

농촌지역 공공 보건서비스에 대한 공간적 접근성 분석*

조대헌** · 신정엽*** · 김감영**** · 이권학*****

An Analysis of Spatial Accessibility to Public Healthcare Services in Rural Areas*

Cho, Daeheon** · Shin, Jungyeop*** · Kim, Kamyong**** · Lee, Gunhak*****

요약 : 보건서비스의 공급이 충분하지 못한 농촌에서 공공 보건서비스의 공간적 형평성은 중요한 이슈가 된다. 본 연구의 목적은 경기도 여주군을 사례로 버스 통행에 초점을 두어 공공 보건서비스에 대한 공간적 접근성을 분석하는 것이다. 공간 상호작용 기반의 측정 방법을 통해 접근성의 패턴을 종합적으로 분석한 후 이를 승용차 통행에 의한 접근성 분포와 비교 분석하였다. 접근성의 분포 패턴을 분석한 결과 여주군의 중앙부(접근성 하위)와 주변지역(접근성 상위) 간에 공간적 변이가 상당히 뚜렷하게 나타났다. 접근성이 낮은 지역의 면적과 인구가 상위 지역에 비해 더 많았으며, 지수 값의 차이도 상당히 크게 나타났다. 버스 통행 기반의 접근성 분포를 승용차 기반의 접근성 분포와 비교한 결과 두 수단 간에 다소 차이가 나타났다. 접근성 상·하위 지역이 두 수단 간에 뒤바뀌는 지역이 전체의 약 20% 정도였는데, 승용차 통행에 의한 접근성 상위 지역에는 인구가 많지 않은 주변 지역이 더 많이 포함되어 있었다.

주요어 : 공공 보건서비스, 버스 통행, 공간적 접근성, 공간 상호작용 기반 접근성 측정, 공간적 형평성

Abstract : The issue of spatial equity in public healthcare services is an important issue in rural areas with lower healthcare resources. This study investigates spatial accessibility to public healthcare services by public transport, focusing on bus travel in Yeosu-gun, Gyeonggi-do. We comprehensively analyzed the spatial patterns of accessibility using the measures based on spatial interaction, and compared them with the accessibility patterns by car travel. As a result of analysis, the spatial disparity between the central part of Yeosu-gun (lower accessibility) and its peripheries (higher accessibility) was identified. More specifically, the area and population of lower accessibility areas are greater than those of higher accessibility areas, and the difference in the accessibility values between higher and lower accessible areas is considerably large. Moreover, the accessibility patterns appears somewhat different according to two different travel modes. In particular, about 20% of the entire area presented the opposite patterns between two travel modes. Interestingly, less populated peripheral areas are more included in higher accessible areas by car.

Key Words : public healthcare service, bus travel, spatial accessibility, spatial interaction based measure, spatial equity

1. 서론

보건서비스는 사람들이 삶을 영위하는데 있어 제공되어야 할 가장 기본적인 서비스 중의 하나이다. 보건서비스는 인간의 생명과 직결되어 있어 모든 사람들이 차별 없이 서비스에 접근할 수 있

도록 하는 것이 중요하다. 따라서 보건서비스에 대한 접근성 제고는 공공정책의 중요 과제일 뿐만 아니라(Lovett *et al.*, 2002), 많은 학자들의 관심 주제가 되고 있다.

보건서비스의 접근성에 대한 논의는 1970~80년대부터 활발히 진행되어 지금까지 상당히 많

* 이 연구는 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-328-B00101).

** 이화여자대학교 교육대학원 특임교수(Professor for Special Appointment, Graduate School of Education, Ewha Womans University)(dhncho@gmail.com)

*** 서울대학교 사범대학 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Seoul National University)(geoshin@snu.ac.kr)

**** 경북대학교 사범대학 사회교육학부 지리교육전공 전임강사(Full-Time Lecture, Department of Geography Education, Kyungpook National University) (kamyoungkim@knu.ac.kr)

***** 이화여자대학교 사회생활학과 연구교수(Research Professor, Department of Social Studies, Ewha Womans University)(gunhlee@gmail.com)

은 연구가 수행되었다. 보건서비스 접근성이라는 개념에는 일반적으로 보건서비스의 이용가능성(availability), 물리적 접근성(accessibility), 수용성(acceptability), 지불능력(affordability) 등이 포함된 것으로 인식된다(Penchansky and Thomas, 1981). 하지만 지금까지 대부분의 연구는 소득과 보건서비스의 이용 간의 관계와 같은 사회 경제적 측면에 초점을 두었다(Graves, 2008).

그런데, 보건서비스는 일반적으로 다른 공공서비스와 마찬가지로 특정 지점에 고정되어 제공되므로 다양한 지리적 영향을 발휘하게 된다(엄운섭 역, 1994). 즉, 서비스 제공이 특정 지점에 고정되어 있음으로 인해 모든 사람에게 동등한 공급이 불가능할 뿐만 아니라 물리적 거리가 서비스 이용의 장애 요인이 되어 결과적으로 보건 수준의 저하를 유발할 수도 있다(Lovett *et al.*, 2002). 따라서 보건서비스 접근성의 공간적 측면은 사람들의 서비스의 이용에 매우 중요한 요인이지만 최근에야 관심의 대상이 되고 있다(Guagliardo, 2004).

보건서비스 접근성의 공간적 측면은 지역에 따라 다른 양상으로 나타날 수 있는데, 일반적으로 도시보다는 농촌에서 더욱 중요하게 작용하게 된다. 농촌의 경우 보건서비스의 공급이 도시에 비해 상대적으로 충분하지 못하며¹⁾, 따라서 보건서비스에 대한 거리 장벽이 도시보다 훨씬 높기 때문이다(Graves, 2008). 그럼에도 지금까지 보건서비스 접근성에 대한 연구는 대부분 도시를 대상으로 수행되어 농촌을 대상으로 한 연구(Lovett *et al.*, 2002; Martin *et al.*, 2002; Bagheri *et al.*, 2006; McGrail and Humphreys, 2009)는 드문 편이며, 국내의 경우는 연구가 전무한 실정이다.

보건서비스의 공간적 접근성을 분석하기 위해서는 특정 방법을 통해 접근성을 측정해야 한다. 접근성의 측정 방법은 상당히 다양하지만 수요지와 서비스 공급지 간의 '거리'는 핵심 요소로 포함되어 있다. 그런데 지금까지 수행된 보건서비스 접근성에 대한 연구들에서는 대상지역이 도시이든 농촌이든 통행 수단에 대한 고려 없이 유클리드 거리(Lin *et al.*, 2002; Luo, 2004; Guagliardo *et al.*, 2004)를 사용하거나 교통망에 기초한 거리 혹은 소요 시간(김선희 외, 2006; Luo and Wang, 2003; Langford and Higgs, 2006) 등을 사용해 왔다.

하지만 거리 혹은 이동 시간은 이용 가능한 통행 수단에 따라 매우 상이하게 나타날 수 있다. 특히, 수요자가 원하는 시점에 원하는 경로로 이동 가능한 승용차를 이용하는 경우와 일정 및 경로가 정해져 있는 대중교통을 이용하는 경우는 이동 시간에서 상당히 큰 차이를 보일 수 있다. 인구집단의 특성에 따라 통행 수단의 이용이 상이할 수 있으므로(조남건·윤대식, 2002; 윤대식 외, 2008; Matthies *et al.*, 2002; Davidov *et al.*, 2006), 두 집단에게 거리 장벽은 서로 다른 양상으로 나타나게 될 것이다. 우리나라의 경우 청장년층에 비해 노년층의 자동차 보유율이 매우 낮게 나타나고 있으며, 농촌의 경우 그 정도가 더 낮아 대중교통, 특히 버스에 대한 의존도가 더욱 높다고 할 수 있다²⁾. 따라서 수요자의 특성에 따라서는 대중교통에 대한 고려가 반드시 필요하지만 이를 고려한 연구(Martin *et al.*, 2002; Lovett *et al.*, 2002)는 극히 제한적이다.

이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 보건서비스가 충분하지 못한 농촌에서는 공공의 역할이 매우 중요하다는 점을 감안하여 농촌의 공공 보건서비스를 대상으로 공간적 접근성을 분석하고자 한다. 구체적으로 본 연구의 목적은 경기도 여주군을 사례지역으로 하여 대중교통인 버스 통행에 초점을 두어 공공 보건서비스에 대한 공간적 접근성을 분석하는 것이다. 이를 위해서 우선 버스 통행을 고려하여 공공 보건서비스에 대한 공간적 접근성을 분석하는 방법을 제시하였다. 다음으로 제시된 방법을 통해 사례 지역의 접근성을 분석하는데, 다양한 방식의 접근성 산출 방식을 적용하여 종합하였다. 여기에서는 버스 통행에 기초한 접근성의 패턴을 공간적 형평성의 관점에서 분석하되 수요자의 분포와 관련지어 살펴보았다. 끝으로 버스 통행에 의한 접근성 패턴을 승용차 통행에 기초한 접근성 패턴과 비교 분석하여 차이를 살펴보았다.

2. 공공 보건서비스 접근성의 측정 방법

1) 선행연구

접근성은 교통 시스템 및 계획, 토지이용 패턴,

주요 시설물이나 서비스, 기회 등에 대한 접근 수준을 평가하는데 중요한 개념으로 지리학에서 오랫동안 다루어져왔다. 특히 접근성은 공공 및 민간 서비스 제공에서 중요한 고려 요소이다(Murray and Wu, 2003). 하지만 이러한 접근성에 대한 정의는 합의된 형태가 없으며, 관점이나 응용 영역에 따라서 조작적으로 정의된다(Dalvi and Martin, 1976; Kwan, 1998).

접근성은 가장 단순하게는 한 위치에서 다른 한 위치로의 이동 용이성을 나타내지만(Johnston *et al.*, 2000), 일반적으로 기회의 잠재력(Hansen, 1959), 즉 주어진 위치에서 일정한 거리 내에 포함되는 기회들의 크기를 의미한다(O'Kelly and Horner, 2003). 따라서 접근성은 목적지까지 이동의 용이성과 목적지에서 이용 가능한 활동의 양이나 질, 특성을 포함하는 개념으로 파악할 수 있다(Handy and Niemeier, 1997).

