

관수빈도에 따른 Kentucky Bluegrass 생육

이상국

호서대학교 기초과학연구소

Irrigation Frequency for Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis*) Growth

Sang-Kook Lee

Research Institute for Basic Sciences, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

ABSTRACT. Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) is most widely used in golf courses and athletic fields. Weakness of Kentucky bluegrass is shallow root zone and has weak tolerance to shade. One of the biggest disadvantages is high demand of water. Water content is important factor to maintain excellent color and quality of turfgrass. There are two irrigation methods which are ‘deep and infrequent (DI)’ and ‘Light and frequent (LI)’. The objective of the study is to investigate Kentucky bluegrass growth treated by different irrigation frequency. Three irrigation frequency were made; no irrigation, every other day, and weekly. The same amount of water was used between every other day and weekly irrigation except no irrigation. No irrigation mean no artificial water supply and precipitation only. No irrigation treatment produced turfgrass quality lower than acceptable rating of six in July and August. Under the weather condition of 2011, no irrigation could not maintained acceptable turfgrass quality. No significant differences were found for Kentucky bluegrass quality between DI and LI.

Key words: Deep and infrequent, Irrigation, Kentucky bluegrass, Light and frequent, Water

서 론

Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L) 는 빠른 회복력을 가지고 있을 뿐 아니라 다른 한지형 초종에 비해 비교적 좋은 색감과 품질, 그리고 낮은 온도에 견디는 능력이 뛰어나다(Beard, 2002). 이러한 특성 때문에 Kentucky bluegrass 는 경기장과 골프장의 Tee 나 Fairway 등에 가장 많이 사용이 되는 한지형잔디 초종 중의 하나이다. 그러나 Kentucky bluegrass 는 뿌리층이 얇고 그늘에 약한 단점들이 있다. Kentucky bluegrass 의 가장 큰 단점중의 하나는 성장을 위해 수분이 많이 요구되는 것으로 알려져 있다(Christians, 2011). 올바른 수분관리는 잔디의 시각적 색감과 품질을 유지하기 위해 아주 중요한 요소중의 하나이다. 잔디의 성장을 위해 수분을 공급하는 관수 방법에는 light and frequent (LI) 적은양을 빈번하게 관수하는 방법과, deep and infrequent

(DI) 많은양을 필요시에 공급하는 두 가지의 방법이 있다 (Fry and Huang, 2004). 일반적으로 잔디의 관리를 위해서는 건조피해에 견디는 능력을 극대화 하기 위한 뿌리 성장을 위해 DI 관수방법이 추천이 되고 있지만 골프장의 퍼팅그린과 같이 모래지반으로 조성된 곳에서는 토양과 잔디잎이 젖어 있는 시간을 최소화 하기 위해 LI 관수방법이 사용이 되고 있다(Qian and Fry, 1966). Fry and Huang (2004) 는 관수의 빈도에 따라 DI 와 LI 관수방법을 정의 하였다. 그들은 뿌리층에 수분을 공급하기 위하여 잔디잎의 건조로 인해 피해증상이 처음으로 보일때 관수하는 방법을 DI 관수방법이라고 정의 하였으며 또한 wilt-based irrigation 이라고 명명하였다. DI 관수방법은 일반적으로 한번에 13 mm 에서 25 mm 의 양을 관수한다.

DI 관수방법에 대한 장점은 많은 선행연구에 의해 그 결과가 보고 된바 있다. DI 관수방법은 LI 관수방법 보다 한지형잔디 뿐만 아니라 난지형잔디의 뿌리성장에 더 좋은 결과가 나타난 것으로 보고가 되었다(Bennett and Doss, 1960; Medison and Hogan, 1962). Fu and Dernodeden(2008) 는 DI 관수방법이 creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*)

