令和6年度 3R・循環経済先進事例研究発表会

バイオマス資源の活用による脱炭素化と地域経済活性化

2024年12月23日

一般社団法人日本有機資源協会（JORA）

専務理事　**柚山(ゆやま)義人**

発表の構成

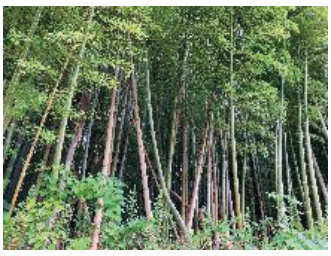
1. さまざまな原料・燃料バイオマス資源
2. バイオマスを活用する意義と基本的事項
   ～脱炭素化と地域経済活性化に焦点をあてて～
3. 資源の地産地消に資するメタン発酵システムの導入効果

⇩

バイオマス活用が一翼を担う「地域循環共生圏の構築」の鍵は、エネルギーと資材の地産地消の推進にある。

1. さまざまな原料・燃料バイオマス資源

さまざまな原料・燃料バイオマス資源



主なバイオマス

	バイオマスの種類	現在の年間発生量（※２）	現在の利用率	2030年の目標
廃棄物系	家畜排せつ物	約 8,000 万トン	約 86%	約 90%
	下水汚泥	約 7,900 万トン	約 75%	約 85%
	下水道ﾊﾞｲｵﾏｽﾘｻｲｸﾙ（※３）	—	約 35%	約 50%
	黒液	約 1,200 万トン	約 100%	約 100%
	紙	約 2,500 万トン	約 80%	約 85%（※５）
	食品廃棄物等（※４）	約 2,400 万トン	約 58%	約 63%
	製材工場等残材	約 510 万トン	約 98%	約 98%
	建設発生木材	約 550 万トン	約 96%	約 96%
未利用系	農作物非食用部（すき込みを除く。）	約 1,200 万トン	約 31%	約 45%
	林地残材	約 970 万トン	約 29%	約 33%以上

