

# A Comparative Study on the Deployment Characteristics of Korean and Foreign Mobile Hospitals Responding to Disasters

국내외 재난대응 이동형 병원의 배치특성 비교분석 연구

Yang, Minkyu\* 양민규 | Suh, Sangwook\*\* 서상욱 | Lee, Young\*\*\* 이영

## Abstract

**Purpose:** The purpose of this study is to analyze the deployment characteristics of Korean and foreign mobile hospitals and to draw out the advantages and disadvantages based on the movement of patients. **Methods:** The arrangement and user movement lines of foreign mobile hospitals which were actually utilized, and the arrangements and user movement lines of Korean mobile hospitals are compared and analyzed. Based on the results of the comparative analysis, we suggest the optimal placement of mobile hospital in Korea. **Results:** The recently developed Korean mobile hospitals have made many improvements. However, there is no practical use case for the mobile hospital in Korea, so it is necessary to establish the basis for the mobile hospital development site and the site access considerations. In addition, there is no detailed analysis of the movement of the administrators other than the medical staff, and it is considered that research on safe waste disposal is further needed. **Implications:** It is highly likely to be used as a basic data to find out the combination method of mobile hospitals that can efficiently deal with disasters through the arrangement and movement analysis of mobile hospitals in Korea and abroad.

**Keywords** Disaster, Mobile Hospital, Deployment Types, Korean Style Mobile Hospital

**주 제 어** 재난, 이동형 병원, 배치특성과 유형, 국내형 이동형 병원

## 1. Introduction

### 1.1. Background and Objective

재난이란 자연적 혹은 인위적인 원인으로 인하여 파괴와 손실, 대량환자가 발생하고 이로 인해 환자의 수요가 제공 가능한 의료자원을 능가하는 상태를 총칭한다. 재난의 구분으로는 자연재난 및 인위재난으로 구분할 수 있으며 최근에는 이러한 재난이 혼합되어 나타나는 양상을 보이고 있다. 재난발생에는 시간과 장소가 따로 없으며 국제적 지원을 받아야할 정도의 재난이 빈번하게 발생하고 있기 때문에 이에 대한 대비가 절대적으로 필요하다. 재난발생 시 현장에서 병원 수준의

응급의료 서비스를 신속하게 제공하여 재난에 의한 피해를 최소화 하고 피해복구가 신속히 이루어 질 수 있도록 하기 위한 이동형 병원의 개발이 국내에서도 진행되었으나 이동형 병원에 대하여 다각도로 분석을 하거나 정리된 자료가 없기 때문에 국내 이동형 병원의 기능이 UN과 같은 국제기관에서 활용하는 이동형병원과 비교하여 어떤 특징을 가지고 있는지 파악이 되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 국내외 이동형 병원의 배치특성을 분석하여 환자 및 의료진, 관리자 등의 동선을 기준으로 특성을 정리한 뒤 적절한 배치유형을 도출하는데 목적을 두고 있다.

### 1.2 Methods of Research

본 연구의 방법은 다음과 같다.

\* Master of Architecture, College of general graduate school, Gachon University (Primary author: 2bombingz@naver.com)

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

\*\*\* A co-author, professor, Architecture, Gachon University (ylee@gachon.ac.kr)

(1) [Table 1]<sup>1)</sup>에서 정리한 이동형 병원의 6가지 의료서비스 모듈을 기준으로 국내외 이동형 병원의 배치계획을 각 기능별 모듈들의 조합방식 관계를 확인한다.

(2) 재난상황에서 실제로 활용되었던 국외 이동형 병원의 배치형태와 환자 및 의료진, 관리자 동선 분석을 통해 국제기관에서 활용되는 이동형 병원사례를 정리한다.

(3) 국내 이동형 병원의 경우 실제 재난에 활용된 이동형 병원이 아닌 재난대응 훈련에 사용되는 P사의 이동형 병원 도면과 일부 전개모습을 바탕으로 배치형태와 환자 및 의료진, 관리자 동선분석을 통해 정리한다.

(4) 정리한 국내외 이동형 병원의 배치 특성을 비교분석하여 최적의 국내 이동형 병원의 배치 유형을 도출한다.

**[Table 1]** Major Facilities of Mobile Hospital

Classification	Unit
	Function
Ward (Red)	General ward, Intensive care unit, Negative pressure ward
	Provides full range of care to support surgical intensive care
Treatment (Yellow)	Outpatient clinic, Resuscitation emergency room, Observation emergency room, Classification / Reception
	Resuscitation and first aid, preparation of medicine, etc.
Central treatment (Green)	Operating room, Diagnostic laboratory, general imaging room, CT room
	Anesthesia, Surgery and delivery, Providing recovery treatment, etc
Treatment Support (Blue)	Medicine room, Gallery, Restaurant, Central supply room, Medical equipment room, Decontamination shower room
	Blood collection to make decisions about patient care, clinical examination, blood bank
management (Gray)	Administrative / Director's Office, Rapid Response Vehicle, Generator Room, Dust Treatment Room, Water Supply Room
	Cleaning, disinfection Packing and storage of goods, disinfection area, etc.
Public (Purple)	Accommodation, Toilets, Guardian waiting room, Connecting tent, Warehouse
	Exposure and pollution patient Secondary decontamination, male and female showers

1) 국립중앙의료원과 중앙응급의료센터, 2016년 11월, 이동형 병원제작 및 구매 사업 제안 요청서,10p를 바탕으로 재구성함

## 2. Definitions of Mobile Hospital and Glossary of terms

### 2.1 Mobile Hospital

“이동형 병원은 특정 기간 동안 즉각적인 응급의료 수요를 충족시키기 위하여, 확장, 축소될 수 있고 자급자족이 가능하며 움직일 수 있는 의료시설을 의미한다”(National Emergency Medical Center, 2016 : 7). 현대 이동형 병원은 환자분류 및 혈액검사 등의 간단한 의료서비스부터 수술 및 CT 촬영 등을 포함한 종합 병원 수준의 의료서비스를 제공할 수 있는 기능을 가지고 있다.

### 2.2 Tent

텐트의 규격에 따라서 모듈러에 비해 넓은 면적을 확보할 수 있으며 상대적으로 무게가 가볍고 포장크기가 작아 추가적인 병동 확장에 용이하다. 그러나 모듈러에 비해 사용 수명이 짧고 기밀성능이 상대적으로 낮고 설치/철수 시 숙련된 인력이 필요하다는 단점이 있다. 또한 컨테이너에 비해 기밀성<sup>2)</sup>이 낮아 수술실 같은 멸균이 필요한 공간에는 사용이 제한적이다.

국외 T사의 경우 6m×4m, 6m×8m, 6m×10m등 다양한 규격의 텐트를 사용하고, 국내 P사의 경우 9m×6m의 일정한 규격의 텐트를 사용하고 있다.

### 2.3 Container

국제적으로 ISO200<sup>1)</sup>이나 ISO40<sup>3)</sup> 규격의 컨테이너를 개조하여 이동형 병원의 모듈로 다양하게 활용되고 있으며 텐트에 비해 내구성이 좋고 확장형 컨테이너가 개발되어 의료서비스를 제공하기에 충분한 공간을 확보한다. 국외 T사는 ISO 20 일반형 컨테이너와 길이 4.5m에 양 측면으로 1.5m씩 확장 가능한 컨테이너를 사용하고, 국내 P사의 경우 3m×6m 기본형 컨테이너와 7m×5m확장형 컨테이너를 사용하고 있다.

### 2.4 Module

모듈은 큰 조립체를 구성하는 기본 단위로, 여러 개의 모듈을 조합하여 큰 구조물을 쉽고 빠르게 만들 수 있다. 표준화된 모듈의 사용은 신속한 출동과 시설구축이 가능하여 재난상황에 대응하는데 효율성을 높일 수 있다. 국립중앙의료원에서는 표준화된 모듈을 조합하여 이동형 병원을 구축하는 것을 원칙으로 정하고 있다.

