住宅解体時に発生する残置家電台数の将来推計

PREDICTING THE NUMBER OF HOME ELECTRICAL APPLIANCES LEFT AT HOMES AT
THE TIME OF TEARING THEM DOWN

池田 尊彦*, 高村 秀紀**

Takahiko IKEDA and Hideki TAKAMURA

The purpose of this research is to predict the amount of the metal in home electrical appliances left at homes at time of tearing them down. We investigated the number and the processing method of home electrical appliance products left at homes at time of tearing them down by a questionnaire survey. From the companies, they said that they knew the small size appliances (ex. camera, clock, and cellular phone) recycling law was about 60%. We guess that small size appliances are left behind because companies do not have the knowledge or know the right method for processing them. We predicted the number of housing stock and demolition houses. We predicted the number of home electrical appliances left at homes at time of tearing them down treated by improper processing. We predicted the integrated number of home electrical appliances left at homes at time of tearing them down treated by improper processing will be about 6million from 2013 to 2053.

Keywords : House demolition, Prediction, home electrical appliances, methods of treating

住宅解体, 将来推計, 家電製品, 処理方法

1. はじめに

我が国では家電製品の普及が進んでいる。例えば、2014年のテレビの世帯当りの普及率は98%、エアコンの普及率は90%である¹⁾。これら家電製品には有用な金属資源が多く含まれている²⁾。独立行政法人物質・材料研究機構の調査によれば使用頻度の高い金属資源は2050年の推定埋蔵量に対して2050年時点の累積需要量が超過するとされている³⁾。現在の社会活動を継続するためには、金属資源を有効利用し循環させることが必要である。家電製品を対象とした資源循環のための政策として、特定家庭用機器再商品化法（以下、家電リサイクル法⁴⁾）が2001年に、使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律（以下、小型家電リサイクル法⁵⁾）が2013年に施行されている。これらリサイクル法により家電製品の処理方法が定められたが、解体工事業者に流通される場合では、解体材と共に廃家電製品を含む残置物が産業廃棄物として処理されるなど、不適正な処理が問題となっている⁶⁾。しかし、明らかとなっているのは一例に過ぎず、不適正な処理をされる残置家電の詳細な台数を明らかにする必要がある。不適正に処理される残置家電台数を明らかにし、不適正な処理により循環されない金属資源の潜在量を明らかにすることは、循環型社会形成のための一助となると考える。

今川ら⁷⁾は解体工事による建設廃棄物を排出する事業者や中間処理業者へのアンケート調査によって建設廃棄物の処理実態調査を行っている。排出事業者の廃棄物処理に関する意識を調査した数少な

い貴重な研究であるが、研究の対象が建設廃棄物であり、家電製品に関する調査は行われていない。山口ら⁸⁾は解体時の建設廃棄物見込量の簡略式を構築している。簡略式は建築物1棟から生じる建設廃棄物の総量を予測する式であり、将来推計は行われていない。恒次ら⁹⁾は解体材の再資源化の研究を行っているが木質系解体材が対象であり、残置物は対象となっていない。萩島ら¹⁰⁾は地域特性を考慮した解体廃棄物の将来予測を行っている。木造建築の住宅寿命は人口密度との関係があり、非木造に関しては関係が無い事を明らかにした。我が国では木造住宅が多いため住宅という括りで住宅寿命の算出をする際は、地域を考慮する必要がある。岡村ら¹¹⁾はプレハブ住宅について作業量や解体材の実態調査を行っている。家電製品と関わりがある設備機器の撤去は工事初日の早い時期から行うケースと工程の中間期に行うケースがあることを明らかにした。解体現場から残置家電が排出される時期も台数や処理方法に関係がある可能性があることを明らかにした。盧ら¹²⁾は中国山東省を対象とした廃家電製品の推計を行っている。対象地域での、世帯所得と家電製品保有量の相関性より、世帯所得を基に家電製品保有量を推定し、2030年までの発生台数の推計を行っている。対象地域の経済状況を考慮した推計手法であるが、世帯所得と家電製品保有量の相関性の低い日本を対象とした推計には手法が合わないと考えられる。坂井ら¹³⁾は新潟県中越沖地震における災害廃棄物の処理方法について調査を行っている。発生した廃家電製品は適正

* ㈱竹中工務店 修士(工学)(研究当時大学院生)

** 信州大学工学部建築学科、
信州大学先鋭領域融合研究群山岳科学研究所
准教授・博士(工学)

Takenaka Corporation, M.Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Shinshu University and
Institute of Mountain Science, Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research,
Shinshu University, Dr.Eng.

に処理が行われていたが、対象が解体時の廃棄物ではなく災害廃棄物である。

本研究は、将来発生する不適正処理される残置家電に含まれる金属資源量を明らかにすることを目指し、残置家電の将来発生する台数を推計することを目的としている。そこで、アンケート調査を行い、1 棟当りの残置家電台数と処理フローについて明らかにした。さらに、1 棟当りの残置家電発生量を算出し、戸建て住宅と集合住宅それぞれの解体棟数を推計した。そして、棟数に棟数当りの残置家電台数を乗じて不適正処理される残置家電台数の将来推計を行った。

2. アンケート調査概要

残置家電の処理に関わる事業者のうち解体工事業者と建設廃棄物処理事業者に対して、アンケート調査を実施し、残置家電の発生台数や処理方法の把握を行った。本論文におけるアンケート調査は解体棟数当りの発生量の実態把握に主眼を置いていたため、解体棟数と残置家電の発生量の設問において集合住宅と戸建て住宅を分けていない。よって、推計結果は戸建て住宅と集合住宅を1 棟として扱っている。

