

本県における地域の未利用資源の 有効活用と今後の展望

～農産廃棄物と食品廃棄物の資源循環に向けて～

弘前大学農学生命科学部
泉谷 眞実

今日のテーマと構成

- 農産廃棄物や食品廃棄物等有効活用とリサイクルについて
今後の展望を考える素材を提供
 - ①農産廃棄物（稲わら・もみ殻・剪定枝・家畜ふん尿）
 - ②食品廃棄物（りんごジュース搾り粕・米ぬか・廃食油・
食べ残し等）＝バイオマス資源
- 本日の構成
 1. バイオマス資源の特性と利用の意義
 2. 最近の施策動向
 3. バイオマス流通経済研究の紹介と青森県の課題

1. バイオマス資源の特性と 利用の意義

改めて、循環型社会、とは

- ①「健全な形で自然の循環を維持し、自然との共生を図るためには、」
- ②「人間界（経済社会システム）の中で使用する資源をなるべく節約したり、再利用を進めたりすることに加えて、」
- ③「自然界からの新たな資源の採掘や廃棄物の埋立て等による環境負荷を抑制し、人間界による自然の循環への悪影響を最小限にしなければならない」

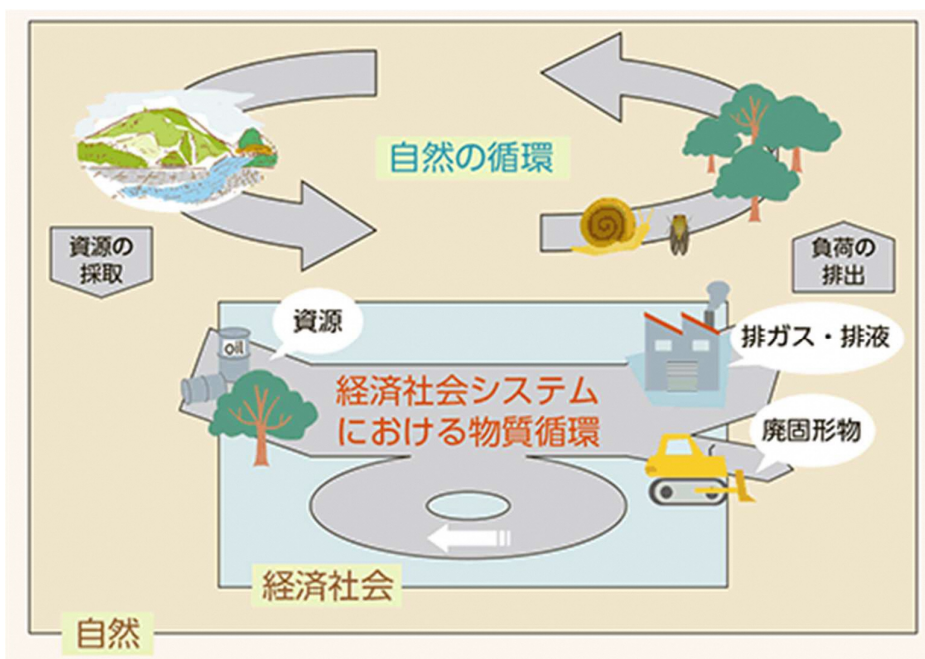
（平成28年版 環境・循環型社会・生物多様性白書）

「自然の循環」と「経済社会の循環」

- 「自然の循環」：「大気環境、水環境、土壌環境、生態系等が織りなす自然界の健全な形での資源の循環」
- 「経済社会システムにおける物質循環」：「自然の一部である資源を開始点として、経済社会システムにおける活動の中核であるモノの生産、流通、消費、廃棄という一連の過程」

(平成28年版 環境・循環型社会・生物多様性白書)

