

한려해상국립공원 계단형 등산로에서 등산의 운동생리학적 연구¹

- 금산지구를 중심으로 -

이준우² · 박범진³ · 최윤호³ · 김재수⁴

A Study on Exercise Physiology of Climbing in Step-trail¹ - At Keumsan in Hallyö-Haesang National Park-

Joon-Woo Lee², Bum-Jin Park³, Yeon-Ho Choi³, Je-Su Kim⁴

요 약

한려해상국립공원 남해도지구에 위치한 금산의 등산로를 대상으로 하여 등산로에 설치된 계단의 물리적 특성을 조사한 결과, 등산로 총 연장 2,126m 중에 계단이 설치된 구간은 15개 구간이며, 총 길이는 1,000.4m로 나타났다. 대다수의 등산로 계단구역의 물매는 20~40%로 나타났으나, 11번 구간, 12번 구간과 같이 경사도 45.7%, 58.4%의 계단이 268.5m, 188.6m인 구간과 13번 구간과 같이 물매가 67.8%의 급경사 등산로 구간도 설치되어 있었다. 계단형 등산로에서 등산시 탐방객이 느끼는 운동강도를 조사한 결과, 전체 구간에 있어서 등산시의 심박수는 약 104~184회/분으로 나타났으며, 계단형 등산로 구간 중 11번 구간과 12번 구간, 그리고 13번 구간의 등산시 심박수 증가율, 운동강도지수, %HRmax는 각각 166.5%, 89.1%, 92.9%와 167.4%, 89.6%, 93.2%, 그리고 157.8%, 84.5%, 89.9%로 조사되었다.

주요어 : 등산로, 심박수, 계단 물매

ABSTRACT

This study was carried out to investigate exercise load of visitors and physical condition of stairway in the trail of Keumsan located in Hallyö-Haesang National Park. Total trail length of Keumsan is 2,126m, and the number of step-trail section are 15, and the total length of step-trail section is 1,000.4m. Average gradient of step-trail was 20~40%. But the gradient and length were 45.7% and 268.5m in the section 11, and 58.4% and 188.6m in the section 12. The greatest gradient was 67.8% in the section 13. During the climbing in trail, heart rate were 104~184beats/min.. And in the step-trail section 11, 12, and 13, IHR, ELI, and %HRmax were

1 접수 1998년 12월 15일 Received on Dec. 15, 1998

2 충남대학교 산림자원학과 Department of Forest Resources, Chungnam Nat'l Univ., Taejon, 305-764, Korea(lee-junu2@chollian.net)

3 충남대학교 대학원 Graduate School, Chungnam Nat'l Univ., Taejon, 305-764, Korea

4 충북대학교 산림과학부 School of Forest Resources, Chungbuk Nat'l Univ., Cheongju, 361-763, Korea

166.5%, 89.1%, 92.9%, and 167.4%, 89.6%, 93.2%, and 157.8%, 84.5%, 89.9%, respectively.

KEY WORDS : TRAIL, HEART RATE, GRADIENT OF STEP-TRAIL

서론

등산은 단순한 산오름이 아니고 산을 구성하고 있는 물과 나무와 기암 절벽, 야생 동·식물이 어우러져 펼쳐지는 장관을 통해 시각적 감흥을 얻고, 시원한 물소리와 자연의 내음, 그리고 온 몸을 감싸고 도는 바람으로 인간의 오감을 자극하여 자연을 경험하게 하는 행위이다(이준우와 박범진, 1998).

등산로는 노선의 경사도에 따라 탐방객의 신체에 무리를 주는 정도가 달라지며, 노면의 재질이 다리에 전해지는 충격을 어느 정도 흡수할 수 있는지에 따라 서로 달라진다. 또한 아름다운 경관이 주는 감흥도 더러는 신체적 부담을 덜어주곤 한다. 등산시 탐방객의 신체에 영향을 미치는 인자를 고려하여, 등산의 난이도를 탐방객이 쉽게 알 수 있도록 해 주는 일은 매우 중요한 일이 아닐 수 없다. 이러한 자료는 탐방객이 등산계획을 수립하는데 사용할 수 있을 뿐만 아니라 관리자가 이용에 따른 등산로 훼손을 예측하고 구조물 설치를 계획할 경우 유용하게 사용될 수 있다.