이러한 접근성의 개념은 다양한 응용 분야에 적용되고 있는데, 보건서비스와 같이 공공의 역할이 강조되는 분야에서 두드러지게 다루어지고 있다. 공공서비스의 경우 접근성은 공급 시설과 수요자라는 두 측면에서 다룰 수 있는데, 전자가 공간적 효율성과 보다 밀접하다면 후자는 공간적 형평성과 밀접히 관련된다(Bach, 1981). 최근에 이루어지는 공공서비스 접근성에 대한 논의는 서비스의 배분과 관련된 공간적 형평성의 이슈와 밀접히 관련되어 있다(Talen, 1998; 조대현, 2004). 따라서 접근성을 통해 공공서비스 이용에서 공간적 형평성이 유지하고 있는지를 측정하고, 평가하려는 다양한 시도들이 이루어지고 있다(이현주, 1998; Talen, 1998, 2003; Talen and Anselin, 1998; Tsou *et al.*, 2005).

접근성을 통해 공간적 형평성의 이슈를 다루기 위해서는 서비스에 대한 접근 수준 혹은 용이성을 지역이나 수요자의 위치 간에 서로 비교할 수 있도록 측정해야 한다. 지금까지 다양한 분야에서 접근성을 측정하기 위한 방법들이 개발되어 그 성과가 정리되고 있으며(Handy and Niemeier, 1997; Talen, 2003; Geurs and van Wee, 2004), 보건서비스에 초점을 둔 측정 방법 또한 계속해서 개발되고 있다(Higgs, 2004; Guagliardo, 2004).

보건서비스의 접근성을 측정하기 위해 전통적으

로 지역 수준의 이용가능성을 나타내는 컨테이너 접근법(container approach)(Talen and Anselin, 1998), 즉 행정구역과 같은 지역 단위의 수요 대비 공급량이 많이 사용되어 왔다. 이 방법에 대해서는 한계가 잘 지적되어 있으며(Talen and Anselin, 1998; Fortney *et al.*, 2000), 최근 GIS의 발전과 함께 새로운 측정 방법들이 다양하게 개발되어 왔다.

Guagliardo(2004)에 의하면 보건서비스를 대상으로 한 접근성의 측정 방법을 거리 기반 접근성과 상호작용 기반 접근성, 누적 기회 기반 접근성, 커널 밀도(kernel density) 기반 접근성 등으로 구분할 수 있다. 거리 기반 접근성은 가장 가까운 서비스 시설까지의 거리(직선 거리, 도로 거리, 통행 시간 등)로 측정되어 매우 간단하지만 서비스의 공급 측면을 고려하지 않는 한계를 가지고 있다. 상호작용 기반 접근성은 거리 조락 효과를 고려하여 주변에서 이용 가능한 서비스의 수준을 측정한다. 일반적인 상호작용 기반의 접근성에는 수요가 고려되어 있지 않으므로 이를 반영하도록 개선한 연구들이 수행되었다(Geurs and van Wee, 2004; Guagliardo, 2004).

누적 기회 기반의 접근성과 커널 밀도 기반의 접근성은 상호작용 기반 접근성의 변형이라고 할 수 있다. 누적 기회 기반의 접근성은 일반적으로 각 수요지별로 설정된 임계거리 내에서 제공되는 서비스의 총량으로 측정되지만, 최근 이를 개선한 2SFCA(two-step floating catchment area) 방법이 주목을 받고 있다(Luo and Wang, 2003; Yang *et al.*, 2006; Cervigni *et al.*, 2008; McGrail and Humphreys, 2009). 2SFCA 방법은 각 서비스 공급지를 중심으로 임계거리를 설정하여 공급량과 수요량의 비율을 먼저 계산한 후(각 공급지의 관할구역 내 수요 대비 공급), 각 수요지를 중심으로 임계거리 내에 포함되는 모든 공급지에 대해 그 값을 합산하는 2단계의 과정을 거친다(Luo and Wang, 2003).

2SFCA는 결과 값의 해석이 직관적일 뿐만 아니라(Yang *et al.*, 2006), 일반적인 누적 기회 기반의 접근성이 가지는 오류, 즉 하나의 공급지가 둘 이상의 수요지를 관할하더라도 공급량이 분산되지 않게 계산되는 문제를 개선하였다. 하지만 임계거리 설정의 기준이 명확하지 않으며, 임계거리

내에서 발생할 수 있는 거리 조락의 효과를 고려하지 못하는 한계를 지니고 있다(McGrail and Humphreys, 2009). 최근에는 임계거리 내에서의 거리 조락 효과를 고려하도록 측정 방법을 개선하는 시도가 이루어지고 있다(Luo and Qi, 2009).

커널 밀도 기반의 접근성은 최근의 공간 데이터 분석(spatial data analysis; SDA)의 성과를 상호작용 기반의 접근성 지수에 적용한 것이라 할 수 있다. Guagliardo *et al.*(2004)은 커널 밀도 기반의 접근성 측정을 시도하였다. 이 방법은 각 셀에 일정한 탐색 반경을 설정한 후 이에 포함되는 모든 공급량을 이용하여 해당 지점에서의 밀도를 계산한다. 이때 탐색 반경 내 공급지는 중심 셀로부터의 거리에 따른 가중치를 갖는데, 그 값은 커널 함수에 따른다. 접근성 지수는 이 공급 밀도 값을 해당 위치에서의 인구 밀도로 나누어 산출된다. 이 방법은 새롭게 시도된 방법으로 특히 GIS 툴을 통해 비교적 쉽게 결과 값을 도출할 수 있는 장점이 있다. 하지만, 커널 밀도 계산을 위한 탐색 반경이 최단 거리를 기준으로 설정되며, 커널 함수의 선택 혹은 탐색 반경 내에서 거리 조락의 효과를 고려하는 방안이 명확하지 않다는 점을 한계로 지적할 수 있다(Guagliardo, 2004).

2) 공공 보건서비스 접근성 측정 지수

공공 보건서비스 접근성을 측정하기 위해서는 우선 개념과 고려할 요소를 명확히 해야 한다. 보건서비스의 접근성에는 공간적인 속성과 비공간적인 속성이 함께 포함되어 있으나 본 연구에서는 공간적인 속성만을 고려한다³⁾. 전술한 보건서비스 접근성의 개념 중 이용가능성은 서비스 공급의 유무를, 물리적 접근성은 이동의 용이성을 의미하는 공간적인 속성에 해당한다(Guagliardo, 2004).

보건서비스의 접근성은 잠재적 접근성(potential accessibility)과 실현된 접근성(revealed accessibility)으로 구분할 수 있다(Joseph and Phillips, 1984). 잠재적 접근성이 주어지는 서비스의 크기, 즉 기회의 정도를 다룬다면, 실현된 접근성은 보건서비스의 실제 이용 수준을 다룬다. 잠재적 접근성과 실현된 접근성 간에는 차이가 존재할 수 있어(Lin *et al.*, 2005) 둘을 서로 구분할 필요가 있는데, 본

연구에서는 실현된 접근성을 분석할 데이터⁴⁾ 구득이 어려운 관계로 잠재적 접근성으로 제한하였다.

보건서비스 접근성의 개념에 포함되는 구성 요소에 대한 명시적 고려도 필요하다. Geurs and van Wee(2004)는 접근성의 개념에 기회 및 수요의 위치와 특성을 나타내는 수요지 및 공급지 관련 토지이용 요소, 통행 시간이나 비용과 관련된 이동 요소, 기회나 서비스 이용의 제약과 관련된 시간 요소, 개인의 필요나 능력 등과 관련된 개인 요소 등을 포함시켰다. 본 연구에서는 공공 보건서비스의 경우 서비스 제공 시간이나 방식 등에 있어서 큰 차이가 없을 것이라는 기본 가정과 수요자 개인의 특성에 관한 정보가 부재한 현실 여건을 고려하여 서비스의 공급, 수요, 그리고 이동의 용이성을 핵심 요소로 고려하였다.

고려 요소 중 우선 공급 측면을 살펴보면, 한 수요지 주변에 여러 보건 기관이 존재할 경우 이들을 고려하는 방식을 고안할 필요가 있다. 일반적으로 공공 보건서비스 기관은 서비스의 제공 수준에 따라 계층성을 가지는데, 상위 기관의 서비스는 하위 기관의 서비스를 포괄하는 구조를 갖는다. 이때 계층이 동일한 기관은 서비스의 종류(예: 진료 과목)나 질에 있어 상호 간에 큰 차이가 존재하지 않지만 계층이 서로 다른 경우 동일 종류의 서비스라 할지라도 질적인 차이(예: 의료진의 전문성)가 존재할 수 있다.

이런 상황이라면 여러 보건 기관이 존재할 경우 이들을 모두 각기 다른 기회로 간주하고 모두 합산해야 하는지에 대한 검토가 요구된다. 서로 다른 종류의 서비스가 주변에 위치하고 있다면 전체적인 접근성은 누적을 통해 산출하는 것이 바람직할 것이다. 하지만 동일 종류의 서비스일 경우 서비스의 양이나 질, 이동의 용이성 등을 고려하여 가장 적절한 경우의 서비스만을 이용할 것이라는 공간 선택 행위를 가정하는 것이 합리적이라 판단된다. 따라서 접근성의 측정 및 분석에는 이러한 다양한 상황을 고려하는 종합적 접근이 필요하다.

수요의 경우는 수요를 고려하는 방식에 대한 검토가 필요한데, 일반적으로는 행정구역별 인구나 행정구역별로 설정되는 임계거리에 속하는 행정구역들의 인구수가 사용된다. 하지만 이 경우 하나의 공급지가 둘 이상의 수요지를 관할하더라도 공

급량이 분산되지 않는 문제가 발생할 수 있으므로 전술한 2SFCA에서와 마찬가지로 보건 기관의 서비스 권역을 추정하고, 그 권역에 포함되는 인구수를 수요로 사용하는 것이 바람직할 것이다. 다만 2SFCA에서처럼 한 수요지가 여러 보건 기관의 서비스 권역에 중복 포함될 수도 있으나 접근성을 산출하는 방식에 따라 특정 보건 기관의 권역에만 포함될 수도 있다.

