高速道路の整備効果に関する一般均衡分析

—— CGE モデルを用いた実証分析 ——*

奥 田 隆 明†, 林 良 嗣‡

1. は じ め に

第2次世界大戦以降、資本主義国の多くがその経済発展の過程において「地域格差の問題」を抱え、これを解決するためにいわゆる「地域政策」が政府の手によって積極的に進められてきた。こうした地域政策の効果を事後的に評価しておくことは、現在、急速な経済発展を遂げようとしている発展途上国や、市場経済への転換を進めようとしている旧社会主義国が、今後の経済発展の中で「地域格差の問題」にどのように取り組んで行くべきかを考える、きわめて有効な情報を与えるものと考えられる。

わが国でも、1962年に全国総合開発計画が策定されて以来、国土の均衡ある発展を目指して、多くの地域政策が実施されてきた。中でも高速交通体系の整備は地域政策の有力な一手段として常に大きな期待が寄せられ、現実には積極的な整備が行われてきた。そして、こうした高速交通体系の整備は、地域間交流を活性化するばかりでなく、地域間分業を一層促進させ、沿線地域の経済発展に大きく貢献してきたと言われている。

ところが、わが国のこうした地域政策に関する経験も固有の経済環境の中で実現したものであり、経済環境の異なる国ではたとえ同様な地域政策を実施したとしてもわが国と同じ効果が期待できるとは限らない。こうした点を考えると、むしろ、1) わが国の置かれた経済環境を十分に把握した上で分析を進めること、2) 高速交通体系の整備が地域経済にどのようなメカニズムで影響を与えるのかを明らかにしておくことの2点が重要であると考えられる。

確かに従来より、高速交通体系の整備効果を分析する研究としては、1) 現実の統計データを用いてその整備効果を実証的に分析しようとする研究と、2) ミクロな経済理論を用いて高速道路の整備効果を理論的に説明しようとする研究が行われてきた [1] [2] [3]。ところが、上述の問題に答える分析を行っていくためには、あくまで現実の統計データを用いて実証分析を進める手法でありながら、同時にミクロな経済理論に基づいて高速道路の整備効果が市場経済システムを通して発現するメカニズムを把握することのできる手法を用いていく必要があると言える。

† 名古屋大学工学部

‡ 名古屋大学工学部

* 本論文は第31回年次大会で発表した論文に加筆・修正したものである。有益なコメントを頂いた武田文夫先生(前帝京技術科学大学)、磯前秀二先生(関東短期大学)、河野博忠先生(筑波大学)及び査読委員の方々に感謝の意を表します。

こうした問題意識から、筆者らはこれまでにミクロな経済理論に確率論を導入することによって、実証分析の可能な多地域一般均衡モデルを提案してきた [4] [5]。そこで、本研究では、この確率論に基づく多地域一般均衡モデルを用いて、高速交通体系の中でも、特に工業の地方展開に大きく寄与したと言われている高速道路を取り上げ、この整備がわが国の地域経済の発展にどのような影響を与えたのかについて、事後分析を試みるものである。以下、第2章では、本分析で用いたモデルの基本式が紹介され、続く第3章では、このモデルにより高速道路の整備効果がどのように把握されるのかについて述べる。また、第4章では、地域間産業連関表によって特定したモデル・パラメータをもとに、わが国の地域経済の構造がどのように変化してきたのかについて述べる。さらに、第5章では、わが国の高速道路整備が新しい産業の地方展開に与えた影響をモデル分析し、それぞれの地域がどのような経済効果を享受したのかについて述べる。

2. 分析モデル

本研究で用いるモデルの導出については、既に別の機会に詳しく報告してきた。そこで、ここではその基本的な仮定について述べ、モデルを構成する基本式を紹介することにする。

2.1 地域間交易

消費者は財 i を購入する場合に最も消費地価格の低いものを選択するものとし、この消費地価格が確率分布することを仮定すると、地域 s の消費者が地域 r から財 i を購入する比率 t_i^{rs} は次式により与えられる。

$$t_i^{rs} = \frac{\exp[-\beta_i(p_i^r + w^s \theta_i d^{rs})]}{\sum_i \exp[-\beta_i(p_i^r + w^s \theta_i d^{rs})]} \quad (1)$$

