

한국잔디에 대한 Prohexadione-calcium의 생장 억제 효과

임상묵¹, 최봉수², 우선희¹, 이철원^{1*}

Growth of Zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) as Affected by Prohexadione-calcium Application

Lim, Sangmuk¹, Bongsu Choi², Sunhee Woo¹ and Chulwon Lee^{1*}

ABSTRACT This experiment was carried out to investigate the growth responses of zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) as affected by prohexadione-calcium foliar application for the effective labour saving and cost down management in the lawn yard, field and golf course *etc.* The leaf growth of zoysiagrass treated with prohexadione-calcium one day after mowing was significantly slow compared to the untreated plot. And the effect was continued up to 50 days. The growth inhibition rate at the treated plot was 46 to 50% compared to untreated plot and the leaf widths treated with prohexadione-calcium were narrower than control plot. The change of leaf dry weight 10 days after prohexadione-calcium treated was significantly shown less speedy than untrated plot and the results were continued up to 40 days after application. The SPAD values of the leaf colour were increased in the treated plots and continued for 40 days more.

Key words: growth inhibition; leaf colour; prohexadione-calcium; zoysiagrass.

서 언

최근 쾌적한 환경의 조성과 관리가 중요한 관심사로 대두되고 있으며, 녹지의 필요성에 대한 인식이 점점 높아지고 있다. 이와 같이 여가와 스포츠를 즐길 공간으로 잔디에 대한 관심이 증가하면서 잔디를 관

리하는 방법도 중요한 일로 대두되고 있다. 여름철에는 잔디의 예초횟수가 증가하기 때문에 이에 따른 노동력과 소요 비용이 더욱 증가하므로 이를 절감할 수 있는 방안이 더욱 절실히 요구되고 있어 식물생장억제제의 이용이 검토되고 있으며 현재 다수 잔디밭에 사용되고 있는 실정이다.

¹ 충북대학교 식물자원학과, 361-763 충북 청주시 흥덕구 개신동 12(Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea).

² 농촌진흥청 국립식량과학원, 441-857 경기도 수원시 권선구 수인로 125(National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-43-261-2512, Fax) +82-43-273-2242, E-mail) cwlee@cbu.ac.kr

(Received April 14, 2011; Examined May 13 2011; Accepted May 25, 2011)

그 중 cyclohexadione계 식물 생장 억제제인 prohexadione-calcium은 각종 식물에 대한 억제 효과가 있다고 보고되었으며(Rademacher 등 1992; Rademacher 2000; Yutaka 1985), prohexadione-calcium은 지베렐린의 생합성을 저해하여 세포 신장을 저해하는 식물조절제로서 식물생장 억제 효과가 있어서 잔디의 생장을 억제한다(Dernoeden 2002; Eric 2001)고 하였다.

Prohexadione-calcium의 처리 효과는 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째로 식물체의 지베렐린 생합성 과정에 있어 dioxygenase 효소가 관여하는데 prohexadione-calcium이 이를 차단 또는 저하시킴으로써 세포의 배열이 치밀해지는 특성이 있다고 한다. 둘째로 지베렐린 활성화에 관여되는 dioxygenase 효소는 식물체내 에틸렌 생성에도 영향을 미치는데 prohexadione-calcium이 이러한 반응을 억제함에 따라 식물의 노화 지연 및 어린 과실의 낙과를 억제 시킨다는 보고도 있다(Medjdoub와 Blanco 2004). 셋째는 항산화제인 프라보노이드 생합성 경로에 관여함으로써 페놀물질의 생성을 억제시킴으로써 병해 저항성을 높이는 효과도 있다(Bayers와 Yoder 1999). 또한 prohexadione-calcium은 지베렐린 생합성경로의 최종단계에서 불활성의 GA₂₀이 활성이 높은 GA₁으로 바뀌는 과정을 차단함으로써 과수의 신초의 길이 생장을 억제하여 식물 생장 조절작용을 발휘하고(Evans 등 1999; Rademacher 2000), 엽면 살포하면 8시간 내에 흡수가 완료되고 3~4주 동안 식물체내 GA 농도가 낮게 유지되어 생장 억제효과는 3~6주간 지속된다고 한다(Evans 등 1997, Evans 등 1999; Unrath 1999).

