

都市 近隣公園間の 捕捉力에 대한 重力模型檢證

權 尙 俊* · 沈 慶 久**

淸州大學校 造景學科* · 成均館大學校 造景學科**

A Gravity Model For The Catchments Between Parks

Kwon, Sang-Zoon* · Sim, Kyung-ku**

*Dept. of Landscape Architecture, Chong ju Univ.

**Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan Univ.

ABSTRACT

This study suggests one hypothesis: The strength between the catchment foreces of urban community parks can be represented to a gravity model.

The gravity model is derived from the related of two subjects, witch is related with their distance. A grvity model for the catchments between parks is represented as followed formula:

$$I_{ij} = \alpha \times \frac{P_i \cdot P_j}{\beta r} \quad (\text{formula})$$

Here, I_{ij} is a total number of the vistors of park i and j in a year.

P_i is population of the catchment area of park i .

P_j is population of the catchment area of park j .

α_{ab} , β are parameters.

This formula is testified in the case of Chong-ju community parks.

I. 研究의 目的

都市의 公共便益施設의 效用度는 그 施設의 이용에 따른 便益性에 결정된다. 公共便益施設의 便益性에 관한 연구는 공간적 측면에서만 보면 商業活動을 수용하는 시설의 영향권과 연관하여 검토될 수 있다. 그러한 영향권은 市場圈이나 一定한 商業施設의 利用圈과 연관되어 검토되어 왔

다. 특히 利用圈은 도시지리학에서의 中心地論(森川洋, 1974), 교통공학에서의 捕捉地域(Ga-kenheimer, R, 1976, Renner, Michael, 1969) 등과 연관이 있다. 그런데 都市近隣公園을 도시적 公共便益施設의 하나라고 볼 때 공공편익시설의 利用圈과 연관지어 都市近隣公園의 捕捉力을 파악할 수 있다.

이와 같은 점에서 본 연구는 中心性 理論에 의

한 공원간 포착력이 重力模型으로 檢證할 수 있는가를 구명하는데 研究의 目的이 있다.

II. 中心性 理論에서의 重力模型의 假說

1. 背景

都市의 中心地에 대한 高유의 勢力圈에 대한 연구가 Christaller와 Losch에 의해 이뤄졌고 그에 따른 中心地 分布는 완전한 規則的인 것으로 여겨졌다. 이에 中心地가 지닌 勢力圈은 어떤 면에서는 中心性的의 차이가 있지만 다른 한편에서는 隣接中心地와의 거리와 연관이 있으면서 規模와 形態를 달리하고 있다.(森川洋, 1974)

이와 함께 都市近隣住區의 社會經濟的 形態에 관한 연구가 있었다.

Hurd, R. M.(1903)가 최초로 그에 대해 일반화 시켰고 Burgess, E. W.(1925)의 同心圓論, Hoyt, Homer.(1939)의 扇狀論, Harris, C. D. & Ullman, E. S.(1945)의 多核論 등에 의해 都市構造를 把握하였다.

그와 같은 理論的 背景아래 勢力圈을 理論的으로 설정하려는 研究는 商圈研究와 같은 분야에서 초기에 대체로 진행되었다. 그 경우 가장 일반적인 것이 重力模型(Gravity model)이다. 거리 d 와의 相互作用(interaction)에 있어서 결정되는 현상을 수학적 응용으로 검토하였던 Morrill, R. L.(1962)과 Morrill, R. L. & Pitts, F. R.(1967) 및 Morrill, R. L. & Doramitzer(1979)는 人口移動과 商圈移動을 指數式($y=ae$)으로 나타내었다. 그 후 더욱 발전되어 Moore, C. & A. Nagurney.(1989)에 의해 통화유통의 균형이론으로서 動的 理論으로 발전하였다. 重力模型의 일반식으로는

$$I_{ij} = \frac{P_i P_j}{d_{ij}^n} \quad (\text{式 } 2-2-1)$$

여기서 I_{ij} =중심지와 중심지간의 상호작용,

P_i =중심지 i 의 인구,

P_j =중심지 j 의 인구,

d_{ij} =중심지 ij 간의 거리,

G =계수,

n =정수로 된다.

