

2022 年度成果報告書

情報収集費/再生可能原料アベイラビリティ調査

2023 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.....	4
2. 再生可能原料アベイラビリティに関するデータの情報収集分析・可視化.....	6
2.1 推計方針.....	6
2.1.1 推計対象品目・地域別解像度.....	6
2.1.2 賦存量・利用可能量の定義.....	8
2.1.3 推計の基本的な考え方.....	8
2.2 推計対象品目の推計方法・推計結果.....	10
2.2.1 グリーン炭素.....	10
2.2.1.1 森林未利用材（林地残材及び低質材）.....	10
2.2.1.2 製材廃材.....	20
2.2.1.3 果樹剪定枝.....	25
2.2.1.4 公園剪定枝.....	31
2.2.1.5 新築廃材.....	36
2.2.1.6 建築解体廃材.....	41
2.2.1.7 農作物残渣（稲わら）.....	46
2.2.1.8 農作物残渣（もみ殻）.....	53
2.2.1.9 農作物残渣（麦わら）.....	58
2.2.1.10 資源作物.....	63
2.2.2 ブルー炭素.....	69
2.2.2.1 食用海藻.....	69
2.2.2.2 海藻藻場.....	75
2.2.2.3 海草藻場.....	80
2.2.3 イエロー炭素.....	85
2.2.3.1 家畜ふん尿.....	85
2.2.3.2 下水汚泥.....	93
2.2.3.3 し尿・浄化槽汚泥.....	98
2.2.3.4 製造業有機性汚泥.....	103
2.2.3.5 食品加工廃棄物等.....	108
2.2.3.6 事業系厨芥類.....	116
2.2.3.7 家庭系厨芥類.....	124
2.2.3.8 紙類（一般廃棄物）.....	131
2.2.3.9 紙くず（産業廃棄物のうち、紙系産業由来のもの）.....	139
2.2.3.10 紙くず（産業廃棄物のうち、建設業由来のもの）.....	145
2.2.3.11 古紙（廃棄物統計で未把握な循環資源）.....	151
2.2.3.12 動植物性廃油.....	156

2.2.4	グレー炭素	162
2.2.4.1	廃プラスチック類.....	162
2.2.4.2	鉱物性廃油.....	174
2.3	推計対象品目以外に将来ポテンシャルが見込まれる品目の整理	181
3.	再生可能原料アベイラビリティに関する課題の整理・方策の検討.....	185
3.1	本調査におけるアベイラビリティの定義・向上に向けた観点	185
3.2	グリーン炭素.....	189
3.2.1	国内におけるアベイラビリティの現状・課題.....	189
3.2.2	アベイラビリティ向上に向けた方策の検討.....	193
3.2.3	アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査.....	198
3.3	ブルー炭素	207
3.3.1	国内におけるアベイラビリティの現状・課題.....	207
3.3.2	アベイラビリティ向上に向けた方策の検討.....	210
3.3.3	アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査.....	215
3.4	イエロー炭素.....	225
3.4.1	国内におけるアベイラビリティの現状・課題.....	226
3.4.2	アベイラビリティ向上に向けた方策の検討.....	232
3.4.3	アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査.....	237
3.5	グレー炭素	243
3.5.1	国内におけるアベイラビリティの現状・課題.....	243
3.5.2	アベイラビリティ向上に向けた方策の検討.....	247
3.5.3	アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査.....	252
4.	ヒアリングの実施概要	256
5.	委員会の開催概要	258

1. 調査の概要

(1) 和文要約

政府では2020年6月にバイオ戦略2020を策定し、同年10月には第203回臨時国会における菅総理の所信表明演説において2050年カーボンニュートラルが宣言された。これらが目指す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向けた手段の1つとして、工業製品に利用する原料をバイオマスや廃棄物を由来とする再生可能な原料へ転換することが挙げられる。原料転換を行うことによって、炭素循環や持続的経済成長に資するホワイトバイオ（工業分野）等の産業促進、カーボンニュートラル化が期待できる。

そこで本調査では、今後利用が想定される下記の4種類の炭素源を「再生可能原料」と定義し、これらの炭素源へと原料を転換していく上でのボトルネックの一つであるアベイラビリティ（原料の調達可能性）に関する調査を行った。

具体的には、「再生可能原料アベイラビリティに関するデータの情報収集分析・可視化」（2章）において、各炭素源を構成する23品目ごとに現時点における国内での賦存量及び利用可能量を原則市町村単位で推計するとともに、各品目の地域偏在の様子を視覚的に分かりやすくするため、マッピングを行った。また、「再生可能原料アベイラビリティに関する課題の整理・方策の検討」（3章）において、各炭素源で特にアベイラビリティの向上が期待される品目について、工業製品の原料利用（以下、「原料利用」という）を推進する上での課題や対策・施策の方向性を整理した。具体的には、様々な炭素源を一定程度統一的に整理するためにアベイラビリティを向上させる経路として3つの観点と8つの手段に細分化し、各炭素源で該当する手段ごとにアベイラビリティの現状・課題を整理し、各原料の原料利用の推進に資する国外の事例などを参考にしつつ、対策・施策の方向性を整理した。

なお、本調査における情報収集・検討の一環として、有識者等へのヒアリング調査6件及び全3回の委員会を開催した。

<本調査で再生可能原料として定義した4種類の炭素源>

- グリーン炭素 : 木質バイオマス、農業残渣などの木質・草本炭素
- ブルー炭素 : 海藻、海草などの海洋炭素
- イエロー炭素 : 家畜ふん尿、汚泥、食品廃棄物等、紙などの有機系廃棄物
- グレー炭素 : 廃プラスチック類などの廃棄物

(2) 英文要約

The Japanese government formulated the “Biotechnology Strategy 2020” in June 2020 and in October of the same year, then Prime Minister Suga declared to realize “Carbon Neutrality by 2050 in Japan” in his policy statement at the 203rd extraordinary diet session. One of the measures for realization of the biotechnology and carbon neutral society aimed by these strategies is the transformation of materials used for industrial products to renewable materials derived from biomass and waste. By the transforming materials, it is expected to promote industries such as white biotechnology (in the industrial sector), which contributes to carbon circulation and growth of sustainable economy, and also decarbonization.

In this study, we defined the following four types of carbon sources as "renewable materials" that are expected to be used in the future and we conducted a survey on availability (availability of materials), which is one of the bottlenecks in transformation of materials to these carbon sources.

Specifically, we estimated the current domestic amount of reserves and availability of 25 components of each carbon source by municipalities in principle and mapped them to make it easier to visually understand the distribution status of each item in “Collection and analysis/visualization of data on availability of renewable materials” (Chapter 2). Also, in “Organizing issues and examining measures related to the availability of renewable raw materials” (Chapter 3), we organized the issues and the direction of measures and policies to promote the material use of industrial products (hereinafter referred to as “material use”) especially for each item of carbon sources expected the improvement of availability.

Specifically, in order to organize various carbon sources in a unified manner to a certain degree, we subdivided them into three perspectives and eight measures as pathways to improve availability and organized the current status and issues of availability for each measure applicable to each carbon source and then the direction of measures and policies were summarized with reference to examples from outside Japan that contribute to the promotion of material use of each material.

As part of activities for collection and examination of the information in this research study, six hearings with experts and a total of three committee meetings were held.

< Four types of carbon sources defined as renewable materials in this study >

- Green carbon: Woody and herbaceous carbon such as woody biomass and agricultural residues
- Blue carbon: Marine carbon such as seaweed and seagrass
- Yellow carbon: Organic waste such as livestock manure, sludge, food waste, paper, etc.
- Gray carbon: Waste such as waste plastics

2. 再生可能原料アベイラビリティに関するデータの情報収集分析・可視化

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、現時点における国内での賦存量及び利用可能量を原則絶乾重量ベースで推計した。

2.1 推計方針

2.1.1 推計対象品目・地域別解像度

本調査における「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 23 の品目に分け、それぞれの品目の賦存量と利用可能量を各炭素源で設定した地域別解像度（主に市町村別）に把握することとした。

＜本調査における再生可能原料として想定した 4 種類の炭素源＞

- グリーン炭素 : 木質バイオマス、農業残渣などの木質・草本炭素
- ブルー炭素 : 海藻、海草などの海洋炭素
- イエロー炭素 : 家畜ふん尿、汚泥、食品廃棄物等、紙などの有機系廃棄物
- グレー炭素 : 廃プラスチック類などの廃棄物

表 2-1 推計対象品目と地域別解像度の一覧

炭素源	内訳品目	品目の概要	地域別解像度
グリーン炭素	森林未利用材	林地残材や低質材として発生する針葉樹及び広葉樹	市町村
	製材端材	製材所から生じる端材	市町村
	剪定枝	果樹及び都市公園由来の剪定枝	市町村
	建築廃材	建築物の新築／解体で生じる廃材	市町村
	農業残渣	稲わら、もみ殻及び麦わら	市町村
	資源作物	バイオ燃料等の原料向けに栽培されるエリアンサス、ジャイアントミスカンサス、ソルガム	市町村
ブルー炭素	食用海藻	国内の海面養殖で生産された海藻類（こんぶ類、わかめ類、のり類等）	市町村
	海藻藻場	海藻藻場（コンブ藻場）	海区
	海草藻場	海草藻場（アマモ、スガモ、その他の海草）	海区
イエロー炭素	家畜ふん尿	乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、ブロイラー由来のふん尿	市町村

炭素源	内訳品目	品目の概要	地域別 解像度
	下水汚泥	下水道処理施設から発生する濃縮汚泥	市町村
	し尿・浄化槽汚泥	し尿処理施設で生じる汚泥（下水投入分は除く）	市町村
	製造業有機性汚泥	食品品製造業、飲料・たばこ・飼料製造業、繊維工業、パルプ・紙・紙加工品製造業及び化学工業の5業種から排出される汚泥	市町村
	食品加工廃棄物等	食品製造業から排出される食品廃棄物等	市町村
	事業系厨芥類	食品卸売業、食品小売業、外食産業から排出される食品廃棄物等（厨芥類）	市町村
	家庭系厨芥類	一般家庭から排出される家庭系一般廃棄物中の厨芥類	市町村
	紙（一般廃棄物）	一般家庭やオフィス等の事業所から排出され、一般廃棄物として回収・処理される紙ごみ	市町村
	紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物）	パルプ・紙・紙加工品製造業及び印刷・関連業から排出される産業廃棄物の紙くず	市町村
	紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物）	建設業から排出される産業廃棄物の紙くず	市町村
	古紙（廃棄物統計で未把握な循環資源）	法律上の廃棄物に該当しない循環資源に該当する古紙	市町村
	動植物性廃油	産業廃棄物及び法律上の廃棄物に該当しない循環資源として排出される廃油のうち、動植物性の廃油（廃食用油）	市町村
グレー炭素	廃プラスチック類	一般廃棄物、産業廃棄物及び法律上の廃棄物に該当しない循環資源として排出される全てのプラスチック類	市町村
	鉱物性廃油	産業廃棄物及び法律上の廃棄物に該当しない循環資源として排出される廃油のうち、鉱物性の廃油（廃潤滑油及び廃溶剤）	市町村

2.1.2 賦存量・利用可能量の定義

本調査で推計対象とした賦存量及び利用可能量の概念図を図 2-1 に示す。原則として、既存の統計データで把握可能な現時点における絶乾重量ベースの国内発生量を賦存量と定義し、賦存量のうち工業原料やエネルギー等への有効利用分を除いた量（未利用分）を利用可能量として定義した。ただし、グリーン炭素の資源作物は将来的な利用ポテンシャルが想定される品目として、例外的に新規栽培が可能な量を新規生産可能量と定義して推計することとした。

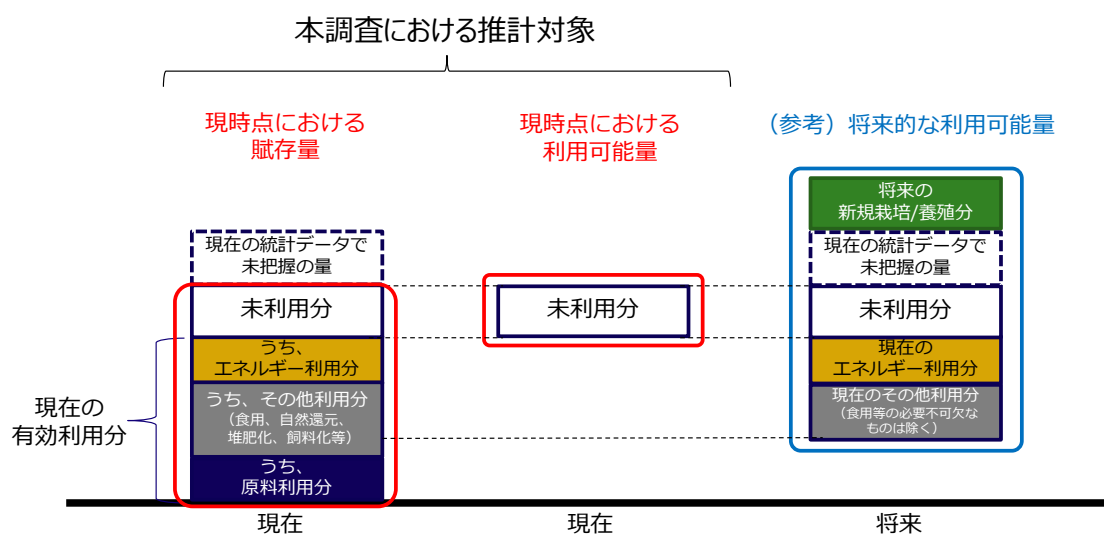


図 2-1 本調査で対象とする賦存量・利用可能量の概念図

2.1.3 推計の基本的な考え方

賦存量及び利用可能量の推計にあたっては、公的統計や業界団体統計などとして公表されている既存の統計データを活用し、各統計データにおける調査対象範囲や地域別解像度の整備状況を踏まえつつ、下記に示す考え方を基本として推計を行った。各品目の具体的な推計方法については、次節以降に示す品目別の推計方法を参照のこと。

(1) 賦存量

賦存量の推計方法は、既存の統計データで取得可能な国内発生量や発生源情報（土地情報等）の地域別解像度が本調査で目的とする地域別解像度（主に市町村別）以上の細かさであるか否かによって大別される。

全国または都道府県単位などの広域的なデータのみ把握可能な場合、当該データを発生源に関する関連指標（従業者数等）で按分することにより推計した（図 2-2 ①）。市町村別または施設別などの狭域的なデータ（地域別データ）として把握可能な場合、当該データを集計する、あるいは発生原単位を乗じることにより推計した（図 2-2 ②）。

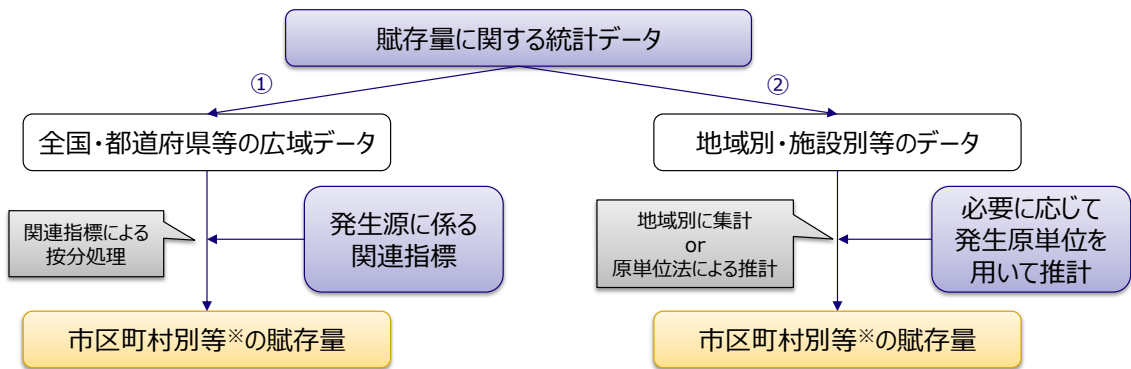


図 2-2 賦存量の推計イメージ

(2) 利用可能量

利用可能量は、既存の統計データで把握可能な有効利用状況に関するデータが比率ベースか物量ベースかによって大別される。

有効利用率として把握可能な場合、100%から有効利用率を差し引いて未利用率を定義した上で、賦存量に未利用率を乗じることで推計した（図 2-3 ①）が、地域別データがない場合は全国平均の未利用率を乗じることにした。有効利用量として把握可能な場合、賦存量から有効利用量を差し引くことによって推計した（図 2-3 ②）が、地域別データがない場合は全国単位で求めた利用可能量を地域別に按分して推計した。

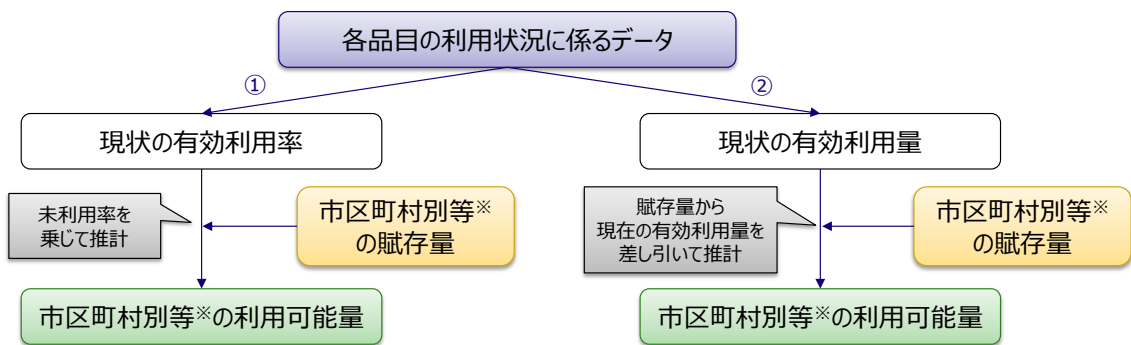


図 2-3 利用可能量の推計イメージ

2.2 推計対象品目の推計方法・推計結果

2.2.1 で示した各炭素源を構成する推計対象品目ごとに推計方法と推計結果を示す。

2.2.1 グリーン炭素

2.2.1.1 森林未利用材(林地残材及び低質材)

(1) 対象範囲

本調査では森林未利用材を、伐採後にマテリアル利用されずに山林に放置される林地残材及び、搬出はされるが燃料やパルプとして利用される低質材と定義し推計を実施した。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] = 伐採に伴う林地残材発生量[t] (a)

+ 主伐・間伐材のうち低質材（マテリアル用途以外）発生量[t] (b)

(a) 伐採に伴う林地残材賦存量[t]

= 市町村別素材生産量*1 [m³] × 末木枝条発生率*2[%] × 重量換算係数*3

(b) 主伐・間伐材のうち低質材賦存量[t]

= 都道府県別燃料チップ利用量*4[絶乾トン] + 都道府県別燃料以外（製紙用）のチップ利用量*5 × 市町村別素材生産量比率（按分係数）*1

(c) （参考）森林蓄積量[t]

= 都道府県別森林蓄積量*6[m³] × 市町村別森林面積（按分係数）*7

<推計式の解釈>

(a)の林地残材については、林野庁木材需給報告書にて公表されている市町村別の素材生産量（製材、合板、チップ等）、から伐採前の末木枝条を含めた立木材積として推計した。同数値と素材生産量の差分を伐採後に製材、合板、チップ等に利用されない資源と想定した。なお、上記生産量は都道府県レベルのデータしか存在しないため、それらを市町村別の素材生産量で按分した。

(b)の低質材については、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を対象とし、製紙用及び燃料用として加工されるチップ生産量を賦存量と推算した。

なお、本調査では参考値としてグリーン炭素の供給可能量の最大値を把握する観点で、(c)森林蓄積量についても整理した。蓄積量は森林・林業統計要覧に都道府県別の値が公表され

ているため、これらを市町村別の森林面積で按分した。

② 利用可能量

<推計式>

$$(a) \text{ 伐採に伴う林地残材の利用可能量[t] = } \\ (\text{林地残材由来燃料チップ利用量[絶乾トン]}^{*4} \times \text{林地残材チップ比率}) \\ + \text{ 林地残材由来燃料以外のチップ利用量}^{*5}$$

$$(b) \text{ 主伐・間伐材のうち低質材利用可能量 [t] = } \\ (\text{低質材賦存量合計値[t]} - \text{都道府県別燃料以外のチップ利用量}^{*5}) \\ \times \text{市町村別素材生産量比率 (按分係数)}^{*1}$$

<推計式の解釈>

(a)の林地残材については、林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」及び「木材需給報告書」では、それぞれ林地残材由来の国産燃料チップ及び製紙用チップの生産量が公表されている。これらを林地残材に係る利用量とし、前述した賦存量から差し引くことで利用可能量を推計した。なお、上記生産量は都道府県レベルのデータしか存在しないため、これらを市町村別の素材生産量で按分することで後述する各市町村のマッピングを行った。

(b)の低質材のうち、製紙用チップは従来からサプライチェーンが構築されており、今後も国内製紙産業において製紙用チップの生産・需要が維持されると考えられる。その一方で、燃料用チップについては、2012年度から開始された固定価格買取制度（FIT）におけるバイオマス発電所の急増に伴い低質材の需要が創出されている。しかしながら、国内ではバイオマス発電所の買取期間が終了する2030年代より、発電用途としての低質材の需要が減少すると想定されるため、本推計ではこれらの燃料用途を今度の利用可能量と想定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-2 森林未利用材の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	市町村別素材生産量・比率	市区町村	農林水産省（2021）「農林業センサス」 ¹ ※2020 年度実績値
*2	末木枝条発生率	全国一律	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」 ² P12 立木伐採材積と素材生産量から 0.48 と想定
*3	（林地残材の）重量換算係数	全国一律	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」P12 記載の林地残材発生量単位換算結果をもとに 0.4 と想定
*4	燃料チップ利用量	都道府県別	林野庁（2021）「令和 2 年度木質バイオマスエネルギー利用動向調査」 ³ における「間伐材・林地残材由来チップ」のうち林地残材比率を 5% ⁴ 、低質材比率を 95%と想定 ※2020 年度実績値
*5	燃料用以外（主に製紙用）のチップ利用量	都道府県別	林野庁（2021）「令和 2 年度木材需給報告書」 ⁵ ※2020 年度実績値
*6	森林蓄積量	都道府県別	森林・林業統計要覧 ⁶
*7	森林面積	市町村	農林水産省（2021）「農業センサス」※2020 年度実績値

¹ <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2020/index.html>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

²

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/biomass_hatsuden/pdf/001_03_00.pdf（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

³ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokusitu_biomass/（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

⁴ 林野庁（2021）「令和 2 年度木材需給報告書」における「II 2（3）イ チップ生産量」のうち、針葉樹区分における原木と林地残材のチップ生産量から比率を算出

⁵ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500217&tstat=000001014476&cycle=7&year=20210&month=0&tclass1=000001014477&tclass2=000001164526>（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

⁶ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/youran_mokuzi2022.html（最終アクセス日：2023 年 2 月 10 日）

(3) 推計結果

① 概況

前述した推計方法に基づくと、日本全体の林地残材及び低質材の賦存量は絶乾重量ベースで 7,230 千トンであり、燃料用及び製紙用チップとしての利用量を除いた利用可能量は 6,985 千絶乾トンと推計された。現状の利用率は 8%程度に留まり、アベイラビリティ向上の余地が存在すると考えられる。なお、分布としては製材産業が盛んな九州地域及び東北地域にて賦存量及び利用可能量が多い。

なお、参考として取りまとめた森林蓄積量における賦存量は、1,310 百万トンであり、北海道・東北地域及び九州地域において豊富なポテンシャルが存在する。上述の林地残材及び低質材が発生する森林は林業目的の人工林での発生が殆どであるが、森林蓄積量は通常アクセス困難な山林や生産活動を行わない天然林も含んでおり、それらの全体ポテンシャルと比較するとグリーン炭素の利用量は僅かと言える。

表 2-3 森林未利用材（林地残材及び低質材）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	7,230 千トン (林地残材) 5,834 千トン (低質材) (参考) 森林蓄積量: 1,310 百万トン	6,985 千トン (林地残材) (未利用率: 97% ⁷) 3,714 千トン (低質材) (未利用率: 64%)
地域分布の 特徴	● 林業活動が盛んな九州地域で賦存量が多い	● 同左
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 複数の林業の統計値の間に齟齬が存在する可能性（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間の齟齬）。 ● 含水率等が不明であり、m³からトンへの換算に誤差が生じている可能性。 ● 統計データの都合上、データ非公表の市区町村が存在し、政府 	<ul style="list-style-type: none"> ● 複数の林業の統計値の間に齟齬が存在する可能性（素材生産に係る統計と木材加工・利用に係る統計との間の齟齬）。

⁷ 本調査では市町村単位での推計およびマップ化を行う観点から「木材需給報告書」および「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」に記載されているチップのみを利用量と想定しており、林業白書等に記載されている各種木質資源の未利用率の算出方法とは異なることに留意されたい。

	賦存量	利用可能量
	推計の全国発生量と、市区町村別按分後の全国合計値が合致しない。	
主な組成	セルロース、ヘミセルロース、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

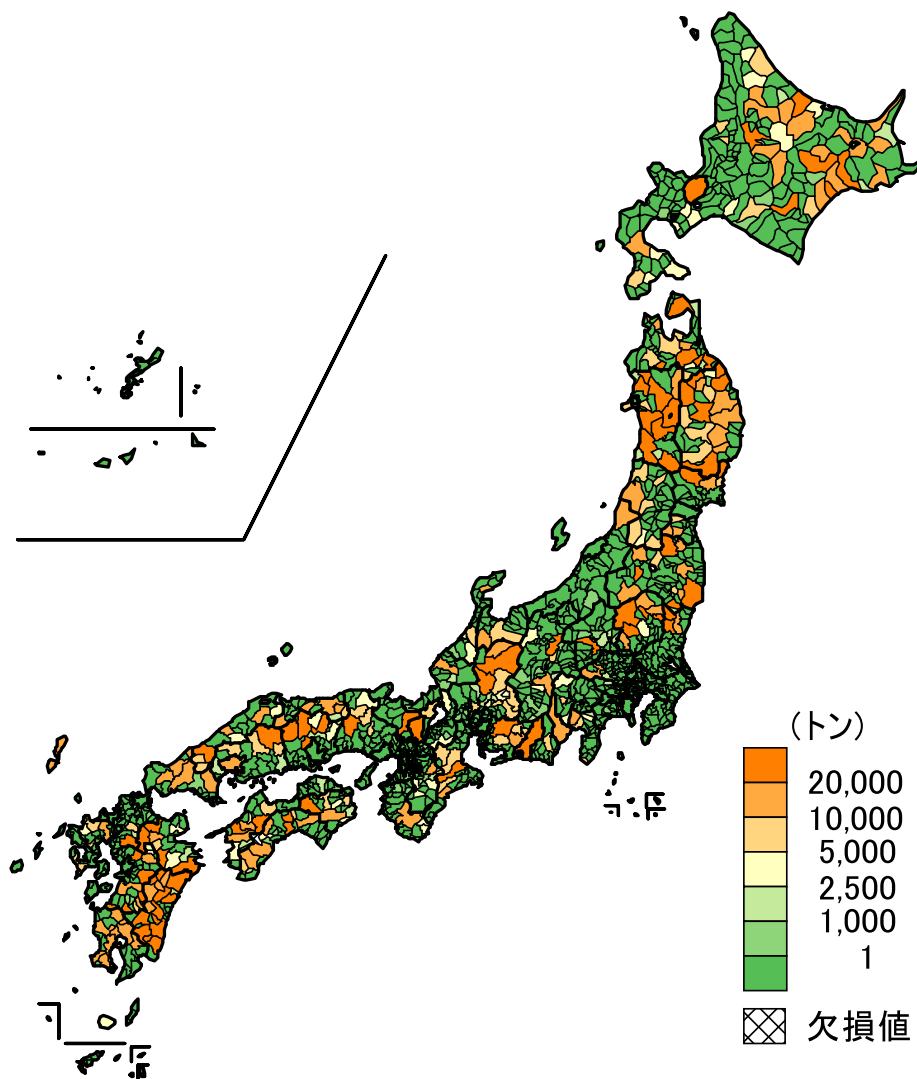


図 2-4 森林未利用材 (うち、未利用材)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

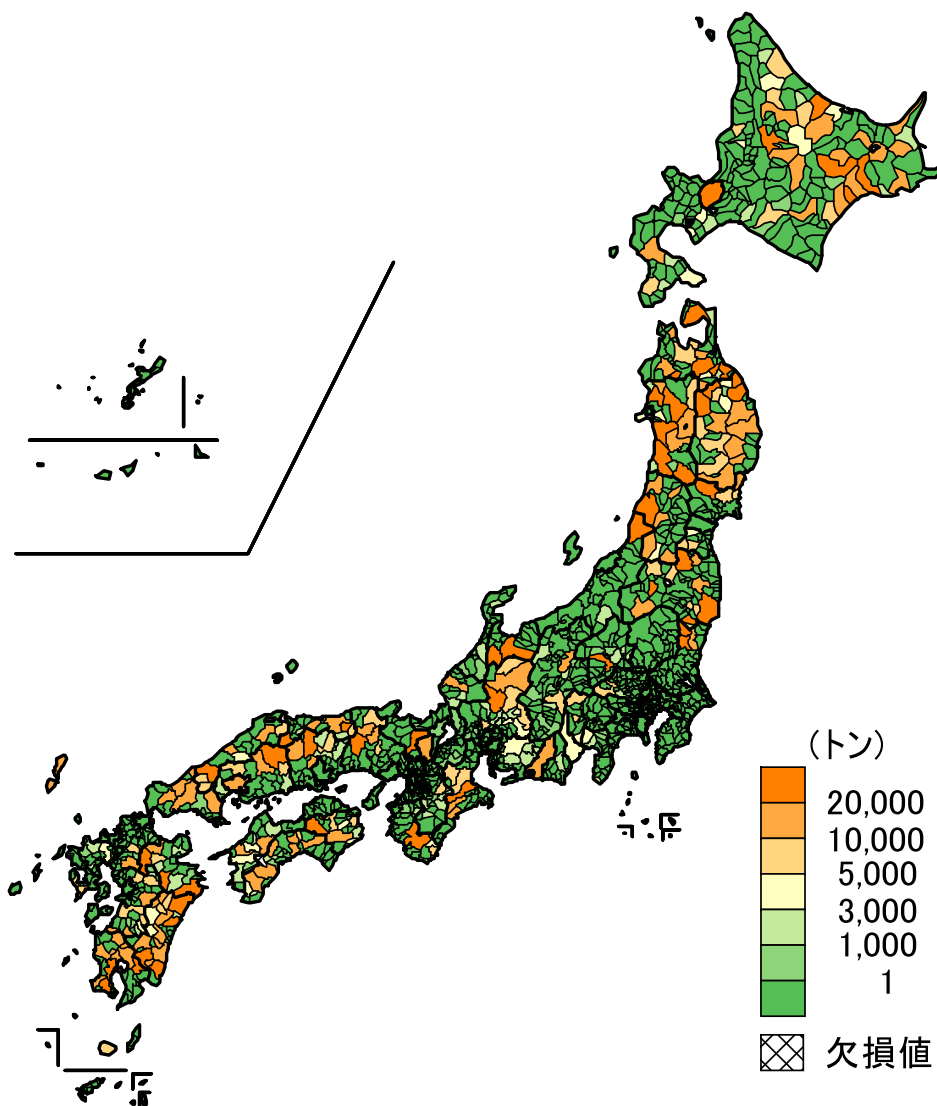


図 2-5 森林未利用材（うち、低質材）・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(参考) 森林蓄積量

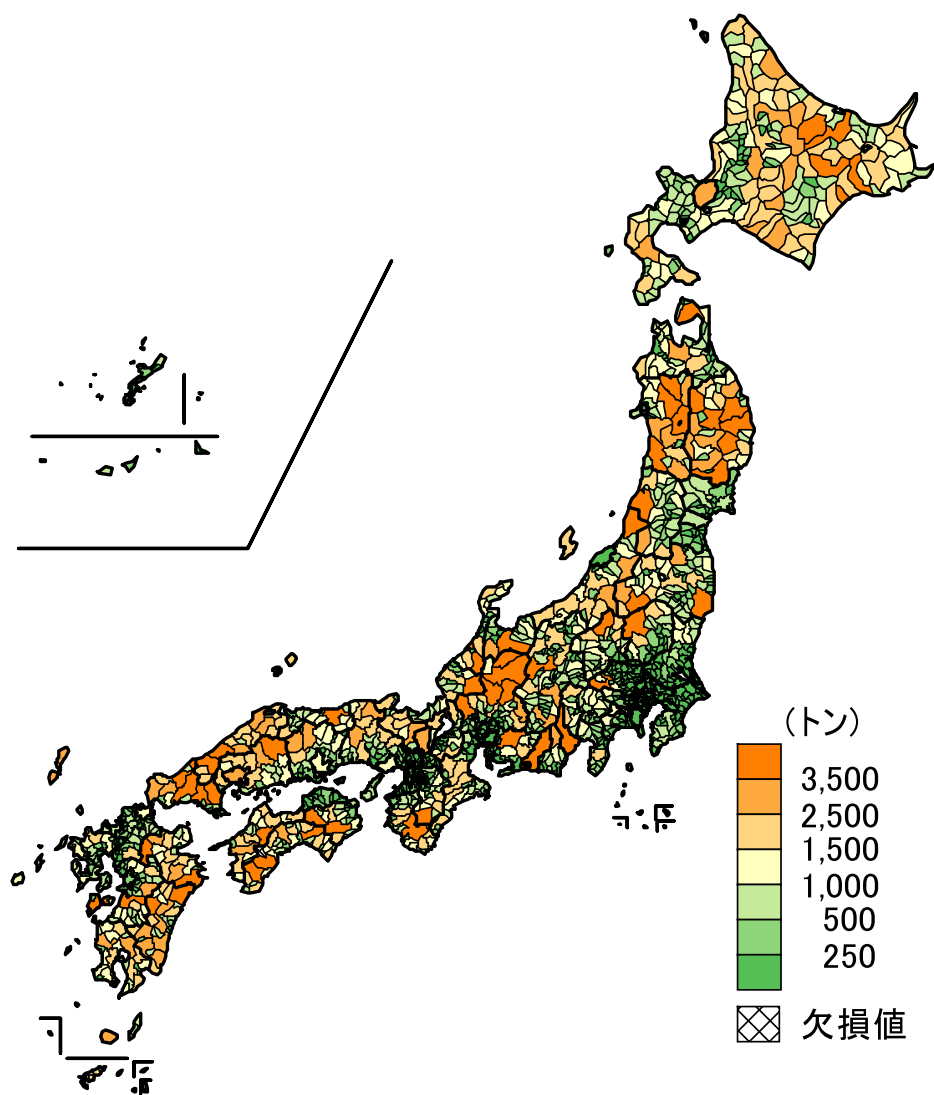


図 2-6 森林蓄積量の分布状況

a) 利用可能量

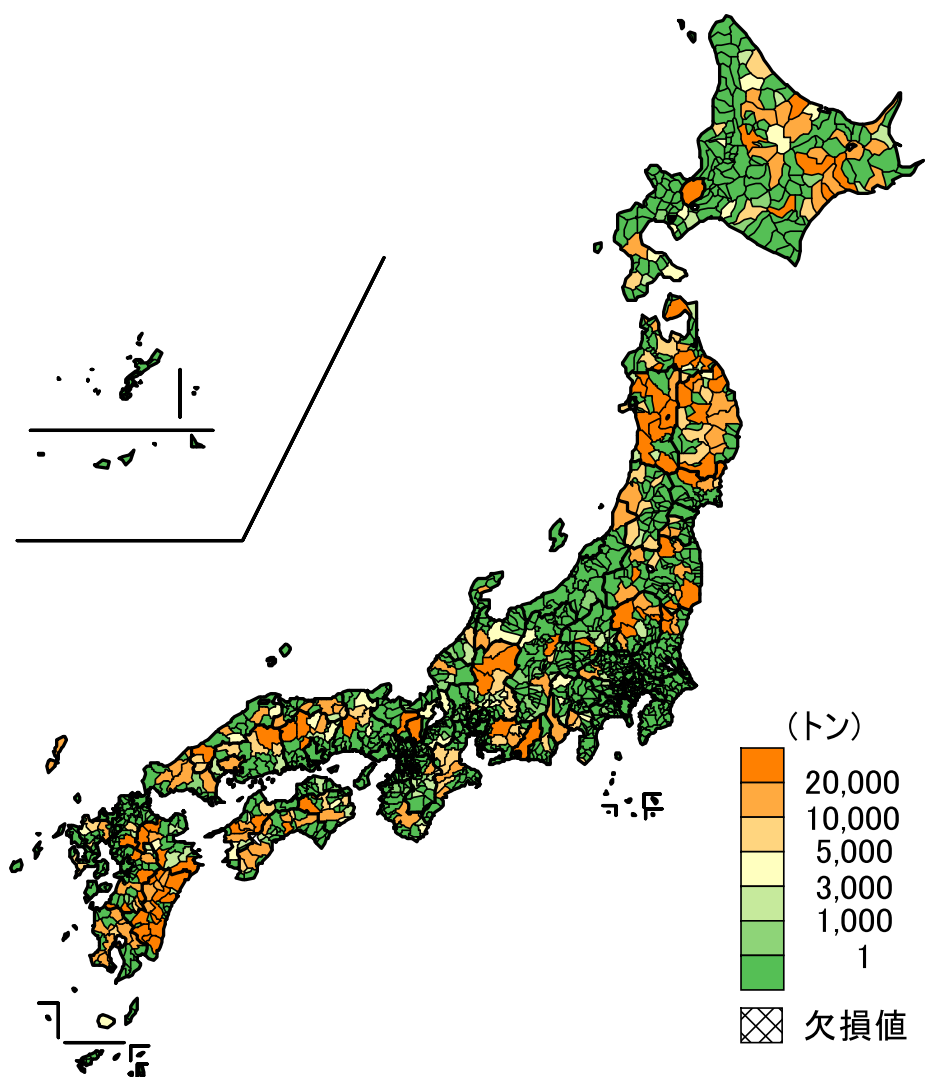


図 2-7 森林未利用材（うち、未利用材）・利用可能量の分布状況
※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

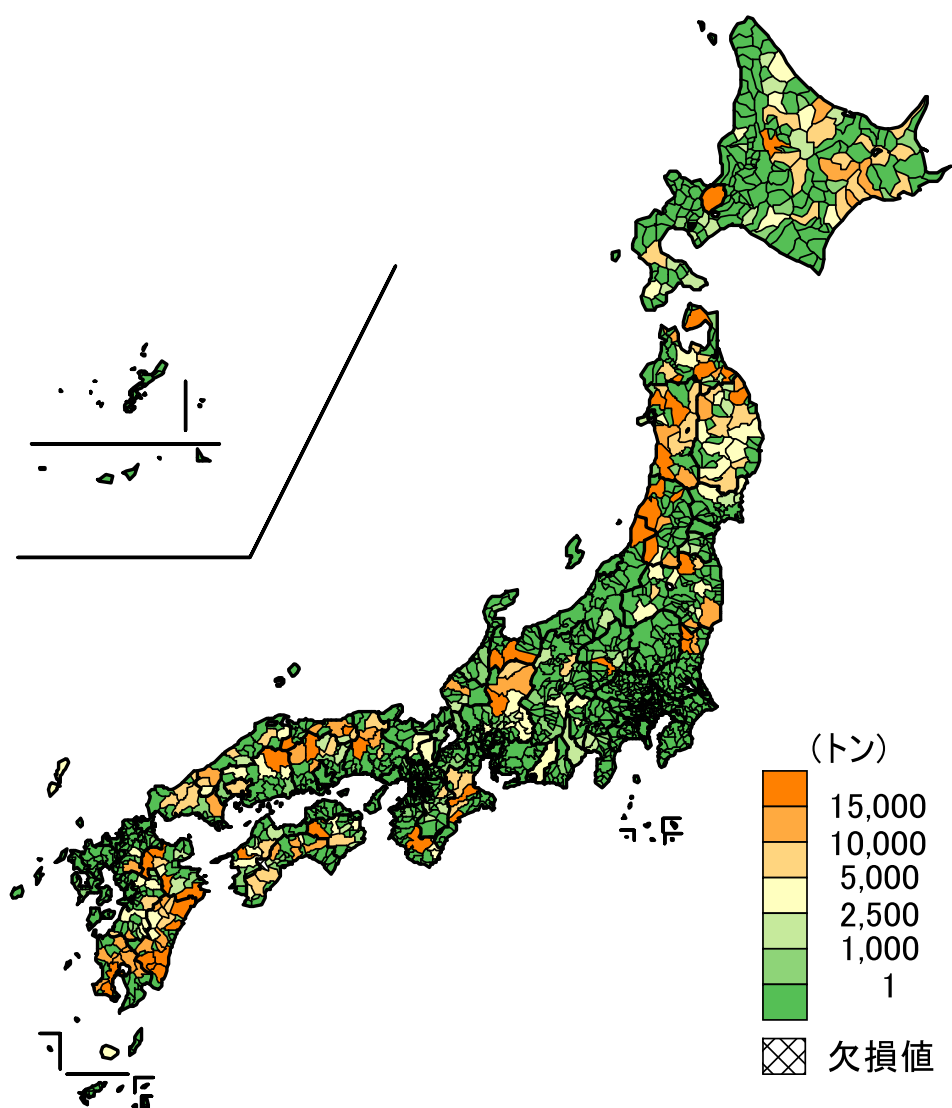


図 2-8 森林未利用材（うち、低質材）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 林業、木材生産に係る各種統計の各種前提条件や地域性については一定の仮定を置いて推計を行っている。実際には含水率や施業・運搬方法は樹種や林業事業者の生産規模、その他地域条件（傾斜や気候、林道等のインフラの有無等）により異なるが、本推計では概算値の把握の観点で全国一律の値としている。
- 利用方法については低質材の主要な用途であり、かつ統計情報が公開されている燃料用、製紙用チップを対象としているが、ペレットをはじめとするその他の加工方法・用途については十分な利用実態の情報が公表されていない観点で本推計には含めていない。その他、各種統計の都道府県、市町村データには欠損値があり、それらは本調査では一律にゼロとして推計している。

2.2.1.2 製材廃材

(1) 対象範囲

林野庁のバイオマス燃料統計を基に製材端材由来の燃料（チップ）と燃料以外のチップを対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[m³] =

(都道府県別製材端材由来燃料チップ利用量[絶乾トン]^{*1} + 都道府県別製材端材由来燃料以外（製紙用）チップ利用量[絶乾トン]^{*2}) × 市町村別製材品出荷額係数（按分係数）^{*3} × チップ歩留まり係数^{*4}

<推計式の解釈>

林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」及び「木材需給報告書」では、それぞれ製材端材由来の国産燃料チップ及び製紙用チップの生産量が公表されている。これらを足し合わせた値を製材工場内におけるチップ生産歩留まりで除したものを端材発生賦存量と推定した。なお、上記統計は都道府県レベルのデータしか存在しないため、それらを経済産業省「工業統計」における市町村別の製材品出荷額の比率で按分した。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

(都道府県別製材端材由来燃料チップ利用量[絶乾トン]^{*1} + 都道府県別製材端材由来燃料以外（製紙用）チップ利用量[絶乾トン]^{*2}) × 市町村別製材品出荷額係数（按分係数）^{*3}

<推計式の解釈>

林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」及び「木材需給報告書」では、それぞれ製材端材由来の国産燃料チップ及び製紙用チップの生産量が公表されている。これらを足し合わせた値を製材端材利用量と推定した。なお、賦存量同様に経済産業省「工業統計」における市町村別の製材品出荷額の比率で按分した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-4 製材廃材の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	製材端材由来燃料チップ利用量	都道府県別	林野庁（2021）「令和 2 年度木質バイオマスエネルギー利用動向調査」 ⁸ ※2020 年度実績値
*2	製材端材由来製紙用のチップ利用量	都道府県別	林野庁（2021）「令和 2 年度木材需給報告書」 ⁹ ※2020 年度実績値
*3	市町村別製材品出荷額	市区町村	経済産業省（2021）「工業統計」 ¹⁰ ※2019 年度実績値
*4	チップ生産時歩留まり	全国一律	NEDO バイオマスエネルギー導入に係る技術指針・導入要件 ¹¹ を基に 0.9 と想定

⁸ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokusitu_biomass/（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

⁹ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500217&tstat=000001014476&cycle=7&year=20210&month=0&tclass1=000001014477&tclass2=000001164526>（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

¹⁰ <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/index.html>（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

¹¹ https://www.nedo.go.jp/library/biomass_shishin.html（最終アクセス日：2023 年 2 月 6 日）

(3) 推計結果

① 概況

前述した推計方法に基づくと、日本全体の製材端材賦存量は 3,837 千トンであり、燃料用及び製紙用チップとしての利用量を除いた利用可能量は 383 千トンと推計された。分布としては製材産業が盛んな九州地域及び東北地域にて賦存量及び利用可能量が多い。

表 2-5 製材端材の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	3,837 千トン	383 千トン
地域分布の 特徴	● 製材産業が盛んな九州及び東北 地域にて賦存量が多い	● 同左
推計上の 課題・留意点	● 製材残渣全体量を示す統計が存 在しない(端材チップ歩留まり 等を基に逆算することで対応)	● 林野庁の燃料用と非燃料用チッ プの統計値が完全に独立せず一 部重複している可能性あり。
主な組成	セルロース、ヘミセルロース、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

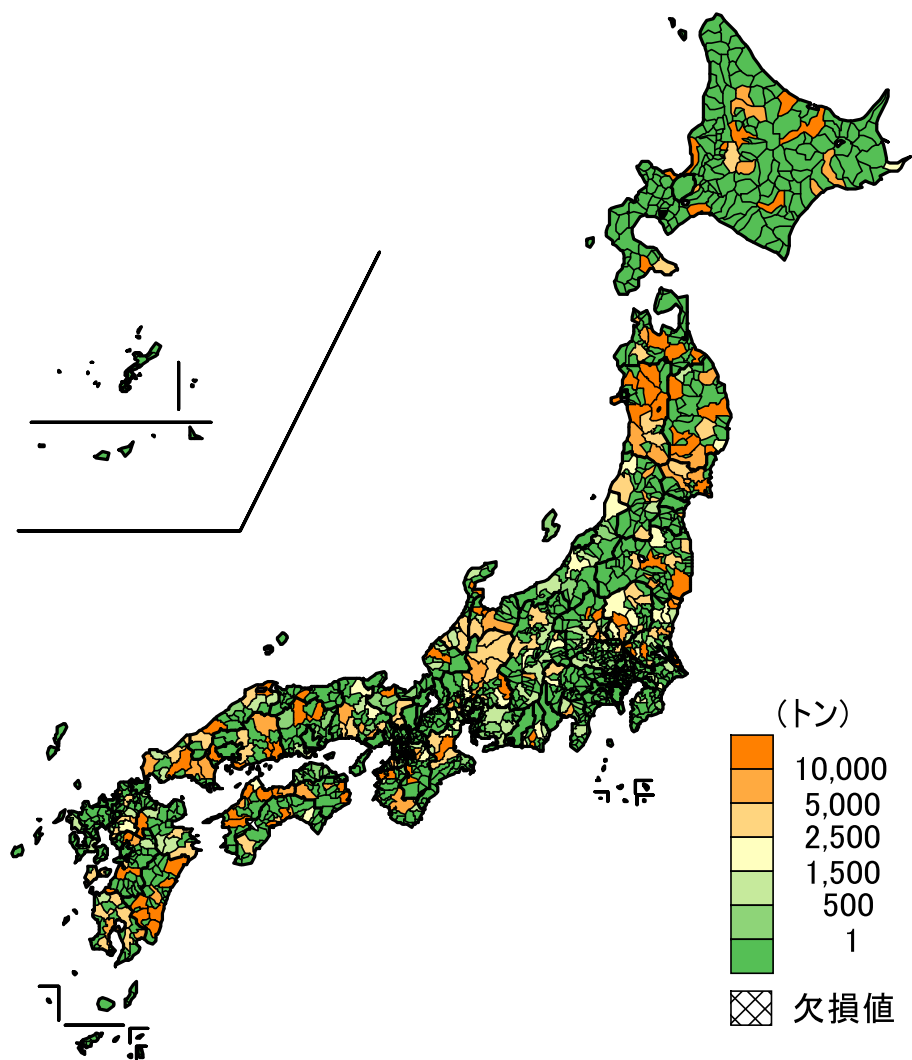


図 2-9 製材端材・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

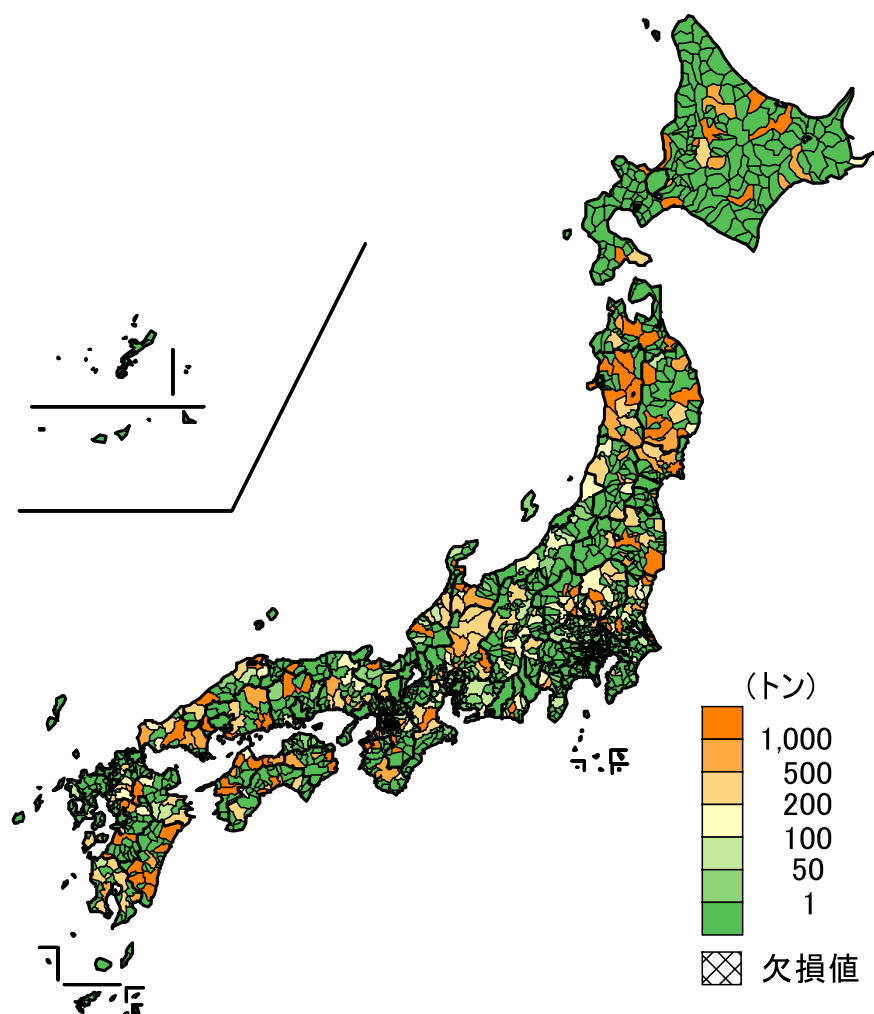


図 2-10 製材端材・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 製材工場は工場によって生産規模及び生産品、並びに加工プロセスが異なり端材の発生プロセス及び量の統計情報からの詳細把握が困難であるため、端材由来のチップ生産量等から逆算的に賦存量を推計している。
- 製材工程やチップ生産時に発生するおが粉等の残渣はペレット利用や畜産業等で一部利用されていると思われるが、公開統計等から定量情報の入手が困難なため、本推計では含んでいない。その他、各種統計の都道府県、市町村データには欠損値があり、それらは本調査では一律にゼロとして推計している。

2.2.1.3 果樹剪定枝

(1) 対象範囲

みかん、なつみかん、はっさく、いよかん、ネーブルオレンジ、りんご、なし、かき、びわ、もも、すもも、おうとう、うめ、ぶどう、くり由来の剪定枝を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別 果樹別 果樹剪定枝賦存量[t]} = \text{市区町村別 果樹別 栽培面積[ha]} \times \text{面積あたりの排出量原単位[t/ha]}^{*1} \times (1 - \text{含水率}[\%])^{*2}$$
$$\text{市区町村別 果樹別 栽培面積[ha]} = \text{県内 市区町村別 果樹別 栽培面積割合}[\%]^{*3} \times \text{県別 果樹別 栽培面積[ha]}^{*4}$$

<推計式の解釈>

賦存量は、市区町村別果樹別栽培面積に、面積当たりの排出量原単位を乗じることで推計した。なお、市区町村別果樹別栽培面積は、県別の果樹別栽培面積に対して、県内市区町村別果樹別栽培面積割合を乗じることで推計した。含水率には、山下茂樹ほか（2008）によるデータを使用した。また面積当たりの排出量原単位は、佐野・三浦（2003）によるデータを使用した。なお、当該出典データは古いものの、平野・田中（2020）でも利用されているため利用可能と考えた。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別 果樹別 果樹剪定枝利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率}[\%]^{*5}$$

<推計式の解釈>

①で求めた賦存量に、バイオマスの活用に関するマスタープラン（バイオマスマスタープラン）で得られている5県の平均値から求めた未利用率を乗じることで推計した。5県の未利用率はそれぞれ新潟県 87%（2016）、青森 27%（2020）和歌山県 90%（2005）、静岡県 59%（2010）、長野県 52%（2004）であり、その平均値 63%を未利用率とした。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-6 果樹剪定枝の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	面積あたりの排出量原単位	市区町村	佐野・三浦（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.p329-334）
*2	含水率	全国一律	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. ¹²
*3	市区町村別果樹別栽培面積割合	市区町村	農林水産省（2007）「作況調査 市町村別データ」 ¹³
*4	県別果樹別栽培面積	都道府県	農林水産省（2021）「作物統計調査 果樹生産出荷統計」 ¹⁴
*5	未利用率	全国一律	バイオマスタープランで得られている 5 県の平均値を利用する。新潟県 ¹⁵ 87%（2016）、青森県 ¹⁶ 27%（2020）和歌山県 ¹⁷ 90%（2005）、静岡県 ¹⁸ 52%（2005）、長野県 ¹⁹ 52%（2004）→平均値：63% なお福島県 100%（2015）だが、放射性物質汚染の懸念から利用できない状況が続いており、今回の推計には適さないと思料し、除外した

¹² <http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs/06/06004-03.pdf>（最終アクセス日：2023年2月6日）

¹³ https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html#（最終アクセス日：2023年2月6日）

¹⁴ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&year=20210&month=0&tclass1=000001032287&tclass2=000001032927&tclass3=00001172307>（最終アクセス日：2023年2月6日）

¹⁵ 新潟県、新潟バイオマス活用推進計画 令和3年度中間評価、<https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/294678.pdf>（最終アクセス日：2023年2月6日）

¹⁶ 青森県（2019）「第6次青森環境計画」<https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kankyo/kankyo/files/R3hakusho-dai2bu-dai7sho.pdf>（最終アクセス日：2023年2月6日）

¹⁷ 和歌山県（2005）「和歌山県木質系バイオマスエネルギー利用調査 報告書」

¹⁸ 静岡県（2005）「静岡県バイオマス総合利活用マスタープラン」

¹⁹ 長野県（2004）「長野県バイオマス総合利活用マスタープラン」

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で 322 千トンと推計された。果樹栽培が盛んな青森県、静岡県、和歌山県における剪定枝の発生が多い状況。利用可能量は 202 千トンと推計された。

表 2-7 果樹剪定枝の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	322 千トン	203 千トン
地域分布の 特徴	● 果樹栽培が盛んな青森、静岡、和歌山における剪定枝の発生が多い。	● 同左
推計上の 課題・留意点	● 生産面積はあくまでも 2006 年時点のデータを 2021 年のデータを利用し按分したものであるため、正確性を欠く可能性がある。	● 樹種・地域によって未利用率が大きく変わるはずであるが、データの制約から全国で一律の値を利用している。
主な組成	セルロース、ヘミセルロース、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

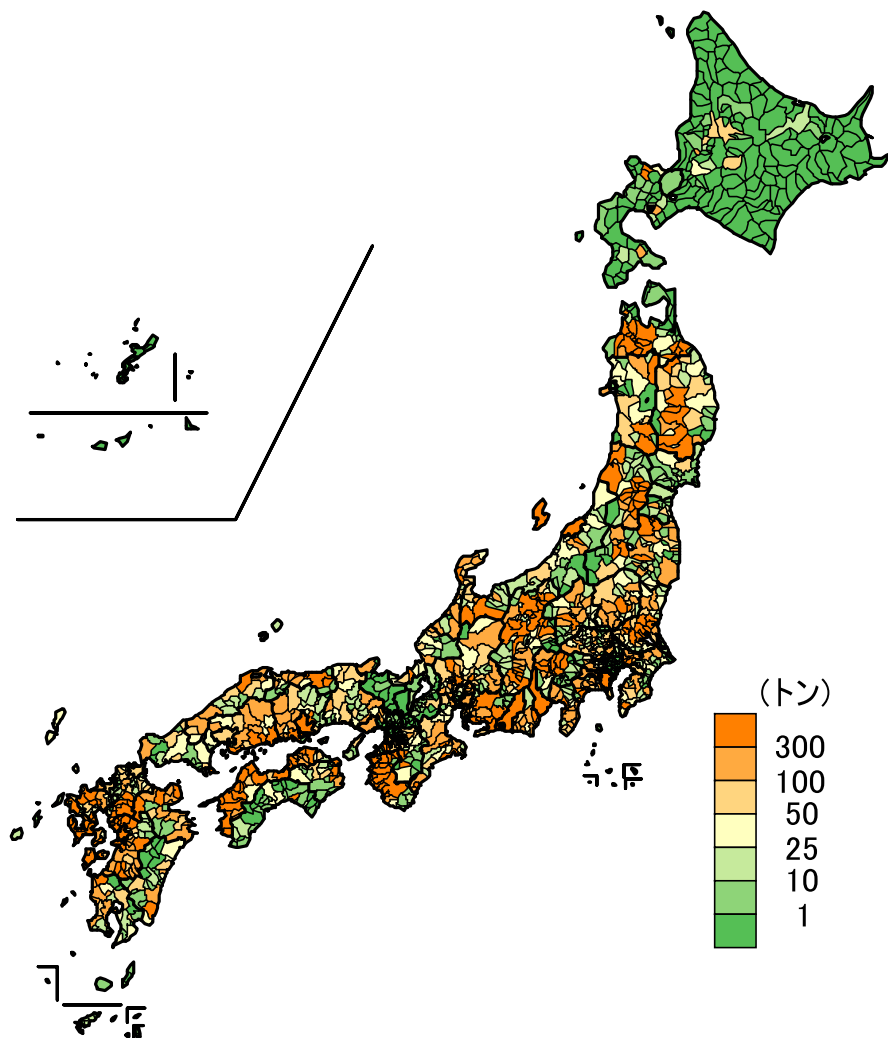


図 2-11 果樹剪定枝・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

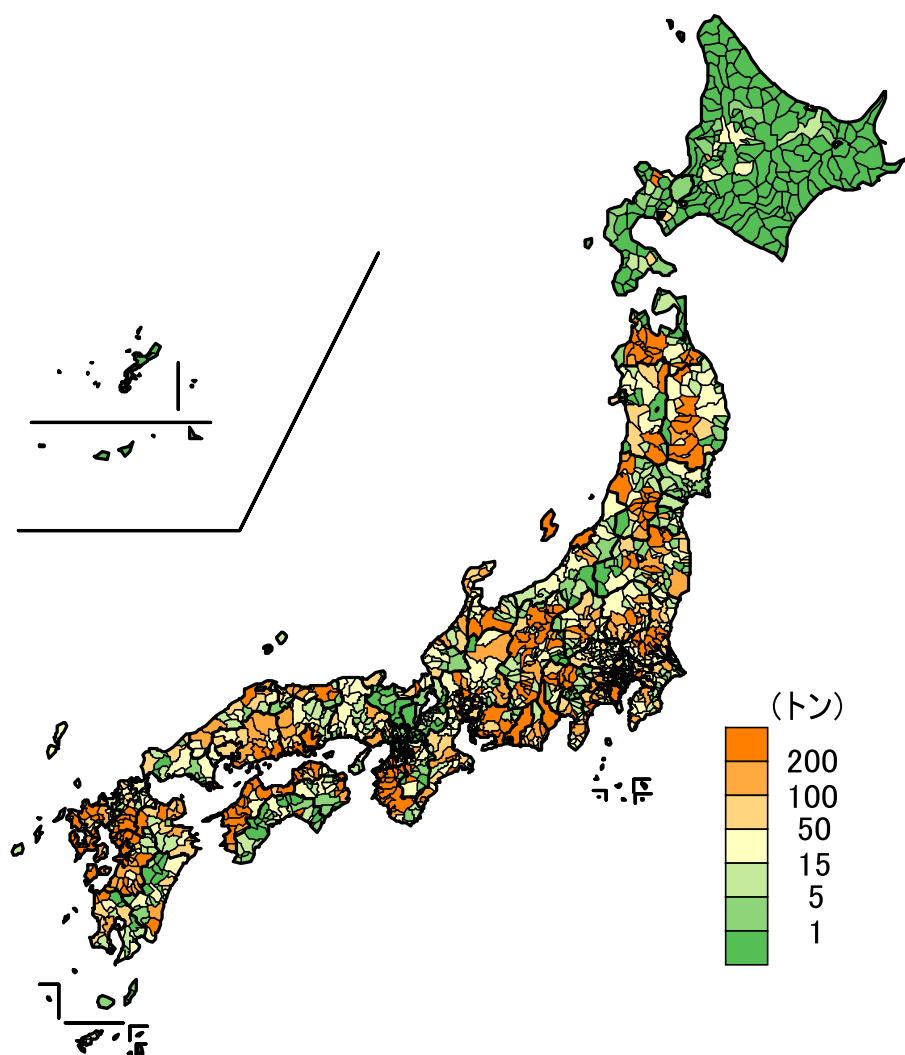


図 2-12 果樹剪定枝・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 賦存量の推計に用いた生産面積はあくまでも 2006 年時点のデータを利用して 2021 年のデータを按分したものであるため、正確性を欠く可能性がある。
- 按分に利用したデータでは一部栽培面積が公表されていない場合があるため、全国の栽培面積の和と市区町村別の栽培面積の和が合致しない。そのため、全国発生量と市区町村別按分後の発生量合計値に誤差が生じる。分布状況としては欠測値となる市区町村にのみ影響しているため、実数を有する市区町村の地域バランスには影響はない。

- 未利用率として、バイオマスマスタープランで得られている 5 県の平均値を利用しており、データの収集年度もまばらである。各都道府県、年度ごとに未利用率が異なるため、正確性を欠く可能性がある。
- 統計上の都合により、東京都 23 区については個別の統計情報が存在せず「東京都特別区」としてまとめて扱っている。

2.2.1.4 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

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市区町村別 剪定枝賦存量[t]} = \text{市区町村別 都市公園面積[m}^2\text{]} \times \text{面積あたりの排出量原単位[t/m}^2\text{]}^{*1}$$

$$\text{市区町村別 都市公園面積[m}^2\text{]} = \text{市区町村別 人口[人]}^{*2} \times \text{市区町村別 一人当たり都市公園面積[m}^2\text{/人]}^{*2}$$

<推計式の解釈>

市区町村別都市公園面積に、面積あたりの排出量原単位を乗じることで推計した。市区町村別都市公園面積は、地区町村別の人口に、市区町村別一人当たり都市公園面積を乗じることで推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別 公園剪定枝利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*3}$$

<推計式の解釈>

①で求めた市町村別剪定枝賦存量に対し、既往文献から剪定枝の未利用率を乗じて推計した。剪定枝の未利用率は、大阪府（2006）のデータを全国一律の未利用率として利用した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-8 公園剪定枝の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	面積あたりの排出量原単位	市区町村	NEDO (2011)「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」 ²⁰
*2	市区町村別一人当たり都市公園面積	市区町村	国土交通省 (2020)「個別施設ごとの長寿命化計画 (個別施設計画) の一覧」 ²¹
*3	未利用率	全国一律	大阪府 (2006)「大阪府バイオマス利活用マスタープラン」 ※71.3%と設定

²⁰

<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1282339/www.nedo.go.jp/library/biomass/index.html> (最終アクセス日: 2023年3月14日)

²¹ <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/03activity/pdf/kouen.pdf> (最終アクセス日: 2023年2月6日)

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で 162 千トンと推計された。公園の多い都市部などに集中している状況。利用可能量は 116 千トンと推計された。

表 2-9 公園剪定枝の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	162 千トン	116 千トン (未利用率：72%)
地域分布の 特徴	● 公園の多い都市部などに集中している	● 同左
推計上の 課題・留意点	● 発生原単位の推定値は 2011 年データであり、現状と乖離している可能性がある。 ● 3 自治体においてデータが取得できていない。	● 未利用率の参考に利用されたデータは、2006 年に大阪府で行われたものであり、一般性がない。
主な組成	セルロース、ヘミセルロース、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

