

□ 論 文 □

접근성 개념 측정치
接近性的 概念과 測定值

Concepts and Measures of Accessibility

김광석
金 洸 埴

(成均館大 教授)

目 次

I. 序 論

II. 接近性的 概念과 分類

III. 適用分野別 接近性 測定值

IV. 結 論

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to define the concepts and measures of accessibility used in various disciplines. To do this, a significant literature review was conducted particularly in fields of traffic engineering, transportation planning, urban economics, urban planning, and geography of transportation.

The result indicates that each discipline uses the concept of accessibility in a slightly different perceptual framework and thus shows somewhat ambiguous definition. The result also indicates that accessibility should serve as a tool to integrate transportation planning into the other connected disciplines.

I. 序 論

交通計劃이나 政策을 樹立할 때 그 目標가 되는 것은 迅速性, 正確性, 便利性, 快適性, 經濟性 그리고 接近性을 確保할 수 있는 交通서비스를 提供하는 것이다. 이러한 目標中에서 特히 接近性(accessibility)은 交通施設의 設置나 交通手段의 供給을 決定하는 基準이 되며 또한 이들 施設이나 手段의 適正性 與否를 判斷하는 指標가 된다.

그런데 交通研究에서 하나의 基本概念인 接近性은 學者나 時代에 따라 그리고 適用分野에 따라 그 概念이 약간씩 다르며 심지어는 모호한 點까지 內包하고 있다.¹⁾ 이러한 接近性에 대한 概念의 混亂은 造作的 定義(Operational Definition)를 어렵게 하며 결과적으로

交通서비스 提供의 基準設定을 困難하게 만든다. 特히 都市 및 交通計劃家에게는 各種 都市活動과 施設의 適正한 配置가 主要한 課題이므로 接近性에 대한 一貫性和 客觀性을 確保할 수 있는 概念定立이 必要하다.

그러면 왜 接近性은 좀더 明確한 造作的 定義를 내리기가 곤란할까? 그 理由에 대해 Bach는 4가지로 들고 있다.²⁾ 첫째, 機能的 問題로서 接近性은 交通網의 分析, 空間구조 분석, 各種 서비스의 施設體系의 입지패턴 분석 등 實際的 計劃內容에서만 定義될 수 있다는 점이다. 둘째, 概念的 問題로서 接近性은 다양한 의미를 內包하고 있다는 점이다. 즉 接近性을 移動性(Mobility)이나 서비스수준 또는 通行의 용이성과 동의어로 쓰기도 하며 社

會의 機會에 대한 接近性的 意味를 포함하는 등 概念이 매우 다양하다. 첫째, 接近性的 理論的 問題로서 그것이 입각하고 있는 가정에서 찾을 수 있다. 즉, 接近性的 가정은 공간 이용행태의 패턴과 입지의 目標 등을 내포하고 있다. 그런데 이러한 가정은 接近性에 관한 數學公式의 機械的인 適用 때문에 考慮되고 있지 않다는 點이다. 마지막으로 方法論的 問題로서 어느 地域의 接近性 測定은 그 地域의 空間分布와 中心點間의 通行距離 또는 時間에 관한 방대한 資料가 必要하다. 따라서 資料蒐集上의 問題가 接近性的 測定을 저해하기도 한다는 점이다.

Bach의 指摘을 要約하면 결국 接近性은 그 概念이 다양하고 代案의 比較, 評價의 基準 또는 지표로서의 利用이 분야마다 다르며 또한 하나의 測定值로서의 理論的 基盤이 미약하며 實證的 分析을 위해 방대한 資料가 要求되는 등 接近性 自體가 갖는 결함이 있다는 것이다. 그러함에도 불구하고 都市計劃이나 交通計劃, 交通工學, 都市經濟, 都市서비스의 입지 및 배분계획 그리고 交通地理에서 接近性을 중요한 지표로 이용하고 있는 것은 그것이 갖는 長點 때문이다. 즉 接近性은 우선 計算이 간편하며 結果에 대한 理解가 용이하며 模型定立에 쉽사리 適用할 수 있다는 점이다.

本 論文은 接近性이 交通研究에서 중요한 概念이면서도 適用分野에 따라 달리 정의되고 測定되고 있어 이에 대한 綜合的인 研究가 결여되어 있다는 점에 着眼하여 다음과 같은 研究目的을 가진다. 첫째, 接近性的 概念이 적용분야에 따라 어떻게 定義되고 分類되는가를 把握하고, 둘째, 이들 分野別로 接近性的 測定值가 어떤 形態를 띠고 어떤 役割을 하는지를 檢討하고 셋째, 여기서 提示된 接近性 測定值의 限界가 무엇인가를 탐색한다. 이러한 研究目的을 達成하기 위해 接近性的 概念定立과 分類는 주로 文獻調査에 의존한다.

II. 接近性的 概念과 分類

1. 接近性概念의 多樣性

歷史的으로 볼 때 接近性이 土地利用과 通行間의 關係를 모형으로 定立하기 위해 登場한 것은 1950年代부터이다. Hansen은 人口의 空間分布를 豫測하기 위해 接近性指數(Accessibility Index)를 고안하였다.³⁾ 이것은 人口의 空間分布를 決定하는 요소는 고용에 대한 接近度라고 가정하고 있다. Hansen 모형은 Zone 간의 相互作用關係를 적절히 설명하지 못하기 때문에 중력모형이라기 보다는 潛在性模型(Potential Model)에 가깝다. Hansen 模型은 그 後 여러가지 形態로 修正, 변형되어 重力模型, Lowry 模型⁴⁾, Wilson의 엔트로피極大化模型⁵⁾, 그리고 各種 都市模型⁶⁾에 適用, 發展되어 왔다.

交通研究에서의 接近性은 初期에는 한 地點에서 다른 地點으로의 移動能力 즉 移動性(Mobility)과 同一한 概念으로 使用되었다. 이것은 土地開發의 交通에 대한 影響은 通行需要로 測定하고 土地利用에 대한 交通의 影響은 接近性으로 定義한데서 나온 것이다.⁷⁾ 여기서 말하는 土地利用과 交通間의 關係를 보면 먼저 土地利用 → 通行發生 → 交通需要 → 交通施設提供 → 接近性提供 → 地價變化 → 새로운 土地利用 등의 순환관계로 把握할 수 있다. 따라서 이때의 接近性은 출발지와 도착지 간의 通行의 용이성에 焦點을 맞추어 道路網體系나 通行人的 特性이 강조되었다.

