

성장곡선을 이용한 한국여자프로골프의 경기력변화 연구

김남진¹ · 민대기²

¹고려대학교 체육학과 · ²덕성여자대학교 정보통계학과

접수 2014년 6월 8일, 수정 2014년 7월 1일, 게재확정 2014년 7월 14일

요약

최근 몇 년간 여자프로골프는 상금액과 경기력에서 타 종목보다 크게 성장을 하고 있다. 그 이유는 아시아지역에서의 스포츠마케팅의 활성화와 국제무대에서 대한민국 여자골프 선수들이 좋은 성적을 거두며 남자골프나 다른 여성스포츠 종목보다 인기가 상승하였기 때문이다. 또한, 상금액수가 타 종목과 비교해서 월등히 많고 골프와 연관된 금융상품이나 기타 의류 및 골프용품 산업의 발전 등으로 선수들의 경제적 혜택이 좋아졌다고 할 수 있다. 이러한 좋은 환경 덕분에 여성 스포츠 유망주들이 계속 유입되고 있고, 과학을 이용한 골프 장비의 발달로 선수들의 경기력이 날로 향상되고 있다. 본 연구에서는 2009년부터 최근 5년간 활동한 선수들의 반복 측정된 자료를 토대로 시간에 따른 경기력 변화를 성장곡선을 활용하여 분석하였다. 성장곡선은 여러 가지 분석방법으로 접근할 수 있으나, 본 연구에서는 반응변수들의 정규분포를 가정하고 고정, 임의효과를 고려할 수 있는 혼합모형을 적용하였다. 분석결과 골프 경기기술 중 드라이브 비거리와 평균 퍼팅은 시간에 따라 발전적이었으나 그 린 적중률은 감소하였다.

주요용어: 고정효과, 다시점 자료, 성장곡선, 순위상관, 임의효과, 혼합모형.

1. 서론

박세리 선수의 LPGA 진출 이후 한국여자골프는 타 종목의 여성스포츠 분야에 비하여 많은 성장을 해왔다. 아시아지역의 경제성장과 골프산업의 발전, 골프의 올림픽 종목 채택 등에 힘입어 여자프로골프는 그 성장세가 계속되어가고 있다. 이러한 좋은 환경변화에 힘입어 선수들의 경기력 또한 성장하는 추세다. 본 연구에서는 지난 몇 년간 여자프로골프 선수들의 기량이 시간에 따라 얼마나 성장하였는지를 분석해보고자 한다. 최근 국제적으로는 대회코스 길이가 종전보다 훨씬 길어져 드라이브 비거리를 멀리 치는 힘이 있는 선수들이 좋은 성적을 얻는 추세이다. 드라이브는 골프경기에서 홀을 공략하기 위하여 처음에 공을 치는 골프채이다. 골프경기는 각각의 코스에 마련된 홀에 몇 번에 걸쳐 공을 집어넣는 가로 승부를 결정하는 경기이다. 그린은 홀이 있는 주위의 일정면적이며 잔디로 세밀하게 만들어져 공을 굴려서 홀에 넣기 쉽게 되어있다. 서양선수들과 비교하면 상대적으로 신체적 조건이 열악한 한국이나 일본 등 아시아권 선수들의 상위권 입상이 과거보다 어려워지고 있다. 골프스코어 예측에 대한 선행 연구는 Min (2011)과 Kim 등 (2012)이 있으나, 다시점 자료를 이용하여 시간에 따른 변화를 연구한 결과는 없었다.

¹ (136-701) 서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 체육학과, 박사과정.

² 교신저자: (132-714) 서울시 도봉구 삼양로 144-33, 덕성여자대학교 정보통계학과, 교수.
E-mail: dkmin@duksung.ac.kr

2. 연구방법

아래 Table 2.1은 최근 5년간 KLPGA에서 개최한 대회의 경기환경과 대회출전권을 획득하기 위한 경쟁률을 정리한 것이다. 2009년의 금융위기에서 벗어나 대회 총상금액수는 계속 증가하고 있고 여자프로골프의 인기에 힘입어 출전권 경쟁률도 해가 갈수록 치열해지고 있다. 또한, 2010년 이후로 대회코스의 길이도 국제적 추세에 맞추어 점차 길어지고 있다.

