

## 완효성질소성분이 함유된 복합비료의 시비가 토양 중 질소함량 변화 및 肯터키블루그래스 생육에 미치는 영향

김영선<sup>1\*</sup> · 김택수<sup>1</sup> · 함선규<sup>1</sup> · 방수원<sup>2</sup> · 이창은<sup>3</sup>

<sup>1</sup>에이엠잔디연구소, <sup>2</sup>SKY72 골프클럽, <sup>3</sup>(주)씨엔엘케미컬

### The Effect of Compound Fertilizer Contained Slow Release Nitrogen on Turfgrass Growth in Kentucky bluegrasss and on Nitrogen Change in Root Zone

Young-Sun Kim<sup>1\*</sup>, Tack-Soo Kim<sup>1</sup>, Suon-Kyu Ham<sup>1</sup>, Su-won Bang<sup>2</sup> and Chang-Eun Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Turfgrass Research Institue, AMENC Co. Ltd, Inchoen, Korea,

<sup>2</sup>SKY72 Golf Club, Inchoen, Korea,

<sup>3</sup>C&L Chemical Co., LTD, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of compound fertilizer contained slow release nitrogen such as isobutylidene diurea(IBDU) and methylene urea(MU) on kentucky bluegrasss and the change of nitrogen in the root zone after supplying these at AM turfgrass research institute with soil analysis, chlorophyll content index, leaf area index and dry weight during 6 months from July to December in 2007 year.

Fertilizer treatments were designed as following; non-fertilizer(NF), straight fertilizer(CF), methylene urea(MU), isobutylidene diurea(IBDU). The every treatments were arranged a randomized complete block with three replications.

Results obtained were summarized as follows:

As relative to time after N fertilizers application, ammonium and nitrate in soil were increased, but T-N was decrease. The change of ratio of available N and T-N by elapsed time after fertilizing was decreased in CF from 30days but increased until 45days. Compared with NF, the turf color index in CF, MU and IBDU was increased 1.5%, 2.5% and 2.3%, respectively, the chlorophyll content 16%, 25% and 26%, the

\*Corresponding author. Tel : +82-32-741-8516

E-mail : zeroline75@empal.com

Received : Apr. 13, 2009, Revised : May. 20, 2009, Accepted : Jun. 1, 2009

dry weight 31%, 62% and 46% and shoot number 104%, 185% and 148%. The chlorophyll content index of MU and IBDU was increased 7.5% and 8.8% than that of CF, shoot number 40% and 22%, and dry weight 24% and 12% but turf color index was similar to that of CF.

These results showed that the MU and IBDU application was supplied nitrogen for a long time in root zone by increasing an available nitrogen, and so promote turfgrass growth such as chlorophyll content and shoot number in kentucky bluegrass.

**Key words :** isobutylidene diurea(IBDU), methylene urea(MU), turfgrass growth, available N, slow release fertilizer, straight fertilizer

## 서 론

2006년 10월 현재 우리나라 골프장의 초종별 잔디 식재 현황을 보면 한지형 잔디로 조성된 골프장은 약 21%에 해당되지만 티, 그린 칼라 등의 지역을 한지형 잔디로 조성한 골프장은 약 55%에 이른다. 2007년 한해 이들 골프장을 이용한 내장객의 수는 1천5백만 명에 이르며, 이는 2001년도와 비교 했을 때 증가된 골프장의 숫자는 36%가 늘어난 반면, 내장객 수는 50% 증가하였다(심 등, 2007).

한지형 잔디로 조성된 골프장은 보비력과 보수력이 낮고, 배수성이 좋은 모래위주의 토양으로 조성되어 있어 잣은 예초, 낮은 예고 및 다량의 질소시비에 의해 잔디는 많은 스트레스와 생육상의 장해를 받는다(O'Neil and Carrow, 1983).

속효성 복합비료를 이용한 한지형 잔디의 관리는 생육초기 황화현상 발생, 여름철 하고 현상, 비료 과잉에 의한 연못 수질 오염의 염려가 있을 뿐 아니라 잔디상태를 악화시키고, 또한 잣은 시비로 인한 노동력 손실 등의 문제점을 안고 있기 때문에 이를 개선하기 위해 완효성비료를 사용하게 되었다.

