持続可能なミックス古紙の処理方法

～古紙輸入規制への対応～

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

南山大学 寶多研究会

2021年11月20日

本日の流れ

1. 現状分析・問題意識
2. 先行研究
3. 分析
4. 政策提言

現状分析・問題意識

動機・背景

▼

研究の目的

▼

ミックス古紙とは

▼

マテリアルリサイクルの流れ

1 動機・背景①

SDGs12番：つくる責任　つかう責任

（出典）United Station Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development

中国も「つくる責任」を意識

・2018年～　中国の「**固形廃棄物輸入規制**」

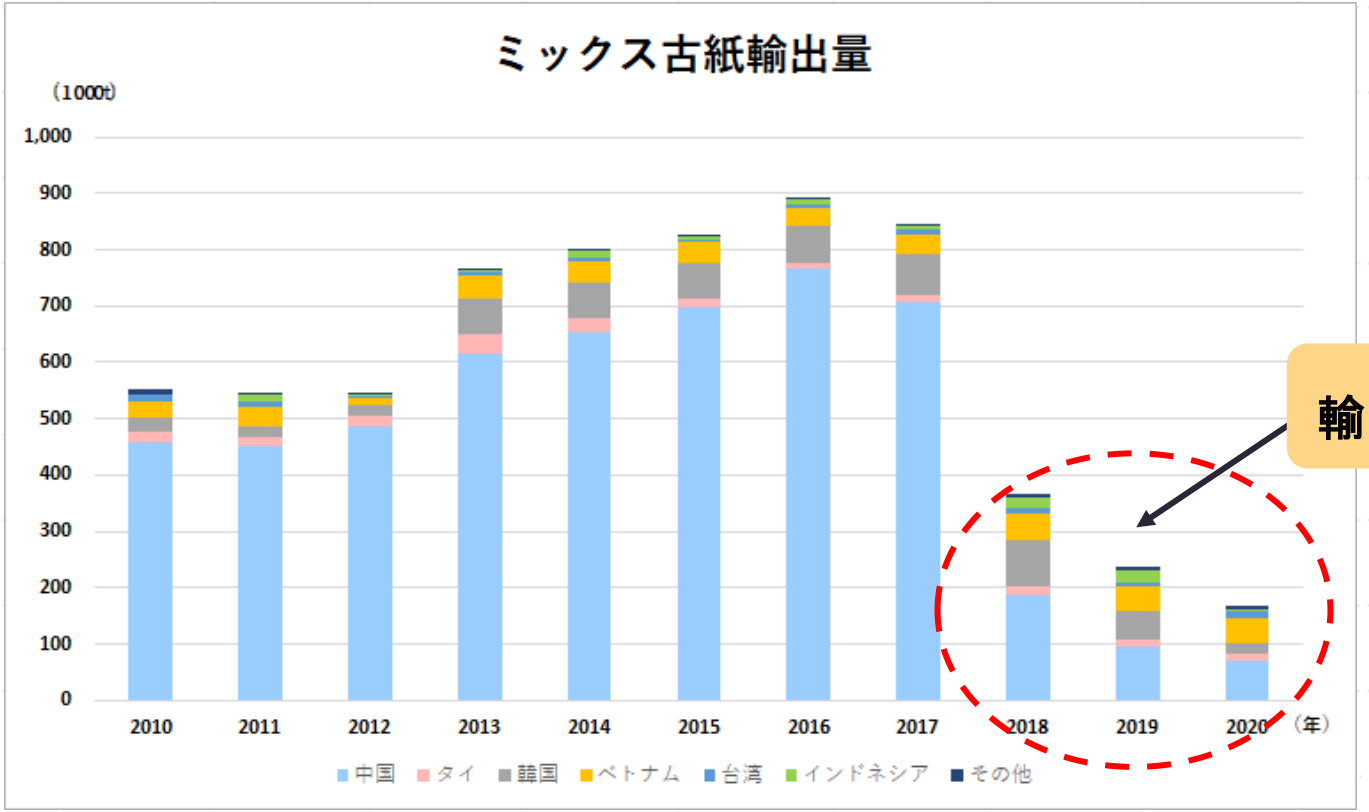
└─ 目的：国内での原材料不足の緩和

⇒東南アジアなどに分散輸出

・2021年～　韓国やベトナムなど東南アジアでも輸入規制の動き

（出典）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

2 動機・背景②



輸出量が**激減！**