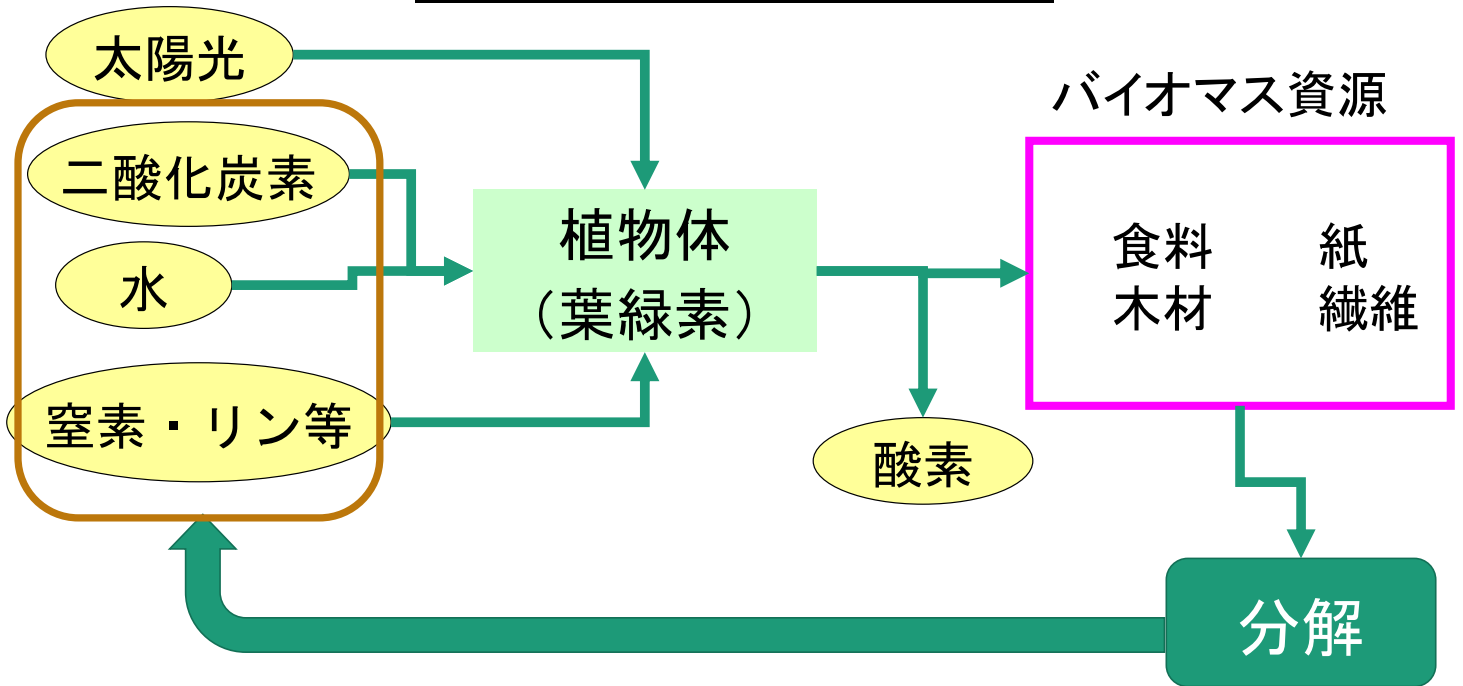
「二つの物質循環の調和」



- 経済社会システムにおける健全な物質循環を通じて

→ 自然の循環に与える悪影響を最小限とし、健全な自然の循環を維持しようとするという考え方

バイオマス＝光合成を起源とする有機物の総称：
「自然の循環」を構成



バイオマス利用のメリット

- ①焼却しても（バイオマスプラ（非生分解性））、エネルギーで使用しても再生利用することでCO2を増やさない
：カーボンニュートラル→地球温暖化対策
 - ②農地があれば、どこでも何度でも生産できる
：再生可能資源→化石資源の節約
 - ③利用後に微生物が分解してくれる：堆肥利用→ごみ対策
 - ④利用が増加した分は農村・農業部門に利益が入る
→農村活性化につながる
- 持続可能な資源

特性①大量性＝単一用途では利用しきれない

	種類	現在の年間発生量	現在の利用率	2030年の目標
廃棄物系	家畜排せつ物	約8000万トン	約86%	約90%
	下水汚泥	約7900万トン	約75%	約85%
	黒酢	約1200万トン	約100%	約100%
	紙	約2500万トン	約80%	約85%
	食品廃棄物等	約2400万トン	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1200万トン	約31%	約45%
	林地残材	約970万トン	約29%	約33%以上

農林水産省「バイオマスの活用をめぐる状況」(2023)

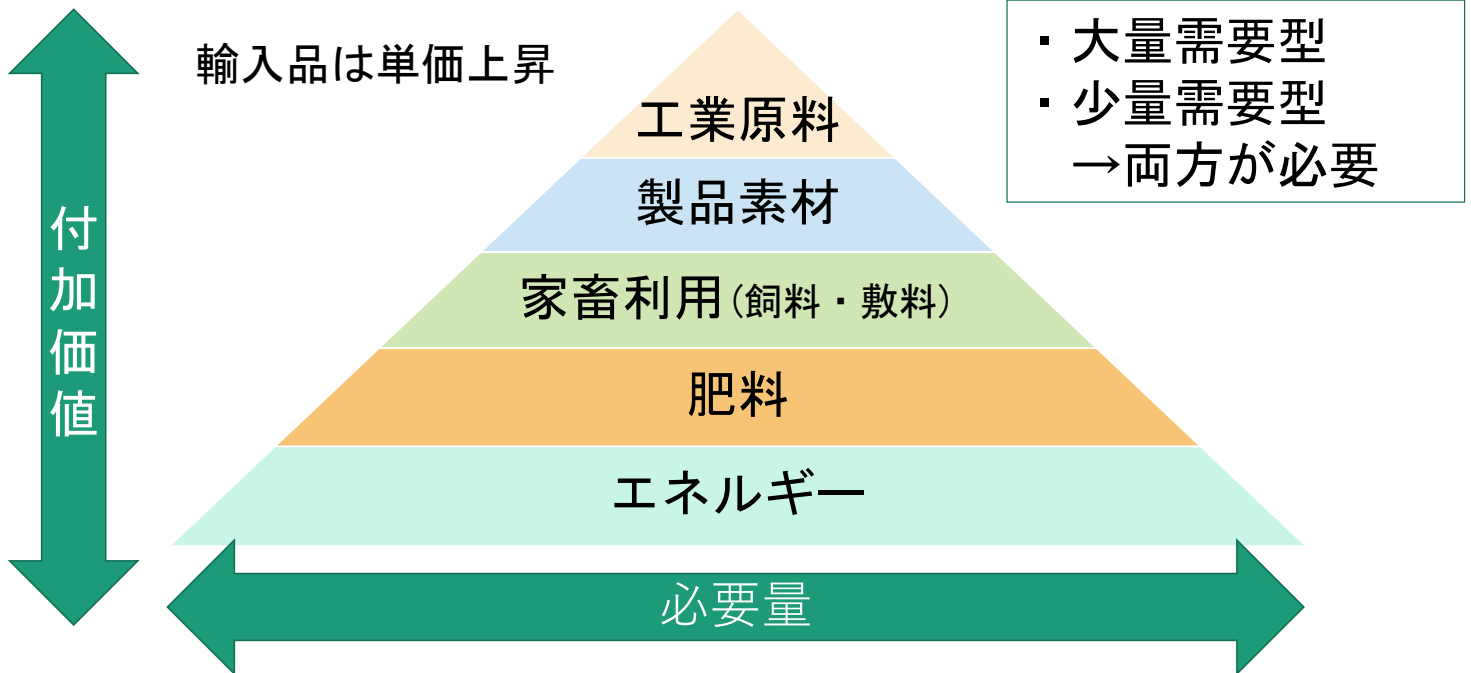
特性②多種類＝原料間で競合と補完(代替)