완효성비료는 질소원을 용출시키기 위해 사용되는 매질의 종류에 따라 coated urea(CU),

crotonyliden diurea(CDU), isobutylidene diurea(IBDU), methylene urea(MU) 등이 있으나(김, 2006) 골프장에 많이 사용되는 완효성질소비료는 IBDU와 MU가 있다. 완효성질소성분이 포함된 복합비료는 시비횟수를 단축시켜 시비노력과 그 비용을 감소시키는데 기여한 바 있으나 국내에서 완효성질소 성분의 양분의 토양 중 변화와 완효성질소 성분의 종류에 따른 잔디생육 및 시비지속기간에 대한 연구가 부족하였다.

따라서 본 연구는 완효성 질소 성분이 IBDU와 MU 형태로 함유된 복합비료의 시비가 켄터키블루그래스 생육과 토양 중 변화에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

## 재료 및 방법

본 실험은 2007년 7월부터 동년 12월까지 인천광역시 소재의 SKY72 골프장 증식포장에서 수행하였고, 공시잔디는 포장에 식재된 켄터키블루그래스 품종인 *Midnight*을 이용하였다.

공시비료는 속효성질소복합비료 1종과 완효성질소복합비료 2종으로 수행하였고, 완효성질소복합비료는 methylene urea(MU) 1종과 isobutylidene diurea(IBDU) 2종으로 하였

다. 속효성질소비료는 시중에서 판매되는 잔디용복합비료((주)풍농)를 사용하였고, 완효성 비료 중 MU 비료와 IBDU 비료는 (주)씨엔엘케미칼에서 공여 받아 실험에 이용하였다. 공시비료인 잔디용복합비료, MU비료, IBDU 비료의 질소-인산-칼리의 함량은 각각 11-5-7, 18-3-18, 16-7-15이었고, 기타 미량원소를 포함하고 있었다(Table 1).

처리구는 3m<sup>2</sup>(1m×3m)크기로 난괴법 3반복으로 수행하였다. 각 처리구은 비료처리 여부에 따라 비료를 시비하지 않은 무처리구(NF), 잔디용복합비료만을 시비한 대조구(CF), MU복합비료를 시비한 처리구(MU) 및 IBDU 복합비료를 시비한 처리구(IBDU)로 설정하였다.

시비량의 설정은 공시비료에 사용된 완효성 비료가 인산과 칼리가 포함된 복합비료이나 완효성 질소성분에 따라 MU와 IBDU로 구분하였으므로 질소질 비료를 기준으로 시비량을 설정하였다. 비료는 잔디 생육기간을 고려하여

7~8월에는 30일 간격으로 3.6 N g·m<sup>-2</sup>을 2회(7/1, 8/1)시비하였고, 9~11월에는 45일 간격으로 7.2 N g·m<sup>-2</sup>을 2회(9/1, 10/16)시비하였다(Table 2).

실험기간 중 포장의 예초관리는 승용식 3개 모아로 주 2회 15mm 예고로 예취를 실시하였고, 통기작업은 파종한 지 2년이 경과되지 않아 봄철 1회 실시하였으나 시험기간 동안에는 실시하지 않았고 배토는 3회 실시하였다. 잔디 생육 중 포총나방의 방제를 위해 페니트로티온 유제와 각종 병해 예방을 위해 테부코나졸 유제를 2회 살포하였다.

공시토양은 시험전인 6월 30일과 시험이 종료된 12월 5일에 토양시료채취기를 이용하여 지상으로부터 10cm 깊이로 2회 채취하여 풍건 후 체에 통과된 것을 시료로 사용하였다. 토양화학성 조사는 토양산도(pH), 전기전도도 (electro-conductivity; EC), 유기물(organic matter; OM), 치환성양이온(K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>,

**Table 1.** The content of nutrients of fertilizer used in this study. (Unit : %)

Fertilizer	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O	CaO	S	MgO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Mn	Cu	Zn
	SRF <sup>z</sup>	SF <sup>y</sup>	Total	CP <sup>x</sup>	WP <sup>w</sup>	Total									
Compound fertilizer	-	11	11	5	-	5	7	20	-	4	0.1	-	-	-	-
MU <sup>v</sup>	12.6	5.4	18	-	3	3	18	-	8.5	1	-	1	0.1	0.1	0.1
IBDU <sup>u</sup>	6.0	10	16	2	5	7	15	-	-	2	0.03	0.5	0.01	-	0.02