※１ 現在の年間発生量及び利用率は、各種統計資料等に基づき、2021年（令和３年）４月時点で取りまとめたもの（一部項目に推計値を含む。）。

※２ 黒液、製材工場等残材及び林地残材については乾燥重量。他のバイオマスについては湿潤重量。

※３ 下水汚泥中の有機物をエネルギー・緑農地利用した割合を示したリサイクル率。

※４ 食品廃棄物等（食品廃棄物及び有価物）については、熱回収等を含めて算定した利用率に改定。

※５ 本目標値は「資源の有効な利用の促進に関する法律」（平成３年法律第48号）に基づき、判断基準省令において定めている古紙利用率の目標値とは異なる。

出典：農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-170.pdf

２．バイオマスを活用する意義と基本的事項

意義：

(1)地球温暖化の防止
(2)循環型社会の形成
(3)競争力のある新たな産業の育成
(4)農林水産業、地域の活性化

バイオマス活用の価値

環境保全：GHGs排出削減、二酸化炭素吸収、
水質保全、臭気対策、生物多様性

資源循環：循環型社会形成、廃棄物最終処分量の減少

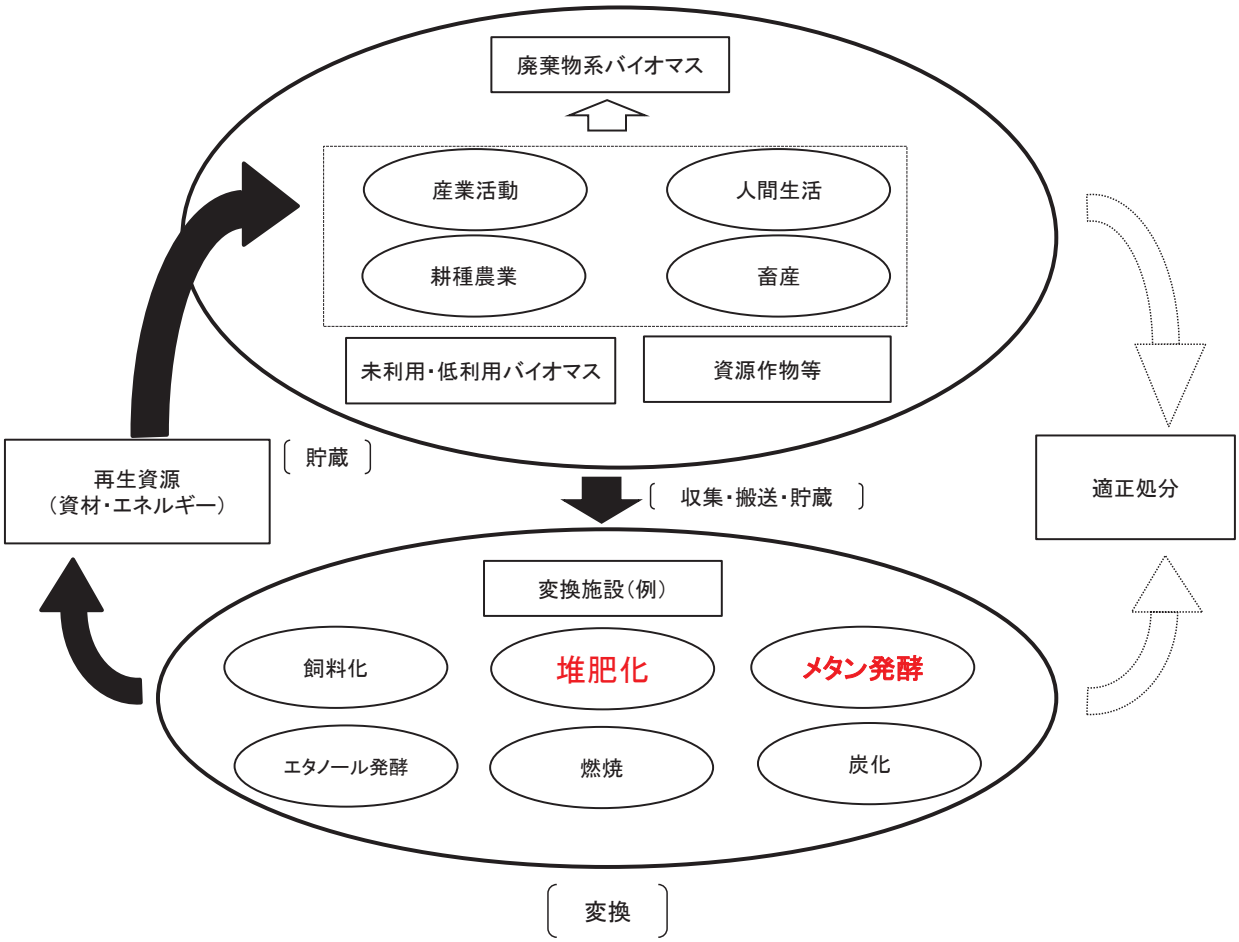
創エネ：電気、熱、燃料（気体、液体、固体）

化石資源由来資材代替：堆肥、バイオ液肥、バイオ炭、
化成品（プラスチック原料等）

地域社会経済効果：雇用創出、支出の収入化、
ソーシャルキャピタル向上

地域レジリエンス強化：災害時のエネルギー供給、ブラックアウト対策、安心感の醸成

地域・農林業の活性化：地方創生、収益向上、ブランド化



バイオマス活用システム

さまざまなバイオマス変換技術

名称	概要	原料	活用の形態
飼料化	バイオマスを乾燥または液状化し、飼料をつくる	食品廃棄物	飼料（畜産・養魚用）
堆肥化	バイオマスを好気性微生物を利用して分解し、作物の生育にとって安全なものにする	家畜排せつ物、食品廃棄物、下水汚泥	堆肥（肥料、土壌改良材）、土壌改良材、再生敷料
メタン発酵	バイオマスを嫌気性微生物を利用して分解し、メタンガスを回収する	家畜排せつ物、食品廃棄物、下水汚泥、紙ごみ、作物残さ	電気・熱（ガスエンジン発電）、ガス、バイオ液肥、再生敷料
エタノール発酵	バイオマスを発酵、蒸留、脱水し、エタノールをつくる	資源作物、作物残さ、木質系バイオマス	バイオエタノール（ガソリン代替）
ディーゼル燃料化	廃食用油からエステル化反応により、軽油代替燃料をつくる	廃食用油	バイオディーゼル燃料（エンジン用、軽油代替）
炭化	バイオマスを低酸素雰囲気下で加熱し、熱分解（乾留）し、炭をつくる	木質バイオマス、家畜排せつ物、食品廃棄物	土壌改良材、燃料
直接燃焼	バイオマスを直接燃焼し、蒸気タービンで発電する	木質系バイオマス、農産廃棄物、鶏糞	電気・熱（蒸気タービン発電）
ガス化	バイオマスをガス化することにより、減量化処理と発電をする	食品廃棄物、一般廃棄物、産業廃棄物、下水汚泥、し尿汚泥	電気・熱（蒸気タービン発電）、溶融物（スラグ、メタル）
固形燃料化	バイオマスから固形燃料をつくる	木質バイオマス、食品廃棄物	固形燃料（ペレット、オガライト、RDF）
プラスチック製造	バイオマスを化学的または生物的に合成し高分子材料をつくる	サトウキビ、トウモロコシ（コーン）	バイオマスプラスチック

