

旅行速度を用いた自動車交通アクセシビリティ および自動車交通環境測定を試み

—— 長野県諏訪圏域を事例として ——

駒木伸比古

キーワード：自動車交通アクセシビリティ，旅行速度，諏訪圏域

I. はじめに

自動車交通に関するアクセシビリティ研究は、自動車交通に大きく依存する現代の交通アクセシビリティを示すものとして行われてきた。また、交通路建設などによる交通インパクトを計測する際にも行われている。

藤目(1983)¹⁾は、中四国地方において、交通プロジェクト整備状況による自動車交通アクセシビリティの成長・衰退パターンを示すと同時に、MDS(多次元尺度法)を用いて都市の時空間変化を明らかにした。同じく藤目(1999)²⁾は中四国地方において、時間距離と費用距離による自動車交通空間変化の違いを示した。田中(1998)³⁾は、東北地方における乗用車と貨物車のアクセシビリティについて、1971年と1994年の比較を行い、その要因を考察した。また同じく田中(2001)⁴⁾は、旅行速度を用いて長野県松本市における1990年と1997年との自動車交通アクセシビリティの変化を示している。

なお、こうした交通アクセシビリティ研究においては、交通ネットワークをノードおよびリンクから構成されるものと考え、グラフ理論によりネットワークにおける各ノードのアクセシビリティを求めることが多い。その際には、実距離や時間距離、費用距離、心理距離などといったリン

クの移動コストを設定する必要がある。自動車交通アクセシビリティ研究においては、時間距離が使用されることが多く、道路の種類や幅員、立地などといった条件によって走行速度を設定し、リンク間の移動時間を計測している。

しかし、こうした移動時間はあくまでも仮定上のものであり、現実を反映したものであるとはいえない。例えば、幅員が広くとも交通量の多いDID区間などでは走行速度が非常に遅くなる可能性があり、また農村部などでは交通量の少なさから幅員が狭くとも走行速度が高速になることもあるだろう。

以上に挙げた問題点を解決するために、本研究では実際の走行速度である旅行速度⁵⁾を用いて時間距離を算出し、リンクの移動コストとして用いる。この手法により、より現実的な自動車交通アクセシビリティを示すことができる。この点について田中(2001)⁶⁾は、自動車交通分析の際に旅行速度を用いることにより、真の時間距離に基づく空間分析ができることを指摘している。

一方、各道路には道路状況により制限速度が設定されている。制限速度は、各都道府県の警察により法定速度(一般道であれば60km/h)を最高値とした低減式により設定されている。この速度をその道路において基準となる走行速度とし、旅行速度と制限速度とを比較すれば、混雑状況などそ

の道路における自動車交通環境を示すことが可能ではないだろうか。また制限速度によるアクセシビリティと旅行速度によるアクセシビリティを比較すれば、地域全体の自動車交通環境を示すことも可能であると考えられる。なお、一般に道路の交通環境は混雑度⁷⁾によって示されるが、これは実際の交通の流れを直接反映したものではない。

以上より本研究は、旅行速度を用いて自動車交通アクセシビリティを示し、それを制限速度によるアクセシビリティと比較することにより自動車交通環境を示すことを目的とする。

研究対象地域は、長野県諏訪圏域⁸⁾とする。長野県のほぼ中央部に位置し、諏訪湖を中心とした盆地である。長野県における交通の結節点であると同時に、太平洋側と日本海側の中間地点でもある。したがって、周囲から諏訪圏域へ流入および諏訪圏域を通過する交通量は多い。1982年に中央自動車道が全区間開通し、国道、県道などといった一般道への通過交通の負担は軽減したと考えられる。しかしその地理的位置から、依然として諏訪圏域内では生活交通と通過交通が競合していると考えられる。

なお、分析の際には「平成11年度道路交通センサス」を用い⁹⁾、諏訪圏域内の国道および県道（主要地方道および一般県道）を分析対象とした¹⁰⁾。

第1図は、研究対象地域である諏訪圏域を示したものである。諏訪圏域の動脈ともいえる国道20号線が北西から南東方向に貫いており、松本・長野方面および甲府方面へそれぞれ通じている。国道142号線、152号線、299号線は八ヶ岳から蓼科山、霧ヶ峰と連なる山塊を越えて上田・佐久方面へ通じている。伊那方面へは国道152号線および天竜川に沿う主要県道（下諏訪・辰野線）が通じている。こうした他地域との接続道路は、南東方面を除くといずれも標高2,000m以上の山地を通過する。そのため蛇行が著しく、幅員も狭くなっている。諏訪圏域内をみると、諏訪湖周辺、特に東岸および西岸では湖に山地がせまるボトルネックとなっている。ここは諏訪圏域を南北に縦断する際には必ず走行しなければならない場所である

と同時に、上諏訪と下諏訪を結ぶ主要交通路でもある。それに対し、茅野市から富士見町、原村にかけての八ヶ岳山麓部はなだらかな地形が続いており、比較的直線状の道路がみられる。

