

東京大学大学院新領域創成科学研究科
社会文化環境学専攻

2016 年度
修 士 論 文

市場形成過程に着目した
建設資材の再資源化システム構築に関する研究

Study on Constructing of Recycling System of Building Materials
in the sight of Market Formation Process

2016 年 7 月 19 日提出
指導教員 清家 剛 准教授

伊藤 篤司
Ito, Atsushi

目次

1 章 序論

1-1. 研究背景	...p4
1-2. 既往研究	...p5
1-3. 研究目的	...p7
1-4. 研究方法	...p8
1-5. 研究概要	...p9

2 章 リサイクル市場を形成する要素

2-1. リサイクル市場の概観	...p12
2-2. 解体段階	...p13
2-2-1. 解体段階におけるリサイクル市場を形成する要素	
2-2-2. 建設リサイクル法	
2-2-3. 解体業の実態について（I 社の場合）	
2-3. 分別段階	...p18
2-3-1. 分別段階におけるリサイクル市場を形成する要素	
2-3-2. 混合廃棄物処理の実態について（H 社の場合）	
2-4. 再利用段階	...p22
2-4-1. 再利用段階におけるリサイクル市場を形成する要素	
2-4-2. グリーン購入法	
2-4-3. 自治体による認証制度	
2-4-4. 自治体以外による認証制度（環境ラベル）	
2-4-5. 各制度の関係性	
2-5. 小結	...p30

3 章 各建材のリサイクル市場の実態

3-1. コンクリート	...p32
3-1-1. 全体観	
3-1-2. 解体段階	
3-1-3. 分別段階	
3-1-4. 再利用段階	
3-1-5. 課題及び今後の展望	

3-2. 木材	...p41
3-3. 鉄	...p51
3-4. アルミサッシ	...p58
3-5. 石膏ボード	...p62
3-6. 板ガラス	...p68
3-7. 塩ビ管	...p73
3-8. 塩ビ床材	...p81
3-9. 塩ビサッシ	...p87
3-10. 小結	...p91
 4 章 リサイクル市場の分析	
4-1. 解体段階における段階	...p96
4-2. 分別段階における段階	...p100
4-2-1. 回収段階	
4-2-2. 中間処理段階	
4-2-3. 出荷段階	
4-3. 再利用段階における段階	...p112
4-4. リサイクル市場の構造分析	...p116
4-4-1. コンクリート	
4-4-2. 木材	
4-4-3. 鉄	
4-4-4. アルミサッシ	
4-4-5. 石膏ボード	
4-4-6. 板ガラス	
4-4-7. 塩ビ管	
4-4-8. 塩ビ床材	
4-4-9. 塩ビサッシ	
4-5. 小結	...p129
 5 章 終章	
5-1. 研究の総括	...p131
5-2. 本研究の課題と今後の展望	...p133

1 章 序論

1-1. 研究背景

1-2. 既往研究

1-3. 研究目的

1-4. 研究方法

1-5. 研究概要

1-1. 研究背景

わが国では、2000年に施行された循環型推進社会基本法により、持続可能な開発を目指す指針が示された。図 1-1-1 に建設廃棄物の産業廃棄物に占める割合を示す¹。図が表す通り建設分野では、年間全廃棄物量の約 2 割を占めており、廃棄物排出量の削減に努めることは、必要不可欠であると言える。建設分野でのリサイクルに関する法律は、2000年に施行されたグリーン購入法と 2002年に施行された建設リサイクル法がある。建設リサイクル法では、「特定建設資材」という言葉があるが、これに該当する建材は木材とコンクリート塊などで解体後における再資源化が義務付けられている。それにより、特定建設資材の再資源化率は高い数値を記録している。一方で、最終処分場の逼迫が問題となっており²、今後は、特定建設資材以外の建材の再資源化の検討を行う必要があると考えられる。そのような課題がある中で、鉄・アルミサッシなどは特定建設資材に指定されていないに関わらず、高い再資源化率であることや、一方で、石膏ボード、ガラス、塩ビ建材など、まだ再資源化率が低い建材も存在している。また、特定建設資材でも、高い再資源化率を記録しているものの、実情はカスケードリサイクルに依存したリサイクルフローである。このように、建築資材の再資源化システムにおいて、各建材には潜在的な課題が多く存在している。

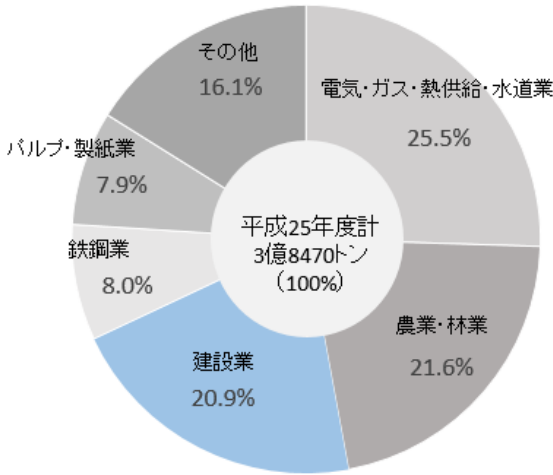


図 1-1-1 建設廃棄物の産業廃棄物に占める割合

表 1-1-1 産業廃棄物の最終処分場の残余容量と残余年数 (H23)

区 分	最終処分量 (万 t)	残存容量 (万 m ³)	残余年数 (年)
全 国	1, 4 2 6 (1, 3 5 9)	1 9, 4 5 2 (1 8, 0 0 3)	1 3. 6 (1 3. 2)
首都圏	3 7 1 (4 3 3)	1, 4 7 1 (1, 8 9 2)	4. 0 (4. 4)
近畿圏	2 0 4 (2 2 5)	2, 8 5 9 (2, 0 0 9)	1 4. 0 (8. 9)

¹環境省,平成 26 年度事業 産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 平成 24 年度実績

²環境省, 産業廃棄物処理施設の設置状況について (産業廃棄物行政組織等調査 (平成 22 年度実績) による)

1-2. 既往研究

建材の再資源化に関する既往研究には、木材・コンクリート等の特定の建設資材に着目した上でその施工・解体段階等ライフサイクルを追った研究³や、解体・輸送段階等の特定の段階に着目した上で建設資材全般を捉える研究⁴が多く見られる。一方、複数の建材に着目し、俯瞰的にリサイクル市場の構造分析を行った研究を行ったものは少ない。中でも本研究の視点に似通うと思われる既往研究を以下に示す。

「資源循環システムの成立要因に着目した建築解体廃棄物の再資源化の実態に関する研究 (2005)」

東城 結也

東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻修士論文

建設資材の再資源化の実態を明らかにすべく、サーマルリサイクルの事例として秋田県米代川流域で行われている木質建材の廃棄物循環事業の調査・カスケードリサイクルの事例として愛知県高浜市周辺で行われている瓦の廃棄物循環事業の調査・リユースの事例として沖縄県竹富島で行われている木質建材・赤瓦の廃棄物循環事業の調査の3つの調査を行っている。ただ、個別の事例調査にとどまっており、木質建材・瓦等を対象とした建材の一般的な再資源化システムの実態には踏み込めていない。

「他産業と関連して成立している建築資材の再資源化システムに関する研究 (2006)」

坂本 優

東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻修士論文

建設廃棄物の循環は、他産業との強い関わりの中で成立していることに注目し、石膏ボード、木質建材、ガラス系建材を対象に建築資材の再資源化の実態を調査している。そして、環境影響評価の際に一つの製品毎ではなく、産業を超えてリサイクルされていればそれも総合的に評価の対象に入れるべく新たな資源循環指標を作成し、他産業を含めた評価基準の提案を行っている。リサイクルの実態を調査していることには違いないが、最終的な目的が新たな評価指標の作成・提案であり、再資源化システム自体についての構造などの言及はない。

「他産業を考慮した建材の資源利用システムに関する研究 (2009)」

磯部 孝行

東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻修士論文

坂本氏と同様の着眼点で、建設廃棄物の循環は他産業との強い関わりの中で成立していることに注目している。石膏ボード・木質建材・板ガラスを対象に建設資材の再資源化シ

³ 村野 昭人ら、建設廃木材を対象とした統合的再資源化シナリオの評価システムの構築と評価

⁴ 野村 希晶ら、木造住宅の分別解体・再資源化の促進に関する研究：その 11 リサイクルロジスティクスモデルの開発・モデル概要

システムの実態を明らかにしている。その後、LCA 評価手法を用いて環境負荷削減に向けた資源利用の提案を行った。さらに、資源利用システム・資源利用技術・経済性の観点からも実現可能性を検討している。本研究では、この論文で扱った建材の種類よりも多くの種類の建材を扱い、各建材の特性の違いから生じる再資源化システムの特性の違いや、リサイクル市場の成熟度の違い、またはリサイクル市場の一般論の部分について論じる。

1-3. 研究目的

建設産業は、大量の資源消費を行っているほか、資源循環において他産業との関わりも非常に強い。にもかかわらず再資源化システムが未成熟な建材や再資源化の実態が明らかでない建材が存在する。また、近年社会の環境問題に対する高い意識や最終処分場の逼迫などから、建設産業はより高度な資源利用が必要になるであろうと考えられる。

本研究では、建設資材の再資源化の実態に関して個別の建材に注目しつつ、かつ複数の建材を比較しながら俯瞰的に再資源化の実態を捉え、リサイクル市場の形成過程とその構造を明らかにすることを目的とする。具体的には、9種類の建材の再資源化システムの実態調査を通して、解体段階・分別段階・再利用段階それぞれの構造・課題を明らかにする。それを踏まえ市場形成に関する過程に着目し建材全般のリサイクル市場の構造を明らかにする。

なお、本研究で対象とする「廃材」は、新築系廃材は対象とせず、一度現場で使用されて解体後に発生した建設資材を廃材として扱う。また、建設資材の本研究で取扱う範囲を図1-3-1に示す。建設資材は、はじめバージン材として使用され建設現場で施行され数十年使用される。その後、使用期間が終わり新しい建設物の予定が立つと古い建物の解体が解体業者によりなされるが、本研究ではこの解体がなされる工程をリサイクル事業の始まりとし本研究の取扱う事業範囲の始まりとする。その後、廃材が発生し収集運搬業者による回収が行われ、中間処理工場において、品質ごとの選別・不純物の除去・粉碎等により再資源化が行われる。再資源化された製品は、同工場内で製品化するかリサイクル材メーカーの工場まで運搬され、バージン材と混ぜて製造する場合もあるが製品化される。製品化されると、建設現場であれば施工・それ以外の産業であれば使用される。この段階をリサイクル事業の終わりとし、本研究で取扱う終わりとする。この流れ（図1-3-1中の黄色で囲った部分）の中の範囲を本研究において取り扱う範囲とする。



図 1-3-1 建設業界におけるマテリアルフローと本研究で取扱う事業範囲

1-4. 研究方法

図 1-4-1 にヒアリング先とヒアリング内容の概念図を示す。ヒアリング先は青で囲った部分、ヒアリング内容はオレンジ色で囲った部分に示している。建設資材の再資源化システムの実態を明らかにすべく、基本的に各建材のリサイクル事業を行う企業の集合で形成された業界団体と、実際の事業を行う中間処理業者かリサイクル材メーカー等と、各建材 2 つの業者へヒアリング調査を行った。また、リサイクルの法律制定に関わる環境省・国交省・地方自治体にリサイクルについての枠組みや取決め等のヒアリング調査を行った。最後に、リサイクル促進に関わる第三者機関に、リサイクル材普及のための事業内容についてヒアリング調査を行った。ヒアリング先一覧を表 1-4-1 に示す。これに加え、随時文献調査と合わせて、研究を行った。

対象とした建材数に関して増減の検討を行ったが、これ以上建材を増やしても既に対象としている建材と類似した実態になることなどを考慮してこれらの建材にしている。他の既往研究に比べて扱う建材の幅広さと、多岐に渡る利害関係者を含めた対象としている点が本研究の独自性である。

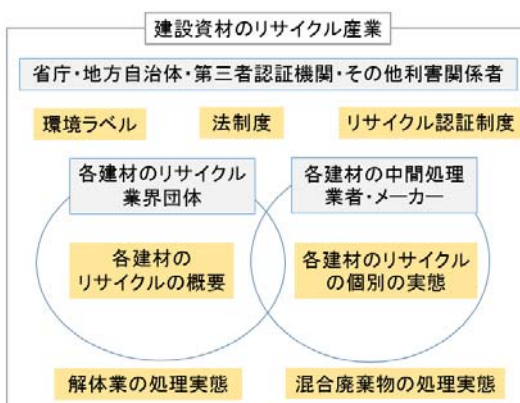


図 1-4-1 ヒアリング先とヒアリング内容の概念図

表 1-4-1 ヒアリング先一覧

建材	調査先	属性	建材	調査先	属性
コンクリート	再生骨材コンクリート普及連絡協議会	コンクリートリサイクル業界団体	塩ビ管	E社	リサイクル塩ビ管メーカー
コンクリート	A社	コンクリート中間処理業者	塩ビ床材	F社	塩ビ床材メーカー
木材	全国木材資源リサイクル協会連合会	木材リサイクル業界団体	塩ビ床材	G社	塩ビ床材中間処理業者
木材	B社	木質チップメーカー(木くず中間処理業者)	塩ビサッシ	樹脂サッシリサイクルWG	樹脂サッシリサイクルの検討会
鉄	日本鉄リサイクル工業会	鉄スクラップリサイクル業界団体	混合廃棄物	H社	混合廃棄物中間処理業者
鉄	普通電炉工業会	電炉業者の業界団体	解体業者	I社	解体業者
アルミサッシ	アルミニウム協会	アルミニウム製造業業界団体	省庁	環境省・国交省	グリーン購入法・建リ法の管轄
アルミサッシ	C社	アルミサッシメーカー	自治体	愛知県庁	リサイクル材普及促進組織
石膏ボード	石膏ボード工業会	石膏ボードメーカー業界団体	自治体	北海道庁	リサイクル材普及促進組織
石膏ボード	D社	石膏ボード中間処理業者	環境ラベル	日本環境協会	第三者認証機関
ガラス	板硝子協会	板ガラスメーカー業界団体	環境ラベル	産業環境管理協会	第三者認証機関
ガラス	板硝子協会	板ガラスメーカー業界団体	環境ラベル	古紙再生促進センター	第三者認証機関
塩ビ管	塩ビ管・継ぎ手協会	塩ビ管リサイクル業界団体			

1-5. 研究概要

建設資材のリサイクル市場を形成する要素に関して、解体段階、分別段階、再利用段階に分けて整理する（2章）。その後、再資源化率が高い建材、低い建材など9種類の建材を対象とし、各建材の再資源化システムの実態に関する実態を調査・整理し（3章）、課題を明らかにする。また、9種類の建築資材の調査・分析を踏まえた上で、建築資材の再資源化システムに関する概念図などを用いて、より高度な再資源化システム構築に向けた考察を行う。（4章）

【2章】

図1-5-1に2章各節のイメージ図を示す。2章では、建設資材のリサイクル市場形成に関わる要素を、解体段階・分別段階・再利用段階の時系列に沿って3つの段階に分けて整理する。この整理によって、リサイクル市場を俯瞰的に捉えることができる。たとえば、リサイクルに関わる行政による法律の範囲・第三者機関による促進制度の範囲・業界団体等の取組みの範囲などの位置づけがリサイクルの一連のフローのどのあたりに位置づけられるかということを明らかにすることができる。また、3章において各建材が各段階でどのような実態にあるのかといったこともこの段階別にまとめることで比較がしやすくなる。そして、4章においての分析もこの段階別で言及する箇所も設けている。

	コンクリート	木材	鉄	アルミサッシ	石膏ボード	板ガラス	塩ビ管	塩ビ床材	塩ビサッシ
解体段階	2-2 解体業の実態について（関係法制度：建設リサイクル法）								
分別段階	2-3 廃棄物の再利用用途について（輸出 or 最終処分 or カスケード or 水平リサイクル）								
再利用段階	2-4 リサイクル材の市場価値について（関係法制度：グリーン購入法、リサイクル認証制度、環境ラベル等）								

図1-5-1 2章各節のイメージ図

【3章】

図1-5-2に3章各節のイメージ図を示す。3章では、2章で分けた3つの段階に分けて、対象とする9建材について実態を一節ずつ分けてまとめる。対象とする建材は建設リサイクル法に指定されているコンクリート・木材、高いリサイクル率の金属として鉄・アルミサッシ、近年廃材発生量が増加している石膏ボード、地中内の構成元素と構成割合が似ているという面で豊富に資源がある板ガラス、同じプラスチック製品ではあるが再資源化の現状が異なる塩ビ管・塩ビ床材・塩ビサッシと全体として建材特性も異なる幅広い建材を対象としている。これにより、一つの建材のみを対象として研究を行うよりも、建設資材の再資源化の実態を俯瞰的に捉えることができると考えられる。

	コンクリート	木材	鉄	アルミサッシ	石膏ボード	板ガラス	塩ビ管	塩ビ床材	塩ビサッシ
解体段階									
分別段階	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9
再利用段階									

図 1-5-2 3 章各節のイメージ図

【4 章】

図 1-5-3 に 4 章各節のイメージ図を示す。2 章・3 章でリサイクル市場に関わる要素とそれに沿った対象建材の再資源化の実態を整理した。4 章では、それらの分析を行う。まず、解体段階・分別段階・再利用段階の各段階における課題を取り上げる。4-1 では回収率を向上させるための方策についてなど解体段階における課題を、4-2 では再利用用途の最適化のための考慮すべき事項など分別段階における課題を、4-3 ではリサイクル材の市場価値向上の検討など再利用段階における課題について言及する。4-4 では対象建材の関係性について複数の視点から分析を行い、各建材のグループ化・特徴の顕在化などを行う。4-5 ではこれまで行った分析を踏まえ、リサイクル市場の時系列に沿った一般化及び検討を行い、リサイクル市場の構造を分析する。また、リサイクル市場の成熟度を定量的に評価する手法の検討も行う。

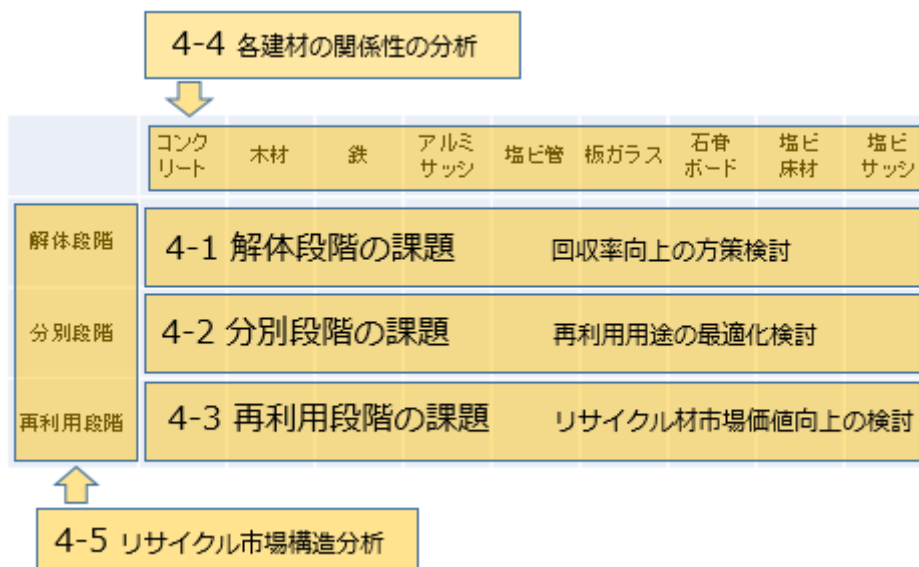


図 1-5-3 4 章各節のイメージ図

2 章 リサイクル市場を形成する要素

2-1. リサイクル市場の概観

2-2. 解体段階

2-2-1. 解体段階におけるリサイクル市場を形成する要素

2-2-2. 建設リサイクル法

2-2-3. 解体業の実態について（I 社の場合）

2-3. 分別段階

2-3-1. 分別段階におけるリサイクル市場を形成する要素

2-3-2. 混合廃棄物処理の実態について（H社の場合）

2-4. 再利用段階

2-4-1. 再利用段階におけるリサイクル市場を形成する要素

2-4-2. グリーン購入法

2-4-3. 自治体による認証制度

2-4-4. 自治体以外による認証制度（環境ラベル）

2-4-5. 各制度の関係性

2-5. 小結

2-1. リサイクル市場の概観

リサイクル材が流通するまで、大きな流れとしては、「廃材の発生」・「廃材の中間処理」・「廃材を使用したリサイクル材の製造」・「リサイクル材の使用」となる。そのうち、廃材の再資源化とリサイクル材の工程は、一つの工場で行っていることや、中間処理を施したままの状態ですべてを製品として販売していることもあるため、区別しづらい。よって、「廃材の発生」と「廃材の中間処理及びリサイクル材の製造」と「リサイクル材の使用」の大きく3つの段階に分けることができる。以上からリサイクル市場を形成する要素を先ほどの時系列に沿って廃材の発生する段階である「解体段階」、廃材の中間処理と製品として使用できるまでの段階である「分別段階」、リサイクル材として廃材を再利用する段階である「再利用段階」の3つの段階に分けて捉えることにした。

これを踏まえ図 2-1-1 に各段階におけるリサイクル市場成立に関わる選択肢と意思決定に関わる要素を示す。図中の選択肢の中の再資源化システム構築およびリサイクル市場を成立・成熟させるためには、黄色で塗った選択肢が選ばれる必要がある。また、その際の意思決定の際に関わる要素を図中の右部分に記載した。各建材の再資源化システムが成熟して安定化するためには、以下の図において、解体段階においては「分別回収」、分別段階においては「水平リサイクル」・「カスケードリサイクル」・「輸出」、再利用段階においては「リサイクル材の使用」がされることが条件となる。

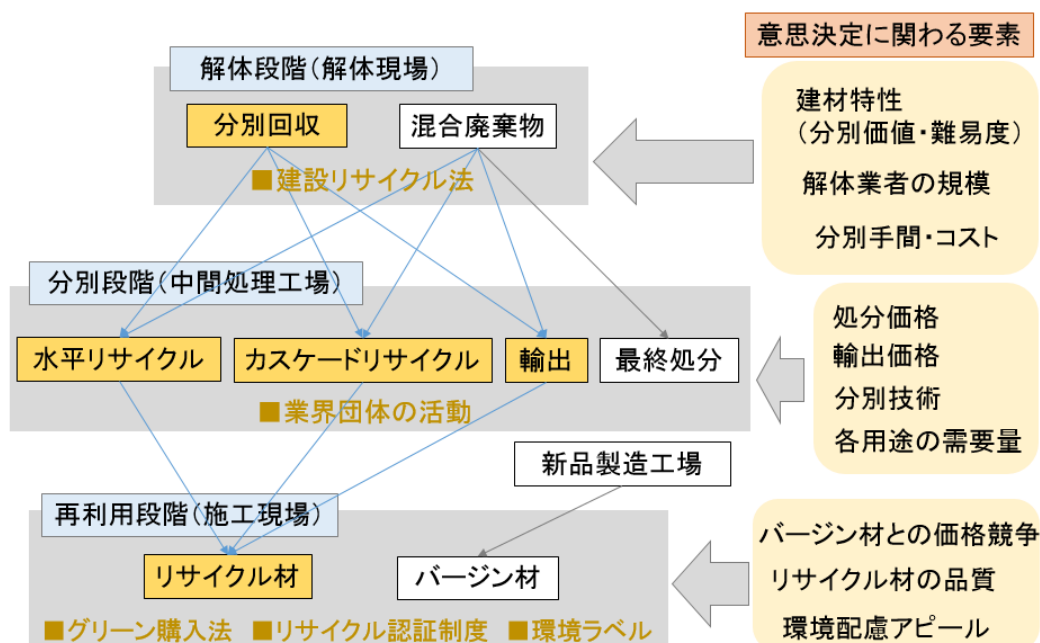


図 2-1-1 各段階におけるリサイクル市場成立に関わる選択肢と意思決定に関わる要素

2-2. 解体段階

2-2-1. 解体段階におけるリサイクル市場を形成する要素

解体段階における選択肢は、廃材を「分別回収」するか分別を行わず「混合廃棄物」として取り扱うかである。この際に「分別回収」という選択肢をとることで、その後の中間処理を円滑にすることができるため、分別回収がリサイクル市場を成立・構築することにつながる。その際に関係する法制度が建設リサイクル法で後述する。また、解体段階の意思決定に関わる要素として、建材特性（分別難易度や単価）・解体業者の規模（大規模ほど積極的）・分別コストが挙げられる。まず建材特性であるが、住宅・ビル等の建築物は様々な材料から構成されている。そのため、他の建材と共に固定されていると解体時に個別の建材を取り出すのが難しいなど、分別難易度が高い場合不純物除去などの手間がかかり再資源化システム成立を阻害する要因となる。また、建材そのものの特性として、溶解・熔解しても元の形に戻ることができるかなども解体時の分別の動機となりやすい。基本的に、解体後分別したとしても適切な価格で買い取る業者がいなければ、解体業者は解体を行う動機は生まれなため、各建設資材の再資源化フローを高水準で構築しておくことが重要である。それに関係して、各建材の買取価格が適切であることがリサイクル市場成立の条件となる。最後に、解体業者の規模に関して、これも経済的な側面が関係する。大手の解体業者であれば、対象とする解体現場も大きいため一度に大量でかつ同種類の建材が発生し、分別の手間・コストがあまりかからない。また、大手の解体業者の場合、解体手順がマニュアル化されており、徹底した分別回収を行っている企業が多い。一方で、中小規模の解体業者は、担当する解体現場が住宅等の小規模の建築物となる。小規模の現場であると一度に少量の廃材でかつ多くの種類の廃材が発生する。よって、分別回収に手間・コストがかかり、分別が徹底されづらいという状況がある。その場合、混合廃棄物業者に搬入され、そこからの分別となってしまう。

2-2-2. 建設リサイクル法⁽¹⁾

2000 年循環型社会推進基本法の制定を受け、建設廃棄物の再資源化等の実施を義務付けた法律が建設リサイクル法である。義務付けの対象となる建材を特定建設資材とし、現在、木材とコンクリート及びアスファルトコンクリートが対象となっている。

【概要】

法律名：建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）

公布日：平成 12 年 5 月 31 日

施行日：平成 12 年 11 月 30 日

主務官庁：国土交通省、環境省、農林水産省、経済産業省

【背景・目的】

近年、建設工事に伴い発生する廃棄物の量が増大し、廃棄物の最終処分場の逼迫及び廃棄物の不適正処理等廃棄物処理をめぐる問題が深刻化している。

この解決策として資源の有効な利用を確保する観点から、建設廃棄物について再資源化を行い、再び利用していくため、及び不法投棄対策として建設工事の発注者と受注者それぞれに適切な役割分担を求め、十分な解体工事業の監督を行うために制定された。

