

# 有料道路の料金水準と道路混雑について

山 内 弘 隆

## 1 はじめに

交通経済学において、道路混雑が発生する場合、混雑にともなう外部費用を利用者に課すこと（混雑税）によって社会的に最適な道路利用がもたらされると主張される。混雑税によって道路利用者は、自らが知覚する遅れの費用に加え、他の利用者を遅延させるという意味で利用者全体に課しているコストを認識する。その結果、利用者は道路サービスに対する支払意志と社会的限界費用との関係を正しく把握し、非効率的な道路利用が抑制されるのである。

混雑税理論は、1960年代に体系的に整理されて以来<sup>1)</sup>、現実の交通政策への適用を求めて様々な国で多くの研究がなされてきた<sup>2)</sup>。しかし、実際の混雑税の導入は、シンガポールやノルウェイのベルゲン等の若干の都市にとどまっており、またその適用方法も理論的に完全なものではない<sup>3)</sup>。

混雑税が道路利用者に容易に受け入れられない理由として、道路利用に関わるプライバシーの問題、混雑緩和効果についての疑問等が指摘されているが、最大の問題は、それまで明確な配分メカニズムを持たなかった分野に価格メカニズムを適用することに対する抵抗にあるように思われる。道路利用も利用者費用（燃料費や移動のための時間投入などの形で利用者が負担する費用）によって価格が付けられているが、道路サービスの対価という形で明示的な支払がなされるわけではない。

道路においても、有料道路のようにそのサービスの対価が支払われる形態

のものもある。有料道路は料金を支払うものだけに利用を許すという意味で排除原則を適用しており、その意味では混雑税と基本的目的は同じである。

混雑税が新たな価格システムの導入という意味で抵抗があるならば、有料道路における混雑問題はどのように扱われるべきであろうか。特に、混雑税を課した場合の収入が道路容量の拡張に使われるとすれば、それは本質的に有料道路制と変わりはない。さらに、わが国の有料道路制に特有の償還制のもとで道路混雑が発生するならば、償還制のための料金は理論的にどのような変更を受けるべきなのだろうか。

償還制は、一定期間内に得られる収入（料金収入およびその受取利子）が、同じ期間内に発生した費用（建設費と維持管理費およびそれぞれの支払利子）に等しくなるよう、期間内一律の料金を設定するものである。社会的利益の最大化のためには、各年次の料金に変化を持たせることが望ましく、その決定ルールは費用逡減型公益事業の料金決定ルールとして主張されるラムゼイ価格にしたがうべきことが示されている<sup>4)</sup>。小論の分析によれば、ここで混雑が発生する場合、ラムゼイ・ルールで基本となる限界費用は混雑費用を含む社会的限界費用となるべきであり、それにしたがって償還制における望ましい各年次の料金も変更されるべきことになる。

以上のような認識のもとに、小論では以下2.において伝統的な混雑税理論と道路投資のルール、特に混雑税収と投資の費用負担の問題を整理する。3.では、まず3.1においてわが国の有料道路制に特徴的な償還制を取り上げ、現行の償還制における料金決定ルールを変更した場合、資源配分効率上どのような料金設定が望ましいかを考える。次に3.2で混雑現象が生じる場合の料金決定ルールを検討し、最後に全体のとりまとめを行う。

## 2 混雑税と投資ルール<sup>5)</sup>

道路混雑は、個別の経済主体が道路を利用することによって発生させる外部不経済である。混雑が生じていない状態では道路利用者はお互いに影響を及ぼすことはないが、ある容量を超える量の車両が道路を利用しようとする

と走行速度が低下し、一定距離の到達時間が長くなる。これが混雑現象であり、流入量の増大による利用者全体の所要時間の増大は外部不経済と捉えられる。

混雑現象が生じている状態（あるいは混雑現象が生じる臨界的な状態）で、新たに流入する限界的な利用者を考えれば、その利用者は自分自身によってもたらされた所要時間の増大を経験することになる。しかし、彼が及ぼす影響はそれだけではない。なぜなら、彼は他のすべての利用者の所要時間を増大させているからである。

