

A Study on the Site Selection Process of Field Emergency Medical Facilities Based on Text Mining

텍스트마이닝 기반의 재난현장 응급의료시설 대상지선정 프로세스 연구

Suh, Sangwook* 서상욱

Abstract

Purpose: In the case of mass disaster, the establishment of temporary medical facilities for the first aid and treatment is required for the stable accommodation of patients caused by the disaster. However, the criteria for decision making related to the deployment of field emergency medical facilities are not specified. So, The purpose of this study is to draw considerable factors needed for the deployment of field emergency medical facilities and to make proposal for site selection process of field emergency medical facilities on the basis of the factor. **Methods:** This study performs text mining of disaster-related laws, guidelines and documents to derive key factors affecting site selection, also proposes a decision making process and conducts virtual deployment to validate the process. **Results:** The key factors for the site selection derived as the size of the damage, the size of the DMAT inputs, the location of available place, and distance to the disaster base hospital. As a result of virtual deployment following proposed decision making process, It is confirmed that the site of field emergency medical facilities is changed depending on the type of disaster, even if the scope of the disaster damage was the same. **Implications:** The deployment of field emergency medical facilities requires a separate criteria for each type of disaster, not uniform, as a future research a quantitative approach of the criteria needs to be performed.

Keywords Disaster emergency medical service, Field emergency medical facility, Text Mining, Site selection, Decision making process

주 제 어 재난응급의료, 현장응급의료소, 텍스트마이닝, 대상지선정, 의사결정 프로세스

1. Introduction

1.1 Background and Objective

최근 재난의 유형이 다양해지고, 발생위험이 높아지면서 재난관리에 대한 관심이 급증하고 있다(Choi et al., 2016: 87-88). 그러나 재난 유형별 특성을 반영하지 않은 획일적인 관리지침으로 업무추진이 원활하게 진행되지 못하는 경우가 많다. 특히, 재난으로 인해 다수의 환자가 발생할 경우 재난현장에서 중증도 분류, 응급처치, 이송 체계가 구축되어야 함에도 불구하고, 이에 대한 관리체계 구축이 미흡하여 환자집중 현상, 긴급구조 환자의 응급처치를 위한 시설 및 장비 투입이

연 등의 문제가 발생하고 있다. 2014년 경주 마우나 오션 리조트 체육관 붕괴, 2015년 영종대교 106층 연쇄 추돌사고 등을 대상으로 한 대형재난대응 사례분석연구(Cha et al., 2017: 106, Woo et al., 2015: 454)에 따르면 중증도 분류 및 병원 수용능력을 고려한 분산이송이 미흡하여 환자집중 현상이 발생하거나, 관련기관 간 현장응급의료소¹⁾ 설치장소에 대한 마찰로 인해 긴급구조 환자의 응급처치를 위한 시설 및 장비 투입이 지연되는 경우가 있다.

국내 재난의료체계는 경계단계(Orange) 이상의 재난발생 시, 재난의료지원팀(Disaster Medical Assistance Team, 이하 DMAT)이 출동하여 현장응급의료소 설치 후 중증도 분류 및

* Member, Professor, Architectural Engineering, Gachon University (Primary author: suh@gachon.ac.kr)

1) 재난현장에 출동한 응급의료관련 자원을 총괄·지휘·조정·통제하고, 사상자를 분류·처치·이송하기 위해 재난현장에 설치하는 의료소

응급처치를 시행하고, 환자는 중증도에 따라 인근 의료시설로 이송하거나 귀가조치 하도록 한다. 그러나 재난발생시 피해자들을 대상으로 한 신속한 의료 활동이 진행되어야 함에도 불구하고, 의료진의 재난현장 투입을 위한 시설 부족으로 추가 인명피해를 가져오는 경우가 발생하고 있다. 최근 응급의학연구재단에서 국내 이동형병원²⁾의 도입방안 연구를 수행하였으나(National Emergency Medical Center, 2016: 102-133) 시설의 전개방안에만 초점을 두고 있고, 의료시설의 입지선정과 관련하여 추진된 연구는 재난상황을 고려하지 않는 등 국내 재난대응 사례를 보면 재난현장에서 발생한 환자에 대해 체계적으로 대응하지 못하고 있다. 특히 현장응급의료소 투입과 관련된 의사결정 기준에 대한 내용은 각종 지침에 구체적으로 제시되어 있지 않아 시설투입에 대한 의사결정에 어려움을 겪고 있다.

대형재난의 경우 재난으로 인해 발생한 환자들의 안정적인 수용과 응급처치 및 치료를 목적으로 현장응급의료소 등 임시 의료시설의 구축이 요구되며, 이러한 시설은 현장상황에 적합하고 신속하게 설치되어야 할 필요가 있다. 이를 위해 현장응급의료소, 야전병원 및 이동형병원 등의 임시 의료시설을 포함한 재난현장 응급의료시설의 설치·운영 대상지 선정에 필요한 의사결정 기준이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 재난현장 응급의료시설의 투입 의사결정에 필요한 고려요인을 도출하고, 도출된 고려요인을 기반으로 재난현장 응급의료시설 대상지선정 프로세스를 제시하고자 한다.

1.2 Methods of Research

본 연구는 현장응급의료소에서 고려되는 기존건물 및 노천 활용의 경우를 제외한 재난현장 응급의료시설을 투입하는 과정에서의 의사결정 프로세스를 제시한다. 현재 투입기준에 관한 별도의 지침이 없는 관계로 재해발생시 대피소 지정기준을 참고하여 의사결정시 고려요인을 도출하고, 고려요인 간 우선순위를 설정하여 대상지선정 의사결정 프로세스를 제시하였다. 본 연구의 세부적인 방법은 다음과 같다.

첫째, 재난의료 대응체계 현황 및 대피소 지정기준 파악을 위해 재난 관련 법령 및 매뉴얼 등에 대한 문헌 분석을 실시하였다.

둘째, 재난 관련 법령 및 매뉴얼에서 현장응급의료소와 관련된 용어를 텍스트마이닝 기반으로 분석해 현장응급의료소 대상지선정 고려요인을 도출하였다.

셋째, 재난 관련 법령 및 지침 상에 제시된 현장응급의료소 관련 용어에 대해 Term-Document Matrix를 작성하여 재난현장 응급의료시설 투입 고려요인을 도출하였다.

2) 특정기간동안 즉각적인 응급의료수요를 충족시키기 위하여 확장/축소될 수 있고, 자급자족이 가능하며 움직일 수 있는 의료시설

넷째, 재난현장 응급의료시설 투입 고려요인 간 의사결정 선후관계를 기반으로 대상지선정 프로세스를 제시하고, 재난현장 응급의료시설 투입 의사결정 가상전개를 통해 검증하였다.

