

Ca⁺⁺처리가 한지형 잔디의 생육 및 무기성분 함량에 미치는 영향

김성규 · 강 훈^{1*} · 소인섭¹

핀크스컨트리클럽, ¹제주대학교 원예생명과학부

Influence of Ca⁺⁺ Treatment on Growth and Mineral Elements of Cool-Season Turfgrass Species

Seong-kyoo Kim · Hoon Kang^{1*} · In-Sup So¹

Pinx Country Club

¹*Faculty of Horticultural Science, Cheju National University*

ABSTRACT

The influence of calcium on the growth of creeping bentgrass 'Penn-A1', perennial ryegrass 'Palmer II', Kentucky bluegrass 'Nassou' and tall fescue 'Boonsai 2000' in greenhouse was investigated. Creeping bentgrass 'Penn-A1', Kentucky bluegrass 'Nassou' and tall fescue 'Boonsai 2000' at Ca 4.0 me/L, and perennial ryegrass 'Palmer II' at Ca 2.0 me/L showed the best shoot growth. Creeping bentgrass 'Penn-A1', perennial ryegrass 'Palmer II' and Kentucky bluegrass 'Nassou' at Ca 1.0 me/L, and tall fescue 'Boonsai 2000' at Ca 4.0 me/L showed the best root growth, and there was little or no difference between different Ca concentrations. Creeping bentgrass 'Penn-A1' and Kentucky bluegrass 'Nassou' at Ca 4.0 me/L, and perennial ryegrass 'Palmer II' at Ca 1.0 me/L had the highest number of tillers, and tall fescue 'Boonsai 2000' at Ca 4.0 me/L had the highest, but there was no difference between different Ca concentrations. As application rate of Ca concentration became higher, the content of Ca in plant tissue increased, while the content of Mg in plant tissue decreased, and the content of Fe in plant tissue increased to Ca 4.0 me/L. The Ca treatment had not effect on N, P, K, and Zn of tissue content. The wick pot applied will be to research of plant nutrition in future because utilization of wick pot has an excellent precision and convenience.

Key words: Ca treatment, mineral elements, cool-season turfgrass, wick pot

서 론

잔디류는 각종 환경에 대한 적응력이 매우 강

한 편으로 척박한 토양을 피복할 목적으로 많이 이용되어 왔다. 최근 국민의 생활 수준이 향상되면서, 환경미화에 대한 관심이 증가되어 그 효용성은 더욱 높아지고 있는 실정이다. 한편 일반가정, 각종 스포츠 시설의 환경미화 및 경기장과 골

*corresponding author. Tel : 064-754-3327

E-mail : khood@cheju.ac.kr

Table 1. Nutrient solution used in the experiment²

Treatment	Ion concentration (me/L)									
	Ca	Mg	K	NH ₄	Na	NO ₃	SO ₄	H ₂ PO ₄	Cl	Total
Ca0	0	2	6	2	8	13	2	1	2	36
Ca0.1	0.1	2	6	2	7.9	13	2	1	2	36
Ca1	1	2	6	2	7	13	2	1	2	36
Ca2	2	2	6	2	6	13	2	1	2	36
Ca4	4	2	6	2	4	13	2	1	2	36
Ca8	8	2	6	2	0	13	2	1	2	36
Ca8Na8	8	2	6	2	8	13	10	1	2	52

²Each solution contained 40.0 mM FeSO₄ · 7H₂O, 4.0 mM ZnSO₄ · 7H₂O, 20 mM H₃BO₃, 0.5 mM CuSO₄ · 5H₂O, 10 mM MnSO₄ · H₂O, and 0.5 mM Na₂MoO₄ · 2H₂O.

프장의 주요 식재 식물로써 잔디의 중요성이 인정됨에 따라 잔디의 조성 및 이용 면적은 매년 증가되고 있다(Beard, 1973; 일본지초학회, 1988).

현재까지는 양질의 잔디밭을 유지시키기 위해 화학비료가 많이 사용되고 있어 결국 잔디밭 토양은 산성화가 되기 때문에 질소, 인산, 칼륨의 적정시비(황과 최, 1999; 김 등, 1995; 김과 Sherman, 1997)와 유기물 시비(최 등, 1994; 함 등, 1993; 함 등, 1997)에 대한 연구는 많이 이루어지고 있다.

