KJAB
Korean Journal of Applied Biomechanics 2025; 35(2): 59-68
http://dx.doi.org/10.5103/KJAB.2025.35.2.59
http://e-kjab.org eISSN 2093-9752
ORIGINAL

500 m Speed Skating Performance Analysis: Focusing on 22/23 and 23/24 seasons

대륙 및 시즌에 따른 500 m 스피드 스케이팅 경기력 차이 분석

Joo Ho Song[1], Ji Eung Kim[2]

[1]Department of Physical Education, Chungbuk National University, Chungju, South Korea
[2]Sports Sciencs, Korea Institute of Sports Science, Seoul, South Korea

Received : 20 February 2025
Revised : 14 April 2025
Accepted : 14 April 2025

Corresponding Author
Ji Eung Kim
Department of Sport Science, Korea Institute of Sports Science, 105, Seonsuchon-ro, Gwanghyewon-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, 05540, South Korea
Email : amdykje@naver.com

Objective: The purpose of this study is to analyze the performance of each continent and season based on the records of 500 m speed skating competitions.

Method: To achieve this, the 500 m race records of 636 athletes from Group A who participated in 6 World Cups during the 2022-2023 and 2023-2024 seasons were collected and analyzed. Based on the official rankings and the speed records of 3 sections, analyses of correlation, coefficient of variation, and season difference by continent were conducted.

Results: First, the starting section of the 0-100 m section for male athletes and the speed of the 100-500 m section for female athletes showed a high negative correlation with rankings. Second, in the analysis of the coefficient of variation by continent, the coefficient of variation in the 0-100 m section for male athletes increased in the 23/24 season for all continents. For female athletes, both North America and Asia decreased, and for European athletes, only the 0-100 m section increased. Third, significant differences were found in the 100-500 m section and the 0-500 m section in season-by-season differences. Finally, in the continental differences, there were significant differences in all sections for men.

Conclusion: Based on the results of this study, it was possible to confirm performance differences that vary by continent and season.

Keywords: Speed skating, Speed analysis, Performance, Group difference, Data analysis

INTRODUCTION

스피드 스케이팅(speed skating)은 19세기 후반 국제빙상경기연맹(ISU)이 창설되면서 국제대회가 열리기 시작하였으며, 동계 스포츠 중 그 역사가 가장 오래된 종목으로, 1924년 프랑스 샤모니(chamonix)에서 열린 동계 올림픽부터 정식 종목이 되었다.

스피드 스케이팅은 400 m 빙상트랙에서 최대한 빠른 속도로 활주하여 1/1,000 sec 단위로 기록을 측정하여 순위가 결정되는 경기로(Jeon & Lee, 2018; Kim & Ryu, 2021), 2명의 스케이터(skater)가 출발 신호에 맞춰 출발하여, 최저 기록으로 들어온 사람 순서로 순위를 측정한다. 때문에 출발 스타트의 스피드, 공기역학적 움직임, 코너링 기술에 따라 유선형 자세를 안정적으로 유지하며 경기하는 것이 중요하기 때문에

Copyright © 2025 Korean Journal of Applied Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이를 주제로 연구들이 진행되었다(Juda, Yuki, Aoyanagi, Fujii & Ae, 2007).

과거의 선행연구에서 최상의 경기력을 얻기 위해서는 빙판과 마찰을 최소화하며, 빠르게 나가는 파워를 극대화하는 것이 중요하다고 하였으며(van Ingen Schenau, 1982), 단거리 종목의 경우 무산소성 파워와 신전근력이 경기력에 중요한 요인으로 언급하였다(Shin et al., 2015).

국내에서 스피드 스케이팅 종목을 대상으로 진행된 연구들을 살펴보면 생리학적 연구로는 Kim 등 (2017)의 연구에서는 생리학적 변인 중 경기력에 미치는 영향을 연구하여 우수선수 집단이 무산소성 파워와 순발력, 유연성, 제지방 조직이 정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 운동역학적 연구로는 Song, Lee와 Moon (2017)의 연구에서는 국내외 선수들의 기술 동작과 파워를 비교하였는데 국내선수가 해외선수에 비하여 키네메틱 체인(kinematic chain) 비율이 낮아 푸시오프(push off) 각도의 가동범위가 작았음을 밝혔다. 또한, Kim과 Ryu (2021)의 연구에서는 500 m 경기에서 코너 구간에 대한 곡선 스트로크 동작에 대한 변위, 푸시오프 각도, 스트로크 빈도 등 다양한 변인들을 바탕으로 곡선주로에 대한 경기력에 어떠한 영향을 미치는지 규명하여 짧은 시간에 속도를 높이기 위해서 스트로크(stroke) 빈도를 증가시키는 것이 중요하다고 언급하였다.

이처럼 스피드 스케이팅 종목에서는 선수들의 경기력 향상을 위해 생리학적 및 운동역학적 접근을 활용한 다양한 연구가 이루어져 왔다. 그러나 기존 연구들은 실제 경기 데이터를 기반으로 하지 않거나, 전체 경기기록이 아닌 특정 구간의 기록만을 활용한 경우가 많았다. 또한, 연구대상이 일부 엘리트 선수로 제한되거나 특정 동작의 움직임만 분석한 사례가 많아, 국내외 엘리트 선수들의 전체 경기력을 객관적으로 평가하고 국제대회에서 활용하는데 한계가 있었다.

경기기록은 스포츠에서 객관적으로 팀과 선수의 경기력을 확인할 수 있는 정보로 활용되고 있다. 과거 수기기록으로 수집되던 기록은 정보통신기술의 발전으로 수집과 처리 속도가 빠르게 향상되었다(Kim & Bae, 2022). 스포츠에서 경기기록은 결과에 대하여 선수, 시간, 위치, 행동 정보로 구분할 수 있으며(Choi, 2009), 종목마다 국제대회에서 오랫동안 기록을 측정하여 수집하고 있다.

