

循環型社会の構築への取り組みと課題

— 北海道におけるバイオマス資源の利用実態を事例に —

深 澤 史 樹*

Initiatives and Challenges for Building a Recycling Society — A Case Study of Biomass Resource Usage in Hokkaido —

Fumiki FUKAZAWA*
(Accepted 6 December 2016)

目 次

1. はじめに
 2. バイオマス資源の利活用に関する政策的な経緯
 3. 農業系バイオマス（農村地域型）の三つの事業比較
 4. 廃棄物系バイオマス（都市地域型）の利用実態
 5. おわりに
- 参考文献

1. はじめに

古来、日本における考え方として自然との関わりにおいては、相対し制御するというよりも調和し共生するというところに重きをおいた社会を形成してきた。しかし、戦後の高度経済成長の影で頻発した様々な公害問題に大きな犠牲をはらって経験し、少なくとも国内的には一定の解決が図られた。しかしその後、グローバル経済という地球規模での経済活動（生産・流通）、ライフスタイル（消費）の変化によって、われわれの眼前に見える形・見えない形となって環境問題があらわれてきた。その問題を解決するために、われわれが目指すべき方向性としては、持続可能な社会を形成するという表現であらわされているが、実はその鍵は、日本の文化（例えば「もったいない」という考え方）の中にすでにあったことをワンガリ・マータイ氏によって再認識させられた。そのような機運と前後するように循環型社会の構築のための基本理念として「循環型社会形成推進基本法」（2001（H 13）年）が施行された。この法律によると循環型社会とは、「製品等が廃棄物等となることが抑

制され、並びに製品等が循環資源となった場合においてはこれについて適正に循環的な利用が行われることが促進され、及び循環的な利用が行われない循環資源については適正な処分（廃棄物（ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であって、固形状又は液状のものをいう）としての処分をいう）が確保され、もって天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会をいう。」とされており、環境への負荷を提言することが重要となっている。そのためには、政府のほか地方自治体や事業者、国民などが一体となって取り組む必要があり、政策（法律の整備、資金面やその他の支援）や技術的蓄積（新しい技術の可能性や実効性など）等を積み上げていく必要がある。

そこで、本稿では、バイオマス資源が豊富に賦存しその利用が期待できる北海道における実証事業に着目し、取り組み実態とそこから見える課題について考察することを目的としている。具体的には、北海道においては、その面的な広がりからバイオマス資源を考える場合に地域の類型（農村地域、中山間地域、沿岸地域、都市地域）を踏まえたうえでバイオマス資源の特徴を考える必要がある。したがって、農村地域の農業系バイオマス（農作物）の事例として、バイオエタノール生産事業（三事業のうち一事業は新潟県）を取り上げ、もう一つの都市地域の廃棄物系バイオマス（食品加工残さ、生ごみ）の事例として、食循環資源の飼料化について取り上げる。二つの類型について実態を把握し、その経緯と事業収支の面から検討し、個別の課題と共通する課題について考察する。

* 酪農学園大学農食環境学群食と健康学類食品産業経済学研究室

Economics of Food Industry, Department of Food Science and Human Wellness, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University

2. バイオマス資源の利活用に関する政策的な経緯

ここでは、表1よりバイオマス資源の利活用に関する国の政策とそれとともなう北海道の政策を対比させながら、その背景や経緯を整理する。

日本において、持続的に再生可能な資源としてバイオマスを含む各種資源の循環利用を促進することが初めて法令化され明記されたのは、2001（H 13）年に施行された「循環型社会形成推進基本法」であった。バイオマスとは、化石資源を除く再生可能な生物由来の有機性資源とされており、①食品廃棄物（生ごみ等）、家畜排せつ物等の廃棄物系バイオマス、②林地残材、農作物非食用部（稲わら、もみ殻等）の未利用バイオマス、③資源作物等と定義付けられている。2002（H 14）年には「地球温暖化の防止」、「循環社会の形成」、「競争力のある新たな戦略的産業の育成」、「農林漁業・農山漁村の活性化」を目標に掲げ、バイオマスの利活用に関するより具体的な目標や基本的な戦略を盛り込んだ、「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定された。この中では、バイオマス由来の燃料に関してメリットのみならずデメリットについても言及されており、日本に適応した具体的な行動計画が明記された。この年は、新エネルギーの一つとしてバイオマスを追加したことを受けて、北海道でもその地域特性を活かした政策として「北海道省エネルギー・新エネルギー促進行動計画（第Ⅰ期）」を策定し、2004（H 16）年には「バイオマス利活用推進連絡会議設置要領」を施行し、道内に豊富に賦存するバイオマスの利活用を総合的に推進するために道庁内を調整する目的で施行された。

その後、2005（H 17）年に「京都議定書」の発効により、日本においては、2008年から2012年の第1約束期間内に基準年である1990年に排出された温室効果ガスに比べて6%削減する義務が課せられている（結果は、8.2%の削減に成功している）。このため、輸送用燃料としてのバイオ燃料の活用が目標達成のための重要な手段として注目された。このように、「京都議定書」の発効が、日本においてバイオ燃料導入についての検討が開始された最大のインセンティブとなったといわれている。このため、2006（H 18）年には新たな「バイオマス・ニッポン総合戦略」が出され、30年後を見据えた戦略として、バイオマス由来液体燃料の本格導入、アジア諸国におけるバイオマスエネルギー導入への積極的関与及びこれら諸国への関連技術の移転推進が明記された。とりわけ、国産バイオマス輸送用燃料の利用促

進のため、①利用実例の創出、②原料農産物の安価な調達手法の導入、③低コスト・高効率の生産技術の開発などが閣議決定された。この段階にきて政府計画の中で初めて、バイオ燃料（バイオエタノール、バイオディーゼルなど）がバイオマス製品の主力として位置づけられたことが特徴的である。

こうした中、低炭素社会の実現が日本における最重要課題の一つとされ、さらにバイオマスの利活用に向けた政策の実施が求められることとなり、2009（H 21）年議員立法により、「バイオマス活用推進基本法」が制定・施行された。この法律の特徴は、国、地方自治体、事業者及び国民それぞれの主体の責務を明らかにして、連携を強化することを目的としたものである。その後に設置されたバイオマス活用推進会議において、バイオマスの活用の推進に関する施策についての基本方針や国が達成すべき目標などを定めた「バイオマス活用推進基本計画」が2010（H 22）年に閣議決定された。この国の動きに呼応するように北海道としてはこの年、「北海道循環型社会形成推進基本計画」を策定し、①3Rの推進、②廃棄物の適正処理の推進、③バイオマスの利活用の推進、④リサイクル関連産業を中心とした循環型社会ビジネスの振興などを柱として、道政として講ずべき施策や道民、NPO、事業者などが果たすべき役割について示されている。さらに、2011（H 23）年3月に発生した東日本大震災やそれとともなう東京電力福島第一原発事故を契機に自立・分散型のエネルギーの供給体制強化が一層重要となる中でのエネルギー供給源の多様化、さらには地域産業の発展・活性化などに寄与するものと期待され、2012（H 23）年には「北海道省エネルギー・新エネルギー促進行動計画（第Ⅱ期）」（計画期間は、2011年度から2020年度）を策定した。また、その計画と連動するように、2013（H 25）年には「北海道バイオマス活用推進計画」（計画期間は、2013年度から2022年度）が策定された。この中で、道内で発生するバイオマスについては、各地域で広く分布しており、地域特性によっても、バイオマスの種類ごとの賦存量も異なることから、主な発生地域の類型を①農村地域（農業系バイオマス：家畜排せつ物、農作物非食用部など）、②中山間地域（木質系バイオマス：製材工場等残材、未利用木材）、③沿岸地域（水産系バイオマス：漁業系残さ、水産加工残さ）、④都市地域（廃棄物系バイオマス：食品加工残さ、生ごみ、下水汚泥など）の四つに区分している。その上で、バイオマス活用の基本的な方針としては①市町村ごとの地域が主体となって取り組み、関係者の意識を醸成する、②バ

