

[Research Paper]

재해정보지도의 교차경로 표시방법에 따른 피난특성에 관한 연구

선지은 · 홍원화^{*†}

재난안전기술개발사업단 주임연구원, *경북대학교 건설환경에너지공학부 교수

A Study on the Evacuation Characteristics Junction Indication Method of Disaster Information Map

Ji-Eun Sun · Won-Hwa Hong^{*†}

Assistant Researcher, Disaster and Safety Management Institute, Kyungpook National University

^{*}Professor, School of Architectural, Civil, Environmental and Energy Engineering, Kyungpook National University

(Received August 24, 2018; Revised October 4, 2018; Accepted October 7, 2018)

요 약

본 연구는 재난·재해 상황에서 피난을 할 때 재해정보지도에 나타나는 피난경로의 정보만으로 피실험자가 대피 장소까지 빠르고 정확하게 대피하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 국내·외 재해정보지도의 현황 및 관련 법규를 조사하고 실험을 실시하여 교차경로에 있어 효과적인 유형을 도출하고자 한다. 이를 위하여 1차 예비 실험 및 설문조사를 통해 얻게 된 재해정보지도의 문제점을 도출하였고 도출된 문제점을 바탕으로 하여 재해정보지도의 효율적 표시정보를 제공하기 위하여 유형별 실험을 실시하였다. 또한 교차경로의 수에 따른 보행특성을 알아보기 위하여 직진속력과 통과속력을 비교하여 교차경로에서의 감소율을 유형별로 도출하였다. 이를 바탕으로 하여 대피경로 탐색과정에서 교차경로의 판단을 할 때 빠르고 정확하게 경로를 판단할 수 있도록 재해정보지도에 제안 할 수 있을 것이다. 결과적으로 본 논문의 실험을 통해 재난상황의 대응에 있어 재해정보지도만으로도 조속하고 정확한 대피를 이루고, 재난의 대응체계에 대한 가이드라인을 시민들에게 제시하여 인명피해를 줄일 수 있도록 기여하고자 한다.

ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the evacuation route in a disaster information map to evacuate people to a shelter quickly and precisely during a disaster situation. For this purpose, this study examined the current status of domestic and international disaster information maps and related laws and conducted experiments to derive effective types of intersecting routes. The problems of the disaster information map were obtained through the first preliminary experiment and a survey. Based on these problems, experiments for each type were conducted to provide effective indication information for a disaster information map. To investigate the gait characteristics according to the number of crossing paths, the reduction rate in the crossing path was derived for each type by comparing the previous speed and passing speed. This will enable suggestions to judge the route quickly and accurately when determining the intersecting route in the search for an evacuation route. In conclusion, the experiment of this paper aims to make rapid and accurate evacuations using the disaster information map in response to disasters, and provide guidelines to citizens to contribute to a reduction of casualties.

Keywords : Water safety, Evacuation, Disaster prevention, Shelter, Evacuation route

[†] Corresponding Author, E-Mail: hongwh@knu.ac.kr, TEL: +82-53-950-5597, FAX: +82-53-950-6590

© 2018 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 기상이변으로 인한 강수 패턴의 변화는 지구온난화를 초래하여 환경 문제를 증가시키고 있다. 기후 변화의 영향 및 도시의 급격한 산업화현상은 도시지역을 구조적으로 홍수에 취약하게 노출시켰으며 이러한 결과들은 도시지역의 홍수 발생 빈도를 증가하는 요인으로 작용했다. 최근의 강수 특징을 미루어 보았을 때 연평균 강수량의 증가는 지속되지만, 강우의 일수는 점차 감소하는 추세로 집중호우의 발생 가능성을 높이고 있다. 현재 우리나라의 경우에도 매년 6-9월에 강수가 집중되고 있으며, 국지성 돌발 강우로 인하여 급속하게 강수가 불어나 심각한 문제를 유발시키고 있다. 또한 홍수의 발생은 인적 및 재산 피해를 초래할 뿐만 아니라 사회의 기능을 마비시키고, 이재민, 전염병 등 심각한 문제를 유발시키고 있다. 특히 최근 발생하는 수재해는 이재민들을 많이 발생 시키는 특징을 가지는데, 도시지역의 방재체계 미흡, 불투수율의 증가, 인구와 산업시설의 밀집, 노후화된 인프라 등이 원인이 되어 대형 홍수의 발생 시 큰 피해가 유발되는 요소로 자리잡고 있다. 이는 방재대책 시 지역적인 특성을 고려하지 않고 도시계획의 상황에서 연계가 이루어지지 못하였기 때문에 홍수의 취약점으로 떠올라 홍수 피해의 증가 원인으로 드러나고 있다.