스포츠 현장에서 지도자 및 스포츠 과학자들은 팀의 발전과 선수들의 경기력 향상을 위하여 훈련이나 경기에서 수집되는 기록을 바탕으로 다양한 통계 방법을 활용하여 인과관계를 규명하거나, 승패요인을 찾기 위해 적용되고 있다(Kim & Choi, 2014). 그 중 변동계수는 집단 간 차이를 확인하거나, 경기력 지표의 일관성을 확인할 수 있는 방법 중 하나로 활용되고 있다.

변동계수는 데이터의 산포(흩어진 정도)를 상대적인 비율로 나타내는 지표 중 하나로 기록의 변동성과 기록의 중심경향을 확인하여 경기력의 차이를 객관적으로 비교할 수 있으며, 경기력을 예측할 수 있다. 이러한 지표는 과거 선행연구에서 스포츠에서 신뢰도와 경기력의 변동성을 확인하는데 활용되었으며(Hopkins, 2000; Sampaio et al., 2015; Nikolaidis & Knechtle, 2018), 이를 스피드 스케이팅 종목에서 국제대회의 기록을 바탕으로 경기력 변동성을 비교할 수 있다는 점에서 현장에서 활용가능성이 크다.

스피드 스케이팅 종목은 다른 빙상 종목과 달리 상대 선수와 경기를 하지만 기록이 빠를수록 승리하는 경기이기 때문에 구간별로 변화하는 기록을 분석하는 것이 중요하다(Ji, 2013). 하지만 과거 스피드 스케이팅 연구들에서 기록을 활용하여 엘리트 선수들의 경기력 차이를 대륙별, 구간별로 기록 추이를 분석한 연구가 미비하였다. 특히, 스피드 스케이팅은 유럽선수들의 경기력이 세계적인 수준이기 때문에 국제대회에 참가하는 선수들의 경기력을 확인하고 국제수준의 경기력이 어떻게 변화되고 있는지 확인하여 대응하기 위한 훈련 전략을 세우는 것이 중요하다.

과거부터 동계 스포츠 현장에서 선수들의 기록을 바탕으로 지도자들이 코칭 방법을 계획하거나 선수들이 자신의 기록을 확인하여 훈련에 적용하는 등 경기기록은 현장에서 매우 중요한 정보 중 하나로 각광받고 있다(Paek, 2011). 때문에, 국제대회에서 수집한 구간별 기록 정보를 활용하여 스피드 스케이팅 경기력을 객관적으로 확인하는 것이 중요하다.

따라서 본 연구는 국제대회에서 수집한 두 시즌의 구간별 평균 속도 데이터를 바탕으로, 성별에 따른 500 m 경기의 구간별 및 대륙별 경기력 변화를 비교·분석하고, 이를 통해 2026 동계 올림픽을 대비한 500 m 경기 준비 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

METHOD

1. 연구대상

본 연구의 대상은 2022-2023 시즌과 2023-2024 시즌 ISU 월드컵 500 m 종목에 참가한 Division A 선수들이며, 실격하거나 넘어진 선수들은 제외하였다(Table 1).

2. 연구변인

본 연구는 ISU 월드컵 경기기록 자료 중 500 m 경기가 끝나고 제공되는 랭킹과 랩타임에 대한 변인 만을 활용하였으며 <Table 2>와 같다. 연구에 사용된 변인으로 독립변인은 연도, 성별, 대륙으로 구분하였으며, 종속변인으로는 랭킹 그룹과 구간별 시간을 속력 정보로 변환하여 사용하였다.

Table 1. Number of participants in the ISU World Cup 500 m continent

Season	Gender	North America (n)	Asia (n)	Europe (n)
2022-2023	Men	20	46	53
	Women	24	53	43
	Season Total	44	99	96
2023-2024	Men	26	75	97
	Women	39	76	84
	Season Total	65	151	181
Continental Sum		109	250	277
Total		636		

Table 2. Variable

	Season	2022-2023, 2023-2024
Independent variable	Gender	Men, Women
	Continental	North America, Asia, Europe
Dependent variable	Speed (m/s)	0-100 m speed
		100-500 m speed
		0-500 m speed
	Rank	

국제빙상연맹에서 제공하는 기록은 선수들의 구간에 따른 시간(s) 정보만 제공하기 때문에 수식을 활용하여 속력(m/s) 정보로 변환하였다.

3. 자료처리 및 연구절차

본 연구에서 활용된 자료는 국제빙상종목 경기기록 웹사이트(https://app.isuresults.eu/events)에서 22-23 시즌과 23-24 시즌의 ISU 월드컵 500 m 경기기록을 수집하였다.

연구절차는 첫째, 웹사이트에서 2022-2023 시즌과 2023-2024 시즌에 진행된 월드컵의 경기기록을 확인하고 Microsoft Excel 365 버전을 활용하여 경기기록을 정리하였다.

둘째, 수집하는 과정에서 선수별로 국적을 확인하여 대륙 정보를 추가하였으며, 이상치, 결측치, 중복 값 등의 데이터를 확인하는 전처리 과정을 거쳐 확인된 시간 정보를 바탕으로 수식을 활용하여 속력 정보로 환산하였다.

셋째, 두 시즌에 걸친 ISU 월드컵에 참가한 500 m 선수들의 특성을 확인하기 위하여 기술통계를 실시하였으며, 랭킹과 변인들 간의 상관계수를 측정하기 위하여 스피어만 순위 상관계수(Spearman's rank correlation)를 이용하여 분석하였는데, 스피어만 순위 상관계수는 두 변수가 선형이 아닐 때도 활용할 수 있다. 속력변인 간 상관관계를 확인하기 위해서는 연속형 변수 간 상관관계를 확인할 때 사용하는 피어슨의 상관관계(Pearson correlation coefficient)를 활용하였다.

