



NIMS-EMC 材料環境情報データ No.6
バイオマスの利活用に関する調査



独立行政法人 物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター

NIMS-EMC 材料環境情報データ No.6
バイオマスの利活用に関する調査

2005年 3 月

執筆者

御手洗征明

井島 清

(独) 物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター

はじめに

環境の世紀とも呼ばれる21世紀になって、経済活動や生活のあらゆる局面で地球環境を考慮した変化が進んでくるようになってきています。そのような中で素材や材料は、あらゆる製品をかたちづくっている存在であり、かつ、資源として地球環境圏から取り出され、廃棄物として地球環境圏に戻される、地球環境に密接に係わった存在でもあります。それゆえ素材の製造者だけでなく、製品の製造者、使用者、さらには処理に係わる人達すべてが、使用されている素材に対して、その素材に係わる環境負荷やリサイクルのしやすさ・状況等を的確に知り資源生産性の向上や持続可能な社会に向けた選択に生かして行くことが重要です。

しかし、そのために必要な材料の環境負荷や循環に対する情報はまだあまり整備されておりません。中には一部の側面だけを肥大化させた情報などが散見され判断に困る場合も出てきています。

このような状況に対し、エコマテリアル研究センターでは、信頼性における材料環境情報の整備が物質・材料研究の中核機関として欠くことのできない努めであると判断し、ここに、NIMS - EMC材料環境データをシリーズとして発行する事にしました。なお、NIMSは物質・材料研究機構 (National Institute for Materials Science) の略、EMCはエコマテリアル研究センター (EcoMaterials Center) の略です。データ集やデータベースとは若干趣は異なりますが、専門家による綿密な聞き込み調査などをもとに統計資料などでは得られない材料の製造や循環に係わるデータや、LCA的な考察に不可欠の材料データなどを提供して行きたいと考えております。