자연재해와 관련된 최근 10년간(2006-2015년) 국내 연평균 자연재해 피해를 살펴본 결과 전체 사망·실종 218명이었고, 피해액 52,515억 원으로 나타났다. 이 중 수재해의 인명피해는 173명이었고, 수해 피해액은 48,992억 원으로 나타나 자연재해 중에서도 가장 높은 수치를 보여줬다(Figure 1). 이런 수재해로 인한 인명피해를 막기 위해서 대피시설을 지정하고 재해정보지도를 작성하여 시설의 위치정보를 제공하고 있지만, 개략적인 정보만을 제공하고 있기에 실제 수재해시 침수지역의 거주자들은 대피시설까지 대피하지 못하는 경우가 있다. 또한 지난 포항지진과 같이 통신 장애 등의 문제로 전자통신 및 기기의 제한된 상황에서 재해정보지도의 정보는 중요하기에 보완이 필요할 것으로 판단된다.

안전하고 빠른 대피정보를 주어야하는 재해정보지도는 재난상황에서 기본적으로 정립되어야하는 연구이다. 특히 재해정보지도만을 통해서 대피정보에 대한 이해를 쉽게 할 수 있어야하며, 한눈에 기억하여 대피상황에서의 어려움을 주는 요소를 최소화 시켜야 한다. 이에 다양한 선행 연구 고찰을 통해서 재해정보지도의 활용을 다루는 문헌들을 우선적으로 정리하였다.

재해정보지도의 활용 방안에 관련하여 Choi와 Goo⁽³⁾는 관련공무원을 대상으로 재해지도에 관하여 인식, 재해지도 이해도 및 필요성, 재해지도 작성 및 활용 현황, 그리고 문제점 및 애로사항등을 중점으로 조사하였다.

또한 재해정보지도의 통합적인 구축 및 활용방안에 대

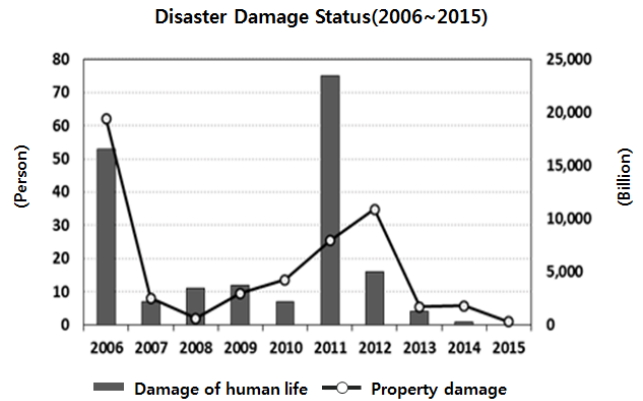


Figure 1. Flood disaster damage status (2006~2015).

하여 표준모델 개발 및 관리체계의 고도화에 대한 내용의 구체적인 방안도 제시하였다. 하지만 아직까지 우리나라의 재해정보지도는 법적 규정 및 지침은 있지만 재해정보지도에 관해서 표준화된 가시화 모델은 아직 미흡한 상황에 놓여있다.

