

2024 年度成果報告書

バイオものづくり革命推進事業/未利用資源のアベイラビリティ調査

(バイオものづくり革命推進事業 俯瞰調査)

2025 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

目次

1. 調査の概要	5
1.1 和文要約	5
1.2 英文要約	6
2. 調査対象品目の選定	8
3. 未利用資源の賦存量・利用可能量の推計	11
3.1 賦存量・利用可能量の推計方針	11
3.2 賦存量・利用可能量の推定方法・結果（総論）	13
3.3 賦存量・利用可能量の推定方法・結果（各論）	38
(1) 森林未利用材（林地残材）	38
(2) 森林未利用材（低質材）	47
(3) 剪定枝（果樹剪定枝）	56
(4) 剪定枝（公園剪定枝）	65
(5) 廃木材（製材端材）	73
(6) 廃木材（建設発生木材）	81
(7) 製紙用チップ	90
(8) 廃パルプ（ペーパーラッジ）	97
(9) 黒液	104
(10) 古紙	110
(11) 下水汚泥	121
(12) 食品加工残渣（全般）	128
(13) 食品加工残渣（卵殻膜）	141
(14) 食品加工残渣（規格外澱粉）	147
(15) 事業系廃食用油	148
4. 未利用資源のコスト構造の把握	153
4.1 コスト構造の概要	153
4.2 各コスト要素の調査方針	154
4.3 各コスト要素の調査結果	158
(1) 森林未利用材	158
(2) 剪定枝	162
(3) 廃木材	165
(4) 製紙用チップ	168
(5) 黒液	170
(6) 廃パルプ（ペーパーラッジ）	172
(7) 古紙	174
(8) 下水汚泥	176
(9) 事業系廃食用油	178

(10) 食品加工残渣	180
5. 未利用資源から原料物質への加工ルート等の整理	183
5.1 加工ルート等の整理方針	183
5.2 加工ルートの整理方法	184
5.3 加工ルートの整理結果	188
(1) 木材（森林未利用材、剪定枝、廃木材、製紙用チップ）	189
(2) 廃パルプ（ペーパーラッジ）	191
(3) 黒液	192
(4) 古紙	193
(5) 下水汚泥	194
(6) 事業系廃食用油	195
(7) 食品加工残渣（全般、卵殻膜、規格外澱粉）	196
5.4 収率・前処理コスト等の整理方法	197
5.5 収率・前処理コスト等の整理結果	199
(1) 木質系資源→単糖（グルコースなど）	199
(2) 木質系資源→オリゴ糖（セロビオースなど）	230
(3) 木質系資源→ナノセルロース（CNF）	237
(4) 木質系資源→芳香族化合物（フェノールなど）	239
(5) 木質系資源→バイオ炭、バイオオイル	242
(6) 木材→木材チップ（参考）	254
5.6 特許情報の整理方法	260
5.7 特許情報の整理結果	262
5.8 研究開発や市場の動向の整理方法	264
5.9 研究開発や市場の動向の整理結果	265
(1) 全般	265
(2) 木材系資源	267
(3) 下水汚泥	269
(4) 廃食用油	271
(5) 食品加工残渣	273
5.10 輸入価格の整理方法	275
5.11 輸入価格の整理結果	276
6. ヒアリングの実施	281
7. 委員会の開催	284
8. 研究発表・講演、文献、特許等の状況	286
(1) 研究発表・講演	286
(2) 論文	286
(3) 特許等（知財）	286
(4) 受賞実績	286

(5) 成果普及の努力（プレス発表等）286

1. 調査の概要

1.1 和文要約

政府は、2024年6月に公表した「バイオエコノミー戦略」において、拡大を目指すバイオエコノミー市場として5つの市場を設定し、2030年に国内外で100兆円規模の市場創出を目指す取組を推進することとした。なかでも、遺伝子技術等を活用して微生物や動植物の細胞等によって目的物質を生産する「バイオものづくり」は世界中で注目され、社会実装に向けた技術開発が急速に進んでいる。経済成長と社会課題の解決の二兎を追えるイノベーションであるため、従来の化石資源を原料とした様々な製造プロセスを置き換える「持続可能なものづくり」として、次世代の産業基盤となり、我が国の競争力の核となり得ることが期待されている。一方で、バイオものづくり製品が社会で広く活用されるための課題の一つとして原料供給があり、輸入バイオマス原料を国内の未利用資源へ転換していくことも求められている。

そこで本調査では、バイオものづくりの原料となる未利用資源の何が、国内のどこに、どの程度の量で存在しているかを明らかにし、その利用可能コストを推計することで、未利用資源のアベイラビリティを調査した。

具体的には、「調査対象品目の選定」(2章)に記述している通り、①バイオものづくり革命推進事業における採択テーマにおいて利用が想定されている原料、②国内の賦存量が多いため利用ポテンシャルが高いと考えられる木質系の原料、という条件に該当する品目を対象として、以下の3つの項目について調査した。

まず、「未利用資源の賦存量・利用可能量の推計」(3章)において、統計情報や既存調査の結果から、対象とする未利用資源の全国および地域ごとの賦存量を推計した。また、推計した賦存量を現在の利用状況に着目して、「利用量(マテリアル用途、エネルギー用途、その他用途)」「未利用量」の4つに分け、それぞれの量を推計した。次に、「未利用資源のコスト構造の把握」(4章)において、未利用資源を利用する際のコストを、①原料価格(入手価格)、②収集コスト、③輸送コスト、④前処理コストの4つに分けた構造とすることを想定し、取引事例や統計情報などを参考に、未利用資源に係るコスト構造として①～③について整理した。

最後に、「未利用資源から原料物質への加工ルート等の整理」(5章)において、文献等から未利用資源の反応プロセスやその収率、前処理コストの調査を行い、未利用資源からバイオものづくりの原料物質への加工ルート等を整理した。また、原料物質の取引価格、研究開発や市場の動向についても、調査した。

なお、本調査における情報収集・検討の一環として、有識者へのヒアリング調査3件および全2回の有識者委員会を開催した。

1.2 英文要約

In the "Bioeconomy Strategy" announced in June 2024, the Japanese government established 5 bioeconomy markets to be expanded and decided to promote efforts to create a market worth 100 trillion yen both in Japan and overseas by 2030. In particular, "bio-manufacturing," which uses genetic technology, etc., to produce target substances using microorganisms, animal, and plant cells, etc., has attracted worldwide attention, and technological development for social implementation of the manufacturing is rapidly advancing. Because the technology is an innovation that can catch up with economic growth and solve social problems, it is expected to become the foundation of next-generation industries and to grow the core of our country's competitiveness as "sustainable manufacturing" that replaces various manufacturing processes that use conventional fossil resources as raw materials. On the other hand, the supply of raw materials is one of the difficulties for bio-manufacturing products to be widely used in society, and it is also necessary to convert raw materials of biomass from overseas into unused-resources of Japan.

Therefore, in this study, we investigated the availability of unused-resources by revealing where and how much the resources, which can be used as raw materials for bio-manufacturing, exist in Japan, and estimating the cost to be available.

Specifically, as described in "Selection of the resources to be targeted" (Chapter 2), the following three items were surveyed.

We selected the unused-resources to be targeted of our study, that met the following conditions: (1) raw materials that are to be used in the theme adopted in the "Bio Manufacturing Revolution Promotion Project"; and (2) wood-based raw materials that are considered to have high potential for use due to their large reserves in Japan. Then we surveyed the following three contents for the target materials.

First, in "Estimating the Domestic Amounts and Availability for use of Unused-Resources" (Chapter 3), we estimated the domestic and regional abundance of the target unused-resources from statistical information and the results of existing studies. In addition, we divided the estimated available amount into four categories, "used amount (as Material use, energy use, and as other kind of use)" and "unused amount" by the current states of usage, and we estimated the respective amounts of these categories. Next, in "Understanding the Cost Structure of Unused Resources" (Chapter 4), we divided the cost structure of utilizing unused resources into four parts: (1) raw material price (acquisition price), (2) collection cost, (3) transportation cost, and (4) pretreatment cost. Then we summarized in (1) to (3) as the study of the cost structure of unused resources by referring to transaction examples and statistical information. Finally, in "Clarifying of Manufacturing Routes from Unused-Resources to Raw Materials" (Chapter 5), we investigated the reaction processes of unused resources,

their yields, and pretreatment costs based on literatures, and organized the processing routes from unused-resources to raw materials for bio-manufacturing. Furthermore, we surveyed trade prices of raw materials, research and development, and market trends.

In addition, as part of the activities for gathering information and examination in our study, three interviews with experts and two expert committee meetings were held.

2. 調査対象品目の選定

2024年に政府が公表したバイオエコノミー戦略の下でバイオものづくり・バイオ由来製品の活用を推進していくにあたり、原料供給は課題の一つとなっており、国内の未利用資源を最大限活用していくことが求められている。本調査では、バイオものづくりに利用可能な未利用資源の探索に役立つ情報を整備することを目的として、「バイオものづくりへの利用可能性が高いと考えられる未利用資源」に着目して調査を行うこととした。

ここで、未利用資源の定義について、NEDO「バイオものづくり革命推進事業」の「研究開発計画」には、以下のように記載されている。

未利用資源は、例えば、飲食店の廃食油や食品加工工場等から排出される食品残渣、農産物の残渣（農業残渣）、間伐材、廃木材、廃パルプ等の産業の副産物として発生する有機物（供給余剰となり利用されないものを含む）や古着、古紙、家庭ゴミ・汚泥等の有機廃棄物といったこれまで十分に有効活用されていないバイオマス資源とする。

（出所）経済産業省（2024）「バイオものづくり革命推進事業 研究開発計画（第4版）」

この定義を踏まえ、本調査では、国内のバイオマス資源のうち、これまで十分に有効活用されてこなかったものの、一定量が存在しておりかつ有用物質への変換が可能と考えられる資源に着目し、この条件に該当する品目の中から、実際に調査を行う品目を選定することとした。

なお、具体的な品目の選定にあたっては、バイオものづくりへの利用可能性が特に高いと考えられる品目を優先的に調査することとして、①バイオものづくり革命推進事業における採択テーマにおいて利用が想定されている原料、②国内の賦存量が多いため利用ポテンシャルが高いと考えられる木質系の原料、という条件に該当する品目を選定することとした。実際に調査対象として選定した品目を表 2-1 に示す。なお、データの入手可能性などの観点から、調査項目ごとに解像度（集計単位）を適宜調整して、調査を進めることとした。また、参考として、バイオものづくりへの利用可能な未利用資源の一覧を図 2-1 に、バイオものづくり革命推進事業における採択テーマと利用が想定されている未利用資源の一覧を図 2-2～図 2-3 に、それぞれ示す。

表 2-1 本調査における対象品目

分類	対象品目
木質系	森林未利用材（林地残材、低質材）
	剪定枝（果樹剪定枝、公園剪定枝）
	廃木材（製材端材、建築発生木材）
	製紙用チップ
	廃パルプ（ペーパースラッジ）
	黒液
	古紙
汚泥系	下水汚泥
食品系	食品加工残渣（全般、卵殻膜、規格外澱粉）
その他	事業系廃食用油

（注）食品加工残渣について、バイオものづくり革命推進事業において、「卵殻膜」「規格外澱粉」を利用することを想定しているテーマが採択されていることから、この 2 品目については、区別して調査を行うこととした。

※ 青字：本調査における対象品目

現時点においても既に利用されているものの、資源のポテンシャルを十分に活かした利用はされていないバイオマス資源も「未利用資源」に含めることとする。

	産業由来	家庭由来
農業系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 農業残渣(稲わら、麦わら、もみ殻) 	
木質系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 森林未利用材(林地残材、低質材) ■ 剪定枝(果樹剪定枝、公園剪定枝) ■ 廃木材(製材端材、建設発生木材) ■ 製紙用チップ ■ 廃パルプ(ペーパースラッジ) ■ 黒液 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 古紙
畜産系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 家畜ふん尿 	
汚泥系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 下水汚泥 ■ 製造業有機性汚泥 ■ し尿・浄化槽汚泥 	
食品系	<ul style="list-style-type: none"> ■ 食品加工残渣(合計、卵殻膜、規格外澱粉) ■ 事業系厨芥類 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 家庭系厨芥類
その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業系廃食用油 ■ 繊維くず 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 家庭系廃食用油 ■ 家庭ごみ ■ 古着

(注) 国内のバイオマス資源のうち、これまで十分に有効活用されていないものの一量が存在しており、かつ有用物質への変換が可能と考えられる主な品目を抜粋したものであり、国内に存在するバイオマス資源を網羅的に整理したものではありません。

図 2-1 バイオものづくりに利用可能と考えられる未利用資源の一覧

バイオものづくり革命推進事業第一回公募の結果概要

- 第一回公募では、**国費負担総額1,454億円（事業総額2,424億円）**の提案があり、審査の結果、**6テーマ・297億円（事業規模624億円）**を採択。
- 食品残渣や廃木材、廃食油等から高付加価値品、汎用品の生産に向けた取組を開始。

未利用資源	RITE 食品残渣	大王製紙 古紙パルプ、ペーパースラッジ	大興製紙 建築廃材	東洋紡 廃食油	ファーマフーズ 卵殻膜	
微生物・細胞設計プラットフォーム	RITE 【京都府木津川市】	GreenEarth 【東京都新宿区】	大興製紙株式会社 【静岡県富士市】	TOYOBO Beyond Horizons 【大阪府大阪市北区】	Caschus Bio Innovation 【兵庫県神戸市中央区】	藤森工業 ZACROS 【東京都文京区】 TOPPAN 【東京都文京区】 SHIMADZU 【京都府京都市中京区】
大量培養・発酵生産	TAKASAGO 【東京都大田区】 TEIJIN 【東京都千代田区】	大王製紙株式会社 【愛知県四国中央市】			PFJ 【京都府京都市西京区】	
最終製品関連産業	香料メーカー 繊維メーカー	石油元売事業者 化学メーカー	石油元売事業者 化学メーカー	海外農家、飼料製造業者等	アパレル・電子材料メーカー、農家	食品メーカー レストランチェーン
最終製品	・バイオ由来香料 ・高性能繊維原料	・エタノール (SAF) ・アミノ酸 (自由品) ・バイオプラスチック	・エタノール (SAF) 等	・農薬用界面活性剤 ・飼料配合剤 等	・タンパク質繊維 ・電子キヤパタ材料 ・バイオステイキュラント	・細胞性食品(牛肉)

12

図 2-2 バイオものづくり革命推進事業における採択テーマと利用が想定されている未利用資源 (第 1 回公募)

(出所) 経済産業省 (2024) 「バイオ政策のアクションプラン」(産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員会)

バイオものづくり革命推進事業第二回公募の結果概要

- 予算額3,000億円に対して、**国費負担総額2,376億円（事業総額3,995億円）**の提案があり、審査の結果、**8テーマ・約1,500億円（事業規模・約2,800億円）**を採択。
- 採択案件は、事業開始前に、**適切なKPIを設定**、2～3年おきに**ステージゲート審査を実施**し、社会実装に向けて伴走支援していく。
- **これまでの結果も踏まえて9月以降に第3回公募を実施予定。**

	テーマ①	テーマ②	テーマ③	テーマ④	テーマ⑤	テーマ⑥	テーマ⑦	テーマ⑧
未利用資源	クラフト/古紙パルプ、キャッサバパルプ等	下水汚泥、食品加工残渣、農業残渣等	製紙用チップ(国産材)	古紙	下水汚泥	規格外澱粉	-	-
PF/団体開発※	Caschus Bio Innovation 【兵庫県神戸市中央区】 JGC 【神奈川県横浜市西区】	CHITOSE 【神奈川県川崎市宮前区】	GreenEarth 【東京都新宿区】	ENEOS 【東京都千代田区】	ANA 【東京都港区】	Sanwa 三和製糖工業株式会社 【奈良県橿原市】	eat Well, Live Well! aINOMOTO 【東京都中央区】	NAGASE Delivering next. 【大阪府大阪市西区】
大量培養発酵生産	Oji 【東京都江東区/中央区】 TORAY 【東京都千代田区】 大府ガス 【大阪府中央区/平野町】		日本製紙グループ 【東京都千代田区】		PRIMO 【茨城県石岡市】			
提供先等/最終製品	化学、食品メーカー ①バイオエタノール ②ホ乳酸(プロパノール) ③アクリン酸(タヤ原料)	自治体(長岡市等)、化学メーカー、小売、ゼネコン等 ①バイオプラスチック原料 ②建材/アパレル素材 ③農産品 ④バイオガス/燃料 ⑤農業資材/堆肥	航空会社 化学メーカー 肥料・飼料会社 ①バイオエタノール(SAF、バイオポリエチレン) ②糖化発酵残渣肥料・飼料	ENEOS系SS、航空会社、化学メーカー等 ①バイオエタノール(燃料)、SAF、化学品	航空会社、石油精製元売 ①バイオエタノール	食品メーカー、バイオ利用企業 機能性糖質素材	細胞性食品(培養肉)、食品加工メーカー ①培養肉用培地(タンパク質) ②動物性タンパク質	機能性表示食品/サプリメント販売企業 ①エチルブチレート(希少アミノ酸)

13

図 2-3 バイオものづくり革命推進事業における採択テーマと利用が想定されている未利用資源 (第 2 回公募)

(出所) 経済産業省 (2024) 「バイオ政策のアクションプラン」(産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員会)

3. 未利用資源の賦存量・利用可能量の推計

3.1 賦存量・利用可能量の推計方針

本調査では、推計対象となる未利用資源の「賦存量」および「利用可能量」を次のように定義して、それぞれの量を推計することとした。賦存量・利用可能量の定義を表 3-1 に示す。また、賦存量・利用可能量のイメージ図を図 3-1 に示す。

表 3-1 賦存量・利用可能量の定義

	定義
賦存量	国内で発生する量のうち、既存の統計データなどで把握可能な量の全体。
利用可能量	推計した賦存量のうち、本調査で情報を把握した時点では、十分に有効活用されているとは言い難く、将来的にバイオものづくりなどへ利用または転用することが推奨されると考えられる量の合計。

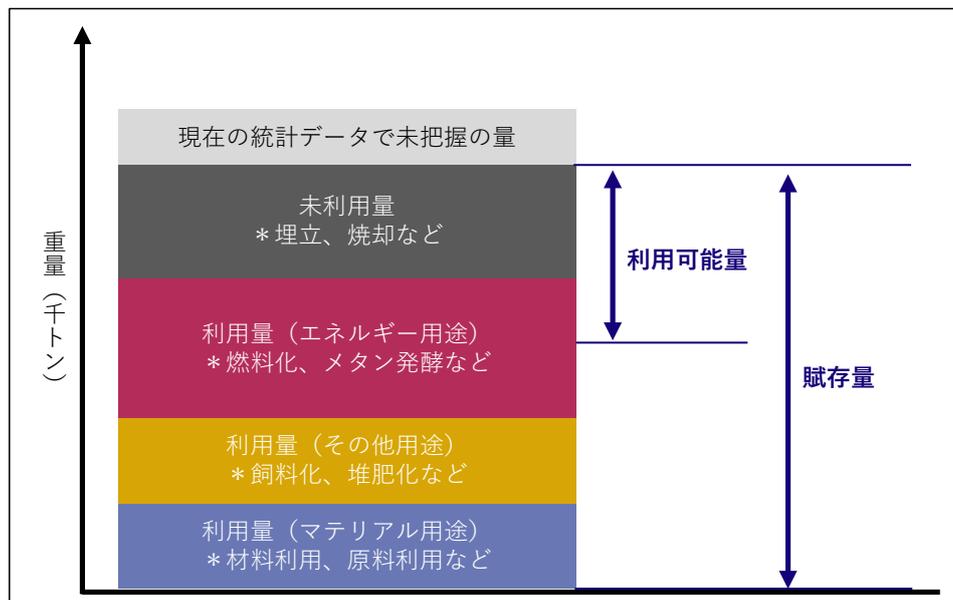


図 3-1 賦存量・利用可能量のイメージ図

なお、推計にあたっては、統計データの整備状況などを踏まえ、統計データが入手可能な最新年度の2022年度を対象として、集計することとした。しかしながら、統計データの都合により他の年度の数値で代替している箇所も存在する。また、絶乾状態を想定したドライベースでの重量（乾重量）に加えて、それぞれの資源の発生・利用時点での状態を想定したウェットベースでの重量（湿重量）の両方を推計することとした。

賦存量に関して、未利用資源は地域に偏在していることを考慮し、国内のどこに、どの程度の量で存在しているかを明らかにすることを目的として、全国の合計値のみでなく都道府県別の値についても、推計することとした。

資源の利用状況に関して、「マテリアル用途での利用量（建築材料や工業原料としての利用量）」「エネルギー用途での利用量（燃料としての利用やメタン発酵での利用量）」「その他用途での利用量（飼料や堆肥としての利用量）」「未利用量（埋立や焼却による処理量）」の4種類に分けられると考えられる。これらのうち、上記で定義した「利用可能量」に該当するものは、「未利用量（埋立や焼却による処理量）」であると想定されるが、品目によっては、「エネルギー用途での利用量（燃料としての利用やメタン発酵での利用量）」の一部も含まれると想定される。そこで本調査では、それぞれの品目により事情が異なることを踏まえて、「マテリアル用途での利用量」「エネルギー用途での利用量」「その他用途での利用量」および「未利用量」について、それぞれ推計することとした。

3.2 賦存量・利用可能量の推定方法・結果（総論）

本節では、賦存量・利用可能量の推計方法・結果の概要について記載する、なお、それぞれの品目ごとの推計方法・結果の詳細については、3.3章に記載することとする。

① 対象範囲

本調査における賦存量・利用可能量の推計対象とする品目および推計の対象範囲を表 3-2 に示す。

表 3-2 賦存量・利用可能量の推計を行う未利用資源の品目および推計の対象範囲

	未利用資源の品目	推計の対象範囲
木質系	森林未利用材（林地残材）	伐採されたものの、素材生産に用いられない材
	森林未利用材（低質材）	素材生産された木材のうち製材や合板等に利用できない材、すなわち、製紙用等および燃料用として加工されるチップ
	剪定枝（果樹剪定枝）	みかん、りんご、なし、かき、びわ、もも、すもも、おうとう、うめ、ぶどう、くり、キウイフルーツ由来の剪定枝
	剪定枝（公園剪定枝）	都市公園由来の剪定枝
	廃木材（製材端材）	製材所から生じる端材のうち、製紙用等および燃料用として加工されるチップ
	廃木材（建設発生木材）	建設工事（土木工事・建築工事）において発生する廃木材（伐木材・除根材等は除く）
	製紙用チップ	製紙パルプの製造に用いるチップのうち、国産材由来のもの
	廃パルプ（ペーパーラッジ）	製紙業界から発生する産業廃棄物のうち、「PS（有機性ラッジ等）」
	古紙	国内で消費される紙・板紙のうち、「物理的に回収できないもの（用途による判断）」を除いたもの
	黒液	「パルプ・紙・板紙製品」を製造する事業所から発生する黒液
汚泥系	下水汚泥	下水処理過程で発生する下水汚泥
食品系	食品加工残渣（全般）	食品製造業から発生する食品廃棄物等
	食品加工残渣（卵殻膜）	食品製造業から発生する卵殻膜
	食品加工残渣（規格外澱粉）	食品製造業から発生する規格外の澱粉
その他	事業系廃食用油	事業系から発生する UC オイル（廃食用油）

② 推計方法

賦存量（全国）

賦存量の推計においては、政府や業界団体の統計・資料などとして公表されている既存の統計データをもとに推計を行った。ただし、品目により統計データの有無や解像度が異なるため、対象品目の賦存量が集計されている統計データが存在しないものについては、複数の統計の組み合わせなどにより推計を行った。賦存量（全国）の推計方法の考え方による品目の分類（概要）を表 3-3 に示す。

表 3-3 賦存量（全国）の推計方法の考え方による品目の分類（概要）

賦存量（全国）の推計方法の考え方	未利用資源の品目
a) 統計などで（直接的または間接的に）全体量を把握した品目。	<木質系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林未利用材（林地残材） ・ 廃木材（建設発生木材） ・ 製紙用チップ ・ 廃パルプ（ペーパースラッジ） ・ 古紙 <汚泥系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下水汚泥 <食品系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工残渣（全般） <その他> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業系廃食用油
b) 統計などから各用途の処理量を積み上げることで推計した品目。	<木質系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林未利用材（低質材） ・ 廃木材（製材端材） ・ 黒液
c) 発生原単位を用いて発生源に関する指標から推計した品目。	<木質系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 剪定枝（果樹剪定枝） ・ 剪定枝（公園剪定枝） <食品系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工残渣（卵殻膜）
（情報が得られなかった品目。）	<食品系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工残渣（規格外澱粉）

賦存量（都道府県別）

都道府県別の賦存量の推計について、全国値と同様の手法を用いて推計することを試みた。ただし、対象品目の賦存量が都道府県別に集計されている統計データが存在しないものについては、全国値を按分することにより推計を行った。賦存量（都道府県別）の推計方法の考え方による品目の分類（概要）を表 3-4 に示す。

表 3-4 賦存量（都道府県別）の推計方法の考え方による品目の分類（概要）

賦存量（都道府県別）の推計方法の考え方	未利用資源の品目
a) 統計などで（直接的または間接的に）都道府県別の量を把握した品目。	<木質系> ・ 廃木材（建設発生木材） <汚泥系> ・ 下水汚泥
b) 関連指標の統計などから都道府県別の比率を得て、全国の量を按分することで、都道府県別の量を推計した品目。	<木質系> ・ 森林未利用材（林地残材） ・ 森林未利用材（低質材） ・ 廃木材（製材端材） ・ 製紙用チップ ・ 黒液 ・ 廃パルプ（ペーパースラッジ） ・ 古紙 <食品系> ・ 食品加工残渣（合計） ・ 食品加工残渣（卵殻膜） <その他> ・ 事業系廃食用油
c) 発生原単位を用いて発生源に関する指標から都道府県別の量を推計した品目。	<木質系> ・ 剪定枝（果樹剪定枝） ・ 剪定枝（公園剪定枝）
（情報が得られなかった品目。）	<食品系> ・ 食品加工残渣（規格外澱粉）

利用状況

利用状況の推計についても、賦存量と同様に政府や業界団体の統計・資料などとして公表されている既存の統計データをもとに推計を行った。ただし、品目により統計データの有無や解像度が異なるため、対象品目の利用状況が集計されている統計データが存在しないものについては、複数の統計の組み合わせなどにより推計を行った。利用状況の推計方法の考え方による品目の分類（概要）を表 3-5 に示す。

表 3-5 利用状況の推計方法の考え方による品目の分類（概要）

利用状況の推計方法の考え方	未利用資源の品目
a) 統計などで（直接的または間接的に）各用途の処理処分比率を把握した品目。	<木質系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 廃木材（建設発生木材） ・ 廃パルプ（ペーパースラッジ） ・ 古紙 <汚泥系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下水汚泥 <食品系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工残渣（合計） <その他> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業系廃食用油
b) 統計などから各用途の処理量を積み上げることで推計した品目。	<木質系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林未利用材（林地残材） ・ 森林未利用材（低質材） ・ 廃木材（製材端材） ・ 製紙用チップ ・ 黒液
c) 既存調査などの処理処分比率から仮定した品目。	<木質系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 剪定枝（果樹剪定枝） ・ 剪定枝（公園剪定枝）
（情報が得られなかった品目。）	<食品系> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工残渣（卵殻膜） ・ 食品加工残渣（規格外澱粉）

③ 推計結果

未利用資源の賦存量・利用可能量の推計結果について、ドライベース（乾重量）で推計したものとウェットベース（湿重量）で推計したものを表 3-6～表 3-7 にそれぞれ示す。なお、これらの各品目の数値は独立して算出しているものであり、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれているなど、重複も存在していることに留意されたい。

表 3-6 未利用資源の賦存量・利用状況の推計結果（ドライベース（乾重量））（千 t-dry）

	利用量 （マテリアル用途）	利用量 （その他用途）	利用量 （エネルギー用途）	未利用量	合計
森林未利用材 （林地残材）	11,564	95	0	51	11,710
森林未利用材 （低質材）	0	4,925	0	2,642	7,568
剪定枝 （果樹剪定枝）	228	40	40	0	309
剪定枝 （公園剪定枝）	35	27	27	0	89
廃木材 （製材端材）	0	1,924	0	2,396	4,320
廃木材 （建設発生木材）	119	2,032	0	360	2,511
製紙用チップ	0	0	0	3,362	3,362
廃パルプ （ペーパースラッジ）	34	377	0	1,278	1,689
黒液	0	11,114	0	0	11,114
古紙	3,134	1,794	0	13,311	18,240
下水汚泥	603	231	335	1,182	2,351
食品加工残渣 （全般）	84	251	2,823	129	3,287
食品加工残渣 （卵殻膜）	（情報なし）				
食品加工残渣 （規格外澱粉）	（情報なし）				
事業系廃食用油	20	130	200	50	400

（注）各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。

（例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。）

表 3-7 未利用資源の賦存量・利用状況の推計結果（ウェットベース（湿重量））（千 t-wet）

	利用量 （マテリアル用途）	利用量 （その他用途）	利用量 （エネルギー用途）	未利用量	合計
森林未利用材 （林地残材）	23,127	191	0	102	23,420
森林未利用材 （低質材）	0	9,851	0	5,284	15,135
剪定枝 （果樹剪定枝）	457	80	80	0	618
剪定枝 （公園剪定枝）	71	53	53	0	177
廃木材 （製材端材）	0	2,165	0	2,695	4,860
廃木材 （建設発生木材）	137	2,337	0	414	2,887
製紙用チップ	0	0	0	5,236	5,236
廃パルプ （ペーパースラッジ）	55	671	0	2,277	3,003
黒液	0	55,569	0	0	55,569
古紙	3,799	2,175	0	16,135	22,109
下水汚泥	1,976	757	1,098	3,877	7,708
食品加工残渣 （全般）	336	1,004	11,293	517	13,149
食品加工残渣 （卵殻膜）	（情報なし）				5
食品加工残渣 （規格外澱粉）	（情報なし）				
事業系廃食用油	（情報なし）				

（注）各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。

（例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。）

未利用資源の賦存量の推計結果について、ドライベース（乾重量）で推計したものとウェットベース（湿重量）で推計したものを図 3-2～図 3-3 にそれぞれ示す。今回、推計対象とした品目の中では、森林未利用材や古紙、黒液の賦存量が比較的多いことが分かる。なお、黒液に関して、ドライベース（乾重量）とウェットベース（湿重量）での違いがかなり大きいことに留意が必要である。

次に、未利用資源の地域ごとの賦存量の推計結果について、ドライベース（乾重量）で推計したものとウェットベース（湿重量）で推計したものを図 3-4～図 3-5 にそれぞれ示す。また、地域ごとの賦存比率の推計結果について、ドライベース（乾重量）で集計したものとウェットベース（湿重量）で集計したものを図 3-6～図 3-7 にそれぞれ示す。地域ごとの賦存量には偏りがあり、森林未利用材は山間地域（北海道や東北または九州）に比較的多く賦存している一方、古紙は人口密集地域（南関東や東海および近畿）に比較的多く賦存していることが確認できる。なお、地域ごとの集計区分については、内閣府「地域の経済 2023」¹における地域区分²を採用した。採用した地域区分を表 3-8 に示す。

最後に、未利用資源の利用状況（量）の推計結果について、ドライベース（乾重量）で推計したものとウェットベース（湿重量）で推計したものを図 3-8～図 3-9 にそれぞれ示す。また、利用状況（比率）の推計結果について、ドライベース（乾重量）で推計したものとウェットベース（湿重量）で推計したものを図 3-10～図 3-11 にそれぞれ示す。森林未利用材（林地残材）はほとんど利用されていない一方で、森林未利用材（低質材）や廃木材（製材端材、建設発生木材）の未利用量自体は少ないものの、これらはエネルギー用途として多く利用されていることが確認できる。

¹ https://www5.cao.go.jp/j-j/cr/cr23/chr23_index-pdf.html（最終アクセス日：2025年3月18日）

² https://www5.cao.go.jp/j-j/cr/cr23/pdf/chr23_4-1.pdf（最終アクセス日：2025年3月18日）

表 3-8 地域区分

地域名	都道府県名	
北海道	北海道	
東北	青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島	
関東	北関東	茨城、栃木、群馬
	南関東	埼玉、千葉、東京、神奈川
甲信越	新潟、山梨、長野	
東海	静岡、岐阜、愛知、三重	
北陸	富山、石川、福井	
近畿	滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山	
中国	鳥取、島根、岡山、広島、山口	
四国	徳島、香川、愛媛、高知	
九州	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島	
沖縄	沖縄	

(出所) 内閣府「地域の経済 2023」

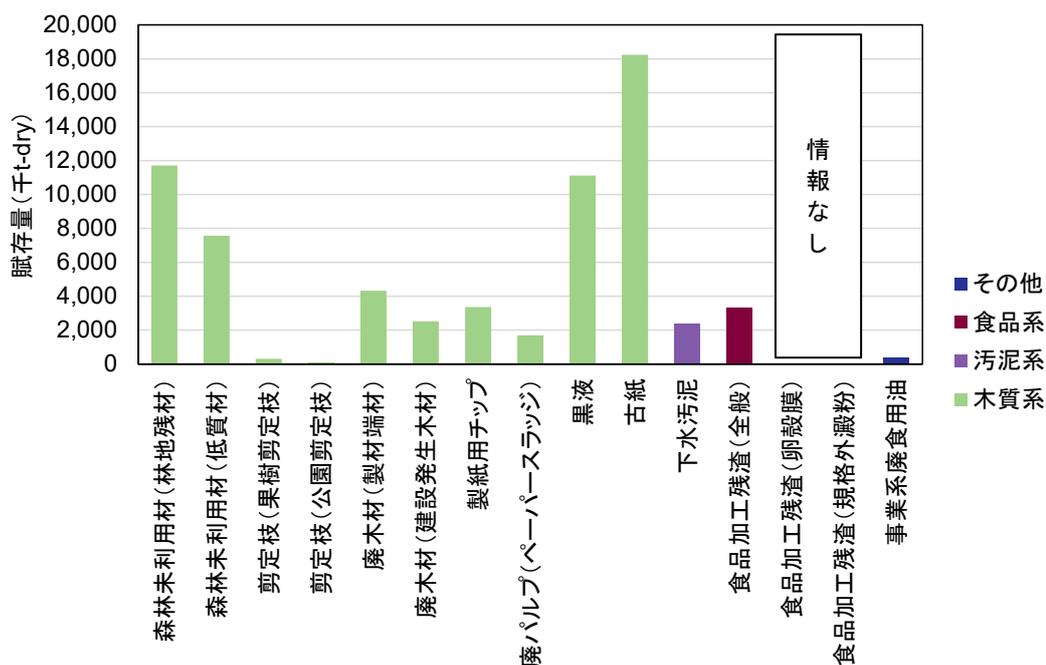


図 3-2 未利用資源の賦存量の推計結果 (ドライベース (乾重量))

(注) 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。

(例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。)

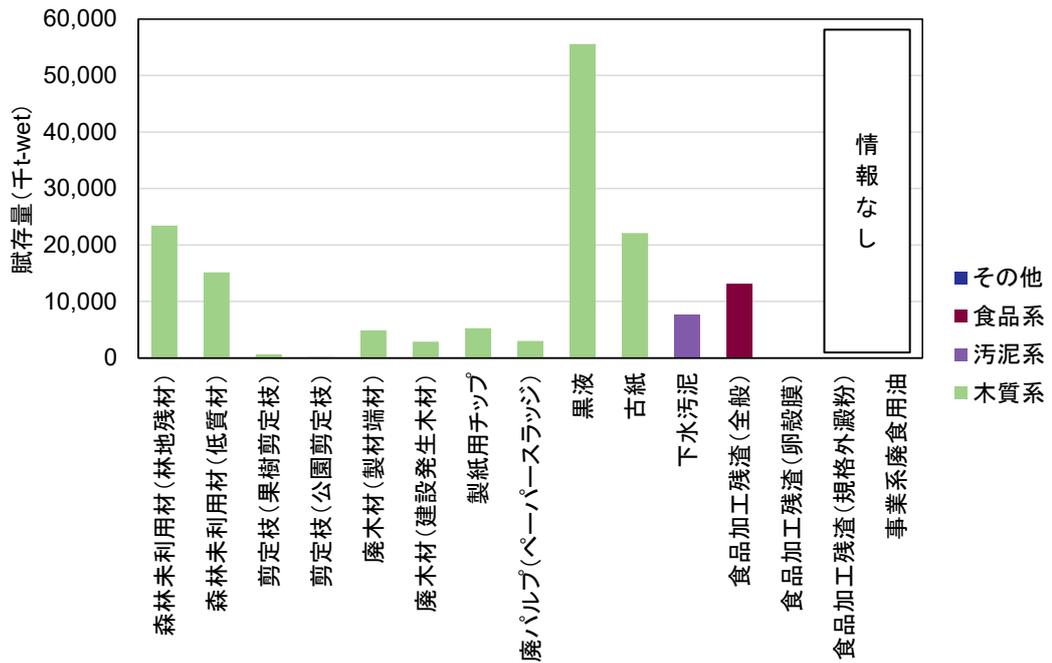


図 3-3 未利用資源の賦存量の推計結果 (ウェットベース (湿重量))

(注) 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。

(例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。)

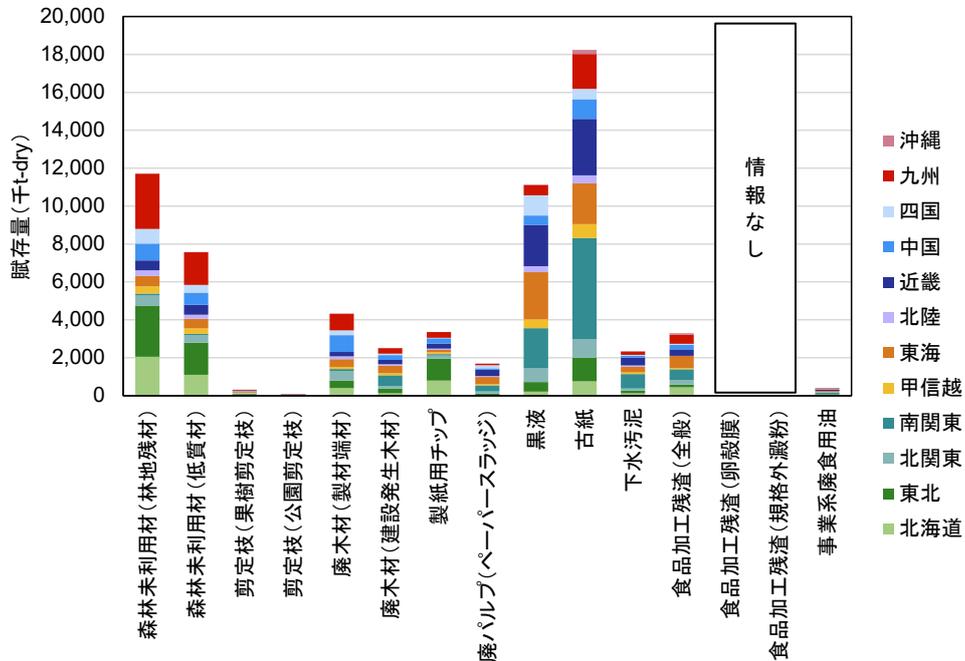


図 3-4 未利用資源の賦存量の推計結果 (ドライベース (乾重量))・地域ごと

(注) 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。

(例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。)

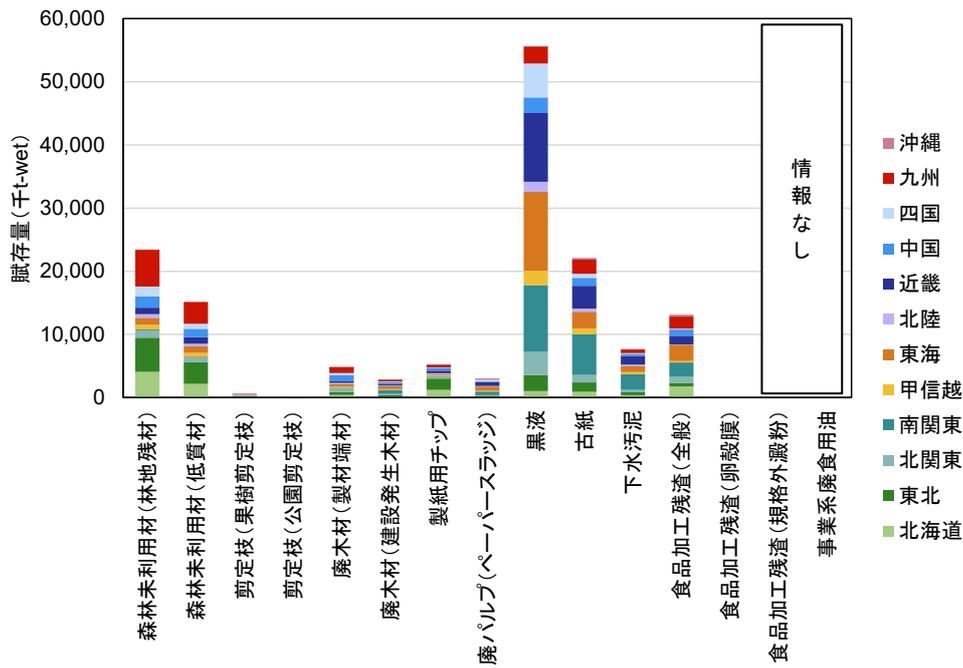


図 3-5 未利用資源の賦存量の推計結果（ウェットベース（湿重量）・地域ごと）
 （注）各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。
 （例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。）

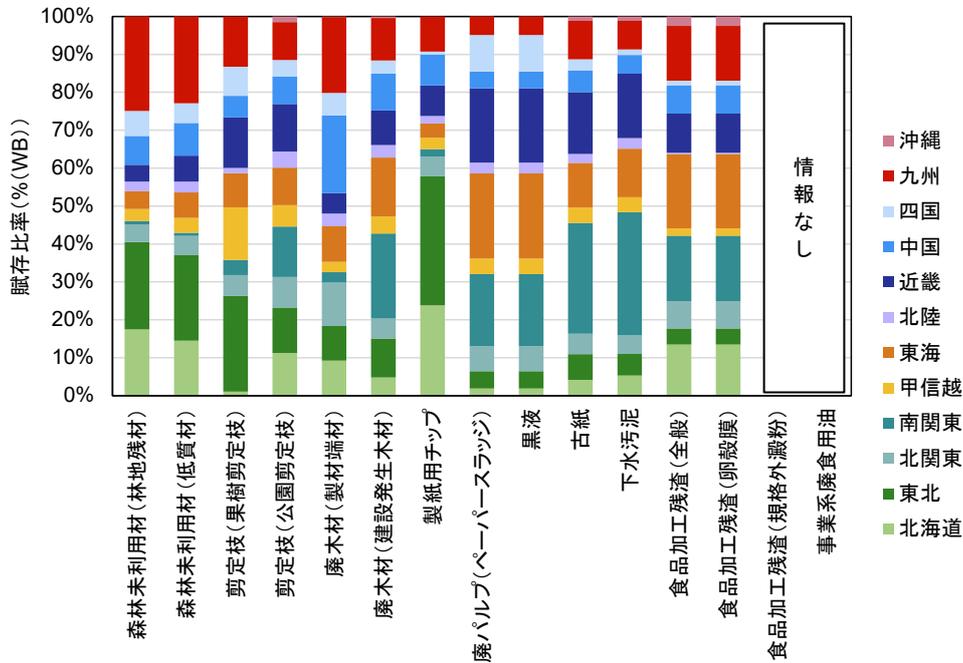


図 3-6 未利用資源の賦存比率の推計結果（ドライベース（乾重量）・地域ごと）
 （注）各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。
 （例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。）

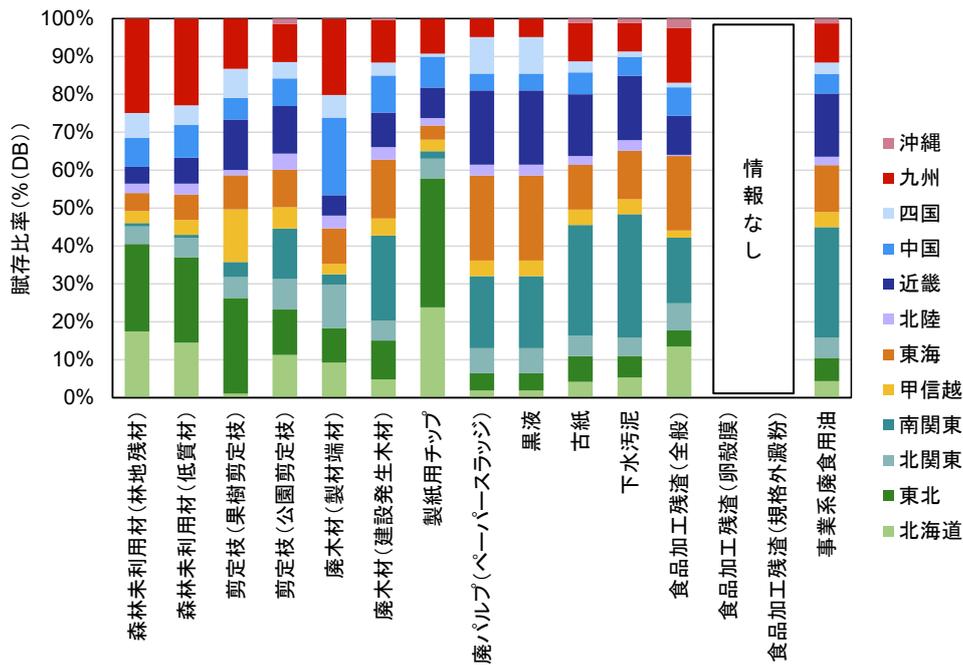


図 3-7 未利用資源の賦存比率の推計結果（ウェットベース（湿重量）・地域ごと）

（注）各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。
（例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。）

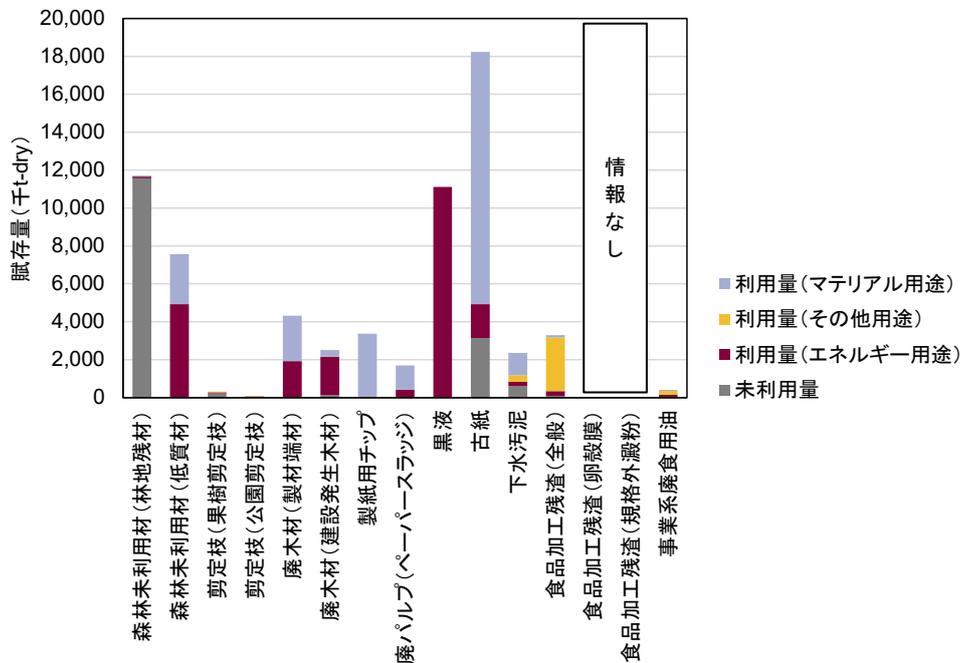


図 3-8 未利用資源の利用状況（量）の推計結果（ドライベース（乾重量））

（注）各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。
（例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。）

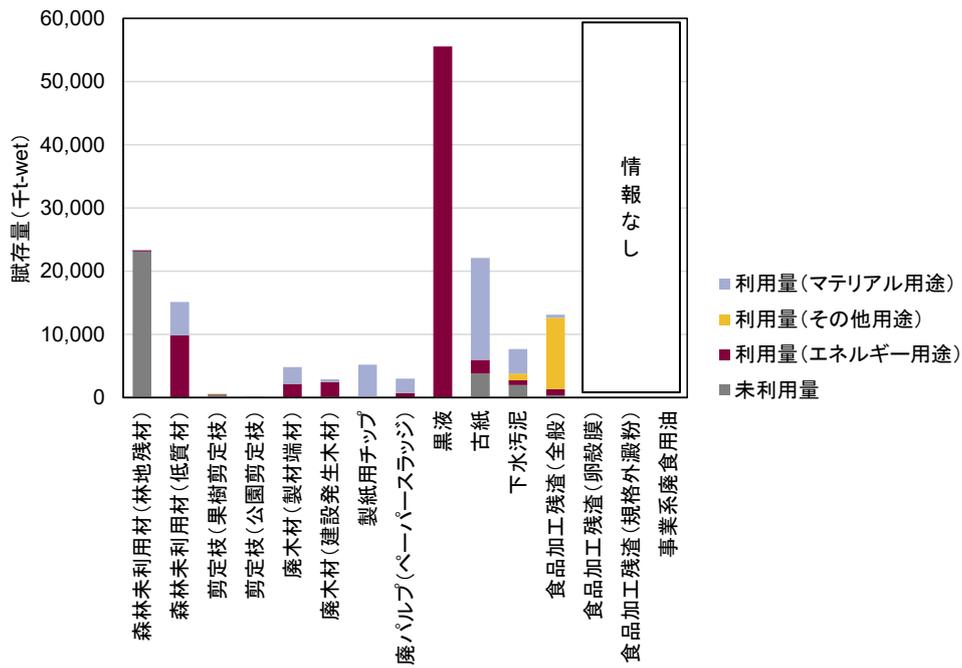


図 3-9 未利用資源の利用状況 (量) の推計結果 (ウェットベース (湿重量))

(注) 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。
(例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。)

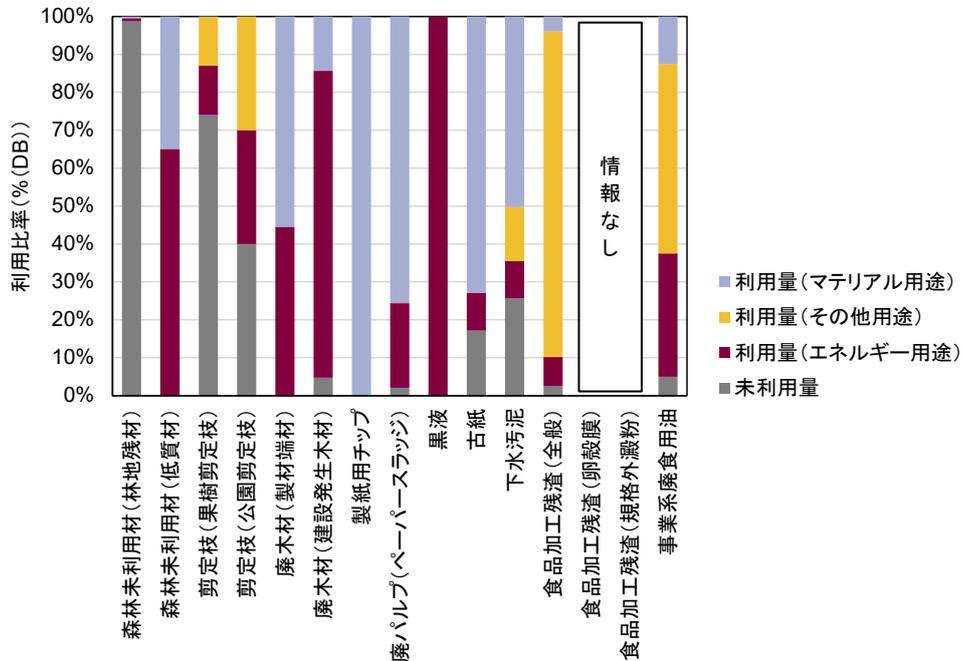


図 3-10 未利用資源の利用状況 (比率) の推計結果 (ドライベース (乾重量))

(注) 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。
(例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。)

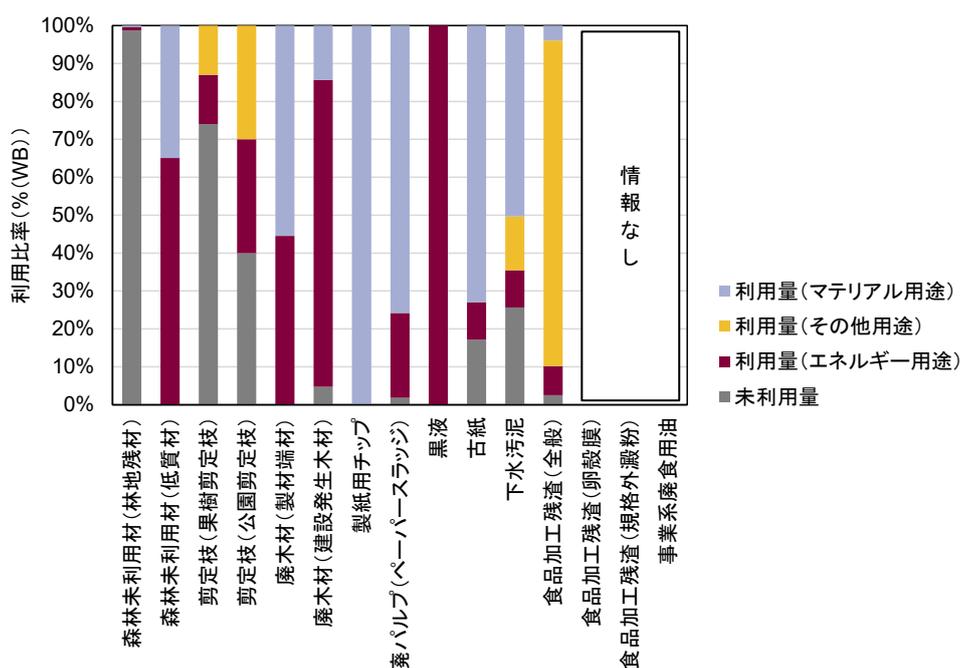


図 3-11 未利用資源の利用状況 (比率) の推計結果 (ウェットベース (湿重量))

(注) 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在している。

(例えば、食品加工残渣の中には廃食用油が含まれている。)

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度に実施された「NEDO (2023) 情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査」(委託先:みずほリサーチ&テクノロジーズ)³(以下「2022 年度調査」という)では、バイオエコノミー社会やカーボンニュートラル社会の実現に資する将来的な工業製品向け原料として想定される複数の炭素源を「再生可能原料」として定義し、それらを構成する品目ごとに国内における利用ポテンシャルを評価することを目的として、国内での賦存量・利用可能量を市町村別に推計している。

本調査では、この調査における推計対象範囲の設定や推計方法の考え方をもとにして、賦存量・利用可能量の推計を実施した。ただし、本調査では、バイオものづくりに利用可能な未利用資源の探索に役立つ情報を整備することを目的としていることを踏まえて、推計対象範囲の設定や推計方法の考え方について、見直しを行った部分がある。

2022 年度調査との調査対象品目の比較を表 3-9 に、また、2022 年度調査との推計対象範囲・推計方法などの比較を表 3-10 にそれぞれ示す。

³ <https://www.nedo.go.jp/content/100961233.pdf> (最終アクセス日: 2025 年 3 月 17 日)

表 3-9 2022 年度調査との調査対象品目の比較

	2022 年度調査	本調査
対象品目	<p>「再生可能原料」として、下記 4 種類の炭素源を想定し、各炭素源を構成する内訳品目の発生源や性状を踏まえて、以下の品目を対象として推計した。</p> <p><グリーン炭素></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林未利用材（林地残材、低質材） ・ 製材廃材 ・ 剪定枝（果樹剪定枝、公園剪定枝） ・ 建築廃材（新築廃材、建築解体廃材） ・ 農業残渣（稲わら、もみ殻、麦わら） ・ 資源作物 <p><ブルー炭素></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食用海藻 ・ 海藻藻場 ・ 海草藻場 <p><イエロー炭素></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 家畜ふん尿 ・ 下水汚泥 ・ し尿・浄化槽汚泥 ・ 製造業有機性汚泥 ・ 食品加工廃棄物等 ・ 事業系厨芥類 ・ 家庭系厨芥類 ・ 紙（一般廃棄物） ・ 紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物） ・ 紙くず（建設業由来の産業廃棄物） ・ 古紙（廃棄物統計では未把握な資源循環） ・ 動植物系廃油 <p><グレー炭素></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 廃プラスチック類 ・ 鉱物性廃油 	<p>バイオものづくりへの利用可能性が特に高いと考えられる品目として、以下の品目を対象として推計した。</p> <p><木質系></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林未利用材（林地残材、低質材） ・ 剪定枝（果樹剪定枝、公園剪定枝） ・ 廃木材（製材端材、建築発生木材） ・ 製紙用チップ ・ 廃パルプ（ペーパーラッジ） ・ 黒液 ・ 古紙 <p><汚泥系></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下水汚泥 <p><食品系></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工残渣（全般） ・ 食品加工残渣（卵殻膜） ・ 食品加工残渣（規格外澱粉） <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業系廃食用油

