



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

국문초록

의료 취약 지역이란 보건·의료 서비스에 대한 수요는 높으나 지역 보건자원에 대한 접근성이 떨어지고, 지역의 발전 잠재력과 재정여건 등이 취약하며, 건강수준 또한 열악한 지역이다. 특히, 국내 도서 지역은 경제적 열악성, 지리적 고립성, 인구의 고령화로 인해 대표적인 의료 취약 지역에 속한다. 이러한 도서 의료 취약 지역의 경우 공공 의료 서비스의 역할이 매우 중요하다. 민간 의료 서비스의 경우 수익성이 전제되어야 입지가 가능한데, 적은 인구수로 인해 의료 서비스에 대한 절대적 수요가 부족하고, 병원 운영에 상대적으로 많은 비용이 많이 드는 도서 지역의 경우 민간 의료 시설이 입지하기 어렵기 때문이다.

이를 반영하듯, 국가와 각 지방자치단체는 도서 지역의 자연·인문 환경적 특수성을 고려한 의료 시스템 설계를 통해 도서 주민들을 위한 공공 의료 서비스를 제공하고 있다. 이는 보건 의료 기관, 응급 의료 헬기, 원격 의료, 병원선(病院船)으로 구성된다. 특히 병원선은 무의 도서(無醫島嶼) 주민들을 대상으로 제공하는 유일한 공공 의료 서비스로 도서 지역 의료 서비스에서 큰 축을 담당하고 있다.

이러한 중요성에도 불구하고, 현재 병원선을 통한 도서 지역의 정기적 의료 서비스 공급은 충분히 이루어지고 있지 못하다. 일례로 전라남도 지역의 경우 병원선 방문 횟수가 연 4회에 그쳐, 고령의 나이가 다수인 섬 주민의 높은 의료 서비스 수요에 비해 그 공급 횟수가 극히 적다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 전라남도 지역의 병원선 운영 현황을 파악하고 운영에 있어서 문제점을 도출한 후, 이를 개선한 병원선 운영 방안을 제시하고자 한다. 병원선 운영 현황을 조사한 결과 기존의 병원선 운영의 문제점으로는 병원선 경로 선정의 임의성, 병원선 서비스 구역 선정의 임의성, 타 지역과의 의료 형평성 결여에 대한 문제점이 발견되었다.

발견된 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 공간 최적화적 관점의 공간 모델링을 통해 병원선 운영 개선 방안을 제시하고자 한다. 병원선 운영 개선 방안은 크게 두 가지 방안으로 나뉘며 이는 각각 기존 병원선 운영의 문제점을 개선한 운영 방안과 대안적 병원선 운영 방안이다.

먼저 기존 병원선의 문제점을 개선한 운영 방안에서는 업무량 형평성과 병원선 이동 효율성을 고려한 병원선 이동을 통해 병원선 운영을 개선하고자 하였다. 이를 통해 기존의 병원선 이동 체계를 바꾸지 않고 전체적인 운영 효율성을 이룰 수 있었다.

다음으로 대안적 방안의 병원선 운영 개선 방안은 두 가지 방법으로 나뉘며 이는 각각 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안과 병원선 신규 건조와 최적 모항 입지 도출을 통한 병원선 운영 개선 방안으로 나뉜다.

첫 번째 대안적 방안인 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안에서는 도서 클러스터링을 통해 병원선 방문 횟수를 줄였으며 이를 통해 전체 이동 시간이 줄어들어 병원선 이동의 효율성을 추구할 수 있었다. 두 번째 대안적 방안에서는 병원선 신규 건조를 가정하고, 이를 정박할 모항의 최적 입지를 도출하여 병원선 운영 시스템을 개선하는 방안을 제시하였다.

이러한 점을 종합해 보았을 때 본 연구에 대한 의의는 다음과 같다.

첫째, 연구 필요성에 비해 연구가 부족했던 병원선을 소재로 한 연구이다. 병원선은 도서 지역에 대한 공공 의료 서비스의 핵심 수단임에도 불구하고 중요성에 비해 연구가 미진하였다.

둘째, 의료 취약 지역 보건사업에 대한 정책적 기여가 가능하다. 공간 최적화 관점의 연구는 그동안 병원선을 운영하면서 발생했던 문제점을 모델에 반영하여 합리적인 방향의 해법을 제시한다. 또한 병원선 운영 개선을 위한 대안적 방안에서 제시한 것처럼, 현재 발생하지 않은 일에 대한 가정을 모델에 반영하고 예상 되는 결과를 얻어 보건 정책의 예측성과 완성도를 높일 수 있다.

주요어 : 병원선, 도서 의료 취약 지역, 공간 최적화, 입지 할당 모델, 차량 경로 선정 문제, 공간 모델링

학 번 : 2015-22546

목 차

| | |
|---|----|
| 제 1 장 서 론 | 1 |
| 제 1 절 연구 배경 및 연구 목적 | 1 |
| 제 2 절 연구 지역 | 5 |
| 제 3 절 연구 방법 및 연구 자료 | 8 |
| 1. 연구 방법 | 8 |
| 2. 연구 자료 및 분석 도구 | 9 |
| 제 4 절 연구 구성 | 11 |
| 제 2 장 선행 연구 | 13 |
| 제 1 절 도서 지역의 보건·의료 환경 | 13 |
| 1. 도서 지역 의료 서비스의 수요·공급 불균형 | 14 |
| 2. 도서 지역의 경제적 취약성과 의료 서비스 환경 | 15 |
| 3. 도서 지역의 지리적 고립성과 의료 서비스 환경 | 17 |
| 4. 소결 | 18 |
| 제 2 절 병원선 | 19 |
| 제 3 절 분석 방법론 | 20 |
| 1. 의료 서비스 제공 구역 설정 | 21 |
| 2. 차량 경로 선정 문제(Vehicle Routing Problem : VRP) | 25 |
| 제 3 장 병원선의 중요성과 운영에 대한 비판적 검토 .. | 31 |
| 제 1 절 도서 지역 의료 서비스 유형 및 병원선의 중요성 | 31 |
| 1. 도서 지역 의료 서비스 제공 주체 | 31 |
| 2. 병원선의 중요성 | 33 |
| 제 2 절 병원선 운영 현황 | 36 |
| 1. 병원선 일반 현황 | 36 |
| 2. 병원선 모항과 병원선 서비스 제공 구역 | 39 |
| 3. 병원선의 공간 이동 | 41 |
| 제 3 절 병원선 운영 문제점 | 45 |
| 1. 임의적 병원선 서비스 구역 구획 | 45 |
| 2. 임의적 병원선 방문 스케줄 작성 | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 3. 타 지역과의 병원선 진료 형평성 | 48 |
| 4. 소결 | 48 |
| 제 4 장 병원선 운영 개선 방안 | 50 |
| 제 1 절 기존 문제점을 개선한 병원선 운영 방안 | 50 |
| 1. 병원선 단위별 서비스 권역 설정 | 51 |
| 2. 분기별 병원선 서비스 권역 설정 | 57 |
| 3. 병원선 최적 방문 경로 도출 | 59 |
| 4. 종합 및 해석 | 65 |
| 제 2 절 대안적 병원선 운영 개선 방안 | 70 |
| 1. 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안 | 70 |
| 2. 병원선 신규 건조를 통한 병원선 운영 개선 방안 | 76 |
| 제 3 절 소결 | 85 |
| 제 5 장 결론 | 87 |
| 참고 문헌 | 91 |
| Abstract | 99 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| <표 1-1> 병원선 운영 지역별 통계 현황 | 6 |
| <표 1-2> 병원선별 담당 섬 및 주민 수 | 7 |
| <표 2-1> 차량 경로 선정 문제 유형 | 27 |
| <표 3-1> 전라남도 병원선 인력 구성 | 38 |
| <표 3-2> 전라남도 시 · 군별 진료 대상 | 41 |
| <표 3-3> 전남 511호와 전남 512호의 업무량 비교 | 46 |
| <표 4-1> 신규 병원선 서비스 권역 설정을 통한 병원선별 시간 거리 합의 변화 | 56 |
| <표 4-2> 신규 병원선 서비스 권역 설정을 통한 병원선별 진료 시간 합의 변화 | 57 |
| <표 4-3> 분기별 취약 도서 분배 | 58 |
| <표 4-4> 출장 대상 섬에 대한 중간 거점 항구 할당 | 64 |
| <표 4-5> 도서 클러스터링 | 73 |
| <표 4-6> 신규 최적 모항 입지 선정 모델의 목적 함수에 대한 결과 값 | 79 |
| <표 4-7> 신규 병원선 서비스 구역의 속성 값 | 81 |
| <표 4-8> 각 병원선 별 진료 일수 | 83 |

그 림 목 차

| | |
|--|----|
| [그림 1-1] 연구 구성 | 12 |
| [그림 2-1] 차량 경로 선정 문제 풀이 | 26 |
| [그림 3-1] 전라남도 유인 도서 공공 의료 기관 현황 | 34 |
| [그림 3-2] 전라남도 병원선 서비스 권역 | 40 |
| [그림 3-3] 전남 511호 병원선 순회 진료 주간계획 | 42 |
| [그림 3-4] 미시적 공간 스케일에서의 병원선 운영 | 44 |
| [그림 3-5] 병원선에 탑재된 모터보트 | 44 |
| [그림 3-6] 전라남도 병원선별 담당 도서 및 주민 수 | 46 |
| [그림 3-7] 전남 512호 2016년 10월 항해 계획표 | 47 |
| [그림 4-1] 업무량 형평성과 병원선 이동 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안 | 51 |
| [그림 4-2] 기존 전라남도 병원선 서비스 권역 | 54 |
| [그림 4-3] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 서비스 권역의 변화 | 55 |
| [그림 4-4] 병원선 출장 업무 수행 | 59 |
| [그림 4-5] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(1분기) | 66 |
| [그림 4-6] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(2분기) | 67 |
| [그림 4-7] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(3분기) | 68 |
| [그림 4-8] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(4분기) | 69 |
| [그림 4-9] 도서 클러스터링을 통한 병원선 진료 | 71 |
| [그림 4-10] 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안 | 75 |
| [그림 4-11] 신규 모항 입지 후보지 | 78 |

| | |
|--|----|
| [그림 4-12] 신규 병원선 건조를 가정한 병원선 서비스 권역의 변화 | 80 |
| [그림 4-13] 신규 병원선 건조를 통한 병원선 운영 개선 방안 | 84 |

제 1 장 서론

제 1 절 연구 배경 및 연구 목적

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있으며, 특히 서해와 남해에 걸쳐 많은 도서들이 분포하고 있다. 서해와 남해 지역의 도서는 후빙기 해수면이 상승함에 따라 저지대가 침수되면서 산봉우리와 같은 고지대 지역이 고립되면서 섬이 되었다(홍선기, 2012). 이러한 지형 형성 과정을 통해 형성된 도서 지역은 바다에 둘러싸여 있어 고립성을 갖게 되어 선박이나 헬기를 이용해 접근할 수 밖에 없다. 도서 지역의 지리적 고립성은 육지와 달리 많은 부분에서 부정적 차이점을 야기하였으며, 특히 경제적 · 인구적 지표에서 그 격차가 크게 벌어지고 있다(신선미·변병설, 2012; 심승희, 2013).

먼저 도서 지역은 제한된 자원으로 인해 산업 구조가 수산업, 관광업에 몰려 있어 육지에 비해 경제적 여건이 떨어진다. 이러한 상황은 젊은 연령층 인구가 섬에 정착하지 못하고 양질의 일자리를 찾아 육지로 나가게 되는 현상을 야기하였고 지속적인 인구 유출로 이어지고 있다(김영성, 2004). 결과적으로 도서 지역은 노년 인구만 육지에 남게 되어 육지에 비해 높은 노인 구성 비율을 갖게 되었다. 즉, 도서 지역의 지리적 고립성으로 인해 전반적인 경제적 지표가 육지에 비해 떨어지고 있으며 이로 인한 인구 유출 문제가 발생하고 있다.

이러한 도서 지역의 지리적 고립성으로 인한 경제적 · 인구적 환경의 특수성은 지역의 의료 서비스 공급 여건 에서도 여실히 드러난다. 이는 의료 취약 지역이라는 개념을 통해 살펴보면 쉽게 알 수 있다. 의료 취약 지역이란 보건 · 의료 서비스에 대한 수요는 높으나 지역 보건자원에 대한 접근성이 떨어지고, 지역의 발전 잠재력과 재정여건 등이 취약하며, 건강수준 또한 열악한 지역이다(국립중앙의료원, 2013; 한국건강증진개발원, 2016; 조순영 외, 2010). 즉, 노년 인구가 많아 보건 의료 서비스에 대한

수요는 높으나, 지리적 고립성으로 인해 보건 자원에 대한 접근성이 떨어지고, 낙후된 경제력을 가진 도서 지역은 전형적인 의료 취약 지역이라고 할 수 있다(조성식 외, 2010; 오영호, 2013).

이러한 도서 의료 취약 지역의 경우 공공 의료 서비스의 역할이 매우 중요하다. 민간 의료 서비스의 경우 수익성이 전제되어야 입지가 가능한데, 도서 지역은 적은 인구수로 인해 의료 서비스에 대한 절대적 수요가 부족하고, 병원 운영에 상대적으로 많은 비용이 많이 들어 민간 의료 시설이 입지하기 어렵다. 따라서 공익적 성격의 공공 의료 서비스를 통해 도서 지역의 열악한 의료 시스템 환경을 개선하여 주민들의 기본적인 건강권을 보장할 필요가 있다.

이를 반영하듯, 국가와 각 지방자치단체는 도서 지역의 자연·인문 환경적 특수성을 고려한 의료 시스템 설계를 통해 도서 주민들을 위한 공공 의료 서비스를 제공하고 있다. 이는 크게 보건 의료 기관, 응급 의료 헬기, 원격 의료, 병원선으로 구성되며, 각 의료 서비스 제공 주체만의 고유한 기능 및 특징이 존재한다.

이 중 병원선(病院船, hospital ship)은 의료 시스템이 전무한 도서 지역인 무의 도서(無醫 島嶼) 주민들을 대상으로 해당 도서에 직접 방문하여 제공하는 공공 의료 서비스로, 도서 지역 의료 서비스에서 큰 축을 담당하고 있다. 병원선은 육지의 모항(母港)을 중심으로 의료 서비스 제공 권역에 속해 있는 각각의 무의 도서를 순회하며 의과, 한방과, 치과 등의 기초적인 의료 서비스를 무의 도서 주민들에게 제공하고 있다. 특히 병원선은 응급 의료 서비스를 제외한 정기적·순환적 성격의 의료 서비스를 제공하고 있어, 노년 인구 위주의 무의 도서 주민들의 지속적인 건강 관리에 큰 역할을 하고 있다.

이렇게 병원선은 무의 도서 주민들의 건강을 책임지는 유일한 수단임에도 불구하고, 이를 통한 도서 지역의 정기적 의료 서비스 공급은 충분히 이루어지고 있지 못하다. 일례로 전라남도 지역의 경우 병원선 방문 횟수가 연 4회에 그쳐, 고령의 나이가 다수인 섬 주민의 높은 의료 서비스 수

요에 비해 그 공급 횟수가 극히 적다고 할 수 있다(신정동, 2011; 이강·안미애, 2011).

이러한 현실을 개선하기 위해서는 서비스 자원의 확충을 통한 병원선 서비스 공급의 확대가 바람직하다. 서비스 자원의 확충 방안으로는 보건 의료 기관의 추가 설치, 원격 의료 진료 확대 등의 병원선에 대한 대안적인 의료 시스템을 확충하는 방법과 병원선 추가 건조, 병원선 운영 인력 증대 등의 직접적인 병원선 서비스 증대 방안들이 있다. 하지만 대안적 방안이나 직접적인 병원선 서비스 증대 방안 모두 많은 예산이 필요하기 때문에 즉각적인 병원선 서비스 공급 확대는 어려운 상황이다.

즉각적인 예산 편성이 어렵다면 현재 가용한 자원을 보다 효율적으로 활용하여 병원선 서비스를 증대할 필요가 있다(이건학 외, 2010). 특히 본 연구에서 주목한 부분은 병원선의 공간 의사결정으로, 병원선이 방문 진료 서비스 업무를 수행할 때 진료 대상 섬을 효율적으로 이동하여 적은 예산으로 높은 효율을 달성할 수 있다고 판단하였다(김감영 외, 2009; 이건학 외 2010). 이는 효율적인 병원선 공간 의사결정을 통해 병원선 항해 시간을 단축시켜, 전체적인 병원선 업무 시간을 줄여 추가적인 병원선 진료를 위한 시간을 확보할 수 있기 때문이다.

이에 본 연구에서는 병원선 서비스 공급 증대의 필요성이 있다고 판단하여, 공간 최적화 접근을 통해 병원선 이동의 효율성을 추구하고 이를 통해 병원선 서비스를 증대하고자 한다. 병원선 공간 이동에 대한 공간 최적화 접근은 병원선 서비스 제공을 위한 시간 확보로 이루어지며, 부족한 병원선 서비스 증대를 위한 기반이 된다. 이때, 기존에 병원선을 운영하면서 나타난 문제점들을 공간 모델링에 반영하여 개선된 병원선 의료 서비스 방안을 제시한다.

본 연구 목적을 달성하기 위해서 크게 두 주제로 나눌 수 있다. 먼저 기존 병원선의 운영 현황을 파악하고 이에 대한 문제점을 찾아낸다. 다음으로 기존 병원선 운영에 대한 문제점 개선을 바탕으로 효율적인 병원선 의료 서비스를 위한 공간 모델링을 제시한다.

첫 번째 주제인 기존 병원선 운영 현황 파악의 경우 병원선 운영 개선안을 제시하기 위한 시발점이 된다. 이에 병원선 운영 현황을 정확히 파악하고 이를 개선하기 위한 방향을 설정하며 이를 실제 공간 모델링에 적용하는 것이 중요하다. 특히 본 연구는 병원선 운영에 대한 공간 최적화 접근을 통한 도서 지역 의료 서비스 제공의 증대를 목적으로 하기 때문에, 공공 기관이 제공하는 복지 서비스에 대한 평가 기준인 효율성과 형평성을 통해 기존 병원선의 공간 의사결정을 평가한다(김규식, 2015; 이건축 외, 2010; 양병윤·황철수, 2005). 평가 결과는 향후 병원선 공간 모델링 작성시 반영하여 병원선 운영의 부족한 점을 개선하고자 한다.

두 번째 주제인 효율적 공공 의료 서비스를 위한 병원선 공간 모델링 제작의 경우 두 가지 방안으로 나누어 세부적인 연구 목적을 달성한다. 이는 각각 기존 문제점 개선을 통한 병원선 운영 개선, 대안적 병원선 운영 개선 방안으로 나눌 수 있다.

첫 번째 세부 연구 목적에서는 기존 병원선 공간 의사결정 평가를 통해 발견한 문제점을 개선하여 합리적이고 객관적인 병원선 최적 방문 경로를 설계한다. 이때, 각 지방자치단체별 병원선 서비스 공급 형평성, 각 병원선별 업무량 형평성, 병원선 이동의 효율성을 고려하여 현행 운영 체계보다 합리적인 병원선 운영 방안을 제시한다.

두 번째 세부 연구 목적인 대안적 병원선 운영 개선 부분에서는 두 가지의 방안을 제시한다. 먼저 첫 번째 방안은 새로운 병원선 방문 경로 선정 시스템 도입을 통해 병원선 이동의 효율성을 확보한다. 두 번째 방안은 추가 재원 투입을 가정한 병원선 신규 건조를 통해 병원선 서비스 공급을 확대하여 전반적인 운영 시스템을 개선한다. 이때 시나리오 적용을 통한 변화를 객관적인 수치를 통해 효용성을 증명한다.

제 2 절 연구 지역

임송미 외(2016)의 정책연구보고서에 따르면 전라남도, 광주광역시, 수도권에 거주하는 만 20세 이상의 성인 600명을 대상으로 한 전라남도를 대표하는 상징요소에 대한 설문 조사에서, 자연환경으로는 다도해, 주요 산업으로는 수산업, 대표 농·수산물로는 홍어가 각각 1순위로 선정되었다. 설문 조사 결과에서 알 수 있듯이 전라남도는 바다 및 섬에 대한 이미지가 강한 지역이라고 말할 수 있다. 특히, 전라남도 도서에 대한 각종 통계를 살펴보면, 그 세부 지표를 통해 전라남도가 섬에 있어 차지하는 비중을 알 수 있다.

첫째, 전라남도 지역의 섬은 총 1,965개로 전국 도서 대비 약 62%를 차지하고 있으며, 그 중에서 유인도서는 276개로 전국 유인도서의 57%를 차지하고 있다(김선명·김대성, 2009). 둘째, 전라남도 완도군, 진도군,新安군은 행정 구역 전체가 섬으로만 구성되어 있을 정도로 전라남도는 도서 지역의 특성이 강한 지방자치단체라고 할 수 있다. 셋째, 전라남도는 시·도 단위 지방자치단체 중 가장 긴 해안선 길이(6,743km)를 보유하고 있다(국립해양조사원, 2014). 이는 다른 지방자치단체에 비해 넓은 범위에 걸쳐 섬이 분포한다는 것을 의미한다. 마지막으로 전라남도에는 가거도, 홍도, 흑산도와 같이 육지와 멀리 떨어져 있어 장거리 항해가 필요한 섬들이 존재한다. 이는 먼 바다에 위치한 섬이 연안에 위치한 섬에 비해 육지와 접근성이 떨어짐을 의미하고, 육지와 먼 바다에 위치한 섬을 연결하기 위해 많은 비용이 들어감을 의미한다. 이처럼 전라남도 지역의 도서는 규모, 분포, 구성의 특수성에 있어 타 지방자치단체와 달리 다양성이 크다고 할 수 있다.

이러한 전라남도 도서 지역의 자연 환경 조건들은 병원선을 운영하는 것에 있어 타 지역에 비해 더 많은 인력, 예산, 재원을 필요하게 한다. 먼저 지역에 섬이 많다 보니 다른 지방자치단체에 비해 병원선 진료 대상 섬의 수가 많으며 거주하는 주민 역시 많다. 또한 먼 바다에 위치한 섬에 대한

병원선 의료 서비스를 제공해야하기 때문에 평균 항해 거리도 타 지방자치단체에 비해 긴 편이다. 이렇게 전라남도 병원선 운영은 타 지방자치단체에 비해 절대적인 업무량이 많기 때문에 원활한 의료 서비스를 제공을 위해 타 지방자치단체와 달리 두 척의 병원선을 운영하고 있다<표 1-1>.

<표 1-1> 병원선 운영 지역별 통계 현황

| 병원선 운영 지역 | 진료 대상 섬 | | 주민 수 | | 운영 대수(척) |
|--------------|---------|-------|--------|-------|----------|
| | 개 | 비율(%) | 명 | 비율(%) | |
| 전라남도 | 168 | 69.2 | 10,468 | 56.5 | 2 |
| 경상남도 | 36 | 14.8 | 2,728 | 14.7 | 1 |
| 충청남도 | 29 | 11.9 | 3,938 | 21.3 | 1 |
| 인천광역시 옹진군 | 10 | 4.1 | 1,387 | 7.5 | 1 |
| 합계 | 243 | 1 | 18,521 | 1 | 5 |

* 병원선 담당관과의 전화 인터뷰 및 홈페이지 자료 취합

** 2016년 기준

전라남도 병원선 운영은 많은 진료 대상 도서 및 주민 수에 비해 부족한 병원선의 수로 인해 타 지방자치단체와의 의료 형평성 문제와 노동 형평성 문제가 발생하고 있다<표 1-2>. 먼저 의료 형평성에 관한 문제를 살펴보면, 전라남도는 타 지방자치단체보다 많은 진료 대상 섬과 진료 대상 주민을 보유하고 있어 이를 수용하기 위해 두 척의 병원선을 운영하고 있지만 그 공급량이 크게 부족한 상황이다. 이는 병원선 당 평균 진료 대상 섬 수와 병원선 당 평균 진료 주민 수를 통해 알 수 있다. 이러한 문제점은 각 지방자치단체별 병원선 서비스 방문 횟수를 통해 드러나는데, 전라남도는 연 4회의 병원선 의료 서비스를 제공하고 있지만, 경상남도, 충청남도, 인천광역시 옹진군의 경우 연 12회의 병원선 서비스를 제공하고 있어 전라남도 도서 주민을 기본적인 의료 서비스가 충분히 이루어지지 못하고 있는 상황이다.

<표 1-2> 병원선별 담당 섬 및 주민 수

| 병원선 운영 지역 | 병원선 당 평균 진료 대상 섬 수 | | 병원선 당 평균 진료 주민 수 | |
|-----------|-----------------------|-------|---------------------|-------|
| | (개/척) | 비율(%) | (명/척) | 비율(%) |
| 전라남도 | 84 | 52.8 | 5,234 | 39.4 |
| 경상남도 | 36 | 22.7 | 2,728 | 20.5 |
| 충청남도 | 29 | 18.2 | 3,938 | 29.6 |
| 인천광역시 옹진군 | 10 | 6.3 | 1,387 | 10.5 |

* 병원선 담당관과의 전화 인터뷰 및 홈페이지 자료 취합

** 2016년 기준

노동 형평성 측면을 살펴보면, 전라남도 병원선 선원들의 업무 강도가 타 지방자치단체에 비해 높음을 여러 지표를 통해 확인할 수 있다. 먼저 의료 형평성에서 언급한 것과 같은 맥락으로 전라남도 병원선은 병원선 당 진료 대상 섬과 진료 대상 주민이 많다보니 의료 서비스 제공을 위한 노동의 투입이 다른 지방자치단체에 비해 크다. 또한 전라남도 도서의 경우 먼 바다에 위치한 섬이 있어 해당 도서에 의료 서비스를 제공하기 위해 중간 거점 항구에서 2일 이상 머무는 병원선 출장 업무도 행하고 있다. 이러한 근무 여건은 타 지방자치단체 병원선 선원들에 비해 높은 업무 강도로 이어지고 있다.

한편 전라남도 병원선 공간 이동의 복잡성은 병원선의 공간 의사결정에 있어 많은 경우의 수를 갖게 한다. 두 척의 전라남도 병원선은 160개의 섬을 대상으로 의료 서비스를 제공하는데, 이를 방문하기 위한 스케줄을 작성할 수 있는 경우의 수는 매우 많다. 많은 경우의 수는 결국 인간의 주관적인 판단 정확성을 떨어트리게 되고, 형평성의 결여와 효율성의 부재를 야기한다. 이를 방지하기 위해서는 객관적 수치 기반의 공간 모델링을 통한 합리적 공간 의사결정이 중요할 것이다.

즉, 전라남도 지역 병원선 운영은 타 지방자치단체보다 많은 수의 병원선을 운영하고 있음에도 불구하고 넓은 활동 반경과 많은 진료 대상 섬, 진료 대상 주민을 관리해야 하는 문제가 있다, 이는 결국 의료 서비스 공급

자에 대한 노동 형평성 문제와 의료 서비스 수혜자에 대한 의료 형평성 문제로 귀결되었다. 또한 전라남도의 많은 진료 대상 섬으로 인해 효율적인 공간 의사결정을 달성하기 어려웠다. 이러한 점들을 종합해보았을 때, 전라남도 병원선 운영의 문제점을 공간 최적화 방식으로 접근 할 필요가 있다. 이를 통해 병원선 이동 경로 효율성을 달성하여 전라남도 도서 주민의 의료 형평성과 전라남도 병원선 선원의 노동 형평성을 추구할 수 있으며, 공간 모델링을 통한 병원선 방문 경로 스케줄 작성을 통해 이동의 효율성을 높일 수 있다.

제 3 절 연구 방법 및 연구 자료

1. 연구 방법

앞서 언급했듯이, 본 연구는 크게 기존 병원선 운영의 현황 및 문제점 분석과 병원선 운영 개선 방안 부분으로 나누어진다. 이에 각 부분의 연구 방법 또한 다른 접근 방법으로 진행할 필요가 있다.

먼저 기존 병원선 운영의 현황 및 문제점 파악 부분에서는 병원선 선원 및 병원선 담당 주무관과의 인터뷰를 통해 병원선 운영과 관련된 세부 정보를 수집한다. 또한 각종 병원선 운영 자료와 각 지방자치단체의 병원선 관련 법률 검토를 통해 병원선 운영과 관련된 전반적인 부분을 파악한다.

다음으로 병원선 운영 개선 방안의 경우 앞서 언급했듯이 두 가지 세부 연구 목적을 제시하였으며 이는 크게 기존 문제점 해결을 통한 병원선 운영 개선, 대안적 병원선 운영 개선으로 나눌 수 있다. 또한 대안적 병원선 운영 개선 방안은 두 가지 방안으로 나뉘며 이는 각각 도서 클러스터링을 활용하는 방법과 신규 병원선을 추가 건조하는 방법이다.

