

## 아웃도어 활동기반 에너지 하베스팅 스마트 패션 아이템 개발을 위한 사용자 니즈 분석

이은영<sup>1)</sup> · 노정심<sup>2)†</sup>

<sup>1)</sup>동서대학교 패션디자인학과, <sup>2)</sup>상명대학교 의류학과

### A Study on the User Needs for Developing Smart Fashion Items Using Energy-Harvesting Technology Based on Outdoor Activity

Eunyoung Lee<sup>1)</sup> and Jung-Sim Roh<sup>2)†</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Fashion Design, College of Design, Dongseo University; Busan, Korea

<sup>2)</sup>Dept. of Fashion & Textiles, Sangmyung university; Seoul, Korea

**Abstract :** This study researched the needs of smart fashion items using energy harvesting for outdoor wearers and surveyed the application areas and design preferences for energy-harvesting systems based on outdoor activities. A total of 217 subjects were surveyed. Subjects who had at least 3 years of experience in outdoor activities were selected in order to increase the reliability of the research results. The survey investigated lifestyles based on outdoor activities, outdoor clothing and electronic equipment usage, purchase style, utilization plan, and design preference for energy-harvesting clothing and supplies. The results showed that 62.7% of the respondents had experience in outdoor activities for more than five years. 96.3% of the subjects carried electronic equipment, and 179 participants(82.5%) experienced discomfort due to battery consumption/dead batteries during outdoor activities. 78.4% were interested in smart fashion items using energy-harvesting technology, and the energy-conversion technology that was useful for outdoor activities was "kinetic energy"(74.7%). Participants showed a high preference for a detachable type(30.9%) and a city type(69.1%) that can be worn in outdoor activities as well as in general life. The preferred location of the electric power-charging device was the "Hem area of top garment"(35.9%), and the reason for this selection was that it was easy to operate and did not interfere with movement. The data from this paper can be used as a basis for product planning and product design for energy-harvesting apparel designers and supply developers for outdoor clothing.

**Key words :** energy harvesting (에너지 하베스팅), smart fashion (스마트 패션), outdoor activity (아웃도어 활동)

## 1. 서 론

에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술은 인체나 외부환경으로부터 에너지를 수집하여 전기에너지로 재활용하는 기술로 지속가능성(sustainability)과 유비쿼터스(ubiquitous) 이슈와 함께 차세대 에너지로 주목을 받고 있다. 에너지 하베스팅이 가능한 의류나 용품에는 여러 가지 형태의 발생 에너지를 전력으로 변환하는 기술이 활용될 수 있다. 자연으로부터 에너지를 얻을 수 있는 방식인 태양광을 전력으로 변환하여 얻는 광 에너지, 온도 차이에 의해 발생하는 전기에너지 모아 사용하는 열

에너지, 사람이 신체를 움직일 때 발생하는 운동 에너지, 진동으로부터 전기에너지를 얻는 압전소자, 전자파를 전력으로 변환하여 에너지를 얻는 전자파 에너지, 옷에서 발생하는 정전기를 이용한 마찰전기 에너지 등, 다양한 방식이 가능하다(Erturk & Inman, 2011; Jeong et al., 2015). 과거의 에너지 하베스팅 연구는 고효율로 많은 양의 전기에너지를 만들어내는데 주력했지만, 과학기술의 발전에 따라 에너지 하베스팅 소자가 소형의 유연한 형태로 개발이 가능해지면서 웨어러블 기기나 장치에 적용하고자 하는 노력이 더욱 가속화되고 있다(Nilsson et al., 2014; Park, 2016; Swallow et al., 2008; Yang et al., 2009)

에너지 하베스팅에 관한 선행연구로 Park(2016)은 차세대 태양광과 압전에너지 하베스팅 소자의 발전으로 조형물과 의류 및 웨어러블 장치 등의 다양한 분야에서 활용가능성을 제시하였으며, Yang et al.(2011)은 인체표면 온도의 분포를 고찰하여 열에너지 하베스팅 수확의류 개발을 위한 기본 지침을 도출하였다. 에너지 하베스팅의 기술 개발 동향에 관련해 Kim et al.(2013)은 압전 에너지 하베스팅 기술의 가능성과 동향을 통해 요구되는 성능과 기술의 중요성 및 활용방안에 대해 고찰하

†Corresponding author; Jung-Sim Roh  
Tel. +82-2-781-7527, Fax. +82-2-2287-0103  
E-mail: jungsimroh@smu.ac.kr

© 2017 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

었다. Kim(2013)은 열전 에너지 변환기술의 차량용 배기 열에너지 회수 기술과 향후 적용 방안에 대해 고찰하였다. 신소재 개발과 관련해서는 Swallow et al.(2008)은 압전 섬유 복합 재료를 사용하는 에너지 수확 장치 개발에 관해, Nilsson et al.(2014)은 최근 개발된 압전 이중 성분 섬유의 에너지 수확의 특성에 대해 고찰한 연구들이 있다.

현재 에너지 하베스팅 웨어러블 제품은 주로 군인이나 아웃도어인을 위한 용도로 개발되고 있다. 신체활동을 이용한 에너지 하베스팅 기술은 군장비 분야에서 주도되었는데, 캐나다의 바이오닉 파워사(Bionic power)에서는 사람의 다리에서 에너지를 생산하는 파워워크엠(Powerwalk M)이라는 기기가 개발 중이며, 미국 MIT와 방위고등연구계획국(DARPA)은 0.9-3mW 발전이 가능한 전투화 시제품을 내놓기도 했다("Energy harvesting", 2015). 미국의 솔파워(Solepower)는 신발 깔창 발전기를 고안하였다("Solepower", 2013). 또한 영국의 이동통신 업체인 보더폰(Vodafone)사에서 개발한 잠을 자는 동안 사람의 체열을 이용하여 핸드폰을 충전하는 침낭("Energy-generating sleeping bag", 2013)도 있다. 이 밖에 토미힐피거(Tommy Hilfiger)와 같은 의류브랜드에서도 유연한 광패널(solar panels)을 부착시켜 에너지를 얻을 수 있는 재킷들을 선보였다("Solar-powered jacket", 2014).

