

3.4 食品廃棄物の循環技術システム

3.4.1 食品廃棄物のライフサイクルにおける検討範囲

食品廃棄物（以下「食廃」）のライフサイクルは「水産物の漁獲・養殖」、「農作物栽培」から始まり、農作物の一部は飼料として「家畜飼育」に投入される。水産物、農作物および畜産物の一部は「食品加工」を経て加工食品となる。これらの食品は「流通・販売」を経て「外食」「中食」「内食」等の形態で消費され、各々のプロセスから食廃が発生する。資源価値が高い食廃は「飼料化」「肥料化」「バイオ燃料化」等の技術で「循環利用」される。この他、農作物栽培に関連して「化学肥料生産」「リン鉱石採掘」等が、各プロセスのエネルギー消費に関連して「発電」「化石燃料生産」「化石資源採掘」等が加わる。

環境負荷を考慮すると、地球温暖化対策に関しては温室効果ガスが重要であり、このうちバイオマスの燃焼・分解で放出される CO₂ は生物固定と均衡する限り温暖化に寄与しない「カーボンニュートラル」な性質を持つとされる。

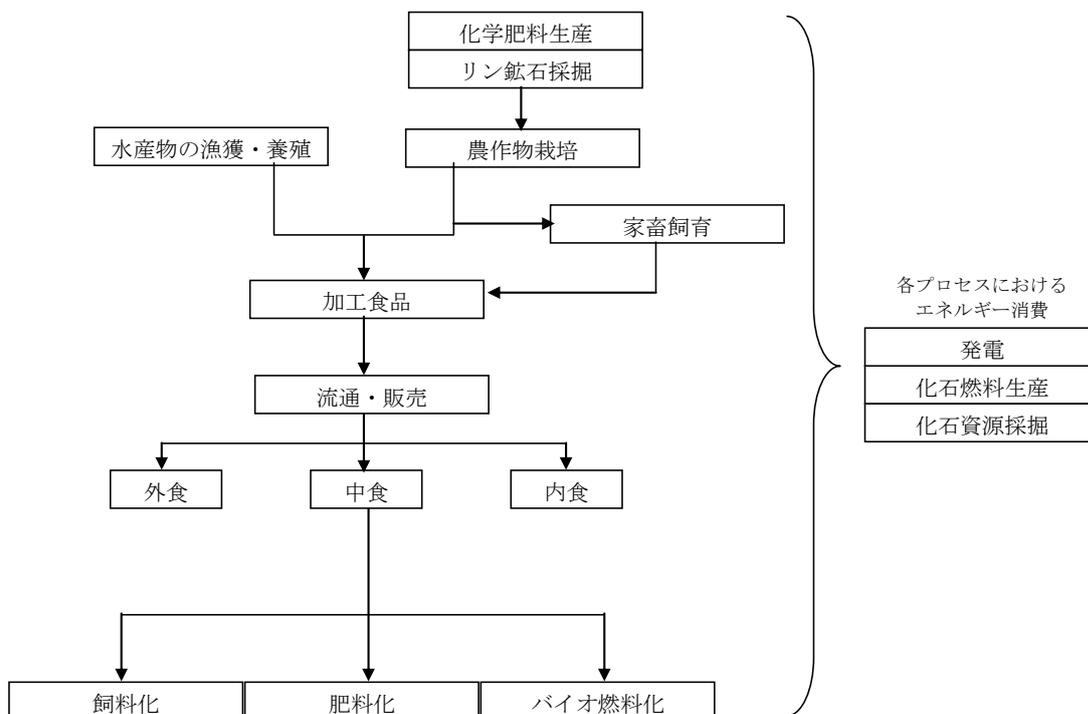


図 3.4.1 食品のライフサイクル

3.4.2 近未来の食品廃棄物の発生と利用に影響する要因構造

3.4.1 で述べたライフサイクルのシステムを踏まえ、食廃の発生への影響に関しては、「生産」「消費」「食品加工」「流通・販売」の変化を主要な要因と考え、各々に影響する要因を網羅的に関連付けて構造化した（図 3.4.1）。一方、利用への影響に関しては、食廃循環利用に携わる事業者への聞き取り調査に基づき、「原料の品質」「システム企画・実現の人材」「回収ルート」「国際的食糧事情」「農水産業」「環境対応」「技術開発・改善」「焼却処理からの誘

