

한국프로야구에서 FIP 계수의 추정

이장택¹

¹단국대학교 응용통계학과

접수 2017년 3월 1일, 수정 2017년 3월 26일, 게재확정 2017년 3월 27일

요약

수비무관 평균자책점 (FIP)은 운과 수비력을 제외한 투수가 가진 고유의 능력만을 평가하는 지표로 야구팬들에게 매우 지지도가 높다. 미국 메이저리그 야구에서는 홈런, 볼넷, 삼진, 사구만을 이용하여 계산하는 FIP의 계수를 13, 3, -2로 사용한다. 그러나 메이저리그 야구의 득점가치를 바탕으로 정해진 계수들을 한국 프로야구에 접목시키면 팀이나 선수들의 평가가 적절하지 않을 수 있다. 본 연구에서는 한국프로야구에 적합한 FIP의 계수를 제안하고 평균자책점 (ERA)과의 연관성을 살펴본다. 그 결과 제안된 방법 kFIP는 한국프로야구에서 기존의 FIP에 비해 통계적으로 매우 유의하게 평균자책점에 대한 연관성을 높일 수 있었다.

주요용어: 득점가치, 수비무관평균자책점, 투수, 평균자책점, 한국프로야구.

1. 서론

야구에서 투수의 위치는 매우 중요하며 한국프로야구에서는 점수를 내는 것보다 덜 주는 것이 더 중요한 경우가 많아서 투수가 더욱 중요하게 평가된다. 따라서 투수를 좀 더 객관적으로 타당성이 보장되는 방법으로 평가해야 할 필요성이 있다. 일반적으로 투수를 평가하는데 가장 큰 항목으로 적용되는 것들은 다승, 평균자책점 (ERA)등을 말한다. 하지만 다승은 타력과 구원투수가 강한 팀이 유리하며, 등판한 투수의 자책점을 직접적으로 나타낸 평균자책점은 과정은 생략되고 결과만을 평가한 지표이며 선발 투수의 경우는 구원 투수의 손에 달려있어서 팀의 역량에 따라 변동이 심할 수 있다. 또한 최근 투수를 평가하는 기준으로 자주 거론되는 것이 WHIP (이닝당 출루허용률)인데 이닝당 얼마나 안타와 볼넷으로 출루시켰는지를 나타낸다. 하지만 출루에 중점을 두면서도 1개의 볼넷을 허용한 것과 홈런 1개를 맞는 것이 똑같이 취급되고 도루 실패와 병살타 등 투수의 투구와 무관한 부분도 계산에 포함된다. 따라서 WHIP는 투구의 결과가 아닌 과정에 주목했다는 점에서 야구계에 큰 변화를 준 것은 사실이지만 효용성은 그다지 크지 않다. 이런 이유로 야구를 통계적으로 분석하는 세이버메트릭션 (sabermetrician)들은 1990년대 후반부터 팀의 도움과 무관한 투수 자신이 책임을 지는 지표를 연구하기 시작했다.

사실 투수 자신이 통제할 수 있는 능력은 던지는 공의 종류, 스피드, 컨트롤 등이며 이런 공들이 혼합되어 투수 능력의 차이가 발생한다. 한편 투수의 피안타 종류는 투수 실력차이에 따라 선택이 가능한 것일까? 대부분의 야구팬들은 실력이 뛰어난 투수들은 타자들이 아웃이 될 가능성이 많고 안타가 될 가능성이 적다는 고정관념을 갖고 있다. 그런데 McCracken (2001)은 인플레이된 타구가 안타가 되는 것을 막을 투수의 능력은 없으며 투수가 통제할 수 있는 타격 결과는 삼진 (K), 볼넷 (BB), 사구 (HBP)와 홈런 (HR) 뿐이라고 설명하였다. 타자의 배트에 맞아 안타가 되는 가능성은 수비와 운에 의해 좌우되며

