



## 가축분뇨발효액비와 미생물제제 종류별 시용에 따른 크리핑 벤투그래스의 생육과 토양중 대취분해에 미치는 영향

임지연<sup>†</sup>, 함선규, 이영민, 차영기\*

(주)대정골프엔지니어링 부설 대정잔디연구소, 트리니티골프클럽  
(2014년 11월 13일 접수, 2014년 12월 05일 수정, 2014년 12월 06일 채택)

### Effects of Composted Liquid Manure and Microbial Agent Types on Growth and Thatch Decomposing of Creeping Bentgrass

Ji Yeon Lim<sup>†</sup>, Suon Kyu Ham, Yeong Min Lee and Young Gi Cha\*

Daejung Turfgrass Research Institute, TRINITY GOLF CLUB\*

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of *Actinomyces sp.* and *Bacillus sp.*, United States granular microorganisms and Japan granular microorganisms on turfgrass growth and thatch decomposing of creeping bentgrass in golf course by measuring turf color index, chlorophyll index, thatch content of soil, root length, turf density and chemical properties and thatch content of soil. Fertilizer treatment was designed as follows; control(CF; compound fertilizer), microorganism medium(M; CF+M), microorganism medium and livestock manure fertilizer(M-L; CF+M+LMF), microorganism medium, livestock manure fertilizer and amino acid liquid fertilizer(M-L-A; MM+LMF+ALF), United States granular microorganisms(USGM; CF+USGM), Japan granular microorganisms(CF+JGM). Soil properties investigated after experiment was scarcely affected by applied fertilizers in root zone of creeping bentgrass. The turf color index and chlorophyll index of M, M-L, M-L-A, USGM, JGM treatment were higher than those of CF. The turfgrass root in M-L treatment was longer than others. The thatch content of soil in M treatment was longer than others. The thatch content of M was decreased than that of CF by 6.8%. These was suggested that application of M induced the development of quality and growth of creeping bentgrass by assisting turfgrass growth and thatch decomposing.

Keywords : *Acinetobacter*, *Bacillus sp.*, Creeping bentgrass, Thatch decomposing, Turf growth

<sup>†</sup>Corresponding author(ijywh8511@naver.com)

## 초 록

본 연구는 *Bacillus sp.* 와 *Actinomyces sp.*을 포함하는 미생물배양액, 일본산입상미생물 및 미국산입상미생물 등의 기능성성분을 포함하는 기능성비료의 시비가 크리핑벤트그래스의 잔디생육과 토양 대취분해에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 처리구는 비료의 종류에 따라 대조구(CF), 미생물배양액(M), 미생물배양액과 가축분뇨발효액비(M-L), 미생물배양액과 가축분뇨발효액비 및 아미노산액비(M-L-A), 일본산 입상미생물(JGM), 미국산 입상미생물(USGM)였다. 시험 전후 토양분석결과, pH는 시험 후에 전보다 모든 처리구에서 약간 증가하였고, 시험 종료 후 처리구간의 토양화학적성은 비슷하여 공시비료의 시비는 토양환경에 거의 영향을 미치지 않았다. 잔디생육 조사결과, 엽색지수와 엽록소지수는 관행구와 비교할 때, 처리구에서 높았고, 관행구와 처리구들사이에는 조사시기별 변화경향은 비슷하나 M-L-A와 M-L처리구에서 약간 높게 나타났다. 잔디뿌리는 M-L에서 더 길었다. 대취함량 조사결과, 관행구와 비교할 때, 처리구에서 감소하였고, 관행구와 처리구들사이에는 M처리구가 관행구보다 대취분해에 효과적이었다. 본 연구 결과, *Bacillus sp.* 와 *Actinomyces sp.*을 함유하는 배양미생물 처리는 다른 미생물제제에 비하여 크리핑벤트그래스의 뿌리생육과 토양 내 대취분해를 촉진하여 잔디품질을 향상시키는 잔디성장촉진 기능이 있는 비료임을 알 수 있었다.