2005年

物質・材料研究機構

エコマテリアル研究センター長

原田 幸明

目 次

第1章 調査の目的

1.1. はじめに

1.2. バイオマス調査の意義と範囲

第2章 調査の内容概要

第3章 バイオマス利活用の現状

3.0. 内外における有機性廃棄物の現況と処理の現状概観

3.1. 北海道における有機性廃棄物の現状と処理対策

3.2. 有機性廃棄物の現状と処理に関する現地調査

3.3. 北海道全般

3.4. 札幌市

3.5. 十勝地域

3.6. 伊達市

3.7. 豊浦町

3.8. 岩内町

3.9. 別海町

3.10. 宗谷支庁

第4章 有機性廃棄物からのバイオマスエネルギー回収技術

4.1. 概要

4.2. 都市ごみ埋立地からのバイオガス回収

4.3. 乾式メタンガス発酵技術

第5章 有機性廃棄物のエネルギーポテンシャル

5.1. 有機性廃棄物の組成および元素組成分析

5.2. 有機性廃棄物のバイオガス生成能 メタン発酵試験

第6章 有機性廃棄物の新メタン発酵プロセスの提案

6.1. 新メタン発酵プロセスの考え

6.2. 新メタン発酵プロセスの概念設計

第7章 未活用バイオマスエネルギー利用新事業モデル地区の候補地例

7.1. 十勝地域の有機性廃棄物の現状

7.2. 有機性廃棄物のエネルギー利用における社会環境

7.3. 十勝地域の有機性廃棄物利用モデルの経済性試算

第8章 バイオマス未利用エネルギー利用新事業への提言

参考文献リスト

第1章 調査の目的

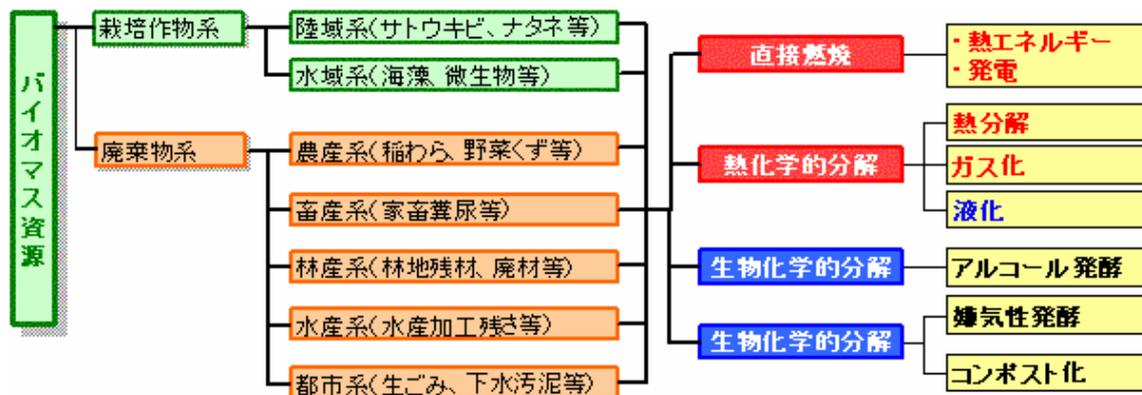
1.1. はじめに

現在、バイオマスの利用が世界的にも大いに注目されている。バイオマスが注目されたのは第1次及び第2次エネルギー危機の際、石油代替エネルギー、再生可能エネルギーとして取り上げられ、当時の通産省や農林水産省の大型プロジェクトのテーマに登場して研究開発が進められてきた。しかしながらその後の石油価格が安定的に推移し、供給不安も解消されて、当時の危機感が薄れてきて、特にわが国においては一部の研究者、技術者以外には関心がなくなり低迷したまま21世紀に入ってきた。その間欧米特にEC諸国においては反原子力発電の潮流もあり、化石燃料代替エネルギー、分散型エネルギーの一つとして地道に開発が進められてきた。

わが国においてバイオマスエネルギーが再び注目を浴びるようになったのは、地球温暖化防止に関する1990年のCOP3会議の京都議定書の国際公約を達成するには、化石燃料の使用量を減らす必要があり、本気でバイオマスの利用を推進しなければならないとの認識が高まったためであろう。またバイオマスの中でも有力な資源となる有機系廃棄物の環境負荷への影響の低減をも図る必要の認識が広まったこともその要因の一つであろう。

2002年12月27日に「バイオマス・ニッポン総合戦略」なるものが閣議決定された。これは農林水産省、経済産業省、環境省、国土交通省、文部科学省の連名での総合戦略であり、その狙いとするところは1.地球温暖化防止、2.循環型社会の形成、3.国際競争力のある新たな戦略的産業の育成(バイオ関連産業を日本発の戦略的産業として育成)、4.農林漁業の活性化であり、バイオマス・ニッポン総合戦略の推進がもたらす効果は多方面に波及することを期待している。

表1.1.1. バイオマス資源とは



バイオマスとは資源として利活用が可能な生物由来の有機性未利用物・廃棄物、および非食用として栽培される作物であり、基本的には太陽エネルギーにより生成されたもの（化石燃料は除く）である。そしてまた再生可能な、分散型資源またはエネルギーである。

これらの利活用の現状は表 1. 1. 2. に示すように、特にエネルギーとしての利活用は従来型の化石資源利用の大規模エネルギーとは競争力がなく、未利用の部分が多いのが特徴である。

これを分散型エネルギーとして開発することにより、地球環境に寄与し、循環型社会の形成に役立たせようと言う訳である。

経済産業省のエネルギー需給部会の展望では、再生可能エネルギー需給の見通しは、2001年が全エネルギーの内 4.6%であったのが、2010年でも 7%程度と予測している。この再生可能エネルギーには水力、地熱、風力、バイオマスが含まれており、この中で現在バイオマスエネルギーの占める割合はおそらく統計の数字では表せないほどのもので、正確には把握できないが全国のバイオガスでの総発電量でも数千 kWh 程度ではないかと推定される。