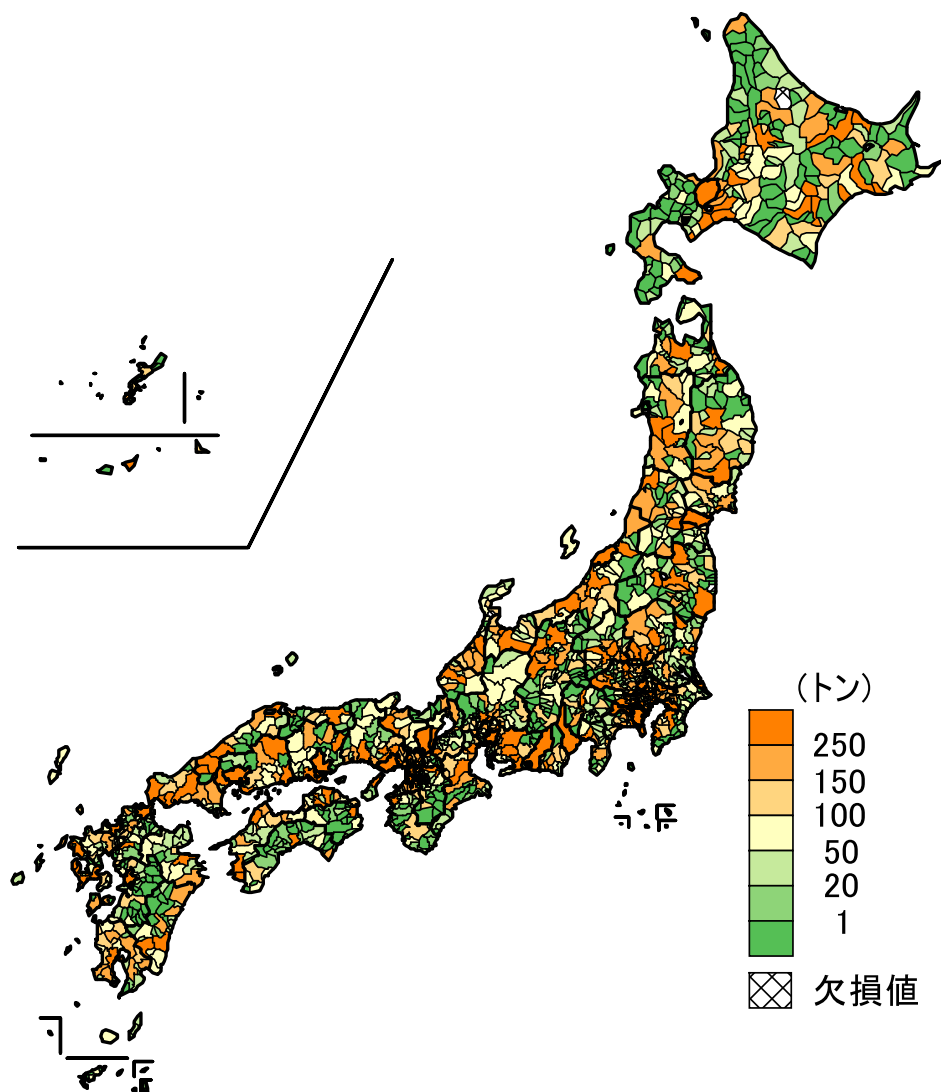


図 2-13 公園剪定枝・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 北海道下川町、福島県檜葉町、石川県中能登町については公園面積の統計データがないため、欠損値としている。

b) 利用可能量

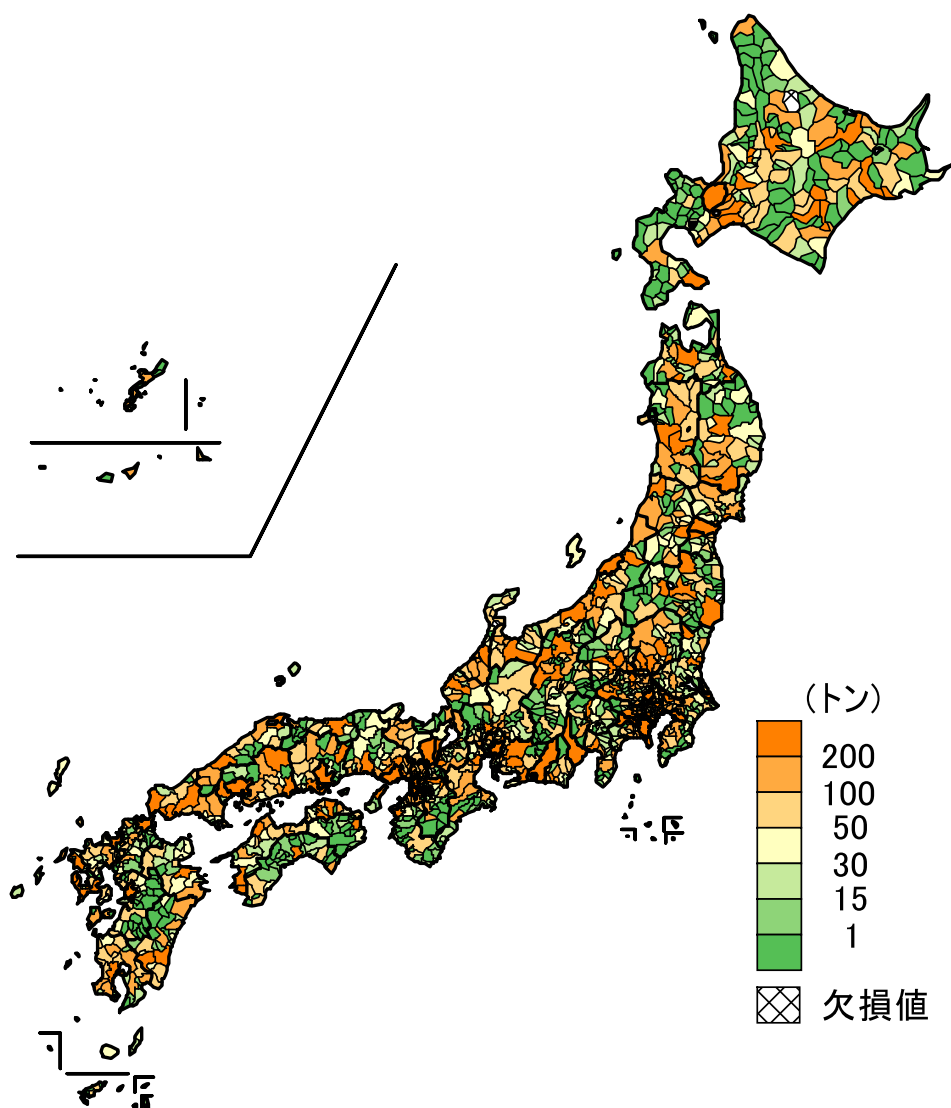


図 2-14 公園剪定枝・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 北海道下川町、福島県檜葉町、石川県中能登町については公園面積の統計データがないため、欠損値としている。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 賦存量の推計に用いた発生原単位の推定値は 2011 年データであり、現状と乖離している可能性がある。北海道下川町、福島県檜葉町、石川県中能登町については公園面積の統計データがないため、欠損値としている。
- 利用可能量の推計に用いたデータは、2006 年に大阪府が公表したものをを用いており、各都道府県の実態に則さない可能性がある。

2.2.1.5 新築廃材

(1) 対象範囲

建築物の新築時に生じる廃材を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市区町村別 新築廃材賦存量[t]} = \text{市区町村別 着工面積[m}^2\text{]}^{*1} \times \text{木くず発生原単位[t/m}^2\text{]}^{*2} \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

賦存量の推計には、市区町村別着工建築物に木くず発生原単位を乗じて求めた。市区町村別着工建造物は国土交通省（2019）「建築着工統計調査」のデータを用いた。木くず発生原単位は、NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」、S造・RC造・SRC造に関しては、日本建築業連合会（2020）「建築系混合廃棄物の原単位調査報告書」のデータを用いた。また含水率に関しては全国木材検査・研究協会のホームページに記載されている情報から想定した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別 新築廃材利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*4}$$

<推計式の解釈>

①で求めた市町村別剪定枝賦存量に、未利用率を乗じて推計した。未利用率には、国土交通省（2018）「平成30年度建設副産物実態調査結果」のデータを用いた。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-10 新築廃材の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	市区町村別着工面積	市区町村	国土交通省（2019）「建築着工統計調査」 ²²
*2	木くず発生原単位	全国一律	木造： NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」 ²³ S造・RC造・SRC造： 日本建築業連合会（2020）「建築系混合廃棄物の原単位調査報告書」 ²⁴
*3	含水率	全国一律	一般社団法人 全国木材検査・研究協会 ²⁵
*4	未利用率	全国一律	国土交通省（2018）「建設副産物実態調査結果」 ²⁶ ※3.8%と設定。

²² 国土交通省、建築着工統計調査、

http://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html（最終アクセス日：2023年2月6日）

²³ <http://app1.infoc.nedo.go.jp/biomass/>（最終アクセス日：2023年2月6日）

²⁴ https://www.nikkenren.com/publication/fl.php?fi=1234&f=gentani_2020.pdf（最終アクセス日：2023年2月6日）

²⁵ http://www.jlira.jp/jas_2B.html（最終アクセス日：2023年2月6日）

²⁶ <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001334705.pdf>（最終アクセス日：2023年2月6日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で 833 千トンと推計された。家屋の集中する都市部にて賦存量が多くなっている。利用可能量は 32 千トンと推計された。現状既に高い割合で再利用されており、未利用率が低いため、利用可能な余地は小さい。

表 2-11 新築廃材の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	833 千トン	32 千トン (未利用率：3.8%)
地域分布の 特徴	● 家屋の集中する都市部にて賦存量が多い	● 現状既に高い割合で再利用されており、利用可能な余地は小さい
推計上の 課題・留意点	● 木造における排出原単位が 10 年以上前のデータであり、現状と乖離している可能性がある	● 建設副産物実態調査は建設工事、解体工事を含んだ値である
主な組成	セルロース、ヘミセルロース、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

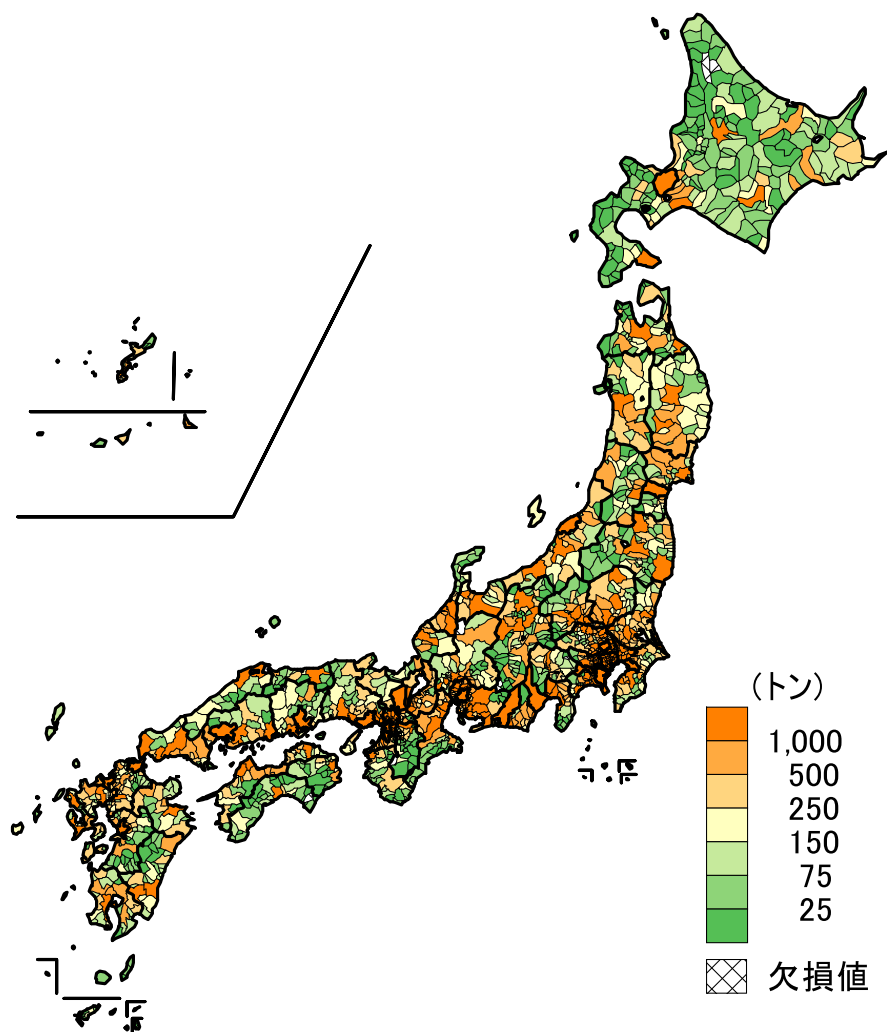


図 2-15 建築廃材(新築廃材)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

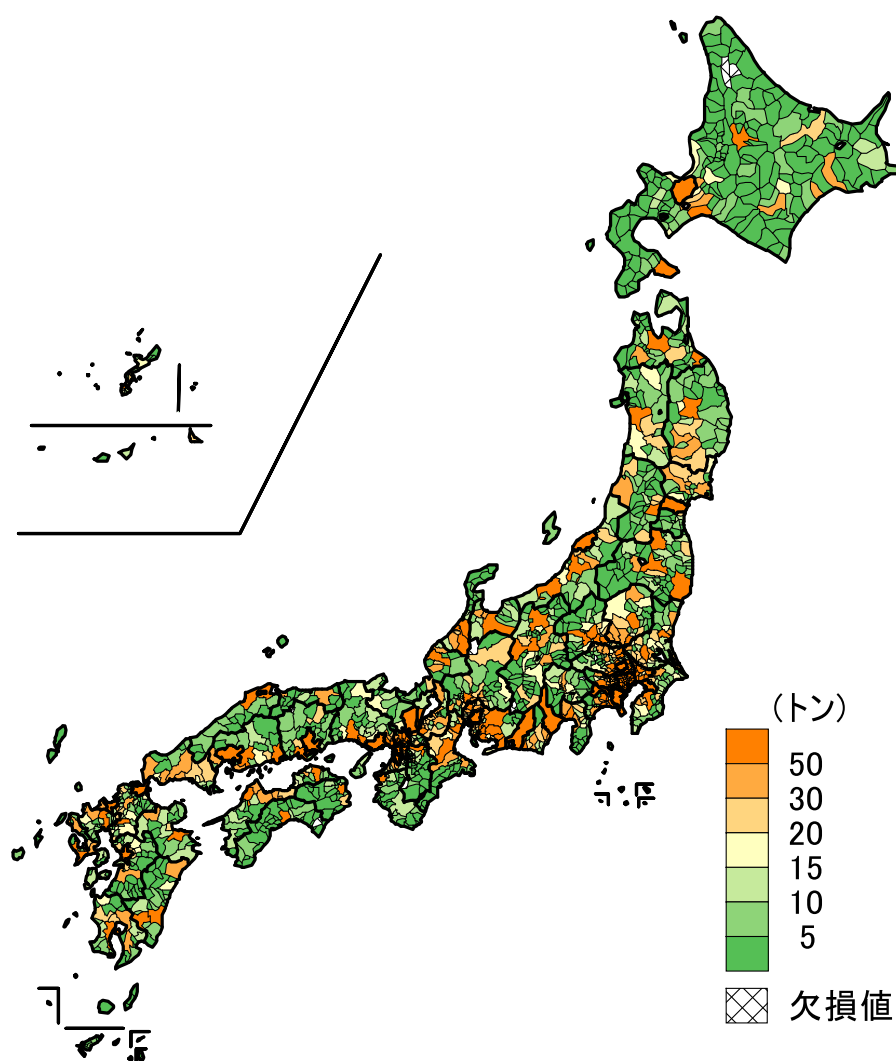


図 2-16 建築廃材（新築廃材）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 統計データの都合上、15の市区町村が欠損値となっている。
- 木造における排出原単位が10年以上前のデータであり、現状と乖離している可能性がある。
- 利用可能量の推計に用いた未利用率は国土交通省「建設副産物実態調査」を利用したが、建設工事、解体工事を含んだ値であることに注意が必要である。

2.2.1.6 建築解体廃材

(1) 対象範囲

建築物の解体時に生じる廃材を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市区町村別 建築廃材賦存量[t]} = \text{市区町村別 解体建築物量[m}^2\text{]} \times \text{面積あたりの排出量原単位[t/m}^2\text{]}^{*1} \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*2})$$

$$\text{市区町村別 解体建築物量[m}^2\text{]} = \text{都道府県別 解体建築物量[m}^2\text{]}^{*3} \times \text{市区町村別 着工建築物割合[\%]}^{*4}$$

<推計式の解釈>

賦存量は、市区町村別解体建築物量に、面積あたりの排出量原単位を乗じて推計した。市区町村別解体建築物量は、国土交通省（2022）建築物減失統計調査（分類粒度は木造・その他都道府県別解体建築物量）に国土交通省（2019）「建築着工統計調査」の市区町村別着工建築物割合を乗じて求めた。面積あたりの排出量原単位は、建設統計月報（2012）より木造：0.1032t-dry/m²、非木造：0.007t-dry/m²（鉄筋・鉄筋コンクリート・その他の平均）と推定した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別 利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*5}$$

<推計式の解釈>

①で求めた賦存量に、既往文献から各都道府県の未利用率を推計した。未利用率は、国土交通省（2018）「平成30年度建設副産物実態調査結果」を用いた。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-12 建築解体廃材の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	面積あたりの排出量原単位	全国一律	木造 ²⁷ ：0.1032t-dry/m ² 非木造 ²⁸ ：0.007t-dry/m ² （鉄筋・鉄筋コンクリート・その他の平均）
*2	含水率	全国一律	一般社団法人 全国木材検査・研究協会 ²⁹
3	都道府県別解体建築物量	都道府県	国土交通省（2022）「建築物滅失統計調査」 ^{30} 分類粒度は木造・その他
*4	市区町村別着工建築物割合	市区町村	国土交通省（2019）「建築着工統計調査」 ³¹
*5	未利用率	全国一律	国土交通省（2018）「平成 30 年度建設副産物実態調査結果」 ³² ※3.8%と設定。

²⁷ 国土交通省総合政策局.建築副産物排出量の将来予測.国土交通省のリサイクルホームページ

²⁸ 三浦秀一（2001）建築解体廃棄物の都道府県別排出分布に関する研究.第 11 回廃棄物学会研究 論文集.pp255 - 257

²⁹ http://www.jlira.jp/jas_2B.html（最終アクセス日：2023年2月6日）

³⁰ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600240&tstat=000001016963&cycle=1&tclasslval=0>（最終アクセス日：2023年2月6日）

³¹ http://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html（最終アクセス日：2023年2月6日）

³² <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001334705.pdf>（最終アクセス日：2023年2月6日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で53千トンと推計された。解体時に発生する木材は規模的に小さい。利用可能量は2千トンと推計された。現状既に高い割合で再利用されており、未利用率が低いため、利用可能な余地は小さい。

表 2-13 建築解体廃材の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	53千トン	2千トン (未利用率：3.8%)
地域分布の 特徴	● 解体時に発生する木材は規模的に小さい	● 現状既に高い割合で再利用されており、利用可能な余地は小さい
推計上の 課題・留意点	● 家屋解体時の木材発生量原単位のデータが古く、現状とそぐわない可能性がある	● 建設副産物実態調査は建設工事を含んだ値である
主な組成	セルロース、ヘミセルロース、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

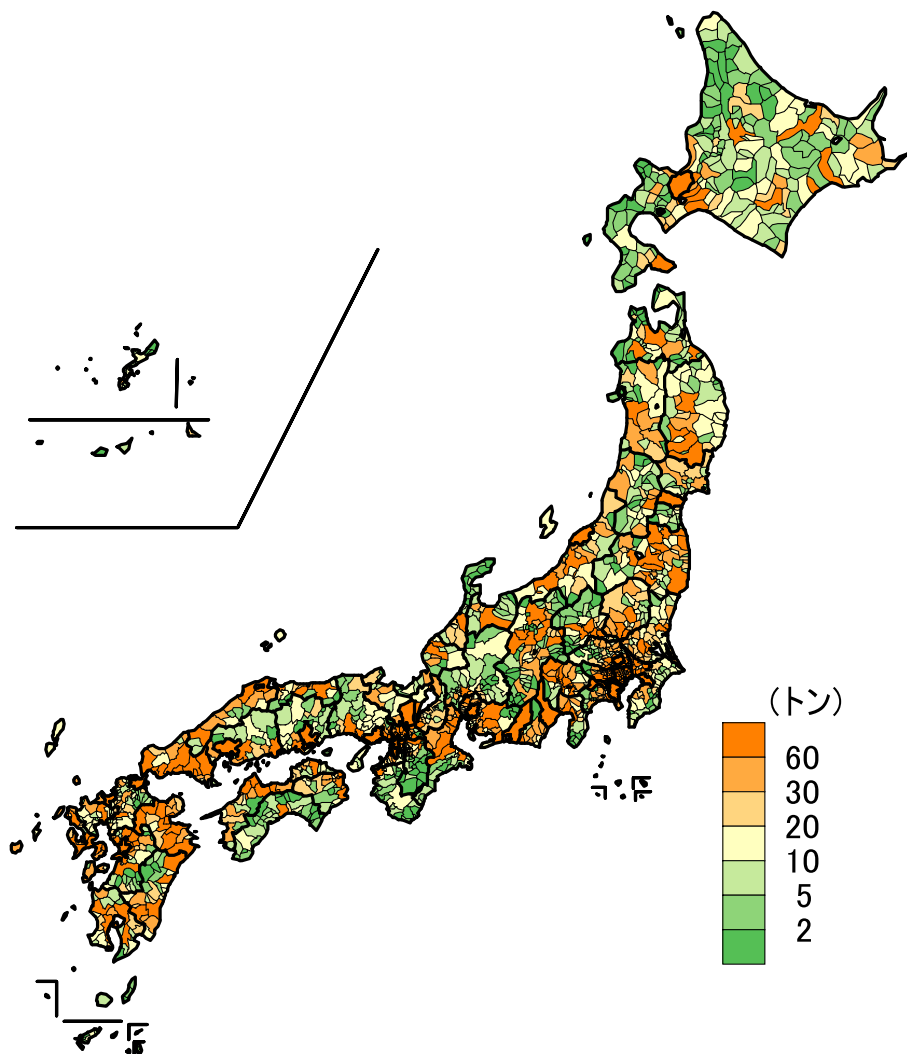


図 2-17 建築解体廃材・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 統計データの都合上 20 の市区町村が欠損値となっている。

b) 利用可能量

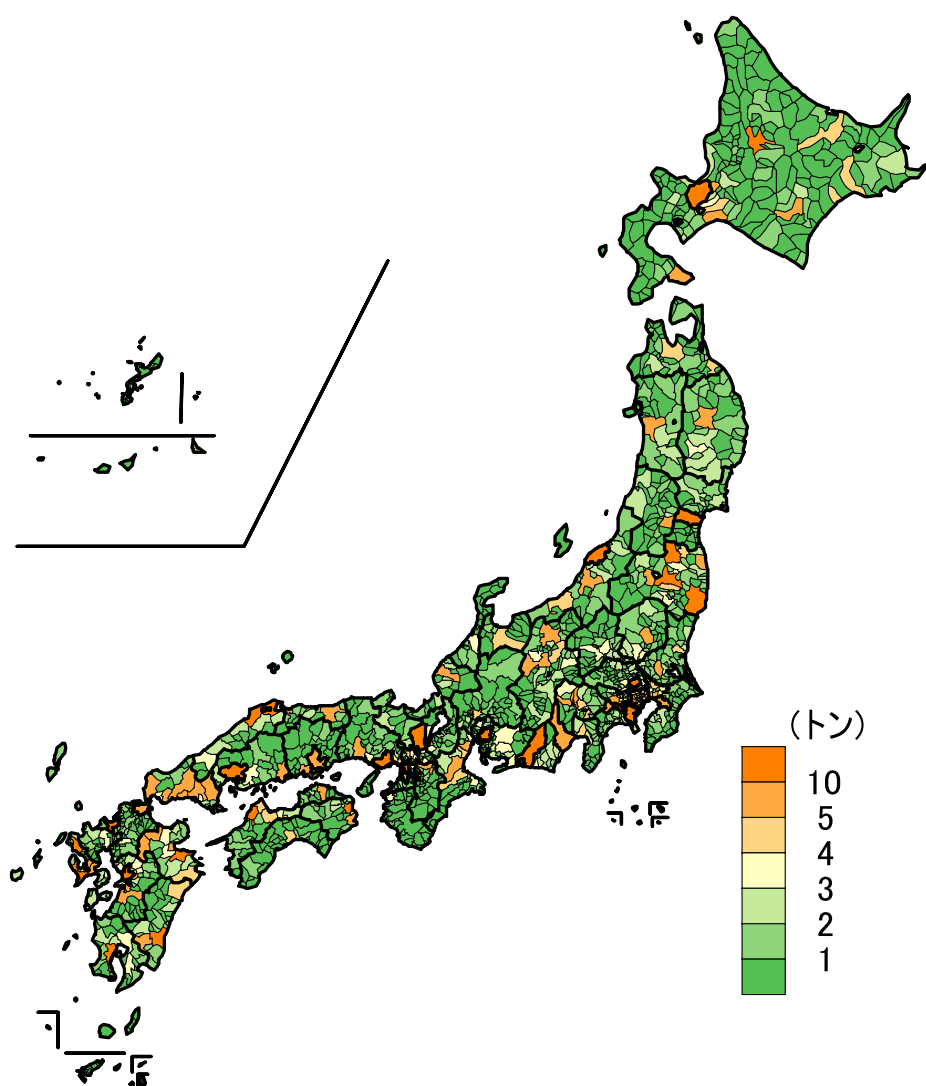


図 2-18 建築廃材（建築解体木材）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 統計データの都合上 20 の市区町村が欠損値となっている。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 統計データの都合上、20 の市区町村が欠損値となっている。
- 賦存量の推計に用いた家屋解体時の木材発生量原単位のデータが古く、現状とそぐわない可能性がある。
- 利用可能量の推計に用いた未利用率は国土交通省「建設副産物実態調査」を利用したが、建設工事を含んだ値であることに注意が必要である。

2.2.1.7 農作物残渣(稲わら)

(1) 対象範囲

コメの栽培に伴って発生する稲わらを対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{市区町村別水稻・陸稻の作付面積[ha]}^{*1} \times \text{稲わら発生原単位[t/ha]}^{*2} \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

農林水産省「作物統計調査」で毎年度調査されている市区町村別の稲の作付面積に対して稲わら発生原単位を乗じることで重量ベースの賦存量として推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*4}$$

<推計式の解釈>

①で求めた稲わらの賦存量に対して、未利用率を乗じることで推計した。未利用率については、全国一律の未利用率(すき込み・その他(廃棄・焼却処分等):75.9%)を賦存量に乗じた。すき込みを未利用率に含めない場合の未利用率は15%として、2通りの利用可能量を推計した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-14 農作物残渣（稲わら）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	水稻・陸稻の作付面積	市区町村	農林水産省（2022）「作物統計調査 令和3年産市町村別データ」 ³³ ※2021年実績値
*2	稲わら発生原単位	全国一律	NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」
*3	稲わら含水率	全国一律	NEDO（2010）「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業バイオマス賦存量及び利用可能量の全国市町村別推計とマッピングに関する調査」
*4	未利用率	全国一律	【75.9%の根拠】農林水産省（2006）「国産稲わらの利用の促進について」 ³⁴ 【15%の根拠】NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」

³³ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&tclass1=000001033085&tclass2=000001163026&tclass3val=0>（最終アクセス日 2023年2月10日）

³⁴ https://www.maff.go.jp/j/chikusan/souti/lin/l_siryu/koudo/h200901/pdf/data04.pdf（最終アクセス日 2023年2月10日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で6,527千トンと推計された。稲作の盛んな地域、東北地方で賦存量が多い結果となった。

利用可能量については、すき込みが、やむを得ずすき込みに仕向けられているケースが多いことを考慮し、①すき込みを含めた未利用率（75.9%）の他に、②すき込みを含めない未利用率（15%）を用いて2通りの利用可能量を示すこととした。①の場合、利用可能量は4,954千トン、②の場合、979千トンが利用可能量として推計された。

表 2-15 農作物残渣（稲わら）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	6,527千トン	<すき込みを含めた場合> 4,954千トン (未利用率 75.9%) <すき込みを含めない場合> 979千トン (未利用率 15%)
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 稲作面積の多い東北地方で賦存量が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸稲面積は統計上の問題から、取り扱っていない。 ● 発生原単位の値は2011年の値であり実態にそぐわない可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 未利用率の最新データの収集が困難である。 ● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	セルロース、キシラン、リグニン、シリカ	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

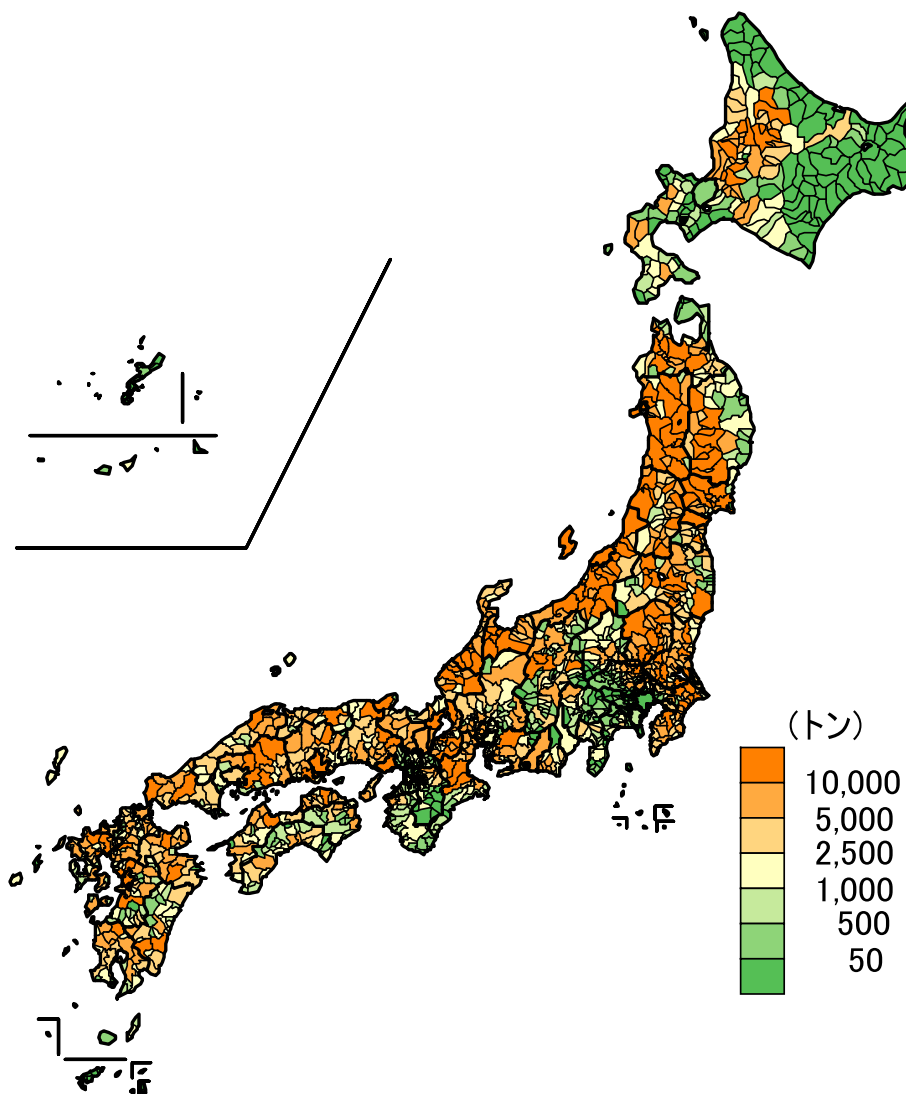


図 2-19 農作物残渣(稲わら)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

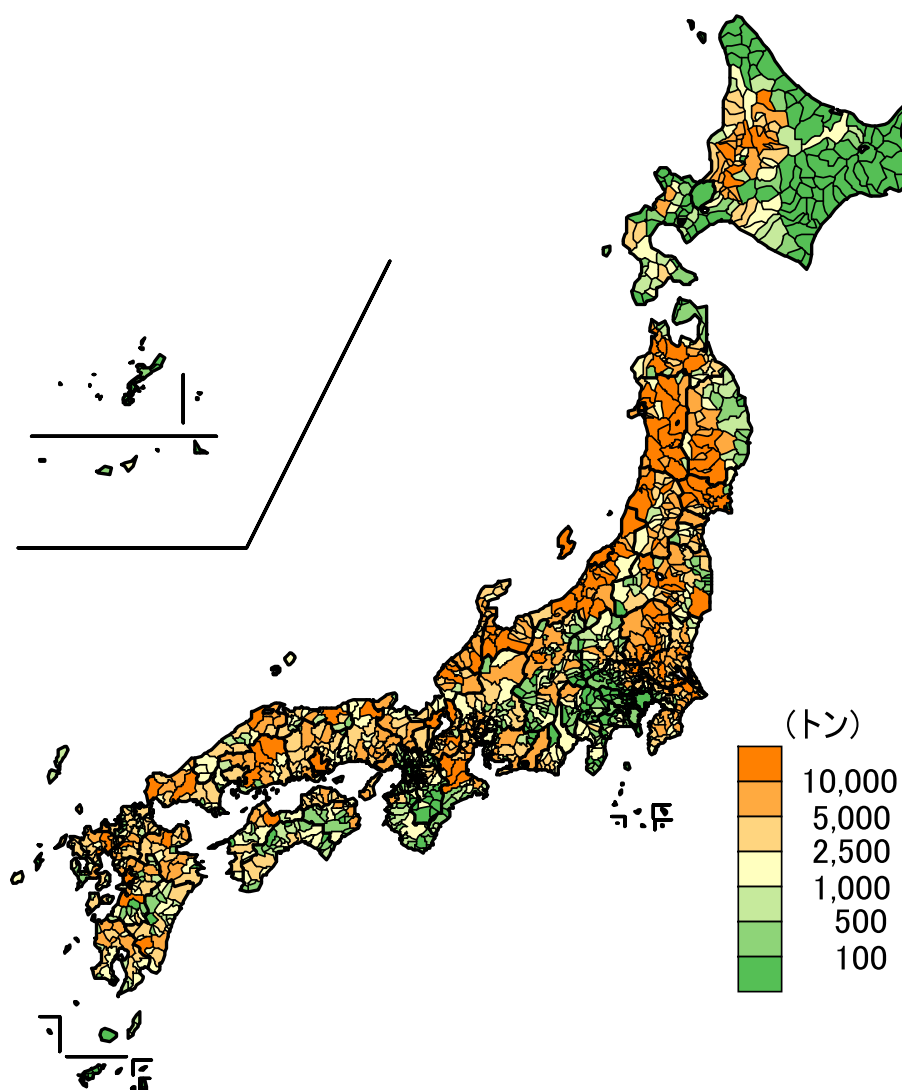


図 2-20 農作物残渣（稲わら）・利用可能量（すき込みを含めた場合）の分布状況
※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

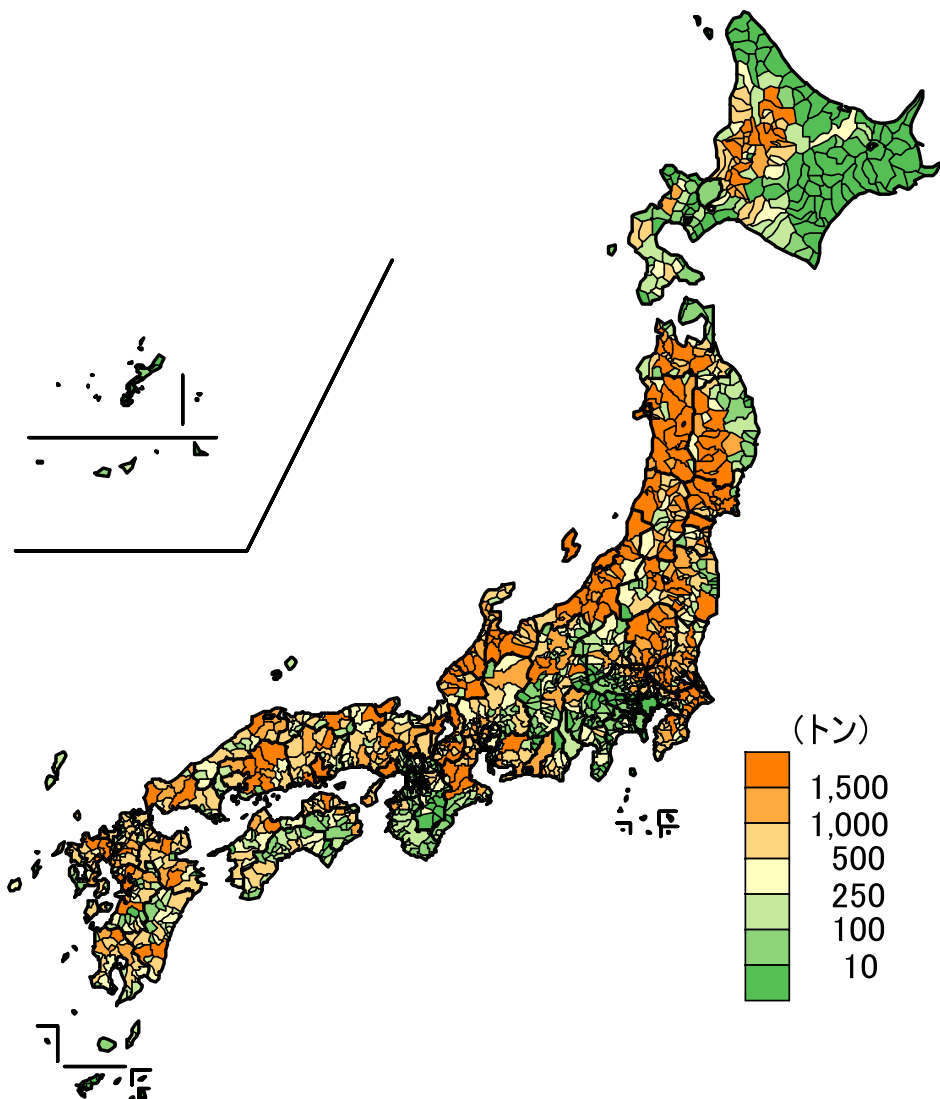


図 2-21 農作物残渣（稲わら）・利用可能量（すき込みを含めない場合）の分布状況
 ※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 賦存量の推計にあたっては、当初、水稲・陸稲のデータを用いることを想定したが、陸稲に関しては市区町村別の作付け状況が不明であるため取り扱っていない。ただ、水稲の面積が 140 万 3,000ha であるのに対して、陸稲は 553ha と、推計に影響を及ぼさない程度の作付け状況である。
- 稲わらの発生原単位の値は、全国一律かつ 2011 年の調査を基にしているため、実態にそぐわない可能性がある。
- 利用可能量の推計に用いた未利用率については、最新データの収集が困難であり、すき

込みを含めない場合は 2011 年、すき込みを含める場合は 2006 年のデータを用いている。また、地域別の利用状況についても、把握することができない状況であるため、全国一律としている。

- 統計上の都合により、東京都 23 区については個別の統計情報が存在せず「東京都特別区」としてまとめて扱っている。

2.2.1.8 農作物残渣(もみ殻)

(1) 対象範囲

稲の栽培に伴って発生するもみ殻を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{市区町村別コメ収穫量[t]}^{*1} \times \text{もみ殻発生原単位[t/ha]}^{*2} \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

農林水産省「作物統計調査」で、毎年実施されている市区町村別のコメ収穫量に、全国一律のもみ殻発生原単位を乗じることで推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*4}$$

<推計式の解釈>

①で推計した賦存量に対して、もみ殻の未利用率を乗じることで推計した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-16 農作物残渣（もみ殻）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	コメ収穫量	市区町村	農林水産省（2022）「作物統計調査 令和3年産市町村別データ」 ³⁵ ※2021年実績値
*2	もみ殻発生原単位	全国一律	経済産業省（2019）「バイオマス燃料の安定調達・持続可能性等に係る調査」 ³⁶
*3	もみ殻含水率	全国一律	NEDO（2010）「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業バイオマス賦存量及び利用可能量の全国市町村別推計とマッピングに関する調査」
*4	未利用率	全国一律	農林水産技術会議事務局（2014）「高機能性素材の原料の供給可能性について」 ³⁷

³⁵ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&tclass1=000001033085&tclass2=000001163026&tclass3val=0>（最終アクセス日 2023年2月10日）

³⁶ https://www.meti.go.jp/medi_lib/report/H30FY/000087.pdf（最終アクセス日 2023年2月10日）

³⁷ <https://www.affrc.maff.go.jp/docs/ibunya/kakubunyakentoukai/pdf/2kai1-2.pdf>（最終アクセス日 2023年2月10日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で 1,954 千トンと推計された。稲作の盛んな地域、東北地方で賦存量が多い結果となった。利用可能量については、664 千トンとなった。

表 2-17 農作物残渣（もみ殻）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 （全国値） ※絶乾重量	1,954 千トン	664 千トン （未利用率 34%）
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none">● 稲作面積の多い東北地方で賦存量が多い。	<ul style="list-style-type: none">● 稲作面積の多い東北地方で利用可能量が多い。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none">● 陸稲面積は統計上の問題から、取り扱っていない。	<ul style="list-style-type: none">● 未利用率の最新データの収集が困難である。● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	セルロース、キシラン、リグニン、シリカ	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

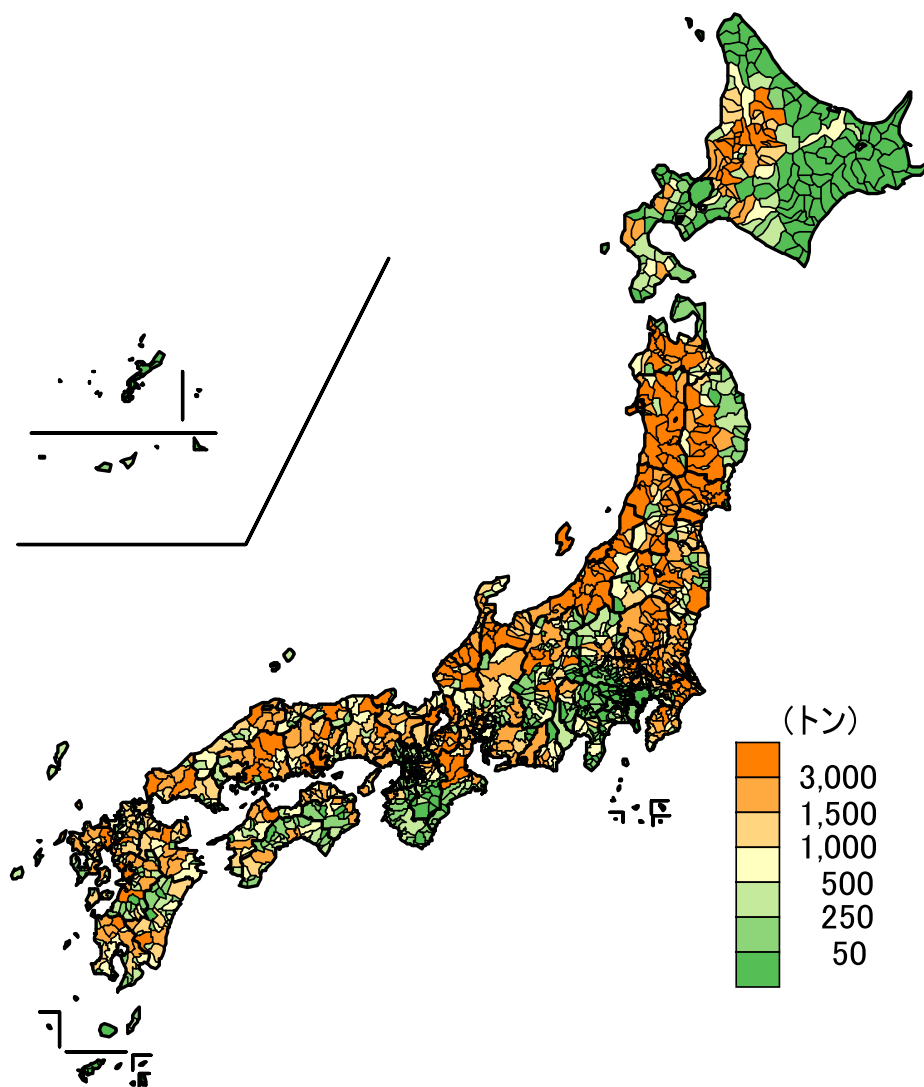


図 2-22 農作物残渣(もみ殻)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

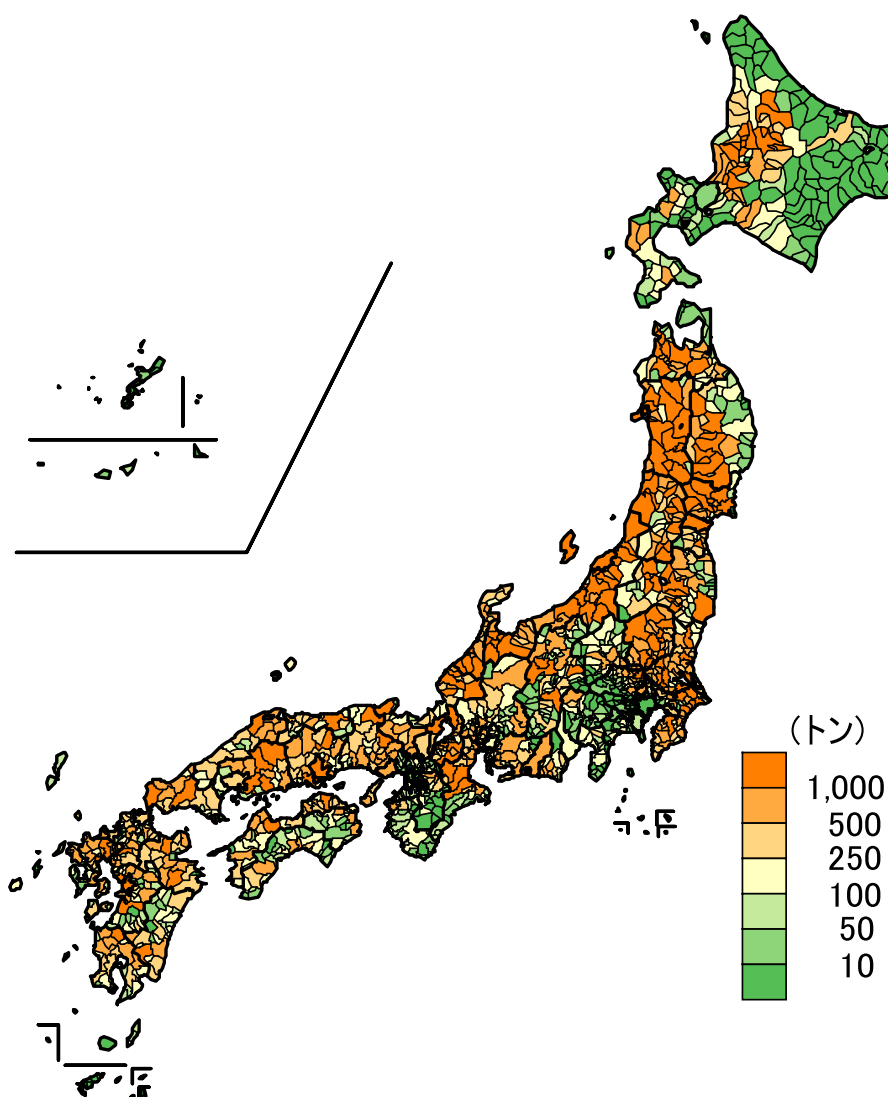


図 2-23 農作物残渣（もみ殻）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 陸稲面積は統計上の問題から取り扱っていない。未利用率については、2014年のデータを用いており、最新データの収集や、地域別の利用状況の把握が困難である。
- 統計上の都合により、東京都23区については個別の統計情報が存在せず「東京都特別区」としてまとめて扱っている。

2.2.1.9 農作物残渣(麦わら)

(1) 対象範囲

麦の栽培に伴って発生する麦わらを対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

市区町村別麦の作付面積[ha]^{*1} × 麦わら発生原単位 [t/ha]^{*2} × (1 - 含水率[%]^{*3})

<推計式の解釈>

農林水産省「作物統計調査」で毎年度調査されている市区町村別の麦の作付面積に対して麦わら発生原単位を乗じることで重量ベースの賦存量として推計した。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

市町村別賦存量[t] × 未利用率[%]^{*4}

<推計式の解釈>

①で推計した賦存量に対して、麦わらの未利用率を乗じることで推計した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-18 農作物残渣（麦わら）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	麦の作付面積	市区町村	農林水産省（2022）「作物統計調査 令和3年産市町村別データ」 ³⁸ ※2021年実績値
*2	麦わら発生原単位	全国一律	NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」
*3	麦わら含水率	全国一律	NEDO（2010）「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業バイオマス賦存量及び利用可能量の全国市町村別推計とマッピングに関する調査」
*4	未利用率	全国一律	NEDO（2011）「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」

³⁸ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&tclass1=000001033085&tclass2=000001163026&tclass3val=0>（最終アクセス日 2023年2月10日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で 712 千トンと推計された。稲作の盛んな地域、東北地方で賦存量が多い結果となった。利用可能量については、107 千トンとなった。

表 2-19 農作物残渣（麦わら）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	712 千トン	107 千トン (未利用率：15%)
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none">● 全国の生産のほとんどを占める北海道における賦存量が多い。	<ul style="list-style-type: none">● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none">● 発生原単位の値は 2011 年の値であり実態にそぐわない可能性がある。	<ul style="list-style-type: none">● 未利用率の最新データの収集が困難である。● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	セルロース、キシラン、リグニン	

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

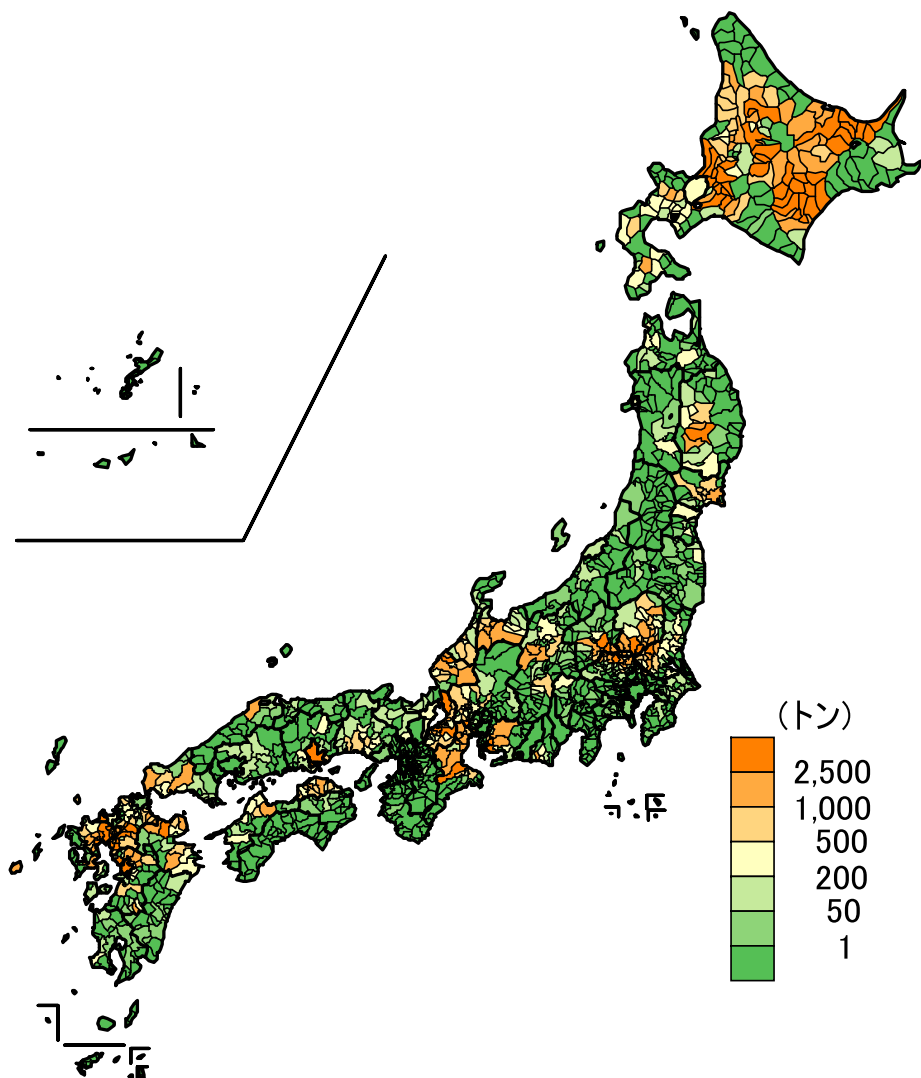


図 2-24 農作物残渣(麦わら)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

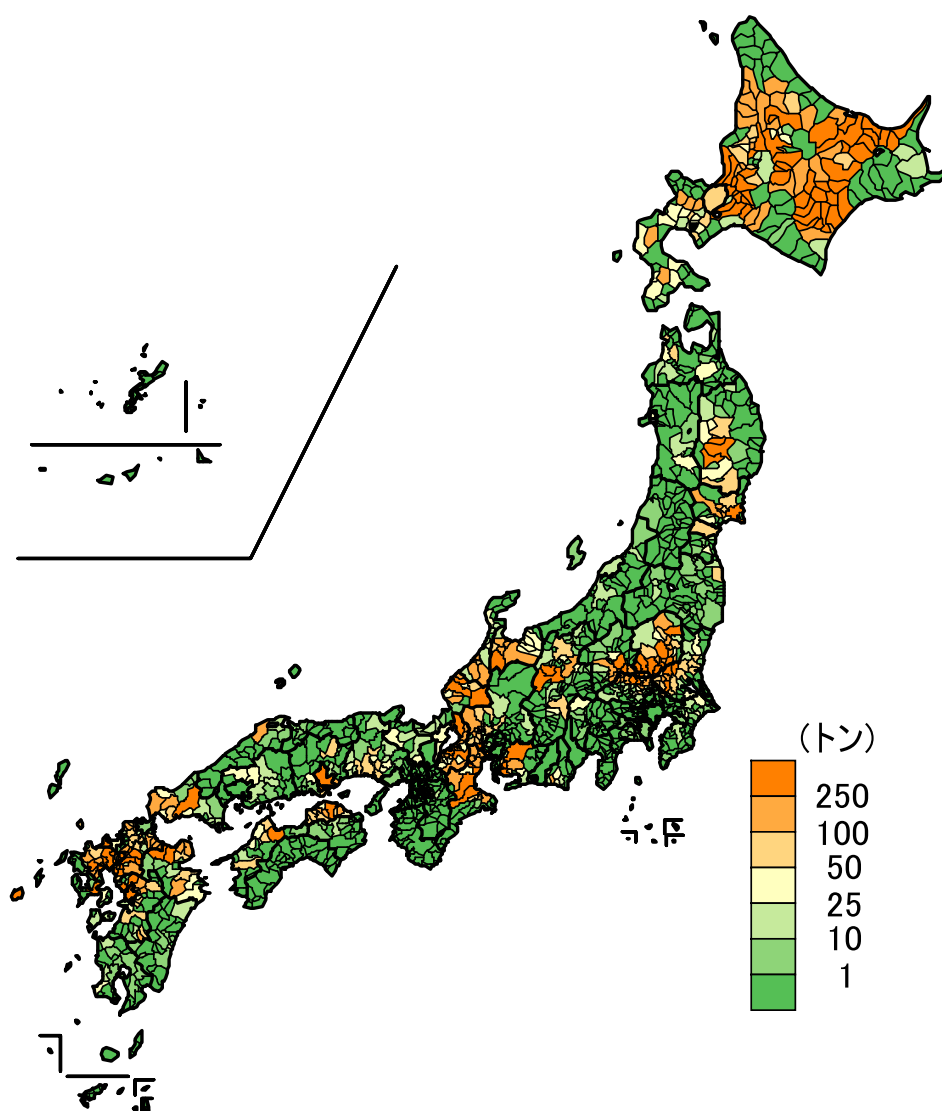


図 2-25 農作物残渣（麦わら）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 発生原単位の値は全国一律かつ 2011 年の値であり、実態にそぐわない可能性がある。
- 利用可能量については、未利用率の最新データの収集が困難であり、地域別の利用状況についても把握できていない。
- 統計上の都合により、東京都 23 区については個別の統計情報が存在せず「東京都特別区」としてまとめて扱っている。

2.2.1.10 資源作物

(1) 対象範囲

将来的にセルロース系バイオ燃料等の原料としての利用が期待されるエリアンサス、ジャイアントミスカンサス、ソルガムを対象とした。

(2) 推計方法

① 新規栽培可能量

※現状栽培は行われていないため、賦存量・利用可能量ではなく新規栽培可能量として推計

<推計式>

市町村別新規生産可能量[t] =

都道府県別の荒廃農地面積[ha]^{*1} × 市区町村別按分係数

× 栽培可能農地率[%] × 単位面積あたりの資源作物収量原単位[t/ha]^{*4}

市区町村別按分係数 = 市区町村別耕地面積^{*2} / 都道府県別耕地面積^{*2}

栽培可能農地率 = 再生可能な荒廃農地面積^{*3} / 荒廃農地面積^{*3}

<推計式の解釈>

都道府県別の荒廃農地面積に対して、市区町村別の按分係数を乗じて市区町村別の荒廃農地面積を推計した。市区町村別の荒廃農地面積に対して、都道府県ごとに推計した栽培可能農地率を乗じて、市区町村別の新規栽培可能面積を推計し、単位面積あたりの資源作物収量原単位を乗じることで推計した。

② 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と出所等を下記に示す。

表 2-20 資源作物の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	都道府県別の荒 廃農地面積	都道府県	農林水産省（2021）「令和 2 年の全国の荒廃 農地面積」 ³⁹
*2	耕地面積	都道府県/ 市区町村	農林水産省（2022）「令和 3 年度作物統計調 査」
*3	栽培可能農地率	市区町村	農林水産省（2021）「令和 2 年の全国の荒廃 農地面積」
*4	資源作物収量原 単位	全国一律	大熊町（2020）「バイオマス活用事業の事業 性試算に係る調査業務報告書」 ⁴⁰

³⁹ <https://www.maff.go.jp/j/nousin/tikei/houkiti/attach/pdf/index-17.pdf>（2023 年 2 月 10 日）

⁴⁰ <https://www.town.okuma.fukushima.jp/uploaded/attachment/5849.pdf>（2023 年 2 月 10 日）

(3) 推計結果

① 概況

収量原単位が 30t/ha であるエリアンサスは 2,707 千トン、収量原単位が 20t/ha であるジャイアントミスカンサス、ソルガムはそれぞれ 1,805 千トンが新規栽培可能量と推計された。

荒廃農地のうち、再生利用が可能な荒廃農地を栽培可能農地率と定めたが、各都道府県で推計したところ、11%~71%と大きな幅があった。再生可能な荒廃農地面積が大きい千葉県、茨城県などで新規栽培可能量が多くなった。

表 2-21 資源作物の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	新規栽培が可能な量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	2,707 千トン (エリアンサス) 1,805 千トン (ジャイアントミスカンサス) 1,805 千トン (ソルガム)
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 荒廃農地のうち、再生利用が可能な荒廃農地を栽培可能農地率としたが、各都道府県で推計したところ、11%~71%と大きな幅があった。 ● 再生可能な荒廃農地面積が大きい、千葉県、茨城県などで栽培量が大きくなった。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 市区町村単位の荒廃農地面積を公開している都道府県は 14 と少なかったため、市区町村別の耕地面積を按分係数として按分を行った。 ● 按分係数としては耕地未利用率が望ましいが、平成 17 年以降集計がされていないため、栽培者確保の観点から耕地面積とした。 ● エリアンサスやジャイアントミスカンサスは育苗規模等の観点から、全国規模で 1 品種の導入は難しい。そのため、実際には推計した各品目を組み合わせて栽培計画が組まれることになり、新規栽培可能量は 3 品目合わせて 1,805~2,707 千トンの間となる。 ● 今回の推計では栽培適地の観点を考慮していない。 ● 絶乾重量のデータ取得が困難なため、乾物収量ベースで推計を行った。推計結果としては過大評価の可能性
主な組成	セルロース、キシラン、リグニン

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量 (エリアンサス)

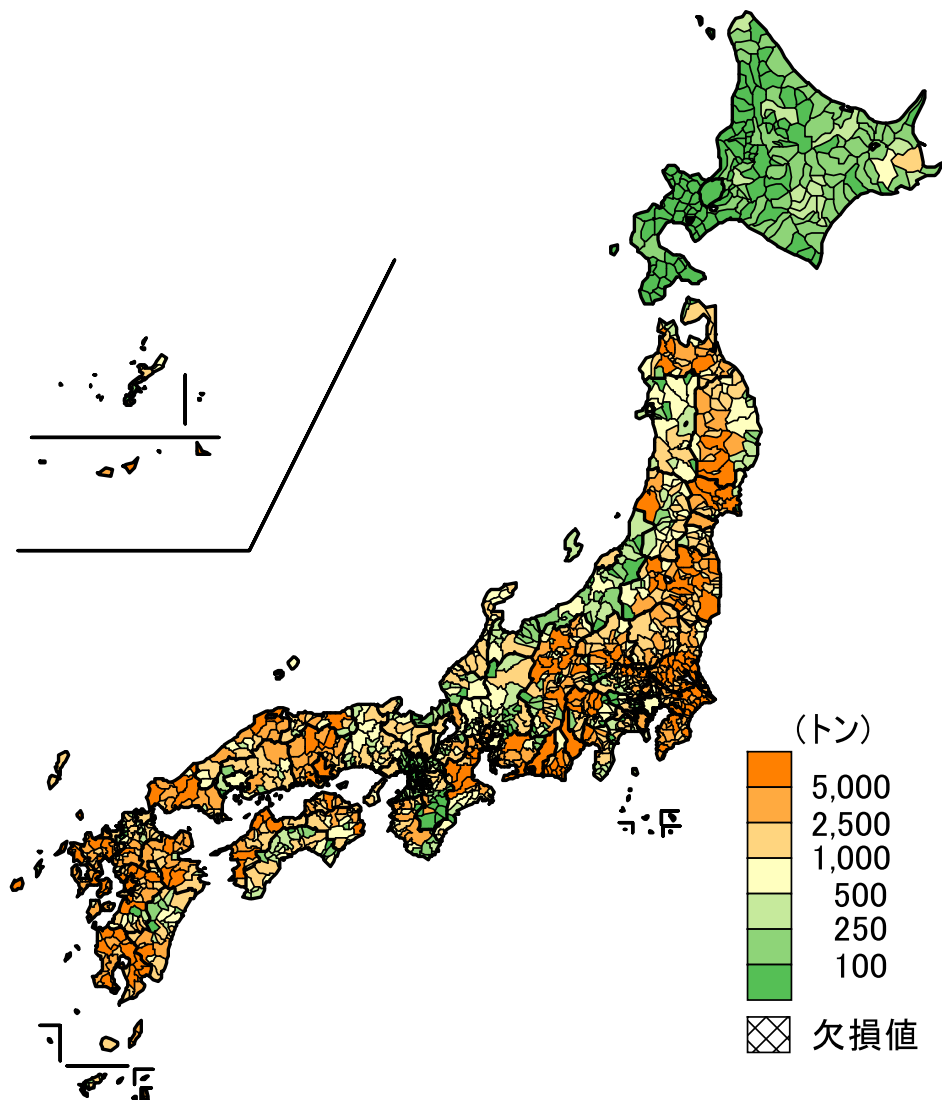


図 2-26 資源作物 (エリアンサス)・新規生産可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

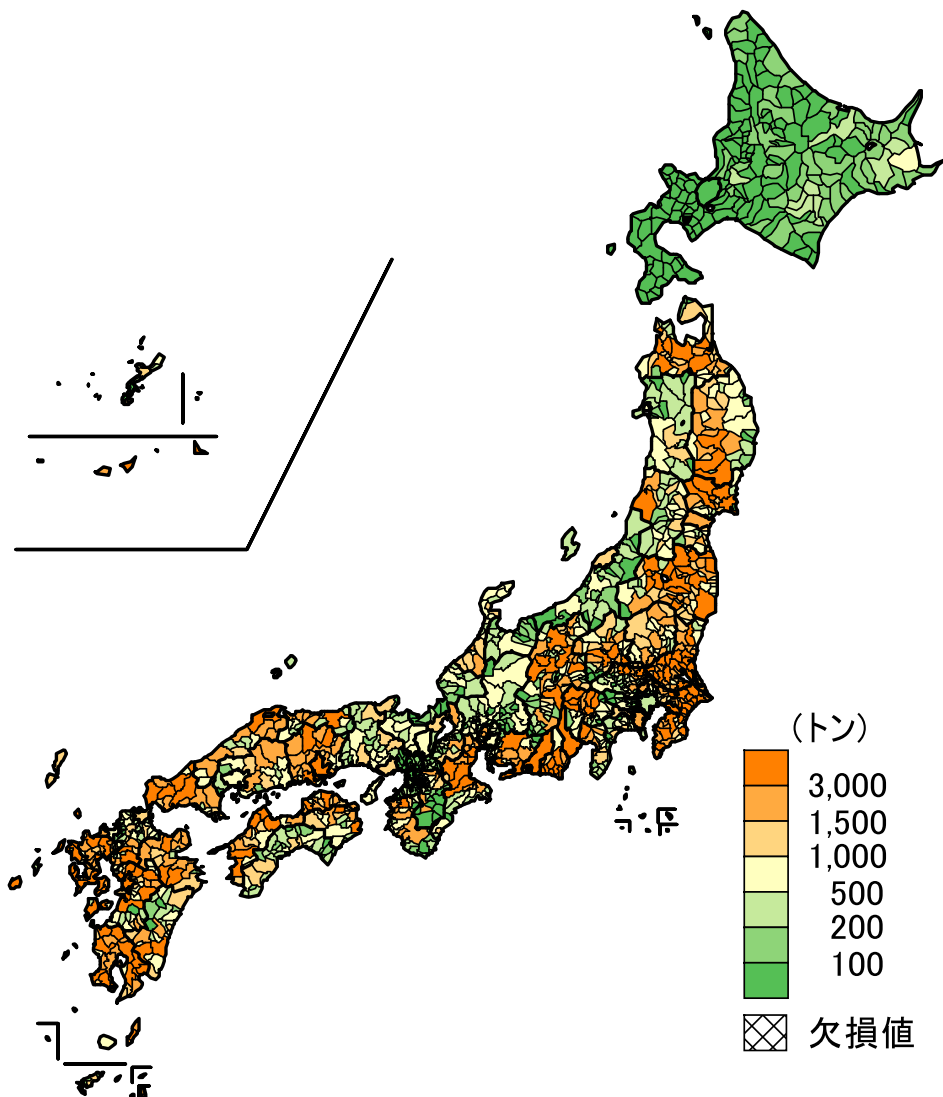


図 2-27 資源作物（ジャイアントミスカンサスまたはソルガム）・
新規生産可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 市区町村単位の荒廃農地面積を公開している都道府県は 14 と少なかったため、市区町村別の耕地面積を按分係数として按分を行った。按分係数としては耕地未利用率が望ましいが、平成 17 年以降集計がされていないため、栽培者確保の観点から耕地面積とした。
- エリアンサスやジャイアントミスカンサスは育苗規模等の観点から、全国規模で 1 品種の導入は難しい。そのため、実際には推計した各品目を組み合わせて栽培計画が組まれることになり、新規栽培可能量は 3 品目合わせて 1,805～2,707 千トンの間となる。

なお、今回の推計では各品種の栽培適地の観点を考慮していない。

- 絶乾重量のデータ取得が困難なため、乾物収量ベースで推計を行った。推計結果としては過大評価の可能性がある。
- 統計上の都合により、東京都 23 区については個別の統計情報が存在せず「東京都特別区」としてまとめて扱っている。

2.2.2 ブルー炭素

2.2.2.1 食用海藻

(1) 対象範囲

国内で生産された海面養殖及び漁獲による海藻類（こんぶ類、わかめ類、のり類等）を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\begin{aligned} \text{都道府県別賦存量[t]} &= \text{都道府県別海藻生産量（こんぶ・わかめ）[t]}^{*1} \\ &\times (1 - \text{含水率[\%]}^{*2}) \times \text{出荷重量(t)に対する収穫量}^{*3} \\ &+ \text{都道府県別海藻生産量(のり・もずく・その他海藻)[t]} \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*2}) \end{aligned}$$

<推計式の解釈>

国内で製造された海藻について、総生産量を賦存量として試算した。こんぶ・わかめ類については、生産時に根・茎等の部分が廃棄されるが、水産庁の海面漁業生産統計調査では製品に加工後の乾燥重量が対象となっているため、出荷重量に対する収穫量を全国一律で推定し、賦存量に乗じることで推計を行った。各海藻・地域別の値は得られなかったため、既往文献におけるわかめの数値を使用した。わかめでは加工時に茎、根等の部分が落とされるため、水揚げされた重量のうち製品重量は47%となっている。のり・もずく・その他の海藻については、加工時の廃棄はほとんどないと考えられ、生産量が賦存量に等しいと仮定して推計を行った。また、海藻の含水率を80%と想定した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\begin{aligned} \text{市町村別賦存量[t]} &= \\ &\text{都道府県別賦存量（こんぶ・わかめ）[t]} \times (\text{収穫量 (t)に対する廃棄率}^{*3}) \end{aligned}$$