마지막으로 이동의 용이성에 대한 측정 방법에 대한 검토도 필요하다. 본 연구에서는 버스 통행과 승용차 통행을 대상으로 이동의 용이성을 파악하였는데, 지표로는 통행 시간을 사용하였다. 일반적으로 차량 이용을 가정하는 경우 주행 시간만을 고려하는데, 승용차의 경우는 그렇게 하여도 무방하나 버스를 이용하는 경우는 도보 이동과 대기에 소요되는 시간을 함께 고려하여야 한다.

이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 공공 보건서비스의 접근성을 측정하기 위해 공간 상호작용(거리 조락)을 고려한 서비스 권역 기반의 종합적 접근을 시도하였다. 본 연구의 접근성 측정 지수는 수요를 고려하도록 개선한 공간 상호작용 기반 측정과 2SFCA를 참조하여 재구성한 것으로, 구체적으로 다음 수식과 같이 나타낼 수 있다.

$$S_{j,k}^w = \sum_n w_{j,k,n} S_{j,k,n} f(d_{ij}), d_{ij} \leq D \quad (\text{수식 1})$$

$$A_{i,k} = f(S_{j,k}^w / P_j) \quad (\text{수식 2})$$

$$A_i = \alpha \sum_k w_k A_i^k \quad (\text{수식 3})$$

위 지수는 이용 가능한 서비스의 종류(k)와 서비스 기관(j)이 복수인 경우를 고려하여 각 수요 위치 i (본 연구에서는 셀 중심점)의 접근성을 측정하는데, 다음과 같은 3단계의 절차를 거쳐 값을 도출한다. 첫 번째 단계에서는 i 로부터 임계거리(D) 내에 있는 개별 기관 j 가 제공하는 k 유형의 서비스에 대해 거리가중 공급량($S_{j,k}^w$)을 추정한다. 각 기관의 거리가중 공급량은 해당 서비스를 구성하는 n 개의 요소별로 공급의 양($S_{j,k,n}$)에 질적 수준을 가중치($w_{j,k,n}$)로 고려한 후, 거리조락 효과($f(d_{ij})$)를 적용한 값을 모두 합산하여 산출한다(수식 1)⁵⁾.

두 번째 단계에서는 접근성을 산출하는 방식에 따라 수요의 크기를 추정 후 그 값으로 거리가중 공급량을 나누어 k 유형의 서비스에 대한 접근성을 측정한다(수식 2). 임계 거리(D) 내에서 k 서비스를 제공하는 보건 기관(j)이 복수 개일 경우 해당 위치에서의 접근성은 다양한 방식을 통해 산출될 수 있다. 본 연구에서는 네 가지 방식을 고려하였는데, 임계거리 내 서비스를 모두 누적하는 경우($A_{i,k} = \sum_j S_{j,k}^w / P_j$), 임계거리 내 서비스 중 최근린 서비스를 이용하는 경우($A_{i,k} = S_{j,k}^w / P_j, j = \text{Min}\{d_{ij}\}$), 임계거리 내 서비스 중 거리가중 공급량이 최대가 되는 서비스를 이용하는 경우($A_{i,k} = S_{j,k}^w / P_j, j = \text{Max}\{S_{j,k}^w\}$), 끝으로 마지막 둘을 혼합하는 경우이다. 뒤의 3가지 방식은 공간 선택 행위를 가정하고 있는데, 본 연구에서는 거리와 서비스 공급 간의 상쇄 관계에 의해서 선택이 이루어지는 것으로 가정하였다. 그 중 마지막 방식은 임계거리 내에서 보건 기관까지의 거리가 일정 수준을 넘지 않는 경우는 최근린 기관을 이용하고, 그렇지 않은 경우는 거리가중 공급량이 최대가 되는 기관을 이용하는 것으로 간주하였다. 이 방식들 중 선택한 방식에 대해 해당 보건 기관의 서비스 권역과 관할 수요(P_j)를 산출한 후 그 값으로 거리가중 공급량을 나누어 접근성을 계산하는데, 누적 방식의 경우는 각 기관의 접근성을 모두 합산하여 산출한다.

마지막 단계에서는 각 k 서비스에 대한 접근성을 모두 합산하여 i 위치에 대한 최종적인 접근성(A_i)을 구하는데, 이때 각 유형의 서비스(k)는 그에 해당하는 가중치(w_k)를 가진다(수식 3). 최종적인 접근성 지수의 값은 단위 수요 당 주어지는 거리가중 공급의 크기로 해석할 수 있는데, 결과 값의 크기가 지나치게 크거나 작은 경우 조정계수(α)를 통해 단위 수요의 크기를 조절할 수 있다.

한편, 거리 조락 효과를 나타내는 $f(d_{ij})$ 는 일반적으로 상호작용 기반의 접근성 지수에 포함되며, 통상 d_{ij}^β ($\beta < 0$)의 형태를 취한다. 최근에는 거리 값을 그대로 적용하기 보다는 거리 가중치를 적용하는 경우가 늘고 있다(Guagliardo *et al.*, 2004; Alford *et al.*, 2008; Luo and Qi, 2009). 거리 가중치를 적용할 경우 해석이 용이한 이점이 있어

본 연구에서도 이를 사용하였는데, 가중치를 도출하기 위한 방법으로는 1차원 커널 함수를 사용하였다. 커널 함수를 사용하면 다양한 형태의 거리 조락 효과를 고려할 수 있는데, 보통 Gaussian kernel이 많이 사용되지만 농촌의 경우 거리 효과를 더 강조하기 위해 Quartic kernel을 적용하였다⁹⁾.

3) 버스를 이용한 통행 시간의 산출

본 연구의 관심 대상인 버스 통행에 기초한 접근성을 측정하기 위해서는 이동의 용이성, 즉 각 수요지와 보건 기관 간에 버스를 이용한 통행 시간을 측정해야 한다. 본 연구에서의 통행 시간은 기대치로, 수요자가 원하는 시점에 수요지를 출발해 최종 목적지까지 도착하는데 소요될 것으로 기대되는 최소 통행 시간이다. 버스를 이용해 한 수요지에서 서비스 기관까지 이동하는 방법은 환승을 고려할 경우 그 수가 기하급수적으로 증가한다. 반드시 환승을 해야 하는 경우가 있을 뿐만 아니라 각 버스 노선은 운행 횟수가 서로 상이해 대기 시간에 차이가 발생하므로 경우의 수에는 환승이 반드시 고려되어야 한다. 따라서 하나의 수요지-목적지 쌍에 대해 환승을 포함하여 이동 가능한 방법들 중 통행 시간이 최소가 되는 경우를 기준 시간으로 사용하였다.

그런데 운행 횟수가 서로 상이하고, 환승을 고려하는 경우 출발지와 도착지 간에는 이동 방법이 무수히 많아지기 때문에 어떤 경우가 최소 시간에 해당하는지를 쉽게 파악하기 어렵다. 그래서 본 연구에서는 편의상 몇 가지 가정을 통해 최소 통행 시간을 추정하여 사용하였다. 우선 모든 통행은 사례 지역 내의 도로(버스 경로)만을 이용해 이루어지는 것으로 한정하였다. 다음으로 수요자는 버스 노선이 존재하는 도로 네트워크 상의 최단 경로를 따라 이동하는 것으로 간주하였다. 따라서 수요지와 서비스 기관 간에 설정된 최단 경로를 따라 버스를 이용해 이동할 수 있는 모든 경우의 수(환승을 포함)에 대해 통행시간을 계산한 후, 최소가 되는 통행시간을 사용하였다.

그런데, 각 수요지와 서비스 기관은 버스 경로(정류장)에서 벗어난 경우가 대부분으로 통행시간

산출시 출발정류장과 도착정류장 간에는 버스로, 나머지는 도보로 이동하는 것으로 간주하여 각각의 이동 시간을 합산하였다. 또한 버스는 정해진 일정을 따라 이동하므로 출발지 및 환승지에서는 대기시간 또한 소요된다. 따라서 수요지에서 서비스 기관까지의 통행 시간은 도보 이동시간, 버스 주행시간, 그리고 출발지 및 환승지에서의 대기 시간을 합산하여 산출하였다.

버스 주행시간의 산출을 위해 출발정류장과 도착정류장은 각 수요지와 서비스 기관에서 가장 가까운 지점을 우선 선택하되, 정류장에 따라 버스 노선 및 운행 횟수가 상이할 수 있으므로 가까운 순으로 각각 3개의 정류장을 선택하였다(그림 1). 즉 최근린 정류장을 이용하는 것이 반드시 최소 통행시간을 보장하는 것은 아니므로 대안을 고려하였는데 분석 시간의 편의상 그 수를 제한하였다. 결과적으로 한 쌍의 수요지-목적지에 대해 모두 9쌍(3×3)의 출발정류장-도착정류장을 선정하고, 각 쌍의 최단 경로를 이동하는 모든 방법을 대상으로 이동 시간(도보 이동시간+버스 주행시간+대기시간)을 구해 최소 통행 시간을 추정하게 된다.

