

観光地域の観光容量と観光スポットの魅力度推定法

熊本大学 正 員 溝上 章志

熊本大学 正 員 内田 隆一

熊本大学 学生員 〇杉谷寿美子

1. はじめに

近年の余暇時間の増加と余暇に対する人々の意識や嗜好の変化に伴い、本来は高い魅力度を持つにもかかわらず過剰な入れ込みが生じたために観光の効用が低下するといった現象が各地の観光地域で生じている。今後自然環境保全やゆとりのある観光活動を保障していくためには、観光地域への適正な需要管理などの施策が求められよう。そこで、観光地域の観光活動の適正水準を表す指標を定義する必要がある、そのためには、当該観光地域の定員に相当するような観光容量の設定が求められている。

本研究は、交通ネットワーク均衡分析手法を応用して、阿蘇地域程度の比較的広域の観光地域を対象とした観光容量と各観光スポットの魅力度を推計する方法を提案することを目的とする。

2. 観光容量の定義と推計のための配分モデル

(1) 観光容量の定義

都市部においては、都市活動の適正な水準を表す指標の一つとして、交通ネットワークの最大容量が用いられている。これは「物理的・経済的・環境的などの限界条件のもとで、ネットワーク全体として受け入れ可能な最大交通容量」であり、本研究でも観光容量としてこの最大交通容量の概念を適用する。

都市交通では最大容量を「各道路区間の容量が与えられたとき、ODパターンを保持しつつ処理可能な最大トリップ数」と定義するのが一般的であり、その推計には固定需要型確定的利用者均衡配分シミュレーションによる方法がよく用いられる。しかし、観光交通では、都市交通と比較して目的地や経路上の混雑状況により、ドライバーが経路や目的地（観光スポット）を変更する裁量の自由度はかなり大きいといえる。そこで、観光容量を「ドライバーは自らの効用が最大となる目的地と経路を選択するという行動規範に従って観光行動をする場合、リンク容量や環境容量など、観

光地域の容量を定義するのに適切な指標とその水準が与えられたとき、ネットワーク全体で受け入れ可能な最大入れ込み数」と定義する。

(2) 観光容量の推計計算のための均衡配分モデル

上記で定義した観光容量の推計には、以下に示す変動需要型確率均衡配分モデルによる配分シミュレーション法を用いる。

[P1]

$$\begin{aligned} \min. \quad & Z(f, q) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega - \sum_{od} q_{od} H_{od}^{(1)} \\ & - \sum_{od} O_o H_o^{(2)} - \sum_{od} q_{od} \lambda_d \\ \text{subject to} \quad & O_o = \sum_d q_{od} \quad \forall o \\ & q_{od} = \sum_r f_{r,od} \quad \forall od \\ & f_{r,od} \geq 0 \quad \forall r, od \end{aligned}$$

ただし

$$H_{od}^{(1)} = - \sum_r \frac{f_{r,od}}{q_{od}} \ln \frac{f_{r,od}}{q_{od}}, \quad H_o^{(2)} = - \sum_d \frac{q_{od}}{O_o} \ln \frac{q_{od}}{O_o}$$

$f_{r,od}$: ODペアod間の経路rの経路交通量

q_{od} : ODペアodのOD交通量

O_o : 発地oの発生交通量

D_d : 着地dの集中交通量

t_a : リンクaのリンクコスト関数

x_a : リンクaのリンク交通量

また、 θ はリンクコストに、 ξ はOD間コストに対する感度パラメータであり、 λ_d は観光スポットdの魅力度である。

3. 未知パラメータの推定

問題[P1]を適用するためには、あらかじめ感度パラメータ θ 、 ξ と観光スポットの魅力度 λ_d を推定しておく必要がある。その方法を以下に示す。

前述した観光客の行動規範の下での最適行動結果が現在の交通状況として現象していると仮定する。このときの交通需要は、問題[P1]に対応した以下の数理最

適化問題の解から得ることができる。

$$\begin{aligned}
 & [P0] \\
 & \min. Z(f, q) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega - \frac{1}{\theta} \sum_{od} q_{od} H_{od}^{(1)} \\
 & \quad - \frac{1}{\xi} \sum_{od} O_{od} H_{od}^{(2)} \\
 & \text{subject to} \quad O_{od} = \sum_a q_{od} \quad \forall_{od} \\
 & \quad D_a = \sum_{od} q_{od} \quad \forall_d \\
 & \quad q_{od} = \sum_r f_{r,od} \quad \forall_{od} \\
 & \quad f_{r,od} \geq 0 \quad \forall_{r,od}
 \end{aligned}$$