表 1. 1. 2. バイオマス資源の現状と利活用技術等

畜産系廃棄物	91 百万 t 約 80%が堆肥利用とされているが疑問	農業環境 3 法	家畜排せつ物法の猶予期間は 04 年 11 月。追風ではあるが、資金力に乏しい為、国や自治体等の補助金がついても導入が難しい面もある。	堆肥 バイオガス 飼料等
食品系廃棄物	20 百万 t 90%が焼却・埋立処分。利用は 10%以下。堆肥・飼料利用が大半	食品 R 法 DXN 特措法	ごみ減量化（処分場不足）やりサイクルの推進という追風がある。広域処理や DXN 対策に伴う自治体の廃棄物処理・R 施設の新改築に絡ませることが可能。	焼却・埋立 堆肥 バイオガス 飼料等
家庭・事業系厨芥類	15 百万 t 市町村処理体系で焼却・埋立処分、一部肥飼料	食品 R 法 DXN 特措法		焼却・埋立 堆肥 バイオガス 飼料
木質系廃材・未 利用材製材工 場残材	15 百万 t 建設廃材の 6 割が未利用。利活用用途では原材料 - 製紙原料・家畜敷料など 6 割、直接燃焼利用が 4 割程	建設 R 法	処分場不足（汚泥の減少）。建設 R 法による再資源化の義務化、新工法、RPS 法、CDM 制度に絡み追風。林業衰退による人手不足が深刻。地域づくりの一環として取り組む自治体あり。	埋立 燃料 堆肥 エタノール発 酵
下水汚泥・ 集落排水等	80 百万 t 多くが焼却・埋立処分されているが、一部は堆肥・建設資材やメタン発酵熱利用されている		処分場不足とリサイクル推進という追風。農集・コミプラの普及、並びに下水処理場でのエネルギー回収が盛ん。	焼却・埋立 堆肥 バイオガス
水産廃棄物	7 百万 t 2 百万トンが肥飼料化、5 百万トンが処理・埋立・海洋投棄	食品 R 法	同上	堆肥 バイオガス 飼料
農業廃棄物	12 百万 t	農業環境 3 法	環境保全型農業への転換等により追風。しかし、1 と同様資金力に乏しい。	堆肥 バイオガス 飼料

1.2. バイオマス調査の意義と範囲

バイオマスの現状を調査するに当り、全国的なマクロな調査はあまりにも分散しすぎて実態の把握には時間と労力がかかるので最初はバイオマスの比較的集中している北海道を詳細に調べることを手始めとした。その理由は北海道は農業、漁業、畜産業など1次産業が主力であり、札幌をはじめとする大都会を控えており、バイオマスの調査の第一歩としては適地であろうと考えた。

北海道は乳牛、肉牛などの酪農業のみならず、養豚業、養鶏業、農業、林産業などの1次産業が盛んに行われており、これらから大量の有機性廃棄物が排出されている。また生活活動に伴って排出される一般ごみには約3割の生ごみが含まれ、さらに都会の外食産業や食品販売業から日毎に100トン単位の生ごみが排出されている。

これらの有機性廃棄物は、トータルすると北海道で1日数万トンに達する物と推計されている。有機性廃棄物は本来有用なエネルギー資源としてのポテンシャルを有しており、エネルギー源として利用できる可能性を十分に備えている。

本調査はこれら各種の有機性廃棄物を同時に処理し、かつエネルギーを回収利用するシステム構築の可能性を調査するとともに、システム内の消費より過剰に回収されるエネルギーの、地域での需要調査もあわせて実施し、バイオマス等の有機性廃棄物からのエネルギー利用新事業の可能性を解析、検討することを目指した。

本事業の目的は、北海道内での有機性廃棄物排出の実態と処理、再利用状況を、主だった現地を訪問し、聞き取りや資料収集で現状解析し、また文献などによる調査を加え、有機性廃棄物の主成分であるバイオマスエネルギーの回収、利用を効率的に実施する新産業の事業化の可能性を検討した。