최근 아웃도어 활동인구 증가와 더불어 스키, 스노보드와 같은 젊은 세대들도 아웃도어 의류의 주요 구매층으로 대두됨에 따라 스마트 의류와의 접목이 가속화되고 있다. 디지털 기기와 장비를 활용하며 하이킹(hiking), 트레킹(trekking), 등산(mountain-climbing) 등의 아웃도어 스포츠 활동을 할 때, 스마트 폰을 통해 촬영 및 야외활동 중 지도를 확인하거나 정보를 검색하면서 즐기는 경우가 많아졌다. 이처럼 야외활동 중에 스마트 폰이나 기타 전자 장비를 사용하는 경우가 많아 배터리의 잔량 부족으로 인한 전자기기의 사용이 불가능한 경우가 자주 발생하고 이로 인해 통신두절로 인한 조난 등의 사고가 종종 발생된다. 하지만, 보조배터리를 가지고 다니며 충전하는 방식 외에 전자기기의 배터리 소진에 대한 별다른 대안책이 없는 실정이다(Cha et al., 2011). 이에 사용자의 움직임에 의해 발생하는 운동, 마찰, 진동에너지와 아웃도어 환경에서 손쉽게 수집할 수 있는 태양광이나 바람 같은 에너지원을 활용하는 에너지 하베스팅 시스템은 배터리 소진에 대한 보다 적극적인 대안이 될 수 있을 것이다.

앞서 살펴본 바와 같이, 지금까지 에너지 하베스팅 관련하여 다양하고 높은 수준의 연구개발들이 진행되어, 이들을 잘 이용하면 아웃도어인들이 에너지를 생산하기 위해 별도의 불편한 노력을 하지 않아도 자연스럽게 편안하게 에너지 하베스팅이 가능하다. 따라서 이 기술들을 상용제품에 적용하기 위해서는 실제 아웃도어 환경에서 사용자의 니즈를 정확하게 파악하여 제품을 디자인하는 것이 무엇보다도 중요하다. 이에 본 연구에서는 아웃도어인들을 대상으로 에너지 하베스팅을 적용한 스마트 패션 아이템에 대한 니즈를 조사하고, 아웃도어 활동에 기

반한 에너지 하베스팅 시스템의 적용부위 및 디자인 선호도에 대해 설문 조사를 실시하였다. 본 연구의 결과는 아웃도어용 에너지 하베스팅 의류와 용품 개발자들에게 상품기획 및 제품디자인의 개발의 근거로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 설문 조사목적 및 설문지 구성

본 연구에서는 에너지 하베스팅(energy harvesting)을 적용한 스마트 패션 아이템 니즈를 통해 평면형 자석과 코일의 교차운동 전력 생성 시스템 적용 부위 및 디자인 결정을 위한 기초자료를 수집하기 위하여 3년 이상의 아웃도어 활동 경험을 가진 이들을 대상으로 에너지 하베스팅에 관한 아웃도어 의류 및 용품의 구매 형태 및 활용 방안에 대해 설문조사를 실시하였다. 설문지의 구성은 사전자료조사를 통해 작성된 설문지를 전문가 3인의 의견을 바탕으로 수정한 후 선행설문조사를 통해 수정 보완되었다. 응답자의 일반사항(5문항)은 '연령', '성별', '최종 학력', '수입', '직업'에 대해, 아웃도어 활동에 관한 라이프 스타일(3문항)은 아웃도어의 '활동 경력', '참여 활동 종류', '참여 횟수'에 대해, 의류 및 전자장비 이용 현황(10문항)은 '의류구매 고려사항', '전자장비 휴대유무 및 종류', '배터리 소모 경험 유무 및 대처행동' 그리고 각각의 이유에 대해, 에너지 하베스팅 의류 및 용품에 대한 구매 형태와 활용 방안 문항(10문항)은 '관심도', '구매경험', '선호 디자인', '선호용품형태', '선호 에너지 변환 기술', '전력생성 선호적용 부위', '충전장치 선호 부착 부위'와 그 이유에 대해 총 28문항으로 구성하였다.

### 2.2. 설문 조사대상 및 조사기간

예비설문은 2016년 10월 17일에서 10월 19일까지 10년 이상의 경력을 가진 아웃도어인 3인에게 실시하였다. 예비 설문 결과에 기초하여 전문가 3인의 의견을 바탕으로 설문지를 수정, 보완한 후 본 연구의 설문을 실시하였다. 본 설문조사 기간은 2016년 11월 3일에서 11월 28일까지였고, 보다 객관적인 연구 결과를 위해 성비와 연령대의 비율을 고르게 하고 아웃도어 경력이 최소 3년 이상이 되는 경력자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

### 2.3. 자료처리 및 분석방법

수집된 자료의 분석은 SPSS 22.0 for Windows 프로그램을 사용하여 분석을 실시하였다. 인구통계학적 문항은 기술통계치를 산출하였고, 아웃도어 활동에 관한 라이프 스타일, 의류 및 전자장비 이용 현황, 에너지 하베스팅 의류 및 용품에 대한 구매 형태와 활용 방안 및 선호디자인에 관한 문항은 빈도분석, 다중응답분석 등을 실시하여 산출하였다. 연령, 성별 등에 따라 구매 중요 사항에 대한 중요도 정도의 차이를 알아보기 위해 교차분석을 실시하였다. 또한 주관식 문항이나 객관식 문항에서 주어진 보기 이외의 답변은 서술형으로 응답하게 한 후 공

**Table 1.** General information about the subjects  
(N=217, Unit: person(%))

Factor	Level	Frequency
Sex	Male	108(49.8)
	Female	109(50.2)
Age	20s	46(21.2)
	30s	62(28.6)
	40s	59(27.2)
	50s	50(23.0)
The highest level of education	High school	32(14.7)
	Undergraduate	163(75.1)
	Graduate	22(10.1)
Income level	Less than 1,500,000 won	21(9.7)
	1,500,000~2,500,000 won	27(12.4)
	2,500,000~3,500,000 won	43(19.8)
	3,500,000~4,500,000 won	49(22.6)
	5,500,000~6,500,000 won	44(20.3)
	More than 5,500,000 won	33(15.2)

통되는 답변을 묶어 서술하였다.