【内容】

建設リサイクル法では、一定規模以上の工事から発生する特定建設資材廃棄物の分別解体等及び再資源化等の実施が義務づけられているとともに、適正な解体工事の実施を担保するために解体工事業の登録制度が導入された。

中心となる措置は、一定の建設工事について、受注者に分別解体等及び再資源化等の義務付けを行うことにより、建設廃棄物のリサイクルを推進することである。

①対象建設工事

対象建設工事とは、特定建設資材を用いた建築物等の解体工事またはその施工に特定建設資材を使用する新築工事等であって、一定の規模以上のものをいう。この基準について、建築物の解体工事・新築工事、土木工事の別にそれぞれの規模が定められる。

表 2-2-1 届出に必要な一定規模以上の工事

工事の種類	規模の基準
建築物解体	床面積の合計 80m ² 以上
建築物新築・増築	床面積の合計 500m ² 以上
建築物修繕・模様替（リフォーム等）	請負金額 1 億円以上
その他工作物に関する工事（土木系工作物の工事）	請負金額 500 万以上

②特定建設資材

特定建設資材の要件を以下に示す。

- (1) 廃棄物となった場合において再資源化を行うことが資源の有効利用や廃棄物の減量を図る上で特に必要である。
- (2) 資源化を義務付けることが経済的に過度の負担とならないと認められる建設資材である。

現在特定建設資材は、以下のようになっている。

- ・建設発生木材（木質ボード、木材チップ等）
- ・コンクリート塊（路盤材、骨材、プレキャスト板等）
- ・アスファルト・コンクリート塊（再生加熱アスファルト混合物、路盤材等）
- ・コンクリート及び鉄から成る建設資材

③分別解体等の実施義務

対象建設工事の受注者は、建築物等に使用される特定建設資材を分別解体等により現場で分別することが義務付けられている。分別解体等が義務付けられることにより、対象建設工事のミンチ解体を行い、さまざまな種類の廃棄物を混合して排出することが禁止される。

④再資源化の実施義務

対象建設工事の受注者は、分別解体等に伴って生じた特定建設資材廃棄物について、再資源化することが義務付けられている。

再資源化とは、次に掲げる行為であって、分別解体等に伴って生じた建設資材廃棄物の運搬または処分（再生することを含む。）に該当するものをいう。いわゆるマテリアル・リサイクルとサーマル・リサイクルの両者を含む概念である。

- (1) 分別解体等に伴って生じた建設資材廃棄物について、資材または原材料として利用すること（建設資材廃棄物をそのまま用いることを除く）ができる状態にする行為。
- (2) 分別解体等に伴って生じた建設廃棄物であって燃焼の用に供することができるものまたはその可能性があるものについて、熱を得ることに利用することができる状態にする行為。

【実施の流れ】

本法においては、分別解体等及び再資源化等の実施義務を建設工事の受注者に負わせているが、発注者や都道府県も大きな役割を担っている。分別解体等及び再資源化等は、次の手続きで行われ、こうした手続きを踏むことにより、建設廃棄物が適切に処理されるようになっている。図 2-2-2 に分別解体等及び再資源化等の流れを示す。

- ①元請業者から発注者への説明
- ②発注者から都道府県知事への工事の届出
- ③元請業者から下請業者への告知
- ④分別解体等及び再資源化等の実施
- ⑤発注者から元請業者への報告

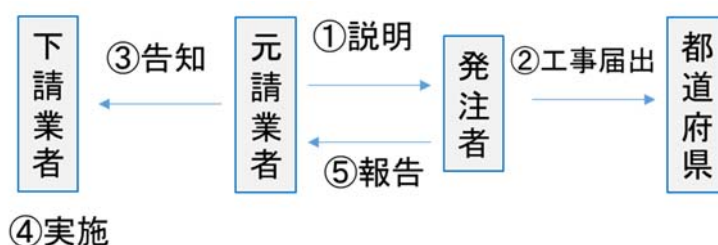


図 2-2-2 分別解体等及び再資源化等の流れ

2-2-3. 解体業の実態について（I 社の場合）

【概要】

創業は 1960 年代。創業当初は人力で解体を行っていたが、時代の変化とともに重機を次第に用いはじめ、現在の重機での解体の形態に変貌を遂げた。現在は施工主である大手ゼネコン、電力会社、プラント業者を顧客としており、大型の解体案件を中心に請け負っている。小さいトラックで廃棄物を運搬する回数が多くなるとコストが合わなくなるため、現場周辺の道路の幅が広い案件など重機や廃棄物の運搬がしやすい現場を選ぶようにしている。

以前は廃棄物の処理費も含めて、施工主から金額を受け取って行っていた。しかし、中間処理を行わない悪質な業者も増えてきたため、現在は、解体の委託と廃棄物処理の委託を別で発注する分別発注が主流となっている。現在、I 社の分離発注と一括発注の割合は分離発注：一括発注＝7：3 である。業界団体への加盟はしてはいるが、個社で新しいことに取り組んでいくことを意識しているため、独自路線の活動が多くあまり業界団体の取組みに積極的ではない。

I 社は自社の重機の修理費を抑えるために重機のメンテナンス、リース、物流機能を持つグループ会社を設立した。もう一つグループ会社があるが、石膏ボード、スクラップ、コンクリートがらの回収・中間処理を行う会社で、I 社が解体した現場から発生する廃棄物をこの中間処理を行うグループ会社に搬送し、事業を伸長させている。現在、このグループ会社の中間処理工場を追加で建設中である。また、その中間処理の工場は臨海部に構えているが、都心部で発生した廃棄物を都市部で再資源化するほどの工場がないことと、地方での工事の際にリサイクル品の需要があるため、海運・輸出を行えるように船が横付けできる敷地を選定して中間処理工場を構えた。東南アジアからの需要もあり、海外へ輸出できるように 4000t 級の船が止まれるように、敷地に接する海の地下を掘ったという。24 時間受け入れを行っている。現在抱えている課題は人材不足であるという。



写真 2-2-1 I 社のグループ会社の中間処理工場

（左）中間処理工場内。採光を考えた設計で解体業のイメージ工場のため躯体をカラフルに。

（中央）船舶による海外輸出を考慮した臨海部の設計

（右）工場側から船着場を見る

【解体処理】

図 2-2-3 に解体処理の工程を示す。解体処理の工程は、まず監督による解体現場の調査が行われる。その後外注した業者により内装解体・撤去を行い、建物を躯体部分の鉄やコンクリートなどだけの状態にする。そして、足場を設置し重機による建物の解体が行われる。それが終われば基礎解体・くい抜きをして解体の工程自体は終了する。発生した廃棄物を 10t トレーラーで搬送する。

一つの現場の解体を行うのにかかる期間は、2.3 ヶ月～半年である。また、解体により発生する廃材の種類は、コンクリートがら、木くず、クロス、鉄骨、鉄筋、電線、その他の混合廃棄物となっている。

解体案件によっては、悪質な建設現場もあるため、慎重な案件選びが重要である。案件選びの際は見積もりが重要である。図面を見ながら価格を決定する。見積もり通りの出荷先に搬出しないと、採算が合わなくなる。

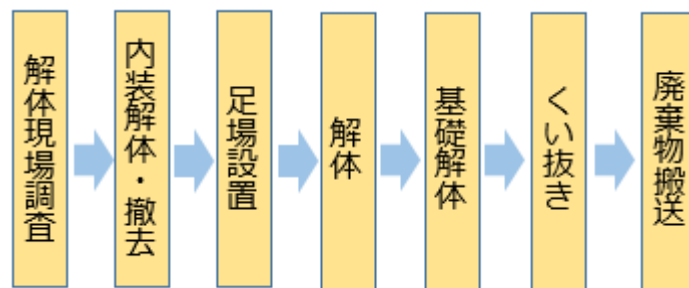


図 2-2-3 解体処理の工程

【事業範囲となる地域】

I 社は全国・海外問わず予算が合えば遠方であっても出向くスタンスをとっている。陸送や海運を使って大きい重機は分解して運搬する。重機は基本的に現場から現場へ運搬する。重機を保管するモータープールが千葉県にあるが、基本的にはひとつの解体現場から次の解体現場へ直接運搬される。

【解体後の廃棄物】

解体現場から中間処理を行うグループ会社が近ければそこに搬送されるが、解体現場から遠ければより近い中間処理場へ搬送される。出荷先の検討は、ゼネコン（施工主）が主導権を握っている。

例えば解体工事費一億円という契約をすると、そのうちスクラップが 1000t 存在していて、2000 万円で買い取るという契約をし、8000 万円で解体を行うという風に、契約時で有価物の分は差し引かれる。見積もりの際に有価物の発生量の見定めは重要な点である。逆に、石膏ボードなど処理に費用が掛かる場合は、その処理に係る費用分を上乗せした契約となる。解体前に、廃棄物の発生量とその内訳を予測する必要がある。各用途で廃材が採用される理由はコストが安い場合のみであるということを念頭において事業を展開している。

2-3. 分別段階

2-3-1. 分別段階におけるリサイクル市場を形成する要素

分別段階における選択肢は、「水平リサイクル」・「カスケードリサイクル」・「輸出」・「最終処分」である。廃棄物の循環利用の観点から、最も理想的な用途の順に、水平リサイクル・カスケードリサイクル・輸出・最終処分となる。しかし、木材などの水平リサイクルが現実的に難しい場合、より多くのカスケードリサイクルの用途先を確保しておくことが望ましい。また、日本と海外とで需要量や要求品質等に差があった場合、輸出が行われる。しかし、これも国の発展の段階による差であるならば、対象国の発展に伴い需要が減少する。また、国をまたぐ循環システムでは、法律や規則の違いや政治的な側面などにより、不安定な供給先となりえる。そのため、国内での循環系を形成することを意識すべきである。また、混合廃棄物として中間処理場に搬入された場合、特にプラスチック製品などは最終処分されやすいため、解体時もしくは、混合中間処理場内において、プラスチックを選別する工程が必要である。

このような分別段階において意思決定に関わる要素は、「処分価格」・「輸出価格」・「分別技術」・「各用途の需要量」が挙げられる。一般的に、低コストの用途に利用される。最終処分価格が一番安ければ、最終処分場へ埋め立てという選択がなされるであろう。しかし、近年最終処分場の逼迫により、最終処分価格が高騰している。そのため、回収の仕組みが整えられ、分別技術が向上することによって用途の開拓がなされ、最終処分以外の選択がされる。

この段階に関わる動きとしては、業界団体による受け入れ基準や提携等の仕組みづくり、情報提供などがあり、大きな影響力をもつ業界団体も存在する。

図 2-3-1 に建設廃棄物の品目別排出量内訳を示す。平成 7 年から平成 24 年に至るまで排出量が減少傾向にある。平成 24 年度で、7700 万トンの建設廃棄物が発生している。そのうち、アスファルトコンクリート塊が 35%、コンクリート塊が 43%、木くずが 6% と、現在特定建設資材に指定されている建材で 84%を占める。

また図 2-3-2 に建設廃棄物の品目別最終処分量内訳を示す。最終処分量は平成 7 年度の 4148 万トンに比べ平成 24 年度には 290 万トンと、7%ほどに縮小している。内訳を見ると混合廃棄物の割合が多いことがわかる。この点から混合廃棄物のリサイクルにも着手する必要がある。

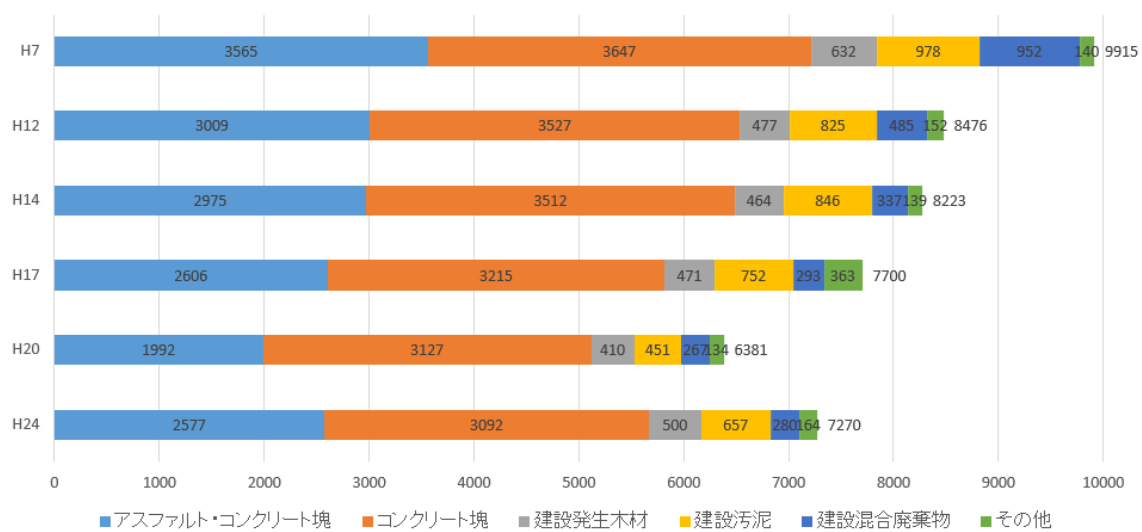


図 2-3-1 建設廃棄物の品目別排出量内訳⁵

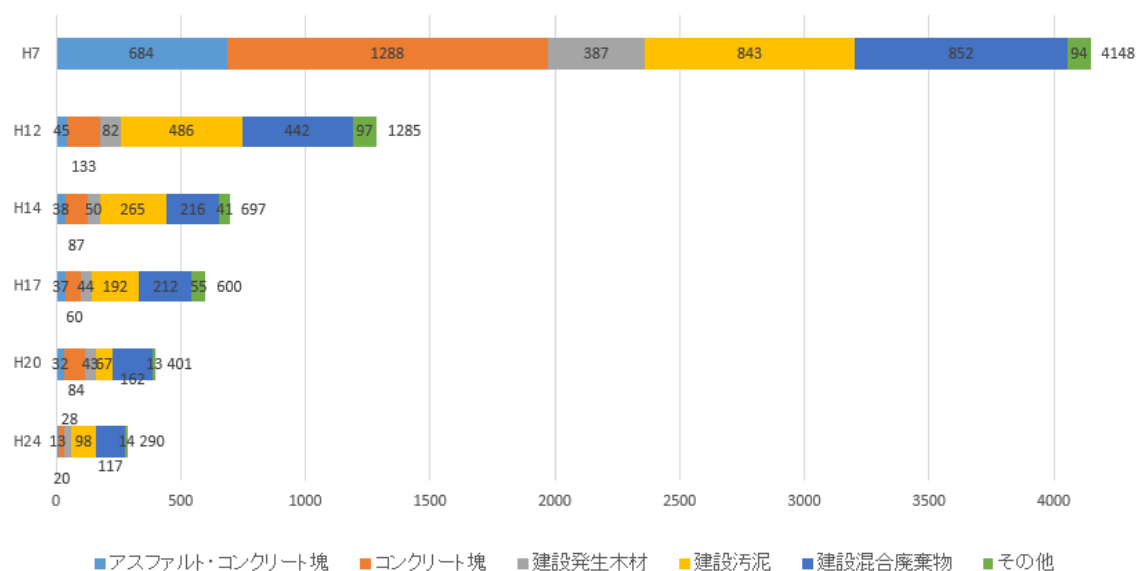


図 2-3-2 建設廃棄物の品目別最終処分量内訳⁶

⁵ 国土交通省，平成 24 年度建設副産物実態調査結果参考資料

⁶ 国土交通省，平成 24 年度建設副産物実態調査結果参考資料

2-3-2. 混合廃棄物処理の実態について（H社の場合）

【H社の概要】

H社は1967年に創業し、首都圏を中心に建設廃棄物処理・リサイクル事業を推進してきた。混合廃棄物の中間処理業以外に、最終処分場を保有し、バイオマス発電所や石膏ボード再資源化工場、鉄スクラップ中間処理も行うなど、総合環境企業をめざし、事業を展開してきている。

【廃棄物回収】

H社が直接車を手配して回収するものが全体の4割、収集運搬業者に対して解体後はH社に持ち込んでもらうように営業を行って持ち込む場合が4割、一般的な持ち込みが2割となっている。

また、顧客となる解体業者に対して、分別方法をレクチャーし、分別回収を徹底するようにしている。

【受入基準】

- ・アスベストの含有がないこと。
- ・土砂の溶出試験をして、問題ないものを受入。
- ・一般廃棄物の受け入は不可。
- ・許可品目（汚泥、薬品等）以外

例えば、廃油、廃酸、廃アルカリの処理を行う会社が長野にあるが、東京からすると遠方なため、東京圏内で受入を行っている会社を紹介するという形をとり、解体で発生した廃棄物は全量責任を持って処理するようにしている。

【混合廃棄物の取扱量と内訳】

2015年6月時点で9000t/月、2016年3月で1万3000t/月となっている。

図2-3-3にH社の受入時廃棄物内訳を示す。混合廃棄物が5割、コンクリート、プラスチック、石膏ボードなど単品での廃材が3割、一度中間処理業者で処理されたが、処理しきれなかったものを中間処理残渣というがこれが2割という内訳になっている。タケエイが受け入れているものは、一般的な混合廃棄物に比べ、同業者の中間処理業者が処理しきれなかった廃棄物（残渣）を受け入れているため、品質の悪いものになる。写真3-2-1に混合廃棄物中間処理工場の様子（H社）を示す。

図2-3-4にH社の中間処理後の再資源化用途内訳、図2-3-5にH社の中間処理の工程を示す。最終処分は自社の最終処分場へ、石膏ボードはグループ会社に委託するなどしている。やはり、搬出に料金がかかる場合はできる限り安い処理ルートに搬出したいと考える。木くずは、分別するほど安値で引き取ってもらえるため分別に注力している。また、安定型処分場と管理型処分場で安定型の方がkgあたり石膏ボードであれば10円近く安い。H社独自の製品として、混合廃棄物を高温で圧縮したものがあるが、これを高炉過程の転炉に投入すると、酸素と鉄が反応して泡を抑制させるために、泡を突き破り（破泡効果）、温度を下げる作用がある。

将来的には特に、木くずがスクラップ並の価値となるという予想があり木くずの処理に注力したいと考えている。

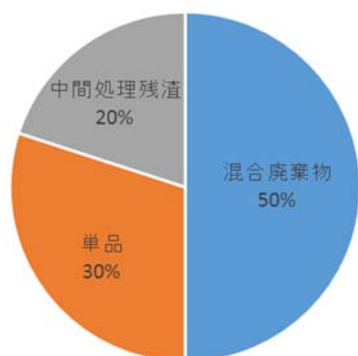


図 2-3-3 H社の受入時廃棄物内訳

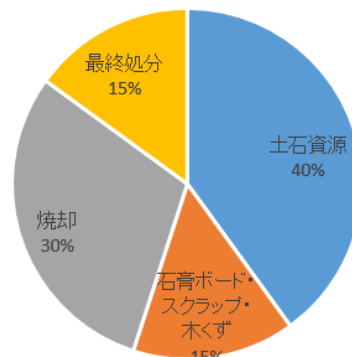


図 2-3-4 H社の中間処理後の再資源化用途内訳

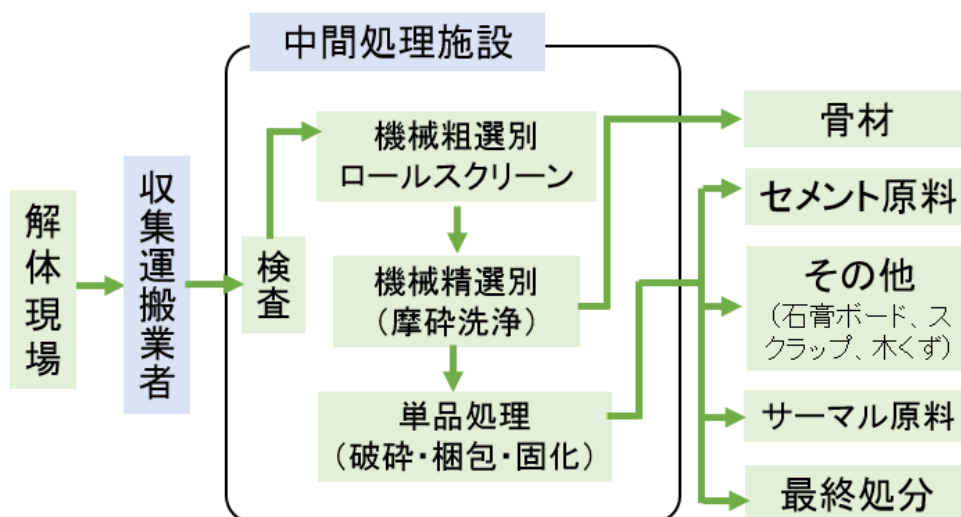


図 2-3-5 H社の中間処理の工程



写真 2-3-1 混合廃棄物中間処理工場の様子 (H社)

- (左) ロールスクリーンに流れる前の混合廃棄物
- (中央) 摩砕洗浄機にかけられている土砂とコンクリート塊
- (右) サーマル原料として搬出される前の処理された混合廃棄物

2-4. 再利用段階

2-4-1. 再利用段階におけるリサイクル市場を形成する要素

リサイクル材として廃材を再利用する段階である再利用段階における選択肢は、廃材を再資源化して利用した「リサイクル材」を使用するか新たな材料を原料にして製造した「バージン材」を使用するかである。これは、建設資材として利用される場合も、建設資材以外の製品として利用される場合も同様で、リサイクル材のみがその市場を形成しているケースは非常にまれである。ほとんどの場合、最初はバージン材で 100%まかなっていたものが、資源の枯渇による廃材使用の検討や廃材の利用によるコストダウンのメリットを検討することでリサイクル材の市場が徐々に広がってくる段階を経る。

再利用段階において意思決定に関わる要素として、バージン材との価格競争・リサイクル材の品質・環境配慮アピールが挙げられる。リサイクル材はただ製造するだけでは利用されず、バージン材に対して何かしらのメリットを感じなければリサイクル材は普及しない。価格面でリサイクル材の方が安価であれば市場経済の原理で顧客は購入する。また、品質についてはリサイクル材の方が勝るということは再資源化のシステム上考えにくい。ただ、金属などはバージン材であれば一度融解するためのエネルギーがかかるが、リサイクル材であればそれが少ないエネルギーで済むなどのメリットはあるが、これはコストの方に関わってくると思われる。最後に、環境負荷軽減のアピールについては、リサイクル材を使用する方が、バージン材を使用するよりも材料消費の観点で環境負荷が小さい状態で製造することができるといえる。しかし、エネルギー消費の観点からは、廃材の運送コストや不純物の除去のためのエネルギー消費などを総合的に考慮すると必ずしも環境負荷が小さいとは言えない場合も存在する。このあたりを技術的・制度的に工夫することで、材料消費の観点からもエネルギー消費の観点からも環境負荷が小さいと言えれば、バージン材に対して差別化を図ることができる。このとき、エネルギー消費が少ない場合、それに相関して再資源化のための費用も抑えることができることが多い。エネルギーがかかっているときは、そのときに大きな機械を動かすことや、人の手がかかっていることであるためである。総じて、バージン材を使用するメリットを品質面・金額面・広報面等いずれかにおいて訴求できていることが条件である。

また、この段階に関わる法制度は、公共工事や公共調達において優先的にリサイクル材を使用することを規定した「グリーン購入法」・地方自治体等の行う工事において、優先的に使用することの規定とそれを認証するマーク貼り付けを許可する規定をしている「リサイクル認証制度」・第三者機関による環境配慮を行って製造している製品に対してバージン材との差別化を図るための「環境ラベリング制度」がある。以下、再利用段階に関わる上記の法制度を詳述する。

2-4-2. グリーン購入法

ダイオキシンによる環境汚染問題が起こり、NGO、自治体、企業の動きにより、社会的にグリーン購入が浸透し始めていたこと、政府も環境負荷の低い製品を調達しようということを受け、循環型社会推進基本法が制定され、グリーン購入法は、その中でもリサイクルを推進するひとつの法律として 2001 年に施行された。(1)国等の公的部門が率先して環境物品を調達すること、(2)環境物品についての情報を提供することを目的とし、環境物品を国等の公的機関が優先購入することで、環境物品の需要を生み出す。それをきっかけとして、環境負荷の少ない製品の開発、環境に配慮した企業活動を誘発し、民間需要においても、環境物品の市場を広げることを狙いとしている。**現状のグリーン購入法の波及効果**としてはコピー用紙を例に挙げると、グリーン購入法の基準を満たしている製品の全製品に対する割合が、2000 年（グリーン購入法施行前）で 11.6%に対し、2003 年（施行後 2 年経過）で 32.1%となっている。その他の製品に関しても同じように、環境製品の割合が増加していることから、グリーン購入法の市場への波及効果があると考えられる。

グリーン購入の判断基準を満たした物品等の購入状況について、都道府県、政令指定都市の自治体のグリーン購入の判断基準を満たした物品等の購入状況（公共工事）は、50%以上の調達を達成しているのは、全体の 3 割弱の自治体にとどまっている。

国は、毎年調達実績をとりまとめて、公表することになっている。目標に対しての達成度も記述する必要があるため、未達成時にペナルティがある訳ではないが、国民に対して実績を公表するというのがプレッシャーになり、各機関はグリーン購入に、積極的に取り組んでいる。

■プレミアム基準策定ガイドライン

内容は、グリーン購入法で定められるリサイクル材の配合率などよりもさらに高い基準をもつガイドラインである。背景として、特定調達品目の調達量が確保できること、複数の供給可能な事業者が存在することが判断の基準であったため、グリーン購入法の基準は必ずしも先駆的な市場を牽引する基準とはいえない。将来（2~5 年後）の特定調達品目に係る判断の基準となりうるものを策定し、製造事業者の技術開発を促し、環境物品等の市場を形成することを目的として制定された。ただ課題として、国等の公的機関、都道府県、政令指定都市では、それぞれで調達の方針を作成しているが、市町村レベルでは、こういった取り組みが進んでいないことが課題である。

2-4-3. 自治体による認証制度

自治体による認証制度は、全国の都道府県でもトップランナー的にリサイクル認証制度に取り組んでいる愛知県庁と、地元の建材を積極的に再資源化することを促している北海道庁について述べる。

◆北海道庁におけるリサイクル認証制度

【概要】

道内の廃棄物を回収し、道内で製造した製品を製造することで、循環型社会を実現することを目的として、平成 16 年に「北海道リサイクル認定制度」を開始した。その後平成 18 年に北海道リサイクル認定制度の中でより優れた商品に対して認証を行う「北海道リサイクルブランド」を開始した。

【取得の利点】

北海道リサイクル認証制度における認証を受けることで、享受できるメリットは大きく 4 種類に分かれる。マークの使用、HP やパンフレットへの掲載、展示会などで掲示、公共工事において優先購入である。ただ、認定された製品について、実際に商品が流通するかどうかは課題である。認定されたからといって、その製品の需要が増えるわけではない。そのため、認定を受ける企業は、ブランドとして利用する PR としての役割と捉えるといいという。