ここで、

p_i^r : 地域 r における財 i の生産地価格

d^{rs} : 地域 r, s 間の時間距離

w^s : 地域 s の賃金率

θ_i : 比例定数

β_i : 分散パラメータ

このとき、消費者が支払う費用の最頻値は、

$$q_i^s = \sum_s t_i^{rs} p_i^r + w^s \sum_i t_i^{rs} \theta_i d^{rs} + \frac{1}{\beta_i} \sum_s t_i^{rs} \ln t_i^{rs} \quad (2)$$

となる。

2.2 消費活動

消費活動を行なう家計は労働力を保有し、この労働力の供給によって得た所得で消費活動を行

なうものとする。ただし、家計はコブ・ダグラス型の効用関数を持ち、予算制約のもとで効用を最大化する消費パターンを選択するものと仮定する。このとき、地域 s に居住する家計の最適化条件として次式が得られる。

$$\delta_i^s = \xi_i^s \frac{w^s}{q_i^s} e^s \quad \rho^s = \eta^s \frac{w^s}{r^s} e^s \quad (3)$$

ここで、

δ_i^s : 地域 s に居住する家計の財 i の消費量

ρ^s : 地域 s に居住する家計の宅地消費量

r^s : 地域 s における宅地の賃貸料

e^s : 地域 s に居住する家計の保有する労働量

ξ_i^s, η^s : パラメータ

2.3 生産活動

生産活動を行なう企業は完全競争市場下に置かれ、利潤最大化行動をとるものとする。ただし、企業の生産関数はレオンチェフ型とし、それぞれの地域毎に異なるものとする。このとき、地域 s における産業 j の最適化条件として次式が成り立つ。

$$p_j^s = \sum_i \sum_r a_{ij}^s t_i^{rs} p_i^r + w^s (\sum_i \sum_r a_{ij}^s t_i^{rs} \theta_i d^{rs} + b_j^s) + r^s c_j^s + \sum_i \sum_r \frac{1}{\beta_i} a_{ij}^s t_i^{rs} \ln t_i^{rs} \quad (4)$$

ここで、

a_{ij}^s : 産業 i からの投入係数

b_j^s : 労働力の投入係数

c_j^s : 宅地の投入係数

2.4 市場条件

生産物市場、運輸市場、労働市場、宅地市場でそれぞれ需給均衡が成立していることを仮定すると、次式が成り立つ。

$$X_i^r = \sum_s \sum_j a_{ij}^s t_i^{rs} X_j^s + \sum_s \delta_i^s t_i^{rs} H^s \quad (5)$$

$$T_i^{rs} = \sum_j a_{ij}^s t_i^{rs} X_j^s + \delta_i^s t_i^{rs} H^s \quad (6)$$

$$e^s H^s = \sum_j b_j^s X_j^s + \sum_i \sum_r \theta_i d^{rs} T_i^{rs} \quad (7)$$

$$S^s = \sum_j c_j^s X_j^s + \rho^s H^s \quad (8)$$

ここで、

X_i^r : 地域 r における財 i の生産量

H^s : 地域 s の家計数

T_i^{rs} : 地域 r, s 間における財 i 輸送量

S^s : 地域 s における宅地供給量

3. 整備効果の分析方法

3.1 高速道路整備のインパクト

図1は、本モデルで高速道路の整備効果がどのように把握されるのかについて表したものである。まず、高速道路整備により地域 r, s 間の時間距離 d^{rs} が短縮されると、原材料の購入に必要な輸送費用が削減され、生産地価格 p_i^r が低下する (式 (4))。また、生産地価格 p_i^r の変化によって財の購入先 t_i^{rs} が変化し (式 (1))、これによって生産地価格 p_i^r 、消費地価格 q_i^s はさらに変化することになる (式 (4)、式 (2))。こうした価格の変化は家計の消費パターン δ_i^s, ρ^s を変化させ (式 (3))、各地域の生産量 X_i^r にも影響を与えることになる (式 (5))。また、これによって輸送量 T_i^{rs} も変化し (式 (6))、労働市場、宅地市場では需給バランスに変化が生じる (式 (7)、式 (8))。しかし、これらの市場では需給均衡が達成されるように賃金率 w^s 、宅地の賃貸料 r^s が決定されるため、その変化は再び生産地価格 p_i^r にも影響を及ぼすことになる。このようにして、高速道路整備の影響はそれぞれの市場を通して広く空間的にも波及していくことになる。