<推計式の解釈>

賦存量のうち、加工時の廃棄分を利用可能量として想定した。こんぶ・わかめ類について、全国一律の廃棄率を既往文献より57%として想定し都道府県別賦存量に乗じることで推計を行った。なお、のり・もずく・その他の海藻については、加工時の廃棄はないものと考えられるため利用可能量は推計対象外とした。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-22 食用海藻の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	都道府県別海藻 生産量	都道府県	水産庁「海面漁業生産統計調査」 ⁴¹
*2	含水率	都道府県	三好ら（2013）「発酵原料としての利用を視野 とした海藻草類の収集と成分調査」 ⁴²
*3	収穫量に対する 廃棄率	都道府県	藤井ら（2000）「ワカメ加工業における物質フ ロー解析とゼロエミッション化技術」 ⁴³

⁴¹ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500216&tstat=000001015174&cycle=7&year=20200&month=0&tclass1=000001015175&tclass2=000001162470>（最終アクセス日：2023年12月26日）

⁴² https://tuna.fra.affrc.go.jp/bulletin/fish_tech/6-1/12.pdf（最終アクセス日：2023年1月31日）

⁴³ https://www.jstage.jst.go.jp/article/sesj1988/13/5/13_5_586/_pdf/-char/ja（最終アクセス日：2023年1月31日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 112 千トン（乾燥重量）と推計された。製品化された海藻に廃棄分量を加えて推計しているが、廃棄分の推計時に地域別の廃棄率の差異は考慮していないことに留意が必要である。

利用可能量については全国で 32 千トンと推計された。利用可能な資源をこんぶ・わかめの加工時廃棄分として試算したため、これらを養殖・漁獲している北海道・三陸地方・徳島県等の地域に偏在している。

表 2-23 食用海藻の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 （全国値） ※絶乾重量	112 千トン	32 千トン （未利用率：29%）
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 都道府県別の養殖量に依存しており、偏りが大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 海藻養殖量に加えこんぶ等の漁獲量も含まれている。 ● 水揚げ前の賦存量については含まれていない。 ● ワカメの物質フローに基づいた収穫量推計である。また、地域別の加工時の廃棄量の差異は考慮していない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ワカメの物質フローに基づいた未利用率を適用している。 ● ワカメの物質フローに基づいた収穫量推計である。また、地域別の加工時の廃棄量の差異は考慮していない。
主な組成	多糖類、セルロース、ヘミセルロース	茎・根が多く廃棄されているため、セルロース・ヘミセルロースの割合が高いとみられる。

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

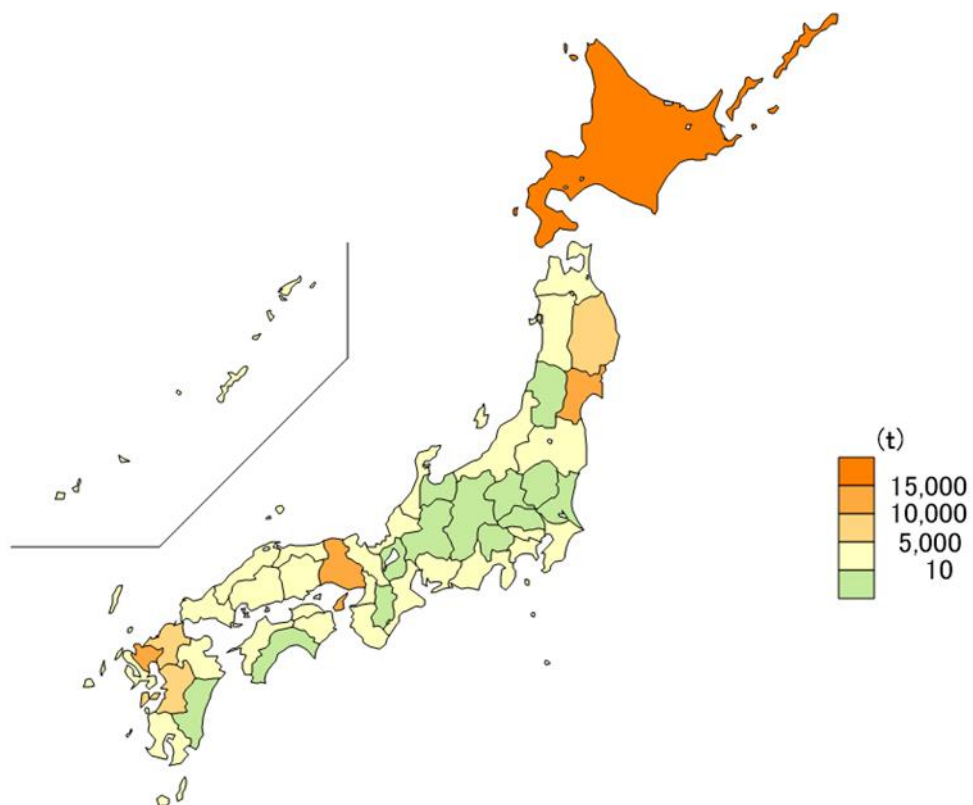


図 2-28 食用海藻・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 利用可能量と異なり、のり類も対象としているため、兵庫、佐賀などののり養殖の生産地においてもバイオマス量が相対的に多いという結果となっている。

b) 利用可能量

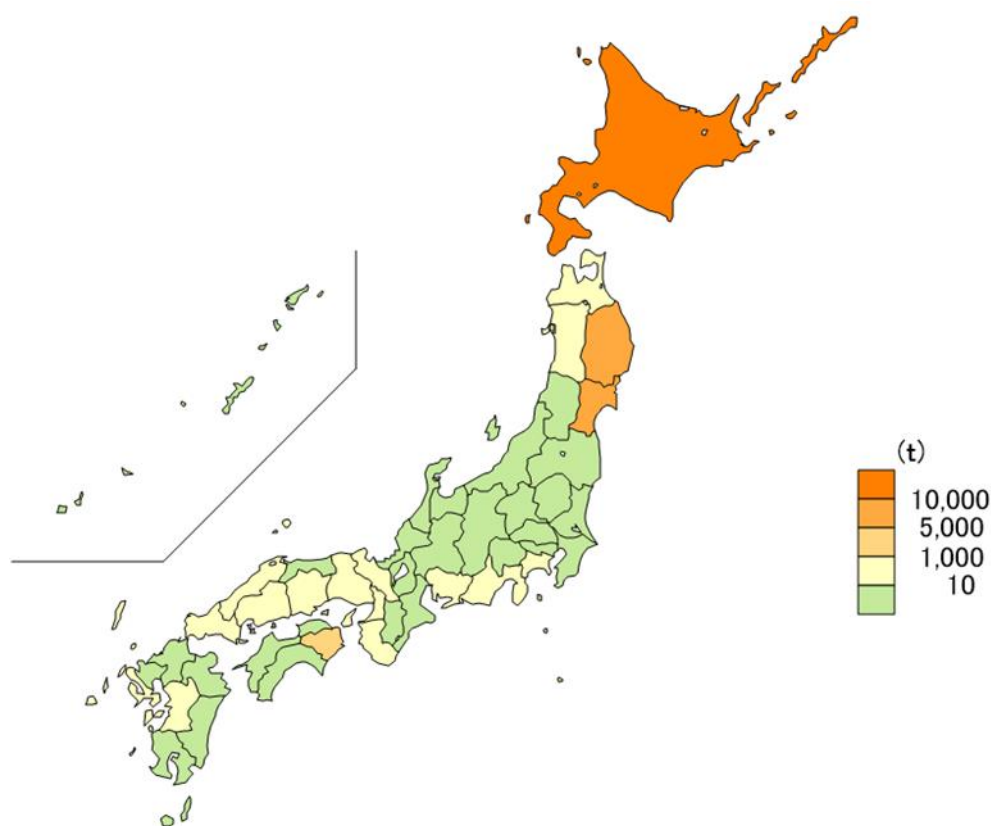


図 2-29 食用海藻・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- こんぶ・わかめ類を対象としているため、北海道・三陸地方・徳島等こんぶ・わかめの生産量が多い県に分布が偏っている。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 賦存量については、利用可能量と異なり、のり類も対象としているため、兵庫、佐賀などののり養殖の生産地においてもバイオマス量が相対的に多いという結果となっている。
- 利用可能量についてはこんぶ・わかめ類を対象としているため、北海道・三陸地方・徳島等こんぶ・わかめの生産量が多い県に分布が偏っている。
- 項目名は「食用海藻」としているが、海藻養殖量に加えコンブ等藻場由来の漁獲海藻についても含めて試算をおこなっている。水揚げ時に海洋中に残されたバイオマスについては、一定程度の規模があるものと思料されるが統計情報にないため考慮していない。
- 本推計は、わかめの物質フローに係る文献より収穫量、未利用率等の数値を得て試算を

行ったものである。また、こんぶ・わかめともに地域により収穫年数や加工形態が異なるため廃棄率も異なる可能性が考えられるが、情報が得られなかったため地域別の加工時の廃棄量の差異は考慮しておらず一律の数値を利用していることに留意が必要である。

2.2.2.2 海藻藻場

(1) 対象範囲

海藻藻場が対象。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{海区別賦存量[t]} = \text{海区別藻場面積[km}^2\text{]}^{*1} \times (\text{コンブ藻場の現存量[kg(dry)/m}^2\text{]}^{*2} + \text{コンブ藻場における年間生産量[kg(dry)/m}^2\text{]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

日本沿岸に存在する海藻藻場を対象とし、単位面積当たりの現存量に年間生産量を加え、1年間に対象地域に存在するバイオマス量を賦存量として推計した。なお、使用している環境省「藻場分布調査」（2018年度）では海藻藻場の代表種が分類されていないため、コンブ藻場の数値を用いて概算した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{海区別利用可能量[t]} = \text{海区別藻場面積[km}^2\text{]}^{*1} \times \text{コンブ藻場における年間生産量[t(dry)/km}^2\text{]}^{*3} \times (1 - \text{貯留率[\%]}^{*4}) - \text{食用海藻の漁獲収穫量[t(dry)]}^{*5}$$

<推計式の解釈>

土壌への堆積・海中への深海輸送分等として海中に貯留される重量を除いたものを利用可能量として推計した。2.2.2.1において、藻場由来の海藻漁獲量を含めていることを考慮し、利用可能量から海藻漁獲量を差し引いた。なお、海底等への貯留率は、文献値における残存率（純一次生産のうち、炭素プール内に残存し貯留として寄与する有機物の比率）より11%と仮定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-24 海藻藻場の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	海區別藻場面積	海区	環境省「藻場分布調査」 ⁴⁴
*2	コンブ藻場の現 存量	海区	水産庁（2021）「第3版 磯焼け対策ガイドラ イン（令和3年3月）」 ⁴⁵
*3	コンブ藻場にお ける年間生産量	海区	堀正和ら（2017）「ブルーカーボン—浅海にお けるCO2隔離・貯留とその活用—」 ⁴⁶
*4	貯留率	全国一律	桑江朝比呂ら（2019）「浅海生態系における年 間二酸化炭素吸収量の全国推計」 ⁴⁷
*5	食用海藻の漁獲 収穫量	海区	水産庁「海面漁業生産統計調査」 ⁴⁸

⁴⁴ https://www.biodic.go.jp/moba/1_4.html（最終アクセス日：2023年12月26日）

⁴⁵ https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/attach/pdf/index-23.pdf（最終ア
クセス日：2023年12月26日）

⁴⁶ 堀正和, 桑江朝比呂. ブルーカーボン 浅海におけるCO2隔離・貯留とその活用, 2017.

⁴⁷ https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/75/1/75_10/_pdf（最終アクセス日：2023
年3月30日）

⁴⁸ [https://www.e-stat.go.jp/stat-
search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500216&tstat=000001015174&cycle=7
&year=20200&month=0&tclass1=000001015175&tclass2=000001162470](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500216&tstat=000001015174&cycle=7&year=20200&month=0&tclass1=000001015175&tclass2=000001162470)（最終アクセ
ス日：2023年12月26日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 8,616 千トンと推計された。海藻藻場の種類としてはコンブ、アラモ、ガラモ等があるが、本調査ではコンブ藻場の現存量・年間生産量を用いて試算を行っている。コンブ藻場は現存量・年間生産量ともに比較的大きな値となっている。例えばアラメ場の単位面積当たりの年間生産量が 2.1kg であるのに対し、コンブ場では 6.2kg と 3 倍程度の生産量である。コンブ場の数値を全ての海藻藻場に当てはめているため、本推計結果は過大となっている可能性が高い。

利用可能量については全国で 6,719 千トンと推計された。賦存量に一律の貯留率を適用して推計を行っているため、賦存量と利用可能量の地域分布は同一となっているが、実際に収集が可能な資源量については、海藻の種類や、海流による漂着の有無等により大きく異なることが予想される。

表 2-25 海藻藻場の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	8,616 千トン	6,719 千トン
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 藻場の賦存量であり、全て未利用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海中に流出した海藻を含んでいる
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 全てをコンブ藻場と仮定しているため、過大評価となっている可能性が高い ● 小規模藻場が考慮されていない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海中に流出した海藻等を含んでいるため、実際の回収には課題
主な組成	多糖類、セルロース、ヘミセルロース	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

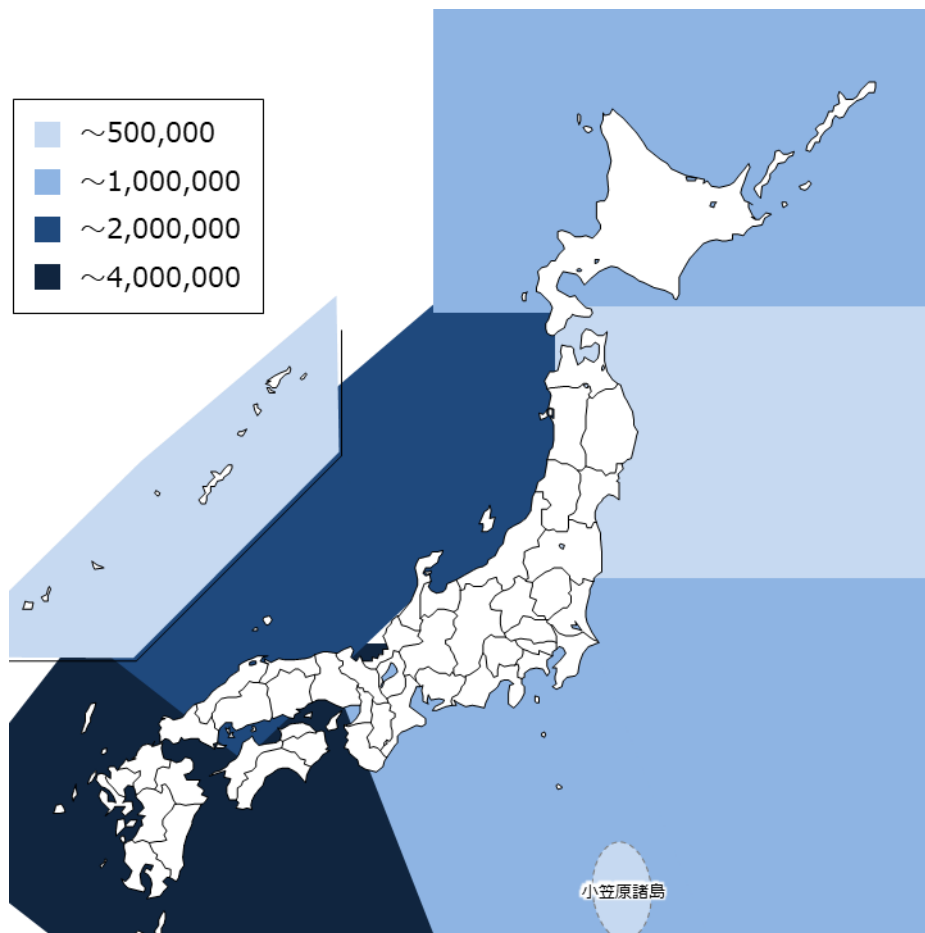


図 2-30 海藻藻場・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 統計に基づく試算では、九州・四国海域は分布量が相対的に多い結果となっているが、現在磯焼けが進行しており海藻藻場の消失が著しく進んでいる。

b) 利用可能量

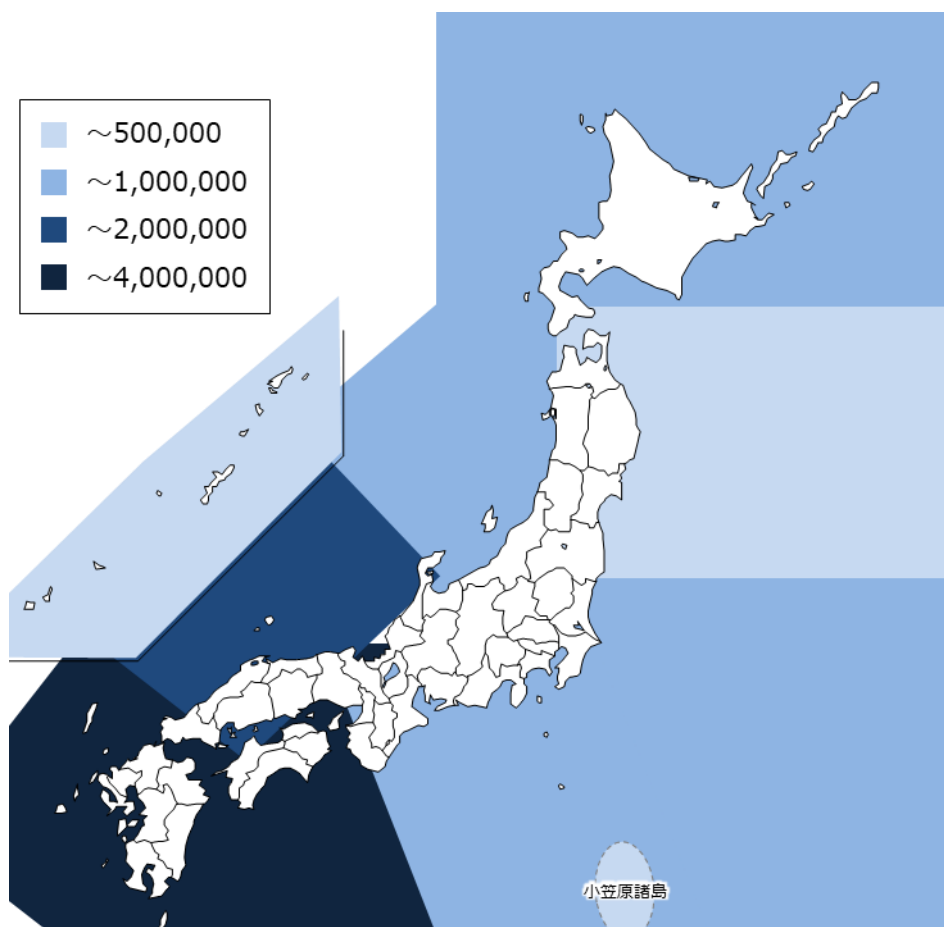


図 2-31 海藻藻場・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 統計に基づく試算では、九州・四国海域は分布量が相対的に多い結果となっているが、現在磯焼けが進行しており海藻藻場の消失が著しく進んでいる。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 統計に基づく試算では、九州・四国海域は分布量が相対的に多い結果となっているが、現在磯焼けが進行しており海藻藻場の消失が著しく進んでいる。
- 全てをコンブ藻場と仮定しているため、過大評価となっている可能性が高いことに留意が必要である。コンブは、他の海藻藻場と比べ単位面積当たりの現存量・年間生産量ともに大きな値となっている。
- 環境省「藻場分布調査」においては、小規模藻場が計上されていない可能性がある。
- 利用可能量について、貯留量及び食用の漁獲量以外のすべての量を利用可能として推計を行ったが、実際には海洋中への漂流物等回収が困難なものもあるため過剰な試算となっている可能性がある点に留意が必要である。

2.2.2.3 海草藻場

(1) 対象範囲

アマモ、スガモ、その他の海草の天然藻場を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\begin{aligned} \text{海区別賦存量[t]} &= \text{海区別藻場面積[km}^2\text{]}^{*1} \\ &\times (\text{アマモ藻場の現存量[kg(dry)/m}^2\text{]}^{*2} + \text{アマモ藻場における年間生産量[kg(dry)/m}^2\text{]}^{*3}) \end{aligned}$$

<推計式の解釈>

日本沿岸に存在する海草藻場を対象とし、単位面積当たりの現存量に年間生産量を加え、1年間に対象地域に存在するバイオマス量を賦存量として推計した。アマモ藻場の数値を用いて推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\begin{aligned} \text{海区別利用可能量[t]} &= \\ &\text{海区別藻場面積[km}^2\text{]}^{*1} \times \text{アマモ藻場における年間生産量[kg(dry)/m}^2\text{]}^{*3} \\ &\times (1 - \text{貯留率[\%]}^{*4}) \end{aligned}$$

<推計式の解釈>

土壌への堆積・海中への深海輸送分等として海中に貯留される重量を除いたものを利用可能量として推計した。なお、生産量原単位はアマモ藻場の数値を用い、海底等への貯留率は、文献値における残存率（純一次生産のうち、炭素プール内に残存し貯留として寄与する有機物の比率）を参考に18%と仮定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-26 海草藻場の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	海区別藻場面積	海区	環境省「藻場分布調査」 ⁴⁹
*2	アマモ藻場の現存量	海区	水産庁（2021）「第3版 磯焼け対策ガイドライン（令和3年3月）」 ⁵⁰
*3	アマモ藻場における年間生産量	海区	堀正和ら（2017）「ブルーカーボン—浅海におけるCO2隔離・貯留とその活用—」 ⁵¹
*4	貯留率	全国一律	桑江朝比呂ら（2019）「浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計」 ⁵²

⁴⁹ https://www.biodic.go.jp/moba/1_4.html（最終アクセス日：2022年12月26日）

⁵⁰ https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_guideline/attach/pdf/index-23.pdf（最終アクセス日：2023年2月10日）

⁵¹ 堀正和, 桑江朝比呂. ブルーカーボン 浅海におけるCO2隔離・貯留とその活用, 2017.

⁵² https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/75/1/75_10/_pdf（最終アクセス日：2023年3月30日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 497 千トンと推計された。海草藻場の推計においても海藻藻場と同様アマモ藻場の現存量・年間生産量を用いて一律に試算を行っており、アマモ藻場の数値については地下部の生産量も含まれていることから、実際の資源量とは乖離がある可能性があることに留意が必要である。

利用可能量については全国で 340 千トンと推計された。賦存量に一律の数値を適用して推計を行っているため、賦存量と利用可能量の地域分布は同一となっているが、実際に収集が可能な資源量については、海藻の種類や、海流による漂着の有無等により大きく異なることが予想される。

表 2-27 海草藻場の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	497 千トン	340 千トン
地域分布の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 藻場の賦存量であり、全て未利用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海中に流出した海草を含んでいる
推計上の課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 単位面積当たりの年間生産量について、全てをアマモ藻場と仮定し試算 ● 小規模藻場が考慮されていない ● 地下部の生産量も含まれている 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海中に流出した漂着海藻等を含んでいるため、実際の回収には課題 ● 地下部の生産量も含まれているため、過大評価となっている可能性
主な組成	セルロース、ヘミセルロース	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

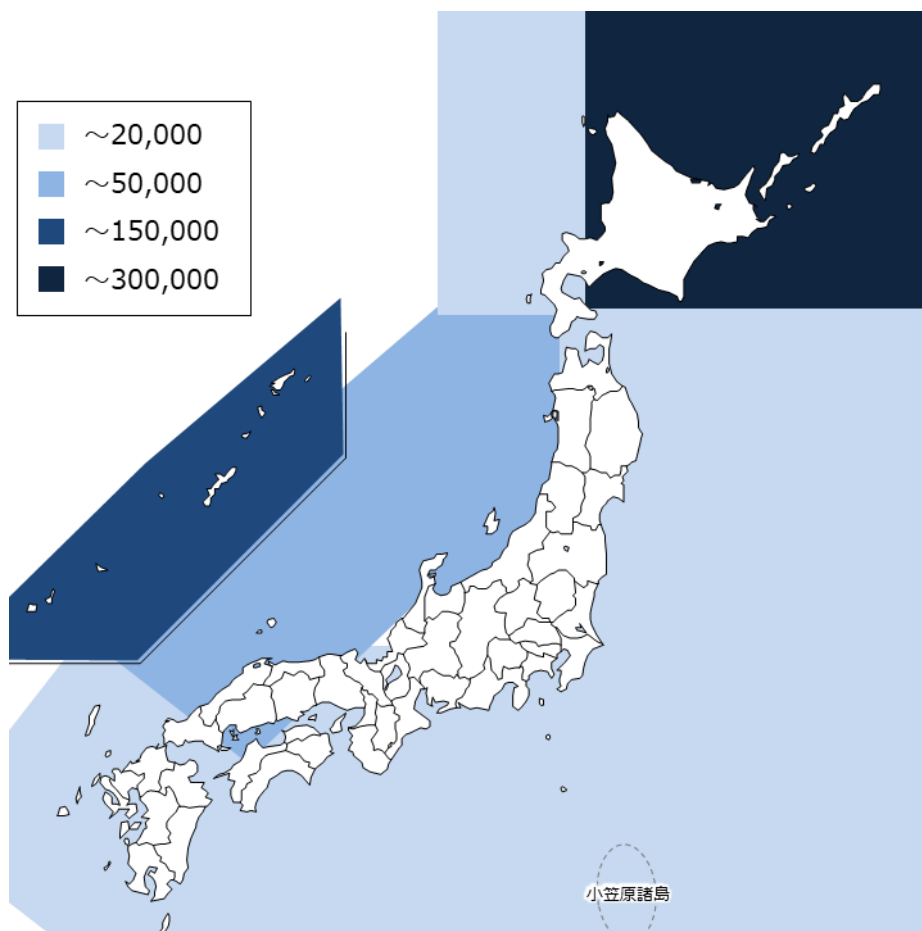


図 2-32 海草藻場・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 統計に基づく試算では、九州・四国海域は分布量が相対的に多い結果となっているが、現在磯焼けが進行しており海草藻場の消失が著しく進んでいる。

b) 利用可能量

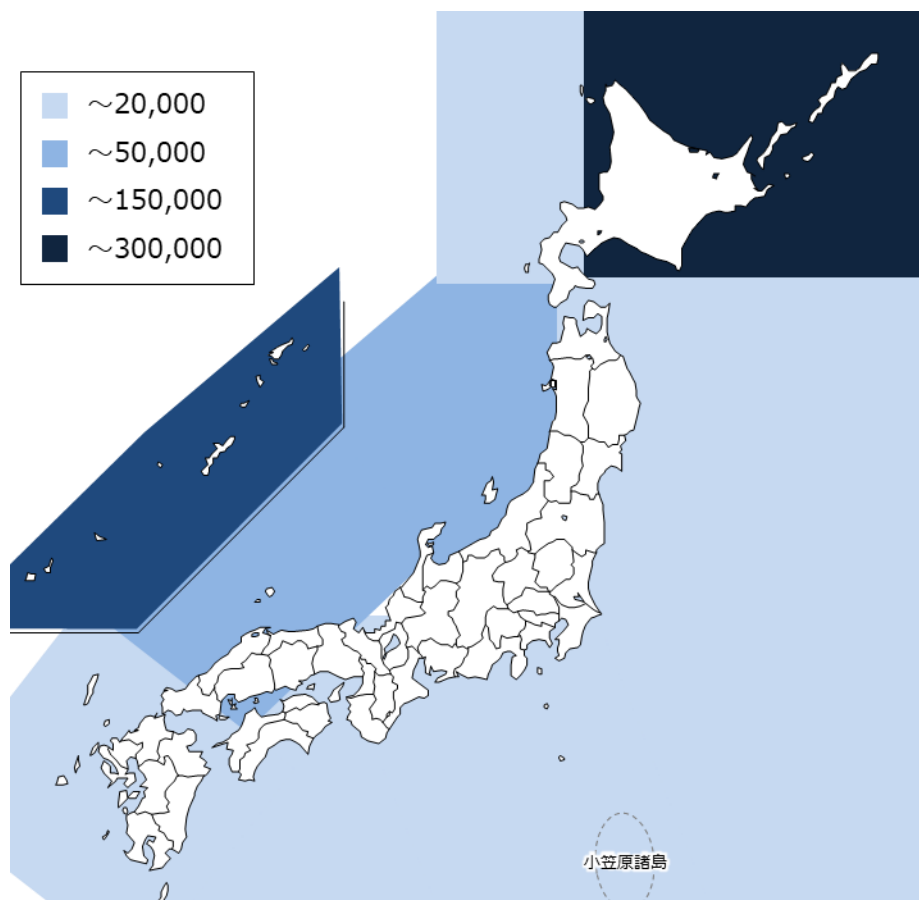


図 2-33 海草藻場・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 統計に基づく試算では、九州・四国海域は分布量が相対的に多い結果となっているが、現在磯焼けが進行しており海草藻場の消失が著しく進んでいる。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 統計に基づく試算では、九州・四国海域は分布量が相対的に多い結果となっているが、現在磯焼けが進行しており海草藻場の消失が著しく進んでいる。
- 単位面積当たりの年間生産量について、全てをアマモ藻場と仮定し試算している点に留意が必要である。
- 海草については地下部の生産量も含まれているため、過大評価となっている可能性がある。
- 藻場分布調査においては、小規模藻場が統計に含まれていない可能性がある。
- 利用可能量について、貯留量以外のすべての量を利用可能として推計を行ったが、実際には海洋中への漂流物等回収が困難なものもあるため過大な試算となっている可能性がある点に留意が必要である。

2.2.3 イエロー炭素

2.2.3.1 家畜ふん尿

(1) 対象範囲

乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、ブロイラー由来のふん尿を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\begin{aligned} \text{市町村別賦存量[t]} &= \\ & \text{都道府県別畜種別ふん尿排泄量[t]}^{*1} \times (1 - \text{畜種別含水率[\%]}^{*2}) \\ & \times (\text{当該市町村別畜種別飼育頭羽数[頭羽]}^{*3} / \text{当該都道府県別畜種別飼育頭羽数[頭羽]}^{*4}) \end{aligned}$$

<推計式の解釈>

産業廃棄物として環境省によって毎年度推計されている都道府県別の動物のふん尿発生量（＝上式における「都道府県別畜種別ふん尿排泄量」に相当）を、農林水産省によって5年おきにとりまとめられている市町村別畜種別頭羽数で按分して、市町村別賦存量を推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*5}$$

<推計式の解釈>

市町村別賦存量に対して畜種別の未利用率（畜種別に推定）を乗じて推計した。

未利用率は、農林水産省（2021）「家畜排せつ物処理状況等調査結果（平成31年4月1日現在）」から取得可能な畜種別処理方法構成比率を基に、「焼却処理」、「浄化－放流」、「産業廃棄物処理」及び「その他」のうち農業外利用分を未利用にあたと仮定して推定した。その際に必要となる畜種別のふん及び尿の物量は、環境省資料（畜産系資源循環における物質フロー）及び畜産環境技術研究所（2006）「作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き 技術解説編」を基に推定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-28 家畜ふん尿の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	都道府県別畜種別ふん尿排泄量 [t]	都道府県別	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」 ⁵³ ※2018年実績値
*2	畜種別含水率 [%]	全国一律	環境省資料（畜産系資源循環における物質フロー）、畜産環境技術研究所（2006）「作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き 技術解説編」 ⁵⁴ より畜種別に推定（乳用牛：84.5%、肉用牛：85.2%、豚：88.0%、鶏：63.7%、ブロイラー：40.4%）
*3	当該市町村別畜種別飼育頭羽数 [頭羽]	市町村別	農林水産省（2021）「農林業センサス」 ⁵⁵ ※2020年実績値
*4	当該都道府県別畜種別飼育頭羽数 [頭羽]	都道府県別	
*5	未利用率 [%]	全国一律	環境省資料（畜産系資源循環における物質フロー）、畜産環境技術研究所（2006）「作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き 技術解説編」、農林水産省（2021）「家畜排せつ物処理状況等調査結果（平成31年4月1日現在）」 ⁵⁶ より畜種別に推定（乳用牛：0.3%、肉用牛：0.1%、豚：38.6%、鶏：4.4%、ブロイラー：16.3%）

⁵³ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00650102&kikan=00650>（最終アクセス日：2023年1月20日）

⁵⁴ https://www.chikusan-kankyo.jp/tdt/tdt_index.html（最終アクセス日：2023年1月20日）

⁵⁵ <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2020/index.html>（最終アクセス日：2023年1月20日）

⁵⁶ https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/pdf/H31_syori-joukyou.pdf（最終アクセス日：2023年1月20日）

<参考：家畜ふん尿に関する利用データの概要>

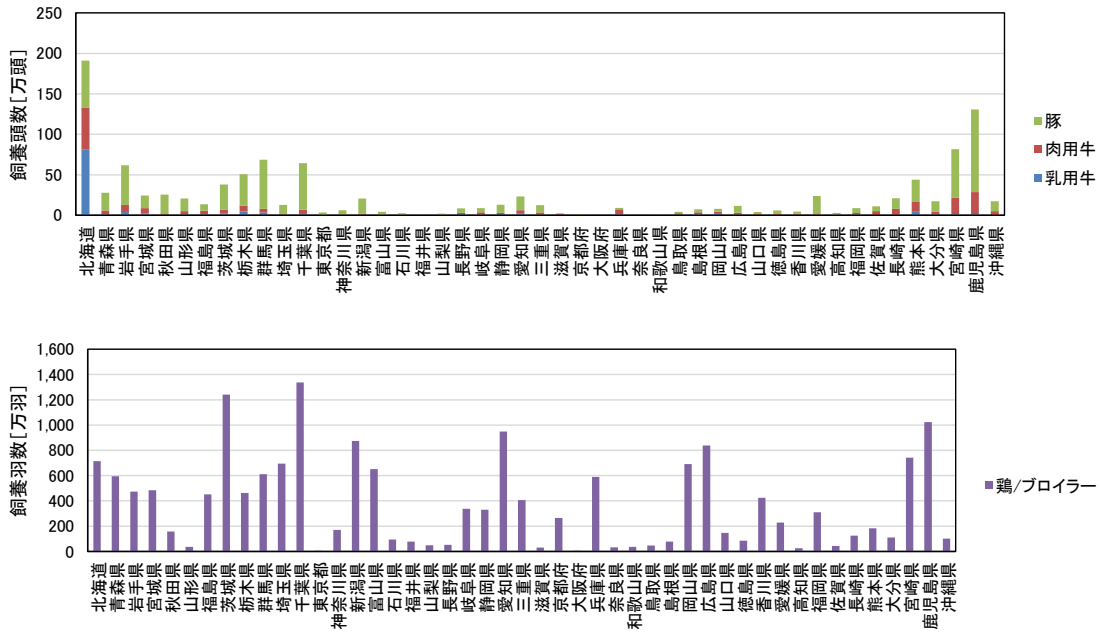


図 2-34 畜種別家畜頭羽数

出所：農林水産省（2021）「農林業センサス」より作成

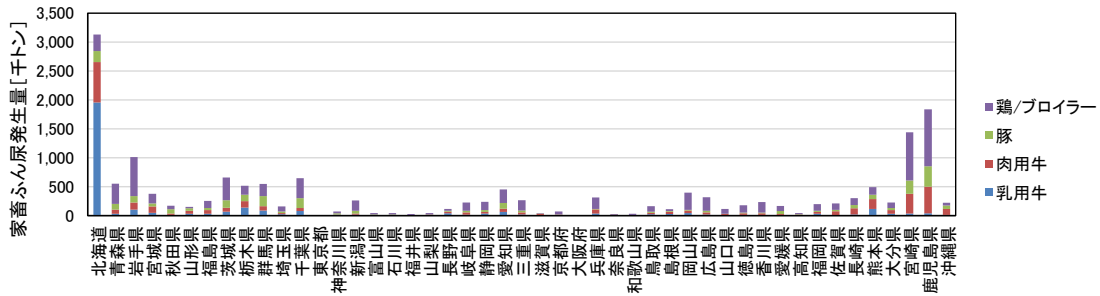


図 2-35 畜種別家畜ふん尿発生量

出所：環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」より作成

表 2-29 畜種別含水率の推定値

	①重量		②(参考)重量割合		③乾物率		④含水率		重みづけ平均
	ふん	尿	ふん	尿	ふん	尿	ふん	尿	
	千トン	千トン	%	%	%	%	%	%	
乳牛	17,300	5,100	77.2%	22.8%	19.9%	0.7%	80.1%	99.3%	84.5%
肉牛	19,100	7,000	73.2%	26.8%	19.9%	0.7%	80.1%	99.3%	85.2%
豚	7,900	14,600	35.1%	64.9%	30.6%	2.0%	69.4%	98.0%	88.0%
採卵鶏	8,000	0	100.0%	0.0%	36.3%		63.7%		63.7%
ブロイラー	4,900	0	100.0%	0.0%	59.6%		40.4%		40.4%
出所等	環境省資料		①より算出		畜産環境技術研究所(2006)「作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き 技術解説編」		③より左記より算出		ふんと尿の重量及び含水率を基に算出

出所：環境省資料（畜産系資源循環における物質フロー）、畜産環境技術研究所（2006）「作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き 技術解説編」より推計

表 2-30 畜種別未利用率の推定値

		乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー	備考
混合処理・分離処理の割合	混合処理	69.1%	97.5%	23.7%	100.0%	100.0%	
	分離処理(ふん)	23.9%	1.8%	26.8%	0.0%	0.0%	分離処理の割合に対して上記②の重量割合を乗じて試算
	分離処理(尿)	7.0%	0.7%	49.5%	0.0%	0.0%	
処理方式別の未利用率	混合処理	0.1%	0.1%	12.2%	4.4%	16.3%	焼却処理、浄化-放流、産業廃棄物処理、その他のうち農業外利用分を集計
	分離処理(ふん)	0.0%	0.0%	1.7%	—	—	焼却処理、産業廃棄物処理、その他のうち農業外利用分を集計
	分離処理(尿)	3.3%	7.2%	71.1%	—	—	浄化-放流、産業廃棄物処理、その他のうち農業外利用分を集計
全方式平均の未利用率		0.3%	0.1%	38.6%	4.4%	16.3%	

出所：環境省資料（畜産系資源循環における物質フロー）、畜産環境技術研究所（2006）「作物生産農家のニーズを活かしたたい肥づくりの手引き 技術解説編」、農林水産省（2021）「家畜排せつ物処理状況等調査結果（平成31年4月1日現在）」より推計

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 17,152 千トンと推計された。地域分布の観点では、家畜ふん尿の排せつ物原単位は畜種別に大きく異なるため、特に原単位が大きな牛の飼養頭数が多い北海道の道東地方、南九州地方で賦存量が大きいと推計された。なお、一部の市町村では畜種別頭羽数が非公表であり、全国発生量の約 25%に相当する発生量の按分が困難となることに留意が必要である（市町村別按分・再集計後の全国発生量は 12,936 千トン）。

利用可能量については全国で 2,048 千トンと推計された。特に未利用率が低いと想定された豚、採卵鶏、ブロイラーの飼養頭羽数が多い東北・南九州に多く分布しているものとみられる。

表 2-31 (参考) 畜種別家畜排せつ物原単位

畜 種		排せつ物量 (kg/頭羽/日)		
		ふん	尿	合計
乳牛	搾乳牛	45.5	13.4	58.9
	乾・未經産	29.7	6.1	35.8
	育成牛	17.9	6.7	24.6
肉牛	2歳未満	17.8	6.5	24.3
	2歳以上	20.0	6.7	26.7
	乳用種	18.0	7.2	25.2
豚	肥育豚	2.1	3.8	5.9
	繁殖豚	3.3	7.0	10.3
採卵鶏	成鶏	0.136	—	0.136
	ヒナ	0.059	—	0.059
ブロイラー		0.130	—	0.130

資料：築城幹典、原田靖生：我が国における家畜排泄物発生の実態と今後の課題、環境保全と新しい畜産、農林水産技術情報協会、15-29（1997）

出所：環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」

表 2-32 家畜ふん尿の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	17,152 千トン (文献値ベース) 12,936 千トン (市町村按分後の集計 値 (参考))	2,048 千トン (文献値ベース) 1,553 千トン (市町村按分後の集計値 (参考)) (未利用率: 12%)
地域分布の 特徴	● 家畜頭数が比較的多い北海道の 道東、南九州に賦存量が大きい。	● 全国一律の未利用率を使用して いるため、地域別分布は賦存量と 同様。
推計上の 課題・留意点	● 按分係数として使用した農林水 産省「農林業センサス」の家畜頭 羽数は市区町村によって統計値 が非公表であるため、全国の頭羽 数と市区町村別の頭羽数が合致 しない。そのため、全国発生量と 市区町村別按分後の発生量合計 値に誤差が生じる。	● 地域別 (市町村別) の利用状況の 取得が困難。
主な組成	難分解性の繊維質やリグニン など	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

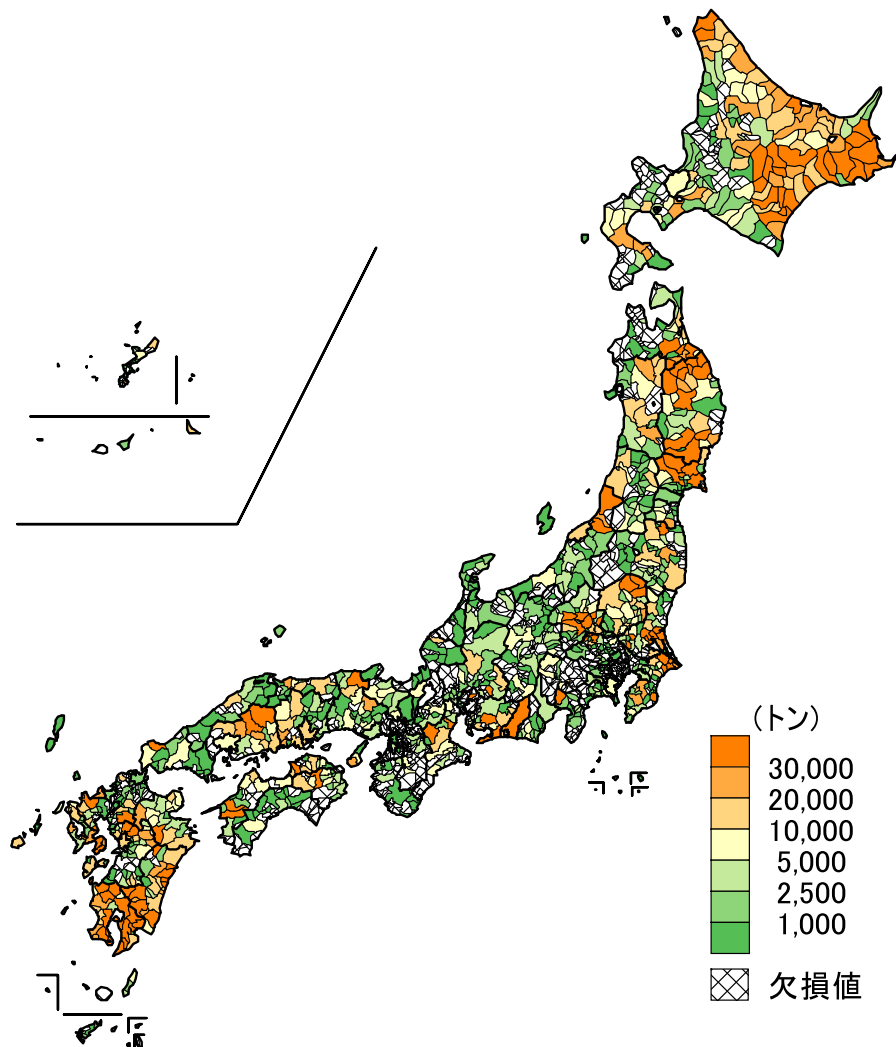


図 2-36 家畜ふん尿・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

- 「欠測値」は農林水産省「農林業センサス」において家畜頭羽数が非公表の自治体。

b) 利用可能量

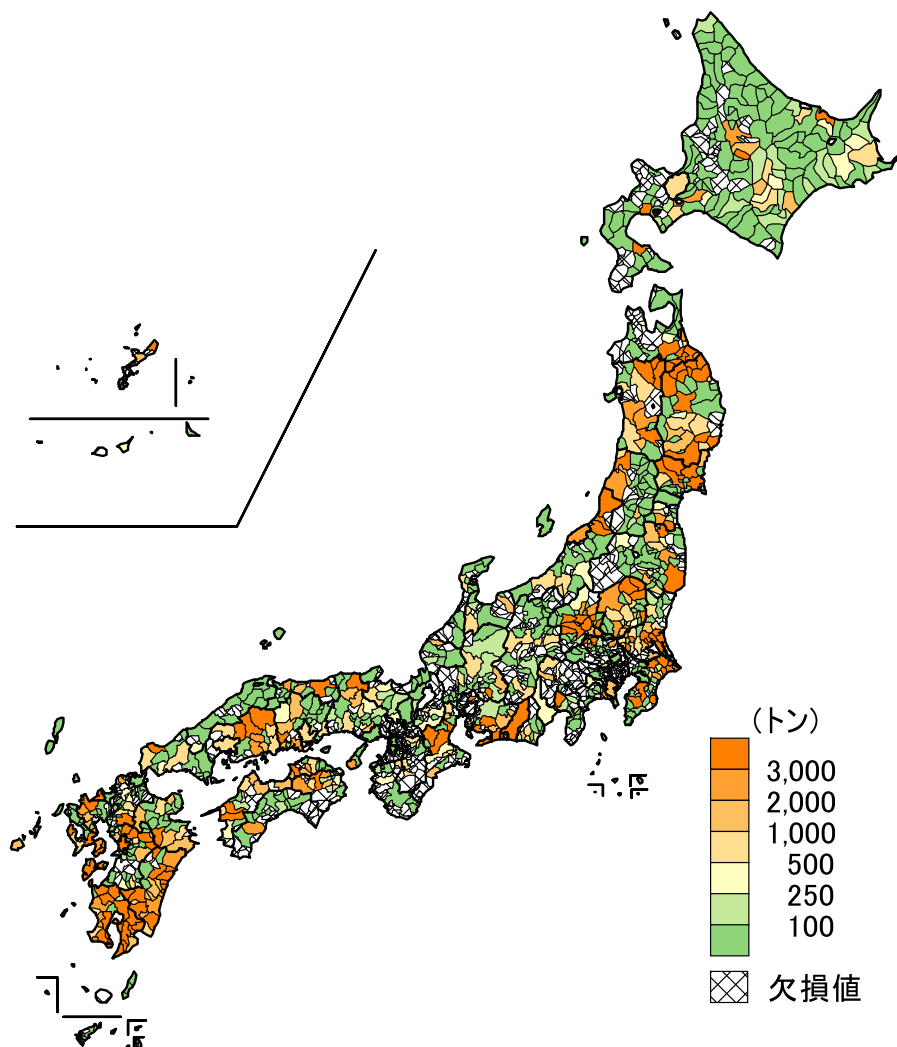


図 2-37 家畜ふん尿・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

- 「欠測値」は農林水産省「農林業センサス」において家畜頭羽数が非公表の自治体。
- 未利用率は畜種別に全国一律値を使用していることに留意が必要である。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 按分係数として使用した農林水産省「農林業センサス」の家畜頭羽数は市区町村によって統計値が非公表であるため、全国の頭羽数と市区町村別の頭羽数が合致しない。そのため、全国発生量と市区町村別按分後の発生量合計値に誤差が生じる。分布状況としては欠測値となる市区町村にのみ影響しているため、実数を有する市区町村の地域バランスには影響はない。
- 未利用率は畜種別に全国一律値を使用していることに留意が必要である。

2.2.3.2 下水汚泥

(1) 対象範囲

全国の下水道処理施設から発生する濃縮汚泥を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{施設別濃縮汚泥年間総量[t]}^{*1} \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*1})$$

を下水道処理施設が立地する市町村別に集計

<推計式の解釈>

汚泥濃縮設備を有する全国の下水道処理施設で発生する施設別濃縮汚泥発生量を市区町村別に集計して推計した。なお、濃縮汚泥発生量は公益財団法人日本下水道協会（2022）「令和元年度版 下水道統計」で施設別に得られる濃縮汚泥発生量と含水率を基に絶乾重量ベースで集計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別利用可能量[t]} = \text{賦存量全国値[t]} \times \text{未利用率[\%]}^{*3} \times \text{按分係数}$$

$$\text{按分係数} = \text{市町村別有効利用量}^{*4} / \text{全国における有効利用量}^{*5}$$

<推計式の解釈>

国土交通省ホームページから取得した下水道汚泥リサイクル率を基に未利用率を推定し、賦存量に未利用率を乗じて全国における利用可能量を推計する。さらに、公益財団法人日本下水道協会（2022）「令和元年度版 下水道統計」で施設別に得られる建設資材等の用途別有効利用量から按分係数（全国における有効利用量に対する市区町村別の有効利用量の割合）を推定し、市区町村別に按分した。なお、上記の未利用率にバイオガス発生量は含まれていない。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-33 下水汚泥の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	施設別濃縮汚泥 年間総量[t]	施設別	公益財団法人日本下水道協会（2022）「令和元 年度版 下水道統計」
*2	含水率[%]	施設別	※2019年実績値
*3	未利用率[%]	全国値	国土交通省資料 ⁵⁷ ※75%と設定
*4	市町村別用途別 有効利用量	市町村別	公益財団法人日本下水道協会（2022）「令和元 年度版 下水道統計」
*5	全国における用 途別有効利用量	全国値	※2019年実績値

⁵⁷ https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 2,510 千トンと推計された。日本全国における下水道普及率は約 81%であるが、都道府県別にその状況は異なる。そのため、特に下水道普及している都市部などを中心に賦存量が大きい。利用可能量については全国で 618 千トンと推計された。

表 2-34 下水汚泥の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	2,510 千トン	618 千トン (未利用率：25%)
地域分布の 特徴	● 下水道処理施設を有する都市部を中心に分布。	● 一(各処理施設の資源化状況に依存する)
推計上の 課題・留意点	● 特になし	● 統計データにおける計上項目の都合上、バイオガス化による有効利用量を汚泥量に換算することが困難。
主な組成	易分解性有機成分	同左



図 2-38 (参考) 都道府県別下水処理人口普及率

出所：公益財団法人日本下水道協会ホームページ「都道府県別の下水処理人口普及率」⁵⁸

⁵⁸ <https://www.jswa.jp/sewage/qa/rate/> (最終アクセス日：2023年1月26日)

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

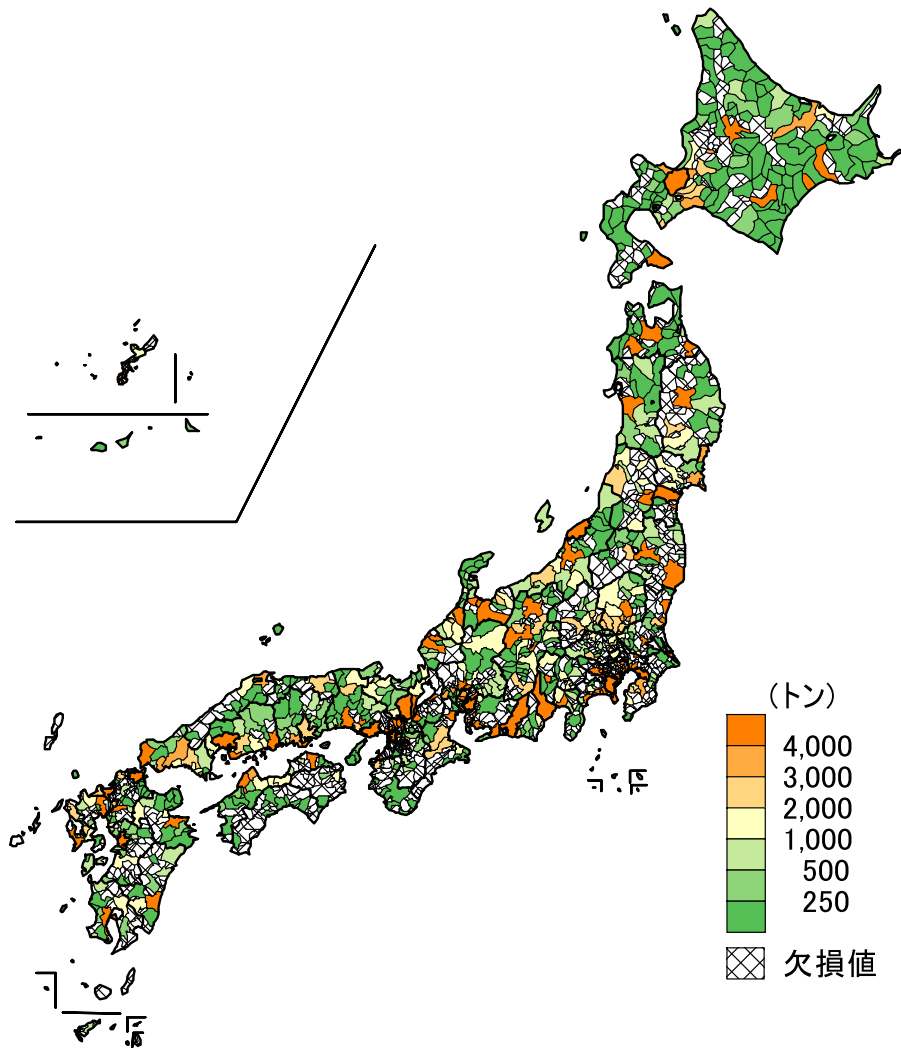


図 2-39 下水汚泥・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 下水処理施設が存在しない市区町村は欠損値として表示した。
- 下水処理施設はあるが貯留施設・輸送施設のみの場合、発生量は0トンして計上した。

b) 利用可能量

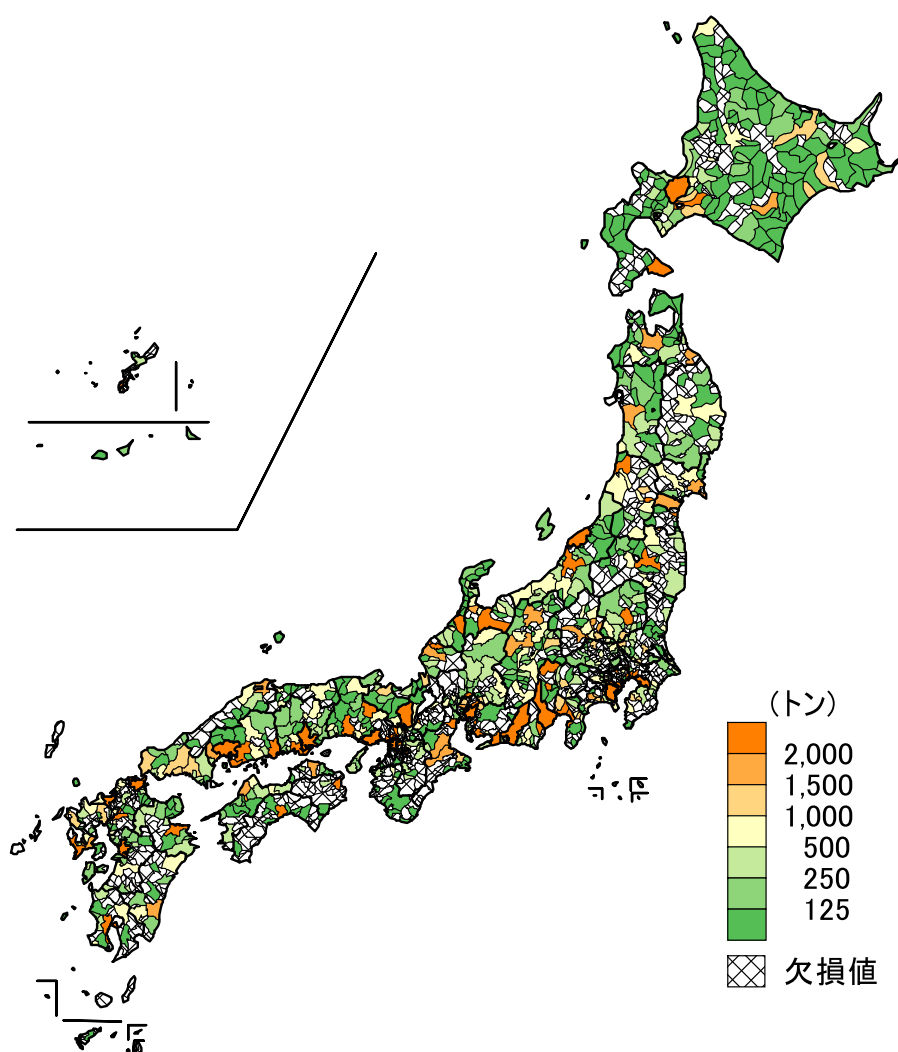


図 2-40 下水汚泥・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 下水処理施設が存在しない市区町村は欠損値として表示した。
- 下水処理施設はあるが貯留施設・輸送施設のみの場合、発生量は0トンして計上した。
- バイオガス化分は利用量に計上していない。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 統計データにおける計上項目の都合上、バイオガス化による有効利用量を汚泥量に換算することが困難であり、建設資材等のマテリアルリサイクル分のみを有効利用量として考慮している。

2.2.3.3 し尿・浄化槽汚泥

(1) 対象範囲

全国のし尿処理施設で生じる汚泥のうち、下水投入分以外の汚泥を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = (\text{市町村別し尿処理量[t]}^{*1} - \text{市町村別処理残渣の下水投入量[t]}^{*2}) \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

し尿・浄化槽汚泥は一般廃棄物であり、その処理状況は毎年度環境省「一般廃棄物処理実態調査」で市区町村別に集計されている。ただし、一部は下水道へ投入して下水汚泥として処理されている場合があるため、前項の「下水汚泥」の対象範囲との重複関係を考慮し、し尿・浄化槽汚泥の総量から下水道への投入量を差し引いて推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} - \text{市町村別有効利用量[t]}$$

$$\text{市町村別有効利用量[t]} = (\text{資源化量}^{*}[t]^{*4} + \text{農地還元等の量 [t]}^{*4}) \times (1 - \text{含水率[\%]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

し尿処理においては堆肥化、メタン化などの資源化処理や農地還元が行われており、その状況は毎年度環境省「一般廃棄物処理実態調査」で市区町村別に集計されている。そこで、市町村別賦存量から各市町村における資源化量や農地還元等の処理量を有効利用量として差し引くことで推計した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-35 し尿・浄化槽汚泥の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	市町村別し尿処理 量[t]	市町村別	環境省（2022）「一般廃棄物処理実態調査」 ⁵⁹ ※2020 年度実績
*2	市町村別処理残渣 の下水投入量[t]	市町村別	※1kL=1t として単位換算を行った
*3	含水率[%]	全国一律	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」 ⁶⁰ より 85%と設定
*4	資源化量	市町村別	環境省（2022）「一般廃棄物処理実態調査」
*5	農地還元等の量	市町村別	

⁵⁹ https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁶⁰ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で2,788千トンと推計された。特に下水道の普及率が高い東京、大阪、北海道を除いた多くの地域に対して広範に分布している。

利用可能量については全国で2,761千トンと推計された。し尿処理において、残渣の大部分は焼却処理が主体であるため、賦存量の分布状況とほとんど同様となった。

表 2-36 し尿・浄化槽汚泥の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶対重量	2,788千トン	2,761千トン (未利用率：99%)
地域分布の 特徴	● 下水道人口の少ない人口集積地に多い。	● 有効利用されている量は少なく、賦存量と分布状況はほぼ同様。
推計上の 課題・留意点	● 特になし	● (中間処理後の)資源化量の含水率の想定を発生量と同程度としているため、利用可能量が過大評価となっている可能性がある
主な組成	易分解性有機成分	同左



図 2-38 (参考・再掲) 都道府県別下水処理人口普及率

出所：公益財団法人日本下水道協会ホームページ「都道府県別の下水処理人口普及率」

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

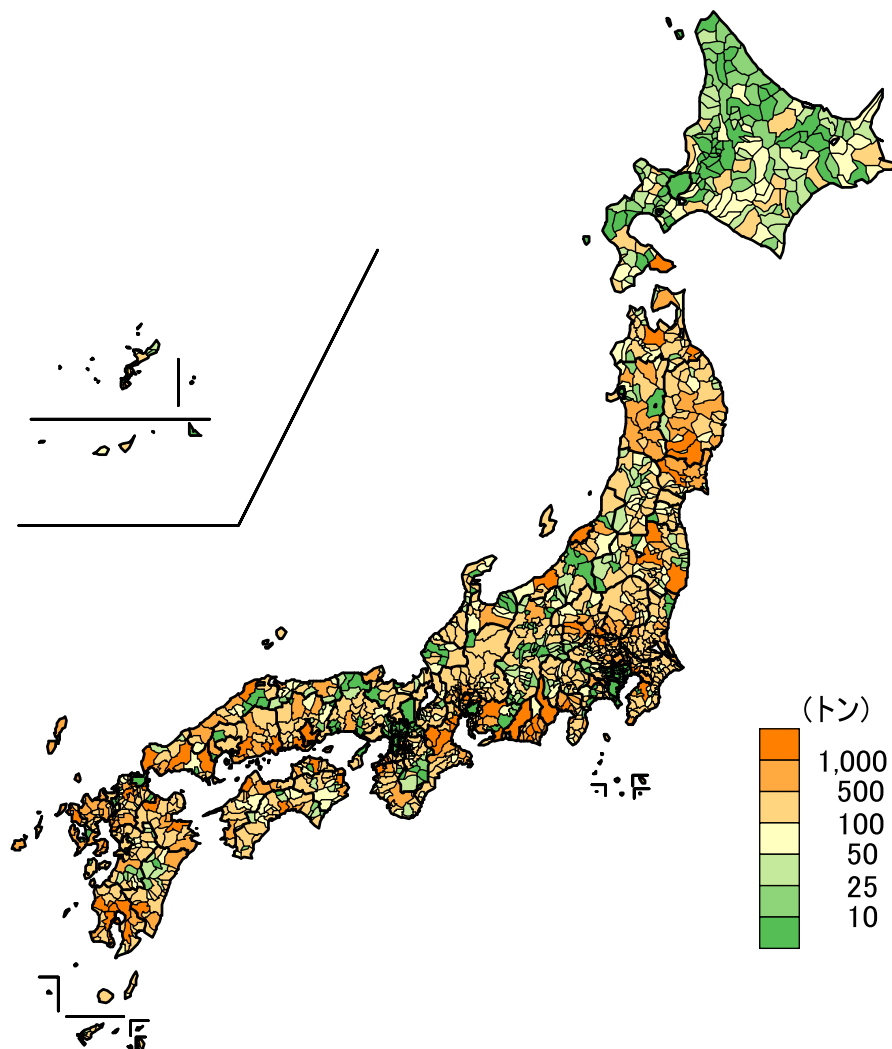


図 2-41 し尿・浄化槽汚泥・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

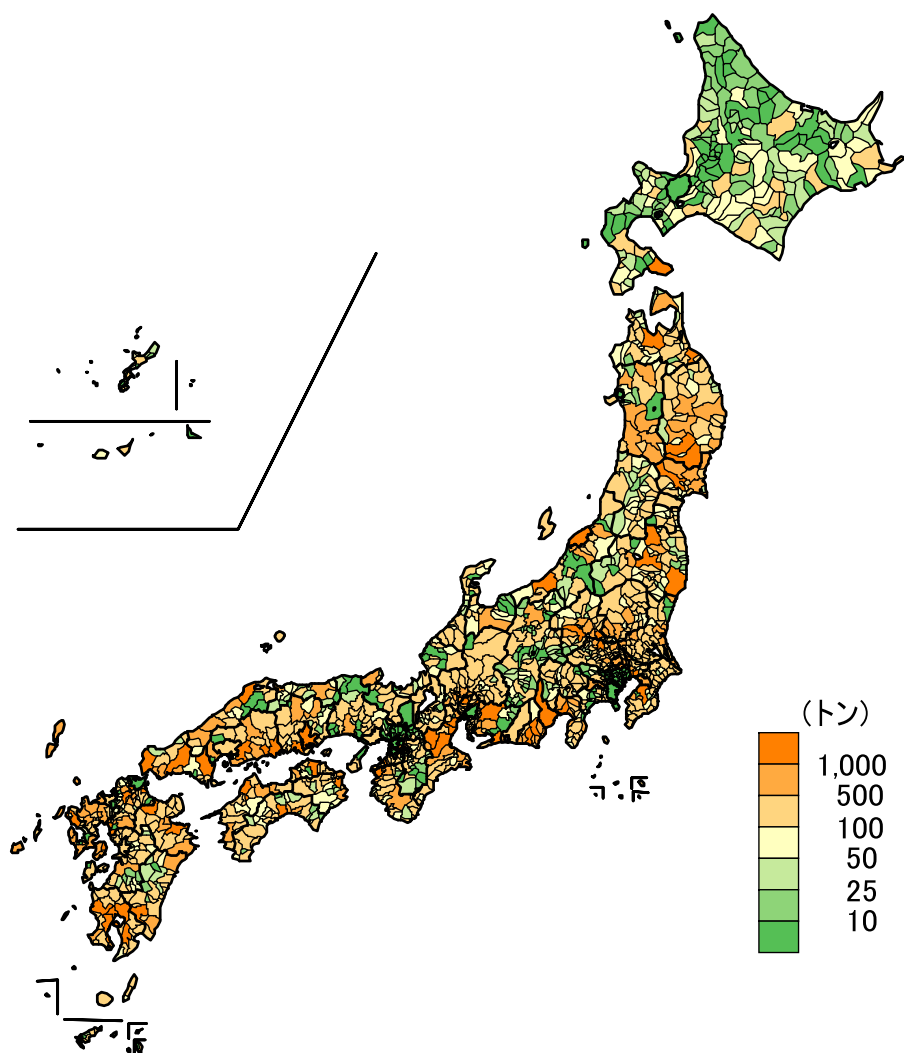


図 2-42 し尿・浄化槽汚泥・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 資源化量の含水率が不明であり、発生量と同程度と想定しているため、利用可能量が過大評価となっている可能性がある。

2.2.3.4 製造業有機性汚泥

(1) 対象範囲

産業廃棄物として排出される汚泥のうち、食料品製造業、飲料・たばこ・飼料製造業、繊維工業、パルプ・紙・紙加工品製造業及び化学工業の5業種製造業から排出される汚泥を対象とした。

なお、これらの対象業種は環境省「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」（以下、環境省「循環利用量実態調査」）における製造業由来の有機性汚泥として集計されている産業と同一である。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

全国の対象業種別製造業有機性汚泥発生量[t]*¹ × (1 - 含水率[%]*²)

× (市町村別対象業種別従業者数[人]*³ / 全国対象業種別従業者数[人]*⁴)