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

3 動機・背景③

輸入規制の影響により・・・

輸出量の減少
&
将来的には国外への輸出不可能に

▼

ミックス古紙の余剰発生

▼

<u>国内リサイクルシステムの見直しが必要</u>

4 分析の目的

余剰が発生するミックス古紙について、
費用便益と実現可能性を考慮した
<u>最適な処理方法</u>を明らかにすること

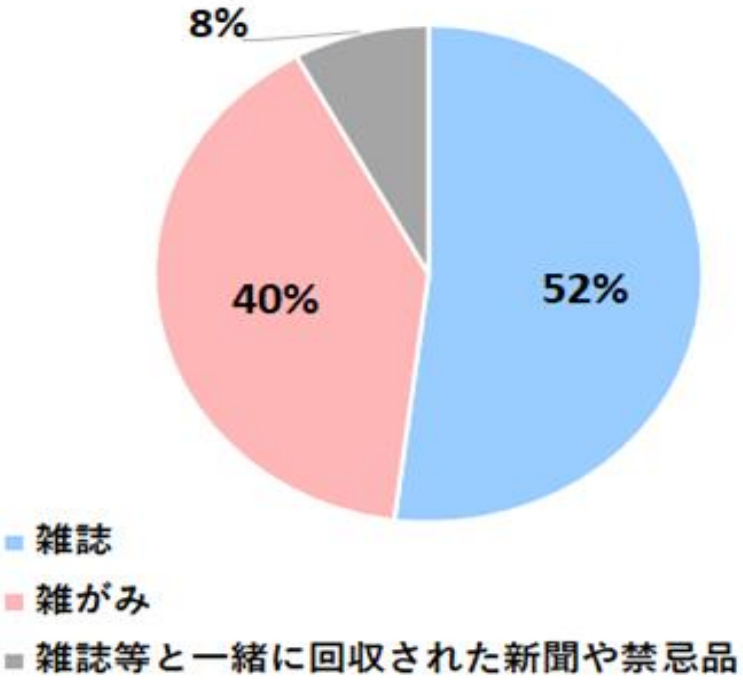
5 ミックス古紙とは

定義：雑誌や雑がみ、禁忌品などが混ぜ合わさったもの

雑多な古紙は、リサイクルが難しい

・雑がみの例：
　ノート、紙箱、トイレットペーパーの芯
・禁忌品の例：
　防水加工された紙、シール、レシート

ミックス古紙の内訳



（出典）名古屋市リサイクル協同組合へのヒアリングより筆者作成

6 マテリアルリサイクルの流れ

ミックス古紙の回収

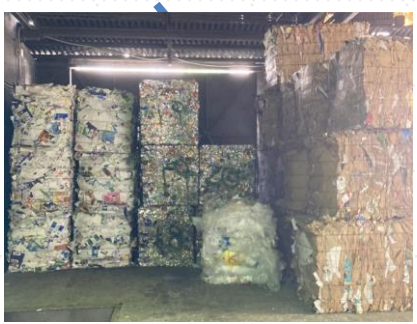
古紙問屋

計量 ⇨ 選別 ⇨ 圧縮梱包

製紙会社

パルプ化 ⇨ 製紙工程

輸出



（出典）筆者撮影

先行研究

7 先行研究との位置づけ

ISFJ 南山大学 寳多康弘研究会「持続可能なPETシステムの構築を目指して」（2019）

