

IV-259

都市特性からみた輸送エネルギー原単位の推計に関する研究

宇都宮大学工学部 学生会員 川島 智彦
同上 正会員 古池 弘隆
同上 正会員 森本 章倫

1. 序論

現在、モータリゼーションの進展に伴い、酸性雨や温室効果等の環境汚染が問題とされている。このような問題を解決していくうえで、輸送部門のエネルギー消費量の減少に向けての対策が必要とされている。輸送エネルギーを推計する際に交通機関別のエネルギー原単位が用いられるが、都市別に推計することが難しいため全国一律のエネルギー原単位が用いられることが多い。

そこで本研究では、都市特性を考慮したエネルギー原単位を都市別に算出することにより、その都市に対し、より適切なエネルギー消費状況を把握することを目的とする。

既存文献を見ると、エネルギー原単位に対し、全国ベースのエネルギー原単位を都市の平均乗車人数のみで補正¹⁾、自動車走行実験による機能面からの算出²⁾、地方都市と首都圏との比較³⁾などが行われてきている。

本研究の特色としては、都市規模の違う幾つかの都市を対象に、都市別のエネルギー原単位を推計し、都市特性からも容易にエネルギー原単位を推計できるような式を構築する点にある。

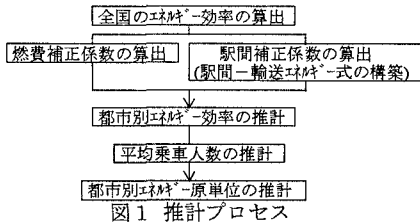
2. 都市別のエネルギー原単位の推計

まず、本研究の対象都市（16都市）を表1に示す。

表1 研究対象都市

人口規模	三大都市圏	地方都市
100万人以上	東京都区部、横浜市、川崎市	札幌市
50～100万人	千葉市	仙台市
40～50万人	松戸市	宇都宮市
30～40万人	町田市	葛崎市
20～30万人		盛岡市
10～20万人		上越市、甲府市、松本市
10万人以下		山梨市、佐久市

次に、推計プロセスを以下に示す。



1) 全国のエネルギー効率の算出

各交通機関の全国のエネルギー効率を年間の総燃料消費量と総走行キロから求める。エネルギー効率とは、各交通機関が1km進むために要するエネルギーである。

$$\begin{aligned} \text{全国のエネルギー効率(kcal/km)} \\ &= \text{全国燃料消費量(kcal)} \div \text{走行キロ(km)} \quad \cdots(1) \\ \therefore \text{全国燃料消費量(kcal)} &= \text{燃料販売量(リットル)} \times \text{発熱量(kcal/リットル)} \end{aligned}$$

表2 全国エネルギー効率(kcal/km)

	自動車	乗合バス	鉄道
エネルギー効率	986	3074	5131

2) 燃費補正係数

平均速度と燃費効率の間の関係式⁴⁾を用いて都市の平均速度に対する燃費を求める。同様に全国平均速度に対応する燃費を求め、これを基準に各平均速度に対応する燃費との比を燃費補正係数とする。

$$\text{燃費補正係数} = \text{都市別燃費} \div \text{全国平均燃費} \quad \cdots(2)$$

(cc/km) (cc/km)

表3 自動車の燃費補正係数

都市名	平均速度	燃料消費量	燃費補正值
宇都宮市	29.50	82.68	1.16
東京都区部	17.93	114.88	1.61
全国	37.80	71.17	1.00

3) 駅間補正係数

鉄道の場合、駅間距離が短ければ加速・減速の頻度が高まるため、輸送エネルギーの消費量が増加することから、対象都市での利用鉄道により、駅間-輸送エネルギーの関係式を構築する。

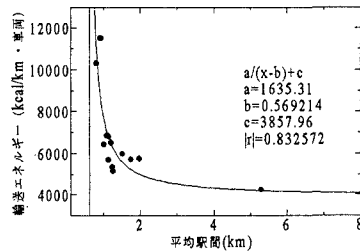


図2 反比例関数による近似

keyword ; 輸送エネルギー、エネルギー原単位、都市特性

連絡先 ; 〒321 宇都宮市石井町 2753 TEL (028) 689 - 6224 FAX (028) 662 - 6367

何種類かの関数により近似を行った結果、反比例関数が相関係数 $R=0.83$ と一番良い相関を見せた。平均駅間と輸送エネルギーの関係式は次のようになる。

$$Y=1635/(X-0.57)+3858 \quad \dots (4)$$

{X; 平均駅間(km)、Y; 輸送エネルギー(kcal/km)}

次に、各都市と全国の平均駅間から算出される輸送エネルギー比を求め、この値を駅間補正係数とする。

$$\begin{aligned} &\text{駅間補正係数} \quad \dots (3) \\ &= \frac{\text{都市別平均駅間距離による輸送エネルギー(kcal/km)}}{\text{全国平均駅間距離による輸送エネルギー(kcal/km)}} \end{aligned}$$

