

프로야구 승률에 대한 분석을 통한 한화 이글스의 개선방안

김상민, 김준병, 이지환

I. 서론

1. 연구배경

1986년 대전을 연고지로 한 빙그레 이글스(現한화이글스)(이하 한화이글스)가 창단 되었다. 한화 이글스는 창단 첫 시즌 7위로 최하위를 기록하였지만, 1988년부터 96년까지 중상위권에 위치하며 전성기를 맞이했다. 88', 89', 91', 92', 99', 06', 07'에 한국시리즈에 진출하기도 하였으며 1999년에는 창단 이래 첫 우승을 맛보기도 하였다. 하지만 그 이후 성적은 초라하기 짝이 없다. 특히 2009년부터 한화는 하위권에 머물러 있으며, 타 팀의 팬들에게 꼴화, 꼴직스 등 팀 마스코트인 독수리를 닭에 빗대어 조롱 받고 있다. 하지만 한화 이글스의 팬들은 그런 한화를 항상 응원하며, 팀의 순위에 연연하지 않고 강한 충성심을 보여주고 있다. 이러한 팬들의 서포팅을 바탕으로 이번 15시즌 한화는 야구의 신 김성근 감독을 영입하고 투수 권혁, 송은범, 배영수를 영입하며 투수진 보강에 나섰다. 이 외에도 이용규 등 리그에서 잔뼈 굵고 우승 경력이 있는 대형선수들을 대거 영입하며 팀의 분위기를 바꾸려는 노력을 하였지만, 그럼에도 불구하고 올 시즌의 전망은 밝지 않은 실정이다. 또한 현재 10개 구단 중 7위에 머물러 있고 팀의 분위기마저 좋지 않다. 따라서 한화 이글스의 개혁에 더욱 도움을 주고자 이 논문을 집필하기로 하였고 방법을 찾던 중 영화 '머니볼'에서 나온 머니볼 이론에 대해 관심을 갖게 되었다. 머니볼 이론의 창시자 빌리 빈 오클랜드 단장은 스타선수, 홈런, 타율보다 출루율이 승리에 더욱 연관이 있다는 사실을 머니볼 이론에 입각한 빅데이터 분석을 통해 알아냈고 그에 따른 영입을 함으로써 만년 하위권 팀을 상위권 팀으로 발돋움 했다. 또한 2003년 미국 프로야구팀 보스턴 레드삭스는 세이버 메트릭스의 창시자인 빌 제임스를 고용하여 야구 데이터를 활용한 선수선별과 영입을 통해 86년 만에 월드 시리즈를 제패하기도 했다. 하지만 국내 KBO 리그에는 이러한 세이버 메트릭스 분석이 매우 부족한 현실이다. 따라서 회귀분석을 통한 경기 요인과 승률 및 승리에 대한 관계를 밝히고, 한화의 부족한 점을 파악하여 좋은 영입을 위한 정보를 제공하여 팀의 발전에 기여를 하고자 이 논문을 집필하게 되었다.

2. 기존 연구현황 및 연구방법

기존 연구자료를 찾아 본 결과, 세이버 메트릭스에 기인한 경기력에 관한 연구자료들이 있었으나 세이버 메트릭스를 이용한 선수영입과 팀 발전에 관한 내용은 없었다. 하지만 투수와 타자의 단순 데이터를 이용한 영입 효율성에 관한 논문¹⁾이 있었다. 해당 논문에 착안을 받아 세이버 메트릭스 지표들과 효율적인 선수영입을 접합 시키는 논문을 집필하기로 하였으며 연구방법은 다음과 같다.

1. 세이버 메트릭스에 따른 경기력 요인들 중 승률에 영향을 미치는 요인들을 구해 최적의 모델을 설정한다.

1) 강인교, 이우기, 정혜민, 추웅(2014). 효율성 분석을 이용한 한국프로야구 선수 영입효과에 관한 연구

2. 세이버 메트릭스에 따른 최적의 경기력 요인들을 바탕으로 상위권 팀의 평균을 구하고 한화 이글스의 평균과 비교 분석한다.
3. 다중회귀분석을 통해 구해낸 승률에 영향을 미치는 요인들 중 한화가 가진 단점을 보완하기 위한 선수영입 리스트를 작성한다.