이와 같은 重力模型은 Carey, H. C.(1965)에 의해 연구되었고, Ravenstein, E. G.와 Reilly, W. J.를 거쳐 Stewart, Jr. C. F.(1958)에 이르러 개념적으로 확립되었다.(Carrothers, G. A. P; 1956) 重力模型을 商圈研究에 도입한 것은 Reilly(1931)였고, Reilly, W. J.와 Converse, P. D.(1949)에 이르러 小賣引力法則(Law of retail gravitation)이 확립되었다.

2 假說

假說: 都市近隣公園간의 捕捉力간의 相互作用은 公園간의 거리에 반비례하고 각 公園 捕捉力の 곱에 비례한다.

Carey H.C.(1956)에 의해 상정되었던 重力模型은 (식 2-2-1)처럼 나타내었고 이를 바탕으로 公園간의 捕捉力에 응용될 수 있다. 즉 公園간 捕捉力간의 상호작용력(=I)이라고 하면,

$$I = \alpha \times \frac{P_1 \times P_2}{L^\beta} \quad (\text{式 } 2-2-2)$$

단, I: 전 인구에 대한 두 공원이용자수의 합의 비

(=두 공원의 年 이용자수의 합계)

P_1 : 1공원의 단위면적당 1일 평균이용자수

P_2 : 2공원의 단위면적당 1일 평균이용자수

L: 두 公園간의 거리

$\alpha \cdot \beta$: 파라메타

여기서 I는 公園捕捉力간의 강도로써 전 도시 인구에 대한 두 公園 이용인구의 비율로 표출될 수 있다. 都市近隣公園이 적정하게 분배된 도시 하면 도시민의 都市近隣公園을 均배적으로 이용한다고 볼 수 있다.

그렇다면 도시내 어떠한 한 公園일지라도 도시내 전체 近隣公園 이용인구를 적정하게 분담하고 있다고 볼 수 있다. 이때 두 公園이 지닌 捕捉力간의 相互作用力은 거리에 제곱에 반비례하고 두 公園이 지닌 捕捉力(즉: 단위 면적당 1일 평균이용인구)의 곱에 반비례한다는 것을 가설로 내세울 수 있다.

Ⅲ. 模型適用의 前提事項과 檢討事項

1. 前提事項

本 研究가 中心地論的 接近에 의해 定立된 모형을 기초로 都市近隣公園의 利用圈의 특성을 검토하게 된다. 따라서 中心地論에서 다루는 기본개념을 利用圈이 수용하고 있는가에 대한 檢證過程이 요구된다. 이러한 의미에서 본 항에서는 中心地論을 위한 예비적 고찰로서 都市地理學的 기본개념이 도시지역의 近隣公園 利用圈에 부합되는가에 대한 檢證을 시도하고자 한다. 이 과정은 사례 연구 지역이 中心地論의 기본개념과 부합된 지역인지에 대한 일종의 확인과정이다.

中心地論이 지닌 기본개념은 접근 방법에 따라 다양하게 파악될 수 있으나 본 절에서 모형 정립을 위한 예비적 고찰의 일환으로 파악된 捕捉力의 重力模型; 捕捉力의 勢力均霑點; 都市近隣公園圈 설정의 確率模型 등을 중심으로 검토하고자 한다. 中心地論에서 첫째, 개념으로 제시된 都市近隣公園 捕捉力의 重力模型은 都市近隣公園의 利用圈의 空間域을 설정하는 기준이 된다. 이러한 空間域은 都市近隣公園이 지닌 捕捉力을 기준으로 구분되므로 都市近隣公園의 이용횟수나 이용자수를 근거로 都市近隣公園 영향력이 어느정도 인가를 검토하게 된다. 中心地論에서 到達距離를 기본으로 하므로 도달시간과 이용시간, 이용횟수 등은 重力模型을 제시할 수 있었는 바 그에 대한 檢證은 다음 항에서 가설의 檢證으로 논해될 수 있다.

中心地論에서 두번째 개념으로 제시된 捕捉力의 勢力均霑點은 본 연구가 都市近隣公園간의 捕捉力의 한계를 설정하는 기본이 될 수 있다.