図1 高速道路整備の影響

3.2 高速道路の整備効果

2章で示した分析モデルは、次の数理計画問題と等価である。

$$\sum_i \xi_i^s \ln \delta_i^s + \eta^s \ln \rho^s \rightarrow \max \quad (9)$$

subject to

$$\sum_i \xi_i^l \ln \delta_i^l + \eta_l \ln \rho^l \geq u^l \quad (l \neq s) \quad (10)$$

$$\sum_r y_i^{rs} = \delta_i^s H^s \quad (11)$$

$$\sum_r x_{ij}^{rs} = a_{ij}^s X_j^s \quad (12)$$

$$X_i^r \geq \sum_j \sum_s x_{ij}^{rs} + \sum_j y_i^{rs} \quad (13)$$

$$T_i^{rs} \geq \sum_j x_{ij}^{rs} + y_i^{rs} \quad (14)$$

$$e^s H^s \geq \sum_j b_j^s X_j^s + \sum_i \sum_r \theta_i d^{rs} T_i^{rs} \quad (15)$$

$$S^s \geq \sum_j c_j^s X_j^s + \rho^s H^s \quad (16)$$

$$L_i \geq - \sum_j \sum_r \sum_s x_{ij}^{rs} \ln \frac{x_{ij}^{rs}}{a_{ij}^s X_j^s} - \sum_r \sum_s y_i^{rs} \ln \frac{y_i^{rs}}{\delta_i^s H^s} \quad (17)$$

$$\delta_i^s, \rho^s, X_j^s, T_i^{rs}, x_{ij}^{rs}, y_i^{rs} \geq 0 \quad (18)$$

ここで、 L_i はエントロピーの上限値を表すものとする。

高速道路の整備によって地域間の時間距離 d^{rs} が短縮されると、労働市場における需給均衡条件 (式 (15)) が緩和されるため、各地域の家計はより高い効用水準を得られることになる。こうした家計の効用水準の変化は、等価変分などを用いて貨幣換算することもできる。

4. 地域経済の構造分析

4.1 パラメータの特定

このモデルを用いてわが国における高速道路の整備効果を事後分析するために、そのパラメータを特定した。ただし、本研究は事後分析を目的とするため、その特定は各時代毎に行い、モデルがそれぞれの時代の特性を表現するようにした。用いたデータは、通産省の作成した地域間産業連関表及びその接続表である。なお、地域間産業連関表に従い、産業区分は表 1(a) に示す 23 分類とし、地域区分は同表 (b) に示す 8 分類を用いた。

4.2 消費活動

まず、1960 年から 1985 年までの間に家計の消費パターンがどのように変化したのかを見ると (図 2)、経済成長の初期段階にあたる 1960 年には、食料品部門への支出が家計消費支出のおよそ 30% を占めていたのに対し、1985 年には 15% 程度まで減少していることがわかる。同様に、繊維、農林・水産の各部門についても 7~8% から 3~4% にまで減小していることがわかる。これに代わって消費が増えたのが金融・不動産・サービス部門であり、1960 年には 25% 程度であった

表1 産業区分と地域区分

(a) 産 業

1. 農林・水産	2. 石炭・亜炭	3. 鉱業
4. 食料品	5. 繊維	6. 製材・木製品・家具
7. パルプ・紙	8. 皮革・ゴム製品	9. 化学
10. 石油・石炭製品	11. 窯業・土石製品	12. 鉄鋼
13. 非鉄金属	14. 金属製品	15. 一般機械
16. 電気機械	17. 輸送機械	18. 精密機械
19. その他製造業	20. 建設	21. 電気・ガス・水道
22. 商業	23. 金融・不動産・サービス	

(b) 地域区分

地 域	都 道 府 県
1. 北 海 道	北海道
2. 東 北	青森, 岩手, 宮城, 秋田, 山形, 福島
3. 関 東	茨城, 栃木, 群馬, 埼玉, 千葉, 東京, 神奈川 新潟, 山梨, 長野, 静岡
4. 中 部	愛知, 岐阜, 三重, 富山, 石川
5. 近 畿	福井, 滋賀, 京都, 大阪, 兵庫, 奈良, 和歌山
6. 中 国	鳥取, 島根, 岡山, 広島, 山口
7. 四 国	徳島, 香川, 愛媛, 高知
8. 九 州	福岡, 佐賀, 長崎, 熊本, 大分, 宮崎, 鹿児島