2.1 調査内容

アンケート内容は解体工事業者用と産業廃棄物処理業者用にそれぞれ2 種類作成した。アンケートの内容を表1 に示す。アンケートの対象とした残置家電の品目一覧を表2 に示す。対象とした残置家電の品目は、家電リサイクル法⁴⁾の対象となる4 品目(①エアコン類、②テレビ類、③冷蔵庫類、④洗濯機類)、小型家電リサイクル法⁵⁾の対象となる28 品目を⑤パソコン、⑥携帯電話、⑦粗大ごみ系小型家電、⑧その他小型家電の4 品目に分類した計8 品目である。

2.2 対象業者の選定

全国の解体工事業者数は12,231 社^{注1)}、産業廃棄物処理業者数は125,397 社^{注2)}である。信頼水準95%における調査に必要な標本数は(1)式より算出した。なお、回答比率0.5、許容誤差5%として^{注3)}算出した。

$$n = \frac{N}{(\frac{d}{1.96})^2 \frac{N+1}{P(1-P)+1}} \text{-----(1)}$$

ただし、

- n : 標本数
- P : 回答比率
- d : 許容誤差
- N : 母集団

必要な標本数は解体工事業者が373 社、産業廃棄物処理業者は374 社となった。アンケート回答率を35%^{注4)}と想定して、アンケート発送数を解体工事業者が1,066 社、産業廃棄物処理業者が1,069 社以上とした。解体工事業者は、公益社団法人全国解体工事業団体連合会のHP¹⁴⁾から会員解体工事業者1,432 社を対象とした。さらに、解体工事施工技師登録者名簿から登録者数の多い33 社を対象とした。解体工事業者の対象は合計1,465 社である。産業廃棄物処理業者は、解体現場で発生する建設系廃棄物の処理を行っている産業廃

表1 アンケート内容（解体工事業者用）

○・・・質問有り

項目	質問内容	回答方法	解体業者	産業業者
業者の規模について	戸建て住宅の[解体業務or解体材の受入]の有無	選択	○	○
	年間の[解体or解体材の受入]件数	記述	○	○
	前後3ヶ月間の[解体or解体材の受入]件数	記述	○	○
法令遵守の意識について	家電リサイクル法の認識	選択	○	○
	小型家電リサイクル法の認識	選択	○	○
	残置家電の処理に対する廃棄物処理委託契約の締結の有無	選択	○	
	委託契約を締結する割合	記述	○	
	解体依頼主や所有者に対する残置家電の撤去義務についての説明の有無	選択	○	
	撤去義務についての説明内容	記述	○	
	残置家電等の収集運搬・処分についての対応の仕方	選択		○
	受入時に残置家電について依頼事項や説明事項の有無	選択		○
残置家電の発生量や処理方法について	依頼内容	記述		○
	住宅の[解体時or解体材の受入時]に残置家電の有無	選択	○	○
	残置家電の[残置or混入]割合	記述	○	○
	[解体or解体材の受入]をした際の残置家電で多かった品目	選択	○	○
	3ヶ月間の残置家電の[発生or処分]台数	記述	○	○
	解体依頼主[個人、工務店、不動産等]	選択	○	
	残置家電の処理方法	選択	○	○
	残置家電の(搬出or搬入)のされ方	選択	○	○

表2 対象とした残置家電の品目一覧

家電リサイクル法の対象となる4 品目	①	エアコン（室内機）、エアコン（室外機）
	②	テレビ（ブラウン管）、テレビ（液晶）
	③	冷蔵庫・冷凍庫
	④	洗濯機・衣料乾燥機
小型家電リサイクル法の対象となる28 品目	⑤	パソコン（デスクトップ型）、パソコン（ノート型）
	⑥	携帯電話、PHS
	⑦	粗大ごみ系小型家電 （電子レンジ等の台所用電気機械器具、電気こたつ、電気ストーブ等の保温用電気機械器具、電気照明器具等）
	⑧	その他小型家電 （電話機、FAX、DVDレコーダー、オーディオプレーヤー、プリンタ、電卓等の事務用器具等）

棄物処理業者を調査対象とした。公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団のHP¹⁵⁾から各都道府県より産業廃棄物処理業者は645 社を対象とした。これに加え、電子マネIFEST ASP の導入企業一覧より511 社を対象とした。産業廃棄物処理業者の対象は合計1,156 社である。

3. アンケート調査結果

表3 にアンケート回答率を示す。解体工事業者は414 社から回答を得た。これはアンケート発送数の28%である。また、必要標本数の110%の回答数であった。産業廃棄物処理業者は366 社から回答を得られた。これは、発送数の32%である。また、必要標本数の98%であり、解体工事業者、産業廃棄物処理業者共に必要としていた標本数に近い回答が得られた。解体工事業者から得られた結果は、近畿地方、中国・四国地方の業者が少なかった。また、産業廃棄物処理業者においても都道府県によっては回答が得られなかった業者があった。

