규산염의 시비가 크리핑 벤트그래스의 여름철 생육에 미치는 영향

이재필[1] · 유태영[2] · 문세종[1] · 함선규[3] · 김두환[4*]

[1]건국대 농축대학원 생명산업학과, [2]태양바이오, [3]에이엠잔디연구소, [4]건국대 생명환경과학대학 분자생명공학

Effect of Silicate on Creeping Bentgrass Growth of Green at the Golf Course during Summer in Korea

Jae-Pil Lee[1], Tae-Young Yoo[2], Se-Jong Moon[1], Suon-Kyu Ham[3] and Doo-Hwan Kim[4*]

[1]Dept. of Life and Industry, Graduate School of Agriculture and Animal Science, Konkuk University,

[2]Tae-Yang Bio.,

[3]Turfgrass Research Institue, AMENC Co. Ltd, Inchoen, Korea,

[4]Dept. of Molecular Biotechnology, Konkuk University

ABSTRACT

This study was conducted to figure out the effect of silicate as growth stimulator on growth of 'Pencrosss' creeping bentgrass. Creeping bentgrass(*Agrostis palustris* cv. 'Pencross') at the nursery of Sinwon Country Club was used. Silicate was applied at the concentration of 0, 200×, 500×, 1.000×. Polt size was 1 by 2 meter and there were three replications with completely randomized design(CRD).

Creeping bentgrass growth was evaluated with visual turfgrass quality, root length and No. of tiller density(ea/㎠). Results of this study are as followings;

1. Average root length with silicate was 1.5~1.9cm longer than control. Especially, Root length of silicate was 7~8cm in summer.
2. Tiller density with silicate was 18~22ea/㎠, 0.4~2.1 less than control. But there was no significant difference.
3. Visual turfgrass quality with silicate was 5.0~8.3, 0.3~1.5 higher than control. But there was no significant difference.

In conclusion, silicate might be grown as root growth stimulator of creeping bentgrass

*Corresponding author. Tel : +82-2-453-3786
E-mail : kimdh@konkuk.ac.kr
Received : Jul. 2, 2008, Revised : Aug. 4, 2008, Accepted : Aug. 13, 2008

during summer in Korea. However, this study was conducted under one year. Accordingly, in-depth experiment should be done over several years.

Key word : *Silicate(HF), Root Length, Tiller Density, Turfgrass Quality, Creeping bentgrass.*

서 론

우리나라 골프장 그린은 여름철 고온다습한 환경으로 크리핑 벤트그래스의 잔디 밀도 및 품질이 떨어져 골퍼들의 불평의 원인이 되고 골프장 이미지에 부정적인 영향을 미치고 있다 (권 등 2005; 김 등, 1998; 이 등 2007, 2008; 태 등, 2006).

우리나라 여름철 그린이 손상되는 원인은 강우량과다와 고온다습으로 인한 그린 토양의 물리적 환경이 나빠지고 잔디의 광합성저하와 호흡량증가로 생육이 떨어지기 때문이다. 특히 한 달간의 지속되는 장마로 토양에 산소가 부족하게 되어 혐기성 미생물이 급증하고 이들이 황화수소(H_2S) 등의 독가스를 발생시켜 봄철에 자란 크리핑 벤트그래스의 뿌리를 3~10cm 이내로 감소시키고 토양에 블랙레이어를 일으키는 원인이 되고 있다(Batten et al., 1986; Batten et al., 1986; Turgeon, 1985; Douglas et al., 1998).

또한 Wehner and Watsch(1981)는 한지형 잔디의 고온에 의한 피해가 41℃부터 나타났으며, 47℃ 이상의 고온에서 Kentucky bluegrass (KB), Perennial ryegrass(PR), 및 Annual bluegrass(AB)가 고사하였다고 보고하였고, KB가 PR 보다 내서성이 강하다고 하였다. Krans and Johnsos(1974)는 Creeping bentgrass (CBG)를 35-45℃의 높은 온도에 수일 처리하였을 때 잎이 황화 되었으며 신초생육, 분얼, 지하부 생육, 엽폭 등이 감소하였다고 보고하였다.