목재, 석재 또는 철재로 제작되는 계단은 경사가 급한 등산로에 등산로 노면 훼손을 최소화하기 위하여 설치되는 구조물로서 산악형 국립공원에서 가장 보편적으로 접할 수 있는 시설물이다. 그러나 탐방객이 계단형 등산로 구간을 등반할 경우 체감하는 등반 경사가 자연상태의 사면경사보다 더 크게 나타나는 단점이 있다(이준우와 박범진, 1998).

본 연구에서는 산악형 국립공원의 등산로나 탐방로의 설치기준이 정립되지 않은 현재의 실정에서 계단형 등산로 구역이 전체 등산로에 많은 부분을 차지하는 한려해상국립공원 남해도 지구에 위치한 금산을 대상으로 등산로에 설치된 계단의 물리적 특성이 등산시 탐방객이 느끼는 운동강도에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상지의 개황

우리나라 남해안에 위치한 한려해상국립공원은 동

쪽의 거제도에서 서쪽의 여수 오동도까지 걸쳐있으며, 1968년에 우리나라 네번째 국립공원으로 지정되었다. 이 지역은 아름다운 섬과 해수욕장, 문화유적지를 비롯하여 다양한 난대성식물상과 조류상, 기암괴석의 자연자원을 가지고 있다. 한려해상국립공원은 총 6개 지구로 구성되어 있는데, 이 중 상주·금산지구의 명소는 금산과 금산을 배경으로 송림에 둘러싸여 있는 남해안 제일의 상주해수욕장이다.

금산은 해상국립공원 상에 위치한 산악 지역에서 정상부에서 남해안의 전경을 내려다 볼 수 있으며, 전국 3대 기도처의 하나인 보리암이 있어 탐방객의 이용이 꾸준히 증가되고 있는 지역이다.

Figure 1에서 보는 바와 같이 금산지역은 동쪽 사면이 가장 완만하며, 북쪽 사면이 상대적으로 급경사를 이루고 있다. 경관이 수려한 정상부에 접근할 수 있는 방법은 등산로를 이용한 방법과 차량을 이용하여 북쪽저수지 방향의 진입로를 이용하는 방법이다. 현재는 어린이와 노약자, 그리고 일부 등산을 기피하는 탐방객이 차량을 이용하여 정상부를 방문하고 있지만 다수의 탐방객은 등산로를 이용하여 금산지역의 탐방활동을 즐기고 있다.

계단은 급경사지역에서 사면의 침식을 방지하기 위하여 주변에서 쉽게 구할 수 있는 자연석이나 목재를 이용하여 제작하는 보편적 형태의 구조물이다. 이러한 계단의 높이, 폭과 같은 물리적 특성과 재질은 등산객에 등산시 운동부하에 많은 영향을 미친다. 계단은 경사면보다 더 큰 물매를 발생시키므로 계단의

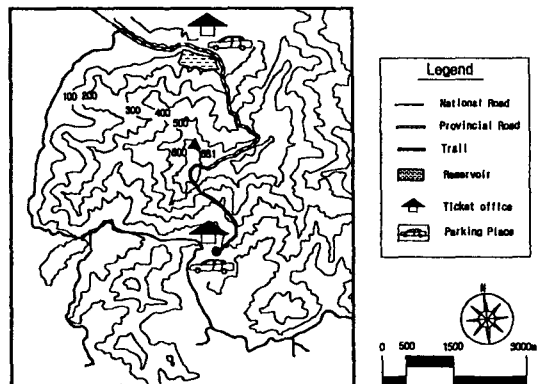


Figure 1. Location of surveyed trail in Keumsan

설치에 앞서 급경사지에 위치하는 계단이 신체에 미치는 영향에 대하여 생각해 볼 필요가 있다.

