

## 골프 드라이버 스윙 시 의도적인 구질 변화에 따른 운동학적 분석

홍수영<sup>1</sup> · 소재무<sup>2</sup> · 김용석<sup>1</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 대학원 체육학과 · <sup>2</sup>건국대학교 사범대학 체육교육학과

### Kinematic Analysis According to the Intentional Curve Ball at Golf Driver Swing

Soo-Young Hong<sup>1</sup> · Jae-Moo So<sup>2</sup> · Yong-Seok Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea

Received 31 July 2012; Received in revised form 11 August 2012; Accepted 25 September 2012

#### ABSTRACT

The purpose of This study's aim is to examine the difference in the changes of body segment movement, variables for ball quality, and carry at golf driver swing according to the ball quality using comparative analysis. Regarding the impact variables according to the ball quality using the track man and carry, club speed was the fastest at draw shot, ball speed was the fastest at straight shot, and smash factor was the lowest at draw shot. About the vertical launch angle, the fade shot showed the highest launch angle while the max height of the ground and ball was the highest at fade shot. And carry was the longest at draw shot. For the flight time, it was the longest at draw shot. The landing angle was the largest at fade shot. About the club head position change and trajectory, at the overall event point, the fade shot drew a more outer trajectory at the point of the follow through(E6) than the straight or draw shot.

Regarding the angular speed of shoulder rotation, at the overall event point, the fade shot showed the greatest angular speed change in the follow through(E6). Also, about the angular speed of pelvic rotation, at the overall event point, the draw shot showed the greatest angular speed change at the point of down swing(E4). Concerning the stance angle change, both straight and fade shots were open as the concept of open stance whereas the draw shot was close as that of close stance. Regarding the previous study, the most important factor of deciding Ball Quality is the club face angle's open and close state at Impact. In short, the Ball Quality and carry were decided by this factor.

*Keywords* : Straight Shot, Fade Shot, Draw Shot, Club Face Angle, Trajectory

## I. 서 론

골프 경기는 코스의 특성과 거리에 따라서 적절한 클럽을 사용하여 가장 적은 타수로 마무리 하는 운동이기 때문에 코스 상태에 따라 적절한 샷을 구사할 수 있는 능력을 필요로 한다. 따라서 골프는 공을 원하는 곳에 정확히 보낼 수 있어야 하는데 골프스윙의 운동역학적 특성은 회전운동으로 스윙의 3가지 요소인 스피드, 정확성, 일관성 이 세 가지 요소를 최대한 발휘

할 수 있는 자세가 좋은 스윙의 자세라고 하였다(So, 2002).

또한, 효과적인 스윙과 더불어 가장 적은 타수로 골프 경기를 마치기 위해서는 골프 코스 상태에 따라 바람과 그린상태, 페어웨이 상에 장애물을 피해서 의도적으로 드로우(draw)와 페이드(fade)를 구사할 줄 아는 능력을 필요로 한다(Lee, Oh & Jung, 2009). 골프 코스는 코스상태가 똑바로 만들어진 것이 아니기 때문에 공을 의도적으로 휘어지게 치는 것이 스코어를 줄이는 전략이 될 수 있다. 이는 의도적으로 오른쪽·왼쪽으로 휘어지게 치는 페이드 샷(fade shot)·드로우 샷(draw shot)이라고 하는데 이것은 골퍼의 실수에 의해 발생하는 훅(hook)과 슬라이스(slice)와는 다르며 드로우 샷의 특성은 런 거리가 많이 난다고 하여 비거리가 짧은 여자 프로선수들은 런 거리를 늘리기 위해 드로우 구질의 샷을 한다(Son, Ryu, Lee & Lim, 2010).

이 논문은 2011 한국운동역학회 국제학술대회에서 발표된 논문임.  
Corresponding Author : Soo-Young Hong  
Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University,  
Hwayang-dong, Kwangjin-gu, Seoul, Korea  
Tel : +82-2-453-3828 / Fax : +82-43-840-3498  
E-mail : hsy34255@hanmail.net

드로우 샷과는 반대로 페이드 샷의 경우 공이 떨어지더라도 런 거리가 적어서 컨트롤이 용이하다는 장점이 있다(Golf Digest, 2009). 선행 연구 조사 결과 이처럼 의도적인 샷 방법에 따라 각 홀의 모양에 맞게 공을 휘어지게 치는 것은 경기력 향상에 도움을 주기 때문에 실제로 많은 엘리트 골프선수들이나 프로 선수들은 의도적인 샷을 연습하여 경기력 수행을 향상 시키고 있다(Lee, Oh & Jung, 2009). 국내의 선행연구로는 대부분 드라이버 샷이나 아이언 샷의 일반적인 스윙을( Kim, 2004; Lee & Nam, 2005; Park, 2000; Sin, 2007; Sung, 2005) 운동학·운동역학적으로 분석을 하였다. 국외 선행연구로는(Hay, 1993; Nagano & Sawada, 1974; Smith, 1998; Track Man, 2003; Williams, 1967)신체 퍼포먼스(performance)의 관계와 스윙 메커니즘(swing mechanism)에 따른 비거리를 찾으려는 시도가 있었다. 또한, 구질에 따른 의도적인 아이언 샷에 대한 신체분절의 움직임 변화에 따른 선행연구(Lee, Oh & Jung, 2009; Son, Ryu, Lee & Lim, 2010; Yang, 2003)가 있었으나 구질변화에 따른 의도적인 샷을 할 때 스탠스 위치변화에 따른 임팩트 시 클럽페이스 각도 등에 따라 어떠한 변화가 발생하는 지에 대한 연구로서는 Hay(1993)의 두 발 서로간의 상대적인 위치나 두 발과 공을 보내려고 하는 목표방향과의 상대적인 위치는 클럽헤드가 볼에 임팩트 될 때 그 속도를 결정하는데 있어 중요하다고 하였는데, 왼발을 앞으로 내밀거나 뒤로 빼어서서 임팩트 시점에서 클럽페이스의 열림·닫힘 정도에 따라서 볼의 구질이 달라질 수 있다고 하였으나 그 외에는 찾아보기 어려웠다.