따라서 본 연구에서는 세 가지 분석을 진행하게 되며 이는 각각 1) 기존 문제점을 개선한 병원선 운영 방안, 2) 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안, 3) 병원선 신규 건조와 최적 모항 입지 도출을 통한 병원선

운영 개선 방안이다. 이 세 가지 시나리오는 모두 병원선 서비스 구역 선정 - 병원선 최적 방문 경로 도출 단계를 통해 병원선 공간 최적화를 달성하게 된다.

먼저 1)번 방안의 경우 기존의 병원선 운영 방식은 그대로 승계하되, 업무량 형평성과 병원선 이동 경로의 효율성을 고려한 스케줄링이 이루어진다. 2)번 방안의 경우 도서 클러스터링을 통해 여러 섬을 한 개의 노드로 묶어 병원선 이동의 효율성을 달성하게 된다. 3)번 방안의 경우 신규 재원 투입을 가정한 신규 병원선 건조시, 해당 병원선을 상시 접안하고 유지·관리 할 수 있는 모항의 최적 입지를 찾고자 한다.

각 상황별 시나리오에 대한 병원선 운영 개선 방안은 병원선 단위별 서비스 구역 설정 단계와 각 서비스 구역별 최적 병원선 방문 경로 도출로 이루어진다. 먼저 병원선 단위별 서비스 구역 설정 단계에서는 선행 연구를 통해 확인된 기존 병원선 공간 의사결정에서의 문제점을 개선하는 선형정수계획법 작성 및 풀이를 통해 이루어진다. 이때 병원선 운영의 문제점을 반영한 공간 최적화 풀이를 통해 병원선 서비스 공급의 효율성을 높이고 지역간 의료 형평성을 추구할 수 있다.

병원선 최적 방문 경로 도출 문제에서는 각 병원선별 구획된 지역을 바탕으로 차량 경로 선정 문제(Vehicle Routing Problem) 해결을 통해 병원선이 효율적으로 이동하도록 한다. 병원선 방문 경로를 VRP모델 풀이를 통해 진행하면 빠르고 정확한 컴퓨터 연산을 통해 최적 방문 경로를 도출하기 때문에 병원선 이동의 효율성을 추구할 수 있다.

2. 연구 자료 및 분석 도구

병원선 서비스 개선을 위한 연구 자료는 크게 두 가지 범주로 분류할 수 있다. 이는 각각 현재 병원선 운영을 파악하고 진단할 수 있는 문헌 자료 및 인터뷰 자료와 병원선 운영에 대한 공간 최적화를 위해 필요한 공간 자료로 구성된다.

먼저 현재 병원선 운영을 파악하기 위해 전라남도 보건복지국 홈페이지에 게재된 병원선 연간 계획 자료와 주간계획 자료를 수집하였다. 병원선 연간계획 자료는 병원선의 1년 단위 종합 스케줄로 진료 대상 섬 및 진료 대상 주민에 대한 정보가 기입되어 있다. 본 자료를 통해 전라남도 병원선 운영에 대한 전반적인 현황을 큰 틀에서 확인할 수 있었다. 다음으로 주간 진료계획 자료의 경우 각 병원선 별 공간 이동 스케줄이 기입되어 있어, 병원선의 실질 이동 경로를 파악할 수 있다. 본 자료는 병원선의 세부적인 공간 의사결정을 파악하고 평가할 수 있는 유의미한 자료이다. 마지막으로 병원선 운영 현황에 대한 세부 정보를 알기 위해 담당자와 인터뷰를 진행하였다. 구체적으로 병원선 운영에 대한 행정 정보를 파악하기 위해 전라남도 보건복지국 소속의 병원선 담당 주무관과 수 차례 전화 인터뷰를 진행하였다. 또한 병원선 항해와 관련한 세부 변수값을 파악하기 위해 목포항에 정박한 전남 512호를 방문하여 병원선 선원과 대면 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰를 통해 병원선 운영과 관련된 세부적인 자료를 구축하고 공간 모델링을 위한 각종 변수 및 상수값을 얻을 수 있었다.

공간 자료의 경우 병원선 공간 모델링을 위해 필요한 요소를 선정한 후 이를 구축하였다. 본 연구에서 필요한 공간 자료는 크게 병원선이 주요 정박하는 모항, 장거리 항해 시 병원선이 접안하게 되는 중간 거점 항구, 병원선이 방문 하는 진료 대상 섬에 대한 점 자료와 각 노드를 연결하는 선 자료 마지막으로 각 도서 지역과 육지를 나타내는 면 자료로 나눌 수 있다. 이를 바탕으로 병원선 운영에 대한 탐색적 분석과 심화 분석을 위한 기초 자료로 활용할 수 있었다.

본 연구에서 공간 데이터 시각화 및 분석은 QGIS 2.14를 이용하였다. 다음으로 병원선 서비스 영역을 구획하기 위한 최적화 툴로는 LINGO 9.0을 사용하였다. 마지막으로 최적 병원선 방문 경로를 도출하기 위한 VRP 해결을 위해 Güneş Erdoğan가 개발한 Vrp_Spreadsheet_Solver_v2.2를 사용하였다.

제 4 절 연구 구성

본 논문은 총 5장으로 구성되며 이는 [그림 1-1]과 같다.

우선 2장 선행연구에서는 연구 소재 측면과 방법론적 측면으로 나뉘어서 진행한다. 먼저 연구 소재 측면에서 본 연구의 시작점인 도서 지역 보건·의료 환경을 의료 취약 지역이라는 개념을 통해 접근하고 한다. 다음으로 연구 소재인 병원선에 대하여 기존 연구를 살펴본다. 방법론적인 측면에서는 크게 의료 서비스 구획화와 최적 경로 도출 문제에 대한 내용으로 나뉘어서 선행 연구를 진행한다. 의료 서비스 권역 선정에 대한 선행연구에서는 병원선 서비스 구획을 확정하는데 있어 필요한 제약 조건 요소에 대해 집중적으로 살펴본다. 차량 경로 선정 문제의 경우 그 제약 조건에 따라 다양한 유형으로 나누어지는데, 여러 유형의 차량 경로 선정 문제 탐색을 통해 본 연구에서 적용할 수 있는 방법론을 살펴본다.

3장에서는 병원선의 중요성을 살펴보고 현재 운영되고 있는 현황을 파악하며 이에 대한 문제점을 알아본다. 먼저 도서 지역의 의료 시스템을 살펴보고 다른 의료 시스템과의 비교를 통해 병원선의 중요성을 강조한다. 다음으로 병원선 운영 현황을 파악하기 위해 인터뷰 자료, 문헌 자료, 법 조항 등을 종합한다. 마지막으로 검토한 자료를 기반으로 병원선의 공간 의사결정에 대한 문제점을 형평성 및 효율성 개념에 초점을 두어 살펴본다. 이를 통해 4장에서 전개할 전라남도 병원선 운영 개선 방안 단계에서 고려해야 할 부분을 제시한다.

4장에서는 3장에서 파악한 병원선 운영에 대한 문제점을 토대로 병원선 운영 개선을 위한 여러 방안들을 도출한다. 이는 기존 문제점을 개선한 병원선 운영 방안과 대안적 병원선 운영 개선 방안으로 나누어 분석을 진행한다.

5장에서는 연구 결과를 요약하고, 본 논문에 대한 한계점과 의의를 정리하며 마무리 한다.

| | | | |
|------------------|-------------------------------|------------------|------------|
| 서론 | | | |
| 연구 배경 및 연구 목적 | 연구 지역 | 연구 방법 및 연구 자료 | 연구 구성 |
| 제 2 장 | 선행 연구 | | |
| | 도서 지역의 보건·의료 환경 | 병원선 | 분석 방법론 |
| 제 3 장 | 병원선의 중요성과 운영에 대한 비판적 검토 | | |
| | 도서 지역 의료 서비스 유형 및 병원선의 중요성 | 병원선 운영 현황 | 병원선 운영 문제점 |
| 제 4 장 | 병원선 운영 개선 방안 | | |
| | 기존 문제점을 개선한 병원선 운영 방안 | 대안적 병원선 운영 개선 방안 | |
| 결론 | | | |

[그림 1-1] 연구 구성

제 2 장 선행 연구

본 장에서는 선행연구를 통해 도서 지역의 보건 · 의료 환경에 대해 알아보고, 연구 소재인 병원선에 관한 기존 연구를 확인하며, 병원선 공간 모델링을 위한 방법론들을 살펴본다. 먼저 1절에서는 병원선이 활동하는 도서 지역의 의료 서비스 현황에 대한 기존의 연구를 살펴봄으로써 도서 지역 의료 환경을 살펴보고 이에 대한 문제점을 알아본다. 2절에서는 병원선을 대상으로한 기존 연구들을 살펴본다. 3절에서는 병원선 운영 개선 방안을 위한 방법론을 살펴본다. 이는 크게 병원선 서비스 권역 선정 방법론과 차량 경로 선정 문제(VRP) 방법론으로 나눌 수 있다. 이를 통해 기존 병원선 공간 의사결정에서의 문제점을 개선하기 위한 병원선 서비스 구역 설정과 병원선 경로 설정 문제 해결 방법론을 찾아낸다.

제 1 절 도서 지역의 보건 · 의료 환경

건강은 국민의 기본권이며, 정부는 건강한 삶을 위한 정책을 제시하고 실행해야 하는 것이 기본적인 역할이다(충남리포트, 2015). 이는 보건의료기본법에서도 살펴볼 수 있는 내용으로 국가와 지방자치단체는 기본적인 보건 서비스를 보장해야하며 형평적인 의료 서비스 공급을 위해 지속적으로 노력해야 함을 명시하고 있다. 이처럼 정부와 지방자치단체는 국민의 기초적인 건강권 보장을 위해 각종 법령과 조항을 근거로 의료 형평성 추구를 위한 지속적인 노력을 기울여야 한다.

하지만 현실적인 의료 여건에서는 여전히 지역마다 의료 수준의 차이를 보이고 있으며, 이는 특히 도서 지역에서 두드러지고 있다(조성식 외, 2010). 도서 지역 의료 실태는 앞서 서론에서 언급한 “의료 취약 지역”의 정의를 통해 여실히 파악할 수 있다. 의료 취약 지역은 의료 서비스의 수요와 공급의 불균형, 지역의 취약한 경제력, 의료 시설에 대한 떨어지는

접근성에 의해 정의된다. 따라서 해당 개념을 중심으로 도서 지역의 의료 서비스 현황을 파악한다면 도서 지역의 의료 취약성을 쉽게 파악할 수 있을 것으로 보인다. 이에 의료 취약 지역의 정의를 구성하는 각 요소에 대한 도서 지역 의료 환경 선행 연구 검토를 통해 도서 지역의 보건·의료 환경을 살펴본다.

1. 도서 지역 의료 서비스의 수요·공급 불균형

먼저 도서 지역의 의료 서비스 수요와 공급의 불균형에 대한 연구는 다음과 같다(임정수·김창엽, 2002; 조성식 외, 2010; 조유향·정영해, 2011; 서제현 외, 2011; 이해숙 외, 2013).

임정수·김창엽(2002)은 도서 지역 주민들의 보건 문제와 해결 방안에 관한 연구에서 도서 지역은 의료 자원이 한정되었기 때문에 지역 의료 시스템을 민간 의료와 공공 의료 부문으로 나누는 것이 무의미함을 지적하였다. 이에 두 부문간 유연한 연계에 기반한 포괄적인 의료 서비스 제공을 통해 도서 지역의 의료 서비스 공급을 확충하는 방안이 바람직하다고 주장한다.

조성식 외(2010)는 전라남도 완도군 노화도의 324명 주민을 대상으로 의료서비스 이용이 필요함에도 불구하고 이용하지 못하는 미충족의료 개념을 통해 도서 지역의 의료 실태를 살펴보았다. 인터뷰 및 설문조사를 통해 알아본 결과 노화도의 의료기관에서 해결할 수 없는 건강 문제가 있어서 육지 의료 기관 이용의 필요성을 느낀 사람은 227명(70.1%)이었으며, 이 중 30명(13.2%)이 필요성이 있음에도 불구하고 육지 의료기관을 이용하지 못한 것으로 밝혀졌다. 노화도는 보건지소가 설치되어 있는 섬으로, 본 연구에서 다루고 있는 무의 도서 또는 취약 도서보다 상대적으로 좋은 의료 서비스 제공 환경을 갖고 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 설문조사 결과가 나온 것은 도서 지역의 의료 서비스 공급이 수요에 비해 부족하다는 것을 의미한다.

조유향·정영해(2011)는 신안군 섬 지역의 인구사회학적 특성과 보건 의료 실태를 파악한 결과, 신안군은 민간 의료 자본 공급이 부족하기 때문에 다수의 주민들이 공공 의료 서비스에 의존하고 있음을 밝혔다. 그러나 공공 의료 기관은 기능적 측면에서 부족한 모습을 보이기 때문에 임정수·김창엽(2002)이 주장한바와 같이 민·관 통합을 전제한 소규모 다기능 형태의 노인보건·의료·복지시스템이 구축되어야 한다고 결론 내렸다.

서제현 외(2011)는 도서 지역의 응급 진료 서비스 관련 연구에서, 도서 지역은 민간 의료 기관이 부족하기 때문에 보건지소에서 근무하는 공중보건 의사에 의한 응급처치가 이루어질 가능성이 크다고 지적하였다. 이는 공중보건 의사가 응급상황에 대한 적절한 조치가 가능한지에 대한 여부로 귀결되는데, 도서 지역 공중보건의를 대상으로 설문 및 인터뷰를 진행한 결과 공중보건 의사들의 응급 상황 대처 능력이 전반적으로 부족하다는 결과가 도출되었다. 즉, 양질의 의료 인력 부족으로 인해 도서 지역 응급 의료 서비스에 큰 결점이 발생하고 있음을 알 수 있다.

이혜숙 외(2013)는 흡입 알레르겐 감작률과 알레르기 질환의 연관성 연구에서 아토피 피부염의 경우 도서 지역 주민이 전국 평균보다 4배 높은 유병률을 보였다. 이에 대해 연구자는 도서 지역의 경우 의료시설의 부족하여 전문의의 진단 없이 약국에서 일반 의약품을 구매하여 치료한 경우가 많기 때문이라고 진단하였다.

도서 지역 의료 서비스의 수요 · 공급 불균형에 대한 기존 연구를 살펴본 바, 숙련 의료 노동력의 부족, 의료 환경의 열악성 등 절대적인 의료 서비스 공급 부족에 의한 의료 수요의 미충족이 발생함을 알 수 있었다. 의료 서비스에 대한 수요는 통제할 수 없는 부분이기 때문에 의료 서비스 공급 확대를 통해 수요와 공급의 균형을 맞추어 필요가 있다.

2. 도서 지역의 경제적 취약성과 의료 서비스 환경

지역의 경제적 취약성과 이로 인한 의료 서비스 이용의 어려움에 대한

연구는 다음과 같다(조형두, 2001; 김진구, 2011; 임남구, 2013; 김준우·안영진, 2014). 단, 연구 지역을 도서 지역으로 한정된 선행 연구가 부족하여, 지리적 특성을 고려하지 않고 경제력과 의료 서비스 이용률 간의 관계를 알아본 연구를 대상으로 문헌 연구를 진행하였다.

조형두(2001)는 의약분업 실시 이후의 신안군의 65세 이상 노인의 의료기관 이용 감소와 그 이유에 대한 연구에서, 의약분업 실시 이후 경제적 부담의 증가로 인해 의료 기관을 원활히 이용하지 못하는 환자가 많아졌음을 밝혀냈다. 이는 특정 지역의 경제력이 의료 서비스 이용률과 연결되며, 결국 특정 지역의 의료 수준으로 귀결됨을 의미한다.

김진구(2011)는 소득계층에 따른 의료이용의 격차를 분석하였다. 분석 결과 노인의 빈곤화가 의료 서비스 이용률 저하로 이어졌으며 전체적인 의료 형평성에 부정적 영향을 미치는 것을 발견하였다. 연구자는 이러한 현실을 개선하기 위해 의료보장제도를 통해 저소득 계층의 의료서비스 이용에 대한 부담감을 줄여 의료 이용의 형평성을 추구해야 한다고 주장하였다.

임남구(2013)는 질병관리본부의 퇴원손상환자조사 자료를 통해 소득수준이 낮을수록 연령 표준화 입원율과 표준화사망률이 증가하며, 응급 경유 입원이 증가하고, 평균재원일수가 증가하는 경향을 밝혀냈다. 이는 환자의 경제력이 의료 서비스 이용률에 큰 영향을 미치기 때문이다.

김준우·안영진(2014)은 막대한 자본을 투입한 수도권 소재 대형병원이 암 치료 시장을 지배하고 있다는 점을 지적하며 수도권 지역의 병원이 좋은 의료 시설 장비를 보유하고, 경험이 많은 인적 자본을 보유함을 통해 지역 간 의료 수준 격차가 발생한다고 지적하였다. 이는 지역의 경제력에 따라 의료 서비스 품질이 결정된다는 의미이며, 경제력이 어려운 지역은 양질의 의료 서비스를 제공받기 어렵다는 것을 의미한다.

이상의 연구를 통해 소득을 비롯한 각종 경제적 지표와 의료 서비스 이용률은 밀접한 상관관계가 있음을 증명하였다. 이러한 사실 관계는 상대적으로 소득이 낮은 전라남도 도서 지역에서도 비슷한 양상을 보일 것이다.

3. 도서 지역의 지리적 고립성과 의료 서비스 환경

마지막으로 의료 취약 지역을 지리적 고립성 또는 접근성과 연관하여 살펴보고자 한다(정재호, 2008; 조순영 외, 2010; 김하나, 2014; 문종윤 외, 2013). 단, 연구 지역은 도서 지역으로 한정하지 않고 농 · 어촌, 군사분계선과 같은 다양한 유형의 교통 취약지까지 범위를 확장하여 선행 연구를 진행하였다.

정재호(2008)는 의료 자원 분포의 집중화 현상을 지적하며 의료 소외 지역의 의료 이용률을 높이기 위해 민간 의료 시장이 의료 소외 지역에 유입될 수 있도록 유인체계를 마련할 필요가 있다고 주장하였다. 이를 통해 민간 의료 시설은 수익을 창출하며, 의료 소외 지역의 주민은 의료 서비스를 이용할 수 있는 상호 보완적인 관계가 될 것이라고 주장하였다.

조순영 외(2010)는 의료 시설과 의료 서비스 수요지 간의 거리가 30분 이상 걸리는 지역을 의료 취약 지역이라고 정의하며, 의료 취약 지역이 발생하는 근본적인 원인을 의료 시설에 대한 접근성으로 보았다. 특히, 의료 취약 지역에 거주하는 군인 및 군인 가족들을 대상으로 하는 설문지를 통해 전방부대로의 가족전입으로 인해 가장 불편한 점으로 ‘의료 시설 이용의 어려움’이 나온 것을 언급하며, 의료 취약 지역의 의료 시설에 대한 접근성 개선이 필요함을 강조하였다.

김하나(2014)는 수도권 지역의 공공 보건 의료 시설에 대한 접근성 연구에서 공공 보건 의료는 지리적 제약 없이 누구나 이용할 수 있어야 하지만, 실제로는 불균등한 분포로 인한 접근성 차이로 의료 시설의 이용이 어려워지는 의료 취약 계층이 발생한다고 지적하였다.

문종윤 외(2013)는 원격 의료 도입에 대한 적합성 연구에서 도서 지역의 의료 접근성이 떨어짐을 밝히며, 이를 해결하기 위한 방안으로 원격 진료를 도입할 필요가 있다고 주장하였다. 원격 진료는 지리적 고립성을 해결할 수 있어 도서 지역의 열악한 의료 현황을 개선할 수 있다. 다만 의료 취약 계층이 첨단기기에 대한 원활한 이용이 전제되어야 한다고 지적하였

다.

검토한 선행 연구를 통해 지리적 고립성 역시 의료 서비스 이용에 큰 제약 조건으로 작용함을 확인할 수 있었으며, 의료 취약 지역과 상관성이 큰 것을 확인할 수 있었다. 특히 도서 지역은 제한된 운송 수단으로 인해 이동성에 제약이 커 다른 지리적 특성을 지닌 지역에 비해 지리적 고립성이 클 것으로 보인다. 또한 도서 지역은 대체적으로 고령자가 많기 때문에 이동의 제한으로 인한 상대적인 지리적 고립성은 더욱 클 것이다.

4. 소결

앞선 연구들을 통해 도서 지역의 의료 취약성을 파악할 수 있었다. 도서 지역은 의료 서비스에 대한 수요 · 공급 불균형으로 적시에 원하는 의료 서비스를 받기 어려웠다. 의료 서비스에 대한 수요는 지속적으로 발생하기 때문에 공급 증대를 통해 수요 · 공급의 균형을 맞출 필요가 있다. 다음으로 경제력과 의료 수준과의 상관관계를 밝힌 기존의 연구를 통해, 경제력이 낮은 도서 지역에서 제대로 된 의료 서비스를 충분히 받지 못함을 짐작할 수 있었다. 마지막으로 도서 지역의 지리적 고립성은 의료 시설에 대한 접근을 어렵게 만들었다. 특히, 고령 인구가 많은 도서 지역의 인구 구조 특성상 상대적인 의료 접근성은 더욱 떨어질 것으로 보인다.

더 나아가, 앞선 의료 취약 지역에 대한 선행 연구 분석을 통해 병원선 서비스를 적극 활용해야 한다는 당위성을 확보할 수 있었다. 병원선은 의료 서비스 체계로 도서 지역의 부족한 의료 시스템을 보충할 수 있다. 다음으로 병원선은 무료 의료 서비스로 경제력과 상관없이 누구나 의료 서비스를 제공받을 수 있다. 마지막으로 병원선 의료 서비스는 찾아가는 방문 의료 서비스로 도서 지역의 지리적 고립성을 해결하고, 노인들의 부족한 이동력을 해결할 수 있다. 즉, 병원선의 고유한 특성은 도서 지역 의료 서비스 개선을 위해 필요한 모든 조건을 갖추었다고 평가할 수 있다.

제 2 절 병원선

앞서 언급한바와 같이 병원선은 도서 지역 의료 서비스 공급을 위한 핵심 수단이며 그 중요성이 상당하다. 하지만, 수단의 중요성에 비해 관련 연구는 소수에 그치고 있어 다양한 관점의 병원선 연구가 필요하다(김순기, 1993; 신정동, 2011; 이강·안미애, 2011).

김순기(1993)는 전라남도 지역의 병원선 운영 개선 방안을 제시하고자 하였다. 그러나 본 연구는 병원선 운영 현황을 나열하고, 그에 따른 단편적인 개선 방안을 제시하는 수준에 그치고 있어 이를 현실적으로 반영하기에는 부족한 점이 많다.

신정동(2011)은 충청남도 도서 지역 주민의 건강관심도에 따른 병원선 서비스 만족도 연구를 진행하였다. 이를 위해 인터뷰 및 설문조사를 진행하여 병원선에 대한 만족도와 전체적인 인식을 알 수 있다. 먼저 방문목적의 경우 “질환”과 “건강상담”이 주요 목적으로 선정되어 병원선 운영 목적과 부합하는 모습을 보여주었다. 다음으로 병원선 진료 횟수와 관련하여, 현행 월 1회 방문에서 월 2회 방문으로 증대를 원하는 의견이 다수 도출되었다. 전라남도 병원선 서비스의 경우 연 4회 방문에 그치고 있기 때문에, 환자들의 의료 서비스 수요에 비해 의료 서비스 공급량이 절대적으로 부족하다는 것을 알 수 있다.

이강·안미애(2011)는 병원선 이용 환자들에 대한 인터뷰를 기반으로 병원선 의료 서비스 수준에 대한 질적 평가를 진행하였다. 연구 결과 병원선 의료 서비스의 품질이 주민의 기대 수준에 비해 떨어진다는 결과를 얻을 수 있었다. 연구자는 병원선이 도서 지역의 유일한 의료서비스임을 강조하며, 도서 주민들의 삶의 수준 제고를 위해 전체적인 서비스 품질을 개선할 수 있는 방안 마련을 촉구하고 있다.

병원선과 관련한 연구결과를 종합해보면 다음과 같다. 첫째, 대부분의 도서지역 주민들이 병원선 서비스에 대해 불만족을 느끼고 있었다. 이는 병원선 서비스의 양적인 측면과 질적인 측면 모두에 적용되는 부분으로 병

원선 서비스가 지리적 접근성을 향상해주긴 하였지만, 여전히 각 부분에 있어 부족한 점을 나타내고 있다.

둘째, 병원선 서비스에 대한 양적 연구가 부족한 상황이다. 위에서 다룬 선행 연구의 경우 대부분 인터뷰를 기반한 병원선 서비스의 만족도를 묻는 연구이다. 이는 병원선 서비스의 질적·양적 향상에 대한 필요성은 논할 수 있으나, 현 상황을 수치를 통해 객관적으로 파악하기에는 한계가 있다. 병원선 서비스에 대한 개선을 위해서는 현재 상황에 대한 정확한 파악이 중요한 만큼 병원선에 대한 양적인 연구를 통해 균형을 맞추는 필요가 있다.

병원선에 대한 양적 방법론 접근은 다양한 방법이 있을 수 있지만, 병원선을 바다 위의 섬을 연결하는 하나의 네트워크로 보았을 때는 이를 공간적 의사결정에 대한 문제로 바라볼 수 있다. 공간적 의사결정에는 지리적으로 분포하는 진료 대상 섬을 확인하고, 각 섬을 연결하는 병원선의 서비스 제공 순서와 이동경로를 효율적으로 결정하는 것 모두 공간의 차원을 포함한다(김감영, 2007). 이러한 접근 방식은 병원선 경로 탐색의 효율성을 높여 보건 서비스의 양적 공급 증대로 이어질 수 있는 만큼, 병원선 공간 의사결정에 대한 연구 필요성이 인정된다.

제 3 절 분석 방법론

본 연구는 현재 운영되고 있는 병원선에 대한 현황 파악을 통해 도출된 문제점을 개선하고 이를 바탕으로 병원선 서비스 권역을 설정하며 병원선 이동에 대한 최적 방문 경로 도출을 통해 병원선 운영을 개선하고자 한다. 이에 연구자는 상기한 연구 목적을 달성하기 위해 두 단계의 방법론적 검토가 필요하다고 판단하였다.

먼저 병원선 서비스 권역 설정을 통해 각각의 병원선이 담당할 서비스 구역을 설정해주어야 한다. 다음으로 병원선 최적 방문 경로 도출을 통해 설정된 서비스 구역 내에서 각각의 병원선이 진료 대상 섬을 효율적으로

이동할 수 있도록 세부 경로를 설정해주어야 한다. 본 절에서는 의료 서비스 권역 설정과 차량 경로 선정 문제에 대한 기존 선행연구 검토를 통해 본 연구에서 적용할 수 있는 방법론을 검토하고 방법론적 발전을 위한 방안을 모색한다.

1. 의료 서비스 제공 권역 설정

권역 설정(districting problem)이란, 최소 공간 단위들을 일정한 기준으로 묶어 특정 목적에 부합하는 몇 개의 구역으로 구획하는 문제이다 (Camacho-Coddaos *et al.*, 2015; 김감영 외, 2009; 김명진, 2015). 즉, 기본 공간 단위를 특정 기준으로 묶어 상위의 공간 단위로 재편하여 위계를 갖게 하는 것이다. 본 연구에서는 전체 전라남도 병원선 진료 대상 섬을 각각의 전라남도 병원선 서비스 권역에 할당해야 하기 때문에 이는 권역 설정 문제라고 할 수 있다.

한편, 본격적인 권역 설정에 앞서 다음의 사항들이 사전적으로 정리되어야 한다. 먼저 권역 설정을 할 수 있는 방법론은 다양하며, 어떤 방법론을 통해 진행하느냐에 따라 그 결과가 달라질 수 있다. 본 연구에서는 병원선이 주요 정박하는 모항과 진료 대상 섬이 존재하는데, 이를 면이 아닌 점 단위로 보고 공간 모델링을 진행하고 있다. 따라서 특정 진료 대상 섬을 나타내는 점 자료를 특정 모항을 나타내는 점 자료로 할당하여 병원선 서비스 권역을 설정하고자 하며 이를 위해 입지 할당 모델을 사용하였다.

이를 바탕으로 의료 서비스 제공 권역 설정에 대한 선행 연구는 두 단계로 나누어 진행한다. 먼저 보건 및 의료 서비스 권역 선정에 대한 선행 연구를 통해 의료 서비스 권역을 선정하는데 고려해야할 변수 및 조건을 살펴본다. 다음으로 본 연구에서 사용할 입지 할당 모델에 대한 선행 연구를 진행한다. 여기에서는 방법론에 초점을 두고 선행 연구를 진행하고자 하며 이를 반영한 병원선 공간 모델링을 진행하고자 한다.