이 지역의 등산로 총 연장 2,126m 중 계단 구간의 길이의 합은 1,000.4m이며, 15개 구간으로 구성되어 있다. 15개 구간 중 5개 구간의 계단은 나무를 소재로 제작되었으며, 9개 구간의 계단은 석재를 사용하여 제작되었고, 1개 구간의 계단은 목재와 석재를 혼합하여 제작하였다.

계단이 신체에 미치는 영향을 파악하기 위하여 금산 등산로에 위치한 15개 계단형 등산로구간을 대상으로 총 1,437개의 계단에 높이와 폭을 줄자로 실측하였다.

2. 피험자의 신체적 특성

연구에 참여한 피험자는 Table 1에서 보는 바와 같이 20대 중반에서 후반까지의 남자 4명으로 선정하였으며, 피험자의 휴식시 심박수는 신체가 가장 안정상태에 있는 수면 후에 바로 측정된 심박수로 추정하였다.

직접적 방법을 이용한 피험자의 최대심박수 측정은 자전거 에르고메타(Bicycle ergometer)를 이용한 운동부하 실험을 통하여 실시하였다. 최대심박수 측정에 있어서, 기후조건 중 온도와 습도가 심박수 변화에 많은 영향을 미치므로 온도와 습도가 심박수에 미치는 영향을 보정해 줄 필요가 있다.

이러한 영향을 보정하기 위하여 등산시 온도강도를 측정할 현장에 온도와 습도를 조사한 후, 온도와 습도의 조절이 가능한 챔버의 환경을 현장의 온도(8.5℃) 및 대기습도(65%)와 동일한 조건으로 설정하고 Figure 2와 같이 자전거 에르고메타를 이용하여 최대심박수를 측정하였다.

자전거 에르고메타는 인공적으로 조사자가 원하는 작업부하를 부여할 수 있는 장비로서 기계의 작동원리는 Figure 2에서 보는 바와 같이 자전거 페달과 앞바퀴를 연결하고 식 1과 같이 앞바퀴에 장력과 페달의 회전속도를 조절함으로써 운동강도를 증감시킴으로써 설계되어 있다.

$$W = F \times 2\pi R \cdot n \dots\dots\dots(1)$$

W : 일(kpm/min, watts)

F : 장력(kp)

R : 바퀴의 반지름(m)

n : 바퀴의 회전수(rpm)

간접적인 방법으로 최대심박수를 추정하기 위해서 Boeltz(1987)가 제시한 추정식(식 2 참조), 남기용 등(1968)이 제시한 추정식(식 3 참조), 그리고 岩崎(1986)가 제시한 추정식(식 4 참조)을 사용하였다.

Boeltz's formula:

Maximal heart rate(beats/min.)

$$= 220 - \text{Age}(\text{yr}) \dots\dots\dots(2)$$

Nam's formula:

Maximal heart rate(beats/min.)

$$= -0.633\text{Age}(\text{yr}) + 202.5 \dots\dots\dots(3)$$

Iwazaki's formula:

Maximal heart rate(beats/min.)

$$= -0.89\text{Age}(\text{yr}) + 209 \dots\dots\dots(4)$$

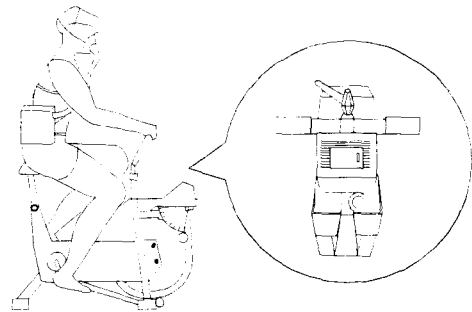


Figure 2. Diagram of bicycle ergometer with several equipments for measuring of heart rate in humidity and temperature control chamber

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Name	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)	Resting heart rate(beats/min.)	Sex
HWM	28	188	70	65	Male
CTY	27	178	70	69	Male
SJE	25	176	68	71	Male
KMJ	22	172	58	70	Male

3. 등산시 심박수 조사

운동강도의 측정지표로서 심박수는 기온, 습도, 피험자의 심리상태, 지형조건 등에 따라 그 변화가 다양하여 환경 및 피험자의 특성에 영향을 받는다. 그러나, 심박수는 다른 생리적 지표와 비교하여 연속적으로 손쉽게 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러므로 운동시 운동강도를 측정하기 위해서는 측정이 용이한 심박수가 주로 사용된다(서울대학교 운동생리학실험실, 1989).

