

식물생장억제제가 Creeping Bentgrass의 생육에 미치는 영향

김석준¹ · 손기철* · 김두환 · 이재필

¹신원 칸트리클럽

건국대학교 농업생명과학대학 원예과학과

Effects of Growth Retardants on the Growth of Creeping Bentgrass

Seok-Jun Kim¹, Ki-Choel Son*, Doo-Hwan Kim, Jae-Pil Lee

¹*Sin-Won Country Club*

Dept. of Horticultural Science, Kon-Kuk University

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effect of plant growth inhibitors on "Penn-cross" creeping bentgrass in the green of golf course for increasing the summer quality. Chlormequat chloride (C) 250×, 500×, 1000×, daminozide (D) 50×, 100×, 200×, paclobutrazol (P) 1000×, 2000×, 4000×, trinexpac-ethyl (T) 1000×, 2000×, 4000×, uniconazole (U) 25×, 50×, 100× with three concentrations, respectively, were applied to creeping bentgrass.

The leaf length, leaf width, and internode length of stolon were inhibited by all plant growth retardants applied as compared to that of control in which D-50, T-2000, and trinexpac-ethyl were the most effective among treatments on the inhibition of leaf length and internode length of stolon, respectively. Leaf thickness increased more in the treatments of C-250, D-50, T-2000 and T-4000 than any other treatments. On the other hand, shoot density which was represented by number of leaves per unit area was found to be the highest in P-2000 and P-4000 treatment. In this case, all plant growth retardants with no significant differences showed increase of 15-20% in density as compared to control. Total dry weight increment was higher in P-2000 and P-4000 while leaf dry weight increment was higher in T-4000, and U-25 and 50 than other treatments. According to the visual evaluation for the purpose of turf quality measurement, it was found that paclobutrazol, trinexpac-ethyl and uniconazole were not suitable for green maintenance and extension because of making leaves to yellow. In conclusion, it was postulated that C-250, D-50, and T-4000 had possibility to use practically in the green area of golf course.

Key words: growth retardants, summer quality, creeping bentgrass

*corresponding author

서 론

골프코스의 생명인 그린은 36홀의 경우 35,000~45,000m²로 가장 집약적인 관리가 이루어지고 있는 곳이며 크리핑 벤트그라스 생육기의 그린은 볼 구름(putting quality)의 향상을 위하여 매일 잔디깎기를 해야한다. 그러나 한지형 잔디로 조성된 골프장은 잔디관리비용 중 잔디깎기 비용이 60%에 달한다는 Rorison(1980)의 보고와 같이 그린의 잦은 잔디깎기는 장비의 감가상각, 연료의 소비, 노동력 및 시간의 소요로 골프장의 유지관리비를 증가시키는 원인이 되고 있다. 특히 여름철 그린은 고온다습에 의한 크리핑 벤트그라스의 하고현상으로 잎색이 탈색되며 내장객 수가 많아 심한 답압이 가해지며 잦은 잔디깎기로 인한 스트레스 환경은 병발생을 야기시켜 볼 구름이 다른 계절에 비해 저하되는 실정이다. 따라서 여름철 그린 사용은 크리핑 벤트그라스의 생육에 부적절하며 경기수용력이 떨어져 골프장의 이미지를 손상하는 원인이 된다.

여름철 그린의 경기수용력을 향상시키기 위해 식물생장억제제의 도입은 예지물량의 약 50%를 감소시켜(Batten, 1983; Cabler et al., 1963) 잔디깎기횟수를 줄이고 하고현상으로 인한 잎색의 탈색 감소 등 여름철 그린관리에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다. 식물생장억제제는 잔디의 개화 및 발달을 억제하고, 탈색을 방지하며, 포복경의 세포분열과 세포분화의 촉진, 뿌리와 줄기의 성장을 촉진하거나 억제하며, 광엽 잡초의 발생과 생육을 억제하는 작용을 한다(Nielsen et al., 1974; Dipaola et al., 1985; Danneberger & Street, 1986). 따라서 여름철 골프장 그린관리를 위해 식물생장억제제의 적용은 크리핑 벤트그라스의 밀도를 증가시키고 잔디깎기 횟수를 줄이며 하고현상을 억제할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 고온다습 스트레스에 의해 생육이 불량한 7월 중순부터 8월 중순까지 골프장 그린의 경기수용력을 향상시키기 위해 몇 가지 식물생장억제제를 크리핑 벤트그라스에 처리하여 그 영향을 구명하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