따라서 본 연구의 목적은 샷의 구질을 분석 할 수 있는 트랙 맨(track man)과 Motion Analysis사의 Eagle4 카메라 12대를 사용하여 골프 드라이버 스윙 시 의도적인 구질 변화에 따른 임팩트 변인과 비거리 차이를 비교 분석하여 골프 경기력 향상하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 오른손을 사용하는 남자 골프선수로 KPGA소속 Semi pro 4명을 선정하였고, 연구대상자의 신체적 특성은 다음 <Table 1>과 같다.

Table 1. Means for group demographics and career (n=4)

|      | Age (years) | Stature (cm) | Weight (kg) | Career (years) |
|------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Mean | 22.00       | 178          | 77.33       | 10.25          |
| SD   | ± 4.00      | ± 9.27       | ± 14.26     | ± 3.30         |

### 2. 실험 장비

본 실험에서는 골프 스윙의 3차원 동작분석을 위하여 볼의 구질을 측정할 수 있는 Track man과 Motion Analysis사의 Eagle 4 카메라 12대를 설치하여 NLT방법을 이용하여 3차원 공간 좌표를 산출하였으며 모션데이터는 250 Hz 센서의 해상도는 1280×1024 pixel로 설정하여 촬영하였다. 골프 스윙 시 신체와 클럽의 운동학적 변인을 산출할 수 있도록 신체분절들을 서로 연결된 강체(rigid body)연결 시스템(link system)으로 정의하였고, 28개의 인체 관절점과 클럽헤드 부분에 2개, 샤프트에 2개를 포함하여 총 32개의 마커를 부착하였다. 샷의 구질을 확인하기 위해서 Track man을 연구대상자의 후방 3 m거리에 설치하고 전방으로는 4 m비행거리를 확보 하였다. 연구 대상자들의 충분한 워밍업 시간을 준 후, 스트레이트 샷 5회, 페이드 샷 5회, 드로우 샷 5회를 연속적으로 실시하였다.

### 3. 실험 절차

피험자들은 각각 자신의 드라이버를 이용하여 스트레이트 샷의 경우 스쿼어 스탠스(square stance), 페이드 샷의 경우 오픈 스탠스(open stance), 드로우 샷의 경우 클로즈 스탠스(close stance)를 취하게 한 뒤 스트레이트 샷 5회, 페이드 샷 5회, 드로우 샷 5회를 실시하였다. 구질에 따른 판정 기준은 <Table 2, Figure 1>과 같다. 스트레이트 샷 시 가운데 0 m을 기준으로 좌우 편차 5 m 이하로 볼이 들어 왔을 때 스트레이트 구질로 인정하였으며, 페이드 샷에 대한 판정 기준은 우측편차 5 m 이상 18 m 이하로 볼이 들어오는 기준으로 페이드 구질로 인정하였고, 드로우 샷에 대한 판정기준은 좌측편차 5 m이상 18 m이하로 볼이 들어오는 기준으로 드로우 구질로 인정하여 측정하였다.

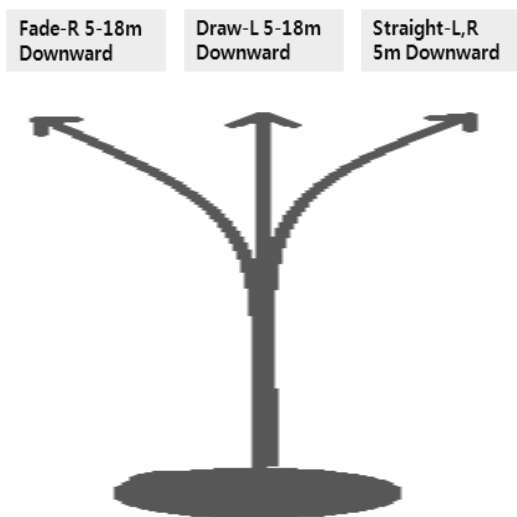


Figure 1. Intentional curve ball a standard

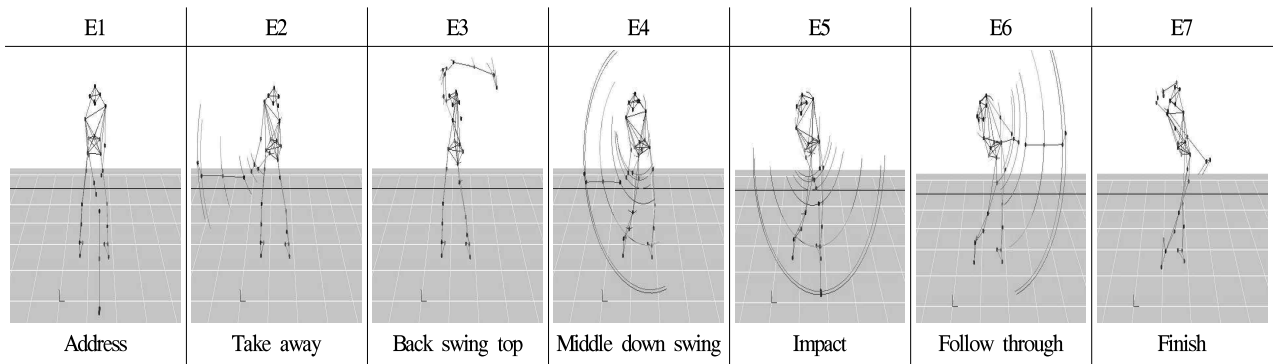


Figure 2. Event difinition

Table 2. Ball quality change at right and left deviation (unit: m)