여름철 크리핑 벤트그래스의 하고 현상 피해를 감소시키기 위해 골프장의 그린키퍼들은 잔디깎기 높이 올리기, 홀컵 이동, 배토, 통기작업, 관수량 조절 및 차단 줄 설치 등의 관리적 방법이 적용하고 있다(김 등, 1996; 심 등, 2004; 변 등, 2005; Batten et al., 1986; Turgeon, 1985; Douglas et al., 1998). Watschke et al.(1972)은 KB의 내서성을 향상시키기 위해 질소비료 소량시비, 생육기보다 높은 깎기 높이, 예지물 제거, 관수조절을 통하여 탄수화물의 축적량을 높이는 것이 중요하다고 하였다. 또한 석회나 규산질 비료를 시용하여 잔디조직을 단단하게 함으로써 하고 현상을 줄일 수 있다고 하였다(안, 1997; 이 등, 2005). 또한 기온과 지온이 골프장 그린 벤트그래스의 하고 현상에 미치는 영향을 분석한 결과 지온이 높을수록 벤트그래스의 생육이 급속이 저하되어 그린의 지온을 낮추기 위해 엽면살수, 사이토키닌을 근권에 살포, 팬 및 Sub-air 시스템 설치하면 고온기간 스트레스를 완화시킬 수 있다고 하였다(골프장신문, 2001).

이상과 같이 한지형 잔디의 하고 현상은 적합한 잔디초종의 선정, 파종시기, 영양제 시용, 관리적 방법, 식물생장억제제 등을 이용하여 하고 현상을 부분적으로 감소시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 여름철 생육불량기(6월 말~8월 말)의 고온다습 환경 하에서 골프장 그린잔디의 여름철 하고 현상을 줄이기 위해 규산염비료인 '하이 후레쉬(HF)'가 골프장 그린의 크리핑 벤트그래스 여름철 생육에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 실험은 경기도 용인시 소재 신원컨트리클럽(2003년 개장)의 증식포장에서 실행되었다. 실험기간은 2007년 5월 28일에서 12월 17일까지 약 7개월간 실시하였다. 공시재료로 사용된 규산염은 연질다공성 고도규화규산염백토인 '하이 후레쉬(HF)'이며, 일본 아끼다현에서 생산되며, 음전하의 콜로이드 입자로 된 2:1 몬모릴로나이트 점토광물이다. 규산염(HF)의 화학성분은 규산 72.9%, 알루미늄 9.92%, 철 4.95%, 나트륨 4.98%등이며 양이온치환용량은 64.5me/100g이다. '하이 후레쉬(HF)'의 효과는 토양의 완충능력을 높이고, 유효 미생물의 번식을 촉진하며, 식물 뿌리의 발육을 촉진하고 웃자람을 억제하는 것으로 알려져 있다(제주도농업기술원, 2000; 그림 1).

시험구 크기는 1m × 2m이며, 실험구의 배치는 완전임의배치법으로 3반복 하였다. 실험구 처리는 대조구와 규산염(HF) 200배(추천량의 2.5배), 500배(추천량), 1,000배(추천량의 0.5배)를 월 2~3회 처리하였다. 조사항목은 뿌리길이(cm), 잔디 분얼경 밀도(개/㎠) 및 시각적 잔디품질을 조사하였다(표 1). 실험구의 관리는 골프장 그린 관리 프로그램(깎기, 시비, 관수 등)에 준하였다(표 2).