<推計式の解釈>

各都道府県で実施されている産業廃棄物の排出・処理に係る実態調査は調査報告書を非公開としている県も多く存在するため、当該報告書を基に毎年度取りまとめられている環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査」における全国発生量を従業者数で按分することで推計した。全国発生量は同調査において産業廃棄物の業種別品目別排出量が公開されており、本品目の排出元と想定した5業種の発生量を、経済産業省「経済センサス 基礎調査」を基に別途集計した業種別従業者数で按分することにより推計した。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別利用可能量[t] = 市町村別賦存量[t] × 未利用率[%]*⁵

<推計式の解釈>

対象業種別・地域別の有効利用量／有効利用率に関する統計は存在しないため、市町村別賦存量に全国一律の未利用率を乗じて推計した。

未利用率は、環境省「循環利用量実態調査」における本品目の処理状況を基に推定した。具体的には、発生量から減量化量（焼却及び脱水・乾燥による減量分）を差し引いた物量に占める最終処分量（当該環境省調査において最終処分量は処理後最終処分量のみ計上）の割合（約9%）とすることを想定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-37 製造業有機性汚泥の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の対象業種別製造業有機性汚泥発生量[t]	全国一律	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」 ⁶¹ ※平成 30 年度実績値
*2	含水率[%]	全国一律	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」 ⁶² より 67%と設定 ※化学工業由来の汚泥及び食品製造業由来の汚泥の含水率を平均化した数値を利用
*3	市町村別対象業種別従業者数[人]	市町村別	経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」 ⁶³ ※2014 年度確報値
*4	全国対象業種別従業者数[人]	全国一律	
*5	未利用率[%]	全国一律	環境省（2020）「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」 ⁶⁴ より 9%と設定 ※平成 30 年度実績値

⁶¹ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00650102&kikan=00650>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁶² https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁶³ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200552&tstat=000001072573>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁶⁴ <https://www.env.go.jp/recycle/report/index.html>（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 14,722 千トンと推計された。対象業種（食料品製造業、飲料・たばこ・飼料製造業、繊維工業、パルプ・紙・紙加工品製造業及び化学工業の 5 業種）の立地地域に分布しているが、従業者数は工場以外の事業所等も含まれているため、排出実態と整合しない可能性があることに留意が必要である。

利用可能量については、1,325 千トンと推計され、全国一律の未利用率を使用しているため、地域別の分布状況としては賦存量と同様の分布状況となっていることに留意が必要である。

表 2-38 製造業有機性汚泥の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	14,722 千トン	1,325 千トン (未利用率：9%)
地域分布の特徴	● 食品や化学産業の製造業の立地の多い地域において物量が多い。	● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の課題・留意点	● 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。	● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	メタン化に適した粒子状汚泥 肥料化に適した溶解性汚泥	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

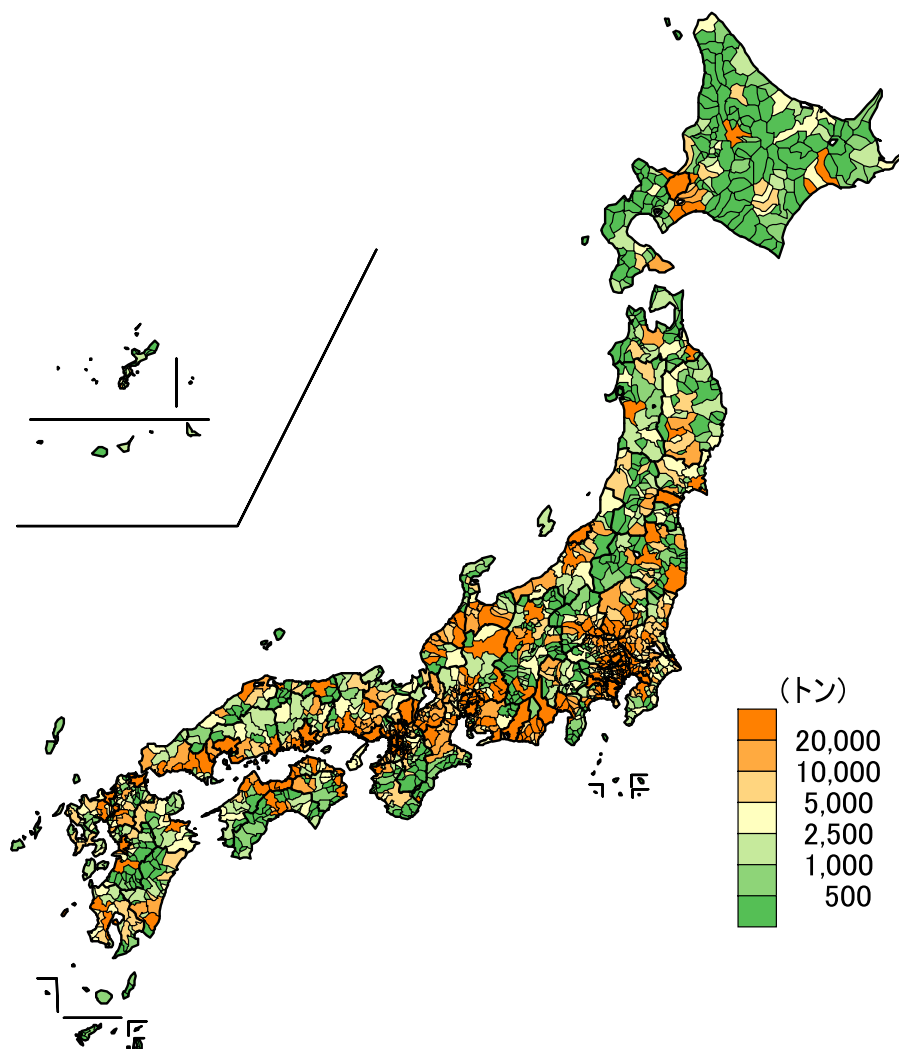


図 2-43 製造業有機性汚泥・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

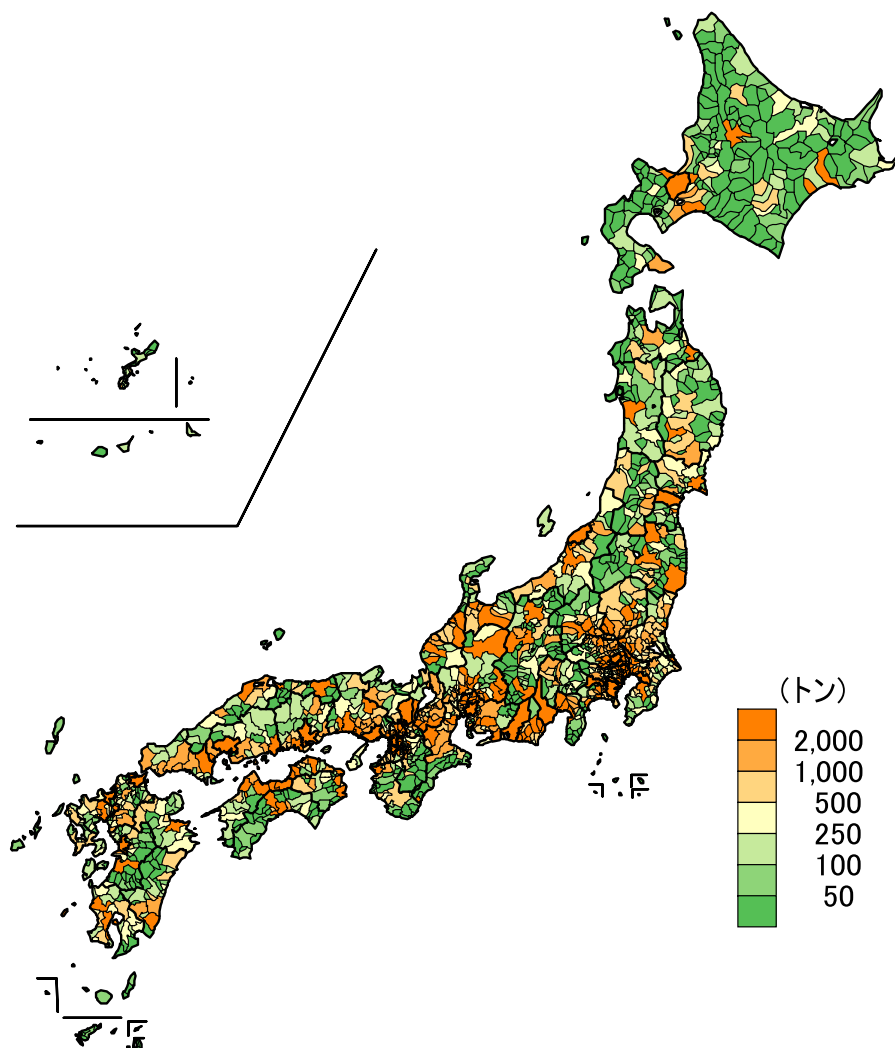


図 2-44 製造業有機性汚泥・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。
- 全国一律の未利用率を使用したため、地域別の未利用率は賦存量と同様の分布となった。

2.2.3.5 食品加工廃棄物等

(1) 対象範囲

食品廃棄物のうち、食品製造業から排出される食品廃棄物等を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

全国の食品製造業における食品廃棄物等年間発生量（定期報告に基づく拡大推計値）[t]^{*1}
×（1－含水率[%]^{*2}）× 按分係数

*按分係数 = 食品製造業の市町村別食品廃棄物等発生量（定期報告値）[t]^{*3}
／食品製造業の全国食品廃棄物等発生量（定期報告値）[t]^{*3}

<推計式の解釈>

毎年度農林水産省で推計されている全国における食品産業の産業別食品廃棄物等発生量を、当該推計で活用されている市町村別定期報告値を用いて按分することで推計した。

なお、上記の定期報告は、食品リサイクル法に基づいて農林水産省が毎年度実施・集計しているものである。当該報告は食品廃棄物等多量発生事業者（当該年度の前年度において生じた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）の食品廃棄物等の発生量を集計したものであり、当該定期報告値はそれを基に拡大推計して把握されている全国発生量の約93%を捕捉している数値である。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別利用可能量[t] = 市町村別賦存量[t] × 未利用率[%]^{*4}

<推計式の解釈>

市町村別賦存量に対して全国一律の未利用率を乗じて推計した。未利用率は、農林水産省調査から取得した食品製造業における食品廃棄物等の再生利用等実施率を基に5%と推定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-39 食品加工廃棄物等の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	食品製造業の全国食品廃棄物等年間発生量（定期報告に基づく拡大推計値）[t]	全国値	農林水産省（2019）「食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」 ⁶⁵ ※2018 年度推計値
*2	含水率[%]	全国一律	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」 ⁶⁶ より 75%と設定
*3	食品製造業の市町村別食品廃棄物等発生量（定期報告値）[t]	市町村別	農林水産省（2022）「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における食品廃棄物等の発生量及び再生利用の実施量」 ⁶⁷
*4	食品製造業の全国食品廃棄物等発生量（定期報告値）[t]	全国値	※2020 年度推計値
*5	未利用率[%]	全国一律	農林水産省（2019）「食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」より 5%と推定 ※2019 年度推計値

⁶⁵ <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/attach/pdf/kouhyou-12.pdf>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁶⁶ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁶⁷ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_houkoku/kekka/gaiyou.html（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

<参考：食品廃棄物等に関する利用データの概要>

(単位：千トン)

業種	平成30年度	(参考)平成29年度	対前年増減率
食品産業計	17,652	17,666	-0.1%
食品製造業	13,998	14,106	-0.8%
食品卸売業	284	268	+6.1%
食品小売業	1,223	1,230	-0.6%
外食産業	2,148	2,062	+4.2%

図 2-45 食品産業における業種別食品廃棄物等発生量

出所：農林水産省（2019）「平成30年度食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」

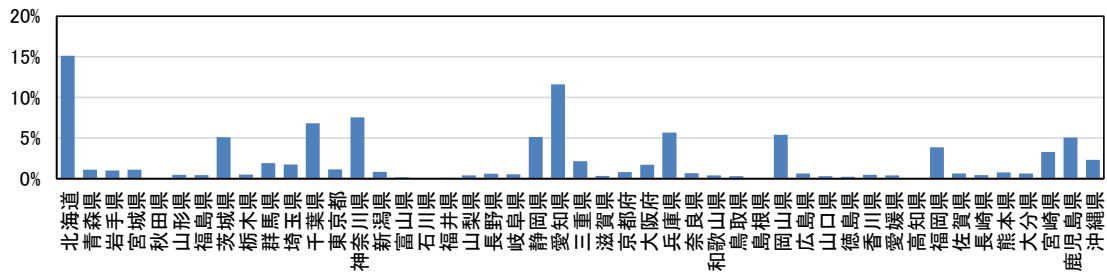


図 2-46 食品リサイクル法に基づく定期報告値における食品製造業由来の食品廃棄物等全国発生量に占める都道府県別食品廃棄物等発生量の割合

出所：農林水産省（2022）「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における食品廃棄物等の発生量及び再生利用の実施量」※2020年度値

○ 平成30年度推計値

※各項目の上位（ ）内の数値は、食品廃棄物等の年間発生量に占める割合である。

区分	食品廃棄物等の年間発生量							発生抑制の実施量	再生利用等実施率	基本方針における目標値
	計	再生利用の実施量	熱回収の実施量	減量した量	再生利用以外	廃棄物としての処分量	発生抑制の実施量			
食品産業計	17,652 (100%)	12,176 (69%)	411 (2%)	1,663 (9%)	414 (2%)	2,988 (17%)	2,849	83		
食品製造業	13,998 (100%)	11,159 (80%)	409 (3%)	1,630 (12%)	382 (3%)	418 (3%)	2,156	95	95	
食品卸売業	284 (100%)	152 (54%)	1 (1%)	13 (5%)	21 (7%)	96 (34%)	27	62	70	
食品小売業	1,223 (100%)	468 (38%)	0 (0%)	4 (0%)	3 (0%)	747 (61%)	310	51	55	
外食産業	2,148 (100%)	397 (18%)	1 (0%)	16 (1%)	8 (0%)	1,726 (80%)	355	31	50	

注：1 平成30年度推計値は、食品リサイクル法第9条第1項に基づく定期報告結果と「食品循環資源の再生利用等実施調査(平成29年度)」(農林水産省)を用いて推計したものである。
 2 単位未満を四捨五入したため、合計値と内訳の計が一致しない場合がある。
 3 表中に用いた記号は次のとおりである。
 「0」：単位に満たないもの(例：400t→0千t)

図 2-47 食品産業における業種別再生利用等実施率の内訳

出所：農林水産省（2019）「平成30年度食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」

※1：食品リサイクル法に基づく「再生利用等実施率」とは下式で定義されるものであり、本調査における未利用率の定義に合わせるため、下記手法にて独自に未利用率を推定した。

<食品リサイクル法における再生利用等実施率の定義>

再生利用等実施率

$$= (\text{発生抑制量} + \text{再生利用量} + \text{熱回収量} + \text{減少量}) / (\text{発生抑制量} + \text{発生量})$$

<本推計における未利用率の推定方法>

$$\text{未利用率} = (\text{再生利用の実施量} + \text{熱回収の実施量} + \text{減量した量}) / \text{発生量}$$

※2：食品リサイクル法における熱回収量の定義には、1 トン当たりの利用に伴う熱量に関する閾値が設定されているため、(エネルギー回収効率の多寡を問わず) 何らかのエネルギー回収を実施している焼却施設全てが対象となっているわけではない。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 3,500 千トンと推計され、各都道府県内では県庁所在地やその周辺都市に分布しているものと推計された。

利用可能量については、未利用分のみの場合は全国で 200 千トン、エネルギー利用分を含めた場合は全国で 317 千トンと推計された。食品製造業から排出される食品廃棄物等は食品産業の中でも比較的性状が安定しているものが多いため、堆肥化・飼料化を中心とした資源化の取組が進んでおり、未利用率そのものが低いことが特徴として挙げられる。本推計では全国一律の未利用率を使用しているため、地域別の分布状況としては賦存量と同様の分布状況となっていることに留意が必要である。

表 2-40 食品加工廃棄物等の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	3,500 千トン	<未利用分のみ> 200 千トン (未利用率：6%) <未利用分+エネルギー利用分> 317 千トン (未利用率：9%)
地域分布の 特徴	● 大都市圏や県庁所在地の都市への偏在が大きい。	● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	—	● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	主に炭水化物(糖類)、たんぱく質(アミノ酸)	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

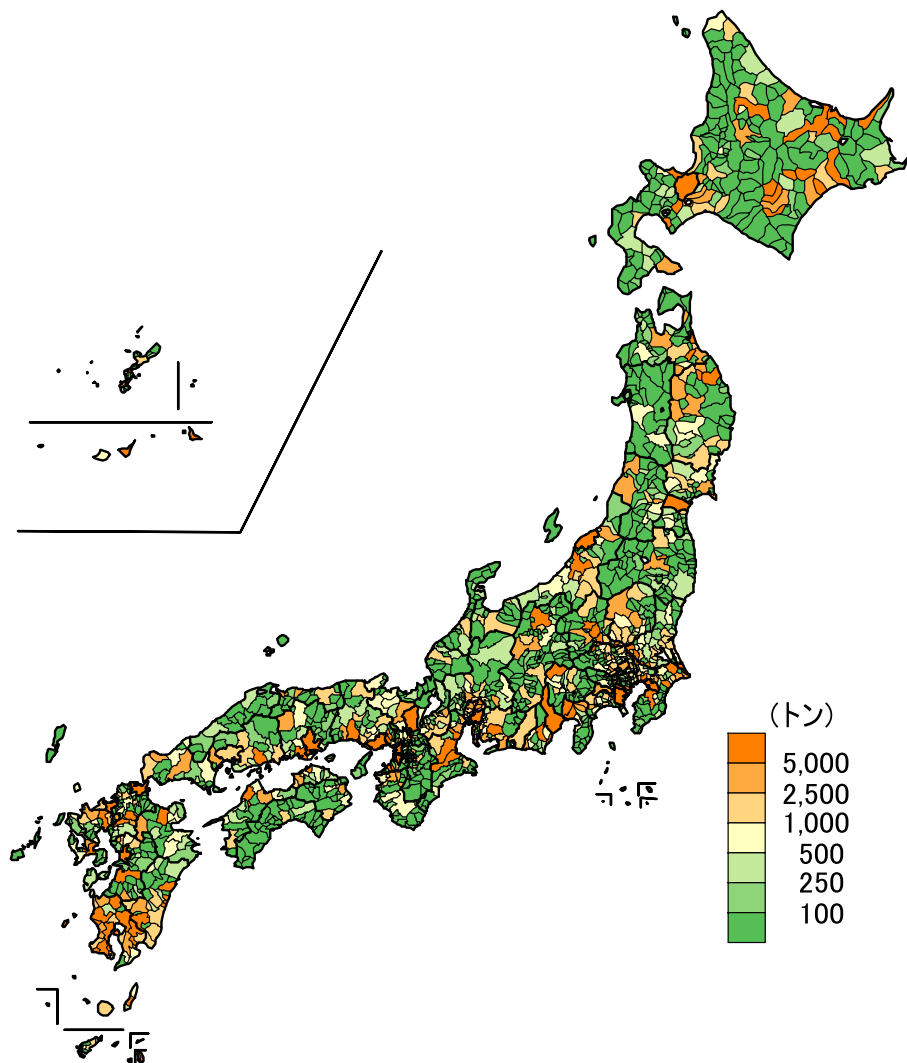


図 2-48 食品加工廃棄物等・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

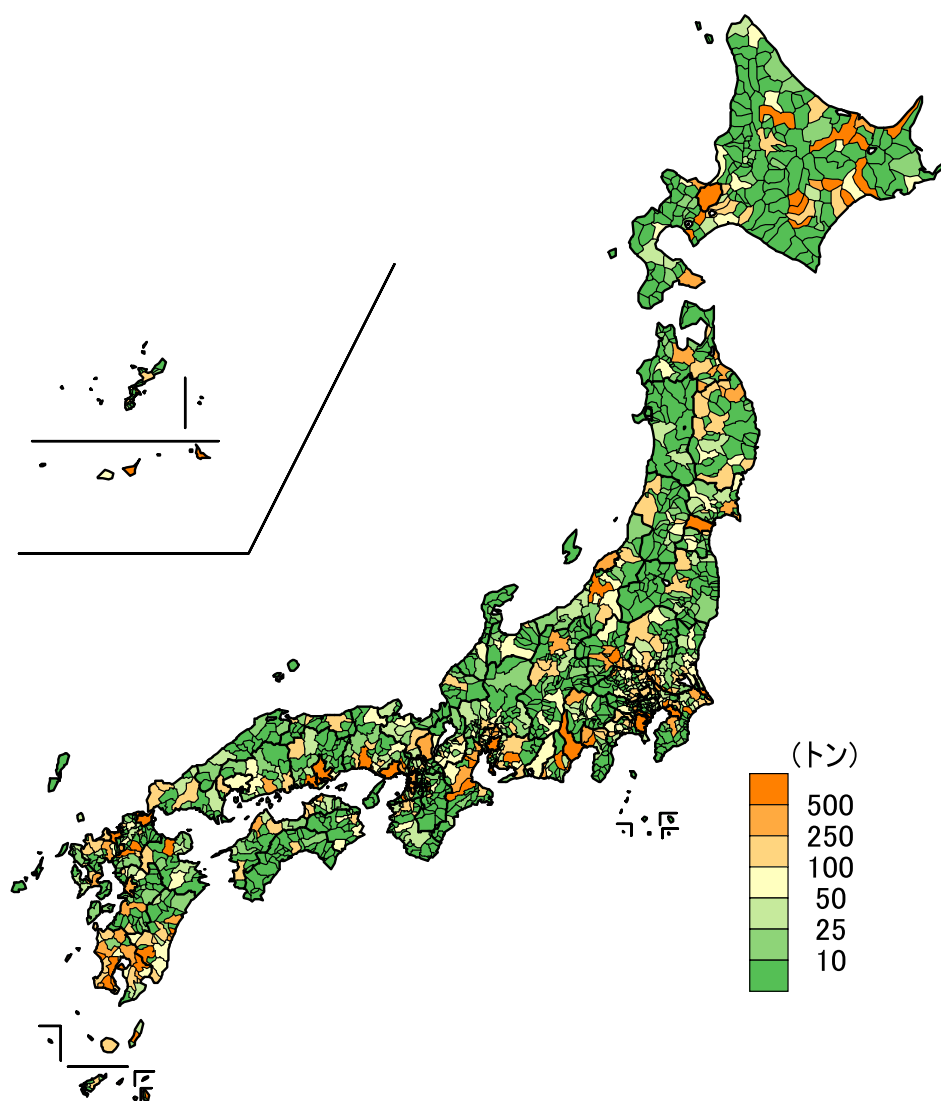


図 2-49 食品加工廃棄物等・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値のため分布状況（偏在状況）は賦存量と同様。
- エネルギー利用分を含めた分布状況は次頁参照。

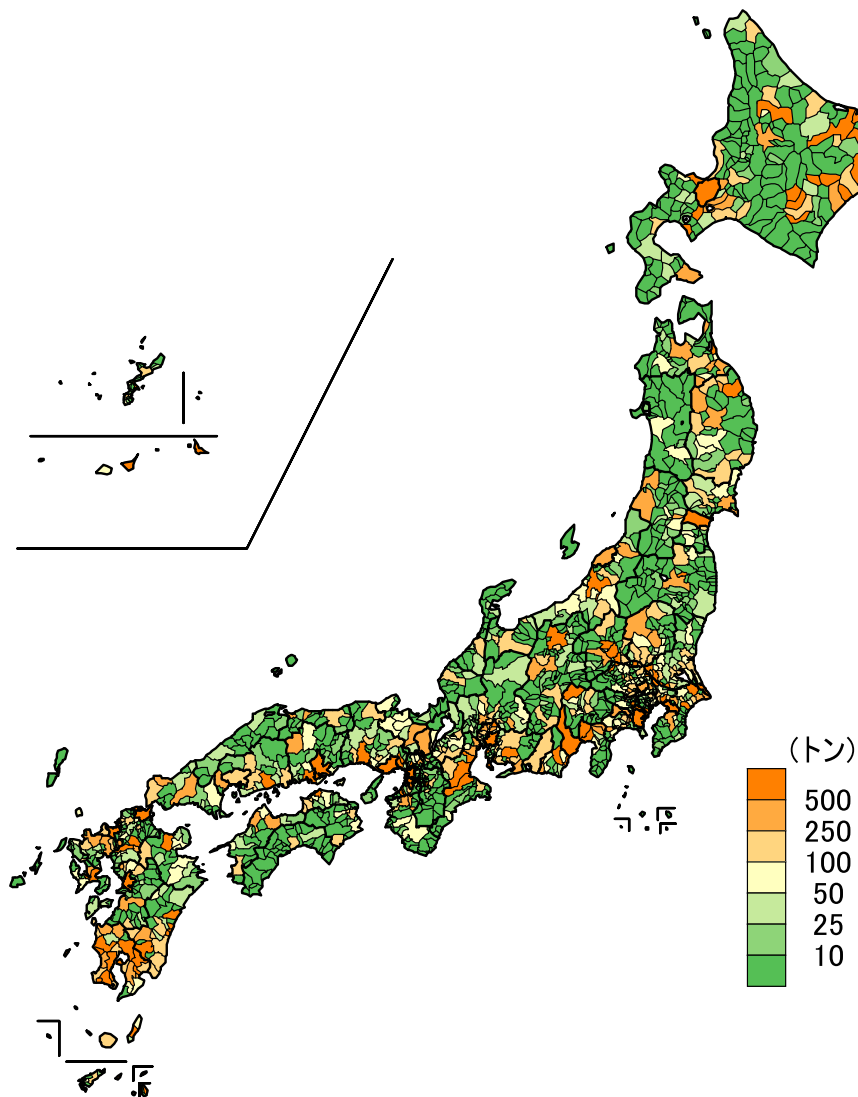


図 2-50 食品加工廃棄物等・利用可能量（エネルギー利用分を含めた場合）の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値のため分布状況（偏在状況）は賦存量と同様
- エネルギー利用分とは、食品リサイクル法における「熱回収」を想定。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 地域別の利用状況に関するデータとして、食品リサイクル法に基づいて市町村別に公表されている再生利用等実施量の定期報告値が存在するが、当該データには近隣の市町村から搬入された食品廃棄物等の再生利用等実施量が含まれている。したがって、搬入先の市町村では当該市町村の賦存量より大きな有効利用量が計上されることとなるため未利用率の推計には活用しなかった。

2.2.3.6 事業系厨芥類

(1) 対象範囲

食品廃棄物のうち、食品卸売業、食品小売業、外食産業から排出される食品廃棄物等（厨芥類）を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

食品卸売業の食品廃棄物等年間発生量[t]
+ 食品小売業由来の食品廃棄物等年間発生量[t]
+ 外食産業由来の食品廃棄物等年間発生量[t]

業種別の食品廃棄物等年間発生量[t]

= 全国の対象業種別食品廃棄物等年間発生量[t]^{*1} × (1 - 含水率[%]^{*2}) × 按分係数

按分係数

= 市町村別業種別食品廃棄物等発生量[t]^{*3} / 全国の業種別食品廃棄物等発生量[t]^{*4}

<推計式の解釈>

毎年度農林水産省で推計されている全国における食品産業の産業別食品廃棄物等発生量を、当該推計で活用されている市町村別定期報告値を用いて按分することで推計した。なお、対象業種は前項で述べた通り食品卸売業、食品小売業、外食産業であり、産業ごとに按分を行っている。

なお、「食品加工廃棄物等」で述べた通り、上記の定期報告は食品リサイクル法に基づいて農林水産省が毎年度実施・集計しているものである。当該報告は食品廃棄物等多量発生事業者（当該年度の前年度において生じた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）の食品廃棄物等の発生量を集計したものであり、当該定期報告値はそれを基に拡大推計して把握されている全国発生量の約 93%を捕捉している数値である。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別利用可能量[t] = 市町村別賦存量[t] × 未利用率[%]^{*5}

<推計式の解釈>

市町村別賦存量に対して全国一律の未利用率を乗じて推計した。未利用率は、農林水産省

調査から取得した対象業種の食品廃棄物等の再生利用等実施率を基に食品卸売業：36%、食品小売業：61%、外食産業：81%と推定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-41 事業系厨芥類の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の対象業種別食品廃棄物等年間発生量[t]	全国値	農林水産省（2019）「食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」 ⁶⁸ ※2019 年度推計値
*2	含水率[%]	全国一律	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」 ⁶⁹ より 75%と設定
*3	市町村別の食品廃棄物等発生量[t]	市町村別	農林水産省（2022）「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における食品廃棄物等の発生量及び再生利用の実施量」 ⁷⁰
*4	全国の商品廃棄物等発生量[t]	全国値	※2020 年度推計値
*5	未利用率[%]	全国値	農林水産省（2022）「食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」 ※2019 年度推計値 より推定

⁶⁸ <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/attach/pdf/kouhyou-12.pdf>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁶⁹ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁷⁰ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_houkoku/kekka/gaiyou.html（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

<参考：食品廃棄物等に関する利用データの概要>

(単位：千トン)

業種	平成30年度	(参考)平成29年度	対前年増減率
食品産業計	17,652	17,666	-0.1%
食品製造業	13,998	14,106	-0.8%
食品卸売業	284	268	+6.1%
食品小売業	1,223	1,230	-0.6%
外食産業	2,148	2,062	+4.2%

図 2-51 (再掲) 食品産業における業種別食品廃棄物等発生量

出所：農林水産省(2019)「平成30年度食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」

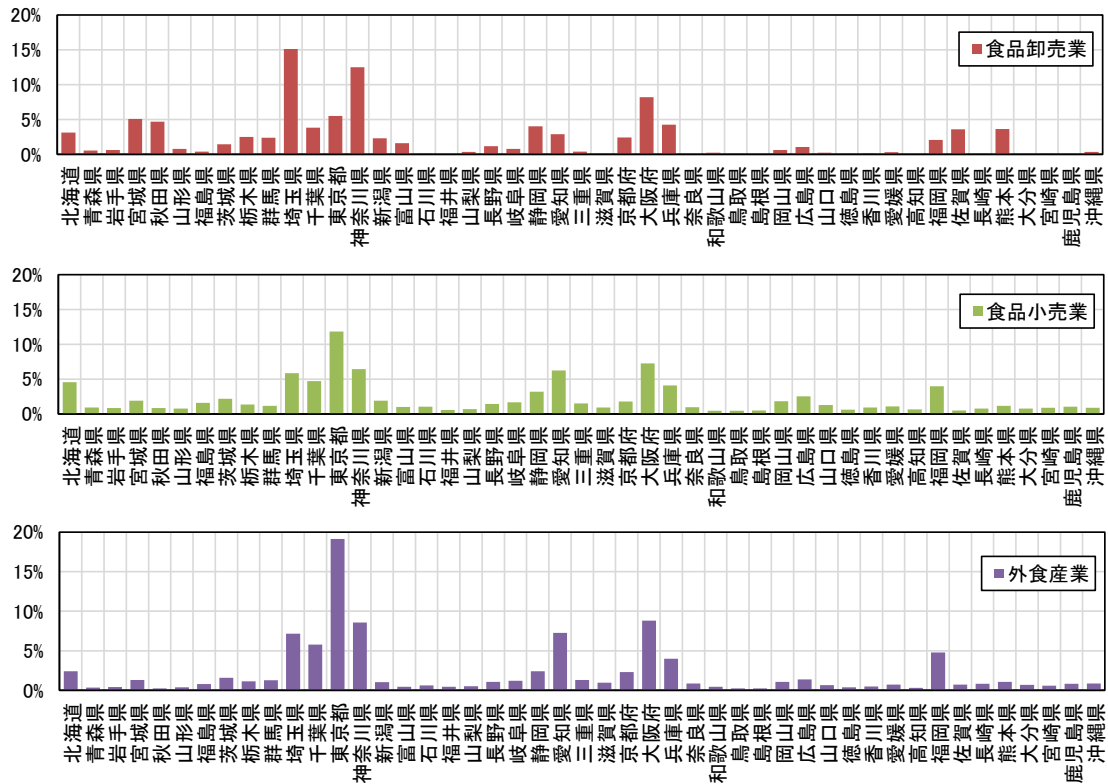


図 2-52 食品リサイクル法に基づく定期報告値における本品目の対象3業種由来の食品廃棄物等全国発生量に占める都道府県別食品廃棄物等発生量の割合

出所：農林水産省(2022)「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における食品廃棄物等の発生量及び再生利用の実施量」※2020年度値

○ 平成30年度推計値

※各項目の上限()内の数値は、食品廃棄物等の年間発生量に占める割合である。

区 分	食品廃棄物等の年間発生量						発生抑制 の実施量	再生利用 等実施率	基本方針 における 目標値
	計	再生利用 の実施量	熱回収 の実施量	減量した量	再生利 用以外	廃棄物 としての 処分量			
食品産業計	千 t 17,652 (100%)	千 t 12,176 (69%)	千 t 411 (2%)	千 t 1,663 (9%)	千 t 414 (2%)	千 t 2,988 (17%)	千 t 2,849	% 83	%
食品製造業	13,998 (100%)	11,159 (80%)	409 (3%)	1,630 (12%)	382 (3%)	418 (3%)	2,156	95	95
食品卸売業	284 (100%)	152 (54%)	1 (1%)	13 (5%)	21 (7%)	96 (34%)	27	62	70
食品小売業	1,223 (100%)	468 (38%)	0 (0%)	4 (0%)	3 (0%)	747 (61%)	310	51	55
外食産業	2,148 (100%)	397 (18%)	1 (0%)	16 (1%)	8 (0%)	1,726 (80%)	355	31	50

注：1 平成30年度推計値は、食品リサイクル法第9条第1項に基づく定期報告結果と「食品循環資源の再生利用等実態調査(平成29年度)」(農林水産省)を用いて推計したものである。
 2 単位未満を四捨五入したため、合計値と内訳の計が一致しない場合がある。
 3 表中に用いた記号は次のとおりである。
 「0」：単位に満たないもの(例：400 t→0千 t)

図 2-53 (再掲) 食品産業における業種別再生利用等実施率の内訳

出所：農林水産省(2019)「平成30年度食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」

※1：食品リサイクル法に基づく「再生利用等実施率」とは下式で定義されるものであり、本調査における未利用率の定義に合わせるため、下記手法にて独自に未利用率を推定した。

＜食品リサイクル法における再生利用等実施率の定義＞

再生利用等実施率

$$= (\text{発生抑制量} + \text{再生利用量} + \text{熱回収量} + \text{減量量}) / (\text{発生抑制量} + \text{発生量})$$

＜本推計における未利用率の推定方法＞

$$\text{未利用率} = (\text{再生利用の実施量} + \text{熱回収の実施量} + \text{減量した量}) / \text{発生量}$$

※2：食品リサイクル法における熱回収量の定義には、1トン当たりの利用に伴う熱量に関する閾値が設定されているため、(エネルギー回収効率の多寡を問わず)何らかのエネルギー回収を実施している焼却施設全てが対象となっているわけではない。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 914 千トンと推計された。業種別では、食品卸売業：千トン食品小売業：千トン、外食産業：千トンである。地域別の分布状況としては、特に対象 3 業種の中でも発生量が特に大きい外食産業や食品小売業の分布状況に依存し、首都圏の 4 都県、大阪府、愛知県などの各地域ブロックの中心都道府県及び中心都市に多く分布している。

利用可能量については、未利用分のみの場合全国で 651 千トン、エネルギー利用分まで含めた場合も 651 千トンと推計された。食品産業の中流・下流に位置付けられる対象 3 業種は少量かつ分散型に排出され、資源の性状が安定しないものが多いため、下流に進めば進むほど資源化の取組はあまり進んでいないことが特徴として挙げられる。本推計では全国一律の未利用率を使用しているため、地域別の分布状況としては賦存量と同様の分布状況となっていることに留意が必要である。

表 2-42 事業系厨芥類の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	914 千トン	<未利用分のみ> 651 千トン (未利用率：71%) <未利用分+エネルギー利用分> 651 千トン (未利用率：71%)
地域分布の 特徴	● 大都市圏や県庁所在地の都市への偏在が大きい。	● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	—	● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	主に炭水化物(糖類)、たんぱく質(アミノ酸)	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

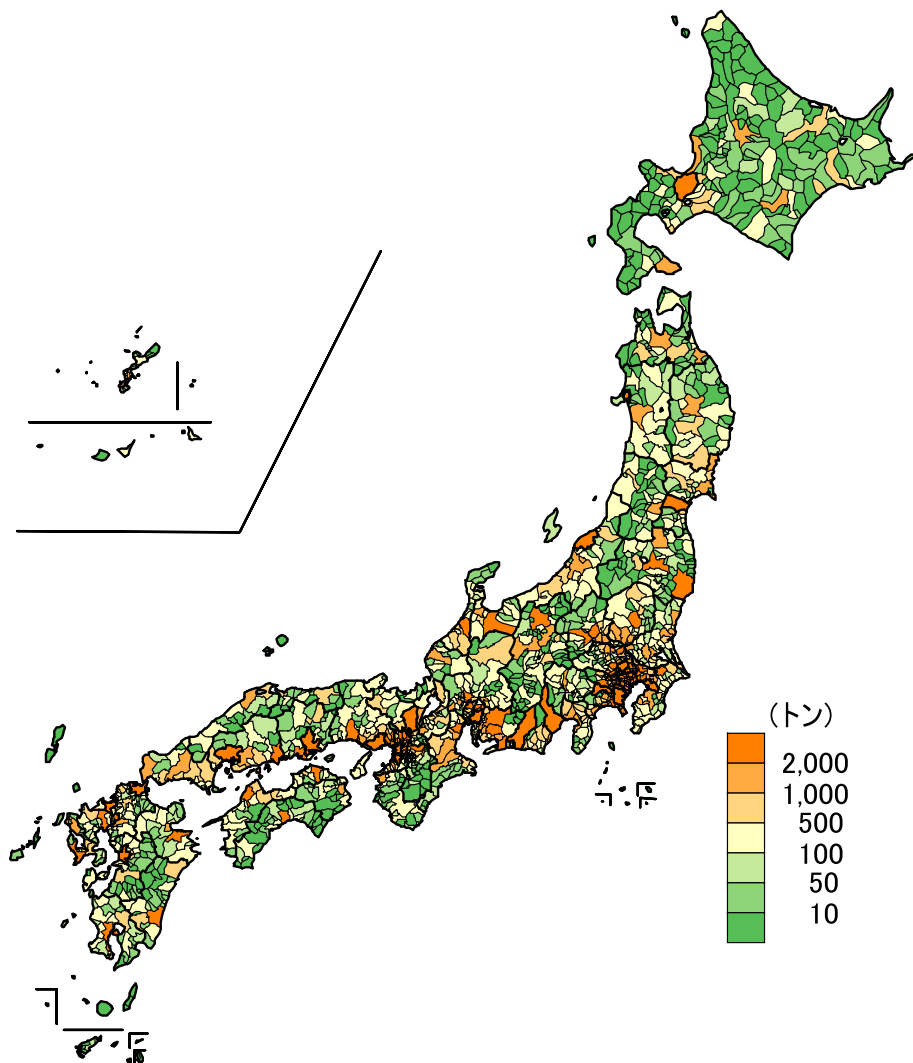


図 2-54 事業系厨芥類・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

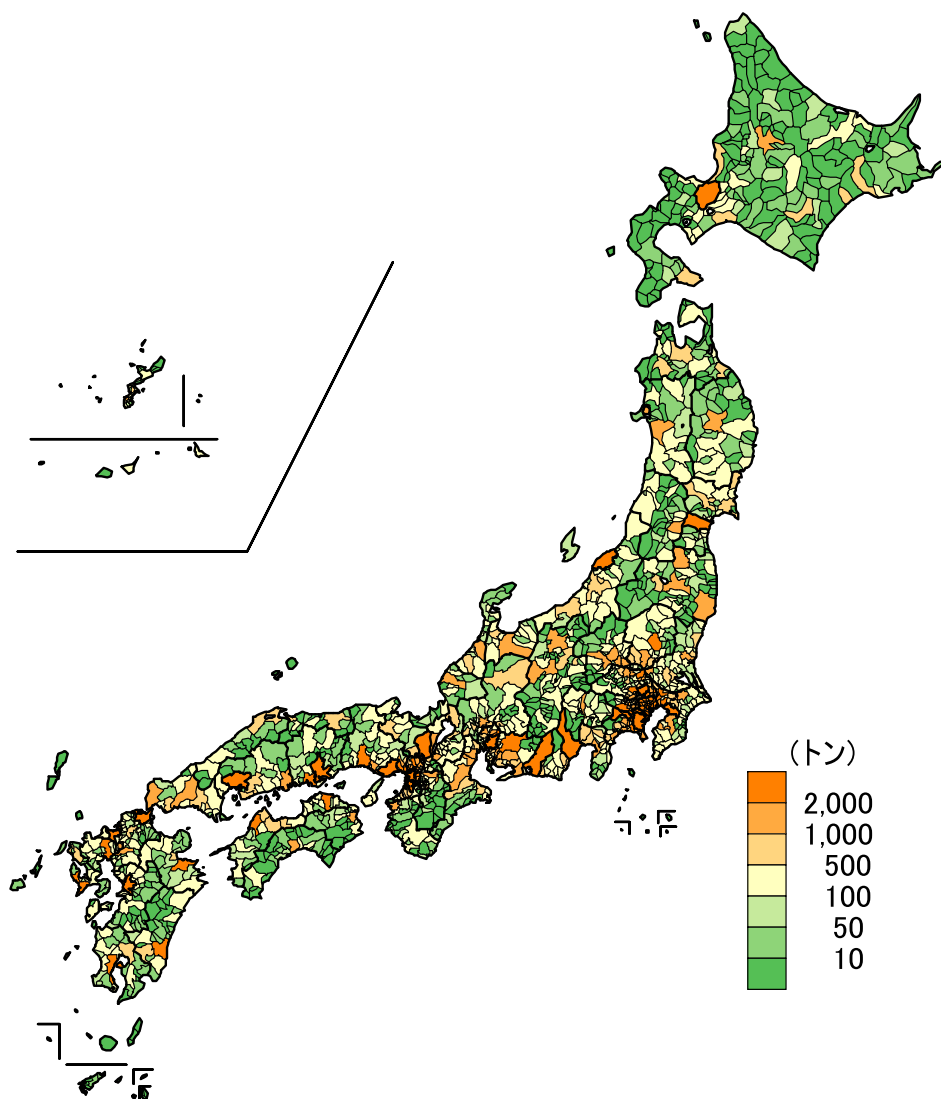


図 2-55 事業系厨芥類・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値のため分布状況（偏在状況）は賦存量と同様
- エネルギー利用分を含めた分布状況は次頁参照。

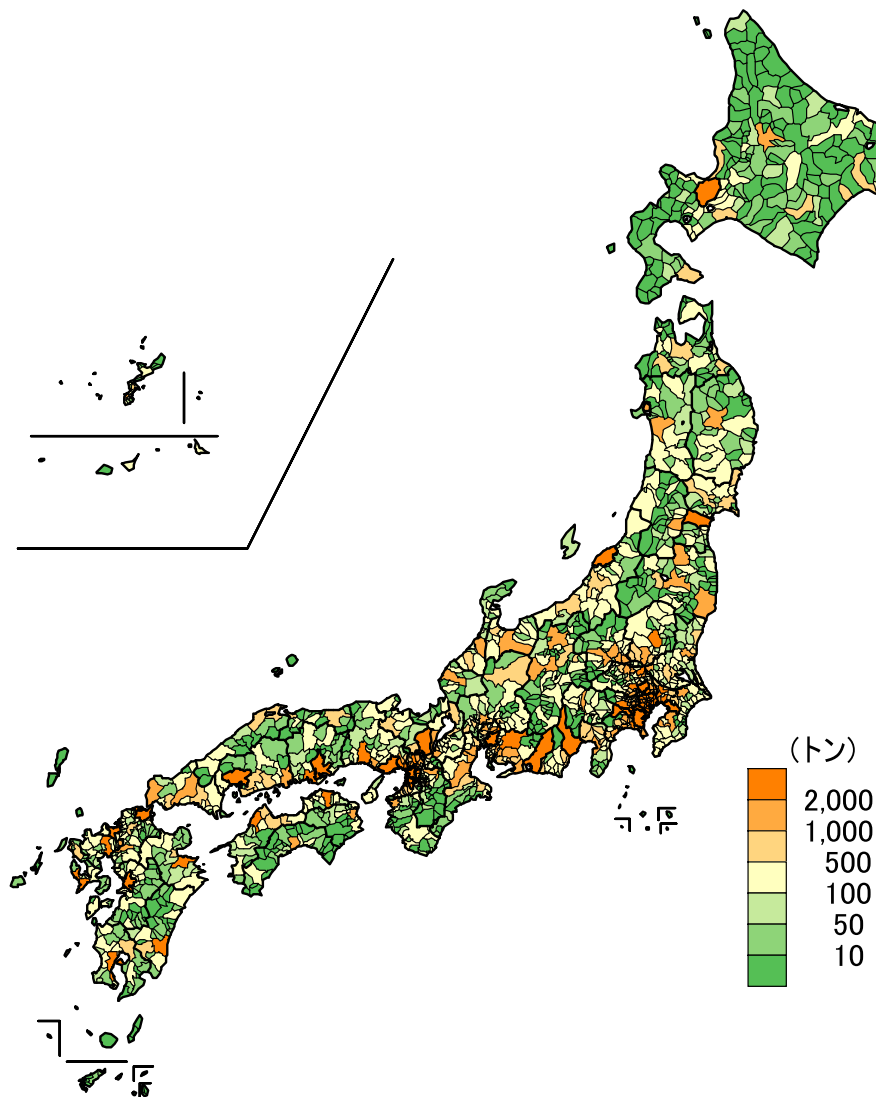


図 2-56 事業系厨芥類・利用可能量（エネルギー利用分を含めた場合）の分布状況
 ※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値のため分布状況（偏在状況）は賦存量と同様。
- エネルギー利用分とは、食品リサイクル法における「熱回収」を想定。
- 事業系厨芥の「熱回収」はほぼ0%のため、前ページと同じ分布となる。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 地域別の利用状況に関するデータとして、食品リサイクル法に基づいて市町村別に公表されている再生利用等実施量の定期報告値が存在するが、当該データには近隣の市町村から搬入された食品廃棄物等の再生利用等実施量が含まれている。したがって、搬入先の市町村では当該市町村の賦存量より大きな有効利用量が計上されることとなるため未利用率の推計には活用しなかった。

2.2.3.7 家庭系厨芥類

(1) 対象範囲

食品廃棄物のうち、一般家庭から排出される家庭系一般廃棄物中の厨芥類を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{市町村別家庭系ごみ収集量[t]}^{*1} \times \text{一般廃棄物に占める厨芥の割合[\%]}^{*2} \times (1 - \text{含水率}^{*3})$$

<推計式の解釈>

市町村別の一般廃棄物の量は毎年度環境省「一般廃棄物処理実態調査」で市区町村別に集計されているが、組成別の量は把握されていないため、一般廃棄物中に占める厨芥類の割合を全国一律で 30%、含水率を 75%と推定し、市町村別の家庭系ごみ収集量に乗じて推計した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[t]}^{*4}$$

<推計式の解釈>

現状の有効利用状況を既往文献から取得・推計し、未利用率を市町村別に推定した。

原料利用分については環境省「循環利用量実態調査」より一般廃棄物の中間処理施設別組成別処理状況を基に原料利用される割合として把握した。

エネルギー利用分については、原料利用分と同様の方法で焼却によって減量化される割合を把握し、別途環境省「一般廃棄物処理実態調査」から集計可能なエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理割合（重量ベース、市町村別）を乗じることで把握した。ただし、各施設におけるエネルギー回収効率の多寡は考慮していないことに留意が必要である。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-43 家庭系厨芥類の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	市町村別家庭系 ごみ収集量[t]	市町村別	環境省（2022）「一般廃棄物処理実態調査」 ⁷¹ ※2020 年度実績
*2	一般廃棄物に占 める厨芥の割合 [%]	全国一律	環境省（2020）「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」 ⁷² より 30%と設 定
*3	含水率	全国一律	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」 ⁷³ より 75%と設定
*4	未利用率[t]	全国一律	環境省（2022）「一般廃棄物処理実態調査」、 環境省（2020）「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」より中間処理施 設別の処理状況を推定

<参考：一般廃棄物中間処理施設別処理比率の推定方法>

環境省「循環利用量実態調査」で毎年度推計されている中間処理施設別処理状況の例と中間処理施設別の施設別処理比率（再資源化率、減量化率、残渣焼却率、残渣埋立率）の推定結果を下図に示す。このうち、「再資源化率」を本推計における原料利用分の割合、「減量化率」のうち、エネルギー回収設備を有する焼却施設によるものを本推計におけるエネルギー利用分の割合として計上した。ここで、焼却施設におけるエネルギー回収設備の有無は、環境省「一般廃棄物処理実態調査」における施設別の設備情報を基に判定した。ただし、一部の焼却施設では焼却処理量の実績値の回答がなく、本推計において当該施設を有する市町村ではエネルギー回収が行われていない割合が高まってしまいうことに留意が必要である。

⁷¹ https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/（最終アクセス日：2023年1月13日）

⁷² <https://www.env.go.jp/recycle/report/index.html>（最終アクセス日：2023年1月13日）

⁷³ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023年1月13日）

環境省「循環利用量実態調査」における中間処理施設における資源化状況の記載例

表 4-1-22 その他の施設の組成別の再資源化、減量化量等

処理量	再資源化		残さ処理		減量化
	素材	複合品	残渣焼却	残渣埋立	
紙	1,428	456	95	694	4
雲麻	1,025	630	69		330
ガラス	665	515	44		106
ペットボトル	241	241	0	0	0
プラスチック	637	635	2	0	0
厨芥	133			116	1
繊維	87	37	8	33	0
その他可燃	206		14	165	1
その他不燃	446		30	413	3
合計	4,869	2,513	259	1,421	445

各中間処理施設における処理比率を
 ・再資源化率 = 再資源化量/処理量
 ・減量化率 = 減量化量/処理量
 ・残渣焼却率 = 残渣焼却量/処理量
 ・残渣埋立率 = 残渣埋立量/処理量
 として設定

厨芥の処理状況

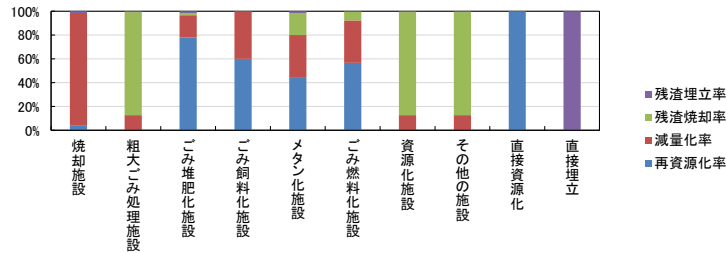


図 2-57 一般廃棄物中間処理施設別処理比率（厨芥の場合）

出所：環境省「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」より作成

<参考：一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収の状況>

一般廃棄物焼却処理施設では多くの施設で発電・熱利用向けのエネルギー回収設備の導入が進んでおり、環境省「一般廃棄物処理実態調査」でその状況が毎年度取りまとめられている。そこで、各市町村における焼却処理量の総量のうち、エネルギー回収設備を有する施設での焼却量の割合をエネルギー回収分と定義し、当該割合を市町村別に推定した。

なお、一部事務組合に焼却処理を委託している市町村の焼却処理量については、当該組合が管轄する焼却施設の焼却処理量を、当該組合を構成する市町村が拠出した組合分担金の割合で按分することにより、市町村別焼却処理量を推計した。

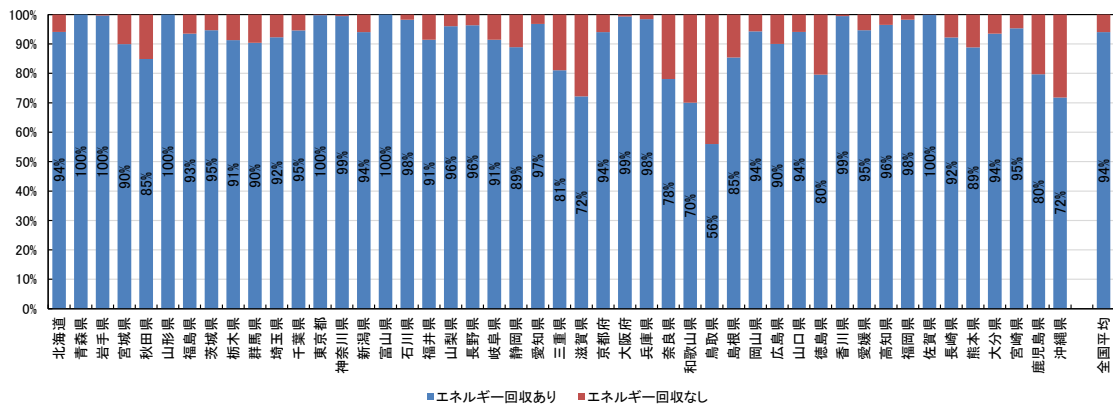


図 2-58 総焼却処理量に占めるエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理量の割合

出所：環境省「一般廃棄物処理実態調査」より作成

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 1,965 千トンと推計された。本品目は発生源が一般家庭であるため、各市町村における総人口にほぼ比例する形で発生することが想定され、人口の大きな大都市を中心に賦存量が大きいと推計された。

利用可能量については、未利用分のみの場合全国で 217 千トン、エネルギー利用分まで含めた場合は 1,833 千トンと推計された。一般廃棄物は市町村及び市町村が委託する一部事務組合における焼却処理が主体であるため、単純焼却・埋立のみを範疇とした未利用分も、エネルギー利用分まで含めた範囲を本調査におけるアベイラブルな資源として捉えることが望ましい。

表 2-44 家庭系厨芥類の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	1,965 千トン	<未利用分のみ> 217 千トン (未利用率：11%) <未利用分+エネルギー利用分> 1,833 千トン (未利用率：93%)
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般廃棄物の発生量は人口に依存するため、大都市圏や県庁所在地の都市への偏在が大きい。 	<未利用分のみ> <ul style="list-style-type: none"> ● 一般廃棄物の大部分は焼却処理されており、単純焼却を行っている自治体や焼却処理を行っていない自治体への偏在が大きい。 <未利用分+エネルギー利用分> <ul style="list-style-type: none"> ● 原料利用分の割合は全体的に低いため、賦存量と同様に分布。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 特になし 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般廃棄物の組成別・地域別資源化状況は不詳。 ● 中間処理施設別の資源化状況については環境省・循環利用量実態調査における推計方法に依存することに留意が必要である。
主な組成	主に炭水化物(糖類)、たんぱく質(アミノ酸)	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

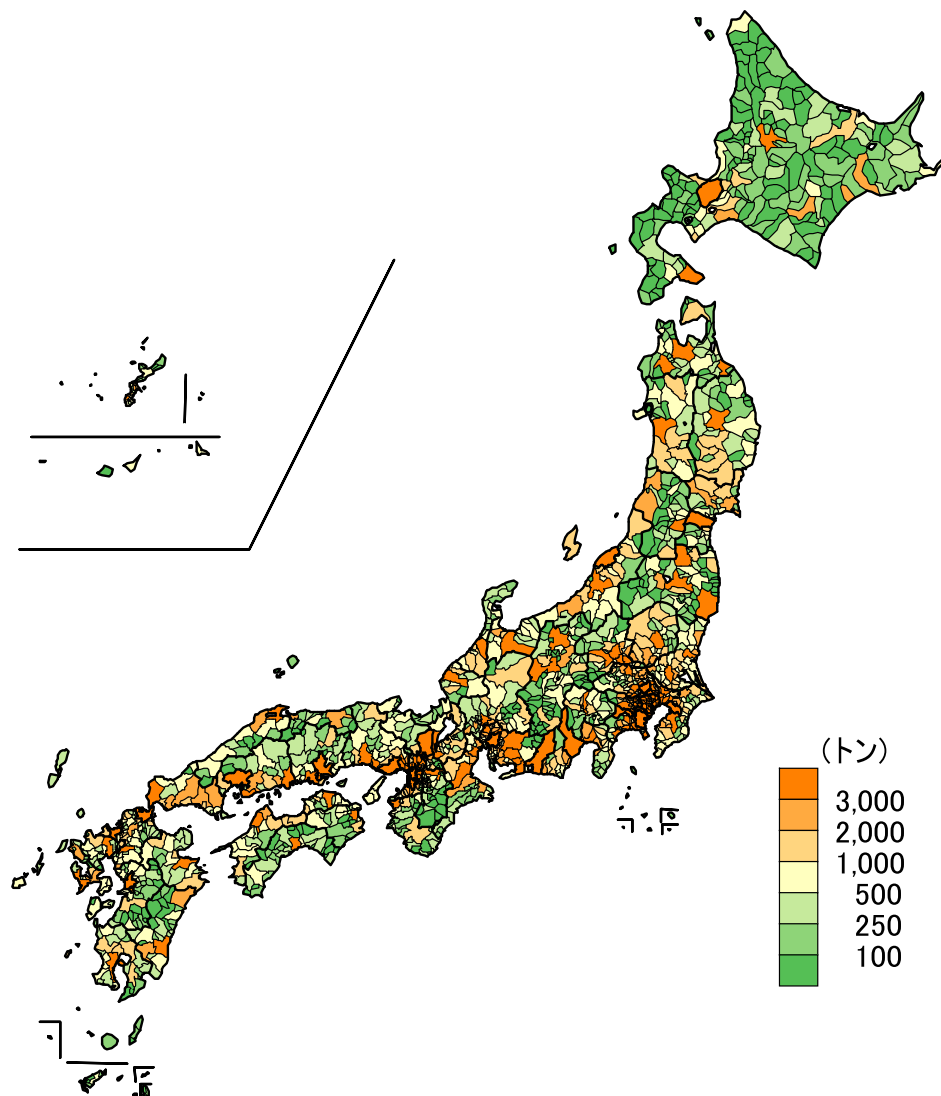


図 2-59 家庭系厨芥類・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

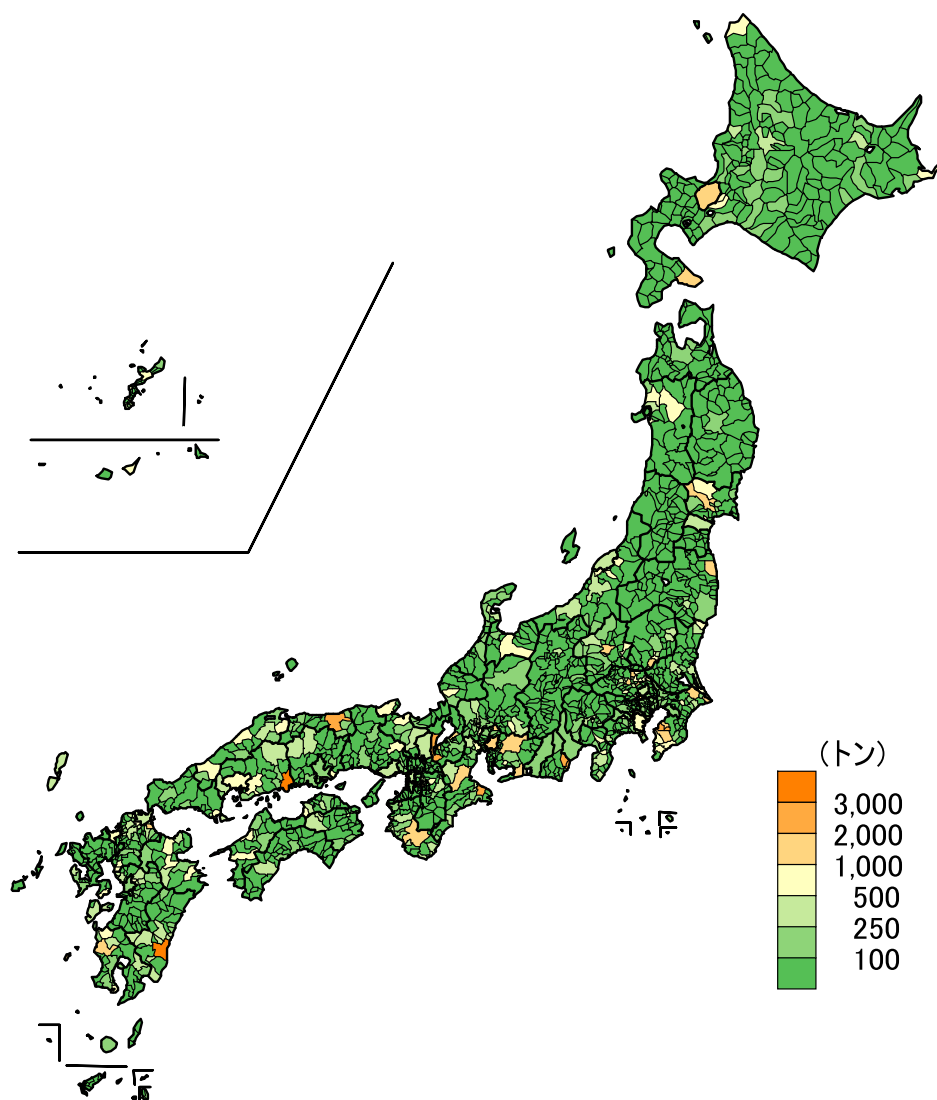


図 2-60 家庭系厨芥類・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

- エネルギー利用分を含めた分布状況は次頁参照。

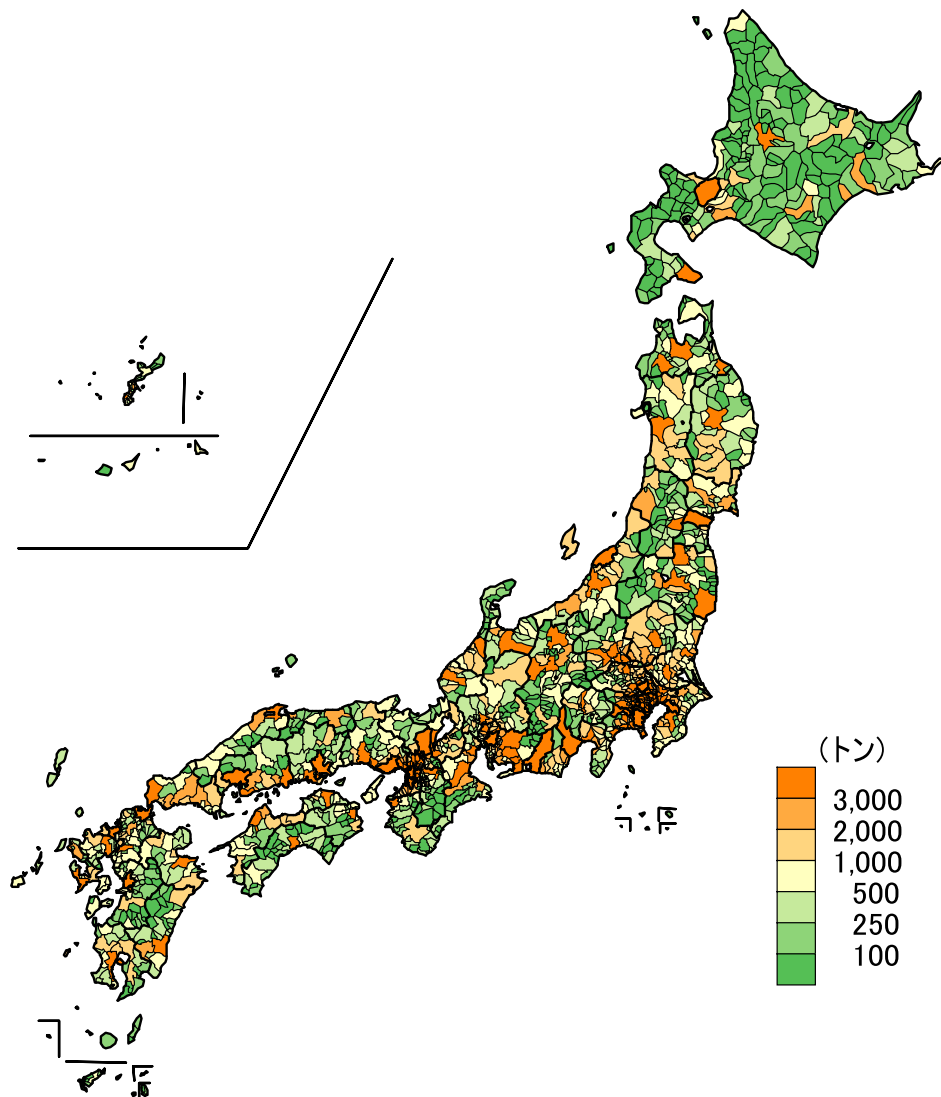


図 2-61 家庭系厨芥類・利用可能量（エネルギー利用分を含めた場合）の分布状況
 ※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- エネルギー利用分とは、一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収を想定。ただし、各施設のエネルギー回収設備の効率を考慮していない。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 一般廃棄物の収集量や中間処理施設別搬入量は市町村別統計として整備されているが、組成別排出量／資源化量は集計されていない。ただし、資源化施設における主な資源化品目別（紙パック、白色トレイ、肥料、資材など）の資源化量の情報は存在するほか、一部の焼却処理施設では焼却ごみの組成情報を回答している場合がある。
- 中間処理施設別の資源化状況については環境省「循環利用量実態調査」における推計方法に依存することに留意が必要である。

2.2.3.8 紙類(一般廃棄物)

(1) 対象範囲

紙関連の廃棄物等のうち、一般家庭やオフィス等の事業所から排出され、一般廃棄物として回収・処理される紙ごみを対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

市町村別家庭系ごみ収集量[t]*¹ × 一般廃棄物に占める紙の割合[%]*² × (1-含水率[%])*³

<推計式の解釈>

市町村別の一般廃棄物の量は毎年度環境省「一般廃棄物処理実態調査」で市区町村別に集計されているが、組成別の量は把握されていないため、一般廃棄物中に占める紙類の割合を全国一律で35%、含水率を20%と推定し、市町村別の家庭系ごみ収集量に乗じて推計した。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別利用可能量[t] = 市町村別賦存量[t] × 未利用率[t]*⁴

<推計式の解釈>

現状の有効利用状況を既往文献から取得・推計し、未利用率を市町村別に推定した。

原料利用分については環境省「循環利用量実態調査」より把握可能な一般廃棄物の中間処理施設別組成別処理状況を基に原料利用される割合として把握した。

エネルギー利用分については、原料利用分と同様の方法で焼却によって減量化される割合を把握し、別途環境省「一般廃棄物処理実態調査」から集計可能なエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理割合(重量ベース、市町村別)を乗じることで推計した。ただし、各施設におけるエネルギー回収効率の多寡は考慮していないことに留意。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-45 紙類（一般廃棄物）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	市町村別家庭系ごみ収集量[t]	市町村別	環境省（2022）「一般廃棄物処理実態調査」 ⁷⁴ ※2020 年度実績
*2	一般廃棄物に占める紙の割合 [%]	全国一律	環境省（2020）「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」 ⁷⁵ より 35%と設定
*3	含水率[%]	全国一律	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」 ⁷⁶ より 20%と設定
*4	未利用率[t]	全国一律	環境省（2022）「一般廃棄物処理実態調査」、環境省（2020）「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」より中間処理施設別の処理状況を推定