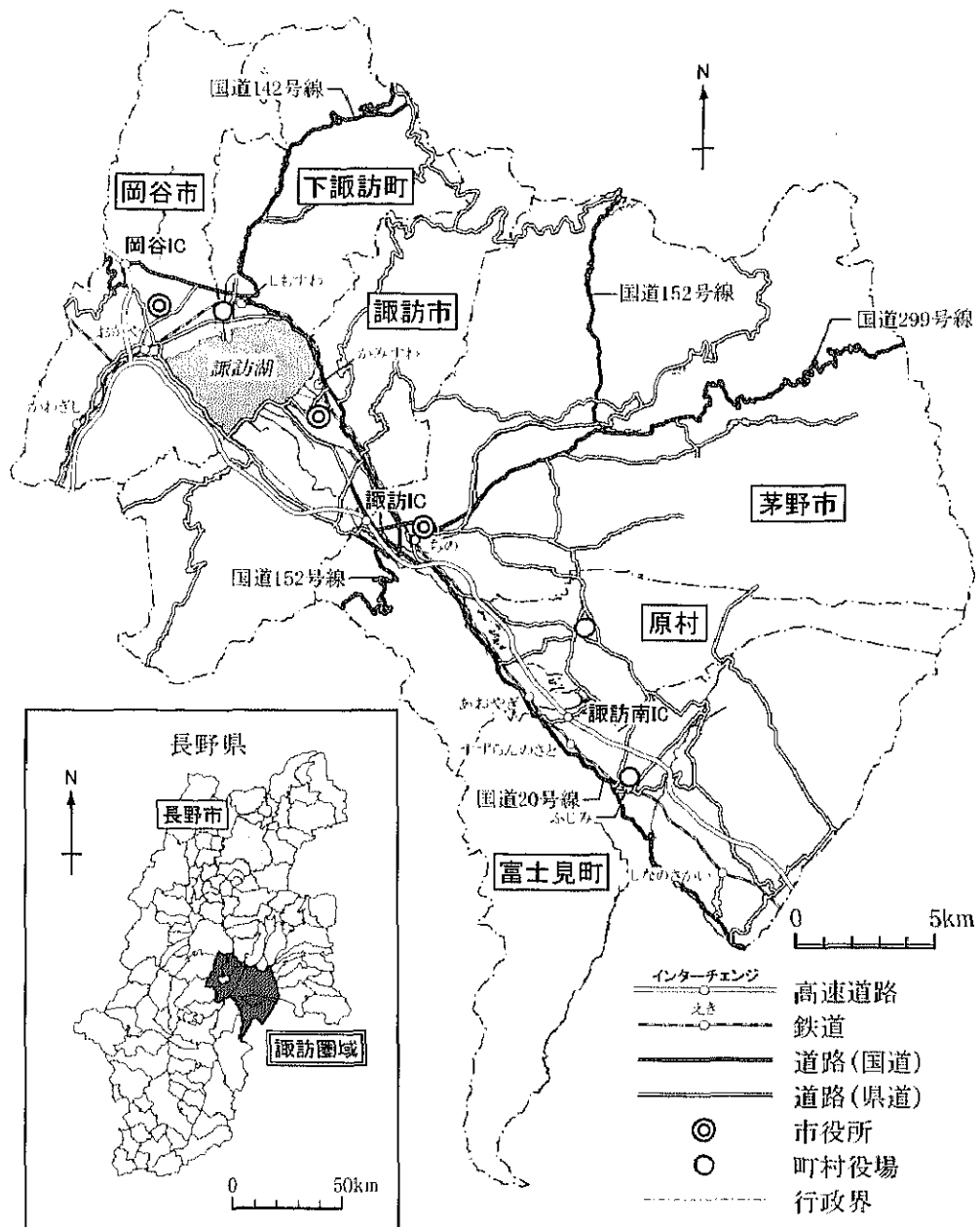
岡谷市、諏訪市、茅野市の各市街地では道路網が密であり、特に茅野市役所付近では諏訪インターチェンジ、国道20号線、152号線、299号線が交錯する結節点となっている。

対象となる道路、計136区間における自動車交通量を示したものが第2図である。諏訪圏域の軸である国道20号線における交通量の多さが目立つ。また、人口密度が高いため生活交通が多く発生していると考えられる岡谷市、下諏訪町、諏訪市、茅野市の各市街地においても交通量が多い。特に諏訪湖周辺において交通量が多いが、これは前述のように諏訪湖の東西岸がボトルネックとなり交通が集中すると同時に、市街地と諏訪圏域出入口が隣接しており、生活交通と通過交通が競合しているためであると考えられる。また伊那方面へ向かう主要県道（下諏訪・辰野線）および佐久方面へ向かう国道152号線でも比較的交通量が多い。一方、原村、富士見町にかけての八ヶ岳山麓における交通量は少ない。これは、農業的土地利用が卓越しているため人口密度が小さく、生活交通があまり発生しないためであろう。

II. 旅行速度の分布および制限速度との比較

本章では、旅行速度および制限速度に対する旅行速度（以降速度比と記述する）の分布から諏訪圏域の交通状況を示す。なお、速度比の値が小さいほど交通状況の悪い区間であるといえる。第3図は諏訪圏域における国道・主要地方道・一般県道の旅行速度を、第4図は速度比をそれぞれ示したものである。なお、第5図は道路区間における交通量と速度比の相関を示したものであり、諏訪圏域においては一般に交通量が多いほど速度比が小さくなるといえる。

