

IV-71

土地利用の変化を考慮した CO2 排出量推定モデル

神戸大学大学院 学生会員 藤本秀男
 神戸大学工学部 正会員 黒田勝彦
 神戸大学工学部 正会員 竹林幹雄
 神戸大学工学部 学生会員 田仲洋史

1. はじめに

現在地球環境問題の中でも温暖化が非常に問題となっている。その原因となる温室効果ガスの中で特に CO2 の寄与率が最も大きいとされている。本研究では、都市の熱環境、及び交通活動を同時に扱うことのできる CO2 排出量推定モデルを構築し、総 CO2 排出量削減の可能性について検討する。

2. CO2 排出量推定モデル

本研究では、ある一時点における床面積（人口）の分布、都市形状を併せて土地利用パターンと定義する。まず土地利用パターンを一定量ずつ変化させ、毎回下位モデルに与える土地利用推移モデルを作成する。次に下位モデルとして、与えられた土地利用パターンから交通活動による CO2 排出量を推定する交通 CO2 排出量推定モデル、都市形状から熱環境を予測し、それらが人間の居住に与える影響を加味した建物 CO2 排出量推定モデルを作成し、これら三つのモデルを組み合わせ、連動して動かすことで土地利用変化に伴う CO2 排出量の変化を推定するシステムを構築する。

A. 土地利用推移モデル

土地利用推移モデルとは、土地利用パターン変化のシナリオを外生的に与え、それに従い土地利用パターンを一定量ずつ変化させるモデルである。土地利用パターンを変化させる上での制約として、対象とする地域全体において利用主体別床面積、緑地面積の総量は一定とする。また対象となる地域を人口密度、山林の占める割合、公共交通機関整備状況など、特徴の類似した地域で区切りゾーンに分割する。これを大ゾーンと定義する。さらに人口の分布を考慮するため、大ゾーンをパーソントリップ調査で用いられる中ゾーン程度の規模に分割する。これを中ゾーンと定義する。この時に土地利用パターン変化のシナリオは各大ゾーン単位で設定する。

B. 交通 CO2 排出量推定モデル

交通 CO2 排出量推定モデルでは、土地利用パターンを基に、夜間・従業者人口を推定し、以下の図-1の流れに沿って交通起因の CO2 排出量を推定する。この際、発生・集中トリップ数は人口の分布、移動距離を考慮するために中ゾーン単位で集計する。図-1に交通 CO2 排出量推定モデルの流れを示す。

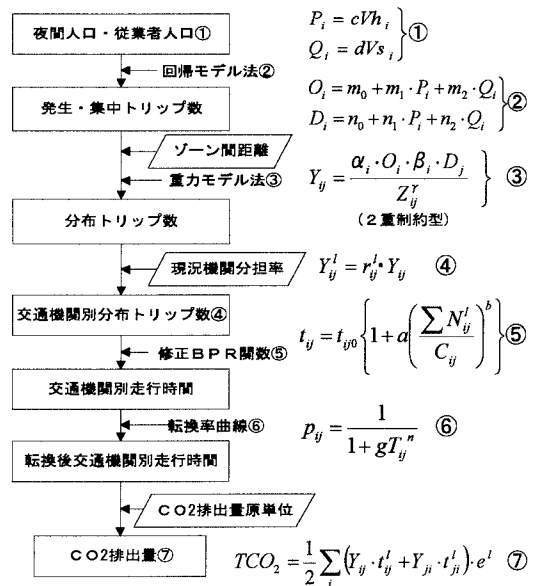


図-1 交通 CO2 排出量推定モデルの流れ

$c, d, m_0, m_1, m_2, n_0, n_1, n_2$: 回帰パラメータ²⁾, P_i : i の夜間人口(人), Q_i : i の昼間人口(人), Vh_i : i の住宅床面積(k m²), Vs_i : i の業務床面積(k m²), Y_{ij} : ゾーン ij 間のトリップ数, Z_{ij} : ゾーン ij 間の距離(km), α_i, β_j : 調整係数, γ : パラメータ, r'_{ij} : 道路所要時間(分) t_{ij0} : 機関別最小所要時間(分), N'_{ij} : 機関別総走行台数(台), C_{ij} : リンク容量, a, b : パラメータ, p_{ij} : 転換率(%), T_{ij} : 所要時間比, g, n : パラメータ³⁾, t'_{ij} : ゾーン ij 間の交通機関 i の所要時間(h), e^i : 交通機関 i の年間 CO2 排出原単位(ktC・年/m²)