道路利用に対し何等の措置も講じられなければ、混雑状態で新たに進入する道路利用者は、自分が意識する（体験する）所要時間だけに基づいて意思決定を行なう。しかし、この道路利用という市場全体で見れば、外部不経済を無視した意志決定によって過大な利用がなされていることになる。効率的な資源配分のためには、すべての利用者が自らが課す社会的限界費用に基づいて消費（道路利用）を行うかどうかの選択をしなくてはならず、それを実現するためには政策的介入が必要である。

この政策介入のあり方を検討するために簡単なモデルを考える。モデルの定式化のために記号を次のように定義する。

$i$  ; 利用者グループ ( $i=1, 2, \dots, m$ ),

$t$  ; 需要期間 ( $t=1, 2, \dots, T$ ),

$Q_{it}(P_{it})$  ; 利用者グループ  $i$  の期間  $t$  における需要,

$P_{it}(Q_{it})$  ; 逆需要関数, ただし,  $P_{it}$  自体は利用者費用を表す,

$K$  ; 施設の物理的容量,

$D_t = D(Q_{1t}, \dots, Q_{mt}, K)$  ; 期間  $t$  に各利用者が経験する平均遅延時間,

$V_{it}$  ; 利用者グループ  $i$  の期間  $t$  における時間価値,

$\rho(K)$  ; 年間の施設費用。

ある道路への需要は、その道路への支払意志額が需要量の関数として表される（逆需要関数）。需要は、その特性に応じて自家用乗用車、営業用トラッ

ク等  $n$  種類の需要グループに分けられる。また需要は、1から  $T$  までの時間帯別に分けられ、時間帯により混雑状況が異なると考える。

$D_t$  は遅延時間で、各時間帯ごとにその時間帯の各グループの需要量と道路の物理的な容量 ( $K$ ) によって決定される。遅延時間への影響度は、各時間帯、各クラスごとに異なる。例えば、同じ時間帯においては乗用車とトラックは混雑への影響度が異なり、同じ車両であっても時間帯ごとに影響度が異なる。混雑の性格からすれば、 $\frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}} > 0$  かつ  $\frac{\partial^2 D_t}{\partial Q_{it}^2} > 0$  と考えられる。

時間価値  $V_{it}$  は、需要グループ、時間帯ごとに異なるが、同一時間帯、同一クラスでは一定であるとする。年間施設費用  $\rho(K)$  は、具体的には年間に発生する資本費用が考えられる。

交通経済学において伝統的に用いられてきた混雑現象の定式化にしたがえば<sup>6)</sup>、社会的純便益 (SNB) は次のように定義される。

$$SNB(Q_{it}, K) = \sum_i \int_0^{Q_{it}} P_{it}(Q_{it}) dQ_{it} - \sum_i Q_{it} V_{it} D_t - \rho(K). \quad (1)$$

ここでの政策目的は (1) 式を最大化することである。

(1) 式の最大化のための 1 階の条件は次のように与えられる。

$$P_{it} = V_{it} D_t + \sum_j Q_{jt} V_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}}, \quad (2)$$

$$(i=1, 2, \dots, m : t=1, 2, \dots, T)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial K} = - \sum_i \sum_j V_{it} Q_{it} \frac{\partial D_t}{\partial K}. \quad (3)$$

(2) 式は価格決定ルールであり、各期各グループの価格すなわち利用者費用が社会的限界費用に等しくならなくてはならないことを示す。各利用者は、必然的に平均遅延費用 (私的限界費用)  $V_{it} D_t$  を負担するから、最適混雑税は (2) 式の右辺第 2 項によって表される。

(2) 式右辺第 2 項の中の  $\frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}}$  は利用者グループの属性 (例えばトラックと乗用車) によって異なるから、各クラスは混雑費用への寄与分に応じて可変的な混雑税が課されるべきことになる。 $\sum_j Q_{jt} V_{jt}$  を一定とすれば、混雑への寄与度が大きい (小さい) 需要クラスほど混雑税は高く (低く) なる。混