<sup>z</sup>SRF : slow release fertilizer

<sup>y</sup>SF : straight fertilizer

<sup>x</sup>CP : citrate-soluble phosphate

<sup>w</sup>WP : water-soluble phosphate

<sup>v</sup>MU : methylene urea

<sup>u</sup>IBDU : isobutylidene diurea

**Table 2.** The application method of fertilizer used in this study. (unit : g·m<sup>-2</sup>)

Treatment <sup>z</sup>	N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	Application times(month/day) and amount			
		1st(7/1)	2nd(8/1)	3rd(9/1)	4th(10/16)
NF <sup>y</sup>	0-0-0	0	0	0	0
CF <sup>x</sup>	11-5-7	32.75	32.75	65.5	65.5
MU <sup>w</sup>	18-3-18	20	20	40	40
IBDU <sup>v</sup>	16-7-15	22.5	22.5	45	45

<sup>z</sup>Treatments were NF<sup>y</sup> : no fertilized, CF<sup>x</sup> : control compound fertilizer used strait fertilizer(11-5-7), MU<sup>w</sup> : slow release N fertilizer of MU type used 18-3-18, IBDU<sup>v</sup> : slow release N fertilizer of IBDU type used 16-7-15.

$\text{Na}^+$ )등이고, 분석방법은 농업과학원 토양화학 분석법(농업과학기술원, 1998)에 준하여 분석하였다.

비료의 질소형태에 따른 시비 후 토양 중 질소변화를 확인하기 위해 토양 중 질소형태별 함량을 조사하였다. 조사시기는 3차 시비 후 15일, 30일 및 45일 차 시료를 분석하였고, 분석항목은 암모니아테 질소, 질산태 질소 및 총질소 등이다.

또한 잔디시비효과를 측정하기 위하여 엽색 지수와 엽록소함량을 측정하였으며, 기기는 각각 Turf color meter(SCOUT, TCM 500)와 Chlorophyll meter(SCOUT, CM 1000)를 사용하였다. 조사시기는 7월 2일부터 4~8일 간격으로 총 24회 조사하였다(7/2, 7/9, 7/17, 7/23, 8/3, 8/10, 8/18, 8/27, 8/31, 9/4, 9/10, 9/14, 9/18, 9/29, 10/9, 10/16, 10/23, 10/30, 11/7, 11/15, 11/24, 11/30, 12/5).

잔디생육량 조사는 15mm 예고로 셋팅된 승용식 3갱모아(JECOBSON)를 이용하여 예초하여 얻어진 잔디를 수돗물로 세척하여 이 물질을 분리한 후 65°C의 건조기에서 24시간 동안 건조 후 무게를 측정하였다. 조사는 총 6회 수행하였다(8/3, 8/31, 9/15, 10/3, 10/15, 12/5).

잔디밀도는 시험 종료시기인 12월 5일 시험 종료 후  $1\text{cm}^2$ 의 규격의 잔디밀도조사기를 이용하여 조사하였다.

잔디식물체 분석은 시험 종료시기인 12월 5일 체취된 잔디예초물을 건조하여 시료로 사용하였고, 분석항목은 잔디생육에 주요 구성성

분인 질소, 인, 칼슘 및 마그네슘 등을 농업과학원의 식물체분석법(농업과학기술원, 1998)에 준하여 분석하였다.

## 결 과

### 토양의 무기성분 함량

시험 전 토양의 화학성은 Table 3과 같다. 본시험에 사용된 골프장의 토양화학성은 안 등(1992)이 제시한 이상적인 티, 페어웨이 토양의 조건을 비교할 때 pH와 전기전도도는 약간 높고, 치환성 마그네슘은 적합하나 질소, 유효인산, 유기물 및 치환성양이온은 부족한 토양이었다.