그후 接近性은 通行需要豫測模型의 변수로 이용되면서 단순한 通行의 容易性 뿐만 아니라 通行人이 어떤 特定한 活動에 참여할 수 있는 機會의 정도를 包含하고 있다.⁸⁾ 通行豫測模型에서 通行人的 社會經濟的인 特性, 시간가치, 통행에 소요되는 一般化費用(Generalized Cost), 입지의 매력성(Attractiveness) 등을 考慮하는 것은 보다 정교하게 接近性을 測定하기 위한 努力인 것이다.

交通計劃에서 接近性을 다루는 또 하나의 側

面은 接近性을 社會問題로 認識하고 있다는 點이다. 즉 接近性은 政治, 經濟, 社會, 文化的 活動에 대한 機會에 影響을 주는 요소로서 이것에 대한 缺如(Lack of Social Access)는 주민의 불만을 야기하고 社會的 緊張을 고조시키는 원인이 된다고 보는 것이다. 예를들면 1968年 美國 로스앤젤레스 Watts 地區에서 發生한 黑人暴動은 交通서비스의 부족이라기 보다는 特定集團의 社會的, 經濟的 參與機會에 대한 박탈에 원인이 있었다고 分析하고 있다.

Hutchinson은 接近性의 이러한 側面을 強調하여 都市地域內 通行은 그 自體가 目的이 아니라 도시내 활동간의 相互作用을 편리하게 하는 手段으로 보고 있다.⁹⁾ 즉 接近性은 道路上的 通行, 속도, 용량 등에 焦點을 두는 이동성 이상의 의미를 包含하는 概念으로서 다양한 利害關係를 가지는 社會集團이 민감하게 反應하는 要素라고 判斷하고 있다. 이러한 見解는 Schaeffer와 Sclar의 主張과 一致한다.¹⁰⁾ 이들은 도시의 확산과정을 도보도시(Walking City), 軌道都市(Tracked City), 自動車都市(Rubber City)로 구분하여 모든 사람에게 接近을 줄 수 있는(Access for All) 도시상을 提示하고 있다. 이와 같이 交通計劃에서 接近性은 通行需要豫測模型의 變數로 利用될 뿐만 아니라 交通政策을 樹立할 때 하나의 價値로 추구되기도 한다.

한편 接近性은 交通網의 構造를 분석하는데 指數로 이용되기도 한다. 이것은 주로 交通地理學에서 發展되어온 概念이다. 즉 交通網은 結節點(Node)과 通路(Link)로 構成되어 있다고 보고 한 地點에서 다른 지점까지 얼마만큼 連結性(Connectivity)이 좋은지의 여부를 接近性이 判斷해 주고 있다.¹¹⁾ 여기서 말하는 接近性은 처음에는 한 結節點에서 다른 結節點까지 연결되는 通路의 數로 測定하였다. 이를 結節點接近性(Nodal Accessibility)이라 하는데 Shimbel은 이것의 短點을 補完하여 한 地點에서 다른 地點까지 最短距離(Length of Shortest Path)로 到達할 수 있는 通路의

數를 接近性으로 보았다.¹²⁾

그후 Shimbel의 接近性 測定値는 그래프 理論(Graph Theory)을 導入하여 좀더 현실적인 交通網分析을 示圖하였다.¹³⁾ 즉 Shimbel의 接近性 測定値에서는 해당 結節點間的 연결통로수가 중요한 변수이나 그래프分析(Valued-Graph Analysis)에서는 이를 時間, 距離, 費用으로 代替하여 加重值를 고려하였다는 것이 큰 差異點이다.

接近性이 중요하게 인식되고 있는 또하나의 分野는 입지이론이다. 1960年代 Alonso, Kain, Wingo, Muth, Mills 등의 都市經濟學者들은 미시경제학적인 接近을 통하여 도시의 土地利用模型을 定立하였다. 이들은 都市內 土地利用을 決定하는 要因을 土地價格과 交通費로 보고 이들 두개 비용이 상쇄(Trade-off)되는 地點에 住居 등의 立地가 決定된다고 主張하였다.¹⁴⁾

여기서 말하는 接近性은 土地利用과 立地 便益에 대해 또는 市場의 다른 재화나 서비스에 대해 交換되거나 상쇄될 수 있는 經濟財로 간주한다. 따라서 都市經濟學에서의 接近性概念은 都市內 多樣한 活動에 대한 空間的, 時間的 便利性으로 定義된다.¹⁵⁾ 住居立地決定에서 接近性을 주요변수로 취급하는데 대해 Stegman은 實證的 研究를 통해 반론을 제기한 바 있다.¹⁶⁾ 즉 住居立地는 接近性보다 住宅隣近地域의 質(Neighborhood Quality)에 의해 決定된다고 主張하였다. 그러나 Stegman은 模型定立에 있어서 住居質의 改良化 問題 때문에 接近性을 전적으로 排除하지는 못하였다.

接近性은 도시공공서비스시설의 立地를 결정하는데도 유용한 概念으로 利用되고 있다. 都市서비스施設의 立地決定要素는 여러가지로 들 수 있으나 White는 施設間的 相互關聯性(Interaction), 連結性(Linkage), 接近性 등 3가지를 들고 있다.¹⁷⁾ 이 중 서비스施設이 空間적으로 集中되어 있는 경우 前者의 2個 要素가 重要하나 分散되어 있는 경우는 接近

성이 立地決定의 基準이 된다고 主張된다.

Bach는 公共서비스施設의 立地 - 配分模型 (Location-Allocation Model)을 定立하면서 接近性의 概念을 2가지로 구분하였다.¹⁸⁾ 즉 그는 施設利用者를 基準으로 볼 때 서비스施設의 位置가 좋은지의 興否를 나타내는 것을 接近性(Accessibility)이라 하고 반면에 서비스施設을 基準으로 볼 때 施設利用者들의 位置가 양호한지를 나타내는 것을 接近機會(Access Opportunity)라고 定義하고 있다. 이를 要約하면 前者는 시설입지의 적합성을 말하고 後者는 利用者立地の 適合性을 意味한다. 이러한 概念은 어느 地域에 公共서비스施設을 立地시키고 그 施設에 利用者를 配分할 때 空間的 效率性(Spatial Efficiency)과 空間的 衡平性(Spatial Equity)을 判斷하는 基準으로 利用할 수 있다.

2. 接近性 概念의 分類

接近性은 위에서 살펴본 바와 같이 學者에 따라 또는 分野에 따라 概念에 대한 定義가 多樣하다. 따라서 어느 한 基準에 의해 接近性を 일목요연하게 分類한다는 것은 용이한 일이 아니다. 왜냐하면 接近性은 여러가지의 概念을 同時에 內包하고 있기 때문이다. 즉 接近性은 交通의 疏通이라는 의미를 내포하고 있으며, 經濟的, 社會的 便益을 配分하는 基準이며, 消費者의 滿足을 위해 다른 財貨와 交換될 수 있는 경제재이며, 또한 都市生活을 構成하는 하나의 活動이다. 따라서 接近性 概念의 分類體系는 이러한 여러 側面을 同時에 勘案할 수 있어야 할 것이다.