Table 2.1 Summary of KLPGA tournament in 2009-2013

Year	Number of tournaments	Prize money (unit: thousands)	Average length A(yard)	Rate of competition to get seed
2009	19	8,160,000	6,471	1:7.8
2010	21	10,050,000	6,468	1:8.0
2011	19	9,980,000	6,477	1:8.4
2012	21	11,920,000	6,497	1:9.6
2013	22	13,150,000	6,496	1:11.4

2.1. 연구대상

연구목적에 위한 자료는 2009년부터 2013까지 5년간 한국여자프로골프협회에서 꾸준히 활동하는 선수 중에서 상금수령액이 상위 100위까지인 선수들을 대상으로 하였다. 2013년 상금수령액을 기준으로 25명씩 차례대로 상위 (high), 중위 (middle), 하위 (low) 그룹으로 분류한 후, 과거 5년간 최소 3번 이상 3그룹에 속한 67명의 262 반복측정 자료를 수집하였다. 262개의 자료는 5년 동안 3번 속한 선수가 28명, 4번 속한 선수가 17명, 5번 속한 선수는 22명으로 구성되었다. 75위 이하 선수들은 대부분 성적이 일정하지 못하여 연도별 개인 측정 자료의 빈도수가 빈약하므로 연구대상에서 제외하였다.

2.2. 자료설명

드라이브 비거리는 미국의 PGA에서 측정하는 방식으로, 대회당 2번씩 경사가 없는 적합한 파5홀에서 측정한다. 그린 적중률은 파보다 2타 적은 타수에 그린 위에 볼을 올릴 수 있는지를 뜻한다. 즉 선수가 파4에서 경기하면 2번 안에 볼이 그린 위에 도달할 수 있는지를, 파3에서는 1번에, 파5에서는 3번 안에 볼이 그린 위에 도달할 수 있는지를 말한다. 평균 퍼트는 각 홀의 퍼팅 수를 합한 전체 퍼팅 수를 매 경기 합한 후 경기 수로 나누어 계산한다. 평균 버디는 경기당 평균 버디 수를 말한다. 아래의 Table 2.2에 연구에 필요한 변수의 레이블과 요약 통계량을 정리했다.

Table 2.2 Explanation of variables and summary statistics

Variable	Label	Frequency	Average	Standard deviation	Minium	Maximum
Pamount	Average prize money	262	9,003,072	6,148,652	2,423,227	35,273,569
Dr_distance	Driving distance	255	245.54	7.30	227.54	266.94
Ave_putt	Average putts	256	2.59	0.37	1.64	3.66
Green_percent	Greens in regulation	254	31.12	0.56	29.57	32.67
Ave_birdy	Average birdy	256	70.04	4.11	58.84	81.41

아래 Table 2.3에는 Table 2.2의 변수에 대하여 연도와 그룹별로 그 평균값을 정리하였다. 전반적으로 연도와 그룹에 따른 변화는 대회당 상금수령액과 드라이브 비거리에서 확실하게 나타났으나 평균 버디나 그린 적중률에서는 그 패턴이 분명하게 보이지 않았다.

Table 2.3 Summary statistics of variable by year and group

Group	Year	Frequency	Pamount	Dr_distance	Ave_birdy	Ave_putt	Green_percent
High	2009	22	10,307,187	249.05	2.92	31.06	72.47
	2010	24	13,680,243	243.67	2.87	31.05	72.95
	2011	24	13,818,070	243.87	2.78	30.94	71.28
	2012	25	15,091,351	248.21	2.85	30.98	73.11
	2013	21	16,726,046	253.25	2.94	30.71	70.96
Middle	2009	13	4,027,057	242.73	2.41	30.95	68.21
	2010	23	5,142,007	242.20	2.49	31.46	70.69
	2011	23	7,000,100	241.48	2.40	31.39	69.65
	2012	19	6,489,050	246.17	2.49	31.28	70.08
	2013	20	6,703,397	250.88	2.48	31.05	67.45
Low	2009	6	2,967,589	241.75	2.21	31.36	66.26
	2010	6	3,327,375	240.14	2.19	31.45	69.19
	2011	16	4,241,830	237.56	2.24	31.42	66.96
	2012	11	4,321,058	244.46	2.22	31.46	66.12
	2013	9	4,723,194	249.51	2.19	31.25	62.95

