

<地域経済・都市開発>

都市開発計画策定のための 歩行者流動モデルの開発

A Pedestrian Flow Model and its Application to Urban Development

キーワード：都市開発，地下利用，歩行者流動，多項ロジットモデル

鈴木 勉 井口 典夫

1. はじめに

近年，都市開発の分野では地下空間を有効に利用しようという動きが見られる。ことに大都市では，地価高騰に起因する用地難等により土地の有効利用が必至となっているが，地下利用はその解決策として，またアメニティ豊かな都市空間を形成する手段として，大きな期待を受けている。

本稿は，地下空間の利用を伴う開発を対象に，計画の策定段階で歩行者の流れを把握しておくことがいかに重要であるかを示し，その予

測方法を提案するとともに，地下開発における留意点を抽出することを目的とするものである。

2. 都市開発計画策定における歩行者流動予測の必要性

都市における地下利用は，都市生活を支えるインフラの充実，生活の場としての都市空間の創出といった面で期待されるが，一方，段差や unnecessary 迂回等の接続の悪さ，歩行者にとっての分かりにくさ，防災避難上の問題，膨大な建設費用や厳しい法的規制に起因する事業採算上の問題等が懸念されている。これら

の問題点を構造的に示すと，図1のようになる。地下空間利用上の問題点は相互に複雑に関係しているが，計画時において歩行者流動に配慮することにより，これらの問題の解決の糸口を見出すことができる。具体的には，複雑化した立体空間の利用形態の把握，災害時及び平常時における通行上のネック，防犯や採算性の観点から客の流れが行きわたるかどうかの検討や，景観上の配慮を行うべ

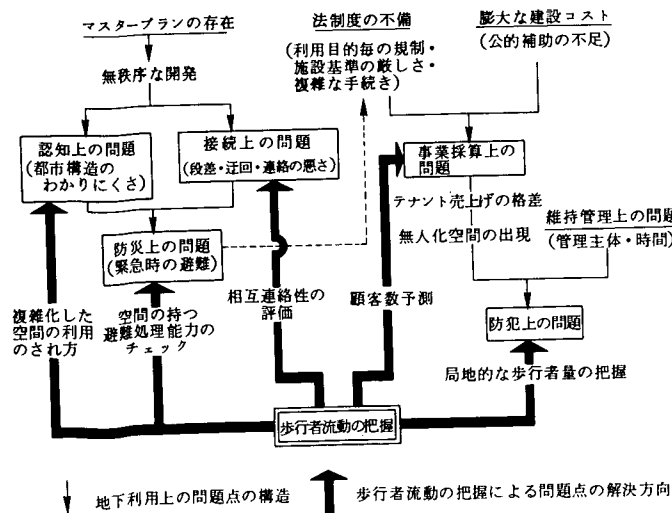


図1 歩行者流動と地下利用上の問題点との関連

き点の把握等、計画案の種々の評価に寄与できる。このように、地下開発の計画策定時においては、歩行者の流れを事前に把握しておくことが極めて重要と考えられる。

3. 歩行者流動の予測手法

以上の観点から、実用性・簡便性を念頭におきながら、都市地下開発に伴う地区レベルの地上・地下の歩行者流動の変化を予測する簡便な手法について検討する。

3.1 歩行者流動の捉え方

本稿で対象とするような歩行者交通を考える場合、一般に対象地域が小さく、歩行者の出発地・目的地や経路が多様であり、また一般に歩行者の通行可能な街路網はかなり密に構成されている。したがって、実態調査が困難であると同時に、最短経路と距離のほとんど変わらない経路が多数存在するため、最短経路配分では、選択される可能性のある最短路と似たような経路が無視され、推定精度の低下をもたらすことが考えられる。このことから、歩行者交通量の予測においては配分交通量の推定が非常に重要となる。これに対しては経路選択を考慮した確率的配分が考えられる¹⁾。

地下空間の場合には、人間の行動空間は三次元的になり、選択経路もより多様化してくるため、多数の経路を考慮したアプローチが必須となる。従って、確率的配分による簡便な歩行者流動予測法を提案する。なお、開発によって新たな歩行者空間が形成されることを想定し、また限られた実測データ（部分的な断面交通量）から予測すること、計画への反映に支障のない程度の予測精度で十分であることを前提として、ここでは正確な歩行者量を予測することはあえて目的としない。