1) 의료 서비스 권역 설정에 대한 고려 요소

권역 설정에 대한 문제는 경찰 순찰 구역(D'Amico *et al.*, 2002; Camacho-Coddaos *et al.*, 2015), 선거구(Bozkaya *et al.*, 2003; 김명진·김감영, 2013; 김명진·김감영, 2016), 쓰레기차 관할 구역(이희연·임은선, 2001), 학군(서태열, 1987), 유통(Manatkar *et al.*, 2015; Liu and Xu, 2011), 산업의 가치사슬(Manatkar *et al.*, 2015), 보건·의료 서비스(Blais *et al.*, 2003; Hertz and Lahrichi, 2009; Benzarti *et al.*, 2013; 양병윤·황철수, 2005; 김감영 외, 2009) 등 다양한 연구 분야에서 광범위하게 활용되고 있다.

서비스 권역 설정은 어떤 주제를 다루냐에 따라 그 제약 변수와 조건이 달라진다. 이에 보건·의료 서비스에서는 어떠한 변수들을 고려하여 서비스 권역을 구획 또는 재 구획하는지 살펴보고, 이를 본 연구에 적용할 수 있는 방안을 찾아본다.

의료 서비스 권역 설정을 위한 각종 연구에서는 크게 의료 서비스 제공 인력의 업무 균형성, 환자의 이동 효율성, 의료 서비스 구역의 연속성, 병원의 환자 수용 능력 부분을 고려하는 모습을 보였다. 이러한 요소들은 의료 서비스 권역 설정시 고려해야할 핵심적인 사항들인데, 각 요소들은 효율성을 추구하는 개념과 형평성을 추구하는 개념으로 나누어 생각할 수 있다. 예를 들어 의료 서비스 제공 인력의 업무 균형성과 병원의 환자 수용성을 고려한 연구들은 형평성에 초점을 두어 의료 서비스 권역을 설정한 연구들이라면, 환자의 이동과 의료 서비스 구역의 연속성을 고려한 연구들은 효율성에 초점을 두어 의료 서비스 권역을 설정한 연구라고 할 수 있다.

Blais *et al.*(2003)은 몬트리올 지역의 방문 돌봄 서비스에 대한 구획화를 진행하였다. 구획화를 진행하는데 있어 자치구 경계 유지, 연결성, 방문 인력의 이동성, 업무 균형성을 추구하였다.

Tanser *et al.*(2006)는 남아프리카공화국의 일차 의료 시설에 대한 접근

성을 토대로 의료 유역(clinic catchment)을 설정하였다. 특히 모델을 정교하게 작성하기 위해 도로 네트워크와 자연 장애물을 고려한 GIS모델링을 구성하였다. 이를 통해 개발도상국에 제한적인 의료서비스에 대한 환자 수용의 균형성을 추구할 수 있었다.

Hertz and Lahrichi(2009)는 가정 돌봄 서비스 환자에게 간호사를 할당하는 문제와 관련해 업무 균형량과 간호사의 이동거리 제약을 통한 환자 할당을 혼합정수계획법을 통해 해결하였다. 이와 유사하게 Benzarti *et al.*(2013) 역시 가정 건강 돌봄 서비스(home health care)를 시행하는 것에 있어 혼합정수계획법을 통한 문제해결 방안을 마련하였고, 이때 환자의 지리적 위치, 응집성, 업무량의 균형성을 고려하였다.

김감영 외(2009)는 방문의료서비스 구획 설정 문제에서 의료 서비스 제공 지역이 명시되지 않은 상황에서 방문보건서비스 제공 차량의 구역 내 이동성, 구역 간 업무량 균형, 구역간 연속성을 충족하는 방문의료서비스의 구획화를 실시하였다.

의료 서비스 권역 설정에 대한 기존의 연구들을 살펴보면 연구의 특성에 따라 각 요소들을 개별적으로 또는 혼합적으로 적용하여 의료 서비스 권역 구획을 진행했음을 확인할 수 있다. 또한 앞선 연구들이 제시한 공간 모델링은 기존에 인간의 단순 작업으로 계획할 수 없었던 많은 부분을 객관적인 컴퓨터 연산을 통해 제시하고 있다. 마지막으로 대부분의 연구는 기존 의료 서비스 구역에 대한 문제점으로부터 시작되어 이를 반영한 공간 모델링을 통해 현황을 개선하고자 하는 모습을 보이고 있다. 이는 병원선의 공간 의사결정을 개선하고자 하는 본 연구에서도 반영해야 할 점으로 병원선을 공간 최적화적 관점으로 바라보는 것에 대한 당위성을 설명할 수 있는 부분이다.

2) 입지 할당 모델(location-allocation model)

입지 할당 모델은 점의 형태로 분포한 재화 또는 인력을 다수의 시설에 할당하는 것이다(Ghosh and Rushton, 1987; Church and Murray, 2009). 이때, 시설에 대한 접근성을 우선적으로 고려하여 각 재화 또는 인력을 가장 가까운 시설에 할당하게 된다. 입지 할당 모델은 의료 시설 입지 문제에도 많이 활용되고 있는데(Cromley and Mclafferty, 2012; Ko et al., 2015), 본 연구에서는 입지 할당 모델을 이용해 병원선 진료 대상 섬을 모항에 할당하여 병원선 의료 서비스 권역을 구획하고자 한다. 이에 보건 · 의료 서비스 분야의 입지 할당 모델 선행 연구를 통해 본 연구의 모델링에 반영하고자 한다(Achabal *et al.*, 1978; Bennett, 1981; Zhang *etal.*, 2016; Liu and Xu, 2011; Yassenovskiy and Hodgson, 2007; Zarrinpoor *et al.*, 2017; 양병윤·황철수, 2005).

Achabal *et al.*(1978)은 입지 할당 모델을 통해 지역의 환자를 각 병원에 할당하여 병원의 의료 서비스 권역을 설정하였다. 이때 병원의 서비스 권역 반경을 6km로 제한하여 이동에 대한 환자의 부담 최소화 하고자 하였으며, 각 병원별 환자 수용 능력을 고려하여 환자 수용 상태가 과포화 되지 않도록 하였다.

Bennett(1981)는 의료 서비스 제공 권역 밖에 있는 주민들을 대상으로 한 우편 설문조사를 통해, 신규 의료서비스 입지를 선정하였다. 비록 설문조사의 대표성에 대한 문제와 모델링 완성도에 대한 방법론적 한계가 있지만, 서비스 수혜자에 대한 실질적 수요 조사를 통한 데이터 확보를 통해 입지 후보지를 평가하고 할당했다는 점에서 의미가 있다.

Zhang *etal.*(2016)은 홍콩 공공 의료기관 침상에 대한 수요 · 공급관리 모델링 연구를 연구를 진행하였다. 세부 조건으로는 병원의 입지와 서비스 분배를 고려하게 되며, 이를 통해 기존 병원 서비스 구역의 재구획화를 최종 목적으로 하였다.

Yassenovskiy and Hodgson(2007)는 입지 할당 문제 해결에 있어 접근

성만 고려할 수 없다고 주장한다. 예를 들어 일부 제 3세계에서는 고차 의료 서비스 기관을 이용하기 위해 가장 가까운 저차 의료 기관을 이용하지 않고 더 멀리 떨어진 곳까지 이동한다는 사례가 있다고 한다. 본 사례에서 알 수 있는 점은 입지 할당 문제 해결에 있어 거리뿐만 아니라 위계적 개념 도입 필요성이 인정된다는 것이다. 이에 연구자는 시설의 크기, 거리, 인접 시설에 대한 접근성을 고려한 위계적 입지 할당 모델을 개발을 통해 가나의 의료 시스템에 적용하여 분석을 진행하였다.

Zarrinpoor *et al.*(2017)는 Liu and Xu(2011)에서 고려한 임의성 개념과 Yassenovskiy and Hodgson(2007)에서 도입한 위계 개념을 모두 사용하여 입지 할당 모델을 구축하였다. 이때, 의료 서비스 이용에 대한 불확실성과 병원의 환자 수용력을 고려하여 모델의 정확성을 높였다.

양병윤·황철수(2005)는 응급의료자원에 대한 접근성을 기준으로 의료 취약 지역을 찾아내고, 입지 할당 모델을 이용해 각 지역의 의료 수요 인구를 응급 시설에 할당하였다. 특히 입지 할당 모델 작성시 최단 거리 할당을 통해 효율성을 확보하고자 했으며, 각 지역별 응급의료자원 분포를 고려하여 의료 형평성을 추구하고자 하였다.

입지 할당 모델에 대한 선행 연구를 종합해보면 다양한 현실 상황을 모델에 반영하기 위한 시도가 지속되었음을 알 수 있다. 특히 입지 할당 모델은 근접성을 기반으로 모델링 구축이 이루어지는데, 위계, 불확실성, 복잡성, 형평성 등 연구 지역의 특수한 상황을 추가적으로 반영하여 방법론의 완성도를 높이하고자 하였다. 이는 입지 할당 모델에 현실적인 문제를 최대한 반영하고 이를 해결하고자 하는 움직임이며, 공간 모델링을 통한 공간 해석의 정확도를 높이하고자 하는 모습이다.

2. 차량 경로 선정 문제(Vehicle Routing Problem : VRP)

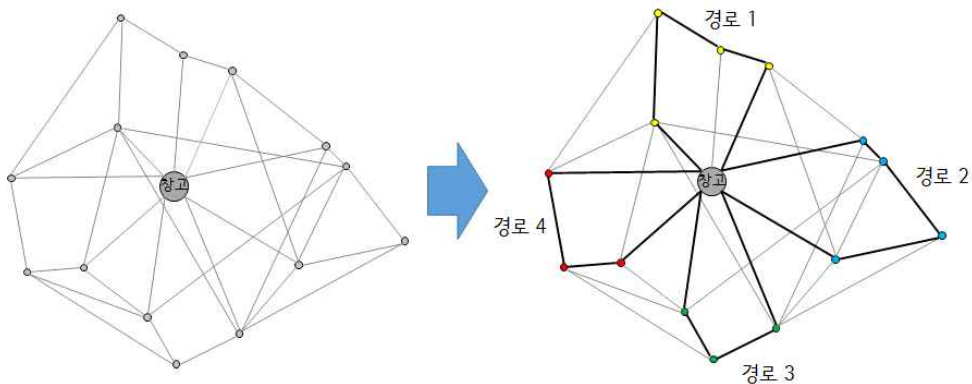
차량 경로 선정 문제란 차량(vehicle)이 창고(depot)를 출발하여 미리 알고 있는 수요지를 순차적으로 방문하고 다시 창고로 돌아오는 문제로

차량 이동 거리 최소화를 통해 이동의 효율성을 추구해야 한다(Laporte, 1992).

병원선의 공간 이동은 차량 경로 선정 문제의 전형적인 사례로, 모항(창고)에서 병원선(차량)이 출항하여 미리 알고 있는 진료 대상 섬을 순차적으로 방문하고 다시 모항으로 돌아오는 공간 이동을 보이고 있다. 따라서 병원선의 공간 의사결정은 차량 경로 선정 문제에 대한 최적해 도출을 통해 최적의 병원선 방문 경로를 도출할 수 있다.

1) 차량 경로 선정 문제 풀이

[그림 2-1]은 차량 경로 선정 문제 풀이에 대한 개념도로, 이미 알고 있는 노드와 링크를 바탕으로 최적의 차량 경로를 도출하여 창고와 수요지를 연결하는 4개의 최적 경로를 작성한 그림이다. 각 수요지는 하나 혹은 다수의 차량에 의해 방문되어진다.



[그림 2-1] 차량 경로 선정 문제 풀이

차량 경로 선정 문제는 대표적인 NP hard문제에 속한다. 이는 차량 경로 선정 문제를 해결하기 위해 계산해야 할 경우의 수가 매우 많기 때문이며, 특정 라우팅이 최적이다 아니다를 말하기 쉽지 않기 때문이다. 실제로, 현실 세계에 대한 차량 경로 선정 문제 해결을 위해서는 수백에서 수

천의 수요 지점을 고려해야 하며, 다수의 복잡한 제약식에 대한 조건을 연산해야 한다. 이렇게 문제의 크기가 증가하면 최적해를 도출하기 위한 계산 시간이 오래 소요되어 전역적 최적해를 계산하기 쉽지 않으며, 문제에 따라 휴리스틱 기법 또는 메타휴리스틱 기법을 활용한 근사치를 구해야 하는 경우가 많다(Groër *et al.*, 2010; 이건학 외, 2010).

앞서 언급했던 것처럼 현실 기반의 차량 경로 선정 문제 해결은 많은 경우의 수로 인해 그 연산이 어려울 수 있으나, 병원선 최적 경로 도출 문제의 경우 예외적으로 노드의 수가 많지 않고 제약 조건이 많지 않아 전역적 최적해를 도출하는 과정이 원활할 것으로 보인다.

2) 차량 경로 선정 문제 유형

차량 경로 선정 문제는 Dantzig and Ramser(1959)에 의해 처음으로 소개되었으며, 문제의 정의가 다양해지고 상황에 맞는 제약 조건들이 모델에 추가됨에 따라 여러 가지 유형으로 발전하였다(Laporte, 1992; Laporte, 2009). 본 연구에서는 여러 유형의 차량 경로 선정 문제를 탐색하고 본 연구에 적용할 수 있는 차량 경로 선정 문제를 알아보고자 한다. <표 2-1>는 차량 경로 선정 문제에 대한 하위 유형 유형을 나타내고 있으며 이에 대한 자세한 내용은 아래와 같다.

<표 2-1> 차량 경로 선정 문제 유형

| 차량 경로 선정 문제 유형 | 제약 조건 |
|--|----------------|
| CVRP(Capacitated VRP) | 차량 용량 제한 문제 |
| DVRP(Distance VRP) | 거리·시간 제한 문제 |
| VRPTW(VRP with Time Window) | 특정 방문 시간 제한 문제 |
| MDVRP(Multiple Depot VRP) | 다중 창고 문제 |
| VRPPD(VRP with Pick-up and Delivering) | 수령·반품 가능 문제 |
| SDVRP(Split Delivery VRP) | 분산 방문 가능 문제 |
| SVRP(Stochastic VRP) | 랜덤 변수 차량 유형 문제 |

먼저 수용 제한 차량 경로 선정 문제(Capacitated VRP : CVRP)는 모든 차량의 수송 능력이 동일하며 탑재할 수 있는 화물량이 정해진 차량 경로 선정 문제이다(Wang and Lu, 2010; Dechampai *et al.*, 2015). 따라서 각 차량은 탑재할 수 있는 화물의 양이 한정되어 있기 때문에 화물의 양에 비례하여 차량 대수가 확보되어야 한다.

거리 제한 차량 경로 선정 문제(Distance or time constrained VRP : DVRP)는 차량의 총 이동 거리에 제한을 두는 차량 경로 선정 문제이다(Laportea *et al.*, 1984; Almoustafa *et al.*, 2012). 거리 제한 차량 경로 선정 문제에서 거리(distance)는 시간(time)으로 대체되기도 한다.

타임 윈도우 차량 경로 선정 문제(VRP with Time Window : VRPTW)는 특정 방문지에 정해진 특정 시간에 방문해야 하는 문제이다(Solomon, 1987). 따라서 타임 윈도우 차량 경로 선정 문제는 차량 이동 시간 최소화를 전제로, 각 방문지마다 정해진 방문 시간에 따른 방문 우선 순위를 고려해야 하고 정해진 방문 시간보다 일찍 도착했을 때를 대비한 대기 시간 또한 고려해야 한다.

다중 창고 차량 경로 선정 문제(Multiple Depot VRP : MDVRP)란 물건의 공급자가 여러개의 창고를 운영하고 있을 때 적용할 수 있는 차량 경로 선정 문제이다(Salhi and Nagy, 1999). 본 차량 경로 선정 문제는 창고를 기준으로 각 수요지를 할당한 후, 정해진 서비스 권역을 기반 내에서 차량 경로 선정 문제해결을 통해 최종적인 차량 이동 경로를 확정한다.

배송 · 반송 차량 경로 선정 문제(VRP with Pick-up and Delivering : VRPPD)는 기존 차량 경로 선정 문제에서 차량의 기능이 배송 또는 반송에 한정된 점을 개선하고자, 배송과 반송 기능이 모두 가능하게 한 차량 경로 선정 모델이다(Min, 1989). 따라서 본 모델은 현실적인 택배 상하차 조건을 모델에 반영하여 현실성을 높이고자 하였다.

다중 차량 유형 경로 선정 문제(Split Delivery VRP : SDVRP)는 모든 수요지가 차량에 의해 한번 방문된다는 조건이 없는 VRP모델로, 특정 수요지의 수요량이 여러 차량에 의해 분산될 수 있는 조건을 가진다(Dror

etal., 1994). 따라서 각 수요지는 1회 이상 차량에 의해 방문되며 방문 횟수는 수요지의 수요량에 따라 결정이 된다.

확률적 차량 경로 선정 문제(Stochastic VRP : SVRP)는 수요지의 숫자나 수요량, 운송 시간 등 각 변수가 시시각각 변한다는 전제 하에 모델링 변수를 랜덤으로 설정하여 동적으로 변하는 차량 경로 선정 문제를 해결하고자 하는 모델이다.

지금까지 기본적인 차량 경로 선정 문제를 시작으로 이로부터 파생된 여러 유형의 차량 경로 선정 문제를 살펴보았다. 본 연구에서는 여러 유형의 차량 경로 선정 문제를 사용할 수 있을 것으로 보이며 각각의 차량 경로 선정 문제 유형을 개별적으로 탐색하여 본 연구에 대한 적용 가능성을 평가하고자 한다.

먼저 수용 제한 차량 경로 선정 문제(Capacitated VRP : CVRP)의 경우 병원선에 승선한 인력과 탑재된 의료 기기 및 물품의 경우 부피의 제약이 크지 않고 예산의 제약을 받지 않아 무제한 공급될 수 있기 때문에 차량 용량에 대한 제한은 필요 없을 것으로 보인다.

거리 제한 차량 경로 선정 문제(Distance or time constrained VRP : DVRP)의 경우 병원선의 업무시간이 존재하기 때문에 본 연구 모델에 적용해야 한다. 단, 진료 시간과 이동 거리의 단위를 맞추기 위해 시간을 단위로 설정하고자 한다.

타임 윈도우 차량 경로 선정 문제(VRP with Time Window : VRPTW)의 경우 진료 대상점에 특정 시간에 방문하는 경우가 없어 모델링에 직접적으로 반영하지는 않지만, 병원선 업무 시간을 큰 틀에서의 타임 윈도우로 볼 수 있기 때문에 부분적으로 반영하고자 한다.

본 연구는 두 개의 모항을 가진 전라남도를 대상으로 공간 모델링을 진행하기 때문에 다중 창고 차량 경로 선정 문제(Multiple Depot VRP : MDVRP)의 유형으로 볼 수 있다. 하지만 차량 경로 선정 문제를 해결하기 전에 병원선 서비스 구역 설정을 진행하기 때문에 실질적으로는 단일 창고 문제라고 볼 수 있다.

배송 · 반송 차량 경로 선정 문제(VRP with Pick-up and Delivering : VRPPD)의 경우 병원선이 의료 서비스의 공급 기능만 하기 때문에 반영하지 않으며 는다. 다중 차량 유형 경로 선정 문제(Split Delivery VRP : SDVRP)의 경우 병원선은 1회 진료시 필요한 모든 수요량을 공급할 수 있기 때문에 본 연구에서는 고려하지 않는다. 마지막으로 확률적 차량 경로 선정 문제(Stochastic VRP : SVRP)의 경우 병원선 진료 환경이 대체로 안정적이고 대체할 수 있는 예비 일수가 많기 때문에 반영하지 않는다.

이를 종합하면 거리 제한 차량 경로 선정 문제(Distance or time constrained VRP : DVRP) 반영을 통해 병원선의 업무 시간을 설정하여 병원선이 업무시간 내에서만 활동 할 수 있도록 모델링을 구축해야 한다. 또한 부분적으로 타임 윈도우 차량 경로 선정 문제(VRP with Time Window : VRPTW)를 모델링에 반영하여 병원선 업무 시간을 준수할 수 있도록 설정한다.

제 3 장 병원선의 중요성과 운영에 대한 비판적 검토

이번 장에서는 병원선의 중요성을 살펴보고 운영 현황을 비판적으로 검토하고자 한다. 병원선을 비판적으로 검토하는 것은 도서 지역 의료 시스템에서 병원선이 큰 역할을 담당하기 때문에 현재 운영 상황에 안주하지 않고 문제점을 찾아 이를 개선하기 위함이다. 이를 위해서 1절에서는 도서 지역 의료 시스템에서 병원선이 차지하는 위치를 알아보고 중요성을 파악한다. 2절에서는 연구 지역인 전라남도의 병원선 운영에 대한 전반적인 현황을 알아본다. 3절에서는 1절과 2절에서 발견한 사실을 바탕으로 전라남도 병원선 운영에 있어 문제점을 도출하고 이를 개선하기 위한 방안을 논의한다.

제 1 절 도서 지역 의료 서비스 유형 및 병원선의 중요성

앞서 선행 연구에서 살펴보았듯이 도서 지역은 민간 의료 시스템이 적극 입지하기 어려운 요건을 갖추고 있어 공공 의료 서비스를 통한 의료 서비스 공급이 중요하다. 이에 본 절에서는 도서 지역 의료 시스템에서 핵심적인 역할을 하고 있는 공공 의료 서비스가 어떠한 시스템 구성을 통해 이루어지고 있는지 확인한다. 다음으로 여러 의료 서비스 주체 중 병원선이 갖는 의미와 기능을 탐색하여 그 중요성을 강조한다.

1. 도서 지역 의료 서비스 제공 주체

도서 지역의 공공 의료 서비스에 대해 살펴본 결과, 크게 보건 의료 기관, 응급 의료 헬기, 원격 의료, 병원선을 중심으로 의료 서비스가 이루어지고 있었다. 각각에 대한 내용과 이에 대한 내용은 다음과 같다.

1) 보건 의료 기관

공공 보건 의료 기관은 그 위계에 따라 보건소, 보건지소, 보건진료소로 구분된다(임정수·김창엽, 2002). 보건소는 시·군·구 단위에 위치하게 되며, 보건지소의 경우 읍·면·동 단위에 위치하게 된다. 한편 보건진료소의 경우 특수한 형태를 보이고 있는데, 이는 의사가 배치되어 있지 아니하고 계속하여 의사를 배치하기 어려울 것으로 예상되는 의료 취약지역에서 보건진료 전담공무원으로 하여금 의료행위를 하게 하기 위하여 시장·군수가 설치·운영하는 시설이다.

도서 지역은 대부분 읍·면·동 단위이기 때문에 보건소급의 보건 의료 기관이 설치한 지역은 드물다. 이에 도서 지역에는 보통 보건지소 또는 보건진료소급의 보건 의료 기관이 위치한다. 또한 보건 의료 기관이 없는 도서 역시 상당히 존재하여 보건 의료 기관이 모든 도서 지역의 의료 서비스를 책임지고 있지 못하다.

2) 응급 의료 헬기

도서 지역의 경우 지리적 고립성과 의료 시설의 부족으로 인해 응급 환자 발생시 즉각적인 의료 조치를 시행하기 어렵다. 이를 해결하기 위해 2011년부터 인천광역시와 전라남도를 중심으로 도서 지역 응급환자를 위한 응급 의료 헬기 서비스를 실시하고 있다(임정수 외, 2012). 응급 의료 헬기는 응급 환자 발생시 즉각적인 출동을 통해 환자를 빠른 시간에 병원으로 이송할 수 있다(최연철, 2011). 또한 헬기에 응급의학과 전문의가 탑승하여 헬기에 탑재된 응급 의료 장비를 통해 신속한 초동 조치가 가능하다.

3) 원격 의료

원격 의료란 정보통신기술을 이용하여 의학 정보나 의료 서비스를 원격으로 제공하는 것을 의미한다(Martinez *et al.*, 2008; Hesse, 2005). 국내에서는 개정된 의료법 34조(원격 의료)를 근거로 원격 의료가 가능하게 되었으며, 이를 근거로 섬·벽지 등 의료 사각지대를 대상으로 한 원격 의료가 가능해졌다(김현주·허정식, 2015). 실제로 보건복지부는 원격 의료와 관련 각종 정책 및 보도 자료를 꾸준히 발표하며, 원격 의료의 저변을 넓히기 위한 노력을 진행하고 있다. 이에 대한 예시로 신안군, 진도군, 보령시 등의 도서 지역 11개소 주민 253명을 대상으로 원격 의료 시범 사업이 진행되고 있다(보건복지부, 2016).

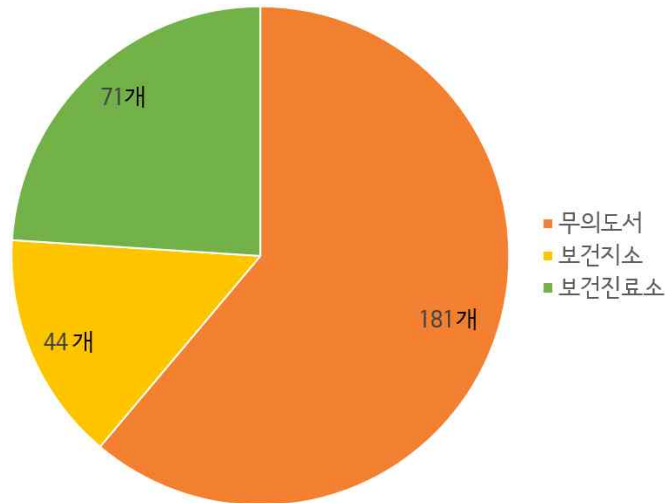
4) 병원선

앞서 언급했듯이 도서 지역에는 기본적인 공공 의료 서비스 제공을 위해 보건지소 또는 보건진료소가 설치되어 주민의 건강을 돌보고 있지만 그 범위가 제한적이다. 이러한 의료 공백을 최소화하기 위해 각 지방자치단체는 무의도서를 위한 병원선 방문 순회 진료를 통해 예방, 진단, 치료 위주의 공공 보건 의료 서비스를 제공하고 있다. 병원선 의료 서비스를 통해 정부 및 지방자치단체는 무의도서에 대한 의료 공백을 최소화하며 이를 통해 주민들을 위한 최소한의 건강권을 보장하고 있다.

2. 병원선의 중요성

지금까지 살펴본 도서 지역 의료 서비스 주체에 대한 정리 및 평가는 다음과 같다. 먼저 공공 의료 기관의 서비스가 모든 지역에 서비스를 제공하지 못하고 있다. 보건소의 경우 서비스 제공 범위가 내륙에 한정되어 있으며, 보건지소와 보건진료소는 경우 그 숫자가 많지 않고 제공하는 서비스

의 수준 또한 부족하다. 실제로 전라남도 유인 도서 공공 의료 기관 현황을 살펴보면[그림 3-1], 총 296개의 유인 도서 중 115개의 섬에만 보건지소 또는 보건진료소가 설치되어 있다. 육지의 경우 다양한 이동 수단을 활용해 인접 공공 의료 기관에 방문할 수 있지만, 도서 지역은 이동의 제약성이 커 타 지역의 보건 의료 기관을 이용하기는 쉽지 않다.



[그림 3-1] 전라남도 유인 도서 공공 의료 기관 현황

* 전라남도(2015) 재구성

응급 의료 헬기의 경우 도서 지역 응급 환자의 지리적 고립성을 해결한다는 점에서 운영 취지 및 설치 목적의 필요성은 충분하다. 하지만 ‘응급’이라는 단어에서 알 수 있듯이 의료 서비스 제공 주체로서 그 기능이 제한적이다(최연철, 2011). 따라서 응급 의료 헬기는 응급 상황을 위한 수단일 뿐, 주민의 정기 의료검진이나 진단, 보건 교육에는 활용될 수 없기에 특정 상황일 때만 유의미하다.

원격 의료 역시 도서 지역의 지리적 고립성을 해결하며, 양질의 의료 서비스를 공간적 제한 없이 제공받을 수 있다는 점에서 유의미하다. 하지만 영상 장비를 통해 의사와 환자의 만남이 이루어지기 때문에 근본적인 진료에는 한계가 존재한다. 또한 원격 의료를 위해서는 관련된 인프라가 설치되어 있어야 하는데, 이를 단기간에 확대하는 것은 현실적인 어려움이

존재한다. 더 나아가 원격 의료 관련 법률적인 문제 해결, 관련 기술 발전, 환자의 원격 의료 활용 방안 숙지 등 앞으로 개선할 점이 많이 남아 있다(윤영한, 2011). 이에 원격 의료는 장기적 관점에서 도서 지역의 의료 서비스 제공 주체로 활용될 수 있으나 이를 위한 시간이 많이 필요한 상황이다.

즉, 보건 의료 기관, 응급 의료 헬기, 원격 의료는 각각의 장점을 갖고 있지만 동시에 치명적인 약점을 갖고 있다. 따라서 이를 보완할 수 있는 의료 서비스 제공 수단이 필요하며 병원선 의료 서비스를 통해 맞춤형 도서 지역 의료 서비스를 수행할 수 있다.

첫째, 병원선은 대표적인 의료 취약 지역인 무의 도서 지역을 대상으로 제공되는 유일한 의료 수단으로 해당 지역의 의료 서비스를 책임지고 있다(신정동, 2011). 따라서 해당 지역에서 병원선이 차지하는 비중은 절대적이며, 이는 병원선이 무의 도서의 의료 여건을 개선할 수 있는 위한 핵심 수단으로 작용할 수 있음을 의미한다.