雑が生じていない状態では混雑税はゼロである。

一方、(3)式は最適投資ルールである。(3)式は、容量を増加させることによる追加費用が、それにもなつてすべての期間、すべての利用者に生じる混雑費用の減少分に等しくなるまで容量を増大させねばならないことを示している。ただし、(3)式のルールは(2)式のルールが達成されていなければ適切でない。利用者費用が限界費用以下(以上)に設定されれば、(3)式を適用する結果、過小(過大)投資となるのである。

価格および投資が最適であれば、混雑税収入と施設費用との関係は、施設建設の技術条件に依存する。遅延関数  $D$  が  $Q_{ij}$  および  $K$  に関して零次同次で規模に関する収穫一定の技術条件が成立するならば、収入は費用に等しくなる。収穫逓増(逓減)が存在するならば、収入は費用よりも小さく(大きく)なる。

(2)式によって決定される混雑税からの総収入( $TR$ )は、

$$TR = \sum_i \sum_j \sum_t Q_{it} V_{jt} Q_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}}, \quad (4)$$

となる。次に、混雑関数が零次同次であることから、オイラーの方程式によって、

$$\sum_i Q_{it} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}} = -K \frac{\partial D_t}{\partial K}, \quad (5)$$

を得る。(4)と(5)から、

$$TR = \sum_i \sum_j \sum_t V_{jt} Q_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}} \left[ \sum_i Q_{it} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}} \right] = -K \sum_i \sum_j \sum_t V_{jt} Q_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial K}, \quad (6)$$

となる。(6)式の右辺を  $K$  で除した  $-\sum_i \sum_j \sum_t V_{jt} Q_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial K}$  は(3)式の右辺に等しい。

次に、 $\rho(K)$  が1次同次であれば、 $\rho = K \frac{\partial \rho}{\partial K}$  であるから、(3)と(6)より、

$$\rho = K \frac{\partial \rho}{\partial K} = -K \sum_i \sum_j \sum_t V_{jt} Q_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial K} = TR \quad (7)$$

となる。

(7) 式より、混雑関数が零次同次でコスト関数が1次同次であれば、最適混雑税からの収入は最適な投資によって生じる費用に等しくなることがわかる。

### 3 有料道路料金と混雑現象

以上述べてきたように、混雑が発生している場合、道路利用者が負担しなくてはならない費用は、利用者自身が知覚する費用に混雑のために発生する外部費用を加えたものである。この外部費用部分を混雑税として賦課することによって最適な交通量が達成される。また、それが実現されているならば、①混雑関数が零次同時であること、そして②投資のためのコスト関数が1次同次であることを条件として、混雑税からの税収は最適な投資を行った場合に発生する費用に等しくなる。

混雑税理論は前提条件次第できわめて整合的な最適投資ルールを導き出す。しかし、それが政策的示唆として意味を持つかどうかは、その前提条件の妥当性にかかっている。この問題は早くから議論の対象とされ多くの研究がなされているが、最終的な結論について見解の一致をみていないのが実状であるように思われる<sup>7)</sup>。そこで、1つの考え方は、道路投資の費用を税収によって負担することを前提とすれば、道路投資の費用に等しい税収をあげることを制約条件として準最適な混雑税体系を求めることである。これについては別稿で検討したため詳しくは述べないが、結論として、混雑する道路の利用者が負担すべき利用者費用は、各利用グループ、各利用時間帯の需要の弾力性に反比例するように付けられるべきことが示される。つまり、利用者費用はラムゼイ・ルールの原則と同様に付けられるべきことになるのである<sup>8)</sup>。

このように必要収入を前提として準最適な混雑税を求めるとすれば、混雑税を1つの道路整備のための資金調達手段と考えることもできる。混雑税を現実にもどのように徴収するかは別として、それによって利用者負担による道路建設が可能となるのである。利用者負担による道路建設はわが国において広く実施されている。一般国道の建設が道路整備特別会計を通じて、揮発油

