

# 우리나라 공공도서관의 규모에 나타나는 복잡계 현상에 관한 연구

## A Study on the Behaviors of Complex System Revealed in the Sizes of Public Libraries in Korea

이 수 상(Soo-Sang Lee)\*

### 〈 목 차 〉

- |               |                     |
|---------------|---------------------|
| I. 서론         | 4. 복잡계 네트워크의 멱함수 법칙 |
| 1. 문제의 제기     | III. 실증 데이터의 데이터 분석 |
| 2. 연구의 배경과 방법 | 1. 데이터 수집           |
| II. 복잡계 현상    | 2. 기초통계량 분석         |
| 1. 멱함수 법칙     | 3. 지프분포의 분석         |
| 2. 멱함수 법칙의 판별 | 4. 분석결과의 해석         |
| 3. 멱함수 법칙의 특징 | IV. 결 론             |

### 초 록

이 연구는 우리나라 공공도서관의 규모를 나타내는 8가지 변인을 대상으로 2011년도 통계데이터를 적용한 분포에서 어떤 독특한 특성이 나타나는지를 실증적으로 분석하였다. 그 결과 8가지 규모변인들 모두에서 멱함수 법칙이 나타나는 복잡계 현상이 발견되었다. 우리나라 공공도서관의 규모에서 양극화가 발생한 것이다. 특히 연면적, 직원수, 도서수, 예산의 변인에서는 지프의 법칙이 나타났다. 그리고 등록회원수, 자료실 이용자수, 대출자수, 대출권수의 변인에서는 지프의 법칙보다 더 심하게 불균등한 분포가 나타났다. 따라서 우리나라 공공도서관 규모의 양극화 현상을 해소할 수 있는 정책의 개발이 요구된다.

키워드: 공공도서관, 복잡계 현상, 멱함수 법칙, 지프분포, 불균등성

### ABSTRACT

This paper conducted the empirical analysis of the behaviors revealed in the eight size distributions of the public libraries in Korea. As a result, the behaviors of complex system appeared in all eight size factors. This means that the sizes of public libraries in Korea were highly polarized. Especially, the zipf's law were found in the size factors such as gross area, number of staffs, volume of books, total budget. And the highly uneven distributions were occurred in the size factors such as membership, number of users, number of borrowers, number of borrowed books. This research outcomes show that a new policy of public libraries is needed to resolve the polarization revealed in the sizes of public libraries in Korea.

Keywords: Public library, Behavior of complex system, Power law, Zipf's distribution, Unevenness

\* 부산대학교 문헌정보학과 부교수(sslee@pusan.ac.kr)

• 논문접수: 2013년 11월 26일 • 최초심사: 2013년 12월 4일 • 게재확정: 2013년 12월 18일

## I. 서론

### 1. 문제의 제기

국가나 지역의 공공도서관 현황을 언급할 때 연면적, 자료수, 예산, 봉사대상자수, 대출권수, 직원 수 등과 같은 규모를 나타내는 지표를 주로 사용한다. 예를 들어, “2011년 12월 기준으로 우리나라 전체 791개 공공도서관의 평균 연면적은 2,495㎡<sup>1)</sup>와 같이 지표의 평균값을 이용하여 해당 국가나 지역의 공공도서관 현황을 설명하고 비교한다. 과연 이러한 평균값이 규모를 설명하고 비교하는데 적합한 척도일까? 평균값으로부터 멀리 벗어나 있는 값들이 많다면 이것은 어떤 의미로 설명할 수 있을까? 개별 공공도서관의 규모를 나타내는 계량적 데이터의 세계에 어떤 숨겨진 특성을 간과하고 있는 것은 아닐까?

공공도서관은 한 국가나 지역사회의 구성원들이 각종 지식문화 활동을 자유롭고 편리하게 수행하도록 하는 사회적 기관이다. 따라서 각 지역마다 적절한 규모를 갖춘 공공도서관이 있어 지역민들의 지식문화 활동에 부족함이 없도록 해야 한다. 그리고 지역이나 공공도서관마다 어떤 뚜렷한 차이가 없어야 한다. 공공도서관의 격차는 정보격차나 지식문화의 격차로 이어질 수 있기 때문이다. 그동안 공공도서관의 격차에 대한 논의는 주로 정보취약계층(장애인, 노인, 이주민, 농어촌거주자, 도시저소득층 등)의 정보격차<sup>2)</sup>, 재원의 격차<sup>3)</sup> 등에 관한 주제들이 중심이었다. 공공도서관 자체의 규모에 대한 격차 문제를 관심있게 다룬 적은 없었으며, 그다지 문제가 될 것이라는 인식도 없었던 것 같다. 그렇다면 우리나라 전체 공공도서관의 규모에 어떤 차별적인 특성이 있을까? 이 논문은 이러한 의문에서 시작하였다.

각종 사회현상을 연구하는 사회과학 영역에서 복잡계 이론을 적용하려는 연구들이 등장하고 있다. 주로 행정학의 조직체제나 정책변동 영역<sup>4)</sup>, 경제학의 영역<sup>5)</sup> 등에서 관심이 많은 듯하다. 물론 아직은 그 가능성을 모색하는 수준의 논의에 머물고 있지만, 관심 영역이 증가하고 있으며 연구의 성과들도 조금씩 쌓여가고 있다. 이러한 복잡계 이론을 공공도서관의 규모에 적용하면 어떤 결과가 나타날까? 이 연구는 도서관 연구에서 복잡계 이론의 적용가능성을 타진하는 시도이기도 하다. 물론 국내외적으로 도서관 영역에 복잡계 이론을 적용한 선행연구 사례들은 아직 찾아보기 어렵다.

1) 김영석. “우리나라 공공도서관의 규모에 관한 연구.” 한국도서관·정보학회지, 제44권, 제2호(2013), pp.377-398.  
2) 조용완. “국내 공공도서관의 정보격차해소 활동에 대한 분석.” 한국도서관·정보학회지, 제38권, 제4호(2007), pp.167-186.  
3) 차미경, 송경진. “공공도서관의 지역 간 격차 해소를 위한 재정지원 방안.” 한국비블리아학회지, 제21권, 제1호(2010), pp.149-160.  
4) 강성남. “행정학연구에서 복잡계의 연구동향과 과제.” 한국거버넌스학회보, 제18권, 제2호(2011), pp.207-237.  
5) 이대엽, 박하일. “금융위기 이후 경제학의 새로운 분석도구로서의 복잡계 이론.” 사회과학연구논총(이화여자대학교 사회과학연구소), 제28집(2012), pp.71-102.

따라서 이 연구에서는 우리나라 공공도서관의 규모에 복잡계 현상이 나타나지 않을까 하는 가정을 하고, 그것을 실증적인 데이터로 검증하는 것이기도 하다.

## 2. 연구의 배경과 방법

우리나라 국가도서관 통계시스템(www.libsta.go.kr)에서 제공하는 현재의 통계(통계기준은 2011년)를 보면, 전국에 786개의 공공도서관이 있다고 한다. 이들 공공도서관은 대규모, 중규모, 소규모 등 다양한 규모로 구분될 수 있으며, 지역사회에서 나름대로 주어진 역할을 충실히 수행하고 있다. 공공도서관의 규모를 나타내는 데이터를 수집하여 그것의 분포를 살펴보면 복잡계 현상을 설명하는 멱함수 분포의 모양이 나타나지 않을까? 이것이 연구의 주된 배경이며, 다음과 같은 연구 방법으로 그 의문을 해결하고자 하였다.

첫째, 국가도서관 통계시스템의 공공도서관 영역에 대한 다양한 통계항목들에서 공공도서관의 규모를 잘 나타낸다고 판단할 수 있는 항목들을 선정하였다. 둘째, 이러한 항목들을 변인으로 하여 국가도서관 통계시스템에서 전체 공공도서관의 규모에 대한 데이터를 수집하였다. 셋째, 멱함수 분포의 가능성을 파악하기 위해 수집된 규모의 데이터에 나타나는 분포를 살펴보고, 그것의 다양한 특성을 분석하였다. 넷째, 분석된 분포의 특성에서 어떤 복잡계 현상이 나타나는지 확인하고, 관련된 의미를 해석하였다.