그러나 우리나라의 토양 중에는 잔디의 생육에 필요한 석회 어느 정도 함유되어 있으므로 잔디 생육에 석회 결핍 현상은 크게 나타나지 않는다. 시비의 필요성이 있는 토양에서도 칼슘은 질소, 인산, 칼륨에 비해 시비량이 적기 때문에(안 등, 1992) 칼슘 시비에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

칼슘은 지곡의 3.64%나 차지하는 원소이나 주로 식물의 잎에 집중되어 있으며 체내에서는 비교적 이동하기 어려운 상태로 존재하나 뿌리로의 흡수도 잘 되지 않는 영양소 중의 하나이다. 또한 중요한 생리적 작용은 식물체의 골격을 형성하고 칼륨이온과 더불어 세포막의 투과성 및 원형질 교질의 수화성 등을 조절하며, 체내의 과잉 산류나 유해한 산류를 중화하여 그것과 결합함으로써

용해하기 어려운 염을 가용태로 만드는 작용을 한다(Mengel과 Kirkby, 1981).

따라서 본 연구는 Ca 수준이 한지형 잔디의 생육, 수량 및 무기성분 함량 등에 미치는 영향을 규명하여 골프장을 비롯한 기타 잔디밭 관리에 필요한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

아울러 최근 분화재배에 널리 이용되고 있는 심지재배 화분을 사용하여 본 연구의 목적과 같이 특정원소의 수준처리에 따른 간편화와 정확도를 확인하여 식물 영양학적 연구에 편리한 수단으로써의 심지화분 재배의 이용성에 대한 기초자료를 제공코자 하였다.

재료 및 방법

본 실험은 공시 초종으로 Creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) 'Penn - A1', Perennial ryegrass(*Lolium perenne* L.) 'Palmer II', Kentucky bluegrass(*Poa prantensi* L.) 'Nassou', Tall fescue(*Festuca arundinacea* Schreb.) 'Boonsai 2000'을 사용하여, 2000년 5월 9일부터 6월 28일까지 제주대학교 유리온실에서 수행하였다. 지름 14cm의 화분에 혼합상토(Sunshine Mix#2)를 채워서, 화분당 Creeping bentgrass는 0.1g, Perennial ryegrass와 Tall fescue는

0.6g, Kentucky bluegrass 0.2g을 파종하여 5 반복 난피법으로 배치하였다.

Ca처리는 table 1에서 보여지는 바와 같이 임과 정(2001)이 제안한 양액조성표에 따라 양액의 농도가 전처리 공히 36me/L이 되도록 고정하였고 Ca(NO₃)₂로 Ca²⁺이온의 처리 수준을 변화시켰으며, 양액 내의 이온 평형을 조정하기 위하여 NaNO₃의 수준을 변형 사용하였다. 양액은 pH 5.7로 조정하여 저수조의 3/4 정도 고갈되면 계속 보충해 심지관수하였다(Fig. 1)(손 등, 2000). 발아 25일 후인 6월 3일부터 1주일 간격으로 3회 예초하였으며, 예초 높이는 Perennial ryegrass와 Tall fescue는 5cm, Creeping bentgrass와 Kentucky bluegrass는 3cm로 예초하였고, 예초할 때 각 화분에서 잘린 예초물의 길이와 생체중, 건물중을 측정하였으며, 6월 28일 잔디를 화분에서 꺼낸 후 물에 씻어 생육량을 조사하였다. 초장, 뿌리길이, 분얼수는 화분당 생육이 대표가 되는 10주를 선택하여 조사하였고, 생체중과 건물중은 화분당 측정하였다. 초장과 지상부의 생체중, 건물중은 예초할 때와 최종 조사한 것을 합산하여 표시하였다. 건물중은 건조기에서 60℃로 48시간 건조시킨 후 측정하였다. 무기성분은 식물체를 건조기에서 60℃로 48시

간 건조 후 분쇄기로 마쇄하여 시료를 준비하였다. 분쇄된 시료 0.5g을 켈탈튜브에 넣고 농황산(원액) 5mL를 넣고 분해대에서 400℃로 30분간 분해 후 식힌 다음 60%의 과염소산 5mL를 넣고 250℃에서 30분간 분해시켰다. 분해된 시료는 식힌 후 100mL 볼륨플라스크에 넣고 증류수를 넣어 100mL가 되게 한 후 ICP를 이용하여 무기성분 중 K, Ca, Mg, Zn, Fe을 분석하였다. N는 Kjeldahl법으로 P는 Ammonium paramolybdate법으로 발색시켜 분광광도계로 측정하였다.