### 2.5 Care and Treatment Areas, Ward and Care Support Areas

이동형 병원 배치 분석에 있어서 진료와 치료의 기능이 주가되는 영역을 진료 및 치료영역으로 정의하고 환자의 입원과

2) 공기, 가스 등의 기체를 통하지 않는 성질 또는 성능, ISO에서는 통기 성능이라고 한다.

3) 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)에서 지정한 20ft, 40ft 크기의 컨테이너를 말한다.

진료지원을 위한 모듈이 주로 있는 영역을 병동 및 진료지원 영역으로 정의 하여 분석을 하였다.

### 3. Examples of Modern Mobile Hospitals

#### 3.1 UN Level 2 Mobile Hospital

UN에서는 이동형 병원의 구분을 [Table 2]<sup>4)</sup>와 같이 의료서비스 수준에 따라서 Level 1부터 Level 3까지 구분하고 [Table 3]<sup>5)</sup>과 같이 환자 수용능력에 따라서 Type 1부터 Type 3까지 구분하여 활용하고 있다. 이어서 분석하는 UN Level 2 이동형 병원의 규모가 재난의 유형에 따라서 차이가 나는 것으로 보여지며 이는 Level과 Type을 동시에 고려하는 것으로 판단된다.

**[Table 2]** Classification According to the Level of Medical Service

Classification	Definition
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>First aid, transportation, patient classification, resuscitation offering aimed at stabilizing injured people</li> <li>Primary health and emergency care</li> </ul>
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provide surgical treatment and surgical intensive care</li> <li>Basic Field Hospital</li> </ul>
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provide multiple interdisciplinary surgical procedures</li> <li>Advanced Field Hospital</li> </ul>

**[Table 3]** Classification According to Capacity

Classification	Definition
Type 1	· 20 OPD <sup>6)</sup> /day, 5inpatients for up to 2days
Type 2	· 3~4 OP <sup>7)</sup> /day, 20inpatients, 1~2 ICU bed
Type 3	· 10 OP/day, 50inpatients for up to 30days

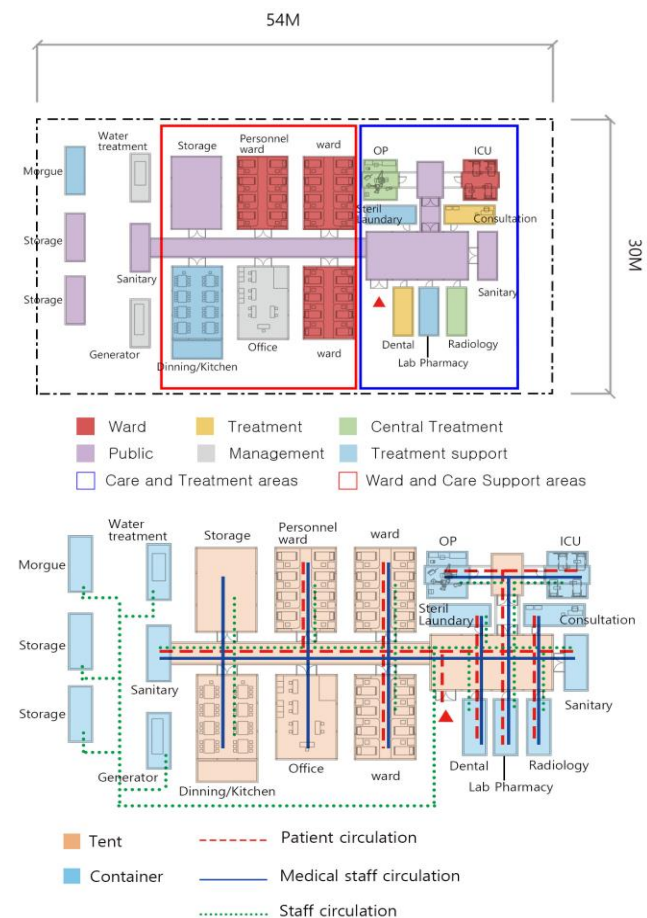
#### 1) Deployment Characteristics and Circulation Analysis of UN Level 2 Field Hospital in Mali(2014)

터키의 이동형 병원 제작회사인 T사의 이동형 병원은 UN에서 활용되고 있으며 아프리카 말리와 나이지리아 등에서 재난 상황에 실제 운영 되었던 적이 있다. 모듈 조합방식은 가운데 복도를 두고 양옆으로 일반 병상이 연결되고 한쪽으로는 창고와 사무실 등의 관리유닛들이, 다른 한쪽으로는 수술실과, 중환자실과 같은 중앙 진료실과 의료지원 유닛이 연결되는 형태이며 모듈의 배치는 국내의 이동형 병원과 유사하다. 이러한 모듈 조합방식은 진료와 치료의 기능을 주로 이루는 진료 및 치료 영역과 환자의 입원과 의료서비스 제공을 위해 필요한 기능 모듈이 모여있는 병동 및 진료지원 영역으로 구분 지을 수 있으며, [Figure 1]의 상단에 있는 기능 및 영역

분석 다이어그램처럼 정리 된다.

2014년 말리에서 사용된 UN 이동형 병원은 최대 10병상을 수용할 수 있는 6m×8m의 골조텐트 6개소와 6m×10m의 홀모듈 텐트 1개소, 4.5m×5m의 확장형 컨테이너 2개소, 2.4m×5m의 기본형 컨테이너 12개소 등으로 구성하여 대략적으로 54m×30m 정도의 대상지에서 사용한 것으로 보인다. [Figure 2]에서 보이는 것처럼 가용한 대상지가 깊이가 깊지 않고 폭이 넓은 평평한 대지이기 때문에 의료진 숙소가 제외되어 있으나, 입원환자가 있는 병동이 존재하는 것으로 보아 의료진이 상시대기를 하고 있었을 것으로 판단되어 대상지 주변건축물을 활용하여 사용했을 것으로 추정된다.

말리에서 활용된 UN Level 2 이동형 병원의 동선을 확인해 보면 [Figure 1]의 하단에 있는 다이어그램과 같다. 주출입구를 기준으로 두 영역이 경계를 이루고 있어 동선이 겹치는 위험성이 보이거나 이를 줄이기 위해 진료 및 치료 영역에 큰 홀을 둔 것으로 판단된다. 동선 연계가 필요한 일반 병동 모듈 및 진료실, 수술실, 중환자실, 진단 검사실 모듈 등은 복도 모듈에 연결하여 동선을 연결하였다. 발전기실의 경우 소음 때문에 외부 접근이 적절한 것으로 판단된다.



**[Figure 1]** UN Level 2 Field Hospital Layout and Circulation Analysis Used in Mali 2014

Source: 'T' Company's Promotional Brochure 51p.

4) 중앙응급의료센터, 2016, 국내 이동형 병원 도입 및 효율적 운영방안 연구, 8P  
 5) 중앙응급의료센터, 2016, 국내 이동형 병원 도입 및 효율적 운영방안 연구, 8P  
 6) OPD: Outpatient Department  
 7) OP: Operation