## II. 복잡계 현상

복잡계(complex system)는 겉모습이 혼란스럽고 무질서해 보이지만, 일정한 구조와 질서를 유지하는 시스템을 의미한다. 대규모의 구성요소들이 복잡하게 상호작용하는 구조에서 나타난다. 시스템의 구성요소들은 의외로 단순한데, 거기서 나타나는 현상이 복잡하다는 것을 말한다. 여기서 복잡성(complexity)은 뒤죽박죽 엉켜있는 혼란 상태를 나타내는 영어의 'complicated'와 다른 의미이며, 겉으로는 혼란한 상태로 보이지만, 함께 짜여져/얽여져 있는 것이기에 실제로는 질서가 있는 상태를 나타낸다. 복잡성은 한자의 複(겹옷)과 雜(섞는다)을 의미한다. 여러 빛깔의 실을 섞어서 옷을 만들거나, 씨줄과 날줄로 함께 섞어서 겉으로는 쉽게 드러나지 않는 '일정한 패턴'의 질서와 구조를 만든다는 의미를 가진다.<sup>6)</sup> 사물이나 사건의 복잡성은 상호간에 짝지어지고 연결된 요소들 간의 미묘한 관계 속에, 그리고 시스템과 환경 간의 관계 등에 의해 만들어진다. 우리가 사는 세계는 복잡성으로 가득하며, 일상의 사회·경제현상에서 느끼는 복잡함이 자연현상에서 연구해온

6) 이수상, 네트워크 분석 방법론(논형, 2012), p.107.

복잡성과 본질적으로 매우 비슷하다고 한다.<sup>7)</sup>

복잡계 현상을 나타내는 어떤 시스템(자연 또는 사회의 시스템)의 특징을 간략하게 설명하면 다음과 같다. 해당 시스템은 다양한 구성요소로 구성된다. 그러한 구성요소들은 비선형적인 상호작용을 일으킨다. 그 결과 구성요소들은 멱함수 분포를 나타낸다. 멱함수 분포는 시스템에 창발(創發, emergence) 현상이 일어나게 한다. 결국 복잡계 현상의 시스템에서 구성요소들은 멱함수 법칙의 분포를 나타내어 창발이라는 새로운 질서가 만들어 진다. 눈여겨 보아야할 점은 시스템의 구성요소들이 어떠한 구체적인 특성을 가지는 멱함수 법칙의 분포를 나타내는가 하는 것이다.

### 1. 멱함수 법칙

복잡계의 대표적인 특성인 멱함수 법칙(power law)은 규모가 큰 사건이나 현상은 극단적으로 드물게 발생하고, 작은 것이 매우 자주 발생하는 현상을 말한다. 한자 표현의 역(冪)은 영어의 power(또는 exponent)를 나타내는 말이며, 수학에서는 거듭제곱이라 한다. 거듭제곱은 하나의 수를 여러 번 곱하는 연산과 같은 형태이며, a를 n번 제곱(또는 거듭제곱)한  $a^n$ 으로 표시한다. 이때 n은 거듭제곱의 크기를 의미하는 거듭제곱지수 또는 멱지수라 한다. 따라서 현실 세계에서 얻은 규모(x)와 빈도(y)의 관계에서 거듭제곱 형태의 분포가 나타날 경우 멱함수 법칙이 나타난다고 말한다. 분포의 특징으로 보면, 매우 큰 값(y값)을 가지는 경우(x값)는 드물게 나타나며, 대부분 두꺼운 꼬리 모양으로 분포가 나타난다.

멱함수 법칙의 분포는 특정 규모를 기점으로 해서 일반적인 기대를 훨씬 뛰어넘는 빈도가 발생하는 비정상, 불평등, 이질성으로 상징되는 복잡계 현상을 설명할 때 주로 사용한다. 이러한 멱함수 법칙을 나타내는 거듭제곱분포는 정규분포와 가장 대비되는 특성이다. 규모-빈도의 관계에 나타나는 빈도분포(frequency distribution)가 비선형의 곡선 그래프의 모양인지, 평균값을 중심으로 하는 종모양의 그래프인지에 따라 거듭제곱분포와 정규분포를 구분하기 때문이다. 거듭제곱분포와 정규분포의 차이를 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 거듭제곱분포와 정규분포의 차이

	거듭제곱분포	정규분포
그래프 형태	비선형의 곡선모양 그래프(불균등한 분포)	평균값을 중심으로 종모양 그래프(균등한 분포)
통계적 특성	평균값의 의미가 없음(평균이 중앙값보다 훨씬 큼) 최소값과 최대값의 비율이 매우 큼 표준편차가 매우 큼	평균값의 의미가 있음(평균과 중앙값은 유사함) 최소값과 최대값의 비율이 크지 않음 표준편차가 그다지 크지 않음
사례 비교	성인남자의 자산 규모, 프로야구선수의 연봉, 웹의 링크구조, 항공노선구조 등	성인남자의 키, 프로야구선수의 타율 등
발생 원인	개체들 간의 상호작용 있음	개체들 간의 상호작용 없음

7) 윤영수, 채승병. 복잡계 개론(삼성경제연구소, 2005), p.20.

이러한 특성의 멱함수 법칙을 나타내는 복잡계 현상은 소설 텍스트에 나타난 단어의 빈도, 논문의 인용빈도, 웹의 방문빈도, 출판된 도서의 판매수, 지진의 진도규모, 전쟁의 강도(사망자수), 부유층의 부의 크기, 도시의 인구수 등<sup>8)</sup> Newman이 제시한 사례가 많이 알려져 있다. 국내에서 발견된 사례는 기업 규모분포<sup>9)</sup>, 도시인구 규모분포<sup>10)11)</sup>, 주택가격 분포<sup>12)</sup>, 건축·도시 공간 분포<sup>13)</sup>, TV 시청량 분포<sup>14)</sup>, 대학공동연구 R&D 네트워크의 연결중심성 분포<sup>15)</sup> 등이 있다.

## 2. 멱함수 법칙의 판별

멱함수 또는 멱함수 법칙은 규모-빈도에서 거듭제곱분포가 나타나는 사회계 또는 자연계의 독특한 현상을 말한다. 임의의 변수에 대해 그것을 거듭제곱한 수식의 형태로 분포가 나타난다는 것이다. 수학적으로 설명하면, 종속변수  $y$ 는 독립변수  $x$ 에 특정한 수만큼 거듭제곱한 것에 비례하는 함수 관계를 말하며, 수식으로는 (수식 1)과 같다.

$$(수식 1) \quad y = x^a$$

어떤 현상(사건)에서 가장 일반적인 경우, 종속변수  $y$ 는 현상의 빈도를 나타내고 독립변수  $x$ 는 현상의 규모를 나타낸다.  $a$ 는 멱함수 법칙의 정도를 나타내는 지수인 거듭제곱지수(power 또는 exponent)라 한다. 즉 어떤 현상의 규모와 빈도 사이의 분포에서 거듭제곱지수가 나타날 경우, 멱함수 법칙이 나타난다고 한다. 이 때 거듭제곱지수의 크기는 멱함수 법칙의 불균등성의 정도를 설명하는데 사용한다. 모든  $x$ 값에 대해 멱함수 법칙 분포를 나타내기도 하고, 특정한 값 이상(상위의 값)의  $x$ 에 한정하여 멱함수 법칙 분포를 나타내기도 한다. 후자의 경우 특별히 분포의 꼬리 부분에서 멱함수 법칙을 따른다고 한다.

이처럼 특정 현상의 규모에 대한 빈도분포의 모양에서 멱함수 법칙의 존재여부를 판단할 수 있

- 
- 8) M. E. J. Newman. "Power laws, Pareto distributions and Zipf's law," *Contemporary Physics*, Vol.46(2005), pp.327-329.
  - 9) 최희갑, 박원석. "Zipf 분포를 활용한 지역별 사업체 규모분포 특성," *지역연구*, 제22권, 제2호(2006), pp.275-298.
  - 10) 김경환. "도시 인구규모 분포와 도시 인구성장 패턴에 관한 분석," *지역연구*, 제23권, 제1호(2007), pp.27-41.
  - 11) 윤소, 윤성민. "중국 도시인구규모의 확률분포 특성과 집중도 변화," *동북아경제연구*, 제25권, 제2호(2013), pp.187-213.
  - 12) 신동훈, 장희순. "주택가격의 양극화에 관한 연구," *주거환경(한국주거환경학회논문집)*, 제9권, 제2호(2011), pp.103-115.
  - 13) 김민석. "건축·도시 공간에서 나타나는 복잡계적 창발현상에 관한 실증적 연구," *대한건축학회논문집 계획계*, 제26권, 제10호(2010), pp.175-182.
  - 14) 안민호. "시청행위의 복잡계적 특성에 관한 연구," *언론과 사회*, 제17권, 제3호(2009), pp.116-150.
  - 15) 홍성호, 이만형. "산학 공동연구 R&D 네트워크의 복잡계 특성과 지배적 피드백 루프: 거듭제곱법칙과 양의 피드백 루프를 중심으로," *한국시스템다이내믹스연구*, 제13권, 제1호(2012), pp.113-131.