심박수의 측정은 핀란드의 POLAR ELECTRO사에서 제작한 심박수 측정기(Polar Sport Tester, P-4000)를 사용하였다. 심박수 측정기는 감지기 및 송신기를 벨트처럼 가슴에 부착하여 심장박동 신호를 감지하여 무선으로 송신하고, 수신기 및 기억장치는 손목시계처럼 손목에 착용하여 송신된 심장박동 신호를 수신하여 기억할 수 있으며, 기억장치(손목시계)에 파일별로 기억된 자료를 컴퓨터 인터페이스를 통하여 측정된 심박수 자료를 활용·분석할 수 있다(이준우, 1995). 위와 같은 방법으로 현장에서 등산시 운동강도를 평가하기 위하여 심박수를 측정하였다.

4. 등산시 운동강도 평가

운동강도를 나타내는 절대적인 측정단위로는 분당 에너지소비량(kcal/min., kj/min.), 분당 산소소비량(l/min.), 에너지대사율(RMR, Relative Metabolic Rate) 등이 이용되는데 상대적인 작업강도의 단위로는 최대 산소소비량에 대한 백분율이나 최대심박수 또는, 안정시 심박수의 백분율로 나타내는 방법이 있다(山地, 1981).

본 연구에서는 최대심박수와 안정시 심박수를 이용하여 심박수증가율(IHR)과 운동강도지수(ELI), 그리고 %HRmax를 구하였고, 이를 이용하여 운동강도를 추정하였다.

$$IHR = \frac{HRw - HRr}{HRr} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

HRw: 운동시 심박수(beats/min.)

HRr: 안정시 심박수(beats/min.)

$$ELI = \frac{HRw - HRr}{HRmax - HRr} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

HRw: 운동시 심박수(beats/min.)

HRr: 안정시 심박수(beats/min.)

HRmax: 최대 심박수(beats/min.)

$$\%HRmax = \frac{HRw}{HRmax} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

HRw: 운동시 심박수(beats/min.)

HRmax: 최대 심박수(beats/min.)

결과 및 고찰

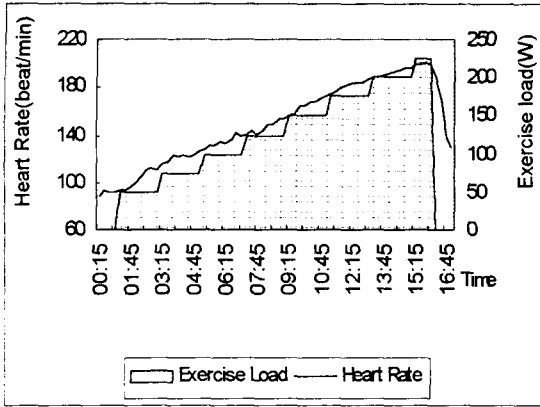
1. 최대심박수의 측정

피험자를 대상으로 자전거 에르고메타를 이용하여 등산시 심박수를 측정할 날과 동일한 온도(8.5℃), 습도(65%) 환경에서 운동부하 실험을 실시한 결과를 Figure 3에 나타내었다. 운동부하와 운동시간의 증가에 비례하여 피험자의 심박수가 증가하는 경향을 나타냈으며, 자전거 에르고메타(Bicycle ergometer)를 이용하여 직접적인 방법으로 조사한 피험자의 최대심박수는 Table 2에서 보는 바와 같이 HWM가 201회/분, CTY이 191회/분으로 나타났고, SJE과 KMJ은 각각 191회/분, 202회/분으로 나타났다.

