

시공간 유동인구 변화와 보행속도에 따른 민방위 비상 대피시설 위치의 적절성 평가

박재국
남서울대학교 GIS공학과

Evaluation of Civil Defense Evacuation Shelter Locations in Fitness according to the Walking Speed and Changing Floating Population in Time and Space

Jae-Kook Park

Department of Geographic Information System Engineering, Namseoul University

요약 본 논문에서는 보행속도, 주야간 인구변화, 보행경로에 따른 서비스 권역 등을 고려하여 대피시설 위치에 대한 적절성을 평가하고자 하였다. 보행속도는 선행연구사례를 통해서 1.6 m/s, 2.22 m/s를 정의하였고, 주야간 인구변화는 대시메트릭 매핑기법을 이용하여 인구를 추정하였다. 보행속도와 보행경도에 따른 대피시설 서비스 권역은 입지할당모형의 네트워크 분석을 실시하였다. 그 결과 시공간 유동인구 변화와 보행속도에 따라 일부 대피시설의 경우 수용능력에 한계가 있음을 알 수 있었고 이에 대한 대피시설 추가지정이 요구된다.

주제어 : 유동인구, 대시메트릭 매핑, 네트워크 분석, 보행속도, 대피시설

Abstract This study set out to evaluate the fitness of shelter locations by taking into consideration service zones according to walking speed, the changing population between day and night, and walking routes. Walking speed was defined as 1.6 m/s, 2 m/s based on the cases of previous studies. The changing population between day and night was estimated with the dasymetric mapping technique. Shelter service zones according to walking speed and routes were analyzed with the network of the location allocation model. The findings show some shelters had limits with their capacity according to the changing floating population and walking speed in time and space and raise a need to appoint additional shelters.

Key Words : Floating Population, Dasymetric Mapping, Network Analysis, Walking Speed, Shelter

1. 서론

1.1 연구배경 및 문제점

1.1.1 연구배경

2010년 북한의 연평도 포격 도발 사건 이후 비상 대피 시설에 대한 국민의 관심이 새롭게 고조되었고[1], 최근에는 북핵문제와 군사적 긴장이 높아지면서 대피시설에 대한 국민의 관심이 더욱 높아졌다.

대피시설이 국민의 생명과 재산을 보호하고 또한 국민이 신속하게 대피할 수 있도록 국가에서는 전국에 많은 수의 대피시설을 지정하였으며, 자연재난, 사회재난, 비상사태 발생 등 그 발생유형에 따라 위치, 규모, 용도 등을 다르게 운영하고 있다[2-4].

특히 테러, 국지도발 및 전시·사변에 준하는 비상사태 발생시 민방위 기본법에서는 즉시 민방위 비상 대피 시설을 이용할 수 있도록 규정하고 있다[4]. 국내 민방위

*Corresponding Author : Jae-Kook Park(gisdata@nsu.ac.kr)

Received January 31, 2018

Accepted February 20, 2018

Revised February 11, 2018

Published February 28, 2018

비상 대피시설은 서해 5도 및 접경지역의 190개소 정부 지원 대피시설과 민간 및 정부·지자체·공공단체 소유의 지하시설물을 대피시설로 지정한 1만8681개소(99.94%)의 공공용 대피시설이 존재한다[5,6].

이처럼 수많은 민방위 비상 대피시설이 비상사태 발생시 효과적으로 운영되기 위해서는 그 위치와 규모 등이 적절하게 배치되어야 한다[7].

이에 본 논문에서는 민방위 비상 대피시설(이후 대피시설)을 대상으로 위치와 규모에 대한 문제점 등을 기존 연구 사례 등을 통해 분석해 보고, 서울시 중로구에 설치된 민방위 비상 대피시설을 대상으로 위치 및 규모에 대한 적절성을 평가하고자 하였다.

1.1.2 문제점

대피시설은 언제 어디서나 5분 이내에 도착할 수 있도록 위치가 지정되어 있어야 하며[5], 대피시설의 수용인원은 지역별로 충분한 수용능력을 갖추고 있어야 한다.

이를 위해서는 대피시간, 대피경로, 대피인구, 대피수용인원, 대피대상자의 개인특성에 따른 보행속도, 지형 및 교통 등 다양한 변수가 고려되어야 한다. 그러나 기존의 수많은 대피시설이 이러한 고려사항을 충분히 반영하여 위치 및 규모가 결정되었는지에 대해서는 의문이다.

따라서 본 연구에서는 기존 연구사례를 통해서 기존 대피시설의 위치와 규모에 대한 문제점 등을 살펴보았다.

