

# 開発・撤退過程における都市整備手法と環境負荷との関連分析\*

## Relevant analysis of Development Methods and Environmental Load in the Process of Urban Development and Retreat \*

内田元喜\*\*・氏原岳人\*\*\*・谷口守\*\*\*\*・松中亮治\*\*\*\*\*

By Genki UCHIDA \*\*・Takehito UJIHARA\*\*\*・Mamoru TANIGUCHI\*\*\*\*・Ryoji MATSUNAKA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

近年、低環境負荷型の都市空間形成を目指した集約型都市構造に関する議論が各所で行われている<sup>1)</sup>。特に都市空間利用の効率化において、地区の撤退・再集結や都市コンパクト化を、主に建物の建設・解体や都市インフラ整備及び維持・管理に伴う環境負荷や費用に着目して検討されている<sup>2)</sup>。このような都市構造の再編は、高度経済成長期以降、急激な人口増加の受け皿となった郊外部から、都市域をコンパクトにしていくというコンセプトに基づいている。しかし、わが国の郊外部の現状は、計画的に整備された市街地は数少なく、無秩序かつ低密に形成されたスプロール市街地が数多く混在している。

その一方で、長期的な人口減少社会へと移行しつつある近年では、都市活動の撤退により、さらなる空間利用の非効率化が懸念される。このため、減少過程において、これまでに整備された都市施設や社会基盤などを環境や経済性の観点からどのようにマネジメントしていくのかについては、新たな課題となる。また、建物レベルでの都市撤退に関する数少ない実態分析では、その程度やパターンは都市整備手法(スプロール市街地や計画的市街地)によって明確に異なることが示されている<sup>3)</sup>。つまり、都市整備手法が起因する建物の開発状況及びそれに順ずる将来の経年的な撤退パターンに基づいてマネジメントの方向性を検討する必要がある。場合によっては、空間利用の効率性の著しい低下から都市活動当たりの環境負荷や維持管理費用が増加することも考えられる。

このような状況にあって加藤ら<sup>4)</sup>は、4次メッシュにて建物立地に関する様々な環境負荷量を集計し、都市レベルでの立地状況が環境負荷へ及ぼす影響を捉えている。

建物レベルにおいては、谷口ら<sup>5)</sup>によって建物同士の隣接状況等から、開発及び撤退の非効率性を定量的に評価できる指標が考案されているが、環境負荷との関連性には着目されていない。また、先行研究<sup>6)</sup>では、都市インフラの中でも特に建物立地パターンと直接的な関係性を持つ上下水道、都市ガス、道路等のネットワーク系施設の維持管理に伴う環境負荷に着目することで、都市整備手法と環境負荷との関連性を明確にしている。しかしながら、現状としてどのような地区が高環境負荷型であるのか、ということに分析の主眼が置かれているため、今後どのように変化していく可能性があるのか、という各地区の将来性については十分に検討されていない。

以上のような問題意識に基づき、本研究ではスプロール市街地や計画的に整備された市街地など、都市整備手法の異なる地区を対象に、開発過程において都市インフラの維持管理に伴う環境負荷がどのように変化してきたか、そして撤退過程における建物立地状況の変化によって、各地区の建物当たりの環境負荷量がどのように変化している可能性があるのかを定量的に示すことを目的とする。

以下2. で本研究の内容及び特長について述べ、3. では対象地区と使用データを示す。4. では維持管理に伴う環境負荷量を算出する上で分析対象とする都市インフラ箇所及びその抽出方法、また環境負荷量の算出方法について説明する。そして5. では、各地区の分析結果を示す。最後に6. において、本研究のまとめについて述べる。

### 2. 本研究の内容及び特長

本研究では、まず各地区での経年的な建物立地状況に関する実態分析結果を基に、建物開発に付随して整備されたネットワークを抽出する。また建物年齢分布を把握することで、将来更新時期に合わせて建物が撤退した場合に、残存する住宅によって維持管理されるネットワークを抽出する。そして、各種都市インフラの維持管理に関する環境負荷原単位を用いることで、これまでに開発された住宅及び将来における残存住宅当たりの都市インフラの維持管理に伴う経年的な環境負荷量の変化を明らかにする。本研究の特長について以下に整理する。