外食産業などから廃棄される食品残渣では全体のリサイクル利用及び処理が法的に義務付けられている。しかし、現状では多大なエネルギーを消費して処理しており、また多様な有機性廃棄物それぞれ別個に処理されている場合が多い。一方有機性廃棄物は有用なエネルギー資源であり、この潜在エネルギーを回収、活用することによって、これらの処理および再利用の新たな産業システムを構築できる可能性が期待される。

第2章 調査の内容概要

第3章

3.0. 内外における有機性廃棄物の現況と処理の現状

3.1. 有機性廃棄物の賦存量、性状、処理状況などについて、北海道、札幌市、十勝地域、伊達市、豊浦町、岩内地域、別海町、宗谷支庁など北海道内の代表的な8ヶ所、及びエネルギー回収と廃棄物処理を同時に実施する先進プラントを設置した千葉県白井市のフジコー社の9ヶ所の現地訪問調査を行った。

第4章

内外の有機性廃棄物からのバイオガス生成技術開発に関する資料の収集、文献調査、公表された研究報告のインターネットによる情報検索などを行い、解析を実施した。特にメタン発酵後の残液、すなわち消化液の大量排出を伴わない乾式法について詳細に検討した。

第5章

有機性廃棄物の代表として牛糞、鶏糞、豚糞等の畜産廃棄物、事業系生ごみ、収穫出荷時に大量にくずが出る野菜類、例えばレタス、たまねぎ、ほうれん草、大根、ブロッコリーなど有機性廃棄物のエネルギー資源としての性状解析の為、工業分析、元素分析などを行った。

第6章

各種有機性廃棄物のエネルギーポテンシャルを確定する為に、豚糞、鶏糞、生ごみ、野菜類の1例として大根などの、バイオガス生成能委託分析を行った。

第7章

以上の結果を基に、従来から実用化されてきた湿式メタン発酵プロセス、排水の出ない乾式法を比較検討し、両プロセスの問題点について、比較検討した。

第8章

これらから、両方法の利点を総合した、バイオガス生成速度の高い新しい発酵法の考えをまとめ、新たなプロセスの提案を行った。

第3章 バイオマス利活用の現状

3.0. 内外における有機性廃棄物の現況と処理の現状概観

わが国では1991年廃棄物処理法の改正が行われ、従来の廃棄物を適正に処理から、排出抑制、分別収集、再生利用へと修正された(文献1-14)。1982年から1999年にかけてのわが国のごみ処理費用は表3.0.1.に示したように約2.5倍となった。このため更に効率的で、リサイクル利用を含めた処理技術が要望されている。

表3.0.1. 全国のごみ処理費用の推移

年度	ごみ処理費(億円)	国民1人当たり(円)
1982	9121	7650
1987	10853	8900
1993	22833	18300
1999	22644	17900

(文献1-14より)

有機性廃棄物である可燃ごみの、2000年東京都における組成は、厨芥いわゆる生ごみが30%強を占めていた。厨芥は例えばメタン発酵によるエネルギー回収原料として優れている。

表3.0.2. 東京都2000年可燃ごみ組成(湿ベース)

種別	割合%
紙類	46.0
厨芥	31.9
草木類	10.6
プラスチック類	6.2
繊維	4.4
不燃物	0.9

(文献1-14より)

表3.0.2.は東京都2000年の可燃ごみの組成を示したものである。紙類が約半分を占めているが、塵芥、草木類などバイオエネルギー原料になりうる成分も40%余を占めている。図化して図3.0.1.に示した。

