

한국의 골프 코스에서 그린 스피드에 대한 예지고, 롤링, 질소 시비량과 계절의 효과

이상재* · 심경구** · 허근영***

*용평 리조트 용평 골프 클럽 고문 · **성균관대학교 조경학과 · ***진주산업대학교 조경학과

The Effects of Mowing Height, Rolling, N-fertilizing, and Season on Green Speed in Korean Golf Courses

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

*Yong-Pyong Resort Co., Ltd., Golf Course Advisor

**Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan University

***Dept. of Landscape Architecture, Jinju National University

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of mowing height, rolling, N-fertilizing, and season on green speed(i.e., ball-roll distance) for developing and implementing a program of increasing green speed in Korean golf courses. Data were subjected to multi-regression analysis using SPSSWIN(Statistical Package for the Social Science), which collected from Yong-Pyong golf course greens selected to investigate. The results was as follows.

1) The multi-regression analysis of mowing height, rolling times, and N-fertilizer application rates on spring green speed was as follows; $Y_1(\text{spring green speed}) = 4.287 + 0.155 X_1(\text{rolling times}) - 0.131 X_2(\text{the amount of N-fertilizing}) - 0.251 X_3(\text{mowing height})$.

2) The multi-regression analysis of mowing height, rolling times, and N-fertilizer application rates on summer green speed was as follows; $Y_2(\text{summer green speed}) = 4.833 - 0.423 X_3(\text{mowing height}) + 0.146 X_1(\text{rolling times}) - 0.107 X_2(\text{the amount of N-fertilizing})$.

3) The multi-regression analysis of mowing height, rolling times, and N-fertilizer application rates on fall green speed was as follows; $Y_3(\text{fall green speed}) = 4.651 - 0.383 X_3(\text{mowing height}) + 0.142 X_1(\text{rolling times}) - 0.103 X_2(\text{the amount of N-fertilizing})$.

4) As mowing height was lowered by 1mm, green speed increased by 0.251~0.423m. As rolling times increased by 1(one), green speed increased by 0.142~0.155m. As the amount of N-fertilizing increased by 1g/m², green speed decreased by 0.103~0.131m. The season also affected green speed. In comparison with spring green speed, summer green speed decreased by 0.145m and fall green speed decreased by 0.144m.

Key Words : Green Speed, N-fertilizing, Mowing Height, Rolling Times, Season

I. 서론

최근 양적인 성장과 병행하여 골프 코스의 질에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. 특히, 골프 코스의 질을 좌우하는 퍼팅 그린에 대한 중요성이 지속적으로 거론되고 있다. 일반적으로 퍼팅 그린은 골프 코스에서 잔디 면적의 3%미만을 차지하지만, 설계자가 가장 많은 신경을 쓰는 곳이며, 가장 많은 시공비와 관리비용은 물론 정성을 기울이는 곳이다. 퍼팅 그린은 총 예지 시간의 10% 이상을 필요로 하며 농약과 비료 사용량의 60-70%를 필요로 하고, 페어웨이, 티, 러프에서는 행해지지 않는 다른 관리 방법이 추가적으로 수행되는 곳이기도 하다(Rist and Gaussoin, 1997).

퍼팅 그린의 질을 평가할 수 있는 기준 중의 하나는 그린 스피드(green speed)이며, 지난 25년간 그린 스피드에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다(Brede, 1991). 이것은 퍼팅 그린에서 공이 얼마나 빨리 구르고 멈추는가에 대한 정도를 의미하고, 공 구름 거리(ball-roll distance)라고도 한다. 골퍼에게 있어서 퍼팅에는 두 가지의 분명한 원칙이 있는데, 퍼팅에 의한 정확한 공 구름 거리와 공 구름 방향 예측이다. 따라서, 우수한 퍼팅 그린의 기준은 빠른 그린 스피드, 전 홀(hole)에서 일정하고 균일한 그린 스피드, 즉 공 구름 거리(ball-roll distance), 그리고 건강한 잔디 생육 등으로 대변할 수 있다. 실제로 미국 골프협회가 추천하는 그린 스피드는 선수권 시합(Tournament)에서 2.59m를 '보통(medium)', 2.89m를 '약간 빠름(medium fast)', 3.20m를 '빠름(fast)'으로 규정하고, 일반 시합(Regular)에서 1.98m를 '보통', 2.28m를 '약간 빠름', 2.59m를 '빠름'으로 규정하고 있다. 세계의 4대 메이저(major) 대회 중 하나인 U.S. open championship에서의 그린 스피드는 통상 3.35-3.66m(11-12feet)이지만, 국내 선수권 대회에서의 그린 스피드는 보통 2.5m 정도이다(Oatis, 1990). 국내 골프 코스는 고비용으로 관리되고 있음에도 불구하고 국제적 수준의 골프 코스에 비해서 그 질이 상대적으로 낮게 평가되고 있는 원인 중의 하나는 그린 스피드에 대한 이해 부족이라고 여겨진다.