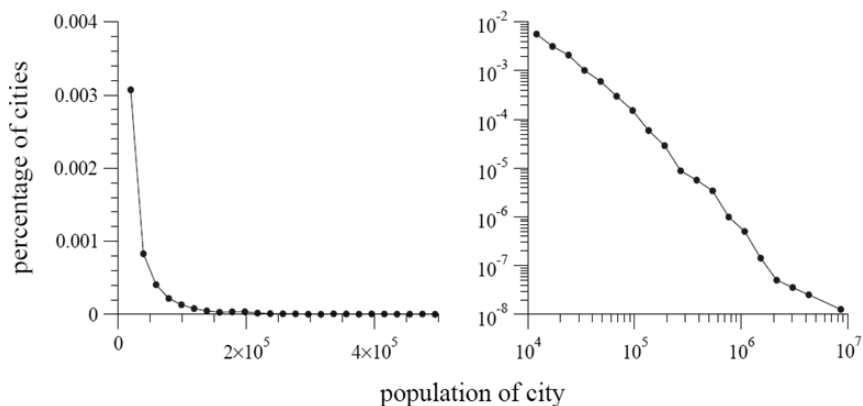
다. 실제의 세계에서는 대체로 거듭제곱지수(a)의 값은 음수(-)가 된다. 따라서 수식은 (수식 2)와 같이 조정되어 사용한다. 거듭제곱지수는 양수(+)의 a값으로 판단하며, k는 전체면적을 1로 하는데 사용되는 값(scaling factor)이며 0보다 큰 상수이다.

$$(수식 2) \quad y = kx^{-a} \quad (a > 0, k > 0)$$

규모를 나타내는 변수 x와 빈도를 나타내는 y가 멱함수 법칙을 따를 경우, 이를 판별하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 가장 쉬운 방법은 어떤 현상에 대해 수집한 규모와 빈도의 데이터를 x-y 좌표에 나타나는 빈도분포의 모양을 시각적으로 판단하는 방법이다. 그래프가 정규분포의 모양이 아니라 (수식 2)로 설명이 되는 비선형의 곡선 그래프의 모양이라면 그것은 멱함수 법칙이 나타난다고 할 수 있다. 그러나 실제의 데이터에서 그래프가 거듭제곱지수를 가지는 비선형의 감소곡선인지 시각적으로 식별하는 것은 어려운 일이다. 따라서 (수식 3)과 같이 x와 y의 값에 로그(log)를 취한  $\log(x)$ 와  $\log(y)$  값의 분포에서 우하향으로 감소하는 직선 그래프가 나타나면 판별이 조금 더 쉬워질 수 있지만, 이 또한 시각적 판단이 어려운 경우가 많다.

$$(수식 3) \quad \log(y) = \log(k) - a \log(x) \quad (a > 0, k > 0)$$

일반적으로 멱함수 법칙을 따르는 사례와 빈도분포의 모양은 <그림 1>과 같다. 이것은 인구수라는 규모에 대한 도시의 빈도(비율)를 나타내고 있다. 좌측 그림은 곡선형태의 빈도분포 그래프이며, 오른쪽 그림은 양변에 로그를 취하여 얻은 직선 형태의 분포 그래프이다.



<그림 1> 멱함수 법칙을 따르는 빈도분포의 모양<sup>16)</sup>

16) Newman, *op. cit.*, p.324.

또 하나의 방법은 수학적으로 판별하는 경우이다. 규모를 나타내는 변수  $x$ 와 빈도를 나타내는  $y$ 의 실제 데이터를  $x$ - $y$  좌표에 표현한 비선형의 곡선 그래프에서 (수식 3)과 같이 양변에 로그를 취하여 직선 그래프로 변환한 다음, 회귀분석을 이용하여 거듭제곱지수의 값을 추정하는 방법이다. 이 때  $\log(x)$ 와  $\log(y)$ 의 실제 데이터로 회귀분석에서 추정된 음의 기울기( $-a$ )에서  $a$ 의 값이 바로 거듭제곱지수가 된다. 물론 추정된 기울기의 적합도는 회귀분석에서 얻어지는 R제곱 값으로 판단한다. R제곱 값은 추정된 기울기가 얼마나 적합한지를 나타내는 상관계수값이다. 그래서 이 값이 1에 가까울수록 직선함수가 실제 데이터를 잘 나타낸다고 할 수 있으며, 대체로 0.5 이상이면 적합하다고 판단할 수 있다. 이렇게 수학적으로 구한  $a$ 의 값이 0보다 크면,  $a$ 의 값에 따라 멱함수 법칙을 나타내는 현상의 구체적 특성인 불균등성의 정도를 설명할 수 있게 된다.

한편,  $x$ 와  $y$  변수에 어떤 데이터를 사용하고 어떤 수식을 사용하는가에 따라,  $a$ 값의 설명은 달라진다.  $x$ 는 규모,  $y$ 는 빈도수를 나타내는 데이터를 사용하는 빈도분포의 (수식 3)에서 구한 기울기( $a$ )는 통계적 왜곡(systematic bias)이 발생할 수 있어 신뢰할만한 값이 못되는 단점이 있다.<sup>17)</sup> 대안적 방법으로는 빈도의 누적분포(cumulative distribution)를 사용하는 방법이다. 즉 임의의 규모  $x$ 보다 크거나 같은  $x$ 값에 대한 빈도를 누적한 누적빈도  $p(x)$ 의 함수를 사용하는 경우이다. 이것을 수식으로 표현하면 (수식 4)와 같다.

$$(수식 4) \quad p(x) = bx^{-a} = \frac{b}{x^a} \quad (a > 0, b > 0)$$

수식의 형태는 (수식 2)와 유사하지만,  $p(x)$ 가 누적빈도라는 차이가 있다. 이때 누적빈도는 전체 빈도수에 대한 확률이나 비율로 환산하여 누적인 값을 많이 사용한다.  $p(x)$ 가 확률분포(probability distribution)일 때 수식의 양변에 로그를 취하여 회귀분석으로 추정하는 기울기인 거듭제곱지수( $a$ ) 값이 대체로 [2~3]의 범위에 있을 때, 멱함수 법칙이 나타난다고 할 수 있다.<sup>18)</sup>

누적빈도를 이용한 분포의 또 다른 유형은 (수식 5)와 같은 파레토 분포를 사용할 수 있다.

$$(수식 5) \quad y = \left(\frac{x}{x_{\min}}\right)^{-p} \quad (p > 0)$$

$x_{\min}$ 은  $x$ 의 최소값을 의미한다. 즉 멱함수 법칙의 형태가 나타나는  $x$ 의 최소값이다. 모든  $x$ 값에 대해 멱함수 법칙 분포가 나타나지 않고, 특정한 값 이상에서 멱함수 분포가 나타나는 경우이다. 즉 전체 분포의 꼬리 부분에서 멱함수 법칙이 나타나는 경우이다. 이처럼 꼬리 부분에 멱함수 법칙

17) *Ibid.*, p.326.

18) Aaron Clauset, Cosma Rohilla Shalizi and M. E. J. Newman, "Power-Law Distributions in Empirical Data," *SIAM Review*, Vol.51, No.4(2009), p.662.

이 나타나는 경우  $x_{\min}$ 에 해당되는  $x$ 값을 파악해야 한다.