시험 종료 후 토양화학성 분석결과는 Table 4에 제시하였다. 토양산도(pH), 전기전도도(EC), 총질소(T-N) 및 치환성칼슘(Ca)은 시험 전보다 시험 후가 증가하거나 유기물(OM), 유효인산(Avail-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 치환성칼리(K) 및 치환성 마그네슘(Mg)은 시험 전과 시험 후가 큰 변화는 나타나지 않았다. 토양 중 총질소(T-N) 함량은 시비한 처리구에서는 시험전보다 시험 후에 모두 증가하였으나 처리구별 유의성은 나타나지 않았고, 토양 중 유기물 함량과 나트륨함량이 증가하였다.

### 시비 후 토양 중 질소 형태별 함량 변화

공시비료의 시비 후 토양 중 질소성분의 변화를 알아보기 위하여 시비 후 시간경과에 따른 토양에 함유된 처리구별 질소형태의 함량

Table 3. The chemical properties change of soil before experiment.

pH (1:5)	EC $\frac{\text{dS}}{\text{m}^{-1}}$	OM		T-N		Av.-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> $\frac{\text{mg}}{\text{kg}^{-1}}$	Exchangeable Cations			
		(%)	(%)	(%)	(%)		K	Ca	Mg	Na
7.32	0.54	0.45	0.01			48	0.13	1.03	0.19	ND <sup>z</sup>

<sup>z</sup> ND : Not detected

**Table 4.** The chemical properties of soil after experiment.

Treatment <sup>z</sup>	pH (1:5)	EC dS · m <sup>-1</sup>	OM (%)	T-N mg · kg <sup>-1</sup>	Av.-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg · kg <sup>-1</sup>	Exchangeable Cations (cmol <sub>c</sub> · kg <sup>-1</sup> )			
						K	Ca	Mg	Na
NF	7.81a <sup>y</sup>	1.08a	0.47a	0.021a	36a	0.07a	3.25a	0.15a	0.14a
CF	7.76a	1.11a	0.35a	0.026a	36a	0.09a	3.24a	0.13a	0.15a
MU	7.73a	1.10a	0.48a	0.022a	29a	0.12a	3.43a	0.13a	0.18a
IBDU	7.82a	1.08a	0.31a	0.025a	60a	0.10a	3.75a	0.17a	0.17a

<sup>z</sup>Treatments were NF : no fertilized, CF : control fertilizer used strait fertilizer(11-5-7), MU : slow release N fertilizer of MU type used 18-3-18, IBDU : slow release N fertilizer of IBDU type used 16-7-15.

<sup>y</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level

변화는 Table 5와 같다.

암모니아태 질소와 질산태질소는 모든 처리 구에서 시비 후 시간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향을 보였고, 총질소는 점차 감소하였다. 암모니아태 질소는 처리구에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으나 질산태 질소와 총질소는 무처리구보다는 질소비료처리구에서 높았고, 시비 후 30일까지는 CF에서 높게 나타났으나 30일 이후에는 MU와 IBDU에서 높게 나타났다.

토양 중에서 잔디가 이용할 수 있는 질소의 형태는 암모니아태 질소와 질산태 질소이므로 이 두 형태의 질소를 잔디가 이용 가능한 질소로 가정하여 총질소 중 이용가능한 질소의

비율을 조사하였다(Table 6).

모든 처리구에서 시간이 경과함에 따라 총 질소 중 가용성질소의 비율은 점차 증가하였다. 무처리구의 변화는 40~78%로 시비 후 경과 시간에 따른 가용성질소의 증가비율은 미비하였으나 비료처리구는 34~112%로 경과시간에 따른 가용성 질소 비율은 높게 나타났다.

질소비료 처리구별 가용성질소비율을 조사한 결과, 시비 후 약 30일 정도까지는 속효성비료처리구(CF)의 가용성 질소가 많으나 30일 이후에는 원효성 비료처리구에서 가용성 질소 비율이 증가하였다.

**Table 5.** The content change of NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N and T-N in the soil after applying fertilizers.

