

退官記念講演 (昭和 46 年 3 月 24 日)

道路を中心とした技術と交通問題

Highway Engineering and Transportation Problem

星 埜 和*

Kano HOSHINO

道路を中心に過去60年間における交通の発展のあとを顧りみ、現状を分析し、問題点をいくつか示し、将来の方向について私見を述べた

交通の 60 年小史

今を去る 60 年のむかし、1910 年前後をかえりみると、わが国は明治維新ののち 40 年あまりを経ており、日露戦争の 5 年あとにあたり、韓国を併合して大陸進出の足場を固めた年に当たっている。当時の人口は今日のはほぼ半分 5000 万人であった。

わが国の交通史上記録されるべき大きなできごととして、徳川・日野両大尉による初飛行が行なわれたのも 1910 年のことであったが、民間定期航空が開始されたのはずっとあとの 1923 年であり、その間航空機はもっぱら軍用に供せられた。

1910 年ごろはわが国のみでなく世界の大勢として交通輸送の中心は舟運と陸上における鉄道によって占められており、自動車はまだ生れたばかりでようやく歩き出したにすぎなかった。

四面を海にかこまれた島国であるわが国は古くから海運に依存するところがきわめて大きく、今日でも国内貨物輸送の 40% 以上を内航海運が分担しており、近代工業生産施設とむすびついて、東京・大阪をはじめ各地に巨大な臨海工業地帯が造成され、海運の活況を助けている。

わが国で始めて開通してから 40 年近くを経た鉄道は 1910 年当時すでに 1.1 万キロに達しており、その 70% 近くが数年前 (1907) に国有化されたばかりであった。日清、日露の両戦役を経て鉄道の軍事的重要性が実証され主要幹線鉄道の国有化が必要となったものといわれている。陸上輸送における鉄道の優位性はその後も永く保たれ、今日に及んでいるが、最近に至ってその前途に暗いかげがさすようになってきた。先進諸外国とくらべてわが国の鉄道時代は遅く始まりあとまで続いてきたといえる。

鉄道の電化は 1906 年に始まり 1909 年に山の手線の電化が行なわれるなど、ようやく新しい時代を迎えようとしていた時にあたり、都市交通の分野で路面電車の普及が進みはじめ、東京では 1903 年品川新橋間に電車が

開通し、1911 年に東京市電気局が生まれ、チンチン電車はその後ながく市民の足として親しまれてきた。当時の軌道延長 192 キロ余、車両 1054 両、乗客一日平均 51 万人余、日収 1.7 万円余であった。当時東京都区部の人口は 200 万人余であったから、4 人に 1 人は毎日路面電車を利用したことになる。東京ではその後関東大震災のあと 1924 年に市営バスが、1927 年に地下鉄が生まれている。60 年後の今日路面電車が姿を消そうとしているのは、時代のうつりかわりの激しさを物語るものといえよう。

図 1 は東京都における車両保有台数の推移を示している。1910 年についてみると、東京都全域 (警視庁管下) の人口は 287 万人余であるのに対して、電車 1112 両、自転車 19923 台、人力車 26792 台、手引荷車 152972 台、乗用馬車 209 台であり、自動車はわずか 96 台にすぎなかった。その年の交通事故による死者は 10 人であったと記録されている。

自動車が始めてわが国に輸入されたのは 1901 年、国産ガソリン車の試作は 1907 年であったとされており、1911 年に全国の自動車保有台数は 235 台と記録されているので、その前年の全国保有台数は 100 台程度にすぎず、その大半は東京にあったものと思われる。また車種のほとんどは乗用車であったものと思われる。1916 年の統計では乗用車とバスを合せて 1624 台、トラック 24 台、計 1648 台となっている。

