쓰레기는 주로 유통조리과정과 먹고 남은 음식물이 약 87% 정도가 발생하는데 배출되는 곳

은 주로 음식의 조리가 이뤄지는 가정과 음식점 및 급식소 등 96%를 차지하고 있다(Kim, 2010). 이렇게 발생한 음식물 쓰레기는 82.3%는 재활용되고, 매립과 소각을 통해 각각 10.5%와 5.2%가 처리되고, 약 2.0%는 해양투기되고 있다(Chang et al., 2011). 그러나 2013년 이후부터 런던협약에 의해 가축분뇨와 음식물 등과 같은 유기성 폐기물들은 해양투기가 금지되고, 국내외 환경규제가 강화되므로 환경오염에 영향을 미치는 매립과 소각보다는 음식물 쓰레기의 재활용에 대한 요구가 증가할 것으로 기대 된다.

음식물 쓰레기의 재활용은 2005년 이후 음식물 쓰레기 매립을 규제하면서 본격화되었고, 주로 사료화, 퇴비화, 메탄화 등의 자원화 사업을 통해 처리되고 있다 그러나 최근 발생하는 구제역의 위험성과 기술력의 부족으로 인하여 경제성의 감소로 사료화나 메탄화보다는 퇴비화에 의해

*Corresponding author:

Phone) +82-31-290-0294, Fax) +82-31-290-0296

E-mail) lsb3238@korea.kr

처리되는 것이 보편적이다(Shin et al., 1998). 퇴비는 낙엽이나 짚류 등의 재료를 거름으로 사용할 수 있도록 부숙시킨 부산물비료로서(Korean Society of Soil Science and Fertilizer, 2001; Soil Science Society of America, 1997) 토양에 시비되어 통기성, 보수성 및 보비력과 같은 토양의 물리화학적 성을 변화시킨다(Kim et al., 1999; Park et al., 2000). 이렇게 토양의 물리화학적 개량에 효과가 있는 퇴비도 지나치게 남용할 경우 염류집적이 발생하여 작물과 토양에 악영향을 미치게 되므로(Park, 1999) 퇴비의 종류와 작물에 따른 적절한 시비량이 필요하다(Kim and Jung, 2000). 그러나, 우리나라의 음식물 쓰레기는 한국인의 음식문화 특성상 조리과정에서 소금, 간장 및 된장 등과 같은 염분이 다량 함유된 조미료를 많이 사용하여 평균 염분농도가 3.45%로 다른 퇴비원료들보다 염류농도가 높은 편이며(Jung, 1987), 이를 해결하기 위해 음식물 쓰레기의 퇴비화과정에서 염분 저감을 위한 다양한 방법들이 모색되었으나(Kang et al., 2003; Kim and Jang, 2004), 여전히 가축분퇴비 보다 높은 염류를 나타내고 있다. 이러한 연작이 이뤄지는 시설재배지의 경우 염류가 높은 음식물 퇴비를 지나치게 연용할 경우 염류공급의 증가로 토양의 염류집적이 발생할 수 있고, 작물의 생육을 불량하게 하여 지력감소와 작물생산성감소로 이어질 수 있다(Kim and Jang, 2004; Kim and Kim, 2007).

음식물 쓰레기문제를 해결하는 가장 효과적인 방법은 발생한 음식물 쓰레기를 처리하거나 재활용하는 방법보다 음식물 쓰레기량을 줄이는 방법으로 발생원별 맞춤형 대책과 쓰레기종량제 등이 현실적인 방안으로 검토되고 있다(Hong, 2010; Kim, 2010). 일반적으로 음식물 쓰레기의 감량화에 많이 이용하고 있는 생물은 지렁이다. 지렁이에 의한 음식물 쓰레기의 처리율은 약 60%정도이다(Hong, 2010). 최근에는 환경곤충인 아메리카동애등에를 이용하여 음식물 쓰레기의 감량화를 통한 친환경적 처리와 자원재활용(Tingle et al., 1975; Sheppard et al., 1998; Sheppard and Newton, 2000) 및 번데기 사료화(Hale, 1973; Bondari and Sheppard, 1987) 등에 관한 연구가 진행되고 있다. 아메리카동애등에는 음식물을 감량화하는 것 뿐만 아니라 분변토를 생산하고 있으며, 사육과정에서 생성된 분변토는 음식물 퇴비와 동애등에 번데기가 혼합된 퇴비이다. 현재 음식물을 원료로 하는 동애등에 분변토는 부산물비료의 조건에 충족하도록 하기 위해 지속적으로 연구되고 있으며, 음식물 퇴비에서 문제가 되는 염류를 해결하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있다.

골프장 토양은 보수력과 보비력이 약한 모래를 기반으로 하고 있어 다양한 기능을 갖는 토양개량제를 혼합하여 USGA 규격에 적합한 토양으로 조성하여 관리할 때 잔디

생육이 양호해지고, 좋은 잔디품질을 유지하게 된다(Park et al., 1991, 1992; Ahn et al., 1992; Ok et al., 2004; Kwon et al., 2005; Chong and Ok, 2006). 일반적으로 다양한 토양개량제들과 모래를 혼합하여 조성된 골프장 토양의 특성에 대한 정보는 잔디관리에 있어 매우 중요한 요소가 된다. 이러한 요구에 의해 골프코스에서 사용되는 토양개량제의 종류와 혼합에 따른 상토의 물리화학적 특성 변화에 대한 연구가 진행되었고(Kim et al., 2009, 2010), 최근에는 농업에서 토양의 물리화학적 개량제로 이용하는 부산물비료와 아메리카동애등에 사육과정에서 발생한 분변토를 모래와 혼합하여 물리화학적 변화를 조사함으로써 아메리카 동애등에 분변토가 골프장상토의 토양개량제로서의 가능성을 나타내었다(Kim et al., 2011).