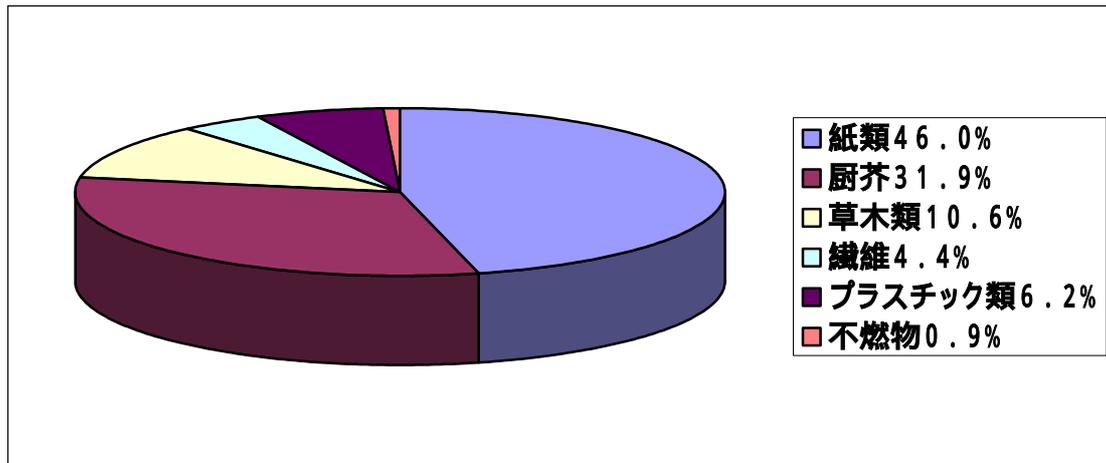


図3.0.1. 東京都2000年可燃ごみ組成

1999年の統計では自治体が処理した一般廃棄物は5,109万トンで、そのうち約78%が焼却され、わが国のごみ処理は焼却が中心である事がわかる。しかし廃棄物処理は焼却や埋め立てだけでなく、リサイクルや再生利用が求められている。2000年5月には食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）が制定され、生ごみ、調理くず、食品加工残渣などの有用な食品廃棄物を食品循環資源と定義し、堆肥化、飼料化、油脂化、メタン化などによって再生利用に努めるよう定めている。特に年間100トン以上排出する事業者は義務付けられた。また家畜糞尿動植物性残渣など有機性産業廃棄物も事業者処理責任が課せられている。

今後本調査研究の趣旨にあるように、わが国では有機性廃棄物のリサイクル、エネルギー回収の効率的プロセスを構築して、有効利用を図ることが必要である。

有機性廃棄物の、わが国でのメタン化技術開発は古くは廃水処理のために利用され、また最近、生ごみや家畜糞尿のメタン発酵プラントが多数建設されている。例えばサッポロビール千葉工場ではビール工場高濃度排水、上越市ほか6ヶ所では浄化槽汚泥と生ごみ、京都府八木町では牛糞尿、豚糞尿、オカラなど、鹿児島県屋久島町では豚糞尿、生ごみ、可燃ごみなど、神戸市では生ごみ等を原料としたメタン発酵プラントの運転を行っている（文献1-14より）。

海外の状況を見ると、ドイツでは1980年代から資源のリサイクルが始められ、90年代から環境に調和した再利用と処分という政策が明確になった。生ごみは70%が工場で集中的に堆肥化または嫌気性発酵でメタンガスを回収し、発電や熱供給に向けられている。堆肥化されない残りの雑ごみは紙オムツ、食物で汚れた紙やポリ袋、木切れ、布切れ、ガラス破片、砂、金属、少量の生ごみなどなどの雑多な混合物であるが、これに空気と水を送り込み、有機物を加水分解して、水に溶解回収しメタン発酵処理されている。この方法はバイオパーコレターと名づけられた機械生物分解処理法であり、年間2万トンの雑ごみが処理されてい