ペットボトルにおけるマテリアルリサイクルとサーマルリサイクルの比較を
費用便益分析によって行っている

★ 本稿の新規性

<u>古紙における費用便益分析を行う</u>

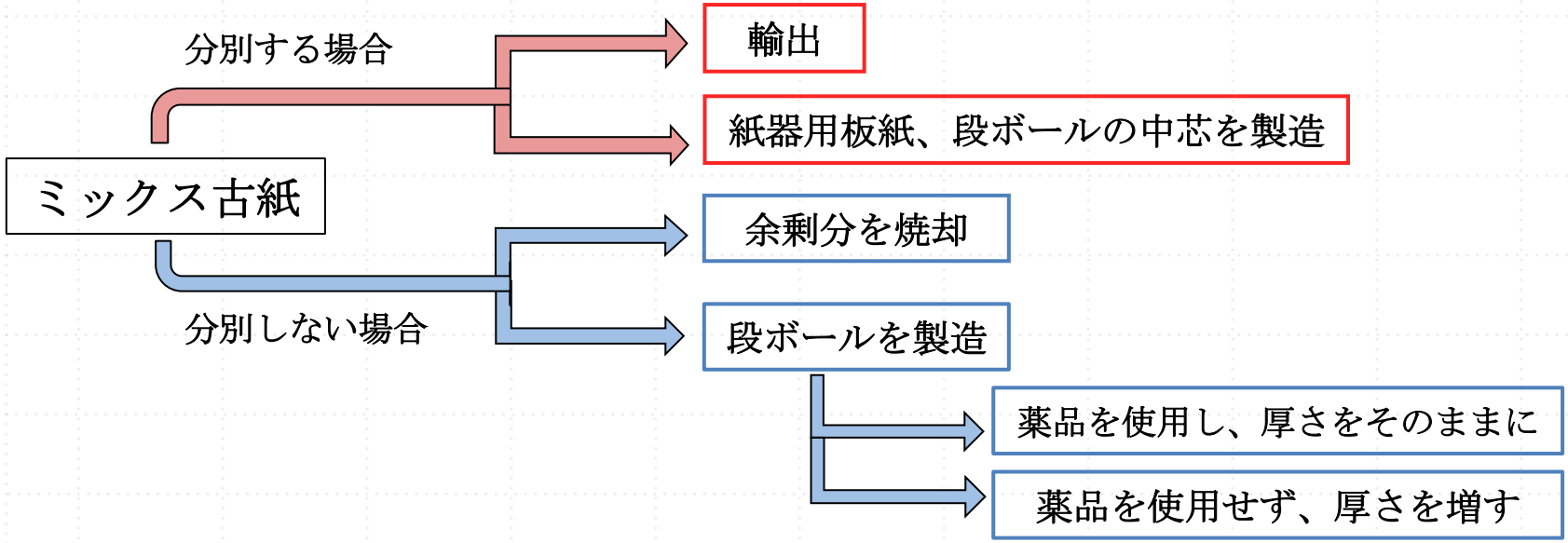
・段ボールへのミックス古紙の含有量を増やす場合
・段ボール製造に用いる薬品費用を変数に入れる

分析

8 分析①

《分析の目的》

最も純便益が高いミックス古紙の処理方法を明らかにすること



9 分析②

【製紙会社での費用】

変数	内容
MR_1	古紙パルプ製造費用
MR_2	中芯原紙製造費用
MR_3	紙器用板紙製造費用
MR_4	段ボール厚さを増す(中芯原紙の追加)費用

（出典）製紙会社へのヒアリングより

【古紙問屋での費用】

変数	内容
RP_1	家庭からのミックス古紙回収費用
RP_2	ミックス古紙から禁忌品を選別する費用
RP_3	ミックス古紙の圧縮･梱包費用

（出典）古紙問屋へのヒアリングより

【その他】

（ 円 / kg ）

変数	内容
C_1	段ボール中芯の売却益
C_2	紙器用板紙の売却益
E	ごみ焼却で発電された電力売却による歳入
TR	ごみ焼却にかかる平均費用
CH	段ボール製造の際に必要な薬品費用
EX	雑誌･雑がみの平均輸出益
S	雑誌･雑がみ分別費用