2.3. 자료 분석방법

연도, 선수, 그룹 등의 영향을 고려한 선수들의 경기력 변화를 연구하기 위하여 성장곡선분석 (growth curve analysis)을 수집된 자료에 적용하였다. 성장곡선은 그룹 내 선수들 간의 시간에 따른 변화와 선수 자신의 시간에 따른 개인 변이를 분석하기 위함이다. 종전의 연구는 반복측정된 자료에 대하여 시간에 대한 변화를 고려하지 않고 단지 고정효과만을 고려한 다원변량분산분석 (multivariate analysis of variance)과 측정된 개인 간의 상관관계를 고려한 일반선형모형을 이용하였다. 성장모형은 계층선형모형 (hierarchical linear modeling)과 매우 유사하나 다른 점은 절편이나 기울기를 임의효과로 설정할 경우 부분계층모형이 추가된다는 것이다 (Mirman 등, 2008). SAS에는 반복 측정된 자료를 고정효과만 고려한 GLM (general linear model)과 임의효과 (random effects)를 추가한 mixed models 방법이 있다 (Littell 등, 1998). 혼합모형 (mixed model)에 관한 문헌들은 Jo와 Chang (2013) 등이 있다. SAS mixed models 방법은 개인의 성장출발점을 결정하는 절편과 성장기울기를 임의효과나 고정효과로 하여 시간에 따른 변화를 분석할 수 있다. 성장곡선에 관련된 문헌은 Singer와 Willett (2003), Strathe 등 (2010), Twisk (2013) 그리고 Panik (2013) 등이 있다.

3. 결과

3.1. 상금액 및 경기력에 대한 상관관계

대회당 평균 상금수령액과 경기력과의 상관관계를 Table 3.1에 정리 하였다. 분석한 결과를 보면 평균 버디가 가장 높은 0.64이고 그린 적중률은 0.49, 드라이브 비거리 0.36, 평균 퍼트 -0.25 순이다. 상금수령액을 많이 받기 위해서는 상위권에 진입해야 하고, 그 선행조건은 많은 버디를 만들 수 있는 능력을 갖춰야 할 것이다. 골프경기의 진행절차에 따른 드라이브 비거리, 그린 적중률, 평균 버디 등의 상관관계를 살펴보면, 드라이브 비거리와 그린 적중률은 0.44이고, 그린 적중률과 평균 버디는 0.68이다. 이러한 상관관계결과와 골프경기방식을 고려할 때 그린 적중률과 드라이브 비거리는 버디를 만들 수 있는 중요한 기술임을 알 수 있다.

Table 3.1 Correlation between prize money and golf skills

	Pamount	Dr_distance	Ave_birdy	Ave_putt	Green_percent
Pamount	1.00				
Dr_distance	0.36 **	1.00			
Ave_birdy	0.64 **	0.45 **	1.00		
Ave_putt	-0.25 **	0.09	-0.25 **	1.00	
Green_percent	0.49 **	0.44 **	0.68 **	0.39 **	1.00

Level of significant <0.05 **

3.2. 성장모형 선택기준 및 결과

성장모형결과를 얻기 위하여 SAS의 mixed models를 이용하여 분석하였다 (Littell 등, 2006). SAS mixed models는 임의효과와 고정효과를 함께 고려하는 방법으로 측정된 선수들의 경기력 변화가 시간에 따라 어떻게 변하는지 분석하려는 방법이다. 설명변수 중 그룹변수를 고정효과로 하고 절편과 기울기를 임의 또는 고정효과로 선택할 수 있는 4가지 모형에 대한 결과를 비교하여 최종모형을 결정하였다. 첫 번째 모형은 절편과 기울기를 고정모형으로 설정하여 분석하였다. 성장의 출발점과 성장률이 각 그룹에 대하여 변화가 없이 일정하다는 것을 말한다. 두 번째 모형은 절편을 임의 효과로 하고 기울기는 고정효과로 설정하였다. 각 그룹에서 성장의 출발점을 결정하는 절편의 변이를 고려 한 것이다. 세 번째 모형은 절편을 고정효과로 기울기를 임의효과로 설정하여 성장의 출발점은 그룹별로 같지만 기울기에 대한 변이를 고려하였다. 네 번째 모형은 절편과 기울기를 임의 효과로 설정하였다. 출발점과 성장률에 대한 변이를 모두 고려하였다. 4개 모형에 대한 선택기준으로 AIC (Akaike information criterion)를 택하였다. 이 값은 0에 가까울수록 적합함을 나타내므로 가장 작은 값의 모형이 적합모형이다. Table 3.2에 모형의 분석결과를 정리하였다.