공시재료 및 재배관리

본 실험은 경기도 용인시 소재 신원 컨트리클럽 예비포장에서 실시하였으며 공시품종은 creeping bentgrass 'Penncross'를 이용하였다. 크리핑 벤트그라스를 1997년 5월 10일 4cm 두께의 뗏장을 직경 15cm의 Hole cutter로 채취하여 직경 18cm의 화분에 식재하였다. 본 실험을 위해 크리핑 벤트그라스의 깎기는 1997년 5월 10일부터 식물생장조절제 살포 전까지 예취기를 이용해 3일 간격으로 깎았으며 깎기 높이는 5mm로 유지하였다. 시비는 비효가 2개월 정도 지속되는 그린포스카(N-10, P-10, K-10, Mg-5)를 1m²당 40g씩 6월 20일 1회 표층 시비하였다. 관수는 지하수를 이용해 충분히 관수하였다. 배토는 6월 21일과 7월28일에 각각 2mm의 두께로 기존의 배양토와 동일한 토양으로 배토하였다. 병해충방제는 기후조건에 따라 발생하는 brown patch, pythium blight, 탄저병과 조류 등의 예방을 위해 평균 7일 간격으로 해당약제를 살포하였고, 풍덩이와 그 유충들은 발생초기에 방제하였다.

공시 식물생장억제제 및 처리

공시 식물생장억제제는 42.4%용액 chlormequat chloride (CCC), 85%분말 daminozide (B-9), 21.5% 용액 paclobutrazol (PP-333), 25%용액 trinexpac-ethyl, 0.025%용액 uniconazole이며 각각 3수준의 농도를 잔디깎기 2일 후 각 화분당 15ml씩 6월 30일과 7월 9일에 분무기를 이용해 처리하였으며 처리후 2일 동안은 관수를 금지고 비닐 멀칭하여 식물생장억제제가 유실되지 않도록 관리하였다(Table 1).

Table 1. Treatments applied in this experiment

Growth retardants	Concentration(fold)	Abbreviation
Chlormequat Chloride(CCC)	250	C-250
	500	C-500
	1000	C-1000
Daminozide(B-9)	50	D-50
	100	D-100
	200	D-200
Paclobutrazol(PP-333)	1000	P-1000
	2000	P-2000
	4000	P-4000
Trinexpac-ethyl	1000	T-1000
	2000	T-2000
	4000	T-4000
Uniconazole	25	U-25
	50	U-50
	100	U-100

시험구 배치 및 조사방법

시험구의 배치는 완전임의 배치법으로 5반복하였으며 엽장, 엽폭, 잎두께와 포복경의 절간길이는 반복별로 줄기를 3개씩 채취하여 식물생장억제제의 처리를 받아 짧아진 마디중 가장 짧은 절간의 성장점쪽 마디에 붙어있는 잎을 0.05mm까지 측정할 수 있는 Nonius로 측정하였다. 직립경 밀도는 6월 30일과 8월 20일에 5mm 잔디깎기 후 각각 직경 2.65cm² 내의 직립경의 수를 조사하였다. 초장은 7일 간격으로 반복별 2곳을 측정하였고 줄기신장량은 반복별 5개의 줄기를 선택하여 선단의 잎끝 부분을 15일 간격으로 측정하였으며 잎의 건물중은 줄기신장량 측정 시험구에서 깎이지 않고 완전히 자란 잎을 반복별로 1g씩 채취하여 80℃의 drying oven에서 48시간 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 지상부와 지하부를 합친 건물중은 5mm 잔디깎기 후 직경 13mm의 펀치를 이용 반복별 2곳을 18cm의 깊이로 채취하여 지상부와 지하부를 깨끗이 세척한 후 잎의 건물중과 동일 조건하에 건조시켜 측정하였다. 시각적 평가는 색상의 차이가 나타나기 시작한 7월 18일부터 7일 간격으로 평가하였다.