따라서 본 연구는 아메리카동애등에 사육과정에서 발생한 동애등에 분변토를 토양개량제로 혼합된 모래상토에 한국잔디를 재배하였을 때, 잔디의 생육에 미치는 효과를 조사하여 동애등에 분변토를 골프장의 상토혼합용 토양개량제로 적합한지 평가하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

시험기간 및 공시재료

본 연구는 2010년 6월에서 9월까지 에이엠잔디연구소의 시험포장에서 약 4개월간 수행되었다. 공시잔디는 88CC 증식포장에서 채취된 한국잔디(*Zoysia Japonica* L.) 품종인 들잔디를 이용하였다. 시험에 사용한 상토는 USGA 규격에 적합한 입경분포를 갖는 모래를 이용하였고, 동애등에 분변토를 상토 혼합비율로 섞어서 이용하였으며, 대조 토양개량제로서 골프장 건설에 많이 이용되고 있는 코코피트를 이용하였다. 또한 동애등에 분변토는 음식물과 동애등에번데기가 발효된 부산물비료로서 약 2%의 질소를 포함하고, NaCl이 1.5%이하 함유되어 있어 음식물이 주 원료인 부산물비료 기준에 적합하였다. 따라서 동애등에 분변토를 토양개량제로서 상토에 혼합하였을 때, 토양개량과 시비효과를 나타내므로 동애등에 분변토와 토양개량 효과가 비슷하고 약간의 양분을 함유하고 있는 부산물비료인 가축분퇴비를 이용하여 잔디생육을 비교하였다(Kim et al., 2011). 동애등에 분변토의 상토 중 혼합비율은 선행조사에서 7%의 동애등에 분변토와 부산물비료가 혼합된 모래상토에서 토양공극이 가장 높았고, 5~10%의 코코피트가 혼합될 때 토양공극이 높게 나타나 본 연구에서는 모래상토 조성 시 7%의 토양개량제를 혼합하는 것을 기준으로 설정하였다(Kim et al., 2011). 코코피트와 부산물비료는 시중에서 판매되는 상품 중 임의로 선정하여 시험에 이용하였고, 동애등에 분변토는 “국립농업과학원”에

Table 1. The properties of amendments used in the study.

| Mendment | pH | EC (dS m ⁻¹) | W.C (%) | O.M (%) | NaCl (%) | C/N ratio |
|------------------|------|--------------------------|---------|---------|----------|-----------|
| Soldier fly cast | 6.46 | 38.1 | 17.2 | 63.0 | 1.48 | 18.1 |
| Compost | 8.07 | 5.47 | 52.9 | 54.8 | 0.17 | 34.7 |
| Cocopeat | 6.18 | 7.37 | 70.0 | 92.9 | 0.15 | 110.3 |

서 공여 받아 사용하였고, 각각의 특성은 Table 1과 같다. 잔디생육을 위해 사용하는 비료는 수도용복합비료(N-P₂O₅-K₂O=21-17-17)를 이용하였다.

처리구는 토양개량제의 종류 및 혼합비율에 따라 개량제를 혼합하지 않고 모래만을 상토로 이용한 모래상토처리구(only sand, no amendment; NA), 7%의 코코피트가 혼합된 코코피트상토처리구(7% cocopeat; Coco), 7%의 부산물비료가 혼합된 부산물비료상토처리구(7% compost; Comp), 3.5%의 동애등에 분변토(3.5% soldier fly cast; 1/2 SFC)와 7%의 동애등에 분변토(7% soldier fly cast; SFC)가 포함된 동애등에 분변토처리구로 설정되었다(Table 2). 한국잔디를 이용한 상토별 재배시험은 1/5000a 와그너 포트를 이용하여 완전임의배치법으로 수행하였다.

상토의 조성은 와그너 포트에 파쇄자갈을 이용하여 약 2 cm 정도 배수층을 조성하고, 상토는 약 20 cm정도 상토층을 조성하여 약 3일간 물다짐 후 사용하였다. 물다짐을 마친 상토에 복합비료를 23.8 g m⁻²을 시비하였다. 한국잔디의 이식은 홀커터(직경 10.8 cm)를 이용하여 채취된 한국잔디(들잔디)를 5 cm 깊이로 절단 후 와그너 포트에 이식하였고, 이식 후 30일 후 복합비료를 14.3 g m⁻²을 시비하였고, 매월 1회 시비하였다.

재배기간 중 포트의 예초관리는 수행하지 않았으며, 배토는 4회 실시하였다. 잔디 생육 중 각종 병해충방제를 위해 테부코나졸 유제와 페니트로치온 유제를 각각 2회씩

살포하였다.