데이터 구득의 문제로 버스 노선 간에 속도 차이는 두지 않았으며, 정해진 최단 경로를 따라 이동하다 버스의 노선을 반드시 변경해야하는 정류장에서만 환승이 이루어지도록 하였다. 출발정류장 및 환승정류장에서의 대기시간은 출발정류장(혹은 직전 환승정류장)에서 다음 환승정류장(혹은 도착정류장)까지의 구간에서 이용 가능한 모든 버

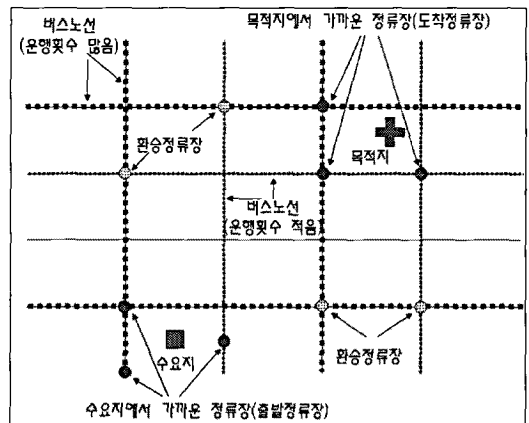


그림 1. 수요지-목적지간 최소 통행시간 산출의 고려 사항

스 노선의 운행 횟수를 대상으로 산출하였다. 이를 하루 12시간을 기준으로 시간 당 운행횟수(=이동 구간에서의 총 운행횟수/12시간)를 산출한 후 그 값으로 30(분)을 나누어 평균적인 대기 시간(= 30분/시간당 운행횟수)을 산출하였다⁷⁾.

3. 여주군의 공공 보건서비스 접근성 분석

1) 분석 자료 및 분석 조건

본 연구는 수도권에 위치하면서도 농촌의 성격을 가지고 있는 경기도 여주군을 사례지역으로 하였다(그림 2). 2008년 12월 현재 경기도 여주군의 인구는 10만 7천여 명으로 전형적인 농촌지역에 비해서는 인구가 많은 편에 속한다. 남자는 54,000여명, 여자는 53,000여명으로 남자가 다소 많고, 15세 미만 인구는 18,000여명, 65세 이상 노년 인구는 15,300여명으로 각각 전체 인구의 약 16.8%와 14.3%를 차지하고 있다.

본 연구에서 사용한 사례 지역의 분석 자료는 다음과 같다. 우선 사례 지역의 공공 보건서비스 기관은 공공보건의료에 관한 법률 시행규칙의 보건복지부령이 정하는 공공 보건 의료기관 중 보건소 및 보건지소와 보건진료소를 그 대상으로 한다. 보건소의 업무는 다양하지만 본 연구에서는

수요자가 보건기관을 방문하여 제공받는 진료 서비스, 특히 수요가 가장 많은 일반 진료만을 대상으로 하였다. 보건 기관에 대한 자료는 여주군 보건소의 협조를 통해 구득한 후 데이터베이스화 하였다. 2008년 12월 현재 여주군에는 보건소 1개소, 보건지소 9개소, 보건진료소 13개소가 운영 중이다. 보건소에는 의사(공중보건의)와 간호사가 각 4인, 보건지소에는 의사 1인과 간호사 1인, 보건진료소에는 보건진료원 1인이 배치되어 있다.

다음으로 수요와 관련된 자료는 경기통계연보의 여주군 행정리별 인구(2008년 12월 기준)를 기초 자료로 사용하였다. 보건서비스의 실제 이용 접근성, 즉 실현된 접근성을 산출하기 위해서는 수요자들의 보건서비스 이용 현황을 근거로 한 수요를 산출해야 하지만 본 연구에서는 잠재적 접근성에 초점을 두므로 전체 인구를 그대로 사용하였다.

하지만 수요의 공간 단위는 다소 가공하여 사용하였다. 수요 원자료는 공간 단위가 행정리로 구분되어 있으나 정확한 경계를 수치지도 상에서 확정하는데 어려움이 있어 법정리를 기준으로 가공하였다. 접근성은 수요의 공간 단위로 측정되는데, 법정리 단위는 비교적 커서 지역 내에서의 변이가 잘 드러나지 않을 수 있으므로 본 연구에서는 법정리 보다 훨씬 작은 격자 단위를 사용하였다. 따라서 법정리 단위의 수요를 보다 작은 격자 단위(500m×500m)의 수요로 전환하는 과정을 거쳤는데, 이를 위해서는 대시메트릭 매핑(dasy-metric mapping) 기반의 에이리얼 인터폴레이션(areal interpolation)을 사용하였다.

에이리얼 인터폴레이션은 행정구역과 같은 특정 영역 단위로 구축된 원자료를 그것과 경계가 서로 다른 또 다른 공간 단위로 전환하는 과정을 말하는데, 다른 단위로의 전환 시 보다 정확한 재현을 위해 보조 정보를 활용하는 대시메트릭 매핑이 사용된다(이상일·김감영, 2007). 본 연구에서는 환경부에서 구축한 1:25000 축척의 토지피복도 데이터(중분류)를 보조 정보로 사용하였다. 각 법정리의 토지용도 구성과 인구 수 간의 회귀 분석을 통해 토지용도별 면적 당 인구를 추정한 후 셀 단위의 토지 용도에 적용하여 최종 인구를 추정하였다.

마지막으로 이동의 용이성 분석을 위한 자료로는 도로망과 버스 정류장 및 버스 노선 정보를 수

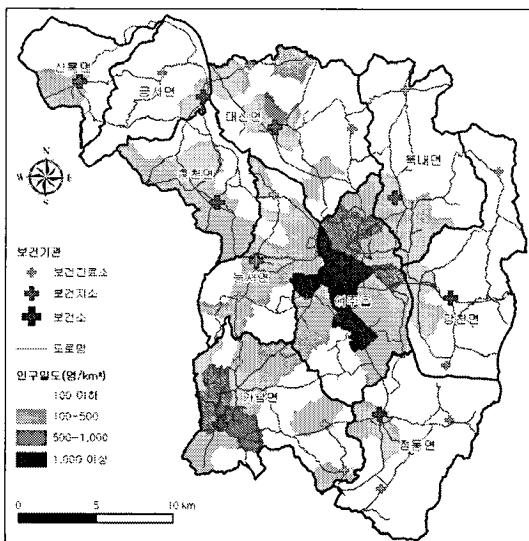


그림 2. 사례지역의 현황

집하였다. 도로망은 수치지형도(1:5000) 자료를 수정 보완하여 사용하였으며, 버스 정류장 및 노선 관련 정보는 여주군의 협조를 통해 수집하였다(여주군, 2007). 이 자료들을 이용하여 앞서 기술한 통행 시간 산출 방법을 적용, 이동 용이성의 지표로 사용하였다.

이상의 분석 자료를 이용해 사례 지역의 접근성을 측정하기 위한 기본 조건은 다음과 같다. 우선 사례 지역 내의 수요자들은 해당 사례 지역 내의 보건서비스만을 이용하는 것으로 가정하였지만 사례 지역 내에서 보건 기관에 따른 관할 구역은 별도로 적용하지 않았다⁸⁾. 또한 자료 구득의 한계로 서비스의 질적 측면은 의료 인력의 전문성이 대리할 수 있을 것으로 가정하였다. 공중보건의사와 보건진료원, 간호사는 전문성이 서로 상이한데, 여주군 보건소 관계자와의 인터뷰를 참고로 가중치를 1:0.3:0.1로 설정하였다⁹⁾. 따라서 각 보건 기관에서 제공하는 공급량은 각 인력의 수에 이 가중치를 적용한 결과(의사 수)로 도출된다.

또한, 통행 시간을 산출하기 위해서는 통행 속도에 대한 가정이 필요하다. 버스는 매 정류장에 정차한다는 점을 감안하여 시속 45km를, 승용차는 시속 60km를 적용하였다. 버스 이용 시 도보 통행이 필요한 경우 직선으로 이동하되 시속은 노년 인구를 감안하여 3km로 설정하였다. 승용차의 경우 수치지도 상의 도로로 재현되지 않은 경우 직선으로 이동하며, 시속은 30km로 설정하였다. 이동시 차량보다 도보가 더 빠른 경우는 도보 시간을 사용하되, 도보로 60분이 넘어가는 경우는 차량을 이용하는 것으로 가정하였다.

서비스 이용의 공간적 한계이자 거리 가중치에 영향을 미치는 임계거리(D)는 서비스 이용자들의 행태 자료를 근거로 선정되어야 한다. 하지만 자료의 구득이 어렵고 잠재적 접근성의 공간적 형평성을 분석하는 본 연구의 목적 상 선행 연구와 통행시간의 분포를 참고하여 설정하였다. 선행 연구에서는 30분에서 2시간까지 다양하게 적용하고 있는데, 본 연구에서는 의사가 배치된 기관까지 소요되는 통행시간의 평균을 고려하여 90분으로 설정하였다. 접근성 산출 시 거리가중 공급량을 산정하는 방법 중 네 번째는 어느 경우에 어떤 방식을 사용할지가 추가로 결정되어야 한다. 사례 분

석에서는 각 수요지에서 최근린 기관까지의 평균 거리를 기준으로 하여 이 기준 거리 내에 보건 기관이 하나라도 위치하면 최근린 기관을 이용하고, 그렇지 않다면 거리가중 공급량이 최대가 되는 기관을 이용하도록 하였다.

2) 버스 통행에 기초한 접근성 패턴 분석

지금까지 기술한 분석 방법과 조건을 적용하여 여주군의 접근성을 살펴보았는데, 거리가중 공급량을 산출하는 네 가지 방법을 모두 사용하는 종합 분석을 시도하였다¹⁰⁾. 본 연구에서 사용한 측정 지수의 값은 단위 수요 당 거리가중 공급량으로 해석되는데, 지수 해석의 편의를 위해 조정계수로 단위 수요의 크기를 조정할 수 있다. 여기서는 단위 수요, 즉 조정계수를 10,000으로 설정하여 제시하였다. 네 방식의 적용 결과 평균적으로 수요 만 명당 의사 1.1~1.3인 정도의 서비스가 제공되는 것으로 나타났다. 여주군 전체 인구가 107,361명이고, 인력 가중치를 적용한 보건소 의료진이 약 18명이므로 거리를 고려하지 않고 수요 대비 공급량을 계산한 만 명당 약 1.7명에 다소 못 미치는 수준을 나타내고 있다.