결과 및 고찰

엽 및 포복경의 절간 변화

엽장은 모든 처리가 대조구보다 3~8mm 짧아 공시 식물생장억제제 모두가 엽신장 억제에 효과적이었고 농도가 높아질수록 그 차이는 분명하여(Table 2) Watschke 등(1992)과 Han 등(1996)의 결과와 일치하였다. 특히 D-50의 경우 엽신장이 11mm로 대조구보다 8mm정도 짧았는데 여름철 골프장 그린의 생육이 불량한 시기의 잔디깎기 높이가 5mm내외인 것을 감안하면 그린 관리에 생장억제제의 적용이 가능할 것으로 생각된다.

엽폭은 처리된 식물생장억제제의 처리농도가 진할수록 잎폭의 억제효과가 증가하는 경향이었다(Table 2). 잎 두께는 chlormequat chloride, daminozide, paclobutrazol, trinexpac-ethyl 처리구의 경우 대조구보다 0.03~0.04mm정도 두꺼워 식물생장억제제는 잎색을 진하게하고 잎을 두껍고 작고 치밀한 잔디를 만든다는 Buenigner(1984)의 보고와 일치하였다(Table 2). 포복경의 절간길이는 대조구에 비해 짧아졌으며 농도가 높아질수록 짧아지는 경향이었다. 특히 5가지의 공시 식물생장억제제 중 trinexpac-ethyl의 처리구의 절간길이가 대조구의 3분의 1로 줄어 가장 효과적인 것으로 나타났으며(Table 2), 1g당 잎 건물중은 대조구와 전체적으로 큰 차이가 없었으나 엽폭과 엽길이가 짧고 잎두께가 두꺼워 보인 T-1000의 건물중이 가장 낮게 조사되었다(Table 2).

Table 2. Effects of plant growth inhibitors on leaf length, leaf width, leaf thickness, internode length of stolon and dry weight 6 weeks after applied on creeping bentgrass

Treatment	Leaf length(mm)	Leaf width(mm)	Leaf thickness(mm)	Internode length(mm)	Dry weight(g)
Control	20.1 a ^z	2.17 a	0.14 e	9.5 a	0.26 cde
C-250	13.4 edf	1.52 def	0.18 a	3.98 de	0.27 bc
C-500	13.9 cdef	1.67 bcdef	0.17 ab	4.55 cd	0.27 bc
C-1000	17.2 abc	1.68 bcdef	0.16 bc	5.81 b	0.27 bc
D-50	10.4 f	1.67 bcdef	0.18 a	3.00 fg	0.27 bc
D-100	14.6 bcde	1.78 bcde	0.17 ab	5.87 b	0.26 cde
D-200	18.2 ab	1.83 bcd	0.16 bc	5.98 b	0.27 bc
P-1000	11.9 ef	1.60 cdef	0.16 bc	3.75 def	0.25 e
P-2000	12.4 ef	1.87 abc	0.16 bc	4.91 c	0.28 b
P-4000	14.6 bcde	1.72 bcdef	0.17 ab	5.02 c	0.25 de
T-1000	11.4 ef	1.43 f	0.17 ab	2.53 g	0.23 f
T-2000	14.6 bcde	1.45 ef	0.18 a	2.49 g	0.27 bc
T-4000	12.9 ef	1.62 cdef	0.18 a	3.15 efg	0.30 a
U-25	12.6 ef	1.75 bcdef	0.14 de	3.65 ef	0.29 a
U-50	14.8 bcde	1.85 bcd	0.15 cd	6.03 b	0.29 a
U-100	16.8 abcd	1.97 ab	0.15 cd	6.33 b	0.26 cde

^z: Number within a column followed by different letters is significantly different(p=0.01) according to Duncan's multiple range test.