생육 조사 및 분석 방법

잔디생육조사는 처리구별 엽색지수와 엽록소지수를 통하여 잔디품질, 잔디생육량 및 잔디밀도를 조사하였다. 엽색지수와 엽록소지수는 Turf color meter (SCOUT, TCM 500)와 Chlorophyll meter (SCOUT, CM 1000)을 각각 이용하여 5월 26일 부터 7일 간격으로 총 16회 조사하였다. 잔디생육량 조사는 8월 16일과 9월 25일에 2회 지상부, 포복경, 뿌리의 생육량과 뿌리길이를 조사하였다. 잔디뿌리 길이조사는 주근의 최장길이를 측정하였고, 잔디의 지상부, 포복경, 뿌리의 생육량 조사는 수돗물로 세척된 잔디를 가위를 이용하여 각 부분별로 절단한 후 수거된 잔디 예초물을 70°C 드라이오븐에서 24시간 건조한 후 건물중을 측정하였다.

처리구와 시기에 따른 토양의 화학성을 조사하기 위해 시험 전(6월1일)과 시험 종료 후(9월25일) 총 2회 실시하였다. 분석항목은 pH, 전기전도도(EC), 유기물(O.M), 총질소(T-N), 유효인산(Av-P₂O₅), 양이온치환용량(CEC), 치환성 양이온(K, Ca, Mg, Na)등이고, 분석방법은 토양화학분석법(NIAST, 1998)에 준하여 실시하였다.

식물체분석은 시험 종료시기인 9월 25일 채취된 잔디예초물을 건조하여 시료로 사용하였다. 분석항목은 잔디생육에 주요 구성성분인 질소, 인, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘

Table 2. Application method of fertilizer in respective treatments.

| Treatment ^a | Mixture ratio of amendments | Fertilizer application (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O: 21-17-17) ^b | | | |
|------------------------|-----------------------------|---|-------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | | Before turfgrass planted | | After turfgrass planted | |
| | | Amount (g m ⁻²) | Rate (time) | Amount (g m ⁻²) | Rate (time month ⁻¹) |
| NA | - | 23.8 | 1 | 14.3 | 1 |
| Coco | 7% cocopeat | 23.8 | 1 | 14.3 | 1 |
| Comp | 7% compost | 23.8 | 1 | 14.3 | 1 |
| 1/2 SFC | 3.5% soldier fly cast | 23.8 | 1 | 14.3 | 1 |
| SFC | 7% soldier fly cast | 23.8 | 1 | 14.3 | 1 |

^aTreatment was classified by kinds and ratio of amendments mixed in root zone.

NA: non-amendment (100% sand); Coco: 93% sand + 7% coco peat; Comp: 93% sand + 7% compost; 1/2 SFC: 96.5% sand + 3.5% soldier fly cast (SFC); SFC: 93% sand + 7% SFC.

^bFertilizers applied before and after turfgrass planted were 23.8 g m⁻² at 1 time and 14.3 g m⁻² every month, respectively.

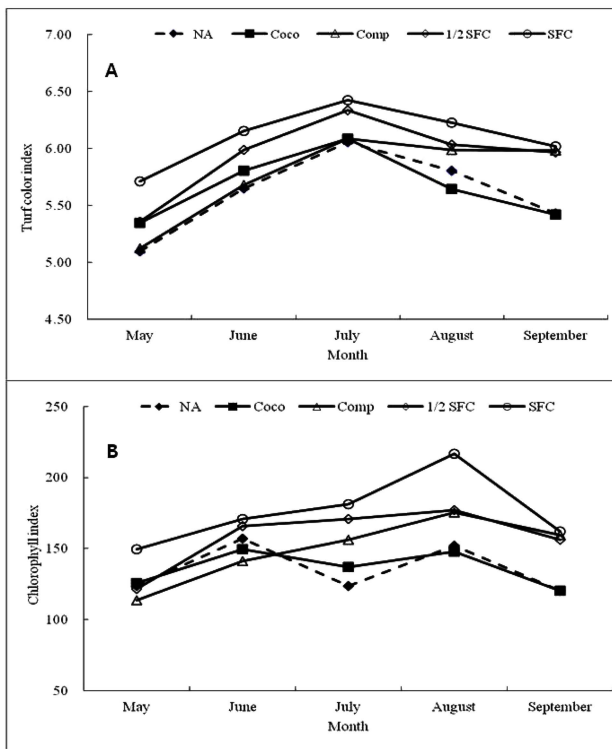


Fig. 1. The change of turf color index (A) and chlorophyll index (B). Treatments are as follows. NA: no amendment (100% sand); Coco: 93% sand + 7% coco peat; Comp: 93% sand + 7% compost; 1/2 SFC: 96.5% sand + 3.5% soldier fly cast (SFC); SFC: 93% sand + 7% SFC.