지프의 법칙을 이용하는 방법도 있다. 지프의 법칙(Zipf's law)은 어떤 현상에 나타나는 규칙성을 설명하는 이론이다. 특정한 소설 속에 등장하는 특정한 단어의 빈도분포, 도시의 인구수 분포 등과 같이 규모와 순위가 반비례하는 규칙성이 있는 경우를 말한다. 대체로  $r$ 번째 순위의 규모는 첫 번째 순위의 규모에 비해  $r$ 배 반비례하는 규칙으로 설명한다. 그래서 순위-규모 법칙(rank-size rule)이라고도 하며, 이러한 분포를 지프분포(Zipf's distribution)라고 한다. 지프분포에서  $x$ 축은 규모(size)를 나타내며,  $y$ 축은 그것의 순위(rank)를 나타내는 데이터로 표현한다. 지프분포는 누적 분포의 일종이다. 이러한 지프분포를 수식으로 표현하면 (수식 6)과 같다.

$$(수식 6) \quad r(x) = cx^{-a} = \frac{c}{x^a} \quad (a > 0, c > 0)$$

지프의 법칙은 순위( $r$ )와 규모( $x$ )는 반비례하는 형태이므로, 양변에 로그를 취한 직선의 기울기로 추정된  $a$ 의 값에 따라 해당 분포가 지프의 법칙을 따르는지 여부를 판단한다. 여기서  $a$ 는 불평등의 정도를 나타내는 거둬제공지수이다. Nitsch는 지프의 법칙과 관련하여 도시규모 분포를 분석한 29편의 논문에서 제시한 515개의 사례를 토대로 지프의 법칙을 나타낸다고 판단할 수 있는 거둬제공지수의 추정치 범위를 [0.8~1.2]로 제안하였다.<sup>19)</sup> 따라서 Nitsch의 제안을 근거로 기울기가 [0.8~1.2]의 범위인 경우 불평등의 형태가 지프의 법칙을 따른다고 하고,  $a$ 의 값이 0.8보다 작으면 불균등성이 증가하고, 1.2보다 크면 불균등성이 감소한다고 할 수 있다.

정리하면, 멱함수 법칙에서 불평등성의 지수로 사용되는 거둬제공지수는 회귀분석에서 기울기로 추정한다. 엄격한 추정이 요구되지 않는다면 지프분포의 수식을 사용하는 것이 기울기의 추정이 쉽고, 불평등성을 설명하는 것도 편리하다. 빈도분포나 누적분포에서  $y$ 축에 해당되는 빈도의 값에 따라(빈도수, 비율, 확률, 순위 등) 선형분포에서 추정되는 기울기는 다르게 나타나고, 멱함수 법칙이라 판단할 수 있는 기울기의 범위를 결정하는 것이 어려운 문제이기 때문이다. 그렇지만 Nitsch가 분석한 도시규모 분포의 515개의 사례에서 거둬제공지수의 추정치 범위를 [0.49~1.96]로 조사<sup>20)</sup>한 것을 근거로 하여, 지프분포에서 거둬제공지수의 추정치가 대략 [0.5~2.0] 범위 내의 값이면, 해당 분포에서는 멱함수 법칙이 나타난다고 판단해도 무난할 것이다.

19) Volker Nitsch, "Zipf zipped," *Journal of Urban Economics*, Vol.57(2005), p.90.

20) *Ibid.*, p.90.



### 3. 멱함수 법칙의 특징

멱함수 법칙의 현상은  $x$ 축(특정한 개체의 규모)과  $y$ 축(해당 개체의 빈도)으로 표현되는 분포에서 거듭제곱 함수(멱함수)의 관계를 나타내는 경우이다. 멱함수 법칙의 현상에서 나타나는 특징을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 규모-빈도의 분포를 시각적으로 살펴보면, 소수의 개체(규모)만이 큰 값(빈도)을 가지고, 대다수의 개체들은 작은 값을 가지는 구조가 관찰된다. 그동안 이러한 소수의 개체(규모)는 대부분 예외로 인식하였다. 그리고  $x$ 의 값이 커지면  $y$ 의 값도 0이 되지만, 지수함수와 비교하여 천천히 0이 되는 특징이 있다. 둘째, 대부분 개체의 규모에서는 아주 낮은 빈도를 나타내므로 분포의 모양에서 두텁고 긴 꼬리(fat-tail, long-tail)가 나타날 수 있다. 셋째, 이러한 구조에서는 중앙값, 평균 등과 같은 척도(scale)가 전체를 대표하고 설명하는 의미가 없다. 즉 멱함수 법칙의 현상에서는 척도가 없는(scale-free), 무척도의 특징이 나타난다. 넷째, 멱함수 법칙 현상은 불균등성(unevenness)을 나타낸다.  $x$ 축은 규모이고  $y$ 축은 빈도로 표시될 경우, 거듭제곱지수( $a$ )의 크기에 따라 전체 현상의 불균등성을 관별할 수 있다. 지프분포에서는  $a$ 의 값이 작은 경우를 불균등성이 높다고 하고, 큰 경우는 불균등성이 낮다고 한다. 물론  $x$ 축과  $y$ 축의 데이터의 유형에 따라 해석은 달라진다. 다섯째, 멱함수 법칙 현상은 자기유사성(self-similarity)의 특징이 나타난다.

멱함수 법칙의 현상을 나타내는 주요 유형으로 파레토 법칙, 롱테일 법칙, 지프의 법칙이 있다. 파레토 법칙은 빈도의 상위 20%가 전체의 80%를 가지는 구조를 나타낸다. 롱테일 법칙은 하위에 두텁고 긴꼬리가 형성되는 구조에 관심을 가지는 경우이다. 그리고 지프의 법칙은 규모와 빈도 사이에 반비례의 관계가 나타나는 경우이다. 이들 모두는 멱함수 법칙이 나타나는 현상을 설명하는 특징이 된다.

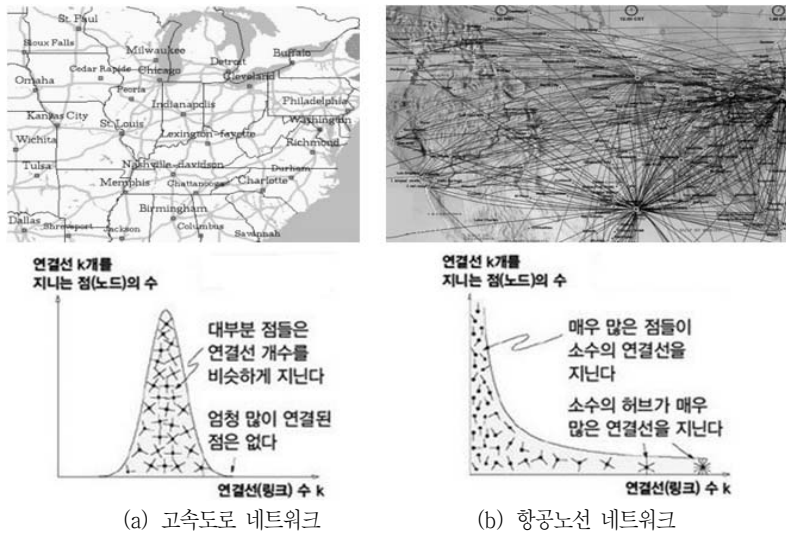
결국 정리하면, 복잡계에서의 멱함수 법칙은 어떤 현상이 무질서에서 질서로 변화하는 창발 현상의 특징을 설명하는 것이다. 주로 비평형 복잡계에서 나타나는 현상으로 구성요소들 간에 양극화, 부익부빈익빈, 승자독식 등의 현상이 나타난다.

### 4. 복잡계 네트워크의 멱함수 법칙

사회나 자연의 시스템이 네트워크로 형성되어 있고, 네트워크의 노드 간 연결구조에 복잡계 현상이 나타날 때 그러한 것을 복잡계 네트워크라 한다. 노드의 연결정도(degree) 분포에서 불평등성이 나타나는 것으로, 극소수의 노드(허브)에게 엄청나게 많은 링크가 집중되고 대다수의 노드들은 소수의 링크만을 가지는 구조를 말한다. 결국 노드의 연결정도(degree) 분포가 멱함수 분포를 나타내는 것이다. 네트워크에서 영향력이 아주 높은 개체(사람, 웹사이트, 도시 등)가 발생한다는 것을 의미한다. 가장 많이 언급되는 사례는 항공노선이 극소수의 도시에 집중되는 현상, 웹링크의 대

부분은 극소수의 웹사이트로 집중되는 현상 등이다. 바라바시는 이러한 네트워크를 무척도 네트워크(scale-free network)라고 하였다.<sup>21)</sup>

정리하면, 복잡계 네트워크에서는 링크의 연결 패턴에 선호적 연결 현상이 나타난다. 예외적이라고 할 만큼 극히 많은 링크를 가지는 소수의 허브 또는 커넥터가 생겨난다는 것으로, 노드의 연결정도 분포가 멱함수(거듭제곱) 법칙을 나타낸다고 한다. 종종 무척도 네트워크는 연결정도 분포가 정규분포를 나타내는 무작위 네트워크와 <그림 2>와 같이 비교하여 설명한다.