첫째, 기존 대피시설의 수용인원과 시설의 수는 대피인구를 고려해 결정되며, 대피인구는 행정구역 단위의 인구총조사를 기반으로 결정된다[8]. 인구총조사는 행정구역 단위에 거주하는 상주인구만을 대상으로 하기 때문에 주간 또는 유동인구와 같은 현실성 있는 대피인구를 반영하지 못하고 있는 것이 현실이다[7,8]. 따라서 실질적인 대피인구를 고려하기 위해서는 비상사태가 야간뿐만 아니라 주간 또는 어느 때라도 발생할 수 있기 때문에 야간인구, 주간인구, 유동인구 등의 시간적인 인구 변화를 고려해야만 한다[8]. 둘째, 대피시설의 위치는 대피인구의 실질적인 공간상의 인구 분포를 고려할 때 가장 효율적인 대피시설의 설치가 가능하다(단, 대피시간, 대피경로가 사전에 정의된 경우). 그러나 기존 대피시설의 설치는 공간상의 인구분포를 단순히 행정구역 단위 또는 집계구 단위의 인구밀도로 재현하고 있기 때문에 시·공간상의 실질적인 인구분포를 반영한 위치선정에는 한계가 있다[7,8]. 셋째, 대피시간이 주어진 경우 대피대상자의

보행속도에 따라 대피할 수 있는 대피권역이 달라진다. 따라서 보행속도는 대피시설의 위치를 결정하는데 있어 매우 중요한 고려 요인 중 하나이다. 기존 선행 연구에서는 대피대상자를 일반인과 교통약자(임산부, 노약자, 장애인 포함, 또는 재해약자)로 구분하고 각각의 보행속도를 정하여 대피시설에 대한 적절성을 평가하는 연구를 수행하였다[9-11]. 그러나 현행 민방위 대피시설은 일반인의 보행속도만을 고려해 설치·지정 되고 있어 대피시설을 이용하고자 하는 교통약자는 사각지대에 놓여있다.

1.2 연구목표 및 내용

본 논문에서는 기존 대피시설의 문제점들을 분석하고 개선점을 찾아 제안함으로써, 향후 대피시설의 입지선정 및 설치 규정을 만드는데 있어 의사결정자료로 활용되기를 기대하며 다음과 같은 목표와 내용으로 연구를 수행하였다.

첫째 야간인구, 주간인구, 유동인구 등을 활용한 현실성 있는 대피인구를 산정하기 위해 통계청 자료와 모바일 빅 데이터를 활용해 재현하고, 둘째 대피인구에 대한 시·공간상의 동적인 인구분포를 나타내는 데 있어 대시메트릭 기법을 이용해 이를 구현하며, 셋째 대피대상자를 일반인과 교통약자로 구분하고 보행속도에 따른 대피권역을 설정함으로써 사각지대 없는 대피시설 설치를 제안하며, 최종적으로 분석결과를 바탕으로 시·공간 유동인구 변화와 보행속도에 따른 기존 민방위 비상 대피시설 위치의 적절성을 평가하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 대피시설의 설치와 지정

대피시설은 민방위기본법, 재난 및 안전관리 기본법 등 관련 법규를 근거로 중앙정부나 지자체에서 설치·지정 운영하고 있다.

대피시설은 지진, 산사태, 해일과 같은 자연재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 재해대피소와는 달리 민방위 비상사태 발생시 대피할 수 있도록 하는 비상 대피시설(대피소라고도 함)이다. 재해대피소는 주로 옥외대피소(운동장, 공터 등)가 지정되며, 또한 이재민이 단기간에 거주할 수 있도록 실내 시설물을 지정한다. 반면에 대피시설은 민방위 사태(비상사태, 민방공, 화생방,

테러)를 대비한 것으로 주로 지하시설물을 지정하여 운영하고 있다.

대피시설의 설치를 위한 기준이 되는 대피시간은 재해대피소의 경우 10분에서 최대 30분 내에 대피할 수 있도록 그 권역을 나누어 설치되도록 규정하고 있으나[12], 비상 대피시설은 5분으로 규정되어 있다[5].

대피속도는 대피대상자의 개인특성에 따라 보행속도의 차이가 발생하므로, 성인의 평균보행속도에 2배속으로 5분 동안 이동하는 거리 667 m를 제시하고 있다. 이를 속도로 환산하면 약 2.22 m/s된다[5]. 현행 규정을 따르면 개인특성을 반영하여 대피속도를 다르게 강제할 수는 없다. 그러나 교통약자 이동편의 증진법의 일반인과의 차별 없는 이동권과는 상충된다. 한 예로 경찰청의 경우 보행자신호 계획시 교통약자를 위해서 어린이 보호구역이나 노인보호구역에서는 보행속도를 0.8 m/s로 운영하고 있다[13]. 따라서 본 연구에서는 교통약자의 보행속도(0.8 m/s)에 2배속으로 5분 동안 이동하는 거리 480 m를 제안하고 속도로 환산하면 1.6 m/s이다.

대피시설의 수용인원은 대피시설면적에 1인당 수용면적을 나누어 결정한다. 여기서 1인당 수용면적은 정부 지원 대피시설의 경우 1.43 m², 공공용 대피시설의 경우는 0.825 m²이다. 반면 재해대피소의 경우 재해로 인해 거주지를 상실하는 경우가 발생하므로 최대 3.3 m² 가량의 수용면적을 사용한다[14].