¹ (16890) 경기도 용인시 죽전동 126번지, 단국대학교 응용통계학과, 교수. E-mail: jtlee@dankook.ac.kr

투수 능력의 차이에는 상관이 없다는 말이다. 이런 McCracken의 주장은 과격적인 것이어서 격렬한 논쟁과 검증이 뒤따른 결과, 오늘날 상당부분 근거 있는 것으로 판명되었다. 그는 투수를 평가하는 척도로 수비무관 투수기록인 DIPS (defense independent pitching stats)를 제시하였는데, 이것은 수비와 무관하다고 볼 수 있는 K, BB, HBP, HR 만으로 투수기록을 재구성한 것이다. 또한 수비를 완전히 배제한다는 개념을 공유하는 모든 지표들에 대한 통칭이기도 하다. 하지만 계산 과정이 너무 복잡해서 일반 야구팬들이 널리 사용하기에는 한계가 있었는데 이에 Tango 등 (2007)이 DIPS ERA를 간편한 계산으로 구하는 식을 만들었고 이것이 바로 FIP (Fielding Independent Pitching)다. 투수평가지표에 대한 연구들은 미국프로야구 (Major League Baseball; MLB)인 경우에 세이버메트릭션들의 업적들을 문헌 및 인터넷에서 쉽게 찾아볼 수 있으며, 한국프로야구 (Korean baseball organization; KBO)에서도 인기도와 대중화를 앞세워서 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

최근 연구 중 투수평가지표에 대한 연구로는 Lee (2014a)가 있으며, 그는 투수를 평가할 때 사용되는 대표적인 지표들을 이용하여 그 특성을 반영하는 주성분을 찾아보고 한국프로야구에 적합한 투수들의 능력을 객관적으로 평가할 수 있는 투수지표를 제안하였다. 이 이외에도 출루율과 장타율이 독점에 미치는 연구를 한 Kim (2012), 타자의 능력을 측정하는 통계량들을 주성분분석을 이용하여 8개의 인자를 추출하여 타자의 능력을 비교하는 통계량을 제안한 Lee (2014b), 가중치를 부여한 OPS를 계산할 때 가장 적합한 가중치를 KBO 데이터를 이용하여 추정한 Lee (2014c), 한국프로야구에 적당한 타자력 지수 모형과 지수를 제안한 Hong 등 (2016), 한국 프로야구의 승률을 로지스틱 모형과 프로빗 모형을 통해서 추정한 Kim 등 (2016), 한국시리즈와 같은 우승 결정방식에서 베르누이 시행과 독립성을 가정하는 경우에 상위 팀들이 우승할 확률을 추정하는 방법을 제안한 Cho (2016) 등이 있다.

FIP에 나타나는 계수들은 MLB 리그를 바탕으로 기대득점과 득점가치를 이용하여 완성된 숫자이다. 그런데 한국프로야구의 득점가치는 MLB 리그와 다르기 때문에 KBO의 득점환경을 고려하여 계수의 변화를 준 KBO 리그에 적합한 FIP를 제안하는 것은 매우 의미가 있는 일이다. 따라서 이런 이유로 KBO 타입 FIP인 kFIP를 본 연구에서 제안하였으며, kFIP는 KBO 투수들의 평균자책점 (ERA)을 기존의 MLB 타입 FIP보다 통계적으로 매우 유의하게 잘 예측하며, MLB 타입 FIP와 마찬가지로 사용되는 계수 또한 매우 간단하다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 데이터의 구성, ERA와 FIP의 소개, FIP 계수의 유도과정에 대해 언급하며, 3절에서는 FIP 정의의 선택, KBO 리그의 득점가치, KBO 리그의 FIP 계수의 추정 및 통계적 검정을 다루며 마지막으로 4절에서는 결론을 언급한다.

2. 연구방법

2.1. 데이터의 구성

본 연구에 사용된 데이터는 한국야구위원회에 기록되어 있는 2000년부터 2015년 사이에 있었던 경기 중 규정투구이닝 수를 채운 313명의 투수들의 기록을 분석대상으로 하였다. 기록들은 KBO 공식 사이트인 (<http://www.koreabaseball.com>)에서 구하였으며, 조사된 선수들의 수는 팀명이 해태를 KIA에 포함시키고, 우리, 히어로즈, 현대를 넥센에 포함시키면 삼성 47명, 롯데 40명, 넥센 39명, 한화 39명, SK 37명, KIA 36명, 두산 35명, LG 32명, NC 7명, KT 1명의 순서였다. 한편 본 연구에서 사용하는 투수들의 평가지표인 평균 자책점 (Earned Run Average; ERA)와 FIP에 대한 기술통계 값은 ERA의 경우는 평균 3.82, 분산 0.62, 최댓값 6.37, 최솟값 1.82로 나타났다. 또한 FIP의 경우는 평균 4.16, 분산 0.39, 최댓값 6.24, 최솟값 2.59로 나타났으며 FIP는 2.2절의 식 (2.1)을 이용하여 계산하였다.