골프장에서의 잔디관리비용 중 잔디깎기 비용이 크게 차지하고 있다는 보고(Rorison 1980)와 같이 잦은 잔디깎기는 잔디의 유지관리비를 증가시키는 원인이 되고 있어서 이에 대한 대안으로 잔디용 생장억제제인 prohexadione-calcium의 도입에 대한 연구가 이루어졌다(Yutaka 1985; Shim 1989). 또한 골프장의 경우 잔디깎기 후 발생하는 부산물인 예지물은 골프장의 경우 산업폐기물로 분류되어 이 예지물을 소각하거나 매립하는 것은 비용이 증가되고 환경에 역행하는 일도 발생하고 있다(Kim 등

1998).

본 연구는 식물 생장억제제인 prohexadione-calcium을 한국잔디에 처리하여 생장억제 효과를 구명하고 효과적인 잔디 관리를 위한 자료를 얻기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

본 실험은 충북대학교 농업생명환경대학 잔디 포장에서 2008년에 수행하였다. 공시잔디는 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)를 사용하였다. 잔디깎기는 자주식 잔디예초기(Eager-1, 22inch, SEARS ROEBUCK AND CO., U.S.A.)를 이용하여 5~6cm의 높이로 예초한 당일에 prohexadione-calcium(calcium3-oxido-5-oxo-4-propionylcyclohex-3-enecarboxylate, a.i 20%)을 ha당 400g a.i, 200g a.i, 150g a.i, 100g a.i으로 살포하였다. 약제 살포는 압축 분무기(Ever Green, Young Poong CDI, KOREA)를 이용하였으며, 살포 물량은 100mL m⁻²이었다.

생장 조사는 처리후 7일 간격으로 디지털 캘리퍼(Mitutiyo Corporation, JAPAN)를 사용하여 엽장과 엽폭을 측정하였고, 엽색도 조사는 SPAD-502(Minolta Camera Co., Ltd, JAPAN)를 사용하여 측정하였다. 건물중은 각 처리에서 100개의 시료를 채취하여 건조기(Vision BioTech, KR/VB-200DL2)를 이용하여 80℃에서 48시간 건조시킨 후 전자저울을 이용하여 측정하였다. 생장 억제율(%)은 100-((처리후 엽장/무처리의 엽장)×100)으로 계산하여 산출하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고 통계 분석은 SAS를 이용하였다.

결과 및 고찰

잎의 생장 억제율

잔디 예초 직후에 prohexadione-calcium을 처리하여 잎의 생장을 조사한 결과는 그림 1과 같다. 처리 농도별로 보면 400g a.i ha⁻¹와 처리와 200g a.i ha⁻¹

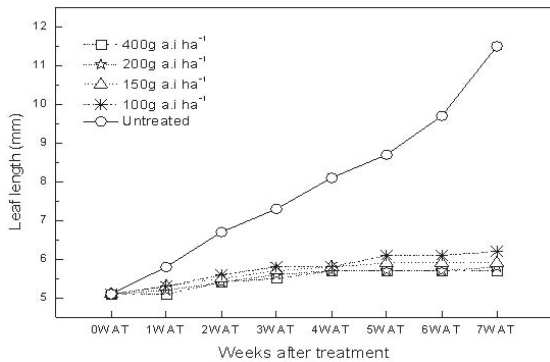


Fig. 1. Temporal changes of leaf length of zoysiagrass (*Z. japonica*) after mowing as affected by the different concentration of prohexadione-calcium.

는 처리 2주후에 0.3cm 정도 성장하였으며, 4주후까지도 0.6cm 정도 신장한 것으로 나타났다. 그리고 150g a.i ha⁻¹와 100g a.i ha⁻¹ 처리에서도 처리후 2주와 4주에 각각 0.4cm, 0.8cm 정도로 생장이 크게 저하되는 것으로 나타났다. 그러나 무처리와는 달리 지속적으로 성장하여 4주후에 2.4cm 증가하여 생장억제제 prohexadione-calcium의 처리는 한국잔디의 생장이 현저하게 억제되는 효과가 있는 것으로 나타났다.