따라서 국내 골프 코스의 질을 국제적 수준으로 향상시키기 위해서 그린 스피드에 대한 구체적인 연구가 수

행되어야 한다고 보았다. 그러나 최근까지 국내에서 그린 스피드에 관하여 수행된 연구들 중에는 외국 골프 코스들의 그린 스피드에 대한 문헌 연구, 단기적인 관리방법에 의한 그린 스피드의 변화 추이, 그린 스피드와 주요 관리방법들간의 상관 등이 전부라고 할 수 있다(심경구 등, 1999; 이상재 등, 2000).

본 연구는 국내 골프 코스에서 실험을 통하여 계절별 관리방법에 의한 그린 스피드의 변화량을 보다 정확하게 분석하고, 향후 국제적인 수준의 그린 스피드를 얻기 위한 관리 프로그램의 마련을 위하여 수행되었다. 따라서 본 연구에서는 그린 스피드 조절에 매우 효과적이라고 보고된 관리방법을 선정하고, 이것들이 봄·여름·가을의 그린 스피드에 미치는 종합적인 효과를 구명하고자 하였다.

II. 연구방법

강원도 용평 골프 코스를 대상으로 선정하고, 그린 스피드 조절에 매우 효과적이라고 보고된 예지고, 롤링, 질소 시비량이 그린 스피드에 미치는 효과를 계절과 함께 SPSSWIN(Statistical Package for the Social Science, SPSS Inc., 1996)을 이용하여 다중회귀분석(multi-regression analysis)을 수행하였다(심경구 등, 1999; 이상재 등, 2000). 대상으로 선정된 용평 골프 코스는 구름 코스로 1989년 5월 14일에 개장되었고, 연간 평균 내장객수는 35,000명 정도이다. 그린은 1(one) 그린 시스템이며, 그린의 면적은 17,000m²이고, 그린의 경사도는 3%이며 그린의 잔디 품종은 'Pennncross' creeping bentgrass를 사용하고 있다. 대관령의 연중 평균기온은 6.3℃이고, 연중 강우량은 1581.4mm이며, 7, 8, 9월에 연중 강우량의 53%가 집중된다.

계절별로 그린의 예지고, 롤링, 질소 시비량(g/m²) 처리는 그린 #9, 그린 #16, 그리고 그린 #18에서 수행하였다. 예지고란 깎는 기계에 있어서 바퀴의 바닥면(릴모어 밀날)으로부터 깎는 부위까지의 높이를 의미하며, 국내 골프 코스의 현황 조사에서 나타난 예지고와 대상지의 그린 관리에서 나타난 예지고를 파악하여 Table 1과 같이 5처리로 구분하여 실험을 수행하였다(이상재 등, 2000). 롤링과 질소 시비량도 예지고를 구

분하는 방법과 동일하게 하여 Table 1과 같이 각각 4처리와 3처리로 구분하여 실험을 수행하였다(이상재 등, 2000). 그리고 본 실험에서 예지, 롤링, 질소 시비는 Figure 1의 장비를 사용하여 수행하였다.

계절별 그린 스피드의 조사시기는 봄(1999년 4월 29일 ~1999년 5월 15일), 여름(1999년 6월 28일 ~1999년 7월 27일), 가을(1999년 9월 30일 ~1999년 10월 19일)로 구분하였다. 그린 스피드는 stimpmeter를 이용하여 측정하였으며, 전반적으로 Brede(1991)의 측정방법을 이용하였는데, 그 방법은 다음과 같다(Figure 2 참조).

먼저 stimpmeter, 골프공, 동전(maker), 줄자를 준비한다. 그린의 경사도가 6%이하이고, 그린 상태를 대표할 수 있는 구역을 선정한다. 그 구역의 잔디면 위에 stimpmeter를 눕혀놓고, stimpmeter의 한쪽 편에 위치한 홈에 골프공을 올려놓는다. 수평면으로부터 20°까지 서서히 들어올려서 자연적인 중력에 의해 골프공이 밑으로 구르도록 한다(Radko, 1980). 골프공이 stimpmeter로부터 내려와서 잔디면에 접지한 지점부

터 골프공이 멈춘 지점까지의 거리를 측정한다. 또한, 그 위치에서 반대 방향으로 동일한 과정을 반복하여 공구름 거리, 즉 그린 스피드를 측정한다. 측정한 자료를 식 1을 이용하여 최종적으로 그린 스피드를 산출한다(Brede, 1991). 이와 같은 과정을 20회 반복하여 그린 스피드를 측정한다.

