

엘리트 10종경기 선수들의 경기력 패턴에 관한 연구

이장택¹

¹단국대학교 정보통계학과

접수 2010년 8월 27일, 수정 2010년 10월 8일, 게재확정 2010년 10월 13일

요 약

10종경기 전 종목에 관한 효율적이고 포괄적인 동시훈련은 불가능하다는 Tidow (2000)의 지적처럼 힘, 민첩성, 속력, 지구력 및 개개인의 심리적 특성을 요구하는 10종경기에서 선수들이 가지고 있는 체력과 기술을 각 종목에 효율적으로 안배하여 활용할 수 있는 능력은 매우 중요하다. 본 연구에서는 1990년 이후 거행된 올림픽과 세계육상선수권대회에서의 10종경기 기록을 이용하여 세계적인 선수들은 경기운영을 어떻게 하는지 선도표, 대응분석, 정준상관분석 및 상관분석을 이용하여 살펴보았다. 그 결과 최상위권에 속하는 선수들은 스피드가 매우 뛰어나며 투척경기에도 강하나 지구력 경기에만 약점을 보였으며 경기력 패턴이 뚜렷하게 나타났다. 또한 상위권 선수들은 도약경기에 강세를 보이고 최하위권 선수들은 지구력 경기에 강점을 보였다.

주요용어: 10종경기, 대응분석, 상관분석, 선도표, 정준상관분석.

1. 서론

육상에서 트랙경기와 필드경기를 함께 치르는 혼성경기 중 올림픽 종목으로는 남자는 10종경기가 있으며 육상경기 중 유일하게 점수로 우열을 가린다. 10종경기는 이틀에 걸쳐 경기를 치르는데, 첫째 날에는 100m, 멀리뛰기 (Long Jump, LJ), 포환던지기 (Shot Put, SP), 높이뛰기 (High Jump, HJ), 400m, 둘째 날에는 110m허들 (110m Hurdles, 110mH), 원반던지기 (Discus Throw, DT), 장대높이뛰기 (Pole Vault, PV), 창던지기 (Javelin Throw, JT), 1500m의 순서로 실시한다. 10종경기 선수들은 달리기, 점프하기, 허들링, 던지기에 익숙해야만 하며, 각 종목이 서로 다른 힘과 기술을 요구하기 때문에 종목이 거듭될수록 최선을 다해 경기를 수행하기 위해 선수들은 육체적인 강인함뿐만 아니라 기민한 사고, 적응력을 필요로 하게 된다.

10종경기는 다변량과 소표본이라는 특징을 가지고 있는 흥미로운 데이터로서 많은 학자들에 의해 연구가 되었는데, 10종경기의 수행능력을 비교하는 모형의 유도 (Morton, 1997), 세계육상선수권대회 자료를 이용한 기술통계 및 군집분석 (Cox와 Dunn, 2002), 올림픽 10종경기 기록에 관한 분석 (이장택과 김용태, 2009) 등을 들 수 있다.

오늘날 현대인들은 변화를 미리 예측하고 변화의 주체가 되지 않고서는 경쟁적 우위를 달성할 수 없는 시대를 살고 있고 스포츠 부문도 예외는 아니다. 세계 각국은 엘리트 선수들의 경기력 향상을 위한 첨단 스포츠 과학 육성을 통하여 세계 체육의 선두주자가 되기 위한 다각적인 노력을 경주하고 있다. 이와 같은 취지에 발맞추어 본 연구에서는 10종경기 경기력향상을 위하여 세계적인 선수들의 경기운영 패턴을 여러 가지 통계분석 기법들을 통하여 살펴본다. 1991년부터 2009년까지 거행된 세계육상선수권대회와 올림픽에서의 모든 경기기록 중 상위 200위까지의 10종경기 최종점수를 기준으로 내림차순으로 나열하