N form in soil	Elapsed time after fertilizing (day)	Treatment			
		NF (mg · kg <sup>-1</sup> )	CF	MU	IBDU
NH <sub>4</sub> -N	15	11a <sup>z</sup>	19a	11a	8a
	30	28b	46a	39ab	35ab
	45	28c	39bc	46ab	53a
NO <sub>3</sub> -N	15	93a	145a	112a	121a
	30	132b	175a	132b	135b
	45	139b	158ab	200a	207a
T-N	15	261b	308ab	353a	382a
	30	233a	233a	233a	233a
	45	215a	227a	219a	247a

<sup>z</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level

**Table 6.** The change of ratio of available N and T-N in the soil by the elapsed time after applying fertilizers.  
(Unit : %)

Elapsed time after fertilizing (day)	<sup>z</sup> Ratio( <sup>y</sup> available N / T-N)			
	NF	CF	MU	IBDU 1
15	40a <sup>x</sup>	53a	35a	34a
30	70a	95a	73a	73a
45	78a	83a	112a	105a

<sup>z</sup>Ratio represented ratio of available N and T-N in soil and it was calculated as following formula;  
Ratio(%) = Available N / T-N × 100.

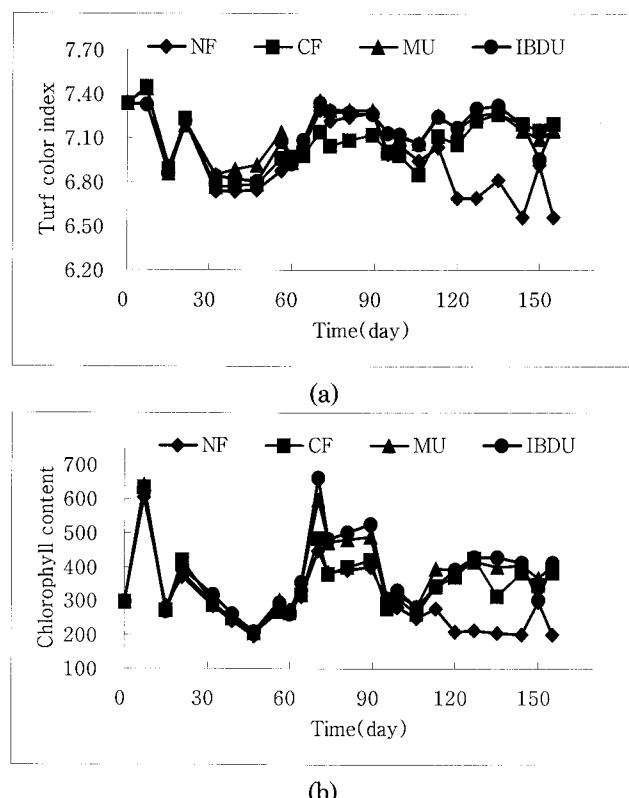
<sup>y</sup>Available N means the sum of ammonium N and nitrate N in soil.

<sup>x</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level

### 잔디 생육 조사

무처리구(NF)를 제외한 모든 처리구의 생육 기간 중 엽색지수(turf color index)와 엽록소 함량(chlorophyll content)의 변화는 비슷한

경향으로 나타났으며, 시험 후 85일경, 100일 경, 120일 경에 포장전면에 살포한 모래배토 작업 직후에는 엽색지수와 엽록소함량이 다소 감소하였다(Fig. 1).



**Fig. 1.** The change of turf color index and chlorophyll content of kentucky bluegrass. Treatments were NF : no fertilized, CF : control fertilizer used strait fertilizer(11-5-7), MU : slow release N fertilizer of MU type used 18-3-18, IBDU : slow release N fertilizer of IBDU type used 16-7-15.

시험시작 후 0~60일 경에는 모든 처리구에서 비슷한 경향의 엽색지수와 엽록소함량을 나타내었거나 60~150일 사이에는 NF는 점차 감소하고, CF, MU 및 IBDU는 비슷한 경향을 나타내었다. 생육기간동안 측정된 평균값으로 엽색지수와 엽록소함량을 NF와 비교한 결과, 엽색지수는 CF, MU 및 IBDU에서 각각 1.4%, 2.5%, 2.3% 증가하였고, 엽록소함량은 15.8%, 24.5%, 26.0% 증가하여 MU와 IBDU 처리구에서 높게 나타났다.

### 잔디 생육량 및 밀도 조사

잔디 생육량 조사는 시험기간 중 얻어진 잔디 예초물을 전물 중으로 측정하고, 시험기간 동안 총 6회에 걸쳐 조사하였다. 처리구별 총 예초물량은 NF, CF, MU 및 IBDU에서 각각  $22.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,  $31.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,  $41.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,

$37.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타났고, 처리구와 무처리구 간의 유의차이가 있었다(Table 7).