2.2 네트워크 분석

네트워크 분석은 GIS 공간분석 기법의 하나로 노드와 링크로 구성된 네트워크 모델을 구축하고[15], 경로탐색, 경로 추적, 입지할당 등의 해를 찾을 수 있도록 하는 기술이다. 네트워크 분석은 내비게이션, 피난경로 탐색, 입지선정, 시설물 서비스 권역 탐색, 취약지 분석 등 다양한 분야에서 활용된다[10].

특히, 시간, 속도, 거리가 주어지면 서비스 가능한 영역을 분석해내는 입지할당 모형은 서비스 권역 탐색, 취약지 분석, 대피시설을 중심으로 대피권역을 분석하는데 유용하게 사용된다[9,15,16].

2.3 대시메트릭 매핑

실세계의 지형 및 인간의 활동은 역동적으로 변화하며, 이를 시·공간적으로 표현하고 동시에 지도로 시각화하려는 시도는 꾸준히 연구되어져왔다[17]. 과거에는

인구의 분포를 시각화하기 위해 단순히 행정구역 단위 또는 집계구 단위에서의 인구수와 공간단위 면적으로 나누어 인구밀도를 산출하고 이를 지도로 표현하였다[18]. 이러한 방법은 행정구역 단위 내에서의 인구분포가 변동성이 없으며, 균질하다고 가정했기 때문에 실질적인 인구분포를 시각화하는 것에는 문제가 있다[19]. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 공간단위와 연관성이 있는 보조자료, 즉 토지이용도, 건물도, 도로망도 등의 자료를 이용해 인구의 분포를 좀 더 구체적으로 시각화할 수 있도록 하는 지도화 기술이 대시메트릭 매핑이다[20], 즉 행정구역 단위 내에 토지이용이 수역, 산림인 경우 해당구역의 인구밀도를 “0”으로 나타내거나, 건물과 도로상의 일정 권역 내에서만 인구분포가 있다고 가정하고 해당구역에만 인구밀도를 시각화하는 기법이다.

3. 대피시설의 적절성 평가

3.1 기초자료 수집 및 DB 구축

본 연구의 연구대상지역은 종로구이며, 종로구 내에는 140개의 대피시설이 있다. 그리고 건물은 총 28,985개가 있으며, 2015년을 기준하여 상주인구는 147,607명, 주간인구는 392,128명으로 유출인구보다 유입인구가 더 많은 지역이다.

기초 대피시설의 적절성을 평가하기 위해 대피시설, 보행자도로, 건물, 인구총조사, 기지국 기반의 모바일 빅데이터 자료를 수집하였다.

Table 1은 기초자료에 대한 세부정보를 나타낸 것으로, Table 1에서 보면 대피시설과 보행자도로는 네트워크 분석을 통해서 대피시설의 대피권역을 분석하기 위해 수집하였다. 그리고 건물, 인구총조사, 모바일 빅데이터는 대시메트릭 매핑을 통해서 시·공간적 인구분포를 재현하기 위해 수집한 자료이다.

종로구 지역의 모바일 빅데이터는 50 m × 50 m 격자 간격으로 총 5,667개의 포인트로 이루어져 있으며, 각각의 포인트에는 1시간 간격의 유동인구 정보를 담고 있다.

모든 자료는 ESRI에서 만든 ArcMap 10.4 GIS 소프트웨어를 이용해 공간정보로 통합하였다.

Table 1. Basis data

Source	Specification		Reference	
	Year	Format		
Shelter	2017.12	xls	Public data portal	
	140	Number		
PredestrianRoad	1/1,000	shp	Korea national spatial data Infrastructure portal	
Building	1/1,000	shp		
		28,985	Number	
Population	2015.03	xls	Korean statistical Information	
		392,128		Daytime
		147,607		Nighttime
Mobile data	2016.03	xls	SK telecom	
		5,667		Number

Fig. 1은 연구대상지역과 기초자료를 중첩하여 나타낸 것이다.

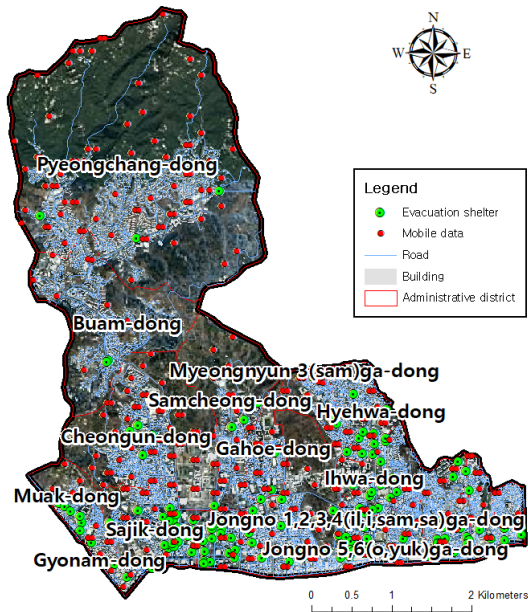


Fig. 1. Study area

3.2 대피시설의 대피권역 분석

대피시설을 중심으로 대피권역을 분석하기 위해서 대피시간은 5분으로 설정하고 대피속도는 일반인과 교통약자로 구분하여 각각 2.22 m/s, 1.6 m/s 정의하였다. 이후 보행자도로에 해당 값을 입력 후 네트워크분석을 통해서 대피권역을 설정하였다. 이에 대한 결과는 Fig. 2와 같다.