【基準について】

認証基準の品質については、JIS、JAS、グリーン購入法の基準を、配合率については、グリーン購入、エコマークの基準を参考にしている。考え方として、まず国で定めるグリーン購入法があり、この法律に合わせて、プラスアルファで北海道の基準を参考に北海道でのグリーン購入が定められているため、あくまで、国の定めるグリーン購入法を優先して意思決定している。北海道リサイクル認証制度の認証基準は以下の通り。

1. 道内で発生した廃棄物を使用して製造すること
2. 製品を使用することによって、道内の廃棄物を有効活用することができる
3. 環境負荷軽減
4. 環境法への違反を 5 年間していないこと
5. すでに販売されているが、半年以内に販売することができる
6. 循環資源を 50%以上使用すること



図 2-4-1 北海道リサイクル製品認証制度シンボルマーク

表 2-4-1 北海道リサイクル製品認証制度における認証製品の推移

年度	H21	H22	H23	H24	H25	H26
認定製品数	115	116	121	128	137	142

◆愛知県庁におけるリサイクル認証制度「あいくる材」

【概要】

グリーン購入法が、平成 12 年に制定されたにも関わらず、愛知県の建設部局では、グリーン購入は進んでいなかった。理由は、建設資材においては、発注は工事を請け負う建設会社が調達するものであるため、愛知県が直接発注に関して関与することができないことと、品質確保に関しての方法が明確でないことからである。そこで、品質・性能等の評価基準を定め、適合するリサイクル製品を認定し、公共工事において利用促進を図る制度として、あいくる材が誕生した。

【基準について】

認証までの流れを図 2-4-2 に示す。まず基準に適合するようなものを民間会社が愛知県に申請をする。その後、愛知県は書類審査を行う。そして、実際に工場へ行き、申請書類通り製造されているかどうかを確認しに行く。申請書通りであれば、あいくる材の審議委員会にかけられ、妥当と判断されたものは、あいくる材として、認定される。認定の有効期間は 3 年間である。有効期間の 3 年間、品質等が変化することがあるので、年に一回、認定を受けた企業は状況報告をする規定になっている。

配合比率の証明に関しては、配合比率の計画書を提出する必要がある。わざわざ、工場へ出向いて配合率が正しいかの検査は行っておらず、提出された書類を信用することとなっている。

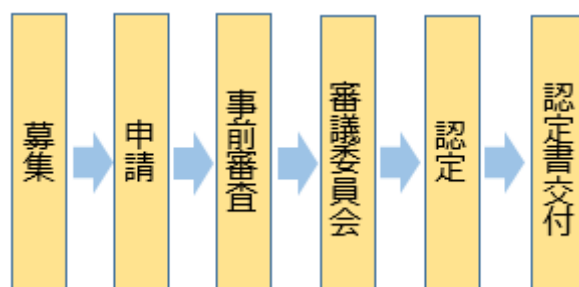


図 2-4-2 愛知県リサイクル認証制度認定までのフロー

【あいくる材の認定状況】

あいくる材の制度を始めて、4 年目まで急激に認定資材数が伸び、平成 17 年で 1574 件とピークを迎えている（図 2-4-3）。認定件数は、認定企業数を表している。これは、愛知万博が平成 17 年に行われたことが原因と考えられる。当時は、建設会社やメーカーに対して

当時は様々な広報活動をさかんに行っていた。認定されれば、販売数が増えるという企業側の期待もあり、認定数は急激に伸びていった。現在は、年に一度建設技術フェアで、パンフレットを配布する程度の広報活動となっている。

認定資材数は、47 都道府県で最大数となっている。全国の建材を認定の対象としているが、現在、九州から北海道までの建材を認定している。割合としては、愛知県が一番多い。他県の建材も認定の対象とすることで、発注側が選択肢を広く持つことができ、あいくる材を選びやすい環境をつくるのがねらいである。始まった当初から、リサイクル材の受け皿を広げようという考えであったので、例えば、リサイクル材の価格が高くて品質が基準以上であれば、認定を行う。認定をした後、他の建材も参入することで、価格競争が起こり、値段も下がる可能性を見越してのことだという。

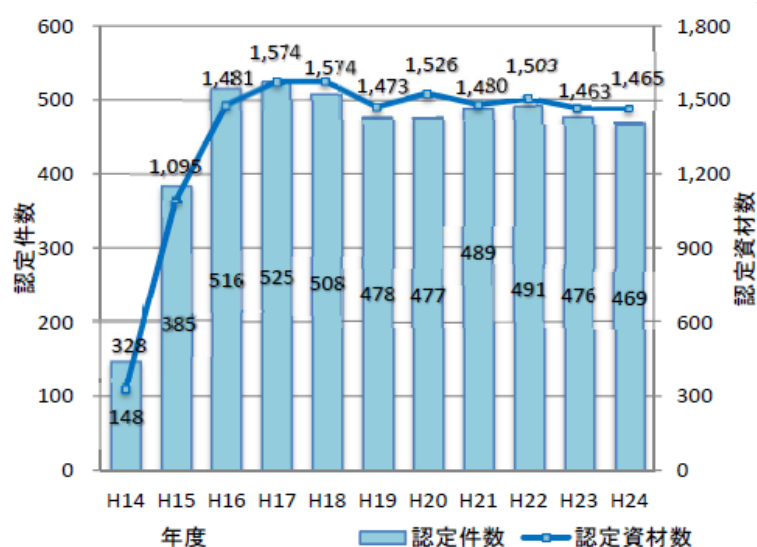


図 2-4-3 あいくる材の認定状況の推移

2-4-4. 自治体以外による認証制度（環境ラベル）

◆エコマーク

1987~1989年に環境庁（現環境省）の委託により、日本環境協会が、「環境保全型商品推進事業に関する調査」を行った。その中で、1978年より運用が開始されている西ドイツの環境保護ラベル（ブルーエンジェル）などを参考にして、現在のエコマークの基本的な考え方が示された。(1)国民の環境保全意識の向上と(2)環境と共生する生活様式（エコロジカル・ライフスタイル）への誘導を目的としている。エコマークの認知度について「意味を説明することができる」、「意味をおおよそ知っている」が、56%、「マークを見たことがある」を含めると92%に達する。環境関連のマークの中では、最も高い水準となっている。

2013年~2018年の中期活動計画において、5つの柱となる事業計画を発表している。1つめは「商品類型の見直し」でたとえば、新規市場の開拓（サービス部門等）、既存の類型を市場の成熟度に合わせた展開（多段階基準、底上げ、トップランナー）である。2つめは「ブランド価値の向上」でたとえばトレーサビリティの深化である。3つめは「普及活動の推進」で例えば、ニュースバリューのあるイベントの盛り上げ（エコマークアワード等）、企業のエコマーク取得支援などである。4つめは、「国際協力の推進」で例えば海外との相互認証等である。5つめは「環境情報の体系化」例えば、グリーン購入法との連携強化（エコマーク認定基準が同等以上となるような基準設定（上位互換））である。

【リサイクル材の優先購入が民間に波及した事例】

大阪市役所を例にとる。1990年代後半、まだ古紙の使用が一般的でなかった時代に、民間企業が役所に出す資料や届けに、少々黄ばみがかかった、白くない紙を使用することに対する抵抗感があった。しかし、役所側が、再生紙の使用を自ら行うことで、再生紙のコピー用紙は普及し始めた。

◆エコリーフラベル

1997年12月に開かれた京都会議(COP3)を受けた政府の地球温暖化対策大綱が策定された。そこで、産業環境管理協会(JEMAI)は、通商産業省（現経済産業省）から、環境調和型経済社会における環境ラベルのあり方検討会の設置を要請された。JEMAIは8つの工業会の参加を得て、タイプⅢ環境ラベルの開発を始め、2002年、現在のエコリーフの運営を開始した。LCA手法を用いて、製品の全ライフサイクルステージにわたる環境情報を定量的に開示することを目的としている。

社内改善に使用したいという目的で環境ラベルを取得する企業が一番多い。専門性がないと、このエコリーフは読み取ることができないため、消費者に向けてラベルを取得する企業は少ない。エコリーフまで取得すると、環境に配慮していることをアピールすることができるという狙いをもった企業も多い。

アメリカの認証制度で、E-PEATやLEEDなど認知度の高い制度との互換性を高めておくことで、エコリーフラベルの価値を向上させることも一部行っている。

2-4-5. 各制度の関係性

■制度の歴史

日本環境協会は、ドイツの環境ラベルであるブルーエンジェルを参考にして、1989年にエコマークの運用を開始した。その後、2001年にグリーン購入法が制定された。2002年には、エコリーフラベルの運用を開始した。

表 2-4-2 各制度の年表

認証制度等	1980年	1990年	2000年	2010年
ブルーエンジェル	1978年●			
エコマーク	1989年●			
		1996年●	ライフサイクルを考慮した認定基準	
		2001年●	「国等が定める関連法が改定された場合のエコマーク認定基準の考え方」を整理	
グリーン購入法		2001年●		
				2013年●
エコリーフラベル			2002年●	

■環境ラベルの種類

環境ラベリング制度は、環境保全や環境負荷低減に資する製品や仕組みに環境ラベルを添付し、一般製品との差別化を図ることを狙いとした制度である。表 1 に環境ラベルの種類を示す。タイプⅠは、日本環境協会が運営するエコマークが代表例である。認定基準を満たしているか否かで、満たしていれば、ラベルを貼り付けることができる。製品毎にリサイクル率等の基準が設定されている。タイプⅡは、事業者が独自で制度を運営してラベルの添付を行う。古紙再生促進センターが運営するグリーンマークが代表例である。タイプⅢは、製品が与える環境負荷の定量的データを表示する。産業環境管理協会が運営するエコリーフラベルが代表例である。製品の LCA 評価を行った情報が掲載されるのみで、環境に優しいかどうかは、それを見る消費者の判断にゆだねられる。

表 2-4-3 自治体以外によるリサイクル認証制度（環境ラベル）の種類

ISOにおける分類	性質	運用例
タイプⅠ (ISO 14024)	基準合格の証明	エコマーク
タイプⅡ (ISO 14021)	事業者の自己宣言による環境主張	グリーンマーク
タイプⅢ (ISO 14025)	定量的製品環境負荷データの開示	エコリーフラベル

■グリーン購入法の基本指針

グリーン購入法と、環境ラベルに関する記述を以下に示す。既存の認証制度に関しては、積極的にグリーン購入の選択基準にするように述べてある。

■グリーン購入法のエコマークへの捉え方

環境省では、「特定調達物品等の表示の信頼性確保に関するガイドライン」(平成 26 年 3 月)を発行していて、エコマーク認定商品のように、判断の基準と同等以上の基準に基づき第三者機関による認証を受けた物品についてはこの枠組みを適用せず、信頼性が確保されているものとみなす。(この枠組み：製造事業者等が判断の基準への適合時に取り組む際の確認、表示、再評価等などの枠組み)

■地方自治体での積極的なエコマークの活用

47 都道府県の調達方針において、エコマークが位置付けられているケースは、30 以上にのぼる。また、政令指定都市では、20 市中 16 市の方針等エコマークに関する記述がある。

■各制度の関係性

各制度の関係性のイメージ図を図 2-4-4 に示す。グリーン購入法は、リサイクル市場の底上げ的な役割を果たしていて、将来的な公共需要を見込んで、プレミアム基準が制定されている。エコマークは、常にグリーン購入法の基準に対し、上位互換であることを維持している。エコリーフラベルは、それ自体に難易度はないが、取得にあたって様々なデータを提供しなければいけないことから、取得のハードルは高い。

図 2-4-4 各制度の関係性のイメージ

2-5. 小結

本章では、リサイクル市場を解体段階・分別段階・再利用段階の3つの段階に分けて、各段階におけるリサイクル市場成立に関わる選択肢と意思決定に関わる要素について整理を行った。解体段階においては分別回収、分別段階においては水平リサイクル・カスケードリサイクル・輸出、再利用段階においてはリサイクル材を採用することが重要である。解体段階においては建設リサイクル法が規定をしていて、木材とコンクリート塊は再資源化が規定されている。解体段階の実態調査として解体業者へヒアリング調査を行った。やはり、解体業者にも当然のことながら経済原理が働いており、利益の出る物件を選択し、利益の出る用途先へ搬出することを優先していることが分かった。

分別段階においては各建材の業界団体が管理をすると上手く仕組みが構築されることがある。受入基準を統一することや、加盟企業との連携が取れるなど、業界が一体となって動きを取ることができる。また、混合廃棄物処理業者へのヒアリング調査を行うことで分別段階の実態を把握した。混合廃棄物中間処理業者においてもやはり経済原理が働いており、より処理費の抑えることができる用途、廃材を高く買い取ってくれる用途が優先的に選択されることが分かった。

再利用段階においては、グリーン購入法や環境ラベルを管轄する機関へヒアリングを行い、環境ラベル等が有効に働いている建材とそこまでうまく働いていない建材間の相違点など伺うことができた。ただ、リサイクル材を宣伝していくためには有効なツールであるから、今後とも変化を追ってみたいべきである。

3 章 各建材のリサイクル市場の実態

3-1. コンクリート

3-2. 木材

3-3. 鉄

3-4. アルミサッシ

3-5. 石膏ボード

3-6. 板ガラス

3-7. 塩ビ管

3-8. 塩ビ床材

3-9. 塩ビサッシ

3-10. 小結

3.1. コンクリート

3-1-1. 全体観

コンクリートは、セメント、骨材、水および少量の添加剤からできている。土木・建築では、大量に使用される材料で、コンクリート住宅では1戸あたり100t、重量比で全体の90%を超え、木造でも20t、重量比で50%程度は使用されている。また、現在壊されている昭和30～40年代の建築は、現在のものよりコンクリート使用量が少ないため今後解体によって発生する一現場あたりのコンクリートの量は増加すると考えられる。

図3-1-1にコンクリート塊の年間排出量・再資源化量・再資源化率の推移を示す。コンクリートは建設リサイクル法によってリサイクルが義務付けられており、現状では9割以上が再資源化されているが、ほとんどが路盤材として道路の下の用途に使用されている。将来、投入量が排出量を上回り再生砕石の過剰地域が増加するという予想もある。公共事業の減少から路盤材の需給バランスが崩れて、都市部では中間処理場に用途先が未定の再生砕石の山が発生している。

水平リサイクルが進まない理由のひとつとして、リサイクル材の品質に対する民間の不安が上げられる。ごみとして排出されたものを自分の建物の構造材として使うことに抵抗がある施主は多い。

図3-1-1 コンクリート塊の年間排出量・再資源化量・再資源化率の推移⁷

⁷ 国土交通省,平成24年度建設副産物実態調査結果参考資料

■材料特性

基本的には、現地原産型の材料。材料自体は、砕石等手に入りやすい材料であるため、材料の長距離の移動はない。また、生コン製造後打設までの時間が長いと固まってしまうため、製造所から建築現場までが近いことが求められる。コンクリートは配合してから一定時間経つと固まり始めるため、それぞれのコンクリート工場から 70km 程度を限界として、供給できる範囲が決定される。

再資源化の際に、砕くと細くなるが骨材の周りにセメントが付着していて、純度を上げるのに手間がかかるのがリサイクルの難易度をあげている。

再生骨材コンクリートを用いるメリットとしては自然破壊を防ぎ、国土を保全するという環境への貢献、都市にある資源の利用がある。一方、デメリットとしては再生骨材に付着したモルタルによって、コンクリートの性能が下がることである。モルタルに含まれた水分によって、ひび割れが生じることがある。

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-1-2 にコンクリート塊のリサイクルフローを示す。解体現場で発生したコンクリート塊は、収集運搬業者により、直接コンクリート塊専門の中間処理業者へ運搬されるか、その他には一度混合廃棄物中間処理業者で処理された後に搬入される場合がある。ただしコンクリート塊の場合は後者の運搬経路はほとんどない。中間処理施設に搬入された後は、破碎機・選別機・ふるい機での処理を経て各用途に適した品質の再資源化を行う。

図 3-1-2 コンクリート塊のリサイクルフロー

3-1-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

建設リサイクル法の特定建設資材に指定されているため、再資源化を行うことが義務付けられている。

■中間処理工場搬入時の状態・受入基準

基本的な受入基準はコンクリート塊で「30cm 以下に小わりした無筋のもの・ごみ等の混入がないもの」となっている。ただ、現場の状況（現場が狭く重機が入れられない）によって、30cm 以内に小わりできなかったものを、ヒアリング調査を行った A 社では遠方からでも受け入れをおこなっている。大きいものをカットする重機を A 社が所有しているためである。

再生骨材の H グレードは構造物として使用するため、原料の実態を証明しなければならないため、リサイクル前の用途を把握しなければならない。

表 3-1-1 に A 社の再生骨材製造管理規定の中の原因コンクリート受け入れ管理を示す。受入時確認する項目としては、産業廃棄物処理委託契約書・マニフェスト・原因コンクリートの種別・原因コンクリートの品質（不純物・アルカリ骨材反応等による劣化・塩化物量・硬化状態・軽量骨材・化学汚染）などがある。

表 3-1-1 A 社の再生骨材製造管理規定

3-1-3. 分別段階

■中間処理工程

図 3-1-3 に A 社の中間処理場内のフローを示す。まず「ジョークラッシャー」という一次破砕機でおおまかに破砕を行い、磁選機にかけて鉄筋類を除去する。その後、手選別で不純物を除去し、振動ふるい機でコンクリート用再生骨材と路盤材用再生碎石(RC40-0)に分ける。路盤材用再生碎石は特に処理を行わず、コンクリート用再生骨材は、その後二次破砕機「コンペラブレイカー」に通し、20mm 以上は粗骨材、20mm 以下は細骨材として選別される。その後、ベルトコンベヤーで生コンプラントまで運ばれ、両者を決められた配分で混ぜ合わせ、生コンを製造する。

回収されたコンクリートを中間処理すると、粗骨材 30%、細骨材 30%、微粉末 40%くらいになる。

図 3-1-3 A 社の中間処理場内のフロー

■各用途の内訳と出荷量

表 3-1-2 にコンクリート塊の再資源化用途の内訳を示す。現在 99.9%が路盤材への使用とされており、現在単一の用途に依存した再資源化の実態といえる。

A 社では、積極的にコンクリート用の再生骨材への利用に力を入れており、RC40-0（路盤材）への利用が 80%、再生骨材 L として捨コン等への利用が 20%と先進的な割合をとっている。中間処理業者が製品製造業者を兼ねるシステムが成り立ちやすいので、他建材よりも少ない段階数でリサイクルを行うことができる。二次製品としてのコンクリートが商品になるか、骨材が商品になるかで、若干フローに違いができる。

表 3-1-2 コンクリート塊の再資源化用途の内訳

■業界団体等による規制・促進

再生骨材コンクリート普及連絡協議会（ACRAC）

【概要】

ACRAC は、路盤材に依存したコンクリート塊の再資源化システムに問題意識を持ち、使用済みになったコンクリート塊から取り出した骨材をコンクリート用骨材として再生する再生骨材コンクリートの利用促進を推し進めている団体である。ACRAC としての一番の目的はコンクリート用骨材の安定したリサイクルフローを作ることである。当面の目的は、それを行うための法律・告示に変更するように省庁等に働きかけることである。コンクリートは需要が大きい材料であるため、水平リサイクルに近づけた安定したフローが形成できると期待している。また、品質の安定のために、他の協会として監査を行う仕組みを作ったが、自主基準であるため公的な裏づけを求めて現在国に働きかけを行っている。コンクリートをコンクリートに戻すことは、一般には認知されていないが、協会としては可能だと思っている。また、重量比の大きい建材でもあるため水平リサイクルを考えなければならない。・特に建築物の解体が多い首都圏での再生骨材の使用は、山から都市への輸送が都市から都市への輸送となり、輸送コストや環境負荷の低減にも有効だと考えている。

3-1-4. 再利用段階

■各用途での実態

表 3-1-3 にコンクリート塊再資源化後の種類を示す。現在一番左に示した路盤材への利用がほとんどであるが、一番低い品質となっており中間処理が容易である。RC40-0 の骨材からさらに骨材に付着したモルタルを削り取っていくと品質が上がる。再生砕石 L は捨てコンクリート等の非構造部材へ、再生砕石 H は構造部材としての使用が許可されている。再生砕石 M は L と H の間の品質である。現在、再生砕石 L, M, H の需要が少ないので、これらの需要を増やすべく、法制度の変更などに取り組んでいる。

L の細骨材はモルタルがひっついていて、角が丸くない。山砂は丸い。H の細骨材はほぼ砂の状態、山砂とほぼ同じ。

表 3-1-3 コンクリート塊再資源化後の種類

【再生骨材コンクリートの値段】

価格に関しては、リサイクル材がバージン材よりやや安いように設定している。価格は雑誌「建設物価」等を参考にして、地域ごとに決めている。「現状のフローが回っていない状況だと、なかなか安くできない。フローが回っている状況で稼働率や量、需給が安定してくるともっと安くできる。」と ACRAC の担当者は言う。

また、「再生砕石 L は、バージン材の 2, 3 割安く販売している。本来は環境負荷軽減を売りにしたいが、安さを売りにしている現状。コスト的には、普通のコンクリートと同じ価格で販売したいところ。これから、リサイクル材の使用が義務化されれば、こちらでも強気に出ることができ、価格も上げられると思われる。」と A 社の担当者も言っていた。

■法制度

現在、路盤材に依存した再資源システムの現状を打破するためには、法律の変更や水平リサイクル材の促進が不可欠となる。都内をはじめとして、公共工事の減少から路盤材の出口がなくなりつつあると 3 年前くらいから認識されつつあるため、コンクリートを扱っている中間処理場の逼迫が起きている。

しかし、現在法律面での整備が進んでおらず、官はハードルや規制が多いために、現状では民間の使用量が多い。民間の需要は、環境意識の高い企業が中心となっている。施主の要望もあるが、ゼネコンが発注者に環境面のアピールをする際にも用いられる。また、最近は地方公共団体等へのアピールにも使われる。

ただ、環境配慮のトレンドがリサイクルから CO2 削減に移ったため、一時期ほどリサイクルに積極的ではなくなっている。これからはリサイクルで LCCO2 が下がることをアピールしなければならない。需要を増やすためには、法の整備はもちろんだが、民間の需要を増やすためには、品質の高い再生骨材を作り出すことが重要である。

再生骨材コンクリートの法律面以外の課題は、供給体制の安定化と品質の底上げであると認識している。これらが達成されないと、民間での需要は伸びにくいと思われる。

【地方自治体】

東京都や大阪府といった各自治体の土木局では材料仕様書に再生骨材コンクリートを追加している。一方、神奈川県では再生骨材コンクリートの供給元が 3 社に満たないことから採用してくれないなど、地方自治体にも制限が多い。

【グリーン購入法】

環境庁のグリーン購入法の検討品目ではあるが、特定品目としては指定されていない。これは、会員会社が少なく全国への供給ができないこと、また材料として耐久性に不安があるためである。特に耐久性の問題は各社それぞれの製法ごとで検討しており、会社によっては大学と個別に連携をとっている。また、技術部会を協議会で作って研究もしている。

【建築基準法】

建築基準法の第 37 条で建築に使える材料が制定されており、その具体的な内容は告示 1446 号によって決められている。同告示ではコンクリートについて JIS 5308-2003 によって規定しているが、この JIS5308-2003 以降に再生骨材コンクリートの JIS 規格が制定されたため、特に公共工事においては使用できなかった。JIS5308-2003 を JIS5308-2009 に更新させるのに 4 年もかかっている。2016 年の 6 月に 2014 年度版に更新予定であり、これにより再生骨材 H (JIS5021) が普通に使用できるようになる見込みである。

再生骨材コンクリート M、L はまだ告示 1446 号に記載が無いため、一般に使用しにくい状況である。そのため、大臣認定を毎現場で取得しなければ使えず、試験費や時間がかかるため使用されなかった。現在、使用が認められるように働きかけをしている。

公共工事の標準仕様書に再生骨材コンクリートが載っていないことも使われない一因である。載っていないくとも構造材以外の用途（捨てコンなど）には自由に使えるはずだが、担

当者としては不安であるため使用されない。

法律の更新によって公共工事への使用が認められ、行政が使い出すと、これまで様子を見ていた業者も使うようになると見込んでいる。

【建設分野と土木分野の棲み分け】

建築分野は国交省の住宅局が、土木分野は内閣府の技術調査課が中心となって政策立案等を行っていることが、コンクリートの骨材リサイクルにとって障害となっている。

土木の規制は建築ほど厳しくないが、公共工事共通仕様書に記載が無いため、こちらも追加できないかと打診中である。

3-1-5. 課題及び今後の展望

■課題

既述のとおり、路盤材への利用に依存し、現在中間処理場が飽和状態となっている。コンクリートの場合、回収量は十分に確保できるはずなので、出口部分の用途開発のための取組が一層必要であると考えられる。

○再生骨材に関わる用途開発

1996 年に開催される予定であった世界都市博覧会で再生骨材コンクリートがひとつの展示内容として発表されるはずであり、その時期から規格が制定されるまでに集中して用途開発が進んでいた。しかし規格が制定されても法的に使用が認められていない状況が長く続いたために、協議会を脱退した会員会社も多い。今後は二次製品の開発がひとつの目標である。電柱もリサイクルされてゆく見込みであるが、コンクリート製品としてプレキャスト系の構造物や非構造物である縁石などへの利用が期待される。前者は少し耐久性に不安があるが、後者は他にも U 字溝やコンクリートブロックなどさまざまな用途が期待されるため、現在開発中である。これらには現在ほぼバージン材が用いられているため、リサイクルの効果は高いと思われる。

3-2. 木材

3-2-1. 全体観

図 3-2-1 に廃木材の品目別取扱量を示す。全廃木材のうち、62%が建築系木材で木材産業に与える影響は大きい。平成 12 年度には、再資源化率 38%であった木質廃材であったが、平成 14 年に建設リサイクル法で特定建設資材に指定され、再資源化が義務付けられた。その後順調に再資源化率が高まり、平成 24 年度の再資源化率が 89.2%となった。残り約 1 割は、解体現場から 50km 圏内に中間処理施設がない場合、縮減を行ってもよいという規則があるため、それによるものだと考えられる。(図 3-2-2)

以前木材は、燃やしてしまえばいいということでリサイクルに関してあまり積極的でなかった。しかし、建設リサイクル法の制定により、再資源化が徹底される。建設リサイクル法が制定されてから、建設発生木材の量自体は下がっているが、リサイクル率現在に至るまで上昇してきた。特定建設資材に指定されるにあたっての選定基準としては、再資源化技術がある程度まで確立されていることや事業者に過度な経済的負担を招かないことなどがある。