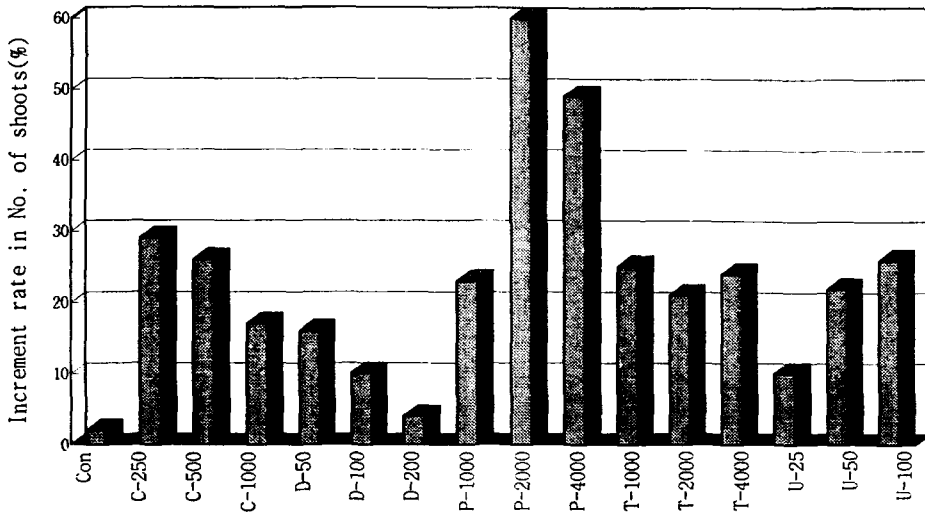


Fig 1. Increment rate in No. of shoots in creeping bentgrass after application of growth regulators.

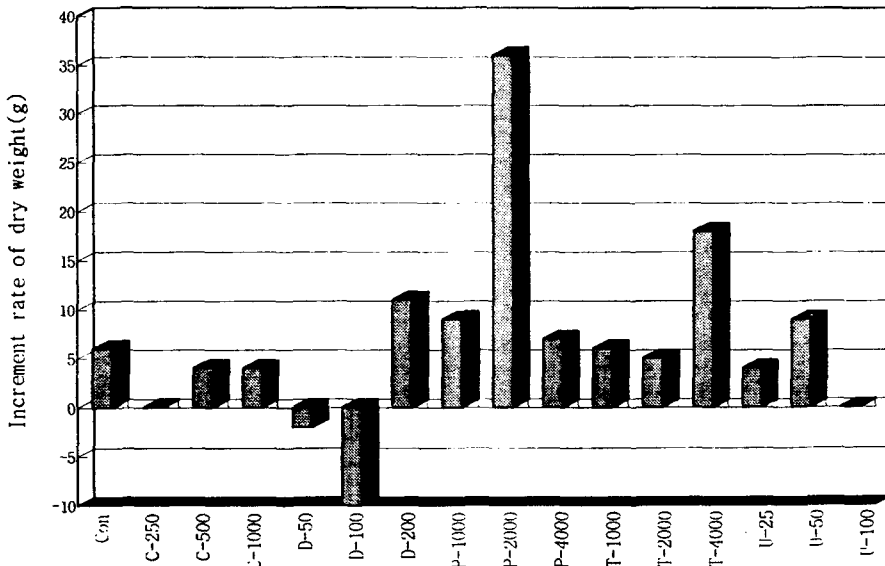


Fig 2. Increment rate of dry weight(g) after application of growth regulators.