導」を主要な要因と考え、各々に影響する要因を網羅的に関連付けて構造化した(図 3.4.2)。

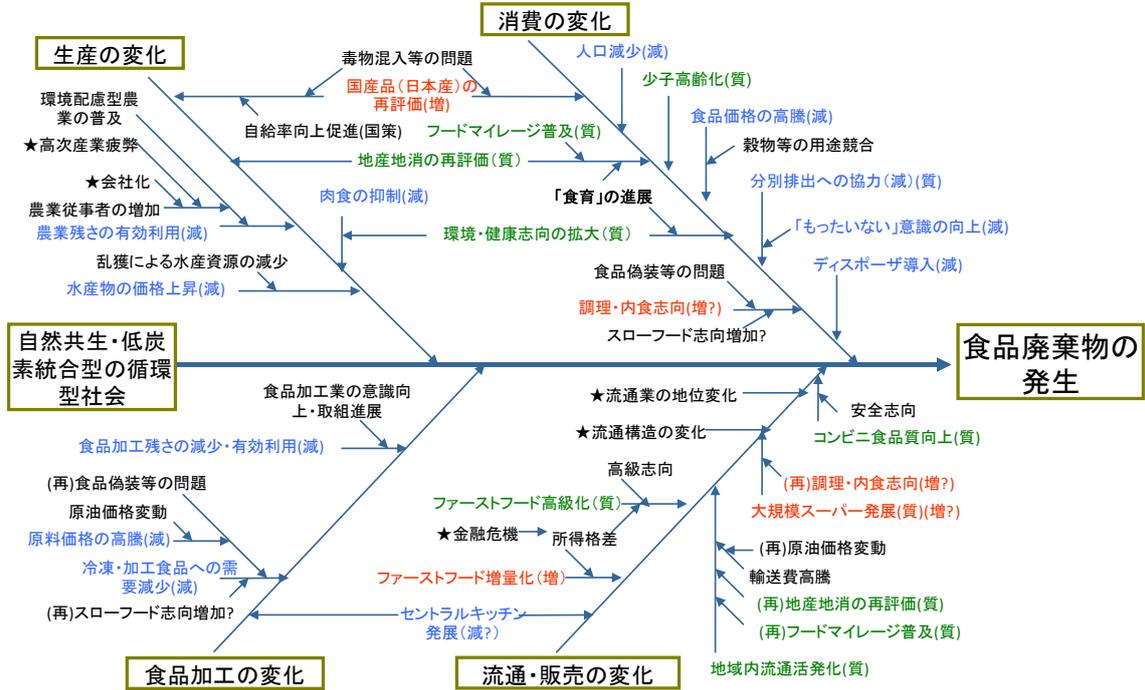


図 3.4.2 食品廃棄物の発生に影響する要因構造

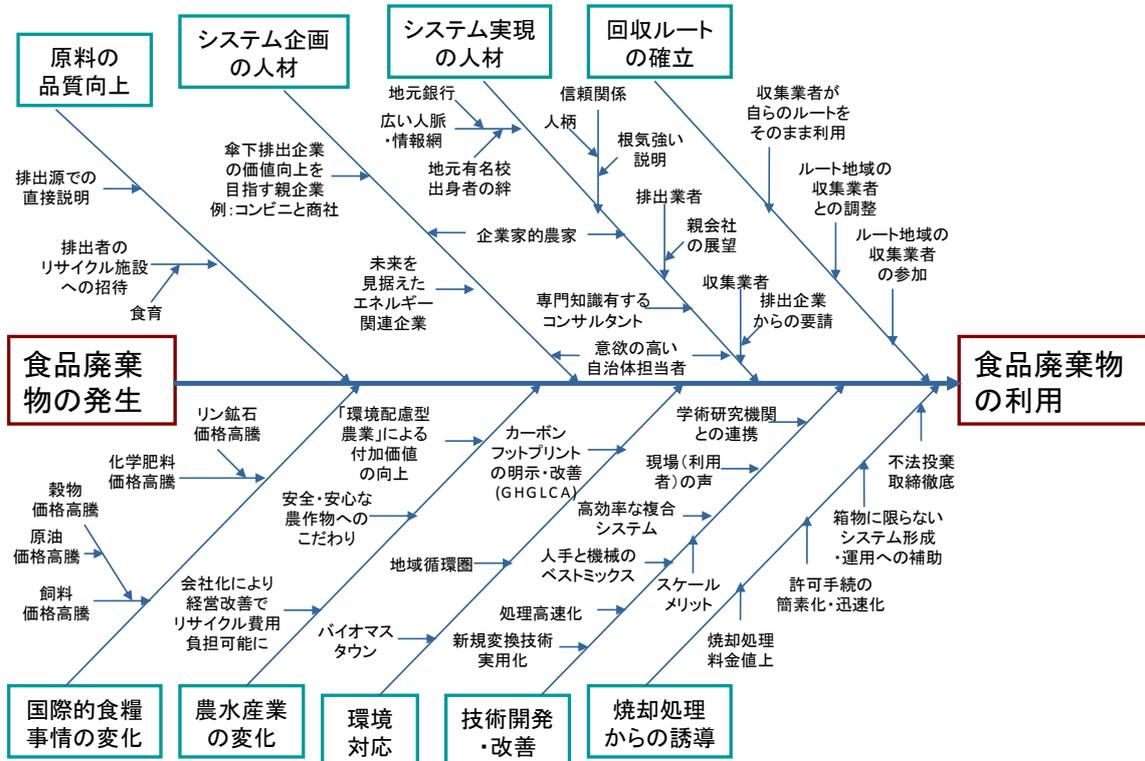


図 3.4.3 食品廃棄物の利用に影響する要因構造

3.4.3 近未来の食品廃棄物循環システムのビジョン

(1) 食品廃棄物の循環利用を促す要因と政策の関係

これまで、食品廃棄物の発生と利用に影響する要因とそれらの構造に関して検討してきた。それを踏まえ、食品廃棄物のライフサイクルを考慮し、各段階で循環利用をさらに促すための要因と政策を考察し、それらの関係を構造図にまとめた。

「農水産物の生産」は食品の基点であるが、循環資源由来の飼料や肥料の利用を促進する必要がある。そのためには、農水産業での環境配慮の促進が必要である。ただし、環境配慮には費用や人手や手間がそれなりにかかるため、何らかの便益が伴う方が望ましい。環境配慮産品であることによるブランド化等はその一例といえる。環境配慮が促進されれば、「フードマイレージ」や「カーボンフットプリント」などのライフサイクル思考を農水産業の従事者も備えるようになるだろう。これは、流通の「見える化」や食育にも関係している。また、農水産業自体を活性化すれば、経営に余裕が出来、環境への配慮も容易になる。これは、特に国内の農水産業であれば、食料・飼料・肥料・エネルギー等に関する国内自給率の向上政策の一環となる。その背景として、近年特に顕著な、国際資源事情の不確実性も挙げられる。具体的に重要なのは農水産業の経営を改善するために何らかの支援を行なうことである。例えば、日本の農水産業における経営規模の小ささは、収益性・労働時間・後継者等、様々な面で不利をもたらす遠因となっている。仮に農家や漁家どうしの協調で施設や経営を統合して企業化を実現できれば、前述した要素を解消することも不可能ではない。

「食品加工」では、循環資源由来の飼料・肥料を利用した農水産業の産品を積極的に購入・利用することが循環利用促進につながる。直接循環資源を利用することがない食品加工業が循環促進に向かうには、循環に関与する主体や事業を一体的にループで管理することが有効である。また、この段階は食品廃棄物の発生源の一つであるが、発生時の対策については後述する。

「流通・販売」は、農水産物や加工食品を複雑なネットワークで輸送・売買し、直接消費者に販売する段階である。近年の環境志向や安全志向の高まりに伴い、環境に配慮した食品や安全な食品への需要が非常に高まっている。そのため、販売段階でも環境に配慮した、すなわち循環資源を利用した、農水産物を積極的に取り扱い、宣伝することは事業者にとっても利益となる。一方、流通段階については、その経路の複雑さと不透明さも原因となって、食品偽装などの食品関連の社会問題を引き起こしたことは記憶に新しい。そこで、流通段階を見直して効率化・透明化を図る「見える化」は、循環利用の促進にもつながる。また、この段階は、食品販売の基点であり、食品の生産・加工にも大きな影響力を持つため、他の関連主体が循環利用を促進するか否かの鍵を握っている。もし、流通・販売業者が食品の生産・加工の業者や食品廃棄物の回収・再生の業者とも連携して、少なくとも食品廃棄物を一体的に管理するならば、その循環利用は強力的に促進されるであろう。なお、この段階も食品廃棄物の発生源である。

「外食・中食」の段階は、食品加工や流通・販売以上に農水産物の生産からは遠く、循環資源の利用には直接関与しない。また、流通・販売と同様に、消費者の安全志向、環境志向に沿った商品の提供は利益にも結びつく。ただ、循環資源の利用の促進については現時点で消費者の強い志向があるわけではない。そのため、「食品加工」と同様、ループでの管理を促進することが有効である。また、食品廃棄物の発生源であり、後述する循環利用の促進要因と政策が考えうる。

「内食」では、食品循環資源を利用した食品の消費者による購入が、循環利用の促進要因となる。そのためには、消費者の意識向上が必要であり、「食育」が有効な手段となる。具体的には、様々な媒体を通じて地産地消や食の安全の重要性を子供だけでなく大人にも啓発することである。外食・中食・内食を併せた食生活の形態は、食品産業の構造に影響する重要な要因である。言うまでもないが、内食も食品廃棄物の発生源である。

「食品廃棄物の発生」は、これまで紹介した「食品加工」「流通・販売」「外食・中食」そして「内食」のいずれにも共通する段階である。どのような食品廃棄物がどのように発生しどのように排出されているか、という要因は、どのような循環利用がどのくらい可能か、という事に直接関わっている。すなわち、発生時の食品廃棄物の品質が循環利用の鍵を握っている。そのため、発生源での品質指導は極めて重要であり、そのための人材が必要である。聞き取り調査などによると、システム全体の実現に携わる人材が直接指導する場合も少なくないようである。さて、システムの実現以前に、まずもってシステムを企画せねばならず、そのための人材も必要である。こういった人材は、商社やエネルギー産業から供給される場合もあるし、食品産業や行政において新たに育成することも政策として考えられる。実際問題として、循環利用の事業主体と発生源の間でルートが確立するためには、信頼関係の構築が重要である。信頼関係は一朝一夕に出来るものではなく、人脈や情報網（インターネット以外の対人的な）、専門知識や地縁も重要な要素となる。このような要素がシステム実現の人材には必要である。また、循環利用政策とは無関係だが、食品廃棄物の発生量と質は、人口や年齢構成の変化の影響を受けることも注意しなければならない。

「回収」段階は、食品廃棄物の発生源となる業者と、循環利用を実施する業者の両者と関連している。この段階は循環利用の要であるため、発生源についての記述と同様、事業者どうしの信頼関係の構築が重要であり、システムを企画・実現する人材育成の政策が必要である。一方、回収が廃棄物輸送となる場合、許認可を受けねばならないが、聞き取り調査等で手続きの難しさが課題として抽出されている。そこで、廃棄物輸送・回収業の許認可の簡素化・迅速化が循環利用の促進要因として挙げられ、廃棄物処理制度の改善が考えられる。

「食品廃棄物の循環利用」では、循環利用の事業者が全体のルートを企画している場合、発生源業者や回収業者と連携したルートを確立せねばならず、後は発生源や回収と同様、信頼関係の構築やそのための人材育成が重要である。聞き取り調査によると、循環利用の

許認可もまだ迅速とはいえないようである。また、費用等の面で焼却処理が有利な場合が多いため、循環利用への経済的誘導策も考えられる。循環利用の技術は、食品廃棄物の処理量や品質、再生製品の品質、用途、量（スケール）に応じて選択しなければならない。これについてもシステム実現の人材が携わる場合があるため、それなりの人材育成が必要である。食品廃棄物の処理量や再生製品の量を適切に考慮する、ということは適切な規模の地域循環圏を形成する政策をまず念頭に置かなければならない。これにはエネルギー産業等が独自に取り組むことも可能で、それを促進することもバイオマス利用促進政策となる。以上の議論をまとめた構造を図 3.4.4 に示す。