이에 Lim⁽⁴⁾ 등은 재해정보지도의 활용성을 더욱 제고하기 위해 재해지도 표준모델의 가장 우선적으로 개선되어야 할 부분에 대하여 재해정보지도의 가시화 표준에 대한 개선방안을 도출 하였다. 또한 Jeon⁽⁵⁾ 등은 풍수해에 대비하여 수립된 국내·외 EAP, 재해관련 지도, 홍수재해관리시스템 등에 대한 사례조사를 통해 통합적 비상대책 및 관리가 가능한 표준화된 EAS 모델의 정립방향에 대한 연구도 함께 진행 하고 있다.

이러한 논문들은 재해정보지도의 모델 제시 방안, 재해정보지도의 관리체계 등의 연구를 중심으로 수행하였다. 하지만 재해정보지도의 가독성 및 재해정보지도에 관련된 인지능력에 따른 대피의 행동 특성에 관련된 연구는 사실상 부족하다.

또한 법규 및 교육 등이 규정되어 있기는 하지만 실제로는 구체적이고 현실적인 연구가 활발하게 이루어지지 못하고 있어 재난 상황에서 위험을 판단하는데 어려움이 따르는 실정이다.

본 연구에 앞선 선행연구의 사전 실험에서는 재해정보지도에서 지시하는 대피경로가 되는 해당 지역에 대해 경험이 있는 사람과 없는 사람으로 나눠 실험을 수행하였다. 사전 실험 결과 재해정보지도에 표기된 대피경로에 대한 경험이 없는 자들은 대피경로 탐색 과정에서 경로 판단의 문제로 인해 대피시간이 지체되는 결과가 나타났다. 이에 본 연구에서는 재해정보지도에서 대피경로에 존재하는 교차경로의 정보제공방식에 따라 나타나는 인지특성을 분석하여 효율적인 재해정보지도 표시방법에 관한 연구하고자 하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 피실험자들이 재해정보지도의 정보를 제

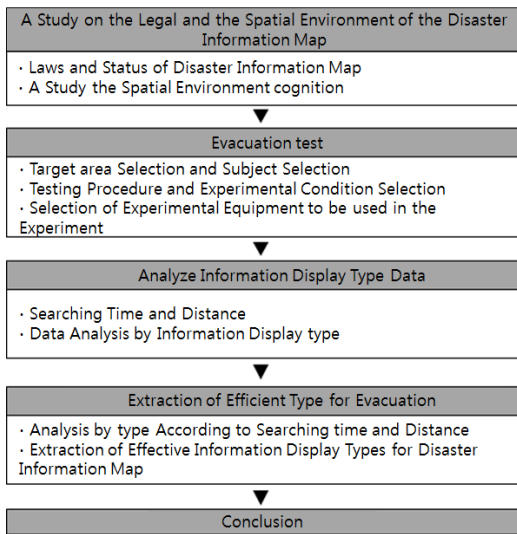


Figure 2. Step by step flow cart of progress research.

공 받아 대피를 하는 상황에서 피난경로 탐색과정 중 만나게 되는 교차경로에서 경로판단을 할 때 표시방법에 따라 나타나는 인지특성을 분석하고 효율적인 표시방법을 도출하고자 하였다. 이에 앞서 선행연구를 통해 재해정보지도의 문제점을 도출하고 교차경로의 표시방법들을 도출하였다. 그리고 도출한 표시방법들에 따라 본 실험을 진행하였다.

교차경로의 경로 판단을 위하여 표시방법을 4가지 유형으로 정리하였고, 표시방법에 따라 전체 남녀 68명을 대상으로 실험을 실시하였다. 실험에 있어 경로탐색과정에서 교차경로의 경로 선택을 하는 과정을 중요한 요인으로 판단하여 피험자들의 머리에 Gopro(액션캠, 액션카메라)를 부착하여 탐색과정을 녹화하였다. 녹화 기록된 영상을 바탕으로 하여 교차경로에서의 보행자들의 경로선택 분석, 이동경로, 보행속력, 대피시간 등과 같은 기본적인 특성들을 분석하였다. 연구의 흐름도는 Figure 2와 같다.