〈그림 3, 4, 5, 6〉은 각 방법에 의한 접근성 지수 값의 공간적 분포를 나타내고 있다. 지수의 절대 값은 분석 조건에 의존적이므로 여기에서는 각 위치(셀)에서의 접근성을 전체 평균과 비교하여 그 비율로 나타냄으로써 지역 내에서의 상대적인 비교를 수행하였다. 그림에서 알 수 있듯이 각 방법에 따라 다소 차이가 있으나 전반적으로 여주군 중앙부의 접근성이 낮고 주변 면지역의 접근성이 높은 유사한 패턴이 산출되었다.

네 가지 방식을 종합하여 접근성이 높은 지역과 낮은 지역을 구체적으로 살펴보았다. 각 방법의 측정 결과 중 전체 평균의 0.5 미만인 지역은 접근성이 낮은 지역(하위 지역)으로, 전체 평균의 1.5 이상인 지역은 접근성이 높은 지역(상위 지역)으로 구분하였다. 이어 네 가지 방법의 결과 중 접근성이 낮은 지역과 높은 지역이 각각 몇 가지 방법이나 중복되는지를 살펴보았는데, 그 결과는 〈그림 7, 8〉 및 〈표 1〉에 제시되어 있다.

우선 접근성 상위 지역과 하위 지역은 공간 상

에서 상당히 군집된 패턴을 나타냈다. 세 가지 이상의 방법에서 상위지역으로 구분된 지역은 여주군의 북서부와 남동부의 보건 기관 주변에 집중되어 있는데, 북서부 군집은 네 개 모두의 방법에서 상위지역으로 구분되었으며 군집의 규모도 비교적 크다. 북서부에서 접근성이 높게 도출된 것은 수요가 특별히 더 크지 않으면서 9개의 보건지소 중 4개가 위치하고 있기 때문인 것으로 보인다.

접근성 하위 지역의 경우 여주읍이 위치한 중앙부를 포함하여, 여주군을 북동-남서 방향으로 가로지르는 축 부근, 그 외 외곽지역과 행정구역의 경계선 부근에 많이 분포하는 것으로 나타났다. 보건 기관까지의 거리가 멀고 공급이 충분하지 않거나 수요가 상대적으로 높은 지역들이 대부분 하위 지역에 포함되었다.

다음으로 접근성 상위 및 하위 지역의 면적과

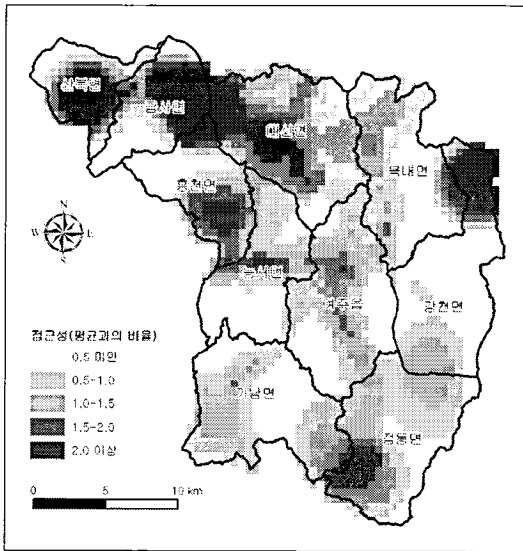


그림 3. 임계거리 내 서비스 농축에 의한 접근성

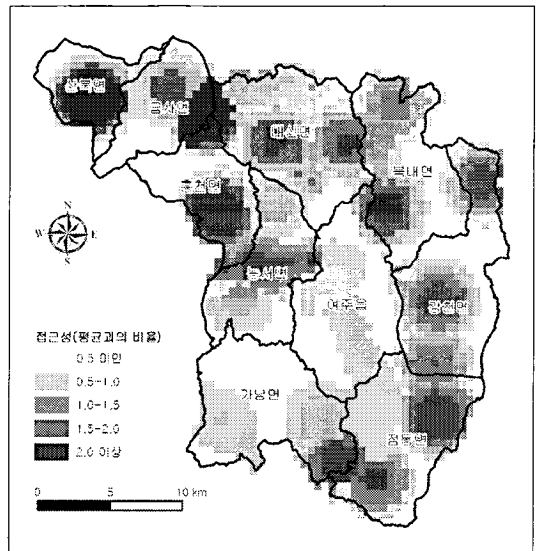


그림 4. 임계거리 내 최근린 서비스 이용에 의한 접근성

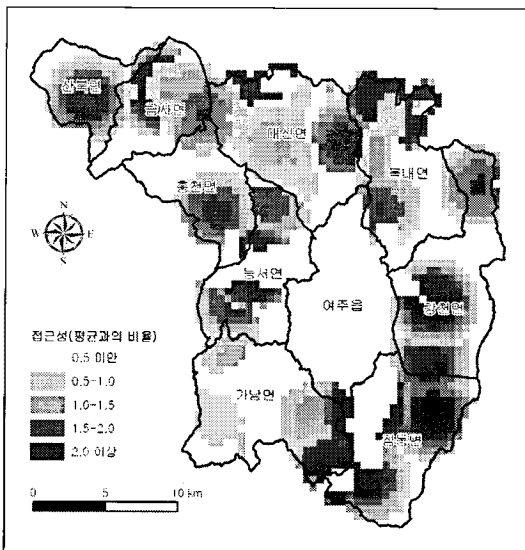


그림 5. 임계거리 내 거리가중 공급량 최대 서비스 이용에 의한 접근성

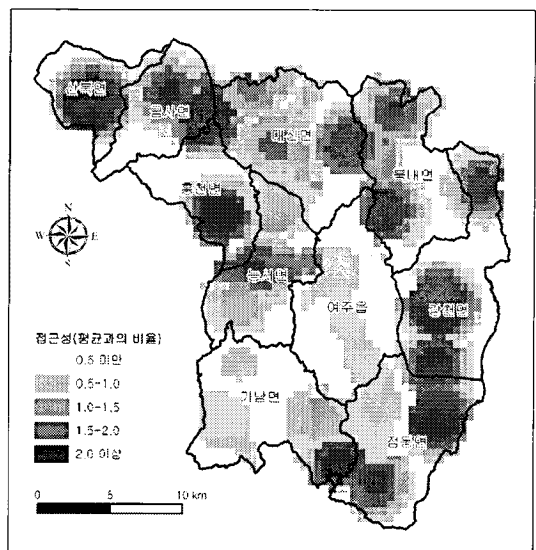


그림 6. 임계거리 내 최근린 서비스 이용과 거리가중 공급량 최대 서비스 이용의 혼합에 의한 접근성

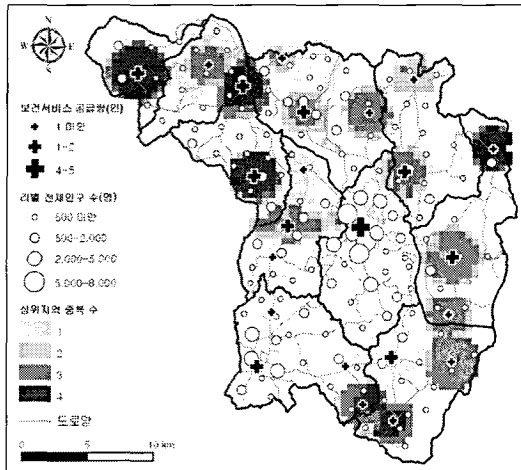


그림 7. 접근성 상위 지역의 분포

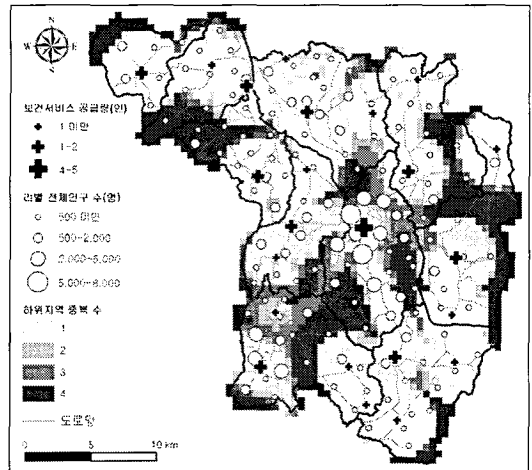


그림 8. 접근성 하위 지역의 분포

표 1. 접근성 상위 지역과 하위 지역의 면적 및 인구 수

중복 수	접근성 상위		접근성 하위	
	면적(km ² ,%)	전체인구(명,%)	면적(km ² ,%)	전체인구(명,%)
4	47.5 (7.3)	6,250 (5.8)	136.5 (20.9)	9,892 (9.2)
3	83.8 (12.8)	8,894 (8.3)	56.8 (8.7)	10,029 (9.3)
2	47.3 (7.2)	4,820 (4.5)	35.8 (5.5)	5,217 (4.9)
1	102.8 (15.7)	29,572 (27.5)	155.8 (23.8)	52,824 (49.2)
합계	281.3 (43.1) (20.1)*	49,536 (46.1) (14.1)*	384.8 (58.9) (29.6)*	77,962 (72.6) (18.6)*

주) *는 3개 방법에서 중복되는 경우까지의 누적 합계임.

인구 분포를 살펴보았다(표 1). 상위 지역의 경우 적어도 하나 이상의 방법에서 상위지역으로 포함된 수요지는 전체 면적의 43.1%에 해당하였다. 이 경우 전체 인구의 46.1%가 접근성 상위지역에 거주하는 인구로 구분된다. 적어도 3개 이상의 방법에서 상위지역으로 포함된 경우만을 살펴보면, 전체 면적의 20.1%, 전체 인구의 14.1%가 상위 지역에 해당하였다.

접근성 하위 지역에 대해서도 동일한 방법으로 결과를 살펴보았다. 적어도 하나 이상의 방법에서 하위지역으로 포함된 수요지는 전체 면적의 58.9%이며, 전체 인구의 72.6%가 하위 지역에 거주하는 것으로 분류되었다. 하지만 3개 이상의 방법에서

하위지역으로 분류된 것만을 살펴보면 전체 면적의 29.6%, 전체인구의 18.6%가 하위 지역에 해당하는 것으로 나타났다. 면적과 전체 인구 모두 접근성 하위 지역이 상위 지역에 비해 더 많은 것으로 나타나 공간적 형평성의 문제를 제기할 수 있다. 한편, 접근성 상·하위지역에 대한 네 방식 간의 일치도를 살펴보면 3방식 이상 일치되는 경우가 전체 경우의 1/2~1/3 정도로 다소 차이가 발견되었다.