[Figure 2] UN Level 2 Field Hospital Layout Bird's-eye View Used in Mali

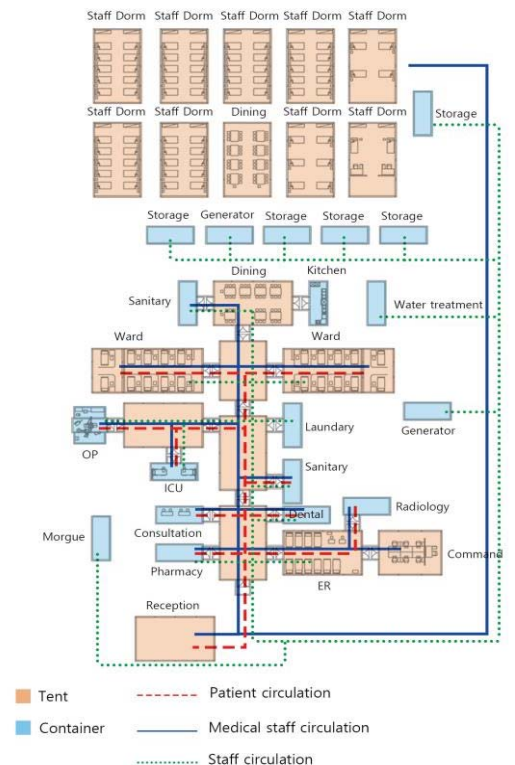
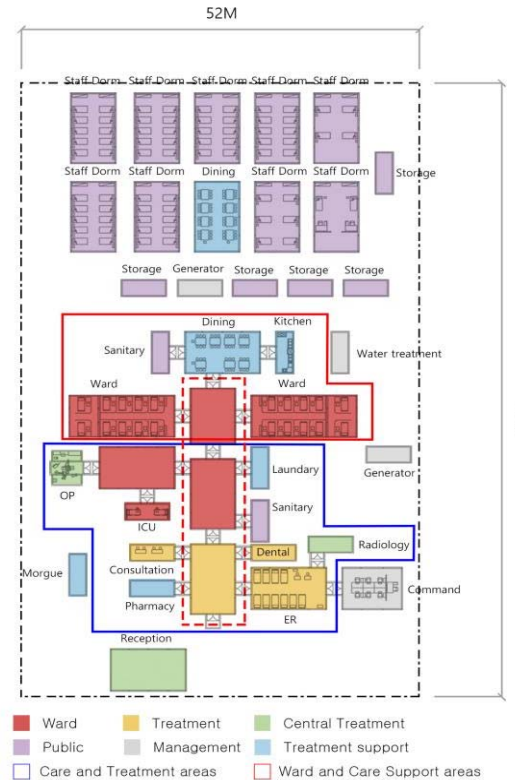
Source: 'T' Company's Promotional Brochure 33p.

## 2) Deployment Characteristics and Circulation Analysis of UN Level 2 Field Hospital in Rwanda(2015)

[Figure 3]은 2015년 르완다에서 활용된 UN Level 2 이동형 병원의 기능별 배치 유형 및 영역 분석 다이어그램과 동선 분석 다이어그램이다. 우선 [Figure 3]의 기능 및 영역분석 다이어그램 안에서 점선으로 표시된 부분이 복도 모듈인데 기존에 복도의 기능만 가능하던 복도 모듈의 사이즈가 일반 병동 모듈과 같은 사이즈로 변경 되면서 추가적으로 병상을 늘릴 수 있는 형태로 변화하였고 응급실이 추가되고 대규모 의료진 숙소가 포함되었다. 응급실의 추가는 상태가 위급한 환자를 신속하게 대응할 수 있도록 한다. 르완다에서 활용한 이동형 병원의 특징으로 의료서비스를 제공하는 공간과는 별개로 의료진의 숙소가 위치하였는데 이는 당시 발생 재난의 특성에 의해 수용 환자 수에 비해 다수의 의료진이 필요했으며 장기간 이동형 병원이 전개될 필요가 있었기 때문으로 판단된다. 다수의 의료진이 상주하게 되면서 숙소에 인접하여 의료진 전용 식당이 배치된 것으로 판단된다. 따라서 의료진 동선이 길어지고 외기에 면하는 시간이 길어지게 되었으며 감염의 위험이 있는 재난 상황에서는 불리할 것으로 판단된다. 그리고 진료 및 치료 영역과 병동 및 진료지원 영역이 병렬로 배치되어 있는 점이 있다. 2015년 르완다에서 사용된 UN 이동형 병원은 2014년 말리에서 사용한 골조텐트와 같은 최대 10병상을 수용할 수 있는 6m×10m의 골조텐트 17개소에 4.5m×5m의 확장형 컨테이너 1개소, 2.4m×5m의 기본형 컨테이너 18개소로 구성하여 대략적으로 52m×86m 정도의 대상지에서 사용한 것으로 보인다. 2015년에 사용된 UN Level 2 이동형 병원의 일반병동 모듈은 2014년에 사용된 일반병동 모듈과 다르게 6m×10m 골조텐트에 최대 4병상을 수용할 수 있는 4m×6m 골조텐트를 중첩 배치하여 사용하였다.

르완다에서 사용한 이동형 병원의 동선 분석은 [Figure 3]의 하단에 있는 다이어그램과 같다. 환자의 동선을 살펴보면 1개로 구성된 입구로 진입하여 응급실로 바로 향하거나 진료실로 바로 향할 수 있으며 환자의 상태에 따라서 수술실로 이동하거나 입원실로 이동하게 된다. 의료진은 환자가 이동하는 모든 모듈에 접근을 하며 추가적으로 식당과 행정실 등에 접근한다.

관리자는 이동형 병원 운영에 필요한 발전기 모듈 및 상하수도 모듈에 접근하며 의료폐기물이 발생하는 병동, 수술실, 중환자실, 약국 등에 접근 하게 된다.



[Figure 3] UN Level 2 Field Hospital Layout and Circulation Analysis Used in Rwanda

Source: 'T' Company's Promotional Brochure 53p.

[Figure 4]에서 확인할 수 있듯이 2014년 UN Level 2 이동형 병원과 마찬가지로 평평한 대지에 전개하였다. 국외 이동형 병원의 경우 평평한 대지에 전개된 이동형 병원의 사례만 존재하여 지진과 같은 대지가 변화하는 재난이 발생하였을 경우 이동형 병원 전개를 위한 적정대상지가 재난발생지역 주변에 없을 때 어떻게 극복할지 의문점이 발생하였다.



[Figure 4] UN Level 2 Field Hospital layout Bird's-eye View used in Rwanda

Source: 'T' company's promotional brochure 24p.

### 3.2 Korean Mobile Hospital

2016년도 국립중앙의료원에서 발표한 '이동형 병원 제작·구매 사업 제안요청서'에 따르면 국내 이동형 병원은 [Table 4]와 같이 기능에 따라서 Level 1부터 Level 3까지 분류하고 있다.

[Table 4] Classification According to the Level of Medical Service

Classification	Definition
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disaster Preparedness Medical Support</li> <li>Provide medical support immediately after a disaster occurs</li> <li>Severity classification and first aid provision</li> <li>(8 beds)</li> </ul>
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Providing on-site medical services for diagnosis, surgery, and small ward operations beyond patient classification and first aid</li> <li>Severity classification, emergency patient treatment, small-scale surgery, patient diagnostic test, etc.</li> <li>(14 beds, up to 26 beds)</li> </ul>
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Large-scale disaster, long-term disaster</li> <li>Use in situations such as medical paralysis around disaster occurrence area</li> <li>General hospital level</li> <li>(36 beds, up to 94 beds)</li> </ul>

국내 이동형 병원에서 Level 1에 해당하는 모듈은 응급 소생실, 응급 관찰실, 신속대응차량 이며, Level 2에 해당하는 모듈은 Level 1에 포함되는 모듈과 더불어 분류/접수 모듈, 진단검사시 모듈, 일반촬영실 모듈, 일반병동 모듈 1개소, 복도모듈 1개소, 발전기실 모듈, 상하수도 모듈이 포함된다. Level 3은 이동형 병원 전체를 운영하며 수술실과 중환자실, 의료진 숙소, 식당 등이 추가된다. 2016년 '이동형 병원 제작·구매 사업 제안요청서'가 발표된 이후에 2017년 2월에 국내 P사가 한국형 이동형 병원 제작 공급사업 계약을 체결하였고 이후 중