2.2. 데이터의 구성

평균 자책점 (ERA)은 투수의 9 이닝당 자책점을 의미하며 비교적 계산하기 쉽기 때문에 예전부터 투수를 평가하는 지표 중에서 가장 중요하게 여겨졌다. 숫자가 작을수록 우수한 투수이며, 인플레이에서 발생하는 야수들의 실책이나 포수의 포일로 인해 내준 점수는 계산되지 않으며 과거에는 방어율이라고 명명되었다. 예를 들어 어떤 투수가 15이닝을 던지고 3자책점을 했다면 평균자책점은 1.80이 되는 것이다. 그리고 FIP는 ERA 대체 통계로 수비수관 평균자책점이라는 뜻이며 실제로 DIPS를 기반으로 좀 더 실용적으로 사용할 수 있는 투수 통계량이라고 할 수 있다. FIP 계산식은 다음 식 (2.1)과 같이 정의하는 데, MLB 공식 사이트인 엠엘비 (www.mlb.com), 베이스볼레퍼런스 (www.baseball-reference.com) 및 팬그래프 (www.fangraphs.com)에서도 모두 같은 공식을 사용한다.

$$FIP = \frac{13 \times HR + 3 \times (BB + HBP) - 2 \times K}{IP} + C. \quad (2.1)$$

식 (2.1)에서 HR, BB, HBP, K는 각각 투수가 허용한 홈런, 볼넷, 사구, 탈삼진의 수를 의미하며 분모의 IP는 투수 이닝수를 의미한다. 또한 상수 C는 식 (2.2)로 정의되는데, FIP의 값을 ERA와 유사한 값으로 바꾸기 위해 더하는 값으로 시즌마다 변화가 있지만 보통 3.1부터 3.2 정도의 값을 가진다. 식 (2.2)에서 \overline{ERA} , \overline{HR} , \overline{BB} , \overline{HBP} , \overline{K} , \overline{IP} 는 각각 ERA, HR, BB, HBP, K, IP의 리그 평균값이다.

$$C = \overline{ERA} - \frac{13 \times \overline{HR} + 3 \times (\overline{BB} + \overline{HBP}) - 2 \times \overline{K}}{\overline{IP}}. \quad (2.2)$$

McCracken (2001)이 타자의 배트에 맞은 공이 아웃이 되거나 안타가 되는 것은 투수의 능력 밖의 영향이 더 많다는 사실을 발견한 이후, 투수가 통제할 수 있는 요소만을 가지고 투수의 성적을 측정할 필요성이 생겨나게 되었는데, 그러한 변화 속에서 가장 대중적으로 사용되는 지표가 Tango (2007)의 FIP이다. FIP는 초기에는 HR, BB, K만 투수평가의 지표로 제시하고 있었으나, 개량된 버전으로 HBP를 추가하였다. FIP가 다른 투수 통계량보다 많이 사용되는 이유는 다른 투수 통계량들은 주로 회귀분석 기법을 사용하여 매년 크게 계수 값이 변하나 FIP는 타격이벤트 별로 기대득점과 평균득점을 이용하여 사건의 모든 상황별 득점가치를 구한 다음 가중평균한 MLB 리그의 득점가치 (run value; RV)를 토대로 작성되었기 때문에 상수의 값만 변하고 계수 값의 변화는 없다는 점을 들 수 있겠다.