ずっと早く自動車時代を迎えたアメリカ合衆国においても 1895 年の登録台数はわずか 4 台であり、1901 年に 14800 台となっている。1900 年の自動車生産台数は蒸気車 1681 台、電気車 1575 台、ガソリン車 936 台、計 4192 台と記録されており、当時の価格は 3000 ないし 12000 ドルと高価なものであった。これに対して自転車は保有 1000 万台、生産年 1.2 百万台に達していた。当時の道路はアメリカ合衆国でもまだきわめて原始的なものであり、1905 年にコールタールと原油を用いた路面処理実験、1906 年に歴青マカダム舗装実験、1909 年にコンクリート舗装道路実験がそれぞれ行なわれ、ようやく近代の道路舗装技術の展開が始まりかけていた。

* 東京大学生産技術研究所 第 5 部

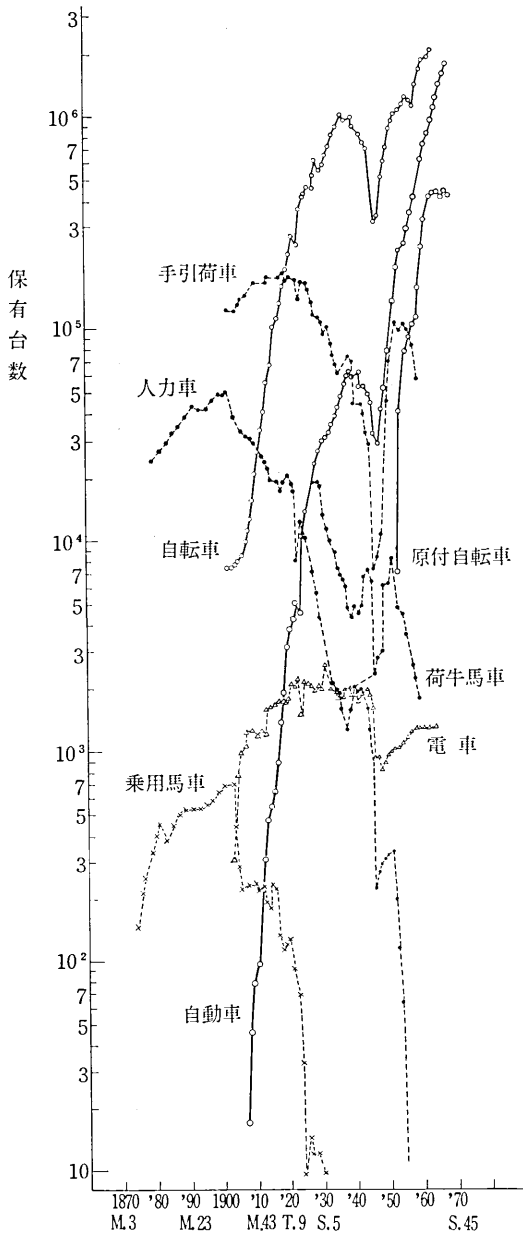


図1 東京都車両保有台数の推移

わが国でも古くから海路を中心に交通が開けてきたが、陸路もまた少しずつ整備され、徳川時代の終りごろには諸外国とくらべてあまり見おとりのしない道路網が全国的に普及をみていた。しかしながら地形地勢の条件から車両の発達がみられず、陸路は主として徒歩、馬の背、かごなどによったため、歩車道の区別がないままに明治維新を迎えることになった。維新ののちは西欧の文物とともに馬車や自転車が輸入され一時は広く普及をみ、路面の築造工法として碎石を用いるマカダム工法も導入されたが、時代は鉄道を中心として移ってゆき、第二次世界大戦の終わったあとになってようやく自動車と道

路の時代を迎えることになる。

先進諸国とくらべて自動車時代に入るのがおくれたのは、燃料であるガソリンが大半を輸入に依存しているため、非常事態に備えてその消費が強く抑制されるという軍事上の理由によるところが大きかった。太平洋戦争そのものが石油資源を確保する必要から起こったといわれているほどであり、戦後に石油の供給が豊かになるにつれて自動車に急速に普及をみるに至ったのもこの間の事情を物語っているといえよう。

