

持続可能な ミックス古紙の処理方法¹ 古紙輸入規制への対応

南山大学
寶多康弘研究会
環境・エネルギー②
大橋美水
奥野綾佳
柏木里咲
鈴木晨士
立浦裕也
永田菜摘
吉兼千晴

2021 年 11 月

¹ 本稿は、2021 年 12 月 11 日、12 日に開催される ISFJ 日本政策学生会議「政策フォーラム 2021」のために作成したものである。本稿の執筆にあたって、寶多康弘先生(南山大学)をはじめ、名古屋市、古紙問屋、製紙メーカー等へのヒアリングにより多くの方々から熱心かつ有益なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

近年、SDGs や脱炭素など、環境問題への関心が高まっている。日本のリサイクルシステムは優れていると言われているが、廃棄物輸入規制の世界的な広まりにより国内リサイクルシステムを見直す必要性が高まっている。そこで本稿では、あまり注目されていない古紙のリサイクルシステムに焦点を置くことにした。中でも、リサイクルにおいて問題を多く抱えているミックス古紙の課題を解決することで、持続可能な社会の実現を目的とする。

始めに、本稿で定めるところのミックス古紙を雑誌と雑がみから構成されるものと定義づける。現状分析では、まず、ミックス古紙の処理方法を見直す必要がある背景として、①輸入規制によって2018年からミックス古紙の輸出量が減少していること、②COVID-19に付随する宅配増加により段ボール等の需要拡大が進む一方でミックス古紙の需要量には変化が見られないこと、そして、③今後、東南アジアを始めとする様々な国でミックス古紙の輸入に制限をかける動きが相次ぐことが予想されることの3点があることを確認する。

次にミックス古紙の処理方法について確認する。ミックス古紙の処理方法には、国内で循環させる方法と国外に輸出する方法の2つがある。国内で循環させる方法としては、単純焼却、サーマルリサイクル(ごみ焼却発電)、マテリアルリサイクル、廃棄物固形燃料化(RPF)という4つが主に挙げられる。これら4つのメリット・デメリットを比較した結果、環境に悪影響を与える可能性が最も低いことから、マテリアルリサイクルに焦点を当てて研究を進める。なお、マテリアルリサイクルとは、古紙を紙にリサイクルする処理方法とする。

国外に輸出する貿易品は、税関を通す際に統計品目番号(HSコード)を用いて分類され、古紙も同様にHSコードを用いてより細かく分類される。世界的に、ミックス古紙のHSコードに分類された品目の貿易が制限されつつあるため、雑誌と雑がみに分別することで、ミックス古紙のHSコードではなく雑誌と雑がみのHSコードに分類された品目として、余剰分のミックス古紙を輸出する方法を模索する。

以上のように、ミックス古紙について国内での処理方法と国外での処理方法の両方に着目し、環境面や費用面から実現可能性を考慮した最適な処理方法を模索すべく、費用便益分析を用いて比較分析する。

本稿では、ミックス古紙を雑誌と雑がみに「分別する場合」と「分別しない場合」の双方について分析していく。本稿での分別とは、家庭規模からの分別を指す。分別する場合では、輸出する方法と国内でマテリアルリサイクルする方法の2つに着目する。分別しない場合では、そのままサーマルリサイクルに回す方法と、ミックス古紙が段ボール古紙とともに段ボールの中芯の原料として多く使われている現状を踏まえ、従来よりも中芯にミックス古紙を多く投入する方法の2つを考える。1つ目は、中芯のミックス古紙含有量を増加させ、代わりに段ボール古紙の含有量を減少させることで、中芯の重量は変化させず、一定量のミックス古紙で製造できる中芯製造量を従来よりも増やすという方法である。2つ目は、中芯の段ボール古紙の含有量は変化させず、ミックス古紙含有量を従来よりも増加させ、中芯の重量を上げることで中芯の強度を上げ、製造された中芯の使用範囲を広げるという方法である。この、「分別して輸出する」方法と「分別して国内でマテリアルリサイクルする」方法、「分別せずにサーマルリサイクルする」方法と「分別せずに、従来よりも中芯に多く投入し代わりに段ボール古紙の投入量を減少させる」方法、「分別せずに、従来よりも中芯に多く投入する方法」の計5つの方法を費用便益分析で比較する。費用便益分析の結果、「分別する場合」の純便益が最も高くなる可能性が大きいという結果を得ることができた。

この結果を踏まえ、雑誌と雑がみの分別を促すべく、期間を大きく2つに分けた上で、3つの政策を提言する。まず、紙マークが添付されている紙製容器包装に焦点を当て、雑が

みの分別に関する知識定着を目的とし、創設期・定着期では 2 つの政策を提言する。政策提言Ⅰでは、「雑がみ回収ボックス」を設置し、紙製容器包装を雑がみとして分別を行うという取り組みについて述べる。政策提言Ⅱでは、「雑がみ交換制度」の導入により雑がみ回収に対するインセンティブを付与することで、政策提言Ⅰを促進する効果を期待する。以上の 2 つの政策により、資源分別率が上昇した雑がみの分別精度を高めるため、充実期では「容器包装リサイクル法」の内容改正を提言する。紙マークをつける対象を見直すことで、ミックス古紙として回収されることを防ぐ。以上の 3 つの政策を通して、ミックス古紙の持続可能な循環型社会の構築が達成できると考える。

目次

第1章 現状分析・問題意識

第1節 ミックス古紙とは	
第1項 古紙の定義	6
第2項 ミックス古紙の定義	6
第2節 ミックス古紙の現状と今後	8
第1項 輸入規制	8
第2項 国内におけるミックス古紙	9
第3節 国内ミックス古紙処理方法	11
第4節 マテリアルリサイクル	12
第5節 問題意識	14

第2章 先行研究及び本稿の位置付け

第1節 先行研究	15
第2節 本稿の位置付け	16

第3章 分析

第1節 本章の概要と分析の目的	17
第2節 ヒアリング調査	17
第1項 名古屋市の調査と結果	18
第2項 中部地区古紙問屋の調査と結果	18
第3項 製紙メーカーでの調査と結果	19
第3節 費用便益分析にあたって	19
第1項 新たな処理方法	19
第2項 共通変数	21
第3項 固有変数とモデル式	22
第4節 将来見込まれるリサイクル方法の比較	24
第1項 変数の値	24
第2項 分析結果	30
第3項 分析結果の考察	34

第4章 政策提言

第1節 現状把握	37
第2節 政策提言	38
第1項 政策提言の方向性	38
第2項 創設・定着期（～令和10年）	40
第3項 充実期（令和10年～）	41
第3節 政策提言まとめ	42

最後に	44
-----	----

参考文献・データ出典・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45

主要参考文献

引用文献

データ出典

参考資料

第1章 現状分析・問題意識

近年、国際的に環境やゴミ問題に対する関心が高まっており、リサイクル活動に積極的に参加する人が増加している。リサイクルされるモノは多々あるが、本稿ではその1つである古紙について取り上げる。第3節で詳しく述べるが、環境問題が国際的に深刻化し、古紙輸入国が質の悪い古紙であるミックス古紙の輸入を制限するようになってきたことを背景に、古紙の中でもミックス古紙に焦点を当てた。

そこで本章では、ミックス古紙が抱えている問題を紹介し、本稿の分析対象をミックス古紙とした理由を述べていく。まず、第1節でミックス古紙について概説し、第2節で今後国内におけるミックス古紙の在庫が増加すると予想される要因について考察する。第3節では、現在行われているミックス古紙の処理方法を紹介した上で、それぞれのメリットとデメリットを示す。最後に第4節で、本稿において分析方法の対象をマテリアルリサイクルに絞った理由に加え、古紙のマテリアルリサイクルの流れについても述べていく。

第1節 ミックス古紙とは

本節では、本稿でのミックス古紙の定義を明確にする。第1項では古紙全般について、第2項ではミックス古紙について、それぞれの定義はどのようなものであるか述べる。

第1項 古紙の定義

古紙とは通常、一度使われ製紙原料として回収された再生できる紙のことを指す。また、「資源の有効な利用の促進に関する法律」の通達(3 生局第 343 号平成 3 年 12 月 24 日)「紙製造業に属する事業を行う者の古紙の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令等の運用について」では、古紙について次のように定義されている。

紙、紙製品、書籍等その全部又は一部が紙である物品であって、一度使用され、又は使用されずに収集されたもの又は廃棄されたもののうち、有用なものであって、紙の原材料として利用することができるもの（収集された後に輸入されたものも含む。）又はその可能性があるもの。ただし、紙製造事業者の工場又は事業場（以下「工場等」という。）における製紙工程で生じるもの及び紙製造事業者の工場等において加工等を行う場合（当該紙製造事業者が、製品を出荷する前に委託により、他の事業者加工を行わせる場合を含む。）に生じるものであって、商品として出荷されずに当該紙製造事業者により紙の原材料として利用されているものは、古紙としては取り扱わない。

第2項 ミックス古紙の定義

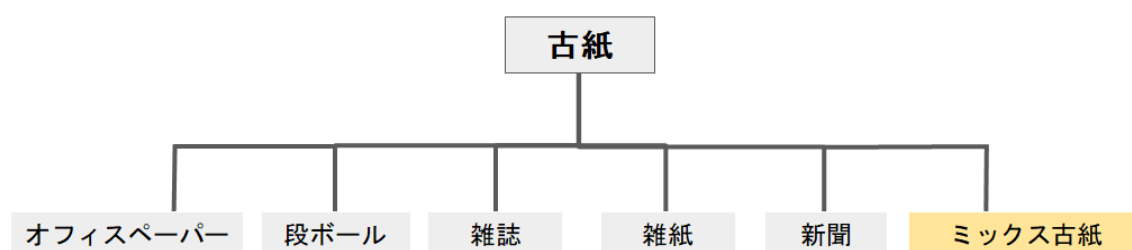
ミックス古紙は新聞や雑誌などに並ぶ古紙の一種であり、厳密に定義されるべきである。(図・表 1)しかし、ミックス古紙は様々な種類のものが混ざり合っている古紙であるため、各国において定義が異なっているだけでなく、そもそも定義していない国もある。また、世界全体で統一された定義はなく、日本においてもミックス古紙は厳密な定義付けはされていない。しかし、名古屋リサイクル協同組合の推定によると、「雑誌」約 52%、「雑がみ」約 40%、「雑誌・雑がみ等と一緒に回収された新聞や古紙としてリサイクルできない禁忌

品」約 8%がミックス古紙の内訳であるため、本稿では「雑誌」と「雑がみ」等が混ざったものをミックス古紙と定義する。(図・表 2)

ここで貿易上のミックス古紙の定義についても触れておく。財務省によると、輸出する品目は国際条約に基づき貿易統計の輸出統計品目表の HS コードによって管理されている。ただし、貿易上のルールとして HS コードで分類されている各品目の定義はそれぞれの国で定められるものであり、その定義は国によって異なる。貿易統計において、古紙は「第 10 部 第 47 類 木材パルプ、繊維素繊維を原料とするその他のパルプ及び古紙」の中の 47.07 項に分類される。そこからさらに 4 種類に分類され、その 1 つに「その他のもの(区分けしていない古紙を含む。)」という項目がある。ミックス古紙はこの項目に分類されている。この項目の全てがミックス古紙であるというわけではないが、大半をミックス古紙が占めることから、本稿では「その他のもの(区分けしていない古紙を含む。)」をミックス古紙とする。

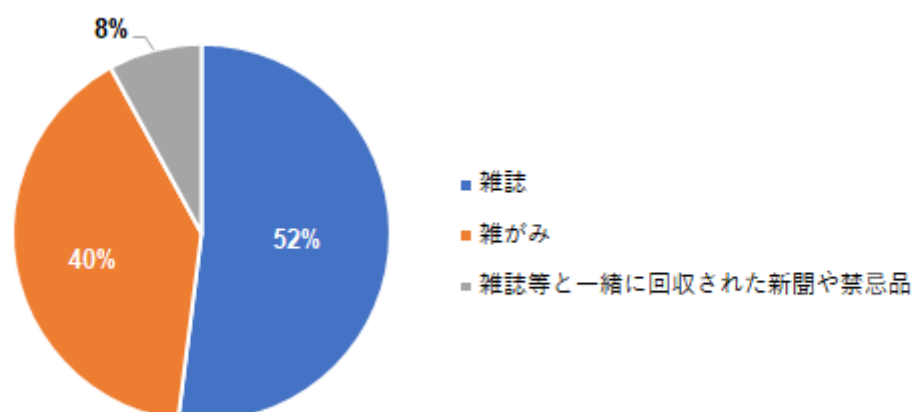
次節では、中国の古紙輸入禁止を受け、日本ではどのような影響がみられ、どのような取り組みが行われているかについて詳しく述べていく。

