

〈特別研究課題〉 地理情報を用いた  
建築廃棄物発生分布予測システムの開発  
助成研究者 豊橋技術科学大学 後藤 尚弘



## 地理情報を用いた建築廃棄物発生分布予測システムの開発

後藤 尚弘  
(豊橋技術科学大学)

### A system on distribution estimation of mixed construction waste using geographical information

Naohiro Goto  
(Toyohashi University of Technology)

#### Abstract:

Construction Material Recycling Law was enacted in May 2000 and sorting and proper treatment demolition waste has obligated. However mixed construction wastes are out of recycle targets, because recycle rate of them is very low. To improve this situation, it is required to estimate amount of the mixed construction material generation. In this research in order to develop a method to estimate the waste, I compared statistical date with estimation which is implemented using existed floor area and constructed floor area. From results, the estimation using current floor area is closer to the data than that using constructed floor area. Then I adopted the current floor area method for estimation and constructed a computer software to estimate the waste. I also made prediction of future waste generation.

#### 1. 緒言

我が国の全産業廃棄物に占める建設廃棄物の割合は約40%に及び、その適正処理が重要な課題となっている。そこで、平成14年に建設リサイクル法が施行され、その対象となったコンクリート、アスファルト、木材について全量が有効利用、適正処理されることが義務づけられ、コンクリート、アスファルトについては、ほぼ100%、木材においても80%近くりサイクルされるようになっている。しかし、この法律の対象外となった木屑、廃プラ、廃石膏ボード等を含む建設混合廃棄物

はリサイクル率が低く、これを改善させることが建設リサイクルの今後の課題となっている。

建設混合廃棄物のリサイクル率の停滞の理由として、分別技術の限界と建設混合廃棄物のリサイクル資材としての需要の低さがある。分別技術に関しては、建設混合廃棄物のリサイクルを行っている事業には取引廃棄物全体量のうち80%のリサイクル率を達成しているものも存在する。すなわち、建設混合廃棄物のリサイクル率停滞の理由はリサイクル資材としての需要の低さ、不確定さによる部分が大きいと言える。そこで、将来における建設混合廃棄物の発生量を推計出来ればリサイクル業者、中間処理業者など民間企業に対して、マーケットの規模の情報を提供することが出来、需要の増加に繋がると考えられる。しかし、これまでに建設混合廃棄物の発生量推計に関する研究は報告されていない。

そこで本研究では建設混合廃棄物の推計手法を提案し、将来における建設混合廃棄物の発生量状況を明らかにすることを目的とする。

## 2. 建設混合廃棄物推計手法

既存の研究では、橋本ら(2000)、荻島ら(2002)、藤川ら(2006)により、建設廃棄物の発生予測が行われており、推計手法が確立している。推計手法に関しては過去の建設着工量と建設寿命を基に推計する手法が一般的であるが、精度の高い推計結果は得られていない。そこで本研究では、過去の建設着工量と建設寿命を基に推計する手法(以後、着工床面積推計法)に加え、現存する建築物の量を基に推計する手法(以後、現存床面積推計法)にて推計を行い、推計手法の比較を行った。

### 2.1 現存床面積推計法

現存床面積の推計を式(1)に示す。本研究では基礎資料として地理情報システム(Geographic Information System、以下GIS)を用い、住宅地図から抽出した現存床面積データを用いる。ここで、調査年と現存床面積データの年が異なる場合、経年による現存床面積の変化を考慮しなければならない。そこで、将来における現存床面積の変化率は人口問題研究所の世帯数の将来推移を基にし、調査年と現存床面積データの年における世帯数の割合を変化率とした。

$$G_i = m \times G_k \quad (1)$$

$G_i$ : 調査対象年における現存床面積[m<sup>2</sup>]

$G_k$ : GISデータの現存床面積[m<sup>2</sup>]

$m$ : 現存床面積の変化率

$i$ : 調査対象年

$k$ : 使用した現存床面積データの年

解体床面積の推計を式(2)に示す。解体床面積は式(1)で求めた現存床面積に解体率を乗じることによって求める。更に建築構造の種類ごとの割合を乗じることにより、構造別(W造、RC造、S造、SRC造)の解体床面積を求めた。

$$D_{i,s} = G_i \times r \times S_{i,s} \quad (2)$$

$D_{i,s}$ : 調査対象年における建築構造別解体床面積[m<sup>2</sup>]