表1 バイオマス資源の利活用に関する国と北海道の政策推移

年	国	北海道
1999 (H 11)	「地球温暖化対策の推進に関する法律」が施行。国、地方自治体、事業者が取り組むべき温室効果ガスの排出抑制策等を定める計画を策定することを規定	
2001 (H 13)	「循環型社会形成推進基本法」により、バイオマスを含む各種資源の循環利用促進を明記	
2002 (H 14)	「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法施行令」を改正。新エネルギーの一つとしてバイオマスを追加 「地球温暖化対策推進大綱」決定。新エネルギー対策で、2010 年度導入目標 1,910 万 kL のうち、バイオマスは、発電 33 万 kW、熱利用 67 万 kW 「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2002」において、「農林水産省、環境省、関係府省は協力して、動植物、微生物や有機性廃棄物からエネルギー源や製品を得るバイオマスの利活用の推進について本年度中に取りまとめること」を決定 「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定され、バイオマスの総合的利用が明記	「北海道省エネルギー・新エネルギー促進行動計画【第Ⅰ期】」を策定
2003 (H 15)	「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」が施行。電気事業者に一定量以上の新エネルギーによる電気の利用を義務付け 「揮発油等の品質の確保等に関する法律」の改正により、バイオエタノールのガソリン混合許容値は 3 %（体積ベース）と規定。	
2004 (H 16)		「バイオマス利活用推進連絡会議設置要領」を施行
2005 (H 17)	京都議定書発効。基準年(1990 年)の温室効果ガス排出量に比べ 6 %削減を 2008 年から 2012 年（第 1 約束期間）に達成することを義務付け 「京都議定書目標達成計画」を閣議決定。新エネルギー対策で、2010 年度導入目標、1,910 万 kL のうち、バイオマス熱利用 308 万 kL（輸送用燃料 50 万 kL を含む）	
2006 (H 18)	新たな「バイオマス・ニッポン総合戦略」を閣議決定。バイオマス熱利用 308 万 kL（輸送用燃料 50 万 kL を含む）を数値目標として追加 経済産業省が「新・国家エネルギー戦略」を発表 環境省エコ燃料利用推進会議が「輸送用エコ燃料の普及拡大について」を発表	
2007 (H 19)	農林水産省が「国産バイオ燃料の大幅な生産拡大に向けた工程表」を発表。2011 年の目標として、国産バイオ燃料 5 万 kL の生産 経済産業省が「次世代自動車・燃料イニシアチブとりまとめ」を発表	
2008 (H 20)	「バイオ燃料技術革新計画」が発表。セルロース系バイオマス燃料の生産についての具体的な目標、技術開発、工程表を決定 「農林漁業有機資源のバイオ燃料の原材料としての利用の促進に関する法律」が公布・施行。農林漁業者とバイオ燃料製造者との連衡による取組みの支援等を規定 「揮発油等の品質の確保等に関する法律」の改正により、バイオ燃料を混合してガソリンを製造する事業者に対して、混合分については揮発油税及び地方道路税の免除措置が適用	
2009 (H 21)	「揮発油等の品質の確保等に関する法律」の改正により、ガソリン・軽油にバイオエタノール等を混合する事業者に対し、登録、品質確認等を新たに義務付け 「バイオマス活用推進基本法」が施行。国、地方自治体、事業者等の責務とそれぞれの主体の連携の強化を規定 「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」が成立	
2010 (H 22)	「バイオマス活用推進基本計画」の閣議決定	「北海道循環型社会形成推進基本計画」を策定
2012 (H 23)		「北海道省エネルギー・新エネルギー促進行動計画【第Ⅱ期】」を策定（計画期間は、2011 年度から 2020 年度）
2013 (H 25)		「北海道バイオマス活用推進計画」を策定（計画期間は、2013 年度から 2022 年度）

出所：筆者作成。

イオマス資源の利用においては、カスケード（多段階）的利用を促進させる、③バイオマスの活用には、民間における事業活動が基本であり、かつ事業としての採算性を確保することなどが掲げられている。

以上より、日本においては温室効果ガスの削減をはじめ、資源循環型社会の形成やエネルギー問題、食料や農業、地域社会を考えて今後の政策を立案・実施する上でバイオマス資源の利活用は大変重要である。とりわけ、バイオ燃料などは、食料と競合しない、余剰分や未利用分を原料とすることを政府の基本方針としている。具体的には食用向けとは競合しないサトウキビからの糖蜜、規格外小麦、規格外とうもろこし、余剰てん菜、非食用米などまたは、廃食用油が使用されている。このために、農水省をはじめとする関係府省など国を挙げて技術的、経済的な支援を行って、さらに地方自治体、関係地域を巻き込みながら一体となって取組んできたことがわかる。

3. 農業系バイオマス（農村地域型）の三つの事業比較

ここまで、バイオマス資源の利活用に関する政策的な動きを整理してきた。ここからは、バイオ燃料について取り上げる。バイオ燃料（バイオエタノール、バイオディーゼル）のメリットは導入の背景も含めて三つのメリットが指摘されていた。一つ目は、地球温暖化対策の視点である。バイオ燃料が有するカーボンニュートラルの特性が、二酸化炭素の排出削減に効果を発揮する。このことは、政策的な経緯でも明らかであり、一定の効果を発揮しているものと考えられる。二つ目は、エネルギーの安全保障の観点から、バイオ燃料はエネルギーソースの多様性の意味を持つものである。三つ目は、地域経済の活性化や農業政策の観点である。バイオ燃料は新たな需要を作り出し、農業の活性化や地域での雇用を創出するという面で役割を果たす効果がある。一方で、バイオ燃料の生産に関わる LCA（ライフサイクルアセスメント）の視点や食料との競合問題などがデメリットとして当初から指摘されていた。

ここでは、地域類型ごとに賦存するバイオマスの特徴である四つの区分のうち、農産地域の農業系バイオマスについて着目し、とりわけ農林水産省が関係している三つのバイオエタノール実証事業を取り上げて、その経緯と単年度であるが事業収支を中心に考察する。表2は事業概要と設立の経緯から現在までをまとめたものである。今回取り上げる3箇所のうち2箇所は「北海道バイオエタノール(株)」(以下、

「北海道バイオ」と呼ぶ)と「オエノンホールディングス(株)」(以下、「オエノン」と呼ぶ)でありともに北海道内に位置しており、「全国農業協同組合連合会(JA全農)」(以下、「JA全農」と呼ぶ)は新潟県内に位置しており、すべて同時期である2007(H19)年から「バイオ燃料地域利用モデル実証事業」として開始された。さらに表3は2012(H24)年度における販売収入(収益)と支出(製造コスト)の実績を比較したものである。全体の収支バランスで見ると三つの事業所とも赤字という結果となっており、2009(H21)年の製造を開始して3年後の収支であるが、厳しい状況であるといえる。

ここで、簡単にバイオエタノールの製造方法を確認すると、サトウキビなどの糖質、米やトウモロコシなどのでんぷん質作物を原料とし、これらを糖化・発酵させて、濃度99.5%以上の無水エタノールまで蒸留して製造したものである。さらに、稲わらや廃材などのセルロース(炭水化物(多糖類))系の原料からエタノールを製造することも技術的には可能であるが、効率性の課題があるとされている。

まず、支出(製造コスト)の視点から考察する。

図1は製造コストの比率を比較したものである。「原料費」に関しては、製造コストの構成比からも顕著にあらわれているが、北海道バイオとオエノンにおいては「運転経費」よりも高く32~33%と製造コストの中で最も高いのに対して、JA全農は1割にも満たない7.6%となっている。これは、北海道におけるバイオエタノール製造の中で大きく見誤った点として原料調達の問題を内包していることをあらわしている。北海道バイオの設立は、JAグループ北海道が中心となり北海道経済連合会傘下の企業などの出資を得て、北海道が一体となって、道産の農作物からバイオエタノールを製造(1.5万kL/年)・販売(バイオ燃料50万kL/年)することを目的としてホクレン清水製糖工場に隣接されるように設立された。この立地により「原料輸送等費」を最も低く抑える効果をもたらした。当初の原料は、交付金対象外てん菜と規格外小麦を5割ずつとする計画で、バイオエタノール製造はもとより余剰農産物の再利用への道筋をつけ、十勝地方の農業における輪作体系の維持と需給調整機能とするねらいがあった。しかし、図2のてん菜の生産実績と補助金交付対象数量からわかるとおり、製造開始年前までは余剰てん菜は発生していたが、2010(H22)年以降は発生しない状況となった。この原因は、農家戸数の減少はもとより、てん菜生産者へ支払われる補助金の原資である調整金収支が赤字傾向となり、政府は2005(H