3.1 解体工事業者の結果

353 社の解体工事業者が住宅の解体工事の実績が有ると回答した。これはアンケートに回答した解体工事業者の 85%を占めた。年間解体棟数が 60 件以内と回答した解体工事業者が 265 社であった。これは解体工事の実績がある解体工事業者の 75%であった。図 1 に年間解体棟数別の各項目の回答率を示す。家電リサイクル法⁴⁾の認知度は年間解体棟数の大小に関わらず 90%以上の解体工事業者が「知っている」と回答した。一方、小型家電リサイクル法⁵⁾について「知っている」と回答した解体工事業者は 279 社であった。これはアンケートに回答した解体工事業者 414 社の 66%を占めた。年間解体棟数が多い解体工事業者ほど小型家電リサイクル法の認知度が低い傾向があった。小型家電リサイクル法⁵⁾施行から約 2 年が経過しているが、家電リサイクル法⁴⁾に比べて認知度が低い。残置家電が「有る」と回答した解体工事業者は 255 社であった。これは、住宅の解体実績があると回答した解体工事業者の 72%であった。また、年間解体棟数の大小による傾向はない。回答率の偏りがあるが、地方による傾向として関東から遠い位置にある都道府県では、残置家電が有る場合が少ない傾向があった。図 2 に各地方ごとの 1 棟当りの不適正処理される小型残置家電発生台数と小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度のクロス集計の結果を示す。また、1 棟当りの不適正処理される小型残置家電発生台数と小型家電リサイクル法の認知度の関係を図 3 に示す。家電リサイクル法⁴⁾の認知度に関してはアンケート調査の結果、全国的に 90%を上回っていたため小型家電リサイクル法⁵⁾とそれに対応する不適正処理される小型残置家電の発生台数により比較を行った。1 棟当りの不適正処理される小型残置家電発生台数と小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度のクロス集計の結果、認知度の最も高かった北海道・東北地方において小型家電発生台数が最小となり、認知度が最も低かった関東地方において発生台数が最大となった。その他の地方において関係性は把握できなかったものの、小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度は残置家電発生台数の一要因であると考えられる。小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度と 1 棟当りの不適正処理される小型残置家電発生台数による相関分析の重決定係数 R^2 は 0.449 となった。地方ごとの 1 棟当りの不適正処理される残置家電発生台数と残置家電の処理委託契約締結の有無のクロス集計結果を図 4 に示す。また、1 棟当りの不適正処理される残置家電発生

図 1 年間解体棟数別の各項目の回答率

図 2 各地方ごとの 1 棟当りの不適正処理される小型残置家電発生台数と小型家電リサイクル法の認知度のクロス集計結果

図 3 1 棟当りの不適正処理される小型残置家電発生台数と小型家電リサイクル法の認知度の関係

表 3 アンケート回答率

地方区分	都道府県	解体業者			産業廃棄物処理業者			地方区分	都道府県	解体業者			産業廃棄物処理業者		
		回答数	発送数	回答率	回答数	発送数	回答率			回答数	発送数	回答率	回答数	発送数	回答率
北海道・東北	北海道	10	43	23%	9	28	32%	近畿	三重県	2	17	12%	8	25	32%
	青森県	32	68	47%	7	15	47%		滋賀県	2	21	10%	7	24	29%
	秋田県	29	71	41%	3	5	60%		兵庫県	5	23	22%	13	44	30%
	宮城県	13	45	29%	11	32	34%		京都府	4	17	24%	12	34	35%
	岩手県	9	24	38%	7	9	78%		奈良県	2	15	13%	3	10	30%
	山形県	23	71	32%	4	9	44%		和歌山県	2	14	14%	4	9	44%
	福島県	1	8	13%	4	8	50%	中国・四国	大阪府	4	31	13%	11	70	16%
関東	茨城県	6	26	23%	2	18	11%		岡山県	9	35	26%	6	19	32%
	栃木県	7	53	13%	5	16	31%		島根県	0	0	0%	2	8	25%
	群馬県	2	20	10%	6	16	38%		広島県	0	1	0%	18	47	38%
	埼玉県	5	34	15%	17	55	31%		山口県	0	1	0%	6	23	26%
	東京都	26	95	27%	21	76	28%		鳥取県	3	6	50%	3	9	33%
	千葉県	6	42	14%	16	53	30%		香川県	1	1	100%	2	13	15%
	神奈川県	11	55	20%	12	43	28%		高知県	0	0	0%	1	5	20%
甲信越	富山県	26	78	33%	5	26	19%	九州・沖縄	愛媛県	0	1	0%	5	13	38%
	長野県	24	45	53%	10	28	36%		徳島県	8	29	28%	2	11	18%
	山梨県	8	16	50%	3	8	38%		福岡県	9	59	15%	17	53	32%
	新潟県	19	60	32%	12	26	46%		佐賀県	8	22	36%	2	8	25%
	福井県	6	20	30%	5	14	36%		長崎県	10	38	26%	0	9	0%
	石川県	6	25	24%	4	13	31%		熊本県	8	22	36%	10	25	40%
	愛知県	6	25	24%	27	84	32%		大分県	3	26	12%	3	15	20%
	岐阜県	15	27	56%	7	18	39%		宮崎県	4	24	17%	5	15	33%
	静岡県	13	34	38%	18	45	40%		鹿児島県	19	52	37%	8	15	53%
									沖縄県	8	25	32%	3	9	33%
計		414	1465	28%	366	1158	32%								

台数と残置家電の処理委託契約締結の有無の関係を図5に示す。相関分析による重決定係数 R^2 は0.416と高くないものの、残置家電の処理委託契約を「締結していない」と回答した割合が多かった関東、近畿、九州・沖縄地方において発生台数が多い傾向が見られた。残置家電の処理委託契約締結の有無に関しても小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度同様、残置家電発生台数に関係する一要因であると考えられる。図6に残置家電の多い品目の集計結果を示す。エアコンが1番目に多いと回答した解体工事業者は40%、粗大ごみ系小型家電が1番目に多かったと回答した解体工事業者は33%であった。また、照明器具やこたつなどの粗大ごみ系小型家電について、「粗大ごみ系小型家電が現場に残置されている」と回答した解体工事業者は414社中102社であった。この102社のうち、粗大ごみ系小型家電の特徴として「古い」と回答した解体工事業者は11社であった。これは「粗大ごみ系小型家電が現場に残置されている」と回答した解体工事業者の約11%を占めた。このことから粗大ごみ系小型家電が残置される理由として、所有者が古くなったため不要と判断したことが考えられる。「廃棄物処理委託契約を締結する」と161社が回答した。これは、残置家電が「有る」と回答した解体工事業者の63%を占めた。契約の締結と年間解体実績との関係性は見られなかった。契約の締結率が低い理由の一つとして、解体工事業者は解体費用の見積の際に残置家電の存在を解体依頼主から伝えられていないことが挙げられる。また、「残置家電の処理委託契約の締結の有無」の質問に対し、「締結しない」と回答した127社の解体工事業者のうち約6%を占める7社が「解体費用に含まれていない残置家電の処理費用を解体工事業者が負担することを強られる」と回答した。解体費用に含まれていない残置家電の処理費用を解体工事業者が負担することを強られる場合では、解体工事業者が残置家電を不適正処理することに繋がる可能性がある。