이 논문은 최하위 한화 이글스를 한국시리즈 진출팀으로 도약시키는데 필요한 정보를 제공하기 위하여 집필되었으며, 실제 머니볼에서 경제, 통계적인 분석방법으로 꼴찌에서 상위권팀으로 발돋움한 오كل랜드 애슬레틱스의 기적을 한화 이글스에 재현하고자 하는데 있다.

II. 연구방법

1. 승률의 결정요인 후보에 대한 선별

우리나라 프로야구 구단의 승률에 영향을 미치는 결정요인들을 실증적으로 판별하기 위해 일관성있는 자료 확보가 가능한 범위 내에서 후보들을 선별하였다. 후보들은 국내외 프로야구에 관해 과학적 분석을 통해 얻어진 세이버 메트릭스 지표들과 국내외 연구에서 거론되었던 주요 지표들을 바탕으로 선별하였다. 승률에 큰 영향을 미칠것이라 생각되는 요인인 원정과 홈은 선행 연구결과²⁾로 영향이 미비하다 판별되었으므로 제외하였다. 또한 변수들의 보다 직관적인 이해를 돕고자 공격요인과 수비요인 두가지의 범주로 분류하였다.

1) 공격요인

각 구단의 공격력을 평가하기 위한 요인으로는 타율, 장타율, 출루율, 홈런등이 가장 대표적이다. OPS(출루율+장타율)는 가장 보편화된 세이버 메트릭스의 지표중의 하나지만 선행연구결과³⁾를 통해 출루율과 장타율로 분리해서 모형을 설정하는 것이 더 나은 것으로 판별되어 본 연구에서도 그와 같은 방법을 따른다. 홈런을 나타내는 지표로는 홈런수가 아닌 안타당 홈런의 비율을 나타낸 홈런율을 사용하였다. 홈런율을 사용한 이유로는 홈런수는 각 구단마다 타수가 다르므로 상대적으로 나타나기에 보다 객관적인 분석을 하고자 홈런율을 사용하였다. 또한 타격뿐만이 아닌 공격요인으로 도루를 선별하였으며 이도 홈런과 마찬가지로 도루수가 아닌 도루성공율을 사용하였다. 번트는 성공했을 경우 안타에 포함되기에 이 연구에서는 공격요인에서 제외시켰다.

2) 수비요인

수비력을 나타내는 요인으로는 전통적인 요인인 방어율(평균자책점)과 수비의 대표적인 세이버 메트릭스 지표인 출루허용률(WHIP, Walks plus Hits divided by Innings Pitched)와 이닝 당 베이스 허용률(ABIP, Allowed Base by Innings Pitched)을 사용하였다. 또한 타율과 반대되는 개념인 피안타율이라는 요인을 설정하였으며, 홈런을 많이 맞는 팀일수록 팀의 승률이 낮을것이라는 가정을 통해 피홈런율이라는 요인을 설정하였다. 또한 야구에서 투수가 차지하는 비율이 큰 만큼 투수의 공격력을 나타내는 탈삼진을 나타낸 지표인 탈삼진율을 방어요인 중의 하나로 설정하였다. 추가로 투수만의 능력이 아닌 야수들의 수비능력을 포함시키기 위하여 수비실책이 나타나 있는 지표인 수비율을 사용하였다.

2) 이장택, 조현식(2009). 로지스틱 회귀모형을 이용한 프로야구 홈경기의 이점에 관한 연구

3) 장진희, 문춘결(2014). 한국 프로야구의 구단 승률에 대한 분석

<표 1>

구분	변수명	변수설명
종속변수	승률의 log-odds	$\ln(\text{승률}/(1-\text{승률}))$
설명변수	타율	안타/타수
	출루율	(안타+볼넷+사구)/타석
	장타율	$(1B+2B \times 2+3B \times 3+4B \times 4)/\text{타수}$
	홈런율	홈런/안타
	도루성공율	도루성공/(도루성공+도루실패)
	수비율	(푼아웃+어시스트)/(푼아웃+어시스트+실책)
	평균자책점	(자책점 x 9)/이닝수
	피안타율	피안타/타수
	피홈런율	피홈런/타수
	탈삼진율	탈삼진/타수
	WHIP	(안타+볼넷)/이닝수
	ABIP	$(1B+2B \times 2+3B \times 3+4B \times 4+\text{볼넷}+\text{데드볼})/\text{이닝수}$