2.3. FIP 계수의 유도과정

식 (2.1)로 정의되는 FIP 식에서 13, 3, -2와 같은 계수들은 득점가치를 이용하여 구해지는데, FIP의 계산은 먼저 RAA (runs above average)를 구하는 것으로부터 시작한다 (Flanagan, 2014). RAA란 평균적인 팀 또는 선수 대비 득점기여를 뜻하는 것으로 Palmer와 Thorn (1985)에 의하면 아래와 같이 계산한다.

$$RAA = 0.47(1B) + 0.78(2B) + 1.09(3B) + 1.4(HR) + 0.33(BB + HBP) - 0.27(AB - H). \quad (2.3)$$

식 (2.3)에서 사용된 야구약어는 각각 1루타 (1B), 2루타 (2B), 3루타 (3B), 홈런 (HR), 볼넷 (BB), 사구 (HBP), 타수 (AB), 안타 (H)의 의미다. 식 (2.3)을 수비수들의 능력과 상관없이 오직 투수만이 관여하는 이벤트인 삼진, 사구, 볼넷, 홈런만으로 구성되는 투수의 진짜 능력을 판별하는 식으로 재탄생 시키려면 먼저 AB-H는 단순하게 아웃을 의미하므로, 식 (2.3)에서 -0.27의 득점가치가 있고, MLB에서 투수가 공을 던졌을 때, 타자가 친 공이 그라운드 안으로 들어와 인플레이가 된 상황이 몇 번인가를 헤

아린 BIP (ball in play)의 득점가치는 -0.03의 득점가치로 알려져 있으므로 식 (2.3)의 처음부터 세 번째 항을 묶어서 -0.03(BIP)로 대체할 수 있다. 이상을 정리하면 다음 식 (2.4)가 된다.

$$RAA = -0.27(K) - 0.03(BIP) + 0.33(BB + HBP) + 1.44(HR). \quad (2.4)$$

한편 평균대비 득점기여 (RAA)를 단순득점 (R) 관련 식으로 바꾸려면 MLB인 경우 평균 38.5회의 타석 (PA)가 있고 게임당 평균 팀의 득점이 4.62이므로 식 (2.4)의 야구 이벤트에 0.12 득점가치를 각각 더해주면 식 (2.5)와 같이 된다.

$$R = -0.15(K) + 0.09(BIP) + 0.45(BB + HBP) + 1.52(HR). \quad (2.5)$$

FIP에 들어가는 HR, BB 및 K는 인플레이가 되지 않는 상대적인 이벤트이기에 BIP의 계수를 0으로 만들고 PA당 0.09 득점이 발생함으로 야구 이벤트들의 계수에서 0.09를 빼고 대신 게임당 평균 38.5개의 PA를 더하면 식 (2.6)이 된다.

$$R = -0.24(K) + 0.36(BB + HBP) + 1.43(HR) + 0.09 \times 38.5. \quad (2.6)$$

또한 게임당 9이닝이 있으므로 투구 이닝수 (IP) 버전으로 바꾸면 식 (2.7)이 된다.

$$R = -0.24(K)/IP + 0.36 \times 9(BB + HBP)/IP + 1.43 \times 9(HR)/IP + 0.09 \times 38.5. \quad (2.7)$$

식 (2.7)의 산술계산을 마치면 식 (2.8)이 되며,

$$R = \frac{-2.16 \times K + 3.24 \times (BB + HBP) + 12.87 \times HR}{IP} + 3.47. \quad (2.8)$$

다시 평균자책점 (earned runs average; ERA) 버전으로 바꾸기 위해 식 (2.8)의 우변에 0.923을 곱하면

$$ERA = \frac{-1.99 \times K + 2.99 \times (BB + HBP) + 11.87 \times HR}{IP} + 3.20. \quad (2.9)$$

식 (2.9)가 되고 이것은 FIP의 정의로 소개한 식 (2.1)과 유사한 모양이 된다.

3. 데이터분석

3.1. FIP 정의의 선택

FIP을 계산하는 방법은 Table 3.1에 기술되어 있는 여러 가지 형태가 있는데, 식 (2.1)의 BB 반영부분에서 BB, BB+HBP, uBB+HBP를 고려하는 경우 등으로 차이가 발생한다. 또한 IP 또는 AB 어느 쪽이 더 바람직한지 전문가의 견해도 차이가 많다. 주로 IP가 많이 쓰이지만 수비가 포함된 결과라는 모순이 있기 때문이다. 따라서 ERA에서는 인플레이된 공에 대한 통제를 거의 할 수 없다는 점에 착안하여 이 부분을 일종의 운으로 취급한다면 운이라는 요소를 최대한 분리한 것이 FIP이기 때문에 운은 오랜 세월 측정하면 비슷할 것이고 이런 이유로 FIP는 ERA와 상관관계가 클 수밖에 없고 따라서 두 변수의 상관관계가 가장 큰 모형을 선택하였다.