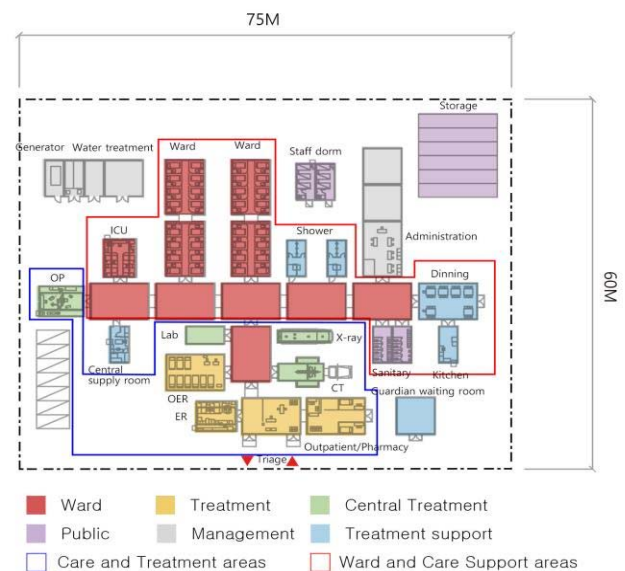
청남도 천안시에 위치한 P사 모듈러 공장에서 제작을 하였으며 재난대응훈련에 활용하고 있다.<sup>8)</sup> 국내 이동형 병원은 2017년에 Alt 1~ Alt 3까지, 2018년에 Alt 1~Alt 6까지 계획되었고, 2018년도 11월에 변경된 배치 유형으로 여주에서 전개 훈련을 실시하였으나 이번 연구에서는 배치 유형이 크게 다른 Alt 4가지를 중점적으로 분석하였다.

#### 1) Deployment Characteristics and Circulation Analysis of Korean Mobile Hospital Alt 1 in 2017

2017년도 국내 P사의 이동형 병원 Alt 1의 배치는 +자 형태로 복도모듈을 중심으로 하여 기능모듈들이 전개가 되는 형태이다. 르완다에서 활용된 이동형 병원과 유사하게 진료 및 치료영역과 병동 및 진료지원 영역이 병렬로 배치되어 있다.

최대 10병상을 수용할 수 있는 6m×9m골조텐트를 사용하여 일반병동 모듈 4개소를 구성하고 확장된 행정실, 보호자 대기실을 제외한 복도모듈, 응급 관찰실모듈, 분류 접수 모듈 등 [Figure 6]에서 주황색으로 표시된 시설들은 같은 규격의 골조텐트를 사용하여 구성하였다. 3m×6m기본형 컨테이너를 사용하여 중앙공급실, 진단검사실, 의료진 숙소, 샤워 및 제염실 모듈 등 9개소를 구성하고 7m×5m확장형 컨테이너를 사용하여 수술실, 중환자실, 응급 소생실 모듈을 구성하여 75m×60m 정도의 대지면적이 필요한 것으로 판단된다.

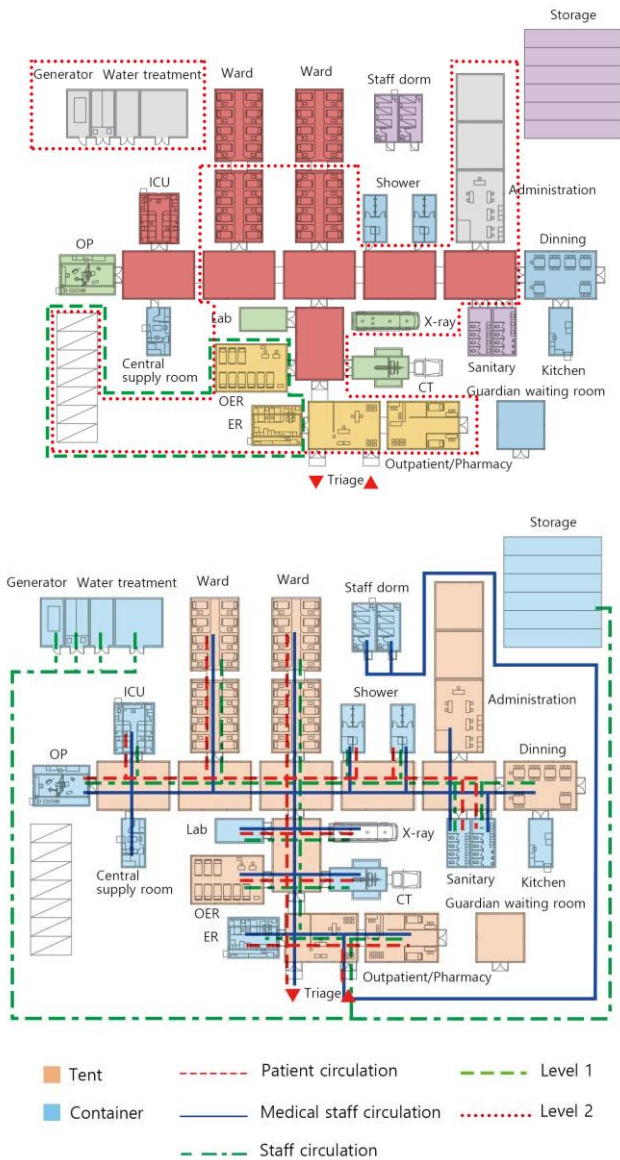
2017년도에 정리된 이동형 병원 Alt 1을 확인해 보면 응급 소생실, 응급 관찰실, 신속대응차량만을 활용하는 Level 1, Level 1을 포함하여 분류 및 접수병동, 일반병동 1개소, 진단검사실 1개소, 복도모듈 2개소 등이 추가되는 Level 2 그리고 병원 전체를 활용하는 Level 3로 [Figure 5]와 같이 배치되어있다.



[Figure 5] 'P' Company Mobile Hospital Alt 1 Function and Area Analysis Diagram in 2017

8) 양민규 외 2인, 재난대응 이동형 병원의 역사적 배경 및 배치특성 연구, 6P, 한국의료복지건축학회, 제24권 제3호, 2018.9

2017년 Alt 1의 동선분석은 [Figure 6]의 하단에 있는 다이어그램과 같다. 환자의 경우 출입구로 진입하여 환자의 상태를 분류하고 상태에 따라서 위급한 환자는 응급실로 향하고, 복도를 따라서 수술이 필요한 환자와 정밀한 검사가 필요한 환자, 입원이 필요한 환자는 각 환자의 상태에 맞춰 각 기능 모듈로 이동하게 된다. 의료진의 경우 국외 이동형 병원에서 분석한 것과 마찬가지로 환자가 접근할 수 있는 모든 모듈에 접근이 가능하며 추가적으로 행정실과 식당, 숙소 등에 접근하게 된다. 관리자의 경우도 의료폐기물이 발생하는 수술실과 일반병동, 중환자실, 응급실, 외래병동 모듈 모듈과 더불어 이동형 병원의 운영을 위한 발전기실 모듈 및 상하수도 모듈, 창고 모듈 등에 접근하게 된다. 국내 이동형 병원은 국외 이동형 병원과 다르게 외래전용 입구와 병실전용 입구를 두어 환자를 관리하는데 더 유리할 것으로 판단된다.



[Figure 6] Mobile Hospital Alt 1 Level and Circulation Analysis of 'P' Company in 2017

## 2) Korean Mobile Hospital Alt 3 in 2017

2017년도에 정리된 P사의 이동형 병원 Alt3은 Alt 1과 비교하였을 때 배치유형에서 큰 차이를 보이고 있으며 이는 재난 대상지 상태에 따른 대안으로 판단된다. 2017년도 Alt 1이 진료 및 치료 영역과 병동 및 진료지원 영역이 병렬로 배치되어 있던 것과는 다르게 Alt 3의 배치는 진료 및 치료영역과 병동 및 진료지원 영역이 직렬로 배치되어있다. 또한 의료진 숙소가 별도로 전개되어있던 모습과는 다르게 복도모듈에 직접 연결되어 배치한 모습이다. 그리고 응급 관찰실과 응급 소생실이 따로 배치되어있던 Alt 1과는 다르게 Alt3에서는 응급 소생실을 통하여 응급 관찰실로 이동하도록 배치하였다.

