集約型都市構造実現によるCO₂削減効果の定量的分析

中道 久美子¹・中島 廣長²・村尾 俊道³・西堀 泰英⁴・谷口 守⁵

¹学生会員 岡山大学大学院 環境学研究科 (〒700-8530岡山市津島中三丁目1-1)

E-mail:dev18101@cc.okayama-u.ac.jp

²国土交通省近畿地方整備局 京都国道事務所 調査課長 (〒600-8234京都市下京区西桐院通塩小路下る南不動堂町808)

E-mail:nakajima-h86zf@kkr.mlit.go.jp

³京都府政策企画部企画総務課 副課長 (〒602-8570京都市上京区下立売通新町西入)

E-mail:t-murao87@pref.kyoto.lg.jp

⁴正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社計画系グループ主任 (〒533-0033大阪府大阪市東淀川区東中島4-11-10)

E-mail:nishihori_y@cfk.co.jp

⁵正会員 岡山大学大学院教授 環境学研究科 (〒700-8530岡山市津島中三丁目1-1)

E-mail:mamoru34@cc.okayama-u.ac.jp

近年、CO₂削減方策の1つとして都市コンパクト化が注目されており、様々な行政主体でその推進が表明されている。しかし、現実の都市の状況や整備計画に基づいて集約型都市構造シナリオを検討した場合のCO₂削減効果について、数値として明らかにする研究は十分になされていない。実際に事業を進める地方自治体としても、CO₂削減率の面からこの都市コンパクト化の導入効果について簡単に確認できる必要がある。そこで本研究では、実際の都市を対象に都市コンパクト化シナリオを構築し、汎用モデルを用いて自動車CO₂排出量削減効果を明らかにすることを目的とする。SLIM CITYモデルを応用・改良して亀岡市を対象にシナリオ分析を行った結果、コリドール型都市構造により大きな削減効果があることが示された。

Key Words : CO₂ emissions, compact city, corridor type urban layout, sustainability

1. はじめに

近年、環境負荷の中でも特に運輸部門からのCO₂排出量が多く、特に自動車からの排出量が約8割を占めている。その原因としてモータリゼーションの進行に伴い徒歩・公共交通利用が減少したことと、都市の拡散により広域的な移動の必要性が増したことが指摘されている。これに対し、平成20年2月に地球温暖化対策推進本部において京都議定書目標達成計画の改定案がとりまとめられ、COP13やCMP3、IPCC等を通じて議論が進められている。地球温暖化対策の中でも自動車技術やエネルギー技術、住宅設備の改善による直接的なCO₂削減量については推計が活発に行われている¹⁾。都市構造計画の面では、交通環境負荷を低減しサステナビリティを実現する都市構造としてコンパクトシティが注目されており、その「人口密度が高い都市ほど交通環境負荷が低減される」という分かりやすい図式²⁾により、実際に国レベルでも「集約型都市構造」として都市コンパクト化政策の重要性が明記されるに至っている³⁾。これを受けて様々な行政主体がその推進を表明しており⁴⁾、近年では実務への応用を念頭に置き具体的な事業やミクロな単位において

その効果を検討した研究が行われるようになってきている。その代表例としては、事業所の立地誘導とTDMのパッケージ施策による自動車削減効果を検討した研究⁵⁾、都市コンパクト化によるアクセシビリティ指標の変化を示した研究⁶⁾等が挙げられる。さらに最近では脱温暖化2050研究プロジェクト⁷⁾の中において、削減ポテンシャルの実証という意味で交通部門でもCO₂排出量の1990年比70%削減を前提とした施策例が示されている。そして環境政策の超長期ビジョンの策定⁸⁾等も進められているが、具体的な削減計画については検討段階にある。このような状況の中で、現実的に検討可能な範囲で「集約型都市構造」のような都市構造全体の変革を行った場合のCO₂削減効果を実際の数値として示す研究はまだ不足しており、その推進によって実際にどの程度まで削減できるのか十分に明らかになっていない。このような面では特定都市で詳細な交通・土地利用モデルを構築してCO₂排出量を算出した研究⁹⁾があり、特定都市のPT調査データから2シナリオでCO₂量を比較する研究¹⁰⁾も進められている。ただ、実際に具体的な事業を進めていく立場にある地方自治体としては、CO₂削減率の面から都市コンパクト化の導入効果について簡単に確認できる必要が

