

混雑費用を考慮した都市高速道路の規模と料金 (II)

岡山大学 正会員 ○明 神 註

岡山大学 正会員 浅井 加寿考

1. はじめに

走行費用として貨幣的費用の他に混雑費用をも考慮しないいわゆる一般化費用を基礎として、トリップ長と高速道路利用交通量との関係について若干の吟味を行なうとともに、需要関数についてその性質を検討したものである。

2. 混雑費用の導入

街路、高速道路のそれぞれに混雑費用を導入し、それぞれの一般化費用として次式を定義する。

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= P_1 + \delta l t_1 (X - f) \\ G_2 &= P_2 + \delta l' t_1 (X - f) + \delta l'' t_2 (f) \end{aligned} \right\} (1)$$

ここに、各記号の意味はつぎのとおりとする。

P_1, P_2 = 街路、高速道路利用の貨幣的費用

t_1, t_2 = 街路、高速道路の走行時間係数 (単位距離当り走行所要時間)

l = 街路のみ利用する場合の走行距離で、いわゆるトリップ長に相当する。以下では、これをトリップ長とよぶ

l' = 高速道路利用に際する両端までの街路走行距離

l'' = 高速道路上の走行距離

X = 対象とする総交通量で、高速道路の規模の函数と考えている

δ = トリップメーカーの時間価値

f = 高速道路利用交通量

式 (1) の右辺右側の項は、高速道路利用交通がそのトリップの両端末において街路を利用すると考え、このために導入した費用であり、また同様の項は高速道路上の混雑費用である。なお、貨幣的費用として、ここでは実際には高速道路通行料金 (均一料金を仮定) のみを考慮しようとしているので、 $P_1 = 0$ 、 P_2 = 料金であるが、形式的にこのような一般的表現をした。上のよう定義した一般化費用について

$$G_1 > G_2 \quad (2)$$

ならば、このような時間価値およびトリップ長をもつトリップメーカーは高速道路を利用すると仮定する。

3. 高速道路利用交通量とトリップ長

以下、単純化のための仮定において、高速道路利用交通量 f とトリップ長 l との関係について吟味してみる。

仮定 1) $l' = \text{一定}$, $\delta = \text{一定}$

2) $l'' = l$, ただし、明らかに $l' < l$ でなければならぬ。

式 (1) はつぎのようにかきかえられる。

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= P_1 + \delta l t_1 (X - f) \\ G_2 &= P_2 + \delta l' t_1 (X - f) + \delta l t_2 (f) \end{aligned} \right\} (3)$$

ここで、 $G_1 = G_2$ とおくと

$$P_1 + \delta l t_1 (X - f) = P_2 + \delta l' t_1 (X - f) + \delta l t_2 (f)$$

これから

$$Q = \frac{l' t_1 (X - \theta) + (P_2 - P_1) / \delta}{t_1 (X - \theta) - t_2(\theta)} \quad (4)$$

ここで

$$dt_1/d\theta = dt_1(\theta)/d\theta \cdot d\theta/d\theta = -dt_1(\theta)/d\theta < 0, \text{ ただし } \theta = X - \theta$$

$$dt_2/d\theta > 0$$

したがって、 $d(t_1 - t_2)/d\theta < 0$ 。 $P_2 - P_1 > 0$ であるから結局 $dQ/d\theta > 0$ を得、 Q は θ の増加関数であることがわかる。このことは次のことを意味する。すなわち、高速道路利用交通量が增大すれば高速道路利用の一般化費用が増加（一方、街路のそれは減少）するので、高速道路利用トリップのトリップ長（の下限）は大きくなる。このことは直感的にはほとんど自明のことである。て、いいかえれば、均一料金制をも含めて上記の仮定のもとでは、より長いトリップ長のトリップがより大きい高速道路利用便益をうけることからくる結果である。なお、 $dQ/d\theta$ はつぎのように表わされる。

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left[l' \left(t_1 \frac{dt_2}{d\theta} - t_2 \frac{dt_1}{d\theta} \right) - \left(\frac{P_2 - P_1}{\delta} \right) \frac{d}{d\theta} (t_1 - t_2) \right] / (t_1 - t_2)^2$$

右辺の分子の第一項は高速道路利用に際して必要な両端の街路走行に関連して、同項は高速道路通行料金に関連してそれぞれ生じる量であることがわかる。

4. トリップ長分布の導入

トリップ長はある確率分布にしたがうものとし、この密度関数を $f(x)$ とすれば、式(2)より

$$\theta/X = \int_0^\infty f(x) dx = F(l) \quad (5)$$

明らかに、 $d(\theta/X)/dl = -f(l) < 0$ 。

式(4)、(5)から l を消去すれば、 θ に関するつぎの方程式がえられる。

$$F^{-1}(\theta/X) = \frac{l' t_1 (X - \theta) + (P_2 - P_1) / \delta}{t_1 (X - \theta) - t_2(\theta)}$$

ここに、 $F^{-1}(\theta/X)$ は $\theta/X = F(l)$ を l について陽に示した関数である。上式を書きかえれば

$$P/\delta = [t_1 (X - \theta) - t_2(\theta)] F^{-1}(\theta/X) - l' t_1 (X - \theta) \quad (6)$$

ただし、 $P = P_2 - P_1$ (= 料金)。右辺の第一項は θ の減少関数であるのに対し、第二項は $-l' dt_1(X - \theta)/d\theta > 0$ 。したがって、一般的に P は θ の単調減少関数であるとはいえない。しかしながら、 t_1 は街路の走行時間関数であることから、 $dt_1/d\theta$ は極めて小さくかつ l' はアアローチの距離であるから比較的小さい。したがって、式(6)の θ に関する導関数は、第一項のそれくらべて第二項のそれは大きくないと考えられるので、 $d(P/\delta)/d\theta < 0$ とみなしてもよからう。すなわち、式(6)で表わされる需要関数は、厳密にはなお検討を要するが、高速道路利用交通量 θ に関して単調に減少するとみなされる。

5. 収支均等条件の導入

式(6)の料金 P をもちいて、総収入 $R = P\theta$ 。高速道路の規模を S と表わし、これに対する総費用を $C(S)$ とすれば、社会的純厚生 W は

$$W = R + S - C(S)$$

ここに、収支均等条件 $R = C(S)$ を導入すれば

$$W = S$$

したがって、 $W \rightarrow \max$ は $S \rightarrow \max$ に等価となる。ただし、 S はいわゆる消費者余剰である。時間価値の分布をも導入した場合の需要関数とその性質についてはなお検討中である。