バイオマスの種類

廃棄物系バイオマス	未利用バイオマス	資源作物
<ul style="list-style-type: none"> ●畜産資源(家畜排泄物) ●食品資源(食品残さ、加工残さ、規格外品) ●木質資源(製材残さ、建築・建設廃材) ●下水資源(下水汚泥、し尿汚泥) 	<ul style="list-style-type: none"> ●農産資源(稲わら、もみ殻) ●林産資源(林地残材、剪定枝) ●その他(除草) <p>※農地に放置される等未利用である農作物非食用部、林地残材</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●糖質資源 (さとうきび、甜菜) ●デンプン資源(米、いも類、トウモロコシ) ●油脂資源(なたね、大豆、ひまわり) <p>※エネルギー源や製品の原料とすることを目的にして栽培される作物</p>

特性③多用途＝使い分けが必要

バイオマスの用途と必要量



高付加価値型用途の最近の事例

- リンゴ搾りかすでバイオプラ原料 JAアオレンなど（日経電子版 2020年7月22日）
- 薬王堂、リンゴの搾りかすから肌ケア商品（日経電子版 2022年10月18日）
- 八戸冬季国体、リンゴ枝の和紙で表彰状（東奥日報 2022年12月19日）弘前大学
- りんごの搾りかすを発酵させて作った除菌スプレー。香料不使用だからみんなで使える（ビジネスインサイダー 2023年4月18日）ファームステーション
- リンゴ搾りかすで化粧品原料 青森・日本ハルマが新工場（日経電子版 2023年4月20日）
- リンゴかす→レザー素材 青森の法人「地元産業守りたい」（日本農業新聞 2023年4月20日）アップサイクル
- もみ殻を資材活用 つがる市など3者が協定（東奥日報 2023年4月10日）前田工織
- もみ殻からプラ原料、実用化目指す（東奥日報 2023年5月14日）弘前大学
- 青森産リンゴジュースの「搾りかす」がリュックに！植物由来のレザーアイテム開発に取り組むラヴィストトーキョー（asahi com 2023年7月18日）
- リンゴ搾りかすを牛飼料に／黒石に工場開設（東奥日報 2023年8月1日）カスケディア・トレーディング」
- アイシン高丘、鑄造用の植物由来燃料を開発 金属溶解に（日本経済新聞電子版 2023年8月28日）バイオコークス
- リンゴ剪定枝を板材に（東奥日報 2023年10月7日）弘前大学・アサヒ印刷
- 住友商事、もみ殻から燃料やシリカ製造 新潟で実証実験（日本経済新聞電子版 2023年10月19日）

2. 最近の施策動向

バイオマス施策の歴史

農林水産省「バイオマスの活用をめぐる状況」(2023)

1999	家畜排せつ物法
2000	循環型社会形成推進基本法(2001年 資源有効利用促進法)、食品リサイクル法
2002	バイオマス・ニッポン総合戦略(2006年改訂)(温暖化防止、循環型社会形成等)、バイオテクノロジー戦略大綱
2005	京都議定書発効(1997年採択)(第1約束期間2008~12年)
2008	農林漁業バイオ燃料法
2009	バイオマス活用推進基本法(2010年 バイオマス活用推進基本計画(第1次))、エネルギー供給構造高度化法(バイオエタノール)
2011	FIT法(バイオマス発電)
2012	バイオマス事業化戦略(技術ロードマップ)
2013	農山漁村再生可能エネルギー法
2015	持続可能な開発目標(SDGs)(2030年目標)、パリ協定:「日本の約束草案」決定(2030年に13年度比△26.0%)
2019	プラスチック資源循環戦略(2030年目標:排出抑制、リサイクル率向上)、バイオ戦略2019(2030年目標)(再2020)
2020	プラスチック製買物袋の有料化(容器包装リサイクル法)
2021	温室効果ガス2030年の新しい削減目標(2013年度比△46%)、プラスチック資源循環促進法、バイオプラスチック導入ロードマップ策定(2030年までの導入計画)、みどりの食料システム戦略(2050年目標)
2022	みどりの食料システム法、バイオマス活用推進基本計画(第3次、2030年目標)、新たな技術ロードマップ

