

A DEA Analysis of the Effect of High Efficient Pitchers on the Team's Advance to the Post Season of the Korean Baseball League

Jae-Hong Kim · Seung-June Hwang[†]

Graduate School of Management Consulting, Hanyang University

한국프로야구에서 효율성 높은 투수가 팀의 포스트 시즌 진출에 미치는 영향: DEA 활용 분석

김재홍 · 황승준[†]

한양대학교 일반대학원 경영컨설팅학과

This study analyzed the relationship between efficient pitchers and teams advancing to the postseason in Korean professional baseball through DEA. A total of 1,133 pitchers who threw more than one inning from the 2014 season to the 2018 season were selected for this study. For DEA analysis, input variables were selected as annual salary and inning output variables as Wins, Saves, and Holds and the number of efficient pitchers for each season was classified using the input-oriented BCC model. After that, it was divided into two groups based on joining the postseason or not, and the number of efficient pitchers was compared through a prop test. As a result of the analysis, the groups that advanced to the postseason in the rest of the season except for the 2014 and 2017 seasons had more efficient pitchers. Considering that the 2014 season recorded the highest WAR (Wins Above Replacement) at 183.56 compared to other seasons, most pitchers threw well, and in the 2017 season, they made more mistakes in pitching than in other seasons, but they performed well in batters. The results of this study have expanded the research field using efficiency analysis in professional baseball and can be used as useful data for practical research.

Keywords : Data Envelopment Analysis, Korean Baseball League, Post season, Pitcher

1. 서론

한국 프로야구는 1982년 6개 구단으로 출범한 이후 2006년 WBC(World Baseball Classic)와 2008년 베이징 올림픽에서 우수한 성적으로 거두며 2002년 당시 연간 263만 명이던 관중은 2008년 563만 명으로 약 130% 증가하여 타 스포츠 대비 높은 관객 성장률을 보였다. 이후 2013년 KT위즈가 합류하며 총 10개 구단 체제로 운영되고 있으며 2015년에는 스포츠 역사상 첫 1,000만 관객을 유치시켰다.

높아지는 관심에 따라 프로야구 선수의 평균 연봉 또한 연 6.5% 수준으로 꾸준히 증가하고 있는데 2002년 5,000만 원 수준이던 평균 연봉은 2019년 1억 5,065만 원을 기록했다.

이처럼 연봉제는 팀에 소속되어 있는 선수에게 개인성과 팀 공헌도에 따라 구단에서 차등 지급하는 능력 중시형 임금제도로써 구단에서 선수들에게 연봉을 지급하는 가장 합리적인 방법이다[12]. 선수들의 평균 연봉과 함께 FA 제도로 계약되는 선수들의 금액도 상승했는데 2000년 평균 연봉 3,994만 원이었던 당시 해태 타이거즈의 이강철은 FA 제도를 통해 3년 8억 원에 삼성과 계약을 맺었다. 이후 FA 시장은 꾸준히 성장했으며 2019년 기준 평균 연

Received 8 April 2022; Finally Revised 24 April 2022;

Accepted 9 May 2022

[†] Corresponding Author : sjh@hanyang.ac.kr

봉보다 최대 100배 높은 금액으로 계약되고 있다. 하지만 FA 제도를 통해 높은 계약금을 받고 입단한 선수들이 평균 연봉 수준으로 받는 선수들에 비해 팀 승률에 큰 영향을 주지 못하고 있다는 연구 결과가 존재한다.

Bae[1]은 2014년 전 FA 다년 계약을 체결한 11명의 선수를 대상으로 DEA 분석을 진행한 결과 2명을 제외한 9명의 선수가 공헌도에 비해 연봉을 과잉으로 받고 있다고 분석했다. 이는 팀 내에서 FA 계약으로 합류한 대부분의 고액 연봉자가 기존 투수들보다 팀 승률에 큰 영향을 미치지 못하고 있음을 나타내며 상대적으로 적은 연봉을 받는 선수들이 불만이 팀 경기력에 부정적인 영향을 끼칠 가능성이 있다. 또한 여전히 모기업 후원금에 높은 의존율을 보이는 구단에도 효율적 운영을 저해할 수 있다.