직립경 밀도 변화

직립경의 밀도는 대조구에 비하여 처리구에서 전체적으로 높게 나타났으며 특히 P-2000은 60%까지 분얼하였다. 나머지의 처리구에서는 처리농도에 관계없이 15~20%정도 증가하였다(Fig. 1). 성장억제제 처리는 식물의 포복경 성장점의 생육을 억제시키는 반면 분얼경의 생육을 촉진시키는

그리고 uniconazole 보다 탁월하였다. Paclobutrazol(PP-333)은 분얼을 촉진하여 직립경의 밀도를 높였고 전체 건물중을 증가시켰다. 그러나 여름철 벤트그라스의 엽색을 진하게 하고 피복을 향상을 위한 목적으로 처리하는 것은 고려해야 하는데 paclobutrazol(PP-333)은 trinexpac-ethyl과 uniconazole 같이 처리후 약해가 심하여 엽색을 탈색시켰다. Freeborg 등(1981)과 Han(1996)등은 tinexpac-ethyl은 농도에 따라서 다르지만 벤트그라스 지상부의 생육을 억제하고 엽색을 진하게 녹화하며 처리 8주후부터는 효과가 감소되어 처리회수에 관계없이 처리농도에 의해서 탄수화물의 함량에 영향을 미쳐 조방적인 잔디관리에 사용하면 좋다고 보고하였는데 본 실험에서는 엽두께, 직립경의 밀도 등을 촉진하였다(Watschke, 1981; Symington 등, 1982). Chlormequat chloride과 daminozide와는 달리 tinexpac-ethyl은 농도가 약했을 때 크리핑 벤트그라스의 생육에 좋은 효과가 나타났는데 이는 Johnson(1992)이 보고한 결과와 일치한다. Uniconazole은 엽폭, 포복경의 절간생육을 촉진하였지만 U-25, U-50의 살포농도에서 황변현상을 나타내었고 U-100의 경우 trinexpac-ethyl와 마찬가지로 낮은 농도에서 비교적 양호한 결과를 나타냈었다.

이상을 종합하면 red fescue 'Dennlawn'이 kentucky bluegrass 'Park'보다 maleic hydrazide, chloroflurenol 그리고 fluoridamid에 의해 잘 억제되며 또한 fluoridamid가 kentucky bluegrass 'Merion'은 탈색시키지 않지만 red fescue 'Pennlawn'과 perennial ryegrass 'Manhattan'의 탈색을 유기 한다는 보고(Dore 등, 1970)와 같이 사용목적에 맞게 생장억제제를 사용하여 한다. 본 실험의 결과 골프장 그린의 관리에 이용 가능한 생장억제제와 그 농도는 C-250, D-50과 T-4000라고 생각되며 T-4000의 경우 초기 황화 증상을 최소화하고 고온에 의해 증가되는 약해를 줄이기 위해 본격적인 하고현상이 시작되는 7월 10일경부터 녹화효과가 나타나도록 6월 20일경에 처리하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 또한 C-250과 D-50은 각각 가장 높은 농도의 처리구에서도 약해가 없이 양호한 결과를 나타내 고온 다습한 여름철 골프장 그린 관리에 이용한다면 그린의 질을 높일 수 있을 것이다.

요 약

골프장 그린에 이용되는 creeping bentgrass 'Penncross'의 여름철 그린의 질을 높이기 위하여 식물생장억제제인 chlormequat chloride(C) 250, 500, 1000배액, daminozide(D) 50, 100, 200 배액, paclobutrazol(P) 1000, 2000, 4000배액, trinexpac-ethyl(T) 1000, 2000, 4000배액 그리고 uniconazole(U) 25, 50, 100배액을 엽면 처리하여 생장과 품질을 조사하였다.

엽장과 엽폭, 그리고 포복경의 절간길이는 대조구에 비해 모든 처리구에서 억제되었는데 엽장은 D-50에서 포복경의 절간길이는 T-2000에서 가장 효과적이었다. 잎두께는 C-250, D-50, T-2000과 T-4000에서 가장 좋았으며 단위면적당 직립경수로 조사한 직립경의 밀도 증가는 P-2000과 4000에서 가장 효과적이었으나 전체적으로 볼 때 대조구에 비해 15~20% 정도 증가하였다. 전체 건물중은 P-2000과 4000에서 증가된 반면 잎 건물중은 T-4000, U-25와 50에서 높게 나타났고 나머지 처리구에서는 대조구와 별다른 차이를 나타내지 않았다. 잔디의 품질을 평가하기 위한 시각적 평가 결과 P, T 그리고 U에서는 황변현상이 나타나 녹색유지에는 적합치 않은 것으로 나타