図 3-2-1 廃木材の品目別取扱量⁸

図 3-2-2 木くずの年間発生量・再資源化量・再資源化率の推移⁹

⁸全国木材資源リサイクル協会連合会,木質チップ等生産会員実態調査結果

⁹ 全国木材資源リサイクル協会連合会 HP,

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-2-3 に、廃木材のリサイクルフローを示す。解体現場・間伐材の伐採作業により発生した廃木材は、収集運搬処理業者により、直接木材専門の中間処理業者へ運搬されるか、その他には一度混合廃棄物中間処理業者で処理された後に搬入される場合がある。中間処理施設に、搬入された後は、選別・破砕等の処理を経て、各用途に適したチップを製造し、各メーカーに搬送される。

図 3-2-3 廃木材のリサイクルフロー

3-2-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

建設リサイクル法の特定建設資材に指定されているため、半径 50km 以内に中間処理場がない場合を除いて再資源化を行うことが義務付けられている。

■中間処理工場搬入時の状態・受入基準

写真 3-2-1 に B 社の中間処理工場の受付窓口付近の受入時注意事項を示す。工場見学を行った中間処理工場では受付窓口付近に、写真のような注意書きがされていた。写真左は、枕木・防腐木材（CCA 木材）搬入禁止の案内である。このような木材が搬入されると工場内での判別が難しく、リサイクルチップに混入すると、クレームの原因となるといった旨の事項が記載されている。写真中央は、受入できない材料を案内している。竹・竿・シュロの木・襖・障子・畳・紙・布・ビニール・ゴム・ムシロ・すだれが受入不可であることを示している。写真右は、写真左で示した CCA 材とアスベストが受入不可であることを示している。受入時の必要書類は委託契約書とマニフェストである。

写真 3-2-1 中間処理工場 B 社の受付窓口付近にある受入時注意事項

3-2-3. 分別段階

■中間処理工程（B 社の場合）

□処理フロー

ヒアリング先の中間処理工場 B 社における廃木材の中間処理工程のフローを図 3-2-4 に示す。受入基準を満たした廃木材が B 社工場に搬入され、荷卸しが行われる。荷卸しされた廃材は、種類を目視で確認しながら手選別を行う。中間処理後に A～E の 5 種類に分けられるが、それに合わせた手選別を行う。B 社は、ラインが 1 つなので、チップの種類を変更する際は、前の処理が終了したのを確認してから次の種類の廃木材を機械に投入する。種類に分けて投入された廃材は不純物を取り除きながら破砕機にかけられ、一定の大きさのチップに砕かれる。破砕は、5cm 以内となるように行う。長すぎるとその後の利用段階でボイラーの装置に引っかかってしまうためである。途中、磁力選別機で鉄を、風力選別機（比重選別）でプラスチック等を、金属探知機でアルミ等の不純物を取り除く。破砕後はそれぞれの種類のストックヤードに保管される。トレーラーが来れば、積み込みを行い、各用途のリサイクル材メーカーに搬出される。

図 3-2-4 B 社の中間処理場内のフロー

□受入状況

表 3-2-1 に B 社の受け入れ廃材の種類とその割合を示す。産業廃棄物搬入状況は一日当たり約 220t である。解体材は、解体現場から直接搬入されたものが 40%、大手産廃業者によって一度処理されたものが 20%、型枠材が 15%で、建材以外では運送会社が使用する木製パレットなどが 20%、植生の生木が 5%となっている。

表 3-2-1 B 社の受入廃材内訳

□搬出状況

表 3-2-2 に B 社の処理後の出荷先・用途とその割合を示す。製紙原料として大手製紙会

社に全体出荷量の 4%、ボード原料として大手建材メーカーに 35%、工業用ボイラー燃料として大手建材メーカーと手製紙メーカーに 57%、家畜用敷材として畜産会社と牧場に 3%、不純物として混入した鉄スクラップは鉄スクラップ業者に 0.9%、プラスチック、紙等の残渣は産業廃棄物処理業者に 0.1%搬出している。

表 3-2-2 B 社の処理後の出荷先・用途とその割合

■各用途の内訳と出荷量

【チップの種類と品質基準】

用途についての言及の前に、表 3-2-3 にリサイクルチップの区分を示す。この基準は、全国木材資源リサイクル協会連合会が木質チップメーカーとそのユーザー双方と協議のうえ制定したものである。また、表 3-2-4 に木質リサイクルチップの利用用途標準を示す。そして、表 3-2-5 にチップの品質基準を示す。Aチップは一番品質がよく、断面積が大きく、付着物の少ないもの。幅広い用途に使用される。Eチップに向かうにつれ、品質が落ち、用途が限られる。おおまかに言うと品質のいいチップは、製紙・ボードへ、品質の悪いチップは、畜産の敷料、堆肥などへ、その間をとるチップは、バイオマス原料へといったことが聞かれた。この基準が作られた後に、日本木質バイオマスエネルギー協会が燃料用に特化した木質チップの品質規格を作成した。(表 3-2-5) こことの互換性を高めるような努力をしている。

表 3-2-3 全国木材資源リサイクル協会連合会が制定したチップの区分

表 3-2-4 木質リサイクルチップの利用用途標準¹⁰

表 3-2-5 チップの品質基準¹¹

また、写真 3-2-2 に実際の各チップの種類（左から原料用・畜産用・燃料用）を掲載した。左のものはマテリアルリサイクルを想定したもので品質がよく、不純物などがほとんど混入していない。削りかすとして細かく発生した写真中央のものは、畜産業へ、少し不純物が混ざった木質チップはサーマルリサイクルの用途となる。

¹⁰ 全国木材資源リサイクル協会連合会,木質チップリサイクルの品質規格,平成 22 年 12 月

¹¹ 4 に同じ

写真 3-2-2 各チップの種類（左から原料用・畜産用・燃料用）

【用途内訳】

廃木材の中間処理後の利用用途について、図 3-2-5 に示す。 パーティクルボード・インシュレーションボード・MDF などの木質ボードの原料としての利用は全体の 19%、紙パルプ産業での製紙原料としての利用は 15%、製紙セメント等製造業としての利用は 39%、バイオマス発電等の売電系発電としての利用は 17%、堆肥・敷料等の畜産業などその他の用途は 7% となっている。マテリアルリサイクル全体としては 35%、サーマルリサイクル全体としては、58%となっている。

製紙セメント等製造業（39%）について、紙を製造する際、乾燥の工程があるが、その際に熱源として石炭・石油を使用していたが、そこに木材が燃料として使用されるようになった。カーボンニュートラルのアピールとなる。

近年、バイオマス発電所の施設が増えてきており木質チップの供給が間に合っていないという状況がある。そのような背景からバイオマス発電への利用が増えているという状況がある。

図 3-2-5 廃木材の中間処理後の利用用途¹²

□バイオマス発電の原料

図 3-2-6 に木質チップ燃料需要量の変遷を示す。この木質チップ燃料に建設廃材が多く使用され始めている。本来バイオマス発電は原料として、間伐材等の未利用材を使用することを前提として勧められたものである。しかし、間伐材をそのままバイオマス発電所に運搬しても、伐採直後は水分量が多すぎて（全体の 20%ほど）燃焼効率が悪くなるため、スト

¹²全国木材資源リサイクル協会連合会

ックヤード等で乾燥させる施設と時間が必要である。そういった手間などから、建設廃材であれば、十分に乾燥しているため、使用の即効性から建設廃材が助燃材として利用される傾向がある。バイオマス発電用の木質チップの品質は、水分量と異物の少なさがパラメーターとなる。

図 3-2-6 木質チップ燃料需要量の変遷¹³

■業界団体による規制・促進

NPO 法人 全国木材資源リサイクル協会連合会

【概要】

木材資源の再資源化を推進している NPO 法人である。木質チップ製造会社、木質チップ製造会社からペレットを買うユーザー企業、商社が加盟する廃木材のリサイクルの利害関係者が加盟している。木質チップのみを製造する業界のみで構成するなら、「協同組合」でいいが、木材のリサイクル自体を、様々な研究を行い進めようと思えば、行政・市民・メーカー・ユーザーの 4 つの利害関係者を巻き込んでいかなければならない。その意味で NPO 法人にしているという。

地域協会の会員が連合会の会員となっており北日本、関東、東海、関西、中四国、九州の 6 つの団体から構成されている。北海道は、木質ペレット製造業が非常に多い。協会は北日本が発祥で、6 団体のうち北日本木材資源リサイクル協会のみが NPO 法人である。会員には、月 1 万円の会費が負担される。これを払ってでも、講演会など情報収集ができる、安全性に関する他企業への視察などができるなどの理由で価値を感じている企業が加盟し続けている。北欧への視察も行った。スウェーデンなどの森林大国の木材への事業について先進的な情報を収集してきた。

【当協会が影響力を持ってきた経緯】

仮に、大企業一社が行政に対して政策提言を行っても突き返されることがほとんどのた

¹³ 弘山知直, NPO 法人全国木材資源リサイクル協会連合会の紹介

め、このような協会を通して提言するほうが行政も聞く耳を持つてくれるため、会員が増えいき、影響力が増していったという。今では、木質チップ製造業全体の7割近くが加盟している。NPO法人はそういった様々な関係者を巻き込めるため大きな政策提言ができるメリットがある。業界団体までのものだと、利害を意識したものになってしまう。NPOである以上公益を意識した活動を行う。

【協会の働き】

基準策定とその基準が形骸化せず利用されるように、また、木質チップ業者とユーザー企業及び商社が円滑に取引を行えるように間に入って話をまとめている。関東では、ユーザー部会など業界ごとの情報を収集する場を形成している。また、加盟会社、非加盟会社関係なく、全国規模で会議も年に一回開いている。木質チップ業者も、ユーザーも協会のような第三者の立場にたって話をまとめてくれる人を求めているため、ありがたい存在として認識されている。時々地区委員会（関東であると北関東、中関東、南関東）などを設け、利害関係の調節を行っている。

3-2-4. 再利用段階

■各用途での実態

輸入に関しては、供給者と需要者で定められた期間で一定量の取引が義務付けられる契約を行った場合は、やむをえず輸入を行うこともあるが、廃木材を輸出することほとんどない。

【用途開発】

新たな用途開発は特に行われていない。

【海外との関係】

海外輸出に関しては、量はないが、リサイクルのノウハウを輸出することとしては可能性があるかもしれない。

■法制度

【バイオマス発電事業】

「再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）」は、再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で買い取ることを国が約束する制度である。電力会社が買い取る費用を電気消費者から賦課金という形で集め、今はまだコストの高い再生可能エネルギーの導入を支えていくことを狙いとしている。発電設備の高い建設コストも回収の見通しが立ちやすくなり、より普及が進むという考え方のもと経済産業省が定めた制度である。バイオ

マス発電はこの制度の対象となっている。表 3-2-6 に FIT による平成 28 年度の買取価格表（1kwh 当たり）を示す。間伐材は 32 円であるのに対し、建設廃棄物は 13 円と安価な価格設定のため、需要が大きくなってきているのである。

表 3-2-6 FIT による平成 28 年度の買取価格表（1kwh 当たり）¹⁴

3-2-5. 課題及び今後の展望

■課題

近年、プラスチック製やガラス製のものを木質に似せた製品と木材を解体業者が見分けきれずに木材に分類し、工場のボイラーに穴が空いてしまったという事件もあった。解体時の分類の徹底は行わなければならない。

【バイオマス発電とのバランス】

バイオマス発電により、用途の内訳が変わり、製紙ボード等への供給不足になる恐れがあるため、バランスを取る必要がある。FIT の規定に、既存産業に大きな影響を与えないようにするという条項があるが実際バイオマス原料への利用が増えている。森林業者は、間伐材を未利用材のサーマル原料として使用することを望んでいるが、生産コストが合わない場合も多い。FIT のユーザーは、未利用材に関わらず燃料の原料が安ければそちらを選択するため、利害関係が一致しないという点が問題である。

■今後の展望

やはり、顧客はリサイクル材であっても値段が高ければ購入することはほとんどないため、今後バーゲン材との価格競争を制するために様々なコスト削減のための方策を練っていかなければならない。また、住宅の耐震補強化が進み、耐震金具が大きいものかつ分離しにくいものになってきている。今後は、それに合わせた、分別設備を用意しなければならない。また、バイオマス発電がさかんに行われていることもあり、出口用途に関してはそこまで心配する必要はないが、その用途の需要をまかなうために廃材の回収により力を入れるべきである。

¹⁴ 経済産業省資源エネルギー庁 HP,
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/kakaku.html

3-3. 鉄

3-3-1. 全体観

鉄は、我々の生活に密着し様々な場所や用途に使用されている。近年資源の逼迫や廃棄物の増大、地球温暖化等環境問題への対応が求められているが、鉄スクラップのリサイクルによって鉄が貢献できる役割は多くあると考えられる。図 3-3-1 に日本の鉄鋼循環図を示す。普通鋼鋼材消費量 4580 万トンのうち建築業が占めるのは 1311 万トンと、全体の約 3 割を占める。また老廃スクラップ発生量 2811 万トンのうち、建築業が占めるのは 363 万トンと全体の約 13%を占める。このように建築業の鉄鋼業界における影響力は大きいと言える。また、図 3-3-2 に年度別鉄鋼蓄積量（新規増分）の推移を示す。1970 年代から 1990 年代にかけて国内の鉄鋼蓄積量は純増し産業を発展させてきた。しかし、図 3-3-3 に年度別累計鉄鋼蓄積量の推移を示した通り、産業が成熟して国内の鉄鋼需要は小さくなっていき、だんだんと累積鉄鋼蓄積量の勢いはなくなり、図 3-3-4 に日本の鉄スクラップ輸出入量推移を示した通り、国内の 1990 年代後半から輸出が伸び始め、日本は鉄スクラップの輸出国に転じるようになった。

図 3-3-1 日本の鉄鋼循環図

図 3-3-2 年度別鉄鋼蓄積量（新規増分）の推移¹⁵

¹⁵ 日本鉄源協会，鉄源年報(2012 年版)

図 3-3-3 年度別累計鉄鋼蓄積量の推移¹⁶

図 3-3-4 日本の鉄スクラップ輸出入量推移¹⁷

■材料特性

日本も鉄の原料となるバージン原料は輸入を行っていたが、国内蓄積量が十分な量に達すれば建設業においてはスクラップのみでほぼ循環可能である。また、溶解して再度成形すれば様々な産業で利用することができる。

建設業において日常的に見える箇所に使用されるケースは少ないため、強度を確保しておけば意匠的な要素は基本的に求められない。

また、鉄は錆びても腐ることではないため、原理的には鉄のリサイクル率は時間さえかければ 100%にすることが可能である。

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-3-5 に鉄スクラップのリサイクルフローを示す。建築解体・自動車廃棄・電化製品廃棄によって発生した鉄スクラップは、収集運搬業者によって、中間処理施設に搬入される。中間処理施設では、シャーリング加工・プレス加工・シュレッダー加工・ガス溶接など廃材に適切な方法で中間処理を行い、ヘビースクラップ・シュレッダースクラップ・新断スクラップ・ダライ粉を製造する。そして、電炉メーカー・輸出・鋳物メーカー・高炉メーカーで利用される。

図 3-3-5 鉄スクラップのリサイクルフロー

¹⁶ 日本鉄源協会, 鉄源年報(2012 年版)

¹⁷ 財務省, 貿易統計

3-3-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

建設系の鉄スクラップに関する法規制は特に存在していない。鉄スクラップのもともと持っている価値が高いため、経済原理の中で十分にシステム化できる。しかし、近年の鉄スクラップの価格の乱高下により価格が下がった際に、採算が合わないという事態を招きかねない。そのため、他産業での鉄スクラップの扱いに学ぶものがあると考えられる。以下に自動車リサイクル法と家電リサイクル法を示す。

【自動車リサイクル法】

新車購入時に自動車リサイクル料金（8000～15000）を支払う。廃車時にその料金を使ってリサイクルを行う。例えばクラウン一台は全重量 1.8ton であるがそのうち、鉄の重量は 1.3ton, その他は 0.5ton である。自動車リサイクル法では、その他の 0.5t の処理に関して、主に規定している。自動車購入時、リサイクル料を支払うのは、この 0.5ton の処理費と考えてよい。

【家電リサイクル法】

テレビ・エアコン・洗濯機・冷蔵庫に対して、リサイクル料金を新品購入時ではなく、廃棄時に支払うため、自動車とは事情が異なり、不満が出やすい制度である。たとえば冷蔵庫の処分には 5000 円ほどかかる。冷蔵庫 1 台 7 万円ほどのため、7 万円に対する、5000 円となると消費者の納得感が醸成されにくい。そのため、不法投棄が蔓延してしまう。本体価格に対するリサイクル料金が高いからである。

■中間処理工場搬入時の状態・の受入基準

表 3-3-1 に鉄スクラップの排出源の内訳を示す。解体現場からの鉄スクラップが約 6 割を占めている。解体現場から発生する鉄スクラップが一番長く使用されており、30～50 年くらいのもものが多い。それに対して、自動車であれば平均 13 年、車両であれば 15 年、船舶であれば 15-20 年ほどとなっている。

受入基準に関して、密閉物に対する制限は神経質である。そのまま投入すると爆発するためである。また、大型検知器で放射線量を測定している。

表 3-3-1 鉄スクラップの排出源の内訳¹⁸

¹⁸ 日本鉄リサイクル協会へのヒアリング調査より

3-3-3. 分別段階

■中間処理工程

□加工方法

図 3-3-5 に示した加工法について解説する。

【シャーリング加工】

現在最も普及している鉄スクラップ加工方法。(全体の 6～7 割) 建設物の解体から発生する鉄スクラップ母材はこの加工方法によって処理されるのがほとんど。ギロチンシャーと呼ばれる大型シャーリング機械を用いる。

【プレス加工】

薄板母材のかさ比重を大きくするための加工方法。必要部品が除去された後の廃自動車など。

【シュレッダー加工】

最新の加工方法。不純物の除去、かさ比重が大きくなるなどの利点をもつ。

【ガス溶接】

大型で重量のある鉄スクラップ母材を可燃性ガスで切断する方法である。

□スクラップの種類

【ヘビースクラップ】

シャーリング加工によって加工された厚み・長さ・単重が揃えられた薄鋼板、条鋼類、パイプ類が母材となる。流通量の 60%

【シュレッダースクラップ】

シュレッダー加工で生産した上級品の位置づけとなるスクラップ。流通量の 8～9%。

【新断スクラップ（工場発生）】

上級品種スクラップ。流通量の 15%。

【ドライ粉（工場発生）】

旋盤加工の際に発生する切削スクラップ。流通量の 7～8%。

■各用途の内訳と出荷量

表 3-3-2 に鉄スクラップ出荷先内訳を示す。年間発生市中くずは 4000 万トンで、そのうち 2500 万トンは電炉メーカーへ、800 万トンは輸出へ、500 万トンは鋳物メーカーへ、200 万トンは高炉メーカーへそれぞれ出荷されている。建設業で使用する鉄は自動車で使用する鉄などと比較して、品質に関して寛容であるため、ほぼ全量鉄スクラップから製鋼する電炉で作られたものを使用する。

表 3-3-2 鉄スクラップ出荷先内訳¹⁹

■業界団体等による規制・促進

日本鉄リサイクル工業会

【沿革】

当工業会は、鉄スクラップ専門業者と商社によって、1975 年 7 月 1 日、社団法人として通商産業大臣の許可を受けて（社）日本鉄屑工業会の名称で設立、1976 年 5 月 15 日行政管理庁より鉄スクラップ加工処理業（製造業）として認定された。その後 1991 年 7 月 3 日（社）日本鉄リサイクル工業会と名称変更した。会員は正会員 750 社（専業 733、商社 16、海外 1）、登録事業所 181 事業所（専業 144、商社 37）、賛助会員 60 事業所で構成されている。（2016 年 6 月末現在）2012 年 4 月、政府による公益法人制度改革に伴い一般社団法人へ移行した。

【目的・事業】

鉄スクラップの加工処理および卸売にかかる企業の事業活動にともなう廃棄物の処理および公害の防止、再資源化、経営技術の近代化に関する研究および普及啓発等を行うことにより、鉄スクラップの安定的な供給の確保に努め、わが国の経済の安定的発展と豊かな国民生活に寄与することを目的としている。

3-3-4. 再利用段階

■各用途での実態

表 3-3-3 に日本のスクラップ輸出仕向け先別推移を示す。2014 年から 2015 年の変化量はそれぞれ韓国が 380 万トン→310 万トン、ベトナムが 75 万トン→158 万トン、インドが 8000 トン→6 万トンとなっている。国内での鉄鋼蓄積量が飽和状態になると輸出に転じることは前述した。始め近くの中国や韓国に輸出を行っていたが、両国も日本と同様に自国内の鉄鋼蓄積量が飽和状態になり、輸出量が頭打ちとなった。そこで新たな輸出先として、東南アジア・インドなどの新興国が選ばれているという現状である。

表 3-3-3 日本のスクラップ輸出仕向け先別推移（単位：万トン）

	韓国	中国	ベトナム	インドネシア	インド	その他	全体
2014 年	380	209	75	4.6	0.8	64.6	734

¹⁹ 日本鉄リサイクル工業会ヒアリング調査より

2015 年	310	191	158	15.6	6	104.4	785
前年比	81.5%	91.5%	209.8%	339.1%	747.0%	—	106.9%

2 年前まで日本の鉄スクラップ貨物船は 1500~5000 トンくらいの積載量であったが、近年 1~2 万トンほどの貨物船になってきた。それはいままで近い場所へは、小回りの利く船のほうよかったが、近年の需要が東南アジア・インドなどとなると、一回の輸送量を大きくすべきであるため、船の大型化、積み込み施設の改良が課題となっている。

ブラジルの貨物船などとなると 40 万トンという大きさ。それが日本で受け入れられるのは、大分、鹿島のみ。世界では 10 港のみ。または、1km ほど岸から離してパイプで石油等を流通する方法がある。世界基準では、7 万トン級の船をパナマックス（パナマ運河を通れるほどの大きさ）、15~17 万トン級の船をケープサイズ（ケープタウンの岩礁地帯）という。

鉄スクラップを用いるメリット、デメリットについて、メリットはまずは安価であること。次に環境負荷軽減について。二酸化炭素を大量に発生する産業は、火力発電と製鉄産業と言われている。高炉製鉄時の二酸化炭素排出量は、電炉製鉄時の二酸化炭素排出量の 3 倍ほどと言われている。そのため、スクラップを用いると環境負荷軽減に寄与できているといえる。デメリットは、スクラップから製造されるものは、やはり純度が落ちる。高炉製品でしかできない製品は、自動車用鋼板、石油掘削用のパイプ（高圧高温下）等のバージニティ（純度）を求めるものであるが、これらは電炉では製造が難しい。

■法制度

JIS や他国の鉄に対する規格は、ほとんどが、曲げ強度・引張強度のみで規定しているため、リサイクル材を使用しても問題ないとされている。しかしインドでは、規格に関してリサイクル材は敬遠ぎみで、韓国向けのように一筋縄ではいかないなど、国ごとに品質の確認・交渉が必要となる。

3-3-5. 課題及び今後の展望

自動車リサイクル法など、リサイクル料金を事前に払う制度があると事業が回る。鉄スクラップも市況が変化し安価になると採算が取れなくなるので、製品販売時に、再資源化のための最低限の料金を課すことがあってもよいと思う。

回収に際して、原料の安価が続くと、回収意欲が下がる。経済状況を安定させることが重要である。今の値段は、業界を疲弊させる。

3-4. アルミサッシ

3-4-1. 全体観

図 3-4-1 にアルミニウムの国内の供給状況を示す。アルミニウムを使用した製品は全体で 4359 千トンであるが、そのうち建設産業は、全体の 15%を占める。建設産業の中ではほとんどがアルミサッシとしての使用である。バージン材の原料の輸入元は、オーストラリア、カナダ、ロシア、ニュージーランド、中近東などである。ボーキサイトがどこでとれるかよりも、どれだけ安価で発電できるかによって輸入元が決まる。450 万トンの需要をまかなうために 300 万トン海外から輸入している。

アルミサッシ製造のフローの概要は、鋳造（アルミを溶かす）→ビレットの生成（電柱のようなもの）→押出し（金型にビレットを通す）＜端材発生＞→表面処理（耐候性を上げるため塗料の薬液に漬け、色を付ける）→アッセンブリ（加工、組み立て、ガラスを当て込む）＜端材発生＞となる。途中で発生した端材は再度製造フローに乗せる。

表面処理されたものを溶かしてリサイクルすると、その薬品が食材を煮た際に出る「あく」のような形ででてくる。これが不純物となる。（シリコン、マグネシウム）しかし、それを取り除けばいいので、溶解しても品質はあまり劣化しない。

図 3-4-1 アルミニウムの国内の供給状況²⁰

■材料特性

²⁰ 日本アルミニウム協会,アルミニウム統計年報,2005

表 3-4-1 にアルミニウムの種類と用途を示す。用途ごとに少しずつ配合する成分が異なっている。1000 系を基本としてアルミサッシは 6000 系でシリコンとマグネシウムが有効成分となっていて、それを混入して強度を保っている。自動車用途は鋳物・ダイカストというこれらを混ぜ合わせたものになっている。鋳物・ダイカストは不純物の許容量が大きい。例えば、シリコンの許容値は、6000 系では 0.1%のところ、鋳物としての ADC12 の許容値は 12%。そのため、だいたいは展伸材として使用されたアルミが基準の緩い鋳物・ダイカストにカスケードリサイクルされているというのが現状。

アルミニウムのリサイクルについて、700 度くらいまで熱すれば溶けるため、2 次地金精錬するエネルギーは、一次地金を精錬するエネルギーの 3%で済む。さらに、今後構想されているような、溶かさずに分別するだけの製造になると、3%より低い数値で精錬できる。非常に小さいエネルギーで済むのである。

表 3-4-1 アルミニウムの種類と用途

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-4-2 にアルミサッシのリサイクルフローを示す。解体現場で発生したアルミサッシを、収集運搬業者を通して中間処理施設に搬入される。破碎・選別を通して不純物等を取り除き、再資源化を行うが A サッシと B サッシに分けられ A サッシは水平リサイクルされ、B サッシは、鋳物・ダイカストとして使用されるかもしくは、輸出される。

図 3-4-2 アルミサッシのリサイクルフロー

3-4-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

鉄と同様、アルミニウムも価値の高い材料であるため、経済原理である程度再資源化システムが構築される。ただ、現在Bサッシへの用途に依存しているため、より高度な再資源化システムを構築していくためには、アルミニウムで他の製品に見習うべきところがあると考えられる。

【アルミ缶】

アルミ缶は、消費者の自主的な収集と自治体の運搬を行っている。自治体も、回収は行うが各自でリサイクルまで行っている訳ではないため、アルミ缶製造会社に売り、財源を確保している。ただ、アルミ缶だけの回収を行っているわけではなく、資源ごみなどその他のごみも回収を行っているため、そこまで損失を被ることはない。