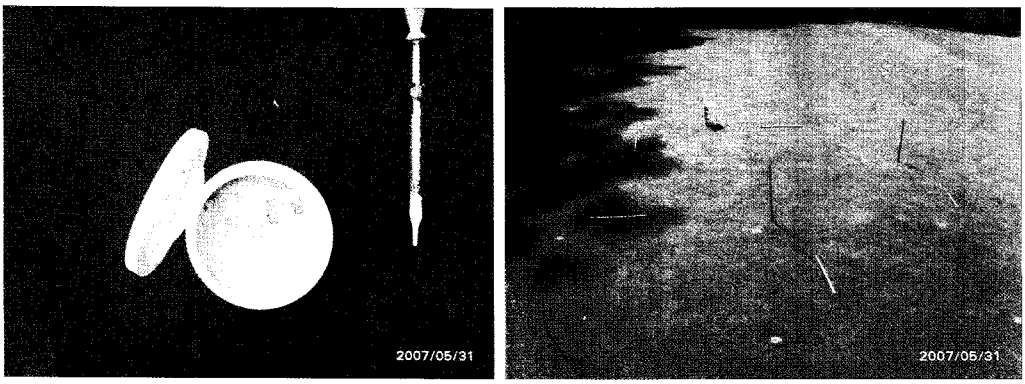

그림 1. 공시재료인 하이후레쉬(왼쪽) 및 시험포장

표 1. 항목별 조사내용 및 방법

조사항목	조사횟수	조사 주기	조사방법
시각적 잔디품질	7~14회	1회/월	엽색, 밀도, 병발생 여부 등을 고려하여 시각적 조사 (1:불량~9:우수)
뿌리길이 (cm)	7~14회	1회/월	직경 15mm 토양 샘플러로 잔디를 채취 후 뿌리가 많이 분포한 부분을 30cm자를 이용하여 측정
잔디 분얼경 밀도	14회	1회/월	밀도측정기로 조사(잔디 개체수/1㎠)

표 2. 시험포장 토양의 이화학성 측정결과

항목		5월 31일	7월 5일	8월 5일	비고
그린 스피드	이슬제거 후(m)	2.5	1.7	1.65	양방향 평균
	이슬제거 전(m)	-	1.6	-	양방향 평균
표토(0~4cm) 경도(%)		56	58	59	터프텍
토양 pH		6.0	6.1	6.0	
투수계수(mm/hr)		420	450	347	투어링측정기

실험결과

뿌리 길이(cm)

뿌리길이는 규산염(HF) 처리구가 대조구보다 평균 1.5~1.9cm 길었으며 통계적 유의성이 있었다. 특히 생육 부적기인 7월 5일과 8월 17일의 조사에서는 규산염(HF)의 뿌리길이는 7~8cm로 처리구가 대조구보다 2.3cm 길었다. 이는 규산염(HF)의 처리가 그린토양의 물리성 개선과 잔디뿌리발육에 효과적인 결과로 여겨진다. 또한 처리농도를 달리한 규산염(HF) 처리구의 뿌리 길이는 200배액 ≥ 1000배액 > 500배액 순이었으며 처리구별 약 0.4cm의 뿌리길이의 차이가 났다. 그러나 소비자의 경제성을 고려한다면 500배~1,000배가 적합할 것으로 판단된다(표 3, 그림 2, 3, 4). 태 등(2006)은 크리핑 벤트그래스 7개 품종(Penncross, L-93, Crenshaw, Penn A-4, Putter, Dominan, SR1020)의 여름철 뿌리길이를 조사한 결과 4~6cm로 보고하여 본 실험보다 1~2cm 짧았는데 이는 잔디의 생육기간 및 관리방법의 차이로 판단된다.

잔디 분얼경 밀도

잔디 분얼경 밀도(개/㎠)는 규산염(HF) 처리구가 18~22개로 대조구보다 0.4~2.1개 많은 경향이었으나 통계적 유의성이 없었다. 그러나 우리나라 여름철에는 잔디의 하고 현상으로 인해 대조구와 처리구 모두 잔디 분얼경 밀도가 감소하다가 온도가 20℃ 내외로 내려가는 9월

표 3. 규산염(HF) 처리 후 크리핑 벤트그래스의 뿌리 길이 측정결과

(단위 : cm)