약제 처리후에 한국잔디의 엽장을 무처리와 비교하여 잎의 단축율을 조사한 결과는 그림 2와 같다. 약제 처리후 1주일이 경과하였을 때 잎의 단축 정도는

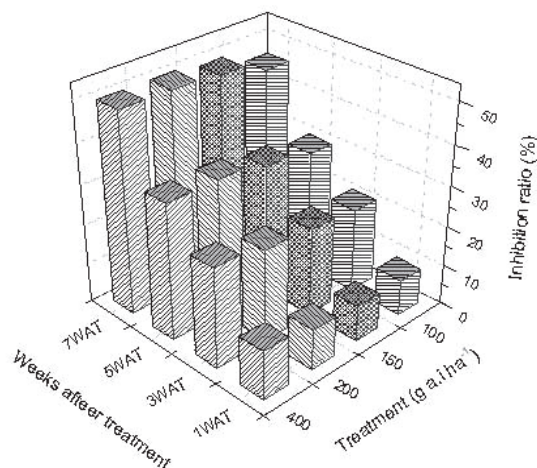


Fig. 2. Inhibition ratio of leaf growth of zoysiagrass (*Z. japonica*) after mowing as followed by prohexadione-calcium treatment with different concentrations.

무처리 대비 400g a.i ha⁻¹구에서는 12%, 200g a.i ha⁻¹구에서는 10%, 150g a.i ha⁻¹구와 100g a.i ha⁻¹구에서는 9%가 단축되었으나 처리후 기간이 길어질수록 무처리구에 대한 처리구의 엽 단축율은 현저하게 증가되었고, 3주후에는 21%(100g a.i ha⁻¹)~25%(400g a.i ha⁻¹), 5주후에는 30%(100g a.i ha⁻¹)~34%(150g a.i ha⁻¹)의 억제 효과가 있었고, 7주후에는 46%(100g a.i ha⁻¹)~50%(400g a.i ha⁻¹)의 뚜렷한 억제 효과가 있는 것으로 나타났다.

한편 prohexadione-calcium 처리 30일 후에 잎의 엽폭을 조사한 결과는 그림 3과 같다. 400g a.i ha⁻¹, 200g a.i ha⁻¹, 150g a.i ha⁻¹ 처리구의 엽폭은 4.2mm, 100g a.i ha⁻¹ 처리구는 4.3mm이었고, 무처리구는 4.5mm 정도로 큰 것으로 나타나서 공시 약제의 처리는 잎의 길이 성장을 억제시킬 수 있을 뿐만 아니라 엽폭도 좁게 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 생장 억제제의 처리 농도가 높아질수록 식물체의 생장 억제 효과도 높아진다는 보고(Kim 등 1998; Park 2006)와 비슷하였다.

공원이나 골프장 잔디의 관리를 위하여 예초에 대한 노력과 비용이 많이 소요된다는 것을 감안할 때 prohexadione-calcium은 처리후 7주까지도 잔디의 생장 억제를 유지할 수 있기 때문에 잔디밭 관리에 유효하게 이용할 수 있을 것으로 판단되었으며, 또한 prohexadione-calcium의 처리는 사과나무의 신초 생장 억제력이 크다는 결과(Evans 등 1999; Rademacher 2000; Yoon과 Sagong 2005)를 보

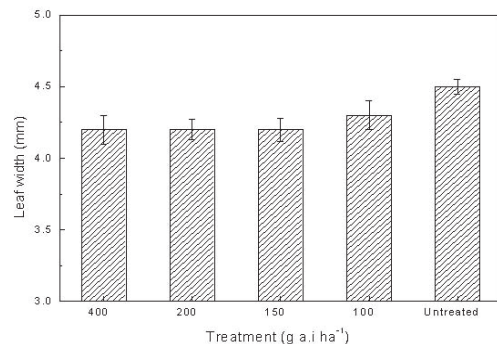
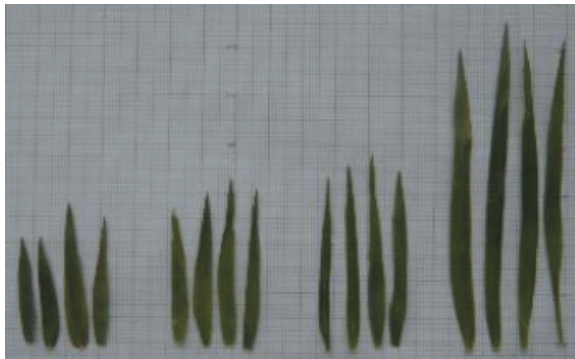


Fig. 3. The changes of leaf width of zoysiagrass (*Z. japonica*) at 30 days after mowing as affected by the different concentration of prohexadione-calcium.



400g a.i ha⁻¹ 200g a.i ha⁻¹ 100g a.i ha⁻¹ Untreated
Photo 1. Comparison of leaf lengths of zoysiagrass (*Z. japonica*) after 40days by treatment of prohexadione-calcium with the different concentration.

