

에지고, 시간경과, 롤링과 이슬제거가 골프 코스 퍼팅 그린의 그린 스피드에 미치는 영향

심경구* · 이상재 · 허근영
성균관대학교 조경학과

The effect of mowing height, time lapse, rolling, and dew removal on green speed of putting green in Golf Course

Shim, Kyung-Ku · Lee, Sang-Jae · Huh, Keun-Young

Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan Univ.

ABSTRACT

This studies was carried out to estimate the influence of mowing height, time lapse, rolling, and dew removal on green speed of putting green in Lake Side C. C. on 29, 30 Jun. 1998. The results were as follows. As mowing height increased, green speed tended to be decreased. After mowing, green speed tended to be decreased over the time, and appeared to be decrease significantly on the next day[$Y=3.206-0.127 \cdot X_1-1.41 \times 10^{-2} \cdot X_4$ (Y =green speed, X_1 =mowing height, X_4 =time lapse)]. This suggests that the frequency of mowing must be increased to maintain the green speed. But, frequent mowing cause the turfgrass of putting green to be stressed. Rolling tended to increase green speed[$Y=3.555-0.202 \cdot X_1+0.111 \cdot X_2$ (Y =green speed, X_1 =mowing height, X_2 =rolling)]. Thus, rollers is thought to be a tool used to increase green speed and rolling is expected to be able to decrease turfgrass stress while maintaining the performance level of the putting green. Dew removal appeared to increase green speed significantly[$Y=2.499-0.125 \cdot X_1+0.366 \cdot X_3$ (Y =green speed, X_1 =mowing height, X_3 =dew removal)]. Thus, dew removal is expected to maintain the green speed in the morning.

Key words: green speed, stimpmeter, mowing height, rolling, dew removal

서 론

골프 코스의 질에 대한 관심이 점차 증가하며, 퍼팅 그린의 그린 스피드(Green speed)에 대한

많은 연구가 수행되어지고 있다(Brede, 1991). 그린 스피드는 골프 코스의 질을 좌우하는 가장 중요한 부분으로서, 퍼팅 그린에서 공이 얼마나 빨리 구르고 멈추는가에 대한 정도를 의미한다. 우수한 그린은 공의 구름이 빠르고 일정하며 건

*corresponding author

강한 잔디 상태를 나타내는 것이라고 말할 수 있는데, 최근 세계적인 골프 경기에서는 더욱 더 빠른 그린 스피드를 요구하고 있는 실정이다. 실제로, 미국 골프협회가 추천하는 그린 스피드는 선수권 시합(Tournament)에서 2.59m를 보통, 2.89m를 약간 빠름, 3.20m를 빠름으로 규정하고, 일반 시합(Regular)에서 1.98m를 보통, 2.28m를 약간 빠름, 2.59m를 빠름으로 규정하고 있다(Oatis, 1990). 국내의 경우, 계절별 예지고와 그린 스피드를 살펴 볼 때, 봄과 가을의 그린 예지고는 4mm 내외이며, 여름의 그린 예지고는 4.5~5.0mm이고, 봄과 가을의 그린 스피드는 2.28~2.89m이며, 여름의 그린 스피드는 1.98~2.59m로 나타났다고 있었다. 미국 골프협회가 추천하는 그린 스피드와 비교해 볼 때, 국내 골프장의 그린 스피드는 보다 향상되어야 한다고 판단되었다.

일반적으로, 그린 스피드를 증가시키기 위한 재배적 방법 중 가장 우세한 요소가 예지고(mowing height)라고 발표한 바 있다(Nus, 1992). 즉, 예지고가 낮아짐에 따라서 그린 스피드가 증가한다는 것을 밝혀냈다. 또한, Langbis(1985), Salaiz 등(1995), Throssell(1981)도 예지고가 증가함에 따라 그린 스피드가 항상 감소되었다고 언급하였다. 그러나, 예지고를 낮게 하는 것은 그린 스피드를 향상시키지만, 종종 잔디의 내성에 악영향을 미친다(Oatis, 1990; Rothenberg, 1987; Throssell, 1981). 또한, 그린 스피드를 증가시키기 위한 방법들 중의 하나는 롤링(rolling)의 실시이다. 롤링을 실시하면 분명히 그린 스피드가 향상된다고 하였다(DiPaola and Hartwiger, 1994). 롤링을 하는 주된 이유는 퍼팅 그린 표면의 질을 개선하는데 있으며, 예지고를 높이고 그 회수를 감소시키는 잠재적 장점을 가지고 있다. 실제로, 코스 관리자는 퍼팅 그린을 관리하면서 잔디 스트레스를 감소시키기 위해서 롤링을 관리 프