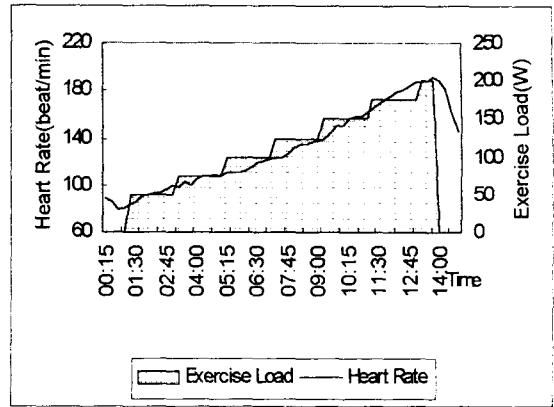
추정식을 이용하여 간접적인 방법으로 최대심박수를 추정한 결과, Boeltz(1987)의 식을 사용할 경우에는 HWM가 192회/분, CTY이 193회/분으로 나타났고, SJE과 KMJ은 각각 195회/분, 198회/분으로 나타났으며, 남기용 등(1968)이 제시한 식을 사용할 경우에는 HWM가 185회/분, CTY이 185회/분으로 나타났고, SJE과 KMJ은 각각 187회/분, 189회/분으로 나타났다. 또한 岩崎(1986)가 제시한 식을 사용할 경우에는 HWM가 184회/분, CTY이 185회/분으로 나타났고, SJE과 KMJ은 각각 187회/분, 189회/분으로 나타났다.

2. 최대심박수 추정방법의 비교

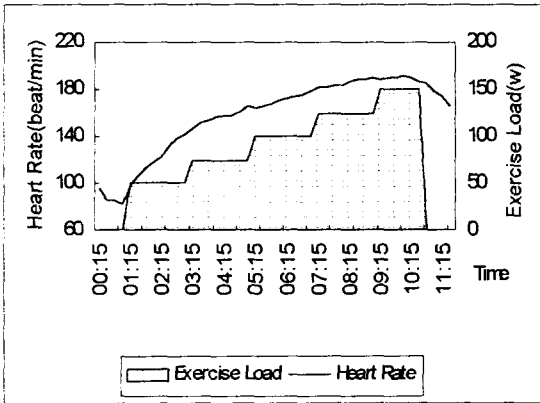
자전거 에르고메타(Bicycle ergometer)를 이용한 운동부하 실험을 이용하여 최대심박수를 측정할 직접적인 방법과 Boeltz(1987), 남기용 등(1968), 岩崎(1986)가 제시한 추정식을 이용하여 최대심박수를 추정한 간접적인 방법을 비교해 본 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 직접적인 방법과 간접적인 방법에는 차이가 발생하였다. Boeltz, 남기용 등, 岩崎가 제시한 추정식을 사용하여 최대심박수를 추정한



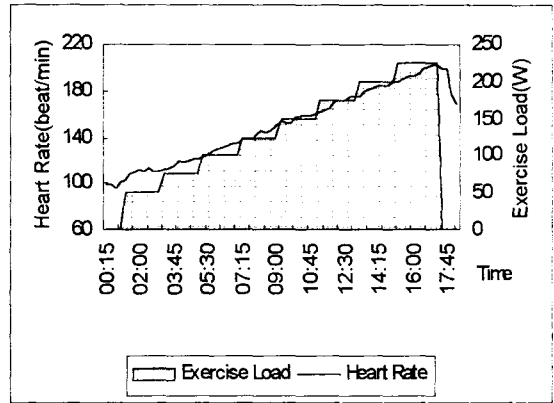
HWM



CTY



SJE



KMJ

Figure 3. Description of work load test

Table 2. Maximal heart rate of subjects

Name	Maximal heart rate (beats/min.)				Sex
	Bicycle ergometer	Boeltz's formula	Nam's formula	Iwazaki's formula	
HWM	201	192	185	184	Male
CTY	191	193	185	185	Male
SJE	191	195	187	187	Male
KMJ	202	198	189	189	Male

결과를 자전거에르고메타를 이용한 측정방법과 비교해 보면, Boeltz의 식이 가장 유사한 값을 보이고 있으며, 남기용 등과 岩崎가 제시한 추정식은 과소치를 보이고 있다.