図・表 1 古紙の種類



(出典) 公益財団法人古紙再生促進センター (2021)
『古紙標準品質規格』 p. 3 より筆者作成

図・表 2 ミックス古紙の内訳



(出典) 名古屋リサイクル協同組合へのヒアリング (2021) より筆者作成

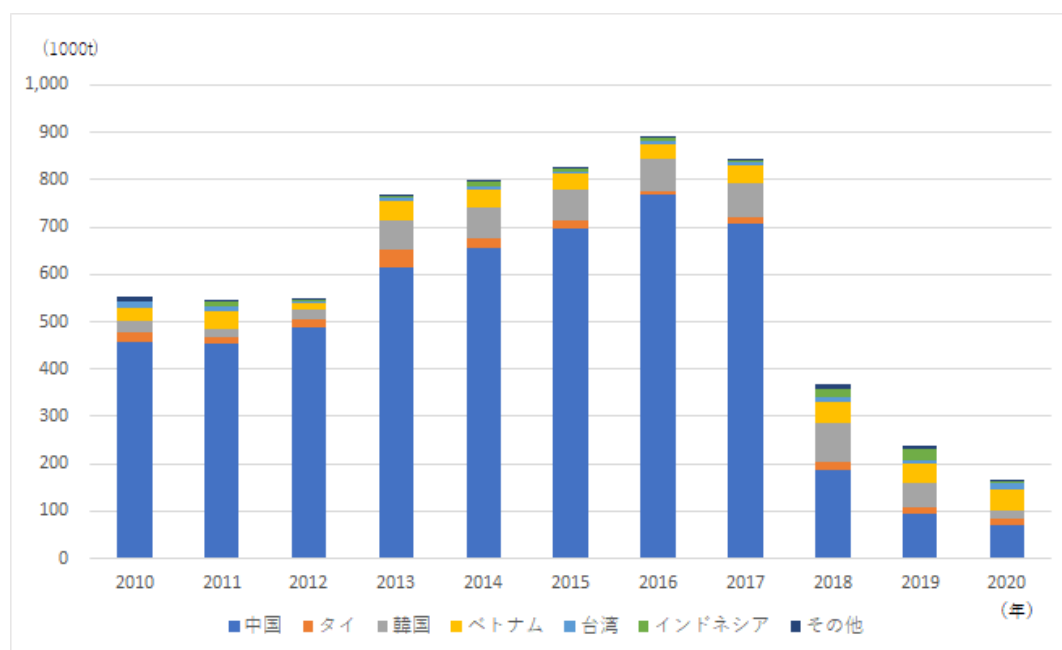
第2節 ミックス古紙の現状と今後

本節では、ミックス古紙の現状と予想される今後について述べていく。第1項では、日本のミックス古紙輸出の受入国が現在行っている輸入規制や、今後行われると予想される輸入規制について、第2項では、現在の日本の古紙の現状からミックス古紙に焦点を当てた理由について説明する。

第1項 輸入規制

近年、自国の環境保護の観点からミックス古紙輸入に制限をかける動きが世界中で見られるようになってきた。日本のミックス古紙輸出先として最も大きな割合を占めていた中国は、2017年2月の「ナショナルソード」政策により固形廃棄物の輸入規制を強化し、2018年からは廃プラと同様にミックス古紙も輸入禁止項目に含まれることとなった。それだけでなく、2018年3月にはミックス古紙の品質基準が強化され、異物混入許容率が0.5%未満に設定された。さらに中国政府は古紙輸入量を制限するため、輸入ライセンスの発行を大幅に削減した。このように2018年から中国がミックス古紙の輸入規制を始めたことで、2017年には日本から中国へのミックス古紙輸出量は約70万トンだったのが、2018年には約18万トンと大幅に減少した。

図・表3 ミックス古紙の輸出量推移



(出典) 公益財団法人古紙再生促進センター (2021)
『古紙ハンドブック 2021』 p. 59 - 60 より筆者作成

2017 年までミックス古紙の約 7 割が中国に輸出されていたので、中国による輸入規制の影響は大きく、ミックス古紙の新たな輸出先を確保する必要があった。そのため中国以外のアジア諸国へミックス古紙の分散輸出を進めていたが、最近そのアジア諸国が中国のミックス古紙輸入禁止の動きに追随する動きを見せている。例として、ベトナムはミックス古紙の輸入禁止を 2020 年 9 月に公表し、2018 年では約 4 万 6 千トンであったベトナムへの輸出量が、2020 年では約 4 万 4 千トンにまで減少した。また、韓国は 2021 年末にミックス古紙を輸入禁止にすると発表し、2018 年では 8 万 2 千トンであった韓国への輸出量が、2020 年では 1 万 9 千トンと大幅に減少した。さらに、マレーシアでも今後輸入禁止を進める動きが見られている。(図・表 3)

ここまで、ミックス古紙の輸入規制について述べてきたが、中国は 2021 年からミックス古紙に限らず古紙全般の輸入を禁止した。しかし、現在問題となっているのはミックス古紙であり、その理由について第 2 項で詳しく述べていく。

第 2 項 国内におけるミックス古紙

公益財団法人古紙再生促進センターによると、中国の古紙輸入全面禁止が公表された当初はこの政策により日本国内における古紙の過剰在庫が起ることが危惧されていた。しかし古紙業者へのヒアリングから、近年では、古紙全般ではなくミックス古紙に限って過剰在庫が懸念されていることが分かった。

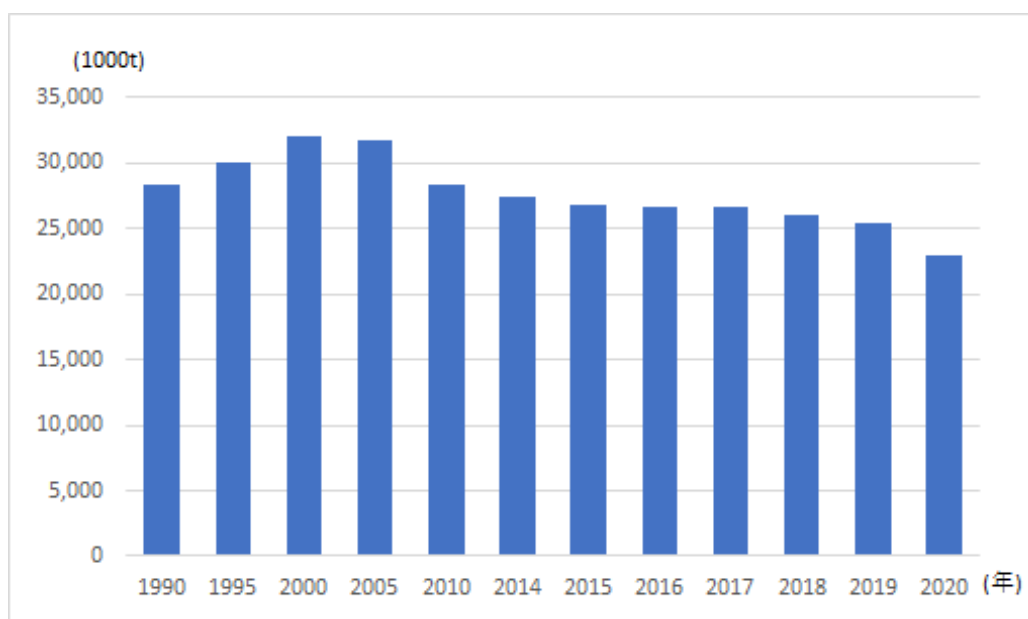
ミックス古紙を除いた古紙の過剰在庫への懸念が減少した理由として、COVID-19 による生活の変化を原因とする、古紙回収量の減少と段ボール需要量の増加がある。古紙回収量の減少は、COVID-19 の影響により在宅ワークの普及や書籍等のオンライン化が進み、紙の使用量が減少したことで発生したと考えられる。(図・表 4) また、段ボール需要量の増加は、ステイホーム期間における部屋の整理整頓を行う家庭の増加や、通販などの宅配サービスを利用する人の増加により起こったと考えられている。(図・表 5)

以上のように、国内で発生する古紙の減少と段ボール需要量の増加によって、今まで中国へ輸出していた分の古紙が国内に滞留することになっても、国内において古紙の需給バランスはそれほど崩れないというのが現状である。

しかし、様々なものが混ざっておりリサイクルしにくいミックス古紙に限っては、段ボールにリサイクルする際に禁忌品の除去や薬品などの投与が必要になってくるため、段ボール需要量の増加後すぐに過剰在庫が解消されるわけではない。そのため、ミックス古紙以外の古紙では過剰在庫はあまり懸念されていないものの、ミックス古紙は国外への輸出量が減少した影響を受け、今後過剰在庫になることが懸念されている。

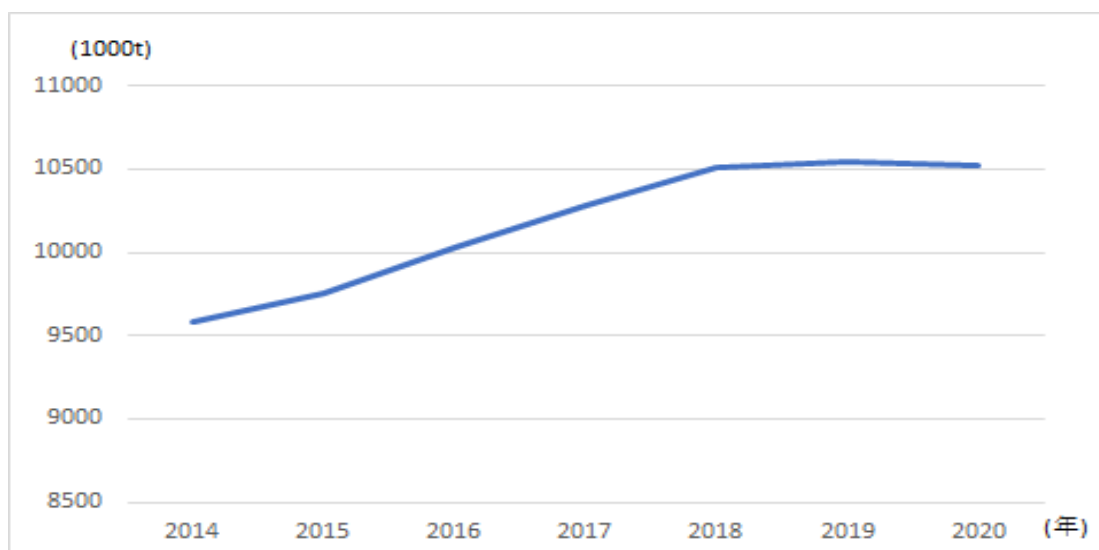
以上が、古紙全般に対して中国が輸入を禁止したのにも関わらずミックス古紙に限って過剰在庫が懸念されるようになった背景であり、本稿の対象をミックス古紙に絞った理由である。

図・表 4 紙・板紙需要量の推移



(出典) 日本製紙連合会「紙・板紙内需」より筆者作成

図・表 5 段ボール需要量の推移



(出典) 全国段ボール工業組合連合会「段ボール部門別消費動向 (2021 年 8 月版)」より筆者作成

第3節 国内ミックス古紙処理方法

国内のミックス古紙処理方法は、単純焼却、サーマルリサイクル(ごみ焼却発電)、マテリアルリサイクル、廃棄物固形燃料化(RPF: Refuse Paper & Plastic Fuel)の4つが主に挙げられる。廃棄物固形燃料化はサーマルリサイクルの1つであるが、ここでは区別化するため、ごみ焼却発電をサーマルリサイクルとする。

単純焼却とは、ごみの減容化や無害化、再資源化を目的として、ごみを燃焼したりその燃焼によって生じる焼却灰を溶融したりする技術である。最もコストがかからず、他の廃棄物が混在していても処理できる一方で、焼却灰の再資源化という部分的な形でしか資源循環に貢献しないという問題点がある。

サーマルリサイクルとは、廃棄物を焼却した際に生じたエネルギーを活用するリサイクル方法である。焼却した際に発生する化学エネルギーを熱エネルギーに変換することで有効活用できる。しかし、立地状況の差に関する問題や設備を整えるためのコストが必要であるほか、熱エネルギーとして活用という部分的な形でしか資源循環に貢献しないという短所がある。

マテリアルリサイクルとは、廃棄物である回収した古紙から新たな製紙原料をつくり出すリサイクル方法である。二酸化炭素排出量の削減や廃棄物を減量化することができ、環境への悪影響が少ない一方、他の処理と比較すると工程が多く、設備建設・製造ともにコストが高い。マテリアルリサイクルにおいて、ミックス古紙は使用割合が高いほど強度が低くなることから、強度を高めるために紙力増強剤を投与するか分別するといった工夫が必要である。したがって、ミックス古紙は他の古紙と比較して工程数が増えるため、コストが多く掛かる。

RPFとは、マテリアルリサイクルが難しい産業廃棄物の古紙や廃プラスチック類を主原料として、固形燃料を製造する処理方法である。古紙とプラスチックの配合を変えることで熱量のコントロールを可能に出来るほか、貯蔵性・運搬性に優れている。また、ボイラーから排出されるCO₂は他の処理方法より少なく、ダイオキシンもほとんど排出されない。費用面においても、石炭の約1/3から1/4の価格であることから、利用する企業にとってメリットがある。さらに、主原料への異物混入が少ないことから高品質を保つこともできる。一方で、生産量が産業廃棄物の量に依存するため、安定した量の供給が難しいというデメリットがある。

以上、4つの処理方法のメリットとデメリットを表に簡潔にまとめた。(図・表6)上記の処理方法それぞれの特徴を考えると、単純焼却は、SDGs12-1番「持続可能な消費と生産の10年計画を実行する。先進国がリーダーとなり、開発途上国の開発状況や対応力も考えに入れながら、すべての国が行動する。」という昨今の考え方に適していない。また、サーマルリサイクルは、熱エネルギーとして活用という部分的な形でしか資源循環に貢献しておらず、単純焼却と同様、SDGs12-1番に見られる昨今の考え方に適していない。RPFは、地球温暖化を防止することに繋がるが、循環型社会を形成するという目的には沿わないため、本論文では分析の対象外とする。一方で、マテリアルリサイクルは、設備建設や製造にコストがかかるものの、廃棄物の減量化に貢献でき、サステナビリティが高いと考えられる。そこで本稿ではマテリアルリサイクルに焦点を当てることにした。

図・表 6 国内ミックス古紙の処理方法におけるメリット・デメリット

	メリット	デメリット
【単純焼却】 再資源化を目的として 燃焼する方法	最もコストがかからない 他の廃棄物が混在していても 処理できる	資源循環に貢献しない
【サーマルリサイクル （ごみ焼却発電）】 廃棄物を焼却した際に生じる エネルギーを再利用する 手法	燃焼で発生したエネルギーを 有効活用できる	立地状況によって差ができる 部分的にしか資源循環に 貢献できない
【マテリアルリサイクル】 廃棄物を製品原料として再 利用する手法	廃棄物の減量化に貢献できる 環境への悪影響が少ない	設備建設・製造ともに コストが高い ミックス古紙使用の際、 強度を強める工夫が必要
【廃棄物固形燃料(RPF)】 廃棄物から RPF という固形 燃料を製造	廃棄物の減量化に貢献できる 環境への悪影響が少ない 高品質を保つことができる	安定した供給が難しい