| Factor        | Shot     | Right and Left Deflection |
|---------------|----------|---------------------------|
| Carry side(m) | Straight | 2.3 R                     |
|               |          | 1.4 R                     |
|               |          | 0.9 R                     |
|               |          | 2.2 R                     |
|               |          | 18.0 R                    |
|               | Fade     | 11.8 R                    |
|               |          | 6.4 R                     |
|               |          | 6.2 R                     |
|               |          | 11.5 L                    |
|               |          | 18.1 L                    |
| Draw          | 13.0 L   |                           |
|               | 9.3 L    |                           |

#### 4. 자료 분석

운동학적 변인들의 값을 산출하기 위하여 Motion Analysis (USA)사의 3D Motion Analysis System을 통해 광학식 위치좌표를 인식하는 적외선 카메라를 이용하여 좌표인식 오차 0.05 m 미만으로 위치좌표를 산출하였으며 샷의 구질은 Track man을 이용하여 연구대상자 각각의 드라이버 샷에 대한 평균 헤드스피드를 산출하여 각각의 구질을 평균 헤드스피드보다 가장 높은 헤드스피드를 나타내는 샷을 선택하여 분석하였으며 스탠스 각도 변화는 발가락 토우(Toe)를 기준으로 스탠스 타입을 구분하였다.

또한, 분석을 위한 이벤트 설정은 어드레스(address), 테이크어웨이(take away), 백스윙 탑(backswing top), 다운스윙(middle downswing), 임팩트(impact), 팔로우 스루(follow through), 피니쉬(finish)가 각 이벤트이며 이벤트와 이벤트 사이가 하나의 구간(phase)이다.

#### 5. 통계 처리

영상장비와 구질측정 장비를 통해 얻어진 데이터를 통해 스트레이트 샷, 페이드 샷, 드로우 샷에 대한 검증을 분석하기 위해 SPSS 18.0을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

### III. 결 과

#### 1. 구질에 따른 변인과 비거리

볼의 구질을 측정할 수 있는 Track man을 이용하여 클럽속도(club speed), 볼 속도(ball speed), 볼 효율성(smash factor), 볼 출발각도(vertical launch angle), 볼 탄도(max height), 비거리(carry), 비행시간(flight Time), 볼이 지면에 떨어지는 각도(landing angle), 클럽페이스 각도(club face angle), 전체거리(total length)에 대한 데이터를 산출하여 분석하였다.

골프 드라이버 스윙 시 샷의 구질과 비 거리에 대한 Track man 분석 결과는 <Table 3>에서 나타난 바와 같다. 클럽속도(club speed)에서는 스트레이트 샷  $169.36 \pm 3.66$  km/h, 페이드 샷  $165.49 \pm 1.48$  km/h, 드로우 샷  $171.17 \pm 1.99$  km/h로 드로우 샷이 가장 속도가 높았고 다음 스트레이트 샷, 페이드 샷 순으로 나타났다으나 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 볼 속도(ball speed)에서는 스트레이트 샷  $248.77 \pm 1.71$  km/h, 페이드 샷  $243.52 \pm 4.42$  km/h, 드로우 샷  $247.73 \pm 2.18$  km/h로 스트레이트 샷의 경우가 가장 높게 나타났으며 다음 드로우 샷, 페이드 샷 순으로 나타났으나 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 볼 효율성(smash factor)은 Ball Speed/Club Speed의 비율로써 미국 PGA 투어선수들 평균 볼 효율성은 1.48(Track man Launch Quick Guide, 2003)로 보고되어 지며, 본 연구에서는 스트레이트 1.47, 페이드 1.47, 드로우 1.45로 나타났으나 유의한 차이가

나타나지 않았다( $p>.05$ ). 볼 출발 각도(vertical launch angle)는 스트레이트 샷  $12.30\pm0.67$  deg, 페이드 샷  $13.25\pm0.82$  deg, 드로우 샷  $12.45\pm1.06$  deg로 페이드 샷의 경우가 볼 출발각도가 가장 높았으며 다음 드로우 샷, 스트레이트 샷 순으로 나타났으나 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 지면과 공의 최고점 높이(max height)에서는 스트레이트 샷  $35.60\pm6.00$  m, 페이드 샷  $39.00\pm5.44$  m, 드로우 샷  $35.48\pm3.32$  m로 페이드 샷의 경우가 가장 높게 나타났으며, 다음 스트레이트 샷, 드로우 샷 순으로 나타났으나 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 비거리(carry)에서는 스트레이트 샷  $232.30\pm5.37$  m, 페이드 샷  $227.40\pm9.15$  m, 드로우 샷  $240.88\pm5.31$  m로 드로우샷의 경우가 가장 길게 나타났으며 다음 스트레이트 샷, 페이드 샷 순으로 나타났으나 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 비행시간(flight time)은 스트레이트 샷

