

最終処分ゼロに向けた建築資源循環システムの検討

Study on the Resource Circulation System of Building Materials toward Zero Final Disposal

糸毛 治¹⁾、北谷 幸恵²⁾、谷口 円³⁾、廣田 誠一⁴⁾

Osamu.Itoge¹⁾, Yukie.Kitadani²⁾, Madoka.Taniguchi³⁾, Tomohito.Hirota⁴⁾

地方独立行政法人北海道立総合研究機構

建築研究本部

北方建築総合研究所

Northern Regional Building Research Institute

Building Research Department

Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

¹⁾建築研究部建築システムグループ主査 ²⁾同地域研究部地域システムグループ主査 ³⁾同建築研究部建築システムグループ研究主幹 ⁴⁾同建築研究部長

¹⁾ Chief of Building System Group, Building Research Division, ²⁾ Chief of Regional System Group, Regional Research Division, ³⁾ Research Manager of Building System Group, Building Research Division, ⁴⁾ Director of Building Research Division, Northern Regional Building Research Institute (all of the above)

概要 Abstract

最終処分ゼロに向けた建築資源循環システムの検討 Study on the Resource Circulation System of Building Materials toward Zero Final Disposal

糸毛 治¹⁾、北谷 幸恵²⁾、谷口 円³⁾、廣田 誠一⁴⁾
Osamu Itoge¹⁾, Yukie Kitadani²⁾, Madoka Taniguchi³⁾, Tomohito Hirota⁴⁾

キーワード : リサイクル、廃棄物処理、建設廃棄物、建築資源、循環システム、建材
Keywords : Recycle, Waste Disposal, Construction Waste, Building Resource, Circulation, Building Material

1. 研究概要

1) 研究の背景

- ・近年、特に 2000 年以降に建設された建築物は、耐久性及び各種性能が向上しているため、長期使用ができるようになり、これらが建築ストックに占める割合は増加していく。
- ・建材や構法は複合化が進み解体に伴う再資源化が困難な建設混合廃棄物は増加することが容易に予想される。
- ・地域の状況に応じた、総合的な建築資源の循環システムの構築が必要である。

2) 研究の目的

本研究は、2000 年以降に建設された建築ストックを対象に、最終処分ゼロを目指す新たな建築資源の循環システムの構築に係る基本方策を提言することを目的とする。

2. 研究内容

1) 建材及び構法、廃棄物処理に係る近年の動向調査 (H30~R1 年度)

- ・ねらい：2000 年以降の建材及び構法の動向、廃棄物処理技術の動向を調査することで、今後廃棄物処理が困難となることが予想される建材及び構法を抽出する。
- ・試験項目等：文献調査、ヒアリング調査、現地調査

2) 新材料等の資源循環手法の事例調査 (R2 年度)

- ・ねらい：主に廃棄物として処理が困難な複合材を対象に、家電や運輸など、建築以外の分野を含む資源循環に関わる先進的な取組みを調査し、建築分野における適用可能性を検討する。
- ・試験項目等：文献調査、ヒアリング調査等

3) 建設混合廃棄物排出量の推計 (R1~R2 年度)

- ・ねらい：木造戸建住宅を対象に処理が困難な建材及び構法について、現状の技術に基づく建設混合廃棄物の排出量を推計する。また、2) の知見等に基づき、解体抑制、解体容易性、再資源化技術などの視点の導入による建設混合廃棄物の排出量の低減効果を、2050 年を目途に推計する。
- ・試験項目等：廃棄物量の推計

¹⁾ 北方建築総合研究所建築研究部建築システムグループ主査 ²⁾ 地域研究部地域システムグループ主査 ³⁾ 建築研究部建築システムグループ研究主幹 ⁴⁾ 建築研究部長

¹⁾ Chief of Building System Group, Building Research Division, ²⁾ Chief of Regional System Group, Regional Research Division, ³⁾ Research Manager of Building System Group, Building Research Division, ⁴⁾ Director of Building Research Division, Northern Regional Building Research Institute (all of the above)

4) 建築資源循環システムの提言 (R2 年度)

- ・ねらい：1)～3) で得られた知見を整理し、最終処分ゼロを目指した建築資源循環システム構築のために必要な要素技術、産業構造等に係る基本方策を提言する。
- ・試験項目等：

3. 研究成果

1) 建材及び構法、廃棄物処理に係る近年の動向調査 (H30～R1 年度)

- ・既往研究および統計データの文献調査、建材業界団体へのヒアリング、住宅解体現場および廃棄物処分の現地調査等を行い、建材・構法の変遷や近年の動向を踏まえて、建材ごとに廃棄物処理に係る課題を整理した。

2) 新材料等の資源循環手法の事例調査 (R2 年度)

- ・高いリサイクル率を達成している自動車リサイクルおよび家電リサイクルを先進事例として、その仕組みを調査し、次に示す点が有効に作用していることがわかった。
 - ①排出から解体、分別、リサイクル、廃棄までの一連の流れに対し、各工程の担当および役割を明確にして、費用の負担を含めてシステム化し、1つの系として機能する体制が組み立てられている。
 - ②すでに整備されている産業廃棄物の処理・リサイクル、マニフェストの仕組みを遵守しながら、排出される全ての品目ごとにリユース、リサイクル、廃棄物処理の方針を明快に定めている。
 - ③自動車・家電に特化した廃棄物への対応は、メーカーやその業界が責任を負って処理を行う仕組みがある。
- ・上記の①～③について、建築分野における適用可能性を検討し、次の見解を得た。
 - ①排出から分別、リサイクル、廃棄までを見据えて1つの系としてシステム化を進める点は適用できる。但し、建設廃棄物の場合、新築・増改築現場、解体現場の双方に対応する必要がある点に留意する。
 - ②全建材を対象に、品目ごとにリユース、リサイクル、廃棄物処理の方針を明快に示し、これらの方針を共有して取り組んでいく点は採用できる。
 - ③建設業に特化した対応には建設リサイクル法の取り組みがあるが、建設業がより深く取り組む余地がある。

3) 建設混合廃棄物排出量の推計 (R1～R2 年度)

- ・木造戸建住宅を対象に、住宅着工統計調査および住宅・土地統計調査の統計データを用いて、2020年～2050年における住宅の減失戸数および減失床面積を築年別に予測し、廃棄物排出量を推定した。
- ・今後の再資源化技術等の発展を踏まえ、各種建材の最終処分割合に応じ最終処分量を推定できるようにした。
- ・減失床面積は2027年にピークを迎える。以降は漸減し2050年では2020年の約85%となる。さらに住宅寿命が延びて更新間隔が1.5倍となると、減失床面積は30年間で約27%削減することがわかった。
- ・排出量原単位を一定とすると、排出量は減失床面積に応じた増減傾向を示す。近年の建材の変化を考慮して建材ごとの排出量を求めると、特にプラスチックを用いた建材（ビニル壁紙、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシ、シート類）の排出量は単調に増加し2050年では2020年の1.83倍に達することがわかった（図）。

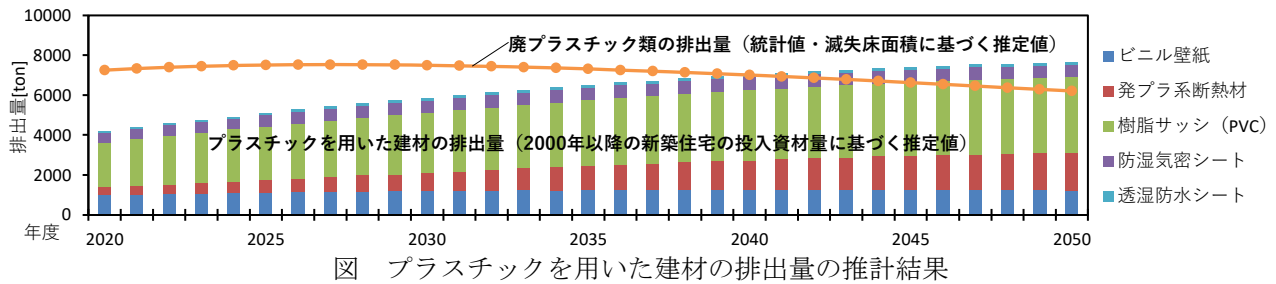
4) 建築資源循環システムの提言 (R2 年度)

最終処分ゼロを目指した建築資源循環システム構築のための提言を以下に示す。

- ・建設廃棄物処理に対し、排出から分別、リサイクル、廃棄まで1つの系として機能するシステム化を進める。
- ・新築・増改築現場からの廃棄物に対しては、メーカーが主体となり再資源化を図る「広域認定制度」を活用しリサイクル率の向上を目指す。北海道では、受け入れ先となる工場数が少なく、かつ運搬距離が長くなる課題を克服するため、次の取り組みが必要である。

- (1)地域建材の開発・地域生産力の向上による建材市場の規模拡大および工場建設の誘致
- (2)工事現場内での分別、地域内での資源集約および再生工場への運搬を担う持続可能な仕組みの構築
- ・解体現場からの廃棄物に対しては、全建材を対象に、品目ごとの分別・リサイクル方針を定めた上で共有し、混合廃棄物の根絶を目指す。この実現のためには、有価材、熱利用資源、マテリアル利用資源の抽出が容易になる技術開発が不可欠であり、次に示す取り組みが必要となる。
 - (1)現場・中間処理施設の連携のもと役割分担を明快にした戦略的な分別手法の構築
 - (2)複合建材を対象に分別解体を前提とした建材開発 例：分別解体できる樹脂サッシの開発
 - (3)施工現場で混合廃棄物を生まない施工法 例：接着・テープを用いない施工方法の開発

< 具体的データ >



4. 今後の見通し

- ・循環資源利用促進特定課題研究開発基金事業「最終処分ゼロを目指した建設廃棄物の発生実態に関する調査」(令和3年度~4年度)では、上川管内を対象に、本研究で提言する方策に基づき、排出からリサイクル・廃棄物処理までの実態調査およびリサイクル率を高めるための課題検討に取り組んでいく。
- ・本研究で提言した方策については、北海道循環資源利用促進協議会が主催する建設廃棄物処理効率化・資源促進WGへ提案し、当WGと連携して実現に向けた取り組みを行っていく。
- ・本研究で提言した技術開発は、新たな建材・工法の開発方針として、今後の研究課題立案に活用する。

目 次

| | | |
|------|--------------------------------|----|
| 1. | 研究の背景と目的 | 1 |
| 1-1. | 研究の背景 | 1 |
| 1-2. | 研究の目的 | 1 |
| 1-3. | 研究の内容 | 1 |
| 2. | 廃棄物処理の動向調査 | 3 |
| 2-1. | 調査の目的 | 3 |
| 2-2. | 調査の方法等 | 3 |
| 2-3. | 調査の結果 | 3 |
| 2-4. | まとめ | 15 |
| 3. | 建材および構法・工法の動向調査 | 16 |
| 3-1. | 調査の目的 | 16 |
| 3-2. | 調査の方法等 | 16 |
| 3-3. | 調査の結果 | 16 |
| 3-4. | まとめ | 27 |
| 4. | 新材料等の資源循環手法の事例調査 | 30 |
| 4-1. | 調査の目的 | 30 |
| 4-2. | 調査対象とする事例 | 30 |
| 4-3. | 事例調査1 自動車リサイクル | 30 |
| 4-4. | 事例調査1 家電リサイクル | 31 |
| 4-5. | まとめ：建築分野における適用可能性の検討 | 32 |
| 5. | 解体材の排出量等の推計 | 34 |
| 5-1. | 推計の目的 | 34 |
| 5-2. | 推計の概要 | 34 |
| 5-3. | 滅失する床面積の推計 | 36 |
| 5-4. | 解体材の原単位に基づく排出量などの推計 | 40 |
| 5-5. | 建材・構法等の変化に着目した資材投入量に基づく排出量等の推定 | 45 |
| 5-6. | 解体抑制の効果の推計 | 61 |
| 5-7. | まとめ | 64 |
| 6. | 建築資源循環システムの提言 | 66 |
| 6-1. | 本章の目的 | 66 |
| 6-2. | 各章のまとめ | 66 |
| 6-3. | 建築資源システムに向けた提言 | 68 |
| 付録1. | 建物別に見た解体材の分別の状況（ゴミ箱やトン袋等の観察記録） | 70 |

1. 研究の背景と目的

1-1. 研究の背景

建設廃棄物については、建設リサイクル法として「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」が平成14年に施行された以降、対象となる特定建設資材廃棄物（コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊、アスファルト、木くず）を中心にリサイクルが推進されている。道内の建設廃棄物の再資源化・縮減率は93.5%以上を実現している¹⁾。しかし、道内の建設廃棄物は年間304千トンが最終処分され、道内の最終処分量の45%を占めている²⁾。

今後も、高度成長期に大量に建設された建築物の解体・廃棄が進み、排出される建設廃棄物の増加が見込まれている。さらに2000年以降に建設された建築物は、耐久性及び各種性能が向上しているため、長期使用ができるようになった一方、建材や構法の複合化が進み解体に伴う再資源化が困難な建設混合廃棄物が増加することは容易に予想される。

これら2000年以降に建設された建築物が建築ストックに占める割合が増加していくなか、地域の状況に応じた総合的な建築資源の循環システムの構築が必要である。

1-2. 研究の目的

本研究では、2000年以降に建設された建築ストックを対象に、最終処分ゼロを目指す新たな建築資源の循環システムの構築に係る基本方策を提言することを目的とする。

1-3. 研究の内容

本研究では、2000年以降に建設された建築ストックを対象に、用いられる建材及び構法の動向を整理し、今後発生することが予想される建設廃棄物の種類などの動向を把握する。また、他分野を含む新材料等の資源循環の先進事例を調査して、将来的な建築資源の循環システムを構築するための基本方策を提言する。

本研究は、図1-1に示す構成で、次の(1)～(4)の研究項目からなる。

(1) 建材及び構法、廃棄物処理に係る近年の動向調査 (第2章・第3章)

2000年以降の建材及び構法の動向、廃棄物処理技術の動向を調査することで、今後廃棄物処理が困難となることが予想される建材及び構法を抽出する。

(2) 新材料等の資源循環手法の事例調査 (第4章)

主に廃棄物として処理が困難な複合材を対象に、家電や運輸など、建築以外の分野を含む資源循環

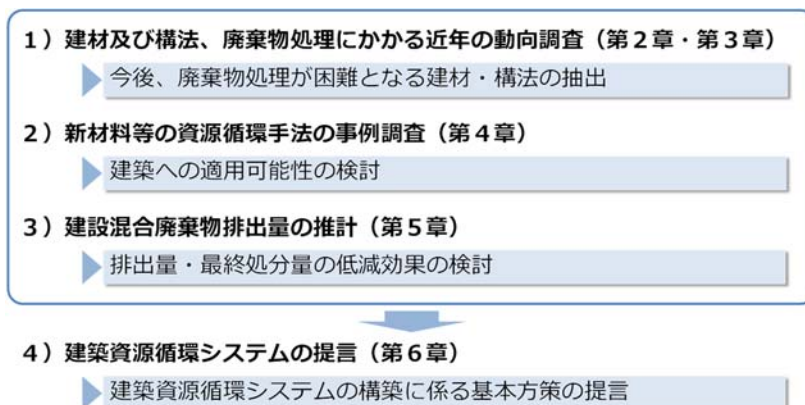


図 1-1 対象外壁の構成

に関わる先進的な取組みを調査し、建築分野における適用可能性を検討する。

（３）建設混合廃棄物排出量の推計（第５章）

木造戸建住宅を対象に処理が困難な建材及び構法について、現状の技術に基づく建設混合廃棄物の排出量を推計する。また、２）の知見等に基づき、解体抑制、解体容易性、再資源化技術などの視点の導入による建設混合廃棄物の排出量の低減効果を、2050年を目途に推計する。

（４）建築資源循環システムの提言（第６章）

（１）～（３）で得られた知見を整理し、最終処分ゼロを目指した建築資源循環システム構築のために必要な要素技術、産業構造等に係る基本方策を提言する。

【参考文献】

- 1) 北海道地方建設副産物対策連絡協議会：北海道地方建設リサイクル推進計画 2015, 2015.7
- 2) 北海道環境生活部環境局循環型社会推進課産業廃棄物係：北海道産業廃棄物処理状況調査 平成 29 年度, 2018

2. 廃棄物処理の動向調査

2-1. 調査の目的

2000年以降に建設された住宅を主対象に、解体方法および解体材の分別状況等に関する情報を収集するため、事例調査を行った。以降では調査結果を記す。

2-2. 調査の方法等

(1) 調査方法

解体工事現場において工事および解体材を観察した。

(2) 調査日程

解体工事現場における観察は、2019年9月9、10、12、13、17、18、19、20、25日に実施した。

(3) 調査対象建物の概要

調査対象は、北海道旭川市内のマイホームセンター旭川会場にて解体されたモデルハウス8社10棟およびインフォメーションセンター1棟の計11棟とした。表2-1に、調査対象建物の概要を記す。A～G、Iは建設リサイクル法に基づく届け出が必要な床面積80[m²]以上の建物であり、このうちA、B、C、D、Gについては届け出がなされていることを確認した。表中の①～③の概要は、2-3.に記す。

表2-1 調査対象建物の概要

| | 構造、工法 | 解体現場の観察内容 | | |
|----------------------|-------------|-----------|------|------|
| | | ①内装等 | ②躯体等 | ③基礎等 |
| A | 木造、木質パネル工法 | ○ | ○ | ○ |
| B | 木造、枠組み壁工法 | ○ | ○ | |
| C (同一ハウスメーカーが建設した2棟) | 木造、木質パネル工法 | ○ | ○ | |
| D | 木造、軸組み工法 | ○ | ○ | |
| E (同一ハウスメーカーが建設した2棟) | 木造、モノコック※1) | ○ | ○ | |
| F | 木造、軸組み工法 | ○ | ○ | |
| G | 木造、木質パネル工法 | | ○ | ○ |
| H | 軽量鉄骨、ユニット工法 | | | ○ |
| I (インフォメーションセンター) | 軽量鉄骨 | | | ○ |

※1)木造の壁式構造。E社のホームページによると、軸組とパネルを合体させた独自の工法。

2-3. 調査の結果

(1) 解体の大まかな手順

調査対象A～Fにおける観察から把握した解体工事の大まかな内容を以下に記す。解体工事は、次の①～③の順で行われていた。

①内装等

下記のものが手バラシにより解体されていた。

内装材(窓の廻り縁、タイル等)。石膏ボード。防湿気密シート。断熱材(壁・床・天井の充填断熱、

天井のブローイング)。金物（外壁や間仕切り壁の仕口金物等）。窓（開閉窓の障子、一部の外枠）。設備（給湯機、エアコン、照明器具等）。

②躯体等

下記のものが重機により解体され、その後、一部のものが地上で手バラシにより解体されていた。

外装材（壁、屋根）。防湿気密シート（先張りシート等）。透湿防水シート。屋根の防水シート。合板等のボード類。木材。断熱材（外壁の外張り付加断熱、屋根断熱）。窓（高所の窓、羽目殺しの窓、①で解体しなかった外枠）。設備（小屋裏に設置された換気扇、構造空隙内の配管、ユニットバス等）。

③基礎等

下記のものが重機により解体されていた。

基礎。基礎断熱。杭。地中埋設管。

（２）建物別に見た解体材の分別の状況

解体材の分別状況を把握するため、ゴミ箱やトン袋等を観察した。観察した範囲では、写真 2-1 に示すように、木くず等の素材別あるいは配線等の建材の種類別に分別されている解体材が多かった。しかし、写真 2-2 に示すように、素材が異なるが同一のトン袋等に入れられている解体材もあった。付録 1 に、ゴミ箱やトン袋等の観察記録を示す。



木くず (G)



換気用のプラスチック製フレキシブルダクト (C)



グラスウール (B)



配線 (C)

写真 2-1 概ね 1 種類の解体材が 1 つのトン袋に入れられている状態



写真 2-2 複数の種類の解体材が 1 つのトン袋に入れられている状態 (G)

(3) 解体材の種類別に見た処理・分別の状況

解体現場における観察で確認した範囲における処理・分別の状況を以下に記す。

1) 窓

①樹脂サッシ

- ・ガラスについては、B、C、D、E、Gにおいて、サッシ枠から取り外されていた。
- ・外枠については、D、Gにおいて、テープ類やシーリング材が付着していた。Gでは、後述8) のとおりシーリング材をカッターでそぎ落としていた。
- ・金物については、E では取り外され、B、D では取り外されないままゴミ箱に入れられるなどしていた。



写真 2-3 ガラスを取り外した樹脂サッシ (D)

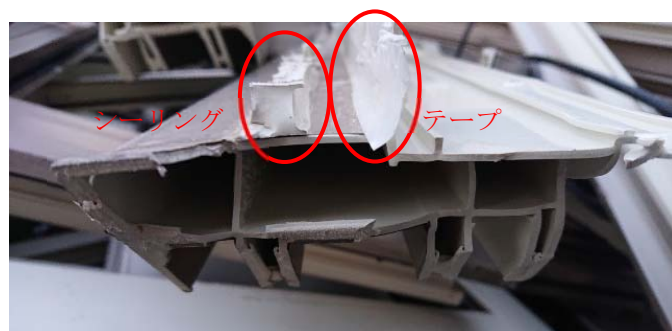


写真 2-4 ガラスを取り外した樹脂サッシ (D)



写真 2-5 金物を取り外した場合 (左 : E) と取り外していない場合 (右 : B)

②木製サッシ

- ・障子については、A、Fにおいて、枠、ガラス、金物に分別されていた。



解体前



廻り縁を壊して木製サッシを取り外したところ



木製サッシの取り外し後にテープの一部が外壁側に付着して残っているところ。



プラスチック製のものが、木材に付着して残っているところ。

写真 2-6 木製サッシの解体状況 (A)

③高所の窓、羽目殺しの窓、開閉窓の外枠

- ・吹き抜け上部の窓および羽目殺しの窓については、B、E、Fにおいて、ガラスがはめられたままの状態でも重機により解体されていた。



写真 2-7 高所の窓やはめ殺しの窓を設置したまま重機で解体 (左：B、右：E)

2) 石膏ボード、耐火ボード

- ・石膏ボードについては、A、B、C、E、F、G、Hにおいて、他の解体材と分別されていた。クロスは付着したままであった。
- ・耐火ボード（ダイライト）については、Bにおいて、他の解体材と分別されていた。



写真 2-8 石膏ボードをゴミ箱に入れたところ (B)

3) 木材

- ・木材や木くずについては、A、B、C、D、E、F、Gにおいて、他の解体材と分別されていた。ビスは付いたままであった。

4) 繊維系断熱材

- ・ブローイング断熱材については、B、Eにおいて、床に落とし、たらいやスコップ等で運び、トン袋に詰められていた。
- ・ロール状の断熱材については、Eにおいて、外壁等から引き抜き、運搬車に直接積み込み込まれていた。B、Hにおいて、他の解体材と分別してトン袋に詰められていた。



写真 2-9 ブローイング断熱材の解体の様子（床に落としたところ）(E)



写真 2-10 ロール状のグラスウールの解体の様子（運搬車に積み込むところ）(E)

5) ボード状発泡プラスチック断熱材

- ・外壁と天井の充填断熱については、Cにおいて、バールで柱間または梁間から取り外され、他の解体材と分別されていた。
- ・外張り付加断熱については、Bにおいて、重機で建物から引き剥がす際に断熱材のみに分別され、破片は手で拾われ概ね分別されていた。
- ・基礎断熱については、Hにおいて、基礎の解体前に電動ピックで剥がされていた。また、Iにおいて、基礎断熱が付着したまま重機で基礎が細かく砕かれ、その後、手拾いで断熱材、コンクリート、コンクリートが付着した断熱材の3種類に分別されていた。



写真 2-11 解体されたビーズポリスチレンフォーム断熱材 (C)



写真 2-12 解体されたボード状フェノール断熱材 (B)



写真 2-13 基礎断熱を電動ピックで途中まで剥がしたところ (H)



コンクリートが付着した押出法ポリスチレンフォーム



押出法ポリスチレンフォーム

写真 2-14 基礎断熱が基礎に付着したまま重機で解体したもの (I)

6) 防湿気密シート、透湿防水シート、屋根の防水シート

- ・防湿気密シートについては、A、Gにおいて、一度は他の解体材から剥がされたものの、他の解体材と同じゴミ箱等に入れられていた。
- ・透湿防水シートについては、C、Gにおいて、他の解体材と分別されているものがあった。A、F、Gにおいて、他の解体材と同じゴミ箱等に入れられているものがあった。
- ・屋根の防水シートについては、A、B、E、Gにおいて、他の解体材と分別されていた。



写真 2-15 重機で解体した外壁の木質パネルをさらにバールで解体している様子 (A)



写真 2-16 トン袋の中 (A)

7) 気密テープ、防水テープ

- ・気密テープについては、A、Dの窓周りにおいて、木材に透湿防水シートを留めるために使用されていた。Aにおいて、外壁の木質パネルの突き付け部に貼られていた。Bにおいて、板材（ダイライト）の突き付け部に貼られていた。Aにおいて、木質パネルの解体の際に剥がされていた。
- ・防水テープについては、B、Cにおいて、樹脂サッシの外枠に付着していた。また、F、Gの窓周りの木材に付着しており、このうちGにおいて他の木材と分別されていた。



写真 2-17 重機で解体後に様々な解体材が付着しているところ (G)



写真 2-18 防水テープが付着した木材が他の木材と分別されている様子 (G)



写真 2-19 重機で解体後に色々なものがくっついているところ (C)

8) シーリング、バックアップ材、パッキン、接着剤

①シーリング

- ・シーリング材については、A、D、E、Gの窓と外装材の間、Cの窓と木材の間、B、C、Eのサイディングの突き付け部で使用されていた。このうちGにおいては、重機で解体後にカッターでそぎ落とされていた。



写真 2-20 重機で解体した窓の外枠からカッターでシーリングをそぎ落としているところ (G)



写真 2-21 重機で解体後に窓の外枠、サイディング、木材をカッターやバールで分別しているところ (G)

②パッキン

- ・パッキンについては、Hの基礎天端、Cの外壁の木質パネルの突き付け部に貼られていた。処理・分別の状況は確認していない。



写真 2-22 壁パネルのパッキン等 (C)



写真 2-23 基礎天端のパッキン (H)

③接着剤

- ・接着剤については、Cにおいて、タイルの貼り付けに使用されていた。処理・分別の状況は確認していない。



写真 2-24 タイルと接着剤 (C)

9) 配管、配線等

- ・床暖房用の架橋ポリエチレン管や換気ダクトについては、C、Eにおいて、重機で引き抜いて解体されていた。E、Gにおいて、種類別（架橋ポリエチレン管、換気のプラスチック製フレキシブルダクト、塩ビ管）に分別されていた。C、Eにおいてはダクトに断熱が付いたままとされ、Hにおいてはダクトから断熱材が剥がされていた。
- ・金属の配管のプラスチック製断熱被覆については、C、Eにおいて、剥がされていた。
- ・配線については、C、E、Gにおいて、被覆付きのままではあるが他の解体材と分別されていた。



写真 2-25 換気用の断熱付きのフレキシブルダクト等を重機で解体しているところ (E)

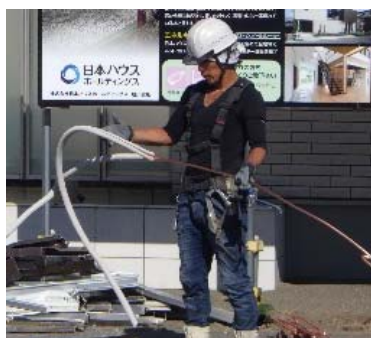


写真 2-26 金属の配管からプラスチック製断熱被覆を剥がしているところ (E)



写真 2-27 配管から剥がしたプラスチック製断熱被覆 (C)

10) 折板、金物、鉄筋

- ・窓の金物、サイディングの下地、躯体の仕口金物、屋根の板金等の金属については、A、C、D、E、G、Hにおいて、金属以外の解体材と分別されていた。



写真 2-28 躯体の金物を取り外しているところ (E)



写真 2-29 金物をトン袋に詰めたところ (C)



写真 2-30 金属のシートが付いた木質ボード (C)

1 1) 外装材

- ・サイディングについては、C、Gにおいて、他の解体材と分別されていた。ただし、Gにおいては、重機で地上に降ろした際の衝撃でサイディングが細かく碎けて土と混ざり、土ごと重機ですくって廃棄物としていた。



写真 2-31 サイディングが重機による解体の衝撃で碎け、土等と混ざった様子 (G)

1 2) 基礎、杭等

- ・基礎については、G、Iにおいて、コンクリートと鉄筋が大まかに分別されていた。
- ・杭については、Aにおいて、周辺に金属の管を打ち込んで周辺地盤と縁を切ってから引き抜いていた。その後の処理・分別の状況は確認していない。



写真 2-32 コンクリート (G)



写真 2-33 杭 (A)

2-4. まとめ

モデルハウス 8 社 10 棟およびインフォメーションセンター1 棟の計 11 棟を対象に、解体工事現場における実態調査を行った。観察した範囲における、解体方法および解体材の分別等の状況は次のとおりであった。

(1) 建物別に見た解体材の処理・分別の状況

大半の解体材が樹脂や木質等の素材別もしくは建材の種類別に分別されていた。異なる素材の解体材を同一のトン袋等に詰めているものも一部あった。

(2) 解体材の種類別に見た処理・分別の状況

窓については、手バラシでガラスとサッシを解体して分別するケースが多いものの、高所の窓やはめ殺しの窓等はガラスがはめられたまま重機で解体した後、サッシ枠やガラスを手拾いしていた。

石膏ボードは、他の解体材と分別されていた。

木材は、他の解体材と分別されていた。

繊維系断熱材は、他の解体材と分別されていた。

ボード状発泡プラスチック断熱材は、他の解体材と分別されていた。ただし、基礎断熱については、電動ピックでコンクリートから剥がす場合には概ね分別できていたが、重機で解体する場合には分別できていなかった。

防湿気密シートと透湿防水シートは、他の解体材から剥がされ、他の樹脂等の解体材と同じゴミ箱等に入れられていたケースがあった。また、屋根の防水シートは、他の解体材と分別されていた。