岡谷市から茅野市にかけての地域では、旅行速度がおおむね30km/h以下となっており、速度比も1.0を大きく下回っている。特に諏訪湖湖畔で

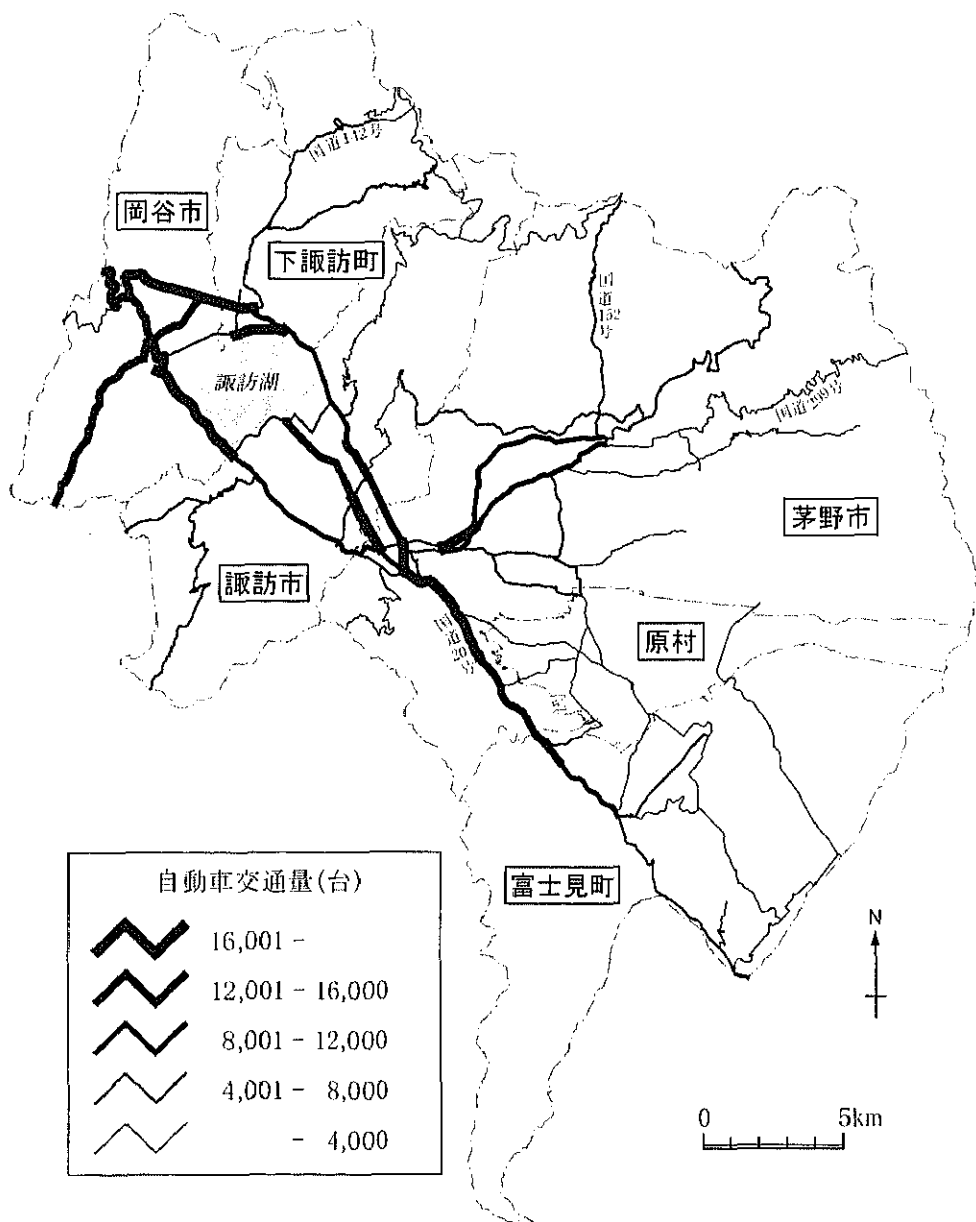


第1図 研究対象地域（1999年）

（「数値地図25000（空間データ基盤）」および「諏訪建設事務所管内図」により作成）

ある諏訪市、岡谷市、下諏訪町の各市街地においてその傾向が強い。これは、市街地であるため信号のある交差点が多くなることや、生活交通が多く発生していること、そして通過交通と生活交通が競合していることが考えられる¹⁰⁾。

また、山間部の道路と市街地の道路が接続する部分では速度の変化が大きく、例えば国道20号線と142号線が合流する下諏訪町付近では、約20～30km/hの差が生じている。こうした速度変化の大きい地点では渋滞が起きやすく、自動車が円滑