3.2 産業廃棄物処理業者の結果

全回答数366社のうち「解体現場から廃棄物の収集・運搬や処分を委託したことがある」と回答した産業廃棄物処理業者数は244社であった。これは、アンケートに回答した産業廃棄物処理業者の66%であった。「年間の廃棄物受け入れ棟数」の問いに回答した産業廃棄物処理業者の数が133社であった。本論文では年間受け入れ棟数と各回答の関係を明らかにするため、図7では「年間の廃棄物受け入れ棟数」を回答した133社を対象に整理した。家電リサイクル法⁴⁾について、「知っている」と90%以上の産業廃棄物処理業者が回答した。小型家電リサイクル法⁵⁾について、「知っている」と回答した産業廃棄物処理業者は、年間実績が0件の産業廃棄物処理業者の43%が最も低く、年間実績が1件以上の産業廃棄物処理業者では70%以上であった。「残置家電が含まれている」と回答した産業廃棄物処理業者は102社であった。これは、住宅解体現場の廃棄物を「処分、収集・運搬をしたことがある」と回答した産業廃棄物処理業者の46%であった。年間実績が61~120件の産業廃棄物処理業者の71%が「残置家電は含まれている」と回答し最多であった。解体材を受入れる際に、残置家電の処理方法について説明や依頼をする場合は約30%と低い傾向が見られた。図8に残置家電の混入が多い品目の集計結果を示す。受入の多かった残置家電の品目として、残置家電が有ると回答した102社の中で、45社が最も多い品目として粗大ごみ系小型家電と回答した。またその他小型家電は25社が2番

図4 各地方ごとの1棟当りの不適正処理される残置家電発生台数と残置家電の処理委託契約締結の有無のクロス集計結果

図5 1棟当りの不適正処理される残置家電発生台数と残置家電の処理委託契約締結の有無の関係

図6 残置家電の多い品目(順位別)

図7 年間の解体現場由来の廃棄物受入棟数と各項目の回答率

目に多いと回答した。解体時に発生する残置家電は、エアコン、テレビなど家電4品目が多い傾向だが、その残置家電のうち解体工事業者が産業廃棄物処理業者に搬入するものは、小型家電が多い傾向があると言える。

3.3 残置家電の処理状況

図9にアンケート調査より得た残置家電の処理フローを示す。処理フローについては、解体工事業者が行う処理を1次処理とした。また、産業廃棄物処理業者に処理を委託した残置家電については2次処理とした。これは、産業廃棄物処理業者のアンケート結果である残置家電の処理方法を基に作成した。図10にアンケートから得られた処理方法の割合を基に算出した残置家電の品目別処理状況を示す。産業廃棄物処理業者や自治体の指定する集積所や清掃センターや指定取引場所に流通するルートに関しては家電リサイクル法⁴⁾及び小型家電リサイクル法⁵⁾により定められたルートであるため「適正処理の可能性が高い」と判断した。一般廃棄物の収集運搬業者は環境省の委託を受けて廃棄物の収集運搬を行っているため、このルートにおいても「適正処理の可能性が高い」と判断した。一方、不用品回収業者は一般廃棄物収集運搬業の許可なく使用済み家電の回収を行っている場合が多く、廃棄物処理法に反するため、「不適切な処理の可能性が高い」処理ルートと判断した。リサイクルショップへの流通に関しては、再使用に適さない家電の販売、不法投棄等の事例が多く都道府県や市町村の行政機関に報告されている¹⁶⁾ことから、「不適切な処理の可能性が高い」処理ルートと判断した。産業廃棄物業者から産業廃棄物業者へ処理を重複して委託する場合も、排出者にとって処理ルートが不明確となる可能性があることから不適切な処理の可能性が高い」処理ルートと判断した。具体的ではない回答と判断して「その他」を「不適切な処理の可能性が高い」処理ルートとした。エアコンやテレビ等の家電4品目に属している残置家電は指定業者や一般廃棄物処理業者に委託処理されるケースが80%前後を占める結果となった。一方で、その他小型家電、パソコン等の小型家電製品の処理は産業廃棄物として処理されるケースが最多となった。また、リユースショップ等に流通しているケースが約30%という結果であった。これは、小型家電リサイクル法の認知度が低いと考えられるためである。

4. 標本誤差を考慮した1棟当りの残置家電の発生台数の推定

1棟当りの残置家電発生台数は解体工事業者のアンケート結果より、平成25年10月から3ヶ月間で発生した残置家電台数を、同期間の解体棟数で除して算出した。今回のアンケート調査において集合住宅1棟における1戸当りの家電発生台数を把握する事ができなかったため、戸建て住宅と集合住宅は1棟当りを対象に検討を行った。また、調査で得られた標本数は全国の業者数を母集団とした。そのため、都道府県別で分析する際は全国で比較した場合よりも標本誤差が大きくなるため、誤差を考慮する必要がある。なお、アンケートの回答が得られなかった都道府県に関しては最も誤差の大きなグループEに区分して推計を行った。

4.1 標本誤差によるグループの選定

信頼水準 95%における標本誤差は(2)式より算出した。標本誤差が最大値となる、回答比率 0.5 で算出した。表4に各都道府県を標本誤差別にしたグループの一覧を示す。なお、各都道府県別の解