あり、全国の都市へ適用可能な汎用性、簡便性を十分に確保した研究は不足している。

以上の背景を踏まえ、本研究では、実際の都市を対象としてその都市の現況や整備計画を踏まえて国及び自治体と協議を重ねながら複数の集約型都市構造シナリオを構築し、自動車CO₂排出量削減効果を実際の数値として明らかにすることで、手順としてどのような都市構造に誘導すれば交通環境負荷の削減効果が大きいかを把握することを目的とする。具体的には、近年自動車依存の進行が著しい亀岡市を対象とし、先行研究¹⁾で構築し既に汎用性、簡便性が認められているSLIM CITYモデルを応用して自動車CO₂削減効果を算出できるよう改良を加えた上で、人口の撤退と同時に線引き変更や、都心に限らずバス路線に沿って回廊状に人口を誘導するコリドール型の集約等も含めた複数のシナリオを設定して分析を行う。

以下2でSLIM CITYモデルの概要と使用データ、本研究の特長について述べる。次に、3で亀岡市の現況及びシナリオの設定内容について説明し、4で結果と考察を示す。最後に5において本研究の成果と課題を整理する。

2. 研究の方法と特長

(1) SLIM CITYモデルの概要

Smart Layout Indicators to Materialize Compact Cityの略で、コンパクトシティ整備を進めるにあたり、1)住区スケールにおいて、2)様々な都市整備メニューの影響を、3)影響が及ぶ幅広い項目にわたって、4)いちいち複雑なモデルを構築することなく簡便に検討できる、新たな評価システムであり、先行研究¹⁾で既にモデルとして一定の成果が得られている。ここでは自動車環境負荷の指標としては自動車燃料消費量の値で評価するに留まっているが、本研究では評価の仕組み自体は先行研究で構築したものを利用しつつ、さらに地球温暖化の原因である温室効果物質の中でも寄与ベースで人為起源の発生量の9割を占め、地球温暖化防止に向けた目標設定の際にも使用されているCO₂排出量に着目し、その中でも排出割合の大きい運輸部門のうち、住区内だけではなく都市圏内全体での居住者の自動車を利用した移動を対象としたCO₂排出量を新たに指標として採用し、その値を算出するという改良を行った。詳しい評価の仕組みの説明については省略するが、まず全国のあらゆる都市のあらゆるタイプの住宅地を都市別のデータではなく別個の住区として捉えて住宅地の基本的な特性データから自動車利用と関連のある指標を分類条件として抽出して住宅地タイプ分類を行い、実データから個人の自動車移動距離と自動車旅行時間を考慮した自動車CO₂排出量¹²⁾の平均値を算出して

おく。実際に算出した結果、その値は主に郊外の住区のように多いところでは1人1日あたり約3t-CO₂にも及ぶ一方、都心部の住区のような少ないところではその3分の1以下であり、個別の住区の特性によって自動車CO₂排出量に大きな違いがあることが明らかになった。これを踏まえシナリオ適用の際には、シナリオに応じてその分類条件に対応するデータを変化させ、それにより住宅地タイプが変化した住区の自動車CO₂排出量を当てはめ各住区人口を乗じて都市全体の自動車CO₂排出量を算出した値を現状と比較することで、都市全体の自動車CO₂排出量の削減率を算出している。