둘째, 병원선은 찾아가는 의료 서비스로 병원이 환자를 찾아가는 의료 시스템이다. 따라서 도서 지역의 지리적 고립성을 완화할 수 있으며, 고령의 노인 환자가 병원을 방문할 때 느끼는 이동에 대한 부담감을 지울 수 있다.

셋째, 병원선은 보건 의료 기관처럼 특정 지역에 상주하는 것은 아니지만, 주기적인 방문을 통해 정기적인 의료 서비스를 제공할 수 있는 수단이기도 하다. 특히 도서 지역의 인구 구조 특성상 많은 수의 노년층 주민에 대한 지속적이고 정기적인 의료 서비스 제공이 중요한데, 이를 지속적으로 수행할 수 있다.

넷째, 병원선은 공공 의료 서비스로 환자는 무료로 진찰 및 검진을 받을 수 있다. 이에 도서 지역의 열악한 경제력으로 인해 의료 서비스를 이용받지 못하는 상황을 개선할 수 있다.

이처럼 병원선은 무의 도서 의료 서비스 공급을 위한 핵심 수단이며 도서 지역의 열악한 의료 환경 개선을 위한 핵심 수단이다. 특히, 의료 취약

지역의 세 가지 구성 요소를 상당부분 해소할 수 있다는 점에서 병원선을 통한 의료 서비스 공급에 지속적인 투자와 환경 개선을 위한 노력이 필요한 상황이다.

제 2 절 병원선 운영 현황

1절에서는 도서 지역 의료 서비스 수행에 있어 병원선의 역할과 중요성을 살펴보았다. 2절에서는 연구 지역인 전라남도 병원선이 어떻게 운영되고 있는지 자세히 살펴보려고 한다.

1. 병원선 일반 현황

1) 병원선의 기능

병원선은 각 섬을 돌며, 도서 주민들에게 의료 서비스를 제공하는것을 주요 기능으로 한다. 이 외에도 상비의약품 지원, 폐의약품 수거, 문화 공연 등의 부수적인 기능도 수행하고 있다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

먼저, 병원선의 핵심적인 기능은 진료 환자의 건강 상태를 돌보는 것이다. 이를 위해 병원선에는 의료 서비스를 제공할 수 있는 의과, 한방과, 치과 총 3개의 분야별 공중보건의를 탑승을 하여 의료 활동을 펼치고 있다. 또한 병원선에서 제공하는 의료 서비스는 정기 점검 및 예방활동에 초점을 두기 때문에, 이를 위한 X-선 촬영, 방사선 검사, 임상병리 검사, 초음파 심전도 검사 장비 등을 갖춰 진료에 활용하고 있다.

두 번째로 의약품을 즉각적으로 공급받을 수 없는 150개의 무의 도서를 대상으로 상비 의약품을 지원하고 있다. 의약 지원 품목은 10종으로 일반 의약품(감기약, 소화제, 진통·해열제), 파스류(한방파스, 맨소래담), 연고류(후시딘, 카네스텐크림), 외상치료제(물파스, 대일밴드, 포비돈요오드액)으

로 구성되어 있다.

세 번째로, 깨끗한 섬 만들기 프로젝트를 통해 폐의약품을 수거하여 의약품으로 인한 환경 오염을 막는 프로젝트를 진행하고 있다. 병원선은 매 분기 폐의약품을 수거하여 관내 보건소나 약국을 통해 이를 일괄 처리하고 있다. 또한 깨끗한 섬 만들기 프로젝트와 함께 약품 오남용 교육을 실시하여 도서 지역 주민들의 안전한 의약품 사용을 유도하고 있다.

마지막으로 정신건강 증진을 위한 프로그램을 진행하고 있다. 이는 크게 문화 공연과 치매 예방 및 조기 검진 서비스로 구성된다. 먼저 전라남도농촌문화움직이는 예술정거장이라는 사업명 아래, 예술인들이 문화예술교육 프로그램을 운영하여 이를 통한 문화 향유 격차를 해소하고자 한다. 움직이는 예술정거장은 병원선이 진료 대상 섬에 정박하여 의료 서비스를 제공할 때 동시에 이루어진다. 다음으로 치매 예방 및 조기 검진 서비스의 경우 광역정신보건센터와 광역 치매 센터와 연계한 서비스로 진료 대상 섬에 거주하는 65세 이상의 노인을 대상으로 치매 예방 교육 및 정신건강 개선 교육을 실시하고 있다.

이렇게 병원선은 기본적인 의료 서비스 제공 뿐만 아니라 기초 상비 의약품 제공, 환경 정화 사업, 정신건강 증진 프로그램 운영 등, 다양한 역할을 동시 다발적으로 수행하고 있다.

2) 병원선 인력 구성

병원선의 인력 구성은 선장을 중심으로 의료 업무를 담당하는 의료 인력과 항해 업무를 담당하는 선박직 인력으로 나뉜다<표 3-1>. 먼저 병원선에는 공중 보건의가 탑승 하여 환자를 돌보고 있다. 병원선 공중 보건의는 전문의를 마치거나 의과대학, 한의과대학을 졸업한 뒤 병역의무를 대신해 3년 동안 농어촌 의료취약지역에서 활동 중인 공중 보건의 중에서 지원을 받아 선발을 통해 1년 동안 활동한다. 공중 보건의를 지원하는 인력으로 간호사와 의료기사가 탑승하여 진료 업무를 수행한다.

선박직 인력의 경우 전라남도에서 채용한 선박 업무 관련 공무원으로, 주기적 전근을 통해 관공선 배치가 이루어진다. 선박직 인력은 항해·기관·기계·전기·통신 등 각자의 전문 영역을 갖추고 있으며, 선장을 중심으로 병원선 항해 업무를 수행한다.

<표 3-1> 전라남도 병원선 인력 구성

| 구분 | 의료 인력 | | | 선박직 인력 | | 합계 |
|---------|--------|-----|------|--------|-----|----|
| | 공중 보건직 | 간호사 | 의료기사 | 선박직 | 취사원 | |
| 전남 511호 | 3 | 3 | 2 | 6 | 1 | 15 |
| 전남 512호 | 3 | 3 | 2 | 6 | 1 | 15 |
| 합계 | 6 | 6 | 4 | 12 | 4 | 30 |

* 전라남도(2015) 재구성

3) 병원선 운항 일수 및 진료 일수

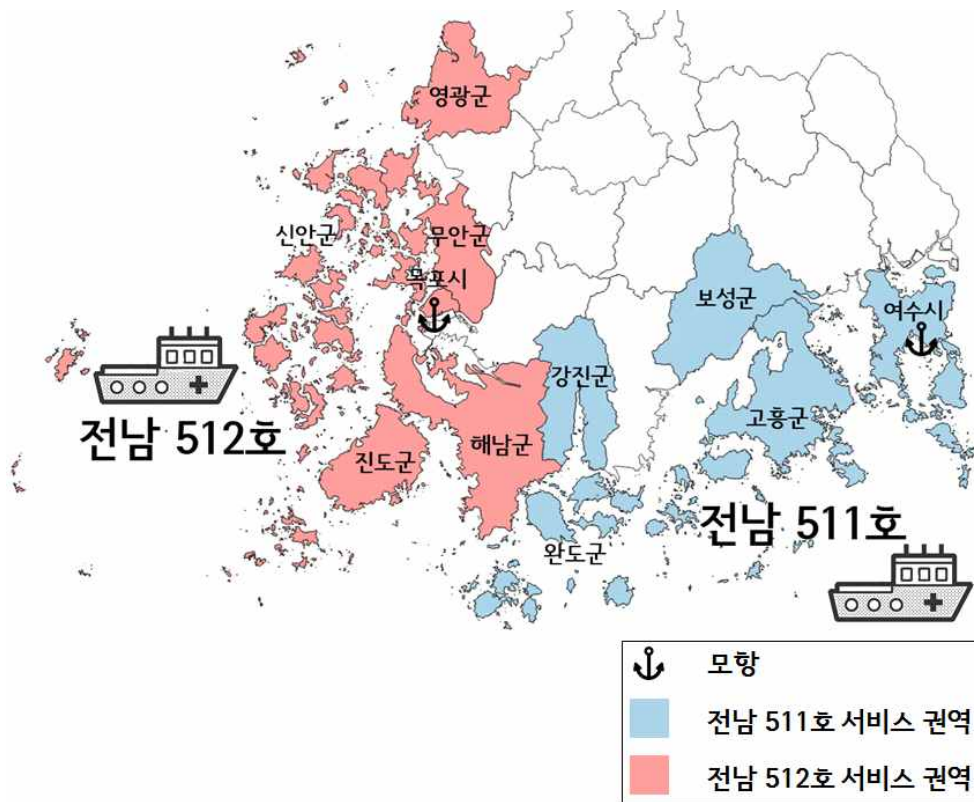
전라남도는 전라남도 병원선운용 조례 시행규칙 9조에 의거하여 일정 일수 이상의 병원선 진료 일수 충족을 명시하고 있다. 병원선의 진료 일수는 크게 운항 일수와 진료 일수로 나눈다. 운항 일수란, 진료 일수를 포함하여 청소나 정비와 같은 배와 관련된 작업을 하는 날을 의미하며, 진료 일수란, 병원선의 가장 큰 임무인 진료를 위해 병원선을 운영하는 날을 의미한다. 각 병원선은 월 18일, 연 216일의 운항 일수를 충족해야 하며, 진료 일수로는 월 15일, 연180일을 충족해야 한다. 또한, 부득이한 사정으로 인해 월 18일 이상의 운항이 어려운 경우에는 연간 진료 계획에 이를 반영하여 운항 일수와 진료 일수를 보장하도록 하고 있다.

각 섬별 진료 일수의 경우, 의료 수준에 따른 차등을 주어 섬의 방문 횟수를 달리하고 있다. 보건의료기관이 전무한 무의도서의 경우 연 4회를 방문하고 있으며, 보건진료소만 설치되어 있는 취약도서는 연 1회 방문하고 있다.

2. 병원선 모항과 병원선 서비스 제공 권역

전라남도는 현재 전남 511호와 전남 512호 두 척의 병원선을 운영하고 있다. 각 병원선은 모항을 중심으로 병원선 의료 서비스를 공급하고 있는데, 전남 511호는 여수시 신월동항(이하 여수항), 전남 512호는 목포항 관공서부두(이하 목포항)를 모항으로 사용하고 있다. 모항은 병원선 임무가 시작되는 시작점이자 임무를 마친 병원선이 돌아오는 종착점으로 병원선을 유지, 관리, 운영하는데 중심이 되는 곳이다. 구체적으로 병원선 임무수행을 위해 필요한 인력의 출·퇴근, 의약품 조달, 유류 보충, 기본적인 선박 정비가 이루어지고 있다.

각 병원선은 전라남도 병원선운용 조례 시행규칙 5조를 근거로 모항을 중심으로 하는 진료권역을 갖고 있으며 각 진료권역은 병원선 진료 대상 시·군의 집합으로 구성되어 있다. 전남 511호는 여수항을 중심으로 여수시, 고흥군, 보성군, 강진군, 완도군 총 5개 시·군을 담당하고 있으며, 전남 512호는 목포항을 중심으로 목포시, 무안군, 영광군, 진도군, 신안군, 해남군 총 6개 시·군을 담당하고 있다[그림 3-2].



[그림 3-2] 전라남도 병원선 서비스 권역

구획된 행정구역을 바탕으로 각 병원선별 진료 대상 도서 및 주민수는 다음과 같다<표 3-2>. 전라남도 병원선은 11개 시·군에 분포하는 168개의 도서를 대상으로 의료 서비스를 제공하고 있으며, 진료 대상 인원은 10,468명이다. 진료 대상 도서와 주민 수 측면에서 전남 512호가 다소 많은 업무 부담을 지고 있는 것을 확인할 수 있다.

<표 3-2> 전라남도 시 · 군별 진료 대상

| 비고 | | 도서(개) | 가구(가구) | 인구(명) |
|------------|-----|-------|--------|--------|
| 전남 511호 | 여수시 | 31 | 1,362 | 2,687 |
| | 고흥군 | 15 | 506 | 972 |
| | 보성군 | 3 | 209 | 421 |
| | 강진군 | 1 | 20 | 53 |
| | 완도군 | 3 | 442 | 844 |
| | 소계 | 80 | 2,539 | 4,987 |
| 전남 512호 | 목포시 | 5 | 306 | 642 |
| | 부안군 | 1 | 28 | 48 |
| | 영광군 | 4 | 21 | 27 |
| | 진도군 | 32 | 650 | 1,100 |
| | 신안군 | 42 | 1,776 | 3,412 |
| | 해남군 | 4 | 93 | 252 |
| | 소계 | 88 | 2,874 | 5,481 |
| 합계 | | 168 | 5,413 | 10,468 |

* 전라남도(2015) 재구성

3. 병원선의 공간 이동

(1) 거시적 공간스케일에서의 병원선 운영

병원선은 각 모항을 중심으로 진료 대상 섬을 방문하여 의료 서비스를 제공한 후 다시 모항으로 돌아오는 스케줄을 통해 임무를 수행한다. 이때, 병원선 운영 시간에 맞춰 하루에 적게는 한 개 많게는 여섯 개 정도의 섬을 방문하게 된다. 이러한 병원선의 진료 스케줄은 선장에 의해 2주 단위로 작성되며 이를 공고한다. 공고된 운항 스케줄을 통해 선원들은 당일의 스케줄을 알 수 있으며, 진료 대상 섬의 주민들은 병원선 의료 서비스 이용 가능 시간을 가늠하게 된다. 해당 내용은 전라남도 보건복지국 홈페이지를 통해 확인할 수 있으며 이에 대한 예시로는 [그림 3-3]과 같다.

2016년11월(1차,2차) 511호 병원선 순회진료 주간계획

| 구분 | 일자 | 요일 | 시 간 | 출항지 | 시,군/면 | 경유지 (진료도서) | 입항지 | 출 항 목 적 | 도서현황 | | 비 고 |
|-------|----|----|-------------|------|------------|---------------|-----------|-----------|------|----------|-------------|
| | | | | | | | | | 세대수 | 세대원 | |
| 11월1차 | 2 | 수 | 09:00-18:00 | 신월동항 | 여수시 남면 | 수향도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 2 | 3 | |
| | 3 | 목 | 09:00-18:00 | 신월동항 | 비견도 | 북동항 | 무의도서 순회진료 | 36 | 68 | | |
| | | | | | 허우도 | | | 4 | 8 | | |
| | 4 | 금 | 09:00-18:00 | 북동항 | 죽도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 34 | 75 | | |
| 11월2차 | 7 | 월 | 09:00-18:00 | 신월동항 | 신도 | 부도 | 나로도항 | 무의도서 순회진료 | 5 | 7 | |
| | | | | | 다량도 | | | 7 | 10 | | |
| | | | | | 고흥군 죽도면 | 수향도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 16 | 27 | |
| | 8 | 화 | 09:00-18:00 | 나로도항 | 죽도면 | 천도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 5 | 8 | |
| | | | | | 포두면 | | | 5 | 5 | | |
| | 9 | 수 | 09:00-18:00 | 신월동항 | 여수시 시전동 | 장도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 75 | 187 | 예술절거장 시행 |
| | | | | | 화정면 | 운별도 | | 28 | 44 | 예술절거장 시행 | |
| | 10 | 목 | 09:00-18:00 | 신월동항 | 여수시 물산읍 | 송도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 75 | 187 | "예술절거장"만 시행 |
| | | | | | 화정면 | 자봉도 | | 28 | 44 | | |
| | 11 | 금 | 09:00-18:00 | 신월동항 | 여수시 남면 | 소형간도 | 신월동항 | 무의도서 순회진료 | 5 | 11 | |
| | | | | | 여수시 남면 | 소두라도 | | 7 | 14 | | |
| | 14 | 월 | | | 운항준비 및 점검 | | | | | | |

* 기상악화 등 사정에 따라 진료일정이 변경될수 있음.

[그림 3-3] 전남 511호 병원선 순회 진료 주간계획

* 전라남도(2015)

[그림 3-3]의 전남 511호 병원선 스케줄을 보면, 11월 2일 수요일에 모항인 신월동항(여수항)을 출항하여 여수시 남면 수향도에 도착하여 3명의 주민들에게 병원선 의료 서비스를 제공한 후 다시 신월동항에 입항하는 스케줄을 볼 수 있다. 한편 11월 3일 목요일의 경우, 출항지는 마찬가지로 신월동항에서 출항하였지만, 비견도와 허우도를 지나 모항인 신월동항이 아닌 북동항에 입항한 것을 확인할 수 있다. 이는 하루 업무 시간(오전 9시 ~ 오후 18시)내에 모든 임무를 수행하고 신월동항에 다시 입항 할 수 없어 중간 거점 항구인 북동항에 입항한 모습이다. 다음날 4일은 북동항에서 출항하여 고흥군 도화면 죽도를 방문한 후 다시 모항인 신월동항에 입항하는 스케줄을 확인할 수 있다. 이처럼 병원선은 모항을 출항하여 다시 모항으로 회귀하는 스케줄이 원칙이기는 하나, 위에서 언급한바와 같이 하루에 모든 임무 수행이 불가능할 경우 중간 거점 항구에 입항하는 모습

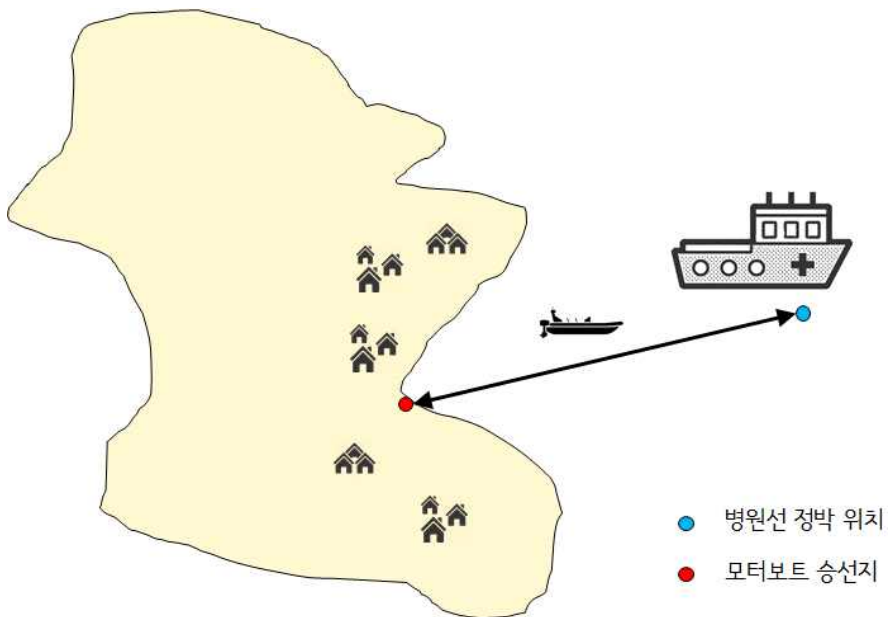
도 확인할 수 있다.

이와 같은 병원선의 공간 이동은 앞서 선행 연구에서 살펴보았던 여러 유형의 차량 경로 선정 문제를 보여주고 있다. 에서 DVRP(Distance or time constrained VRP), VRPTW(VRP with Time Window), 일반 VRP의 변형된 모습이 혼합된 특성을 보이고 있다. 먼저 병원선은 9시부터 18시까지의 운영 시간이 존재하여 거리 요소가 시간 요소로 대체된 변형된 거리 제한 차량 경로 선정 문제(Distance or time constrained VRP : DVRP)의 속성을 보이고 있다. 또한 타임 윈도우 차량 경로 선정 문제(VRP with Time Window : VRPTW)의 모습도 보이고 있는데, 이는 방문 시간이 9시에서 18시로 한정되어 있기 때문이다.

(2) 미시적 공간스케일에서의 병원선 운영

앞서 언급했듯이 모항을 출항한 병원선은 진료 대상 섬에 방문하여 환자를 진료하게 된다. 하지만 병원선 진료는 진료 대상 섬의 항구에 접안하지 않고 진료 대상 섬의 앞바다에 정박한 후 해상에서 병원선 진료를 실시하게 된다. 이는 진료 대상 섬에 접안시설이 부재하기 때문이다. 전라남도 병원선 담당 주무관과의 전화 인터뷰에 따르면 511호가 방문하는 80개 섬 중 5개의 섬만이 접안 시설을 보유하고 있으며, 512호가 방문하는 88개의 섬에는 정박 시설이 아이에 없다고 한다.

이에 대부분의 경우 [그림 3-4]와 같이 마을이 밀집되어 있는 섬의 앞바다에 닻을 내려 정박한 후, 모터보트[그림 3-5]를 이용해 섬과 병원선을 연결하여 의료 서비스를 수행하고 있다. 병원선 선원과의 인터뷰에 따르면 병원선은 주민들의 편의를 위해 진료 대상 섬에 최대한 접근하는 것을 원칙으로 하며, 통상적으로 모터보트를 이용한 병원선과 섬간의 이동 시간은 10분 이내라고 한다.



[그림 3-4] 미시적 공간 스케일에서의 병원선 운영



[그림 3-5] 병원선에 탑재된 모터보트

* 2016. 10. 16. 김지우 직접 촬영

제 3 절 병원선 운영 문제점

앞서 2절에서 살펴본 바와 같이 병원선은 공공 의료 서비스의 원활한 공급을 위해 체계적으로 운영되고 있는 모습을 볼 수 있었다. 하지만 공간 최적화 관점에서 병원선의 공간 이동을 살펴보았을 때는 다음과 같은 문제점이 노출되었으며, 이에 대한 내용은 다음과 같다.

1. 임의적 병원선 서비스 권역 구획

앞서 언급했듯이, 전남 511호는 여수항을 중심으로 여수시, 고흥군, 보성군, 강진군, 완도군 총 5개 시·군을 담당하고 있고, 전남 512호는 목포항을 중심으로 목포시, 무안군, 영광군, 진도군, 신안군, 해남군 총 6개 시·군을 담당하고 있다. 여기서 알 수 있는 부분은 각 병원선의 구획을 설정할 때, 업무량의 균형이나 병원선의 이동거리를 고려하는 공간 의사결정의 문제를 거치지 않고 모항 중심의 행정 편의적 구역설정이 이루어짐을 알 수 있다. 이는 병원선 선원과의 인터뷰를 통해서도 확인할 수 있었다. 이와 같은 구획화의 문제점은 각 섬과 모항과의 거리를 고려하지 않고 구획화가 진행될 수 있으며, 병원선 간의 업무 분배의 불균형으로 특정 지역에 의료 서비스가 편중되거나 특정 병원선 선원들의 업무 피로도가 증가할 수 있다는 점이다.

각 병원선별 담당 섬 및 인구 구성은 다음과 같다[그림 3-6]. 전남 511호의 경우 64개의 무의도서와 16개의 취약도서를 담당하고 있으며, 전남 512호의 경우 73개의 무의도서와 15개의 취약도서를 담당하고 있다. 담당 주민 수의 경우 전남 511호는 총 4,987명의 주민을, 전남 512호의 경우 총 5,481명의 주민을 담당하고 있다. 전체적으로 전남 512호의 업무 비중이 높음을 알 수 있다.



[그림 3-6] 전라남도 병원선별 담당 도서 및 주민 수

* 전라남도(2016) 재구성

특히 연 4회 방문하는 무의도서의 특성을 고려했을 때 실질 연 방문 인원은 더욱 편차가 커지게 된다<표 3-3>. 이를 통해 확인할 수 있듯이 공간 의사결정이 결여된 구획화로 인해 전남 512호는 더 많은 업무 가중을 받고 있다.

<표 3-3> 전남 511호와 전남 512호의 업무량 비교

| | 연간 점 방문 횟수 | 연간 진료 대상 주민 수 |
|---------|------------------------|---------------------------------|
| 전남 511호 | 64개*4회 + 16개 = 272회 | 1,937명*4회 + 3,050명 = 10,798명 |
| 전남 512호 | 73개*4회 + 15개 = 307회 | 2,535명*4회 + 2,946명 = 13,086명 |
| 업무량 비교 | 전남 511호 < 전남 512호 | 전남 511호 < 전남 512호 |

* 전라남도(2015) 재구성

2. 임의적 병원선 방문 스케줄 작성

다음으로 병원선 스케줄 작성에 대한 문제점이 발견되었다. 병원선 선원과의 인터뷰에 따르면 병원선 진료 일정은 전적으로 선장에 의해서 결정된다(그림 3-7). 이는 주관적인 요소가 개입될 소지가 많아 각 병원선이 최적의 방문 경로로 병원선 의료 서비스를 수행하고 있는지 파악할 수 없다. 특히 병원선은 응급 진료를 대상으로 하는 의료 서비스가 아닌, 정기적 점검 및 진찰을 위한 의료 서비스로 큰 틀에서 공간 모델링을 통한 최적의 스케줄을 도출한 후 문제점 발생시 상황에 맞는 유연적인 대처를 취하는 것이 바람직할 것이다.

| 日 SUNDAY | 月 MONDAY | 火 TUESDAY | 水 WEDNESDAY | 木 THURSDAY | 金 FRIDAY | 土 SATURDAY |
|----------|---------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------|
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 개관전 | 4 청수 | 5 태양구리보 | 6 문지도 | 7 나배도. 인마도 | 8 |
| 9 | 10 행복도. 작도 관도. 삼각작도 | 11 상태도. 풍래도 | 12 홍. 사. 인. 구. 이. 도 | 13 수. 도 대표작도 | 14 마. 진. 도 | 15 |
| 16 | 17 청수 | 18 대성남도 인성남도 | 19 평사도. 인사도 | 20 바산도. 황마도 | 21 강래도. 송도 가사행도 정적도. 양덕도 | 22 |
| 23/30 | 24/31 기요. 약준도 백야도 | 25 | 26 홍도. 1주 리달도 | 27 대야도 사도 | 28 | 29 |
| 備考 | | | | | | |

[그림 3-7] 전남 512호 2016년 10월 항해 계획표

* 2016. 10. 16. 김지우 직접 촬영

3. 타 지역과의 병원선 진료 형평성

병원선의 운영 주체는 정부가 아닌 각 지방자치단체이다. 이에 따라 각 무의 도서가 어떤 지방자치단체에 속해있느냐에 따라 병원선 이용 횟수가 달라진다. 이는 서론에서 지적했던 부분으로 전라남도를 제외한 경상남도, 충청남도, 인천광역시 옹진군의 경우 월 1회, 연 12회에 걸쳐 각 섬을 돌며 병원선 서비스를 제공하고 있다. 이에 반해 전라남도의 경우 취약 도서는 연 1회, 무의 도서는 연 4회의 방문에 그치고 있어 방문 횟수가 많이 부족한 상황이다. 충청남도 지역의 병원선 운영을 연구한 신정동(2011)은 인터뷰를 통해 주민들이 병원선 서비스의 양적인 증대를 원하고 있음을 밝혀낸 만큼, 충청남도보다 더 적은 병원선 서비스를 공급하는 전라남도는 병원선 서비스 공급 증대에 대한 정책적 논의가 필요한 시점이다.

특히 병원선 방문 경로 최적화를 통해 기존 방문 횟수를 증대할 수 있다는 점에서 병원선 공간 이동에 대한 공간 최적화적 접근이 필요하다. 이는 전라남도 지역의 병원선 이동 효율성 증대가 전라남도 병원선 의료 서비스 제공 횟수를 늘릴 수 있으며, 지방자치단체간 의료 형평성을 추구하는 방법이 되기 때문이다.

4. 소결

공간 최적화 측면에서 바라본 전라남도 병원선 운영에 대한 문제점으로는 행정 편의적 구획 설정, 선장 자의적 판단에 의한 방문 스케줄 작성, 타 지역과의 병원선 진료 형평성 문제가 발견되었다. 이러한 문제는 데이터 기반의 객관적이고 과학적인 공간 모델링을 통해 해결할 수 있다.

먼저 업무량 불균등의 경우, 앞선 선행연구에서 살펴본 것처럼 다양한 방법론을 통해 업무량의 균형을 유지하면서 병원선의 이동 거리를 최소화하는 방안을 마련할 수 있다. 이를 통해 특정 지역의 주민에 대한 병원선 서비스가 소홀해지거나, 지나친 업무 편중으로 인해 병원선 선원들의 업무

부담량이 가중되는 상황을 막을 수 있다.

다음으로 방문 스케줄링 문제의 경우 첫 번째 문제인 구획화 문제가 해결되었다는 전제 하에 차량 경로 선정 문제 해결을 통한 병원선 최적 방문 경로를 도출하여 병원선 서비스의 효율성을 도모할 수 있다. 병원선 경로가 최적화 된다는 것은 병원선 선원의 업무량이 경감되며, 유류비와 같은 부대비용을 줄일 수 있고, 병원선 서비스의 양적 확대를 위한 중요한 초석이 될 수 있다.