図8 受け入れた廃棄物に混入の多い残置家電の品目（順位別）

図9 残置家電の処理フロー

図10 残置家電の品目別処理状況

表4 標本誤差によるグループの一覧

グループ名	A	B	C	D	E
標本誤差	10%未満	10%-14%	15%-19%	20%-29%	30%以上
対象となる都道府県	秋田県	宮城県	北海道	茨城県	福島県
	青森県	山形県	岩手県	栃木県	群馬県
	富山県	東京都	神奈川県	埼玉県	三重県
	長野県	新潟県	山梨県	千葉県	滋賀県
		岐阜県	岡山県	福井県	奈良県
		静岡県	徳島県	石川県	和歌山県
		鹿児島県	福岡県	愛知県	大分県
			佐賀県	兵庫県	島根県
			長崎県	京都府	広島県
			熊本県	大阪府	山口県
			沖縄県	鳥取県	香川県
				宮崎県	高知県
					愛媛県

体工事業者数は把握できなかったため、全国の人口に対する各都道府県の人口の比率を求め、各都道府県の解体工事業者数を推計した。

d=1.96 × √(N-n)/(N-1) × √(P(1-P)/n) ----- (2)

ただし、
d ： 標本誤差
P ： 回答比率
N ： 母集団
n ： 回答数

4.2 1棟当りの不適正処理される残置家電台数

表5に住宅1棟当りの不適正処理されている残置家電台数を示す。台数は標本誤差を考慮した結果、台数に標本誤差分を加算と減算を行っている。不適正処理をされていると考えられる処理方法は、1次処理と2次処理で不用品回収業者やリユース業者に処理している場合と処理方法不明な場合、2次処理で産業廃棄物処理業者に処理を委託している場合とした。E地域の粗大ごみ系小型家電が1棟当たり0.25~0.42台と最も多い結果となった。A地域では0.12~0.14台と最も少ない値となった。小型家電に分類される残置家電は、不適正な処理が行われている台数が多い傾向があった。

5. 住宅解体棟数の将来推計

残置家電発生台数の推計のために、住宅解体棟数の将来推計を行った。住宅解体棟数の将来推計の先行研究として木本ら¹⁷⁾の研究がある。木本らの解体棟数の算出方法は、解体率をストック量に乘じることと算出している。この解体率から経年別の残存率が算出されているが、経年60年で住宅残存数は0となっている。実際には経年60年を過ぎても残存しているため、現実性に乏しい。本研究では、経年数の高い住宅も考慮するために、解体棟数の算出は建築年代別のストック量の差から算出を行った。解体棟数の算出のために、既存住宅のストック減少量の推計、将来建設され解体されることになる新設住宅数の推計、近年に建設された住宅の減少量を推計するための経年別残存率を算出した。なお、本論文では戸建て住宅と集合住宅を対象とし、推計を行った。また、解体棟数は都道府県や地方により特徴があることが考えられるため、本研究では都道府県別に解体棟数の推計をした。

5.1 既存住宅のストック減少量の推計

既存住宅のストック減少量の推計には、川本ら¹⁸⁾、小松ら¹⁹⁾による住宅寿命の推計で行っている経年別残存率を推計する手法が認知されている。しかし、残存率を求めるための統計資料が遡れる年数に限りがあり、固定資産台帳²⁰⁾や住宅土地統計調査²¹⁾の資料から残存率が100から0になる実態に即したデータを得ることが難しい。そのため、経年に従って残存棟数が0に収束する指数関数モデルで実測値に近似することで推計を行った。使用するデータは住宅土地統計調査である。1988年~2013年に5年間隔で行われた計6回の調査データを基に既存住宅のストック減少量を算出した。表6、表7に例としてAグループに属する長野県と秋田県の既存の戸建て住宅と集合住宅におけるストック減少量の推計式を示す。重決定係数が0.8以上の高い値の近似式もあるが、調査年以降に建設された住宅は近似に用いる実測値が少なくなるため有意な近似式と言えなくなる。そのため、1991年以降に建設された住宅の2014年以降のストック減少量は次節で述べる経年別残存率を用いて推計を行った。

表5 不適正処理されている残置家電台数（1棟当り）

		A	B	C	D	E
①	エアコン（室内機）	0.02 ~ 0.02	0.04 ~ 0.05	0.06 ~ 0.07	0.05 ~ 0.07	0.02 ~ 0.04
	エアコン（室外機）	0.02 ~ 0.03	0.06 ~ 0.07	0.06 ~ 0.07	0.07 ~ 0.09	0.07 ~ 0.12
②	テレビ（ブラウン管）	0.03 ~ 0.04	0.02 ~ 0.02	0.02 ~ 0.02	0.02 ~ 0.03	0.05 ~ 0.08
	テレビ（液晶）	0.00 ~ 0.00	0.00 ~ 0.00	0.01 ~ 0.01	0.00 ~ 0.00	0.00 ~ 0.00
③	洗濯機	0.01 ~ 0.02	0.00 ~ 0.00	0.01 ~ 0.02	0.01 ~ 0.02	0.01 ~ 0.02
④	冷蔵庫	0.01 ~ 0.01	0.00 ~ 0.00	0.01 ~ 0.02	0.01 ~ 0.01	0.02 ~ 0.03
⑤	パソコン（デスクトップ）	0.03 ~ 0.04	0.01 ~ 0.01	0.02 ~ 0.03	0.03 ~ 0.04	0.02 ~ 0.03
	パソコン（ノート）	0.01 ~ 0.01	0.00 ~ 0.00	0.01 ~ 0.01	0.00 ~ 0.00	0.00 ~ 0.00
⑥	携帯電話	0.02 ~ 0.02	0.01 ~ 0.02	0.01 ~ 0.01	0.00 ~ 0.00	0.00 ~ 0.00
⑦	粗大ごみ系小型家電	0.12 ~ 0.14	0.24 ~ 0.28	0.18 ~ 0.22	0.25 ~ 0.33	0.25 ~ 0.42
⑧	その他小型家電	0.05 ~ 0.06	0.03 ~ 0.04	0.13 ~ 0.16	0.03 ~ 0.04	0.13 ~ 0.22