<그림 2> 무작위 네트워크와 무척도 네트워크의 사례

### Ⅲ. 실증 데이터의 데이터 분석

#### 1. 데이터 수집

본 연구의 분석 대상은 국가도서관 통계시스템에 나타난 우리나라 공공도서관의 규모에 대한 데이터(2011년 기준)이다. 이 기준에서 우리나라 공공도서관의 전체 현황은 <표 2>와 같다. 전국적으로 786개관이며, 지역별로 평균 49개관에 해당된다. 우리나라 공공도서관은 주로 수도권과 광역도시에 많이 분포되어 있음을 알 수 있다. 이 통계는 공공도서관의 규모는 전혀 고려하지 않고, 단지 공공도서관의 수에 근거한 수치이다.

21) 알버트 바라바시. 링크: 21세기를 지배하는 네트워크 과학(동아시아, 2002), pp.117-122.

〈표 2〉 우리나라 공공도서관의 전체 현황

광역시도	도서관수	광역시도	도서관수
서울	109	강원도	47
부산	31	충북	32
대구	27	충남	51
인천	31	전북	47
광주	16	전남	57
대전	22	경북	60
울산	11	경남	55
경기도	169	제주도	21

국가도서관 통계시스템의 공공도서관 영역에는 다양한 유형의 통계항목이 있지만, 이 중에서 연면적, 직원수, 도서수, 예산, 등록회원수, 자료실 이용자수, 대출자수, 대출권수의 8가지 항목들을 공공도서관 규모와 관련된 지표로 선정하였다. 상관관계 분석을 통해 살펴본 각 변인들의 연관성은 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉 8가지 규모 변인의 상관관계

	연면적	직원수	도서수	예산합계	등록회원수	자료실 이용자수	대출자수	대출권수
연면적	1							
직원수	0.790064	1						
도서수	0.752328	0.780055	1					
예산합계	0.700462	0.709137	0.701177	1				
등록회원수	0.551259	0.636403	0.706586	0.542961	1			
자료실 이용자수	0.659826	0.702986	0.61355	0.525477	0.651579	1		
대출자수	0.255007	0.267321	0.272009	0.203866	0.25876	0.32772	1	
대출권수	0.625785	0.662966	0.629709	0.546908	0.728705	0.782034	0.382999	1

상관관계 분석에서 나타난 주요한 특징은 8가지 변인들 중에서 대출자수는 다른 규모변인들과 상관관계가 낮게 나타났다는 점이다. 즉 우리나라 공공도서관에서 대출자수는 다른 규모변인들의 관계에서 영향을 적게 받는다는 의미이다. 나머지 7개 규모변인들은 상관계수가 0.5 이상으로 상관관계가 상당히 높은 편이다.

## 2. 기초통계량 분석

우리나라 공공도서관의 규모를 나타내는 8가지 지표의 통계데이터에 대한 기초통계량은 〈표 4〉

와 같다. 데이터 값이 0인 경우 계산에서 제외하였으며, 예산의 단위는 천원이다.

〈표 4〉 공공도서관의 규모에 대한 기초통계량

규모	최소값	최대값	중앙값	평균	표준편차
연면적	165	22416	1628	2535.82	2467.15
직원수	1	97	10	14.81	13.75
도서수	723	669505	68687.5	92207.98	79642.37
예산	6000	13098462	505100	853755.77	1040267
등록회원수	15	263722	9990.5	23088.59	30835.6
자료실 이용자수	120	2200000	130681	239075.25	290541.3
대출자수	40	474463	10037	27482.25	50510.24
대출권수	107	1563485	109593	158920.4	159027.2

8가지 지표에 대한 기초통계량을 살펴보면, 몇 가지 특징이 나타나고 있다. 첫째, 최소값과 최대값의 편차 즉 최소값-최대값 비율이 크게 나타난다. 최대 편차를 나타내는 비율은 자료실 이용자수(18333.33), 등록회원수(17581.47)이다. 반면 최소 편차의 비율은 직원수(97), 연면적(135.85)이다. 둘째, 모두 변인에서 중앙값보다 평균이 훨씬 크게 나타난다. 중앙값과 평균 척도의 비율에서 최대 편차는 대출자수(2.74)이며, 최소 편차는 도서수(1.34)이다. 이러한 특성으로 인해 표준편차도 크게 차이가 난다. 〈표 5〉는 최소값-최대값 비율과 중앙값-평균 비율에 대한 데이터이다.