2. 피난 시 인간행동특성에 따른 의사결정 및 공간 인지

2.1 재해정보지도 교차경로 표시방법 도출

재해정보지도는 대피 정보를 지도만 보고도 한눈에 알아보기 쉽게 하여 재난상황에서 신속한 대피가 이루어 질 수 있도록 구성되어야 한다. 또한 재해정보지도의 대피 정보에 대한 인지도를 높이기 위한 요소들을 도출하여 대피 시간을 개선하고자 하였다. 이에 요소 도출을 하기 위하여 재해정보지도에서의 교차경로 표시형태 유형을 나누어 대피 시간을 개선하는 방안을 제시한 선행연구 Sun⁽⁶⁾에서 요소를 도출하였다. 도출된 요소들은 교차경로에 대한 설문 조사 및 현장실험조사를 통하여 피실험자들이 교차경로에서 경험하게 되는 장애물 및 표시형태의 표기에 대해 설

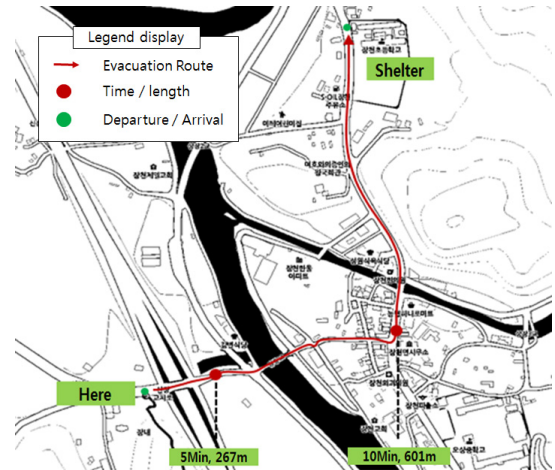


Figure 3. Experiment site.

문 조사 및 실험을 통하여 이루어졌다. 또한 설문조사를 통해 나온 표시 형태를 경우의 수에 따라 조합하였고, 그 결과 4가지 표시방법을 도출하였다. 도출된 4가지의 표시방법은 1인칭 시점 사진 및 화살표 방향 표시, 교차경로에 진행방향으로의 화살표 표시 및 방향 문자(오른쪽, 왼쪽), 교차로 근처의 가게 상호 명 및 화살표 표시, 교차경로에 진행방향으로 만의 화살표 표시이다.

3. 교차경로 정보 표시 유형별 실험

3.1 실험방법 및 대상지 선정

본 연구에서는 재해정보지도의 교차경로 표시 방법에 있어 효율적인 정보를 도출하고자 재해정보지도의 교차경로 정보 표시방법에 따라서 실험을 수행 하였다. 본 실험은 재해정보지도에 대한 정보를 인지한 피실험자들이 대피소까지의 대피 경로 탐색과정에서 발생하는 교차경로선택의 신속한 판단을 돕고자 피험자들의 머리에 Gopro(액션캠, 액션카메라)를 부착하여 영상을 녹화하여 대피상황에서의 피실험자의 행동, 대피시간, 보행속력 등을 관찰하였다.

실험은 경상북도의 G시(Figure 3)에서 대조군 유형B와 동일한 조건을 가진 실험지역을 선택하여 실시하였다. 실험의 진행을 위하여 사전 인터뷰를 통해 대상지의 대피경로에 대한 경험이 없는 10~50대 남녀 68명을 구성하여 진행하였다. 실험을 진행하기 전(Figure 4)와 같이 실험대상자들의 머리에 Gopro(액션캠, 액션카메라)를 착용하여 진행하였다. 실험 대상지의 총 이동거리는 900 m이며, 대피경로에 나타나는 교차경로의 구간은 5구간으로 구성되었다. 재해정보지도의 교차경로 표시방법 및 실험 유형은 아래의 Table 1과 같다.