잔디 밀도조사는 시험 종료 후인 2007년 12월 1회 조사하였고, 단위면적당 잔디 개체수는 NF, CF, MU 및 IBDU에서 각각  $2.7 \text{ ea} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,  $5.5 \text{ ea} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,  $7.7 \text{ ea} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,  $6.7 \text{ ea} \cdot \text{cm}^{-2}$ 로 조사되어 MU에서 가장 높은 잔디밀도를 나타냈다(Table 7).

대조구와 처리구간 예초물량 및 잔디밀도를 비교한 결과, 완효성비료처리구에서 높게 나타났으나 통계적 유의성은 나타나지 않았으며, 예초물량과 잔디밀도가 가장 많은 처리구는 MU 처리구였다.

### 잔디 분석 결과

시험 종료 후 채취한 잔디 잎을 분석한 결과, 시비구(CF, MU, IBDU)는 무처리구보다 질소는 20~22% 정도 더 많은 양분을 함유하

Table 7. The dry weight and shoot number by fertilizer treatments in kentucky bluegrass.

Treatment <sup>z</sup>	NF	CF	MU	IBDU
Dry weight <sup>y</sup> ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ )	22.3b <sup>x</sup>	31.2a	41.0a	37.0a
Shoot number <sup>w</sup> (Unit : $\text{ea} \cdot \text{cm}^{-2}$ )	2.7b	5.5ab	7.7a	6.7ab

<sup>z</sup>Treatments were NF : no fertilized, CF : control fertilizer used strait fertilizer(11-5-7), MU : slow release N fertilizer of MU type used 18-3-18, IBDU : slow release N fertilizer of IBDU type used 16-7-15.

<sup>y</sup>The dry weight was investigated total 6 times for experimental period and represent its sum. The turfgrass for investigation of dry weight was sampled reppetive day following. 1st(August 3th), 2nd(August 31th), 3rd(September 15th), 4th(October 3th), 5th(October 16th), 6th(December 5th).

<sup>x</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level

<sup>w</sup>The shoot number was investigated on december 5th in 2008 year.

Table 8. The nutrients content in the turf plant after this experiment.

(Unit : %)

Treatment <sup>z</sup>	N	P	K	Ca	Mg	Na
NF	3.43b <sup>y</sup>	0.13a	1.46a	0.81a	0.23a	0.16a
CF	4.13a	0.13a	1.55a	0.71a	0.20a	0.11a
MU	4.13a	0.11a	1.57a	0.73a	0.17a	0.10a
IBDU	4.18a	0.14a	1.49a	0.73a	0.19a	0.10a

<sup>z</sup>Treatments were NF : no fertilized, CF : control fertilizer used strait fertilizer(11-5-7), MU : slow release N fertilizer of MU type used 18-3-18, IBDU : slow release N fertilizer of IBDU type used 16-7-15.

<sup>y</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level.

고 있고, 질소를 제외한 다른 양분 함유량은 대조구(CF)와 처리구(MU, IBDU)에서 비슷하거나 감소하였고, 처리구간의 잔디의 다량원소의 함량은 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 8). 잔디에 함유된 양분은 Mills와 Jones(1996)가 제시한 적정범위보다 질소, 인, 칼리 및 칼슘은 부족하나 마그네슘은 적절하였다.