넷째, 성별에 따른 대륙별로 구간에 따른 경기력의 변화를 비교하기 위하여 Microsoft Excel 365 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA)를 활용하여 변동계수를 계산하였다. 시즌과 대륙에 따른 남, 여 선수들의 속력을 비교하기 위하여 대륙별 변동계수 값을 바탕으로 비교 그래프를 제시하였다.

다섯째, 스피드 스케이팅 선수들의 대륙별, 구간별 차이를 통계적 방법으로 확인하기 위하여 SPSS 25.0을 사용하여 진행하였다. 대륙별로 2022-2023 시즌과 2023-2024 시즌의 차이를 확인하기 위하여 정규성 검정을 확인하여 모수통계인 *t*-test와 one-way ANOVA를 실시하고 집단 간 효과크기를 확인하기 위하여 Cohen's D 값을 측정하여 집단 간 차이를 확인하였다. 효과크기(effect size, η_p^2)는 일반적으로 0.2보다 작으면 작은 효과, 0.5는 중간 효과, 0.8 이상은 큰 효과로 해석할 수 있다(Kim, Park & Kim, 2012). 모든 통계의 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

RESULTS

1. 기술통계

<Table 3>은 2022-2023 시즌과 2023-2024 시즌에서 성별에 따른 0-100 m, 100-500 m, 0-500 m 구간에 따른 전체 선수들의 속력을 나타낸 표이다.

22/23 시즌 Division A의 남자선수들은 0-100 m 구간에서 평균 속력이 10.26 m/s로 나타났으며, 23/24 시즌은 10.22 m/s로 나타났다. 100-500 m 구간에서는 22/23 시즌 평균은 15.91 m/s, 2023년 시즌에는 평균 15.85 m/s로 나타났다. 0-500 m 구간에서는 22/23 시즌 평균 14.31 m/s, 23/24 시즌에는 14.25 m/s로 나타나 모든 구간이 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 평균 속력이 감소하였다.

22/23 시즌 Division A의 여자선수들은 0-100 m 구간에서 평균 속력이 9.40 m/s로 나타났으며, 23/24 시즌은 9.36 m/s로 나타났다. 100-500 m 구간에서는 22/23 시즌 평균은 14.53 m/s, 23/24 시즌에는 평균 14.43 m/s로 나타났다. 0-500 m 구간에서는 22/23 시즌 평균 13.09 m/s, 2023 시즌에는 13.00 m/s로 나타나 모든 구간이 22/23 시즌에 비하여

Table 3. Section speed technical statistics (m/s)

Season	Gender	Section (m)	N	Mean	SD	Min	Max
2022-2023	Men	0-100	119	10.26	0.16	9.77	10.59
		100-500	119	15.91	0.24	15.39	16.39
		0-500	119	14.31	0.19	13.89	14.70
	Women	0-100	119	9.40	0.13	8.99	9.70
		100-500	119	14.53	0.28	13.79	15.09
		0-500	119	13.09	0.21	12.44	13.53
2023-2024	Men	0-100	198	10.22	0.17	9.83	10.60
		100-500	198	15.85	0.20	15.39	16.46
		0-500	198	14.25	0.15	13.94	14.72
	Women	0-100	199	9.36	0.12	9.08	9.70
		100-500	199	14.43	0.21	13.84	15.09
		0-500	199	13.00	0.16	12.55	13.55

Table 4. Correlation

Gender	Variable	Rank	0-100 m	100-500 m	0-500 m
Men (n=317)	Rank	1.000	-.607**	-.518**	-.666**
	0-100 m		1.000	.217**	.573**
	100-500 m			1.000	.924**
	0-500 m				1.000
Women (n=319)	Rank	1.000	-.642**	-.680**	-.756**
	0-100 m		1.000	.548**	.853**
	100-500 m			1.000	.902**
	0-500 m				1.000

**p<.01

23/24 시즌에 평균 속력이 감소하였다.

2. 상관관계 분석

<Table 4>는 순위와 구간별 속도 기록들 간 상관관계를 나타낸 표이며, <Figure 1>과 <Figure 2>는 성별에 따른 순위와 100 m, 100-500 m, 0-500 m 기록 간 상관관계 그림이다.

남자선수들의 기록 간 상관관계를 살펴보면 순위와 구간별 속력 간 상관관계는 모두 음의 상관으로 나타났으며, 특히 0-100 m 구간의 상관계수가, 100-500 m의 구간의 상관계수보다 더 큰 것으로 나타나 100 m 구간의 속력이 더 중요한 것으로 나타났다. 또한, 0-500 m 전체 구간의 속력은 0-100 m 구간과 r=.573, 100-500 m 구간과는 r=.924로 나타나 100 m 이후의 속력과 경기 전체의 속력의 상관관계가 높은 것으로 나타났다.

여자선수들의 경우에는 순위와 구간별 속력 간 상관관계는 모두 음의 상관으로 나타났으며, 특히 0-100 m 구간의 상관계수보다 100-500 m의 구간의 상관계수가 더 큰 것으로 나타나 100-500 m 구간의 속력이 더 중요한 것으로 나타났다. 또한, 0-500 m 전체 구간의 속력은 0-100 m 구간과 r=.853, 100-500 m 구간과는 r=.902로 나타나 스타트부터 끝까지 빠르게 타는 것이 중요한 것으로 나타났다.