3.2 モデルの構築

モデルの基本的な考え方は以下の通りである。歩行者はある出発地から目的地までを移動しているものと考え、歩行者流動はこのトリップが積み重なった結果であると捉える。同じODペア間でも歩行ルートは通常複数考えられ、歩行者は経路選択²⁾を行うものとする。対象地区の街路網をノードとリンクの2つの構成要素から成るネットワークにモデル化する。駅の入出口や主要施設、ランドマークなど、人の行動単位の出発地や目的地になると考えられるノードをターミナルノードとしておく。

重回帰分析による経路選択要因分析と多項ロジットモデルをベースにした経路配分手法を以下のように構築した。

(1) 現在リンク通行量の推定

リンク量は部分的に分かっている場合が多いが、この場合は、通行量が沿道の魅力で決定されると仮定し、以下の式で推定する。

$$\log N_i = \sum_{j=1}^{n_j} a^j x_j + a^0 \quad (1)$$

但し i はリンク番号、 j は属性項目の番号、 x は属性変数、 N_i は通行量である。各リンクの属性から重回帰分析によりパラメータ a^j を推定する。この結果から、全リンクについてその通行量を推定する。過去の研究結果から、経路選択要因の属性は距離、沿道の商業活動、舗装・幅員等の街路特性に絞って考えた。

(2) ルート選択率式の推定

1) 確率的配分モデルに関しては、飯田他(1984)⁽²⁾や山中・天野(1985)⁽³⁾による Dial 確率配分法の研究がある。これは、OD交通量をロジットモデルに従って効率的経路(出発点から必ず遠ざかる経路)に配分するものである。

2) 歩行者の経路選択要因の分析については、高辻・深海(1983)⁽⁴⁾、溝端(1985)⁽⁵⁾等が挙げられる。これらは、歩行者の経路選択において必ずしも最短経路が選択されるわけではなく、幅員、舗装、沿道特性も重要な要因となることを指摘している。

ターミナルノードを起終点として OD ペアを作り、各ペア毎に、できるだけ最短となる経路でかつ目的地に必ず近づくという基準に従って選択経路の候補を抽出する。まず現在の相対ルート通行量（ルート交通量に比例する量） M_k を推定する。

① 相対ルート交通量推定

$$M_k = \frac{\sum_{i \in L_k} d_i \cdot N_i}{\sum_{i \in L_k} d_i} \quad (2)$$

ここで、 k はルート番号、 d_i はリンク i の延長、 L_k はルート k 内のリンク集合である。これを用いて、現在のルート選択率の推計を行う。

② ルート選択率計算

$$p_k = \frac{M_k}{\sum_{k \in R_l} M_k} \quad (3)$$

l は OD ペアの番号、 R_l は OD ペア l 内のルート集合である。そして、各経路への歩行者数の割り振りは多項ロジックモデルに従うとし、経路選択要因データを用いて、ルート選択率を推定する。

③ ルート選択率推定

$$p_k = \frac{\exp(\sum_j b^j \cdot x_k^j)}{\sum_{k \in R_l} \exp(\sum_j b^j \cdot x_k^j)} \quad (4)$$

これは、

$$\log p_k = \sum_j b^j \cdot x_k^j - C_l \quad (5)$$

と変形することにより、線形重回帰分析を用いて b^j 、 C_l を推定できる。なお、 C_l は OD ペアに依存する定数なので、ダミー変数を組み込んで推定する。

(3) 将来リンク通行量の推定

(2) で推定したパラメータをもとに、将来の経路での選択率を推定する。別に推定した将来のターミナルノード間の分布交通量を各ルートに配分し、将来ルート交通量の推定を行う。

これをリンク毎に集計することにより、リンク毎の将来交通量推計が完了する。

4. 浅草再開発構想への適用

当所では、関係者からの要望に応え、東京都台東区・浅草地区の活性化に向けて都市再開発構想を作成した。これをケーススタディの対象として上記モデルを適用し、再開発後の歩行者流の予測を通して、賑わいを周辺部へ自然に回遊させることができるかどうか分析してみた。

対象地域はおよそ浅草一丁目地区とした。ターミナルノードとしては、営団地下鉄・東武線・都営線各駅や雷門・浅草寺といった観光スポット、盛り場地区等とした。また、再開発後は常磐新線の新駅や半地下空間がこうしたノードになるものと想定している。新設される地下通路の街路特性は、アーケード・ペープメントが両方備わった街路に相当し、幅員は地上と同等であるとした。地下出入口部については、上下の移動抵抗を距離換算して考え、ここでは距離 50 m の歩行と同等として扱った。