2022年：新たなバイオマス活用推進基本計画

2030年度目標

環境負荷の少ない持続的な社会の実現

- ・ バイオマスの年間産出量の約80%を利用

農山漁村の活性化、地域の主体的な取り組みを推進

- ・ 全都道府県でバイオマス活用推進基本計画を策定
- ・ 全市町村がバイオマス関連計画を活用

バイオマス産業の発展

- ・ 製品・エネルギー産業のうち国産バイオマス関連産業で市場シェアを2倍(1%→2%)に伸長

農林水産省「バイオマスの活用をめぐる状況」(2023)

バイオマス産業：全体の1割(5.7兆円)で新産業創出

○マテリアル産業（プラ等）→例：バイオマス製品産業

- ①バイオマスプラスチックの最大限の導入
(プラスチック資源循環戦略：30年までに200万トン導入)
- ②セルロースナノファイバーの普及・利用
- ③改質リグニンの製品利用
- ④国内資源を活用した高品質堆肥や堆肥ペレットによる化学肥料代替

○エネルギー関連産業（ガソリン、軽油、灯油、ジェット燃料）→例：バイオ燃料

- ①持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発
- ②地産地消型の新たなエネルギーの利活用
(メタンガス等から水素やメタノール、プロパン等の生成)
- ③農業用燃油のバイオ燃料代替（農機具、温室加温用）

2021年：みどりの食料システム戦略：2050年までに目指す姿 (一部抜粋)

- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量の 30%低減を目指す。
 - オーガニック市場を拡大しつつ、耕地面積に占める有機農業(※)の取組面積の割合を 25% (100 万ha) に拡大することを目指す(※国際的に行われている有機農業)。
 - 農林水産業のCO2 ゼロエミッション化の実現を目指す。
 - 園芸施設については化石燃料を使用しない施設への完全移行を目指す。
 - 2040年までに、農林業機械・漁船の電化・水素化等に関する技術の確立を目指す。
 - 農山漁村における再生可能エネルギーの導入を目指す。
 - 2030年度までに、事業系食品ロスを 2000 年度比で半減させることを目指す。
- 目標達成には、バイオマスの活用が不可欠と考える
- 2022年 「みどりの食料システム法」施行

青森県の取り組み

- 2004年「あおもり・バイオマス利活用総合戦略」
：バイオマスの低コストな活用システムづくりや産学官連携による新たな商品開発を推進
- 2011年「青森県バイオマス活用推進計画」
：さらなるバイオマスの利用向上を図る
- 2023年「青森県環境負荷低減事業活動の促進に関する基本的な計画」
：「みどりの食料システム法」の基本方針による

3. バイオマス流通経済研究の紹介 と青森県の課題

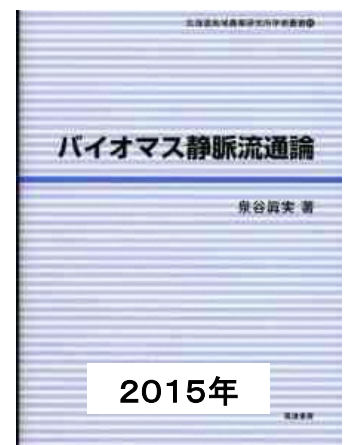
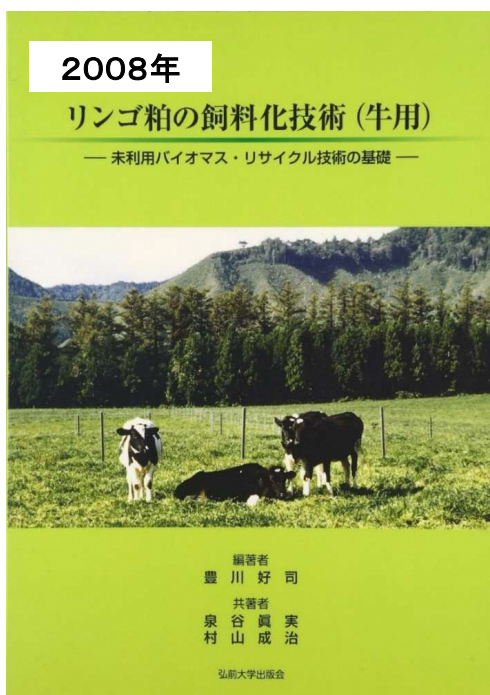
研究の背景と分析視角・テーマ

- 研究の背景：バイオマス利用では流通システムに関わる課題が重要
(特に事業化の段階)
 - ①原料が安定的に調達できない
 - ②需給のミスマッチが起こる(数量、品質)
 - ③原料・製品の販売先が見つからない
- 分析視角：流通経済学の視点から資源リサイクルを分析する
- 研究テーマ
 - ①リサイクルの流通システム(リサイクルチェーン)の分析、需給調整システムの構築、リサイクル製品のマーケティング方策)
 - ②リサイクル関連企業や農家、農協のリサイクル事業の経営分析
 - ③県や市町村のリサイクル政策に関する分析