2. 분석대상 및 자료

한국 프로야구의 구단은 프로야구가 창설된 1982년에 삼성 라이온즈, 두산 베어스, 롯데 자이언츠로 출발하였으며 1986년 한화 이글스, 1990년 LG 트윈스, 1996년 현대 유니콘스(2007년에 해체; 분석대상 제외), 2000년 SK 와이번스, 2001년 KIA 타이거즈, 2008년 넥센 히어로즈, 2012 NC 다이노스(2013년에 1부리그로 승격되었으므로 본 연구에서는 2013년~2014년의 자료만 분석), 2013 KT 위즈(2015년에 1부리그로 승격되었으므로 분석대상 제외)가 창단되었다. 본 연구목적은 한화의 순위상승에 있으므로 한화가 하위권에 머무르기 시작한 2009년부터 2014년까지의 기간에 걸친 연도별/구단별 승률을 분석하고자 한다. 따라서 분석 자료는 총 9개 구단에 대한 시계열 자료와 횡단면 자료가 합쳐진 불균형 패널자료(NC 다이노스 2013년~2014년)의 유형에 속한다. 분석 자료는 KBO 홈페이지에서 제공하는 연감을 사용하여 직접 구하였다.

분석 대상인 9개 구단의 2014년 순위는 다음과 같다.

<표 2>

구단명	연고지	순위
삼성 라이온즈	대구	1
두산 베어스	서울	6
롯데 자이언츠	부산	7
한화 이글스	대전	9
LG 트윈스	서울	4
SK 와이번스	인천	5
KIA 타이거즈	광주	8
넥센 히어로즈	서울	2
NC 다이노스	창원	3

3. 실증분석 계량경제모형

본 연구의 실증분석 대상인 구단별/연도별 승률 자료의 기간은 삼성, 롯데, 두산, 기아, LG, 한화, SK, 넥센은 전체 분석기간인 2009년~2014년, NC는 2013년~2014년으로 상이하여 불균형 패널자료에 해당된다. 실증분석을 위한 계량경제모형으로서는 설명변수가 여러개인 다중회귀모형을 사용하였다.

III. 실증분석 결과

<표 3>에는 <표 1>에 제시된 모든 설명변수를 포함하는 최초모형(모형 1)으로부터 제일 통계적인 유의성이 떨어지는 변수들을 순차적으로 제거하여 조정결정계수가 제일 높은 최적 모형(모형 4)의 추정결과를 제시하고 있다. 변수들을 제거한 방법으로는 p값이 높아 통계적 유의성이 떨어지는 요인들을 순차적으로 배제시켰다. 이러한 방법을 따른 이유는 모형선택의 통계학적 일치성을 확보하기 위해서이다.

모형 1로부터 p값이 가장 높아 통계적 유의성이 가장 떨어지는 변수인 탈삼진율을 제거한 모형 2를 추정한 결과 조정결정계수가 0.905에서 0.907로 개선되어 모형 1보다 모형 2가 더 적합한 모형으로 판별되었다. 모형 2로부터 p값이 0.5를 초과하여 통계적 유의성이 떨어지는 수비율, 피홈런율, 도루성공율을 제거하고 모형 3을 추정한 결과 조정결정계수가 0.911로 개선되어 모형 2보다 모형3이 더 적합한 모형으로 판별되었다. 모형 3으로부터 p값이 0.4로 가장 높은 타율을 제거하고 모형 4를 추정한 결과 조정결정계수가 0.912로 개선되어 모형 3보다 모형4가 더 적합한 모형으로 판별되었다. 모형 4로부터 p값이 가장 높아 통계적 유의성이 가장 떨어지는 변수인 출루율을 제거하고 모형 5를 추정한 결과 조정결정계수가 0.910으로 악화되어 모형 4가 모형 5보다 더 적합한 모형으로 판별되었다. 따라서 조정결정계수가 가장 높은 모형 4가 가장 큰 설명력을 나타낸다고 판단되어 최적모형으로 선별되었다. 따라서, 구단의 승률에 영향을 미치는 요인에 대한 논의는 모형 4를 중심으로 한다.