都市近隣公園이 지니는 捕捉力이란 利用圈을 어느정도까지 확대할 수 있는지의 관건이 되면서 각 都市近隣公園의 분포상태를 바탕으로 이용자의 公園利用選擇의 空間域 설정에 활용될 수 있다. 그러한 空間域 설정의 구체화를 통해 捕捉力의 勢力均霑狀態를 공간적으로 구현시킬 수 있으므로 가설의 檢證을 이뤄낼 수 있다. 中心地論에서 세번째 개념으로 제시된 「都市圈의 確率模型」

은 都市近隣公園의 옥외 레크리에이션 활동시설을 총량적으로 이용하는 시간을 중심으로 利用圈의 이용인구의 확률을 산출할 수 있다. 都市近隣公園의 利用圈을 等確率線으로 표시하면서 利用圈域 경계가 설정될 수 있다는 점에 착안하여 기대되는 연간 公園內 옥외 레크리에이션 시간 포텐셜을 구하며 그에 따른 기대 공원이용시간을 산출할 수 있다. 이러한 中心地論的 접근에 전체 사항으로 받아 들여야 하는 점은 다음과 같다.

- ① 都市近隣公園의 위치를 수용면적의 重心點으로부터 시작되는 것으로 여긴다.
- ② 都市近隣公園의 利用圈에 대한 연구를 위해 公園의 重心點을 面的이 아닌 點的 기준으로 간주한다.
- ③ 都市近隣公園의 質的水準(規模, 綠地占有率, 시설물의 상태, 예산 등)은 동일한 것으로 간주한다.
- ④ 都市近隣公園의 시설과 배경의 景觀性 등의 사항은 각 公園이 동일한 것으로 간주한다.
- ⑤ 都市近隣公園의 利用圈은 住居活動人口가 균질적으로 분포된 것으로 간주한다.
- ⑥ 都市近隣公園의 利用圈은 평면상태에서 到達距離에 따라 접근시간이 발생될 수 있음을 기본으로 한다.
- ⑦ 都市近隣公園은 都市民의 옥외 레크리에이션 활동을 언제든지 수용할 수 있다.

이상의 전체사항을 바탕으로 都市近隣公園 간의 影響力과 분포에 따른 특성을 비교 하므로써 中心地論을 받아들일 수 있는냐를 檢證하게 된다.

2. 檢討事項

中心地論에서 제시한 기본개념이 都市近隣公園에서도 부합되는지에 대한 예비적 검토는 가설에서 세가지 점으로부터 취급될 수 있다. 첫째, 淸州에서 上黨公園과 中央公園이 입지한 위치적 성격에도 불구하고 두 公園의 성격이 도심부내에서 상호 경쟁적 관계에 있음을 증명하므로 가능하다. 경쟁적이라는 의미는 다음과 같다.

- ① 두 公園의 사이에 특별한 公園이 없다는 점

에서 利用圈의 구분이 가능하다.

- ② 주변으로부터 두 공원에 이르는 接近性이 비슷하다. 上黨公園의 버스 정류장으로부터 거리가 100m이고 中央公園의 경우 120m이다. 그리고 두 공원 모두 도로에 연하지 않은 면은 하나뿐이다.
- ③ 두 공원의 質的 水準에서 큰 차이가 없다. 두 공원 모두가 지형이 평탄하며 구획된 형태도 사각형이다.
- ④ 두 공원의 주변 土地利用이 상업과 주거가 혼재되어 있어 활동의 空間 分布가 특이하게 구분되지 않으나 주변 土地利用이 동일하지는 않다. 이점에서 차등비교가 될 수 있으나 公園利用에 경쟁적 관계를 지닐 수 있다.
- ⑤ 두 공원의 내재된 자원은 각기 독특하여 利用者의 입장에서 두 공원은 競爭的 관계로 간주할 수 있다.

둘째, 都市近隣公園의 利用圈의 活動空間分布가 勢力均霑點이 표출될 수 있다는 점을 증명하므로써 가능하다. 그러한 점과 함께 다음과 같은 이유로 그 가능성이 존재할 수 있다.

- ① 두 공원의 捕捉力은 상이할 수 밖에 없다. 그 이유는 거리, 면적 또는 시설에 따라 발생된다.
- ② 두 공원의 사이에 商業活動이 우세한 都心部로 연담되어 있으므로 均霑點을 분포 시키는데 어려움이 없다.
- ③ 두 공원의 사이에 지형상 단절되거나 표고의 차이가 크지 않으므로 捕捉力의 配分性이 잘 나타날 수 있다.

셋째, 都市近隣公園내 옥외 레크리에이션 活動設施의 利用人口의 발생이 확률적으로 성립할 수 있다는 점을 증명하므로써 가능하다.