로그램에 넣어 함께 설계하고 있다. 그리고, DiPaola와 Hartwiger(1994)에 의하면 미국 North Carolina 주립대학에서 롤링과 관련한 그린의 유리한 점과 불리한 점에 대하여 연구가 수행되었다고 한다

그러나, 국내의 경우 그린 스피드와 관련된 연구는 미흡한 실정이다. 따라서, 미국을 비롯한 여러 나라에서 이미 많은 연구가 수행된 부분이지만, 국내에서 직접 국내 골프 코스의 그린 스피드에 대한 기초적인 연구가 수행되어져야 한다고 보았다. 본 연구는 Stimpmeter를 이용하여 퍼팅 그린의 그린 스피드에 대한 예지고, 시간경과, 롤링과 이슬제거의 효과를 구명하고자 수행되었다.

Stimpmeter는 그린 스피드를 평가하기 위해 고안된 도구이며, 최근까지 미국 골프협회에서는 그린 스피드를 측정하기 위한 도구로 사용되고 있다(Beard, 1973; Brede, 1991; Hoos, 1982). Stimpmeter의 구조를 살펴보면, 이것은 압출 성형된 알루미늄 막대기이며, 길이는 36인치(914mm)이고, 길이 방향으로 V형의 홈이 있으며, 폭은 1.75인치(44mm)이다(Gaussoin et al., 1995). 그리고, 상부로부터 6인치(144mm) 떨어진 위치에 골프 공을 올려놓을 수 있는 홈이 있는데, 이 홈은 Stimpmeter가 수평에서부터 20° 까지 올라갔을 때, 골프 공을 밑으로 흘려보내도록 설계되어 있다(Radko, 1980).

재료 및 방법

1998년 6월 29일과 6월 30일에 레이크 사이드 골프장의 동코스 퍼팅 그린에서 예지고, 시간경과, 롤링과 이슬제거가 골프 코스 퍼팅 그린의 그린 스피드에 미치는 영향을 분석하였다. 예지고(mowing height)는 대상지의 퍼팅 그린에서 일반적으로 행해지고 있는 예지고를 파악

하고, 이것을 기반으로 하여 결정하였으며, 그 높이는 5.0mm, 4.5mm, 4.0mm, 3.5mm, 3.0mm로 하였다. 각각의 예지고에서 08시, 12시, 16시, 익일 08시에 그린 스피드를 측정하였고, 16시와 익일 08시에 잔디길이를 측정하였다. 롤링(rolling) 1회 실시 여부에 따른 그린 스피드의 변화를 분석하기 위해서 각각의 예지고에서 롤링 1회 실시 전과 후의 그린 스피드를 측정하였다. 이슬제거(dew removal) 여부에 따른 그린 스피드의 변화를 분석하기 위해서 각각의 예지고에서 이슬제거 전과 후의 그린 스피드를 측정하였다.

그린 스피드의 측정은 Stimpmeter를 이용하였고, 전반적으로 Brede(1991)의 측정방법을 이용하였으며, 그 방법은 다음과 같았다. 그린의 경사도가 6% 이하이고 그린 상태를 대표할 수 있는 부분을 선정하였다. Stimpmeter의 한쪽 편에 위치한 홈에 골프 공을 올려놓고, 수평면으로부터 20° 까지 서서히 들어올려서 골프 공이 밑으로 구르도록 하였다(Radko, 1980). Stimpmeter로부터 내려온 골프 공이 멈춘 자리를 표시하고, 골프 공의 그린 스피드를 측정하였다. 또한, 그 위치에서 반대 방향으로 선행 과정을 반복하여 그린 스피드를 측정하였다. 그리고 식 1을 이용하여 그린 스피드를 산출하였다(Brede, 1991). 이와 같은 과정을 반복하여 그린 스피드를 12회 측정하였다. 측정된 그린 스피드는 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 통계처리하였다. 그리고, 그

린 스피드를 종속변수로 하고 예지고, 시간경과량, 롤링 1회 실시, 이슬제거를 독립변수로 하여 SPSSWIN(Statistical Package for the Social Science)를 이용하여 다중회귀분석(multi-regression analysis)을 수행하였다.