여기서는 이제까지의 接近性에 대한 分類를 檢討하여 좀더 광의의 分類體系를 設定하기로 한다. 앞에서 說明한 바와 같이 Bach는 公共서비스시설의 位置와 利用者位置를 基準으로 接近性과 接近機會로 分類하고 있다. 利用者에 대한 서비스시설입지의 질(Locational Quality) 즉 接近性은 中心點(Central Point), 中위점(Median Point), 平均中心點(Arithmetic mean Point), 施設利用潛在性極大點(Facility-

ty-Oriented Point of Potential), 最大許容距離, 방사점(Constrained Radial Point) 등에 의해 測定된다.

한편, 서비스施設에 대한 利用者立地の 質 즉 接近機會는 利用者便益潛在性極大點(User-Oriented Point of Potential), 利用者便益潛在性同一點(User-Oriented point of Equalized Potential) 등으로 測定되며 施設과 利用者 兩者의 입지의 質은 中央點(Center Point), 방사점(Radial Point)으로 測定된다.¹⁹⁾ Bach의 分類는 都市內 서비스施設과 利用者의 空間的 分布를 接近性과 接近機會라는 概念을 利用하여 이들을 9個의 測定值로 測定한 것으로 주로 입지모형에 국한한 것이다.

Black, Kuranami, Rimmer 등은 接近性을 都市形態의 내적구조로 이해하고 土地利用과 交通政策을 평가하는 수단으로 인식하여 3가지로 分類하고 있다.²⁰⁾ 즉, 大接近性(Macro-accessibility), 中接近性(Mesoaccessibility), 小接近性(Microaccessibility) 등이 그것인데 이것은 都市活動에 參與하는 多樣한 集團의 機會를 測定하는데 焦點을 두고 있다.

大接近性은 大都市圈內의 雇傭立地와 通行間의 關係를 定立하는 것으로서 대부분의 雇傭은 都心地에 立地하기 때문에 都心으로부터 거리가 멀어질 수록 接近性은 낮아진다고 보고 있다. 大接近性은 거시적인 입장에서 都市地域의 物理的 構造, 土地利用의 배열, 그리고 이들을 連結하는 交通施設과 手段이 測定의 基礎가 된다. 中接近性은 도시내 소지역(Local Area)에서 발생하는 都市活動에 焦點을 둔 概念이다. 이것은 주로 公共서비스시설에 대한 利用機會를 測定하는 單位로서 소지역내 서비스시설수 또는 1人當 施設數, 最近施設까지의 距離, 특정서비스 施設周邊의 人口 分布 등이 그 測定值가 된다. 한편 小接近性은 주로 個人 또는 家口의 空間的 活動範圍과 關聯되는 것으로서 주로 日常生活을 영위하기 위한 活動에 대한 接近性을 意味한다.

Black 등의 接近性分類는 都市活動의 空間

의 範圍를 基準으로 하여 土地利用活動과 交通의 連結性(Transport Connections)에 의해 接近性이 決定된다고 보고 있다. 여기서 말하는 都市活動은 個人的 性向(P propensity)과 참여기회의 結果를 의미하며 性向은 活動의 動機이며 그 活動은 接近性에 의하여 參與機會가 주어지는 것으로 보고 있다.

임강원 教授는 接近性을 이동성과 구분하면서 測定方法에 따라 3가지로 分類하고 있다.²¹⁾ 그는 移動性이란 通行의 目的에 關係없이 出發地點에서 交通을 수행할 수 있는 能力을 의미하며 接近性이란 特定한 通行목적을 달성하기 위해 自身の 現位置와 목적지간의 空間的 抵抗을 克服할 수 있는 정도로 정의하고 있다. 그러나 接近性은 測定方法에 따라 약간씩 달리 定義되는데 네트워크測定에 의한 接近度, 通行費用測定에 의한 接近度, 交通-土地利用體系의 混合測定接近度 등으로 分類되고 있다. 네트워크測定에 의한 接近度는 結節度, 結節指數, Shimbel의 接近度, Ingram의 接近度 등 주로 그래프理論에 의한 接近性測定值을 포함하고 있다. 通行費用測定에 의한 接近度는 네트워크의 기하형태에 觀察 또는 豫測通行量을 加重重로 하여 구한 것으로 觀察(또는 豫測)에 의한 平均交通費를 들고 있다. 交通-土地利用體系의 混合測定은 Hansen型 接近度 등을 포함하고 있다.

Polus와 Kumove는 接近性이 適用分野에 따라 자기 달리 測定되고 있다는 點에 着眼하여 그것을 基準으로 分類하였다.²²⁾ 즉 交通工學, 交通계획, 環境計劃, 都市經濟, 都市計劃分野에서 接近性이 어떤 意味를 가지며, 어떻게 測定되는가를 소개하였다. 本 論文에서도 이들의 分類體系를 基準으로 하되 交通지리학에서의 接近性概念을 追加하고 環境計劃에서의 接近性은 交通공학분야에 포함하여 설명하기로 한다. 또한 Polus 등의 接近性에 대한 測定值은 다소 단편적인 것만 소개하고 있으므로 여기서는 보다 綜合적이고 세부적인 測定值를 소개하기로 한다. 따라서 本 論文에서는 접근성의

適用分野인 交通工學, 交通計劃, 都市經濟, 都市計劃, 交通地理 등으로 나누어 접근하기로 한다.

Ⅲ. 適用分野別 接近性測定值

1. 交通工學

交通工學에서의 接近性은 交通疏通의 圓滑性 또는 通行의 용이성과 密接한 關係를 가진다. 이때의 接近性은 移動性이나 交通疏通의 정도를 나타내는 지표를 利用하여 間接的으로 測定한다. 여기서 주로 利用되는 지표는 다음과 같은 公式를 가지는 서비스水準(Level of Service)이다.

$$L\phi S_i = \frac{V_i}{C_i} \dots\dots\dots\{1\}$$

여기서

$L\phi S_i$ = i 施設의 서비스水準

V_i = i 施設利用 通行量 또는 通行수요

C_i = i 施設의 容量

서비스수준은 各級 道路, 交通網 등 交通시설에서 交通量이 변함에 따라 發生할 수 있는 여러가지 運行狀態를 나타내어 주는 하나의 正常的인 지표이다. 이것은 速度, 運行시간, 交通장애, 運轉의 自由性, 편리성, 快適性, 안전성 등의 요소를 勘案하여 運行狀態를 把握하게 된다.²³⁾ 따라서 서비스수준이 높다는 것은 速度나 通行時間面에서 유리하여 그만큼 이동성이 높으며 結果的으로 接近性도 좋다는 意味이다.