（出典） 名古屋市へのヒアリングより

10 分析式①

①「分別する」　分別後、輸出する場合

$$\alpha = \underbrace{EX}_{\text{輸出益}} - \left(\underbrace{\underbrace{RP_1}_{\text{回収}} + \underbrace{RP_2}_{\text{選別}} + \underbrace{RP_3}_{\text{圧縮・梱包}}}_{\text{古紙問屋での費用}} + \underbrace{S}_{\text{雑誌・雑がみ分別費用}} \right)$$

11 分析式②

②「分別する」　マテリアルリサイクルされる場合

$$\beta = \left(\underbrace{C_1 \cdot 0.4}_{\text{中芯売却益}} + \underbrace{C_2 \cdot 0.6}_{\text{紙器用板紙売却益}} \right)$$

雑がみ含有率　雑誌含有率

$$- \left\{ \underbrace{RP_1}_{\text{回収}} + \underbrace{RP_2}_{\text{選別}} + \underbrace{RP_3}_{\text{圧縮･梱包}} + \underbrace{MR_1}_{\text{古紙パルプ製造}} + \left(\underbrace{MR_2 \cdot 0.4}_{\text{中芯原紙製造}} + \underbrace{MR_3 \cdot 0.6}_{\text{紙器用板紙製造}} \right) + \underbrace{S}_{\text{分別費用}} \right\}$$

古紙問屋での費用

マテリアルリサイクル費用

12 分析式③

③「現状維持」　サーマルリサイクルされる場合

$$\gamma = \underbrace{E}_{\text{電力売却益}} - \left(\underbrace{\underbrace{RP_1}_{\text{回収}} + \underbrace{RP_2}_{\text{選別}} + \underbrace{RP_3}_{\text{圧縮･梱包}}}_{\text{古紙問屋での費用}} + \underbrace{TR}_{\text{焼却費用}} \right)$$

13 分析式④

④「分別なし」　中芯へのミックス古紙の含有量を増やした場合

$$\delta = \underbrace{C_1}_{\text{中芯売却益}} - \left(\underbrace{\underbrace{RP_1}_{\text{回収}} + \underbrace{RP_2}_{\text{選別}} + \underbrace{RP_3}_{\text{圧縮・梱包}}}_{\text{古紙問屋での費用}} + \underbrace{\underbrace{MR_1}_{\text{古紙パルプ製造}} + \underbrace{MR_2}_{\text{中芯原紙製造}}}_{\text{マテリアルリサイクル費用}} + \underbrace{CH}_{\text{薬品費用}} \right)$$

分析式⑤

⑤「分別なし」　段ボールを分厚くする場合

$$\varepsilon = \underbrace{C_1}_{\text{中芯売却益}} - \left(\underbrace{\underbrace{RP_1}_{\text{回収}} + \underbrace{RP_2}_{\text{選別}} + \underbrace{RP_3}_{\text{圧縮・梱包}}}_{\text{古紙問屋での費用}} + \underbrace{\underbrace{MR_1}_{\text{古紙パルプ製造}} + \underbrace{MR_2}_{\text{中芯原紙製造}} + \underbrace{MR_4}_{\text{中芯追加的費用}}}_{\text{マテリアルリサイクル費用}} \right)$$

15 変数の値

変数	値 (円/kg)		
RP_1(回収費用)	8		
RP_2(選別費用)	1		
RP_3(梱包・圧縮費用)	6		
MR_1(古紙パルプ製造費用)	7.45		
MR_2(中芯原紙製造費用)	17.57		
MR_3(紙器用板紙製造費用)	25.02		
C_1(段ボールの中芯売却益)	①48.92	②69.14	③90.16
C_2(紙器用板紙売却益)	①43.22	②61.16	③79.13
TR(焼却費用)	21.59		
E(電力売却益)	13.58		
EX(輸出益)	18.52		
CH(薬品費用)	X		
MR_4(中芯追加的費用)	Y		
S(雑誌・雑がみ分別費用)	S		