Table 3.1은 FIP 정의에서 계수 (13, 3, -2)를 사용하는 경우에 ERA와 여섯 가지 모형에 대한 표본상관계수를 보여주는데, 고의사구 (IBB)를 투수의 책임으로 여기지 않는 Model-3이 가장 크게 나타났으며, 한국프로야구에 적합한 Model-3 타입의 FIP 계수를 먼저 구하여 보기로 한다.

Table 3.1 Correlation coefficients of FIPs with ERA

Number	Type	Correlation coefficient
Model-1	$FIP=f(K, BB, HR, IP)$	0.641
Model-2	$FIP=f(K, BB, HBP, HR, IP)$	0.642
Model-3	$FIP=f(K, uBB, HBP, HR, IP)$	0.645
Model-4	$FIP=f(K, BB, HR, AB)$	0.624
Model-5	$FIP=f(K, BB, HBP, HR, AB)$	0.622
Model-6	$FIP=f(K, uBB, HBP, HR, AB)$	0.626

Note. K=strike outs, BB=base on balls, HR=home run, IBB=intentional base on balls, HBP=hit by pitch, IP=inning pitched, uBB=BB-IBB, AB=at bat.

3.2. 득점가치

FIP에 등장하는 계수 (13, 3, -2)는 각 야구이벤트에 등장하는 득점가치 (run value; RV)와 BIP의 득점가치로부터 생긴다. 이런 이유로 KBO에 대한 이상적인 FIP를 제시하는 것은 FIP의 정의에서 HR, uBB, HBP 및 K에 대한 가중치를 합리적으로 잘 정하는 문제이다. 그런데 한국프로야구에 적당한 FIP를 구하기 위해선 한국프로야구 전 경기를 데이터화한 경기실황 데이터 (play by play; PBP)가 필요하다. 하지만 우리나라에서는 일반 야구팬들이 PBP 데이터를 이용하는 것이 거의 불가능하기 때문에 프로야구 전문사이트 중의 하나인 베이스볼인플레이 (www.baseball-in-play.com)에서 구한 득점가치를 간접적으로 사용하였는데, 2005년에서 2014년 사이의 득점가치 평균은 uBB는 0.334, HBP는 0.366, IBB는 0.035, 1B는 0.480, 2B는 0.820, 3B는 1.165, HR은 1.464, OUT은 -0.290으로 나타났다. 웹에는 2005년부터 2014년까지의 연도별 RV 값이 제시되어 있지만 표본 수가 적은 관계로 예상되는 가치와 다른 경우가 발생하여서 최근 10년간 득점가치의 평균값을 이용하여 데이터 분석에 사용하였다.

3.3. kFIP의 계수 추정

한국프로야구에 적당한 FIP를 kFIP라고 표기할 때, kFIP는 한국프로야구의 각 야구이벤트에 대한 득점가치를 이용하여 2.3절의 방법으로 구할 수 있다. 먼저 2005년에서 2014년 사이의 득점가치의 평균을 이용하면 한국프로야구에 대한 RAA는 식 (3.1)과 같다.

$$RAA = 0.48(1B) + 0.82(2B) + 1.17(3B) + 1.46(HR) + 0.33(uBB) + 0.37(HBP) - 0.29(AB - H). \quad (3.1)$$

다음 순서로 식 (3.1)을 K, BIP, BB, HR로 교체하면 식 (3.2)가 된다.

$$RAA = -0.29(K) + \alpha(BIP) + 0.33(uBB) + 0.37(HBP) + 1.46(HR). \quad (3.2)$$

식 (3.2)에서 계수 α 는 PBP 데이터를 사용하거나 수비통계량 UZR (ultimate zone rating)을 이용해서 근사적으로 알 수 있지만 일반 야구팬들은 PBP 데이터를 구할 수 없으며, UZR은 일반 야구팬에게 공개되지도 않는 통계량이므로 일단 미지수로 두고, KBO에서는 실제로 2000년부터 2015년까지 평균 38.88회의 타석 (PA)이 있었고 게임당 평균 팀의 득점이 4.76이므로 다음 단계로 식 (3.2)의 야구이벤트의 계수에 0.12 득점가치를 각각 더해주면 식 (3.3)과 같이 된다.

$$R = -0.17(K) + \alpha(BIP) + 0.12(BIP) + 0.45(uBB) + 0.49(HBP) + 1.58(HR). \quad (3.3)$$

그 다음 야구이벤트의 계수에서 $\alpha + 0.09$ 를 빼고 게임당 평균 38.5개의 PA를 더한 후에 IP 버전으로 바꾼 후에 ERA 모양으로 바꾸면 최종 식을 구할 수 있다.