*Corresponding author; Tel: +82-41-540-5879

E-mail : sklee@hoseo.edu

Received : June 12, 2012, Revised : June 22, 2012, Accepted : July 04, 2012

의 뿌리에서 더 많은 탄수화물을 생산했다고 보고 하였다. Jordan et al.(2003) 은 creeping bentgrass 성장을 위해 관수빈도를 각각, 1일간격, 2일간격, 4일간격의 3가지의 방법으로 같은 양의 물을 관수하였다. 그들은 3가지 관수빈도 중에서 4일의 관수빈도가 잔디의 시각적 품질, 지상부 생육, 뿌리의 길이등에서 가장 좋은 결과를 나타냈다고 보고했다. Madison and Hagan(1962) 는 DI 관수방법과 높은 예초 높이는 뿌리를 깊게 성장시키는데 효과가 나타났다고 보고했었다. Fu(2003) 는 20, 60, 그리고 100% evapotranspiration (ET) rate 기반으로 관수했을때 관수빈도가 tall fescue (*Festuca arundinacea*) 의 뿌리 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 그의 실험결과에서 20% ET rate 기반으로 관수 했을때 tall fescue 의 뿌리의 생육이 가장 좋은 것으로 나타났다. Richie et al.(2002) 는 일주일에 2회 관수빈도가 3회, 4회의 관수빈도보다 tall fescue 의 시각적 잔디품질이 더 좋았다고 보고하였다. DI 관수방법의 장점이 많은 연구결과를 통해서 보고가 되었지만 토성(soil texture) 이나 기상조건에 따라 부정적인 결과가 보고되기도 했다. Creeping bentgrass 로 조성된 골프장의 퍼팅그린의 경우 고온스트레스를 받는 여름철의 경우 DI 관수 방법보다 잦은 빈도의 LI 관수방법이 더 필요하게 된다.

Fry and Huang(2004) 는 포장용수량(field capacity) 의 수분조건을 유지하면서 잔디의 잎에 건조피해가 나타나기전에 관수하는 방법을 LI 관수방법이라고 정의하고, field-capacity irrigation 이라고 명명하였다. LI 관수방법은 일반적으로 3 mm에서 6 mm의 수분량을 1, 2일에 한번씩 관수하는 것이다. LI 관수방법에 관한 장점 또한 많은 선행 연구에 의해 보고되었다. Johnson(2003) 은 Kentucky bluegrass, tall fescue (*Festuca arundinacea*), prairie junegrass (*Koeleria macrantha*), 그리고 buffalograss (*Buchloe dactyloides*) 의 관리를 위해 각각 2일, 4일 그리고 6일의 관수빈도를 사용하였다. 그는 실험결과 2일의 관수빈도가 4일과 6일의 관수빈도와 비교하여 더 우수한 잔디의 시각적 품질을 나타낸것으로 보고하였다. Brian et al.(1981) 은 예초높이, 토양수분, 관수빈도 3가지 요소가 11가지 잔디 초종의 성장에 미치는 영향에 대해서 실험에서 관수빈도

를 줄이는 것이 한지형잔디와 난지형잔디의 생육을 위한 수분효율에 좋은 결과를 나타냈다는 것을 보여주었다. Peacock and Dudeck(1984) 는 잦은 관수빈도는 잔디의 시각적 품질의 저하 없이 evapotranspiration (ET) rate 를 줄인다고 보고하였다. Melvin and Vargus(1994) 는 매일 0.3 cm 수분량을 관수할때 관수빈도가 길때보다 Necro Ring Spot 의 증상이 감소된다는 실험결과를 보고하였다. Jiang et al.(1998) 는 매일 관수하는 것이 80% ET rate 를 기반으로 관수 할때보다 brown patch 발생율을 감소시킨다는 실험결과를 보고하였다. Karnok and Tucker(1999) 는 creeping bentgrass 퍼팅그린에서 LI 관수방법을 사용했을때 국부성 건조 증상이 감소한다는 것을 보고하였다. 잔디의 생육이나 관수의 효율뿐만아니라 환경문제를 야기시키는 비료나 약제의 손실을 줄이기 위해서도 LI 관수방법이 효율적인 것으로 보고 되었다. Starrett et al.(1996) 는 양토(loamy soil) 에서 관수양에 따라 살충제의 용탈량 차이를 조사하였다. 그들은 25 mm의 관수량일때 토양에 적용된 살충제의 0.2% 에서 7.7%의 양이 용탈되었고, 64 mm의 관수량일때 0에서 0.4%의 살충제가 용탈 되었다고 보고 하였다.

우리나라는 여름철 장마기 집중강우 기간이 지난 이후에 고온이 지속되기 때문에 잔디의 올바른 생육을 위해 관수관리가 쉽지 않은 상황이다. 선행된 많은 연구에서 DI 관수방법과 LI 관수방법의 장점과 단점에 대해 많은 결과를 보여 주었다. 그러나 우리나라의 기후특성에 적절한 관수관리에 관한 연구는 제한적인 것이 현실이다. 본 연구는 우리나라 기후조건에서 골프장의 티 나 페어웨이에서 널리 사용되고 있는 초종인 Kentucky bluegrass 의 생육에 영향을 미치는 관수빈도의 차이를 알아보기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2011년 4월 부터 10월까지 충남 병천에 소재한 버드우드 골프클럽에서 수행이 되었으며 실험을 위해서 Kentucky bluegrass 'Midnight' 가 사용되었다. 각 처리구를 위한 실험구는 1.5 × 2 (3 m²) 의 크기로 조성이 되었다. 실험을 위해 무관수, 2일간격, 그리고 7일간격의 3가

Table 1. Treatment list.