※CH,MR_4,Sは明確にすることができなかったため、それぞれX,Y,Sとおいた

＜売却益＞
ミックス古紙のみから
得られる便益を求めるため

中芯/紙器用板紙 原材料費
①20%
②40%
③60%

と仮定し算出

(出典)
ヒアリング調査、加納正直(1965)、
経済産業省「経済産業省生産動態統計調査」
より筆者作成

分析結果①

ミックス古紙分別後輸出費用にかかる純便益				
変数	内容	便益	費用	純便益
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・雑がみ分別費用	―	S	-S
合計		18.52	9+S	**9.52-S**

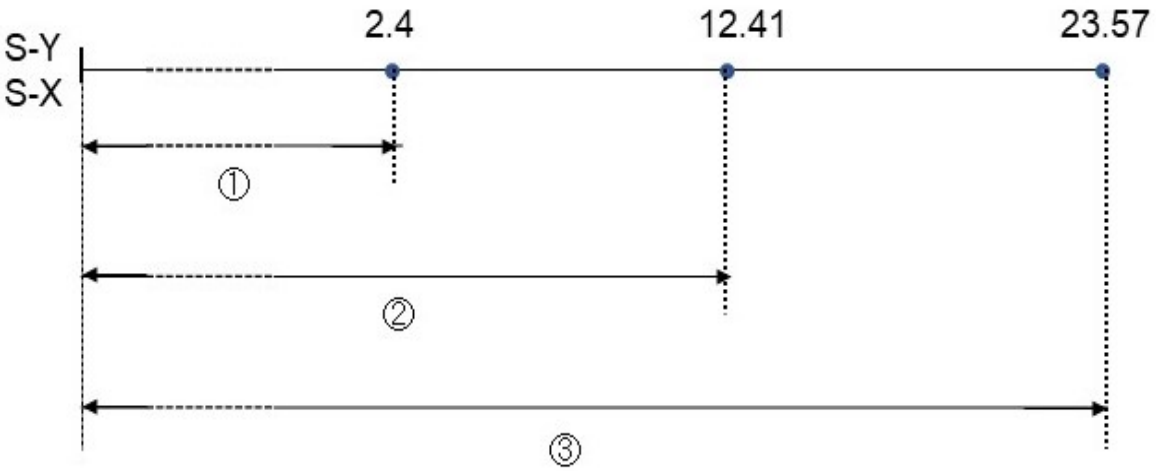
(出典)「変数の値」表より筆者作成

17 分析結果②

	分析結果		
分析1	9.52−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

(出典)各分析結果より筆者作成

18 分析結果の考察



(出典)
分析結果②より筆者作成

①20%の場合	S－Y ＜ 2.4	かつ	S ＜ 34.31	
②40%の場合	S－Y ＜ 12.41	かつ	S ＜ 64.51	
③60%の場合	S－Y ＜ 23.57	かつ	S ＜ 96.72	の時

⇒ **分別**をする方法が最も純便益が高い

分析結果のまとめ

- 現状の処理方法である分析式３だと純便益が負になる
- 分別する場合の分析式１・２は純便益が正になる
- 分別しない場合の分析式４・５は薬品投入量の値により、環境負荷が大きくなることも見込まれ、持続的な処理方法の模索に適していない