1) 建物立地に関する経年的な実態分析結果と都市イン

\*キーワード：都市計画、地区計画、市街地整備、スプロール市街地

\*\*学生員、岡山大学大学院環境学研究所  
(岡山市津島中3-1-1、TEL : 086-251-8850、  
E-mail : gev20102@cc.okayama-u.ac.jp)

\*\*\*学生員、修(環境学)、岡山大学大学院環境学研究所  
(E-mail : dev19102@cc.okayama-u.ac.jp)

\*\*\*\*正員、工博、岡山大学大学院環境学研究所  
(E-mail : mamoru34@cc.okayama-u.ac.jp)

\*\*\*\*\*正員、博(工)、京都大学大学院工学研究所  
(京都市西京区京都大学桂Cクラスター、TEL : 086-251-8921、  
E-mail : matsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

フラのネットワークとを重ね合わせることで、市街地形成時だけでなく、将来における撤退過程と環境負荷の経年的な関連性にまで言及している。

- 2) 都市整備手法に着目することで、開発・撤退過程における空間利用の効率性の変化が、環境負荷に及ぼす影響を明らかにしている。
- 3) 以上より、郊外部の新たな課題や問題点を定量的な分析に基づき明らかにし、人口減少下におけるマネジメントを検討する上での基礎的な情報を提供する。

### 3. 分析対象地区と使用データ

#### (1) 分析対象地区

本研究では、都市整備手法が起因する開発・撤退過程に着目して比較・検討を行うため、交通利便性等の条件は類似し、住宅地としての位置づけの明確な3つの郊外住宅地を分析対象とした。各地区の概要を表-1に示す。

- ① 岡山市赤田：人口は既にピークを過ぎ、減少に転じている市街地で、街路整備は不十分で土地利用も乱雑となっている典型的なスプロール市街地である。
- ② 岡山市平田：人口及び世帯数が増加傾向にあり、街路網が整備された開発指向の高い郊外市街地である。本研究では、岡山市今土地区画整理事業(昭和45年度～平成2年度)が実施された範囲を分析対象とする。
- ③ 岡山市富士見町：人口及び世帯数がピークの状態にある。民間企業により一度にまとまって開発された一体的開発市街地である。このため、ロット分割や土地利用状況も良好となっている。

#### (2) 使用データ

維持管理に伴う環境負荷量を算出するにあたり、先行研究<sup>6)</sup>の使用データ及び算出方法を参考にした。

上水道及び都市ガスについては、資源協会のデータ<sup>7)</sup>に基づいて維持管理に関する補修や輸送に伴うエネルギー量を敷設延長で除することで環境負荷原単位(CO<sub>2</sub>)を算出している。道路については、維持修繕を対象とした天野らのデータ<sup>8)</sup>を用いて同様に原単位を算出している。

表-1 分析対象地区の概要

対象地区	人口(人)			面積(ha)	市の中心部までの距離(km)	2000年世帯構成(%)				高齢化率(%)
	1995年	2000年	2005年			単独	夫婦のみ	夫婦と子	その他	
岡山市赤田	1,944	2,017	1,952	29.1	4.3	26	23	39	12	10
岡山市平田	2,236	2,463	3,127	45.2 <sup>*1</sup>	4.7	28	19	39	14	8
岡山市富士見町	622	579	568	7.4	8.6	19	29	33	18	23