る。コストも焼却の数分の1で済んでいる（以上文献1-13より）。

スウェーデンでは1970年代から環境汚染、ごみ問題が顕著になり、1997年環境を守るためのアクションプランをスタートさせた。この中でごみ対策として生産者責任法という考えを導入した。生ごみはアパート、自治体でコンポスト化も行われているが、ストックホルムやヨテボリ市では下水処理場からの汚泥と混合してメタン発酵を行っており、このような例が増えつつある。2005年から有機廃棄物を埋立地に捨てられなくなるので、有効なリサイクルシステムの設置が加速されるであろう。イギリスでは、2000年に廃棄物戦略2000が作られ、リサイクルや堆肥化を推進することになった。中国では約9割の都市で、固形廃棄物を埋め立てなどで処理しているが、コンポスト化やメタン発酵もいくつかの都市で実施されている。産業廃棄物についてはいくつかの法律を制定して対策を立てているが、一般廃棄物については対策が遅れている（以上文献1-14より）。

3.1. 北海道における有機性廃棄物の現状と処理対策

有機性廃棄物には、農業の生産活動を通じて発生する稲わらや家畜ふん尿の他、漁業系の廃棄物、食品製造施設から出る動植物残渣、事業系・生活系の生ごみ、有機性汚泥などがある（表3.1.1.）。

表3.1.1. 有機性廃棄物の種類

区分	主な有機性廃棄物の種類
農業系廃棄物	家畜糞尿 稲わら、もみ殻、麦稈 農産物集出荷施設から発生する選別残渣
漁業系廃棄物	貝殻類、魚類残渣、付着物
木質系廃棄物	樹皮、おが粉、木くず
食品関係廃棄物	食品加工残渣（動植物残渣） 事業系・生活系一般廃棄物（生ごみ）
汚泥	下水汚泥、し尿 食品産業から発生する有機性汚泥

平成10年度に北海道で発生した産業廃棄物は39,480千トンとなっており、このうち有機物の1,060千トンを除いた38,420千トンが産業廃棄物として排出されている。

その内訳は、動物のふん尿（19,551千トン、51%）、汚泥（11,166千トン、29%）、がれき類（3,925千トン、10%）の順で、動植物性残渣（239千トン、0.6%）を含めた有機性廃棄物が全体の80%を占めている。

有機性廃棄物の再生利用状況は、動物のふん尿（9,728千トン、排出量の49.8%）及び汚泥（501千トン、排出量の4.5%）が肥料・土壌改良材として利用されている。

動植物性残渣の再利用状況は、食品関連製造業では162千トンのうち46千トン（28.4%）が飼料等に有効利用されているが、漁業系の動植物性残渣は77千トンのうち再生利用量は8

千トン（9.8％）に留まっている。

表 3 . 1 . 2 . 産廃棄物の処理・処分の状況

	北海道（平成 10 年度）		全国（平成 13 年度）	
	排出量（千 t）	処理・処分	排出量（千 t）	処理・処分
総排出量	38,420		400,000	
減量化		11,270（29％）		175,000（44％）
最終処分		2,710（7％）		42,000（10％）
再生利用		148,60（39％）		183,000（46％）
自己保管		9,580（25％）		—
動物のふん尿	19,551（51％）	9,728（50％）	90,094（23％）	（95％）
汚泥	11,166（29％）	501（5％）	186,895（47％）	（8％）
動植物性残渣	239（0.6％）	54（23％）	4,110（1.0％）	（31％）