(2) 使用データ

SLIM CITYモデルの構築にあたっては、土地利用規制等がほぼ変化していないことを確認した上で全国都市ベーストリップ調査を用いている。具体的には人口2万人の日光市から325万人の横浜市まで、性格が多様な78都市(平成の大合併前)が完全にカバーされており、さらに各都市から住民基本台帳を基に約30の地区(町丁目レベル)をランダムサンプリングしているため、調査区画の選定方法に偏りが無いことが保証されている。全国PT調査の調査区画面積の中央値は29.3haであり、一般的な個別の住宅地開発プロジェクトの規模(数haから100ha)にほぼ相当するため、本研究ではこの調査区画を住区と定義し住宅地タイプ分類とシナリオ設定の基本単位とした。詳しい分類方法については省略するが、個人調査サンプルと住区の対応が十分な精度で可能な70都市の1,996調査住区、57,243人に及ぶデータを分析対象としている。都市分類は根本的に都市自体の規模や特性が異なることから大都市圏中心都市、大都市圏衛星都市、地方中心都市、地方都市に分類した。亀岡市は京都都市圏の衛星都市に該当するため、設定した住宅地タイプのうち大都市圏衛星都市のみ抜き出したものを表-1に示す。なお、大都市圏衛星都市については大都市圏によって中心都市の求心性が異なる可能性があるが、住宅地タイプの設定に用いた大都市圏衛星都市を対象に平成17年の昼夜間人口比率を比較してみると、その都市圏別平均値は首都圏では89.5%、中京圏では101.5%、近畿圏では94.0%で、特に近畿圏は中間程度の値であり、また全体の平均値94.2%ともほぼ同じであることから、本研究では大幅な補正は必要ないと判断し特に補正は行っていない。

また、亀岡市への適用にあたって収集したデータは表-1に示した住宅地タイプの分類条件に対応するデータ及び世帯数であり、平成19年4月を基準年としている。

(3) 本研究の特長

1) 京都議定書以来、国際的にもその削減が最も重要視さ

表-1 住宅地タイプ分類結果（大都市圏衛星都市）

タ イ プ 地	分類条件				サ ン プ ル
	土地利用規制	人口 密度 [人/ha]	駅からの 距離 [km]	都心からの 距離 [km]	
SM1	低層住居専用地域60～90%	～50	-	-	320
SM2	住居地域60%～	～50	1～	-	314
SM3	準工業地域60%～	-	-	-	308
SM4	低層住居専用地域90%～	～100	1～	-	405
SM5	住宅系混在	50～100	-	-	1286
SM6	近隣商業地域60%～	-	-	-	127
SM7	市街化調整区域25～50%	～50	1～	-	516
SM8	市街化調整区域25～50%	～50	～1	-	349
SM9	住宅系混在	～50	-	-	382
SM10	中高層住居専用地域60～90%	～50	-	-	195
SM11	中高層住居専用地域60～90%	50～100	～1	-	190
SM12	低層住居専用地域60～90%	50～100	1～	5～	311
SM13	低層住居専用地域60～90%	50～100	1～	～5	423
SM14	住居地域60%～	～50	～1	-	540
SM15	住宅系及び商業系混合	-	-	-	806
SM16	中高層住居専用地域90%～	-	1～	-	288
SM17	市街化調整区域 75%～	-	-	-	181
SM18	商業系混在	-	-	-	631
SM19	住居地域60%～	50～100	～1	-	485
SM20	工業系混在	-	-	-	169
SM21	中高層住居専用地域90%～	-	～1	-	228
SM22	中高層住居専用地域60～90%	50～100	1～	-	172
SM23	工業・工業専用地域60%～	-	-	-	161
SM24	住居地域60%～	100～	-	-	579
SM25	中高層住居専用地域60～90%	100～150	-	-	172
SM26	市街化調整区域50～75%	-	-	-	863
SM27	低層住居専用地域60～90%	100～	-	-	410
SM28	低層住居専用地域60～90%	50～100	～1	-	193
SM29	中高層住居専用地域60～90%	150～	-	-	205
SM30	市街化調整区域25～50%	50～	-	-	466
SM31	住居地域60%～	50～100	1～	-	253
SM32	商業地域60%～	100～	-	-	153
SM33	住宅系混在	100～	-	-	824
SM34	商業地域60%～	～100	-	-	186
SM35	低層住居専用地域90%～	～100	～1	-	82
SM36	低層住居専用地域90%～	100～	-	-	200