地下開発実施後の歩行者の流れの推定結果は図 2 のようになった。これより言えることを整理すれば、以下ようになる。

(1) 街路毎の歩行者通行量

地下歩行者ネットワークの出現により、経路の選択が多様化し、回遊効果が見られる。常磐新線の開通による地下部の東西方向の通路の部分に顕著である。半地下空間へ接続する部分にも比較的大きな負荷が生ずるものと思われる。

一方、計画に従った魅力的な地下空間ができることによって、地上の客の減少につながっている部分も見られる。また、地下部で人のあまり行きわたらない箇所が見られ、防犯面からの検討を要する。

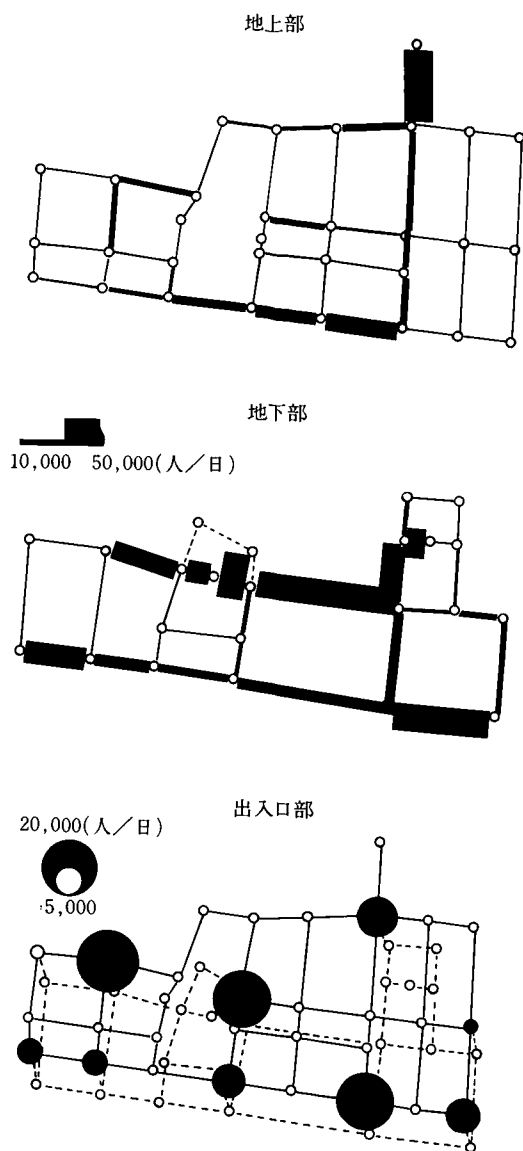


図 2 開発後の推定歩行者量（休日）

(2) 地下出入口部の通行量

地上と地下の連絡部については、雷門、洋風半地下空間、盛り場地区入口において通行量が大きくなるので、見合った規模の通路幅員や空間の広さを確保することが肝要である。

(3) 考慮すべき施策

防災面からは、地下の東西方向の通路に十分な幅員を確保し、地上地下連絡部のうち負荷の

大きい上記の箇所には優先的にポケットパーク等を利用した滞留空間をつくり、空間にゆとりを持たせるべきであるといえる。歩行者の少ない地下部分については、店舗配置計画の見直しや照明による演出等の対応を図る必要がある。

5. まとめ

本報告で提案した手法による分析結果を参考にすることで、既成商業地を回遊性の高い商業空間として活性化するための方策を考案することができる。いくつかのケース・スタディを通して計画上支障のない精度での予測能力が確認されれば、地下開発への適用性は大きいと期待できよう。

今後の課題としては、計画に有用な知見を得ることのできる範囲内で、より簡便な予測方法を確立すること、地下空間において具体的にどんな人間活動が新たに展開されるかといった、いわば質の面をも考慮することなどが残されている。

【参考文献】

- [1] 井口典夫：「電気事業の都市開発への参画」，電力経済研究，26，1989。
- [2] 飯田恭敬・高山純一・金井一二・水口玲二（1984）：「Dial 確率配分法を導入したリンク交通量による道路網交通需要推計法」，都市計画別冊，19。
- [3] 溝端光雄（1985）：「住民の経路選択特性に関する分析」，都市計画別冊，20。
- [4] 台東区：「浅草商店街診断報告書」，昭和55年。
- [5] 高辻秀興・深海隆恒（1983）：「住宅地における歩行者の経路選択行動についての分析」，都市計画別冊，18。
- [6] 山中英生・天野光三（1985）：「多経路確率配分モデルを用いた住区内歩行者・自転車交通の経路配分手法」，都市計画別冊，20。

（すずき つとむ
いぐち のりお
経済部社会環境研究室）