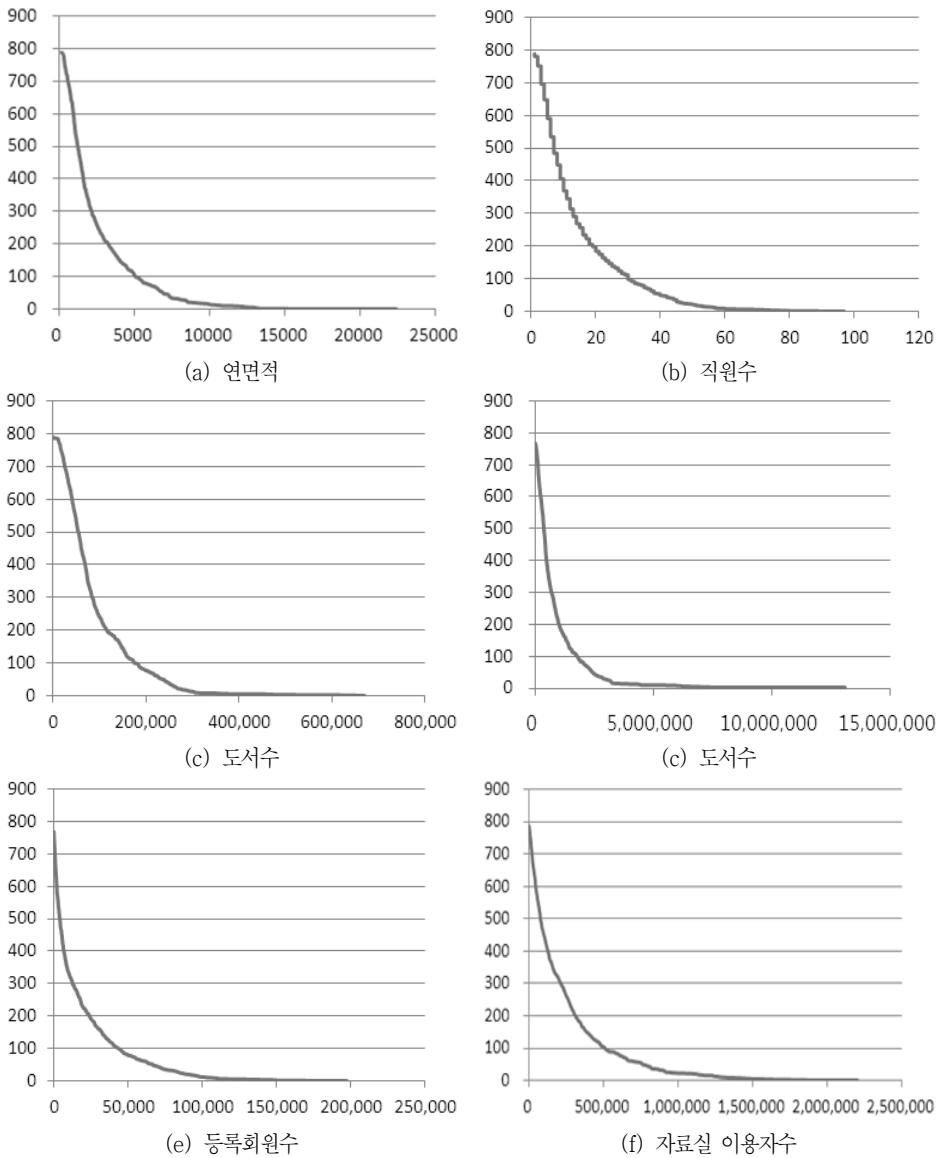
〈표 5〉 최소값-최대값 비율과 중앙값-평균 비율

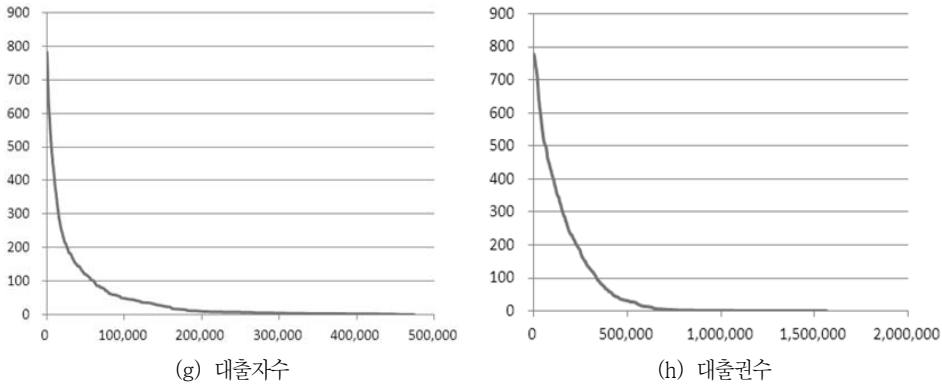
규모	최소값-최대값 비율	중앙값-평균 비율
연면적	135.8545	1.557629
직원수	97	1.481
도서수	926.0097	1.342427
예산	2183.077	1.690271
등록회원수	17581.47	2.311055
자료실 이용자수	18333.33	1.829457
대출자수	11861.58	2.738094
대출권수	14612.01	1.450096

일반적으로 정규분포를 나타내는 현상에서는 이러한 편차(비율)는 크게 나타나지 않는다. 크기의 분포가 균등하고 평균을 기준으로 좌우의 편차가 작다는 것이다. 그러나 우리나라 공공도서관의 규모에 대한 기초통계량만 언뜻 보아도 정규분포의 특성을 가지고 있지 않는다고 판단할 수 있다. 이러한 편차가 많이 나타나는 것은 전체적으로 값의 분포가 불균등하고, 역함수 범칙 분포의 형태의 가능성이 높다는 것을 의미한다.

### 3. 지프분포의 분석

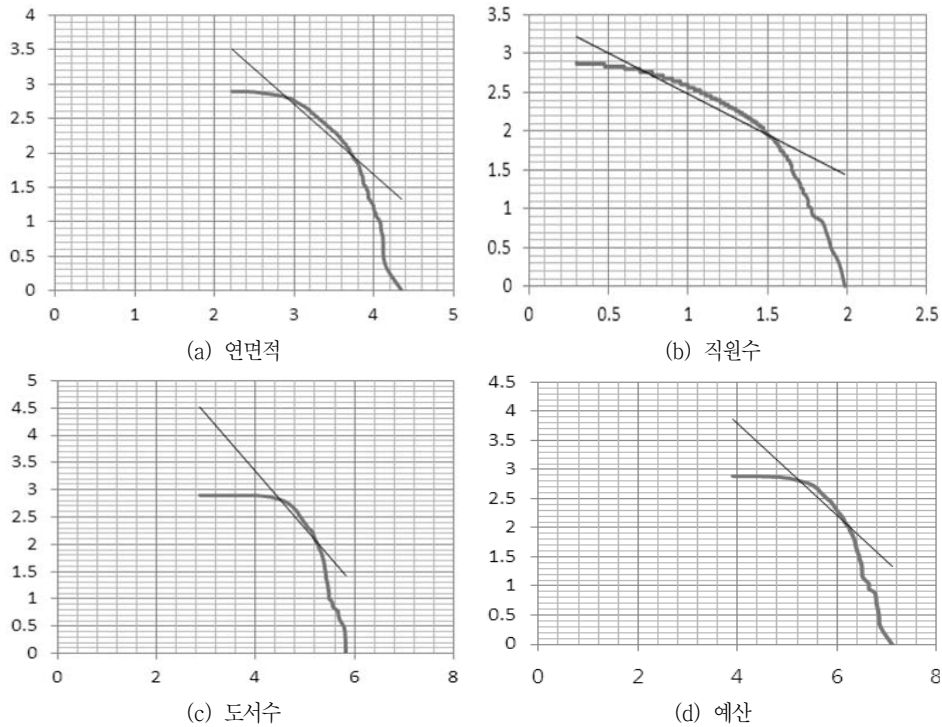
공공도서관 규모를 나타내는 8가지 지표의 변인에서 멱함수 법칙의 분포가 나타나는지 살펴보기 위하여 지프분포를 나타내는 (수식 6)의 순위-규모 분포 방식을 적용하였다. x축에는 규모의 변인, y축에는 그것의 순위를 나타내는 데이터를 이용하여 분포 그래프를 표현하였다. 8가지 규모변인에 대한 지프분포 그래프는 <그림 2>와 같다.

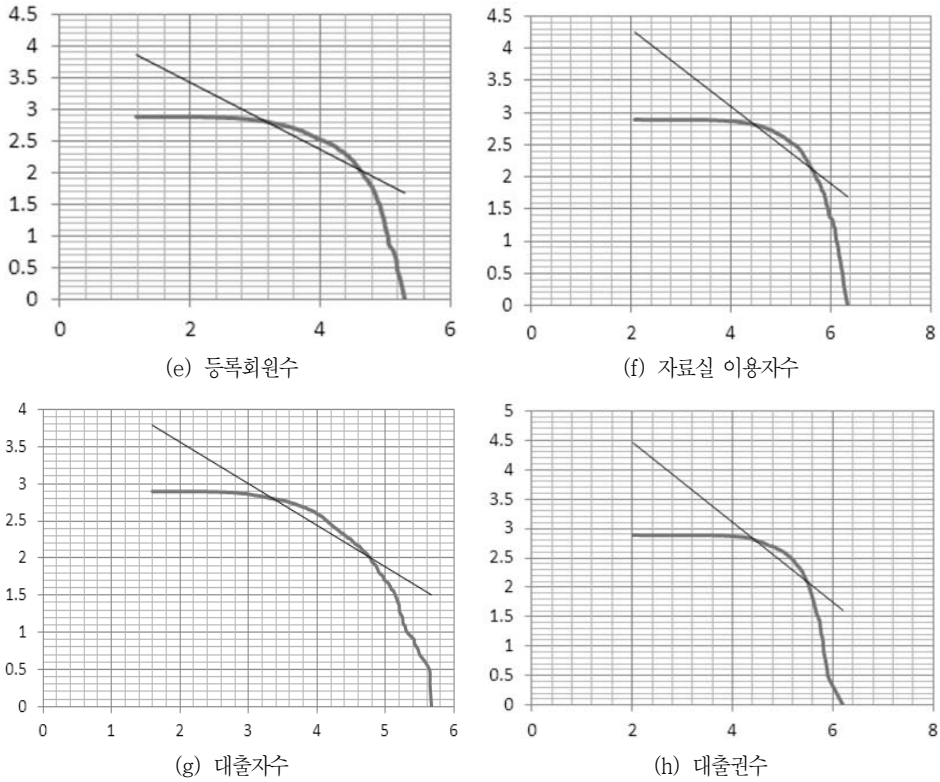




〈그림 2〉 8가지 규모변인에 대한 지프분포 그래프

〈그림 2〉에서 볼 때, 8가지 규모변인 모두 멱함수 법칙의 분포로 추정가능한 곡선형태의 분포 그래프를 나타낸다. 이 곡선 그래프들 모두 한결같이 꼬리 부분이 두터운(fat-tailed) 모양을 나타내고 있다. 규모의 측면에서 많은 소도서관이 극히 적은 수의 대도서관과 공존하는 형태이므로, 양극화가 뚜렷하다고 할 수 있다. 즉 분포 그래프를 시각적으로 보면, 우리나라 공공도서관의 규모는 양극화된 채로 자기조직화의 특성이 보이는 복잡계 현상을 나타낸다고 말할 수 있다. 그리고 (수식 3)처럼 (수식 6)의 양변에 로그(log)를 취한 값으로 얻은 분포는 〈그림 3〉과 같다.





〈그림 3〉 8가지 규모변인에 대한 로그를 취한 선형 그래프

〈그림 3〉의 그래프에서는 뚜렷한 직선 모양은 아니더라도, 직선의 형태를 추정 가능한 분포의 모양을 나타내고 있다. 결국 시각적으로 보아도 8가지 규모변인에 멱함수 법칙의 특성이 나타난다고 할 수 있다. 이것을 수학적으로 판별하기 위하여 8가지 규모변인에 대한 직선 그래프의 기울기(-a)를 회귀분석을 통해 추정하였다. 그 결과 거듭제곱지수(a)와 R제곱 값의 결과는 〈표 6〉과 같다.