처리구 \ 조사일(월/일)	6/22	7/5	8/17	9/20	10/1	평균
대조구	10.1b*	12.0c	5.5b	6.0b	6.9c	**8.40**
규산염(HF) 200배	11.5a	14.2a	7.2a	8.3a	9.5b	**10.30**
규산염(HF) 500배	10.7ab	13.2b	7.2a	8.5a	9.8a	**9.90**
규산염(HF) 1,000배	11.5a	14.7a	7.0a	8.0a	9.2b	**10.30**

* 던컨의 다중검증(유의수준 5%)

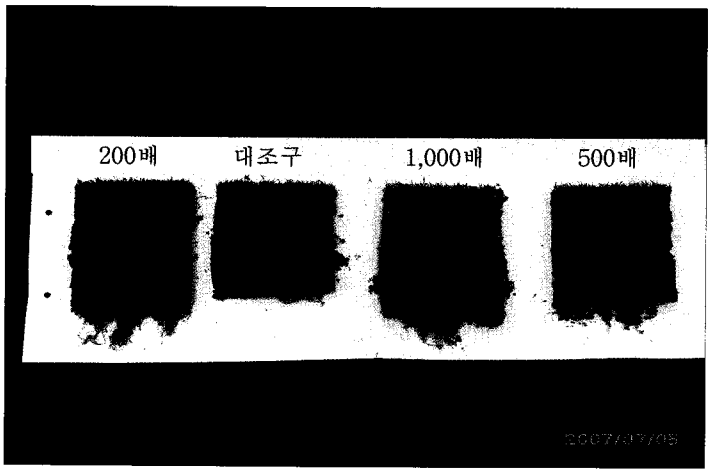

그림 2. 규산염(HF) 처리 1개월 후 크리핑 벤트그래스의 뿌리길이(2007년 7월 5일)

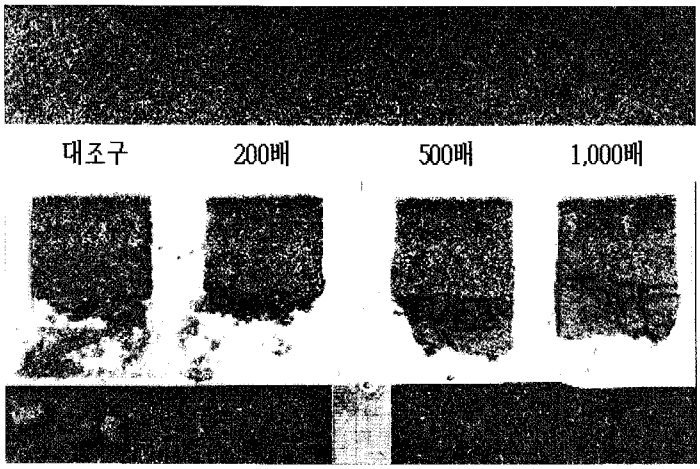

그림 3. 규산염(HF) 처리 2개월 후 크리핑 벤트그래스의 뿌리길이(2007년 8월 17일)

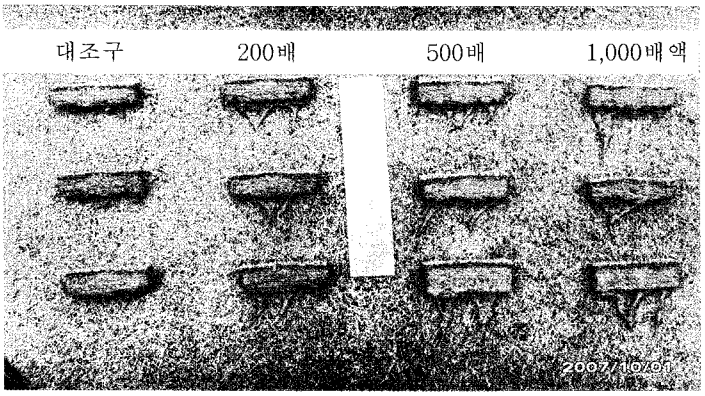

그림 4. 규산염(HF) 처리 4개월 후 크리핑 벤트그래스의 뿌리길이(2007년 10월 1일)