$6.82\pm0.79$  sec, 페이드 샷  $6.96\pm0.36$  sec, 드로우 샷  $7.18\pm0.28$  sec로 드로우 샷이 가장 길게 나타났으며 다음 페이드 샷, 스트레이트 샷 순으로 나타났으나 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 볼이 지면에 떨어지는 각도(landing angle)는 스트레이트 샷  $44.68\pm6.15$  deg, 페이드 샷  $46.73\pm3.95$  deg, 드로우 샷  $43.85\pm3.99$  deg로 페이드 샷의 경우가 가장 크게 나타났으며 다음 스트레이트 샷, 드로우 샷 순으로 나타났으나 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 클럽 페이스 각도(club face angle)는 임팩트 시 클럽페이스의 열림·닫힘을 나타내었는데 (-)값은 클럽헤드가 닫혀있음을 나타내고 (+)값은 클럽헤드가 열려 있음을 나타낸다. 스트레이트 샷은  $-0.61\pm0.46$  deg, 페이드 샷  $3.21\pm0.70$  deg, 드로우 샷  $-4.97\pm1.91$  deg로 스트레이트 샷과 드로우 샷은 (-)값으로 닫혀서 나타났고, 페이드 샷은(+)값으로 열려서 나타났다( $p<.001$ ). 전체거리(total length)는 스트레이트 샷  $248.80\pm5.62$  m, 페이드 샷  $240.50\pm6.35$  m, 드로우 샷  $256.25\pm5.84$  m로 드로우 샷의 경우 전체거리에서 가장 멀리 나타났으며 다음 스트레이트 샷, 페이드 샷 순으로 나타났다( $p<.05$ ).

Table 3. Ball quality change at impact factor and distance

| Factor                     | Ball Quality | M      | SD   | F      | p       | post hoc             |
|----------------------------|--------------|--------|------|--------|---------|----------------------|
| Club speed (km/h)          | Straight     | 169.36 | 3.66 | 2.018  | .189    |                      |
|                            | Fade         | 165.49 | 1.48 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 171.17 | 1.99 |        |         |                      |
| Ball speed (km/h)          | Straight     | 248.77 | 1.71 | 1.328  | .312    |                      |
|                            | Fade         | 243.52 | 4.42 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 247.73 | 2.18 |        |         |                      |
| Smash factor               | Straight     | 1.47   | 0.04 | .622   | .558    |                      |
|                            | Fade         | 1.47   | 0.05 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 1.45   | 0.01 |        |         |                      |
| Vertical launch angle(deg) | Straight     | 12.30  | 0.67 | 1.389  | .298    |                      |
|                            | Fade         | 13.25  | 0.82 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 12.45  | 1.06 |        |         |                      |
| Max height(m)              | Straight     | 35.60  | 6.00 | .627   | .556    |                      |
|                            | Fade         | 39.00  | 5.44 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 35.48  | 3.32 |        |         |                      |
| Carry(m)                   | Straight     | 232.30 | 5.37 | 3.967  | .058    |                      |
|                            | Fade         | 227.40 | 9.15 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 240.88 | 5.31 |        |         |                      |
| Flight time(s)             | Straight     | 6.82   | 0.79 | .484   | .632    |                      |
|                            | Fade         | 6.96   | 0.36 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 7.18   | 0.28 |        |         |                      |
| Landing angle(deg)         | Straight     | 44.68  | 6.15 | .379   | .695    |                      |
|                            | Fade         | 46.73  | 3.95 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 43.85  | 3.99 |        |         |                      |
| Club face angle(deg)       | Straight     | -0.61  | 0.46 | 46.423 | .000*** | a<b*<br>b>c*<br>c<a* |
|                            | Fade         | 3.21   | 0.70 |        |         |                      |
|                            | Draw         | -4.97  | 1.91 |        |         |                      |
| Total Length(m)            | Straight     | 248.80 | 5.62 | 7.026  | .015*   | a<c*<br>b<c*         |
|                            | Fade         | 240.50 | 6.35 |        |         |                      |
|                            | Draw         | 256.25 | 5.84 |        |         |                      |

\*  $p<.05$ , \*\*\*  $p<.001$

## 2. 클럽헤드 위치변화 및 궤도

클럽헤드 궤도에 대한 위치변화는 어드레스 시점을 “0”으로 선정하여 국면으로 산출하였으며 <Table 4>와 <Figure 3>과 같다. X-Z 평면에 대한 클럽헤드 궤도의 변화는 <Figure 3>에서 보는 바와 같이 X-Y 평면, Y-Z 평면에서도 구질에 상관없이 스트레이트 샷, 페이드 샷, 드로우 샷의 모두 이벤트(E1)에서(E6)까지는 비슷한 궤적을 나타내었고, 페이드 샷의 경우 팔로우스루(E6)에서 피니쉬(E7)시점까지 클럽헤드가 바깥쪽의 궤적을 그리며 나타났다.