地域バイオマス活用の評価指標（例）と算出方法

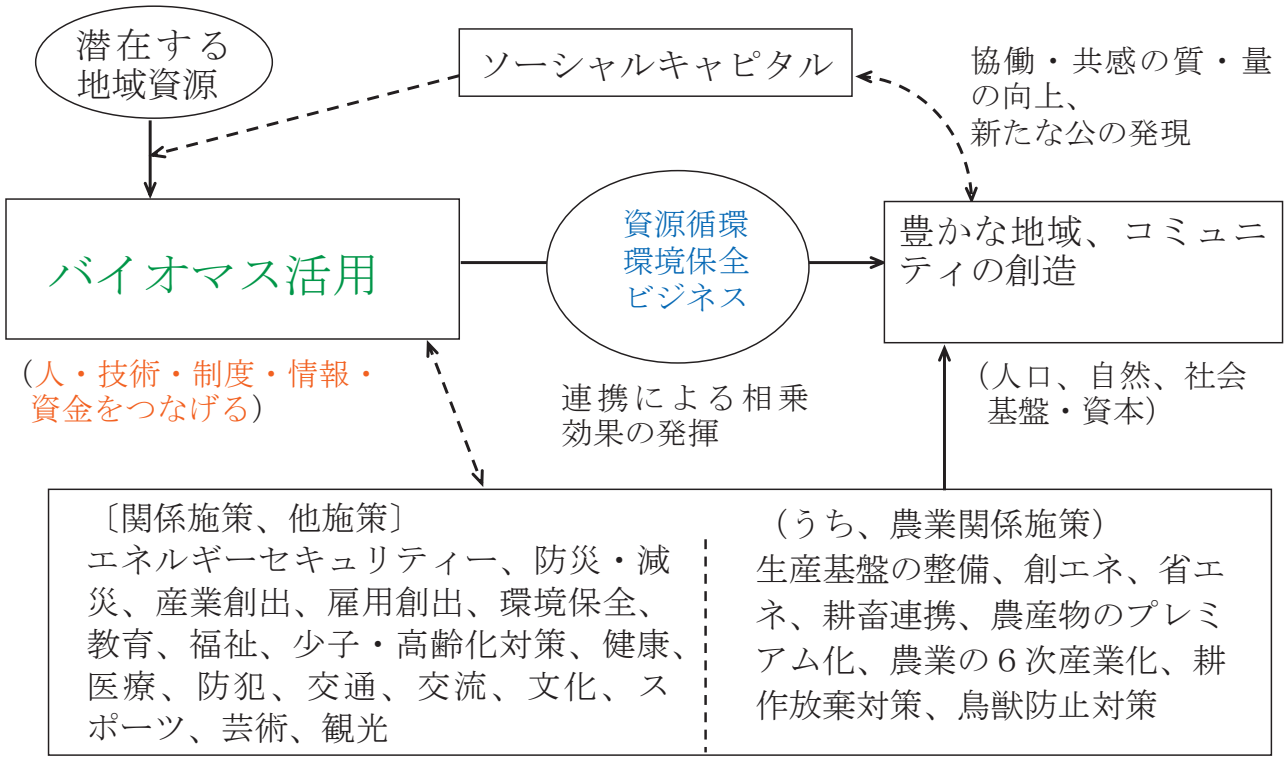
指　標	内　容	算出の方法等	評価の視点(*)			
			①	②	③	④
バイオマス利用率	地域で発生（生産）する原料バイオマス毎の賦存量に対する利用率（重量、C、N、P）	バイオマス活用推進計画等の直接的なモニタリング。最終廃棄処分の削減量の計測。		A		
化石資源代替量	バイオマス由来のマテリアル・エネルギー利用による化石資源使用の削減量	地域内での利用量を積算し、代替化石資源量を熱量換算。		A	B	
地産地消率	地域で発生（生産）する原料バイオマスを変換して地域内で利用する率	上記２指標を当該地域に限定して適用。	C	A		
GHG 排出削減量	新たなバイオマス活用の取組による削減量	LCA。バイオマス由来マテリアル利用、省エネ、節エネ、吸収・貯留源の増進による効果もカウント。	C		A	
水質負荷削減量	メタン発酵施設・土地からの地表排水及び地下排水の水質負荷量	地域内での窒素収支を比較。	B	B		
地域経済効果	当該施策により地域にもたらされる収入、雇用の維持・創出、新産業の創出、業務内容の変更	地域産業連関表による分析。イベント開催による経済効果算出方法を参考にする。	A			B
外部経済効果	コミュニティー活性化による地域づくり、農林業の発展、６次産業化への貢献、耕作放棄地対策、鳥獣害防止対策、健康、食育、福祉などとの相乗効果	仮想評価法、経済環境統合勘定、デルファイ法など. 定量化が困難な項目もリストアップする. 外部不経済解消効果を含める.	A			B

(*) ①：地域活性化、②：循環型社会形成、③：温暖化対策、④：新産業創出。視点の重みは、A>B>C の順。

外部地域経済効果

・雇用創出
・地域産業育成
・廃棄物適正処理・廃棄物輸送費削減
・臭気改善
・水質保全
・土づくり
・農作物のブランド化
・畜産業におけるふん尿処理に要する時間の削減、経営規模拡大
・国内肥料資源活用（肥料：経済安全保障推進法の特定重要物資）
・化石資源由来のエネルギー・資材購入費の削減
・観光、教育等への貢献
・地域レジリエンス強化
・SDGsへの貢献

⇨ 外部不経済を解消し、地域の支出を地域の収入にできる。具体的な対価の支払者を見い出すことが課題



バイオマス活用の取組による豊かさの創造

茂木町「美土里館」における堆肥化

【原料】食品廃棄物（生ごみ）、牛ふん尿、副資材（おが粉、落ち葉）

【製造】

【流通】

ミドリ効果発揮！！（茂木町資料）

5，000万円分貢献しています

美土里館は、地域や環境のリサイクル効果だけでなく
負担金や事業費の削減にも貢献しています。

費用対効果と環境貢献

美土里たい肥販売	美土里たい肥の売上 800万円 袋詰商品1万袋販売／受益者延べ2,000戸（受益面積10ha） バラ商品1,000トン販売／受益者延べ500戸（受益面積100ha）	農家支援	美土里シール認定事業 220万円 美土里たい肥シール添付商品として農産物1点当り10円の付加価値を付けて販売した場合の増量見込み	農家支援	学校給食への地場食材供給 100万円 年間約15品目の農産物を学校給食食材へ供給
焼却費用削減	生ごみ焼却費用の削減 1,500万円 処理料年間300トン×負担単価5万円＝1,500万円の町費負担削減	農家の経営改善	酪農家の糞尿処理経費や労力の軽減。農家の減農薬、減化学肥料による、経費の削減、農薬散布等の労力の削減。	環境負荷の軽減	生ごみ等を焼却しないことによる、CO2やダイオキシンの排出量削減、地球温暖化防止。
環境保全	畜産経営による環境汚染防止 農地80haの環境汚染防止 酪農家13戸の600頭の家畜糞尿処理	焼却費用削減	剪定枝堆肥化による焼却費用削減 300万円 処理料60トン×負担単価5万円＝300万円の町費負担金削減	健康促進	美土里たい肥栽培野菜やお米の学校給食への提供や、直売所等での販売により、地域住民への健康の促進につながる。
環境保全	80haの森林整備による事業費削減2,620万円 仮に森林組合に委託し森林整備を実施した場合　1ha41万円×80ha＝3,280万円　農家実施の場合なら660万円でできるその差額	環境保全	もみ殻焼却中止による環境保全 水田180ha分 水稲農家50戸の水田から出るもみ殻の処理		