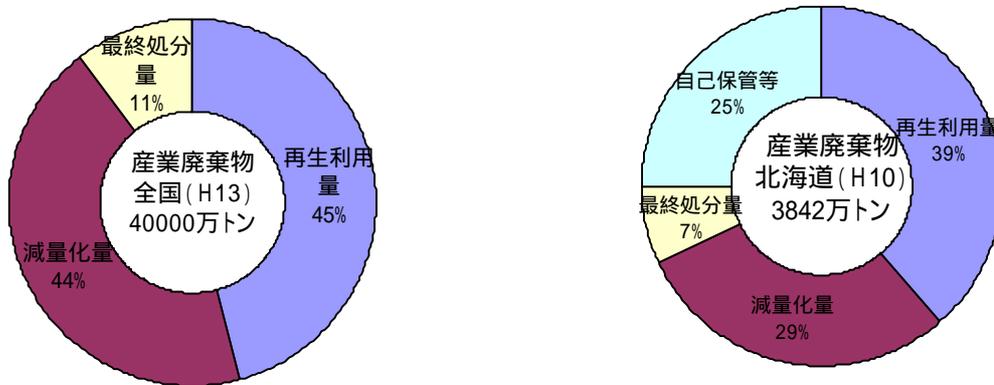


図 3 . 1 . 1 . 産業廃棄物の処理の状況

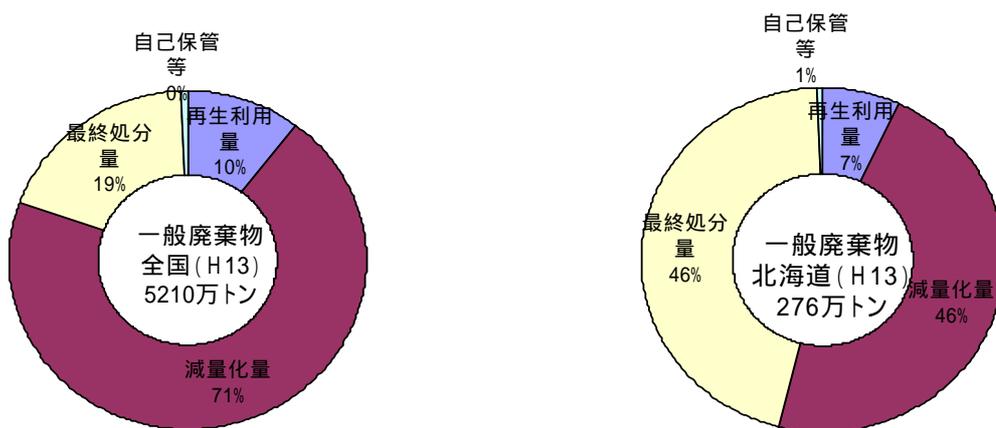


図 3 . 1 . 2 . 一般廃棄物の処理の状況

再利用率は 39%で全国（46%）と比較して低くなっている。主な原因は、排出量の半分を占める動物のふん尿の処理にある。ふん尿の約半分は農地還元されているが、残りは自己保管されているためであり、有効活用が求められている（表 3.1.2、図 3.1.1、図 3.1.2.）。

3.1.1. 農業系廃棄物

家畜ふん尿

家畜のふん尿は平成 10 年度でふんと尿を合わせて約 1,955 万トンが発生している。農地への還元は、ふんの 6 割、尿およびスラリーの 4 割程度にとどまっている。

道内では、120 万 ha もの農業用地を有しており、今後この恵まれた条件のもとで堆肥・液肥として農地還元割合を高める必要がある。また、バイオガス化によるエネルギー利用等の有効活用が必要である（表 3.1.3. 及び表 3.1.4.）。

表 3.1.3. 家畜飼養頭数とふん尿発生量（単位：千トン）

畜種	飼養頭羽数	ふん	尿	計	構成比
乳用牛	882,400	10,523	3,148	13,671	71.5
肉用牛	414,900	2,766	1,062	3,828	20.0
豚	542,000	438	812	1,250	6.5
採卵鶏	8,479,000	371	—	371	1.9
計		14,098	5,022	19,120	100.0

資料：畜産統計・平成 10 年度全道畜産環境保全調査

表 3.1.4. 家畜排泄物利用の現状

畜種	ふん処理				畜種	尿・スラリー処理			
	農地還元	販売	交換譲渡	利用率		農地還元	販売	交換譲渡	利用率
乳用牛	51	1	5	57	スタンション	46	0	1	46
肉用牛	45	4	7	56	フリーストール	35	0	0	35
豚	28	11	17	56	肉用牛	19	0	1	20
採卵鶏	15	14	20	49	豚	20	0	8	30

資料：畜産統計・平成 10 年度全道畜産環境保全調査

稲わら

稲わらは平成 12 年産で約 63 万トン発生している。その利用状況は排水性の悪い水田への鋤き込みが 64%、堆肥原料として 20%、敷料として 5%となっている。