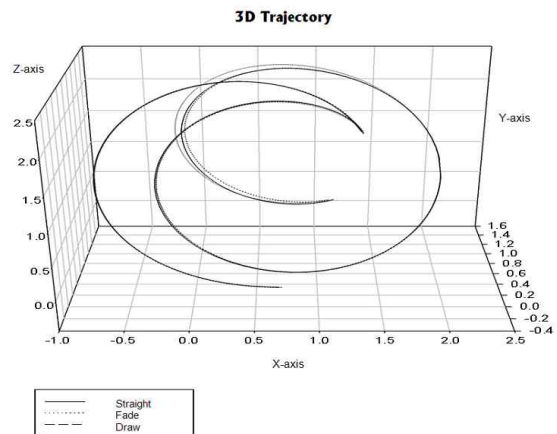


Figure 3. Club head swing trajectory X-Z 3D view

## 3. 어깨회전 각속도, 골반회전 각속도

어깨회전, 골반회전 각속도 변화는 어드레스 시점을 “0”으로 선정하여 이벤트로 산출하였으며 <Table 5, 6>에서 나타난 바와 같다.

Table 5. Shoulder turn angular velocity (unit: deg/s)

| EVENT | Straight          | Fade              | Draw              | F    | p    |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------|------|
| E2    | -218.79<br>±31.77 | -223.58<br>±25.55 | -228.20<br>±33.89 | .076 | .928 |
| E3    | 103.90<br>±57.84  | 116.61<br>±18.78  | 125.68<br>±48.80  | .262 | .775 |
| E4    | 530.80<br>±75.00  | 529.99<br>±54.60  | 538.25<br>±69.52  | .019 | .981 |
| E5    | 509.39<br>±94.72  | 521.00<br>±107.43 | 511.54<br>±119.94 | .012 | .988 |
| E6    | 869.83<br>±290.32 | 930.70<br>±293.49 | 886.44<br>±263.07 | .049 | .953 |
| E7    | 29.83<br>±29.69   | 46.26<br>±44.17   | 33.22<br>±39.79   | .169 | .847 |

Table 6. Pelvis turn angular velocity (unit: deg/s)

| EVENT | Straight          | Fade              | Draw              | F    | p    |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------|------|
| E2    | -80.83<br>±17.59  | -83.97<br>±21.47  | -101.34<br>±18.77 | .467 | .641 |
| E3    | -214.20<br>±40.87 | -242.21<br>±48.69 | -211.01<br>±60.11 | .354 | .711 |
| E4    | 364.74<br>±9.29   | 383.91<br>±38.78  | 395.72<br>±33.37  | .816 | .472 |
| E5    | 208.77<br>±55.89  | 215.15<br>±47.48  | 226.76<br>±73.59  | .063 | .940 |
| E6    | 54.23<br>±76.47   | 57.60<br>±81.30   | 77.40<br>±71.45   | .076 | .927 |
| E7    | 2.99<br>±10.93    | 13.81<br>±8.81    | 26.07<br>±22.02   | .697 | .523 |

어깨 회전 각속도는 전체적인 이벤트 시점에서 팔로우 스루(E6)에서 페이드 샷의 경우가 가장 높은 각속도 변화를 나타내었고 골반회전 각속도의 경우 전체적인 이벤트 시점에서 다운 스윙(E4)시점에서 드로우 샷의 경우가 가장 높은 각속도 변화를 나타내었으며, 어깨 회전 각속도와 골반회전 각속도 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

#### 4. 오른손 손목 코킹각

오른손 손목 코킹각의 변화는 <Table 7>에서 나타난 바와 같다.

오른손 손목 코킹각은 어드레스(E1)에서 스트레이트 174.40 ±2.03 deg, 페이드 174.48±2.15 deg, 드로우 175.00±1.21 deg로 전체적인 국면에서 가장 크게 나타났다. 백스윙 탑(E3)에서는 스트레이트 117.90±5.41 deg, 페이드 117.71±5.32 deg, 드로우 118.17±6.17 deg로 전체적인 국면에서 가장 작게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

Table 7. Right hand wrist cocking angle (unit: deg)

| EVENT | Straight        | Fade            | Draw            | F    | p    |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|
| E1    | 174.40<br>±2.03 | 174.48<br>±2.15 | 175.00<br>±1.21 | .122 | .887 |
| E2    | 155.30<br>±5.11 | 152.97<br>±4.48 | 153.12<br>±4.71 | .297 | .750 |
| E3    | 117.90<br>±5.41 | 117.71<br>±5.32 | 118.17<br>±6.17 | .007 | .993 |
| E4    | 124.83<br>±6.24 | 129.16<br>±4.83 | 126.55<br>±5.91 | .586 | .576 |
| E5    | 156.28<br>±2.42 | 158.90<br>±3.59 | 157.65<br>±3.51 | .657 | .542 |
| E6    | 159.69<br>±7.86 | 156.76<br>±6.10 | 156.75<br>±7.24 | .227 | .801 |
| E7    | 103.87<br>±9.17 | 100.02<br>±9.31 | 103.32<br>±9.65 | .197 | .825 |

#### 5. 왼손 손목 코킹각

왼손 손목 코킹각의 변화는 <Table 8>에서 나타난 바와 같다. 왼손 손목 코킹각은 어드레스(E1)에서 스트레이트 170.65±3.51 deg, 페이드 171.20±3.36 deg, 드로우 171.15±3.36 deg로 전체적인 국면에서 가장 크게 나타났다. 백스윙 탑(E3)에서는 스트레이트 117.65±2.77 deg, 페이드 120.21±8.49 deg, 드로우 120.97±8.19 deg로 적인 국면에서 가장 작게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