Table 3.2 Results of model selection criterion

Model	Dr_distance	Green_percent	Ave_putt
1) $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 * Group + \beta_2 * Year_{ij} + \beta_3 Group * Year_{ij} + \epsilon_{ij}$ population average (β_0, β_1 and β_2 constant)	1522.7	1243.4	383.6
2) $Y_{ij} = \beta_0 + b_{01} + \beta_1 * Group + \beta_2 * Year_{ij} + \beta_3 Group * Year_{ij} + \epsilon_{ij}$ (b_{01} random intercept)	1519.5	1239.6**	383.1
3) $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 * Group + \beta_2 * Year_{ij} + b_{2i} Year_{ij} + \beta_3 Group * Year_{ij} + \epsilon_{ij}$ (b_{2i} random slope)	Did not converge	Did not converge	382.9**
4) $Y_{ij} = \beta_0 + b_{0i} + \beta_1 * Group + \beta_2 * Year_{ij} + b_{2i} Year_{ij} + \beta_3 Group * Year_{ij} + \epsilon_{ij}$ (b_{0i} random intercept, b_{2i} random slope)	1517.9**	1241.5	382.9

- 1) i (subject=name) j (time=year)
- 2) b_{0i} : random intercept, b_{2i} : random slope
- 3) ** : Best model

3.3. 모형결과

3.3.1. 드라이브 비거리 성장곡선

Table 3.3의 분석결과를 보면 드라이브 비거리에 대한 연도와 그룹의 설명변수는 유의하였다. 그룹과 연도를 설명변수로 포함하고 절편과 기울기를 임의 효과로 설정한 네 번째 모형의 AIC 값이 가장 작으므로 최종모형으로 설정하였다. Table 3.4는 분석결과에 근거한 예측결과이다. 각 연도에 대한 예측값과 Figure 3.2에 의하면 최근 3년간 드라이브 비거리는 꾸준히 증가하는 것을 보여주고 있다. 그 이유는 신기술에 의해서 개발된 드라이버 제품의 품질개선, 장타력을 소유한 신진선수들의 등장과 국제무대의 비거리 증가추세에 있다고 볼 수 있다. 이미 LPGA 대회에서는 파 4홀의 거리가 400야드에 이르러 드라이브 비거리가 짧은 선수는 우수한 성적을 얻기가 곤란한 추세이다.

Table 3.3 Test results of the fixed effects of year and group for dr_distance

Effect	Num DF	Den DF	F value	p-value
Year	4	150	25.17	0.001
Group	2	135	6.44	0.002
Group*Year	8	146	0.17	0.990

Table 3.4 Estimated coefficients of fixed effects of year and group for dr_distance

	Year	Estimate	Standard error	DF	t value	p-value
Intercept		250.87	1.21	217	207.38	0.001
Year	2009	-5.54	1.67	95.7	-3.32	0.001
	2010	-8.64	1.44	119	-6	0.001
	2011	-9.45	1.38	126	-6.85	0.001
	2012	-4.30	1.36	142	-3.15	0.002
	2013	0.00	.	.	.	.
group	High	2.12	1.68	219	1.26	0.209
	Low	-2.92	2.24	232	-1.31	0.193
	Middle	0.00	.	.	.	.