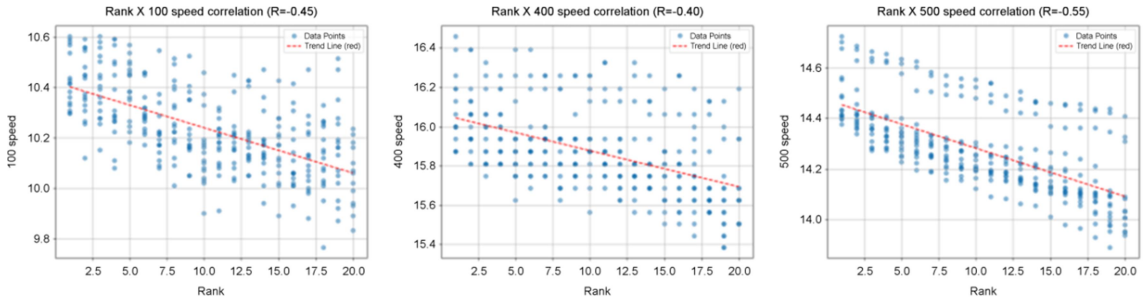

Figure 1. Men Rank × 100 m, 400 m, 500 m speed correlation

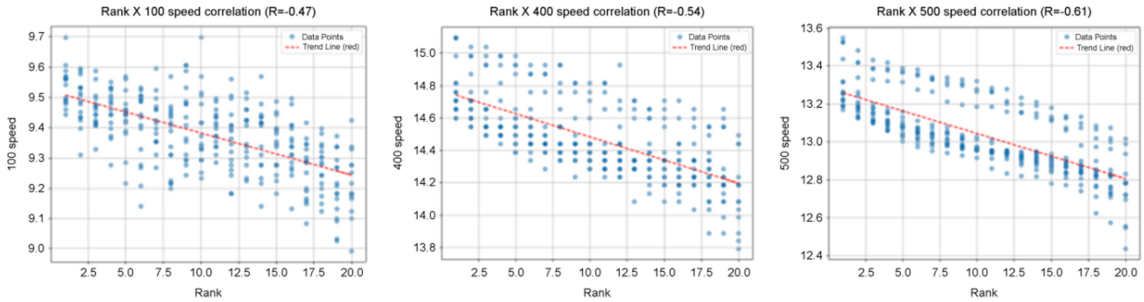

Figure 2. Women Rank × 100 m, 400 m, 500 m speed correlation

Table 5. Coefficient of variation

Gender	Continental	Season	0-100 m	100-500 m	0-500 m
Men	North America	2022-2023	0.91	1.69	1.46
		2023-2024	1.17	1.49	1.28
	Asia	2022-2023	1.93	1.54	1.38
		2023-2024	1.95	1.29	1.11
	Europe	2022-2023	0.90	1.37	1.12
		2023-2024	1.03	1.16	0.93
Women	North America	2022-2023	1.54	2.21	1.94
		2023-2024	1.22	1.60	1.42
	Asia	2022-2023	1.44	1.87	1.61
		2023-2024	1.16	1.52	1.29
	Europe	2022-2023	1.14	1.68	1.31
		2023-2024	1.16	1.38	1.12

3. 대륙에 따른 구간별 변동계수 분석

<Table 5>는 대륙별로 구간별 속력의 변동계수를 측정한 값이며, 관련 그림은 <Figure 3>과 같다. 대륙별로 변동계수가 낮으면 대륙의 선수들의 경기력이 높은 일관성을 보여주며, 변동계수가 높으면 낮은 일관성을 보여주는 것으로 해석할 수 있다.