¹ (448-701) 경기도 용인시 죽전동 126번지, 단국대학교 정보통계학과, 교수. E-mail: jtlee@dankook.ac.kr

여 최상위 (G1) 20%, 상위 (G2) 20%, 중위 (G3) 20%, 하위 (G4) 20%, 최하위 (G5) 20% 순으로 그룹1부터 그룹5까지 5개의 그룹으로 구분하였다. 집단을 3개 이하로 나누면 표본규모 면에서는 장점이 있으나 통계적 유의성의 면에서 집단 간의 차이가 가시화되지 않는 단점이 있다. 그리고 선도표와 대응 분석을 통한 그룹별로 선수들의 특성을 파악하였으며, 경기운영 면에서 첫째 날과 둘째 날의 경기결과를 그룹별로 정준상관분석을 통하여 특징을 파악하였다. 또한 선수들의 각 게임까지의 누적순위와 최종순위에 대한 상관계수를 이용하여 그룹별로 선수들의 순차적인 경기운영방법을 살펴보았다.

대응분석을 이용한 연구들은 인터넷 쇼핑몰에서 구매품목을 이용한 고객의 예측모델 설계 (지혜영과 조완현, 2009), 지리와 암 사이의 연관성 (Song 등, 2009), 제4회 전라북도 지방선거 결과자료 분석 (최경호, 2009), 지방대학 생존을 위한 전략 수립 (Choi 등, 2006) 등이 있으며 정준상관분석을 이용한 연구들은 심폐기능 요인과 혈중지질 및 호르몬 요인분석 (천병옥, 2005), 중풍환자의 증형진단자료에서 증후들과 증형 간의 관계 탐색 (Shin, 2004) 등이 있으나 스포츠 경기 자체 자료에 관한 두 가지 기법의 적용 사례는 매우 드물다.

논문의 구성은 2장에서는 자료의 구성 및 통계분석과정을 설명하고, 대응분석과 정준상관분석에 대하여 약술하였다. 3장에서는 여러 가지 통계분석을 적용하여 그룹별 선수들의 경기력 및 운영의 차이를 살펴보고 우수한 10종경기 선수가 되기 위한 전제조건을 설명하였으며 4장에서는 본 연구의 결론을 도출하였다.

2. 연구방법

2.1. 자료의 구성 및 통계분석

사용된 데이터는 국제육상경기연맹 (International Amateur Athletic Federation: IAAF) 홈페이지 (<http://www.iaaf.org>)에서 제공하는 1991년부터 2009년까지 거행된 세계육상선수권대회와 올림픽에서의 모든 경기기록 중 상위 200위까지의 기록이며 데이터의 구성은 채점표 계산지에 한 종목이라도 빠지면 실격처리 되므로 모든 종목을 치른 선수들에 대해서만 고려하였다. 데이터분석은 통계패키지 SAS와 SPSS 17 버전을 사용하였으며, 대응분석, 정준상관분석 및 상관분석 등을 이용하였다.

2.2. 대응분석

대응분석 (correspondence analysis)이란 명목척도로 측정된 두 개의 범주형 변수의 관계를 분석하는 방법으로 두 변수의 각 범주들을 평면상에 도시화함으로써 개개의 수준에 따른 차이를 명확히 알 수 있게 한다. 예를 들어 대응분석을 통하여 회사와 관련된 이미지를 직접적으로 비교할 수 있는데 연구자는 지각도 (perceptual map)를 이용하여 회사와 이미지를 동시에 비교할 수 있으므로 경영 의사 결정에 유용하게 이용할 수 있다. 설문지를 구성함에 있어 명목척도를 이용해야 하는 경우에는 대응분석은 매우 유용한 방법이 될 수 있지만 다차원의 속성을 2차원의 평면에 표시하기 때문에 자료의 손실이 뒤따르며 축을 해석하기가 난해한 단점도 있다.

2.3. 정준상관분석

정준상관분석 (canonical correlation analysis)은 두 변수 그룹 사이의 선형관계를 분석하는 다변량 기법이다. 일반적으로 정준상관분석은 두 변수군이 주어질 때 각 변수군의 선형결합간의 상관관계에 관심을 둔다. 이 상관관계를 가장 크게 하는 첫 번째 선형결합의 쌍을 찾고 다음으로 이 선형결합 쌍과 상관관계가 없는 모든 쌍들 중 가장 큰 상관을 가지는 두 번째 선형결합 쌍을 찾으며 이런 과정은 선형결

합의 쌍의 수가 크기가 가장 작은 변수군의 변수의 개수와 일치될 때까지 계속되나, 일반적으로 유의한 정준상관계수만을 분석에 포함시킨다.