등을 식물체분석법(NIAST, 1998)에 준하여 실시하였다. 토양분석, 잔디의 뿌리길이, 건물중 및 식물체분석결과의 통계분석은 SPSS 12.1.1을 이용하여 Duncan다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

토양 화학성 검사

시험 전,후 토양분석 결과, 토양의 pH는 시험 전 보다 상승하였고, 토양개량제처리구에서 양이온치환용량이 증가하였다. 시험종료 후 처리구별 토양분석결과, 토양개량제처리구(Coco, Comp, 1/2 SFC, SFC)에서 모래처리구(NA)보다 CEC가 증가하여 토양개량제의 처리구에서 보비력이 향상되었다. 그리고 코코피트상토처리구(Coco)와 비교할 때, 동애등에 분변토처리구(SFC)에서 질소, 인산 및 칼륨 등의 유효양분이 증가하였고, 부산물비료상토처리구와 비교할 때, 유효인산, 유기물 및 CEC가 증가하였다. 이를 통해 SFC를 골프장상토의 토양개량제로 사용하였을 때, 토양의 보비력과 주요 양분의 유효도가 증가하는 것으로 조사되었다.

잔디생육조사

시험기간 중 한국잔디의 엽색지수는 7월까지 증가하였고, 7월 이후 감소하였다. 처리구는 NA와 비교할 때, 토양개량제를 혼합한 모든 처리구에서 약 0.8~8.5% 정도 높게 나타났으며, Coco보다 Comp, 1/2 SFC 및 SFC에서 상대적으로 높게 나타났고, Comp보다 SFC를 처리할 때 잔디의 엽색지수가 증가하였다(Fig. 1).

시험기간 중 한국잔디의 엽록소지수는 8월까지 증가하였고, 8월 이후 시간이 경과할수록 점차 감소하였다. NA와 비교할 때, Coco는 NA와 비슷하였고, Comp, 1/2 SFC, SFC에서 약 9.1~28.7% 정도 엽록소지수가 증가하였으며, SFC는 Coco나 Comp보다 상대적으로 높은 엽록소지수를 나타내었다(Fig. 1). 토양분석결과에서 Coco와 SFC의 보비력이 비슷했음에도 불구하고(Table 3) 엽색지수와 엽록소지수가 증가하고, Comp와 1/2SFC의 처리구에서 비슷한 잔디품질을 나타 SFC에서 공급되는 양분의 시비효과에 의

Table 3. The change of soil properties after zoysiagrass growth under various amendment conditions.

| Treatment ^z | pH (1:5) | EC (dS m ⁻¹) | O.M (%) | T-N | Av-P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹) | Ex-Cation (cmol _c kg ⁻¹) | | | | CEC | |
|------------------------|--------------------|--------------------------|---------|--------|---|---|-------|-------|--------|-------|--------|
| | | | | | | K | Ca | Mg | Na | | |
| Before | 7.80 | 0.11 | 0.38 | 0.01 | 14 | 0.07 | 0.40 | 0.32 | 0.14 | 1.60 | |
| NA | 8.30a ^b | 0.14a | 0.40b | 0.01b | 16b | 0.08b | 0.46d | 0.24a | 0.04a | 1.55b | |
| Coco | 8.05b | 0.14a | 0.58b | 0.01b | 16b | 0.07b | 0.61c | 0.37a | 0.05b | 2.30a | |
| After | Comp | 7.81c | 0.14a | 0.67b | 0.02ab | 16b | 0.13a | 0.57c | 0.24a | 0.04c | 2.10ab |
| 1/2SFC | 7.74c | 0.16a | 0.66b | 0.02ab | 50b | 0.10ab | 0.72b | 0.20a | 0.02ab | 2.60a | |
| SFC | 7.61d | 0.16a | 1.30a | 0.03a | 117a | 0.09ab | 1.01a | 0.21a | 0.04ab | 2.50a | |

^zTreatments were classified by kinds and ratio of amendments mixed in root zone.

NA: no amendment (100% sand); Coco: 93% sand + 7% coco peat; Comp: 93% sand + 7% compost; 1/2 SFC: 96.5% sand + 3.5% soldier fly cast (SFC); SFC: 93% sand + 7% SFC.

^bMean by Duncan's multiple range test 5% level.

Table 4. The root length of zoysiagrass in root zone by various amendments (unit : cm).

| Month | Treatment ^a | | | | |
|-----------|------------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NA | Coco | Comp | 1/2 SFC | SFC |
| August | 32.8ab ^b | 37.5a | 34.5ab | 26.5b | 38.9a |
| September | 24.3ab | 22.5b | 29.8a | 26.4ab | 28.0ab |

^aTreatments are as follows. NA: no amendment (100% sand); Coco: 93% sand + 7% coco peat; Comp: 93% sand + 7% compost; 1/2 SFC: 96.5% sand + 3.5% soldier fly cas t(SFC); SFC: 93% sand + 7% SFC.

^bMean by Duncan's multiple range test 5% level.

해 잔디품질이 증가하는 것으로 판단된다(Fig. 1). 이는 SFC가 Coco나 Comp보다 Table 1에서 제시된 바와 같이 C/N ratio가 상대적으로 낮아 다른 개량제보다 탄소함량에 비해 질소함량이 높게 조사되었다. 이것은 SFC에서 공급되는 질소함량이 많았기 때문으로 판단되며, 시비되는 질소함량이 증가할수록 잔디의 엽색이나 엽록소는 증가한다(Kim, 1990).