表 3-10 2022 年度調査との推計対象範囲・推計方法などの比較

品目	変更点
森林未利用材 (林地残材)	<p>【推計方法を見直し (賦存量)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、市町村別の賦存量・利用可能量を推計するということもあり、賦存量は「素材生産量」×「末木枝条発生率」という算定式で推計していた。 ・ なお、「末木枝条発生率」として用いていた値の算出根拠は、「伐採立木材積」から「素材生産量」を引いた値と「素材生産量」との比率となっていた。 ・ 今回は、「末木枝条発生率」の値も更新することを考え、「伐採立木材積」から「素材生産量」を引いた値を賦存量とした。 <p>【推計方法を見直し (利用可能量)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、利用状況の推計において、「製紙用等および燃料用として加工されるチップ(林地残材等由来のもの)」の利用量を、林地残材の利用量であるとして、利用可能量を推計していた。 ・ 今回は、「森林未利用材 (林地残材)」という木材の状態での利用状況を把握することを考え、チップとしての利用量に対して、「チップ生産時の歩留まり」も割り戻して利用量に合計した。すなわち、チップとしての利用量ではなくチップ製造に投入された量が、林地残材の利用量であるとみなして、利用量・未利用量を推計した。
森林未利用材 (低質材)	<p>【推計対象範囲を変更】</p> <p>【推計方法を見直し (賦存量・利用可能量)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、「製紙用等および燃料用として加工されるチップ (素材 (原木) または間伐材由来のもの)」の利用量を低質材の賦存量とみなしていた。 ・ 今回は、「森林未利用材 (低質材)」という木材の状態での賦存量を把握することを目的として、チップとしての利用量に対して、「チップ生産時の歩留まり」も割り戻して利用量に合計した。すなわち、チップとしての利用量ではなくチップ製造に投入された量が、低質材の利用量、つまり低質材の賦存量であるとみなして、推計した。
剪定枝 (果樹剪定枝)	<p>【推計対象範囲を変更】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、推計対象に含まれていなかったキウイフルーツ由来の剪定枝を推計対象に追加した。

品目	変更点
	<p>【推計上の設定値を更新（利用可能量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁴に基づき、利用率の設定を更新した。
剪定枝 (公園剪定枝)	<p>【推計上の設定値を更新（利用可能量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 各都道府県の「バイオマス活用推進計画」に基づき、利用率の設定を更新した。
廃木材 (製材端材)	<p>【品目名称を変更】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、「製材廃材」として推計していた。 今回は、他の品目の名称とも表記を合わせて、「廃木材（製材端材）」として推計した。 <p>【推計方法を見直し（利用可能量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、「製紙用等および燃料用として加工されるチップ（工場残材または製材等残材由来のもの）」の利用量が製材端材の利用量であるとしていた。また、チップの利用量を「チップ生産時の歩留まり」で割り戻すことで、その残渣分が製材端材の未利用量であるとみなしていた。 今回は、「廃木材（製材端材）」という木材の状態での利用状況を把握するため、チップの利用量に対して、「チップ生産時の歩留まり」も割り戻して利用量に合計した。すなわち、チップとしての利用量ではなくチップ製造に投入された量が、製材端材の利用量であるとみなして、推計した。
廃木材 (建築発生木材)	<p>【推計対象範囲を変更】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、「新築廃材」「建築解体廃材」のみを推計していた。 今回は、「土木工事」から発生する木材もこれらと同様の未利用資源であると考え、「建築工事」「土木工事」から発生する木材を合わせて、「建設発生木材」として推計した。 <p>【推計方法を見直し（賦存量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、「新築廃材」「建築解体廃材」について、「着工面積」／「解体建築物量」×「発生原単位」という算定式で賦存量を推計していた。

⁴ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html
(最終アクセス日：2025年3月18日)

品目	変更点
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 今回は、「土木工事」から発生する木材も含めて、「建設発生木材」として推計するが、前回の賦存量の推計方法では、「土木工事」から発生する木材を推計できない。そこで、今回は「建設発生木材」全体を扱った統計として、国土交通省「建設副産物実態調査」における「建設発生木材（伐木材・除根材等を除く）」の発生量を賦存量とみなした。 <p>【推計方法を見直し（利用可能量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022年度調査では、国土交通省「建設副産物実態調査」における「建設発生木材（伐木材・除根材等を含む）」の「搬出量ベースの再資源化等率（縮減を含む）」の数値を利用率とみなして、利用可能量を推計していた。 ・ 今回は、同じく国土交通省「建設副産物実態調査」をもとに利用状況を推計したが、「建設発生木材（伐木材・除根材等を除く）」の「搬出量」ではなく「発生量」の数値を賦存量とみなしたことに合わせて、「建設発生木材（伐木材・除根材等を除く）」の「発生量ベースの再資源化等率」を計算して利用率とみなし、利用状況を推計した。なお、利用可能率を計算する際には、縮減量を除いた比率で計算した。 ・ さらに、今回は利用量の内訳も推計するため、上記で得られた利用可能量を「マテリアル用途」の利用量と「エネルギー用途」の利用量に分離した。「製紙用等として加工されるチップ（解体材・廃材由来のもの）」の利用量と「燃料用として利用されるチップ（建設資材廃棄物（解体材・廃材由来のもの）」の利用量の比率が、「マテリアル用途」の利用量と「エネルギー用途」の比率であるとみなして、それぞれの利用量を推計した。
製紙用チップ	<p>【新規に追加した項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022年度調査では推計対象としていなかった。
廃パルプ (ペーパースラッジ)	<p>【新規に追加した項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022年度調査では推計対象としていなかった。
黒液	<p>【新規に追加した項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2022年度調査では推計対象としていなかった。
古紙	<p>【品目名称を変更】</p> <p>【推計対象範囲を変更】</p>

品目	変更点
	<ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、紙類（一般廃棄物）、紙くず（産業廃棄物）、古紙（廃棄物統計で未把握な循環資源）として推計していた。 今回は、発生源および回収区分で区別せず、資源全体の賦存量・利用状況を把握することを目的として、種類に分類することなくまとめて「古紙」として推計した。 <p>【推計方法を見直し（賦存量・利用可能量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、発生源および回収区分で品目を区分していたため、それぞれ別個の統計をもとに推計していた。 今回は、「古紙」全体を扱った統計として、公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック」⁵のデータをもとに、賦存量・利用可能量を推計した。
下水汚泥	<p>【推計方法を見直し（賦存量）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、市町村別の賦存量・利用可能量を推計・把握するために、公益財団法人日本下水道協会「下水道統計」のデータをもとに賦存量を推計していた。ただし、利用可能量については国土交通省ホームページの利用率のデータ⁶をもとに推計していた。 今回は、市町村別の賦存量は算出しなかったため、賦存量と利用状況でデータの出所を合わせて、どちらも国土交通省ホームページのデータをもとに推計した。
食品加工残渣 （全般）	（変更なし）
食品加工残渣 （卵殻膜）	<p>【新規に追加した項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、推計対象としていなかった。
食品加工残渣 （規格外澱粉）	<p>【新規に追加した項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、推計対象としていなかった。
事業系廃食用油	<p>【推計対象範囲を変更】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2022年度調査では、「家庭系廃食用油」も含めて「動植物性廃油」を推計対象としていた。 今回は、回収率が低いため原料として利用しづらい「家庭系廃食用油」を除いて、「事業系廃食用油」のみを推

⁵ <http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/handbook2023.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁶ https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

品目	変更点
	計した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

賦存量・利用状況の推計において、いくつか課題・留意事項が存在する。推計の対象範囲および賦存量（全国）の推計方法に関する課題・留意事項を表 3-11 に、賦存量（都道府県別）の推計方法に関する課題・留意事項を表 3-12 に、利用状況の推計方法に関する課題・留意事項を表 3-13 に、それぞれ示す。

表 3-11 推計の対象範囲および賦存量（全国）の推計方法に関する課題・留意事項

品目	課題・留意事項
森林未利用材 （林地残材）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 体積で集計されている統計データを重量へ換算して推計したため、誤差が生じている可能性がある。
森林未利用材 （低質材）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 体積で集計されている統計データを重量へ換算して推計したため、誤差が生じている可能性がある。 ・ 素材生産された木材のうち製材や合板等に利用できない材、すなわち、製紙用等および燃料用として加工されるチップの量を低質材の量として推計したが、チップに加工されずに廃棄されている材が存在している（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。
剪定枝 （果樹剪定枝）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排出原単位として用いたデータが古いため、実態に即した推計とはなっていない可能性がある。
剪定枝 （公園剪定枝）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排出原単位として用いたデータが古いため、実態に即した推計とはなっていない可能性がある。
廃木材 （製材端材）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製材所から生じる端材のうち、製紙用等および燃料用として加工されるチップの量を製材端材の量として推計したが、チップに加工されずに廃棄されている材が存在している（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。
廃木材 （建設発生木材）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国土交通省「建設副産物実態調査」⁷の統計データをもとに推計したが、数年おきに実施される調査であるため最新の数値ではない。
製紙用チップ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製紙パルプの製造に用いるチップのうち、国産材由来のものを対象として、その消費量を賦存量とみなしたが、生産量と消費量に差異がある（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。
廃パルプ （ペーパーラッジ）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本製紙連合会（2023）『『環境行動計画』／廃棄物対策

⁷ https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm
（最終アクセス日：2025年3月18日）

品目	課題・留意事項
	フォローアップ調査結果(2022年度実績) ⁸ における「PS(有機性スラッジ等)」の数値をもとにして推計したため、「等」とあるように不純物など他のものが含まれた量となっている可能性がある。
黒液	<ul style="list-style-type: none"> 「パルプ・紙・板紙製品」を製造する事業所から発生する黒液を対象として、エネルギーとして消費された「回収黒液」の量を賦存量とみなしたが、発生量と消費量に差異がある(現在の統計データで未把握な量が存在している)可能性がある。
古紙	<ul style="list-style-type: none"> 国内で消費される紙・板紙のうち、「物理的に回収できないもの(用途による判断)」を除いたものを対象としたが、「物理的に回収できないもの(用途による判断)」(出所:公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック2023」⁹)の定義が不明である。
食品加工残渣 (全般)	<ul style="list-style-type: none"> 食品製造業から発生する食品廃棄物等を対象としたが、食品製造業に限定して推計することが適切かどうかの検討が必要である。(食品製造業以外から発生する食品残渣についても、同様にバイオものづくりの原料として扱える可能性もある。)
食品加工残渣 (卵殻膜)	<ul style="list-style-type: none"> 食品製造業から発生する食品廃棄物等を対象としたが、食品製造業に限定して推計することが適切かどうかの検討が必要である。(食品製造業以外から発生する食品残渣についても、同様にバイオものづくりの原料として扱える可能性もある。) 含水率が不明であるため、ウェットベース(湿重量)からドライベース(乾質量)への変換ができない。
食品加工残渣 (規格外澱粉)	<ul style="list-style-type: none"> 情報が得られなかった。 そもそも規格外澱粉の定義が不明である。
事業系廃食用油	<ul style="list-style-type: none"> 含水率が不明であるため、ドライベース(乾質量)からウェットベース(湿重量)への変換ができなかった。
(木質系全品目)	<ul style="list-style-type: none"> 林業や紙に関する複数の統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。(素材生産に係る統計と木材加工・利用

⁸ <https://www.jpaa.gr.jp/file/followup/20231019034643-1.pdf>
(最終アクセス日:2025年3月18日)

⁹ <http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/handbook2023.pdf>
(最終アクセス日:2025年3月18日)

品目	課題・留意事項
	に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。)

表 3-12 賦存量（都道府県別）の推計方法に関する課題・留意事項

品目	課題・留意事項
森林未利用材 (低質材)	<ul style="list-style-type: none"> 「素材生産量」および「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの利用量(間伐材・林地残材由来)」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「チップ生産量(素材(原木))」で按分することが好ましいが、情報が得られていない。また、統計上で値が秘匿となっている県が存在するため、正確な按分が難しい。
製紙用チップ	<ul style="list-style-type: none"> 「チップ生産量(合計)」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「製紙用チップ生産量」で按分することが好ましいが、情報が得られていない。また、統計上で秘匿となっている都県の値が存在するため、正確な按分が難しい。
廃パルプ (ペーパースラッジ)	<ul style="list-style-type: none"> 「パルプ・紙・紙加工製造業」の「製造品出荷額」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「製紙業」のみの値で按分することが好ましいが、情報が得られていない。
黒液	<ul style="list-style-type: none"> 「パルプ・紙・紙加工製造業」の「製造品出荷額」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「製紙業」のみの値で按分することが好ましいが、情報が得られていない。
古紙	<ul style="list-style-type: none"> 「都道府県別人口」で全国の賦存量を按分して推計したが、妥当かどうかの検討が必要である。本来であれば発生源の特徴を踏まえて按分することが好ましい。
食品加工残渣(全般)	<ul style="list-style-type: none"> 「食品廃棄物等」の全体量で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば製造元や廃棄物の種類を踏まえて按分することが好ましいが、情報が得られていない。
食品加工残渣(卵殻膜)	<ul style="list-style-type: none"> 「食品廃棄物等」の全体量で全国の賦存量を按分している。本来であれば製造元や廃棄物の種類を踏まえて按分することが好ましいが、情報が得られていない。
食品加工残渣 (規格外澱粉)	<ul style="list-style-type: none"> 情報が得られなかった。
事業系廃食用油	<ul style="list-style-type: none"> 「食料品製造業」および「飲食店、持ち帰り・配達飲食サービス業」の「従業者数」で全国の賦存量を按分して推計したが、妥当かどうかの検討が必要である。本来であれば発生源の特徴を踏まえて按分することが好ましい。

表 3-13 利用状況の推計方法に関する課題・留意事項

品目	課題・留意事項
森林未利用材 (林地残材)	<ul style="list-style-type: none"> 「バイオマス活用推進基本計画（第3次）」（令和4年9月6日閣議決定）¹⁰では、林地残材の現在の利用率（2021年4月時点）が約29%となっており、本調査での推計結果と乖離が見られる。利用状況の推計方法が異なっているためと考えられる。
剪定枝 (果樹剪定枝)	<ul style="list-style-type: none"> 樹種や地域によって、発生する剪定枝の利用状況は異なると思われるが、一律の利用比率を用いた推計となっていて、その違いを考慮できていない。 いくつかの都道府県の事例をもとにして各用途の利用比率を仮定して推計したが、事例数が少なく古いデータも含まれているため、一般性に疑問がある。
剪定枝 (公園剪定枝)	<ul style="list-style-type: none"> 樹種や地域によって、発生する剪定枝の利用状況は異なると思われるが、一律の利用比率を用いた推計となっていて、その違いを考慮できていない。 また、いくつかの都道府県の事例をもとにして各用途の利用比率を仮定して推計したが、事例数が少なく古いデータも含まれているため、一般性に疑問がある。
廃木材 (建設発生木材)	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省「建設副産物実態調査」¹¹における統計上の「現場内減量化量」「搬出量（減量化（縮減）量）」の扱いについて、妥当かどうかの検討が必要である。 建築工事のうちの新築工事と解体工事、また、土木工事では、発生する木材の性質が異なり、その利用状況も異なると思われるが、一律の利用比率を用いた推計となっていて、その違いを考慮できていない。
廃パルプ (ペーパーラッジ)	<ul style="list-style-type: none"> 製紙業界の産業廃棄物全体の処理処分率をもとにして、利用状況を推計したが、本来であればペーパーラッジのみの処理処分率のデータを用いることが好ましい。
古紙	<ul style="list-style-type: none"> 古紙の輸出入を考慮できていない。 再生紙以外の用途での利用は、その全量をエネルギー利用と仮定して推計しているが、実態としてはその他の用途での利用も存在している。

¹⁰ https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/bio_g/attach/pdf/220906-2.pdf
(最終アクセス日：2025年3月19日)

¹¹

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm
(最終アクセス日：2025年3月18日)

品目	課題・留意事項
	<ul style="list-style-type: none"> 一般廃棄物と産業廃棄物、廃棄物統計で未把握な資源と いうように、回収ルートの違いが利用状況に影響してい ると考えられるが、その違いを考慮できていない。
下水汚泥	<ul style="list-style-type: none"> 統計データの都合により、バイオガス化による利用は利 用量に含んでいない。
食品加工残渣 (全般)	<ul style="list-style-type: none"> 統計上の「減量化した量」の扱いについて、妥当かどう かの検討が必要である。 統計で数値が把握されている利用方法が多様であるた め、利用可能量を正確に把握するためには、それらを「マ テリアル用途」「エネルギー用途」「その他の用途」にま とめることなく、それぞれで集計することが好ましい。
食品加工残渣 (卵殻膜)	<ul style="list-style-type: none"> 一部の企業では何かしらの用途で利用が行われているよ うであるが、具体的な情報が入手できていない。
食品加工残渣 (規格外澱粉)	<ul style="list-style-type: none"> 情報が得られなかった。
事業系廃食用油	<ul style="list-style-type: none"> 「再生不能」として記載されている量を未利用量として 集計した。そのため、この品目の「未利用量」は「利用可 能量」とは言い難く、留意が必要である。
(全品目)	<ul style="list-style-type: none"> 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、 その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回 収可能余地(利用可能余地)はどの程度なのか、検討が 必要である。
(木質系全品目)	<ul style="list-style-type: none"> 林業や紙に関する複数の統計値の間で、不整合が存在す る可能性がある。(素材生産に係る統計と木材加工・利用 に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。)

3.3 賦存量・利用可能量の推定方法・結果（各論）

(1) 森林未利用材（林地残材）

① 対象範囲

伐採されたものの、素材生産に用いられない材を対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

林野庁（2024）「森林・林業統計要覧 2024」¹²における「伐採立木材積」（2022年値）から「素材生産量（体積）」（2022年値）を引いた値が賦存量（ドライベース）であるとみなし、単位変換係数をかけて体積を重量に変換した。

賦存量（ウェットベース）は、賦存量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

賦存量（都道府県別）

農林水産省「2020年農林業センサス（第2巻 農林業経営体調査報告書 ー総括編ー）」¹³における都道府県別の「素材生産量（体積）」（2020年値）で全国の賦存量を按分して、推計した。

利用状況

それぞれの利用量（ドライベース）は、各種統計から積み上げて推計した。また、利用量（ウェットベース）は、利用量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

- ・ 利用量（マテリアル用途）

農林水産省「令和4年木材統計」¹⁴における「木材チップ生産量」（2022年値）のうち、「林地残材」由来の生産量に対して、「チップ生産時の歩留まり」で除することで、利用量（ドライベース）を推計した。

- ・ 利用量（その他用途）

想定される用途がないことから、利用量（ドライベース）は0とみなした。

¹² https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/youran_mokuzi2024.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹³ <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2020/030628.html>
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹⁴ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

- ・ 利用量（エネルギー用途）

農林水産省「令和 5 年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果」¹⁵における「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの由来別利用量（全国）」（2022 年値）のうち、「間伐材・林地残材」由来の生産量に対して、「間伐材と林地残材の比率」をかけて、「チップ生産時の歩留まり」で除することで、利用量（ドライベース）を推計した。

- ・ 未利用量

賦存量から上記の利用量を引いた値を未利用量（ドライベース）とした。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-14 に示す。

¹⁵ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokusitu_biomass/r5/index.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

表 3-14 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（森林未利用材（林地残材））

データ項目	データの詳細や出所など
木材の単位変換係数（体積→重量）	<ul style="list-style-type: none"> 林野庁（2020）「木質バイオマスのエネルギー利用の現状と今後の展開について」¹⁶における記述（12 ページ）をもとに、0.4 トン/m³を木材の単位変換係数として推計に用いた。
含水率（湿量基準）	<ul style="list-style-type: none"> 東京農業大学農山村支援センター（2015）「再生可能エネルギーを活用した地域活性化の手引き」¹⁷における記述「燃料として主に利用されるスギ・ヒノキの未利用材は、伐採直後の水分が 50%ほどあります」より、50%を森林未利用材（林地残材）の含水率（湿量基準）として用いた。
チップ生産時の歩留まり	<ul style="list-style-type: none"> NEDO（2022）「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針 第 6 版 基礎編」¹⁸における記述（07 ページ）をもとに、木材からのチップ生産時において、丸太をチップへ加工する際の歩留まりを 0.9 と仮定した。
間伐材と林地残材の比率	<ul style="list-style-type: none"> 農林水産省「令和 4 年木材統計」¹⁹における「木材チップ生産量」のうち、「素材（原木）」由来の生産量と「林地残材」由来の生産量の比率として、間伐材：98.1%、林地残材：1.9%と仮定して、推計に用いた。

¹⁶

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/biomass_hatsuden/pdf/001_03_00.pdf
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

¹⁷ http://nousanson.jp/data/tebiki_ene2015.pdf
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

¹⁸ <https://www.nedo.go.jp/content/100932083.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

¹⁹ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で 11,710 千トン、ウェットベース（湿重量）で 23,420 千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、北海道や九州の賦存量が多かった。また、製紙用または燃料用チップとして使用されているのは、合わせて 1.3%に留まり、ほぼ全量が未利用となっていた。

林地残材とは、立木を伐採・造材した後に残る末木枝条および根元部のほか、間伐材、病虫害等による被害木などである。切り捨てられたままの形状で広い森林内に散在しているため、その収集・運搬には多大なコストを要するという課題に加え、含水率が非常に高いため、エネルギーとして利用する場合の燃料効率が悪いという問題点が存在し、利用が進んでいないものと考えられる。

（参考：中国経済連合会（2011）「中国地域における木質バイオマス利活用の現状と課題に関する調査」²⁰）

林野庁（2024）「令和 5 年度 森林・林業白書」²¹によれば、近年、木質バイオマス発電所の増加等により、エネルギーとして利用される木質バイオマスの量が年々増加している。また、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会（2020）「木質バイオマスエネルギー利用の推進と燃料材の効率的な供給システムの構築」（第 2 回 林業・木質バイオマス発電の成長産業化に向けた研究会 資料 2-4）²²によれば、「2030 年時点における、電気・産業用熱に利用される間伐材・林地残材等に由来する燃料材の需要量は 1000 万 m³ 以上となる見込み。」とされている。

²⁰ <https://chugokukeiren.jp/proposal/pdf/20110228mokusitu.pdf>

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

²¹ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r5hakusyo_h/all/chap3_2_3.html

（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

²²

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/biomass_hatsuden/pdf/002_02_04.pdf

（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-15 賦存量・利用可能量の推計結果（森林未利用材（林地残材）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量	11,710 千 t-dry		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	51 千 t-dry	0.4%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	95 千 t-dry	0.8%
	未利用量	11,564 千 t-dry	98.7%

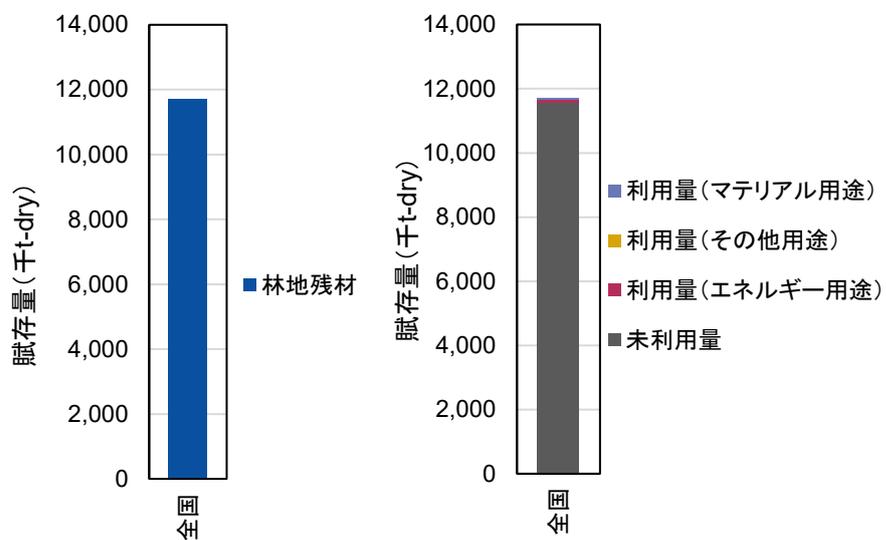


図 3-12 賦存量・利用状況の推計結果（森林未利用材（林地残材）・ドライベース）

表 3-16 賦存量・利用可能量の推計結果（森林未利用材（林地残材）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	23,420 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	102 千 t-wet	0.4%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	191 千 t-wet	0.8%
	未利用量	23,127 千 t-wet	98.7%

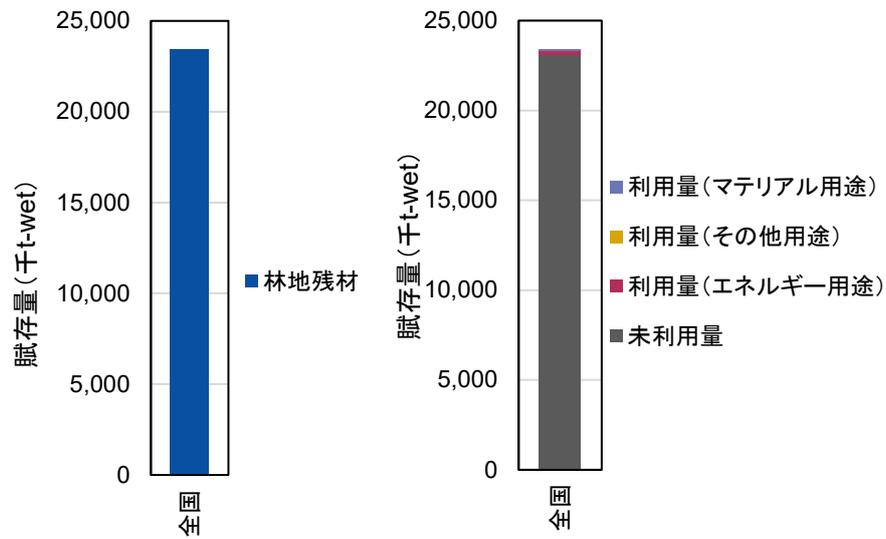


図 3-13 賦存量・利用状況の推計結果（森林未利用材（林地残材）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

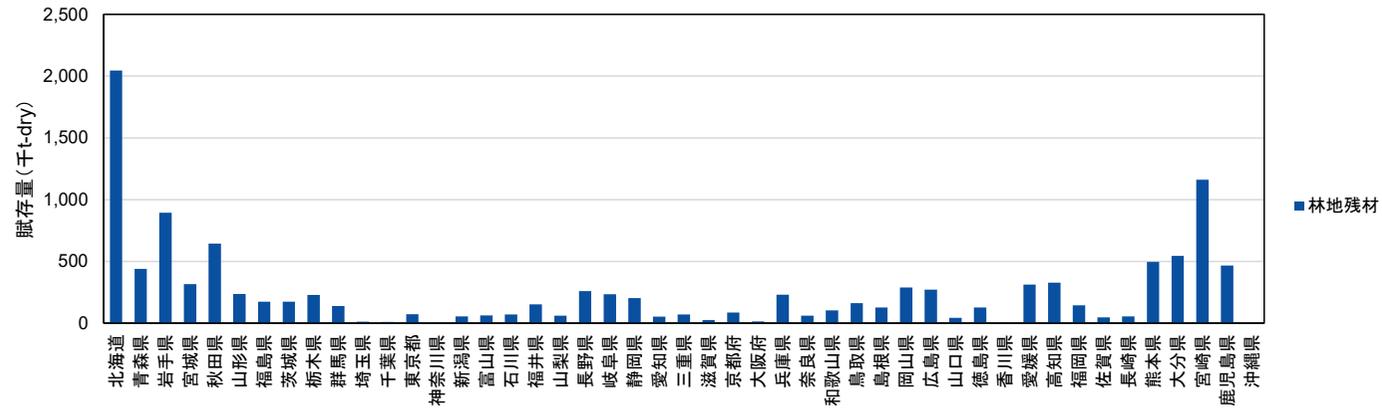


図 3-14 都道府県別の賦存量の推計結果（森林未利用材（林地残材）・ドライベース）

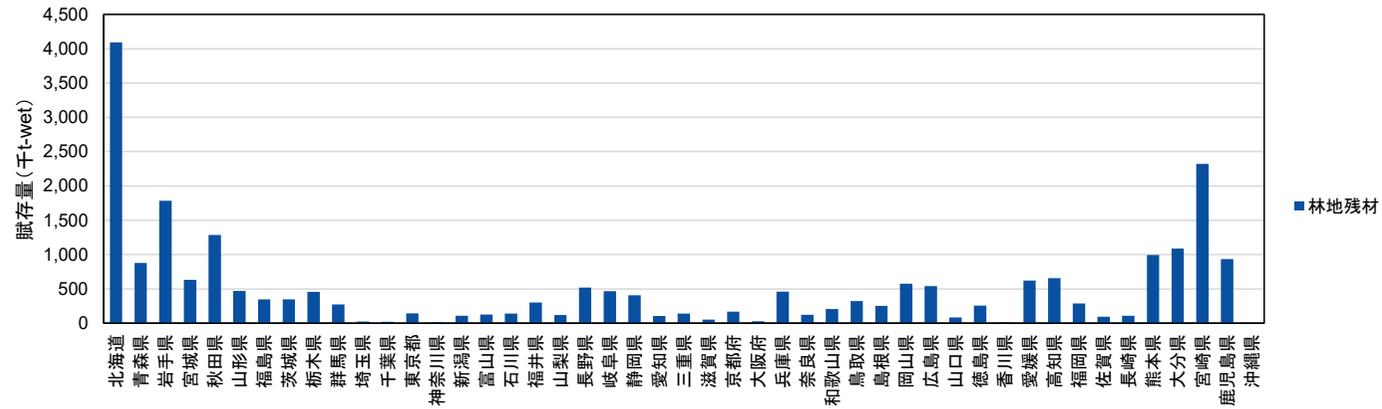


図 3-15 都道府県別の賦存量の推計結果（森林未利用材（林地残材）・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、賦存量・利用可能量の推計方法を見直した。変更した内容を表 3-17 に示す。

表 3-17 2022 年度調査からの変更点（森林未利用材（林地残材））

	変更点
推計方法を見直し (賦存量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、市町村別の賦存量・利用可能量を推計するということもあり、賦存量は「素材生産量」×「末木枝条発生率」という算定式で推計していた。 ・ なお、「末木枝条発生率」として用いていた値の算出根拠は、「伐採立木材積」から「素材生産量」を引いた値と「素材生産量」との比率となっていた。 ・ 今回は、「末木枝条発生率」の値も更新することを考え、「伐採立木材積」から「素材生産量」を引いた値を賦存量とした。
推計方法を見直し (利用可能量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、利用状況の推計において、「製紙用等および燃料用として加工されるチップ(林地残材等由来のもの)」の利用量が、林地残材の利用量であるとして、利用可能量を推計していた。 ・ 今回は、「森林未利用材（林地残材）」という木材の状態での利用状況を把握することを考え、チップとしての利用量に対して、「チップ生産時の歩留まり」も割り戻して利用量に合計した。すなわち、チップとしての利用量ではなくチップ製造に投入された量を林地残材の利用量であるとみなして、利用量・未利用量を推計した

⑤ 推計上の課題

森林未利用材（林地残材）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-18 に示す。

表 3-18 推計上の課題・留意事項（森林未利用材（林地残材））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 体積で集計されている統計データを重量へ換算して推計したため、誤差が生じている可能性がある。 ・ 林業や紙に関する複数の統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）
推計方法（賦存量（都道府県別））	（特になし）
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「バイオマス活用推進基本計画（第3次）」（令和4年9月6日閣議決定）²³では、林地残材の現在の利用率（2021年4月時点）が約29%となっており、本調査での推計結果と乖離が見られる。利用状況の推計方法が異なっているためと考えられる。 ・ 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことが想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。 ・ 林業や紙に関する複数の統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）

²³ https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/bio_g/attach/pdf/220906-2.pdf
（最終アクセス日：2025年3月19日）

(2) 森林未利用材（低質材）

① 対象範囲

素材生産された木材のうち製材や合板等に利用できない材、すなわち、製紙用等および燃料用として加工されるチップを対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

各種統計から推算した各「利用量」の合計値を賦存量（ドライベース）とみなした。また、賦存量（ウェットベース）は、賦存量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

賦存量（都道府県別）

「利用量（マテリアル用途）」と「利用量（エネルギー用途）」に分けて推計し、都道府県別にそれらを合計した。「利用量（マテリアル用途）」は、農林水産省「2020年農林業センサス（第2巻 農林業経営体調査報告書 ー総括編ー）」²⁴における都道府県別の「素材生産量（体積）」（2020年値）で全国の賦存量を按分して、推計した。「利用量（エネルギー用途）」は、農林水産省「令和5年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果」²⁵における「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの由来別利用量（全国）」（2022年値）のうち、都道府県別の「間伐材・林地残材」由来の生産量で全国の賦存量を按分して、推計した。

利用状況

それぞれの利用量（ドライベース）は、各種統計から積み上げて推計した。また、利用量（ウェットベース）は、利用量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

・ 利用量（マテリアル用途）

農林水産省「令和4年木材統計」²⁶における「木材チップ生産量」（2022年値）のうち、「素材（原木）」由来の生産量に対して、「チップ生産時の歩留まり」で除することで、利用量を推計した。

²⁴ <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2020/030628.html>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

²⁵ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokusitu_biomass/r5/index.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

²⁶ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

- ・ 利用量（その他用途）

想定される用途がないことから、利用量は0とみなした。

- ・ 利用量（エネルギー用途）
農林水産省「令和 5 年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果」²⁷における「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの由来別利用量（全国）」（2022 年値）のうち、「間伐材・林地残材」由来の生産量に対して、「間伐材と林地残材の比率」をかけて、「チップ生産時の歩留まり」で除することで、利用量を推計した。
- ・ 未利用量
製紙用等および燃料用として加工されるチップの量を低質材として推計していることから、未利用量は 0 とみなした。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-19 に示す。

表 3-19 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（森林未利用材（低質材））

データ項目	データの詳細や出所など
含水率（湿量基準）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東京農業大学農山村支援センター（2015）「再生可能エネルギーを活用した地域活性化の手引き」²⁸における記述「燃料として主に利用されるスギ・ヒノキの未利用材は、伐採直後の水分が 50%ほどあります」より、50%を森林未利用材（低質材）の含水率（湿量基準）として推計に用いた。
チップ生産時の歩留まり	<ul style="list-style-type: none"> ・ NEDO（2022）「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針 第 6 版 基礎編」²⁹における記述（07 ページ）をもとに、木材からのチップ生産時において、丸太をチップへ加工する際の歩留まりを 0.9 と仮定した。
間伐材と林地残材の比率	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農林水産省「令和 4 年木材統計」³⁰における「木材チップ生産量」のうち、「素材（原木）」由来の生産量と「林地残材」由来の生産量の比率として、間伐材：98.1%、林地残材：1.9%と仮定して推計に用いた。

²⁷ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokusitu_biomass/r5/index.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

²⁸ http://nousanson.jp/data/tebiki_ene2015.pdf
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

²⁹ <https://www.nedo.go.jp/content/100932083.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

³⁰ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で7,568千トン、ウェットベース（湿重量）で15,135千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、北海道や九州の賦存量が多かった。

なお、林野庁（2024）「令和5年度 森林・林業白書」³¹によれば、近年、木質バイオマス発電所の増加等により、エネルギーとして利用される木質バイオマスの量が年々増加している。また、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会（2020）「木質バイオマスエネルギー利用の推進と燃料材の効率的な供給システムの構築」（第2回 林業・木質バイオマス発電の成長産業化に向けた研究会 資料 2-4）³²によれば、「2030年時点における、電気・産業用熱に利用される間伐材・林地残材等に由来する燃料材の需要量は1000万m³以上となる見込み。」とされている。

³¹ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r5hakusyo_h/all/chap3_2_3.html
（最終アクセス日：2025年3月19日）

³² https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/biomass_hatsuden/pdf/002_02_04.pdf
（最終アクセス日：2025年3月19日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-20 賦存量・利用可能量の推計結果（森林未利用材（低質材）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量		7,568 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	2,642 千 t-dry	34.9%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	4,925 千 t-dry	65.1%
	未利用量	0 千 t-dry	0.0%

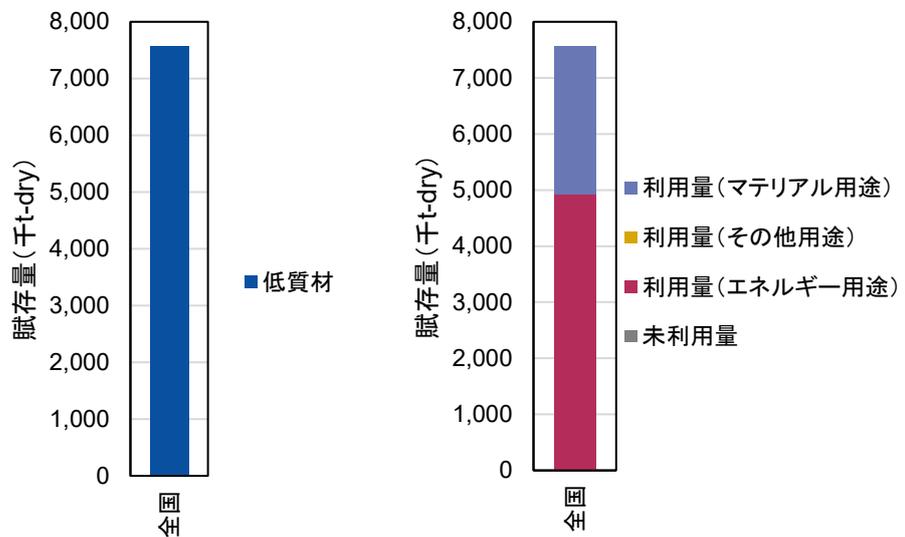


図 3-16 賦存量・利用状況の推計結果（森林未利用材（低質材）・ドライベース）

表 3-21 賦存量・利用可能量の推計結果（森林未利用材（低質材）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	15,135 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	5,284 千 t-wet	34.9%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	9,851 千 t-wet	65.1%
	未利用量	0 千 t-wet	0.0%

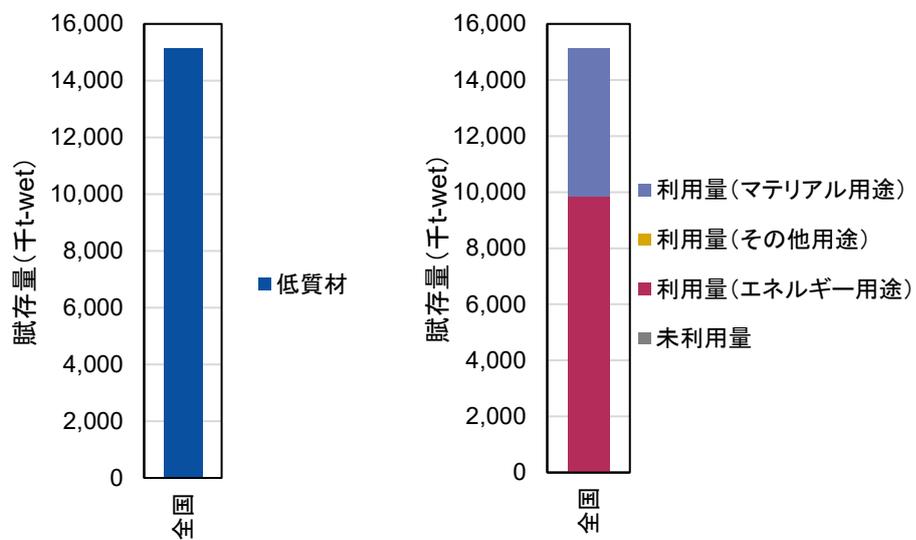


図 3-17 賦存量・利用状況の推計結果（森林未利用材（低質材）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

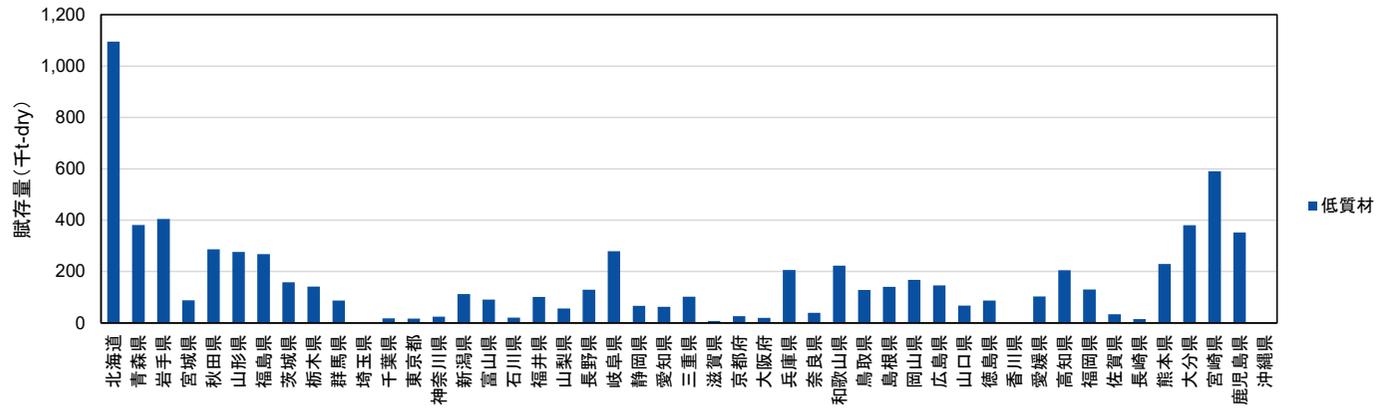


図 3-18 都道府県別の賦存量の推計結果（森林未利用材（低質材）・ドライベース）

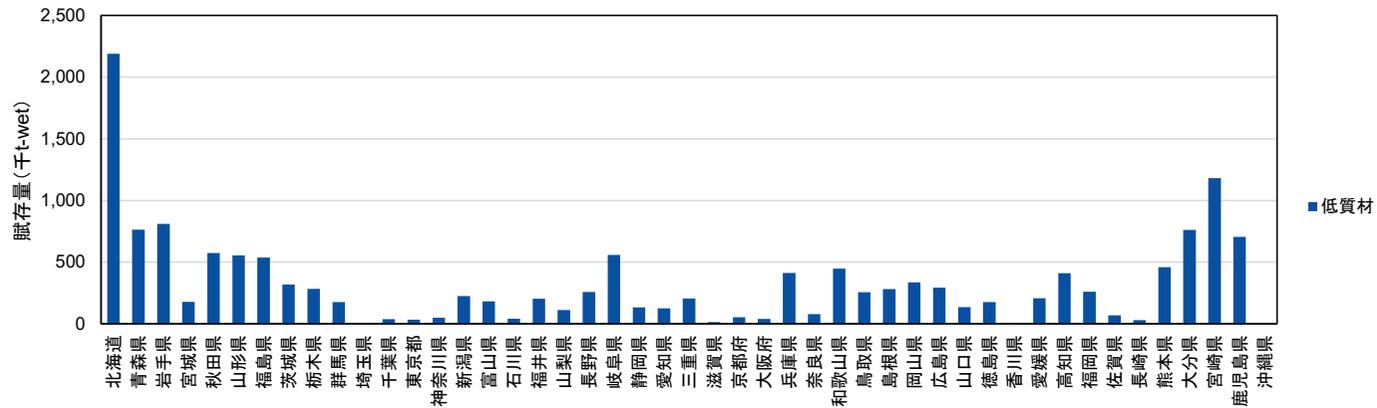


図 3-19 都道府県別の賦存量の推計結果（森林未利用材（低質材）・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、推計対象範囲を見直した。また、それに合わせて、賦存量・利用可能量の推計方法も見直した。変更した内容を表 3-22 に示す。

表 3-22 2022 年度調査からの変更点（森林未利用材（低質材））

	変更点
推計対象範囲を変更 推計方法を見直し (賦存量・利用可能量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、「製紙用等および燃料用として加工されるチップ（素材（原木）または間伐材由来のもの）」の利用量を低質材の賦存量であるとみなしていた。 ・ 今回は、「森林未利用材（低質材）」という木材の状態での賦存量を把握することを目的として、チップとしての利用量に対して、「チップ生産時の歩留まり」も割り戻して利用量に合計した。すなわち、チップとしての利用量ではなくチップ製造に投入された量を、低質材の利用量、つまり低質材の賦存量であるとみなして、推計した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

森林未利用材（低質材）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-23 に示す。

表 3-23 推計上の課題・留意事項（森林未利用材（低質材））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 体積で集計されている統計データを重量へ換算して推計したため、誤差が生じている可能性がある。 ・ 素材生産された木材のうち製材や合板等に利用できない材、すなわち、製紙用等および燃料用として加工されるチップの量を低質材の量として推計したが、チップに加工されずに廃棄されている材が存在している（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。 ・ 林業や紙に関する複数の統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「素材生産量」および「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの利用量（間伐材・林地残材由来）」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「チップ生産量（素材（原木）」で按分することが好ましいが、情報が得られていない。また、統計上で値が秘匿となっている県が存在するため、正確な按分が難しい。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことが想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。 ・ 複数の林業や紙に関する統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）

(3) 剪定枝（果樹剪定枝）

① 対象範囲

みかん、りんご、なし、かき、びわ、もも、すもも、おうとう、うめ、ぶどう、くり、キウイフルーツ由来の剪定枝を対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国・都道府県別）

推計対象となる各果樹について、農林水産省「作物統計調査 果樹生産出荷統計」³³における「結果樹面積」（2022年値）に対して、「面積当たりの排出量原単位」をかけた値を賦存量（ウェットベース）とみなした。

また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量に、「1-含水率（湿量基準）」をかけて推計した。

利用状況

各都道府県の「バイオマス活用推進計画」³⁴に記載のある果樹剪定枝の利用率をもとにして、各用途の利用量および未利用量の比率は、以下の通りであると仮定した。

- ・ 利用量（マテリアル用途） : 0%
- ・ 利用量（その他用途） : 13%
- ・ 利用量（エネルギー用途） : 13%
- ・ 未利用量 : 74%

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-24 に示す。

³³ <https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/fruits/toukei.html>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

³⁴ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

表 3-24 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（剪定枝（果樹剪定枝））

データ項目	データの詳細や出所など
面積当たりの 排出量原単位	<ul style="list-style-type: none"> 各文献より、品目ごとに数値を設定した。 <p>[みかん] 4.1 トン/ha [りんご] 4 トン/ha [日本なし] 5 トン/ha [西洋なし] 3.7 トン/ha [かき] 6.3 トン/ha [びわ] 2.8 トン/ha [もも] 4 トン/ha [すもも] 1.8 トン/ha [おうとう] 2.8 トン/ha [うめ] 2.8 トン/ha [ぶどう] 2.8 トン/ha [くり] 4.7 トン/ha</p> <p>（出所）佐野貴司・三浦秀一（2003）「木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究」（第 2 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集、329～334）</p> <p>[キウイフルーツ] 2 トン/ha （出所）内子町（2007）「内子町バイオマスタウン構想」（平成 19 年 3 月 30 日）³⁵</p>
含水率 （湿量基準）	<ul style="list-style-type: none"> 山下茂樹ほか（2008）「果樹剪定枝のバイオマス利活用事業構想検討」（農業土木学会大会講演会講演要旨集、2006、400～401）³⁶より、一律 50%を果樹剪定枝の含水率（湿量基準）として推計に用いた。
果樹剪定枝の 利用率	<ul style="list-style-type: none"> 各都道府県の「バイオマス活用推進計画」³⁷において、果樹剪定枝の利用率に関する情報が確認できたのは、以下の 3 県のみであった。 <p>[青森県] 利用率：27%（薪など、2020 年度目標値） （出所）青森県（2011）「青森県バイオマス活用推進計画」³⁸</p> <p>[福島県] 利用率：0%（放射性物質汚染の懸念から、再利用ができない状況が続いている、2015 年度）</p>

³⁵ https://www.town.uchiko.ehime.jp/uploaded/life/130823_235429_misc.pdf

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

³⁶ <https://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs/06/06004-03.pdf>

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

³⁷ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

³⁸ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/PDF/attach/pdf/keikaku_sakutei-34.pdf

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

データ項目	データの詳細や出所など
	<p>(出所) 福島県 (2018)「福島県バイオマス活用推進計画」³⁹</p> <p>[新潟県] 利用率：25% (堆肥など、2020 年度推計値)</p> <p>(出所) 新潟県 (2014)「新潟県バイオマス活用推進計画」⁴⁰</p> <ul style="list-style-type: none"> これらの情報を踏まえ、特殊な事情を有している福島県を除いた 2 県の平均値から、利用率：26%、未利用率：74%と仮定した。 また、利用方法として「薪」および「堆肥」が挙げられていることから、利用量は「利用量 (エネルギー用途)」と「利用量 (その他用途)」を半数ずつ (13%ずつ) と仮定した。

³⁹ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/PDF/attach/pdf/keikaku_sakutei-17.pdf

(最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日)

⁴⁰ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/attach/pdf/keikaku_sakutei-3.pdf

(最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日)

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で 309 千トン、ウェットベース（湿重量）で 618 千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、青森県（りんご）、和歌山県（みかん）、長野県（りんご）の賦存量が多く、都道府県により果樹の種類に特徴がみられた。

現在の利用状況や今後の取組などについて、各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁴¹では、以下のように記述されていた。

・ 青森県

りんご剪定枝は、年間発生量約 15 万トンのうち約 70%が薪などとして利用されているが、全体の約 30%を占める細い枝は、園内で焼却されているのが現状である。近年、細い枝については、粉碎機でチップに処理した後、堆肥化して農地に還元し、地力の維持・向上に役立てようとする取組が増加しているが、一部に留まっていることから、今後生産者の関心を高め、利用拡大を図っていく必要がある。

（出所）青森県（2011）「青森県バイオマス活用推進計画」⁴²

・ 福島県

①安全性の確認

堆肥や土壌改良資材として利用再開にむけて、放射性物質の懸念を払拭するために、剪定枝の放射性物質濃度調査を行い、安全性を確認します。

②チップ化の推進

運搬や施用効率を向上するためには、チップ化することが有効です。形状等について、ニーズを把握しながら、チップパー等の導入を進め、チップ化の推進を図ります。また、効率的にチップ化を行うため、各農家から果樹剪定枝を収集、運搬する体制の整備も検討します。

③新たな用途への利用

近年、チップ化した果樹剪定枝はブルーベリー等の果樹栽培でのマルチ資材や、価格が高騰しているおがくずの代替え資材としての利用が検討されています。ニーズにあった生産と併せて、積極的な利用を推進するとともに、新たな用途も検討します。

（出所）福島県（2018）「福島県バイオマス活用推進計画」⁴³

⁴¹ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁴² https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/PDF/attach/pdf/keikaku_sakutei-34.pdf
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁴³ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/PDF/attach/pdf/keikaku_sakutei-17.pdf
（最終アクセス日：2025年3月18日）

- 新潟県

令和 2 年度の推計値として、発生量は 5 千トンで、そのうち 25%が堆肥等として利用されているものの、75%が未利用となっています。剪定枝のチップ化や堆肥化を行うための体制づくりが進んでいません。

【課題】 堆肥化施設への搬入など利用を進める体制づくりなど、土づくりに活用する取組に向けた一層の啓発が必要です。

(出所) 新潟県 (2014) 「新潟県バイオマス活用推進計画」⁴⁴

なお、果樹の栽培面積や生産量は、近年、高齢化が急速に進み、栽培農家数も減少傾向にあること等により、緩やかな減少傾向で推移している。(出所：農林水産省 (2022)

「果樹をめぐる情勢」⁴⁵) このため、果樹剪定枝の発生量も緩やかな減少傾向にあると考えられる。

⁴⁴ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/attach/pdf/keikaku_sakutei-3.pdf

(最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日)

⁴⁵ <https://jpfruit-qcmanu.jp/links/pdf/index-33.pdf>

(最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日)

賦存量・利用状況（全国）

表 3-25 賦存量・利用可能量の推計結果（剪定枝（果樹剪定枝）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量			309 千 t-dry 100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（その他用途）	40 千 t-dry	13.0%
	利用量（エネルギー用途）	40 千 t-dry	13.0%
	未利用量	228 千 t-dry	74.0%

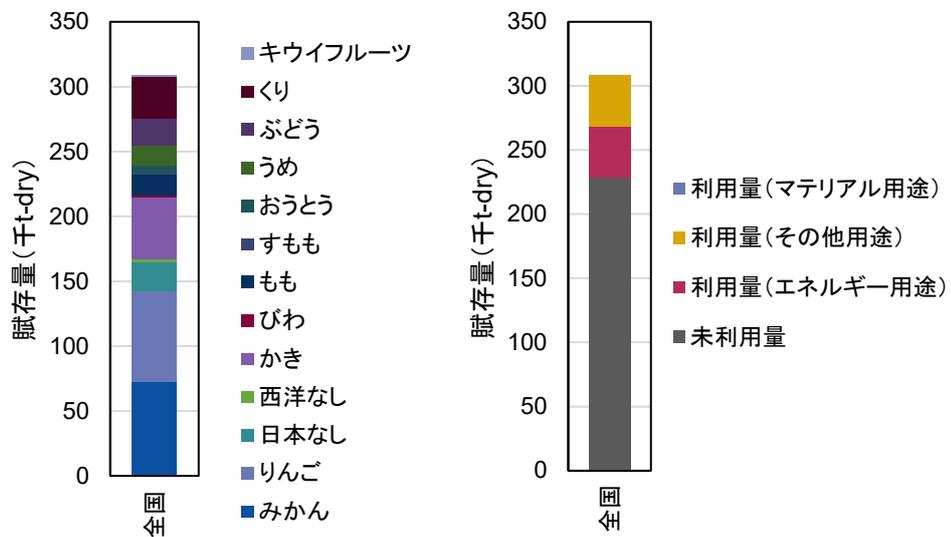


図 3-20 賦存量・利用状況の推計結果（剪定枝（果樹剪定枝）・ドライベース）

表 3-26 賦存量・利用可能量の推計結果（剪定枝（果樹剪定枝）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	618 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（その他用途）	80 千 t-wet	13.0%
	利用量（エネルギー用途）	80 千 t-wet	13.0%
	未利用量	457 千 t-wet	74.0%

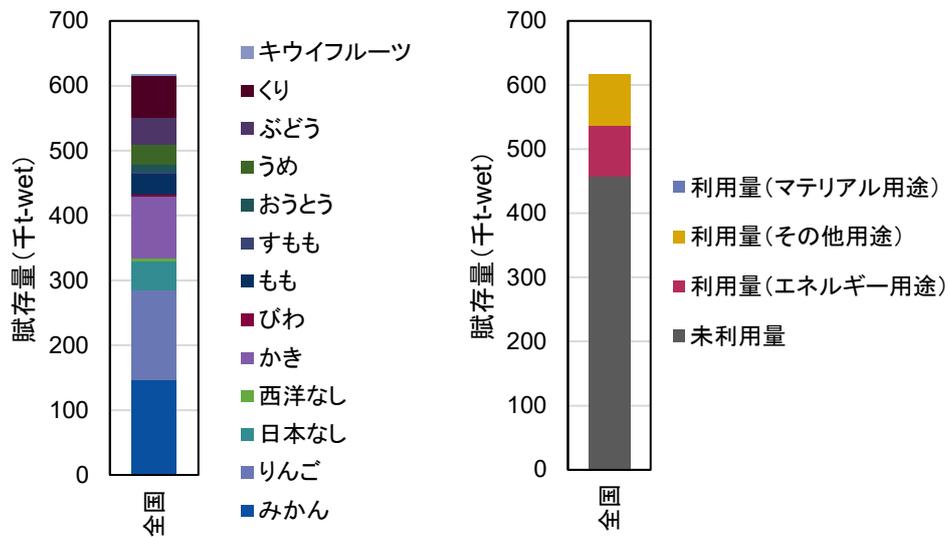


図 3-21 賦存量・利用状況の推計結果（剪定枝（果樹剪定枝）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