(出典) 国立研究開発法人 国立環境研究所「環境技術解説 焼却処理」と高柳(1994)より
筆者作成

第4節 マテリアルリサイクル

本節では、これまでの現状分析を通してマテリアルリサイクルを取り上げる。マテリアルリサイクルに焦点を絞った理由は、資源循環に直接貢献でき、サステナビリティの高いリサイクル方法であるということである。サステナビリティを高める為には、費用と環境の双方に配慮する必要がある。公益財団法人古紙再生促進センターによると 2020 年の時点で、国内の古紙総需要のうち 84.9%がマテリアルリサイクルされていることから、マテリアルリサイクルには費用と環境の両面において何かしら大きなメリットがあるのではないかと考えられる。(図・表 7)

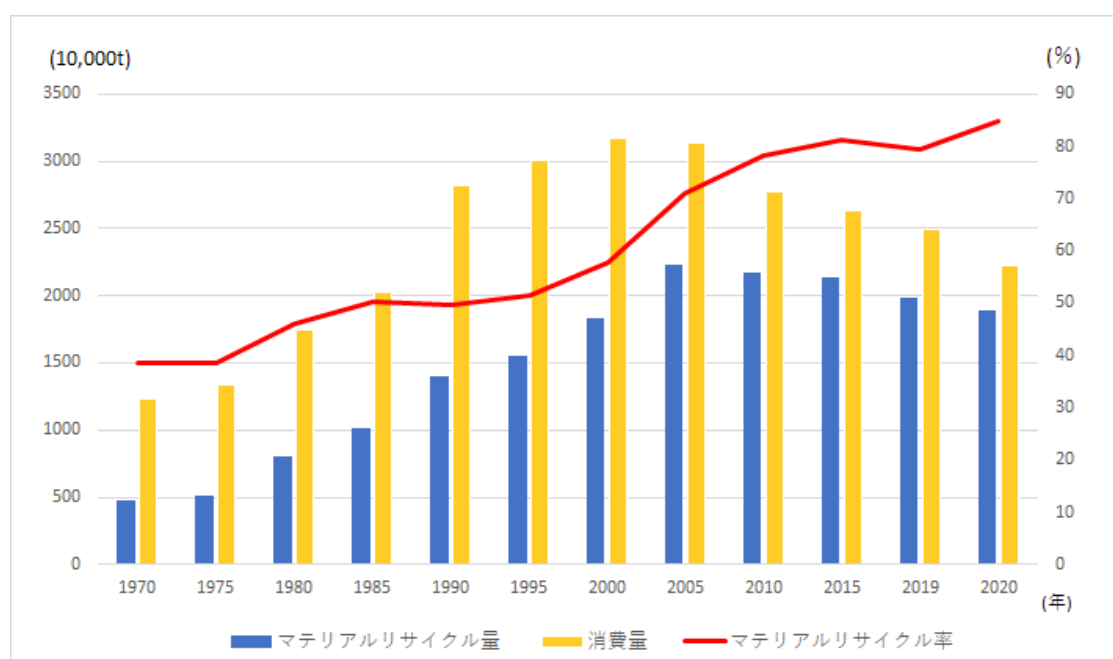
以上のことから、本稿ではマテリアルリサイクルに焦点を当てることとする。また本稿では、マテリアルリサイクルをミックス古紙から原紙へのリサイクルと定義する。

次に、ミックス古紙のマテリアルリサイクルの流れについてみていく。まず、回収されたミックス古紙は古紙問屋に運ばれ、台貫で計量・選別される。その後、梱包機で 1t ほどの重さに圧縮梱包され、輸出もしくは製紙工場に搬入される。

製紙工場での工程は、主に 2 つに分類される。1 つ目は、パルプ化である。パルパーと呼ばれる古紙から繊維を取り出す機械に温水と薬品を入れ、インクを剥がれやすくするために 1 本 1 本の繊維に離解する。しかし、一度付いたインクは落ちにくいいため、フローターを用いて空気力でインクを泡に付着させ取り除く。その後、過酸化水素水を用いて繊維を漂白し、繊維に付着しているゴミやチリをスクリーンという機械で取り除くことで紙の原料となる再生パルプが製造される。

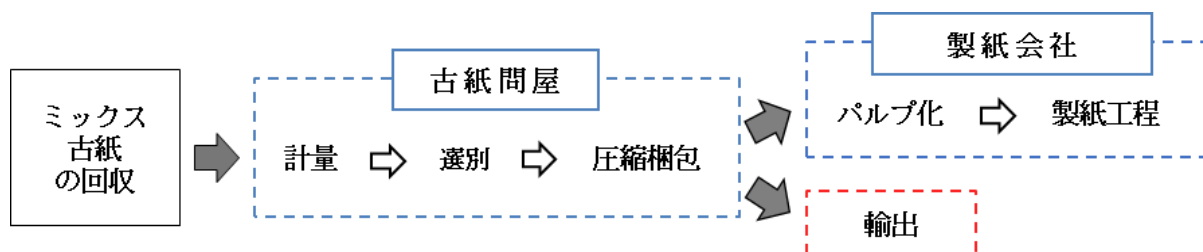
2 つ目は、製紙工程である。まず初めに、大きな網が張られたワイヤーパートという機械に、水で薄めたパルプを広げて形を整え、水分を落とすことで紙に使用する部分だけを網上に残す。次に、水分を絞り取るためにプレスパートで、ローラーの間を毛布で挟み押さえつける。そして、ドライヤーパートという機械を用いて一気に紙を乾かす。この段階で紙は出来ているが、よりなめらかに加工するため、コーターで石灰の粉と粘土を混ぜたものを薄く紙の表面に塗る。最後に、カレンダーと呼ばれる多数のローラーが付いている機械で紙の表面の凹凸を直し、整えられた紙をワインダーで時速 60km の速さで巻き取る。カッターのついたドラムを回転させ、紙をおくる速度とドラムの回転の速さを利用して、紙を連続的に切ることによって完成となる。(図・表 8)

図・表 7 マテリアルリサイクル率の推移



(出典) 古紙再生促進センター「日本の古紙回収率」より筆者作成

図・表 8 マテリアルリサイクル フロー図



(出典) 公益財団法人 古紙再生促進センター「紙リサイクルの基礎知識 紙リサイクルの流れ」と日本製紙グループ「紙の豆知識 チップ君の工場見学」より筆者作成

第5節 問題意識

近年、環境問題への意識が高まっている。その1つとして、中国は、ミックス古紙を含んだ固形廃棄物の輸入を禁止した。この中国でのミックス古紙輸入禁止の動きは、ベトナムや韓国、マレーシアとアジア諸国へ広がりを見せている。現在は、それらの国へ輸入ができなくなったミックス古紙を他の国へ分散輸出を行うことで賄っている。しかし、輸入規制の動きは今後も広がり続けと予想されることから、今後ミックス古紙の輸出は完全にストップしてしまうと考えられる。その結果、ミックス古紙は供給過多になり、国内で過剰在庫が発生することが懸念される。このことから、ミックス古紙のリサイクルシステムの見直しを迫られている。しかし、ミックス古紙の処理方法は複数あり、それぞれのメリット・デメリットは異なることから、社会にもたらす便益も異なってくる。その為、どの処理方法を選択するべきか検証が必要である。

そこで本稿では、今まで輸出されていたミックス古紙を今後どのように処理することで、社会により高い便益をもたらすことができるのかについて、6つのパターンで費用便益分析を行う。また、分析結果をもとにその処理方法を進めていく為に必要な政策を提言する。現代の社会により最適な処理方法を用いることで、効率的かつ持続可能なリサイクルシステムの構築を目指す。

第2章 先行研究及び本稿の位置づけ

第1節 先行研究

近年の環境問題への関心の高まりから、リサイクルや廃棄物に関する先行研究は多数存在する。また、古紙に関する論文も数は少ないものの存在はしている。しかし、ミックス古紙に焦点を当てた先行研究はほとんど存在せず、もちろんミックス古紙が今後直面するであろう過剰在庫という問題解決のための先行研究も存在しない。そこで本稿では、最も本稿と関連性が高い以下の3論文を先行研究とする。

まず始めに、リサイクルの費用便益分析の先行研究として、寶多康弘研究会(2019)がある。この寶多康弘研究会(2019)では、費用便益分析を用いて廃プラの処理方法、中でも、PETのマテリアルリサイクルについて研究している。比較対象としてサーマルリサイクルを取り上げ、名古屋市のデータ・ヒアリング調査の結果を参考に、地域別に最も高い便益が得られる処理方法を検討している。分析の結果から、寶多康弘研究会(2019)では、分別収集したPETボトルをマテリアルリサイクルすることが最も純便益が高いことを示した。一方で、マテリアルリサイクルは費用でも高い値が出たことから、人口の少ない地域においてはサーマルリサイクルを選択する方が適切であるとする結果も明らかにした。

次に、ゴミの削減に関する先行研究として、畑農鋭矢研究会行政分科会(2017)がある。畑農鋭矢研究会行政分科会(2017)では、ごみ全体に占める家庭系ごみの割合が増加していることを問題意識とし、ごみの排出量に焦点を当て、研究をしている。分析においては、家庭系ごみの一日一人当たりの排出量に影響を与える要因をもとに重回帰分析を行い、その結果をもとに政策提言を2つ出している。その1つとして生ごみ、プラスチック、容器プラスチック、布類のごみは必ず独立したごみとして収集回収することを義務づけることを提案している。これにより、特にプラスチックは資源化ごみの中で最も高い割合を占めていることから、排出量削減への効果が期待できると示している。しかし生ごみは、一部の地域で肥料化、または自家処理に処理が任されており、それを特定することはできない。また、プラスチック、容器プラスチックは汚れが付いているものといえないもので分別が異なる地域がある。これらの理由から実現するためには、資源化のプロセスを踏まえて再定義する必要があると述べている。

最後に、中間処理方法の異なる複数の一般廃棄物処理シナリオにおける環境負荷と処理コストについてライフサイクルインベントリ分析に基づく包括的な評価を試みた先行研究として、天野・曾和(2007)がある。この研究では、滋賀県草津市の一般廃棄物処理を対象として以下の5つのシナリオを比べている。1つ目は、基本シナリオは対象地域における平成16年度の一般処理廃棄物処理実績である。2つ目のマテリアルリサイクルシナリオは容器包装プラスチック類をマテリアルリサイクルするシナリオであり、3つ目のマテリアルリサイクル徹底シナリオはさらに厨芥類を分別収集して堆肥化するものである。4つ目にサーマルリサイクルシナリオがあり、PETボトル以外のプラスチック類と可燃ごみの焼却による熱回収・発電を行うものである。最後5つ目のサーマルリサイクル徹底シナリオは、普通ごみ、容器包装プラスチック類、PETボトルを一括回収し、焼却による熱回収・発電を行うシナリオである。結果として、GHG排出削減を優先する場合は、マテリアルリサイクルを優先し可能な限り焼却を回避することが効果的であることが分かった。一方、最終処分量及びごみ処理・資源化コスト削減を優先する場合は、一括収集によるサーマルリサイクル徹底が優位であるという結果が明らかになっている。

第2節 本稿の位置づけ

本稿の特筆すべき特徴は、古紙の中でも特異な存在であるミックス古紙に焦点を当てている点である。古紙のリサイクルの便益に注目した論文について筆者は様々な文献を参照したが、ミックス古紙に注目したものは見られなかった。そこで、本稿では回収からマテリアルリサイクルまでの流れが比較的近いPETボトルに注目した。實多研究会(2019)のPETボトルのマテリアルリサイクルの研究を古紙に当てはめることにより、ミックス古紙の持続可能な処理方法について研究を進めていく。ただし、PETボトルと古紙の回収からマテリアルリサイクルまでの流れは同じであるが、回収や再商品化を行っている主体が違うため、変数の出所を変えて費用便益分析の式を参考にすることに留めている。また、本稿の新規性として、より多くのミックス古紙をマテリアルリサイクルに回すことだけでなく、分別することで輸出できるようにし、今後の国内ミックス古紙滞留量を増加させないことについても考える。

また畑農鋭矢研究会(2017)では、資源化のプロセスを踏まえた政策提言が成されておらず、実現可能性の有無に疑問がある。そこで本稿では、家庭からの古紙間屋による回収から製紙メーカーからの製品売却までの流れを踏まえ、実現可能性を加味した上で政策提言をする。

最後に本稿では政策提言の方向性として、単純焼却やサーマルリサイクルを増やすのではなく、マテリアルリサイクルや分別をして古紙輸出していくことを目指している。本稿の分析ではミックス古紙 1kg あたりの費用便益分析しか行っていないため、ミックス古紙リサイクルによる環境への負荷は分からない。そこで、天野(2007)の研究におけるサーマルリサイクルよりマテリアルリサイクルの方が GHG 排出量という観点から環境に良いという結果に基づいて本稿では政策提言を行っていく。

第3章 分析

第1節 本章の概要と分析の目的

本章では、ミックス古紙の処理方法としてマテリアルリサイクルの費用便益分析を行い、1 kgあたりの純便益を求める。この分析の前提として、すべての貿易国がミックス古紙輸入全面禁止を公表し、2017年に輸出していたミックス古紙量が2025年頃には0となることを想定している。2017年に輸出したミックス古紙を雑誌と雑がみに「分別する場合」、「分別しない場合」に場合分けし、「分別する場合」を2パターン、「分別しない場合」を3パターンという計5つに細分化して分析を行う。なお、輸出している古紙と国内でのリサイクルに回される古紙の品質に違いはない。

この分析から、どのマテリアルリサイクル方法を選択するべきかを明らかにし、政策提言へと繋げていく。第2節では、名古屋市、中部地区古紙問屋、製紙メーカーに電話、メール、直接訪問、工場見学にて行ったヒアリング調査の結果について述べる。次に第3節では、ヒアリング調査等で収集したデータをもとに費用便益分析によるミックス古紙の各リサイクル方法の純便益を分析した。第4節ではこれまでの分析結果を踏まえ、最も純便益が高いリサイクル方法を今後名古屋市、全国でどのように促していくべきか政策提言を行った。