Chang and Kim[4] 연구에 따르면 프로야구 매출은 크게 입장 수익, 임대수익, 광고 사업, 기타로 나눌 수 있으며 2008년 프로야구 4개 구단의 매출 중 모기업 후원금 명목으로 발생하는 광고 수익은 전체 매출에 82%를 차지했다. 이후 관객 수가 증가하며 입장 수익과 기타수익도 함께 증가해 광고 수익은 66%까지 낮아졌지만, 그 액수는 여전히 증가하고 있다. 이처럼 자체적으로 발생하는 수익만으로 독립적인 운영이 불가능한 구단은 전체 운영비에 75~80%를 선수연봉으로 지출하고 있어 객관적인 선수 가치평가를 통한 효율적 운영 방안이 필요하다.

이렇듯 제한된 자금 안에서 구단의 효율적인 운영 방안을 모색하는 연구가 활발히 진행되고 있으며 일반적으로 투입변수와 산출변수 통해 상대적 효율성을 분석하는 효율성 분석기법을 사용하고 있다.

DEA분석은 Charnes et al.[5]에 의해 만들어진 효율성 분석 기법으로 생산을 목적으로 하는 의사결정집단(Decision Making Units; DMU)에 투입 대비 산출 비율을 측정해 상대적 효율성을 측정하는 기법으로 다수의 투입 산출요소를 동시에 사용할 수 있고 같은 산업의 다른 그룹과 직접적인 비교가 가능하다는 장점이 있다. 스포츠 산업 중에서도 특히 야구 분야에서 구단 가치평가, 선수 경기력 평가 등에 활용되고 있다[18].

한국 프로야구에 효율성 분석과 관련된 지금까지 진행된 연구는 크게 구단 운영 효율성 분석과 선수 효율성 분석으로 나눌 수 있다. 구단 효율성 분석과 관련한 선행연구는 투입변수는 총연봉, 산출변수는 승률과 총 관중으로 설정하여 DEA 분석을 활용해 어떤 구단이 효율성이 높은가? 혹은 벤치마킹 할 수 있는 구단은 어떤 구단 인가에 관련하여 분석했다. 분석 결과 효율성 높은 팀 중 대부분이 포스트 시즌에 진출했다는 공통점이 있었다.

선수 효율성 평가와 관련한 논문은 대부분 투입변수를 선수 연봉, 산출변수를 투수 혹은 타자의 경기지표로 설정해 어떤 선수가 효율성 높은 선수인가에 초점을 맞춰 분석

했다. 이처럼 한국 프로야구에 효율성 분석을 활용한 연구는 두 가지 방향에 집중 되어있고 효율적인 선수가 팀 승률에 영향을 미치는 지에 관련된 연구는 부족하다[7].

프로야구는 한 시즌 총 144경기를 치르며 크게 정규리그와 정규리그 1~4위를 모아 우승을 가리는 포스트 시즌으로 나뉘는데 일반적으로 정규리그는 130경기, 포스트 시즌은 와일드카드, 준 플레이오프, 플레이오프, 한국 시리즈로 구성되어 있으며 총 13~14경기를 치른다.

2011~2016시즌 정규리그와 포스트 시즌 평균 입장 수익을 분석해 본 결과 정규리그의 총 입장 수익은 평균 724억 원, 포스트 시즌은 84억 원으로 나타났으며 한 경기당 입장 수익을 비교했을 때 정규리그는 5.4억 원, 포스트 시즌은 6.5억으로 포스트 시즌이 더 높은 경기당 수익을 보였다. 또한 한국 야구 위원회(KBO)는 시즌 종료 후 포스트 시즌 총 입장 수익 금액에서 유소년 발전 기금 등으로 지출되는 비용 45%를 제외한 나머지 55%를 해당 시즌 우승 구단에 50%, 준우승 구단 25%, 플레이오프 탈락 팀 15%, 준플레이오프 탈락 팀 10% 순으로 차등 지급한다. 이러한 부분을 볼 때 포스트 시즌에 진출한 구단은 정규리그만 참여한 다른 구단보다 더 많은 매출을 만들어 낼 수 있다. 한 예로 2012 시즌 포스트 시즌 총 입장 수익은 104억 원으로 당시 포스트 시즌 사상 가장 많은 입장 수익을 달성했다. 2012시즌 우승 구단은 삼성 라이온즈로 삼성의 2012 정규리그 수익은 전체 9개 구단 중 7위로 57억 원을 달성했지만 포스트 시즌 분배금으로 37억 원을 받아 총수익금이 전체 시즌 4위로 상승했다. 이때 삼성이 받은 포스트 시즌 우승 분배금은 정규리그 수익에 37%에 해당하는 금액이다. 이처럼 전체 매출 중 모기업 후원금 다음으로 높은 비중을 차지하는 입장 수익을 증가시키기 위해선 자체 홍보 및 마케팅에 집중하는 것 보다 먼저 좋은 경기력을 보여 포스트 시즌과 같은 주목도 높은 경기에 진출하는 것이 구단 이미지와 매출에 더 긍정적인 효과를 나타낼 수 있다[8].