<参考：一般廃棄物中間処理施設別処理比率の推定方法>

環境省「循環利用量実態調査」で毎年度推計されている中間処理施設別処理状況の例と中間処理施設別の施設別処理比率（再資源化率、減量化率、残渣焼却率、残渣埋立率）の推定結果を下図に示す。このうち、「再資源化率」を本推計における原料利用分の割合、「減量化率」のうち、エネルギー回収設備を有する焼却施設によるものを本推計におけるエネルギー利用分の割合として計上した。ここで、焼却施設におけるエネルギー回収設備の有無は、環境省「一般廃棄物処理実態調査」における施設別の設備情報を基に判定した。ただし、一部の焼却施設では焼却処理量の実績値の回答がなく、本推計において当該施設を有する市町村ではエネルギー回収が行われていない割合が高まってしまいうことに留意が必要である。

⁷⁴ https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/（最終アクセス日：2023年1月13日）

⁷⁵ <https://www.env.go.jp/recycle/report/index.html>（最終アクセス日：2023年1月13日）

⁷⁶ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023年1月13日）

環境省「循環利用量実態調査」における中間処理施設における資源化状況の記載例

表 4-1-22 その他の施設の組成別の再資源化、減量化等 (単位:千)

処理量	再資源化		残さ処理		減量化
	素材	複合品	残さ焼却	残さ埋立	
紙	1,428	456	95	694	4
金属	1,029	630	69	330	0
ガラス	665	515	44	106	0
ペットボトル	241	241	0	0	0
プラスチック	637	635	2	0	0
厨芥	133	0	0	116	1
繊維	87	37	6	33	0
その他可燃	206	0	14	165	1
その他不燃	446	0	30	413	3
合計	4,869	2,513	259	1,421	445

各中間処理施設における処理比率を
 ・再資源化率 = 再資源化量/処理量
 ・減量化率 = 減量化量/処理量
 ・残渣焼却率 = 残渣焼却量/処理量
 ・残渣埋立率 = 残渣埋立量/処理量
 として設定

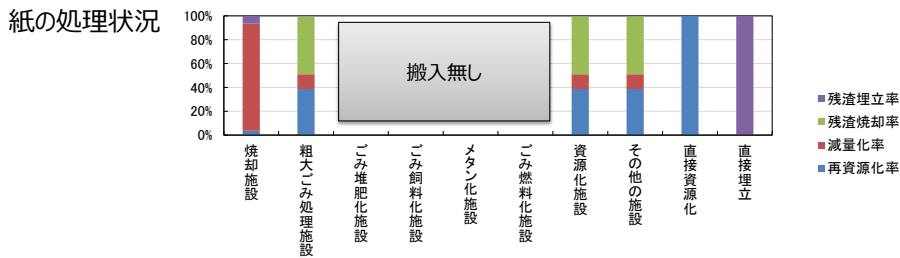


図 2-62 一般廃棄物中間処理施設別処理比率 (紙の場合)

出所: 環境省「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」より作成

<参考: 一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収の状況>

一般廃棄物焼却処理施設では多くの施設で発電・熱利用向けのエネルギー回収設備の導入が進んでおり、環境省「一般廃棄物処理実態調査」でその状況が毎年度取りまとめられている。そこで、各市町村における焼却処理量の総量のうち、エネルギー回収設備を有する施設での焼却量の割合をエネルギー回収分と定義し、当該割合を市町村別に推定した。

なお、一部事務組合に焼却処理を委託している市町村の焼却処理量については、当該組合が管轄する焼却施設の焼却処理量を、当該組合を構成する市町村が拠出した組合分担金の割合で按分することにより、市町村別焼却処理量を推計した。

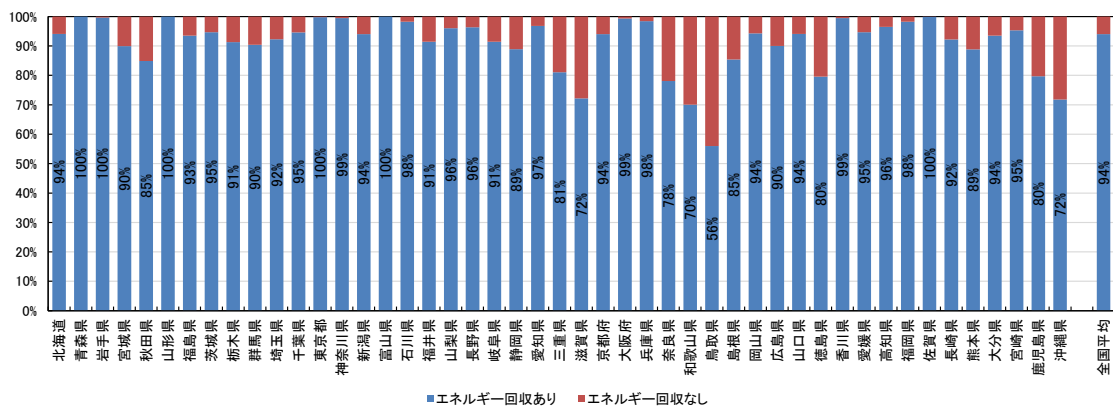


図 2-63 総焼却処理量に占めるエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理量の割合

出所: 環境省「一般廃棄物処理実態調査」より作成

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 11,860 千トンと推計された。本品目は発生源が一般家庭であるため、各市町村における総人口にほぼ比例する形で発生することが想定され、人口の大きな大都市を中心に賦存量が大きいと推計された。

利用可能量については、未利用分のみの場合全国で 1,476 千トン、エネルギー利用分まで含めた場合は 8,664 千トンと推計された。一般廃棄物は市町村及び市町村が委託する一部事務組合における焼却処理が主体であるため、単純焼却・埋立のみを範疇とした未利用分も、エネルギー利用分まで含めた範囲を本調査におけるアベイラブルな資源として捉えることが望ましい。

表 2-46 紙類（一般廃棄物）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	11,860 千トン	<未利用分のみ> 1,476 千トン (未利用率：12%) <未利用分+エネルギー利用分> 8,664 千トン (未利用率：73%)
地域分布の 特徴	● 一般廃棄物の発生量は人口に依存するため、大都市圏や県庁所在地の都市への偏在が大きい。	● 一般廃棄物の大部分は焼却処理されており、単純焼却を行っている自治体や焼却処理を行っていない自治体への偏在が大きい。
推計上の 課題・留意点	● 市区町村別のごみ組成に関するデータは存在しないため、ごみ組成の地域差は考慮できていない。	● 一般廃棄物の組成別・地域別資源化状況は不詳。 ● 中間処理施設別の資源化状況については環境省・循環利用量実態調査における推計方法に依存することに留意が必要である。
主な組成	主にセルロース	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

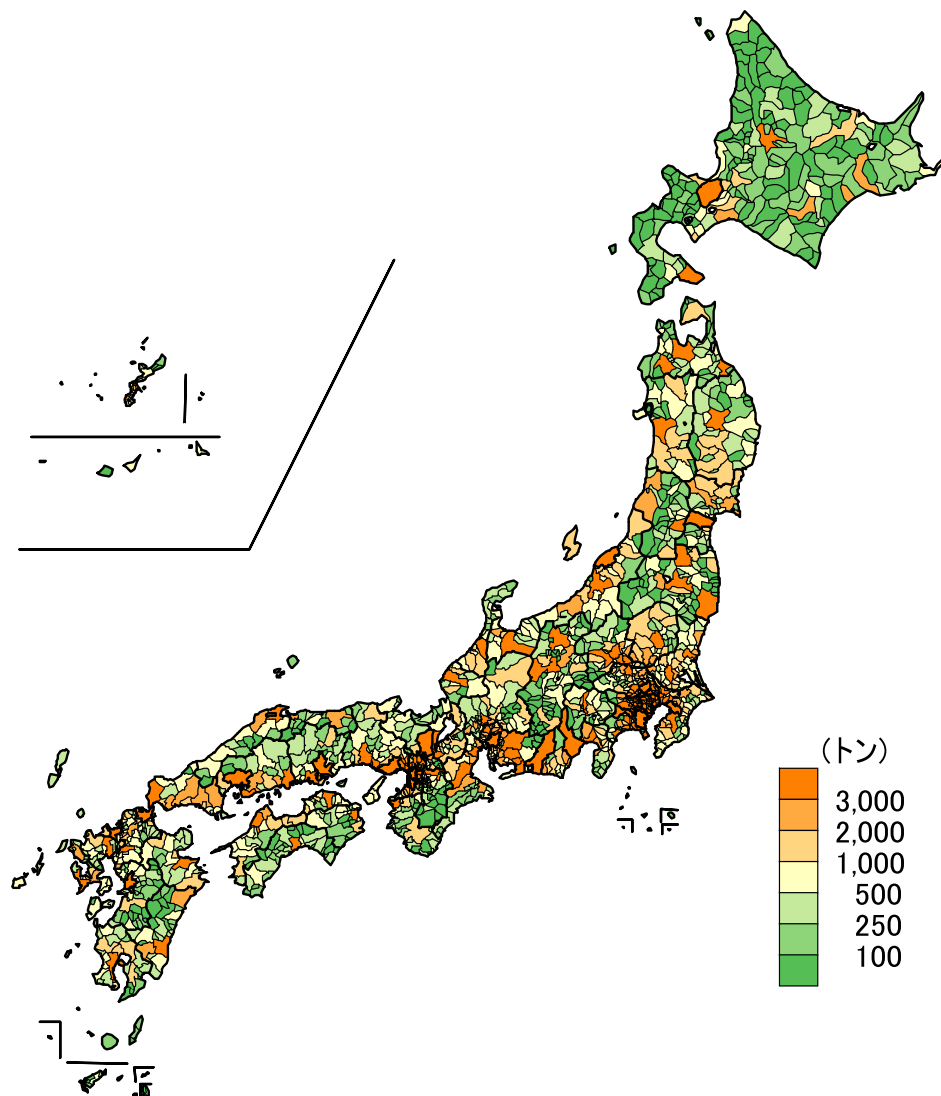


図 2-64 紙類 (一般廃棄物)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

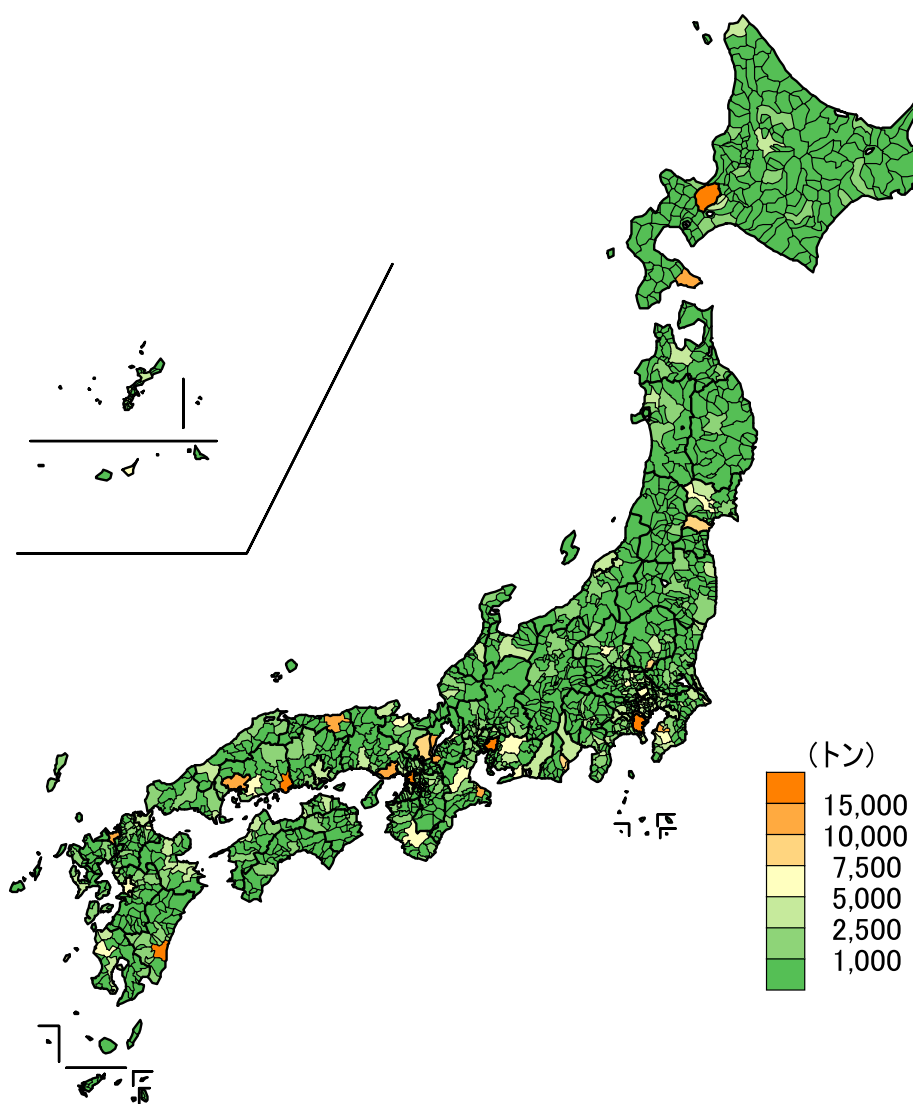


図 2-65 紙類（一般廃棄物）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

- エネルギー利用分を含めた分布状況は次頁参照。

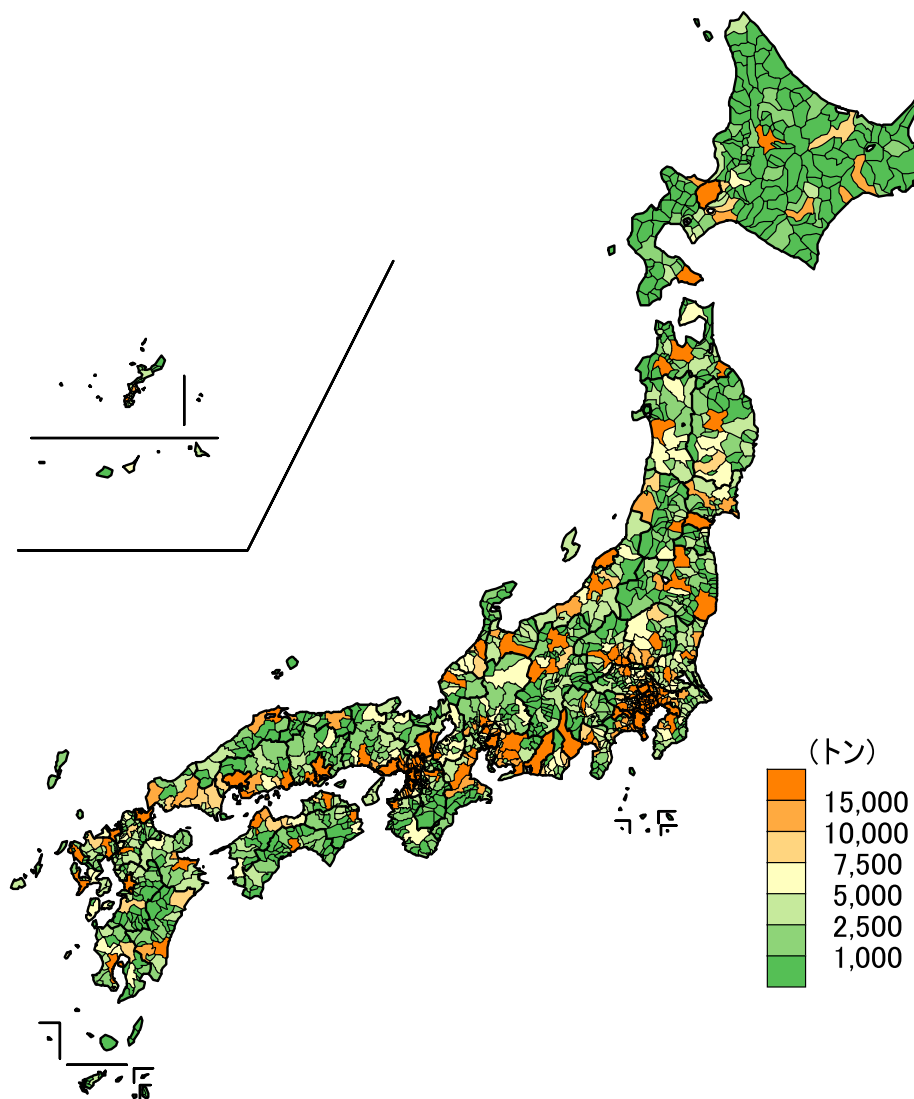


図 2-66 紙類（一般廃棄物）・利用可能量（エネルギー利用分を含めた場合）の分布状況
 ※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- エネルギー利用分とは、一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収を想定。ただし、各施設のエネルギー回収設備の効率を考慮していない。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 環境省「一般廃棄物処理実態調査」では一般廃棄物の収集量や中間処理施設別搬入量は市町村別統計として整備されているが、組成別排出量／資源化量は集計されていないため、ごみ組成の地域差や、組成別・地域別資源化状況は全国一律値を使用している。なお、当該統計では資源化施設における主な資源化品目別（紙パック、白色トレー、肥料、資料など）の資源化量の情報は存在するほか、一部の焼却処理施設では焼却ごみの組成情報を回答している場合がある。

- 中間処理施設別の資源化状況については環境省「循環利用量実態調査」における推計方法・課題に依存する。
- エネルギー利用分とは、一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収を想定。ただし、各施設のエネルギー回収設備の効率を考慮していない。

2.2.3.9 紙くず(産業廃棄物のうち、紙系産業由来のもの)

(1) 対象範囲

紙関連の廃棄物等のうち、パルプ・紙・紙加工品製造業及び印刷・同関連業から排出される産業廃棄物の紙くずを対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

全国の紙系産業由来の紙くず排出量[t]*¹ × (1-含水率[%]*²)

× (市町村別対象業種別従業者数[人]*³ / 全国対象業種別従業者数[人]*³)

<推計式の解釈>

各都道府県で実施されている産業廃棄物の排出・処理に係る実態調査は調査報告書を公開していない県も多く存在するため、当該報告書を基に毎年度取りまとめられている環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査」における全国発生量を按分することにより推計した。

全国発生量は同調査において産業廃棄物の業種別品目別排出量が公開されており、本品目の排出元と想定した2業種の発生量を、経済産業省「経済センサス 基礎調査」を基に別途集計した業種別従業者数で按分することにより推計した。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別利用可能量[t] = 市町村別賦存量 × 未利用率*⁴

<推計式の解釈>

対象業種別・地域別の有効利用量／有効利用率に関する統計は存在しないため、市町村別賦存量に全国一律の未利用率を乗じて推計した。

未利用率は、原料利用分とエネルギー利用分の割合を差し引いた11%と推定した。具体的には、原料利用割合として環境省(2020)「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」における紙くずの発生量に占める再生利用量の割合(77%)を使用した。エネルギー利用分は、原料利用分と同様に把握可能な紙くずの発生量に占める減量化の割合(20%)に対し、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」で公表されている「エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合」(紙くず:7.9%)を乗じて2%と推定した。なお、データ取得可能性の都合上、焼却処理施設内におけるエネルギー利用は含まれていない。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-47 紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の紙系産業由来の紙くず排出量[t]	全国一律	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」 ⁷⁷ ※2018年度実績値
*2	含水率[%]	全国一律	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」 ⁷⁸
*3	市町村別対象業種別従業者数[人]	市町村別	経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」 ⁷⁹ ※2014年度確報値
*4	全国対象業種別従業者数[人]	全国一律	
*5	未利用率	全国一律	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」、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」を基に有効利用率を把握し、100%から差し引いて11%と推定

⁷⁷ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00650102&kikan=00650>（最終アクセス日：2023年1月20日）

⁷⁸ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023年1月13日）

⁷⁹ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200552&tstat=000001072573>（最終アクセス日：2023年1月20日）

<参考：紙系産業由来の紙くずに関する利用データの概要>

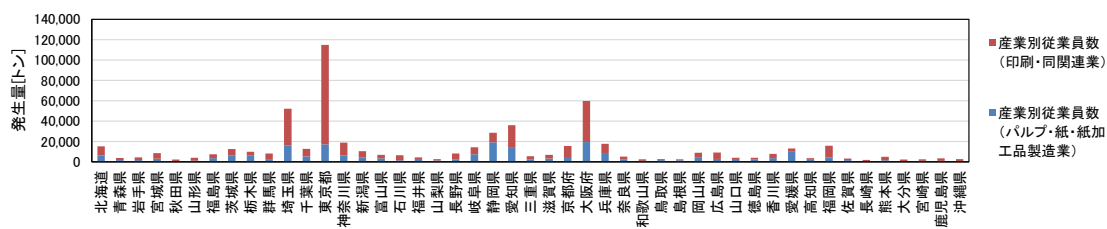


図 2-67 パルプ・紙・紙加工品製造業、印刷・同関連業の都道府県別従業者数

出所：経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」より作成

<参考：産業廃棄物のエネルギー回収割合の推定方法>

産業廃棄物のエネルギー回収割合は、焼却処理量のうち、エネルギー回収設備を有する施設での焼却量の割合をエネルギー回収分と定義した。ただし、産業廃棄物の焼却処理状況やエネルギー回収設備の導入状況に関する地域別の統計データは公表資料として存在しないため、我が国の GHG 排出インベントリの推計に利用されている全国一律値「エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合」を利用した。ただし、本データは施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合と定義されており、施設内利用分が含まれていないことに留意が必要である。

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
廃油 ¹⁾	%	0.6	0.7	0.6	2.5	4.1	4.1	2.3	4.0	4.2	4.8	4.4	3.1	3.2	3.8	3.8
廃プラスチック類	%	1.4	1.4	4.1	6.6	13.3	17.8	17.5	13.3	16.7	19.2	18.4	17.6	17.1	20.8	20.8
木くず ²⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	5.9	15.7	13.1	8.5	10.5	10.2	9.7	8.5	7.6	7.9	7.9
汚泥 ³⁾	%	0.9	0.8	1.0	1.1	2.2	3.0	3.4	8.3	12.5	12.2	12.0	10.6	11.5	11.2	11.2
その他 ⁴⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	1.5	2.2	1.8	1.9	2.6	4.2	5.0	3.3	3.6	3.3	3.3

(注)

- 1) 「石油由来の廃油」及び「動植物性廃油」に適用する。
- 2) 「紙くず」及び「木くず」に適用する。
- 3) 「下水汚泥」には適用しない。
- 4) 「天然繊維くず」及び「動植物性残渣・動物の死体」に適用する。

図 2-68 エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合

出所：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」

※上記割合は、施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合と定義されており、施設内利用分を含まないことに留意が必要である。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 625 千トンと推計され、製紙工場が多いとみられる静岡県や印刷工場が多いとみられる大都市圏に賦存しているものと推計された。ただし、従業者数は工場以外の本社等の従業者数を含むため、発生源を十分に反映できていない可能性があることには留意が必要である。

利用可能量については未利用分のみの場合全国で 133 千トン、エネルギー利用分まで含めた場合は全国で 144 千トンと推計された。本推計では全国一律の未利用率を使用しているため、地域別の分布状況としては賦存量と同様の分布状況となっていることに留意が必要である。

表 2-48 紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	625 千トン	<未利用分のみ> 133 千トン (未利用率：21%) <未利用分+エネルギー利用分> 144 千トン (未利用率：23%)
地域分布の 特徴	● 印刷・同関連業の従業者数が多い都市部の推計量が多い。	● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	● 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。	● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	主にセルロース	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

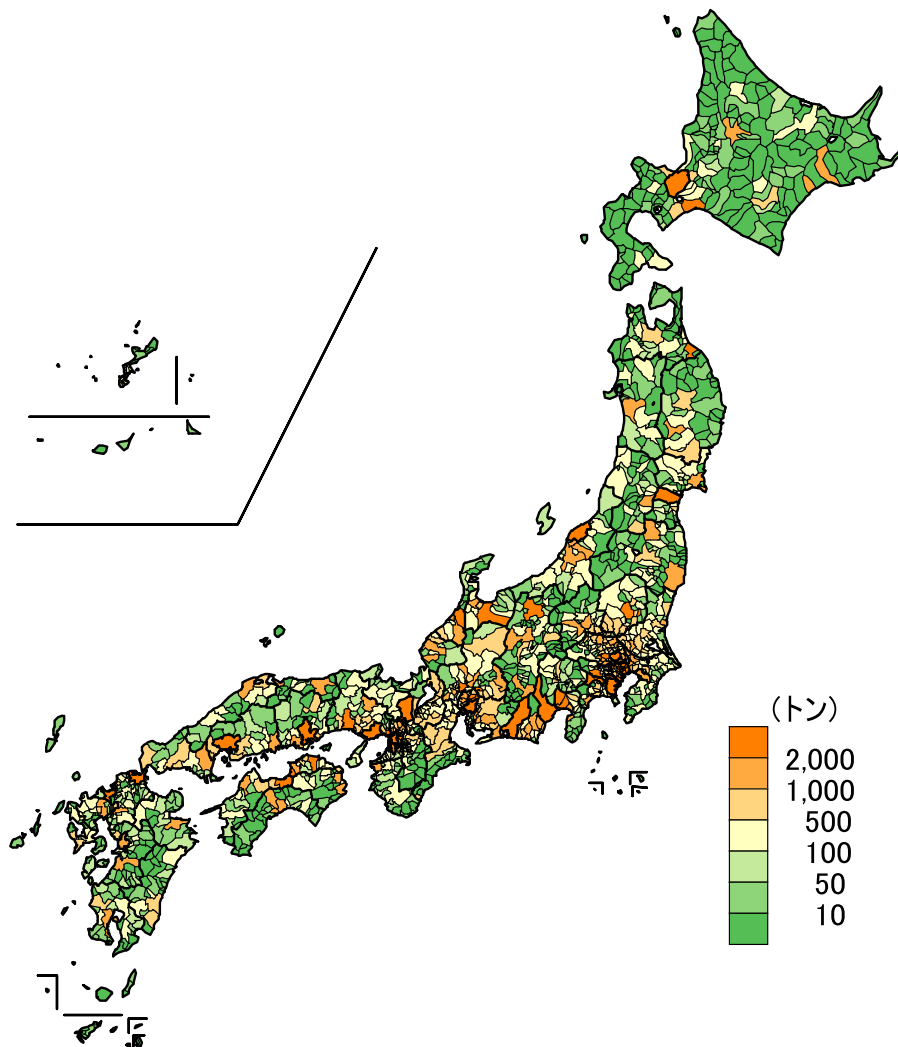


図 2-69 紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物）・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

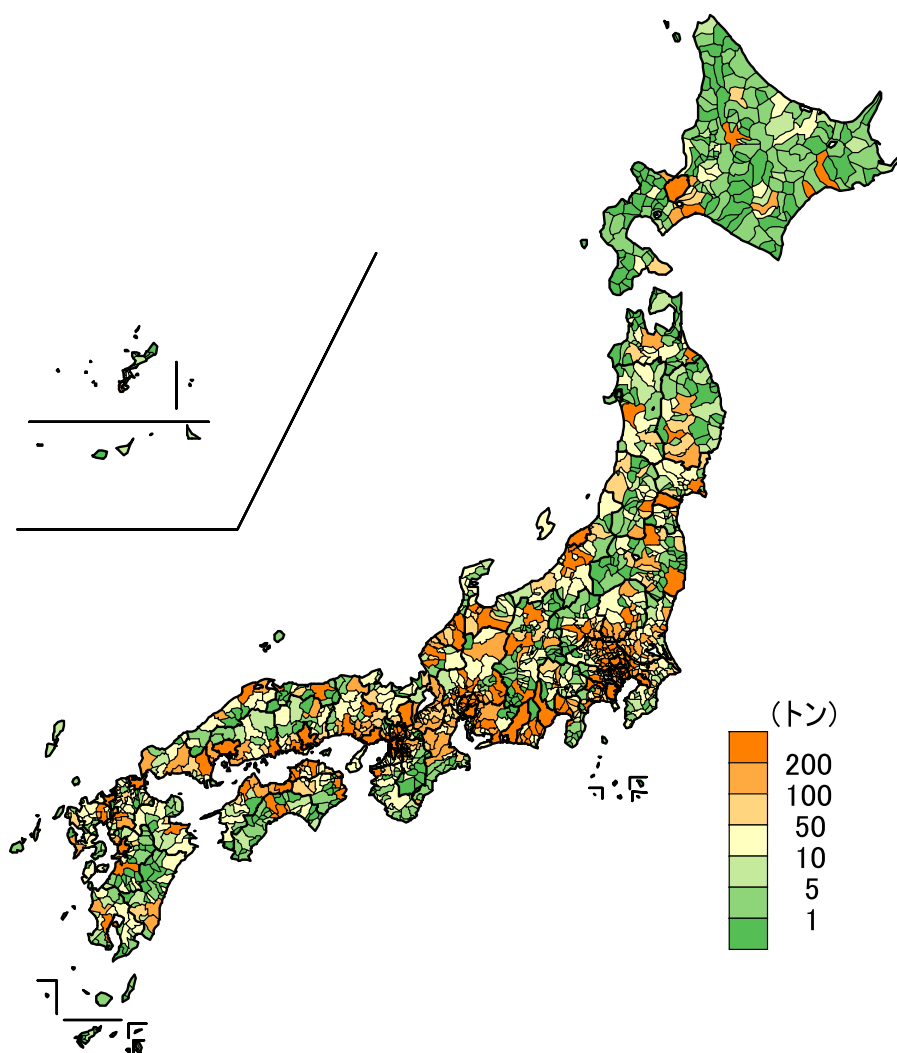


図 2-70 紙くず（紙系産業由来の産業廃棄物）・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値のため分布状況（偏在状況）は賦存量と同様

(4) 推計上の課題・留意点等

- 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源が反映されていない可能性がある。
- データの取得可能性の観点から産業別の排出量原単位の差を考慮することが困難であり、1人当たり排出量が全産業で均一であるという仮定が含まれている。
- 産業廃棄物の市町村別の利用状況に関する統計データは存在しないため、全国一律値を利用している。

2.2.3.10 紙くず(産業廃棄物のうち、建設業由来のもの)

(1) 対象範囲

紙関連の廃棄物等のうち、建設業から排出される産業廃棄物の紙くずが対象。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

全国の建設業由来の紙くず排出量[t]*¹ × (1-含水率[%]*²)

× (市区町村別着工建造物床面積[m²]*³ / 全国の着工建造物床面積[m²]*³)

<推計式の解釈>

各都道府県で実施されている産業廃棄物の排出・処理に係る実態調査は調査報告書が非公開である県も多く存在するため、当該報告書を基に毎年度取りまとめられている環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査」における建設業由来の全国発生量を国土交通省「建築着工統計調査」で公表されている着工建造物床面積で市町村別に按分した。

② 利用可能量

<推計式>

市町村別利用可能量[t] = 市町村別賦存量 × 未利用率*⁴

<推計式の解釈>

対象業種別・地域別の有効利用量／有効利用率に関する統計は存在しないため、市町村別賦存量に全国一律の未利用率を乗じて推計した。

未利用率は、紙系産業由来の紙くずと同様に、原料利用分とエネルギー利用分の割合を差し引いた11%と推定した。具体的には、原料利用分は環境省(2020)「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」における紙くずの発生量に占める再生利用量の割合(77%)とした。エネルギー利用分は、原料利用分と同様に把握可能な紙くずの発生量に占める減量化の割合(20%)に対して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」で公表されている「エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合」(紙くず:7.9%)を乗じて2%と推定した。なお、データ取得可能性の都合上、焼却処理施設内におけるエネルギー利用は含まれていない。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-49 紙くず（建設業由来の産業廃棄物）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の紙系産業由来の紙くず排出量[t]	全国一律	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」 ⁸⁰ ※2018 年度実績値
*2	含水率[%]	全国一律	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」 ⁸¹
*3	市町村別着工建造物床面積[m ²]	市町村別	国土交通省（2019）「建築着工統計調査」 ⁸² ※2018 年度実績値
*4	全国着工建造物床面積[m ²]	全国一律	
*5	未利用率	全国一律	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」、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」を基に有効利用率を把握し、100%から差し引いて 11%と推定

⁸⁰ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00650102&kikan=00650>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁸¹ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁸² https://www.mlit.go.jp/statistics/details/jutaku_list.html（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

<参考：建設業由来の紙くずに関する利用データの概要>

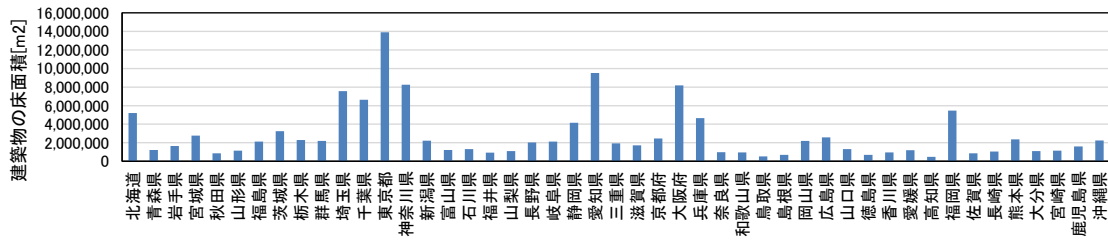


図 2-71 都道府県別着工建築物床面積

出所：国土交通省（2019）「建築着工統計調査」より作成

<参考：産業廃棄物のエネルギー回収割合の推定方法>

産業廃棄物のエネルギー回収割合は、焼却処理量のうち、エネルギー回収設備を有する施設での焼却量の割合をエネルギー回収分と定義した。ただし、産業廃棄物の焼却処理状況やエネルギー回収設備の導入状況に関する地域別の統計データは公表資料として存在しないため、我が国の GHG 排出インベントリの推計に利用されている全国一律値「エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合」を利用した。ただし、本データは施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合と定義されており、施設内利用分が含まれていないことに留意が必要である。

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
廃油 ¹⁾	%	0.6	0.7	0.6	2.5	4.1	4.1	2.3	4.0	4.2	4.8	4.4	3.1	3.2	3.8	3.8
廃プラスチック類	%	1.4	1.4	4.1	6.6	13.3	17.8	17.5	13.3	16.7	19.2	18.4	17.6	17.1	20.8	20.8
木くず ²⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	5.9	15.7	13.1	8.5	10.5	10.2	9.7	8.5	7.6	7.9	7.9
汚泥 ³⁾	%	0.9	0.8	1.0	1.1	2.2	3.0	3.4	8.3	12.5	12.2	12.0	10.6	11.5	11.2	11.2
その他 ⁴⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	1.5	2.2	1.8	1.9	2.6	4.2	5.0	3.3	3.6	3.3	3.3

(注)

- 1) 「石油由来の廃油」及び「動植物性廃油」に適用する。
- 2) 「紙くず」及び「木くず」に適用する。
- 3) 「下水汚泥」には適用しない。
- 4) 「天然繊維くず」及び「動植物性残渣・動物の死体」に適用する。

図 2-72 エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合

出所：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」

※上記割合は、施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合と定義されており、施設内利用分を含まないことに留意。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 285 千トンと推計され、建設需要が集まる大都市圏に賦存しているものと推計された。ただし、按分係数として利用した着工建造物床面積には解体時の床面積は含まれていないことに留意が必要である。

利用可能量については未利用分のみの場合は全国で 61 千トン、エネルギー利用分まで含めた場合は全国で 65 千トンと推計された。本推計では全国一律の未利用率を使用しているため、地域別の分布状況としては賦存量と同様の分布状況となっていることに留意が必要である。

表 2-50 紙くず（建設業由来の産業廃棄物）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	285 千トン	<未利用分のみ> 61 千トン (未利用率：23%) <未利用分+エネルギー利用分> 65 千トン (未利用率：23%)
地域分布の 特徴	● 建築物の着工床面積の多い都市部において物量が多い	● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	● 按分係数である着工建造物床面積には滅失分の床面積が含まれていない。	● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	主にセルロース	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

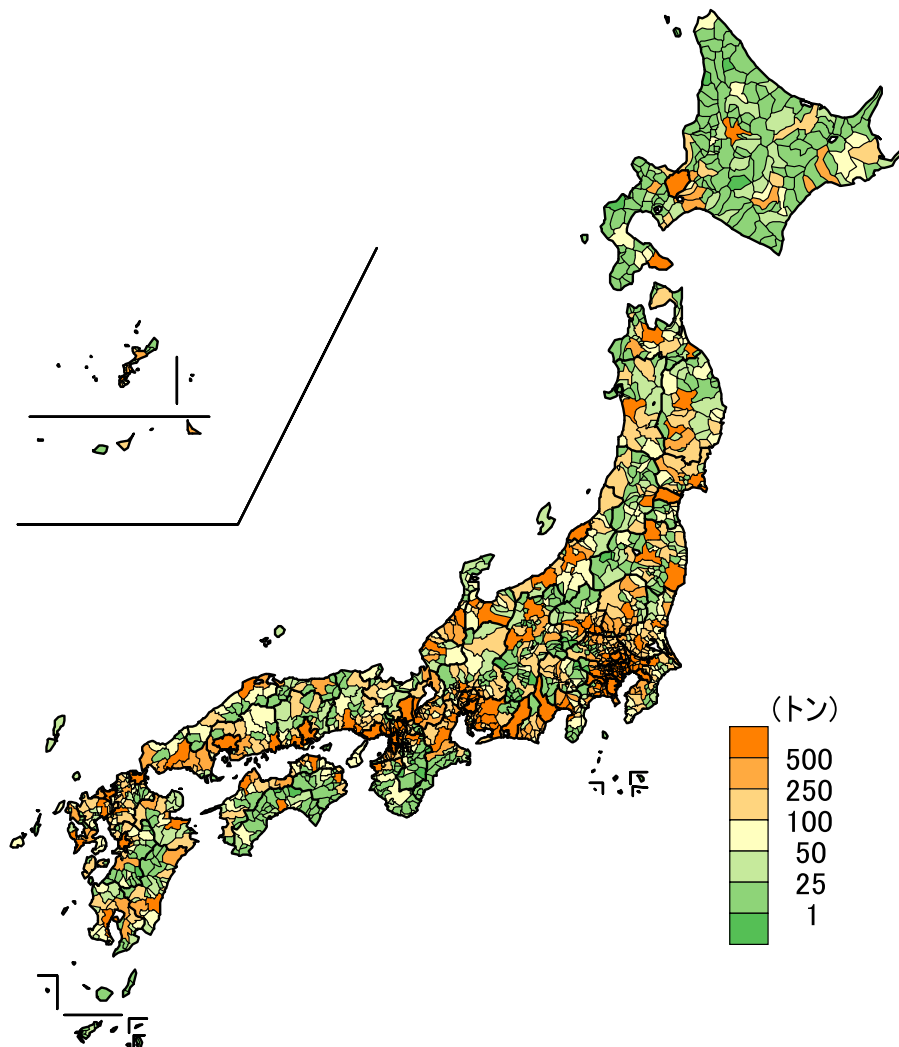


図 2-73 紙くず(産業廃棄物のうち、建設業由来のもの)・賦存量の分布状況
※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

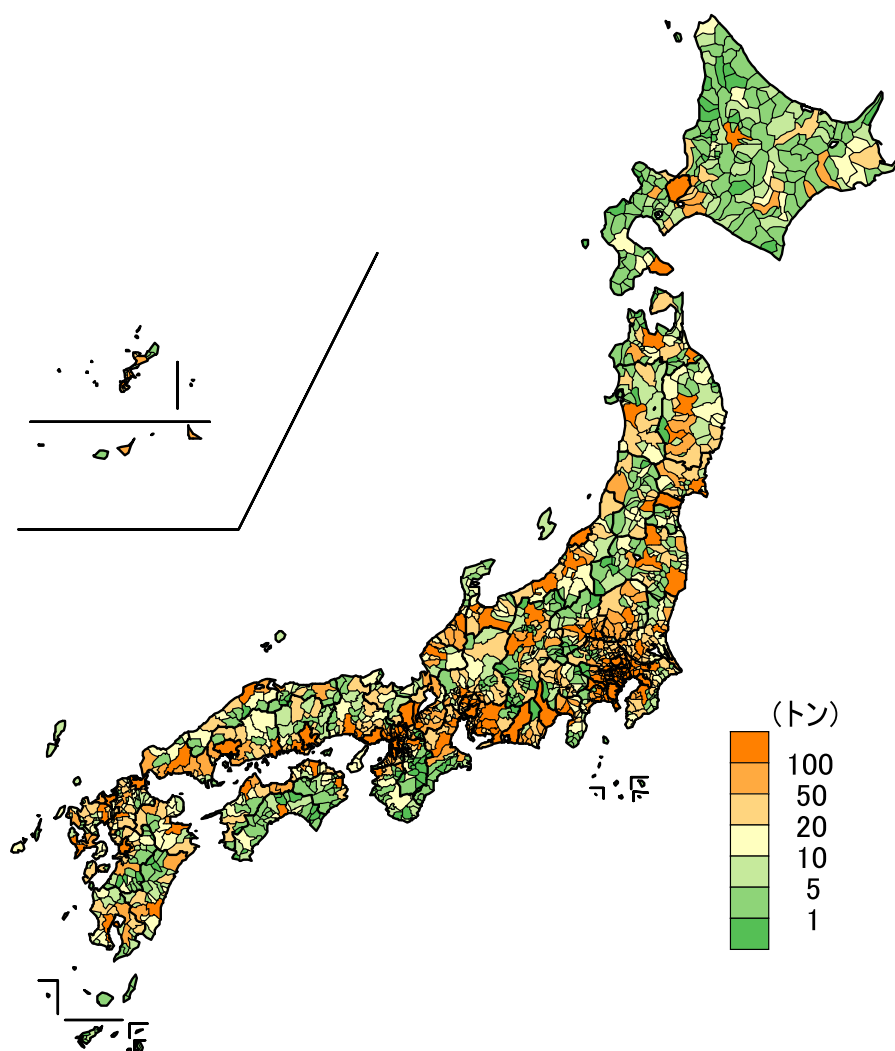


図 2-74 紙くず（産業廃棄物のうち、建設業由来のもの）・利用可能量の分布状況
※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値のため分布状況（偏在状況）は賦存量と同様

(4) 推計上の課題・留意点等

- 按分係数として利用した着工建築物床面積には解体時の床面積は含まれていないことに留意。
- 未利用率は全国一律値を使用していることに留意。

2.2.3.11 古紙(廃棄物統計で未把握な循環資源)

(1) 対象範囲

紙関連の廃棄物等のうち、廃棄物統計で未把握な循環資源に該当する古紙が対象。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

全国の法律上の廃棄物に該当しない古紙の発生量[t]^{*1} × (1-含水率[%]^{*2}) × 按分係数

按分係数 = Σ (市区町村別産業別従業者数[人]^{*3} × 産業別古紙回収原単位[kg/人]^{*4})

／ Σ (全国産業別従業者数[人]^{*5} × 産業別古紙回収原単位[kg/人]^{*4})

<推計式の解釈>

全国における廃棄物統計で未把握な循環資源の品目別発生量は環境省「循環利用量実態調査」で毎年推計されているが、地域別発生量に関するデータは存在しない。

古紙の場合、大部分はオフィス等から排出される古紙と想定されることから、経済産業省「経済センサス 基礎調査」から取得可能な産業別従業者数や、公益財団法人古紙再生促進センター「令和 3 年度オフィス発生古紙実態調査報告書」から取得可能な産業別古紙回収原単位を用いて市町村別に按分した

② 利用可能量

専ら物として回収され、全量が国内で有効利用されているもしくは循環資源として輸出されていると考えられるため、利用可能量は推計しない(ゼロとみなした)。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-51 古紙（廃棄物統計で未把握な循環資源）の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の法律上の廃棄物に該当しない古紙の発生量[t]	市町村別	環境省（2020）「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」 ⁸³
*2	含水率[%]	全国一律	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」 ⁸⁴ より、17.5%と仮定（一般廃棄物中の紙くずの含水率 20%と産業廃棄物中の紙くずの含水率 15%の平均値を想定）
*3	市区町村別産業別従業者数[人]	市区町村	経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」 ⁸⁵ ※2014 年度確報値
*4	産業別古紙回収原単位[kg/人]	全国一律	公益財団法人古紙再生促進センター「令和 3 年度オフィス発生古紙実態調査報告書」 ⁸⁶
*5	全国産業別従業者数[人]	全国一律	経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」 ※2014 年度確報値

⁸³ <https://www.env.go.jp/recycle/report/index.html>（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁸⁴ https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁸⁵ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200552&tstat=000001072573>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁸⁶ http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/Report_of_offices_recovered_paper_2022.6.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 30 日）

<参考：統計では未把握な古紙に関する利用データの概要>

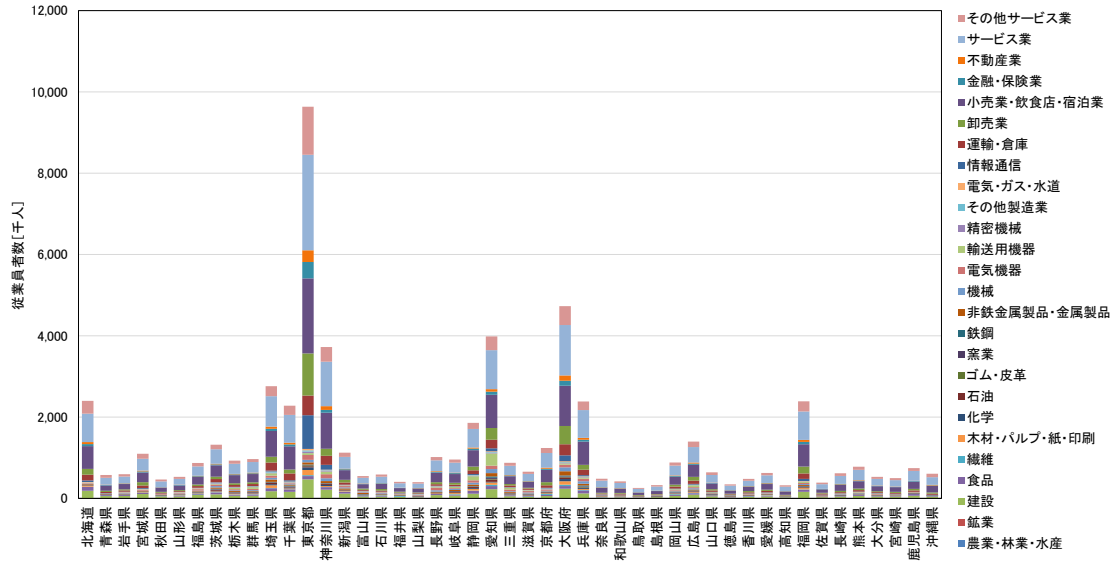


図 2-75 古紙排出元となる各産業の従業者数の分布状況

出所：経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」より作成。

※公益財団法人古紙再生促進センター「令和 3 年度オフィス発生古紙実態調査報告書」で設定された産業分類（下記）で集計した。

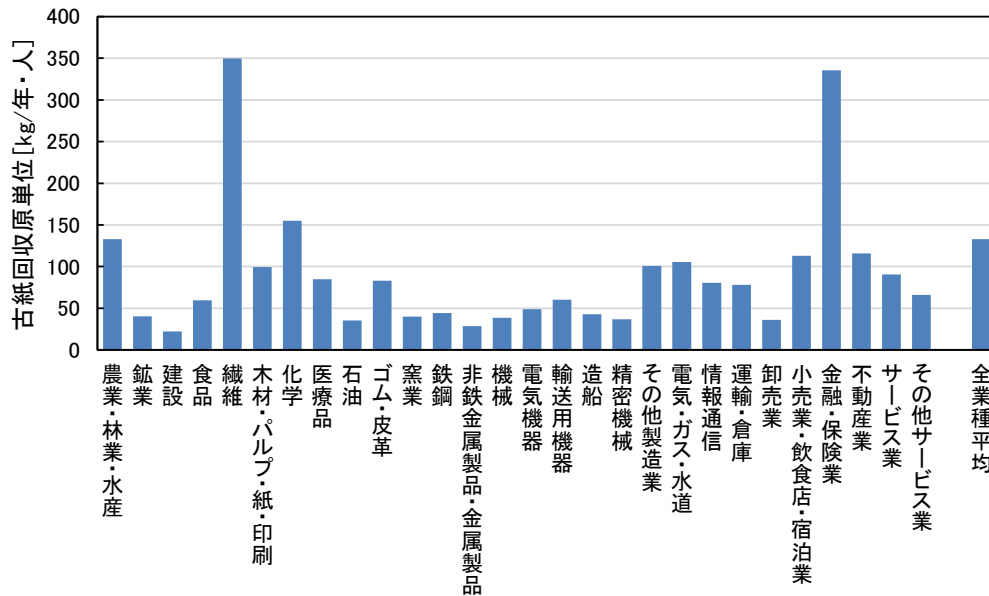


図 2-76 産業別古紙回収原単位

出所：公益財団法人古紙再生促進センター「令和 3 年度オフィス発生古紙実態調査報告書」より作成

(3) 推計結果

① 概況

賦存量は全国で 13,722 千トンと推計された。回収原単位が大きな繊維業や金融・保険業の従業者数が全産業の従業者者に占める割合は大きくないため、各産業の従業者数の総数が大きな地域に集中する形となった。

表 2-52 古紙（廃棄物統計で未把握な循環資源）の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 （全国値） ※絶乾重量	13,722 千トン	—（推計対象外） *本品目の対象範囲の定義上、全量が原料利用されていると考えられるため。
地域分布の 特徴	● 各産業の従業者が集中する都市部を中心に分布。特に、食品製造業、小売業・飲食店・宿泊業では回収量原単位が大きく、当該産業が多い地域に分布する。	—
推計上の 課題・留意点	● 特になし	—
主な組成	主にセルロース	—

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

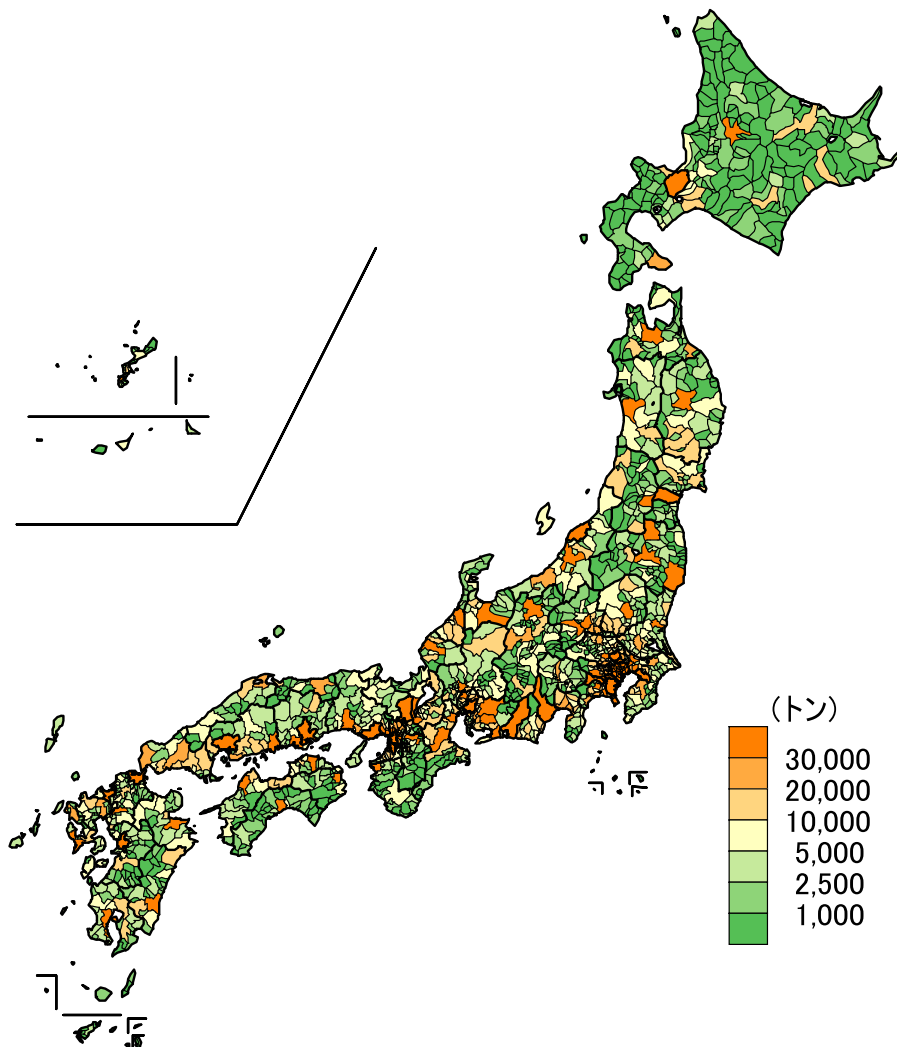


図 2-77 古紙(廃棄物統計で未把握な循環資源)・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

全量が現状有効利用されている状況のため、利用可能量として推計しなかった。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。

2.2.3.12 動植物性廃油

(1) 対象範囲

産業廃棄物及び法律上の廃棄物に該当しない循環資源（以下、等）として排出される廃油のうち、動植物性の廃油（廃食用油）を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

$$\text{市町村別賦存量[t]} = \text{市町村別家庭系食用油排出量} + \text{市町村別事業系食用油排出量}$$
$$\text{市町村別家庭系食用油排出量} =$$
$$\text{家庭系食用油全国排出量[t]}^{*1} \times (\text{市町村別人口[人]}^{*2} / \text{日本総人口[人]}^{*2})$$
$$\text{市町村別事業系食用油排出量} =$$
$$\text{事業系食用油全国排出量[t]}^{*1} \times (\text{市町村別産業別従業者数[人]}^{*3} / \text{全国産業別従業者数[人]}^{*3})$$

<推計式の解釈>

食用油の業界団体である全国油脂事業協同組合連合会が取りまとめている食用油のマテリアルフローから全国発生量を取得し、家庭系食用油は市町村別総人口、事業系食用油は食品工業・外食産業の従業者数で按分し、推計値を求めた。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量[t]} \times \text{未利用率[t]}^{*1}$$

<推計式の解釈>

賦存量に対し、全国における未利用率を乗じて推計した。

未利用率は、食用油の業界団体である全国油脂事業協同組合連合会が取りまとめている食用油のマテリアルフローを基に、家庭系食用油は95%、事業系食用油は9.5%と推定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-53 動植物性廃油の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の家系系食用油排出量[t]	全国一律	全国油脂事業協同組合連合会（2021）「UC オイルのリサイクルの流れ図（令和 2 年度版）」 ⁸⁷
*2	市町村別人口[人]	市町村別	総務省（2020）「国勢調査」 ⁸⁸
*3	日本総人口[人]	全国一律	※2020 年度確報値
*4	全国の事業系食用油排出量[t]	全国一律	経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」 ⁸⁹
*5	市町村別産業別従業者数[人]	市町村別	※2014 年度確報値
*6	未利用率[t]	全国一律	全国油脂事業協同組合連合会（2021）「UC オイルのリサイクルの流れ図（令和 2 年度版）」より推定（家庭系食用油：95%、事業系食用油：9.5%）

⁸⁷ https://zenyuren.or.jp/document/220407_ucorecycleflow_r3.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 30 日）

⁸⁸ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001136464&cycle=0&year=20200&month=24101210&tclass1=000001136466>（最終アクセス日：2023 年 1 月 30 日）

⁸⁹ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200552&tstat=000001072573>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

<参考：動植物性廃油に関する利用データの概要>

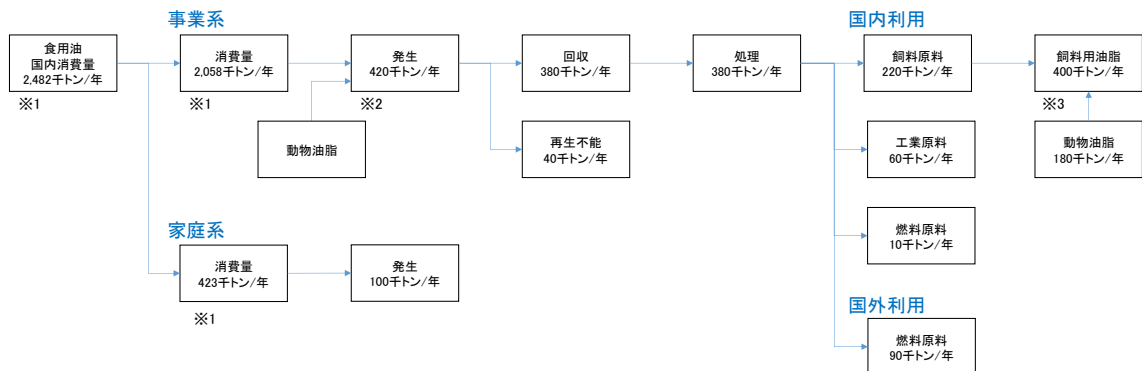


図 2-78 廃食用油 (UC オイル) のマテリアルフロー

出所：全国油脂事業協同組合連合会（2021）「UC オイルのリサイクルの流れ図（令和 2 年度版）」より作成

※1：農林水産省「我が国の油脂事情」令和元年統計を出典とする

※2：食品工場等の自社消費分は含まれていない

※3：農林水産省「飼料月報」配合・混合飼料向け油脂量集計値（令和元年 1 月～12 月）に基づき集計されたもの

※4：その他の数値については全国油脂事業協同組合連合会が実態調査等の情報収集による総合判断に基づいて推計されたもの

※5：※家庭系の「発生」以降のフローについては、2015 年度版まで記載があり、約 5%が「BDF、石鹼」向けの利用とされていた。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 520 千トンと推計された。本品目は家庭系食用油よりも事業系食用油の方が多く発生するため、事業系食用油の按分係数となっている対象業種の従業者数が多いとみられる大都市圏に偏在しているものと推計された。

利用可能量については、135 千トンと推計された。家庭系食用油と事業系食用油とでは未利用率が大きく異なるため、未利用率が高い家庭系食用油が多く賦存する地域に集中することとなるが、事業系食用油の賦存量も対象業種が集中する大都市圏であったため、結果的には賦存量と同様の分布状況となった。

ただし、事業系食用油の按分係数として利用した従業者数は工場以外の本社等の従業者数を含むため、賦存量の発生源を十分に反映できていない可能性があることには留意が必要である。

表 2-54 動植物性廃油の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※絶乾重量	520 千トン	135 千トン (未利用率：26%)
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 国内発生量の大半が事業系廃食用油であり、都市部に多く分布 	<ul style="list-style-type: none"> ● 全国一律の未利用率を使用しているため、地域別分布は賦存量と同様。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 産業別の排出量原単位の差は考慮できていない。 ● 事業系食用油は按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域別の利用状況の取得が困難。
主な組成	飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

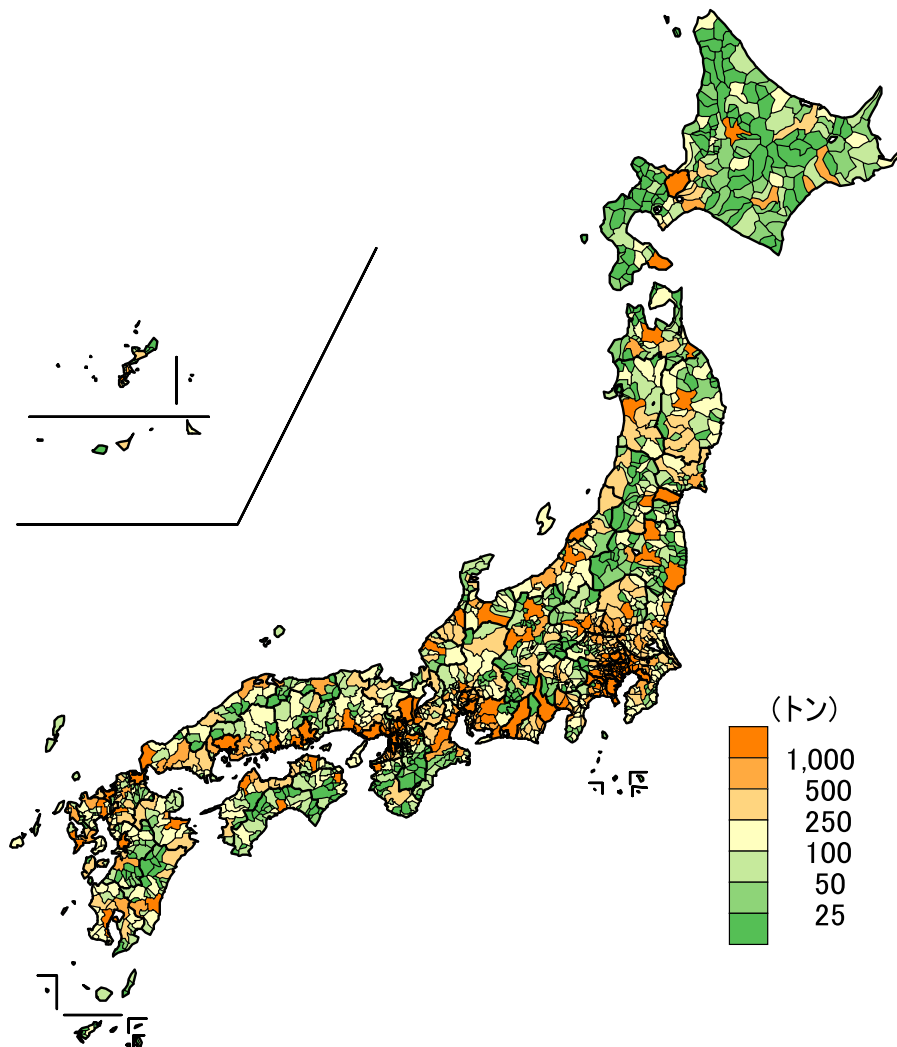


図 2-79 動植物性廃油・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。

b) 利用可能量

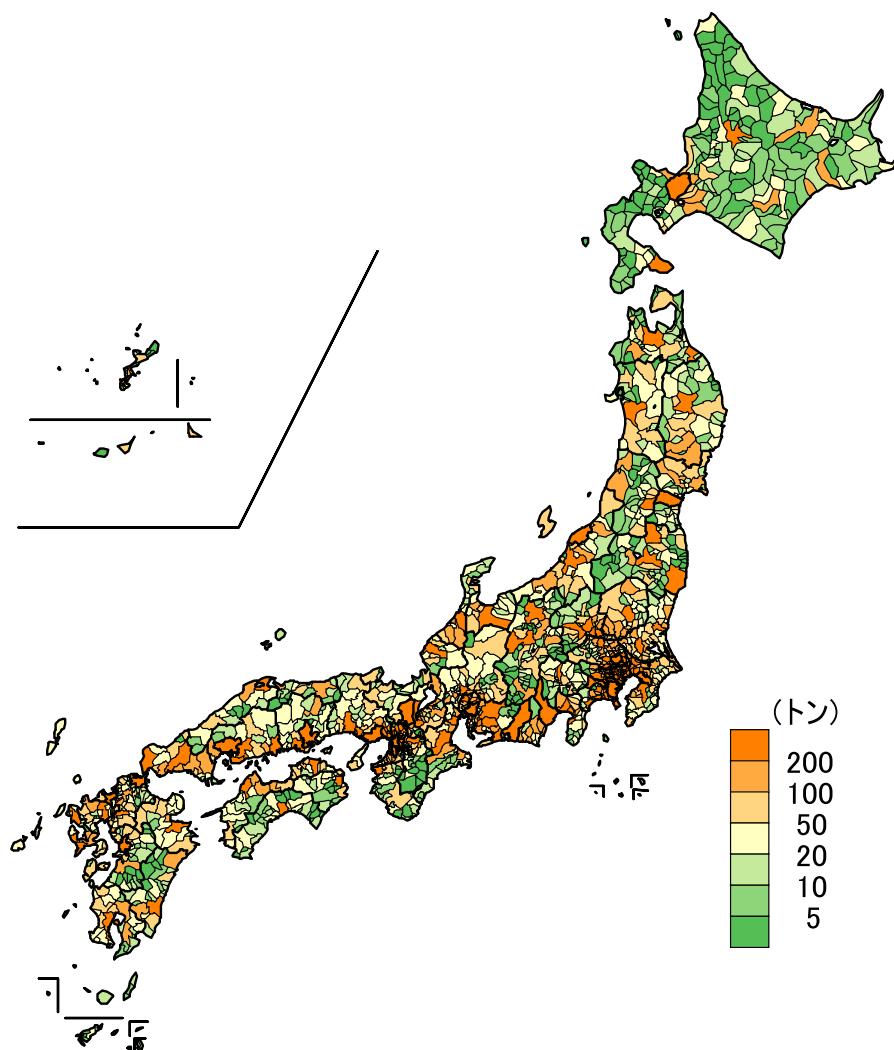


図 2-80 動植物性廃油・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 未利用率は全国一律値を用いているが、家庭系と事業系に分けて推計しているため、分布状況（偏在状況）は賦存量と若干の差がある。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 事業系食用油は按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。
- データの取得可能性の観点から産業別の排出量原単位の差を考慮することが困難であり、1人当たり排出量が全産業で均一であるという仮定が含まれている。
- 産業廃棄物の市町村別の利用状況に関する統計データは存在しないため、全国一律値を利用している。

2.2.4 グレー炭素

2.2.4.1 廃プラスチック類

(1) 対象範囲

一般廃棄物、産業廃棄物及び法律上の廃棄物に該当しない循環資源として排出される全てのプラスチック類が対象。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t]=

一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別発生量[t] (a)

+ 産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別発生量[t] (b)

+ 法律上の廃棄物に該当しない循環資源（プラスチック）市町村別発生量[t] (c)

(a) 一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別発生量[t] (a)

= 市町村別ごみ収集量[t]*¹ × 一般廃棄物に占める廃プラスチックの割合[%]*²
× (1-含水率[%]*³) × (1-付着物割合 [%]*⁴)

(b) 産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別発生量[t]

= 全国の業種別廃プラスチック類排出量*⁵ × 按分係数

(c) 法律上の廃棄物に該当しない循環資源（プラスチック）市町村別発生量[t] (c)

= 法律上の廃棄物に該当しない循環資源（プラスチック）の全国発生量[t]*⁶ × 按分係数

按分係数=市町村別の業種別従業者数[人]*⁷/全国の業種別従業者数[人]*⁸

<推計式の解釈>

一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別発生量については、環境省「一般廃棄物処理実態調査」で毎年度調査されている一般廃棄物の市町村別ごみ搬入量に対して一般廃棄物中に占める廃プラスチックの割合、含水率、付着物割合を加味して絶乾重量ベースの賦存量として推計した。「一般廃棄物中に占める廃プラスチックの割合」は、環境省「循環利用量実態調査」から入手可能な一般廃棄物中に占める廃プラスチックの割合（全国一律で 11%と推定）を使用し、「含水率」及び「付着物割合」は、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」から含水率を 26%、付着物割合を 12%とした。

産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別発生量については、各都道府県

で実施されている産業廃棄物の排出・処理に係る実態調査は調査報告書が非公開である県も多く存在するため、当該報告書を基に毎年度取りまとめられている環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査」における業種別全国発生量を、経済産業省「経済センサス 基礎調査」を基に別途集計した業種別従業者数で按分することで推計した。

法律上の廃棄物に該当しない循環資源（プラスチック）市町村別発生量についても、産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別発生量と同様の手法で推計した。ただし、主に製造業における工程ロスが由来となることを考慮し、按分係数として利用する業種別従業者数は製造業のみを対象とした。