$s$ : 建築構造の種類

$r$ : 解体率

$S_{i,s}$ : 建築構造割合

建設廃棄物の既存研究において、原単位はあまり変化しないため、経年変化は無視する場合が多い。しかし、本研究の対象である建設混合廃棄物においては、原単位の経年変化が著しい。これは、現場での分別技術の向上によるものと考えられる。よって、本研究では原単位の経年変化を考慮し、過去数年の原単位の値を基に変化率を定めた。しかし、分別技術の向上にも限界があるため、平成17年の原単位の50%を歩留まりとした。

建設混合廃棄物発生量の推計を式(3)に示す。式(2)で求めた構造別解体床面積に構造別原単位を乗じ、各構造別発生量を足し合わせることで推計を行った。

$$W_i = \sum_s \langle D_{i,s} \times H_{i,s} \rangle \quad (3)$$

$W_i$ : 調査対象年における建設混合廃棄物発生量[kg]

$H_{i,s}$ : 調査対象年における建築構造別建設混合廃棄物の原単位[kg/m<sup>2</sup>]

## 2.2 着工床面積推計法

着工床面積推計法による推計手法を以下に示す。式(4)では、調査年から建設寿命の年数遡った年の建設着工量を調査対象年における解体床面積とし、構造別割合を乗じることにより、構造別解体床面積を推計する。ここで、建設寿命は既存研究の値を、着工床面積は建築統計年報を資料とした。

$$D_{i,s} = P_{i-\tau_s} \times S_{i,s} \quad (4)$$

$D_{i,s}$ : 調査対象年における建築構造別解体床面積[m<sup>2</sup>]

$P$ : 着工床面積[m<sup>2</sup>]

$S_{i,s}$ : 建築構造割合

$\tau$ : 建設寿命

建設混合廃棄物の推計手法を式(5)に示す。解体床面積に構造別原単位を乗じ、各構造別解体床面積を足し合わせることで推計を行った。ここで、原単位は着工床面積推計法と同様の経年変化を考慮したものを使用した。

$$W_{i,s} = \sum_s \langle D_{i,s} \times H_{i,s} \rangle \quad (5)$$

$W$ : 建築混合廃棄物量[kg]

$H$ : 建築混合廃棄物排出原単位[kg/m<sup>2</sup>]

## 2.3 残存率関数

2.2の着工床面積推計法では過去の着工床面積の全量が建設寿命経年後に解体されるという前提で推計されている。ここで、実際的な推計を行う上で、建設物が建設後どのように残存するか

を示す残存率関数が必要となる。本研究では残存率関数としてワイブル分布関数を想定し、建設寿命経年後に残存率が50%となるよう設定した。ワイブル関数は故障の発生率等を表す確率分布関数として用いられている。建設後*t*年の残存率関数は式(6)のように定義される。

$$R(t) = e^{-\left(\frac{x}{b}\right)^a} \quad (6)$$

a,b:定数

残存率関数を考慮した場合の着工床面積推計法における解体床面積を式(7)に示す。また、残存率曲線を図-1に示す。

$$D_{i,s} = \sum_{j \leq t \leq i} \langle R(t) \times P_t \times S_{i,s} \rangle \quad (7)$$