마지막으로 타 지역과의 병원선 진료 횟수 차이 극복을 위해 병원선 이동에 대한 공간 최적화를 통해 진료 횟수를 늘릴 수 있는 방안이 있는지 탐색해 볼 수 있다. 또한 추가 재원 투입이 가능하다면 기존 병원선과 연계한 효율적 병원선 운영 방안도 찾을 수 있다. 앞선 세 가지를 요약하면, 공간 의사결정 측면에서 문제를 바라봄으로써 병원선 운영의 효율성을 증대하고 이를 통해 타 지역과의 의료 형평성 편차를 개선할 수 있다.

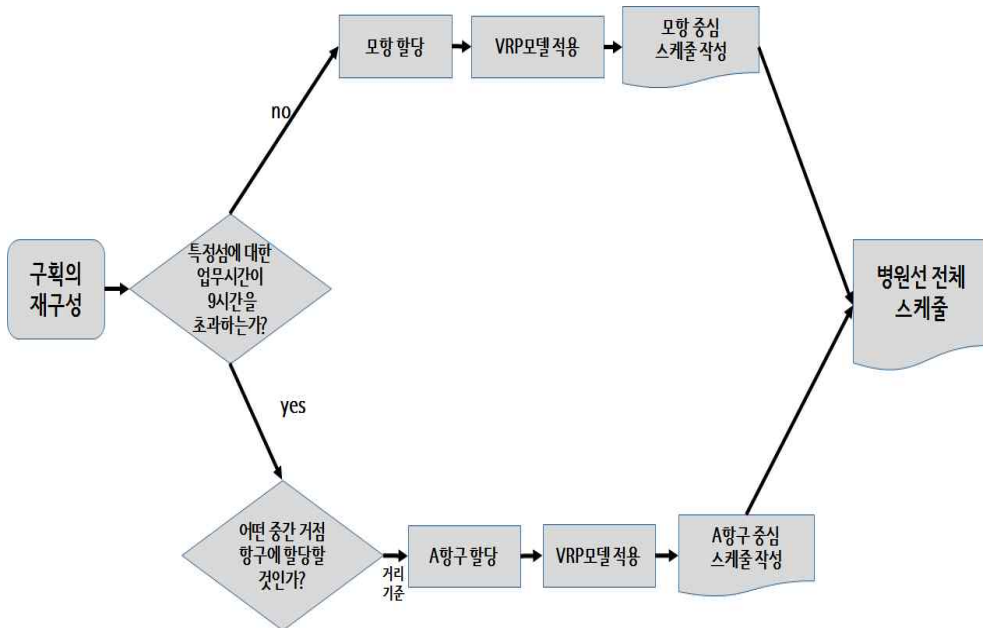
제 4 장 병원선 운영 개선 방안

본 장에서는 기존 병원선 공간 의사결정에서 나타난 문제점들을 개선하기 위한 병원선 서비스 권역을 설정하고 병원선 방문 경로의 공간 최적화를 진행하고자 한다. 이를 위해서 두 가지 방안을 제시하고자 하며 이는 다음과 같다. 먼저 업무량 형평성과 병원선 이동 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안을 제시하고자 한다. 다음으로 대안적 방안의 병원선 운영 시스템을 제시하고자 한다.

제 1 절 기존 문제점을 개선한 병원선 운영 방안

앞서 3장에서는 전라남도 병원선을 운영하는데 있어 업무량 형평성 문제와 병원선 이동의 비효율성 문제가 발견되었다. 이러한 문제점들은 전체 병원선 운영에 있어 효율성을 떨어뜨리는 요소들로, 이를 개선함을 통해서 지역 주민들을 위한 효과적인 병원선 의료 서비스 제공이 가능하다. 본 절에서는 공간 최적화 접근을 통해 기존 병원선 운영의 문제점들을 해결하고자 하며, 이를 위한 연구의 흐름은 다음과 같다[그림 4-1].

먼저 입지 할당 모델을 통해 병원선 서비스 제공 구역을 재구획화 한다. 다음으로 특정 진료 대상 섬의 업무 시간이 얼마나 필요한지 확인한다. 이때 업무 시간이란 모항과의 왕복 항해 시간과 특정 진료 대상 섬의 진료 시간의 합이다. 업무 시간이 9시간 이하인 지역은 당일 업무 지역으로 해당 섬끼리 그룹을 만들고, 업무 시간이 9시간이 초과하는 지역은 출장 대상 섬으로 해당 섬끼리 그룹을 만들게 된다. 이렇게 섬의 분배가 이루어지면 각 항구를 기준으로 차량 경로 선정 문제를 해결하여 하루 단위의 스케줄에 대한 집합이 도출된다. 마지막으로 각 항구별로 연산된 스케줄을 합치면 병원선의 전체 스케줄이 완성된다.



[그림 4-1] 업무량 형평성과 병원선 이동 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안

1. 병원선 단위별 서비스 권역 설정

3장에서 살펴보았듯이, 현재 운영되고 있는 전남 511호와 전남 512호의 서비스 권역 설정은 행정 편의적 구획화로 인해 병원선간 업무량 불균등이 발생하고 있다. 이러한 업무량 불균등 문제는 입지 할당 모델을 통한 병원선의 서비스 권역을 구획할 때 추가적인 제약식 구성을 통해 해결할 수 있다. 또한 병원선 인력을 구성하는 의료 인력과 선박직 인력에 대한 업무 형평성을 모두 고려하여 전남 511호와 전남 512호의 업무량을 최대한 동등하게 하고자 한다. 이를 반영한 입지 할당 모델은 다음과 같다.

i = 진료 대상 섬 인덱스

j = 모항(seed) 인덱스

v_{ij} = 방문 진료섬 i 와 모항 j 와의 항해 시간

p_i = 방문 진료 섬 i 의 인구

$s_i = \frac{p_i}{30} = \frac{i\text{섬 인구}}{\text{시간당병원전진료가능인구}} = \text{방문 진료섬 } i \text{의 진료 시간}$

m = 구획할 구역의 수

α = 진료 시간 균형을 위한 상수

β_j = 모항 j 에 할당되는 방문 진료 섬 i 와 모항 j 와의 거리 제약 상수

$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{섬 } i \text{가 } j \text{모항에 할당된 경우} \\ 0, & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$

목적 함수 :

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j v_{ij} s_i y_{ij}$$

제약 조건 :

$$\sum_j y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (1)$$

$$y_{ij} \leq y_{jj} \quad \forall i, j \quad (2)$$

$$\sum_j y_{jj} = m \quad \forall j \quad (3)$$

$$|\sum_i s_i y_{i1} - \sum_i s_i y_{i2}| \leq \alpha \quad \forall j \quad (4)$$

$$v_{ij} y_{ij} \leq \beta_j \quad \forall i, j \quad (5)$$

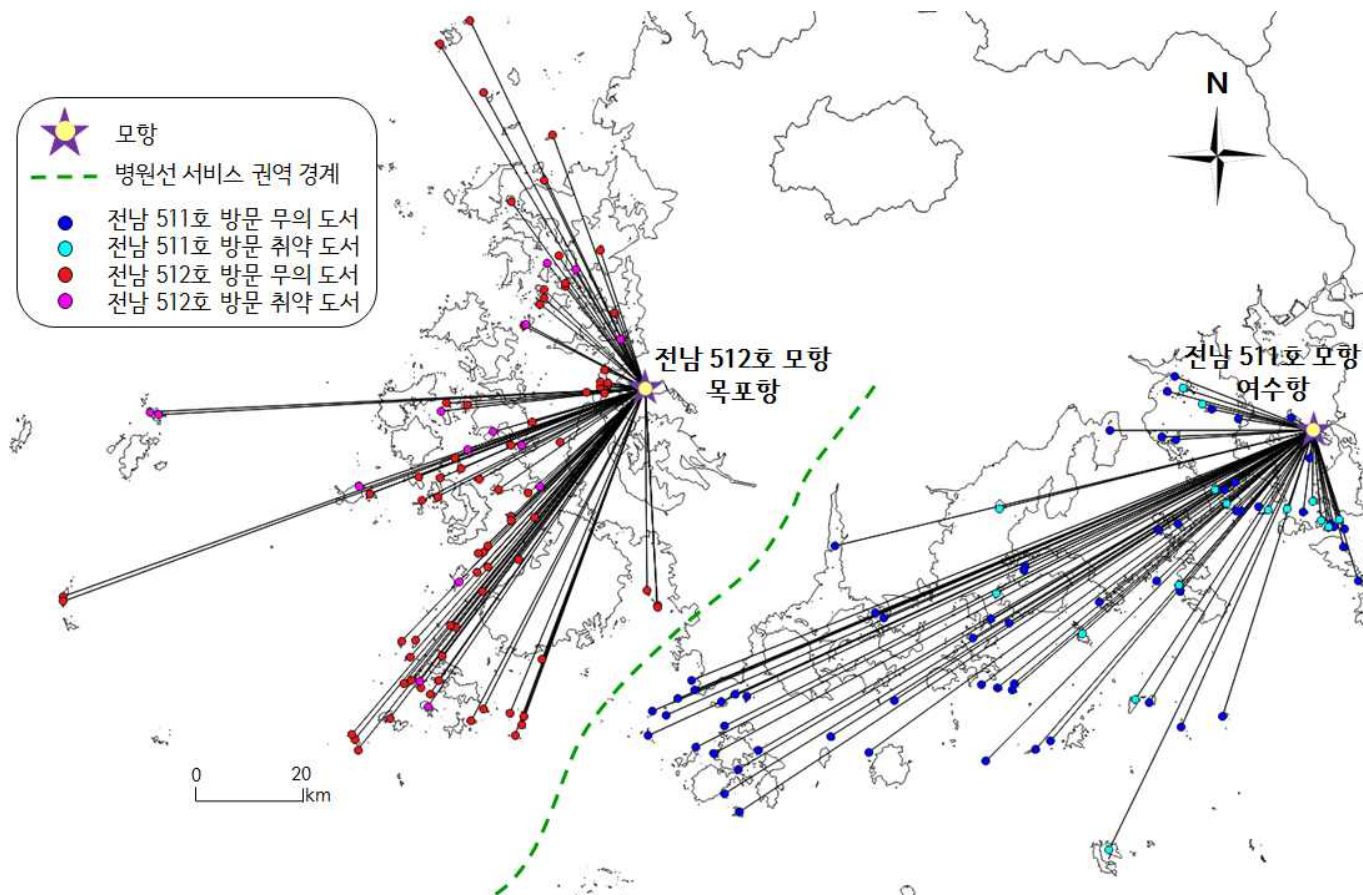
$$y_{ij} = \{0, 1\} \quad \forall i, j \quad (6)$$

목적 함수는 진료 대상 섬이 모항에 할당하는 값을 최소화 하는 입지 할당 문제의 목적함수이며 제약식 (1) ~ (6)은 모델에서 요구되는 제약조건식들이다. 제약 조건 (1)은 모든 진료 대상섬은 한 개의 모항에만 할당될 수 있게 하는 제약 조건이다. 제약 조건 (2)는 모항 j 가 선택되었을 때 방문 진료 섬 i 의 할당이 가능함을 의미한다. 제약 조건 (3)은 전체 무의 도

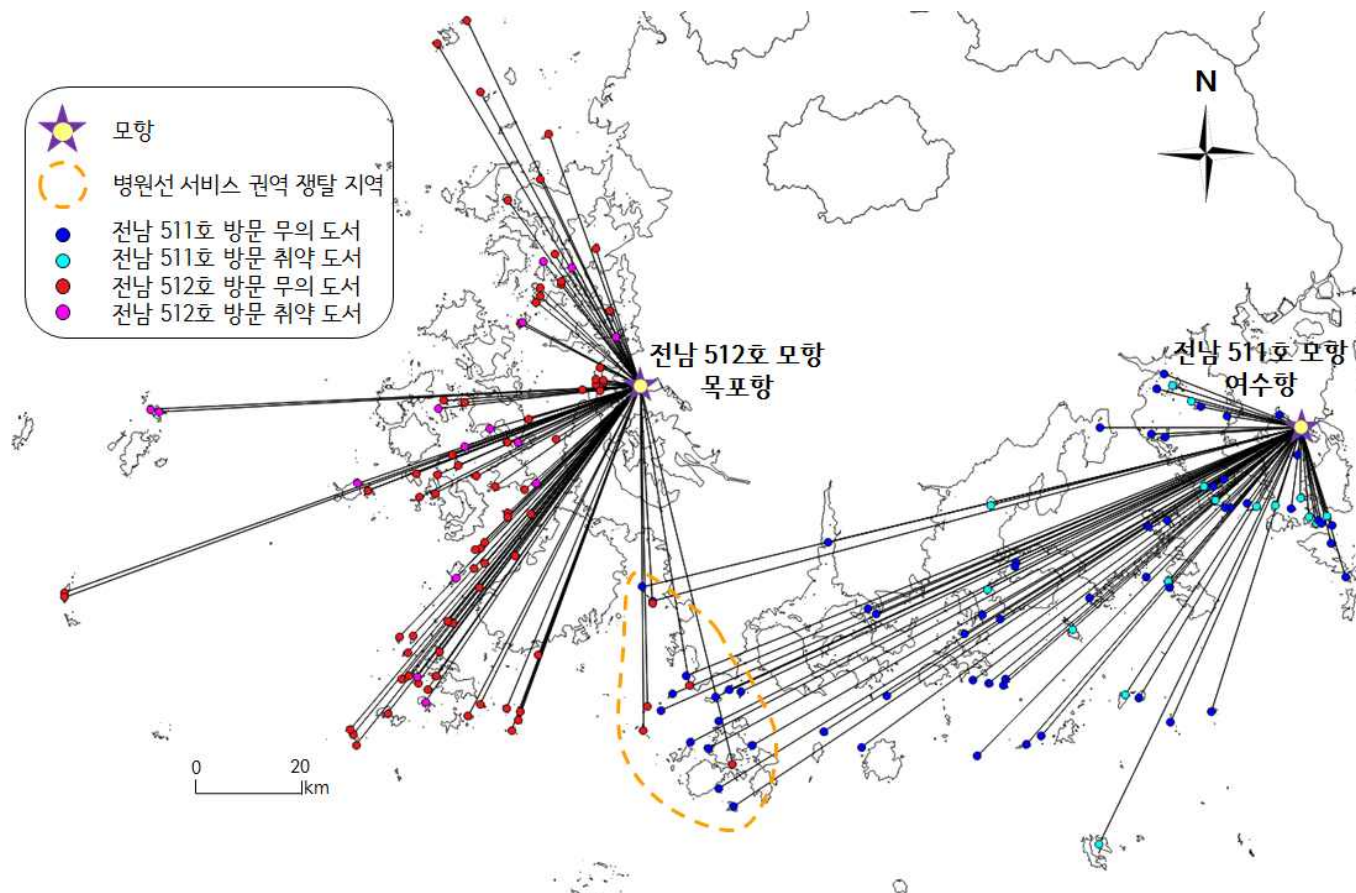
서를 몇 개의 구획으로 나눌지에 대한 제약식으로, 전라남도에는 두 척의 병원선을 보유하고 있기 때문에 m 은 2의 값을 갖는다. 제약조건 (4)는 전남 511호와 전남 512호간에 진료 시간 균형을 맞추기 위한 조건이다. 이를 위해 두 병원선 간 진료시간의 편차에 절댓값을 씌웠고, 진료시간 균형을 위한 상수 α 값을 36으로 설정하여 두 병원선 간 진료 시간 편차를 줄이고자 하였다. 제약 조건 (5)는 각 항에 할당된 섬과 모항과의 거리가 B_j 보다 작게 하여, 밀집성을 보장하지 않는 입지 할당 모델에서 최소한의 밀집성을 확보하고자 하였다. 제약 조건 (6)은 결정변수가 0 또는 1의 이진 정수를 갖도록 하는 제약식이다.

위의 모델을 연산한 결과 기존 전라남도 병원선 서비스 권역은[그림 4-2] 입지 할당 모델을 통해 다음과 같이 변경되었다[그림 4-3]. 구체적인 병원선 서비스 권역의 변화를 살펴보면 기존의 전남 511호가 방문하였던 완도군 구룡도, 대정원도, 죽굴도, 양도는 전남 512호 구역으로 변경되었다. 또한 기존의 전남 512호가 맡았던 해남군의 상마도, 중마도는 전남 511호 권역으로 재편되었다. 병원선 커버리지가 재편된 지역은 전남 511호와 전남 512호의 서비스 권역이 서로 쟁탈하는 지역인 완도군 노화읍, 보길면, 소안면 일대이다.

병원선 서비스 권역을 설정하기 위한 입지 할당 모델의 목적 함수는 v_{ij} (방문 진료섬 i 와 모항 j 와의 항해 시간), s_i (방문 진료섬 i 의 진료 시간), y_{ij} (섬 i 가 j 모항에 할당 되었는지에 대한 이진 변수)의 곱으로 구성된다. 입지 할당 모델의 목적 함수에서 y_{ij} 는 결정 변수로만 작용한다고 할 때, 목적 함수 값을 결정하는 주요 변수는 v_{ij} 와 s_i 가 된다. 한편, 본 연구에서 v_{ij} 는 상대적으로 큰 값을, s_i 는 상대적으로 작은 값을 갖고 있다. 따라서 v_{ij} 에 따라 서비스 권역 구획의 결과가 큰 틀에서 결정될 것이며, 각 병원선의 경계가 접하는 병원선 서비스 권역 쟁탈 지역에서는 v_{ij} 가 비슷하여 s_i 에 따라 최종적인 병원선 서비스 권역이 정해질 것이다. 이로 인해 병원선 서비스 쟁탈 지역에서 각 병원선별 서비스 권역의 중첩이 일어난다.



[그림 4-2] 기존 전라남도 병원선 서비스 권역



[그림 4-3] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 서비스 권역의 변화

병원선 서비스 권역 변경에 따른 각 병원선별 항해 시간 거리 합의 변화를 살펴보면 다음과 같다<표 4-1>. 먼저, 서비스 권역 변경을 통해 각 병원선별 시간 거리 합의 편차가 줄어들었다. 이는 기존에 두 병원선의 항해 시간 거리에 대한 편차가 커 선박직 인력의 업무 불균형이 존재하였지만, 입지 할당 모델을 적용을 통해 병원선 서비스 권역을 재설정함에 따라 그 편차가 줄어들어 권역별 업무 불균형이 줄어든 것을 의미한다.

또한 병원선 서비스 권역 변경을 통해 전남 511호와 전남 512호간의 항해 시간 거리 합계도 줄어들었다. 즉, 병원선 서비스 권역을 새로 설정함에 따라 전남 511호와 전남 512호의 전체적인 항해 시간이 줄어들어 전체 전라남도 병원선 이동 효율성이 증대하였음을 의미한다.

결과적으로 입지 할당 모델을 통해 병원선 서비스 권역을 재설정 한 결과 각 병원선의 항해 시간 형평성을 추구할 수 있었으며, 전라남도 병원선의 이동 효율성을 달성할 수 있었다. 즉, 선박직 인력에 대한 병원선 별 업무 형평성을 추구하였고, 병원선 이동의 효율성 추구를 통해 전체 선박직 인력의 노동 강도가 완화되었다.

<표 4-1> 신규 병원선 서비스 권역 설정을 통한 병원선별 시간 거리 합의 변화

| 시간 거리 합(시간/연) | 기존 전라남도 병원선 서비스 권역 | 신규 전라남도 병원선 서비스 권역 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 전남 511호 | 577.59 | 542.59 |
| 전남 512호 | 464.09 | 484.53 |
| 편차 (전남 511호 - 전남 512호) | 113.50 | 58.06 |
| 합계 (전남 511호 + 전남 512호) | 1041.68 | 1027.12 |

또한 병원선 서비스 권역 변경에 따른 각 병원선별 진료 시간의 변화를 살펴보면 다음과 같다<표 4-2>. 먼저 병원선 서비스 권역이 변경된다 하여도, 전라남도 진료 대상 섬의 수는 변하지 않기 때문에 모든 진료 대상 섬에 대한 진료 시간의 합은 3588.6시간으로 같다. 따라서 기존 전라남도

병원선 서비스 권역일 때와 신규 전라남도 병원선 서비스 권역일 때의 병원선 별 진료 시간 합의 편차를 확인함을 통해 본 입지 할당 모델의 유의성을 확인할 필요가 있다.

분석 결과를 살펴보면 기존 병원선 서비스 권역일 때는 전남 511호와 전남 512호가 -74.85시간의 진료 시간 편차를 보였지만, 신규 병원선 서비스 권역을 진행한 결과에서는 -32.37시간의 진료 시간 편차를 보이고 있다. 이는 본 연구에서 제시한 입지 할당 모델을 통해 병원선간의 진료 시간 편차가 줄어들었음을 의미하며, 이를 통해 의료직 인력에 대한 업무량 형평성이 달성되었음을 뜻한다.

<표 4-2> 신규 병원선 서비스 권역 설정을 통한 병원선별 진료 시간 합의 변화

| 진료 시간 합(시간/연) | 기존 전라남도 병원선 서비스 권역 | 신규 전라남도 병원선 서비스 권역 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 전남 511호 | 361.22 | 382.46 |
| 전남 512호 | 436.07 | 414.83 |
| 편차 (전남 511호 - 전남 512호) | -74.85 | -32.37 |

2. 분기별 병원선 서비스 권역 설정

전라남도 병원선은 전라남도 병원선운용 조례 시행규칙을 통해 운항 일수와 진료 일수를 명시하고 있다. 하지만, 진료 대상 섬에 대한 방문 시기 또는 방문 주기에 대한 내용은 명시되어 있지 않아 병원선 스케줄 작성시 이를 고려할 의무는 없다. 실제로 병원선 항해 일지를 통해 일정 기간 동안 특정 섬을 집중 방문한 기록을 확인할 수 있었다. 그러나 병원선 운영 목적이 정기적인 진료 · 검진 및 예방에 초점이 맞춰져 있는 것을 고려했을 때, 진료 주기성을 갖고 진료 대상 섬을 방문하는 것이 안정적인 의료 서비스 공급 측면에서 보다 적절할 것으로 판단하였다.

이에 본 연구에서는 각 병원선의 스케줄을 분기별로 작성하여 병원선 진료에 대한 주기성을 자연스럽게 보장하고자 한다. 먼저, 무의 도서의 경우

연 4회에 걸쳐 진료 대상 섬을 방문하기 때문에 한 분기당 1회씩 방문을 할당하였다. 취약 도서의 경우 연 1회 방문하기 때문에 각 분기별 할당을 통해 병원선의 분기별 업무량 균형을 추구할 필요가 있다. 이를 위해 각 섬의 인구수를 고려하여 분기별로 진료 대상 섬을 분배하였으며 이에 대한 결과는 다음과 같다<표 4-3>.

<표 4-3> 분기별 취약 도서 분배

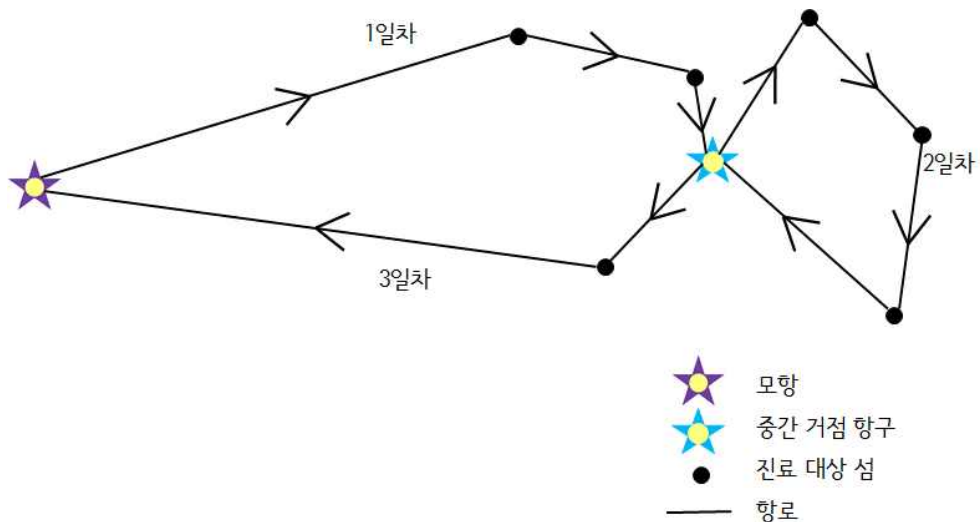
| | 전남 511호 | 전남 512호 |
|-----|--|---|
| 1분기 | 여수시 송도 여수시 대항간도 여수시 낭도 고흥군 득량도 보성군 장도 | 진도군 대마도 진도군 관사도 신안군 우이도 신안군 옥도 |
| 2분기 | 여수시 대두라도 여수시 하화도 여수시 여자도 여수시 손죽도 고흥군 연흥도 | 진도군 가사도 신안군 선도 신안군 수치도 신안군 가란도 |
| 3분기 | 여수시 적금도 여수시 월호도 고흥군 시산도 고흥군 사양도 | 신안군 병풍도 신안군 마진도 신안군 자라도 신안군 당사도 신안군 반월도 |
| 4분기 | 여수시 제도 여수시 동도 | 신안군 대둔도 신안군 다물도 |

이렇게 각 분기별로 할당된 취약 도서들은 무의 도서와 함께 특정 분기의 방문 대상 섬 그룹을 이루며, 각 분기와 병원선 단위별로 차량 경로 문제 해결을 통해 최종적인 병원선 스케줄을 제시하게 된다.

3. 병원선 최적 방문 경로 도출

각 병원선 · 분기별 서비스 권역 설정을 통해 도출한 8개 그룹의 진료 대상 섬들을 대상으로 병원선 최적 방문 경로를 도출하고자 한다. 따라서 병원선 최적 방문 경로 역시 8개의 그룹으로 나뉘어 작성된다.

앞서 언급했듯이 각 병원선 · 분기별 최적 방문 경로 도출은 출장 대상 섬 그룹과 당일 방문 대상 섬 그룹으로 나뉘어 병원선 최적 방문 경로를 도출하게 된다. 이를 위해 각 진료 대상 섬 그룹에 속해있는 개별 섬들을 업무 시간 9시간 초과 여부에 따라 출장 여부를 구분하여 각각의 스케줄을 작성하게 된다. 특정 섬의 업무 시간이 9시간이 초과하면 병원선은 해당 섬에 대한 의료 서비스를 제공하기 위해 중간 거점 항구에서 정박하며 출장 업무를 행하게 된다[그림 4-4]. 이러한 섬은 주로 인구가 상대적으로 많아 당일에 진료 업무를 모두 소화하지 못하거나, 먼 바다에 섬이 위치해 이동시간이 오래 걸리는 경우가 많다. 기존의 항해 일지를 살펴보면 짧게는 1박 2일, 길게는 3박 4일간의 출장 업무를 수행하고 있는 것을 확인할 수 있다.



[그림 4-4] 병원선 출장 업무 수행

하지만 이러한 출장 스케줄은 병원선 선원들에게 큰 업무 부담으로 작용하고 있다. 병원선 선원과의 인터뷰에 따르면 대부분의 선원들은 모항 근처에서 가족과 함께 살고 있는데, 장기 스케줄로 인해 집을 비워야 함을 부담스러워 했다. 이에 본 연구에서는 병원선 선원들의 업무 환경 개선을 위해 다음의 전제 조건을 세웠다.

1. 진료 대상 섬에 대한 업무 시간이 9시간 이하인 경우 무조건 당일 근무로 임무를 수행한다.
2. 진료 대상 섬에 대한 업무 시간이 9시간을 초과하여 부득이하게 출장을 가야하는 경우 최대 3일을 넘지 않고 모항으로 복귀한다.

위의 전제 조건은 병원선 선원의 노동 강도를 완화하고자 제시한 방안이다. 이를 전제하여 병원선 최적 방문 경로를 도출하게 되며, 전체 병원선 스케줄은 당일 근무 가능한 지역의 스케줄과 출장 업무 스케줄을 합쳐서 구성하게 된다.

1) 당일 병원선 임무 수행 최적 방문 경로 도출

먼저 당일 근무가 가능한 지역에 대한 병원선 최적 방문 경로 설정을 위한 모델은 다음과 같다.