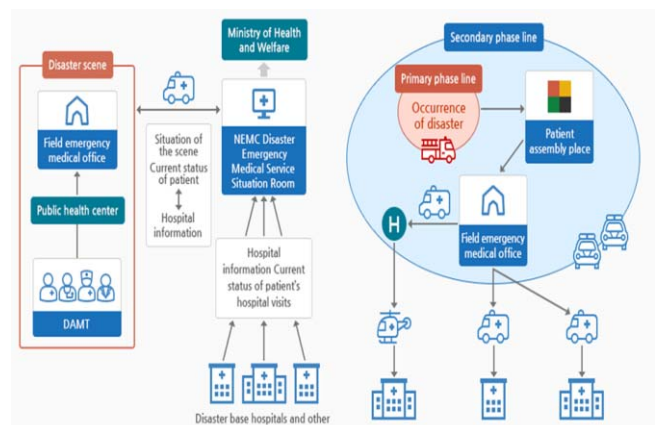
지진의 경우 일정거리 밖에 위치한 대상지에 현장응급의료소를 설치할 필요가 있고, 감염병의 경우 추가 감염·전염방지를 위하여 일정범위 이내에서 환자의 치료·통제가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 재난유형을 지진과 감염병으로 한정하였다.

2. Literature Review

2.1 Disaster Medical Response System

1) Disaster Medical Assistance Manual

재난의료에 관한 법규는 「재난 및 안전관리기본법」, 「응급의료에 관한 법률」, 「긴급구조대응활동 및 현장지휘에 관한 규칙」 등이 있다. 그 중 「응급의료에 관한 법률」에 근거하여 「재난응급의료 비상대응매뉴얼」을 배포, 재난을 비롯한 다수 사상자사고에 대비 또는 대응하여 사고가 발생한 때부터 현장에서 응급환자의 이송이 완료될 때까지의 현장 응급의료에 관한 기본적인 사항을 정하였다. 재난의료 매뉴얼은 국가와 지자체 등 재난현장에서 응급의료지원과 관련된 기관별 역할과 지휘체계, 재난현장의 응급의료체계, 응급의료지원 인력 및 물품, 통신체계에 관한 내용을 포함하고 있다.



Note: National Emergency Medical Center (<http://www.e-gen.or.kr/nemc/main.do>)

[Figure 1] Disaster Response Report System During a Disaster

재난 시 보고체계는 [Figure 1]과 같이 구성되어 있고, 보건복지부에서 재난의료지원과 관련된 총괄을 담당한다. 초기 대응수준 결정, 재난응급의료상황실 운영, 재난의료물자의 지원 및 중앙 DMAT 출동은 중앙응급의료센터, 권역 DMAT은 재난응급의료상황실, 지자체 및 소방에서, 지역 DMAT은 각 시도 또는 의료기관 자체에서 결정하도록 함에 따라 각 기관별 긴

밀한 협조체계가 구축되어 있지 않으면 다양한 기관의 의견 충돌로 재난의료 대응활동이 지연될 가능성이 높게 구성되어 있다. 현장응급의료소는 각 시·군·구의 보건소장의 지휘 하에 구조가 수 시간 이상 지속될 것이 예상되는 경우, 이송자원의 상대적 부족으로 현장의 중환자 처치시간이 수십 분 이상 지속될 것이 예상되는 경우, 다수사상자로 인해 환자의 분류 및 구역배정이 필요한 경우에 기존건물, 천막, 노천에 설치·운영 하며, 구급차의 접근과 환자의 집결이 용이한 경우 인근 의료 기관을 활용할 수 있도록 하고 있다. 국내 재난대응 사례를 보면, 현장응급의료소는 주로 의료용 에어텐트가 선별진료소, 음압텐트 등으로 사용되고 있으며, 상황에 따라 임시지휘본부, 임시병원, 난민수용소, 임시막사 등의 용도로도 전환 사용하고 있다.

현재 「재난응급의료 비상대응매뉴얼」에 따르면, 천막면적 및 설치에 필요한 적절한 면적 확보, 의료진 안전 확보, 구급차 동선과 환자 동선이 교차하는 곳, 배수가 잘되는 곳, 바람을 등지는 곳(화재, 화학 재난의 경우), 전기 및 수도가 가까운 곳을 현장응급의료소 설치 장소의 요구조건으로 제시하고 있다. 이 외에 구체적인 대상지 선정 기준과 의사결정 프로세스는 제시하지 않고 있다.

2) Selection Criteria of Evacuation Facilities

안전이 고려된 현장응급의료소의 설치기준이 없으므로, 대피소 지정 기준을 고려하여 공공시설을 대상으로 우선 선정하여야 하며, 대피소 지정을 위해서는 공공시설면적에 대한 정보와 주변 건물 정보를 고려한 대상지 선정이 이루어져야 한다. 재난발생지역이 도시지역인지 여부에 따라 대피소 지정 기준의 적용방법도 차이가 있을 수 있으므로, 운동장 및 체육관을 갖춘 공공시설물 정보가 연계되어야 한다. 대피소 지정 기준 중 건물소유자 또는 관리자와 사전 협의하여 대피소를 지정하도록 되어 있는데, 재난 발생 시 별도의 협의과정을 통해 현장응급의료소 대상지를 선정할 수 있는 시간적 여유가 없으므로, 건물소유자 또는 관리자와 사전협의하여 지정된 대피소 공간을 활용하여야 한다.

2.2 Existing Research

본 논문에서는 의료시설 입지선정과 관련된 연구, 고려요인 도출과정에서 텍스트마이닝 기법을 활용한 연구에 대해 분석하였다.

1) Related Research to The Selection of Medical Facility Location

Yoo(2010)는 로짓모형을 이용하여 종합병원 입지선정에서 중대한 영향을 주는 요인들을 추정하였고, Lee et al.(2009)는 대전광역시의 7개 의료기관을 대상으로 GIS를 적용한 병원의

적지평가 모형을 개발하여 병원의 환자수와의 관계를 분석하였다. Chiu et al.(2013)는 AHP를 이용하여 의료시설 간 경쟁속에서 의료기관의 최적 확장 방안을 제시하였으며, Farajani et al.(2010)는 병원 간 위치문제 해결을 위한 기준을 제시하였다. Sharmin et al.(2013)는 의료 정책이 부족한 지역에서 불균형적으로 제공되는 의료서비스 문제를 GIS를 사용하여 기존 병원의 분포와 여러 기준을 고려한 적절한 병원 위치를 도출하는 등 해결 방안을 제시하였으며, Soltani et al.(2011)는 병원의 경쟁력을 향상시킬 수 있는 최적의 위치를 결정하기 위해 퍼지분석을 통한 요소를 도출하였다. Kil et al.(2015)는 의료서비스시설의 입지선정 구성요인으로 접근성, 수요요인, 공급요인, 환경요인을 선정하고 입지 평가를 실시하였다.