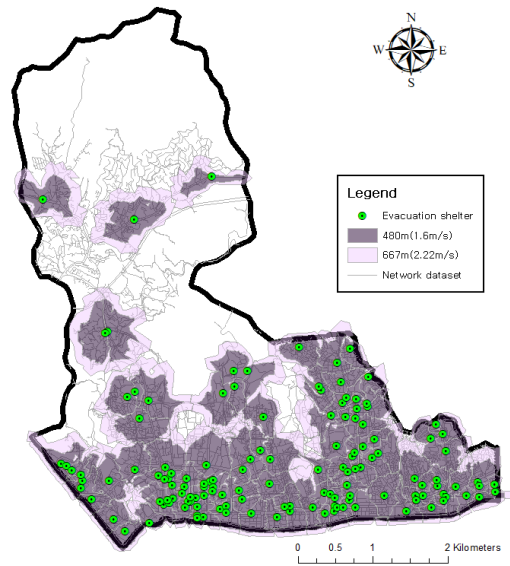


Fig. 2. Service areas of shelter according to walking speed

Table 2는 대피시설의 시설면적, 수용인원, 보행자 속도에 따른 대피권역의 면적을 나타낸 것이다.

Table 2. Service areas of shelter according to walking speed

ID	Shelter		Service area(m ²)	
	Area	Capacity	1.6 m/s	2.22 m/s
1	779	944	11,403	12,425
2	4,950	6,000	82,372	116,637
3	175,537	212,772	17,701	17,755
4	174	211	15,335	15,355
5	23,601	28,607	16,967	16,967
6	21,017	25,475	9,598	9,602
7	8,896	10,783	44,467	44,497
8	748	906	61,983	90,470
9	990	1,200	114,420	190,487
10	1,598	1,937	106,851	142,824
...
140	8,616	10,444	5,319	2,751
Total	833,843	1,008,690	9,899,428	13,452,978

3.3 시·공간적 인구분포의 재현

3.3.1 상주인구 대시메트릭 매핑

통계청에서 수집한 인구총조사 자료의 상주인구는 야간인구로써 대부분의 인구분포는 주택지역에서 나타난다. 따라서 행정구역 단위 내에서 실제적인 인구분포로 재현하기 위해 모든 인구는 건물 안에만 분포하거나, 주

택에만 존재한다는 가정하에 대시메트릭 매핑을 실시하였다.

국가공간정보포털에서 수집한 건물의 속성정보에는 건축물의 지하층을 포함한 건물 각 층의 바닥면적을 합산한 연면적이 제공된다. 그리고 통계청에서는 주택의 종류별 1인당 주거면적을 제공하며, 7개 분류항목에 대한 1인당 주거면적은 Table 3과 같다.

Table 3. Residential area per person

Classification of building	Residential area per person(m ²)
Average	28
Detached house	28.3
Apartment	30.1
Multi-unit dwelling	34.3
Multi-household house	21.8
House within commercial building	24.3
Officetel	26.7

연구지역 내의 건물 중에서 야간에 거주할 수 있는 Table 3에 해당되는 주택에 대해서만 각각 1인당 주거면적을 건물의 해당속성으로 입력하였다.

건물단위로 상주인구에 대한 인구분포를 대시메트릭 매핑으로 재현하기 위해 다음과 같은 수식(1)을 개발하여 각각의 건물에 대한 거주인구를 추정하였다. 일반화된 수식은 다음과 같다.

$$PN_i = \frac{a_i \div b_{ij}}{\sum_i^n (a_i \div b_{ij})} \times PN \quad (1)$$

여기서, PN_i는 i건물의 추정된 거주인구이고, a_i는 i건물의 연면적이며, b_{ij}는 i건물의 j주택종류별 1인당 주거면적이다. PN는 상주인구이다.

수식(1)에 의해 각각의 건물에 대한 거주하는 인구를 추정하였고, 추정한 거주인구를 건물의 해당 속성에 입력하였다.

Fig. 3의 건물을 단위로 한 상주인구의 인구밀도를 살펴보면, 아파트의 단위면적(m²)당 인구밀도가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 주택 외의 건물과 산림, 하천 등은 인구밀도가 표현되지 않고 있다.