税と自動車重量税によって行われているのがこの例である。さらに利用者負担の究極の姿は、本来公共財的性格の強い道路サービスに排除原則を導入する有料道路制である。

混雑税の発想は、本来競合性のないはずの道路利用においてそれが生じた場合に価格メカニズムを適応すること、すなわち排除原則を用いることであるから、基本的役割は有料道路制度と同じである。であるなら、わが国で行われている有料道路制と混雑税の働きを、資金調達面から考察することが必要であろう。以下ではこの点に焦点を当て、混雑が発生する場合の有料道路料金について考える。

### 3.1 償還制の仕組

日本道路公団が建設運営する高速自動車国道等わが国の有料道路の基本的な枠組みは、償還制と呼ばれる費用負担システムである<sup>9)</sup>。道路公団の償還制は、道路建設を借入によって行い、その建設費と供用開始以後に発生する維持管理費およびそれともなって発生する支払利子を、一定期間(通常30年間)の料金収入およびそれともなって発生する受取利子によって返済するシステムである。あるいは、それが等しくなるように料率が決定される。この際、単一路線のみを考えれば料率は30年間変わらないことを前提としている。

償還制を図によって示したのが図1である。図に示されているように、償還制では、建設費(A)を借り入れ、それとその後発生する支払利子と維持管理費の部分(B)との合計が、料金収入とその受取利子の合計(C)が等しくなればよい。この関係を式で表わせば次のようになる。

$$\sum_{y=1}^n RX_y(R)(1+r)^{n-y} = C(1+r)^y + \sum_{y=1}^n O_y(1+r)^{n-y}.$$

ただし、 $y$ ；年次、

$n$ ；償還期間、

$R$ ；料率、

$X_y(R)$ ；第 $y$ 年の需要関数、

$r$  ; 利子率,  
 $C$  ; 建設費,  
 $O_y$  ; 第  $y$  年の維持管理費,

である。

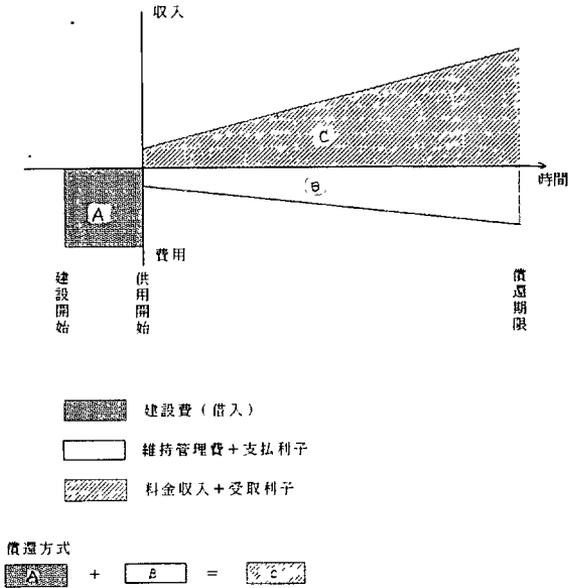
この式から明らかなように、道路公団方式の償還制の特徴は、償還期間内全体の収入が総費用を賄えばよく、その意味で供用開始後各年の単年度の収支は問題とされないことである。この点は通常の企業会計とは異なっている。一般企業では、施設の建設などによって生じる資本費については、営業費の1つの項目として減価償却が、また営業外費用の項目として支払利子はその年度の収入でまかなわれるべき費用として計上され、これを総収入と比較することによって各年度の損益計算が行われる。

また、道路公団方式の償還制の場合、建設時点で発生した費用について時間的プールの機能を有することに注意すべきである。各年次に発生した収入によって一定年限の中で建設費を償還するのであるから、建設時点で発生した費用は償還期間内のどの時点で負担されてもよいことになる。ただ、現実には償還期間中料金が一定に保たれているから、道路公団方式の償却は産出量比例方式と考えることもできる。