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

여기서, S = 그린 스피드

S ↑ = 경사를 오르는 방향의 그린 스피드

S ↓ = 경사를 내려가는 방향의 그린 스피드

선행 연구의 그린 스피드 분석에서 관찰된 계절적 반응 때문에, 분석은 먼저 계절별로 분리하여 분석하였다(이상재 등, 2000; Rist and Gaussoin, 1997). 계절별로 그린 스피드를 종속변수로 하고, 그린 스피드에 영향을 미친다고 보고된 예지고, 롤링 회수, 질소 시비량을 독립변수로 정한 후에 SPSSWIN을 이용하여 단계선택(stepwise) 방식으로 다중회귀분석을 수행하였다. 그리고, 최종적으로 계절을 포함하여 다중회귀분석을 하였다. 먼저 다중회귀분석을 수행하기 전에 계절(독립변수)은 봄, 여름, 가을로 나타내는 명목척도이므로 Table 2에서와 같이 더미변수(dummy variable)로 전환하고, 전환된 2개의 더미변수(DUM2, DUM3)를 예지고, 롤링 회수, 질소 시비량과 함께 독립변수로 지정하여 종속변수로 지정된 그린 스피드에 대하여 단계선택 방식으로 다중회귀분석을 수행하였다.

Table 1. The treatments of mowing height, rolling, and N-fertilizing on Yong-Pyong Golf Course greens

Mowing height (mm)	Rolling times (time)	the amount of N-fertilizing (g/m ²)	Note
5.5	0	2	Green #9
5.0	1	4	Green #16
4.5	2	6	Green #18
4.0	4	-	-
3.5	-	-	-

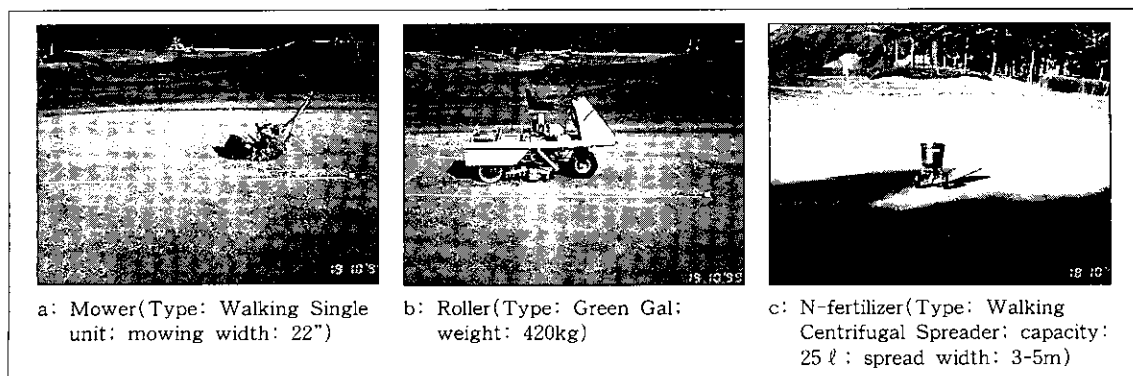


Figure 1. The equipments used for mowing, rolling, and N-fertilizing in these treatments