주제어 : *Acinetobacter*, *Bacillus sp.*, 크리핑벤트그래스, 대취분해, 잔디생육

## 1. 서론

크리핑 벤트크래스는 유럽과 아시아가 원산지이지만, 아주 짧게 예초되며 섬세한 조직을 갖는 잔디초지로 세계 전 지역에 분포되어 있다. 국내 골프장 그린은 대부분 크리핑 벤트크래스로 식재되어 있으며 최근에는 페어웨이 및 티 등에도 이 초종이 식재되고 있다(장 등, 2007). 크리핑 벤트크래스는 염분토양과 범람에 대한 내염성이 한 지형 잔디류 중 우수하지만, 30℃이상의 여름철 고온에 지상부와 지하부의 생장이 감소하며(Xu and Huang, 2000; Huang and Gao, 2000) 뻣뻣하게 고결한 토양(compact soil)에는 아주 약하다(Bengtson and Davis, 1939).

토양 중 유기물은 식물생육에 필요한 영양을 저장하는 역할을 담당하며 토양의 질에 영향을 미치지만(Bhandaranayake et al., 2003) 집약적인 이용이 이루어지는 골프장과 같은 모래 기반의 근권부에서 과도한 유기물의 집적은 병충해 피해, 잔디의 황화, 무름, 고사, 극한 온도 및 건조에 대한 내성 감소, 뿌리발달 장애, 질소 부동

화, 살균제 효과 감소, 습윤 시 잔디 표면의 연약화, 그리고 토양층 내에 견고한 유기물층 형성 등을 증가 시킨다(Wood, 2005). 좋은 품질의 잔디를 유지하기 위해 적합한 시비(Ham et al., 1997; Hwang et al., 1991), 관리작업(Hwang and Choi, 1999) 및 수분관리 등이 필요하며, 대취제거를 위하여 배토(top-dressing), 코어링, 수직작기 및 그루밍 등의 기계적인 방법(Mccarty et al. 2005)은 대취를 효과적으로 조절하지 못하고 있다(Huh and Ko, 2008). 그 이유는 토양 하부층의 유기물 집적이 원인이라 예측된다. 최근에는 생물학적인 대취분해제 처리(Will et al., 2006; Mccarty et al., 2005) 및 경종적 방법(Kim et al., 2003)이용한 실험 결과 대취제거 효과적이라 밝혀졌다.

최근 친환경적인 잔디관리에 대한 요구도가 높아지면서 액체비료의 사용 요구도는 증가하고 있는 실정이다. 축산업과정에서 발생한 가축분뇨액을 골프장에 활용하거나(Ham, 2010) 아미노산을 함유한 기능성 비료의 이용으로 잔디에 필요한 양분을 공급하기도 한다(Kim et al., 2003).

따라서 본 연구는 bacillus균과 방선균을 포함하는 미생물 배양액에 기능성성분이 포함하는 기능성비료와 가축분노발효액비 및 미생물제제의 시비가 크리핑 벤트그래스의 잔디품질과 토양성분과 대취함량에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 2013년 6월부터 2013년 10월까지 5개월 동안 경기도 여주시 소재의 18홀 한지형 잔디 골프장 시험포장에서 수행되었다.

### 2.1 공시비료 및 처리구 설정

실험은 크리핑 벤트그래스(CY-2)로 조성된 13홀 페어웨이에서 수행되었다. 처리는 복합비료만 시비한 대조구(CF), 복합비료와 미생물처리(M), 복합비료와 미생물 및 가축분노발효액비 혼합처리(MFL) 복합비료와 미생물, 가축분노발효액비 혼합처리(M-L-A), 복합비료와 미국산 입상미생물처리(USGM), 복합비료와 일본산 입상

미생물처리(JGM)로 하였다. 미생물처리는 물과 배양미생물의 혼합 부피비는 1:1, 미생물과 가축분노발효액비 혼합처리는 미생물과 가축분노발효액비 1:1로 살포량은 90ml · m<sup>-2</sup>로 2주 간격으로 살포 하였다. 미국산 입상미생물 처리는 8g · m<sup>-2</sup>로 6월 12일에 1회 살포, 일본산 입상미생물 처리는 30g · m<sup>-2</sup>로 6월 12일, 9월 15일 총 2회 살포 하였다.

처리구별 시비는 20L 물뿌리개를 이용하여 자외선이 약한 오후 늦은 시간에 살포하였으며, 살포 후에는 곧바로 15분간 물을 살수하여 미생물이 토양 내에 스며들도록 하였다.