第2図 諏訪圏域における国道・主要地方道・一般県道の自動車交通量（1999年）

（平成11年度道路交通センサスにより作成）

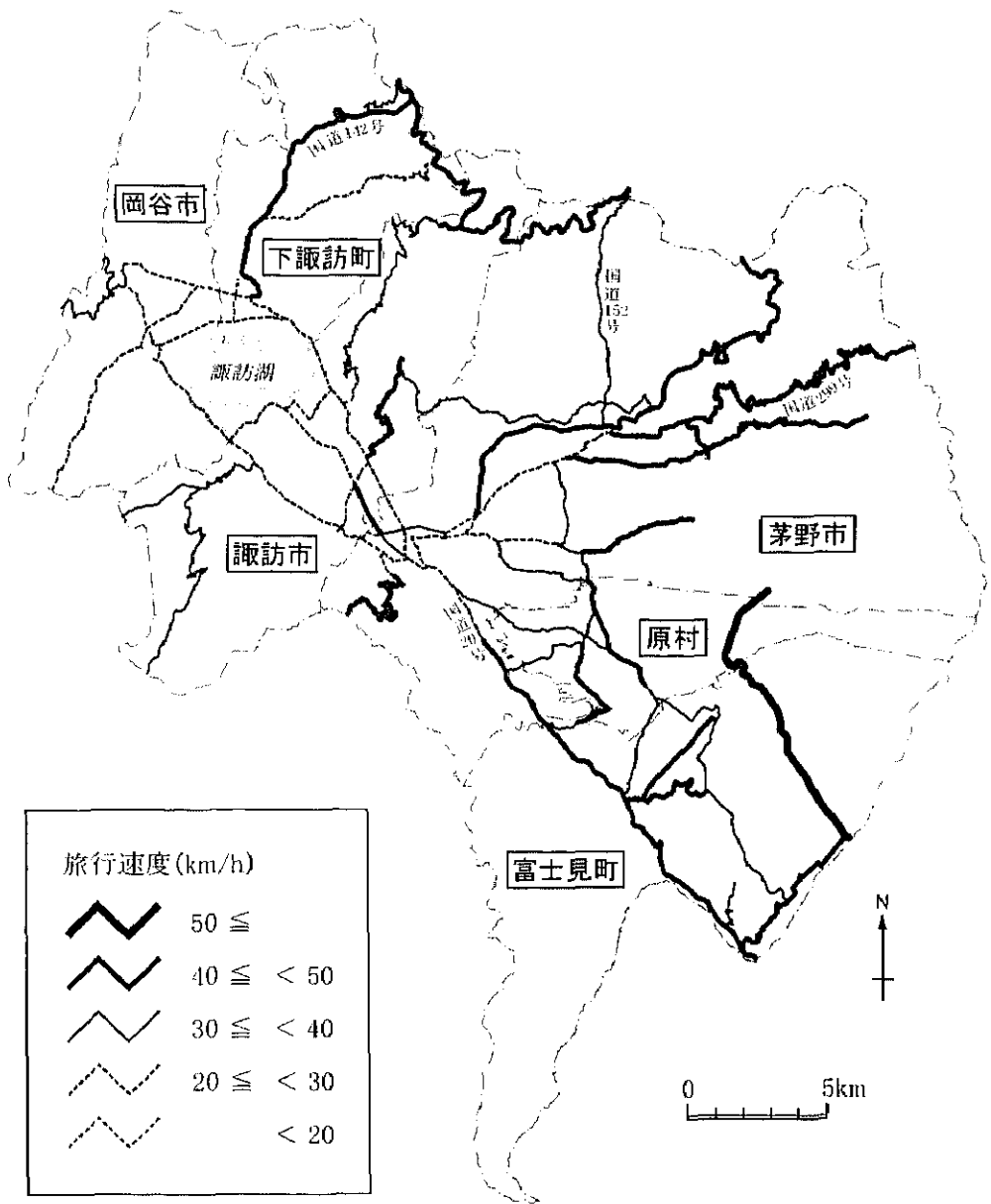
注）自動車交通量とは乗用車，バス，小型貨物車，大型貨物車の合計通行台数を示す

に走行しづらい。

一方、茅野市から原村、富士見町にかけての道路では旅行速度が40km/h前後となっており、速度比も1.0前後となっている。特に原村から富士見町にかけての八ヶ岳山麓部でその傾向が強い。