\*1 区画整理事業が行われた部分に限定する

### 4. 都市インフラの抽出方法及び環境負荷量の算出方法

#### (1) 分析対象とする都市インフラ箇所とその抽出方法

まず住宅地図<sup>9)</sup>を用いて、土地区画整理事業完了後の1994年～1999年、1999年～2005年の建物開発・撤退状況をGIS上にロットレベルにて詳細に抽出することで、経年的な開発パターンと2005年時点の建物年齢(3年齢：11年以上、6～11年、6年以内)分布を把握した。その上で分析にあわせて対象とする都市インフラ箇所を抽出した。なお、都市整備手法における差異を捉える意図から、対象は住宅に限定している。道路については住宅地図、上水道と都市ガスのネットワークについては2005年時点の上水道配管図面<sup>10)</sup>を用いてGIS上に構築した。この上水道配管図面には、交通ネットワークとして機能している道路に付随した配水管(主管と定義)と個人(住宅)用の配水管(支管と定義)とが色で表記されている。

以上の作業を基に、開発に付随して整備されたネットワークを抽出する。この際、付随して整備される都市インフラの効率性を捉えるため、建替えを除いた開発(建物の存在しない土地に新たに建設)のみに着目している。さらに、建物年齢分布状況から2005年以降建物更新時期に合わせて放棄できる非効率箇所のネットワークを排除することで、将来において残存する住宅により維持管理が必要となるネットワークを把握する。対象とする都市インフラ箇所及びその抽出方法について以下で説明する。なお、全ての地区で現地踏査を複数回実施した上で抽出している。

- 1) 上水道、都市ガスに関しては、支管に該当する箇所のみを抽出する。この理由として、開発パターンと支管に該当するネットワーク箇所とは直接的な関係にあり、また撤退パターンについても合わせてその効率性を的確に捉えることができるためである。また、交通ネットワークとして機能している道路に付随した主管は特定の住宅のための設備でないことや、実際にその維持管理を放棄する可能性が低いことから対象外とした。
- 2) 道路に関しては、開発によって新たに整備された道路、撤退の際に放棄可能な非効率箇所の袋小路型道路を抽出する(1の理由から)。ただし、現地踏査の結果から、配水管が付随していない道路のほとんどが維持管理を必要としないものであったため、配水管と重なる道路のみを抽出する。

#### (2) EF指標を用いた環境負荷量の算出方法

本研究では、先行研究<sup>6)</sup>と同じく対象とする人間活動に伴う環境負荷量を土地面積に換算するEF指標を用いる。これにより、維持管理に伴い発生する環境負荷だけでなく、都市インフラ供給のための用地も土地資源消費の観

点から上記の環境負荷と合わせて評価可能となる。つまり、都市整備手法の異なる地区において、適切な都市インフラの維持管理による環境負荷量の削減のみならず、低環境負荷型の都市空間の有効活用にまで議論を展開することが可能になる。

都市インフラ供給のための用地については、地上での土地利用状況に着目しているため、配水管埋設のための用地は対象外とした。つまり、交通用地(道路面積)を都市インフラ供給のための用地としている。

まず、使用データより各種都市インフラの維持管理に伴って排出されるCO<sub>2</sub>排出原単位の合計値を算出し、抽出したネットワーク延長及び道路用地の面積を乗じることで年間CO<sub>2</sub>排出量を算出する。そして、そのCO<sub>2</sub>排出量を吸収するために必要となる森林面積と、都市インフラのために必要となる交通用地を合計することで、維持・管理に伴う年間のEF指標値を算出した(式1、2)。

$$EF_M = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\gamma} \quad (1)$$

$$EF = EF_M + b_r \quad (2)$$

EF: 都市インフラの維持管理に伴うEF指標値(ha)

EF<sub>M</sub>: CO<sub>2</sub>を吸収するために必要となる森林地(ha)

C<sub>i</sub>: 都市インフラの維持管理に伴うCO<sub>2</sub>排出量 (t-CO<sub>2</sub>)

m: 対象とする都市インフラ数

i: 各種都市インフラ(上水道、都市ガス、道路)

γ: 二酸化炭素吸収効率 (t-CO<sub>2</sub>/ha)

b<sub>r</sub>: 交通用地面積(道路面積)(ha)

## 5. 分析結果

GIS上に抽出した各地区における住宅立地と都市インフラ整備の状況について、図-1に示す。なお、平田は

スペースの関係上縮尺が異なっている。図-2、3において、開発パターンとそれに順ずる将来の撤退パターンに応じて経年的に変化した住宅当たりの都市インフラの維持管理に伴うEF指標値の算出結果を示す。