연구에 사용된 미생물액비는 연구소에서 선별한 6종의 균주[Table 2]로 Acinetobacter calcoaceticus 1종, Bacillus sp. 5종이며, 6종의 균주는 미생물 배양매지(Tryptic Soy Agar+1%Carboxymethylcellulose sodium salt)에 도말 한 후 27℃에서 24시간 배양하였다. 계대 배양된 plate(6종)는 각각의 TSB(Tryptic Soy Broth) 1L에 분유 500g, 설탕 300g(갈색설탕), NB(Ntrient Broth), 물 300L를 혼합하여 액비제조기(MT 350D)를 이용하여 35℃에서 24

[Table 1] Soil Chemical Properties to the Treatment

Treatment <sup>x</sup>	pH (1:5)	EC	O.M	T-N	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex-Cation				CEC
						K	Ca	Mg	Na	
		dS · m <sup>-1</sup>	%		mg · kg <sup>-1</sup>	cmolc · kg <sup>-1</sup>				
CF	6.37	0.21	0.24	0.01	14.0	0.2	0.78	0.25	0.05	2.13
M	6.46	0.20	0.21	0.01	17.0	0.27	0.8	0.28	0.04	2.43
M-L	6.47	0.21	0.12	0.01	18.3	0.27	0.79	0.28	0.03	2.73
M-L-A	6.44	0.20	0.12	0.01	16.6	0.22	0.81	0.3	0.03	2.83
JGM	6.41	0.20	0.14	0.02	14.6	0.23	0.78	0.28	0.03	2.73
USGM	6.45	0.20	0.15	0.01	18.6	0.17	0.77	0.27	0.03	2.93

<sup>x</sup>Treatments were CF: compound fertilizer(16-9-17), M: a liquid fertilizer contained microorganisms(Actinomyces sp. and Bacillus sp.) medium, M-L: a liquid fertilizer contained microorganisms medium and livestock manure fertilizer, M-L-A: a liquid fertilizer contained microorganisms medium and livestock manure fertilizer and amino acid liquid fertilizer, USGM: United States granular microorganisms, JGM: Japan granular microorganisms.

시간 배양한 미생물( $1.2 \times 10^6 \text{cfu} \cdot \text{ml}^{-1}$ )을 포장에 시비하였다.

## 2.2 생육조사 및 분석방법

분석용 토양시료는 5월 23일, 7월 26일, 10월 29일 총 3회 채취하여 풍건 후 체질하여 보관하였다. 토양화학성 분석은 pH, 전기전도도(EC), 유기물(O.M), 전질소(T-N), 유효인산( $\text{Av-P}_2\text{O}_5$ ), 양이온치환용량(CEC), 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na), 미량원소(B, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo)을 토양화학분석법(NIAST, 1998)에 준하여 분석하였다.

미생물 배양액의 시비에 따른 잔디 품질을 조사하기 위하여 엽색지수와 엽록소지수는 각각 엽색지수측정기(TCM500, SCOUT)와 엽록소지수측정기(CM1000, SCOUT)를 이용하여 2주 간격으로 측정하였다. 처리구별 잔디의 뿌리길이(cm)와 밀도( $\text{shoot수} \cdot \text{m}^{-2}$ )는 월 1회 조사하였다. 토양 내 대취함량의 변화를 측정하기 위하여 대취층을 채취하여 수분정량( $105^\circ\text{C}$ , 4시간) 후 회화( $450^\circ\text{C}$ , 5시간)하여 휘산된 무게를 정량하여 건조토양 중의 휘산된 유기물 함량비율로 측정하였다.

처리구별 통계분석은  $\alpha=0.05$ 수준에서 (Tukey's honestly significant difference) Analysis를 이용하여 각 처리 간 유의성 검정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 토양의 무기성분 함량

시험 전 · 중간 · 후 토양 분석 결과, 안 등 (1992)이 제시한 토양화학성의 이상적인 조건을 비교할 때 pH는 약 5.9에서 7월에는 6.0~7.4, 10월에는 5.8~6.5으로 모든 처리구에서 약간 증가하였다가 감소하였고, 전기전도도는 약간 감소하다가 시험 전 토양과 비슷하였다. 시험 전보다 시험 후의 토양 중 양분함량이 대체적으로 증가하는 경향이나 이는 시비에 의한 함량증가라고 여겨진다. 다만, 배양미생물 처리구에서 토양유기물함량이 무처리구에 비해 감소한 것으로 나타나 가축분뇨발효액비와 배양미생물 및 아미노산액의 혼용 시비는 토양유기물의 분해촉진에 효과적인 것으로 나타났다. 그 외 성분들은 처리구에 따라 차이가 거의 없었으나 치환성 칼리함량은 액비를 시비한 처리구에서 더 높게 검출된 것으로 볼 때 액비함유 칼리의 시비효과로 여겨진다. 미량원소와 양분포화도도 처리구별 차이가 거의 나타나지 않았다[Table 1]. 따라서 가축분뇨발효액비와 미생물제제의 혼용시비는 토양화학성 변화에는 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.