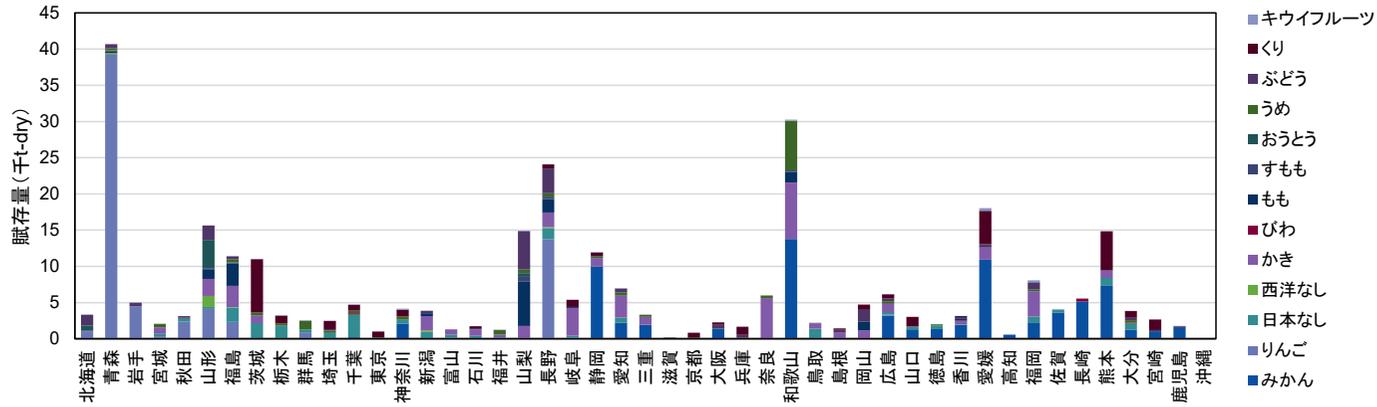


図 3-22 都道府県別の賦存量の推計結果（剪定枝（果樹剪定枝）・ドライベース）

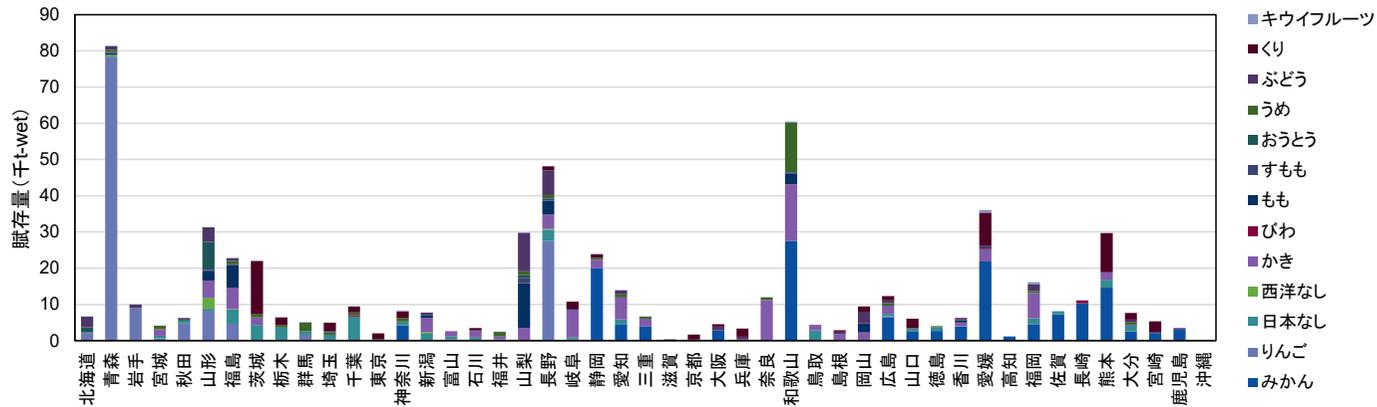


図 3-23 都道府県別の賦存量の推計結果（剪定枝（果樹剪定枝）・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、推計対象範囲を見直した。また、推計に用いる設定値を更新した。変更した内容を表 3-27 に示す。

表 3-27 2022 年度調査からの変更点（剪定枝（果樹剪定枝））

	変更点
推計対象範囲を変更	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年度調査では、推計対象に含まれていなかったキウイフルーツ由来の剪定枝を推計対象に追加した。
推計上の設定値を更新 (利用可能量)	<ul style="list-style-type: none"> 各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁴⁶に基づき、利用率の設定を更新した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

剪定枝（果樹剪定枝）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-28 に示す。

表 3-28 推計上の課題・留意事項（剪定枝（果樹剪定枝））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 排出原単位として用いたデータが古いため、実態に即した推計とはなっていない可能性がある。
推計方法（賦存量（都道府県別））	（特になし）
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 樹種や地域によって、発生する剪定枝の利用状況は異なると思われるが、一律の利用率を用いた推計となっていて、その違いを考慮できていない。 いくつかの都道府県の事例をもとにして各用途の利用率を仮定して推計したが、事例数が少なく古いデータも含まれているため、一般性に疑問がある。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

⁴⁶ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html
(最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日)

(4) 剪定枝（公園剪定枝）

① 対象範囲

都市公園由来の剪定枝を対象とした。

② 推計方法

2022年度の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国・都道府県別）

国土交通省ホームページ「都市公園データベース」⁴⁷における「都市公園整備現況一覧表」から、「都市公園面積」（2022年度値）に「面積当たりの排出量原単位」をかけた値を賦存量（ウェットベース）とみなした。

また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量に「1-含水率（湿量基準）」をかけて推計した。

利用状況

各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁴⁸に記載のある公園剪定枝の利用率をもとにして、各用途の利用量および未利用量の比率は、以下の通りであると仮定した。

- ・ 利用量（マテリアル用途） : 0%
- ・ 利用量（その他用途） : 30%
- ・ 利用量（エネルギー用途） : 30%
- ・ 未利用量 : 40%

⁴⁷ https://www.mlit.go.jp/toshi/park/toshi_parkgreen_tk_000156.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁴⁸ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-29 に示す。

表 3-29 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（剪定枝（公園剪定枝））

データ項目	データの詳細や出所など
面積当たりの 排出量原単位	<ul style="list-style-type: none"> NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」⁴⁹における記載から、1.71 (t/ha) を面積当たりの排出量原単位と仮定して、推計に用いた。なお、この値は以下の 3 事例の平均値となっている。 <ul style="list-style-type: none"> [三重県] 1.51 (t/ha) (出所) 三重県（2004）「三重県バイオマスエネルギービジョン」⁵⁰ [千葉県] 1.8 (t/ha) (出所) 千葉県（2004）「千葉県のバイオマス資源量についてバイオマス量推計手法」⁵¹ [長崎県] 1.82 (t/ha) (出所) 長崎県（2005）「長崎県バイオマスタープラン」⁵²
含水率 (湿量基準)	<ul style="list-style-type: none"> 山岸 裕・栗原 正夫（2012）「街路樹剪定枝の有効利用を想定した処理・処分方法別の CO₂ 削減効果の推計」（第 26 回環境情報科学学術研究論文発表会、2012、237～242）⁵³における街路樹等の都市緑化樹木の含水率から、公園剪定枝の含水率は、50%と仮定した。

⁴⁹

<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1282339/www.nedo.go.jp/library/biomass/kinds/index.html>

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁵⁰ <https://www.pref.mie.lg.jp/ENERGY/HP/energy/34932030782.htm>

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁵¹ <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3511455/www.pref.chiba.lg.jp/shigen/biomass/bio-shigen.html>

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁵² <https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11252340/www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/content/seisansya/vaio/plan.htm>

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁵³ https://www.jstage.jst.go.jp/article/ceispapers/ceis26/0/ceis26_237/article/-char/ja/

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

データ項目	データの詳細や出所など
公園剪定枝の利用率	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="571 284 1394 412">・ 各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁵⁴において、公園剪定枝の利用率に関する情報が確認できたのは、以下の1県のみであった。 <li data-bbox="571 477 1394 645">[兵庫県] 利用率：60%（エネルギー利用、堆肥化など、2021年度） （出所）兵庫県（2021）「兵庫県バイオマス活用推進計画 2030」⁵⁵ <li data-bbox="571 719 1394 792">・ この情報を踏まえ、利用率：60%、未利用率：40%と仮定した。 <li data-bbox="571 813 1394 938">・ また、利用方法として「エネルギー利用」「堆肥化等」が挙げられていることから、「利用量（エネルギー用途）」と「利用量（その他用途）」を半数ずつ（30%ずつ）と仮定した。

⁵⁴ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁵⁵ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/attach/pdf/keikaku_sakutei-221.pdf
（最終アクセス日：2025年3月18日）

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で 89 千トン、ウェットベース（湿重量）で 117 千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、北海道の賦存量が突出して多く、その他では人口の多い都市部の賦存量が多くなっていた。

現在の利用状況や今後の取組などについて、各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁵⁶では、以下のように記述されていた。

- ・ 兵庫県

現状：

大半は一般廃棄物として市町のごみ焼却施設で処分 一部市町では機械を貸し出し、チップ化や堆肥化

課題等：

剪定枝一般廃棄物再生利用指定制度の活用等により、民間事業者による堆肥化等の推進

推進方向：

市町ごみ焼却施設でのエネルギー利用に加え、民間事業者等による堆肥化等の再生利用を推進します。

（出所）兵庫県（2021）「兵庫県バイオマス活用推進計画 2030」⁵⁷

なお、国土交通省ホームページ「都市公園データベース」⁵⁸における「都市公園整備の現況等」によれば、都市公園面積は緩やかな増加傾向にある。また、「一人当たり都市公園等面積については、諸外国の都市と比較するとまだ低い水準にあります。引き続き、防災や地域の活性化等の社会的要請に応えるため、都市公園等の整備を推進するとともに、ストックの有効活用、施設の長寿命化、効率的な維持管理が図られるよう支援を行っていきます。」とされてことから、この傾向は続くと考えられる。このため、公園剪定枝の発生量も緩やかな増加傾向が継続すると考えられる。

⁵⁶ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁵⁷ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/attach/pdf/keikaku_sakutei-221.pdf

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁵⁸ https://www.mlit.go.jp/toshi/park/toshi_parkgreen_tk_000156.html

（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-30 賦存量・利用可能量の推計結果（剪定枝（公園剪定枝）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量			89 千 t-dry 100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（その他用途）	27 千 t-dry	30.0%
	利用量（エネルギー用途）	27 千 t-dry	30.0%
	未利用量	35 千 t-dry	40.0%

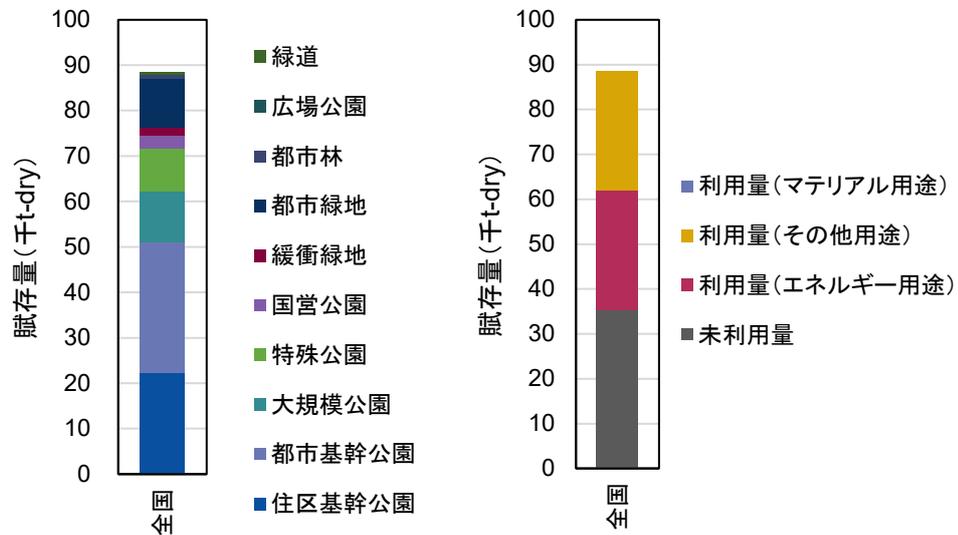


図 3-24 賦存量・利用状況の推計結果（剪定枝（公園剪定枝）・ドライベース）

表 3-31 賦存量・利用可能量の推計結果（剪定枝（公園剪定枝）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	177 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（その他用途）	53 千 t-wet	30.0%
	利用量（エネルギー用途）	53 千 t-wet	30.0%
	未利用量	71 千 t-wet	40.0%

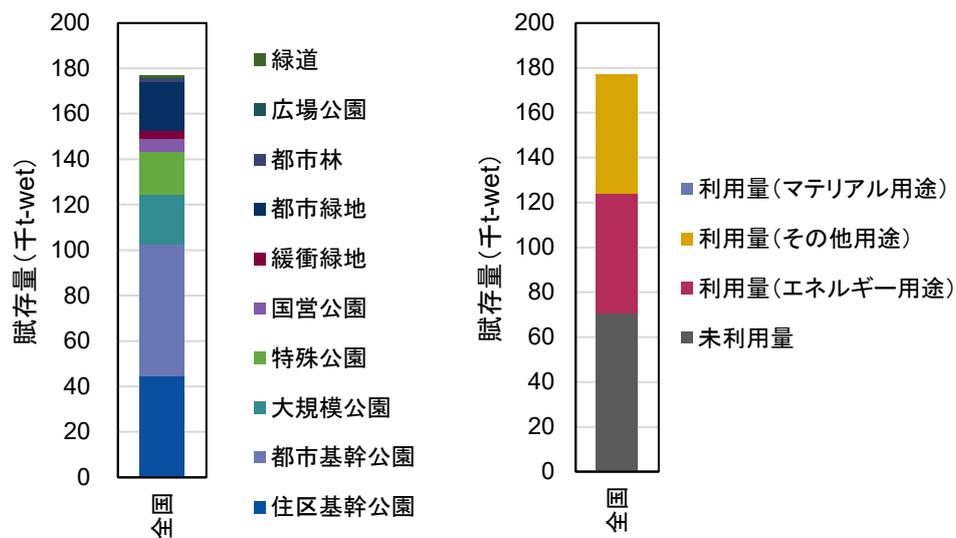


図 3-25 賦存量・利用状況の推計結果（剪定枝（公園剪定枝）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

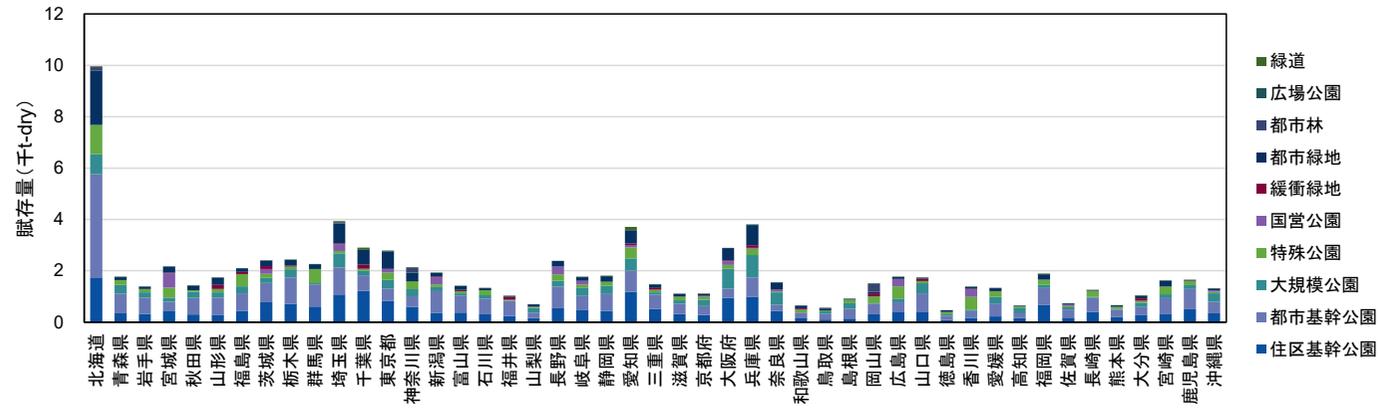


図 3-26 都道府県別の賦存量の推計結果（剪定枝（公園剪定枝）・ドライベース）

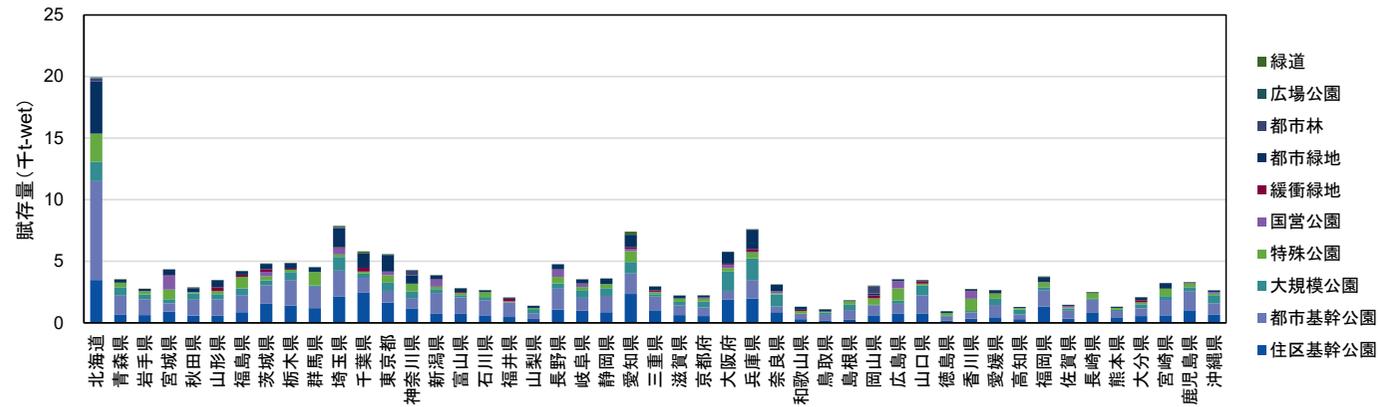


図 3-27 都道府県別の賦存量の推計結果（剪定枝（公園剪定枝）・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、推計に用いる設定値を更新した。変更した内容を表 3-32 に示す。

表 3-32 2022 年度調査からの変更点（剪定枝（公園剪定枝））

	変更点
推計上の設定値を更新 （利用可能量）	<ul style="list-style-type: none"> 各都道府県の「バイオマス活用推進計画」⁵⁹に基づき、利用率の設定を更新した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

剪定枝（公園剪定枝）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-33 に示す。

表 3-33 推計上の課題・留意事項（森林未利用材（剪定枝（公園剪定枝）））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲/ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 排出原単位として用いたデータが古いため、実態に即した推計とはなっていない可能性がある。
推計方法（賦存量（都道府県別））	（特になし）
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 樹種や地域によって、発生する剪定枝の利用状況は異なると思われるが、一律の利用率を用いた推計となっていて、その違いを考慮できていない。 いくつかの都道府県の事例をもとにして各用途の利用率を仮定して推計したが、事例数が少なく古いデータも含まれているため、一般性に疑問がある。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

⁵⁹ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/local/keikaku_sakutei.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

(5) 廃木材（製材端材）

① 対象範囲

製材所から生じる端材のうち、製紙用等および燃料用として加工されるチップを対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

各種統計から推算した各「利用量」の合計を積み上げた値を賦存量（ドライベース）とみなした。また、賦存量（ウェットベース）は、賦存量（ドライベース）の重量に「1+含水率（乾量基準）」を掛けることで推計した。

賦存量（都道府県別）

経済産業省「2023年経済構造実態調査（製造事業所調査） 地域別統計表」⁶⁰における各都道府県の「一般製材業」の「製造品出荷額」（2022年値）で按分して推計した。

利用状況

それぞれの利用量（ドライベース）は、各種統計から積み上げて推計した。利用量（ウェットベース）は、利用量（ドライベース）の重量に「1+含水率（乾量基準）」を掛けることで推計した。

- ・ 利用量（マテリアル用途）

農林水産省「令和4年木材統計」⁶¹における「木材チップ生産量」（2022年値）のうち、「工場残材」由来の生産量について、「チップ生産時の歩留まり」で除することで、利用量を推計した。

- ・ 利用量（その他用途）

想定される用途がないことから、利用量（その他用途）は0とみなした。

- ・ 利用量（エネルギー用途）

農林水産省「令和5年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果」⁶²における

⁶⁰ <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kkj/index.html>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁶¹ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁶² https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokusitu_biomass/r5/index.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの由来別利用量（全国）」（2022年値）のうち、「製材等残材」由来の生産量について、「チップ生産時の歩留まり」で除することで、利用量を推計した。

- ・ 未利用量
製紙用等および燃料用として加工されるチップの量を製材端材として推計していることから、未利用量は0とみなした。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-34 に示す。

表 3-34 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（廃木材（製材端材））

データ項目	データの詳細や出所など
含水率 (乾量基準)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長野県林業総合センター（2014）「木材チップ等、木質資源の含水率」（長野県林業総合センター ミニ技術情報 No.50）⁶³における記述「製材端材チップの含水率は乾量基準で 10～15%前後であった」より、12.5%を製材端材の含水率として推計に用いた。
チップ生産時の歩留まり	<ul style="list-style-type: none"> ・ NEDO（2022）「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針 第6版 基礎編」⁶⁴における記述（07 ページ）をもとに、木材からのチップ生産時において、丸太をチップへ加工する際の歩留まりを 0.9 と仮定した。

⁶³ <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/joho/minigijutsu/documents/50chipmc.pdf>
(最終アクセス日：2025年3月18日)

⁶⁴ <https://www.nedo.go.jp/content/100932083.pdf>
(最終アクセス日：2025年3月18日)

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で4,320千トン、ウェットベース（湿重量）で4,860千トンと推計された。都道府県別の賦存量では、製材業が盛んな地域である、広島県、北海道、茨城県の賦存量が多かった。

利用状況について、林野庁（2024）「令和5年度 森林・林業白書」⁶⁵によれば、製材等残材の大部分が、製紙等の原料、発電施設の燃料や、自工場内における木材乾燥用ボイラー等の燃料として利用されているようであった。

なお、林野庁（2024）「令和5年度 森林・林業白書」⁶⁶によれば、近年、製材工場の原木消費量や製材品出荷量は、横ばいから微減の傾向にあると思われる。そのため、製材端材の賦存量も横ばいから微減の傾向にあると考えられる。

⁶⁵ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/30hakusyo_h/all/chap4_3_4.html
（最終アクセス日：2025年3月19日）

⁶⁶ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r5hakusyo_h/all/chap3_3_4.html
（最終アクセス日：2025年3月19日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-35 賦存量・利用可能量の推計結果（廃木材（製材端材）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量		4,320 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	2,396 千 t-dry	55.5%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	1,924 千 t-dry	45.5%
	未利用量	0 千 t-dry	0.0%

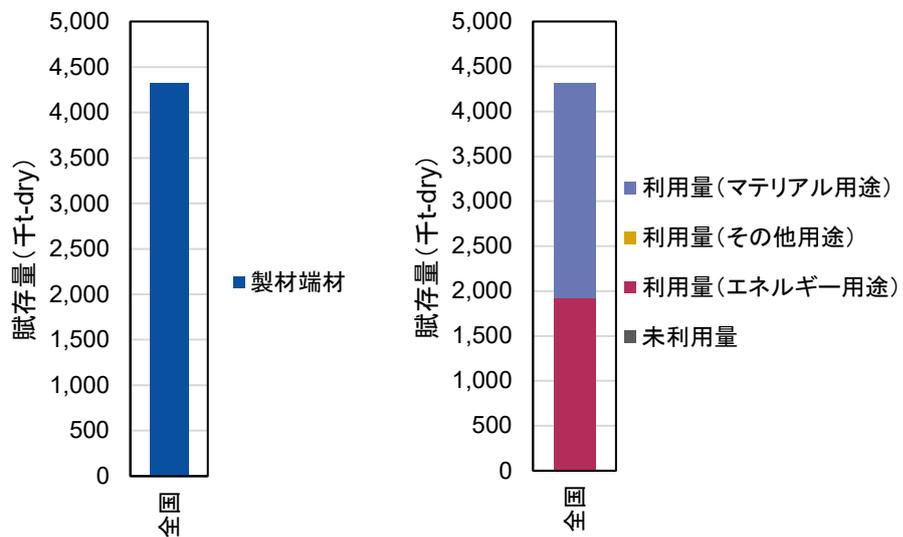


図 3-28 賦存量・利用状況の推計結果（廃木材（製材端材）・ドライベース）

表 3-36 賦存量・利用可能量の推計結果（廃木材（製材端材）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量		4,860 千 t-wet	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	2,695 千 t-wet	55.5%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	2,165 千 t-wet	45.5%
	未利用量	0 千 t-wet	0.0%

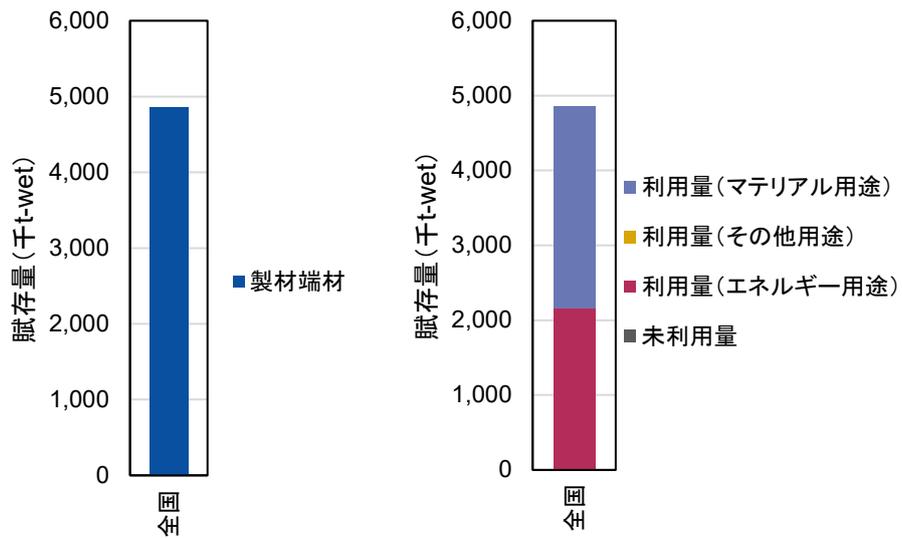


図 3-29 賦存量・利用状況の推計結果（廃木材（製材端材）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

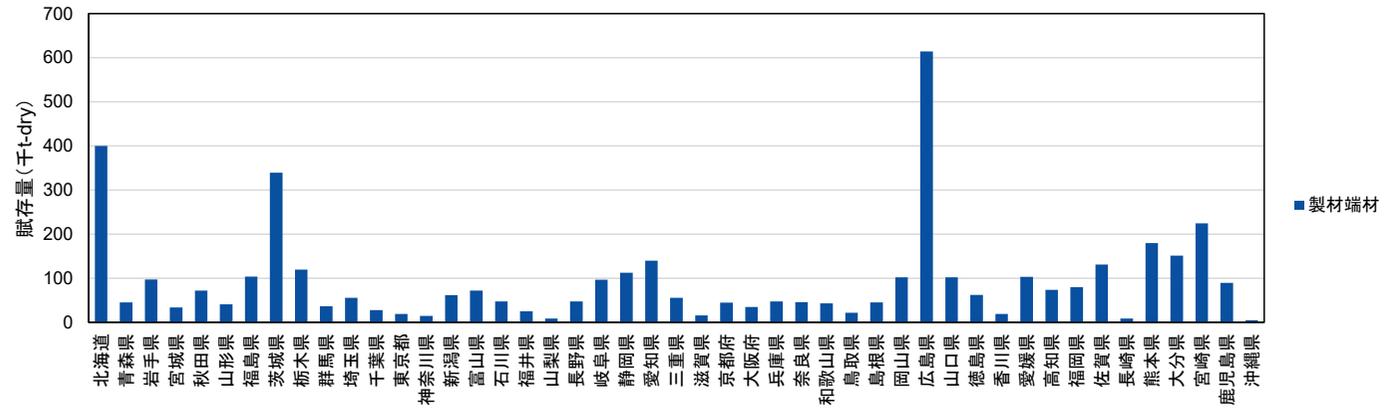


図 3-30 都道府県別の賦存量の推計結果（廃木材（製材端材）・ドライベース）

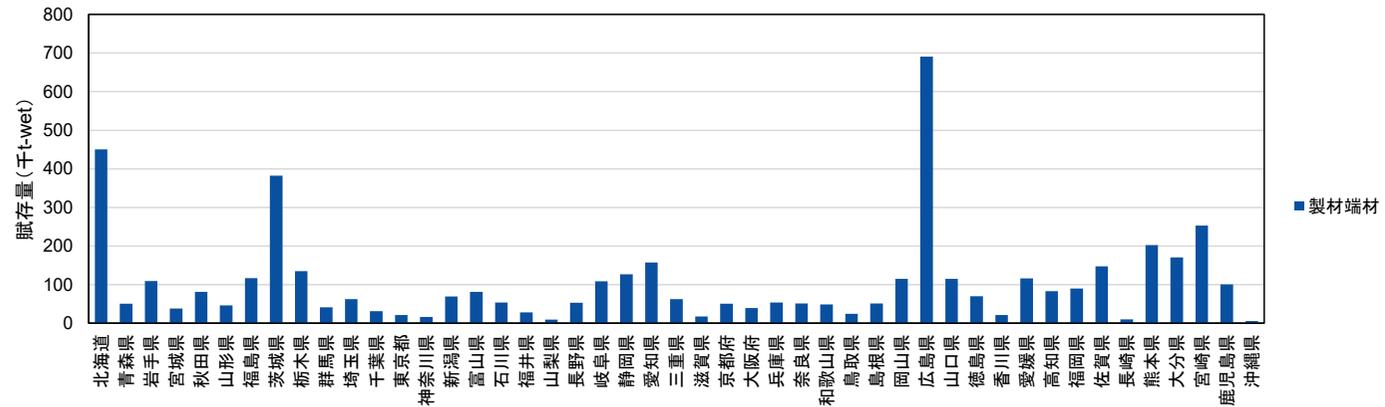


図 3-31 都道府県別の賦存量の推計結果（廃木材（製材端材）・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、品目名称を変更した。また、利用可能量の推計方法を見直した。変更した内容を表 3-37 に示す。

表 3-37 2022 年度調査からの変更点（廃木材（製材端材））

	変更点
品目名称を変更	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、「製材廃材」として推計していた。 ・ 今回は、他の品目の名称とも表記を合わせて、「廃木材（製材端材）」として推計した。
推計方法を見直し (利用可能量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2022 年度調査では、「製紙用等および燃料用として加工されるチップ(工場残材または製材等残材由来のもの)」の利用量が製材端材の利用量であるとしていた。また、チップの利用量を「チップ生産時の歩留まり」で割り戻すことで、その残渣分が製材端材の未利用量であるとみなしていた。 ・ 今回は、「廃木材（製材端材）」という木材の状態での利用状況を把握するため、チップの利用量に対して、「チップ生産時の歩留まり」も割り戻して利用量に合計した。すなわち、チップとしての利用量ではなくチップ製造に投入された量が、製材端材の利用量であるとみなして、推計した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

廃木材（製材端材）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-38 に示す。

表 3-38 推計上の課題・留意事項（廃木材（製材端材））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製材所から生じる端材のうち、製紙用等および燃料用として加工されるチップの量を製材端材の量として推計したが、チップに加工されずに廃棄されている材が存在している（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。 ・ 林業や紙に関する複数の統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）
推計方法（賦存量（都道府県別））	（特になし）
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。 ・ 複数の林業や紙に関する統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）

(6) 廃木材（建設発生木材）

① 対象範囲

建設工事（土木工事・建築工事）において発生する廃木材（伐木材・除根材等は除く）を対象とした。

② 推計方法

国土交通省「建設副産物実態調査」⁶⁷の最新年度が 2018 年度であるため、2018 年度の実態調査の値をもとに推計した。

賦存量（全国・都道府県別）

国土交通省「平成 30 年度建設副産物実態調査」における「建設発生木材（伐木材・除根材等は除く）」の「発生量」（2018 年度値）を賦存量（ウェットベース）とした。また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量を「1+含水率（乾量基準）」で除することで推計した。

利用状況

それぞれの利用量（ウェットベース）は、各種統計から積み上げて推計した。利用量（ドライベース）は、利用量（ウェットベース）の重量を「1+含水率（乾量基準）」で除することで推計した。

・ 利用量（合計）

国土交通省「平成 30 年度建設副産物実態調査」における「建設発生木材（伐木材・除根材等は除く）」の「現場内利用量」「搬出量（再資源化量）」（2018 年度値）の割合を利用率として、賦存量にかけて推計した。ただし、「現場内減量化量」「搬出量（減量化（縮減）量）」は分母から除いて割合を計算した。

・ 利用量（内訳）

上記の利用量（合計）に対して、「利用量（マテリアル用途）」「利用量（エネルギー用途）」の比率は以下の通りであると仮定して、それぞれの利用量を推計した。なお、「利用量（その他用途）」については、想定される用途がないことから、利用量は 0 と仮定した。

「利用量（マテリアル用途）」と「利用量（エネルギー用途）」の比率については、農林水産省「令和 4 年木材統計」⁶⁸における「木材チップ生産量」（2022 年値）の

⁶⁷

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁶⁸ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

うち、「解体材・廃材」由来の生産量と、農林水産省「令和5年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果」⁶⁹における「木質バイオマスエネルギーとして利用した木材チップの由来別利用量（全国）」（2022年値）のうち、「建設資材廃棄物（解体材、廃材）」由来の生産量の比率であると仮定して、「利用量（マテリアル用途）」15.6%、「利用量（エネルギー用途）」84.4%と仮定した。

- ・ 未利用量（その他用途）
賦存量から上記の利用量を引いた値を未利用量とした。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-39 に示す。

表 3-39 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（廃木材（建設発生木材））

データ項目	データの詳細や出所など
含水率 (乾量基準)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般社団法人全国木材検査・研究協会ホームページ⁷⁰における記述「建築後、年数が経過した木造住宅の部材の含水率は、おおよそ10～20%です。」をもとに、一律15%を建設発生木材の含水率として、推計に用いた。

⁶⁹ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokusitu_biomass/r5/index.html
(最終アクセス日：2025年3月18日)

⁷⁰ http://www.jlira.jp/jas_2B.html
(最終アクセス日：2025年3月18日)

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で2,511千トン、ウェットベース（湿重量）で2,887千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、東京都などの大都市圏での賦存量が多いほか、一部の地域でもある程度の賦存量が存在していた。また、利用状況について、ほぼ全量が利用されており、未利用量は少なかった。林野庁（2024）「令和5年度 森林・林業白書」⁷¹によれば、建設資材廃棄物には、2000年の「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」により、一定規模以上の建設工事で、分別解体・再資源化が義務付けられたことから再利用が進み、木質ボードの原料、ボイラーや木質バイオマス発電用の燃料等として再利用されているようであった。

なお、国土交通省「建設副産物実態調査」⁷²において、建設発生木材の発生量を過去の数値と比較すれば、410万t（2008年）→500万t（2012年）→553万t（2018年）と直近3回の調査⁷³では、増加の傾向にある。

また、国土交通省の「建設リサイクル推進計画2020」⁷⁴では、建設発生木材の再資源化・縮減率について、2024年度の達成基準を97%以上としている。（2018年度の実績値は96.2%である。）

⁷¹ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/30hakusyo_h/all/chap4_3_4.html

（最終アクセス日：2025年3月19日）

⁷²

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁷³ <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001334705.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁷⁴ <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001366724.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月19日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-40 賦存量・利用可能量の推計結果（廃木材（建設発生木材）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量			2,511 千 t-dry 100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	360 千 t-dry	14.3%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	2,032 千 t-dry	80.9%
	未利用量	119 千 t-dry	4.7%

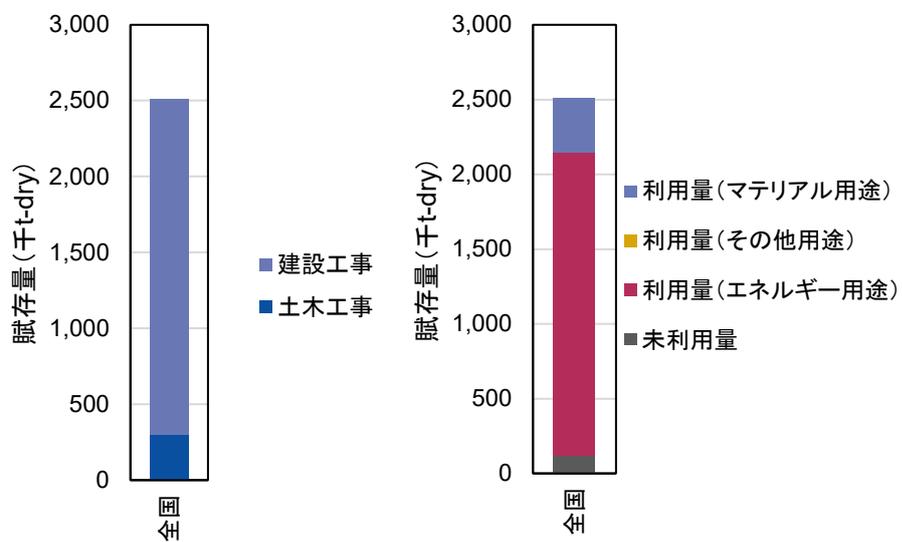


図 3-32 賦存量・利用状況の推計結果（廃木材（建設発生木材）・ドライベース）

表 3-41 賦存量・利用可能量の推計結果（廃木材（建設発生木材）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	2,887 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	414 千 t-wet	14.3%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	2,337 千 t-wet	80.9%
	未利用量	137 千 t-wet	4.7%

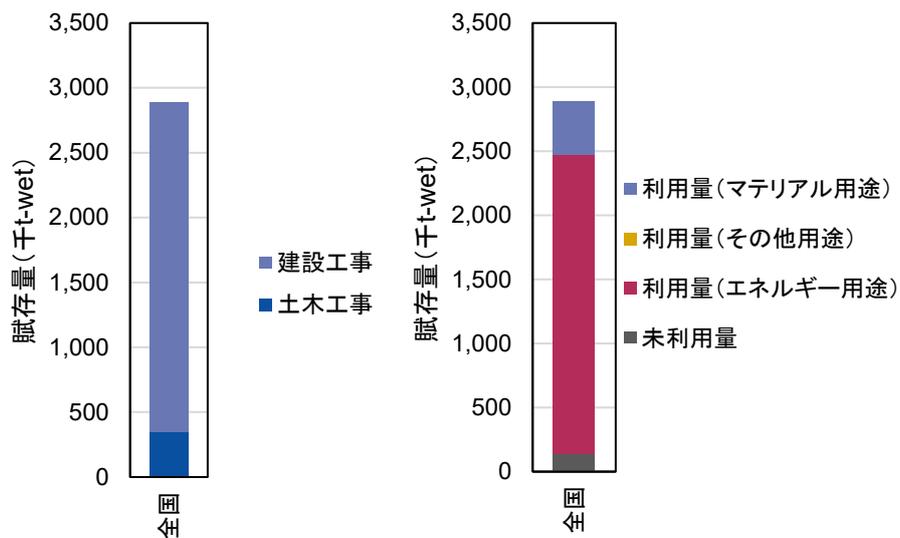


図 3-33 賦存量・利用状況の推計結果（廃木材（建設発生木材）・ウェットベース）

賦存量 (都道府県別)

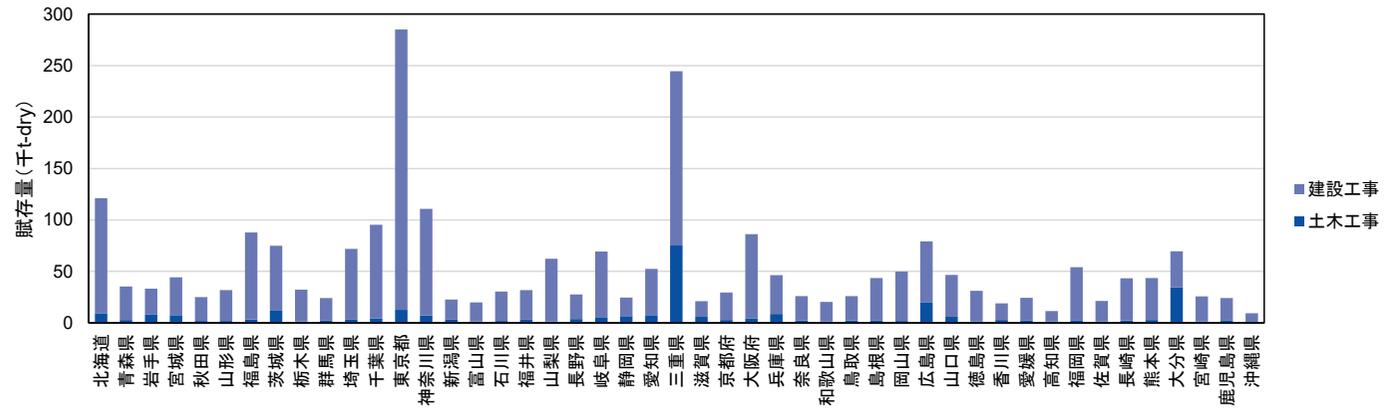


図 3-34 都道府県別の賦存量の推計結果 (廃木材 (建設発生木材)・ドライベース)

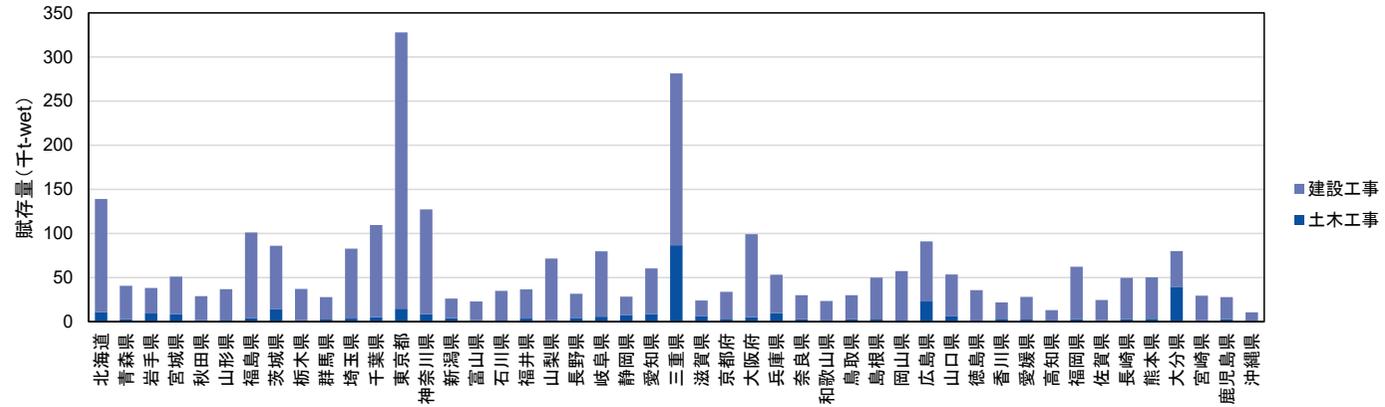


図 3-35 都道府県別の賦存量の推計結果 (廃木材 (建設発生木材)・ウェットベース)

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、推計対象範囲を見直した。また、賦存量・利用可能量の推計方法を見直した。変更した内容を表 3-42 に示す。

表 3-42 2022 年度調査からの変更点（廃木材（製材端材））

	変更点
推計対象範囲を変更	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年度調査では、「新築廃材」「建築解体廃材」のみを推計していた。 今回は、「土木工事」から発生する木材もこれらと同様の未利用資源であると考え、「建築工事」「土木工事」から発生する木材を合わせて、「建設発生木材」として推計した。
推計方法を見直し (賦存量)	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年度調査では、「新築廃材」「建築解体廃材」について、「着工面積」／「解体建築物量」×「発生原単位」という算定式で賦存量を推計していた。 今回の「建設発生木材」には「土木工事」から発生する木材も含まれるが、前回の賦存量の推計方法では、「土木工事」から発生する木材を推計できない。そこで、今回は「建設発生木材」全体を扱った統計として、国土交通省「建設副産物実態調査」⁷⁵における「建設発生木材（伐木材・除根材等を除く）」の発生量を賦存量であるとみなした。
推計方法を見直し (利用可能量)	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年度調査では、国土交通省「建設副産物実態調査」における「建設発生木材（伐木材・除根材等を含む）」の「搬出量ベースの再資源化等率（縮減を含む）」の数値を利用率とみなして、利用可能量を推計していた。 今回は、同じく国土交通省「建設副産物実態調査」をもとに利用状況を推計したが、「建設発生木材（伐木材・除根材等を除く）」の「搬出量」ではなく「発生量」の数値を賦存量とみなしたことに合わせて、「建設発生木材（伐木材・除根材等を除く）」の「発生量ベースの再資源化等率」を計算して利用率とみなし、利用状況を推計した。なお、利用可能率を計算する際には、縮減量を除いた比率で計算した。 さらに、今回は利用量の内訳も推計するため、上記で得

75

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm
(最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日)

	変更点
	<p>られた利用可能量を「マテリアル用途」の利用量と「エネルギー用途」の利用量に分離した。「製紙用等として加工されるチップ（解体材・廃材由来のもの）」の利用量と「燃料用として利用されるチップ（建設資材廃棄物（解体材・廃材由来のもの）」の利用量の比率が、「マテリアル用途」の利用量と「エネルギー用途」の比率であるとみなして、それぞれの利用量を推計した。</p>

⑤ 推計上の課題・留意事項

廃木材（建設発生木材）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-43 に示す。

表 3-43 推計上の課題・留意事項（廃木材（建設発生木材））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省「建設副産物実態調査」⁷⁶の統計データをもとに推計したが、数年おきに実施される調査であるため最新の数値ではない。 複数の林業や紙に関する統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）
推計方法（賦存量（都道府県別））	（特になし）
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省「建設副産物実態調査」における統計上の「現場内減量化量」「搬出量（減量化（縮減）量）」の扱いについて、妥当かどうかの検討が必要である。 建築工事のうちの新築工事と解体工事、また、土木工事では、発生する木材の性質が異なり、その利用状況も異なると思われるが、一律の利用比率を用いた推計となっていて、その違いを考慮できていない。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地

76

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d02status/d0201/page_020101census.htm
（最終アクセス日：2025年3月18日）

項目	課題・留意事項
	<p>域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 複数の林業や紙に関する統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）

(7) 製紙用チップ

① 対象範囲

製紙パルプの製造に用いるチップのうち、国産材由来のものを対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

経済産業省「生産動態統計（パルプ月報）」⁷⁷における「原材料」のうち、「国産材チップ針葉樹」「国産材チップ広葉樹」（2022年値）の合計値を賦存量（ドライベース）とし、単位変換係数をかけて体積を重量に変換した。なお、この統計では原料ソースごとに値が集計されている。また、賦存量（ウェットベース）は、原料ソースごとに賦存量（ドライベース）重量を「1－含水率（湿量基準）」または「1＋含水率（乾量基準）」で除することで推計した。

さらに、日本製紙連合会ホームページ「パルプ材」における「パルプ材ソース別原料構成比<2022年>」⁷⁸をもとに、「針葉樹」「広葉樹」のそれぞれについて、原料ソースの内訳比率を以下の通り設定した。

- ・ 国産材チップ（針葉樹）の内訳
製材残材：52.7%、天然林低質材：1.4%、人工林低質材：39.4%、古材：5.9%
- ・ 国産材チップ（広葉樹）の内訳
製材残材：2.2%、天然林低質材：96.9%、人工林低質材：0.9%

賦存量（都道府県別）

農林水産省「令和4年木材統計」⁷⁹における「木材チップ生産量（合計）」（2022年値）をもとに、全国の賦存量を按分して推計した。

（注）この統計では、生産量が秘匿となっている都県が存在するが、それらの木材チップ生産量は0であるとみなして、按分係数を作成した。

利用状況

製紙パルプの製造に用いるチップを対象として、その消費量を集計していることから、

⁷⁷ https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁷⁸ <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/13337241/www.jp.a.gr.jp/states/pulpwood/index.html>
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁷⁹ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/mokuzai/toukei/r4/index.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

全量が「利用量（マテリアル用途）」であると仮定した。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-44 に示す。

表 3-44 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（製紙用チップ）

データ項目	データの詳細や出所など
含水率（乾量基準） * 製材端材由来のもの	<ul style="list-style-type: none"> 長野県林業総合センター（2014）「木材チップ等、木質資源の含水率」（長野県林業総合センター ミニ技術情報 No.50）⁸⁰における記述「製材端材チップの含水率は乾量基準で 10～15%前後であった」より、12.5%を製材端材由来の製紙用チップの含水率（乾量基準）として推計に用いた。
含水率（湿量基準） * 低質材由来のもの	<ul style="list-style-type: none"> 東京農業大学農山村支援センター（2015）「再生可能エネルギーを活用した地域活性化の手引き」⁸¹における記述「燃料として主に利用されるスギ・ヒノキの未利用材は、伐採直後の水分が 50%ほどあります」より、50%を低質材由来の製紙用チップの含水率（湿量基準）として推計に用いた。
含水率（乾量基準） * 古材由来のもの	<ul style="list-style-type: none"> 一般社団法人全国木材検査・研究協会ホームページ⁸²における記述「建築後、年数が経過した木造住宅の部材の含水率は、おおよそ 10～20%です。」をもとに、15%を古材由来の製紙用チップの含水率（乾量基準）として推計に用いた。
チップの単位変換係数（体積→重量）	<ul style="list-style-type: none"> 全国木材チップ工業連合会ホームページ「木材チップの換算係数」⁸³をもとに、針葉樹チップ：0.5BDt/m³、広葉樹チップ：0.6BDt/m³を木材チップの単位変換係数として、推計に用いた。

⁸⁰ <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/joho/minigijutsu/documents/50chipmc.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁸¹ http://nousanson.jp/data/tebiki_ene2015.pdf
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁸² http://www.jlira.jp/jas_2B.html
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁸³ <http://zmchip.com/>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で3,362千トン、ウェットベース（湿重量）で5,236千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、北海道や東北の賦存量が多かった。

なお、日本製紙連合会ホームページ⁸⁴によれば、製紙産業におけるパルプ材の集荷量は、近年、緩やかな減少傾向にある。そもそも、紙・板紙の内需は長期にわたり減少傾向にあり、特に、コロナ禍の影響を受けた2020年に、大幅に減少し、その後も低調に推移している。

（参考：日本製紙連合会（2025）「2025年紙・板紙内需見通し報告」⁸⁵）

⁸⁴ <https://www.jpa.gr.jp/states/pulpwood/index.html>

（最終アクセス日：2025年3月19日）

⁸⁵ <https://www.jpa.gr.jp/file/release/20250120110110-1.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月19日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-45 賦存量・利用可能量の推計結果（製紙用チップ・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量		3,362 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	3,362 千 t-dry	100.0%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	0 千 t-dry	0.0%
	未利用量	0 千 t-dry	0.0%

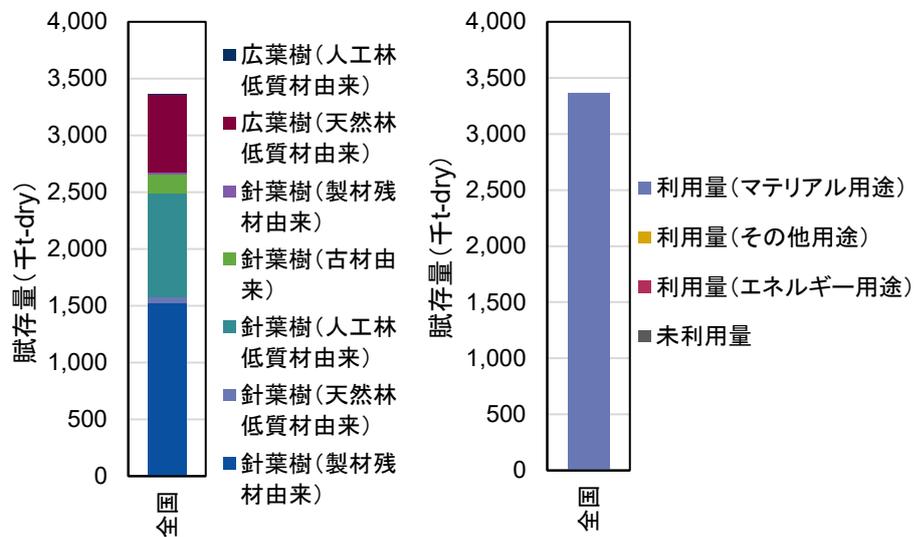


図 3-36 賦存量・利用状況の推計結果（製紙用チップ・ドライベース）

表 3-46 賦存量・利用可能量の推計結果（製紙用チップ・ウェットベース）

	ウェットベース（湿重量）		
賦存量		5,236 千 t-wet	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	5,236 千 t-wet	100.0%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	0 千 t-wet	0.0%
	未利用量	0 千 t-wet	0.0%

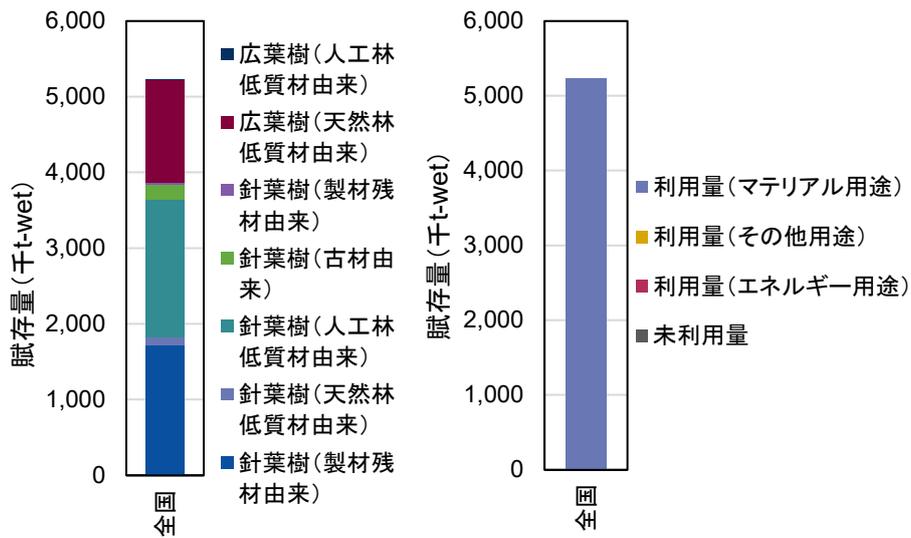


図 3-37 賦存量・利用状況の推計結果（製紙用チップ・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

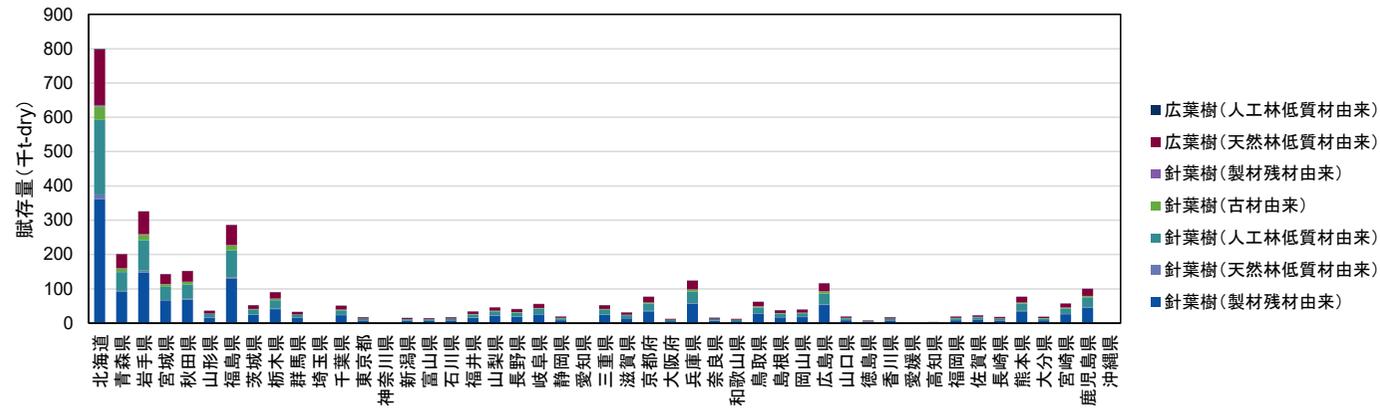


図 3-38 都道府県別の賦存量の推計結果（製紙用チップ・ドライベース）

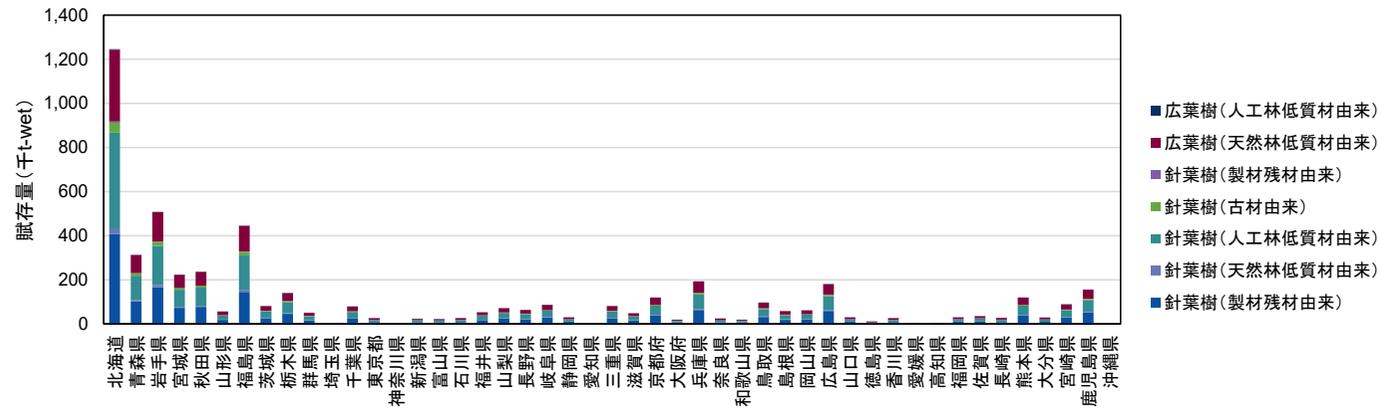


図 3-39 都道府県別の賦存量の推計結果（廃木材（製紙用チップ・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査では、推計対象としていなかった品目である。