気密テープと防水テープについては、木材等を分別するために剥がされるケースがあったが、剥がすことができないケースもあった。

シーリングについては、サッシに付着したものをそぎ落としているケースがあったが、分別していないケースが多かった。

配管と配線については、断熱配管、無断熱配管、配線等の建材の種類別に分別されていた。

折板、金物、鉄筋は、金属以外の解体材と分別されていた。

サイディングは、他の解体材と分別されていた。

基礎については、コンクリートと鉄筋が大まかに分別されていた。

3. 建材および構法・工法の動向調査

3-1. 調査の目的

北海道の建築ストックの約6割を、1971年以降に建設された木造の一戸建・長屋が占める¹⁾。この大票田と言えるストックについて、建材や構法・工法に適した解体・分別・再生利用等の処理を行うことが、最終処分場がひっ迫する問題への対応と資源循環型社会の実現のために重要である。しかし、建築で用いられる建材と構法・工法は年代により大きく変化している。本研究では、こうした変化の動向を調査により把握する。

3-2. 調査の方法等

表3-1に、調査対象とする住宅の部位や建材等を示す。調査対象は、基礎、躯体、内装材、外装材、設備に用いられる建材および構法・工法とした。

調査方法は、既往研究・文献の調査、統計データの調査、建材業界団体および解体・処理・処分事業者からのヒアリング調査とした。表3-2に、建材業界団体および解体・中間処理・最終処分事業者からのヒアリング調査の概要を記す。調査は2019年度に実施した。

表3-1 調査対象

| 部位等 | 建材 |
|------|--|
| 基礎周り | コンクリート、地盤防湿、断熱材 |
| 躯体 | 製材やボード等の木質建材 |
| 内装材等 | せっこうボード、仕上げ材、断熱材、窓、防湿気密シート・透湿防水シート・粘着テープ |
| 外装材等 | 窯業系サイディング・金属サイディング・モルタル、シーリング材 |
| 設備 | 暖房、換気、照明、太陽光を利用する発電設備・太陽熱を利用する温水機器、浴槽・便器 |

表3-2 建材業界団体および解体・中間処理・最終処分事業者からのヒアリング調査の概要

| 調査先 | 所在地 | 調査方法 | 調査対象 |
|--------------------|--------|--------|--------------|
| A 工業会 | 東京都 | 電話、メール | 製材やボード等の木質建材 |
| B 協会 | 東京都 | 口頭、メール | 断熱材 |
| C 社（最終処分場を有する事業者） | 北海道旭川市 | 口頭 | 解体材全般 |
| D 社（解体、中間処理を行う事業者） | 北海道釧路市 | 口頭、メール | 解体材全般 |
| E 社（解体を行う事業者） | 北海道旭川市 | 口頭 | 窓 |

3-3. 調査の結果

以下に、建材と構法・工法の動向について得られた情報および将来において生じる可能性のある処理に関する課題等を記す。

(1) 基礎周り

①コンクリート

コンクリートは基礎や地盤面等に用いられている（図3-1）。このうち基礎については、1971年の建築基準法改正で布基礎とすることが義務化され、現在の住宅ストックの大部分は布基礎である。

北海道内の2017年度の実績で、産業廃棄物のコンクリート塊は、約214[万 ton]が排出され、そのうち97%が再生利用、3%が最終処分されたと推計されている⁸⁾。

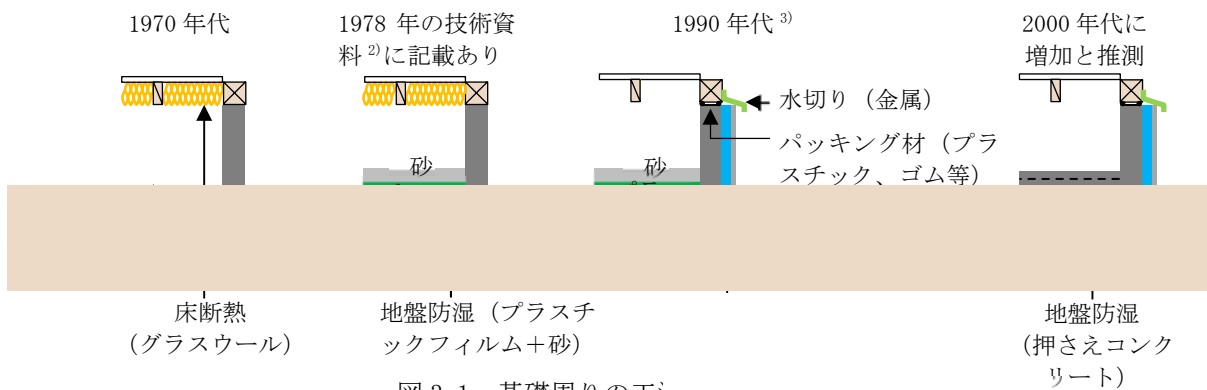


図 3-1 基礎周りの工法の例 (北府建)

②地盤防湿

地盤面から床下への発湿を押さえる地盤防湿は、1970年代後半頃から普及したと考えられる²⁾。使用建材は、普及当初はプラスチックフィルムと押さえ砂が一般的であった。プラスチックフィルムについては、当初は農業用フィルムを用いていたが、1997年にJIS A6930 (住宅用プラスチック系防湿フィルム)が制定された。このJISの2008年改訂の現行版では、単体フィルム (ポリエチレンのような、単一の材料により構成されるフィルム) と複合フィルム (単体フィルムに、性質の異なる他の単体フィルム及び/又はフィルムと形状の異なる他のプラスチック材料を複合したフィルム。構成層の一部に金属等の蒸着層を持つフィルムを含む) の2区分が示されている。一方、地盤防湿として押さえコンクリートを採用する住宅は、2000年代に増加したと推測され、2016～2017年に実施した既往調査⁴⁾では調査対象のうち5割程度を占めていた (図3-2:以降では「調査a」と称する。アンケートによる調査。調査対象は2016年に道内で戸建て住宅の新築実績がある事業者1501社。回収数は267社。回収率は18%。)

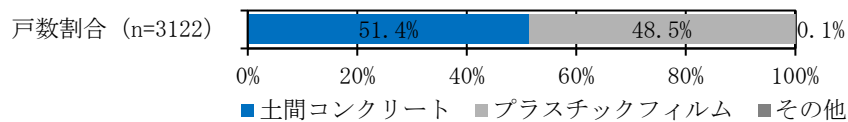


図 3-2 地盤防湿の工法の採用割合 (調査 a : 北海道の戸建て住宅、2016～2017年調査)⁴⁾

③断熱材

1990年代に発泡プラスチック断熱材を用いる基礎断熱工法が普及したと考えられる³⁾。1998～2001年建設の住宅を対象とする調査⁵⁾では、基礎断熱工法の住宅が調査対象のうち5割程度を占めていた (図3-3)。また同調査⁵⁾では、床断熱工法と基礎断熱工法を併用する住宅が調査対象のうち2割程度であったが、これは、例えば浴室や玄関土間等の床断熱を施工しにくい部位に基礎断熱を施工する工法等と推測される。2016～2017年の調査⁴⁾でも、調査対象のうち基礎断熱工法の住宅が5割程度を占め、3割程度は基礎の床下側と屋外側の両面に断熱材を施工していた (図3-3:以降では「調査b」と称する。共同研究機関の16社が新築した66棟の戸建住宅における実績。)。一方、1980年代以前の住宅においても、改修により基礎断熱が施工されている場合がある⁶⁾。改修の場合、現場発泡ウレタンを使用して基礎天端周辺の隙間を塞ぐ方法やまた基礎断熱工法と併用する工法として、発泡プラスチック断熱材を床下地盤面等に敷設する断熱補強の工法や基礎外側の地盤中に埋設するスカート断熱工法⁷⁾等がある。以上のとおり、基礎周りの随所に断熱材が施工されている場合がある。基礎断熱材については、前章で報告した解体工事現場における調査では、コンクリートとの分別が行われている現場と、

あまり分別できていない現場が見られた。また、表 3-2 の D 社では、現状では再生利用できていないため方策を検討中とのことであった。コンクリートや断熱材等の分別に適した解体工法の普及が、将来に向けた課題としては挙げられる。

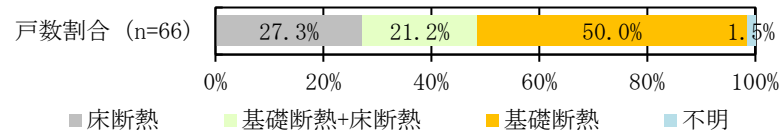


図 3-3 床・基礎周りの断熱工法 (調査 b: 旭川市近郊の戸建て住宅、1998~2001 年建設) 5)

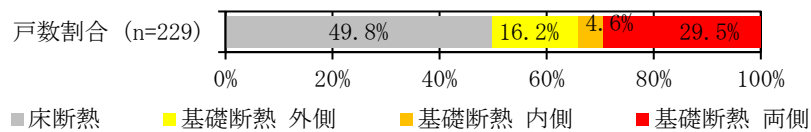


図 3-4 床・基礎周りの断熱工法 (調査 a: 北海道の戸建て住宅、2016-2017 年調査) 4)

(2) 躯体

① 製材やボード等の木質建材

1985 年の建築基準法施行令の改正により必要とされる壁量が増加した。その後は高断熱化に伴い、外壁では筋交いを使用せず構造用合板等のボードを使用するように構法が変化している。床周りでは、2000 年代頃以降において、厚い合板を用いて根太を省略する工法も見られる。

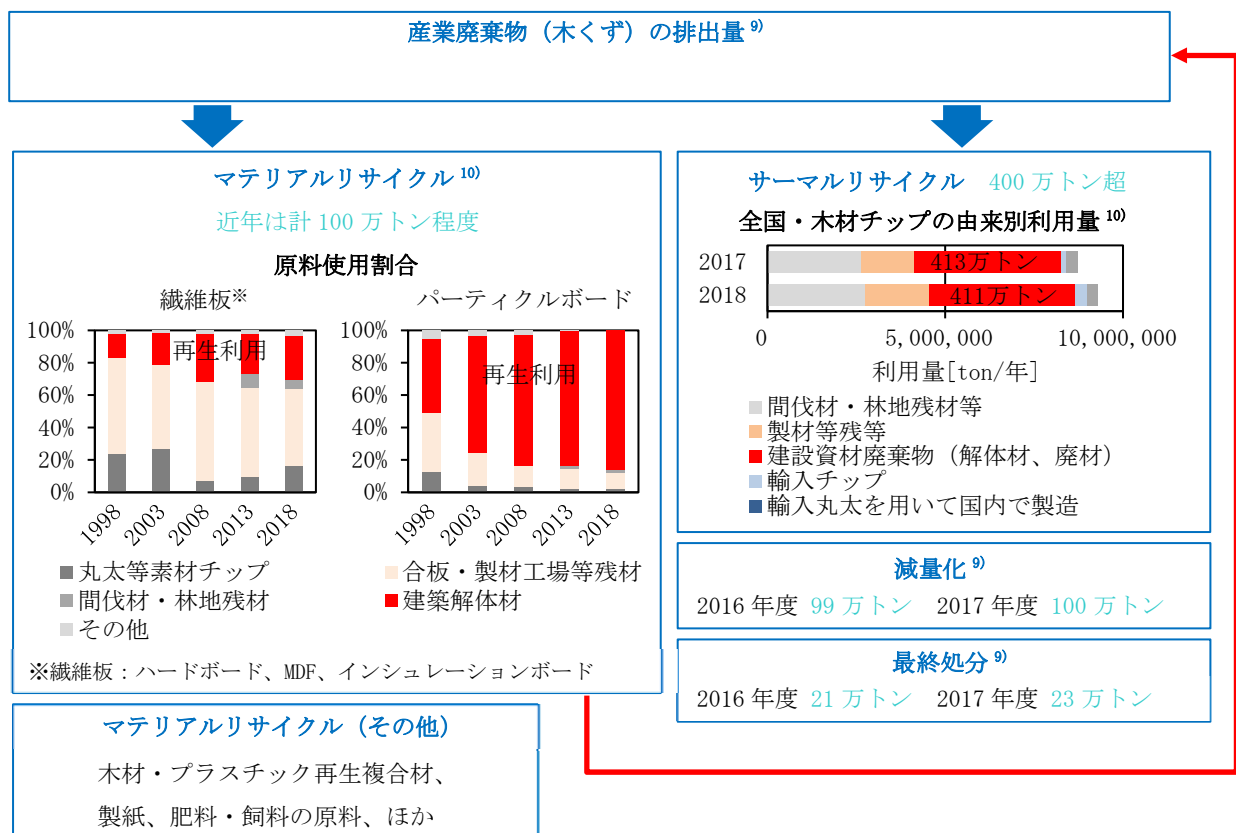


図 3-5 木くずの排出や再生利用等の概要 (全国)

図 3-5 に、産業廃棄物として排出された木くずの再生利用や最終処分等の概要を示す。木くずは、サーマルリサイクルされる量が最も多い。また繊維板、パーティクルボード、木材・プラスチック再生複合材等のボードのほか、製紙や肥料・飼料の原料としてマテリアルリサイクルされているものもある。ボードのうち構造用 MDF と構造用パーティクルボードについては、2018 年の国土交通省の告示改正により壁倍率が付与され、構造用合板の代替として利用用途が拡大している。

北海道内の 2017 年度の実績で、産業廃棄物の木くずは、北海道では約 52[万 ton]が排出され、そのうち 89%が再生利用され、7%が最終処分されたと推計されている⁸⁾。

(3) 内装材等

①せっこうボード

せっこうボードについては、国内の出荷量が 1960 年代以降に増加し 1990 年代をピークとして減少している(図 3-6)^{11)、12)}。1990 年代以降の減少は、着工床面積の減少(図 3-7)¹³⁾が影響していると考えられる。北海道においては、1997~1998 年の調査において、回答のあった全ての住宅供給事業者が内装下地材として標準的に使用していた(図 3-8: 以降では「調査 c」と称する。アンケートによる調査。調査対象は、北海道内に施工実績のあるハウスメーカーおよび工務店で、道内主要建築関係団体および 1996 年の施工実績の多い企業から 327 社を選定。回収数は 327 社。回収率は 38.8%。)¹⁴⁾。

北海道内の 2017 年度の実績で、産業廃棄物のせっこうボードは、約 3 万 5 千[ton]が排出され、そのうち 37%が再生利用され、63%が最終処分されたと推計されている⁸⁾。また、せっこうボードの石膏原料に対するリサイクルボードの比率は 8%程度に留まっている(表 3-3)¹¹⁾。

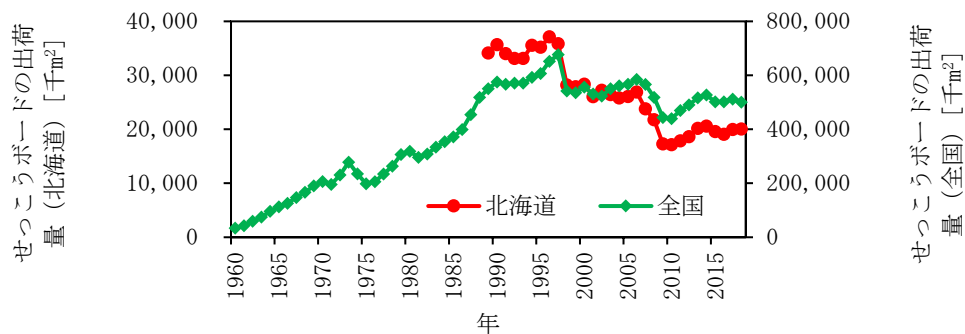


図 3-6 せっこうボードの出荷量(全国、北海道)^{11)、12)}

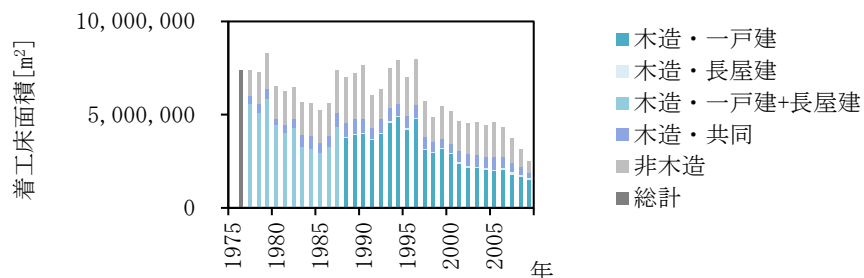


図 3-7 住宅の着工床面積(北海道)¹³⁾

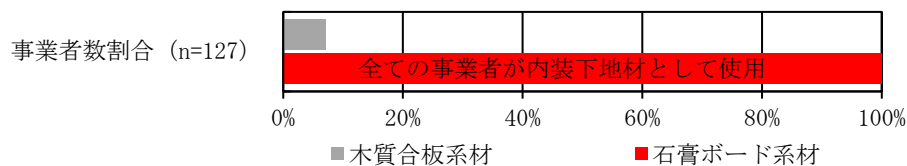


図 3-8 標準的に使用している資材・部材-内装下地材(調査 c: 北海道、1997~1998 年調査)¹⁴⁾

表 3-3 せっこうボードの石膏原料[ton] (全国) ¹¹⁾

| 年度 | 副産石膏 (国産) | | | 天然石膏 (輸入) | リサイクルボード (回収) | 合計 |
|------|-----------|-----|-------|-----------|---------------|-------|
| | 排煙脱硫石膏 | その他 | 小計 | | | |
| 2017 | 1,708 | 874 | 2,582 | 1,486 | 338 | 4,405 |
| 2018 | 1,626 | 885 | 2,512 | 1,570 | 332 | 4,414 |

②内装仕上げ材

1997～1998 年の調査では、98%の住宅供給事業者が内装仕上げ材として標準的に壁紙を使用していると回答した (図 3-9) ¹⁴⁾。また、近年の国内における壁紙の出荷量の大半を塩化ビニル系壁紙が占める (図 3-10) ¹⁵⁾。せっこうボードとあわせて塩化ビニル系壁紙の普及が進んだと考えられる。

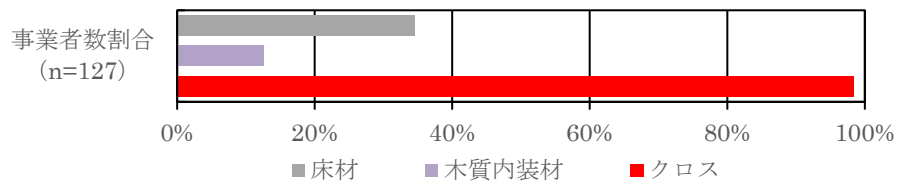


図 3-9 標準的に使用している資材・部材-内装仕上げ材 (調査 c : 北海道、1997～1998 年調査) ¹⁴⁾

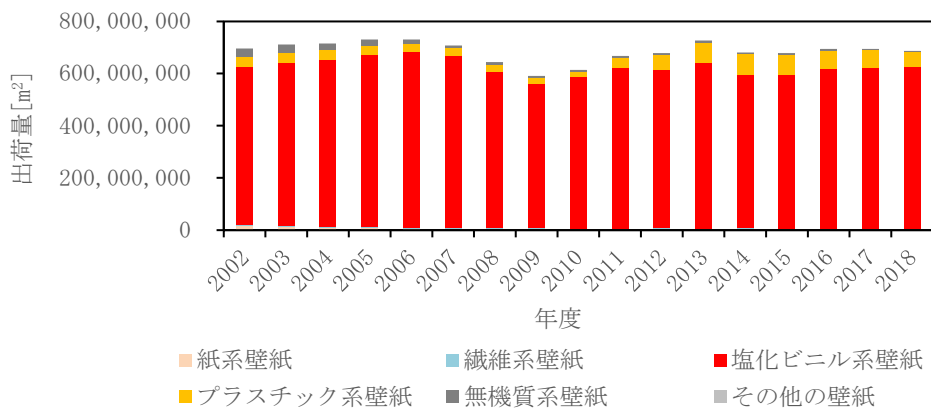


図 3-10 壁紙の出荷量 (全国) ¹⁵⁾

③断熱材

表 3-4 に、北海道における年代別に見た戸建て住宅の断熱仕様例を示す ³⁾。この仕様例からみると、少なくとも繊維系断熱材は 1960 年代以降には、また発泡プラスチック断熱材は繊維系断熱材と併用される形で 1990 年代以降には、それぞれ普及していたと考えられる。1980 年に省エネルギー法が制定された以降、省エネルギー基準が改定される度に推奨される断熱性能が向上しており、それに応じて、住宅一戸あたり断熱材の使用量は増大しており、今後もその傾向も続くと考えられる。

表 3-4 年代別に見た戸建て住宅の断熱仕様例 (北海道) ³⁾

| 建設年 | 戸建住宅の仕様・特徴 | 天井 | 外壁 | 床・基礎 |
|---------|-------------|---------------|------------------|-----------------|
| 1960 年頃 | 三角屋根のブロック住宅 | RW 30mm | 断熱なし | 断熱なし |
| 1970 年頃 | 複雑な屋根傾斜の住宅 | GW-10kg 50mm | 充填 GW-10kg 50mm | 床 GW-10kg 50mm |
| 1980 年頃 | 無落雪屋根の住宅 | GW-16kg 100mm | 充填 GW-16kg 100mm | 床 GW-16kg 100mm |

| | | | | |
|--------|-----------|----------|-----------------------------------|--------------|
| 1990年頃 | 北方型住宅 | GW 200mm | 充填 HGW-16kg 100mm | 基礎 XPS 50mm |
| 2000年頃 | 新しい北方型住宅 | GW 300mm | 充填 HGW-16kg 100mm 外張り XPS 25mm | 基礎 XPS 100mm |
| 2008年～ | 北方型住宅 ECO | GW 400mm | 充填 HGW-16kg 100mm 外張り XPS 50mm | 基礎 XPS 100mm |

GW：グラスウール　　HGW：高性能グラスウール　　XPS：押出法ポリスチレンフォーム

断熱材のうちグラスウールについては、北海道向けの出荷量が1970年代以降に増加し、1990年代をピークとして減少している¹⁶⁾。1990年代以降の減少には、着工床面積の減少が影響していると考えられる（前掲図3-7）。一方、今回の調査によると、グラスウールについてはほとんどが最終処分されている。広域認定制度の認定事業者が道内に1社あるものの、持ち込まれるグラスウールは極めて少量に留まっている。この要因として、輸送費用が高額であること、他社製品を受け入れていないことが挙げられる。

また表3-2のC社では、グラスウールと発泡プラスチック断熱材ともに、減容を行わずに最終処分しているとのことであった。D社では、グラスウールは最終処分し、発泡プラスチック断熱材は基礎断熱等の分別できないものを除き廃プラスチックとして搬出していた。

断熱材は、1970年代以降、素材（鉱物、プラスチック、セルロース等）や形状（ロール、袋入り、吹込み、板状等）が多様化しており、解体・分別・再生利用においても断熱材の種類ごとに、きめ細やかな対応が求められる。

④窓

表3-5に、年代別に見た戸建て住宅の窓の仕様例を示す³⁾。アルミサッシは少なくとも1970～1980年代の住宅で、樹脂サッシは1980年代以降の住宅で、それぞれ普及していたと考えられる。1997～1998年の調査（図3-12）¹⁴⁾および1998～2001年建設の住宅を対象とする調査（図3-13）⁵⁾からも、樹脂サッシを採用する住宅が大きな割合を占めていることを確認できる。ガラスについては、1998～2001年建設の住宅を対象とする調査では、調査対象のうち、二層複層ガラスが9割程度と多いのに対し（図3-13）⁵⁾、2016-2017年の調査（図3-14）⁴⁾では三層複層ガラスが5割程度となった。ガラスの使用量が増加していると考えられる。

表3-5 北海道における年代別に見た戸建て住宅の窓の仕様例³⁾

| 建設年 | 仕様例 | |
|--------|-----|---------------------------------------|
| 1960年頃 | 二重窓 | 外：木製サッシ+単板ガラス 内：木製サッシ+単板ガラス |
| 1970年頃 | 二重窓 | 外：アルミサッシ+単板ガラス 内：木製サッシ+単板ガラス |
| 1980年頃 | 二重窓 | 外：アルミサッシ+単板ガラス 内：アルミまたは樹脂サッシ+単板ガラス |
| 1990年頃 | 一重窓 | 樹脂サッシ+二層複層ガラス |
| 2000年頃 | 一重窓 | 樹脂サッシ+Low-E二層複層ガラス |
| 2008年～ | 一重窓 | 樹脂サッシ+Low-E二層複層ガラス |

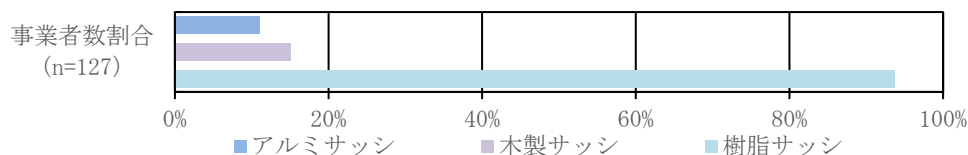


図 3-12 標準的に使用している資材・部材-窓（調査 c：北海道、1997～1998 年調査）¹⁴⁾

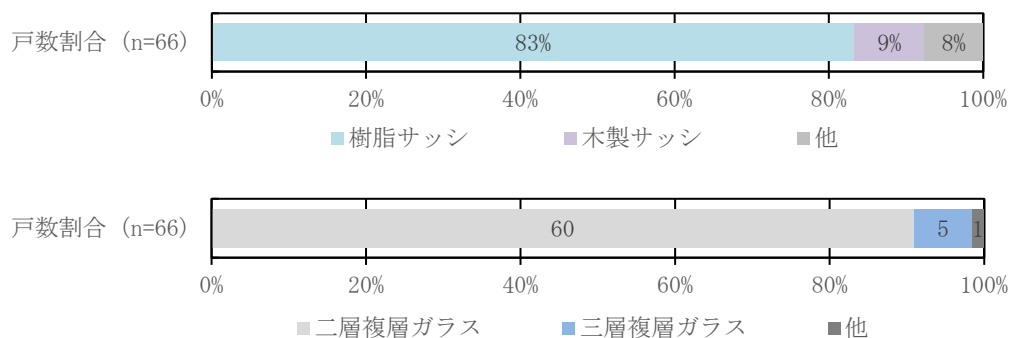


図 3-13 戸建て住宅に採用した窓（調査 b：1998～2001 年建設の旭川市近郊の住宅）⁵⁾

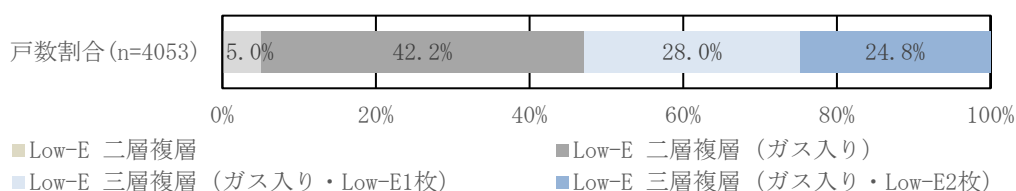


図 3-14 戸建て住宅に採用した窓（調査 a：北海道、2016～2017 年調査）⁴⁾

窓については、現状における排出量や最終処分される割合は不明である。ガラスについては、表 3-2 の D 社では最終処分し、E 社では解体現場で分別してガラスカレット工場へ搬出しているとのことであった。また、アルミサッシについては、D 社では、有価材であるためリサイクルしていたが、サッシ枠のうち樹脂サッシについては、ガラスのスペーサ、気密用パッキング材、シーリング材等の分別に要する手間を掛けることができず、最終処分している。樹脂サッシについては、北海道内における実態調査について報告している既往文献¹⁹⁾からも、再生利用はあまり行われていないと推測される。

⑤防湿気密シート・透湿防水シート・粘着テープ

図 3-15 に、北海道の戸建て住宅における外壁の層構成の例を示す^{17)、18)}。1970 年代以降に防湿気密シートが普及し、1990 年代以降に透湿防水シートが普及したと考えられる。また、1990 年代頃には、気密性能と防水性能の向上のため、粘着テープが使用されるようになった。窓周り等においてはプチルテープを用いるケースもある。

1997～1998 年の調査では（図 3-16）¹⁴⁾、調査対象のうち、防湿気密シートとしてポリエチレンフィルムを用いる住宅供給事業者が 7 割程度、透湿防水シートを用いる住宅供給事業者が 8 割程度を占めた。プラスチックフィルムが広く普及したことがわかる。

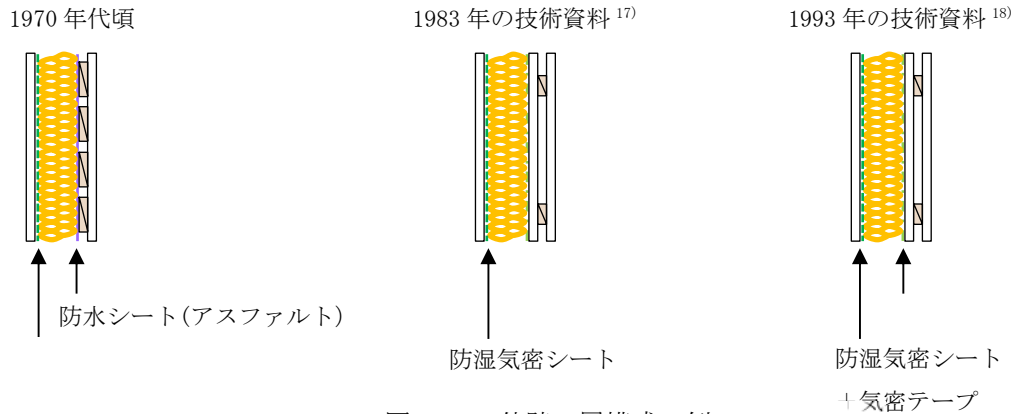


図 3-15 外壁の層構成の例

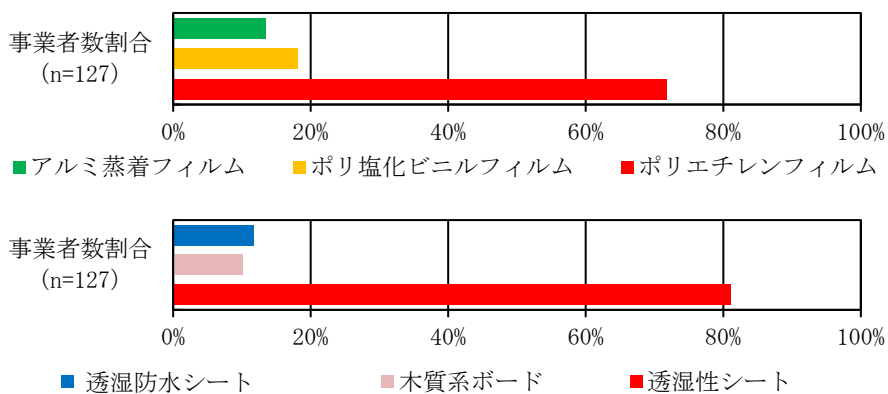


図 3-16 標準的に使用している資材・部材-プラスチックフィルム（調査 c：北海道、1997～1998 年調査）¹⁴⁾

気密シート、透湿防水シート、粘着テープは、産業廃棄物としては廃プラスチック類に分類される。廃プラスチック類は、排出量が約 22[万 ton]、再生利用が 50%、最終処分が 30%と推計されている⁸⁾。