### 3.2 잔디 생육 조사

시험기간 중 엽색지수 조사결과, 추가시비한 처리구는 관행구보다 엽색지수가 더 높게 나타났다. 처리구 간에는 엽색지수와 엽록소지수는 비

[Table 2] Genetic Analysis of Microbial Fertilize Results

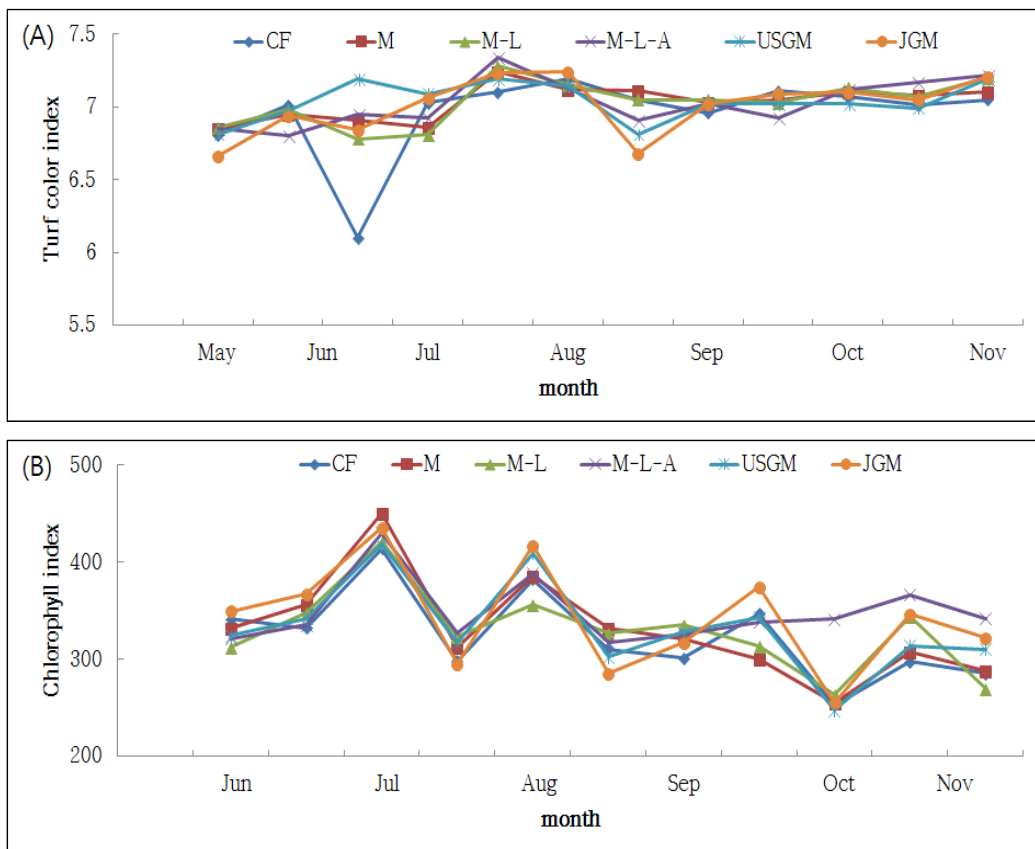
Strain	Treatment	CF	M
det-1		<i>Bacillus flexus</i>	KACC 10893
det-2		<i>Bacillus megaterium</i>	KACC 14581
det-3		<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	KACC 11541
det-4		<i>Bacillus pumilus</i>	KACC 10917
det-7		<i>Bacillus megaterium</i>	KACC 10482
det-9		<i>Bacillus cereus</i>	KACC 11240

숫하나 M-L-A와 M-L처리구에서 약간 높게 나타났고, USGM과 JGM는 CF와 비슷하였다 [Fig. 1].