말경부터 많아지는 경향이었는데, 이는 태 등(2006)의 보고와 유사한 경향이었다(표 4). 반면 태 등(2006년)은 우리나라 여름철(7월초~8월말) 크리핑 벤트그래스의 분얼경 평균 밀도는 L-93 20개, Crenshaw 19개, Penn A-4 19개, Putter 18개, Dominant 18, SR1020 16개,

표 4. 규산염(HF) 처리 후 크리핑 벤트그래스의 분얼경밀도 조사결과

(단위 : 개/㎠)

처리구 \ 조사일(월/일)	6/22	7/5	8/17	9/20	10/30
대조구	20.8a*	21.3a	17.2a	18.9a	20.3a
규산염(HF) 200배	20.2a	22.1a	18.6a	19.3a	22.4a
규산염(HF) 500배	21.3a	21.3a	17.8a	18.7a	20.5a
규산염(HF) 1,000배	20.4a	22.2a	18.4a	18.9a	21.6a

* 던컨의 다중검정(유의수준 5%)

표 5. 규산염(HF) 처리 후 크리핑 벤트그래스의 시각적 품질 측정결과

처리구 \ 조사일(월/일)	6/22	7/5	8/17	9/20	10/30
대조구	9.0a*	7.3a	5.0a	7.5a	8.5a
규산염(HF) 200배	9.0a	8.0a	5.3a	7.8a	9.0a
규산염(HF) 500배	9.0a	8.0a	5.2a	8.0a	9.0a
규산염(HF) 1,000배	9.0a	7.7a	5.4a	8.3a	9.0a

주) 잔디 품질 1-9, 9= 우수
* 던컨의 다중검정(유의수준 5%)

Penncross 16개 등 잔디 품종에 따라 다르며, Penncross가 가장 낮다고 하였다.

시각적 잔디 품질

시각적 잔디 품질 역시 규산염(HF) 처리구가 5.0~8.3으로 대조구보다 0.3~1.5정도 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 반면 생육적기의 잔디 품질은 대조구와 처리구간 차이가 적었으며, 여름철 크리핑 벤트그래스의 잔디품질은 태 등(2006)의 보고와 유사한 경향이었다. 이는 규산염(HF)의 시용이 잔디의 지상부보다는 지하부 생육에 더 영향을 미치기 때문으로 판단된다.

요약

본 실험은 규산염(HF) 처리가 골프장 그린의 크리핑 벤트그래스 생육에 미치는 영향을 구명하고자 경기도 용인시 소재 신원컨트리클럽 증식포장에서 2007년 5월부터 2007년 11월까지 수행하였다. 잔디품종은 크리핑 벤트그래스 '펜크로스'이며, 처리내용은 대조구, 규산염(HF) 200배(추천량의 2.5배), 500배(추천량) 및 1,000배(추천량의 0.5배)로 처리하였다. 실험구의 배치는 완전임의배치법으로 3반복하였으며 뿌리길이, 잔디 분얼경 밀도 및 잔디품질을 각각 조사하였다. 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 뿌리길이는 규산염(HF) 처리구가 대조구보다 평균 1.5~1.9cm 길었으며 통계적 유의성이 있었다. 특히 잔디생육 불량기인 7월 5일에서 8월 17일의 조사에서는 규산염(HF) 처리구의 뿌리길이는 평균 7~8cm로 대조구보다 약 2.3cm 더 길었다.
2. 잔디 분얼경 밀도(개/㎠)는 규산염(HF) 처리구가 18~22개로 대조구보다 0.4~2.1개 많은 경향이었으나 통계적 유의성이 없었다.
3. 시각적 잔디 품질 역시 규산염(HF) 처리구가 5.0~8.3으로 대조구보다 0.3~1.5정도 우수하였으나 통계적 유의성은 없었다. 반면 생육적기의 잔디 품질은 대조구와 처리구간 차이가 적은 경향이었다.