第2節 ヒアリング調査

ヒアリング調査の目的は、現状把握とデータ収集である。問題のきっかけとなる中国のミックス古紙輸入規制を実行したのは2018年と最近のことであり、出回っている情報が十分ではなかったため直接業界の詳しい方にヒアリングをする必要があった。調査方法は、訪問、電話またはメールにて行い、調査実施期間は2021年7月14日から10月27日までである。

本稿では、将来ミックス古紙を海外へ輸出できなくなることを想定し、輸出に代わる新たなミックス古紙の処理方法を考えているが、その研究の対象を名古屋市に絞り、分析に用いるデータは名古屋市に限った数値を一部使用している。名古屋市に焦点を当てた理由は、ごみ処理量の限界問題を解決した過去が名古屋市にはあるからである。名古屋市は約20年前、「ごみ非常事態宣言」を発令するほどゴミの排出量が市のゴミ処理量の限界に逼迫するという問題があった。名古屋市は分別を進めることによりゴミの排出量を抑え、ゴミ処理量の逼迫という問題を解決した。この実績から、名古屋市のゴミ過剰問題に対する対応力は非常に優秀であると言え、これから起きようとしているミックス古紙の過剰問題についても、名古屋市ではより良い解決策を導くことが出来るのではないかと考えた。そのため、本研究では全国における最適な処理方法を考察する初めの一步として、名古屋市を分析対象とし、名古屋市における最適な処理方法を考察する。

図・表 9 ヒアリング調査のまとめ

ヒアリング先	入手データ
名古屋市	電力売却益、焼却費用
古紙問屋	回収費用、選別費用、圧縮・梱包費用
製紙会社	—

(表に記載された、対応する出典より筆者作成)

第1項 名古屋市の調査と結果

初めに、名古屋市のごみ焼却の現状を把握するため、2021年7月14日に電話・メールにて名古屋市にヒアリング調査を行った。ヒアリング調査を通して、名古屋市のごみ焼却にかかる平均費用や、資源売却や電力売却による歳入・焼却時に排出される二酸化炭素の量についてデータを得ることができた。ごみ焼却にかかる平均費用に関しては、焼却と埋立におけるごみ1トン当たりの処理経費を算出し、ごみ処理手数料を決定するための処理原価で表している。ごみ焼却により排出された焼却灰などの資源売却による歳入は、焼却灰が有価物として扱われず売却されていないことが分かった。名古屋市では、焼却灰を高温で溶かし減容化・無害化する熔融処理と民間施設への処理委託と埋立を行うことで処理している。熔融処理により生成された熔融スラグは、建設資材等で有効利用しているが、PFI事業であるため歳入には含まれないとのことだった。また、ごみ焼却により発電された電力売却による歳入として、PFI事業を行っていない名古屋市内の4つの工場の売電量(MWh)と売電額のデータを得ることができた。ごみの焼却により排出される二酸化炭素の量に関しては、プラ製の燃焼と設備稼働それぞれの発生量内訳が分かった。

次に、政策提言の参考資料を収集するため、2021年8月23日にメールにて名古屋市にヒアリング調査を行った。過去に名古屋市がごみの分別をしたことにより、増加していたごみの量に歯止めをかけることが出来た事例があったことから、分別を促進するための回収方法とデータの提供を依頼した。また、古紙の回収費用に関して段ボール・雑誌・雑がみのジャンルごとに異なるのかを尋ねた。

第2項 中部地区古紙問屋の調査と結果

最初に、2021年7月19日、名古屋リサイクル協同組合に名古屋市から排出されるミックス古紙の内訳を調査した。これによると、ミックス古紙の約5割が雑誌、約4割が雑がみ、残りの約1割が古紙としてリサイクルすることができない禁忌品であることが分かった。

次に、費用等データの所在を見つけるため、古紙回収量の情報を公開していた名古屋リサイクル共同組合に2021年8月5日、再度ヒアリング調査を行なった。筆者は、中国の古紙輸入規制による今年2021年からの中国への輸出量0によって、国内ではすべての古紙が過剰供給の状況であると考察していた。しかしヒアリング調査の結果、COVID-19の影響による書式等のオンライン化やアジア諸国への分散輸出によって、古紙需給は保たれていることが分かった。しかし、ミックス古紙に関しては、中国のみならず他のアジア諸国でも今後輸入規制をする方針が示されている。ミックス古紙は、リサイクルされづらい古紙であるため、今後一切の対策を施さなければ国内に滞留する恐れがあることも同時に分かった。そのため、筆者は今後起きると推測される国内でのミックス古紙の滞留を防ぐため

のリサイクル方法の模索を行うことに研究の意義を見出した。また、当初は「マテリアルリサイクル」、「焼却処理」、「サーマルリサイクル」、「廃棄物固形燃料化」の4つを分析対象とし、費用便益分析においてどの処理方法を行うことが最も純便益が高いかを考察する予定であった。しかし、現在は「マテリアルリサイクル」のみ行っているため、「マテリアルリサイクル」に焦点を絞ることにした。

2021年8月11日のヒアリング調査では「マテリアルリサイクル」の中でも、ミックス古紙内の雑誌と雑がみに分別することでそれぞれのHSコードにより輸出することで消費される方法や段ボールへのミックス古紙含有量を紙力増強剤の使用によって増加させる方法や段ボールを分厚くすることで強度を高め、ミックス古紙をより消費させる方法があることが分かった。また、規模が大きい古紙問屋で従業員約200名、規模が小さい古紙問屋で従業員約20名の複数の中部地区古紙問屋6社と名古屋協同リサイクル組合へのヒアリングにより、平均的な古紙回収、選別、圧縮・梱包費用を知ることができた。なおヒアリング以前、筆者は輸出よりも国内で製紙メーカーに販売する方に高い品質のミックス古紙を送っていると考えていた。しかしヒアリングの結果、現在は輸出の品質が厳しくなっていることから、国内で製紙メーカーに販売するよりも輸出の方に高い品質のミックス古紙を送っていることが分かった。

第3項 製紙メーカーの調査と結果

2021年8月25日から10月27日までの間で電話でのヒアリングを12社、対面でのヒアリングを1社行なった。結果、工場見学を行うことはできた。しかし、写真撮影や本稿への会社概要等の記載は許可されなかった。また、全てのヒアリング先から段ボール製造費用や、段ボールや中芯原紙へのミックス古紙含有率、薬品に関する費用の数値等は、一切得られなかった。

次に、ほぼ全てのヒアリング先で企業の取り組みとして、環境被害をなくすための取り組みが挙げられ、常に試行錯誤していることが分かった。また、古紙問屋から特に雑がみ系のミックス古紙の利用割合を増加する依頼をされていることも分かった。しかし、ミックス古紙の利用割合を増加させることで、販売価格の減少と様々な面での費用増加から、企業の利益が減少してしまうため、現状のままでは現実的に難しいと考えられている。ただ今後、環境と費用の両面、特に費用面にメリットがあるのならば、ミックス古紙の利用割合の増加も考えていく可能性があることが分かった。

第3節 費用便益分析にあたって

本節では、今後ミックス古紙の輸出ができなくなることを想定し、ミックス古紙として輸出するという現在の処理方法以外にどのような処理方法が新たに考えられるか述べる。まず第1項では、新たな処理方法として考えられる6つの方法について紹介する。第2項では、各処理方法でかかる便益と費用について考察し、変数として変数名をつける。最後に第3項で、前項でつけた変数名を用いて各処理方法でかかる費用と便益についてのモデル式を立てる。

第1項 新たな処理方法

ミックス古紙は大部分を輸出という方法で処理していたが、昨今、貿易先の各国でミックス古紙の輸入を規制する動きが見られており、輸出という方法ではミックス古紙を処理できなくなることが考えられる。そのため、輸出に代わる新たな処理方法を考える必要が

ある。

ミックス古紙は主として雑誌と雑がみが混在している古紙であり、ミックス古紙としての輸出は規制されている一方、雑誌、または雑がみとしての輸出は受入国があるため、雑誌と雑がみに分別すれば輸出という処理方法が可能になる。そのため、「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、輸出する」という方法を新たに考える方法の1つ目とする。また、分別することで国内でのリサイクル適用範囲が広がることから、「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」という方法を新たに考える方法の2つ目とする。なお、この際のマテリアルリサイクルでは、雑誌からは紙器用板紙、雑がみからは段ボールを製造することが多いことからそれに習うこととする。

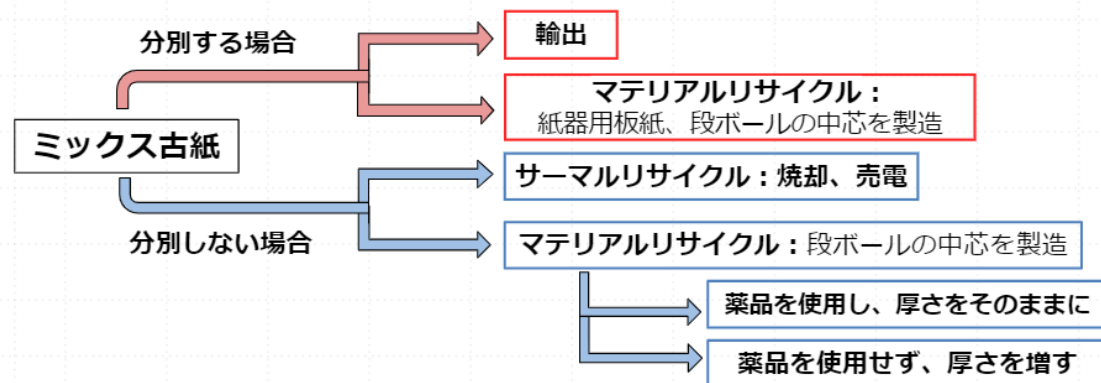
次に、ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別しないままリサイクルする場合を考える。分別しない場合は輸出という処理方法をとることができないため、限界処理量を超えた分のミックス古紙の新たな処理方法を考える必要がある。まず、すでに現在一部の地域で行われているサーマルリサイクルという処理方法を継続し、ミックス古紙を熱エネルギーの回収という形でリサイクルするという案である。よって、「ミックス古紙を分別せず、余剰分をサーマルリサイクルで処理する」という方法を新たに考える方法の3つ目とする。

次に、ミックス古紙が段ボールの中芯の原料としてリサイクルされていることに注目する。中芯とは、段ボールの内側の波状部分を形成する紙のことであり、主にミックス古紙と段ボール古紙が原料として使用されている。そのため、余剰分のミックス古紙を処理するために、中芯原紙へのミックス古紙の含有率を高める方法を考える。中芯原紙へのミックス古紙の含有率を高めることで、同じ段ボール量でも従来よりも多くのミックス古紙を消費できるとともに、段ボール古紙の消費を減少させられる。しかし、ミックス古紙の性質上、含有率を高めると強度が低下する。この性質から、中芯原紙のミックス古紙含有率を高めると中芯の強度は低下する。また、強度が低い中芯の段ボールは使用範囲が限られ、市場価値も低くなる。そこで、ミックス古紙の含有率を高めても、現状の強度を維持するために2つの方法を考える。

1つ目は、薬品投入により強度を上げ、ミックス古紙の含有率を高めても中芯の強度を維持する方法である。ここでの薬品とは、紙力増強剤などの紙の力を強めるものを仮定する。よって、「ミックス古紙を分別せず、紙力増強剤などの薬品を従来よりも多く加えつつ段ボールの中芯のミックス古紙含有率を高くする」という方法を新たに考える方法の4つ目とする。2つ目は、ミックス古紙の含有率を高めた中芯原紙を現状より多く使用し、中芯の強度を維持する方法である。中芯は、厚さと重量を増すことで強度を高めることができる。その性質を利用し、「ミックス古紙を分別せず、ミックス古紙の含有率を高めた段ボールの中芯の厚さを増す」という方法を新たに考える方法の5つ目とする。

本来中芯として使用するミックス古紙の量を増やす方法には、中芯原紙へのミックス古紙含有率を変えず、一定量の段ボールあたりの中芯の総量を増加させるという方法もある。この方法では、ミックス古紙の含有率を高めていない中芯原紙をより多く用いることで、中芯引いては段ボールの強度が上がり、使用範囲も広がると考えられる。しかし、分析においては変数を1kgあたりで費用便益分析を行うため、中芯の総量を増やせばミックス古紙の総量も増えることになってしまい、1kgあたりの純便益は変化しない。したがって本稿では、この処理方法による分析は行わないこととする。

図・表 10 ミックス古紙のルート図



(出典)ヒアリング調査をもとに筆者作成

第2項 共通変数

前項で考えた 5 つの処理方法それぞれについて、得られる便益とかかる費用を考える。まず 5 つの処理方法に共通してかかる費用として、名古屋市内の古紙問屋での費用と製紙会社での費用がある。古紙問屋でかかる費用としては、家庭からのミックス古紙を回収する際にかかる費用、ミックス古紙から禁忌品を選別する際にかかる費用、ミックス古紙を 1t 毎に梱包・圧縮する際にかかる費用の 3 種類の費用があり、順に、 RP_1 、 RP_2 、 RP_3 と表す。製紙会社でかかる費用としては、1t 毎に梱包されたミックス古紙をパルプにする費用、古紙パルプから段ボール原紙にする費用、段ボール原紙から段ボールにする費用の 3 種類の費用があり、順に MR_1 、 MR_2 、 MR_3 と表す。また、マテリアルリサイクルを行い製造した段ボールの中芯を売却した際の便益を C_1 と表す。