表 2 事業概要と設立からの経緯の比較

		北海道バイオエタノール㈱	オエノンホールディングス㈱	全国農業協同組合連合会 (JA 全農)
事業概要	原料	余剰てん菜，規格外小麦	バイオ燃料用米（当面 MA 米）	バイオ燃料用米
	地域エリア	北海道清水町	北海道苫小牧市	新潟県新潟市
	バイオ燃料 製造能力	1.5 万 kL/年	1.5 万 kL/年	1 千 kL/年
	出資者	ホクレン，三菱商事㈱，北海道信連，全国共済連，JA 北海道中央会等	—	—
	バイオ燃料 販売能力	50 万 kL/年（ETBE）	50 万 kL/年（ETBE）	3.3 万 kL/年（E3）
	雇用人数 (H 25 年)	32 人	33 人	15 人
設立からの経緯と 現在まで		・ 2007 年（H 19 年 4 月） 地域協議会設立総会	・ 2007 年（H 19 年 5 月） 地域協議会設立総会	・ 2007 年（H 19 年 7 月） 地域協議会設立総会
		・ 同年 6 月 北海道バイオエタノール㈱設立		
		・ 同年 10 月 製造プラント起工式	・ 同年 12 月 製造プラント起工式	・ 2008 年（H 20 年 2 月） 製造プラント起工式
		・ 2009 年（H 21 年 3 月） 施設完成	・ 2009 年（H 21 年 3 月） 施設完成	・ 同年 12 月 施設完成
		・ 同年 4 月 バイオエタノール製造開始	・ 同年 5 月 バイオエタノール製造開始	・ 2009 年（H 21 年 2 月） バイオエタノール製造開始
		・ 同年 9 月 バイオエタノール出荷開始	・ 同年 9 月 バイオエタノール出荷開始	・ 同年 7 月 グリーンガソリン（E3）販 売開始
		〈農林水産省は「バイオ燃料生産拠点確立事業」に関する予算を 2014（H 26）年度限りとすることを決定。〉		
		・ 2015 年（H 27 年 6 月）株主総会 にて解散決定	・ 2015 年（H 27）バイオ燃料製 造の中止	・ 2015 年（H 27）～2016 年 （H 28）では年 3 ヶ月（6 ～ 8 月）程度稼働

出所：ヒアリング調査および「バイオ燃料生産拠点確立事業検証委員会報告書」より作成。

表 3 2012（H 24）年度における収益と製造コストの実績比較

項 目		北海道バイオエタノール㈱			オエノンホールディングス㈱			全国農業協同組合連合会		
		単価 (円/L)	金額 (千円)	割合 (%)	単価 (円/L)	金額 (千円)	割合 (%)	単価 (円/L)	金額 (千円)	割合 (%)
販売収入	エタノール	83	959,001	83.7	82	1,030,824	92.4	128	95,740	94.1
	(販売量)		(11,500 kL)			(12,567 kL)			(749 kL)	
	副産物	DDG (27 円/kg)	185,261	16.2	DDGS (33 円/kg)	84,393	7.6	8	6,044	5.9
	(販売量)		(6,836 t)			(2,565 t)				
	副産物	DWG (2 円/kg)	2,144	0.2						
	(販売量)		(442 t)							
合 計 (収益)		100	1,146,406	100.0	89	1,115,217	100	136	101,784	100.0
原料費		67	744,638	33.0	63	797,688	32.2	50	37,401	7.6
原料輸送等費		20	217,446	9.6	27	344,482	13.9	69	51,383	10.5
人件費		13	141,112	6.3	24	306,009	12.4	135	101,311	20.7
運搬経費		66	731,938	32.5	53	669,991	27.0	301	225,135	46.0
減価償却費		23	253,541	11.2	19	236,637	9.6	83	62,249	12.7
エタノール輸送費		8	85,998	3.8	5	68,465	2.8	3	2,510	0.5
一般管理費		7	80,577	3.6	4	53,958	2.2	13	9,849	2.0
合計（製造コスト）		204 (226)	2,255,251	100.0	196 (364)	2,477,230	100	654 (1,059)	489,837	100.0
(期首期末棚卸差額)			131,499							
(参考)エタノール製造量			(11,049 kL)			(12,623 kL)			(749 kL)	
収 支		-112	-1,240,344		-107	-1,362,013		-518	-388,053	

注 1）四捨五入を行っているため，合計が合わない場合がある。

注 2）製造コストの（ ）内は，平成 21 年度の実績。

出所：「バイオ燃料生産拠点確立事業検証委員会報告書」より作成。

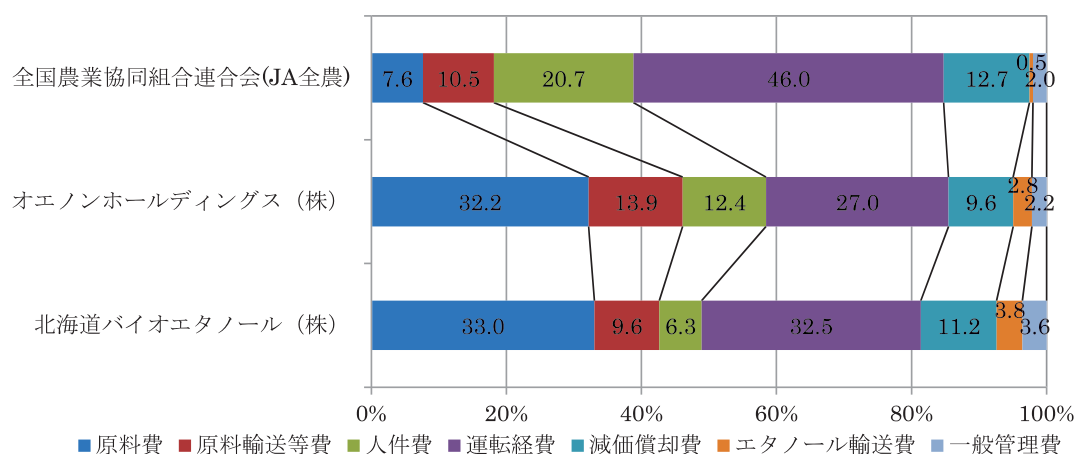


図1 製造コストの構成比

出所：表3より作成

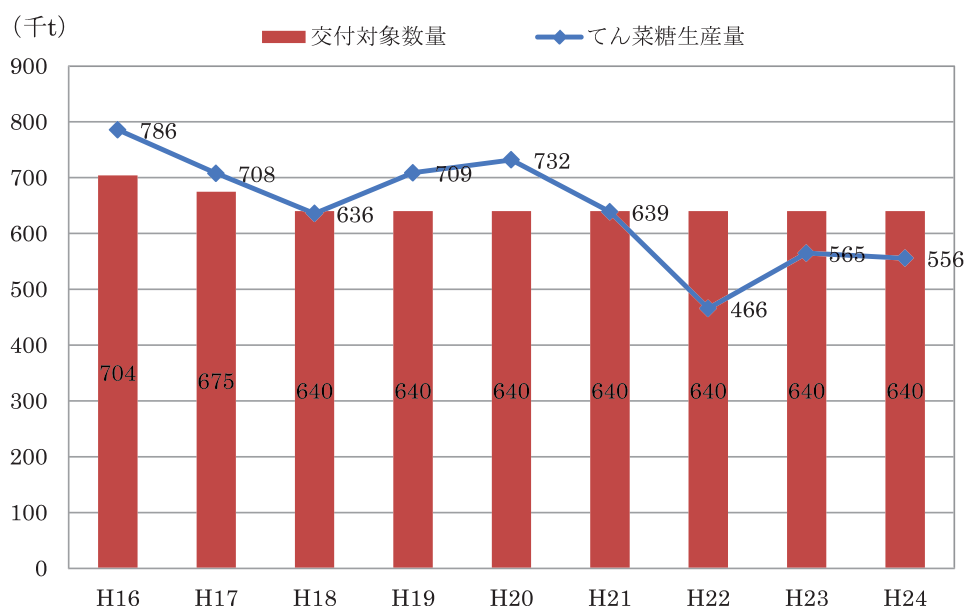


図2 北海道のてん菜糖の生産実績と補助金交付対象数量

出所：農林水産省「農業センサス」及び北海道農政部生産振興局農産振興課資料より作成。

17) 年産から交付対象数量に制限を設けたため、生産者はてん菜作付け面積を減少したことによるものと考えられる。さらに、規格外小麦についても国際的な飼料の高騰などを受けて、道産規格外小麦を飼料用に回すことにより原料調達がますます困難な状況に陥ったといえる。