Table 3.2는 여러 가지 α 값에 대한 ERA와 FIP의 피어슨 상관계수 값들을 보여준다. 그런데 BIP의 실제 RV 값은 ERA와 FIP의 상관관계를 최대화할 가능성이 크므로 이 경우의 α 는 -0.14이다. 그런데

소숫점 3자리만을 고려해도 α 가 -0.12부터 -0.14가 동일한 상관계수 값을 제공한다. MLB는 -0.03부터 -0.04정도의 값이나 본 연구에서 추정된 α 의 값은 이보다 좀 더 작아졌지만 실은 KBO 홈페이지에 나와 있는 투수들은 국내에선 상위급 투수들이다. 따라서 상식적으로도 더 작은 값이 나온 사실을 수긍할 수 있다.

Table 3.2 Values of correlation coefficient for several run value of BIP

α	K	uBB	HBP	HR	correlation
-0.04	-2.1	3.1	3.4	12.5	0.6395
-0.05	-2.0	3.2	3.5	12.6	0.6442
-0.06	-1.9	3.3	3.5	12.7	0.6484
-0.07	-1.8	3.4	3.6	12.7	0.6514
-0.08	-1.7	3.4	3.7	12.8	0.6542
-0.09	-1.7	3.5	3.8	12.9	0.6543
-0.10	-1.6	3.6	3.9	13.0	0.6564
-0.11	-1.5	3.7	4.0	13.1	0.6578
-0.12	-1.4	3.8	4.0	13.2	0.6588
-0.13	-1.3	3.9	4.1	13.2	0.6589
-0.14*	-1.2	3.9	4.2	13.3	0.6590
-0.15	-1.2	4.0	4.3	13.4	0.6582

식 (3.4)은 $\alpha = -0.14$ 를 적용하여 완성한 한국프로야구에 적합한 FIP 공식이다.

$$FIP = \frac{-1.2 \times K + 3.9 \times uBB + 4.2 \times HBP + 13.3 \times HR}{IP} + C. \quad (3.4)$$

식의 간결성을 위하여 식 (3.4)은 소숫점 이하 1자리까지 만으로 기술된 식이며, 팀이나 투수의 실력이 뛰어난 집단일수록 식 (3.4)에서 BB, HBP, HR, K의 계수는 커지게 되는데 그 이유는 BIP의 계수가 작아지기 때문이다.

3.4. kFIP의 제안

kFIP에 적용되는 가중치는 야구이벤트의 기대득점과 득점가치에 의해 정해진다. KBO에서도 매 시즌 각 타격이벤트의 득점가치가 조금씩 바뀌는데, 실제로 바뀔 수도 있고 매시즌 거행되는 야구경기의 수가 MLB보다 훨씬 적어서 이상치의 영향을 받을 수도 있을 것이다. 만일 kFIP의 정의를 MLB 리그 대표 야구 사이트들이 사용하는 식 (2.1)을 사용한다면 계수들이 실제 ERA값들과 상관관계가 최대화될 수 있도록 FIP 식에 등장하는 BB, HBP, HR, K의 계수를 재조정할 필요가 있다.