3. 데이터 분석

3.1. 선도표 및 대응분석

10종경기에서 필드경기를 잘하는 선수와 트랙경기를 잘하는 선수 중 어느 쪽이 더 유리할까? Cox와 Dunn (2002)는 필드경기 종목들이 일반적으로 표준편차가 크고, 누적합 관리도 (CUSUM)를 살펴보면 필드경기를 잘하는 선수가 훨씬 유리하다고 하였으며, 이장택과 김용태 (2009)는 올림픽에서는 전반적으로 필드경기를 잘하는 선수들이 성적이 좋았지만 메달권에 들려면 멀리뛰기를 포함한 트랙경기를 더 잘해야 한다고 설명하였다.

확실히 상위권에 속하는 선수들은 전 종목을 골고루 잘한다. 하지만 선수들은 대부분이 특정종목에 더 강하기 때문에 개인이 상대적으로 어떤 종목을 더 잘하는 지를 알아보기 위해서는 종목별 표준화점수를 구한 뒤 개인의 종목별 표준화점수를 내림차순으로 정렬하여보면 알 수 있다. 예를 들어 어떤 선수의 100m, 1500m, 높이뛰기의 종목별 표준화 점수가 각각 -0.5, 1, 0.3이라고 하면 이 선수는 잘하는 종목이 1500m, 높이뛰기, 100m의 순서이다.

그림 3.1은 5개의 집단에 대한 종목별 표준화점수의 평균을 보여주는 데, 그룹 G1은 100m, 멀리뛰기, 400m, 110mH의 강세가 두드러지며, 그룹 G2는 높이뛰기, 장대높이뛰기에 강세를, 그룹 G3은 포환던지기, 장대높이뛰기에 강세를, 그룹 G4는 장대높이뛰기에 강세를 각각 보이거나 전체적으로 종목간의 큰 변화가 없다. 마지막으로 그룹 G5는 1500m에 가장 강세를 보인다.

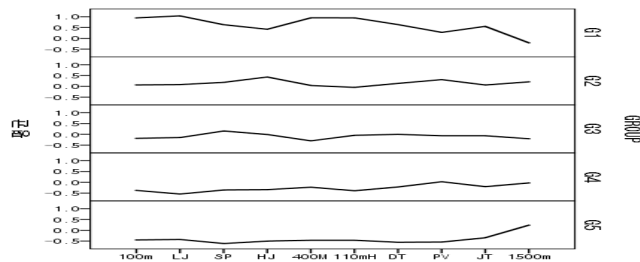


그림 3.1 그룹간의 10개 종목별 평균 표준화점수

표 3.1은 선수 개개인이 10개 종목 중 가장 잘하는 순서로 1위, 2위는 매우 우수 (r1), 3위, 4위는 우수 (r2), 5위, 6위는 보통 (r3), 7위, 8위는 열등 (r4), 9위, 10위는 매우 열등 (r5)과 같은 5개의 순위로 나타낼 때, 5개의 그룹별로 행해진 경기종목과 순위 사이의 독립성검정 결과를 보여준다. 5개 그룹 모두 기대빈도가 5개 미만인 셀의 수가 0%이므로 카이제곱통계량은 신뢰할 수 있다고 믿어지며, 그 결과 그룹 G1과 G5만이 유의수준 5%에서 경기종목과 순위가 서로 상관이 있다고 판명되었다.