결과 및 고찰

Creeping bentgrass 'Penn-Al'의 초장은 Ca 4.0me/L에서 40.5cm로 가장 길었지만 무처리구의 35.2cm를 제외하고는 Ca 처리 간 유의성이 없었다. Shoot의 생체중은 Ca 4me/L에서 46.9g/pot로 가장 높았으며, Ca 1.0me/L의 43.0g/pot, Ca 2.0me/L의 44.5g/pot, Ca 8.0me/L의 43.8g/pot와는 유의차가 없었지만, Ca 0.1me/L의 41.7g/pot, 무처리구 41.4g/pot와는 유의차가 인정되었다. Shoot의 건물중도 Ca 4.0me/L에서 4.8g/pot 가장 양호하였으며 생체중과 같은 경향을 보였다.

뿌리길이는 Ca 1.0me/L에서 26.2cm로 가장 길었지만, Ca 8.0me/L를 제외하고는 유의차가 없었다. 뿌리의 생체중과 건물중은 Ca 1.0me/L, Ca 2.0me/L, Ca 4.0me/L 사이에서는 유의차가 없었지만 그 외 처리구와는 유의차를 보였다.

분얼수는 Ca 농도가 증가함에 따라 증가하여 Ca 4.0me/L에서 10.4개로 가장 많았으며 다른 처리와 유의차를 보였다(Table 2).

Perennial ryegrass 'Palmer II'의 초장을 Ca 2.0me/L에서 60.6cm로 가장 길었지만 무처리구의 49.9cm를 제외하고는 처리 간에 유의차가 없었으며, Shoot의 생체중과 건물중도 Ca

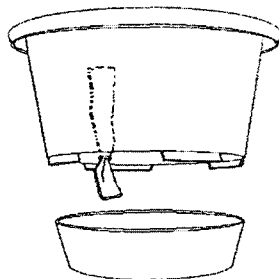


Fig. 1. The capillary wick system (CWS) utilized custom-designed plastic pots (13.5-cm diam, 10.5-height), each containing a specialized wick embedded in the root medium and extruded (5-cm long) out through one of the pot's five bottom holes.

Table 2. Effect of calcium on growth of creeping bentgrass 'Penn-A1'

Treatment ² (me/L)	Shoot length (cm)	Shoot		Root		Root length (cm)	No. of tillers (ea/plant)
		Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)	Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)		
Ca-0	35.2 b ^y	41.4 c	4.3 b	8.0 bc	0.4 b	24.2 a	6.6 c
Ca-0.1	38.4 ab	41.7 c	4.3 b	9.7 b	0.6 b	24.5 a	7.8 b
Ca-1	39.7 a	43.0 bc	4.4 ab	11.9 a	1.1 a	26.2 a	7.8 b
Ca-2	40.1 a	44.5 abc	4.7 a	11.9 a	1.1 a	23.3 ab	8.7 b
Ca-4	40.5 a	46.9 a	4.8 a	11.9 a	0.9 a	23.3 ab	10.4 a
Ca-8	38.8 a	43.8 bc	4.4 ab	7.9 bc	0.4 b	21.1 b	8.1 b
Ca-8 · Na-8	38.7 a	43.7 bc	4.1 b	7.6 c	0.4 b	22.5 b	6.7 c

²See Table 1.^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

1.0me/L에서 80.1g/pot와 10.5g/pot로 가장 높았지만 처리 간에 유의차가 없었다.

뿌리길이는 Ca 1.0me/L에서 32.2cm로 가장 길었지만 모든 처리 간에 유의성이 없었으며, 뿌리의 생체중은 Ca 2.0me/L와 Ca 4.0me/L에서 18.1g/pot로 가장 높았으며, 다른 처리와 유의차가 인정되었다. 뿌리의 건물중은 Ca 4.0me/L에서 1.9g/pot로 가장 높았지만 Ca 2.0me/L와 Ca 8.0me/L 간에는 유의차가 없었다.

분얼수는 Ca 농도가 증가할수록 많아져 Ca 1.0me/L에서 6.2개로 가장 높았으며 처리 간에 유의차가 인정되었다(Table 3).

Kentucky bluegrass 'Nassou'의 초장은 Ca 4.0me/L에서 32.0cm로 가장 길었지만 Ca 처리 간에는 유의차가 없었다. Shoot의 생체중과 건물중도 Ca 4.0me/L에서 20.5g/pot와 3.0g/pot로 가장 높았지만 처리 간에 유의차가 없었다.