No.	Irrigation Frequency	The amount of water (cm)						
		Mon	Tue	Wed	Thr	Fri	Sat	Sun
1	No irrigation ^z							
2	Every two day (LI ^y)	0.5		0.5		0.5		0.5
3	Weekly (DI ^x)					2.0		

^zNo irrigation treatment with precipitation only.

^yLI indicates light and infrequent irrigation.

^xDI indicates deep and frequent irrigation.

지 관수방법이 사용되었다(Table 1). 무관수 처리구의 경우 인위적인 관수는 수행되지 않았으며 Kentucky bluegrass의 생육을 위해 수분공급은 자연강우에 의한 강수량에 의해서만 이루어졌다. 첫번째 관수에 대한 실험구 처리는 4월 26일에 수행되었다. 무관수를 제외한 2가지 관수방법의 매주 총 관수량은 20 mm로 같다. Kentucky bluegrass의 관리를 위해 5 mm 예초높이로 매주 예초가 실행되었으며 예지물은 회수되지 않고 실험포지에 잔존시켰다. 양분 공급을 위해 모든 총 20 g m⁻²의 질소 순성분량을 4회에 걸쳐 총 5 g m⁻²씩 나누어 시비하였다. 사용된 비료는 (주)동부한농의 동부비료 (10-9-9)가 사용되었다. 인산과 칼륨은 질소 시비시 분석량에 해당하는 양이 질소와 함께 시비가 되었다. 관수빈도에 따른 Kentucky bluegrass 생육에 대한 효과를 조사하기 위하여 National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)에서 제시한 방법에 준하여 잔디의 색감과 품질을 측정하였다. 잔디의 색감은 2주마다 1에서 9까지의 범위로 시각적 평가를 통해 측정되었다(1 = straw brown, 9 = dark green, and 6 = acceptable). 잔디의 품질도 매 2주마다 1에서 9까지의 범위로 시각적 평가를 통해 측정하였다(1 = worst, 9 = best, and 6 = acceptable). 토양의 수분량을 측정하기 위하여 지표면으로부터 12 cm 깊이의 수분량을 2주마다 용적수분함량(Volumetric Water Content)을 측정하였다. 토양수분량을 측정하기 위해 Spectrum Technologies사의 Time Domain Reflectometry (TDR, 라딩 Scout TDR-300)이 사용되었다.

실험구는 Randomized complete block design으로 설계가 되었으며 4반복으로 이루어졌다. 통계처리는 Statistical Analysis System (SAS, 2001)을 이용하여 Fisher's LSD 분석을 통해 결과 값을 산출하였다.

결론 및 고찰

본 실험에서는 Kentucky bluegrass의 색감에 대한 관수 빈도에 따른 영향이 있는 것으로 나타났다(Fig. 1). 무관수 처리구에서 5월부터 10월까지의 측정일중 WAT (week after treatment) 2와 WAT4의 2일의 측정일을 제외하고 가장 낮은 색감을 나타냈다. 이 기간동안에는 강수량이 84.9 mm로 2011년중 비교적 낮은 강수량을 나타냈다. 이것은 84.9 mm의 강수량 조건에서 4주간의 기간동안에는 무관수방법을 포함한 관수빈도의 차이는 Kentucky bluegrass 색감에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 이 측정일에 해당하는 5월은 한지형 잔디의 지상부 생육이 가장 높은 기간으로 알려져 있다(Turgeon, 1991). 그러나 4주간 동안에는 관수빈도의 차이 그리고 수분이 공급되지 않아도 색감의 차이가 없는 것으로 나타났다. 강수량이 가장 많은 8월(WAT14 and WAT16) 이후에 무관수 처리구에서 가장 낮은 잔디 색감이 나타났다. 2011년 8월은 강수량이 가장 많았고 최고온도도 가장 높은 기간이었다. Dermoden(2006)는 온도가 높고 수분공급이 많을때 특히 야간의 온도가 32.2°C 이상일때 잎의 기공이 닫히고 뿌리 길이가 짧아져 정상적인 생육이 어려워져 습윤위조(wet-wilting) 현상이 나타난다고 보고하였다. 이 기간에는 무관수 처리구에 많은 강수량으로 인한 충분한 수분공급이 이루어져에도 Kentucky bluegrass 색감이 가장 낮게 나타난것은 필요 이상의 수분공급과 높은 야간 온도로 인한 생육 저하 현상이 발생했던 것 때문으로 판단된다. 무관수 처리구는 총 12회의 측정일중 최소 수용색감인 6을 나타낸 측정일이 6일이었다. 그러나 Kentucky bluegrass 색감에 대한 DI 관수방법 처리구와 LI 관수방법 처리구의 영향에 대한 차이는 나타나지 않았다. 5월에서 10월까지 12회의 측정일중 각각 WAT6과 WAT18를 제

