

LCAの動的シミュレーションによる長寿命型都市コンセプトの評価
～スケルトン・インフィル住宅の普及を中心として～

九州大学工学部 学生会員 ○石崎美代子 九州大学大学院 正会員 松本 亨
九州大学大学院 正会員 中山 裕文

1. はじめに

近年、廃棄物の発生抑制、あるいは省資源や環境負荷削減を目指した「長寿命」の製品開発が標榜されている。この動きは都市レベルにおいても同様であり、長寿命型の建築インフラや都市インフラの技術開発とその普及には、建設廃棄物の減量とともに地球環境問題への対応という観点からも強い要請がある。

本研究では、長寿命型の工法として脚光をあびているSI（スケルトン・インフィル）集合住宅の普及を中心として、それに付随するエネルギーや水、廃棄物等の都市代謝システムの更新を踏まえた都市計画コンセプトの評価を行う。評価にあたって、長期にわたる人口や世帯の変化、住宅建築技術の変化といった時間依存型シナリオを分析する必要があり、既存のLCA手法では扱えない。そこで、LCAの動的シミュレーション手法を開発することにより動的分析を行う。

2. 分析フレーム及び手法
2-1. 分析フレーム

図1に、研究全体の分析フレームを示す。モデル全体は、住宅モジュールを中心にして、その需要と使用形態を予測するための都市更新モジュールと、住宅モジュールにおける建築物とユーティリティ・都市インフラより発生する環境負荷を評価するための環境評価モジュールから構成される。

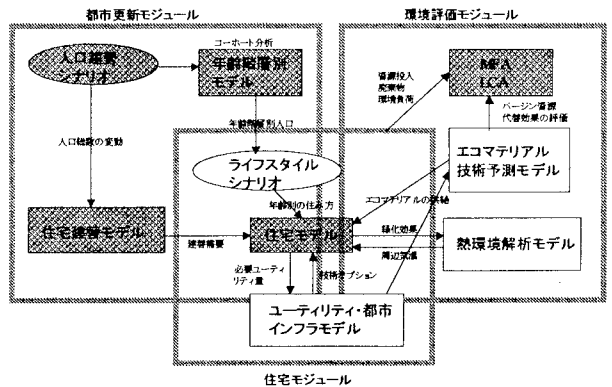


図1. 分析フレーム

このうち本報告では、都市更新モジュール及び住宅モデルによるLC-CO₂を評価する部分を対象とした（網掛けの部分）。対象地域は、今後の人口減少と都市ストックの高齢化が予想されている北九州市とした。なお、本報告においては、戸建住宅のみを対象としている。

2-2. 分析手法

(1)人口予測

コーホート生存モデルを用い、2100年まで5年間隔で予測した。初期値として、1990年度の北九州市男女年齢階層別（5歳刻み）人口¹⁾を用いた。生残率、出生率は、全国予測値²⁾を用いた。出生性比は一定値1.056を用いた。移動率は、北九州市の過去のトレンドから対数近似曲線により予測した値を用いた。人口予測結果を図2に示す。

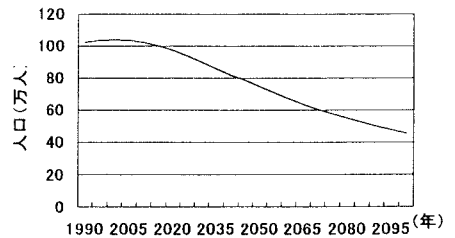


図2. 北九州市人口予測結果

(2)構造種別住宅床面積の経年変化の予測

まず、1995年時点で現存する戸建住宅の床面積を構造種別（木造、RC造、鉄骨造）、建築年別に集計し、各々に住宅残存率をかけることにより、戸建住宅の床面積の将来予測を行った。住宅残存率を求める際に用いた故障密度関数は既存研究³⁾を参考にした。次に、1995年の一人あたり床面積を将来にわたって

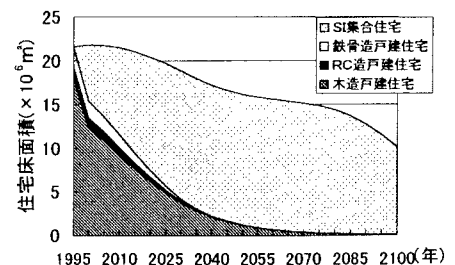


図3. 住宅床面積の経年変化予測結果

維持すると仮定し、予測人口に対して必要な床面積を時系列的に算出し、寿命で滅失した戸建住宅により生じた不足面積を予測した。ここでは、その不足面積を全て長寿命型住宅として脚光を浴びているSI集合住宅で補うというシナリオを設定した。図3に構造種別住宅床面積の経年変化の予測結果を示す。