그런데 交通工學에서 接近性和 移動性은 반드시 비례관계로 보는 것은 아니다. 예를 들면 高速道路의 設計基準에 높은 移動性 확보가 포함되어 있는데 이는 交叉路나 램프 등에 의해 他道路와의 連結을 줄임으로써 可能하다. 다시 말하면 이 경우는 移動性을 높히려면 接近性을 줄여야 한다는 하나의 상반관계를 이루고 있다. 이와 같이 接近性은 通行人을 基準으로 하면 이동성과 비례관계를 보이며 道路를 基準으로 하면 반비례관계를 보인다. 따라서 交

通專門家は 接近性的 이러한 特性을 考慮하여 交通施設計劃이나 設計에 反映하여야 할 것이다.

2. 交通計劃

交通計劃에서 쓰이는 接近性은 交通工學에서의 그것보다 좀더 複雜하다. 즉 접근성을 기술하고 評價하는 모형과 측정치는 다양한 형태를 보이고 있다. 예를 들면 중력모형(Gravity Model), 개재기회모형(Intervening Opportunity Model), 엔트로피 極大化模型(Entropy Maximization Model), 個別選擇模型(Individual Choice Model) 등 複雜한 것에서부터 Hansen의 接近性指數(Accessibility Index)²⁴⁾, Hutchinson의 接近性指數(Accessibility Index)²⁵⁾, Wickstrom의 均衡模型(Balance Model)²⁶⁾, Cohen과 Basner의 接近性指數(Indices of Accessibility)²⁷⁾ 등과 같이 比較的 간단한 形態도 있다.

이중 通行需要豫測模型을 定立하면서 접근성 개념을 많이 導入한 것은 역시 중력모형이다. 만유인력을 說明하는 Newton의 法則을 인구의 地域間 移動에 처음 適用한 사람은 Young(1924)이다. 그가 使用한 公式는 다음과 같다.

M = KF/D² (2)

여기서 M은 人口移動, K는 常數, F는 한 地域의 유인력, D는 다른 地域까지의 距離.

그후 Reilly(1929)는 重力模型을 상업시설의 인구유인력을 研究하는데 적용하여 Reilly의 法則(Law of Retail Gravitation)을 定立하였다. Kruithoff(1937)는 重力模型을 보다 精巧하게 변형하여 電話通話量의 패턴研究에 適用하였다. Stouffer(1940)는 중력모형이 물리적 현상에 관한 理論이지 社會的 現狀을 說明하는 理論으로서는 根據가 미약하다하여 개재기회모형을 提示하였다. Zipf(1946)는 중력모형의 "P₁P₂/D" 가설을 檢證하였고 Stewart(1947)는 重力模型을 利用하여

社會物理學(Social Physics)의 概念을 定立하였다. Anderson(1955)은 중력모형과 개재기회모형의 수학적 공식이 결국 同一함을 밝혔고 실제의 資料를 利用하여 이들 모형을 比較하였다.

그후 1960年代에 들어오면서 重力模型은 交通計劃과 土地利用分野에 많이 應用되었으며 모형의 形態도 정교하게 변형하여 一般의인 形態의 모형정립이 試圖되었다.²⁸⁾

重力模型에서 接近性이 어떻게 測定되는지를 살펴보기로 한다.²⁹⁾ 重力模型의 一般式은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

T_{ij} = A_iB_jO_iD_jF(C_{ij}).....(3)

- 여기서 T_{ij} = 존 i와 j間的 通行量
- O_i = 존 i로부터의 出發通行量
- D_j = 존 j로의 到着通行量
- C_{ij} = 존 i와 j間的 抵抗要因
- A_i, B_j = 模型의 制約要因

이 模型에서 接近성과 密接한 關係를 가지는 變數는 通行費用函數인 F(C_{ij})이다. 이것은 여러가지 形態의 函數式으로 表現될 수 있는데³⁰⁾ 다음의 3가지가 交通分析에서 많이 쓰인다.³¹⁾

F(C_{ij}) = C_{ij}^{-β} (4): Power Function

F(C_{ij}) = exp(-β C_{ij}) (5): Negative Exponential Function

F(C_{ij}) = C_{ij}^γexp(-β C_{ij})..... (6): Tanner's Function

한편, 重力模型으로 존間的 通行量을 豫測하려면 (3)式에서 본 모형의 制約要因인 A_i와 B_j의 값을 計算해야 한다. 여기서 A_i는 誘發通行量, B_j는 유인통행량에 관한 制約要因이다. 이중 어느 하나의 制約要因만 있는 경우가 單一制約重力模型(Single-Constrained Gravity Model)이고 두개의 制約이 다 있는 경우가 이중제약중력모형(Double-Constrained Gravity Model)이다.³²⁾

二重制約重力模型을 利用하여 A_i, B_j 를 나타내면 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} T_{ij} &= A_i B_j O_i D_j F(C_{ij}) \\ \text{단, } \sum_j T_{ij} &= O_i \\ \sum_i T_{ij} &= D_j \\ A_i &= \left[\sum_j B_j D_j F(C_{ij}) \right]^{-1} \\ B_j &= \left[\sum_i A_i O_i F(C_{ij}) \right]^{-1} \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

여기서 A_i 와 B_j 는 일종의 均衡要因(Balancing Factor)로서 T_{ij} 를 計算하려면 이들을 먼저 計算해야 한다. 즉 (4)式에서 보는 바와 같이 A_i 를 計算하려면 B_j 를 먼저 알고 있어야 하며 B_j 를 計算하려면 A_i 를 알고 있어야 하는 순환적인 관계를 가지고 있다. 따라서 이 문제를 풀기 위해서는 A_i 나 B_j 중 어느 하나의 값을 임의로 정하고 난뒤 이를 이용하여 다른 하나의 값을 計算하고 計算된 값을 利用하여 다시 다른 쪽의 값을 反復해서 계산하는 과정을 가지게 된다. 이러한 과정은 A_i, B_j 의 값이 收斂할 때까지 反復하게 된다. 결국 重力模型에서의 接近性은 中間의 通行距離, 時間, 費用 등 $F(C_{ij})$ 와 中間의 매력도를 나타내는 A_i, B_j 에 의해 決定된다고 할 수 있다.