간접적인 방법으로 최대심박수를 측정할 때에는 피험자의 나이를 가지고 최대심박수를 추정한다. 그러나 추정방법은 개개인의 평상시 신체관리상태를 반영하지 못하고 연령만을 이용하여 최대심박수를

Table 3. Exercise load index on the subjects during the climbing

Subject	Increment of heart rate (%)	Exercise load intensity (%)				%HRmax (%)			
		Bicycle ergometer	Boeltz's formula	Nam's formula	Iwazaki's formula	Bicycle ergometer	Boeltz's formula	Nam's formula	Iwazaki's formula
HWM	135.1	64.6	69.1	73.3	73.7	76.0	76.2	79.5	80.0
CTY	143.0	80.9	79.6	84.8	85.1	87.8	88.0	91.8	91.9
SJE	108.5	64.2	62.1	66.6	66.6	77.5	77.7	81.0	81.1
KMJ	130.6	69.3	71.4	77.1	76.5	79.5	79.7	83.1	83.2
Average	129.3	69.7	70.5	75.4	75.4	80.2	80.4	83.9	84.0

추정하므로 이를 보정할 대안이 필요하다고 판단된다. 따라서 한국인의 신체적인 특성을 반영하여 일반인도 간단히 적용이 가능한 추정방법과 측정기계 없이도 손쉽게 측정이 가능한 승강대 검사(step test), 또는 단거리 달리기 검사를 병행한 혼합식 추정법의 개발이 필요하다.

3. 등산로 전 구역에서 등산시 평균 운동강도 평가

Table 3에서 보는 바와 같이 한려해상국립공원 금산의 등산로 전 구역에서 등산시 평균적인 운동강도를 조사한 결과, 등산시 %HRmax는 76.0%~91.9%로 나타났고, 심박수 증가율은 108.5%~143.0%로 나타났으며, 운동강도지수는 약 62.1%~85.1%로 나타났다. 일반적으로 심장혈관계 질환을 가지지 않은 경우에 적당한 운동이란 자신의 %HRmax의 60~80% 범위 내에서 운동을 실시하는 것을 말하며, 등산시에도 가급적 이 범위 내에서 운동강도를 유지하는 것이 바람직하다. 그러나 한려해상국립공원 금산의 등산로에서 %HRmax는 적당한 운동의 기준인 60~80% 범위보다 매우 크게 나타나므로 이 지역에서 등산은 대단히 힘든 신체운동임을 알 수 있었으며, 그에 상응하는 탐방객의 관리지침이 필요하리라 판단된다.

4. 계단의 물리적특성과 계단형 등산로 구간의 운동강도 평가

계단은 경사진 지형을 가로질러 이동하고자 할 때 사용되는 구조물이다. 계단은 수직이동을 위해 최소한의 수평거리로 이동이 가능한 효과적인 수단이나 보행하는 탐방객에게 긴장과 많은 에너지를 소모시키는 단점이 있다.