オエノンは、オエノングループの合同酒精㈱の中にあって、苫小牧工場に中にバイオエタノール実証プラントと酒類・工業用アルコール工場が併設されている。そのことは、バイオエタノール事業のリスクヘッジとして、酒類・工業用アルコール工場が補填・代替するというねらいのもと建設された。原料は当面、ミニマムアクセス米としており将来的には

道産米と考えていたが、多収米、飼料用米など生産の伸び悩みにより予想より道産米が集まらないという状況となった。バイオエタノール用米は販売単価が低く、それを補うために多収米の品種を選択することになるが、その栽培技術の蓄積やそれまでの収益性を確保するための支援が必要になる。その点、同じ米を原料としているJA(全農)では、生産農家の負担軽減のためバイオエタノール用米については乾燥、調整、輸送費用をJA(全農)が負担している。

「運転経費」については、三つの事業ともに大きな比率となっているが、製造過程で出る副産物である発酵残さ(液体残さおよび固形残さ)の処理にかかる費用が関係していると考えられる。北海道バイオ

からは小麦由来エタノール製造副産物（DDG）やバイオエタノール蒸留残さ液（DWG）、オエノンや JA（全農）からは穀物蒸留乾燥粕（DDGS）などが副産物として生成されている。液状残さや必要に応じて固形残さを乾燥させる場合、オエノンでは、全製造工程に必要なエネルギーを 100 とすると、DDGS 乾燥工程で 40～45 のエネルギーが消費されているといわれており、燃料コストを押し上げる結果となり、副産物の販売単価によっては運転経費を圧迫することにつながる。また JA（全農）では、発酵残さは 1/3 を液体の状態で養豚業者に飼料として供給し、1/3 を乾燥させて DDGS 化して酪農家や肥料工場とへ販売している。液体飼料で肥育した豚肉は、肉質が良く臭みもなく食味も良いことから「夢味豚（ムーミートン）」としてブランド化に成功している。残り 1/3 は廃棄処分されているが、液体利用の可能性を探っている。

「エタノール輸送費」については、北海道と本州では大きく異なる。北海道バイオの場合は製造したバイオエタノールは、清水町から専用のタンクローリー車（24 kL/車×2 台）で苫小牧港まで陸送し、専用ケミカル船で横浜まで海上輸送することになる。オエノンの場合は、苫小牧に立地しており陸送する部分は節約できるが、海上輸送から先は同じルートになっている。それに対して JA（全農）は、バイオエタノール製造、混合ガソリンの製造・販売を一体となって行っているため、コストの削減が図られている。

次に、販売収入（収益）の視点から考察する。

図 3 は、販売収入の構成比を表しているが、三つのすべての事業は 8～9 割がバイオエタノール販売

で収益を上げており、副産物の比率は 1 割以下（北海道バイオを除く）である。北海道バイオは、副産物の乾燥設備の増設工事なども行っており、16.3% 程度ある。

バイオエタノールの利用方法であるが、大きく二つに分かれる。一つは、直接混合方式といわれ、ガソリンとバイオエタノールを直接混合して利用する方式である。通常ガソリン車の場合は 3% まで混合が可能であり、このことを E3 と呼ぶ。バイオエタノール対応車であれば、10%（E10）まで混合は可能とされている。外国ではブラジルが 20～25%、アメリカでは主に 10% 程度が直接混合されている。ただしこの場合のガソリンは、特別に蒸気圧の低いガソリン（基材ガソリン）を作る必要がある。この直接混合方式は JA（全農）が採用している方式である。もう一つは ETBE 方式といわれ、バイオエタノールとイソブテンを合成して ETBE（エチルターシャリーブチルエーテル）を製造し、ETBE をガソリンに混合して利用する方式であり、北海道バイオやオエノンが採用している方法である。もともとの計画では直接混合方式の利用により、エネルギーの道内における地産地消を考えていたが、E3 を販売するためには JA スタンドだけではさばくことができず、石油連盟傘下のガソリンスタンドの協力が必要不可欠であることが判明した。しかし、石油連盟は ETBE 方式のみを支持し、直接混合方式を採用しなかったため石油連盟傘下のガソリンスタンドでは E3 は取り扱わないことになった。その結果、製造したバイオエタノールは、石油連盟加盟 10 社が出資してバイオ燃料を扱う新しい組織として 2007（H 19）年に設立した JBSL（バイオマス燃料供給有限責任

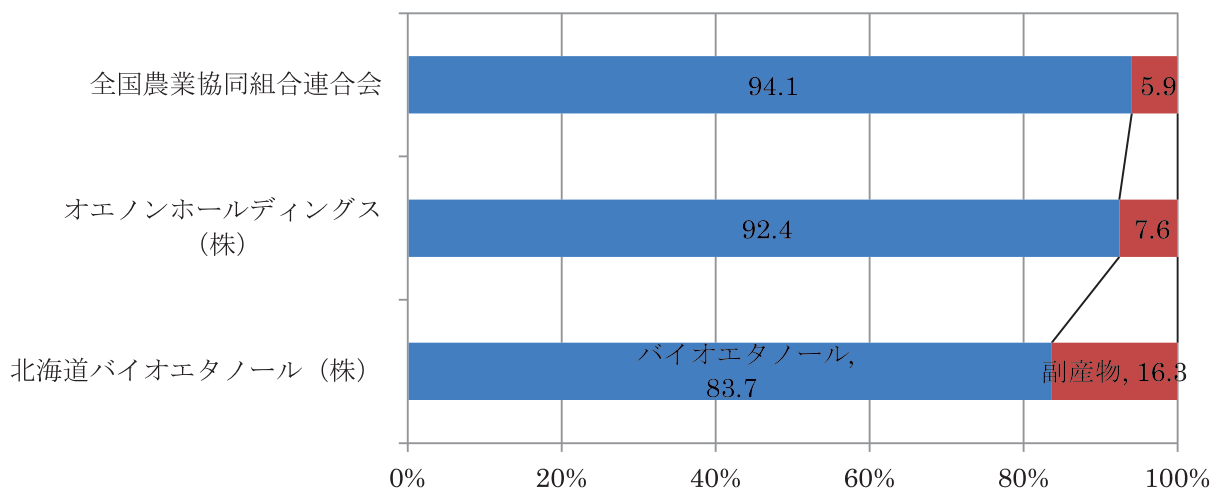


図 3 販売収入（収益）の構成比

出所：表 3 より作成

事業組合)へ、北海道からわざわざ海上輸送してエタノール輸送費をかけてでも販売(82~83円/L)することとなった。この価格は、激しく乱高下するブラジル産バイオエタノールの現地価格の影響を受けて決定されており、主導権はJBSL側にあるといえる。その点、JA(全農)の場合は、直接混合方式(E3)により自前で行うことで、外部の影響を可能な限り排除するような仕組みをとっている。

表2に記してあるように、三つの事業に対し農水省は、2007(H19)年度から始まった「バイオ燃料生産拠点確立事業」に関する予算を2014(H26)年度限りとすることを決定した。その後、三つの事業体は、北海道バイオは解散、オエノンはバイオ燃料製造中止、JA(全農)に関しては、2015年と2016年については年3ヵ月(6~8月)程度の稼働状態となっている。予算打ち切りの根拠は、この事業の検証委員会のもとで行われた将来予測シミュレーションにもとづいたものであり、三つの事業において、「自立化・事業化に向けては、依然として補助金に依存した高コスト構造の是正が大きな課題」とし、「楽観的ケース」、「平均的ケース」、「悲観的ケース」というシナリオで平成29年度計画の収支予測を行い、その結果ほぼ黒字化が見込めない結論に至ったからである。