⑤ 推計上の課題・留意事項

製紙用チップの賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-47 に示す。

表 3-47 推計上の課題・留意事項（製紙用チップ）

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製紙パルプの製造に用いるチップのうち、国産材由来のものを対象として、その消費量を賦存量とみなしたが、生産量と消費量に差異がある（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。 ・ 複数の林業や紙に関する統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「チップ生産量（合計）」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「製紙用チップ生産量」で按分することが好ましいが、情報が得られていない。また、統計上で秘匿となっている都県の値が存在するため、正確な按分が難しい。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。 ・ 複数の林業や紙に関する統計値の間で、不整合が存在する可能性がある。（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間で、不整合が存在する可能性がある。）

(8) 廃パルプ（ペーパースラッジ）

① 対象範囲

製紙業界から発生する産業廃棄物のうち、「PS（有機性スラッジ等）」を対象とした。

② 推計方法

2022年度の実績値をもとに推計した。

賦存量（全国）

賦存量（全国）は、日本製紙連合会（2023）『『環境行動計画』／廃棄物対策 フォローアップ調査結果（2022年度実績）』⁸⁶における「PS（有機性スラッジ等）」の「発生量」から推計した。絶乾ベースの値から推計した量を賦存量（ドライベース）、有姿ベースの値から推計した量を賦存量（ウェットベース）とした。

なお、日本製紙連合会の当該調査において、回答のあった工場・事業所が全製紙会社に占める「生産シェア」は、89.6%であるとの記載があるため、日本製紙連合会の統計値をこの値で除した値を賦存量とみなした。

賦存量（都道府県別）

賦存量（都道府県別）は、賦存量（全国）を経済産業省「2023年経済構造実態調査（製造事業所調査） 地域別統計表」⁸⁷における各都道府県の「パルプ・紙・紙加工製造業」の「製造品出荷額」（2022年値）で按分して推計した。

利用状況

利用状況は、日本製紙連合会（2023）『『環境行動計画』／廃棄物対策 フォローアップ調査結果（2022年度実績）』から、以下のように推計した。

- ・ 利用量（合計）

賦存量に「産業廃棄物」全体の「有効利用率」（絶乾ベース：98.0%、有姿ベース：98.2%）をかけた値を利用量とした。

- ・ 利用量（エネルギー用途、マテリアル用途）

減容化量の内訳として、「燃料利用を基本とする PS の可燃部分が 60.1 万 t」と記載されていることから、この値を日本製紙連合会の「生産シェア」89.6%で除した値を利用量（エネルギー用途）（ウェットベース）であるとみなした。また、有姿ベースと絶乾ベースの産業廃棄物発生量の比率を掛けて、利用量（エネルギー用途）（ド

⁸⁶ <https://www.jpa.gr.jp/file/followup/20231019034643-1.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁸⁷ <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kkj/index.html>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

ライベース)を推計した。さらに、利用量の残りの全量が、利用量(マテリアル用途)であるとみなした。

- 利用量(その他用途)
想定される用途がないことから、利用量は0とみなした。
- 未利用量
賦存量から上記の利用量を引いた値を未利用量とした。

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で1,689千トン、ウェットベース（湿重量）で3,003千トンと推計された。なお、日本製紙連合会（2023）『『環境行動計画』／廃棄物対策 フォローアップ調査結果（2022年度実績）』⁸⁸における「PS（有機性スラッジ等）」の数値をもとに推計していることから、廃パルプ（ペーパースラッジ）以外の不純物などが含まれた数値となってしまう可能性があることに留意されたい。

都道府県の賦存量では、製紙業の盛んな大阪府、静岡県、愛媛県の賦存量が多かった。

なお、日本製紙連合会『『環境行動計画』／廃棄物対策 フォローアップ調査結果』⁸⁹によれば、近年、製紙業界における産業廃棄物全体の発生量は減少傾向にある。そもそも、紙・板紙の内需は長期にわたり減少傾向にあり、特に、コロナ禍の影響を受けた2020年に、大幅に減少し、その後も低調に推移している。（出所：日本製紙連合会（2025）「2025年 紙・板紙内需見通し報告」⁹⁰）また、利用状況については、有効利用率の現状維持（2019年度実績：98.4%）に努めることを目標としている。

⁸⁸ <https://www.jpa.gr.jp/file/followup/20231019034643-1.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁸⁹ <https://www.jpa.gr.jp/docs/stats/followup.php>

（最終アクセス日：2025年3月19日）

⁹⁰ <https://www.jpa.gr.jp/file/release/20250120110110-1.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月19日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-48 賦存量・利用可能量の推計結果（廃パルプ（ペーパースラッジ）・ドライベース）

		ドライベース（乾重量）	
賦存量		1,689 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	1,278 千 t-dry	75.6%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	377 千 t-dry	22.3%
	未利用量	34 千 t-dry	2.0%

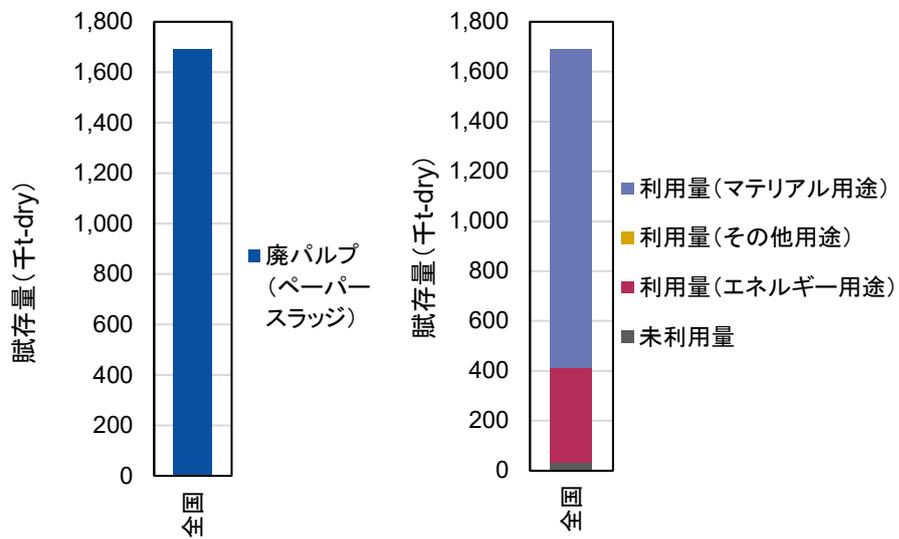


図 3-40 賦存量・利用状況の推計結果（廃パルプ（ペーパースラッジ）・ドライベース）

表 3-49 賦存量・利用可能量の推計結果（廃パルプ（ペーパーズラッジ）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	3,003 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	2,277 千 t-wet	75.8%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	671 千 t-wet	22.3%
	未利用量	55 千 t-wet	1.8%

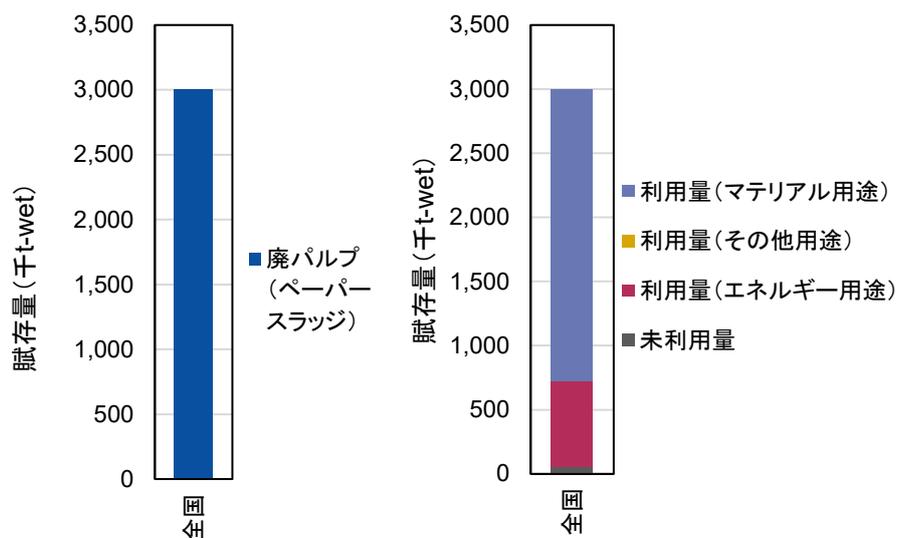


図 3-41 賦存量・利用状況の推計結果（廃パルプ（ペーパーズラッジ）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

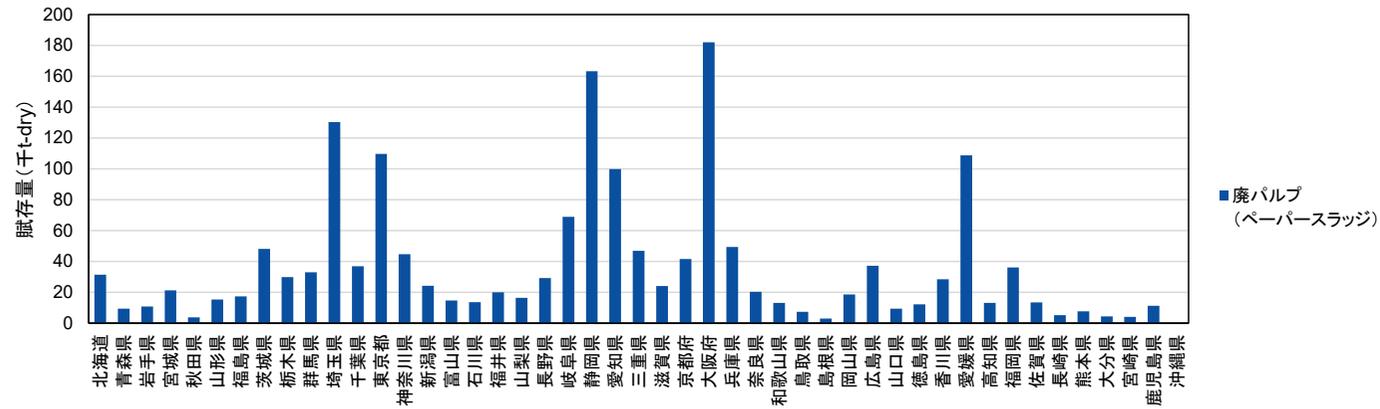


図 3-42 都道府県別の賦存量の推計結果 (廃パルプ (ペーパーラッジ)・ドライベース)

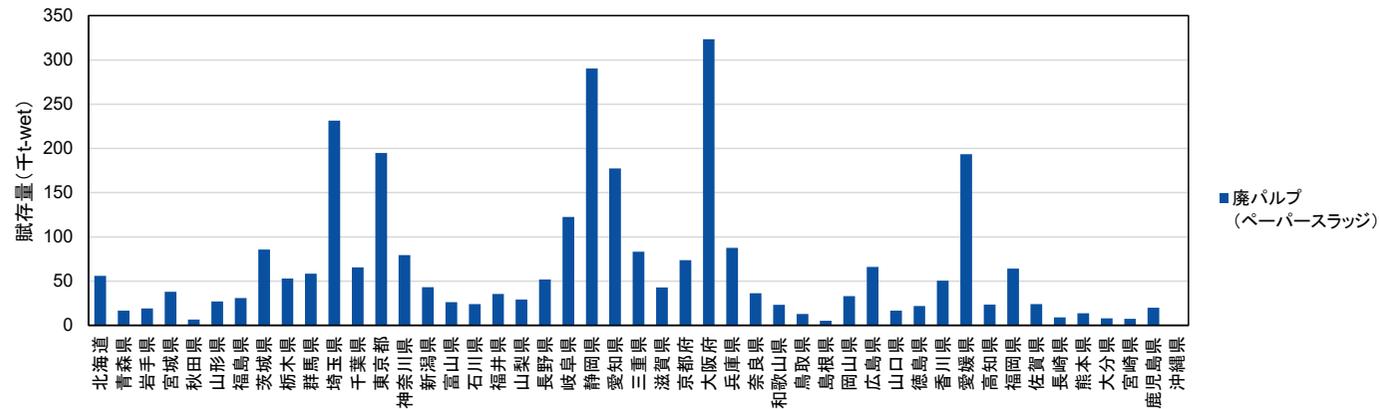


図 3-43 都道府県別の賦存量の推計結果 (廃パルプ (ペーパーラッジ)・ウェットベース)

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査では、推計対象としていなかった品目である。

⑤ 推計上の課題・留意事項

廃パルプ（ペーパースラッジ）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-50 に示す。

表 3-50 推計上の課題・留意事項（廃パルプ（ペーパースラッジ））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 日本製紙連合会（2023）『環境行動計画』／廃棄物対策 フォローアップ調査結果（2022 年度実績）⁹¹における「PS（有機性スラッジ等）」の数値をもとにして推計したため、「等」とあるように不純物など他のものが含まれた量となっている可能性がある。
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> 「パルプ・紙・紙加工製造業」の「製造品出荷額」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「製紙業」のみの値で按分することが好ましいが、情報が得られなかった。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 製紙業界の産業廃棄物全体の処理処分率をもとにして、利用状況を推計したが、本来であればペーパースラッジのみの処理処分率のデータを用いることが好ましい。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

⁹¹ <https://www.jpa.gr.jp/file/followup/20231019034643-1.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

(9) 黒液

① 対象範囲

「パルプ・紙・板紙製品」を製造する事業所から発生する黒液を対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

経済産業省「特定業種石油等消費統計調査（令和5年年報）」⁹²における「回収黒液」の量（絶乾ベース）（2022年値）を、「黒液」の賦存量（ドライベース）であるとみなした。また、賦存量（ウェットベース）は、賦存量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

賦存量（都道府県別）

賦存量（都道府県別）は、賦存量（全国）を経済産業省「2023年経済構造実態調査（製造事業所調査）地域別統計表」⁹³における各都道府県の「パルプ・紙・紙加工製造業」の「製造品出荷額」（2022年値）で按分して推計した。

利用状況

黒液は製紙工場で発生・回収されることから、全量が燃料として利用されているものと仮定し、全量が「利用量（エネルギー用途）」であると仮定した。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表3-51に示す。

表 3-51 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（黒液）

データ項目	データの詳細や出所など
含水率（湿量基準）	・ 公益社団法人化学工学会ホームページ「Web版化学プロセス集成 パルプ（製紙工場）」 ⁹⁴ における記述「黒液（固形分20%）」をもとに、80%を黒液の含水率（湿量基準）として推計に用いた。

⁹² https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec003/
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁹³ <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kkj/index.html>
（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁹⁴ <https://www0.scej.org/education/>
（最終アクセス日：2025年3月18日）

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で 11,114 千トン、ウェットベース（湿重量）で 55,569 千トンと推計された。都道府県の賦存量では、製紙業の盛んな大阪府、静岡県、愛媛県の賦存量が多かった。

利用状況に関して、排出量の全量がパルプ工場から排出されており、工場内における再利用が行いやすいため、利用率が 100 %と高く、その全てがエネルギーとして利用されていた。

（参考：池田努（2012）「製紙産業における黒液のエネルギー利用」（日本印刷学会誌、49 巻 5 号、324-328）⁹⁵

なお、経済産業省「特定業種石油等消費統計調査（令和 5 年年報）」⁹⁶における「回収黒液」の量は、近年、緩やかな減少傾向にある。そもそも、紙・板紙の内需は長期にわたり減少傾向にあり、特に、コロナ禍の影響を受けた 2020 年に、大幅に減少し、その後も低調に推移している。

（参考：日本製紙連合会（2025）「2025 年 紙・板紙内需見通し報告」⁹⁷

⁹⁵ https://www.jstage.jst.go.jp/article/nig/49/5/49_324/article-char/ja/
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

⁹⁶ https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec003/
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

⁹⁷ <https://www.jpa.gr.jp/file/release/20250120110110-1.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-52 賦存量・利用可能量の推計結果（黒液・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量	11,114 千 t-dry		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	11,114 千 t-dry	100.0%
	未利用量	0 千 t-dry	0.0%

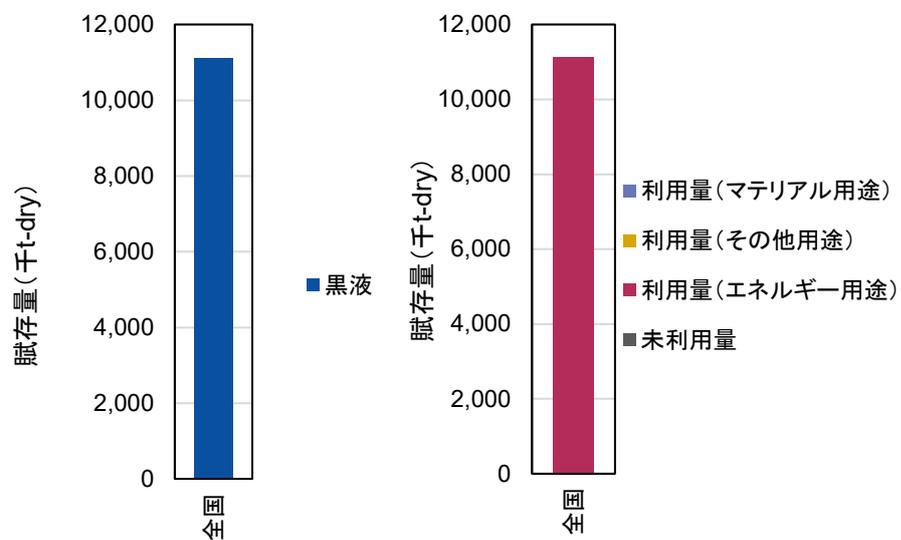


図 3-44 賦存量・利用状況の推計結果（黒液・ドライベース）

表 3-53 賦存量・利用可能量の推計結果（黒液・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	55,569 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	55,569 千 t-wet	100.0%
	未利用量	0 千 t-wet	0.0%

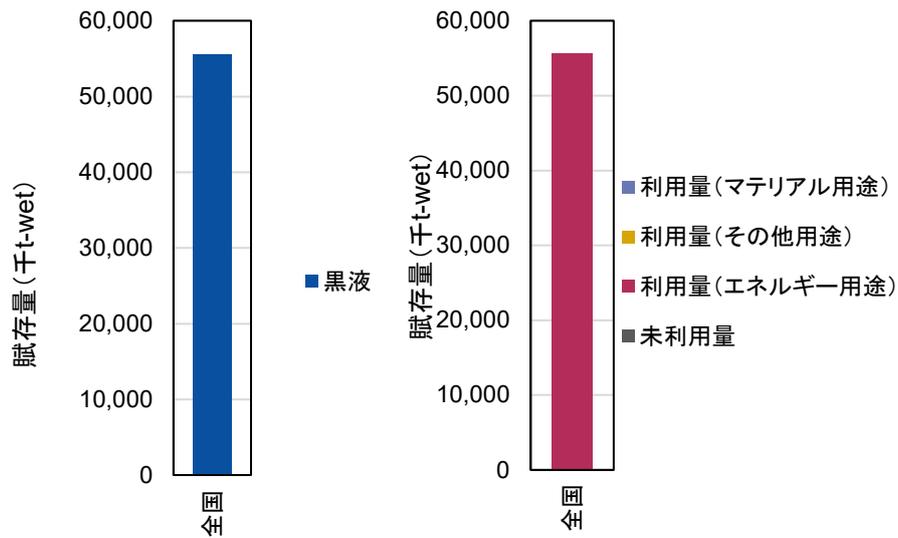


図 3-45 賦存量・利用状況の推計結果（黒液・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

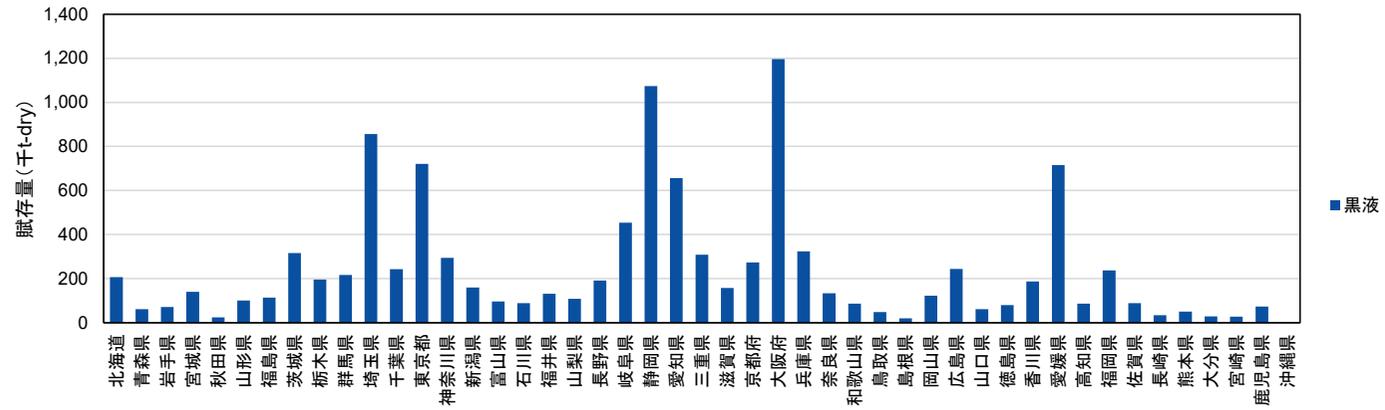


図 3-46 都道府県別の賦存量の推計結果（黒液・ドライベース）

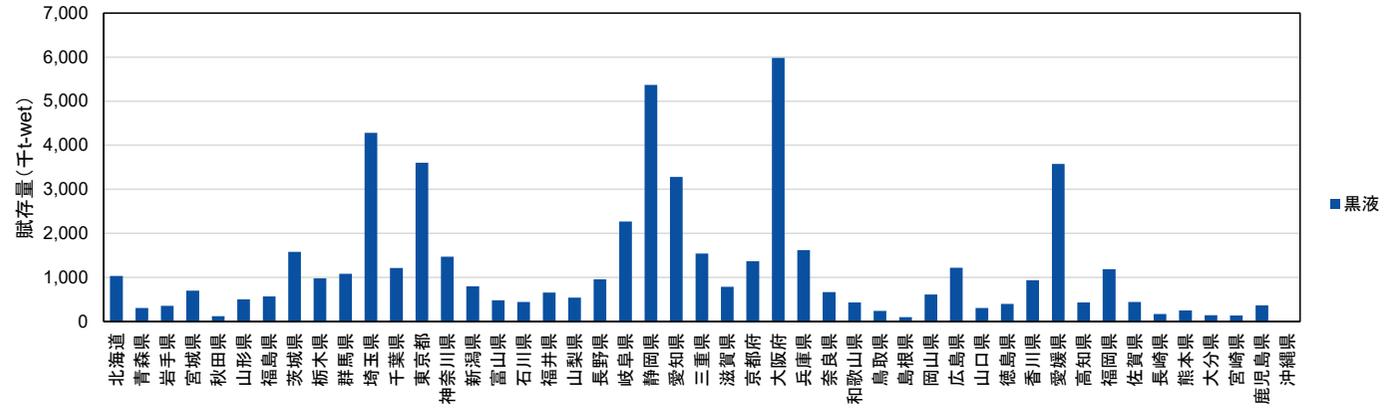


図 3-47 都道府県別の賦存量の推計結果（黒液・ウェットベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査では、推計対象としていなかった品目である。

⑤ 推計上の課題・留意事項

黒液の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-54 に示す。

表 3-54 推計上の課題・留意事項（黒液）

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 「パルプ・紙・板紙製品」を製造する事業所から発生する黒液を対象として、エネルギーとして消費された「回収黒液」の量を賦存量とみなしたが、発生量と消費量に差異がある（現在の統計データで未把握な量が存在している）可能性がある。
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> 「パルプ・紙・紙加工製造業」の「製造品出荷額」で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば「製紙業」のみの値で按分することが好ましいが、情報が得られていない。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

(10) 古紙

① 対象範囲

国内で消費される紙・板紙のうち、「物理的に回収できないもの（用途による判断）」を除いたものを対象とした。

② 推計方法

公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック」⁹⁸に記載されている「古紙回収可能性算定結果要約表」の最新年度が2021年であるため、2021年の算定結果の値をもとに推計した。

賦存量（全国）

公益財団法人古紙再生促進センター（2023）「古紙ハンドブック 2023」における「古紙回収可能性算定結果要約表（2021年版）」より、「紙・板紙の国内消費量（貿易梱包材込）（2021年値）」から「物理的に回収できないもの（用途による判断）の量」（2021年値）を引いた値を賦存量（ウェットベース）であるとみなした。

また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量に「1-含水率（湿量基準）」を掛けることで推計した。

賦存量（都道府県別）

総務省「令和2年国勢調査」⁹⁹における「都道府県別人口」（2020年値）で全国値を按分して、推計した。

利用状況

公益財団法人古紙再生促進センター（2023）「古紙ハンドブック 2023」より、各用途の利用量および未利用量（ウェットベース）を以下の通り仮定した。また、各用途の利用量および未利用量（ドライベース）は、各用途の利用量および未利用量（ウェットベース）の重量に「1-含水率（湿量基準）」を掛けることで推計した。

- ・ 利用量（合計）

「古紙回収可能性算定結果要約表（2021年版）」における「回収されているものの量（古紙重量）」（2021年値）は、全量が利用量であるとみなした。

- ・ 利用量（マテリアル用途）

「古紙品種別消費量推移（古紙利用率推移）」における「古紙消費量計（古紙+古

⁹⁸ <http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/handbook2023.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

⁹⁹ <https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2020/index.html>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

紙パルプ)」（2021年値）を利用量（マテリアル用途）であるとみなした。

- ・ 利用量（エネルギー用途）
上記の利用量（合計）から利用量（マテリアル用途）を引いた差分について、その全量を利用量（エネルギー用途）とみなした。
- ・ 利用量（その他用途）
その他用途への利用量は僅かであることが想定されるので、利用量（その他用途）は0であるとみなした。
- ・ 未利用量
「古紙回収可能性算定結果要約表（2021年版）」における「回収されていないものの量」を、未利用量とみなした。すなわち、上記の賦存量から利用量を引いた差分の全量を未利用量とみなした。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-55 に示す。

表 3-55 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（古紙）

データ項目	データの詳細や出所など
含水率（湿量基準）	・ 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス（2022） 「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022 年」 ¹⁰⁰ で報告された紙くずの含水率（一般廃棄物：20%、産業廃棄物：15%）の平均値 17.5%で含水率を代表させ、全国一律に 17.5%とした。

¹⁰⁰ <https://cger.nies.go.jp/publications/report/i160/i160.pdf>
(最終アクセス日：2025年3月18日)

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で 18,240 千トン、ウェットベース（湿重量）で 22,109 千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、人口の多い大都市圏での賦存量が多かった。

利用状況について、製紙用途（古紙パルプ）としての再利用が大半を占めるが、「ボード」「敷料」「セルロースファイバー」「パルプモールド」「固形燃料（RPF）」「汚水・汚泥脱水助材」「覆土代替材」「建材用フィラー」などの新規用途製品への利用も存在していた。（出所：公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック」¹⁰¹）ただし、本調査では、これらの利用状況内訳の処理量については考慮できていない。

なお、公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック」によれば、紙・板紙の生産量および消費量は、近年、減少傾向にある。それに伴い、近年、古紙の回収率は概ね横ばいであるものの、古紙回収量は減少傾向にある。そもそも、紙・板紙の内需は長期にわたり減少傾向にあり、特に、コロナ禍の影響を受けた 2020 年に、大幅に減少し、その後も低調に推移している。（出所：日本製紙連合会（2025）「2025 年 紙・板紙内需見通し報告」¹⁰²）

ところで、日本製紙連合会では、2025 年度の古紙利用率の目標を 65%と設定している。また、古紙利用率目標について、以下のように整理されている。

古紙利用技術は既に高度な水準に達し、更なる技術革新は想定しにくいこと、あるいは、今般の回収率の高まりにより、必ずしも品質の良くない古紙も利用していかねばならないことも踏まえれば、今後、古紙利用率目標の大幅な向上は困難である。

しかしながら、①製紙原料の安定的供給の確保、②資源の有効利用、ごみ減量化による循環型社会の形成、③消費者・行政・回収業者が一体となった紙のリサイクルシステムの維持等は依然として大変重要な課題であり、今後とも何らかの利用率目標を策定する社会的意義は決して小さくない。

（出所）日本製紙連合会（2021）「製紙業界の古紙利用率目標の改定に関する件」¹⁰³

¹⁰¹ <http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/handbook2023.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

¹⁰² <https://www.jpa.gr.jp/file/release/20250120110110-1.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

¹⁰³ <https://www.jpa.gr.jp/file/release/20210201000000-1.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-56 賦存量・利用可能量の推計結果（古紙・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量		18,240 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	13,311 千 t-dry	73.0%
	利用量（その他用途）	0 千 t-dry	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	1,794 千 t-dry	9.8%
	未利用量	3,134 千 t-dry	17.2%

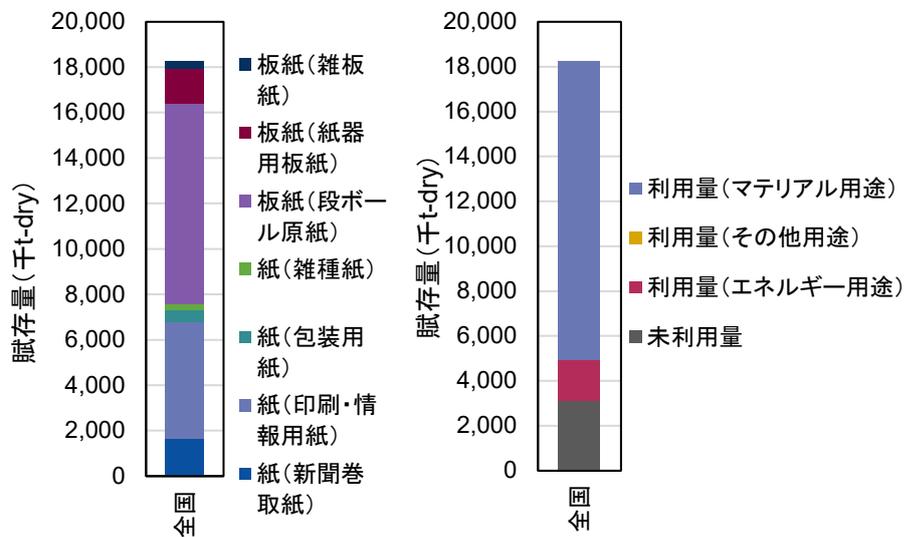


図 3-48 賦存量・利用状況の推計結果（古紙・ドライベース）

表 3-57 賦存量・利用可能量の推計結果（古紙・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	22,109 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	16,135 千 t-wet	73.0%
	利用量（その他用途）	0 千 t-wet	0.0%
	利用量（エネルギー用途）	2,175 千 t-wet	9.8%
	未利用量	3,799 千 t-wet	17.2%

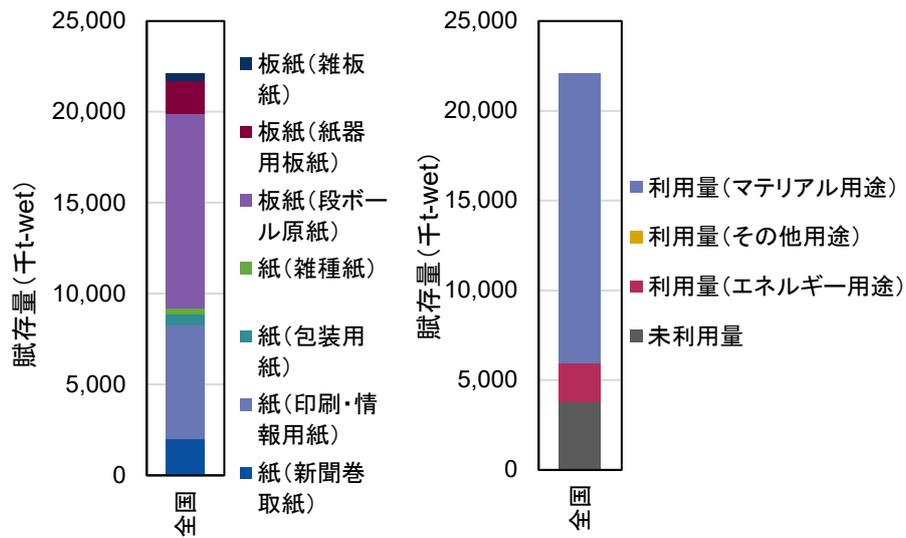


図 3-49 賦存量・利用状況の推計結果（古紙・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

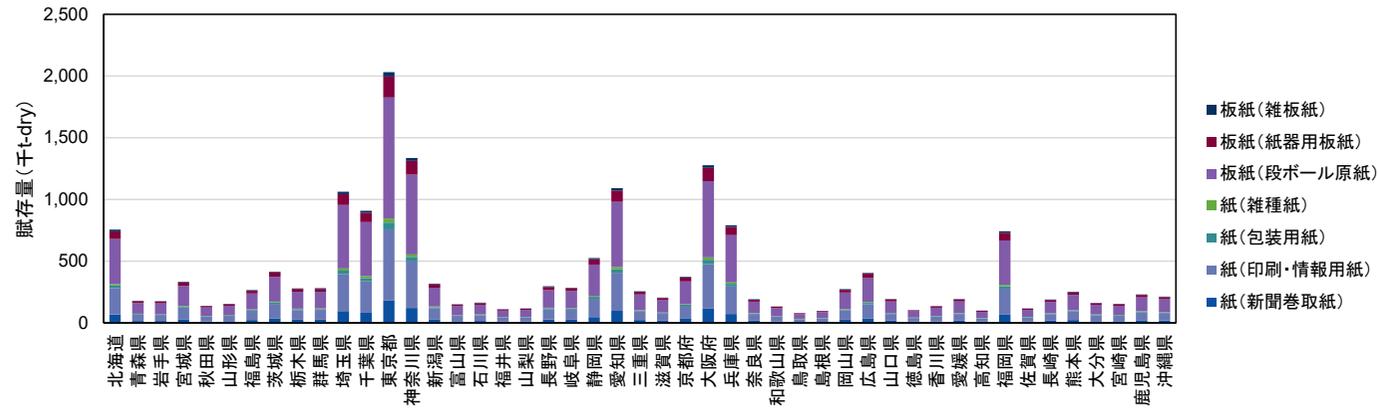


図 3-50 都道府県別の賦存量の推計結果（古紙・ドライベース）

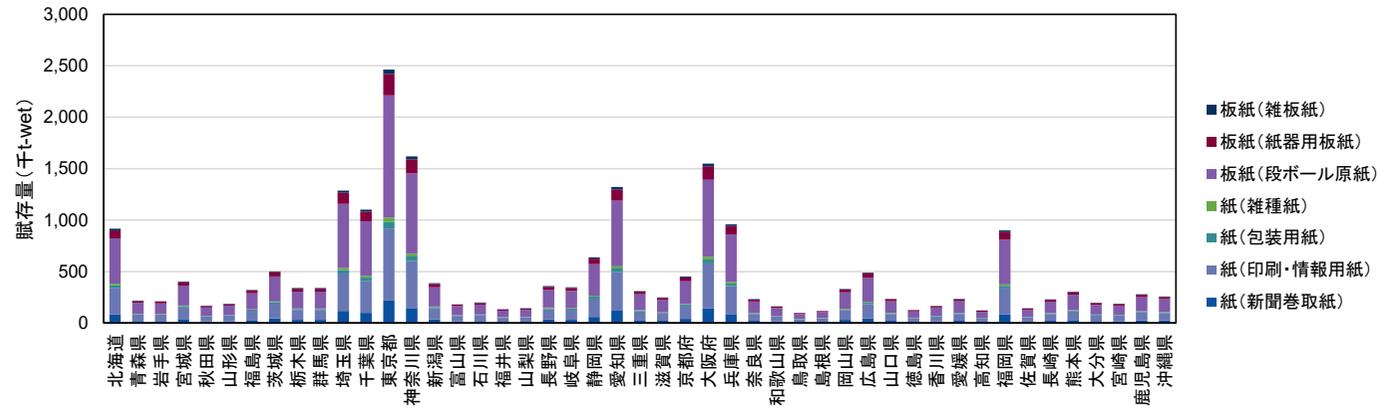


図 3-51 都道府県別の賦存量の推計結果（古紙・ウェットベース）

④ 2022年度調査からの変更点

2022年度調査と比較して、品目名称および推計対象範囲を変更した。また、それに合わせて賦存量・利用可能量の推計方法を見直した。変更した内容を表 3-58 に示す。

表 3-58 2022年度調査からの変更点（古紙）

	変更点
品目名称を変更 推計対象範囲を変更	<ul style="list-style-type: none">2022年度調査では、紙類（一般廃棄物）、紙くず（産業廃棄物）、古紙（廃棄物統計で未把握な循環資源）として推計していた。今回は、発生源および回収区分で区別せず、資源全体の賦存量・利用状況を把握することを目的として、種類に分類することなくまとめて「古紙」として推計した。
推計方法を見直し （賦存量・利用可能量）	<ul style="list-style-type: none">2022年度調査では、発生源および回収区分で品目を区分していたため、それぞれ別個の統計をもとに推計していた。今回は、「古紙」全体を扱った統計として、公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック」¹⁰⁴のデータをもとに、賦存量・利用可能量を推計した。

<参考> 発生源および回収区分ごとの賦存量の推計

参考として、2022年度調査の推計手法を用いて、発生源および回収区分ごとに「古紙」の賦存量の推計も実施した。その推計方法を表 3-59 に、推計結果を表 3-60 に、それぞれ示す。

¹⁰⁴ <http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/handbook2023.pdf>
(最終アクセス日：2025年3月18日)

賦存量（全国）

表 3-59 発生源および回収区分ごとの「古紙」の賦存量（推計方法）

区分	推計方法
紙類（一般廃棄物）	<ul style="list-style-type: none"> 環境省（2024）「令和4年度一般廃棄物実態調査」¹⁰⁵における「生活系ごみ収集量」（2022年度値）に対して、一般廃棄物中に占める紙類の割合を掛けた値を賦存量（ウェットベース）とみなした。 また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量に「1-含水率（湿量基準）」を掛けることで推計した。 一般廃棄物中に占める紙類の割合： 環境省（2023）「令和5年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」¹⁰⁶における「家庭系収集ごみの組成比率」33.3%（2022年度値）を「紙」の組成比率であるとして、推計に用いた。 含水率（湿量基準）： 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス（2022）「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022年」¹⁰⁷中の紙くずの含水率（一般廃棄物）20%を含水率（湿量基準）として推計に用いた。
紙くず（産業廃棄物のうち、紙系産業由来のもの）	<ul style="list-style-type: none"> 環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 令和4年度速報値（概要版）」¹⁰⁸における「パルプ・紙・紙加工品製造業」の「紙くず」排出量推計値（2022年度値）を賦存量（ウェットベース）とみなした。 また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量に「1-含水率（湿量基準）」を掛けることで推計した。 含水率（湿量基準）： ：国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス

¹⁰⁵ https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹⁰⁶ https://www.env.go.jp/recycle/report/post_20_00002.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹⁰⁷ <https://cger.nies.go.jp/publications/report/i160/i160.pdf>
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹⁰⁸ <https://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo.html>
（最終アクセス日：2025年3月19日）

区分	推計方法
	<p>(2022)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」より、紙くずの含水率(産業廃棄物)の15%を含水率(湿量基準)として推計に用いた。</p>
紙くず(産業廃棄物のうち、建設業由来のもの)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 令和4年度速報値(概要版)」における「建設業」の「紙くず」排出量推計値(2022年度値)が賦存量(ウェットベース)であるとみなした。 ・ また、賦存量(ドライベース)は、賦存量(ウェットベース)の重量に「1-含水率(湿量基準)」を掛けることで推計した。 ・ 含水率(湿量基準) : 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス(2022)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」より、紙くずの含水率(産業廃棄物)の15%を含水率(湿量基準)として推計に用いた。
古紙(廃棄物統計で未把握な循環資源)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境省(2023)「令和5年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書(廃棄物等循環利用量実態調査編)」¹⁰⁹における「廃棄物統計以外の循環利用量の推計結果」より「古紙」の発生量(2021年度値)が賦存量(ウェットベース)であるとみなした。 ・ また、賦存量(ドライベース)は、賦存量(ウェットベース)の重量に「1-含水率(湿量基準)」を掛けることで推計した。 ・ 含水率(湿量基準) : 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス(2022)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」より、紙くずの含水率(一般廃棄物:20%、産業廃棄物:15%)の平均値を含水率とし、全国一律に17.5%を含水率(湿量基準)として推計に用いた。

¹⁰⁹ https://www.env.go.jp/recycle/report/post_20_00002.html
(最終アクセス日:2025年3月19日)

表 3-60 発生源および回収区分ごとの「古紙」の賦存量（推計結果）

区分	推計結果 乾重量 (ドライベース)	推計結果 湿重量 (ウェットベース)	備考
紙類（一般廃棄物）	6,774 千 t-dry	8,468 千 t-wet	2022 年度値
紙くず（産業廃棄物 のうち、紙系産業由 来のもの）	257 千 t-dry	302 千 t-wet	2022 年度値
紙くず（産業廃棄物 のうち、建設業由来 のもの）	389 千 t-dry	458 千 t-wet	2022 年度値
古紙（廃棄物統計で 未把握な循環資源）	11,858 千 t-dry	14,373 千 t-wet	2021 年度値

⑤ 推計上の課題・留意事項

古紙の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-61 に示す。

表 3-61 推計上の課題・留意事項（古紙）

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内で消費される紙・板紙のうち、「物理的に回収できないもの（用途による判断）」を除いたものを対象としたが、「物理的に回収できないもの（用途による判断）」（出所：公益財団法人古紙再生促進センター「古紙ハンドブック 2023」¹¹⁰）の定義が不明である。
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「都道府県別人口」で全国の賦存量を按分して推計したが、妥当かどうかの検討が必要である。本来であれば発生源の特徴を踏まえて按分することが好ましい。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 古紙の輸出入を考慮できていない。 ・ 再生紙以外の用途での利用は、その全量をエネルギー利用と仮定して推計したが、実態としてはその他の用途での利用も存在している。 ・ 一般廃棄物と産業廃棄物、廃棄物統計で未把握な資源というように、回収ルートの違いが利用状況に影響していると考えられるが、その違いを考慮できていない。 ・ 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

¹¹⁰ <http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/handbook2023.pdf>
（最終アクセス日：2025年3月18日）

(11) 下水汚泥

① 対象範囲

下水処理過程で発生する下水汚泥を対象とした。

② 推計方法

2022年度の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

国土交通省ホームページ「下水汚泥リサイクル率」¹¹¹における「発生汚泥量」（2022年度値）を賦存量（ドライベース）とみなした。また、賦存量（ウェットベース）は、賦存量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

賦存量（都道府県別）

環境省（2024）「令和5年度産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 令和4年度速報値（概要版）」¹¹²における各都道府県の「下水汚泥 濃縮汚泥量（m³）」（原典：国土交通省資料）（2022年度値）で全国値を按分して、推計した。

利用状況

各用途の利用量および未利用量（ドライベース）は、国土交通省ホームページ「下水汚泥リサイクル率」における記載より、以下の通り推計した。また、各用途の利用量および未利用量（ウェットベース）は、賦存量（ドライベース）の重量を「1-含水率（湿量基準）」で除することで推計した。

- ・ 利用量（マテリアル用途）

「有効利用（建設資材（セメント化除く）」「有効利用（セメント化）」（2022年度値）の合計値を利用量（マテリアル用途）とみなした。

- ・ 利用量（エネルギー用途）

「有効利用（燃料化等）」（2022年度値）の値を利用量（エネルギー用途）とみなした。

- ・ 利用量（その他用途）

「有効利用（緑農地利用）」「有効利用（その他）」（2022年度値）の合計値を利用量（その他用途）とみなした。

¹¹¹ https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹¹² <https://www.env.go.jp/content/000220694.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

- ・ 未利用量
「処分（埋立）」「処分（海洋還元）」「処分（その他）」（2022 年度値）の値を未利用量とみなした。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-62 に示す。

表 3-62 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（下水汚泥）

データ項目	データの詳細や出所など
含水率（湿量基準）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公益社団法人日本下水道協会（2024）「令和 3 年度版下水道統計」における「用途別有効利用状況（汚泥）」より、各処理場の「引渡汚泥・平均含水率」および「引渡汚泥・数量（汚泥量）（重量）」から、全国平均の含水率を推計し、69.5%を下水汚泥の含水率（湿量基準）として推計に用いた。

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で2,351千トン、ウェットベース（湿重量）で7,708千トンと推計された。地域ごとの賦存量では、人口の多い大都市圏での賦存量が多かった。

利用状況について、従来は、廃棄物として埋め立てなどで処分されてきたが、本調査で情報を把握した時点では、肥料やエネルギー利用や、建築資材利用等、多様な資源として活用されているようであった。

（参考：国土交通省ホームページ「下水汚泥リサイクル率」¹¹³）

なお、国土交通省ホームページ「下水汚泥リサイクル率」によれば、発生量については、近年、横ばい傾向となっている。また、利用状況については、近年、下水汚泥リサイクル率は、横ばいもしくは微増の傾向となっている。

¹¹³ https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

賦存量・利用状況（全国）

表 3-63 賦存量・利用可能量の推計結果（下水汚泥・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量		2,351 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	1,182 千 t-dry	50.3%
	利用量（その他用途）	335 千 t-dry	14.2%
	利用量（エネルギー用途）	231 千 t-dry	9.8%
	未利用量	603 千 t-dry	25.6%

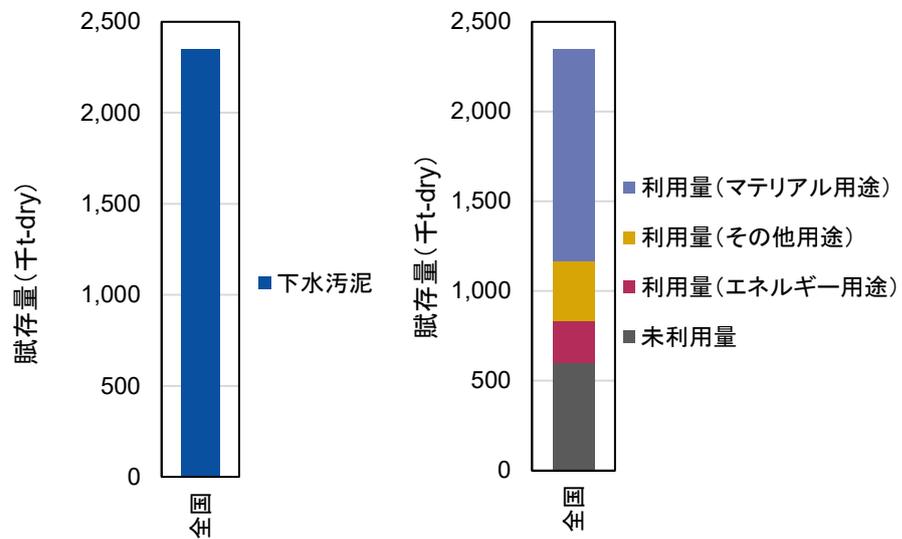


図 3-52 賦存量・利用状況の推計結果（下水汚泥・ドライベース）

表 3-64 賦存量・利用可能量の推計結果（下水汚泥・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	7,708 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	3,877 千 t-wet	50.3%
	利用量（その他用途）	1,098 千 t-wet	14.2%
	利用量（エネルギー用途）	757 千 t-wet	9.8%
	未利用量	1,976 千 t-wet	25.6%

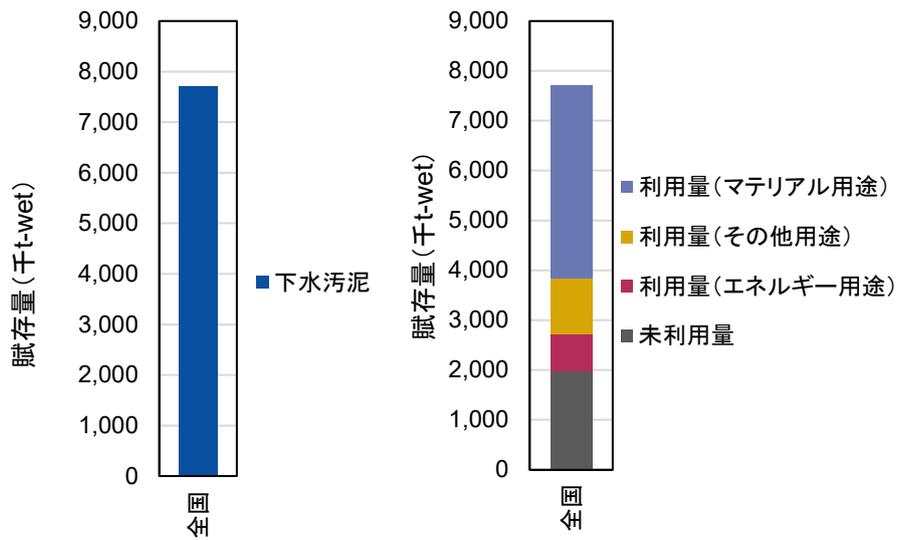


図 3-53 賦存量・利用状況の推計結果（下水汚泥・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

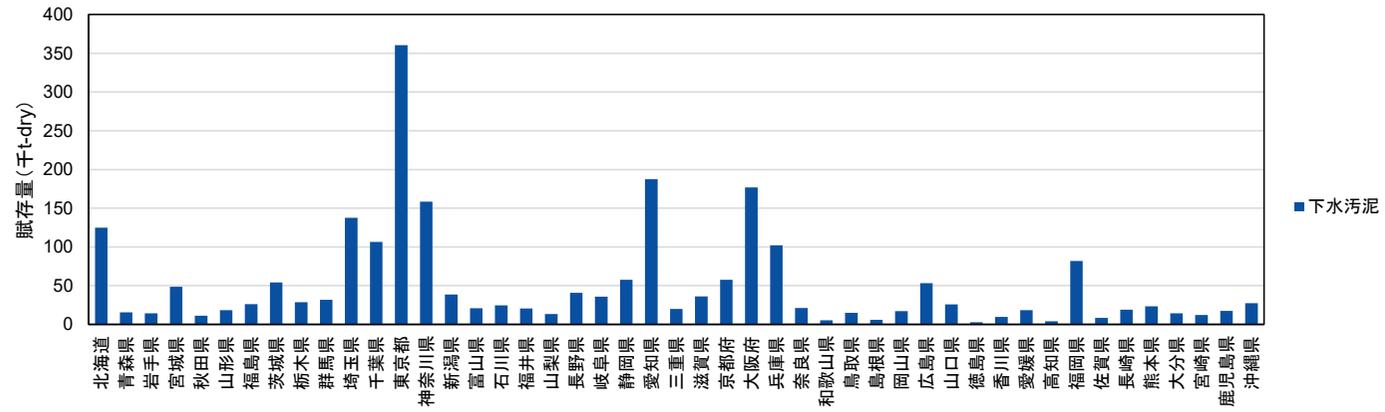


図 3-54 都道府県別の賦存量の推計結果（下水汚泥・ドライベース）

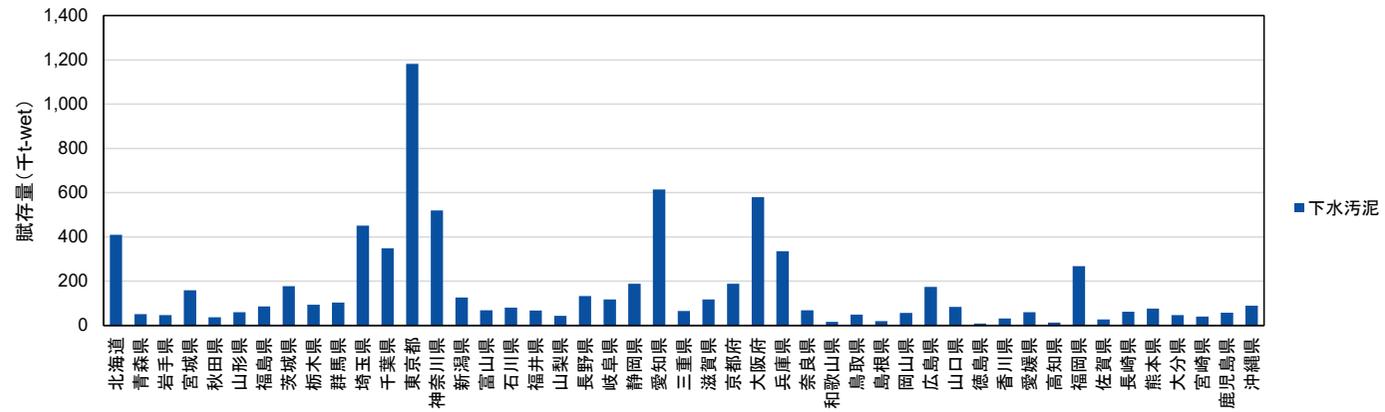


図 3-55 都道府県別の賦存量の推計結果（下水汚泥・ドライベース）

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、賦存量の推計方法を見直した。変更した内容を表 3-65 に示す。

表 3-65 2022 年度調査からの変更点（下水汚泥）

	変更点
推計方法を見直し (賦存量)	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年度調査では、市町村別の賦存量・利用可能量を推計・把握するために、公益財団法人日本下水道協会「下水道統計」のデータをもとに賦存量を推計していた。ただし、利用可能量は国土交通省ホームページの利用率のデータをもとに推計していた。 今回は、市町村別の賦存量は集計しないため、賦存量と利用状況のデータの出所を合わせて、どちらも国土交通省ホームページのデータをもとに、推計した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

下水汚泥の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-66 に示す。

表 3-66 推計上の課題・留意事項（下水汚泥）

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲/ 推計方法（賦存量（全国））	（特になし）
推計方法（賦存量（都道府県別））	（特になし）
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 統計データの都合により、バイオガス化による利用は利用量に含んでいない。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

(12) 食品加工残渣（全般）

① 対象範囲

食品製造業から発生する食品廃棄物等を対象とした。

② 推計方法

2022年度の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹¹⁴における「食品廃棄物等の年間発生量」（2022年度値）を賦存量（ウェットベース）とみなした。また、賦存量（ドライベース）は、賦存量（ウェットベース）の重量に「1-含水率（湿量基準）」を掛けることで推計した。

賦存量（都道府県別）

農林水産省「食品リサイクル法に基づく食品廃棄物等多量発生事業者の定期報告」¹¹⁵（注）における食品廃棄物等の発生量及び再生利用の実施量（令和4年度実績：都道府県別）で賦存量（全国）を按分して、推計した。

（注）食品廃棄物等の発生量が100トン以上である食品関連事業者の報告を集計したものである。

利用状況

農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」における各用途の処理量（2022年度値）について、「減量化した量」を除いて割合を求め、賦存量に求めた用途ごとの割合を掛けることで、各用途の利用量を推計した。

- ・ 利用量（マテリアル用途）

「食品リサイクル法で規定している用途別の実施量」（2022年度値）のうち「油脂及び油脂製品」「エタノール」に加えて、「その他の再生利用の実施量」（食品（食品添加物や調味料、健康食品等）、工業資材用（舗装用資材、塗料の原料等）、工芸用等の用途に仕向けた量及び不明のもの）を利用量（マテリアル用途）であると仮定して、推計した。

- ・ 利用量（エネルギー用途）

「食品リサイクル法で規定している用途別の実施量」（2022年度値）のうち「メ

¹¹⁴ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹¹⁵ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_houkoku/kekka/gaiyou.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

タン」「単価製品（燃料及び還元剤）」および「熱回収の実施量」の合計値を利用量（エネルギー用途）であると仮定して、推計した。

- ・ 利用量（その他用途）

「食品リサイクル法で規定している用途別の実施量」（2022 年度値）のうち「メタン」「単価製品（燃料及び還元剤）」の合計値を利用量（その他用途）であると仮定して、推計した。
- ・ 未利用量