뿌리길이는 Ca 1.0me/L에서 29.9cm로 가장 길었고 농도가 증가할수록 뿌리길이가 짧아졌으며, 처리 간에 유의차가 있었지만, 뿌리의 생체중과 건물중은 처리 간에 유의차를 보이지 않았다. 분얼수는 Ca 4.0me/L에서 3.7개로 가장 많았고 처리 간에 유의차가 있었다(Table 4).

Tall fescue 'Boonsai 2000'의 초장은 Ca

Table 3. Effect of calcium on growth of perennial ryegrass 'Palmer II'

Treatment ² (me/L)	Shoot length (cm)	Shoot		Root		Root length (cm)	No. of tillers (ea/plant)
		Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)	Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)		
Ca-0	49.9 c ^y	63.8 b	8.5 b	14.0 d	1.4 b	29.7 a	3.8 c
Ca-0.1	59.4 a	78.4 a	10.2 a	14.7 d	1.4 b	30.7 a	4.9 bc
Ca-1	59.0 a	80.1 a	10.5 a	16.3 c	1.5 b	32.2 a	6.2 a
Ca-2	60.6 a	79.7 a	10.1 a	18.1 a	1.6 ab	31.0 a	5.8 ab
Ca-4	59.3 a	78.0 a	10.1 a	18.1 a	1.9 a	31.7 a	4.4 c
Ca-8	59.0 a	76.6 a	10.1 a	17.4 b	1.8 a	30.8 a	4.4 c
Ca-8 · Na-8	54.6 b	78.1 a	10.0 a	17.2 b	1.8 a	29.8 a	4.1 c

²See Table 1.^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

Table 4. Effect of calcium on growth of kentucky bluegrass 'Nassou'

Treatment ² (me/L)	Shoot length (cm)	Shoot		Root		Root length (cm)	No. of tillers (ea/plant)
		Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)	Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)		
Ca-0	26.5 c ^y	14.3 c	1.9 b	4.0 a	0.5 a	17.5 e	1.3 d
Ca-0.1	31.5 ab	17.7 abc	2.5 a	4.8 a	0.6 a	27.9 ab	2.9 bc
Ca-1	31.0 ab	17.8 abc	2.5 a	5.4 a	0.8 a	29.9 a	2.7 bc
Ca-2	31.7 a	19.3 ab	2.8 a	5.0 a	0.7 a	26.1 bc	3.2 ab
Ca-4	32.0 a	20.5 a	3.0 a	5.1 a	0.7 a	24.1 cd	3.7 a
Ca-8	31.4 ab	20.2 a	2.9 a	4.8 a	0.7 a	22.0 d	2.6 bc
Ca-8 · Na-8	29.3 b	15.7 bc	2.5 a	3.9 a	0.6 a	23.1 cd	2.3 c

²See Table 1.^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

4.0me/L에서 56.7cm로 가장 길었고 처리 간에 큰 차이를 보이지 않았다. Shoot의 생체중과 건물중도 Ca 4.0ml/L에서 76.6g/pot와 8.8g/pot로 가장 높았으며 무처리구와 Ca 0.1me/L를 제외하고는 큰 차이가 없었다.

뿌리길이는 Ca 4.0me/L에서 28.3cm로 가장 길었으며, 농도가 높을수록 증가하는 경향을 나타내었다. 뿌리의 생체중과 건물중 그리고 분얼수는 Ca 4.0me/L에서 15.4g/pot, 1.6g/pot와 3.2개로 가장 높았지만 처리 간에 유의차가 없었다(Table 5).

Rangeley와 Bolton(1986)는 화분과 작물에서 석회시용에 의한 초장의 변화는 큰 차이가 없다고 보고하였는데 본 실험에서도 무처리구를 제외하고는 Ca 처리 간에 초장의 차이를 보이지 않아 이전의 보고와 유사한 경향을 보였다.