그림 3.2는 분할표의 결과, 유의한 그룹에 대한 대응분석을 시행한 결과이며, 2차원 평면에서 나타난 결합도표는 그룹 G1은 전체 데이터가 갖고 있는 정보의 90.9%, G5는 80.1%로 각각 나타났다. 메달권에 속하는 선수들인 그룹 G1인 경우에 상대적으로 잘하는 종목 r1부터 못하는 종목인 r5까지의 위치와 각 종목별 위치의 차이를 살펴보면 상대적으로 잘하는 종목들이 트랙관련 종목으로 뚜렷하게 나타난다. 필드경기에서는 포환던지기가 강하며 가장 취약한 종목은 1500m로 나타난다. 이와 같이 G1 그룹은 다른 그룹과는 달리 강하고 약한 종목들이 뚜렷하게 분리되는 사실을 확인할 수 있는 데, 이 사실

표 3.1 Pearson 카이제곱검정

그룹	값	자유도	점근 유의확률
G1	72.750	36	.000
G2	46.750	36	.108
G3	33.000	36	.612
G4	36.500	36	.445
G5	57.500	36	.013

은 강점은 최대한으로 살리고 약점은 최소화한다는 전략으로 간주된다. 또한 G5는 지구력을 요구하는 1500m가 가장 강하며, 창던지기, 멀리뛰기가 상대적으로 다른 종목들에 비해 강세를 보인다. 따라서 메달권에 속하는 매우 우수한 선수들이 되기 위해서는 스피드, 근력, 순발력이 뛰어나지 않으면 힘든 것으로 나타난다.

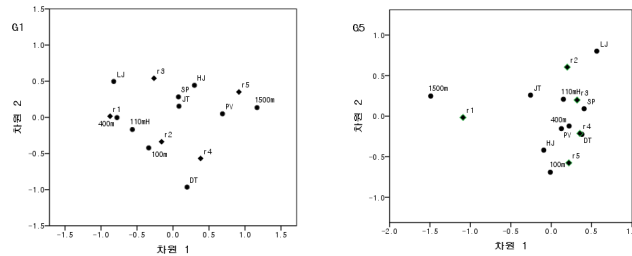


그림 3.2 대응분석에 대한 결합도표

3.2. 정준상관분석

10종경기에서 첫째 날과 둘째 날 경기기록의 연관성은 흥미로운 관심사이다 (Dawkins 등, 1994). 첫째 날 경기와 둘째 날 경기의 정준상관계수를 구하면 표 3.2와 같다. 정준상관계수는 5개이나 전체 (total)는 유의수준 5%에서 유의한 정준함수의 개수는 3개이지만 각 그룹별로 보면 2개 정도를 분석하면 좋을 것으로 간주되기 때문에 본 연구에서는 2개만을 분석하였다. 표 3.3은 표준화 정준계수를 보여주는 데, 전체 데이터 (total)인 경우 첫째 날 제1정준변수 First1은 포환던지기와 강한 상관관계가 있으므로 던지기, 첫째 날 제2정준변수 First2는 100m와 멀리뛰기에 상관관계가 크므로 달리기로 명명하면 둘째 날 제1정준변수 Second1도 던지기, 둘째 날 제2정준변수 Second2도 달리기로 명명될 수 있겠다. 따라서 첫째 날과 둘째 날의 상관관계를 살펴보면 던지기 군과 달리기 군끼리 서로 상관관계가 큰데, 포환던지기는 원반던지기과 매우 밀접한 관계가 있지만 투창던지기와는 별로 연관이 없으며, 달리기도 100m와 110m허들은 서로 연관성이 크나 지구력을 요구하는 1500m과는 음의 상관이 있음을 알 수 있다. 그룹 G1은 제1정준변수로부터 100m 기록이 뛰어난 선수들은 1500m가 현저하게 저조하며, 제2정준변수로부터 100m와 높이뛰기에 취약한 선수들은 1500m와 원반던지기에 강하다는 특징을 나타낸다. 그룹 G2는 제1정준변수로부터 멀리뛰기와 높이뛰기가 뛰어날수록 장대높이뛰기와 창던지기가 약하다는 특징을 나타내며, 제2정준변수로부터 포환던지기를 잘하면 원반던지기도 잘한다고 할 수 있다. 그룹 G3은 제2정준변수로부터 포환던지기를 잘하면 원반던지기도 잘한다고 할 수 있으며, 그룹 G4는 제2정준변수로부터 포환던지기를 못하고 400m를 잘 뛰면 1500m와 110m허들은 잘하나 원반던지기는 못한다고 할 수 있으며, 그룹 G5는 멀리뛰기가 강하고 포환던지기가 약하면 장대높이뛰기와 창