図-1より、スプロール市街地である赤田は、開発された住宅に対し、それに付随して整備された配水管や道路が平田と比較しても極めて非効率な配置であることが確認できる。このため、図-2より、開発に伴い整備された都市インフラの維持管理に伴うEF指標値は赤田が最も高く、特に道路に関しては近年非常に高くなっている。そして、平田においても道路に関するEF指標値が高いが、経年的にみると、赤田のような農地を侵食する形での開発とは異なり、資材置き場などの低未利用地が主に利用されていた。富士見町においては、対象期間における開発数は少ないものの、宅地化とあわせて、都市インフラが整備されたため、効率的なネットワークが構築されており、維持管理に伴うEF指標値が非常に低いことが確認できる。

図-3より、2005年時点での都市インフラの維持管理に伴う住宅当たりのEF指標値は、開発パターンが起因して赤田が最も高くなっている。特に袋小路型の非効率な

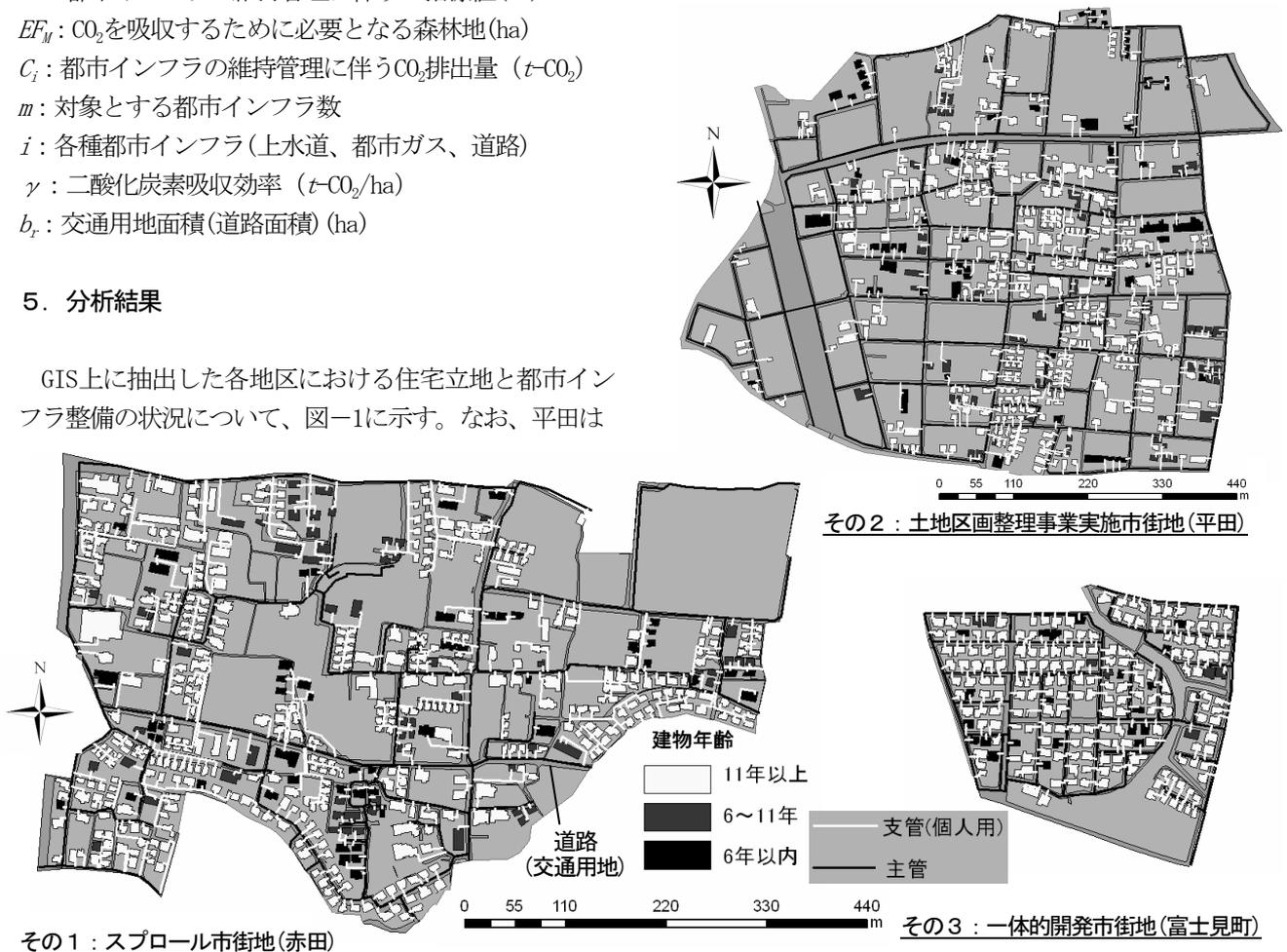


図-1 各地区の住宅の建物年齢分布(建物立地状況)と都市インフラネットワーク状況

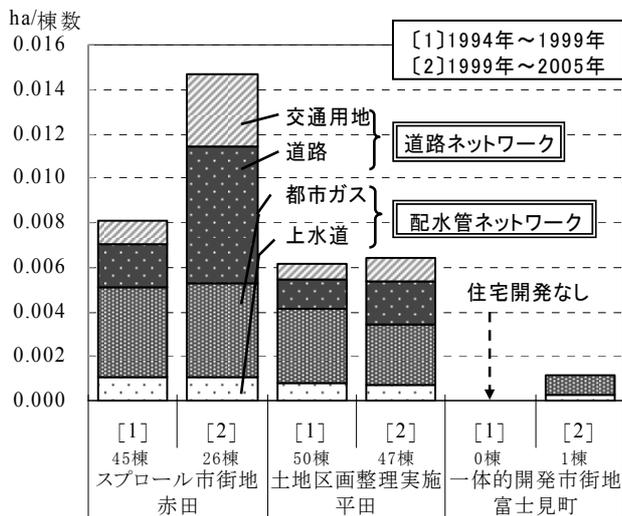


図-2 開発に伴い整備された都市インフラの維持管理に伴う開発住宅当たりのEF指標値

道路が多数存在していることから、道路に関するEF指標値が他地区と比較して2倍以上高い。さらに、将来において現在の住宅が撤退していく場合の住宅当たりのEF指標値の変化を見ると、経年的に倍近くにまで増大している。これは、スプロール市街地における都市インフラのネットワークが建物開発の時期に沿って継ぎ足し状に整備されたことが起因している。