Shoot의 생체중과 건물중은 Ca 처리와 무처리 간에 유의차를 보였는데 Sartain(1993)도 Bermudagrass에서 Ca 공급은 예초물량을 증가시킨다고 보고하였으며, Tall fescue의 건초수량도 석회 및 인산 시용으로 증가되며(고와 정, 1992), Canolad에서도 석회시용으로 건물중이

Table 5. Effect of calcium on growth of tall fescue 'Boonsai 2000'

Treatment ² (me/L)	Shoot length (cm)	Shoot		Root		Root length (cm)	No. of tillers (ea/plant)
		Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)	Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)		
Ca-0	51.7 c ^y	58.1 c	6.7 c	14.2 a	1.4 a	23.8 b	2.5 a
Ca-0.1	53.0 bc	65.9 b	7.7 b	14.5 a	1.4 a	24.1 b	2.8 a
Ca-1	54.5 ab	70.8 ab	7.8 b	14.6 a	1.6 a	24.0 b	2.7 a
Ca-2	55.9 ab	73.6 a	8.3 ab	14.7 a	1.5 a	25.8 ab	3.0 a
Ca-4	56.7 a	76.6 a	8.8 a	15.4 a	1.6 a	28.3 a	3.2 a
Ca-8	52.9 bc	73.7 a	8.6 a	14.2 a	1.3 a	27.7 a	3.1 a
Ca-8 · Na-8	52.2 bc	74.7 a	8.6 a	14.5 a	1.4 a	26.3 ab	3.1 a

²See Table 1.^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

증가한다(Arshad 등, 1997)고 하였다. 그러나 Ca 처리 간에는 유의차가 없었는데 Perennial ryegrass는 Ca 공급에 의한 예초물량의 차이는 없다(Sartain, 1993)고 하였으며, Orchard grass에서도 건물중은 석회시용 수준 간에 차이가 없다는 보고(송 등, 1988)와 유사한 결과를 보였다.

Creeping bentgrass 'penn-A1', Perennial ryegrass 'Palmer II'와 Kentucky bluegrass 'Nassou'는 Ca 1.0me/L, Tall fescue는 Ca 4.0me/L에서 뿌리길이가 가장 길었지만, Kentucky bluegrass 'Nassou'와 Tall fescue 'Boonsai 2000'에서만 Ca 처리에 따른 유의차가 인정되었는데, Miyasaka와 Grunes(1990)도 wheat에서 Ca 수준이 높아질수록 뿌리길이가 증가한다고 보고하였다.

Creeping bentgrass 'Penn-A1', Kentucky bluegrass 'Nassou'와 Tall fescue 'Boonsai 2000'는 Ca 4.0me/L, Perennial ryegrass 'Palmer II'는 Ca 1.0me/L에서 분얼수가 가장 많았는데, Orchardgrass와 Smooth beomegrass에서도 석회시용량이 증가함에 따라 분얼수는 증가하며(송 등, 1988), 밀, 보리, 귀리 등에서도 Ca는 분얼수를 증가시킨다(Fenn 등, 1995)는 보고와 유사한 경향을 보였다. 그러나 Ca 8.0me/L에서는 분얼수가 감소된 것은 Ca

과잉에 의한 것으로 추찰되지만 좀더 심도있는 Ca 농도별 시험이 필요한 것으로 생각된다.

공시초종의 Shoot 내 무기성분 함량은 Creeping bentgrass 'Penn-A1'에서 N는 Ca 2.0me/L와 Ca 4.0me/L에서 3.84%, P는 무처리구에서 2.09%로 가장 높았으나 처리 간에 유의차는 거의 인정되지 않았다. K는 Ca 4.0me/L에서 3.71%, Fe는 Ca 4.0me/L에서 272.73ppm, Zn은 Ca 2.0me/L에서 43.8 ppm으로 가장 높았지만 처리 간에 유의차는 K를 제외하고는 없었다. Ca는 Ca 농도가 증가할수록 높아져 Ca 8.0me/L에서 0.62%로 가장 높았으며 Mg는 Ca와는 반대로 무처리구에서 0.45%로 가장 높았으며 Ca, Mg 모두 처리 간에 유의성이 인정되었다(Table 6).

Perennial ryegrass 'Palmer II'에서 N는 Ca 2.0me/L에서 3.53%, K는 Ca 1.0me/L에서 4.2%, Zn는 Ca 2.0me/L에서 64.59 ppm으로 가장 높지만 처리 간 유의성이 없었으며, P는 무처리구에서 1.67% Fe는 Ca 4.0me/L에서 155.8ppm으로 가장 높았으며 처리 간에 큰 차이를 보이지 않았다.