防湿気密シート、透湿防水シート、粘着テープについても将来的には排出量の増加が見込まれる。これらについては、解体・分別の手間を軽減するため、新たな構法開発等の対応が必要と考えられる。

(4) 外装材等

①窯業系サイディング・金属サイディング・モルタル

1979～2005 年における北海道の新築戸建て住宅で採用された外装仕上げ材の調査結果によると（図 3-15）²⁰⁾、1979 年にはモルタルが 9 割近くを占めていたのに対し、1992 年以降には窯業系サイディングが 8～9 割を占めている。また 2003 年以降は、金属サイディングが 2 割弱を占める。2000 年と 2013 年の調査結果でも（図 3-18）²¹⁾、窯業系サイディングが 8 割程度と大半を占め、次いでアルミニウム製またはスチール製の金属サイディングとなっている。以上のおり、外装仕上げ材は、住宅の建設年代とともに使用建材が変化している。一方、全国における戸建て住宅および低層集合住宅のリフォーム用外装材のシェアでは、金属サイディングが最も多く 5 割程度を占めるとされている（図 3-19）²²⁾。金属サイディングによるリフォームについては、既存外装材を撤去せずに重ね張りする工法がある。この工法を採用した住宅では解体時に 2 層分の外装材を処理することとなる。

外装仕上げ材については、北海道における解体材の排出量や再生利用率等を把握できなかったが、窯業系サイディングについては、国内においてセメント原材料として再生使用する事例が見られる。

しかし、北海道内においては、表 3-2 の C 社では、埋め立て処分を行っており、E 社でも最終処分場へ搬出している。多くの最終処分場の単価表に窯業系サイディングの記載があり、最終処分が一般的に行われていることがうかがえる。金属サイディングについては、E 社では破碎して製鋼原料とするなどの方法で再生利用している。

今後、再生利用の仕組みやそれに必要な技術開発を行っていく上で、北海道内の多くの住宅で使用されてきた窯業系サイディングは、重要なターゲットであると言える。

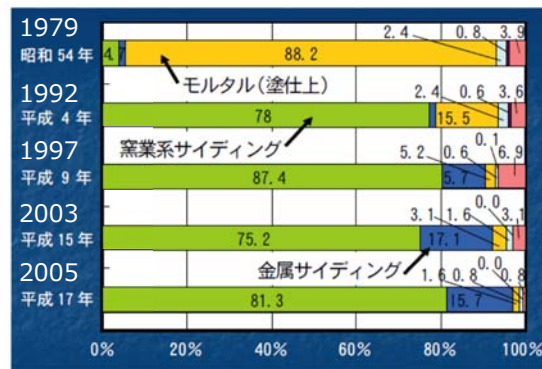


図 3-17 新築戸建て住宅の外装仕上げ材（北海道）²⁰⁾

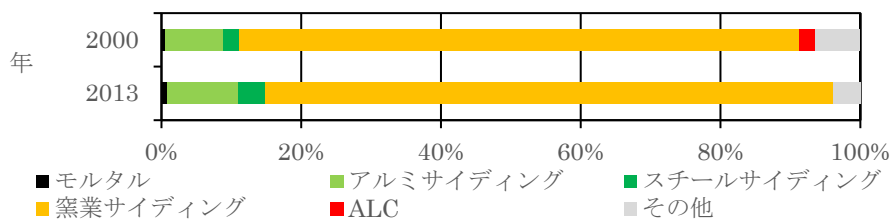


図 3-18 新築戸建て住宅の外装仕上げ材（北海道）²¹⁾

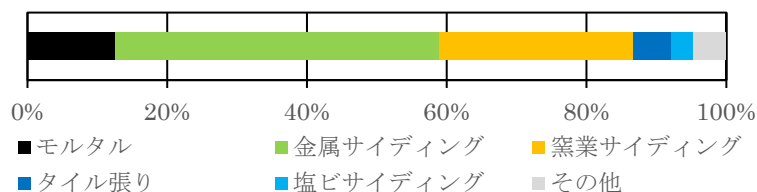


図 3-19 戸建て住宅および低層集合住宅のリフォーム用外装材のシェア（全国）²²⁾

②シーリング材

シーリング材の生産量は 1980 年の 1 万キロリットル強から、1990 年代後半以降は概ね 3.5~4 万キロリットル程度に増加している²³⁾。北海道の戸建て住宅においても、窓周りや外装材の突き付け部等で広く使用されている。

章の解体工事現場の調査では、シーリング材とサッシ枠とを分別している例も見られたが、シーリング材については、北海道における解体材の排出量や再生利用率等を把握できなかった。

(5) 設備

①暖房

2018年の北海道の戸建て住宅における各種の暖房設備の使用状況に関する調査結果によると(図3-20)²⁴⁾、FFストーブ等の灯油ストーブは、1980年以前に建設された住宅では9割を超え、建設年代が新しいほど少なくなる。灯油のセントラル暖房システムは1991～2000年建設の住宅をピークとして増減している。電気のセントラル暖房システム、電気の床暖房、電気蓄熱式暖房器、エアコンは、建築時期が新しいほど増加している。このうち電気蓄熱式暖房器については、平成25年の省エネルギー基準の制定後は、基準適合が難しいことから減少していると推測される。これら以外の暖房設備を使用している住宅もある。以上のとおり、暖房については、建設年代による違いのほか、個々の住宅による違いもあり、多様な設備が設置されている。

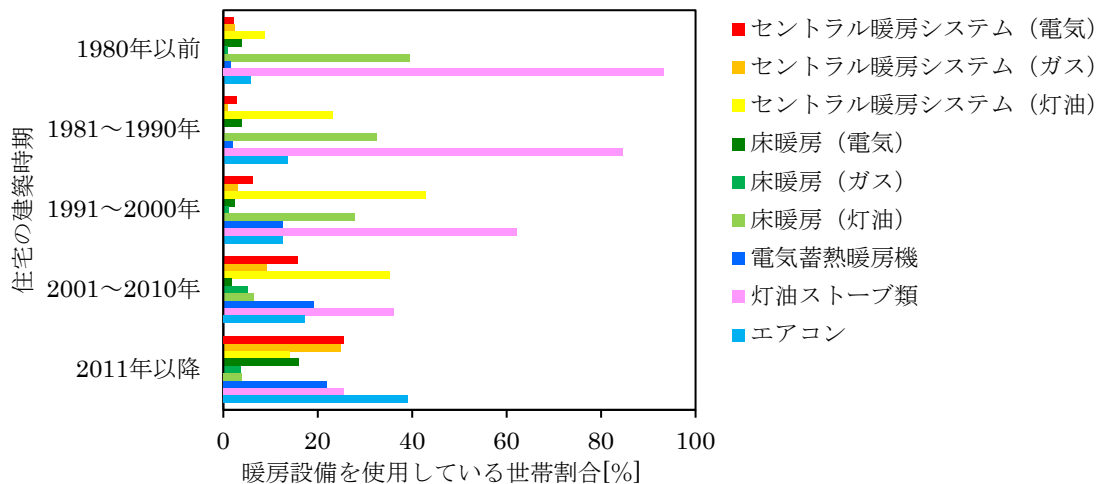


図3-20 戸建て住宅において暖房設備が使用されている割合 (2018年調査、北海道)²⁴⁾

②換気

1980年代以降に「高断熱・高气密住宅」の普及に伴い居室を含む換気の必要性が示され²⁵⁾、1990年代にかけて普及した²⁶⁾。この計画換気は、機械換気が主流だったが、パッシブ換気も一部住宅で採用されている。その後、2003年の建築基準法の改正により居室の機械換気の設置が義務化された。機械換気については、ダクトを有する換気システムの場合とダクトを有さない各室設置の換気装置の場合がある。

1998～2001年に建設された戸建て住宅における機械換気の種類に関する調査結果を見ると(図3-21)⁵⁾、調査対象のうち8割以上の住宅においてダクトを有する換気システムが導入されていた。ダクトは、当初は100φ程度以下の製品が主流であったが、近年では圧力損失の低減のため150φ程度の製品が使用される場合もある。また、材質については、アルミ、プラスチックのほか、結露防止用のグラスウール等の断熱材を巻いた製品が使用される場合もある。

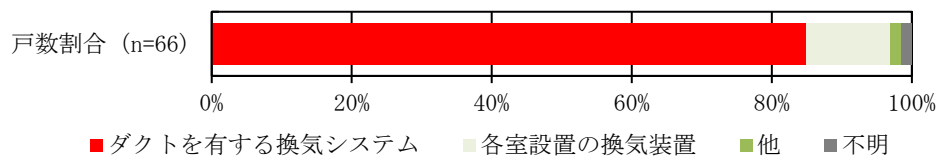


図3-21 戸建て住宅に採用した機械換気 (調査b: 1998～2001年建設の旭川市近郊の住宅)⁵⁾

③照明

2009～2018年における照明器具の生産量と出荷量を見ると（図3-22）²⁷⁾、2010年頃からLEDが普及し始め、2018年までに蛍光灯器具からLED器具への転換が概ねなされたことがわかる。

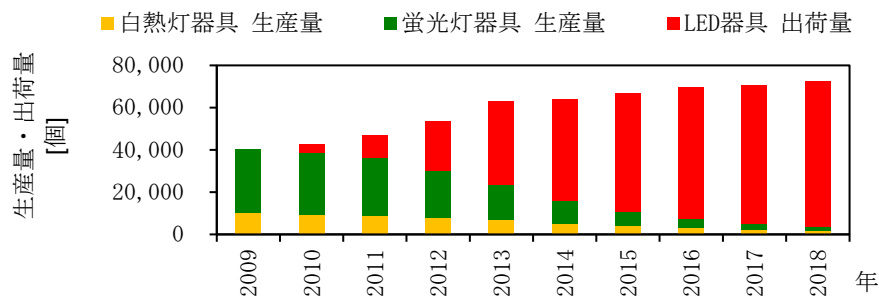


図3-22 照明器具の生産量・出荷量²⁷⁾

④太陽光を利用する発電設備・太陽熱を利用する温水機器

太陽光を利用した発電機器および太陽熱を利用した温水機器等を設置している住宅数を見ると（図3-23、図3-24）²⁸⁾、どちらの設備も建築時期が新しいほど設置住宅数が概ね多い。しかし、1950年代の住宅も含めて設置されていることから、徐々に解体材が発生していくものと推測される。

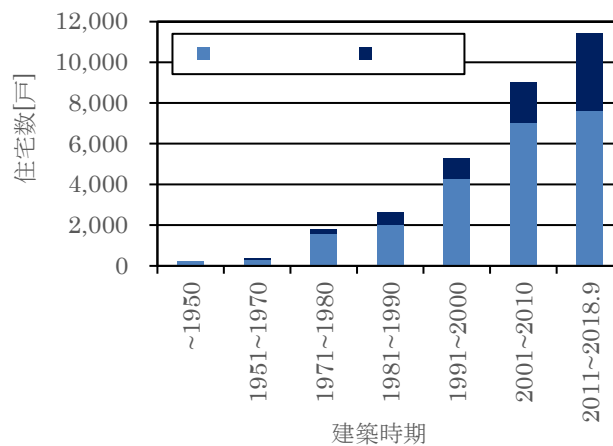


図3-23 太陽光を利用する発電機器を設置している住宅数（北海道）²⁸⁾

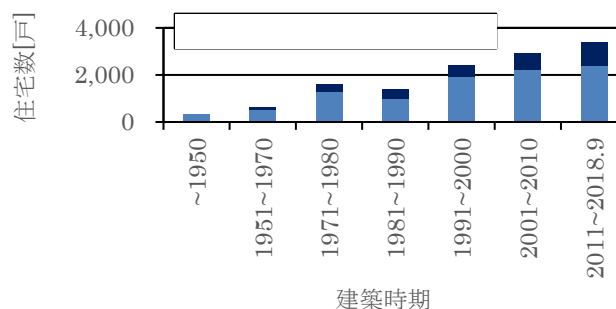


図3-24 太陽熱を利用する温水機器等を設置している住宅数（北海道）²⁸⁾

⑤浴槽・便器

国内におけるステンレス、鋼板、鋳物、樹脂の浴槽および浴室ユニットの出荷台数の変遷について記された既往文献²⁹⁾によると、1980年代前半にはステンレス浴槽が最も多く4割程度を占めたが、その

後、浴室ユニットが徐々に増加し、2013年には9割程度を占めている。

また、同文献によると、国内における便器の出荷台数は、水洗式便器が1993年以降減少しているのに対し、温水洗浄便座は増加して2007年には水洗式便器の台数を超えた。温水洗浄便座は水の配管や電気配線等があり、水洗式便器と比べると複合化が進んだ建材と言える。

以上のとおり、浴槽、便器とも、建材の材質の変化が生じている。

これまで見てきた①～⑤の設備については、いずれも排出量や再生利用される率等は把握できていない。各種設備は、その多くがプラスチック、金属、鉱物等の素材からなる複合材であり、分別が課題となる。表3-2のD社では、暖房、給湯、換気、照明、浴槽等の解体材を石狩市まで搬送し、中間処理業者にてシュレッダーで破碎、分別、再生利用を行っているとのことであった。このような取り組みを一社の事例ではなく社会の仕組みとしていく必要がある。

一方、環境省のガイドライン³⁰⁾では破碎・選別をしてマテリアルリサイクルを行う技術のほか、リユースの事例等も紹介されており、ウェブサイト等で太陽光を利用する発電設備や太陽熱を利用する温水機器暖房のほか、冷房、給湯等の設備の中古品が取引されている事例がある。設備については、リユースを促進させることも重要と考えられる。

また将来的には、例えば換気用の断熱ダクト、LED、温水洗浄便座、太陽光発電などの設備から複合材の排出量が増加するとともに、排出される材料・材質の変化が見込まれる。例えば、LEDについては、表3-2のD社では、LEDは再生利用せずに最終処分しているとのことであった。LEDについてはレアメタル等を含む再生利用の先行事例^{31)、32)}があるものの、大部分は電気設備の材質の変化に対応できていない。これらの点への対応も課題と考えられる。

3-4. まとめ

北海道の1970年代以降に建設された木造戸建て住宅を主対象に、建材や構法・工法の変遷に関する情報を収集し、将来において解体材として排出された際の処理の課題等を検討した。表3-6に結果の概要を示す。

表 3-6 構法・建材の変遷および処理等の課題

| 部位 | | 構法・建材の変遷 | 処理等の課題 |
|-----|--------------------------------|--|---|
| 基礎 | ・コンクリート ・地盤防湿 ・断熱材 | ・1970年代後半以降に、床下の地盤防湿（プラスチックフィルム+砂）が普及 ・1990年代以降に、基礎断熱が普及 ・2000年代以降に、床下の地盤防湿（土間コン）が増加 | ● ・住宅解体時に、基礎断熱はコンクリートとの分別が必要 ・今後、排出量が増大する建材がある（コンクリート、砂等） |
| | ・木質建材 | ・1981年の建築基準法施行令改正などがあり、構造用合板の使用量が増大 ・2018年にMDF、パーティクルボードに壁倍率が付与されるなど、再生木材の利用が拡大中（ボード、フローリングの基材、木材・プラ複合材など） | ● ・今後、マテリアルリサイクルおよびサーマルリサイクルが量的に制限される可能性のある解体材の排出量増大が予想される（窒素、塩素、重金属を含む接着材を多用しているボード） |
| 内装材 | ・せっこうボード ・仕上げ材 | ・1970年代以降、せっこうボードが徐々に普及 ・1998年に、全住宅供給事業者がせっこうボードを利用しているとの道内調査結果あり ・1998年に、ほぼ全ての住宅供給事業者が標準的にクロスを使用との道内調査結果あり | ★ ● ・再生利用率が低い ・今後、排出量増大が予想される ・硫化水素発生のため管理型処分 ・再生するには不純物除去の厳しい条件あり ・中間処理施設が無い地域がある |
| | ・断熱材 | ・1970年代以降、道内で徐々に使用量が増加 ・1980年代後半～90年代前半が、グラスウールの北海道向け出荷量のピーク ・2000年以降に、道内で外壁の発ブラの外張り付加断熱が増加 | ★ ● ・嵩張る ・グラスウールはほぼりサイクルできず、減容も難しい ・今後、繊維系・発ブラ系断熱材の排出量増大が予想される |
| | ・窓 | ・1970年代は、アルミと木サッシの二重窓（単板ガラス2枚）が主 ・1980年代は、上記およびアルミと樹脂サッシの二重窓など（単板ガラス2枚）が主 ・1990年代は、樹脂サッシ（二層複層ガラス、スペーサあり）が主 ・2016年頃の旭川近郊の調査で、樹脂サッシ（三層複層ガラス）が約5割 | ★ ● ・樹脂サッシ（枠部分）は、埋め立て処分される場合が少なくないと推測される（分別と売却のコストが見合わない） ・今後、樹脂サッシの排出量増大が予想される ・ガラスは、カレットに加工されて再生利用される場合があるが、地域等による違いがある |
| | ・防湿気密シート ・透湿防水シート ・粘着テープ | ・1980年代以降、防湿気密シートの利用が拡大 ・1990年代以降、気密テープ、透湿防水シートが普及 ・遅くとも1990年代以降、窓周りなどに防水テープ（ブチル）を利用する場合がある | ◇ ● ・テープ類は分別の手間が大きい ・今後、排出量増大が予想される |
| | ・仕上げ材 | ・1979年は、モルタルが主 ・1990年初頭までに、窯業系サイディングが主に変化 ・2000年前後頃に、ALC板も一部の住宅で利用 ・2000年頃以降に、金属サイディングの利用がやや増加、特にリフォームでのシェアが高 ・2004年までに、石綿含有の窯業系サイディングの製造が終了 | ★ ・窯業系サイディングは埋め立て処分される割合（管理型）は不明だが、少ない可能性がある |
| 外装材 | ・シーリング材 | ・1990年代半ばまで、シーリング材の国内生産量が増大、その後は横ばい | ◇ ・分別の手間が大きい |
| 設備 | ・暖房、冷房、給湯 | ・1980年代以降、セントラルヒーティングが普及 ・2009年頃をピークとして、オール電化（電気蓄熱式暖房器、電気温水器+貯湯タンク）の採用率が上昇 ・灯油、ガス、電気、他を熱源とする多様な機器がある | ● ・従来は無かった解体材の排出および解体材の材質の変化が起き、再生利用できない解体材の増加および処理の手間の増大が生じる（LED、太陽光発電、断熱ダクト、浴槽など） |
| | ・換気 | ・1990年代の高断熱・高气密化、2003年の基準法改正で、居室の機械換気が普及 ・2000年頃建設の住宅の機械換気はダクトを有するタイプが大半との調査結果あり | |
| | ・照明 | ・2010年以降、生産量は、蛍光灯が減少、LEDが増加して現在は大半を占める | |
| | ・太陽光発電 | ・2013年時点で、道内設置住宅数が約3万戸（戸建て住宅の2%程度） | |
| | ・浴室、トイレ | ・1980年代以降、システムバスが徐々に普及し、現時点では浴室の大半を占める ・1980年代以降、温水便座が徐々に普及し、2007年に出荷台数が水栓便座を抜く | |

★最終処分される割合が高い
◇複合化している場合が多く、分別の手間を要する
●今後、解体材の材質の変化や排出量の増大が予想される

[参考・引用文献等]

- 1) 建築物ストック統計 平成 25 年 10 月 1 日時点
- 2) 第 21 回寒地建築技術講習テキスト 寒地住宅の設計、北海道住宅都市部 道立寒地建築研究所 監修、(社)北海道建築士会 (財)北海道建築指導センター、1978
- 3) 北海道の住宅事情、北海道建設部住宅局建築指導課、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所
- 4) 出典：「きた住まいる」先導型住宅に関する研究、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所、2018
- 5) 出典：「道北の地域特性に配慮した循環型住宅の技術開発」(H13-16 年度)、北海道立北方建築総合研究所、新木造住宅技術研究協議会旭川支部
- 6) 第 28 回寒地建築技術講習テキスト 寒地住宅のリフォーム より快適な住まいを求めて、北海道 (社)北海道建築士会 (財)北海道建築指導センター、1985
- 7) スカート断熱工法設計・施工マニュアル、(地独)北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所、1997.7
- 8) 平成 29 年度北海道産業廃棄物処理状況調査、北海道環境生活部
- 9) 平成 29 年度および平成 30 年度事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 平成 29 年度速報値
- 10) 表 3-2 A 工業会から提供されたデータを基に作成
- 11) 出典：一般社団法人 石膏ボード工業会 ホームページ
- 12) 出典：リサイクルデータブック 2017
- 13) 出典：住宅着工統計
- 14) 出典：「地域中小工務店の住宅生産構造に関する研究」、北海道立寒地住宅都市研究所、1997～1998
- 15) 出典：一般社団法人 日本壁装協会 ホームページ
- 16) 出典：表 3-2 B 協会提供のデータ
- 17) 第 26 回寒地建築技術講習テキスト 寒地住宅の工法、北海道 (社)北海道建築士会、1983
- 18) 北の家をデザインする 工法・材料編、北海道 (社)北海道建築士会 (財)北海道建築指導センター、1993
- 19) 原田勇作：国内における樹脂サッシ再資源化システムの構築可能性に関する研究、2017
- 20) 出典：吉野利幸、2007 木製サッシフォーラム 最近の住宅の外装材
- 21) 出典：住宅用建材使用状況調査 平成 13 年 3 月および平成 26 年 3 月、一般社団法人 日本サッシ協会
- 22) 出典：日本金属サイディング工業会 ホームページ
- 23) 日本シーリング材工業会 ホームページ
- 24) 平成 30 年度家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査
- 25) 普及資料 86-1 これからの省エネルギー住宅、北海道立寒地建築研究所、1986
- 26) 第 33 回寒地建築技術講習テキスト 高断熱・高气密住宅の暖房と換気 疑問に答える Q&A、北海道 (社)北海道建築士会 (財)北海道建築指導センター、1990
- 27) 建材・住宅設備統計要覧、(一社)日本建材・住宅設備産業協会、2019/2020 年版
- 28) 平成 30 年度 住宅・土地統計調査
- 29) 村田幸隆：主要住宅部品における近年の動向と分析 (前編)、ALIA NEWS 146 号、2015.5
- 30) 太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン第二版、環境省環境再生・資源循環局リサイクル推進室、2018
- 31) 明石孝也：廃 LED 素子からの有価金属の噴流層式リサイクル装置の開発、2018.3
- 32) 業界初の取り組み 使用済み LED 照明の回収・リサイクルスキームを確立、アイリスオーヤマ ホームページ、2016

4. 新材料等の資源循環手法の事例調査

4-1. 調査の目的

廃棄物として処理が困難な複合建材のリサイクル、資源循環手法のヒントを得るため、建築以外の分野のリサイクルの先進的な仕組みを調査し、建築分野における適用可能性を検討する。

4-2. 調査対象とする事例

資源、廃棄物のリサイクルは、建設だけでなく全産業で共通した課題である。

建設リサイクル法を含め、対象の種類ごとに、資源、廃棄物などの分別回収、再資源化、再利用の促進や義務化を定めたりリサイクル法が表 4-1 に示す通り、定められている。

表 4-1 リサイクル法の一覧

| 略称 | 法律の名称 |
|------------|-----------------------------|
| 建設リサイクル法 | 建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 |
| 容器包装リサイクル法 | 容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律 |
| 家電リサイクル法 | 特定家庭用機器再商品化法 |
| 小型家電リサイクル法 | 使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律 |
| 食品リサイクル法 | 食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律 |
| 自動車リサイクル法 | 使用済自動車の再資源化等に関する法律 |
| パソコンリサイクル法 | 資源の有効な利用の促進に関する法律 |
| 廃棄物処理法 | 廃棄物の処理及び清掃に関する法律 |

建設廃棄物のうち、廃棄物処理が困難であろうと考えられる複合建材の材質は、各種プラスチックや金属、セラミック材料等が挙げられる。表 4-1 に示す対象物のうち、これらの材質に近いものとして自動車リサイクルおよび家電リサイクルを取り上げ、資源循環に関わる先進的な取り組みとして、それらのリサイクルの仕組みを調査し、どの点に先進性を有しているのかを検討する。

4-3. 事例調査 1 自動車リサイクル

(1) 自動車リサイクルの仕組み

自動車リサイクルの仕組みとして「使用済み自動車の処理とリサイクル料金の流れ」を図 4-1 に示す。自動車のリサイクルは使用済み自動車（青色矢印）、回収 3 物品（緑色矢印）、料金・費用（黄色矢印）の 3 つの流れがきちんと整理されている。

使用済み自動車は、ユーザーから引取業者に引き渡された後、リサイクル・適正処理の工程に入る。使用済み自動車は、フロン回収業者、解体業者、プレス業者、破砕業者と引き渡しが進むなかで分別解体が進んでいく（青色矢印）。この過程で排出される各種廃棄物は、産業廃棄物として電子マネーフェストによる管理のもと、リユース、リサイクル、廃棄に分けられて適正に処理される。

このうち、オゾン層破壊や地球温暖化の要因となるエアコン冷媒のフロン類、安全な処理に専門的技術が必要なエアバッグ類および不法投棄などの懸念があるシュレッターダストの 3 物品は、自動車リサイクル法に規定され、自動車メーカーの責任のもと、回収し適正に処理を行うこと定められている。フロン類はフロン類回収業者、エアバッグ類は解体業者、プレス業者は破砕業者においてそれぞれ回収され、自動車メーカーに引き渡された後、処理される（緑色矢印）。

これらのリサイクル・適正処理のために必要な費用については、自動車ユーザーが自動車を購入する時にリサイクル料金として支払い、そのお金を資金管理人（財）自動車リサイクル促進センターに預託しておく。その自動車がリサイクル・適正処理される段階になると、自動車メーカーが資金管理法

人にリサイクル料金の払渡しを請求して処理費用に充てられる（黄色矢印）。



出典：日産自動車ホームページ¹⁾，一部加工して使用

図 4-1 自動車リサイクルの仕組み（使用済み自動車の処理とリサイクル料金の流れ）

（２）自動車リサイクルにおける先進性

自動車のリサイクルでは、産業廃棄物の処理・リサイクル、マニフェストの仕組みを遵守し、最大限活用する前提で、排出されるすべての品目について、リユース、リサイクル、適正処理による廃棄の方針が明快に決まっている。この方針に基づき、分別・回収を徹底することにより、混合廃棄物の発生を極力抑えている。

そして排出からリサイクル・廃棄物処理までの流れが1つに体系化されており、各段階での担当・役割が明確になっている。さらに自動車から排出される廃棄物のうち、リサイクル・廃棄物処理が円滑に進みづらいと考えられる対象3品目を明確にした上で、自動車に特化した廃棄物として自動車メーカーが役割・責任を持って処理する仕組みになっている。これらの点が自動車のリサイクルをより実効力あるものにしていていると考えられる。

リサイクル・廃棄物処理の体制が明快であること、供給者側がリサイクル・廃棄物処理の当事者として役割を持っていることは、技術開発に対しても大きな影響を及ぼす。自動車メーカーやその関連企業は新たに技術開発を行うにあたって、このリサイクルの仕組みで処理できない材料を複合材等一部に使おうとすれば、問題が生じるため自ずと制限でき、リサイクル・廃棄物処理の観点からよりターゲットを絞りやすくなり、製品開発・技術開発に取り組みやすくなるメリットが出てくる。

これらは自動車リサイクルにおける大きな先進性と考える。

4-4. 事例調査2 家電リサイクル

（１）家電リサイクルの仕組み

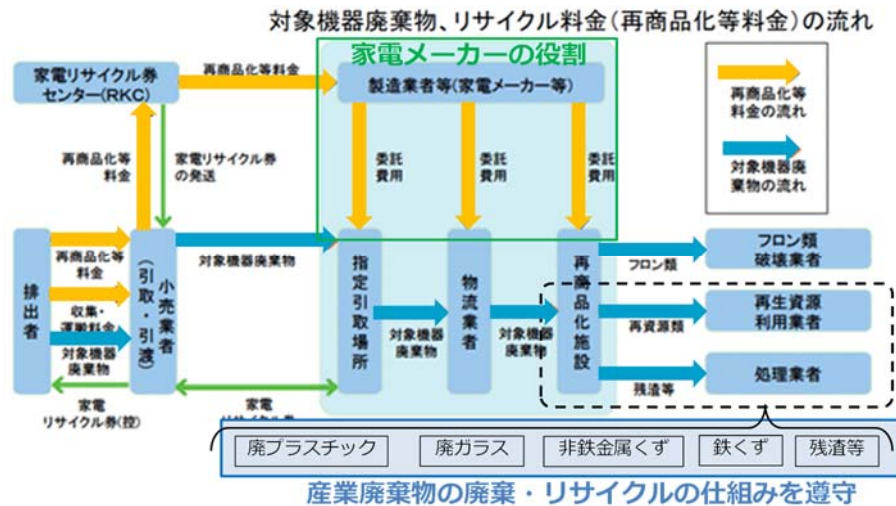
家電リサイクルの仕組みとして「対象機器廃棄物、リサイクル料金（再商品化等料金）の流れ」を図4-2に示す。