### 3. 결과 및 논의

#### 3.1. 조사대상자의 일반적인 사항

조사대상자의 성비는 총 응답자 217명 중 남성은 49.8%, 여성은 50.2%였으며, 연령대는 20대가 21.2%, 30대가 28.6%, 40대가 27.2%, 50대가 23.0%로 나타났다. 학력은 고졸이 21.2%, 대학교 졸업이 21.2%, 대학원 이상이 21.2%이었으며, 수입은 150만원 미만인 9.7%, 150만원-250만원 미만인 12.4%, 250만원-350만원 미만인 19.8%, 350만원-450만원 미만인 22.6%, 450만원-550만원 미만인 20.3%, 550만원 이상이 15.2%인 것으로 나타났다. Table 1은 조사대상자의 일반적인 사항이다.

#### 3.2. 조사대상자의 아웃도어 라이프 스타일

##### 3.2.1. 아웃도어 활동 경력

조사대상자의 아웃도어 경력에 대한 조사결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 아웃도어 활동에 대한 경력을 조사한 결과 전체적으로 고르게 분포하였고, 그 중에서 ‘10년 이상’(16명, 7.4%), ‘7년 이상 10년 미만’(72명, 33.2%), ‘5년 이상 7년 미만’(48명, 22.1%)으로 5년 이상 아웃도어 활동을 가진 이들이 전체의 62.7%를 차지하였다. 본 연구에서는 응답에 신뢰도를 높이기 위해 ‘3년 미만’의 응답자들은 사전에 응답을 제외하고 설문 조사를 실시하였다. 또한 본 연구의 조사대상자의 60% 이상이 5년 이상의 아웃도어 활동 경력을 가지고 있는 것으로 나타나 응답에 신뢰도가 있는 것으로 나타났다.

**Table 2.** Outdoor experience of the respondents  
(N=217, Unit: person(%))

Outdoor experience	Frequency	Cumulative frequency
More than 10 years	16(7.4)	16(7.4)
7~10 years	72(33.2)	88(40.6)
5~7 years	48(22.1)	136(62.7)
3~5 years	81(37.3)	217(100.0)
Under 3 years	0(0)	217(100.0)

##### 3.2.2. 아웃도어 활동 종류

조사대상자들에게 현재 즐기고 있는 아웃도어의 종류에 관해 복수 응답이 가능하도록 질의한 결과 총 384.8%로 평균적으로 한 사람이 3가지 이상의 아웃도어를 즐기고 있는 것으로 나타났다. 그 중에서도 산행활동에 해당하는 ‘하이킹’(177명, 81.6%), ‘트레킹’(179명, 82.5%), ‘등반, 클라이밍’(41명, 18.9%)이 총 182.9%로 가장 많은 부분을 차지하고 있었다 (Table 3). 특히 트레킹은 하이킹과 등반의 중간형태의 산행 운동으로 길게는 며칠에 걸쳐 이루어지는 운동으로 조사대상자 중 트레킹을 즐기는 이들이 과반수를 차지하는 것으로 나타났으며, 해당 활동 시 전자장비의 배터리 소진의 문제를 예상할 수 있다. 따라서 국내의 경우 산행 시 착장할 수 있는 에너지 하베스팅을 적용한 스마트 패션 아이템에 대한 니즈에 대한 조사와 개발이 필요할 것으로 보인다.

##### 3.2.3. 아웃도어 활동 빈도

또한, 조사대상자들에게 현재 즐기고 있는 아웃도어 활동 빈도에 관해 질의한 결과 Table 4에 나타난 바와 같이 ‘주 1회’(48명, 22.1%), ‘주 2-3회’(37명, 17.1%), ‘주 4-5회’(10명, 4.6%)이었으며, 매일 아웃도어 활동을 즐기는 이들도 13명에 달했다. 즉, 응답자의 절반가까이가 주 1회 이상 아웃도어 활동을 즐기고 있는 것

**Table 3.** Outdoor activities of the respondents  
(Multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Percent of cases(%)	
Mountain activities	Hiking	177(81.6)
	Trekking	397(182.9%)
	Climbing	41(18.9)
Camping	107(49.3)	
Fishing	83(38.2)	
Cycling	115(53.0)	
Skating / Snowboarding	72(33.2)	
Scuba diving	29(13.4)	
Paragliding	24(11.1)	
Extreme sports	1(0.5)	
Other	7(3.2)	
Total	835(384.8)	

**Table 4.** Frequency of outdoor activity (N=217, Unit: person(%))

Frequency	Frequency	Cumulative frequency
1~3 times a month	109(50.2)	109(50.2)
1 times a week	48(22.1)	157(72.4)
2~3 times a week	37(17.1)	194(89.4)
4~5 times a week	10(4.6)	204(94.0)
Every day	13(6.0)	217(100.0)

으로 나타났다.

3.2.4. 아웃도어 의류 구입 시 기준이 되는 항목 조사

아웃도어 의류 구입 시 중요하게 고려하는 항목 중에서 디자인, 기능성, 맞음새/핏, 사이즈, 소재, 가격별로 중요 정도를 응답하게 한 결과 전체적으로 평균이 4점이 넘게 나왔으며 디자인 항목만인 3.91로 나타났다. 이처럼 아웃도어 의류 구입 시 디자인, 기능성, 맞음새/핏, 사이즈, 소재, 가격의 모든 항목도 중요한 구입 기준이 된다고 볼 수 있다. 그 중에서도 아웃도어 의류 특성상 기능성의 항목에 평균이 4.32로 가장 높게 나타났다. 또한 남녀에 따른 의류 구입 시 보다 더 중요하게 생각하는 항목을 분석한 결과, 성별에 따른 유의미한 차이는 없으므로 나타났다(Table 5).