$$S = \frac{2S\uparrow * S\downarrow}{(S\uparrow + S\downarrow)} \dots\dots\dots \text{식 1}$$

S = 그린 스피드

S↑ = 경사를 오르는 방향의 그린 스피드

S↓ = 경사를 내려가는 방향의 그린 스피드

결과 및 고찰

1. 대상지 그린의 현황조사

레이크 사이드 골프장은 1990년에 36홀(비회원제)을 개장하고, 1997년에 18홀(회원제)을 개장하였다. 그린 시스템은 2(two) 그린 시스템이며, 그린의 경사도는 3%이하이고, 잔디의 초종은 Creeping Bentgrass(Pennncross)이다. 그린 단면의 총두께는 73cm이고, 그린의 표토층 두께는 20cm이다. 표토층의 모래 입경은 0.25~2mm이며, 그린피트(제올라이트 10%, 펄라이트 10%, 활성탄 5%, 피트 75%)가 12%(v/v) 정도 혼합되어 있다. 그린 관리방법을 살펴볼 때, 봄과 가을의 예지고는 3.2mm이고, 관수회수는 0.3회/일이며, 관수량은 2mm/일이었다. 여름의 예지고는 4.0mm이고, 관수회수는 0.5회/일이며, 관수량은 4mm/일이었다(Table 1).

Table 1. 미국 골프협회가 추천하는 그린 스피드(Oatis, 1990)

그린 스피드	선수권 시합(Tournament)	일반 시합(Regular)
빠르다	3.20m	2.59m
약간 빠르다	2.89m	2.28m
보통	2.59m	1.98m
약간 느리다	2.28m	1.67m
느리다	1.98m	1.37m

통기작업은 봄에 2회, 가을에 1회를 실시하고 있으며, 통기작업 깊이는 7cm×폭 5cm로 하고 있었다. 배토회수는 봄과 가을에 6회, 여름에 3회를 실시하고 있으며, 배토량은 1~1.5mm로 하고 있었다. 시비량(순성분량)은 연간 질소 49.5g, 인 57.3g, 칼륨 46.5g이었다.

2. 예지고와 시간경과

그린 스피드에 대한 예지고와 시간경과량과의 관계를 다중회귀분석한 결과, 다음과 같은 모형을 얻었다(식 2).

$$Y = 3.206 - 0.127 \cdot X_1 - 1.41 \times 10^{-2} \cdot X_4 \dots\dots\dots \text{식 2}$$

Y = 그린 스피드

X₁ = 예지고

X₄ = 시간경과량

이 모형은 F값에 대한 유의확률이 p=0.000으로서 매우 유의하였지만, R-square(R²)는 0.484로 예지고와 시간경과량으로 그린 스피드의 48%를 설명할 수 있다고 보았다. 예지고와 시간경과량의 t값은 매우 유의한 결과를 나타냈다. 예지고와 시간경과량의 표준상관계수를 비교한 결과, 시간경과량이 더 높게 나타났다.

결과적으로, 예지고와 시간경과량은 그린 스피드에 매우 유의성 있는 영향을 미치며, 그 정도를 비교하면, 시간경과량이 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고, 예지고에 따른 그린 스피드의 변화를 다중검정한 결과, 예지후 3.0mm에서 그린 스피드가 가장 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 유의성 있게 나타났다. 3.5~5.0mm에서는 통계적으로 유의성은 나타나지 않았지만, 예지고가 낮아짐에 따라서 그린 스피드가 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 시간경과에 따른 그린 스피드의 변화를 다중검정한 결과, 오전 08:00에 예지한 후 8시간이 경과하면서 예지고 3.0mm 처리에서 유의성 있는 그린 스피드의 감소가 나타나기 시작하였으며, 익일 08:00(24시간 경과후)에 모든 예지고 처리에서 유의성 있는 그린 스피드의 감소가 나타났다(Table 2). 5.0mm의 예지고와 4.5mm의 예지고에서 그린 스피드 변화는 유사한 경향을 나타냈으며, 4.0mm의 예지고와 3.5mm의 예지고에서 그린 스피드 변화는 유사한 경향을 나타냈다. 3.0mm의 예지고에서 그린 스피드 변화량은 높게 나타났지만, 다른 예지고와 비교하여 지속적으로 높은 그린 스피드를 나타내고 있었고, 익일 08:00(24시간 경과후)에서도 그린 스피드가 2.53mm로 미국 골프협회가 추천하는 그린 스피드와 비교해 볼 때, 선수권 시