V = 방문 진료 섬 집합 $\{0, 1, 2, \dots, n\}$, 0 =출발지(모항)

K = 병원선 단위 집합 $\{1, 2, \dots, m\}$, (각각의 서비스 단위는 1일 단위로 할당)

Q = 병원선 단위 수

t_{ij} = 방문 진료 섬 i, j 사이의 이동 시간

p_i = 방문 진료 섬 i 의 인구

$s_i = \frac{p_i}{30} = \frac{i\text{섬 인구}}{\text{시간당 병원선 진료가능 인구}} = \text{방문 진료섬 } i \text{의 진료 시간 (시간)}$

$[S]$ = 두 개 이상의 방문 진료 섬으로 구성된 V 의 부분 집합 S 의 개수

γ = 진료 시간 제한을 위한 상수

$x_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{방문 진료 섬 } i \text{가 병원선 단위 } k \text{에 의해 방문될 경우} \\ 0, & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$

$y_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{연결 } (i, j) \text{가 병원선 단위 } k \text{의 경로에 포함될 경우} \\ 0, & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$

목적 함수 :

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j \sum_k t_{ij} y_{ijk}$$

제약 조건 :

$$\sum_{k \in K} x_{ik} = \begin{cases} Q, & i = 0 \\ 1, & 0 \text{을 제외한 모든 } i \end{cases} \quad \forall i \quad (1)$$

$$\sum_{i \in V} y_{ijk} = x_{jk} \quad \forall j, k \quad (2)$$

$$\sum_{j \in V} y_{ijk} = x_{jk} \quad \forall i, k \quad (3)$$

$$\sum_{k \in K} x_{ok} = Q \quad (4)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} y_{ijk} \leq [S]-1, S \subset V (0 \text{을 제외한}), [S] \geq 2, \quad \forall k \quad (5)$$

$$\sum_i \sum_j (s_i x_{ik} + t_{ij} y_{ijk}) \leq \gamma \quad \forall k \quad (6)$$

$$x_{ik} = \{0, 1\} \quad \forall i, k \quad (7)$$

$$y_{ijk} = \{0, 1\} \quad \forall i, j, k \quad (8)$$

목적 함수는 병원선이 각 진료 대상 섬을 방문할 때 운행 시간을 최소화하기 위한 식이다. 제약 조건 (1) ~ (3)은 하나의 방문 대상 섬은 반드시 한 대의 병원선에 의해 방문됨을 의미한다. 제약 조건 (4)는 모항을 지나 는 모든 병원선 단위 k 의 개수는 Q 임을 나타낸다. 본 연구에서는 병원선이 모든 진료 대상 섬을 방문하는데 필요한 날짜인 Q 를 최소화하여 자연 현상에 의한 결항 및 기타 돌발 변수에 대비할 수 있는 예비일을 최대한 확보하고자 한다. 제약 조건 (5)는 개별 병원선 단위의 이동 경로가 모항과 연결되지 않고 단절된 형태의 하위경로가 발생하는 것을 방지하는 제약식이다. 제약 조건 (6)은 본 모델을 위해 추가적으로 기입한 제약식으로 병원선 최대 업무 시간 9시간에 대한 제약 조건이다. 즉, 거리 제한 차량 경로 선정 문제(Distance or time constrained VRP : DVRP)에 대한 제약 조건이다. 제약 조건 (7) ~ (8) 은 결정변수가 0 또는 1의 이진 정수를 나타냄을 의미한다.

2) 출장 병원선 임무 수행 최적 방문 경로 도출

다음으로 하루 업무 시간이 9시간을 초과하여 당일 임무 수행이 불가능한 지역들을 모아 병원선의 최적 경로 도출을 하고자 한다. 이를 위한 분석 단계는 다음과 같다. 첫째, 출장 근무가 필요한 섬을 추출한다. 둘째, 추출한 섬을 입지 할당 모델을 통해 중간 거점 항구에 할당한다. 셋째, 입지 할당 모델을 통해 중간 거점 항구에 할당된 방문 대상 섬을 대상으로 병원선 최적 방문 경로를 도출한다. 마지막으로 각 중간 거점 항구별로 계산한 스케줄을 합역하여 전체 출장 병원선 임무 수행 스케줄을 작성한다.

이때 중간 거점 항구는 현재 병원선이 이용하고 있는 2개의 모항(여수항, 목포항)과 8개의 중간 거점 항구(초도항, 손죽도항, 나로도항, 녹동항, 완도항, 소안도항, 마량항, 흑산도항)로 구성되어 있다. 추출한 섬을 각 거점 항구에 할당하는 방법으로는 앞서 사용한 입지 할당 모델을 사용하였다. 이에 대한 식은 다음과 같다.

i = 섬 인덱스

j = 거점항구(seed) 인덱스

v_{ij} = 방문 진료 섬 i 와 거점 항구 j 와의 항해 시간(시간)

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{섬 } i \text{가 } j \text{ 거점항구에 할당된 경우} \\ 0, & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$$

목적 함수 :

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j v_{ij} y_{ij}$$

제약 조건 :

$$\sum_j y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (1)$$

$$y_{ij} \leq y_{jj} \quad \forall i, j \quad (2)$$

$$y_{ij} = \{0, 1\} \quad \forall i, j \quad (3)$$

본 입지 할당 모델은 특별한 제약 조건 없이 거리를 기반으로 각 진료 대상 섬을 중간 거점 항구에 할당한 모델이다. 이는 병원선별 서비스 권역 설정과 분기별 서비스 권역 설정을 통해 업무량의 형평성은 이미 달성되었기 때문에 현 단계에서는 근접성을 우선적으로 고려해 이동 시간 단축을 통한 병원선 경로 효율성을 높이는 것이 우선이기 때문이다. 본 모델을 바탕으로 출장 대상 섬을 중간 거점 항구에 할당한 결과는 다음과 같다 <표 4-4>.

출장 대상 섬을 중간 거점 항구에 할당한 결과 여수항, 목포항, 초도항, 손죽도항, 나로도항, 녹동항, 완도항, 소안도항, 마량항, 흑산도항 총 10개의 항구 중 여수항, 목포항, 초도항, 손죽도항, 나로도항, 완도항, 소안항, 흑산도항 만이 출장 대상 섬을 할당 받았으며, 녹동항과 마량항은 기존의 역할을 수행하지 못하게 되었다. 입지 할당 모델을 통해 각 중간 거점 항구별 방문 대상 섬이 할당되었으며, 이를 차량 경로 선정 문제 해결을 통해 병원선 최적 방문 경로를 도출할 수 있었다.

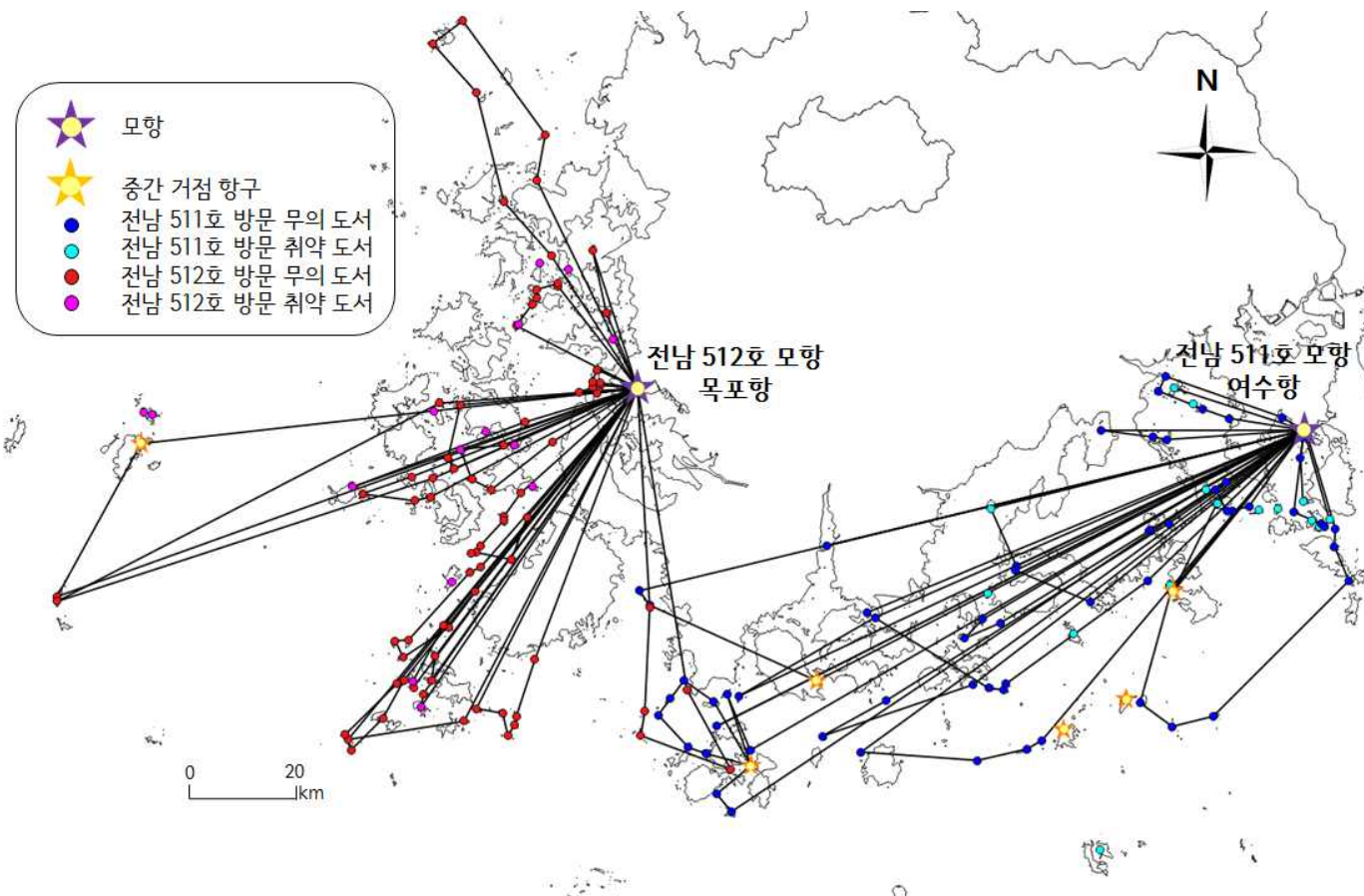
<표 4-4> 출장 대상 섬에 대한 중간 거점 항구 할당

| 병원선 | 분기 | 할당 대상 항구 | 진료 대상 섬 | | | 개 |
|------------|-----|----------|---------|-----|------|----|
| 전남 511호 | 1분기 | 소안항 | 노록도 | 백일도 | 대장구도 | 14 |
| | | | 마안도 | 서화도 | 흑일도 | |
| | | | 어룡도 | 당사도 | 구도 | |
| | | | 예작도 | | | |
| | 2분기 | 소안항 | 완도항 | 상마도 | 중마도 | 13 |
| | | | 여수항 | 장도 | | |
| | | | 나로도항 | 낭도 | | |
| | | | | | | |
| | 3분기 | 소안항 | 노록도 | 백일도 | 대장구도 | 13 |
| | | | 마안도 | 서화도 | 흑일도 | |
| | | | 어룡도 | 당사도 | 구도 | |
| | | | 예작도 | | | |
| | 4분기 | 소안항 | 완도항 | 상마도 | 중마도 | 13 |
| | | | 손죽도항 | 시산도 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 전남 512호 | 1분기 | 흑산도항 | 상태도 | | | 1 |
| | 2분기 | 흑산도항 | 상태도 | | | 3 |
| | | 목포항 | 선도 | 가사도 | | |
| | 3분기 | 흑산도항 | 상태도 | | | 3 |
| | | 목포항 | 자라도 | 병풍도 | | |
| | 4분기 | 흑산도항 | 상태도 | 다물도 | 대둔도 | 3 |

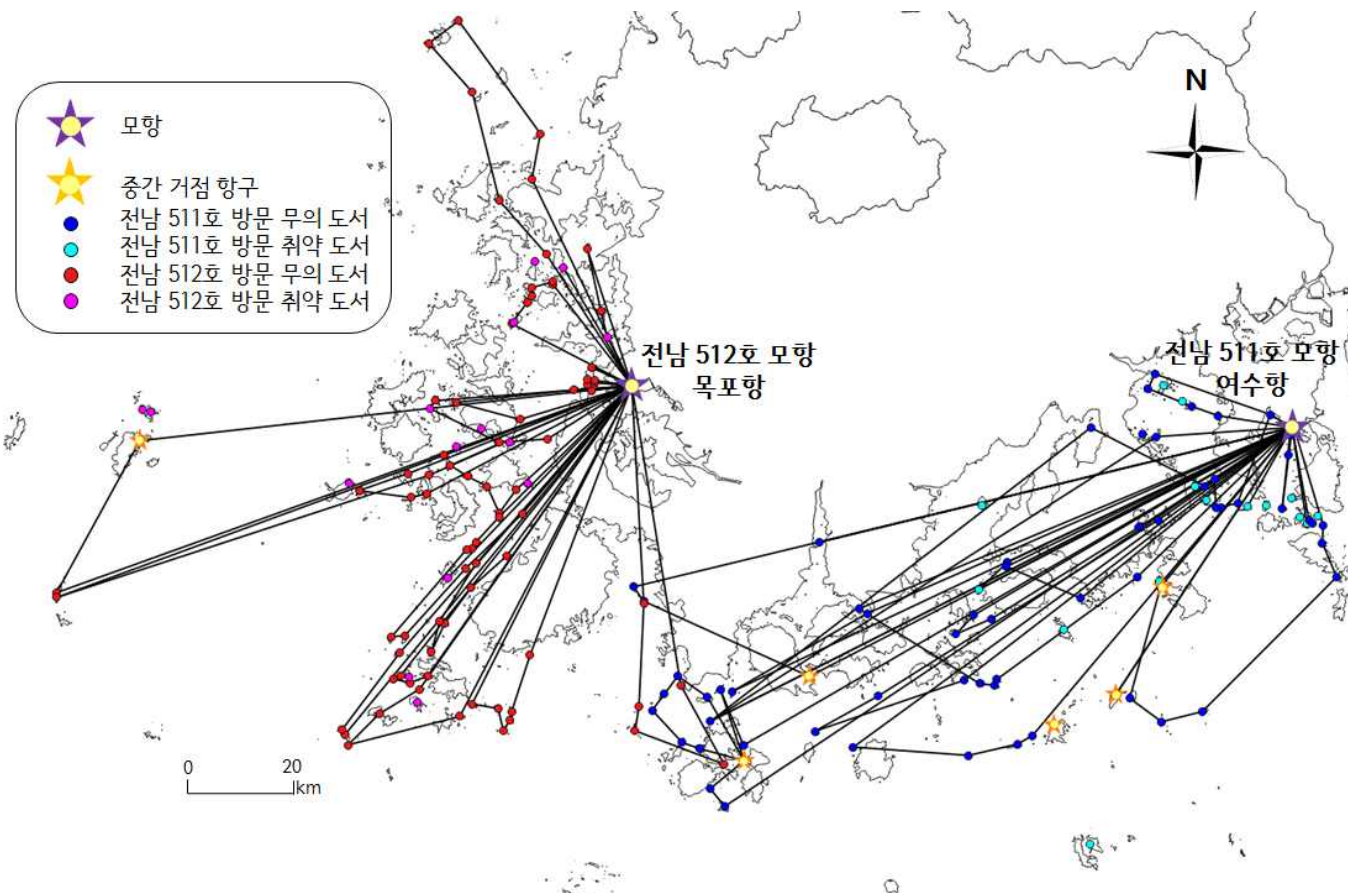
4. 종합 및 해석

당일 병원선 임무 수행 최적 방문 경로 도출 결과와 출장 병원선 임무 수행 최적 방문 경로 도출 결과를 합친 각 분기별 병원선 최적 경로 선정 결과는 다음과 같다[그림 4-5], [그림 4-6], [그림 4-7], [그림 4-8].

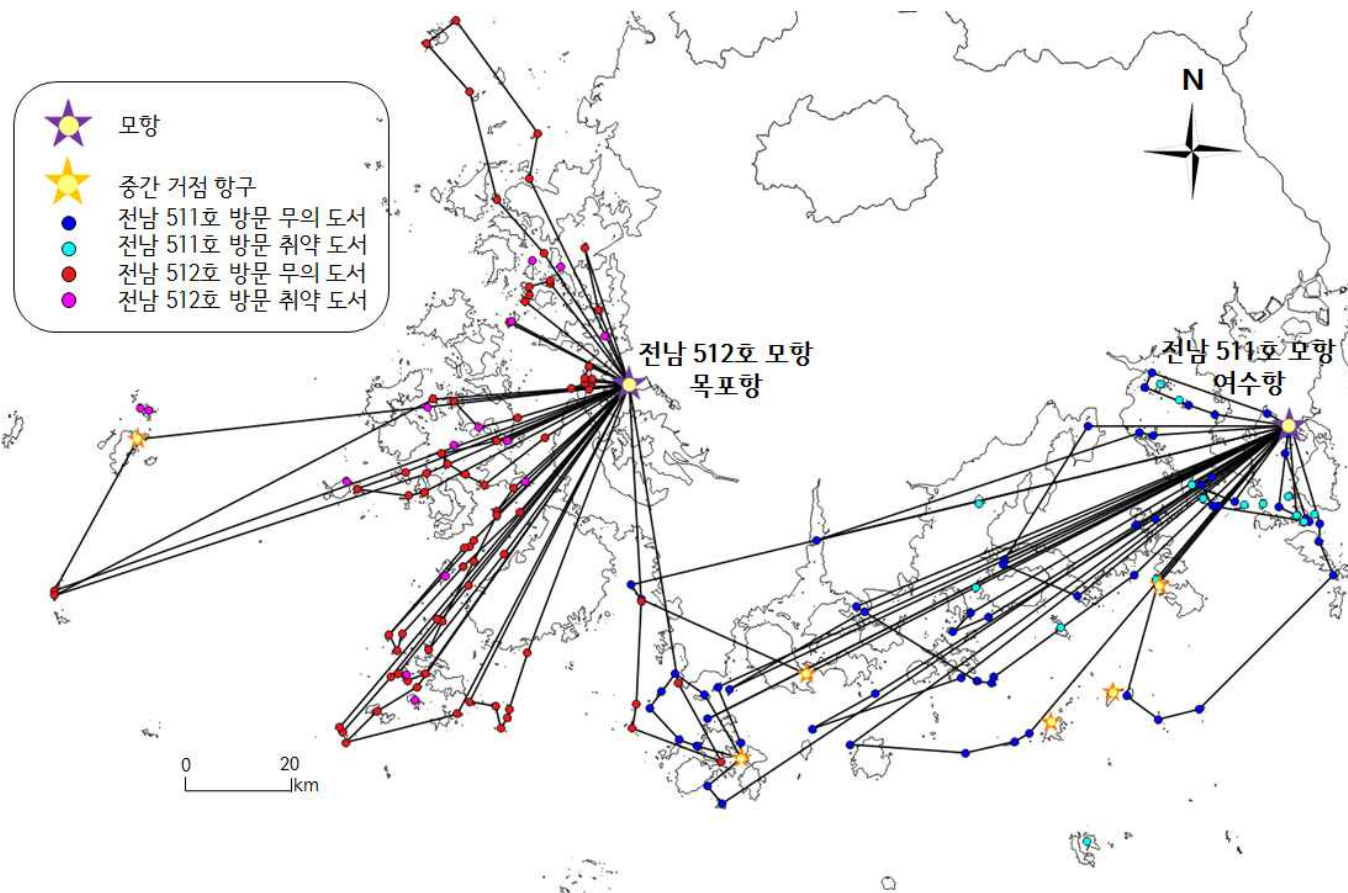
또한 분석 결과를 살펴보면 다음의 특징을 도출할 수 있었다. 첫째, 각 날짜마다 할당된 진료 대상 섬에 대한 병원선의 이동은 각 노드들의 외곽선을 따라 이동하는 모습을 볼 수 있었다. 이는 노드의 숫자와 상관없이, 각 노드의 외곽선을 연결하여 병원선이 이동하는 것이 이동 시간을 최소화하기 때문이다. 둘째, 대부분의 병원선 이동은 모항을 중심으로 부채꼴 모양으로 펼쳐져 있었다. 이는 섬 간의 이동 거리를 최소화하려면 가장 가까운 섬으로 이동하는 것이 효율적이기 때문에 나온 결과로 판단된다. 셋째, 본 연구에서 사용한 차량 경로 선정 문제 모델은 거리 제한 차량 경로 선정 문제(Distance or time constrained VRP : DVRP)의 형태를 띠고 있기 때문에 이동 시간이 짧은 가까운 바다에서는 하루에 많은 지역을 방문하고, 이동 시간이 오래 걸리는 먼 바다에서는 소수의 진료 대상 섬만 방문하는 경향을 관찰할 수 있다.



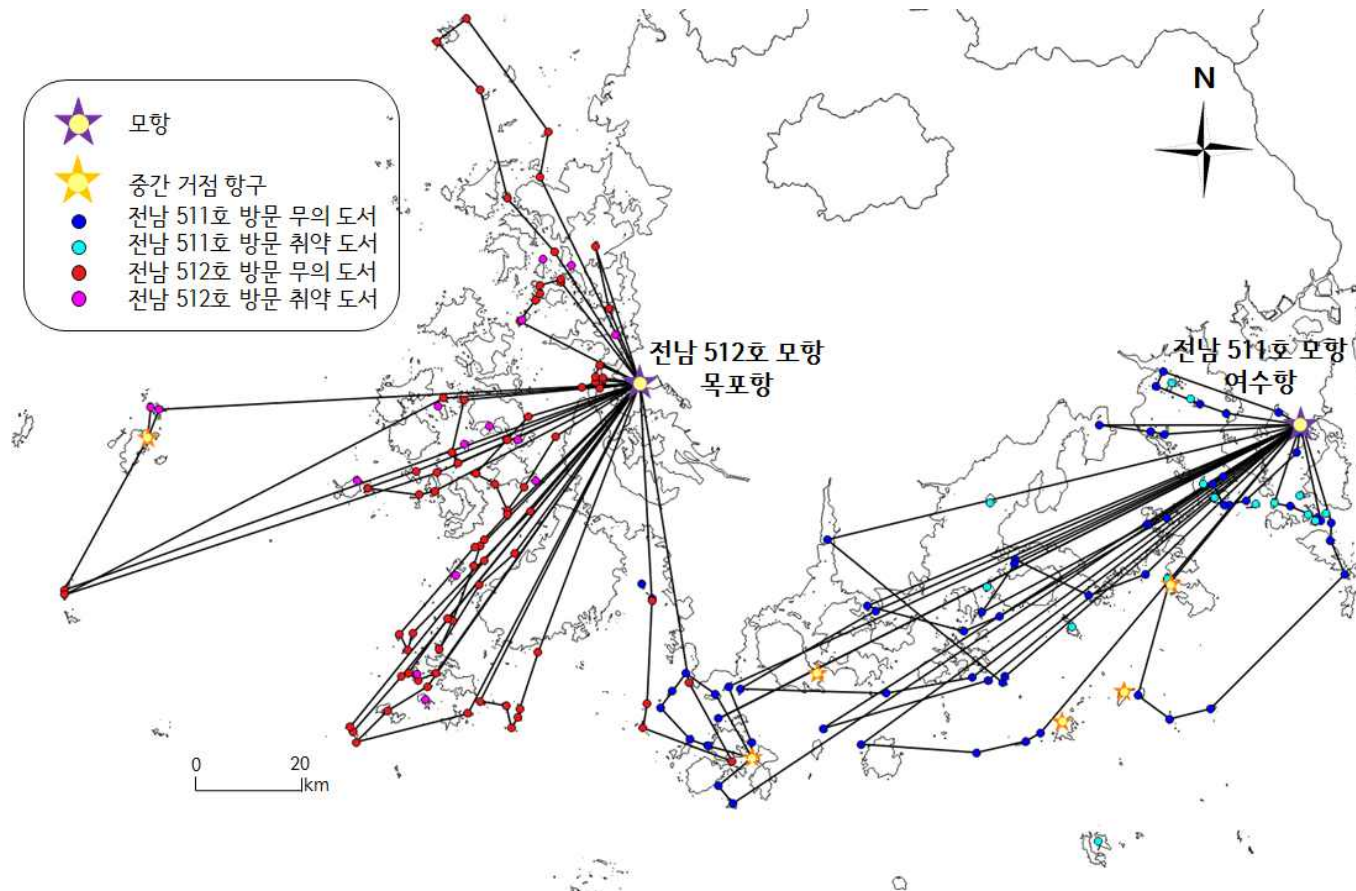
[그림 4-5] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(1분기)



[그림 4-6] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(2분기)



[그림 4-7] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(3분기)



[그림 4-8] 업무량 형평성과 병원선 방문 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안(4분기)

제 2 절 대안적 병원선 운영 개선 방안

4장 1절에서 살펴본 병원선 운영 개선 방안은 업무량 형평성을 고려한 입지 할당 모델을 통해 병원선 서비스 권역을 재구획화하고, 병원선 이동 효율성을 위한 병원선 최적 방문 경로 설정을 통해 병원선 운영을 개선하고자 하였다. 이러한 공간 모델링은 업무량 형평성과 이동 경로의 효율성을 추구하여 병원선 운영의 긍정적인 측면을 야기하였다.

본 절에서는 1절에서 반영했던 내용을 그대로 승계하고 이를 발전시킴을 통해 한층 개선된 병원선 운영 방안을 제시해보고자 한다. 이는 크게 기존 방문 시스템을 변형하여 진행하는 방법과 추가 자원 투입을 통해 진행하는 방법으로 구성하고자 하며, 본 방안들은 모두 시나리오에 기반한 병원선 운영을 전제로 한다.

또한 본 절에서는 병원선 공급의 양적 공급 증대를 위한 지속적 노력이 진행된다는 전제 하에, 무의 도서와 취약 도서를 구분하지 않고 모든 진료 대상 섬을 동일한 횟수로 방문한다는 가정 하에 분석을 진행하였다.

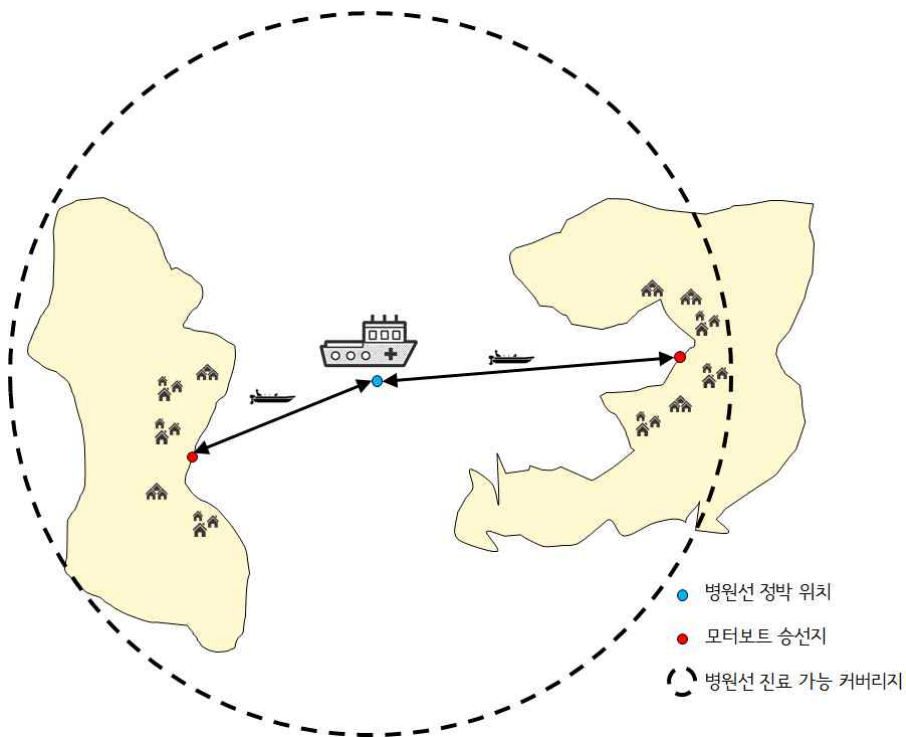
1. 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안

3장에서 살펴보았듯이 병원선은 방문 대상 섬 근처에 닻을 내려 정박한 후, 모터보트를 이용해 섬에 있는 환자를 병원선으로 수송하여 각종 의료 장비가 비치된 병원선 안에서 진료 업무를 수행한다. 이때, 병원선 정박지와 섬과의 거리는 통상 10분 안팎으로 이동으로 인한 환자의 불편을 최소화하고자 한다. 한편, 전라남도 섬의 경우 대체적으로 이웃한 섬 간의 거리가 상대적으로 짧다. 따라서 이웃한 섬과의 이동 시간이 크지 않으며, 대형 선박이 아니어도 무리 없이 항해 할 수 있다.

이러한 점들을 종합하였을 때, 병원선을 특정한 위치에 정박시킨다면 한번 정박할 때 여러 진료 대상 섬을 동시에 진료 가능할 수 있을 것이다. 병원선 정박 지점을 원의 중심으로 놓고, 모터보트가 10분 동안 항해

할 수 있는 거리를 반지름으로 설정하여 버퍼(buffer)를 설정하게 되면 병원선이 정박했을 때의 진료 가능한 커버리지를 만들게 되는데, 이웃 섬 간의 거리가 가까운 전라남도는 버퍼 안에 다수의 진료 대상 섬이 포함될 수 있기 때문이다. 따라서 병원선 정박을 특정 지점으로 설정하게 되면 커버리지 안에 여러 개의 진료 대상 섬을 포함할 수 있고, 이를 통해 전체적인 병원선 이동 거리를 줄일 수 있다. 본 연구에서는 1회 정박 시 버퍼 안에 두 개 이상의 도서가 묶여 1회 정박시 여러 도서를 동시에 진료할 수 있을 때 이를 도서 클러스터링이라 부르하고자 한다.