났다. 이상을 종합해보면 C-250, D-50, 그리고 T-4000은 실용화 가능성이 있는 것으로 고려되며 여름철 골프장 그린관리를 위해 식물생장억제제의 적용은 크리핑 벤트그라스의 직립경의 밀도를 증가시키고 잔디깎기 회수를 줄이며 여름철 그린의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Batten, S. M. 1983. Growth regulators-New tools for the '80's? USGA Green Sec. Rec. 21(3):1-3.
2. Bhowmik, P.C. 1987. Response of three cool-season turfgrass species to ACP-1900. Proc. Plant Growth Regul. Soc. Am. 11:341-346.
3. Brueninger, J.M. 1984. Growth regulation of cool season turfgrass. Ph.D. thesis. Pennsylvania State Univ., University Park.
4. Cabler. J.F., and G.C. Horn. 1963. Chemical growth retardants for turfgrasses. Golf course Rep. 31(1):35-44.
5. Danneberger, T.K., and J.R. Street. 1986. PGR's for highway turf. weeds. Trees Turf 25(6):40.
6. Dipaola, J. M., W. B. Gilbert, and W. M. Lewis. 1985. Selection, establishment, and maintenance of vegetation along North Carolina's roadsides. Final Report to North Carolina Dep. of Transportation.
7. Dore, A. T., R. C. Wakefield, and J. A. Jagshitz. 1970. Effect of four growth retardants on Kentucky bluegrass and red fescue for roadside turf. Proc. NEWSS 34:381.
8. Freeborg, R. P., and W. H. Daniel. 1981. Growth regulation of *Poa pratensis* L. p. 477-486. In R. W. Sheard(ed.) Proc. 4th Int. Turfgrass Res. Conf., Guelph, ON, Canada. 19-23 July. Int. Turfgrass Soc., Ontario Agric. Coll., Univ. of Guelph, Guelph, ON.
9. Green, R. L., K. S. Kim, and J. B. Beard. 1990. Effects of flurprimidol, mefluidide, and soil moisture on St. Augustinegrass evapotranspiration rate. 1990. HortSci. 25:439-441.
10. Han, S. W. 1996. Total nonstructural carbohydrate(TNC) flux of creeping bentgrass receiving sequential applications of growth retardants. Ph. D. thesis. The University of Illinois, Urbana-Champaign
11. Jagschitz, J. A. 1976. Response of Kentucky bluegrass to growth retardant chemicals. Proc. NEWSS 30:327-333.
12. Johnson, B. J. 1992. Response of centipedegrass(*Eremochloa ophiuroids*) to plant growth regulators. Weed Technol 6:113-118.
13. Nielsen, A. P., and R. C. Wakefield. 1974. Effects of growth retardants on the top

- growth and root growth of turfgrasses. *Proc. NEWSS* 29:403-408.
14. Rorison, I. H. 1980. The current challenge for research and development. p. 3-10. *In* I. H. Rorison and R. Hunt (eds.), *Amenity grassland: An ecological perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, Great Britain.
 15. Symington, A. G., L. E. Craker, and K. A. Hurto. 1982. Comparison of growth retardants on Kentucky bluegrass. *Proc. NEWSS* 36:344.
 16. Watschke, T. L., M. G. Prinster and J. M. Breuninger. 1992. Plant growth regulator and turfgrasses management. p. 557-588. *In* D. V. Waddington et al. (ed.), *Turfgrass. Agron. Monograph No 32*. Amer. Soc. Agron., and Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin, USA. Agron. and Crop Sci. Soc. of Am., Madison, WI.
 17. Wu, C., H. R. Myers, and P. W. Santelmann. 1976. Chemical retardation of bermudagrass turf. *Agron. J.* 68:949-952.