### 3.2 償還制における料金と混雑税

道路公団方式の償還制においては、料率  $R$  は償還期間を通じて一定とすることとされている<sup>10)</sup>。これに対し、償還期間中の各年の料率が変更可能であれば、各年の料率は償還期間内で一定の収入をあげることが制約条件として、社会的純便益を最大化するように決定することができる。この結果は、山内 [1989b] で示したように、各年の料率と維持管理費との乖離率が各年の需要の料金弾力性に反比例するように付けられるべきというものである。つまり、供用開始から償還期間の終了まで各年に提供される道路サービスを  $n$  種類の個別サービスと考えれば、一定の収入目的を達成するためには、各サービスの価格は限界費用からの乖離率が価格弾力性に反比例すべきというラムゼイ・ルールにしたがった料率の決定がなされるべきことになるのであ

図1 高速道路の償還方式



る<sup>11)</sup>。

ここでは各年次の料率は一定ではなく、しかも混雑が発生するケースを考える。この場合、まず、供用開始からしばらくの間は混雑が発生せず、投資された道路の周辺の開発や地域経済全体の発展の結果、時間とともに需要が増大し、やがて混雑が発生するようになると想定することが妥当であろう<sup>12)</sup>。道路建設主体は道路公団の償還制同様、投資に要した費用と毎年発生する維持管理費を含んだ総費用を償還するものとする。ただし、上の償還式では、供用開始までに調達された建設資金とその後償還が完了するまでに発生する費用およびその利子の総和が、 $n$ 年間後の時点で供用期間中の料金収入およびその利子の総和に等しくなるように表現されているが、以下ではこれを逆に考え、すべての費用と収入を現在価値に引き戻したものが等しくなるとする。すなわち、供用開始以前に借り入れられた投資費用は供用までの利子を

含むものとし、その総額自体が供用時点での現在価値そのものであると考える。

政策上の目的は前節同様社会的純便益の最大化であるが、この純便益自体も供用開始から各年に発生するのであるから現在価値に割り引く必要がある。前節のモデルでは、基本的に比較的短期間のなかで（おそらくは1日のうちの異なる時間帯）混雑する期間（時間帯）と混雑しない期間（時間帯）が考えられていたが、混雑発生までの時間的な配分を年の単位で考えれば、上のモデルの各需要期間はそのまま各年を示すものとも考えることもできる（現実的には、各年、各週、各日において混雑する時間帯としない時間帯が存在するが、ここでは無視する）。このような前提のもとに純便益の現在価値を定式化すれば、次のようになる。

$$SNB^p = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^m \left( \frac{1}{1+r} \right)^t \left( \int_0^{Q_{it}} P_{it}(Q_{it}) dQ_{it} - s_{it} Q_{it} - Q_{it} V_{it} D_t \right) - C(K). \quad (8)$$

ただし、ここでは供用以前の借入金（供用までの利子を含む）を明確にするため、 $\rho$ の代わりに $C(K)$ を用いている。また、 $s_{it}$ は各年次の維持管理費であり、 $t$ は供用開始からの期間であるからその最大値は償還期間 $n$ である。

混雑税のみを課すことによって $n$ 年間ですべての費用を償還するとした場合、最適混雑税の在り方は(8)式を最大化する条件から求めることができる。この条件を整理すれば、

$$P_{it} = s_{it} + V_{it} D_t + \sum_{j=1}^m Q_{jt} V_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}} \quad (9)$$

$$(i=1, 2, \dots, m : t=1, 2, \dots, n)$$

となる。この式は、最適混雑税を求めた条件式(2)式とほぼ同様の条件を示している。異なる点は、ここでは毎年発生する維持管理費が純便益の現在価値を捉える際に考慮されているために、道路利用者はその分を負担しなくてはならないことだけである。