던지기는 강하나 원반던지기는 약하다는 특징을 갖는다. 한편 그룹 G2부터 그룹 G5의 제1정준변수들의 상관계수가 0.96 이상이고, 제1정준변수에 나타난 각 변수별 표준화정준계수들을 보면 계수가 첫째 날은 모두 양수이고 둘째 날은 모두 음수이므로 첫째 날 경기들의 점수가 상대적으로 좋으면 둘째 날 경기들의 점수는 상대적으로 나빠진다고 할 수 있다. 이점은 체력의 강인함과 안배에 상당히 연관이 있는 것으로 사료되기 때문에 이 그룹들에 속하는 선수들은 최상위권 선수들에 비해 상대적으로 비효율적으로 게임을 운영하는 것으로 판단되어진다.

표 3.2 첫째 날과 둘째 날 종목에 대한 정준상관분석

Group	CanonicalCorrelation	Adjusted CanonicalCorrelation	Proportion	$Pr>F$	
Total	1	0.6775	0.6577	0.5932	<.0001
	2	0.5378	0.5211	0.2845	<.0001
	3	0.3362	0.3117	0.0891	0.0002
	4	0.1993	0.187	0.0289	0.0606
	5	0.0779	.	0.0043	0.2778
G1	1	0.8293	0.7886	0.6863	<.0001
	2	0.5747	0.4253	0.1537	0.0267
	3	0.4909	.	0.099	0.0844
	4	0.4	.	0.0594	0.1974
	5	0.0738	.	0.0017	0.6688
G2	1	0.8914	0.8661	0.6749	<.0001
	2	0.7613	0.7238	0.2404	0.0003
	3	0.5445	0.4958	0.0735	0.1279
	4	0.2421	0.1659	0.0109	0.7203
	5	0.0429	.	0.0003	0.8039
G3	1	0.9733	0.9683	0.9336	<.0001
	2	0.7033	0.6463	0.0508	0.0102
	3	0.4463	0.3636	0.0129	0.4227
	4	0.2077	0.1012	0.0023	0.7863
	5	0.0857	.	0.0004	0.6193
G4	1	0.9611	0.9535	0.8405	<.0001
	2	0.8031	0.771	0.1261	<.0001
	3	0.5387	0.4797	0.0284	0.1283
	4	0.26	0.1944	0.005	0.6686
	5	0.0262	.	0	0.8796
G5	1	0.9777	0.9735	0.9216	<.0001
	2	0.7375	0.6808	0.0507	0.0002
	3	0.5871	0.5497	0.0224	0.0336
	4	0.3122	0.2546	0.0046	0.4054
	5	0.1299	.	0.0007	0.4503

3.3. 상관분석

10종경기 선수들은 과연 자신의 경기순위를 얼마나 잘 조절하는가? 표 3.4는 경기 순서별 누적총점 (S_i 는 i 번째 게임 뒤의 누적총점)에 대한 순위와 최종점수의 순위와의 피어슨 상관계수 r 과 순위상관계수 ρ 를 보여준다. 최상위권 선수들인 G1 그룹은 첫 경기의 순위부터 최종순위와 매우 상관관계가 크다는 사실을 알 수 있지만 나머지 그룹들은 유의성검정에 의하여 8번째 종목이후에야 비로소 최종순위와의 연관성이 깊어지는 사실을 알 수 있다. 따라서 페이스 조절은 G1 그룹에만 해당될 것으로 간주되며 나머지 집단은 최선을 다한다는 전략으로 경기에 임하는 것으로 간주된다.