Table 2. 각 예지고에서 시간 경과에 따른 그린 스피드의 변화

	예지고 높이 (mm) 측정 시간	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
		그린 스피드 (m)				
	08:00	2.56ab ^z b ^y	2.57a b	2.72a b	2.71a b	2.91a a
	12:00	2.65a ab	2.51a b	2.69a ab	2.76a a	2.76ab a
	16:00	2.44bc	2.41ab	2.59a	2.60a	2.70bc
	08:00 (익일)	2.29c	2.29b	2.37b	2.34b	2.53c

^z 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 열간 유의성 검정

^y 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 행간 유의성 검정

합(Tournament)시 보통 수준이며 일반 시험(Regular)시 빠른 수준을 나타냈다(Oatis, 1990). 시간의 경과에 따른 그린 스피드의 감소는 그린 내 잔디(Creeping Bentgrass, Penn-cross)의 빠른 성장에 기인한 것으로 판단되었다. 잔디를 깎고 8시간 경과 후에 잔디길이는 약 2배 정도 증가하였고, 24시간 경과 후에 모든 잔디길이가 10mm 이상으로 나타났다(Fig. 1). 그리고, 낮게 잔디를 깎은 부분의 잔디는 상대적으로 잔디길이의 증가가 빠른 경향을 보였다. 결국, 그린 스피드를 증가시키기 위해서 수행된 예지고의 효과는 지속기간이 매우 짧은 것으로 나타났다. 이것은 그린 스피드의 관리를 예지고만으로 수행하려면 잦은 예지를 수행하여야 한다는 의미로 볼 수 있었다. 그러나, 잦은 예지는 잔디에 지나친 스트레스를 유발할 수 있으므로 다른 관리방법을 병행하는 것이 필요하다고 판단되었다.

3. 예지고와 롤링

그린 스피드의 효과적인 관리를 위하여 그린 스피드에 대한 롤링의 효과를 분석하고자 하였

다. 따라서, 그린 스피드에 대한 예지고와 롤링 1회 실시와의 관계를 다중회귀분석하고 다음과 같은 모형을 얻었다(식 3).

$$Y = 3.555 - 0.202 \cdot X_1 + 0.111 \cdot X_2 \dots\dots\dots \text{식 3}$$

Y = 그린 스피드

X₁ = 예지고

X₂ = 롤링 1회 실시 여부

이 모형은 F값에 대한 유의확률이 p=0.000으로서 아주 작았다. 유의 수준 α=0.05와 비교하면, 매우 유의한 결과로서, 이 모형은 아주 유의하였다. 그러나, 모형이 유의한데도 불구하고 R-square(R²)는 0.313으로 매우 낮았다. 예지고의 t값은 매우 유의한 결과를 나타냈고, 롤링 1회 실시에 대한 t값은 유의성이 없게 나타났다. 또한, 예지고의 표준상관계수는 롤링과 비교하여 높게 나타났다. 결과적으로, 롤링 1회 실시 여부는 그린 스피드에 유의성 있는 영향을 미치지 않으며, 예지고는 그린 스피드의 증감에 대하여 매우 유의성 있게 영향을 미치는