프로야구 선수 혹은 구단을 대상으로 투입과 산출변수를 설정하여 효율성을 측정하는 선행연구는 다수 존재하지만, 효율성 높은 선수들이 실제 팀 경기력이나 구단 매출에 직접적인 영향을 주는 포스트 시즌 진출과의 연관성을 분석한 연구는 부족한 실정이다. 앞서 2012시즌 삼성의 사례를 미루어 볼 때 모든 구단에 포스트 시즌 진출은 한 시즌 시작의 목표이기도 하며 좋은 경기력으로 많은 팬층을 확보하여 매출 증가도 기대 할 수 있는 기회이기도 하다.

이에 효율적인 운영을 도모하는 한국 프로야구 구단에 DEA 분석을 적용한 학술적, 실무적 한계를 인지하여 효율성 높은 투수를 대상으로 포스트 시즌 진출과의 상관관계를 분석하고 구단이 체계적으로 선수 가치평가와 연봉채정을 할 수 있도록 도움을 주고자 본 연구를 진행했다.

본 연구 결과는 효율적인 운영을 위해 적절한 선수 가치평가를 통하여 연봉을 책정하려는 구단에 도움을 줄 것이다.

2. 선행연구

2.1 자료포락분석 (DEA)

자료포락분석(Data Envelopment Analysis; DEA)은 선형 계획법에 따른 모형으로 의사결정변수(Decision Making Units; DMU)의 투입변수 대비 산출변수의 상대적 효율성을 측정하여 효율적 집단과 비효율적 집단으로 구별하는 분석법이다. DEA 분석은 크게 규모수익불변을 가정하는 Charnes et al.[5]이 제시한 CCR 모델과 규모수익 불변을 가정하는 Banker et al.[2]가 제시한 BCC 모델로 나뉜다. 규모수익불변을 가정하는 것은 투입량이 1% 증가하면 산출량도 동일하게 1%가 증가한다는 의미이다. 이 두 가지 모델은 투입변수와 산출변수 중 어떠한 변수를 통제 가능 변수로 설정하는지에 따라 투입 지향과 산출 지향으로 나뉜다. 투입 지향모델은 투입변수가 통제 가능할 때 기존 산출변수 대비 얼마만큼 투입을 줄일 수 있는가를 파악하여 효율성을 측정하는 기법이며 반대로 산출 지향 모델은 산출 변수가 통제 가능할 때 기존 투입물 대비 산출량을 얼마나 증가시킬 수 있는가를 파악하여 효율성을 측정한다. 그리하여 DEA 모델은 크게 1) 투입 지향적 CCR 모델, 2) 산출 지향적 BCC 모델, 3) 투입 지향적 BCC 모델, 4) 산출 지향적 BCC 모델로 나뉜다[17]. 본 연구는 투입변수인 연봉과 이닝 수와 산출변수인 승, 세이브, 홀드 특성상 동일한 비율로 상승할 수 없고 투입변수가 통제 가능하기에 아래 식과 같은 투입 지향적 BCC 모델을 사용했다.

$$\begin{aligned}
 &Max\ h_0 : \left(\frac{\sum_{n=1}^N \mu_n y_n^k + \mu_0}{\sum_{m=1}^M v_m x_m^k} \right) \\
 &\text{subject to} \\
 &\left(\frac{\sum_{n=1}^N \mu_n y_n^j + \mu_0}{\sum_{m=1}^M v_m x_m^j} \right) \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, J); \\
 &v_m \geq \epsilon > 0, \quad (m = 1, 2, \dots, M); \\
 &\mu_n \geq \epsilon > 0, \quad (n = 1, 2, \dots, N)
 \end{aligned}$$

DEA 모델은 투입량과 산출량이 일정하게 증가하는 규모수익불변(Constant Returns to Scale; CRS)을 가정한다.

Charnes[5] 연구와 규모의 효율성을 반영하지 못한 CCR 모델의 한계를 보완하여 규모수익불변(Variable Returns to Scale)을 가정한 Bankers[3]의 BCC 모델로 발전되어 왔다.