그림 3.3은 매 경기종목이 끝난 후의 순위에 대한 MAD (Mean Absolute Deviation)를 그림으로 나타낸 결과이며, MAD는 n 명의 선수에 대해 i 번째 선수의 현재순위를 O_i , 최종순위를 R_i 라고 하면 다음

표 3.3 첫째 날과 둘째 날 종목에 대한 표준정준상관계수

Group	Event	First1	First2	Event	Second1	Second2
Total	100m	0.2124	0.8833	110m허들	-0.0299	0.6959
	멀리뛰기	-0.0754	0.3251	원반던지기	0.8282	-0.4121
	포환던지기	0.9268	-0.22	장대높이뛰기	-0.147	-0.0487
	높이뛰기	0.0795	-0.095	창던지기	0.0542	-0.1447
	400m	-0.1944	-0.1507	1500m	-0.3347	-0.6162
G1	100m	0.7489	-0.7694	110m허들	0.2532	0.0477
	멀리뛰기	-0.2023	-0.2331	원반던지기	0.2314	1.2981
	포환던지기	0.4584	0.2183	장대높이뛰기	-0.3401	0.7342
	높이뛰기	0.1012	-0.8091	창던지기	0.0224	0.7489
	400m	-0.5884	-0.2129	1500m	-0.7681	1.249
G2	100m	0.4106	-0.2519	110m허들	-0.336	-0.3438
	멀리뛰기	0.5116	-0.3338	원반던지기	-0.5131	0.7473
	포환던지기	0.2981	0.8532	장대높이뛰기	-0.7203	-0.2814
	높이뛰기	0.6924	-0.0193	창던지기	-0.7271	0.1332
	400m	0.2998	0.0778	1500m	-0.3945	-0.2
G3	100m	0.4596	0.239	110m허들	-0.3966	0.0203
	멀리뛰기	0.495	-0.161	원반던지기	-0.4319	0.9437
	포환던지기	0.4705	0.6315	장대높이뛰기	-0.6618	0.0412
	높이뛰기	0.4905	-0.0181	창던지기	-0.5791	0.3081
	400m	0.3595	-0.5116	1500m	-0.7091	-0.2393
G4	100m	0.3519	0.0098	110m허들	-0.4497	0.5387
	멀리뛰기	0.4514	0.1107	원반던지기	-0.5815	-0.5332
	포환던지기	0.5243	-0.7511	장대높이뛰기	-0.6626	-0.3165
	높이뛰기	0.5468	-0.0543	창던지기	-0.5483	-0.0181
	400m	0.4745	0.3795	1500m	-0.5539	0.5015
G5	100m	0.5726	-0.2972	110m허들	-0.3903	-0.176
	멀리뛰기	0.4927	0.7439	원반던지기	-0.5263	-0.7214
	포환던지기	0.4864	-0.5524	장대높이뛰기	-0.694	0.7046
	높이뛰기	0.5999	-0.0551	창던지기	-0.731	0.6975
	400m	0.4319	-0.4064	1500m	-0.7394	-0.4118

표 3.4 10종경기 자료에 대한 상관계수

Group		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉
Total	r	.507**	.621**	.730**	.755**	.792**	.821**	.855**	.908**	.965**
	ρ	.460**	.564**	.681**	.736**	.760**	.776**	.821**	.888**	.955**
G1	r	.386*	.449**	.569**	.438**	.431**	.596**	.574**	.741**	.908**
	ρ	.382*	.449**	.551**	.422**	.382*	.613**	.601**	.732**	.888**
G2	r	-.033	-.008	.151	.069	.100	.096	.220	.316*	.673**
	ρ	-.034	-.042	.007	.055	.105	.093	.243	.316*	.641**
G3	r	.025	.150	.315*	.310	.233	.151	.211	.386*	.581**
	ρ	-.003	.138	.271	.289	.187	.133	.164	.339*	.585**
G4	r	.028	.118	.200	.268	.171	.071	.218	.223	.477**
	ρ	-.044	-.002	.104	.171	.086	.004	.194	.164	.494**
G5	r	.032	.068	.154	.135	.105	.143	.265	.387*	.557**
	ρ	.067	.131	.174	.095	.086	.141	.238	.400*	.588**

** . 상관계수는 0.01 수준 (양쪽)에서 유의합니다.

* . 상관계수는 0.05 수준 (양쪽)에서 유의합니다.