22/23 시즌 남자선수들의 구간에 따른 변동계수 값을 확인

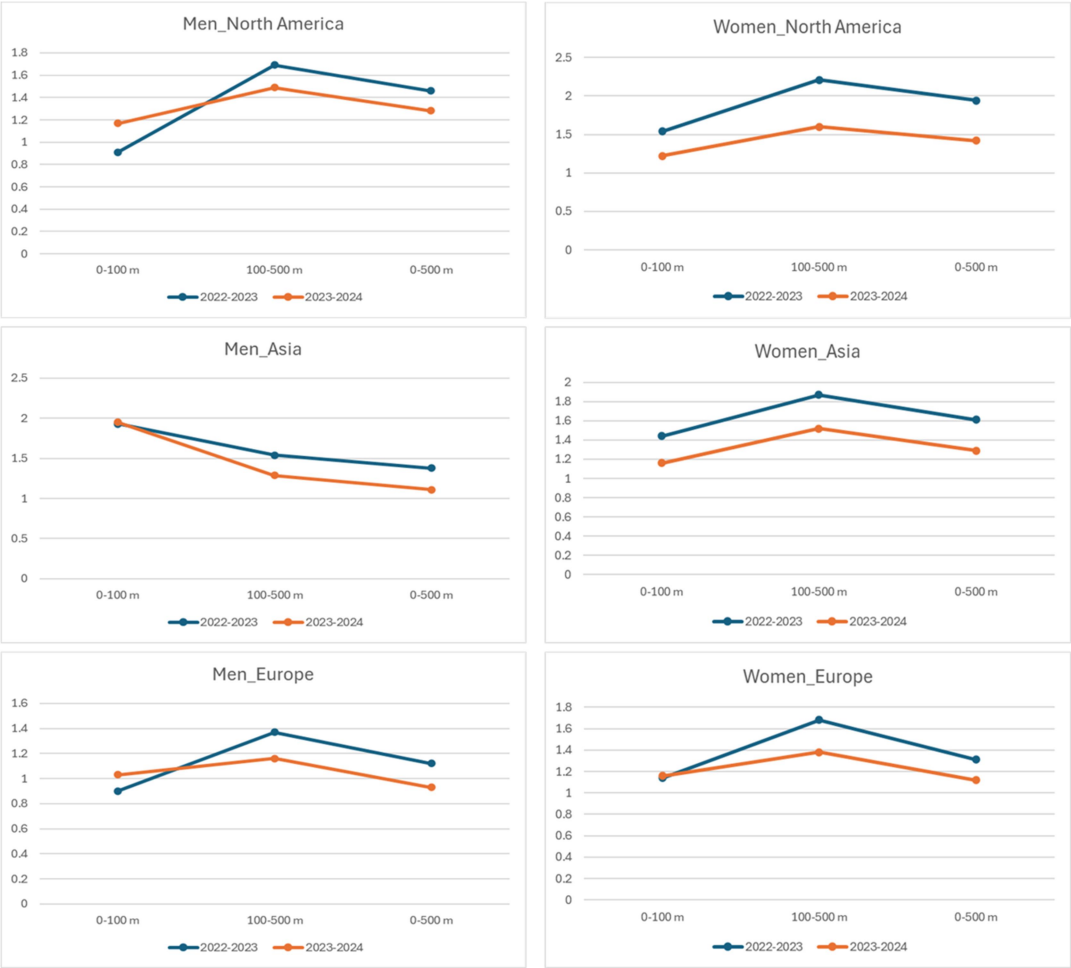

Figure 3. Coefficient of variation by gender and continent

해보면, 남자 북미선수들은 0-100 m 구간은 커졌으나, 100-500 m 구간과 0-500 m 구간에서는 변동계수가 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 낮아졌다. 아시아 남자선수와 유럽 남자선수들은 0-100 m 구간은 커졌지만, 나머지 구간은 줄어들었다. 이는 스타트 구간인 0-100 m 구간이 모두 지난 시즌에 비하여 커진 것은 대륙별로 선수들의 경기력 편차가 커졌음을 의미하며, 100-500 m와 0-500 m의 구간의 변동계수가 낮아진 것은 대륙별로 선수들의 경기력이 평준화되었음을 의미한다.

다음으로 여자선수들의 22/23 시즌과 23/24 시즌의 변동계수 값을 분석해보면, 먼저 여자 북미선수들과 여자 아시아 선수들은 모든 구간에서 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 변동계수 값이 감소한 것으로 나타났다. 반면 여자 유럽선수들은 0-100 m 구간의 변동계수 값이 커졌으며, 100-500 m와 0-500 m의 변동계수 값은 지난 시즌에 비하여 감소한 것으로 나타났다. 이는 북미와 아시아 여자선수들은 대륙별로 모든 구간에서 경기력이 평준화되었음을 의미한다. 반면 유럽 여자선수들은 0-100 m 스타트 구간이 지난 시즌에 비하여 증가되었는데 이는 유럽 여자선수들의 경기력의 편차가 늘어났음을 의미한다.

4. 시즌별, 대륙별 차이분석

<Table 6>은 성별에 따른 시즌별 차이를 분석한 결과이다. 먼저 남자선수들은 0-100 m 구간 속력은 차이가 없었으며, 100-500 m 구간 속력의 차이가 있는 것으로 나타났고(t=2.603, p=.010), 코헨의 효과크기 값은 .305로 나타나 작은 효과로 나타났다. 0-500 m의 구간 속력의 차이에서도 유의미한 차이가 나타났으며(t=2.886, p=.004), 코헨의 효과크기 값은 .342로 나타났다. 다음으로 여자선수들은 0-100 m 구간과

Table 6. Sectional differences by season (m/s)

Gender	Section	2022-2023	2023-2024	*t*	*p*	Effect size (η_p^2)
Men	0-100 m	10.26±0.16	10.22±0.17	1.834	.068	.215
	100-500 m	15.88±0.24	15.82±0.20	2.603	.010	.305
	0-500 m	14.31±0.19	14.25±0.15	2.886	.004	.342
Women	0-100 m	9.36±0.44	9.36±0.12	.086	.931	.047
	100-500 m	14.49±0.33	14.41±0.21	2.453	.015	.298
	0-500 m	13.06±0.39	13.00±0.16	1.346	.180	.170

Table 7. Sectional differences by continents (m/s)

Gender	Section	Asia	Europe	North America	*F*	*p*	Post-hoc
Men	0-100 m	10.33±0.20	10.15±0.10	10.27±0.11	53.078	.003	EU<Asia, NA
	100-500 m	15.82±0.22	15.84±0.20	15.91±0.25	3.575	.029	Asia<NA
	0-500 m	14.29±0.18	14.24±0.14	14.34±0.19	7.483	.001	EU<Asia, NA
Women	0-100 m	9.34±0.42	9.36±0.13	9.42±0.13	1.826	.163	
	100-500 m	14.41±0.29	14.48±0.23	14.41±0.26	2.889	.057	
	0-500 m	12.99±0.36	13.05±0.18	13.03±0.21	1.552	.213	

*The *F* value of the male 0-100 m section is represented by heteroscedasticity, using the Welch value

0-500 m 구간의 속력 차이에서 유의미한 차이가 나타나지 않았으나, 100-500 m 구간 속력의 차이에서는 유의미한 차이가 나타났다(t=2.453, p=.015).