3.2 정보 표시 유형별 대피시간, 보행속력 비교

각 재해정보지도의 정보표시 유형별 실험에서 측정된



Figure 4. Wear gopro before start of experiment.

Table 1. Experimental Method According to Junction Display Method

Division	Characteristic Information of Type	People
B-I	Direction of Progress Arrow Sign	17
B-II	Direction of Progress Arrows Sign and Direction Text	17
B-III	Junction Nearby Store Name and Arrows Sign	17
B-IV	Photo from First-Person Point of View and Arrows Direction Sign	17

결과는 위의 Figures 5, 6와 같이 박스플롯(Box plot) 그래프로 나타났다. 대피과정 중 관찰된 교차경로의 경로 선택과정에 있어서 표시방법별 대피시간 및 보행속력이 어느 정도 감소되어지는지 비교하였다. 그리고 각각의 데이터를 사전실험(대조군, 유형 B)과 비교하여 대피시간, 보행속력을 기준으로 하여 개선률 값을 Table 2와 같이 나타냈다.

재해정보지도의 교차경로 정보 표시 방법들과 대조군을 비교하여 보았을 때, 가장 개선률이 높은 유형으로는 B-III 유형으로 나타났으며, 남성보다 여성의 개선률이 더 높았다. 또한 B-I 유형은 남녀 모두 가장 낮은 개선률을 보였다. 대체적으로 여성이 교차경로의 경로선택에 있어 정보를 주었을 때 경로의 결정을 하는 선택의 시간이 빨랐다.

4. 최적 교차경로 표시방법 도출을 위한 결과 분석

4.1 단일 경로 및 교차경로별 실험 결과 분석

본 연구에서는 피실험자가 피난 중 교차경로를 만났을 때 경로선택을 위한 과정동안 의사과정결정을 거치면서 보행속력이 저감된다고 판단하였다. 이 과정에서 표시방법에 따른 보행속력 감소율을 알아보기 위해 우선 전체 경로를 단일경로 및 교차경로로 나누어 분석하였다. 그 결과는 다음 Table 3와 같이 나타난다.

단일경로에 대한 분석 결과는 평균 300.5 s의 이동시간과 1.24 m/s의 보행속력으로 나타났다. 세부 표시방법별로 살펴보면 B-III의 표시방법으로 재해정보지도를 인식한 피실험자들이 가장 빠른 대피시간으로 나타났다. 또한 전체적으로 남성의 경우가 여성의 경우보다 근소하게 대피를

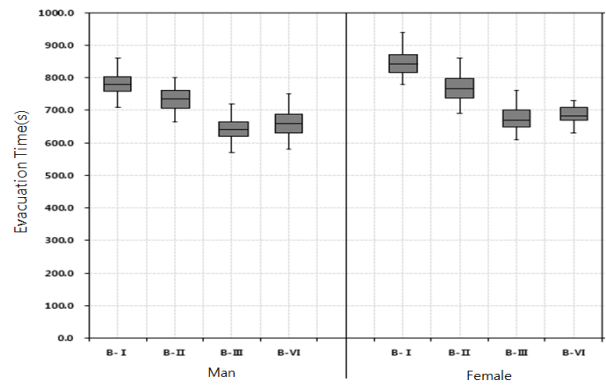


Figure 5. Evacuation time by display method.

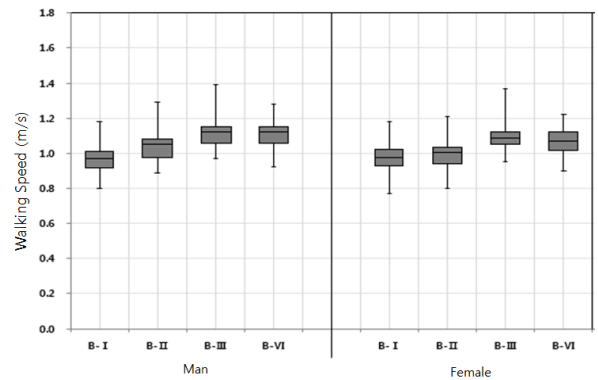


Figure 6. Walking speed by display method.