【共通変数一覧】

RP_1 ：「回収費用」

名古屋市内の古紙問屋で家庭からのミックス古紙を回収する際にかかる平均費用

RP_2 ：「選別費用」

名古屋市内の古紙問屋でミックス古紙から禁忌品を選別する際にかかる平均費用

RP_3 ：「圧縮・梱包費用」

名古屋市内の古紙問屋でミックス古紙を約 1t に梱包・圧縮する際にかかる平均費用

MR_1 ：「古紙パルプ製造費用」

製紙メーカーで 1t の梱包されたミックス古紙をパルプにする平均費用

MR_2 ：「中芯原紙製造費用」

製紙メーカーで古紙パルプから中芯原紙を製造する平均費用

MR_3 ：「紙器用板紙製造費用」

製紙メーカーで古紙パルプから紙器用板紙にする平均費用

C₁：「段ボールの中芯売却益」
段ボールの中芯を売却した際の利益

第3項 固有変数とモデル式

本項では、5つの処理方法それぞれの費用便益分析に用いるモデル式を立てる。それにあたり、それぞれのモデル式で使用する固有の変数を説明し、前項で挙げた共通変数と固有変数を合わせて使用する。なお、このモデル式では、ミックス古紙 1kg あたりの費用便益で考えることとする。

分析1

分析1では、「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、輸出する」という方法を考える。固有の変数として、雑誌と雑がみとして輸出したときの輸出益とミックス古紙を雑誌と雑がみに分別する費用が考えられ、それぞれ EX と S で表す。これらの変数を踏まえ、分析1は次の式が立てられる。

$$EX - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + S)$$

EX：「雑誌・雑がみの輸出益」
輸出される雑誌・雑がみの平均輸出益
S：「雑誌・雑がみ分別費用」
雑誌と雑がみに分別する費用

分析2

分析2では、「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」という方法を考える。固有の変数として、マテリアルリサイクルにより製造された紙器用板紙の売却益と、分析1と同様にミックス古紙を雑誌と雑がみに分別する費用が考えられる。これらの変数は、それぞれ C₂ と S で表す。名古屋リサイクル協同組合へのヒアリングから明らかになったミックス古紙の内訳を参考に、ミックス古紙 1kg を分別すると雑誌 0.6kg、雑紙 0.4kg になること仮定する。この分析はミックス古紙 1kg あたりの費用便益分析を行っていることから、分別後の売却益とマテリアルリサイクル費用は、雑誌から製造される紙器用板紙関連の費用便益に 0.6 を掛けたものと、雑がみから製造される中芯原紙関連の費用便益に 0.4 を掛ける。これらのことを踏まえ、分析2は次の式が立てられる。

$$(C_1 \cdot 0.4 + C_2 \cdot 0.6) - \{RP_1 + RP_2 + RP_3 + MR_1 + (MR_2 \cdot 0.4 + MR_3 \cdot 0.6) + S\}$$

C₂：「紙器用板紙の売却益」
紙器用板紙の売却益
S：「雑誌・雑がみ分別費用」
雑誌と雑がみに分別する費用

分析3

分析3では、「ミックス古紙を分別せず、余剰分をサーマルリサイクルで処理する」という方法を考える。固有の変数として、名古屋市でサーマルリサイクルによって得られる

電力の売却益とサーマルリサイクルでのごみ焼却費用が挙げられ、それぞれ E と TR と表す。これらの変数を踏まえ、分析 3 は次の式が立てられる。

$$E - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + TR)$$

E : 「電力売却益」

名古屋市でサーマルリサイクルにより発電された電力売却による歳入

TR : 「焼却費用」

名古屋市でサーマルリサイクルのごみ焼却にかかる平均費用

次に、「ミックス古紙を分別せず、段ボールの中芯のミックス古紙含有率を高くすることで余剰分のミックス古紙を処理する」という方法を考える。ミックス古紙含有率を高めると、ミックス古紙の消費量増加と段ボール古紙の消費量減少の両立ができる一方で、段ボールの強度が低下するという問題点がある。そのため、ミックス古紙含有率を高くする際には、低下する段ボールの強度を高める対策が必要である。この対策を 2 つ考え、分析 4 と分析 5 に分けて分析する。

分析 4

分析 4 では、「ミックス古紙を分別せず、紙力増強剤などの薬品を従来よりも多く加えつつ段ボールの中芯のミックス古紙含有率を高くする」という方法を考える。先にも述べたように、ミックス古紙含有率を高めると段ボール強度が低下することから、分析 4 では強度を保つために紙力増強剤を従来よりも多く加えることで問題に対応している。固有の変数として、紙力増強剤などミックス古紙の含有量増加により強度が弱まった中芯の強度を上げるための薬品費用と中芯の売却益が挙げられ、それぞれ CH と C_1 で表す。これらの変数を踏まえ、分析 4 は次の式が立てられる。

$$C_1 - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + MR_1 + MR_2 + CH)$$

CH : 「薬品費用」

紙力増強剤などミックス古紙含有率増加による強度低下を防ぐ為の費用

分析 5

分析 5 では、「ミックス古紙を分別せず、ミックス古紙の含有率を高めた段ボールの中芯の厚さを増す」という方法を考える。分析 5 では、段ボールは中芯の厚みを増すことで強度を上げられるという性質を利用し、ミックス古紙の含有率を高めたことによる段ボール強度の低下を防いでいる。固有の変数としては、段ボールの中芯の厚さを増すために必要な費用と分析 4 でも用いた段ボールの中芯売却益が挙げられ、それぞれ MR_4 と C_1 で表す。これらの変数を踏まえ、分析 5 は次の式が立てられる。

$$C_1 - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + MR_1 + MR_2 + MR_4)$$

MR_4 : 「中芯原紙追加的費用」

製紙メーカーでミックス古紙の含有率が高い中芯を分厚くする費用

以上のように、本稿では 5 つの処理方法それぞれのモデル式を用いて、分析を進めていくこととする。

第4節 将来見込まれるリサイクル方法の比較

本節では、第3節第2項で述べた処理方法を名古屋市をモデルケースに費用便益分析を行う。ミックス古紙の処理方法として、サーマルリサイクルとマテリアルリサイクルの様々な場合によってかかる費用と得られる便益を算出し、ミックス古紙余剰分の最適な処理方法を導き出す。5つの式の費用便益分析の中で、最も費用対便益が高い処理方法を持続可能なリサイクルとしてどう普及させていくかを考察する第4章の政策提言に繋げる。

第1項 変数の値

モデル式を用いて、費用便益分析を行うにあたり用いる変数の値が何であるのか、またその値がどのように算出されたのか明確にする。

【 RP_1 、 RP_2 、 RP_3 】

回収費用 RP_1 、選別費用 RP_2 、選別費用 RP_3 は、いくつかの古紙問屋へヒアリングを行い得られた結果の平均から、それぞれ 8 円/kg、1 円/kg、6 円/kg を用いる。

【 MR_1 、 MR_2 、 MR_3 】

古紙パルプ製造費用 MR_1 、中芯原紙製造費用 MR_2 、紙器用板紙製造費用 MR_3 は、加納(1965)で示されているものを用い、それぞれ 7.45 円/kg、10.01 円/kg、15.01 円/kg とする。

【 C_1 、 C_2 】

段ボールの中芯原紙売却益 C_1 は、ミックス古紙 1 kg から生まれる便益を求めるため次のように考える。始めに、中芯原紙売却益を求めるにあたり、中芯原紙の原材料割合を用いる。日本経済新聞(2021)によると、中芯原紙の原材料割合は、全国段ボール工業組合連合会(2020)によるとバージンパルプ 10%と古紙 90%である。² さらに古紙の内訳は、ミックス古紙 12%と段ボール古紙 88%となっている。中芯原紙製造費用は、加納(1965)から 25.02 円/kg であることが分かったが、中芯原紙製造における原材料費は明らかになっていない。そこで、本稿の分析をより現実と近づけるため、中芯原紙販売価格の中に含まれる原材料費の割合を①20%、②40%、③60%の3つ仮定する。また、中芯原紙販売価格は、データを揃えることができた11年間の平均値、54.63 円/kg を用いる。よって中芯原紙原材料費は、それぞれの割合ごとに①10.92、②21.85、③32.70 となる。

次に、中芯原紙原材料費から段ボール古紙の原材料費とバージンパルプの原材料費を引いていくと、ミックス古紙の原材料費が出てくる。段ボール古紙の原材料費は、日本経済新聞(2021)から市場価格 2015 年から 2020 年の5年間のうちの最小値の4円と最大値の14円、またその両方の値の中央値の9円という3パターンを考える。ただし、これは段ボール古紙 1 kg あたりの価格であるので、段ボール古紙 792g あたりの原材料に換算する。また、中芯原紙販売価格に含まれる中芯原紙原材料費の割合が高ければ段ボール古紙の原材料費も高く、①原材料費の割合が20%の時段ボール古紙原材料費が4円、②40%の時に9円、③60%の時に14円であると仮定する。バージンパルプの原材料費は、明確にすることができなかったため、バージンパルプの販売価格とミックス古紙の輸出価格を比較する。経済産業省(2020)によると、バージンパルプの2016年から2019年までの販売価格の平均値は約65.4 円/kg、ミックス古紙の輸出価格は約18.52 円/kgである。この数値を参考に、バージンパルプの原材料費とミックス古紙の原材料費の比率を7対3とおく。よって、ミックス古紙の108g あたりの原材料費はそれぞれ、2.33 円、4.41 円、6.51 円となるため、ミックス古紙 1kg あたりの原材料費に換算すると、①21.57 円/kg、②40.83 円/kg、③60.28 円/kg となる。

² 環境省(2008)によると、バージンパルプとは一定量の木材や非木材から直接作られたパルプのことを指す。

最後に、この値に製造費用を足し、マージン率を掛ける。先にも述べたように、中芯原紙製造費用は、加納(1965)から 25.02 円/kg であることが分かっている。また、マージン率は段ボールを製造している製紙会社 5 社のうち損益計算書を掲載する会社の平均より約 5%として計算する。以上の計算から、段ボールの中芯原紙売却益 3 パターンを順に C_{1-1} 、 C_{1-2} 、 C_{1-3} で表すと、 C_{1-1} が 48.92 円/kg、 C_{1-2} が 69.14 円/kg、 C_{1-3} が 90.16 円/kg となる。

紙器用板紙の売却益 C_2 も、段ボールの中芯原紙売却益と同様に考える。その結果、紙器用板紙販売価格の中に含まれる原材料費の割合を仮定した①20%、②40%、③60%の 3 パターンを順に C_{2-1} 、 C_{2-2} 、 C_{2-3} で表すと、 C_{2-1} が 43.22 円/kg、 C_{2-2} が 61.16 円/kg、 C_{2-3} が 79.13 円/kg となったためこれを用いる。

$$C_1 \text{ or } C_2 = [C' / \gamma + M] (1 + \beta) \quad C'' = (C' - C'') \cdot \delta \quad C' = \alpha P$$

C' : 中芯原紙・紙器用板紙原材料費

C'' : ミックス古紙原材料費

C''' : その他(段ボール古紙、新聞古紙)の古紙原材料費

M : 中芯原紙・紙器用板紙製造費用

P : 中芯原紙・紙器用板紙販売価格

α : 中芯原紙・紙器用板紙販売価格内の原材料費率

β : マージン率

γ : 中芯・紙器用板紙 1kg あたりのミックス古紙含有率

δ : ミックス古紙原材料費/(バージンパルプ原材料費+ミックス古紙原材料費)

図・表 11 中芯原紙販売価格

	C ₁			C ₂		
	C ₁₋₁	C ₁₋₂	C ₁₋₃	C ₂₋₁	C ₂₋₂	C ₂₋₃
C'	10.92	21.85	32.70	21.62	43.25	64.87
C''	2.33	4.41	6.51	5.68	11.70	17.72
C'''	4	9	14	6	9.5	13
M	25.02			25.02		
P	65.4			108.12		
α	20%	40%	60%	20%	40%	60%
β	0.05			0.05		
γ	0.108			0.352		
δ	0.3			0.3		
結果	48.92	69.14	90.16	43.22	61.16	79.13

(出典) 経済産業省「経済産業省生産動態統計調査」より筆者作成

図・表 12 中芯原紙販売価格

年	数量(t)	金額(百万円)	販売価格(円/kg)
2010	3,235,529	170,803	52.79
2011	3,293,909	173,035	52.53
2012	3,230,353	177,596	54.98
2013	3,367,308	173,011	51.38
2014	3,470,100	179,072	51.60
2015	3,506,611	182,536	52.06
2016	3,582,481	182,134	50.84
2017	3,697,780	194,210	52.52
2018	3,671,805	214,451	58.41
2019	3,539,801	223,873	63.25
2020	3,555,845	215,269	60.54
平均	3,468,320	189,635	54.63

(出典) 経済産業省「経済産業省生産動態統計調査」より筆者作成

図・表 13 パルプ原紙販売価格

年	数量(t)	金額(百万円)	販売価格(円/kg)
2016	838,259	50,328	60.04
2017	873,479	54,245	62.10
2018	936,284	68,554	73.22
2019	898,628	59,867	66.62
2020	836,908	49,583	59.25
2018	942,315	68,420	72.61
2019	865,180	55,634	64.30
平均	884,436	58,090	65.45

(出典) 経済産業省「経済産業省生産動態統計調査」より筆者作成

【TR、E】

焼却費用 TR は、名古屋市へのヒアリングで得られた 3 年分の焼却費用の平均値、21.59 円/kg を用いる。(図・表 14)

電力売却益 E は、名古屋市でのサーマルリサイクル 4 施設のうち、データを入手できた 2019 年の A 工場と B 工場、C 工場の 3 施設の売電量を売電額で割った平均値、13.58 円/kg を用いる。(図・表 15)

図・表 14 焼却費用

年度	焼却費用(円/kg)
2017	21.82
2018	21.49
2019	21.46
平均	21.59

(出典) 名古屋市 (2021) へのヒアリングより筆者作成

図・表 15 電力売却益

工場	売電量(MWh)	売電額(円)	電力売却益(円/kg)
A	44,884	519,253	11.57
B	34,046	492,403	14.46
C	28,690	421,929	14.71
平均	35.873	477.862	13.58