평가 대상인 DMU의 투입량 $(x_1^k, x_2^k, \dots, x_m^k)$ 에 가중치인 (v_1, v_2, \dots, v_M) 를 곱한 값을 산출량 $(y_1^k, y_2^k, \dots, y_n^k)$ 에 가중치 $(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)$ 를 곱한 수로 나누면 k번째 관측치의 상대적 효율성은 $\left(\frac{\sum_{n=1}^N \mu_n y_n^k}{\sum_{m=1}^M v_m x_m^k} \right)$ 같이 구할 수 있다. 이때 평가대상 k번째 관측치의 효율성이 최대가 될 때 관측치의 효율성 값이 1을 넘지 않아야 한다.

2.2 한국 프로야구 구단 운영의 효율성

효율성 분석을 활용한 프로야구 구단 운영에 관한 선행 연구는 구단의 매출 중 여전히 높은 모기업 후원금으로 구단 자체적으로 독립적인 운영이 어려운 가운데 효율성 분석을 통해 주어진 예산을 효율적으로 사용하기 위한 방안을 모색하는 연구가 진행되어왔으며 <Table 1>에 정리되어 있다. 정리하자면 구단의 경기력 향상을 통해 관객의 수요를 증가시키고 선수 연봉 등으로 지출되는 운영비용을 최소화하는 것이 최선의 효율적인 운영 방안이라는 결론을 내렸다[7]. 구단 운영 관련 선행연구는 투입변수로 총연봉 산출변수로는 팀 승률, 관중 수를 사용했으며 분석 결과 효율성 높은 대부분의 구단이 포스트 시즌에 진출했다는 공통점이 있다. 본 연구는 구단 비용 중 큰 부분을 차지하는 선수 연봉과 이닝 수를 투입변수로 투수의 경기력 지표로 산출변수로 설정하여 분석을 진행하였으며 관객 수, 입장 수익 등 구단 운영에 영향을 미치는 다른 지표는 배제하였다.

<Table 1> Prior Research on the Operation of Professional Baseball Teams Using DEA

Reference	Input	Output
[15]	Salary Players Staff Population	Spectato, Winning
[14]	Salary	Winning Spectators
[19]	Salary	Winning Revenue
[13]	Salary	Spectators Revenue

2.3 한국 프로야구 선수의 효율성

프로야구 선수 효율성을 분석한 연구는 재정적 제한이

있는 구단이 과열된 FA 제도 인해 구단의 재정 중 75~80%가 연봉이 지출되고 있는 상황에서 더욱더 객관적이고 효율적인 선수 가치평가를 통하여 효과적인 지출 방안을 제시하기 위한 목적으로 연구가 진행되었다. 선행연구에서 투입변수는 연봉 산출변수는 투수 혹은 타자의 경기력 지표를 사용하였으며 선수의 경기력 향상을 위한 방법을 도출하기 위해 효율성 분석을 사용하기도 했다. 구단 운영 효율성과 관련한 선행연구와는 다르게 선수 효율성 분석 결과는 앞서 설명한 방향 이외에도 특정 시즌 효율성 높은 선수분석과 특정 경기의 승패 요인 분석, 선수연봉과 경기력 간의 상관관계를 보며 연봉 차이로 발생하는 갈등 구조 분석 등 다양한 방향으로 연구가 진행되었으며 아래 <Table 2>에 정리되어 있다.

<Table 2> Prior Research on Professional Baseball Players Using DEA.

Reference	Input	Output
[7]	Salary	Pitching and Batting stats
[6]	Salary	XR FIP
[1]	Salary	XR OPS
[18]	PA Steal attempt	wOB, Steal Score
[9]	Salary	ERA, Inning, PA, AB

3. 연구방법

3.1 연구대상 및 자료처리방법

본 연구는 한국 프로야구의 효율성 높은 투수와 포스트 시즌 진출과의 상관관계를 분석하는 것이 목적이다. 투수의 경기력이 타자보다 경기에 더 큰 영향을 미친다는 Jeong[7]의 연구에서 근거하여 연구 대상을 투수로 선정하였으며 연구 목적을 달성하기 위해 한국야구위원회(Korea Baseball Organization; KBO)에 등록되어있는 투수 중 2014~2018시즌 1이닝 이상 던진 모든 투수를 시즌별로 분류했다.