注)上から平日1人1日あたり自動車CO₂排出量の多い順

れているCO₂を指標として用いている。

- 2)都市コンパクト化として一般的に検討されてきた都心部あるいは鉄道駅周辺部への集積だけでなく、交通利便性が高くインフラの整った既存の住宅地への集約を促した場合の効果も把握できる。
- 3)実際の都市整備事業実施単位（住区レベル）を分析単位としており、政策に直結した議論が可能である。
- 4)汎用性、簡便性の高い手法を用いており、全国の都市に対してもすぐに適用することが可能である。

3. 亀岡市の概要とシナリオ設定内容

(1) 亀岡市の概要

亀岡市は、京都市に隣接し京阪神都市圏に属する大都市圏衛星都市であるが、亀岡盆地の中心市街地であり地方圏のような特徴もあるという二面性も持つ。鉄道は市域の北東部に1路線存在するのみであるものの、市域全体としては4駅ものJR駅がある。さらに亀岡市として

も独自に鉄道事業課を設け、複線化に加えて全ての鉄道駅前の区画整理事業や市街地開発事業を進めており、鉄道中心のまちづくりに向けて積極的である。しかしながら、一般的には大都市圏に存在する都市は地方圏の都市と比較して自動車依存度が低いのに対し、亀岡市では地形的な制約もありJR線沿線以外ではバス交通が発達している地域に限られるため、地方圏のように自動車に頼らざるを得ない状況になっている。実際、京阪神都市圏全体の過去10年間の自動車利用トリップの構成比の増加率が5.5%であるのに対し、亀岡市は15%以上であり¹³⁾、京阪神都市圏の中でもその自動車依存の進行は著しい。

(2) シナリオの設定内容

上記の現況を踏まえ、自動車CO₂排出量を削減する都市構造について検討するが、その前提として、主に人口配置の差異による自動車CO₂削減効果について把握するため、亀岡市全体の人口は平成19年4月現在から変化がないものとしてシナリオを設定した。また対象エリアは人口密度や都市計画区域等を考慮して設定した。具体的なシナリオ設定の概要を表-2に示し、以下で説明を行う。

a) 撤退対象住区

撤退側の住区としては、亀岡市の中心駅である亀岡駅付近にあたる都心から遠い住区として都心までの距離が3km以上の住区、あるいは鉄道利便性が低いと考えられる最寄り鉄道駅までの距離が2km以上の住区を人口撤退対象住区とすることとした。

b) 集約対象候補住区

本研究では、都市コンパクト化を検討するにあたって、ただ単に高密度であるだけでなくそこに住む人々の移動を支える利便性の高い公共交通機関が存在していることが重要であるという考えから、公共交通機関の利便性が高い地域を人口の集約対象候補住区として想定することとした。この考え方を基に設定した条件は、1)亀岡駅勢圏内の住区(亀岡駅より半径1kmの円に含まれる住区)、2)その他鉄道駅勢圏内の住区(馬堀駅、並河駅、千代川駅より半径600mの円に含まれる住区)、3)バス停勢圏内の住区(ピーク時運行本数が4本/時以上のバス停より半径300mの円に含まれる住区)であり、44住区がこの人口集約対象候補住区に該当した。

c) シナリオ内容

まず単純に現状の人口シェアに応じて人口集約対象候補住区44住区に撤退人口を比例配分した、現状シェア維持集約型シナリオA-1)、A-1')、A-2)、A-2')を設定した。

また亀岡市では、JR山陰本線複線化、亀岡駅舎改築、桂川の河川改修事業に合わせ、亀岡駅北地区の開発計画が進行中である。そこで、前述の人口集約対象候補住区の中でも亀岡駅に近接し公共交通利便性の高いこの亀岡