重力模型을 基礎로 하여 개재기회모형, 엔트로피 極大化模型, 個別選擇模型 등이 提示되어 中間의 通行分布를 설명하고 豫測하는데 理論的 根據를 마련하였다. 이들 模型들은 대부분 重力模型의 特殊한 形態로 나타나고 있다. 예를 들면, 엔트로피 極大化模型은 다음과 같은 式으로 나타낼 수 있는데 이는 이중계약 중력모형의 一般의 形態인 (3)式에서 通行費用 函數가 $F(C_{ij}) = e^{-\beta C_{ij}}$ 의 形態로 구체화된 것이다.³³⁾

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j e^{-\beta C_{ij}} \dots (8)$$

또한 엔트로피 極大化模型과 個別選擇模型도 接近方法은 서로 다르지만 模型의 形態는 本質的으로 같다고 證明하고 있다.³⁴⁾ 즉 通行

分布를 豫測함에 있어서 엔트로피 極大化模型은 주로 統合된 資料(Aggregate Data)를 이용하는데 비해 效用極大化原理에 입각한 個別選擇模型中 로짓模型은 個人別 資料(Disaggregate Data)를 이용하고 있어 平面的으로는 그 結果를 서로 比較할 수 없으나 만약 同一한 資料를 利用하면 두개의 模型이 本質的으로 同一하기 때문에 동일한 結論을 얻을 수 있다는 것이다. 따라서 이들 模型에서의 接近性은 測定值에서 차이가 날뿐 性質에서 差異가 나는 것은 아니다.

한편 Hansen은 雇傭에 대한 接近性을 測定하기 위해 다음과 같은 接近性指數를 考案하였다. 이것은 中間의 人口收容可能面積(Holding Capacity)을 勘案하여 中間의 成長潛在力을 豫測하는데 利用되고 있다.

$$A_{ij} = \frac{E_j}{d_{ij} \beta} \dots (9)$$

여기서

- A_{ij} = 中間 i와 j間的 接近性指數
- E_j = 中間 j의 總雇傭者數
- d_{ij} = 中間 i와 j間的 距離
- β = 常數

Hutchinson도 接近性指數를 提示하였는데 이것도 重力模型의 本모만을 빼어서 나타낸 것이다. 즉,

$$A_i = \sum_j A_j F(C_{ij}) \dots (10)$$

여기서 A_i 는 中間 i의 接近性, A_j 는 中間 j의 매력성, $F(C_{ij})$ 는 中間 i와 j間的 空間的 抵抗要素를 意味한다.

Wickstrom은 交通體系가 機會에 대한 접근성을 充足시키고 있는지를 평가하기 위해 均衡模型을 提示하였는데 이것은 交通網計劃에 대한 結果를 評價하는데 有用하다.

$$B = \sum_{b=1}^n P_b O R_b \dots (11)$$

여기서

B = 均衡測定值

P_b = 존 人口의 總人口에 대한 比率
 OR_b = 一定한 通行時間으로 特定한 존까
 지 到着할 수 있는 機會의 이상적
 인 값에 대한 實際값의 比率

$$OR_b = \frac{\sum_{p=1}^k Q_p \left[\sum_m M_m O_{pm} \right]}{\dots}$$

여기서

Q_p = 通行目的 k 에 대한 다른 通行目的
 의 크기

M_m = 通行手段 m 에 대한 各 手段의 상대
 적 利用度

O_{pm} = 各 手段으로 通行目的을 達成하기
 위해 일정통행시간으로 到達할 수
 있는 機會

3. 都市經濟學

都市經濟學에서의 接近性은 이미 言及한 바
 와 같이 立地理論의 模型定立에 主로 利用되
 었다. 여기서의 접근성은 立地形態를 설명하는
 데 유용하지만, 실제로 活用할 수 있는 接近
 性測定値는 그렇게 많지는 않다. 예를 들면 接
 近性이 낮은 地域에 입지한 雇傭主는 從業員
 에게 賃金의 인센티브로 補償해야 할 것이다.
 이 경우 勞動에 대한 초과비용은 적절한 접근
 성을 提供하기 위한 交通體系의 非效率性을
 測定하는 것으로 볼 수 있다.

立地決定에 있어서 交通體系의 非效率性은
 다음과 같이 구할 수 있다. 이것은 주로 住居
 立地の 質을 評價하는데 利用된다.³⁵⁾

$$I = \frac{C - C^*}{C^*} \dots\dots\dots (12)$$

여기서, I = 交通體系의 非效率性

C = 通行에 所要된 實際費用

C* = 通行의 最小費用

4. 都市計劃

都市計劃에서의 接近性은 交通體系, 立地,
 住民의 行態 등에 의해 決定된다. 이것은 交通
 計劃이나 都市經濟學에서 쓰이는 接近성과 類
 似하나 空間的으로 좀더 넓은 意味로 利用되
 고 있다는 것이 약간 다른 점이다. 都市計劃

에서 都市公共서비스施設을 입지시키는 경우
 接近性은 空間的 效率性과 衡平性을 測定하는
 基準이 될 수 있다. 또한 都市內 住居, 商業,
 工業, 業務施設의 空間的 配置를 決定할 때에
 도 接近性을 判斷의 基準으로 삼는다. 이때의
 基準은 단순히 施設에 대한 物理的 接近性도
 重要한 要素이지만 住民들의 機會에 대한 心
 理的, 추상적인 접근성도 포함한다.

都市計劃에서의 接近性은 Hansen 型 모형으
 로 대부분 測定되는데 여기서는 주로 公共서
 비스施設의 立地和 關聯되는 것만 소개하기로
 한다. 앞에서 이미 說明한 바와 같이 Bach는
 公共서비스施設의 位置는 施設과 利用者間의
 接近성과 接近機會에 決定된다고 하며 9個의
 測定値를 提示하였다. 이들 測定値는 이용자의
 空間分布를 勘案하여 施設의 位置를 하나의 점
 으로 나타내어 준다.

이들 測定値는 接近性이나 接近機會를 비교
 적 쉽사리 計算할 수 있고 既存 또는 앞으로
 計劃할 서비스施設의 位置를 評價하는데 도움
 을 줄 수 있다. 그러나 이들 測定値는 복잡한
 交通體系를 가진 都市에는 適用하기 어려우며
 또한 2개이상의 서비스시설의 位置를 동시에
 考慮할 수 없다는 制約이 있다. 이러한 制約
 을 해소하기 위해 여러가지 形態의 立地 - 配
 分模型이 開發되고 있다.³⁶⁾

Bach가 接近性 즉 接近의 效率性과 接近機
 會 즉 接近의 衡平性을 測定하기 위한 測定値
 는 다음과 같다.³⁷⁾

① 中心點(Central Point) : 通行距離의
 合을 最小化하는 地點

$$\text{Min } f(X, Y) = \sum_i r_i d_i^\beta$$

但, r_i = 존 i 의 利用者數

$$d_i = (X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2$$

β = 常數

② 中位點(Median Point) : 直線距離(Re-
 ctilinear Distance)의 合을 最小化하
 는 地點.