世界の犬勢からみて、一次エネルギーの供給源は石炭から石油へと大きく転換しており、わが国の将来は輸送や生産の面だけでなく国民生活の全般にわたってエネルギー資源の供給安定と確保にかかっていることは誰がみても明らかであろう。

わが国自動車交通の発達は上に述べたような事情のもとできわめて遅いものであったが、それでも自動車の全国保有台数は1920年に1万台、1930年に9万台、1940年に20万と少しずつふえてきた。このような情勢に対処するため1909年わが国初の道路法が公布施行されるに至ったが、数年をへて1923年関東地方に大震災が発生したのをきっかけに、大規模な復興事業が計画され、街路を中心とした都市計画の実施により、隅田川架橋にみられるような画期的工事が施工され、各種の近代的舗装工法も採用されるようになった。東京に市バスが生れたのも震災後の市内交通を復旧するにあたって路面電車より早く市民の利用に供することができたためといわれている。

その後、世界的な不況の時代に入り、わが国は満州で事をかまえ、やがて事変は北支から大陸の奥地へと拡大

表1 舗装工種別延長比率
1933年末 舗装延長 55299 km

工 種	比 率 (%)
高級歴青舗装	23.4
簡易歴青舗装	50.4
コンクリート舗装	19.4
木塊舗装	2.4
石塊舗装	3.5
レンガ舗装	0.8

表2 橋梁の構造別比率
1933年末 橋梁総数 406874

構 造	比 率 (%)
鋼 構 造	1.0
鉄筋コンクリート	15.8
石 造	21.7
レ ン ガ 造	0.1
木 造	60.8
船 橋 渡	0.5

されてゆく運命をたどり、内外ともに多事となり、国内輸送路の整備に力を注ぐゆとりを失なのまま太平洋戦争へ突入することになるが、1933 年末における全国道路統計によると、当時の道路延長は 103 万キロ余、そのうちの改良延長が 9.5%、舗装延長が 5.5% となっており、道路橋梁の総数は 40.7 万橋となっている。舗装の工種別比率は表 1 に、橋梁の構造別比率は表 2 のようであった。舗装工種の半ばは歴青簡易舗装であり、これに高級歴青舗装を加えると 4 分の 3 が歴青系舗装、残りは 20% がコンクリート舗装、その他ブロック舗装が 6% 余となっている。橋梁の 60% 以上が木造橋であり、残りの永久橋のうち過半数の 22% が石造橋、16% が鉄筋コンクリート橋であったが、鋼橋はわずか 1% にすぎなかった。

このころを境に非常時とよばれる戦事態勢が布かれるようになり、民需は厳しい統制の下におかれ、1941 年太平洋戦争へ突入、1945 年敗戦を迎えることになった。

戦後の自動車輸送と道路

数年にわたる第二次世界大戦の影響は全世界のすべての国々に深いやしがたい傷跡を与え、その復興にはおよそ 10 年の歳月を要した。

わが国もその例にもれず、1950 年の朝鮮戦争をきっかけにいくぶん回復のテンポが早まったが、本格的な経済の復興がみられるようになったのは 1955 年ころからであった。

わが国の自動車保有台数は終戦時の 1945 年の 14.3 万台から、1950 年 30.7 万台、1955 年 81 万台、1960 年 191 万台、1965 年 708 万台、1970 年 1850 万台と加速度的にふえ、やがて 2000 万台に達しようとしている。

このような自動車保有台数の増加に比例して全国いたるところで自動車交通量が増大をつづけ、交通の混乱と事故の頻発がみられるようになってきた。このような情勢の下で 1954 年に第 1 次道路整備五カ年計画がスタートし、まず一級国道を根幹とする幹線道路の改良整備に着手したが、1958 年からの第 2 次道路整備五カ年計画では名神高速道路をはじめとする有料自動車専用道路の建設が加えられ、さらに首都高速道路や阪神高速道路などの都市高速道路の建設も始められるようになり、ここに始めて本格的な自動車と道路の交通時代を迎えることとなった。道路整備計画はその後 3 年ごとに改訂されて、現在は 1970 年度を初年度とする第 6 次五カ年計画の実施に入っており、その総事業費は 10.35 兆円と見積られている。この計画の基本となった長期構想では、1985 年における総人口 1.2 億人、国民総生産 130~150 兆円、国民所得 1 人あたり 94 万円、自動車保有台数 3500 万台、総走行台キロ 5200 億台キロと見こんでいる。