② 利用可能量

＜推計式＞

市町村別利用可能量[t] =

- 一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別利用可能量[t] (a)
- + 産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別利用可能量[t] (b)
- + 法律上の廃棄物に該当しない循環資源（プラスチック）市町村別利用可能量[t] (c)

(a) 一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別利用可能量[t]

- = 一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別賦存量[t]
- × 事業系一般廃棄物へ混入する廃プラスチックの未利用率[%]*7

(b) 産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別利用可能量[t]

- = 産業廃棄物として発生する廃プラスチックの市町村別賦存量[t]
- × 産業廃棄物として発生する廃プラスチックの未利用率[%]*8

＜推計式の解釈＞

一般廃棄物中の廃プラスチックの市町村別利用可能量については、市町村別に原料利用分の割合及びエネルギー利用分の割合を把握したうえで両者を全体から除いた割合を「未利用率」として推定し、市町村別賦存量に乗じることで推計した。原料利用分の割合については、環境省「循環利用量実態調査」を基に一般廃棄物の中間処理施設別組成別処理比率（再資源化比率、減量化比率、残渣焼却比率、残渣埋立比率）を全国一律値として推定し、再資源化比率を原料利用分の割合として使用した。エネルギー利用分の割合については、原料利用分と同様の方法で中間処理施設別組成別処理比率を全国一律値として推定して減量化比率を把握し、環境省「一般廃棄物処理実態調査」から市町村別にエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理量の割合（市町村別焼却処理量に占めるエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理割合）を把握し、両者を乗じて得られた比率をエネルギー利用分の割合として推定した。なお、RDFやRPF等のごみ燃料は環境省「循環利用量実態調査」における

循環利用量の品目分類に従い原料利用分としてカウントされていることに留意が必要である。

産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の市町村別利用可能量については、対象業種別・地域別の有効利用量／有効利用率に関する統計は存在しないため、市町村別賦存量に全国一律の未利用率を乗じて推計した。未利用率は、原料利用分とエネルギー利用分の割合を差し引いた 20%と推定した。具体的には、原料利用分は環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」における廃プラスチック類の発生量に占める再生利用量の割合（59%）を使用した。エネルギー利用分は、原料利用分と同様に把握可能な廃プラスチック類の発生量に占める減量化の割合（26%）に対して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」で公表されている「エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合」（廃プラスチック類：20.8%）を乗じて 21%と推定した。なお、データ取得可能性の都合上、焼却処理施設内におけるエネルギー利用は含まれていない。

なお、賦存量では推計対象となっている法律上の廃棄物に該当しない循環資源に含まれるプラスチック類については全量が国内で有効利用されているもしくは循環資源として輸出されていると考えられるため、利用可能量は推計対象外とした。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-55 廃プラスチック類の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	市区町村別・ごみ搬入量	市町村別	環境省（2019）「一般廃棄物処理実態調査」 ⁹⁰ ※平成 30 年度実績値
*2	（一般廃棄物中の）プラスチック割合	全国一律	環境省（2021）「循環利用量実態調査」 ⁹¹ を基に一般廃棄物全体の発生量に占めるプラスチック及びペットボトルの割合を設定
*3	（一般廃棄物中のプラスチックの）含水率、付着物割合	全国一律	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」 ⁹² ※含水率：26%、付着物割合：12%と設定。
*4	全国の業種別廃プラスチック類排出量	全国一律	環境省（2020）「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」 ⁹³ ※平成 30 年度実績値
*5	法律上の廃棄物に該当しない循環資源（プラスチック）の全国発生量	全国一律	環境省（2021）「循環利用量実態調査」 ※平成 30 年度値
*6	市町村別の業種別従業者数	市町村別	経済産業省（2015）「経済センサス 基礎調査」 ⁹⁴
*7	全国の業種別従業者数	全国値	※2014 年度確報値

⁹⁰ https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁹¹ <https://www.env.go.jp/recycle/report/index.html>（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁹² https://www.nies.go.jp/gio/archive/nir/jqjm10000017uzyw-att/NIR-JPN-2022-v3.0_J_GIOweb.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 13 日）

⁹³ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00650102&kikan=00650>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

⁹⁴ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200552&tstat=000001072573>（最終アクセス日：2023 年 1 月 20 日）

<参考：一般廃棄物中間処理施設別処理比率の推定方法>

環境省「循環利用量実態調査」で毎年度推計されている中間処理施設別処理状況の例と中間処理施設別の施設別処理比率（再資源化率、減量化率、残渣焼却率、残渣埋立率）の推定結果を下図に示す。このうち、「再資源化率」を本推計における原料利用分の割合、「減量化率」のうち、エネルギー回収設備を有する焼却施設によるものを本推計におけるエネルギー利用分の割合として計上した。ここで、焼却施設におけるエネルギー回収設備の有無は、環境省「一般廃棄物処理実態調査」における施設別の設備情報を基に判定した。ただし、一部の焼却施設では焼却処理量の実績値の回答がなく、本推計において当該施設を有する市町村ではエネルギー回収が行われていない割合が高まってしまいうことに留意が必要である。

環境省「循環利用量実態調査」における中間処理施設における資源化状況の記載例

表 4-1-22 その他の施設の組成別の再資源化、減量化等

	処理量	再資源化		残渣処理		減量化
		素材	複合品	残渣焼却	残渣埋立	
紙	1,426	456	95	694	4	178
金属	1,029	630	69		330	
ガラス	665	515	44		106	
ペットボトル	241	241	0	0	0	0
プラスチック	637	635	2	0	0	0
厨芥	133			116	1	17
繊維	87	37	6	33	0	11
その他可燃	206		14	165	1	26
その他不燃	446		30	413	3	
合計	4,869	2,513	259	1,421	445	231

各中間処理施設における処理比率を
 ・再資源化率 = 再資源化量/処理量
 ・減量化率 = 減量化量/処理量
 ・残渣焼却率 = 残渣焼却量/処理量
 ・残渣埋立率 = 残渣埋立量/処理量
 として設定

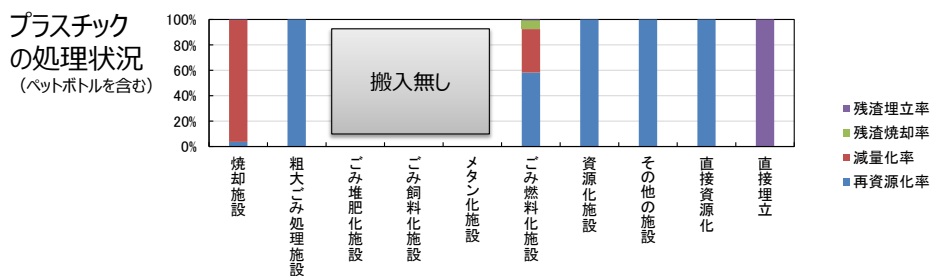


図 2-81 一般廃棄物中間処理施設別処理比率（プラスチックの場合）

出所：環境省「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」より作成

<参考：一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収の状況>

一般廃棄物焼却処理施設では多くの施設で発電・熱利用向けのエネルギー回収設備の導入が進んでおり、環境省「一般廃棄物処理実態調査」でその状況が毎年度取りまとめられている。そこで、各市町村における焼却処理量の総量のうち、エネルギー回収設備を有する施設での焼却量の割合をエネルギー回収分と定義し、当該割合を市町村別に推定した。

なお、一部事務組合に焼却処理を委託している市町村の焼却処理量については、当該組合が管轄する焼却施設の焼却処理量を、当該組合を構成する市町村が拠出した組合分担金の割合で按分することにより、市町村別焼却処理量を推計した。

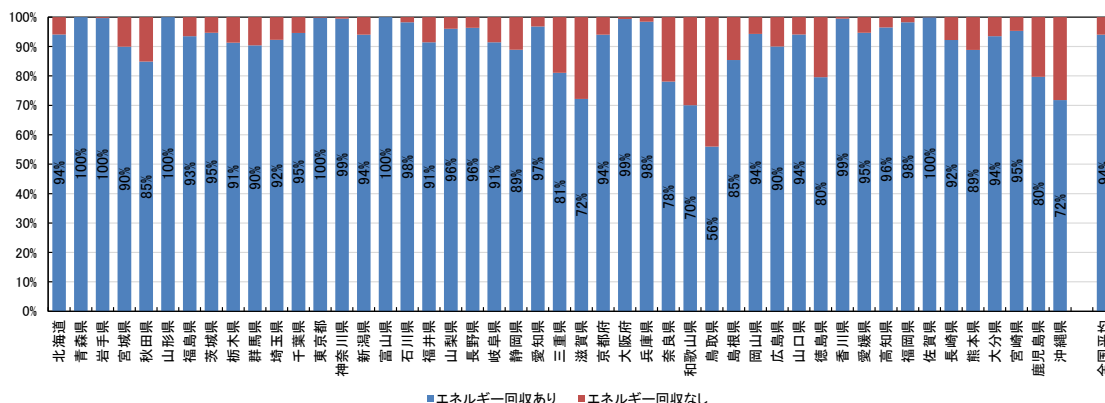


図 2-82 総焼却処理量に占めるエネルギー回収設備を有する施設での焼却処理量の割合
出所：環境省「一般廃棄物処理実態調査」より作成

<参考：産業廃棄物のエネルギー回収割合の推定方法>

産業廃棄物に関しても一部の焼却処理施設においてエネルギー回収設備が導入されている。そこで、一般廃棄物のエネルギー回収量と同様の考え方にに基づき、焼却処理量のうち、エネルギー回収設備を有する施設での焼却量の割合をエネルギー回収分と定義した。ただし、産業廃棄物の焼却処理状況やエネルギー回収設備の導入状況に関する地域別の統計データは公表資料として存在しないため、我が国の GHG 排出インベントリの推計に利用されている全国一律値「エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合」を利用した。ただし、本データは施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合と定義されており、施設内利用分が含まれていないことに留意が必要である。

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
廃油 ¹⁾	%	0.6	0.7	0.6	2.5	4.1	4.1	2.3	4.0	4.2	4.8	4.4	3.1	3.2	3.8	3.8
廃プラスチック類	%	1.4	1.4	4.1	6.6	13.3	17.8	17.5	13.3	16.7	19.2	18.4	17.6	17.1	20.8	20.8
木くず ²⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	5.9	15.7	13.1	8.5	10.5	10.2	9.7	8.5	7.6	7.9	7.9
汚泥 ³⁾	%	0.9	0.8	1.0	1.1	2.2	3.0	3.4	8.3	12.5	12.2	12.0	10.6	11.5	11.2	11.2
その他 ⁴⁾	%	0.2	0.8	1.1	1.5	1.5	2.2	1.8	1.9	2.6	4.2	5.0	3.3	3.6	3.3	3.3

- (注)
- 1) 「石油由来の廃油」及び「動植物性廃油」に適用する。
 - 2) 「紙くず」及び「木くず」に適用する。
 - 3) 「下水汚泥」には適用しない。
 - 4) 「天然繊維くず」及び「動植物性残渣・動物の死体」に適用する。

図 2-83 エネルギー回収を行う産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の割合
出所：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」

※上記割合は、施設外に電気もしくは熱を供給する産業廃棄物焼却処理施設で焼却される産業廃棄物の種類ごとの割合と定義されており、施設内利用分を含まないことに留意。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については、全国で 10,069 千トンと推計された。内訳品目の中で最も全国発生量が大きな産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の分布状況に依存する形となるため、従業者数が多いとみられる大都市圏周辺の市区町村や都道府県庁所在地に偏在している。

利用可能量については、廃プラスチック類の多くが現状焼却処理施設でエネルギー回収されていることを考慮し、①各炭素源で統一的な未利用分となる単純焼却・埋立分のみを対象とした利用可能量の他に、②焼却時エネルギー回収分を①に加算した利用可能量、を併せて示すこととした。①の場合、未利用率 27%に相当する 2,743 千トンが利用可能量にあたりと推計された。ただし、産業廃棄物の廃プラスチック類の未利用率の推定にあたって利用した統計資料におけるデータ取得可能性の都合上、当該内訳品目の未利用分に施設内利用分のエネルギー回収量が含まれていると考えられることに留意が必要である。②の場合、未利用率 43%に相当する 4,914 千トンが利用可能量として推計された。いずれの場合でも、賦存量と同様に全国発生量が大きな産業廃棄物として発生する廃プラスチック類の分布状況に依存する形となるため、排出元となる各産業の従業者数が多いとみられる大都市圏周辺の市区町村や都道府県庁所在地に偏在している。

表 2-56 廃プラスチック類の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値) ※一般廃棄物分のみ絶対乾重量	10,069 千トン	<未利用分のみ> 2,743 千トン (未利用率：27%) <未利用分+エネルギー利用分> 4,914 千トン (未利用率：49%)
地域分布の特徴	● 内訳品目の中で最も発生量が大 きな産業廃棄物由来の廃プラス チック類の按分係数である従業 者数に依存し、大都市圏や県庁所 在地の都市への偏在が大きい。	● 同左 (産業廃棄物由来の廃プラスチ ック類の未利用率は全国一律値 を使用しているため、賦存量に類 似する分布状況となる)
推計上の 課題・留意点	<一般廃棄物の廃プラスチック類> ● 市区町村別のごみ組成に関する データは存在しないため、ごみ組 成の地域差は考慮できていない。	<一般廃棄物の廃プラスチック類> ● 組成別・地域別資源化状況は取得 困難。 ● 中間処理施設別の資源化状況に ついては環境省・循環利用量実態

	賦存量	利用可能量
	<p><産業廃棄物の廃プラスチック類、法律上の廃棄物に該当しない循環資源に含まれる廃プラスチック類></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 含水率に関するデータが存在しない。 ● 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。 	<p>調査における推計方法に依存することに留意が必要である。</p> <p><産業廃棄物の廃プラスチック類></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地域別の利用状況の取得が困難。 ● エネルギー利用分の推計に利用した統計データは焼却施設内でのエネルギー利用分を含まれていない。
主な組成	ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン類、塩化ビニル樹脂 など	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

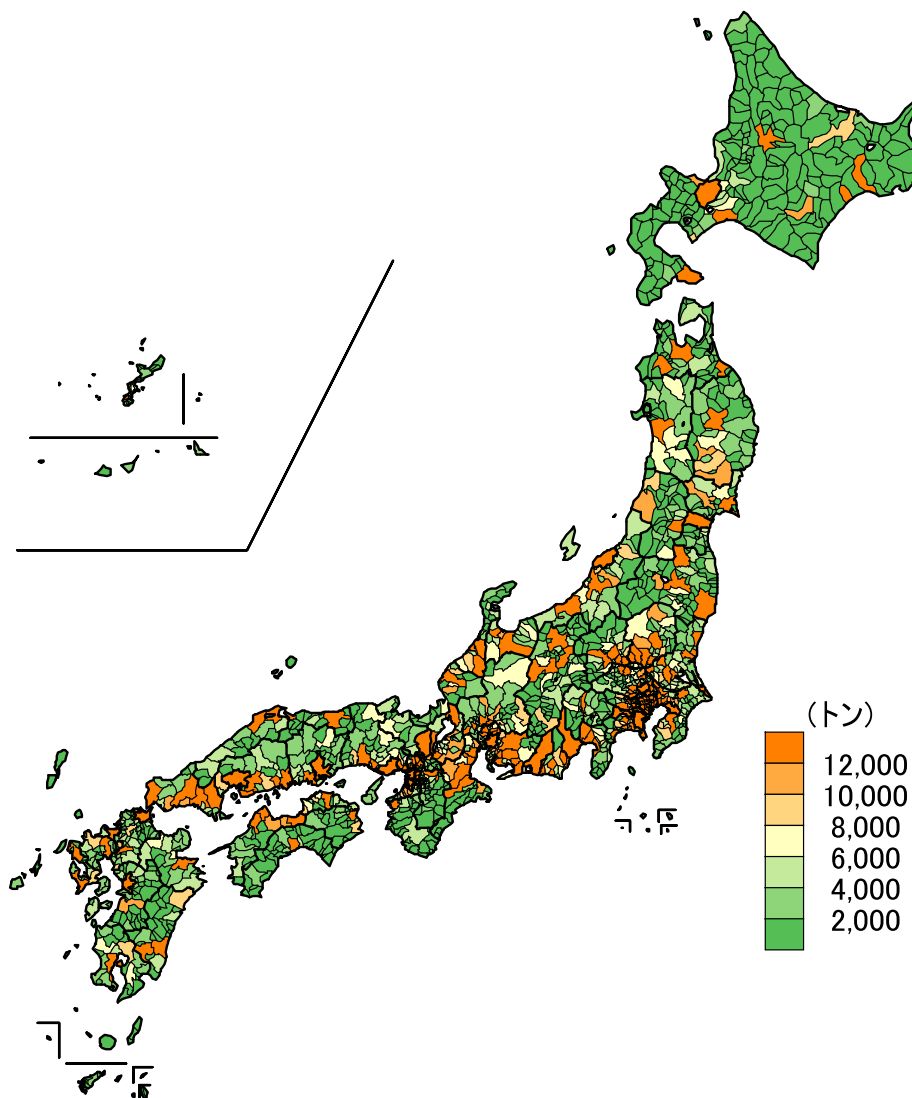


図 2-84 廃プラスチック類・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 産業廃棄物の廃プラスチック類に関する含水率や付着物割合に関するデータが存在しないため、純粋なプラスチック重量よりも過大に推計されている可能性がある。
- 産業廃棄物の廃プラスチック類の按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。

b) 利用可能量

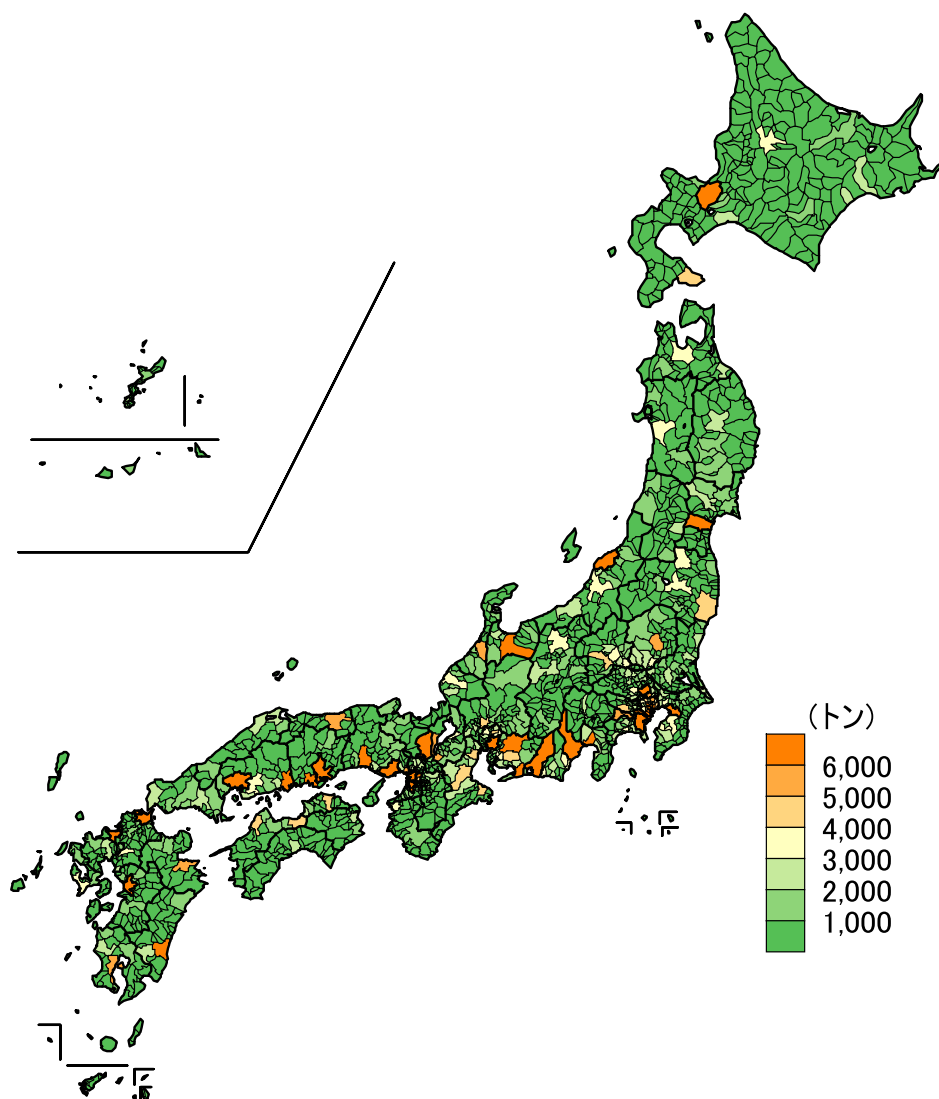


図 2-85 廃プラスチック類・利用可能量の分布状況（未利用分）

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 産業廃棄物の廃プラスチック類に関する含水率や付着物割合に関するデータが存在しないため、純粋なプラスチック重量よりも過大に推計されている可能性がある。
- 産業廃棄物の廃プラスチック類の按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。
- 未利用分は単純焼却及び埋立分を想定しているが、データの取得可能性の都合により、産業廃棄物焼却施設における施設内利用向けのエネルギー回収が含まれており、過大な推計になっている。
- 産業廃棄物由来の廃プラスチックについては全国一律の未利用率を乗じている。

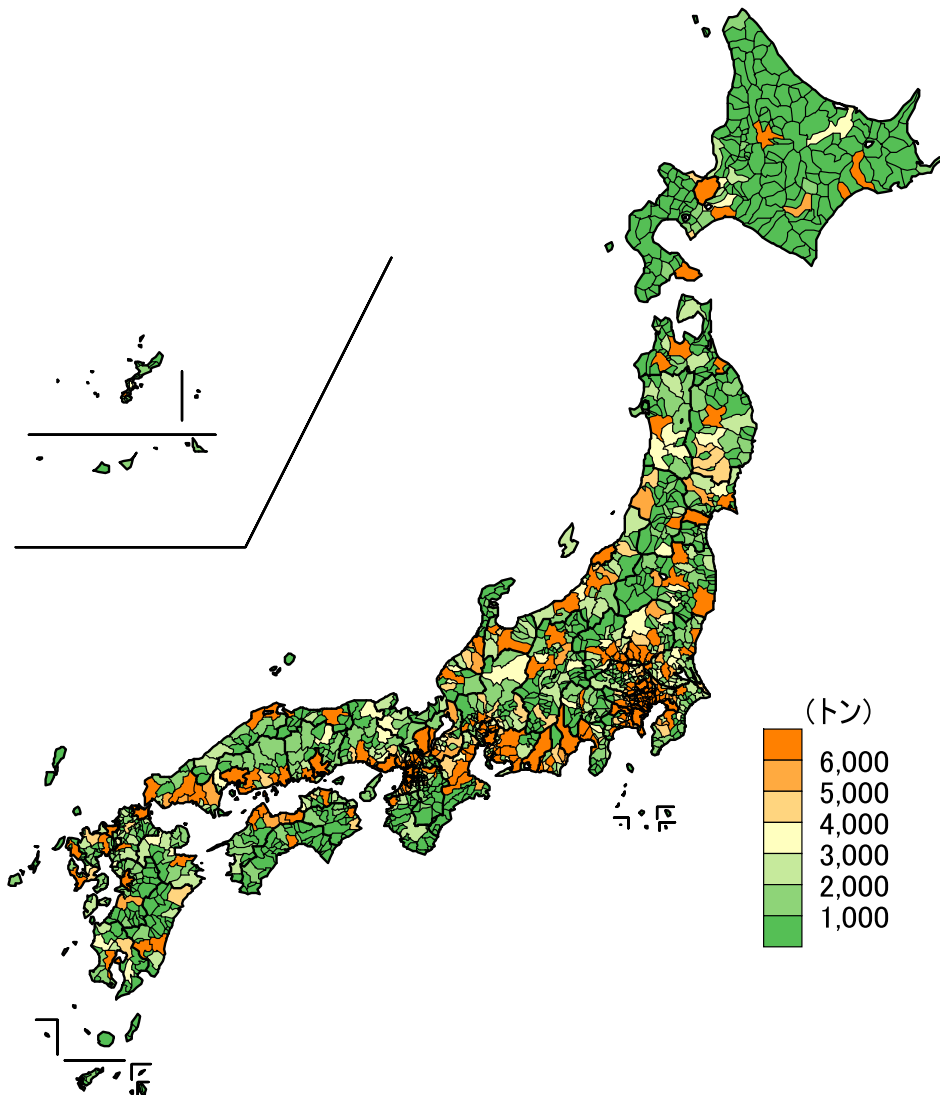


図 2-86 廃プラスチック・利用可能量の分布状況
(未利用分+エネルギー利用分)

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 産業廃棄物の廃プラスチック類に関する含水率や付着物割合に関するデータが存在しないため、純粋なプラスチック重量よりも過大に推計されている可能性がある。
- 産業廃棄物の廃プラスチック類の按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。
- 産業廃棄物由来の廃プラスチックについては全国一律の未利用率を乗じている。
- エネルギー利用分とは、一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収分（ただし、各施設のエネルギー回収設備の効率を考慮していない）、産業廃棄物については産業廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収分のうち施設外利用目的のみが含まれる。産業廃棄物焼却施設における施設内利用目的のエネルギー回収分は先述の通り未利用に含まれ

ている。

(4) 推計上の課題・留意点等

<一般廃棄物の廃プラスチック類>

- 環境省「一般廃棄物処理実態調査」では一般廃棄物の収集量や中間処理施設別搬入量は市町村別統計として整備されているが、組成別排出量／資源化量は集計されていないため、ごみ組成の地域差や、組成別・地域別資源化状況は全国一律値を使用している。なお、当該統計では資源化施設における主な資源化品目別（紙パック、白色トレイ、肥料、資材など）の資源化量の情報は存在するほか、一部の焼却処理施設では焼却ごみの組成情報を回答している場合がある。
- 中間処理施設別の資源化状況については環境省「循環利用量実態調査」における推計方法・課題に依存する。
- エネルギー利用分とは、一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収を想定。ただし、各施設のエネルギー回収設備の効率は考慮していない。

<産業廃棄物の廃プラスチック類>

- 含水率や付着物割合に関するデータが存在しないため、純粋なプラスチック重量より過大推計になっている可能性がある。
- 按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。
- 地域別の利用状況の取得が困難であり、全国一律値を使用している。
- エネルギー利用分の推計に利用した「産業廃棄物のエネルギー回収割合」は、産業廃棄物焼却施設における施設内でのエネルギー利用分が含まれていないため、未利用分のみを対象にした利用可能量は過大推計になっている可能性がある。

<法律上の廃棄物に該当しない循環資源に含まれる廃プラスチック類>

- 【再掲・共通】含水率や付着物割合に関するデータが存在しないため、純粋なプラスチック重量より過大推計になっている可能性がある。
- 【再掲・共通】按分係数として使用した従業者数は本社等の工場以外の事業所の従業者数を含むため、実際の発生源を反映できていない可能性がある。

2.2.4.2 鉱物性廃油

(1) 対象範囲

産業廃棄物及び法律上の廃棄物に該当しない循環資源として排出される廃油のうち、鉱物性の廃油（廃潤滑油及び廃溶剤）を対象とした。

(2) 推計方法

① 賦存量

<推計式>

市町村別賦存量[t] =

$$\begin{aligned} & \text{全国の鉱物性廃油の油種別排出量（潤滑油・溶剤） [t]*1} \\ & \times \left(\text{市町村別の業種別従業者数*2} / \text{全国の業種別従業者数*2} \right) \end{aligned}$$

<推計式の解釈>

業界団体が取りまとめている全国の廃潤滑油・廃溶剤の排出量を排出元産業の従業者数で按分した。両者の排出元産業は多岐にわたるため按分係数の設定が困難であったが、潤滑油については自動車整備業、溶剤については主なVOC排出元である輸送用機械器具製造業、化学工業、石油製品・石炭製品製造業、印刷・同関連業、金属製品製造業の5業種の従業者数を、それぞれ使用した。

② 利用可能量

<推計式>

$$\text{市町村別利用可能量[t]} = \text{市町村別賦存量} \times \text{未利用率*1}$$

<推計式の解釈>

廃潤滑油と廃溶剤の賦存量に対し、全国における未利用率を乗じて推計した。

未利用率は、潤滑油及び溶剤の業界団体が過去に取りまとめているマテリアルフローを基に推定した。具体的には、廃潤滑油の場合は発生量のうち再生利用・エネルギー利用以外の割合（3%）、廃溶剤の場合は発生量のうち自社内再利用、再生品製造、燃料化以外の割合（46%）と推定した。

③ 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と出所等を下記に示す。

表 2-57 鉱物性廃油の推計に用いたデータの一覧

出所 No.	データ項目名	地域別解像度	出所等
*1	全国の鉱物性廃油の油種別排出量(潤滑油/溶剤) [t]	全国一律	廃潤滑油：潤滑油協会「潤滑油リサイクルハンドブック」 ⁹⁵ 廃溶剤：一般社団法人産業環境管理協会「リサイクルデータブック 2022」(原典：日本溶剤リサイクル工業会資料) ⁹⁶
*2	市町村別の業種別従業者数	市町村別	経済産業省(2015)「経済センサス 基礎調査」 ⁹⁷
*3	全国の業種別従業者数	全国一律	※2014 年度確報値
*4	未利用率	全国一律	廃潤滑油：潤滑油協会「潤滑油リサイクルハンドブック」を基に、発生量のうち再生利用・エネルギー利用以外の割合(3%)と推定 廃溶剤：一般社団法人産業環境管理協会「リサイクルハンドブック 2022」(原典：日本溶剤リサイクル工業会資料)を基に、発生量のうち社内再利用、再生品製造、燃料化以外の割合(46%)と推定

⁹⁵ http://www.zenkoyu.or.jp/pdf/recycle_handbook.pdf (最終アクセス日：2023年2月3日)

⁹⁶ <https://www.cjc.or.jp/data/pdf/book2022.pdf> (最終アクセス日：2023年2月3日)

⁹⁷ <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200552&tstat=000001072573> (最終アクセス日：2023年1月20日)

<参考：鉱物性廃油に関する利用データの概要>

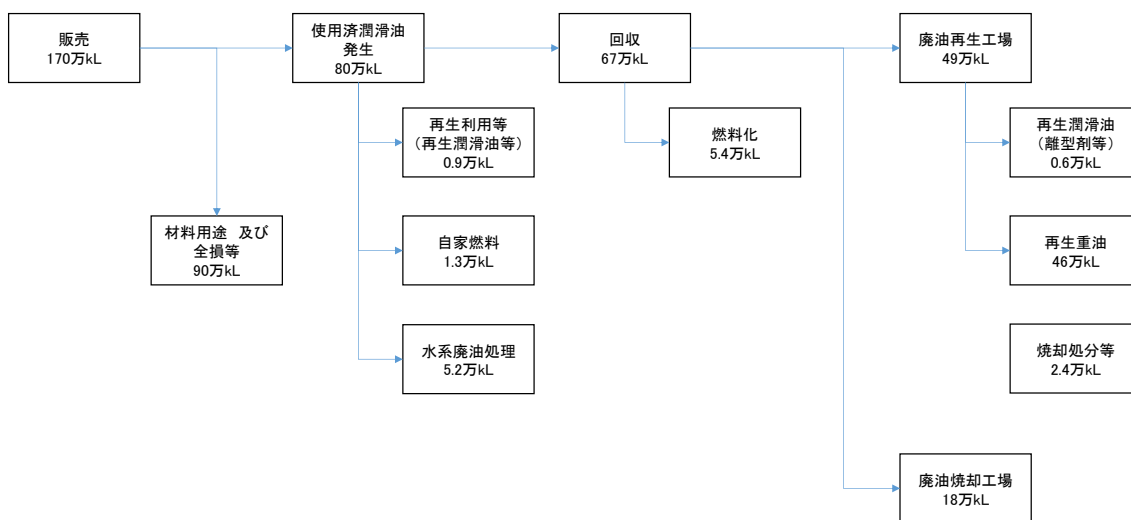


図 2-87 廃潤滑油のマテリアルフロー図 (2011 年度推定量)

出所：一般社団法人潤滑油協会 (2014)「潤滑油リサイクルハンドブック」より作成

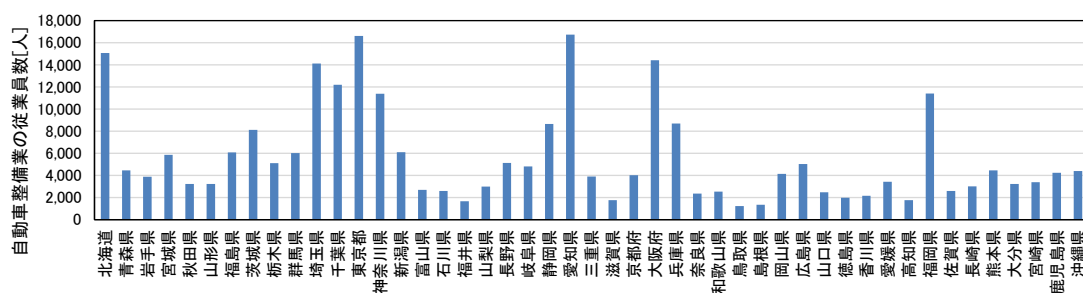


図 2-88 自動車整備業の従業者数の分布状況

出所：経済産業省 (2015)「経済センサス 基礎調査」より作成

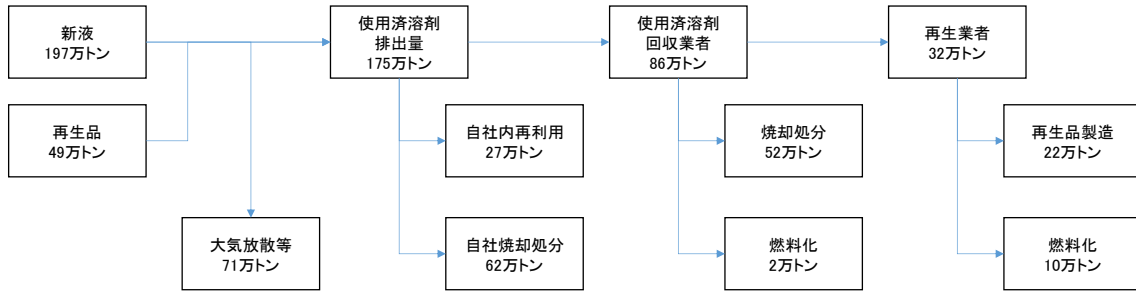


図 2-89 廃溶剤のマテリアルフロー図 (2011 年度推定量)

出所：一般社団法人産業環境管理協会 (2022)「リサイクルデータブック 2022」より作成
(原典) 日本溶剤リサイクル工業会資料

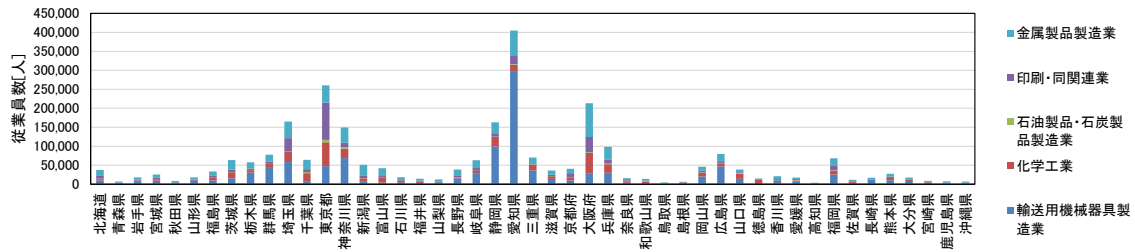


図 2-90 主な VOC 排出源となる産業の従業者数の分布状況

出所：経済産業省 (2015)「経済センサス 基礎調査」より作成

※排出源と事業所の所在地が異なると考えられる建設業は集計対象から除外した。

(3) 推計結果

① 概況

賦存量については全国で 2,470 千トンと推計された。本品目は廃潤滑油よりも廃溶剤の方が多く発生しているため、廃溶剤の按分係数として設定した対象業種の従業者数のうち、輸送用機械器具製造業の従業者数が多い地域に賦存しているものと推計された。

利用可能量については、1,370 千トンと推計された。廃潤滑油と廃溶剤では未利用率が大きく異なるため、未利用率が高い廃溶剤が多く賦存する地域に集中することとなり、結果的には賦存量と同様の分布状況となった。

ただし、推計式の考え方で述べた通り、鉱物性廃油を構成する廃潤滑油及び廃溶剤の利用用途や排出産業は多様であり、かつ、地域別や産業別等の排出実態を把握できる資料が極めて乏しく、正確な推計を行うことが困難であり、賦存量の発生源を十分に反映できていない可能性があることには留意が必要である。

表 2-58 鉱物性廃油の賦存量・利用可能量の推計結果概況

	賦存量	利用可能量
推計結果 (全国値)	2,470 千トン	1,370 千トン (未利用率：55%)
地域分布の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送用機械器具製造業が盛んな地域の分布状況と重なる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 全国一律の未利用率を使用しており、未利用率が高い廃溶剤の賦存量の分布状況と同様。
推計上の 課題・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 産業別の排出量原単位の差は考慮できていない。 ● 鉱物性廃油の利用用途や排出産業は多様であり、排出実態に関する情報が乏しいため、正確な推計は困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域別の利用状況の取得が困難。 ● (同左) 鉱物性廃油の利用用途や排出産業は多様であり、排出実態に関する情報が乏しいため、正確な推計は困難。
主な組成	飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸、芳香族など	同左

② 地域分布(可視化結果)

a) 賦存量

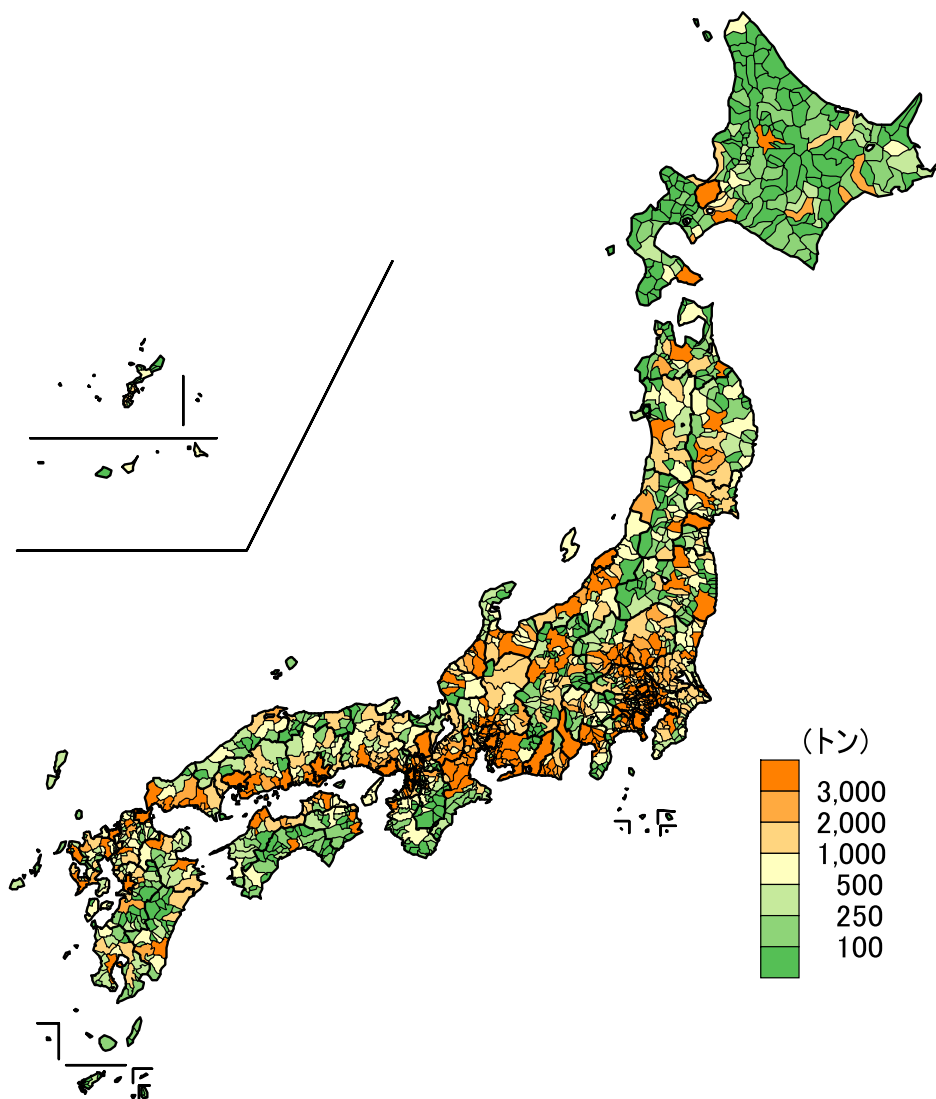


図 2-91 鉛物性廃油・賦存量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 鉛物性廃油を構成する廃潤滑油及び廃溶剤の利用用途や排出産業は多様であり、かつ、公表資料を基にした排出実態の把握が極めて乏しく、正確な推計を行うことは困難。

b) 利用可能量

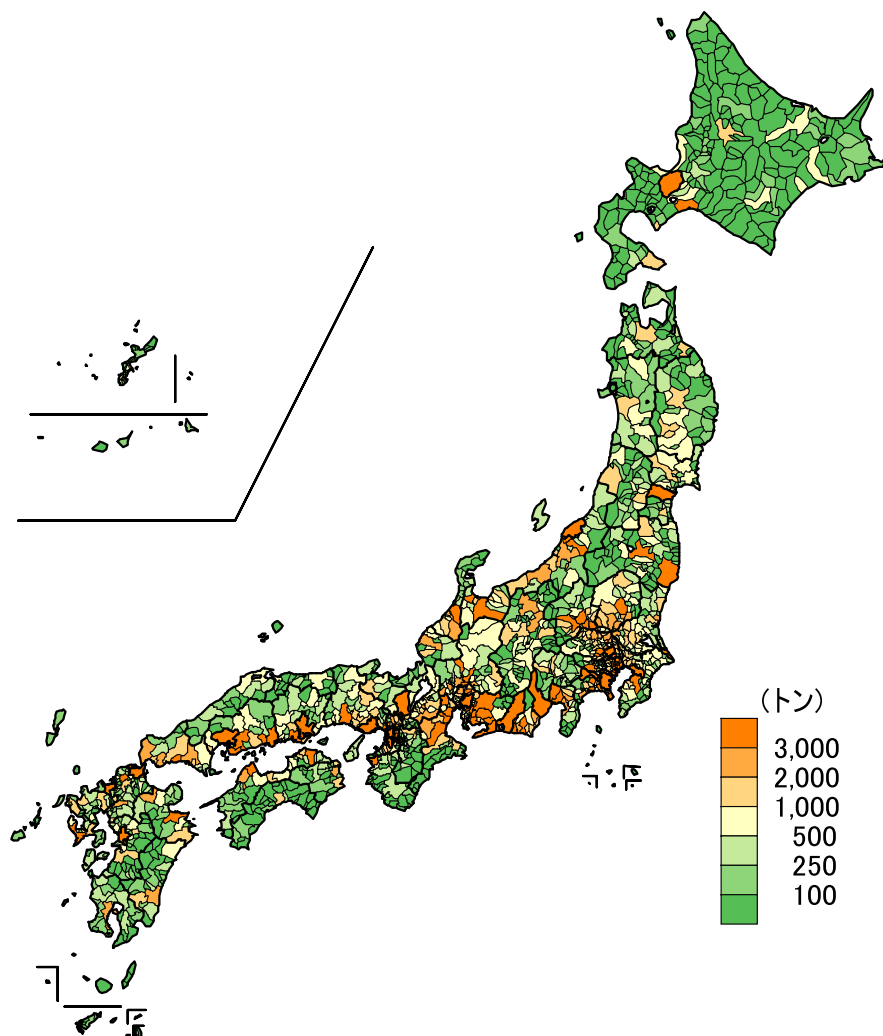


図 2-92 鉛物性廃油・利用可能量の分布状況

※推計上の課題・留意点の詳細については(4)を参照のこと。特に下記については留意。

- 鉛物性廃油を構成する廃潤滑油及び廃溶剤の利用用途や排出産業は多様であり、かつ、公表資料を基にした排出実態の把握が極めて乏しく、正確な推計を行うことは困難。
- 未利用率は全国一律値を使用していることに留意。

(4) 推計上の課題・留意点等

- 産業別の排出量原単位の差異は考慮できていない。
- 含水率を考慮できていない。
- 鉛物性廃油を構成する廃潤滑油及び廃溶剤の利用用途や排出産業は多様であり、かつ、公表資料を基にした排出実態の把握が極めて乏しく、正確な推計を行うことは困難であった。
- 未利用率は全国一律値を使用していることに留意が必要である。

2.3 推計対象品目以外に将来ポテンシャルが見込まれる品目の整理

前項で示した推計対象品目以外に、賦存量の推計は困難と考えられたものの将来的な原料利用が期待される品目について整理するため、ヒアリング調査及び有識者委員会における意見聴取を行い、下記の品目が挙げられた。

- 早生樹（グリーン炭素）
 - 早生樹は伐期が 50 年程度のスギやヒノキに比べて 10 年から 25 年程度で収穫可能な比較的短伐期の樹種を指す。代表的な樹種としてはセンダン・ユリノキ・チャンチンモドキ・コウヨウザン等が挙げられるが、現状多くが試験的な栽培であり、全国的な統計は整備されていない。2021 年度に NEDO が開始した「木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システム構築支援事業」では、我が国の木質バイオマスエネルギーの利用ポテンシャルの拡大に向け、早生樹等を利用可能とする“エネルギーの森”の実証事業が 2028 年度まで行われる予定である。
- 広葉樹（グリーン炭素）
 - 我が国の森林面積のうち約 4 割に相当する人工林を除く約 6 割が素材生産を目的としていない天然林であり、その殆どは広葉樹が占めている。広葉樹は賦存量（蓄積量）が大きいにも関わらず、林道等のインフラが整備していない山林地域に多く分布することに加え、針葉樹と異なり幹の曲線部や枝葉が多く、搬出にコストが掛かるため、家具用途等の一部の材を除き、これまで十分活用が進んでこなかった。2021 年度より NEDO にて開始した上述の支援事業では、広葉樹についても効率的な生産・利用システムが検討されており、バイオマスエネルギー用途等としての利用拡大が期待される。なお、針葉樹においても賦存量（蓄積量）と現状の利用量との間に大きな乖離が見られることは同様であり、人工林においても主伐期を過ぎても手入れがなされずに放置されている森林が増加傾向にある。こうしたポテンシャルを活用するためには、バイオマス等の特定の用途に対してではなく、マテリアル利用を含めた総合的な出口需要の創出と効率的な供給システムの確立が求められる。
- 竹（グリーン炭素）
 - 山林地域に賦存する竹は十分統計整備が進んでいないものの、地域課題として利活用が検討されてきた資源の一つである。平成 30 年 10 月に林野庁が公表した報告書「竹の利活用推進に向けて」では平成 24 年時点の我が国における竹林面積は約 16 万 ha（全森林の 0.6%）、九州や中国地方等の西日本に多く分布するとしている。また、山林の管理放棄に加え、従来竹材やたけのこの生産を行っていた竹林の管理放棄等の影響により、賦存量は増加傾向にあるとしている。一方の利用については、竹の伐採及び輸送コストが高いうえ、カリウム等を多く含む都合上、燃焼炉を傷めやすいこともあり、木材と異なりエネルギー利用も進みづらい状況にある

としている。ただし、一部では技術開発等による燃焼利用や、パルプ、竹酢液、竹炭等の付加価値化を行う事例も報告されている。

- 街路樹由来の剪定枝（グリーン炭素）
 - 本調査では、果樹剪定枝と公園剪定枝を推計対象としており、街路樹から発生する街路樹剪定枝については、全国的な統計整備がなされていない都合上、今回の推計対象に含まれていない。ただし、八王子市⁹⁸のように一部の自治体では、地域内における発生量について独自の推計調査を実施し、有効利用の拡大を図る自治体も存在している。街路樹剪定枝は道路の整備状況等の地域特性により異なるものの、いずれの地域でも小規模分散的に発生するため、効率的な輸送システムが利用量拡大にとって重要と推測される。
- 河川等に生育する草本類（グリーン炭素）
 - 河川及び河道内に自生する草本類は、防災等の観点から維持管理目的での伐採されることが多く、通常不定期に発生するバイオマス資源である。また、河川周辺の地形・地質といった条件や周辺地域の開発状況などによって、草本類の繁茂状況は地域ごとに特性があるうえ、同一河川であっても、上流部・中流部・下流部では様相が異なる等、発生状況の把握が難しいことも利用が十分に進まない要因の一つとなっている。そのため、これまでは河川及び河道内に自生する草本類の処理・利用は自治体の取組に限定されていた。こうした状況に対し、国土交通省では令和4年3月、河道内バイオマス資源の有効活用及び河道内に自生する草本類の治水安全度の向上を目的に「河道内樹木採取民間活用ガイドライン（案）」⁹⁹を発表するなど、民間企業における活用推進を図っている。
- バガス（グリーン炭素）
 - バガスはサトウキビを圧搾した際に発生する繊維質の搾りかすで、サトウキビ全体の25%を占めている。農林水産省によると日本では年間35万トン発生しており、主に製糖工場のボイラー燃料、堆肥、飼料原料として利用されている。最近では熱処理や発酵処理により食品素材として活用する試みも見られている¹⁰⁰。ただし、サトウキビは沖縄県や鹿児島県等の国内の南西部に集中しているため、アベラビリティーの観点ではグリーン炭素の中では地域依存性が高い資源であることに留意が必要である

⁹⁸ 八王子市「市内における剪定枝等のエネルギー化活用に向けた調査」
https://www.city.hachioji.tokyo.jp/kurashi/life/004/a546973/a871645/p007136_d/fil/senteisi_houkokusho_1.pdf

⁹⁹ https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/jumokubassai.pdf（最終アクセス日：2023年2月6日）

¹⁰⁰ https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1611/mf_topics01.html（最終アクセス日：2023年2月10日）

- 工業用海藻（ブルー炭素）
 - 本調査では賦存量として食用海藻、利用可能量として食用海藻の廃棄分を想定したが、一般に工業用海藻は食用海藻とは別の海藻類を用いており、主に海外で漁獲・養殖されている。持続可能な原材料調達を目指す上で、国内で工業用海藻を養殖し原料とする方針についても検討の可能性はある。食用海藻の価値が高く工業用海藻のインセンティブがないこと、労働力の不足などを背景に課題は多いと考えられるが、現在農林水産省調査事業「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発」において沿岸生態系の基礎データが整理されており、養殖可能域等の情報も整理がなされつつある。今後、基礎データの整備により工業用海藻の養殖・原料利用について検討が可能となることが期待される。
- 未利用魚（ブルー炭素）
 - 本調査では未利用の有機物として海藻・海草の廃棄物を取り上げたが、魚類についても、加工時の廃棄分や漁獲されたものの利用価値が低く廃棄されている未利用魚について、活用の可能性はある。利用価値が低いものについては、主に食品産業での活用が試みられており、加工時の廃棄分は飼料・肥料等に加工処理されているものがあるが、加工時の廃棄分の発生地は点在しており回収が困難であることが予想される。
- 食用に適さない米（グリーン炭素・イエロー炭素）
 - 食用に適さない米とは、米のうち、食用に適さない古米や米菓メーカーなどで発生する破砕米といった飼料としても利用困難な非食用米を指す。国内ではプラスチック原料への活用例として、プラスチック原料の最大 70%を非食用米に置き換えたバイオマスプラスチック「ライスレジン®」¹⁰¹が存在する。
- 稲わら・もみ殻・麦わら以外の農業残渣（グリーン炭素・イエロー炭素）
 - 本調査では、農場で発生する農業残渣として稲わら・もみ殻・麦わらを、食品関連産業のサプライチェーン上で発生する食品廃棄物等を食品加工廃棄等・事業系厨芥類として推計しているが、農場で廃棄処分される野菜類・果実類などの残渣は統計資料で把握されているバウンダリの都合上、推計対象に含まれていない。また、次世代型の農業手法である植物工場の導入が近年進んでいるため、季節変動のある農場での栽培よりも量・質が安定した残渣が発生する可能性がある。
- きのご菌床（イエロー炭素）
 - きのご栽培における培地（生育用の土台）であり、飼料用穀物、水、木質チップを混合したものであり、きのごの主要産地で多く発生する。主要産地の一つである長野県長野市では廃培地として年間約 5 万トンが排出されており、これまでは堆肥

¹⁰¹ <https://www.biomass-resin.com/product/riceresin/>（最終アクセス日：2023年2月1日）

利用が行われていたものの、堆肥需要の縮小に伴って新たな利用方法の検討が必要であるとされている¹⁰²。

- ペーパースラッジ（イエロー炭素）
 - 製紙工場における原質工程や抄紙工程で発生する排水であり、主成分はセルロースを含む繊維分である。現状は主に焼却処分あるいは焼却灰のセメント原料利用が行われているものと推測され¹⁰³、焼却処分によってセルロース分が未利用のままになっている。
- 紙おむつ（イエロー炭素）
 - 環境省ガイドライン¹⁰⁴によれば、紙おむつは子供用・大人用共に増加傾向にあり、重量ベースの排出量としては 2015 年に約 208 万トンであったところ、2030 年には約 245 万トンまで増加するとされている。一般家庭から排出される場合は家庭系一般廃棄物、事業所から排出される場合は事業系一般廃棄物として処理され、一部自治体ではパルプ・プラスチックの回収や燃料化の取組が行われているが、多くは焼却処理されている。

¹⁰² 長野県長野市「長野市バイオマス産業都市構想」

<https://www.city.nagano.nagano.jp/uploaded/attachment/364472.pdf>（最終アクセス日：2023年2月1日）

¹⁰³ コトブキ製紙株式会社「PSI 製紙スラッジリサイクル～非焼却リサイクルへの挑戦～（平成 24～26 年度 福岡県リサイクル総合研究事業化センター 共同研究プロジェクト 研究発表）」https://www.recycle-ken.or.jp/files/public/SeminarDetail/0/SeminarDetail_377_file.pdf（最終アクセス日：2023年1月19日）

¹⁰⁴ 環境省（2020）「使用済紙おむつの再生利用等に関するガイドライン」

<https://www.env.go.jp/content/900515346.pdf>（最終アクセス日：2023年2月8日）

3. 再生可能原料アベイラビリティに関する課題の整理・方策の検討

2.1.1 で「再生可能原料」として定義した 4 種類の炭素源の中でも、各炭素源で特にアベイラビリティ向上が期待される品目を中心に、原料利用に向けたアベイラビリティを向上させる上での課題整理と対策・施策の方向性の検討を行った。

検討にあたっては、まず構成品目や現状の利用状況が様々である各炭素源を一定程度統一的に整理するために、各炭素源共通のフレームワークとしてアベイラビリティ向上に向けた経路となる 3 つの観点・8 つの手段を設定した。その上で、各炭素源で該当する観点・手段ごとにアベイラビリティの現状・課題を整理し、国内外の事例・動向などを参考にしつつアベイラビリティ向上に向けた対策・施策の方向性を検討した。

3.1 本調査におけるアベイラビリティの定義・向上に向けた観点

本調査で再生可能原料として定義した 4 つの炭素源はそれらを構成する品目や現状の利用状況が様々であることを踏まえ、各炭素源のアベイラビリティに関する課題整理や方策検討を行うために、アベイラビリティの定義とその向上に向けた考え方を共通化した。

【アベイラビリティの定義】

本調査における「アベイラビリティ」を化学工業製品やその原料への利用を目的とした原料調達・加工・供給と定義した。

【アベイラビリティ向上の考え方】

はじめにアベイラビリティ向上に向けた経路を体系的に整理するため、図 3-1 に示すように国内で発生する再生可能原料の仕向先を「原料利用分」、「エネルギー利用分」、「その他利用分」、「未利用分」の 4 種に大別した。

続いて、現状の仕向先を踏まえ、アベイラビリティ向上の観点を以下の 3 つに整理した。①、②は原料利用への仕向比率を向上させる観点、③は発生量そのものを拡大させる観点である。

- 観点①「未利用資源の有効活用」(未利用分 → 原料利用分)
- 観点②「利用用途の転換」(エネルギー利用分/その他利用分 → 原料利用分)
- 観点③「新規確保」

さらに、これら 3 つの観点を実現するための具体的な手段として表 3-2 に示す 8 つの手段を定義し、各炭素源でそれぞれの観点・手段への該否判断を行った上で、特に本調査の趣旨に合致する手段 a) ~f) についてアベイラビリティの現状・課題及びアベイラビリティ向上に向けた対策・施策の方向性を整理することとした。

ただし、本調査はあくまで原料利用を推進すると仮定した場合に想定される課題や対策・

施策の方向性を整理したものであり、他の有効利用方法（エネルギー利用分やその他利用分）を否定するものではないことに留意が必要である。具体的には下記の留意点が想定される。

<本章の整理結果に関する各炭素源共通の留意点>

- 脱炭素化の観点で、原料利用よりもエネルギー利用が優位性を持つ場合がある。
（例：廃プラスチック類の高炉還元剤利用など）
- 炭素以外の物質の有効利用の観点で、原料利用よりもその他利用が優位性を持つ場合がある。
（例：有機性廃棄物中のリン分、窒素分など）

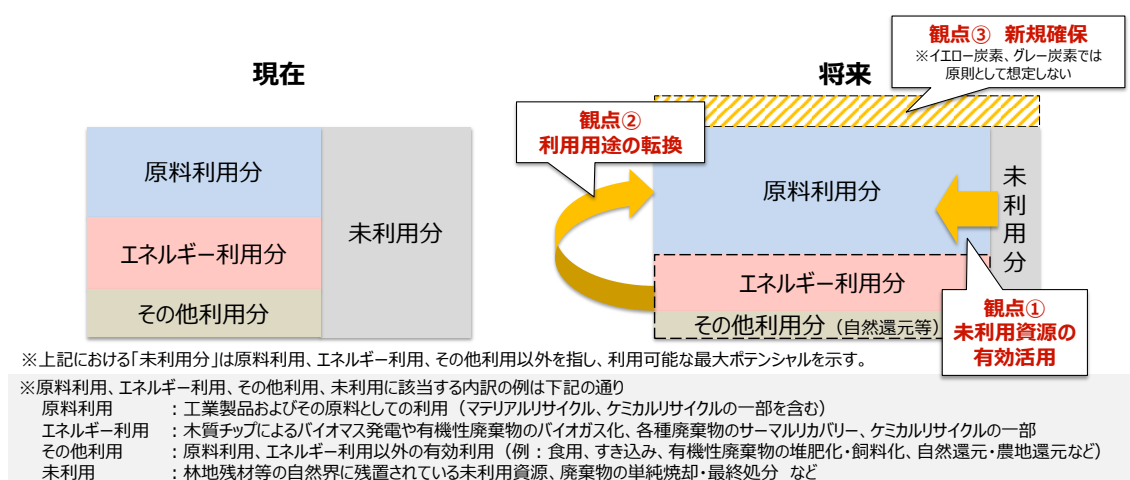


図 3-1 原料利用の促進に向けたアベイラビリティ向上に関する 3つの観点

表 3-1 各炭素源の仕向先の例

	グリーン炭素	ブルー炭素	イエロー炭素	グレー炭素
原料利用分	<ul style="list-style-type: none"> 工業製品原料 	<ul style="list-style-type: none"> 工業製品原料 (研究開発段階) 	<ul style="list-style-type: none"> 工業製品原料 (研究開発段階) 	<ul style="list-style-type: none"> 工業製品原料 (マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクルの一部)
エネルギー利用分	<ul style="list-style-type: none"> 液体燃料製造 バイオマス発電・熱利用 焼却処理時のエネルギー回収 	<ul style="list-style-type: none"> (研究開発段階) 	<ul style="list-style-type: none"> バイオガス発電・熱利用 固形燃料化 焼却処理時のエネルギー回収 	<ul style="list-style-type: none"> ケミカルリサイクルの一部 固形燃料化 セメント原燃料利用 焼却処理時のエネルギー回収
その他利用分	<ul style="list-style-type: none"> 製紙原料 すき込み 	<ul style="list-style-type: none"> 食料品 	<ul style="list-style-type: none"> 製紙原料 堆肥化 飼料化 自然還元 	—
未利用分	<ul style="list-style-type: none"> 残置 	<ul style="list-style-type: none"> 残置 	<ul style="list-style-type: none"> 単純焼却 埋立 	<ul style="list-style-type: none"> 単純焼却 埋立

※「2.再生可能原料アベイラビリティに関するデータの情報収集分析・可視化」ではデータ取得可能性の都合から、イエロー炭素の「固形燃料化」、「製紙原料」、「堆肥化」、「飼料化」、「自然還元」及びグレー炭素の「ケミカルリサイクルの一部」、「固形燃料化」、「セメント原燃料利用」は原料利用分として推計しているため、上記分類と整合しないことに留意。

表 3-2 アベイラビリティ向上に向けた3つの観点とその手段

3つの観点	8つの手段	グリーン炭素	ブルー炭素	イエロー炭素	グレー炭素	備考
観点① 未利用資源 の有効活用	手段 a) 未利用分から 原料利用分への転換	○	○	○	○	
観点② 利用用途の 転換	手段 b) エネルギー利用分から 原料利用分への転換	○	×	○	○	
	手段 c) その他利用分から 原料利用分への転換	○	△	○	×	<ul style="list-style-type: none"> ブルー炭素のその他利用は食用のため、原料利用への転換は想定しない。 グリーン炭素は農業残渣のすき込み、イエロー炭素は自然還元、堆肥化・飼料化が該当する。
観点③ 新規確保	手段 d) 未利用分の把握 (統計把握)	×	○	×	×	
	手段 e) 循環資源の輸出削減	×	×	○	○	
	手段 f) 新規栽培・養殖	○	○	×	×	
	手段 g) 原料の輸入促進	△	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> 本調査は国内資源の有効活用を目的としているため、調査対象として想定しない。
	手段 h) 廃棄物排出量の増加	△	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> 資源循環の観点から、廃棄物排出量の増加は意図しない。

凡例 … ○：該当するもの、△：該当しうるが意図しないもの（意図しない理由は備考欄参照）、×：該当しないもの

※資源の有効利用の観点では、未利用分のエネルギー利用やそれらを組み合わせた全体最適の観点も重要となるが、本調査の趣旨やアベイラビリティの定義に鑑み、あくまで原料利用分を拡大させる場合に想定される経路を体系的に整理したものである。

3.2 グリーン炭素

3.1 で定義したアベイラビリティ向上に向けた観点・手段を踏まえつつ、グリーン炭素のアベイラビリティの現状・課題を調査した。

3.2.1 国内におけるアベイラビリティの現状・課題

(1) 未利用の木質バイオマスに関する現状と課題

(対象: 観点①手段 a、観点②手段 b)

<収集・運搬の非効率性>

我が国では2000年代より木質バイオマスをはじめとする各種資源に対する発電、熱利用、液体燃料それぞれの補助政策が行われてきたが、現在の国内バイオマスエネルギー市場は発電が中心となっている。

国産のグリーン炭素については、森林未利用材に 32 円/kWh (2MW 以上) または 40 円/kWh (2MW 未満) の高い買取価格が設定された影響で、それまで採算性の観点で活用先がなかった林地残材 (末木枝条) 及び間伐材 (低質材) に需要が生まれ、新たなサプライチェーンの構築が進んだ。

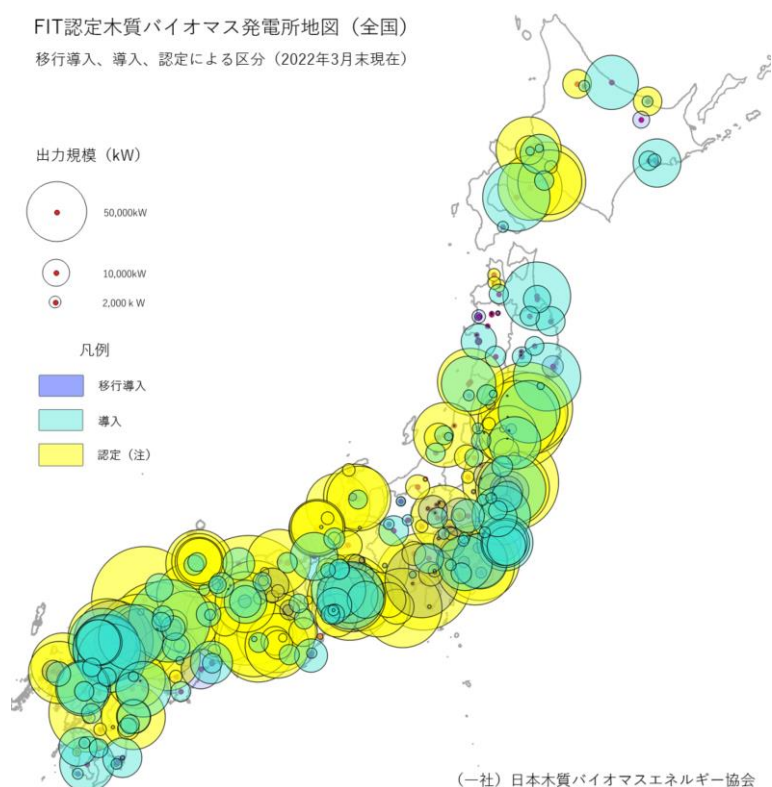


図 3-2 FIT 認定木質バイオマス発電所地図 (出力規模)

(出所) 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会ホームページ¹⁰⁵

その一方で、林地残材については FIT のインセンティブにも関わらず、現時点でも 7 割以上が未利用となっており、施業後山林に放置されたままとなっている。

末木枝条などの林地残材は重量に対して体積が大きく輸送効率が低いこと、並びに林道整備が不十分(特に大型林業機械が運行可能な林道)であることが、輸送コストが低減せず、採算性確保が困難な要因と考えられる

また、国内では多くの場合、林地残材の発生現場、即ち伐採現場は複数の地点で小規模分散的に実施されており、それらを改善し林地残材を効率的かつ集約的に回収できるようにしない限り輸送コストの低減は難しいのが現状である。加えて、地域単位での原料発生源・発生量、さらには林業経営情報の情報整備が進んでいないことも課題である。

(2) 木質バイオマス発電の現状と原料利用に転換する上での課題

(対象観点②手段 b)

<原料用途としての需要創出>

現状、林地残材、製材端材、建築廃材をはじめとする木質バイオマスは FIT 制度において国際的に見ても高額な買取価格が付与されており、前項で述べた通り発電燃料用途が国内のグリーン炭素全体の大半を占めている。2003 年から 2012 年まで施行された RPS 制度下では、建築廃材を利用する木質バイオマス発電所が増加した。その後、2012 年に開始された FIT 制度において、木質バイオマス(国産及び輸入)に高い買取価格が付与されたことで、バイオマス発電の累積導入量は 2021 年度時点で約 660 万 kW に達し 10 年間で約 2 倍に拡大した。

一方で、木質バイオマス発電の総事業費の 6~7 割は原料・燃料費等の運営費が占め、稼働後の FIT 買取期間(20 年間)終了後はバイオマス発電所の多くが経営を維持することが困難な見通しである。

こうした FIT 期間を終了する発電所は 2030 年代前半から増加する見込みであり、発電用途に変わるインセンティブの確立が求められるが、原料用途やその他エネルギー用途の政策的な付加価値化が十分とは言えない状況である。