그러한 가능성은 다음과 같은 이유에서이다.

- ① 두 공원 사이에 대규모 옥외 레크리에이션 活動시설이 없다.
- ② 두 공원내에는 옥외 레크리에이션 活動시설을 최소한으로 지니고 있다.
- ③ 두 공원 이용시간을 총량적으로 측정할 수 있다.

IV. 假說의 檢證

都市近隣公園의 捕捉力에 의한 相互作用力 I를 도출하기 위해 다음과 같은 설명이 필요하다. 어느 한 도시가 A.B의 두 都市近隣公園을 지니고 있다고 하자. 이 때 도시민은 A공원이나 B공원을 이용할 수 밖에 없는데 이 경우 도시인구 중 都市近隣公園 인구는 일정한 비율로 산정될 수 있다고 본다면 두 공원의 배치거리에 따라 달라질 수 있다. 이것을 檢證해 보기로 한다.

淸州市의 경우 上黨公園과 中央公園의 이용자수, 上黨公園과 솔밭公園의 이용자수와 中央公園과 솔밭公園의 이용자수가 淸州 전 도시인구에 대한 비율을 고려해 보면 다음의 <表 1>과 같다.

I를 두 공원의 총 이용자수의 합으로써 두 공원간의 경쟁력으로 놓을 때 다음과 같이 계산한다.

i) 上黨公園과 中央公園의 경우

$$I_{12} = \alpha \times \frac{P_1 \times P_2}{R_{12}^\beta} \text{ 로 계산된다.}$$

ii) 中央公園과 솔밭公園의 경우

$$I_{23} = \alpha \times \frac{P_1 \times P_2}{R_{23}^\beta} \text{ 로 계산된다.}$$

<表 1> 淸주시 각 공원 년이용자수와 공원간 거리에 대한 비교치(Comparison between Numbers of Visitors and Distance of Parks in Chongju)

공원	년간 ¹⁾	ha당 일일 ²⁾	공원간거리(m)	
	총이용자수	평균이용자수	상당	증양 솔밭
1. 상당	62,050	170(명)	—	
2. 증양	96,725	107(명)	500	—
3. 솔밭	34,675	10(명)	6500	6600 —
4. 삼일 ³⁾	23,000	185(명)	700	1200 7200

註) 1) 淸州市 녹지과에서 통계 작성한 자료임(1991).

2) 실제조사(B조사)에 의해 산출된 수치임.

3) 淸州市내에 시설된 都市近隣公園 4개중 하나이므로 본 연구대상 공 원에서는 제외되었으나 가설 3을 증명하기 위해서 檢證대상에 포함하였음.

(表 2) 청주시 각 공원간의 상호작용력
(Interactions between Chongju Community Parks)

ab ³⁾	I _{ab} ¹⁾	P _a ²⁾	P _b ²⁾	R _{ab}
12	158775	170	107	500
23	131400	107	10	6600
34	57675	10	185	7200
13	96725	170	10	6500
14	85050	170	185	700
24	119725	107	85	1200

註) 1) I_{ab} 두 공원의 연간 공원 이용자수의 합임.
2) P_a, P_b 실제조사에 의한 수치임.
3) 각 공원중 두 공원을 나타내는 부호임

이때 上黨公園과 中央公園의 相互作用力은 62050명+96725명=158775명으로 나타났고 中央公園과 솔밭公園의 相互作用力은 96725명+34675명=131400명으로 나타났다. 이때 각 공원간의 거리를 i)의 경우 500m, ii)의 경우 6600m를 적용하였다.

결국 각 공원간의 相互作用力을 두 공원의 연간 公園利用者數의 합으로 보고 그때의 공원간 거리, 공원의 단위면적당 1일 평균이용자수를 계산한 결과 <表 2>와 같았다.

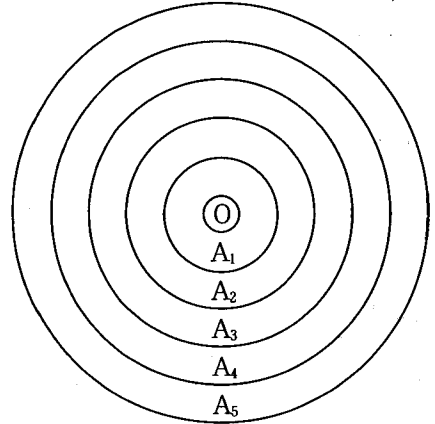
이것을 바탕으로 각 공원에서 채택될 수 있는 실측치(일일 이용자 조사: 참조, 권상준, 김유일(1991) 도시근린공원의 포착력에 따른 유치권 연구)를 중심으로 單純回歸分析해 본 결과 R²=0.99387로 나타났다. 이때, DF=3, F=53.86578, Significance=0.0183, α=0.05의 유의 수준에서 Significance가 적은 것으로 나타났다.