마지막으로 접근성 상위 지역과 하위 지역 간에 접근성의 수준 차이를 살펴보았다. 먼저 네 가지 접근성 측정 방법들 중 그 분포에 있어 평균적인 성격을 지닌 혼합 방식의 결과를 바탕으로 셀 수

표 2. 버스 통행 기준의 접근성 분포

구간(전체 평균과의 비율)	접근성 지수(구간 평균)	면적 비중(%)	전체인구 비중(%)
0.0~0.5	0.25	33.6	22.4
0.5~1.0	0.88	23.1	51.7
1.0~1.5	1.52	16.6	8.3
1.5~2.0	2.12	13.1	8.0
2.0 이상	2.97	13.5	9.7
전체	1.22	100.0	100.0

준에서 접근성 지수 값의 구간별 평균값을 비교하였다(표 2). 전체 평균의 0.5 미만의 평균 지수 값은 0.25로 1.5~2.0 구간의 지수 값 2.12의 약 0.12, 2.0 이상 구간의 지수 값 2.97의 약 0.08에 해당해 상위 구간과 하위 구간 간에 약 10배 정도의 차이를 나타내었다. 상위 구간에 비해 접근성 수준이 1/10 수준이지만 그에 해당하는 면적이나 인구는 상위구간에 비해 오히려 많아 불균형이 상당히 나타나는 것으로 판단된다.

이러 접근성이 높은 10개리와 낮은 10개리를 대상으로 동일한 비교를 수행한 결과는 표 3과 같다. 접근성이 높은 지역은 강천면 간매리, 금사면 이포리, 흥천면 효지리 등이었는데, 지수 값은 평균 약 3.1 정도의 값을 나타내었다. 접근성이 낮은 지역은 흥천면 내사리 및 외사리, 여주읍 상거리 등으로 약 0.16 정도의 값을 나타내어 상·하위 리 간에 10여배 이상의 상당히 큰 차이를 나타내었다. 특히 흥천면 내사리 및 외사리의 경우 버스 통행

기준으로 임계거리 내에서 이용 가능한 보건기관이 존재하지 않은 것으로 분석되어 보건 서비스 접근성에 있어 매우 취약한 지역으로 파악되었다.

3) 버스 통행과 승용차 통행 간의 접근성 비교

통행 수단별 접근성 분포의 차이를 살펴보기 위해 거리가중 공급량을 산출하는 네 가지 방법 중 평균적인 경향을 나타낸 혼합 방식을 사용하여 버스 통행 및 승용차 통행의 접근성을 비교하였다. 먼저 승용차 통행에 의한 접근성의 공간적 분포를 살펴보았는데, 일부 차이가 확인되었으나 패턴은 유사하여 그림은 제시하지 않았다. 차이를 살펴본 결과 버스 통행에 의한 접근성 분포에 비해 특정 위치를 중심으로 한 군집 경향이 비교적 약하게 나타나고 있으며, 전체적으로 보다 연속적인 변이의 패턴을 보였다.

이러한 경향은 접근성의 통계 분포에도 반영이

표 3. 접근성 상·하위 10개 리

접근성 상위 10개리			접근성 하위 10개리		
리	접근성 지수 (리 평균)	전체 인구(명)	리	접근성 지수 (리 평균)	전체 인구(명)
강천면 간매리	3.80	439	흥천면 내사리	0.00	153
금사면 이포리	3.50	838	흥천면 외사리	0.00	641
흥천면 효지리	3.23	655	여주읍 상거리	0.10	286
점동면 장안리	3.07	310	금사면 주록리	0.11	154
금사면 궁리	3.06	345	여주읍 연양리	0.18	1,861
산북면 후리	2.85	207	여주읍 신진리	0.19	134
북내면 당우리	2.84	937	여주읍 연라리	0.24	705
산북면 상품리	2.84	910	가남면 본두리	0.25	801
북내면 신남리	2.72	455	가남면 하귀리	0.25	188
대신면 상구리	2.67	323	가남면 양귀리	0.28	85

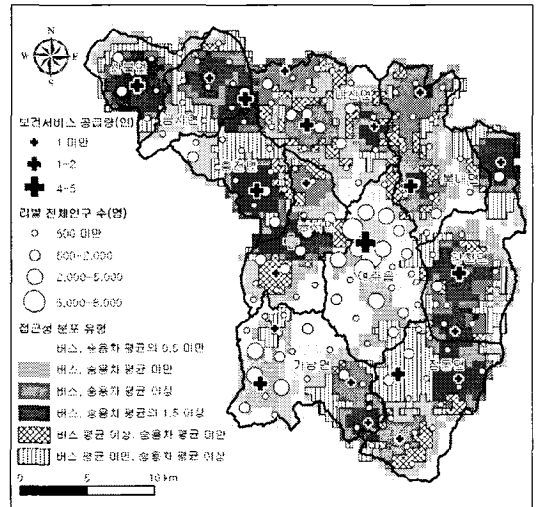
표 4. 승용차 통행 기준의 접근성 분포

구간(전체 평균과의 비율)	접근성 지수(구간 평균)	면적 비중(%)	전체인구 비중(%)
0.0~0.5	0.38	27.4	32.8
0.5~1.0	1.08	23.0	37.4
1.0~1.5	1.76	25.3	13.5
1.5~2.0	2.44	17.9	9.3
2.0 이상	3.19	6.4	7.0
계	1.44	100.0	100.0

되는 것으로 판단된다(표 2, 4). 버스와 승용차 통행의 접근성 지수 값의 분포를 비교해보면, 버스는 평균의 0.5 미만인 구간의 비중(33.6%)이 매우 높아, 평균에 가까운 0.5~1.0 및 1.0~1.5 구간의 비중(39.7%)과 유사했다. 반면 승용차 통행은 평균의 0.5 미만에 해당하는 수요지의 비중(27.4%)이 가장 크긴 하지만 평균에 가까운 0.5~1.0 및 1.0~1.5 구간의 비중(48.3%)이 더 커 평균 중심의 분포를 보였다. 두 통행 방식에 대해 접근성 하위 구간(평균의 0.5 미만)과 상위 구간(평균의 1.5~2.0 및 2.0 이상)의 차이를 살펴보면 승용차에 비해 버스 통행에서 차이가 조금 더 크게 나타나고 있다.

하지만 인구 분포는 면적 분포와 다소 상이한 결과를 보였다. 면적 분포에서는 평균 미만의 비중이 두 통행 방식 모두 50% 대를 차지하고 있으나 인구 분포에서는 평균 미만의 비중이 훨씬 크게 나타났다. 버스 통행과 승용차 통행 간의 차이를 살펴보면 평균의 0.5 미만 구간에서는 승용차 통행의 비중이 더 높게 나타나고 있다. 반면 평균의 1.5 이상 구간에서는 승용차 통행의 비중이 더 낮게 나타나고 있다.

두 통행 수단 간의 접근성 분포를 보다 분명히 비교하기 위해 교차 비교를 수행하였다. 그림 9는 두 수단에 의한 접근성 상위 지역과 하위 지역을 서로 교차하여 공간 분포를 보여주고 있다. 접근성 상·하위 지역의 분포는 대체로 유사한 것으로 나타났는데, 전체 면적의 약 42%가 두 수단 모두에서 평균 미만을, 전체 면적의 19.7%는 두 수단 모두에서 평균의 0.5 미만을 나타냈다. 또한 전체 면적의 약 35% 정도가 두 수단 모두에서 평균 이상을, 전체 면적의 16.4%는 두 수단 모두에서 평



주) '버스, 승용차 평균 미만'은 둘 다 전체 평균 보다 작지만 둘 다 평균의 0.5 미만은 아닌 경우를, '버스, 승용차 평균 이상'은 둘 다 전체 평균 보다 크지만, 둘 다 평균의 1.5 이상은 아닌 경우를 나타냄.

그림 9. 버스 및 승용차 통행 접근성의 교차 비교

균의 1.5 이상을 나타냈다(표 5).

하지만 서로 반대로 나타난 경우도 적지 않았는데, 평균 이상인 지역과 평균 미만인 지역의 경계 부근에 대부분 위치하고 있다. 버스 통행에서는 평균 미만이었으나 승용차 통행에서는 평균 이상인 지역은 전체 면적의 약 15%, 그 반대의 경우는 전체의 약 9%에 달했다(표 5). 달리 말해 승용차 통행에서 평균 이상 지역이었으나 버스 통행에서 평균 미만인 지역이 그 반대의 경우보다 훨씬 더 많았다. 이러한 지역들은 통행 수단에 따른 거리의 영향이 상이하게 반영되는 지역으로 판단된다.

인구분포도 살펴보았는데, 전체 인구의 약 66% 정도는 두 수단 모두에서 평균 미만으로, 약 22%

표 5. 승용차 및 버스 통행 기준 접근성 교차 비교 (면적 비중)

(단위: %)

승용차 \ 버스	0.0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0 이상	합계
0.0~0.5	19.7	5.7	1.2	0.6	0.2	27.4
0.5~1.0	7.8	8.4	4.9	1.1	0.8	23.0
1.0~1.5	4.3	5.4	7.9	5.5	2.2	25.3
1.5~2.0	1.7	2.8	2.5	4.8	6.1	17.9
2.0 이상	0.0	0.7	0.1	1.2	4.3	6.4
합계	33.6	23.1	16.6	13.1	13.5	100.0

정도는 두 수단 모두에서 평균 이상으로 분류되었다(표 6). 전체 인구의 약 15%는 두 수단 모두에서 평균의 0.5 미만에 해당했으며, 두 수단 모두 평균의 1.5 이상인 경우는 전체 인구의 약 12%에 해당하였다. 승용차 통행에서 평균 이상에 해당했으나 버스 통행에서 평균 미만인 지역의 인구는 전체의 8% 정도로 그 반대의 2배 가량에 달했다. 평균 미만과 이상만 고려할 경우 전체적으로 약 80% 가량이 두 수단 간에 동일한 유형으로 분석되었으며, 나머지 차이 중 대부분은 승용차 통행에서 평균 이상인 지역이 버스 통행에서는 평균 미만에 해당하는 경우였다.