*R(t)*:残存率関数

*j*:*i*年に現存する最古の建設物

の着工年数

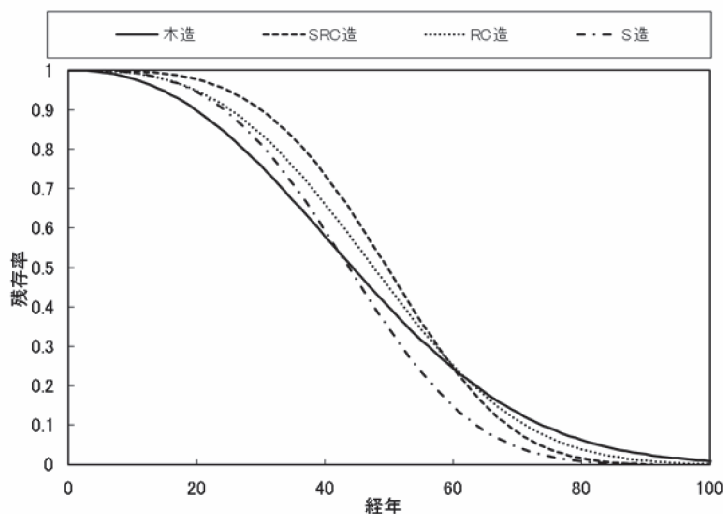


図-1 残存率曲線

### 2.3 使用データ

現存床面積推計法では、GISを用いて推計した床面積データを用いる。現存床面積を求める場合、固定資産税概要調書を資料とするのが一般的であるが、保存状態が十分でない、空間レベルの情報不足しているなどの課題が存在する。GISの住宅地図の床面積データは図-2、図-3のように1軒1軒の床面積情報が抽出でき、また階数情報など空間レベルでの床面積情報が得られるため、固定資産概要調書などを用いる場合に比べ、より正確な推計が可能となる。本研究ではGISとして、MapInfoを用い、住宅地図ソフトとして、三井造船システム技研株式会社の住宅地図を用いた。住宅地図及び抽出データの一部を図に示す。また、本研究で用いた住宅地図には、2階以下の建物についての階数情報が不足していた。現地調査を行った結果、階数情報のない建物の平均階数は1.8階であり、また8割が住宅であったため、1階の面積より2階の面積の方が少なかった。そこで、本研究では階数情報のない建物は1.5階建てとして計算を行った。

式(2)の解体率は現存床面積のうち、どれくらいの割合が解体されるかを示す。過去数年の現存床面積における解体床面積の割合は1.25~1.4%であり、比較的幅の狭い割合であったことから、本研究では解体率は一律1.3%とした。建設着工床面積の資料として、財団法人建設物価調査会発行の建築統計年報を用いた。建築統計年報には電子データが付録としてついており、様々な統計のデータを利用することができる。しかしながら、時系列の着工統計情報には都道府県別の情報は存在するが、市単位での電子データ情報は存在しない。そこで、愛知県と名古屋市での愛知県の年間着工床面積に着目し、プロットを行った結果、図-4のように愛知県と名古屋市には相関関係があると判断し、愛知県の28.1%が名古屋市で着工されたものと仮定した。その他、使用データ一覧を表-1,2に示す。

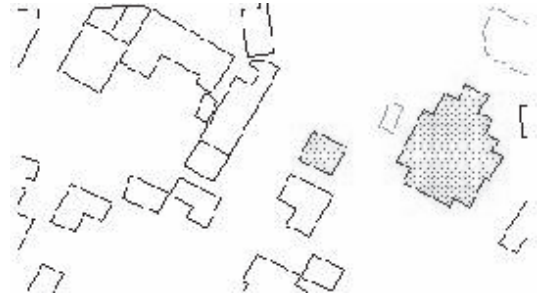


図-2 GISの住宅地図画面(左 名古屋市住宅地図 右 住宅地図拡大図)

| 図形種別  | 属性番号           | 住所コード                | 項目名称              | 棟名称   | 階           | 名称 | 面積 |
|-------|----------------|----------------------|-------------------|-------|-------------|----|----|
| "082" | "221463000648" | "231060170050022018" | "グランドメゾン鶴舞公園"     | "14F" | "524.222765 |    |    |
| "082" | "221463000636" | "231060170050023000" | "大曾根事業管理所"        |       | "25.101242  |    |    |
| "082" | "221463000637" | "231060170030012000" | "新那古野"            |       | "61.646760  |    |    |
| "082" | "221463000422" | "231060170050023021" | "春秋"              |       | "62.303827  |    |    |
| "082" | "221463000719" | "231060170030012014" | "カット&バーまつるまい"     |       | "36.620783  |    |    |
| "082" | "221463000719" | "231060170030012014" | "JTBトラベランド名古屋鶴舞店" |       | "107.502560 |    |    |
| "082" | "221463000725" | "231060170050023024" | "キョスクベルマート鶴舞1号店"  |       | "119.931248 |    |    |
| "082" | "221463000636" | "231060170050023000" | "銀座ライオン鶴舞店"       |       | "86.262194  |    |    |
| "082" | "221463000305" | "231060170050023000" | "エクスプレス"          |       | "36.868568  |    |    |
| "082" | "221463000726" | "231060170050023024" | "キョスクベルマート鶴舞2号店"  |       | "121.796548 |    |    |
| "082" | "221463000671" | "231060170050024000" | "串やき鶴家"           |       | "49.444591  |    |    |
| "082" | "221463000671" | "231060170050024000" | "串やき鶴家"           |       | "76.890034  |    |    |