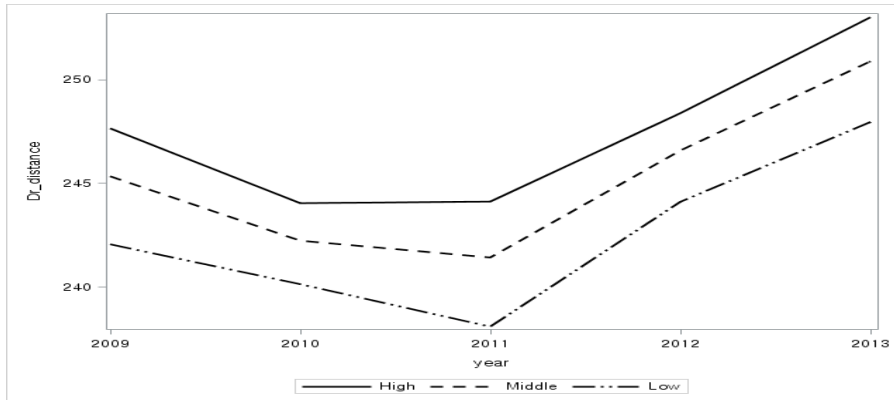


Figure 3.1 Dr_distance by year & group

3.3.2. 그린 적중률 성장곡선

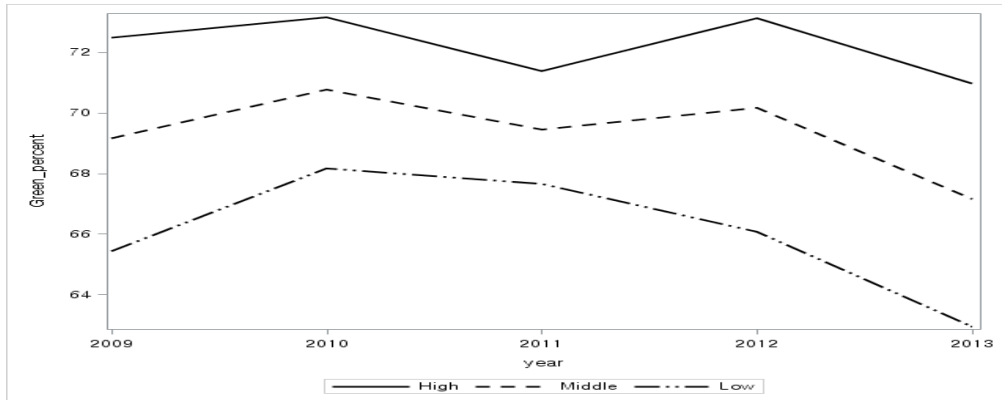
드라이브 비거리의 결과와 마찬가지로 Table 3.5에서 보듯이 연도와 그룹변수는 유의하였다. 그린 적중률에 대한 적합한 모형은 Table 3.2를 근거로 절편을 임의 효과로 기울기를 고정효과로 설정한 두 번째 것을 설정하였다. 성장의 출발점인 절편은 각 그룹에 따라 변이가 존재하지만 기울기는 일정하다는 것을 의미한다. Table 3.6의 결과와 Figure 3.2에 의하면 그린 적중률은 연도에 따라 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 드라이브 비거리는 시간에 따라 증가하는 모습이지만 그린 적중률은 다소 감소하고 있다. 이런 결과는 상관계수 분석결과와 일치하지 않았다. 거리는 시간에 따라 증가하였으나 드라이브 비거리와 상관도가 높은 그린 적중률은 변동이 거의 없거나 감소하였다. 그 이유는 외형적인 경기여건이 어려워졌다고 볼 수 있다.

Table 3.5 Tests of fixed effects of year and group for green_percent

Effect	Num DF	Den DF	F value	p-value
Year	4	158	10.48	0.001
Group	2	138	39.84	0.001
Year*Group	8	157	1.58	0.1335

Table 3.6 Estimated coefficients of fixed effects of year and group for green_percent

Effect	Year	Estimate	Standard Error	DF	T value	p-value
Intercept		67.15	0.66	227	101.91	0.001
Year	2009	2.00	0.96	130	2.08	0.039
	2010	3.61	0.83	152	4.35	0.001
	2011	2.29	0.80	149	2.86	0.005
	2012	3.01	0.80	163	3.77	0.001
	2013	0.00	.	.	.	.
Group	High	3.81	0.92	228	4.15	0.001
	Low	-4.21	1.21	235	-3.49	0.001
	Middle	0.00	.	.	.	.