このアルミ缶のように、回収を自治体と協力して行うこともひとつの手である。

■中間処理工場搬入時の状態・の受入基準

スクラップの品質制限は、水分・油・付着物に関して、水を含むと、水蒸気爆発が起こる。液体の水と液体の金属溶融物が接触すると膨張してしまい、天井がとぶほどの爆発が起こる。油も、熱を入れたときに危険性が高まり、煙やにおいの原因にもなり近隣住民に対する迷惑をかけてしまうため、これらの成分は規制されている。

3-4-3. 分別段階

■各用途の内訳と出荷量

表 3-4-2 に廃サッシの種類と用途を示す。Aサッシは、純アルミ。Bサッシはビスやクレセントが混ざったもの。Aサッシは100%サッシに再利用されているが、Bサッシは、ダイカストへ利用される。一つのサッシの中で、ビス、クレセント等がない部分を切り取ってそれをAサッシと称する形式が多い。面倒なため、サッシ丸ごとBサッシに送る場合も多い。

それに対し、2010年前後でNEDOが紫外線によるアルミの選別技術の開発に成功した。レーザーを用いて1000, 2000, 3000……7000系を一緒に入れても、それぞれ系別で回収できる技術である。実用化もされている。開発した会社への配慮で普及までは時間がかかることが予測されるが、よりAサッシの内訳が大きくなるはずである。

表3-4-2 廃サッシの種類と用途

■業界団体等による規制・促進

日本アルミニウム協会

地金の精錬は国内で行っていた。しかし、2度にわたるオイルショックにより電力費が高騰し、精錬コストがかさみ、ほとんどの国内の精錬業者が倒産してしまった。そこで精錬事業者の集まりであったアルミニウム連盟が、押出をおもに行う業者が集まる軽金属協会と合併して、このアルミニウム協会が設立。アルミニウム関係の情報発信を行う。中央省庁・自治体との折衝や他の業界への業界紹介なども行う。

現在、日本アルミニウム協会では、水平リサイクルを目指した技術開発が行われている。名目では、環境貢献と言っているが、実際はビジネスとしてアルミの需要を確保するということをめざし、ビジネスを成立させるために検討を行っている。

3-4-4. 再利用段階

■各用途での実態

殆どはダイカストとしての利用。混合廃棄物として分類されても、アルミは売れるため、アルミサッシだけ分別してリサイクルフローに戻す。埋立はほぼ0と考えてよい。回収率は約99%と言える。ダイカストの用途は自動車のエンジンに使用される。車が日本で売れ始めた1970年代に鉄で製造されていた自動車のエンジンがアルミになり、ダイカストの需要が増えた。今は、ダイカストの需要があるが、今後EVの普及により、需要が縮小する場合、マテリアルフローの検討を行う必要がある。

現在、企業としては、CSR活動のアピールとして「リサイクル」をキーワードとしている。例えば東京メトロは、車体をアルミにすることでリサイクルを実現しているということをアピールしている。一方で、他の炭素繊維や鉄など他の材料と競合するが、リサイクルのしやすさにより、差別化を図っている。

■法制度

特にアルミニウムのリサイクルについての法制度はない。

3-4-5. 課題及び今後の展望

今後は、自動車産業に依存した現在のアルミサッシの用途から脱却し、各系（建設分野であれば6000系）のクローズドリサイクルを目指すことが望ましい。

3-5. 石膏ボード

3-5-1. 全体観

石膏ボードは燃えないという特性から防耐火性に優れた経済性のある防災上安全な建築材料として 1960 年代から急速に普及し、建築物に多大な影響を及ぼしている。参考までに、図 3-5-1 に廃石膏ボード年間総排出量の推計を示す。これは 2016 年までの排出量から将来の廃石膏ボードの排出量を長期予測（2005 年の国勢調査時の固定資産台帳を基に推計した建物寿命を前提にし、2028 年までの民間シンクタンクの新設住宅着工戸数の予想値を延長して推計）したもので、これによると、2050 年代まで増加しつづけ、2052 年ごろにピークを迎える。

また、廃石膏ボードに関する再資源化システム形成の系譜としては、まず平成 7 年に広域認定によりリサイクルメーカーが廃石膏ボードの収集を行ったことに始まる。平成 18 年に紙と石膏の分別義務化され、これにより管理型から再資源化の検討が本格化した。そして、平成 20 年の建設リサイクル法の見直しにより、木材に付随した廃石膏ボードの分別等の石膏ボードの分別解体徹底が始まった。建設リサイクル法においても、現在石膏ボードを特定指定品目にいれるか検討がなされている。

図 3-5-1 廃石膏ボード年間総排出量の推計

■材料特性

図 3-5-2 に石膏ボードの原料石膏の内訳を示す。原料調達割合の決定要因についてであるが、コストと供給量が争点となる。その点で、排煙脱硫石膏を一番多い割合で使用したいという思いがメーカー側にはある。理由は、安定した品質とコストであるからだ。排煙脱硫による石膏の使用用途は、おおよそ 1:1=石膏ボード原料：セメント原料である。昔は、排煙脱硫の技術もなかったため、半分以上は輸入石膏を使用していた。（オーストラリア、タ

イ、メキシコなど)しかし、オーストラリアなど輸入コストを上げてきて、採算が合わなくなってきたのである。国産原料の「その他」の内実は、肥料生産時の廃硫酸や非鉄金属製造時のリン酸などのものから、SO₄を取り出したもので、これをCaと化合させている。(いわゆる化学工場および非鉄鉱山からの廃酸処理としての石膏。)肥料メーカーの海外進出、鉱山の国内枯渇化により、この「その他」の量が減少してきている。この減少分を、排煙脱硫石膏として調達したいがセメントへの需要もあるため、できないので、やむなく輸入している。国産で調達する石膏は、輸入石膏の約半分のコストで調達できる。ここにリサイクルボードの割合を増やしたいところであるが、技術的な問題からまだ、実用化には至っていない。

図 3-5-2 石膏ボードの原料石膏の内訳

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-5-3 に石膏ボードのリサイクルフローを示す。解体現場で発生した廃木材は、収集運搬業者により、中間処理施設に運搬される。中間処理施設では、手選別・破碎・分別・梱包を行い、セメント原料・固化材・ケイカル板原料・肥料などに利用される。

図 3-5-3 石膏ボードのリサイクルフロー

3-5-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

1999 年廃棄物処理法改正により、「廃石膏ボードは安定型から管理型廃棄物」に規定され、さらには 2006 年環境省局長が、「紙分離後の廃石膏粉の管理型処分義務付け」を通知したことにより、再資源化の流れが本格化した。さらに、建設リサイクル法における特定指定品目への検討が行われている。しかし、現時点で指定品目になると、大手のゼネコン・産廃業者は構わないが、中小企業が痛手をこうむる。そうすると、管理型処分場に持っていけなくなり、再資源化もできないので、不法投棄の可能性が高まる。リサイクル率の法規制がなくても、80%前後のものを 100%にするというのが、国交省の建設リサイクル法の特定指定品目の基準概念である。しかし、大手の産廃業者等は、義務化することでどんどん廃材を集めることができるため、早期の義務化を要求している。立場によって、意見が異なっている。

廃石膏ボードの再資源化について、中規模以上のハウスメーカー、ゼネコンは徹底して協力している。しかし、小規模の解体業者は、ミンチ解体をしてしまっている現状がある。こ

の小規模の業者が扱う廃石膏ボードに関しては把握できないため、リサイクルフローの中では、判別不可となる。

■中間処理工場搬入時の状態・の受入基準

表 3-5-1 に石膏ボード受入基準を示す。A 品～D 品に分かれている。A 品の品質が一番良く、D 品の品質が一番悪い。受入側は、A 品を一番低い価格で引き受ける。中間処理工場にもよるが、ヒアリングを行った D 社は、A～C 品の受入をおこなっている。受入時に、受入不可のものが混入していることが分かったら、受入拒否するという。その際に見切れなかったものは、手選別時に分ける。D 社の場合解体現場から直接搬入される場合は 4 割で一度混合廃棄物中間処理業者に渡ってその後搬入される場合が 6 割である。表の欄外下部に D 品の品質状態について詳述する。

表 3-5-1 石膏ボード受入基準

【リサイクル不可能（D 品）の品質状態について】

1. 石膏ボード以外の廃棄物の単品搬入(岩面吸音板・他)
2. ケイカル板・タイル・モルタル・木毛板・スタイロフォーム・木くず等が付着している状態
3. 粉状、粒状のみの状態
4. 土砂等ミンチ状のものが混入し、選別不可能な状態
5. “濡れ”ボード（水が石膏部分まで浸透している状態）
6. ロンレックス等ガラス製品を石膏に混ぜて、内装材に使用しているもの
7. ペンキ塗装(濃厚色)してある岩面吸音板付着の状態
8. アスベスト含有の石膏ボード及び岩面吸音板
9. ヒ素入り石膏ボード（OY ボード）
10. カドミウム入り石膏ボード（アドラボード）

3-5-3. 分別段階

■中間処理工程（D 社の場合）

【D 社の設立背景】

ある大手ゼネコンが廃石膏のリサイクルをできないかということ、大手廃棄物処理業者とともに、大手石膏ボードメーカーに協力の依頼をした。当時大手石膏ボードメーカーは新築端材のリサイクルは行っていたため、解体端材のリサイクルも行うことを依頼した。時代背景としても、リサイクルの気運が高まっていたため、快諾していただいたという。また、特定建設資材に指定されていた木材は、木材と石膏ボードがくっついていることが多かったため、その分離をしなければならないという課題もあったため、そのことも後押ししている。以上の背景から D 社が設立された。

【中間処理工程】

図 3-5-4 にD社の中間処理場内のフローを示す。運搬車の搬入量を計量するために、搬入時と荷卸しした後の重さを計量する。受入不可品が混入していないかどうかを確認し、ストックヤードに保管する。その後ラインに投入し、破碎・手選別・紙と石膏の分別等を経て中間処理を行い、紙はプレスし梱包され、石膏は搬出用ジェットパック車で行われる。

図 3-5-4 D社の中間処理場内のフロー

■各用途の内訳と出荷量

表 3-5-2 に廃石膏ボードの再資源化用途推計を示す。その他リサイクル施設は、土壌固化材やケイカル板原料である。

表 3-5-2 廃石膏ボードの再資源化用途推計

(単位：万トン)	数量	割合
セメント原料	14.8	18%
その他リサイクル施設	9.8	12%
管理型処分場	24.6	30%
判別不可	32.8	40%
解体工事現場(合計)	82	100%

■業界団体等による規制・促進

石膏ボード工業会

元は日本石膏ボード工業組合という名称で、中小企業団体組織法に基づく工業組合として、設立当初は中小企業者が大半を占めていた。しかし、リン酸設備の大型化に伴う大企業

の新規進出と昭和 36 年以降の新型設備の普及に伴い高額な設備投資資金が必要となったことなどの理由から組合員企業は中堅ないし大企業が中心となり、工業組合は資格要件を失った法定組合となった。

このような状況で、組織改編を通産省に薦められ、一般社団法人として昭和 52 年石膏ボード工業会が発足した。石膏ボードの生産、流通及び利用消費の改善合理化を図ることにより、資源の有効利用と質的向上に寄与し、もって産業の健全な発展と国民の住生活に貢献することを目的として、調査研究・情報提供・規格や基準の作成・品質性能に関する試験などを行ってきた。時代や社会の求めるニーズに合わせて、リサイクル事業に関しても携わるようになった。

3-5-4. 再利用段階

■各用途での実態

現在石膏ボードのリサイクルの促進を用途開発含めてさかんに行われている。その理由は管理型処分場へ廃石膏ボードを持っていくと、15000-20000 円ほど、関東圏ならば 30000-40000 円かかるためである。これは、廃棄物処理場が飽和状態にあるため、高額な処理費を提示し、実質処理場へ運搬させないための「お断り価格」としている。そのため、リサイクル用途を無理にでも開発したほうが、捨てるより採算がとれるため、また、石膏ボードの年間排出量は、2050 年にピークを迎えるため、この供給量の増加が最大の用途開発の促進要素にもなっている。主な用途開発は、富山高専によるリン吸着剤の開発、石膏粉をナノ単位にした放射能物質の吸収、し尿処理場でのリンの回収などがある。また、水平リサイクルの点では、廃石膏ボードの使用割合を高める効率的な結晶大型化技術の開発と実用化の検討を日本大学と石膏ボード工業会によって共同で行うことや、民間企業による合弁会社を設立して開発を本格的に行っている。

また、混合廃棄物中から廃石膏ボードの分離として、日本工業大学ものづくり環境学科がその技術開発に向けて研究を行っている。

ただ、材料単体に価値があるものではなく、多くの場所で手に入るため海外のニーズは全くない。また、廃石膏ボードの紙の部分に関しては、紙の純度を高める設備の導入により、以前は段ボールなどであったが、卵のパックやPCの梱包材などのより高い用途への使用が実現している。

■法制度

リサイクル製品の認定がなされている自治体は 18 あるが、廃石膏ボードを使用したリサイクル認定製品の使用状況は 7%。実際に使用はされていないのが現状である。

また、平成 17 年まで安定型処分場に埋めていたが、硫化水素が発生するため、管理型処分場に持ち込まなければならなくなった。しかし、この管理型への処分費がかなり割高なため、再利用を検討するような動きがでるきっかけとなった。また、管理型処分を行う運営会

社は、廃石膏ボードの受け入れを渋る。それは、石膏ボードの比重が $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ ほどと軽すぎる（単価が高い）ためである。受入を許可する業者は激減している。

3-5-5. 課題及び今後の展望

今後の出荷量の増加予測に対し、回収した廃材を再度使用する用途を確保しておく必要がある。技術開発が急務である。

3-6. 板ガラス

3-6-1. 全体観

ガラスの起源は、紀元前 3000 年前頃のメソポタミア時代に遡ると言われている。また、紀元 79 年のポンペイ遺跡には窓ガラスとして使われた痕跡も見られる。ガラスが建築の窓として使用されるのは産業革命後のことである。図 3-6-1 に板ガラスの製造工程を示す。日本では、明治 40 年に創立された旭硝子が明治 42 年に初めて事業化に成功した。その陰には明治の初期から中期にかけて官営品川硝子製造所を始め、多くの人々が板ガラスの事業化に挑戦して失敗した歴史の積み重ねがある。大正から昭和初期にかけて日本の板ガラス工業は急速に発展し輸入国から輸出国に転換した。昭和 40 年代の高度成長期は、板ガラス産業にも大きな変革があった。住宅のアルミサッシ化が進むと、これまで木製建具に入っていた 2 ミリ厚のガラスから 3 ミリ・4 ミリ厚が主体となった。平成に入ると国内の建築、自動車生産も量的な伸びが止まり代わってより付加価値の高い高機能なガラスが要求されるようになった。

図 3-6-1 板ガラスの製造工程²¹

■材料特性

²¹ 板硝子協会,板硝子協会 60 年の歩み

□製法

製法は、フロート板ガラス製法とロールアウト製法がある。フロート板ガラス製法について、金属すずを溶かして入れた容器の中に、ガラスを流し込み、重量の比率によりすずの層とガラスの層に分かれる。世界のほとんどのガラスがこの製法による。工程の中で製造されたガラスの両端部は、曲がっているので切断。それを端材として再び工程に戻す。泡がたくさん入っているものは品質基準を満たさず、これも再び工程に戻す。製品の歩留まりは、8割。1割は端材。1割は不良品。ロールアウト製法について、フロート板ガラス製法が開発される前は、この二本の水冷ロールの中に熔解したガラスを流し込みガラスを製造する製法であった。

□調合

表 3-6-1 に板ガラスの原料調合比を示す。けい砂(SiO_2)は、ガラスの主原料で最強の強度を求める場合は、けい砂 100%がよい。原産地は、日本では瀬戸、山口、海外ではベトナム、中国、オーストラリアから輸入している。ソーダ灰(Na_2O)は、ガラスを溶かしやすくする、または成形しやすくする役割を持つ。アルカリ性で、熱するとけい砂よりすぐ溶ける。 SiO の Si と O の間に穴が空いているが、そこに Na が入り込み溶けやすくなり、成形性もよくなる。次にぼう硝・長石・石灰石は、ガラスの強度を上げる目的で混ぜる。泡を出しやすくする、泡がまとまりやすくなる。完成した時にガラスに泡が入ったままだと不良品となってしまう。ドロマイトは、溶かしやすくする・強度を高める目的で投入する。ガラス屑(カレット)については、燃焼効率を高めるために投入する。市中カレットと端材カレットがある。値段は市中カレットの方が安い品質は落ちる。けい砂を溶かすには大きなエネルギーが必要であるため、一度ガラス化したカレットはエネルギーの消費を防ぐことができる。また、カレットの使用は溶解を速める。ガラスを製造し、加工会社までが遠い場合、加工会社で発生した端材を元の製造会社まで戻すカレットもあるが、鉄の箱をたくさん用意しなければならないなどコストが見合わないため、カレット業者から仕入れているのが実情。

表 3-6-1 板ガラスの原料調合比²²

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-6-2 に市中カレット以外のカレットリサイクルのフローを示す。建築用板ガラスの市中カレットはほとんど回収されていないが、製造過程で発生する端材は回収し、循環利用

²²板硝子協会,板硝子協会 60 年の歩み

を行っている。図中の a・b・c で示した部分で、それぞれ工場内回収分・カッティングセンター回収分・カレット回収業者からの購入分のカレットを再利用している。

図 3-6-2 市中カレット以外のカレットリサイクルのフロー²³

3-6-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

法規制はない。また、ガラスの建築用の板ガラスは地球表層部の元素の成分を示すクラス数と非常に似通っているため、最終処分しても悪影響がないことから、最終処分されることがほとんどである。

■中間処理工場搬入時の状態・の受入基準

カレットの品質については、建築用板ガラスに限らず A～C 級品のように各社が基準を設定している。業界団体は基準の設定は行っていない。自動車用板ガラスは積極的にリサイクルの動きを起こそうとしており、全体で基準を統一している。

3-6-3. 分別段階

■中間処理工程

リサイクル技術開発事業として、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構）の要請を受けて一定期間行われていたが多くの市中カレットを釜に投入するのはやはり効率が落ち、品質低下につながるなどの理由により建築用板ガラスのリサイクルは難しいとされている。ただ、似た板ガラスを製造する自動車産業において、現在リサイクルの事業化の検討がなされている。自動車用板ガラスは、ガラス日射遮蔽ガラスを製造するため紫外線カットの金属を入れ込んだものや、リアガラス部分の熱線プリントで霜取りの機能を持たせる銀のペーストが焼き付けられたものなど様々な種類のガラスが使用されている。このように難易度の高い自動車産業で板ガラスのリサイクル技術が確立されると、それを建築用ガラスにも適用できる可能性があると考えられる。

■各用途の内訳と出荷量

産廃業者もあまり板硝子は回収していない様子。カスケードリサイクルの順番としては、純度を問われる板ガラス（自動車、建築）、ガラスびん、ガラス繊維の順にカスケードの程度が下がっていくと思われる。ガラス繊維は純度を全く問わないので、溶ければいいというレベルでカスケードリサイクルの最後の受け皿である。

■業界団体等による規制・促進

建築用の場合、解体後はリサイクル処理業者が回収・分別等を行うため、把握もしづらい。ガラス産業連合会（GIC）の会合では、びんの業界がリサイクルに対して一番積極的である。

²³板硝子協会、板硝子協会 60 年の歩み

ペットボトルという代替材料が台頭し、シェアがシュリンク傾向にあるため、リサイクルへの取組はさかんである。

■欧州でのガラスリサイクル

日本は、品質に厳しすぎるため、リサイクル率がなかなか上がらない。欧州では、中間膜が入った合わせガラスなども、一般的な再資源化处理を行う。樹脂のため燃やせば消えるという考え方をとる。欧州は、ガラスの用途が多いのも利点である。たとえば、ステンドグラスである。ステンドグラスは不純物に対して寛容で泡が入っていてもかまわない。むしろもっと強烈な色を着色さえする。また、プロフィリットガラスとうものも存在していて倉庫の壁にC型のチャンネルのような形のものをガラスで製造し、パーティションとして使用する。これは、不純物に非常に寛容なため、受け皿的用途として存在している。また、温室ガラスもある。日本では、ビニールハウスであるが、欧州ではガラスを利用する。これも不純物に寛容である。

3-6-4. 再利用段階

■各用途での実態

輸出入についてであるが、カレットの海外需要はなく輸出は行っていない。板ガラスは大きい、重たい、取扱いにくい、輸送コストがかさむ。そのため産地産業となりやすい。

環境負荷の懸念が社会的に注目されるようになり、製造業のCO₂排出量削減が叫ばれるようになった。現在それに対応する動きとして、品種統合・生産統合がある。これは例えばA社が東京である品種のガラスの製造を行う工場、B社が大阪でまた異なる品種のガラスの製造を行う工場を所有しているとすると、A社、B社ガラスメーカー間で、委託を行っているということである。また、板ガラスは社会的に必須の建材で、もともと砂を原料としているので環境負荷のかからない建材であるなどというロビー活動である。さらには、リサイクルとは別の角度でエコガラスのアピールを行っている。断熱性の高い複層ガラスで電気代の節約によるCO₂排出量カットなどである。

エネルギー消費が大きいガラス製造業に対して、社会的に疑念を持たれた時期もあったが、その際は、最終消費者を相手にしている自動車メーカー、住宅メーカーに対してガラス生産にあたるエネルギー消費の妥当性、エコロジーな手法のアピールなどを行った。最終消費者が問い詰めた際にしっかりとした対応ができるように情報提供を行った。

■法制度

特に存在していない。

3-6-5. 課題及び今後の展望

市中カレットの用途開発の検討と回収の仕組みを構築する必要がある。

3-7. 塩ビ管

3-7-1. 全体観

図 3-7-1 に示すように、塩ビ樹脂製品は広く建材用途に利用されており、特に塩化ビニル管は日本における塩ビ樹脂の製品用途のうち 4 割強を占める最大の用途である。これら塩ビ管は上下水道等のインフラや建築設備等に使用されており、配管の更新工事や建築物の解体工事等によって排出される。塩ビ管継手協会が実施した調査では、50 年使用した塩ビ管の引張り強さが規格値を上回るなど、塩ビ管は耐用年数が非常に長い材料であることから、図 3-7-2 に示すこれまでの塩ビ管の出荷実績を考慮すると、塩ビ管は今後も安定的かつ大量に排出されると考えられる。

一方、2000 年ごろにはダイオキシンや環境ホルモンなど塩ビの有害性が主張され、塩ビへのバッシングが起こったため、塩ビ管産業を保護するため、塩化ビニル管・継手協会が設立された。現在、塩ビ管・継手協会は契約会社を増やすことで、リサイクル協力会社、中間受入場、契約中間処理会社からなるリサイクルネットワークの構築を目指している。協会システム内のリサイクル量を図 3-7-3 に示す。契約会社は増えていることから、再資源化量は増加傾向にある。また、リサイクル塩ビ管は 2003 年と 2006 年に排水管と通気管がそれぞれグリーン購入法の特典調達品目に指定されたことから、再生管の需要の拡大が期待されている。

図 3-7-1 塩ビ樹脂の製品用途²⁴

図 3-7-2 塩ビ管の出荷実績²⁵

図 3-7-3 塩ビ管・継手のリサイクルの推移²⁶

■材料特性

塩ビ樹脂は他プラスチックと異なり塩素を多量に含んだプラスチックであるため、省資源であり大量に製造しやすい、難燃性をもつなどの理由から建築材料としての採用が多い。また、使用期間中やリサイクル過程での劣化が小さく、可塑剤や安定剤等の添加剤を加えることで物性の異なる幅広い用途に使用できることから、さまざまな形でマテリアルリサイクルが行われている。そのため、塩ビは他プラスチックと比較しても、マテリアルリサイクルが進んでいる樹脂である。

一方、塩ビはその難燃性から燃焼効率が悪いために、他のプラスチックと異なりサーマルリサイクルが行いにくいという欠点もある。また 2000 年ごろの塩ビバッシングにより、塩ビを焼却することに対する忌避感も存在している。そのため、廃プラスチック混合品から塩

²⁴VEC「リサイクルビジョン」より

²⁵塩ビ管継手協会提供資料より

²⁶ 全国木材資源リサイクル協会連合会 HP,

ビ樹脂を除く技術も開発されている。この欠点により、さらにマテリアルリサイクルが望まれる材料となっている。

ただし、金属等と異なり塩ビは材料の価値が決して高くないことから、リサイクルにあたっては採算性が確保しにくい。そのため、PVC くずの海外への輸出は多く、東アジアの市場でリサイクルされる場合が多いという側面もある。

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-7-4 に、塩ビ管のリサイクルフローを示す。廃塩ビ管には、施工時を中心に排出される端材などの施工・流通ロス品と、解体工事を中心に排出される廃材の 2 種類があり、中間処理業者によって改修される。ただし後者は、混合廃棄物として産業廃棄物処理業者に搬入された後、手選別段階等で分別され、中間処理業者に回収されるものも存在する。

中間処理業者によって改修された廃塩ビ管は、中間処理を経た後、国内もしくは東アジアを中心とした海外のリサイクル業者に売却され、再利用される。なお、海外の業者の受け入れ基準は、国内のそれに比べ低いことが多いため、国内でのリサイクル量よりも海外への輸出量のほうが多いと考えられる。

図 3-7-4 塩ビ管のリサイクルフロー

3-7-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

特定建設資材に指定されておらず、他の法律・規制等による制限も無い。廃塩ビ管の回収量が過去の出荷量と比較しても小さいことから、土中への埋没品など回収されない廃材も一定量あると考えられる。ただし、特長的な形状をしており見分けやすいことから、解体工事現場や産業廃棄物処理上における回収は比較的容易である。

■中間処理工場搬入時の状態・受入基準

塩ビ管・継手協会は、協会側の提示する粉碎品の品質基準さえ満たしていれば、輸出価格を参考とした価格で買い取るとしている。

また、E 社では廃塩ビ管をその規格によって A・B・C ランクに分けており、それぞれ別々の製品に試用している。

A ランクの廃材は、JIS K 6741 の表示認証品であり、B ランクの廃材は、塩ビ管・継ぎ手協会が規定している AS5 の規格品である。それ以外の認証を受けていない廃材が C ランクとなる。いずれかの機関から認証を受けた製品（A ランク、B ランク）と、認証を受けていない製品（C ランク）の割合は、およそ 7 : 3 となっている。

運搬された廃材は、程度の良いもの、汚れや劣化のあるもの、材料的に使いにくいものなどに分ける。A ランクの製品は、JIS K 6741 の認証を取得している程度の良い使用済みパイプを使用することで、品質を確保している。B ランクの製品は、パイプの種類が様々なものになる。C ランクの製品は、継ぎ手も微量であるが混ざってくる。