잔디 생육기간 중 잔디의 뿌리길이를 조사한 결과, 5월부터 7월까지의 모든 처리구에서 시간의 경과에 따라 뿌리길이가 증가하나 8월에는 감소하는 경향을 보였다. 감소한 것은 고온이 지속되어 잔디 생육이 불량하였기 때문으로 판단된다. 각 처리구별 뿌리길이는 6월달의 감소는 롤링작업으로 인하여 뿌리의 손상이 있었기 때문으로 판단된다. M, M-L, M-L-A 및 USGM 처리구가 CF와 JGM 처리구보다 더 길었으며, 통계적 유의성은 나타나지 않았다[Table 3]. 미생

물배양액과 기능성비료에 의한 뿌리길이 변화는 생육후기에서 나타났고, 모든 처리구 중에서 M-L처리구에서 뿌리생육이 가장 좋은 것으로 조사되었다[Table 3].

잔디 밀도를 조사한 결과, 7월부터 9월의 밀도 감소는 여름철 고온으로 인한 발병 때문인 것으로 보인다. 모든 처리구는 관행구에 비해 잔디밀도가 높게 나타났다. 관행에 비해 M-L-A, M-L, M처리구 순으로 잔디 밀도가 높게 나타났으며, 통계적으로 유의성은 나타나지 않았다 [Table 4]. 따라서 관행시비에 가축분뇨발효액비와 배양미생물을 혼합하여 시비할 경우 잔디 품질이 향상되는 것으로 판단된다.



[Fig. 1] The Change of (A) Turf Color Index and (B) Chlorophyll Index of Creeping Bentgrass. CF: Compound Fertilizer, M: CF+M, M-L: CF+M+LMF, M-L-A: CF+M+LMF+ALF, USGM: United States Granular Microorganisms, JGM: Japan Granular Microorganisms.

[Table 3] The Change of Root Length in Creeping Bentgrass by Liquid Fertilizer Application

Date \ Treatment	CF	M	M-L	M-L-A	USGM	JGM
May. 23	15.0b <sup>y</sup>	18.0a	18.0a	12.0c	14.0b	12.0c
Jun. 27	9.1ab	9.7a	9.5ab	9.7a	8.3bc	7.7c
Jul. 26	12.0c	13.0c	19.6a	15.3b	16.3b	9.0d
Aug. 20	11.0d	16.0b	17.0b	19.6a	14.0c	10.3d
Sep. 20	15.3b	17.3a	18.6a	18.3a	13.6c	14.3bc
Oct. 29	16.3b	18.0a	18.3a	18.6a	15.0b	10.6c
Nov. 12	20.6a	20.3a	16.0c	18.6b	18.3b	14.0d
Mean	14.2a	16.0a	16.7a	16.0a	14.2a	11.1a

<sup>x</sup>Treatments were CF: compound fertilizer(16-9-17), M: CF+M, M-L: CF+M+LMF, M-L-A: CF+M+LMF+ALF, USGM: United States Granular Microorganisms, JGM: Japan Granular Microorganisms.

<sup>y</sup>Mean by Tukey's honestly significant difference 5% level.

[Table 4] The Change of Density in Creeping Bentgrass by Liquid Fertilizer Application

Date \ Treatment	CF	M	M-L	M-L-A	USGM	JGM
May. 23	17ay	17a	17a	18a	17a	17a
Jun. 27	17b	17b	18b	20a	17b	14c
Jul. 26	10d	16ab	16ab	18a	15bc	13c
Aug. 20	9b	10ab	11a	11a	11a	11a
Sep. 20	8b	12a	13a	12a	11a	11a
Oct. 29	11b	15a	15a	15a	14a	13ab
Nov. 12	10b	11ab	12a	11ab	12a	11ab
Mean	11.7b	14.0a	14.6a	15.0a	13.9a	12.9a

<sup>x</sup>Treatments were CF: compound fertilizer(16-9-17), M: CF+M, M-L: CF+M+LMF, M-L-A: CF+M+LMF+ALF, USGM: United States Granular Microorganisms, JGM: Japan Granular Microorganisms.

<sup>y</sup>Mean by Tukey's honestly significant difference 5% level.