**Figure 3.2** Green_percent by year and group

3.3.3. 평균퍼트 성장곡선

Table 3.7에서 보면 평균 퍼팅의 분석결과에서는 연도, 그룹 그리고 그룹과 연도의 교호작용 변수도 유의하였다. 그룹 설명변수와 교호작용에 대한 p 값의 유의수준은 0.05보다 약간 크지만, Figure 3.3에 의하면 각 그룹의 평균 퍼팅선이 교차하고 연도에 따라 다르게 변하는 것을 볼 수 있어, 모두 유의하다고 볼 수 있다. Table 3.2에 의하면 AIC 값은 두 번째, 세 번째 모형의 값이 같지만, 모수가 작은 두 번째를 최종모형으로 선택하였다. 두 번째 모형에서 절편은 고정효과로 기울기는 임의효과로 설정한 것이다. Table 3.8을 근거로 작성한 Figure 3.3에서 나타나듯 평균 퍼팅이 그룹과 연도에 따라 변하는 것을 알 수 있다. 그룹 간의 차이를 보이면서 시간에 따라 변하는 드라이브 비거리나 그린 적중률과는 다른 모습을 보이고 있다.

Table 3.7 Tests of fixed effects of year and group for ave_putt

Effect	Num DF	Den DF	F value	p-value
Year	4	167	5.10	0.007
Group	2	139	2.78	0.065
Year*Group	8	166	1.92	0.060

Table 3.8 Estimated coefficients of fixed effects of year and group for ave_putt

Effect	Year	Estimate	Standard error	DF	T value	p-value
Intercept		31.01	0.11	223	279	0.001
Year	2009	-0.14	0.17	129	-0.8	0.425
	2010	0.43	0.15	161	2.99	0.003
	2011	0.38	0.14	174	2.72	0.007
	2012	0.21	0.14	162	1.51	0.133
	2013	0.00	.	.	.	.
Group	High	-0.27	0.15	226	-1.77	0.077
	Middle	-0.07	0.20	233	-0.32	0.747
	Low	0.00	.	.	.	.
group*year	High	2009	0.59	0.22	126	2.65
group*year	High	2010	-0.03	0.20	153	-0.13
group*year	High	2011	-0.08	0.19	167	-0.44
group*year	High	2012	0.09	0.18	143	0.46
group*year	High	2013	0.00	.	.	.
group*year	Low	2009	0.56	0.31	160	1.83
group*year	Low	2010	-0.08	0.32	224	-0.26
group*year	Low	2011	0.18	0.25	236	0.7
group*year	Low	2012	0.09	0.25	180	0.37
group*year	Low	2013	0	.	.	.
group*year	Middle	2009	0	.	.	.
group*year	Middle	2010	0	.	.	.
group*year	Middle	2011	0	.	.	.
group*year	Middle	2012	0	.	.	.
group*year	Middle	2013	0	.	.	.

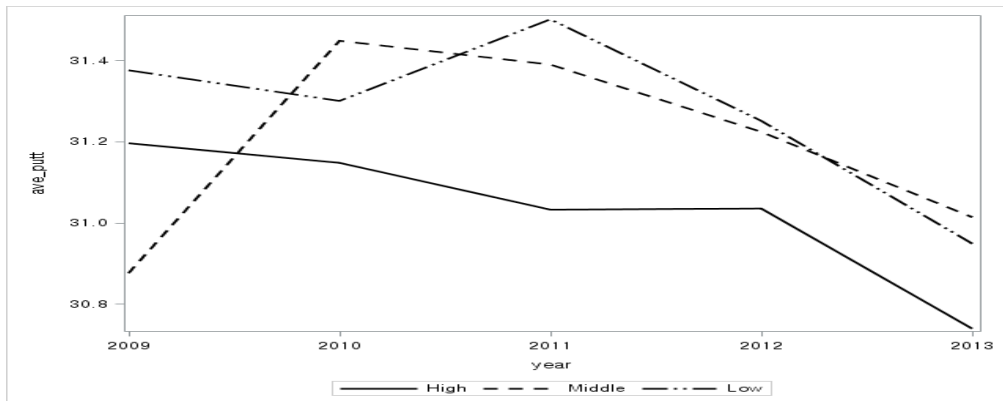


Figure 3.3 Ave_putt by year and group

4. 논의 및 결론

시간에 따른 골프경기력을 분석하기 위하여 2009부터 2013까지 최근 5년간 측정된 선수들의 자료에 성장곡선을 적용하였다. SAS의 mixed models를 이용하여 분석한 결과, 연도별 드라이브 비거리는 그