「廃棄物としての処分量」（2022 年度値）を未利用量であると仮定して、推計した。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-67 に示す。

表 3-67 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（食品加工残渣（全般））

データ項目	データの詳細や出所など
含水率（湿量基準）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス（2022）「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2022 年」¹¹⁶における「食物くず」の含水率（一般廃棄物：75%、産業廃棄物：75%）をもとに、一律 75%を食品加工残渣（全般）の含水率（湿量基準）として、推計に用いた。

¹¹⁶ <https://cger.nies.go.jp/publications/report/i160/i160.pdf>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 18 日）

③ 推計結果

賦存量は、ドライベース（乾重量）で3,287千トン、ウェットベース（湿重量）で13,149千トンと推計された。

都道府県の賦存量では、食品製造業の工場が多く立地している北海道や愛知県の賦存量が多かった。

利用状況に関して、「利用量（その他用途）」として集計した量が大半を占めている。農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹¹⁷によれば、その内訳として「飼料化」が最も多くなっていた。また、「利用量（エネルギー用途）」には、「熱回収」への処理量に、「食品リサイクル法」で規定されている用途である「メタン化」「炭化して製造される燃料及び還元剤」への処理量を合算して集計していることに留意されたい。

なお、農林水産省「食品循環資源の再生利用等実態調査」の長期累年結果¹¹⁸によれば、食品廃棄物等の発生量について、近年は減少傾向にある。再生利用等実施率は上昇傾向にあるものの（2022年度の食品製造業の再生利用等実施率は89%となっている）、発生量自体が減少しているため、食品廃棄物等を食品循環資源として再生利用した実施量は、減少傾向にある。

また、農林水産省では、食品廃棄物等の発生抑制の取組として、「食品廃棄物等の単位当たりの発生量の目標値」を定めている。食品製造業における業種別の発生抑制の目標値を表3-68に示す。さらに、「食品リサイクル法」に基づく「食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針」（2019年公表）では、食品廃棄物等の再生利用等実施率の目標として、2024年度までに業種全体で食品製造業は95%を達成するよう設定している。

（参考：農林水産省ホームページ「食品廃棄物等の発生抑制の取組」¹¹⁹、「食品廃棄物等の再生利用等の目標について」¹²⁰）

¹¹⁷ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹¹⁸ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500231&tstat=000001127995&cycle=0&year=20220&month=0&tclass1=000001217120&tclass2=000001217121>
（最終アクセス日：2025年3月19日）

¹¹⁹ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/hassei_yokusei.html
（最終アクセス日：2025年3月19日）

¹²⁰ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_info/saiseiriyo_mokuhyou.html
（最終アクセス日：2025年3月19日）

表 3-68 食品製造業における業種別の発生抑制の目標値
(目標値設定期間：2024 年度～2028 年度)

業種	業種区分	発生原単位の分母の名称	目標値	
食品 製造 業	肉加工品製造業	売上高	113	kg/百万円
	牛乳・乳製品製造業	売上高	101	kg/百万円
	その他の畜産食料品製造業	製造数量	501	kg/t
	水産缶詰・瓶詰製造業	売上高	480	kg/百万円
	水産練製品製造業	売上高	227	kg/百万円
	野菜漬物製造業	売上高	571	kg/百万円
	味そ製造業	売上高	115	kg/百万円
	しょうゆ製造業	売上高	895	kg/百万円
	ソース製造業	製造数量	29.7	kg/t
	食酢製造業	売上高	155	kg/百万円
	パン製造業	売上高	165	kg/百万円
	菓子製造業	売上高	249	kg/百万円
	食用油脂加工業	製造数量	44.7	kg/t
	麺類製造業	売上高	192	kg/百万円
	豆腐・油揚製造業	売上高	2,005	kg/百万円
	冷凍調理食品製造業	売上高	317	kg/百万円
	そう菜製造業	売上高	211	kg/百万円
	すし・弁当・調理パン製造業	売上高	177	kg/百万円
	レトルト食品製造業	売上高	127	kg/百万円
	清涼飲料製造業（茶、コーヒ ー、果汁など残渣が出るもの に限る。）	製造数量	429	kg/t
製造数量		421	kg/kl	

(出所) 農林水産省ホームページ「食品廃棄物等の発生抑制の取組」¹²¹

¹²¹ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/hassei_yokusei.html
(最終アクセス日：2025年3月19日)

賦存量・利用状況（全国）

表 3-69 賦存量・利用可能量の推計結果（食品加工残渣（全般）・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量		3,287 千 t-dry	100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	129 千 t-dry	3.9%
	利用量（その他用途）	2,823 千 t-dry	85.9%
	利用量（エネルギー用途）	251 千 t-dry	7.6%
	未利用量	84 千 t-dry	2.6%

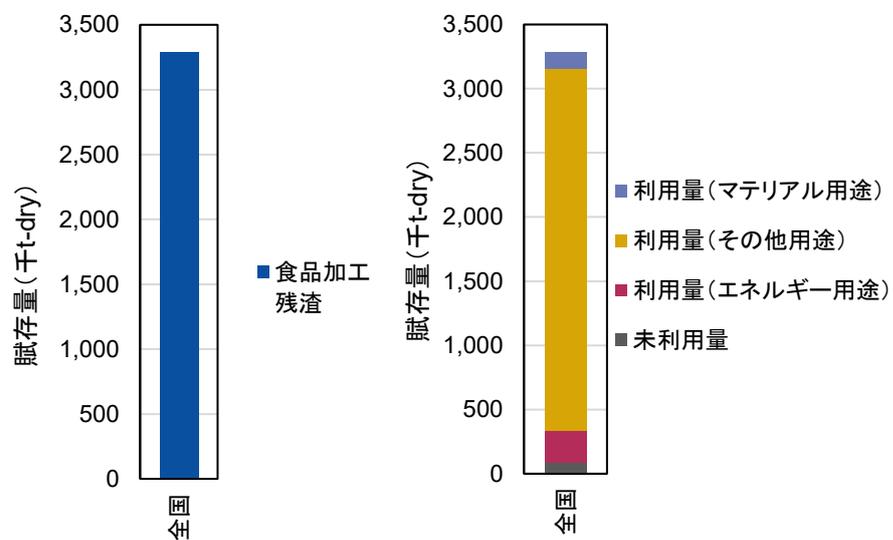


図 3-56 賦存量・利用状況の推計結果（食品加工残渣（全般）・ドライベース）

表 3-70 賦存量・利用可能量の推計結果（食品加工残渣（全般）・ウェットベース）

ウェットベース（湿重量）			
賦存量	13,149 千 t-wet		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	517 千 t-wet	3.9%
	利用量（その他用途）	11,293 千 t-wet	85.9%
	利用量（エネルギー用途）	1,004 千 t-wet	7.6%
	未利用量	336 千 t-wet	2.6%

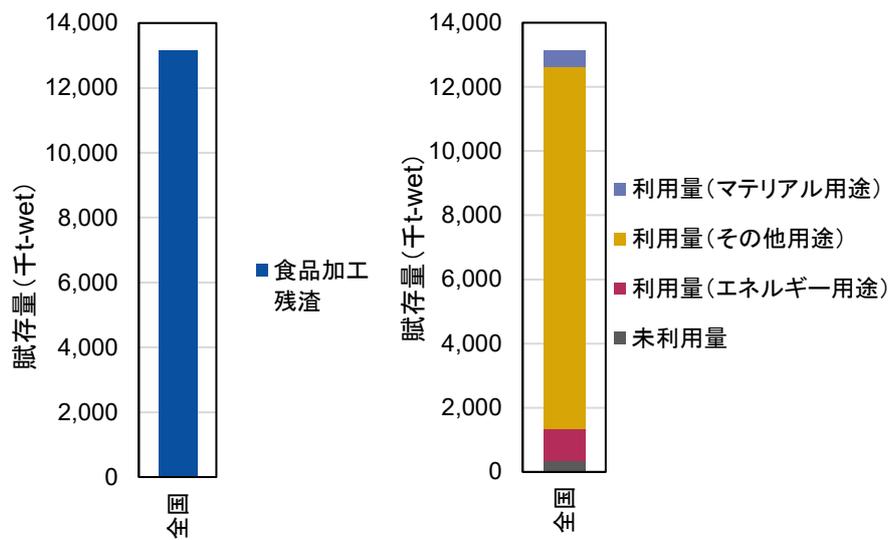


図 3-57 賦存量・利用状況の推計結果（食品加工残渣（全般）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

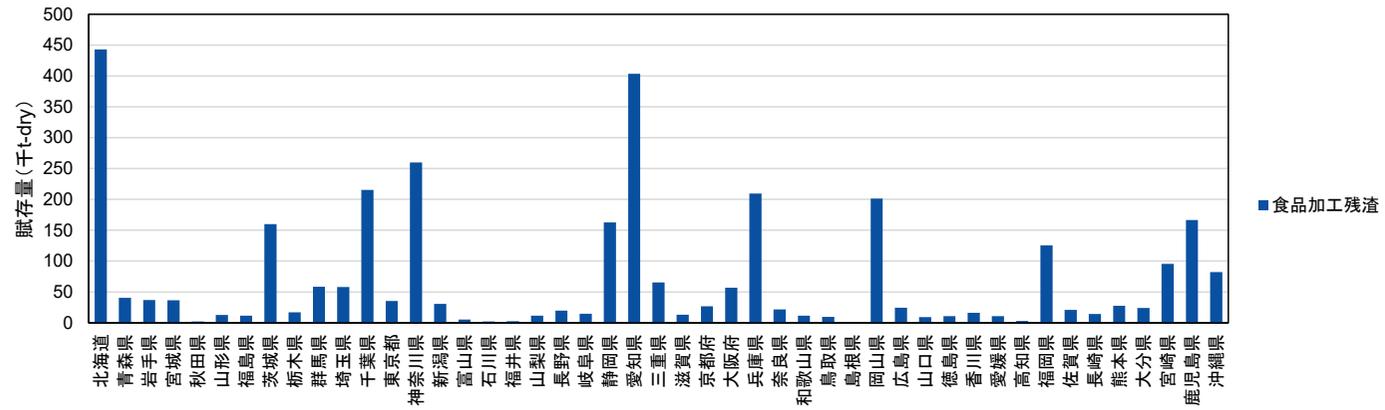


図 3-58 都道府県別の賦存量の推計結果（食品加工残渣（全般）・ドライベース）

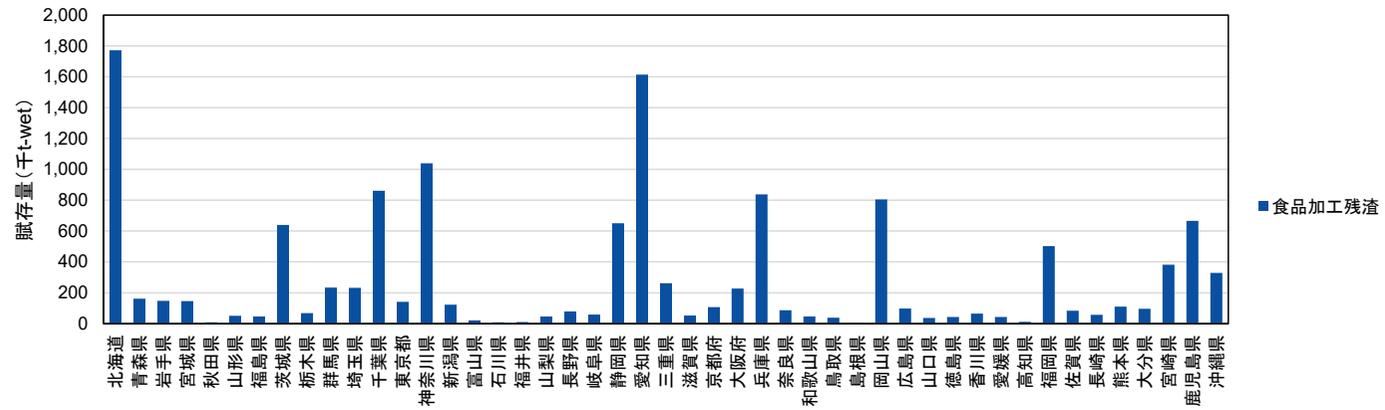


図 3-59 都道府県別の賦存量の推計結果（食品加工残渣（全般）・ウェットベース）

<参考> 食品加工残渣の利用状況の内訳について

農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹²²では、食品廃棄物等の食品循環資源としての再生利用用途について、以下の通り内訳が説明されている。

<p>(1) 肥料化 食品廃棄物等を、肥料へ加工するために仕向けるものをいう。</p> <p>(2) 飼料化 食品廃棄物等を、飼料へ加工するために仕向けるものをいう。</p> <p>(3) 菌床培地 食品廃棄物等をきのこ類の栽培のために使用される固形状の培地（いわゆる「きのこ菌床」）の原材料として利用することをいう。</p> <p>(4) メタン化 食品廃棄物等を発酵させ、得られたメタンガスをエネルギーとして利用するために仕向けるものをいう。</p> <p>(5) 油脂及び油脂製品化 食品廃棄物等を、石けん、洗剤、BDF（自動車などを動かす際に用いる「バイオディーゼル燃料」）などの加工用に仕向けるものをいう。</p> <p>(6) 炭化して製造される燃料及び還元剤 食品廃棄物等を石炭やコークスなどの代替燃料の加工用に仕向けるものをいう。</p> <p>(7) エタノール化 食品廃棄物等を、発酵、蒸留などの加工を行い、エタノールを抽出するために仕向けるものをいう。</p> <p>(8) その他 食品廃棄物等を、(1)～(7)以外の食用品（食品添加物、調味料、健康食品等）、工業資材用（舗装用資材、塗料の原料等）、工芸用等の用途に仕向けるもの及び不明のものをいう。なお、不明のものには、食品廃棄物等の再生利用を外部委託したため、再生利用に仕向けた用途が不明のものを含む。</p>
--

(出所) 農林水産省ホームページ「食品循環資源の再生利用等実態調査の概要」¹²³

¹²² https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html
(最終アクセス日：2025年3月18日)

¹²³ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyunkan_sigen/gaiyou/index.html
(最終アクセス日：2025年3月19日)

<参考> 食品製造業における業種ごとの内訳

農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹²⁴での食品製造業における業種ごとの内訳について、参考として以下に記載する。食品製造業における業種ごとの食品廃棄物等の年間発生量、再生利用等実施量等の内訳を表 3-71 および図 3-60 に示す。また、食品製造業における業種ごとの食品廃棄物等の再生利用等実施量の用途別の内訳を表 3-72 および図 3-61 に示す。

¹²⁴ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html
(最終アクセス日：2025年3月18日)

表 3-71 食品製造業における業種ごとの食品廃棄物等の
年間発生量、再生利用等実施量等の内訳（2022年度）（千t）

	食品廃棄物等の年間発生量	食品循環資源として再生利用した用途別実施量（合計）			熱回収の実施量	減量した量	廃棄物としての処分量
		合計	食品リサイクル法で規定している用途別の実施量	その他			
食品製造業（合計）	13,149	10,792	10,603	188	465	1,597	295
畜産食料品製造業	1,082	998	980	17	2	42	40
水産食料品製造業	365	301	263	37	1	38	26
野菜缶詰・果実缶詰・農産保存食料品製造業	108	83	82	1	0	14	11
調味料製造業	186	158	150	9	1	5	22
糖類製造業	2,243	936	932	4	317	989	0
精穀・製粉業	1,595	1,591	1,568	23	-	-	4
パン・菓子製造業	415	377	373	3	4	2	32
動植物油脂製造業	3,679	3,659	3,638	21	3	9	7
その他の食料品製造業	1,617	1,299	1,266	32	4	216	98
清涼飲料製造業	559	487	456	31	0	58	15
酒類製造業	1,138	881	874	7	62	155	40
茶・コーヒー製造業	162	22	20	2	71	68	1

（出所）農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹²⁵より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成。

¹²⁵ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

表 3-72 食品製造業における業種ごとの食品廃棄物等の
再生利用等実施量の用途別の内訳（2022年度）（千t）

	肥料	飼料	菌床培地	メタン	油脂及び油脂製品	炭化して製造される燃料及び還元剤	エタノール	その他
食品製造業（合計）	1,461	8,417	43	387	262	30	4	188
畜産食料品製造業	193	657	-	10	114	7	0	17
水産食料品製造業	46	194	-	5	19	0	-	37
野菜缶詰・ 果実缶詰・ 農産保存食料品 製造業	50	29	-	2	0	0	0	1
調味料製造業	53	89	0	5	2	1	-	9
糖類製造業	131	798	0	-	-	1	3	4
精穀・製粉業	24	1,500	18	-	26	0	0	23
パン・菓子製造業	55	284	0	17	15	2	0	3
動植物油脂製造業	104	3,459	8	0	64	1	-	21
その他の食料品 製造業	356	828	13	45	20	4	0	32
清涼飲料製造業	346	68	1	30	0	11	0	31
酒類製造業	86	509	2	274	0	2	0	7
茶・コーヒー 製造業	19	0	-	0	0	0	-	2

（出所）農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹²⁶より、
みずほりサーチ&テクノロジーズ作成。

¹²⁶ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

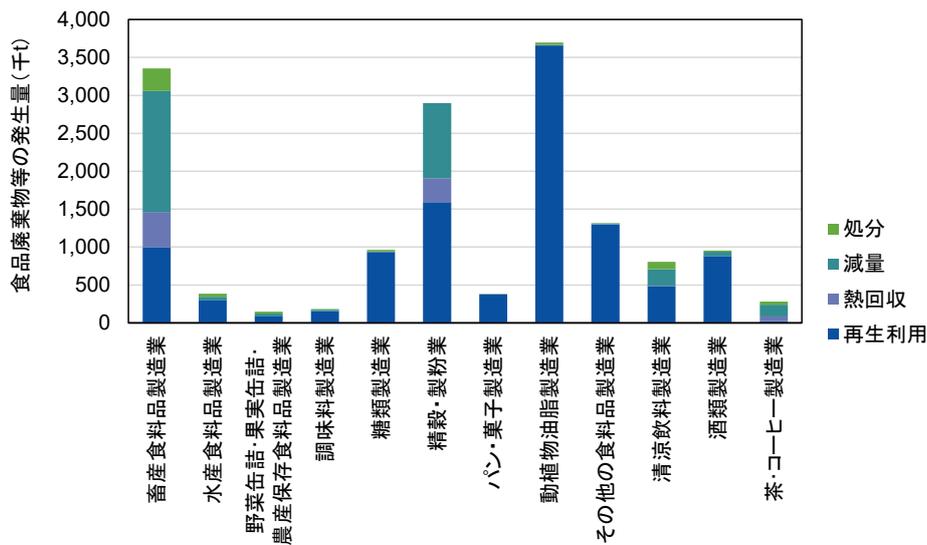


図 3-60 食品製造業における業種ごとの食品廃棄物等の年間発生量、再生利用等実施量等の内訳

(出所) 農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」¹²⁷より、みずほりサーチ&テクノロジーズ作成。

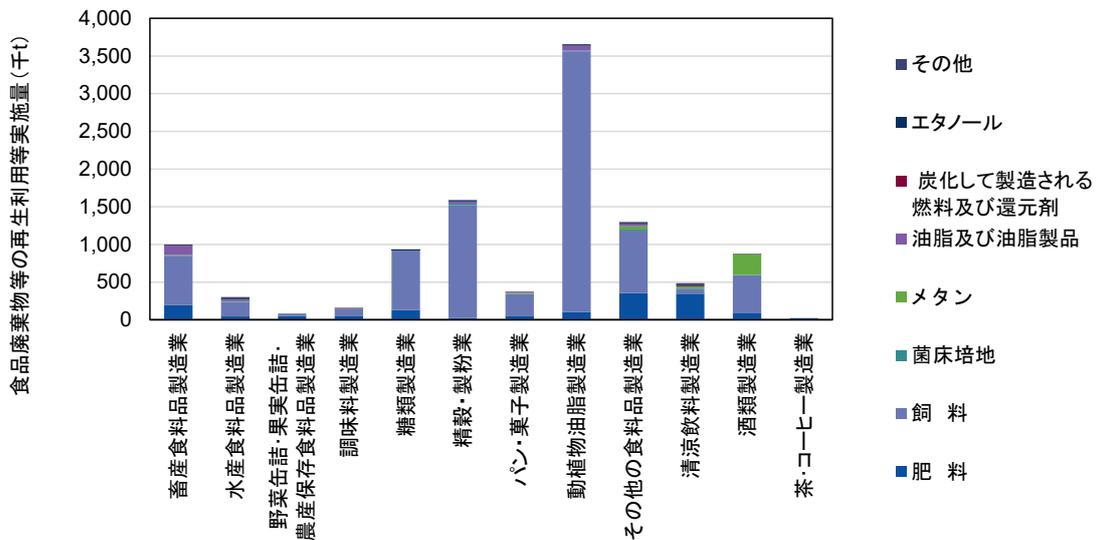


図 3-61 食品製造業における業種ごとの食品廃棄物等の再生利用等実施量の用途別の内訳

(出所) 農林水産省「令和4年度食品循環資源の再生利用等実態調査」より、みずほりサーチ&テクノロジーズ作成。

¹²⁷ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/zyunkan_sigen/r4/index.html
(最終アクセス日：2025年3月18日)

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、推計対象範囲・推計方法などの見直しは実施していない。

⑤ 推計上の課題・留意事項

食品加工残渣（全般）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-73 に示す。

表 3-73 推計上の課題・留意事項（食品加工残渣（全般））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 食品製造業から発生する食品廃棄物等を対象としたが、食品製造業に限定して推計することが適当かどうかの検討が必要である。（食品製造業以外から発生する食品残渣についても、同様にバイオものづくりの原料として扱える可能性もある。）
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> 「食品廃棄物等」の全体量で全国の賦存量を按分して推計した。本来であれば製造元や廃棄物の種類を踏まえて按分することが好ましいが、情報が得られていない。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 統計上の「減量化した量」の扱いについて、妥当かどうかの検討が必要である。 統計で数値が把握されている利用方法が多様であるため、利用可能量を正確に把握するためには、それらを「マテリアル用途」「エネルギー用途」「その他の用途」にまとめることなく、それぞれで集計することが好ましい。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

(13) 食品加工残渣（卵殻膜）

① 対象範囲

食品製造業から発生する卵殻膜を対象とした。

② 推計方法

2022年の統計値数値をもとに推計した。

賦存量（全国）

農林水産省「鶏卵流通統計調査」¹²⁸における「鶏卵生産量」（2022年値）に対して、「鶏卵のうち食品製造業で消費される割合」および「鶏卵に占める卵殻膜の重量の比率」をかけた値を、賦存量（ウェットベース）とみなした。賦存量（ドライベース）は、含水率が不明のため推計できなかった。

賦存量（都道府県別）

農林水産省「食品リサイクル法に基づく食品廃棄物等多量発生事業者の定期報告」¹²⁹（注）における「食品廃棄物等の発生量及び再生利用の実施量（令和4年度実績：都道府県別）」で賦存量（全国）を按分して、推計した。

（注）食品廃棄物等の発生量が100トン以上である食品関連事業者の報告を集計したものである。

利用状況

情報が得られなかった。

利用データ

賦存量・利用可能量の推計に際して利用した各種データ項目について、データの詳細や出所などを表 3-74 に示す。

¹²⁸ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/tikusan_ryutu/keiran/r5/index.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹²⁹ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_houkoku/kekka/gaiyou.html
（最終アクセス日：2025年3月18日）

表 3-74 賦存量・利用可能量の推計に用いたデータの補足（食品加工残渣（卵殻膜））

データ項目	データの詳細や出所など
鶏卵のうち食品製造業で消費される割合	<ul style="list-style-type: none"> 猪口隼人（2024）「鶏卵の生産と消費について」（独立行政法人農林漁業信用基金_基金 now_vol.14）において、「加工業者」を経て消費者の元へ届けられる割合は 20%との記述があることから、鶏卵のうち食品製造業で消費される割合は、20%であると仮定した。
鶏卵に占める卵殻膜の重量の比率	<ul style="list-style-type: none"> 竹中慎治（2020）「微生物由来エラスターゼによる卵殻膜の加水分解と可溶性ペプチドの生理活性評価」¹³⁰における記述「鶏卵の外側を覆う卵殻部は、卵重量の約 10% [卵殻 (9.1%)、卵殻膜 (0.9%)] を占めており」より、0.9%を鶏卵に占める卵殻膜の重量の比率として、推計に用いた。

¹³⁰ <https://www.nakashima-foundation.org/kieikai/pdf/32/2020T005.pdf>
 (最終アクセス日：2025年3月18日)

③ 推計結果

賦存量は、ウェットベース（湿重量）で4.67千トンと推計された。

都道府県の賦存量では、食品製造業の工場が多く立地している北海道や愛知県の賦存量が多い結果となった。

利用状況に関して、利用量や未利用量についての情報は得られていない。しかしながら、卵殻膜の利用方法としては、その機能（生理作用）を活かして、化粧品や医薬品、サプリメントなどへの利用が考えられ、あまり多く利用されている訳ではないが、実際に利用されている事例も存在していた。

（参考：竹中慎治（2020）「微生物由来エラスターゼによる卵殻膜の加水分解と可溶性ペプチドの生理活性評価」¹³¹、木全晃（2007）「動物性残さのリサイクルと用途開発－キューピーのケース－」¹³²）

なお、農林水産省「鶏卵流通統計調査」¹³³によれば、近年、「鶏卵生産量」は横ばいあるいは微減の傾向にある。そのため、卵殻膜の賦存量についても、横ばいあるいは微減の傾向にあると考えられる。

¹³¹ <https://www.nakashima-foundation.org/kieikai/pdf/32/2020T005.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月18日）

¹³² <http://www.gsm.kagawa-u.ac.jp/cace/KAGAWA-CS%20No.4%20KIMATA.pdf>

（最終アクセス日：2025年3月19日）

¹³³ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/tikusan_ryutu/keiran/r5/index.html

（最終アクセス日：2025年3月18日）

賦存量（全国）

表 3-75 賦存量の推計結果（食品加工残渣（卵殻膜）・ウェットベース）

	ウェットベース（湿重量）	
賦存量	4.67 千 t-wet	100.0%

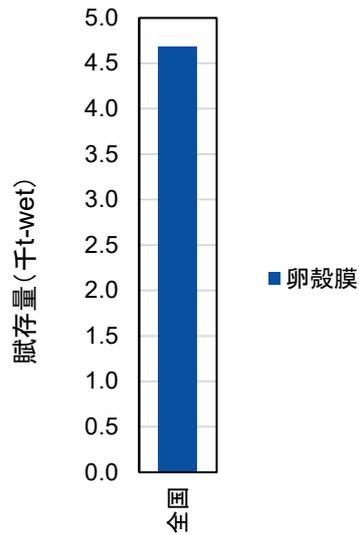


図 3-62 賦存量の推計結果（食品加工残渣（全般）・ウェットベース）

賦存量（都道府県別）

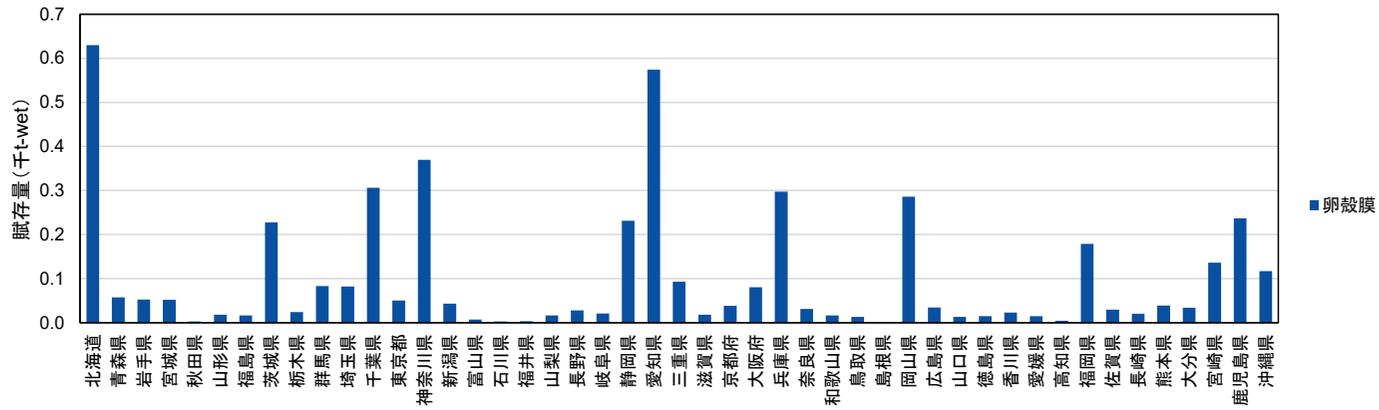


図 3-63 都道府県別の賦存量の推計結果（食品加工残渣（卵殻膜）・ウェットベース）

④ 2022年度調査からの変更点

2022年度調査では、推計対象としていなかった品目である。

⑤ 推計上の課題・留意事項

食品加工残渣（卵殻膜）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-76 に示す。

表 3-76 推計上の課題・留意事項（食品加工残渣（卵殻膜））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 食品製造業から発生する食品廃棄物等を対象としたが、食品製造業に限定して推計することが適当かどうかの検討が必要である。（食品製造業以外から発生する食品残渣についても、同様にバイオものづくりの原料として扱える可能性もある。） ・ 含水率が不明であるため、ウェットベース（湿重量）からドライベース（乾質量）への変換ができなかった。
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「食品廃棄物等」の全体量で全国の賦存量を按分した。本来であれば製造元や廃棄物の種類を踏まえて按分することが好ましいが、情報が得られていない。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一部の企業では何かしらの用途で利用が行われているようであるが、具体的な情報が入手できていない。 ・ 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

(14) 食品加工残渣（規格外澱粉）

① 対象範囲

食品製造業から発生する規格外の澱粉を対象とした。

② 推計方法

公開情報からは、規格外澱粉に関する情報が得られなかった。

③ 推計結果

情報が得られなかった。

④ 2022年度調査からの変更点

2022年度調査では、推計対象としていなかった品目である。

⑤ 推計上の課題・留意事項

食品加工残渣（規格外澱粉）の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表3-77に示す。

表 3-77 推計上の課題・留意事項（食品加工残渣（規格外澱粉））

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	・ 情報が得られなかった。 ・ そもそも規格外澱粉の定義が不明である。
推計方法（賦存量（都道府県別））	・ 情報が得られなかった。
利用状況	・ 情報が得られなかった。

(15) 事業系廃食用油

① 対象範囲

事業系から発生する UC オイル（廃食用油）を対象とした。

② 推計方法

全国油脂事業協同組合連合会「UC オイルのリサイクルの流れ図」¹³⁴の最新年度が2021年度であるため、2021年度の統計値をもとに推計した。

賦存量（全国）

全国油脂事業協同組合連合会（2022）「UC オイルのリサイクルの流れ図（令和3年度版）」における「事業系」からの「発生量」（2021年度値）を賦存量（ドライベース）とみなした。賦存量（ウェットベース）は、含水率が不明のため推計できなかった。

賦存量（都道府県別）

「令和3年経済センサス 活動調査」における「食料品製造業」および「飲食店、持ち帰り・配達飲食サービス業」の「従業者数」（2021年値）で全国値を按分して、推計した。

利用状況

各用途の利用量および未利用量（ドライベース）について、全国油脂事業協同組合連合会（2022）「UC オイルのリサイクルの流れ図（令和3年度版）」における「事業系」からの「発生量」（2021年度値）の内訳から推計した。

- ・ 利用量（マテリアル用途）
「工業原料（国内）」（2021年度値）の量を利用量（マテリアル用途）とみなした。
- ・ 利用量（エネルギー用途）
「燃料原料（国内）」「燃料原料（国外）」（2021年度値）の量を利用量（エネルギー用途）とみなした。
- ・ 利用量（その他用途）
「飼料原料（国内）」（2021年度値）の量を利用量（その他用途）とみなした。
- ・ 未利用量
「再生不能」（2021年度値）の量を未利用量とみなした。

¹³⁴ <https://zenyuren.or.jp/download/>
（最終アクセス日：2025年3月19日）

③ 推計結果

賦存量・利用状況（全国）

賦存量は、ドライベース（乾重量）で 400 千トンと推計された。

都道府県別の賦存量では、食品製造業の工場が多く立地している北海道や、人口の多い都心部の賦存量が多かった。

利用状況について、全国油脂事業協同組合連合会のホームページ¹³⁵によれば、事業系から排出される廃食用油は、そのほとんどが回収され、再生工場で精製・調整されてそれぞれの用途に利用されていた。具体的な用途（仕向け先）としては、以下があげられた。

- ・ 飼料用（配合飼料に添加）
- ・ 工業用（脂肪酸、石けん、塗料、インキなどの原料）
- ・ 海外への輸出
- ・ 燃料用（バイオディーゼル燃料、ボイラー燃料など）

なお、本調査の推計では、全国油脂事業協同組合連合会「UC オイルのリサイクルの流れ図（令和 3 年度版）」¹³⁶において、「再生不能」と記載されている量を「未利用量」として集計した。そのため、これらの量はバイオものづくりなどに利用することが難しい可能性があることに留意されたい。

また、今後、SAF 原料として廃食用油の需要が今よりも増加することが予想されている。そのため、現在の廃食用油の再生利用用途別の供給バランスが崩れる恐れがあると考えられている。

（参考：日本産業廃棄物処理振興センター（JW センター）（2024）「廃食用油を主体としたバイオマスの利用促進に向けた取組状況調査について」¹³⁷）

¹³⁵ <https://zenyuren.or.jp/uc-oil/>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

¹³⁶ <https://zenyuren.or.jp/download/>
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

¹³⁷ https://www.jwnet.or.jp/info/assets/files/R05_chousa_haishokuyu.pdf
（最終アクセス日：2025 年 3 月 19 日）

表 3-78 賦存量・利用可能量の推計結果（事業系廃食用油・ドライベース）

ドライベース（乾重量）			
賦存量	400 千 t-dry		100.0%
利用状況	利用量（マテリアル用途）	50 千 t-dry	12.5%
	利用量（その他用途）	200 千 t-dry	50.0%
	利用量（エネルギー用途）	130 千 t-dry	32.5%
	未利用量	20 千 t-dry	5.0%

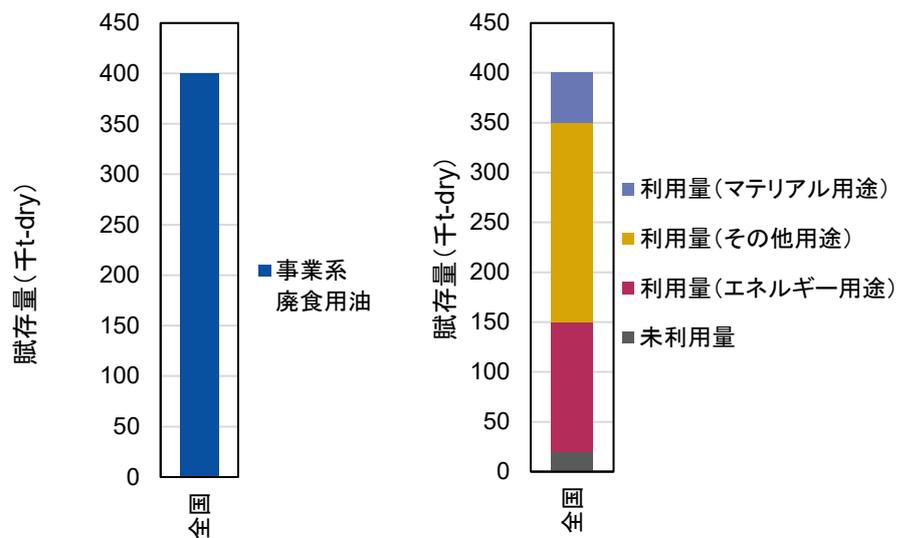


図 3-64 賦存量・利用状況の推計結果（事業系廃食用油・ドライベース）

賦存量 (都道府県別)

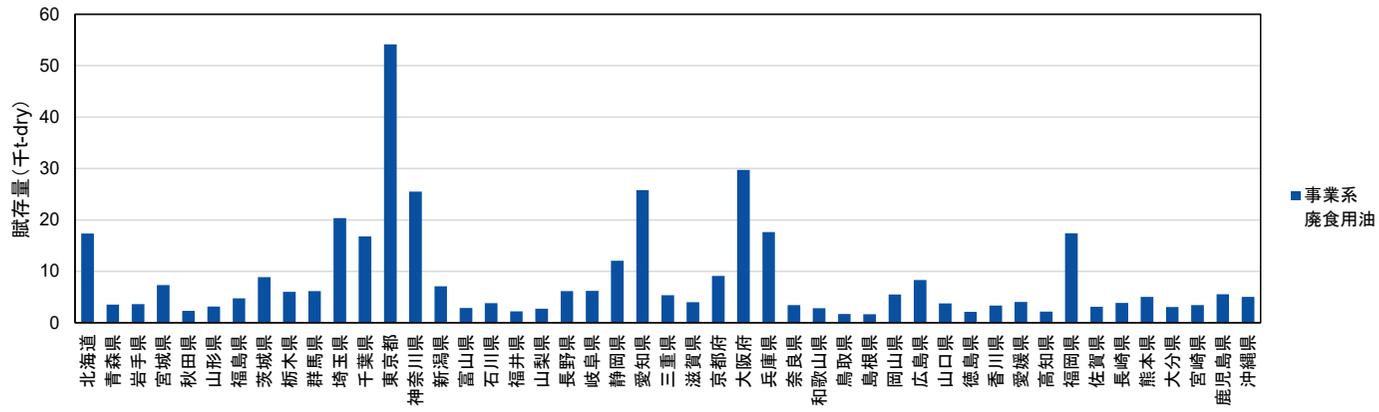


図 3-65 都道府県別の賦存量の推計結果 (事業系廃食用油・ドライベース)

④ 2022 年度調査からの変更点

2022 年度調査と比較して、推計対象範囲を見直した。変更した内容を表 3-79 に示す。

表 3-79 2022 年度調査からの変更点（事業系廃食用油）

	変更点
推計対象範囲を変更	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年度調査では、「家庭系廃食用油」も含めて「動植物性廃油」を推計対象としていた。 今回は、回収率が低いため原料として利用しづらい「家庭系廃食用油」を除いて、「事業系廃食用油」のみを推計した。

⑤ 推計上の課題・留意事項

事業系廃食用油の賦存量・利用状況の推計における課題・留意事項を表 3-80 に示す。

表 3-80 推計上の課題・留意事項（事業系廃食用油）

項目	課題・留意事項
推計の対象範囲／ 推計方法（賦存量（全国））	<ul style="list-style-type: none"> 含水率が不明であるため、ドライベース（乾質量）からウェットベース（湿重量）への変換ができなかった。
推計方法（賦存量（都道府県別））	<ul style="list-style-type: none"> 「食料品製造業」および「飲食店、持ち帰り・配達飲食サービス業」の「従業者数」で全国の賦存量を按分して推計したが、妥当かどうかの検討が必要である。本来であれば発生源の特徴を踏まえて按分することが好ましい。
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 「再生不能」として記載されている量を未利用量として集計した。そのため、この品目の「未利用量」は「利用可能量」とは言い難く、留意が必要である。 未利用資源の種類や品質、または排出源や地域によって、その回収や利用が難しいことも想定される。現実的な回収可能余地（利用可能余地）はどの程度なのか、検討が必要である。

4. 未利用資源のコスト構造の把握

4.1 コスト構造の概要

バイオものづくり事業への未利用資源の活用にあたっては、前述の賦存量に加え、原料調達等に伴うコストを整理し、そのコスト構造を把握することが必要になる。そこで、本調査では多様な品目を対象に統一的な費目でコスト構造を把握できるようにするため、下記の4種類のコストを想定した。本章では未利用資源に係るコストである①～③に注目して整理を行うこととし、④の前処理コストについては5章で述べる。

<本調査で想定したコスト>

- ① 入手価格 : 有価買取／処理委託に伴うコスト
(処理委託の場合は負値のコスト)
- ② 収集コスト : 一定規模集積させるために必要なコスト
- ③ 運搬コスト : 一定規模集積させた未利用資源を需要先まで運搬するコスト
- ④ 前処理コスト : 未利用資源から有用物質（バイオものづくりにおける原料物質）へ転換するために必要なコスト

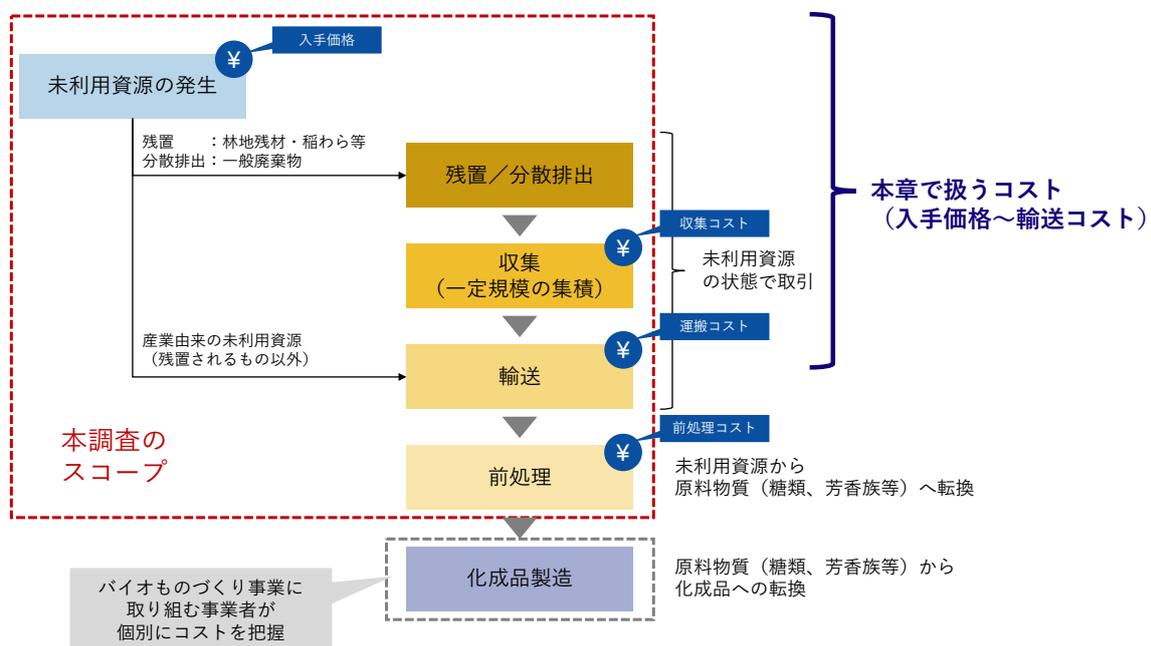


図 4-1 本業務で想定したコスト構造のイメージ

4.2 各コスト要素の調査方針

前述のコスト構造について下記方針で調査を行った。

① 原料価格（入手価格）

各未利用資源の取引事例や廃棄物処理コストを調査し、有価買取（+のコスト）や処理委託（-のコスト）を湿重量ベースで整理した。なお、本調査で情報を把握できた時点での入手価格をもとに推計した価格であり、外部環境の変化に応じて将来的に価格変動の可能性のあることに留意が必要である。

② 収集コスト

森林未利用材（林地残材）及びそれ以外の品目で一般廃棄物に類する品目については、収集コストを計上することとした。

前者については、林地残材は通常林内に放置されている状況であるため、未利用資源として活用する場合は林内から土場（伐り出した原木丸太を一時ストックしておく仮置き場）へ運搬するために必要なコストの計上が必要であるため、収集コスト計上の対象とし、サンプル調査を実施してコストを把握する方針とした。

後者については、少量分散排出になることが想定されるため、収集コストを計上する必要があると考え、一般廃棄物の収集運搬コストの全国平均（約 1.6 万円／トン・wet）を計上する方針とした。なお、環境省「一般廃棄物処理実態調査」で調査されている一般廃棄物の都道府県別の分布状況は図 4-2、日本全体での収集運搬費の内訳は図 4-3 に示すとおりである。大部分が事務組合や民間業者に対する委託費となっているため参考値とはなるが、市町村が負担している人件費と処理費（収集運搬車の燃料費、修繕費などの人件費以外の経費）の比率をおおよそ 7:3 と想定した。

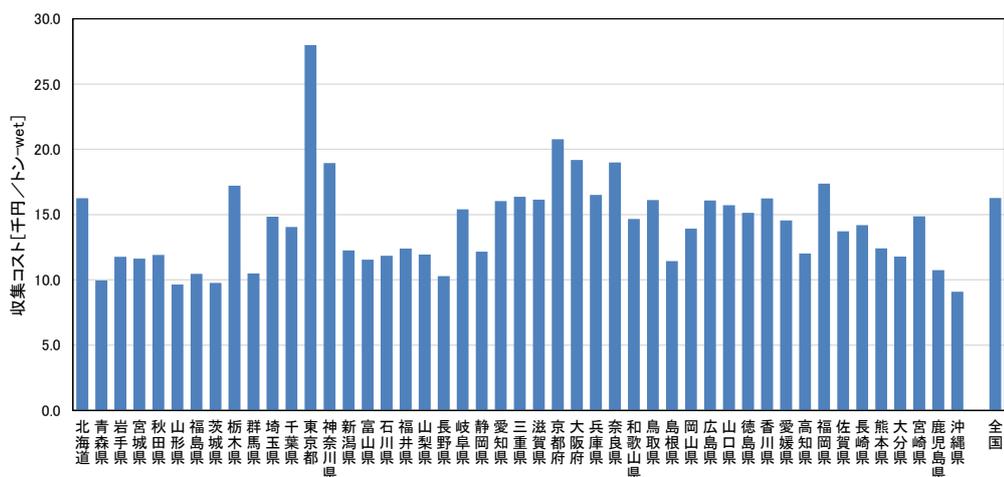


図 4-2 都道府県別の一般廃棄物の収集コスト

出所：環境省「一般廃棄物処理実態調査」より作成

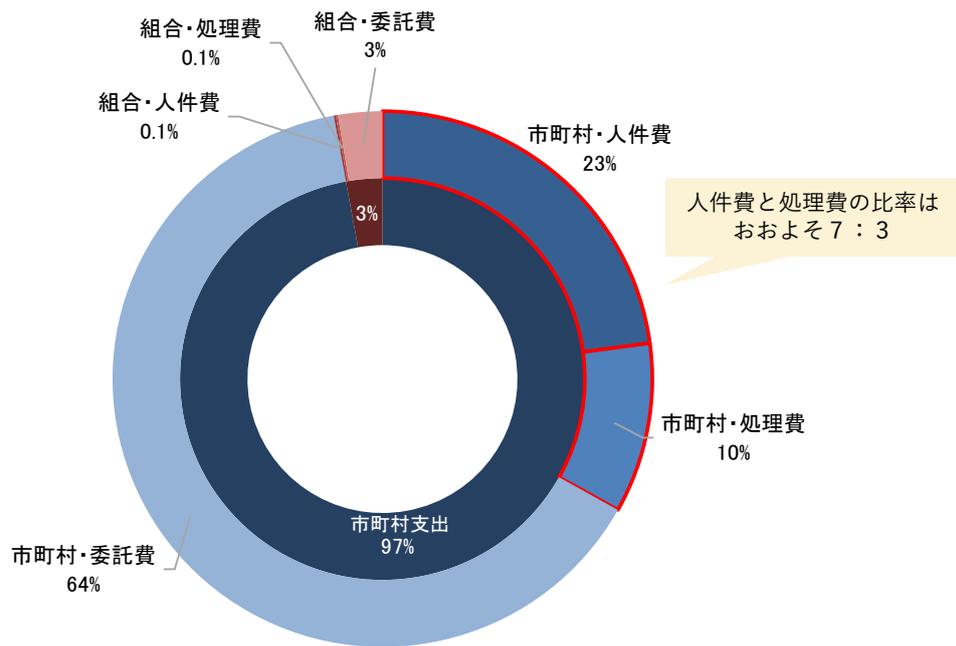


図 4-3 (参考) 収集コストの内訳

出所：環境省「一般廃棄物処理実態調査」より作成

③ 運搬コスト

国土交通省が定めている「標準的な運賃」をもとに、トラックによる標準的な輸送費用として、4トン車による100kmの輸送を仮定し、運輸局別の輸送費用の平均である約1.2万円/トン・wetを積算することとした(図4-4)。ただし、入手価格が0円以下の場合の輸送費は排出事業者が負担するものとし、需要家(未利用資源の利用者)は運搬コストを負担しないものとした。

なお、国土交通省が定めている「標準的な運賃」は、適正な原価(固定費及び変動費)と適正利潤を合算したものであり、運輸局別・車格(2トン車、4トン車、等)別に調査・集計された原価に走行距離及び走行距離から求められる所要時間に乗じて算出される(図4-5)。直近では、燃料価格高騰等の社会情勢を踏まえて、2024年1月～2月にかけて見直しが行われた。国土交通省資料によれば、中部運輸局・中型車・片道200kmの輸送を想定した場合の運賃構成は図4-6の通りであり、人件費、燃料費、車両償却費で運賃の9割弱を占める。

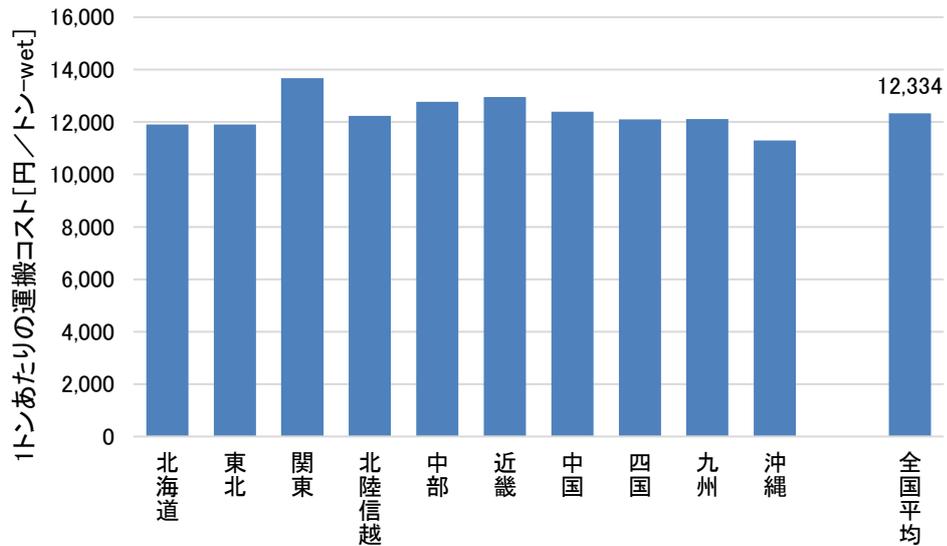


図 4-4 運輸局別の標準的な運賃

出所：(公財) 全日本トラック協会「距離制運賃表」より作成

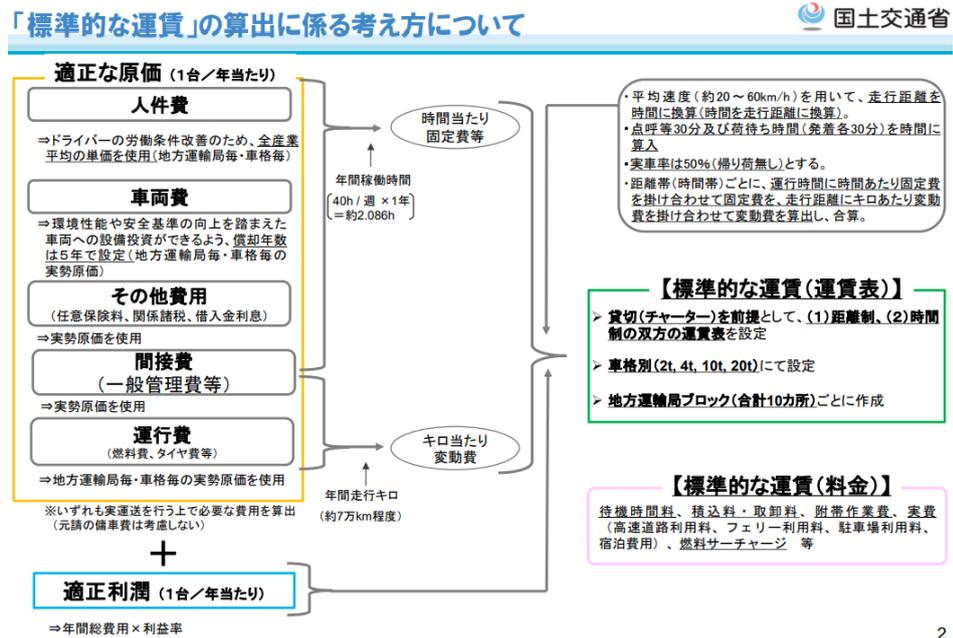
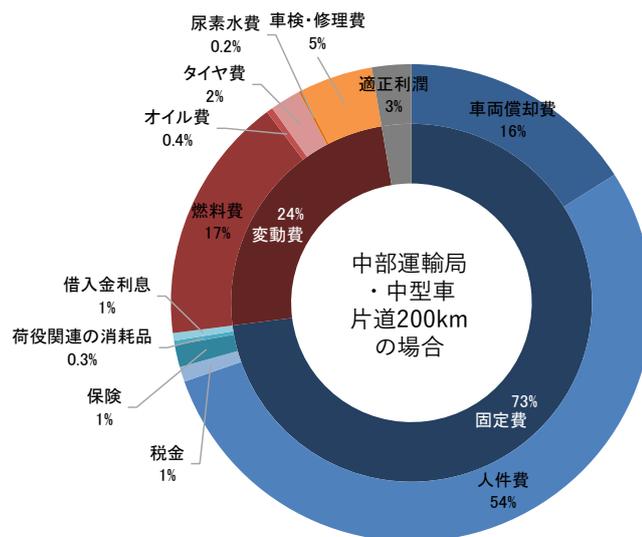


図 4-5 (参考)「標準的な運賃」の算出に関する考え方

出所：国土交通省「一般貨物自動車運送事業に係る標準的な運賃の告示に関する審議」(令和6年度 第2回資料)



※片道200km（＝往復400km）走行時の所要時間は、平均速度55.4km/hとして8.72時間（積卸時間等を含む）と仮定されている。

図 4-6 （参考）「標準的な運賃」の構成例

出所：国土交通省「一般貨物自動車運送事業に係る標準的な運賃の告示に関する審議」（令和6年度 第1回資料）より作成

4.3 各コスト要素の調査結果

(1) 森林未利用材

① 原料価格（入手価格）

森林未利用材の取引価格に関して得られた事例を表 4-1 に示すと共に、具体的な取引事例の一例を図 4-7 及び図 4-8 に示す。地域によって差異はあるが、収集できた事例をベースにすると、2,860～8,913 円/t-wet と推定された。

表 4-1 森林未利用材の原料価格の例（取引事例）

	価格 [円/トン] (文献値)	備考	
		サンプル 地域	想定条件等
入手価格	8,913	島根県	大きさ別料金表の上限値と下限値を記載 (1m3=1.05生トン換算) * 出所：出雲地区森林組合ホームページ
	6,341		
	6,952	千葉県	民間事業者による買取事例、1m3=1.05生トン換算 * 出所：株式会社山商ホームページ
	6,286		
	4,762		
	5,714	山形県	上限値・下限値を記載 * 出所：西川材バイオマス利用調査報告書（概要版）
	2,860		
	3,500	高知県	ケーススタディにおける残材売却の仮定値 * 出所：垂水ら「林地残材、こつこつ集めれば立派な副収入に！」
	6,000	—	シミュレーションのパラメタ値 * 出所：中間ら（2011）「未利用林地残材の収集が林分経営戦略と収支に与える影響」

～買い受け価格表(1本当たりの税込価格)～ (H28.9.1現在)

	長さ 2m	長さ 3m	長さ 4m
末口 10	120 円	180 円	280 円
末口 12	200	300	400
末口 14	200	300	400
末口 16	255	385	510

図 4-7 森林未利用材の取引事例①

出所：出雲地区森林組合ホームページ

取引事例 1	取引事例 2	取引事例 3
場所 千葉北西部	場所 千葉県中部	場所 千葉県中部
樹種 針葉樹、広葉樹	樹種 針葉樹	樹種 針葉樹、広葉樹
量 1100m ³	量 200m ³	量 400m ³
車種 30tトレーラー	車種 大型トラック	車種
条件 車上渡し	条件 車上渡し	条件 持ち込み
金額 726万円	金額 100万円	金額 292万円

図 4-8 森林未利用材の取引事例②

出所：(株)山商ホームページ

② 収集コスト

森林未利用材のうち間伐材に関する収集コストに関して得られた事例を表 4-2 に示すと共に、収集できた具体的事例の一例を図 4-9 及び図 4-10 に示す。間伐材の収集コストは対象とする資源が幹・端材であるか、枝・葉であるかによってコストの多寡が変わる傾向にあったことから、後述する積算結果では場合分けをすることとした。地域によって差異はあるが、収集できた事例をベースにすると、幹・端材の場合は約 2,000～約 3,100 円/t-wet、枝・葉の場合は約 4,500～約 6,000 円/t-wet と推定された。