表2 シナリオ設定の概要

シナリオ	シナリオA) 現状シェア維持集約型			
	A-1)	A-1)'	A-2)	A-2)'
撤退対象住区	都心から3km以上の住区		最寄り駅から2km以上の住区	
撤退対象人口	100%(全て撤退)		100%(全て撤退)	
集約対象住区	人口集約対象候補住区(鉄道駅勢圏、バス停勢圏考慮)全44住区			
人口移動規模	計11,683人(総人口の16.8%)		計1,469人(総人口の10.7%)	
人口配分方法	撤退した人口の合計値を、人口集約対象候補44住区における現状の集約対象住区シェアに応じて比例配分。			
土地利用規制	現状から変更なし			

シナリオ	シナリオB) 低・未利用地活用都心集中型			
	B-1)	B-1)'	B-2)	B-2)'
撤退対象住区	都心から3km以上の住区		最寄り駅から2km以上の住区	
撤退対象人口	100%(全て撤退)		100%(全て撤退)	
集約対象住区	人口集約対象候補住区(鉄道駅勢圏、バス停勢圏考慮)全44住区。うち亀岡駅北地区に特に集中的に配分			
人口移動規模	計11,683人(総人口の16.8%)	計5,842人(総人口の8.4%)	計2,469人(総人口の10.7%)	計3,735人(総人口の5.4%)
人口配分方法	撤退した人口の合計値を、まず亀岡駅北地区に配分し、残りの撤退人口を人口集約対象候補44住区における現状の集約対象住区シェアに応じて比例配分。			
土地利用規制	亀岡駅北地区の開発に合わせて土地利用規制を変更			

シナリオ	シナリオC) コリドール集約型			
	C-1)	C-1)'	C-2)	C-2)'
撤退対象住区	都心から3km以上の住区		最寄り駅から2km以上の住区	
撤退対象人口	100%(全て撤退)		100%(全て撤退)	
集約対象住区	人口集約対象候補住区(鉄道駅勢圏、バス停勢圏考慮)のうち、亀岡駅北地区及び集約優先順位の高い住区			
人口移動規模	計11,683人(総人口の16.8%)	計5,842人(総人口の8.4%)	計2,469人(総人口の10.7%)	計3,735人(総人口の5.4%)
人口配分方法	撤退した人口の合計値を、人口集約対象候補住区のうちニュータウン及び周辺地区に集約優先順位を付けて配分。さらに、残りの撤退人口を亀岡駅北地区に配分。			
土地利用規制	亀岡駅北地区の開発に合わせて土地利用規制を変更			

駅北地区に、亀岡市全体で最も人口密度が大きい北河原町津川団地の世帯密度78.3[世帯/ha]と同値になるよう人口を集積させるシナリオとして、低・未利用地活用都心集中型シナリオB-1)、B-1)'、B-2)、B-2)'を設定した。またこの計画に合わせ線引きの見直しも行うこととした。

これらに対し、亀岡駅北地区の開発計画に基づいて亀岡駅北地区の人口集積を促すとともに、亀岡駅の南側の住区については人口を満遍無く配置するのではなく、公共交通によって十分に都心との接続がされている地区に対して集積を促すコリドール集約型シナリオC-1)、C-1)'、C-2)、C-2)'を検討した。亀岡市では、鉄道が1路線しかなく鉄道による移動範囲や移動方向が限られていることを考慮し、バス路線を活用しその沿線に人口集積を促すこととする。具体的には、一体的なニュータウン開発が進んでいる地区と亀岡駅とを結ぶバス路線であり平日で1日合計65本もの運行がされているつつじヶ丘循環線の沿線を対象とする。循環区間にあたる住区を中心とした沿線地区にあたるニュータウン及び周辺地区に対し、土地利用規制や街区の整備状況、都心からの距離等を考慮し優先順位をつけて撤退人口を配分した。ここで、SLIM CITYモデルの住宅地分類の際には、バス路線関連の指標は自動車燃料消費量の値に対して弱い相関しかなく分類条件として優先すべき強い相関はなかったため分類条件には含めていない。ただ、実際の都市においては公共交通全般の整備状況やその沿線の住区の整備状況などを考慮して今後の都市構造計画を考えていく必要があり、実際に国・県・市の担当者と連携し協議を重ねた結果、つつじヶ丘循環線は路線として利用しやすくポテン