2017년 Alt 1과 마찬가지로 최대 10병상을 수용할 수 있는 6m×9m골조텐트를 사용하여 일반병동 모듈 4개소를 중첩 배치하여 구성하고 확장된 행정실, 보호자 대기실을 제외한 복도모듈, 응급 관찰실모듈, 분류 접수 모듈 등 [Figure 8]에서 주황색으로 표시된 시설들은 같은 규격의 골조텐트를 사용하여 구성하였다. 3m×6m기본형 컨테이너를 사용하여 중앙공급실, 진단검사실, 의료진 숙소, 샤워 및 제염실 모듈 등 14개소를 구성하고 7m×5m확장형 컨테이너를 사용하여 수술실, 중환자실, 응급 소생실 모듈을 구성하였으며 Alt 1과 같은 75m×60m 정도의 대지면적이 필요한 것으로 판단된다.



[Figure 7] 'P' Company Mobile Hospital Alt 3 Function and Area Analysis Diagram in 2017

Alt 1과 Alt 3을 비교하였을 때 배치유형은 크게 변화하였으나 같은 대지면적이 필요한 것으로 보아 다양한 대상지를 고려한 계획으로 보인다.

Alt 3의 레벨구분은 Alt 1과 마찬가지로 응급 소생실, 응급 관찰실, 신속대응차량만을 활용하는 Level 1, Level 1을 포함하여 분류 및 접수병동, 일반병동 1개소, 진단검사실 1개소, 복도모듈 2개소 등이 추가되는 Level 2 그리고 병원 전체를 활용하는 Level 3로 정리되며 [Figure 8]의 상단에 있는 다이어그램과 같다.

[Figure 8]하단에 있는 다이어그램은 2017년도 Alt 3 이동형 병원의 동선 분석 다이어그램의 결과이다. 이전에 분석한 이동형 병원과 마찬가지로 환자는 주출입구를 통해 이동형 병원 내부로 들어가면서 환자의 상태에 따라서 기능실로 이동하게 된다. 환자의 상태가 위독하면 입구에 접해있는 응급 소생실로 이동한 뒤 응급 관찰실로 이동하게 되며, 외래진료가 가능한 환자는 외래진료 모듈에서 진료를 받고 외래진료 입구를 통해 밖으로 이동한다. 그 외에 환자의 상태에 따라 X-ray나 CT 촬영을 하고 수술실, 중환자실로 이동하게 된다. 상태를 더 지켜보아야 하는 환자의 경우 일반병동 모듈로 이동하여 입원을 하게된다.

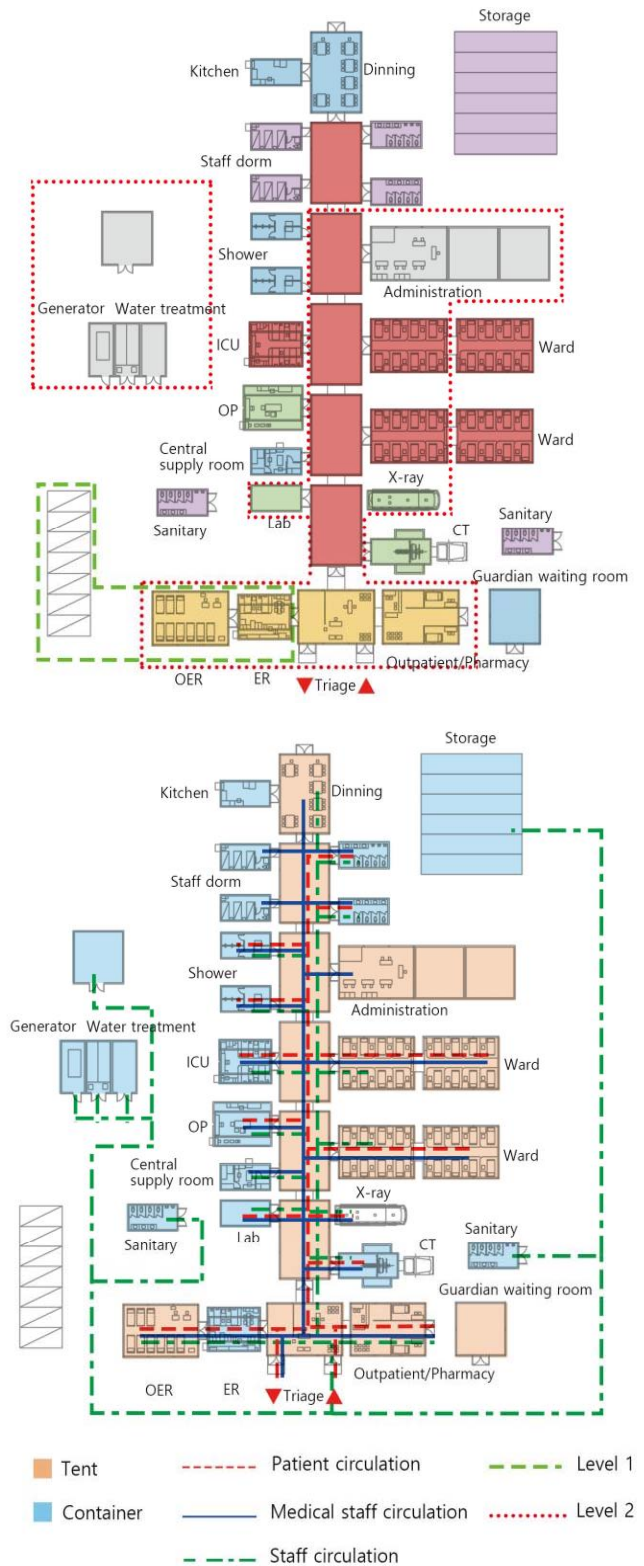
의료진 동선은 환자가 있는 모든 모듈에 접근이 가능하고 의료진 숙소와 행정실에 추가적으로 접근한다. 관리자는 이동형 병원 운영을 위한 발전기실 모듈, 상하수도실 모듈 및 의료 폐기물이 발생하는 중환자실 모듈, 수술실 모듈, 응급실 모듈, 일반 병동 모듈 등에 접근하게 된다.

수직동선을 이용하여 응급환자를 수용하는 공간, 일반 병동 및 중환자실, 수술실 모듈의 공간, 의료진이 주로 사용하는 공간으로 동선이 연결되는 형태이다. 응급환자를 수용하는 공간에서 응급 소생실에 응급 관찰실이 중첩배치 되어있어 위급상황 발생 시 동선이 겹쳐 혼잡할 가능성이 보인다.

### 3) Korean Mobile Hospital in 2018

국립 중앙의료원에서는 2017년도 이동형 병원 제작 이후 재난대응 훈련을 통하여 설치 및 철수 연습을 실시하면서 이동형 병원의 배치와 모듈 조합방식을 수정·보완 해왔다. 기본적인 배치는 2017년도 Alt 1과 유사하게 되어있으나 샤워실, 오폐수 처리 시설 등 진료 및 치료 이외의 기능을 하는 모듈의 위치가 변화하였고 행정모듈의 규모가 줄어들었다.