이상의 결과를 요약하면 규산염(HF)은 우리나라 골프장 그린에 식재된 크리핑 벤트그래스의 여름철 뿌리길이 생육에는 효과가 있으며, 살포 농도는 200배액에서 1,000배액이 적당한 것으로 판단된다. 그러나 본 실험은 1년 동안 수행된 결과이므로 최근 해마다 변화는 기후에 대한 규산염(HF)의 균일한 효과검정에 관한 연구가 계속되어야 할 것이다.

주요어 : *하이후레쉬, 잔디뿌리, 잔디분얼경밀도, 잔디품질, 크리핑 벤트그래스*

참고문헌

1. Batten, S. 1986. Golf course traffic

control: Maximizing revenue while protecting the turf. Sports Turf 2(1):32~38.
2. Beard, J.B. 1973. Turfgrass : Science and Culture. Prectice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
3. Douglas, J.T. and C.E. Crawford. 1998. Soil compaction effects on utilization of nitrogen from livestock slun applied to grassland. Grass and Forage Sci. 53:31-40.
4. Krans, J. V., and G. V. Johnson. 1974. Some effects of subirrigation on bentgrass during heat stress in the field. Agron. J. 66:526-530.
5. Watschke, T. L., R. E. Schmidt, and E. W. Carson, and R. E. Blaser. 1972. some metabolic phenomena of Kentucky bluegrass under high temperature. Crop Sci 12:87-90.
6. Wehner, D. J, D. D. Minner, P. H. Dernoeden, and M. S. Mcintosh. 1985. Heat tolerance of kentucky bluegrass as influenced by pre- and post-stress environment. Agron. J. 75:772-775.
7. Wehner, D. J., and T. L. Watsch. 1981. Heat tolerance of Kentucky bluegrass, perennial ryegrass, and annual bluegrass. Agron. J. 73:79-84.
8. 골프장신문. 2001. 한국골프장사업협회 통권 31호.
9. 권성호, 서용원, 함선규. 2005. 속효성비료 및 완효성질소성분이 함유된 복합비료가 Creeping Bentgrass의 생육에 미치는 효과. 한국잔디학회 학술발표지(제18차): 26-27.
10. 김경남, R.C. Shearman. 1998. 답압조건의 크리핑 벤트그래스 페어웨이에서 여러 가지 잔디관리방법이 엽 조직 및 토양 질소함유량에 미치는 상호작용효과. 한국잔디학회 12(2) : 113~126.
11. 김석준, 손기철, 김두환, 이재필. 1999. 식물생장억제제가 Creeping Bentgrass의 생육에 미치는 영향. 한국잔디학회지 12(3): 173-182.
12. 심포룡, 심규열. 1997. 퍼팅그린의 마모와 골프공의 구름에 미치는 골프화의 영향. 한국잔디학회 11(3) ; 205~210.
13. 안용태 외 11인. 1993. 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소 미치는 영향. 한국잔디학회지. 85~100.
14. 이상재, 이재필 외 19인. 2005. 골프코스 설계 · 시공 · 관리 및 경영. 청연출판사.
15. 이재필, 이성호, 김두환. 2007. 답압하에서 질소, 인산, 칼륨 변화가 골프코스 그린 잔디의 생육과 품질에 미치는 영향. 한국잔디학회지 21(2): 137-146.
16. 이재필, 이성호, 김두환. 2008. 답압시간과 비료종류가 골프코스 그린 잔디의 품질에 미치는 영향. 한국잔디학회지 22(1): 65-74.
17. 제주도농업기술원. 2000. 농촌지도사업보고서. 감자 역병예방 및 수량성 증대를 위한 신물질(하이후레쉬)처리 시험. 147-150.
18. 태현숙, 이형석, 안길만, 김종보. 하절기 크리핑 벤트그래스의 품종별 특성비교. 한국잔디학회지 20(2): 147-156.