現実の道路整備においては、少なくとも国道に関しては道路整備特別会計

が建設と維持管理双方の財源となっており、その税収は揮発油税を中心とする道路利用に関わる税金および従量税等の道路損傷税からのものである。したがって、かりに揮発油税が上記(9)式の維持管理費用部分を賄うと考えれば、それに加えて毎年の混雑税が課されるべきことになる。

前節で述べたように、一般の混雑税のモデルにおいて、混雑税からの収入は、混雑関数の零次同次とコスト関数の一次同次の仮定により建設費用と等しくなる。償還期間を考慮したここでのモデルにおいても、この点は同様に指摘することができる。ただし、年間の維持管理費用が負担されていることが前提となる。

混雑税収と道路建設費用との関係は、繰り返して述べているように、混雑関数とコスト関数の内容に依存するが、特にコスト関数の一次同次性が妥当するかどうかについての疑問は上述の通りである。ところで、かりにこの仮定が妥当しないとすれば、投資支出に見合いかつ経済的に合理的な税(料金)収入を得るためには、これらの条件を満たした税(料金)体型を求める必要がある。次に、この問題を考える。

前項と同様、道路は建設のために調達される借入金によって賄われ、その支出額は道路公団方式の償還主義によって負担されるとする。混雑は、供用後の時間の経過とともに現れ、道路建設費用と毎年発生する維持管理費用の総計が混雑税を含んだ道路利用料金によって賄われねばならないと考える。

このようなケースにおいては、最大化すべき純便益の現在価値は次のように表される。

$$SNB^p = \sum_{t=1}^n \sum_{i=1}^m \left( \frac{1}{1+r} \right)^t \left( \int_0^{Q_{it}} P_{it}(Q_{it}) dQ_{it} - P_{it}Q_{it} - s_{it}Q_{it} \right) - C(K). \quad (10)$$

この式においては、道路利用者が負担する時間的なコストと料金部分との合計が利用者費用として捉えられており、その額が逆需要関数  $P_{it}(Q_{it})$  の高さとして表される。 $P_{it}$  は、結果的に利用者が負担する利用者コストであるから、消費者余剰は逆需要関数と利用者コストの差として現れる。一方、社会的にみれば、道路サービスを提供するために建設に要する費用と毎年の維

持管理費を現在価値に割り引いたものの合計，すなわち，

$$\sum_{t=1}^n \sum_{i=1}^m \left( \frac{1}{1+r} \right)^t s_{it} Q_{it} - C(K),$$

が控除されねばならない。この結果が (10) 式である。

次に，償還に関する制約は次のようになる。

$$\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^n \left( \frac{1}{1+r} \right)^t (P_{it}(Q_{it}) - V_{it}D_t) Q_{it} = \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^n \left( \frac{1}{1+r} \right)^t s_{it} Q_{it} - C(K). \quad (11)$$

(11) 式の左辺の  $(P_{it} - V_{it}D_t)$  の部分は，利用者費用から私的費用（建設主体の収入とならない）を引いた料金として徴収される部分であり，この中に混雑の費用が含まれることになる。したがって，問題は，(11) 式の制約のもとに (10) 式を最大化することである。

この最大化の結果をまとめると次の条件が得られる。

$$\frac{P_{it} - \left\{ s_{it} \left( + V_{it}D_t + \sum_{j=1}^n Q_{jt} V_{jt} \frac{\partial D_t}{\partial Q_{it}} \right) \right\}}{P_{it}} = \frac{\lambda}{1-\lambda} \frac{1}{\varepsilon_{it}}. \quad (12)$$

ただし， $\varepsilon_{it} = \left| \frac{P_{it}}{Q_{it}} \frac{dQ_{it}}{dP_{it}} \right|$  で，利用者グループ  $i$  の期間  $t$  における需要の価格弾力性である<sup>13)</sup>。

(12) 式の中括弧の中は道路の維持管理費と混雑費用を含んだ社会的限界費用を表している。(12) 式の意味するところは，収支制約を前提とした混雑税を含む利用者費用は，この維持管理費と混雑費用を含んだ社会的限界費用を上回るように付けられるわけであるが，その際のルールは，各需要クラス，各年次の需要の利用者費用に関する弾力性に反比例すべきことになる。ただし，ここでも利用者は，平均遅延費用  $V_{it}D_t$  を負担する。したがって，実際有料道路料金として課されるのは，この部分を控除したものである。