## 고찰

골프장에서 사용된 질소비료의 이용율은 난지형잔디보다 한지형잔디에서 높은 이용율을 나타낸다(안 등, 1992). 일반적으로 이용되는 질소비료인 유안과 요소는 유기물과 혼합하여 사용할 때 시비효율이 좋아지며, 질소시비량이 많을수록 잔디 조직 중 함유되는 질소함량은 높다(Shim, 1988; Shim, 1989). 토양에 시비된 질소질 비료(요소, 유기질 비료 등)는 토양 중에서 요소분해효소인 urease에 의해 분해과정을 거쳐 식물체에 이용되고 있으나 일부는 암모니아로 휘발되거나(Terman, 1979; Vlek 와 Craswell, 1981; Nelson, 1982; Freney 등, 1983; Joo 등, 1987), 토양수분의 이동에 따라 용탈된다(안 등, 1992). 골프장의 상토는 작토와 달리 USGA에서 추천하는 모래와 토양개량제가 혼합된 상토구조를 가지고 있어(Kweon 등, 2005) 보비력이 낮고 투수성이 높아 지하로 용탈된 질소는 지하수 오염이나 수질오염에 원인이 된다(안, 1997). 또한 골프장에서 잔디관리과정에서 시비한 질소질비료는 잔디 생장을 촉진하여 대취총을 형성하는데(Yoon과 Lee, 1990b), 이러한 대취총은 시비 후 이용되지 않고 남은 질소성분들을 저장하기도 하나 시간이 경과할수록 용탈양은 증가하여 수질오염의 원인이 된다(Frank 등,

2006, Miltner 등, 1996).

질소 성분의 휘발과 용탈을 막고, 질소 이용효율을 향상시키기 위해서는 완효성질소비료를 사용하는 것이 효과적이다(Hauck, 1984). 완효성질소비료를 시비할 경우 토양 중 유기물함량과 질소함량이 증가하게 되어 잔디의 생육량, 뿌리길이 및 잔디 품질이 증가하고(Ham 등, 1997), 잔디의 엽록소함량과 건물중이 증가하게 된다(Choi, 1990).

완효성비료처리구와 속효성비료처리구를 비교할 때, 켄터키블루그래스의 잔디생육량과 잔디품질(엽색지수, 엽록소함량) 및 잔디밀도는 완효성비료처리구(MU, IBDU)처리구에서 높게 나타났고(Fig. 1, Table7), 시비지속기간도 완효성비료처리구에서 약 10~15일정도 긴 시비효과를 나타내었다(Fig 1). 이는 토양 중 가용성 질소의 함량이 완효성비료의 처리구에서 속효성질소비료처리구보다 시간이 지날수록 더 높게 나타났기 때문으로 완효성질소비료의 처리가 질소비효기간을 증가시켰기 때문으로 판단된다(Table 6).

완효성질소비료는 토양 중에서 식물이 이용 가능한 암모니아태질소와 질산태질소의 용출량을 조절하므로 토양 중 가용성 질소량을 일정기간 유지하여 잔디의 엽록소함량을 높이므로 엽색지속기간을 연장시켜 잔디품질을 향상시킨다(Choi, 1990).

## 요약

본 연구는 완효성 질소 성분이 함유된 복합비료의 시비가 켄터키블루그래스 생육과 토양 중 변화에 미치는 영향을 시험하고자 2007년 7월부터 12월까지 6개월간 수행하였다. 처리구는 비료를 처리하지 않은 무처리구(NF), 속효성질소복합비료(11-5-7)를 처리한 대조구(CF),

MU 질소성분이 함유된 복합비료를 처리한 MU 처리구(MU), IBDU 질소성분이 함유된 복합비료를 처리한 IBDU 처리구(IBDU) 등 4개 처리를 난괴법으로 수행하였다.

시비 후 속효성질소성분과 완효성질소성분의 경과시간에 따른 토양 중 변화와 엽색지수와 엽록소함량과 같은 잔디품질과 잔디 생육량, 잔디밀도 등 잔디 생육을 조사하였고, 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

암모니아태 질소와 질산태질소는 모든 처리구에서 시비 후 시간이 경과함에 따라 점차 증가하나 총질소는 점차 감소하는 경향을 보였고, 질소질 비료 시비 후 30일까지는 속효성비료의 가용성 질소가 많았으나 시비 후 30일 이후에는 완효성 비료처리구에서 가용성 질소 비율이 증가하였다.

엽색지수와 엽록소함량을 NF와 비교한 결과, 엽색지수는 CF, MU 및 IBDU에서 각각 1.4%, 2.5%, 2.3% 증가하였고, 엽록소함량은 16%, 25%, 26% 증가하여 MU와 IBDU 처리구에서 높게 나타났다.