Ca 함량은 Ca 8.0me/L에서 0.58%, Mg는 무처리구에서 0.53%로 가장 높았는데 Ca는 농도가 높을수록 증가하였으나 Mg는 반대로 Ca 농도가 높을수록 낮아지는 경향을 보였고 각 처리

Table 6. Effect of calcium on the mineral elements of creeping bentgrass Penn-A1'

Treatment ² (me/L)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
Ca-0	3.80 a ^y	2.09 a	3.21 c	0.36 e	0.45 a	193.53 b	35.29 ab
Ca-0.1	3.78 a	1.81 b	3.32 bc	0.37 e	0.39 b	232.00 b	35.48 ab
Ca-1	3.83 a	1.80 b	3.40 bc	0.39 de	0.38 bc	239.27 b	34.07 ab
Ca-2	3.84 a	1.88 ab	3.46 bc	0.42 cd	0.37 bc	257.47 a	43.81 a
Ca-4	3.84 a	1.84 ab	3.71 a	0.50 b	0.36 c	272.73 a	39.75 ab
Ca-8	3.81 a	1.92 ab	3.60 ab	0.62 a	0.36 c	196.73 b	32.10 b
Ca-8 · Na-8	3.92 a	1.94 ab	3.22 c	0.46 bc	0.32 d	190.00 b	33.00 ab

²See Table 1.

^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

Table 7. Effect of calcium on the mineral elements of perennial ryegrass 'Palmer II'

Treatment ² (me/L)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
Ca-0	3.46 a ^y	1.67 a	4.14 ab	0.34 d	0.53 a	96.06 c	61.41 a
Ca-0.1	3.44 a	1.64 a	4.18 a	0.35 d	0.46 b	116.13 bc	59.97 a
Ca-1	3.49 a	1.29 b	4.20 a	0.36 d	0.42 c	111.13 bc	58.39 a
Ca-2	3.53 a	1.36 ab	4.13 ab	0.41 c	0.43 c	124.60 abc	64.59 a
Ca-4	3.45 a	1.29 b	4.14 ab	0.48 b	0.38 d	155.80 a	55.01 a
Ca-8	3.36 a	1.24 b	4.13 b	0.58 a	0.39 d	137.40 ab	52.84 a
Ca-8 · Na-8	3.39 a	1.37 ab	3.85 b	0.51 b	0.38 d	131.00 abc	55.47 a

²See Table 1.^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

간에 유의차가 인정되었다(Table 7).

Kentucky bluegrass 'Nassou'에서 N은 Ca 8.0me/L에서 3.76%, Fe는 Ca 4.0me/L에서 152.93ppm, Zn은 Ca 1.0me/L에서 52.41ppm으로 가장 높지만 처리 간에 유의차가 없었다. P는 무처리구에서 1.3%, K는 Ca 1.0me/L 3.3%로 가장 높았고 일부 처리 간에 유의성이 있었다. Ca는 Ca 8.0me/L에서 0.39%로 Ca 농도가 높을수록 증가하였으며, Mg는 오히려 Ca 농도가 높을수록 감소하는 경향을 보여 Ca와 Mg 간의 길항작용인 때문인지는 정확한 실험이 요구된다(Table 8).

Tall fescue 'Boonsai 2000'에서 N, P, Mg는 Ca 농도가 높을수록 감소하는 추세로 보이고 Ca

는 반대로 농도가 높을수록 증가하는 경향을 보였다. 특히 Fe는 무처리에 비해 처리구가 월등히 그 함량이 증가하여 Ca 4.0me/L 처리구에서는 166.53ppm으로 가장 높은 편이었다(Table 9).

Ca의 농도가 높을수록 Shoot내 Ca 함량도 높았는데, 염류의 흡수는 어느 한계까지는 일반적으로 농도가 높은 쪽이 흡수량이 많다고(조 등, 1972)하였으며 Ca 농도가 높을수록 Mg 함량이 낮은 것은 Ca와 Mg 이온 사이에 길항작용이 일어나기 때문(조 등, 1972; 심, 1976; Horst, 1986)이다.

K는 무처리구보다 Creeping bentgrass와 Tall fescue에서는 Ca 8.0me/L, Perennial ryegrass와 Kentucky bluegrass에서는 Ca 0.1me/L에서 흡수량이 많았는데 Ca의 존재는

Table 8. Effect of calcium on the mineral elements of kentucky bluegrass 'Nassou'

Treatment ² (me/L)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
Ca-0	3.42 c ^y	1.30 a	3.21 ab	0.28 d	0.41 a	93.71 a	51.90 a
Ca-0.1	3.62 ab	1.11 b	3.26 ab	0.28 d	0.37 b	111.00 a	50.45 a
Ca-1	3.63 ab	1.04 b	3.30 a	0.28 cd	0.35 bc	112.38 a	52.41 a
Ca-2	3.58 b	1.15 ab	3.27 ab	0.30 cd	0.35 bc	138.80 a	49.86 a
Ca-4	3.63 ab	1.20 ab	3.21 ab	0.36 ab	0.33 cd	152.93 a	44.96 a
Ca-8	3.76 a	1.15 ab	3.14 b	0.39 a	0.32 cd	115.60 a	45.77 a
Ca-8 · Na-8	3.73 a	1.08 b	3.01 c	0.32 bcd	0.30 d	117.60 a	215.10 a

²See Table 1.^yMean separation within columns by DMRT at 5%.