「バイオマス活用機能」の経済評価（例）

ここでは、「バイオマスを農村地域において持続的な生産を保証できる方法で再資源化して利用することにより、化石資源の使用及び環境保全に要する費用を節減する機能」と解釈

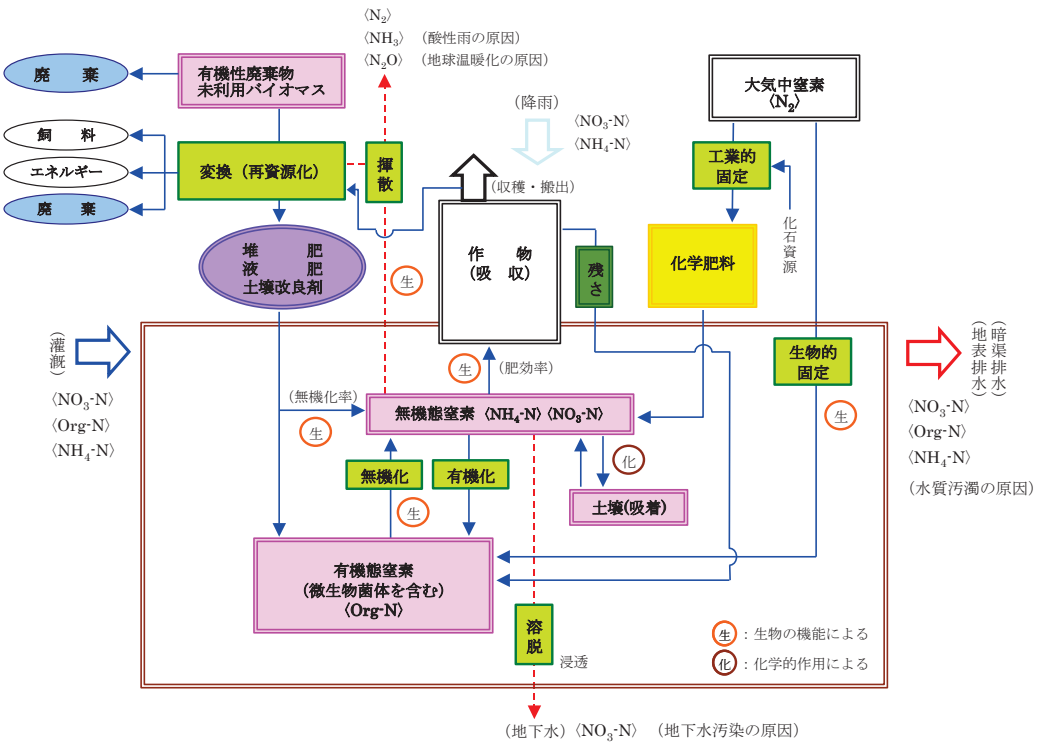
評価の前提条件

全国で年間4,000万tの堆肥（湿潤状態）の製造・農地施用を想定。窒素の動態に着目して評価

堆肥の含水率：50%

窒素含有率：2.5%（乾物）（堆肥に含まれる窒素量は50万t）

4,000万ｔは、家畜排せつ物、食品廃棄物等から堆肥が製造・農地施用される量。バイオマス資源の活用や環境保全に関わる各種の施策が加速的に推進され、化学肥料の30～40%を堆肥に代替することを踏まえた想定値。製造時に30～40%の窒素が揮散する。堆肥の無機化率は20～40%。



農・牧草地における窒素の主な流れと形態

経済的評価項目（例）

①堆肥の活用による化学肥料の削減
②温室効果ガスの排出抑制
③水質保全対策
に伴う経費

注）評価は、簡易で比較的定量化が容易なものに限った。このため、バイオマスの活用に担う生物の機能、地域社会の活性化、健康予防などは含まれていない。絶対的な評価法ではなく、アプローチの例である。本格的な評価は、産業連関表、経済環境統合勘定等を用いて行われる。

①堆肥の活用による化学肥料の削減

堆肥に含まれる50万tの窒素のうち30%の15万tが無機化されて窒素化学肥料と同様に作物に吸収されるとする。化学肥料の価格を1,600円/kgNとすると、その額は2,400億円となる。