그러므로 대립가설을 받아들일 수 있다. 즉 都市近隣公園의 捕捉力간의 相互作用은 공원간의 거리의 제곱에 반비례하였고 각 都市近隣公園의 이용자조사에 따른 단위면적당 1일 평균이용자수의 곱에 비례하는 것으로 나타났다. 그러므로 가설은 檢證되었다.

V. 假說의 應用

都市近隣公園의 捕捉力은 단위면적당 一日平均利用者數로 표시할 수 있었다. 이것은 거리별 이

용횡수를 표시할 경우 利用圈內 구분된 誘致圈의 면적에 따라 다음과 같이 總 利用人口를 산출할 수 있다는 것을 의미한다.



- O: 公園中心 A₁: 公園隣接圈(Closed Zone)
- A₂: 公園善用圈(Good Used Zone)
- A₃: 公園利用可能圈(Possible Zone for Using Park)
- A₄: 公園誘致圈(Enticing Zone)
- A₅: 公園日常利用圈(Usual Catchment Zone)

(도 1) 利用圈 인구의 분포개념도(Concept Diagram for Population of Catchment Area)

공원을 원이라 하고 공원의 중심을 O라고 할 때 공원면적은 πr₀²(r₀는 공원의 반지름)이다.

利用圈중 到達距離 r₁인 경우 이 Zone₁의 면적(=A₁)은 A₁=π(r₁²-r₀²)이다.

이와 같이 될 때 Zone n의 면적(=A_n)은 A_n=π(r_n²-r_{n-1}²)이다. 이때 Zone₁의 人口密度 d₁이라고 하고 년중 평균이용횡수를 v₁이라 하면 Zone₁에서 발생되는 년중 공원이용인구(=V₁)는

$$V_1 = A_1 d_1 v_1 = \pi(r_1^2 - r_0^2) d_1 v_1 \quad \text{(式 5-1-1)이다.}$$

마찬가지로

$$V_n = A_n d_n v_n = \pi(r_n^2 - r_{n-1}^2) d_n v_n \quad \text{(式 5-1-2)이다.}$$

년중 공원이용인구 $\left(\sum_{i=1}^n V_n\right)$

$$\sum_{i=1}^n V_n = \sum_{i=1}^n (r_n^2 - r_{n-1}^2) d_n V_n$$

(式 5-1-3)이다.

이 때 V_n 은 세가지 경우로 구분된다.

i) 公園利用可能圈 內의 경우

$$V_n = \frac{A}{X} \text{ 이므로,}$$

$$\sum_{i=1}^n V_n = \pi \sum_{i=1}^n (r_n^2 - r_{n-1}^2) d_n \times \frac{A}{r}$$

(式 5-1-4)이다.

ii) 공원 誘致圈 內의 경우

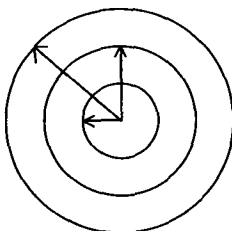
$$V_n = \frac{A}{X} + KX + \alpha$$

$$\frac{A + KX^2 + \alpha X}{X} \text{ 에서}$$

$X=r$ 일때이므로

$$\sum_{i=1}^n V_n = \pi \sum_{i=1}^n (r_n^2 - r_{n-1}^2) d_n \left(\frac{A + Kr^2 + r}{r} \right)$$

(式 5-1-5)으로 나타난다.



〈도 5-1-6〉 利用圈의 적용개념
(Application Concept of the Catchment Area)

iii) 공원이용의 일반성의 경우

$$V_n = Ae^{-\alpha X} + Ce^{-\beta X} \text{에서}$$

$X = r$ 일때이므로

$$\sum_{i=1}^n V_n = \pi \sum_{i=1}^n (r_n^2 - r_{n-1}^2) \cdot d_n X (Ae^{-\alpha X} + Ce^{-\beta X})$$

(式 5-1-7)

로 나타난다.