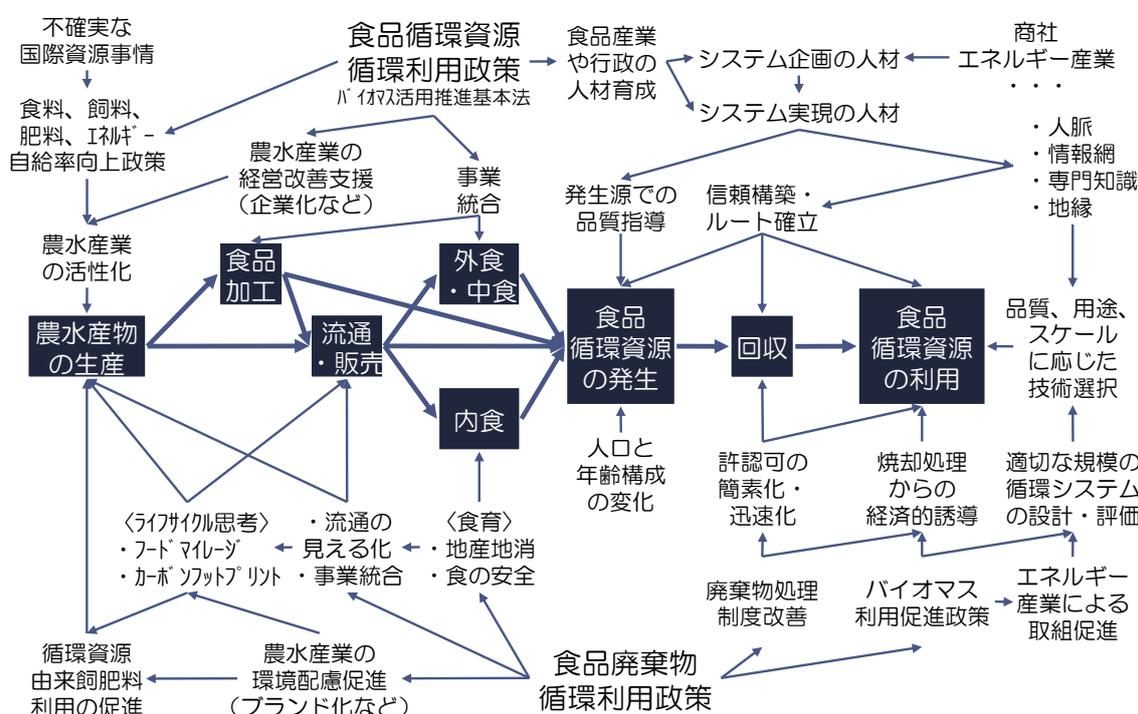


図 3.4.4 食品のライフサイクルと循環を促進する要因

(2) 食品廃棄物循環システムのビジョン

前述の食品廃棄物の循環利用を促す要因と政策の関係に関する議論に基づいて、食品廃棄物循環システムを「製品需要システム」、「資源供給システム」および「循環利用システム」の3つに大別して、各々のビジョンを考察していく。

まず、食品の購入・消費と食品廃棄物の発生に関わる「製品需要システム」のビジョンについて考察する。食品廃棄物の発生源において、特に内食で重要なのは食育の充実であり、近年の活発な議論と活動から食育のさらなる進展が見込まれる。食育は、食から食品や食品循環資源のライフサイクルを見渡し、より環境への配慮や安全の考慮がなされた食品の選択、および食品廃棄物の適切な排出を実行することにつながる。具体的な例として

はスローフードや地産地消の拡大が挙げられる。一方、所得等の格差が今後広がれば、食品に対する意識が高級志向と廉価志向に二極化することも予想される。高級志向の人々は、現時点の価格が維持される限り、国産の農水産物を積極的に選択し、栄養バランスが取れたより健康的な食生活を目指すであろう。廉価志向の人々は、現時点の価格が維持される限り輸入品を選択する機会が多いであろう。栄養バランスが取れた健康的な食生活の維持が困難になれば、医療費などの費用が増大するであろう。このような格差の拡大によって食生活・食文化への悪影響が予想されるならば、積極的に世論に訴えなければならない。ただし、同一人物が、時と場合によって、廉価志向と高級志向を使い分けるケースも考えられる。また、廉価志向においても、限られた予算の中で工夫して健康的な食品を選択することは十分考えられる。しかしながら、所得格差等によって健康的な食生活の維持が困難となる状態が進むならば、これを是正して食文化を再構築する必要が出てくるだろう。先進国や高所得国では、所得水準は肉消費の割合にはあまり影響せず、むしろ年齢差や地域差が食品の嗜好に対する大きな要因となるようである。IT 技術・システムの進展に伴う変化としては、食品のネット販売・購入が挙げられる。これは、消費者と生産者の直結を可能にするもので、既存の複雑な流通・販売ネットワークが省略され、消費者から見た産地・原料等の透明性が向上するので、食品循環の「見える化」と捉えることも出来る。

次に、農水産物の生産、食品加工、流通・販売、および外食・中食に関係する「資源供給システム」のビジョンについて考察する。農業・漁業における循環利用の促進のためには、業界の活性化・健全化が最も有効な手段の一つである。具体策としては、個人経営・小規模経営が多い農業・漁業の会社化・ループ産業化が挙げられる。会社化によって労働集約性が向上し、設備・機会や経営の合理化が実現すれば、国際競争力の増大も期待できる。休日や安定した収入が確保出来れば、最大の問題ともいえる後継者問題の解消にもつながる。経営状態が安定・強化されれば、市場での交渉における生産者の地位も向上されるであろう。生産・流通・循環利用等の食品関連業のループ産業化が実現すれば、各段階や全体システムの合理化による費用や環境負荷の削減、適切な循環利用の実施が期待できる。流通に関しては、生産者が既存ルートに縛られることなく、消費者へのネット販売など新規ルートが開拓できるようになれば、環境への配慮や安全の考慮がより進んだ自由な循環システムの形成が促進される。インターネットなどの IT 技術・システムのさらなる進展や、食品偽装などの構造的な問題の露呈を受け、流通構造の簡略化や透明化（見える化）などの改善が進む可能性も考えられる。漁業の場合、産地市場の再編と強化、中抜き流通、およびサービス付加型流通などの変化が既に表れている。国産食品については、その品質や安全性に関する情報を適切かつ確実に消費者に届けることが必要である。それによって、国産食品が現在よりも広く普及・購入されれば、日本の食糧自給率の向上にもつながる。さらに、海外にも品質情報が伝われば国産食品の輸出が増大することも想定される。循環利用促進のためには、循環資源利用を含む環境配慮を伴う食品をブランド化し、付加価値を向上させることも一手段となる。いずれにせよ、これらビジョンの実現のためには、国

産農水産物の生産において合理化・効率化を進め、生産費用を抑制することも検討する必要がある。農業・食品産業は、短期的な景気変動よりも長期のトレンド的要因によって構造的変動が左右されるようである。

最後に、食品廃棄物の発生、回収、および循環利用に関する「循環利用システム」のビジョンについて考察する。循環利用システムの形成のためには、それを企画し、実現する人材が重要である。循環利用システムの企画においては、業界や国際競争における戦略を有する人材が必要である。循環利用システムの実現においては、関係主体の人脈、情報網、および専門知識などをある程度の水準で有する人材が必要である。このような人材は、商社やエネルギー産業の担当者として、あるいは独立した起業家として存在し、実際、現在の循環利用システムの企画・実現に投入されている。しかし、適切な人材が不足する場合も想定されたため、今後、政府等の支援により育成課程を設置して人材を供給していく、という対策も考えられる。循環利用システムの実現に関する人材を中心に、関連主体との信頼関係が構築されれば、食品廃棄物の回収ルートが確立される。関連主体への粘り強い直接の説明で食品廃棄物の循環利用に関する理解を得ることが重要である。特に、発生源の事業者等への指導が充実すれば、食品廃棄物の原料としての品質が向上していくであろう。循環利用が進展するためには、焼却処理からの制度的・経済的な誘導策も場合によっては必要である。前者としては再生利用や回収の事業に対する許認可の簡素化・迅速化、後者としては適切な処理料金の設定が挙げられる。高品質で資源価値の高い食品廃棄物は産業から排出される割合が大きいので、有効な食品廃棄物の循環利用を促進させるには、産業の取組を促進・支援することが重要である。循環利用システムは効率的かつ経済的に形成されるべきである。具体的には、原料回収の広域化で投入量を増大して規模の効果をj得ることが考えられる。また、生産者が循環利用を担うならば、彼らの経営改善を支援することによって、必要な設備の導入・運用も促進されるであろう。食品廃棄物の循環利用システムが環境・経済・社会など様々な側面で適切なものとなるよう、目的を十分議論し、それに基づいて指標を明確にした上での設計・評価がなされるべきである。循環利用には「再生製品の生産」だけでなく「廃棄物の適正処理」という機能も有するが、循環利用システムの評価が過小あるいは過大とならぬよう、比較対象についても慎重な議論が必要である。