잔디생육량과 잔디밀도 조사에서 잔디생육량은 CF, MU 및 IBDU가 NF보다 각각 31%, 62%, 46% 각각 높았고, 잔디밀도는 104%, 185%, 148% 증가하였으며, 속효성비료처리구(CF)보다 완효성비료처리구(MU, IBDU)에서 잔디생육량 및 잔디밀도가 증가했다.

본 결과들을 통해 완효성 질소 함유비료는 속효성 질소에 비해 토양 중 가용성 질소의 함량을 높여 질소비효기간을 연장시키고, 엽색지수, 엽록소함량 및 잔디밀도를 향상시켜 잔디생육에 효과적이었다.

**주요어 :** 가용성 질소, 완효성비료, isobutylidene diurea(IBDU), methylene urea(MU)

## 참고문헌

1. 김완진. 2006. 실용비료해설. 도서출판 상록사.
2. 농업과학기술원. 1998. 토양화학분석법. 농촌진흥청.
3. 심규열, 박남일, 김태선, 이주영, 최준수. 2007. 한지형잔디 특성화 교육. 한국골프장경영협회.
4. 안용태. 1997. 골프장과 환경관리. 한국잔디연구소.
5. 안용태, 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재, 함선규. 1992. 개정 Golf장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소.
6. Choi, J.S. 1990. Effects of several domestic fertilizers on the growth of zoysiagrass. Kor. Turfgrass Sci., 4(2) : 85-100.
7. Frank, K.W., K. O'Reilly, J. Crum and R. Calhoun. 2006. Nitrogen fate in mature turf. USGA Green section record. 44(2):26-28.
8. Freney, J.R., J.R. Simpson and O.T. Demeed. 1983. Volatilization of ammonia. p 1-32. In J.R. Freney and J.R. Simpson(ed). Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil System. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk.
9. Ham, S.G., S.T Kim, H.J. Kim and S.K. Lee. 1997. Effect of IBDU complex and organic fertilizers for Creeping bentgrass in golf course. Kor. Turfgrass Sci., 11(3) : 167-172.
10. Hauck, R.D. 1984. Technological approaches to improving th efficiency of nitrogen fertilizer use by crop

- plants. p.551-560. In R.D. Hauck(ed) Nitrotne in Crop Production. American Society of Agronomy, Madison, WI.
11. Joo, Y.K., N.E. Christians and J.M. Bremner. 1987. Effect of N-(n-Butyl)thiophostoric triamide(MBPT) on growth response and ammonia volatilization following fertilization of kentucky bleugrass(*Poa pratensis* L.) with urea. *J. Fert. Issues.* 4:98-102.
12. Kweon, D.Y., J.H. Lee, D.I. Lee and Y.K. Joo. 2005. Turfgrass establishment of USGA putting greens related with soil physical properties. *Kor. Turfgrass Sci.*, 19(2):95-102.
13. Mill, H.A. and J.B. Jones, Jr. 1996. Plant Analysis Handbook II. Atens, GA:Micro-Macro Publ., Inc.
14. Nelson, D.W. 1982. Gaseous losses on nitrogen other than through denitrification. p. 327-363. In F. J. Stevenson(ed). Nitrogen in Agriculture Soil. American Society of Agromomy, Madison, WI.
15. O'Neil, K.J. and R.N. Carrow. 1983. Perennial ryegrass growth, water uwe, and soil aerations status under soil compaction. *Agron. J.* 75 : 177-180
16. Shim, J.S. 1988. Effect of nitrogen fertilization and clipping interval on mineral and water-soluble carbohydrate contents in Korean lawngrass. *Kor. Turfgrass Sci.*, 2(1):49-58.
17. Shim, J.S. 1989. Effect of nitrogen fertilization and mowing interval on crude protein and in vitro dry matter digestibility of oven-dried clipping harvested from Korean lawngrass(*Zoysia Japonica* Steud.). *Kor. Turfgrass Sci.*, 3(2):77-82.
18. Terman, G.L. 1979. Volatilization loss of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residueus. *Adv. Agron.* 31:189-223
19. Vlek, P.L.G. and E.T. Craswell. 1981. Ammonia volatilization from flooded soil. *Fertil. Res.* 2:227-245.
20. Yoon, Y.B. and J.S. Lee. 1990a. The differences of thatch accumulation by turfgrass species. *Kor. Turfgrass Sci.*, 4(2):119-123.