**Table 5.** Requirements for purchase of outdoor apparel

(N=217, Unit: person(%))

Item	Statistics	M	SD	Classification		
				Male(SD)	Female(SD)	t-value
Design		3.91	0.70	3.84(0.69)	3.98(0.71)	0.14
Function		4.32	0.76	4.35(0.75)	4.29(0.76)	0.57
Fit		4.15	0.674	4.14(0.65)	4.17(0.70)	0.78
Size		4.21	0.719	4.12(0.68)	4.29(0.75)	0.08
Fabric		4.10	0.730	4.05(0.74)	4.15(0.72)	0.31
Price		4.17	0.770	4.17(0.83)	4.17(0.71)	0.99

**Table 6.** Important considerations when purchasing apparel, by age

(N=217, Unit: person(%))

Level	Statistics	Freq. (%)	Classification				Chi-Square
			20s (n=46)	30s (n=62)	40s (n=59)	50s (n=50)	
Size	Not at all important	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	25.374**
	Not important	5(2.3)	4(8.7)	1(1.6)	0(0.0)	0(0.0)	
	Neutral	23(10.6)	9(19.6)	8(12.9)	1(1.7)	5(10.0)	
	Important	111(51.2)	15(32.6)	32(51.6)	39(66.1)	25(50.0)	
	Very important	78(35.9)	18(39.1)	21(33.9)	19(32.2)	20(40.0)	
Fabric	Not at all important	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	18.691*
	Not important	2(0.9)	2(4.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	
	Neutral	42(19.4)	11(23.9)	19(30.6)	6(10.2)	6(12.0)	
	Important	106(48.8)	19(41.3)	26(41.9)	33(55.9)	28(56.0)	
	Very important	67(30.9)	14(30.4)	17(27.4)	20(33.9)	16(32.0)	

\* p<.05, \*\* p<.01

또한 연령에 따라 아웃도어 의류 구매 시 중요하게 고려하는 사항이 다른지 분석한 결과, 디자인, 기능성, 맞음새, 가격에 있어서는 차이가 없었으며, 사이즈와 소재 항목에서 40대와 50대가 20대와 30대에 비해 사이즈(p<.01)와 소재(p<.05)를 아웃도어 의류 구매 시 보다 중요하게 고려하는 것으로 나타났다 (Table 6).

3.3. 조사대상자의 전자장비 및 배터리 활용

3.3.1. 전자장비 휴대 유무와 종류

조사대상자들에게 아웃도어 활동 중 전자장비의 휴대 유무와 주로 휴대하고 다니는 전자장비의 종류에 대해 질의하였다. 96.3%의 응답자들이 전자장비를 휴대하고 있는 것으로 나타났으며, 휴대하지 않는 응답자들에게 이유에 대해 질의한 결과 ‘전자장비 휴대의 필요성을 느끼지 못한다’고 대부분 응답하였으며 (6명, 3.6%), ‘전자장비 휴대 시, 아웃도어 행위나 운동에 방해가 된다.’고 답한 이도 있었다(1명, 0.6%) (Table 7).

휴대하고 다니는 전자장비의 종류에 대해 살펴보면 ‘휴대폰/스마트 폰’(152명, 95.0%)>‘손전등(랜턴)’(69명, 43.1%)>‘MP3’(47명, 29.4%)>‘휴대용 라디오’(42명, 26.3%)>‘노트북/테블릿 PC’(30명, 18.8%) 순으로 나타났다(Table 8). 따라서 대부분의 응답자 대부분이 아웃도어 활동 시 휴대폰이나 손전등과 같은 배터리를 필요로 하는 전자장비를 사용하고 있었으며, 전자장

**Table 7.** Whether electronic equipment is carried or not (N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency	Total
Yes	209(96.3)	217 (100)
No	8(3.7)	
It interferes with my outdoor activities. I do not need any electronic equipment.	6(3.7) 1(3.7)	

**Table 8.** Main electronic equipment carried during the outdoor activity (multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency
Cellphone / smartphone	201(96.2)
MP3 player	54(25.8)
Portable radio	48(23.0)
Laptop / tablet pc	34(16.3)
Flashlight / lantern	87(41.6)
Others	1(0.5)

비의 배터리 소진 현상을 경험하는 것으로 나타났다.

3.3.2. 배터리 소진경험 및 대처

조사대상자들에게 아웃도어 활동 중에 배터리 소진으로 인한 불편을 경험한 적이 있는지에 대해 질의한 결과 ‘1-2번 정도 경험했다’(100명, 46.1%)>‘종종 경험한다’(62명, 28.6%)>‘거의 매번 경험한다’(17명, 7.8%)고 응답했으며 불편을 경험한 이들이 총 179명으로 82.5%를 차지하였다. 이는 응답자 대부분이 아웃도어 활동 중에 배터리 소진으로 인한 불편을 경험했으며, 이를 해결하기 위한 다각도의 조치가 필요할 것으로 나타났다(Table 9).

배터리 소진으로 인한 불편을 경험한 적인 없는 이들을 제외한 179명(82.5%)을 대상으로 전자장비의 배터리 소진 시 대처 방법에 대해 질의한 결과 Table 10과 같이 나타났다. 다수의 응답자들은 보조배터리(129명, 75.4%)나 충전기(50명, 29.2%)를 가지고 다니며, 전자장비의 배터리 소진에 대처하고 있었으며, 해당 전자기기를 더 이상 사용하지 않는다(49명, 28.7%)라고 응답한 이도 상당수를 차지했다.