研究対象の変化

- (1) リンゴジュース搾り粕 : 2002~2013年
- (2) 稲わら : 2005年~2023年
- (3) 廃食油 : 2007~2018年
- (4) りんご剪定枝 : 2008~2010年
- (5) もみ殻 : 2011~2014年、2021年~
- (6) 家畜ふん尿堆肥 : 1995~2004年（乳牛のふん尿）、
2023年~（ペレット堆肥）

(1) リンゴジュース搾りかすの流通分析 : 2002~2013年



研究の背景と過程

○研究の目的：リンゴジュース搾り粕の有効活用

○実際の問題：「余ってるというけれど、利用しようとする和无
い」と言われる→そこで、年次変動と季節変動の存在に注目

○数量分析の結果＝年次変動と季節変動の存在を確認

→この変動にリサイクルチェーンの構成主体はどのように対応し
ているのか？

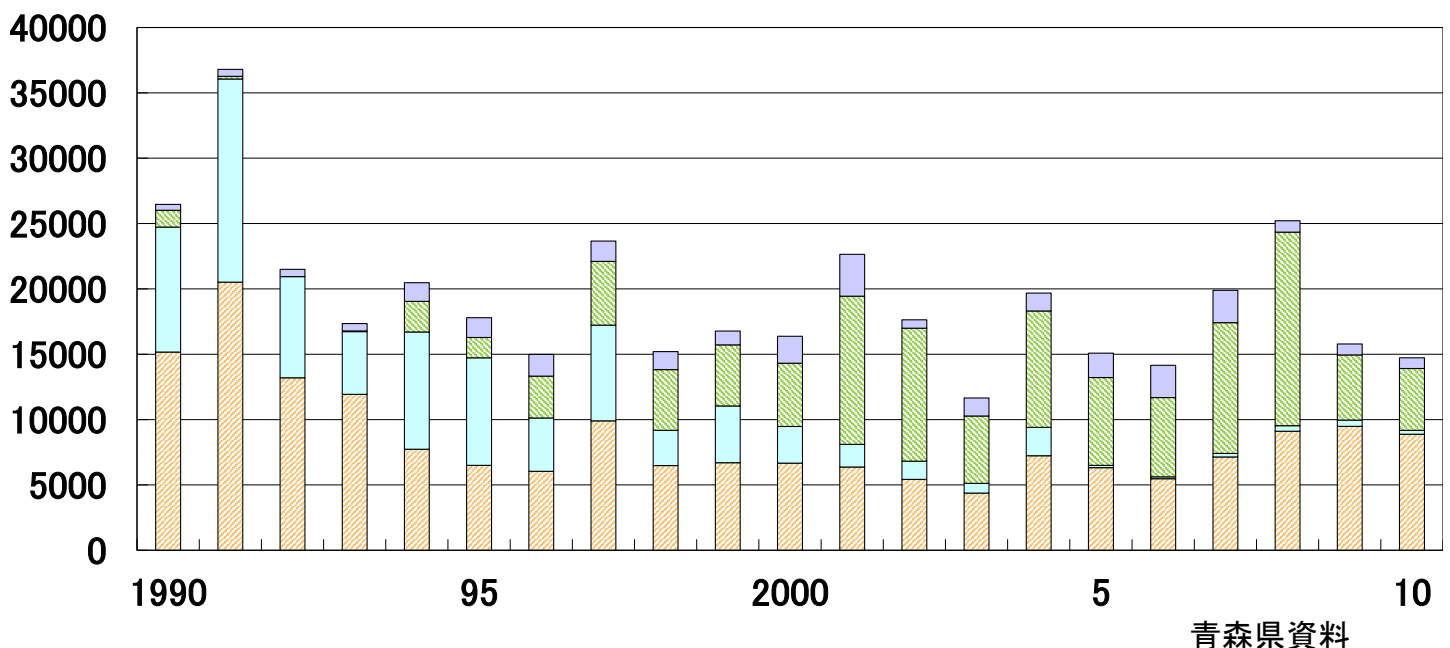
→ケーススタディ分析を実施

①リサイクルチェーンの構成主体（りんご加工メーカー、飼料
商社、飼料メーカー、畜産農家等）に対するヒアリング調査

②さらに「チャネルトレース法」による追跡調査を実施

青森県におけるリンゴ粕の発生と利用状況（トン）

■ 飼料 ■ 廃棄 ■ その他(堆肥土壌改良材) ■ 食品素材



分析結果 (1) : 需給調整プロセスの仕組み①

○対象 : 大量利用型の飼料化と堆肥化

①飼料利用量は長期で一定→年次変動は堆肥化量で調整
= 堆肥化処理費用 = 需給調整コスト

②リサイクルチェーンには需給調整の仕組みが埋め込み
= 3段階の需給調整プロセス

- ・用途間調整 (飼料化と堆肥化)
- ・用途内調整 (主に飼料化内)
- ・用途外調整 (保管、焼却)

→事業者は、この仕組みを自社で構築することが必須

分析結果 (1) : 需給調整プロセスの仕組み②

③需給調整プロセスはネットワーク状

: リサイクルチェーンの構成員によってネットワーク状で構築されている = 単線的ではない (排出事業者 - 飼料商社 - 加工業者 - 畜産農家)