シャルが高いこと、その沿線で計画的に一体的な開発が行われている地区が多く集約先の候補住区として現実的にかつ適切であるという結論に至っており、実際にバス交通改善の取組も行われているため¹⁹⁾、このようなシナリオを構築している。この際、世帯密度の基準値としては、都心周辺の街区の整った地区に位置しニュータウン及び周辺地区にも近く亀岡市全体で世帯密度が2番目に大きい京町と同値の43.8[世帯/ha]を基本とし、都心からの距離が2.5km以上と遠い2住区については、隣接する東つつじヶ丘曙台と同値の34.0[世帯/ha]とした。また、亀岡駅北地区に関しては、先述の京町と同値の43.8[世帯/ha]となることを基本として残りの撤退人口を配分した。

なお、シナリオで世帯密度[世帯/ha]を設定した住区については、その値に各住区の世帯平均人数[人/世帯]と面積[ha]を乗じることによって人口密度[人/ha]を算出し、配分人口を決定した。これは、現実として居住は個人単位ではなく世帯単位で行うことを考慮し、都市整備を世帯密度を誘導するためのものとして捉え、人口はその結果として増減するものとして扱っているためである。

4. 分析結果と考察

各シナリオにおける自動車CO₂排出量と削減率を表3に、半分撤退のシナリオA-1)'、A-2)'、B-1)'、C-1)'、C-2)'の場合の人口密度区分図を現状とともに図1～図6に示す。ここでシナリオB-2)'の結果が示されていないのは、亀岡駅北地区の世帯密度を78.3とするためには撤退人口

が足りず、シナリオとして成立しなかったためである。
以下に、考察を示す。

- 1) シナリオA)現状シェア維持集約型：シナリオA-1)、A-1)'のような都心からの距離が遠い住宅地タイプからの撤退を推進した場合の方が、シナリオA-2)、A-2)'のような駅からの距離が遠い住宅地タイプからの撤退を推進した場合よりも自動車CO₂排出量の削減率が高いことが分かる。これは、鉄道駅から近いとはいえ亀岡市の中心駅である亀岡駅からは遠く、もともと住宅地タイプSM8やSM17等自動車CO₂排出量が多い並河駅や千代川駅周辺の住区からの撤退によって自動車CO₂排出量の大きな削減が実現したためであると考えられる。つまり、特に市の中心駅にあたる都心部を中心に集約を進めることでCO₂削減効果が望めることが分かる。
- 2) シナリオB)低・未利用地活用都心集中型：シナリオA-1)に対して亀岡駅北地区の開発を促進した場合を仮定しそこに重点的に人口を集約させたシナリオB-1)とを比較すると、若干ではあるがシナリオB-1)の方が自動車CO₂排出量の削減率が小さくなってしまっている。これは、同じ撤退人口の中で亀岡駅北地区に重点的に配分したために他の人口集約対象住区への配分人口が小さくなり低密になったためである。このことから亀岡駅北地区への人口集中を促進しつつ、その周辺への集積もバランスよく図る必要があることが分かった。
- 3) シナリオC)コリドール集約型：第三のシナリオとして自動車CO₂排出量の削減効果を考えつつ都市構造を大きく変化させるC-1)、C-1)'、C-2)、C-2)'を検討した結果、単に都心周辺部や駅周辺部に満遍無く集積を促すのではなく、インフラ整備の進んだ既存のニュータウンを生かしその集積を高めることで、自動車CO₂排出量が大幅に削減されることが明らかになった。シナリオC-1)では自動車CO₂排出量の削減率は2割近くに及び、半分撤退させたシナリオC-1)'でも、全部撤退させたシナリオA-1)やB-1)よりも大きな削減効果があることが示された。つまり、都心もしくは駅周辺に無暗に集約を促すのではなく既存の住宅地を生かして戦略的に都市コンパクト化を検討する必要があるといえる。