感度パラメータ θ と ξ は現況のODデータ，経路選択データを用いて，問題[P0]から得られる分布モデル（または目的地選択モデル），経路選択モデルの未知パラメータとして推定する。

一方，この問題の解から得られるOD交通量は

$$\begin{aligned}
 q_{od} &= \exp[\xi(-S_{od} + \lambda_a^*)] \cdot \exp[\mu_o^* - 1] \\
 &= O_o \cdot \frac{\exp[\xi(\lambda_a^* - S_{od})]}{\sum_d \exp[\xi(\lambda_a^* - S_{od})]}
 \end{aligned}$$

である。ここで， μ_o^* ， λ_a^* はそれぞれ発生交通量制約，集中交通量制約条件のラグランジュ乗数であり，出発地，目的地の費用オーダーの魅力度 μ_o ， λ_a とみなすことができる。いま，上式のかわりにバランシングファクター A_o ， B_a を導入した次の二重制約型分布モデル

$$\begin{aligned}
 q_{od} &= A_o B_a O_o D_a \cdot \exp[-\xi S_{od} + 1] \\
 A_o &= \frac{1}{\sum_d B_d D_d \cdot \exp[-\xi S_{od} + 1]} \\
 B_a &= \frac{1}{\sum_o A_o O_o \cdot \exp[-\xi S_{od} + 1]}
 \end{aligned}$$

を用いると，両者が一致するための条件より，観光スポットの魅力度値 λ_a は

$$\lambda_a = \lambda_a^* = -\frac{1}{\xi} (\ln B_a + \ln D_a + 1)$$

として求めることができる。ここで， S_{od} はOD間期待最小経路費用であり，Dialのアルゴリズムのリンクウェイト $W^o[i \rightarrow j]$ より

$$S_{od} = C_{min}^{od} - \frac{1}{\theta} \ln \sum_m W^o[m \rightarrow d]$$

で求められる（証明略）。ここで， C_{min}^{od} はODペア od の最短経路費用， $W^o[m \rightarrow d]$ は発ノードが o の交通に対応するリンク $m \rightarrow d$ のリンクウェイトである。

4. 観光容量の推計計算

観光容量は，総トリップ数が変化してもパラメータ θ ， ξ ， λ_a の値は変化しないという仮定のもとで，総トリップ数を増加させながら問題[P1]の繰返し計算を行い，想定した限界条件を犯す最小トリップ数として推計する。推定手順を以下に示す。計算例は講演時に発表する。

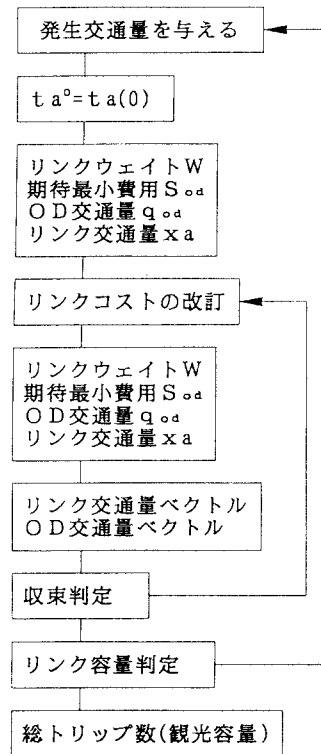


図-1 容量推計シミュレーション

5. おわりに

①ゾーン別発生率の与え方，②周遊交通をトリップ単位で取り扱うことに伴う交通の連続性の確保など，容量計算シミュレーションにおいて解決すべき課題は多い。また，観光地として適切な容量指標とその水準の提案も残された重要な課題である。