정리해 보자면, 버스 통행과 승용차 통행에 의한 접근성 간에 다소 차이를 발견할 수 있다. 면적 분포에서는 버스 통행에서 하위 지역의 비중이 크고, 상·하위 간 지수 값의 차이도 승용차 통행에 비해 크게 나타났다. 하지만 인구 분포의 경우 버스 통행에서는 면적 비중과 유사한 비중 분포를 보였으나 승용차 통행의 경우 하위 지역의 인구 비중이 상위 지역에 비해 약 2배가량 더 많은 것으로 나타났다.

이러한 차이는 두 수단의 교차 비교를 통해 이

해될 수 있는데, 승용차 통행에서 접근성 상위 지역은 버스 통행에서의 상위 지역 보다 인구가 더 적은 지역이 다수 포함되어 있음을 알 수 있다. 앞서 살펴본 것처럼 여주군에서 접근성이 높은 지역은 여주군의 북서쪽이나 남동쪽에 위치하며, 상대적으로 인구도 작는데 승용차 통행에 의한 접근성 분포에서는 이들 지역의 인근까지 상위 지역으로 분류되는 경우가 많았다. 따라서 이들 지역은 동일 지점이지만 각 수단에서의 상대적 거리가 서로 달라 결과적으로 접근성 지수 값에 영향을 받는 지역이다. 특히 이들 지역은 승용차 보다는 버스 통행에서 접근성이 상대적으로 낮은 지역으로 승용차에 비해 버스 통행에 대한 의존도가 높은 수요자들에게 불리한 지역이다.

4. 요약 및 결론

의료시설이 상대적으로 충분하지 못한 농촌 지역에서 공공 보건서비스의 역할은 매우 중요하다. 특히 건강한 삶을 유지하는데 있어 가장 기본적인 보건서비스인 1차 진료를 담당하는 보건소 및 보건진료소는 가능한 모든 이에게 형평성 있게 제공

표 6. 승용차 및 버스 통행 기준 접근성 교차 비교 (인구 비중)

(단위: %)

승용차 \ 버스	0.0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0 이상	합계
0.0-0.5	14.7	17.0	0.4	0.6	0.0	32.8
0.5-1.0	4.3	29.7	2.7	0.4	0.3	37.4
1.0-1.5	2.2	2.4	4.3	3.3	1.3	13.5
1.5-2.0	1.1	1.5	0.8	2.0	3.9	9.3
2.0 이상	0.0	1.0	0.1	1.6	4.2	7.0
합계	22.4	51.7	8.3	8.0	9.7	100.0

될 필요가 있다. 하지만 접근성 분포에서 공간적 변이는 불가피하므로 그 분포 패턴을 체계적으로 분석하는 것은 보건서비스의 공간적 형평성을 제고하기 위한 방안을 모색하는데 매우 중요하다.

본 연구에서는 농촌 지역의 공공 보건서비스 접근성을 측정할 수 있는 방법을 제시한 후 여주군을 대상으로 접근성의 패턴을 분석하였다. 본 연구에서 제시한 공간 상호작용 기반의 측정 방법은 크게 두 가지 측면에서 기존 방법과는 차이를 보이고 있다. 우선 측정 지수에 있어 서비스의 공급량을 측정하는 방법을 보다 일반화하여 종합적인 비교 분석이 가능하도록 하였다. 다양한 방식에 의해 접근성을 측정한 결과 패턴이 대체로 유사하나 접근성 상·하위지역의 분포에서는 다소 다른 결과를 나타내어 사례지역의 경우 종합적인 접근이 유의미한 것으로 판단된다. 다음으로는 버스 통행에 의한 통행시간을 측정하여 대중교통에 기초한 접근성을 분석할 수 있도록 하였다. 버스 통행에 기초한 접근성의 분포는 승용차 통행의 결과와는 다소 달라 통행 수단에 따라 접근성의 차이가 존재할 수 있음을 확인시켜 주었다.

여주군을 사례로 한 분석의 결과를 요약하면 다음과 같다. 버스 통행에 기초한 접근성 상위 지역 및 하위 지역을 분석한 결과, 면적과 전체 인구의 경우 하위 지역의 비중이 더 높게 나타났다. 접근성 상위 지역은 수요가 크지 않으면서도 보건지소가 위치한 여주군의 북서부와 남동부에서 뚜렷하였다. 반면 하위 지역은 공급에 비해 수요가 더 크게 나타난 중앙부와 북동-남서 축, 그리고 거리가 멀고 공급이 부족한 외곽 및 행정경계 부근에서 뚜렷했다. 접근성 지수 값의 수준을 비교한 결과 하위 지역의 값은 상위 지역의 약 1/10 수준으로 차이가 상당히 큰 것으로 나타났다. 여주군 공공 보건서비스의 경우 대체로 공급 측면 보다는 '거리'에 의해 설정되는 수요의 규모가 접근성의 패턴에 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

다음으로 버스 통행에 의한 접근성과 승용차 통행에 의한 접근성의 분포를 비교한 결과 다소 차이가 나타나, 위치에 따라서는 통행 수단에 따른 거리의 영향이 상이하게 반영되는 양상을 보였다. 면적 분포에서는 버스 통행에서 하위 지역의 비중이 크고, 상·하위 간 지수 값의 차이도 더 크게

나타났다. 인구 분포에서는 승용차에서 하위 지역의 비중이 더 컸는데, 상위 지역에 비해 약 2배 더 많았다. 두 수단 간의 교차 비교를 한 결과 평균 이상과 미만으로만 구분할 경우 약 20% 정도의 차이가 나타났다. 특히 승용차 통행에서 상위 지역으로 분류된 곳이 버스 통행에서는 하위 지역으로 분류되는 경우가 그 반대의 경우에 비해 훨씬 더 많았으며, 승용차 통행의 상위 지역에는 인구가 작은 지역이 버스 통행에 비해 더 많이 포함되었다. 이들 지역은 동일 지점이지만 통행 수단에 따라 접근성 지수 값에 영향을 받는 지역으로, 승용차에 비해 버스 통행에서 접근성이 상대적으로 낮은 지역이 더 많았다.

본 연구의 한계와 향후 과제도 존재한다. 우선 접근성의 측정 방법에 있어 다양한 매개 변수가 미치는 효과에 대한 충분한 검토가 이루어지지 못하였다. 특히 거리 조락의 효과를 결정짓는 임계거리나 가중치는 산출되는 접근성 지수 값에 영향을 미칠 수 있으므로 향후 이에 대한 체계적인 연구가 수행될 필요가 있다. 다음으로 버스 통행에 기초한 접근성 분석의 기초가 되었던 버스 통행 시간 산출에서 가정된 조건들이 다소 포함되어 있다는 점을 지적할 수 있다. 모든 가능한 통행 방법을 다 계산할 수 있는 현실적인 한계를 인정한 것이긴 하지만 특정 출발지와 도착지 간의 최소 통행 시간을 산출하는 방법에 대한 추가 연구가 필요하다. 끝으로 사례 연구에 있어 데이터 구득의 한계로 인해 보건서비스의 공급 및 수요의 범위가 제약되었다. 공급의 경우 일반 진료로만 제한하였으며, 서비스의 질적 수준은 인력 구성으로만 대체되었다. 수요의 경우 보건서비스에 대한 실제적인 수요를 사용하지 않고, 잠재적인 수요를 사용함으로써 실현된 접근성의 분포를 다루지 못하였다. 특히, 교통수단과 관련하여서는 수요 집단 간의 차이, 즉 교통 약자 혹은 사회적 약자의 접근성이 중요한 이슈가 될 수 있으므로 이를 명시적으로 고려하는 연구가 수행될 필요가 있다.

주

- 1) 2007년 기준으로 인구 만 명당 의사수를 산출해보면 시의 경우 22명에 달하는 반면, 군의 경우는 14

명에 그치는 것으로 나타났다. 인구는 통계청 국가 통계포털의 주민등록인구 기준이며 의사 수는 국가 통계포털의 건강보험통계기준이다. 의사에는 일반의사, 치과 의사 및 한의사가 모두 포함되어 있다.