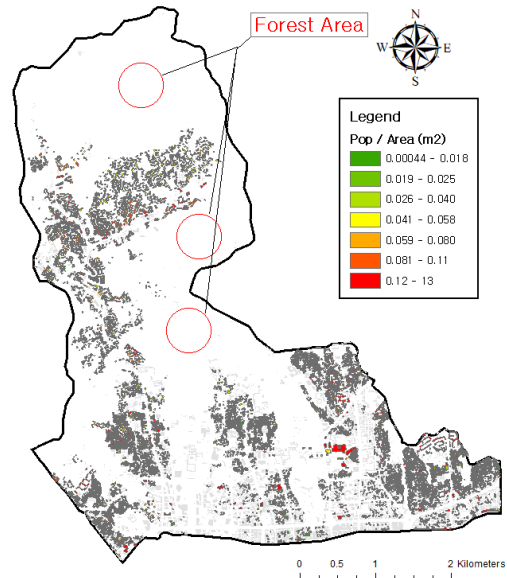


Fig. 3. Density of nighttime population by dasymetric mapping

3.3.2 주간인구 대시메트릭 매핑

통계청에서 수집한 주간인구(=상주인구 ± 통근 ± 통학)의 분포현황은 SKT 기지국 기반의 모바일 빅 데이터를 이용한 유동인구 분포현황과 일치한다는 가정하에 주간인구에 대한 인구분포를 대시메트릭 매핑으로 재현하였다. SKT 기지국 기반의 모바일 빅 데이터는 유동인구와 위치정보를 포함하는 *.xls 자료로써 지오코딩을 이용하여 포인트로 시각화하였다. Fig. 4에서 보면 유동인구는 주간인구 392,128명과 같지 않으나 인구의 시간대별 분포현황을 잘 나타낸 준다.

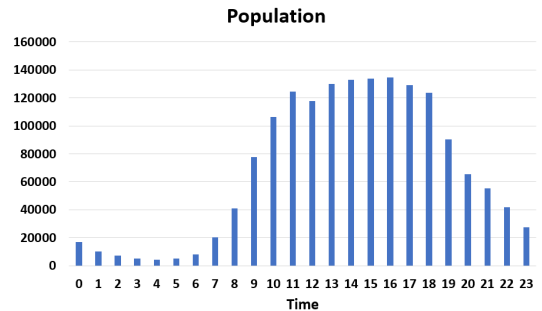


Fig. 4. Population based on the mobile data

따라서 현실성 있는 시간대별 주간인구 분포현황을 재현하기 위해 다음과 같이 수식(2)을 개발하여 주간인구 대시메트릭 매핑을 수행하였다. 일반화된 수식은 다음과 같다.

$$PD_i = \frac{M_i}{\sum_i^n M_i} \times PD \quad (2)$$

여기서, PD_i는 i지점의 주간인구이고, M_i는 i지점의 통신사 유동인구이며, ΣM_i는 통신사 유동인구 총합이다. PD는 행정구역 단위 내의 총 주간인구이다. 참고로 통신사 유동인구 총합은 가장 유동인구가 많은 오후 4시의 134,796명을 사용하였으며, 각 지점의 통신사 유동인구도 오후 4의 유동인구를 사용하였다. 통신사 포인트 간격은 50 m이다.

수식(2)에 의해 유동인구가 분포하는 각 포인트 지점의 거주인구가 추정되면 각 포인트에 해당 속성으로 입력한다.

이후 포인트를 이용하여 50 m 격자의 주간 인구밀도 대시메트릭 매핑을 하였다. 그 결과는 Fig. 5와 같다.

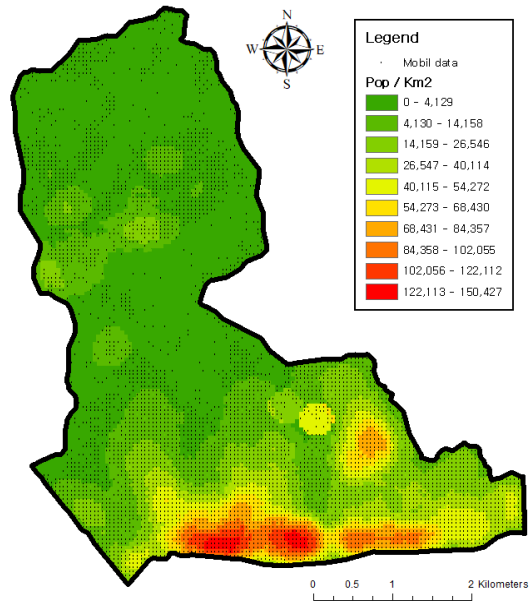
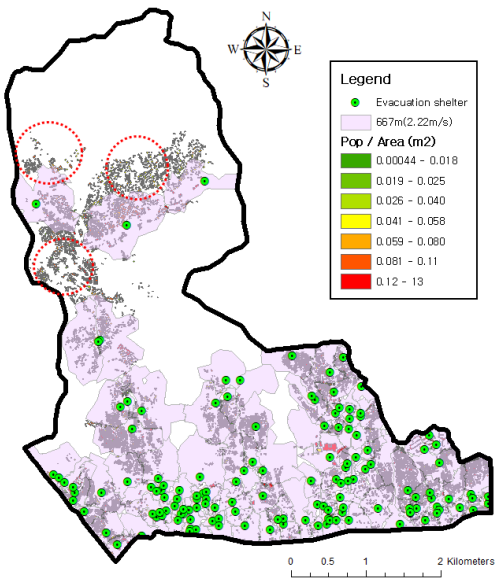