Table 8. Left hand wrist cocking angle (unit: deg)

| EVENT | Straight         | Fade             | Draw             | F     | p    |
|-------|------------------|------------------|------------------|-------|------|
| E1    | 170.65<br>±3.51  | 171.20<br>±3.36  | 171.15<br>±3.36  | .571  | .584 |
| E2    | 165.59<br>±3.59  | 162.44<br>±4.31  | 162.57<br>±4.51  | .964  | .417 |
| E3    | 117.65<br>±2.77  | 120.21<br>±8.49  | 120.97<br>±8.19  | .227  | .801 |
| E4    | 146.09<br>±2.07  | 147.72<br>±1.21  | 145.96<br>±2.74  | .727  | .510 |
| E5    | 172.20<br>±3.30  | 174.30<br>±4.46  | 172.80<br>±3.88  | 1.757 | .227 |
| E6    | 157.59<br>±5.29  | 156.06<br>±7.17  | 154.47<br>±6.16  | 1.123 | .367 |
| E7    | 119.56<br>±21.41 | 117.44<br>±15.17 | 118.79<br>±19.72 | .570  | .585 |

#### 6. 오른손 손목 코킹 각속도

오른손 손목 코킹 각속도 변화는 <Table 9>에서 나타난 바와 같다.

Table 9. Right hand wrist cocking angular velocity (unit: deg/s)

| EVENT | Straight          | Fade              | Draw              | F     | p    |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|------|
| E2    | -138.20<br>±55.32 | -132.55<br>±43.25 | -122.73<br>±20.31 | .138  | .873 |
| E3    | -34.61<br>±37.34  | -9.90<br>±57.34   | -2.21<br>±23.10   | .659  | .541 |
| E4    | 306.67<br>±431.22 | 543.74<br>±425.88 | 753.02<br>±99.23  | 1.587 | .257 |
| E5    | 68.92<br>±188.91  | 178.05<br>±206.67 | 320.37<br>±160.78 | 1.830 | .215 |
| E6    | -65.10<br>±65.67  | -137.22<br>±69.85 | -91.00<br>±39.59  | 1.489 | .276 |
| E7    | 95.42<br>±117.78  | 67.64<br>±137.75  | -19.51<br>±52.56  | 1.212 | .342 |

오른손 손목 코킹 각속도는 다운스윙 시점(E4)에서 스트레이트 306.67±431.22 deg/s, 페이드 543.74±425.88 deg/s, 드로우 753.02±99.23 deg/s로 드로우의 경우가 가장 빠르게 나타났으나 통계적으로 유의한 차가 없었다( $p>.05$ ).

7. 왼손 손목 코킹 각속도

왼손 손목 코킹 각속도 변화는 <Table 10>에서 나타난 바와 같다.

왼손 손목 코킹 각속도는 다운스윙 시점(E4)에서 스트레이트 218.00±406.81 deg/s, 페이드 422.40±402.56 deg/s, 드로우 567.74±140.11 deg/s로 전체적인 국면에서 가장 빠르게 나타났으나 통계적으로 유의한 차가 없었다( $p>.05$ ).

Table 10. Left hand Wrist cocking angular velocity (unit: deg/s)

| EVENT | Straight           | Fade               | Draw              | F     | p    |
|-------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|------|
| E2    | -118.15<br>±34.02  | -112.36<br>±24.83  | -115.86<br>±36.00 | .033  | .968 |
| E3    | -20.22<br>±64.33   | -13.14<br>±48.81   | 23.48<br>±13.10   | .987  | .410 |
| E4    | 218.00<br>±406.81  | 422.40<br>±402.56  | 567.74<br>±140.11 | 1.067 | .384 |
| E5    | 150.38<br>±351.01  | 155.51±<br>237.56  | 420.51<br>±102.39 | 1.507 | .273 |
| E6    | -347.28<br>±226.95 | -376.42<br>±198.36 | -489.58<br>±90.70 | .684  | .529 |
| E7    | -202.04<br>±285.88 | -0.83<br>±155.48   | 21.45<br>±7.39    | 1.716 | .234 |

8. 지면과 샤프트 각도 변화

지면과 샤프트가 이루는 각도 변화는 어드레스(E1)와 임팩트(E5)를 보았으며, <Table 11>에서 나타난 바와 같다.

Table 11. Lie angle (unit: deg)

| EVENT | Straight       | Fade           | Draw           | F    | p    |
|-------|----------------|----------------|----------------|------|------|
| E1    | 42.47<br>±2.66 | 42.37<br>±2.76 | 42.44<br>±2.57 | .001 | .999 |
| E5    | 46.93<br>±2.71 | 47.39<br>±2.68 | 46.90<br>±2.86 | .040 | .961 |

지면과 샤프트가 이루는 각도변화에서 어드레스(E1) 스트레이트 42.47±2.66 deg, 페이드 42.37±2.76 deg, 드로우 42.44±2.57 deg로 큰 차이가 없었으며, 임팩트시점(E5) 스트레이트46.93±2.71 deg, 페이드 47.39±2.68 deg, 드로우 46.90±2.86 deg로 나타났으나 통계적으로 유의한 차가 없었다( $p>.05$ ).

9. 스탠스 각도 변화

스탠스 각도 변화는 <Table 12>에서 나타난 바와 같이 오픈 스탠스 개념으로 열려 있으면(+값)으로 선정하였고, 닫혀있으면 (-)값으로 선정하여 어드레스(E1)지점만을 보았다.