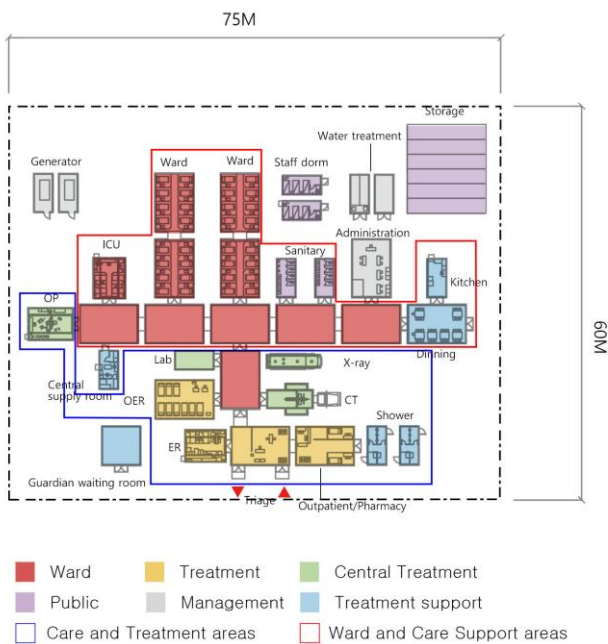
2018년에 계획된 국내 이동형 병원은 2017년에 계획된 이동형 병원과 마찬가지로 최대 10병상을 수용할 수 있는 6m×9m골조텐트를 사용하여 일반병동 모듈 4개소를 중첩 배치하여 구성하고 보호자 대기실을 제외한 복도모듈, 응급 관찰실모듈, 분류 접수 모듈 등 [Figure 11]에서 주황색으로 표시된 시설들은 같은 규격의 골조텐트를 사용하여 구성하였다. 3m×6m기본형 컨테이너를 사용하여 중앙공급실, 진단검사



[Figure 8] Mobile Hospital Alt 3 Level and Circulation Analysis of 'P' Company in 2017



[Figure 9] 'P' Company Mobile Hospital bird's-eye View, in 2018

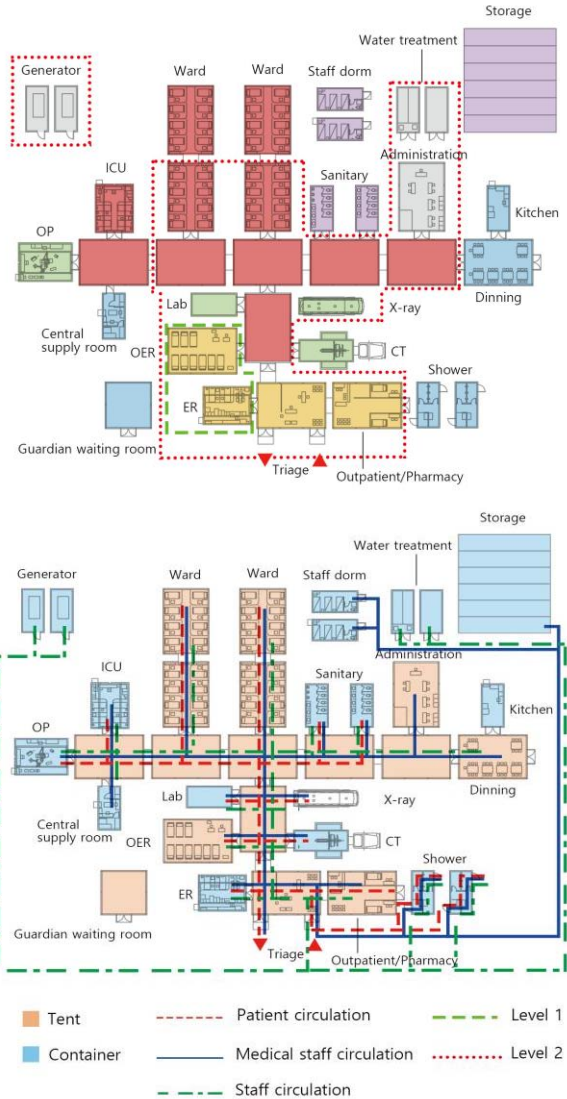


[Figure 10] 'P' Company Mobile Hospital Alt 1 Function and Area Analysis Diagram in 2018

실, 의료진 숙소, 샤워 및 제염실, 발전기실 모듈 등 13개소를 구성하고 7m×5m 확장형 컨테이너를 사용하여 수술실, 중환자실, 응급 소생실 모듈을 구성하였으며 2017년 계획된 이동형 병원의 필요 부지면적과 차이가 없는 75m×60m 정도의 대지면적이 필요한 것으로 판단된다.

2018년도 Alt 1 이동형 병원의 레벨 구분은 2017년도 이동형 병원과 동일하며 동선 또한 2017년도에 비해 크게 달라진 점이 없이 주출입구에 접해있는 접수/분류 모듈을 통해 환자의 상태를 파악하고 환자의 상태에 따라 각 기능 모듈로 이동 할 수 있도록 배치하였다. 접수/분류 모듈에 접하여 응급실이 위치하며 안으로 이동하면 응급 관찰실, CT촬영모듈, X-Ray촬영 모듈이 있고 가로로 배치된 중앙 복도에 수술실, 일반방상, 위생시설, 행정실, 식당 모듈 순으로 연결되어 있다. 수술모듈 근처에는 중앙공급모듈과 중환자실이 위치하여

각 모듈의 기능적 관계를 유지하고 있다. 물을 자주 사용하는 모듈 주변으로 수처리 모듈이 이동한 것을 알 수 있다. 의료진 숙소가 중앙복도에 연결되어 있지 않아 외부에서 돌아 들어오는 동선은 아직 남아있는 상태이다. 2018년 Alt 1에서는 다시 응급 관찰실과 응급 소생실의 중첩배치를 적용하지 않았다. 계획안들을 살펴본 결과 응급 관찰실의 위치가 이동형 병원 전개 대상지에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되므로 응급 관찰실이 응급 소생실에 중첩 배치되지 않고 복도 모듈에 직접 연결되는 것이 동선 효율에 있어서 유리할 것으로 판단된다.



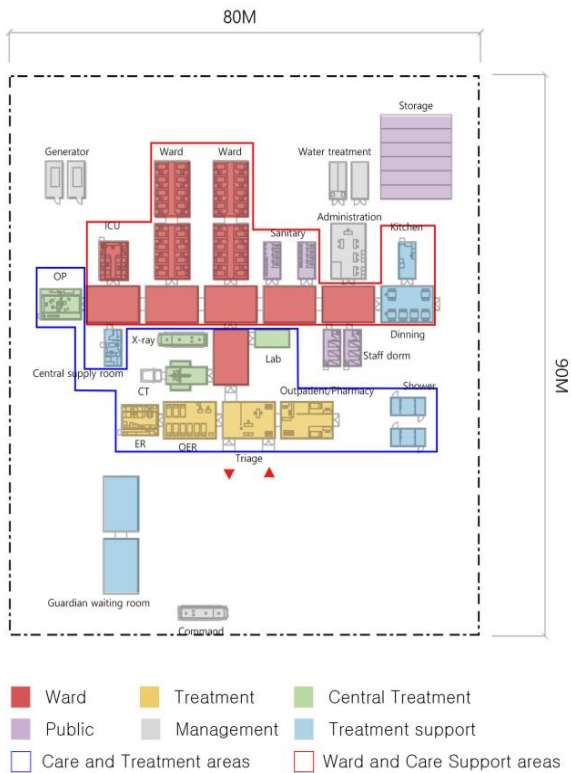
[Figure 11] Mobile Hospital Alt 1 Level and Circulation Analysis of 'P' Company in 2018

#### 4) Korean Mobile Hospital in Yeosu, 2018

[Figure 12]은 2018년 11월 경기도 여주 담양지구공원에서 실시한 훈련에 활용되었던 이동형 병원의 배치이다. 2018년도 Alt 1과 마찬가지로 진료 및 치료영역과 병동 및 진료지원 영역이 병렬로 배치되어 있으며 +자 형태의 전체적인 배치를

유지하고 있고 앞서 분석한 이동형 병원과 마찬가지로 입구를 들어서면서 환자분류를 할 수 있는 접수/분류 모듈이 있고 그곳에서 환자의 상태에 맞게 각 기능모듈로 이동 하도록 되어있다. 중앙복도를 따라서 수술실, 중환자실, 일반병동, 의료진 기숙사, 행정실, 식당 모듈 순으로 연결되어 있다. 의료진 기숙사가 복도에 연결되어 이동형 병원내에서 위급상황이 발생하였을 때 상대적으로 신속한 대응이 가능할 것으로 판단된다. 또한 현장지휘본부가 추가되어 이동형 병원의 전체적인 운영을 관리할 것으로 보여진다.