모형 1에는 포함되어 있지만 통계적 유의성이 떨어져 모형 4에 제거된 변수들로는 타율, 수비율, 피홈런율, 탈삼진율, 도루성공율이 있다. 이들 변수들은 통계학적 절차에 따라 선별된 최적모형에서 제외되었으므로 구단의 승률 결정요인으로 볼 수 없다. 95%의 신뢰구간을 설정하여 분석한 결과 최적모형에 남아있는 모든 설명변수들은 최소 10% 유의수준에서 통계학적으로 유의한 것으로 나타났다.

IV. 결과분석

이번 장에서는 <표 3>의 모형 4(최적모형)을 중심으로 우리나라 프로야구 구단의 승률에 미치는 결정요인과 그 의미를 분석한다.

공격요인중 가장 대중적인 타율은 승률에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 판별된 것과는 달리 세이버 메트릭스의 대표적인 공격요인인 OPS의 구성요소인 출루율과 장타율 모두 개별적으로 통계적인 유의성이 높게 승률에 양의 영향을 미치고 있으며 장타율이 출루율보다 더욱 중요하다는 것이 나타났다. 안타와 홈런의 비율을 나타낸 홈런율은 승률에 음의 영향을 미쳐 홈런을 많이 치는 팀일수록 승률이 낮아진다는 다소 흥미로운 결과가 나왔다. 또한 도루가 팀 승률에 도움이 된다는 견해와는 다르게 도루성공율은 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다.

수비요인중 수비실책을 나타낸 수비율은 통계적으로 유의성이 없는 것으로 판별되어 수비실책이 승리에 영향을 끼치지 않는다는 것이 나타났다. 이를 통해 야구의 수비에서는 야수의 능력보다 투수의 능력이 더욱 중요하다는 것을 알 수 있다. 투수의 방어율을 나타낸 평균자책점은 통계적인 유의성이 높게 승률에 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 타율이 승률에 영향을 미치지 않는 것과는 반대로 피안타율은 통계적으로 유의성이 높게 승률에 음의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 피안타율과는 달리 피홈런율은 통계적 유의성이

없는 것으로 판별되었다. 승률에 많은 영향을 미칠 것이라 기대되었던 탈삼진을 또한 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다. 세이버 메트릭스의 대표적인 수비지표인 WHIP과 ABIP 모두 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다.

<표 3>

변수		모형 1(최초모형)			모형 4(최적모형)		
종속변수	설명변수	모수 추정치	추정오차	p-값	모수 추정치	추정오차	p-값
구단별 연도별 승률의 로그 오즈	타율	1.874	2.305	0.421	-	-	-
	출루율	0.882	1.088	0.423	1.264	0.904	0.169
	장타율	8.985	2.029	0.001	9.997	1.543	0.001
	홈런율	-0.980	1.167	0.407	-1.907	0.567	0.002
	도루성공율	-0.087	0.138	0.532	-	-	-
	수비율	2.029	3.536	0.569	-	-	-
	평균자책점	-0.124	0.034	0.001	-0.125	0.026	0.001
	피안타율	-6.229	2.157	0.006	-6.325	1.579	0.001
	피홈런율	-1.225	2.279	0.594	-	-	-
	탈삼진율	0.033	0.586	0.955	-	-	-
	WHIP	1.391	0.370	0.001	1.378	0.329	0.001
	ABIP	-1.566	0.317	0.001	-1.599	0.287	0.001
	결정계수	0.928			0.924		
	조정결정계수	0.905			0.912		

V. 한화의 전력 분석

최적모형을 통해 얻은 유의한 변수들인 출루율, 장타율, 평균자책율, 피안타율, WHIP, ABIP, 홈런율을 2009년~2014년 전체팀 평균으로 구한 결과 출루율은 0.350, 장타율 0.402, 홈런율 0.091, 평균자책율 4.492, 피안타율 0.271, WHIP 1.452, ABIP 2.011으로 나타났다. 2015년 한화는 현재 출루율 0.350, 장타율 0.392, 홈런율 0.102, 평균자책율 5.210, 피안타율 0.278, WHIP 1.60, ABIP 1.687의 값을 가졌고, 수치상으로 두 자료를 비교한 결과 출루율과 피안타율, 홈런율, ABIP은 평균과 유사하거나 오히려 더 높은 값을 가져 좋은 결과였으나, 장타율, 평균자책율, WHIP는 평균에 비해 못 미치거나 높은 높아 부정적인 경향을 가졌다. 허나 이 논문은 한화를 단순 평균팀이 아닌 상위권으로 도약하는데 목적이 있으므로 더욱 확실한 결과를 내기위해 포스트시즌 진출권인 상위 4개 팀의 평균과 분석하기로 하였다. 2009년부터 2014년의 상위 4개 팀의 평균을 보면 출루율 0.355, 장타율 0.416, 홈런율 0.096, 평균자책점 4.107, 피안타율 0.264, WHIP 1.390, ABIP 2.027를 나타낸다. 이 지표들을 분석한 결과 한화 이글스는 출루율, 홈런율, ABIP는 문제가 없는 것으로 나타났으나 장타율, 평균자책점, 피안타율, WHIP에 있어서는 개선이 필요하다고 판단되었다. 이로 인해 한화에 가장 필요한 것은 투수진의 보강이라고 판단되었으며 타자진의 경우 전체적으로는 문제가 없으나 장타력의 경우 전체 평균에도 미치지 못하는 수준을 보여 장타력을 향상시키는 것이 또한 상위팀으로 도약하는 데에 필요하다고 판단되었다.