つまり、人口減少下における撤退過程を想定すると、建物年齢順に従って継ぎ足しの先端に向かう建物の撤退が進行することで、その先端に立地する住宅（群）当たりの都市インフラの維持管理に伴う環境負荷量が増加していくのである。なお、このような地区では都市撤退の実態分析から、スプロールを裏返しにしたように単独や複数の住宅群が蚕食型に撤退するパターン（リバース・スプロール）が確認されている<sup>3)</sup>。つまり、都市インフラのネットワーク上に連なる形で開発時期ごとにまとまって分布している住宅群が、将来的にその開発された時間軸に沿ってリバース・スプロールすることが懸念されるため、先述のような住宅当たりの環境負荷量の著しい増加につながる可能性がある。

一体的開発市街地である富士見町では、撤退過程におけるEF指標値が他の地区と比較して経年的に低い水準となっている。また、都市インフラ総量からも低環境負荷型の市街地である<sup>6)</sup>とされており、既存インフラを活用した形で、多くの建替え（建物更新）が行われていたため、今後も環境負荷の低い維持管理が行われる可能性が高い。

平田においては土地区画整理以前の非効率な開発パターンが起因してEF指標値が比較的高いが、赤田のように環境負荷量が著しく増大するような経年的な傾向は、配水管及び道路に関するEF指標値の変化からは見られない。なお、土地区画整理によって計画的な都市インフラのネットワークが既に形成されており、現在でも開発指向が高い。このため、それら都市インフラを活用する形で開発が進む可能性が高く、富士見町のような低環境負