表6 既存住宅のストック推計式（戸建て住宅）

建築年代	秋田県		長野県	
	近似式 S ₁ (t) = ae ^{Rt}	重決定係数 R ²	近似式 S ₁ (t) = ae ^{Rt}	重決定係数 R ²
1950年以前	S ₁ (t) = 32102e ^{-0.118t}	0.83	S ₁ (t) = 109871e ^{-0.161t}	0.99
1951年~1960年	S ₂ (t) = 34916e ^{-0.176t}	0.98	S ₂ (t) = 47200e ^{-0.189t}	1
1961年~1970年	S ₃ (t) = 76561e ^{-0.144t}	0.99	S ₃ (t) = 107970e ^{-0.125t}	0.99
1971年~1980年	S ₄ (t) = 125935e ^{-0.097t}	0.96	S ₄ (t) = 187920e ^{-0.083t}	0.96
1981年~1990年	S ₅ (t) = 74916e ^{-0.051t}	0.66	S ₅ (t) = 135017e ^{-0.038t}	0.59
1991年~1995年	S ₆ (t) = 37646e ^{-0.064t}	0.99	S ₆ (t) = 52537e ^{-0.078t}	0.80
1996年~2000年	S ₇ (t) = 38095e ^{-0.072t}	0.97	S ₇ (t) = 51777e ^{-0.068t}	0.99

表7 既存住宅のストック推計式（集合住宅）

建築年代	秋田県		長野県	
	近似式 S ₁ (t) = ae ^{Rt}	重決定係数 R ²	近似式 S ₁ (t) = ae ^{Rt}	重決定係数 R ²
1950年以前	S ₁ (t) = 478.96e ^{-0.438t}	0.76	S ₁ (t) = 3777.1e ^{-0.382t}	0.96
1951年~1960年	S ₂ (t) = 1557.8e ^{-0.463t}	0.87	S ₂ (t) = 4155.5e ^{-0.0455t}	0.95
1961年~1970年	S ₃ (t) = 2322.2e ^{-0.213t}	0.85	S ₃ (t) = 11309e ^{-0.233t}	0.97
1971年~1980年	S ₄ (t) = 5820.6e ^{-0.214t}	0.94	S ₄ (t) = 11098e ^{-0.145t}	0.97
1981年~1990年	S ₅ (t) = 7004.7e ^{-0.18t}	0.75	S ₅ (t) = 18619e ^{-0.165t}	0.91
1991年~1995年	S ₆ (t) = 2035.7e ^{-0.033t}	0.14	S ₆ (t) = 9447e ^{-0.065t}	0.71
1996年~2000年	S ₇ (t) = 2937.6e ^{-0.136t}	0.55	S ₇ (t) = 11288e ^{-0.148t}	0.97

表8 経年別住宅残存率

	経年	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
戸建て住宅	秋田県	100%	100%	91%	87%	80%	73%	67%	60%	53%	49%	45%	41%	38%
	長野県	100%	100%	98%	90%	90%	81%	73%	62%	53%	46%	40%	36%	32%
集合住宅	秋田県	100%	100%	85%	78%	72%	71%	69%	57%	31%	17%	6%	2%	1%
	長野県	100%	95%	86%	86%	86%	71%	58%	42%	31%	31%	31%	26%	23%

図11 新設住宅数の近似結果（戸建て住宅）

5.2 経年別の残存率の算出

残存率は、ある期間に新築された住宅数に対してt年後に残存している住宅数の割合とする（tは任意の定数）。経年別の残存率の算出は、川本ら¹⁸⁾、小松ら¹⁹⁾の研究で行われている。川本ら¹⁸⁾は住宅土地統計調査²¹⁾により、全国を対象として経年別残存率の算出を行っている。小松ら¹⁹⁾は固定資産台帳²⁰⁾を基にして経年別残存率の算出を行っている。固定資産台帳²⁰⁾は市町村単位であるため、全国や都道府県のような大きな括りで推計を行うことは不向きで

ある。よって、住宅土地統計調査²¹⁾の都道府県別データを用いて算出した。なお、川本ら¹⁹⁾が全国を対象としたのに対し、本研究では各都道府県を対象にしている。また、残存率の算出は、2008年～2013年の現在得られる直近の土地統計調査²¹⁾を用いて、5年間毎の残存率として算出した。前節と同様に例として、秋田県と長野県の経年別残存率を表8に示す。

5.3 新設住宅の推計

新設住宅の推計には、昭和63年～平成26年の27年間分の住宅着工統計²²⁾を基に、指数関数モデルに最小二乗法で近似して算出した。図11、図12に前節同様A地域に分類されている秋田県と長野県の戸建て住宅と集合住宅の新設棟数の近似結果と近似式をそれぞれ示す。これらの県においては、戸建て住宅と集合住宅ともに重決定係数 R^2 が0.6以上であった。各都道府県の戸建て住宅と集合住宅における重決定係数の範囲を表9、表10にそれぞれ示す。重決定係数が0.7以上であった都道府県は戸建て住宅の推計において24都道府県、集合住宅の推計において30都道府県であった。経年別残存率は建築年によって変化があると考えられるが、本研究では一定の経年別残存率を推計に用いた。

5.4 住宅解体棟数の算出

解体棟数の算出は5.1、5.2、5.3で算出した建築年代別の住宅ストック量の経年5年の差より算出を行った。戸建て住宅と集合住宅の全国及び、長野県と秋田県の解体棟数累計5年間の推計結果を図13に示す。長野県は2018年から2038年まで増加傾向であり、その後減少する。秋田県は2018年から減少傾向である。