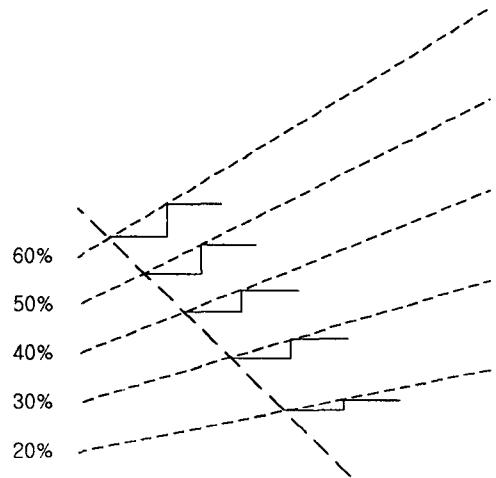


Figure 4. Relationship between gradient and height of step in same width

현재 산악지형 등산로에 대한 계단설치 기준은 수립된 바 없으며, 조경계획에서 사용하는 기준을 살펴보면 계단의 물매는 30~35°(약 58~68%)가 가장 적당하며, 단의 높이를 15~18cm, 너비를 27~30cm로 하는 것이 보통이다(조경실무연구회, 1994). 그러나 이 기준은 계단의 높이가 산악지형 등산로 상에 설치된 계단보다 매우 짧은 조경계획에 응용되는 기준이므로 산악지형에 적용하기에는 과대치를 나타낼 것으로 판단된다. 다시 말하면, 산악형 국립공원 등산로에서의 계단은 그 길이가 매우 길게 나타나므로 등산시 피로가 누적되어 조경계획에 맞추어 시공한 계단에서 쾌적감을 체감하는 물매보다 더 낮은 물매에서 쾌적감을 느낄 것으로 판단된다.

계획상에 계단 물매는 Figure 4에서 보는 바와 같이 사면의 경사와 동일한 값을 가진다. 그러나 탐방객이 계단을 오르면서 느끼는 체감 경사는 계단

Table 4. Physical condition of steps in trail and exercise load index on the subjects

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6	Section 7	Section 8
Material	(Stone)	(Stone)	(Stone)	(Mixed)	(Wood)	(Stone)	(Wood)	(Stone)
Height(cm)	<u>13.8</u> 8-29	<u>18.4</u> 6-41	<u>16.8</u> 5-38	<u>24.5</u> 8-38	<u>26.3</u> 18-38	<u>22.8</u> 11-74	<u>18.0</u> 7-36	<u>20.8</u> 7-40
Width(cm)	<u>60.2</u> 25-160	<u>63.6</u> 34-100	<u>73.5</u> 36-170	<u>83.5</u> 28-172	<u>116.3</u> 73-174	<u>76.0</u> 24-197	<u>73.9</u> 6-230	<u>50.9</u> 26-157
Average gradient(%)	22.9	28.9	22.8	28.9	22.5	30.0	24.4	40.8
Length(m)	10.3	32.4	60.4	23.0	12.8	76.0	127.1	19.5
Increment of heart rate (%)	120.2	131.4	117.3	132.6	128.1	126.3	129.6	153.5
Exercise load intensity (%)	64.4	70.4	62.8	71.0	68.6	67.6	69.4	82.2
%HRmax(%)	76.8	80.7	75.8	81.1	79.5	78.9	80.1	88.4

Table 4. (continued)

	Section 9	Section 10	Section 11	Section 12	Section 13	Section 14	Section 15	Total
Material	(Wood)	(Stone)	(Stone)	(Stone)	(Stone)	(Wood)	(Wood)	
Height(cm)	<u>22.0</u> 17-29	<u>16.7</u> 5-92	<u>20.5</u> 7-63	<u>21.3</u> 8-50	<u>23.0</u> 10-35	<u>17.3</u> 8-32	<u>19.2</u> 12-28	<u>19.9</u> 5-92
Width(cm)	<u>97.8</u> 44-225	<u>47.7</u> 21-170	<u>44.9</u> 18-180	<u>36.5</u> 14-190	<u>33.0</u> 20-50	<u>98.8</u> 30-220	<u>118.0</u> 25-210	<u>53.4</u> 6-230
Average gradient(%)	22.5	35.1	45.7	58.4	69.8	17.5	16.3	37.4
Length(m)	13.0	115.0	265.5	188.6	18.0	29.2	9.6	1,000.4
Increment of heart rate (%)	123.2	158.1	166.5	167.4	157.8	99.9	105.0	134.5
Exercise load intensity (%)	66.0	84.7	89.1	89.6	84.5	53.5	56.2	72.0
%HRmax(%)	77.8	90.0	92.9	93.2	89.9	69.7	71.5	81.8

바닥면의 중심을 밟고 올라 설 경우에 사면 경사의 2배이며, 계단의 안쪽을 밟을 경우는 체감경사가 더 크게 나타난다.