(3)住宅LC-CO₂の予測

(2)の構造種別住宅床面積の時系列データを、さらに構造種別、寿命別住宅床面積データに集計する。また、建築のライフサイクルエネルギー・CO₂算出プログラム(入力データは既存研究⁵⁾を参考にした)を用いて、構造種別、寿命別の住宅1戸当たりのLC-CO₂(C-kg/年)を算出し、LC-CO₂原単位(C-kg/年/m²)を求めた。図4は、こうして求めた寿命年数と単位床面積あたりLC-CO₂原単位の関係である。この原単位と構造種別、寿命別の床面積をかけあわせ、その値を全て合計することによって北九州市の戸建住宅がSI集合住宅に遷移していく際のLC-CO₂を時系列的に算出した。結果を図5に示す。LC-CO₂原単位(C-kg/年/m²)は、寿命18年目までは、RC造、鉄骨造、SI、木造の順で小さく、18年を超えるとRC造、鉄骨造、木造、SIの順に小さくなっている(つまり、寿命18年目以降は、SI集合住宅のLC-CO₂原単位が最も小さい)。

3. 結果と考察

図5に住宅LC-CO₂の経年変化予測結果を、図6に一人あたりCO₂排出量の経年変化を示す。一人あたりCO₂排出量はSI集合住宅の普及に伴い、小さくなっていることが分かる。しかし、2055年から2080年にかけてはやや増加している。これは、人口に対するSI住宅床面積に余剰が出るため、SI住宅の滅失度合いより人口減少の度合いの方が大きいために発生している。

4. 今後の課題

本報告では戸建住宅滅失時に全てSI型集合住宅に建て代わるという仮定を置いている。むしろこれは極端な例で、現実的ではない。今後は現存する集合住宅も併せて、より現実的な移行シナリオを設定し評価することを予定している。また、現時点ではユーティリティ・都市インフラの部分を明示的に扱うことができていないが、その部分での技術進歩やインフラの更新をモデルに取り込むことも残された課題である。さらにエコマテリアルや環境共生技術の導入シナリオについても評価対象としたい。

参考文献

- 1) 北九州市：北九州市統計年鑑，平成6年版
- 2) (財)厚生統計協会：日本の将来推計人口(平成9年1月推計)
- 3) 小松幸夫ら：わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告，日本建築学会計画系論文集 第439号，pp.101-110,1992
- 4) 建設省建築研究所 小玉祐一郎、澤地孝男、中島史郎：建築のライフサイクルエネルギー・CO₂算出プログラムー建築LCAー，建築研究資料 第91号,1997
- 5) (財)国土開発技術研究センター：省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発(建築委員会)報告書,pp.153-191,1996
- 6) 三宅理一，林明夫：次世代街区への提案，鹿島出版会，p143

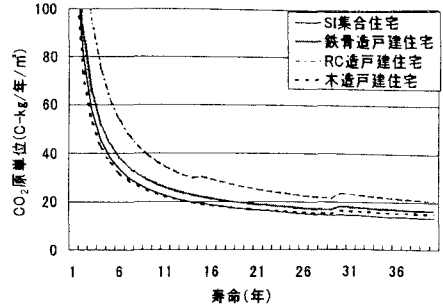


図4. CO₂原単位の比較

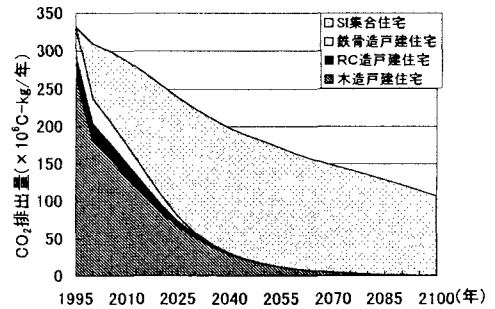


図5. 住宅LC-CO₂の経年変化予測結果

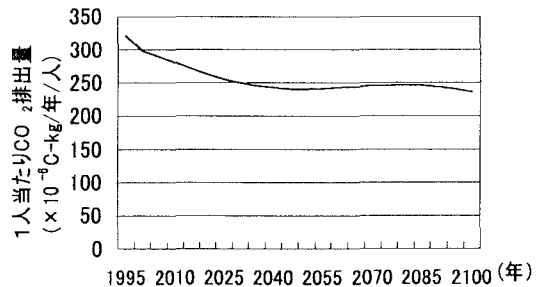


図6. 一人あたりCO₂排出量の経年変化