図-3 GISの床面積抽出データ

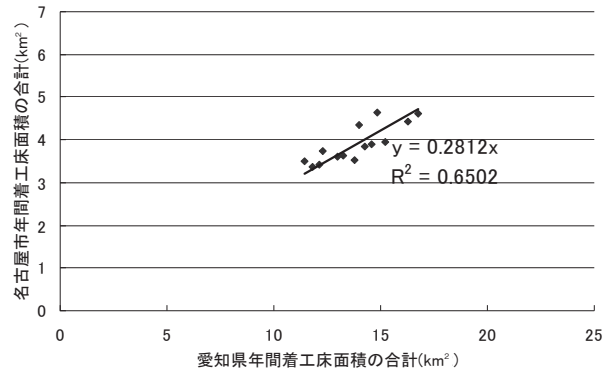


図-4 愛知県と名古屋市の建設着工量の関係

表-1 使用データ一覧(現存床面積推計法)

| 現存床面積推計法 |                                     |   |
|----------|-------------------------------------|---|
| パラメータ    | 値                                   | 内容  |
| $G_k$    | 123620575[m <sup>2</sup> ]          | GISの現存床面積データ。名古屋市の住宅地図より抽出。   |
| $m$      | 平成12年:1.03                          | 現存床面積の変化率。過去の推計では固定資産税概要による比を使用。将来推計に関しては、住宅の世帯推移予測による比を使用                  |
|          | 平成14年:1                             |   |
|          | 平成17年:1.079                         |   |
| $r$      | 1.30%                               | 一律現存床面積の1.3%  |
| $S$      | 2000年 W造:45%                        | 構造は木造、RC造、S造+SRC造に分類。国土交通省の統計値を使用   |
|          | RC造:25%                             |   |
|          | SRC造:9%                             |   |
|          | S造:21%                              |   |
|          | 2002年 W造:45%                        |   |
|          | RC造:27%                             |   |
|          | SRC造:7%                             |   |
|          | S造:21%                              |   |
| $H$      | 2000年 W造:0.032[ton/m <sup>2</sup> ] | 建築業協会による調査値を使用。W造の原単位に関しては記載されていないため、橋本らの研究の建設廃棄物の原単位に建設混合廃棄物の割合で案分したものを使用。 |
|          | RC造:0.020[ton/m <sup>2</sup> ]      |   |
|          | SRC造:0.019[ton/m <sup>2</sup> ]     |   |
|          | S造:0.018[ton/m <sup>2</sup> ]       |   |
|          | 2002年 W造:0.031[ton/m <sup>2</sup> ] |   |
|          | RC造:0.019[ton/m <sup>2</sup> ]      |   |
|          | SRC造:0.016[ton/m <sup>2</sup> ]     |   |
|          | S造:0.016[ton/m <sup>2</sup> ]       |   |