キーワード（土地利用、地球温暖化、CO2、ヒートアイランド、緑地）

連絡先（神戸大学工学部 交通工学研究室：神戸市灘区六甲台町 1-1, tel:078-881-1212 内線 6018）

G. 建物 CO₂ 排出量推定モデル

居住活動の規模は、利用主体別床面積の規模で表せると仮定し、床面積に CO₂ 排出原単位を乗じて建物からの CO₂ 排出量を推定する。この際の CO₂ 排出量は熱環境の影響を多大に受けると考えられるため、本モデルでは与えられた土地利用パターンから都市気温を予測し、郊外地域気温との差から CO₂ 排出原単位を補正して用いる。

$$T_i = 10^{1.444} \times \frac{H_i^{0.010}}{R_i^{0.020}} \quad (8)$$

$$G_i = -0.05 \times (T_{i0} - T_i) \times \frac{4}{12} \quad (9)$$

$$SCO_2 + HCO_2 = \sum G_i (e^{k3} V_i^{k3} + e^{k4} V_i^{k4}) \quad (10)$$

H_i : ソーン i の容積率(%), R_i : ソーン i の緑地率(%), T_i : ソーン i の予測気温(°C), G_i : 原単位補正率(%), T_{i0} : 神戸市郊外地域気温(°C), T_i : ソーン i の温度(°C), SCO_2 : ソーン i 商業・業務 CO₂ 排出量 (ktC/年), HCO_2 : ソーン i 住宅 CO₂ 排出量 (ktC/年), e^{k3} : 補正後商業・業務 CO₂ 排出量原単位⁴⁾ (ktC・年/m²), e^{k4} : 補正後住宅 CO₂ 排出量原単位⁵⁾ (ktC・年/m²), V_i^k : ソーン i 立地主体 k 床面積

3. ケーススタディー

上記のモデルを用いて神戸市のデータを元にケーススタディーを行った。今回用いたシナリオ、及びパラメーターを以下の表-1、表-2に示す。

表-1 土地利用パターン変化シナリオ

	内容	前提	具体的な設定
ケース1	分散化	(都心部ゾーン) ・床面積を減少緑地面積は増加 (北東・北西ゾーン) ・床面積を増加緑地面積は減少 ・全中ゾーンの平均容積率は不変	(移動量) 都心部ゾーンの床面積50%を500回で北西・北東ゾーンに移動、北東・北西ゾーンの面積比率に応じて、床面積を配分
ケース2	集中化	(都心部ゾーン) ・床面積を増加緑地面積は減少 (北東・北西ゾーン) ・床面積を減少緑地面積は増加 ・全中ゾーンの平均容積率は不変	(移動量) 北西・北東ゾーンの床面積50%を500回で都心部ゾーンに移動

表-2 ケーススタディーで用いたパラメータ

c	3.658*10 ⁻⁴	m ₂	1.567	γ	1.657
d	3.186*10 ⁻⁴	n ₀	6188	a	2.62
m ₀	6036	n ₁	0.914	b	5
m ₁	0.916	n ₂	1.565		

その結果、土地利用パターン変化に伴い神戸市の総 CO₂ 排出量は以下のように推移した。

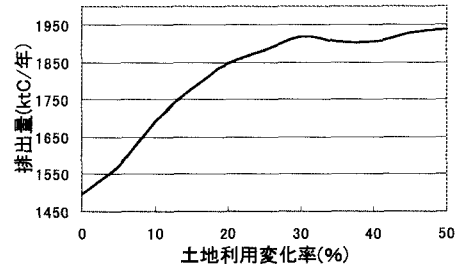


図-2 ケース1 神戸市CO₂排出量

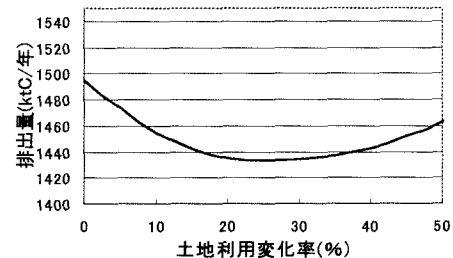


図-3 ケース2 神戸市CO₂排出量

4. 考察

ケース1では、都心部の熱環境は改善されるもののその影響は非常に小さい。また交通部門ではCO₂は増加する。その理由として交通インフラが貧弱な事と、一般化費用が高い鉄道への転換が起こりにくい事が考えられる。

ケース2では郊外部から都心部へ25%程度移住させた場合に極小値を得ている。しかし削減量は現状CO₂排出量のわずか4%にしか満たない。これは、総移動距離が減少することと、鉄道の利用率が高まるためである。

5. おわりに

本研究を通して人口の集中化によるCO₂排出量削減の可能性が示されたが依然その効果は小さく、交通活動の発生自体を縮小させる施策が望まれる。

また本モデルでは産業・物流に関しては取り扱っていないが、影響の大きさを考えると今後モデルに組込んでいく必要がある。

【参考文献】

- 1)環境庁国立環境研究所：産業連関表による二酸化炭素排出原単位
- 2)京阪神都市圏交通計画協議会：第3回京阪神都市圏パーソントリップ調査報告書、1992.3
- 3)「交通ネットワーク」出版小委員会：交通ネットワークの均衡分析—最近の理論と解法—、土木学会、pp11~20、1998.
- 4)都市環境システム研究会：気温低下によるI初ギヤ消費削減効果の検討