戦後の道路技術と交通技術

戦後駐留米軍から放出されたカットバックアスファルトで細々ながら路面補修工事をつづけた時代から、次第に自動車交通の増加に対応して本格的な改良工事と舗装工事が進められるようになったとき、施工の機械化と舗装路盤の強化という 2 つの方向が打ち出され、各種の道路工事に用いる施工機械が始めは輸入されついで国産化された。舗装路盤の強化は路床上の改良、路盤設計の進歩を促がすことになり、各種の安定化工法が開発導入された。1932 年ごろから名神高速道路の建設が始められるようになって、自動車専用道路の計画設計に関連して大がかりな調査技術、線形設計法、容量計算法、交通配分理論、事故対策など交通工学に関する技術が導入開発され、施工面では大量土工、軟弱地盤処理、高速走行用舗装路面工、新形式橋梁および架設法などの施工技術における画期的な進歩が見られた。

都市における交通混雑は年々はげしさを加えるに至ったが、東京や大阪のような大都市では新たな交通網として都市高速道路の建設が推進されるとともに、既存街路網の整備をはかりかつ効果的に運用するため交通工学的な手法が広く応用されて、一方通行規制が広く採用され一部幹線街路についても適用されるに至った。また交通信号機の系統化が進み始めのころの線制御から面制御へと拡大され、コンピュータ、コントロールシステムによる複雑な制御理論と制御機構が開発され実用化されるに至った。

道路交通システムの拡大と複雑化にともなって、管理機構の再編成が必要となってきた。交通管理にあたる警察と道路管理にあたる建設とが表裏一体となって道路交通システムの運営管理に協力できる体制が布かれなければならない。最近では道路交通施設が沿道の環境を破壊し悪化させることのないよう配慮する必要性が高まり、問題はさらに複雑化してきたといわなければならない。

戦後における輸送構造の推移

戦後におけるわが国輸送構造の推移を知るため、旅客輸送と貨物輸送の年次別変化を図示すると図 2 および図 3 のようになる。

図 2 は旅客輸送について、運輸統計にもとづき 1955 年から 1969 年までの間につき、横軸に輸送人員と縦軸に輸送人キロ数をとってそれぞれの機関別と総計につきプロットしたものである。プロットした点と原点を結ぶ線の傾むきは平均輸送距離を現わしており、その値は図中の円弧上に目盛りで示してある。この図を一見して明らかかなように平均輸送距離の短かいものから順にあげるとバス、私鉄、乗用車、国鉄となる。(航空と船舶は図示できないほど小さい。)年ごとの伸び率をみると私鉄と国鉄