〈표 6〉 8가지 규모변인에 대한 거듭제곱지수와 R제곱 값

규모	거듭제곱지수	R제곱
연면적	1.0182	0.827
직원수	1.052	0.8303
도서수	1.0433	0.766
예산	0.7926	0.7614
등록회원수	0.5306	0.7265
자료실 이용자수	0.6019	0.753
대출자수	0.5629	0.793
대출권수	0.6802	0.679

## 4. 분석 결과의 해석

〈표 6〉에서 거둬제공지수의 범위는 [0.5306~1.052]이다. 이것은 Nitsch가 제안한 범위 [0.5~2.0] 내에 있으므로 8가지 규모변인들 모두 멱함수 법칙을 따른다고 할 수 있다. 그리고 결정계수인 R제곱의 값이 67.9% 이상이므로, 이 거둬제공지수의 값들은 충분히 의미를 가진다. 그러나 거둬제공지수가 거의 1이거나 1보다 작기 때문에 대부분의 규모변인에 있어 불균등성이 심한 형태를 나타내고 있다. 즉 우리나라 공공도서관의 규모에 나타나는 멱함수 법칙의 현상을 구체적으로 살펴보면, 다음의 3가지 특징을 알 수 있다.

첫째, 8가지 규모의 변인 모두 멱함수 법칙을 나타내고 있다. 즉 우리나라 공공도서관의 규모는 현재 양극화된 형태를 유지하고 있다. 이 중에서 직원수는 양극화가 상대적으로 덜한 편이며, 등록회원수는 상대적으로 양극화가 심하게 나타났다. 이것은 직원수의 약 2배에 해당된다.

둘째, 연면적, 직원수, 도서수, 예산의 거둬제공지수는 약 [0.8~1.1]의 범위이므로 이들 변인에서 지프의 법칙이 나타나고 있다. 즉 규모와 순위의 관계가 반비례하는 특성이 있다. 이러한 변인들은 주로 도서관의 외부적 행정 또는 재정적 투자와 관련이 있다.

셋째, 등록회원수, 자료실 이용자수, 대출자수, 대출권수 변인은 거둬제공지수가 [0.5~0.7]의 범위이므로 지프의 법칙보다 더 심하게 불균등한 분포가 나타나고 있다. 도서관별로 차등화가 심한 양극화가 더욱 뚜렷하게 나타나는 변인들이며, 주로 도서관의 직접적 운영의 성과와 관련이 있다. 이 중에서 등록회원수나 대출자수의 양극화는 훨씬 심하게 나타난다.

이 특징을 정리하면, 도서관의 외부적 행정 또는 재정적 투자와 관련이 있는 변인들보다 도서관의 직접적 운영의 성과와 관련이 있는 변인들에서 불균등성이 더욱 심하다는 것을 알 수 있다. 그렇다면 규모가 작은 도서관들에서 운영의 효율성이 낮은 것 아닌가 하는 해석이 가능하다. 규모가 작은 도서관들이 그만큼 많다는 것이고, 이들의 운영 성과도 크지 않다는 판단이 가능하다. 당연한 것이겠지만, 규모가 작은 도서관의 환경이 그만큼 열악하다는 것이다. 작은 규모의 공공도서관에서는 투자와 운영성과를 높이고, 큰 규모의 공공도서관들을 많이 만들 경우 지금과 같이 규모에서 발생하는 불평등의 문제를 해결할 수 있는 것으로 보인다.

한편, 앞서 살펴본 최소값-최대값 비율에서 등록회원수와 자료실 이용자수는 편차가 매우 큰 규모변인들이었다. 그리고 대출자수와 대출권수도 마찬가지로 최소값-최대값 비율에서 편차가 심한 규모변인들이었다. 이러한 변인들 모두 멱함수 분포에서도 불균등성이 많이 나타났기 때문에 공공도서관에서 가장 양극화(부익부 빈익빈)가 심한 규모의 변인들이라 할 수 있다. 그리고 연면적, 직원수, 도서수, 예산의 변인들은 기울기가 지프의 법칙으로 설명할 수 있으며, 최소값-최대값 비율도 낮게 나타났다. 즉 전자의 4개 변인들보다는 불균등성이 조금 덜하다고 판단할 수 있다.

중앙값-평균의 비율까지 포함하여 거둬제공지수(기울기)와 각 비율의 연관성을 살펴보면 〈표



7)과 같다. 최소값-최대값 비율과 중앙값-평균의 비율은 거듭제곱지수와 음(-)의 상관관계가 아주 높은 것으로 나타났다. 결국 어떤 현상에서 최소값-최대값 비율과 중앙값-평균의 비율의 편차가 클수록 거듭제곱지수의 값은 작아지며, 그것은 불균등성이 높아지는 것을 의미한다. 즉 이러한 비율을 살펴보더라도 어떤 현상의 분포에서 불균등한 멱함수 분포가 나타날 가능성을 판별할 수 있다는 것을 의미한다.

〈표 7〉 거듭제곱지수와 각 비율의 연관성

	거듭제곱지수	최소값-최대값 비율	중앙값-평균 비율
거듭제곱지수	1		
최소값-최대값 비율	-0.91547139	1	
중앙값-평균 비율	-0.74691968	0.535323051	1

## IV. 결 론

우리나라 공공도서관의 규모에 대한 분포의 특성을 분석한 결과 8가지 규모의 변인 모두에서 멱함수 법칙이 나타났다. 이것은 전체 공공도서관 규모에서 양극화가 발생하였다는 의미이다. 8가지 규모변인 중에서 연면적, 직원수, 도서수, 예산의 변인에서는 지프의 법칙이 나타났으며, 이들은 주로 도서관의 외부적 행정 또는 재정적 투자와 관련이 있는 변인들이다. 그리고 등록회원수, 자료실 이용자수, 대출자수, 대출권수의 변인에서는 지프의 법칙보다 더 심하게 불균등한 분포가 나타났다. 이들은 주로 도서관의 직접적 운영의 성과와 관련이 있는 변인들이다.

이처럼 2011년 기준 우리나라 공공도서관의 규모 분포에서 양극화 현상이 나타나는 자기조직화된 복잡계라는 것이다. 실제로는 다양한 요인들에 의해 양극화가 발생되었겠지만, 이 연구에서는 그 원인을 공공도서관에 대한 투자와 운영의 성과에서 모종의 규칙이 불균등하게 작용한 것으로 파악되었다. 불평등을 증가시키는 방향으로 투자와 운영이 이루어져 왔다는 것이다. 전체 도서관들끼리의 직접적인 상호작용보다, 지역별(교육청, 지방자치단체 등) 정책에 의한 자원배분의 결과가 누적되어 나타난 것이다.

사실 우리나라 공공도서관의 전체는 지역사회와 도서관이 공명하는 복잡계인 것이다. 지역사회의 구성원들(외부투자를 결정하는 행정기관과 실무자, 도서관을 운영하는 직원, 도서관의 이용자 등)의 상호작용에 의해 현재의 규모로 공공도서관이 만들어졌다. 그렇게 만들어진 공공도서관의 규모에서 현재 불평등한 복잡계 현상이 나타난 것이다. 그러므로 지금부터는 우리나라 공공도서관 정책에 있어 변화가 필요하다고 본다. 지금과 같이 규모의 양극화 현상을 유지하거나 심화시키는

것보다 양극화 현상의 해소 방안에 정책을 맞추어야 한다는 것이다. 이것은 우리나라 공공도서관 현황에서 규모를 거론할 때 ‘평균값’보다 ‘편차’의 관점에서 접근하여야 할 때가 되었다는 의미이다. 평균값에서 편차가 커지면, 평균값의 설명력이 무의미하게 되기 때문이다. 요약하면 공공도서관 정책의 방향을 규모의 격차해소에 초점을 맞추어야 한다는 것이다. 규모의 양극화 해소를 위해 가장 우선시해야 할 것은, 공공도서관에 대한 투자 영역(연면적 등)과 운영 영역(등록회원수 등) 모두 양극화의 원인으로 나타났기에, 각 지역에 규모가 있는 공공도서관들을 많이 신축하는 정책이다. 그리고 작은 규모의 도서관들의 수를 무작정 늘이기보다 투자와 운영의 확대를 통해 적정 수준의 규모를 유지하도록 하는 방안도 함께 강구하여야 할 것이다.