위와 같이 의료시설의 입지선정에 관한 선행연구에서는 재난발생시 임시적으로 구축하는 시설이 아닌 일반적인 의료시설의 입지선정 연구가 수행되었고, 재난상황을 고려하지 않고 있으며, 임시 의료시설인 현장응급의료소의 투입을 위한 대상지선정 기준을 제시한 연구는 미흡한 상태이다. 재난발생시 안전상의 문제로 재난발생지점에 존재하고 있는 건축물을 현장응급의료소로 활용하기 어렵기 때문에 부상자와 의료진의 안전이 확보될 수 있는 장소에 새로운 시설의 신속한 투입이 요구되며, 이를 위한 의사결정 기준이 필요하다.

2) Text Mining Method

텍스트마이닝은 비/반정형 텍스트 데이터에서 자연어처리(Natural Language Processing) 기술에 기반하여 유용한 정보를 추출, 가공하는 것을 목적으로 하는 기술이다. 텍스트마이닝 기술을 통해 방대한 텍스트에서 의미있는 정보를 추출해내고, 다른 정보와의 연계성을 파악하며, 텍스트가 가진 카테고리 고리를 찾아내는 등 단순한 정보 검색 그 이상의 결과를 얻을 수 있다. 컴퓨터가 인간이 사용하는 언어(자연어)를 분석하고 그 안에 숨겨진 정보를 발굴해 내기 위해 대용량 언어자원과 통계적, 규칙적 알고리즘이 사용되고 있다. 주요 응용분야로 문서 분류(Document Classification), 문서 군집(Document Clustering), 정보 추출(Information Extraction), 문서 요약(Document Summarization) 등이 있다. Turban et al.(2010)은 Text Mining Process를 3단계(Corpus 수집, Term Document Matrix 구성, 지식추출단계)를 제시하고 있으며, 텍스트마이닝의 정보추출 과정에는 다양한 알고리즘이 존재하지만 간단하여 가장 많이 활용되는 방법 중 하나가 Turban이 제시하고 있는 TDM이다. TDM는 각 문서 안에 특정단어가 나타나는 빈도수에 대한 행렬이며, 단어 빈도수(Term frequency, TF), 문서 빈도수(Document frequency, DF), 역문헌 빈도수(Inverse Document frequency, IDF) 등을 파악할 수 있다. TF는 특정한 단어가 어떤 범위내의 문서에서 얼마나 자주 등장하는지를 나타내는 단어빈도수이고, DF는 특정한 단어가 일정한 범위

[Table 1] Term-Document Matrix

Document		The Management of Disaster and safety			Emergency Response Activities and Site Command	Emergency Medical Service			Infectious Disease Control and Prevention			The Preparation for Earthquakes and Volcanic Eruptions			Disaster Medical Assistance Manual	Total
		(A) ³⁾	(B) ⁴⁾	(C) ⁵⁾		(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)		
(W1)	Emergency patient	0	1	0	17	100	23	50	0	0	0	0	0	0	14	205
(W2)	Injured	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	16
(W3)	Casualty	2	2	0	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27	48
(W4)	Additional Damage	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	0	22
(W5)	Medical Staff	0	0	0	4	8	6	3	26	7	5	0	0	0	14	73
(W6)	Healthcare Worker	0	0	0	0	34	2	3	0	0	0	0	0	0	10	49
(W7)	Medical Equipment	0	1	0	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	3	13
(W8)	First Aid	3	0	1	20	46	6	13	0	0	0	0	0	0	9	98
(W9)	Disaster Impact Area	9	7	1	3	11	7	1	7	5	1	4	3	1	8	68
(W10)	Quarantine	0	0	0	0	2	0	0	21	6	4	0	0	0	2	35
(W11)	Disaster Type	6	6	1	6	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5	27
(W12)	Safe Place	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	16
(W13)	Capacity	0	1	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	10	19
(W14)	Drain	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	8
(W15)	Transport	2	0	0	24	16	15	2	0	0	0	0	4	0	15	78
(W16)	Disaster base Hospital	0	1	0	7	10	0	6	0	0	1	6	6	0	16	53
(W17)	Road	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	4	0	6	16
(W18)	Distance	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8
(W19)	Route	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6

의 문서들 간의 자주 사용되는 지수이며, IDF는 DF의 역수이다. TF-IDF(중요도지수)는 TF와 IDF를 곱하여 계산하며, TF-IDF는 벡터방식 등의 알고리즘과 혼합하여 특정단어에 대한 중요도를 추출하는 정보검색(검색엔진 등)에 널리 사용되고 있다(Choi et al, 2015: 207-208). Kang et al.(2016)은 텍스트마이닝과 소셜 네트워크 분석을 이용하여 재난대응 용어에 대하여 분석을 실시하였다. 소셜 네트워크 분석은 노드와 링크로 관계를 모델링하여 구조, 인과성 등을 분석하는 방법론으로 네트워크 구조를 파악하기 위하여 연결정도·근접·매개 중심성 등을 측정하며, 텍스트마이닝 기법과 자주 함께 사용된다. 이 외에도 경제동향, 연구동향 및 시사점 분석을 실시하는데 텍스트마이닝 기법을 이용되고 있다.

본 연구에서는 Turban et al.이 제시한 텍스트마이닝 프로세스 중 Corpus 수집과 Term Document Matrix(이하, TDM) 작성 단계를 반영하여 재난과 관련된 법령 및 지침을 분석하고, 텍스트 간의 매개중심성을 분석하여 재난현장 응급의료시설 투입 고려요인을 도출하였다.

3. Methodologies

3.1 Extraction of Consideration Factor

1) Corpus Collection - Document Selection

다수의 사상자를 유발하는 재난발생시 그 피해를 최소화하기 위하여 재난관리와 재난의료대응에 필요한 사항 등을 법

령과 지침으로 규정하고 있다. 따라서 본 연구에서는 현장응급의료소 투입과 관련된 지침이 정리되어 있는 법령 및 지침을 기반으로 문서로 선정하였다. 법령으로는 「재난 및 안전관리 기본법」(이하, 재난안전법), 「응급의료에 관한 법률」(이하, 응급의료법), 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」(이하, 감염병예방법), 「지진·화산재해대책법」(이하, 지진대책법), 「긴급구조대응활동 및 현장지휘에 관한 규칙」을, 지침은 「재난응급의료 비상대응매뉴얼」을 선정하였다. 각 법령 및 지침의 목적을 보면, 재난안전법은 각종 재난으로부터 국민의 생명·신체 보호에 대한 내용이 있으며, 응급의료법은 응급상황 시 의료에 대한 내용이 명시되어 있다. 감염병예방법과 지진대책법은 재난유형 중 감염과 지진에 대한 관리에 대한 내용이 있으며, 재난응급의료 비상대응매뉴얼에서는 재난 현장 응급의료에 관한 기본적인 사항을 정하는 것을 목적으로 함을 명시하고 있다.