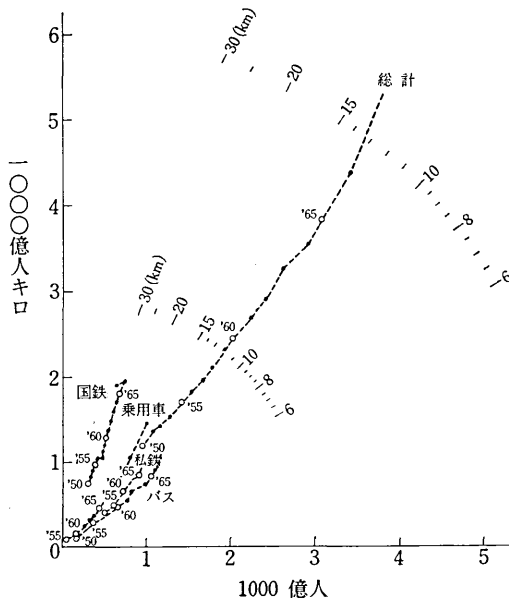


図2 旅客輸送の推移

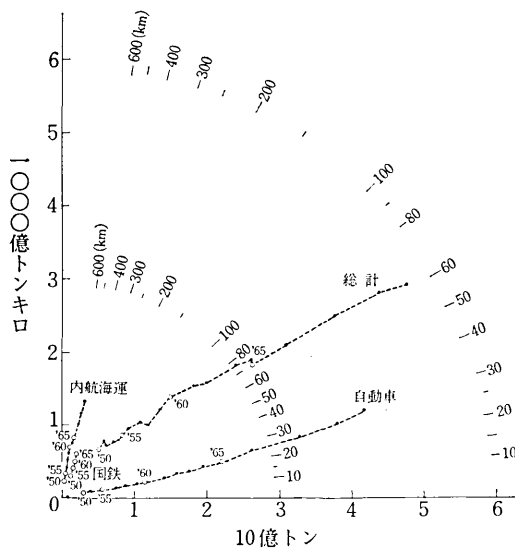


図3 貨物輸送の推進

は戦後2倍以上に伸びてはいるが、伸び率は小さく、ここに数年は伸びなやみ後退のきざしさえみられる。これに対してバスと乗用車は戦後原点の0に近いところから出発してきわめて大きな伸び率を示している。バスは私鉄と同様に、ここ数年伸びなやんでいるが、ひとり乗用車だけは年とともに伸び率が大きくなり、ここ数年の総計における大きな伸びの大半を担っていることがわかる。

つぎに、図3は同じく貨物輸送について作成したものである。ここでは横軸にトン数を、縦軸にトンキロ数をとっている。まず総計についてみると、輸送量の伸びは年とともに大きくなっており、1965年とくらべて1969

年の輸送量は2倍近くまで上昇していることがわかる。平均輸送距離は旅客の場合が12 km から14 km 程度にふえているのに対して、貨物の場合は130 km から60 km 付近まで年とともに減少していることがわかる。

これを機関別にみると、伸び率では自動車と内航海運がめだって大きいのとくらべ、国鉄の伸びなやんでいる様子が明らかである。平均輸送距離では自動車が20ないし30 km と比較的短い距離の輸送を担当しているのに対して、国鉄が250ないし300 km、内航海運が450ないし550 km とともに中長距離の輸送分野を占め、両者がたがいに激しく競合していることがわかる。ここ数年における貨物輸送の大きな伸びは自動車と内航海運の発展とくに自動車輸送の増大に負うところがきわめて大きいといえる。

国鉄と内航海運とはげしい競合関係にあることを確めるため、1963年と1968年の両年における距離帯ごとに両者の貨物輸送分担率をプロットしたものが図4である。距離帯に応じてかなりの変動がみられるが、距離が

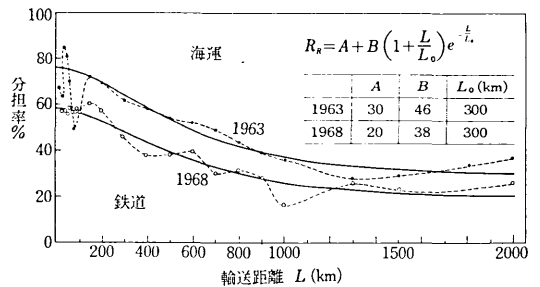


図4 鉄道と海運の貨物輸送分担率

ますにしたがって鉄道より海運の比率が大きくなっており、1963年とくらべ1968年にはすべての距離帯で海運の比率がめだって大きくなっていることがわかる。

いま鉄道の分担率を R_R (%) として

$$R_R = A + B \left(1 + \frac{L}{L_0}\right)^{-\frac{1}{L_0}} \quad (1)$$

とおき、式中の定数 A , B , L_0 (km) を求めてみると図中に記入したような数値が求まり、計算値から得られる曲線は図中の実線のようになる。

さらに、1968年の運輸統計資料から貨物輸送量の距離分布を求めてみると、図5のようになり、総計と自動車について、距離 L (km) に対して輸送量 W (t) の変化する割合 dW/dL を次式

$$\frac{dW}{dL} = \frac{W_0}{L_0 + L_c} \frac{n \left(\frac{L_0 + L_c}{L + L_c}\right)^{n+1}}{1 - \left(\frac{L_0 + L_c}{L_m + L_c}\right)^n} \quad (2)$$