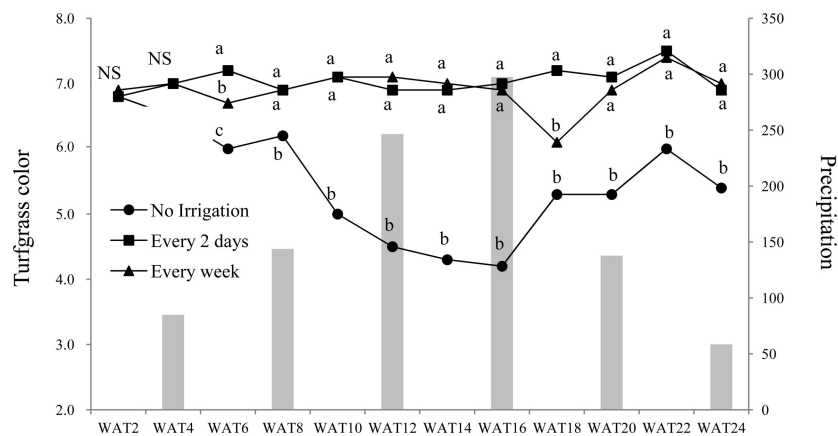


Fig. 1. Mean turfgrass color for irrigation frequency main effects (1 = straw brown, 6 = acceptable, and 9 = dark green). Means with same letter within each WAT (week after treatment) date or denoted NS are not significantly different among treatments according to Fisher's LSD ($P = 0.05$). The unit of precipitation is millimeter (mm). The amount of precipitation was measured in Cheon-an, Korea (weather-i).

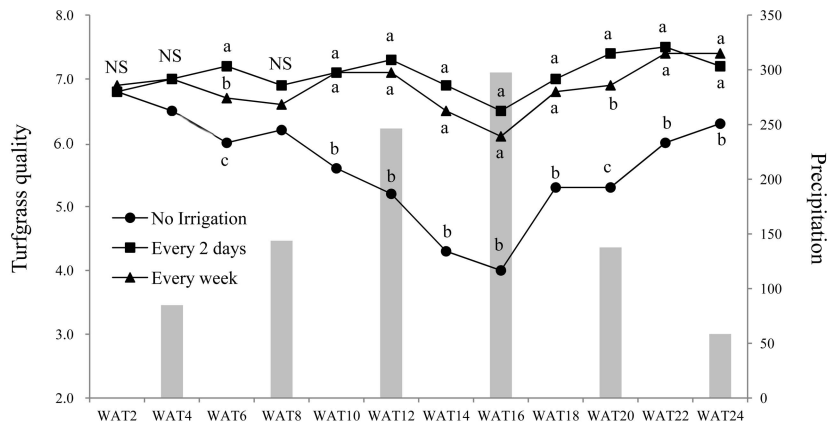


Fig. 2. Mean turfgrass quality for irrigation frequency main effects (1 = worst, 6 = acceptable, and 9 = best). Means with same letter within each WAT (week after treatment) date or denoted NS are not significantly different among treatments according to Fisher’s LSD ($P = 0.05$). The unit of precipitation is millimeter (mm). The amount of precipitation was measured in Cheon-an, Korea (weather-i).

외한 모든 측정일에서 관수빈도에 따른 차이가 나타나지 않았다. 강수량이 적은 WAT2 와 WAT4 이후 뿐만 아니라 강수량이 가장 많은 WAT14 와 WAT18 이후에 그 차이가 나타났기 때문에 관수빈도의 차이에 따른 결과와 강수량과 관계가 없는 것으로 나타났다. Kentucky bluegrass 색감의 차이에 영향이 있는 것으로 나타난 WAT4 와 WAT18 에서는 LI 관수방법이 DI 관수방법과 비교하여 더 좋은 Kentucky bluegrass 색감이 나타났다. LI 관수방법과 DI 관수방법은 모두 실험 기간동안 최소수용색감인 6 이하를 나타내지 않았다. 매주 50 mm 의 관수방법은 관수빈도 차이와 관계없이 최소수용색감 이상의 색감을 나타냈다.