2) Creating TDM

선정된 법령 및 지침의 분석을 통해 관련 용어를 선정하고, 용어별 사용빈도를 조사하여 TDM을 작성하였다. 각 법령 및 지침에서 현장응급의료소와 관련된 조항을 분석하여 도출한 용어는 응급환자, 부상자, 사상자, 의료인, 의료장비, 안전공간, 격리, 추가피해, 수용능력, 배수, 범위, 재난유형, 병원, 이

3) 법 또는 기본법(Act or Framework Act)

4) 시행령(Enforcement Decree)

5) 시행규칙(Enforcement Regulation)

송, 도로, 거리, 동선이며, 용어별 사용빈도수를 기반으로 정리한 TDM은 [Table 1]과 같다. 작성한 TDM을 통해 용어의 빈도수를 파악할 수 있지만, 특정용어가 문서에 많이 등장한다고 해서 반드시 중요성이 높은 것은 아니므로 중요도지수를 산출한 후 값을 정규화한 수치와 곱하여 가중치를 적용하도록 한다. TF-IDF은 TF와 IDF의 곱으로 산출할 수 있으며, 각각 산출한 중요도지수를 식 (i)에 따라 값을 정규화한 뒤 식 (ii)와 같이 계산하여 최종적으로 특정용어의 가중치를 산출한다 (Turban et al, 2010: 302-308).

$$N_i = (1 + \log(TF_i)) \times \log \frac{n}{DF_i} \quad (i)$$

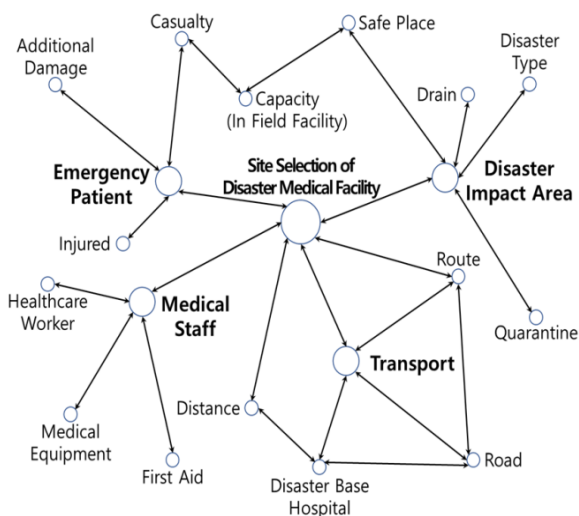
N_i : 특정요소(i) 빈도수를 정규화한 값
 n : 총 문서 수
 TF_i : 용어 빈도수 (문서에 특정요소(i)가 나타나는 수)
 DF_i : 문서 빈도수 (특정요소(i)를 포함하는 문서의 수)

$$K_i = TF-IDF \times N_i \quad (ii)$$

K_i : 특정요소(i)의 가중치

3) Text Network Analysis

TDM에 작성된 재난현장 응급의료시설 관련 용어를 대상으로 네트워크 분석을 실시하여 대상지 선정 고려요인을 도출하였다. 분석 방법은 네트워크 구조를 파악하기 위한 기법 중 매개중심성(Betweenness centrality) 분석방법을 활용하였는데, 매개중심성 분석방법에서 용어 네트워크 내 특정 단어의 연결중심성이 높다는 것은 자주 근접하여 등장하는 용어임을 의미한다. TDM에 작성된 용어는 총 19개로 이에 대한 매개중심성 분석 기반 클러스터링을 통해 실제 재난현장 응급의료시설 대상지 의사결정 과정에서 중복적인 의사결정을 지양할 수 있다. 다음 [Figure 2]는 매개중심성 분석 결과를 나타낸 것이다.



[Figure 2] Betweenness Centrality Analysis

[Figure 2]에서 보는 바와 같이 재난현장 응급의료시설 투입과 관련된 의사결정에 가장 필요한 것은 대상지 선정이며, TDM에 작성된 19개의 단어에 대한 네트워크 분석 결과 매개중심성은 응급환자(4), 의료인(4), 범위(재난피해영향범위)(5), 이송(환자이송)(4)이 높게 나타남에 따라 대상지 선정과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다.

3.2 Consideration Factors for Site Selection

2016년에 배포된 「재난응급의료 비상대응매뉴얼」에 따르면 현장응급의료소 설치 장소의 요구조건은 천막면적 및 설치에 필요한 적절한 면적 확보, 의료진 안전 확보, 구급차 동선과 환자 동선이 교차하는 곳, 배수가 잘되고 바람을 등지는 곳, 전기 및 수도가 가까운 곳을 제시하고 있다. 본 연구에서는 매뉴얼에서 제시한 요구조건과 매개중심성이 높은 용어를 기준으로 19개 용어를 [Table 2]와 같이 분류하였으며, 분류 그룹의 특성을 반영하여 재난현장 응급의료시설 대상지 선정 고려요인을 도출하였다.

[Table 2] Consideration Factors

Factor	Term	Factor	Term
Damage Scale (Number of Patients) [F1]	• Emergency patient	DMAT input Scale [F2]	• Medical Staff
	• Injured		• Healthcare Worker
Elicitation of Available Place to Input [F3]	• Casualty	Distance to Disaster Base Hospital [F4]	• Medical Equipment
	• Additional Damage		• First Aid
	• Disaster Impact Area		• Transport
	• Quarantine		• Disaster base Hospital
	• Disaster Type		• Road
	• Safe Place		• Distance
Capacity (In Field Facility)	• Capacity (In Field Facility)	Hospital [F4]	• Route
	• Drain		
	• Disaster Type		
	• Disaster Impact Area		
Route	• Route	Hospital [F4]	
	• Quarantine		
	• Disaster Type		
	• Disaster Impact Area		
Disaster Base Hospital	• Disaster Base Hospital	Hospital [F4]	
	• Road		
	• Distance		
	• Route		
Medical Equipment	• Medical Equipment	Hospital [F4]	
	• First Aid		
	• Distance		
	• Healthcare Worker		
Medical Staff	• Medical Staff	Hospital [F4]	
	• Medical Equipment		
	• First Aid		
	• Distance		
First Aid	• First Aid	Hospital [F4]	
	• Distance		
	• Healthcare Worker		
	• Medical Staff		

1) Damage Scale

TDM에 작성된 용어 중 응급환자, 부상자, 사상자, 추가피해는 재난발생에 따른 피해규모를 나타내는 척도이다. 다음 [Table 3]는 국내에서 발생한 6개 재난 사례의 조사 내용을 정리한 것으로 공통적으로 조사된 항목은 재난유형과 사망자, 부상자 수가 유일하였다.

2) DMAT Input Scale

TDM 작성을 위해 선정된 재난현장 응급의료시설 관련 19개 용어 중 의료인, 응급의료종사자, 의료장비, 응급처치는 DMAT 투입규모 파악에 요구된다. 재난현장 응급의료시설의 투입은 재난현장에서의 요청이 발생한 시점부터 DMAT 투입을 위한 시설 및 장비를 준비해서 재난현장에 설치하고, DMAT 1개팀 투입에 필요한 시설을 구축한 후, 필요시 DMAT 추가투입여부에 따라 시설증축을 결정한다. DMAT 투입

규모는 피해규모와 관련되어 있으나, 피해규모는 예측치 이므로, 실제 의료진 투입과 관련된 내용은 환자 수 보다는 DMAT 투입규모에 의해 좌우된다.