더라도 필요한 경우 농작물의 과번무를 억제하는데 효과적으로 이용할 수 있는 것으로 사료되었다.

엽 건물중의 변화

Prohexadione-calcium 처리 후 잎의 건물중의 변화를 보면 그림 4와 같다. 예취 후 7일에 엽의 건물중은 400g a.i ha⁻¹처리가 가장 적어서 115mg이었고, 다음이 200g a.i ha⁻¹와 150g a.i ha⁻¹가 120mg, 100g a.i ha⁻¹가 125mg, 무처리가 130mg로 나타났다. 그러나 처리 2주후부터는 무처리 잎의 건물중이 급격히 증가하여 240mg, 3주후에는 280mg, 4주후에는 320mg까지 증가되었으나 prohexadione-calcium 처리는 잎의 건물중의 증가 폭이 현저하게 낮은 것으로 나타났다. 처리 2주후에는 400g a.i ha⁻¹가 130mg, 200g a.i ha⁻¹ 135mg, 150g a.i ha⁻¹ 145mg, 100g a.i ha⁻¹ 150mg이었으며, 40일후에도 400g a.i ha⁻¹가 140mg, 200g a.i ha⁻¹ 150mg, 150g a.i ha⁻¹ 160mg, 100g a.i ha⁻¹는 182mg으로 나타나서 무처리에 비하여 400g a.i ha⁻¹는 56%, 200g a.i ha⁻¹ 53%, 150g a.i ha⁻¹ 50%, 100g a.i ha⁻¹는 43% 정도 억제효과가 있는 것으로 잔디엽의 생장률이 현저하게 저하하였다. 잎의 길이와 건물중의 감소는 잔디 예초 횟수를 줄일 수 있고, 잔디 예초후 예지물을 감량함으로써 처리 비용을 경감시킬 수 있으며, 또한 잔디 예초기계의 마모도 줄일 수 있는 경제적 비용 경감을 도모할 수 있는 것으로 사료된다.

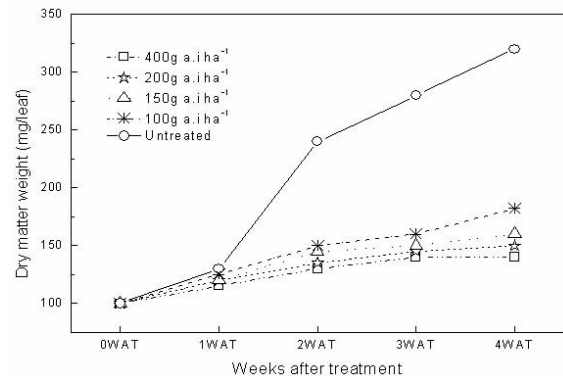


Fig. 4. Temporal changes of leaf dry weight of zoysiagrass (*Z. japonica*) after mowing as affected by prohexadione-calcium treatment with different concentrations.

엽색도

한국잔디에 대한 prohexadione-calcium 처리 후 시간의 경과에 따른 엽색도를 조사한 결과는 그림 5와 같다. 잔디의 엽색도는 처리와 무처리 모두 예초후 10일에는 처리농도와 무처리간에 큰 차이를 보이지 않았으나 처리 20일후부터는 처리농도간에는 큰 차이가 없어서 25.4~25.7정도이었으나 무처리 24.1보다는 엽색도가 높아지는 것으로 나타났다. 처리 30일 후에는 그 차이가 더 크게 나타나서 처리농도별로는 400g a.i ha⁻¹는 28.8, 200g a.i ha⁻¹ 29.1, 150g a.i ha⁻¹ 28.5, 100g a.i ha⁻¹ 28.3 정도이었으나 무처리구는 24.7로 prohexadione-calcium 처리에서 엽색도가

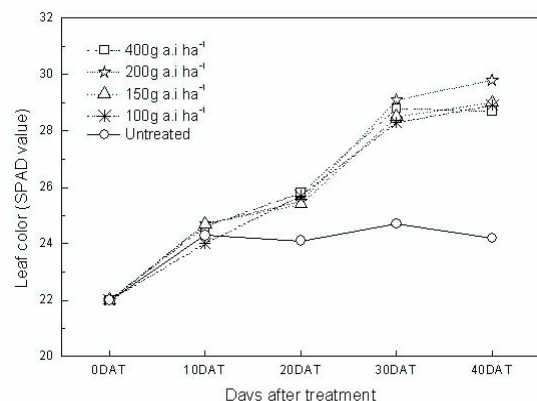


Fig. 5. Temporal changes of leaf SPAD values of zoysiagrass (*Z. japonica*) after mowing as affected by the different concentration of prohexadione-calcium.