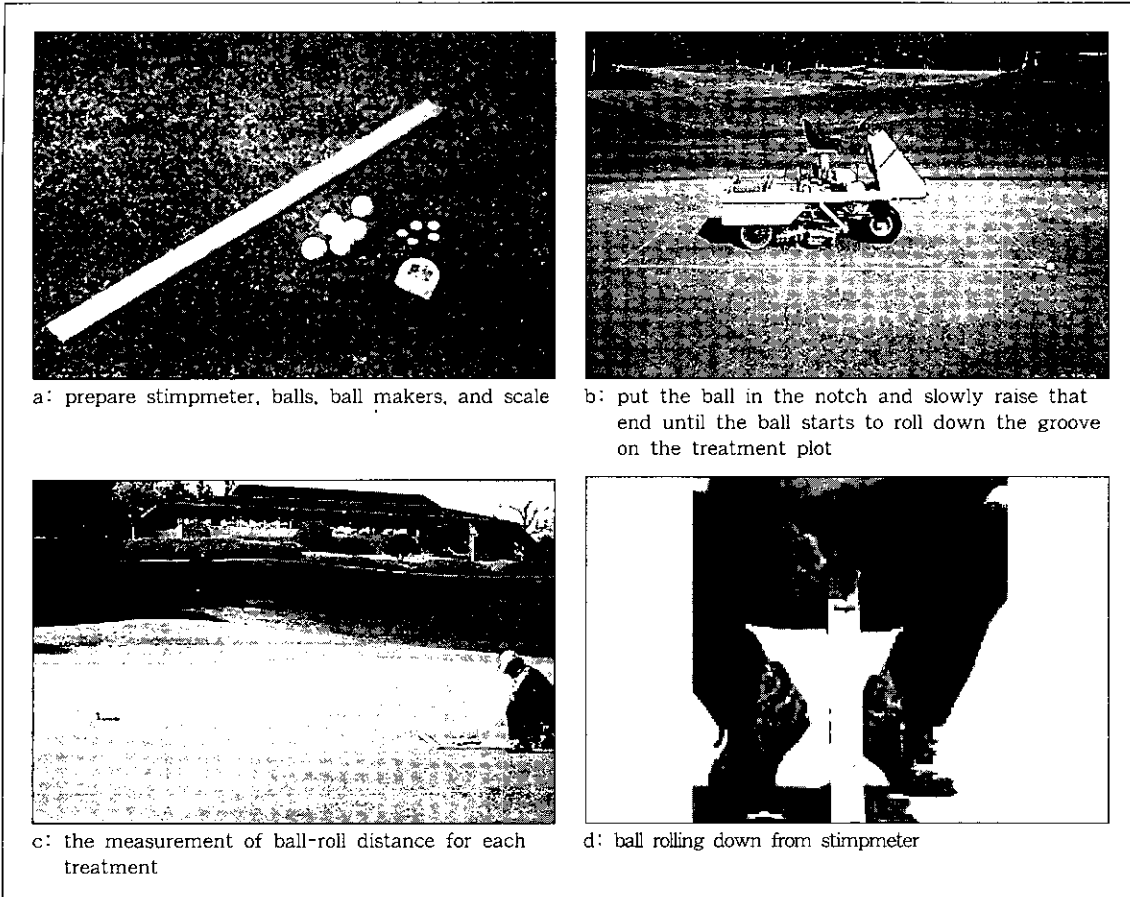


Figure 2. The measurement of green speed(ball-roll distance)

Table 2. The dummy variable of season (spring, summer, and fall)

Season variable	Dummy variable program	Dummy variable	
		DUM2	DUM3
1 Spring	IF (season = 1) DUM2 = 0	0	0
	IF (season = 1) DUM3 = 0		
2 Summer	IF (season = 2) DUM2 = 1	1	0
	IF (season = 2) DUM3 = 0		
3 Fall	IF (season = 3) DUM2 = 0	0	0
	IF (season = 3) DUM3 = 1		

III. 결과 및 고찰

1. 봄 그린 스피드에서 예지고, 롤링, 질소 시비량의 효과

회귀 분석 결과 봄에는 Table 3에 나타난 바와 같이

롤링 회수, 질소 시비량, 그리고 예지고가 모두 그린 스피드를 예측할 수 있는 변수로 나타났다. 회귀계수는 0.665로 위의 3개의 변수들로 구성된 선형 모형이 봄 그린 스피드의 약 67%를 설명할 수 있었으며, 봄 모델은 고도로 유의한 결과를 보였다($F = 791.085, P < 0.01$).

위의 결과에서 비표준화 계수인 B를 바탕으로한 표본 회귀 방정식은 $Y_1(\text{봄 그린 스피드}) = 4.287 + 0.155 X_1(\text{롤링 회수}) - 0.131 X_2(\text{질소 시비량}) - 0.251 X_3(\text{예지고})$ 으로 결정하였다. 선형 모형에 포함된 독립변수 중 롤링 회수는 그린 스피드와 양(+)의 상관관계가 있으며, 예지고와 질소 시비량은 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(식 2). 이것은 롤링 회수가 증가함에 따라서 그린 스피드가 증가하고, 예지고와 질소 시비량이 증가함에 따라서 그린 스피드가 감

Table 3. Predictors of management with green speed dependent on seasons in Yong-Pyong Golf Course : Spring

Dependent variable	Independent variables	Unstandardized coefficients		Unstandardized coefficients	T value	Sig.T	R -square	F value	Sig.F
		B	Std. error	Beta					
Green speed	Rolling times	0.155	0.005	0.520	31.047	0.000	0.665	791.085	0.000
	the amount of N-fertilizing	-0.131	0.005	-0.483	-28.859	0.000			
	Mowing height	-0.251	0.010	-0.4027	-24.010	0.000			
	(constant)	4.287	0.052		82.869	0.000			