(出典) 名古屋市 (2021) へのヒアリングより筆者作成

図・表 16 雑誌・雑がみ(その他)輸出益

年	雑誌輸出量 (t)	雑誌総輸出 金額 (FOB 千円)	雑誌輸出 価格 (円/kg)	その他 輸出量(t)	その他 総輸出金額 (FOB 千円)	その他 輸出価格 (円/kg)
2013	1,172,757	20,320,623	17.33	4,889,715	88,181,544	18.03
2014	1,051,565	19,822,768	18.85	4,618,628	88,270,949	19.11
2015	1,066,252	22,234,815	20.85	4,621,372	90,499,721	19.58
2016	979,066	18,780,408	19.18	4,137,944	79,784,084	19.28
2017	865,379	19,748,850	22.82	842,857	19,288,513	22.88
2018	724,052	12,998,490	17.95	367,747	7,431,357	20.21
2019	554,995	9,309,338	16.77	238,177	4,491,923	18.86
2020	595,867	7,152,340	12.00	167,682	2,524,972	15.06
平均	876,242	16,295,954	17.87	2,485,515	47,559,133	19.13

(出典) 古紙再生促進センター「年間古紙統計」より筆者作成

【EX】

雑誌・雑がみの輸出益 EX は、データを揃えることができた 8 年間の雑誌平均輸出価格 17.87 円/kg に 0.56 を掛けた値と、8 年間の雑がみ平均輸出価格 19.13 円/kg に 0.44 を掛けた値の合計 18.52 円/kg を用いる。これは、先にも述べたように名古屋リサイクル協同組合へのヒアリングを参考に、ミックス古紙 1kg を分別すると雑誌 0.6kg、雑がみ 0.4kg になると仮定するためである。なお、雑がみの輸出は、古紙再生促進センターへのヒアリングから、雑紙の輸出価格は当ホームページに記載される年間古紙統計に記載される「その他」欄であることが分かったため、雑がみの輸出量、輸出価格は「その他」を用いている。(図・表 16)

$$EX = \text{雑誌平均輸出価格} \times 0.6 + \text{雑がみ平均輸出価格} \times 0.4$$

【CH、MR₄、S】

薬品費用 CH は、社外秘でありヒアリングから結果を得られなかったため、根拠を持った数値を示すことが難しい。そこで本稿では、薬品費用を具体的な数値ではなく X を用いることとする。

中芯原紙追加的費用 MR₄ は、ヒアリングから結果を得られず、根拠を持った数値を示すことが難しい。そこで本稿では、具体的な数値ではなく Y を用いることとする。

分別費用 S は、地域や分別方法によって異なるため、根拠を持った数値を示すことが難しい。そこで本稿では、分別費用を具体的な数値ではなく S を用いることとする。

図・表 17 変数出典一覧

変数	出所
RP ₁	古紙問屋へのヒアリング調査
RP ₂	
RP ₃	
MR ₁	加納（1965）「製紙企業における品質管理と利益計算の理論」
MR ₂	
MR ₃	
C ₁	経済産業省「経済産業省生産動態統計」
C ₂	
TR	名古屋市へのヒアリング調査
E	
EX	古紙再生促進センター「年間古紙統計」
CH	—
MR ₄	—
S	—

(図・表に記載された対応する出典より筆者作成)

第2項 分析結果

分析1の「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、輸出する」という方法では、第3節で示した $EX - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + S)$ という式とその変数値を用いて計算すると、純便益が $3.52 - S$ となることが分かった。(図・表 18)

分析2の「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」という方法では、第3節で示した $(C_1 \cdot 0.4 + C_2 \cdot 0.6) - \{RP_1 + RP_2 + RP_3 + MR_1 + (MR_2 \cdot 0.4 + MR_3 \cdot 0.6) + S\}$ という式とその変数値を用いて計算した。第1項で示したように、C1とC2の値は3パターンあり、それぞれ分析2-①、分析2-②、分析2-③とすると、それぞれ $11.3 - S$ 円/kg、 $41.53 - S$ 円/kg、 $73.71 - S$ 円/kg となることが分かった。(図・表 19、20)

図・表 18 分析 1 の結果

変数	内容	便益(円/kg)	費用(円/kg)	純便益(円/kg)
EX	輸出益	18.52		18.52
RP ₁	回収費用		8	-8
RP ₂	選別費用		1	-1
RP ₃	圧縮・梱包費用		6	-6
S	雑誌・雑紙分別費用		S	-S
合計		18.52	15+S	3.52-S

(図・表 16 と各対応する出典より筆者作成)

図・表 19 分析 2 の概要

変数	内容	便益	費用	純便益
C ₁ ・0.4	中芯原紙売却益	C ₁ ・0.4		C ₁ ・0.4
C ₂ ・0.6	紙器用板紙売却益	C ₂ ・0.6		C ₂ ・0.6
RP ₁	回収費用		8	-8
RP ₂	選別費用		1	-1
RP ₃	圧縮・梱包費用		6	-6
MR ₁	古紙パルプ製造費用		7.45	-7.45
MR ₂ ・0.4	中芯原紙製造費用		10.01	-10.01
MR ₃ ・0.6	紙器用板紙製造費用		15.01	-15.01
S	雑誌・雑紙分別費用		S	-S
合計		C ₁ ・0.4 +C ₂ ・0.6	47.47+S	(C₁・0.4+C₂・0.6) -(47.47+S)

(各対応する出典より筆者作成)

図・表 20 分析 2 の結果

変数($C_1 \cdot 0.4 + C_2 \cdot 0.6$)			純便益		
$C_{1-1} \cdot 0.4 + C_{2-1} \cdot 0.6$	$C_{1-2} \cdot 0.4 + C_{2-2} \cdot 0.6$	$C_{1-3} \cdot 0.4 + C_{2-3} \cdot 0.6$	①	②	③
32.84+25.93	52.30+36.70	73.70+47.48	11.3-S	41.53-S	73.71-S

(図・表 11、12、13、18 の各結果より筆者作成)

図・表 21 分析 3 の結果

変数	内容	便益(円/kg)	費用(円/kg)	純便益(円/kg)
E	電力売却益	13.58		13.58
RP ₁	回収費用		8	-8
RP ₂	選別費用		1	-1
RP ₃	圧縮・梱包費用		6	-6
TR	焼却費用		21.59	-21.59
合計		13.58	36.59	-23.01

(図・表 14、15 の各変数より筆者作成)

分析 3 の「ミックス古紙を分別せず、余剰分をサーマルリサイクルで処理する」という方法では、第 3 節で示した $E - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + TR)$ という式とその変数値を用いて計算すると、純便益が -23.01 円/kg となることが分かった。(図・表 21)

分析 4 の「ミックス古紙を分別せず、紙力増強剤を従来よりも多く加えつつ段ボールの中芯のミックス古紙含有率を高くする」という方法では、第 3 節で示した $C_1 - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + MR_1 + MR_2 + CH)$ という式とその変数値を用いて計算した。第 1 項で示したように、 C_1 の値は C_{1-1} 、 C_{1-2} 、 C_{1-3} の 3 パターンがあることから、それぞれ分析 4-①、分析 4-②、分析 4-③とする。その結果、それぞれ 8.9-X 円/kg、29.12-X 円/kg、50.14-X 円/kg となることが分かった。(図・表 22、23)

分析 5 の「ミックス古紙を分別せず、ミックス古紙の含有率を高めた段ボールの中芯の厚さを増す」という方法では、第 3 節で示した $C_1 - (RP_1 + RP_2 + RP_3 + MR_1 + MR_2 + MR_4)$ という式とその変数値を用いて計算した。分析 4 でも述べたが、 C_1 の値は C_{1-1} 、 C_{1-2} 、 C_{1-3} の 3 パターンがある。これを、それぞれ分析 5-①、分析 5-②、分析 5-③とする。その結果、それぞれ 8.9-Y 円/kg、29.12-Y 円/kg、50.14-Y 円/kg となることが分かった。(図・表 24、25)

図・表 22 分析 4 の概要

変数	内容	便益	費用	純便益
C_1	中芯原紙売却益	C_1		C_1
RP_1	回収費用		8	-8
RP_2	選別費用		1	-1
RP_3	圧縮・梱包費用		6	-6
MR_1	古紙パルプ製造費用		7.45	-7.45
MR_2	中芯原紙製造費用		17.57	-17.57
CH	薬品費用		X	-X
合計		C_1	40.02+X	$C_1-(40.02+X)$

(各対応する出典より筆者作成)

図・表 23 分析 4 の結果

変数			純便益		
C_{1-1}	C_{1-2}	C_{1-3}	①	②	③
48.92	69.14	90.16	8.9-X	29.12-X	50.14-X

(図・表 11、12、13、22 の各結果より筆者作成)

図・表 24 分析 5 の概要

変数	内容	便益	費用	純便益
C_1	中芯原紙売却益	C_1		C_1
RP_1	回収費用		8	-8
RP_2	選別費用		1	-1
RP_3	圧縮・梱包費用		6	-6
MR_1	古紙パルプ製造費用		7.45	-7.45
MR_2	中芯原紙製造費用		17.57	-17.57
MR_4	中芯原紙追加的費用		Y	-Y
合計		C_1	40.02+Y	C_1 -(40.02+Y)

(各対応する出典より筆者作成)

図・表 25 分析 5 の結果

変数			純便益		
C_{1-1}	C_{1-2}	C_{1-3}	①	②	③
48.92	69.14	90.16	8.9-Y	29.12-Y	50.14-Y

(図・表 11、12、13、24 の各結果より筆者作成)

第 3 項 分析結果の考察

改めて 5 つの費用便益分析の結果をまとめると、分析 1 は 3.52-S 円/kg、分析 2-① 11.3-S 円/kg、分析 2-② 41.53-S 円/kg、分析 2-③ 73.71-S 円/kg、分析 3 が -23.01 円/kg、分析 4-① 8.9-X 円/kg、分析 4-② 29.12-X 円/kg、分析 4-③ 50.14-X 円/kg、分析 5-① 8.9-Y 円/kg、分析 5-② 29.12-Y 円/kg、分析 5-③ 50.14-Y 円/kg となることが分かった。(図・表 26)

分析 2 の「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」と分析 4 の「ミックス古紙を分別せず、紙力増強剤を従来よりも多く加えつつ段ボールの中芯のミックス古紙含有率を高くする」の分析結果から、販売価格の中に含まれる原材料費の割合が①20%の場合 $S-X < 2.4$ 、②40%の場合 $S-X < 12.41$ 、③60%の場合 $S-X < 23.57$ の時、分別をする方が純便益が高い。また、同様に分析 5 の「ミックス古紙を分別せず、ミックス古紙の含有率を高めた段ボールの中芯の厚さを増す」と比較すると①20%の場合 $S-Y < 2.4$ 、②40%の場合 $S-Y < 12.41$ 、③60%の場

合 $S - Y < 23.57$ の時、中芯の厚さを増すより分別をする方が純便益を高めることが分かった。
(図・表 27)

また、分析 2 の「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」と分析 3 の「ミックス古紙を分別せず、余剰分をサーマルリサイクルで処理する」の分析結果から、①の場合 $S < 34.31$ 、②の場合 $S < 64.51$ 、③の場合 $S < 96.72$ の時、サーマルリサイクルより分別する方が便益を高めることが分かった。

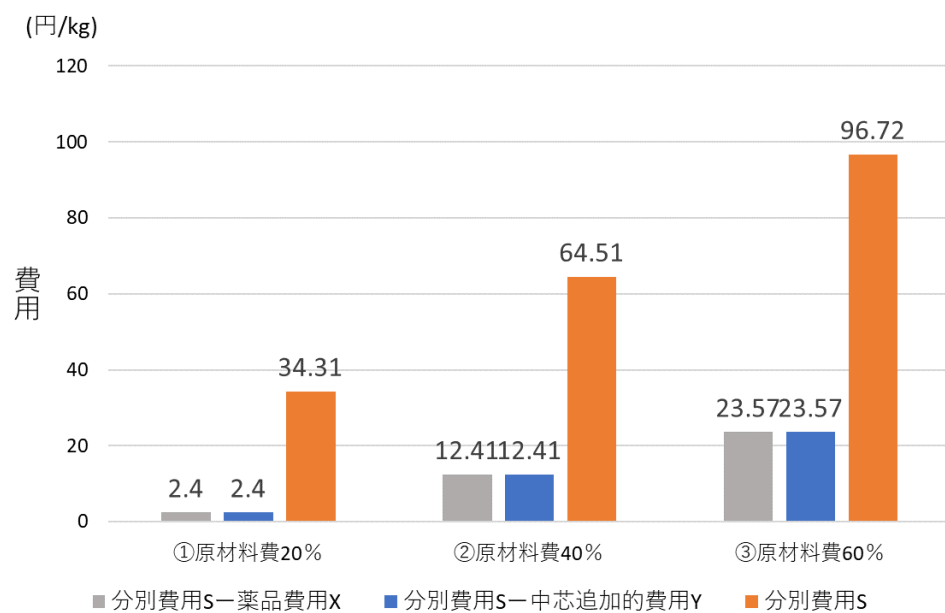
薬品費用 X 、段ボール追加的費用 Y が加わる場合、設備費や機械導入費を要する場合があることヒアリングより分かった。そのため、 X 、 Y は非常に大きな値を取る可能性が考えられる。また、分別する際にエコマークをつける費用として、日本環境協会(2020)より、2021 年度支出合計より 224,936 千円、エコマークをペットボトルにのみつけると仮定しても日本プラスチック工業連盟(2021)の 2021 年ペットボトル生産実績より 5,501,464t からペットボトル 1 kgあたり約 0.04 円でエコマークをつけることができる。そのため S (ミックス古紙を分別する費用)は、34.31 円を下回る可能性が高い。このことから、本論文では分析 2 の「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」を今後進めていくことが循環型社会を形成する上で最も望ましいと考え、分別を推進する政策を提言する。

図・表 26 分析結果一覧

	分析結果		
分析 1	3.52— S		
分析 2	① 11.3— S	② 41.53— S	③ 73.71— S
分析 3	—23.01		
分析 4	① 8.9— X	② 29.12— X	③ 50.14— X
分析 5	① 8.9— Y	② 29.12— Y	③ 50.14— Y