계수들의 선정 조건으로는 현재 정의된 식 (3.4)의 계수와 비슷하며, 기억하기 편하게 소수점 자리 수를 최소화하고, 표본들의 ERA와 상관관계가 큰 계수를 고르기로 하였다. 고려되는 식 (3.4)의 계수 값에 -1부터 1까지 0.1 간격으로 더한 값을 후보로 하였다. 따라서 K의 계수는 -2부터 0, BB와 HBP의 계수는 3부터 5, HR의 계수는 12부터 14까지 0.1 간격으로 값을 변화시켜서 ERA와 kFIP와의 상관관계가 가장 큰 조합을 찾았는데, 유사한 상관관계로 나타나는 경우는 간단한 정수 모양을 선호하는 전략을 사용하였으며 그 결과 완성된 결과가 식 (3.5)이다.

$$kFIP = \frac{14 \times HR + 3 \times (BB + HBP) - K}{IP} + C. \quad (3.5)$$

각 계수 값의 범위를 좀 더 세분화하면 상관관계가 미세하게 더 커지는 계수 값을 구할 수 있었지만 원래 FIP의 계수가 정수로 표시되기 때문에 세분화하는 것은 별로 바람직하지 않아서 본 연구에서는 생략하였다. 식 (3.5)을 이용하여 ERA 관련 상관계수를 구하면 0.6668로 식 (3.4)의 경우보다 좀 더 커졌는데, kFIP의 최적계수보다 상관관계가 더 크게 된 이유는 득점가치는 KBO 전체 데이터를 사용하였지

만 상관관계를 확인하는 단계에서는 KBO 투수 중 규정투구이닝 수를 채운 투수만을 부득이하게 사용한 이유로 간주된다.

3.5. kFIP의 통계적 유의성

계수 (14, 3, -1)로 제안된 kFIP가 계수 (13, 3, -2)로 제안되는 FIP보다 ERA와 상관관계가 크다는 것은 입증되었지만 그 차이가 통계적으로 유의하다는 것을 검증하여야 한다. 따라서 제안된 kFIP가 기존의 FIP보다 좀 더 ERA와 통계적으로 상관이 큰 것을 확인하기 위하여 사전 및 사후 표본이 동일한 대상을 측정하기 때문에 일표본 *t*-검정을 사용하였으며 표본이 클수록 생기는 유의성 검정의 민감도를 줄이기 위하여 전체 데이터 세트를 10등분하여 10개의 그룹에서도 각각 같은 결과가 성립하는 지를 확인하였다. 따라서 식 (3.6)으로 정의되는 차이 *d*를 고려하고 단측검정 $H_1 : d > 0$ 에 대한 가설검정을 실시하였다.

$$d = |ERA - FIP| - |ERA - kFIP|. \tag{3.6}$$

Table 3.3은 2000년부터 2015년 한국프로야구 투수데이터를 사용하여 계산한 식 (3.5)로 정의된 FIP의 ERA 예측차이 *d*에 대한 기술통계 값인 표본의 개수 (*n*), 평균 (mean), 표준편차 (std. deviation), 최솟값 (minimum), 최댓값 (maximum)을 보여주는 데, 새로 제안된 kFIP가 FIP보다 효율적인 것을 직관적으로 알 수 있다.

Table 3.3 Values of correlation coefficient for several run value of BIP

<i>n</i>	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
313	0.795	0.158	0.364	1.283

Table 3.4는 예측차이 *d*가 통계적으로 유의한 지를 확인하기 위하여 랜덤하게 나는 10개의 투수집단에 적용한 검정결과를 보여주는 데, 각 집단에 속하는 표본의 수, *t*-값과 유의확률이 제시되어 있다. 그

Table 3.4 One-sample test for difference

Group	<i>n</i>	<i>t</i> -value	<i>Pr</i> > <i>t</i>
1	32	28.40	< .0001
2	32	27.68	< .0001
3	32	35.43	< .0001
4	31	25.17	< .0001
5	31	32.08	< .0001
6	31	27.80	< .0001
7	31	28.48	< .0001
8	31	28.03	< .0001
9	31	29.90	< .0001
10	31	24.49	< .0001

결과 10개 그룹 모두 유의수준 0.01%에서도 전부 유의한 것으로 나타나서 제안된 kFIP가 기존 FIP보다 ERA를 잘 예측한다고 할 수 있었다.