¹⁰⁵ <https://jwba.or.jp/database/woody-biomass-database/fit/> (最終アクセス日: 2023 年 2 月 10 日)

(3) 農業系残渣の肥飼料・すき込みの現状と原料利用に転換する上での課題

(対象: 観点①手段 a、観点②手段 c)

<収集・運搬の非効率性及び原料としての付加価値>

本検討におけるその他利用(飼肥料・すき込み)グリーン炭素の品目の代表例として農業系残渣が想定される。農業系残渣については、発生箇所が地域に広く分散し、収集・運搬・管理コストがかかるうえ、比重が小さく、施設までの運搬と貯蔵効率が悪い。また、発生時期に季節性があるため貯蔵コストが高むといった理由により、低コスト化が困難な傾向にある。

また、稲わら、もみ殻等の農作物非食用部は、FIT 制度における十分なインセンティブが与えられておらず、再生可能エネルギーが急速に普及したこの 10 年間においてもサプライチェーン自体の大幅な変化は見られていない。農林水産省によると、約 31%が飼肥料や敷料、燃料等として利用されている¹⁰⁶。また、地力増進に資する農地へのすき込みを含むと約 92%が利用されており、グリーン炭素の中でも比較的利用は進んでいると言える。しかしながら、本調査の有識者へのヒアリングでは、後述する先行事例に示すように農作物非食用部にはセルロースやリグニン等の付加価値のある成分が含まれており、潜在的な需要があるにも関わらず、調達に係るサプライチェーンが構築できていないために、やむを得ず必要量以上のすき込みが実施されているケースも相当であると推測され、今後、国内における原料利用向けのアベイラビリティ向上が望まれる。

(4) 資源作物の新規栽培における課題

(対象: 観点③手段 f)

<採算性・需要先の確保、投資リスク>

資源作物については、国内で栽培可能性のある代表的な資源作物はエリアンサス、ジャイアントミスカンサス、ソルガム等が挙げられる。これまで、農研機構を中心にエリアンサス及びミスカンサスの品種の開発が行われている。その一方、政策インセンティブの不足を一因として、採算性向上及び需要先の確保が資源作物に関する最大の課題となっている。

資源作物は、一般的に粗放性が高く、草地造成には稲作用の農業機械を活用することも可能なため栽培が容易であり、人手不足の課題を抱える農村部において新たな収入源となり得る。また、収穫を農閑期である冬期に実施出来るため、農業分野の労働課題である季節の変動への対応策として有効と言える。こうした、エネルギー、原料等の各種用途等への有用性・特性(性状、含有物質、栽培特性等)が広く認知されていないことも普及が進まない要

¹⁰⁶ <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-22.pdf> (最終アクセス日: 2023 年 2 月 17 日)

困となっている。

資源作物生産のためには荒廃農地の集約化や圃場整備等、初期に地域関係者との調整や大きな投資が求められる。特に、多年生のエリアンサス・ミスカンサスについては、初期段階で5-10年間の栽培計画を立てる必要がある。

こうした特徴から、現状では投資リスクが高い状況であることから普及が進んでいない。本調査の有識者へのヒアリングでは、原料調達側の事業者との長期的な契約といったインセンティブが必要不可欠であると考えられ、そうした取組を支援していく政策的後押しが期待される。

表 3-3 主な資源作物の特徴

	エリアンサス	ジャイアントミスカンサス	ソルガム
種類	イネ科多年草	イネ科多年草	イネ科一年草
栽培適地	北関東以南	九州以北北海道西部まで	全国（夏季のみ、沖縄は通年）
利用	宿根性で移植後は10年以上継続利用可	宿根性で移植後は10年以上継続利用可	毎年種まきが必要で手間がかかる
乾物収量	30t/ha	20t/ha	20t/ha
乾物率	冬季は70%	2月以降80%を超える	立毛乾燥条件で倒伏しない品種は限定される
施肥	低肥料で永続的利用が可能	低肥料で永続的利用が可能	適切な施肥管理によって収量が維持できる
倒伏	台風による倒伏なし	耐倒伏性が高く越冬後も倒伏しない	耐倒伏性は高くない
収穫	ケンパー式の収穫期で収穫可能	茎が適度に分散し機械刈り適性に優れる	作物なので体系が構築されている
雑草化	九州以北では捻実しない	開花するが種子ができず、雑草化しない	種子は穀類として利用できる
食用競合	×	×	△
収穫時期	初冬から茎葉が立毛乾燥し、4月上旬まで低水分バイオマスが収穫可能	立毛乾燥により晩秋から晩冬にかけて低水分バイオマスが収穫可能	---
主な栽培プロジェクト進行地域	栃木県さくら市 茨城県神栖市 など	秋田県秋田市	九州地域（主に家畜飼料等として）

出所：NEDO「バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業／地域自立システム化実証事業／栃木県におけるエリアンサスを含めたバイオマス資源を利活用した公共施設への地域自立システム化の事業性評価（委託先：高砂熱学工業株式会社、一般社団法人日本有機資源協会）」（2018年度～2019年度）より作成

3.2.2 アベイラビリティ向上に向けた方策の検討

次項に示す国内先進事例、海外動向の調査、ヒアリング調査及び有識者委員会における議論を踏まえ、前項に示した現状・課題の解消に資する対策・施策の方向性を下表のように整理した。詳細については、アベイラビリティ向上に向けた観点・手段ごとに以降に後述する。

表 3-4 グリーン炭素のアベイラビリティ向上に向けた課題及び対策・施策の方向性

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		グリーン炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
観点① 未利用資源 の有効活用	手段 a) 未利用分の原料利用 (単純焼却・放置 →原料利用への転換)	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 収集運搬の非効率性 (小規模分散、低い輸送効率、林道整備が不十分、林業経営情報の整備が不十分) 	<ul style="list-style-type: none"> ● バイオマスサプライチェーンの効率化と情報開示 ● 効率的な原料生産・回収技術 (林道、高性能機械等)
観点② 利用用途の 転換	手段 b) エネルギー利用分から 原料利用分への転換 (焼却発電 →セルロース等の利用)	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 原料としての付加価値の不足 	<ul style="list-style-type: none"> ● 発電以外のエネルギーの付加価値化の推進 (熱利用、液体燃料利用) ● エネルギー以外の経済インセンティブの付与 (炭素固定等)
	手段 c) その他利用分から 原料利用分への転換 (すき込み→付加価値化)	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 原料利用のコスト (特に収集・運搬) が高い ● 原料利用に必要な量の確保 (小規模分散的に発生する資源の集約化) ● すき込み用途以外の利用方法が確立していない地域が点在 	<ul style="list-style-type: none"> ● 効率的な原料生産・回収技術 (林道、高性能機械等) ● 利用者及び生産者に対するエネルギー以外の経済的インセンティブの付与 (炭素固定等)

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		グリーン炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
観点③ 新規確保	手段 d) 未利用分の把握（統計把握）	×	—	—
	手段 e) 原料・廃棄物の輸出削減	×	—	—
	手段 f) 新規栽培・養殖 （資源作物の栽培）	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 新規栽培に関する情報の不足 ● 利用方法及び需要先の不確実性 ● 生産側の投資リスク （事業期間中の長期的な需要が不透明） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 効率的な原料生産・回収技術（早生樹の生産等） ● 利用者及び生産者に対するエネルギー以外の経済的インセンティブの付与（炭素固定等） ● 原料需要先と供給元（農家等）との安定供給契約・体制の確保（契約栽培等）

(1) 未利用分から原料利用への転換

(対象: 観点①手段 a)

本調査で未利用と定義しているものは木質バイオマスにおいては施業後山林に放置される林地残材、農業残渣においては、収穫後に放置されているものであり、3.2.1(1)で述べた通り、収集運搬の非効率性がボトルネックと考えられる。

上記を踏まえると、林地残材等の未利用率が高い資源を対象とした原料生産・回収技術の確立及び輸送効率の向上が求められる。併せて、木材生産全体に共通する点として、林道整備や高性能機械等の導入促進が必要となる。こうしたインフラ整備のためには、投資回収の観点で安定した木材需要、即ち国内の木材市場の活性化が条件となり、これには中長期的な観点での取組が必要となる。

一方で、比較的短期に取り組むことができる施策としては、バイオマス関連情報の開示が挙げられる。現状、国内においてバイオマス資源の調達可能性（発生場所、量等）及び品質（成分組成等）の情報は十分整備されているとは言い難く、後述する米国政府の取組等を参考に今後国内での取組が求められる。

● 木質バイオマス・農業残渣に対する対策・施策の方向性

➤ バイオマスサプライチェーンの効率化と情報開示による、輸送効率の最適化

（取組例：米国・BETOにおけるバイオマスに関する情報提供（事例1）、青森県における稲わら活用（事例4）等）

➤ エネルギーの付加価値化

（取組例：ルーマニア・Clariant社における麦わら活用（事例3）、米国・GEVO社におけるSAF生産（事例5）等）

なお、伐採から収集運搬をはじめとするサプライチェーンの効率化に関しては、上記に加え人材確保の観点も重要となる。林業従事者数の労働力は長期的に減少傾向にあることも伐採量並びに林地残材をはじめとする木材資源の流通の拡大を阻む要因と考えられる¹⁰⁷。こうした労働力不足に対し、一部の地域では公共事業の削減等で労働力の余剰が課題となっている建設業界が連携して森林管理やバイオマスの再資源化を行う取組も見られているなど、業界を隔てた人材の流動化もグリーン炭素のアベイラビリティ向上に寄与すると推測される。

(2) エネルギー利用分／その他利用分から原料利用分への転換

(対象: 観点②手段 b 及び c)

2030年代前半からFIT期間を終了する発電所は増加する見込みであり、発電用途に変わ

¹⁰⁷ https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r3hakusyo_h/all/chap2_1_3.html（最終アクセス日：2023年2月10日）

るインセンティブの確立が求められるが、原料用途やその他エネルギー用途の政策的な付加価値化が十分とは言えない。

3.2.1(2)及び(3)で述べた通り、下記項目がボトルネックと考えられる。

- 木質バイオマス・農業系残渣
 - 原料としての付加価値の不足
 - 原料利用のコスト（特に収集・運搬）が高い
 - 原料利用に必要な量の確保（小規模分散的に発生する資源の集約化）
 - すき込み用途以外の利用方法が確立していない地域が点在

上記を踏まえると、バイオマス資源をアベイラブルにするために、いかに各資源の出口需要の付加価値を創出するか、という視点が重要となる。この場合、再生可能エネルギーの発電 (kWh) の価値は太陽光及び風力との差異化が難しく、また政策的なインセンティブも国内外で削減傾向にあるため、バイオマスが他の再生可能エネルギー源にない価値としての熱利用や液体燃料利用、並びに原料化学品としての利用を推進することが求められる。併せて、後述する BECCS をはじめとする炭素固定及び炭素隔離に関する価値の評価・算定もカーボンニュートラル実現のための重要な手段であり、適切なインセンティブ付与が今後進むことが望まれる。

- 木質バイオマス・農業系残渣に対する対策・施策の方向性
 - エネルギーの付加価値化（熱利用、液体燃料利用）（取組例： GEVO, DRAX）の推進
 - 利用者及び生産者に対するエネルギー以外の経済インセンティブの付与（炭素固定等）

(3) 新規栽培

（対象：観点③手段 f）

これまで、農研機構を中心にエリアンサス及びミスカンサスの品種の開発が実施されている。その一方、政策インセンティブの不足に伴う採算性及び需要先の確保が資源作物に関する最大の課題となっている。

3.2.1(4)で述べた通り、下記項目がボトルネックと考えられる。

- 資源作物
 - 新規栽培の採算性がない
 - 利用方法及び需要先の不確実性
 - 生産側の投資リスク（事業期間中の長期的な需要が不透明）

上記を踏まえると、観点④については、農研機構により品種改良が行われており、地域ごとの栽培適性もある程度明らかになっている。こうした情報を、栽培を検討する農家や、原料調達側の企業等に向けてわかりやすい形で公開が進むことが期待される。

また、導入の際の初期費用や、収量が確保できるまでの収入面の補償といった、経済的なインセンティブ設計の設計についても、今後の取組が求められる。需要先としては、観点②と同様なため、利活用の方針としては②と同様である。

- 木質バイオマス・農業系残渣に対する対策・施策の方向性
 - エネルギーの付加価値化（熱利用、液体燃料利用）（取組例： GEVO, DRAX）の推進
 - エネルギー以外の経済インセンティブの付与（炭素固定等）

3.2.3 アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査

(1) 調査対象

本項では前述したアベイラビリティに関する課題や向上に向けた方向性・方策案を踏まえ、特に重要な論点と考えられる「バイオマスサプライチェーンの効率化と情報開示」及び「発電以外の高付加価値化」に注目しつつ、先進的な国内外の事例を調査した。以降に各種動向の概要等を整理する。

表 3-5 対策・施策の参考として調査した国内先進事例及び海外動向（調査対象）

各種事例が紐づく対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
バイオマスサプライチェーンの効率化と情報開示	<ul style="list-style-type: none"> ● 青森県 稲わら活用事例（事例 4 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ H22に「青森県稲わらの有効利用の促進及び焼却防止に関する条例」を施行。農業者が稲わらの有効利用を行うことを推進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 米国 Bioenergy Technologies Office (BETO)（事例 1 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ バイオマスに関する情報提供、資金調達等を包括的に支援 ● LIGNOFLAG プロジェクト（事例 3 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ ルーマニアにおいて農業残渣からセルロースエタノールを生産 ● リトアニア Baltpool（事例 2 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ バイオマス取引プラットフォームを運営し、木質バイオマス商品の規格化やリスク管理、品質保証の均一化を図っている

各種事例が紐づく対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
エネルギーの付加価値化 (熱利用、液体燃料利用)	<ul style="list-style-type: none"> ● グリーン発電会津 排熱利用養殖施設 <ul style="list-style-type: none"> ➢ バイオマス発電の排熱を利用して鯉の養殖事業を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ● ルーマニア Clariant 社麦わら利活用事例 (事例 3) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 25 万 t/年の麦わらから 5 万 t/年のセルロース由来バイオエタノールを生産する ● 米国 Gevo (事例 5) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 自社プラントにおいて、バイオマス原料から持続可能な航空燃料(SAF)を生産する ● 英国 Drax (事例 6) <ul style="list-style-type: none"> ➢ バイオマス発電所からの CO₂を回収し地下貯留または炭素活用する CCUS 事業を実証中。こうした所謂 BECCSによりカーボンネガティブの価値を付加価値化することを目指している

(2) 各種事例の詳細

① データプラットフォーム構築

<事例 1：米国 BETO>

Bioenergy Technologies Office (BETO) は米国エネルギー省 (DOE) 傘下の Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE) の主要組織の一つである。米国では同機関において、以下に示すような各種バイオマス資源に係る各種データベース、分析ツール等を広く公開しており、国内事業者の資源調達のアベイラビリティ向上を促している。

表 3-6 BETO が提供する分析ツールの例

ツール名称	概要
BioFuels Atlas	原料、バイオエネルギー プラント、バイオエネルギー サイト、化石燃料インフラストラクチャ、代替燃料ステーションを可視化できるマッピングツール
Biomass Scenario Model (BSM)	資源の利用可能性、規制、インセンティブ（補助金、税額控除など）を統合し、米国内のバイオ燃料サプライチェーンに対する影響をシミュレーションできる
Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation Model (GREET)	輸送燃料に関わる LCA ツールであり、高度な車両技術と代替燃料のエネルギーの GHG 排出への影響を評価可能
Jobs and Economic Development Impact (JEDI) Biofuel Models	バイオ燃料生産事業による経済効果及び雇用効果を推算可能
Laboratory Analytical Procedures	バイオマス組成分析、バイオオイル分析、微細藻類組成分析など、バイオ燃料関連の研究で一般的に使用される分析方法と計算シートを提供
Water Analysis Tool for Energy Resources (WATER)	郡、州、及び地域の規模で水の需要と水の利用可能性への影響、ウォーターフットプリントを分析・可視化するツール

表 3-7 BETO が提供するデータベースの例

データベース名称	概要
Bioenergy Knowledge Discovery Framework (KDF)	GIS マッピングにより、バイオマス原料、バイオリファイナリー、及びインフラ等の各種開発オプションの経済的及び環境的影響を包括的に分析できる バイオエネルギー研究に関わる様々なデータ、出版物、マッピング ツールにアクセス可能
Alternative Fuels and Advanced Vehicles Data Center (AFDC) Publications Database	代替燃料、低炭素車両、規制対象の車両に関する出版物の包括的データベース
ChemCatBio Publications List	バイオマス変換プロセスの触媒作用の課題を特定し、克服するために 2017 年に発足した研究開発コンソーシアムによる出版物データベース
Consortium for Computational Physics and Chemistry Publications List	計算物理化学コンソーシアムに関連する出版物のデータベース
Database of State Incentives for Renewables and Energy (DSIRE)	州レベルの再生可能エネルギーとエネルギー効率を促進する政策インセンティブと規制政策の包括的リスト
Department of Energy Public Access Gateway for Energy & Science (PAGES)	DOE の研究資金による学術的な科学出版物への無料アクセスを提供する DOE ポータル
National Renewable Energy Laboratory Publications Database	NREL 及び委託業者によって開発または執筆された出版物に関する書誌情報データベース
Results of Cellulosic Sugar and Lignin Production Capabilities Request for Information	セルロース糖及び/またはリグニンを生産及び販売できるサプライヤーのリスト
Bioenergy Technologies Office Small Business Innovation Research (SBIR) Projects Map	米国全土にあるスモールビジネスイノベーションリサーチプロジェクト (SBIR) のプロジェクトのリスト及びマップツール

また、BETO が設立に関与した Feed Stock-Conversion Interface Consortium (FCIC) の中でも米国内の各種資源に関する情報サービスが行われている。FCIC はバイオリファイナリーが直面する技術リスクに対処する目的で設立された、米国エネルギー省下の 9 つの研究所によるコンソーシアムであり、下表に示すように研究者や企業向けのサンプル及び分析結果、リスク情報、コスト情報等を提供している。

表 3-8 Feed stock-Conversion Interface Consortium (FCIC)の概要

名称	概要
Bioenergy Feedstock Library	全米の作物バイオマス原料・作物の物理的・化学的特性に関するリポジトリ及びデータベース これまで 3 万件以上の事例のバイオマスサンプルを分析済み 研究者や企業に対して様々なバイオマスサンプル及び分析結果を「リクエストページ」を通じて提供 バイオマス種別のサプライチェーンのリスク基準(BSCR)を提示
Strategic Biomass Quality Impact Analysis	本モデルはバイオマス利用者が入力した含水率、炭水化物、灰分等の値に基づき、バイオマス燃料等の生産コストや輸送コスト等の経済分析を実施
Storage Numerical Simulation Model for Moisture Migration	バイオマス資源の貯蔵時における微生物分解、水分移動をモデル化し、気候条件、コスト、保管期間、使用のタイミングを分析

BETO ではこのような情報提供サービスの他、バイオ関連の研究開発の資金援助や地方公共団体向けの技術支援等、バイオマス利活用事業に係る様々なサポートを行っている。

<事例 2 : リトアニア Baltpool>

リトアニアでは 2012 年に Baltpool¹⁰⁸と呼ばれる電子プラットフォームを導入し、国内木質資源の利用促進、健全で競争的なバイオマス市場の形成、地域間価格差の低減に取り組んでいる。現在、フィンランド、デンマーク、スウェーデンでも同様の電子プラットフォームが普及している。

バイオマス資源に係る取引は週 1 回行われ、売り手と買い手は希望商品、量、契約期間、

¹⁰⁸ <https://old.baltpool.eu/en/> (最終アクセス日 : 2023 年 2 月 10 日)

エリア、価格等を指定する。システム上で自動的にマッチングが行われ、条件を満たす最低価格が落札される仕組みとなっている。

取引される商品は木質チップ（4規格）、木質ペレット（3規格）、泥炭の8種類で、それぞれ品質規格が設定されている。燃料はサンプルを抽出し、6か所の研究所で分析・品質管理を行っている。

リトアニアでは2016年以降、すべての木質バイオマスの取引をBaltpoolで行うことが義務化された。同国政府によると、Baltpoolの設立により、バイオマス市場の新規参加者が増え価格も地域によっては最大40%低下したとしており、木材資源の量及び品質の安定確保といったアベイラビリティ向上に係る先進的な取組として参考になると推測される。

② 技術開発

<事例3：LIGNOFLAGプロジェクト>

LIGNOFLAG¹⁰⁹はルーマニアにおいて2017年に開始された第2世代（セルロース）エタノール生産プロジェクトである。同プロジェクトはスイスの化学メーカーであるClariant社¹¹⁰らが実施主体となり、EUの研究開発プログラムの一つであるCBE JUより約2,400万ユーロの助成を受けて開始され2023年5月まで実証が行われる予定である。

表 3-9 LIGNOFLAG プロジェクトの概要

項目	概要
実施場所	ルーマニア ポダリ
プロジェクト実施主体	・ Clariant 社（スイスの化学メーカー） / Fliegl Agrartechnik GmbH（ドイツ）他
生産物	バイオエタノール
生産規模	最大 60,000 トン／年
原料	麦わら等の農業残渣
関係する農家件数	300
プロジェクト期間	2017年1月～2023年5月
CBE JU 助成額	24,738,840 ユーロ（約 36 億円）
副産物利用方法	麦生産のための肥料

¹⁰⁹ <https://www.lignoflag-project.eu/funding/>（最終アクセス日：2023年2月10日）

¹¹⁰ <https://www.clariant.com/ja-JP/Corporate/Blog/2021-Blog-Posts/12/First-commercial-sunliquid-plant>（最終アクセス日：2023年3月13日）

Clariant 社は従来活用が難しいとされていた難消化性のセルロース・ヘミセルロースを糖分に変換し、アルコール発酵によりバイオエタノールを生産する技術 (Sunliquid®) を有する。本プロジェクトではプラントでは周辺地域で発生する 25 万トン／年の麦わらを利用し、最大 6 万トン／年のセルロース系エタノールを生産する。

原料調達に関しては、プラント運営側が 300 軒の農家からこれまで未利用だった麦わらをプラント側が長期契約で買い取ることで、資源調達のアベイラビリティ及び提供者である農家側の収入安定性を確保している。

その他、副産物であるリグニン熱電供給施設の燃料として活用する他、蒸留過程で発生する有機残留物は肥料として地域の麦農家に供給するなど、新たなバリューチェーンを創出し地域経済に貢献している。

なお、LIGNOFLAG プロジェクトの助成元である Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU) は、EU と Bio-based Industries Consortium (BIC) との 20 億ユーロの官民パートナーシップであり、様々な循環型バイオ産業プロジェクトに資金を提供している。

CBE JU は 2021-2031 年までの期間、EU の研究開発プログラムである Horizon Europe の下で運営されており、2022 年末時点で前身の官民パートナーシップである Bio-based Industries Joint Undertaking (BBI JU) と併せて 142 件のプロジェクトが採択されている。

③ 政策・条例

＜事例 4：青森県 青森県稲わらの有効利用の促進及び焼却防止に関する条例＞

我が国では欧州と比較して稲わら等の農業残渣の利用は十分進んでいないのが現状であるが、自治体レベルでは有効活用策を積極的に推進している。

青森県では 2010 年 6 月に青森県稲わらの有効利用の促進及び焼却防止に関する条例が施行され、稲わらの有効利用、また稲わらの焼却を行わないように努めることが定められた。施行の背景としては、肥料価格が年々高騰していたことが挙げられる。稲わらはいり肥や家畜の肥料などに使える有効な資源であり、この条例は「稲わらを健康な土づくり」や「貴重な資源として循環させること」により、農家肥料コストの軽減と資源循環の促進を目的として制定されたものである。

本条例の具体的な施策として、流通促進マッチングリストが導入された。これにより、稲わらの販売希望者と買取希望者がリスト化されることにより、購入者と直接取引ができるようになり、資源のアベイラビリティが向上したとしている。

④ 発電以外の高付加価値化

前述のとおり、我が国では 2012 年に開始された FIT 制度の影響で木質バイオマスをはじめとするグリーン炭素は発電利用が中心となっている。これまで欧州及び米国でも同様に再生可能エネルギーとしてのバイオマス発電向利用が推進されてきた経緯があるが、昨

今新たな用途として液体燃料や BECCS といった新たな付加価値化が注目されており、以下に代表的な事例を示す。

<事例 5：液体燃料・SAF 生産への利用>

北南米や欧州では 2000 年代後半より輸送分野の脱炭素化や農業政策として、農作物由来のバイオ燃料の生産及び陸上輸送分野での導入を推進してきた。この流れは近年船舶や航空分野にも広がり、液体燃料の利用拡大が進みつつある。特に、国際航空分野では ICAO の脱炭素目標に基づき Sustainable Aviation Fuel (SAF) の生産及び利用が活発化している。

米国ではエネルギー省 (DOE) 及び運輸省 (DOT)、農務省 (USDA) 等が連携して 2021 年に「SAF Grand Challenge」と呼ばれる持続可能な航空燃料生産、利用、各種技術開発のための包括的な戦略を打ち立てた。

現状、SAF は HEFA プロセスと呼ばれる油脂資源由来の生産方法が中心であるが、農業残渣由来の生産方法である Alcohol-to-Jet (ATJ) についても米国では推進されており、Gevo 社も同プロセスでの生産を行う一社である。

Gevo 社は農業残渣や木質バイオマス等のセルロースとリグニンから高価値の植物由来製品 (炭化水素) を商業規模で生産している。近年は上述の理由で SAF 生産を加速しており、主に木質バイオマスより得られるバイオイソブタノールを基とするジェット燃料を製造している。

原料調達、加工は Sweetwater Energy, Inc が Gevo 社の SAF 生産施設の隣接地で実施している。同社は 30,000 トンのバイオマスを利用し、セルロースとリグニンから低コストのセルロース糖を Gevo 社に供給している。

農業残渣や木質残渣をはじめとするグリーン炭素は重要な液体燃料の原料として、政策支援に基づき SAF 等の分野で大規模利用が進む可能性があり、こうした需要の蓋然性が資源のアベイラビリティ向上に寄与するものと推測される。

<事例 6：BECCS>

これまでバイオマスは再生可能エネルギー源としての導入が進められてきたが、近年大気中の CO₂ を純減させる「カーボンネガティブ」の価値を生み出す BECCS としての利用が注目されている。

BECCS は Bioenergy with Carbon Capture and Storage の略称であり、CCS (CO₂ 回収・貯留) とバイオマスエネルギーを結び付けた技術を指す。バイオマス燃料の燃焼ではライフサイクル全体の排出量は変わらず CO₂ 排出量カウントをしないため、このバイオマス燃焼時の CO₂ を CCS することで大気中の CO₂ は純減となる。

特に英国ではこうしたカーボンネガティブの取組が政策的に支援されている。BECCS に取り組む代表的な企業である Drax 社は、元々石炭発電事業者であったが、2010 年代後半よりバイオマス 100% 発電に燃料転換し脱炭素事業を中核として活動している。現在、これ

らのバイオマス発電所からの CO₂を回収し地下貯留または炭素活用する CCUS 事業を実証中である。

近年、Drax 社は同社らを中心とする Zero Carbon Humber¹¹¹と呼ばれるパートナーシップを設立し、英国北部における世界初のネット ゼロ産業クラスターを作ることを目指している。BECCS はこの産業クラスターのメイン技術の一つとして位置づけられている。同技術を用いると木質バイオマス等のグリーン炭素を活用したカーボンネガティブ価値の創出が可能とされ、従来のバイオマス発電とは異なる付加価値により、資源の安定需要、並びにアベイラビリティの向上が実現するものと推測される。

¹¹¹ <https://www.zerocarbonhumber.co.uk/the-vision/>（最終アクセス日：2023年2月10日）

3.3 ブルー炭素

ブルー炭素に含まれる品目は貝殻等も含めると多岐に渡るが、本調査事業では有機資源であり、一定程度の回収量が期待される海藻・海草について整理を行った。

3.3.1 国内におけるアベイラビリティーの現状・課題

3.1 で定義したアベイラビリティー向上に向けた観点・手段を踏まえつつ、ブルー炭素のアベイラビリティーの現状・課題を調査した。ブルー炭素の主要品目（海藻・海草）については、日本国内では食用としての利用が大部分を占め、世界的にもホワイトバイオ分野における利用法の開発は進んでいない。新規バイオマスとして今後原料調達方法の確立及び利用先の探索が期待される。

調査対象である海藻・海草は異なる生物種であり、海草は砂地・泥地に根を張るが、海藻は岩場に接着している。海藻はアジアを中心に養殖技術も普及し食用・工業用など世界的に利用されている。一方、海草の養殖はほとんど行われておらず、海草藻場は海洋生態系の一部として保全されているため天然物の採取もほとんど行われておらず現状ではほぼ利用されていないバイオマスと言える。

表 3-10 海草・海藻の利用状況

	分類	日本における 代表種	利用状況
海草	海産顕花植物 (葉・茎・根を持つ)	アマモ	現時点では困難（生態系保護のため採取による利用は困難） 原料としてほぼ未利用であるが養殖技術が検討段階にある
海藻	藻類	アラメ ワカメ コンブ	広く利用されており、養殖技術は多くの種で確立済

(1) 廃棄・漂着分等の未利用分の原料利用に関する現状・課題

(対象: 観点①手段 a)

本調査では国内で得られる有機資源（海藻・海草）について検討し、未利用と定義しているものは加工時の廃棄分や漂着海藻であるが、前述の通り現時点で原料利用はされていない。

<調達スキームの構築>

未利用となっている海藻加工時の廃棄分や漂着藻等は、これまで量的な把握が行われていない。発生地が点在しており一地点あたりの量が多くないため、海藻・海草に係る廃棄物の内訳は統計的に把握されていない。また、水揚げ時に海洋中に残されたバイオマスについても相当量あるとみられるが、現状量的把握および回収方法は検討されていない。

食用海藻の加工時の廃棄分や漂着藻について、現在工業利用はされていないことから、収集・回収網は構築されていない。既に確立されている食用海藻のサプライチェーンも利用し、効率的な収集・運搬が必要となる。陸上に存在する未利用分の収集方法の確立のほか、海洋中への藻場由来の流出物の回収等新たな収集方法の検討もアベイラビリティ向上の方策として考えられる。

<利活用先の開発>

日本国内では海藻の生産技術はあるものの、食用との競合の懸念や、海外原料との価格差等を理由として、ホワイトバイオ分野における原料としての活用は進んでいない。また、ホワイトバイオ分野での利用方法が確立されていない点も原料利用が進まない一因と考えられる。高品質原料向けの高付加価値利用法や低品質原料向けの利用法等、原料の品質に適した利活用先の開発が求められている。

(2) 未利用分の把握に関する課題

(対象: 観点③手段 d)

<統計データの不足>

上述のとおり、現在漂着物または食用海藻の加工残渣として廃棄されている量についてのデータが不足している。加えて、現在利用可能な資源は、廃棄分及び漂着物となるため資源量が限られているが、国内での新規調達の可能性について検討するための情報も不足している。企業によるブルー炭素の資源活用の検討や水産養殖事業への新規参入を進めるためには、地理データや統計データ、生産ポテンシャルの試算方法等のデータを整備し、利用可能にすること及び分かりやすい情報発信が必要であるが、これらの情報は開示されていない。また、事業検討にあたって、原料利用に係る技術開発・情報の整備も必要となると考

えられる。

(3) 新規養殖に関する課題

(対象: 観点③手段 f)

<食用との競合><栽培実績のない海藻・海草の養殖に要する初期コスト>

現在日本で養殖されている海藻については、そのほとんどが食用に供されているため、日本国内で工業用海藻を新規に養殖するためには、日本での養殖に適した種の選定及び栽培方法の開発が必要となる。大規模化に向けては、養殖海域の拡大検討も必要となる可能性がある。また、食用海藻よりも工業用海藻は買取価格が安価になることが見込まれる。栽培に係る初期コストや買取価格、日本国内の水産事業者の減少も考慮すると、工業向け原料の養殖にあたっては追加的なインセンティブが必要となると考えられる。藻場保全や養殖に係るインセンティブの付与や地域での取組を促進するため、国内では 2020 年度よりジャパンブルーエコノミー技術研究組合 (JBE) による J ブルークレジット制度が運用されており、令和 4 年 3 月現在 21 のプロジェクトが登録されている。

<回収網が未整備><養殖事業者の減少>

実際にバイオマス原料となる海藻・海草を養殖するにあたっては、日本の水産事業者は海藻の生産技術は有しているものの、水産業の従事者は年々減少しており労働力不足という課題を抱えている。こうした課題解決にあたり、企業による水産事業者及び地域自治体との協同は重要であると考えられ、漁業権による規制等に関しても、企業の養殖事業への参入に際し柔軟な運用の検討も必要となる可能性があるだろう。

3.3.2 アベイラビリティ向上に向けた方策の検討

次項に示す国内先進事例及び海外動向の調査、ヒアリング調査及び有識者委員会における議論を踏まえ、前項に示した現状・課題の解消に資する対策・施策の方向性を下表のように整理した。詳細については、アベイラビリティ向上に向けた観点・手段ごとに以降に後述する。

表 3-11 ブルー炭素のアベイラビリティ向上に向けた課題及び対策・施策の方向性

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		ブルー炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
観点① 未利用資源 の有効活用	手段 a) 未利用分の原料利用 (廃棄分/漂着物/海洋への 流出物→原料利用(製品製 造)へ転換)	○	<調達スキームの構築>	<ul style="list-style-type: none"> ● 水揚げ後の廃棄分についてサプライチェーン上の課題を把握する。その上で、海藻については食用のサプライチェーンも活用した回収網の構築、海草については漂着物等についての回収網の構築を検討。 ● 海洋中への流出物の回収可否の検討 ● 資源量の把握及びオープンデータの整備 (市町村レベルでの生産量、沿岸での廃棄量、加工工場における廃棄量等) ● 計測・推計技術の開発(上記データ整備に資する技術)
			<利活用先の開発>	<ul style="list-style-type: none"> ● 未利用分の利活用先がない(現状は廃棄処分) ● 原料処理コストが高く事業化に結び付きにくい
観点② 利用用途の	手段 b) エネルギー利用分 から原料利用分への転換	×	—	—

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		ブルー炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
転換				
	手段 c) その他利用分から原料利用分への転換	△ (食用からの転換は想定せず)	—	—
観点③ 新規確保	手段 d) 未利用分の把握(統計把握)	○	● 統計データが不足	● 新規養殖検討に資する試算方法の開発・データ整備 (養殖可能域や生産可能種、生産量の試算方法等) ● 計測・推計技術の開発(上記のデータ整備に要する技術)
	手段 e) 循環資源の輸出削減 ※古紙、動植物性廃油などが該当	×	—	—
	手段 f) 新規栽培・養殖	○	● 食用との競合 ● 栽培実績のない海藻・海草の養殖に要する初期コスト ● 回収網が未整備 ● 養殖事業者の減少	● 栽培手法の開発、利活用技術の開発 ● 回収網の構築 ● 実施体制構築のためのプラットフォーム：生産事業者とバイオマス利用事業者の接続形成等 ● 人材育成

(1) 未利用分から原料利用への転換

(対象: 観点①手段 a)

現在未利用分として定義している食用海藻の廃棄分及び藻場由来の漂着物については3.3.1 (1)~(2)で述べた通り、下記項目がボトルネックと考えられる。

<調達スキームの構築>

- 工業原料としての回収網が未整備
- 収集運搬が非効率
- 統計データが不足

<利活用先の開発>

- 未利用分の利活用先がない（現状は廃棄処分）
- 原料処理コストが高く事業化に結び付きにくい

上記を踏まえると、まず発生点別の賦存量把握と分かりやすい情報発信が求められる。次に発生点に応じて円滑かつ効率的に資源を収集するための対策が必要になると考えられるほか、収集した後のプロセスとしてバイオマス利用技術の開発など、下記に示す対策・施策が必要になると想定される。

- 供給側での対策・施策の方向性
 - 現在の未利用分を対象とした地域別賦存量のデータ整備・公表
 - 農林水産省・環境省調査事業結果を活用した量的把握および各地域での海藻製品加工時の廃棄量や漂着藻についての情報収集・量的把握
(取組例：農林水産省調査事業（事例 9）、推計/計測方法の開発（事例 10）)
- 需要側での対策・施策の方向性
 - 利活用先の開発
 - ✓ 資源量及び原料の品質を考慮した利活用方法の検討・研究開発
(取組例：米国における藻類等の利活用先の開発（事例 1,3）、滋賀県における水生生物の利活用（事例 8）)

海藻資源の活用に向けた技術開発プロジェクトが欧州、米国で展開されている。海藻・海草由来の製品活用事例では、バイオプラスチックや肥料等がある食用と比較し工業用は安価となるが、高品質な原料については高付加価値製品の利活用先探索が望まれる

(2) 統計データ整備や新規養殖による原料の新規確保

(対象: 観点③手段 d、f)

現在利用可能な資源は、廃棄分及び漂着物となるため資源量が限られている。バイオマスとしての商用利用を見込む場合、新規調達の可能性についても検討が必要であると考えられる。新規養殖の可能性の検討にあたっては 3.3.1 (2)～(3)で述べた通り、下記項目がボトルネックと考えられる。

- 統計データが不足
- 食用との競合
- 栽培実績のない海藻・海草の養殖に要する初期コスト
- 回収網が未整備
- 養殖事業者の減少

企業によるブルー炭素の資源活用や水産養殖事業への新規参入を進めるためには、新規参入の検討に利用可能な国内のバイオマス調達ポテンシャルに係るデータを整備し企業の検討時に利用可能とすること、及びそれらデータの分かりやすい情報発信が必要であると考えられる。資源利用に関する検討が可能となるよう、養殖可能域や生産可能な生物種、海域の現状のデータ等、国産原料の生産可能性検討に資する量的・地理的データ整備が必要である。また、事業検討にあたって、原料利用に係る技術開発・情報の整備も必要となると考えられる。

また、実際に国内でバイオマス原料となる海藻・海草を養殖する場合、国内での既存海藻事業（主に食用）や水産養殖事業者の生産の現状を考慮し国産原料の活用について検討する必要がある。日本の水産事業者は海藻の生産技術は有しているものの、水産業への従事者は年々減少しており労働力不足という課題を抱えている。また、工業用海藻は食用海藻よりも安価に取引されることとなり、既存の国内事業者が新規事業として取り組むメリットを感じにくい。バイオマス生産事業者と利用事業者のコネクション形成等、原料利用に向けた実施スキーム構築や人材育成も必要と考えられる。こうした課題解決にあたり、企業による水産事業者及び地域自治体との協同は重要であると考えられ、漁業権による規制等に関しても、企業が養殖事業へ参入する際柔軟な運用を行うことの検討も必要となる可能性がある。また、米国で行われているようなバイオマスの増産を支援する補助金の支給等の生産支援も検討の余地がある。

上記を踏まえると、新規バイオマス養殖・調達に係る情報及び利用用途に係る情報の整備と発信、及び実施スキームの構築が重要であり、下記に示す対策・施策が必要になると推測される。

<対策・施策の方向性>

供給側での対策・施策の方向性

- 工業用海藻の養殖可能性について検討
 - 資源利用に関する検討が可能となるような、養殖可能域や生産可能な生物種、海域の現状等、国産原料の生産可能性検討に資する量的・地理的データ整備
(取組例：農林水産省調査事業（事例 9）、推計/計測方法の開発（事例 10）)
 - 国内での既存海藻事業（主に食用）に携わる水産養殖事業者の生産の現状を考慮した国産原料の活用について事業スキームを含めた総合的な検討
(取組例：米国におけるバイオマス生産支援（事例 2）、米国における人材育成事業（事例 11）、欧州における海藻養殖システムの構築（事例 12）)

欧州では海藻の原料利用に向けた実施スキームの構築に係る取組が行われている。また、米国では人材育成の一環として藻類分野での研究者育成が行われているほか、海藻を含むバイオ燃料の原料となりうるバイオマスの生産に補助金が支払われ、生産支援が行われている。

需要側での対策・施策の方向性

- 利活用先の開発
 - 藻の種類・品質に適した利活用方法の検討・研究開発
(取組例：米国における藻類等の利活用先の開発（事例 1,3）、滋賀県における水生生物の利活用（事例 8）)

3.3.3 アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査

(1) 調査対象

前項で示した対策・施策の参考となる各種事例として、下表に示す国内先進事例及び海外動向を調査した。以降に各事例の具体について述べる。

なお、各事例の末尾に記した括弧書きは各事例・動向の取組の種類をカテゴリ分けしたものであり、「政策・条例」、「技術開発」、「高付加価値化」、「データプラットフォーム構築」、「スキーム構築」、「その他」のいずれかを付与している。

表 3-12 対策・施策の参考として調査した国内先進事例及び海外動向（調査対象）

各種事例が紐づく 対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
利活用先の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 滋賀県（事例 8 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 琵琶湖での過剰発生している水生生物の活用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 米国・Advanced Algae System Program、Bio Preferred Program（政策、研究開発）（事例 1、3 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 藻類を対象に含むバイオマスの研究
統計データ整備	<ul style="list-style-type: none"> ● 農林水産省「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発」（事例 9 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 沿岸生態系の基礎データの整備と評価手法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● Blue Carbon Initiative、Ocean2050（データプラットフォーム構築）（事例 10 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 海藻・海草等の炭素固定に係る推計/計測方法の開発
新規原料の確保	<ul style="list-style-type: none"> ● 【再掲】滋賀県 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 琵琶湖の過剰発生している水生生物の活用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧州・GENIALG（政策・スキーム構築）（事例 12 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 海藻養殖システムの開発 ● 米国・Advanced Biofuel Payment Program（政策、研究開発）（事例 2 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➢ バイオ燃料原料への生産支援
スキームの構築	—	<ul style="list-style-type: none"> ● オーストラリア・Seaweed

各種事例が紐づく 対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
		<p>Biofilters</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 海藻を用いた藻場保全とバイオマスの活用 ● 米国・Algae Technology Educational Consortium (政策、スキーム構築) (事例 11 参照) ▶ 人材育成 ● 欧州・EU4Algae (政策・スキーム構築) (事例 12 参照) ▶ 藻類関連組織のプラットフォーム構築

(2) 各種事例の詳細

① 政策・条例

<事例 1：米国・藻類の生産・利用に係る研究開発>

米国エネルギー省が立ち上げた Advanced Algae System Program では、藻類 (Algae) 製のバイオ燃料やバイオ製品の製造コスト削減のための研究開発を行っている。米国農務省についても、藻類のみの研究開発プロジェクトは存在しないが、Small Business Innovation Research (SBIR) プログラムで連邦政府が 2.5% を中小企業の研究開発に支払うように義務付けられており、藻類への研究開発についても助成を受けることが可能である。本プログラムは製造とロジスティクスの大きく 2 段階に分かれており、各々以下のような研究開発を実施している¹¹²。

【製造】

- 藻類由来バイオマスの開発・品種改良等の資源利用法とその適用可能性
- 藻類由来バイオマスの成分の特徴づけ
- 培養システムの環境、技術の調査

【ロジスティクス】

- 培養システムからの藻類の回収方法
- 回収した藻類の脱水技術やその濃度
- バイオ製品やバイオ燃料を製造する際の前処理技術

¹¹² <https://www.rd.usda.gov/programs-services/energy-programs/advanced-biofuel-payment-program> (最終アクセス日：2023 年 2 月 10 日)

<事例 2：米国・バイオ燃料生産物に対する支払い>

米国農務省では、先進バイオ燃料の生産量を増やすことを目的として補助金を設置している（Advanced Biofuel Payment Program）。下表のとおり、企業などが生産したバイオ燃料に対して補助金が支払われる。特に、バイオ燃料の製造・販売に係る事業者であれば広く支給対象となる点、生産者や生産量に応じて支給額を設定している点など、対象範囲の裾野が広いことが特徴と言える。

これらの取組は微細藻類も対象であり大型藻類に限定した政策ではないが、藻類の利活用先の開発を進め新たなバイオマスとして活用していく取組と言える。

表 3-13 米国・バイオ燃料生産物に対する支払い

対象者	先進バイオ燃料を製造・販売する事業者であれば、誰でも申請することが可能。形態は生産・販売する個人、法人、企業、財団、協会、労働団体、企業、社会、株式会社、政府機関、学校、その他の教育施設、団体、または非営利団体のいずれも可能
対象となる先進バイオ燃料の種類	トウモロコシ穀粒デンプン以外の再生可能なバイオマスに由来する燃料で、以下のものを含む (1) セルロース、ヘミセルロース、またはリグニンを原料とするバイオ燃料 (2) 砂糖及びデンプンから得られるバイオ燃料（トウモロコシ穀粒デンプンから得られるエタノールを除く） (3) 作物残渣、その他の植物性廃棄物、動物性廃棄物、食品廃棄物、庭ごみなどの廃棄物から得られるバイオ燃料 (4) 植物油、動物性脂肪など再生可能なバイオマス由来のディーゼル等価燃料 (5) 再生可能なバイオマスからの有機物の転換により製造されるバイオガス（埋立地ガス、下水処理ガスを含む） (6) 再生可能なバイオマスからの有機物の転換により製造されるブタノールまたはその他のアルコール類；または (7) セルロース系バイオマスから得られるその他の燃料
支払いの種類	・ 四半期ごとに、その四半期に生産された適格バイオ燃料の実量に応じて支払い ・ 前年度より生産量を増加させた生産者に対して、年間増加分を支払い
支払い条件	・ 生産者には、四半期ごとに、その四半期に生産された適格バイオ燃料の実量が支払われる ・ 生産者ごとに、生産量を英国熱量単位（BTU）に換算して支払われる ・ 支払額は、対象となる生産者の数、生産されたバイオ燃料の量、及び会計年度の予算額によって決まる ・ 支払額の下限や上限はない

出所：USDA Advanced Biofuel Payment Program ¹¹³

¹¹³ <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/advanced-algal-systems>（最終アクセス日：2023年2月10日）

② 技術開発、高付加価値化

＜事例 3：米国・海藻を含むバイオプロダクト製品の開発＞

米国では 2018 年の法改正により農業法の対象に藻類が組み込まれたことにより、開発の幅が広がっている。例えば、バイオベース製品の開発・購入・利用促進に向けた支援を行う **Bio Preferred Program** において、2018 年の法改正後に藻類が支援対象に組み込まれた。同プログラムは米国農務省による 2002 年の農業法案により実施されていたが、2018 年農業法改正の一部として再承認及び拡張された。プログラムでは藻類 (Algae) と別に明確にコンブ等の海藻が支援対象として明示されている。利用先の例として、シャンプーやリンス、ハンドソープ等の化粧品、歯磨きや洗浄料等に加え肥料や紙といった候補も示されており、抽出物であるアルギン酸だけでなく様々な用途開発を見込み今後研究が進められていくものと考えられる。

What's in the biobased products you buy?

					
Sugar Beets	Algae	Seaweed/ Kelp	Soy	Cotton	Walnut shells, crab shells, and more!
<p>Sugar beet residue makes a robust, flexible and water-tight bioplastic, ideal for replacing oil-based polyethylene terephthalate (PET) bottles.</p> <p>Algae is used to make cushiony foams in shoes.</p> <p>64 products listed in the BioPreferred Program Catalog are made of seaweed and kelp: shampoos,</p>	<p>conditioners, hand soaps, sunscreen, fertilizers, compost tea, paper, toothpaste, and all-purpose cleaners.</p> <p>Soybean oil is in interior and primer paints, dust removers, bike grease, laundry detergents, and rust removers.</p> <p>The reengineering of cotton seeds to require less water for growing, along with innovations in planting and</p>	<p>harvesting, mean cotton now qualifies as an innovative raw material for biobased products.</p> <p>Innovators also use switchgrass, guar, neem seeds, avocado pits, and food processing scraps, like apple and potato peels.</p> <p>Even biosolids, compost, and food scraps are being repurposed for good!</p>			

図 3-3 Bio Preferred Program の対象

出所：USDA BioPreferred Program Web サイト¹¹⁴

¹¹⁴ <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/> (最終アクセス日：2023年2月10日)

<事例 4：米国・藻類の炭素固定に関連する研究開発プロジェクト>

藻類は炭素固定機能にも期待が寄せられており、米国では農務省及びエネルギー省が藻類の炭素固定に関連する研究開発プロジェクトについても支援している。

表 3-14 米国・研究開発プロジェクト^{115 116}

実施機関	プロジェクトタイトル
USDA ARS	反芻家畜からの温室効果ガス発生を抑制するカリフォルニア産海洋性大型藻類の同定と培養 (Identification and Culture of Californian Marine Macroalgae Capable of Reducing Greenhouse Gas Production from Ruminant Livestock)
DOE NETL	石炭火力発電所から排出される CO ₂ を飼料製造に有効利用 (Beneficial use of CO ₂ from Coal-Fired Power Plants for Production of Animal Feeds)
	二酸化炭素を高付加価値製品に活用する新規藻類技術 (Novel Algae Technology to Utilize Carbon Dioxide for Value-Added Products)
	発電所排ガスからの二酸化炭素排出を抑制する高効率な微細藻類を用いた炭素隔離システム (A Highly Efficient Microalgae-Based Carbon Sequestration System to Reduce Carbon Dioxide Emission from Power Plant Flue Dioxide Emission from Power Plant Flue Gases)
	タンパク質と脂肪酸のための炭素捕捉と利用 (Carbon Capture and Utilization for Protein and Fatty Acids)
	藻類を用いた連続的な炭素回収・利用により、経済性と環境負荷の変革に挑む (Continuous Algae-Based Carbon Capture and Utilization to Transform Economics and Environmental Impacts)
	発電所や排水処理事業との相乗効果による藻類 CO ₂ 利用の費用対効果向上(Improving the Cost-Effectiveness of Algal CO ₂ Utilization by Synergistic Integration with Power Plant and Wastewater Treatment Operations)
	藻類による二酸化炭素 (CO ₂) 回収とバイオ製品の工学規模での検証 (Engineering-Scale Validation of Novel Algae Carbon Dioxide (CO ₂) Capture and Bioproducts)

※DOE NETL のプロジェクトに関しては、多数存在するため現在実施中のプロジェクトのみを抜粋

¹¹⁵ <https://portal.nifa.usda.gov/web/crisprojectpages/0438778-identification-and-culture-of-californian-marine-macroalgae-capable-of-reducing-greenhouse-gas-production-from-ruminant-livestock.html> (最終アクセス日：2023年2月10日)

¹¹⁶ <https://netl.doe.gov/> (最終アクセス日：2023年2月10日)

＜事例 5：海藻を活用した製品の事例＞

民間企業による海藻を原料とした製品の商用化も進んでいる。英国 NotPla 社は、欧州におけるプラスチック規制のもとで、規制の対象外となりうる海藻由来バイオプラスチックを製造し注目を集めている。欧州指令 **Directive on single-use plastics** において、天然に存在しないポリマーが規制対象となったが、Notpla 社で展開している褐藻類から抽出したアルギン酸を活用した生分解性プラスチック商品は、天然に存在するポリマーを用いた製品として規制の対象外となりうる。製品事例は以下のとおり。

- Notpla Ooho: 液体用の包装カプセル。2019 年のロンドンマラソンで提供。
- Notpla Film : 従来のフィルムの代替品。マイクロプラスチックを放出せずに自然分解される。
- Notpla Coating : 耐水性・耐油性をもつコーティング剤。

また、同社はアルギン酸抽出後の海藻残渣から Notpla paper（生分解性の紙）を 2024 年までに開発するとしている。

また、フランスの Eranova 社では、緑藻から様々な機能を持ったプラスチックの製造を目指しており、生分解性や耐用性の高いプラスチック、またリサイクルや堆肥化が可能なプラスチックの製造を掲げている。そのほか、漂着海藻の仕様をコンセプトとしたプロジェクトとして、プロジェクト「**Rum and Sargassum**」が進行中である。バルバドスで海岸に流れ着くホンダワラと、ラム蒸留所の廃水との組み合わせから発生するバイオメタンを使用してバイオ燃料を生産するものである。プロジェクトは **Blue Chip Foundation** の資金提供を受けており、バイオ燃料を CNG 車で使用することにより、石油に過度に依存しているバルバドスの経済的・環境的課題を解決することを目指している。一方、課題としてはバイオメタンの貯蔵や水不足、CNG 車への大規模な転換や運転リスクがあげられる。

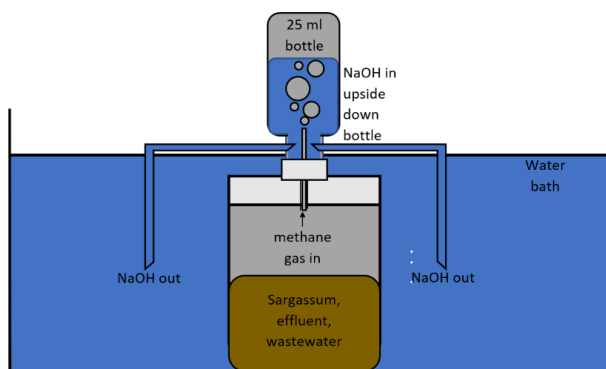


図 3-4 バイオメタン可能性テスト装置

出所：米州開発銀行レポート（2021 年 5 月）“**Experimental Evidence on the Use of Biomethane from Rum Distillery Waste and Sargassum Seaweed as an Alternative Fuel for Transportation in Barbados**”¹¹⁷

¹¹⁷ <https://publications.iadb.org/publications/english/viewer/Experimental-Evidence-on->

<事例 6：海草を活用した製品の事例>

海草を活用した製品化事例もあり、ドイツの NeptuTherm 社はフラウンホーファー研究所と協力し、地中海のビーチに流れ着く「ネプチューンボール」（海草（ポシドニア・オセアニア）の葉と根がボール状になったもの）の繊維から断熱材を開発、持続可能な断熱・防音材として販売していた。現在の販売状況は不明であるが、漂着物であるため原料供給が安定せず、また養殖も難しい点などが課題となったと考えられる。¹¹⁸

<事例 7：その他水生植物を活用した製品の事例>

湖沼に局地的に発生する水生生物を活用した事例もある。滋賀県では琵琶湖の水草を毎年 6,000～7,000 トン刈り取って、3 年かけて堆肥化している。WEF 技術開発株式会社は滋賀県から補助金を受けて、琵琶湖水草、ホテイアオイ等を低コスト・短期間（5～10 日）で熟成させ、土壌改良剤にする技術を開発した。活性酸素処理装置の販売や製造ノウハウを事業展開し、良質で低価格の有機肥料を広めることを目指している。

琵琶湖の水草は他に、活性酸素で粉末化した後、ガラスや革製品の着色にも利用されている。ガラスの中に溶け込ませて着色した「琵琶湖彩ガラス」や、ブラックバスの皮に水草で着色した「WEED DYE COLLECTION」として商品化されている。汎用品として大規模に販売することは原料規模を考えると困難であるが、特定の種に関する研究開発や、地域内での実施スキームの構築について参考となる取組と言える。

<事例 8：沿岸生態系の保全を目的とした海藻の生産>

Australian Seaweed Institute が実施している Seaweed Biofilters プロジェクトでは、海藻を用いた沿岸生態系とグレートバリアリーフに損害を与えている窒素と二酸化炭素の除去を目的としている。同プロジェクトは 10 年間のプロジェクトであり、第 1 ステージはオーストラリア政府の Reef Trust（グレートバリアリーフの保護管理を目的とした政府の投資プログラム）と Great Barrier Reef 財団の支援を受けている。主に生態系の保全を目的としてプロジェクトは実施されているが、沿岸で収穫された海藻は動物飼料や肥料などのバイオ製品に使用されており、保全とバイオマス活用を同時に進めている取組であると言える。

the-Use-of-Biomethane-from-Rum-Distillery-Waste-and-Sargassum-Seaweed-as-an-Alternative-Fuel-for-Transportation-in-Barbados.pdf（最終アクセス日：2023 年 2 月 10 日）

¹¹⁸ <https://neptugmbh.de/index.html>（最終アクセス日：2023 年 2 月 10 日）

ステージ1	ステージ2	ステージ3	ステージ4	ステージ5
科学的検証とソリューション戦略の確認 ✓ 在来種を選択 ✓ 実験室での成長試験と影響の検証 ✓ 技術の選択 ✓ 製品市場の検証 ✓ バイオフィルターコンセプトデザイン ✓ 利害関係者の関与 ✓ CQ大学グラッドストーン校との提携	フィールドトライアルの検証とソリューション戦略の改良 ✓ 孵化場の建設 ✓ プロトタイプ技術の構築 ✓ 海洋環境におけるパイロットのモニタリング結果 ✓ 製品品質検証とサプライチェーンパートナーシップ 他	フルスケールのモジュールプロトタイプとソリューション戦略のブラッシュアップ ✓ サイトアセスメント、承認、許可 ✓ 海藻バイオフィルタの構築 ✓ インパクトモニタリング ✓ サプライチェーンパートナーとの製品品質検証 他	フルスケールでの検証及びインパクト調査 ✓ 海藻バイオフィルターの展開 ✓ 地域の加工・貯蔵施設の建設 ✓ 製品流通ネットワークの拡大 ✓ 従業員の規模拡大 ✓ 管理能力 ✓ 影響の監視 ✓ 資金の確保 他	影響と最適化の継続的な科学的評価 ✓ 影響監視 ✓ 操作リズム ✓ 技術開発 ✓ 製品開発 ✓ コミュニティとの関わり

図 3-5 本プロジェクトのロードマップ

出所：Australian Seaweed Institute よりみずほりサーチ&テクノロジーが作成

③ データプラットフォーム構築

<事例 9：農林水産省・藻場による GHG 吸収量算定>

農林水産省の研究開発事業として、「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発」（令和 2-6 年度、脱炭素・環境適応プロジェクト“農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発”）が実施されている。

以下の 2 つのテーマで研究開発が実施されており、同事業では、各種環境データを用いた解析で全国規模の構成種別の藻場面積情報の算出が行われる。加えて、衛星データによらない新たな面積算定手法を構築するとしており、このような基礎データの整備及び情報発信がブルー炭素の利用検討にあたっては重要であると考えられる

<事例 10：グローバルイニシアティブ・ブルー炭素の計測・推計手法の開発動向>

データプラットフォームの構築に係るグローバルな取組として、ブルーカーボンイニシアティブは「沿岸ブルーカーボン:マングローブ、潮汐塩性湿地、海草草原の炭素蓄積量と排出係数の評価方法」を発表し、マングローブ・塩性湿地・海草の評価手法を開発している。同イニシアティブは沿岸及び海洋生態系の回復と持続可能な利用を通じて気候変動を緩和するために活動する世界的なプログラムであり、海草・塩性湿地・マングローブを研究対象としている。コンサベーション・インターナショナル(CI)、国際自然保護連合(IUCN)、及び国連教育科学文化機関(IOC・ユネスコ)の政府間海洋学委員会により設立されたものである¹¹⁹。

また、そのほかグローバルな取組として、Oceans 2050 においても海藻による炭素隔離定量化に向けた海藻を含むブルーカーボンの炭素貯蔵能力についての調査が実施されている。WWF とベズス・アース・ファンドから 1 億ドルの助成を受けて 2020 年 8 月より 5 大陸 12 カ国の 21 の海藻養殖場を対象に実証を行っていた。これらの取組は必ずしもアベイ

¹¹⁹ <https://www.thebluecarboninitiative.org/> (最終アクセス日：2023 年 1 月 19 日)

ラビリティーに直接的に資するものではないが、ブルー炭素に係る基礎データや評価手法・計測手法確立のための取組と言える。

④ スキーム構築

<事例 11：欧州・海藻養殖推進の取組>

持続可能な原料として藻類へ注目が集まっており、欧州においても食糧、飼料、エネルギー用途、プラスチック原料としての活用が期待されている。ただし、欧州はアジアと比較し海藻養殖が普及していないため、養殖生産のシステム確立を目指している段階である。

“The Horizon 2020 Blue Growth project GENIALG” ではバイオリファイナリー事業者・海藻養殖・遺伝学の専門家が連携し、高収量の海藻養殖システムの設計を目指している¹²⁰。また、欧州委員会、藻類関連組織により、藻類の生産・消費を促進し欧州における市場を拡大するためプラットフォーム「EU4Algae」が設立されている¹²¹。欧州では養殖システムの確立がなされていない段階であるため、事業実施のためのマッチングやスキーム作りを支援していく取組と言える。

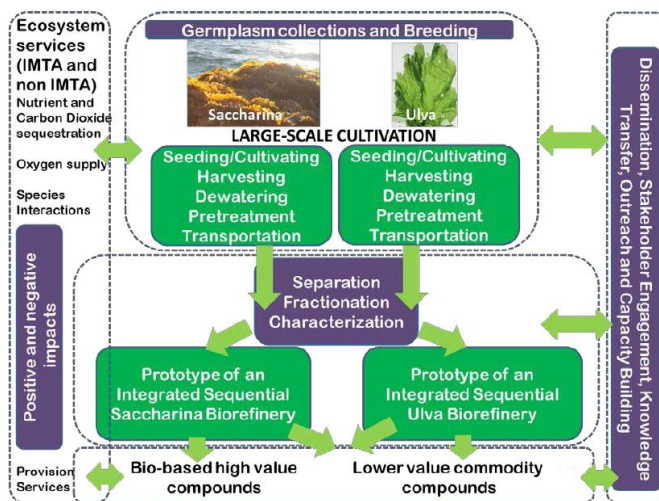


図 3-6 GENIALG 概要

出所：EU strategy on offshore renewable energy

¹²⁰

<https://genialgproject.eu/#:~:text=The%20Horizon%202020%20Blue%20Growth%20project%20GENIALG%20is,genetics%20and%20metabolomics%20to%20boost%20the%20seaweed%20industry.> (最終アクセス日：2023年1月19日)

¹²¹ https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/news/european-commission-launches-platform-promote-production-and-use-algae-europe-2022-02-09_en (最終アクセス日：2023年1月19日)



図 3-7 EU4algae 構成員

出所：European Commission launches platform to promote production and use of algae in Europe¹²²

<事例 12：米国・藻類に係る研究者育成>

Algae Technology Educational Consortium は The Algae Foundation により設立された教育コンソーシアムであり、藻類製品の商業化をサポートするために必要なスキルを提供するとともに、研究職の紹介なども行っている。本コンソーシアムは、DOE、NREL、Southern MAINE 大学が支援し、3 年間の助成金を受けて、藻類生物学、技術、培養の 2 年制準学士号を取得するための支援を行っている¹²³。日本においても藻類の研究者は限られているが、当該分野の持続的な発展のため長期的に研究者を育成していく取組と言える。

¹²² https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/news/european-commission-launches-platform-promote-production-and-use-algae-europe-2022-02-09_en (最終アクセス日：2023 年 1 月 19 日)

¹²³ <https://thealgaefoundation.org/> (最終アクセス日：2023 年 1 月 19 日)

3.4 イエロー炭素

本調査におけるイエロー炭素の主要品目（家畜ふん尿、下水汚泥、食品廃棄物、紙）について、2022年9月に閣議決定された「バイオマス活用推進基本計画（第3次）」では、下記のように今後の有効利用の方向性が述べられている。

イエロー炭素に含まれる品目はその性状や特徴が多岐にわたるため、以降の整理においては、特に未利用率が他の品目よりも比較的高く、アベイラビリティの課題が多い食品廃棄物を中心として整理を行った。

表 3-15 バイオマス活用推進基本計画（第3次）における有機性廃棄物への言及

主要品目	現在の利用状況	バイオマス活用推進基本計画（第3次）で述べられている今後の有効利用の方向性
家畜ふん尿	<ul style="list-style-type: none"> ● 物理的回収限界である約90%に近い水準で既に利用されている 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域による堆肥の供給量の偏りが大きいことを踏まえ、堆肥の高品質化、ペレット化及び広域流通について、利用者の理解を醸成しつつ推進し、家畜排せつ物の利用による資源循環の取組を促進。
下水汚泥	<ul style="list-style-type: none"> ● 発生汚泥の燃料・肥料としての再生利用状況は85%となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設資材利用等の地域における既存の資源循環システムに配慮しつつ、バイオガス等の高度エネルギー利用等を促進。 ● 利用者の理解の醸成や需給マッチング支援等の取組を通じた肥料化・リン回収等の緑農地利用の促進。
紙	<ul style="list-style-type: none"> ● 既に約80%が古紙として回収され、再生利用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 再生紙としての利用を促進するとともに、地域の実情に応じて燃料化等によるエネルギー回収の高度化を推進。
食品廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ● 飼料、肥料、エネルギー化、熱回収等の再生利用等を含めて約58%となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 分別が難しい食品流通の川下や家庭での廃棄物の利用率向上が鍵。 ● 地域の実情に応じて飼料や肥料等への再生利用を推進することとし、再生利用が困難なものはバイオガス等による高度エネルギー利用を促進。

出所：閣議決定（2022）「バイオマス活用推進基本計画（第3次）」¹²⁴より作成

¹²⁴ <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-22.pdf>（最終アクセス日：2023年1月19日）

3.4.1 国内におけるアベイラビリティーの現状・課題

3.1 で定義したアベイラビリティー向上に向けた観点・手段を踏まえつつ、食品廃棄物のアベイラビリティーの現状・課題を調査した。

本調査では、食品製造業由来の食品加工廃棄物等、食品卸売業・食品小売業・外食産業由来の事業系厨芥類、一般家庭由来の家庭系厨芥類の3つに大別している。そのうえで、廃棄物等の発生から収集、処理を経て利用に至るまでのサプライチェーンにおける特徴を踏まえ、アベイラビリティー向上に向けた観点・手段を下記の(1)～(5)のように一部細分化・統合して整理している。

(1) 事業系厨芥類の原料利用に関する現状・課題

(対象: 観点①手段 a、観点②手段 b のうち、焼却発電からの転換)

食品廃棄物等のうち事業系厨芥類は、食品卸売業・食品小売業・外食産業を発生源とし、一般廃棄物として主に各市町村の収集ルートを経由して焼却処分されることが多い(図 3-8)。焼却処分への仕向が多くなる要因として下記の項目が推測された。

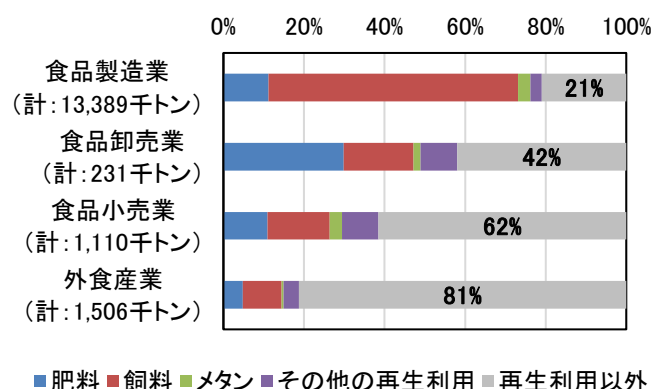


図 3-8 食品関連産業別の食品廃棄物等の処理状況

出所: 農林水産省「令和2年度食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率 推計値」より作成

< 少量分散型の排出・再生利用事業者の偏在 >

食品関連産業(食品製造業・食品卸売業・食品小売業・外食産業)における1事業所1日当たりの食品廃棄物発生量は、上流側に属する食品製造業と中流・下流側に属するその他の3産業とで発生量に大きな乖離があるとされる(図 3-9)。また、食品卸売業・食品小売業・外食産業はスーパーマーケットやコンビニエンスストア、ファミリーレストランなどに代表され、各地域で広域的に分布している特徴を有する。他方、食品廃棄物等のリサイクルを担う再生利用事業者(リサイクル事業者)は地域偏在があり、排出源と処理拠点との間で立地条件や発生規模がミスマッチとなり、リサイクルが進まない要因につながると考えられ