(図・表 18、20、21、23、25 の各結果より筆者作成)

図・表 27 分別を推進するための費用範囲



(図・表 18、20、21、23、25 の各結果より筆者作成)

第4章 政策提言

現在、中国を中心としたアジア諸国等、世界各国でミックス古紙の輸入規制が進んでおり、2021 年末には完全に輸入禁止になると推測されている。その流れに伴い、日本でのミックス古紙の過剰供給が問題となっており、ミックス古紙のリサイクル方法の見直しが必要不可欠となっていることが現状分析より分かった。

そこで本稿では、ミックス古紙のリサイクルシステムの見直しにあたり、今後どのような処理方法を推進していくべきか費用便益分析を用いて分析した。結果として、2 つのことが分かった。1 つ目は、「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、マテリアルリサイクルする」という分析 2 の方法が、分析を行った 5 つの処理方法の中で最も純便益が高いということである。2 つ目は、「ミックス古紙を雑誌と雑がみに分別し、輸出する」という分析 1 の純便益が正の値になるということである。この 2 点から、ミックス古紙を分別することが、社会全体により高い利益をもたらすとともに、ミックス古紙の使い道を広げると考える。

以上の分析結果から、ミックス古紙の雑誌と雑がみへの「分別」を消費者に習慣づけることを、本稿における政策提言の最終目的とする。

第 1 節では、名古屋市のミックス古紙における分別の現状と今後の目標について説明する。第 2 節では第 1 節で述べた現状をもとに 3 つの政策を提言する。最後に第 3 節で政策提言のまとめを行う。

第1節 現状把握

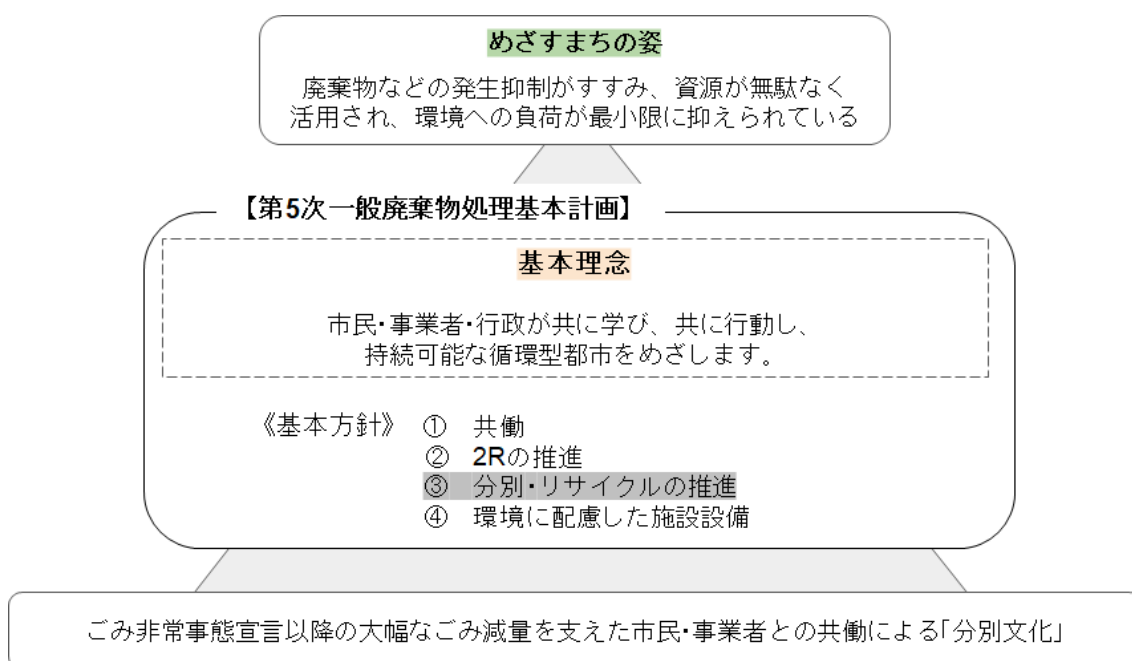
本稿では、名古屋市に焦点を当てた分析を行っているため、名古屋市の現在の取り組みから現状把握を行う。

名古屋ごみレポート'20 版(2021)によると、名古屋市は、「名古屋市第 5 次一般廃棄物処理基本計画」を作成している。名古屋市では、平成 11 年に「ごみ非常事態宣言」の発令により大幅なごみ減量を達成したという事例がある。この事例を生かし、市民・事業者・行政が共に学び、行動し、持続可能な循環型都市を目指すという基本理念と、共働、2R の推進、分別・リサイクルの推進、環境に配慮した施設設備という 4 つの基本方針をもとに、めざすまちの姿を設定している。めざすまちの姿は、「廃棄物などの抑制がすすみ、資源が無駄なく利活用され、環境への負荷を最小限に抑えられている」とこととされ、令和 10 年に向け一般廃棄物処理の目標値達成に向けた取り組みを行っている。

名古屋市では具体的に、令和 10 年に現在の資源分別率が 15%である雑がみを 40%にすることや、資源分別率が 82%である新聞・雑誌・段ボールを 85%にすることを目標としている。名古屋市へのヒアリング調査によると、資源分別率とは、それぞれの潜在的な量を 100%としたときに資源としてどれほど回収できているかを示す割合であることが分かった。現在の資源分別率を鑑みると、雑がみの多くが、資源として回収されず可燃ごみとして排出されていることが分かった。また、名古屋市や古紙問屋へのヒアリングから、消費者の雑がみに対する知識が分別可能な水準に達していないことや、近年の加工技術の進化によって雑がみを見分けることが難しいことが分かった。そのため、雑がみに対する知識が備わっていない状況では、雑誌と雑がみを分別することは極めて難しいと考えられる。

以上のことを踏まえ本稿では、図・表 28 の 4 つの基本方針の 3 つ目である「分別・リサイクルの推進」に着目する。「名古屋市第 5 次一般廃棄物処理基本計画」に基づき、現在から令和 10 年を創設・定着期、令和 10 年以降を充実期とし、創設からの期間に応じた 2 段階に分けて提言する。

図・表 28 めざすまちマップ



(出典) 名古屋市環境局減量推進室(2021)

『名古屋ごみレポート' 20 版』 p. 18 より筆者作成

第2節 政策提言

前節で述べたように、雑がみの資源分別率が低いことから、消費者の雑がみ分別に関する知識不足が、雑誌と雑がみが分別されていない現状を生み出している大きな要因であると考え。そこで本節では、第1項で政策提言の方向性を述べた後、第2項で、既存の政策を踏まえながら、雑がみの分別に関する知識の定着を目的とした新たな政策を創設・定着期の政策として提言する。第3項では、雑がみの分別を習慣化するための新たな政策を充実期の政策として提言する。本稿では具体的な数値として、名古屋市における令和10年までの資源分別率目標値である40%を目標に、雑がみの分別を推進する方法を考えていく。

第1項 政策提言の方向性

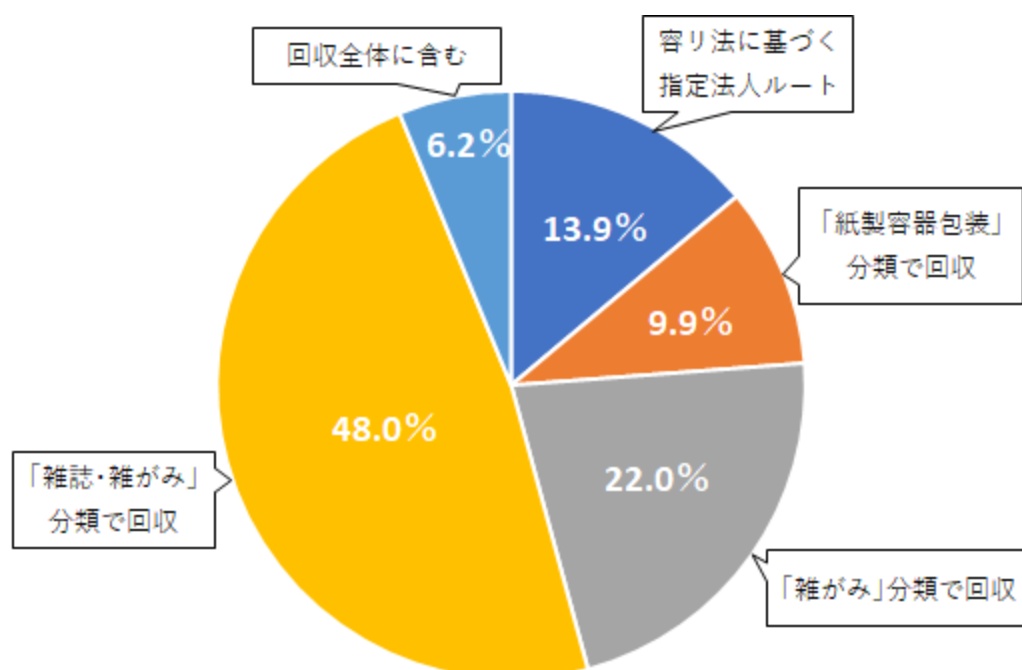
本稿ではまず、雑がみの1つである紙製容器包装に焦点を当てた政策を考える。なぜなら、紙製容器包装は紙マークによってそれが紙製容器包装だと分かるからである。紙マークが付いているものを雑がみという分類に分別することは、雑がみの分別に慣れていない人々にとって比較的行いやすいことであると考え。そのため、雑がみの1つであり、すでに紙マークが付けられている紙製容器包装に焦点を当て、紙製容器包装を雑がみとして回収するための政策を提言する。紙マークとは、資源有効利用促進法に基づき定められた紙製容器包装識別標識のことである。(図・表 29)

紙製容器包装リサイクル推進協議会(2013)によると、紙製容器包装は、「紙製容器包装」という分類以外で他の紙類と一緒に回収される混合回収が約76%（「雑誌・雑がみ」48%、「雑がみ」22%、「回収全体に含む」6%）、古紙ルートにおける「紙製容器包装」としての単独回収は約10%という現状である。紙製容器包装の48%が雑誌・雑がみ（ミックス

古紙)として回収されていることから、今雑誌と一緒に分別に出している紙製容器包装を雑がみとして分別することで、雑がみとして処理することができる紙製容器包装が単独回収分も合わせると約70%となり、資源分別率の目標数値である40%を達成することができる と推測する。

以上のように紙製容器包装に焦点を当てた政策を考えたのち、雑がみ全体に焦点を当てた政策を考える。上記の紙製容器包装に焦点を当てた政策では、紙製容器包装に紙マークを付けるという既存のシステムをそのまま利用していたが、本政策では紙マークを付ける対象物の定義を変えることで、紙製容器包装以外の雑がみも雑がみとして回収できるようにする。

図・表 29 古紙回収割合



(出典) 日本容器包装リサイクル協会(2021)『引き取り実績 詳細データ』と
紙製容器リサイクル推進協議会(2021)『紙製容器包装の回収量アンケート調査』
より筆者作成

図・表 30 紙マーク



(出典) 環境省 環境ラベル等データベース

第2項 創設・定着期（～令和10年）

本項では、現時点から令和10年までの、紙製容器包装を雑がみという分類に分別する取り組みの創設・定着期に焦点を当てた2つの政策を提言する。

【政策提言Ⅰ 「雑がみ回収ボックス」の設置】

創設・定着期の1つ目の政策として、「雑がみ回収ボックス」の設置を提言する。現在、古紙の回収は、主に自治体が行っている集団回収と商業施設等に設置されている回収箱による回収で行われている。集団回収でも回収箱が設置され、どちらの回収箱も雑誌と雑がみを1つの箱でまとめて回収している。これでは、家庭で雑誌と雑がみを分別をしたとしても結局は回収場所で一つにまとめてしまうことになる。そこで、新たに「雑誌」と「雑がみ」のそれぞれの回収箱を設置することを義務化する。加えて、「雑がみ用回収ボックス」に紙製容器包装の一部である、紙箱・包装紙・紙袋のイラストや写真を添付し、紙製容器包装が雑がみに分類されることを視覚的に伝える工夫をする。イラストや写真と持参した古紙を照らし合わせながら分別できるようにすることで、紙製容器包装の雑がみとしての分別が見込めると考える。

本政策は、紙製容器包装だけでも「雑がみ回収ボックス」に入れることを習慣化することで、「雑がみ」という分類で分別することを意識させ、雑がみの分別を普及させる一歩になると考える。

この取り組みにより得られた利益は地域財源として分別を行った自治体に還元することにより、分別を勧める自治体は分別費用が補填される上、財源も確保されることが期待されるため、より積極的に雑がみ分別へ取り組むと考える。また、分別活動を担う市民も、分別活動が地域の財源として還元されるとなると自分たちの生活が豊かになることを期待するため、提言対象者が分別活動に動きやすいのではないかと推測する。

この政策では、既存の取り組みやシステムを採用するため政策転換による混乱は生じにくく、回収場所も変更予定はないため今までと同様の処理を行うことができる。そのため、本政策は実現可能性が高いと考える。

以上のように、創設・定着期の1つ目の政策として、「雑がみ」回収ボックス設置し、紙製容器包装だけでも「雑がみ」という分類で分別することを促す取り組みを提言する。

【政策提言Ⅱ 雑がみ交換制度の導入】

創設・定着期の2つ目の政策として、かつて日本で行われていたちり紙交換制度を参考に、「雑がみ交換制度」の導入を提言する。この政策では、雑がみと古紙製日用品の交換という「雑がみ交換」により、雑がみ分別のメリットを可視化できると考える。消費者1人1人に対して雑がみの分別への更なるインセンティブを与え、積極的な分別活動を促す。