VI. 결 론

본 연구에서 제시한 가설은 중력모형의 한 형태이다. 두 공원간 포착력간의 상호작용력은 각 공원의 단위면적당 1일 평균이용자수의 곱에 비례하고 두 공원간의 물리적 거리에 반비례하는 것으로 나타났다. 이러한 가설은 두 공원에서 조사된 일일이용자수를 중심으로 단순회귀분석한 결과 적합도가 좋은 것으로 나타났다. 여기서 본 연구에서는 년 이용객으로 산정된 수치가 공식적으로 수집된 자료를 근거로 적합도 검증을 제시하였다는 점에서 다소 보완을 요하는 점이 있다. 그러나 본 연구는 이러한 공원의 포착력간의 상호작용력이 산출에 유용하는 점에서 이용권을 적용할 수 있는 근거를 마련할 수 있었다.

引用文獻

〈국내문헌〉

1. 康炳基, 呂鴻九(1980) “都市空間構造形成에 관한 연구: 都市生活施設의 空間的 分布 分析”, 『國土計劃』 15(1): 12-26.
2. 權泰竣(1982) “都市計劃의 對象과 範圍 - 都市計劃學의 專門領域의 設定을 위하여”, 『環境論叢』 11: 40-59
3. 李一炳(1987) “中心地指數에 의한 計劃圈域 設定에 관한 研究”, 『國土計劃』 22(1): 25-45.
4. 崔三鎔(1975) “우리나라 都市의 中心機能과 階層構造에 관한 小考- 都賣業의 分布를 中心으로”, 『國土計劃』 10(1): 129-142.
5. 黃熙淵(1987) “淸州市 中心部의 土地利用 變化에 대한 都市生態學的 解析”, 『國土計劃』 22(1): 121-148.

〈동양문헌〉

1. 近藤公夫(1972) 「都市公園緑地の徒歩誘致圈に関する研究」京都大學博士學位論文.
2. 森川洋(1967) “勢力圈設定の關する一考察. 岡山縣を例として”, 「人文地理」19: 31-53.

〈서양문헌〉

1. Burdge, R.J.(1969) “Levels of occupational prestige and leisure activity”, *Journal of Leisure Research* 9 (Sum.): 262-274.
2. Burdge, R.J., and D.R. Field.(1972) “Methodological perspectives for the study of outdoor recreation”, *Journal of Leisure Research* 4(Winter): 63-72.
3. Burdge, R.J., and J.C. Hendee.(1972) “The Demand survey dilemma: assessing the credibility of state outdoor recreation plans”, *Guideline* 3(6): 11~18.
4. Christaller, W.(1949/50) “Wesen und arten Sozialräumlicher Landschaft Seinheiten und ihre Darstellung auf der karte 1:200.000”, *Ber. z. Deutsch. Landesk.*, Bd. 7, S. 357-367.
5. Christaller, W.(1968) “Wie ich zu der Zentralen Orte Gekommen Bin”, *Geogr. Zeitschr.* Bd 56. Heft 2, S. 88-101.
6. Converse, P.D.(1949) “New laws of retail gravitation”, *Journ. of Marketing* 14: 379-384.
7. Forrester, J.W.(1969) *Urban dynamics*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
8. Gakenheimer R.(1976) *Transportation Planning as a Response to Controversy*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
9. Lösch, A.(1962) “Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft”, *Gustav Fischer Verlag*, 3 Aufl. S. 292-293.
10. Moore, R.C.(1978) *Study Report: The Social Benefits and Assessment of Local Urban Open Space*. Washington, D.C.: American Institute of Architects Research Corporation.
11. Moore, R.C.(1978) *Study Report: The Social Benefits and Assessment of Local Urban Open Space*. Washington, D.C.: American Institute of Architects Research Corporation.
12. Morrill, R.L.(1962) “Simuration of central place patterns over time”, *Land Studies in Geogr. Ser. B (Human Geogr.)*. 24: 109-120.
13. Morrill, R. L., and Dormitzer, J. M.(1979) *The Spatial Order*. Duxbury Press.
14. Reilly, W.J.(1931) *The Law of Retail Gravitation*. New York: The Knicker Locker Press.
15. Renner, Michael.(1989) “Transportation tomorrow: Rethinking the role of the automobile”, *The Futurist* 23(2): 14-20.