- 2) 2005년 인구총조사의 주거실태(10%표본)에 의하면, 전국 가구 중 65세 이상 노년 가구의 자동차 보유율은 약 24%로, 그 중 동은 약 29%인 반면 면은 약 16%에 그치는 것으로 나타났다. 또한 20~64세에 해당하는 가구의 평균적인 자동차보유율은 약 70%로 노년 가구주와 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.
- 3) 공간적인 속성에 초점을 두는 이유는 그간의 연구에서 공간적 속성이 다소 간과되어온 이유 때문이기도 하지만, 비공간적 속성을 다루기 위한 데이터(각 수요자의 지위나 소득, 가치관 등)의 구득이 어렵다는 현실적인 이유 때문이기도 하다. 더불어 공간적 속성은 수요자의 능력이나 선택과는 무관하게 주어지는 기본적인 조건이므로 보건서비스의 형평성에 있어 우선적으로 다룰 필요가 있는 이슈라고 판단하였다.
- 4) 실현된 접근성을 분석하기 위해서는 개개인의 보건서비스에 대한 수요(필요)의 정도와 실제로 이용한 서비스 및 이동 관련 정보들(서비스 기관, 서비스 내용, 통행 거리 및 시간, 통행 수단 등)이 필요하다.
- 5) 본 연구에서 사용한 접근성 측정 방법과 관련하여 거리와 통행시간이라는 용어를 혼용되고 있는데, 표현이나 문맥상 거리라는 용어가 자연스러운 경우가 있기 때문이다. 특별한 언급이 없는 이상 본 분석에서의 거리는 통행시간을 의미한다.
- 6) 일반적으로 Gaussian kernel은 거리에 따른 가중치가 완만하지만, Quartic kernel의 경우는 거리에 따른 가중치 차이가 크게 나타난다. Quartic kernel 함수의 일반적인 형태는 아래 수식과 같다(de Smith *et al.*, 2007, 140). 수식 $K(t)$ 는 수요자와 보건 기관까지의 거리가 d_{ij} 인 경우의 거리 가중치로, 서비스까지의 거리(d_{ij})를 임계거리(D)로 나눈 값(t)을 입력으로 한다. $3/k$ 는 상수로 $3/\pi$, $3/4$, $15/16$ 등이 많이 사용되는데, 본 연구에서는 $15/16$ 을 사용하였다. $K(t) = 3/k * (1 - t^2)^2, t = d_{ij}/D$
- 7) 임의의 시점에 정류장에 도착하여 버스를 대기하게 될 평균 시간을 의미한다. 예를 들어 1시간 당 운행 횟수가 2회인 경우 평균적인 대기 시간은 15분이 된다.
- 8) 사례지역의 보건소 관계자와의 인터뷰에 의하면, 방문보건서비스와 같이 보건소(보건지소)나 보건진료소에서 특정 보건 사업을 위해서 관할 구역을 지정하고 있으나, 진료 목적으로 수요자가 보건 기관을 방문하는 경우는 관할 구역과 무관하게 이용할 수 있다.
- 9) 보건진료원은 의사는 아니지만 가벼운 의료행위를 할 수 있는 자격과 교육을 받은 인력인 반면 일반 간호사는 의사를 보조하는 역할을 담당한다.
- 10) 선행 연구에서는 최단 서비스 기관까지의 거리로 충분하다는 연구와 반드시 그런 것만은 아니라는 결과

가 혼재하고 있으며(Quagliardo, 2004), 개념적인 측면에서도 서로 다른 접근이 가능하기 때문에 종합적인 분석을 수행하였다.

문헌

김선희·호승희·채영문·최기주·김요은, 2006, GIS를 이용한 입원환자의 지리적 접근성 분석: 경기도 소재 한 대학병원을 대상으로, 한국보건정보통계학회지, 31(1), 21-34.

엄운섭(역), 1994, 도시문제와 공공서비스: 집합적 소비의 지리학, 서울: 신구문화사(Pinch, S., 1985, *Cities & Services: A Geography of Collective Consumption*, Routledge, London).

여주군, 2007, 여주군 지방대중교통계획(최종보고서).

윤대식·황정훈·문창근, 2008, 도농통합도시 시민의 교통수단선택 특성과 통행패턴에 관한연구, 국토연구, 57, 117-131.

이상일·김감영, 2007, GIS-기반 대시메트릭 매핑(dasymetric mapping) 기법을 이용한 서울시 인구밀도 분포의 재현, 한국지도학회지, 7(2), 53-67.

이현주, 1998, 사회복지이용시설 접근성에 대한 평가, 사회복지연구, 12, 111-129.

조남건·윤대식, 2002, 고령자의 통행수단 선택시 영향을 주는 요인 연구, 국토연구, 33, 129-144.

조대현, 2004, 공간적 형평성(spatial equity)의 평가 방법에 대한 연구: 도시 공공서비스에의 접근성을 중심으로, 지리교육논집, 48, 100-120.

Alford, T.J., Shi, X., Onega, T., Wang, D., and Zou, J., 2008, Assess potential demand for major cancer care facilities in the U.S., *Proceedings of the Association of American Geographers Annual Conference*, Boston, MA.

Bach, L., 1981, The problem of aggregation and distance for analyses of accessibility and access opportunity in location-allocation models, *Environment and Planning A*, 13(8), 955-978.

Bagheri, N., Benwell, G.L., and Holt, A., 2006, Primary health care accessibility for rural Otago: "a spatial analysis", *Health Care & Informatics Review Online*.

- Cervigni, F., Suzuki, Y., Ishii, T., and Hata, A., 2008, Spatial Accessibility to Pediatric Services, *Journal of Community Health*, 33, 444-448.
- Dalvi, M.Q. and Martin, K.M., 1976, The measurement of accessibility: Some preliminary results, *Transportation*, 5, 17-42.
- Davidov, E., Yang-Hansen, K., Gustafsson, J., Schmidt, P., and Bamberg, S., 2006, Does Money Matter? A Theory-Driven Growth Mixture Model to Explain Travel-Mode Choice with Experimental Data, *Methodology: European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences*, 2(3), 124-134.
- Fortney, J., Rost, K., and Warren, J., 2000, Comparing alternative methods of measuring geographic access to health services, *Health Services & Outcomes Research Methodology*, 1(2), 173-184.
- Fryer, G.E., Drisko, J., Krugman, R.D., Vojir, C.P., Prochazka, A., Miyoshi, T.J., and Miller, M.E., 1999, Multi-method assessment of access to primary medical care in rural Colorado, *Journal of Rural Health*, 15(1), 113-121.
- Geurs, K. and van Wee, B., 2004, Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions, *Journal of Transport Geography*, 12, 127-140.
- Graves, B.A., 2008, Rural healthcare access: issues for consideration in rural health research, *Online Journal of Rural Nursing and Health Care*, 8(2), 1-4.
- Guagliardo, M.F., 2004, Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges, *International Journal of Health Geographics*, 3(3). (<http://www.ij-healthgeographics.com/content/3/1/3>)
- Guagliardo, M.F., Ronzio, C.R., Cheung, I., Chacko, E., and Joseph, J.G., 2004, Physician accessibility: an urban case study of pediatric providers, *Health & Place*, 10(3), 273-283.
- Handy, S.L. and Niemeier, D.A., 1997, Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives, *Environment and Planning A*, 29, 1175-1194.
- Hansen, W.G., 1959, How accessibility shapes land use, *Journal of the American Institute of Planners*, 25, 73-76.
- Higgs, G., 2004, A Literature Review of the Use of GIS-Based Measures of Access to Health Care Services, *Health Services & Outcomes Research Methodology*, 5, 119-139.
- Johnston, R.J., Gregory, D., Pratt, G., and Watts, M., 2000, *The Dictionary of Human Geography*, Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Joseph, A. and Phillips, D., 1984, *Accessibility and Utilization: Geographical Perspectives on Health Care Delivery*, New York: Harper and Row.
- Kwan, M.P., 1998, Space-time and integral measures of individual accessibility: A comparative analysis using a point-based framework, *Geographical Analysis*, 30(3), 191-216.
- Lanford, M. and Higgs, G., 2006, Measuring Potential Access to Primary Healthcare Services: The Influence of Alternative Spatial Representations of Population, *The Professional Geographer*, 58(3), 294-306.
- Lin, G., Allan, D.E., and Penning, M.J., 2002, Examining distance effects on hospitalizations using GIS: a study of three health regions in British Columbia, Canada, *Environment and Planning A*, 34, 2037-2053.
- Lin, S.J., 2004, Access to community pharmacies by the elderly in Illinois: A geographic information systems analysis, *Journal of Medical Systems*, 28, 301-309.
- Lin, S.J., Crawford, S.Y., and Salmon, J.W., 2005, Potential access and revealed access to pain management medications, *Social Science & Medicine*, 60(8), 1881-1891.
- Lovett, A.A., Haynes, R.M., Sunnenberg, G., and Gale, S., 2002, Car travel time and accessibility by bus to general practitioner services: A study using patient registers and GIS, *Social*

- Science and Medicine*, 55, 97-111.
- Luo, W., 2004, Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians, *Health & Place*, 10, 1-11.
- Luo, W., and Wang, F., 2003, Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: Synthesis and a case study in the Chicago region, *Environment and Planning B*, 30, 865-384.
- Luo, W. and Qi, Y., 2009, An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians, *Health & Place*, 15, 1100-1107.
- Martin, D., Wrigley, H., Barnett, S., and Roderick, P., 2002, Increasing the sophistication of access measurement in a rural healthcare study, *Health & Place*, 8, 3-13.
- Matthies, E., Kuhn, S., and Klöckner, C.A., 2002, Travel Mode Choice of Women: The Result of Limitation, Ecological Norm, or Weak Habit?, *Environment and Behavior*, 34, 163-177.
- McGrail, M.R. and Humphreys, J.S., 2009, Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: Improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method, *Applied Geography*, 29(4), 533-541.
- Murray, A.T. and Wu, X., 2003, Accessibility tradeoffs in public transit planning, *Journal of Geographical Systems*, 5, 93-107.
- O'Kelly, M.E. and Horner, M.W., 2003, Aggregate accessibility to population at the county level: U.S. 1940-2000, *Journal of Geographical Systems*, 5, 5-23.
- Penchansky, R. and Thomas, J.W., 1981, The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction, *Medical Care*, 19(2), 127-140.
- Talen, E., 1998, Visualizing fairness: equity maps for planners, *Journal of the American Planning Association*, 64, 22-38.
- Talen, E. and Anselin, L., 1998, Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds, *Environment and Planning A*, 30, 595-613.
- Talen, E., 2003, Neighborhoods as service providers: a methodology for evaluating pedestrian access, *Environment and Planning B*, 30, 181-200.
- Tsou, K., Hung, Y., and Chang, Y., 2005, An accessibility-based integrated measure of relative spatial equity in urban public facilities, *Cities*, 22(6), 424-435.
- Yang, D., Goerge, R., and Mullner, R., 2006, Comparing GIS-based methods of measuring spatial accessibility to health services, *Journal of Medical Systems*, 30(1), 23-32.
- 교신 : 신정엽, 151-742, 서울특별시 관악구 관악로 599, 서울대학교 사범대학 지리교육과(이메일: geoshin@snu.ac.kr, 전화: 02-880-4060)
- Correspondence: Jungyeop Shin, Department of Geography Education, College of Education, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 151-742, Korea(e-mail: geoshin@snu.ac.kr, phone: +82-2-880-4060)
- (접수: 2010.1.25, 수정: 2010.2.22, 채택: 2010.3.15)