현저히 높아지는 것으로 나타났다. 식물 생장 억제제가 식물체 조직을 치밀하게 하고 엽색을 진하게 한다는 보고(Brueningner 1984)로 미루어 볼 때 prohexadione-calcium의 처리는 잔디의 엽장과 엽폭을 감소시키는 동시에 조직이 치밀해져서 잔디의 녹색도가 높아지는 것으로 사료되며, 잔디밭에서 엽색이 진해지는 것은 경관상 유리한 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 예초 직후에 prohexadione-calcium을 처리하여 잔디의 생장 상태를 조사하였다. 한국잔디로 조성된 잔디밭이나 골프장을 효과적으로 관리하기 위하여 한국잔디의 예초 직후 prohexadione-calcium의 농도를 달리하여 엽면 처리한 결과 무처리와 비교하여 잎의 생장이 현저히 감소되는 것으로 나타났다. prohexadione-calcium의 1회 처리로도 그 효과가 처리후 50일까지 잎의 생장이 46~50%정도 감소되는 것으로 나타났고, 엽폭도 처리농도가 높을수록 무처리에 비하여 좁아졌다. Prohexadione-calcium 처리후 건물중의 변화를 보면 처리후 2주후부터 무처리에 비하여 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 처리 농도가 높을수록 건물중이 작았으며 처리 40일까지도 건물중의 증가가 무처리에 비하여 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 엽색도는 prohexadione-calcium의 처리구가 무처리구에 비하여 높았다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 수행되었음.

인 용 문 헌

Bayers, R. E., and K. S. Yoder. 1999. Prohexadione-

- calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. HortScience 34:1205-1209.
- Brueningner, J. M. 1984. Growth regulation if cool season turfgrass. Ph.D. thesis. Pennsylvania State Uni., University Park.
- Dernoeden, P. H. 2002. Creeping bentgrass management-Summer stress, weeds and selected maladies. p. 113-122.
- Eric, L. 2001. Plant growth regulators. Grounds Maint. 36:30-31.
- Evans, R. R., J. R. Evans and W, Rademacher. 1997. Prohexadione-calcium for suppression of vegetative growth in eastern apples. Acta Hort. 451:663-666.
- Evans, R. R., J. R. Evans, C. L. Regusci and W, Rademacher. 1999. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, Prohexadione-calcium. HortScience 4:1200-1201.
- Kim Seok-Jun, Ki-Choel Son, Doo-Hwan Kim and Jae-Pil Lee. 1998. Effects of growth retardants on the growth of creeping bentgrass. Kor. Turfgrass Sei. 12(3):173-182.
- Medjdoub, R., and J. Val. A. Blanco 2004. Prohexadione-ca inhibits vegetative growth of 'Smoothee Golden Delicious' apple trees. Scientia Hort. 101:243-253.
- Park Jun-Young. 2006. Effect of trinexapac-ethyl treatment on growth and quality of turfgrass species. Master degree thesis in Graduate school of Dankook university.
- Rademacher, W., Temple-Smith K. E., Griggs D. L., and Heden P. 1992. The mode of action of acylcyclohexanediones-a new type of growth retardant. In : Karssen, C.M. van Loon, L.C., Vreugdenhil eds., Progress in Plant Growth Regulation. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. pp. 571-584.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants : Effects

- on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann. Rev. of plant Physiol. and Plant Mol. Biol.* 51:501-531.
- Rorison, I. H 1980. The current challenge for research and development. pp. 3-10. *In* I. H. Rorison and R. Hunt (eds.), *Amenity grassland : An ecological perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, Great Britain.
- Shim J. S. 1989. Growth regulation of korea lawngrass and manilagrass with several growth retardants. *Kor. Turfgrass Sei.* 3(1):39-52.
- Unrath, C. R. 1999. Prohexadione-ca : A promising chemical for controlling vegetative growth of apple. *HortScience.* 34:1197-2000.
- Yoon Tae-Myung and Dong-Hoon Sagong. 2005. Growth control of 'Fuji' apple trees by use of prohexadione-calcium. *Kor. J. Hort Sci. Technol.* 23(3):269-274.
- Yutaka Noma. 1985. Studies on growth regulation of turfgrass, II screening of growth retardants for turfgrass. *Tech. Bull. Fac. Hort.* 35:109-115.