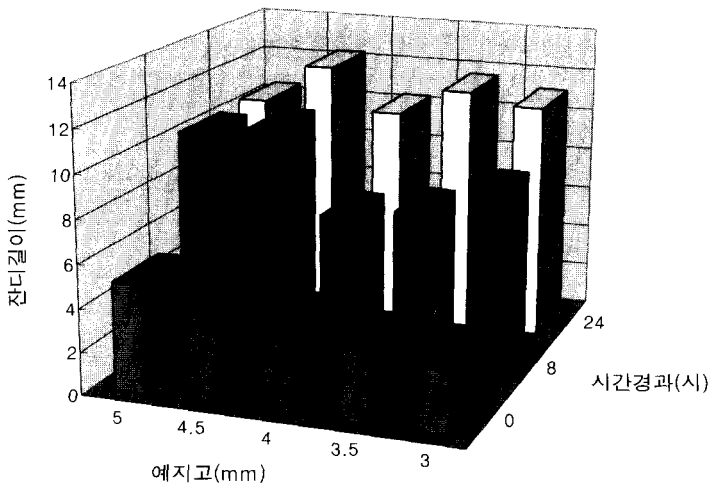


Fig. 1. 각각의 예지고에서 시간경과에 따른 잔디길이

것으로 나타났다(Langbis, 1985; Salaiz et al., 1995; Throssell, 1981). 즉, 예지고가 증가함에 따라서 그린 스피드가 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다. 그러나, 처리간 다중검정을 수행한 결과에서도 롤링 1회 실시 여부에 대한 유의성은 나타나지 않았지만, 롤링에 의하여 그린 스피드가 일관성 있게 증가하는 경향을 나타냈다(Table 3). 따라서, 롤링 회수를 증가한다면 그린 스피드를 매우 유의성 있게 증가시킬 수 있다고 보았다. 이것은 DiPaola와 Hartwiger(1994)와 일관성 있는 결과였는데, 실제로 5.0mm의 예지고에서 롤링을 실시하였을 경우와 3.0mm의 예지고에서 롤링을 실시하지 않았을 경우의 그린 스피드간에는 유의성이 없는 것을 볼 수 있었다. 따라서, 예지고의 감소없이 롤링을 실시함으로써, 그린 스피드를 증가시킬 수 있으며, 낮은 예지고로 인한 잔디의 지나친 스트레스를 최소화시킬 가능성이 있다고 보았다.

4. 예지고와 이슬제거

그린 스피드에 대한 예지고와 이슬제거와의 관계를 다중회귀분석한 결과, 다음과 같은 모형

을 얻었다(식 4).

$$Y=2.499-0.125 \cdot X_1+0.366 \cdot X_3$$

.....식 4

Y=그린 스피드

X₁=예지고

X₃=이슬제거 여부

이 모형은 F값에 대한 유의확률이 p=0.000으로서 아주 유의하였고, R-square(R²)도 0.766으로 예지고와 이슬제거로 그린 스피드의 77%를 설명할 수 있다고 보았다. 또한, 예지고와 이슬제거의 t값은 매우 유의한 결과를 나타냈다. 예지고와 이슬제거의 표준상관계수를 비교한 결과, 이슬제거가 더 높게 나타났다. 결과적으로, 예지고와 이슬제거는 그린 스피드에 매우 유의성 있는 영향을 미치며, 그 정도를 비교하면, 이슬제거가 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 이슬의 제거는 예지고와 함께 그린 스피드를 유의성 있게 증가시키는 것으로 나타났다. 그리고, 이슬제거에 대한 처리간 다중검정을 수행한 결과도 선행 결과와 일관성 있게 나타났다(Table 4). 따라서, 그린 스피드에 대한 예지고

Table 3. 각 예지고에서 롤링(rolling) 1회 실시 여부에 따른 그린 스피드의 변화

	예지고 (mm)	롤링회수				
		5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
그린 스피드 (m)	0	2.56a ^z	2.57a	2.72a	2.71a	2.91a
	1	2.71a	2.71a	2.82a	2.88a	3.02a

^z 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 열간 유의성 검정

Table 4. 각 예지고에서 이슬제거 여부에 따른 그린 스피드의 변화

	예지고 (mm)	이슬제거				
		5.0	4.5	4.0	3.5	3.0
그린 스피드 (m)	부	1.90b ^z	1.87b	2.01b	2.04b	2.18b
	여	2.29a	2.29a	2.37a	2.34a	2.53a

^z 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 열간 유의성 검정

의 효과는 이슬 또는 관수에 의해서 매우 유의성 있게 감소될 수 있으므로 유의하여야 할 것으로 판단되었다.