룹 간의 뚜렷한 차이를 보이며 2011년 이후 증가함을 알 수 있었다. 그러나 드라이브 비거리와 양의 상관관계인 그린 적중률은 2011년 이후 상승하는 듯했으나 2013년에 감소함으로써 거리증가에 따른 효과는 나타나지 않았다. 평균 퍼팅은 각 그룹과 시간에 따라 변하는 모습을 보이고 있다. 중, 하위그룹을 제외한 상위그룹의 평균 퍼팅이 꾸준히 감소하는 모습을 보이고 있다. 전반적으로 상위그룹의 선수들에 비하여 중, 하위권 그룹의 선수들 자료에 변이가 많았다. 이는 일관성 있는 성적을 유지하지 못한다는 것을 뜻한다. 분석결과에서 보듯이 상위권을 유지하는 선수들도 드라이브와 퍼팅에 대한 꾸준한 노력 없이는 현재의 위치를 지키기 힘들 것으로 예측된다.

References

- Jo, J. A. and Chang, J. U. (2013). A statistical analysis of the fat mass repeated measures data using mixed model. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **24**, 303-310.
- Kim, H. S., Lee, W. J. and Lee, M. S. (2012). Effectiveness of golf skills to average score in PGA. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 505-514.
- Littell, R. C., Henry, P. R. and Ammerman, C. B. (1998). Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedure. *Journal of Animal Science*, **76**, 1216-1231.
- Littell, R. C., Milliken, G. A., Stroup, W. W. and Wolfinger, R. D. (2006). *SAS system for mixed models*, SAS Institute Inc., N.C.
- Min, D. K. (2011). The study for effectiveness of golf skills to adjust average score using path analysis in 2010 PGA. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **22**, 65-71.
- Mirman, D., Dixon, J. A. and Magnuson, J. S. (2008). Statistical and computational models of visual world paradigm: Growth curves and individual difference. *Journal of Memory and Language*, **59**, 475-494.
- Panik, J. M. (2013). *Growth curve modeling theory and application*, Wiley, New York.
- Strathe, A. B., Danfær, A., Sørensen, H. and Kebreab, E. (2010). A multilevel nonlinear mixed-effects approach to model growth in pigs. *Journal of Animal Science*, **88**, 638-649
- Singer, J. D. and Willett, J. B. (2003). *Applied longitudinal data analysis : Modeling change and event occurrence*, Oxford University Press, New York.
- Twisk, J. W. R. (2013). *Applied longitudinal data analysis for epidemiology*, Cambridge University Press, Cambridge.

The study of changes in performance in KLPGA using growth curve analysis

Nam Jin Kim¹ · Dae Kee Min²

¹Department of Physical Education, Korea University

²Department of Information & Statistics, Duksung Women's University

Received 8 June 2014, revised 1 July 2014, accepted 14 July 2014

Abstract

In recent years, women's monetary rewards in golf increased and their performances have improved significantly compared to other sports. Sports marketing has become more active in Asia and the number of Korean players in LPGA with good scores are increasing. For these reasons, golf is becoming increasingly popular. The prize money is higher than in other sports and the economic benefits are increasing due to the financial incentives such as sponsorships. Many of these prospects actively affect women's golf. Certain rookies continue to increase and their performances improve day by day. In this study, I analyze the changes in performance over time of last 5 years from 2009 using growth curve analysis. According to the results of analysis, driving distance and average putting skills developed but green in regulation decreased.

Keywords: Fixed effect, growth curve model, longitudinal data, mixed model, random effect.

¹ Ph. D. candidate, Department of Physical Education, Korea University, Seoul 136-701, Korea.

² Corresponding author: Professor, Department of Information & Statistics, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea. E-mail: dkmin@duksung.ac.kr