DEA 분석을 위해 투입변수는 연봉, 이닝 수로 선정하였고 산출변수는 연봉과 밀접한 관련이 있으며 투수 연봉을 책정하기 위한 고과 지표에 언급된 승(W), 세이브(SV), 홀드(HLD)로 선정하였다[11, 16]. 연구 대상은 DEA 분석

에 변별력을 높이기 위해서 DMU의 수는 투입변수와 산출변수의 합보다 최소 3배 곱한 값이어야 한다는 조건을 충족한다. 본 연구에 필요한 자료는 한국야구위원회와 www.statiz.com를 참고하였고 자료처리는 B-Box를 이용하였다.

<Table 3> Total Pitcher who have Thrown more than one Inning from 2014~2018

Season	2014	2015	2016	2017	2018
Total of Pitcher	193	222	242	226	250

3.2 연구절차

본 연구는 실증분석을 위해 2014~2018시즌 1이닝 이상 던진 모든 투수를 대상으로 투입변수는 연봉, 이닝 산출변수는 승(W), 세이브(SV), 홀드(HLD)로 설정하여 DEA 분석을 진행해 각 시즌 별로 효율성 높은 투수 수를 분석했다. DEA 분석의 BCC 모델은 투입량 대비 산출량의 비율을 분석한 것으로 효율성 값이 1인 집단을 효율성 높은 집단으로 분류하며 본 연구에서 언급하는 효율성 높은 투수는 분석값이 1인 집단에 속하는 투수를 대상으로 한다.

본 연구에서 설정한 산출 변수는 투수의 연봉을 결정하는 요소 중 큰 비중을 차지하는 고과 지표에 속한 자료이며 구단마다 조금씩 차이는 존재하지만, 투수는 해당 지표를 평가받아 연봉이 결정된다[16, 17]. 그 후 10개 구단을 포스트 시즌 진출 여부로 진출한 그룹을 A그룹, 탈락한 그룹을 B그룹으로 분류하여 포스트 시즌에 진출한 그룹의 효율성 높은 투수 수와 탈락한 그룹의 효율성 높은 투수 수를 비교했다. 포스트 시즌에 진출할 수 있는 구단은 총 4개 구단으로 탈락한 B그룹에 구단 수가 더 많기 때문에 비율 차이 검정을 통해 두 그룹 간 효율성 높은 투수 수에 유의미한 차이가 있는지 비교했다. 2014 시즌은 KT가 1군으로 승격하기 전이기 때문에 총 9개 구단으로 분석을 진행했다.

4. 분석결과

4.1 프로야구 투수의 효율성과 팀 성적 간 상관관계

본 연구는 먼저 2014~2018시즌 동안 한국야구위원회에 등록되어 1이닝 이상 마운드에 오른 선수를 대상으로 투입 지향적 BCC 모델을 사용하여 시즌별 효율성 높은 투수 총수를 분석하였다. 그 후 포스트 시즌에 진출한 구단을 A 그룹, 탈락한 구단을 B그룹으로 분류하여 두 그룹의 효

효율성 높은 투수 수를 아래 <Table 4>에 비교하였다. 2017년도를 제외한 나머지 2014, 2015, 2016, 2018시즌에서 포스트 시즌에 진출한 A그룹이 탈락한 B그룹보다 효율성 높은 투수를 더 많이 보유하고 있었으며 각 구단이 보유한 효율성 높은 투수 수 평균은 모든 시즌에서 포스트 시즌에 진출한 구단이 더 많이 보유하고 있었다.

<Table 4> 2014~2018 DEA Analysis Results

Season	Group	Total of High Efficient Pitcher	Average of High Efficient Pitcher
2014	A	21	5.25
	B	17	1.83
2015	A	14	3.5
	B	11	1.83
2016	A	16	4
	B	9	1.5
2017	A	17	4.25
	B	20	3.33
2018	A	37	9.25
	B	32	5.33

4.2 두 그룹 간 비율 차이 검증

포스트 시즌 진출 여부로 구단을 두 그룹으로 분류하였는데 포스트 시즌에 진출한 그룹의 수는 4개 구단으로 한정되어 있어 진출하지 못한 그룹의 구단 수가 더 많아 비율 차이 검정을 통하여 두 그룹 간 효율성 높은 투수 수의 차이가 유의미한 결과를 나타내는지 분석하였다. 유의수준은 $p = .05$ 로 설정하여 그룹별 효율성 높은 투수 수의 차이를 분석한 결과 2014, 2017시즌을 제외한 2015, 2016, 2018시즌에서 유의미한 차이를 보였으며 2014~2018시즌 모든 선수를 분석한 결과에서도 포스트 시즌에 진출한 그룹이 효율성 높은 투수를 더 많이 보유하고 있었으며 두 그룹 간에도 유의미한 차이를 보였다. 2014 시즌과 2017시즌은 유의수준 각각 $p = .120$ 과 $p = .181$ 로 그 차이가 유의미하지 않게 나타났다.