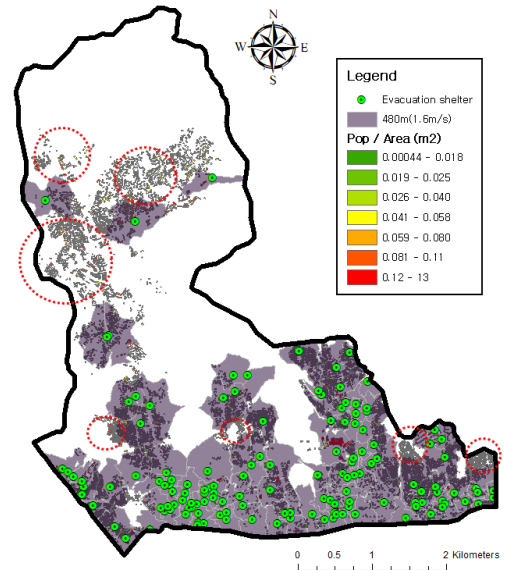
Fig. 5. Density of daytime population by dasymetric mapping

3.4 대피시설의 적절성 평가

Fig. 6의 (a)는 상주인구밀도와 일반인의 대피권역을 중첩하여 나타낸 것으로, 점선으로 표시된 지역은 대피권역 외부의 사각지대를 나타낸 것이다. 사각지대에는



(a) Walking speed(2.22 m/s)



(b) Walking speed(1.6 m/s)

Fig. 6. Overlay of nighttime population density and shelter service areas

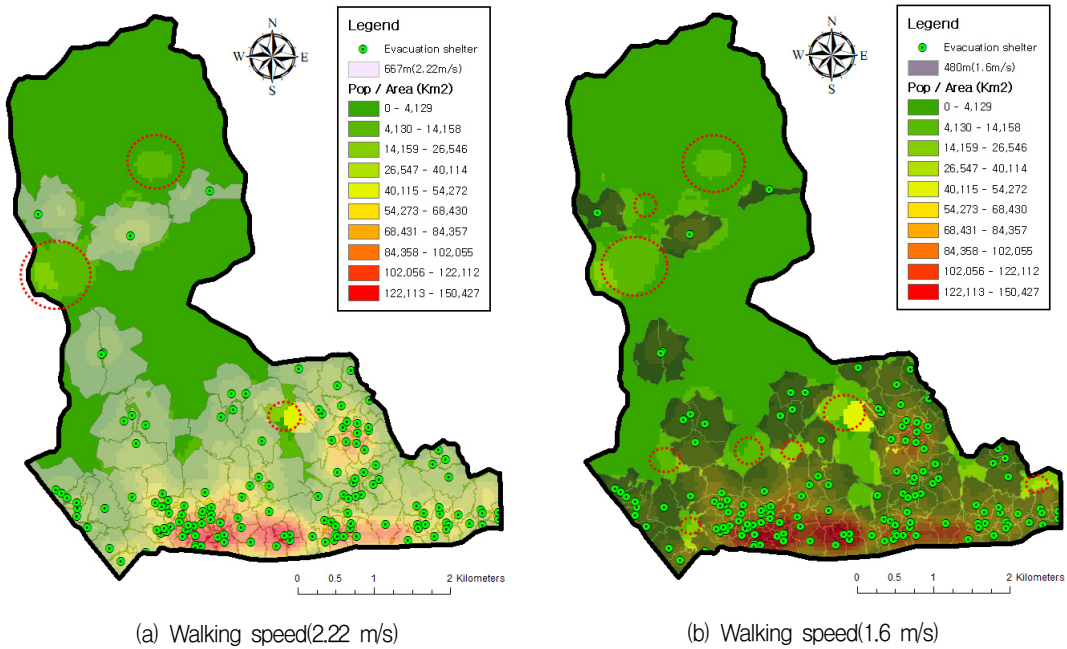


Fig. 7. Overlay of daytime population density and shelter service areas

최소 3개 이상의 대피시설이 추가적으로 요구된다. Fig. 6의 (b)는 상주인구밀도와 교통약자의 대피권역을 중첩하여 나타낸 것이며, Fig. 7의 (a)는 주간인구밀도와 일반인의 대피권역을 중첩하여 나타낸 것이다. Fig. 7의 (b)는 주간인구밀도와 교통약자의 대피권역을 중첩하여 나타낸 것이다.