表-2 使用データ(着工床面積推計法)

| 着工床面積推計法 |             |   |
|----------|-------------|---|
| パラメータ    | 値           | 内容  |
| $p$      | -           | 建築統計年報を参照。  |
| $s$      | 現存床面積推計法と同値 | -   |
| $h$      | 現存床面積推計法と同値 | -   |
| $\tau$   | W造:35年      | 建設寿命。及川らの論文から引用。                                  |
|          | RC造:35年     |   |
|          | SRC造:39年    |   |
|          | S造:32年      |   |
| $t$      | W造:0~90     | 建設物の残存年数。   |
|          | RC造:0~75    |   |
|          | SRC造:0~70   |   |
|          | S造:0~65     |   |
| $x$      | W造:40.92    | 残存率関数のパラメータ。ワイブル分布関数を用い、建設寿命が50%減失率になるようにパラメータを設定 |
|          | RC造:39.2    |   |
|          | SRC造:42.5   |   |
|          | S造:35.5     |   |
| $a$      | W造:2.346    | 残存率関数のパラメータ。                                      |
|          | RC造:2.974   |   |
|          | SRC造:3.745  |   |
|          | S造:3.202    |   |

### 3. 結果及び考察

2000年、2002年、2005年における名古屋市の建設混合廃棄物発生量を現存床面積推計法、着工床面積推計法、更に着工床面積推計法に残存率関数を考慮した推計法において推計を行い、実態調査(国土交通省, 2000, 2002, 2005)との比較を行った結果を図-5に示す。実態調査は国土交通省の建設副産物実態調査の値を用いているが、都道府県単位での調査値しか存在しないため、図-4の愛知県と名古屋市の着工量の相関関係と同様の仮定を用い、愛知県の建設混合廃棄物の実態調査値のうち、28.1%が名古屋市で発生したものとした。

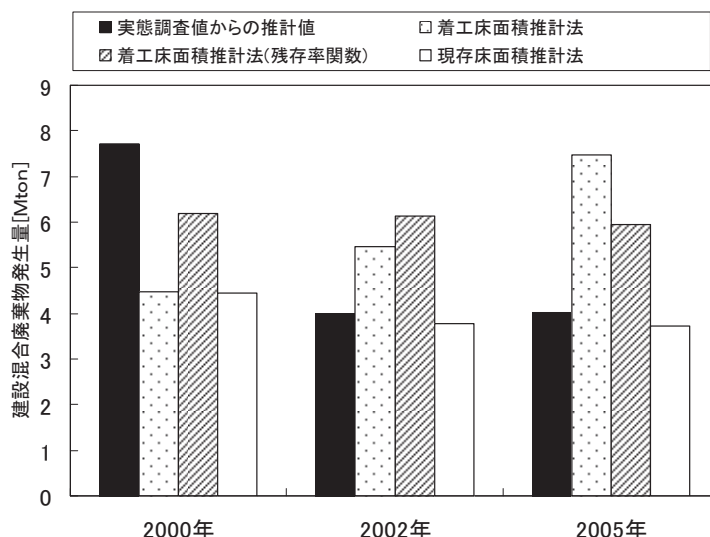


図-5 名古屋市の建築混合廃棄物発生量推計の比較

2000年においてはどの推計手法においても、精度の高い推計は得られなかった。2000年は建設リサイクル法が施行される前であり、建設解体時に分別を行わなかった解体業者が多数存在すると考えられるため、原単位による誤差が生じたと考えられる。2002年及び2005年において、着工床面積推計法において、他の手法と比較して精度の高い推計が可能であった。この理由として、近年の建設物の解体理由の変化が考えられる。建設物の解体理由として、a) 構造耐力の低下 b) 機能の陳腐化 c) 社会的要因 が考えられる。近年の建築技術の進歩、設備技術、デザイン性の向上、企業の拡大による建築面積の拡大、リフォーム技術の進歩など、ここ近年の解体理由としてb)の機能の陳腐化による解体が大きな理由となっていることから、建設寿命の変化が著しいため、着工床面積推計手法での推計値の精度が低かったと考えられる。

よって本研究では現存床面積推計法による推計を採択し、将来推計を行った。2010年、2015年、2020年、2025年における建設混合廃棄物発生量の推計結果を図-6に示す。原単位変化なしは床面積の割合からのみ廃棄物を求める方法であり、混合建設廃棄物を含めた全建設廃棄物発生の傾向であると考えられる。図-6によると名古屋市において、解体床面積量は建設物の増加に伴い、わずかに増えるが、原単位の減少が考えられるため将来にかけてゆるやかに減少すると考えられる。これは、混合廃棄物の分別が進むため、混合廃棄物の分類で発生する廃棄物が減少するものと考えられる。