低質材については既に搬出されているものと想定し、収集コストは積算しないこととした。

表 4-2 森林未利用材（間伐材）の収集コストの例

	価格 [円/トン] (文献値)	サンプル 地域	備考
			想定条件等
収集コスト	2,381	福島県	幹・端材の単価（目分量）、作業道1km輸送時、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：福島県林業研究センター「木質バイオマス利用モデル」
	1,905		幹・端材の単価（目分量）、作業道100m輸送時、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：福島県林業研究センター「木質バイオマス利用モデル」
	5,714		枝・葉の単価（目分量）、作業道1km輸送時、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：福島県林業研究センター「木質バイオマス利用モデル」
	4,286		枝・葉の単価（目分量）、作業道100m輸送時、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：福島県林業研究センター「木質バイオマス利用モデル」
	2,074	福島県	端材を林内から林道脇へ100m運搬した場合 * 出所：福島県林業研究センター「木質バイオマス利用技術」
	4,185		枝葉を林内から林道脇へ100m運搬した場合 * 出所：福島県林業研究センター「木質バイオマス利用技術」
	3,143	宮崎県	林内からの収集コストの上限値、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：全国木材協同組合連合会「林地残材フル活用実証事業成果報告書」
	2,095		林内からの収集コストの下限値、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：全国木材協同組合連合会「林地残材フル活用実証事業成果報告書」
	3,787	福井県	NEDO技術指針における実証事業での算出値 * 出所：NEDO「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針」

※橙色部は幹・端材に関する情報、青色部は枝・葉に関する情報、それ以外は両者の特定はされていない情報を示している。

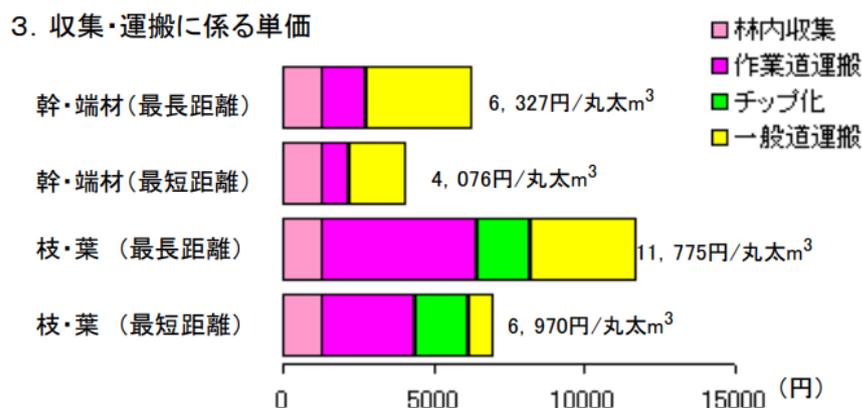


図 4-9 森林未利用材（林地残材）の収集コストに関する把握事例①

出所：福島県林業研究センター資料

(1) 林地残材の利用可能量に係るコスト評価のための実証
 林地残材は、山の形状（谷部、尾根部）、斜面の状況（斜度等）、作業道の敷設状況（作業道からの距離等）により集材方法が異なり、コストや労力が大きく変化する。今回の実証場所である川南町大字川南地区、木城町大字石河内地区、美郷町南郷地区の林地残材の林内からの収集コストは 2,200 円～3,300 円 / m³ の範囲内であった。宮崎県での敷料の市況価格が 2,000 円 / m³ であることから、林地残材の敷料への変換だけを考えた場合、収集・運搬コストが 6,000 円 / m³ を超えると利用が困難となる。今回の実証事業で敷料製造を実施した場所は川南町であり、6,000 円 / m³ 未満の収集・運搬コストを満たすエリアは半径 25km 以内の範囲と設定し利用可能量を算出した。

図 4-10 森林未利用材（林地残材）の収集コストに関する把握事例②

出所：全国木材協同組合連合会「林地残材フル活用実証事業成果報告書」に加筆

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円 / t-wet を積算することとした。

④ 積算結果

上記の方針によって積算した結果を図 4-11 に示す。入手価格については調査時点で買取できる水準の材に限定されることに留意が必要である。また、林地残材を活用する場合は収集コストが伴うこと、収集範囲によってその額は増減することに留意が必要である。



図 4-11 森林未利用材の調達に係るコスト構造の整理結果

(2) 剪定枝

① 原料価格（入手価格）

剪定枝の取引価格に関して得られた事例を表 4-3 に示すと共に、具体的な取引事例の一例を図 4-12 及び図 4-13 に示す。地域によって差異はあるが、収集できた事例をベースにすると、▲21,000～2,000 円/t-wet と推定されたが、積算にあたっては現状の用途によって価値が異なることを考慮し、堆肥・土壌改良、バイオマス発電、焼却/埋立に分けて算定することとした。

表 4-3 剪定枝の原料価格の例（取引事例）

		価格 [円/トン] (文献値)	備考	
			サンプル 地域	想定条件等
有価買取	発電	2,000	—	木質バイオマス発電を想定した経済性分析ツールにおける想定値 * 出所：NEDO「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針」
		1,000	青森県	木質バイオ発電向けの木質チップを製造している民間事業者の例、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：津軽バイオチップ株式会社ホームページ
	堆肥化	24	北海道	堆肥化を行っている民間事業者の例、1m ³ =1.05生トン換算 * 出所：森産業株式会社ホームページ
処理委託	堆肥化・ 発電 (混在)	-14,000	富山県	富山市の例 * 出所：富山グリーンフードリサイクル株式会社資料
		-16,000	長野県	諏訪市の例 * 出所：諏訪市「剪定木・剪定枝・草類の搬入について」
		-15,000	神奈川県	町田市の例 * 出所：JA町田市ホームページ
		-15,000	神奈川県	藤沢市の例 * 出所：株式会社アグリパートナーズホームページ
		-15,000	神奈川県	横須賀市の例 * 出所：横須賀市「事業系剪定枝の持ち込み先が変わりました」
		-21,000	神奈川県	鎌倉市の例 * 出所：鎌倉市ホームページ

1. 買取り条件と使い道



森産業では下記の記した規格の林地残材や剪定枝などを特定の受入れ場所にお持ちいただければ、**有価物**にて買取りいたします。買い取らせていただきました林地残材や剪定枝は用途別に加工し、土壌改良材の原料や家畜の敷き料等に再利用されます。

4. 林地残材・剪定枝の1m³あたりの引取り価格

	森産業土幌工場持込み
細枝のみ	25円
細枝+幹	50円
幹のみ	100円

注1：幹とは追い上げ材など直径15cm以上のものを指します。

注2：細枝のみとは直径15cm以上の幹が入らないものを指します。

注3：細枝+幹とはそれぞれの混入比率が5:5程度とします。細かい判断は現場にて行います。

図 4-12 剪定枝の取引事例①

出所：森産業(株)ホームページに加筆

- **買取規格**
- 幹・剪定枝（リング・庭木等） 長さは30cm以上、太さは直径1cm以上
※葉っぱ、根っこ、建築廃材、角材等の買取は行っておりません
- **買取単価**
- 1000円/t（1円/kg）
- **受け入れ可能な市町村**
- 平川市、弘前市、黒石市、大鰐町、藤崎町、田舎館村、平内町
※上記の市町村から発生した伐採木については『木質バイオマス発電燃料として利用することを目的に有償購入した場合、一般廃棄物に該当しない』ことの**承諾書(証明書)**を市町村が発行しております
- **持ち込みの際の注意事項**
- *原則、積み下ろし作業は各自でお願いします
(積み下ろし作業が困難な場合は事前にご相談下さい)
- ***金属類**や**ビニール**がついているもの、**石**が混じっているものは機械の故障の原因となるのでお断りします
- *係員の誘導に従って下さい

図 4-13 剪定枝の取引事例②

出所：津軽バイオチップ(株)ホームページ

② 収集コスト

一般家庭から排出される生活系剪定枝の場合、一般廃棄物の収集スキームに乗ることが想定されるため、全国平均値の約 1.6 万円/t-wet を積算した。造園業などから排出される事業系剪定枝の場合、一定規模が既に集積して排出されると考えられるため、上記のような収集コストは発生しないものと想定した。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円/t-wet を積算することとした。ただし、入手価格が 0 円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないことを想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担する）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-14 に示す。バイオマス発電に仕向けている剪定枝から仕向け先を変更しようとする場合、FIT 制度（固定価格買取制度）による売電収入が背景と考えられる高値での買取と競合するケースも想定されることに留意が必要である。



図 4-14 剪定枝の調達に係るコスト構造の整理結果

(3) 廃木材

① 原料価格（入手価格）

廃木材の取引価格に関して得られた事例を表 4-1 に示すと共に、具体的な取引事例の一例を図 4-15 及び図 4-16 に示す。地域によって差異はあるが、収集できた事例をベースにすると、▲17,100～500 円/t-wet と推定された。

表 4-4 廃木材の原料価格の例（取引事例）

	価格 [円/トン] (文献値)	サンプル 地域	備考	
			想定条件等	
建設発生木材	有価買取	500	長野県	産廃処理業者の一例（解体などの梁・柱材） * 出所：株式会社環興ホームページ
	処理委託	-16,000	岩手県	産廃処理業者の一例（解体材・古材） * 出所：有限会社バイオ・グリーンホームページ
		-13,838	全国	建設発生木材破砕施設における解体木くずの受入費用 * 出所：国土交通省「平成30年度建設副産物実態調査結果」
製材端材	有価買取	500	長野県	産廃処理業者の一例（木材加工業等により排出される端材） * 出所：株式会社環興ホームページ
	処理委託	不詳		
(参考)木くず全般	有価買取	10,000	長野県	産廃処理業者の一例（木製パレット） * 出所：株式会社リサイクル・ネットワークホームページ
	処理委託	-17,100	全国	産廃振興財団調査における「木くず」の処分料金の全国平均 * 出所：佐伯ら「産業廃棄物の処分料金の公開状況の整理と処分料金の地域性に関する分析」
		-12,450	全国	地方ブロック別平均値をMHRTが単純平均 * 出所：株式会社大東建設「全国産業廃棄物処理費用・相場」

古くなった木製パレットなどの廃木材処分費はもう無用!

廃木材買取ります!!

廃木材お持ち込み



トラックスケールにて計量
1トンあたり
500円にて買取ります。

品質 S06~S08



木くずの再生

紙製品にリサイクル



チップ化加工
製紙工場へ納品

買い上げ対象の廃木材

- ・木製パレットなどの無垢木材製品
- ・木材加工業等により排出される端材
- ・解体などの梁・柱材

1トンあたり500円にて買取致します。

※現金取引ご希望の場合は、領収書をお持ち下さい。

近年、環境保全の意識の高まりとともに、廃棄物の発生抑制への取り組まれている業者様が増加しております。しかし、現在の「木くず」の処理方法の大半は焼却処分や埋立処分です。

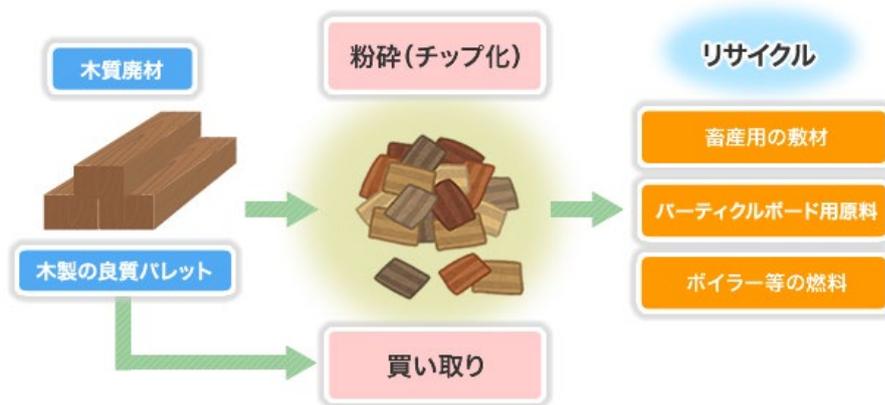
今まで弊社も、処分費を頂戴しリサイクルのための「木くず」の中間処理を行ってきました。

しかしこの度、運送業者様等から排出される「廃パレット」や木材加工業者様等から排出される「端材」についてのみ、高効率の木材破砕機の導入による「精度の高い木材チップ化」や「運送コストの見直し削減」などにより、2007年より買い取りさせて頂くこととなりました。

これらの廃木材は、弊社にて責任を持って精製を行い、大手製紙工場にて紙としてよみがえります。

図 4-15 廃木材の取引事例①

出所：(株)環興ホームページ



これまで処分料金を支払っていた廃棄物の買取が実現しました！

今迄は、処分料金を支払って木材チップにしてマテリアルリサイクルをされておりましたが、良質のパレットであった為、弊社のネットワーク企業が1枚当たり@10円台で買い取らせて頂きました。



図 4-16 廃木材の取引事例②

出所：㈱リサイクルネットワークホームページ

② 収集コスト

建設発生木材、製材端材のいずれも事業者から一定量が排出されると想定し、収集コストは積算しないこととした。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2万円/t-wetを積算することとした。ただし、入手価格が0円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないと想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担する）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-17 に示す。良質な場合は有価買取となるケースがあるが、森林未利用材や剪定枝ほどの高額な取引とはならない可能性がある。



図 4-17 廃木材の調達に係るコスト構造の整理結果

(4) 製紙用チップ

① 原料価格（入手価格）

製紙用チップの価格は農林水産省「木材統計調査」で取りまとめられている（図 4-18）。針葉樹/広葉樹ともに長期的には上昇傾向にあり、特に 2013 年以降はほぼ単調増加となっていることから、後述の積算結果では最新値を最低価格として捉えることとした。

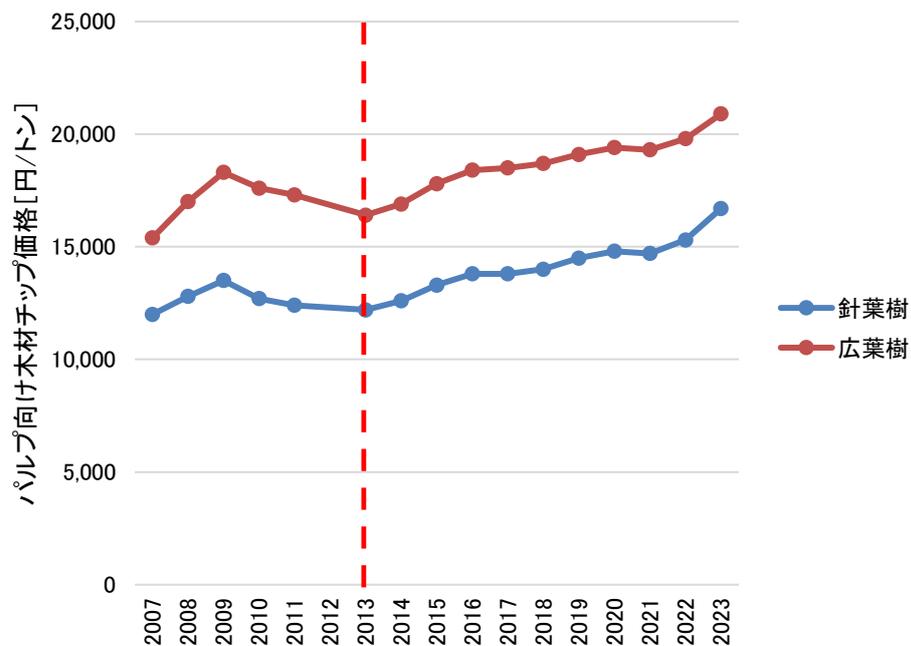


図 4-18 チップ価格の推移

出所：農林水産省「木材統計調査」より作成

② 収集コスト

チップ製造者から一定量をまとめて出荷されると想定し、収集コストは計上しないこととした。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円/t-wet を積算することとした。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-19 に示す。2013 年以降、価格が上昇している状況にある。その要因は 2012 年に開始された FIT 制度（固定価格買取制度）の影響で木質バイオマス発電施設等が各地で稼働し木材チップ全体の需要が増加していることが考えられる。直近も価格上昇が続いていることから、最新値が入手価格の最低水準と考えられる。



図 4-19 製紙用チップの調達に係るコスト構造の整理結果

(5) 黒液

① 原料価格（入手価格）

文献調査による入手価格の取得が困難であった。黒液は基本的に発生元である製紙工場内において製紙工程で使用された苛性ソーダの原液である緑液を回収すると同時にエネルギー回収（電気・蒸気の回収）が行われていることから、代替される化石燃料の取引価格を図 4-20 に示すように算出し、当該価格を援用した。

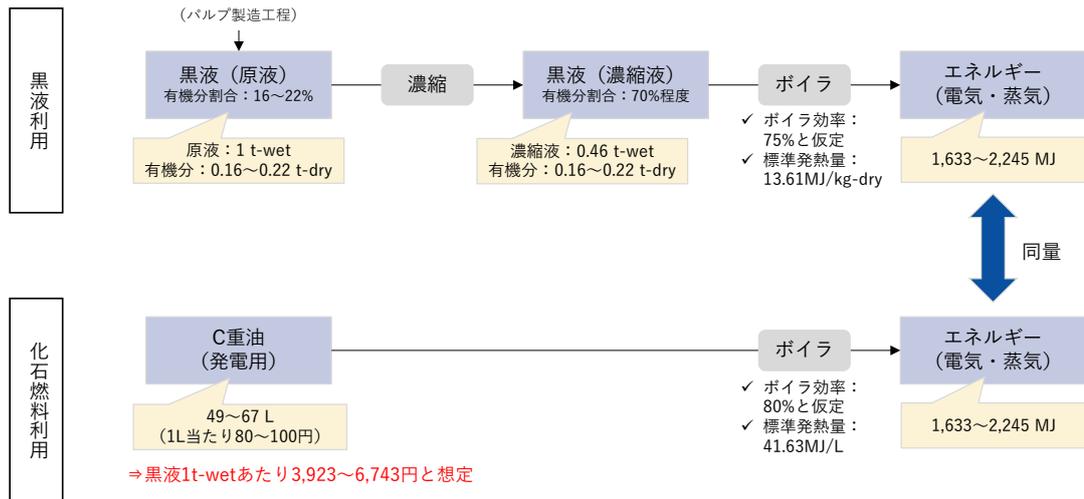


図 4-20 黒液の原料価格の推定方法

② 収集コスト

製紙工場から一定量がまとまって出荷されると想定し、収集コストは計上しないこととした。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円/t-wet を積算することとした。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-21 に示す。黒液単体の取引価格は入手不能なため、C 重油代替を仮定した場合の燃料価格を援用していることに留意が必要である。また、濃縮した黒液を利用する場合は濃縮コストを別途計上することが必要である。

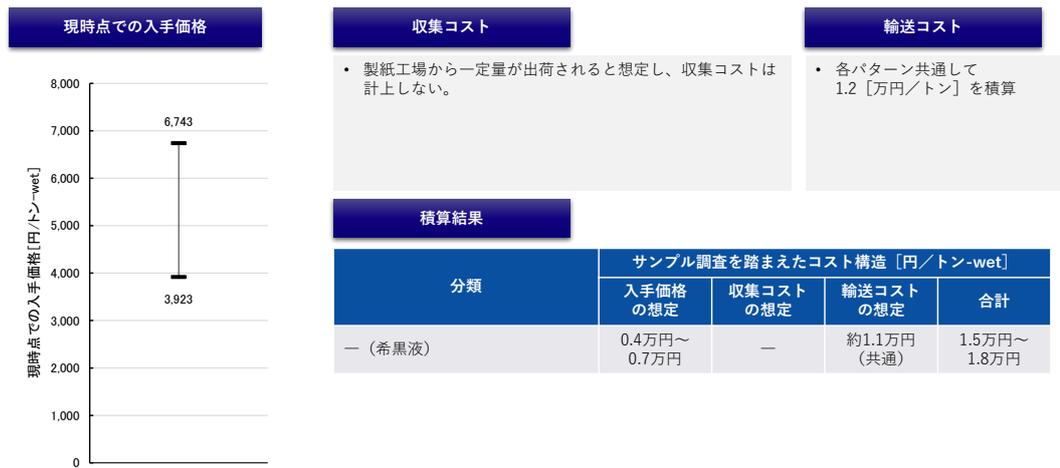


図 4-21 黒液の調達に係るコスト構造の整理結果

(6) 廃パルプ（ペーパーズラッジ）

① 原料価格（入手価格）

廃パルプ（ペーパーズラッジ）の取引価格に関して得られた事例を表 4-5 に示すと共に、具体的な取引事例の一例を図 4-22 に示す。収集できた事例をベースにすると、▲10,000～0 円/t-wet と推定された。

表 4-5 廃パルプ（ペーパーズラッジ）の原料価格の例（取引事例）

区分	価格〔円/トン〕 (文献値)	サンプル 地域	備考
			想定条件等
有償買取	不詳		
処理委託	-6,500	全国	日本の紙パルプ業界における処理費用の目安 * 出所：廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版（K1854）
	-10,000	佐賀県	製紙事業者における処理費用の例 * コトブキ製紙株式会社（2015）「P S I 製紙スラッジリサイクル～非焼却リサイクルへの挑戦～」

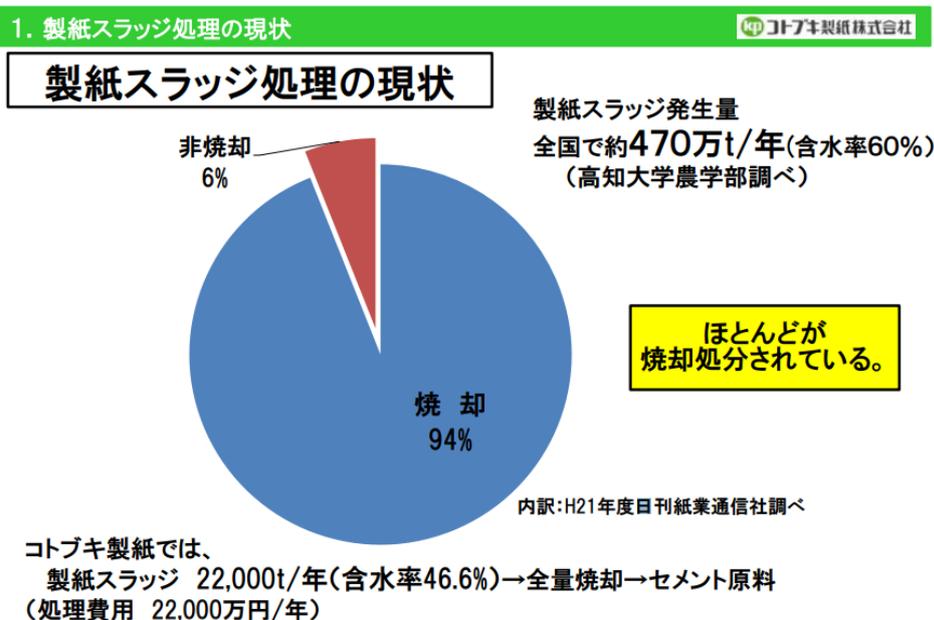


図 4-22 廃パルプ（ペーパーズラッジ）の取引事例

出所：コトブキ製紙(株)資料

② 収集コスト

製紙工場から一定量が排出されると想定し、収集コストは計上しないこととした。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円/t-wet を積算することとした。ただし、入手価格が 0 円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないと想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担する）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-23 に示す。大部分が産業廃棄物として処理委託されているため、買取価格に関する事例が見受けられず、負値のコストとなることが原則と考えられる。

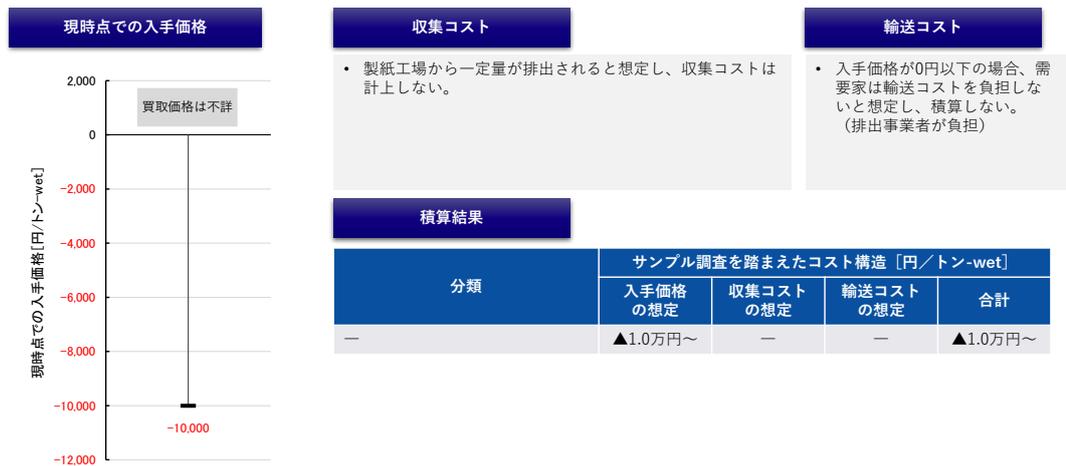


図 4-23 廃パルプ（ペーパーラッジ）の調達に係るコスト構造の整理結果

(7) 古紙

① 原料価格（入手価格）

古紙の取引価格に関して得られた事例を表 4-6 に示す。品目によって差異はあるが、収集できた事例をベースにすると、古紙問屋経由の場合は 15,000～36,000 円/t-wet、直接買い取りの場合は 5,000～30,000 円/t-wet と推定された。

表 4-6 古紙の原料価格の例（取引事例）

			価格 [円/トン]		備考	
			区分	文献値	サンプル地域	想定条件等
古紙	* 古紙問屋価格	上白	有償買取	36,000	関東地区	上白紙の価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
		中白		30,000	関東地区	中白紙の価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
		上質紙		19,500	関東地区	模造紙の価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
		新聞		15,500	関東地区	色上質紙の価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
		雑誌		17,000	関東地区	新聞の価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
		段ボール		15,000	関東地区	雑誌の価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
				18,000	関東地区	段ボールの価格 * 出所：(公財) 古紙再生促進センター「主要古紙価格推移表」
	* 買取価格	上白	有償買取	30,000	関東地区	上白紙の価格 * 出所：リサイクル紙考株式会社ホームページ
		上質紙		20,000	関東地区	ケント紙・模造紙の価格 * 出所：リサイクル紙考株式会社ホームページ
		新聞		7,000	関東地区	新聞の価格 * 出所：リサイクル紙考株式会社ホームページ
		雑誌		5,000	関東地区	雑誌の価格 * 出所：リサイクル紙考株式会社ホームページ
		段ボール		5,000	関東地区	段ボールの価格 * 出所：リサイクル紙考株式会社ホームページ

② 収集コスト

買取されずに一般廃棄物として排出され適正処理（焼却/埋立）される場合は、一般廃棄物の収集スキームに乗るため、全国平均値の約 1.6 万円/t-wet を積算した。原料利用者自身が直接排出元から買い取る場合は、一般廃棄物の収集スキームに類似する収集が行われると仮定して上記と同様に約 1.6 万円/t-wet を積算した。古紙問屋経由で古紙を買い取る場合には収集コストは発生せず、運搬コストのみ発生するものと想定した。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円/t-wet を積算することとした。ただし、入手価格が 0 円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないと想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担すると想定した）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-24 に示す。古紙を入手しやすい①古紙問屋経由の調達と②直接買取を比較すると、入手価格そのものは古紙問屋経由の調達の方が高いが、収集コストを加味すると古紙問屋経由の調達の方が安くなる可能性がある。



図 4-24 古紙の調達に係るコスト構造の整理結果

(8) 下水汚泥

① 原料価格（入手価格）

下水汚泥は下水処理施設において脱水が行われた後、セメント原料化や肥料化、建設資材、土壌改良材などに利用される。これらの利用状況・引渡価格については日本下水道協会「下水道統計」において有効利用を行っている施設別にデータが把握されていることから、用途別に集計することで得られる引渡費用を原料価格として捉えることとした。

表 4-7 下水汚泥の引渡費用の集計結果

	(参考) 該当施設数 ※	引渡量（総量） [トン/年]		引渡費用（総額） [億円]		単価 [円/トン]		
		処理委託	有価買取	処理委託	有価買取	最低額	平均	最高額
セメント原料化	857	892,311	0	▲122	—	▲46,200	▲13,665	0
堆肥化・肥料化	1,202	790,964	1,723	▲92	0.05	▲44,000	▲11,578	4,000
建設資材	202	154,382	0	▲19	—	▲60,500	▲12,047	0
土壌改良材	93	50,947	1,311	▲6	0.01	▲35,000	▲12,337	1,100
その他	872	716,101	31,123	▲76	0.15	▲46,300	▲10,205	3,300

出所：日本下水道協会「下水道統計」より作成

② 収集コスト

下水処理場から一定量が排出されると想定し、収集コストは計上しないこととした。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2万円/t-wetを積算することとした。ただし、入手価格が0円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないと想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担すると想定した）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-25 に示す。大多数は負のコストで取引されている。特にセメント原料や建築資材としての利用は処理量の45%程度と多くの割合を占めるが、有価買取が行われていない。



図 4-25 下水汚泥の調達に係るコスト構造の整理結果

(9) 事業系廃食用油

① 原料価格（入手価格）

事業系廃食用油の取引価格に関して得られた事例を表 4-8 に示す。食品産業新聞社調べによると、2021 年以降東南アジア地域の BDF（バイオディーゼル燃料）向け需要が拡大した影響により価格が高騰しており、2022 年夏をピークとして 2024 年夏時点でも従来水準までは下がっていない状況にあった。そこで本試算では、最新値を最低価格、ピーク時を最高価格として描画することとした。用途によって差異はあるが、輸出用の場合は 130,000～200,000 円/t-wet、飼料用の場合は 120,000～155,000 円/t-wet、工業原料の場合は 95,000～150,000 円/t-wet、その他（廃食用油一般）の場合は 90,000～115,000 円/t-wet と推定された。

表 4-8 事業系廃食用油の原料価格の例（取引事例）

区分	価格 [円/トン] (文献値)	サンプル 地域	備考	
			想定条件等	
輸出处 (燃料用)	最高値	200,000	全国	雑油輸出価格の2021年以降の最高値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
	最低値	130,000	全国	雑油輸出価格の上記最高値を記録した時点以降の最低値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
飼料用	最高値	155,000	全国	飼料YGL（植物油）の2021年以降の最高値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
	最低値	120,000	全国	飼料YGL（植物油）の上記最高値を記録した時点以降の最低値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
工業用	最高値	150,000	全国	工業用植物油の2021年以降の最高値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
	最低値	95,000	全国	工業用植物油の上記最高値を記録した時点以降の最低値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
廃食用油 一般	最高値	115,000	全国	廃食用油一般の2021年以降の最高値の取引価格 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)
	最低値	90,000	全国	廃食用油一般の上記最高値を記録した時点以降の最低値 * 出所：食品産業新聞社「廃食用油の歴史とSAFの課題/全油連・塩見事務局長に聞く」 (※原典：全国油脂事業協同組合連合会資料)

② 収集コスト

事業系廃食用油はまとまった量が排出されると想定し、収集コストは発生しないものと想定した。家庭系廃食用油を仮に収集する場合、一般廃棄物の収集スキームに類似する収集が行われると仮定して全国平均値の約 1.6 万円/t-wet を積算することとした。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2 万円/t-wet を積算することとした。ただし、入手価格が 0 円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないと想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担すると想定した）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図 4-26 に示す。油単体を入手しやすい事業系の廃食用油は基本的に正のコストが想定される品目と考えられ、特に近年は海外での需要が高まっている状況にあり、調達にあたっては価格競争となる可能性が高い。



図 4-26 事業系廃食用油の調達に係るコスト構造の整理結果

(10) 食品加工残渣

① 原料価格（入手価格）

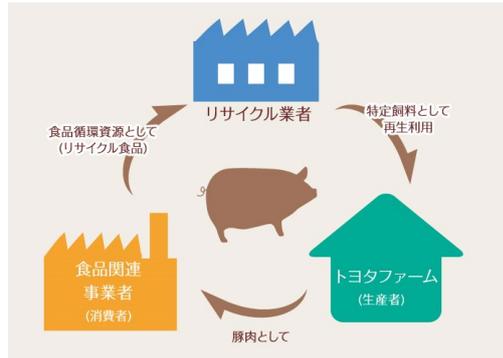
食品加工残渣の取引価格に関して得られた事例を表 4-9 に示すと共に、具体的な取引事例の一例を図 4-27 及び図 4-28 に示す。地域によって差異はあるが、収集できた事例をベースにすると、▲33,600～21,905 円/t-wet と推定された。

また、食品加工残渣のうち、卵殻膜に絞った場合、▲23,483～5,000 円/t-wet と推定された。

なお、食品加工残渣は他の品目に比べてコストの振れ幅が大きい傾向にあるが、食品原料（油脂）、飼料化といった有効利用の手法による取引価格の違いが大きく表れていると考えられた。

表 4-9 食品加工残渣の原料価格の例（取引事例）

区分	価格〔円/トン〕 (文献値)	備考	
		サンプル 地域	想定条件等
食品加工 残渣全般	21,905	埼玉県	民間事業者における買取事例 * 出所：ウム・ヴェルト株式会社
	14,000	埼玉県	民間事業者における買取事例 * 出所：ウム・ヴェルト株式会社
	10,000	愛知県	民間事業者における買取事例 * 出所：トヨタファームホームページ
	-33,600	全国	産廃振興財団調査における「動植物性残渣」の処分料金の全国平均 * 出所：佐伯ら「産業廃棄物の処分料金の公開状況の整理と処分料金の地域性に関する分析」
卵殻	5,000	九州	民間事業者の調査結果（1～5円/kgでの買取） * 出所：日経ビジネス「不要な卵の殻をリサイクル、スポーツの白線に」
	-23,483	九州	民間事業者の調査結果 * 株式会社グリーンテクノ21ホームページ
規格外 でん粉	—	情報なし	—



 **金額は、1kg当たり最大5~20円**

買い取りの条件は次のようになっております。

-  当ファームでは小麦を主原料とする廃棄食品を中心に買取しています。
-  100kgから買い取り可能です。
-  買い取り金額は1kgにつき最大で10円です。

図 4-27 食品加工残渣の取引事例①

出所：トヨタファームホームページ



買取実例

他社の場合 (処理費用)	 毎月約 92万円 パン生地・パンくず 毎月合計42t廃棄 堆肥化	当社に変更すると (買取)	 毎月約 10,000円 で買取 飼料化リサイクル	 年間 1,100万円 コスト削減!!
	 毎月約 28万円 生肉くず 毎月20t廃棄 堆肥化		 毎月約 4,000円 で買取 より価値の高いラードにリサイクル	

図 4-28 食品加工残渣の取引事例②

出所：ウム・ヴェルト(株)資料

② 収集コスト

食品加工廃棄物は食品工場からまとまった量が排出されると想定し、収集コストは生じないものと想定した。

卵殻に絞った場合も、既往文献から「パン・ケーキ・マヨネーズなどの製造工場全体で1日あたり3~4トンの廃棄」との記述が得られ、まとまった量が排出されるとみられることから、収集コストは生じないものと想定した。

③ 運搬コスト

前述の想定により、1.2万円/t-wetを積算することとした。ただし、入手価格が0円以下の場合、需要家は運搬コストを負担しないと想定し、積算しないこととした（排出事業者が負担する）。

④ 積算結果

上記の想定を踏まえた積算結果を図4-29に示す。他の調査対象品目と比較して高い買取価格となるケースが存在しており、品目・性状によって差異が大きいと考えられる。例えば卵殻の場合はリサイクルされる場合でも土壌改良材用途に限定されるため、買取価格はさほど高くない。品目の特性として腐敗しやすい特徴を持つため、追加的に保管コストを計上する必要があると考えられる。

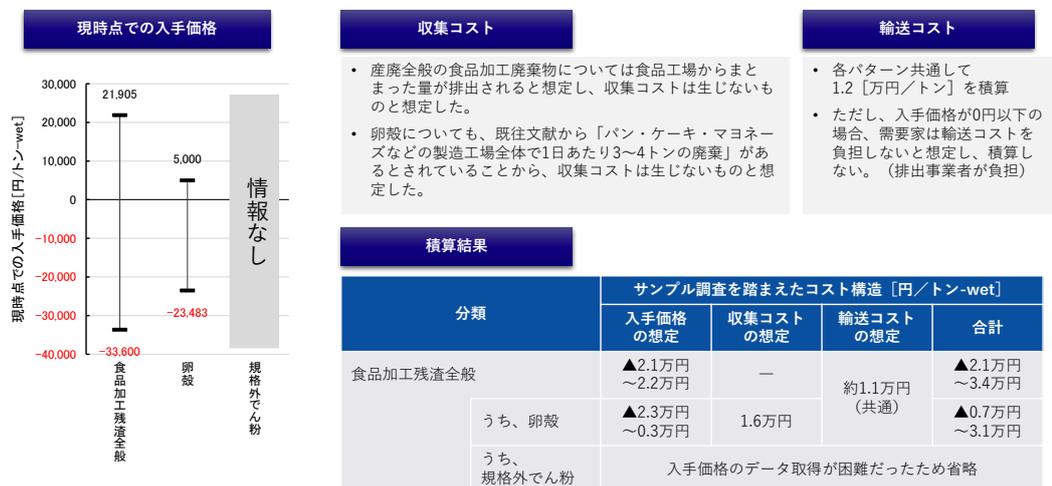


図 4-29 食品加工残渣の調達に係るコスト構造の整理結果

5. 未利用資源から原料物質への加工ルート等の整理

5.1 加工ルート等の整理方針

文献や特許情報などをもとに、未利用資源から原料物質への反応プロセスやその収率、前処理コストについて調査を行い、未利用資源からバイオものづくりの原料物質への加工ルート等の整理を行った。

調査対象の未利用資源は 2 章で検討した品目とした。なお、調査対象とする原料物質はバイオものづくりに資する原料物質のみを対象とした。したがって、原料物質の後段に誘導品が存在しないもの（食品加工残渣液体を発酵させたエコフィードなど）については、整理の対象外とした。

また、未利用資源から原料物質への加工ルートや収率・前処理コストの整理に加えて、研究開発や市場の動向および原料物質の取引価格に関しても、調査を行った。

5.2 加工ルートの整理方法

未利用資源から原料物質への加工ルートは、未利用資源からどの原料物質が加工されるのかを整理し、それらの関係が分かりやすいように表示した。さらに、必要に応じて、反応プロセスやその収率等を追記することで、関係者の研究開発や社会実装に資する資料となることを目指して作成した。

<加工ルートの粒度の検討>

未利用資源の加工時において、未利用資源に含まれる化学物質の種類に応じた加工方法が選択され、異なる原料物質が産出される。従って、未利用資源に含まれる化学物質の種類に応じて、未利用資源を細分化する必要があるため、未利用資源及び前駆体について粒度の検討を行った。

未利用資源

未利用資源の粒度については、その賦存量・利用可能量に関する情報と平仄を合わせる必要があることから、2章で検討した対象品目の粒度に合わせることを基本とした。

前駆体

未利用資源から原料物質へ直接変換されない場合、それらの間に「前駆体」を置いて加工ルートを検討した。例えば、木材（リグノセルロース）から直接グルコースは生成されず、機械または化学処理によりリグノセルロースからセルロース、ヘミセルロース及びリグニンを生成した上で、糖化によりグルコースからセルロースを生成する。この場合、セルロースが前駆体に該当する。

セルロースは、基本的に1種類の糖（グルコース）から構成されているが、ヘミセルロースは様々な糖から構成されている多糖類であり、キシラン、キシログルカン、マンナン、グルコマンナン、 β 1-3/1-4 グルカン等が知られている。ヘミセルロースの主要な構成糖は樹種によって異なっており、例えばキシランは広葉樹に多くグルコマンナンは針葉樹に多い。前駆体から原料物質へのルートとして、キシランからはキシロースが、グルコマンナンからはマンノース/グルコースの生成が代表的である。

仮に前駆体について「ヘミセルロース」ではなく、「キシラン」や「グルコマンナン」とした場合、未利用資源についても「広葉樹の剪定枝」や「針葉樹の剪定枝」と言った粒度で整理する必要があるが、現段階ではそこまでの粒度での整理は情報が限られるため困難であり、本調査において、前駆体の粒度は「ヘミセルロース」程度に留めるものとした。

<加工ルートの調査方法>

未利用資源から原料物質への加工ルートについて、具体的には以下のステップで調査を行った。

- まず、各種文献の情報や各企業が取り組もうとしている事業等の情報から、バイオものづくりの原料として想定されている C6 糖（グルコース等）、C5 糖（キシロース等）、芳香族（フェノール等）を始めとする、原料として利用可能な物質（原料物質）の種類に関するデータを整理した。
- 次に、各種文献や特許情報等の情報から、それらの原料物質と未利用資源との関係についての情報を整理した。
- 最後に、上記で整理した情報をもとに、どの未利用資源からどの原料物質を製造することができるのかの紐づけを行い、未利用資源から原料物質への加工ルートを整理した。

未利用資源から原料物質への加工ルートの整理および紐づけを実施する際、調査に用いた主な情報源を以下に示す。未利用資源から原料物質への加工ルートの整理における主な情報源を表 5-1 に示す。

表 5-1 未利用資源から原料物質への加工ルートの整理における主な情報源

情報源	概要
NEDO バイオものづくり革命推進事業	● NEDO にて研究開発を行っているプロジェクトから、情報を収集した。
文献検索	● Google Scholar を用いて学術論文の検索を行い、情報を収集した。
企業・大学等研究機関の HP 検索	● Google を用いて検索を行い、企業・大学等研究機関の HP 等から情報を収集した。

なお、以下の7品目の未利用資源について、それぞれの加工ルートを整理した。

- 木材（森林未利用材、剪定枝、廃木材、製紙用チップ）
- 廃パルプ（ペーパースラッジ）
- 黒液
- 古紙
- 下水汚泥
- 事業系廃食用油
- 食品加工残渣（全般、卵殻膜、規格外澱粉）

<加工ルートの表示方法>

未利用資源から原料物質への加工ルートは、分かりやすく整理することに留意して、以下に示す方針で作成した。加工ルートの表示例を図 5-1 に示す。

- 未利用資源及び原料物質を軸として整理し、反応方法（例：加水分解、発酵）について明記した。
- 未利用資源から原料物質へ直接変換されない場合がある点を鑑み、それらの中間に適宜「前駆体」を組み入れることで、未利用資源と原料物質の関係を段階的に追えるようにした。例えば、剪定枝からグルコースを作成する場合にはセルロースを経るため、セルロースを前駆体として入れた。
- 原料物質から製造される誘導品についても、今後の技術や政策検討を行う上で重要となる情報であるため、参考として例示した。
- ある加工を行った際に、ある物質から複数の物質が同時に産出する場合がある。例えばリグノセルロース系の農業残渣はセルロール、ヘミセルロース、リグニンの3物質を含み、化学処理を行うとこれら3物質が同時に産出する。これを表現するため、ボックスの下より矢印を分岐させた。
- 一方で、ある未利用資源又は前駆体に対し複数の加工方法がある場合は、ボックスの横より矢印を分岐させた。

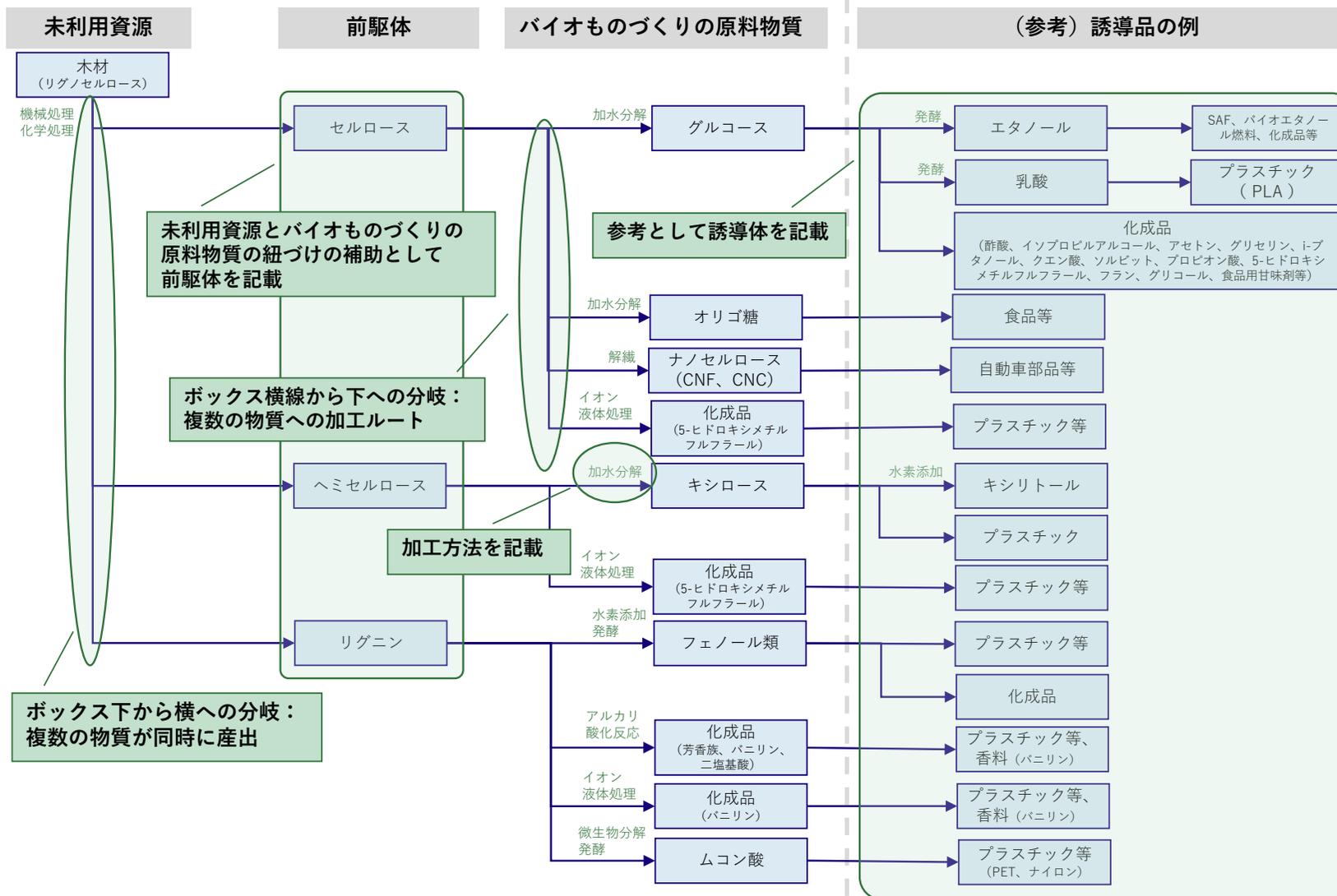
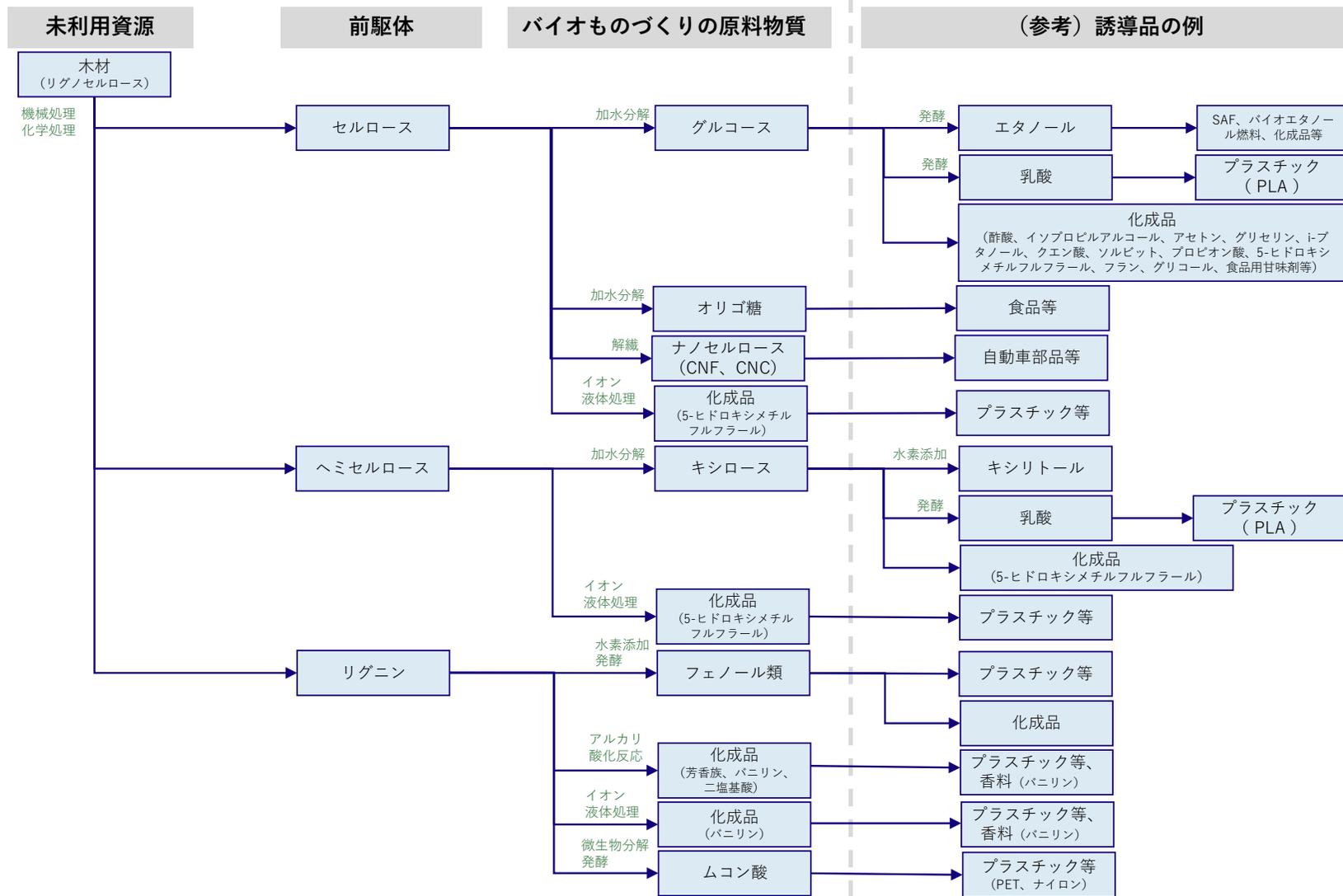


図 5-1 加工ルートの表示例

5.3 加工ルート of 整理結果

未利用資源から原料物質への加工ルートを、図 5-2～図 5-8 にそれぞれ示す。なお、木質系の未利用資源の加工ルートについて、針葉樹・広葉樹などの原料の種類によって異なる部分も存在するが、ここではそれらを区別していないことに、留意されたい。

(1) 木材（森林未利用材、剪定枝、廃木材、製紙用チップ）



(次項に続く)

(前項より続く)

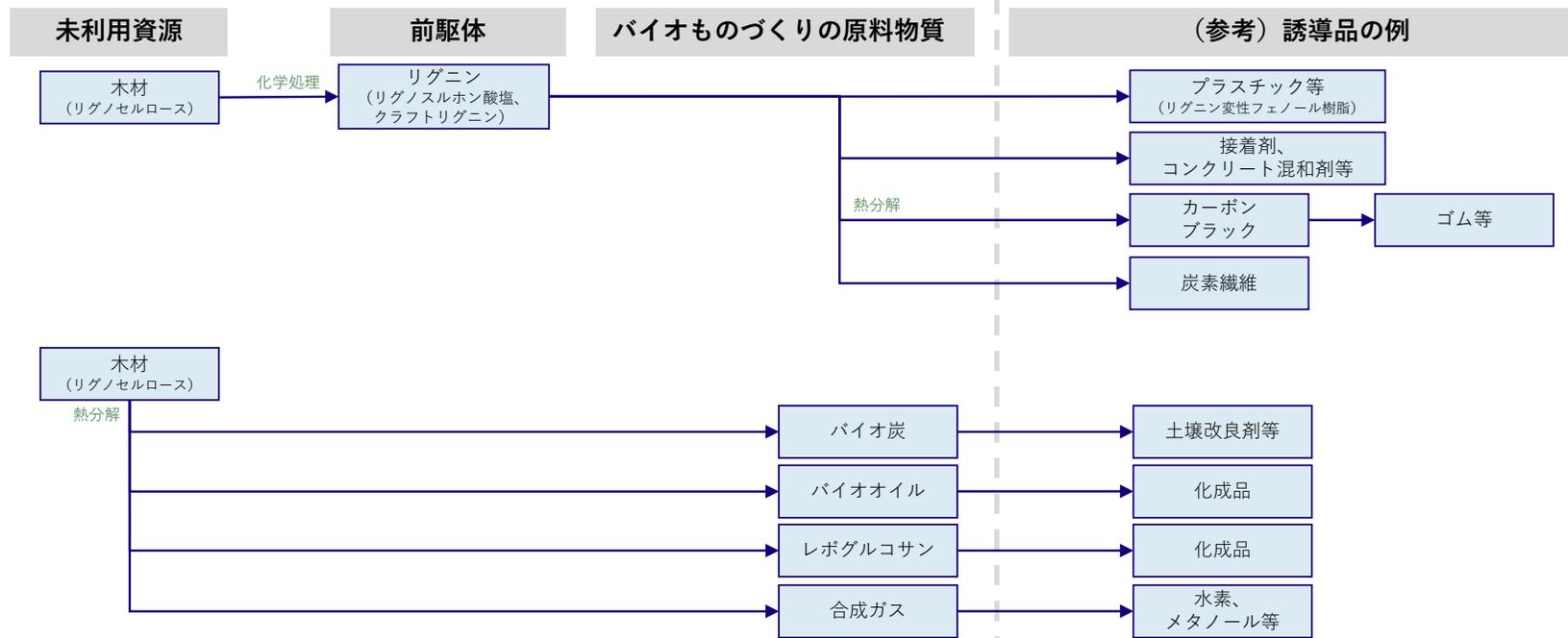


図 5-2 未利用資源から原料物質への加工ルート (木材 (森林未利用材、剪定枝、廃木材、製紙用チップ))