[그림 4-9]는 병원선이 두 섬의 중앙에 위치함에 따라 1회 정박 시 두 개의 진료 대상 섬을 동시에 진료하는 것에 대한 모식도이다. 이와 같이 도서 클러스터링을 통해 두 개의 섬을 동시에 진료하게 된다면 진료 대상 섬의 수는 동일하기 때문에 진료 시간은 동일할 것이나, 병원선의 항해 시간이 짧아져 전체적인 업무량이 줄어들 것으로 예상된다.



[그림 4-9] 도서 클러스터링을 통한 병원선 진료

1) 병원선 서비스 권역 설정, 도서 클러스터링

도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안 역시 먼저 각 병원선별 진료 권역을 설정해주어야 한다. 본 모델에서는 1절에서 제시한 모델의 결과를 그대로 반영하여 진행하였다. 이는 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안 역시 모항의 수가 두 개이며, 업무량의 형평성과 각 병원선 서비스 구역에 대한 최소한의 지리적 근접성은 그대로 보장해야하기 때문이다.

도서 클러스터링의 경우 병원선 정박 지점을 기준으로 버퍼의 반지름을 600m로 설정하여 두 개 이상의 도서가 버퍼 안에 포함될 경우 이를 묶어 도서 클러스터링으로 설정하였다. 따라서 이웃한 섬 간의 거리가 1,200m 이상일 경우 개별적인 진료 대상 섬을 유지하게 된다. 600m라는 버퍼의 반지름 거리는 인터뷰를 통해 확보한 병원선과 진료 대상 섬 간의 시간 거리 10분을 네트워크 거리로 바꾼 값으로 환자를 이송하는데 무리가 가지 않으며 이동의 안전을 확보할 수 있는 최댓값으로 설정하였다.

이를 바탕으로 전라남도 병원선의 진료 대상 섬들에 대한 도서 클러스터링을 진행한 결과 35개의 섬을 17개의 도서 클러스터링으로 묶을 수 있었다<표 4-5>. 대부분의 도서 클러스터링은 경우 2개의 섬이 한 개의 노드로 할당 되었으며, 나발도, 소두라도, 대두라도의 경우 3개의 섬이 1개의 병원선 정박 노드로 할당 되었다.

<표 4-5> 도서 클러스터링

| 번호 | 구성 | 섬 간 거리(km) | 비고 |
|----|-----------------|--------------------|---------|
| 1 | 동소우이도, 서소우이도 | 0.396 | |
| 2 | 중마도, 하마도 | 0.435 | |
| 3 | 황마도, 마산도 | 0.445 | |
| 4 | 장좌도, 우도 | 0.452 | |
| 5 | 초란도, 당사도 | 0.505 | |
| 6 | 평사도, 고사도 | 0.588 | |
| 7 | 상화도, 하화도 | 0.791 | |
| 8 | 상태도, 중태도 | 0.871 | |
| 9 | 나발도, 소두라도, 대두라도 | 0.836, 1.12, 0.686 | 3개 섬 통합 |
| 10 | 달리도1, 달리도2 | 0.940 | |
| 11 | 소마도, 관사도 | 0.964 | |
| 12 | 죽도, 곽도 | 0.978 | |
| 13 | 애도, 사양도 | 1.046 | |
| 14 | 성남도, 소성남도 | 1.104 | |
| 15 | 송도, 가사도리, 혈도 | 1.112 | |
| 16 | 섭도, 부도 | 1.132 | |
| 17 | 추도, 사도 | 1.162 | |

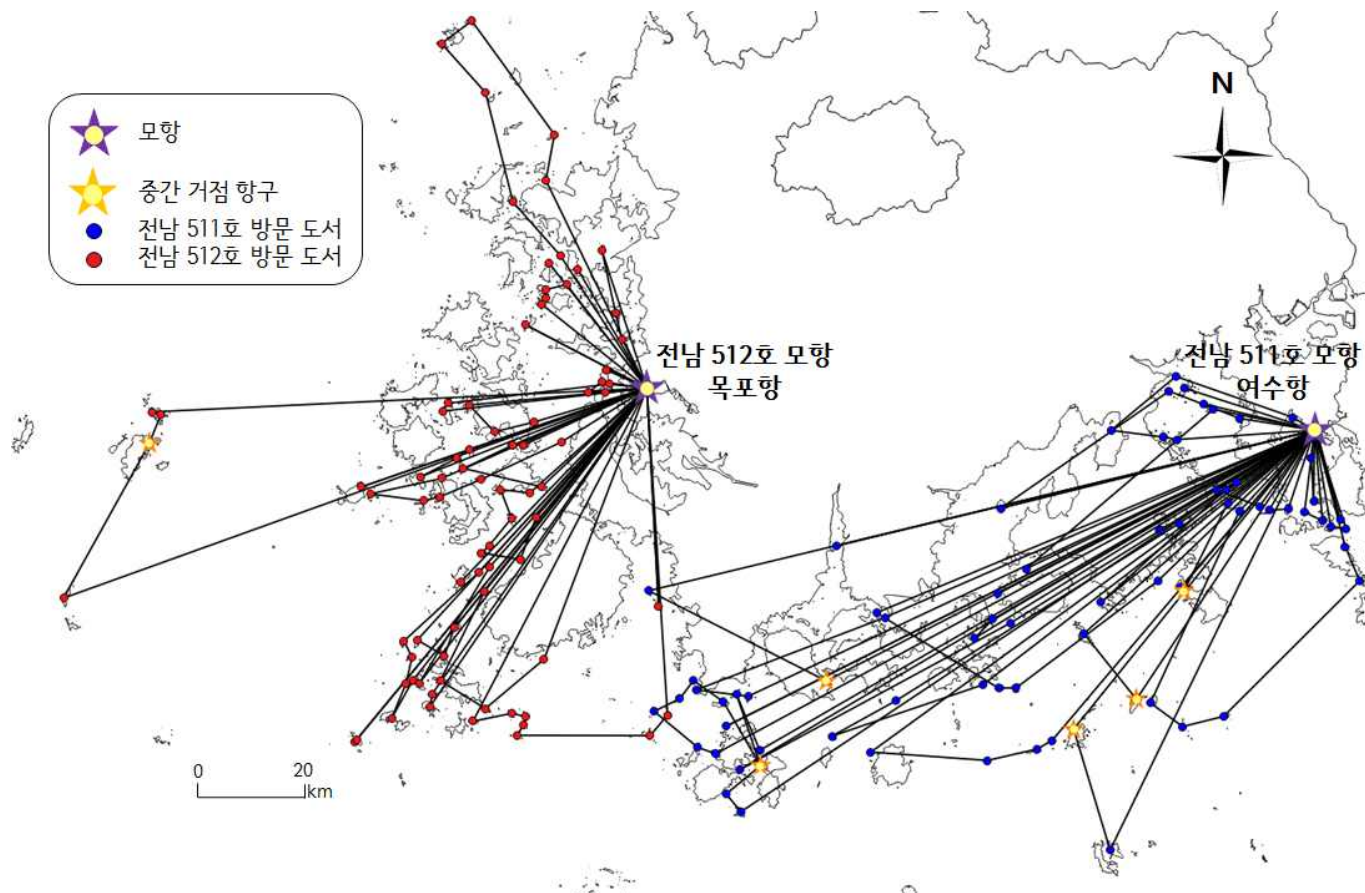
2) 병원선 최적 방문 경로 도출 및 종합

방문 시스템 변경을 통한 병원선 공간 최적화에 대한 결과는 다음과 같다[그림 4-10]. 병원선 최적 방문 경로 도출의 경우 앞서 4장 1절에서 사용한 VRP모델을 그대로 적용하여 연산하였다.

새로운 방문 시스템의 경우 도서 클러스터링을 통해 노드의 수가 18개 감소하여 병원선 이동에 대한 공간 의사결정이 간결해졌으며 이는 병원선 이동의 효율성이 증대하는 결과로 이어졌다. 도서 클러스터링을 통해 병원선 최적 방문 경로를 도출한 결과 전남 511호와 전남 512호 모두 21일/1회전 스케줄의 병원선 방문 스케줄을 도출할 수 있었다. 이는 도서 클러스터링을 진행하지 않았을 때 전남 511호와 전남 512호가 각각 24일/1회전의 스케줄이 나온 것과 비교했을 때, 각 병원선별로 3일의 스케줄이 감소한 결과를 나타낸다. 이는 앞서 예상했듯이 도서 클러스터링을 통해 노드의 개수가 줄어들어 이에 따른 병원선의 이동 시간이 짧아졌기 때문이다.

한편 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안에서는 무의 도서와 취약 도서의 구분 없이 모든 도서를 동일 횡수를 방문한다고 가정하였기 때문에, 무의 도서와 취약 도서와의 차등을 둔 1절에서 진행한 분석과의 직접적인 비교는 진행할 수 없었다.

도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안은 병원선 서비스 확대를 위한 추가 비용이 필요하지 않으면서 진료의 효율성을 높일 수 있다. 따라서 병원선을 운영하는 지방자치단체 입장에서 고려해야 하는 비용 절감 문제와 병원선 서비스 증대 문제를 동시에 해결할 수 있다. 또한 본 방안은 무의 도서와 취약 도서의 방문 횡수 차이가 존재하여도 충분히 적용할 수 있기 때문에 유연한 정책적 적용이 가능할 것이다.



[그림 4-10] 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안

2. 병원선 신규 건조를 통한 병원선 운영 개선 방안

선행연구를 통해 도서 지역은 지리적 고립성과 경제적 열악성으로 인해 의료 서비스 공급이 부족함을 확인하였으며, 특히 전라남도 도서 지역의 의료 환경은 한정된 자원과 많은 수요 인원으로 인해 더욱 열악함이 확인되었다.

이러한 상황을 개선하기 위해 앞서 제시한 병원선 운영 개선 방안을 통해 운영의 효율성 추구를 통한 병원선 진료 서비스 확대를 이루고자 하였다. 이때 제시한 방안들의 공통점은 추가 재원 투입 없이 공간 모델링을 통한 병원선 이동의 효율성을 높여 병원선 운영 횟수 증대를 위한 발판을 마련하는 방안이었다. 하지만 이러한 방안들은 기존에 비해 효율적인 병원선 공간 이동을 이루어 이를 통한 병원선 서비스 증대를 이룰 수는 있었지만, 근본적인 의료 시스템 개선은 불가하였다. 이는 추가적인 신규 서비스 수단 투입 없이 의료 서비스 현황을 개선하는 것에는 한계가 있기 때문이다.

따라서 전라남도 도서 지역의 의료 서비스 공급 확대를 위해서는 신규 재원 투입을 통한 근본적인 의료 시스템 개선이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 추가 재원 투입을 통한 신규 병원선 건조를 가정하여 공간 최적화 관점의 보건 정책을 제시하고자 한다. 병원선이 추가 건조 된다면 기존의 부족한 의료 서비스 자원을 충당할 수 있어 병원선 서비스의 양적 증대에 큰 역할을 할 것이다.

위의 논의를 바탕으로 병원선을 추가 건조 하게 된다면, 이를 어떤 모항에 위치시키는 것은 병원선을 운영하는 것에 있어 또 다른 중요한 문제가 된다. 의료 시설은 어디에 입지하느냐에 따라 의료 서비스의 형평성 및 효율성이 달라지는데(Marianov and ReVelle, 1996), 병원선 모항은 병원선이 출발하는 시작점이자 도착점의 역할을 하기 때문에 모항의 위치에 따라 병원선의 이동 거리 및 이동 효율이 크게 달라지기 때문이다.

이에 병원선 신규 건조를 가정하고 이를 운영하기 위한 최적 모항 입지

를 도출하기 위한 과정은 다음과 같이 진행된다. 먼저 신규 모항 입지 후보지를 색출한다. 다음으로 각 병원선 별 의료 서비스 제공 권역을 나누기 위한 입지 할당 모델의 목적 함수를 각 후보지 모항별로 연산한다. 이때 입지 할당 모델의 목적 함수는 비용에 대한 식이기 때문에 값이 작을수록 좋다. 따라서 목적 함수 값이 가장 작은 모항 입지 후보지를 신규 모항 입지 적합지로 판단하고, 여수항, 목포항, 신규 모항 세 축을 중심으로 하는 병원선 서비스 권역을 설정한다. 마지막으로 모항과 할당된 진료 대상 섬을 대상으로 병원선 최적 방문 경로를 도출하여 최종적인 병원선 진료 스케줄을 확정한다.

1) 신규 모항 입지 후보지 선정

먼저 신규 모항 입지 후보지는 다음과 같은 조건을 만족하는 지역으로 선정한다.

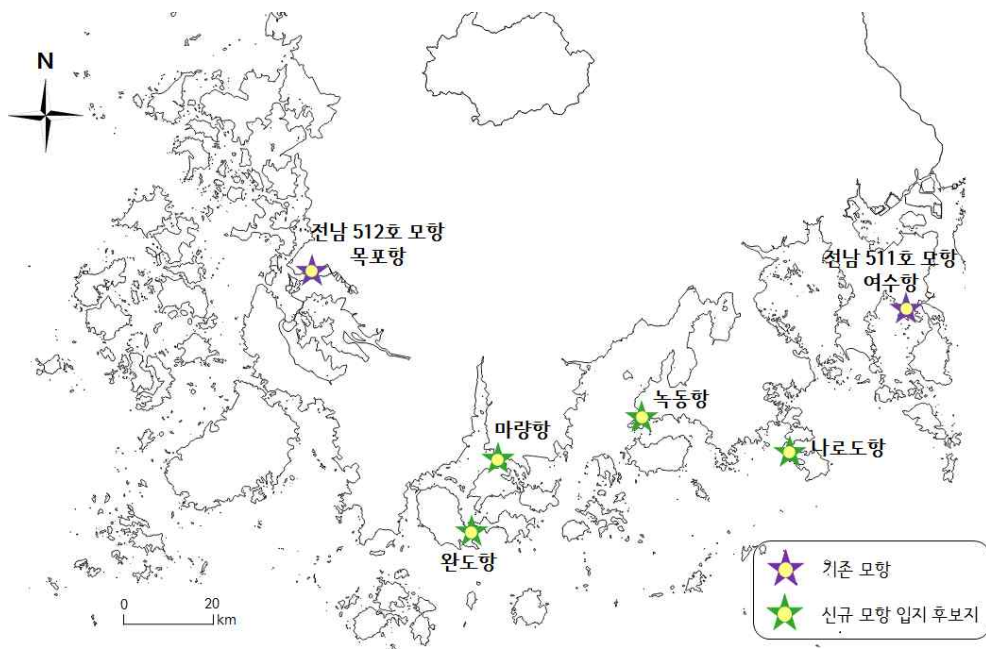
1. 신규 모항 입지 후보지의 경우, 신규 모항 건설에 대한 비용을 최소화하기 위해 기존 중간 거점 항구로 한정한다.
2. 신규 모항 입지 후보지의 경우, 보급품의 원활한 공급과 병원선 직원의 안정적인 정주 환경 조성을 위해 육지 또는 연육교로 이어진 섬으로 한정한다.

1번 조건의 경우 추가적인 비용 투입을 최소화하기 위해 기존의 중간 거점 항구를 모항으로 용도만 전용하고자 한다. 중간 거점 항구는 기존에 선원들이 출장 업무를 나갈 때 하루 이상을 정박하며 배를 접안하는 곳으로 중간 거점 항구를 모항으로 전용 하여도 기능상의 문제점은 없을 것으로 판단하였다.

2번 조건의 경우 모항의 주요 기능인 물자 보급의 원활성에 주안점을 두

었다. 모항은 필요한 보급품을 보충하고 선박의 유류 보충과 기본적인 정비를 진행하는 곳이기 때문에 원활한 물자 보급이 중요하다. 이에 모항의 기본적인 역할을 수행하기 위해서는 육지에 위치하는 것이 합리적이라고 판단하였다.

위에 대한 조건을 충족하는 중간 거점 항구를 탐색한 결과 나로도항, 녹동항, 마량항, 완도항 총 4개의 항구가 신규 모항 입지 후보지로 선정되었다[그림 4-11].



[그림 4-11] 신규 모항 입지 후보지

2) 신규 최적 모항 입지 선정과 병원선 서비스 권역 설정

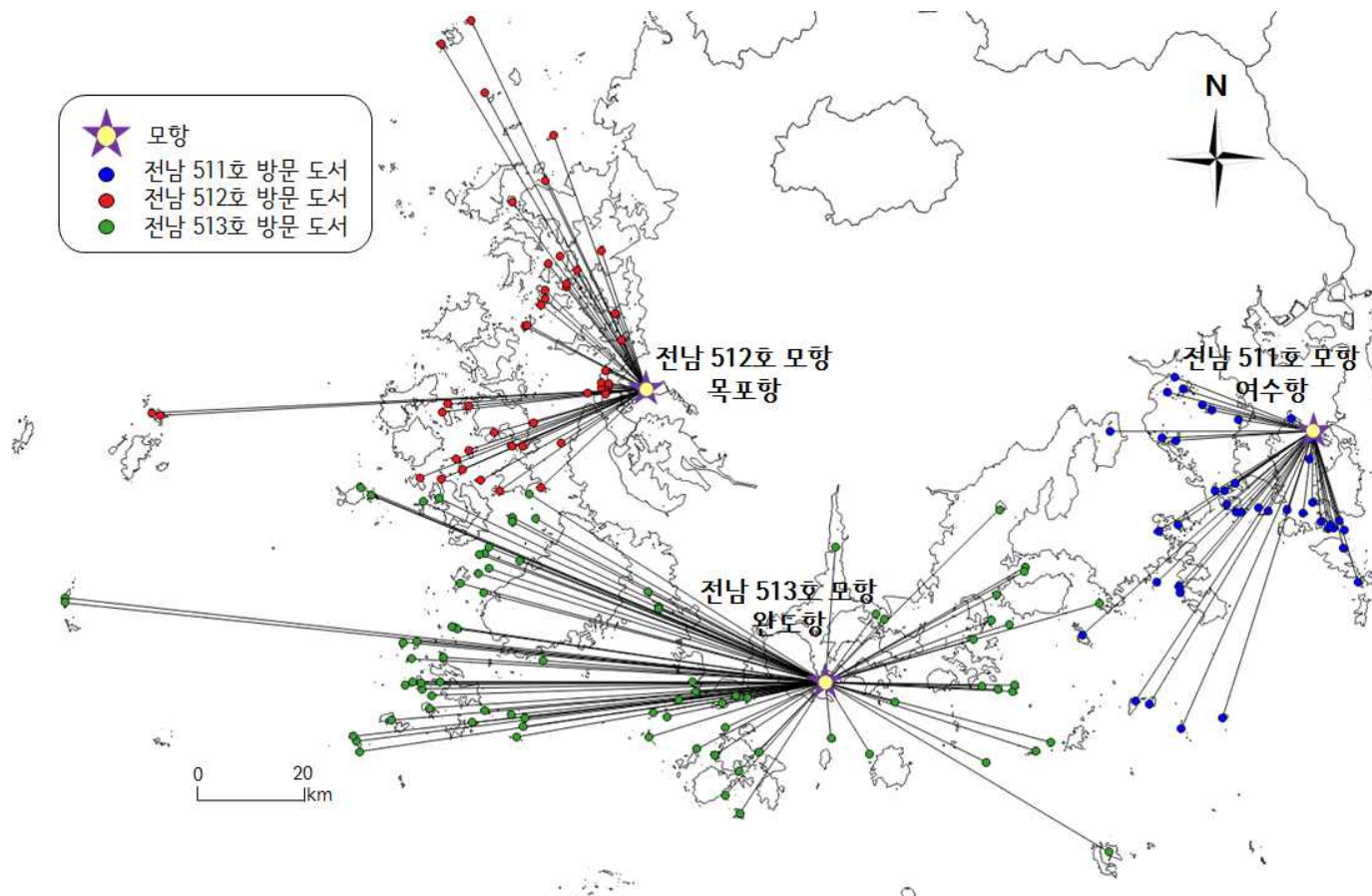
신규 모항의 경우 세 항구에 할당된 진료 대상 섬에 대한 업무량 균형성을 보장하면서, 진료 대상 섬에 대한 지리적 근접성을 바탕으로 그 비용이 가장 적게 드는 지역으로 선정해야 한다. 이를 위해 앞서 4장 1절에서 제시한 입지 할당 모델의 목적 함수를 각 신규 모항 입지 후보지별로 연산하였다.

연산 과정은 특정 신규 모항 입지 후보지가 모항으로 선정된다는 가정하에 각 신규 모항 입지 후보지와 여수항, 목포항을 모항으로 두고 필요한 변수를 연산하여 입지 할당 모델의 목적 함수 값을 계산하였다.

입지 할당 모델을 각 신규 모항 입지 후보지별로 연산한 결과 완도항이 목적 함수에 대한 최솟값을 나타내었다<표 4-6>. 이는 신규 모항으로 완도항을 선정하는 것이 가장 적은 비용이 드는 것을 의미하며, 이를 근거로 완도항을 신규 최적 모항 입지로 선정하였다. 이를 바탕으로 신규 모항 최적 입지로 선정된 완도항과 기존의 여수항, 목포항을 중심으로 병원선 서비스 제공 권역을 나눌 수 있었다[그림 4-12].

<표 4-6> 신규 최적 모항 입지 선정 모델의 목적 함수에 대한 결과 값

| | 나로도항 | 녹동항 | 마량항 | 완도항 |
|---|---------|---------|---------|---------|
| 값 | 497.165 | 487.665 | 479.854 | 467.641 |



[그림 4-12] 신규 병원선 건조를 가정한 병원선 서비스 권역의 변화

먼저 신규 모항인 완도항이 추가됨에 따라 권역이 세 곳으로 나뉘진 것을 확인할 수 있다. 전남 513호의 권역은 기존의 전남 511호와 전남 512호의 권역이 접하는 지역을 흡수하여 생성되었다. 이는 전남 513호의 모항이 여수항과 목포항 사이에 위치했기 때문에 나오는 자연스러운 결과이며, 병원선 서비스 권역을 설정할 때 진료 대상 섬의 인구수 보다 거리의 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다.

병원선 별 진료 대상 주민수는 진료 대상 섬의 수가 줄어들에 따라 자연스럽게 줄어들었다. <표 4-7>은 병원선 추가에 따른 각 병원선 별 진료 대상 주민 수와 진료 대상 섬의 수를 나타내고 있는데 기존에 병원선을 두 대 운영할 때보다 업무 부담량이 줄어든 것을 확인할 수 있다. 따라서 실제 병원선이 추가로 건조 된다면 도서 지역에 병원선을 통한 의료 서비스를 크게 증대할 수 있을 것이다.

<표 4-7> 신규 병원선 서비스 구역의 속성 값

| 병원선(모항) | 진료 대상 주민(명) | 진료 대상 섬(개) | 출장 대상 섬 |
|------------------|-------------|------------|---------------------------|
| 전남 511호 (여수항) | 3,413 | 42 | 여사도, 손죽도, 시산도, 낭도, 장도 |
| 전남 512호 (목포항) | 3,667 | 44 | 대둔도, 다물도, 자라도, 병풍도, 선도 |
| 전남 513호 (완도항) | 3,398 | 84 | 가사도, 중태도, 상태도, 우이도, 동도 |

또한 진료 대상 섬의 분포는 그대로이나 모항이 추가되었기 때문에 병원선의 이동 거리 역시 기존 병원선 진료 권역에 비해 짧아졌음을 알 수 있다. 특히 기존 여수항과 목포항이 진료 대상 섬들의 양 극단에 위치하여 서비스 구역의 접점인 완도군 노화읍 일대까지 병원선이 도달하는데 많은 시간이 소요되었으나, 신규 모항인 완도항이 여수항과 목포항의 중간에 위치함에 따라 이동 시간 경감에 큰 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

다음으로 각 병원선별 출장 대상 섬 역시 5개씩 할당되어, 기존 병원선 서비스 구역에서 전남 511호에 집중되었던 병원선 출장 업무도 균등하게

분배된 것을 알 수 있다. 특히 출장 업무의 경우 병원선 선원들에게 업무 부담으로 작용하는 요소이기 때문에, 업무량 형평성 측면에서 그 의미가 크다고 할 수 있다.

한편, 신규 건조 병원선인 전남 513호(가칭)의 경우 진료 대상 섬의 수가 상대적으로 많은 것을 확인할 수 있는데, 이는 병원선 서비스 권역을 설정하기 위한 입지 할당 모델을 구축할 때 섬의 개수는 고려하지 않았기 때문이다.

3) 병원선 최적 방문 경로 도출 및 해석

병원선 최적 이동 경로 도출 문제 해결을 위한 방법론은 앞서 1절에서 사용한 병원선 최적 방문 모델을 그대로 이용하였으며, 이를 통한 신규 병원선 서비스 구역에 대한 병원선 최적 이동 경로 도출 결과는 다음과 같다[그림 4-13].

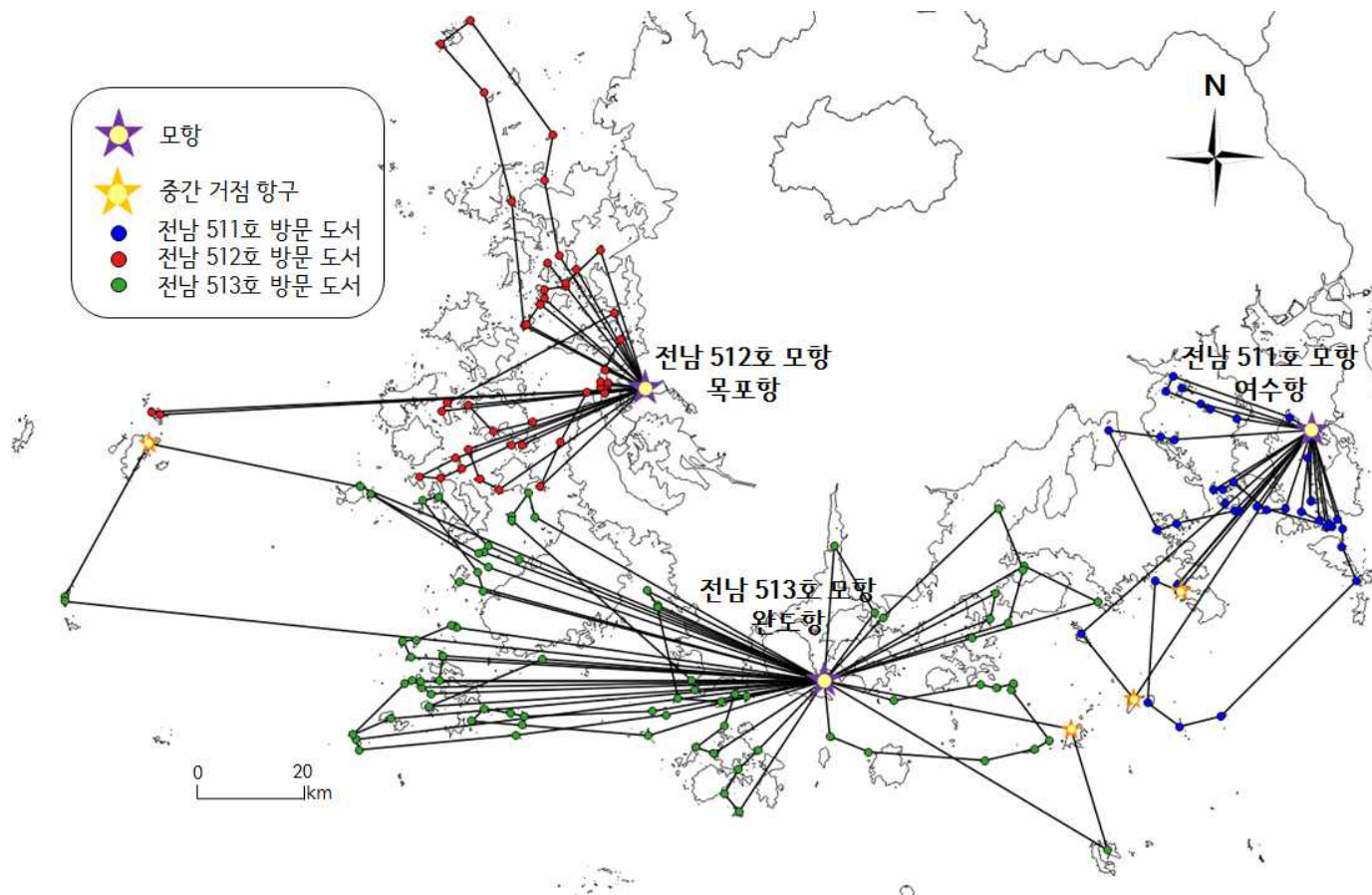
분석 결과를 살펴보면 기존 1장에서의 분석 결과와 같이 모항을 중심으로 하루 단위의 스케줄이 방사형으로 펼쳐져 있는 것을 볼 수 있다. 이는 앞서 언급했듯이, 인접한 도서를 위주로 방문해야 이동 거리 최소화를 이룰 수 있기 때문이다. 이러한 분석 결과는 전남 513호의 병원선 방문 경로에서 명확히 알 수 있는데, 전남 513호의 모항인 완도항의 경우 진료 대상 섬들에 의해 둘러싸여 있기 때문에 병원선 스케줄이 방사형으로 뻗어나가는 모습을 명확하게 관찰할 수 있다.

