

IV-236

運輸エネルギー原単位をもとにした都市構造に関する基礎研究

関西電力㈱	正員	松本 年弘
早稲田大学	正員	中川 義英
宇都宮大学	正員	森本 章倫
日本道路公団	正員	船橋 修

1. はじめに

本研究では、エネルギーを大量に消費する場である「都市」に視点を置いた。将来においてエネルギー効率上どういった都市構造が望ましいのかを、現在の日本の都市をいくつか例にとって部門別にエネルギーを算出し、その値を検討して、エネルギー負荷の少ない都市構造とはどのようなものかを考察していく。

2. 都市活動に伴うエネルギー

本研究では、人の生活に直接関連するエネルギーに着目し、滞留の視点と移動の視点から考察を進めた。

人の滞留にともなうエネルギー消費は民生家庭用エネルギーの検討から、エネルギー消費と都市規模(人口規模)とは線形の関係があり、人口原単位でみると都市のエネルギー消費はほぼ一定であった。

従って、ここでは都市規模によってエネルギーの変化のみられる人の移動に伴うエネルギーに着目して検討を行っていく。

3. 人の移動に伴うエネルギー

3-1 縦型都市と横型都市の定義

過去から現在にかけて都市構造と絡んで人の移動が大きく変化した。つまり、平面移動から立体移動へと変化してきた。本研究では今後の都市のあり方に着目するため、人の移動に伴うエネルギーを横と縦に着目して考察を進めた。尚本研究において横型都市、縦型都市を次のように定義している。

- ①横型都市：建物が低く広く立地する都市。即ち、人や物の移動が広い地域で横から横へと流れる都市。
- ②縦型都市：建物が高く狭く立地する都市。即ち、人や物の移動が狭い地域で縦から縦へと流れる都市。

但し、この章で用いられて算出されているエネルギー量などは、現状を横型都市あるいは縦型都市として考えてみたときに算出された値を使用しているため、必ずしも実際に上記で定義した都市の値とは異なる。

3-2 横型都市

(1)横移動のエネルギーの算出

横移動のエネルギー消費量の総量を以下のようにして都市圏別に算出を試みた。

<PT調査による代表交通手段別平均所要時間>
 ×<各種平均時速>
 ×<PT調査による総トリップ数>
 ×<PT調査による代表交通手段別構成比率>
 ×<輸送機関別エネルギー消費原単位>
 代表交通手段の平均時速、エネルギー消費量は
 鉄道：45km/h, 510kcal/人・km
 自動車：20km/h, 136kcal/人・km
 バス：12km/h, 47kcal/人・km と設定した

対象となる都市圏としては、実際に上記の値を得られるパーソントリップ調査を行っている都市圏を利用した。但し、今回は端末交通手段の構成についての検討は行っていない。

(2)1人当たりの横の移動エネルギー消費量

(1)の推定方法において算出した結果を用いると、1人当たりのトリップ長が増加すると、1人当たりのエネルギー消費量も増加している。しかし、東京都市圏や京阪神都市圏といった大都市圏においてはトリップ長がかなり大きいにも関わらず、エネルギー消費量はかなり低い値を示している。これは実際には、エネルギー消費量というのは、全てが同じ原単位の交通手段ではないからと考えられる。トリップ長と機関分担率の関係を調べるとトリップ長が伸びれば鉄道分担率が上がり、逆に自動車分担率が下がっていることが得られた。バス分担率に関してはトリップ長による変化はあまり見られず、全体の10%程度に過ぎない。

以上のことから、1人当たりのエネルギー消費量は1人当たりのトリップ長、鉄道と自動車の機関分担率に起因することが知見として得られた。

(3)都市の横の移動エネルギー

都市規模とトリップ長を検討した結果、都市規模(人口)が大きくなれば、1人当たりのトリップ長も

増えていることがわかった。この実データをもとに回帰させた値を用いて、鉄道分担率と自動車分担率をそれぞれ変化させて、1人当たりのエネルギー消費量を算出したシミュレーション結果を以下の図1に示す。