[Table 3] Case Study of Disaster

Case	Type	Casualty
The Shelling of Yeonpyeong Island	Terrorism	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Death : 4 ▪ Serious injury : 16 ▪ Minor injury : 44
Chun-cheon Landslide Disaster	Landslide	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Death : 13 ▪ Serious injury : 3 ▪ Minor injury : 25
The Mauna Ocean Resort Gymnasium Collapse	Collapse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Death : 10 ▪ Injury : 145
A Fir at Goyang Bus Terminal	Fire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Death : 9 ▪ Serious injury : 4 ▪ Minor injury : 111
Panigyo Accident Case	Collapse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Death : 16 ▪ Serious injury : 8 ▪ Minor injury : 3
106-vehicle Chain Collision in Yeongjong Grand Bridge	Traffic Accident	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Death : 2 ▪ Serious injury : 6 ▪ Minor injury : 68

3) Available Place to Deploy

재난현장 응급의료시설 관련 용어 중 범위(재난피해영향범위), 격리, 재난유형, 안전공간, 수용능력, 배수는 시설 투입가능지역을 판단하는 기준이다. 지진의 경우, 여진으로 인해 재난현장에서 일정 범위 밖에 재난현장 응급의료시설을 설치하여야 하며, 감염의 경우 일정 범위 내에 설치하여야 하므로, 재난피해영향범위는 시설 투입가능지역을 선정하기 위해 최우선적으로 확인되어야 하는 사항이다. 격리는 주로 감염병 예방에 언급된 용어이며, 재난유형은 재난피해영향범위에 영향을 주는 항목이다. 안전공간은 피해환자와 의료진의 안전을 확보할 수 있는 기준으로, 대피소 지정 기준에 적합한 지역이 우선 고려되어야 한다. 대피소 지정기준에 적합한 공간이 환자이송거리 등 현장응급의료소 기준에 적합하지 않을 경우 중증도 분류가 가능한 지역을 우선 투입지역으로 선정하고, 추후 확장을 고려한 공간 확보작업이 병행되어야 한다. 수용능력은 재난현장 응급의료시설 설치규모 및 대상지수를 결정하는 요인이며, 배수의 경우 현재 「재난응급의료 비상대응매뉴얼」상 현장응급의료소 설치 장소 요구조건으로 명시되어 있다.

4) Distance to Disaster Base Hospital

TDM 작성을 위해 선정된 재난현장 응급의료시설 관련 19개 용어 중 이송, 병원, 도로, 거리, 동선은 재난거점병원과의 거리 파악에 요구된다. 현장응급의료소는 중증도 분류, 환자

처치와 더불어 환자 이송을 주요 기능으로 설치된다. 이송은 모든 법령 및 지침에서 환자 이송을 의미하며, 병원은 재난거점병원을 의미한다. 도로와 거리의 경우, 이동수단(구급차, 헬기)에 따라 차이가 있으나 일반적으로 재난현장에서 재난거점병원까지의 이동 도로와 거리를 의미한다. 동선의 경우 환자와 구급차 동선을 의미하는 것으로 재난현장에서 재난거점병원까지의 거리와 밀접한 관계를 가진다.

4. Virtual Deployment of Decision Making Process

본 장에서는 TDM에서 분석된 재난현장 응급의료시설 관련 용어의 빈도수를 기반으로 고려요인 간 우선순위 및 대상지 선정 의사결정 프로세스를 제시하고, 지진으로 인한 다수의 사상자발생시 재난현장 응급의료시설 대상지 선정 프로세스의 가상전개를 실시하였다.

4.1 Decision Making Process

1) Priority of Consider Factor

재난현장 응급의료시설 대상지선정과 관련된 고려요인의 우선순위는 TDM에 작성된 핵심용어 빈도수를 기반으로 결정하였다. 3장의 식(i), (ii)에 따라 산출한 중요도지수를 정규화하고, 용어별 가중치를 계산하였으며, 가중치를 적용한 핵심용어 빈도수에 따른 고려요인별 우선순위는 다음 [Table 4]와 같다.

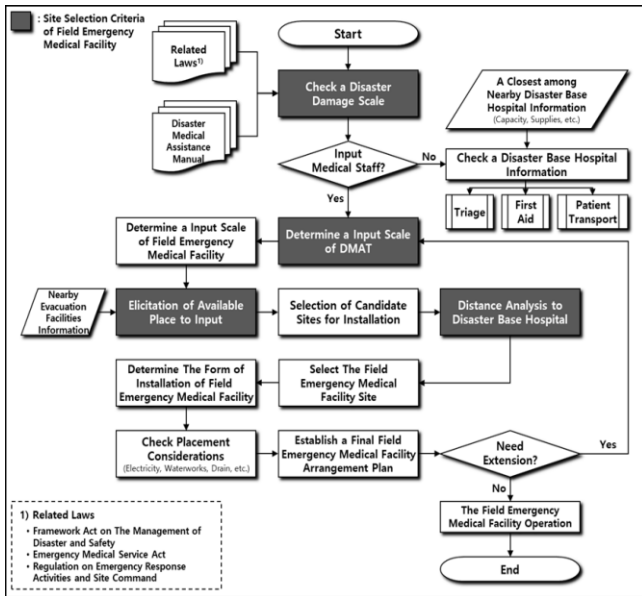
[Table 3] Frequency of Keyword by Each Consider Factor

Factor	Term	TF	DF	TF-IDF	Normalization	K
[F1]	W1	205	6	34.17	1.22	44.34
	W2	16	3	5.33	1.47	
	W3	48	5	9.60	1.20	
	W4	22	3	7.33	1.57	
[F2]	W5	73	8	9.13	0.70	39.82
	W6	49	4	12.25	1.46	
	W7	13	6	2.17	0.78	
	W8	98	7	14.0	0.90	
[F3]	W9	68	14	4.86	0.0	35.72
	W10	35	5	7.0	1.14	
	W11	27	8	3.38	0.59	
	W12	16	3	5.33	1.47	
	W13	19	5	3.80	1.02	
	W14	8	4	2.0	1.04	
[F4]	W15	78	7	11.14	0.87	31.57
	W16	53	8	6.63	0.66	
	W17	16	4	4.0	1.20	
	W18	8	2	4.0	1.61	
	W19	6	1	6.0	2.04	

피해규모([F1])와 관련된 용어(응급환자(W1), 부상자(W2), 사상자(W3), 추가피해(W4))의 가중치는 44.34, DMAT 투입규

모(F2)와 관련된 용어(의료인(W5), 의료종사자(W6), 의료장비(W7), 응급처치(W8))의 가중치는 39.82, 투입가능지역(F3)과 관련된 용어(범위(W9), 격리(W10), 재난유형(W11), 안전공간(W12), 수용능력(W13), 배수(W14))는 35.72, 재난거점병원과의 거리(F4) 관련 용어(이송(W15), 병원(W16), 도로(W17), 거리(W18), 동선(W19))는 31.57가 산출되었다. 따라서 대상지 선정 고려요인의 우선순위는 피해규모(환자발생 수), DMAT 투입규모, 투입가능지역, 재난거점병원과의 거리 순으로 결정하였다.