한려해상국립공원 금산에서 계단형 등산로의 물리적 특성을 살펴보면, Table 4에서 보는 바와 같이 금산의 등산로 중 계단형 등산로 구역의 사면경사는 일반적인 산악형 국립공원의 등산로 물매인 20~40%가 대다수를 차지하였지만 경사도 45.7%, 길이 265.5m인 11번 구간과 경사도 58.4%, 길이 188.6m인 12번 구간, 물매가 67.8%인 13번 구간도 있는 것으로 조사되었다.

계단형 등산로를 등산할 때의 운동강도를 알아보기 위하여 15개 계단형 등산로 구간을 등산하는 동안 조사된 심박수를 이용하여 운동강도를 평가한 결과,

물매가 급한 11번 구간(45.7%)과 12번 구간(58.4%), 그리고 13번 구간(67.8%)에서 심박수증가율, 운동강도지수, %HRmax는 각각 166.5%, 89.1%, 92.9%와 167.4%, 89.6%, 93.2%, 그리고 157.8%, 84.5%, 89.9%로 조사되어 경사가 급한 계단형 등산로에서 운동부하가 크게 나타나는 것으로 조사되었다. 그러므로, 이러한 구간에서는 체감 경사를 줄이고 노면의 훼손을 방지할 수 있는 시설물의 설치나(이준우와 박범진, 1998), 휴식공간을 설치하여 운동부하를 감소시킬 수 있는 방법을 고려하여야 할 것으로 판단된다.

금산의 등산로에서는 탐방객의 등산시 운동부하를 감소시키기 위하여 등산로의 총연장 2,126m에 벤치를 14개소 설치하였으나, 벤치의 설치 위치 결정에

있어서 등산로의 물리적 특성과 이에 따른 탐방객의 운동부하를 고려하여, 운동부하가 크게 나타나는 계단 구역 급경사지에 벤치를 집중 배치하지 않고 설치의 편리성과 공간적으로 균등하게 배치하는데 초점을 맞추고 있다는 문제점이 발견되었다.

국립공원 지역의 등산로 설계 또는 자연휴양림의 탐방로 설계에 있어서 계단의 설치기준은 탐방객의 운동부하를 고려하여 수립되어야 할 것이며, 이에 관하여 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

인용문헌

- 남기용, 김기환, 안형채, 정관옥, 김우겸, 이상돈(1968) 나이를 먹으면 최대 심장박동수가 준다. 스포츠과학 연구보고서 5: 1-37.
- 박범진(1997) 최대산소섭취량과 심박수를 이용한 벌목 작업에서 작업강도에 관한 연구. 충남대학교 석사학위논문, 47쪽.
- 서울대학교 운동생리학실험실(1989) 운동 및 처방. 보경문화사, 서울, 336쪽.
- 신재만(1990) 삼림욕. 강원대학교 출판부, 춘천, 306쪽.
- 이준우(1995) 등산로의 물리적조건이 심장박동수에 미치는 영향. 환경생태학회지 9(1): 49-55.
- 이준우, 박범진(1998) 운동강도 평가를 이용한 국립공원 등산로의 관리대책 - 설악산국립공원과 계룡산국립공원을 중심으로 -. 환경생태학회지 11(4): 469-479.
- 정성태, 전태원(1994) 운동생리학 실험. 태근문화사, 서울, 198쪽.
- 조경실무연구회(1994) 조경설계시공실무해설. 기문당, 서울, 377쪽.
- 高梨武彦(1987) 快適な遊歩道の設計指針案. 林業技術 539: 42-45.
- 山地啓司(1981) Science of heart rate. 大修館書店, 東京, 306pp.
- 岩崎輝雄(1986) 森林の健康學. 日本林業技術協會, 東京, 203pp.
- Boeltz, K.(1987) Die Herzschlagfrequenz als forergometrische Beanspruchungs- indikator. Forstrchiv 58: 220-211.
- Karvonen, J. and T. Vuorimaa.(1988) Heart rate and exercise intensity during sports activities. Sports Medicine 5: 303-312.