또한 불편을 경험한 사례들에 대한 주관식으로 응답하게 한 결과 공통적으로 다음과 같은 사례들로 묶을 수 있었다. 첫째, 중요한 전화나 문자 등의 연락이 차단되거나 통신이 두절되어

**Table 9.** Inconvenience due to battery consumption/dead batteries (N=217, Unit: person(%))

Division of variable	Frequency	Cumulative frequency
Nearly always	17(7.8)	17(7.8)
Often	62(28.6)	79(36.4)
About once or twice	100(46.1)	179(82.5)
None	38(17.5)	217(100.0)

**Table 10.** How to deal with battery consumption/dead batteries (Multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency
I do not use the relevant electronic equipment any more. (e.g., turn off the phone, do not listen to music).	49(28.7)
I carry a spare battery.	129(75.4)
I carry a charger, charge the battery, and use it again.	50(29.2)

어려움을 겪었다(71명, 32.7%), 둘째, 시간확인, 사진촬영이 불가해서 곤란을 겪거나, 음악 듣지 못해 무료함을 느낀 적이 있다(40명, 18.4%), 셋째, 등산 중 교통편이나 방위 확인 불가하여 어려움을 겪었다(5명, 2.3%), 넷째, 밤 낚시 경우, 랜턴 사용이 불가해 어려움을 겪었다(4명, 1.8%), 다섯째, 전자장비를 사용하지 못해 하산하거나 조난을 겪어 두려움과 무서움을 느꼈다(8명, 3.7%)와 같이 기술하였다. 이처럼 통신이 두절되거나 조난 등의 위급한 상황에서 소량의 배터리를 사용하여 연락을 취할 수 있는 대처방안이 필요할 것으로 나타났다.

3.4. 에너지 하베스팅

3.4.1. 조사대상자의 사전지식 및 관심유무

조사대상자들의 에너지 하베스팅이 가능한 스마트웨어에 관한 관심도와 착장 경험 및 구매유무에 관해 조사한 결과, 아웃도어를 즐기는 다수의 사람들은 해당 옷에 관심(171명, 78.4%)이 있는 것으로 조사되었다. 또한 많은 이들이 매장에서 에너지 하베스팅 관련 스마트웨어를 착용해 보거나 구매한 경험(48명, 22.1%)이 있는 것으로 나타나 높은 관심도를 보였다(Table 11).

3.4.2. 선호 에너지 변환기술

조사대상자들에게 에너지 하베스팅이 가능한 의류나 용품 중에서 발생 에너지를 전력으로 변환하는 기술 중에서 본인의 아웃도어 활동과 관련해 어떤 형태의 에너지를 변환하는 기술에 관심이 있거나 보다 유익하다고 생각하는지에 대해 질의한 결과, ‘운동 에너지’(162명, 74.7%), ‘광에너지’(119명, 54.8%), 그리고 ‘열에너지’(102명, 47.0%)에 많은 관심이 있는 것으로 나타났다(Table 12). 이는 이러한 발생 에너지들이 아웃도어 활동 특성상 활동 중 자연스럽게 발생하는 에너지를 활용하기에 적합한 형태이기 때문이다.

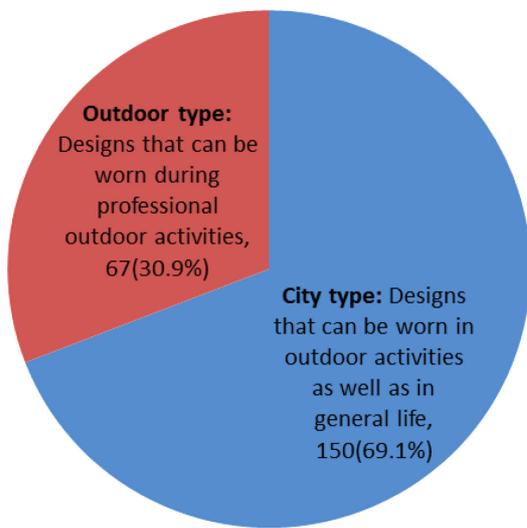
**Table 11.** Interest and purchasing experience for energy harvesting (N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency	Cumulative frequency
Interest	Yes	171(78.8)
	No	46(21.2)
Purchasing & wearing experience	Yes	48(22.1)
	No	169(77.9)

**Table 12.** Preferences of energy conversion technologies

(Multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency
Kinetic energy: energy that is generated when a person moves his body (e.g., arm movements, walking, running, using piezoelectric pads)	162(74.7)
Triboelectric energy: energy from static electricity generated from clothing	83(38.2)
Thermal energy: electric energy gathered from temperature differences (e.g., body heat)	102(47.0)
Solar energy: energy converted from solar energy to electricity (e.g., clothing with solar cell panels)	119(54.8)
Electromagnetic energy: converting electromagnetic energy into electric power (e.g., broadcasting radio waves or radio waves from mobile communication devices)	50(23.0)
Sound energy: energy that is generated by environmental sound that vibrates a plate (e.g., t-shirt charged by sound energy)	44(20.3)



**Fig. 1.** Preferred outdoor design style. (N=217, Unit: person(%))

3.4.3. 선호 제품과 디자인

에너지 하베스팅이 가능한 스마트웨어의 선호 디자인에 대해 질의한 결과 아웃도어 활동 외 일반 생활에서도 착용 가능한 디자인, 즉 씨티형(150명, 69.1%)이 전문적으로 아웃도어 활동을 할 때 착용이 가능한 디자인, 아웃도어형(67명, 30.9%)에 비해 높은 선호도를 보였다(Fig. 1).

이는 최근 아웃도어에서도 다양한 기능을 갖춘 멀티 플레이어 아이템이 대세로 트레킹, 캠핑, 스키 등 아웃도어 활동에 적합한 기능성을 갖춘 동시에 일상에서도 사용할 수 있는 실용적인 소비 트렌드가 반영된 결과이다(“2017 outdoor flow”, 2017). 즉, 전문산악인이나 스키어(skier)가 아니면 일상생활에서 착용가능한 형태의 씨티형 디자인이 보다 활용도가 높을 것이기 때문이다. 또한 Table 3에서 나타난 바와 같이, 조사대상자들의 경우 한 가지가 아닌 여러 종류의 아웃도어 활동을 다양하게 즐기고 있는 것으로 나타났기 때문에 여러 가지 활동에서 착용 가능한 씨티형 디자인에 보다 높은 선호도를 나타냈다. 또한 에너지 하베스팅 기술을 활용한 선호 아웃도어 제품에