Table 2. Rate of Improvement of Evacuation Time and Walking Speed

Type	Evacuation Time (S)		Walking Speed (m/s)		Rate of Improvement (%)	
	M	Fe	M	Fe	M	Fe
B	854	864	0.95	0.83	M	Fe
B-I	781	831	0.96	0.91	3	9
B-II	721	771	1.02	0.97	11	14
B-III	621	670	1.12	1.1	13	18
B-IV	651	691	1.07	1.06	7	17

* Type B is the result of preliminary experiments as a control group.

빠르게 하는 것으로 나타났다.

교차경로에 대한 분석 결과는 평균 416.7 s의 이동시간과 0.82 m/s의 보행속력으로 분석됐다. 단일경로와 같이 B-III의 표시방법으로 재해정보지도를 인식한 피실험자들이 가장 빠른 대피시간으로 나타났다. 또한 교차경로 역시 남성의 경우가 여성의 경우보다 대피를 빠르게 하는 것으로 나타났는데, 평균값의 차이로 살펴봤을 때 단일경로의 경우 약 3.3%의 차이를 나타냈지만 교차경로의 경우 약

Table 3. Single Path and Junction Path

Single Path						
Type	Evacuation Time			Walking Speed (m/s)		
	M	Fe	Average	M	Fe	Average
B-I	330.2	360.6	345.4	1.18	1.15	1.17
B-II	310.6	320.4	315.5	1.25	1.2	1.23
B-III	260.4	270.3	265.4	1.3	1.28	1.28
B-IV	280.4	270.8	275.6	1.28	1.24	1.26
Average	295.4	305.5	300.5	1.25	1.22	1.24
Junction Path						
Type	Evacuation Time			Walking Speed (m/s)		
	M	Fe	Average	M	Fe	Average
B-I	450.9	470.4	460.6	0.74	0.69	0.72
B-II	410.4	450.7	430.6	0.79	0.73	0.76
B-III	360.3	400	380.2	0.93	0.9	0.92
B-IV	370.7	420	395.4	0.88	0.86	0.87
Average	398.1	435.3	416.7	0.83	0.8	0.82

14.8%의 차이를 보여 교차경로에서 여성이 남성보다 더 오랜 의사결정과정을 보내는 것을 알 수가 있었다.

또한 평균 보행속력을 살펴보았을 때 단일경로보다 교차경로에서 약 33.9%의 보행속력의 저감이 나타났다. 이를 통해 교차경로에서 경로선택을 위해 큰 폭으로 보행속력의 저감이 나타나고 교차경로 정보의 표시방법에 따라 피실험자들의 보행속력 저하 정도가 적게 나타나는 것을 알 수 있었다.

4.2 표시방법별 교차경로 수에 따른 보행특성

이 절에서는 좀 더 상세한 교차경로 표시를 위하여 교차경로에서 경로의 개수에 따라서 표시방법에 의한 대피특성을 알아보하고자 하였다. 분석의 결과는 다음 Table 4와 같이 나타났다.

분석 결과 교차경로 2, 3, 4개일 경우 모두 B-III의 표시방법일 경우 직진속력(교차경로 진입 전의 보행속력)보다 교차경로를 통과하는 속력의 저감이 적어 피실험자들의 경로선택과정이 다른 표시방법보다 빠른 것을 알 수가 있다.