$$\text{Min } f(X, Y) = \sum_i r_i d_i^\beta$$

여기서 $d_i = |X - a_i| + |Y - b_i|$

r_i 와 β 는 위식과 同一

- ③ 平均中心點(Arithmetic Mean Point) : 通行距離의 總和의 最小化하는 地點

$$\text{Min } f(X, Y) = \sum_i r_i d_i^\beta$$

여기서 $d_i = (X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2$

r_i 와 β 는 위식과 同一

- ④ 施設利用潛在性極大點(Facility - Oriented Point of Potential) : 서비스施設利用의 潛在性이 極大가 되는 地點

$$\text{Max } f(X, Y) = \sum_i \frac{r_i}{1 + d_i^\beta}$$

여기서 $d_i = \sqrt{(X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2}$

r_i 와 β 는 위식과 同一

- ⑤ 最大許容距離放射點(Constrained Radial Point) : 最大許容距離內에서 서비스施設 利用者의 數가 최대가 되는지점

$$\text{Max } r_i$$

$$s/t \ d_i \leq d^*$$

여기서 $d_i = \sqrt{(X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2}$

$d^* =$ 最大許容距離

- ⑥ 利用者便宜潛在性極大點(User-oriented Point of Potential) : 利用者의 서비스施設利用에 대한 接近機會가 極大가 되는 地點.

$$\text{Max } f(X, Y) = \sum_i \frac{a_i}{1 + d_i}$$

여기서 $a_i =$ 존 i 의 매력도,

$$d_i = \sqrt{(X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2}$$

- ⑦ 利用者便宜潛在性同一點(User-Oriented Point of Equalized Potential) : 各 利用者의 서비스施設에 대한 接近機會가 同一하게 하는 地點.

$$\text{Min } f(X, Y) = \sqrt{\frac{\sum \pi_i^2 - (\sum \pi_i)^2 / m}{m - 1}}$$

여기서 $\pi_i = \frac{a_i}{1 + d_i}$,

$$d_i = \sqrt{(X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2}$$

- ⑧ 中央點(Center Point) : 利用者와 서비스施設間의 最大距離(Maximal Distance)를 最小化하는 地點

$$\text{Minmax } d_i$$

여기서 $d_i = \sqrt{(X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2}$

- ⑨ 放射點(Radial Point) : 모든 이용자가 最大許容距離內에 到達할 수 있는 地點

$$s/t \ d_i \leq d^* \text{ for all } i$$

여기서 $d_i = \sqrt{(X - a_i)^2 + (Y - b_i)^2}$

위의 9 個 測定值中 ①~⑤까지는 서비스施設에 대한 接近의 效率性을, ⑥과 ⑦은 利用者의 接近機會의 衡平性을, 그리고 ⑧과 ⑨는 서비스施設과 利用者 兩者의 입지의 質을 測定하는데 유리하다.

5. 交通地理學

交通地理學에서의 接近性은 交通網의 구조를 分析하기 위한 지표로서 結節점 접근성(Nodal Accessibility), Shimbels의 接近性, 그래프 分析에 의한 접근성 등의 測定值가 있다. 이들 測定值는 하나의 結節점이 交通網體系內에서 다른 結節점과 어떻게 連結되어 있는가를 把握하여 結節점의 相對的 接近의 容易性을 測定하는 것이 目的이다.

먼저 結節점 접근성을 測定하기 위해서는 連結行列(Connection Matrix C)과 接近性行列(Accessibility Matrix T)을 作成해야 한다.³⁸⁾

여기서 말하는 連結行列은 어떤 交通網體系에서 結절점간에 直接 連結이 可能하면 1, 그렇지 않으면 0으로 表示된 行列이다. 連結行列은 結절점간에 2個 또는 그 이상의 通路에 의해 連結되는 경우 즉 間接連結(Indirect Connectivity)을 考慮하여 接近性行列을 作成하게 된다. 接近性行列 T는 連結行列 C, C², C³, ..., Cⁿ의 疊으로서 그 값이 클수록 結절점의 接近性은 좋은 것으로 나타난다.

結節點接近性은 計算이 간편하고 접근성이 높은 結節點을 쉽사리 찾도록 하는데는 도움을 준다. 그러나 이것은 두 地點間의 연결성만 고려할 뿐 이들을 連結하는 通路의 特性, 예를 들면 容量, 通行時間, 通行費用, 混雜의 정도 등에 대해서는 전혀 考慮하지 않고 있다는 短點이 있다.

結절점접근성의 이러한 短點을 보완하기 위해 Shimbel은 두 地點間의 最短通路의 수를 고려하여 接近性을 다음과 같이 測定하였다.

$$A_i = \sum_j d_{ij} \dots\dots\dots (13)$$

여기서 A_i는 結節點 i의 接近性, d_{ij}는 結節點 i와 j間的 最短通路數

Shimbel 接近性的 計算過程은 結절점접근성과 같이 먼저 連結行列表를 作成한 뒤 이를 基礎로 D行列表를 作成한다. 이때 D行列은 T行列과는 달리한 結節點의 自體의 접근성은 0으로 보며 하나의 通路로 다른 結節點과 直接 連結되면 1로 表示하며 그렇지 않는 것은 (-)로 表示한다. 만약 한 結절점에서 다른 結절점까지 두개의 通路에 의해 連結되면 2로, 그렇지 않으면 (-)로 表示하여 (-)表示가 제거될 때까지 反復한다.³⁹⁾ Shimbel의 接近性 測定値는 그 값이 작은 結節點이 良好한 接近性을 나타낸다.

Shimbel 接近性的 測定値에서 d_{ij}는 연결통로수로 距離를 測定한다. 그러나 現實적으로 볼 때 그러한 通路는 物理的인 通行距離나 時間, 費用 등으로 나타내는 것이 바람직하다. 그래프分析에 의한 接近性 測定値는 Shimbel

測定値의 결점을 보완하기 위해 結절점들을 연결하고 通路에 加重値를 賦與하여 計算한 것이다.

이 測定値는 L行列을 作成해야 하는데 이것은 Shimbel 接近性的의 D行列과 유사하나 다른 點은 通路上的 加重値로 計算해야 한다는 點이다. L行列을 作成할 때 結節點을 直接 連結하는 경우는 通路上的 加重値를 기록하고 그렇지 않는 경우는 무한대(∞)로 表示한다.

이러한 과정은 무한대 表示가 除去될 때까지 反復된다.⁴⁰⁾

Shimbel의 接近성과 마찬가지로 이 測定値의 結果도 그 값이 작은 結節點이 높은 接近性을 나타낸다.