Table 9. Effect of calcium on the mineral elements of tall fescue 'Boonsai 2000'

Treatment ² (me/L)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
Ca-0	3.67 a ³	1.32 a	3.72 d	0.31 e	0.66 a	95.35 c	54.25 a
Ca-0.1	3.63 ab	1.30 a	3.92 b	0.36 d	0.59 b	117.71 bc	53.46 a
Ca-1	3.60 abc	1.25 a	3.89 bc	0.36 d	0.59 b	127.21 abc	55.99 a
Ca-2	3.52 bc	1.27 a	4.05 ab	0.40 c	0.59 b	149.80 ab	54.85 a
Ca-4	3.36 d	1.29 a	4.12 a	0.45 b	0.58 b	166.53 a	48.93 a
Ca-8	3.46 c	1.23 a	3.91 b	0.55 a	0.59 b	137.60 abc	55.71 a
Ca-8 · Na-8	3.64 ab	1.18 a	3.74 cd	0.45 b	0.57 b	126.00 abc	55.77 a

²See Table 1.³Mean separation within columns by DMRT at 5%.

K의 흡수를 증가시키지만 고농도의 Ca의 존재는 반대로 K의 흡수를 저해한다는 보고(조 등, 1972)와 유사한 경향을 보였다.

한편 양액조성의 기법으로 Na 이온이 가감되는 것으로 대체하여 기존의 무기성분의 변화를 최소화하여야만 보다 정확한 영양적 연구를 도모할 수 있는바 본 연구 또한 그에 따랐는데 Ca 8.0me/L처리와 Ca 8.0 · Na 8.0me/L처리 간의 결과로 볼 때 관측된 생육관계 전 항목의 계측치에 별다른 차이가 없었으므로 본시험의 유의성을 보증하는 결과임을 알 수 있다.

따라서 본 시험의 결과에서 고찰할 때 무기염류의 변량에 대한 시험의 경우 사용되는 원소가 다른 원소와의 화합물상태로 존재하므로 ppm 단위보다는 원소별로 me/L 단위로 계산되어야만 특정원소에 대하여 보다 정확한 결과를 도출할 수 있으므로 앞으로 본 시험과 같은 시도 자체가 연구계획 초기부터 수립되어야 할 것으로 사료되는 바이다. 또한 심지재배 화분을 이용하는 경우 적용되는 무기성분은 유실의 염려가 없이 매질이나 저수조에 수용되고 그에 따라 식물체가 반응하므로 간편하면서도 시험의 효율을 극대화 할 수 있는 수단임이 본 시험에 의하여 증명되었으므로 앞으로의 이용성이 크게 기대된다 하겠다.

요 약

Creeping bentgrass 'Penn - A1', Perennial ryegrass 'Palmer II', Kentucky bluegrass 'Nassou', Tall fescue 'Boonsai 2000'의 생육에 대한 칼슘의 영향을 온실에서 조사하였다.

Creeping bentgrass 'Penn - A1', Kentucky bluegrass 'Nassou'와 Tall fescue 'Boonsai 2000'의 shoot 생육은 Ca 4.0me/L에서, Perennial ryegrass 'Palmer II'는 Ca 2.0me/L에서 가장 양호하였다.

Creeping bentgrass 'Penn - A1', Perennial ryegrass 'Palmer II'와 Kentucky bluegrass 'Nassou'의 뿌리생육은 Ca 1.0me/L, Tall fescue 'Boonsai 2000'는 Ca 4.0me/L에서 가장 양호하였지만 처리 간에 큰 차이는 없었다.

Creeping bentgrass 'Penn - A1'와 Kentucky bluegrass 'Nassou'의 분얼수는 Ca 4.0me/L, Perennial ryegrass 'Palmer II'는 Ca 1.0me/L에서 가장 많았으며, Tall fescue 'Boonsai 2000'의 분얼수는 Ca 4.0me/L에서 가장 많았지만 처리 간 유의성은 없었다.