소하는 것을 의미한다. 또한 표준 회귀계수인 beta값에 의하여 상대적 중요도를 알아본 결과 롤링 회수가 0.520으로 가장 높은 설명력을 가진다고 할 수 있었다. 개별 회귀계수와 상수항에 대해서는 t분포를 이용한 유의도 검정을 시행하였는데, 각 변수의 t통계량은 롤링 회수 31.047, 질소 시비량 -28.859, 예지고 -24.010으로서 모두 5% 유의 수준에서 귀무가설이 기각되므로 이 3개의 변수들은 봄 그린 스피드라는 종속변수에 유의적인 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있었다.

$$Y_1 = 4.287 + 0.155X_1 - 0.131X_2 - 0.251X_3 \quad (\text{식 2})$$

- 여기서, Y₁ : green speed(spring)
- X₁ : rolling times
- X₂ : the amount of N-fertilizing
- X₃ : mowing height

2. 여름 그린 스피드에서 예지고, 롤링, 질소 시비량의 효과

여름에는 Table 4에 나타난 바와 같이 예지고, 롤링 회수, 질소 시비량이 모두 그린 스피드를 예측할 수 있는 변수로 나타났다. 회귀계수는 0.806으로 위의 3개의 변수들로 구성된 선형 모형이 여름 그린 스피드의 약 81%를 설명할 수 있었다. 여름 모델 또한 고도의 유의한 결과를 보였다(F = 1657.999, p < 0.01).

위의 결과에서 비표준화 계수인 B를 바탕으로한 표본 회귀 방정식은 Y₂(여름 그린 스피드) = 4.833 - 0.423 X₃(예지고) + 0.146 X₁(롤링 회수) - 0.107

X₂(질소 시비량)로 결정하였다. 선형 모형에 포함된 독립변수 중 롤링 회수는 그린 스피드와 양(+)의 상관관계가 있으며, 질소 시비량과 예지고는 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(식 3). 이것은 롤링 회수가 증가함에 따라서 그린 스피드가 증가하고, 예지고와 질소 시비량이 증가함에 따라서 그린 스피드가 감소하는 것을 의미한다. 또한 표준 회귀계수인 beta값에 의하여 상대적 중요도를 알아본 결과 예지고가 -0.657로 가장 높은 설명력을 가진다고 할 수 있었다. 개별 회귀계수와 상수항에 대해서는 t분포를 이용한 유의도 검정을 시행한 결과 각 변수의 t통계량은 예지고 -51.630, 롤링 회수 37.418, 질소 시비량 -30.138으로서 모두 5% 유의수준에서 귀무가설이 기각되므로 이 3개의 변수들은 여름 그린 스피드라는 종속변수에 유의적인 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있었다. 그러나 변수들의 효과는 봄의 경우와 달랐으며, 특히, 예지고가 높아질수록 그린 스피드가 현저히 감소하는 결과를 보였다(봄의 X₃ 계수는 -0.251이고 여름의 X₃ 계수는 -0.423).

$$Y_2 = 4.833 - 0.423X_3 + 0.146X_1 - 0.107X_2 \quad (\text{식 3})$$

- 여기서, Y₂ : green speed(summer)
- X₁ : rolling times
- X₂ : the amount of N-fertilizing
- X₃ : mowing height

Table 4. Predictors of management with green speed dependent on seasons in Yong-Pyong Golf Course : Summea

Dependent variable	Independent variables	Unstandardized coefficients		Unstandardized coefficients	T value	Sig.T	R -square	F value	Sig.F
		B	Std. error	Beta					
Green speed	Mowing height	-0.423	0.008	-0.657	-51.630	0.000	0.806	1657.999	0.000
	Rolling times	0.146	0.004	0.476	37.418	0.000			
	the amount of N-fertilizing	-0.107	0.004	-0.384	-30.138	0.000			
	(constant)	4.833	0.040		119.430	0.000			

3. 가을 그린 스피드에서 예지고, 롤링, 질소 시비량의 효과

가을에도 Table 5에 나타난 바와 같이 예지고, 롤링 회수, 질소 시비량이 모두 그린 스피드를 예측할 수 있는 변수로 나타났다. 회귀계수는 0.830으로 위의 3개의 변수들로 구성된 선형 모형이 가을 그린 스피드의 약 83%를 설명할 수 있었다. 가을 모델 또한 고도의 유의한 결과를 보였다($F = 1943.172, P < 0.01$).