Table 4. Installation requirements of a new civil defense evacuation shelter

Time	Pedestrian	Number
Nighttime	Non-disabled	4
	Disabled	7
Daytime	Non-disabled	3
	Disabled	8

Table 5. Evaluation of civil defense evacuation shelter locations in fitness according to the walking speed and changing floating population

ID	Capacity of shelter (Pop.) ①	Population of Evacuation ②				Rate of capacity (①÷②)			
		Nighttime		Daytime		Nighttime		Daytime	
		1.6 m/s	2.22 m/s	1.6 m/s	2.22 m/s	1.6 m/s	2.22 m/s	1.6 m/s	2.22 m/s
1	944	-	-	673	673	-	-	1.40	1.40
2	6,000	11	11	2,869	3,184	545.45	545.45	2.09	1.88
3	212,772	-	-	2,923	2,923	-	-	72.78	72.78
4	211	309	309	2,085	2,085	0.68	0.68	0.10	0.10
5	28,607	-	-	1,507	1,507	-	-	18.98	18.98
6	25,475	-	-	1,158	1,158	-	-	22.00	22.00
7	10,783	162	162	2,943	2,943	66.56	66.56	3.66	3.66
8	906	-	-	547	547	-	-	1.66	1.66
9	1,200	265	265	648	891	4.53	4.53	1.85	1.35
10	1,937	2,890	2,893	5,253	5,353	0.67	0.67	0.37	0.36
...
140	10,444	708	-	128	-	14.75	-	81.65	-
Total	1,008,690	103,885	111,264	340,766	344,812	33,772.32	28,619.13	2,911.80	2,750.93
Number of civil defense evacuation shelter, rate of capacity < 1						36	36	57	56

Table 4는 점선으로 표시된 사각지역에 대한 통계를 표로 나타낸 것으로, 육안판독에 의해 최소 3개에서 8개 지역에 대한 대피시설 신규 설치가 요구된다.

기존 대피시설이 대피인구를 수용할 수 있는지에 대한 평가는 수용률을 통해 알 수 있다. 수용률은 대피시설의 수용인원을 대피인구로 나누어 계산하며[5], 수용률이 1보다 낮으면 수용인원보다 대피인구가 많은 것으로 해당 대피권역 내에 추가적인 대피시설이 요구된다[8]. 따라서 이러한 방법은 대피시설의 적절성을 평가하는데 매우 유용하다. 이에 대한 수식은 다음과 같다.

$$\text{대피시설 수용률} = \text{수용인원} / \text{대피인구} \quad (3)$$

Table 5는 대피시설의 수용률 평가 결과를 나타낸 것이다. Table 5에서 수용률은 대피시설의 수용인원과 GIS의 중첩분석 및 Zonal 통계 도구를 이용해 계산된 대피인구를 서로 나누어 계산한 것이다. 여기서, 대피인구는 상주인구, 주간인구에 대해서 각각 교통약자와 일반인의 보행속도에 따른 대피권역 내에 있는 인구를 말한다.

4. 결론 및 제언

본 논문에서는 교통약자와 일반인의 보행속도를 각각 1.6 m/s, 2.22 m/s를 결정하고 이를 기반으로 대피시설의 대피권역을 설정하였다. 이때 교통약자와 일반인이 대피시간 5분에 각각 480 m, 667 m를 이동할 수 있었다.

상주인구(야간인구), 주간인구의 실질적인 인구분포를 재현하기 위해 인구추정을 위한 식을 개발하였으며, 주택과 인구총조사 그리고 기지국 기반의 모바일 빅 데이터를 이용하여 대시메트릭 매핑을 수행하였다. 또한 대피시설의 대피권역과 인구밀도 자료를 이용하여 대피인구를 산정하고, 대피시설의 수용인원과 비교하여 수용률을 계산하였다.

대피시설의 적절성을 평가한 결과 수치상으로는 종로구의 대피시설 전체 수용인원이 1,008,690명으로 유동인구가 가장 많은 오후 4시의 총 대피인구 344,812명을 충분히 수용할 수 있으나, 대피시설을 개별적으로 평가하면 다음과 같은 문제점이 있다.

상주인구를 대상으로 교통약자의 경우 전체 대피시설 140개소 중에서 36개소의 수용률이 1에 미달되었고, 일반인을 대상으로는 36개소가 수용률 1에 미달되었다.

주간인구를 대상으로 교통약자의 경우는 57개소가 수용률 1에 미달되었고, 일반인을 대상으로는 56개소가 수용률 1에 미달되었다.

또한 기존 대피시설의 대피권역 외부에 있는 사각지역에 대해서는 최소 3개 이상의 신규 대피시설 지정이 요구된다.