塩ビ管廃材は、未粉碎の状態で自社工場へ運ばれる。それは、廃材の汚れの状態を確認することと、JIS 規格品であるかどうかなど、もともとの塩ビ管の品質を確認するためである。品質確認のため、なるべく未粉碎品を運搬しているが、最近では、海外から粉碎品を購入することもある。

写真 3-7-1 塩ビ管・継手の受け入れと処理

3-7-3. 分別段階

■中間処理工程（E 社の場合）

□処理フロー

E 社の工場は、使用済み塩ビ管の回収拠点になっており、塩ビ管の選別、粉碎を行っている。産業廃棄物処理業者が E 社工場周辺に点在しているため、効率的に使用済み塩ビ管を回収するために、E 社工場周辺に構えている。なお、選別は基本的に手選別で行い、塩ビ管の状態や規格の表示等によって仕分けを行っている。その後、分けられたランクごとに粉碎を行う。

その後他の工場へ運搬し、微粉碎・配混合、造粒、成形までを行っている。微粉碎を行っているのは、添加剤をむら無く加えるためである。また、造粒時にフィルターを通して押し出しを行うことで、異物除去を行っている。

現在 E 社が製造している製品は、全部で 4 種類である。A ランク品は 2 種類、B ランク品は 1 種類、C ランク品は 1 種類に使用されている。

■業界団体による規制・促進

塩化ビニル管・継手協会

【概要】

塩ビ管・継手協会は塩ビ管および継手を製造している正会員会社 10 社（2016 年 7 月現在 は 9 社）により設立・運営されている。国内の塩ビ管はこの 10 社で 9 割ほどのシェアを有しており、JIS 規格や AS 規格に適合する規格品を製造している。これらの塩ビ管は上下水道や設備などに使用されている。公共工事などには規格品しか使用できないため、個人利用のもの以外はほとんどが協会の規格品である。

なお、一部のリサイクル会社は、協会が発足して仕組みをつくる前からリサイクル材を製造する会社として成立していた。それらの会社にも協力会社としてシステムに参加してもらっている。

【認証基準について】

リサイクル塩ビ管の種類としてリサイクル三層管、リサイクル発泡三層管、REP 管（リサイクル単層管）があるが、REP 管のみ規定強度が低く引張強度 39MPa 以上、そのほかについてはバージン材と同じ引張強度 45MPa 以上としている。引張強度試験のほかには偏平試験などを行っている。また、引張強度は三層管の場合、層ごとに計測している。

リサイクル管は下水本管や上水道など水圧のかかる用途には使わず、排水など無圧用途に用いるとしており、用途をかなり制限している。

三層管を三層構造としているのは、内外層にバージン材を使用することで強度の担保をすることが主な目的である。土圧などどの方向から力が加わるかが分かりにくいので、二層構造よりも三層構造のほうが信頼できる。また、リサイクル材を中間層に挿入するのは、色が異なったりまだらになったりする可能性をなくすことも考慮している。

AS 規格は、JIS 規格で規定されていないサイズ、形状の製品の補完を目的として規定している。この規定により、消費者へ品質の担保をしている。よって、JIS 規格と AS 規格の品質の違いはない。

会員以外の会社が製造している塩ビ管は多くが規格外品であるため、DIY など個人利用に留まる場合が多い。規格品より安価に販売できることがあるのがメリットである。

【グリーン購入法】

グリーン購入法の特定指定品目の認定は、知名度向上とイメージアップが主目的であるが、グリーン購入法は遵守しなくてはならない法律ではないので、使ってもらえる機会は向上したが、大きく増えたわけではない。使用されるか使用されないかに関わらず、国交省の公的建築工事の標準仕様書に書かれるため、ブランディングに大きく影響を及ぼしているといえる。

グリーン購入法では、REP 管の再生原料使用率は 80%以上、三層管類は 30%以上と規定されている。実際には三層管類は 50%以上使われているが、発泡三層管はその特徴のため再生原料使用率のばらつきが大きく、最低値を担保するため低めに設定している。また、REP 管

には高価になるのでバージン材は入れていないことが多く、そのため再生原料使用率が 90% を超えていることも多い。安定剤などを混合することで強度を担保している。

なお、完成品から再生原料使用率が分からないため、視察を行うことで担保している。

3-7-4. 再利用段階

■各用途での実態

現在、E 社のリサイクル管は 7-8 割ほどが民間工事に利用されており、公共工事への使用量はあまり多くない。ただ、年々公共工事に使われる割合は増えているという。

【用途開発】

新たな用途開発は特に行われていない。

【海外との関係】

海外からのリサイクル塩ビ管に関する問い合わせはない。ただ、リサイクル原料の需要はあるようである。

■リサイクル製品認証制度の取得

E社の製品は複数の認証制度によって指定されている。一覧を表 3-7-1 に示す。

これらの規格や認証があることで、製品の性能や再生原料使用率などをステークホルダーに対して担保しながら説明ができるという効果がある。実際、E社が製造している製品は再生原料使用率 98%であり、塩ビ樹脂はすべて廃塩ビ管を使用している。

自治体のリサイクル製品認定を受けるためには、事業所がその自治体にないといけない場合があるため、その場合は現地の販売会社に協力してもらい、認証を取得している。回収は実際に、その自治体の廃材を自社工場まで運搬する。その後戻る際に、製造品を運搬することで、運送費や人件費の効率化を行っている。

また、リサイクル材を使用すると入札の際に評価点が上がるというシステムがある自治体もあるため、施工業者は積極的にリサイクル製品を使用する意向がある。

ただし、JIS K 6741 の認定を取得している塩ビ管は、日本で E 社一社でしか製造されていない。製造元が一社だけであると、使用の義務づけとなった場合、様々な条件でその会社の取扱いが難しくなったときに、リサイクル材を使用することが不可能となるため、自治体の認証制度は基本的に「積極的に使用する」という努力義務にとどまっている。

また、複数の企業が JIS K 6741 の規格を取得していないと受入れはできないという自治体も存在する。

表 3-7-1 E 社が取得している認証制度等一覧

3-7-5. 課題及び今後の展望

■課題

E 社が自治体によるさまざまな認証制度や象徴による指定を受けているにもかかわらず、需要があまり伸びていないのは、いくつか理由が考えられる。

例えば前述のように JIS K 6741 の取得が 1 社に留まっていることが挙げられる。こうした背景があるため、E 社では認証制度を取得して、その上で民間工事を取り扱う業者などに営業にいくというのが通例になってきている。このように、リサイクル製品の認証制度の効果は販売促進のツールとして考えた方がよく、直接公共工事の需要が拡大すると期待してしまわない方がいいという意見があった。

■今後の展望

現在は協会としてリサイクル管の製造量を増やすつもりはない。リサイクル管の製造は、バージン管の製造より手間がかかるため、価格を同じとした場合、バージン管の利益率の方が高くなるためである。また、製造時に手間がかかる一方で、リサイクル管の付加価値はバージン管と代わりがない、もしくはそれ以下となることも理由として挙げられる。

こうした状況の背景には、リサイクル品でも見た目が綺麗でないと日本の市場には受け入れられないという事情がある。そのため、廃材の受け入れ基準が高くなってしまい、回収が滞ってしまう。

本来塩ビ管は目に見えないところで使用する建材であるため、少々見た目の悪さが許容されるように、市場のリサイクル品に対する意識を変えていく必要がある。

3-8. 塩ビ床材

3-8-1. 全体観

タイルカーペットは、どこの事務所でも使用されている建設資材である。事務所の移転などでは大量のタイルカーペットが産業廃棄物となる。写真 3-8-1 にタイルカーペット (50cm×50cm) を示す。床材の中も施工の容易性や様々な部屋の形に合わせることができるなどの理由から多くのオフィス等で採用されている。テナントの変更に伴う張替え需要が起こるのは、7 年ほど前は 6 年スパンであったが、現在約 4 年スパンである。景気が悪くなると、企業は縮小移転をする。テナントの場合、転出する際にタイルカーペットを張り替えなければならないため、景気が悪くても張り替え需要は起こる業界である。好景気の際は、新しいテナントビルの建設として新規需要もこれに加えて生まれる。

図 3-8-1 にタイルカーペットの断面図を示す。タイルカーペットは、表面がパイル糸を原料とした繊維状のパイル層、裏面が軟質の塩ビを原料としたパッキング層で構成されている。

写真 3-8-1 タイルカーペット (50cm×50cm)

図 3-8-1 タイルカーペットの断面図

■材料特性

図 3-8-2 にパッキング層の原料内訳を示す。硬質塩ビなどと異なり、塩ビパウダーの 6 割は、炭酸カルシウムになっている。その理由は、タイルカーペットは、人間の歩行に耐える素材でないといけないため、重さを出すため。また、増量剤として投入することで、コストダウンを図ることができる。また、重さがないと、タイルカーペットの端から反りを生じてしまう。

図 3-8-2 パッキング層の原料内訳

■リサイクルマテリアルフロー (G 社の場合)

図 3-8-3 に G 社を中心としたタイルカーペットのリサイクルフローを示す。タイルカーペットのリサイクル業界を取りまとめる業界団体が存在しなかったため、タイルカーペットのリサイクル事業に先進的に取り組む中間処理会社である G 社へのヒアリング調査を基に作成した。主なルートは、排出事業者から中間処理業者に混合廃棄物として運搬された中から、タイルカーペットのみを取り出して、タイルカーペット専門の中間処理を行う G 社へ搬送される。そこで、繊維層となるパイル層と塩ビ層を分け、各リサイクルメーカーに搬送

されるというフローをとる。

図 3-8-3 G社を中心としたタイルカーペットのリサイクルフロー

3-8-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

G社へのヒアリングより、事業を始めた当初は最終処分場へ委託する費用よりも安い値段でタイルカーペットを回収するとしているのにも関わらず、多くの種類が混ざっている廃棄物の中から、タイルカーペットのみを選別することの煩雑さの方が勝って協力をしていただけないこともあったという。しかし、最終処分への費用がかかることから、経営層が納得をし始め、現場の作業員も煩わしさを我慢しながら、着手するようになった。それに一旦慣れてしまうと、作業化されて量も確保できるようになったということが聞かれた。

大規模の中間処理業者では、解体現場から回収した廃棄物を積んだひとつのトラックの中が、すべてタイルカーペットである場合もあるなど、まとめてタイルカーペット廃材を回収しやすい環境がある。一方、小規模の中間処理業者では、一度に多くの量のタイルカーペット廃材を確保できないため、自社内でタイルカーペットが一定量集まるまで、ストックヤードなどに置いておかなければならない。しかし、そのようなスペースも確保できない会社が多いため、G社では、子会社の収集運搬会社が小規模の中間処理業者に対して、定期的に回収に訪問することで、小さな中間処理業者に対しても、タイルカーペットの回収を行っている。

■中間処理工場搬入時の状態・の受入基準

G社は、メーカーは様々だが、タイルカーペットのみを受け入れている。硬質床材、クッ

ション材などの他の建材を受け入れていないため、配合や添加率が異なる建材を混ぜていないので、顧客には安心感を与えることに成功している。

タイルカーペットの裏側のパッキング層は、どこのメーカーもほとんど同じ組成で製造するため、素材のばらつきはほとんどなく、リサイクル原料の品質を一定に保ちやすいのが業界の特徴である。

手選別時はタイルカーペットの裏に製品情報がありそれを参照して分別を行う。たとえば、「住江, R-PVC, PA」であれば、メーカーは住江織物で、裏面はリサイクル PVC 使用、表面はナイロン（ポリアミド）であるということを示している。この表示がない場合、簡易の x 線検査を行って選別を行う。

3-8-3. 分別段階

■中間処理工程（G社の場合）

G社の場合、搬入された廃タイルカーペットを検品し、検品を通過したものに対し、塩ビ層部分の回収を目的にタイルカーペットを裏返し、切削処理を行う。塩ビの再生原料を生産することが目的であるため、パイル側は、塩ビ素材を含んで子会社で全粉砕し、塩ビと繊維材を分けるのである。施行の際に使用されるボンドなどの粘着質は、振動ふるい機で、ふるっていく中で、だまになってふるいを通らなくなる。そして、ふるいを通じた、粘着質が除かれた塩ビパウダーが得られる。塩ビ部分と繊維部分が分かれた状態で出荷を行う。

図 3-8-4 G社の中間処理フロー

■各用途の内訳と出荷量

塩ビパウダーはG社の場合、全量タイルカーペットメーカーに納入され、水平リサイクルを実現している。

■業界団体等による規制・促進

特にない。

3-8-4. 再利用段階

■各用途での実態

価格設定に関しては、解体現場から仲介する中間処理施設に対して、最終処分にかかる料金よりも、安い価格を設定して交渉を行っている。

リサイクル床材メーカーのF社はリサイクル材の販売価格は、バージン材の半分以上の価格で販売しているという。

■普及促進

F社は、1997年に環境憲章を制定したのを皮切りに、早くから環境対応を重要経営課題と捉え、環境配慮型商品の開発を推進してきた。1996年には業界で初めて PET 再生繊維使

用のカーテンを発売、2008 年には業界初の「カーボンオフセット付タイルカーペット」を発売し、顧客から大きな反響があった。2009 年には、わが国で初めてオーダーカーテン製品回収の広域認定を取得、回収した製品を 100%再利用する「カーテンリサイクルシステム」をスタートさせた。またこれらの活動が認められ、2010 年には、環境省より「エコ・ファースト企業」の認証を受けた。これにより、環境配慮を意識した顧客などに評価を得ている。

【タイルカーペット業界におけるエコマークの認識】

F 社は2003 年に初めてエコマークを取得。当時のエコマークの基準は、非常に厳しかった。床材に対してリサイクル原料の重量比 50%以上というものであった。F 社はやっとの思いで基準をクリアし、エコマークを取得したがその後、基準が厳しくあとに続く企業が現れなかった。そこで、エコマークを運用する日本環境協会は、基準を下げ始めた。現在、重量比 25%となっている。現在F 社の扱う繊維系床材のリサイクル率は 40%以上を確保している。

F 社がエコマークを取得している製品は、3 種類。タイルカーペット、ロールカーペット、塩ビタイル。エコマークの商品分類 123 番【タイルカーペット】に全製品のタイルカーペット、104 番【家庭用繊維製品】にロールカーペット、118 番【プラスチック製品】に塩ビタイルが分類されている。エコマーク側は、F 社の先行事例を参考に商品分類を行った。エコマークの新しい基準が作られるのには、3 年ほど要した。

カーペットの裏面には、エコマークのラベルを以前は押印していて、それが義務化されていたが、現在は、押印するためのコストの関係などもあり、義務化されていない。

再生原料使用にあたっての証明行為については、対象製品の製造に関わった、すべての原料メーカーの試験データなど原料を証明する証明書が必要である。一年に一度、エコマークに登録した商品の売上高を報告する義務がある。エコマークに登録した床材の登録料は売上高に応じて変化するが、現在、数十万円ほどかかっている。

【タイルカーペット業界におけるエコリーフラベルの認識】

F 社は 2005 年にはじめて取得した。認定を受けている商材の種類は、タイルカーペットと塩ビタイルの 2 種類である。エコリーフラベルを取得するにあたって、かなり煩雑な作業や計算が必要になるので、コンサルティング会社に、必要な情報を提供し代わりに計算などを委託し、それをエコリーフラベルを運用する産業環境管理協会に申請するという流れをとり、認可を受けた。

F 社は環境に配慮した製品の開発を経営の方向性として決定した。そのため、エコマークを取得したが、他の企業もエコマークを導入し始め、更なる環境配慮をアピールすべく、エコリーフラベル取得に乗り出した。今となつては、エコマークを取得した製品が当たり前となっている。エコリーフラベルを取得している床材を扱う企業はF 社一社のみ。

【タイルカーペット業界におけるグリーン購入法の認識】

グリーン購入法は、床材は 10%以上含まれていることが、条件となっている。公共工事で使用されるまでは、何も証明書などは必要ないが、実際の工事で使用される際は、10%以上のリサイクル原料が含まれていることを証明しなければならない。エコマークを取得しているのであれば、それで証明できたことになり、改めて証明の必要はない。10%という数値は、現在の基準としては、ゆうに達成できる数値だという。グリーン購入法の規定ができ、床材は、特定品目に指定され、リサイクル品を使用することを積極的に奨励する内容であった。そのため、当時、F社もその需要に大きな期待をして、リサイクル品の開発を行っていた。ところが、公共の需要に関して、リサイクル品を広めようとした当時は、自治体は、リサイクル品を使用することは前例がないということで、リサイクル品の使用を拒否した。そのため、民間企業への需要の確保へ方向転換をした。すると民間企業の中から、「環境企業」をうたい、企業のブランディングを目指している企業が出現してきた。その環境企業を目指す企業に対しリサイクル品の使用を呼びかけ、需要確保を試みたのである。

【企業ブランディング】

エコリーフラベルで作成される出荷証明書を利用し、F社は、顧客企業がF社の床材を〇〇㎡使うことによって、二酸化炭素が△△kg削減することに成功したという証明書を発行する。それを、顧客企業は自社のロビーなどに掲載することで、環境配慮のイメージを植え付けることを試みている。

エコマークを取得した製品で、他社の安価な床材が流通したとき、エコリーフラベルも取得していることでF社の製品は他社とは異なり、きちんと二酸化炭素のライフサイクルまで計算したことを証明でき差別化に成功している。

現在、環境を配慮したものを使いたいという施主と安ければ安いほどいいという施主と二極化してきているという。

3-8-5. 課題及び今後の展望

リサイクルに積極的な企業が少なく、リーディングカンパニーが評価されるシステムが整っていない。業界全体としての取組の必要性がある。

3-9. 塩ビサッシ

3-9-1. 全体観

塩ビサッシはその断熱性の高さから、北海道をはじめとした寒冷地の住宅を中心に、図 3-9-1 に示したように 1980 年代から普及してきている。2016 年現在、塩ビサッシが北海道の住宅に使用され始めてから概ね 35 年が経過しており、建築物の寿命による解体に伴う、樹脂サッシの排出が今後排出してゆくと思われる。

塩ビ樹脂がマテリアルリサイクルに適した材料であることは前々章で述べたが、塩ビサッシも同様であり、実際に古くから塩ビサッシが利用されてきたドイツにおいては、1990 年代にリサイクルシステムが確立されている。日本でも将来的に樹脂サッシの排出が本格化すると予測され、樹脂サッシのリサイクルを考える必要が生じたため、大学と企業が共同で塩ビサッシリサイクル WG としての活動を 2002 年から開始している。

同 WG においては、北海道における樹脂サッシの排出実態の調査や廃サッシの再資源化試験等が行われてきた。その結果、リサイクルが技術的には可能であることが示されたが、排出量の少なさや解体時に手間がかかることなど、特にコスト面に課題があり、現状では塩ビサッシから塩ビサッシへのリサイクルは行われておらず、回収された塩ビ破砕品は輸出されたり、埋めたり処分されたりしていると考えられる。

ただし、素材選別の機械化や回収量の増加などによって、採算性が確保できれば、水平リサイクルが実現される可能性は高いと思われる。

これら塩ビサッシリサイクル WG の活動については、塩ビサッシリサイクル WG「2002～2012 年活動・調査報告書」にまとめられており、本節の執筆においても参考としている。

図 3-9-1 塩ビサッシの排出量推計²⁷

²⁷日本サッシ協会ほか（2013）「塩ビサッシリサイクル合同 WG 2002～2012 年活動・調査報告書」より

■リサイクルマテリアルフロー

図 3-9-2 に、ドイツにおける塩ビサッシリサイクルの全体像を示す。日本でも塩ビに対する不信感が高まった時期はあったが、欧州ではそれにも増して環境団体が大きな影響力を持つため、そうしたプレッシャーに対応するためにリサイクルシステムが構築されたという経緯がある。

アルミサッシが普及の中心であった日本と異なり欧州における樹脂サッシの普及率が高いため、回収システムの確立が容易であったという背景もあり、回収拠点の設置によって回収を行っている。

ドイツでは窓の生産に関わる製造業者が、窓の型材を生産するプロファイラーと、組み立てを行うファブリーケーターに分かれている。一方日本国内では、北海道を除いて組み立てを行う業者が存在しないため、建材メーカーが型材の生産と組み立ての双方を行っている。

これらの拠点で改修された廃棄窓は、再生業者に搬送され、機械処理によって塩ビ・ガラス等が選別される。選別された塩ビ樹脂は製造業者に搬送され、型材の内部など目に見えない箇所で使用されている。

図 3-9-2 ドイツにおける塩ビサッシのリサイクルフロー²⁸

²⁸1 と同様

3-9-2. 解体段階

■法規制・解体時における実態

現在は塩ビサッシの解体方法が確立されておらず、収まりや構造も認知されていない場合が多いため、塩ビサッシは構造材と同時に重機で解体されていると考えられる。

■中間処理工場搬入時の状態・受入基準

現在、排出が本格化しておらず回収量が小さいため、統一された受け入れ基準等は存在しない。

3-9-3. 分別段階

■中間処理工程

□処理フロー

廃プラスチック処理を行っている産業廃棄物処理業者や中間処理業者によってある程度の量は回収されているが、その多くは埋立処分されていると考えられる。

■業界団体による規制・促進

塩ビサッシリサイクル WG

【概要】

塩ビサッシリサイクル WG は東京大学大学院准教授・清家剛を座長として、各塩ビサッシメーカーやサッシメーカーの業界団体である日本サッシ協会に樹脂サッシ工業会、PVC の業界団体である塩ビ工業・環境協会が参加しており、塩ビサッシのリサイクルの実現に向けて生産・技術・コスト等について検討を行っている。

3-9-4. 再利用段階

■各用途での実態

現在、塩ビサッシは国内においてリサイクルが行われていない。その一方で、ある程度の量は塩ビ管と同様に海外へ輸出され、塩ビ製品にマテリアルリサイクルが行われていると見られる。また、国内でもリサイクル塩ビ管等の製品の再生原料として、ごく少量ではあるが利用がされていると予想される。

3-9-5. 課題及び今後の展望

■課題

塩ビサッシの再資源化システムの実現に向けては、採算性の確保、品質の確保、回収システムの構築など課題は多い。まだリサイクルが行われていない建材のひとつであるため、実際にリサイクルが行われた際に新たな課題が見つかる可能性もある。

ただし、北海道の窓においては塩ビサッシの採用率がほぼ 100%であり、排出量の増大も予想されているため、対策を行う必要がある。

■今後の展望

技術・コスト等の課題についてはリサイクル WG を中心として検討が行われており、採算が合うのであればリサイクルに積極的な中間処理業者も存在する。今後、塩ビサッシの排出が本格化すれば、再資源化システムが徐々に構築されてゆくことが予想されるため、再資源化システムの実現に向けて有用な検討を重ねていくことが重要である。

3-10. 小結

3 章では、コンクリート・木材・鉄・アルミサッシ・石膏ボード・板ガラス・塩ビ管・塩ビ床材・塩ビサッシの 9 つの建材の再資源化の実態を明らかにした。ここで、この 9 つの建材の再資源化の実態の概要を一覧表で表 3-10-1、表 3-10-2 に示す。

コンクリートは建設リサイクル法の特定建設資材に指定されており再資源化率は高いが、ほぼ全量路盤材への利用となっており、技術的には水平リサイクルが可能であるにも関わらず、再生骨材として使用されていないのが実態である。これは、再生骨材としての需要がまだ大きくないこと、コンクリート塊を再生骨材にするためのコストが高いこと、路盤材への再生が技術的に容易であることが関係していると考えられる。

木材も建設リサイクル法の特定建設資材に指定されており、高い再資源化率である。しかし、材料特性として構造部材への利用という水平リサイクルは難しい。そのためカスケードリサイクルとなるが、木材の出口用途は豊富で、マテリアルリサイクルであれば木質ボードや製紙原料へ、サーマルリサイクルであれば、バイオマス発電や製紙セメント製造業へ、その他畜産業の堆肥としての利用となっている。リサイクル市場として成熟しているといえよう。

鉄は、特定建設資材に指定されていないが、高い再資源化率である。これは鉄の材料特性としてそれほど劣化しないため、もう一度熔解すれば強度も確保できるためである。また、建設業で使用する鉄の要求品質は、他産業における鉄で要求される品質に比べて低いため受け皿的用途としての役割を果たしている。当初、さかんに鉄を輸入していたころリサイクル材は国内での供給が主であったが、国内需要が飽和状態に達すると、韓国・中国に主に輸出を行っていた。さらには、近年韓国・中国での需要も飽和し、東南アジアやインドに輸出されるようになっていく。

アルミサッシも鉄と同様、それほど劣化しない材料特性であるため、高い再資源化率である。ただ、鉄と異なるのは建設業で使用するアルミは他産業に比べて要求品質が高いため、一度建設業で使われたアルミサッシは、その後要求品質の低い鋳物・ダイカスト（自動車のエンジンなど）に再利用される。ただ、技術的には水平リサイクルが可能な建材であるため安易に鋳物・ダイカストへの利用を選択せずに、水平リサイクルできるアルミはできるだけそのために取り組むことが重要である。

石膏ボードは、まずもともと石膏ボードの原料に排煙脱硫石膏など再資源化材料を全体の約 77%取り入れている。用途に関しては、セメント原料や固化材やケイカル板の原料となる。しかし今後石膏ボードの排出量は増加傾向で 2050 年頃排出のピークが到来すると考えられている。そのためさらなる用途開発や廃材回収の仕組みを検討しなければならない。

板ガラスは、バージン材の製造工程の中で発生したカレットに関しては再利用を行っている。一度ガラスの形をしたケイ素に関しては始めから製造するより、エネルギー消費が小さくて済むため、カレットは製造時の投入する原料の 4 割を占めている。しかし、市中カレットはほぼ全量廃棄されている。一方欧州では、製品に再資源化経費を上乗せして協会団体

を運営してその経費を用いて回収した板ガラス再資源化処理の権利をかけた競売を開催し、民間企業に委託し再資源化を行っている。そのため、ガラスも現実的には再資源化が可能である。まだ、リサイクル市場は成熟しているとはいえない。

塩ビ管は、日本での要求品質が高いため、多くは韓国・台湾・中国に輸出され、海外で再資源化されている。日本でも業界団体が中心となって仕組みを構築しているが、再資源化コストがかさむため、現実的ではない。日本の要求品質が下がるか、再資源化コストを削減することができればリサイクル市場は成熟すると考えられる。

塩ビ床材は、本研究ではタイルカーペットについて扱っているが、まだ業界全体として再資源化処理に対して積極的でないため、リーディングカンパニーのみの取組となっている。エコマークの基準もその影響があり、基準値が下がってしまっている現状である。複数の企業が参画するか、業界団体を形成し積極的な取組を行うことが必要である。