混雑が発生している場合に有料道路料金に及ぼす効果は，(12) 式の分子の社会的限界費用が大きくなることである。つまり，かりに弾力性が等しいならば，当然混雑が発生している場合の料金はその分大きくなくてはならず，社会的限界費用が同一であれば，料金は価格弾力性にしたがってそれから乖離することになるのである。

#### 4 むすび

小論では、混雑税の基本的モデルと有料道路において混雑が生じた場合の料金のあり方について論じた。その結論は、混雑費用を考慮した場合の有料道路料金は、結果的にラムゼイ・ルールを基本とする準最適料金決定となるというものである。

混雑は公共財の性格を有する道路サービスにおいて、消費の競合性が発生することによって生じる。すなわち公共財としての道路が準公共財に変化することを意味する。その結果、利用量の最適水準が達成されなくなり、効率上のロスが生じる。これに対する処方箋は、道路利用者が認識しない外部費用(混雑費用)の部分を混雑税として利用者に負担させることである。

このような混雑税による配分効率の達成は、いうまでもなく価格メカニズムの利用を意味するが、それは道路サービスのもう1つの公共財としての性格、すなわち非排除原則を放棄することに他ならない。一方、有料道路制は、基本的に排除原則を前提として道路建設、維持に要する費用を回収するシステムであり、有料道路において混雑が生じる場合には、費用回収と混雑費用の負担の両者を考慮した料金設定が望まれることになる。

わが国の有料道路で特徴的に採用されている償還制を前提とし、現在一定とされている償還期限までの各年の料率を変更するとすれば、それぞれの年次の料率は各年の需要の弾力性に反比例するように付けられるべきことが示される。その際混雑が生じているとすれば、料率が基づくべき限界費用は混雑費用を含む社会的限界費用でなくてはならず、準最適料率は、社会的限界費用からの乖離率が需要の利用者費用に関する弾力性に反比例するというラムゼイ価格となるのである。

- 1) 混雑による外部効果の基本的発想を最初に指摘したのは、A.C. Pigou である。Pigou は、1912年版の *Welth and Welfare* (『厚生経済学』)において、新しい道路建設によってもたらされる速度向上の効果が混雑現象により相殺

されることを指摘し、政府介入による混雑の緩和（混雑税の導入）を主張した。ただし Pigou は、新しい道路の私的所有権を認めることによって、政府介入なしでも効率的な道路利用が達成されるとする F. Knight の指摘を認め、『厚生経済学』の最終版においてこの記述を削除した。その後の理論的な展開の出発点となっているのは、Walters [1961], Mohring & Harvitz [1962] 等である。

- 2) その典型的な例はイギリス交通省による包括的な研究 U.K. Ministry of Transport [1964] (通称スミード・レポート) である。
- 3) より完全な形で混雑税を適用しようとしたのは、香港におけるエレクトロニック・ロード・プライシングの実験である。これについては、太田 [1986], 山内 [1989a], Borins [1988], Hau [1991] 等を参照。
- 4) この点については、山内 [1989b]。
- 5) 本節は、混雑税理論の基本と最適投資との関係を示すものであり、山内・竹内 [1992] の第 3 節と基本的に同一である。
- 6) Mohring & Harvitz [1962], Keeler and Small [1977], Morrison [1986] 等を参照。さらに、車両が道路に与える損傷をも考慮にいたしたモデルとして Newbery [1989] がある。
- 7) 詳しくは、Newbery [1989] を参照。
- 8) 山内・竹内 [1992] を参照。
- 9) 償還制とならぶ日本道路公団の有料制のもう 1 つの柱は、プール制である。プール制は、新たに建設された道路の費用を既に存在する道路の費用に加えて全体として一定期間内に償還を行なう制度であるが、建設費を含む高速道路の費用は各路線で大きく異なっているから、このような料金構成は先に建設された費用の低い路線から後発の費用の高い路線への内部補助であるとの指摘がある。これに対し、昭和 60 年の道路審議会中間答申では、路線間内部補助の限界についてのガイドラインが示されており、また平成 4 年の道路審議会「今後の有料道路制度のあり方についての中間答申」では、ネットワークの拡大にともなう料金改定において利用者の理解を得られやすいものとするための施策が指摘されている。前者について詳しくは、藤井 [1987] 等を参照。
- 10) 現実に料金引き上げが行われるのは、プール制により新しい路線が既存の償還の計算に加えられるためである。注 9) を参照。
- 11) この結論は、各年次の需要がその他の年次の料率に影響されない（交差弾力性が 0）であるとの仮定に依存している。また、消費者の選択が合理的で