家電のリサイクルは対象機器廃棄物（青色矢印）、料金（黄色矢印）の2つの流れがきちんと整理されている。対象機器廃棄物となる使用済み家電は、ユーザーから小売業者に引き渡された後、指定引取場所に集積されて物流業者を経て再資源化施設に送られる。この再資源化施設でリサイクル・適正処理の工程に入る。使用済み家電は分別解体されて、産業廃棄物として電子マニフェストによる管理のもと、フロン類はフロン破壊業者へ、再資源類は再生資源利用業者、残渣等は処理業者に送られる。

フロン破壊業者はフロンの無害化処理、再生資源利用業者はリサイクル化、処理業者は廃棄物処理をして適正に処理される。

これらのリサイクル・適正処理のために必要な費用については、排出者となる家電ユーザーが廃棄時にリサイクル料金を支払い、そのお金を資金管理人である（一財）家電リサイクル券センターに預託しておく。家電メーカーが資金管理人からリサイクル料金を受け取り、これをもとに、指定引取場所、物流業者、再商品化施設等への委託する形で処理費用に充てられる（黄色矢印）。

フロン類については、家電リサイクル法に規定され、家電メーカーの責任のもと、回収し適正に処理を行うことが定められている。



出典：（一財）家電製品協会ホームページ²⁾，一部加工して使用

図 4-2 家電リサイクルの仕組み（対象機器廃棄物、リサイクル料金（再商品化等料金）の流れ）

（２）家電リサイクルにおける先進性

家電リサイクルでは、対象機器廃棄物に対し品目について、①産業廃棄物の処理・リサイクル、マニフェストの仕組みを遵守した上で、全品目のリサイクル、廃棄物処理の方針が明快に決まってい、分別・回収の徹底により、混合廃棄物の発生を極力抑えている、②排出からリサイクル・廃棄物処理までの流れが1つに体系化されており、各段階での廃棄物処理の担当・役割が明確になっている、③家電から排出される廃棄物のうち、リサイクル・廃棄物処理が円滑に進みづらいと考えられるフロン類を家電に特化した廃棄物として家電メーカーが役割・責任を持って処理する仕組みになっている、これら3点は自動車リサイクルと共通した特徴であり、家電リサイクルを実効力あるものにしていくと考えられる。

また自動車リサイクルと同じく、家電リサイクルにおいてリサイクル・廃棄物処理の体制が明快であること、供給者側がリサイクル・廃棄物処理の当事者として役割を持っている点が、家電メーカーやその関連企業に対し、リサイクル・廃棄物の観点から、処理できない材料の使用を抑制し、ターゲットを絞ることができ新たな製品・技術開発をしやすくする効果を生み出す点は大きな先進性と考えられる。

4-5. まとめ：建築分野における適用可能性の検討

廃棄物として処理が困難な複合建材のリサイクル、資源循環手法のヒントを得るため、自動車リサイクルおよび家電リサイクルの仕組みを調査し、その先進性を見てきた。そして、次に示す点が有効に作用していることがわかった。

1) 排出から解体、分別、リサイクル、廃棄までの一連の流れに対し、各工程の担当および役割を明確

にして、費用の負担を含めてシステム化し、1つの系として機能する体制が組み立てられている。

- 2) すでに整備されている産業廃棄物の処理・リサイクル、マニフェストの仕組みを遵守しながら、排出される全ての品目ごとにリユース、リサイクル、廃棄物処理の方針を明快に定めている。
- 3) 自動車・家電から排出される廃棄物のうち、リサイクル・廃棄物処理が円滑に進みづらいと考えられる廃棄物への対応は、その供給側が責任を負って処理を行う仕組みがある。

1) については、建築分野においても、排出から分別、リサイクル、廃棄までを見据えて、1つの系としてシステム化を進める点は適用できる。但し、建設廃棄物の場合、各建材の端材や残渣が主要な廃棄物となる新築・増改築現場と、解体材が廃棄物となる解体現場では、特に排出から分別の過程において必要な対応が異なることが予想される。双方に対応する必要がある点は留意すべきである。

2) については、全建材を対象に、品目ごとにリユース、リサイクル、廃棄物処理の方針を明快に示し、これらの方針を共有して取り組んでいく点は採用できる。

建築分野においては、建築物を建築する建設業者と各種建材を製造・供給する建材メーカーの大きく2つの供給者が存在する。この双方において、品目ごとにリユース、リサイクル、廃棄物処理の方針を共有できるかが大きな課題となる。

3) については、建築分野においては、建設業では建設リサイクル法の取り組みが対応していると捉えることができる。これらの取り組みがより高い実効力を持って機能するためにはどうすればよいか、見直す余地はあると考えられる。

また自動車・家電の先進性として、リサイクル・廃棄物の観点から、処理できない材料の使用を抑制し、ターゲットを絞ることができ新たな製品・技術開発をしやすくする効果を考察した。

この点を処理が困難な複合建材のリサイクル、資源循環手法を考えると、建設廃棄物のリサイクル・廃棄物処理の体系の中で分別解体できずに混合廃棄物となる複合建材をつくらないことが重要となる。

複合建材を開発するにあたっては、複合する前の各種材料が、どのようにリサイクル又は廃棄物処理されるのかを把握し、分別技術（手選や破碎、磁選、風力選別など）により、どのように分別すれば混合廃棄物にならないかを考慮した上で、複合化する視点が必要であろう。

【参考文献】

- 1) 日産自動車（株）ホームページ, https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/A_RECYCLE/R_FEE/,

※参照日：2021年3月19日

- 2) (一財)家電製品協会ホームページ, https://www.aeha.or.jp/recycling_report/07.html, ※参照日：2021年3月19日

5. 解体材の排出量等の推計

5-1. 推計の目的

北海道内の木造戸建て住宅を対象に、2050年までの解体材の排出量等を推計する。

5-2. 推計の概要

(1) 推計の方法

排出量は、式5-1-1または式5-1-2により計算する。最終処分量は、式5-1-3により計算する。

$$H=G \times M \quad (5-1-1)$$

$$H=T \times M \quad (5-1-2)$$

$$S=H \times R \quad (5-1-3)$$

H：解体材の排出量[ton/年]

北海道全体の年別の値。5-4. ～5-6で推計。

G：解体材の原単位[ton/m²]または[m³/m²]

床面積あたりの解体材の重量または容積。コンクリート、ガラス・陶磁器くず、その他のがれき類、廃プラスチック類、金属くず、木くず、せっこうボード、混合廃棄物の別で示される値。5-4. にて設定。

T：床面積あたりの投入資材量[ton/m²]

新築時における床面積あたりの投入資材の重量。コンクリート、木材、断熱材等の建材の種類別で示される値。5-5. にて設定。

M：滅失する床面積[m²/年]

解体される木造戸建て住宅の床面積。北海道全体の年別の値。5-3. にて設定。

S：最終処分量[ton/年]

最終処分される解体材の量。北海道全体の年別の値。コンクリート、ガラス・陶磁器くず、その他のがれき類、廃プラスチック類、金属くず、木くず、せっこうボード、混合廃棄物の別で示される値。5-4. ～5-6で推計。

R：最終処分される割合[%]

排出量に対する最終処分される量の割合。コンクリート、ガラス・陶磁器くず、その他のがれき類、廃プラスチック類、金属くず、木くず、せっこうボード、混合廃棄物の別で示される値。2020～2050年の間において不変の値。北海道環境生活部の調査に基づき、5-4. および5-5. にて設定。

(2) 推計の内容

次の①～③の推計を行う。

①解体材の原単位に基づく推計

国内で解体された木造戸建て住宅における実績に基づき解体材の原単位を設定し、排出量等を推計する。原単位は、2020～2050年の間において不変の値とする。対象とする解体材は、コンクリート、ガラス・陶磁器くず、その他のがれき類、廃プラスチック類、金属くず、木くず、せっこうボード、混合廃棄物とする。滅失する床面積は、後述のケース1（住宅寿命変化なし）とする。

②建材・構法等の変化を考慮した投入資材量に基づく推計

2000年以降の新築住宅を主対象とし、使用建材や構法・工法の変化を考慮して、排出量等を推計する。対象とする建材は、コンクリート、せっこうボード、ビニル壁紙、繊維系断熱材、発プラ系断熱材、

樹脂サッシ、防湿気密シート、透湿防水シート、外装仕上げ材（モルタル、窯業系サイディング、金属サイディング）とする。推計では、2000年以降に北海道内で新築された実住宅における床面積あたりの投入資材量を用いる。滅失する床面積は、後述のケース1（住宅寿命変化なし）とする。

③解体抑制の効果の推計

住宅の耐久性能向上に加え、改修や空き家の利活用などといった施策の効果として、住宅の長寿命化が図られ、解体が抑制される場合を仮定し、排出量等を推計する。前述①で設定した原単位を用いる。滅失する床面積は、後述のケース2（住宅寿命1.5倍化）およびケース3（住宅寿命2倍化）とする。

以降では、5-3.にて滅失する床面積の推計について報告し、5-4.～5-6.にて上記①～③の推計について報告する。

5-3. 滅失する床面積の推計

解体材の排出量等を推計するためには、年次ごとに解体される建築物の数量が必要となる。

ここでは解体される建築物の数量を示す指標として、北海道内の木造戸建住宅を対象に、住宅着工統計および住宅・土地統計調査の公的な統計データを根拠に、建設年ごとに滅失する建築物の戸数および床面積計を予測した上で、年次ごとに滅失する床面積を推計した。

なお推計にあたり、住宅寿命に関する3つのケースを次の通り設定した。

ケースⅠ 住宅寿命変化なし

- ・建設年代による住宅寿命（建設されてから除却されるまでの平均的な期間）に変化はなく、建設年代を問わず住宅寿命はほぼ一定になるとみなして推計

ケースⅡ 住宅寿命1.5倍化

- ・近年建設された住宅が長寿命化していることを考慮して、1980年代以降建設の住宅寿命（建設されてから除却されるまでの平均的な期間）が1970年代以前建設の住宅の場合の1.5倍になると設定して推計

ケースⅢ 住宅寿命2倍化

- ・近年建設された住宅が長寿命化していることを考慮して、1980年代以降建設の住宅寿命（建設されてから除却されるまでの平均的な期間）が1970年代以前建設の住宅の場合の2倍になると設定して推計

(1) 推計方法

北海道内の木造戸建住宅における各年の滅失床面積計を、ケースごとに次の①～④の段階を経て求めた。なお、「Ⅱ住宅寿命1.5倍化」、「Ⅲ住宅寿命2倍化」については、1980年代以降に建設された住宅が経過年数に対し滅失していく速度が1.5倍、2倍遅くなると想定し、1980年代以降に建設された住宅の経過年数 t を、それぞれ $t/1.5$ 、 $t/2$ に置き換えて、同様の処理を行って、推計した。

①住宅残存率曲線の算出

既往研究^{1),2)}より、ある年に建設された木造住宅（戸建含む、以下同じ）に対し、築後 t 年後に滅失する確率は対数正規分布の確率密度関数に従うとする考え方が有効であることが示されている。建設された木造住宅が築後 t 年後に滅失する確率は、(1)式より得られる。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma t} \exp\left\{-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad \dots\dots(1)$$

$f(t)$ ：木造住宅の滅失確率， t ：経過年数， μ ：平均， σ ：標準偏差

ある年に建設された木造住宅のうち、経過年数 t において滅失している割合 $F(t)$ は(2)式より得られる。

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad \dots\dots(2)$$

即ち、経過年数 t において残存している割合 $R(t)$ は(3)式となる。

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \dots\dots(3)$$

小浦の推計方法²⁾に従い、以下に示す手順で北海道の戸建住宅を対象に住宅残存率曲線を求めた。

建設年ごとの「建設戸数 A 」に、「経過年数 t において残存している割合 $R(t)$ 」を掛け合わせた積として、「経過年数 t における残存戸数 $A \times R(t)$ 」を設定する。この時、5年ごとに実施される住宅・土地統計調査の特性を考慮して推定における誤差要因を排除することを目的に、小浦の推計方法²⁾で設けられていた次に示す設定を本検討でも採用した。

- ・経過年数 5 年までの解体は発生せずに住宅着工数が維持されるとし、経過年数 6 年目以降の残存確率が対数正規分布に従う。

$$t \leq 5 \text{ の時 } f(t) = 1 \quad , \quad t > 5 \text{ の時 } t = \alpha \times (\text{調査年} - \text{建設年} - 5) \quad \cdots \cdots (4)$$

初期値となる「建設戸数A」は住宅着工統計（1970 年～2020 年）より得られる住宅着工戸数のデータを用いた。なお 2020 年～2050 年の建設戸数は 2000 年～2020 年の着工戸数の値をもとに回帰曲線を求め、この回帰曲線に従うとした。

これに対し、住宅・土地統計調査より得られる調査年における建設年代ごとの推定残存戸数のデータを、建設年ごとに設定した「経過年数tにおける残存戸数A×R(t)」の総和とみなした。この値をターゲットに、 α , μ , σ をパラメータとして最小二乗法による収束計算を行って、f(t)およびR(t)の関数式を決定し、この時のR(t)を住宅残存率曲線とした。

②経過年数tの時に滅失した戸数

建設年ごとの「経過年数tにおける残存戸数A×R(t)」は、この住宅残存率曲線R(t)に従って得られ、建設年ごとの「経過年数tの時の滅失にした戸数B」は(5)式の通りとなる。

$$B = A\{R(t) - R(t - 1)\} \quad \cdots \cdots (5)$$

③経過年数tの時に滅失した床面積

建設年ごとの「経過年数tの時の滅失にした床面積S」は、住宅着工統計（1970 年～2020 年）より得られる建設年ごとの「着工住宅 1 戸あたりの平均床面積s」を用いて、(6)式より求めた。

$$S = Bs \quad \cdots \cdots (6)$$

なお 2020 年～2050 年の「着工住宅 1 戸あたりの平均床面積s」は、上記の着工戸数と同様に 2000 年～2020 年の値をもとに回帰曲線を求め、この回帰曲線に従うとした。

④年次ごとの滅失する床面積

建設年ごとの「経過年数tの時の滅失にした床面積S」から、建設年+経過年数が同じ年次となるデータごとに床面積の総和を求めて、年次ごとの滅失する床面積とした。

(2) 推計結果

本検討で得られた住宅残存率曲線を図 5-3-1 に示す。なおⅠ～Ⅲの住宅寿命に関する設定変更を行った上で、最小二乗法による収束計算を行っているため、住宅寿命の設定を変更していない 1970 年代以前の住宅であっても住宅残存曲線は変化する。

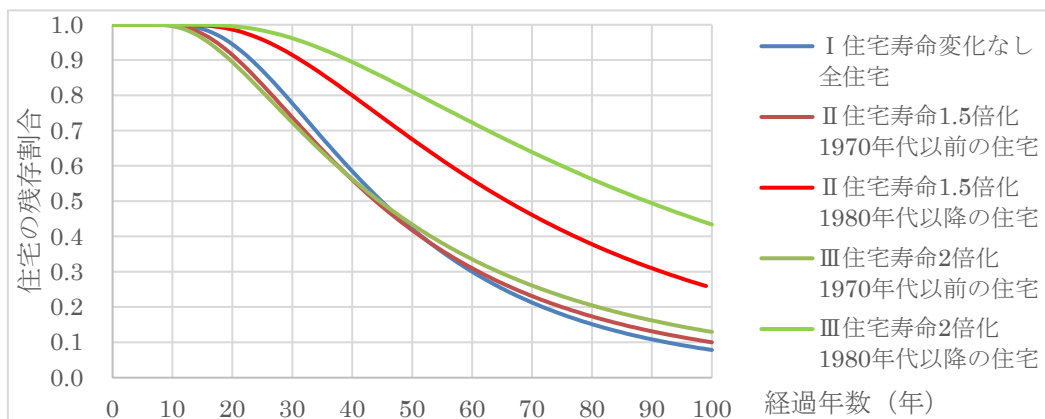


図 5-3-1 住宅残存率曲線

図 5-3-1 に示す住宅残存曲線より、北海道の木造戸建住宅が残存割合 0.5 となり半減するまでの年数は約 44 年と推定された。これをもとに住宅寿命を 1.5 倍化すると約 66 年、住宅寿命を 2 倍化すると約 88 年でそれぞれ住宅が半減することになる。

次に年次ごとに求めた 2020 年～2050 年の 30 年間における滅失する床面積の推計値を住宅寿命に関する 3 つのケースごとに図 5-3-2～図 5-3-4 に示す。

「I 住宅寿命変化なし」で全体の傾向をみると、滅失床面積は 2027 年にピークを迎える。以降は漸減し 2050 年では 2020 年の約 85% となる。

1980 年代以降の住宅の寿命を 1.5 倍とすると、滅失床面積は 2020 年～2050 年の 30 年間で約 27% 減少し、1980 年代以降の住宅の寿命を 2 倍とすると、滅失床面積は 30 年間で約 44% 減少することがわかった。

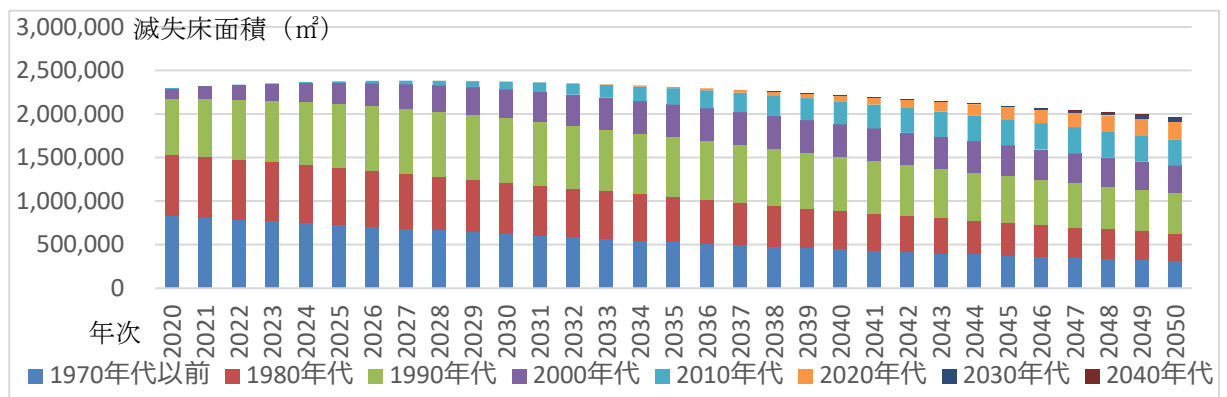


図 5-3-2 滅失する床面積の推計値 (I 住宅寿命変化なし)

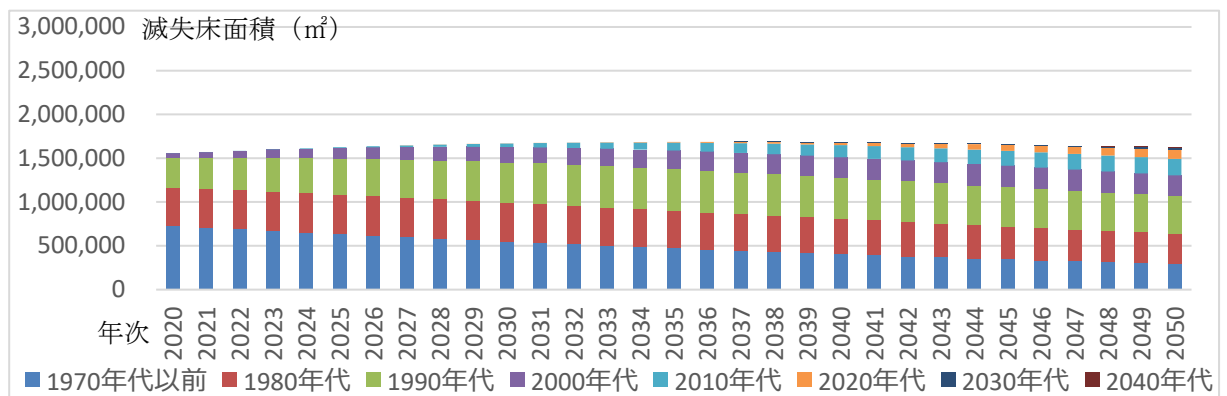


図 5-3-3 滅失する床面積の推計値 (II 住宅寿命 1.5 倍化)

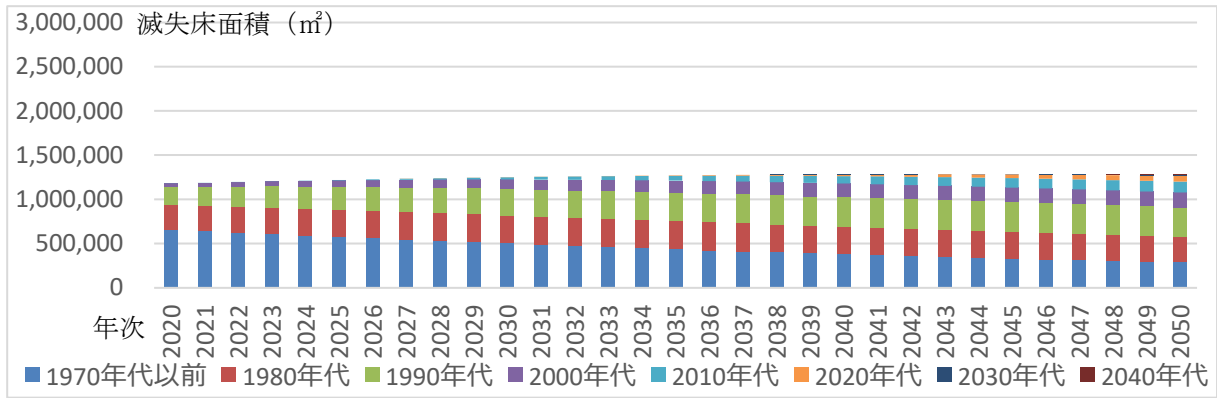


図 5-3-4 滅失する床面積の推計値 (Ⅲ住宅寿命 2 倍化)

[参考・引用文献]

- 1) 小松幸夫：住宅寿命について，住宅問題研究 vol.16 No.2，(財)住宅金融普及協会，2000年6月
- 2) 小浦孝次：住宅・土地統計調査を用いた住宅残存率曲線の決定手法および既存住宅築年推定法の検討，日本建築学会計画系論文集 vol.82, No.741, pp.2907-2913, 2017年11月

5-4. 解体材の原単位に基づく排出量等の推計

(1) 解体材の原単位の調査

本推計では、国内の木造戸建て住宅における実績に基づき解体材の原単位を設定する。そのため、国内における既往文献調査および北海道内において解体された住宅を対象とする調査を行った。

表 5-4-1 に、既往文献調査の結果を示す。

表 5-4-2 に、北海道内で解体された住宅における調査結果を示す。表中の調査 1 は、2019 年 9 月に旭川マイホームセンターにおいて解体された 3 棟のモデルハウスが対象である。この原単位は、マネーフレストに記載される解体材の重量を延べ床面積で除した値である。調査 2 は、2016～2019 年に釧路市内で解体された住宅 3 棟が対象である。この原単位は、解体・中間処理を行った事業者が計量した解体材の重量を延べ床面積で除した値である。

表 5-4-3 に、表 5-4-1 と表 5-4-2 の値を用いて算出した最小値、第 1 四分位数、中央値、第 3 四分位数、最大値を示す。解体材の原単位はばらつきが大きく、特に混合廃棄物では中央値と第 3 四分位数で 5 倍以上の違いがある。この理由として、建設年代と地域に応じた使用建材や構法・工法の違いに加え、解体現場により分別状況が異なることが考えられる。第 1 四分位数、中央値、第 3 四分位数が最も大きいのはコンクリートがら、2 番目が木くず、3 番目が混合廃棄物またはその他がれき類となった。

表 5-4-4 に、公益財団法人 日本産業廃棄物処理振興センターによる産業廃棄物の重量換算係数を示す⁹⁾。

表 5-4-5 に、重量換算係数を用い、表 5-4-3 の値から容積を推定した値を示す。

表 5-4-1 解体材の原単位（重量）[kg/m²]（国内における既往文献）

| 既往の文献・研究 | ① ¹⁾ | ② ²⁾ | ③ ³⁾ | ④ ⁴⁾ | ⑤ ⁵⁾ | ⑥ ⁶⁾ | ⑦ ⁷⁾ | ⑧ ⁸⁾ |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| n 数 | 8 棟 | 19 棟 | 6 棟 | 6 棟 | 61 棟 | 不明 | 7 棟 | 20 棟 |
| コンクリート | 156.1 | 205.0 | 207.2 | 267.3 | 342.4 | | | 202.6 |
| うちガラス | | | | | | 3.0 | | 1.7 |
| ガラス、陶磁器くず | 80.8 | | | | | | | |
| がれき類 | | | | | 43.9 | 44.0 | | |
| うちクロス | 1.8 | | | | | | | 0.1 |
| 廃プラスチック類 | | | | | | 3.0 | 6.6 | 2.0 |
| 金属くず | 8.7 | 7.0 | | | | 6.0 | | 5.8 |
| 木くず | 77.5 | | 143.0 | 77.4 | 191.7 | 97.0 | | 87.5 |
| せっこうボード | | | | | 15.4 | 18.0 | | 12.0 |
| 混合廃棄物 | 146.9 | | | | 15.1 | 98.0 | | 79.5 |

文献⑤では原単位の推定式が示されており、延べ床面積に応じて原単位が異なる。本表では、H25 年住宅・土地統計調査において北海道の一戸建ての平均床面積となる 125.23m² の場合について原単位を示す。

表 5-4-2 解体材の原単位（重量）[kg/m²]（北海道内において解体された住宅の調査）

| 解体材の種類 | 調査 1 | | | 調査 2 | | |
|-----------|------------|------------|------------|-------|-------|------------|
| | ⑨モデルハウスのウス | ⑩モデルハウスのウス | ⑪モデルハウスのウス | ⑫実住宅 | ⑬実住宅 | ⑭モデルハウスのウス |
| コンクリート | 766.4 | 22.7 | 24.9 | 239.1 | 226.9 | 586.3 |
| うちグラスウール | 5.7 | 1.6 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 5.7 |
| ガラス・陶磁器くず | 5.7 | | | | 2.0 | 8.3 |
| その他がれき類 | 11.7 | | 21.0 | | 5.3 | 5.5 |
| 廃プラスチック類 | 87.0 | 21.6 | 2.3 | 0.5 | 0.9 | 3.3 |
| 金属くず | 17.2 | | 8.1 | 13.0 | 11.5 | 11.5 |
| 木くず | 111.3 | 7.6 | 5.9 | 93.5 | 64.4 | 120.5 |
| せっこうボード | 41.4 | 11.6 | 7.3 | 11.8 | 12.5 | 26.3 |
| 混合廃棄物 | | | | | | |
| 安定型のみ | | 13.3 | | | | |
| 管理型含む | 13.5 | 2.7 | 5.5 | | | |

表 5-4-3 解体材の原単位（重量）[kg/m²]（表 5-4-1 と表 5-4-2 の値を用いて算出）

| 解体材の種類 | 床面積あたりの重量[kg/m ²] | | | | |
|-----------|-------------------------------|----------|-------|----------|-------|
| | 最小値 | 第 1 四分位数 | 中央値 | 第 3 四分位数 | 最大値 |
| コンクリートがら | 22.7 | 191.0 | 217.1 | 286.1 | 766.4 |
| その他がれき類 | 5.3 | 7.0 | 16.3 | 38.2 | 44.0 |
| ガラス・陶磁器くず | 2.0 | 4.7 | 7.0 | 26.4 | 80.8 |
| 廃プラスチック類 | 0.5 | 1.8 | 3.2 | 17.8 | 87.0 |
| 金属くず | 5.8 | 7.0 | 8.7 | 11.5 | 17.2 |
| 木くず | 5.9 | 74.1 | 90.5 | 113.6 | 191.7 |
| 石膏ボード | 7.3 | 11.8 | 12.5 | 18.0 | 41.4 |
| 混合廃棄物 | 5.5 | 14.3 | 16.0 | 88.7 | 146.9 |

表 5-4-4 産業廃棄物の重量換算係数⁹⁾

| 電子マニフェストの産業廃棄物の種類 | 重量換算係数[t/m ³] |
|-----------------------|---------------------------|
| 廃プラスチック類 | 0.35 |
| 木くず | 0.55 |
| 金属くず | 1.13 |
| ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず | 1.00 |
| 陶磁器くず | 1.00 |
| 石膏ボード | 0.30 |
| がれき類 | 1.48 |
| 建設混合廃棄物 | 0.26 |
| 安定型建設混合廃棄物 | 0.26 |
| 管理型建設混合廃棄物 | 0.26 |

表 5-4-5 解体材の原単位（容積） $[\text{m}^3/\text{m}^2]$ （表 5-4-3 の値を表 5-4-4 の重量換算係数を用いて換算）

| 解体材の種類 | 床面積あたりの容積 $[\text{m}^3/\text{m}^2]$ | | | | |
|-----------|-------------------------------------|--------|-------|--------|-------|
| | 最小値 | 第1四分位数 | 中央値 | 第3四分位数 | 最大値 |
| コンクリートがら | 0.015 | 0.129 | 0.147 | 0.193 | 0.518 |
| そのほかがれき類 | 0.004 | 0.005 | 0.011 | 0.026 | 0.030 |
| ガラス・陶磁器くず | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.026 | 0.081 |
| 廃プラスチック類 | 0.002 | 0.005 | 0.009 | 0.051 | 0.248 |
| 金属くず | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.010 | 0.015 |
| 木くず | 0.011 | 0.135 | 0.165 | 0.207 | 0.349 |
| 石膏ボード | 0.024 | 0.039 | 0.042 | 0.060 | 0.138 |
| 混合廃棄物 | 0.021 | 0.055 | 0.062 | 0.341 | 0.565 |