これは、地形がなだらかで直線的な道路が多いことや、農業的土地利用が卓越しているため交通量が少なく、自動車の走行が円滑になることが考えられる。

なお、諏訪圏域と他地域とを結ぶ道路における

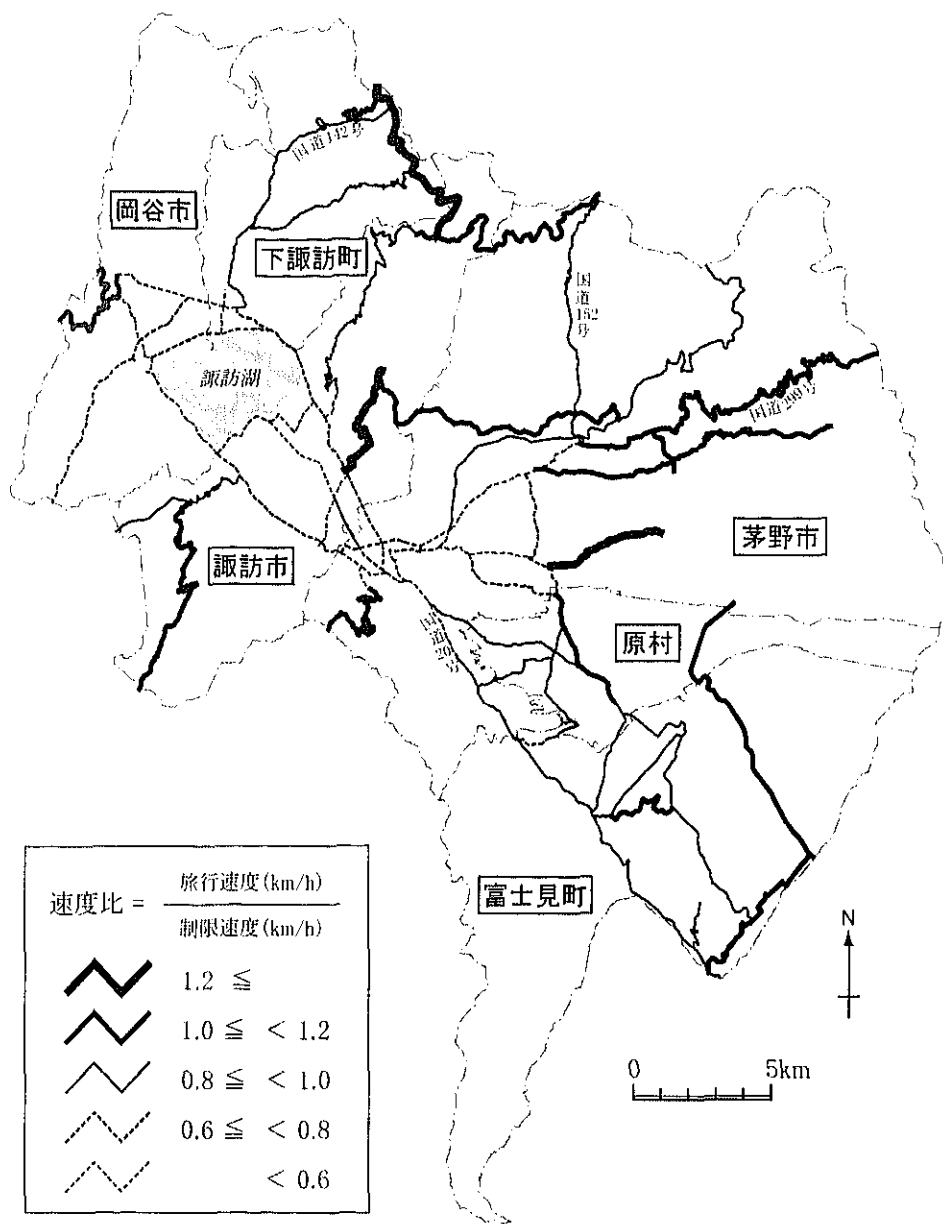


第3図 諏訪圏域における国道・主要地方道・一般県道の旅行速度（1999年）
 （「平成11年度道路交通センサス」により作成）

速度比は1.0前後となっている。これは、山間部であり蛇行が激しいため走行速度が上昇しないこと、そして生活交通と通過交通の競合が起こらないため道路交通許容量を超えにくいことが考えられる。

Ⅲ. 旅行速度からみた自動車交通アクセシビリティ空間

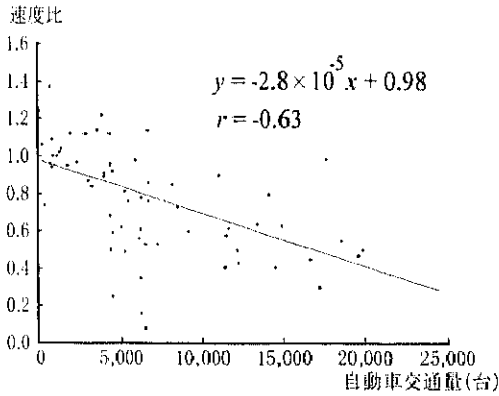
本章では、旅行速度を用いて諏訪圏域における自動車交通アクセシビリティを算出し、その空間



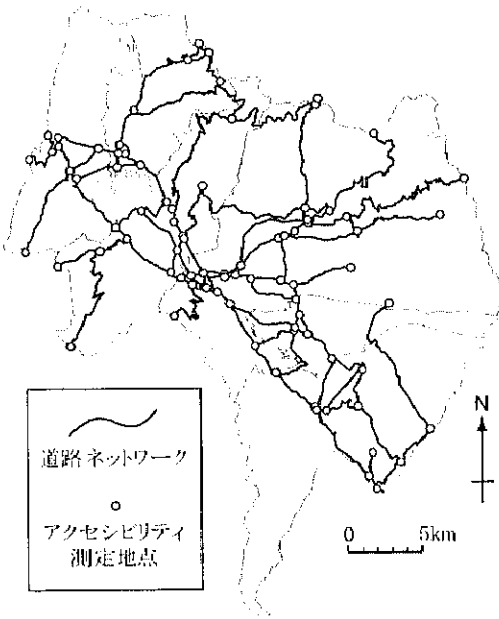
第4図 諏訪圏域における国道・主要地方道・一般県道の速度比（1999年）
 （「平成11年度道路交通センサス」により作成）

的な特徴を示すこととする。各リンクの移動コストにはIで述べたように旅行速度から算出した移動時間を用いる。なお、道路交通センサスには国道、県道（主要地方道および一般県道）が区間に分割され、それぞれの旅行速度が示されている。

本研究では各道路の区間をリンク、区間が接続する場所をノードとしたネットワークを構築した（第6図）。そして、有値ネットワークに関わる最短バス行列の探索とそれに伴う各ノードの近接性を算出する際に用いられるBooleの代数法により



第5図 諏訪圏域における国道・主要地方道・一般県道の速度比と自動車交通量の相関関係
 (「平成11年度道路交通センサス」により作成)
 注) 回帰係数, 相関係数ともに1%で有意



第6図 道路ネットワークとアクセシビリティ測定地点

(奥野, 1977)¹²⁾, 各ノードにおける移動時間のOD行列(86×86)を作成した。そして, 次式により各ノードにおけるアクセシビリティ A_i を算出した。

$$A_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (1)$$

ただし, A_i は諏訪圏域における j ノードの相対的アクセシビリティ, t_{ij} は旅行速度から算出したノード ij 間の移動時間である¹³⁾。

第7図は式(1)により算出した各ノードにおける旅行速度からみたアクセシビリティ値を, 逆距離加重法¹⁴⁾により補完して示したものである。数値が低いほどアクセシビリティが良いことを示す。