잔디 뿌리 길이 조사

시험기간 중 한국잔디의 뿌리길이는 8월과 9월 2회 조사하였다. 8월에 비해 9월에는 잔디뿌리길이가 감소하였으며 이는 한국잔디의 생육특성상 8월에는 생육이 왕성한 생육기로 필요한 수분과 양분흡수를 위해 뿌리생육이 왕성하나 9월말에는 잔디가 휴면을 준비하는 시기로 뿌리의 생육보다는 양분저장기능의 역할을 하기 때문인 것으로 판단된다(Ahn et al., 1992). 개량제를 넣지 않은 NA와 비교할 때, 토양개량제를 혼합한 모든 처리구 중 Coco, Comp, 1/2 SFC 및 SFC에서 약 5.3~17.4% 정도 뿌리길이가 증가하였다(Table 4). SFC의 뿌리길이조사결과, 8월에는 Coco

와 비슷한 생육을 보였고, 9월 조사에서는 Coco보다는 뿌리가 길었으나 Comp보다는 짧았다(Table 4). 이를 통해 SFC는 Coco와 비슷한 토양개량효과를 갖고 있으며(Kim et al., 2011), 양분을 함유하고 있어 Coco보다 잔디의 뿌리생육이 향상되는 것을 알 수 있다. 잔디뿌리는 기능성 비료나 미생물비료의 시비에 의해 뿌리길이가 증가하기도 하나 토양에 양분이 충분히 공급될 때, 뿌리생육이 증가하기 때문이다(Kim et al., 2003, 2008).

잔디 생육량 조사

시험기간 중 한국잔디의 부위별 생육량은 8월과 9월 2회 조사하였다(Table 5).

지상부(shoot)는 NA와 비교할 때, Coco는 낮았고, Comp에서는 1차 조사에서는 NA보다 낮았으나 2차 조사에서는 높게 나타났으며, 1/2 SFC와 SFC는 NA보다 높게 나타났다. SFC 처리구는 Coco와 Comp보다 지상부 생육이 높고, 1/2 SFC보다 SFC 처리구에서 생육이 가장 왕성하였다. 포복경(runner)은 Coco가 NA보다 낮게 조사되었고, Comp와 1/2 SFC에서는 1차 조사에서는 NA보다 낮았으나 2차 조사에서는 높았으며, SFC에서 NA보다 높게 조사되었다. 2차조사에서 1/2 SFC와 SFC 처리구는 Coco와 Comp보다 포복경 생육이 높게 나타났고, SFC 처리구에서 잔디의 포복경 생육이 가장 왕성하였다. 지하부(root)는 1차 조사에서는 모든 처리구에서 NA보다 낮았다. 이는 여름철 해충에 의해 토양개량제를 처리한 처리구에서 풍뎅이의 유충이 발생하여 뿌리를 가해함으로써 감소한 것으로 사료된다. 뿌리의 피해량을 정확하게 산정할 수는 없으나 NA의 T/R ratio(0.73; shoot/root ratio)를 기준으로 평가할 때, Coco, Comp, 1/2SFC 및 SFC의 뿌리 피해량은 각각 47%, 41%, 136% 및 248%로 동애동에 분변토 처리구에서 피해가 크게 나타났다. 이는 풍뎅이 유충이 잔디뿌리를 먹이

Table 5. The change of dry weight of zoysiagrass in root zone by various amendments.

| Month | Part | Treatment ^a | | | | |
|-----------|--------|------------------------|---------|--------|---------|---------|
| | | NA | Coco | Comp | 1/2 SFC | SFC |
| August | Shoot | 598b ^b | 447c | 453c | 677ab | 786a |
| | Runner | 780ab | 530c | 470c | 637bc | 843a |
| | Root | 820a | 416b | 404b | 392b | 309b |
| | Total | 2,198a | 1,393cd | 1,326d | 1,705bc | 1,937ab |
| September | Shoot | 518cd | 459d | 819b | 626c | 969a |
| | Runner | 684b | 638b | 751b | 747b | 1,217a |
| | Root | 465bc | 374c | 546b | 543b | 883a |
| | Total | 1,666cd | 1,470d | 2,117b | 1,916bc | 3,069a |

^aTreatments are as follows. NA: no amendment (100% sand); Coco: 93% sand + 7% coco peat; Comp: 93% sand + 7% compost; 1/2 SFC: 96.5% sand + 3.5% soldier fly cast (SFC); SFC: 93% sand + 7% SFC.

^bMean by Duncan's multiple range test 5% level.

로 사용하기 때문으로 추정되며, 동애등에 분변토의 1차 조사 이후 페니트로치온 유제를 2회 처리하여 2차 조사에서는 풍량이 유충은 발견되지 않았다. 2차 조사결과, Comp, 1/2 SFC 및 SFC에서 NA보다 뿌리생육이 증가하였다.

지상부(shoot), 포복경(runner) 및 뿌리(root)의 총합을 월별로 조사할 때, NA는 감소하였고, Coco, Comp, 1/2 SFC 및 SFC 등을 처리한 토양개량제 처리구에서는 잔디생육이 증가하였다(Table 5). 해충의 피해가 없었던 9월 결과를 기준으로 잔디생육을 비교할 때, NA와 Coco보다 토양개량제에 양분을 함유하고 있는 Comp, 1/2SFC 및 SFC의 지상부와 지하부의 생육이 증가하였다(Table 5). 이를 통해 부산물비료에 함유되어 있는 양분에 의해 잔디생육이 증가하는 것을 알 수 있었고, SFC를 토양개량제로 사용하는 경우 토양개량과 양분공급효과에 의해 잔디생육이 향상되어 잔디관리 시 유기질비료로 활용이 가능할 것으로 기대되었다.