（2）排出量の推計

推計に用いる解体材の原単位は、表 5-4-3 および表 5-4-5 の中央値とする。滅失する床面積については、5-3. で示したケース1（住宅寿命変化なし）を用いる。

図 5-4-1 に重量で見た排出量の推計結果、図 5-4-2 に容積で見た排出量の推計結果をそれぞれ示す。合計の排出量は 2027 年がピークとなり、その後減少する。解体材の種類別の排出量は重量でみると最も多いのがコンクリートで、2 番目が木くず、3 番目がそのほかがれき類となり、容積でみると最も多いのが木くず、2 番目がコンクリート、3 番目がそのほかがれき類となった。混合廃棄物は重量、容積いずれも、3 番目のそのほかがれき類を上回る量に達している。

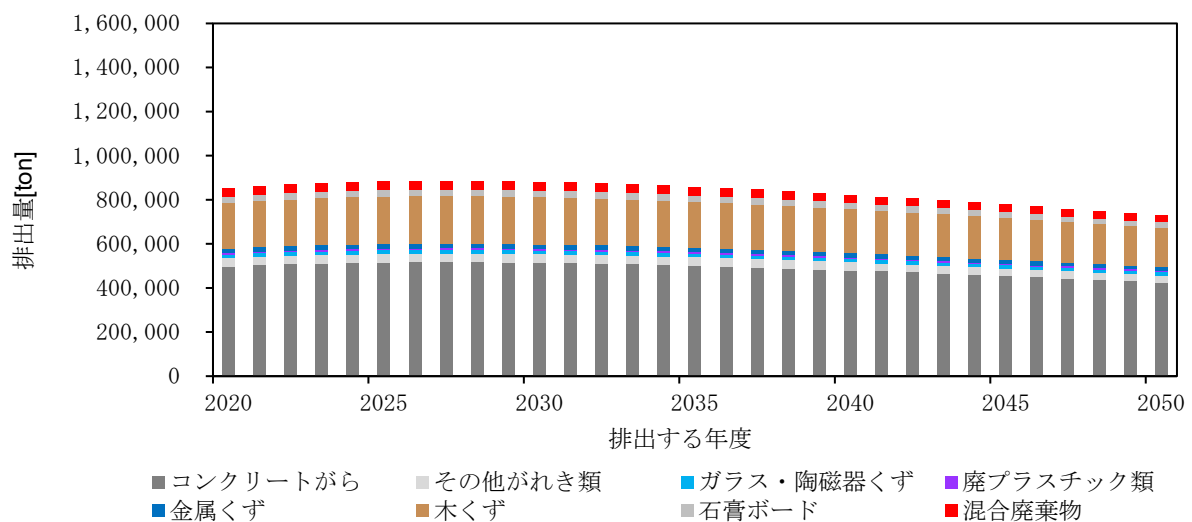


図 5-4-1 排出量の推計結果（重量）

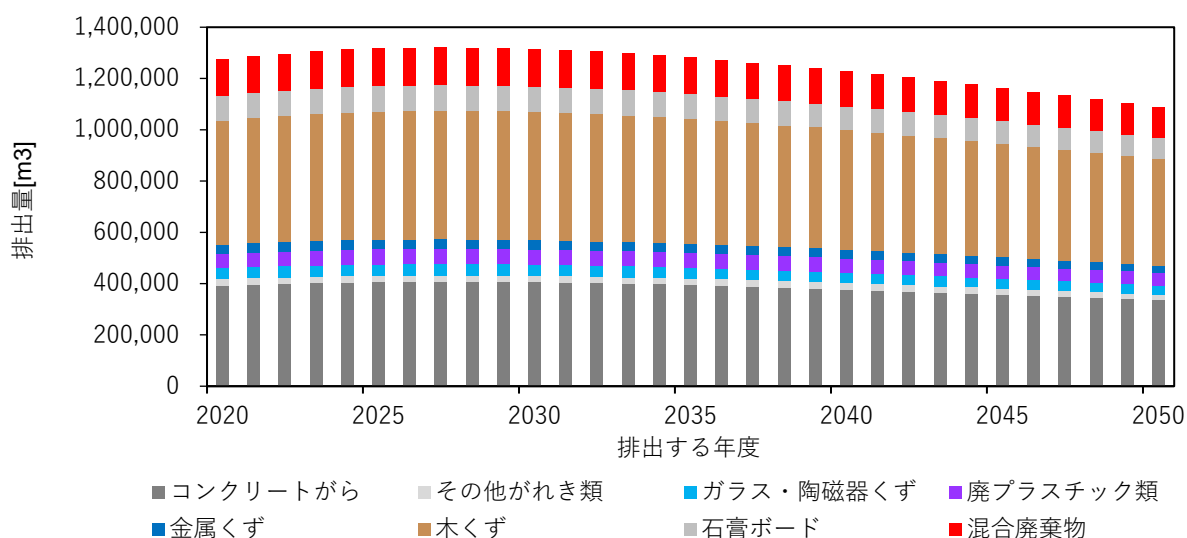


図 5-4-2 排出量の推計結果（容積）

（3）最終処分量の推計

表 5-4-6 に、北海道の調査結果に基づく産業廃棄物の排出量¹⁰⁾、最終処分量¹⁰⁾、最終処分される割合を示す。最終処分される割合は、最終処分量を排出量で除した値である。

図 5-4-3 に、重量で見た最終処分量の推計結果を示す。分別された種類別には 1 番目がせっこうボード、2 番目がコンクリート塊、3 番目が木くずまたはその他がれき類となった。混合廃棄物は最も多いせっこうボードよりさらに多くなった。

図 5-4-4 に、容積で見た最終処分量の推計結果を示す。1 番目がせっこうボード、2 番目が木くず、3 番目が廃プラスチック類となった。混合廃棄物は容積で見ても最も多いせっこうボードよりさらに多くなった。

以上より重量、容積とも最終処分量が多い解体材は、排出量が多い解体材とは異なる。廃棄物の種類ごとの最終処分される割合すなわち処理状況の違いが、最終処分量に大きく影響していると考えられる。

表 5-4-6 北海道における産業廃棄物の排出量¹⁰⁾、最終処分量¹⁰⁾、最終処分される割合

| 産業廃棄物の種類 | 排出量 [ton] | 最終処分量 [ton] | 最終処分される割合 [%] |
|----------------------|--------------|----------------|------------------|
| コンクリート塊 | 2,286,820 | 20,735 | 1 |
| がれき類 | 7,540 | 1,003 | 13 |
| ガラスくず、コンクリートくず、陶磁器くず | 243,836 | 67,809 | 28 |
| 廃プラスチック | 219,643 | 60,548 | 28 |
| 金属くず | 84,816 | 7,248 | 9 |
| 木くず | 339,747 | 19,610 | 6 |
| 廃石膏ボード | 43,136 | 19,371 | 45 |
| 建設系混合廃棄物 | 112,391 | 76,407 | 68 |

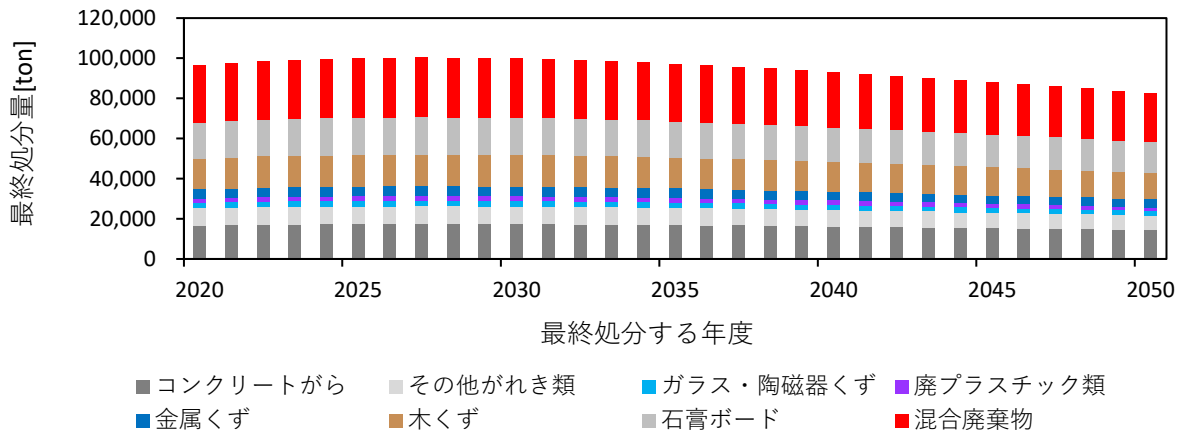


図 5-4-3 最終処分量の推計結果（重量）

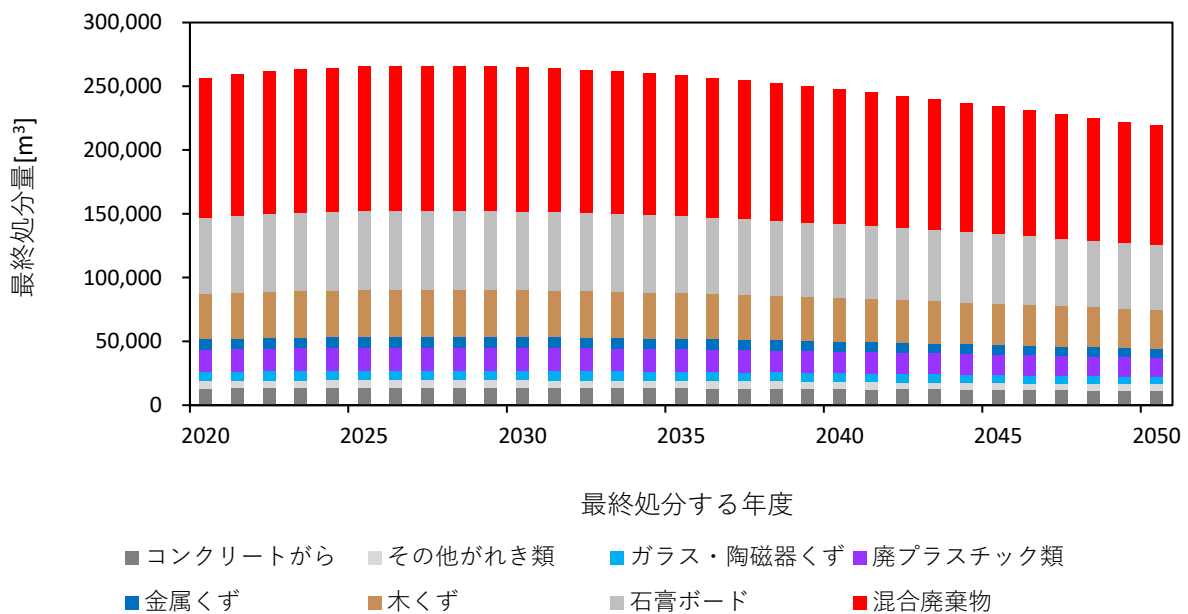


図 5-4-4 最終処分量の推計結果（容積）

[参考・引用文献]

- 1) 木質廃棄物再資源化技術開発事業報告書（I）、財団法人 日本住宅・木材技術センター、1994.3
- 2) 橋本征二、寺島泰：建築物解体廃棄物の原単位設定、廃棄物学会論文誌、vol10 No.1、pp.35-44、1999
- 3) 建築系廃棄物の再利用技術に関する研究、北海道立寒地住宅都市研究所、2002
- 4) 近田智也、他：戸建て住宅の解体廃棄物に関する実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1031-1032、2004
- 5) 小山明男：解体工事および廃棄物処理における環境負荷に関する調査研究、2010 頃
（文献を基に延べ床面積 125.23m² の場合を計算）
- 6) 災害廃棄物の発生原単位について、国立環境研究所とりまとめ（「北海道用地対策連絡協議会事務局 2010 工作物調査積算要領 などの一部改正について」を基に作成）
- 7) 小山明男、他：住宅の解体工事に伴う塩化ビニル管・継手の排出実態調査研究、日本建築学会技術報告集第 21 巻、2015.10
- 8) 改訂 新・解体工法と積算、解体工法研究会編、2017.4
- 9) 産業廃棄物の種類毎の集計単位と重量換算係数 Ver.1.4：公益財団法人 日本産業廃棄物処理振興センター（JW センター）
- 10) H29 年度 北海道産業廃棄物処理状況調査

5-5. 建材・構法等の変化を考慮した投入資材量に基づく排出量等の推計

(1) 床面積あたりの投入資材量の調査

2000年以降に建設の住宅における新築時の床面積あたりの投入資材量を把握するため、旭川市近郊の木造戸建て住宅10棟における調査を実施した。投入資材量は、見積もり書の記載に基づく。表5-5-1に示す値を用いて資材の容積と重量を換算した。なお、5-4. で示した解体材の容積は、解体材同士の間を生じる空隙や圧縮等による増減を含むものである。一方、本5-5. 節で示す容積は、空隙や圧縮を見込まない建材の容積である。

表5-5-2に、床面積あたりの投入資材量の調査結果を建材の種類別に示す。

表5-5-3に、表5-5-2に示した床面積あたりの投入資材量の最小値、第1四分位数、中央値、第2四分位数、最大値を示す。

表5-5-1 投入資材量の容積と重量の換算に用いた値

| | 換算に用いた値 | | 根拠 | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------|--|---------------------------------|
| コンクリート | 2300[kg/m ³] | | 参考文献 ¹⁾ に基づく (JASS5の規定の平均値) | |
| せっこうボード | 15mm厚 : 11.5[kg/m ²] | | 参考文献 ¹⁾ に基づく | |
| | 12.5mm厚 : 9.5[kg/m ²] | | | |
| | 9.5mm厚 : 7[kg/m ²] | | | |
| ビニル壁紙 | 0.3[kg/m ²] | | 参考文献 ²⁾ に基づく | |
| 製材・集成材 | 比重0.5 | | 参考文献 ¹⁾ に基づく | |
| 木質ボード | 比重0.7 | | 参考文献 ¹⁾ に基づく | |
| 繊維系断熱材 (見積書に密度の記載が無い場合) | グラスウール | ロール | 16[kg/m ³] | 参考文献 ³⁾ に示される仕様例に基づく |
| | | 床・壁吹込み | 29.2[kg/m ³] | |
| | セルローズファイバー | 天井吹込み | 25[kg/m ³] | JIS A9523:2016吹込み用繊維質断熱材 |
| 発プラ系断熱材 | 25[kg/m ³] | | JIS A9511:2017発泡プラスチック保温材 | |
| 防湿気密シート | 重量: 937.5[kg/m ³] | | 低密度と高密度のポリエチレンの平均値 | |
| | 厚み: 見積書に記載が無い場合: 0.2[mm] | | — | |
| 透湿防水シート | 60[g/m ²] | | カタログ値を参考に仮定 | |

表5-5-2 2000年以降に旭川市近郊に建設された木造戸建て住宅における床面積あたりの投入資材量

| | 住宅1 | 住宅2 | 住宅3 | 住宅4 | 住宅5 | 住宅6 | 住宅7 | 住宅8 | 住宅9 | 住宅10 | |
|--|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 建設年[年] | 2003頃 | 2003 | 2003 | 2005 | 2006 | 2010 | 2011 | 2016 | 2019 | 2020 | |
| 延べ床面積[m ²] | 150 | 150 | 150 | 120.99 | 115.93 | 185.00 | 130.00 | 115.93 | 182.95 | 148.46 | |
| 床面積あたりの投入資材量 (重量) [kg/m ²] | コンクリート | 368.0 | 421.7 | 352.7 | 608.3 | 337.3 | 348.1 | 424.6 | 386.9 | 754.3 | 522.9 |
| | 製材・集成材 | | | | 76.1 | 97.2 | | | 60.7 | 85.0 | 98.9 |
| | 木質ボード | 6.5 | 20.9 | | 31.0 | 19.8 | 19.1 | 27.3 | 35.1 | 29.1 | 45.6 |
| | せっこうボード | 42.7 | 39.6 | 42.9 | 33.2 | 33.9 | 36.1 | 34.8 | 62.6 | 24.6 | 25.1 |
| | ビニル壁紙 | 0.4 | 1.0 | 1.2 | | 1.0 | 0.0 | 0.9 | 1.3 | 0.0 | 0.3 |
| | 繊維系断熱材 | 6.3 | 7.8 | 11.2 | 9.5 | 4.5 | 2.9 | 6.3 | 6.0 | 14.5 | 11.1 |
| | 発プラ系断熱材 | 2.2 | 1.1 | 0.3 | 2.4 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.3 | 1.3 | 5.0 |
| | 防湿気密シート | | | 0.1 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 透湿防水シート | 0.1 | | | 0.1 | | 0.1 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | |
| 床面積 あたりの 投入 資材量 (容積) | [m ³ / m ²] | コンクリート | 0.160 | 0.183 | 0.153 | 0.264 | 0.147 | 0.151 | 0.185 | 0.168 | 0.328 | 0.227 |
| | | 製材・集成材 | | | | 0.152 | 0.194 | | | 0.121 | 0.170 | 0.198 |
| | | 木質ボード | 0.009 | 0.030 | | 0.061 | 0.028 | 0.027 | 0.039 | 0.050 | 0.042 | 0.065 |
| | | せっこうボード | 0.056 | 0.055 | 0.057 | 0.044 | 0.045 | 0.048 | 0.046 | 0.082 | 0.049 | 0.033 |
| | | ビニル壁紙 | | | | | | | | | | |
| | | 繊維系断熱材 | 0.276 | 0.419 | 0.577 | 0.420 | 0.280 | 0.183 | 0.394 | 0.377 | 0.751 | 0.482 |
| | | 発プラ系断熱材 | 0.087 | 0.043 | 0.013 | 0.098 | 0.078 | 0.073 | 0.097 | 0.052 | 0.067 | 0.204 |
| | [cm ³ / /m ²] | 防湿気密シート | | | 132.7 | 717.4 | 439.0 | 145.9 | 786.2 | 465.8 | 443.8 | 472.2 |
| | | 透湿防水シート | 310.8 | | | 308.3 | | 364.5 | | 284.4 | 291.2 | 257.9 |

空欄 : 床面積あたりの投入資材量が不明

繊維系断熱材 : グラスウール、ロックウール、セルローズファイバー

発プラ系断熱材 : 押出法ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム

表 5-5-3 床面積あたりの投入資材量の最小値、第1四分位数、中央値、第2四分位数、最大値

| | | 最小値 | 第1四分位数 | 中央値 | 第3四分位数 | 最大値 | |
|--|------------------------------------|---------|--------|-------|--------|-------|-------|
| 床面積あたりの投 入資材量 (重量) [kg/m ²] | コンクリート | 337.3 | 356.5 | 404.3 | 498.3 | 754.3 | |
| | 製材・集成材 | 60.7 | 76.1 | 85.0 | 97.2 | 98.9 | |
| | 木質ボード | 6.5 | 19.8 | 27.3 | 31.0 | 45.6 | |
| | せっこうボード | 24.6 | 33.4 | 35.4 | 41.9 | 62.6 | |
| | ビニル壁紙 | 0.0 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.3 | |
| | 繊維系断熱材 | 2.9 | 6.1 | 7.1 | 10.7 | 14.5 | |
| | 発プラ系断熱材 | 0.3 | 1.3 | 1.7 | 2.1 | 5.0 | |
| | 防湿気密シート | 0.12 | 0.34 | 0.43 | 0.50 | 0.74 | |
| | 透湿防水シート | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.11 | |
| 床面積あ たりの投 入資材量 (容積) | [m ³ /m ²] | コンクリート | 0.147 | 0.155 | 0.176 | 0.217 | 0.328 |
| | | 製材・集成材 | 0.121 | 0.152 | 0.170 | 0.194 | 0.198 |
| | | 木質ボード | 0.009 | 0.028 | 0.039 | 0.050 | 0.065 |
| | | せっこうボード | 0.033 | 0.045 | 0.048 | 0.056 | 0.082 |
| | [cm ³ /m ²] | ビニル壁紙 | | | | | |
| | | 繊維系断熱材 | 0.183 | 0.304 | 0.406 | 0.467 | 0.751 |
| | | 発プラ系断熱材 | 0.013 | 0.056 | 0.075 | 0.095 | 0.204 |
| | | 防湿気密シート | 132.7 | 365.8 | 454.8 | 533.5 | 786.2 |
| | | 透湿防水シート | 257.9 | 286.1 | 299.7 | 310.2 | 364.5 |

空欄 : 床面積あたりの投入資材量が不明

(2) 解体材の排出量の推計

建材の種類別に排出量を推計した。滅失する床面積については、5-3. に示したケース1（住宅寿命変化なし）を用いた。

1) コンクリート

コンクリートについては、3章で述べたとおり2000年代以降には押さえコンクリートが普及してい

ると考えられ、投入資材量が増加している可能性がある。北海道における建設年代別の投入資材量については、本研究では実態を把握するには至らなかったが、得られた範囲の情報を基に次のとおり計算条件を設定する。表 5-5-4 に、コンクリートの床面積あたりの投入資材量の仮定値を示す。1970～1990年代については、表 5-4-3 に示した解体材の原単位の中央値を用いる。2000年代以降については、表 5-5-3 に示した床面積あたりの投入資材量の中央値とし一定値とした。2000年代以降の方が、1970～1990年代よりも重量が多い。なお、建設地の凍結深度に応じてコンクリートの投入資材量が異なるが、この点は考慮できていない。

図 5-5-1 に、解体材の排出量の推計結果を示す。前掲図 5-4-1 では、排出量が 426012～517080 [ton/年]、ピークが 2027 年であった。これに比べ本推計では、排出量が 520218～613655 [ton/年]と多く、ピークが 2039 年と遅くなった。

表 5-5-4 コンクリートの床面積あたりの投入資材量の仮定値（重量）

| | 住宅の建設年代 | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| 床面積あたりの投入資材量[kg/m ²] | 217.1 | 217.1 | 217.1 | 404.3 | 404.3 | 404.3 | 404.3 | 404.3 |

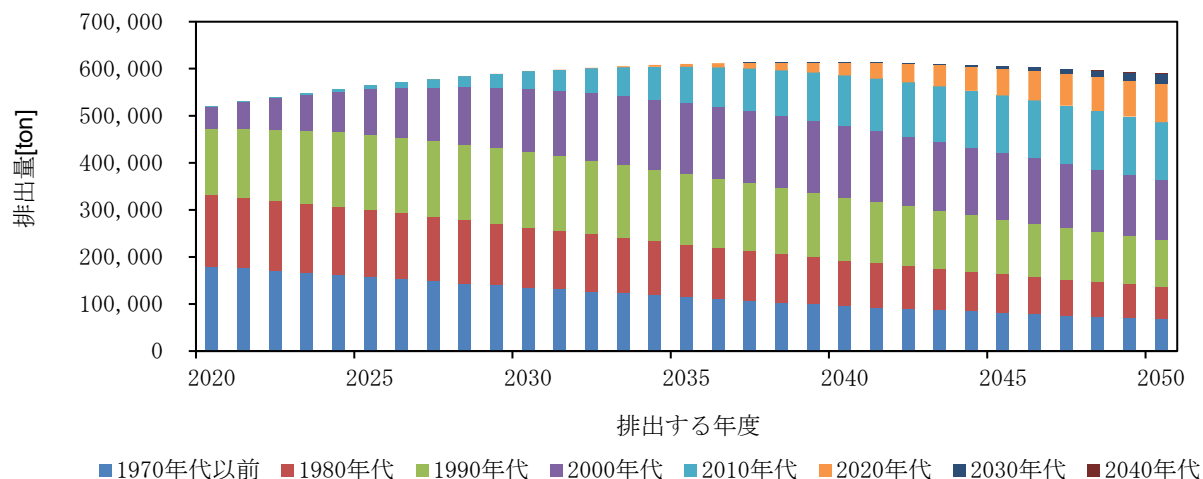


図 5-5-1 解体材の排出量の推計結果（コンクリート）

2) 木くず

木くずとなる建材は、製材・集成材（柱、梁、土台等）、木質ボード（合板、繊維板、パーティクルボード、OSB 等）、建具（室内扉等）、造作材（棚板等）、内装・外装仕上げ材（外壁の仕上げ、フローリング等）、他がある。前掲表 5-4-3 の木くずには、これらの建材の解体材が含まれ、中央値は 90.5[kg/m²]であった。一方、前掲表 5-5-3 に示した 2000 年以降の道内の住宅における投入資材量の中央値は、製材・主製材が 80.5[kg/m²]、木質ボードが 27.3[kg/m²]、これらの合算値が 108.1[kg/m²]である。木質ボードに関しては、床面積あたりの資材投入量が増加していると推測される。これは、3章で述べたとおり、外壁における壁量を向上させる構法や筋交いの無い構法への転換、床における厚目の合板の利用等が要因となっている。

本研究では、木質建材全体の建設年代別の投入資材量を把握するには至らず、仮定も難しいため、木くずの解体材の排出量の推計は行わない。

3) せっこうボード

せっこうボードについては、3章で述べたとおり 1960～1990年代にかけて出荷量が増加した。

表 5-5-5 に、せっこうボードの床面積あたりの投入資材量の仮定値を示す。2000 年代以降の値は、表 5-5-3 に示した投入資材量の中央値とし、一定値とした。1990 年代以前の値は、1960 年代をゼロとし、2000 年代まで直線的に増加すると仮定して算出した値である。

図 5-5-2 に解体材の排出量の推計結果を示す。前掲図 5-4-1 の推計では、排出量が 24523～29765[ton/年]、ピークが 2027 年であった。これに比べ本推計では、排出量が 41164～53314[ton/年]と多く、ピークが 2040 年と遅くなった。

表 5-5-5 せっこうボードの床面積あたりの投入資材量の仮定値（重量）

| | 住宅の建設年代 | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| 床面積あたりの投入資材量[kg/m ²] | 8.9 | 17.7 | 26.6 | 35.4 | 35.4 | 35.4 | 35.4 | 35.4 |

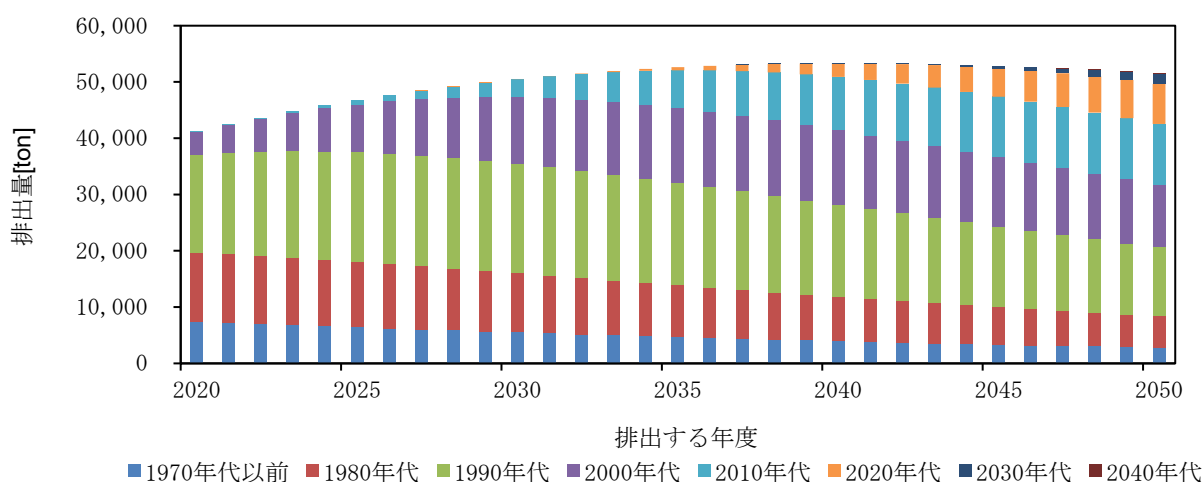


図 5-5-2 解体材の排出量の推計結果（せっこうボード）

4) ビニル壁紙

表 5-5-6 に、既往文献¹⁾に示されるビニル壁紙の解体材の原単位を示す。建築年が新しいほど原単位が大きい。

表 5-5-7 に、ビニル壁紙の床面積あたりの投入資材量の仮定値を示す。1970～1990 年代は、表 5-5-6 に示した値である。2000 年代以降は、表 5-5-3 の中央値とし、一定値とした。2000 年代以降の値は 1990 年代よりも大きい。

図 5-5-3 に、解体材の排出量の推計結果を示す。ビニル壁紙に関する本推計は 1279～988[ton]となった。これは、前掲図 5-4-1 に示した廃プラスチック類の年間の排出量 6203～7529[ton]の 14～20%に相当する。また、ピークは 2040 年となった。

表 5-5-6 戸建て住宅のビニル壁紙の解体材の原単位（x：建築年）¹⁾

| | x < 1960 | 1960 | 1970 | 1980 | x > 1990 |
|---------------------------------|----------|------|------|------|----------|
| 解体材の原単位（重量）[kg/m ²] | 0 | 0.02 | 0.22 | 0.42 | 0.63 |

表 5-5-7 ビニル壁紙の床面積あたりの投入資材量の仮定値（重量）

| | 住宅の建設年代 | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| 床面積あたりの投入資材量[kg/m ²] | 0.02 | 0.22 | 0.42 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |

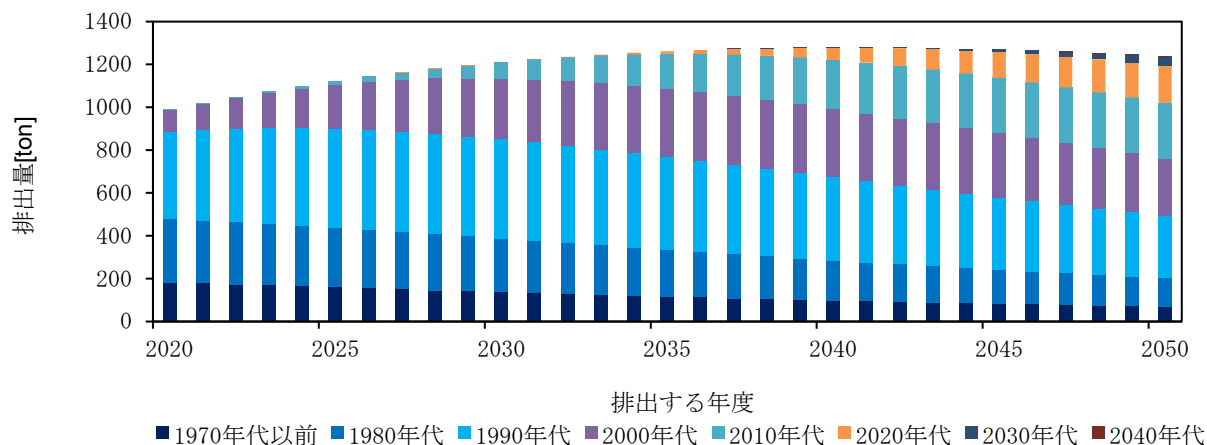


図 5-5-3 解体材の排出量の推計結果（ビニル壁紙）

5) 断熱材

断熱材については、1960年代以降の住宅で施工され、投入資材量は今後も増加すると考えられる。

ここでは、文献を参考に住宅モデルおよび断熱仕様を設定し、投入資材量を計算で求めた。表 5-5-8 に、住宅モデルの外皮面積と延べ床面積を示す。表 5-5-9 に、断熱仕様を示す。図 5-5-4 に、断熱仕様と住宅モデルを用いて計算した床面積あたりの投入資材量を示す。

図中に示した回帰式により投入資材量を計算すると、繊維系断熱材は 2000 年代が 6.1[kg/m²]、2010 年代が 7.6[kg/m²]、これらの平均が 7.1[kg/m²]、発泡プラスチック断熱材は 2000 年代が 1.5[kg/m²]、2010 年代が 2.1[kg/m²]、これらの平均が 1.8[kg/m²]となる。これに対し、前掲 5-5-3 に示した 2003 年頃～2020 年建設の実住宅における床面積あたりの投入資材量の中央値は、繊維系断熱材が 7.1[kg/m²]、発泡プラスチック断熱材が 1.7[kg/m²]であり、上述の計算値と概ね合致する。

図 5-5-5～図 5-5-6 に、解体材の排出量の推計結果を示す。繊維系断熱材の排出量は、7465～10047[ton]で 2045 年にピークとなる。これは、前掲図 5-4-1 に示した「ガラス・陶磁器くず」の排出量 13649～16566[ton]の 47～73%に相当する。発泡プラスチック断熱材の排出量は、387～1878[ton]で 2050 年まで増加し続ける。これは、前掲図 5-4-1 に示した「廃プラスチック類」の排出量 6203～7529[ton]の 5～30%に相当する。

表 5-5-8 住宅モデルの外皮面積と延べ床面積

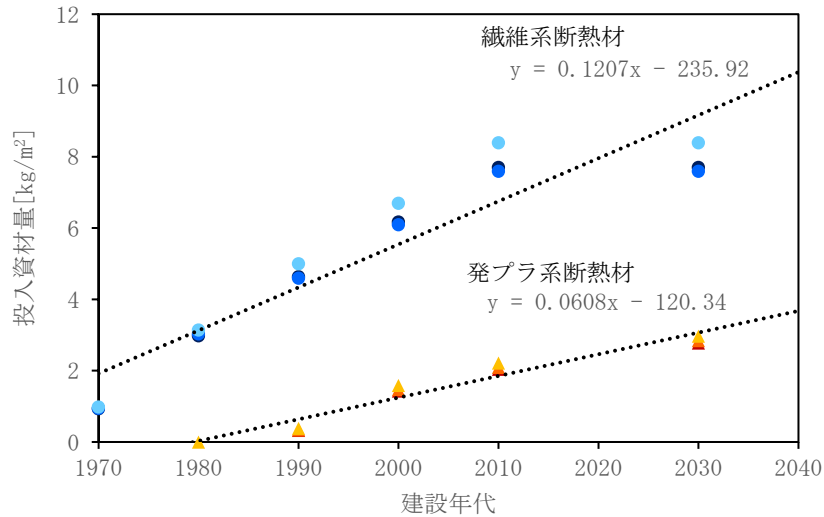
| 住宅モデル | 外皮面積[m ²] | | | | | | 延べ床面積 [m ²] |
|--|-----------------------|--------|-------|-------|--------|--------|----------------------------|
| | 天井 | 外壁 | 窓 | 床断熱 | | 基礎断熱 | |
| | | | | 床 | 基礎 | 基礎 | |
| BIS モデル ⁵⁾ | 69.56 | 160.84 | 24.44 | 63.14 | 6.42 | 44.46 | 136.08 |
| 省エネ基準策定モデル ⁶⁾ (H11 基準、I～II 地域) | 60.87 | 146.27 | 20.83 | 60.87 | | 41.405 | 121.74 |
| 省エネ基準策定モデル ⁷⁾ (H25～28 基準、1～4 地域) | 67.91 | 145.47 | 28.71 | 58.8 | 8.8725 | 46.137 | 120.0745 |

表 5-5-9 断熱仕様

| 住宅の建設年代 | 天井 | | 外壁 | | 床 | | 基礎 | |
|---------------------------------------|--------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 種類 | 厚[mm] | 種類 | 厚[mm] | 種類 | 厚[mm] | 種類 | 厚[mm] |
| 1970 年代 ³⁾ | GW10K | 50 | GW10K | 50 | GW10K | 50 | | |
| 1980 年代 ³⁾ | GW16K | 100 | GW16K | 100 | GW16K | 100 | | |
| 1990 年代 ³⁾ | ブローイング | 200 | HGW16K | 100 | 発泡プラスチック断熱材 | 50 | | |
| 2000 年代 ³⁾ | ブローイング | 300 | HGW16K | 100 | | | 発泡プラスチック断熱材 | 100 |
| | | | 発泡プラスチック断熱材 | 25 | | | | |
| 2010 年代 ^{3)※1)} | ブローイング | 400 | HGW16K | 100 | | | 発泡プラスチック断熱材 | 100 |
| | | | 発泡プラスチック断熱材 | 50 | | | | |
| 2030 年代 HEAT20 G2 ^{4)※2)} | ブローイング | 400 | HGW16K | 100 | | | 発泡プラスチック断熱材 | 100 |
| | | | 発泡プラスチック断熱材 | 80 | | | | |

※1) 文献では「2008 年～」とされているが、ここでは 2010 年代の仕様と仮定する。

※2) ZEH に適合する仕様。2014 年 4 月に「2030 年までに新築住宅の平均で ZEH の実現を目指す」ことが閣議決定されていることから、2030 年代の仕様として ZEH 適合仕様を設定する。



繊維系断熱材

- BISモデル
- 省エネ基準策定モデル (H11基準、I～II地域)
- 省エネ基準策定モデル (H25～28基準、1～4地域)

発プラ系断熱材

- ▲ BISモデル
- ▲ 省エネ基準策定モデル (H11基準、I～II地域)
- ▲ 省エネ基準策定モデル (H25～28基準、1～4地域)

繊維系断熱材

: グラスウール、高性能グラスウール、ブローイング

発泡プラスチック断熱材

図中の回帰直線、式

: 3種の住宅モデルの全計算値による

図5-5-4 投入資材量の計算結果 (断熱材)

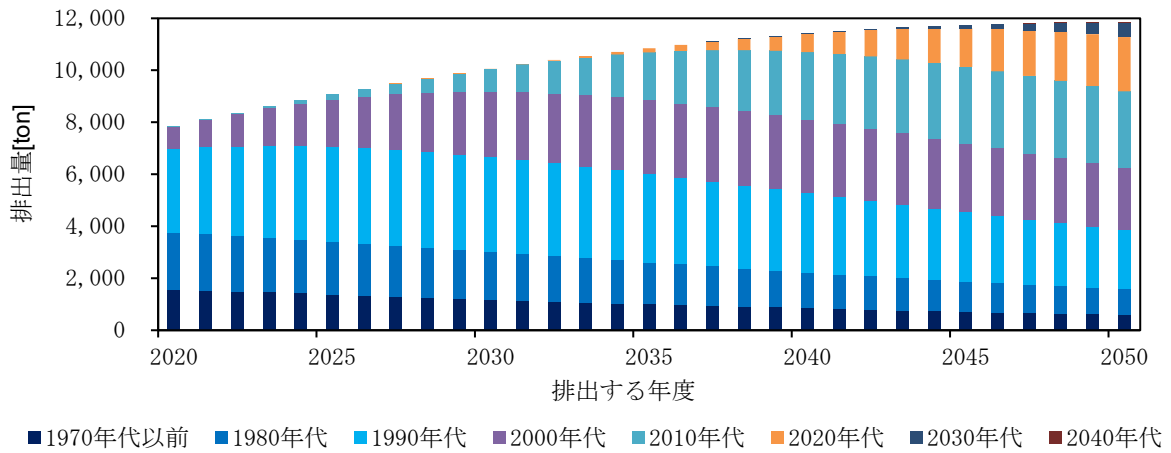


図 5-5-5 解体材の排出量の推計結果 (断熱材/建設年代別)

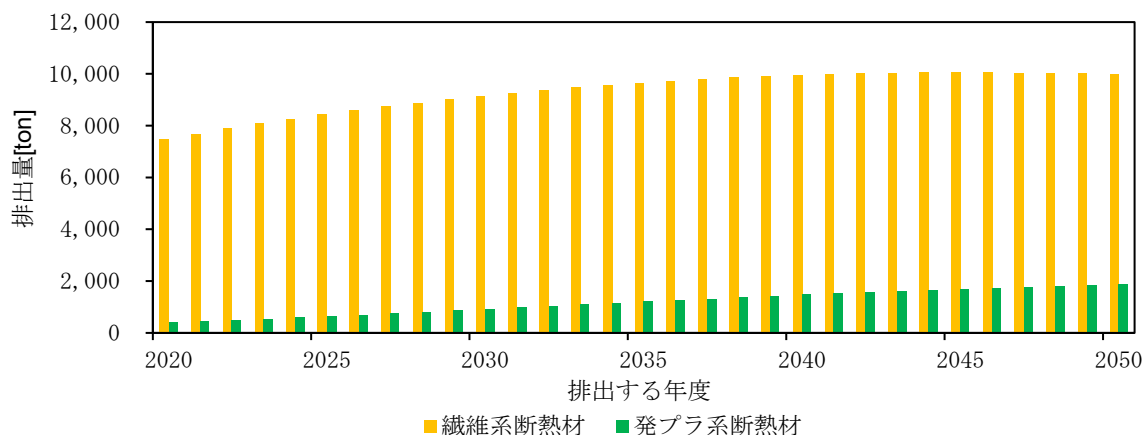


図 5-5-6 解体材の排出量の推計結果（断熱材／断熱材の種類別）

6) 樹脂サッシ

表 5-5-10 に北海道内で販売された樹脂サッシの重量等の事例を示す。

表 5-5-11 に、樹脂サッシの床面積あたりの重量の試算結果を示す。これは、前掲表 5-5-10 の窓の重量および前掲表 5-5-9 の住宅モデルのうち北海道の実情に最も近い BIS モデルを用いて計算した。

表 5-5-12 に、樹脂サッシのシェアの仮定値を示す。これは、3 章の表 3-5 および図 3-12～図 3-14 に示したデータを参考として仮定した。

表 5-5-13 に、床面積あたりの投入資材量の仮定値を示す。これは、前掲表 5-5-11 の樹脂サッシの床面積あたりの重量に前掲表 5-5-12 の樹脂サッシのシェアを乗じて算出した。ただし、2000 年代については、販売期間が「1970 から 2004 年まで」と「2005 年から 2020 年まで」の 2 値の平均値とした。また、2010 年代以降については、二層複層と三層複層の 2 値の平均値とした。

図 5-5-7～図 5-5-8 に、樹脂サッシの解体材の排出量の推計結果を示す。PVC は、排出量が 2245～3781[ton]で、2050 年まで増加し続けた。ガラスは、排出量が 1631～2219[ton]、排出量のピークが 2039 年となった。金属は、排出量が 469～649[ton]、排出量のピークが 2040 年となった。

表 5-5-10 樹脂サッシの重量等の事例

| ガラスの仕様 | 販売期間 | 開閉方式 | 窓のサイズ | 重量[kg] | | |
|--------|----------------------|----------------|-------|--------|-------|------|
| | | | | PVC | ガラス | 金属 |
| 二層複層 | 1970 年から 2004 年まで | 縦滑り出し | 06006 | 6.1 | 2.3 | 2.0 |
| | | FIX+縦滑り出し | 16513 | 18.6 | 26.0 | 3.8 |
| | | 引き違い | 16513 | 22.0 | 25.2 | 4.1 |
| | | FIX1 枚+外開き 2 枚 | 25620 | 36.5 | 73.7 | 14.0 |
| | 2005 年から 2020 年まで | 縦滑り出し | 06006 | 5.7 | 2.6 | 2.0 |
| | | FIX+縦滑り出し | 16513 | 16.0 | 26.7 | 3.8 |
| | | 引き違い | 16513 | 22.0 | 25.2 | 4.1 |
| | | FIX1 枚+外開き 2 枚 | 25620 | 36.5 | 73.7 | 14.0 |
| 三層複層 | 2010 年以降 | 縦滑り出し | 06006 | 5.7 | 11.7 | 2.0 |
| | | FIX+縦滑り出し | 16513 | 16.0 | 40.0 | 3.8 |
| | | 引き違い | 16513 | 22.0 | 37.8 | 4.1 |
| | | FIX1 枚+外開き 2 枚 | 25620 | 36.5 | 147.5 | 14.0 |

表 5-5-11 樹脂サッシの床面積あたりの重量の試算結果（住宅モデル：BIS モデル）

| ガラスの仕様 | 販売期間 | 重量[kg] | | |
|--------|----------------|--------|------|------|
| | | PVC | ガラス | 金属 |
| 二層複層 | 1970年から2004年まで | 1.63 | 2.23 | 0.47 |
| 二層複層 | 2005年から2020年まで | 1.53 | 2.27 | 0.47 |
| 三層複層 | 2010年以降 | 1.53 | 4.37 | 0.47 |

表 5-5-12 樹脂サッシのシェアの仮定値

| | 住宅の建設年代 | | | | | | | |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1970以前 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| 樹脂サッシのシェア[%] | 0 | 45 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |

表 5-5-13 床面積あたりの投入資材量の仮定値

| | | 住宅の建設年代 | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| 床面積あたりの 投入資材量[kg/m ²] | PVC | 0.00 | 0.73 | 1.47 | 1.42 | 1.37 | 1.37 | 1.37 | 1.37 |
| | ガラス | 0.00 | 1.00 | 2.01 | 2.03 | 2.99 | 3.93 | 3.93 | 3.93 |
| | 金属 | 0.00 | 0.21 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |

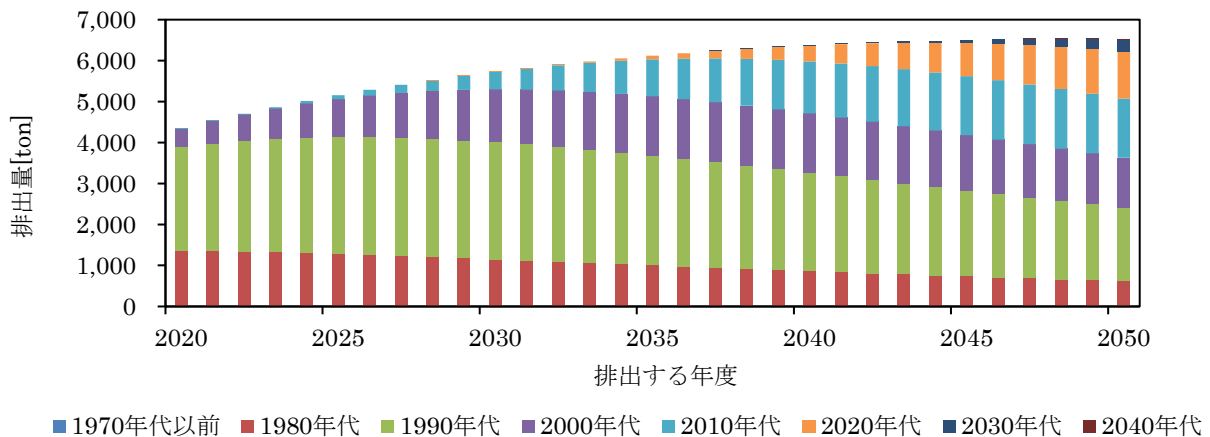


図 5-5-7 解体材の排出量の推計結果（樹脂サッシ／建設年代別）

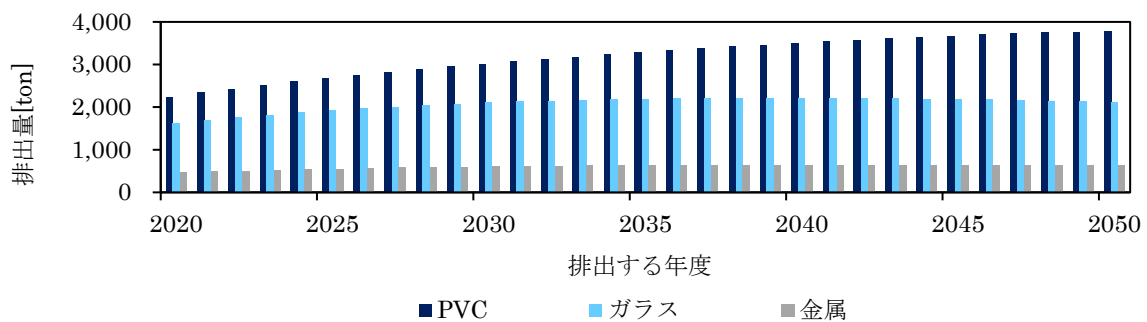


図 5-5-8 解体材の排出量の推計結果（樹脂サッシ／素材別）

7) 防湿気密シート、透湿防水シート

表 5-5-14 に、防湿気密シートと透湿防水シートの床面積あたりの投入資材量の仮定値を示す。2000 年代以降の値は、前掲表 5-5-3 に示した中央値である。防湿気密シートは 1970 年代から、透湿防水シートは 1980 年代から普及し、それぞれ 2000 年代まで投入資材量が直線的に増加したと仮定している。

図 5-5-9～図 5-5-10 に、解体材の排出量の推計結果を示す。排出量のピークは、防湿気密シートが 2040 年の 641[ton]、透湿防水シートが 2046 年の 134[ton]となった。

表 5-5-14 防湿気密シートと透湿防水シートの投入資材量の仮定値（重量）

| | 住宅の建設年代 | | | | |
|-----------------------------|---------|------|------|------|---------|
| | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 以降 |
| 防湿気密シート[kg/m ²] | 0.00 | 0.11 | 0.21 | 0.32 | 0.43 |
| 透湿防水シート[kg/m ²] | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.07 | 0.10 |

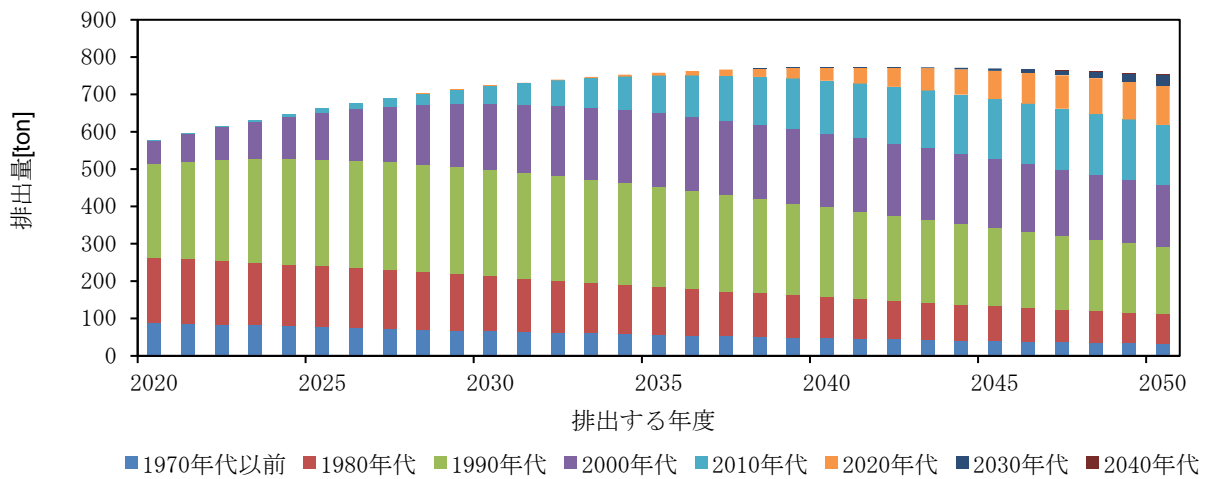


図 5-5-9 解体材の排出量の推計結果（防湿気密シート・透湿防水シート／建設年代別）

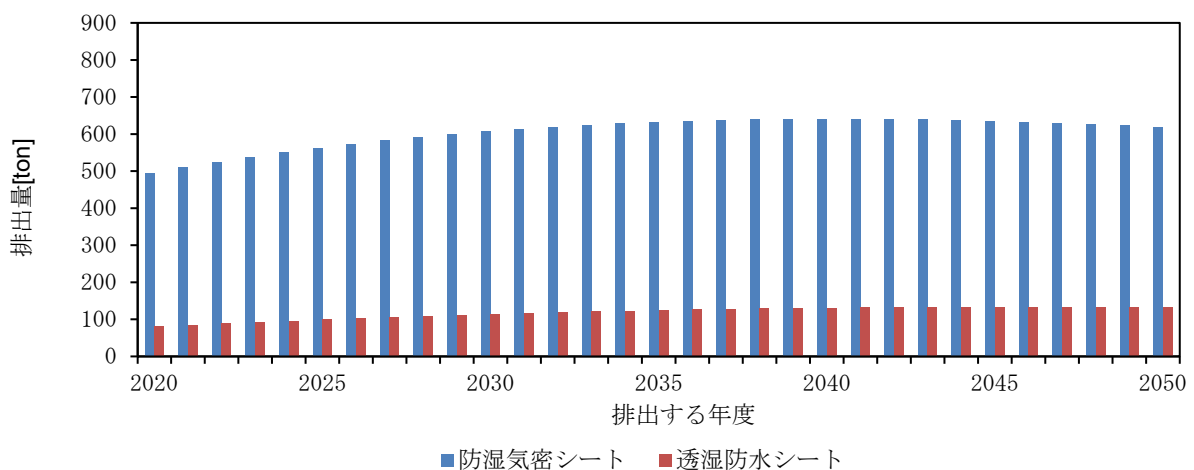


図 5-5-10 解体材の排出量の推計結果（防湿気密シート・透湿防水シート／建材別）

8) 外壁の外装仕上げ材（モルタル、窯業系サイディング、金属サイディング）

表 5-5-15 に、モルタル、窯業系サイディング、金属サイディングの外壁面積あたりの重量の仮定値を示す。モルタルは、20mm 厚程度と仮定した。窯業系サイディングと金属サイディングは、メーカーのカタログ値を参考に仮定した。

表 5-5-16 に、外壁の外装仕上げ材の床面積あたりの重量の計算結果を示す。これは、前掲表 5-5-15 の外壁面積あたりの重量および前掲表 5-5-8 の住宅モデルを用いて計算した。

表 5-5-17 に、外壁の外装仕上げ材のシェアの仮定値を示す。これは、3 章の図 3-17 を参考として仮定した。

表 5-5-18 に、床面積あたりの投入資材量の仮定値を示す。これは、前掲表 5-5-16 の外壁の外装仕上げ材の床面積あたりの重量に前掲表 5-5-17 のシェアを乗じて算出した。

図 5-5-11～図 5-5-15 に、解体材の排出量の推計結果を示す。モルタルは、排出量が 22430～54639[ton]で、2020 年が最も多くその後減少した。窯業系サイディングは、排出量が 12033～22612[ton/年]、排出量のピークが 2040 年となった。金属サイディングは、排出量が 107～1163[ton/年]で、2050 年まで増大し続けた。

表 5-5-15 外壁の外装仕上げ材の外壁面積あたりの重量の仮定値

| | 外壁面積あたりの重量[kg/m ²] |
|-----------|--------------------------------|
| モルタル | 40.0 |
| 窯業系サイディング | 15.0、17.5、20.0 |
| 金属サイディング | 2.0、4.0、6.0 |

表 5-5-16 外壁の外装仕上げ材の床面積あたりの重量の計算結果

| | 外壁面積あたりの重量[kg/m ²] | 床面積あたりの重量[kg/m ²] | | |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | BIS モデル | 省エネ基準策定モデル (H11 基準、I～II 地域) | 省エネ基準策定モデル (H25～28 基準、1～4 地域) |
| モルタル | 40.0 | 47.3 | 48.1 | 48.5 |
| 窯業系サイ ディング | 15.0 | 13.1 | 13.4 | 13.5 |
| | 17.5 | 15.3 | 15.6 | 15.7 |
| | 20.0 | 17.5 | 17.8 | 18.0 |
| 金属サイデ ィング | 2.0 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | 4.0 | 4.7 | 4.8 | 4.8 |
| | 6.0 | 7.1 | 7.2 | 7.3 |

表 5-5-17 外壁の外装仕上げ材のシェアの仮定値

| | | 住宅の建設年代別のシェア[%] | | | | | | | |
|------------|-----------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1970 以前 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| シェアの仮定値[%] | モルタル | 96 | 41 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 窯業系サイディング | 2 | 41 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | 金属サイディング | 0 | 0 | 4 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |

表 5-5-18 外壁の外装仕上げ材の床面積あたりの投入資材量の仮定値

| | 床面積あたりの重量 [kg/m ²] | 住宅の建設年代別の投入資材量[kg/m ²] | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1970 以前 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
| モルタル | 47.9 | 45.9 | 19.6 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 窯業系サイディング | 13.1 | 0.2 | 5.4 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | 15.5 | 0.2 | 6.4 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | 18.0 | 0.3 | 7.4 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| 金属サイディング | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| | 7.3 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

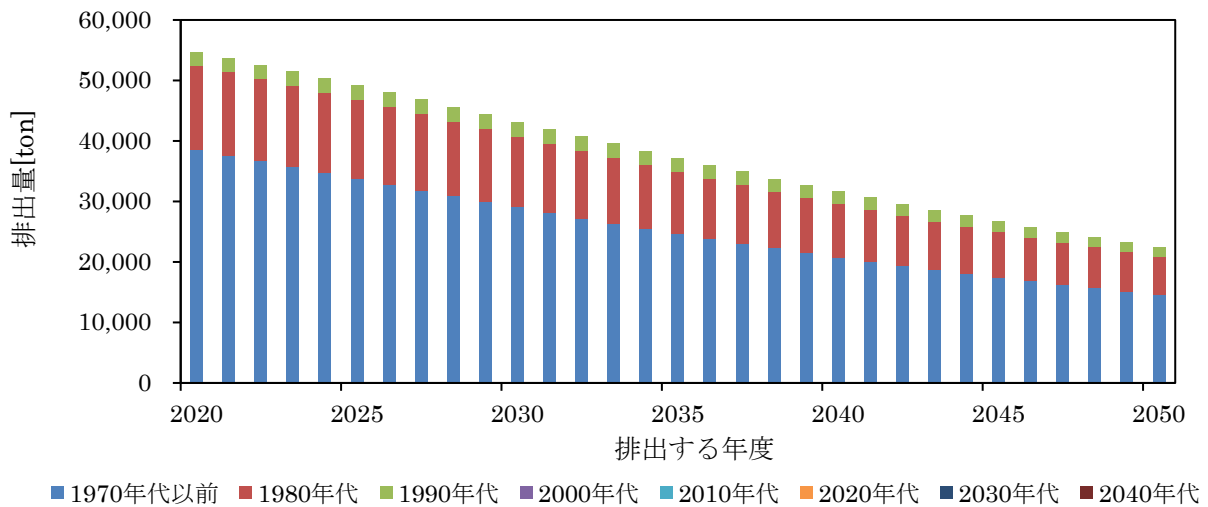


図 5-5-11 解体材の排出量の推計結果（モルタル／建設年代別）

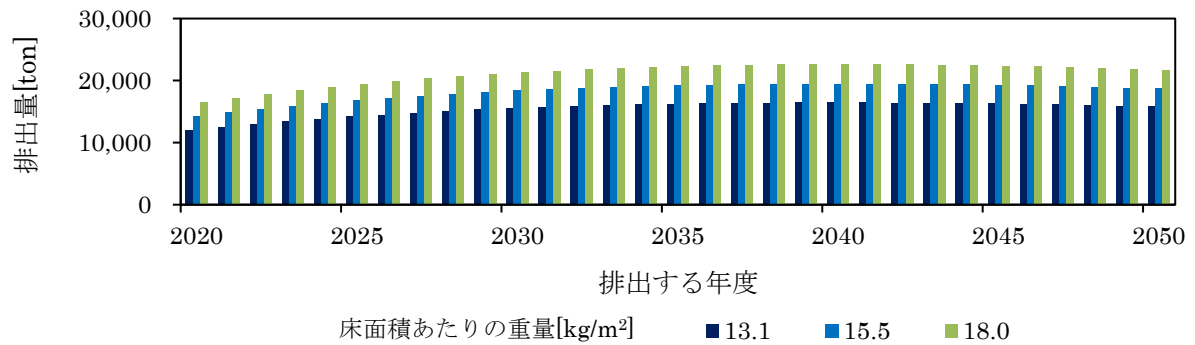


図 5-5-12 解体材の排出量の推計結果（窯業系サイディング／床面積あたりの重量別）

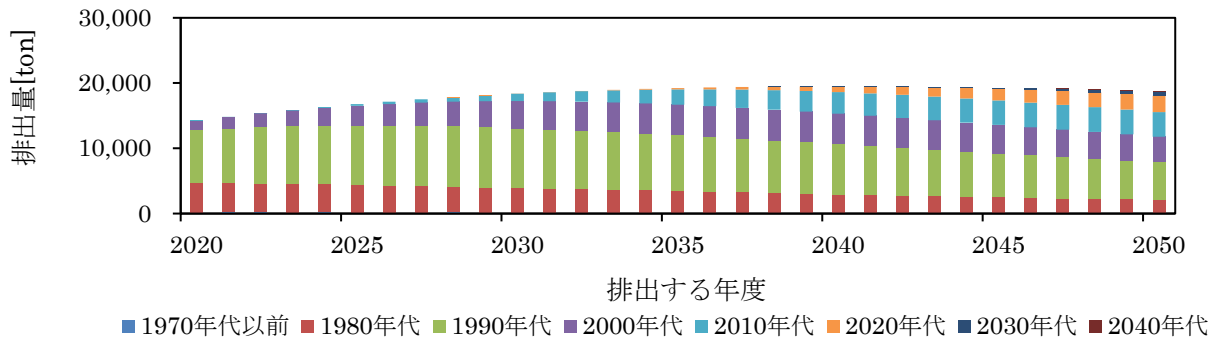


図 5-5-13 解体材の排出量の推計結果
(窯業系サイディング／建設年代別／床面積あたりの重量 15.5[kg/m²])