以上で述べた近未来の食品廃棄物循環システムのビジョンをまとめたものを図*に示す。また、同ビジョンに関連する技術システムの検討も行った。食品廃棄物は排出源によって質が大きく異なる。聞取調査などの結果から、食品廃棄物の品質（鮮度や均質性）は、食品加工業、外食産業、小売業、および家庭の順に良いと判断した。また、品質の良いものから、飼料化、肥料化、およびバイオガス化（メタン発酵）の順で循環技術を適用することを提案した。家庭からの食廃については、循環資源として回収・バイオガス化する方式のほか、ディスポーザを導入し、下水処理場にてバイオガス化（消化）する方式も考慮している。このような議論に基づいて提案した技術システムを図*に示す。

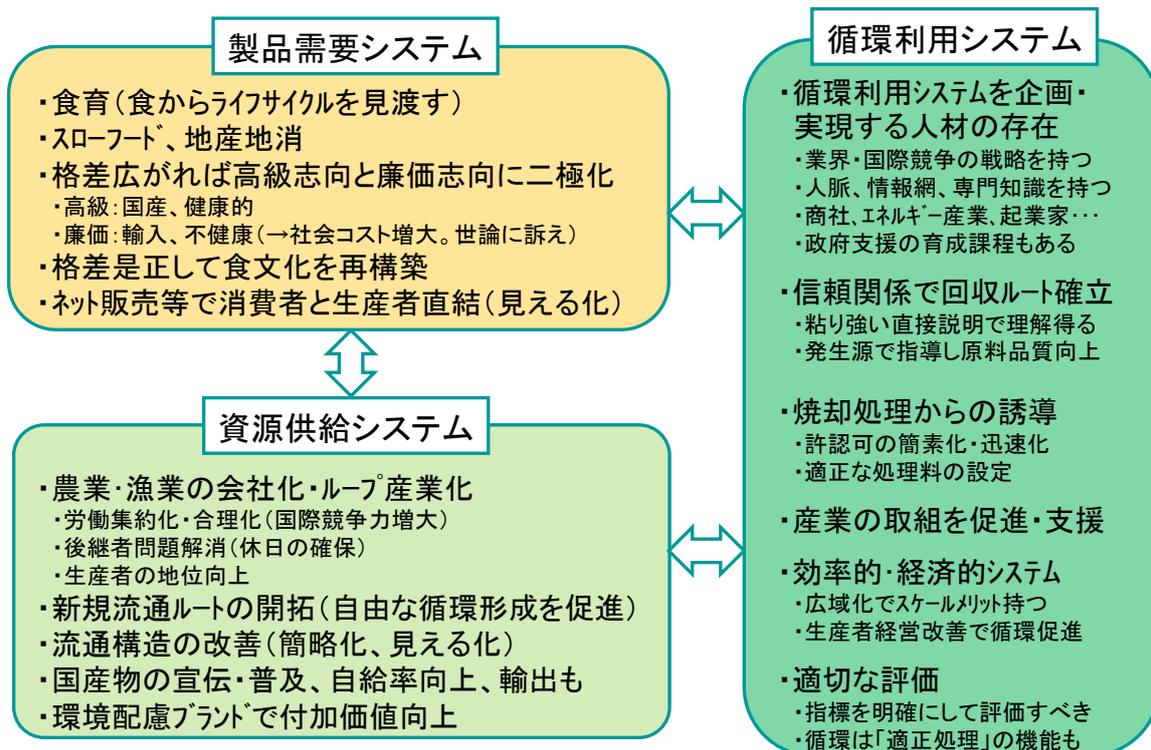


図 3.4.5 近未来の食品廃棄物循環システムのビジョン

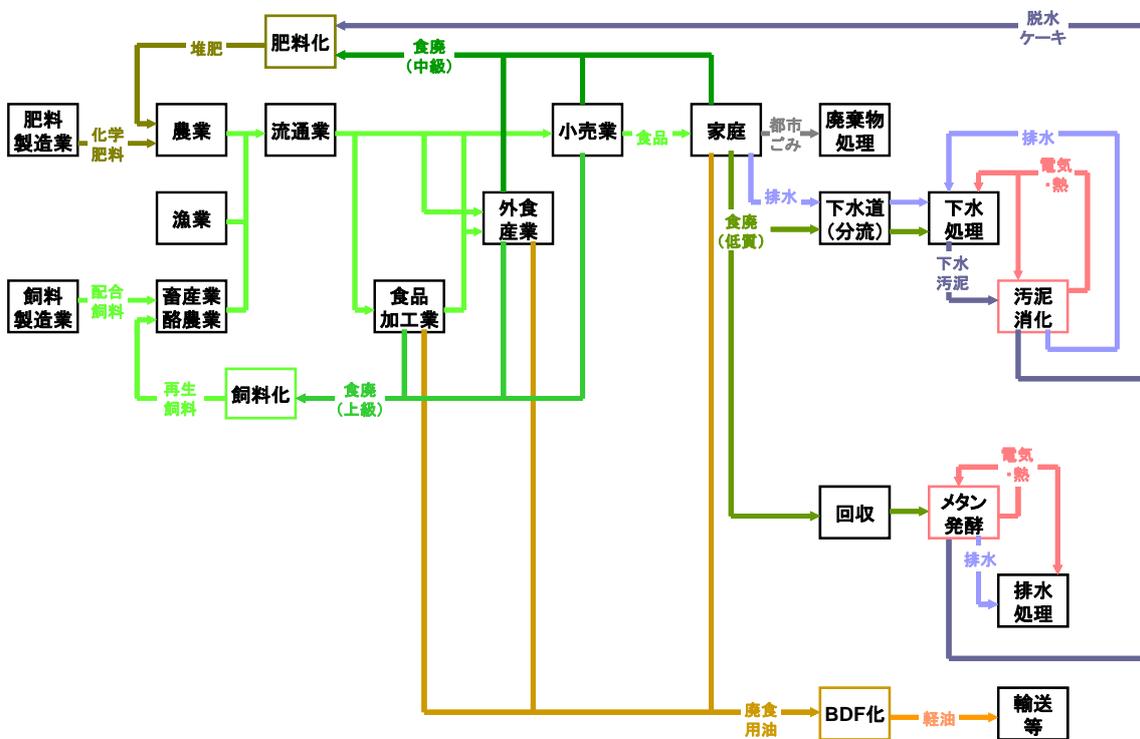


図 3.4.6 ビジョンに基づく技術システム

3.4.4 循環型社会シナリオ別の食廃発生量の推定の詳細

前述したように、食廃は、発生源によっておおよその品質が決まると考えられる。例えば食品加工工場では、ある程度の期間で同じ種類の食品が一定量製造され続けるため、副産物としての食廃も同じ種類・組成で一定した量が発生し続ける。充填される前の段階で発生するので容器包装などの夾雑物も少なく、他の廃棄物との混合もほとんどない。ある程度以上の発生量であれば毎日回収しても経費的な無駄が少なく、原料としての鮮度も高いまま利用できる。このような理由から、加工食廃は他の食廃に比べて高品質のものが多いといえる。一方、家庭では、多様な食生活が営まれているため、食廃の品質や発生量は大きく変動する。また、様々な容器包装が同時に発生する場合や、それらに充填・梱包された状態で発生する場合もある。紙やプラスチックなど他の廃棄物と混合状態で発生することもある。さらに、可燃ごみや生ごみの回収頻度が毎日ではないため、食廃の鮮度はどうしても低くならざるを得ない。このようなことから、特に家庭食廃の品質は低いものが多いといえる。そこで、3.1 で述べたように本研究では、食品加工工場、流通業、外食産業、および家庭で発生したものについて、各々「加工食廃」、「流通食廃」、「外食食廃」、および「家庭食廃」と定義し、この順で品質が良いものと考えた。

また、3.1 で述べたように本研究では、国立環境研究所の研究成果である食廃の発生量を適用している。同研究は、日本全体を対象とした近未来の循環型社会を予測したもので（全国予測）、様々な資源の物質フローを推定するモデル（NIES モデル）を開発・適用している。この全国予測では、2030 年ごろの近未来における循環型社会について、A と B の 2 種類のシナリオを予測している。なお、同研究では、3.3.4 で考察した近未来の食廃循環ビジョンも参考にされている。さて、同研究で示された循環型社会シナリオ A では、効率性が優先され、技術開発が促進され、物流規模は現在より地球的になると予測した。一方、社会シナリオ B では、ゆとりが優先され、社会システムの改善手法としては生活工夫が促進され（これまでの技術開発の傾向は維持）、物流規模は現在より地域的になると予測した。