総括の中で、北海道バイオやオエノンの場合は、技術的な面においては製品の品質に問題はなく、効率性についても改善の余地はあるが概ね良い評価であった。また、副産物の液飼利用による乾燥費の削減など、製造コストの削減(2010(H22)年度:226円/L→2012(H24)年度:204円/L)への取組みは認められたものの、高コストであることには変わらないとされている。加えて、原料調達における数量及び価格の見通し、重油等の光熱費の高騰、為替の変動に伴うエタノール販売価格への影響など不確実性が高いとしても、そのリスク管理の甘さに対して厳しく指摘されている。その点、JA(全農)については、外部要因に左右されにくい原料調達、生産および販売など一貫した体制が確立されている。しか

し生産規模が小さいために製造コストが下がらず(2012(H24)年度想定:304円/L→2012(H24)年度実績:654円/L)、収支の改善が見られないという判断であった。

4. 廃棄物系バイオマス(都市地域型)の利用実態

「北海道バイオマス活用推進計画(平成25年12月)」において道内で発生するバイオマスのうち、地域の類型の中で「都市地域」に区分されている廃棄物系バイオマスとして食品加工残さ、生ごみ、下水汚泥などが想定されている。その発生量(賦存量)や利用量を表したものが表4である。これによると、食品関連の廃棄物は、食品関連事業者から排出される「食品加工残さ」と一般家庭や事業者が排出する産業廃棄物以外の廃棄物である「生ごみ」を合わせて発生量は約172万tと推計されている。このうち、食品加工残さは「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」(通称:食品リサイクル法)にもとづき、飼料や肥料などへ再生利用されており、約96.1%の利用率となっている。それに対して生ごみは8.2%となっている。この差については従来から指摘されているように、生ごみの場合は排出される廃棄物のロットが小さくかつ組成の均一性が不安定(ごみが混在する)であるため、焼却処分されることが多いという点から利用率の低さにつながると考えられる。

以上のことから都市地域型のバイオマス利用が比較的進んでいる、食品加工残さに注目し、食品循環資源の飼料化を推進している札幌飼料化リサイクルセンター(管理運営会社:三造有機リサイクル㈱)を事例として取り上げる。食品循環資源の飼料化には、分別、収集運搬、処理技術などの問題点が指摘されているが、本稿では、札幌市の考える飼料化推進の構造を踏まえて、再生利用事業者からの視点で考察する。

札幌市における再資源化の中核をなす施設が札幌リサイクル団地である。札幌市中心部から北東約15kmに位置し、面積は約23haで1994(H6)~

表4 北海道内の都市地域で発生する主なバイオマス

区 分	発生量 (t/年)	利用量 (t/年)	利用率 (%)	適 要
食品加工残さ	1,106,304	1,062,831	96.1	食品循環資源の再生利用等実態調査(農水省)等からの推計(H22)
生ごみ	610,794	50,049	8.2	一般廃棄物処理事業実態調査(H23)
下水汚泥	159,706	128,619	80.5	建設部都市環境調べ(H22)

注) 食品加工残さについては、他の区分のバイオマスに含まれているものも一部ある。

出所:「北海道バイオマス活用推進計画(平成25年12月)」より作成

1996（H 8）年度にかけて札幌市が1,910百万円の事業費を投じて造成した。食品廃棄物のリサイクルは当初、札幌市リサイクル団地と同時に計画されたが、民間企業による事業化は採算面において困難がともなうことが想定され、札幌市独自の事業として堆肥化（コンポスト化）を前提に計画された。しかし、堆肥化を前提とした場合の技術的・経済的観点から次の三つの点が問題となった。

一つ目は、堆肥化までの時間とそれにとまなう広い空間の確保問題である。堆肥化に要する時間は最低でも数週間から1カ月程度かかるといわれており、その間に排出される食品廃棄物の貯蔵や調整などを行うための用地や施設が必要となる。また、冬場の温度管理において低温となることで堆肥化の障害となる。

二つ目は、堆肥化の過程で発生する臭気の問題である。施設に隣接している住宅地への悪臭問題が懸念された。

三つ目は、堆肥の市場性に関する問題である。道内における堆肥の需要は春から夏にかけて多く、秋以降はほとんどない状態であることから、その間は在庫として保管せざるをえず、そのための保管用地や施設が必要となり、経費を圧迫することが考えられた。

以上のような諸問題を考慮した結果、1996（H 8）年に堆肥化計画は取り止めとなった。そのような状況から技術的な見通しも立ったことにより、1997（H 9）年に飼料化を前提としたリサイクル事業が計画された。その理由は、先に述べた堆肥化の場合の三つの問題点につて、飼料化した場合にはほぼ解決されるという利点があったからである。具体的に一つ目の問題は、堆肥化と比較すると飼料化までの時間が著しく短くて済み、それにとまなう時間と空間の問題が解決されて費用の節約が図れること。二つ目の問題は、密閉容器の中で処理が行われるため臭気の発生が著しく抑えられること。三つ目の問題は、飼料の需要は季節変動の影響を受けにくく、比較的安定な販路の確保が可能であること、といった解決が図られた。

このようにして、飼料化への大きな前進を図りつつ、1997（H 9）年の段階ではまだ飼料化事業は全国でもめずらしい試みであったこともあり、札幌市としては札幌飼料化リサイクルセンターを管理運営する事業主体を三造有機リサイクル㈱が適任であると判断した。表5に示されている通り、総工費は約10.5億円投じられており、札幌市や環境省の管轄化にある環境事業団からも融資を得ている。さらに、札幌市からの土地の賃借料（440円/m²/年×敷地面積5,500m²=242万円/年）に関しては低額に設定し、固定資産税や都市計画税など様々な税制上の優遇措置を行い後押しした。

表6より、再生産された飼料については、1998（H 8）年の本格稼働から4年間は認定制限の無い家畜の飼料として販売され、その後、2000年（H 12）には、飼料の乾燥製品（フライドミール）として食品副生産物として認定の登録がなされた。その後、食品リサイクル法の施行という背景もあり、(社)配合飼料供給安定機構は「エコフィード（ECOFEED）」という従来からの食品残さ飼料というイメージを変えるべく商標登録を取得した。飼料化プラントは2009（H 21）年までの約10年間で約2倍近くまでのその処理能力を高めていった。そして近年の動きとしては、運転経費と燃料費の問題に対応するためにバイオガス発電をめざして、設備の設置・運転を始め2014（H 26）年から売電が開始された。

次に、札幌飼料化リサイクルセンターの特徴について整理する。その原料と手数料の流れを表したものが、図4である。札幌市内の事業者から排出される廃棄物の量は年間約22万t（H 22年度）あまりで、そのうち都市厨芥（厨芥、賞味期限切れ食品、調理くずなど）が8万t（事業ごみの36%）を占めている。そこで、札幌市における廃棄物の収集・運搬であるが、排出事業者から支払われる収集運搬料金（66円/20L）は、収集時に重量を計量することが業務の煩雑化を招くことから、体積ベースで算出されている。それに対し再生利用業者の処理手数料（約1.4万円/t）は重量ベースで算出されている。つまり、包装・容器などに比べて、単位体積当たりの重

表5 設置経費

区 分	経費（億円）	備 考
処理プラント（家屋）	6.0（うち家屋1.0）	札幌市の無利子資金：1億5千万円 その他資金：環境事業団からの融資
公害防止施設（家屋）	4.0（うち家屋1.0）	
その他（機材等）	0.5	
計	10.5	

出所：「食品残さ飼料（エコフィード）の利用を進めるために」より作成。

表6 三造有機リサイクル(株)の歴史と関係法

年	関連する事柄と法律	処理能力
1997. 3 (H 9)	三造有機リサイクル(株)設立	
同年.12	食品廃棄物飼料化プラント竣工	
1998. 2 (H 10)	本格的に稼働開始	35 t/日 (10 時間稼働)
同年. 7	稼働開始稼働時間の延長により処理能力の増加	50 t/日 (16 時間稼働)
2000 (H 12)	農林水産省が家畜の飼料として認定	
2001 (H 13)	「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」(通称：食品リサイクル法)の施行	
2004 (H 16)	設備の強化により処理能力の増加	62 t/日
2007 (H 19)	「エコフィード」商標登録	
同年.12	食品リサイクル法の改正	
2009 (H 21)	設備の強化により処理能力の増加	68 t/日
2013 (H 25)	バイオガス設備建設・試運転	
2014 (H 26)	バイオガス発電による売電の開始	