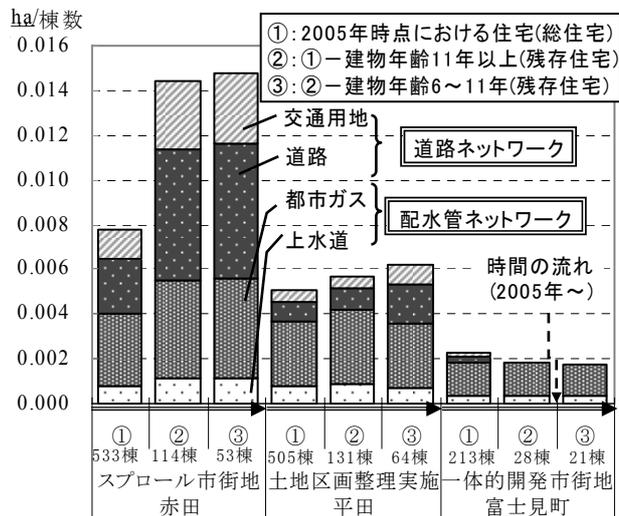


図-3 2005年時点（現状）及び撤退に伴って変化する住宅当たりの都市インフラの維持管理に伴うEF指標値

型の市街地となる素地はあると言える。

## 6. おわりに

スプロール開発における無秩序さや低密さが起因して、高環境負荷型の市街地が形成されることが指摘されている。本研究では建物開発のパターンから、人口減少下における撤退過程では後追いの開発が起因して、空間利用の効率性の低下を招き、建物当たりの環境負荷量の増大につながる可能性を定量的に示した。減少過程において、それら郊外部を如何に計画的にマネジメントするかが重要となる。その一方で、このような局面においては建物当たりの都市インフラの維持管理費用も増大することが考えられ、費用面においても深刻な問題が発生する可能性が高い。今後は本研究の結果を踏まえ、具体的な土地利用政策及び撤退・集結等の実施に伴う環境負荷の変化をマイクロな視点からも明らかにする必要がある。

### 参考文献

- 1) たとえば、環境省：地球温暖化対策とまちづくりに関する検討会、<http://www.env.go.jp/council/27ondanka-mati/yoshi27.html>、2008.6閲覧。
- 2) たとえば、根市政明・土屋貴佳・室町泰徳：「都市コンパクト化による都市施設マネジメント費用の変化に関する研究」、土木計画学研究論文集、Vol. 24-1、pp. 217-222、2007。
- 3) 氏原岳人・谷口守・松中亮治：「市街地特性に着目した都市撤退（リバース・スプロール）の実態分析」、都市計画論文集、No. 41-3、pp. 977-982、2006。
- 4) 加藤博和・後藤直紀・柴原尚希・加知範康：「建築物の立地が環境負荷に及ぼす影響に関する考察」、日本LCA学会誌、Vol. 4-1、pp. 44-50、2008。
- 5) 谷口守・松中亮治・妹尾一慶：「都市撤退（リバース・スプロール）に関する計測手法の開発とその適用」、土木計画学研究論文集、Vol. 24-1、pp. 183-190、2007。
- 6) 氏原岳人・谷口守・松中亮治：「エコロジカル・フットプリント指標を用いた都市整備手法が都市撤退に及ぼす環境影響評価—都市インフラネットワークの維持・管理に着目して—」、都市計画論文集、No. 42-3、pp. 637-642、2007。
- 7) 社団法人資源協会編：家庭生活のライフサイクルエネルギー、資源協会、1994。
- 8) 天野耕二・牧田和也：「舗装道路の建設と維持修繕に伴う環境負荷とコストのライフサイクル評価」、土木学会論文集、VII-16、Vol. 657、pp57-64、2000。
- 9) ゼンリン：ゼンリン住宅地図、岡山市、1994年、1999年、2005年
- 10) 岡山市水道局：2005年度岡山市上水道配管図面