IV. 結 論

本 論文은 都市나 交通計劃 및 政策을 樹立할 때 추구하고자 하는 目標中の 하나인 접근성에 관하여 그 概念과 特徵, 役割, 그리고 測定値 등을 把握하는 것이 目的이었다. 이러한 目的을 達成하기 위해 本 論文은 既存의 研究를 土臺로 하여 接近性的의 자기 다른 개념과 測定値를 適用分野에 따라 5가지로 나누어 살펴 보았다. 그 결과 다음과 같은 사실을 發見하였다.

첫째, 接近性은 適用分野에 따라 그 개념이 多樣하다는 점이다. 예를 들면 交通工學에서는 接近性을 移動성과 類似한 概念으로 把握하여 서비스水準으로 測定하고 있다. 이는 容量에 대한 通行量이 크면 클수록 서비스水準이 낮아 移動성이 低下되어 결국 接近性이 낮을 것이라고 判斷한다. 이것은 接近性을 통행자의 基準에서 본것이고 道路施設을 기준으로 볼 때는 移動性を 높게 하려면 오히려 접근성을 낮추어야 한다. 이 경우는 移動성과 接近性은 상반관계를 나타낸다.

交通計劃에서의 接近性은 模型定立에서 두 地點間의 空間的 摩擦을 나타내는 變數로 利用되고 있다. 특히 重力模型에서는 F(C_{ij})로 一般化하여 이것에 따라 개재기회모형, 엔트로

의 極大化模型, 個別選擇模型 등과 연관을 맺고 있다. 이와 같이 接近性은 模型의 變數로도 利用되지만 交通計劃이나 都市計劃의 目標로도 利用된다. 즉 接近性은 都市住民의 各種 施設, 서비스, 그리고 都市活動에의 參與機會의 정도로 把握되고 있다. 이때의 접근성은 住民福祉의 한 尺度로 利用될 수 있다.

都市經濟學에서는 接近性이 하나의 財貨로 간주되어 입지결정행태에서 地價 등 다른 財貨와 交換될 수 있는 것으로 假定한다. 이것은 都市內 住居, 商業, 事務所 등의 입지결정모형을 定立하는데 重要한 變數로 利用되고 있다. 都市計劃에서의 接近性은 交通計劃이나 都市經濟學에서의 그것과 重複되는 경우도 있으나 특히 서비스施設 立地決定에서 기준으로 利用된다. 이때의 接近性은 利用者와 서비스施設間의 接近의 效率性과 衡平性을 強調하고 있다. 交通地理學에서는 한 結節點이 交通網 體系內에서 中心性을 가지고 있는지의 與否를 判斷하는데 接近性指數가 利用된다.

以上에서 본 바와 같이 接近性은 利用하는 學問分野마다 多樣하게 定義되고 測定됨을 알 수 있다.

둘째, 接近性은 하나의 綜合的인 指標로 나타낼 수 있는 測定值 마련이 困難하다는 點이다. 都市나 交通을 擔當하는 計劃家나 技術者, 政策決定者는 各種 施設이나 서비스를 提供할 때 과연 그것이 제대로 目標을 達成할 것인지를 評價하는 指標를 要求한다. 理論的으로는 Dunn이 提示한 效果性(Effectiveness), 效率性(Efficiency), 適合性(Adequacy), 衡平性(Equity), 對應性(Responsiveness), 適切性(Appropriateness) 등의 基準이 있지만 이를 實際로 利用하려면 몇 段階의 造作的인 정의를 거쳐야 한다.¹¹⁾

그런데 接近性은 앞에서 이미 指摘한 바와 같이 그 概念과 測定方法이 多樣하기 때문에 하나의 綜合的인 尺度로 使用할 수 있는 測定值를 開發하기에는 限界가 있다. 따라서 計劃家, 技術者, 政策決定者는 施設이나 서비스提

供의 特性에 따라 거기에 맞는 接近性 測定值를 利用해야 할 것이다. 그러나 이때 念頭에 두어야 할 것은 接近性의 多樣한 側面을 동시에 考慮할 수 있는 方案을 講究하여야 할 것이다.

셋째, 接近性의 概念과 測定方法에 대한 研究가 계속되어야 하겠다는 點이다. 接近性에 관한 集中的인 研究는 주로 1950年代부터 始作하여 지금까지도 繼續되고 있다. 이제까지의 研究는 주로 接近性에 관한 概念과 測定方法에 관한 것과 實證的인 資料를 利用하여 接近性의 의미를 해석하는 것이 大部分이었다. 이러한 接近性에 관한 研究努力에도 불구하고 아직까지도 接近性의 概念과 測定에 대한 論議가 계속되고 있다. 따라서 앞으로의 接近性에 관한 研究方向은 보다 明白한 概念定立과 計算이 간편하고 理解가 쉽고 計劃이나 政策의 指標로 活用할 수 있는 測定方法을 探索해 나가는 것이다. 이를 위해서는 이제까지 開發된 接近性 測定值를 실제 都市의 資料를 利用하거나 또는 實驗을 통하여 各 測定值가 갖는 特性을 評價해 나가야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 國土開發研究院, 地域分析을 위한 計量的 接近方法, 1981.
2. 김운상, 都市模型論, 慶北大學校 出版部, 1986.
3. 元濟成, “交通供給理論의 概念과 分析의 틀”, 國土計劃, 第21卷, 第2卷, 1986, pp.5~21.
4. 陰盛稷, “個人別 選擇行爲에 있어서의 重力模型의 有效性”, 大韓交通學會誌, 第1卷, 第1號, 1983, pp.43~47.
5. 林岡源, 都市交通計劃理論과 實際, 서울大學校 出版部, 1986.
6. Abler, R., Adams, J.S. and P. Gould, “Spatial Organization,” Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1971.
7. Alonso, W., “Location and Land Use,”

- Harvard University Press, 1965.
8. Bach, L., "The Problem of Aggregation and Distance for Analyses of Accessibility and Access Opportunity in Location-Allocation Models", *Environment and Planning A*, Vol. 13, 1981, pp. 955-973.
 9. Black, J., "Urban Transport Planning", The Johns Hopkins University Press, 1981.
 10. Chapin, F.S. and E.J. Kaiser, "Urban Land Use Planning", University of Illinois Press, Urbana, 1979.
 11. Dickey, J.W., et al., "Metropolitan Transportation Planning", McGraw-Hill, 1979.
 12. Domencich, T.A. and D. McFadden, "Urban Travel Demand: A Behavioral Approach", North-Holland, 1975.
 13. Dunn, W., "Public Policy Analysis", Prentice-Hall, 1981.
 14. Florian, M., ed., "Transportation Planning Models", North-Holland, 1984.
 15. Hensher, D.A., ed., "Urban Transport Economics", Cambridge University Press, 1977.
 16. Hutchinson, B.G., "Principles of Urban Transport Systems Planning", McGraw-Hill, 1974.
 17. Lowry, I.S., "A Model of Metropolis", Rand Corporation, Santa Monica, 1964.
 18. Manheim, M.L., "Fundamentals of Transportation Systems Analysis: Basic Concepts", The MIT Press, 1979.
 19. Moore, W.T., et al., "An Introduction to Urban Development Models and Guidelines for Their Use in Urban Transportation", U.S. Department of Transportation, 1975.
 20. Meyer, M.D. and E.J. Miller, "Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented Approach", McGraw-Hill, 1984.
 21. Morlok, E.K., "Introduction to Transportation Engineering and Planning", McGraw-Hill, 1978.
 22. Paquette, R.J., et al., "Transportation Engineering", Ronald Press, 1972.
 23. Schaffer, K.H. and E. Sclar, "Access for All: Transportation and Urban Growth", Penguin Books, 1975.
 24. Sen, A. and S. Soot, "Modelling Spatial Flows: The Generalized Gravity Model", University of Illinois at Chicago Circle, 1981.
 25. Taaffe, E.J., "Geography of Transportation", Prentice-Hall, 1973.
 26. Wilson, A.G., "Urban and Regional Models in Geography and Planning", John Wiley, 1974.