5. おわりに

本研究では、SLIM CITYモデルを応用し、実際の都市において現況と整備計画を反映させながら集約型都市構造を推進した場合の居住者の自動車を利用した都市内の移動を対象としたCO₂削減効果を明らかにした。その結果、これまで一般的に都市コンパクト化の概念として認識されていた主に都心部もしくは駅周辺部への集積を促

表-3 分析結果一覧

シナリオ	A-1)	A-1)'	A-2)	A-2)'
CO ₂ 排出量[g-CO ₂ /人・日]	1,523.4	1,589.6	1,619.6	1,639.2
CO ₂ 排出量[t-CO ₂ /年]	38,639.9	40,320.6	41,080.0	41,578.2
現状からのCO ₂ 削減率[%]	11.5	7.7	5.9	4.8
シナリオ	B-1)	B-1)'	B-2)	B-2)'
CO ₂ 排出量[g-CO ₂ /人・日]	1,534.0	1,669.9	1,704.7	
CO ₂ 排出量[t-CO ₂ /年]	38,909.5	42,356.0	43,240.8	
現状からのCO ₂ 削減率[%]	10.9	3.0	1.0	
シナリオ	C-1)	C-1)'	C-2)	C-2)'
CO ₂ 排出量[g-CO ₂ /人・日]	1,395.5	1,457.9	1,471.7	1,535.4
CO ₂ 排出量[t-CO ₂ /年]	35,397.6	36,980.3	37,330.1	38,946.2
現状からのCO ₂ 削減率[%]	18.9	15.3	14.5	10.8

現状のCO₂排出量は、1,721.7[g-CO₂/人・日]、43,669.8[t-CO₂/年]

図3 人口密度区分図 シナリオA-2'

図5 人口密度区分図 シナリオC-1'

図4 人口密度区分図 シナリオB-1'

図6 人口密度区分図 シナリオC-2'

した場合、特に市の中心駅にあたる亀岡駅を中心として集約を誘導するシナリオA-1)、B-1)では10%以上の削減効果が得られ、半分撤退のA-1')でも約8%削減されることが分かった。さらに、単に都心周辺部や駅周辺部に満遍なく集積を促す場合は異なり、インフラ整備の進んだ既存の住宅地を残しながらコリドール状に人口配置を促し、集約箇所をより限定した都市構造へと誘導する場合を検討したところ、自動車CO₂排出量の削減効果は半分撤退のシナリオC-1')でも15%以上と格段に大きいという結果が得られた。これらはSLIM CITYモデルは住宅地タイプを離散的に扱っておりそのタイプが変化するとCO₂排出量が大きく変化するという特徴を持っているこ

とから、特定の住区に集中して変更策を実施するより多くの住区をタイプ変化させるように少しずつ施策を実施の方が効果が大きくなるモデル構造になっている可能性がありそのことが影響しているとも考えられるが、実際に住宅地タイプ変化が見られた住区数は例えばシナリオA-1')では6住区、シナリオC-1')では8住区であるのに対して、シナリオA-1')では13住区、シナリオC-1')では10住区であった。つまり、単純に住宅地タイプの変化した住区数が多ければ自動車CO₂排出量の削減率が大きくなるというわけではなく、実際の都市整備と同様に、個別の住区(タイプ)の変化に伴うCO₂排出量の増減量だけでなく、住宅地タイプの特性や人口配置のバランスなどの複

数の要素が絡み合って全体のCO₂排出量の削減量が決定していることがSLIM CITYモデルでも仕組みとして組み込んでいることが確認できたといえる。そしてこれらのことから、明確な意図を持って都市構造を構築することの意義が示されたといえる。