<표 4>

구분	평균	상위평균	한화
출루율	0.350	0.355	0.350
장타율	0.402	0.416	0.392
홈런율	0.091	0.096	0.102
평균자책점	4.492	4.107	5.210
피안타율	0.271	0.264	0.278

WHIP	1.452	1.390	1.600
ABIP	2.011	2.027	1.687

VI. 개선방안

위의 분석에서 한화의 약점은 전체적인 투수진의 약세와 타자진의 장타력 부족이라고 볼 수 있다. 따라서 한화가 상위권으로 도약하기 위해서는 투수진의 보강이 절실히 필요하다고 판단되어진다. <표 5>에는 연봉 1억 이하의 선수들 중 성적이 뛰어난 선수들과 16년도 FA 자유 계약 대상 선수들 중 성적이 뛰어난 선수들이 정리되어 있다. 이 선수들은 연봉 대비 뛰어난 실력을 보여 실력에 비해 연봉이 저평가된 선수들이다. 15년도 프로야구의 경우 트레이드에 소극적이었던 지금까지와는 다르게 각 구단이 트레이드에 적극적으로 나서고 있으므로 한화가 이들 선수들을 영입한다면 한화의 투수 보강에 많은 도움이 될 것이다. 이 선수들 중 연봉대비 가장 뛰어난 효율을 보이는 선수들은 순서대로 조상우, 박종훈, 홍건희, 엄상백, 이태양이며 이 선수들은 모두 25세의 선수들로 한화가 영입을 해 주력으로 육성한다면 앞으로 더 많은 성장을 이룰 것이라 기대된다. 또한 2016년 FA 시장에 나오는 선수들 중에서는 윤길현, 이동현이 가장 좋은 효율을 보여주고 있다. 따라서 한화가 FA 시장에서 우선적으로 계약을 해야할 선수들은 이 두 선수들이다. 각 선수들의 연봉대비 실력에 관한 효율은 위에서 구한 승률에 유의한 투수들의 변수인 피안타율, 평균자책점, WHIP, ABIP로 회귀분석을 한 결과를 토대로 구하였다.

<표 5>

(연봉 단위 : 천원)

선수명	피안타율	WHIP	평균자책점	연봉	비고
박종훈	0.232	1.370	3.600	27,000	SK
엄상백	0.259	1.480	4.784	27,000	KT
이태양	0.248	1.220	4.005	33,000	NC
임지섭	0.176	1.710	6.346	24,000	LG
장시환	0.228	1.250	4.030	33,000	KT
조상우	0.196	0.950	2.538	28,000	넥센
진야곱	0.252	1.930	5.114	28,000	두산
최금강	0.214	1.280	4.227	40,000	NC
홍건희	0.204	1.380	4.472	28,000	KIA
우규민	0.245	1.030	2.590	180,000	FA
윤길현	0.241	1.500	3.050	145,000	FA
이동현	0.239	1.090	2.190	170,000	FA
정우람	0.126	0.900	2.360	400,000	FA