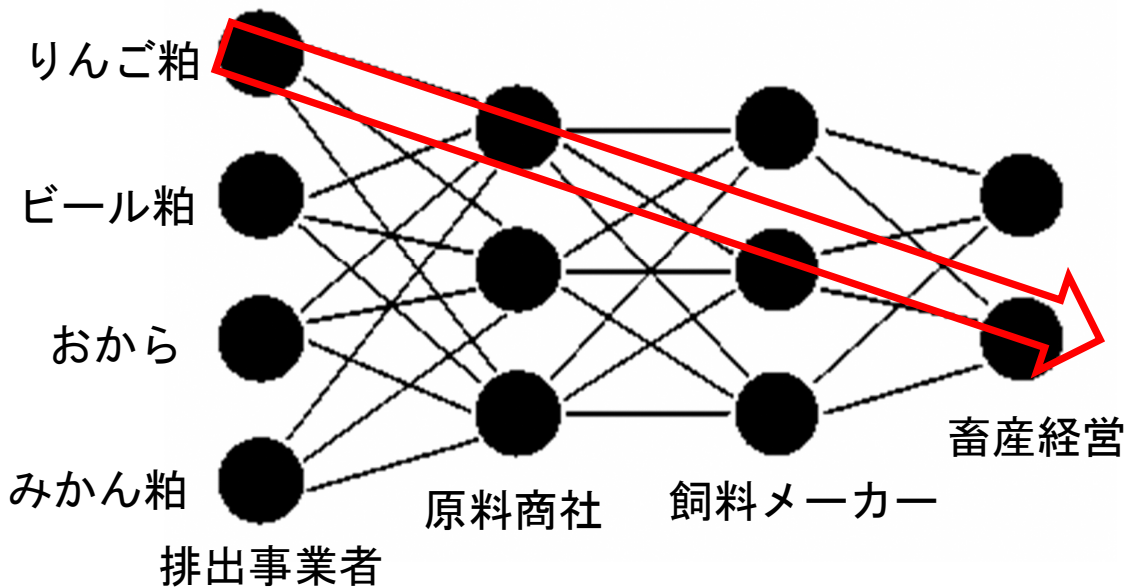
④堆肥化費用 = 需給調整コスト

: このコストを誰かが負担しないと、全体のリサイクルチェーンが機能不全

→排出者負担の原則 = 加工メーカーが単独で負担

→コスト負担をチェーン全体でどう考えるかが課題

ネットワーク状の需給調整のイメージ



<https://www.frontier.maxell.co.jp/blog/posts/35.html>

分析結果(2)：飼料化チェーンの特徴と課題

○リンゴ加工メーカー：日本海側に立地

○飼料は酪農経営が利用

＝日本海側には畜産経営が少ない

① リサイクルチェーンの広域化

・ 県内：太平洋側

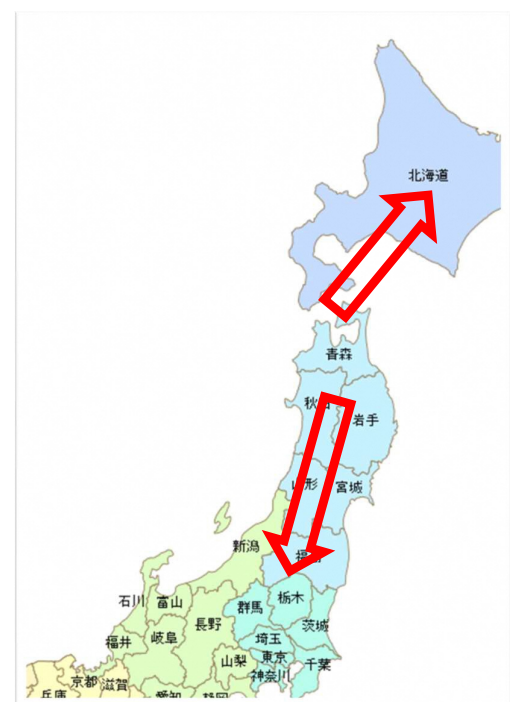
・ 県外：北海道、栃木県

→ 輸送コストや輸送手段の確保が課題

② リサイクルチャネルの不安定性

＝チャネルは10年程度で閉鎖がみられる

→ チャネルの安定化が課題



(2) 稲わら産業と広域流通研究：2005年～

研究の背景

- ①稲バイオマス（稲わら・もみ殻）
＝米を作ると永遠に発生する副産物→有効利用が必要
- ②稲作農家：稲わら・もみ殻の焼却防止（世界的にも問題に）、販売収入になる（補助金）
- ③肉牛農家：安全な国産飼料の確保（わら、輸入価格上昇）、家畜敷料の確保（もみ殻、おが粉価格上昇）
- ④環境への対応：カーボンニュートラルな燃料、生物分解性素材→回収困難エリアで利用可能
＋2021年5月：農水省「みどりの食料システム戦略」策定

農業利用：飼料→肥料



- 国内での稲わら発生量：約800万トン
- 飼料利用：1割（6割は鋤込み）
- 約20万トンを中国から輸入
 - 輸入稲わらが家畜伝染病の病原菌の媒体に
- = 国産稲わらの確保が政策課題に