유의미한 차이가 나지 않은 2014시즌을 분석한 결과 10개 구단인 타 시즌과 달리 2014시즌은 9개 구단으로 투수 수가 5개년 중 가장 적었다. 또한 투수 개인의 경기력을 볼 수 있는 대체 선수 대비 승리 기여도(WAR) 지표를 시즌 별로 분석해본 결과 타 시즌은 모두 172 이하인 반면 2014시즌은 183.56으로 월등히 높게 나타났으며 A, B 두 그룹 간 투수 수 차이도 타 시즌에 비해 크게 차이 나지 않았다. 이는 2014시즌은 투수들 대부분이 대체로 좋은 경기력을 보였기에 그 차이가 유의미하지 않게 나타났다고 볼 수 있다. 유의미한 차이를 보이지 않은 2017년의 투수

경기력 지표 분석해본 결과 5개년 중 가장 많은 사구 953개를 기록했다. 반면 2017 시즌 타자 경기력 지표를 보았을 때 득점과 직접적인 연관이 있는 루타가 22,060점으로 5개 시즌 중 두 번째로 높았으며 특히 2루타와 홈런의 수가 각각 2,584점, 1,547점으로 가장 많았다. 해당 경기력을 미루어 보았을 때 2017 시즌은 투수 부분에서 상대적으로 높은 실책이 많이 나왔지만 타자 부분에서 좋은 경기력을 보였기에 A, B 그룹 간 차이가 유의미하지 않게 나타났다고 해석할 수 있다. 예로 2017년 우승한 KIA의 투수 경기력을 보면 10개 구단 중 삼진 5위, 자책 6위, 안타 3위를 기록한 반면 타자 부분에서 루타 1위로 2위를 기록한 두산과 무려 71점 차이를 보였다. 4위를 기록한 NC는 투수 부분에서 세이브와 홀드 모두 5위를 기록했지만, 타석에서 안타 3위 2루타 2위 삼진 7위를 기록했다. 2017시즌 개별 팀 경기력 분석 결과를 보았을 때도 상대적으로 저조했던 투수 경기력을 타선에서 이끌어 간 것을 볼 수 있다.

<Table 5> 2014~2018 Prop Test Results

Season	Group	Efficiency Pitcher		χ^2	p-value
		High	Low		
2014	A	21	64	2.418	.120
	B	17	91		
2015	A	14	67	4.629	.031
	B	11	130		
2016	A	16	80	6.896	.009
	B	9	137		
2017	A	17	65	1.787	.181
	B	20	124		
2018	A	37	68	5.285	.022
	B	32	113		
14~18	A	105	344	11.042	.001
	B	89	495		

5. 결 론

한국 프로야구 시장은 타 스포츠 대비 높은 관객 수와 매출 증가율을 보이고 있으며 선수들의 평균 연봉 또한 매년 약 6.5% 수준으로 증가하는 반면 구단의 매출 비중은 여전히 모기업 후원금으로 지급되는 광고비에 높은 의존율을 보인다. 적자를 기록하는 대부분의 구단은 보다 나은 경기력으로 포스트 시즌에 진출하여 우승하기 위해 평균연봉에 최대 약 100배 차이 나는 FA 선수를 영입하지만, FA 계약을 통해 입단한 선수가 평균 연봉을 받는 선수에 비해 좋은 경기력을 보이는지에 못하고 있다는 연구 결과들이 다수 존재하며 이는 구단의 효율적 운영을 방해

하고 있음을 알 수 있다. 한정된 제정안에서 효율적인 운영을 모색하는 구단은 지출하는 비용 중 70%를 차지하는 선수연봉을 적절한 선수 가치평가를 통하여 사용하는 것이 효율적 운영에 큰 도움을 줄 수 있으며, 효율성 높은 선수가 실제 팀 경기력에 영향을 주는지에 대한 연구 필요성이 있다고 판단된다.