出所：三造有機リサイクル(株)へのヒアリング調査（2010 年および 2014 年 10 月に実施）等より作成。

量が重くなる食品廃棄物収集業務は、収集・運搬事業者にとって利益の獲得が難しくなり、食品廃棄物などの収集量の安定化を図るうえで障害となっている。この問題を回避するため、札幌市では(株)札幌市環境事業公社を設立し、収集地域の割り当てや調整を行っている。具体的には公社が収集・運搬業者（7 社）との間で委託費を支払い、収集報告を行うことで、収集量の安定的確保と利益の保障を両立させる役割を果たしている。また、食品製造工場、ホテル、学校、病院などの排出事業者に対しては分別のマニュアルを徹底することで、異物(包装容器やビニール等の動植物性以外の廃棄物)の混入等を防ぎ、再生利用事業の効率化を図ることに寄与している。このことは、再生利用事業者にとっては重要な問題であり、原料については(株)札幌市環境事業公社以外の自己搬入の受け入れは行っていない。収集した事業系の生ごみ（食品循環資源）を再生利用業者であ

る三造有機リサイクル(株)が油温減圧脱水乾燥方式（通称：てんぶら方式）により加温して水分を蒸発させ、脱水処理する方法で製造している。この方式は、もともと飼料のみならず肥料に対しても適用可能といわれている。

ここではさらに、(株)札幌市環境事業公社と三造有機リサイクル(株)の関係について図 5 から考察する。収集された食品循環資源量のピークは 2011 (H 23) 年の約 2.5 万 t あまりであるが、2010 (H 22) までは平均して約 82% 近くが三造有機リサイクル(株)へ原料として安定的に搬入されていることがわかる。しかし、2011 (H 23) 年からはその割合を 68%～78% と低下させている。その原因は、この年度より(株)ばんけいりサイクルセンター石狩生ごみリサイクル工場「環生舎」(2003 (H 15) 年から食品残さの堆肥化事業を行っている)において(株)札幌市環境事業公社からの食品循環資源の本格的な供給が始まった影響

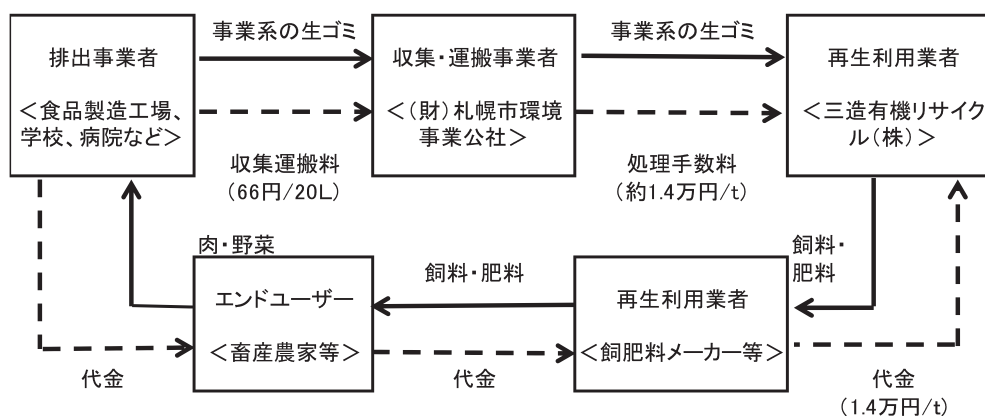


図4 再資源化事業に係る原料とお金の流れ (2010 (H 22) 年度)

注) 事業系の生ゴミとは、学校、病院、ホテル、スーパーなどから排出される食品循環資源のこと。

出所：札幌市および三造有機リサイクル(株)へのヒアリング調査（2010 年および 2014 年 10 月に実施）等から作成。

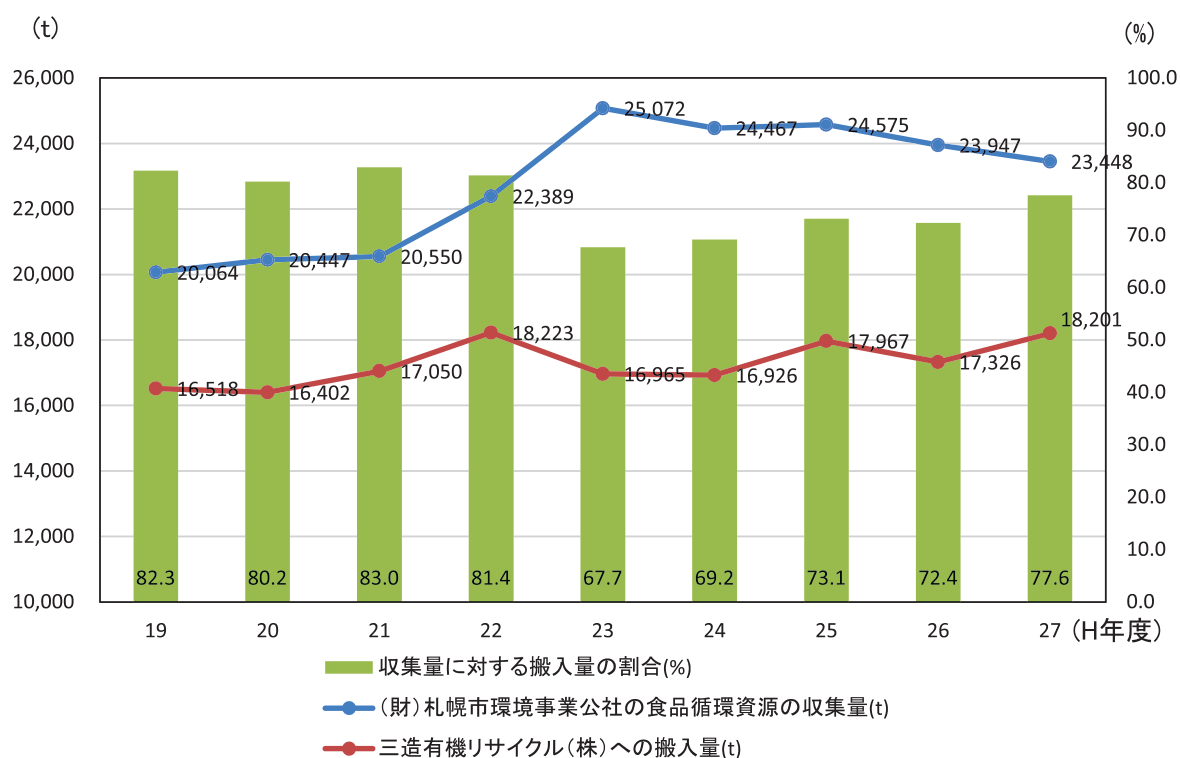


図5 食品循環資源の収集量と搬入量

出所：(財)札幌市環境事業公社及び三造有機リサイクル(株)へのヒアリング調査より作成。

と考えられる。それ以外にも定山溪地域生ごみ堆肥化推進事業を展開しており、公社としては合計3箇所へ原料を振り分けている。公社と三造有機リサイクル(株)との関係では、原料の1日当たりの最低搬入量の取り決めはなく、公社としては3つの再生利用業者の各々の最大処理能力に限りなく近づけるようにするとしており、その日の食品循環資源の発生量に合わせて搬入されているのが現状といえる。また、三造有機リサイクル(株)は、収集量そのものが減少(もともとの排出量が減少する中、事業ごみではとりわ

け自己搬入の減少が著しい) していく状況をふまえた事業運営が求められる。表7は飼料化施設の業種別原料搬入状況の変化を表し、図6はそのシェアの変化を示している。2007(H19)の搬入量では、「デパート、スーパー」や「仕出し、弁当製造等」から全体の約3/4を占めている。二時点間比較では、「デパート、スーパー」で60%増加しているのに対し、「仕出し、弁当製造等」は20%減少している。またこの間、割合を大きく伸ばしている業種は、「ホテル、旅館」(220%増)、「学校」(162.1%増)、「飲食店」