2) Decision Making Process



[Figure 3] Emergency medical post decision-making process

고려 우선순위 기반 재난현장 응급의료시설 대상지 선정 프로세스는 [Figure 3]과 같다. 재난피해규모에 대해 재난유형과 부상자 수 등에 대해 파악하고, 환자발생 수를 기반으로 DMAT 투입여부를 결정한다. 의료진 투입이 불필요할 경우 현장응급의료소는 설치되지 않고, 재난거점병원에서 중증도 분류, 응급처치, 환자이송 기능을 수행한다. DMAT 투입규모가 결정되면, 현장응급의료소의 투입여부 및 투입규모가 결정된다. 현장응급의료소 투입이 결정되면 인근 대피공간 현황정보를 기반으로 투입가능지역 후보지를 도출하고, 도출된 후보지를 대상으로 재난거점병원과의 거리분석을 통해 현장응급의료소 대상지를 선정한다. 대상지가 선정되면 설치형태(기존 건물 활용/천막/유닛모듈)와 배치 고려사항(전기/수도/배수/풍향)을 감안하여 현장응급의료소 최종 배치계획을 완성한다.

4.2 Virtual Deployment

경기도 성남시 화랑공원 인근에 재난발생으로 반경 5km 범위에 재난으로 인한 피해자가 40명 정도 발생한 것으로 파

악된 상황을 가정하였으며, 재난유형별 현장응급의료소 설치 대상지의 변화를 비교하기 위하여 재난종류를 지진과 감염병 각각의 경우로 구분하여 가상전개를 실시하였다.

1) Disaster Damage Range Setting

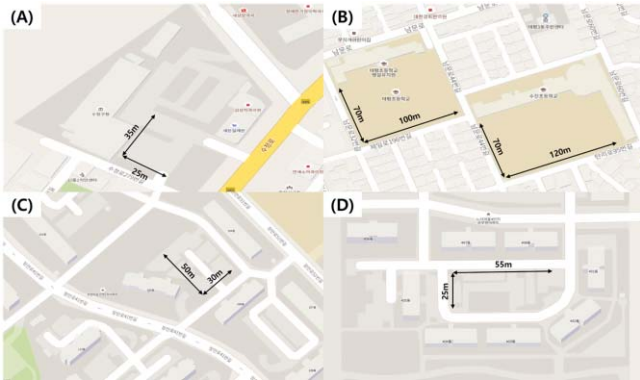
지진은 경주지진 규모 5.8, 포항지진 규모 5.4와 같이 리히터 규모에 의해 강도를 나타내고 있으나, 지진의 특성상 지반의 조건, 진원의 깊이, 파장의 크기, 진앙으로부터의 거리 등에 따라 실제 피해정도가 다르게 나타난다. 따라서 지진으로 인한 피해의 정도는 어느 한 지점에서 사람이 느낀 정도 또는 구조물 피해 정도를 계급화한 수정 메르칼리 진도계급 (Modified Mercalli Intensity Scale: MMI Scale)을 사용하여 나타내며, 진도계급은 12단계로 분류되어 있다. 진도 I~III은 사람들이 감지하지 못하는 경우가 많고, 진도 IV~V는 그릇, 창문 등이 소리를 내거나 깨지기도 하며, 진도 VI 이상은 무거운 가구가 움직이거나 벽의 석회가 떨어지는 등 인명피해 발생 가능성이 높다. 이에 따라 본 가상전개의 지진은 일정범위 내에 진도 VI 이상의 지진이 발생한 상황으로 가정하였다.

감염병은 병원체가 잠복기를 가지고 있어 감염 초기에는 증상이 나타나지 않아 감염사실을 인지하지 못하며, 잠복기 이후 증상에 따른 병원진료로 인해 감염사실이 밝혀지거나, 감염자가 다녀간 병원을 방문하였다가 전염되는 경우가 대부분이다. 원내감염에 경우는 의료장비 및 인력을 갖추고 있는 병원을 기점으로 대응하여 현장응급의료소의 추가설치가 필요하지 않으므로 본 연구의 가상전개에서는 제외하였고, 환자 자신, 공기, 식수·식품, 가축 등을 감염원으로 2,3차 감염자를 발생시키거나, 광범위한 지역에서 접촉자들을 대상으로 치료가 필요한 생물학적 테러로 인한 감염으로 상황으로 가정하였다.

2) Determine DMAT Scale and Candidate Site

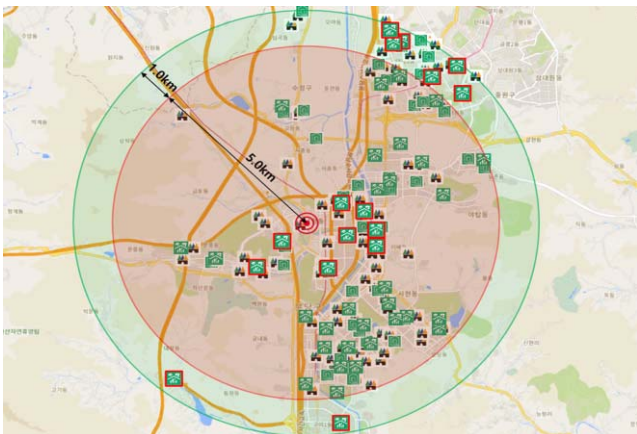
DMAT 투입규모는 현장응급의료소 규모에 따라 결정할 수 있고, 현장응급의료소는 파악된 응급환자수와 추가피해자의 발견 가능성을 고려하여 50병상 정도의 환자수용능력이 요구된다. 가상전개 시 사용되는 현장응급의료소의 규격은 선행연구를 참고하여 현장응급의료소 모듈유형 중 50병상을 수용할 수 있는 Basic Healthcare(1차 투입모듈)를 선정하였다(Yoon et al. 2017: 15-16).

선정한 의료시설의 투입가능지역을 선별하기 위해 대피소 지정기준에 따라 재난피해범위로부터 1km 이내에 위치하고 있는 이재민 임시주거시설, 지진 옥외대피소, 지진 실내구호소 및 민방위 대피시설을 인근 대피공간 현황정보를 통해 총 247개의 장소를 도출하였다. Basic Healthcare 모듈은 39m × 56m의 면적이 요구되므로 현장응급의료소의 규격에 맞게 설치가능한 대공간이 있는 곳을 후보지로 도출하였다(Figure 4).