**Table 13.** Preferred outdoor product type using energy harvesting technology (Multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency
Outdoor goods or accessories (e.g., watch, handbag, key chain)	115(53.0)
Detachable type: An energy charging system that can be attached to and detached from a garment (jacket)	157(72.4)
One-piece type: A non-detachable energy charging system that is integrated into clothes (jacket)	61(28.1)

있어서는 에너지 충전 시스템이 의류에 떼었다 붙였다 할 수 있는 탈부착형(67명, 30.9%)>아웃도어 용품이나 악세서리형(67명, 30.9%)>에너지 충전 시스템이 의류에 장착되어 나온 일체형(67명, 30.9%) 순으로 선호하는 것으로 나타났다. 이처럼 일체형의 경우 세탁 시 따로 분리가 되지 않아 이를 위한 기술력이 필요하며 이로 인한 비용 상승과 용도 제한 등의 문제가 따른다. 하지만 일체형의 경우 사용시점에 사용자들의 움직임에 보다 방해가 적은 장점이 있다. 반면 탈부착형의 경우 비교적 실용적인 가격으로 제작이 가능하고, 세탁 등에 있어 비교적 자유롭기 때문에 응답자들이 탈부착형이나 악세서리 형태의 제품을 선호하는 것으로 나타났다(Table 13).

에너지 하베스팅 기술을 활용한 아웃도어 용품들의 부착위치에 따른 선호하는 형태에 관해 질의한 결과 시계, 팔찌, 장갑과 같이 팔과 손에 부착되는 형태(125명, 57.6%)가 가장 높은 선호 형태로 나타났으며, 다음으로 키홀더와 같이 원하는 곳에 자유롭게 부착가능한 형태(106명, 48.8%)가 높은 선호도를 보였다. 이는 용품의 경우 비교적 아웃도어 활동에 방해가 되지 않는 손과 관련된 부분의 비중이 높게 나타난 것을 알 수 있다(Table 14).

3.4.4. 전력생성 및 충전장치

앞서 제시된 에너지 하베스팅 기술 중 조사대상자들은 운동 에너지에 가장 많은 관심이 있는 것으로 나타났다. 따라서 아웃도어인들이 본인의 신체활동을 고려하여 스마트웨어에 적용 가능한 운동에너지 전력생성가능 부위에 관해 조사한 결과 팔

**Table 14.** Preferable attachment type of outdoor equipment using energy harvesting technology

(Multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency
Attached to head or face (e.g., hat, glasses, etc.)	44(20.3)
Attached to the body (e.g., belt)	87(40.1)
Attached to arms or hands (e.g., watches, bracelets, gloves, etc.)	125(57.6)
Attached to foot or ankle (e.g., shoes, sock, insole, etc.)	74(34.1)
Bag type (e.g., backpack, handbag, etc.)	75(34.6)
Freely attachable form (e.g., key holder)	106(48.8)
Protection for joints (e.g., knee, elbow protector, etc.)	26(12.0)

(126명, 58.1%)과 다리(113명, 52.1%)의 스윙운동 부분이 가장 자연스럽게 생성가능한 부위로 선정했다. 또한 팔꿈치(87명, 40.1%), 무릎(90명, 41.5%)의 관절 부위에서도 비교적 에너지 발생이 가능할 것으로 예측했다. 기타 응답 부위로 등과 어깨와 가방이 닿는 사이 부분, 발목의 스냅 부위가 전력생성이 가능할 부위로 응답하였다(Table 15). 즉, 본인의 신체 움직임과 관련해서 자연스럽게 전력생성이 가능한 부위에 높은 관심을 보여주는 응답이다.

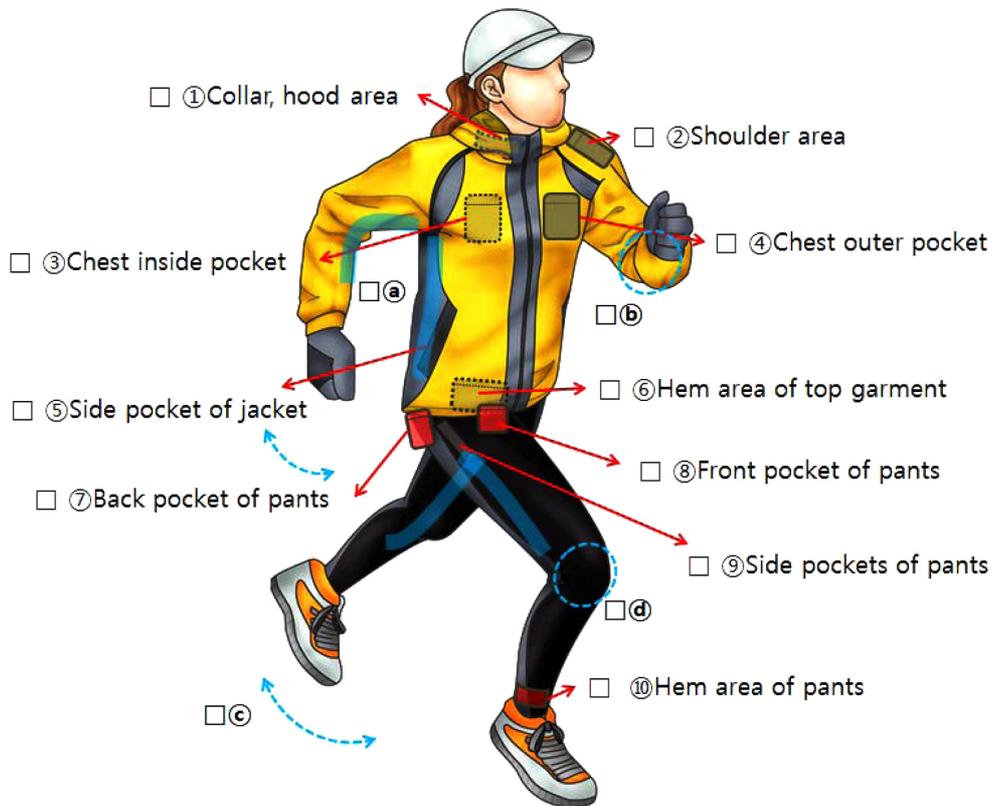
**Table 15.** Power generation by parts of the body during outdoor activities