る。

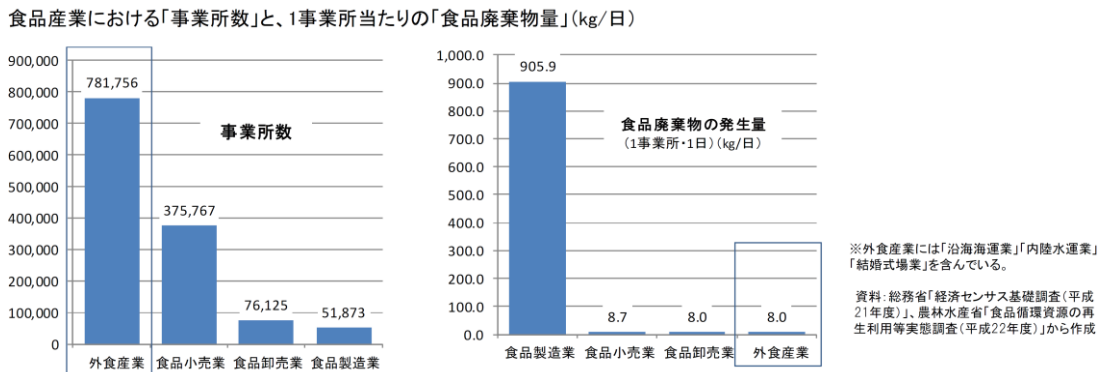


図 3-9 食品関連産業別の事業所数及び1事業所1日当たり食品廃棄物発生量の状況

出所: 食料・農業・農村政策審議会食料産業部会 第7回食品リサイクル小委員会 中央環境審議会循環型社会部会 第5回食品リサイクル専門委員会 (2013)「資料 2-1「食品リサイクル法の現状と課題について (一般社団法人日本フードサービス協会)」¹²⁵

<自治体処理との価格差>

農林水産省「食品循環資源の再生利用との促進に関する基本方針」¹²⁶では、食品流通の川下産業で再生利用等が進んでいない理由の1つとして、民間による再生利用を行う場合の処理料金が公共サービスである市町村の処理料金よりも結果として割高となっていることを指摘している。国内の主要都市における事業系一般廃棄物の処分手数料は図 3-10 に示す通りであり、都市ごとに処理価格に開きがあることが分かる。そのため、特に処分手数料が低い地域では、排出事業者の周辺に再生利用事業者が立地していたとしても処理コストを抑えるために当該資源が安価な自治体による焼却処理に投じられてしまうと推測される。

¹²⁵ https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/syokusan/recycle/h25_04/pdf/doc_02_01.pdf
(最終アクセス日: 2023年1月18日)

¹²⁶ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_hourei/attach/pdf/index-16.pdf
(最終アクセス日: 2023年1月18日)

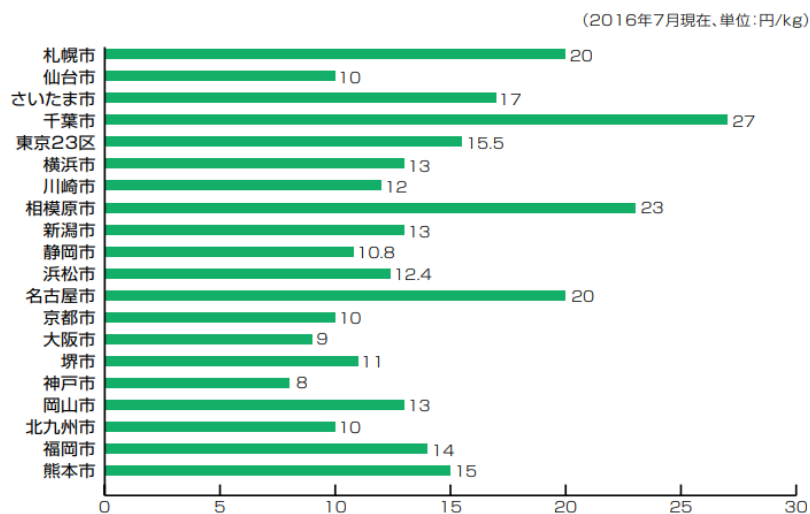


図 3-10 主要都市における事業系一般廃棄物の処分手数料
(収集運搬費を除く、2016年7月時点)

出所：農林水産省「外食産業における食品リサイクルの検討(導入)の手順」¹²⁷

(2) 家庭系厨芥類の原料利用に関する現状・課題

(対象：観点①手段 a、観点②手段 bのうち、焼却発電からの転換)

<回収スキームの構築>

食品廃棄物等のうち家庭系厨芥類は、一般家庭を発生源とし、各市町村の収集ルートを経由し、大部分は焼却処分されている(図 3-8)。厨芥類の資源化を行っている自治体の多くは人口規模の小さな中小自治体が多く、それらの自治体では主として厨芥類の分別を介した堆肥化、飼料化、メタン化が行われている状況である。生ごみは含水率が高く腐敗しやすいため、生ごみ分別に必要となる専用の回収容器や収集運搬車の整備、市民の協力の確保といった回収スキームの構築が必要となる。

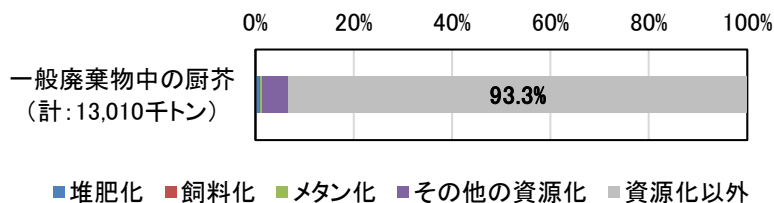


図 3-11 (家庭系厨芥類を含む) 一般廃棄物中の厨芥類の処理状況

出所：環境省「一般廃棄物処理実態調査」より作成

※資源化施設への仕向量ベースの数値。家庭系厨芥と事業系厨芥の両方を含む。

¹²⁷ https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/attach/pdf/161227_8-30.pdf
(最終アクセス日：2023年1月18日)

(3) バイogas発電から原料利用に転換する上での課題

(対象: 観点②手段 b のうち、バイオガス発電からの転換)

<発電用途のインセンティブの高さ>

本調査におけるイエロー炭素のエネルギー利用のうち、焼却処理時のエネルギー回収(発電・熱利用)を除いたエネルギー利用としてバイオガス発電が存在する。バイオガス発電はFIT制度(固定価格買取制度)の対象であり、制度上の調達価格として令和4年度は39円/kWh、令和5年度は35円/kWhが設定され、多くの施設で売電収入を活用した事業が実施されている。そのため、既にバイオガス発電を実施している地域では、原料調達における課題は少ないが、発電用に確保した原料を工業製品原料利用に仕向けるためには経済的インセンティブがない状況と推測される。

電源	規模	(参考)		
		2021年度	2022年度	2023年度
バイオマス発電 (一般木材等)	10,000kW未満	24円	24円	
バイオマス発電 (未利用材)	2,000kW未満	40円	40円	
	2,000kW以上	32円	32円	
バイオマス発電 (建設資材廃棄物)	全規模	13円	13円	
バイオマス発電 (一般廃棄物・その他)	全規模	17円	17円	
バイオマス発電 (メタン発酵バイオガス)	全規模	39円	39円	35円

図 3-12 FIT 制度におけるバイオマス発電の令和5年度調達価格

出所: 経済産業省ホームページ(2022)「再生可能エネルギーのFIT制度・FIP制度における2022年度以降の買取価格・賦課金単価等を決定します」¹²⁸

(4) 堆肥化・飼料化等から原料利用に転換する上での課題

(対象: 観点②手段 c)

<堆肥・飼料との競合>

現状、食品リサイクル法における食品廃棄物等に取り組む優先順位は①発生抑制、②再生利用(飼料、肥料、きのこ菌床、炭化製品、油脂・油脂製品、エタノール、メタンの原料)、③熱回収、④減量(脱水・乾燥・発酵、炭化)と定められている。また、2022年に閣議決

¹²⁸ <https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220325006/20220325006.html> (最終アクセス日: 2023年2月1日)

定された「バイオマス活用推進基本計画（第3次）」¹²⁹では、「地域の実情に応じて飼料や肥料等への再生利用を推進することとし、再生利用が困難なものはバイオガス等による高度エネルギー利用を促進する」としており、基礎化学品となりうるエタノール・メタンの原料としての利用は他の利用用途よりも若干優先順位が下がる状況にある。



図 3-13 食品リサイクル法における食品廃棄物等の再生利用等の考え方

出所：農林水産省（2022）「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律の施行状況」¹³⁰

(5) 循環資源の輸出削減における課題

（対象：観点③手段 e）

<海外における廃食用油等の循環資源の需要拡大>

本調査におけるイエロー炭素の各品目は含水率が高い有機性廃棄物等によって構成されており、腐敗性が高いため輸出される資源は少ない。ただし、近年は航空分野の脱炭素化の観点で SAF（持続可能な航空燃料、Sustainable Aviation Fuel）向けの廃食用油の海外需要が高まり、性状が比較的綺麗な我が国の廃食用油が輸出に仕向けられている状況にある。全国油脂事業協同組合連合会による推計¹³¹によれば、事業系廃食用油は年間 42 万トン発生し、そのうち 38 万トンが再生利用されているが、そのうち 12 万トンが海外の燃料原料向けとなっている。

¹²⁹ <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-22.pdf>（最終アクセス日：2023年1月19日）

¹³⁰ <https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000076612.pdf>（最終アクセス日：2023年1月27日）

¹³¹ <https://zenyuren.or.jp/download/>（最終アクセス日：2023年2月7日）

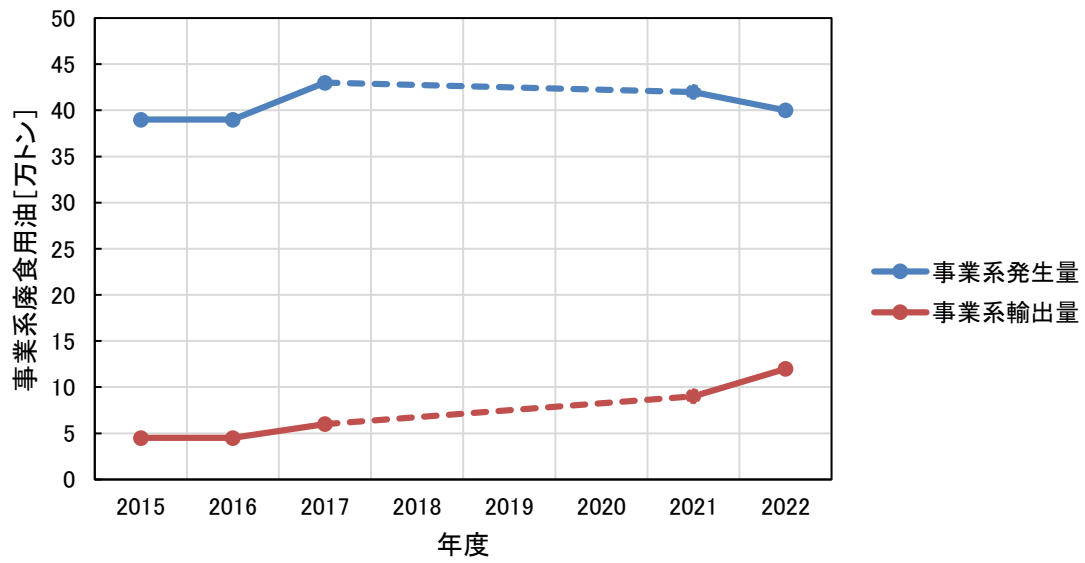


図 3-14 事業系廃食用油の発生量及び輸出量の推移

出所：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」より作成 ※2018～2020 年度は未調査年。

3.4.2 アベイラビリティ向上に向けた方策の検討

次項に示す国内先進事例及び海外動向の調査、ヒアリング調査及び有識者委員会における議論を踏まえ、前項に示した現状・課題の解消に資する対策・施策の方向性を下表のように整理した。詳細については、アベイラビリティ向上に向けた観点・手段ごとに以降に後述する。

表 3-16 イエロー炭素のアベイラビリティ向上に向けた課題及び対策・施策の方向性

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		イエロー炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
観点① 未利用資源 の有効活用	手段 a) 未利用分から原料 利用分への転換 (単純焼却・埋立→ガス化 を介した原料利用)	○	<p><事業系厨芥の場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 少量分散型の排出 ● 再生利用事業者の偏在 ● 自治体処理との価格差 <p><家庭系厨芥の場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分別収集に対する市民の協力 ● 回収スキームの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域特性に応じた収集・処理方法の選択 (分別収集/機械選別、湿式/乾式メタン発酵、ディス ポーザーの利用など) ● 収集/処理料金の見直し (事業系一廃の料金徴収、家庭系厨芥回収料金の減額) ● 高付加価値化に資する製品製造技術の開発 ● 製品/副産物の需要創出 (製品の公共調達・利用義務 化、発酵残渣の需要先確保) ● 製品/副産物やリサイクルインフラのデータ把握/発信
観点② 利用用途の 転換	手段 b) エネルギー利用分 から原料利用分への転換 (バイオガス発電/焼却発 電等→ガス化を介した原料 利用)	○	<p><焼却発電からの転換></p> <p>*手段 a) と同様</p> <p><バイオガス発電からの転換></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 発電用途のインセンティブが 高い (FIT 制度によるメリット) 	<p><焼却発電からの転換></p> <p>*手段 a) と同様</p> <p><バイオガス発電からの転換></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ポスト FIT を見据えた原料利用・高付加価値化に資する 製品製造技術の開発 (合成ガス発酵、メタン光酸化、微 生物による発酵技術等の化学原料化技術、副産する CO₂ を用いたメタネーション等の技術開発等)

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		イエロー炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
	手段 c) その他利用分から原料利用分への転換 (堆肥化・飼料化等 →ガス化を介した原料利用)	○	● 堆肥/飼料との競合	● 適正な施肥量に関する情報発信 ● 高付加価値化に資する製品製造技術の開発 *手段 b) のバイオガス発電からの転換と同様
観点③ 新規確保	手段 d) 未利用分の把握(統計把握)	×	—	—
	手段 e) 循環資源の輸出削減 ※古紙、動植物性廃油などが該当	○	● 海外における循環資源の需要の高まり (SAF 向け廃食用油等)	● 原料利用時の高付加価値化 *手段 b) のバイオガス発電からの転換と同様 ● 輸出規制
	手段 f) 新規栽培・養殖	×	—	—

(1) 未利用分や焼却発電によるエネルギー利用分から原料利用への転換

(対象: 観点①手段 a、観点②手段 b のうち、焼却発電からの転換)

未利用分に該当する単純焼却・埋立処分への仕向量と、エネルギー利用分のうち焼却発電によるエネルギー回収への仕向量に関しては、現状適正処理が行われているものであり、3.4.1(1)～(2)で述べた下記項目が課題と考えられる。

- 事業系厨芥類
 - 再生利用事業者の地理的偏在や少量分散型の排出で収集効率が悪い場合や再生利用事業者の処理料金が自治体の処理料金より高い場合に焼却・埋立されやすくなる。
- 家庭系厨芥類（一般家庭）
 - 分別収集を行うためには市民の協力や、専用の回収容器や収集運搬車等の整備が必要となる。

上記を踏まえると、発生源別（事業系厨芥類、家庭系厨芥類）に応じて円滑かつ効率的に資源を収集するための対策が必要になると考えられるほか、両者を収集した後の共通のプロセスとして工業原料に転換する技術や製造したバイオガスの賦存量あるいは工業原料等の製造量等を外部に分かりやすく示す情報発信など、下記に示す対策・施策が必要になると推測される。

- 事業系厨芥に対する対策・施策の方向性
 - 地域特性に応じた分別・処理方法の検討・選択、再生利用事業者による有効利用の促進に資する制度設計等の検討
 - ◇ 広域的なりサイクルループの形成や共同運搬などの収集運搬の効率化による地理的課題の解消
 - ◇ 事業系一般廃棄物に関する自治体処理料金の見直しによる経済的ディスインセンティブの解消
- 家庭系厨芥に対する対策・施策の方向性
 - 地域特性に応じた分別・処理方法の検討・選択、自治体による資源化施設の整備
 - ◇ 生ごみ無償回収などの市民へのインセンティブ付与や、分別収集・機械選別の導入
(取組例：福岡県大木町における分別収集の実施（事例 5）、神奈川県横浜市における機械選別の導入（事例 6）)
 - ◇ バイオガス化施設の整備やディスパーザーを利用した下水投入・混合処理、し尿処理施設における混合処理などの施設整備
- 両者共通の対策・施策の方向性

- 高付加価値化に資する製品製造技術の開発、情報発信・データ把握等の基盤整備の促進
 - ◇ バイオガスの新たな用途や合成ガス発酵などの高付加価値化に資する製品製造技術の開発
 - (取組例：北海道鹿追町における研究開発（事例 2）、欧州における研究開発（事例 3）)
 - ◇ 賦存量等の情報発信
 - (取組例：米国におけるマッピングの取組（事例 4）や、再生製品や液肥等の副産物の需要確保・マッチング（取組例：福岡県大木町や神奈川県横浜市における液肥需要確保（事例 5、6）)

(2) バイオガス化によるエネルギー利用分から原料利用への転換

(対象：観点②手段 b のうち、バイオガス発電からの転換)

バイオガス化によるエネルギー利用が行われている仕向量に関しては、3.4.1(3)で述べた通り、FIT 制度による経済的なインセンティブが現状は大きく、原料利用への転換が進みにくい状況と推測される。

上記を踏まえると、原料利用への転換には、現状利用されている発電用途で実施主体が得られるインセンティブを上回る付加価値を創出する必要があり、下記に示すような利用用途の開発や高付加価値化に資する対策・施策が必要になると推測される。

- バイオガス発電からの転換
 - ポスト FIT を見据えたバイオガスの新たな利用用途の創出
 - ◇ 合成ガス発酵技術や光酸化技術など、化学品利用を目的としたバイオメタンガスの利用技術の開発
 - (取組例：北海道鹿追町における研究開発（事例 2）)
 - バイオガス化以外の高付加価値化に資する製品製造技術の開発
 - ◇ 微生物を利用した新たな化学品利用手法の研究開発
 - (取組例：欧州における研究開発（事例 3）)
- (参考) 焼却発電からの転換
 - 原料利用に向けた課題や方向性は手段 a) と同様と考えられる。(前項参照)

(3) 堆肥化・飼料化等によるその他利用分から原料利用への転換

(対象：観点②手段 c)

堆肥化・飼料化などの本調査における原料利用及びエネルギー利用以外の有効利用が

行われている仕向量に関しては、3.4.1(4)で述べた通り、政府のバイオマス活用推進基本計画や食品リサイクル法に基づく利用方法の優先順位として、堆肥・飼料としての利用が上位に位置付けられているため、原料利用が進みにくい状況があると推測される。

こうした政府方針等を踏まえると、仮にその他利用分から原料利用分への転換を行う場合、堆肥や飼料向けの需要を把握しつつ、余剰分を活用する方向性になると推測される。その場合、農地における適正な施肥量の把握や農家に対する情報発信などを通じて堆肥需要の適正化を行いつつ、これまで堆肥に仕向けていた原料をより付加価値の高い利用用途に仕向けることが必要になる。

(4) 海外の SAF 需要向け廃食用油の国内循環の推進

(対象: 観点③手段 e)

現状での輸出への仕向量に関しては、3.4.1(5)で述べた通り海外需要の高さが背景にあり、国内利用よりも海外輸出をした方が金銭的なインセンティブがある状況と想定され、資源の海外への流出を防ぐことを目的に、国内における高付加価値な需要を創出することが必要と考えられる。

3.4.3 アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査

(1) 調査対象

前項で示した対策・施策の参考となる各種事例として、下表に示す国内先進事例及び海外動向を調査した。以降に各事例の具体について述べる。

なお、各事例の末尾に記した括弧書きは各事例・動向の取組の種類をカテゴリ分けしたものであり、「政策・条例」、「技術開発」、「高付加価値化」、「データプラットフォーム構築」、「スキーム構築」、「その他」のいずれかを付与している。

表 3-17 対策・施策の参考として調査した国内先進事例及び海外動向（調査対象）

各種事例が紐づく 対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
地域特性に応じた収集・処理方法の選択	<ul style="list-style-type: none"> ● 福岡県大木町（スキーム構築）（事例 5 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 分別収集を介した生ごみのバイオガス化・液肥全量利用 ● 神奈川県横浜市（スキーム構築）（事例 6 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 機械選別を介した生ごみのバイオガス化・電力供給 	—
高付加価値化に資する製品製造技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 北海道興部町（技術開発）（事例 2 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 家畜ふん尿のバイオガス化を経由したメタノール・ギ酸の製造 	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧州・Horizon2020（技術開発）（事例 3 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 紫光合成細菌（PPB）を活用した有機性廃棄物の化学原料化
情報発信・データ把握等の基盤整備の促進（製品／副産物の需要創出）	<ul style="list-style-type: none"> ● 【再掲】福岡県大木町（スキーム構築） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 分別収集を介した生ごみのバイオガス化・液肥全量利用 	—
情報発信・データ把握等の基盤整備の促進（製品／副産物やリサイクルインフラのデータ把握／発信）	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 米国・Biomass Resource Maps（データプラットフォーム構築）（事例 4 参照） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 固形バイオマス資源の発生量やバイオガス生

各種事例が紐づく 対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
		<p>成ポテンシャルの可視化</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 米国・国家リサイクル戦略（政策・条例）（事例 1 参照） ➤ 回収量増加に資するマッピング、新たなリサイクル技術、リサイクル材料のデータ収集・提供に係る行動方針の明記

(2) 各種事例の詳細

① 政策・条例

＜事例 1：米国・国家リサイクル戦略＞

米国では 2030 年における固形廃棄物のリサイクル率を 50%に高めるという政府目標を掲げており、本戦略はその達成に向けた方向性を示すものとして 2021 年に策定された。当該戦略における戦略目標として、「リサイクル製品の市場改善／拡大」、「回収の促進・インフラ整備」、「リサイクル工程における汚染の低減」、「循環性を支える政策の強化」、「測定方法の標準化、データ収集機会の増加」の 5 つを掲げており、目標達成のためのアクションプランの中に、リサイクルインフラのマッピングや処理容量の可視化、リサイクル材料の発生量・発生場所などのデータ収集・提供を行う方向が示されている。

戦略策定の背景

- 2017年以降の中国でのごみ輸入禁止措置などを受け、自国のリサイクルシステムの見直しに向け、2019年に米国議会が国家リサイクル戦略の策定を義務付けた。
- 2020年11月に2030年における固形廃棄物のリサイクル率を50%に高める数値目標が発表された。

5つの戦略目標

1. リサイクル製品の市場改善/拡大
2. **回収の促進・インフラ整備**
3. リサイクル工程における汚染の低減
4. 循環性を支える政策の強化
5. **測定方法の標準化、データ収集機会の増加**

アベイラビリティに関連する具体的な行動方針（抜粋）

「2.回収量増加/材料管理インフラの改善」

- 既存のリサイクルインフラに関するマップ作成を通じて、利用可能なリサイクルシステムの容量を可視化する。
- リサイクルインフラの改善を行い、リサイクルへのアクセスが円滑となるようにする。
- 新たなリサイクル技術に関する研究開発・実証への資金提供を継続する。
- 回収可能性を考慮した製品設計をメーカーで強化する。

「5.測定方法の標準化、データ収集機会の増加」

- リサイクル材料の発生量、種類、発生場所、エネルギー消費量などのデータは容易に入手できないため、データの収集・提供を行う。
- リサイクル材料に関するデータの可用性、透明性、種類、形式を向上させる。
- 製品設計者や調達者に対して使用済み製品がどのような収集、分別、処理を経ているかを知らせるフィードバックメカニズムを構築する。

図 3-15 米国・国家リサイクル戦略の策定背景と戦略目標

出所：米国（2021）「国家リサイクル戦略」¹³²より作成

② 技術開発、高付加価値化

＜事例 2：北海道興部町・家畜ふん尿のバイオガス化を経由したメタノール製造の取組＞

北海道興部町は酪農業・水産業が基幹産業であり、家畜ふん尿の処理は悪臭問題となっていた。2014 年度にバイオマス産業都市に認定され、2016 年 11 月に家畜ふん尿のバイオガスプラントを稼働し、FIT 制度による売電や液肥の有効利用に取り組んでいる。他方、FIT 売電期間終了後の収益化継続の観点から、2019 年に大阪大学と、2021 年にはエア・ウォーター北海道株式会社及び岩田知崎建設株式会社を加えた連携協定を締結し、大阪大学が開発したバイオガスから化成品原料となるメタノールや飼料添加剤や水素キャリアとなるギ

¹³² <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/final-national-recycling-strategy.pdf>（最終アクセス日：2023 年 1 月 27 日）

酸を製造する技術の事業化・実用化を目指している¹³³。アベイラビリティ向上の観点では、バイオガスの新たな利用用途の創出に資する取組と言える。

<事例3：欧州・Horizon2020「DEEP PURPLE」(技術開発)>

本研究開発プロジェクトでは、欧州では都市由来の有機性廃棄物の多くが焼却・埋立されていることを踏まえ、紫光合成細菌 (PPB) を利用して都市ごみや排水などの混合廃棄物からセルロースやポリヒドロキシアルカノエート (PHA) などの価値の高い化合物を回収し、バイオマス由来の化成品 (肥料、自己修復構造材料、生分解性バイオプラスチック、化粧品など) を生産する技術開発を行っている¹³⁴。技術目標として年間 440 トンのバイオ製品生産 (商業化) を掲げている。アベイラビリティ向上の観点では、バイオガス化以外の高付加価値化に資する技術の開発に資する取組と言える。

③ データプラットフォーム構築

<事例4：米国・Biomass Resource Maps>

米国・国立再生可能エネルギー研究所 (NREL) が 2014 に公表した地理空間分析ツールである。米国及び 15 の国と地域で利用可能なバイオマスに関するデータを搭載しており、米国内の固形バイオマス資源の発生量やバイオガスの生成ポテンシャルを群別の解像度で可視化している。アベイラビリティ向上の観点では、製品/副産物のデータ把握/発信に資する取組と言える。

表 3-18 Biomass Resource Maps におけるマッピング項目の例

	マッピング項目
固形バイオマス資源	<ul style="list-style-type: none"> 固形バイオマス資源の発生量 1km²あたりの固形バイオマス資源発生量 バイオマス作物残渣発生量 都市木材廃棄物発生量 森林残留物発生量
バイオガス	<ul style="list-style-type: none"> メタン生成ポテンシャル 埋立に伴うメタン排出量 家畜ふん尿のメタン生成ポテンシャル 有機廃棄物のメタン生成ポテンシャル 下水のメタン生成ポテンシャル

出所：米国・国立再生可能エネルギー研究所 (NREL) 「A Geographic Perspective on the Current Biomass Resource Availability in the United States」¹³⁵

¹³³ <https://www.awi.co.jp/ja/business/news/news-270299860324482039.html> (最終アクセス日：2023年1月27日)

¹³⁴ <https://deep-purple.eu/> (最終アクセス日：2023年1月27日)

¹³⁵ <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015->

④ スキーム構築

＜事例 5：福岡県大木町・分別収集を介した生ごみのバイオガス化・液肥利用の取組＞

福岡県大木町では、生ごみとし尿・浄化槽汚泥を混合処理・有効利用する拠点を 2006 年から稼働させ、収集段階ではバケツコンテナ方式による週 2 回の分別収集を行っている。バケツコンテナ方式とは、各家庭に水切りバケツを配布して分別協力を仰ぎ、別途 5～10 世帯ごとに配置した生ごみ収集用の専用容器（バケツ状容器）に分別した生ごみを集める方式である¹³⁶。大木町では週 2 回、収集日の前日にバケツ設置・収集日の午前に回収するという形態で実施している。各家庭では配達・回収作業の手間はかかるものの異物混入がほとんど見られない（平均 1%程度）ことが特徴であり、バイオガス化プロセスの円滑化にも貢献している。バイオガスプラントにおける発酵を経て、バイオガスと有機液肥が生産され、バイオガスは所内でのエネルギー利用、有機液肥は全量を農地還元することで地域循環ネットワークが構築され、ごみ減量や処理費削減、CO₂削減、地域農業への貢献につながり、地域の活性化にも貢献している。なお、大木町は周辺市町と連携し紙おむつやプラスチックを対象としたリサイクルシステムも形成している。アベイラビリティ向上の観点では、地域特性に応じた分別・処理方法の選択に資する取組と言える。

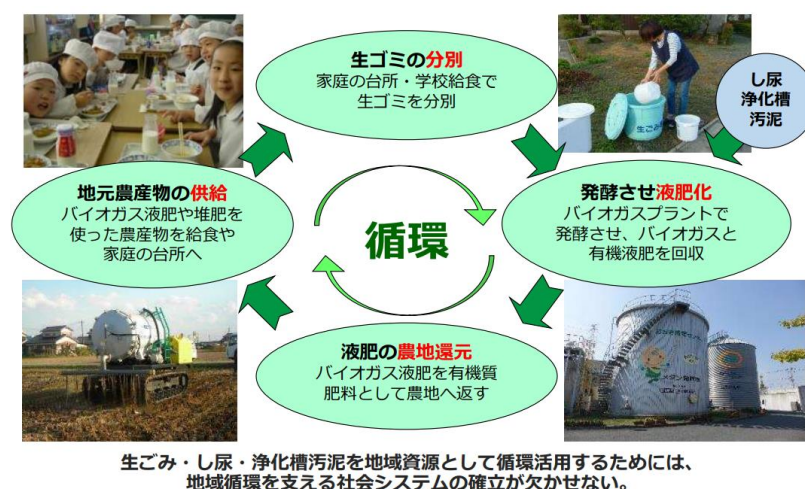


図 3-16 福岡県大木町における生ごみメタン発酵による循環の全体イメージ

出所：中央環境審議会循環型社会部会・第 32 回（2019）「資料 1-3 大木町の循環事業」、大木町（2014）「大木町のメタン発酵による生ゴミ循環事業 生ゴミ・し尿・浄化槽汚泥のバイオマス利用について」¹³⁷

08/documents/geographic_perspective_on_the_current_biomass_resource_availability_in_the_united_states_70.pdf（最終アクセス日：2023 年 1 月 30 日）

¹³⁶ <https://www.ooki-junkan.jp/category/project/recycling/joint-research/>（最終アクセス日：2023 年 1 月 19 日）

¹³⁷ <https://www.npobin.net/research/data/142thSakai.pdf>（最終アクセス日：2023 年 1 月 19 日）

大木町バイオガスシステム 平成28年7月 投入量と生産量(平均)

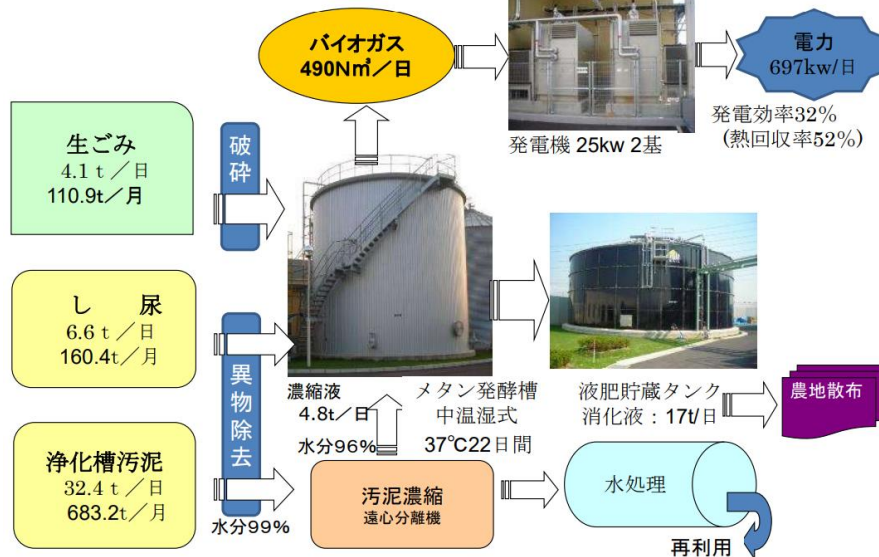


図 3-17 福岡県大木町における生ごみメタン発酵の処理フロー

出所：中央環境審議会循環型社会部会・第 32 回（2019）「資料 1-3 大木町の循環事業」、大木町（2014）「大木町のメタン発酵による生ゴミ循環事業 生ゴミ・し尿・浄化槽汚泥のバイオマス利用について」

<事例 6：神奈川県横浜市・機械選別を介した生ごみのバイオガス化・電力供給の取組>

株式会社 J バイオフードリサイクルは、「食品廃棄物の再生利用の促進」や「環境に優しいエネルギーの創出」を目指す JFE グループと JR 東日本グループによって 2016 年に設立された企業である。2018 年 8 月から 1 都 3 県の事業系食品廃棄物を受け入れ、横浜工場での処理を開始した。原料としてこれまで肥飼料向けの利用が難しく焼却処分されていた食品廃棄物等（プラスチックや割りばし、爪楊枝等が混入しているもの）を利用可能にしている点が特徴的であり、機械選別により有機物のみを分別している。受け入れた原料はメタン発酵によりバイオガス化し、再生可能エネルギーとして電力供給を行っている。また、発酵不適物についてはエネルギー回収を、発酵残渣についてはセメント原料化を行っている。今後、2022 年 9 月に発酵残渣の肥料登録を完了し、神奈川県内農地への散布実証を進めるとしている。アベイラビリティ向上の観点では、地域特性に応じた分別・処理方法の選択や副産物の需要創出に資する取組と言える。

3.5 グレー炭素

3.5.1 国内におけるアベイラビリティーの現状・課題

3.1 で定義したアベイラビリティー向上に向けた観点・手段を踏まえつつ、グレー炭素のアベイラビリティーの現状・課題を調査した。

(1) 未利用分からの原料利用への転換に関する現状・課題

(対象: 観点①手段 a、観点②手段 b のうち、焼却発電からの転換)

<多様な樹脂・異物の混入、処理コストの高さ>

プラスチック類は様々な製品に利用され、製品用途によって排出後の処理状況は大きく異なる。使用済み製品のうち、個別リサイクル法や業界で構築された回収スキーム上で単一樹脂での選別・リサイクルが比較的容易な PET ボトルや家電製品中のプラスチックはマテリアルリサイクル (以下、MR) やケミカルリサイクル (以下、CR) が進んでいる。一方で、それら以外の用途は、エネルギー回収、単純焼却、埋立が中心とみられ、本調査における未利用分及びエネルギー利用分のうち焼却発電によるエネルギー回収分に相当する。これらの用途に由来する廃プラスチック類の原料利用が進まない要因例として、環境省調査¹³⁸では、建設用途・自動車用途の場合は分別コストの高さや解体・選別のインセンティブの低さといったコスト面の課題、PET ボトル以外の容器包装の場合は軟質系プラスチック中の複層樹脂の存在や異物混入が比較的多いといった原料の性状面に課題があると指摘している。

また、マテリアルリサイクル後の再生材の国内需要が少なく再生材の多くが輸出されており、国内需要の創出の観点でも課題が存在する。その現状等については、(3)で述べる。

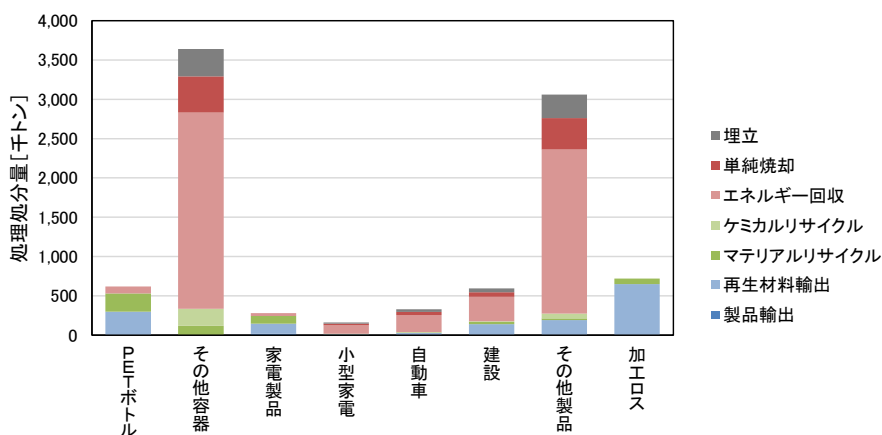


図 3-18 用途別・処理方法別プラスチック処理量 (環境省調査・2013 年推計値)

出所: 環境省 (2016) 「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて～素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討の中間報告～」より作成

¹³⁸ <https://www.env.go.jp/press/102551.html> (最終アクセス日: 2023 年 1 月 30 日)

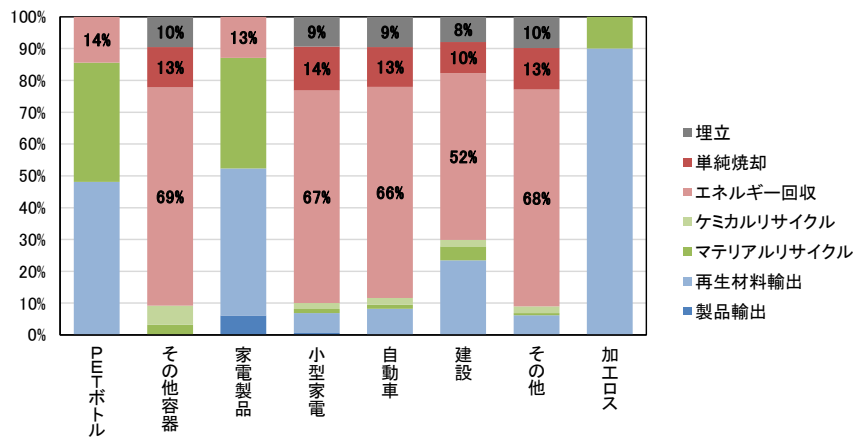


図 3-19 用途別・処理方法別プラスチック処理比率（環境省調査・2013年推計値）

出所：環境省（2016）「マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて～素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討の中間報告～」より作成

(2) 燃料化から原料利用に転換する上での課題

（対象：観点②手段bのうち、燃料化からの転換）

廃プラスチック類の有効利用のうち、固形燃料化やセメント原燃料利用、高炉還元利用といった焼却処理時のエネルギー回収以外のエネルギー利用については脱炭素化の観点で有用な利用手段と位置付けられる場合があるため、仮に原料利用を行う場合にどのような課題が推測されるかについて整理を行った。

<国内制度による廃棄物の燃料利用の促進>

エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）の改正に向けた検討が2022年度現在進められている。改正に向けた主要な論点の1つに「非化石エネルギーへの転換に関する措置」が掲げられており、当該法律上の非化石エネルギーの定義には廃棄物が含まれていることから、動脈産業における廃プラスチック類等の廃棄物の燃料利用が将来的に進むことが予想される。

また、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づいて義務づけられている温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度（SHK制度）では「基礎排出量」と「調整後排出量」の2種類の報告が求められているが、後者の算定では排出削減・吸収の取組を評価する観点で廃棄物の原燃料利用を排出量から控除できる仕組みとなっており、算定ルール上、事業者は廃棄物の原燃料利用を志向しやすい環境下にある。

表 3-19 省エネ法の概要及び改正に向けた動向・示唆

<p><省エネ法の概要></p> <ul style="list-style-type: none"> 工場等の設置者及び輸送事業者・荷主に対し、省エネ取組を実施する際の目安となるべき判断基準を示し、計画の作成指示等を行う。 一定規模以上の事業者エネルギーの使用状況等の報告義務を課す。 一定規模以上の特定エネルギー消費機器等を製造する事業者等に対し、機器のエネルギー消費効率の目標を示す。効率向上が不十分な場合には勧告等を行う。 <p><法改正に向けた動向・示唆></p> <ul style="list-style-type: none"> 2023年4月の施行に向け、下記3点に関する議論が行われている。 <ul style="list-style-type: none"> エネルギーの使用の合理化の対象範囲の拡大（エネルギーの定義の見直し） 非化石エネルギーへの転換に関する措置 電気の需要の最適化に関する措置 省エネ法上の非化石エネルギーには廃プラ等の廃棄物が含まれるため、②に基づき動脈産業で廃棄物のエネルギー利用が進む可能性がある。

出所：資源エネルギー庁（2020）「日本の省エネルギー政策について」¹³⁹、資源エネルギー庁（2022）「令和4年度第1回工場等判断基準 WG 改正省エネ法の具体論等について」（2022年度第1回総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会工場等判断基準ワーキンググループ資料4）¹⁴⁰より作成

表 3-20 温室効果ガス排出両算定・報告・公表制度の概要

<p><SHK 制度の概要></p> <ul style="list-style-type: none"> GHG を一定量以上排出する者に対して排出量の算定・国への報告を義務付け、国が報告されたデータを集計・公表する制度。 <p><算定すべき排出量の種類></p> <p>①基礎排出量：事業活動にともなう直接の排出量</p> <p>②調整後排出量：基礎排出量からクレジットや廃棄物の原燃料利用等を控除した排出量</p> <p><廃棄物の原燃料利用の具体例></p> <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の焼却のうち、当該廃棄物が化石燃料に代えて燃焼の用に供される場合 <ul style="list-style-type: none"> 廃油、合成繊維、廃ゴムタイヤ、廃プラスチック類、RPF、RDF 製品の製造の用途への廃棄物の使用 <ul style="list-style-type: none"> 廃プラスチック類の高炉還元利用、廃プラスチック類のコークス炉利用 廃棄物燃料の使用 <ul style="list-style-type: none"> 廃油、廃プラスチック類、RPF、RDF
--

出所：環境省温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度ホームページ及び算定マニュアル¹⁴¹、環境省（2022）「省エネ法改正を受けた対応について（案）」（温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法検討会第4回資料3）¹⁴²より作成

139

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/pdf/nihon_shouene_seisaku.pdf（最終アクセス日：2023年1月30日）

140

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_001_04_00.pdf（最終アクセス日：2023年1月30日）

¹⁴¹ <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/manual>（最終アクセス日：2023年1月30日）

¹⁴² https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/study/2022/stdy_20220912_3.pdf（最終アクセス日：2023年1月30日）

(3) 循環資源の輸出削減における課題

(対象: 観点③手段 e)

<再生材の品質の低さ・再生材の国内需要の少なさ>

現状、マテリアルリサイクルされている場合でも、国内需要がなく再生材の多くが輸出されている状況にある。国内需要が少ない要因としては、製品製造側が求める品質になっていない、再生材に関する品質基準がない、臭素系難燃剤等の含有物質が製品基準に影響を与えるなどの課題があるとみられる。

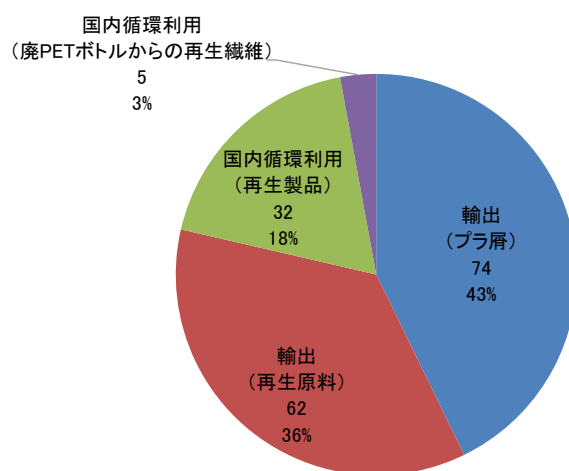


図 3-20 マテリアルリサイクル品の利用先 (2020 年度)

出所：一般社団法人プラスチック循環利用協会 (2021)「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」より作成¹⁴³

表 3-21 プラスチックのリサイクルや再生材利用の促進に向けて求められる事項の例

- 再生材の潜在市場の開拓
 - ニーズとシーズのマッチング
- リサイクル技術の開発・実用化
 - 排出状況の可視化
 - 製品製造側が求める品質を満たすことができる高度な選別技術/リサイクル技術の開発
 - ハロゲン (塩素・臭素等) の忌避物質の除去・処理技術
- 再生材の使用
 - 再生材利用のインセンティブ制度作り
 - 品質基準の設定

出所：日本プラスチック工業連盟 (2018)「プラスチック資源循環戦略」¹⁴⁴、齋藤ら (2018)「プラスチックリサイクルが直面する課題と将来展望」(廃棄物資源循環学会誌 Vol.29 No.2 p.152-162)、半場・井田 (2018)「プラスチックの循環利用の国内現状と事業動向」(廃棄物資源循環学会誌 Vol.29 No.2 p.99-107) より作成

¹⁴³ https://www.pwmi.or.jp/flow_pdf/flow2020.pdf (最終アクセス日：2023年1月31日)

¹⁴⁴ http://www.jpif.gr.jp/5topics/conts/plastic_recycle.pdf (最終アクセス日：2023年1月31日)

3.5.2 アベイラビリティ向上に向けた方策の検討

次項に示す国内先進事例及び海外動向の調査、ヒアリング調査及び有識者委員会における議論を踏まえ、前項に示した現状・課題の解消に資する対策・施策の方向性を下表のように整理した。詳細については、アベイラビリティ向上に向けた観点・手段ごとに以降に後述する。

表 3-22 イエロー炭素のアベイラビリティ向上に向けた課題及び対策・施策の方向性

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		グレー炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
観点① 未利用資源 の有効活用	手段 a) 未利用分から原料 利用分への転換 (単純焼却・埋立 →MR/CR)	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 多様な樹脂、異物、忌避物質が混入（複層樹脂や難燃剤等のハロゲン分等によりリサイクルが難しい） ● MR由来の再生材の品質が低い ● 再生製品化が可能な再生材の品質基準がない ● 再生材/再生製品の国内需要が限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ● 原料の選別・分離の高度化・コスト低減 (プラ新法に基づく分別回収推進、IoT等を活用した回収効率化、ハロゲン除去技術、など) ● 選別不十分な原料でも対応可能な変換技術の開発・普及 (合成ガス化等のCR技術の確立、製品の低コスト化等) ● 再生材の安全性確保 (品質基準の標準化、分析測定・処理の基盤整備) ● 再生材/再生製品の需要創出 (公共調達、利用義務化、認証制度、表示制度、高付加価値化、付加価値や静脈流の可視化、データプラットフォーム(以下、PF)/マッチングPF構築)
観点② 利用用途の 転換	手段 b) エネルギー利用分 から原料利用分への転換 (焼却発電・焼却熱利用・燃料化 → MR/CR)	○	<p><焼却発電からの転換> *手段 a)と同様</p> <p><燃料化からの転換> *手段 a)に加えて下記</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国内制度による廃棄物燃料利 	<p><焼却発電からの転換> *手段 a)と同様</p> <p><燃料化からの転換> *手段 a)に加えて下記</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物の燃料利用回避に資する制度設計・製造プロセスの

アベイラビリティ向上に向けた 観点・手段		グレー炭素 の該当有無	現状・課題	対策・施策の方向性
			用の促進	技術開発（GHG 排出量算定ルールの改定、動脈産業における電化等のプロセス転換や省エネ）
	手段 c) その他利用分から原料利用分への転換	×	—	—
観点③ 新規確保	手段 d) 未利用分の把握（統計把握）	×	—	—
	手段 e) 循環資源の輸出削減	○	＊手段 a) の一部再掲 ● MR 由来の再生材の品質が低い ● 再生製品化が可能な再生材の品質基準がない ● 再生材/再生製品の国内需要が限定的	＊手段 a) の一部再掲 ● 再生材の安全性確保 （品質基準の標準化、分析測定・処理の基盤整備） ● 再生材/再生製品の需要創出 （公共調達、利用義務化、認証制度、表示制度、高付加価値化、付加価値や静脈流の可視化、データ PF/マッチング PF 構築）
	手段 f) 新規栽培・養殖	×	—	—

(1) 未利用分や焼却発電によるエネルギー利用分から原料利用への転換

(対象: 観点①手段 a、観点②手段 b のうち、焼却発電からの転換)

未利用分に該当する単純焼却・埋立処分への仕向量と、エネルギー利用分のうち焼却処理時のエネルギー回収(焼却発電・焼却熱利用)への仕向量に関しては、現状適正処理が行われているものであり、3.5.1(1)で述べた多様な樹脂・異物の混入や処理コストの高さといった課題に加え、3.5.1(3)で述べた再生材の品質の低さに起因する国内需要の低さも課題である。

上記を踏まえると、原料の選別・加工に関する対策が必要になると考えられるほか、再生材の国内需要創出に資する対策が必要になると考えられる。前者については、選別に要するコストを考慮すると、選別高度化によるマテリアルリサイクルの推進だけでなく、これまでエネルギー回収に仕向けざるをえなかった原料の有効利用に資するケミカルリサイクル技術の開発を並行して進めるべきとの意見や、マテリアルリサイクルにおいては静脈流の可視化の必要性に対する意見をヒアリング調査・委員会開催を通じて得た。また、後者については、日本と欧米とで再生品に求める品質が大きく異なる点や、消費者意識の変革の必要性などについての意見を得た。

上記を踏まえると、下記に示すような原料の選別・加工に関する対策や国内需要の創出に関する対策が必要になると推測される。

- 原料の選別・加工に関する対策・施策の方向性
 - 選別不十分な原料の高度選別や素材分離による原料利用の促進
 - ◇ 店頭回収等による分別回収の推進、高度選別やコスト低減に資する技術開発
(参考: NEDO 事業「革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発」)
 - 選別不十分な原料でも対応可能な変換技術の開発・普及による原料利用の促進
 - ◇ 合成ガス化技術や製品製造のコスト低減に資する技術開発
(取組例: 積水化学工業によるガス発酵技術の開発(事例 1)、レゾナック(旧昭和電工)によるガス化事業(事例 2)、仏における酵素発酵技術の開発(事例 3))
(参考: 環境省実証事業「令和 4 年度脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業」)
- 需要創出などの基盤整備に関する対策・施策の方向性
 - ユーザー側が求める原料の質と量を担保するとともに、国内需要の創出を図ることで原料利用を進める。
 - ◇ 品質基準の標準化、分析測定・処理の基盤整備
 - ◇ 公共調達、認証制度、表示制度、高付加価値化に資する製造技術の開発・普及、付加価値や排出状況の可視化、再生材/再生製品の需要創出に資するデータ PF/マッチング PF 構築

(取組例：米国におけるマッピング事例、中東におけるマッチング事例)

- 消費者意識を改革し、日本における再生材の受容性を高める。

(2) 燃料化などによるエネルギー利用分から原料利用への転換

(対象：観点②手段 b のうち、燃料化からの転換)

固形燃料化やセメント原燃料利用、高炉還元利用といった焼却処理時のエネルギー回収以外のエネルギー利用への仕向量に関しては、3.5.1(2)で述べた通り、動脈産業における廃棄物の燃料利用の促進につながる国内制度の存在が原料利用への転換における潜在的な障壁になりうる。ただし、3.1で本章の整理上の留意点を述べた通り、脱炭素の観点では原料利用よりもエネルギー利用が優位性を持つ場合があることには留意が必要である。

上記を踏まえつつ、マテリアルリサイクルやケミカルリサイクルといった原料利用への仕向量を仮に拡大する場合、廃棄物の燃料利用に頼らずとも動脈産業の脱炭素化が進むような革新的な製造プロセス技術の開発（例：鉄鋼業における水素還元製鉄技術など）、あるいは、廃棄物の燃料利用の回避につながるような国内制度の改定などが対策の方向性として想定される。また、仮にそれらの手段を通じて原料利用への仕向量を拡大できた場合でも、従来エネルギー利用に仕向けられていた原料を対象にするという観点では、前項と同様に原料への異物混入や処理コスト、再生材の品質確保といった課題に対して、原料の選別・加工に関する対策や国内における需要創出に関する対策も必要になると推測される。

● 燃料化からの転換

- 脱炭素化の観点では各処理方法による GHG 排出量や削減貢献量に留意しつつ GHG 排出削減に向けた全体最適の視点を持ちつつ、原料利用を進める必要がある。
 - 上記に留意しつつ、仮に本用途から原料利用への転換を行う場合には、廃棄物の原燃料利用に関する国内制度の改正や燃料利用先の産業におけるプロセス転換に資する技術開発（鉄鋼業における水素還元製鉄技術など）を進める必要がある。
 - ◇ 動脈産業における電化等のプロセス転換や省エネ技術の導入
 - 制度面では、省エネ法や温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度における廃棄物の原燃料利用の扱いや排出量算定ルールの変更も必要となる。
- (参考) 焼却処理に伴うエネルギー回収からの転換
- 原料利用に向けた課題や方向性は手段 a) と同様と考えられる。

(3) 循環資源の輸出削減による国内原料の新規確保

(対象：観点③手段 e)

現状の輸出への仕向量に関しては、3.5.1(3)で述べた通り、現在マテリアルリサイクルを通じて生産されている再生材の品質が国内で要求されている原料の品質基準に達していない

いために海外へ輸出されていることが主な課題であり、国内需要の創出に関する対策が必要になると推測される。

- (再掲) 需要創出などの基盤整備に関する対策・施策の方向性
 - ユーザー側が求める原料の品質と量を担保するとともに、国内需要の創出を図ることで原料利用を進める。
 - ◇ 品質基準の標準化、分析測定・処理の基盤整備
 - ◇ 公共調達、認証制度、表示制度、高付加価値化に資する製造技術の開発・普及、付加価値や排出状況の可視化、再生材／再生製品の需要創出に資するデータ PF／マッチング PF 構築
(取組例：米国におけるマッピング (事例 4)、中東におけるマッチング (事例 5))
 - 消費者意識を改革し、日本における再生材の受容性を高める。

3.5.3 アベイラビリティ向上に資する国内事例・海外動向の調査

(1) 調査対象

前項で示した対策・施策の参考となる各種事例として、下表に示す国内先進事例及び海外動向を調査した。以降に各事例の具体について述べる。

なお、各事例の末尾に記した括弧書きは各事例・動向の取組の種類をカテゴリ分けしたものであり、「政策・条例」、「技術開発」、「高付加価値化」、「データプラットフォーム構築」、「スキーム構築」、「その他」のいずれかを付与している。

表 3-23 対策・施策の参考として調査した国内先進事例及び海外動向（調査対象）

各種事例が紐づく 対策・施策の方向性	各種事例	
	国内先進事例	海外動向
選別不十分な原料でも対応可能な変換技術の開発・普及	<ul style="list-style-type: none"> ● 積水化学工業（技術開発）（事例 1） <ul style="list-style-type: none"> ➢ ガス発酵によるエタノール製造 ● 川崎市・昭和電工（技術開発）（事例 2） <ul style="list-style-type: none"> ➢ ケミカルリサイクルによるアンモニア供給、低炭素水素や CO₂ 供給 	<ul style="list-style-type: none"> ● 仏・Carbios（技術開発）（事例 3） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 酵素分解を利用した PET 樹脂のリサイクル
再生材／再生製品の需要創出に資するデータ PF の構築	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 米・Closed loop partners（データプラットフォーム）（事例 4） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 廃プラスチックのマッピング ● UAE・Rebound Plastic Exchange（データプラットフォーム）（事例 5） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 廃プラスチックのマッピング

(2) 各種事例の詳細

① 技術開発

<事例 1：積水化学工業株式会社・ガス発酵によるエタノール製造>

積水化学工業では、米国・LanzaTech 社が発見した微生物を採用し、自社で開発したガス精製技術及び培養コントロール技術を組み合わせることで、廃プラスチック類を含む雑多な可燃性ごみからエタノールを生産することに成功した¹⁴⁵。可燃性ごみは含有物が雑多かつ不均一であるため発生させたガスには多くの夾雑物質が含まれているが、①ガスに含まれる夾雑物質（約 400 種）を特定して精製する技術と、②夾雑物質の状態をリアルタイムでモニタリングしながらプロセスを効率的に駆動する制御技術の 2 つの技術を開発し、微生物触媒を利用したエタノール生産を可能にしている。2014 年に埼玉県寄居町にあるオリックス資源循環株式会社のごみ処理施設内にパイロットプラントを建設し、3 年間の開発期間を経て高収率でエタノールを得ることができている。2022 年 4 月には、環境省委託事業「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業」に採択され、岩手県久慈市で実用化・事業化に向けた最終段階の検証を行っている。アベイラビリティ向上の観点では、選別不十分な原料でも対応可能な変換技術の開発・普及に資する取組と言える。

<事例 2：川崎市・昭和電工株式会社（技術開発）>

株式会社レゾナック・ホールディングス（旧・昭和電工株式会社）は、廃プラスチックを原料としたケミカルリサイクルによるアンモニア供給、低炭素水素や CO₂ 供給を行っており、2022 年には使用済みプラスチックのリサイクル量が累計 100 万トンに到達した¹⁴⁶。近年はマイクロ波を活用した新たなケミカルリサイクル技術の開発も進めている¹⁴⁷。マイクロ波吸収体を活用してマイクロ波のエネルギーを使用済みプラスチックに集中的に与えることで使用済みプラスチックを基礎化学原料へ効率よく分解でき、従来の分解法と比較して分解時のエネルギー消費を抑えることが可能としている¹⁴⁸。アベイラビリティ向上の観点では、選別不十分な原料でも対応可能な変換技術の開発・普及に資する取組と言える。

¹⁴⁵ https://www.sekisui.co.jp/news/2017/1314802_29186.html（最終アクセス日：2023 年 1 月 31 日）

¹⁴⁶ <https://eri-kawasaki.jp/event-forum/eco-business-forum/22405/>
（最終アクセス日：2023 年 1 月 27 日）

¹⁴⁷ <https://www.resonac.com/jp/news/2022/06/28/2234.html>（最終アクセス日：2023 年 1 月 27 日）

¹⁴⁸ <https://www.resonac.com/jp/news/2022/06/28/2234.html>（最終アクセス日：2023 年 1 月 27 日）

<事例3：仏 Carbios 社・廃プラスチック類の酵素分解による PET 製造>

仏・Carbios 社は、酵素分解による PET のリサイクル技術の開発を進めており、欧州委員会の LIFE※における「LIFE CYCLE OF PET」で 300 万ユーロの支援を受けている。当該技術はプラスチックや繊維に含まれる PET を特異的に解重合する酵素を使用するものであり、透明、不透明、複雑、または繊維起源（ポリエステル）であるかどうかにかかわらずリサイクル可能としている点が特徴的である。

なお、開発後の事業モデルとしてはライセンス付与または酵素の販売を想定している。企業との連携も進めており、2021 年 6 月には仏・ロレアル社が当該技術を用いた化粧品ボトルを実用化し、2025 年から生産開始と発表しているほか、2022 年 7 月には On、Patagonia、PUMA、Salomon のアパレル大手 4 社と製品のリサイクル性・循環性を高めるソリューション開発に関する契約を締結している。アベイラビリティ向上の観点では、選別不十分な原料でも対応可能な変換技術の開発・普及に資する取組と言える。

※LIFE：1992 年にスタートした環境と気候変動対策のための EU の資金調達手段。2021 年～2027 年の予算額は 54 億ユーロ。自然と生物多様性、循環経済と生活の質、気候変動の緩和と適応、クリーンエネルギーへの移行が対象。

② データプラットフォーム構築

<事例4：米国・Closed loop partners>

米国のサーキュラーエコノミーへの投資会社である Closed loop partners は、リサーチ結果の一つとして廃プラスチックの地域別賦存量のマッピングを行った「US and Canada Recycling Infrastructure and Plastic Waste Map」を公表している。プラスチック容器包装を出発点として、投資家、ブランド、起業家、政策立案者が、循環型の未来に向けてデータ主導の意思決定を行うための指針を示すものとしており、プラスチックの種類ごとの量と国、州、県ごとの流れを示す。これを通じて、プラスチックを回収し、製造業のサプライチェーンに再度組み入れるための重要な機会を浮き彫りにすることを狙いとしている。アベイラビリティ向上の観点では、再生材／再生製品の需要創出に資するデータプラットフォームの構築に資する取組と言える。

<事例5：UAE・Rebound Plastic Exchange>

UAE の企業・Rebound 社は再生プラスチック取引のグローバルプラットフォームとして「Rebound plastic exchange (RPX)」の提供を 2022 年に開始している。本プラットフォームは、再生プラスチック取引の効率的な実施を可能とするものであり、国内でプラスチック原料を処理または消費する能力、またはその両方を持たない推定 80%の国に、新たな経

済的機会と市場参入の機会をもたらすとしている。2022年9月に取引が開始されており、2025年までに、約500万トンの再生プラスチックが取引されるとしている。対象とするプラスチックは、梱包された使用済み硬質容器、洗浄フレーク、押出ペレットなどに用いられるPET、HDPE、PPのほか、フィルムなどに用いられるLDPE及びLLDPEである。認証プロトコルは取引所における取引の品質検査とともに、施設の検査を保証していること、取引量が多いため業界に価格と品質の透明性をもたらすこと、すべての取引は、バーゼル条約を含む規制を遵守していることなどが、再生プラスチックの取引を促進する特徴として挙げられる。アベイラビリティ向上の観点では、再生材／再生製品の需要創出に資するデータプラットフォームの構築に資する取組と言える。

4. ヒアリングの実施概要

2章及び3章における検討の参考として全6回のヒアリング調査を実施した。各回の実施概要と整理の参考とした主な意見を下記に示す。

表 4-1 ヒアリング実施概要

No.	開催日時	ヒアリング先	ヒアリングの観点
1	11月15日	学識経験者	ブルー炭素の原料利用に向けた課題・方策
2	11月21日	学識経験者	グリーン炭素・イエロー炭素の原料利用に向けた課題・方策
3	12月8日	学識経験者	資源作物に関する賦存量の推計方法、原料利用に向けた課題・方策
4	12月9日	学識経験者	各種炭素源の原料利用に向けた課題・方策（加工・利用側の視点）
5	12月13日	業界団体	グレー炭素の原料利用に向けた課題・方策
6	12月14日	業界団体	グリーン炭素・イエロー炭素の原料利用に向けた課題・方策

表 4-2 整理の参考としたご意見の例

観点	主なご意見
アベイラビリティーの考え方について	原料利用・エネルギー利用・その他利用・未利用の利用用途の解釈は人によって異なるため、想定する利用用途を示した方がよい。
賦存量推計について	各資源における未利用分の定義は推計結果とともに記載しておいた方がよい。
	資源作物の賦存量を示す場合、品種を分けずに全体としてのポテンシャルを示す方向でよい。
	資源作物の賦存量のマッピングは市区町村単位でよい。バイオマス資源は土地に縛られる側面があるため、実際に事業を検討するとなれば行政や関係団体、農家との連携・調整が必要になるだろう。
	データ整備の観点では、理想的には、市区町村単位で利用状況とその用途が分かるとよい。また、基本的な物性やその地域差なども整備されると利用しやすくなる。
	バイオマス資源は賦存量に季節変動を伴うことが多いため、事業化する上では重要な観点となる。

観点	主なご意見
アベイラビリティ向上に向けた課題・方策の整理について	原料の排出側とそれを利用する製造側の両方から、原料利用への利用可能性を広げるうえでの課題・方策を整理することが必要だろう。
	資源作物については、人材不足や高い単価をつけられる利用用途の開発が必要。
	利用先の開拓や賦存量の計測、統計的な整理は必要な対策であり、国が担うべき領域。
	原料利用へのアベイラビリティを向上させるためには、原料利用の価値向上によるインセンティブ付与（高価買取や安価な処理費用など）が必要。
	データ整備の観点では、廃棄物などの原料を受け入れる側から見れば、各原料の組成情報があればあるほどよい。また、輸送に要する費用を見定めるため、排出量に加えて必要な輸送距離や排出時期といった情報もあるとよい。工業原料として利用していく上では、継続的に原料が確保できることが重要。
	再生可能原料の市場が確立できておらず、需要がないことが問題。
	技術的課題、経済的課題の他に、受皿となる需要があるかという観点は重要。

5. 委員会の開催概要

2章及び3章における検討にあたり、全3回の有識者委員会を開催した。委員会の委員構成と開催概要、整理の参考とした主な意見を下記に示す。

表 5-1 再生可能原料アベイラビリティ調査に関する検討委員会・委員構成

氏名 (敬称略・50音順)	所属等
嶋本 浩治	一般社団法人日本有機資源協会 事務局長
立尾 浩一	一般財団法人日本環境衛生センター資源循環低炭素化部 部長
徳安 健	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門 食品加工・素材研究領域 バイオ素材開発グループ グループ長
中谷 隼	東京大学大学院工学系研究科 都市工学専攻 准教授
堀 正和	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター社会・生態系システム部 沿岸生態系暖流域グループ長
○松本 享	北九州市立大学 国際環境工学部 教授

○委員長

表 5-2 再生可能原料アベイラビリティ調査に関する検討委員会・開催概要

開催回	日時	会場	議題
第1回	2022年11月16日(金) 10:00-12:00	フクラシア八重洲及び Microsoft Teams を利用 したハイブリッド開催	<ul style="list-style-type: none"> ● 委員会の設置について ● 賦存量/利用可能量の推計方針 ● アベイラビリティ向上に向けた課題・方策の調査方針

開催回	日時	会場	議題
第2回	2022年11月9日(水) 15:00～17:00	NEDO 霞ヶ関分室及び Microsoft Teams を利用 したハイブリッド開催	<ul style="list-style-type: none"> ● 賦存量／利用可能量の推計(中間報告) ● アベイラビリティ向上に向けた課題・方策の調査(中間報告)
第3回	2022年12月27日(火) 14:00～16:00	NEDO 霞ヶ関分室及び Microsoft Teams を利用 したハイブリッド開催	<ul style="list-style-type: none"> ● 賦存量／利用可能量の推計方針(最終報告) ● アベイラビリティ向上に向けた課題・方策の調査(最終報告)

表 5-3 整理の参考としたご意見の例

観点	主なご意見
アベイラビリティの定義・解釈について	エネルギー利用やその他利用の考え方についての整理が必要。
	推計対象の資源の質、量、回収(収穫)時期によってアベイラビリティは変動し得る。
賦存量・利用可能量の推計方法について	廃棄物等における「法律上の廃棄物に該当しない循環資源」を含めるか対象範囲に否かについて、明記すべき。
	品目によっては、利用可能量の考え方に持続可能性の観点を入れるべき。
	市区町村別のマッピングをすると、政令市のような面積の大きな自治体にポテンシャルがあるように見えてしまう。本調査での対応は不要だが、理想的にはメッシュによるマッピングの方が地域密度も把握しやすい。
アベイラビリティ向上に向けた課題・方策の整理について	利用用途の転換をする際には、現状の利用用途からの引きはがしが生じるが、それに対する抵抗感を払拭する対応や既存用途のユーザーの理解を得る努力も必要。
	アベイラビリティが高くはないものを無理して利用している事例も世の中では見受けられる。適切な原料を上手くマッチングさせる取組を見ることが本調査の趣旨に沿うだろう。
	廃棄物の場合、一般廃棄物のような面的収集が可能な品目と産業廃棄物のような点状に収集する品目の違いを考えて整理ができるかもしれない。

契約管理番号：	22100807-0
---------	------------