잔디 식물체 분석

한국잔디의 지상부, 포복경 및 지하부의 양분함량결과는 Table 6과 같다. 한국잔디의 지상부 중 질소와 인은 각각 0.46~0.70%와 0.23~0.30%로 조사되었으나 처리구별 통계적 유의성을 보이지 않았다. 그러나 칼륨, 칼슘 및 마그네슘은 처리구에 따른 통계적 유의성을 보였고, 칼륨과 칼슘은 SFC에서 가장 높게 나타났고, 마그네슘은 Coco에서

가장 높게 조사되었다. 한국잔디의 포복경 중 칼륨과 칼슘은 통계적 유의성을 나타내었으나 질소, 인, 마그네슘 및 나트륨은 유의성을 보이지 않았다. 칼륨은 토양개량제를 처리한 처리구에서 NA보다 모두 높게 조사되었고, 칼슘은 Comp처리구에서 가장 높게 조사되었다. 한국잔디의 지하부 중 양분함량은 인과 칼륨은 통계적 유의성을 보였고, 인은 NA와 1/2 SFC에서 칼륨은 Comp에서 가장 높게 조사되었다.

최근 친환경골프장에 대한 관심이 증가하고, 친환경골프장인증에서 골프장내에서 발생하는 폐기물을 재활용하는 기술이나 농가와의 사회적, 기술적 교류에 대한 관심이 증가하고 있다. 골프장에서 발생하는 폐기물인 음식물쓰레기를 아메리카동애등에를 이용하여 친환경적으로 처리하고, 이 때 얻어진 분변토를 골프장관리에 재활용하는 경우 골프장의 친환경적인 이미지 제고에 도움이 되리라 판단된다.

동애등에 분변토는 아메리카동애등에가 음식물을 섭취 후 배설한 배설물과 동애등에의 번데기가 혼합되어 발효된 부산물비료로서 토양의 공극개선과 수리전도도가 향상되어 골프장 조성시 이용할 경우 배수성향상에 도움이 될 것으로 보인다(Kim et al., 2011). 그러나 동애등에 분변토는 답압에 의해 입자가 쉽게 부서지고, 다른 토양개량제처럼 대량으로 확보하기 어려우므로 골프장 조성시 토양개량제로 사용하기 보다는 배토사와 혼합하여 사용하는

Table 6. The nutrient content in shoot, runner and root of zoysiagrass grown in root zone by various amendments. Plant used in investment was sampled on September. 25th (unit :%).

| Treatment ^a | | N | P | K | Ca | Mg | Na |
|------------------------|---------|--------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Shoot | NA | 0.46a ^b | 0.23a | 0.74ab | 0.21bc | 0.10b | 0.09a |
| | Coco | 0.60a | 0.30a | 0.83ab | 0.20c | 0.12a | 0.08ab |
| | Comp | 0.53a | 0.27a | 0.67b | 0.18d | 0.10b | 0.08b |
| | 1/2 SFC | 0.49a | 0.29a | 0.72ab | 0.22b | 0.10b | 0.07c |
| | SFC | 0.70a | 0.28a | 0.89a | 0.26a | 0.11b | 0.09a |
| Runner | NA | 0.42a | 0.15a | 0.40b | 0.08b | 0.04a | 0.09a |
| | Coco | 0.49a | 0.14a | 0.57a | 0.09ab | 0.04a | 0.09a |
| | Comp | 0.49a | 0.15a | 0.53a | 0.11a | 0.04a | 0.08a |
| | 1/2 SFC | 0.42a | 0.14a | 0.53a | 0.08b | 0.04a | 0.07a |
| | SFC | 0.46a | 0.14a | 0.58a | 0.09ab | 0.04a | 0.08a |
| Root | NA | 0.49a | 0.13a | 0.35ab | 0.14a | 0.05a | 0.08a |
| | Coco | 0.39a | 0.10b | 0.45ab | 0.14a | 0.06a | 0.08a |
| | Comp | 0.49a | 0.12ab | 0.49a | 0.14a | 0.06a | 0.08a |
| | 1/2 SFC | 0.49a | 0.13a | 0.41ab | 0.17a | 0.05a | 0.08a |
| | SFC | 0.42a | 0.12ab | 0.32b | 0.20a | 0.04a | 0.08a |

^aTreatments are as follows. NA: no amendment (100% sand); Coco: 93% sand + 7% coco peat; Comp: 93% sand + 7% compost; 1/2 SFC: 96.5% sand + 3.5% soldier fly cast (SFC); SFC: 93% sand + 7% SFC.

^bMean by Duncan's multiple range test 5% level.