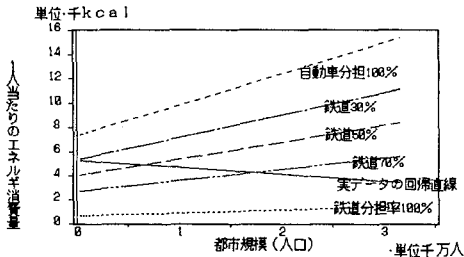


図1 都市規模と1人当たりのエネルギー消費量

この結果から以下のような知見が得られた。

都市規模が大きくなれば、1人当たりのトリップ長が長くなるものの鉄道依存率が高くなり、エネルギー効率は良くなる。

例えば、「鉄道依存率の高い都市がエネルギー的効率の良い都市」なのだからということで、実際の都市において100%鉄道依存することは到底不可能なことである。しかしながら、一つの目安として次のような提言をすることができる。今現在エネルギー効率の良い都市は、東京都市圏の3690kcal/人・日である。その値を目標にどの程度鉄道を整備し、分担率を上げていけば良いのだろうか。都市圏人口別にシミュレーション結果を示すと以下の表1のようになる

表1 現在の推定鉄道分担率と目標鉄道分担率

人口	現在の推定分担率	目標鉄道分担率
10万人	26.8%	54.9%
20万人	26.9%	55.1%
50万人	27.4%	55.7%
100万人	28.1%	56.6%
1000万人	40.6%	69.0%

3-3 縦型都市

本研究では、縦の移動エネルギーを主要なものとしてエレベータを取り上げ、縦移動のエネルギー消費量の総量を以下のようにして都道府県別に算出を試みた。

下記の概念に基づいて、縦の移動にかかる1人当たりのエネルギー消費量と都市規模（人口）の関係について検討すると、人口規模が大きくなるほど1人当たりのエネルギー消費量が大きな値を示し、エネルギー的効率が悪いという常識的な結果が得られた。

<日本エレベータ協会調査の都道府県別エレベータ設置台数>

×<エレベータ1台1日当たりの電力消費量>

エレベータ1台1日当たりの電力消費量は
高速55.8kwh, 中低速40.4kwh, 油圧9.9kwhとした

しかしながら、横の移動エネルギーと比べると2%弱に過ぎず、非常に効率がよいことが分かった。

4. 研究のまとめ

本研究では、都市規模によってエネルギー消費の変化がみられる移動エネルギーに視点を絞って都市構造を検討した。具体的には今後の土木建築技術の進展を念頭に、縦型都市と横型都市の比較をおこなった。これは、密度論的に考えるとエネルギー消費の視点では高密度居住が良いのか低密度居住が良いのかを検討することに他ならない。

縦型都市にかかる縦移動のエネルギー消費を、エレベータ稼働によるエネルギー消費量から検討すると、現段階では横移動に比べて非常に低いことが分かった。

横移動の平均原単位=4205 Kcal/人・日

縦移動の平均原単位= 64 Kcal/人・日

つまり、日本の都市を対象とした場合、現時点では横移動によるエネルギー消費が運輸エネルギーのほぼ全てを占めている。これは、今後縦型都市の一層の建築促進がエネルギー負荷の減少を予測する結論ともなっている。

高密度居住は縦移動に消費するエネルギーが少なく、かつ公共輸送機関である鉄道の利用を誘発する可能性が高いため、エネルギーの観点から都市居住の一つの理想形であるといえる。また、高密度居住を適切に配置することで、都心居住を容易にし、ひいては職住近接を実現することで、平均トリップ長の減少も期待される。ただし、現状の社会構造の中での試算結果であるため、何百メートルに及ぶ現在構想段階の居住形態に対しても効率的であるかは、今回の試算の範囲外である。

以上の結果をまとめると、我が国におけるエネルギー負荷の少ない都市とは、「適度に高密度化された空間が互いに連結された都市構造」が結論の一つといえる。