위의 결과에서 비표준화 계수인 B를 바탕으로한 표준 회귀 방정식은 $Y_3(\text{가을 그린 스피드}) = 4.651 - 0.383 X_3(\text{예지고}) + 0.142 X_1(\text{롤링 회수}) - 0.103 X_2(\text{질소 시비량})$ 로 결정하였다. 선형 모형에 포함된 독립변수 중 롤링 회수는 그린 스피드와 양(+)의 상관관계가 있으며, 질소 시비량과 예지고는 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(식 4). 이것은 롤링 회수가 증가함에 따라서 그린 스피드가 증가하고, 예지고와 질소 시비량이 증가함에 따라서 그린 스피드가 감소하는 것을 의미한다. 또한 표준 회귀계수인 beta값에 의

하여 상대적 중요도를 알아본 결과 예지고가 -0.646으로 가장 높은 설명력을 가진다고 할 수 있었다. 개별 회귀계수와 상수항에 대해서는 t분포를 이용한 유의도 검정을 시행한 결과 각 변수의 t통계량은 예지고 -54.179, 롤링 회수 41.925, 질소 시비량 -33.711으로서 모두 5% 유의수준에서 귀무가설이 기각되므로 이 3개의 변수들은 가을 그린 스피드라는 종속변수에 유의적인 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있었다. 가을의 경우에도 예지고가 그린 스피드에 가장 많은 영향을 미쳤으나, 그 정도는 봄과 여름의 중간정도 되었다. 그러나 질소 시비량과 롤링의 영향은 여름과 가을 모두 봄에 비해 줄어드는 결과를 보였다.

$$Y_3 = 4.651 - 0.383X_3 + 0.142X_1 - 0.103X_2 \quad (\text{식 4})$$

여기서, Y_3 : green speed(fall)

X_1 : rolling times

X_2 : the amount of N-fertilizing

X_3 : mowing height

Table 5. Predictors of management with green speed dependent on seasons in Yong-Pyong Golf Course : Fall

Dependent variable	Independent variables	Unstandardized coefficients		Unstandardized coefficients	T value	Sig.T	R -square	F value	Sig.F
		B	Std. error	Beta					
Green speed	Mowing height	-0.383	-0.383	-0.646	-54.179	0.000	0.830	1943.172	0.000
	Rolling times	0.142	0.142	0.500	41.925	0.000			
	the amount of N-fertilizing	-0.103	-0.103	-0.402	-33.711	0.000			
	(constant)	4.651	4.651		132.985	0.000			

4. 그린 스피드에서 예지고, 롤링, 질소 시비량, 계절의 효과

계절이 그린 스피드에 미치는 영향을 고려하기 위해 각각의 계절을 더미변수화한 후 독립변수에 이를 포함시켜 다중회귀분석을 시행한 결과 Table 6에 나타난 바와 같이 예지고, 롤링 회수, 질소 시비량 뿐만 아니라 계절(DUM2, DUM3)도 그린 스피드를 예측할 수 있는 변수로 나타났다. 회귀계수는 0.755로 위의 3개의 변수들로 구성된 선형 모형이 계절별 그린 스피드의 약 76%를 설명할 수 있었다. 본 모델 또한 고도의 유의한 결과를 보였다(F = 2216.259, P < 0.01).

위의 결과에서 비표준화 계수인 B를 바탕으로한 표본 회귀 방정식은 Y4(계절별 그린 스피드) = 4.687 - 0.352 X3(예지고) + 0.148 X1(롤링 회수) - 0.114 X2(질소 시비량) - 0.145 X4(DUM2: 계절) - 0.144 X5(DUM3: 계절)로 결정하였다. 선형 모형에 포함된 독립변수 중 롤링 회수는 그린 스피드와 양(+)의 상관관계가 있으며, 질소 시비량과 예지고는 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다(식 5). 그리고 더미변수를 통하여 계절별 그린 스피드는 봄을 기준으로 하여 상대 비교할 때 여름에 0.145m, 가을에 0.144m가 감소하는 것으로 나타났다. 또한 표준 회귀 계수인 beta값에 의하여 상대적 중요도를 알아본 결과 예지고가 -0.561로 가장 높은 설명력을 가진다고 할 수 있었다. 개별 회귀계수와 상수항에 대해서는 t분포를 이용한 유의도 검정을 시행하였는데 각 변수의 t통계량은 예지고-67.962, 롤링회수 59.644, 질소시비량 -50.605,

DUM2(계절) -16.133, DUM3(계절) -16.001로서 모두 5% 유의 수준에서 귀무가설이 기각되므로 이 5개의 변수들은 그린 스피드라는 종속변수에 유의적인 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있었다.

$$Y_4 = 4.687 - 0.352X_3 + 0.148X_1 - 0.114X_2 - 0.145X_4 - 0.144X_5 \quad (식 5)$$