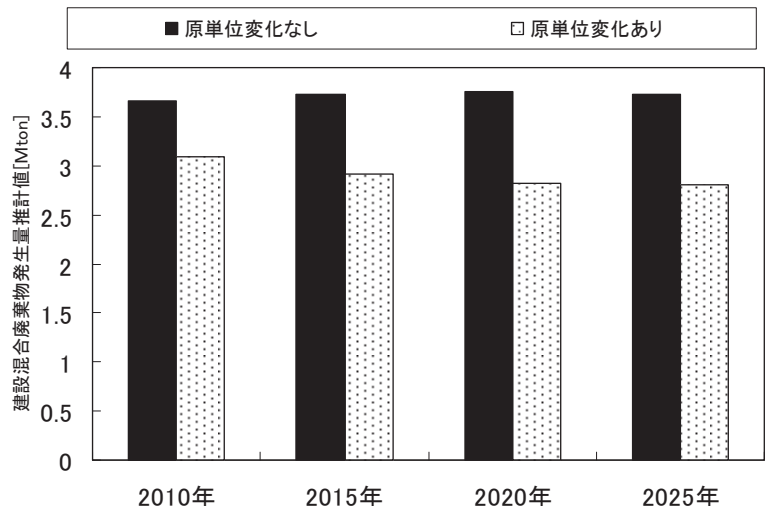


図-6 建設混合廃棄物の将来推計結果

さらに、現存床面積法に基づき建設混合廃棄物を予測するシステムを開発した。システムは対象とする都道府県、使用するGISデータを入力すれば、対象とする地域の建設混合廃棄物の発生予想をすることができる。廃棄物発生原単位をそろえれば、建設混合廃棄物以外の建設廃棄物の発生量も予測することができる。これまでにプログラムの格子が完成しており、今後はユーザーインターフェイスを改良し、完成次第公開したい。



図-7 建設混合廃棄物推計システム画面

#### 4. まとめ

本研究では、建設廃棄物の中の建設混合廃棄物について着目し、その全体量の推計について、現存床面積推計法と着工床面積推計法の2つの手法で推計し、比較を行った。その結果現存床面積推計法を採択し、建設混合廃棄物の将来推計を行った。さらに、現存床面積推計法に基づき、混合廃棄物を推計するシステムを開発した。今後、建設混合廃棄物を構成する個々の廃棄物に着目し、より詳細な推計が必要になると考えられる。

## 参考文献

- 1) 橋本征二,寺島泰:建築物解体廃棄物の発生予測,廃棄物学会誌,Vol.11,No.5,pp.271-279,2000.
- 2) 萩島理,谷本潤,片山忠久,熊本健:地域特性を考慮した建築解体廃棄物の発生量の将来予測に関する研究,日本建築学会計画系論文集,2002.
- 3) 藤川洋平,樋口隆哉,浮田正夫,関根雅彦,今井剛:建設廃棄物の排出量および再生利用量の予測に関する研究,土木学会論文集G,2006.
- 4) 木本慶介,伊香賀俊治,花木啓祐,新谷圭右,野口弘明:住宅の建設・改修・解体に起因するCO<sub>2</sub>排出量の2050年までの予測,日本LCA学会研究発表会講演要旨集,2009
- 5) 白井昭久:GISを用いた建設混合廃棄物のリサイクルシステムの効率化に関する研究,豊橋技術科学大学修士論文,2004.
- 6) 建設物価調査会:建築統計年報,2000,2001,2003,2006.
- 7) 建築業協会:建築系混合廃棄物の原単位調査報告書,2009.
- 8) 小松幸夫,加藤裕久,三橋博巳:東京4区における事務所建築のストック調査と寿命推計,日本建築学会計画系論文集,No.465, pp.123-132,1994.
- 9) 名古屋市財政局:固定資産概要調書,1999,2000,2002,2005.
- 10) 国土交通省:建設統計月報,2008
- 11) 国土交通省:建設副産物実態調査結果,2000,2002,2005.