あるためには、供用開始から償還終了までの料率の情報がすべて事前に消費者に与えられていなくてはならない。詳しくは、山内 [1989b] を参照されたい。

- 12) 以下のモデルでは需要の増大は時間的経過に対応する必要はないが、現実的な意味を明確にするためこのように考える。
- 13) 前節同様、ここでは需要は他の利用者グループ、他の期間の価格に影響を受けないと仮定している。混雑税のような時間帯別の課税の場合、これはかなりきつい仮定である。

#### 参考文献

- Borins, S. F., "Electronic Road Pricing: An Idea Whose Time May Never Come." *Transportation Research*, Vol. 22A, 1988.
- 藤井彌太郎「高速道路の料金政策」高橋秀雄編『公共交通政策の転換』, 1987年。
- Hau, T. D., "Electronic Road Pricing: Developments in Hong Kong 1983-1989." *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 24, 1991. (安部 肇訳「エレクトロニック・ロード・プライシング-1983年から1989年の香港における発展-」『高速道路と自動車』第35巻, 第4・5号, 1992年4・5月.)
- Keeler, T. E., and K. A. Small, "Optimal Peak-Road Pricing, Investment and Service Levels on Urban Expressways." *Journal of Political Economy*, Vol. 85, 1977.
- Mohring, H., and M. Harwitz, *Highway Benefits: An Analytical Framework*. North Western U. P., 1962. (松浦義満訳『道路交通経済学-便益の分析-』, 鹿島出版会, 1968年.)
- Morrison S. A., "A Survey of Road Pricing." *Transportation Research*, Vol. 20A, 1986. (山上俊彦訳「道路価格形成の概観」『高速道路と自動車』第35巻, 第8・9号, 1992年8・9月.)
- Morrison, S. A., "The Equity and Efficiency of Runway Pricing." *Journal of Public Economics*, Vol. 34, 1987.
- Newbery, D. M., "Cost Recovery from Optimally Designed Roads." *Economica* Vol. 56, 1989.
- Ramsey, F., "A Contribution to the Theory of Taxation," *Economic Journal*, Vol. 37, 1927.

U. K. Ministry of Transport, *Road Pricing: The Economic and Technical Possibilities*. HMSO, London, 1964.

Walters A. A., "The Theory of Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion." *Econometrica*, Vol. 29, 1961.

Winston, C., "Conceptual Developments in Economics of Transportation; An Interpretive Survey." *Journal of Economic Literature*, Vol. 23, 1985.

山内弘隆「香港の道路事情——見送られた ERP——」『道路交通経済』, 第 48 号, 1989a 年 7 月.

山内弘隆「高速道路の料金水準と費用負担について」『中京大学経済学論叢』, 第 2 号, 1989b 年 12 月.

山内弘隆, 太田和博「ロード・プライシングの経済理論」『IATSS Review』, 第 15 巻第 4 号, 1989 年.

山内弘隆, 竹内健蔵「混雑税理論の展望——経済学の視点」『土木学会論文集』, 第 449 号, 1992 年, 7 月.

(一橋大学助教授)