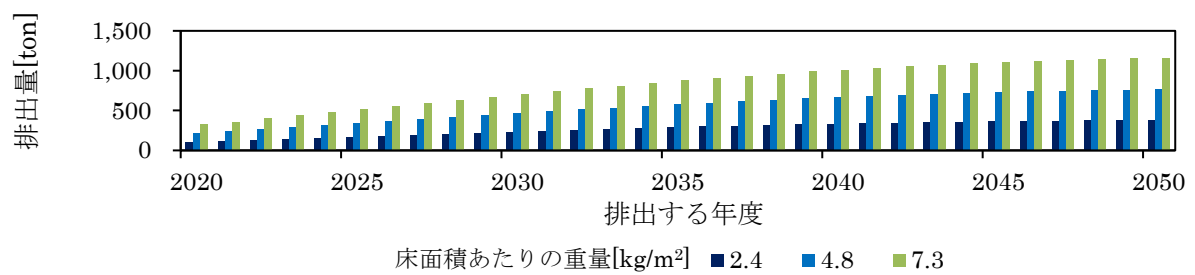


図 5-5-14 解体材の排出量の推計結果 (金属サイディング／床面積あたりの重量別)

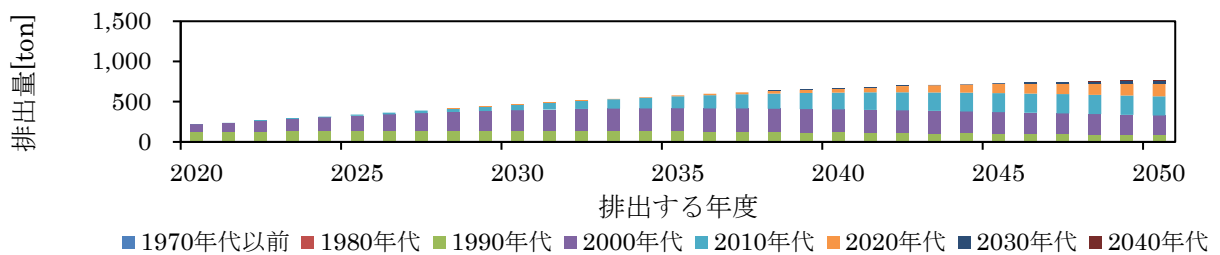


図 5-5-15 解体材の排出量の推計結果
(金属サイディング／建設年代別／床面積あたりの重量 4.8[kg/m²])

9) プラスチック類

図 5-5-16 中に示す廃プラスチック類の排出量は、前掲図 5-4-1 中に示した推計結果である。この推計では、2027 年にピークに達した後、減少した。

一方、図 5-5-16 中に示すビニル壁紙、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシの PVC と芯材等、防湿気密シート、透湿防水シートの排出量は、前掲図 5-5-3、図 5-5-6、図 5-5-8、図 5-5-9 に示した推計結果である。これらのプラスチック建材の合計の排出量は、2050 年まで増加し続ける。特に樹脂サッシ (PVC) が多い。また、発泡プラスチック断熱材は徐々に増加し、2037 年にはビニル壁紙を超えて 2 番目に多くなる。

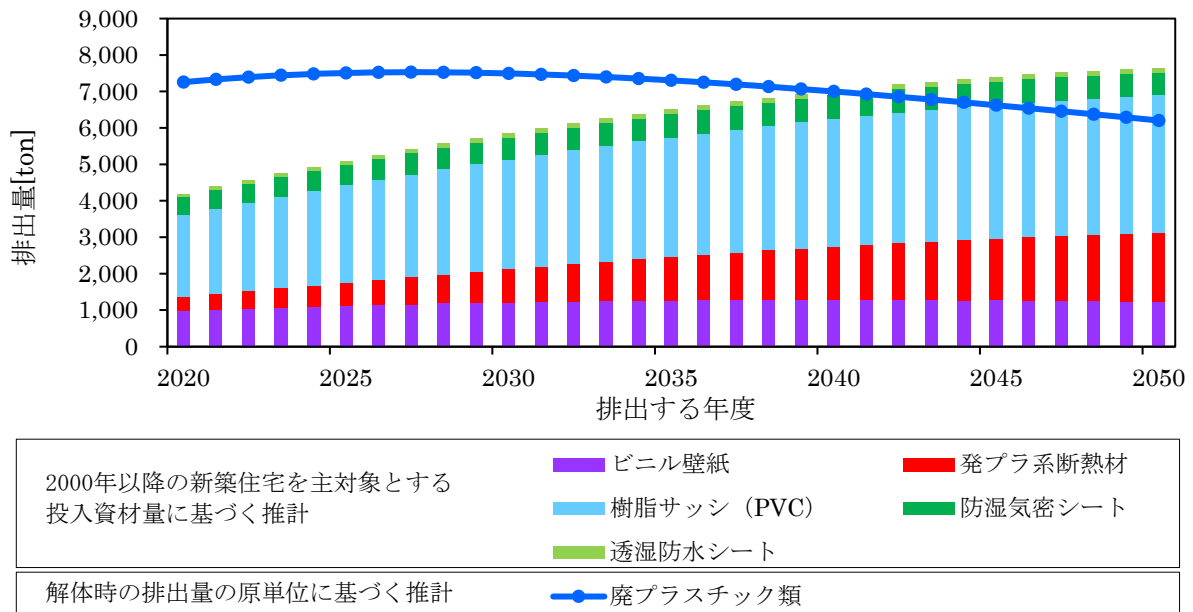


図 5-5-16 排出量の推計結果 (プラスチック類)

(3) 最終処分量の推計

(2) において推計した解体材の排出量に、最終処分される割合を乗じ、最終処分量を推計した。

表 5-5-19 に、最終処分される割合の仮定値を示す。

図 5-5-17 に、最終処分量の重量の推計結果を示す。

図 5-5-18 に、2020～2050 年度の合計の最終処分量について、多い順に示す。推定対象の建材のなかでは、最も多いのがせっこうボード、2 番目がコンクリート、3 番目が窯業系サイディング、4 番目が繊維系断熱材、5 番目がモルタル、6 番目が樹脂サッシ (PVC) となった。7 番目以降の解体材の最終処分量は、1 番目のせっこうボードの 2.4%相当以下と少ない。ただし容積で見ると、減容の実施状況しだいでは、発泡プラスチック断熱材等の比重の小さな解体材が多くなる可能性がある。

表 5-5-19 最終処分される割合の仮定値

| | | 最終処分される割合[%] | 根拠など |
|-----------------|-----------|--------------|--------------------|
| コンクリート | | 3 | 表 5-4-6 のコンクリートの値 |
| せっこうボード | | 63 | 表 5-4-6 の廃石膏ボードの値 |
| ビニルクロス | | 63 | せっこうボードと同値 |
| 繊維系断熱材 | | 100 | 再生利用が進んでいないと想定 |
| 発泡プラスチック断熱材 | | 30 | 表 5-4-6 の廃プラスチックの値 |
| 樹脂サッシ | PVC | 100 | 再生利用が進んでいないと想定 |
| | ガラス | 17 | 表 5-4-6 のガラスくずの値 |
| | 金属 | 23 | 表 5-4-6 の金属くずの値 |
| 防湿気密シート・透湿防水シート | | 30 | 表 5-4-6 の廃プラスチックの値 |
| 外壁の外装材 | モルタル | 23 | 表 5-4-6 のがれき類の値 |
| | 窯業系サイディング | 100 | 再生利用が進んでいないと想定 |
| | 金属サイディング | 23 | 表 5-4-6 の金属くずの値 |

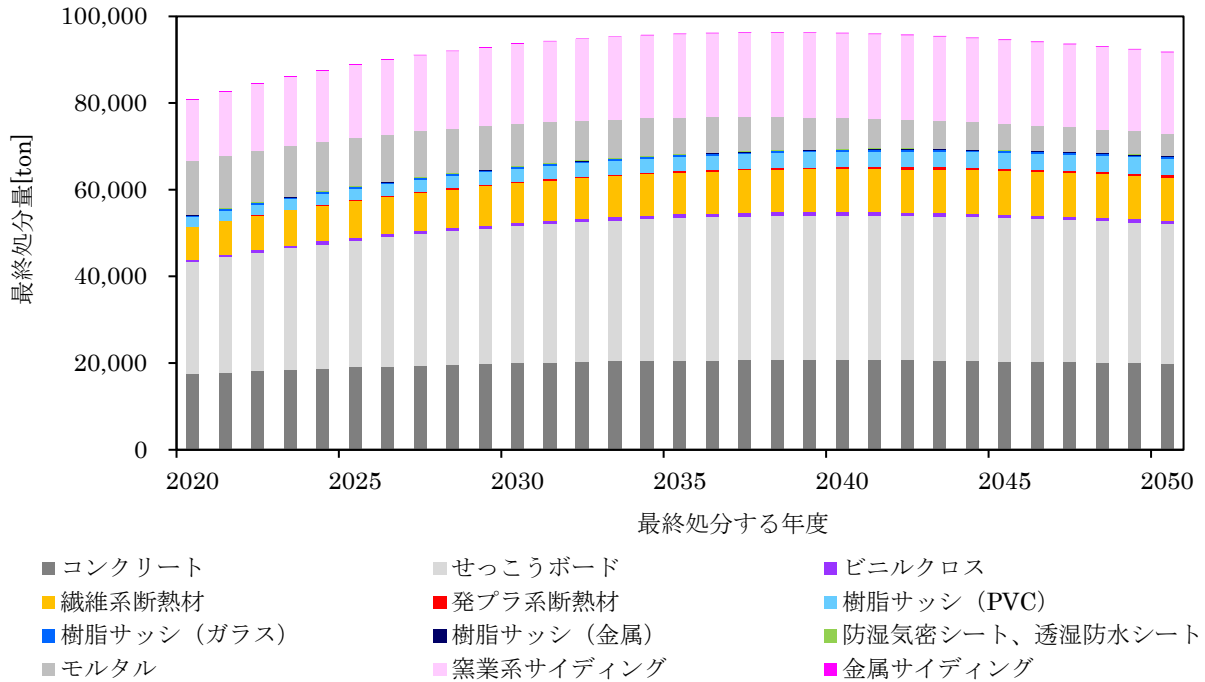


図 5-5-17 最終処分量の推計結果

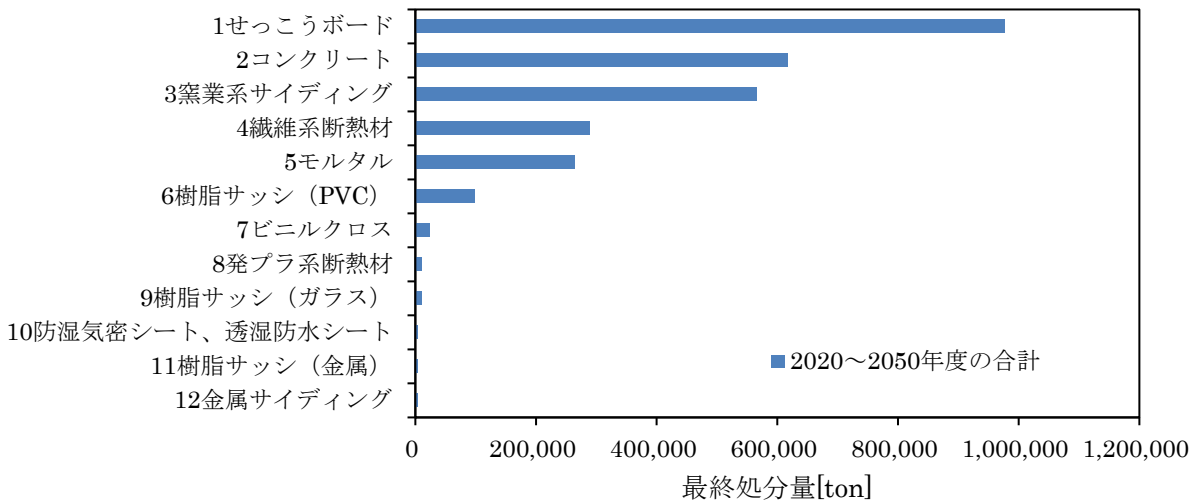


図 5-5-18 最終処分量の推計結果（最終処分量が多い順）

表 5-5-20 に、廃棄物となった場合の分類で、推計対象建材および推計対象としていない主な建材を示す。

図 5-5-19 に、前掲図 5-5-17 の推計結果を、廃棄物の種類別で示す。前掲図 5-4-3 の解体材の原単位に基づく推計では、最終処分量は 2027 年度をピークとして減少に転じる。一方、本推計の対象建材については、2038 年まで増加が続く。これは、住宅の資材投入量が、建設年代が新しいほど増加していることに起因する。

表 5-5-20 推計対象建材の廃棄物として分類

| 廃棄物の種類 | 推計対象の建材 | 推計対象としていない主な建材 |
|-----------|--|-----------------------------|
| コンクリートがら | コンクリート | ALC、外構の設置物 |
| その他がれき類 | モルタル、窯業系サイディング | アスファルトコンクリート |
| ガラス・陶磁器くず | 窓ガラス、繊維系断熱材 | 洗面台、便器 |
| 廃プラスチック類 | ビニルクロス、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシのPVC、防湿気密シート、透湿防水シート | 設備、ユニットバス |
| 金属くず | 樹脂サッシの金属、金属サイディング | 設備、金属浴槽、流し、屋根折板 |
| 木くず | | 製材・集成材、木質ボード、建具、内外装仕上げ材、造作材 |
| 廃石膏ボード | せっこうボード | |
| ほか | | アスファルトルーフィング |

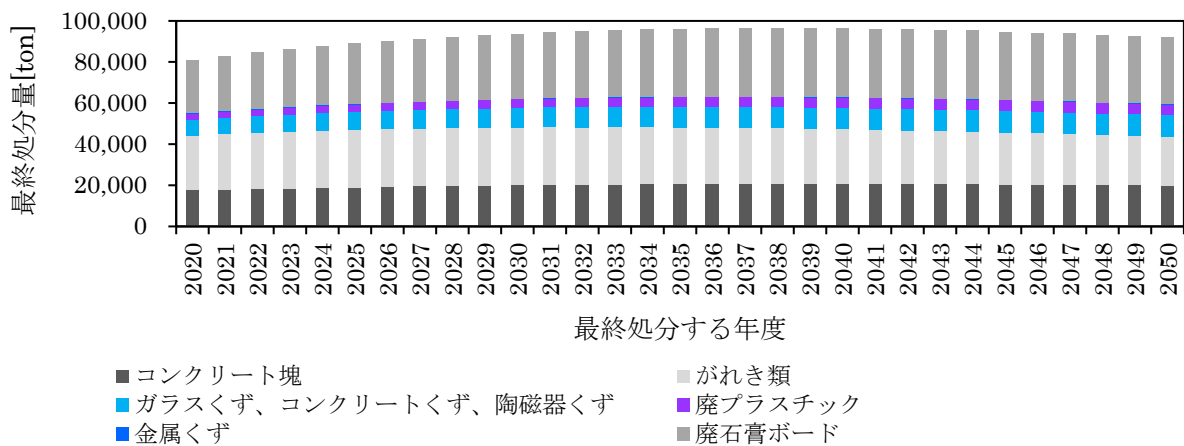


図 5-5-19 最終処分量の推計結果（廃棄物の種類別）

[参考・引用文献]

- 1) 建設現場における資材投入（環境影響）に関する調査、国土交通省ホームページ、2004
- 2) 建築物の塩ビ製壁紙の小口回収ならびに共同回収システム構築のための調査 調査報告書、経済産業局 製造産業局 住宅産業窯業建材課、2008.3
- 3) 北海道の住宅事情、北海道建設部住宅局建築指導課、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所
- 4) HEAT20 設計ガイドブック PLUS、2020年を見据えた住宅の高断熱化技術開発委員会 著、建築技術 発行、2016
- 5) BIS 北の住まいの温熱環境計画、(一社)北海道建築技術協会、2015
- 6) 住宅の次世代省エネルギー基準と指針、(財)建築環境・省エネルギー機構、2000
- 7) 平成30年度 国土交通省補助事業 住宅省エネルギー技術講習 設計テキスト 詳細計算ルート、2018

5-6. 解体抑制の効果の推計

(1) 解体材の排出量の推計

住宅長寿命化による解体抑制が排出量低減に及ぼす効果について検討するため、滅失する床面積として住宅寿命が異なるケース1（住宅寿命変化なし）、ケース2（住宅寿命1.5倍化）、ケース3（住宅寿命2倍化）を用いた推計を行った。解体材の原単位として、前掲表5-4-3に示した中央値を用いた。

図5-6-1～図5-6-3に、解体材の排出量の推計結果を示す。排出量の合算値のピークは、ケース1では2027年の884338[ton]であるのに対し、ケース2では2036年の625913[ton]、ケース3では2044年の476966[ton]となった。

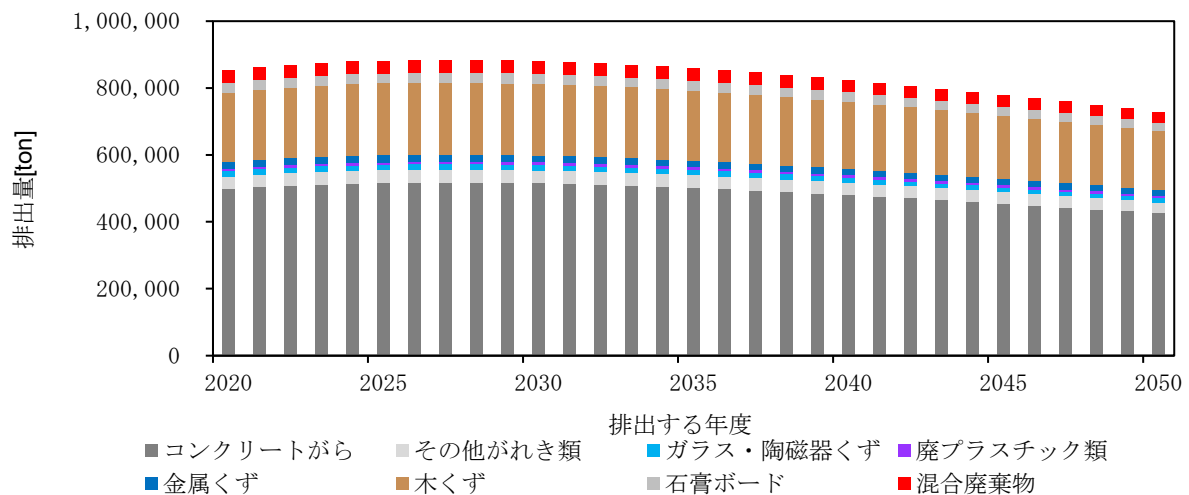


図 5-6-1 解体材の排出量の推計結果（ケース1：住宅寿命変化なし）

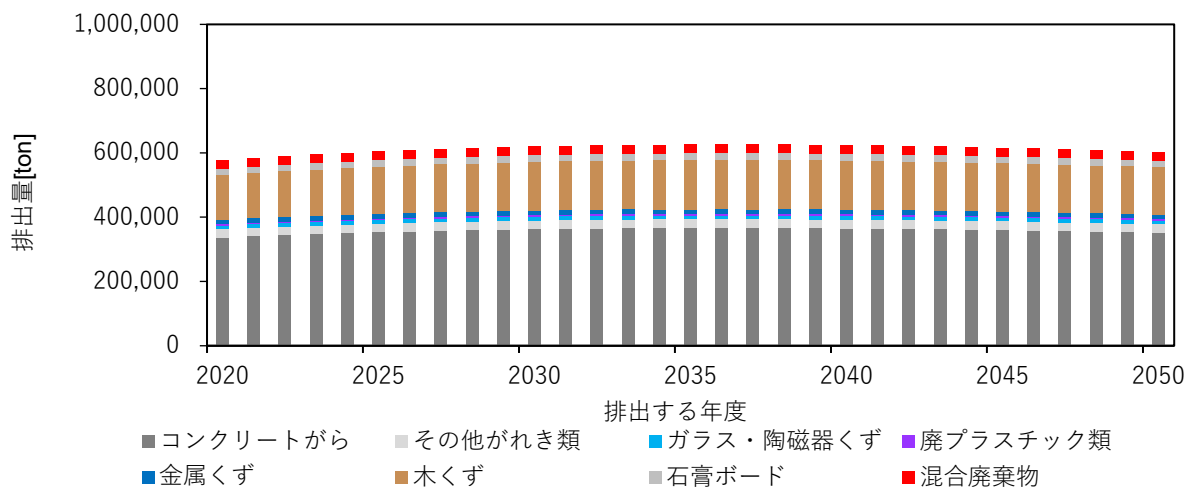


図 5-6-2 解体材の排出量の推計結果
（ケース2：住宅寿命1.5倍化）

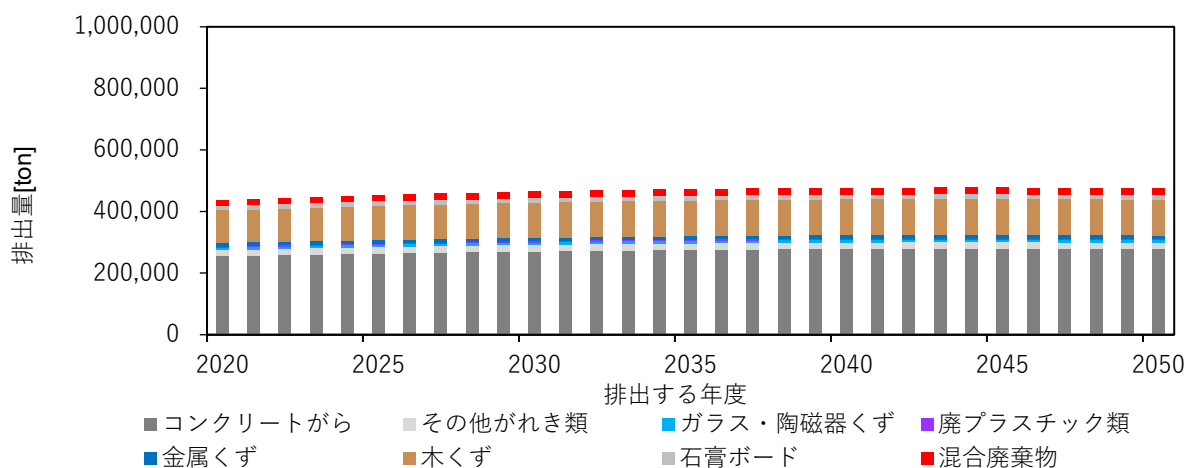


図 5-6-3 解体材の排出量の推計結果
(ケース 3 : 住宅寿命 2 倍化)

(2) 最終処分量の推計

(1) で推計した解体材の排出量に、前掲表 5-4-6 に示した最終処分される割合を乗じて、最終処分量を推計した。図 5-6-4～図 5-6-6 に、最終処分量の推計結果を示す。最終処分量の合算値のピークは、ケース 1 (住宅寿命変化なし) では 2027 年の 100155[ton]であるのに対し、ケース 2 (住宅寿命 1.5 倍化) では 2036 年の 70888[ton]、ケース 3 (住宅寿命 2 倍化) では 2044 年の 54019[ton]となった。この推計結果から、住宅の長寿命化の効果として、1 年度あたりの最終処分量の低減およびピークの先送りがあると推測される。

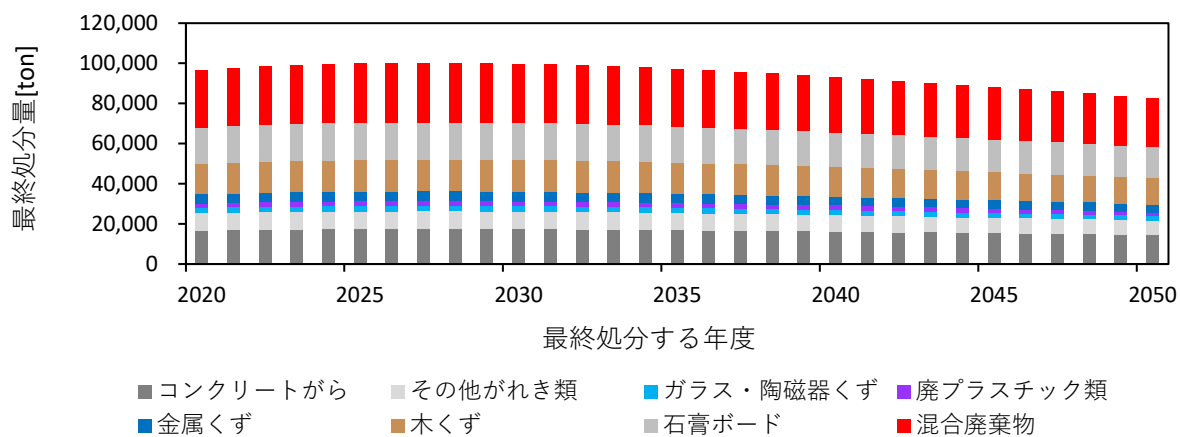


図 5-6-4 最終処分量の推計結果 (住宅寿命変化なし)

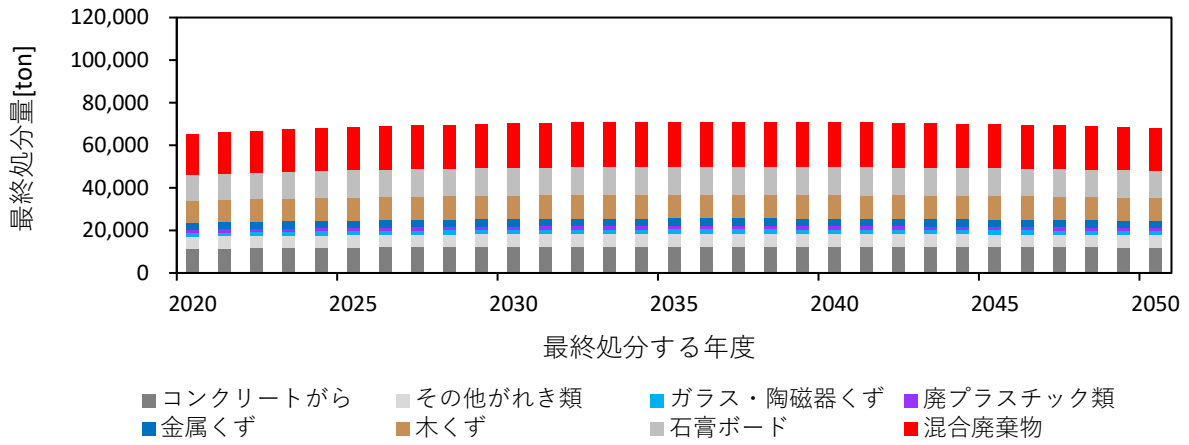


図 5-6-5 最終処分量の推計結果 (住宅寿命 1.5 倍化)

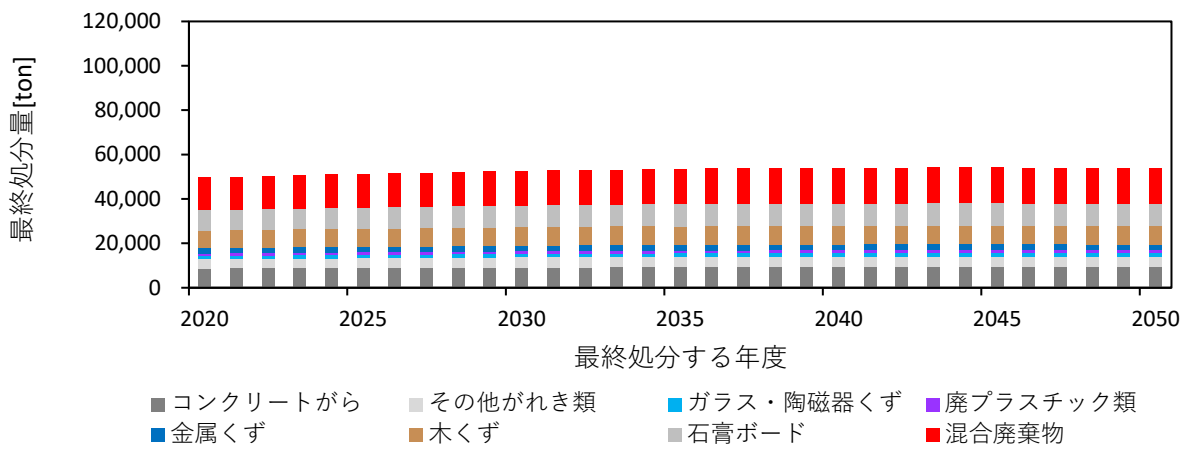


図 5-6-6 最終処分量の推計結果 (住宅寿命 2 倍化)

5-7. まとめ

(1) 滅失する床面積の推計

- ・木造戸建住宅を対象に、住宅着工統計調査および住宅・土地統計調査の統計データを用いて、2020年～2050年における住宅の滅失戸数および滅失床面積を築年別に予測し、廃棄物排出量を推定した。
- ・滅失床面積は2027年にピークを迎える。以降は漸減し2050年では2020年の約85%となる。
- ・1980年代以降の住宅の寿命を1.5倍とすると、滅失床面積は2020年～2050年の30年間で約27%減少し、1980年代以降の住宅の寿命を2倍とすると、滅失床面積は30年間で約44%減少することがわかった。