(Multiple response, N=217, Unit: person(%))

Item	Frequency
Swinging movement of arms	126(58.1)
Elbow joint	87(40.1)
Cross-leg swinging movement	113(52.1)
Knee joint	90(41.5)
Other	2(0.9)

아웃도어에서 생성된 전력을 충전되기 위해 필요한 전력충전 장치의 선호 부착 위치에 대해 질의하였다. 상의에서는 ‘상의 밑단 부위’(78명, 35.9%), ‘가슴 바깥 포켓’(68명, 31.3%), ‘가슴 안쪽 포켓’(62명, 28.6%)이 비교적 선호 부착위치로 나타났으며, 하의 팬츠에서는 ‘바지 밑단’(54명, 24.9%), ‘바지 뒤 포켓’(53명, 24.4%)이 선호 부착위치를 나타내었다(Table 16).

또한 선정 이유에 대해 질의한 결과, 활동성, 즉, 활동이 용이하고, 움직임에 방해가 없어야 한다(123명, 56.7%)고 응답한 이가 가장 많은 것으로 나타났다. 다음으로 편리성, 손으로 꺼내보기에 편리하다(39명, 18.0%). 디자인, 디자인상 의류에 가장 잘 어울리는 부위이다(32명, 14.7%) 순으로 선정한 이유를



**Fig. 2.** Power generation by parts of the body(①~⑩) & preferred location of electric power charging device(①~⑩).

**Table 16.** Preferred location of electric power charging device  
(Multiple response, N=217, Unit: person(%))

	Item	Frequency
Top garment	Collar, hood area	31(14.3)
	Shoulder area	54(24.9)
	Chest inside pocket	62(28.6)
	Chest outer pocket	68(31.3)
	Side pocket of jacket	59(27.2)
	Hem area of top garment	78(35.9)
Pants	Back pocket of pants	53(24.4)
	Front pocket of pants	39(18.0)
	Side pockets of pants	31(14.3)
	Hem area of pants	54(24.9)
	Other	0(0.0)
It can be applied anywhere		13(6.0)

나타냈다(Table 17).

즉, 조사대상자들은 아웃도어 활동에 최대한 방해받지 않는 위치를 선정한 것으로, 상의와 하의 모두 꺼내보기 편리한 사이드 포켓보다는 아웃도어 활동에 최대한 방해받지 않는 밑단 부위에 위치시키는 것을 보다 높게 선호하는 것으로 나타났다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 젊은 세대들도 아웃도어 활동을 즐기며 따라 전자장비 사용에 따른 배터리의 소진으로 인한 불편함과 통신 두절로 인한 조난 등의 사고에 적극적인 대안을 마련하기 위한 아웃도어 활동에 기반한 에너지 하베스팅 시스템 제작을 위한 기초자료를 마련하고자 3년 이상의 아웃도어 경험을 가진 아웃도어인 217명을 대상으로 아웃도어 활동에 관한 라이프 스타일, 의류 및 전자장비 이용 현황, 에너지 하베스팅 의류 및 용품에 대한 구매 형태와 활용 방안 등에 대한 현황과 니즈를 조사하였다. 연구결과는 다음과 같다.

아웃도어 활동에 대한 경력은 5년 이상의 아웃도어 활동을 가진 이들이 전체의 62.7%를 차지했으며, 아웃도어 활동 종류는 하이킹, 트레킹, 그리고 클라이밍이 총 182.9%로 가장 많은

부분을 차지하는 것으로 나타났다. 응답자의 절반 가까이가 주 1회 이상의 아웃도어 활동을 즐기는 것으로 나타났다. 아웃도어 의류 구입 시 기준이 되는 항목에서 디자인, 기능성, 맞음새/핏, 사이즈, 소재, 가격 모두 중요한 구입기준이 되었으며, 연령에 따른 고려사항의 유의한 차이는 사이즈와 소재에서 나타났다.

조사대상자의 96.3%가 아웃도어 활동 중 전자장비를 휴대하고 있는 것으로 나타났으며, 휴대하고 다니는 전자장비는 ‘휴대폰/스마트 폰’(95.0%), ‘손전등(렌턴)’(43.1%), ‘MP3’(29.4%), ‘휴대용 라디오’(26.3%), ‘노트북/테블릿 PC’(18.8%) 순으로 나타났다. 또한 아웃도어 활동 중에 배터리 소진으로 인한 불편을 경험한 이들이 총 179명으로 82.5%를 차지하였다. 불편 경험 사례들로는 첫째, 중요한 전화나 문자 등의 연락이 차단되거나 통신이 두절(32.7%), 둘째, 시간확인이나 사진촬영이 불가능하여 곤란함(18.4%), 셋째, 등산 중 교통편이나 방위 확인 불가하여 어려움을 겪음(2.3%), 넷째, 렌턴 사용이 불가능해 어려움을 겪음(1.8%), 다섯째, 조난(3.7%) 등을 경험한 것으로 나타났다. 전자장비의 배터리 소진 시 보조배터리(75.4%)나 충전기(29.2%)를 가지고 다니며 이용하는 이들이 많은 것으로 나타났다. 이처럼 전자기기의 배터리 소진으로 인한 불편을 해결할 적극적인 방안이 필요할 것으로 나타났다.