塩ビサッシは、北海道・東北地方を中心に寒冷地で普及しているが、廃材としての発生量はまだ少ない。発生量が増えた際の回収の仕組みを整えておく必要がある。また技術的には、硬質の塩ビ部分と軟質の塩ビ部分を分離する技術を開発しなければならない。

4 章 リサイクル市場の分析

- 4-1. 解体段階における段階
- 4-2. 分別段階における段階
 - 4-2-1. 回収段階
 - 4-2-2. 中間処理段階
 - 4-2-3. 出荷段階
- 4-3. 再利用段階における段階
- 4-4. リサイクル市場の構造分析
- 4-5. 小結

4. リサイクル市場の分析

4-1. 解体段階における課題

図 4-1-1 に解体段階における課題現場から発生した廃材の流れを示す。再資源化システムを高い水準で構築するためには、解体段階において、それぞれの廃材が分別されることが重要である。さらには、その分別された廃材に多くの不純物が混ざっていない状態であることが理想的である。木材とコンクリート塊は建設リサイクル法で再資源化が義務付けられていることと、鉄とアルミは熔解すれば品質がさほど低下せず、再生製品化の採算が合うため義務化されていなくても回収率が高い。一度混合廃棄物の中間処理施設に搬入されると、その工場が分別できる廃材の種類しか再資源化されず、残りは焼却か埋め立てとなるため、中間処理施設の技術に依存してしまう。解体業者への分別の徹底を行うことが鍵となる。

ただ、解体業者の規模が小さいと、分別には人手がかかり、コストがかさむため、採算が合わなければ分別が徹底されないことや、ミンチ解体が行われるなどという形になってしまう。

また、むやみに建設リサイクル法の特定建設資材に指定することも得策ではない。たとえば、石膏ボードの指定が検討されているが、まだ 30%ほどの再資源化率であり、再資源化の出口や回収システムが整っていない段階で指定をしてしまっても、特に中小の解体業者は分別を徹底できず、事業を行うことができなくなる。成熟の段階を見て、指定するかどうかの判断を行うべきである。

図 4-1-1 解体段階における課題現場から発生した廃材の流れ

■建材の寿命とリサイクル

図 4-1-2 に各建材の寿命の一覧を示す。RC 造の事務所の法定耐用年数は 50 年である。仮にこれを建築の寿命とした場合、今回取り上げたもののうち、石膏ボード・板ガラス・塩ビ建材以外の建材の寿命は建築物の寿命よりも長いため、建築物の寿命とともに排出される。ただし、木材や石膏ボードなど湿気に弱い建材は、その使用状況によって寿命が短くなる可能性がある。塩ビ床材の寿命が極端に短いのは、タイルカーペットは事務所のテナントに使用されることが多いが、移転が 4 年単位で行われることが多いためこのような数値となっている。資源消費の観点から寿命の短い建材ほど再資源化について真摯に向き合う必要がある。図中の黄色で示した線を超えない建材に関しては、解体段階以外の改修などの段階で廃材が発生することが言える。改修の際と、解体の際で勝手が異なる場合はその点を明らかにしておくことが重要である。

図 4-1-2 各建材の寿命の一覧

■構造部材と非構造部材

図 4-1-3 に構造部材と非構造部材の分類を示す。木材・鉄・コンクリートは構造部材になりうる。それに対して、塩ビ建材・板ガラス・アルミサッシ・石膏ボードは非構造部材に使用される。非構造部材には強度的な品質が要求されないことから、その視点のみで考えると比較的水平和リサイクルがしやすいと考えることができる。また、解体の際には、構造部材の方が一現場当たりの発生量が多いため、リサイクルの流れは作り出しやすいと思われる。

図 4-1-3 構造部材と非構造部材の分類

■石膏ボード業界の動き

国交省が「廃石膏ボード現場分別解体マニュアル」を2012年に発表し、解体現場で分別回収を行うことを促進している。この取組みの概要を紹介する。

図4-1-4に石膏ボードの標準的な解体手順を示す。解体を行う前に石膏ボードが使用されている部位や使用量の確認、作業場所、分別スペースの有無、搬出先施設の確認などの事前調査を行わなければならない。分別解体を行う際は、解体困難な使用部位や他資材との複合材等がある場合は、対応方法を検討し適切に分別できるように配慮しなければならない。表4-1-1に石膏ボードの解体工事の概要を示す。石膏ボードの解体作業は建築設備の撤去後、大きくクロス類の撤去・搬出と石膏ボードの分別及び解体の順に行う。表4-1-2に廃石膏ボードの保管・回収手順を示す。石膏ボードは廃棄物処理法に定められた保管基準に従い、表内の説明に従って再資源化を行うことが望ましい。

以上のように石膏ボードにおいては、解体分別マニュアルを作成しこれに倣って再資源化に努めるように促進されている。このようにマニュアルを開示し解体分別の見本があるような解体を行うべきか明確になり、解体事業者も作業が行いやすくなる。

しかし、大手の解体業者は可能であるが、零細企業にとってはかなりの負担となるため、現状徹底はできていないのが現状である。

建設リサイクル法の特定建設資材に指定すると再資源化を義務付けることはできるが、いきなり義務化されても、事業者はそれに対応することが難しいため、このように義務化に意向する前に、分別解体の流れを作りだすことが重要である。これは、石膏ボードに限らずすべての建材におい共通していえることであると言える。

図4-1-4 石膏ボードの標準的な解体手順²⁹

表4-1-1 石膏ボードの解体工事の概要³⁰

表4-1-2 廃石膏ボードの保管・回収手順³¹

²⁹ 国土交通省,廃石膏ボード現場分別解体マニュアル,2012年

³⁰ 国土交通省,廃石膏ボード現場分別解体マニュアル,2012年

³¹ 国土交通省,廃石膏ボード現場分別解体マニュアル,2012年

4-2. 分別段階における課題

再資源化システムのフローを解体段階・分別段階・再利用段階に分けたが、ここでは分別段階をさらに3つの段階に分ける。回収段階・中間処理段階・出荷段階の3つである。中間処理に搬入される廃材の回収の段階である回収段階、搬入された廃材をリサイクル材の原料にするまでの中間処理段階、製造した再資源化原料を各用途へ搬出する出荷段階である。

図4-2-1に分別段階におけるリサイクル市場成熟に関わる要素と方策を示す。回収段階においては、回収量を拡大させ、再資源化原料の確保を行う必要がある。そのためには、廃材の発生量が今後増加すること、もしくは、回収率が上昇すること、そして、それを受け入れるだけの中間処理工場が存在していることが必要となる。

中間処理段階においては、回収した廃材を工場内においての生産量を確保する必要がある。生産量確保のためには、需要のある用途に使用できるように、分別技術を向上させることと、量産体制を構築すること。その際に重要なのは、競合企業が存在していることで、一社の生産量のみでは市場をまかないきれない。競合企業が存在していると、技術開発が促されることと市場拡大を促すことにつながる。

出荷段階においては、出口用途の需要を拡大することが必要である。その方法は、未開拓の用途の需要を得ることや、既存の需要を拡大することにある。用途数の増加においては、他産業も含めた利害関係者と技術的な検討を行う必要があり、既存用途の需要量拡大については、外部要因によるところが大きく、能動的なアクションは取りにくい。

図4-2-1 分別段階におけるリサイクル市場成熟に関わる要素と方策

4-2-1. 回収段階

図 4-2-2 に回収段階におけるリサイクル市場拡大に向けた方策を示す。回収段階において、リサイクル市場を成熟させるためには、まず解体現場からの回収量を増やさなければならない。これがリサイクル市場全体の市場規模を大きくするための方策であると言える。その回収量の拡大のためには、3 つのアプローチがあり、まず「廃材発生量の増加」である。ただ、これは何か働きかけを行って増加する訳ではなく、建物の解体件数や解体規模の大きさ、またはある一定の期間対象の建材の使用が増加していれば一時的に増加、またはある期間から対象建材の使用が現在に至って継続すると、廃材の発生量は増加する。石膏ボードはその好例で、1921 年から使用がされ始め現在廃材の発生量が増えており、2050 年に廃材発生量のピークが到来すると推測されている。また、塩ビサッシも北海道・東北地方などを中心に使用量が増加しており、今後廃材発生量が増えると予測される。同時にアルミサッシの使用が減少すると思われる。

次に考えられるアクションは「回収率の向上」である。回収率の向上のためには、今まで解体現場において分別解体していなかった建材を分別することや、その建材を中間処理施設に運ぶ際の仕組みを整える必要がある。まず、分別解体については、先ほどの解体段階における課題の節で言及したように、解体現場における分別を徹底するように建設リサイクル法で特定建設資材に指定することや、指定されていなくても分別解体マニュアルを作成し、分別解体の方法を周知するなどの方策が考えられる。また個別の建材に関しては、リサイクルを行う事業者が所属する業界団体などによってルールを定めることで再資源化システムが高度化すると考えられる。たとえば、塩ビ管においては塩ビ管・継手協会が中間処理業者の協力会社を定め、受入体制を整えている。また、建材全般の廃棄物の取扱いに関して「広域認定制度」（旧：広域再生制度）という制度がある。これは、排出会社（ゼネコン、ハウスメーカーなど）とバージン材メーカーが広域再生の基本契約を締結し、排出先からの最寄りの受け入れ先（製造工場）に搬入し、リサイクルするものである。これは、産業廃棄物管理票（マニフェスト）が不要であり、都道府県をまたがった越境移動ができるなどのメリットがある。一方中間処理は、排出先（地場工務店など）と受入先（製造工場）が産業廃棄物処理委託契約を締結し、都道府県知事認可の収集運搬業者に搬入を依頼し、リサイクルするものである。これは、最終処分を確認するためのマニフェストが必要であり、越境移動は事前協議なしにはできないものである。このような制度を利用して水平リサイクルがしやすい環境を創ることができる。

最後に「受け入れ可能量の拡大」である。排出量が十分にあるにも関わらず、受け入れ可能な工場がないばかりに、最終処分されてしまうことは避けるべきである。首都圏におけるコンクリートがそのような状況になっていることもあるということがヒアリング調査から聞かれた。首都圏ではコンクリート塊発生量に対し受け入れ事業者の容量が足りておらず、解体工事が進まないということもあるほどであるという。そのため、排出量に見合う受入容量を持つことが望ましい。

これらに加えて、分別解体時の廃材の純度も重要な要素になる。中間処理場で不純物の除去等を行うが、搬入時の段階で純度を上げておくことでその後の再資源化原料の品質向上につながる。

図 4-2-2 回収段階におけるリサイクル市場成熟に向けた方策

4-2-2. 中間処理段階

図 4-2-3 に中間処理段階におけるリサイクル市場成熟に向けた方策を示す。中間処理段階においてリサイクル市場を成熟させるためには、まず再資源化原料の「生産量の確保」が必要である。

図4-2-3 中間処理段階におけるリサイクル市場成熟に向けた方策

「分別技術の向上」

再資源化原料の生産量を増やすことでリサイクル市場規模を拡大することができる。そのために必要なことは、まず「分別技術の向上」である。搬入された廃材が中間処理を経て搬出されるまでにしっかりと不純物を取り除き、高い純度にするすることで、より高度な再資源化システムを構築することができる。ここで、不純物を取り除ききることができない場合、カスケードの程度が大きい製品にしかリサイクルを行うことができない。その際に重要になるのが分別技術である。

表 4-2-1 に各建材の分別時の課題となる混入物質を示す。それぞれ分別の難度も変わってくる。たとえば中間処理施設に投入し、粉砕してから不純物を除去したほうがよい場合と、粉砕する前に不純物を除去したほうが、効率がよい場合がある。磁力選別・風力選別・手選別・静電気選別・比重選別・乾式・湿式等、建材の特性に合わせて検討していくことが必要である。

表 4-2-1 各建材の分別時の課題となる混入物質

分別技術向のためには中間処理工場内に備えられた分別機械の精度と手選別による人的資源の確保が重要である。分別機械の精度を上げるためには、まず中間処理することによって価値ある再資源化原料を生み出すことが鍵である。そのためには、再資源化先の用途を確保することがビジネス・事業の拡大につながるため、用途先をイメージして再資源化を行う。再資源化原料を製造したにも関わらず、それを購入するリサイクル材メーカーが存在していないと、商売にならない。そのことを踏まえたうえでの分別技術の向上であるため極端な言い方をすれば、純度の高い再資源化原料を製造してもそれに見合う用途がなければ不毛な努力となる。

■組成内訳から見るリサイクル

図 4-2-4 に各建材のバーゲン材の組成内訳の一覧を示す。このように見ることで再資源化を考える際にどの組成のものをどの用途にリサイクルしたいかということを検討しやすくなると思われる。木材・鉄・アルミサッシ・塩ビ管などであればほとんどが主原料で構成されており、分別に関しては、これ以外の建材との分離はともかく、建材内の分離は比較鉄的

容易にできるのではないかと考えることができる。また、例えばコンクリートの粗骨材と細骨材の分離方法、炭酸カルシウムと塩ビ樹脂と可塑剤の分離方法等々建材の組成の分離も課題にあがる。また、リサイクル材の場合この組成はどのように変わるかなどを検討することで研究開発などに活かすことができよう。

図 4-2-4 各建材のバージン材の組成内訳の一覧

■コンクリートリサイクル

たとえば、コンクリートのリサイクルにおいて、技術的には再生骨材として再資源化できる技術はあるにも関わらず、路盤材への利用がほとんどであるというのが実態である。これ

は、再生骨材を構造部材等の要となる用途へ使用するのには消費者にためらいがあるなどの理由から需要が伸びないためである。建設リサイクル法によって再資源化が義務付けられているにも関わらず、コンクリート塊のリサイクル材としての利用は義務付けられていないせいであるという見方もできる。このことから分別技術を向上させるための動機として、用途を確保することはひとつ重要なカギである。

■競合企業の存在

また業界の競合となる企業の存在も技術開発の動機のひとつである。塩ビ床材、特にタイルカーペットにいえる話であるが、リサイクルに積極的な企業があり、その企業のリサイクル率などを参考にしてエコマークの基準も定められたほどである。しかし、それに次ぐ企業が現れてこず、エコマークの基準が高すぎるという考え方になり、リサイクルに関して先進的でない企業に合わせてエコマークの基準が下がったという事例もある。このことから、各建材のリサイクル事業において競合企業の存在がリサイクル市場を成熟させるひとつの動機となることがいえる。逆に、一つの企業の先進的な取組によって、今までリサイクルがなされていなかった建材でも、リサイクルが技術的・経済的に可能であることが判明し、リサイクル市場が拓ける場合もある。業界全体として、塩ビサッシリサイクル WG という塩ビサッシのリサイクルについて協議するチームが発足しているが、このようにリサイクルに前向きな企業が集まり、リサイクルについて制度的・技術的に検討する会議もリサイクル市場を拓くきっかけにつながる。リサイクル市場が成熟していない建材のリサイクルを検討する場合、既にリサイクル市場が成熟している建材の再資源化システムを参考にするなど、横断的な視点も必要である。

■塩ビ建材の比較

表 4-2-2 に塩ビ建材を比較したものを示す。塩ビ管は、塩化ビニルのみで構成されているため、不純物は混入しづらいが、地中に埋められたものであると、汚れが付着してしまう。押出成形で製造するため、純度は比較的高い基準を求められる。使用用途は、無圧部分のみとされている。塩ビ床材は、農業用ビニルフィルムや塩ビ電線被覆材を原料の一部に利用しており、塩ビリサイクルの重要な受け皿となっている。タイルの裏地として使用するため目立たない。しかし、繊維層と塩ビ層を切り離す技術が確立されている会社が少なく、発展途上である。塩ビサッシは、軟質塩ビと硬質塩ビを分別しなければならない。現在欧州ではその技術は確立されており、日本においても技術開発の検討中である。同じ塩ビ建材でも、構成材料が異なることや、分離の難しさ、製法が異なることによって、再資源化システムの進捗も異なることが分かる。また、塩ビ床材に関しては、タイルカーペットのリサイクル事業はビジネスチャンスが大きいとして、ベンチャーキャピタリストが参入し事業投資が行われている。

表 4-2-2 塩ビ建材の比較

「量産体制の構築」

生産量を確保する次の方策として、「量産体制の構築」が必要となる。これは、技術開発と共通する部分もあると思うが、廃材の発生量に対応した処理能力が必要であるため、技術が開発されてもそれを処理するだけの中間処理能力を備えていないと再資源化システムは高度化されない。量産体制の構築のためには、設備の処理能力を改良すること、稼働時間を増やすことなどによって実現できる。

また、効率的な回収を行うべく、中間処理施設を廃材の発生量に合わせて適正配置していくことも重要である。運搬距離の短縮による二酸化炭素発生量抑制の側面もあるが、距離が遠いために経済的に釣り合わないことによる未回収を防ぐのである。

4-2-3. 出荷段階

図 4-2-5 に出荷段階におけるリサイクル市場成熟に向けた方策を示す。出荷段階においてリサイクル市場を成熟させるためには、まず「出口用途の需要拡大」が必要である。わざわざ手間をかけて廃材を回収し丁寧な中間処理を行って純度を上げて、その再資源化原料を使用するための用途が用意されていなければ再資源化システムは高度化されない。リサイクル市場が未成熟の場合は最初から水平リサイクルを目指さず、カスケードリサイクルやサーマルリサイクル等の比較的容易な用途の開拓を行うことで徐々に成熟していくきっかけをつくることができる。

図 4-2-5 出荷段階におけるリサイクル市場成熟に向けた方策

「用途数の拡大」

その出口用途の需要拡大のための方策として、まず考えられるのは「用途数の拡大」である。既存の用途以外に、廃材の用途を検討するのである。

■他産業を利用したリサイクル

たとえば、他産業に用途を求めることである。アルミサッシであれば、自動車産業でカスケード利用されている。建築用途で使用されるアルミサッシは、外観上目立つ箇所にあたるため、品質の高いアルミニウムを使用する。それに対して、自動車産業でアルミが使用されるのはエンジン部分で普段は見えない位置にあるため、品質の低いアルミニウムを使用する。そのため、建築用途で使用されたアルミサッシは廃材となると、比較的容易に自動車用途として使用することができる。鉄はその逆で、自動車のボディなど目立つ箇所で使用された鉄が、建築産業で使用されている。建設産業における鉄は水平リサイクルがよくなされているといえる。

■建設産業内のカスケードリサイクル

そのほかには、建設産業内でのカスケード利用がある。図 4-2-6 に各建材のカスケードの位置づけを示す。「建設資材」が本研究での対象建材を表している。木材はカスケード利用の好例で、木質ボード、製紙原料などに利用されている。また、カスケード利用の中に、サーマルリサイクルがある。図 4-2-7 にサーマルリサイクルの不可について示す。サーマルリサイクルは燃料としての利用で、カスケードの程度は大きい。木材や塩ビ製品は一部この用途である。品質をそれほど問わないので複数のリサイクルを経た後に受け皿的な用途として利用される。

図 4-2-6 各建材のカスケードの位置づけ

図 4-2-7 サーマルリサイクルの不可について

■海外との需要の差によるリサイクル

また、海外と日本での要求品質の差により、輸出という選択肢もある。塩ビ管を主とした塩ビ製品はその好例である。日本での塩ビ製品の要求品質は高く、リサイクル難度は高いが韓国・台湾・中国などの東アジアでの塩ビ製品の要求品質は日本に比較して低い。そのため、塩ビ製品の廃材が日本から東アジア諸国へ輸出されることがよくある。

また、海外と日本の要求品質ではなく、需要量の差による輸出も鉄などの建材に見ることができる。鉄は、当初国内でスクラップも利用されていたが、国内の利用が飽和状態になると、やがて韓国や中国へ輸出されるようになる。そして、韓国や中国も飽和状態になると、東南アジアへ輸出されるようになるのである。

■輸出価値の有無

図 4-2-8 に輸出価値の有無について示す。金属は需要量の差として価値を生み出しており、塩ビ製品は要求品質の差として価値を生み出している。輸出価値のない建材に関しては、原料が海外の各地で手に入りやすいことや、生産コストが安く製造できる製品であることなどから輸出の価値はないと考えられる。

図 4-2-8 輸出価値の有無について

■水平リサイクルの検討

水平リサイクルについては、現実的に可能な建材と不可能な建材があるため、建材によって目指すべき循環系の形は異なるが、現実的に可能な建材であれば、経済的に合理性がとれるように努力することでより高度な再資源化システムを目指せる。図 4-2-9 に各建材のリサイクル材限界投入率を示す。この数値のリサイクル材を、品質を維持したまま低コストで製造することができることが望ましい。塩ビ管は、100%リサイクル材を使用した製品もあるが三層管という、リサイクル材をバージン材で挟んだ製品など、リサイクル材配合率を抑えながらリサイクル材を開発した。このようなハイブリッドな建材など工夫が需要を生むことも多い。

図 4-2-9 各建材のリサイクル材限界投入率³²³³

³² 3 R システム化可能性調査事業－アルミニウム展伸材スクラップから展伸材へのリサイクルの可能性調査事業－

³³ 塩ビサッシリサイクル WG 2002-2012 年度活動調査報告書

「既存用途の需要量拡大」

また、もうひとつの出口用途の需要拡大の方策として、「既存用途の需要量拡大」がある。これは、既存用途の現在の品質を上げることによって実現することができる。今まで再資源化原料を使用したリサイクル材は品質が低いという理由で使用をためらっていた場合、不純物の除去などによる純度の向上がなされれば、需要を開拓することができる。

■建材のリサイクルメカニズム

図 4-2-10 に各建材の主なリサイクルのメカニズムを示す。主に産業間の要求品質の違い・カスケード利用・日本と海外の要求品質によってリサイクルの仕組みが回っていると理解できる。産業間の要求品質について、鉄・アルミサッシは自動車産業と建設産業との違い、塩ビ床材は農業と建設産業との違い、木材は発電産業や製紙産業と建設産業との違い、石膏ボードは、石炭火力発電事業等と建設産業の違いである。建設産業内でのカスケード利用に関しては、コンクリートは路盤材、木材は木質ボード、石膏ボードはセメント系固化材である。日本と海外の需要の違いについては、塩ビ管は日本と韓国・中国・台湾の要求品質の違い、鉄は日本と東南アジア、以前は東アジアの需要量の違いである。

図 4-2-10 各建材の主なリサイクルのメカニズム

■鉄とアルミの比較

図 4-2-11 に鉄とアルミサッシのカスケード利用の実態を示す。両建材とも自動車産業と関わりがあるが、鉄の場合、自動車のボディ部分で使用されたものが、カスケード利用で建材に使用されている。それに対して、アルミの場合、建設産業でアルミサッシとして使用された後に自動車のエンジン部分に使用されている。建築産業で使用するアルミと自動車産業で使用するアルミとでは、たとえばシリコンの許容値の違いであれば、建材用途（6000 系）は 0.1%であることに對し、自動車のエンジン部分（ADC12）は 12%であるという違いがみられる。

図 4-2-11 鉄とアルミサッシのカスケード利用の実態

4-3. 再利用段階における課題

再利用段階において、バージン材ではなく、リサイクル材が選ばれることが、再資源化システムを高水準で構築するために重要となる。図 4-3-1 にバージン材ではなくリサイクル材を購入する動機を示す。ヒアリング調査からリサイクル材が選ばれる際にはバージン材に対して、価格が安い・品質がいい・環境負荷が小さい、という 3 つのいずれかもしくは複数のメリットがあって選定されていることが聞かれた。そこで、図にバージン材ではなくリサイクル材を選定する動機のパターンを整理した。①は品質・価格・環境ともにバージン材を上回るもの、②は品質・環境が上回るもの、③は価格・環境が上回るもの、④は品質・価格が上回るもの、⑤は価格のみが上回るもの、⑥は品質が上回るもの、⑦は環境が上回るものと分類できる。①・③・④・⑤の状態にあるものは、経済原理により、自然とリサイクル材が使用されると考えられえ。⑥の状態にあるときは、生産コストや輸送コスト等を削減することで、①の状態に近づくことが課題である。品質を要求する顧客に対しては⑥の状態でも購入すると思われるが、リサイクル材の方がバージン材より品質がよいというケースは現実的に考えにくい。

②・⑦の状態にある建材の場合、環境負荷が小さいことをアピールする必要があるが、その有効な戦略として表 4-3-1 にまとめた。その製品が環境負荷軽減に寄与していることを、法律の指定製品や自治体の認定製品や第三者機関等が運営する環境ラベルで証明することができる。グリーン購入法について、これは当法律内の「特定調達品目」に指定されると、国の公共工事等の際に、環境影響の小さい製品として優先的な使用を認められる。公共工事の需要を皮切りに民間工事の需要促進につなげるという狙いがある。管轄は環境省・国交省である。

同じ、公共工事の際に規定されるリサイクル認証制度がある。これは、国のリサイクル製品認定について規定した文書に則って、各地方自治体が設けた基準を満たし、リサイクル認証を受けた製品は、優先的に公共工事に使用される権利を有する。愛知県では、「あいくる材」という名称で親しみが込められている。北海道では、道内で発生した廃材を道内で再資源化した製品であることが規定されており、自治体ごとの循環を促す意図があるようだ。

民間需要においてはエコマークがある。製品ごとにリサイクル率等の基準を設け、基準を満たした製品は、取得することができる。エコマークの取得によりバージン材との差別化を図ることができる。環境ラベルの種類としてはタイプⅠで日本環境協会が管理している。基準の策定に関しては市場にあるリサイクル材のリサイクル率等を参考にして決定される。もうひとつ、エコリーフラベルがあるが、これは環境ラベルの種類としてはタイプⅢである。原料調達から製品廃棄までトータルの環境影響評価を行う。数値で示されるため、一般への認知はされにくいと考えられる。大企業が自社の製品の性能の確認として社内向けに取得することも多いという。産業環境管理協会が管理している。

図 4-3-1 バージン材ではなくリサイクル材を購入する動機

表 4-3-1 環境負荷軽減の宣伝効果手法

■環境ラベルの分析

ここでは、塩ビ床材、特にタイルカーペット業界の中でのエコマークの利用価値について言及する。図 4-3-2 に K 社の環境ラベル取得の認識について図解したものを示す。タイルカーペット業界でまだリサイクル材が普及していなかった頃、先進的にリサイクル材の導入を検討していた K 社が、リサイクル材の開発に成功した。これを市場にアピールする意図で、エコマークを取得した。当初、エコマークを取得していた企業は K 社以外にはほとんどなかったため、販売促進効果はあったという。しかし、他の競合企業がリサイクルの技術が未成熟で、高いリサイクル材投入率で製品を開発することができないでいた。それにエコマークを運営する日本環境協会が気づき、エコマークの基準を下げ始めた。このことから、競合企業がエコマークを取得できるようになり、今までエコマークで差別化を行っていたが差別化ができなくなった。競合企業はそのままのリサイクル率で製造を続けるためなかなか技術開発が起こらない状況が生まれた。K 社は、高いリサイクル率をアピールすべく、他の環境ラベル等に注目し始めた。エコリーフラベルは様々な書類を提出する必要がある取得のハードルが高い。K 社はそのエコリーフラベルを取得し、新たな手法で差別化に成功した。また、グリーン購入法の特典調達品目に指定されることであらたな公共需要にも着手している。