②温室効果ガスの排出抑制

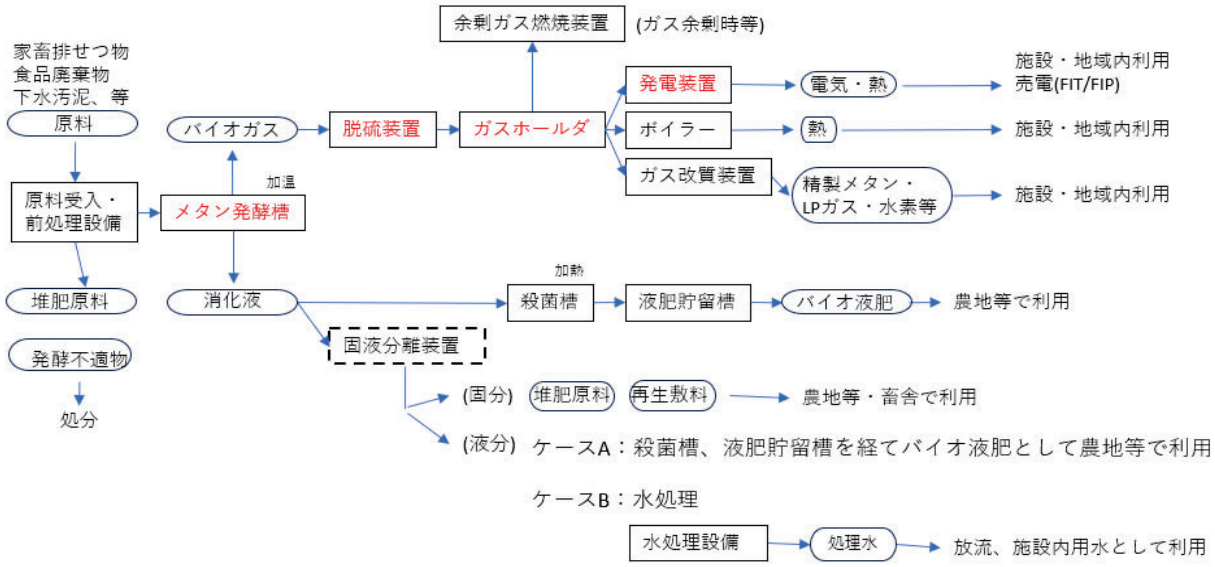
堆肥で化学肥料を代替すると、大気中の窒素固定によるアンモニア製造のためのナフサ使用量を減じ、これに伴い発生するCO_2の排出量を削減できる。化学肥料の原料となるアンモニア（NH_3）を１t製造するには、ナフサ775Lを使用すると仮定し、ナフサ使用によるCO_2排出量として2.223kgCO_2/Lを用いると、窒素（N）１t当り1.42tのCO_2を排出することになる。15万tの窒素では、 CO_2排出量が4,000円/ tCO_2で取引されるとすると、2.1億円になる。CO_2削減コストを20,000円/t CO_2とすると、11億円となる。

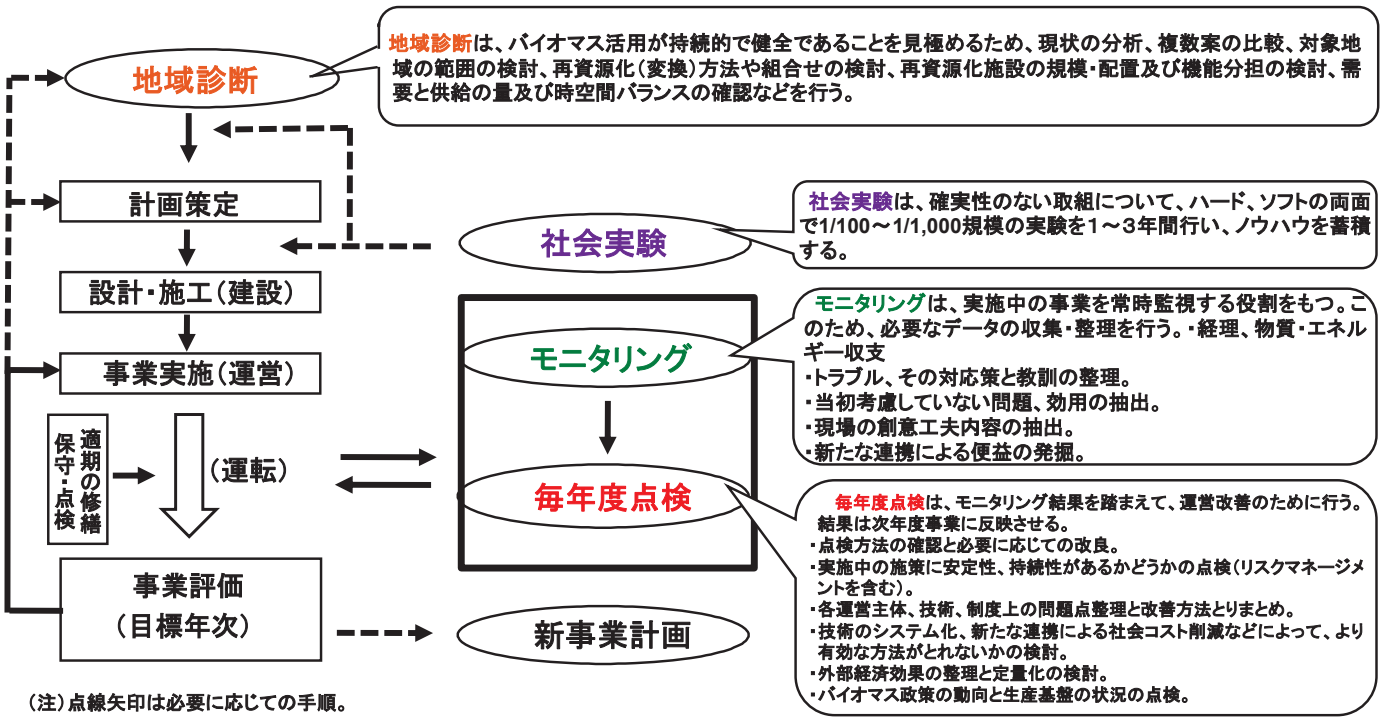
③水質保全対策

4,000万tの堆肥が適切に製造されない場合に、不十分な処理で、その中に含まれる10%の窒素が公共用水域へ流出してしまうと想定する。このとき、汚濁した水を湖沼を対象とする「生活環境の保全に関する環境基準」の類型V型（農業用水、環境保全等を利用目的とする）として示されている基準値１mg/Lまで低下させるのに必要な費用を見積る。水質浄化施設としては、窒素除去率13%の接触酸化水路を適用する。このタイプの水質浄化施設の単位処理能力あたりの維持管理費と減価償却費として、１m^3/sの汚濁水を浄化するのに必要な１日当りの費用を383,000円/(m^3/s)・d^{-1}とすると、対策費は193億円となる。