政策提言

20 政策提言①

分析結果より・・・

①「分別して輸出する」の純便益が正の値をとる
②「分別してマテリアルリサイクルする」が最も純便益が高くなる

分別することが望ましい

▼

問題点：雑誌と雑がみについての知識不足

▼

雑誌と雑がみについての知識の定着

⇓

分別を習慣化

21 政策提言②

どの古紙が雑誌と雑がみそれぞれに当たるのか分からない

紙製容器包装に着目！

なぜなら･･･

紙製容器包装：ラベルが付いている

＝

一目で判別可能

（出典）環境省 環境ラベル等データベース

紙製容器包装は雑がみとしての分別回収が容易

政策提言③

【政策提言Ⅰ】「雑がみ回収ボックス」の設置

現状：雑誌と雑がみを同一の箱で回収

▼

「**雑がみ回収ボックス**」を新たに設置し、紙製容器包装を回収する
☆紙製容器包装の一部の写真やイラストを添付

▼

紙製容器包装を「雑がみ」に分別することを習慣化

政策提言④

【政策提言Ⅱ】雑がみ交換制度の導入

雑がみの分別は新たな取り組みのためインセンティブが必要

▼

【雑がみ交換制度】
紙製容器包装を雑がみ回収袋に入れて持参
⇓
古紙製の日用品と交換

▼

雑がみのリサイクルに興味をもたせる

【政策提言Ⅲ】容器包装リサイクル法の改正

〈 紙ラベルの問題点 〉

・ラベルがあるのは紙製容器包装のみ
・紙以外の素材が含まれている紙製容器包装にもラベルがついている

▼

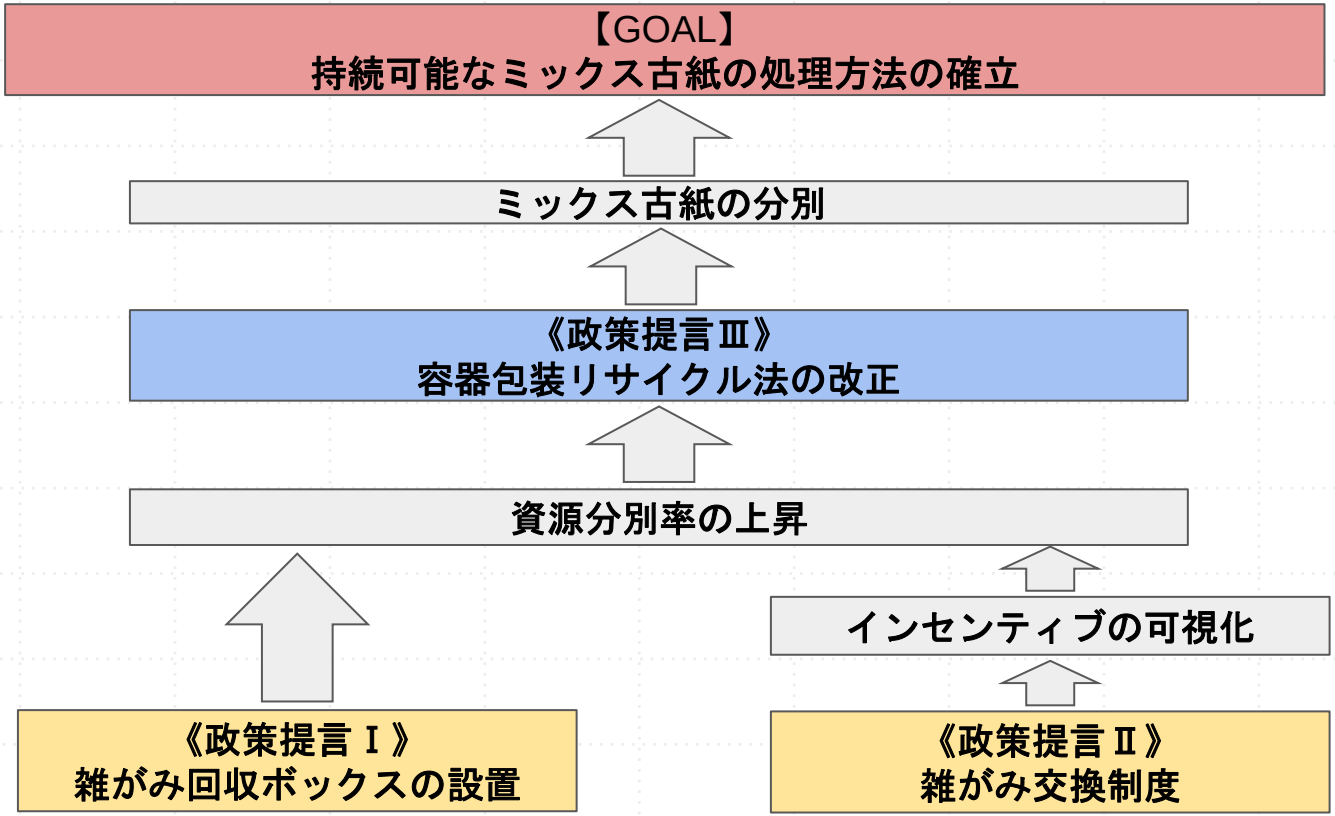
容器包装リサイクル法を改正

「100%紙製であり、雑がみとして分別される製品のみに紙ラベルを添付」

▼

雑がみ全般を紙マークで判別可能にする

政策提言⑥


【GOAL】
持続可能なミックス古紙の処理方法の確立
ミックス古紙の分別
《政策提言Ⅲ》
容器包装リサイクル法の改正
資源分別率の上昇
インセンティブの可視化
《政策提言Ⅰ》
雑がみ回収ボックスの設置
《政策提言Ⅱ》
雑がみ交換制度

26 結果のまとめと残された課題

○分析結果

分別することが持続的なミックス古紙の処理に繋がる

○政策提言のまとめ

Ⅰ：雑がみ回収ボックスの設置
Ⅱ：雑がみ交換制度(インセンティブの可視化)
Ⅲ：容器包装リサイクル法の改正(ミックス古紙の分別)

○残された課題

今回の分析では、環境への負荷は考慮したものの、
明確な数値として表すことはできなかった。
今後、明確な数値を用いた分析を行っていく必要がある。

27 参考文献

主要参考文献

南山大学 寳多康弘研究会(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

・税関「輸出統計品目表（2021年1月版）」（税関ホームページ）
（https://www.customs.go.jp/yusyutu/2021_1/data/j_47.htm）（2021年8月20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.60
・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）
・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)
・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）

参考資料

・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/）（参照 2021年9月3日）
・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）（参照 2021年7月30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/）（参照 2021年7月30日）