신규 병원선 추가에 따른 세부적인 스케줄 일수 변화는 다음과 같다<표 4-8>. 먼저 각 병원선당 할당된 도서 지역을 모두 방문하는데 걸리는 시간이 현저히 줄어든 것을 확인할 수 있다. 단, 전남 513호의 경우 전남 511호와 전남 512호에 비해 8일 더 많은 진료 일수를 수행해야 한다. 이는 앞서 지적했듯이, 전남 513호의 모항인 완도항이 진료 대상 섬들에 의해 둘러싸여 있어 병원선 라우팅의 효율성이 떨어지기 때문이다. 실제로 전남 511호의 경우 약 120도, 전남 512호의 경우 약 100도의 각도 안에

진료 대상 섬들이 위치하여 병원선 이동에 대한 방향성이 존재하지만, 전남 513호의 경우 진료 대상 섬이 산발적으로 분포하여 이동 효율성이 매우 떨어진다.

<표 4-8> 각 병원선 별 진료 일수

| 비고 | 전남 511호 | 전남 512호 | 전남 513호 |
|------------------------|----------|----------|----------|
| 1회전당 진료 일수(일 / 회) | 11일 / 1회 | 11일 / 1회 | 19일 / 1회 |
| 진료 대상 섬(개) | 42 | 44 | 84 |
| 모항 기준 진료 대상 섬 분포 각도 | 약 120° | 약 100° | 360° |



[그림 4-13] 신규 병원선 건조를 가정한 병원선 운영 개선 방안

제 3 절 소결

본 장에서는 병원선 운영 개선을 위한 다양한 방법들을 알아보았다. 먼저 업무량 형평성과 병원선 이동 효율성을 고려한 병원선 운영 개선 방안에서는 기존 방문 시스템을 유지한다는 전제 하에 분석을 진행하였다. 구체적으로 업무량 균형성을 전제한 입지 할당 모델 구축을 통해 기존 병원선 서비스 구역을 재구획화 하였다. 다음으로 병원선 경로 선정 문제 해결을 통해 병원선의 효율적 이동을 추구하였다.

다음으로 대안적 병원선 운영 개선 방안에서는 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안과 병원선 신규 건조와 최적 모항 입지 도출을 통한 병원선 운영 개선 방안으로 나누어 분석을 진행하였다.

먼저 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안에서는 도서 클러스터링을 통해 35개의 도서를 17개의 노드에 각각 할당하여 병원선 방문 대상의 수를 줄였다. 이를 통해 전체 이동 시간이 줄어들어 병원선 이동의 효율성을 추구할 수 있었다. 또한 본 방법은 추가 자원 투입 없이 달성할 수 있다는 점에서 그 의의를 갖는다.

병원선 신규 건조와 최적 모항 입지 도출을 통한 병원선 운영 개선 방안에서는 신규 자원 투입을 가정한 병원선 건조를 통해 병원선 운영 시스템을 개선하는 방안을 제시하였다. 특히 병원선 운영에는 모항이 어디에 입지하느냐가 중요한데, 기존의 중간 거점 항구를 대상으로 모항 최적 입지를 탐색한 결과 완도항이 가장 합리적인 신규 최적 모항 입지임을 밝혀내었다. 또한 추가 자원 투입시 근본적인 의료 시스템의 개선이 가능함을 각종 수치를 통해 증명하였다.

위에서 제시한 방법들은 모두 기존 병원선 운영에 있어 문제점으로 지적되었던 업무량 형평성 문제, 합리적인 병원선 이동, 타 지역간의 의료 형평성 문제를 해결하는 방안들을 제시하였다. 이를 통해 공간 최적화적 접근을 통해 현실 문제에 대한 합리적인 해결이 가능함을 제시하였다.

또한 4절에서 제시한 병원선 운영 방안들은 모두 병원선 운영의 효율성

을 추구하는 방안이다. 효율적인 병원선 이동은 병원선 운영 시간 단축으로 이어지며, 더 나아가 단축된 병원선 운영 시간은 병원선 서비스 공급의 증대를 위한 기초가 될 수 있다. 즉, 병원선 이동의 효율성 개선을 통해 전체적인 의료 형평성 증대로 이어질 수 있다.

제 5 장 결론

의료 취약 지역이란 보건·의료 서비스에 대한 수요는 높으나 지역 보건 자원에 대한 접근성이 떨어지고, 지역의 발전 잠재력과 재정여건 등이 취약하며, 건강수준 또한 열악한 지역이다. 특히, 국내 도서 지역은 경제적 열악성, 지리적 고립성, 인구의 고령화로 인해 대표적인 의료 취약 지역에 속한다.

이러한 도서 의료 취약 지역의 경우 공공 의료 서비스의 역할이 매우 중요하다. 민간 의료 서비스의 경우 수익성이 전제되어야 입지가 가능한데, 적은 인구수로 인해 의료 서비스에 대한 절대적 수요가 부족하고, 병원 운영에 상대적으로 많은 비용이 많이 드는 도서 지역의 경우 민간 의료 시설이 입지하기 어렵다. 따라서 공익적 성격의 공공 의료 서비스를 통해 도서 지역의 열악한 의료 시스템 환경을 개선하여 주민들의 기본적인 건강권을 보장할 필요가 있다.

이를 반영하듯, 국가와 각 지방자치단체는 도서 지역의 자연·인문 환경적 특수성을 고려한 의료 시스템 설계를 통해 도서 주민들을 위한 공공 의료 서비스를 제공하고 있다. 이는 보건 의료 기관, 응급 의료 헬기, 원격 의료, 병원선으로 구성된다. 특히 병원선은 무의 도서(無醫島嶼) 주민들을 대상으로 제공하는 유일한 공공 의료 서비스로 도서 지역 의료 서비스에서 큰 축을 담당하고 있다. 기능적인 측면으로는 응급환자를 제외한 정기적, 순환적 성격의 의료 서비스를 제공하고 있어 그 의미와 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

이러한 중요성에도 불구하고, 현재 병원선을 통한 도서 지역의 정기적 의료 서비스 공급은 충분히 이루어지고 있지 못하다. 일례로 전라남도 지역의 경우 병원선 방문 횟수가 연 4회에 그쳐, 고령의 나이가 다수인 섬 주민의 높은 의료 서비스 수요에 비해 그 공급 횟수가 극히 적다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 전라남도 지역의 병원선 운영 현황을 파악하고 운영에 있어서 문제점을 도출한 후, 이를 개선한 병원선 운영 방안을 제시하고자 하였다. 전라남도 병원선의 문제점을 발견하기 위해 기존에 병원선이 운행했던 항해 정보와 관련 법령을 수집하였다. 또한 병원선 선원 및 병원선 담당 주무관과의 대면 및 전화 인터뷰를 통해 관련된 정보를 수집하였다. 분석 결과 기존 병원선 운영의 문제점으로는 병원선 경로 선정의 임의성, 병원선 서비스 구역 선정의 임의성, 타 지역과의 의료 형평성 결여에 대한 문제점이 발견되었다.

발견된 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 공간 최적화적 관점의 공간 모델링을 통해 병원선 업무 개선 방안을 제시하고자 한다. 본 공간 모델링은 크게 두 가지 방안으로 나뉘는데 먼저 기존 문제점을 개선한 병원선 운영 방안에서는 업무량 형평성과 병원선 이동 효율성을 고려하여 기존 방문 시스템에 업무량 불균등 문제와 병원선 이동 경로의 비효율성 문제를 개선하고자 하였다. 구체적으로 업무량 균형성을 전제한 입지 할당 모델 구축을 통해 기존 병원선 서비스 구역을 재구획화 하였다. 다음으로 차량 경로 선정 문제 해결을 통한 최적 병원선 방문 경로를 도출하여 병원선의 효율적 이동을 추구하였다.

다음으로 대안적 방안의 병원선 운영 개선 방안은 두 가지 방법으로 나뉘며 이는 각각 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안과 병원선 신규 건조와 최적 모항 입지 도출을 통한 병원선 운영 개선 방안으로 나뉜다.

먼저 도서 클러스터링을 통한 병원선 운영 개선 방안에서는 도서 클러스터링을 통해 35개의 도서를 17개의 노드에 각각 할당하여 병원선 방문 대상의 수를 줄였다. 이를 통해 전체 이동 시간이 줄어들어 병원선 이동의 효율성을 추구할 수 있었다. 또한 본 방법은 추가 재원 투입 없이 달성할 수 있다는 점에서 그 의의를 갖는다.

다음으로 병원선 신규 건조와 최적 모항 입지 도출을 통한 병원선 운영 개선 방안에서는 신규 재원 투입을 가정한 병원선 건조를 통해 병원선 운

영 시스템을 개선하는 방안을 제시하였다. 특히 병원선 운영에는 모항이 어디에 입지하느냐가 중요한데, 기존의 중간 거점 항구를 대상으로 모항 최적 입지를 탐색한 결과 완도항이 가장 합리적인 신규 최적 모항 입지임을 밝혀내었다. 또한 추가 재원 투입시 근본적인 의료 시스템의 개선이 가능함을 각종 수치를 통해 증명하였다.

이러한 점을 종합해 보았을 때 본 연구에 대한 의의는 다음과 같다.

첫째, 연구 필요성에 비해 연구가 부족했던 병원선을 소재로 한 연구이다. 병원선은 도서 지역의 공공 의료 서비스 제공을 위한 핵심 수단임에도 불구하고 그동안 연구가 미진하였다. 특히, 기존의 연구는 인터뷰 기반의 병원선 만족도에 관한 연구로 이동 수단인 병원선에 대한 공간 의사결정론적 연구가 부족하였다. 본 연구는 의미성에 비해 미진했던 분야를 연구하여 학문의 영역을 확장하였다.

둘째, 의료 취약지역 보건사업에 대한 정책적 기여가 가능하다. 먼저 4장 1절에서 살펴본바와 같이, 기존의 시스템을 유지하면서 병원선 경로 최적화를 통해 시간 거리 절약 및 병원선 서비스의 양적 확대가 가능함을 증명하였다. 또한 4장 2절에서 제시한 대안적 방안의 경우, 병원선 방문 방법을 변경하거나 일정 수준의 재원 투입을 통한 병원선을 추가 건조를 가정한 정책 시뮬레이션 결과를 제시하였다. 이러한 대안적 방안은 향후 병원선 정책을 새롭게 제시할 때 정책 실패에 대한 부담감을 줄일 것이다.

이러한 의의에도 불구하고 본 연구의 한계점도 존재한다. 먼저 해상에 대한 특수성을 모델링에 적용하지 못하였다. 배의 경우 바람, 태풍 등의 자연환경 변수가 배의 운항에 영향을 미치는 법인데 이를 고려하지 못하고 예비일수 확보를 통해 대체 하는 것에 그쳤다.

병원선의 이동 거리를 측정하는 부분에서는 측정 방식에 한계가 있어 네트워크 거리가 아닌 유클리디언 거리로 연산하였다. 따라서 실제 병원선 이동 거리와 본 연구에서 제시한 모델에 사용한 이동 거리는 다소 차이가 있을 것이다. 다만, 바다의 경우 육지에 비해 장애물이 많지 않아 이동의 제약이 크지 않으며, 병원선 같은 소형 선박은 정해진 항로가 따로 없기

때문에 네트워크 거리와 유클리디언 거리 사이에서 큰 차이가 발생하지 않을 것이다.

위의 한계점을 종합하여 추후 연구에서는 다음과 같은 연구의 발전 방향을 제시할 수 있을 것이다. 우선 병원선 공간 모델링에 자연 환경 변수를 반영하여 모델의 정확도를 높일 수 있을 것이다. 본 모델에 반영할 수 있는 자연 환경 변수는 해류, 조차와 같은 해양 환경 변수와 태풍, 풍향, 풍속과 같은 바람에 대한 변수가 있을 것이다. 또한 병원선의 이동 경로를 좀 더 정밀하게 설정하여 병원선 이동 시간에 대한 계산 정확도를 높여 현실을 더욱 정확하게 설명할 수 있을 것이다. 마지막으로 본 연구의 사례 지역인 전라남도에서 적용한 병원선 최적 방문 경로 분석을 타 지역에도 응용 및 적용하여 전국의 도서 지역에 대한 병원선 의료 서비스 공급의 효율성을 높일 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 국립중앙의료원, 2013, 의료취약지 도출에 따른 거점의료기관 모델 및 관리방안 연구.
- 국립해양조사원, 2014, 전국 해안선조사.
- 김감영, 2007, “방문보건서비스 제공을 위한 순차적 입지-경로설정 접근,” 한국도시지리학회지, 10(3), 41-53.
- 김감영 · 신정엽 · 이건학 · 조대현, 2009, “농촌지역 노년인구를 위한 방문 의료서비스 구역 설정 모델 및 알고리즘,” 대한지리학회지, 44(6), 813-831.
- 김규식, 2015, 공보육서비스 이용 기회의 공간적 형평성 평가에 관한 연구: 서울시 국공립어린이집을 대상으로, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 김명진, 2015, “다목적 최적화 방법을 이용한 구획 탐색 연구,” 국토지리학회지, 49(2), 173-185.
- 김명진 · 김감영, 2013, “공간 최적화 기법을 이용한 국회의원 선거구 획정: 용인시를 사례로,” 대한지리학회지, 48(3), 387-401.
- 김명진 · 김감영, 2016, “헌법재판소 헌법불합치 결정에 부합하는 국회의원 선거구 재 구획에 관한 연구: 경기도 지역을 대상으로,” 국토지리학회지, 50(1), 1-13.
- 김상우, 2001, 차량 경로문제의 배송시간 최소화를 위한 발견적 해법에 관한 연구, 명지대학교 대학원 석사학위논문.
- 김순기, 1993, “무의낙도의 순회진료와 병원선운영 개선방안,” 도시문제, 105-110.
- 김선명 · 김대성, 2009, 전남 도서지역 교육 및 복지 실태조사, 전남발전연구원.
- 김영성, 2004, “도서지역의 인구변동,” 국토지리학회지, 38(3), 227-240.
- 김준우 · 안영진, 2014, “수도권과 비수도권 간 체감 의료서비스 격차: 암 치료 경험을 통한 실증적 연구,” 국토지리학회지, 48(1), 149-159.
- 김진구, 2011, 소득계층에 따른 의료이용의 격차: 연령집단별 Le Grand

- 지수 분석을 중심으로, 사회보장연구 27(3), 1-34.
- 김진구, 2012, “의료기관 종류를 고려한 의료이용 형평성 분석,” 사회과학연구, 28(3), 205-226.
- 김하나, 2014, 공공보건의료시설의 공간적 접근성 측정을 통한 의료 접근성에 대한 연구: 수도권을 중심으로, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 문종윤 · 유병인 · 박관준 · 최종윤 · 장원기 · 박윤희, 2013, “환자-의사 간 원격의료 제도 도입에 대한 법적 사회적 적합성 고찰,” 한국의료법학회지, 21(2), 201-219.
- 서제현 · 이수진 · 하정훈 · 김정호 · 이재혁 · 나백주 · 강윤희, 2011, “도서지역 보건지소 공중보건의사의 응급의료 경험 및 대처능력 고찰,” 농촌의학·지역보건, 36(1), 36-46.
- 서태열, 1987, 서울시 고등학교의 분포와 학군에 대한 연구, 지리교육논집, 18, 1-21.
- 신선미, 변병설, 2012 “도서지역 노후쇠퇴시설의 생태문화적 재생 방안: 인천 옹진군 이작도를 중심으로,” 한국습지학회지, 14(4), 675-685.
- 신정동, 2011, 충청남도 도서지역 주민의 건강관심도에 따른 병원선 서비스 만족도에 관한 연구, 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 심승희, 2013, “도서 정책 중심으로 본 근대 이후 우리나라 도서 지역의 변화,” 문화역사지리, 25(1), 63-85.
- 양병윤 · 황철수, 2005, “GIS 분석을 통한 긴급의료지도 개발에 관한 연구,” 한국지도학회지, 5(1), 7-14.
- 오영호, 2013, “우리나라 공공보건의료의 정책방향과 과제,” 한국보건사회연구원, 203, 1-8.
- 윤영한, 2011, “우리나라 원격의료산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위한 정책 과제,” 통상정보연구, 13(3), 325-351.
- 이강 · 안미애, 2011, “병원선 의료서비스 질의 측정과 관리전략,” 한국행정논집, 23(4), 1187-1207.
- 이건학 · 신정엽 · 조대현 · 김감영, 2010, “방문보건서비스의 효율적 운영을 위한 방문경로 최적화 연구,” 한국도시지리학회지, 13(1), 1-16.

- 이경주 · 임준홍, 2015, “의료서비스 취약지역 탐색을 위한 분석방법론 구축 및 실증분석 연구, 도시행정학보,” 28(1), 105-125.
- 이정아, 1999, GIS를 이용한 우편배달경로시스템 개발에 관한 연구, 전남대학교 대학원 석사학위논문.
- 이종구, 2015, “의료취약지역 의사인력 확보 방안: 공중보건 의사 대체 인재 확보 방안,” 의료정책포럼, 13(1), 141-145..
- 이청춘, 2009, 지역보건소 방문보건서비스와 사회복지서비스 연계에 관한 연구, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
- 이태림, 2005, 재가노인의 방문보건서비스 이용실태 및 이용의향에 관한 탐색적 연구 : 충남 태안군과 보령시 지역을 중심으로 , 한서대학교 대학원 석사학위논문.
- 이혜숙 · 홍성철 · 김정홍 · 김재왕 · 이근화 · 이재천 · 정진호, 2013, “도서지역 주민의 흡입 알레르기 감작률과 알레르기 질환의 연관성,” 대한보건연구, 39(2), 9-20.
- 이희연 · 임은선, 2001, “GIS를 이용한 생활폐기물의 수거권역설정과 수거차량의 순회경로계획에 관한 연구,” 한국GIS학회지, 9(1), 15-30.
- 임남구, 2013, “지역 소득수준에 따른 의료이용의 차이,” 디지털융복합연구, 11(10), 459-467.
- 임송미 · 김혜주 · 김현희 · 진희, 2016, 남도 섬 음식 발굴 및 스토리텔링, 전남여성플라자
- 임정수 · 강경희 · 이희영 · 조진성 · 윤지혜 · 한진옥, 2012, 응급환자 헬기이송 현황분석 및 기관간 협력방안, 보건복지부
- 임정수 · 김창엽, 2002, “도서지역 주민들의 보건문제와 해결방안,” 농촌의학·지역보건, 27(1), 185-196.
- 전라남도, 2015, 2016년 섬 지역 건강지킴이 병원선 운영 계획.
- 정재호, 2008, 의료자원분포의 지역간 형평성에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 조성식 · 이태경 · 방예원 · 김철주 · 임형준 · 권영준 · 조용범 · 백도명 · 주영수, 2010, “일개 섬 지역 주민의 미충족 의료와 관련 요인,” 한국농촌의학 지역보건학회, 35(2), 151-164.
- 조순영 · 이민정 · 연효정 · 이수진, 2010, “의료취약지역에 거주하는 군

- 인가족의 건강증진 생활양식과 가족간호현상,” 군진간호연구, 28(1), 98-108.
- 조원경, 2002, 개미시스템 알고리즘을 이용한 차량경로탐색에 관한 연구, 경기대학교 대학원 석사학위논문.
- 조유향 · 정영해, 2011, “보건의료현황을 통해 본 섬 지역 보건의료 접근 방안: 신안군을 중심으로”, 한국도서연구, 23(4), 101-111.
- 조형두, 2001, 의약분업 실시 이후의 일개 도서지역의 65세 이상 노인의 의료기관 이용 감소와 그 이유에 대한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 최연철, 2011, “한국에서의 응급의료헬기 운영과 운항안전.” 한국항공운항학회, 19(4), 117-122.
- 충남리포트, 2015, 충남의 의료서비스 취약지역 현황과 도민 건강 정책 방안.
- 한국건강증진개발원, 2016, 시·도별 지역보건취약지역 보고서.
- 홍선기, 2012, “섬의 생태지리적 동질성과 이질성: 신안 다도해 하의면과 신의면의 소통,” 도서문화, 40, 375-395.
- Achabal, D. D., Moellering, H., Osleeb, J. and Swain, R. W., 1978, Designing and evaluating a health care delivery system through the use of interactive computer graphics, *Social Science & Medicine. Part D: Medical Geography*, 12(1), 1-6.
- Almoustafa, S., Hanafi, S. and Mladenović, N., 2013, New exact method for large asymmetric distance-constrained vehicle routing problem, *European Journal of Operational Research*, 226(3), 386-394.
- Bennett, W. D., 1981, A LOCATION-ALLOCATION APPROACH TO HEALTH CARE FACILITY LOCATION: A STUDY OF THE UNDOCTORED POPULATION IN LANSING, MICHIGAN, *SOCIAL SCIENCE & MEDICINE PART D-MEDICAL GEOGRAPHY*, 15(2), 305-312.
- Benzarti, E., Sahin, E. and Dallery, Y., 2013, Operations management applied to home care services: Analysis of the

- districting problem, *Decision Support Systems*, 55(2), 587-598.
- Bektas, T., 2006, The multiple traveling salesman problem : an overview of formulations and solution procedures, *The International Journal of Management Science*, 34(3), 209-219.
- Blais, M., Lapierre, S, D. and Laporte, G., 2003, Solving a home-care districting problem in an urban setting, *Journal of the Operational Research Society*, 54(11).
- Bowerman, R., Hall, B. and Calamai, P., 1995, A multi-objective optimization approach to urban school bus routing: Formulation and solution method, *Transportation Research Part A*, 29(2), 107-123.
- Bozkaya, B., Erkut, E. and Laporte, G., 2003, A tabu search heuristic and adaptive memory procedure for political districting, *European Journal of Operational Research*, 144(1), 12-26.
- Camacho-Collados, M., Liberatore, F. and Angulo, J, M., 2015, A multi-criteria Police Districting Problem for the efficient and effective design of patrol sector, *European Journal of Operational Research*, 246(2), 674-684.
- Church, R, L. and Murray, A, T., 2009, Business site selection, location analysis, and GIS, WILEY,
- Cromley, E, K. and McLafferty, S, L., 2012, GIS and public health, GULFORD.
- Dantzig, G. and Ramser, J., 1959, The truck dispatching problem, *Management Science*, 6(1), 80-91.
- Dechampai, D., Sethanan, K., Tanwanichkul, L. and Pitakaso, R., 2015, A differential evolution algorithm for the capacitated VRP with flexibility of mixing pickup and delivery services and the maximum duration of a route in poultry industry, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20.

- Dror, M., Laporte, G. and Trudeau, P., 1994, Vehicle routing with split deliveries, *Discrete Applied Mathematics*, 50, 239-254.
- D'Amico, S. J., Wang, S. J., Batta, R. and Rump, C. M., 2002, A simulated annealing approach to police district design, *Computers and Operations Research*, 29(6), 667-684.
- Ghosh A. and Rushton G., 1987, SPATIAL ANALYSIS AND LOCATION-ALLOCATION MODELS, VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY, New York.
- Groër, C., Golden, B. and Wasil, E., 2010, A library of local search heuristics for the vehicle routing problem, *Mathematical Programming Computation*, 2(2), 79-101.
- Hakimi, S. L., 1964, Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph, *Operations Research*, 12(3), 450-459.
- Hertz, A. and Lahrichi, N., 2009, A Patient Assignment Algorithm for Home Care Services, *The Journal of the Operational Research Society*, 60(4), 481-495.
- Hesse, B. W., 2005, The Impact of the Internet and Its Implications for Health Care Providers, American Medical Association, 165(22), 2618-2624.
- Ko, J., Nazarian, E., Nam, Y. and Guo, Y., 2015, Integrated redistricting, location-allocation and service sharing with intra-district service transfer to reduce demand overload and its disparity, *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 132-143.
- Laporte, G., 1992, The Vehicle Routing Problem: An overview of exact and approximate algorithms, *European Journal of Operational Research*, 59, 345-358.
- Laporte, G., Desrochers, M. and Nobert, Y., 1984, Two exact algorithms for the distance-constrained vehicle routing

- problem, *Networks*, 14(1), 161-172.
- Laporte, G., 2009, Fifty Years of Vehicle Routing, *TRANSPORTATION SCIENCE*, 43(4), 1141-1147.
- Liu, Q. and Xu, J., 2011, A study on facility location-allocation problem in mixed environment of rand, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22(3), 389-398.
- Manatkar, R. P., Karthik, K., ; Kumar, S. K. and Tiwari, M. K., 2015, An integrated inventory optimization model for facility location-allocation problem, *International Journal of Production Research*, 22, 1-19.
- Marianov, V. and ReVelle, C., 1996, The Queueing Maximal availability location problem: A model for the siting of emergency vehicles, *European Journal of Operational Research*, 93(1), 110-120.
- Martinez, A. W., Phillips, S. T., Carrilho, E., Thomas, S. W. I., Sindi, H. and Whitesides, G. M., 2008, Simple telemedicine for developing regions: Camera phones and paper-based microfluidic devices for real-time, off-site diagnosis, *dAnalytical Chemistry*, 80(10), 3699-3707.
- Min, H., 1989, The multiple vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up points, *Transportation Research Part A: General*, 23(5), 377-386.
- Salhi, S. and Nagy, G., 1999, A cluster insertion heuristic for single and multiple depot vehicle routing problems with backhauling, *Journal of the Operational Research Society*, 50(10), 1034-1042.
- Solomon, M. M., 1987, Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints, *Operations Research*, 35(2), 254-265.
- Tanser, F., Gijsbertsen, B. and Herbst, K., 2006, Modelling and

- understanding primary health care accessibility and utilization in rural South Africa: An exploration using a geographical information system, *Social Science & Medicine*, 63(3), 691-705.
- Wang and Lu, 2010, An effective evolutionary algorithm for the practical capacitated vehicle routing problems, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 21(4), 363-375.
- Yasenovskiy, V. and Hodgson, J., 2007, Hierarchical Location-Allocation with Spatial Choice Interaction Modeling, *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), 496-511.
- Zarrinpoor, N., Fallahnezhad, M, S. and Pishvaei, M, S., 2017, Design of a reliable hierarchical location-allocation model under disruptions for health service networks: A two-stage robust approach, *Computers & Industrial Engineering*, 109, 130-150.
- Zhang, W., Cao, K., Liu, S. and Huang, B., 2016, A multi-objective optimization approach for health-care facility location-allocation problems in highly developed cities such as Hong Kong, *Computers, Environment and Urban Systems*, 59, 220-230.

Abstract

Modeling Spatial Accessibility to Public Healthcare Services in Underserved Areas: A Spatial Optimization Approach

Jiwoo Kim

Department of Geography

The Graduate School

Seoul National University

Medical service underserved areas refer to geographical areas where supply and demand of medical service is out of balance. Those areas, in terms of socio-economic condition, are relatively underdeveloped and resided by medically vulnerable population. Specifically, islands of Korea is typical due to their economic inferiority, geographical isolation and aging population. It means that public health service has much more importance in medical service underserved islands. Private hospitals tend not to locate themselves in those regions because of the huge early investment and high operating costs.

Given the poor conditions of islands, the central and local governments have provided public health services including medical institutions, helicopters for emergency use, telemedicine, hospital ships, etc. In particular, hospital ships are the only public health service offered to medically vulnerable islands.

Despite the significance, medical supply of hospital ships is not enough. For instance, the hospital ships visits islands of South Jeolla Province only four times an year. There should be more visits of the hospital ships to meet high medical demand of the elderly.

The purpose of this study is to examine the present conditions and issues of the hospital ships in South Jeolla Province and to make policy suggestions. Current issues of the hospital ships are arbitrary ship routing, randomness of service area selection and medical service fairness issues.

This study utilizes spatial optimization technique to resolve those problems. It suggests three ways. First, improving the hospital ships routing problem based on the amount of work and efficiency of routes of each hospital ships. It enhances entire efficiency of the hospital ships operation without major revision on current system. Second, reorganizing the hospital ships' routes by spatial clustering of the islands. It reduces the number of visits and travel times of each hospital ships. Third, adding a new hospital ship and finding an optimum location for home port.

The significance and implications of the study are as follows.

First, it sheds light on the relatively under-researched subject, the hospital ship. Though the hospital ship is at the heart of

public health service within medically undeserved islands, there haven't been much studies on it.

Second, it provides policy suggestions for public health service regarding medically vulnerable islands. By utilizing spatial optimization technique, the study can take the present issues into account and come up with more rational way of operating the hospital ship. It substantially improves the predictability and quality of public health policy.

Keywords : hospital ship, medical service undeserved areas, spatial optimization, location-allocation model, Vehicle Routing Problem, spatial modeling

Student Number : 2015-22546