3．資源の地産地消に資するメタン発酵システム

・バイオガス発電は、**有機性廃棄物処理**に付随し、日々、食品残さ、家畜排せつ物、下水汚泥等を単独または混合原料として、エネルギー・マテリアルの生産に繋げている。下図の赤字部分は、FIT/FIP認定設備範囲である。FIT認定には地域活用要件がある。
・国内におけるバイオガス発電設備の容量は、平均すると400～500kW程度で、ほとんどが2,000kW以内の地域に密着した安定的に電気を供給できる施設である。





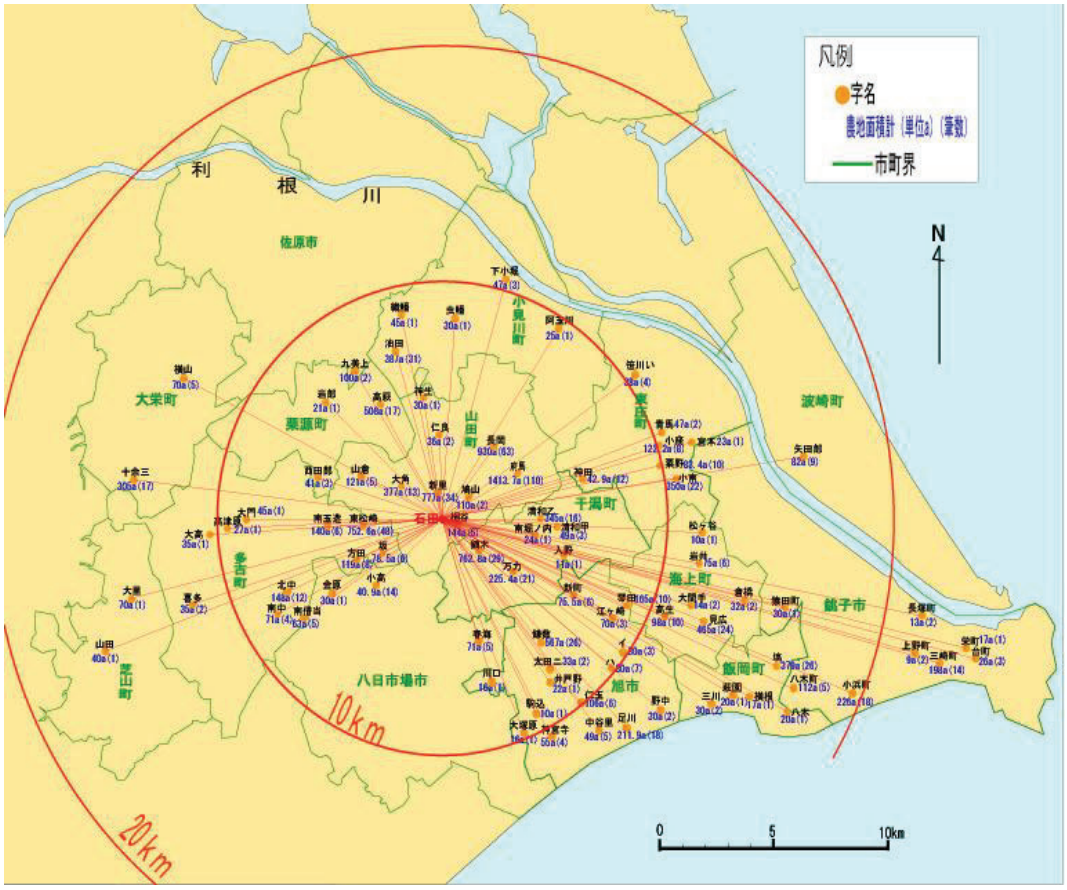
バイオマス活用のPDCAサイクルマネジメント

バイオマス活用の実証研究で構築されたビジネスモデル（農研機構）

〇消化液をバイオ液肥として畑地で利用する 「バイオマス利活用システム」を設計・実証・評価
〇取引先へ液肥で栽培した野菜を出荷し、野菜残さを回収するWin-Winの関係を構築

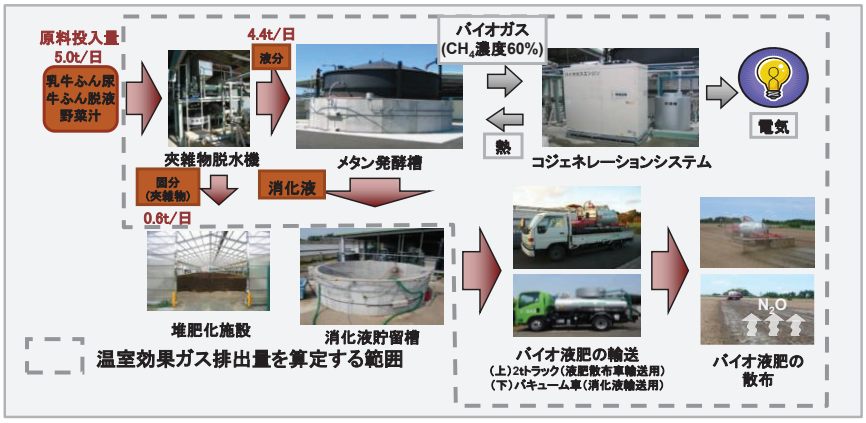
- 取引先： エコ農産物の安定的入手、残さ処分費低減
- 地域農家： 資源循環型農業の実現、農産物の高付加価値化
- プラント： 原料・消化液利用先確保、エネルギー生産
- 地域： 輸送・散布や野菜加工による雇用増加