조사대상자들은 에너지 하베스팅이 가능한 스마트웨어에 관심(78.4%)이 높았고, 해당 스마트웨어를 착용 혹은 구매할 경험(22.1%)이 있는 것으로 나타났다. 또한 아웃도어 활동과 관련된 유익하다고 생각하는 에너지 하베스팅 에너지원은 ‘운동에너지’(74.7%), ‘광에너지’(54.8%), 그리고 ‘열에너지’(47.0%)로 나타났다. 선호 디자인에 대해 질의한 결과 아웃도어 활동 외 일반 생활에서도 착용 가능한 디자인, 씨티형(69.1%)이 아웃도어형(30.9%)에 비해 높은 선호도를 보였다. 에너지 하베스팅 기술을 활용한 선호 아웃도어 제품에 있어서는 에너지 충전 시스템이 의류에 떼었다 붙였다 할 수 있는 탈부착형(30.9%)을 선호하는 것으로 나타났다. 선호하는 부착위치는 시계, 팔찌, 장갑과 같이 팔과 손에 부착되는 형태(57.6%)가 가장 높은 선호도를 보였다. 운동에너지 전력생성가능 부위는 팔(58.1%)과 다리(52.1%)의 스윙운동 부위를 들었다. 전력충전장치의 선호 부착 위치는 상의에서는 ‘상의 밑단 부위’(35.9%), 하의 팬츠에서는 ‘바지 밑단’(54명, 24.9%)이 가장 높았으며, 선정 이유로 활동이 용이하고, 움직임에 방해가 없어야 한다(156.7%)고 응답

**Table 17.** Reason for preferred attachment location of power charging device (N=217, Unit: person(%))

Division of variable	Frequency	Cumulative frequency
Accessibility: close to where power is generated	13(6.0)	13(6.0)
Activity: Easy to operate, no interference with movement	123(56.7)	136(62.7)
Design: It's the best place for clothing in the design	32(14.7)	168(77.4)
Convenience: It is convenient to take out by hand	39(18.0)	207(95.4)
It may be applied to any area	7(3.2)	214(98.6)
Other	3(1.4)	217(100.0)

한 이가 가장 많은 것으로 나타났다. 이처럼, 아웃도어인들은 에너지 하베스팅 기술에 관심이 많았으며 이를 활용한 의복에 높은 관심을 보였다.

이와 같은 결과를 통해 아웃도어인들은 아웃도어 활동 중에 전자장비를 대부분 휴대하고 배터리 소진으로 인한 불편을 자주 경험하게 되므로 이를 해결하기 위한 적극적인 대안이 필요함을 알 수 있었다. 또한 아웃도어 활동의 자연스러운 움직임을 통해 에너지를 수확할 수 있기를 기대하였고, 충전장치를 활용하는 것이 아웃도어 활동 자체를 방해하지 않는 디자인을 선호하였다. 많은 아웃도어인들이 에너지 하베스팅이 가능한 스마트 패션 아이템에 관심이 높았으나 실제로 스마트웨어를 착용 혹은 구매한 경험은 상대적으로 미미한 것으로 나타났다. 따라서 아웃도어활동 기반의 에너지 하베스팅 패션아이템에 대한 니즈분석에 대한 본 연구의 분석결과를 바탕으로 향후에는 에너지 하베스팅 기술을 활용한 상품기획 및 제품디자인의 개발에 관한 연구가 이뤄져야 할 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2017-R0992-17-1021).

### References

'2017 outdoor flow'. (2017, February 23). *OutdoorNews*. Retrieved February 27, 2017, from <http://www.outdoornews.co.kr/news/articleView.html?idxno=23795>

Cha, D. Y., Lee, S. J., & Chang, S. P. (2011). A study on energy harvester with cantilever structure using PZT piezoelectric material. *Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers*, 24(5), 416-421. doi: 10.4313/JKEM.2011.24.5.416

'Energy harvesting'. (2015, April 16). *news 1*. Retrieved March 1, 2017, from <http://news1.kr/articles/?2188515>

'Energy-generating sleeping bag'. (2013, June 13). *Inhabitat*. Retrieved March 1, 2017, from <http://inhabitat.com/vodafone-new-energy-generating-sleeping-bag-can-charge-your-phone-as-you-sleep/>

Erturk, A., & Inman, D. J. (2011). *Piezoelectric energy harvesting*. John Wiley & Sons. New Jersey.

Jeong, S. S., Kang, S. C., & Park, T. G. (2015). A study on the generating characteristics depending on driving system of a honeycomb shaped piezoelectric energy harvester. *Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers*, 28(2), 69-74. doi: 10.4313/JKEM.2015.28.2.69

Kim, I. H. (2013). Thermoelectric Energy Conversion Technology. *KIC News*, 16(4)

Kim, J. H., Ko, H. U., Mun, S. C., Kim, J. H., & Kim, H. S. (2013). Recent Advancement of Piezoelectric Energy Harvesting. *KIC News*, 16(4)

Nilsson, E., Mateu, L., Spies, P., & Hagström, B. (2014). Energy harvesting from piezoelectric textile fibers. *Procedia Engineering*, 87, 1569-1572. doi:10.1016/j.proeng.2014.11.600

Park, B. I. (2016). A study on the application of plastic arts and industrial design using energy harvesting device in next generation -Focused on a case study of the novel solar cells and piezoelectric device-. *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 17(3), 161-173.

'Solar-powered jacket', (2014, November 28). *Ecouterre*. Retrieved March 6, 2017, from <http://www.ecouterre.com/tommy-hilfigers-solar-powered-jacket-will-charge-your-phone-on-the-go/>

'Solepower'. (2013, June 25). *Powerelectronics*. Retrieved March 1, 2017, from <http://powerelectronics.com/blog/solepower-generate-power-when-you-walk>

Swallow, L. M., Luo, J. K., Siores, E., Patel, I., & Dodds, D. (2008). A piezoelectric fibre composite based energy harvesting device for potential wearable applications. *Smart Materials and Structures*, 17(2), 025017. <https://doi.org/10.1088/0964-1726/17/2/025017>

Yang, J. H., Cho, H. S., Park, S. H., & Lee, J. H. (2011). A study on skin temperature distribution of the human body as fundamental data for developing heat energy harvesting clothing. *Korean Journal of the science of Emotion & Sensibility*, 14(3), 435-444.

Yang, Y., Tang, L., & Li, H. (2009). Vibration energy harvesting using macro-fiber composites. *Smart Materials and Structures*, 18(11), 115025. doi:10.1088/0964-1726/18/11/115025

(Received 8 March 2017; 1st Revised 22 March 2017; 2nd Revised 12 April 2017; Accepted 18 April 2017)