본 연구는 투수와 타자 중 투수가 팀 경기력에 더 큰 영향을 미친다는 선행연구를 기반으로 하여 2014~2018시즌 별 효율성 높은 투수 수를 투입 지향적 BCC모델로 분석하였고 포스트 시즌 진출 여부로 진출한 그룹과 탈락한 그룹으로 분류하여 두 그룹별 효율성 높은 투수 수를 비율 차이 검정을 통하여 유의미한 차이가 있는지 분석했다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, DEA 분석을 통하여 시즌별 효율성 높은 투수를 분석한 결과 2017년도를 제외한 나머지 2014, 2015, 2016, 2018시즌에서 포스트 시즌에 진출한 그룹이 탈락한 그룹보다 더 많은 효율성 높은 투수를 보유하고 있었으며 모든 시즌에서 포스트 시즌에 진출한 구단들이 평균적으로 더 많은 효율성 높은 투수를 보유하고 있었다.

둘째, 포스트 시즌에 진출한 그룹과 탈락한 그룹은 그룹 내 구단 수에 차이가 있기 때문에 비율 차이 검정을 통해 두 그룹 간 효율성 높은 투수 수의 차이를 검정한 결과 2014시즌과 2017시즌을 제외한 2015, 2016, 2018시즌에서 유의미한 차이를 보였다. 유의미한 차이를 보이지 못한 두 시즌은 다른 경기지표를 통해 시즌을 분석해본 결과 2014시즌은 타 시즌 보다 대체선수 대비 승리기여도(Win above Replacement; WAR) 부분에서 더 높은 기록을 보였다. 대체선수 대비 승리기여도는 한 선수가 대체될 수 있는 다른 선수대비 몇 승을 더 팀에게 가져다 줄 수 있는지 분석하는 지표로 4개 시즌 모두 172 이하인 반면 2014시즌은 183.56으로 높았던 것으로 미루어 볼 때 2014시즌에서는 대부분의 투수가 좋은 경기력을 보였다고 볼 수 있다.

유의미한 차이를 보이지 못한 2017시즌의 경기력을 분석해 본 결과 투수평가 지표 중 몸에 맞추는 사구 개수가 타 시즌 평균인 789개보다 더 많은 953개를 기록했다. 반면 타자 경기력에서 득점에 연결되는 지표인 안타, 2루타, 3루타, 홈런을 모두 합한 루타가 22,060점으로 가장 높은 2018시즌에 22,727점 다음으로 많았으며 그중 2루타와 홈런 또한 각각 2,584점, 1,547점으로 5개 시즌 중 2번째로 많은 것으로 볼 때 2017시즌은 투수에서 실수가 많았던 반면 타자들이 좋은 경기력을 보였다고 볼 수 있다. 2017시즌 우승을 거머쥔 KIA의 투수 경기력을 보면 985개 삼진, 691개 자책이 각각 5위 6위로 평범했지만, 타자 경기력에서 루타 2,414개로 1위를 기록했으며 2위인 두산과 71개 차이를 보였다. 해당 시즌 4위를 거둔 NC의 경기력 지표를 보면 투수 부분에서 32개 세이브(SV)와 51개 홀드로

모두 5위를 기록했지만 타자 부분에서 안타 1,489개, 2루타 277개로 각각 3위와 2위를 거두었다. 이 같은 팀 경기력 분석 결과는 투수의 경기력은 부족했지만 타석에서 좋은 경기력을 보였다는 분석 결과를 뒷받침한다.

본 연구는 효율성 분석을 적용한 한국 프로야구 산업에 제한적인 연구 방향에 폭을 넓혔으며 과거 3~5개년 효율성 분석 데이터를 바탕으로 선수 연봉 인상 혹은 삭감 상한선 제안 연구에 실용적인 자료로 활용될 수 있다. 효율성 분석을 진행한 총 5개 시즌 중 특정 시즌에 효율성 낮은 투수를 대상으로 민감도 분석을 진행한 결과 해당시즌 지급받은 연봉 2억 7,000만 원에서 1,843.75만 원을 감소해야 효율성 높은 그룹에 포함되었다. 반대로 특정시즌 효율성 높은 그룹에 포함되어 연봉 4,000만 원을 받은 투수는 분석결과 4,129만 원까지 인상하더라도 효율성 높은 그룹에 포함되었다.