研究の前提：国産稲わら活用の問題点

○毎年の供給量が不安定

- ・稲わらを目的に農家は生産していない
- ・秋の収集期間が短い＝コメの収穫後10月～雪が降るまで
- ・秋の収集時期の天候が不安定＝収集日数が不安定

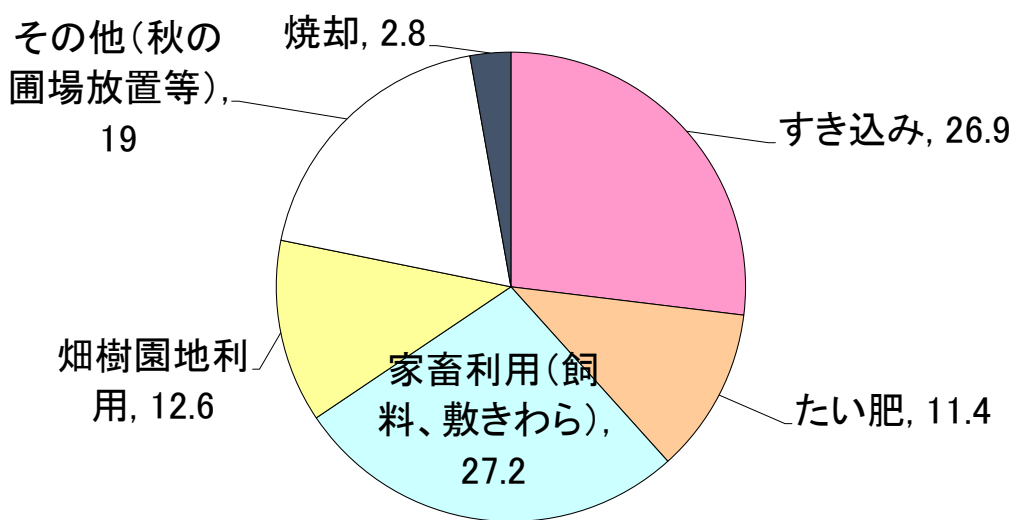
→ユーザー：稲わらを確実に入手できない

→これらの問題をどう解決するか

- ケーススタディ分析を実施：リサイクルチェーンの構成主体（稲わら収集事業者、稲わら利用畜産農家、稲わら取引仲介業者、関係自治体等）に対するヒアリング調査

研究の対象：青森県の稲わら→利用が進んでいる

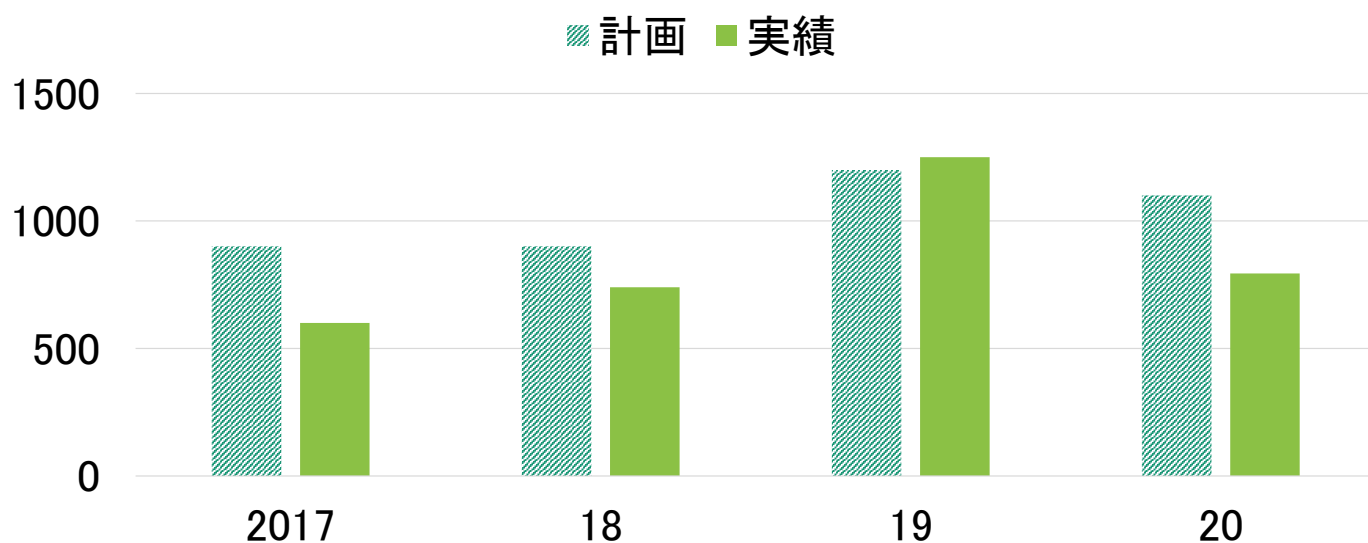
稲わら利用割合（面積、2007）



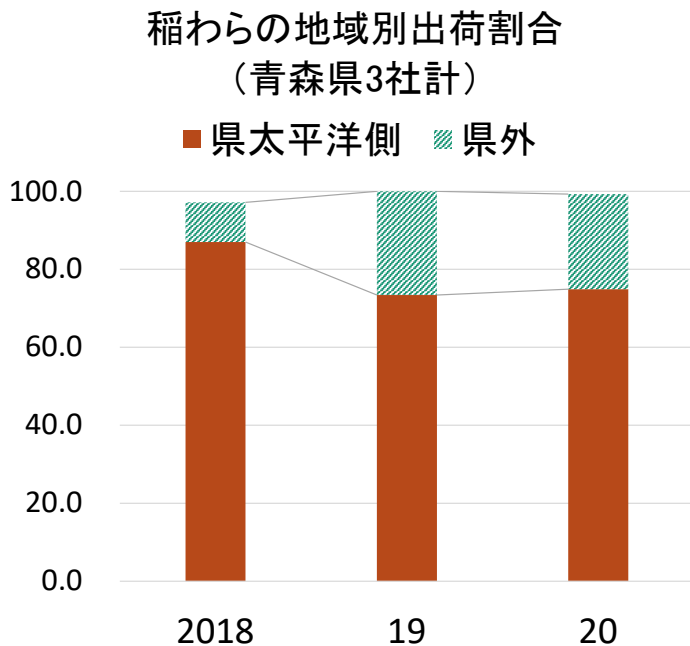
青森県資料による

分析結果(1)：稲わら供給量の変動状況を確認→2倍

稲わらの収集計画量と実績(青森県2社)(トン)



分析結果(2): リサイクルチェーンの広域化が進んでいる



○稲わらの家畜飼料利用には稲作農家と畜産農家間の連携が不可欠

○稲わらが発生する日本海側に畜産農家(肉牛農家)が少ない

→・県内: 県太平洋側

・県外: 岩手県、山形県等

35

分析結果(3): 稲わら流通の広域化過程

旧来: 津軽地方の畜産農家が収集・自家利用

→1980年代: 大型収集機械の導入

= 畜産農家が県南地方に販売

→2000年代: 国産粗飼料確保(緊急)対策事業

= 稲作農家に収集機械が導入

→稲作農家が県南地方・県外に販売



○2010年: 稲わらの有効利用促進・焼却防止条例

○2000年代後半: 広域流通に青森県が取り組む

①2008年: 稲わら商談会→太平洋側との取引拡大

②2011年: 稲わらストックヤード事業→県外視野に

36

新しい問題の発生：取引中止の事例がみられた

○2000年以降に開始した稲わら収集事業者の調査

→畜産経営と取引が中止になった事例がみられた

→その要因をヒアリング調査結果から分析

○分析の結果

・稲わらの供給者（稲作農家）と需要者（畜産農家）間で