表 3.4.1 食品関連の循環型社会シナリオ

項目		シナリオA	シナリオB
社会全体	優先事項	効率性	ゆとり
	改善手法	技術開発	生活工夫
	物流規模	より地球的	より地域的
食品関連	自給率	より低下	向上
	嗜好	洋食傾向 (肉多い)	和食回帰 (魚・野菜)
	形態	外食・ 中食増える	内食増える

このような同モデルで推定した 2005 年から 2030 年までの食廃発生量の推移をシナリオ A について図 3.4.7 に、シナリオ B について図 3.4.8 に示す。

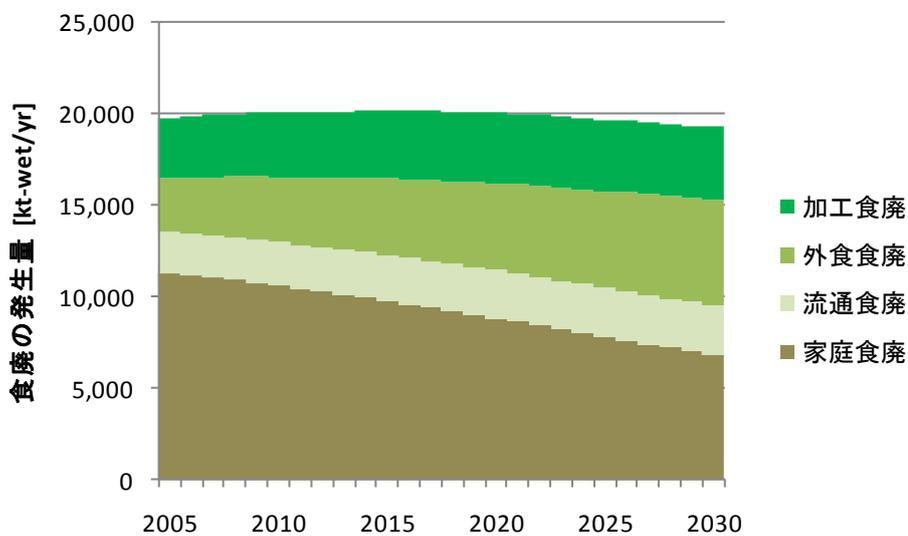


図 3.4.7 シナリオ A における食廃発生量の推移

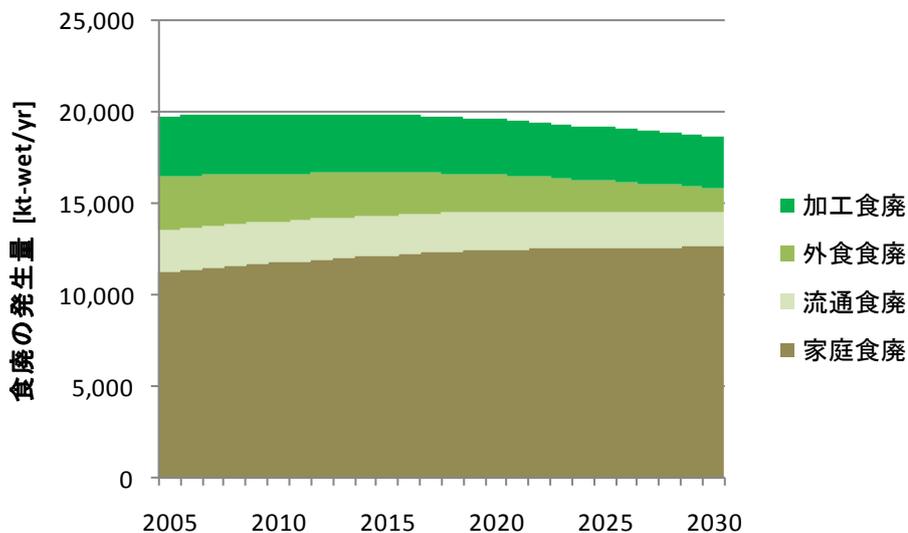


図 3.4.8 シナリオ B における食廃発生量の推移

図 3.4.7 に示すように、2005 年に比べて 2030 年のシナリオ A では家庭食廃はほぼ半減し、流通食廃と加工食廃は微増し、外食食廃はほぼ倍増すると予測された。一方、図 3.4.8 に示すように、シナリオ B では家庭食廃は微増し、流通食廃と加工食廃は微減し、外食食廃は半減すると予測された。この理由については後述する。

また、2030 年における両シナリオの食廃発生量を比較した結果を図 3.4.9 に示す。

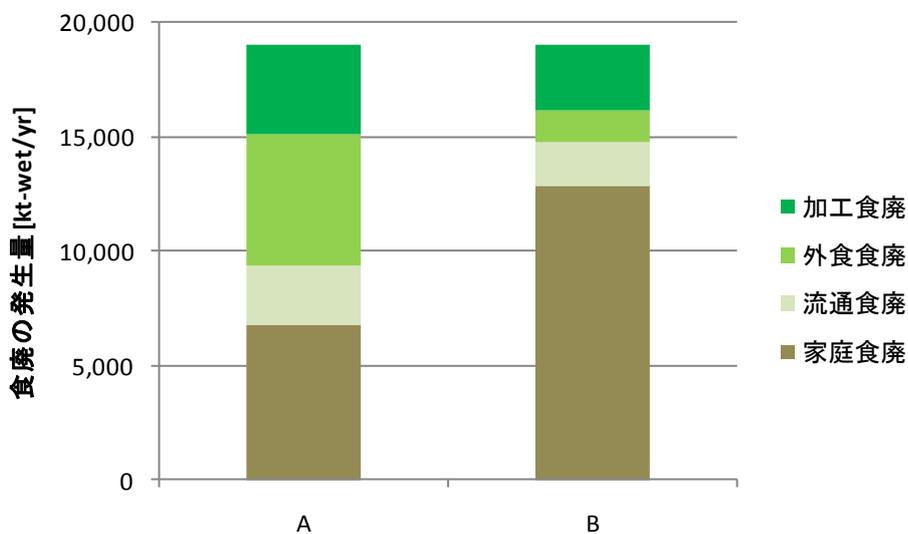


図 3.4.9 2030 年における食廃の種類別発生量

図 3.4.9 に示されるように、食廃全体としての発生量はシナリオ A と B でほぼ同等であるが、家庭食廃については B が A の倍近く、外食食廃は B が A の 4 分の 1 程度になっている。

また、本研究では循環型社会のシナリオ検討に際して 3 種類の地域区分を想定しており、各々都市、農村、および山間としている。地域区分別の食廃発生量を図 3.4.10 に示す。

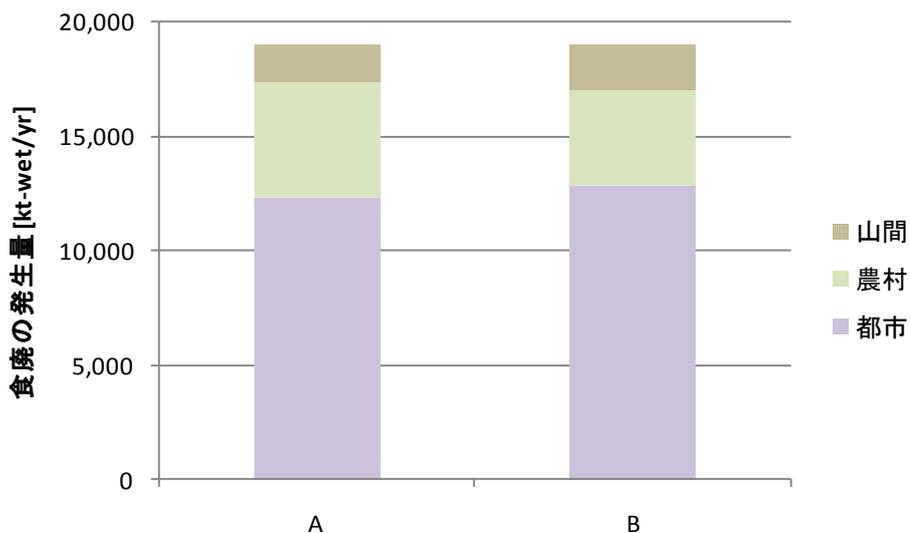


図 3.4.10 食廃の地域区分別発生量

3.4.5 循環利用対策のシナリオ設定と処理量の推定

3.4.1 で推定した各種食廃の発生量に基づき、循環利用対策についても 2 種類のシナリオを検討・設定し、各々のシナリオにおける食廃の処理量も推定する。

まず、シナリオ A では、広域的処理とエネルギー利用が優先されるものとした。それに従い、農村に立地する施設において食廃の広域焼却発電が実施される。同施設には農村と山間で発生した家庭食廃、および全地域で発生した流通食廃が投入される。加工食廃は、工場が立地する農村のみで発生し、すべて飼料化に仕向けられる。外食食廃は、全地域で発生したものが農村での堆肥化・農業利用に仕向けられ、家畜ふん尿と集約処理される（家畜ふん尿の分析を参照）。都市の家庭食廃はディスポーザを介して下水道システムに導入される（下水汚泥の分析を参照）。