キーとなる要因
〇 全体システム構築のリーダーシップ、信頼関係の醸成 〇 シニア人材の活用
〇 効率的な物流マネジメント 〇土壌診断技術、環境コミュニケーション

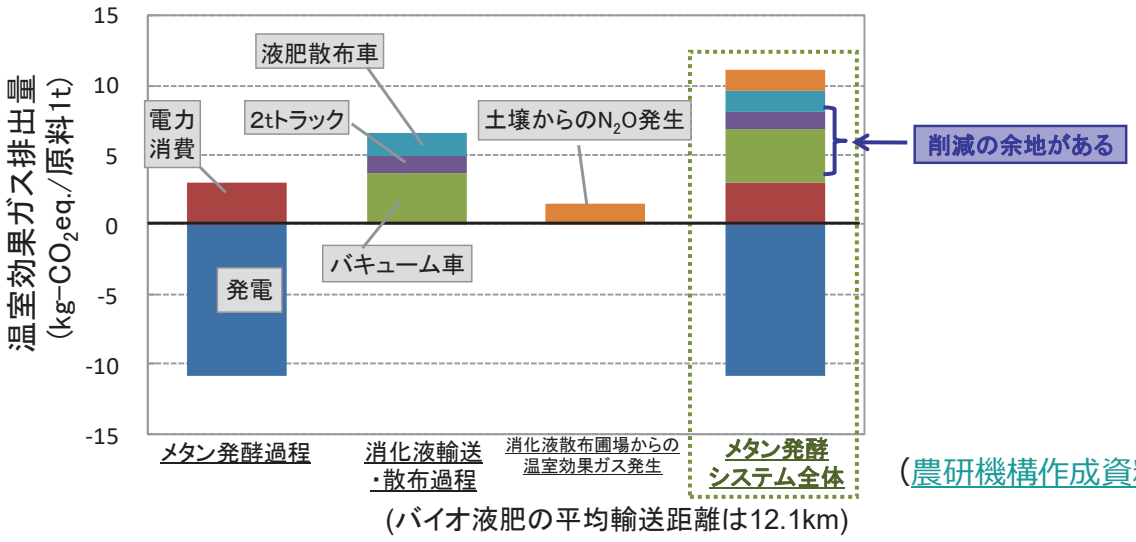


農事組合法人Wの圃場分布（農研機構）

温室効果ガス排出量を算定する範囲



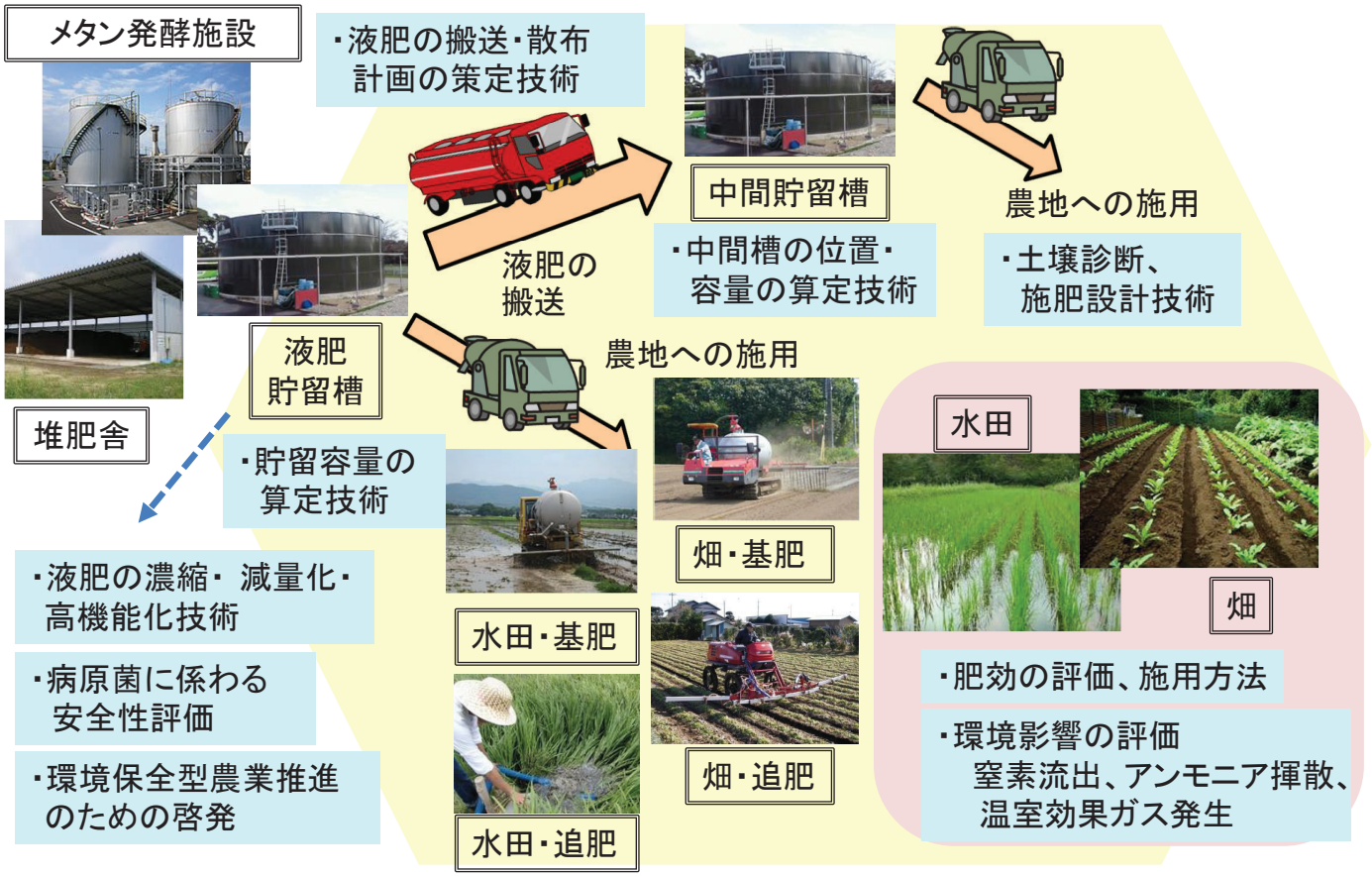
メタン発酵の各工程及びシステム全体の温室効果ガス発生量



(農研機構作成資料)

(バイオ液肥の平均輸送距離は12.1km)

バイオ液肥の適正農地施用



バイオ液肥活用の農業・環境面から見た価値

価値の種類	内容
栄養素供給	窒素、リン酸、カリ、微量ミネラルなどの栄養素が含まれている。これらは、作物の成長に必要な成分であり、適正な量を供給すると、作物の根の伸長、花の形成、実の成熟を促進する。
有機物供給	有機物が含まれている。有機物は土壌の保水性や保肥性を向上させ、微生物の活動を促進する。炭素の貯留効果もある。
微生物活性	植物の免疫力を向上させることができる場合もある。
農作物のブランド化	地域農作物の付加価値向上が期待できる。
環境保全	適正施用により、環境への負荷低減ができる。

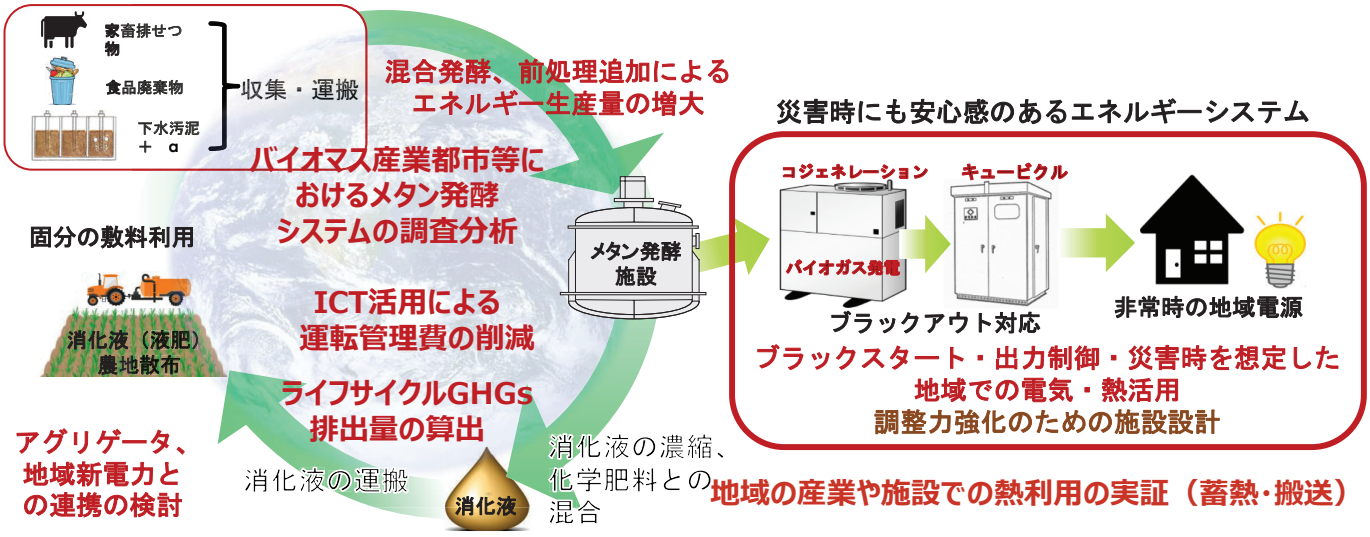
出典:柚山ほか:農業および園芸,2024

バイオ液肥活用の社会・経済面から見た価値