여주에서 전개된 이동형 병원은 이전에 확인한 이동형 병원들과 마찬가지로 최대 10병상을 수용할 수 있는 6m×9m골조텐트를 사용하여 일반병동 모듈 4개소를 중첩 배치하여 구성하고 복도, 응급 관찰실, 분류 접수 모듈 등 [Figure 14]에서 주황색으로 표시된 시설들은 같은 규격의 골조텐트를 사용하여 구성하였다. 3m×6m기본형 컨테이너를 사용하여 중앙공급실, 진단검사실, 의료진 숙소, 샤워 및 제염실, 발전기실 모듈 등 13개소를 구성하고 7m×5m확장형 컨테이너를 사용하여 수술실, 중환자실, 응급 소생실 모듈을 구성하였다. 현장 지휘본부와 보호자대기실 모듈의 텐트 규격을 일반 병동 모듈과 같은 사이즈로 계획하면서 2017년과 2018년 Alt 1과 비교하여 80m×90m 정도의 상대적으로 조금 넓은 대지면적이 필요한 것으로 판단된다.

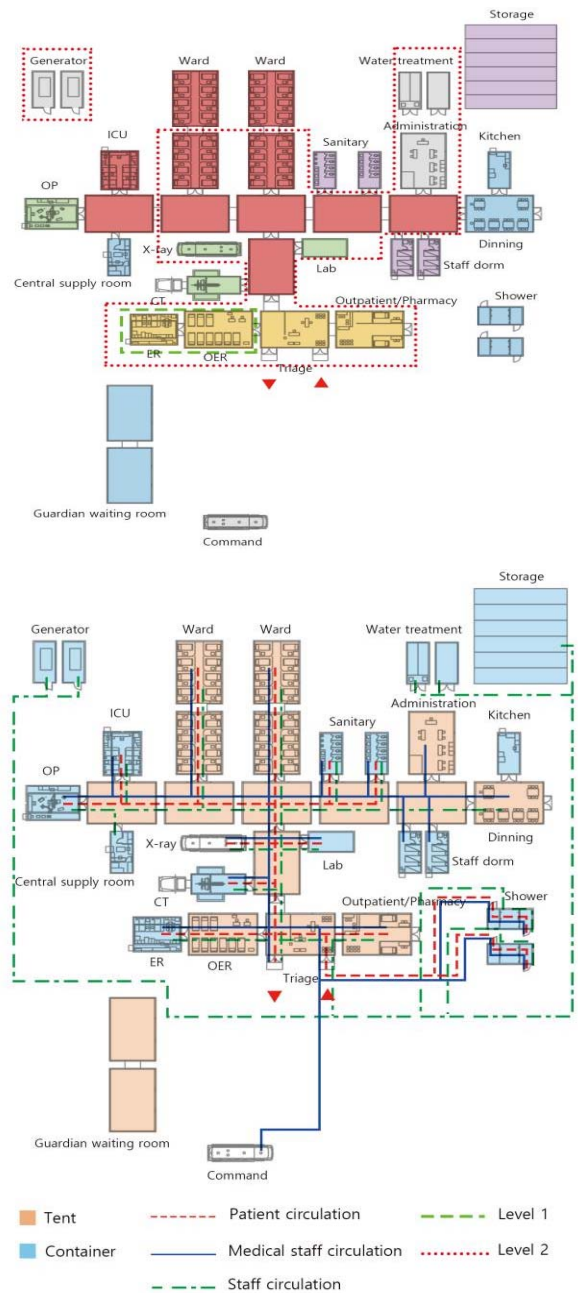


[Figure 12] 'P' Company Mobile Hospital Function and Area Analysis Diagram, Yeosu in 2018



[Figure 13] 'P' Company Mobile Hospital bird's-eye View, Yeosu in 2018

[Figure 14] 하단은 여주 재난대응 훈련 이동형 병원의 동선을 분석한 다이어그램이다. 2017년도와 2018년도 Alt 1과 유



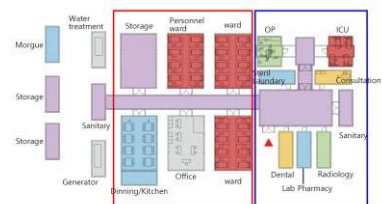
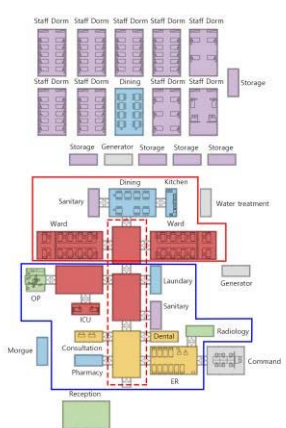
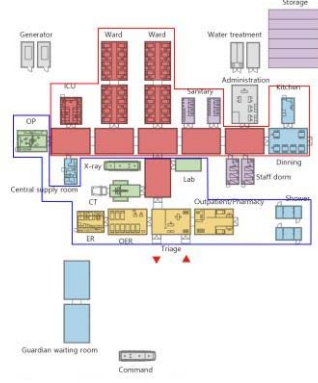
[Figure 14] Mobile Hospital Level and Circulation Analysis of 'P' Company in 2018

사한 동선을 보이는 것으로 분석되었다. 우선 환자의 경우 앞서 분석한 Alt와 마찬가지로 주출입구로 들어와 환자의 상태를 분류하고 위급한 환자의 경우 응급실로 이동하게 되는데 여주에서 전개된 이동형 병원의 경우 응급 관찰실을 통과하여 응급 소생실로 이동하도록 되어있다. 상태가 위독한 환자 이외에 상태에 따라서 분류된 환자들은 수술실 모듈, 중환자실 모듈, 일반 병실모듈 등으로 이동하게 된다. 의료진 과 관리자 동선의 경우 앞서 분석한 Alt 1과 유사하며 의료진 숙소가 복도 모듈에 연결되어 의료진이 숙소로 이동하는 동선에서 차이를 보이고 있다.

#### 4. Comparative Analysis of Domestic and Foreign Mobile Hospitals

국내외 이동형 병원 분석내용을 정리하면 [Table 5]와 같다. 국외 이동형 병원은 중앙 복도를 기준으로 각 기능 모듈들이 결합되는 방식이며 진료 및 치료 영역과 병동 및 진료 지원 영역의 배치 변화가 있었다. 이러한 변화과정에서 주출입구는 1개로 유지되었으며 복도의 기능만 가능하던 복도 모듈을 일반병동과 같은 규격의 텐트를 사용하면서 복도의 기능을 하다 환자의 수가 급격히 증가하는 상황이 발생하여 환자 수용능력이 부족할 때 병동으로서 활용 가능하도록 하였다. 동선분석 결과 배치 특성에 의해 가장 큰 차이점을 보이고 있었다. 2015년에 활용한 UN Level 2 이동형 병원의 경우 의료서비스를 제공하는 영역과는 별도로 숙소를 배치하여

[Table 5] Comparative Analysis

Classification	UN Level 2		Korean
	2014 Mali	2015 Rwanda	2018 Yeo-ju
Deployment			
	Scale : 1/1000	Scale : 1/1000	Scale : 1/1000
	<p> <span style="color: red;">■</span> Ward    <span style="color: orange;">■</span> Treatment    <span style="color: green;">■</span> Central Treatment    <span style="color: purple;">■</span> Public    <span style="color: grey;">■</span> Management    <span style="color: blue;">■</span> Treatment support  <span style="border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Care and Treatment areas    <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Ward and Care Support areas         </p>		
Common Point	<ul style="list-style-type: none"> <li>· The form in which each functional room is connected based on the central corridor.</li> <li>· Prioritize patient classification by placing a reception / classification module at the entrance.</li> <li>· Adjacent to the reception / classification module, the medical and central care modules are connected to perform the detailed examination.</li> <li>· For emergency patients, the emergency room module should be connected immediately adjacent to the entrance.</li> <li>· Depending on the type and size of the disaster, the wards expand.</li> <li>· The site should be flat.</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>· It can be expanded to ward using the corridor module.</li> </ul>	
Difference	<ul style="list-style-type: none"> <li>· It's required about 54m×30m area</li> <li>· No Staff Dormitory</li> <li>· Similar to Level 3 in Korea mobile hospital.</li> <li>· The horizontal line is the main axis.</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>· It's required about 52m×86m area</li> <li>· Similar to Level 3 in Korea mobile hospital.</li> <li>· The vertical line is the main axis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· It's required about 80m×90m area</li> <li>· There is a field command headquarters.</li> <li>· The decontamination facility module is not connected to the hospital.</li> <li>· The right angle line is the main axis.</li> </ul>

다수의 의료진을 수용하였다. 이는 재난유형에 따라서 재난이 장기간 지속될 경우에 따라서 의료진 숙소가 추가된 것으로 판단된다.