4)都市別のエネルギー効率

表2で示した全国のエネルギー効率に補正係数を乗じ、都市別エネルギー消費量とする。この場合、自動車・バスは燃費補正係数を、鉄道は駅間補正係数を用いる。

$$\begin{aligned} &\text{都市別のエネルギー効率(kcal/km)} \\ &= \text{全国のエネルギー効率(kcal/km)} \times \text{補正係数} \quad \dots (5) \end{aligned}$$

表4 都市別エネルギー効率(kcal/km)

都市名	自動車		鉄道	
	補正係数	エネルギー	補正係数	エネルギー
宇都宮市	0.99	975	0.86	4412
東京都区部	1.13	1113	1.30	6733
全国	1.00	986	1.00	5131

5)平均乗車人数

自動車については、人口規模別に推計する。鉄道に関しては、輸送量(人・km)を走行距離(km)で除せば平均乗車人数が算出できる。しかし、現在の統計データは鉄道会社単位であるため、首都交通圏、地方都市、その他の都市と3種類に分けて平均乗車人数を推計することにする。バスに関しては、地方都市は乗車人員に平均トリップ距離を乗じ、それを走行距離で除することにより求めた。首都圏についてはバス会社別の平均乗車人数を各都市の乗車人員で重み付けすることにより、それを都市の平均乗車人数と定めた。

表5 都市別の平均乗車人数(人)

都市名	自動車	バス	鉄道
宇都宮市	1.28	17.94	26.86
東京都区部	1.35	21.68	68.70
全国	1.31	13.40	52.57

6)都市別のエネルギー原単位

都市別エネルギー効率を平均乗車人数で除し、1人当たりのエネルギー消費量を算出する。

$$\begin{aligned} &\text{都市別エネルギー原単位(kcal/km・人)} \quad \dots (6) \\ &= \text{都市別エネルギー効率(kcal/km)} \div \text{平均乗車人数(人)} \end{aligned}$$

表6 都市別エネルギー原単位(kcal/人・km)

都市名	自動車	バス	鉄道
宇都宮市	763.1	170.7	165.1
東京都区部	842.1	143.3	98.0
全国	752.9	229.4	97.6

3. 都市別エネルギー原単位と都市特性比較

都市特性を示す幾つかの要素とエネルギー原単位を比較したところ、人口との比較で良い相関が見られた。よって、人口とエネルギー原単位の関連性を交通機関別に検討する。

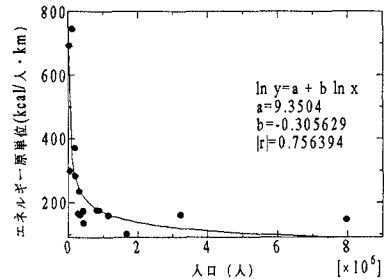


図3 べき関数による近似(バス)

バスの場合は、べき関数的に関係を示した。相関係数は $R=0.76$ 示した。よって、

$$\text{バス; } \text{Log} Y = 9.35 - 0.31 \text{Log} X \quad (R=0.76) \quad \dots (7)$$

{X; 人口(人)、Y; エネルギー原単位(kcal/人・km)}

で説明する。自動車・鉄道については、対数関数で説明できた。推計した式を以下に示す。

$$\text{自動車; } Y = 47.9 \times \text{Log} X - 5.2 \quad (R=0.9 \text{ 大都市}) \quad \dots (8)$$

$$Y = 162 \times \text{Log} X - 1377 \quad (R=0.97 \text{ 影響都市}) \quad \dots (9)$$

$$Y = 91.8 \times \text{Log} X - 363 \quad (R=0.91 \text{ 自立都市}) \quad \dots (10)$$

$$\text{鉄道; } Y = -21.9 \times \text{Log} X + 427.8 \quad (R=0.64) \quad \dots (11)$$

このことから、都市のエネルギー原単位は都市の人口という要素で概ね説明できるといえる。

4. 結論

本研究では都市別のエネルギー原単位を全国のエネルギー効率からの補正により求めた結果、都市人口で概ね説明できることが分かった。人口の少ない都市は公共交通の利用度が少なく、公共交通利用者を増加させるような施策が必要だとおもわれる。

今後の課題として、本研究では各交通機関に対し2つの要因でエネルギー原単位を算出したが、精度を上げるという面では、いろいろな要素を考える必要がある。さらに、関係式の構築についてはサンプルを増やし、より信頼性を上げる必要がある。

【参考文献】

- 1) 川端 彰:「都市交通によるエネルギー消費の推計」,土木計画学研究・講演集 NO.16(2) 1993年,pp1041 ~ 1047
- 2) 大口 敏:「道路交通における自動車燃費に影響を与える要因について」,土木計画学研究・講演集 NO.18(2) 1995年,pp569 ~ 572
- 3) (財)国土開発技術研究センター:「自動車交通と公共交通機関のエネルギー効率・環境負荷」,道路交通経済 1997年,pp21 ~ 26
- 4) 建設省資料