にあてはめて、式中の定数 W_0 (t), L_0 (km), L_c (km), L_m (km) および係数 n を求めてみると、図中に記入したような値が得られる。

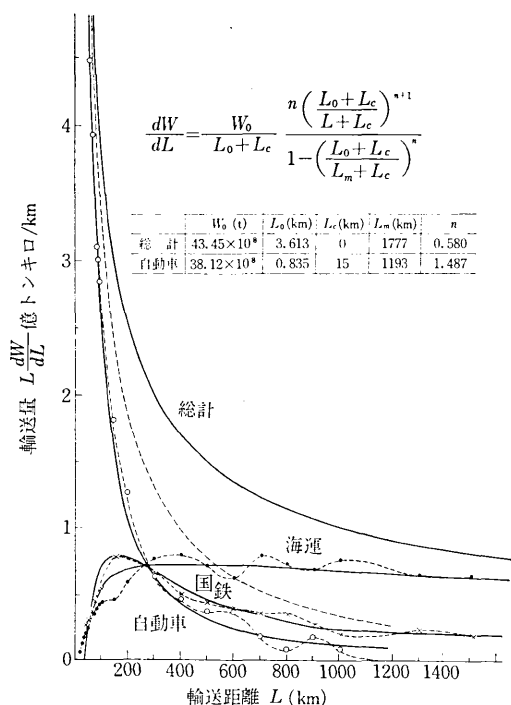


図 5 輸送量の距離分布 (1968 年)

総計量から自動車分を差ひき、残りを上に述べた分担比率で、国鉄分と海運分に別けると、図中の実線で示した分布曲線が得られる。ただし図の縦軸は輸送量の距離分布を $L \times dW/dL$ で表わしている。

この図から、自動車は短距離輸送において独自の分野を持っており、距離がますと急に減少して最大 1200 km 付近で終わっているのに対して、国鉄は中長距離の分野を負担し 150 km 付近を頂点として距離が増すにつれて輸送量が少しづつ減少しており、海運は同じく中長距離を分担しているが距離とともに輸送量がふえ、300 km 以遠ではほぼ一定となっていることがわかる。また 3 者は 250 km と 300 km の間ではほぼ 3 等分した分担率を示している。

以上を総合すると、旅客輸送の分野で戦後国鉄および私鉄は伸びやかなでているのに対して、バスと乗用車は大きい伸び率を示し、とくに最近では乗用車の伸び率が大きい。旅客輸送の構造変化を分析するにあたって、都市間の比較的長距離の輸送と都市内および周辺における短距離輸送を区別して考察する必要があると思われるが、普通に入手できる統計資料にもとづいてこの区分をすることは容易でない。しかしながらバス、私鉄、乗用車の大半は都市および周辺における短距離輸送を担っており、国鉄が都市内と周辺の短距離と都市間の中長距離の両方を、航空が都市間の中長距離を分担していると推定できよう。

都市内および周辺における旅客輸送は毎日くりかえさ

れるパターンのきまった通勤通学輸送とパターンが毎日一定しない業務そのほかの交通に大別され、前者はバス、私鉄、国電など大量公共輸送機関に依存し、後者はハイヤー、タクシー、自家用車などによって主としてまかなわれていると推定される。通勤通学のための輸送はピークの山とオフピークの谷が毎日くりかえされ、山と谷の間の変動がきわめて大きく、ピーク時の輸送力を確保するため多額の設備投資が必要となり、結果的には採算性が低いという問題をかかえている。この種の輸送の将来の伸びは必ずしもそう大きいとは思えない。