- 여기서, Y4 : green speed(season)
- X1 : rolling times
- X2 : nitrogen
- X3 : mowing height
- X4 : DUM2
- X5 : DUM3

선행연구에서 그린 스피드의 관리에 주요하게 이용될 수 있다고 보고된 예지고, 롤링 회수, 질소 시비량에 대한 그린 스피드의 변화를 계절별로 분석하고, 계절에 의한 그린 스피드의 변화를 분석한 결과, 모든 변수들은 그린 스피드에 유의성 있게 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 예지고가 낮아짐에 따라서 그린 스피드는 유의성 있게 증가하였고(Nus, 1992; Salaiz et al., 1995; Throssell, 1981), 롤링 회수가 증가함에 따라서 유의성 있게 증가하였으며(Di Paola and Hartwiger, 1994), 질소 시비량이 증가함에 따라서 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다(Rist and Gaussoin, 1997). 또한, 봄·여름·가을의 그린 스피드는 서로간에 통계적 유의치를 나타냈다(Rist et al., 1997).

Table 6. Predictors of management and seasonal factor with green speed in Yong-Pyong Golf Course: season

Dependent variable	Independent variables	Unstandardized coefficients		Unstandardized coefficients	T value	Sig.T	R-square	F value	Sig.F
		B	Std. error	Beta					
Green speed	Mowing height	-0.352	0.005	-0.561	-67.962	0.000	0.755	2216.259	0.000
	Rolling times	0.148	0.002	0.492	59.644	0.000			
	the amount of N-fertilizing	-0.114	0.002	-0.418	-50.605	0.000			
	DUM2	-0.145	0.002	-0.154	-16.133	0.000			
	DUM3	-0.144	0.009	-0.153	-16.001	0.000			
	(constant)	4.687	0.009		179.201	0.000			

그리고 변수들에 의한 그린 스피드의 변화량을 평가하기 위해서 나머지 변수들의 값을 고정시켜 놓은 조건에서 한 변수의 변화 폭을 추정해 본 결과, 다음과 같았다(Table 7 참조). 예지고에 의한 그린 스피드의 변화 폭은 예지고가 1mm 증가할 때에 $-0.423 \sim -0.251m$ 이며, 예지고의 변화 폭이 3 ~ 5mm, 즉 0 ~ 2mm라고 할 때에 그린 스피드의 변화 폭은 최대 $-0.846 \sim 0m$, 최소 $-0.502 \sim 0m$ 라고 볼 수 있었다(이상재 등, 2000, Di Paola and Hartwiger, 1994). 롤링에 의한 그린 스피드의 변화 폭은 롤링이 1회 증가할 때에 $0.142 \sim 0.155m$ 이며, 이상적인 롤링 회수가 3회/주 미만이라고 할 때, 그린 스피드의 변화 폭은 최대 0 ~ $0.310m$, 최소 0 ~ $0.284m$ 라고 볼 수 있었다(Di Paola and Hartwiger, 1994). 질소 시비량에 의한 그린 스피드의 변화 폭은 질소 시비량이 $1g/m^2$ 증가할 때에 $-0.131 \sim -0.103m$ 이며, 최대로 질소 시비를 하는 국내 골프 코스의 질소 시비량이 $6g/m^2$ 이라고 할 때, 그린 스피드의 변화 폭은 최대 $-0.786 \sim 0m$, 최소 $-0.618 \sim 0m$ 라고 볼 수 있었다(이상재 등, 2000). 따라서 그린 스피드의 변화 폭을 가장 크게 할 수 있는 관리방법은 예지고와 질소 시비량이었다. 또한, 롤링 회수의 조절도 경기 당일에 그린 스피드를 향상시킬 수 있는 효과적인 방법이라고 볼 수 있었다. 그린 스피드를 향상시키기 위해서는 먼저 장기적으로 질소 시비량을 감소시키고, 플레이 전에 예지고를 가능한 낮추는 것이 가장 효과적이라고 보았다. 예지고를 지나치게 낮추는 것에 의해서 야기되는 잔디 스트레스를 최소화하기 위해서 적절하게 롤링을 이용하는 것은 매우 효과적인 그린 스피드의 조절방법으로 판단되었다(Di Paola and Hartwiger, 1994). 마지막으로 계절 변화에 의한 그린 스피드의 변화 폭은 $-0.14 \sim 0m$ 라고 볼 수 있으며, 계절변화에 의한 그린 스피드의 변화량은 봄을 기준으로 하여 상대 비교할 때, 평균적으로 여름에 $0.145m$, 가을에 $0.144m$ 가 감소하였다.