シナリオ B では、地域的処理とマテリアル利用が優先され、地域毎にフローが閉じる。都市では、家庭食廃が車両回収され、下水汚泥処理施設で集約的にバイオガス化・電力利用される。外食食廃と流通食廃は、下水汚泥バイオガス化の発酵残さとの集約で堆肥化・緑地利用される。農村では、加工食廃がシナリオ A と同様に飼料化・畜産利用される。また、流通食廃、外食食廃および家庭食廃はいずれも堆肥化・農業利用に投入される。これらは家畜ふん尿や下水汚泥バイオガス化残さと集約処理される（家畜ふん尿の分析を参照）。山間では、流通食廃、外食食廃、および家庭食廃が堆肥化・林産利用される。これらは下水汚泥バイオガス化残さと集約処理される。

以上で説明した食廃に関するシナリオ A とシナリオ B のフローを図 3.4.11 と図 3.4.12 に示す。

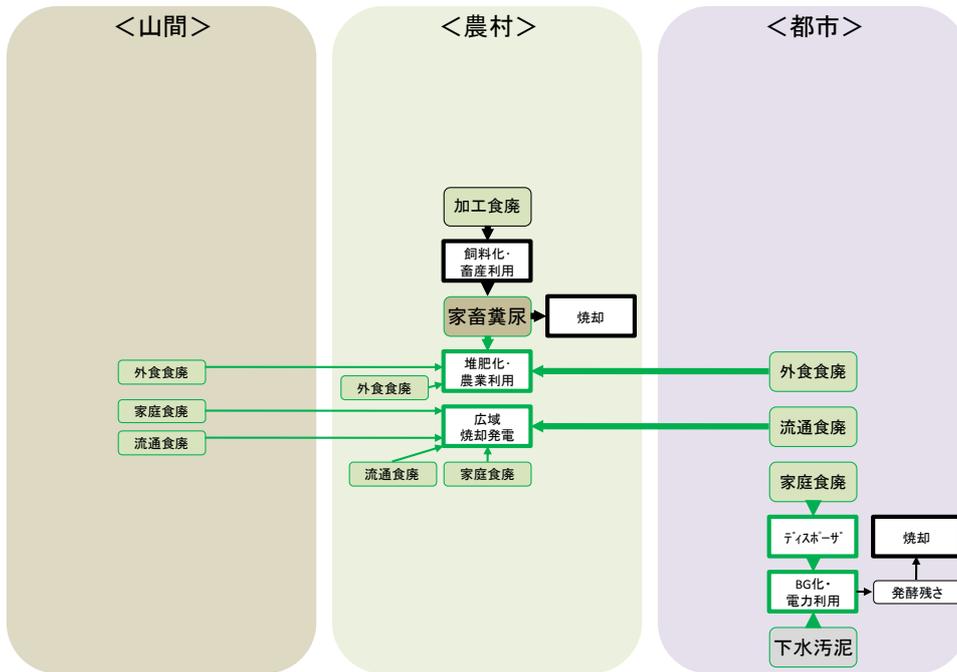


図 3.4.11 近未来における食廃循環利用のシナリオ A（広域的処理、エネルギー利用優先）

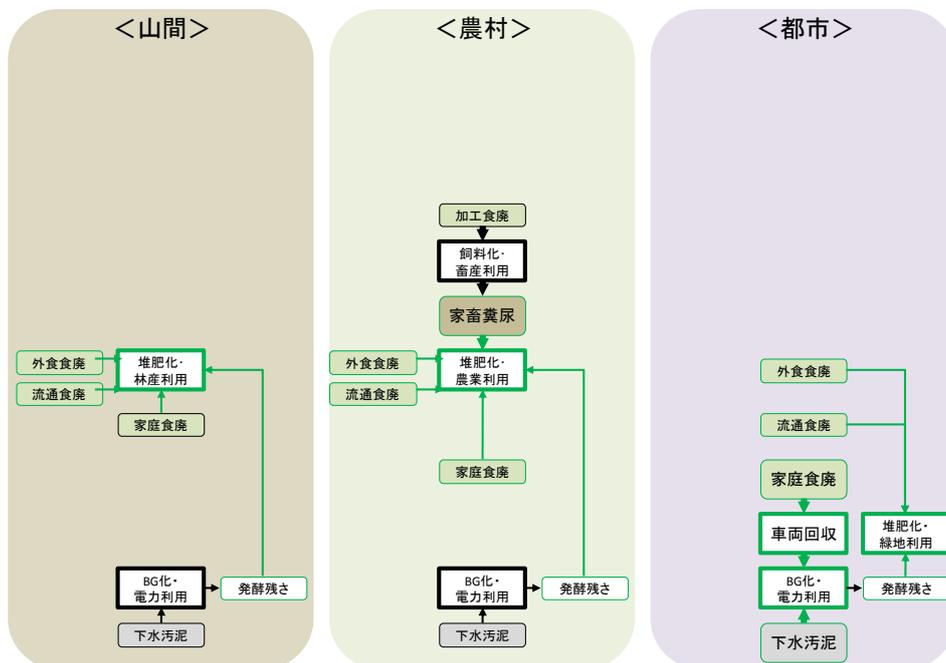


図 3.4.12 近未来における食廃循環利用のシナリオ B（地域的処理、マテリアル利用優先）

以上のように設定した、各シナリオにおけるプロセス（技術）と、それが受け入れる食廃の種類と発生地域の対応関係を表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 各シナリオにおける食廃の受入と発生（単位：千 t-w/年）

シナリオ	受入		発生		フロー
	プロセス	地域	食廃区分	地域	
A	広域焼却 発電	農村	流通食廃	都市	2,188
				農村	516
				山間	293
			家庭食廃	農村	516
				山間	732
飼料化・ 畜産利用	農村	加工食廃	農村	3,939	
B	堆肥化・ 緑地利用	都市	流通食廃	都市	1,518
			外食食廃	都市	1,099
			汚泥発酵残さ	都市	6,106
	飼料化・ 畜産利用	農村	加工食廃	農村	2,800
	堆肥化・ 林産利用	山間	家庭食廃	山間	1,594
			流通食廃	山間	236
			外食食廃	山間	171
			汚泥発酵残さ	山間	8,141