(2) 廃パルプ（ペーパースラッジ）

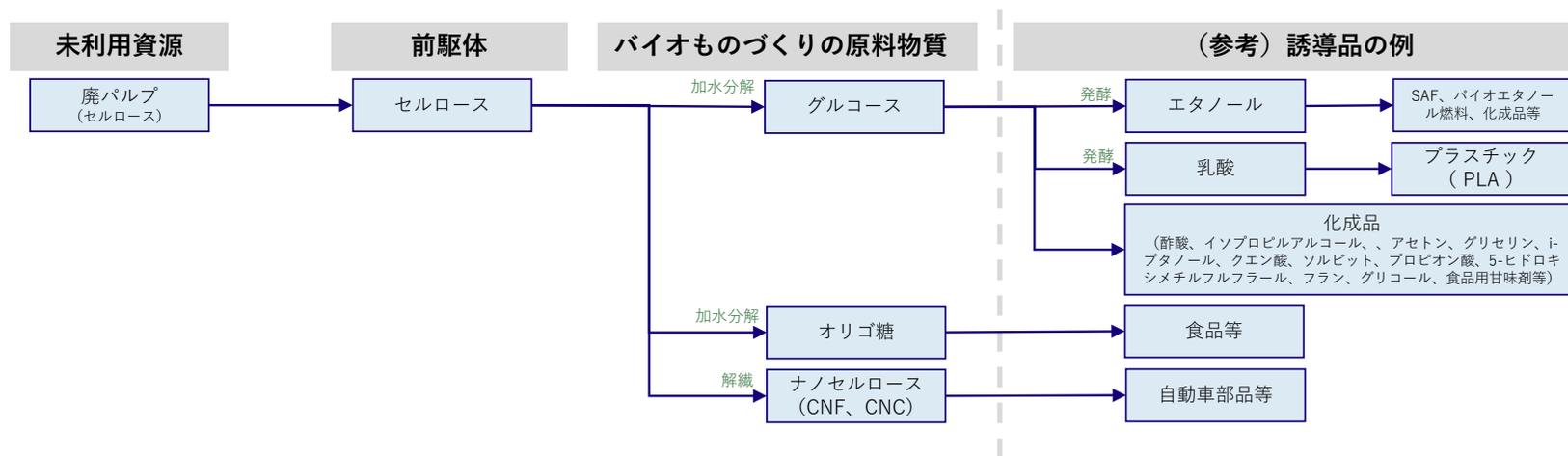


図 5-3 未利用資源から原料物質への加工ルート（廃パルプ）

(3) 黒液

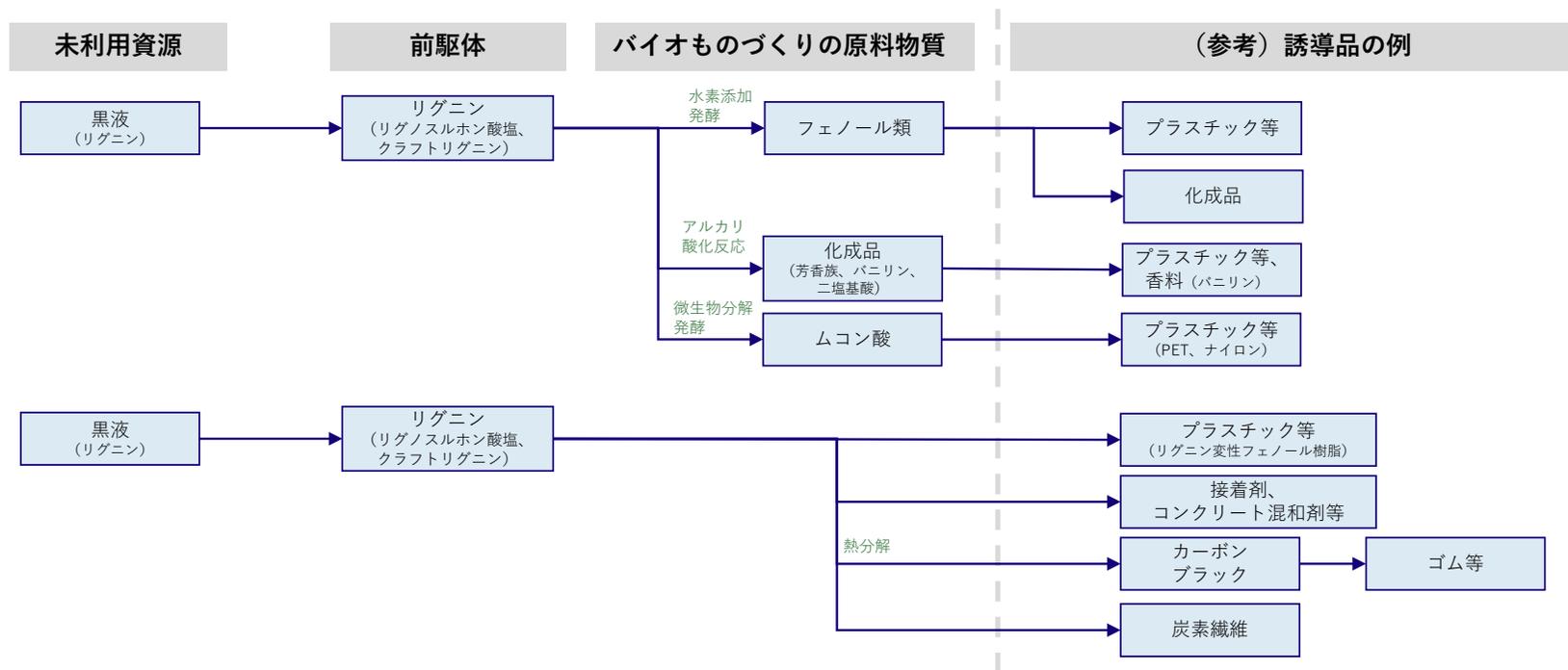


図 5-4 未利用資源から原料物質への加工ルート (黒液)

(4) 古紙

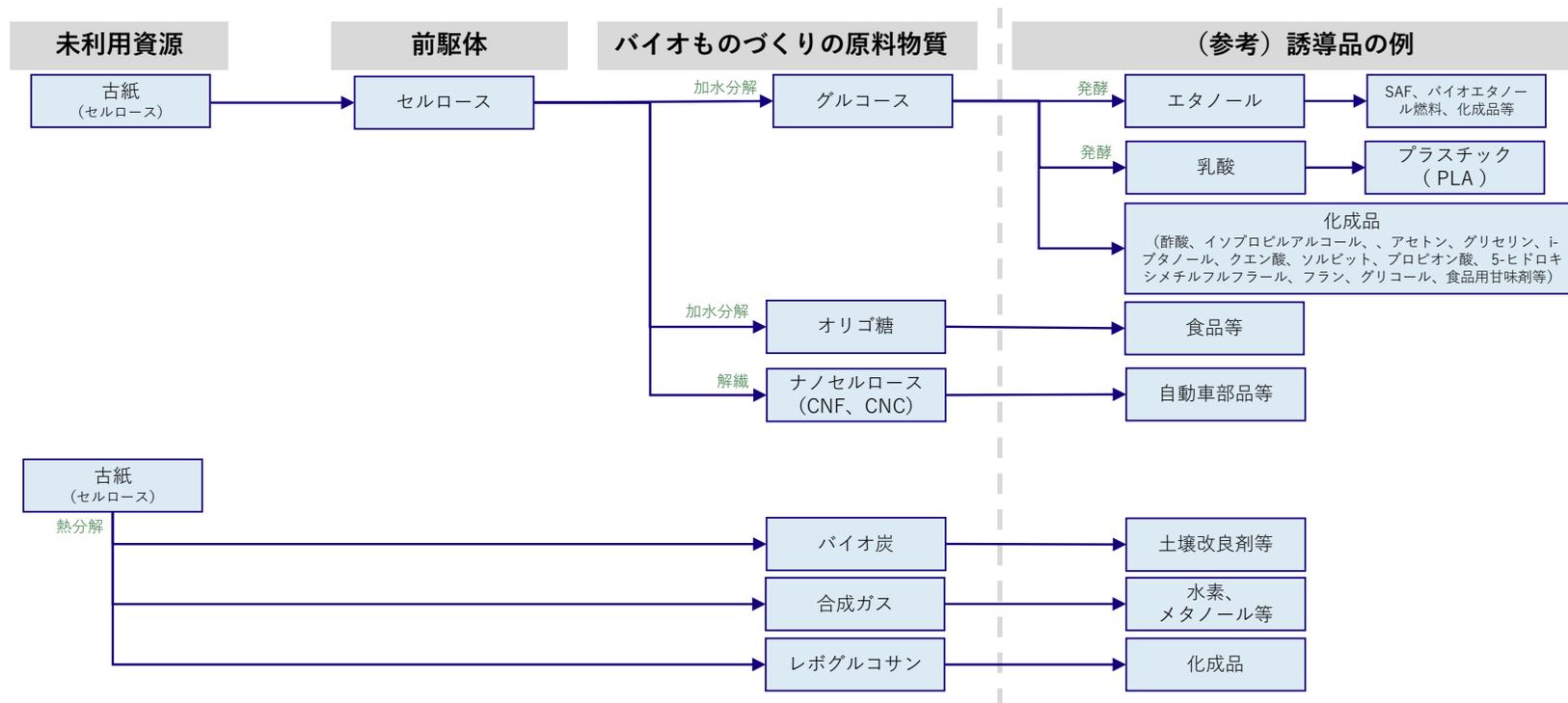


図 5-5 未利用資源から原料物質への加工ルート (古紙)

(5) 下水汚泥

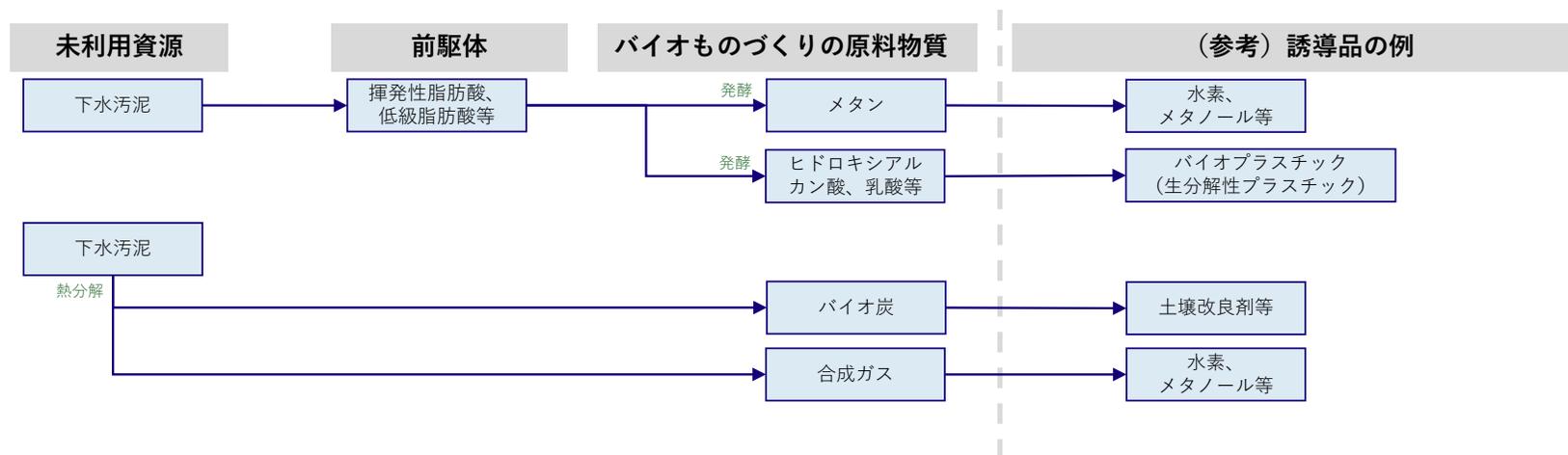


図 5-6 未利用資源から原料物質への加工ルート (下水汚泥)

(6) 事業系廃食用油

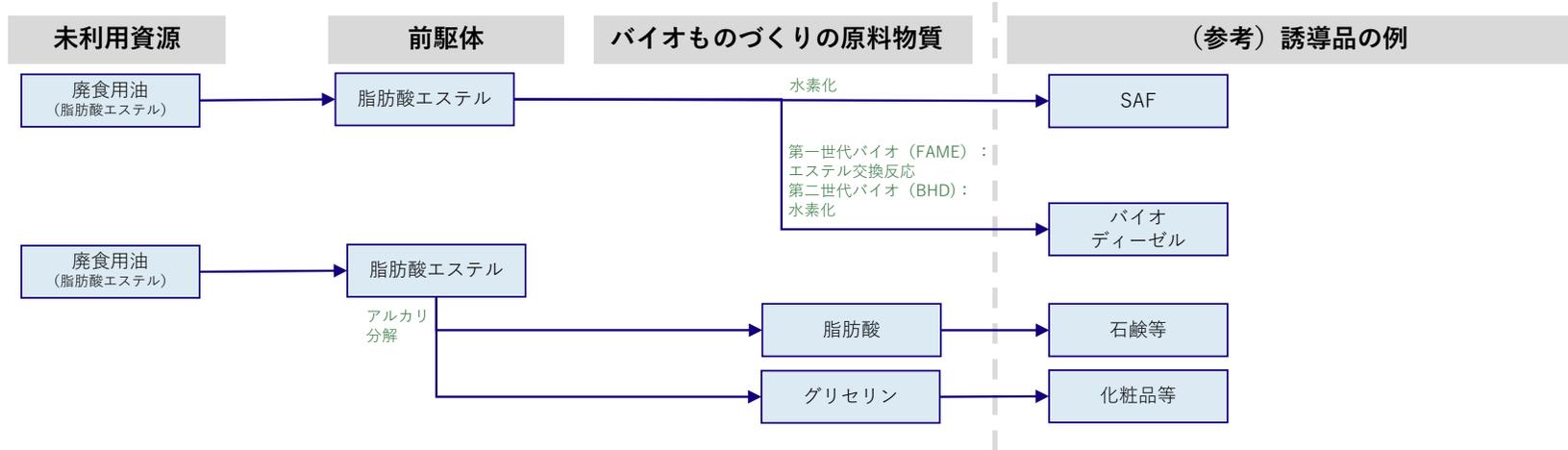


図 5-7 未利用資源から原料物質への加工ルート (事業系廃食用油)

(7) 食品加工残渣（全般、卵殻膜、規格外澱粉）

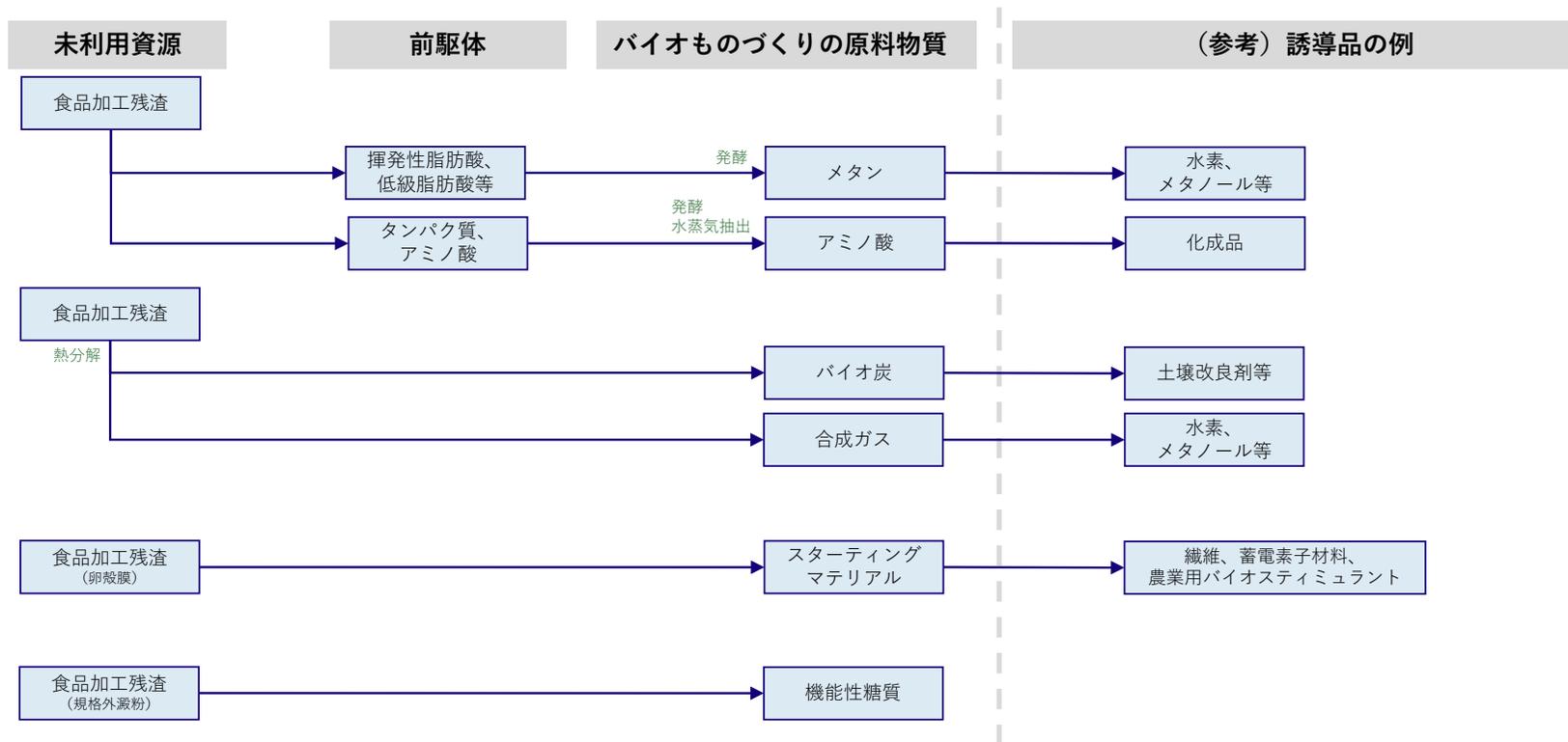


図 5-8 未利用資源から原料物質への加工ルート（食品加工残渣（全般、卵殻膜、規格外澱粉））

5.4 収率・前処理コスト等の整理方法

5.3 章で整理した未利用資源から原料物質への加工ルートについて、加工（前処理）におけるそれぞれの技術に関して、反応手法や反応条件について確認するとともに、反応の収率や前処理コストに関するデータを整理した。

調査の具体的な方法として、未利用資源から原料物質へのそれぞれの加工ルートに関して、収率や前処理コストに関するデータが記載されている文献を表 6-2 に記載した方法で収集した。今回の調査で整理している加工ルートについては、反応経路や生成する物質が多岐に渡っていることから、全ての加工ルートの情報を網羅的に調べることは難しいと思われた。また、現在、研究開発が進行中で社会実装されていない加工ルートに関しては、収率や前処理コストについて分析した文献があまり公表されていないと考えられた。従ってそのような事情を踏まえて、今回は、木質系の未利用資源を起点とした加工ルートのうち、注目度が高いと思われるものを中心として、調査を行った。未利用資源から原料物質への収率・前処理コストの整理における主な情報源を表 5-2 に示す。

表 5-2 未利用資源から原料物質への収率・前処理コストの整理における主な情報源

情報源	概要
学術雑誌の調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 今回の調査対象となっている木質系の資源に関連する分野の国内の学術雑誌などについて、近年の記事を確認し、情報を収集した。 ● 今回の調査で確認した学術雑誌 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 一般社団法人日本木材学会「木材学会誌」 ➤ 一般社団法人日本森林学会「日本森林学会誌」 ➤ 紙パルプ技術協会「紙パ技協誌」 ➤ 一般社団法人日本エネルギー学会「日本エネルギー学会誌」 ➤ 公益社団法人日本農芸化学会「化学と生物」 ➤ 地方独立行政法人北海道総合研究機構「林産試験場報」
学術論文の検索（国内・海外）	<ul style="list-style-type: none"> ● Google Scholar を用いて国内外の学術論文の検索を行い、情報を収集した。なお、文献の数が膨大なため、「木質系資源→グルコース」などの広く研究が行われていると思われる加工ルートを中心に調査を行った。「グルコース」などの原料物質の名称で検索し、ヒットした文献を確認した。
大学などの研究機関のホームページの確認	<ul style="list-style-type: none"> ● 今回の調査対象となっている未利用資源や原料物質について、大学などの研究機関のホームページを対象として、インターネット上で検索して、加工（前処理）におけるそれぞれの技術に関する情報を収集した。

なお、以下の未利用資源からバイオものづくりの原料物質への 6 つの加工ルートについて、収率・前処理コスト等を整理した。

- 木質系資源→単糖（グルコースなど）
- 木質系資源→オリゴ糖（セロビオースなど）
- 木質系資源→ナノセルロース（CNF）
- 木質系資源→芳香族化合物（フェノールなど）
- 木質系資源→バイオ炭、バイオオイル
- 木材→木材チップ（参考）（注）

（注）今回調査した収率・前処理コストの文献において、木質系の未利用資源に関する加工では木材そのものを加工プロセスに投入するのではなく、木材チップの形で投入するという記載になっているものも多数確認された。そのため、参考として、木材を木材チップに加工する際のコストについても、そのコストの調査を行った。

① 収率

文献から収集した事例に関して、何の未利用資源から何の原料物質への加工なのか、反応手法の流れおよび収率を表形式で整理した。なお、収率に関するデータの整理に当たっては、その定義に留意した。

② 前処理コスト等

文献から収集した事例に関して、何の未利用資源から何の原料物質への加工なのか、反応手法の流れおよび前処理（反応プロセス）についてのコストの内訳を表形式で整理した。なお、コストに関するデータの整理に当たっては、前処理コストにおける各費目の内訳を比率で整理することとした。今回の調査で検討したコストの費目を以下に示す。

- 薬品費
- 酵素・酵母費
- 光熱費
- 環境対策費
- 労務費
- 設備費（減価償却）
- 設備費（補修管理）
- 税金・金利

5.5 収率・前処理コスト等の整理結果

(1) 木質系資源→単糖（グルコースなど）

① 収率

未利用資源（木質系資源）から原料物質（単糖（グルコースなど））への変換収率を表 5-3 および表 5-4 に示す。

表 5-3 未利用資源（木質系資源）から原料物質（単糖（グルコースなど））への変換収率 <学術雑誌などの調査結果>

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
1-1	森林未利用材 (スギ枝)	グルコース (→エタノール)	粉碎 →アルカリ前処理 (パルプ化) →酵素処理(糖化)	① 22.6% ② 28.4% ③ 27.7% (グルコース量 /リグノセルロース量)	・ 投入資源：150g ・ パルプ化：170℃ ・ 酵素処理：40℃	なし	[1]
1-2	森林未利用材 (スギ葉)	グルコース (→エタノール)	粉碎 →アルカリ前処理 (パルプ化) →酵素処理(糖化)	2.8% (グルコース量 /リグノセルロース量)	・ 投入資源：150g ・ パルプ化：170℃ ・ 酵素処理：40℃	なし	[1]
1-3	建設木材 (合板)	グルコース (→エタノール)	粉碎 →アルカリ前処理 (パルプ化) →酵素処理(糖化)	① 33.9% ② 35.0% ③ 37.7% (グルコース量 /リグノセルロース量)	・ 投入資源：150g ・ パルプ化：170℃ ・ 酵素処理：40℃	なし	[1]
1-4	建設木材 (パーティクルボード)	グルコース (→エタノール)	粉碎 →アルカリ前処理 (パルプ化) →酵素処理(糖化)	① 9.9% ② 14.3% ③ 15.6% (グルコース量 /リグノセルロース量)	・ 投入資源：150g ・ パルプ化：170℃ ・ 酵素処理：40℃	なし	[1]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
1-5	建設木材 (中質繊維板)	グルコース (→エタノール)	粉碎 →アルカリ前処理 (パルプ化) →酵素処理(糖化)	① 8.6% ② 10.6% ③ 9.8% (グルコース量 /リグノセルロース量)	<ul style="list-style-type: none"> 投入資源: 150g パルプ化: 170°C 酵素処理: 40°C 	なし	[1]
1-6	木材 (スギ幹材)	グルコース (→エタノール)	粉碎 →アルカリ前処理 (パルプ化) →酵素処理(糖化)	① 31.1% ② 34.9% ③ 36.0% (グルコース量 /リグノセルロース量)	<ul style="list-style-type: none"> 投入資源: 150g パルプ化: 170°C 酵素処理: 40°C 	なし	[1]
2-1	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキ ノン蒸解(パルプ 化) →酵素処理(糖化)	78.4% (C6糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ソーダ・アントラキ ノン蒸解: 120°C (余 熱) →170°C 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 糖化: パルプ濃度 3.1%、96 時間 	あり	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-2	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	97.0% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 3.5%、72 時間 	あり	[2]
2-3	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	48.5% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 1.7%、96 時間 	あり	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-4	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	100.0% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 2.0%、71 時間 	あり	[2]
2-5	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	97.1% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 1.8%、60 時間 	あり	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-6	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	92.8% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 1.7%、40 時間 	あり	[2]
2-7	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	69.9% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 1.3%、60 時間 	あり	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-8	製紙用チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	ソーダ・アントラキノン蒸解 (パルプ化) →酵素処理 (糖化)	86.5% (C6 糖量/パルプ量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソーダ・アントラキノン蒸解：120℃ (余熱) →170℃ ・ 最大処理能力 1.5t/日 (乾燥チップ重量) の 85%能力 ・ 糖化：パルプ濃度 1.7%、60 時間 	あり	[2]
3-1	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理 (先行糖化ー並行複発酵)	76.5% (グルコース収量 (実験値) /グルコース収量 (理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量 (実験値) +エタノール収量 (実験値) /0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸煮：200℃、10 分 ・ 温水処理：60℃、60 分 ・ 先行糖化：50℃、24 時間、攪拌回転数 80rpm ・ 並行複発酵：40℃、72 時間、攪拌回転数 50rpm ・ 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30L スケールで実施。(総量：33,155g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-2	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	73.5% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注)グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値)+エタノール収量(実験値)/0.511で計算。	<ul style="list-style-type: none"> 蒸煮：200℃、10分 温水処理：60℃、60分 先行糖化：50℃、24時間、攪拌回転数80rpm 並行複発酵：40℃、72時間、攪拌回転数50rpm 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：30,240g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-3	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	70.8% (グルコース収量(実験値) / グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸煮：200℃、10分 ・ 温水処理：60℃、60分 ・ 先行糖化：50℃、12時間、攪拌回転数 65rpm ・ 並行複発酵：30℃、72時間、攪拌回転数 50rpm ・ 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：32,608g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-4	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	57.9% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> 蒸煮：200℃、10分 温水処理：60℃、60分 先行糖化：50℃、24時間、攪拌回転数 80rpm 並行複発酵：30℃、72時間、攪拌回転数 50rpm 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：29,993g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-5	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	62.3% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> 蒸煮：200℃、10分 温水処理：60℃、60分 先行糖化：50℃、24時間、攪拌回転数 70rpm 並行複発酵：30℃、96時間、攪拌回転数 50rpm 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：31,302g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-6	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	66.8% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> 蒸煮：200℃、10分 温水処理：60℃、60分 先行糖化：50℃、24時間、攪拌回転数 70rpm 並行複発酵：30℃、72時間、攪拌回転数 50rpm 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：21,787g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-7	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	73.1% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸煮：200℃、10分 ・ 温水処理：60℃、60分 ・ 先行糖化：50℃、24時間、攪拌回転数 70rpm ・ 並行複発酵：30℃、72時間、攪拌回転数 50rpm ・ 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：33,295g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-8	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	73.6% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸煮：200℃、10分 ・ 温水処理：60℃、60分 ・ 先行糖化：50℃、18時間、攪拌回転数 60rpm ・ 並行複発酵：30℃、72時間、攪拌回転数 50rpm ・ 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：33,535g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-9	剥皮チップ (オノエヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	73.4% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値) + エタノール収量(実験値) / 0.511 で計算。	<ul style="list-style-type: none"> 蒸煮：200℃、10分 温水処理：60℃、60分 先行糖化：50℃、18時間、攪拌回転数 75rpm 並行複発酵：30℃、48時間、攪拌回転数 50rpm 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：33,165g) 	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-10	樹皮付きチップ (エゾノキヌヤナギ)	糖化液 (グルコース) (→エタノール)	蒸煮 →粉碎 →温水処理 →酵素処理(先行糖化ー並行複発酵)	74.2% (グルコース収量(実験値)/グルコース収量(理論値)) (注) グルコース収量は、培養液中のグルコース残存量(実験値)+エタノール収量(実験値)/0.511で計算。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸煮：200℃、10分 ・ 温水処理：60℃、60分 ・ 先行糖化：50℃、18時間、攪拌回転数 60rpm ・ 並行複発酵：30℃、48時間、攪拌回転数 50rpm ・ 先行糖化ー並行複発酵法によるエタノール生産は、30Lスケールで実施。(総量：29,993g) 	なし	[3]

(出所)

- [1] 池田ら (2009) 木質系バイオマスを原料としたバイオエタノール生産のためのアルカリ前処理 (第 2 報) - 未利用および廃棄物系木質バイオマスのバイオエタノール原料としての適性- (紙パ技協誌_2009 年 63 巻 5 号_581-591)
- [2] 真柄ら (2017) 北秋田市に建設した木質バイオエタノール製造実証プラントの運転報告 (紙パ技協誌_2017 年 71 巻 8 号_904-914)
- [3] 折橋ら (2016) ヤナギバイオマスからのバイオエタノール生産に関する研究 (第 3 報) 蒸煮, 温水処理したヤナギバイオマスの 30L スケールでの糖化発酵 (北海道総合研究機構_林産試験場報_544 号 (2016) 20-28)

表 5-4 未利用資源（木質系資源）から原料物質（単糖（グルコースなど））への変換収率 <学術文献の調査結果>

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
1-1	残材 (ヨーロッパアカマツ)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	45% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：12min 反応温度：180℃ 酸濃度：4% 原料は粒径 100～500μm に粉砕 原料含水率：5% 	なし	[1]
1-2	残材 (ヨーロッパアカマツ)	キシロース	希硫酸処理	50% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：6min 反応温度：180℃ 酸濃度：4% 原料は粒径 100～500μm に粉砕 原料含水率：5% 	なし	[1]
2-1	剪定枝 (オリーブ・葉を含む)	グルコース	酵素糖化	77% (グルコース量/木材中のセルロース量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：210℃ 酸濃度：1.4% 原料含水率：10% 剪定枝は 10mm 未満に破砕 	なし	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-2	剪定枝 (オリーブ・葉を含む)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	74% (グルコース量/木材中のセルロース量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：180℃ 酸濃度：1.4% 原料含水率：10% 剪定枝は10mm未満に破砕 	なし	[2]
2-3	剪定枝 (オリーブ・葉を含む)	グルコース	希硫酸処理	83% (キシロース量/木材中のヘミセルロース量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：170℃ 酸濃度：1% 原料含水率：10% 剪定枝は10mm未満に破砕 	なし	[2]
3-1	剪定枝 (オリーブ・葉を含む)	グルコース	水蒸気爆砕、脱リグニン、酵素処理	52.6% (グルコース量/木材中の糖の量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：72h 反応温度：190℃ 剪定枝は10mm未満に破砕 	なし	[3]
4-1	剪定枝 (オリーブ)	グルコース	酵素糖化	86% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：210℃ 酸濃度：1.49% 原料含水率：7% 原料粒径：4mm以下 ラボスケール 	なし	[4]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
4-2	剪定枝 (オリーブ)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	68% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：190℃ 酸濃度：0.5% 原料含水率：7% 原料粒径：4mm 以下 ラボスケール 	なし	[4]
4-3	剪定枝 (オリーブ)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	68% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：170℃ 酸濃度：1.49% 原料含水率：7% 原料粒径：4mm 以下 ラボスケール 	なし	[4]
4-4	剪定枝 (オリーブ)	キシロース	希硫酸処理	70% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：170℃ 酸濃度：1.49% 原料含水率：7% 原料粒径：4mm 以下 ラボスケール 	なし	[4]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
5-1	剪定枝 (ユーカリ)	キシロース	希硫酸処理	91% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：50.2min 反応温度：130℃ 酸濃度：3.22% 反応器のスケール：1.4L 	なし	[5]
6-1	木材 (ニレ)	グルコース	酵素糖化	54% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：60min 反応温度：180℃ 酸濃度：3% 	なし	[6]
6-2	木材 (ニレ)	グルコース	オルガノソルブ処理 →酵素糖化	41% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：60min 反応温度：180℃ 酸濃度：3% 	なし	[6]
6-3	木材 (ニレ)	キシロース	希硫酸処理	71% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：60min 反応温度：160℃ 酸濃度：3% 	なし	[6]
7-1	木材 (ユーカリ)	グルコース	酵素糖化	51.3% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：15min 反応温度：190℃ 酸濃度：4.8% 原料含水率：6% ラボスケール 	なし	[7]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
7-2	木材 (ユーカリ)	グルコース	酵素糖化	64.1% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：15min 反応温度：186℃ 酸濃度：1.2% 原料含水率：6% パイロットスケール 	なし	[7]
7-3	木材 (ユーカリ)	キシロース	希硫酸処理	68% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：15min 反応温度：190℃ 酸濃度：4.8% 投入資源：10kg 原料含水率：6% 	なし	[7]
8-1	木材 (ヤナギ)	グルコース	過熱蒸気処理および 希硫酸処理 →酵素糖化	67% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応温度：190℃ 酸濃度：3% 	なし	[8]
9-1	木材 (アカシア)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	55% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：5min 反応温度：200℃ 酸濃度：0.05% 原料含水率：2.5% 	なし	[9]
10-1	切削材 (トウヒ)	グルコース	酵素糖化	60% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：20min 反応温度：170℃ 酸濃度：1% 原料粒径：0.18-1mm 	なし	[10]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
11-1	木材 (ポプラ)	キシロース	希硫酸処理	91% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：5.4min 反応温度：170℃ 酸濃度：0.5% 原料含水率：5% 	なし	[11]
12-1	木材 (針葉樹)	キシロース	過熱蒸気処理、 希硫酸処理	88% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：10min 反応温度：180℃ 酸濃度：0.5% 	なし	[12]
13-1	木材 (ポプラ)	キシロース	希硫酸処理	96% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：5min 反応温度：160℃ 酸濃度：1% 原料粒径：0.177-0.250mm 原料含水率：5% 	なし	[13]
14-1	木材チップ (ダグラスモミ)	キシロース	希硫酸処理	59% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：1.77min 反応温度：212℃ 酸濃度：0.35% 	なし	[14]
15-1	木材チップ (針葉樹)	グルコース	酵素糖化	98% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：2.33min 反応温度：205℃ 酸濃度：1.59% 	なし	[15]
15-2	木材チップ (針葉樹)	グルコース	希硫酸処理、水蒸気 爆砕 →酵素糖化	50% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：1.67min 反応温度：215℃ 酸濃度：0.43% 	なし	[15]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
15-3	木材チップ (針葉樹)	キシロース	希硫酸処理	80% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：3min 反応温度：190℃ 酸濃度：0.55% 	なし	[15]
15-4	木材チップ (針葉樹)	キシロース	希硫酸処理	78% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：7min 反応温度：180℃ 酸濃度：0.7% 	なし	[15]
16-1	木材チップ (アスペン)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	81% (グルコース量/木材中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：30min 反応温度：175℃ 酸濃度：0.25% 原料含水率：10% 	なし	[16]
16-2	木材チップ (バルサム)	キシロース	希硫酸処理	71% (キシロース量/木材中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：29min 反応温度：175℃ 酸濃度：0.25% 原料含水率：10% 	なし	[16]
17-1	おが屑 (カエデ)	グルコース	酵素糖化	82% (グルコース量/おが屑中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：22.5min 反応温度：160℃ 酸濃度：0.5% 原料含水率：7.3% 原料粒径：0.5mm以下 	なし	[17]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
17-2	おが屑 (カエデ)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	88% (グルコース量/おが屑中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：22.5min 反応温度：160℃ 酸濃度：0.5% 原料含水率：7.3% 原料粒径：0.5mm以下 	なし	[17]
17-3	おが屑 (カエデ)	グルコース	希硫酸処理 →酵素糖化	88% (グルコース量/おが屑中のグルカン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：12.5min 反応温度：160℃ 酸濃度：2% 原料含水率：7.3% 原料粒径：0.5mm以下 	なし	[17]
17-4	おが屑 (カエデ)	キシロース	希シュウ酸処理	84% (キシロース量/おが屑中のキシラン量)	<ul style="list-style-type: none"> 反応時間：27.5min 反応温度：160℃ 酸濃度：0.5% 原料含水率：7.3% 原料粒径：0.5mm以下 	なし	[17]

(出所)

- [1] Normark M. et al. (2014) Analysis, pretreatment and enzymatic saccharification of different fractions of Scots pine
- [2] Cara C. et al. (2008) Conversion of olive tree biomass into fermentable sugars by dilute acid pretreatment and enzymatic saccharification
- [3] Cara C. et al. (2006) Enhanced enzymatic hydrolysis of olive tree wood by steam explosion and alkaline peroxide delignification
- [4] Martínez-Patiño J.C. Et al. (2015) High Solids Loading Pretreatment of Olive Tree Pruning with Dilute Phosphoric Acid for Bioethanol Production by *Escherichia coli*
- [5] Canettieri E.V. (2005) Optimization of acid hydrolysis from the hemicellulosic fraction of *Eucalyptus grandis* residue using response surface methodology
- [6] Ibara D. et al. (2021) Obtaining Fermentable Sugars from a Highly Productive Elm Clone Using Different Pretreatments
- [7] McIntosh S. et al. (2016) Pilot-scale cellulosic ethanol production using eucalyptus biomass pre-treated by dilute acid and steam explosion.
- [8] Eklund R. et al. (1995) The influence of SO₂ and H₂SO₄ impregnation of willow prior to steam pretreatment.
- [9] Lee I. et al. (2020) The production of fermentable sugar and bioethanol from acacia wood by optimizing dilute sulfuric acid pretreatment and post treatment
- [10] Pielhop T. et al. (2017) Application potential of a carbocation scavenger in autohydrolysis and dilute acid pretreatment to overcome high softwood recalcitrance
- [11] Cao S. et al. (2012) Chemical transformations of *Populus trichocarpa* during dilute acid pretreatment
- [12] Söderström J. Et al. (2003) Two-step steam pretreatment of softwood by dilute H₂SO₄ impregnation for ethanol production
- [13] Sun Q. et al. (2014) Comparison of changes in cellulose ultrastructure during different pretreatments of poplar
- [14] Nguyen Q.A. (1998) Dilute Acid Pretreatment of Softwoods Scientific Note
- [15] Nguyen Q.A. (1999) Two-stage dilute-acid pretreatment of softwoods
- [16] Jensen J.R. (2010) Effects of dilute acid pretreatment conditions on enzymatic hydrolysis monomer and oligomer sugar yields for aspen, balsam, and switchgrass
- [17] Zhang T. et al. (2012) Sugar yields from dilute oxalic acid pretreatment of maple wood compared to those with other dilute acids and hot water

② 前処理コスト

未利用資源（木質系資源）から原料物質（単糖（グルコースなど））への変換におけるコストの内訳を表 5-5 に示す。なお、単糖に加工するプロセスのみの前処理コストを評価した文献は確認できなかった。そのため、糖液を製造した後に、その糖液を発酵させてエタノールを製造するという段階までのプロセスのコストを評価した文献について、整理を行った。

表 5-5 未利用資源（木質系資源）から原料物質（単糖（グルコースなど））への前処理コストの内訳 < 学術雑誌などの調査結果 >

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応経路	収率情報	出所
1-1	木材チップ（スギ）	糖液（→エタノール）	アルカリ蒸解 → ハイポ漂白 → 酵素糖化（→発酵）	なし	[1]
費用割合					
薬品費		15.6%			
酵素・酵母費		0.0%			
光熱費		0.3%			
環境対策費		3.1%			
労務費		0.5%			
設備費（減価償却）		43.8%			
設備費（補修管理）		17.4%			
税金・金利		19.3%			
（合計）		100.0%			
備考					
<ul style="list-style-type: none"> エタノール製造までのコストを示す。 エタノール収率：210L/t-絶乾チップ。 副生する黒液燃焼による発電でエネルギーは自給可能とされ、ユーティリティ費は含まれていない。 			<ul style="list-style-type: none"> チップ化コストは含まない。 酵素はオンサイトで生産されるためコストに含まない。 減価償却期間は10年想定。 処理量：2,500t/日 		

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応経路	収率情報	出所
1-2	木材チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	アルカリ蒸解 → ハイポ漂白 → 酵素糖化 (→発酵)	なし	[1]
費用割合					
薬品費		8.8%			
酵素・酵母費		0.0%			
光熱費		0.2%			
環境対策費		1.7%			
労務費		2.9%			
設備費 (減価償却)		53.0%			
設備費 (補修管理)		9.8%			
税金・金利		23.5%			
(合計)		100.0%			
備考					
<ul style="list-style-type: none"> エタノール製造までのコストを示す。 エタノール収率：210L/t-絶乾チップ。 副生する黒液燃焼による発電でエネルギーは自給可能とされ、ユーティリティ費は含まれていない。 			<ul style="list-style-type: none"> チップ化コストは含まない。 酵素はオンサイトで生産されるためコストに含まない。 減価償却期間は10年想定。 処理量：250t/日 		

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応経路	収率情報	出所
1-3	木材チップ (スギ)	糖液 (→エタノール)	アルカリ蒸解 → ハイポ漂白 → 酵素糖化 (→発酵)	なし	[1]
費用割合					
薬品費		4.3%			
酵素・酵母費		0.0%			
光熱費		0.1%			
環境対策費		0.8%			
労務費		13.4%			
設備費 (減価償却)		53.4%			
設備費 (補修管理)		4.6%			
税金・金利		23.5%			
(合計)		100.0%			
備考					
<ul style="list-style-type: none"> エタノール製造までのコストを示す。 エタノール収率：210L/t-絶乾チップ。 副生する黒液燃焼による発電でエネルギーは自給可能とされ、ユーティリティ費は含まれていない。 			<ul style="list-style-type: none"> チップ化コストは含まない。 酵素はオンサイトで生産されるためコストに含まない。 減価償却期間は10年想定。 処理量：2,500t/日 		

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応経路	収率情報	出所
2-1	製紙用チップ（スギ）	糖液（→エタノール）	粉碎 → アルカリ前処理（パルプ化） → 酵素処理（糖化）	なし	[2]
費用割合					
薬品費		5.2%			
酵素・酵母費		12.9%			
光熱費		0.5%			
環境対策費		2.2%			
労務費		2.3%			
設備費（減価償却）		40.7%			
設備費（補修管理）		18.0%			
税金・金利		18.3%			
（合計）		100.0%			
備考					
<ul style="list-style-type: none"> エタノール製造までのコストを示す。 なお、文献に記載のあった費目のうち、原料費（2.9%）、関連費用（11.2%）、その他費用（11.2%）は除いて、上記の比率を計算した。 蒸解は既存のパルプ工場の転用または余剰生産力を活用するとして、107億3,000万円と試算。（土地取得に関するコストは含んでいない。）減価償却10年と想定。 			<ul style="list-style-type: none"> 変動費 98 円/エタノール 1L、固定費 165 円/エタノール 1L（原料費、関連費用、その他費用を含む。） 稼働 330 日/年、チップ処理量 250 BDT/日、エタノール製 18,150kL/年におけるコストの試算結果。 		

(注)

前処理コストの費用割合については、みずほリサーチ&テクノロジーズが文献に記載の値をもとに計算した。

なお、最も割合が大きい費目を着色して示している。

(出所)

[1] 林野庁 (2013) 「平成24年度森林整備効率化支援機械開発事業のうち『木質バイオマスの大規模利用技術の開発』」(委託先: 独立行政法人森林総合研究所)

[2] 真柄ら (2017) 北秋田市に建設した木質バイオエタノール製造実証プラントの運転報告 (紙パ技協誌_2017年71巻8号_904-914)

(2) 木質系資源→オリゴ糖（セロビオースなど）

① 収率

未利用資源（木質系資源）から原料物質（オリゴ糖（セロビオースなど））への変換収率を表 5-6 に示す。なお、イオン液体処理に関する文献について、未利用資源（木材）からの反応を行っている文献は確認できなかったため、セルロースなどの前駆体や中間生成物からの収率が記載されている文献について、整理した。

表 5-6 グルコースから原料物質（オリゴ糖）への変換収率 <学術文献の調査結果>

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
1-1	林地残材 (シラカバ)	セロビオース、 グルコース	前処理（オルガノソ ルブ化） →加水分解 →酵素加水分解 →遠心分離 →限外濾過・ナノ濾 過・凍結乾燥	<ul style="list-style-type: none"> セロビオース 787mg (/木材 6g) グルコース 37mg (/木材 6g) 	<加水分解> <ul style="list-style-type: none"> 反応温度：50℃ 攪拌時間：170 rpm 反応時間：96 時間 <酵素処理> <ul style="list-style-type: none"> 反応時間： 48 時間+48 時間 	なし	[1]
1-2	林地残材 (トウヒ)	セロビオース、 グルコース	前処理（オルガノソ ルブ化） →加水分解 →酵素加水分解 →遠心分離 →限外濾過・ナノ濾 過・凍結乾燥	<ul style="list-style-type: none"> セロビオース 651mg (/木材 6g) グルコース 32mg (/木材 6g) 	<加水分解> <ul style="list-style-type: none"> 反応温度：50℃ 攪拌時間：170 rpm 反応時間：96 時間 <酵素処理> <ul style="list-style-type: none"> 反応時間： 48 時間+48 時間 	なし	[1]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-1	セルロース	グルコース、セロビオサン、レボグルコサン、5-ヒドロキシメチルフルフラール	イオン液体処理 (1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド)	<ul style="list-style-type: none"> セロビオース：17.0% セロビオサン：2.8% グルコース：39.4% レボグルコサン：2.4% 5-ヒドロキシメチルフルフラール：3.4% (生成物重量/セルロース重量)	<ul style="list-style-type: none"> 処理量：0.09 g 反応温度：100℃ 反応時間：72 時間 空气中 	なし	[2]
2-2	セロビオース	セロビオース、グルコース、5-ヒドロキシメチルフルフラール	イオン液体処理 (1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド)	<ul style="list-style-type: none"> セロビオース：①98.9%、②23.9% グルコース：①2.9%、②63.1% 5-ヒドロキシメチルフルフラール：②1.9% (生成物重量/セロビオース重量)	<ul style="list-style-type: none"> 処理量：0.09 g 反応温度：100℃ 反応時間：48 時間 ①真空、②N2 ガス下 	なし	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-3	セロビオサン	セロビオース、 セロビオンサン グルコース、 レボグルコサン、 5-ヒドロキシメチル フルフラール	イオン液体処理 (1- エチル-3-メチルイ ミダゾリウムクロリ ド)	<ul style="list-style-type: none"> • セロビオース : 3.2% • セロビオサン : 64.0% • グルコース : 16.3% • レボグルコサン : 14.8% • 5-ヒドロキシメチルフルフラール : 1.2% (生成物重量/セロビオサン重量)	<ul style="list-style-type: none"> • 処理量 : 0.09 g • 反応温度 : 100°C • 反応時間 : 48 時間 • 空気中 	なし	[2]
2-4	グルコース	グルコース、 レボグルコサン、 5-ヒドロキシメチル フルフラール	イオン液体処理 (1- エチル-3-メチルイ ミダゾリウムクロリ ド)	<ul style="list-style-type: none"> • グルコース : 11.8% • レボグルコサン : 2.6% • 5-ヒドロキシメチルフルフラール : 6.3% (生成物重量/グルコース重量)	<ul style="list-style-type: none"> • 処理量 : 0.09 g • 反応温度 : 100°C • 反応時間 : 48 時間 • 空気中 	なし	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-5	レボグルコサン	グルコース、レボグルコサン、5-ヒドロキシメチルフルフラール	イオン液体処理 (1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド)	<ul style="list-style-type: none"> グルコース : 18.5% レボグルコサン : 63.4% 5-ヒドロキシメチルフルフラール : 1.6% (生成物重量/レボグルコサン重量)	<ul style="list-style-type: none"> 処理量 : 0.09 g 反応温度 : 100°C 反応時間 : 48 時間 空气中 	なし	[2]
3-1	グルコース	二糖類 (マルトース、ニゲローズ、コジビオース、ラミナリビオース、イソマルトース、ゲンチオビオース)	イオン液体処理 (1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド)	2.9% (二糖類量 / グルコース量)	<ul style="list-style-type: none"> グルコース濃度 : 3 wt% 反応温度 : 90°C 反応時間 : 96 時間 	なし	[3]
3-2	グルコース	二糖類 (マルトース、ニゲローズ、コジビオース、ラミナリビオース、イソマルトース、ゲンチオビオース)	イオン液体処理 (1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド)	3.2% (二糖類量 / グルコース量)	<ul style="list-style-type: none"> グルコース濃度 : 3 wt% 反応温度 : 100°C 反応時間 : 24 時間 	なし	[3]

(出所)

- [1] A Karnaouri et al. (2019) Valorization of waste forest biomass toward the production of cello-oligosaccharides with potential prebiotic activity by utilizing customized enzyme cocktails
- [2] E. Ohno et al. (2014) Decomposition of cellulose in an ionic liquid, 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride
- [3] E. Ohno et al. (2015) Production of disaccharides from glucose by treatment with an ionic liquid, 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride

② 前処理コスト

未利用資源（木質系資源）から原料物質（オリゴ糖（セロビオースなど））への変換におけるコストに関する文献は確認できなかった。

(3) 木質系資源→ナノセルロース (CNF)

① 収率

未利用資源 (木質系資源) から原料物質 (ナノセルロース (CNF)) の変換に関して、原料や製法、種類によって収率は様々である。

② 前処理コスト

未利用資源 (木質系資源) から原料物質 (ナノセルロース (CNF)) の変換におけるコストの内訳について、費目ごとに分析した文献は確認できていない。

参考として、国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所での、セルロースナノファイバーの製造コストの試算結果から、セルロースナノファイバーの製造工程を表 5-7 に、セルロースナノファイバーの製造コストの試算結果などを表 5-8 に、それぞれ示す。

表 5-7 セルロースナノファイバーの製造工程

表1 製造工程の改良

		改良前	改良後
パルパ化工程	1	蒸解	蒸解
	2	固液分離	固液分離
	3	酸素漂白	
	4	固液分離	
	5	洗浄	洗浄
	6	過酢酸漂白	過酢酸漂白
	7	固液分離	固液分離
	8	洗浄	
	9	過酸化水素漂白	
	10	固液分離	
	11	洗浄	洗浄
ナノ化工程	12	濃度・pH調整	濃度・pH調整
	13	酵素処理	酵素処理
	14	超音波処理	
	15	酵素失活	酵素失活
	16	ビーズミル処理	ビーズミル処理
	17	殺菌	殺菌

(出所) 野尻ら (2020) 「セルロースナノファイバーの製造コストを削減する」

(国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 (2020)

「令和 2 年版 研究成果選集 2020」 32-33)

表 5-8 セルロースナノファイバーの製造コストの試算結果など

表2 改良前後のコスト試算ほか

項目	改良前	改良後	単位
製造コスト (乾燥物として)	12,106	4,858	[円/kg]
製造コスト (水懸濁スラリーとして)	290	117	[円/L]
乾燥 CNF生産量	35	99	[t/年]
生産効率	24	8	[h/バッチ]
機械設備費	100	90.5	[%]
薬剤費*	100	102.9	[%]

*薬剤費には、酵素費用などが含まれるため、パルプ化工程での薬剤増量によるコスト増は2.9%となっています。

(出所) 野尻ら (2020) 「セルロースナノファイバーの製造コストを削減する」

(国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 (2020)

「令和 2 年版 研究成果選集 2020」 32-33)

(4) 木質系資源→芳香族化合物（フェノールなど）

① 収率

未利用資源（木質系資源）から原料物質（芳香族化合物（フェノールなど））への変換収率を表 5-9 に示す。

表 5-9 未利用資源（木質系資源）から芳香族化合物（フェノール）への変換収率 < 学術文献の調査結果 >

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
1-1	木材 (マツ)	フェノール	リグニン脱重合 (LFP) →触媒反応 (デメトキシ化) →触媒反応 (トランスアルキル化)	509mg/10g (フェノール重量 /マツ材中のリグニン 重量 (マツ材 40g 中のリグニン含有量 25wt%)) 9.6mol% (フェノールの mol 量 /マツ材中のリグニン モノマーの mol 量)	<リグニン脱重合> 触媒 : Pt/C 条件 : 230°C、30 気圧 <触媒反応> 触媒 : MoP/SiO ₂ 、HZSM-5 条件 : 350°C、90 気圧	なし	[1]

(出所)

[1] Ouyang X. et al. (2020) Efficient Conversion of Pine Wood Lignin to Phenol

② 前処理コスト

未利用資源（木質系資源）から原料物質（芳香族化合物（フェノールなど））への変換におけるコストに関する文献は確認できなかった。

(5) 木質系資源→バイオ炭、バイオオイル

① 収率

未利用資源（木質系資源）から原料物質（バイオ炭、バイオオイル）への変換収率を表5-10に示す。なお、バイオオイルを製造する際には、副産物としてガスと残渣（炭化物）が生じるなど、これらの品目の製造においては、副産物の存在にも留意する必要がある。

表 5-10 未利用資源（木質系資源）から原料物質（バイオ炭、バイオオイル）への変換収率 <学術雑誌などの調査結果>

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
1-1	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →空気賦活 (炭素賦活炉)	18.5% (賦活後の質量/賦活前の質量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 賦活化 : 800℃、1 時間 ・ 投入資源 : 100g (乾燥チップ) 	なし	[1]
1-2	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →空気賦活 (炭素賦活炉)	9.5% (賦活後の質量/賦活前の質量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 賦活化 : 900℃、1 時間 ・ 投入資源 : 100g (乾燥チップ) 	なし	[1]
1-3	木材 (スギ)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →空気賦活 (炭素賦活炉)	13.0% (賦活後の質量/賦活前の質量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 賦活化 : 900℃、1 時間 ・ 投入資源 : 100g (乾燥チップ) 	なし	[1]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-1	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →ペレット化 (ペレタイザー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活処理(活性炭製造実験機)	23.3% (活性炭の質量/ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量：7,400g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 保持時間：0.5 時間 ・ 回数：3 回 <賦活処理> ・ 炭素化物量：4,200g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 賦活時間：目標収率を 25%として調整。	なし	[2]
2-2	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →ペレット化 (ペレタイザー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活処理(活性炭製造実験機)	19.9% (活性炭の質量/ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量：7,400g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 保持時間：0.5 時間 ・ 回数：3 回 <賦活処理> ・ 炭素化物量：4,200g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 賦活時間：目標収率を 20%として調整。	なし	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-3	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →ペレット化 (ペレタイザー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活処理(活性炭製造実験機)	15.3% (活性炭の質量/ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量：7,400g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 保持時間：0.5 時間 ・ 回数：3 回 <賦活処理> ・ 炭素化物量：4,200g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 賦活時間：目標収率を 15%として調整。	なし	[2]
2-4	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →ペレット化 (ペレタイザー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活処理(活性炭製造実験機)	12.6% (活性炭の質量/ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量：7,400g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 保持時間：0.5 時間 ・ 回数：3 回 <賦活処理> ・ 炭素化物量：4,200g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 賦活時間：目標収率を 12.5%として調整。	なし	[2]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
2-5	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (ハンマークラッシャー) →ペレット化 (ペレタイザー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活処理(活性炭製造実験機)	10.8% (活性炭の質量/ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量：7,400g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 保持時間：0.5時間 ・ 回数：3回 <賦活処理> ・ 炭素化物量：4,200g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 賦活時間：目標収率を10%として調整。	なし	[2]
3-1	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化(チップパー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活化 (活性炭製造実験機)	16.7% (活性炭の質量/ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量：7,400g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 保持時間：0.5時間 ・ 回数：3回 <賦活処理> ・ 炭素化物量：4,200g ・ 最高到達温度：850℃ ・ 賦活時間：4.0時間	なし	[3]

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質	反応手法	収率	備考	コスト情報	出所
3-2	果樹剪定枝 (りんご)	活性炭	チップ化 (チップパー) →炭素化 (活性炭製造実験機) →賦活化 (活性炭製造実験機)	12.2% (活性炭の質量 /ペレットの質量)	<炭素化> ・ ペレット量 : 7,400g ・ 最高到達温度 : 850℃ ・ 保持時間 : 0.5 時間 ・ 回数 : 3 回 <賦活処理> ・ 炭素化物量 : 4,200g ・ 最高到達温度 : 850℃ 賦活時間 : 5.5 時間	なし	[3]
4-1	木質バイオマス	バイオオイル	熱分解	60%	・ 熱分解温度 : 450~500℃ ・ 製造能力 : 20kg /h	なし	[4]
5-1	針葉樹材	バイオオイル	乾燥 →粉碎 →加熱 (急速)	75%	・ 熱分解温度 : 約 500℃ ・ 処理能力 : 5kg /h	なし	[5]

(出所)

- [1] 廣瀬ら (2011) リンゴ剪定枝から調整した活性炭の特性に及ぼす賦活温度の影響 (木材学会誌_Vol.57_No.3_136-142)
- [2] 廣瀬ら (2019) りんご剪定枝を原料とした活性炭を用いた電気二重層キャパシタに関する研究 (木材学会誌_Vol.65_No.3_158-165)
- [3] 廣瀬ら (2022) りんご剪定枝活性炭の物性に与える賦活時間の影響 (日本産業技術教育学会誌_第 64 卷_第 1 号_75-82)
- [4] 清水ら (2017) 林地内におけるバイオオイルの製造 (日本エネルギー学会機関誌 えねるみくす_Vol.96_No. 4_464-467)
- [5] 本間 (2001) バイオオイルーバイオマスをエネルギーに変換するー (独立行政法人北海道総合研究機構 林産試だより 2001 年 3 月号)

② 前処理コスト

未利用資源（木質系資源）から原料物質（バイオオイル）への変換におけるコストの内訳を表 5-11 に示す。

表 5-11 未利用資源（木質系資源）から原料物質（バイオ炭、バイオオイル）への前処理コストの内訳 <学術雑誌などの調査結果>

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質		反応経路	収率情報	出所
1-1	未利用間伐材 (スギ、ヒノキなどの人工林の 未利用放置間伐材)	燃料用チップ、バイオ炭		木材持ち出し → チップ化 → 炭化	なし	[1]
費用割合		木材持ち出し	チップ化・炭化	合計		
薬品費		—	—	—		
酵素・酵母費		—	—	—		
光熱費		—	1.5%	1.5%		
環境対策費		—	—	—		
労務費		46.0%	15.2%	61.3%		
設備費（減価償却）		24.0%	5.3%	29.3%		
設備費（補修管理）		—	6.3%	6.3%		
税金・金利		—	1.6%	1.6%		
（合計）		70.0%	30.0%	100.0%		