Kentucky bluegrass 의 품질에 대한 관수빈도간의 영향

이 나타났다(Fig. 2). 12회의 Kentucky bluegrass 품질 측정 일 중 10회의 측정일에서 관수빈도의 차이가 Kentucky bluegrass 의 품질에 영향이 있는 것으로 나타났다. 무관수 처리구는 실험기간동안 처리구간의 차이가 나타날때 가장 낮은 품질을 나타냈다. 강수량이 많아지는 WAT12 와 WAT16 이후에도 가장 낮은 Kentucky bluegrass 품질을 나타냈다. 특히 강수량이 가장 많은 WAT10 부터 WAT20 까지의 기간에 무관수 처리구에서는 Kentucky bluegrass 의 품질이 최소수용품질에도 미치지 못하는 결과를 나타내었다. 이것은 색감에서 나타난 결과와 같이 이 기간동안 필요 이상의 수분공급과 높은 야간 온도가 원인이 되는 습윤위조 현상으로 인해 뿌리의 길이가 짧아져 생육 저하 현상이 발

Table 2. Weather data of 2011.

	Precipitation (mm)	Relative humidity (%)	Maximum temperature (°C)	Minimum temperature (°C)
Jan.	23.8 ^z	73.6	2.3	-7.8
Feb	27.0	70.5	4.6	-5.9
Mar	48.4	68.3	10.7	-1.1
Apr	78.7	65.0	18.3	4.7
May	84.9	67.4	23.4	10.6
Jun	143.8	74.5	27.0	16.2
Jul	246.4	80.7	29.6	20.9
Aug	297.5	79.9	30.1	20.8
Sep	137.7	78.0	25.8	14.6
Oct	58.5	74.9	20.0	7.1
Nov	53.0	75.4	12.2	0.8
Dec	29.2	75.4	5.3	-4.9

^zWeather data were measured in Cheon-an, Korea.

생했던 것으로 판단된다. 이 기간에 강수량은 일년중 가장 많은 297.5 mm 였으며 최고 온도는 30.1°C 이며 최저온도는 20.8°C 그리고 상대습도는 79.9% 였다(Table 2). DI 관수방법과 LI 관수방법 처리구간의 차이는 Kentucky bluegrass 품질에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 조사되었다. 실험 기간동안 Kentucky bluegrass 품질에서 DI 관수방법과 LI 관수방법 처리구간의 차이는 WAT6 과 WAAT20 에서만 나타났다. 이 기간에는 LI 관수방법이 DI 관수방법보다 더 좋은 Kentucky bluegrass 품질을 나타냈다. 무관수 처리구가 최소수용품질 6 이하의 품질을 나타낸 기간에 DI 관수방법과 LI 관수방법은 Kentucky bluegrass 품질의 감소폭이 적어 최소수용품질 6 이상의 품질을 나타냈다.

무관수 처리구는 7, 8월에 최소수용품질 6에 미치지 못하는 품질을 나타내었다. 우리나라는 강우량이 분포되지 않고 7, 8월에 집중되어 있어 실험 결과와 같이 2011년 기상조건으로 Kentucky bluegrass 는 무관수조건에서 최소수용품을 나타내기 어렵다고 판단된다. Kentucky bluegrass 생육에 대한 관수빈도간에 통계적으로 유의차가 나타날때 LI 관수방법이 DI 관수방법보다 더 좋은 결과를 나타냈지만, 본 실험조건에서는 관수빈도에 따른 Kentucky bluegrass 생육의 차이는 나타나지 않았다. 관수빈도에 따른 잔디의 생육은 토성, 초종, 기상조건에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Fry and Huang, 2004). 본 실험에서는 한가지 초종에 대한 관수빈도의 영향에 대해서 실험이 수행 되어 결과를 도출함에 있어 한가지 초종이라는 제한점이 있다. 우리나라의 기상조건에서 더 많은 결과를 위해 한가지 초종이 아닌 다른초종과 토성등 여러조건으로 관수빈도에 관한 추가실험이 요구된다.