計算方法の特性¹⁵⁾を反映し, 中央部に位置する茅野市街地においてアクセシビリティが最も良く, 圏域縁辺に向かうほど悪くなる。しかし, その広がりとは同心円ではなく, いくつかの特徴がみられる。

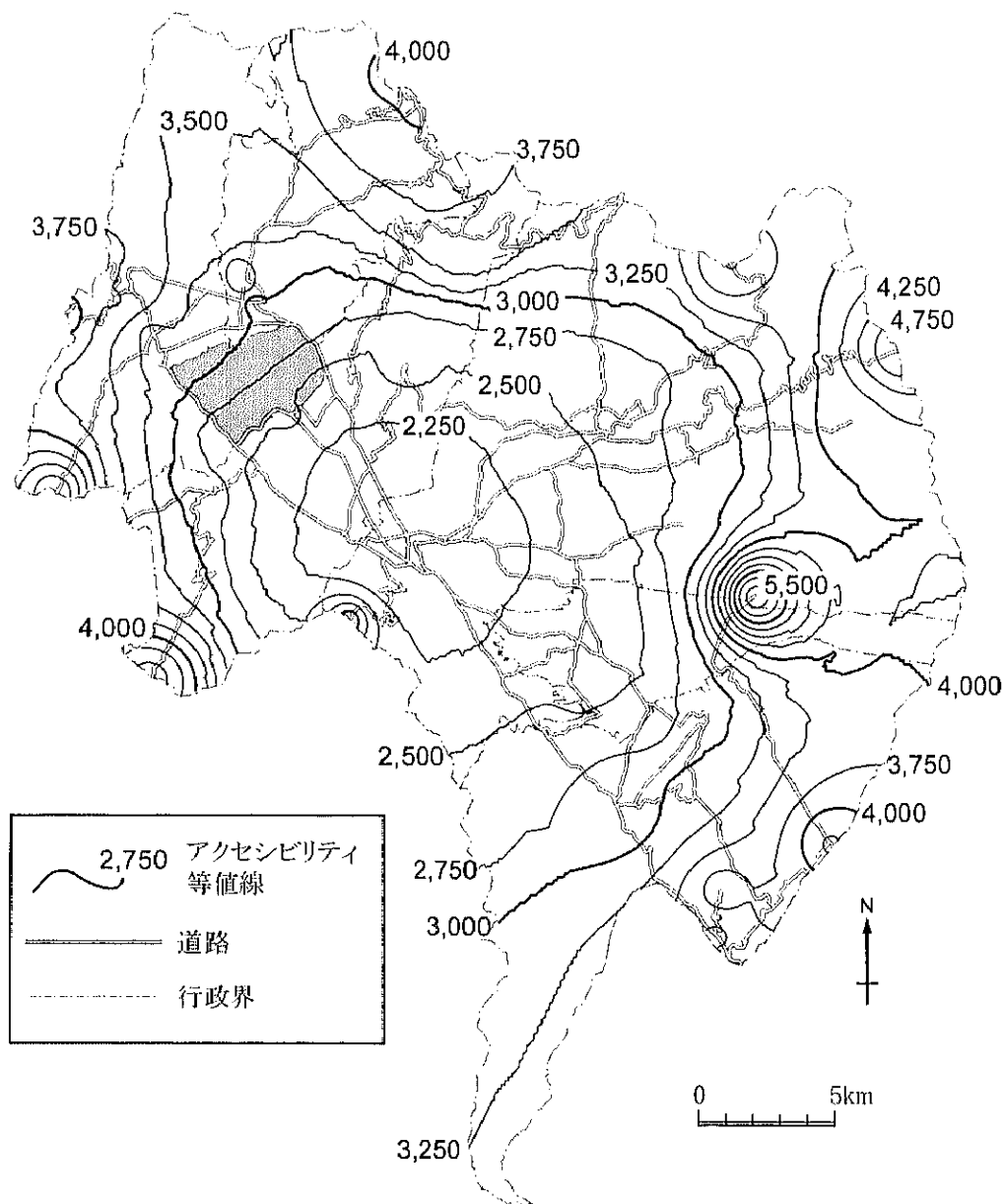
まず, アクセシビリティ空間は北西から南東にかけて楕円状になっている。山間部では道路が蛇行し勾配が大きいため速度が大きくなりならず, 直線距離に対する走行時間が長くなる。一方, 北西から南東にかけて諏訪圏域を貫く国道20号線は, ほぼ直線である。したがってIIでみたように旅行速度が遅くとも, 山間部と比べて直線距離に対して走行時間は短くなる。

次に, 南東方向へのアクセシビリティ曲面の傾きは比較的緩やかであるのに対し, 北西方向へのその傾きは比較的急である。これは, 諏訪湖北部への経路が諏訪湖東西の湖岸沿いの2路線に限定されると同時に, 第2図および第4図でみたように交通の集中が著しく, 北西方向への距離摩擦が大きくなったためであると考えられる。

なお, 原村東部にアクセシビリティの極めて悪い場所がみられる。これはデータの都合上, ネットワークにおける近接性が極めて悪いノードが存在しているためであり, 実際の道路交通を反映したものではない。