<Table 7>은 성별에 따른 대륙별 차이를 분석한 결과이다. 남자선수들은 0-100 m 구간에서 대륙별로 유의미한 차이가 나타났다(F=53.078, p=.003). 사후검증에서 유럽은 아시아와 북미에 비하여 통계적으로 작게 나타났으며 아시아선수들이 빠른 것으로 나타났다. 100-500 m 구간에서도 대륙별로 유의미한 차이가 나타났다(F=3.575, p=.029). 사후검증에서 아시아가 북미에 비하여 통계적으로 낮게 나타났으며, 아시아선수들이 가장 느린 것으로 나타났다. 0-500 m 구간별 속력에서도 대륙별로 유의미한 차이가 나타났다(F=7.483, p=.001). 사후검증결과 유럽은 아시아와 북미에 비하여 통계적으로 작게 나타났다. 반면, 여자선수들은 모든 구간에서 대륙별 차이에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

DISCUSSION

지금까지 스피드 스케이팅 분야에서 국제대회 경기기록을 바탕으로 시즌별 경기력을 다년간 추적·비교한 연구가 드물었으며, 특히 구간별 평균 속도를 활용해 상관계수와 변동계수를 분석 지표로 사용한 연구는 거의 없었다. 본 연구는 이러한 분석을 통해 과거 선행연구들과 차별성을 가지며, 향후 국제대회 기록과의 비교를 가능하게 한다는 점에서 실질적인 의의가 있다. 이는 지도자와 스포츠 과학자들이 전술훈련 및 경기 운영 방안을 수립하는 데 유용한 기초자료로 활용될 수 있다. 이러한 점을 바탕으로 다음과 같은 논의를 전개하고자 한다.

1. 랭킹과 구간 속도의 상관관계

스피드 스케이팅의 활주는 출발 구간, 직선 구간, 곡선 구간의 세 가지로 구분할 수 있으며, 출발 후 직선 구간에서 얼마만큼 시간을 단축시키느냐가 기록에 큰 관건이 될 수 있다고 하였다(Ji, 2013). 과거 선행연구들에서 500 m 경기에서 가장 중요한 것은 스타트 신호를 듣고 난 후 빠른 반응시간이 중요하다고 언급하였다. 때문에 빠르게 스타트를 할 수 있어야만 기록을 단축시킬 수 있기 때문에 첫발의 디딤이 빠르고 민첩해야 빠른 가속을 유도할 수 있다고 하였다(De Koning, Thomas, Berger, de Groot & van Ingen Schenau, 1995).

실질적으로 Ji (2013)의 연구에서 경기기록을 향상시키기 위해서는 출발 후 100 m 구간에서 빠를수록 500 m 기록에 긍

정적인 영향이 있다고 하였는데, 이는 본 연구결과 <Table 4>에서 언급하였듯 남자선수들의 100 m 기록이 400 m (r=.711)와 500 m (r=.788)에서 상관관계가 높게 나타나 선행연구와 같은 맥락에서 결과를 확인하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 스타트 구간에서 높은 속도를 유지하는 것이 500 m 경기력 향상에 필수적이며, 스타트를 향상시키기 위한 민첩성과 무산소성 파워훈련이 필수적이며, 가속훈련을 향상시키기 위한 트레이닝 방안을 수립하여 선수들에게 맞춤형 훈련을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

반면, 여자선수들의 경우 0-100 m 기록보다 100-500 m의 기록의 상관계수가 순위와 더 높게 나타나 여자선수들은 100 m 스타트 구간보다 100 m 이후의 주행을 안정적이고 일관적으로 타는 것이 더 중요하다고 판단되며, 여자선수들은 주행훈련을 통하여 체력적으로 주행 속도가 떨어지지 않도록 근지구력과 심폐지구력 훈련프로그램을 구성하는 것이 중요하다고 판단된다.

2. 변동계수 값을 활용한 속도 차이

스피드 스케이팅 선수들은 구간별 주행에서 안정적인 자세를 유지하는 것이 효과적인 지구력 발휘와 속도 조절에 중요하다고 보고된 바 있다(Savinykh, Stoliarova, Stovba, Khomenko & Kurchenkov, 2022). 이에 본 연구에서는 남녀 선수를 대륙별로 구분하여 구간별 평균 속도의 변동계수를 산출하고, 이를 바탕으로 시즌 간 변화를 비교하였다. 변동계수는 표준편차를 평균으로 나눈 값으로, 데이터의 정밀도를 나타내며 서로 다른 자료 간 비교에 활용되는 지표이다. 과거에도 스포츠 경기력 비교 연구에서 변동계수가 활용된 바 있다(Malcata & Hopkins, 2014).

본 연구에서 남자 스피드 스케이터의 경우 변동계수(CV) 분석에서 대륙 전체에 걸쳐 뚜렷한 패턴이 나타났다. 북미 남자선수들은 0-100 m의 변동계수는 22/23 시즌에 비하여 증가되었으며, 100-400 m 구간과 0-500 m 구간은 지난 시즌에 비하여 변동계수가 감소하였다. 다만, 100-500 m와 0-500 m 구간에서 다른 대륙보다 높은 변동계수를 보였다. 이는 북미 남자선수들은 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌의 경기력의 편차가 낮아졌음을 의미하지만 대륙별로 비교했을 때 북미 선수들의 경기력을 아시아와 유럽선수들에 비하여 경기력 편차가 큰 것을 의미한다. 아시아 남자 스케이터들은 특히 0-100 m 구간(CV 1.9)에서 다른 대륙에 비하여 높은 변동성을 보였으며, 100-500 m와 0-500 m 구간에서는 낮아지는 경향을 보였다. 이는 아시아선수들은 스타트 구간에서 아시아 선수들의 경기력 편차가 다른 대륙에 비하여 큰 것을 의미하여 경기력 유지에 부정적일 수 있지만, 스타트 구간 이후로는 아시아선수들의 경기력이 점차 평준화됨을 의미하여 경기력을 유지하는 경향을 보인다. 반면, 유럽 남자는 0-100 m 구간에서 지난 시즌에 비하여 증가되었지만, 전체적으로 대륙별로 비교했을 때 가장 낮은 변동계수를 보였다. 이는 유럽 선수들은 전통적으로 스피드 스케이팅 기록의 편차가 매우 적으며 모든 구간에서 일관된 경기력을 유지하는 것을 볼 수 있다.