요 약

Kentucky bluegrass 는 경기장과 골프장의 Tee 나 Fairway 등에 가장 많이 사용이 되는 한지형잔디 초종중의 하나이다. 그러나 Kentucky bluegrass 는 뿌리층이 얇고 그늘에 약한 단점들이 있다. Kentucky bluegrass 의 가장 큰 단점중의 하나는 성장을 위해 수분이 많이 요구되는 초종이다. 올바른 수분관리는 잔디의 시각적 색감과 품질을 유지하기 위해 아주 중요한 요소중의 하나이다. 잔디의 성장을 위해 수분을 공급하는 관수 방법에는 light and frequent (LI) 적은양을 빈번하게 관수하는 방법과, deep and infrequent (DI) 많은양을 필요시에 공급하는 두가지의 방법이 있다. 본 실험은 Kentucky bluegrass 의 생육을 위한 관수빈도의 차이를 알아보기 위해 수행되었다. 실험을 위해 무관수, 매주 4회, 그리고 매주 1회의 3가지 관수방법이 사용되었다. 무관수 처리구의 경우 인위적인 관수는 수행되지 않

았으며 Kentucky bluegrass 의 생육을 위해 수분공급은 강수량에 의해서만 이루어졌다. 본 실험결과 2011년 기상조건하에서 강우량에 의존한 무관수는 7,8 월에 최소수용품을 나타내기 어렵다고 판단되며, 관수빈도에 따른 Kentucky bluegrass 생육의 차이는 나타나지 않는 것으로 나타났다.

주요어: 관수빈도, 무관수, Kentucky bluegrass, 한글 수분, 위조증상기반관수, 포장용수량기반관수

References

- Beard, J. B. 2002. Turf Management for Golf Courses, 2nd Edn. Ann Arbor Press, Chelsea, MI.
- Bennett, O. and B. Doss. 1960. Effect of soil moisture level on root distribution of cool-season species. *Agron. J.* 52:204-7.
- Biran, I., B. Bravdo, I. Bushkin-Harav, and E. Rawitz. 1981. Water consumption and growth rate of 11 turfgrasses as affected by mowing height, irrigation frequency, and soil moisture. *Agron. J.* 73:85-90.
- Christians, N. E. 2011. Fundamentals of turfgrass management. 4th ed. Wiley & Sons Inc. Hoboken, NJ.
- Dernoeden, P. H. 2006. Understanding wet wilt. *USGA Green Section Record.* March/April. 44(2):7-9.
- Fry, J. and Huang, B. 2004. Applied turfgrass science and physiology. Wiley, Hoboken, NJ.
- Fu, J. and P. H. Dernoeden. 2008. Carbohydrate metabolism in creeping bentgrass as influenced by two summer irrigation practices. *J. Am. Soc. Hort Sci.* 133(5): p.678-683.
- Jiang, H., J. Fry, and N. Tisserat. 1998. Assessing irrigation management for its effects on disease and weed levels in perennial ryegrass. *Crop Sci.* 38:440-445.
- Johnson, P. G. 2003. The influence of frequent or infrequent irrigation on turfgrasses in the cool-arid west. *USGA Turfgrass and Environmental Research Online.* March 15. 2(6): pp. 1-8.
- Jordan, J., R. White, D. Vietor, T. Hale, J. Thomas, and M. Engelke. 2003. Effect of irrigation frequency on turf quality, shoot density, and root length density of five bentgrass cultivars. *Crop Sci.* 43:282-87.
- Karnok, K. J. and Tucker. K. A. 1999. Dry spots return with summer. *Golf Course Management.* 67(5):49-52.
- Madison, J. and R. Horgan. 1962. Extraction of soil moisture by Merion and other cultural operations. *Agron. J.* 54:157-60.
- Madison, J. and R. Horgan. 1962. Extraction of soil moisture by Merion and other cultural operations. *Agron. J.* 54:157-60.
- Melvin, B. P. and J. M. Vargas. 1994. Irrigation frequency and fertilizer type influence necrotic ring spot of Kentucky Bluegrass. *HortScience.* September. 29(9): pp. 1028-1030.

Qian, Y. and J. Fry. 1996. Irrigation frequency and turfgrass performance: Studies find advantages to deep, infrequent irrigation of zoysiagrass. *Golf Course Management*. 64(5): pp. 49-51.

Starrett, S, N. Christians, and T. Austine. 1996. Soil processes and

chemical transport, movement of pesticides under two irrigation regimes applied to turfgrass. *J. Env. Qual.* 25:566-571.

Turgeon, A. J. 1991. *Turfgrass Management*, Third Edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.