今後は、行動変容の促進も考慮した場合にトータルとしてどの程度の効果があるか分析していく必要があり、将来の人口減少も合わせて考慮していくことで、さらに大きなCO₂排出量の削減が望めると考えられる。また、本研究では排出割合が多くその削減が急務である自動車CO₂排出量を対象としたが、土地利用の転換に伴う住宅の建て替え、公共施設の転換更新等、LCAの視点を含めたより広範なCO₂増減増減についても考慮していくことで、都市整備全体の長期的な視点から議論できるよう対応していく必要がある。本研究では実際に関連する国及び地方の行政担当者と連携してシナリオ内容やその結果について協議を重ねているため、実現性の面についても間接的に考慮できているといえるが、さらにより現実に対応していくためには、住宅地タイプの分類条件の区切りを細かくすることで段階的に自動車CO₂排出量の値が変化するよう工夫することや、特に人口の撤退について議論する上では現実問題として地域住民の移動特性や移転の可否等についてもより具体的に検討していくことが重要である。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：特集 地球温暖化と交通～京都議定書を超えて～，交通工学，Vol.42，No.6，2007。
- 2) たとえば，Newman，P. and Kenworthy，J.：Cities and automobile dependence，a sourcebook，Hampshire，Gower Technical，1989。
- 3) 国土交通省都市・地域整備局：集約型都市構造の実現に向けて～都市交通施策と市街地整備施策の戦略的展開～，2007。
- 4) たとえば，海道清信：コンパクトシティの計画とデザイン，

学芸出版社，2007。

- 5) 村岡洋成・森本章倫・浅野光行：日本型 ABC ポリシーを想定した通勤目的自動車の削減効果に関する研究，都市計画論文集，No.37，pp.271-276，2002。
- 6) 加知範康・岑貴志・加藤博和・大島茂・林良嗣：ポテンシャル型アクセシビリティに基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用，土木計画学研究・論文集，No.23，no.3，pp.675-686，2006。
- 7) 国立環境研究所：脱温暖化 2050 研究プロジェクト：http://2050nies.go.jp/index_j.html，2008.03.27 最終閲覧。
- 8) 環境省：超長期ビジョン検討について，http://www.env.go.jp/policy/info/ult_vision/，2008.03.27 最終閲覧。
- 9) 小島浩・吉田朗・森田哲夫：環境負荷を小さくするための都市構造及び交通施策に関する研究～仙台都市圏を対象として～，都市計画論文集，No.39-3，pp.541-546，2004。
- 10) 高橋美保子：都市のサステナビリティ評価の指標と方法に関する研究，九州大学大学院学位論文，pp.89-130，2008。
- 11) 中道久美子・谷口守・松中亮治：都市コンパクト化政策に対する簡易な評価システムの実用化に関する研究～豊田市を対象にした SLIM CITY モデルの応用～，都市計画論文集，Vol.39-3，pp.67-72，2004。
- 12) 大城温・松下雅行・並河良治・大西博文：自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数，土木技術資料，VOL.43，NO.11，pp.50-55，2001。
- 13) 京阪神都市圏交通計画協議会：3.都市交通のこの 10 年の変化，http://www.keihanshin-pt.com/pt_h12/8p8.html，平成 12 年度パーソントリップ調査(PT 調査)について，2008.03.27 最終閲覧。
- 14) 山室良徳・土井勉・中島廣長・村尾俊道・堀雅清・角豊一・関口義人・西堀泰英：南つつじヶ丘(京都府亀岡市)における地域との共同によるバス交通改善の取組，第三回日本モビリティ・マネジメント会議 プログラム・発表概要集，p.41，2008。

QUANTITATIVE ANALYSIS OF COMPACT URBAN LAYOUT CAUSED CO₂ REDUCTION

Kumiko NAKAMICHI, Hironaga NAKAJIMA, Toshimichi MURAO, Yasuhide NISHIHORI and Mamoru TANIGUCHI

Recently many municipalities and governments have stated that they will promote a compact urban layout as one of countermeasures for reducing CO₂ emissions. It should be easy for municipalities to confirm environmental effects of compact urban layout, but quantitative information about CO₂ reduction caused by compact urban layout, based on present state and redevelopment projects, are not yet completely available. An objective of this study is to evaluate the various compact urban layout scenarios that use SLIM CITY model from the viewpoint of CO₂ reduction. Overall, this study shows that a corridor type urban layout scenario is significant from sustainable point of view.