IV. 적 요

본 연구는 국내 골프 코스에서 그린 스피드를 향상시키기 위한 프로그램을 개발하기 위하여 그린 스피드에 대한 예지고, 롤링, 질소 시비, 그리고 계절의 효과를 구명하고자 수행되었다. 자료는 분석을 위해 선정된 용평 골프 코스의 그린들(Green #9, #16, #18)로부터 수집된 것이며, 수집된 자료는 SPSSWIN (Statistical Package for the Social Science)을 이용하여 다중회귀분석(multi-regression analysis)하였고 그 결과는 다음과 같았다.

1. 봄 그린 스피드에 대한 예지고, 롤링, 그리고 질소 시비량의 다중회귀분석 결과는 다음과 같았다. $Y_1(\text{봄 그린 스피드}) = 4.287 + 0.155 X_1(\text{롤링 회수}) - 0.131 X_2(\text{질소 시비량}) - 0.251 X_3(\text{예지고})$

2. 여름 그린 스피드에 대한 예지고, 롤링, 그리고 질소 시비량의 다중회귀분석 결과는 다음과 같았다. $Y_2(\text{여름 그린 스피드}) = 4.833 - 0.423 X_3(\text{예지고}) + 0.146 X_1(\text{롤링 회수}) - 0.107 X_2(\text{질소 시비량})$

3. 가을 그린 스피드에 대한 예지고, 롤링, 그리고 질소 시비량의 다중회귀분석 결과는 다음과 같았다. $Y_3(\text{가을 그린 스피드}) = 4.651 - 0.383 X_3(\text{예지고}) + 0.142 X_1(\text{롤링 회수}) - 0.103 X_2(\text{질소 시비량})$

4. 예지고가 1mm 낮아짐에 따라서 그린 스피드가 $0.251 \sim 0.423m$ 증가하였다. 롤링 회수가 1회 증가함에 그린 스피드가 $0.142 \sim 0.155m$ 증가하였다. 질소 시비량이 $1g/m^2$ 증가함에 따라서 그린 스피드가 $0.103 \sim 0.131m$ 감소하였다. 계절이 변화가 그린 스피드에 영향을 미쳤다. 봄 그린 스피드와 비교할 때, 여

Table 7. The regression equation of green speed and maintenance

Seasonal Green speed		Constant	Rolling times (0, 1, 2, 4)	Nitrogen	Mowing height	Season	
						DUM2	DUM3
Spring	$Y_1 =$	4.287	$+0.155X_1$	$-0.131X_2$	$-0.251X_3$	-	-
Summer	$Y_2 =$	4.833	$+0.146X_1$	$-0.107X_2$	$-0.423X_3$	-	-
Fall	$Y_3 =$	4.651	$+0.142X_1$	$-0.103X_2$	$-0.383X_3$	-	-
Season	$Y_4 =$	4.687	$+0.148X_1$	$-0.114X_2$	$-0.352X_3$	$-0.145X_4$	$-0.144X_5$

름 그린 스피드는 0.145m 감소하였고, 가을 스피드는 0.144m 감소하였다.

인용문헌

1. 심경구, 이상재, 허근영(1999) 예지고 시간경과, 롤링과 이슬재거가 골프 코스 퍼팅 그린의 그린 스피드에 미치는 영향. 한국잔디학회지 13(3) : 139-146.
2. 이상재, 심경구, 허근영(2000) 한국의 골프 코스 그린의 관리 및 스피드 특성과 상관에 관한 연구. 한국조경학회지 28(4) : 29-43.
3. Brede, A. D.(1991) Correction for slope in green speed measurement of golf course putting greens. Agron-J. 83(2) : 425-426.
4. Di Paola, J. M. and C. R. Hartwiger(1994) Green speed, rolling and soil compaction. Golf Course Management 62(9) : 49-78.
5. Nus, J.(1992), Rolling putting greens. Golf Course Management 60(11) : 16-20.
6. Oatis, D. A.(1990) It's time we put the green back in green speed. USGA Green Section Record 28(6) : 1-6.
7. Radko, A.M.(1980) The USGA Stimpmeter for measuring the speed of putting greens. pp. 473-476. In: J.B. Beard(ed.). Proc. 3rd Intl. turfRes. Conf. Amer. Soc. Agron. Madison: Wis.
8. Rist, A. M. and R. E. Gausson(1997) Mowing isn't sole factor affecting ball-roll distance. Golf Course Management 67(6) : 49-54.
9. Rist, A. M., R. E. Gaussoin, and R. C. Shearman(1997) Season and genotype influence golf ball roll distance on creeping bentgrass. HortScience 32(5) : 878-879.
10. 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.

원고접수: 2001년 8월 30일

최종수정본 접수: 2001년 9월 26일

3인 익명 심사필