(2) 解体材の原単位に基づく排出量等の推計

- ・推計対象は、コンクリートがら、その他がれき類、ガラス・陶磁器くず、廃プラスチック類、金属くず、木くず、石膏ボード、混合廃棄物とした。
- ・解体材の原単位は、固定値とし、国内および道内の木造戸建て住宅の解体時における排出量の実績値に基づき設定した。屋根の仕上げ材の種類やコンクリートの使用量など、原単位には地域性があることから、今後の推計精度向上に向けては、道内におけるデータの蓄積が必要である。
- ・2020～2050年度の排出量および最終処分量について、滅失する床面積を(1)で推計したケース1(住宅寿命変化なし)として推計したところ、以下の結果を得た。
- ・排出量および最終処分量のピークは、2027年度となった。
- ・排出量(重量)は、最も多いのがコンクリートで、2番目が木くず、3番目が混合廃棄物またはその他がれき類となった。
- ・排出量(容積)は、最も多いのが木くずで、2番目がコンクリート、3番目が混合廃棄物となった。
- ・最終処分量(重量)は、最も多いのが混合廃棄物、2番目がせっこうボード、3番目がコンクリート塊となった。
- ・最終処分量(容積)は、最も多いのが混合廃棄物、2番目がせっこうボード、3番目が木くずとなった。

(3) 建材・構法等の変化を考慮した投入資材量に基づく排出量等の推計

- ・推計対象は、コンクリート、せっこうボード、ビニル壁紙、繊維系断熱材、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシ、防湿気密シート、透湿防水シート、外装仕上げ材(モルタル、窯業系サイディング、金属サイディング)とした。
- ・これら以外に排出量が多い解体材として、木質建材と設備が考えられるが、推計対象とはしなかった。今後、推計するには、建設年代別の投入資材量に関する情報収集が必要である。
- ・2020～2050年度における排出量と最終処分量について、滅失する床面積を(1)で推計したケース1(住宅寿命変化なし)として推計したところ、以下の結果を得た。
- ・コンクリートについては、(2)で示した原単位および2000年以降に旭川市近郊に建設された木造戸建て住宅における床面積あたりの投入資材量の調査結果(以下、「投入資材量調査結果」)を参考として建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、排出量は520218～613655[ton/年]、排出量のピークは2039年となった。
- ・せっこうボードについては、投入資材量調査結果および出荷量の既往統計を参考として建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、排出量は41164～53314[ton/年]、排出量のピークは2040年となった。
- ・ビニル壁紙については、投入資材量調査結果および既往研究を参考として建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、排出量は1279～988[ton/年]、排出量のピークは2040年となった。

- ・断熱材については、文献に基づく断熱仕様と住宅モデルを用いた計算から建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、繊維系断熱材の排出量は 7465～10047[ton/年]、排出量のピークは 2045 年となった。また発泡プラスチック断熱材の排出量は、387～1878[ton/年]で、2050 年まで増加し続けた。
- ・樹脂サッシについては、事例に基づく樹脂サッシ重量および住宅モデルを用いた計算から建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、PVC の排出量は、2245～3781[ton/年]で、2050 年まで増加し続けた。ガラスの排出量は、1631～2219[ton/年]、排出量のピークは 2039 年となった。金属の排出量は 469～649[ton]、排出量のピークは 2040 年となった。
- ・防湿気密シートおよび透湿防水シートについては、投入資材量調査結果を参考として建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、防湿気密シートの排出量は 495～641[ton/年]、排出量のピークは 2040 年となった。また、透湿防水シートの排出量は 81～134[ton/年]、排出量のピークは 2046 年となった。
- ・外装仕上げ材については、カタログ等に示される重量、既往文献に示されるシェア、住宅モデルを用いた計算から建設年代別の投入資材量を仮定した。推計の結果、モルタルの排出量は、22430～54639[ton/年]で、2020 年が最も多くその後減少した。窯業系サイディングの排出量は 12033～22612[ton/年]、排出量のピークは 2040 年となった。金属サイディングの排出量は、107～1163[ton/年]で、2050 年まで増大し続けた。
- ・推計対象のうちプラスチック類であるビニル壁紙、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシの PVC、防湿気密シート、透湿防水シートの排出量（重量）を合算すると、2050 年まで増加し続けた。このうち最も多いのは、樹脂サッシの PVC であった。
- ・全ての推計対象について、最終処分量（重量）を推計した。推計では最終処分される割合を仮定したが、今後の推計精度向上のためには、建材別の処理の実態把握が必要である。推計の結果、最も多いのがせっこうボード、2 番目が窯業系サイディング、3 番目が繊維系断熱材、4 番目がコンクリート、5 番目がモルタル、6 番目が樹脂サッシ（PVC）となった。7 番目以降の最終処分量は、1 番目の石膏ボードの 2.4%相当以下と小さくなった。また、推計対象建材の合計で見ると、最終処分量のピークは 2038 年となった。

（４）解体抑制の効果の推計

- ・2020～2050 年度における排出量と最終処分量について、滅失する床面積を（１）で推計したケース 1（住宅寿命変化なし）、ケース 2（住宅寿命 1.5 倍化）、ケース 3（住宅寿命 2 倍化）として推計したところ、以下の結果を得た。
- ・排出量のピークは、ケース 1 では 2027 年の 884338[ton]であるのに対し、ケース 2 では 2036 年の 625913[ton]、ケース 3 では 2044 年の 476966[ton]となった。
- ・最終処分量のピークは、ケース 1 では 2027 年の 70061[ton]であるのに対し、ケース 2 では 2036 年の 49588[ton]、ケース 3 では 2044 年の 37787[ton]となった。
- ・住宅寿命が長いほど、年度ごとの排出量と最終処分量が少なくなり、ピークの時期が遅くなる効果が確認された。

6. 建築資源循環システムの提言

6-1. 本章の目的

本章では、これまでの各章で得られた知見を整理し、最終処分ゼロを目指した建築資源循環システム構築のために必要な要素技術、産業構造等に係る基本方策を提言する。

6-2. 各章のまとめ

(1) 廃棄物処理の動向調査 (第2章)

第2章では、2000年以降に建設された住宅として北海道旭川市内のマイホームセンター旭川会場にて解体された住宅等11棟を対象に、解体方法および解体材の分別状況等に関する現地調査を行って、次の状況を確認した。

大半の解体材が樹脂や木質等の素材別もしくは建材の種類別に分別されていた。基礎の鉄筋コンクリートは、コンクリートと鉄筋に、窓はガラスとサッシに分別され、石膏ボード、木材、繊維系断熱材、発泡プラスチック断熱材、屋上防水シート、配管、配線、折板、金物、鉄筋、サイディング等の建材は、素材ごとに分別されていた。

発泡プラスチック断熱材を用いた基礎断熱を重機で解体する場合や気密テープと防水テープ、シーリングの付着部では、一部、きれいに剥がし切れず分別できない場合があった。異なる素材の解体材を同一のトン袋等に詰めているものも一部あった。

(2) 建材および構法・工法の動向調査 (第3章)

第3章では、建築で用いられる建材と構法・工法について、年代による変化の動向を把握し、将来において生じる可能性のある処理に関する課題を抽出するため、各種の調査を行い、表6-1の通り取りまとめた。

表 6-1 建材・構法の変遷および処理等の課題 (北海道の戸建住宅)

| 部位 | 建材・構法の変遷 | | 処理等の課題 |
|------|-----------|--|--|
| 基礎 | ・コンクリート | ・1970年代後半以降 地盤防湿 (プラスチックフィルム+砂) が普及 | ● 基礎断熱はコンクリートとの分別が必要 ・今後、排出量が増大する建材：コンクリート、砂等 |
| | ・地盤防湿断熱材 | ・1990年代以降 基礎断熱が普及 ・2000年代以降 地盤防湿 (土間コン) が増加 | |
| 構造体等 | ・製材 | ・1981年以降 構造用合板の使用量が増大 | ● 今後、リサイクルが制限される廃棄物の排出量が増大 (塗料、塩素、重金属を含む接着材を多用している板材) |
| | ・木質建材 | ・2018年 (法改正) MDF、パーティクルボードに壁倍率を付与、再生木材の利用拡大 | |
| 内装材 | ・せつこうボード | ・1970年代以降 せつこうボードが徐々に普及 | ★ ● 解体から排出されるせつこうボードの再生利用率が低い ・今後、排出量が増大 |
| | ・仕上げ材 | ・1998年 (調査) ほぼすべての住宅で、せつこうボード+クロス張りが標準仕様に | |
| | ・断熱材 | ・1970年代以降 徐々に使用量が増加 ・1980年代後半 グラスウールの北海道向け出荷量のピーク ・2000年以降 外壁の発泡プラスチック断熱材の外張り加断熱が増加 | ★ ● 高張るが、減容が難しい ・グラスウールはほぼリサイクルできていない ・今後、繊維系・発泡プラスチック断熱材の排出量が増大 |
| | ・窓 | ・1970年代 アルミと木サッシの二重窓 (単板ガラス2枚) が主流に ・1980年代 上記+アルミと樹脂サッシの二重窓 (単板ガラス2枚) が主流に ・1990年代 樹脂サッシ (二層複層ガラス、スペーサあり) が主流に ・2016年頃 (調査) 樹脂サッシ (三層複層ガラス) が約5割 | ★ ● 樹脂サッシ (枠部分) は埋立処分される事例が多い (分別と売却のコストが見合わない) ・今後、樹脂サッシの排出量が増大 |
| 外装材 | ・防湿気密シート | ・1980年代以降 防湿気密シートの利用が拡大 | ◆ ● テープ類は分別の手間が大きい ・今後、排出量増大が予想される |
| | ・透湿防水シート | ・1990年代以降 気密テープ、透湿防水シートが普及 | |
| 外装材 | ・仕上げ材 | ・1970年代 モルタル仕上げが主流 ・1990年初頭まで 窯業系サイディングが主流に ・2000年前後頃 ALC板の利用が住宅でも進む ・2000年頃以降 金属サイディングがやや増加、特にリフォームでのシェアが高い ・2004年まで 石綿含有の窯業系サイディングの製造終了 | ★ 窯業系サイディングは埋立処分される事例が多い |
| | ・シーリング材 | ・1990年代半ばまで シーリング材の国内生産量が増大、その後は横ばい | ◆ 分別の手間が大きい |
| 設備 | ・暖房、冷房、給湯 | ・1980年代以降 セントラルヒーティングが普及 ・2009年頃ピーク オール電化 (電気蓄熱式暖房器、電気温水器+貯湯タンク) が普及 ・2000年以降 灯油、ガス、電気、他を熱源とする多様な機器が普及 | ● 廃棄物の排出量および材質に変化が生じる ・処理の手間が増大、再生利用できない廃棄物が増加 (LED、太陽光発電、断熱ダクト、浴槽など) |
| | ・換気 | ・1990年代 住宅の高断熱・高気密化が普及 ・2003年 (法改正) 居室の機械換気が普及 ・2000年頃 (調査) 住宅の機械換気はダクトを有するタイプが大半に | |
| | ・照明 | ・2010年以降 生産量は、蛍光灯が減少、LEDが増加して現在では主流に | |
| | ・太陽光発電 | ・2013年 道内設置住宅数が約3万戸 (戸建住宅の2%程度) | |
| | ・浴室、トイレ | ・1980年代以降 システムバスが普及、現在では浴室の主流に ・1980年代以降 温水便座が普及、2007年に出荷台数が水栓便座を抜く | |

(3) 新材料等の資源循環手法の事例調査 (第4章)

第4章では、建築以外の分野のリサイクルの先進的な仕組みとして自動車リサイクルおよび家電リサイクルを調査し、その先進性を分析して建築分野における適用可能性を検討した。

その結果、次の①～③に示す方策が有効であるとの結論に至った。そして、これらの方策を進めていけば、リサイクル・廃棄物の観点から、処理できない材料の使用を抑制し、ターゲットを絞ることができ新たな製品・技術開発をしやすくする改善効果が生じると考察した。

- ①新築・増改築現場から排出される建設廃棄物、解体現場から排出される建設廃棄物それぞれについて排出から解体、分別、リサイクル、廃棄までの一連の流れ、各工程の担当および役割を明確にして、費用の負担を含めてシステム化する。
- ②建設廃棄物に対し、産業廃棄物の処理・リサイクル、マニフェストの仕組みの遵守・活用を前提とし、排出される全ての品目ごとに処理の方針（リユース、リサイクル、無害化処理、廃棄物処理）を明快に定めて、建材メーカーや建設業者、排出から廃棄まで関わるすべての業種において、その方針の共有・徹底を図る。
- ③建設業から排出される廃棄物のうち、リサイクル・廃棄物処理が円滑に進みづらいと考えられる廃棄物に対しては、建設リサイクル法の取り組みが対応しているが、より高い実効力を持って機能するための見直す余地はある。

(4) 新材料等の資源循環手法の事例調査 (第5章)

木造戸建住宅を対象に、住宅着工統計調査および住宅・土地統計調査の統計データを用いて、2020年～2050年における住宅の滅失戸数および滅失床面積を築年別に予測し、廃棄物排出量を推定した。あわせて今後の再資源化技術等の発展を踏まえ、各種建材の最終処分割合に応じ最終処分量を推定できるようにした。

滅失床面積は2027年にピークを迎える。以降は漸減し2050年では2020年の約85%となる。さらに住宅寿命が延びて更新間隔が1.5倍となると、滅失床面積は30年間で約27%削減することがわかった。また排出量原単位を一定とすると、排出量は滅失床面積に応じた増減傾向を示す。近年の建材の変化を考慮して建材ごとの排出量を求めると、特にプラスチックを用いた建材（ビニル壁紙、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシ、シート類）の排出量は単調に増加し2050年では2020年の1.83倍に達することがわかった（図6-1）。

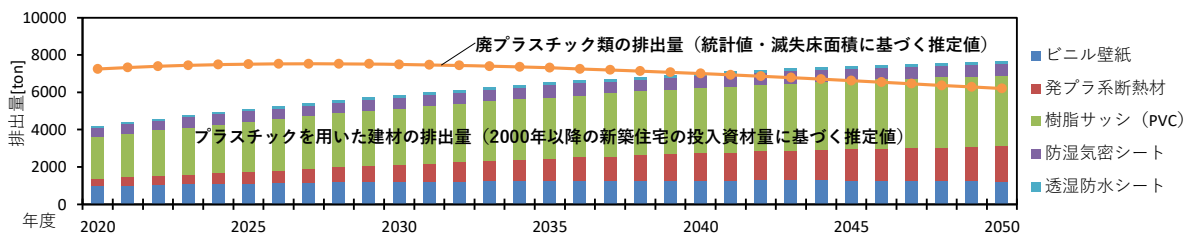


図 6-1 プラスチックを用いた建材の排出量の推計結果

6-3. 建築資源システムに向けた提言

6-2に示す各章での取り組みと得られた知見を踏まえ、最終処分ゼロを目指した建築資源循環システム構築のための提言を以下に示す。

新築・増改築現場から排出される建設廃棄物、解体現場から排出される建設廃棄物に対し、建設廃棄物処理に対し、図6-2に示す排出から分別、リサイクル、廃棄までのプロセスを1つの系として機能するシステム化を進める。この時、次に示す点が特に重要となる。

- (1) 排出から解体、分別、リサイクル、廃棄までの各工程について、担当とその担当が担うべき役割と責任を明確にする。
- (2) 廃棄物の流れと併せて、費用の負担、お金の流れも含めてシステム化する。
- (3) 廃棄物の分別、適正処理、リサイクル化に熱心に取り組む事業者の評価制度を導入する。
(数値に基づく目標設定、公共工事への参入資格設定、インセンティブの付与、事業補助など)

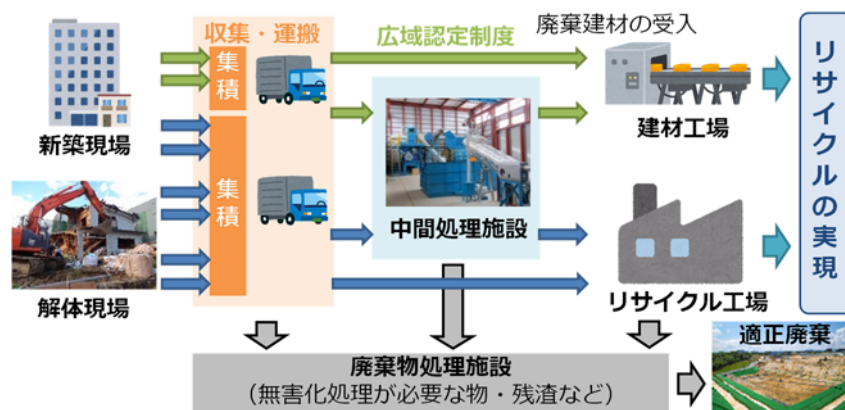


図6-2 建設系廃棄物における排出から分別、リサイクル、廃棄までのプロセス

新築・増改築現場からの廃棄物に対しては、メーカーが主体となり再資源化を図る「広域認定制度」を活用しリサイクル率の向上を目指す。特に北海道では、受け入れ先となる工場数が少なく、かつ運搬距離が長くなる課題がある。この課題を克服するためには、次に示す取り組みが必要となる。

- (1) 地域建材の開発・地域生産力の向上による建材市場の規模拡大および工場建設の誘致
- (2) 工事現場内での分別、地域内での資源集約および再生工場への運搬を担う持続可能な仕組みの構築

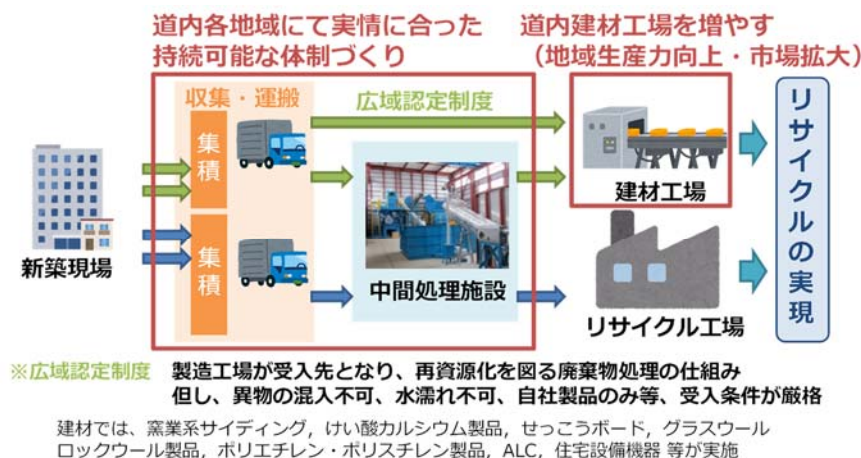


図6-3 新築・増改築現場からの廃棄物への対応策

解体現場からの廃棄物に対しては、全建材を対象に、品目ごとの分別・リサイクル方針を定めた上で、建材メーカーや建設業者、排出から廃棄まで関わるすべての業種において、その方針の共有・徹底を図って混合廃棄物の根絶を目指す。

本研究で把握した品目ごとのリサイクル方針を図 6-4 に示す。地域に応じて、この品目ごとのリサイクル方針を関係するすべての業種において共有することは、リサイクル率向上に向けた必要不可欠なインフラ整備である。この品目ごとのリサイクル方針が明確になれば、この建材はマテリアルリサイクル品目であるため分別が必要だが、これらの建材はすべてサーマルマテリアルの品目であるため分別は不要になるなど、何をどこまで分別すればよいのかが明確になる。またリサイクル・廃棄物の観点から、処理できない材料の使用を抑制し、ターゲットを絞ることができ新たな製品・技術開発をしやすいとする効果も期待できる。

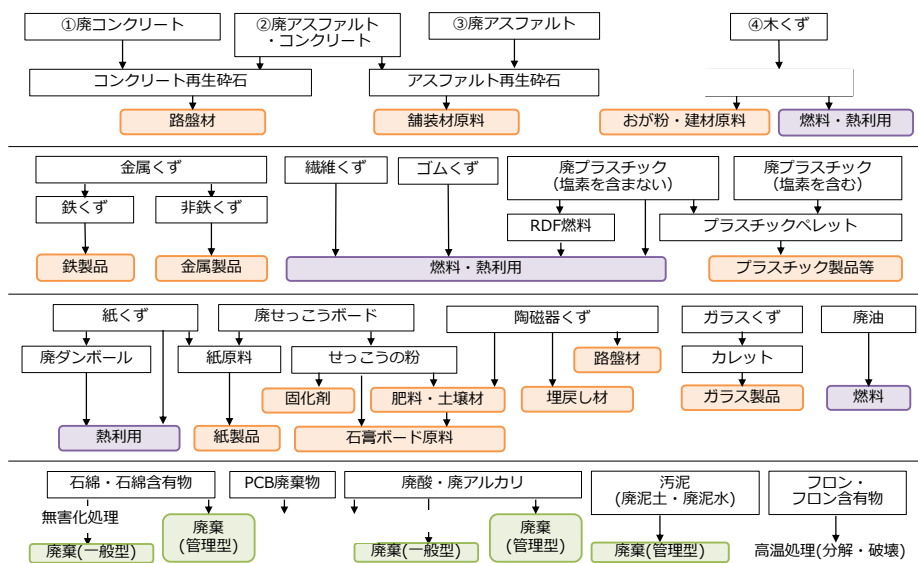


図 6-4 品目ごとの分別・リサイクル方針

そして、今後、特に排出量の増加が見込まれるプラスチックを用いた建材（ビニル壁紙、発泡プラスチック断熱材、樹脂サッシ、シート類）や複合建材を中心に、有価材、熱利用資源、マテリアル利用資源の抽出が容易になる技術開発が不可欠であり、次に示す取り組みが必要となる。

- (1) 現場・中間処理施設の連携のもと役割分担を明快にした戦略的な分別手法の構築
- (2) 複合建材を対象に分別解体を前提とした建材開発 例：分別解体できる樹脂サッシの開発
- (3) 施工現場で混合廃棄物を生まない施工法 例：接着・テープを用いない施工方法の開発

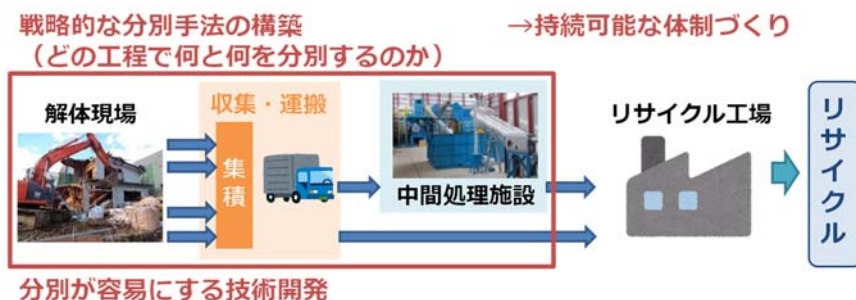


図 6-5 解体現場からの廃棄物への対応策

付録 1

建物別に見た解体材の分別の状況（ゴミ箱やトン袋等の観察記録）

付表 1～11 に、解体工事現場におけるゴミ箱やトン袋などの観察結果を記す。これは複数の日時に観察した結果であり、欠落があり、重複がある可能性もある。表中の「野積み」とは、地面の上に積み上げてあったもののことである。

付表 1 Aにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|-------------------------------|
| トン袋① | グラスウール、防湿気密シート、透湿防水シート、プラスチック |
| トン袋② | グラスウール、防湿気密シート |
| トン袋③ | 屋根の防水シート |
| トン袋④ | 石膏ボード |
| トン袋⑤ | 木質ボード |
| トン袋⑥ | 金物 |
| ゴミ箱① | ガラス、塩ビ管、空き缶、ペットボトル |
| 運搬車① | 木材 |

付表 2 Bにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|------------|---|
| ゴミ箱① | ネオマフォームの破片、ダイライトの破片、樹脂の配管、モルタルの破片、透湿防水シートの切れ端 |
| ゴミ箱② | グラスウール |
| ゴミ箱③ | ネオマフォーム |
| ゴミ箱④ | 合板、木質の建具の破片？（金物付き） |
| ゴミ箱⑤ | 石膏ボード |
| トン袋① | ダイライト |
| トン袋② | 屋根の防水シート |
| トン袋③～20 袋超 | グラスウール |
| 野積み① | 木材 |

付表 3 Cの1棟目におけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|--|
| トン袋① | ビニールクロス、樹脂、紙のようなもの、木片 |
| トン袋② | プラスチックのフレキシブルダクト |
| トン袋③ | プラスチックの断熱付きダクト |
| トン袋④ | 配線、断熱被覆付き銅管 |
| ゴミ箱①② | 石膏ボード（クロス付き） |
| 野積み① | 天井と外壁の EPS 断熱材（ビニールのテープで束ねてある） |
| 野積み② | ALC、タイル＋接着剤＋下地ボードの塊、サッシ外枠＋パッキン＋外装モルタル＋防水テープ＋木＋ビスがくっついたもの |
| 運搬車① | ユニットバス（複数パーツに分解。裏面に吹付けウレタンあり。） |

付表4 Cの2棟目におけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|--|
| トン袋① | 石膏ボード（クロス付き）、発プラ断熱材の破片 |
| トン袋② | 発プラ断熱材（ウレタン？） |
| トン袋③ | 木材 |
| トン袋④ | 木質ボードの破片 |
| トン袋⑤ | 木質ボード（銀色のフィルム付き） |
| トン袋⑥ | プラスチック類（配管、換気口、他） |
| トン袋⑦ | 配線（プラスチックの被覆付き） |
| トン袋⑧ | 塩ビ管 |
| トン袋⑨ | グラスウールの破片、プラスチックの破片、ペットボトル、塩ビ管の破片、レジ袋、他 |
| トン袋⑩ | 金属（金物） |
| トン袋⑪ | 透湿防水シートの防水シートのようなもの |
| 野積み① | サッシ枠（樹脂を取り外して金属のみにしたもの） |
| 野積み② | ALCのようなもの |
| 野積み③ | サイディング |
| 野積み④ | 紙付き発プラ断熱材（ビニールで束ねてある）、樹脂サッシ（シーリング材、防水テープ、ビス付き） |
| 野積み⑤ | 樹脂サッシ |
| 野積み⑥ | 塩ビ管 |

付表5 Dにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|------------------------------|
| トン袋①② | XPS（土が付着） |
| トン袋③ | 金属 |
| 野積み① | 金属（屋根の折板などの大きなもの） |
| 野積み② | 樹脂サッシ（シーリング材、気密テープが付着、ガラス無し） |

付表6 Eの1棟目におけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|---------|----------------------|
| トン袋① | 金属 |
| トン袋② | 配線（被覆付き） |
| トン袋③ | 木材（幅木） |
| トン袋④ | 胴縁のようなもの |
| トン袋⑤ | プラスチック（架橋ポリ管、他） |
| トン袋⑥ | 押出法ポリスチレンフォーム、プラスチック |
| トン袋⑦ | 段ボール、ペットボトル、ビニール傘、他 |
| トン袋⑧ | 屋根の防水シート |
| トン袋⑨～多数 | グラスウール |
| 野積み① | 石膏ボード |
| 野積み② | 換気ダクト（断熱付き） |

付表7 Eの2棟目におけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|---------------------------------|
| トン袋 | 木片 |
| 野積み① | 屋根折板（金属製で表面に粒が付いて外観がスレートのようなもの） |
| 野積み② | 窓の障子枠（ガラス付き） |
| 野積み③ | XPS |
| 野積み④ | 配管の断熱被覆（管は取り除いてある） |
| 運搬車① | グラスウール |

付表8 Fにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|---------------------|
| トン袋① | 樹脂の配管、防湿気密シート、針金、ほか |
| 野積み① | 床フローリング、木製建具 |
| 野積み② | 木材 |
| 野積み③ | 蛍光灯用の照明器具（ランプは無し） |
| 野積み④ | 温水タンク、エアコン |
| 運搬車① | 石膏ボード（クロス付き） |

付表9 Gにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|--|
| トン袋① | 透湿防水シート |
| トン袋② | 屋根の防水シート |
| トン袋③ | 屋根の防水シート、防湿気密シート、樹脂のパッキンのようなもの |
| トン袋④ | 防湿気密シート、グラスウール、現場発泡ウレタン |
| トン袋⑤ | 木くず |
| トン袋⑥ | 木くず、グラスウールの破片、綿ごみのようなもの、紙くず、施工ボードの破片のようなもの、プラスチックの破片 |
| トン袋⑦ | 金属 |
| トン袋⑧ | 紙 |
| トン袋⑨ | 配線（ビニール被覆付き） |
| トン袋⑩ | 塩ビ管、プラスチックの破片 |
| ゴミ箱① | 石膏ボード |
| ゴミ箱② | サイディング |
| 野積み① | 木（木材、板類） |
| 野積み② | 未分類のもの（ガラスの無いサッシ、木材、木質ボードなど） |
| 野積み③ | 未分類のもの（サッシ外枠が付いたままの木材） |
| 野積み④ | 金属（サッシ、配管など） |
| 野積み⑤ | 樹脂（サッシ、配管など） |
| 野積み⑥ | コンクリート、一部鉄筋が混入 |

付表 10 Hにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|---------------------------------------|
| トン袋①、② | 石膏ボード（クロス付き） |
| トン袋③ | グラスウール |
| ゴミ箱① | 木材 |
| ガラ袋 | グラスウール |
| 野積み① | ベニヤ |
| 野積み② | 金属サッシ（枠のみ） |
| 野積み③ | 木材 |
| 野積み④ | ダクト用の断熱材 |
| 野積み⑤ | コンクリート（鉄筋、一部の基礎断熱、基礎天端のパッキン、土が混じっている） |

付表 11 Iにおけるゴミ箱やトン袋などの観察結果

| 入れ物の種類 | 解体材 |
|--------|----------------------------|
| トン袋① | 基礎断熱（重機で砕いてコンクリートから剥がせたもの） |
| 野積み① | 基礎断熱が付着したコンクリート |
| 野積み② | コンクリート、鉄筋 |
| 野積み③ | 鉄筋 |
| 野積み④ | コンクリートと鉄筋が混在 |
| 野積み⑤ | アスファルト |
| 野積み⑥ | プラスチックの配管 |