備考	
<ul style="list-style-type: none"> • なお、文献に記載のあった費目のうち、未利用間伐材購入価格（原料費）（500 円/m³）は除いて、上記の比率を計算した。また、諸経費 30%が加わると見込まれているが、その数字は除いて上記の比率を計算した。 • チップ化した木材のうち、50%を炭化してバイオ炭、残り 50%は燃料用チップとして販売すると仮定。 • 木材持ち出し：（作業員）14,000 円/人・日×3 名、（バックホー）10,400 円/台・日、ユニック車 11,500 円/台・日 なお、木材は 10m³/日を持ち出すと想定。 ※1 班当たりコスト • チップ化：（木材粉碎機）3,000 万円、（バックホー）500 万円 • 炭化：（連続炭化炉）7,000 万円 • チップ化・炭化：（作業員）14,000 円/人・日×3 名×240 日、（用地造成・上屋設備）：3,000 万円 • ただし、チップ化・炭化における設備投資費用の合計 1.37 億円のうち、約 50%は農水省農村漁村活性化プロジェクト補助金を利用することを想定し、残りの 7,000 万円を借入金（20 年均等払い、金利 3%）で返済するとした。なお、上記では、借入金返済を設備費（減価償却）として記載した。 • 炭化プラントは、1 日 8 時間稼働。 	<ul style="list-style-type: none"> • 上記では、燃料費ほか雑品の金額を光熱費として記載した。 • バイオ炭製造量：960m³/年、燃料用チップ製造量：2,880t/年 • 重量換算でチップ 10 から炭 1 が製造される（津軽国土保全組合実績データ）と仮定。 • すなわち、合計で年間必要チップ量は、5,760t/年＝7,200m³/年。 • 減価償却費は含まれていない。 • 税金・金利は、チップ化・炭化における設備投資費用の借入金返済の金利のみ。 • 事業性収支は、－27%（炭化プラントを 24 時間稼働とした場合は、－23%）

No.	未利用資源	バイオものづくりの原料物質			反応経路			収率情報	出所
2-1	バイオマス	バイオオイル			原料収集 → 粉砕 → 乾燥 → 熱分解 → オイル精製 → 燃焼			あり	[2]
費用割合		原料収集	粉砕	乾燥	熱分解	オイル精製	燃焼	(合計)	
薬品費		—	—	—	—	—	—	—	—
酵素・酵母費		—	—	—	—	—	—	—	—
光熱費		6.8%	2.5%	5.9%	2.5%	1.8%	11.1%	30.7%	
環境対策費		—	—	—	—	—	—	—	—
労務費		内訳不明	内訳不明	内訳不明	内訳不明	内訳不明	内訳不明	37.8%	
設備費（減価償却）		2.3%	0.7%	1.0%	6.6%	0.5%	0.5%	11.6%	
設備費（補修管理）		2.3%	0.7%	1.0%	6.6%	0.5%	0.5%	11.6%	
税金・金利		1.3%	0.5%	0.8%	5.1%	0.3%	0.3%	8.4%	
（合計）		12.8%	4.4%	8.7%	20.9%	3.1%	12.4%	100.0%	
備考									
<ul style="list-style-type: none"> 灯油を熱源として1t/日で操業した場合のコスト なお、文献に記載のあった費目のうち、原料費（2.6%）は除いて、上記の比率を計算した。また、労務費は合計のみに含む。 原料収集：設備費6,500千円、耐用年数10年 粉砕：設備費3,675千円、耐用年数10年 熱分解：設備費36,750千円、耐用年数10年 オイル製造：設備費2,500千円、耐用年数10年 燃焼：設備費2,500千円、耐用年数10年 					<ul style="list-style-type: none"> 修繕費は一律で設備費の10% 租税公課（固定資産税）は一律で設備費の7.7% 合計57,038千円/年、380円/kg チャーの燃焼利用とその排熱の乾燥利用によって灯油が代替できれば、およそ60円/kgのコスト削減が見込める。 スケールアップすればおよそ6t/日まで大きくバイオいる製造コストが減少し、6t/日処理を超えると100円/kgを下回る。 				

(注)

前処理コストの費用割合については、みずほリサーチ&テクノロジーズが文献に記載の値をもとに計算。
なお、最も割合が大きい費目を着色して示している。

(出所)

[1] 財団法人中部産業・地域活性化センター (2010) バイオ炭 (炭の土壌改良材) の普及に関する実践的調査研究

[2] 細貝ら (2017) バイオオイル製造のプロセス評価およびコスト評価 (日本エネルギー学会誌_96_482-486 (2017))

(6) 木材→木材チップ（参考）

前処理コスト

今回調査した収率・前処理コストの文献において、木質系の未利用資源に関する加工では、木材そのものを加工プロセスに投入するのではなく、木材チップの形で投入するという記載になっているものも多数確認された。そのため、参考として、木材を木材チップに加工する際のコストについても、そのコストの調査を行った。木材から木材チップへの変換コストの内訳を表 5-12 に示す。

表 5-12 木材から木材チップへの変換コストの内訳 <学術雑誌などの調査結果>

No.	投入物	生成物			工程	収率情報	出所
1-1	未利用材（林地残材）	チップ			チップ化（タブ式ハンマーミル）	なし	[1]
費用割合		木質破砕機	グラップル	合計			
薬品費		—	—	—			
酵素・酵母費		—	—	—			
光熱費		10.4%	4.3%	14.7%			
環境対策費		—	—	—			
労務費		—	12.9%	12.9%			
設備費（減価償却）		22.4%	13.7%	36.0%			
設備費（補修管理）		27.3%	9.1%	36.3%			
税金・金利		—	—	—			
（合計）		60.1%	39.9%	100.0%			
備考							
<ul style="list-style-type: none"> 年間チップ生産量 7,692m³/年 木質破砕機（タブ式ハンマーミル）3,000万円、耐用年数8年 グラップル 1,810万円、耐用年数 7.9年 				<ul style="list-style-type: none"> 機材消耗費、運転手以外の付帯人件費、現場監督費、倉庫など施設管理費などの「間接諸経費」は含まれていない。（上記の合計値に対して、20%が加わる想定。） チップ化費 2,180円/m³ 作業員1名はグラップルに計上 			

No.	投入物	生成物			工程	収率情報	出所
1-2	未利用材（林地残材）	チップ			チップ化（横入れ式ドラムカッタ）	なし	[1]
費用割合		木質破砕機	グラップル	合計			
薬品費		—	—	—			
酵素・酵母費		—	—	—			
光熱費		8.4%	4.9%	13.3%			
環境対策費		—	—	—			
労務費		—	17.6%	17.6%			
設備費（減価償却）		16.8%	18.7%	35.5%			
設備費（補修管理）		20.5%	12.4%	32.9%			
税金・金利		—	—	—			
（合計）		45.4%	54.6%	100.0%			
備考							
<ul style="list-style-type: none"> 年間チップ生産量 7,692m³/年 木質破砕機（横入れ式ドラムカッタ）1,650万円、耐用年数 8年 グラップル 1,810万円、耐用年数 7.9年 				<ul style="list-style-type: none"> 機材消耗費、運転手以外の付帯人件費、現場監督費、倉庫など施設管理費などの「間接諸経費」は含まれていない。（上記の合計値に対して、20%が加わる想定。） チップ化費 3,451円/m³ 作業員 1名はグラップルに計上 			

No.	投入物	生成物			工程	収率情報	出所
1-3	未利用材（林地残材）	チップ			チップ化（タブ式ハンマーミル）	なし	[1]
費用割合		木質破砕機	グラップル	合計			
薬品費		—	—	—			
酵素・酵母費		—	—	—			
光熱費		13.1%	3.0%	16.0%			
環境対策費		—	—	—			
労務費		—	10.8%	10.8%			
設備費（減価償却）		26.1%	11.4%	37.5%			
設備費（補修管理）		31.9%	7.6%	39.4%			
税金・金利		—	—	—			
（合計）		66.7%	33.3%	100.0%			
備考							
<ul style="list-style-type: none"> 年間チップ生産量 7,692m³/年 木質破砕機（タブ式ハンマーミル）4,200万円、耐用年数8年 グラップル 1,810万円、耐用年数7.9年 				<ul style="list-style-type: none"> 機材消耗費、運転手以外の付帯人件費、現場監督費、倉庫など施設管理費などの「間接諸経費」は含まれていない。（上記の合計値に対して、20%が加わる想定。） チップ化費 4,723円/m³ 作業員1名はグラップルに計上 			

No.	投入物	生成物			工程	収率情報	出所
1-4	未利用材（林地残材）	チップ			チップ化（タブ式ハンマーミル）	なし	[1]
費用割合		木質破砕機	グラップル	合計			
薬品費		—	—	—			
酵素・酵母費		—	—	—			
光熱費		9.1%	3.6%	12.8%			
環境対策費		—	—	—			
労務費		—	13.3%	13.3%			
設備費（減価償却）		18.3%	14.0%	32.3%			
設備費（補修管理）		22.3%	9.3%	21.6%			
税金・金利		—	—	—			
（合計）		59.0%	41.0%	100.0%			
備考							
<ul style="list-style-type: none"> 年間チップ生産量 7,692m³/年 木質破砕機（タブ式ハンマーミル）2,390万円、耐用年数8年 グラップル 1,810万円、耐用年数7.9年 				<ul style="list-style-type: none"> 機材消耗費、運転手以外の付帯人件費、現場監督費、倉庫など施設管理費などの「間接諸経費」は含まれていない。（上記の合計値に対して、20%が加わる想定。） チップ化費 2,424円/m³ 作業員1名はグラップルに計上 			

(注)

前処理コストの費用割合については、みずほリサーチ&テクノロジーズが文献に記載の値をもとに計算。
なお、最も割合が大きい費目を着色して示している。

(出所)

[1] 酒井ら (2017) 北海道における木質バイオマス発電所向け未利用材の供給ポテンシャルの試算 (日本森林学会誌 (2017) 99,233-240)

5.6 特許情報の整理方法

未利用資源からバイオものづくりの原料物質への加工ルートに関して、特許情報からの調査を実施した。前処理に係る技術や処理方法の開発状況を把握するため、日本国内で出願・発行され、2025年3月現在において有効となっている特許について調査した。なお、5.3章で整理した加工ルートのうち、木質系の未利用資源を対象とした加工ルートに関して、整理を行った。

具体的な調査方法としては、独立行政法人工業所屬権情報・研修館が提供している特許情報プラットフォーム「J-PlatPat」(<https://www.j-platpat.inpit.go.jp/>)上で、本調査で対象とした未利用資源の前処理技術に関連する特許を検索し、特許件数を確認した。なお、検索に際しては、J-PlatPat上に掲載された特許を網羅的に参照するため、特許分類のFターム(テーマコード)を使用して、検索を行った。今回の調査において、検索の対象としたFタームおよび対象とされる技術を表5-13に示す。今回は、以下の4つのコードを対象とした。

- 2B230 (木材等の化学的、物理的処理)
- 4B033 (酵素、微生物の固定化、処理)
- 4B064 (微生物による化合物の製造)
- 4D027 (生物学的処理一般)

表 5-13 検索の対象とした F タームおよび対象とされる技術

Fターム	対象とされる技術
2B230	木材等の化学的、物理的処理
2B230BA05	木材チップに関するもの
2B230BA06	樹皮や枝葉に関するもの
2B230EA01	化学的処理に関するもの
2B230EA23	生化学的処理に関するもの
4B033	酵素、微生物の固定化、処理
4B033ND01	物質の処理(製造、合成、分離、精製、分解等)や処理条件に関するもの
4B033NG03	微生物(菌類)を活用するもの
4B033NG09	酵素を活用するもの
4B033NH09	化学物質の製造や精製に関するもの
4B064	微生物による化合物の製造
4B064AB07	芳香族の製造に関するもの
4B064AF02	単糖の製造に関するもの
4B064AF03	二糖の製造に関するもの
4B064AF04	オリゴ糖類の製造に関するもの
4B064AF11	多糖類の製造に関するもの
4D027	生物学的処理一般
4D027CA03	好氣的処理によるもの
4D027CA05	多段階処理によるもの

(参考) 特許庁ホームページ「テーマコード一覧情報(テーマコード表)」

(<https://www.jpo.go.jp/system/patent/gaiyo/bunrui/fi/themecode.html>)

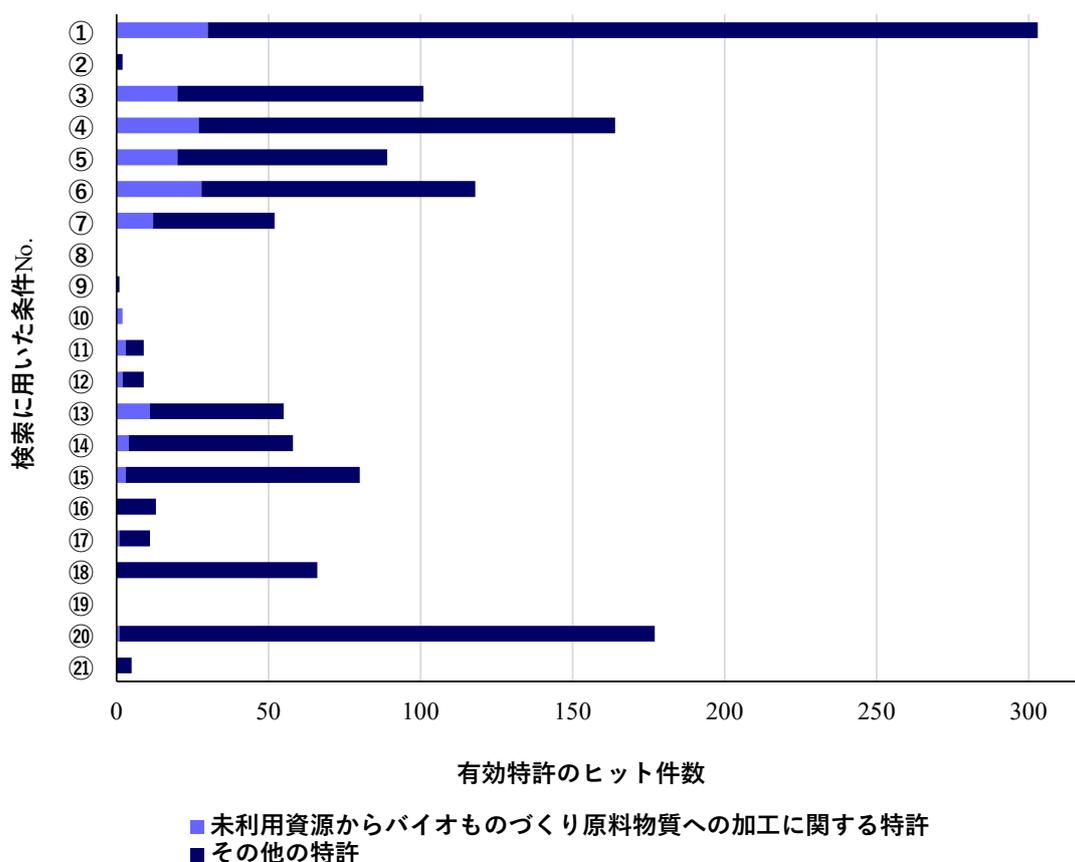
さらに、どのような未利用資源に関する技術の特許が多いか、またどのような加工手法に関する特許が多いかを確認するため、これらの F タームでヒットした特許情報のうち、特定のキーワードを含むものを検索した。また、それらの特許の内容を確認して、内容が未利用資源からバイオものづくり原料物質への加工に関する特許とそうではない特許（すなわち、本調査のスコープ対象となるものとスコープ対象外であるもの）に区別した。今回の調査において、検索に用いた条件（F ターム・キーワード）を表 5-14 に示す。今回は、合計 21 通りの条件で検索した。

表 5-14 検索に用いた条件（F ターム・キーワード）

条件No.	使用したFターム	キーワード
①	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	セルロース
②	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	黒液
③	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	パルプ
④	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	前処理
⑤	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	ヘミセルロース、キシロース
⑥	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	リグニン
⑦	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	リグニン、フェノール
⑧	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	リグニン、ムコン酸
⑨	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	ムコン酸
⑩	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	剪定枝
⑪	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	残材
⑫	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	汚泥
⑬	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	古紙
⑭	4B064AB07 4B064AF02 4B064AF03 4B064AF04 4B064AF11	食品、残渣
⑮	2B230BA05 2B230BA06 2B230EA01 2B230EA23	
⑯	4D027CA03 4D027CA05	
⑰	4B033ND01 4B033NH09 4B033NG09 4B033NG03	リグニン
⑱	4B033ND01 4B033NH09 4B033NG09 4B033NG03	フェノール
⑲	4B033ND01 4B033NH09 4B033NG09 4B033NG03	ムコン酸
⑳	4B033ND01 4B033NH09 4B033NG09 4B033NG03	糖
㉑	4B033ND01 4B033NH09 4B033NG09 4B033NG03	木質

5.7 特許情報の整理結果

各検索条件における有効特許のヒット件数を図 5-9 に示す。セルロース・ヘミセルロースに関する内容の有効特許は、比較的多数存在していることが分かった。その一方、微生物を活用した黒液の処理、リグニンからのフェノールの製造、リグニンを含むバイオマス資源からのムコン酸の製造といったリグニンに関する内容の有効特許は、非常に少なかった。なお、本調査のスコープ対象となる特許は、今回の検索対象とした特許分類の F ターム、主として「4B064（微生物による化合物の製造）」に区分された。



(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

図 5-9 各検索条件における有効特許のヒット件数

また、特許の内容および発行年に基づいた特許件数の整理結果を、表 5-15 に示す。ここでは、上記でヒットした有効特許について、本調査でスコープ対象とした未利用資源と生成物であるバイオものづくりの原料物質に基づき整理している。近年、リグノセルロース系バイオマス及びセルロース系バイオマス（パルプ含む）の糖化处理技術に関しては、特許が多数取得されていることが確認された。また、一方でフェノールやムコン酸を得る前処理技術に関しては、特許の取得が限定的であることが確認された。

表 5-15 特許の内容および発行年に基づいた特許件数の整理結果

未利用資源	生成物	主たる出願対象	発行年												
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
リグノセルロース系バイオマス	スラリー(セルロース)	脱リグニン化処理技術	●			●									
	スラリー(セルロース及びヘミセルロース)	脱リグニン化処理技術								●					
	スラリー(リグニン)	酸処理技術、糖化技術		●	●										
	糖	酸処理技術、製造装置、糖化促進剤等	●		●	●	●	●	●						
セルロース系バイオマス(パルプ含む)	スラリー(セルロース)	高温高圧処理技術、アルカリ処理技術							●						
	糖	高温高圧処理技術、酵素、微生物、製造装置	●		●	●				●		●	●		
	ナノセルロース	酵素処理技術、叩解処理技術					●								
セルロース及びヘミセルロース	糖	反応液			●	●									
セルロース	糖	製造装置、熱水処理技術		●									●		
ヘミセルロース	糖	酵素処理技術					●								
リグニン	糖	脱リグニン化処理技術						●					●		

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

5.8 研究開発や市場の動向の整理方法

未利用資源からバイオものづくりの原料物質への加工ルートに関して、現在、研究開発の中心となっている加工ルートや市場規模などの動向を調査した。

具体的な調査方法としては、バイオマス資源全般のほか、今回の調査の対象となっている木質系資源、下水汚泥、廃食用油、食品加工残渣のそれぞれについて、官公庁のホームページや資料などを対象として、インターネット上で検索し、現在の動向に関する資料を収集した。

5.9 研究開発や市場の動向の整理結果

(1) 全般

農林水産省（2025）「バイオマスの活用をめぐる状況」によれば、バイオマス産業全般に関して、製品分野では、未利用バイオマスを活用した新素材の開発に向けた取組が進められている。エネルギー分野では、持続可能な航空燃料（SAF）等の燃料供給に向けた取組が進められている。また、製品・エネルギーの産業規模（約 57 兆円）に対して、現在のバイオマス産業の市場規模は約 1%（約 5,300 億円）であるが、将来的には約 10%（約 5.7 兆円）を目指すと言われていた。当面の目標として、2030 年は現在の市場規模の約 2 倍の市場の獲得を目指すと言われていた。バイオマス産業の規模を図 5-10 に、バイオマス産業の市場規模の拡大のイメージを図 5-11 に、バイオマス産業都市を図 5-12 に、それぞれ示す。

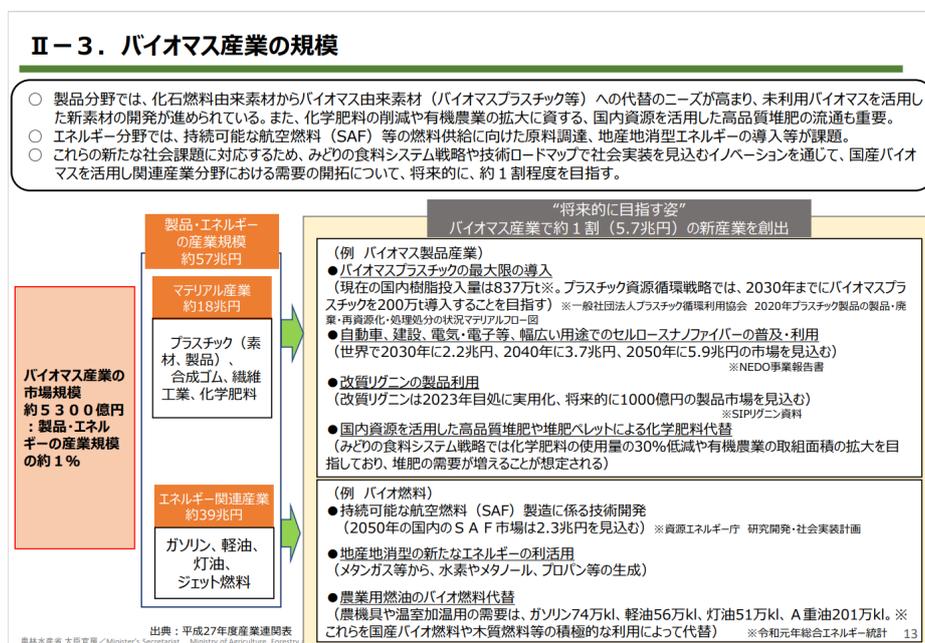


図 5-10 バイオマス産業の規模

（出所）農林水産省（2025）「バイオマスの活用をめぐる状況」

(<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-188.pdf>)

(2) 木材系資源

林野庁のホームページによれば、現在、林野庁では木質バイオマスの新たなマテリアル利用技術開発が進められている。未利用の木質資源が付加価値の高い製品へと生まれ変われば、新たな木材需要の創出や地域経済の活性化につながると期待される。

技術開発が進む木質系新素材としては、「セルロースナノファイバー」「改質リグニン」があげられる。それぞれの概要を図 5-13 および図 5-14 に示す。

木質系新素材の開発・普及ーセルロースナノファイバー(CNF)ー

2024年2月時点

○セルロースナノファイバー（CNF）は、軽量ながら高強度など多様な特性を有する植物由来の新素材。

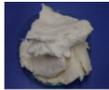
○林野庁では、スギなどの国産原料が豊富な中山間地域に適した小規模・低環境負荷なCNF製造技術の開発を推進。

セルロースナノファイバーとは

- セルロースを化学的・機械的に処理してナノサイズ（1nmは100万分の1mm）まで細かく解きほぐした極細繊維状物質
- 軽量・高強度（鋼鉄の5分の1の軽さで5倍の強度）
- 増粘性制御（用途に応じて適切な粘度に制御が可能）
- 低い熱膨張（石英ガラス並で電子基板等に適性）
- 高い耐候性（強化膜形成で紫外線透過抑制、変色・劣化防止）

原料

 チップ

パルプ化

 パルプ

ナノ化

 CNF水分散液

技術・製品開発の現状

- 様々な分野で特徴を活かした製品が実用化
- 現在、製造設備が各地で稼働しており、紙おむつ、筆記用インク、運動靴、化粧品、食品、塗料等の製品に使用されている
- 林野庁では、スギなどの国産原料が豊富な中山間地域に適した小規模・低環境負荷型の製造技術（特殊な薬品を使用せず汎用機械によるナノ化）と用途の開発を支援

CNFを用いた製品


 CNF（水分散液）


テニスシューズ
靴底ミッドソールの補強材としてCNFを含有することで、強度・耐久性が向上
写真：株式会社アシックス


外壁フェンス
CNF含有の下塗り塗料により、紫外線の透過を抑制し、木材の変色や劣化を防ぐ
写真：玄々化学工業株式会社

図 5-13 技術開発が進む木質系新素材「セルロースナノファイバー」

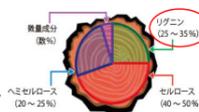
(出所) 林野庁ホームページ「木質バイオマスの新たなマテリアル利用技術開発」

(<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/newb/material.html>)

- 日本固有の樹種であり資源量が豊富なスギから、加工性が高く、熱に強い、改質リグニンの製造が可能。
- 改質リグニンを様々な材料と複合化することで、多種多様な製品材料として利用でき、化石資源由来プラスチックの代替が可能。

改質リグニンとは

- 日本固有樹種であるスギのチップに、ポリエチレングリコール（PEG）を混ぜて加熱し、リグニンを改質・抽出した物質
- リグニンは、樹木の種類や生育環境、部位等により性質がバラバラなため工業製品向け原料化は世界的にも困難であったが、森林総合研究所が代表となった産学官連携により、性質のバラツキが少ないスギを対象に「改質リグニン」の抽出技術を開発
※内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）『次世代農林水産業創造技術』（H26～H30）
- 加工性が高く、熱に強い
- 様々な材料と複合化することで、高耐熱性プラスチックや繊維強化プラスチック（FRP）等、様々な製品原料として利用が可能



硬さ／柔らかさをコントロール可能

技術・製品開発の現状

- 林野庁補助（R1補正）で、茨城県常陸太田市内に実証プラント（生産能力100トン/年）を整備（R3年6月竣工）
- 現在、試験生産したサンプルを素材メーカーに提供し、様々な複合素材を開発中
- 社会実装には、大量生産技術の確立、優位性のある用途開発、環境適合性の評価等を進める必要



実証プラント

改質リグニンを用いた試作品

<p>改質リグニン（粉末）</p>	<p>電子基板 既存の電子基板より熱を帯びた際の寸法安定性がよく従来の約3割のコストで製造可能 写真：産総研</p>	<p>自動車ステアリング ステアリング樹脂基材に改質リグニンを含有 写真：株式会社天童木工、物質・材料研究機構、豊田合成株式会社</p>
-------------------	--	--

図 5-14 技術開発が進む木質系新素材「改質リグニン」

(出所) 林野庁ホームページ「木質バイオマスの新たなマテリアル利用技術開発」

(<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/newb/material.html>)

(3) 下水汚泥

令和4年度の「食料安全保障強化政策大綱」(令和4年12月27日閣議決定)において、2030年までに堆肥・下水汚泥資源の使用量を倍増し、肥料の使用量(リンベース)に占める国内資源の利用割合を40%まで拡大(現状:約14%(令和4年度))することが目標として記載されている。下水汚泥資源の肥料利用拡大の方向性を図5-15に、また、下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた関係者の役割と取組の方向性を図5-16に、それぞれ示す。

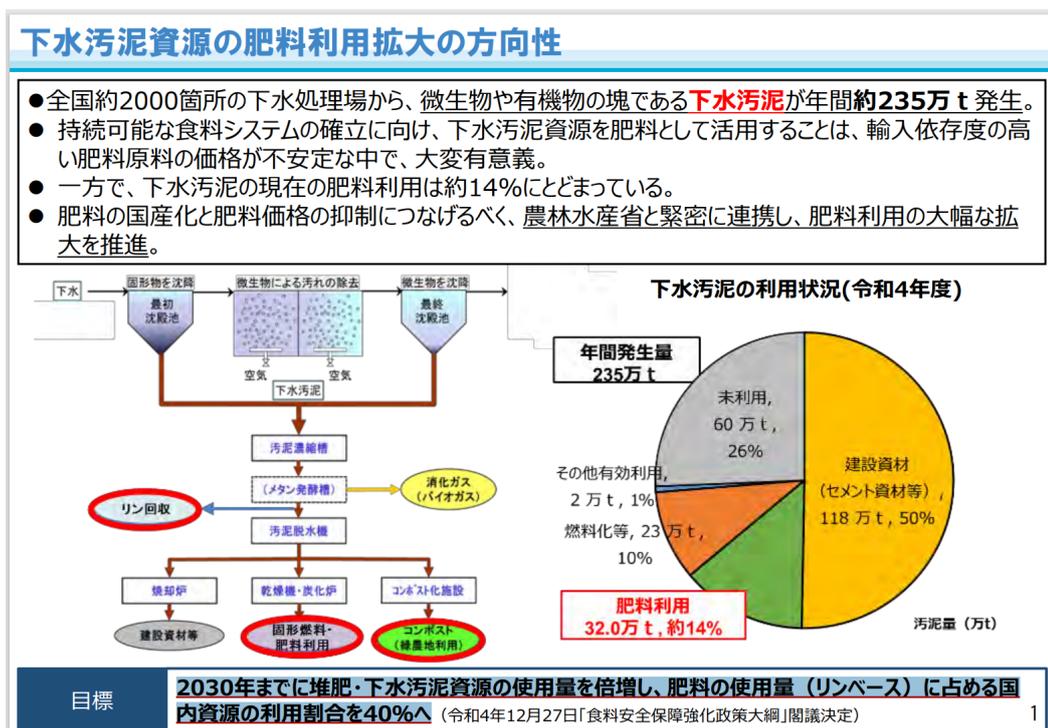


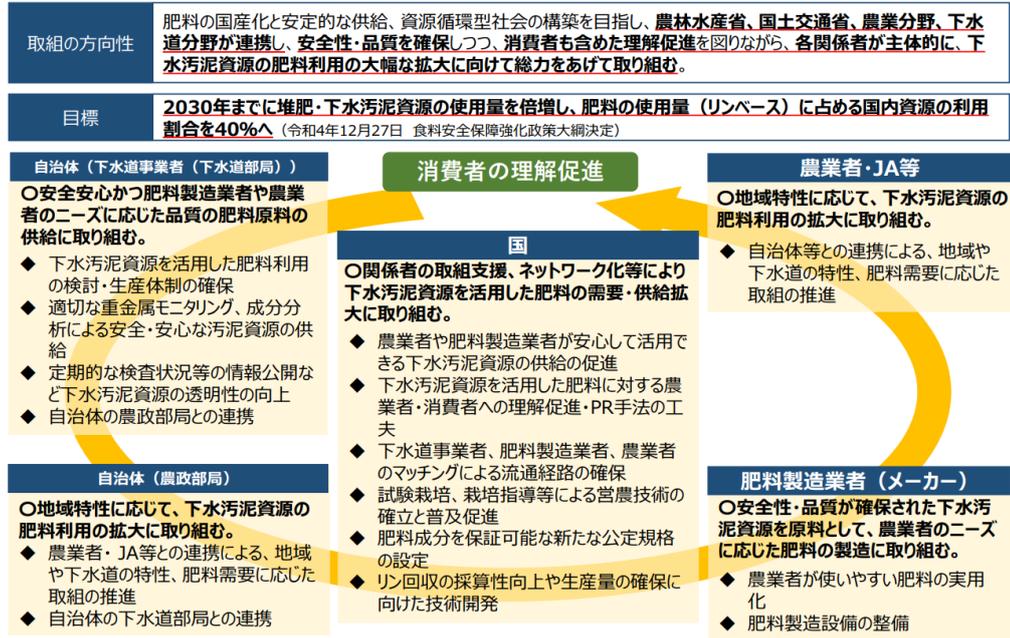
図 5-15 下水汚泥資源の肥料利用拡大の方向性

(出所) 国土交通省(2025)「下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた取組について」

(国内肥料資源の利用拡大に向けた全国推進協議会 第3回会合 資料3)

(https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryu/kokunaishigen/zenkokukyougikai/attach/pdf/kaigi-51.pdf)

II-12. 下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた関係者の役割と取組の方向性



農林水産省 大臣官房 / Minister's Secretariat, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.

23

図 5-16 下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた関係者の役割と取組の方向性

（出所）農林水産省（2025）「バイオマスの活用をめぐる状況」

（<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-188.pdf>）

(4) 廃食用油

令和6年の「第五次循環型社会形成推進基本計画（令和6年8月2日閣議決定）」において、廃食用油については、配合飼料原料や工業原料、バイオディーゼル燃料原料、持続可能な航空燃料（SAF）の原料等として有効活用することとされている。また、「循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行加速化パッケージ」（令和6年12月27日循環経済に関する関係閣僚会議決定）では、持続可能な航空燃料（SAF）供給体制の構築促進として、2030年時点の本邦航空運送事業者による燃料使用量の10%をSAFに置き換えるという目標達成のために国際競争力のある価格で安定的に供給できる体制構築を目指し、研究開発や設備導入支援などの取組を促進することとされている。廃棄物からのSAF等の次世代燃料の製造に向けた取組を図5-17に、次世代燃料原料として利用可能性のある主な廃棄物と現在の課題を図5-18に、それぞれ示す。

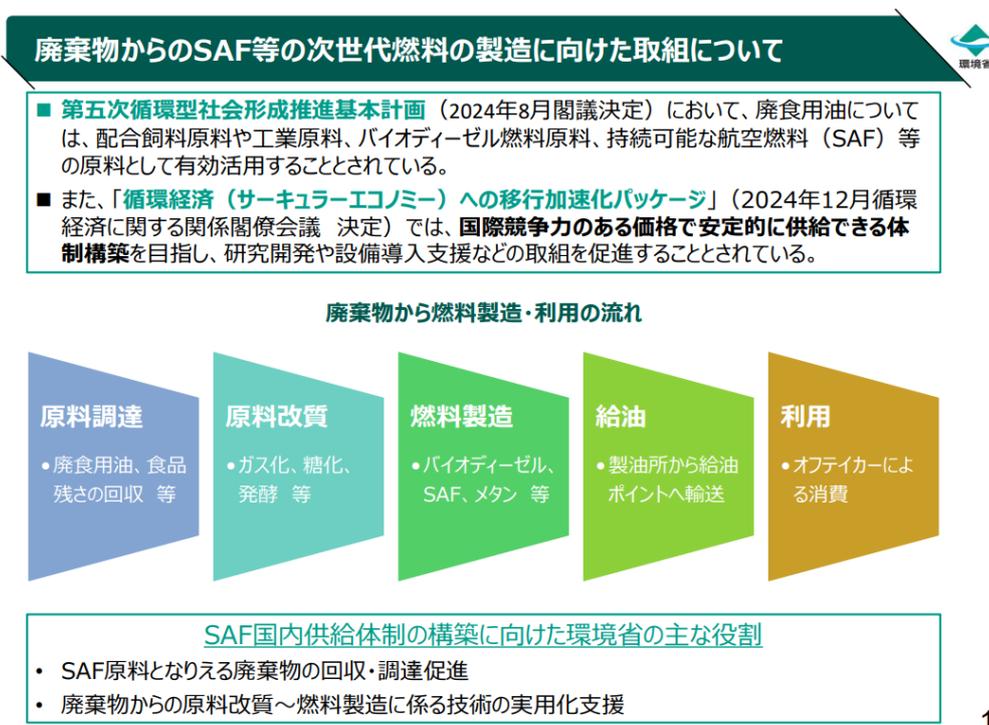


図 5-17 廃棄物からの SAF 等の次世代燃料の製造に向けた取組について
(出所) 環境省 (2025) 「SAF の国産製造体制の強化に向けた環境省の取組状況について」
(持続可能な航空燃料 (SAF) の導入促進に向けた官民協議会 第 6 回 資料 6)
(https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/saf/pdf/006_06_00.pdf)

次世代燃料原料として利用可能性のある主な廃棄物と現在の課題



技術的に実用化が進んでいる廃棄物

- ✓ SAF原料となりえる廃棄物の回収・調達促進
 - ・廃食用油（一般家庭系）：**分別収集を如何に促進していくか。**

技術的に実用化が求められる廃棄物

- ✓ 原料改質～燃料製造に係る技術の実用化
 - ・廃食用油（事業系）：
回収できていない排水に含まれる廃油の実態把握、回収技術・スキームの確立
 - ・食品残さ等の一般可燃性ごみ、木質バイオマス：
多種多様な廃棄物から安定的に燃料製造するための技術の確立、実用化



出典：積水化学

こうした課題に対応すべく支援制度、実証事業等を実施

2

図 5-18 次世代燃料原料として利用可能性のある主な廃棄物と現在の課題

(出所) 環境省 (2025) 「SAF の国産製造体制の強化に向けた環境省の取組状況について」
 (持続可能な航空燃料 (SAF) の導入促進に向けた官民協議会 第 6 回 資料 6)
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/saf/pdf/006_06_00.pdf

(5) 食品加工残渣

農林水産省（2025）「エコフィードをめぐる情勢」によれば、現在、地域の未利用資源や食品製造副産物等を利用した「エコフィード」への取組が推進されている。エコフィード（ecofeed）とは、「環境にやさしい」（ecological）や「節約する」（economical）などを意味する「エコ」（eco）と「飼料」を意味する「フィード」（feed）を併せた造語であり、食品製造副産物（醤油粕や焼酎粕等、食品の製造過程で得られる副産物）や売れ残った食品（パンやお弁当等、食品として利用がされなかったもの）、調理残渣（野菜のカットくずや非可食部等、調理の際に発生するもの）、農場残渣（規格外農産物等）を利用して製造された家畜用飼料である。

エコフィードの種類、処理・加工・利用方法を図 5-19 に、エコフィード活用のメリット（飼料コスト低減・品質向上）を図 5-20 に、それぞれ示す。

エコフィードの種類、処理・加工・利用方法			
<ul style="list-style-type: none"> 食品製造副産物等は、一般に水分が多く、腐りやすい性質のものが多いため、これらを飼料として利用するためには、保存性の向上や家畜の嗜好性を高めるような処理・加工が必要。 食品製造副産物等の主な加工方法は、①乾燥、②サイレージ調整、③リキッドフィーディング。 			
種類	ドライ(乾燥)	サイレージ(発酵)	リキッド(液化)
技術の概要	原材料を、天ぶらの原理で脱水乾燥する方法、高温蒸気で乾燥する方法等。	原材料を密閉し、乳酸発酵により保存性を高める方法。	原材料と水(牛乳、ジュース等を含む)を混合し、スープ状に加工する方法。
主な原材料	余剰食品(弁当等)、厨芥 等	ビール粕、とうふ粕、果汁粕 等	余剰食品(弁当等)、厨芥、野菜屑、水分の多い食品製造副産物 等
対象家畜	牛、豚、鶏	牛	豚
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 多種多様な原材料の加工が可能。 保存性に優れ、自家配原料の他、配合飼料原料として、広域的な利用が可能。 初期投資及び加工費(燃料費)が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 原材料のうち粕類の加工に向く。 初期投資・加工費が比較的安価。 主に、酪農・肉用牛経営における混合飼料の原料として、地域的に利用。 	<ul style="list-style-type: none"> 水分の多い原材料の加工に向く。 初期投資、加工費が安価。飼料が飛散しないためロスが少なく、畜舎内の粉塵も減少。 家畜への給与機械(パイプライン等)の整備が必要。
			

図 5-19 エコフィードの種類、処理・加工・利用方法

(出所) 農林水産省（2025）「エコフィードをめぐる情勢」

(https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/ecofeed.html)

エコフィード活用のメリット(飼料コスト低減・品質向上)

- 畜産業のエコフィード活用のメリットは、地域の未利用資源や食品製造副産物等の有効利用による、①飼料コストの削減、②家畜の生産性・畜産物の品質の向上などがあげられる。

飼料コストの低減

○ エコフィード利用による飼料コストの削減試算

配合飼料のうち2割をエコフィードで代替した場合
肥育豚1頭あたり、約**4,800円(約14%)**の飼料費の削減が可能。

- 配合飼料平均価格: 94.5円/kg※1
 - エコフィード(ドライ)平均価格: 32.7円/kg※2
 - 肥育豚1頭あたりの配合飼料供給量: 344.1kg※3
- ※1: 公社「配合飼料供給安定機構」飼料月報(R6年5月)J
 ※2: 農林水産省畜産局飼料課調べ(R6年5月調査)
 ※3: 農林水産省「畜産物生産費統計」(R4年度)

肥育豚1頭あたりのコスト比較

- 配合飼料のみを給与する場合
94.5円/kg × 344.1kg = 32,517円/頭
- 配合飼料のうち2割をエコフィードで代替する場合
(80% × 94.5円/kg + 20% × 32.7円/kg) × 344.1kg = 28,264円/頭



○ エコフィードへの転換による飼料費低減事例(肥育豚) (愛知県 トヨタファーム)

平成28年度飼料費低減率
飼料費比較: 配合飼料48円/kg → エコフィード20円/kg(製造諸費用込み)
飼料製造量: 約1,200t以上/年
平成28年度飼料費低減割合: 18.8%、低減額約3.4千万円

飼料給与等状況 肥育豚給与開始日齢85日齢→180~200日齢
年間給与頭数 肥育頭数約7,000頭
(うちエコフィード給与頭数: 約4,000頭)
配合割合 エコフィード90%: 大豆粕10%
小麦を主原料とする廃棄食品等を低価格(5~20円)で買入による低コスト化を図っている。

家畜の生産性・畜産物の品質向上

○ 養豚農家における乾燥飼料の給与による生産性・品質の向上事例(山口県 株式会社小野養豚)

- 平成5年に製パン業者から製造ロスのパン等の引取依頼を受け、自家加工・調整によるエコフィードの利用を開始。
- パン屑に加え、米ぬか、ピーナツ屑、酒米の米粉、米ぬか、野菜屑等に原料受入を増やし、加工したエコフィードとトウモロコシ等の配合利用。
- 配合飼料給与時に比べ、嗜好性が高まり、パン主体のためサシが入りやすく、オレイン酸増加など品質の向上に繋がった。



○ その他、エコフィードの給与による生産性・品質向上事例

- 肉質の向上(小麦を、主原料とするものの含有量を高くすることにより、豚脂の融点が下がり、触感がよくなり、「さし」が入りやすい事例)
 - 嗜好性が向上(米を炊飯し、アルファ化することで甘みが増し、嗜好性が向上した事例)
 - 臭気防止(消化効率が良く、余分な窒素分が排出されず、糞尿のアンモニア臭が軽減された事例)
 - 消化率の向上(加熱済みのものが多く、消化吸収されやすく増体・飼料要求率の改善が図られた事例)
 - 疾病率の減少(乳酸菌の摂取による腸内環境の改善による疾病低減事例)
- 等、現場でのエコフィード給与による生産性・品質向上等に係る様々な事例が寄せられている。

4

図 5-20 エコフィード活用のメリット (飼料コスト低減・品質向上)

(出所) 農林水産省 (2025) 「エコフィードをめぐる情勢」

(https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/1_siryo/ecofeed.html)

5.10 輸入価格の整理方法

バイオマス資源の利用に関して、4.3 章にも整理している通り、未利用資源の段階（例：森林未利用材）での取引には多くの事例があり、取引価格などの情報をインターネットや文献により調査することができる。一方で、バイオものづくりの原料物質（例：グルコース）まで加工した段階での取引事例については、インターネットや文献による調査ではほとんど確認できていない。実際に取引は行われているものの、バージン資源由来の原料物質とバイオマス資源由来の原料物質を区別せずに同じ製品として取引されているために、バイオマス資源由来の原料物質に限定した情報として確認できていない可能性がある。また、企業による取引では、その情報が公開されないため、その情報を確認できていない可能性がある。

財務省「貿易統計」では、貿易において取引される全ての品目についての情報が整備されており、取引の数量と金額の合計値から、単体量当たりの金額を計算することができる。統計で整理されている品目について、バージン材由来のものと再生材由来のものが分かれておらず、バイオマス由来の品目のみの価格を把握することは困難であるが、木質系の資源など、由来が明確になっている品目もある。原料物質に近い形状をしたバイオマス資源由来の品目（例：糖みつ）や、原料物質への加工過程にあると思われるバイオマス資源由来の品目（例：木質系廃液）の価格は、バイオものづくりの原料物質の取引価格を推測する参考になると考えられる。そこで、それらの品目について、輸入される際の価格を整理することとした。具体的には、以下の品目について、輸入価格を整理した。

- 糖みつ
- 糖質系残差
- 木質廃液
- 木材チップなど
- 古紙パルプ

5.11 輸入価格の整理結果

バイオマス系資源の輸入価格の整理結果を表 5-16～表 5-20 に示す。

表 5-16 バイオマス系資源の輸入価格（糖みつ）

HS コード	品目	品目	価格 (2022 年度)	価格 (2023 年度)	単位
1702.90-410	ハイ・テスト・モラセス	グルタミン酸及びその塩、酵母、リジン、5'-リボヌクレオチド及びその塩その他政令で定める物品の製造に使用するもの	—	—	—
1702.90-420	ハイ・テスト・モラセス	その他のもの	2,188	1,850	円/t
1703.10-020	甘しや糖みつ (砂糖の抽出又は精製の際に生ずるもの)	グルタミン酸及びその塩、酵母、リジン、5'-リボヌクレオチド及びその塩その他政令で定める物品の製造に使用するもの	37,628	42,303	円/千 t
1703.10-010	甘しや糖みつ (砂糖の抽出又は精製の際に生ずるもの)	飼料用のもの	36,212	41,074	円/千 t
1703.10-090	甘しや糖みつ (砂糖の抽出又は精製の際に生ずるもの)	その他のもの	38,563	—	円/千 t
1703.90-020	その他の糖みつ (砂糖の抽出又は精製の際に生ずるもの)	グルタミン酸及びその塩、酵母、リジン、5'-リボヌクレオチド及びその塩その他政令で定める物品の製造に使用するもの	—	—	—
1703.90-010	その他の糖みつ (砂糖の抽出又は精製の際に生ずるもの)	飼料用のもの	—	—	—
1703.90-090	その他の糖みつ (砂糖の抽出又は精製の際に生ずるもの)	その他のもの	—	—	—

(出所) 財務省「貿易統計」より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成。

表 5-17 バイオマス系資源の輸入価格（糖質系残渣）

HS コード	品目	品目	価格 (2022 年度)	価格 (2023 年度)	単位
2303.10-000	でん粉製造の際に生ずるかすその他これに類するかす (ペレット状であるかないかを問わない。)		60,244	54,127	円/千 t
2303.20-000	ビートパルプ、バガスその他の砂糖製造の際に生ずるかす (ペレット状であるかないかを問わない。)		53,090	58,525	円/千 t
2303.30-000	醸造又は蒸留の際に生ずるかす (ペレット状であるかないかを問わない。)		54,321	50,982	円/千 t

(出所) 財務省「貿易統計」より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成。

表 5-18 バイオマス系資源の輸入価格（木質廃液）

HS コード	品目	品目	価格 (2022 年度)	価格 (2023 年度)	単位
3803.00-000	トール油 (精製してあるかないかを問わない。)		165	291	円/t
3804.00-000	木材パルプの製造の際に生ずる廃液 (リグニンスルホン酸塩を含むものとし、濃縮し、糖類を除き又は化学的に処理したものであるかないかを問わない。)		157	168	円/t

(出所) 財務省「貿易統計」より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成。

表 5-19 バイオマス系資源の輸入価格（木材チップなど）

HS コード	品目	品目	価格 (2022 年度)	価格 (2023 年度)	単位
4401.11-000	薪材	針葉樹のもの	746,293	514,632	円/千 t
4401.12-000	薪材	針葉樹以外のもの	82,199	79,938	円/千 t
4401.21-000	チップ状又は小片状の木材	針葉樹のもの	30,909	33,414	円/千 t
4401.22-000	チップ状又は小片状の木材	針葉樹以外のもの	27,982	28,004	円/千 t
4401.31-000	のこくず及び木くず (凝結させたものを除く。)	木質ペレット	29,143	30,595	円/千 t
4401.32-000	のこくず及び木くず (凝結させたものを除く。)	木質ペレット	22,306	23,508	円/千 t
4401.39-000	のこくず及び木くず (凝結させたものを除く。)	木質ペレット	36,903	39,266	円/千 t
4401.41-000	のこくず及び木くず (凝結させたものを除く。)	のこくず	40,065	29,191	円/千 t
4401.49-000	のこくず及び木くず (凝結させたものを除く。)	その他のもの	109,210	148,858	円/千 t

(出所) 財務省「貿易統計」より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成。

表 5-20 バイオマス系資源の輸入価格（古紙パルプ）

HS コード	品目	品目	価格 (2022 年度)	価格 (2023 年度)	単位
4706.20-000	古紙パルプ		161,402	230,462	円/千 t

(出所) 財務省「貿易統計」より、みずほリサーチ&テクノロジーズ作成

6. ヒアリングの実施

全3回の有識者へのヒアリングを実施し、本調査で整理した情報について、現在の研究開発の動向や実用化の状況といった観点から妥当性等を検証した。各回の実施概要を表6-1に、有識者からの主要な意見を表6-2に示す。

表 6-1 ヒアリング・実施概要

	開催日時	ヒアリング先	観点
1	2025年3月25日(火) 14:00~15:00	学識経験者	・ 下水汚泥等のバイオマス資源を活用した有用物質の生産等について
2	2025年3月26日(水) 11:00~12:00	学識経験者	・ 木質バイオマスから有用化合物への変換手法について
3	2025年3月26日(水) 16:00~17:00	学識経験者	・ 木質バイオマスから有用化合物への変換手法について

全3回にわたり、Microsoft Teams を利用したオンライン会議で実施。

表 6-2 ヒアリング・有識者からの主要な意見

観点	主なご意見
下水汚泥の加工ルート等について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本の活性汚泥法では下水汚泥は初沈汚泥と余剰汚泥に分けられ、成分が違う。本来であれば区別していくべきであろう。セルロースは初沈汚泥にリッチである。 ・ バイオものづくりでは有機廃液と有機残渣が必ず発生する。それらの残渣の活用法としては、メタン発酵と炭化があり得る。ただ、日本では炭化したバイオ炭を運ぶ場所が不足しており、その輸送費を考慮すると採算が取れないため、メタン発酵が採用される傾向がある。 ・ 食品加工残渣は安全性が高いため、アップサイクルに供される。一方で生ごみは必ずしも安全ではないため化成品製造原料である揮発性脂肪酸(VFA)や乳酸などの生産に利用される。 ・ 食品加工残渣は、安全に供給することさえできれば、ユーグレナやクロレラなどの藻類を培養することによって、健康食品の製造にも活用することが可能である。食品加工残渣はものを作るというよりも、飼料として仕向ける動きが強く、いずれは食品そのものになる可能性もある。 ・ 下水汚泥からメタンへの変換効率はエネルギーベースで60%程度である。中温消化よりも、高温消化では効率が高い。同様に下水汚泥の60%はVFAにできる可能性がある。超高温下処理技術が発達すれば、60%の収率が80や90%に上がっていくことは十分考えられる。

観点	主なご意見
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体で見れば、資源の価格のみでなく、前処理、抽出・精製、残渣処理におけるコストがかなり大きい。日本における環境規制は高い水準にある。 ・ 日本国内におけるメタン発酵の有名な事例の一つとして、様々な産業廃棄物を収集し、下水処理場の嫌気性消化機能を活用しているものがある。
木質系資源の加工ルート等について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木材の加工ルートについて、現在の技術では、セルロース、ヘミセルロース、リグニンを独立に抽出することは難しい。 ・ 木材の加工ルートでは、原料の区別（針葉樹と広葉樹）が必要である。 ・ ヘミセルロースはアルカリで抽出される多糖の総称であり、大きくはグルコマンナン（針葉樹）とキシラン（広葉樹）の2つの系統がある。 ・ パルプ工場でも、針葉樹と広葉樹の設備は別である。 ・ リグニンから単一化合物を得るのは難しい。現状で安定して得られるのは、アルカリニトロベンゼン酸化反応を用いたバニリンの生産のみである。 ・ ムコン酸については、リグニンの微生物分解により得る方法が知られている。 ・ ムコン酸は、自然界に存在するリグニンを分解した際に得られるものであり、クラフトリグニンのような変性したリグニンにどこまで対応できるかは不明である。 ・ リグニンからフェノール類を製造することは可能であるが、フェノールのみを得ることは、実験室レベルでも難しい。 ・ ムコン酸のようにカルボキシ基が含まれている物質に変換すれば、様々な物質製造の原料にすることが可能である。 ・ 木材の加工ルートの中では、セルロースから SAF を製造するルートと、リグニン起点のルートが重要だろう。 ・ また、バイオ炭はクレジットがつくため、注目度が高い。オフガス由来のグリーン水素も注目されている。 ・ 黒液と古紙について、燃料にしてエネルギー利用するよりは、土壌改良材として活用するほうがよい。理由としては、①製品としての単価がより高い、②クレジットとしての価値がある、③食料生産に資するという点があげられる。 ・ 芳香を有する抽出成分は付加価値が高く、かつ非常に容易に抽出できる。木材利用全体の収益性向上に寄与する手段として、

観点	主なご意見
	<p>芳香成分の製品化は有用だろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 丸太から板に製材する際の歩留まりは 50%程度で、残りは端材やおが屑として出てくる。おが屑の方が、木材そのものよりもサイズが小さく化学処理をしやすいため、原料収集に貢献できる余地がある。 ・ 木材の変換収率について、3つの成分を併せて多段階で処理し、全ての成分を余すことなく活用して、全体で見た収率を最大化するような考え方がよいのではないか。残渣をゼロにすることはできないが、最終的な残渣は炭化してクレジットにつなげることが可能である。全部を余すことなく作ったときに価値が出てくるという考え方が重要だろう。 ・ 商業的に利活用するには、セルロース、ヘミセルロース、リグニンの全てを有効利用できていなければ、コスト競争力の観点から、社会実装は難しい。クラフトパルプ化は、木材成分のトータル利用の観点から優れたシステムである。

7. 委員会の開催

全2回の有識者による委員会を開催し、本調査の方法や結果の妥当性等を検証した。委員会の委員構成を表 7-1 に、開催概要を表 7-2 に、委員からの主要な意見を表 7-3 にそれぞれ示す。

表 7-1 未利用資源のアベイラビリティ調査
(バイオものづくり革命推進事業 俯瞰調査) に関する検討委員会・委員構成

氏名 (敬称略・50音順)	所属・役職
○五十嵐 圭日子	国立大学法人東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授 / 総長特任補佐
嶋本 浩治	一般社団法人日本有機資源協会 事務局長
林 潤一郎	国立大学法人九州大学 先導物質化学研究所 先端素子材料部門 教授

○委員長

表 7-2 未利用資源のアベイラビリティ調査
(バイオものづくり革命推進事業 俯瞰調査) に関する検討委員会・開催概要

	開催日時	議題
第1回	2025年2月6日(木) 13:00~15:00	<ul style="list-style-type: none"> 本委員会の設置について 本調査の概要について 未利用資源の賦存量及び利用可能量の推計について 未利用資源のコスト構造の把握について 未利用資源からバイオものづくり原料物質への加工ルートについて
第2回	2025年3月6日(木) 16:00~18:00	<ul style="list-style-type: none"> 未利用資源の賦存量及び利用可能量の推計について 未利用資源のコスト構造の把握について 未利用資源からバイオものづくり原料物質への加工ルートについて 総合討論

全2回にわたり、Microsoft Teams を利用したオンライン会議で開催。

表 7-3 未利用資源のアベイラビリティ調査
 (バイオものづくり革命推進事業 俯瞰調査)に関する検討委員会
 ・委員からの主要な意見

観点	主なご意見
未利用資源の賦存量及び利用可能量の推計について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 賦存量・利用可能量の推計における前提条件は明記しておくべきである。 ・ 各品目の数値は独立して算出しているものであり、重複も存在しているため、誤解を招かないように表記すべきである。 ・ ドライベース（乾重量）とウェットベース（湿重量）の2通りで賦存量・利用可能量を推計すべきである。 ・ 「利用可能量」に含まれる範囲の考え方について、未利用資源の品目による個別の事情も踏まえて誤解を招かないように注意すべきである。 ・ 「利用量（エネルギー利用）」などと複数の手法の処理量をまとめて示している部分について、誤解を招かないように注意すべきである。 ・ 利用状況の推計に関連して、未利用資源の現在の処理状況などが分かれば記載しておくとうよい。
未利用資源のコスト構造の把握について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各コストの想定における前提条件は明記しておくべきである。 ・ 事業者が自由度を持った見方をできるように、各工程のコストの計算式を記載しておくべきである。 ・ 黒液については、燃料代替による化石燃料の削減分を価値と捉えて推算する考え方もある。
未利用資源からバイオものづくり原料物質への加工ルートについて	<ul style="list-style-type: none"> ・ どのようなロジックで文献調査を行ったのか、記載するべきである。 ・ 収率の整理や前処理コストの推算における前提条件は明記しておくべきである。 ・ 収率と前処理コストの情報をリンクさせて記載すべきである。 ・ 複数の前提により収率や前処理コストが試算されている文献があれば、それぞれの数値を示して幅を持たせておくべきである。 ・ 前処理コストの見せ方について、各文献の数値を比較できるようにバウンダリーを合わせて整理すべきだろう。また、数値から誤解を招かないように注意すべきである。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ アベイラビリティ調査は最もベースとなる重要な情報だろう。継続的に調査がなされるべきである。

8. 研究発表・講演、文献、特許等の状況

(1) 研究発表・講演

なし

(2) 論文

なし

(3) 特許等（知財）

なし

(4) 受賞実績

なし

(5) 成果普及の努力（プレス発表等）

なし

契約管理番号：	24001460-0
---------	------------