* 註

- 1) Polus, A and M. Kumove, "Accessibility Measures Used to Appraise Transport System Performance," *Traffic Quarterly*, Vol. 33, No. 3, 1979, pp. 429-442.
- 2) Bach, L., "The Problem of Aggregation and Distance for Analyses of Accessibility and Access Opportunity in Location-Allocation Models", *Environment and Planning A*, Vol. 13, 1981, pp. 955-973.
- 3) Hansen, W.G., "How Accessibility Shapes Land Use", *Journal of the American Institute of Planners*, Vol. 25, 1959, pp. 73-76.
- 4) Lowry, I.S., "A Model of Metropolis, Rand Corporation", Santa Monica, 1964.

- 5) Wilson, A.G., "Entropy in Urban and Regional Modelling," Pion, London, 1970.
- 6) Putman, S.H., "Urban Residential Location Models," Martinus Nijhoff, Boston, 1979. 또한 김윤상, 都市模型論, 慶北大學校 出版部, 1986.
- 7) Moore, W.T. et al., "An Introduction to Urban Development Models and Guidelines for Their Use in Urban Transportation", U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1975, pp. 5-26.
- 8) 林岡源, 都市交通計劃: 理論과 實際, 서울大學校出版部, 1986, 390-391.
- 9) Hutchinson, B.G., "Principles of Urban Transport Systems Planning," Scripta Book Company, 1974, pp. 326-371.
- 10) Schaeffer, K.H. and E. Sclar, "Access for All: Transportation and Urban Growth," Penguin Books, 1975.
- 11) Taaffe, E.J., "Geography of Transportation," Prentice-Hall, 1973, pp. 116-158.
- 12) Shimmel, A., "Structural Parameters of Communication Networks", Bulletin of Mathematical Biophysics, Vol. 15, 1953, pp. 501-507.
- 13) Abler, R., Adams, J.S. and P. Gould, "Spatial Organization," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1971, pp. 236-297.
- 14) Chapin, F.S. and E.J. Kaiser, "Urban Land Use Planning," University of Illinois Press, Urbana, 1979, pp. 31-37.
- 15) Thibault, R.W. et. al., "Accessibility Satisfaction Income and Residential Mobility," Traffic Quarterly, Vol. 27, No. 2, 1973.
- 16) Stegman, M.A., "Accessiblity Models and Residential Location", Journal of the American Institute of Planners, Vol. 35, 1969, pp. 22-30.
- 17) White, Andrew W., "Accessiblity and Public Facility Location", Economic Geography, Vol. 55, No. 1, 1979, pp. 18-35.
- 18) Bach, L., *ibid.*
- 19) Bach, L., *ibid.*
- 20) Black, J.A., Kuranami, C. and P.J. Rimmer, "Macroaccessibility and Mes-oaccessibility: A Case Study of Sapporo, Japan", Environment and Planning A, Vol. 14, 1982, pp. 1355-1376.
- 21) 林岡源, 前掲書.
- 22) Polus, A. and M. Kumove, *ibid.*
- 23) Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, 1985, p. 1-4.
- 24) Hansen, W.G., *ibid.*
- 25) Hutchinson, B.G., "Urban Transport: Problems and Prospects," University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 1975.
- 26) Wickstrom, G.V., "Defining Balanced Transportation-A Question of Opportunity", Traffic Quarterly, Vol. 25, No. 3, 1971.
- 27) Cohen, D.S. and C. Basner, "Accessiblity-Its Use as an Evaluation Criterion in Testing and Evaluating Alternative Transportation System", Highway Planning Technical Report 28, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1972.
- 28) Sen, A. and Soot S., "Modelling Spatial Flows: The Generalized Gravity Model", University of Illinois at Chicago Circle, 1981, pp. I. 19-I. 24.
- 29) 重力模型의 一般式, 適用例 등은 김윤상, 前掲書와 임강원, 前掲書에 자세히 설명되어 있다.
- 30) Openshaw, S. and Connolly, C.J., "Empirically Derived Deterrence Functions for Maximum Performance Spatial Interaction Models", Environment and Planning A, Vol. 9, 1977, pp.

- 1067-1079.
- 31) Black, J., "Urban Transport Planning," The Johns Hopkins University Press, 1981, p. 76.
 - 32) Lee, C., "Models in Planning", Pergamon Press, 1973, pp. 57-88.
 - 33) 김운상, 前掲書, pp.187~191.
 - 34) 陰盛稷, "個人別 選擇行爲에 있어서의 重力模型의 有效性", 大韓交通學會誌, 第1卷, 第1號, 1983, pp.43~47.
 - 35) Polus, A. and M. Kumove, *ibid.*
 - 36) Bach, L., "The Role and Limitations of Models for the Location-Allocation Problem in Urban and Regional Planning", *Northeast Regional Science Review*, Vol. 8, No. 1, 1978, pp. 84-102.
 - Hillsman, E.S., "the p-median Structure as a Unified Linear Model for Location-Allocation Analysis", *Environment and Planning A*, Vol. 16. 1984, pp. 304-318.
 - 37) Bach, L., *ibid.*, 1981.
 - 38) 計算過程은 Taaffe, E.J., *ibid.* 와 國土開發研究院, 地域分析을 위한 計量的 接近方法, 1981, pp. 452~458 에 자세히 설명되어 있다.
 - 39) 計算過程은 Taaffe, E.J., *ibid.* 와 國土開發研究院, 前掲書에 자세하게 되어 있다.
 - 40) Taaffe, E.J., *ibid.*, pp. 138-158.
 - 41) Dunn, W., "Public Policy Analysis," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1981. pp. 339-359.