적 요

본 연구는 1998년 6월 29일과 6월 30일에 레이크 사이드 C. C.의 동코스 퍼팅 그린에서 Stimpmeter를 이용하여 그린 스피드에 대한 예지고, 시간경과, 롤링, 이슬제거의 효과를 구명하고자 하였다. 그 결과, 예지고가 낮아짐에 따라서 그린 스피드가 유의성 있게 증가하였다 [$Y=3.206-0.127 \cdot X_1-1.41 \times 10^{-2} \cdot X_4$ (Y =그린 스피드, X_1 =예지고, X_4 =시간경과량)]. 그러나, 그린 스피드를 증가시키기 위해서 수행된 예지의 효과는 지속시간이 매우 짧은 것으로 나타났다. 이것은 그린 스피드의 관리를 예지만으로 수행하려면 잦은 예지를 수행하여야 한다는 의미로 볼 수 있었다. 그러나, 잦은 예지는 잔디에 지나친 스트레스를 유발할 수 있으므로 다른 관리방법을 병행하는 것이 필요하다. 그와 같은 이유에서, 그린 스피드의 효과적인 관리를 위하여 그린 스피드에 대한 롤링의 효과를 분석한 결과, 롤링 1회 실시에 의한 그린 스피드의 증감은 유의성 있게 나타나지 않았다. 그러나, 롤링에 의해서 그린 스피드가 증가하는 경향을 나타냈다 [$Y=3.555-0.202 \cdot X_1+0.111 \cdot X_2$ (Y =그린 스피드, X_1 =예지고, X_2 =롤링 1회 실시 여부)]. 따라서, 롤링 회수를 증가한다면 그린 스피드를 매우 유의성 있게 증가시킬 수 있다고 판단되었고, 롤링은 예지와 병행하여 그린 스피드를 관리하는 방법으로 채택될 수 있다고 보았다. 마지막으로, 이슬제거는 예지보다도 더 강하게 그린 스피드에 영향을 미치는 것으로 나타났다 [$Y=2.499-0.125 \cdot X_1+0.366 \cdot X_3$ (Y =그린 스피드, X_1 =예지고, X_3 =이슬제거 여부)]. 따라서, 그린 스피드에 대한 예지 효과

는 이슬 또는 관수에 의해서 매우 유의성 있게 감소될 수 있으므로 유의하여야 한다.

참고문헌

1. Brede, A.D., 1991. Correction for slope in green speed measurement of golf course putting greens. *Agron. J.* 83: 425-426.
2. Brede, A.D., 1990. Measuring green speeds on sloped putting greens, *USGA Green Section Record.* 28(6):10-12.
3. DiPaola, J.M., and C.R. Hartwiger. 1994. Green speed, rolling and soil compaction, *Golf Course Management.* 62(9):49-78.
4. Earl, D., 1994. Speed merchants. *Golf Journal* 47(5):21.
5. Engle, R.E., 1984. Some more thoughts on putting green speed. *USGA Green Sec. Record* 22(6):5-6.
6. Engle, R.E., A.M. Radko, and J.R. Trout. 1980. Influence of mowing procedures on roll speed of putting greens. *USGA Green Section Record* 18(1):7-9.
7. Foy, J.H., 1991. Working the topdressing in and Rolling greens revisited. *USGA Green Section Record* 29(2):3-4.
8. Gaussion, R.E., J.L. Nus, and L. Leuthold. 1995. A modified Stimpmeter for small plot turfgrass research. *HortScience* 30(3):547-548.
9. Hoos, D., 1982. The Green Section's Stimpmeter : most think friend, some

- think enemy. USGA Green Section Record 20(4):9-10.
10. Lodge, T.A., 1992. An apparatus for measuring green speed, J. Sports Turf Res. Inst. 68:128-130.
 11. Nus, J., 1992. Rolling putting greens. Golf Course Management 60(11):16-20.
 12. Oatis, D.A., 1990. It's time we put the green back in green speed. USGA Green Section Record 28(6):1-6.
 13. Radko, A.M., 1980. The USGA Stimp-meter for measuring the speed of putting greens. p. 473-476. In: J.B. Beard(ed.). Proc. 3rd Intl. turfRes. Conf. Amer. Soc. Agron., Madison, Wis.
 14. Radko, A.M., 1978. How fast are your greens?-an update, USGA Green Section Record 16(2):20-21.
 15. Rist, A. M., and R. E. Gausson. 1997. Mowing isn't sole factor affecting ball-roll distance. Golf Course Management 67(6):49-54.
 16. Rothenberg, M.W., 1987. Ultra-fast greens and turf quality: Natural enemies?, Golf Course Mgt. 55(2):84-85.
 17. Salaiz, T.A., G.L. Horst, and R.C. Shearman. 1995. Mowing height and vertical mowing frequency effects on putting green quality. Crop Science 35(5):1422-1425.
 18. Scott, J.L., 1995. Fast grass. Golf Course Management 65(6):68-80.
 19. Vermeeulen, P., 1995. SPEED _ Consider what's right for your course, USGA Green Section Record 33(6) : 1-5.
 20. Zontek, S.J., 1988. Managing, Greens under stress. USGA Green Section Record, 26(3):1-3.