### 3.3 토양 대취함량 변화

시험기간 중 대취함량 조사결과, 관행구의 경우 시간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향이 었으나, 처리구에서는 7월 26일에는 증가하였다. 이 증가는 처리구에 시비된 양분이 잔디생육을 촉진시켜 대취축적이 증가 된 것으로 보이며, 9 월과 11월 조사에서는 서서히 감소하였는데, 이

는 미생물의 시비와 온도상승으로 대취분해가 축 진되어 점차적으로 감소한 것으로 판단된다. 대 취함량의 감소율은 M-L-A에서 가장 높았으며, USGM과 JGM은 대취의 감소정도가 M보다 약간 낮게 나타났다[Table 5]. 한지형 잔디 관리 시 에 가축분뇨발효액비와 배양미생물을 시비할 경 우에는 토양의 유기물분해가 어느 정도 이루어지

[Table 5] The Change of Thatch Content in Creeping Bentgrass by Liquid Fertilizer Application

Date	Treatment	CF	M	M-L	M-L-A	USGM	JGM
May. 23		3.28ay	3.28a	3.28a	3.28a	3.28a	3.28a
Jul. 26		3.57d	3.59d	3.95c	4.65a	4.32b	3.64d
Sep. 20		3.59	3.17c	3.53b	4.09a	3.62b	3.61b
Nov. 12		3.65a	3.09e	3.29d	3.58ab	3.48bc	3.42cd
Mean		3.52b	3.28ab	3.51b	3.90a	3.68b	3.49ab

<sup>x</sup>Treatments were CF: compound fertilizer(16-9-17), M: CF+M, M-L: CF+M+LMF, M-L-A: CF+M+LMF+ALF, USGM: United States Granular Microorganisms, JGM: Japan Granular Microorganisms.

<sup>y</sup>Mean by Tukey's honestly significant difference 5% level.

는 것으로 판단된다. 통상적으로 골프코스에서의 대취제거를 위해서는 스위퍼, 버티칼모잉 및 배토를 하고 있으며, 이러한 갱신작업에도 불구하고 대취가 축적되는 경향이 있으므로 가축분뇨발효액비와 배양미생물을 사용하는 것도 대취분해에 도움이 될 것으로 사료된다.

### 사사

This study was carried out with the support of research project in Rural Development Administration(PJ008456), Republic of Korea.

### 참고문헌

1. An, Y. T. et al. Basic management and reality of the golf course. *Turfgrass Sci.*, pp. 290-291. (1993).
2. Bengtson, H. B. and F. F. Davis. Experiments with fertilizers on bent turf. *Turf Culture* 1., pp. 192-213. (1939).
3. Bhandaranayake, W., Y. L. Qian, W. J. Parton, D. S. Ojima, and R. F. Follett. Estimation of soil organic carbon change in turfgrass

systems using the century model. *J. Agronomy* 95(3), pp. 558-563. (2003).

4. Huang, B. and H. Gao. Growth and carbohydrate metabolism of creeping bentgrass cultivars in response to increasing temperatures. *Crop Sci* 40., pp. 1115-1120. (2000).
5. Ham, S. G., S. T. Kim, H. J. Kim, and S. K. Lee. Effect of IBDU complex and organic fertilizers for creeping bentgrass in golf course. *Kor. Turfgrass Sci* 11(3), pp. 167-172. (1997).
6. Ham, S. K., Y. S. Kim, T. S. Kim, K. S. Kim and C. H. Park. The effect of SCB liquid fertilizer on growth of creeping bentgrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 23(1), pp. 91-100. (2009).
7. Ham, S. K., Y. S. Kim and C. H. Park. The growth effects creeping bentgrass by SCB liquid fertilizer application. *Kor. Turfgrass Sci.* 24(1), pp. 56-61. (2010).
8. Hwang, Y. S. and J. S. Chio. Effect of mowing interval, aeration, and fertility level on the turf quality and growth of zoysiagrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 13(2), pp. 79-90. (1999).
9. Kim, J. H. Effect of a microbial product on

- control of soilborne diseases of turfgrasses. Plant Disease and Agriculture., 1(1), pp.19~29(1995)
10. Kim, Y. S., K. S. Lee and S. G. Ham. The effect of liquid fertilizer contained amino acids on the growth of bentgrass and the chemical characteristics of soil. Kor. Turfgrass Sci. 17(4)., pp. 147-154. (2003).
  11. Kim, Y. S. Effect of liquid fertilizer contained fermentation of Lactobacillus confusa and Pichia anomala on growth of creeping bentgrass. Kor. Turfgrass Sci., 22(1). pp. 49~56 (2008)
  12. Wood, A. Getting smarter with your thatch control and renovations. J. New Zealand Turf Management 20(3)., pp. 19-21. (2005).
  13. Xu, Q. and B. Huang. Effects of differential air and soil temperature on carbohydrate metabolism in creeping bentgrass. Crop Sci., 40., pp. 1368~1374 (2000). 