表7 飼料化施設の業種別原料搬入状況

業種	年度	2004 (H 16)			2007 (H 19)		
	事業所数	処理料(t)	処理量(%)	事業所数	処理料(t)	処理量(%)	
仕出し、弁当製造等	55	5,964	42.5	47	4,755	28.8	
デパート、スーパー	106	4,638	33.1	139	7,449	45.1	
食品小売店	21	1,003	7.2	18	570	3.5	
病院	38	961	6.9	41	972	5.9	
学校	20	346	2.5	98	907	5.5	
飲食店	24	332	2.4	54	705	4.3	
ホテル、旅館	11	230	1.6	23	736	4.5	
その他	8	543	3.9	11	424	2.6	
合 計	283	14,017	100	431	16,518	100	

出所：「食品残さ飼料(エコフィード)の利用を進めるために」および「食品残さ飼料(エコフィード)を目指して」より作成。

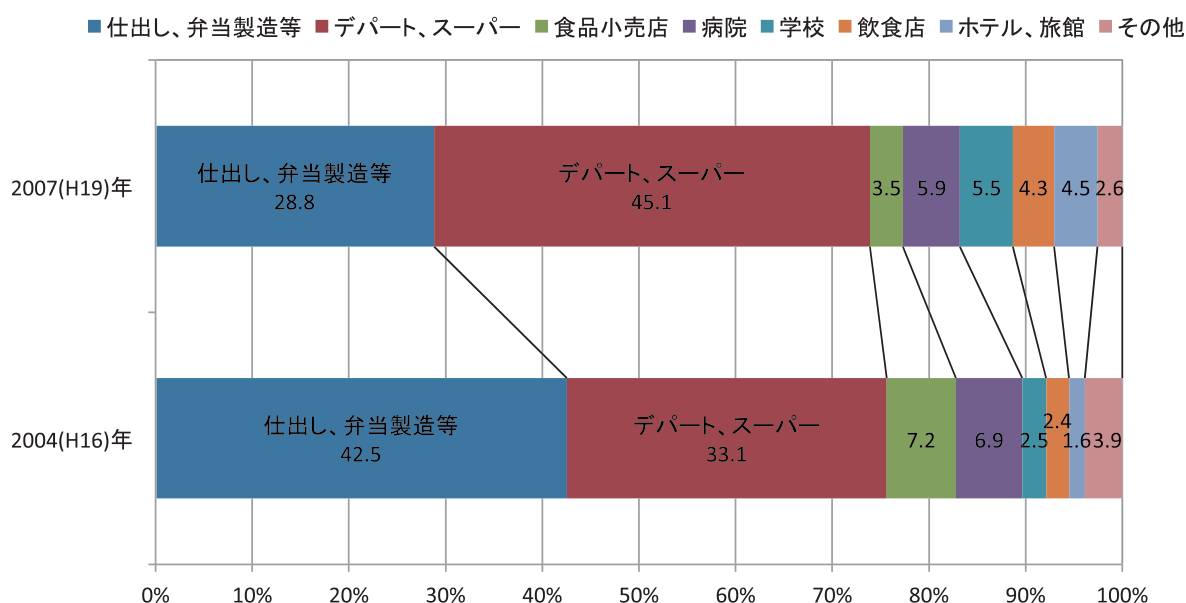


図6 飼料化施設の業種別原料搬入割合の二時点間比較

出所：表7に同じ。

(112.3%増)であり、減少させている業種は「食品小売店」(43.2%減)となっている。搬入量を増加させるためには、やはり事業者への食品リサイクル法適用の徹底や実効性の追求が不可欠であるが、収集対象となる事業所数の増減も深く関わっていると考えられる。例えば札幌市では2006(H18)から「さっぽろ学校給食フードリサイクル」をスタートさせ、学校給食の調理過程で発生する調理くずや残食などの生ごみを飼肥料にして育てた作物などを再度、学校給食の食材として用いて子供たちが食するという食物の循環を「食育・環境教育」として実施している。生ごみ回収校は128校(H18年度)であったが現在では275校以上(H23年度より全回収対象校)へ拡大している。ただし、この場合は堆肥化の原料としての色合いが強く、(株)ばんけいリサイクルセンターや山溪地域生ごみ堆肥化推進事業へ割り振られる可能性が高いと考えられる。

次に販売先である飼料メーカーとの取引について考える。飼料メーカーとの取引(1.4万円/t)では、再生製品量の9割を鶏や豚などの家畜配合飼料の原料として、大手商社を経由して配合飼料メーカーへ販売されており、安定した販路の確保ができているといえる。残りの1割は肥料として販売されていることになる。販売地域は、飼料の8割程が苫小牧(2社)、残り2割は関東・東北地方に各1社ずつで、肥料については九州地方(1社)へ販売している。飼料の製造には、肥料に比べて多くの水分量を乾燥させる必要があり、燃料費をより多く費やすことにな

る。したがって、三造有機リサイクル(株)では、食品循環資源から発生する廃食油をそのまま脱臭装置の稼動に利用している。また、廃食油を高速遠心分離機にかけて副生油に処理し、ボイラーの燃料にするなど運転経費の節約に寄与すべく工夫がなされている。そこで、2001(H13)年に森らによる三造有機リサイクル(株)の事業損益の推計値を表8に示す。

収入の面から見ると、(株)札幌市環境事業公社からの処理手数料は8,000円/tであり、年間処理量15,000tとして年間で120百万円と推算でき、収入に占める割合は78%である。販売代金は販売先がこの場合2社(福岡、苫小牧)となっており、輸送コストを考慮して粗利が33.78百万円(22%)で合計で153.78百万円となっている。さらに、分析の中で実質単価の設定に関して、含有タンパク質率に規定され、10,000~13,500円/tに設定されているとしている。すなわち、本製品の粗タンパク質含有率はおおむね20~40%程度であることから、相場から判断すると20,000~24,000円/tの単価設定が可能であるが、飼料メーカーとの交渉の結果8,000円/tで取引されているようだ。その後のヒアリング調査では、2010年では14,000円/tに価格が上昇している。

支出の面から見ると、人件・光熱費が支出に占める割合が高く46.2%で90百万円、減価償却費が66.7百万円(34.2%)、設備維持費および租税等が38.3百万円(19.6%)となっており、合計で195百万円と推算されている。したがって、2001(H13)年における単年度収支を推算すると事業損益は41.2

表 8 三造有機リサイクル㈱事業損益の推計値 (2001, H 13 年)

収 入	受託処理手数料	受託処理費 (円/t)		処理料 (t/年)				粗 利 (百万円)	割 合 (%)	
		8,000		15,000				120.0	78.0	
	販売代金	販売単価 (円/t)		輸送方法及び販売量				粗 利 (百万円)		
			うち 運賃	1 回当たり 輸送量 (t)	輸送方法	輸送頻度 (月)	年間販売量 (t)			
	A 社 (福岡)	21,000	11,000	20	コンテナ	8	1,920	19.2	12.5	
	B 社 (苫小牧)	15,000	1,500	10	トラック	9	1,080	14.58	9.5	
	合 計								153.78	100.0
支 出	項 目								小 計 (百万円)	
	人件・光熱費								90.0	46.2
	減価償却費								66.7	34.2
	設備維持費・租税等								38.3	19.6
	合 計								195.0	100.0
	事業損益								-41.2	

注 1) 輸送頻度は平均である。

注 2) 減価償却費は H 15 年・定額法にて算出。

出所:「食品廃棄物の飼料的利用 ― 札幌市を事例として ―」より作成

表 9 1t 当たりの収入および運転経費と燃料費の関係 (推計)

年 度	2004 (H 16)	2007 (H 19)	2010 (H 22)	2010-2004
処理手数料 (円/t)	11,000	11,700	13,800	2,800
販売代金 (千円/t)	15,000	15,000	14,000	▲ 1,000
運転経費 (円/t)	7,000	5,000	5,500	▲ 1,500
燃料費 (A 重油 100% の場合)	—	4,690	4,578	
運転経費に占める燃料費の割合 (%)		93.8	83.2	
燃料費 (A 重油 7 : 廃食油 3 の場合)	—	3,283	3,204.6	
運転経費に占める燃料費の割合 (%)		65.7	58.3	