品質をめぐるミスマッチが発生していることが原因

→品質ミスマッチの要因と対策の分析（県との共同研究）

分析結果(4)：ミスマッチの要因と対策

○要因①リサイクルチェーンの広域化

：稲作農家の収集事業参入→広域流通→ユーザーである畜産農家との情報交換不足

→品質をめぐるミスマッチ

②外観で品質の判断が難しい

→収集段階での品質確保が重要

○対策①供給サイドと需要サイドの情報交換の場の設定

②稲わらの高品質化

→2019年「青森県稲わら流通促進会議」の設置

稲わらミニロールの収集事業の分析

○ミニロールでの収集事業者の拡大

○県内のミニロール収集業者の調査結果の分析

→ミニロール利用の課題

①大量の収集・輸送が難しい→広域流通が難しい

②販路が確立されていない（マルチ用、堆肥用）

⇒収集一販売までのサプライチェーンをいかに構築するか

○ミニロールの収集・流通チャンネルの

現状を把握→販路拡大の方策を検討する



その他の研究対象品目

(3) 廃てんぷら油：温暖化対策

・BDF→新型ディーゼルエンジン

→ジェット燃料（SAF）需要増加

→価格高騰、輸出も

(4) りんご剪定枝：2008～2010年

・農家アンケート

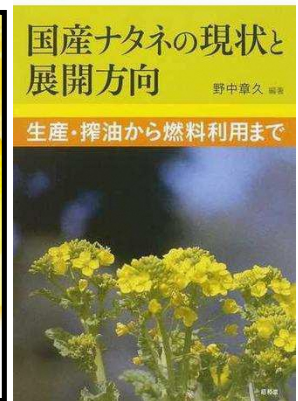
(5) もみ殻：家畜敷料

→原油価格高騰＋燃焼方法改善

→ボイラー燃料化の取り組み

(6) 家畜排泄物：肥料価格上昇

→ペレット肥料需要増加



まとめ

- バイオマスの利用は、エネルギー対策、温暖化対策、ごみ対策、資源活用の面で有益
- 関係事業者はバイオマスの活用に取り組んでおり、今後も、地域全体の協力の下に、利用を推進していくことが重要
- 青森県は農業県であり、バイオマス資源が豊富、かつ供給量が多い
- しかし、未利用部分が残されている→活用の余地がある
- 安定かつ効率的なリサイクルチェーンの構築には、供給の安定化、県内利用の拡大と広域流通の推進が必要

ご静聴ありがとうございました

ご質問、ご相談等がありましたら下記にご連絡ください。
電子メール：izumiya@hirosaki-u.ac.jp（泉谷）