ちり紙交換制度とは、家庭で排出された古紙をちり紙やトイレトペーパーと物々交換するという、かつての日本にあった制度である。本稿では、ちり紙交換制度を参考に、雑がみを古紙製の日用品と物々交換をする「雑がみ交換制度」の確立を提言する。トイレトペーパーやティッシュといった古紙製の日用品を雑がみ分別の対価として受け取ることで、古紙のリサイクルについて興味をもってもらい、古紙の一部である雑がみの分別への意欲向上を目指す。

本政策について具体的に説明する。まず、各家庭で分別してもらった雑がみを、回収地域で統一した雑がみ回収袋に入れて持参してもらう。雑がみ回収袋は有料とし、各自治体が住民に販売する形をとる。回収地域で雑がみ回収袋を統一する目的としては、回収袋の

違いによって分別された雑がみの量を正確に計量できないことが危惧されるからである。

次に、分別した雑がみを持参したインセンティブとして古紙製の日用品を与える。本来、分別の推進という観点では、分別の対価を与える際に雑がみの分別率や重量を基準とするのが望ましいが、雑がみの分別精度を回収時点で測定するのは困難であり実現可能性が低い。今回は、雑がみ分別のインセンティブを人々に与え、雑がみ分別に積極的になってもらうことと、雑がみを含む古紙からリサイクルされたものを手に取ってもらい、雑がみのリサイクルに興味をもってもらうことを目的とする。したがって、分別した雑がみの持参を消費者に習慣づけることを第1の目標とするため、分別率や重量にはこだわらず、雑がみ回収袋1つという基準で雑がみと古紙製の日用品の交換を行うこととする。

また、雑がみ交換制度実施にかかる費用として、雑がみと交換する古紙製の日用品を用意する費用が考えられる。この費用に関しては、各自治体が負担し、その財源には雑がみ回収袋代を充てる。各自治体は古紙製の日用品を製造する企業と提携し、雑がみ交換制度で交換する古紙製の日用品を用意するようにする。提携企業は、古紙からリサイクルした製品を製造することで、持続的な社会へ貢献することができ、自社の知名度の上昇も期待できるため、本制度に積極的に協力すると考える。

この政策では、制度を利用するために雑がみ回収袋を購入する必要があるし、その費用を負担しなければならないことを考えて、住民が雑がみ分別への意欲を減退させてしまうことが危惧される。しかし、この政策は、紙製容器包装の雑がみとしての分別に人々の意識を向けさせることが目的であり、それが全員でなくても一定数の人が雑がみ交換制度を利用することに意味がある。そのため、一部の住民が雑がみ回収袋が有料であることを理由として雑がみ交換制度に参加しないとしても、それを解決すべき問題とは考えないこととする。

第3項 充実期（令和10年～）

前項で述べた創設・定着期の政策では、紙製容器包装を雑がみとして分別することを人々に習慣づけることに限界があり、また、紙製容器包装以外の雑がみについても雑がみとして分別することを促すという課題が残っている。本項では、前項で提言した政策により、紙マークへの認識がある程度定着し、紙製容器包装を雑がみとして分別する認識が普及した状況を仮定する。その上で、上記に述べたように雑がみの分別の精度を高め、雑がみ分別の習慣づけという課題に焦点を当てた政策を提言する。

【政策提言Ⅲ 容器包装リサイクル法の改正】

経済産業省（2008）によると、平成9年4月から施行されている資源有効利用促進法に基づき、紙製品には紙マークの表示が義務付けられており、紙マークは容器包装のうち最も重い材質が紙である場合付けると定められている。前項では、この紙マークを利用し、紙マークが付けられている紙製容器包装を雑がみとして回収するための政策を提言してきた。しかし、上記に述べたように最も重い材質が紙であれば紙以外の素材が混入している容器包装にも紙マークが付けられ、また、禁忌品に類される防水加工が施されている製品にも一部紙マークが付けられている。このように、既存の紙マークの定めだと禁忌品を含む雑がみ100%でない製品にも紙マークが付けられており、これはミックス古紙を発生させている要因の1つではないかと考える。

そこで、紙マークを付ける対象物についての基準を見直すことで、雑がみ分別の精度を高める政策を提言する。本政策では、純粋な紙製品であり、雑がみになりうる製品に紙マークをつけることとし、一方で、他の素材が混ざる紙製品には、現在使用されている紙マークを付けないこととする。「容器包装リサイクル法」を改正することで紙マークの表示

システムを変えることができ、雑がみを雑がみとして正しく集めることができると考える。そのため、充実期の政策として、雑がみ 100%の紙製品に対してのみ紙マークを表示するという、法律の内容改正を提言する。

本政策では、紙マークを付ける対象物の変更により事業者側に対応が求められる。既存の基準では紙の重量で簡単に紙マーク添付の判断ができたが、新しい基準では紙の重量での判断ではないため紙マーク添付の判断が困難になることが危惧される。そのため、事業者が紙マーク添付の判断を正確にできるようにするための対策が必要である。この対策として、紙マークについてのマニュアルの作成を提言する。古紙問屋などに協力を促してマニュアルを新たに作成し、それを事業者に配布することで、紙マークについての法律改正に正しく対応することが可能になることが期待される。さらに、紙マークについてのセミナーの開催や問い合わせ窓口の設置により、事業者側の協力を支援する体制を整える。

第3節 政策提言のまとめ

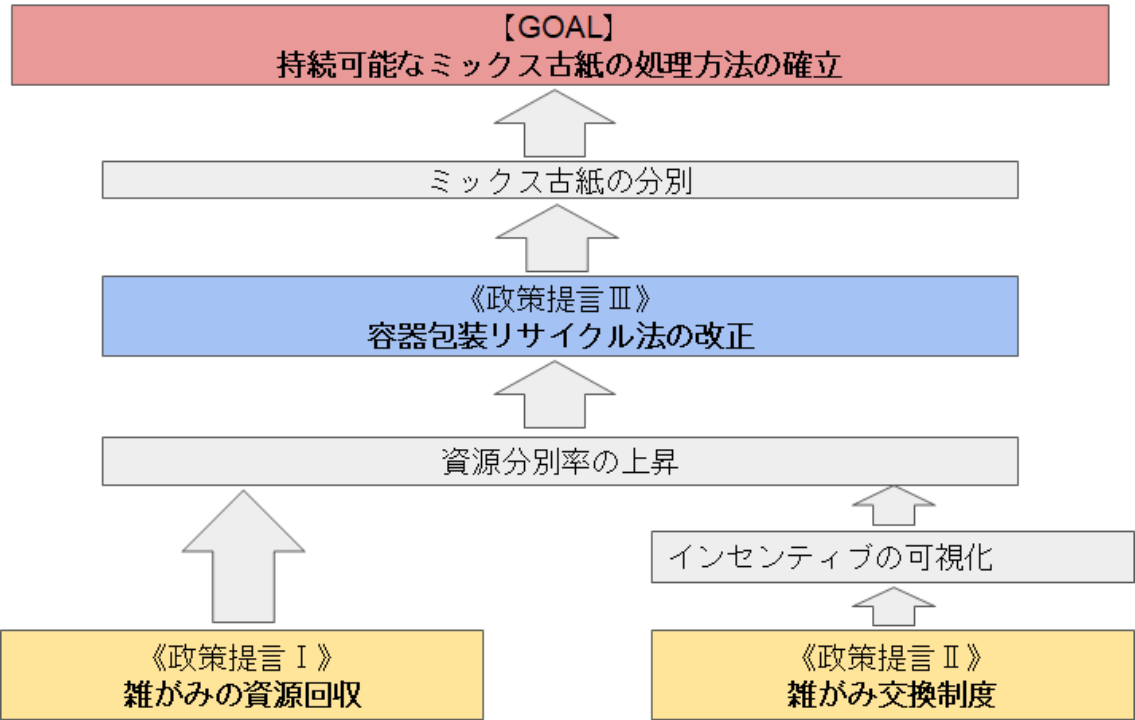
創設・定着期については、紙製容器包装に焦点を当て、雑がみの分別に関する知識の定着を目的とした2つの政策を提言する。1つ目の政策として、紙マークのついた紙製容器包装を入れる「雑がみ回収ボックス」の設置を提言し、2つ目の政策として、人々に雑がみ分別のインセンティブを与えるため、雑がみ交換制度の導入を提言し、それぞれを政策提言Ⅰ、政策提言Ⅱとする。

充実期については、紙製容器包装に限らず雑がみ全般に焦点を当て、雑がみ分別の精度の向上と雑がみ分別の習慣づけを目的として、容器包装リサイクル法の改正を提言する。これを政策提言Ⅲとする。

政策提言Ⅲで述べた容器包装リサイクル法の改正は、改正した法律を施行するまでに時間を要するため、前項で述べた創設・定着期の2つの政策を実施することで、法律が施行されるまでに空白の時間を作ることなく雑がみ分別の促進が行われることが期待される。

以上の3つの政策により、雑がみの分別を人々に習慣づけ、将来的にはミックス古紙を雑誌と雑がみそれぞれの分類で回収することが可能になる。そして、本稿の目的である、ミックス古紙の課題解決による持続可能な社会の構築を達成できると考える。

図・表 31 目指すべきビジョン



(本稿第4章第2節より筆者作成)

最後に

本稿では、ミックス古紙の持続可能な処理方法の模索を目的とし、現状分析や費用便益分析によって、最も便益の高い処理方法を求めた。そして、分析の結果からミックス古紙を雑誌と雑がみに分別することの有効性を明らかにした。

また、ミックス古紙の分別を促すために、創設・定着期と充実期という 2 つの期間分けて 3 つの政策を提言した。

しかし、本稿の研究では、持続的な処理方法の模索に重要な 1 つの要素である環境面に関する数値を、その困難さから金銭面と同様に数値化し具体的に分析することができなかった。金銭面のように環境面に関しても数値化し、費用便益分析を行い、どの処理方法が最も便益が高いかを明らかにすることが今後の研究課題と言える。

最後に、我々の研究がミックス古紙の持続可能な処理方法の実現に寄与することを願って本稿の締めとする。

先行研究・参考文献

主要参考文献

- ・慶応義塾大学 辻幸民研究会(2009)「リサイクルの合理性の検証」政策フォーラム発表論文
- ・明治大学 畑農鋭矢研究会(2017)「家庭系ごみ排出量の決定要因分析」政策フォーラム発表論文
- ・南山大学 寶多康弘研究会(2019)「持続可能な PET リサイクルシステムの構築を目指して～廃プラ輸入規制に対するリサイクルのベストミックス～」政策フォーラム発表論文

引用文献

- ・通商産業省(1991)「紙製造業に属する事業を行う者の古紙の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令等の運用について」『再生資源の利用の促進に関する法律』3 生局第 343 号、p.1 - 2

データ出典

- ・経済産業省「経済産業省生産動態統計調査」
(https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html)
(2021 年 10 月 11 日)
- ・公益財団法人古紙再生促進センター(2021)『古紙ハンドブック 2021』p.60
- ・公益財団法人 古紙再生促進センター「年間古紙統計」
(<http://www.prpc.or.jp/document/publications/nenkantoukei/>) (2021 年 10 月 4 日)
- ・日本経済新聞(2021)「日経市況」
(https://www.kppc.co.jp/ja/market/koshi/main/00/teaserItems1/01/linkList/0/link/h_koshi20211101.pdf) (2021 年 11 月 3 日)
- ・加納正直(1965)「製紙企業における品質管理と利益計算の理論」
(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij1955/19/6/19_6_305/_pdf) (2021 年 10 月 11 日)
- ・税関「輸出統計品目表 (2021 年 1 月版)」
(https://www.customs.go.jp/yusyutu/2021_1/data/j_47.htm) (2021 年 8 月 20 日利用)

参考資料

- ・環境省(2008)「紙類に係る判断の基準等について (案)」
(<https://www.env.go.jp/press/files/jp/12608.pdf>) (2021 年 11 月 10 日)
- ・金谷信章(2020)「中国の古紙輸入削減と日本の紙リサイクルの課題」国際環境経済研究所(<https://ieei.or.jp/2020/03/special201705012/>) (2021 年 7 月 30 日利用)

- ・ 経済産業省循環経済ビジョン研究会「中国政府による廃棄物輸入規制後の中国の状況」
(https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/junkai_keizai/pdf/005_02_00.pdf) (2021 年 7 月 30 日利用)
- ・ 国立研究開発法人 国立環境研究所「環境技術解説 焼却処理」
(<https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=73>) (2021 年 8 月 5 日利用)
- ・ 古紙ジャーナルオンライン 2020 年 12 月 13 日「【徹底解説】中国の古紙輸入規制」
(<https://kosijn1.co.jp/backnumber/19319.html>) (2021 年 6 月 24 日利用)
- ・ 公益財団法人古紙再生促進センター(2021)『古紙ハンドブック 2021』p. 59 - 60
- ・ 公益財団法人 日本ユニセフ協会「12. つくる責任、つかう責任」
(<https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/17goals/12-responsible/>) (2021 年 8 月 18 日)
- ・ 公益財団法人 古紙再生促進センター「紙リサイクルの基礎知識 紙リサイクルの流れ」
(http://www.prpc.or.jp/recycle/waste_paper/) (2021 年 8 月 20 日)
- ・ 公益財団法人 古紙再生促進センター「紙リサイクルの基礎知識 古紙を分別する理由」
(http://www.prpc.or.jp/recycle/waste_paper/) (2021 年 9 月 3 日)
- ・ 日本製紙グループ「紙の豆知識 チップ君の工場見学」
(<https://www.nipponpapergroup.com/knowledge/chip/factory1.html>) (2021 年 8 月 20 日)
- ・ 公益財団法人日本環境協会 エコマーク事務局(2020)「2020 年度 エコマーク事業計画・予算」(<https://www.ecomark.jp/pdf/44-1keikakuyosan.pdf>) (2021 年 11 月 10 日)
- ・ 日本経済新聞朝刊 2021 年 7 月 27 日
- ・ 日本経済新聞朝刊 2021 年 5 月 29 日
- ・ 日本プラスチック工業連盟(2020)「プラスチック製品生産実績」
- ・ 高柳晴夫(1994)「古紙利用促進のための提言」『紙パ技協誌』第 53 巻第 4 号、p. 34