투수력과 더불어 한화의 약점인 장타력을 보강하기 위하여 한화는 장타자들을 영입하여야 한다. <표 6>에는 연봉 1억 이하의 선수들 중 성적이 뛰어난 선수들과 16년도 FA자유 계약 대상 선수들 중 성적이 뛰어난 선수들이 정리되어 있다. 이 선수들 중 연봉대비 가장 뛰어난 효율을 보이는 선수들은 순서대로 오승택, 구자욱, 유강남, 이홍구이다. 이 선수들은 모두 26세의 젊은 선수들로 이 선수들을 우선적으로 영입한다면 향후 한화의 장타력에 많은 도움이 될 것이라 판단된다. 또한 FA시장에 나오는 선수 중에서 가장 좋은 효율을 보여주는 선수들은 유한준, 박재상이다. 특히 유한준의 경우 장타력과 출루율이 FA 선수들 중 가장 높으나 연봉은 FA 선수들 중 가장 낮아 실력에 비해 연봉이 크게 저평가 된 선수로 한화가 이 선수를 FA 시장에서 영입한다면 장타력이 부족한 한화의 타자진에 큰 도움이 될 것이라 판단된다.

<표 6>

(연봉 단위 : 천원)

선수명	출루율	장타율	연봉	비고
구자욱	0.357	0.506	27,000	삼성
김민우	0.373	0.581	83,000	KIA
나성범	0.384	0.529	75,000	NC
박용택	0.361	0.527	35,000	LG
오승택	0.337	0.552	25,000	롯데
유강남	0.351	0.479	27,000	LG
윤석민	0.369	0.540	77,000	넥센
이병규	0.397	0.500	93,000	LG
이흥구	0.356	0.525	30,000	KIA
김현수	0.393	0.486	450,000	FA
박재상	0.349	0.430	160,000	FA
박정권	0.376	0.415	235,000	FA
유한준	0.475	0.751	115,000	FA
이승엽	0.360	0.505	800,000	FA
이택근	0.428	0.555	700,000	FA
진갑용	0.366	0.500	250,000	FA

VII. 한계점

본 연구의 한계로는 승률에 대한 분석 요인 중 많은 요인들이 무시되어 있다는 점이다. 감독 역량이나 기후 등 경기 내의 요인이 아닌 경기 외적인 요인들이 무시되어 있다. 또한 위의 분석들은 최근의 데이터로 이루어진 결과이다. 야구는 통계학적으로 연관이 높은 스포츠임에도 불구하고 매 시즌 선수들의 기량은 항상 일관적이지 않다는 점에서 본 연구 결과는 계속해서 수정되어야 한다는 문제점이 있다. 하지만 선수들의 기량은 대체로 한 시즌을 기준으로 꾸준한 모습을 보이는 경향이 있으므로 매 시즌 데이터 분석을 달리한다면 본 연구의 방법론은 계속해서 쓰임을 유지할 수 있을 것이다. 다음으로 프로야구의 연봉체계 따른 문제를 찾을 수 있다. 선수의 기량도 연봉 책정에 주요 요소이지만 경험을 나타내는 선수의 연차에 따라 연봉에 큰 영향을 주지만 본 연구에서는 연봉의 효율을 중시했으므로 선수의 경험이라는 요소가 배제되었다. 실제 연차가 높은 선수들이 팀에 기여할 수 있는 요소가 저평가되었다.

참고문헌

- 장진희, 문춘결(2014). 한국 프로야구의 구단 승률에 대한 분석. 한국스포츠산업·경영학회지, 19(3), 17-31.
- 진서훈, 김기환, 전수영(2013). 프로야구 기록에 따른 승리 요인에 관한 연구. 고려대학교 석사논문
- 이장택, 조현식(2009). 로지스틱 회귀모형을 이용한 프로야구 홈경기의 이점에 관한 연구. Journal of the Korean Data Analysis Society, 11(1), 533-543
- 강인교, 이우기, 정혜민, 추웅(2014). 효율성 분석을 이용한 한국프로야구 선수 영입효과에 관한 연구. 정보기술아키텍처 연구, 11(1), 75-80
- 선수자료참고. 한국프로야구선수협회 공식기록실 KBR
- (사)한국프로야구위원회(2010). 2010년 프로야구 연감
- (사)한국프로야구위원회(2011). 2011년 프로야구 연감
- (사)한국프로야구위원회(2012). 2012년 프로야구 연감
- (사)한국프로야구위원회(2013). 2013년 프로야구 연감
- (사)한국프로야구위원회(2014). 2014년 한국프로야구 연감
- (사)한국프로야구위원회(2015). 2015년 KBO 연감