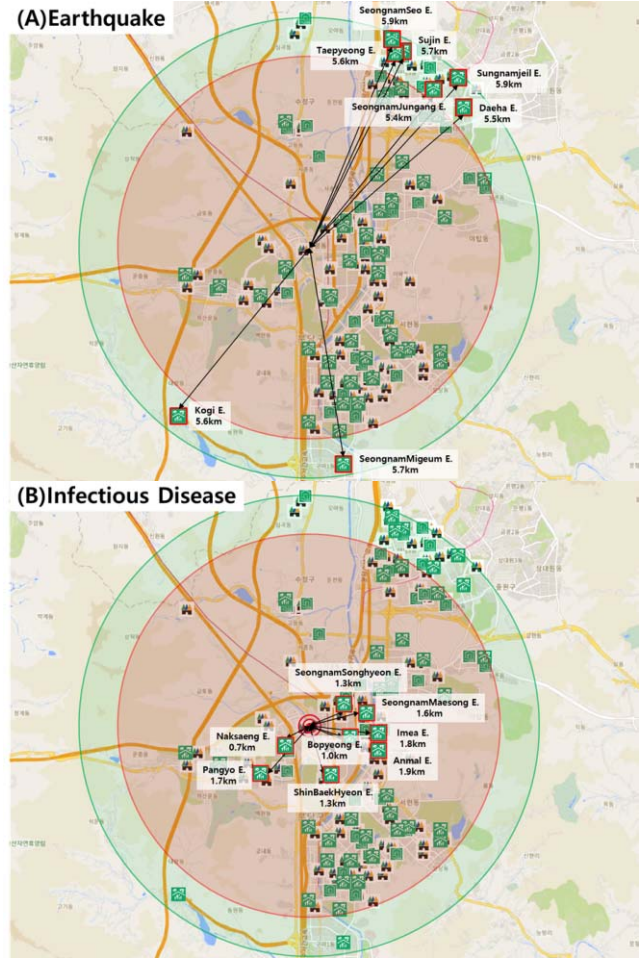
[Figure 4] Area of Candidate Site

도출한 장소 중 (A)수정구청, (B)태평, 수진초등학교, (C)장안타운 건영아파트 주차장, (D)느티마을 4단지 주차장의 면적을 확인한 결과 최소 면적을 충족하는 곳은 초등학교가 유일하였다. 초등학교는 「학교시설·설비기준령」에 따라 5,000m² (한 변의 길이 또는 대각선의 길이가 130m 이상)이상인 체육장을 설치해야하므로 의료시설의 투입가능 후보지로 적합하다. 도출한 대피공간 및 후보지로 선정된 초등학교는 [Figure 5]와 같다.



[Figure 5] Elicitation of Available Place to Deploy

지진의 경우 환자와 의료진의 안전 확보를 위해 재난피해범위 밖에 위치한 대피공간 중 투입가능 후보지를 도출하여, ㉠성남서초등학교, ㉡태평초등학교, ㉢수진초등학교, ㉣성남중앙초등학교, ㉤제일초등학교, ㉥대하초등학교, ㉦고기초등학교, ㉧성남미금초등학교가 도출되었으며, 감염병의 경우 추가확산, 전염 등을 통제, 방지하기 위하여 재난피해범위 이내의 ㉨판교초등학교, ㉩낙생초등학교, ㉪성남송현초등학교, ㉫보평초등학교, ㉬신백현초등학교, ㉭성남매송초등학교, ㉮이매초등학교, ㉯안말초등학교 등 8개의 학교를 도출하였다. 현장응급의료소 투입가능지역 도출 결과는 다음 [Figure 6]과 같다.



[Figure 6] Selection of Candidate Sites

인근 재난거점병원인 [A]서울대학교병원, [B]고려대학교안암병원, [C]서울특별시서울의료원, [D]한양대학교병원, [E]아주대학교병원, [F]한림대학교성심병원, [G]분당서울대학교병원, [H]분당차병원이 있으며, 각각의 재난상황별로 실제 환자이송시간을 고려하여 직선거리가 아닌 최단시간이 소요되는 경로를 기준으로 선정한 설치후보지와의 거리정보 분석을 실시하였다. 거리정보 분석결과는 [Table 5], [Table 6]과 같이 지진과 감염병 각각의 경우로 구분하였으며, 여러 재난거점병원까지의 분산이송을 고려하여 설치후보지 재난거점병원까지의 거리 및 소요시간의 평균을 구하였다.

지진의 경우, 선정된 후보지와 재난거점병원간 이송거리는 성남서초등학교가 약 18.8km로 최단거리이나, 각각의 거점병원으로의 평균 이송시간은 성남중앙초등학교가 약 36.6분으로 가장 짧게 나타났다. 따라서 중증도분류 후 환자의 분산이송에 유리한 현장응급의료소 설치대상지는 ㉣성남중앙초등학교로 선정하는 것이 타당하다.

[Table 5] Distance Information(Earthquake)

Hospital School		[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	Total
㉠	km	21.4	21.5	25.5	17.2	25.2	20.8	13.8	4.7	18.8
	min	47	49	55	35	44	30	26	17	37.9
㉡	km	24.6	22.0	26.0	17.4	25.1	20.7	13.6	4.6	19.3
	min	48	51	57	37	44	32	28	18	39.4
㉢	km	25.6	23.0	27.1	18.7	24.9	20.6	13.5	4.5	19.7
	min	51	53	59	40	43	30	26	17	39.9
㉣	km	24.7	24.7	33.2	20.4	24.8	20.4	13.4	6.9	21.1
	min	53	51	43	37	41	30	24	14	36.6
㉤	km	25.4	25.4	33.9	21.2	25.6	21.2	14.2	7.6	21.8
	min	55	53	45	39	43	31	26	16	38.5
㉥	km	25.9	25.9	31.7	21.6	26.1	21.7	15.8	5.6	21.8
	min	57	55	59	41	45	34	29	21	42.6
㉦	km	33.3	31.5	44.6	31.8	13.2	15.1	5.7	11.6	23.4
	min	60	68	57	49	20	27	16	18	39.4
㉧	km	31.4	35.8	42.2	29.4	12.3	19.2	1.2	9.2	22.6
	min	61	61	53	47	32	33	5	19	38.9

Note: Based on 12:00 Weekdays, Shortest Time Route

[Table 6] Distance Information(Infectious Disease)

Hospital School		[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	Total
㉠	km	26.5	28.1	38.6	24.7	16.7	12.8	6.5	6.6	20.1
	min	49	54	43	39	24	26	18	18	33.9
㉡	km	27.4	28.4	35.8	25.6	17.9	17.9	6.6	4.9	20.6
	min	52	58	62	43	28	28	19	17	38.4
㉢	km	25.5	25.8	34.7	22.4	19.5	18.2	8.2	1.8	19.6
	min	51	49	44	37	30	24	17	9	32.6
㉣	km	25.9	26.7	29.7	23.3	23.0	16.5	6.7	2.7	19.3
	min	52	51	59	39	33	29	20	11	36.7
㉤	km	26.0	27.7	34.5	24.2	16.9	16.6	5.6	4.2	19.4
	min	47	53	57	38	36	23	15	12	35.1
㉥	km	27.1	26.7	35.6	23.3	20.5	19.4	8.6	1.6	20.3
	min	54	49	44	37	35	28	19	6	34.0
㉦	km	27.2	26.8	35.7	23.4	24.2	17.7	6.8	2.1	20.5
	min	54	49	44	37	32	27	17	6	33.2
㉧	km	26.7	27.2	36.1	23.8	23.7	17.2	6.7	2.5	20.5
	min	50	50	45	39	30	26	17	7	33.0