価値の種類	内容
国内資源の活用	輸入に頼っている化学肥料の消費を削減できる。枯渇資源であるリンの回収・利用ができる。経済安全保障推進法に基づき、肥料は、特定重要物資に指定されている。
資源循環への貢献	農作物生産に必要な資材を地産地消型で製造・利用することになる。
各種連携の促進	耕畜連携、地域循環共生、他施策との連携につながる。
農業経営におけるメリット	農家は、化学肥料の購入費を削減できる。散布を委ねることにより、労力削減ができる。
地域経済への貢献	利用には支出を伴うが、地域内に還元される支出となれば、地域経済にプラスとなる。散布に伴う雇用が創出される。

出典:柚山ほか:農業および園芸,2024

地産地消型メタン発酵システムが牽引する地域循環共生圏（共通課題の克服方策）



地域経済活性化と地域レジリエンス強化に資するビジネスモデルの作成

地域資源を持続的に活用した自立分散型エネルギーシステムの構築、脱炭素化、
地域防災力の強化、廃棄物処理施設の社会的受容性向上等の環境・産業政策に貢献

**2050年カーボンニュートラル、エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画、
みどりの食料システム戦略、グリーン成長戦略、カーボンプライシング、
地域循環共生圏、脱炭素先行地域、地域エネルギーマネジメント、人材育成**

まちに溢れているバイオマスの有効活用を！