6. 残置家電発生台数の推計

4章で算出した1棟当りの残置家電発生台数に5章で算出した戸建て住宅と集合住宅の解体棟数の合計を乗じ推計を行った。不適正処理される残置家電の累計台数(2013年～2053年)を図14に示す。最も多く発生すると推計された残置家電は粗大ゴミ系小型家電であった。誤差を含めると最大で約610万台であった。特に関東地方での発生量が多く標本誤差を含めると約180万台～200万台であった。関東地方は比較的大きな都市を含む都道府県が多いため、解体棟数が多く、それに伴い不適正処理される残置家電台数が多くなったと考えられる。家電4品目で最も多く発生する残置家電はエアコン(室外機)であった。また、その値は標本誤差を含めると総計で約190万台であった。なお、本論文の推計結果はアンケート調査の解体棟数と残置家電の発生量の設問において集合住宅と戸建て住宅を分けずに1棟当りの不適正処理される可能性のある残置家電台数を算出したため、集合住宅が多い地域ほど排出される家電台数が過小評価され、戸建住宅が多い地域ほど過大評価されている可能性がある。また、1棟当りの家電保有台数の経年変化や、家電の種類の経年変化が考慮されておらず、あくまでも原単位を一定に定めて算出された結果である。

7. まとめ

将来発生する不適正処理される可能性のある残置家電に含まれる金属資源量を明らかにすることを目指して、アンケート調査により住宅解体時に発生した残置家電の台数や処理方法の調査を行った。さらに、残置家電の将来推計を行った結果、以下の知見が得られた。

図12 新設住宅数の近似結果(集合住宅)

表9 新設住宅の推計式重決定係数一覧(戸建て住宅)

重決定係数 R ²	
0.85以上	0.84～0.75
長崎県	北海道 高知県 岩手県 青森県 滋賀県 埼玉県
	茨城県 福岡県 秋田県 宮城県 奈良県 東京都
	栃木県 大分県 千葉県 山形県 岡山県 神奈川県
	山梨県 宮崎県 新潟県 福島県 徳島県 愛知県
	静岡県 鹿児島県 鳥取県 群馬県 香川県 京都府
	三重県 鹿児島県 島根県 富山県 沖縄県 大阪府
	和歌山県 佐賀県 石川県 福井県 兵庫県
	広島県 熊本県 長野県 岐阜県
	山口県 愛媛県

表10 新設住宅の推計式重決定係数一覧(集合住宅)

重決定係数 R ²	
0.85以上	0.84～0.75
埼玉県	北海道 岐阜県 宮城県 岩手県 大分県 富山県
神奈川県	青森県 滋賀県 新潟県 秋田県 宮崎県 福井県
山梨県	山形県 京都府 和歌山県 栃木県 鹿児島県 鳥取県
静岡県	福島県 大阪府 徳島県 兵庫県 島根県 沖縄県
愛知県	茨城県 広島県 愛媛県
三重県	群馬県 高知県 岡山県
奈良県	千葉県 長崎県 山口県
香川県	東京都 福岡県 佐賀県 熊本県
	石川県
	長野県

図13 5年毎の解体棟数予測結果

- 1) 解体時または建設廃棄物受入れの際に最も多く発生する残置家電は、解体工事業者、産業廃棄物処理業者共に粗大ゴミ系小型家電であった。

- 2) その他小型家電、パソコン等の小型家電製品の処理は産業廃棄物として処理されるケースが最多となった。また、リユースショップ等に流通しているケースが約 30%という結果であった。これは、小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度が低いためであると考えられる。
- 3) 不適正な処理をされる可能性のある粗大ごみ系小型家電は、2013 年から 2053 年までに最大で約 610 万台発生する可能性がある。
- 4) 本研究の推計では 1 棟当りの残置家電台数は一定の値であったが、今後小型家電リサイクル法の普及等で値の変化が考えられる。残置家電の台数や処理方法について調査を重ねることで将来の傾向を加味する必要がある。

今後の課題として、戸建て住宅と集合住宅のそれぞれについて解体棟数と残置家電の発生量について調査する必要があると考える。また、新設住宅の解体率は 2008～2013 年の住宅土地統計調査²¹⁾の結果から得た一定の残存率で算出したため、残存率は将来の傾向等は考慮されていない。残存率の変化の傾向も考慮する必要がある。単年の調査結果から、1 棟当りの残置家電発生量を算出して将来推計を行ったが、小型家電リサイクル法⁵⁾の認知度の上昇や、金属資源の価格の変動、技術の進歩による家電製品の変化等の要因によって、不適正処理される残置家電台数は変化すると考えられる。今後は 1 棟当りの家電の保有台数に関する将来推計を行い残置家電台数の推計結果の精度を向上させる必要があると考える。また、今後の家電の種類について情報を収集し、推計結果に反映させる必要があると考える。各種家電に使用されている金属の種類と量を明らかにすることができれば、本論文で推計した残置家電の累計台数に各種家電 1 台あたりに含まれる金属量を乗じることで将来発生する不適正処理される残置家電に含まれる金属資源量を明らかにすることが可能になると考える。

図 14 不適正処理される残置家電の累計台数 (2013-2053 年)