4. 결론

야구에서 투수들의 평가는 객관적이고 공정하게 이루어져야 함에도 불구하고 MLB 야구에서도 투수 평가지표에 관한 연구는 1990년대 말까지 별 진전이 없었다. 만일 어떤 투수가 특정 해에 매우 운이 좋았거나 수비수들의 지원을 많이 받았다면 다음 해에는 운과 수비 지원이 보통 수준으로 돌아온다고 예상

할 수 있다. 따라서 투수의 순수한 실력을 측정하는 지표에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며 그 중에서 가장 대중적인 지표는 거의 100% 투수의 책임이라고 할 수 있는 삼진, 볼넷, 사구, 피홈런 만으로 고안된 FIP이다. 하지만 모든 세이브메트릭스의 야구 지표들이 MLB 데이터를 배경으로 형성되었고 FIP에 대해서도 기존의 MLB의 결과를 사용하면 한국프로야구의 현실을 반영하지 못할 가능성이 존재한다.

이런 측면에서 본 연구에서는 한국프로야구의 특성을 반영한 FIP인 kFIP를 피홈런, 볼넷, 사구 및 삼진의 계수를 재조정하여 제안하였으며 제안된 kFIP는 MLB 타입 FIP보다 ERA를 통계적으로 유의하게 좀 더 잘 반영하였다. 기대득점과 득점가치를 기반으로 만들어지는 FIP 계수의 재조정 문제는 기본적으로 실황데이터가 필요하지만 KBO에서는 접근이 용이하지 않기 때문에 본 연구에서는 특정 사이트에서 제공한 득점가치를 기반으로 한 KBO 웹사이트에 게시된 투수 데이터를 이용하여 FIP 계수를 추정하였다. 이런 연유로 한국프로야구 전체 데이터를 반영한 것이 아니어서 추정된 FIP 계수들에 대해 편의가 발생할 수도 있음을 밝혀두며 보다 체계적이고 광범위한 데이터에 기반을 둔 연구는 향후 연구과제로 남겨둔다.

References

- Cho, D. H. (2016). The winning probability in Korean series of Korean professional baseball. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **27**, 663-676.
- Flanagan, J. (2014). *Improving the FIP model*, Degree of bachelor of science, Worcester Polytechnic Institute, USA.
- Hong, C. S., Kim, J. Y. and Shin, D. S. (2016). Alternative hitting ability index for KBO. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **27**, 677-687.
- Kim, H. J. (2012). Effects of on-base and slugging ability on run productivity in Korean professional baseball. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 1065-1074.
- Kim, S. K. and Lee, Y. H. (2016). The estimation of winning rate in Korean professional baseball league. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **27**, 653-661.
- Lee, J. T. (2014a). Pitching grade index in Korean pro-baseball. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **25**, 485-492.
- Lee, J. T. (2014b). Measurements for hitting ability in the Korean pro- baseball. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **25**, 349-356.
- Lee, J. T. (2014c). Estimation of OBP coefficient in Korean professional baseball. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **25**, 357-363.
- McCracken, V. (2001). *Pitching and defense: How much control do hurlers have?*, <http://www.baseballprospectus.com/article.php?articleid=878>.
- Palmer, P. and Thorn, T. (1985). *The hidden game of baseball*, MA: Doubleday, Boston.
- Tango, T. M., Lichtman, M. G. and Dolphin, A. E. (2007). *The book: playing the the percentages in baseball*, Potomac Books, Washington, DC.

Estimation of FIP coefficient in Korea professional baseball

Jangtaek Lee¹

¹Department of Applied Statistics, Dankook University

Received 1 March 2017, revised 26 March 2017, accepted 27 March 2017

Abstract

Fielding Independent Pitching (FIP) is a statistic that measure pitcher performance by eliminating plate appearance outcomes that involve defensive play. FIP uses pitcher dependent outcomes such that walks, strikeouts, hit by pitches, and home runs allowed. The FIP equation derived from linear weights uses three coefficients 13, 3, -2 for evaluating Major League Baseball pitchers. However, these coefficients derived from run value of major league baseball are not suitable to Korea Baseball Organization pitchers due to baseball circumstances. In this study, new FIP called kFIP for Korea Baseball Organization pitchers are provided. We recalculate coefficients and get 14, 3, -1 for evaluating Korean Baseball pitchers. As a result, kFIP is statistically significantly better than FIP at predicting pitcher ERA in KBO League.

Keywords: ERA, FIP, KBO, pitcher, run values.

¹ Professor, Department of Applied Statistics, Dankook University, 126, Yongin, 16890, Korea. E-mail: jtlee@dankook.ac.kr