Ⅳ. 諏訪圏域の自動車交通環境空間

本章では, 現実に近いと考えられる旅行速度から算出したアクセシビリティと, 制限速度から算出した理論上のアクセシビリティを比較すること

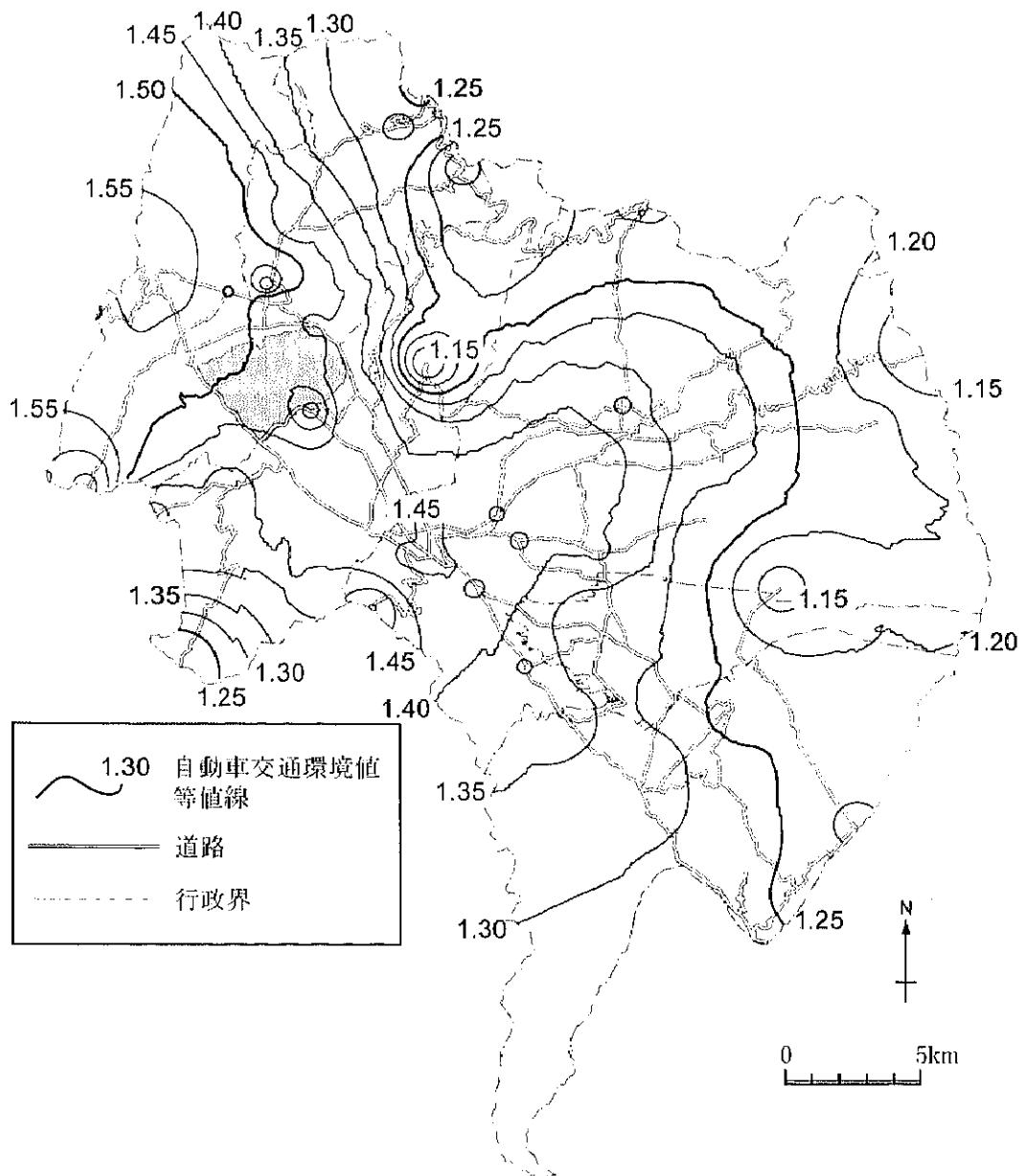


第7図 旅行速度からみた諏訪圏域におけるアクセシビリティ空間（1999年）
 （「平成11年度道路交通センサス」により作成）
 注）アクセシビリティ等値線は250ごとに描写

により、諏訪圏域の自動車交通環境を測定する。
 IIIで算出した旅行速度によるアクセシビリティ値と、制限速度から求めたアクセシビリティ値を次式により比較し、それを自動車交通環境値 f_j と名づけた。

$$f_j = \frac{A_j}{\sum_{i=1}^n d_{ij}} \quad (2)$$

ただし、 d_{ij} は制限速度から算出した ij 間の移動時間、 A_j は j ノードにおける旅行速度からみた自動車交通アクセシビリティである。なお、この自



第8図 諏訪圏域における自動車交通環境空間（1999年）
 （「平成11年度道路交通センサス」により作成）
 注）等値線は0.05ごとに描写

自動車交通環境値は、値が高いほど自動車交通環境が悪いことを示す。

第8図は、式（2）により算出した諏訪圏域における自動車交通環境値を、第7図と同じく逆距離加重法により補完して示したものである。全体

的に東から西に向かうにつれ自動車交通環境が悪くなり、諏訪湖北西岸でもっとも悪い。これは、Ⅱで示した諏訪湖北部への経路が諏訪湖東西の湖岸沿いの2路線に限定されるため、交通が集中して交通容量を超えていることや、諏訪湖沿岸の人