都市におけるパターンが毎日一定しない業務そのほかの交通に対して現状では自動車のほかには適当な輸送手段が見出せない。都市とくに都心部において公害対策ともならみ合せて自動車に代って、パターンの一定しないかつ起終点がいくつか連続した短いトリップの組み合わせからなる業務的な交通に対応できる新しい輸送システムの開発が急がなければならないであろう。

都市間を結ぶ中長距離の旅客輸送では将来レクリエーションを目的とする観光交通の激増がみこまれ、主要幹線交通路では平日よりも週末や休祭日より大きい交通需要が発生する傾向を示し、将来一そう強まるものと予想される。中距離では自動車と鉄道が、長距離では鉄道と航空がそれぞれはげしい旅客のうばいあいを演ずることになると思われる。

貨物輸送の分野では鉄道が短中距離で自動車により、中長距離で船舶により両側からはさみうちになっており、現状を維持することさえ容易でないと思われる。この点でわが国の鉄道は先進諸外国の鉄道とくらべてかなり特異な地位を占めているようにみえる。すなわちアメリカや西欧のように大陸性の国々にの鉄道は旅客輸送で自動車と航空のはさみうちにあって大きな打撃をこうむっており、むしろ中長距離の貨物輸送で比較的競争相手が少なく息をついているようにみうけられる。海洋国であるわが国では事情がまったく異なっている点に注意して鉄道の将来を考えるべきであろう。

交通の将来を予測する

わが国の全人口は明治初年ごろの 1870 年代に 3000 万人、40 年後の 1910 年に 5000 万人、100 年後の 1970 年に 1 億人に達したが、東京の人口はそれぞれの時期におよそ 100 万人、200 万人および 1000 万人と見つもられているから、比率をとってみると、3%、4% および 10% となり、都市への人口集中が加速的に大きくなっていることを端的に物語っている。このような傾向は今後も当分は変わらないであろうから、都市の過密と地方の過疎という問題は今後さらに重大化するものと思われる。将来の交通問題を考える際にこの事をまず考えないわけにはいかないであろう。

さきにもてきたように、ここ数年における経済成長のとくに大きな伸びは旅客輸送においてバスと乗用車とくに乗用車の負担において、貨物輸送では自動車と海運の負担において支えられてきたということがいえよう。鉄道は残念ながら最近5カ年間にわたりわが国経済の急速な発展にほとんど、積極的な貢献をしていないといわなければならない。

このような傾向は見方を変えれば、わが国の異常ともいえる経済発展に伴う各種のひずみを輸送面において自動車と道路が全面的に引きうける形になった、といえるであろう。このような経済と輸送の両面におけるひずみは公害という形をとって表面化しており早急に是正されなければならないであろう。しかしながらそれがただちに鉄道復活論につながると即断するのは早計すぎる。

交通輸送体系の将来について最近ようやく総合的な政策の樹立が先決であるとの認識が深まりつつあることは、遅ればせながら喜ばしい傾向として歓迎したい。

古来人類の永い間の夢として時間と空間の制約を乗り越えて自由自在な移動を可能とする輸送手段の実現に向

って不断の努力が重ねられてきた。

ジャンボ、ジェット機やマンモスタンカーにみられるような大型化高速化の方向に向って未来の交通輸送手段が一そう進歩してゆくとともに、専用化としたがって多様化への指向がさらに強まることも予想にかたくない。パイプライン網による流体輸送の発展はその1例として挙げることができよう。

都市内および周辺の輸送が日ごとに行きづまり解決の方途をみだしかねている現状を打開するための方策とあわせて、交通輸送施設が周辺に与える悪影響を排除し、環境との共存を図ることができるかどうかという問題の解決いかんが、将来の交通手段の運命を支配することになるであろう。

このような観点から数年先の近い将来はともかくとして、1970年代末からさらに遠い将来に視点をおいたとき、自動車と道路のたどる途は鉄道が現在おかれている立場とひきくらべてもまったく樂觀の許されないものがある。

(1971年3月31日受理)