Note: Based on 12:00 Weekdays, Shortest Time Route

반면, 감염병의 경우는 보평초등학교가 19.3km로 이승거리가 가장 짧으나, 재난거점병원까지의 평균 이동소요시간은 ㉢성남송현초등학교가 32.6분으로 가장 짧기 때문에 현장응급의료소 설치대상지로 선정하는 것이 타당하다. 대상지 선정 후, 재난현장 응급의료소 설치형태에 따라 배수, 수도, 전기

및 풍향 등을 고려하여 최종 배치계획을 수립한다. 또한 의료소의 추가확장이 필요한 경우에는 추가 투입되는 의료진의 규모를 고려하여 기존 후보지(성남중앙초, 성남송현초)를 우선으로 확장 또는 대상지 변경을 검토한다.

5. Conclusion

본 연구에서는 재난관련 법령 및 지침과 재해발생시 대피소 지정기준의 텍스트 마이닝을 통하여 대상지 선정 고려요인을 도출하고, 고려요인 간 우선순위를 설정하여 재난현장 응급의료시설의 대상지선정 의사결정 프로세스를 제시하였으며, 시나리오를 기반으로 대상지선정 가상전개를 실시하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 재난 관련 법령 및 지침에 제시된 현장응급의료소 관련 용어의 Corpus수집, TDM작성 및 빈도수분석과 매개중심성 분석을 수행하여 대상지선정 주요요인으로 피해규모, DMAT 투입규모, 투입가능지역, 재난거점병원과의 거리가 도출되었다.

둘째, TF-IDF와 정규화를 통해 특정용어에 대한 가중치를 적용하였고, 이를 기반으로 주요 고려요인의 우선순위를 설정하였으며, 재난현장 응급의료시설 대상지선정 프로세스를 제시하였다.

셋째, 지진과 감염병 발생상황에 따른 각각의 대상지선정 가상전개를 수행하여 투입되는 시설에 따라 후보지가 변경되는 것과 재난발생시 재난피해범위가 동일한 경우에도 재난유형에 따라 재난현장 응급의료소의 설치 대상지가 변경됨을 확인하였다.

따라서 재난으로 인한 다수사상자 발생시 신속한 재난의료 대응을 위한 재난현장 응급의료시설의 투입은 획일적인 기준이 아닌 재난유형별 별도의 기준이 요구되며, 기준에 대한 정량적 후속 연구가 필요하다.

Acknowledgements: This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. NRF-2017R1A2B2004336)

References

Cha, Myeongil; Kim, Gi Woon, Kim, Chu Hyun, Choa, Minhong, Choi, Dai Hai, Kim, Inbyung, Wang, Soon Joo, Yoo, In Sool, Yoon, Han Deok, Lee, Kang Hyun, Cho, Suck Ju, Heo, Tag, Hong, Eun Seog, 2017, "A Study on the Disaster Medical Response during the Mauna Ocean Resort Gymnasium Collapse.", Journal of The Korean Society of Emergency Medicine, 28(1), The Korean Society of Emergency Medicine.

- Choi, Sumin; Lee, Juyoung, 2016, "A Study on National Disaster Safety R&D – Focusing on the Disaster Types and Management Phases", *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, 16(3), pp.87-94.
- Choi, Jungwon; Han, Hosun, Lee, Miyoung, Ahn, Junmo, 2015, "The Prediction of Corporate Bankruptcy Using Text-mining Methodology", *Productivity review*, 29(1), Korea Productivity Association.
- Chiu, Jing Er; Tsai, Hang Hao, 2013, "Applying Analytic Hierarchy Process to select optimal expansion of hospital location: The Case of a Regional Teaching Hospital in Yunlin", *Service Systems and Service Management*, 10th International Conference.
- Farahani, Reza Zanjirani; Steadie Seifi, Maryam, Asgari, Nasrin, 2010, "Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling*", 34(7), pp.1689-1709.
- Kang, Seongkyung; Yu Hwan, Lee Youngjai, 2016, "Analyzing Disaster Response Terminologies by Text Mining and Social Network Analysis", *Information Systems Review*, 18(1), The Korea Society of Management Information Systems, pp.141-155.
- Kil, HyeMin; Park, HyeokSeo, Kim, KwangSeok, 2015, "Analysis of Care Hospital Location Factors by using Fuzzy Sets and AHP Focusing on the Seoul Metropolitan Area", *Residential Environment*, 13(2), Residential Environment Institute of Korea.
- Lee, KwangSoo; Lee, JungSoo, 2009, "Spatial Analysis Modeling for the Development of Evaluating Model for Hospital Location", *Journal of The Korea Contents Association*, 9(10), Korean Content Association.
- National Emergency Medical Center, 2016, "Research report of the National Emergency Medical Center, Introduction of Domestic mobil hospitals and effective investigation plan research report."
- Sharmin, Nusrat; Neema, M.N., 2013, "A GIS-based Multi-criteria Analysis to Site Appropriate Locations of Hospitals in Dhaka City", *Asian Transactions on Engineering*, 3(4), pp.8-12.
- Soltani, Ali; Marandi, Ebrahim Zargari, 2011, "Hospital site selection using two-stage fuzzy multi-criteria decision making process", *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 5(1), pp.32-43.
- Turban, Efraim, 2010, "Decision Support and Business Intelligence Systems", 9th Edition, Pearson Education, pp.302-308
- Woo, JaeHyug; Lee, Gun, Cho, Jin Seong, Yang, Hyuk Jun, Lim, Yong Su, Kim, Jin Joo, Park, Won Bin, Jang, Jee Yong, Jang, Jae Ho, Hyun, Sung Youl, Cha, Myeong Il, 2015, "Disaster Medical Responses to the Disaster Scene of Long-distance on Highway-Field Triage and Disaster Communication by Social Media for 106-vehicle Chain Collision in Yeong-Jong Grand Bridge", *J Korean Soc Emerg Med*, 26(5), pp.449-457.
- Yoo, Jisoo, 2010, "A study on the Hospitals Location and the Consumer's Choice on the Medical Service in Daegu-Gyeongbuk Province", *GRI Review*, 12(1), Gyeonggi Research Institute.
- Yoon, Yousang; Lee, Young, Suh, Sangwook, 2017, "A Virtual Study on the EMERGENCY MEDICAL Facility in Disaster Site",

접수 : 2018년 04월 04일
 1차 심사완료 : 2018년 05월 06일
 게재확정일자 : 2018년 05월 30일
 3인 익명 심사 필