여자 스케이터들 사이에서는 대륙별로 대부분의 구간에서 변동계수가 낮아졌다. 먼저 북미 여자는 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에서 모든 구간 변동계수가 낮아졌으며, 특히 100-400 m 구간의 변동계수(2.2144)가 가장 높게 나타나 다른 대륙에 비하여 100-500 m의 경기력 편차가 가장 큰 것으로 나타났다.

아시아 여자도 북미 여자선수들처럼 23/24 시즌에서 모든 구간의 변동계수가 낮아지며 여자 아시아선수들의 경기력 편차가 줄어들었음을 의미한다. 마지막으로 유럽 여자선수들은 다른 대륙에 비하여 0-100 m 구간에서 변동계수가 증가하였지만 22/23 시즌에 비하여 크게 달라지지 않았다. 다만 100-50 m 구간과 0-500 m 구간에서 지난 시즌에 비하여 낮아졌으며, 변동계수가 23/24 시즌의 변동계수가 전체적으로 북미와 아시아선수들에 비하여 변동계수가 낮은 것을 볼 수 있다. 여자 유럽선수들도 유럽 남자선수들처럼 선수들 간 경기력 편차가 적어 평준화되고 있음을 유추할 수 있다.

3. 대륙별 속도 구간에 따른 시즌 차이

먼저 시즌별 차이를 살펴보면 남자선수들의 구간별 속도에 따른 시즌 차이를 보면, 전체적으로 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌의 평균 속도가 모든 대륙에 걸쳐 속도가 낮아진 것을 볼 수 있다. 그 중 100-500 m 구간과 0-500 m 구간은 통계적으로 차이가 나타났으나, Cohen의 효과크기는 보통 크기로 나타났다. 여자선수들의 경우에도 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 속도가 감소한 것으로 나타났으며, 통계적인 차이는 100-500 m 구간에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 22/23 시즌이 23/24 시즌에 비하여 경기력이 좋은 이유는 22/23 시즌의 월드컵을 개최한 장소는 노르웨이, 네덜란드, 캐나다, 폴란드였으며, 23/24 시즌은 일본, 중국, 노르웨이, 폴란드, 캐나다, 미국에서 진행되었다. 스피드 스케이팅은 경기장의 고도에 일반적으로 높아지면 공기의 밀도가 낮아져 선수들은 높은 속도를 유지할 수 있다. 따라서 유럽과 북미에서만 진행된 22/23 시즌과 달리 23/24 시즌에서는 일본과 중국은 상대적으로 경기장의 고도가 유럽과 북미에 비하여 낮으며, 여러 장소를 돌아다니며 경기를 진행한 점이 평균적으로 속도가 낮아진 것으로 보인다.

두 번째로 대륙별 차이에서는 남자선수들의 경우 아시아 선수들은 상대적으로 0-100 m 구간의 속도가 높으며, 100-

500 m, 0-500 m의 경기력은 북미선수들의 속도가 높은 것으로 나타났다. 상대적으로 아시아선수들은 유럽과 북미선수들에 비하여 신장이 작지만, 짧고 강한 하체 근육으로 출발 가속에 유리할 수 있다. 특히, 초기 가속을 결정하는 데 중요한 0-100 m 구간에서 스트로크 동작 동작이 중요하며(Lee, Baek & Park, 2006), 평균 8번 반복하는데 스케이팅 자세를 일정하게 유지하고 짧은 스텝을 활용하여 가속을 진행하는 스타일을 보이기 때문에 초반 스타트 구간이 상대적으로 빠른 것으로 보인다. 다만, 100 m 구간 이후에는 북미선수들이 더 빨라진 것을 확인할 수 있는데, 이는 100 m 스타트 구간 이후 이어지는 곡선과 직선주로가 속도를 증가시키는 구간(Kim, Hong & Ryu, 2018)에서 아시아선수들에 비하여 신장과 보폭이 큰 북미선수들이 100 m 이후 가속 구간에서 속도가 최대화되고 지속성이 유지되기 때문이라고 생각된다. 이러한 결과를 바탕으로 국내선수들의 경기력 향상을 위해서는 속도가 증가되는 첫 번째 코너에서 선수별로 최적의 자세와 스텝을 찾을 수 있도록 주요 선수들의 스트로크 자세와 스텝을 분석하는 것이 중요하다. 또한, 훈련 상황에서 구간별로 시간을 측정하여 개인별 기록을 측정하고 국제대회 기록과 비교할 수 있도록 개인별 기록을 관리하는 것이 필요하다.

CONCLUSION

본 연구는 22/23 시즌과 23/24 시즌에 진행된 월드컵 중 500 m 종목의 경기기록을 바탕으로 랭킹과 상관성을 확인하고 성별과 시즌에 따른 경기력 차이를 대륙별로 비교하고자 하였다.

첫째, 남자선수들의 경우 0-100 m 속도와 0-500 m 속도와 랭킹과 높은 음의 상관관계로 나타나 100 m 스타트 구간의 기록의 중요성을 확인하였다. 여자경기에서는 100-500 m 속도와 0-500 m 속도가 랭킹과 높은 음의 상관관계로 나타나 초반보다는 중반 이후의 속도의 중요성을 확인하였다.