또한 교차경로별 피실험자의 통과속력의 변화가 없는 것으로 판단할 때, 교차경로의 수 증가는 경로선택과정에 미치는 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 재해정보지도의 교차경로 표시방법에 따라 사람들의 경로선택에 미치는 영향을 알아보고 최적의 표시방법을 알아보고자 연구를 수행하였다. 이를 위해 선

Table 4. Rate of Improvement of Before Speed and Pass Speed

Type	Junction Path 2		
	Before Speed [m/s]	Pass Speed [m/s]	Rate of Improvement
B-I	1.13	0.78	-31.0%
B-II	1.19	0.75	-37.0%
B-III	1.14	0.92	-18.8%
B-IV	1.10	0.89	-19.0%
Junction Path 3			
B-I	1.15	0.75	-34.6%
B-II	1.20	0.71	-40.6%
B-III	1.18	0.90	-23.3%
B-IV	1.15	0.85	-25.6%
Total of Junction Path			
B-I	1.14	0.77	-32.5%
B-II	1.20	0.73	-38.5%
B-III	1.16	0.92	-20.7%
B-IV	1.12	0.88	-21.8%

행연구에서 도출한 표시방법들을 바탕으로 재해정보지도가 설치된 도시의 지역에서 모의피난실험을 수행하였다. 실험결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 사람들은 대피 시 갈림길, 즉 교차경로를 통과 시에 경로선택과정을 거치게 되며 이때 보행속력의 저감이 발생한다.

둘째, 여성의 경우 남성의 경우보다 교차경로에서 나타나는 속력의 저감이 크다.

셋째, 재해정보지도에 교차경로를 표시하는 것은 표시하지 않는 것(B, 사전실험)보다 효율적이고 가장 최적의 표시방법은 B-III (교차경로 근처의 가계 상호명 및 화살표 표시)이다.

넷째, 경로선택과정에서 경로의 수가 늘어나는 것은 사람들에게 영향이 거의 없고, 교차경로의 수에 관계없이 B-III의 표시방법이 가장 효율적이었다.

후 기

This research was supported a grant from geospatial information workforce development program funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean Government (2015-01-02).

References

1. W. S. Han and T. S. Park, "Problem Diagnosis and Policy Direction of Urban Flood Disaster Prevention System", KRIHS Policy Brief, No. 470 (2014).

2. Ministry of the Interior and Safety, “Disaster Annual Report” (2015).
3. S. H. Choi and S. H. Goo, “Analysis of the Disaster Map’s Present Condition and Invigoration of its Utilization”, National Disaster Management Research Institute (2010).
4. H. T. Lim, J. M. Kim, S. Y. Park, G. S. Sim, J. S. Kim and Y. S. Kim, “A Fundamental Study on the Development of Standard Visualization Model for Disaster Information Map”, J. Korean Soc. Hazard Mitig., Vol. 15, No. 2, pp. 179-188 (2015).
5. J. B. Jeon, H. J. Lee, J. H. Kim and S. M. Lee, “The Study on Development of Emergency Action System against Extreme Flood”, Proceedings of 2009 Annual Conference, Korea Water Resources Association, pp. 1482-1488 (2009).
6. J. E. Sun, “A Study on Improved Measures of Junction Display Format in Disaster Information Map”, Master’s Thesis, Kyungpook National University (2017).
7. J. E. Sun, J. S. Lee and W. H. Hong, “A Study on Improvement Plans for Evacuation and Information communication Method through the Awareness Survey of Flood Damage”, IJAER, Vol. 10, No. 18, pp. 39247-39252 (2015).
8. J. E. Sun, J. S. Lee and W. H. Hong, “A Study on Improvement Method of Refuge and Evacuation Path of Flood Disaster Information Map”, ACE2015, Vol. 89, pp. 142-146 (2015).
9. J. E. Sun, J. S. Lee and W. H. Hong, “Improvement of Flood Disaster Information Map using the Spatial Inundation Data”, IJAER, Vol. 10, No. 10, pp. 26851-26856 (2015).
10. X. zhao, M. Feng, H. Li and T. Zhang, “Optimization of Signal Timing at Critical Intersections for Evacuation”, Procedia Engineering, Vol. 137, pp. 334-342 (2016).
11. B. O. K. Lokonon, “Urban Households’ Attitude Towards Flood Risk, and waste Disposal: Evidence from Cotonou”, International Journal of Disaster Risk Reduction, Vol. 19, pp. 29-35 (2016).