表 3.4.2 の内容のうち、バイオマス別の処理量を図 3.4.13 に、プロセス別の処理量を図 3.4.14 に示す。

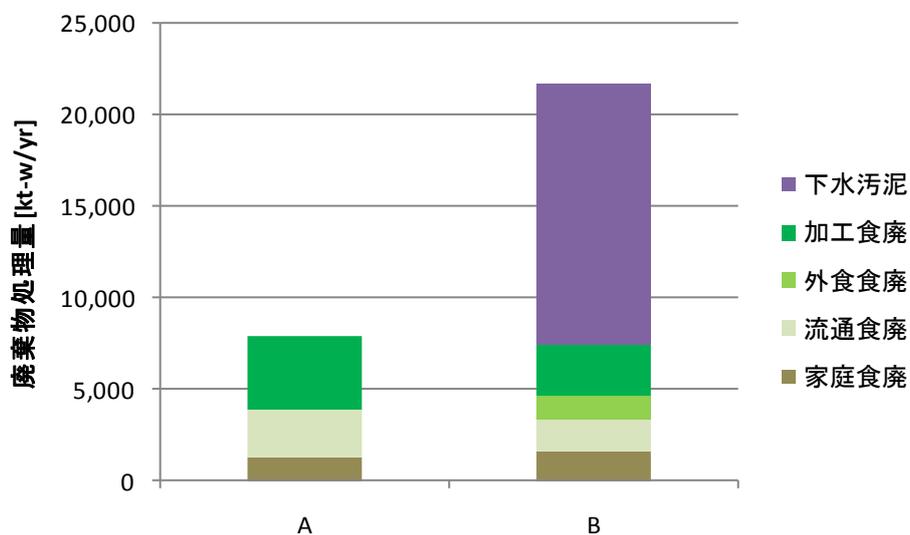


図 3.4.13 食廃の分析におけるバイオマス別の処理量

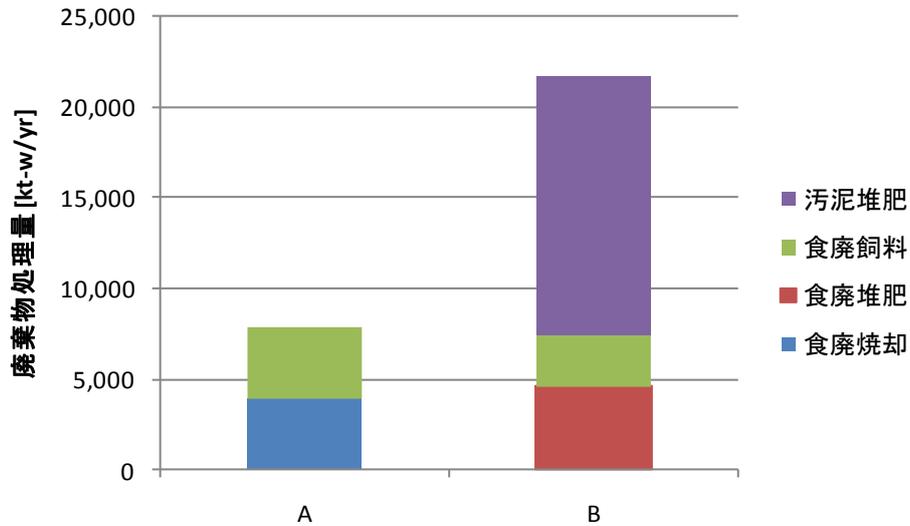


図 3.4.14 食廃の分析におけるプロセス（技術）別の処理量

図 3.4.13 に示すように、バイオマス処理量ではシナリオ B が A より圧倒的に大きく、その 3 分の 2 を下水汚泥が占めている。これは、下水汚泥のバイオガス化（消化、メタン発酵）に伴って発生する発酵残さであり、都市で発生する外食食廃や流通食廃と集約的に堆肥化を行う分である。これを除いた食廃のみの処理量はシナリオ A と B とでほぼ同量である。バイオマス種類別では、シナリオ A に比べて B は家庭食廃が大きく、流通食廃と加工食廃が小さい。また、シナリオ A では外食食廃が対象外となっている。これは、近未来のシナリオ A では現在より外食・中食が増加し、シナリオ B では内食が現在より増加することに基因する。主に内食に伴って発生する家庭食廃は、シナリオ A では減少するのに対して B では増加する。主に中食に伴って発生する流通食廃や加工食廃は、シナリオ A では増加するのに対して B では減少する。主に外食に伴って発生する外食食廃は、シナリオ A では増加するのに対して B では減少する。ただし、本研究ではシナリオ A で発生する外食食廃は、全て農村において家畜ふん尿と集約的に堆肥化することを想定しているため、家畜ふん尿の分析における対象であり、本節では分析対象としていない。

図 3.4.14 のプロセス別の処理として、食廃の焼却発電、同じく堆肥化、同じく飼料化、および下水汚泥の堆肥化が含まれており、各々「食廃焼却」、「食廃堆肥」、「食廃飼料」および「汚泥堆肥」と表示されている。シナリオ B の汚泥堆肥が卓越しているのは、バイオマス種類別の処理量と連動しているためで、集約処理の結果である。シナリオ A では、家庭食廃と流通食廃は全て広域焼却発電され、加工食廃は全て飼料化されるため、それに対応した処理量が食廃焼却と食廃飼料として示されている。シナリオ B では、家庭食廃、流通食廃および外食食廃は全て堆肥化され、加工食廃は全て飼料化されるため、それに対応した処理量が食廃堆肥と食廃飼料として示されている。

3.4.6 食廃の循環利用に伴う GHG 排出量

シナリオ別の食廃の循環利用に伴う温室効果ガス (GHG) 排出量を求める。具体的には、循環利用のプロセス (技術) 別の処理量に、技術別の GHG 排出原単位 (表 3.4.3) [1-4] を乗じて GHG 排出量を求める。表 3.4.3 に示すように、飼料化には乾燥化と液状化という 2 種類の技術があり、GHG 排出原単位も大きく異なるため、各々を場合分けした 4 通りのシナリオを想定した。なお、汚泥残さ堆肥化に伴う GHG 排出原単位は食廃と同等と仮定した。

表 3.4.3 技術別の GHG 排出原単位 (単位: t-CO₂eq/t)

技術	GHG原単位	出典
焼却発電	2.1	1), 2)
堆肥化	96.2	3)
飼料化(乾燥)	118.2	4)
飼料化(液状)	-102.9	4)

1) 稲葉陸太, 古市徹(2006), 日本LCA学会誌, 2(4), 326-340

2) 環境省インベントリ

3) 農林水産バイオリサイクル研究「システム化サブチーム」(2006), バイオマス利活用システムの設計と評価

4) Ogino et al. (2007), J of Env. Qual., 36(4), 1061-1068

シナリオ別の GHG 排出量の推定結果を図 3.4.15 に示す。同図では、シナリオ A で乾燥飼料化、もしくは液状飼料化を適用した結果が各々「A 乾飼」、「A 液飼」と表示され、シナリオ B の場合は同様に「B 乾飼」、「B 液飼」と表示されている。

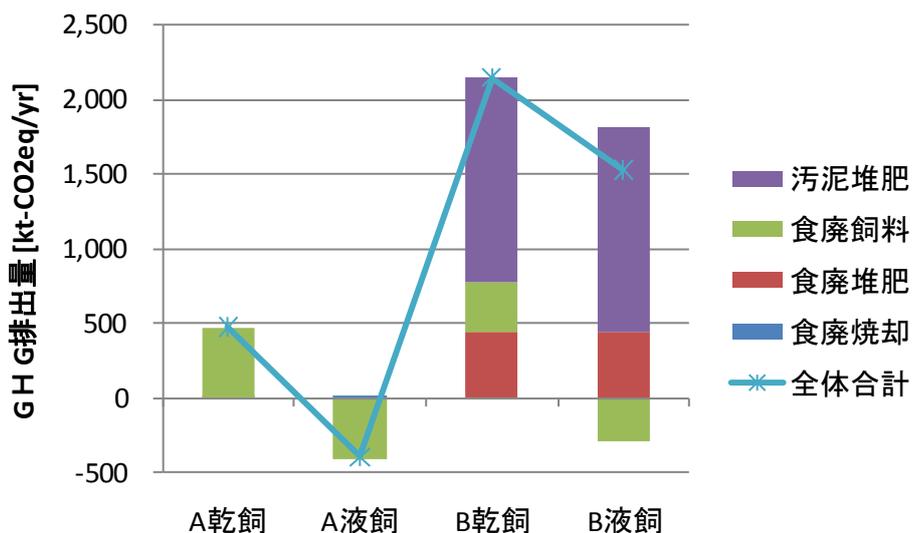


図 3.4.15 シナリオ別の GHG 排出量 (汚泥残さ処理含む)

図 3.4.15 に示されるように、GHG 排出量の合計は液状飼料化を適用したシナリオ A で最小となり、次いで乾燥飼料化の A、液状飼料化の B という順で、乾燥飼料化を適用したシナリオ B で最大となる。シナリオ B の GHG 排出量の半分以上は汚泥堆肥化に基因する。また、焼却発電に伴う排出量は相対的に小さい。食廃関連のみを抜粋した結果を図 3.4.16 に示す。