두 번째로 대륙별로 시즌 간 구간 속도의 변동계수를 확인하였는데, 남자선수들의 경우 0-100 m 구간의 변동계수가 모든 대륙에서 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 모두 증가하였으며, 100-500 m 구간과 0-500 m 구간의 변동계수는 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 모두 감소하였다. 여자선수들의 경우 북미와 아시아는 모든 구간의 변동계수가 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 모두 감소하였으며, 유럽선수들은 0-100 m 구간에서 22/23 시즌 보다 23/24 시즌에 변동계수가 증가하였으며, 100-500 m와 0-500 m 구간에서는 감소하였다.

세 번째로 시즌별 차이에서는 남자는 100-500 m 구간과 0-500 m 구간에서 유의미한 차이가 나타났으며, 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 속도가 감소하는 경향을 보였다. 여자선수들은 100-500 m 구간에서 유의미한 차이가 나타났으며, 22/23 시즌에 비하여 23/24 시즌에 속도가 감소하는 경향을 보였다.

마지막으로 대륙별 차이에서는 남자선수들의 경우 모든 구간 유의미한 차이가 나타났으며, 0-100 m 구간에서는 아시아선수들이 가장 빠른 속도를 보였으며, 100-500 m 구간과 0-500 m 구간에서는 북미선수들의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다. 여자선수들의 경우 유의미한 차이가 없었으며, 0-100 m는 북미, 100-500 m와 0-500 m는 유럽선수들이 빠른 것으로 나타났다.

본 연구를 바탕으로 국제대회에서 나타나는 남녀 스피드스케이팅 선수들의 구간별 속도 차이를 대륙과 시즌별로 확인할 수 있었으며, 이러한 정보를 바탕으로 세계 선수들의 경기력의 변화를 확인할 수 있는 정보로 확인하고, 시즌별 기록을 바탕으로 다년간 차이를 확인한다면 현장에서 국내선수들을 대상으로 세계수준과 비교하거나 이를 바탕으로 경기력 향상을 위한 정보로 활용 할 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

Choi, H. (2009). The Investigation of team performance analysis based on the 2002, 2006 football worldcup data. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*, *11*(2), 41-51.

De Koning, J. J., Thomas, R. I. X. T. E., Berger, M. O. N. I. Q. U. E., de Groot, G. E. R. T. & van Ingen Schenau, G. J. (1995). The start in speed skating: from running to gliding. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *27*(12), 1703-1708.

Hopkins, W. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, *30*, 1-15.

Jeon, Y. & Lee, K. (2018). The analysis of 2017/18 ISU Speed Skating World Cup 1st, 2nd and 3rd sprint Women's 500 m interval records. *The Korean Society of Sports Science*, *27*(1), 783-791.

Ji, E. (2013). The record correlation analysis of 500 m sprint start in speed skating. *The Korean Journal of Sport*, *11*(2), 237-245.

Juda, J., Yuki, M., Aoyanagi, T., Fujii, N. & Ae, M. (2007). Kinematic analysis of the technique for elite male long-distance speed skaters in curving. *Journal of Applied Biomechanics*, *23*(2), 28-138.

Kim, E., Park, S. & Kim, K. (2012). A meta-analysis of the effects of early childhood mathematics programs and activities. *The Journal of Korea Open Association for Early Child-*

hood Education, *17*(2), 189-207.

Kim, J. & Choi, H. (2014). Domestic and international research trends on performance analysis in sport. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*, *16*(1), 109-120.

Kim, K. & Ryu, J. (2021). An analysis of the determinants of performance for the curves in official speed skating 500 m race. *Korean Journal of Physical Education*, *60*(3).

Kim, S. & Bae, S. (2022). Development plan for a sports record information service for records management. *Dae Han Society of Industrial Management*, *20*(12), 163-169.

Kim, S., Jung, H., Kang, H., Jung, S., Seo, M. & & Song, J. (2017). Effect of physiological variables on speed skating performance in speed skaters. *The Korean Society of Sports Science*, *26*(1), 947-959.

Kim, Y., Hong, S. & Ryu, J. (2018). Biomechanical analysis of stroke techniques in 500 m speed skating the late straight. *The Korean Society of Sports Science*, *27*(1), 923-933.

Lee, J., Back, J. & Park, J. (2006). The kinematical analysis of male 500 m sprint start in short track speed skating championship. *Korean Journal of Physical Education*, *45*(6), 661-670.

Malcata, R. M. & Hopkins, W. G. (2014). Variability of competitive performance of elite athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, *44*, 1763-1774.

Nikolaidis, P. T. & Knechtle, B. (2018). Pacing strategies in the 'Athens classic marathon': Physiological and psychological aspects. *Frontiers in Physiology*, *9*, 1539.

Paek, K. (2011). Anaysis of olympic & world championship short track speed skating records. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*, *13*(2), 115-123.

Sampaio, J., McGarry, T., Calleja-González, J., Jiménez Sáiz, S., Schelling i del Alcázar, X. & Balciunas, M. (2015). Exploring game performance in the national basketball association using player tracking data. *PloS One*, *10*(7), e0132894.

Savinykh, E. Y., Stoliarova, N. V., Stovba, I. R., Khomenko, R. V. & Kurchenkov, Y. N. (2022). Method for improvement of athletic performance in speed skating. *Journal of Physical Education and Sport*, *22*(7), 1810-1815.

Shin, Y., Park, H., Ryu, J., Jung, H., Kang, H., Jung, S., Seo, M., Kim, S., Oh, Y. & Song, J. (2015). Comparisons of body composition, physical fitness and isokinetic strength between short-track and speed skaters. *The Korean Society of Sports Science*, *24*(6), 1163-1173.

Song, J., Lee, D. & Moon, J. (2017). Biomechanical analysis of speed skating 500 m start phase. *Korean Journal of Sport Science*, *28*(3), 760-767.

van Ingen Schenau, G. J. (1982). The influence of air friction in speed skating. *Journal of Biomechanics*, *15*(6), 449-458.