식물체 내 무기성분 함량은 Ca 처리 농도가 높을수록 Ca 함량이 많았고, 반대로 Mg 함량은 감소하였으며, Fe는 Ca 4.0me/L까지는 함량이 증

가하였고, N, P, K, Zn는 큰 영향이 없었다.

식물 영양실험에 있어서 심지화분의 이용성은 정확도와 간편성이 탁월하여 앞으로의 연구에 많이 적용될 수 있음을 확인하였다.

감사의 말씀

이 논문은 2000년도 제주대학교 발전기금 청
봉학술연구기금 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

- 안용태, 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이상재, 함선규. 1992. 개정 GOLF장 잔디관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소. pp.299-311.
- Arshad, M. A., K. S. Gill, T. K. Turkington, and D. L. Woods 1997. Canola root rot and yield response to liming and tillage. *Agron. J.* 89:17-22.
- Beard, J. B. 1973. *Turfgrass: Science and culture.* Prentice-Hall, Inc. pp.105-162.
- 조성진, 이동석, 육창수. 1972. 신제 비료학. 향문사. pp.118-122.
- 최병주, 심재성, 박훈. 1994. 잔디 생육에 대한 유기물, 활성탄소 및 마그네슘의 효과. 한국잔디학회지 8:193-199.
- Fenn, L. B., B. Hasanein, and C. M. Burks 1995. Calcium-ammonium effects on growth and yield of small grains. *Agron. J.* 87:1014-1046.
- 함선규, 김성태, 김호준, 이상기. 1997. 골프 코스 creeping bentgrass에 대한 IBDU복합비료와 유기질비료류의 효과. 한국잔디학회지 11:167-172.
- 함선규, 이정재, 김인섭. 1993. 유기질 비료의 시용이 한국잔디의 생육에 미치는 영향. 한국잔디학회지 7:61-66.
- 황연성, 최준수. 1999. 깎아주기, 통기작업, 시비수준 및 비료종류가 한국잔디의 품질 및 생육에 미치는 영향. 한국잔디학회지 12:79-90.
- Horst, M. 1986. *Mineral nutrition of higher plants.* Academic Press. pp. 36-39.
- 日本芝草學會. 1988. 新訂 芝生と緑化. Soft Science, Inc. 13-115.
- 김경남, R. C. Sherman. 1997. 크리핑 벤트그라스 웨어웨이에서 관수회수·예지물과 질소시비수준이 엽조직 및 토양 질소함유량에 미치는 효과. 한국잔디학회지 11:105-115.
- 김성태, 육완방, 이정재, 김인섭, 함선규. 1995. 한국잔디와 'Suffolk' Kentucky bluegrass에서 질소시비 수준이 토양중 NH₄⁺-N과 NO₃-N 함량에 미치는 영향. 한국잔디학회지 9:207-212.
- Ko, S. B. and C. C. Choung 1992. Effects of lime and phosphate application on forage productivity. *Korean J. Anim. Sci.* 34(4):237-243.
- 임미영, 정병룡. 2001. 양액의 N 농도와 NH₄⁺:NO₃의 비율이 초화류의 생육과 개화에 미치는 영향. 한국원예학회지 42:609-613.
- Mengel, K. and E, A. Kirkby. 1978. *Principles of plant nutrition.* International Patash Institute. pp. 437-454.
- Miyasaka, S. C. and D. L. Grunes 1990. Root temperature and calcium level effects on winter wheat forage: I. Shoot and root growth. *Agron. J.* 82:236-242.

18. Rangeley, A. and Bolton, R. 1986. Lime and major nutrient fertilizers required to establish a perennial ryegrass/white clover pasture on a noncalcareous gley in the scotish upland. *Grass and Forage Sci.* 41:323-328.
19. 심상철. 1976. 토양비료개론. 선진문화사. pp. 202-206.
20. 손기철, 백기엽, 박용규, 김태중. 2000. 실내 식물의 심지관수시 배지조성에 따른 식물의 성장과 위조 및 배지의 수분량과 재수화. *한국원예학회지* 41:429-434.
21. 송상택, 김동암, 이성철. 1988. 석회 사용이 Orchardgrass 및 Smooth brome grass의 생육, 사초수량 및 일반 조성분 함량에 미치는 영향. *한국축산학회지* 30:567-574.
22. Startain, J. B. 1993. Interrelationships among turfgrass, clipping recycling, thatch, and applied calcium, magnesium, and potassium. *Agron. J.* 85:40-43.