注) 家計消費支出に占める割合が1%以上のものを示す。

図2 家計消費支出の変化

ものが1985年には45%程度まで上昇してきている。また、輸送機械をはじめとする耐久消費財の消費も増加しており、輸送機械部門からの消費は1960年には1%未満であったものが、1985年には2.5%程度まで上昇していることがわかる。なお、こうした傾向は対象とする8地域すべてに見受けられる。

4.3 生産活動

わが国では経済成長が進展する中で、産業構造が石油・石炭製品、非鉄、鉄鋼をはじめとする素材型産業を中心とするものから、電気機械、精密機械、輸送機械をはじめとする組立型産業を中心とするものへと変化してきた。これら各産業の生産技術の地域格差を見るために、投入係数の地域間平均距離を計算したものが図3である。この図により、石油・石炭製品、非鉄、鉄鋼などの素材型産業は生産技術に大きな地域格差があることがわかる。この原因としては、これらの産業が何れも巨大な初期投資を必要とする施設産業であり、地域によって設備投資の行われた時期が異なるために、こうした地域格差が生まれたものと考えられる。これに対して、新たに主力産業となっていた電気機械、精密機械、輸送機械などの組立型産業は比較的技術の地域移転が容易なため、生産技術の地域格差が小さいことがわかる。

4.4 輸送費用の大きさ

また、製品価格に対する輸送費用の割合を計算したものが図4である。この図より、生産過程で直接投入される輸送費用に対して、原材料の生産過程で投入される輸送費用を含めた全ての輸送費用は、およそ2〜3倍にも達することがわかる。特に、輸送機械、電気機械などの組立型産業は、比較的製品価格が高いため、製品価格に対する輸送費用の割合は低いものの、これらの産業の生産にはきわめて多くの部品が必要とされ、また、その部品を生産するためにも多くの小部品が必要とされるなど、組立型産業の特性から、製品の生産過程で直接投入される輸送費用に比べ、

- 注1) 投入係数の地域間平均距離は、任意の2地域における投入係数の残差平方を各産業について平均化したもので、この値が大きいほど生産技術の地域格差が大きいことを意味している。
- 注2) 1970年から1985年までの地域間産業連関表を用いて各年の地域間平均距離を求め、その上限値・下限値を横線で表し、平均値を十字線で表した。

図3 産業による生産技術の地域格差

図4 製品価格に対する輸送費用の割合

部品の生産を含めた、間接的に投入される輸送費用はかなり大きいことがわかる。

5. 高速道路の整備効果

5.1 わが国における高速道路整備

このようにわが国の経済構造が変化する中で、高速道路整備が地域経済に如何なる影響を与えたのかについてモデル分析を行った。図5は、わが国の高速道路整備の歴史を示したものである。わが国では、1960年代に東京と大阪を結ぶ高速道路が供用開始され、続いて、東京と地方を結ぶ高速道路が順次整備されていった。また、こうした整備の結果、近年、縦貫道の整備が概成し、現在は、地方と地方を結ぶ横断道の整備にその中心が移ってきている。

5.2 組立型産業の立地への影響

これらの高速道路整備が産業立地に与えた影響を分析するために、次の2つのケースを設定し、モデル分析を試みた。

ケース1: 現実の高速道路整備が行われた場合

ケース2: 高速道路整備が10年遅れた場合

高速道路の整備水準のみ異なるこれらの2つのケースについて、それぞれの時代毎に推定されたパラメータを用いて、モデル出力の違いを比較分析した。図6は、高速道路整備が進むころからわが国の主力産業となっていく電気機械の立地をシミュレートした結果である。この結果より、耐久消費財に対する消費性向が高まる中で、高速道路整備が10年遅れた場合には、製品価格が高

図5 わが国における高速道路整備

く需要が顕在化しないために、生産の増加が低迷したことがわかる。しかし、高速道路整備が開始されると、関東、中部、近畿などの沿線地域での生産が急速に増えはじめ、産業構造の転換期には地方における産業立地が進展しなかったことがわかる。