국내 이동형 병원의 다양한 Alt 들은 재난 유형에 따른 배치대안을 정리한 것으로 보이며 배치 유형별로 다른 특징을 보이고 있었다. Alt 들은 진료 및 치료영역에 주출입구 2개소를 설치하고 진료 및 치료 영역을 지나 병동 및 진료지원 영역으로 이어지는 배치를 공통적으로 가지고 있었으며 의료진 숙소모듈과 샤워실 모듈 등의 배치위치에 따른 특성이 다르게 나타났다. 가장 최근에 전개 훈련을 한 이동형 병원 에서 의료진 숙소 모듈을 복도 모듈에 연결시키고 현장지휘 본부의 추가, 보호자 대기소의 확장 등의 변화가 있었고 응급 관찰실을 통과 하여 응급 소생실로 이동하는 방식으로 배치를 하여 동선이 겹칠 가능성이 있을 것으로 판단되기 때문에 응급실 모듈 배치에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다. 국내외 이동형 병원은 배치유형별로 동선은 크게 수직 동선과 수평동선, 직각 동선을 주축으로 하는 것으로 분류 되었으며 동선의 변화는 있어도 대상지의 면적은 상황에 따라서 유사하게 증감하는 것으로 보아 국내 외 이동형 병원의 배치 유형은 부지의 특성 및 재난의 유형, 규모에 따라 차이점을 보이는 것으로 판단되며 국내에서는 적절한 배치를 적용하기 위해 다양한 Alt들을 연구하고 있는 것으로 보입니다.

## 5. Conclusion

본 연구는 복잡화되고 빈도수가 증가하는 재난에 대응하는 이동형 병원의 효율적인 운영을 위해 이동형 병원의 적절한 배치유형을 도출하고자 국내외 이동형 병원의 배치특성을 분석하여 환자 및 의료진, 관리자 등의 동선을 기준으로 그 특성을 정리하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

국외 이동형 병원의 경우 국제구호 기구인 UN에서 활용하는 이동형 병원을 기준으로 분석을 하였다. 연구의 과정에서 [Table 6]와 같이 UN Level 2 이동형 병원과 국내 Level 2 이동형 병원의 구성모듈의 차이점을 발견하였다. 이는 UN에서 이동형 병원을 분류하는 기준이 수용능력에 따른 분류와 의료서비스 제공에 따른 분류가 있어 재난 상황에 맞추어 이 두 가지 기준을 동시에 고려하기 때문인 것으로 판단되며 국내의 이동형 병원도 단순히 단계로 규모를 분류하는 것이 아닌 재난의 상황과 맞물려 체크할 수 있는 기준이 필요할 것으로 사료된다.

[Table 6] Comparative Tables of Korean and UN Mobile Hospitals

Classification	UN Level 2	Korean Level 2
Ward (Red)	General ward (3)	General ward (2)
	ICU (1)	
Treatment (Yellow)	Consultation (1)	Consultation (1)
	Dental (1)	
Central treatment (Green)	ER (1)	ER (1)
	Radiology (1)	ORE (1)
	OP (1)	X-Ray (1)
		Lab (1)
Treatment Support (Blue)	Pharmacy (1)	Pharmacy (1)
	WC/Shower (3)	WC(2~4)
	Laundry (1)	Shower(2)
	Morgue (1)	
management (Gray)	Water Treatment	Water Treatment
	Generator	Generator
	Administration (1)	Administration (1)
Public (Purple)	Corridor (5)	Corridor (4)
	Dormitory	
	Storage (3)	

국외 이동형 병원과 국내 이동형 병원은 국내 이동형 병원의 샤워모듈이 병원에 직접 연결되어 있지 않고, 현장 지휘본부가 추가로 배치되는 상황과 국외 이동형 병원은 주출입구가 1개소, 국내 이동형 병원의 주출입구는 2개소라는 차이점을 제외하고는 많은 유사점을 보이고 있다. 입구가 2개소 있을 경우 외래환자와 응급환자의 관리가 더 유리할 것으로 판단된다. 중앙복도 모듈을 기준으로 하여 각 기능모듈들이 연결되고 입구에 위치한 접수/분류 모듈을 통해 환자의 1차적인 상태를 확인, 인접해 있는 진료, 중앙진료 모듈을 통해 환자의 세부적인 상태를 확인하여, 일반병동이나, 중환자실, 수술실 모듈 등으로 이동할 수 있도록 한다. 또한 국내외 이동형 병원의 복도모듈을 일반 병동 모듈과 같은 규격을 사용하여 상황에 따라서 일반병동으로 사용할 수 있도록 계획을 하였다. 그러나 국내 이동형 병원은 훈련을 위해 넓은 평지에 전개된 모습만 확인 할 수 있어 이동형 병원 전개 대상지 조건과 대상지 접근 고려사항 등에 대한 근거를 마련해야 할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 아직 의료진 이외의 관리자의 동선에 대한 구체적인 분석이 없어, 안전한 폐기물 처리에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단되며, 중환자실 모듈, CT촬영 모듈, X-Ray 촬영 모듈과 같은 환경에 민감한 기계설

비를 사용하는 모듈의 평상시 활용 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이번 연구는 국내외 이동형 병원의 조합방식 비교분석을 통해 국내 이동형 병원 조합방식의 특성을 분석하고 정리하였으며 실제 재난상황에서 효율적으로 활용되기 위한 국내 이동형 병원의 변화 방향에 대한 기초자료로서 역할을 하였다.

**Acknowledgements:** This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. NRF-2017R1A2-2004336)

### References

- Lim, Kyung-soo; Hwang, Seong-oh, An, Mueop, An Hee-cheol, 2018, Disaster Medicine, 군자출판사
- National Central Medical Center, 2016, Request for proposal for manufacturing and purchasing mobile hospitals
- National Emergency Medical Center, 2016, Introduction of domestic mobile hospitals and effective investigation plan research report, Research report of the National Emergency Medical Center
- Statistics Korea, National indicator system, e-Country index, "Current occurrence of an accident", kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\_cd=1627, 2017.12.18.(renewal)
- Turmaks projects-mobile[CD]
- Turmaks promotional brochure
- Turmaks main homepage, www.turmaks.com, 2018.11.15
- Yang, Minkyu, 2017, A Preliminary Study on Mobile Medical Unit for Emergency Medical System, Korea Journal of Construction Engineering and Management
- Yang, Minkyu, 2018, A Study on the Historical Background and Deployment Characteristics of Mobile Hospital for Disaster, Korea Institute of Healthcare Architecture
- Yang, Minkyu, 2018, A Study on the Deployment Characteristics of Disaster Response Mobile Hospital in Korea
- 보건복지부, 국립중앙의료원, 보도자료: 재난 현장의 응급실, KDMAT (국가재난의료지원팀)이 있습니다, 2016.11
- 보건복지부, 보도자료: 재난거점병원·재난의료인력 확충되고 실전대응력 높아져, 2015.06
- 보건복지부, 중앙응급의료센터, 재난응급의료 비상대응매뉴얼, 2016.01

접수 : 2019년 01월 22일

1차 심사완료 : 2019년 02월 12일

게재확정일자 : 2019년 03월 12일

3인 익명 심사 필