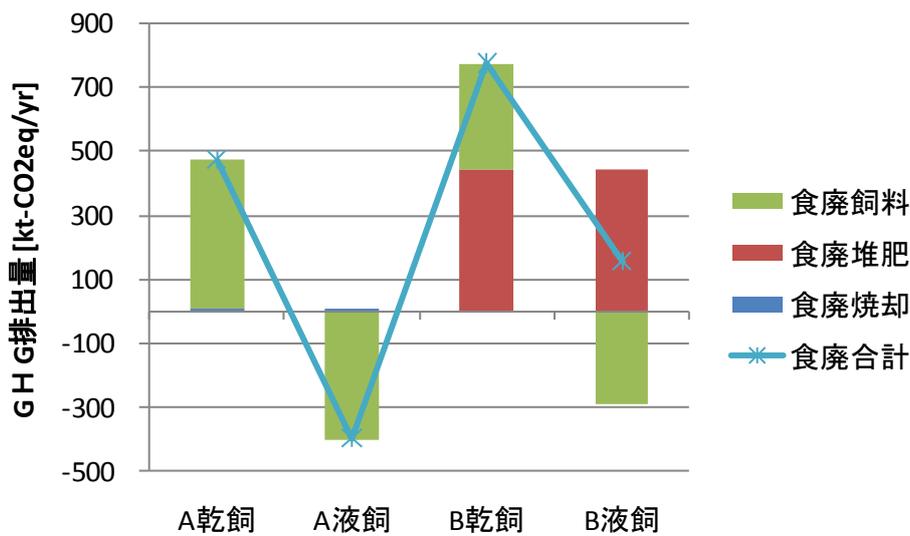


図 3.4.16 シナリオ別の GHG 排出量（食廃のみ）

図 3.4.16 に示すように、食廃関連のみの GHG 排出量の合計は、液状飼料化の A で最小、乾燥飼料化の B で最大という結果は汚泥残さ処理を含む場合と同じであるが、乾燥飼料化のシナリオ A、液状飼料化の B の順位が逆転する。ここで、食廃の処理量が多いほど GHG 排出量が大きくなるのは自明といえる。そこで、食廃の単位処理量に対する GHG 排出原単位も推定した。汚泥残さ処理を含む結果を図 3.4.17 に、食廃のみの結果を図 3.4.18 に示す。

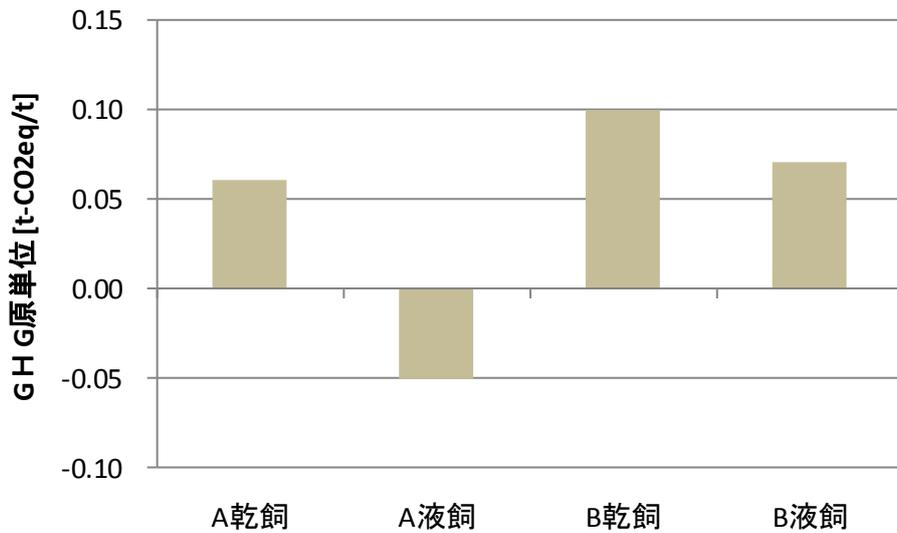


図 3.4.17 シナリオ別の GHG 排出原単位（汚泥残さ処理含む）

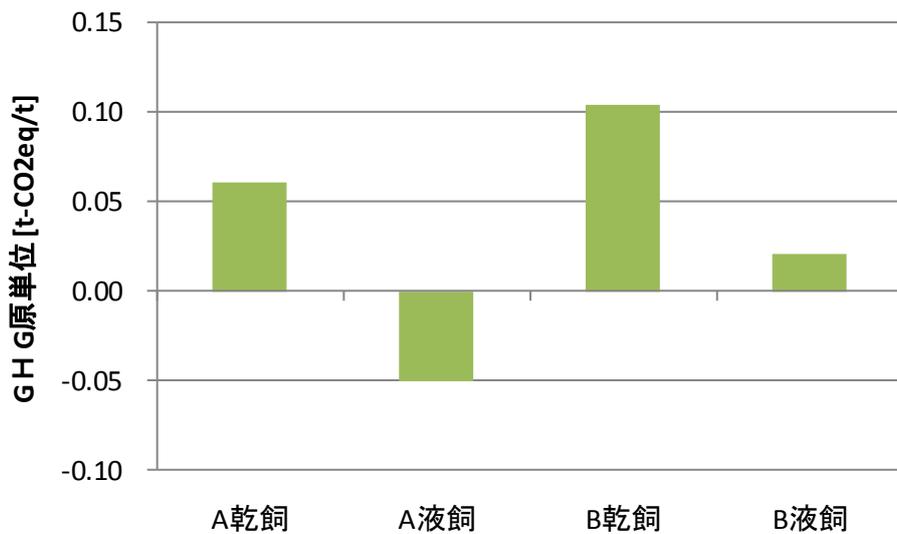


図 3.4.18 シナリオ別の GHG 排出原単位（食廃のみ）

図 3.4.17 に示すように、食廃の単位処理量に対する GHG 排出原単位は、汚泥残さ処理を含む場合、液状飼料化 A、乾燥飼料化 A、液状飼料化 B、乾燥飼料化 B の順に小さいという推定結果になった。一方、図 3.4.18 に示すように、食廃のみの場合、液状飼料化 A、液状飼料化 B、乾燥飼料化 A、乾燥飼料化 B の順になった。このように、汚泥残さ処理を含む場合も、食廃のみの場合も、排出原単位で評価した順位は排出量で評価順位と同様になった。

3.4.7 食廃の循環利用の費用

本研究で適用した各種循環利用技術の単価を表*に、これを用いて推定した循環利用の費用を図*に示す。単価は各種文献の値[3][5][6]を参考にした。

表 3.4.4 食廃の循環利用の単価

技術	費用	出典
焼却発電	14.00	1)
堆肥化	18.25	2)
飼料化(乾燥)	18.25	2)
飼料化(液状)	18.00	1)
収集	13.60	3)

- 1) (社)配合飼料供給安定機構(2010), エコフィード利用による負荷低減に向けて
- 2) (独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所(2006), バイオマス利活用システムの設計と評価
- 3) (財)廃棄物研究財団メタン発酵研究会(2008), メタン発酵情報資料集2008

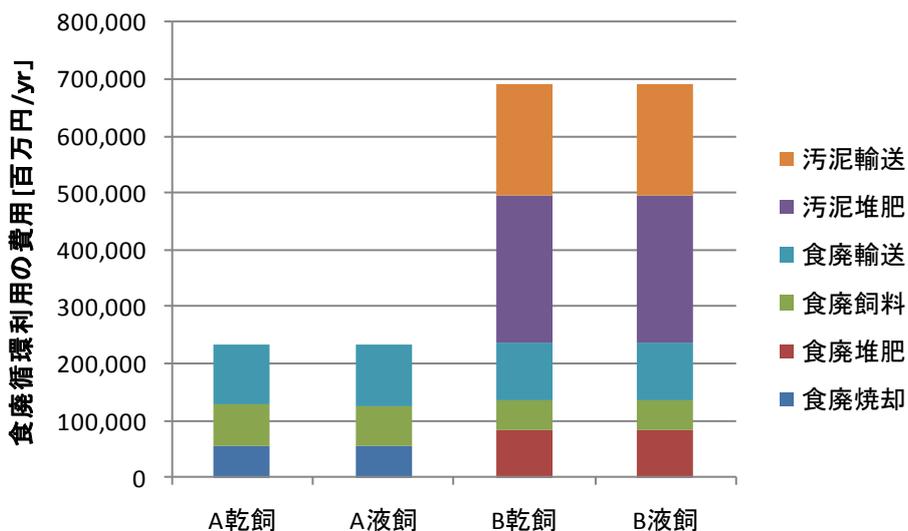


図 3.4.13 食廃の循環利用の費用

図 3.4.13 に示すように、食廃関連の費用だけでは大差は無いが、表*に示す焼却の単価が若干安い分、シナリオ A の方が B より合計はわずかに小さくなる。

参考文献:

- [1] 稲葉陸太, 古市徹 (2006), 日本 LCA 学会誌, 2(4), 326-340
- [2] 環境省インベントリ
- [3] 農林水産バイオリサイクル研究「システム化サブチーム」(2006), バイオマス利活用システムの設計と評価
- [4] Ogino et al. (2007), J of Env. Qual., 36(4), 1061-1068
- [5] (社) 配合飼料供給安定機構(2010), エコフィード利用による負荷低減に向けて
- [6] (財)廃棄物研究財団メタン発酵研究会(2008), メタン発酵情報資料集 2008