5.3 高速道路整備の等価変分

このように地域の産業構造が大きく変化する中で、高速道路の整備によって各地域の家計の効用水準がどのように変化したのかについてモデル分析したものが図7である。図中には、高速道路の整備による効用水準の変化を等価変分として計算し、その大きさを対所得比で現したものを

注) 縦軸は1965年を100とした指数を示す。

図6 シミュレーション結果

表示している。これを見ると高速道路整備の初期段階では、関東、中部、近畿といった沿線地域にきわめて多くの便益が帰着しており、大都市圏を中心とした地域の経済発展に大きく寄与したことがわかる。しかし、ネットワークの整備が進むにつれて、東北、中国などの新線沿線地域にも多くの便益が帰着しはじめ、これらの地域の経済発展に高速道路整備が貢献したことがわかる。ところが、それと同時に、これらの地域と直接結びついた関東、中部、近畿などの地域にもかなりの便益が帰着しており、大都市圏の経済的な繁栄がなお続いたことは、こうした影響もその一因として指摘することができる。

6 おわりに

本研究では、価格変数を内生的に決定する多地域一般均衡モデルを用いて、わが国の高速道路の整備効果に関する事後分析を試みた。その思果、わが国の高速道路整備は、産業構造の転換期

注) 縦軸は期初の効用関数を用いて高速道路整備による等価変分の対所得比を表したものである。

図7 高速道路整備による等価変分の対所得比

における地域構造の改編に大きな影響を与えたことが明らかにされた。つまり、高速道路整備は沿線地域の輸送費を低下させ、製品の価格競争力を相対的に向上させたこと、中でも、電気機械をはじめとする組立型産業は大きな影響を受け、これらの産業の沿線地域への立地に大きく貢献したことなどを明らかにした。さらに、こうした新たな産業の立地により、高速道路の沿線地域では家計の効用水準が大きく向上したこと、しかし同時に、こうした地域と高速道路で結びついた大都市圏でも、家計の効用水準が向上したことなどをモデル分析を通して定量的に明らかにした。

本モデルで用いた分析モデルは、高速道路の整備効果を現実の統計データを用いて一般均衡分析するためのパイロット・モデルである。したがって、さらに詳細な分析を行うためにはこのモデルをさらに精緻なものにしていく必要がある。例えば、1) 高速道路の利用料金を明示的に組み込むことにより、料金制度の評価分析が可能となること、2) 人口移動を組み込むことにより、さらに長期的な予測分析も可能となること、3) 輸出入を組み込むことにより、国際分業の進展が国内の地域構造に与える影響を分析することができることなどが考えられる。これらの分析については、本研究の課題としてまた別の機会に報告したいと考えている。

参 考 文 献

- [1] 河野博忠・氷鮑揚四郎：日本における地域学：展望2，地域学研究，第11巻，pp.221-330，1980。

- [2] 目良浩一：交通投資の地域開発効果予測のためのモデル作成の試み——中間報告——，地域学研究，第11巻，pp. 1-15, 1980.
- [3] 国久荘太郎：関東地域を中心とした道路整備の経済効果に関する研究，道路交通経済，No. 20，pp. 38-49, 1982.
- [4] 奥田隆明：確率論に基づく多地域一般均衡モデル，地域学研究，第24巻，第1号，pp. 117-131, 1994.
- [5] 奥田隆明・林良嗣：確率論に基づく地域間産業連関分析の再検討——ランダム効用理論を用いた数式展開——，地域学研究，第23巻，第1号，pp. 31-41, 1993.

Applied General Equilibrium Analysis on Effects of Motorway Improvement in Japan

Takaaki OKUDA* and Yoshitsugu HAYASHI†

In this paper we have studied effects of motorway improvement in Japan. In this study we used a computable general equilibrium model which have been proposed for impact studies of regional policies. By using this operational model based on micro economic theory, we are able to study impacts not only the changes of demand and supply, but also the change of price, income, utility and so on. Through this study, the following things have been appeared. Though motorway network was constructed rapidly, it is appeared that in delayed case of motorway construction industries such a electric machinery didn't located in rural area. Moreover, in early step of motorway construction, its benefits were imputed to a few regions where motorway had been constructed, but as motorways had been constructed more and more, the benefits were spread to all regions.

* Department of Geotechnical and Environmental Engineering, Nagoya University

† Department of Geotechnical and Environmental Engineering, Nagoya University