과 같이 정의된다.

$$MAD = \sum_{i=1}^n |O_i - R_i|/n$$

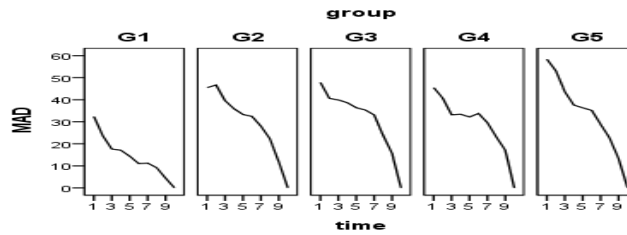


그림 3.3 10종경기 순위에 대한 MAD의 선그래프

그림 3.3으로부터 그룹 G1은 순위의 변동이 매우 안정적이며, G2부터 G4는 변화 모양이 비슷하고, G5는 변화가 가장 심한 그룹임을 알 수 있다. 따라서 그룹 G1에 속하는 선수들은 종목에 대한 체력안배 및 경기운영을 선수가 잘 조절한다고 할 수 있지만 그룹 G2부터 G4에 속하는 선수들은 매순간 최선을 다하여 게임은 진행하지만 체력안배 및 경기당일 컨디션에 따라 중간순위들이 가변적인 사실을 확인할 수 있으며 그룹 G5는 순위의 변화가 가장 심한 경향을 나타낸다. 10종경기에서 과연 10개 종목을 골고루 잘하는 것과 특정 종목을 잘하는 것 중 어느 것이 더 바람직한지를 살펴보는 것은 또 다른 중요한 관심사이다. Van Damme 등 (2002)은 10종경기 선수 600명의 기록을 이용하여 선수가 가장 잘하는 종목의 표준화점수 (최대능력)와 최종 10종경기 표준화점수 (평균능력)의 상관계수는 $r = -0.37$ 로 한 종목을 잘하는 것이 다른 종목을 골고루 잘하는 데 방해요소가 될지도 모른다고 지적하였다. 하지만 Kenny 등 (2005)는 올림픽 10종경기를 통하여 최대능력과 평균능력의 상관계수는 $r = 0.57$ 로 양의 상관관이 있음을 밝혔으며 선수 자신이 강한 종목에서 최대한의 능력을 발휘하고 부족한 종목점수의 차이를 최소화하여야 올림픽에서 성공할 수 있다고 설명하였다. 상기 2가지 연구의 기본적 차이는 표본선택의 차이인데, 표 3.5는 본 연구의 데이터를 이용하여 구한 전체와 5개의 그룹에서의 최대능력과 평균능력의 상관계수와 유의확률을 보여준다.

표 3.5 평균능력과 최대능력의 피어슨 상관계수

Group	G1	G2	G3	G4	G5	Total
r	.337	.316	.293	.501	-.326	.603
p -value	.033	.047	.066	.001	.040	.000

표 3.5로부터 최대능력과 평균능력은 확실히 선수들의 능력에 따라 다르게 연관지어진다. 10종경기에서 특정종목을 잘하는 것이 능력이 뛰어난 선수들에게는 바람직하지만 능력이 부족한 선수들에게는 오히려 오버페이스를 하게 되는 원인이 된다고 할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 10종경기의 경기력 향상을 위하여 세계적인 선수들의 경기운영 패턴을 연구대상으로 관찰하였다. 10종경기는 경기를 이틀 간 거행하는 가장 긴 경기시간을 필요로 해서 운에 의해서 순위가 정해지는 경우는 거의 없기 때문에 체격, 체력, 운동기능 등 신체적 요인이 뛰어난 선수들이 절대적으로 유리하다. 그 중에서도 스피드를 이용한 트랙경기에 강하고 투척경기에 능한 선수들이 최상위권까지 성장할 수 있으며 필드경기가 강한 선수들은 상위권 진입은 가능하지만 스피드가 배가되지 않으면 더 이상의 성적을 기대하기 어렵다는 사실을 확인할 수 있었다. 특히 다른 그룹들에 비해 최상위 그룹 (G1) 선수들은 여러 가지 통계분석을 이용하여 살펴본 경기운영능력은 타 그룹과 격차가 많이 났으며 최하위 그룹에 속하는 선수들은 달리기 지구력을 요하는 1500m에는 다른 종목들에 비해 강한 것으로 나타났지