また、同様のことが古紙の業界にもいえるので建材ではないが紹介しておく。図 4-3-3 に古紙業界におけるグリーンマークの販売促進効果とリサイクル市場成熟度の関係を示す。古紙業界では、古紙再生リサイクルセンターという業界団体がリサイクルに関する仕組みを構築する役割を果たしている。この協会が「グリーンマーク」という環境ラベルを作り、

古紙の使用をアピールする取組を始めた。1981年にグリーンマークが制定された当初は知名度も低く販売促進効果も感じられなかったが、1991年に古紙に関するリサイクルの法律が制定され、さらに公共機関において古紙の使用が促進され、古紙に対する顧客の抵抗がなくなっていき、グリーンマークを取得した製品の需要が伸び始めた。やがて、古紙を使用した紙が当たり前の社会となり、グリーンマークの販売促進効果が薄れてきた。そこで、古紙を他の用途に使用することや海外へ古紙を輸出するなどして、需要の確保を図ってきた。環境ラベルが価値を発揮して市民権を得たころに他の需要獲得に出るという動きは、古紙とタイルカーペットにおいて共通する点だといえよう。

図 4-3-2 K社の環境ラベル取得の認識

図 4-3-3 古紙業界におけるグリーンマークの販売促進効果とリサイクル市場成熟度の関係

■市場の捉えるべき規模感について

リサイクル市場を考えるにあたり、各建材でその規模感は変化してしかるべきである。その際に考えるべき視点は、現地調達がグローバルかどうかという点と、循環系がグローバルであるべきかどうかという2点である。(図 4-3-4、図 4-3-5) 製造にあたりほとんどの原料を海外から調達している建材、一部を調達している建材、国内もしくはある一定の経済圏の中で調達が成立する建材等の分類が可能である。本来は、その調達する範囲と同様にリサイクルの循環系の範囲を決定すべきである。しかし、石膏ボードな廃材としての価値はあまり高くないので例外で廃材となった後はローカルな枠の中で考えるべきであるとしている。他の建材はすべて、現地調達した範囲もしくはそれより小さい範囲で循環系を考えていくべきであると言え得る。

図 4-3-4 各建材の原料調達の規模感の分類 (左)

図 4-3-5 各建材のあるべき循環系の規模感の分類 (右)

4-4. リサイクル市場の構造分析

2 章でのリサイクル市場を形成する要素を解体段階・分別段階・再利用段階に分けて抽出し、3 章で 9 建材を対象として再資源化の実態を把握した。さらに 4 章のリサイクル市場の分析では、4.1~4.3 では各段階における課題について図解を交えて言及した。本節では、以上の調査・考察を踏まえ、リサイクル市場の構造分析を行う。

図 4-4-1 に一般的な建設資材のリサイクル市場形成過程を示す。これは、9 種類の建設資材の再資源化の実態から判断し、おおよそこのような系譜を辿ると言うことができる。これを以下の大きく 4 つの段階に分けた。順に解説を行う。

①最終処分・用途 1 への利用検討

②用途 1 への利用加速・用途 2 への利用検討

③用途 1 への利用の需要飽和・用途 2 への利用加速・用途 3 への利用検討

④用途 1 への利用・用途 2 への利用・用途 3 への利用のバランス供給

①最終処分

リサイクルの仕組みが整備される以前、解体現場から出る廃棄物は、「最終処分価格」と「何等かの用途へ再資源化されるためのはじめの出荷先の価格」を比較し、前者の方が安ければ最終処分され、後者の方が安ければ再資源化のフローにつながる。

再資源化のための価格は、再資源化を考えている建設資材の材料特性や単価などが影響する。材料特性としては、対象とする建設資材とその他の建設資材の分離のしやすさや純度の確保が、単価としては、対象とする建設資材のそもそものモノとしての価値である。

②用途 1 への利用加速・用途 2 への利用検討

最終処分価格が、再資源化価格を上回る場合、廃棄物は最終処分されずに再資源化されやすくなる。この価格の関係性が成立するためには、①の状態から最終処分の価格が上昇するか、または再資源化のためのトータルコストが下がるかという 2 つの事象により成立する。再資源化の用途に使用され始めると、その用途への技術開発がされること、回収量が増えることで、量産体制が整うことにより、さらにコストダウンを図ることができる。このとき始めの用途（用途 1 と呼ぶ）のほかに他の用途（用途 2 と呼ぶ）の検討がされ開発が行われ始める。

③用途 1 への利用の需要飽和・用途 2 への利用加速・用途 3 への利用検討

用途 1 に依存して再資源化を行っていると、やがてその用途の需要が飽和してしまう。このとき最終処分価格が、まだ支払える範囲の価格であれば、最終処分に流れるが、最終処分価格が高騰していれば、用途 1 ではなく用途 2 の本格的な事業化への取組みを必要がある。この用途 2 も、用途 1 の際と同じく、技術開発がされること、回収量が増えることで、

量産体制が整うことにより、さらにコストダウンを図ることができる。このようにして用途 2 への利用が加速する。また同時に、用途 2 とは別の用途（用途 3 と呼ぶ）への利用が検討される。

④用途 1 への利用・用途 2 への利用・用途 3 への利用のバランス供給

用途 2 への利用も確立され、用途 3 の利用も安定し始めれば、外部環境の変化がない限り、やがて用途内訳が固定化する。各用途の需要量が共に増えれば、回収率が上昇する。一方の用途のみの需要が増加すれば、回収率が上がり、用途内訳が変わる。各建材によってこの用途の数は異なるが、このような動きを繰り返すことで、リサイクル市場形成されていくと考えられる。

次に、各建材において、この用途がどのような用途であったかについて振り返りを行いこの一般的な図解に沿う部分と沿わない部分について解説を行う。

図 4-4-1 一般的な建設資材のリサイクル市場形成過程

4-4-1. コンクリート

図 4-4-2 にコンクリートのリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2 について示す。

◇現在の段階：③

◇用途 1：路盤材（RC-40）

◇用途 2：再生骨材 L,M,H

①最終処分・路盤材への利用検討

1911年に日本初の RC 造が建設されてから、国内のコンクリートの消費が盛んになった。建設リサイクル法で特定建設資材に指定されるまでは、コンクリートは最終処分されていた。数十年後から徐々に RC 造の解体が始まり、大量のコンクリート塊が最終処分されていたのである。ヒアリング調査を行った A 社では 1975 年頃からコンクリートのがれきに着目し、リサイクルを検討すべく先進的に取り組みを始めた。

②路盤材への利用加速・再生骨材への利用検討

その後、2002 年に木材と共に建設リサイクル法で特定建設資材に指定され、コンクリート塊を 30cm 以内に解体現場で砕き中間処理施設に運搬するという流れで再資源化が義務づけられる。ただ、水平リサイクルはコストや技術的に難易度が高いため、比較的容易に使用できる路盤材にほとんどの廃材が利用されているというのが現状である。

③路盤材への利用の需要飽和・再生骨材への利用加速

しかし、その路盤材への利用も近年飽和状態に近づくにつれ、より水平リサイクルに近い用途である、再生砕石 L・M・H への利用の検討が進み、再生骨材コンクリート普及連絡協議会という業界団体が、再生砕石への利用に向けて、法律改定に向けて提言等を行っている。今後の解体業を円滑に進めるためにも、こういった用途への利用が拡大していくことが望まれる。

図 4-4-2 コンクリートのリサイクル市場の変遷

4-4-2. 木材

図 4-4-3 に木材のリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2,3 について示す。

◇現在の段階：④

◇用途 1：木質ボード

◇用途 2：畜産業（敷料）

◇用途 3：サーマル原料

①最終処分・木質ボードへの利用検討

木材建築は、日本の伝統建築で古くから盛んに使用されていた。一部公衆浴場の燃料として木材が使用されていたという。しかし、本格的な再生材としての使用は、1975 年頃にチップとして利用されたことが始まりである。ただ、このころの大半は最終処分が廃材の主な行き先となっていた。

②木質ボードへの利用加速・敷料への利用検討

その後、1990 年前後で畜産業において柱・梁等の防腐処理していないものを選別して活用し、敷料・堆肥・ビニールハウスの燃料として利用され始めた。また、サーマル原料としての利用において、小型ボイラーに石油の代替燃料として使用されていたものが徐々にまとまった量で消費され始めた。

③木質ボードへの利用の需要飽和・敷料への利用加速・サーマル原料への利用検討

その後、2002 年にコンクリートと共に建設リサイクル法で特定建設資材に指定され、再資源化が義務づけられる。サーマル原料の需要も大型燃料転換により需要を伸ばしていった。それに伴い再資源化率も高まり、最終処分量は減少した。

④木質ボードへの利用・敷料への利用・サーマル原料への利用のバランス供給

平成 24 年度時点で、再資源化率が 89.2%と高い水準を保つようになった。再資源化の用途も豊富にありリサイクル市場は成熟していると言える。現在は、マテリアルリサイクルが 35%、サーマルリサイクルが 58%、その他が 7%という内訳になっている。

図 4-4-3 木材のリサイクル市場の変遷

4-4-3. 鉄

図 4-4-4 に鉄のリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2,3 について示す。

◇現在の段階：④

◇用途 1：国内循環

◇用途 2：海外輸出（韓国・中国）

◇用途 3：海外輸出（東南アジア・インド）

鉄スクラップは、有価物で最終処分されることはほとんどない。そのため、リサイクル市場形成に至る一般的なプロセスの図の最終処分価格は再利用用途の決定には関係しない。しかし、輸入が輸出を上回っていた時期は、国内循環がされている。この国内循環を大きく用途 1 と捉えると、用途 1 への利用が飽和に達した 1990 年代後半には、海外輸出（主に韓国・中国）へ輸出されるようになった。（これを用途 2 とする。）やがて、韓国・中国への用途が 1990 年代後半の日本同様、飽和状態に達すると、続いて、東南アジアやインドへ輸出されるようになる。（これを用途 3 とする）

①国内循環

日本は、かつて世界有数の鉄スクラップ輸入国であり、最盛期には年間 500 万トン規模の輸入を行っていた。1915 年に国内初の電気炉が建設され、鉄鋼蓄積量が増え、鉄スクラップ発生量も増える中で輸入量が減るまでは、国内で鉄が循環しリサイクルシステムが機能していた。同時に少量ではあるが、海外輸出の需要も存在していた。

②国内循環の需要飽和・海外輸出（韓国・中国）の需要拡大

1992 年には国内需要が飽和しついに輸出量が輸入量を上回り、中国や韓国など近隣諸国の需要の増加により、日本は純輸出国に転じることになった。また、韓国・中国だけでなく、東南アジアへの輸出も始まっていた。

③海外輸出（韓国・中国）の需要飽和・海外輸出（東南アジア）の需要拡大

韓国・中国も 1990 年代後半の日本と同様、国内需要が飽和状態に達し、輸出国に転じた。そのため日本の輸出する必要がなくなり、次は東南アジアへ販路を見出すことになる。インド・インドネシア・ベトナムへの輸出が急増していることが分かる。

④国内需要・海外需要ともに安定し、バランス供給

現在ちょうど東南アジアへの販路が拡大しはじめ、十数年後には供給が安定化すると考えられる。またさらに販路を拡大することもあるかもしれない。

図 4-4-4 鉄のリサイクル市場の変遷

4-4-4. アルミサッシ

図 4-4-5 にアルミサッシのリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2 について示す。

◇現在の段階：③

◇用途 1：鋳物・ダイカスト（自動車エンジン）

◇用途 2：アルミサッシ

①最終処分、鋳物とダイカストへの利用検討

1952 年に木サッシに代わりアルミサッシが国内で初めて使用され始めた。アルミサッシは軽量で安価なため順当に需要量が増え、1970 年ごろにリサイクル事業が開始された。

②鋳物とダイカストへの利用加速・アルミサッシへの利用検討

1970 年代に鉄で製造されていた自動車のエンジンがアルミになり、ダイカストの需要が急増した。その需要を補うべく、アルミサッシが自動車産業へカスケードリサイクルされるようになった。アルミサッシのアルミは、6000 系という Al-Zn-Mg-Cu を含む成分で、ダイカストは ADC12 という比較的各成分の許容量が多いものになっており、様々な産業で一度使用されたアルミニウムを受け入れる用途となっている。

③鋳物とダイカストの利用の需要飽和・アルミサッシへの利用加速

現在、回収されたアルミサッシの中で、10%はアルミサッシとして水平リサイクル、90%は自動車のエンジン部分に使用されている。アルミニウム業界は今後、各系のアルミニウムを水平リサイクルする流れを作ろうとしており、アルミサッシも今後水平リサイクルをするための仕組みを構築していく。

図 4-4-5 アルミサッシのリサイクル市場の変遷

4-4-5. 石膏ボード

図 4-4-6 に石膏ボードのリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2 について示す。

◇現在の段階：②

◇用途 1：セメント原料

◇用途 2：土壌固化材

①最終処分・セメント原料への利用検討

1921 年に日本で石膏ボードの生産が開始されてから、石膏ボードの利用が始まった。新築系の廃材は 1995 年に再資源化がスタートした。1995 年には、石膏ボードが安定型産業廃棄物から管理型産業廃棄物の扱いになり、処分価格が高騰した。それにより、解体系廃材の方も再資源化が検討され始めた。

②セメント原料への利用加速・土壌固化材への利用検討

セメント原料への用途への需要が少し増え始め、石膏ボードの中間処理業者も増えてきた。同時に、他の用途である土壌固化材などの用途も開発されるようになる。

③セメント原料への利用の需要飽和・土壌固化材への利用加速

2014 年に廃石膏ボード現場分別解体マニュアルが発表され、現場での分別解体が促されるようになったが、実際はまだ回収率も 30%程度と十分に再資源化システムが高度化されていないと言える。そのため、用途は広がっているが、まだ現在の段階としては市場開拓の段階ということで②の状態であるとする。

図 4-4-6 石膏ボードのリサイクル市場の変遷

4-4-6. 板ガラス

図 4-4-7 に板ガラスのリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1 について示す。

◇現在の段階：①

◇用途 1：板ガラス

①最終処分・水平リサイクルの検討

1915 年から板ガラスの国産化が進むと生産量は増加していったが、リサイクルに関する取り組みは近年までなされることはなかった。2004 年に板ガラスに関するリサイクル WG が設置されたが、まだまだ実用化の段階には至っていない。

図 4-4-7 板ガラスのリサイクル市場の変遷

4-4-7. 塩ビ管

図 4-4-8 に塩ビ管のリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2 について示す。

◇現在の段階：③

◇用途 1：海外輸出

◇用途 2：塩ビ管

①最終処分・海外輸出への利用検討

塩ビ管は、1954 年に国内で生産が始まり、徐々に需要を増やしていった。始めは最終処分が主な行き先であったが、海外（東アジア）の要求品質の方が日本の要求品質より低かったため、廃材が東アジアに輸出されるようになった。

②海外輸出への利用加速・塩ビ管への利用検討

海外輸出が盛んになっていく一方で、塩ビ管への水平リサイクルの動きとして、2000 年前後で塩ビバッシングという塩ビ建材の廃棄物処理によって有害物質が発生するのではないかという疑いがもたれた。それに対し塩ビ業界も様々な手法を講じたが、その中でリサイクル管の促進として JIS 規格を取得した。これによりリサイクル管でも品質を確保しているということを対外的にアピールすることができるのである。

③海外輸出に依存・塩ビ管への利用拡大

グリーン購入法の特定調達品目にも指定されたが、塩ビ管の需要はコストの関係もあり、なかなか生産が伸びていない。海外輸出が近い将来需要飽和になった際に、しっかりとリサイクル管が普及できるような体制を整えておくことが重要である。

図 4-4-8 塩ビ管のリサイクル市場の変遷

4-4-8. 塩ビ床材

図 4-4-9 に塩ビ床材のリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1 について示す。

◇現在の段階：②

◇用途 1：タイルカーペット

①最終処分・タイルカーペットへの利用検討

1950 年頃オフィスを中心にタイルカーペットは普及し始めた。初めは最終処分されていたが、2003 年にリサイクル事業が開始された。

②タイルカーペットへの利用加速

未だ最終処分されている量が多いが、タイルカーペットへの水平リサイクルの取り組みが始まり、事業化に成功している企業がある。その企業にはベンチャーキャピタリストが参入している。それにより現在タイルカーペット業界が活性化している。

図 4-4-9 塩ビ床材のリサイクル市場の変遷

4-4-9. 塩ビサッシ

図 4-4-10 に塩ビサッシのリサイクル市場の変遷を示す。実態調査と文献調査から図のような系譜を辿ると考えられる。また、図 4-4-1 に当てはめたときの現在の段階と、用途 1,2,3 について示す。

◇現在の段階：②

◇用途 1：海外輸出

①最終処分・海外輸出の利用開始

1979 年に北海道で発売が始まった。近年始まった利用のためまだ十分に廃材が発生していないが、多くは最終処分されている。ただ、塩ビ管と同様、要求品質の違いから海外に輸出されている。

②海外輸出の加速・水平リサイクルの検討

塩ビサッシは、将来の廃材発生が増加が予測されるため、その流れを受けて塩ビサッシリサイクル WG が塩ビサッシのリサイクルについて検討を行っている。硬質と軟質の塩ビを分離する技術の開発や回収量の確保が課題となる。

図 4-4-10 塩ビ床材のリサイクル市場の変遷

4-5. 小結

本章のリサイクル市場の分析では、4.1~4.3 では各段階における課題について図解を交えて言及した。4.4 では以上の調査・考察を踏まえ、リサイクル市場の構造分析を行った。これらの大方をまとめると、図 4-5-1 に各建材の使用開始時期とリサイクル材使用開始時期の一覧、また、図 4-5-2 にリサイクル市場の成熟度による分類で表現できる。

図 4-5-1 各建材の使用開始時期とリサイクル材使用開始時期の一覧

図 4-5-2 リサイクル市場の成熟度による分類

5 章 終章

5-1. 研究の総括

5-2. 本研究の課題と今後の課題

5章 終章

5-1. 研究の総括

ここで、研究の総括として、本研究のダイジェストを以下に示す。

1. はじめに

1.1 研究背景

わが国では、2000年に施行された循環型社会形成推進基本法により、持続可能な開発を目指す指針が示された。その中で建設分野は、年間全廃棄物量の約2割を占めており、廃棄物排出量の削減に努めることは、必要不可欠であると言える。また、現在最終処分場の逼迫などの問題から今後建設資材の再資源化の検討を行う必要があるが、各建材の再資源化率やリサイクル用途を見ると、再資源化システムの成熟度に差があることが分かる。

1.2 研究目的

9種類の建材の再資源化システムの実態調査を通して、解体段階・分別段階・再利用段階それぞれの構造・課題を明らかにする。それを踏まえ市場形成に関する過程に着目し建材全般のリサイクル市場の構造を明らかにする。

1.3 研究方法

建設資材の再資源化システムの実態を明らかにすべく、ヒアリング調査と文献調査を合わせて行った。ヒアリング調査に関して、個別の建材のリサイクルに関わる事業者（全16件）と、リサイクルに関する法制度や促進の管轄となる関係者とその他（全7件）にヒアリング調査を行った。

2. リサイクル市場を形成する要素

2.1 概要

リサイクル市場を形成する要素は大きく、解体段階・分別段階・再利用段階の3つの段階に分けて捉えることができると考えられる。各建材の再資源化システムが成熟して安定化するためには、各段階において次に示す決定がなされることが重要となる。

2.2 解体段階

解体段階における選択肢は2つあり、「分別回収」と「混合廃棄物」である。分別回収がなされることが再資源化システムを高度化させるが、その決定の際に関わる要素として、建材特性（分別価値・難易度）、解体業者の規模、分別手間・コストである。

解体段階に関わる法規制として建設廃棄物の再資源化等の実施を義務付けた建設リサイクル法がある。現在、木材とコンクリート及びアスファルトコンクリートが対象となっている。

2.3 分別段階

分別段階における選択肢は4つあり、「水平リサイクル」、「カスケードリサイクル」、「輸出」、「最終処分」で、最終処分以外の選択肢が取られることが再資源化システムを高度化させる。その際に関わる要素として、処分価格、輸出価格、分別技術、各用途の需要量がある。

分別段階に関わる動きとしては、業界団体による受け入れ基準や提携等の仕組みづくり・

情報提供などがあり、建材によっては大きな影響力をもつ業界団体も存在する。

2.4 再利用段階

再利用段階における選択肢は2つあり、「リサイクル材」「バージン材」で、リサイクル材が選択されることが再資源化システムを高度化させる。その際に関わる要素としてバージン材との価格競争、リサイクル材の品質、環境配慮のアピールである。

再利用段階に関わる法規制として、国等の公的部門が率先して環境物品を調達することで、環境に配慮した企業活動を誘発し、民間需要においても、市場を広げるということを狙いとしたグリーン購入法がある。また、環境保全や環境負荷低減に資する製品や仕組みに環境ラベルを添付し、一般製品との差別化を図ることを狙いとした環境ラベリング制度もある。再利用段階の各法制度の基準の高さは、エコマーク（タイプⅠ）が最も高く、グリーン購入法は基準策定時にこれを参照している。

3. 各建材の再資源化の実態

特定建設資材に指定された建材・指定されていないが高い再資源化率の建材・発展途上段階にある建材・まだ再資源化が未成熟の段階にある建材等幅を持った9建材を対象に実態を調査した。

特定建設資材に指定されている木くずとコンクリートは高い再資源化率であるが、コンクリートは再資源化の用途として、ほとんどが路盤材に使用されているというカスケードの程度の大きさが目立った。自動車産業に依存したアルミサッシや東南アジアへの輸出に依存した塩ビ管など単一の用途に依存したリサイクルシステムを持つ建材もあった。また、材料の特性上木材など水平リサイクルが難しい建材や、石膏ボードなどリサイクル材混入割合に限界がある建材もある。塩ビサッシなどについては廃材がまだ発生しておらず、リサイクルシステム構築の検討段階にある建材もあった。各建材現状に大きなばらつきがあることがわかった。

4. リサイクル市場の分析

4.1 解体段階における課題

再資源化システムを高い水準で構築するためには、解体段階において、それぞれの廃材が分別されることが重要である。一度混合廃棄物の中間処理施設に搬入されると、その工場が分別できる廃材の種類しか再資源化されず、残りは焼却か埋め立てとなるため、中間処理施設の技術に依存してしまう。解体業者への分別の徹底を行うことが鍵となる。

4.2 分別段階における課題

再資源化システムのフローを、解体段階・分別段階・再利用段階に分けたが、ここでは分別段階をさらに3つの段階に分ける。回収段階・中間処理段階・出荷段階の3つである。回収段階においては回収量の拡大、中間処理段階においては生産量の確保、出荷段階においては出口用途の需要拡大である。

4.3 再利用段階における課題

再利用段階においては、バージン材ではなく、リサイクル材が選ばれることが、再資源

化システムを高水準で構築するために重要となる。その動機としては、リサイクル材の方がバージン材よりも価格が安い、環境負荷が小さい、品質がいい、の3つである。中でも環境負荷が小さいということをアピールするためには、いくつかの手法があり、エコマークの取得、グリーン購入法の特定調達品目に指定されることなどがある。

4.4 各建材の特性の考察

各建材への実態調査から、リサイクル市場成熟までの変遷は大きく4つの段階に分けることができると考えられる。板ガラスや塩ビサッシなどに言えるリサイクル市場が未発達な段階から、まず初めの再資源化の用途の開拓を行う。この段階にあるのが石膏ボードや塩ビ建材であると言える。しばらくして後その用途の需要が飽和する。路盤材に依存したコンクリート、自動車のダイカストに依存したアルミサッシ、海外輸出に依存した塩ビ管がこの状態であると言える。その後次の用途の開拓を行う。これを繰り返して鉄や木材のように用途先が豊富になり、バージン材に対して優位な状態にすることができればリサイクル市場は成熟していくといえる。さらに詳しいリサイクル市場の構造分析に関しては、本論文4.4を参照されたい。

5-2. 本研究の課題と今後の展望

本研究では、9種の建設資材の再資源化の実態を把握し、市場形成に関する過程に着目し建材全般のリサイクル市場の構造を明らかにすることができた。今後は、再資源化率・水平リサイクル率・限界となるリサイクル材配合率・カスケードの程度等の考えうる指標をもとに、リサイクル市場の成熟度をより捉えやすくなる定量的な指標を作成できればと考えている。

主な参考文献

地方独立行政法人北海道立総合研究機構ほか（2015）「建設混合廃棄物のリサイクル推進に向けて」

日本建築仕上学会（2007）「建築物に使用される仕上げ材の分別解体工事施工指針（案）・同解説」

【アルミサッシ】

日本アルミニウム協会（2006）「3Rシステム化可能性調査事業 アルミニウム展伸材スクラップから展伸材へのリサイクルの可能性調査事業 調査研究報告書」

【木材】

全国木材資源リサイクル協会連合会（2010）「木質リサイクルチップの品質規格」

全国木材資源リサイクル協会連合会（2015）「木質バイオマス発電に対する提言 木質資源の有効利用のために」

鈴木隆（2015）「東日本大震災から学ぶ災害木くずのリサイクルについて」

【鉄】

日本鉄リサイクル工業会（2013）「鉄リサイクル事業のマニュアルブック（2013年版）」

日本鉄源協会（2015）「鉄源年報 第26号（2015）」

【板ガラス】

板硝子協会（2004）「欧州板ガラスリサイクル状況調査報告書」

工藤透（2008）「板ガラスのリサイクル」

【石膏ボード】

石膏ボード工業会（2001）「解体廃石膏ボードの再資源化技術開発成果報告書」

石膏ボード工業会（2012）「廃石膏ボードの再資源化について」

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課（2011）「廃石膏ボードの再資源化促進に係る実態調査報告書」

石膏再生協同組合（2014）「再生石膏を用いた農業用土壌改良資材の環境安全品質ガイドライン」

石膏ボード工業会（2009）「石膏ボードの歩み」

国土交通省（2012）「廃石膏ボード現場分別解体マニュアル」

【コンクリート】

再生骨材コンクリート普及連絡協議会（2015）「広報資料」

【塩ビ建材】

塩ビ工業・環境協会、塩化ビニル環境対策協議会（2007）「リサイクルビジョン」

塩化ビニル管・継手協会（2013）「協会案内」

塩ビ工業・環境協会、塩化ビニル環境対策協議会（2007）「塩ビと建設材料」

塩ビ工業・環境協会（2005）「塩ビファクトブック」

日本サッシ協会ほか（2013）「塩ビサッシリサイクル合同 WG 2002～2012 年活動・調査報告書」