것이 효과적인 것으로 판단된다. 배토사에 토양개량제를 혼합하여 사용하는 것이 잔디생육과 품질향상에 좀 더 효과적이기 때문이다(Park et al., 1992). 또한 동애등에 분변토는 음식물과 동애등에번데기를 주성분으로 하고 있는 부산물비료로서 토양 중에서 쉽게 분해되므로 유기질비료로 이용할 수 있다. 유기질비료의 시비는 토양의 유기물 함량을 높여 토양의 보비력을 개선하고, 잔디생육과 품질을 향상시키며(Ham et al., 1997), 토양의 물리성을 개선하기도 하기 때문이다(Joo, 1993). 본 연구에서도 동애등에 분변토처리구의 잔디품질과 생육이 향상되는 결과를 얻어 잔디관리에서 동애등에 분변토를 유기질비료로 활용할 수 있을 것으로 기대되었다. 반면에 동애등에 분변토는 음식물이 주원료이기 때문에 전기전도도가 높고, 나트륨을 함유하고 있어 장기적으로 농작물재배에 이용하는 경우 토양이 염류집적을 일으킬 수 있다. 비록 골프장의 토양은 사토로 되어 있어 배수와 용탈이 용이하므로 본 연구에서 제시 바와 같은 모래상토에서는 대조구(Coco)와 비슷한 결과를 나타내어 경작지에 비해 비교적 안전하다 하더라도(Table 3) 잔디재배시 안전한 잔디생육과 토양관리를 위해서는 장기적인 재배시험을 통해 유기질비료로서의 안전성을 검증하는 것이 필요하다.

요 약

아메리카 동애등에를 이용하여 음식물 쓰레기를 친환경적으로 처리하는 과정에서 생성된 동애등에 분변토(Soldier fly cast)는 음식물 발효물과 동애등에번데기가 혼합된 부산물비료이다. 본 연구는 동애등에 분변토가 혼합된 모래상토에서 자란 한국잔디의 생육과 토양의 변화를 조사하여 동애등에 분변토가 토양개량제로서 적합성을 평가하였다. 적합성 평가를 위해 USGA규격에 적합한 모래와 7% 코코피트(Coco), 7% 부산물비료(Comp), 3.5% 동애등에 분변토(1/2 SFC) 및 7% 동애등에 분변토(SFC)를 혼합하여 연구에 사용하였다. 토양분석결과, SFC 처리구에서 NA보다 CEC가 증가하였고, Coco보다 질소, 유효인산 및 칼륨이 증가하였다. 엽색지수와 엽록소지수와 같은 잔디품질은 SFC처리구에서 향상되었고, 잔디뿌리길이도 증가하였다. 잔디생육량은 SFC처리구에서 지상부, 포복경, 지하부의 생육이 모두 증가하여 잔디생육이 가장 왕성하였다. 잔디 중 함유된 양분은 SFC처리구의 지상부에서 칼륨과 칼슘 함량이 증가하였다. 이러한 결과를 종합할 때, 7% 동애등에분변토가 혼합된 모래상토는 토양의 보비력과 주요 양분의 유효도가 증가하여 잔디의 지상부와 지하부의 생육과 품질이 향상시키므로 골프장 상토의 토양개량제로 활용이 가능하였다.

주요어: 아메리카동애등에, 음식물 쓰레기, 토양개량제, 동애등에 분변토, 한국잔디

Acknowledgement

This study was carried out with the support of research project (PJ006893) in National Academy of Agricultural Science of Rural Development Administration, Republic of Korea 2013.

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)
- Bondari, K. and Sheppard, D.C. 1987. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque, and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). Aquaculture. Fish. Mgt. 18:209-220.
- Chang, H.N., Jeong, C.M., Kang, J.W., Choi, J.D.R., Park, Y.S., et al. 2011. Discharge standards of kitchen-disposer wastewater by treatment type. J. of KORRA. 19(2):55-69. (In Korean)
- Chong, S.K. and Ok, C.H. 2006. Effect of rootzone mixes amended with crumb rubber on the physical properties. Kor. Turfgrass Sci, 20(1):83-91. (In Korean)
- Ham, S.K., Kim, S.T., Kim, H.J., and Lee, S.K. 1997. Effect of IBDU complex and organic fertilizers for creeping bentgrass in golf course. Kor. Turfgrass Sci. 11(3):167-172. (In Korean)
- Hong, S.Y. 2010. The measured rate system of food residuals and resources evaluation. J. of KORRA. 18(4):20-29. (In Korean)
- Hale, O.M. 1973. Dried *Hermetia illucens* larvae (Diptera: Stratiomyidae) as feed additive for poultry. J. Ga. Entonol. 8:16-20.
- Joo, Y.K. 1993. The measurement of soil conditioning effects of organic materials. Kor. Turfgrass Sci. 7(1):13-18. (In Korean)
- Jung, K.R. 1987. A survey on the sodium chloride content of common restaurant meal in Seoul area. Korean J. Food Sci. Technol. 19(6):475-479. (In Korean)
- Kang, C.M., Kim, B.M., and Jung, I.H. 2003. The study of efficient treatment conditions on the composting of foodwaste. J. of KORRA. 11(2):117-124. (In Korean)
- Kim, H.K. 1990. Physiological and ecological studies(II) on prolongation of the green leaf color period in Korean lawn, *Zoysia japonica* Steud. Kor. turfgrass Sci. 4(1):5-11. (In Korean)
- Kim, J.G., Lee, K.B., Lee, S.B., Lee, D.B., Kim, S.J., et al. 1999. The effect of long - term application of different organic