만 스피드와 투척력이 현저하게 떨어졌다. 결론적으로 현재 10종경기 시스템은 스피드가 없으면 메달권 진입이 불가능하기 때문에 육상저변이 부실한 우리나라에서 세계적인 10종경기 선수를 배출하려면 신체 조건이 좋은 단거리 선수들이 많이 육성되어야 하며 이런 선수들에게 기록 향상이 스피드보다 수월하다고 알려진 투척 종목을 중점적으로 훈련하면 지금보다 훨씬 좋은 결과가 있을 것으로 사료된다. 본 연구가 메달권 진입을 위한 선수육성에 대한 기본적인 논의 방향을 제대로 잡아주는 이론적인 근거가 되었으면 하는 것이 저자의 바램이다.

참고문헌

- 이장택, 김용태 (2009). 올림픽 10종경기 기록에 관한 분석. <한국자료분석학회>, **11**, 2805-2816.
- 지혜영, 조완현 (2009). 인터넷 쇼핑몰에서 구매품목을 이용한 고객의 예측모델 설계. <한국데이터정보과학회지>, **20**, 25-27.
- 천병욱 (2005). 심폐기능 요인과 혈중지질 및 호르몬 요인에 대한 정준상관분석. <한국스포츠리서치>, **16**, 289-296.
- 최경호 (2009). 제4회 전라북도 지방선거 결과자료 분석. <한국데이터정보과학회지>, **20**, 369-375.
- Choi, K. H., Jeon, K. H. and Hwang, I. S. (2006). Practical usage of positioning map in university public information strategy. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **17**, 677-685.
- Cox, T. F. and Dunn, R. T. (2002). An analysis of decathlon data. *Journal of the Royal Statistical Society Series D*, **51**, 179-187.
- Dawkins, B. P., Andrea, P. M. and O'Connor, P. M. (1994). Analysis of Olympic heptathlon data. *Journal of the American Statistical Association*, **89**, 1100-1106.
- Kenny, I. C., Sprevak, D., Sharp, C. and Boreham, C. (2005). Determinants of success in the Olympic decathlon: Some statistical evidence. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, **1**, Issue 1, Article 5.
- Morton, R. H. (1997). Statistical effects of lane allocation on times in running races. *Statistician*, **46**, 101-104.
- Shin, Y. K. (2004). Nonlinear canonical correlation analysis for paralysis disease data. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **15**, 515-521.
- Song, J. J., Yu, P., Ren, Y. and Chung, M. H. (2009). Correspondence analysis for studying association between geography and cancer. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **20**, 919-924.
- Tidow, G. (2000). Challenge decathlon-barriers on the way to becoming the "king of athletes". *New Studies in Athletics*, **15**, 43-52.
- Van Damme, R., Wilson, R. S., Vanhooydonck, B. and Aerts, P. (2002). Performance constraints in decathletes. *Nature*, **415**, 755-756.

A Study on the performance pattern in the elite decathlon

Jang Taek Lee¹

¹Department of Statistics, Dankook University

Received 27 August 2010, revised 8 October 2010, accepted 13 October 2010

Abstract

The decathlon is an athletic event consisting of ten track and field events. Events are held over two consecutive days and the winners are determined by the combined performance in all. We considered the best 200 decathletes who competed in the recent Olympics games and World Championship decathlon. We have used correspondence analysis to identify the relationship between ordered individual performance and the overall performance. Canonical correlation analysis of first day events versus second day events could shed light on the change of the level of performance between the two days. Correlation analysis was used to verify relation between cumulative event rank and final decathlon rank. Therefore, we conclude that the decathlon favors those athletes who do well at the track events to become the best players. The best players in the decathlon performed relatively poorly in the 1,500 metres, but did well in the long jump, the 400 metres and the 110-metre hurdles. Decathletes in this study have a positive correlation between overall performance and maximal excellence in a particular discipline. Thus, to compete successfully at this level, a uniform, relatively high performance in all individual disciplines is required.

Keywords: Canonical correlation analysis, correlation analysis, correspondence analysis, decathlon, line graph.

¹ Professor, Department of Statistics, Dankook University, Yongin 448-701, Korea.
E-mail: jtlee@dankook.ac.kr