이 연구는 도서관 영역에 있어 복잡계 이론을 적용하여 공공도서관 규모에 나타난 분포의 특성을 분석하였다. 전체적인 규모에서 복잡계 현상의 특성인 멱함수 법칙이 나타난 것을 확인하였다. 그러므로 이후 다양한 측면에서 관련된 후속연구들이 요구된다. 먼저, 각 규모의 변인별로 어디서부터 불균등한 분포가 매우 심하게 나타나는지 규모의 구간을 다양하게 나누어(누적구간) 분석할 필요가 있다. 그리고 2011년 이전의 데이터와 함께 시계열적인 분포의 특성도 분석하는 작업이 요구된다. 복잡계란 다양한 구성요소가 상호작용하는 시스템이므로, 공공도서관의 규모에 복잡성이 나타난 다양한 구성요소의 유형을 확인하고 구성요소들의 행동을 규율하고 통제하는 상호작용의 실체가 무엇인지 면밀하게 살펴보는 작업도 필요하다. 이러한 작업들을 통해 그동안 공공도서관 규모에 작용해 온 불평등의 논리가 무엇인지 제대로 규명하고, 불평등 또는 양극화의 해소를 위한 다양한 정책적 대안을 마련하는데 유용한 결과들을 얻을 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 강성남. “행정학연구에서 복잡계의 연구동향과 과제,” 한국거버넌스학회보, 제18권, 제2호(2011), pp.207-237.
- 김경환. “도시 인구규모 분포와 도시 인구성장 패턴에 관한 분석,” 지역연구, 제23권, 제1호(2007), pp.27-41.
- 김민석. “건축·도시 공간에서 나타나는 복잡계적 창발현상에 관한 실증적 연구,” 대한건축학회논문집 계획계, 제26권, 제10호(2010), pp.175-182.
- 김민석. 복잡계로서의 건축·도시 공간에 관한 연구 : 공간 네트워크와 공간 지각 행태 체계를 중심으로, 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 2010.
- 김영석. “우리나라 공공도서관의 규모에 관한 연구,” 한국도서관·정보학회지, 제44권, 제2호(2013), pp.377-398.

- 박경미, 김성환, 조환규. “소설 등장인물의 텍스트 거리를 이용한 사회 구성망 분석,” 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제4호(2013), pp.427-439.
- 신동훈, 장희순. “주택가격의 양극화에 관한 연구,” 주거환경(한국주거환경학회논문집), 제9권, 제2호(2011), pp.103-115.
- 안민호. “시정행위의 복잡계적 특성에 관한 연구,” 언론과 사회, 제17권, 제3호(2009), pp.116-150.
- 알버트 바라바시. 링크: 21세기를 지배하는 네트워크 과학, 동아시야, 2002.
- 윤소, 윤성민. “중국 도시인구규모의 확률분포 특징과 집중도 변화,” 동북아경제연구, 제25권, 제2호(2013), pp.187-213.
- 윤영수, 채승병. 복잡계 개론, 삼성경제연구소, 2005.
- 이대엽, 박하일. “금융위기 이후 경제학의 새로운 분석도구로서의 복잡계 이론,” 사회과학연구논총(이화여자대학교 사회과학연구소), 제28집(2012), pp.71-102.
- 이수상. 네트워크 분석 방법론, 논형, 2012.
- 정철우, 김재준. “복잡계 네트워크를 활용한 건설분야 미래 주요키워드 분석,” 한국디지털건축인테리어학회논문집, 제12권, 제2호(2012), pp.15-23.
- 정하웅, 김동섭, 이해웅. 구글 신은 모든 것을 알고 있다, 사이언스북스, 2013.
- 조용원. “국내 공공도서관의 정보격차해소 활동에 대한 분석,” 한국도서관·정보학회지, 제38권, 제4호(2007), pp.167-186.
- 차미경, 송경진. “공공도서관의 지역 간 격차 해소를 위한 재정지원 방안,” 한국비블리아학회지, 제21권 제1호(2010), pp.149-160.
- 최희갑, 박원석. “Zipf 분포를 활용한 지역별 사업체 규모분포 특성,” 지역연구, 제22권, 제2호(2006), pp.275-298.
- 홍성호, 이만형. “산학 공동연구 R&D 네트워크의 복잡계 특성과 지배적 피드백 루프: 거둬제공법 척과 양의 피드백 루프를 중심으로,” 한국시스템다이내믹스연구, 제13권, 제1호(2012), pp.113-131.
- Clauset, Aaron, Shalizi, Cosma Rohilla and Newman, M. E. J. “Power-Law Distributions in Empirical Data.” *SIAM Review*, Vol.51, No.4(2009), pp.661-703.
- Gabaix, Xavier and Ioannides, Yannis M. “The evolution of city size distributions,” *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol.4(2004), pp.2341-2378.
- Newman, M. E. J. “Power laws, Pareto distributions and Zipf’s law,” *Contemporary Physics*, Vol.46(2005), pp.327-329.
- Nitsch, Volker. “Zipf zipped,” *Journal of Urban Economics*, Vol.57(2005), pp.86-100.

국한문 참고문헌의 영어 표기

(English translation / Romanization of references originally written in Korean)

- Albert-Laszlo Barabasi. *Linked: The New Science of Networks*, Perseus, 2002.
- Gyeong-Mi Park, Sung-Hwan Kim, Hwan-Gue Cho. "Analysis of Social Network According to The Distance of Characters Statements," *Journal of the Korean Contents Association*, Vol.13, No.4(2013), pp.427-439.
- Hee-Gab Choi, Won-Seok Park. "On the Size Distribution Establishments by Region," *Journal of the KRSA*, Vol.22, No.2(2006), pp.275-298.
- Hong, Sung-Ho and Lee, Man-Hyung. "Complexity System Characteristics and Dominant Feedback Loops of Industry-University Joint Research R&D Networks: Centered on Power Law and Reinforcing Feedback Loops ," *Korean System Dynamics Journal*, Vol.13, No.1(2012), pp.113-131.
- Kim, Min-Seok. "Empirical Study on Complex Systematic Emergent Behaviors Revealed in Architectural and Urban Spaces," *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, Vol.26, No.10(2010), pp.175-182.
- Kim, Minseok. *Architectural and Urban Spaces as Complex Systems in Terms of Spatial Network and Spatial Perception-Behavior System*, Graduate School of Seoul Nation University, Doctoral Dissertation, 2010.
- Kyung-Hwan Kim. "Size Distribution of Cites and the Pattern of Urban Population Growth," *Journal of the KRSA*, Vol.23, No.1(2007), pp.27-41.
- Lee, Daeyup and Park, Hail. "Complex Systems Theory as a New Economic Analysis Tool after the Financial Crisis," *Social Sciences Research Institute*, Vol.28(2012), pp.71-102.
- Mikyeong Cha, Kyoeng Jin Song. "A Study on the Government Financial Support System to Bridge the Regional Gap of Public Libraries in Korea," *Journal of the Korean Biblia Society for Library and Information Science*, Vol.21, No.1(2010), pp.149-160.
- Minho AHN. "Complexity science and television audience behavior," *Communication and Society*, Vol.17, No.3(2009), pp.116-150.
- Seong Nam Kang. "A Study on the Research Trends of Complex System and Tasks in the Study of Public Administration," *Journal of the Korea Association for Governance*, Vol.18, No.2(2011), pp.207-237.

Shin, Dong-Hun, Jang, Hee-Soon. "An Empirical Study on Bi-polarization in Housing Price,"  
*Journal of the Residention Environmemt*, Vol.9, No.2(2011), pp.103-115.

Soo-Sang Lee. *Network Analysis Methods*, NonHyoung, 2012.

Xiao Yun, Seong-Min Yoon. "Characteristics of City Size Distribution of China and Changes  
of Concentration of Population," *The Journal of Northeast Asian Economic Studies*,  
Vol.25, No.2(2013), pp.187-213.

Yong-Wan Cho. "Analysis of the Activities of Public Libraries for Closing the Information  
Divide in Korea," *Journal of Korean Library and Information Science Society*, Vol.38,  
No.4(2007), pp.167-186.

Young-Seok Kim. "A Study on the Size of the Public Libraries in Korea," *Journal of Korean  
Library and Information Science Society*, Vol.44, No.2(2013), pp.377-398.