Table 12. Stance angle change (unit: deg)

| EVENT | Straight      | Fade          | Draw           | F      | p       | post hoc     |
|-------|---------------|---------------|----------------|--------|---------|--------------|
| E1    | 0.90<br>±1.51 | 1.92<br>±3.55 | -8.15<br>±1.03 | 23.085 | .000*** | a<c*<br>b<c* |

\* $p<.05$ , \*\*\* $p<.001$

어드레스(E1)에서는 스트레이트 샷 0.90±1.51 deg, 페이드 샷 1.92±3.55 deg, 드로우 샷 -8.15±1.03 deg로 (+)값은 오픈스탠스의 개념으로 열려 있는 상태이고 (-)값은 클로즈 스탠스의 개념으로 닫혀 있는 상태로 스트레이트 샷과 페이드 샷의 경우는 오픈스탠스로 나타났고 드로우 샷의 경우는 클로즈 스탠스를 취하는 것으로 나타났다( $p<.001$ ).

IV. 논 의

본 연구 목적은 구질변화에 따른 의도적인 샷을 구사할 때 구질 측정 장비 트랙맨(track man)과 모션 캡처 시스템을 이용하여 신체 관절의 움직임 변화와 클럽페이스 변화를 보고자 하였다.

선행연구 Son, Ryu, Lee와 Lim(2010)에서 7번 아이언으로 K대 학교 골프지도학과 남학생10명을 실험 대상으로 한 연구에서 스탠스를 제한을 두고, 클럽의 넥(neck)부분에 마커점을 부착하여 연구대상자의 백스윙 탑에서 팔로우스루까지 분석하였는데 클럽 헤드의 궤적을 보고 임팩트 시 볼에 대한 클럽헤드에 대한 진입

가을 유추하여 계산하였는데 구질변화가 임팩트 시점의 스윙 샷에 의해 영향을 받는다고 하였으며, 드로우 샷의 경우 인→아웃, 페이드 샷의 경우 아웃→인의 스윙 궤적을 나타냈다고 하였다.

하지만 본 연구에서는 스탠스를 스트레이트 샷 시 스퀘어 스탠스(square stance), 페이드 샷 시 오픈스탠스(open stance), 드로우 샷 시 클로즈스탠스(close stance)로 하여 실험을 한 결과 모든 샷이 어드레스(E1)시점에서부터 임팩트(E5)시점에서는 거의 차이가 없다가 팔로우스루에서(E6)부터 피니쉬(E7)국면에서 페이드 샷의 경우가 스트레이트와 드로우의 경우보다 바깥쪽 궤적을 그리며 나타냈다. Williams(1967)는 수준급 선수를 대상으로 백스윙 하는 과정에서 클럽헤드의 경로를 분석한 결과 개인별로 차이를 보이지 않았지만 클럽헤드의 경로는 상당한 차이가 있었다고 보고하였는데, 경로는 중요한 것이 아니라 개인의 신체적 특성에 따라 다르다고 하였다.

어깨회전의 각속도와 골반회전 각속도의 경우는 선행연구 Kim(2010)에서도 어깨 관절의 경우는 팔로우 스루 시점이 가장 높은 각속도 변화를 보였고, 골반회전 각속도 변화에는 다운스윙 시작인 시점에서 가장 높은 각속도 변화를 나타낸 것으로 일치하였다.

왼손 손목 코킹각도의 경우도 다운스윙 시점에서 페이드 샷의 경우가 가장 크게 풀려서 나타났으며, 구질 측정 장비와 연계하여 볼 때 클럽페이스 또한 열린 상태로 히팅하여 페이드 구질의 샷을 하기위한 움직임으로 나타냈다. 반면에, 드로우 샷의 경우는 왼손 손목 코킹각도가 페이드 샷의 경우보다 작게 나타난 점으로 보아 왼손 손목 코킹각을 유지하여 다운스윙 시점에서 클럽페이스가 닫혀서 드로우 샷을 하기 위한 움직임으로 사료된다. 이처럼 드로우 샷은 페이드 샷과 스트레이트 샷보다 런거리가 많이 난다고 하여 비거리가 짧은 여자 프로선수들의 경우 런 거리(run distance)를 늘리기 위해 드로우 구질의 샷을 한다(Son, Ryu, Lee & Lim, 2010). 반면에 페이드 샷의 경우는 Golf digest(2009)에서 KPGA 소속 김형태 선수는 공이 떨어져서도 런 거리가 적어서 컨트롤을 할 수 있다는 장점이 있다고 하였다. 또한, 지면과 샤프트 각도 변화 에서는 어드레스(E1)에서는 구질 변화에 따른 차이가 크게 나타나지 않았으며, 임팩트 시점(E5)에서는 스트레이트와 드로우의 경우보다 페이드 샷의 경우가 좀 더 크게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 클럽페이스하고 연계하여 볼 때 클럽페이스 또한 약간 열리면서 페이드 구질을 하기 위한 움직임으로 사료된다. 본 연구에서는 발가락(toe)을 기준으로 스탠스 타입을 구분하였으며 목표 방향으로 오픈스탠스(open stance)개념으로 열려 있으면(+값)으로 선정하였고 닫혀 있으면(-값)으로 선정하여 어드레스(E1)시점만을 보았다. 스탠스는 발가락을 기준으로 할 경우 선수가 시각적으로 스탠스를 인지하기 용이하다(Nagano & Sawada, 1974; Smith, 1998)고 하였다.

## V. 결 론

본 연구의 목적은 골프 드라이버 스윙 시 구질 변화에 따른 신체 분절의 움직임 변화와 구질에 따른 변인과 비거리에 대한 차이를 비교 분석하여 규명하는데 그 목적이 있다.

첫째, 클럽헤드위치변화 및 궤도는 전체적인 이벤트 시점에서 페이드 샷의 경우가 스트레이트 샷과 드로우 샷의 경우보다 팔로우 스루(E6) 지점에서 바깥쪽의 궤적을 그리며 나타냈다.