・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://kosijnl.co.jp/backnumber/19319.html）（参照 2021年6月24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
・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
・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）
・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
・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）
・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）
・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）

・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）
・日本プラスチック工業連盟(2020)「プラスチック製品生産実績」
（http://www.jpif.gr.jp/3toukei/toukei.htm）（2021年11月10日）
・名古屋市環境局ごみ減量部減量推進室減量企画担当(2021年)「名古屋ごみレポート'20版」
（https://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000015/15557/zentai.pdf）（2021年11月10日）
・紙製容器包装リサイクル推進協議会(2013年11月19日)『紙製容器包装の「容器包装リサイクル制度の見直しに向けた提言」』（https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/committee/n/05/youri05_07.pdf）（2021年11月10日）
・e-Govポータル「資源の有効な利用の促進に関する法律　第七章　指定表示製品（第二十四条・第二十五条)」
（https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=403AC0000000048）（2021年11月10日）
・経済産業省(2008年3月)「プラスチック製容器包装および紙製容器包装への識別表示の義務」
（https://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/pamphlet/pdf/pamphlet_mark_gimu.pdf）（2021年11月10日）
・全国段ボール工業組合「段ボールはリサイクルの優等生」
(https://zendanren.or.jp/content/recycle/index.html）（2021年11月10日）
・e-Govポータル「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」
（https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=407AC0000000112_20150801_000000000000000&keyword=%E5%AE%B9%E5%99%A8%E5%8C%85%E8%A3%85）（2021年11月10日）