- material sources on chemical properties of upland soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 32(3):239-253. (In Korean)
- Kim, J.G. and Jung, K.Y. 2000. Amount of maximum compost application on the long-term application with different organic material sources in upland soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 33(3):182-192. (In Korean)
- Kim, N.C., and Jang, B.M. 2004. Sodium chloride decomposing method in food waste compost using triple salt. J. of KORRA. 12(3):86-94. (In Korean)
- Kim, S.H. 2010. Recently policy and progress for decreasing food wastes. J. of KORRA. 18(4):13-19. (In Korean)
- Kim, Y.S., and Kim, B.T. 2007. Effect of food-waste and poultry manure compost on the growth of young radish and change of soil properties. J. of KORRA. 15(1):159-168. (In Korean)
- Kim, Y.S., Lee, K.S., and Ham, S.K. 2003. The effect of liquid fertilizer contained amino acids on the growth of bentgrass (*Agrostis palustris* Huds) and the chemical characteristics of soil. Kor. Turfgrass Sci. 17(4):147-154. (In Korean)
- Kim, Y.S., Ham, S.K., Kim, T.S., and Jeong, H.S. 2008. Effect of liquid fertilizer containing medium of *Lacobacillus confusa* and *Pichia anomala* on growth creeping bentgrass. Kor. Turfgrass Sci. 22(2):185-196. (In Korean)
- Kim, Y.S., Kim, T.S., and Ham, S.K. 2009. The change of soil physicochemical properties by mixture ratio of inorganic soil amendments. Kor. Turfgrass Sci. 23(2):271-278. (In Korean)
- Kim, Y.S., Ham, S.K., and Lim, H.J. 2010. Change of soil physicochemical properties by mixed ratio of 4 types of soil amendments used in golf course. Kor. Turfgrass Sci. 24(2):205-210. (In Korean)
- Kim, Y.S., Lee, S.B., Ham, S.K., Lim, H.J., and Choi, Y.C. 2011. Soil physicochemical properties by applied with mixed ratio soldier fly (*Hermetia illucens*) cast. Kor. Turfgrass Sci. 25(1):106-111. (In Korean)
- Korean Society of Soil Science and Fertilizer. 2001. Glossary of soil science and fertilizer terms. Korean Society of Soil Science and Fertilizer. Suwon, Korea. (In Korean)
- Kwon, D.Y., Lee, J.H., Lee, D.I., and Joo, Y.K. 2005. Turfgrass establishment of USGA putting greens related with soil physical properties. Kor. Turfgrass Sci. 19(2):95-102. (In Korean)
- Min, B.H., Jung, C.K., Kim, J.M. Min, D.L., Lim, S.H., et al. 2010. A study on the new MBT management system with variations of MSW's seasonal emission characteristics. J. of KORRA. 18(4):54-63. (In Korean)
- NIAST. 1998. The analysis of soil and plant. NIAST. Suwon, Korea. (In Korean)
- Ok, C.H., Anderson, S.H., and Ervin, E.H. 2004. Amendments and construction systems ofr improving the performance of sand-based putting greens. Kor. Turfgrass Sci, 18(3):149-163. (In Korean)
- Park C.B., Hwang, K.S., and Lee, Y.B. 1992. Effects of source and mixing ratio of green topsoil on growth-quality of creeping bentgrass. Kor. Turfgrass Sci. 6(1):1-10. (In Korean)
- Park, C.M., Han, D.S., Hwang, K.S., and Lee, Y.B. 1991. Effects of source and mixing ratio of topsoil on physico-chemical properties of green. Kor. Turfgrass Sci. 5(2):59-68. (In Korean)
- Park, C.S. 1999. The compost believed as the tonic medicine of the agricultural soil may also the hemlock if used excessively. Korean J. Soil Sci. Fert. 32(1):90-94. (In Korean)
- Park, C.Y., Choi, J., Park, K.D., Jeon, W.T., Kwon, H.Y., et al. 2000. Change of physical properties on long - term fertilization of compost and silicate in paddy soils. Korean J. Soil Sci. Fert. 33(3):175-181. (In Korean)
- Sheppard, D.C., Newton, G.L., Thompson, S., Davis, J., Gascho, G., et al. 1998. Using soldier flies and a manure management tool for volume deduction, house fly control and reduction, house fly control and feed stuff production, In G-wen roland (de.), Sustainable Agriculture Research and Education, Southern Region, USA.
- Sheppard, D.C. and Newton, G.L. 2000. Valuable by products of a manure management system using the black soldier fly-a literature review with some current results. Proceedings, 8th International Symposium-Animal, Agricultural and Rood Processing Wasteds, 9-11 October 2000. Des Monies, IA, American Soiciety of Agricultural engineering, St. Joseph, MI, USA.
- Shin, H.S., Hwang, E.J., and Gee, C.S. 1998. Food residuals management in Korea. J. of KORRA. 6(2):1-6. (In Korean)
- Soil Science Society of America. 1997. Glossary of soil science terms. Soil Science Society of America. Madison, USA.
- Tingle, F.C., Mitchell, E.R., and Copeland, W.W. 1975. The soldier fly, *Hermetia illucens* in poultry housed in north central Florida. J. Ga. Entomol. Soc. 10:179-183.