둘째, 어깨회전 각속도 경우 전체적인 이벤트 시점에서 팔로우 스루(E6)에서 페이드 샷의 경우 가장 높은 각속도 변화를 나타내었고 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 또한, 골반회전 각속도의 경우 전체적인 이벤트 시점에서 다운스윙(E4)시점에서 드로우 샷의 경우 가장 높은 각속도 변화를 나타내었으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

셋째, X-Z 평면에 정사영한 오른손 손목 코킹각도는 임팩트 시점에서 페이드 샷의 경우가 스트레이트 샷 보다는 1.1 deg 정도 차이가 났고 페이드 샷의 경우가 드로우 샷의 각도 차이는 0.96 deg 정도로 차이가 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

넷째, 오른손 손목 코킹각도는 어드레스(E1)에서 드로우 샷의 경우가 가장 크게 나타났으며 백스윙 탑(E3)에서도 마찬가지로 드로우의 경우가 가장 크게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

다섯째, 왼손 손목 코킹각도는 전체적인 국면에서 임팩트 시점(E5)에서 페이드 샷의 경우가 가장 크게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

여섯째, 오른손 손목 코킹 각속도 에서는 다운스윙 시점(E4)에서 드로우 샷의 경우가 가장 빠르게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

일곱째, 왼손 손목 코킹 각속도 또한 다운스윙 시점(E4)에서 드로우 샷의 경우가 가장 빠르게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

여덟째, 지면과 샤프트 각도 변화에서는 임팩트 시점(E5)에서 페이드 샷의 경우가 가장 크게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ).

아홉째, 스탠스 각도 변화에서는 스트레이트 샷과 페이드 샷의 경우는 오픈 스탠스의 개념으로 열려있는 상태로 나타났고 드로우 샷은 클로즈 스탠스의 개념으로 닫혀있는 상태로 나타냈다( $p<.001$ ).

이상의 결과를 종합하여 내린 결론은 구질측정 장비를 이용한 데이터에서는 클럽속도, 볼 속도, 볼 효율성, 볼 출발각도, 지면과 공의 최고점 높이, 비거리, 좌우편차, 비행시간, 볼이 지면에 떨어지는 각도에서는 통계적으로 유의한 차가 없었으나, 클럽페이스 각도와 전체 거리에서는 통계적으로 유의한 차가 나타났으

며 몸의 움직임 변화에서는 스탠스 각도가 통계적으로 유의한 차이를 나타내며 선행 연구와 준거하여 볼 때 볼의 구질 결정에 가장 큰 요소로 임팩트 시점에서 클럽페이스의 열림·닫힘 상태에 따라서 볼의 구질 및 비거리가 결정되는 것으로 나타났다.

## 참고문헌

- Alastair, C., & John, S.(2005). *Search for the perfect swing*. 2nd edition. Truimph Books.
- Bak, J.(2000). A kinematical comparison of the awing techniques in different ground levels. *International Journal of Human Movement Science*, 39(1), 540-549.
- Fredrik, T.(2007). *Analysis of elite golfer's kinematic sequence in full and partial shots*. Master Thesis. The Swedish School of Sport and Health Sciences.
- Hay, G. James.(1993). *The biomechanics of sports techniques*. A Simon & Schuster Paperbacks.
- Hong, S. Y.(2012). *Kinematic analysis according to the intentional curve ball at golf driver swing*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Konkuk University.
- Kim, C. U.(2004). *A coordinated analysis of the body during a swing of golf according to technique levels*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Kyung Sung University.
- Kim, H. T.(2009). *Intentional fade shots on golf swing Mechanics*. Golf Digest Books.
- Kim, Y. S.(2010). *Analysis of pelvis movement, Triple X-Factor, and O-Factor During a Golf Driver Swing*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Konkuk University.
- Lee, G. G.(2005). The effect of skill Level to intrasubject repeatability of golf swing kinematics. *International Journal of Human Movement Science*, 44(6), 669-676.
- Lee, K. I., O, J. S., & Jung, J. Y.(2009). A Kinematical characteristic analysis of a iron pade-shot with a golf swing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(2), 311-322.
- Milburn, P. D.(1982). Summation of segmental velocities in the golf swing, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 60-64.
- Nagano, N., & Sawada, Y.(1974). A Kinematic analysis of the golf swing by means of fast motion picture in connection with racial difference. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 14, 55-63.
- Seong, N. J.(2005). Changes of impact variables by the change of golf club length. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(4), 181-189.
- Sin, C. S.(2007). *The biomechanical analysis of golf driver swing motion*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Chungbuk University.
- So, J. M.(2002). *Mutable on golf swing mechanics in solution*. Seoul : Hongkyung Books.
- So, J. M., Kim, Y. S., Kim, J. J., & Yu, G. S.(2010). Change of impact by the early extension in during a golf driver swing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(1), 83-90.
- Son, J. H., Ryu, J. J., Lee, G. G., & Lim, Y. T.(2010). Effect of intentional draw & rade shots on golf swing mechanics. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(2), 149-154.
- Smith, R.(1998). *How to find your perfect golf swing*. New York, Broadway Books.
- Track Man Launch Quick Guide.(2003). TRACKMAN.
- Williams, D.(1967). The Dynamics of the Golf Swing. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 20, 247-264.
- Yang, D. H.(2003). *Comparison on the physical educational factors of golf swing according to the change of balls*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Kyung Sung University.