注) 2004 (H 16) 年度の運転経費には人件費、光熱水費等含まれている。また、A 重油に関するデータが不明のため推計できなかった。

出所:表 6 に同じ。および三造有機リサイクル㈱へのヒアリング調査等より推計。

百万円の赤字となっている。このことから、自立化・事業化の観点からは困難であるといえる。

ここではさらに、収入(処理手数料と販売代金)の変化と支出における運転経費に着目し分析する。表 9 より、(財)札幌市環境事業公社からの処理手数料は、2,800 円/t 増加しているのに対し、販売代金においては、1,000 円/t ほどの減少となっているが、前述の事業損益の販売代金と比較するとほぼ同じ状況と見ることができる。次に、ヒアリング調査によると、「運転経費は燃料経費以外ほぼ変わらないため、製造するための燃料の A 重油価格が上昇するとそれともない増加する。運転経費に占める割合は 70% が燃料費となっている」とのこと。そこで、燃料に A 重油を 100% 使用している場合を想定して計算すると、燃料費は 2007 (H 19) では 4,690 円/t (平均価

格を 67.0 円×t 当たり使用する A 重油 70 L)、2010 (H 22) では 4,578 円/t (平均価格を 65.4 円×t 当たり使用する A 重油 70 L) となった。したがって、運転経費に占める燃料費の割合は 8 割以上となる。前述のように三造有機リサイクル㈱では、A 重油(7) : 廃食油(3) の割合で混合して燃料としているため、燃料費において、2007 (H 19) では 3,283 円/t (平均価格を 67.0 円×t 当たり使用する A 重油 49 L)、2010 (H 22) では 3,204.6 円/t (平均価格を 65.4 円×t 当たり使用する A 重油 49 L) である。これによって、運転経費に占める燃料費の割合を 6 割近くまで下げることに成功している。しかし、燃料の A 重油が 7 割を占めていることから、A 重油の価格が高騰するとその影響は大きい。例えば 2008 (H 20) 年の A 重油の平均価格 91.8 円×49 L で考えると A

重油のみで4,498.2円/tとなり、廃食油を混合利用するメリットも多くを失うことになる。このような光熱費の問題に対し、2013（H 25）年から飼料化バイオガスプロセスを導入し、発電設備へ投資を行った。このプロセスは、食品残さを固液分離して、固形分は飼料化し、分離液はメタン発酵の原料として利用するもので、飼料化設備や排水処理設備への負担を軽減する（LCAへの貢献）ことにつながるものである。メタン発酵槽から発生するバイオガスを用いて発電を行い、固定価格買取制度（FIT）を利用して売電（2014（H 26）から開始）することで支出面を抑えるのみならず、新たな収入源としての可能性を見出しつつある状況である。

5. おわりに

循環型社会の構築への取組みについて日本政府の政策について整理し、その上で北海道における農村地域型の農業系バイオマスとしてバイオエタノール製造事業および都市地域型の棄物系バイオマスとして食品循環資源からの飼料化事業の二つを取り上げて事例分析を行った。

まず、バイオエタノール製造事業に関しては、事業収支の構造から分析した。支出面（製造コスト）では、原材料費で3割（JA（全農）を除く）、運転経費で2～4割高いことがわかった。外部要因としては原材料の安定的な確保が困難な状況に陥った。また、北海道においては販売先である横浜まで海上輸送しており、道内消費につながっていない。それに対して、JA（全農）の場合、直接混合方式により域内で製造から販売まで一貫した体制がとられており、製造コストや販売収入に寄与している。収入面（収益）に関しては、ETBE方式を採用せざるを得ない状況では、販売収入の伸びは期待できないといえる。全体としては、製造するための技術的な確立という点においては達成されており、品質・効率に関するデータ蓄積もでき目標は概ね達成されたといえる。しかし、事業の中では、原料の安定的な調達や販売収入が当初の目論見と乖離したため、自立化・事業化という視点で見るとビジネスモデルとして成立することは困難であることがわかった。

次に食品循環資源からの飼料化事業については、三造有機リサイクル㈱を事例に分析した。その結果、事業としての採算は確保されているとはいえない状況であった。㈱札幌市環境事業公社を通じて札幌市の多大なる負担（年間数億円といわれる）の上に成り立っている事業であるといえる。札幌市としては委託事業であり、焼却処分に比べ飼料化す

ることは割高であるが、廃棄物処理にかかる埋め立て処分場の建設費や社会的なコストを考えると一概にはいえない部分もある。また、原料調達の観点から飼料化以外に肥料化する場合があり、食育や環境教育といったねらいをもつ他の事業者との競合も不安材料の一つである。その中で、飼料化バイオガスプロセスで発生させたバイオガスで発電させた電力の売電という事業が開始されたことは新たな収入源として注視すべきことである。

最後に、循環型社会を構築するために先進的な技術を投入して、ビジネスモデルを構築しようとする場合、もちろん事業者自身の取り組みも重要であるが、外部要因の問題が残されている。例えばバイオエタノールの場合、政府は直接混合方式を進め、石油連盟はETBE方式、自動車メーカーはバイオエタノール対応車よりもハイブリットカーへ舵を切るなど、それぞれの経済的、政治的な思惑によって一体感を失っているようにも見える。そのことが事業者の販路の問題を引き起こす要因ともなっている。同様に電力の固定価格買取制度（FIT）についても、持続性のある制度設計であるのか疑問であり、一過性に終わる可能性を持っている。政府は、既得権益を持った企業に対し、実効性のある循環型社会の構築のために施策を行っているのか、国民ひとりひとりが注視する必要がある。

参考文献

- 1) 小泉達治(2009)「バイオ燃料と国際食料需給」、農林統計協会。
- 2) 小島浩司(2008)「バイオ燃料の経済性、持続可能性（エネルギー・環境・社会）の課題」、『容器と包装』, VOL. 49 NO. 1, pp. 22-28.
- 3) 農林水産省(2014)「バイオ燃料生産拠点確立事業検証委員会報告書」
- 4) 森 久綱(2001)「食費廃棄物の飼料的利用——札幌市を事例として——」, 『北海道大学経済研究』 51-3.
- 5) ㈱配合飼料供給安定機構(2004)「食品残さ飼料（エコフィード）利用を進めるために」
- 6) ㈱配合飼料供給安定機構(2009)「食品残さの飼料化（エコフィード）をめざして——飼料化マニュアル——」

注

- 1：本論文は、酪農学園大学共同研究、2006（H 18）年度課題「食品流通における循環流通への取組実態と求められる課題に関する学際的（社会科

学, 自然科学, 情報工学)研究」(研究代表: 深澤史樹) の研究成果の一部である。

Abstract

Hokkaido has bountiful prospective biomass resources. This paper reviews the current progress of initiatives and challenges in its biomass resource usage.

We found that in the bioethanol production business, considering the P&L structure, raw material costs from the expenditure (production costs) perspective were 30% higher while operating costs were 20-40% higher. The product is sold and shipped by sea from Hokkaido to Yokohama; it is not consumed locally. In contrast, non-Hokkaido regions adopt an integrated system involving processes from production to sales within the region using the direct blending method. This reduces the production cost and contributes to the sales revenue. From the income perspective, when Hokkaido has no choice but to adopt the ETBE method, there is scant hope for growth in sales. In contrast, the gathering of data related to the establishment of technology, quality, and efficiency has been largely

accomplished. However, we found that since the projects have fallen short of initial expectations in terms of sales income and stable procurement of raw materials, the creation of a self-standing business model is difficult.

Next, regarding the business of making animal feed and fertilizer from recyclable food resources, it would be fair to state that the business has been successfully conducted owing to Sapporo City's substantial efforts. Making fodder appears to cost Sapporo City more than incineration, but this distinction is less clear once the construction and societal costs of landfills required for handling waste are considered. Moreover, the procurement of raw materials dictates that some of these materials be used to produce fertilizer instead of animal feed, thus leading to concerns regarding competition with other vendors targeting nutritional and environmental education. It is worth noting that projects have been launched to sell electricity generated from the biogas produced in the process of converting waste into fodder, and these processes are providing new sources of income.