口密度が比較的高く発生交通量が多いため、走行速度が低下していることを反映しているといえよう。また、茅野市街地でも自動車交通環境の悪い場所がみられる。これは、国道20号線、152号線、そして中央自動車道諏訪ジャンクションが交錯する交通結節点であることや、ロードサイド店の進出が随所にみられることなどから交通の集中が激しいことを反映していると考えられる。

一方、山間部における自動車交通環境は良く、特に東部で自動車交通環境値が低くなっている。これは、Ⅱと同様、交通量が少なく、順調に自動車交通が流れているためであると考えられる。

V. おわりに

本研究では、諏訪圏域を事例として、旅行速度を用いて自動車交通アクセシビリティ空間を示し、また旅行速度から算出したアクセシビリティと制限速度から算出したアクセシビリティを比較することにより自動車交通環境を示した。その結

果には交通量や走行速度だけでなく市街地やボトルネックといった地理的特徴が反映されており、交通量や速度比からみた分析結果を裏付けるものであった。したがって、より現実的な自動車交通アクセシビリティを示すことができたと同時に、自動車交通環境を空間的に示すことができたと考えられる。

本研究では単年度のデータ分析にとどまったため、バイパス道路建設など、交通インパクトに伴う自動車交通環境の変化などを示すことはできなかった。また、旅行速度データが国道・主要地方道・一般県道しかないため、分析する道路ネットワークが現実よりも極めて単純になるという問題点がある。さらに、本研究で示した道路環境が、渋滞などといった現実の道路交通状況をどの程度反映しているのかまでは明らかにできなかった。今後の分析においては、これらの問題点を課題としたい。

本研究を行うにあたり、斎藤 功教授をはじめとする筑波大学生命環境科学研究科の先生方には終始お世話になりました。また、資料収集および聞き取り調査においては、諏訪市、岡谷市、茅野市、下諏訪町、富士見町、原村の市役所・町役場・村役場の担当者の方々にお世話になりました。特に諏訪地方建設事務所の小林宏明氏、柿崎 茂氏には道路交通センサデータの使用に際し、格別のご配慮をいただきました。以上記して感謝申し上げます。

[注および参考文献]

- 1) 藤目節夫 (1983) : 中四国地域の交通条件の相対的評価に関する研究, 地理学評論, 56, 754-768.
- 2) 藤目節夫 (1999) : 時間・費用距離からみた中四国地域の自動車交通空間の変化, 地理学評論, 72A, 227-241.
- 3) 田中耕市 (1998) : 東北地方における自動車交通アクセシビリティ変化, 経済地理学年報, 44, 35-47.
- 4) 田中耕市 (2001) : 旅行速度からみた自動車交通アクセシビリティ—長野県松本市を例として—, GIS—理論と応用—, 9, 39-46.
- 5) 旅行速度とは、ある道路区間における区間距離を走行時間で除したものである。なおこの走行時間には信号や渋滞などによる停止時間も含まれる。調査は、秋季（9月～10月）の平日及び休日の任意の日に行われる。平日には、朝または夕方のラッシュ時間帯（7:00～9:00, 17:00～19:00）のより混雑する方向に、そして休日には、ピーク時間帯（1日の中で最も混雑する時間帯）の混雑方向にそれぞれ1回観測される。ただし、DID区間（代表沿道状況が人口集中地域となる調査単位区間）については、平日は3回、休日はピーク時の混雑方向に3回観測される。
- 6) 前掲3)
- 7) 混雑度とは、計測された自動車類12時間合計交通量と国土交通省道路局により定められた12時間実

交通容量により算出されている。

- 8) 本研究における諏訪圏域とは、諏訪市、岡谷市、茅野市、下諏訪町、富士見町、原村の3市2町1村のことを指す。
- 9) 長野県土木部 (2000) 『平成11年度道路交通センサス報告書 (全国道路情勢調査)』長野県土木部。
- 10) 高速道路 (中央自動車道) については分析対象としていない。それは、諏訪圏域が比較的狭く、地域内の移動に高速道路が使用されることは少ないと考えられるからである。
- 11) なお、諏訪湖周辺は地盤が軟弱なため路面状況が悪く、断続的に補修工事が行われている。このことも、走行速度低下の一因として挙げられるだろう。
- 12) 奥野隆史 1977. 『計量地理学の基礎』大明堂, 357p.
- 13) t_{ij} は、以下の式により算出した。

$$t_{ij} = \min (t_{ia} + t_{aj}) \quad (3)$$

ただし、 a は任意のノードを示す。

なお、後に用いた d_{ij} も同様の操作により算出した。

- 14) IDW (Inverse Distance Weight) と呼ばれ、グリッド補完の際に用いられる手法の一つである。本研究では、距離の乗数を2、検索半径を可変、用いるポイント数を12とした。
- 15) ネットワークに基づく測度であるため、一般にネットワークの中心のノードほどアクセシビリティが良くなる。なお、4つの測度 (累積機会、ネットワーク、人口ポテンシャル、輸送コスト) によるアクセシビリティを比較した土谷 (1986) によれば、本研究の用いた方法は交通網を一応反映した構造を示すものの、累積機会に基づく測度に比べ概括的構造に留まるということである。
土谷敏治 (1986) : 累積機会に基づく測度によるアクセシビリティの測定。人文地理, 38, 265-280.

(2004年9月30日 受理)