다만 본 연구에서 산출변수로 활용한 승(S), 세이브(SV), 홀드(HLD)는 선수 개인의 경기력 이외에 영향을 줄 수 있는 다른 변수가 다수 존재한다. 따라서 향후 연구에서 선수 개인의 경기력을 통계적 분석기법을 통해 분석한 세이버 매트릭스 지표를 활용한다면 더 높은 타당성을 확보할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

This work was supported by the fund of Hanyang University (HY-2021-G)

References

- [1] Bae, J.S., Park, J.H., and Won, D., The relative efficiency analysis of Korean professional baseball free agent players using DEA model, *Korean Journal of Sport Science*, 2014 Vol. 26, No. 3, pp. 582-595.
- [2] Banker, R.D., Charnes, A., and Cooper, W.W., Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 1984, Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1092.
- [3] Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., Swarts, J., and Thomas, D.A., An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses, *Research in Governmental and Non-Profit Accounting*, 1989, pp. 125-163.
- [4] Chang, K.R. and Kim, M.C., A study on the financial revenue and expenditure structure using a profit-loss statement in Korean pro baseball teams, *The Korean*

- Journal of Physical Education*, 2014, Vol. 53, No. 3, pp. 357-396.
- [5] Charnes, A., Cooper, W.W., and Rhodes, E., Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 1978, Vol. 2, No. 6, pp. 429-444.
- [6] Jang, J.Y., A cost-efficiency analysis about Korea professional baseball player's performance and payroll [master's thesis], [Seoul, Korea]: Korea University, 2016.
- [7] Jeong, J.Y., Jang, S.Y., Park, J.H., and Yun, H.J., Analysis of relationship between team efficiency and team performance in Korea professional baseball team applying bottom-up DEA method, *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*, 2017, Vol. 19, No. 4, pp. 99-108.
- [8] Jeong, Y.J. and Kim, S.S., Factors affecting the value of Korean professional baseball teams, *The Korean Journal of Physical Education*, 2013, Vol. 52, No. 5, pp. 547-599.
- [9] Kang, I.K. Lee, W.K., Jung, H.M., Chu, U., A study on the recruiting method for Korean Baseball players based on the efficiency analysis approach, *Journal of Information Technology and Architecture*, March 2014, Vol. 11. No. 1, pp. 75-80.
- [10] KBO Korean Baseball Rules Publication, Korean Baseball Organization(KBO), 2019, pp. 1-635.
- [11] Lee, J.T., Salary determinant of Korean professional baseball pitchers using quantile regression, *Journal of the Korea Data And Information Science Society*, 2020, Vol. 31, No. 4, pp. 653-662.
- [12] Lee, J.Y. and Kang, H.M., The relationship between annual salary and performance of Korean professional baseball pitchers, *Korean Society for the Sociology of Sport*, 2001, Vol. 14, No. 1, pp. 115-124.
- [13] Lee, Y.H., Measuring efficiency of Korean professional sport teams by data envelope analysis [master's thesis], [Seoul, Korea]: Seoul University, 2005.
- [14] Lee, Y.J., The Management Efficiency Analysis of Korean Baseball Teams [master's thesis], [Seoul, Korea]: Hanyang University, 2014.
- [15] Lim, N.K., Cho, M.H., Chung, T.W., An analysis of the operational efficiency of major league baseball in Korea: Based on the analyst model analysis, *The Korean Journal of Physical Education*, 2017, Vol. 56, No. 6, pp. 309-320.
- [16] Seung, H.B. and Kang, K.H., A study on relationship between the performance of professional baseball player and annual salary, *Journal of the Korea Data & Information Science Society*, 2012, Vol. 120, No. 3, pp. 253-290.
- [17] Sin, M.S., A comparison on methods for estimating player's annual salaries in Korean professional soccer league and Korean professional baseball league, *Korean Society For Sport Management*, 2003, Vol. 7, No. 2, pp. 141-155.
- [18] Suk, Y.K., Selecting the batters of national baseball squad using data envelopment analysis, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2014, Vol. 15, No. 1 pp. 165-172.
- [19] Won, D., Kang, H., and Hwang, S., Productivity change and relative efficiency of Korean professional baseball teams, *Journal of the Korea Contents Association*, 2012, Vol. 12, No. 8, pp. 330-342.
- [20] www.statiz.com.

ORCID

Jae-Hong Kim | <http://orcid.org/0000-0002-3594-3880>Seung-June Hwang | <http://orcid.org/0000-0003-2692-0043>