謝辞

本研究は環境省の請負業務である、平成 26 年度戸建て住宅等解体時に発生する残置家電等処理実態調査業務 (請負先: 株式会社リーテム) の結果に基づき行った。アンケート調査にご協力頂いた関係各位に対して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 総務省統計局 平成 26 年全国消費実態調査
- 2) 環境省 HP <https://www.env.go.jp/recycle/kaden/gaiyo.html> (参照 2015.10.9)
- 3) 独立行政法人 物質・材料研究機構: 2050 年までに世界的な資源制約の壁-各種金属資源の将来消費予測を実施、消費量が 2050 年までに現有埋蔵量の数倍を超える金属が多数あることを指摘, 2007.2.15
- 4) 家電リサイクル法 (特定家庭用機器再商品化法) http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/kaden_recycle/index.html (参照 2016.7.10)
- 5) 小型家電リサイクル法 <http://www.env.go.jp/recycle/recycling/raremetals/law.html> (参照 2016.7.10)
- 6) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長 環境産廃第 1402031 号 建築物の解体時における残置物の取扱いについて (通知)
- 7) 今川健一, 小山明男: 建設廃棄物処理の実態および意識に関する建材製造業者、排出事業者および中間処理業者へのアンケート調査 日本建築学会技術報告集 第 20 巻, 第 45 号, pp.497～502, 2014.6
- 8) 山口善弘, 菊池雅史, 青山謙一: 解体工事に伴う建設資材廃棄物の発生量予測, 日本建築学会構造系論文集, 第 610 号, pp.49～56, 2006.12
- 9) 垣村祐子, 軽部正彦, 外崎真理雄: 木質系住宅解体材における再資源化率向上のシナリオとその評価, 日本建築学会環境系論文集, 第 567 号, pp.1～6, 2003.5
- 10) 岡村卓麻, 角田誠: プレハブ住宅解体工事における作業量・排出材料の実態, 日本建築学会技術報告集, 第 13 巻, 第 26 号, pp.695～698, 2007.12
- 11) 盧現軍, 松本享: 中国山東省を対象とした廃家電製品の推計とリサイクルの環境負荷評価, 土木学会論文, G(環境), Vol. 69, No. 5, pp.I_191～I_197, 2013
- 12) 坂井優美, 木村智博, 福田誠, 橋本治, 岡田勝也, 伊藤真理, 川原潮子: 岩波基新潟県中越沖地震における災害廃棄物対策の評価, 社会技術研究論文集, Vol. 7, pp.31～44, 2010
- 13) 公益社団法人全国解体工事業団体連合会 HP 会員名簿 <http://www.zenkaikouren.or.jp/member.html> (参照 2015.3.15)
- 14) 公益社団法人 産業廃棄物処理事業振興財団 HP <http://www.sanpainet.or.jp> (参照 2015.3.15)
- 15) 廃棄物の処理問題に関する 12 の法的観点 <http://www.aot-earth.com/contents/waste1.html> (参照 2016.7.11)
- 16) 木本慶介, 伊香賀俊治, 花木啓祐: 住宅の建設・改修・解体起因 CO2 排出量の 2050 年までの都道府県別推計, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1 分冊, pp.1181～1182, 2009.8
- 17) 川本聖一, 安藤正雄: 住宅・土地統計調査から算出した日本の住宅寿命に関する考察, 日本建築学会計画系論文集, 第 74 巻, 第 635 号, pp.209～216, 2009.1
- 18) 小松幸夫, 加藤裕久, 吉田悼郎, 野城智也: 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報告集, 第 439 号, pp.101～110, 1992.9
- 19) 固定資産台帳 www.soumu.go.jp/main_content/000316924.pdf (参照 2015.3.12)
- 20) 政府統計の総合窓口 <https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL02010101.do> (参照 2015.4.16)
- 21) 住宅着工統計 www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html (参照 2015.4.17)

注

注1) 平成 22 年 NTT 電話帳登録業者数より引用とした。

注2) 環境省 産業廃棄物処理業者情報検索システムより引用した。

注3) 総務省 HP 標本調査とは?～調査のしくみと設計～ <http://www.stat.go.jp/teacher/c2hyohon.htm> より引用した。

注4) 一般的に回答率は 15%から 30%であるが、本調査では HP 上でもアンケートに回答できる調査とした。そのため、回答率は高くなると想定して 35%を回答率の目標設定とした。

PREDICTING THE NUMBER OF HOME ELECTRICAL APPLIANCES LEFT AT HOMES AT THE TIME OF TEARING THEM DOWN

Takahiko IKEDA and Hideki TAKAMURA***

* Takenaka Corporation, M.Eng.

** Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Shinshu University and Institute of Mountain Science, Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research, Shinshu University, Dr.Eng.

The purpose of this research is to predict the amount of the metal in home electrical appliances left at homes at time of tearing them down. We investigated the number and the processing method of home electrical appliance products left at homes at time of tearing them down by a questionnaire survey. From the results, we calculated that the number of home electrical appliances treated improperly. Furthermore, in order to predict the number of home electrical appliances were treated left at homes at time of tearing them down improperly in the future, we predicted houses that will be torn down in the future.

From the questionnaire survey, we received from 414 house demolition companies, and from 366 industrial-waste disposal companies. According to the responses, from the home demolition companies, they said that the home electrical appliances that were left behind the most were air conditioners at 40 %. Next, compact appliances classified as bulky refuse (ex. heating installation, microwave oven and lighting system) was 33%. In addition, from the industrial-waste disposal companies, they said that the home electrical appliances that were left behind the most were compact appliances classified as bulky refuse was 44%. From the companies, they said that they knew the small size appliances (ex. camera, clock, and cellular phone) recycling law was about 60%. We guess that small size appliances are left behind because companies do not have the knowledge or know the right method for processing them.

We predicted the number of housing stock and demolition houses. We predicted the number of home electrical appliances left at homes at time of tearing them down treated by improper processing. We predicted the integrated number of home electrical appliances left at homes at time of tearing them down treated by improper processing will be about 6million from 2013 to 2053. We calculated this data based on the responses of the number of home electrical appliances left at homes at time of tearing them down and methods of treating home electrical appliances treated by improper processing in 2014. If most companies knew the small size appliances recycling laws, the number of small size appliances treated by improper processing would be reduced.

(2016 年 1 月 29 日原稿受理, 2016 年 9 月 14 日採用決定)