향후 기지국 기반의 모바일 빅 데이터 활용에 있어 요일별 시간대에 대한 유동인구 분포를 고려한다면 좀 더 정확한 적절성 평가가 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 유동인구를 활용하려는 다양한 연구 분야뿐만 아니라 기존 대피시설의 평가 및 추가 지정에 대해서 의사결정을 위한 기초자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] N. H. Park, W. H. Yeo & T. W. Kim. (2012). A Study on Civil Defense Evacuation Facilities. *Journal of The Korean Society of Disaster Information*, 8(1), 56-70.
- [2] Ministry of the Interior and Safety. (2015). *Countermeasures against Natural Disasters Act*. National legal information center. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=172995#0000>
- [3] Ministry of the Interior and Safety. (2018). *Misfortune and the safety supervision basic law*. National legal information center. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=195290&efYd=20180118#0000>
- [4] Ministry of the Interior and Safety. (2017). *Framework Act on Civil Defense*. National legal information center. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=193444&efYd=20171019#0000>
- [5] Ministry of the Interior and Safety. (2016). *Administration Manual on Civil Defense Evacuation Facilities*. Seoul open government. <http://opengov.seoul.go.kr/sanction/7145808>
- [6] Ministry of the Interior and Safety. (2017). *Information on Civil Defense Evacuation Facilities*. Open Data Portal. <https://www.data.go.kr/dataset/15021098/standard.do>
- [7] J. H. Mok. (2015). *Evaluating Location Suitability of Civil Defense Emergency Shelters using a Spatial Optimization Model*. Master's dissertation. Kyungpook National University, Daegu.
- [8] M. K. Kim, S. H. Kang, S. P. Kim & H. G. Sohn. (2016). A Spatial Analysis of Shelter Capacity Using Floating

- Population. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 34(1), 1-10. DOI : 10.7848/ksgpc.2016.34.1.1
- [9] J. S. Kwon. (2015). *Analysis of Shelters Acceptable Range During Storm and Flood Disaster by using Service Area Analysis-Focused on Seoul City Habitual Flooded Area*. Master's dissertation. University of Seoul, Seoul.
- [10] J. K. Park & D. M. Kim. (2012). Analysis of Shelter Service Areas According to Walking Speed Using Network Analysis. *Journal of the Korean Society for Geospatial Information System*, 20(4), 37-44. DOI : 10.7319/kogsis.2012.20.4.037
- [11] S. H. Kang. (2015). *A Study on the Selection of Vulnerable Area for Disaster Shelter Using Network Analysis*. Master's dissertation. Yonsei University, Seoul.
- [12] J. K. Chang & S. G. Kim. (2014). Proper Location of Disaster Shelters according to Evacuation Time-Focused on Coastal Areas in Hongseong Gun. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 14(1), 319-326. DOI : 10.9798/KOSHAM.2014.14.1.319
- [13] S. K. Kim. (2016). Walking Accident Characteristics and Walking Factors for Road Crossing of the Transportation Vulnerable in the Case of Yeosu. *Journal of Digital Convergence*, 14(6), 439-448. DOI : 10.14400/JDC.2016.14.6.439
- [14] E. K. Hong, M. S. Kim, T. J. Yeom & M. J. Park. (2017). A Study of the Reasonable Space for Each Person about Inner Evacuated Facility. *Journal of The Korean Society of Disaster Information*, 13(1), 15-25. DOI : 10.15683/kosdi.2017.03.31.15
- [15] I. H. Park, C. M. Jun & Y. S. Choi. (2007). 3D-GIS network modeling for optimal path finding in indoor spaces. *Journal of the Korean Society for GeoSpatial Information System*, 15(3), 27-32.
- [16] S. I. Ma & H. S. Kim. (2011). Accessibility to Welfare Facilities for the Aged through GIS Network Analysis : Focused on Inland Areas in Incheon. *The Korea Spatial Planning Review*, 70, 61-75.
- [17] C. W. Oh. (2002). A Study on Temporal Map for Spatio-temporal Analysis. *Journal of the Korean Geographical Society*, 37(2), 191-202.
- [18] S. I. Lee & K. Y. Kim. (2007). Representing the Population Density Distribution of Seoul Using Dasymetric Mapping Techniques in a GIS Environment. *Journal of the Korean Cartographic Association*, 7(2), 53-67.
- [19] M. Langford & D. J. Unwin. (1994). Generating and mapping population density surfaces within a geographical information system. *The Cartographic Journal*, 31(1), 21-26. DOI : 10.1179/caj.1994.31.1.21
- [20] J. Mennis & T. Hultgren. (2006). Intelligent Dasymetric Mapping and Its Application to Areal Interpolation. *Cartography and Geographic Information Science*, 33(3), 179-194. DOI : 10.1559/152304006779077309

박재국(Park, Jae Kook)

[정회원]



- 2000년 2월 : 강원대학교 토목공학과(공학석사)
- 2006년 8월 : 강원대학교 토목공학과(공학박사)
- 2008년 2월 ~ 현재 : 남서울대학교 GIS공학과 조교수

- 관심분야 : 재난, 방재, 빅 데이터, 공간분석
- E-Mail : gisdata@nsu.ac.kr