焼却（野焼き）されているものも約 9%ある。

鋤き込みは透水性のよい水田には行わないようにするとともに、野焼きは行わないこととして堆肥や飼料化するなどの有効活用の必要がある（表 3.1.5.）。

表3.1.5. 平成12年度の稲わらの発生量及び利用状況（単位：トン）

米生産量	麦稈	利用状況					
		鋤込み	堆肥化	敷料	飼料	焼却	その他
729100	634690	407298	123431	31930	7366	57797	6868
	(87.1%)	64.2	19.5	5.0	1.2	9.1	1.1

資料：「未利用有機性資源循環利用推進マスタープラン」平成14年3月北海道

もみ殻

もみ殻は平成12年産で約16万トン発生している。その利用状況は堆肥原料として31%、暗渠資材として25%、畜舎の敷料として12%となっている。

焼却や廃棄されているものが約21%ある。今後、野焼きは行わないこととし廃棄されているものも含めて、堆肥や敷料などの有効活用の必要がある（表3.1.6.）

表3.1.6. 平成12年度のもみ殻の発生量及び利用状況（単位：トン）

米生産量	もみ殻	利用状況					
		暗渠資材	堆肥化	敷料	燻炭	焼却廃棄	その他
729100	155997	39250	47655	18993	6558	31916	11625
	(21.4%)	25.2	30.5	12.2	4.2	20.5	7.5

資料：「未利用有機性資源循環利用推進マスタープラン」平成14年3月北海道

麦稈

麦稈は平成12年産で約58万トン発生している。その利用状況は酪農農家との堆肥交換が51%、有機物としての圃場への鋤き込みが27%で焼却や廃棄されているものも約5%ある。

麦稈は畜舎の敷料としての要望が多いことから焼却や廃棄されているものは、今後、堆肥や敷料などの有効活用の必要がある（表3.1.7.）

表3.1.7. 平成12年度のもみ殻の発生量及び利用状況（単位：トン）

小麦生産量	麦稈	利用状況			
		堆肥交換	鋤込み	焼却・廃棄	その他
378100	576342	293272	154674	27451	100945
	(152.4%)	50.9	26.8	4.8	17.5

資料：「未利用有機性資源循環利用推進マスタープラン」平成14年3月北海道

農産物出荷施設から発生する選別残渣

集出荷施設から発生する野菜などの選別残渣は、集荷量の2~5%程度と見込まれるものの、価格の動向などにより変化するため、発生量を正確に把握することが出来ない状況にある。

選別残渣の不法投棄の例も散見されることから、堆肥化やバイオガス化などの有効利用をはかる必要がある。

農業系有機性廃棄物の発生量の推移

家畜の飼養頭数および農産物の生産量(穀物)から推計した有機性廃棄物の発生量を表3.1.8.と3.1.9.及び図3.1.3.に示す。

表3.1.8. 農業系有機性廃棄物の発生推移

			S50	S55	S60	H2	H7	H11	H12	H13	H14
家畜飼養数	乳用牛	頭	614,760	751,640	807,800	847,400	882,900	878,200	866,900	853,700	860,180
	肉用牛	頭	125,460	190,145	245,000	289,800	430,400	413,800	413,500	416,300	441,040
	豚	頭	438,010	571,433	604,000	642,500	582,400	549,200	546,100	544,700	545,260
	採卵鶏	千羽	6,041	5,823	7,633	7,854	8,313	8,325	8,238	8,049	7,780
農作物収穫量	水稻	トン	826,600	594,200	815,100	789,700	852,200	739,200	729,100	642,100	579,800
	小麦	トン	55,300	281,400	409,400	501,000	207,400	300,200	378,100	408,900	506,000

表3.1.9. 有機性廃棄物の排出量推計

	原単位		S50	S55	S60	H2	H7	H11	H12	H13	H14
乳用牛	42.4	kg/頭・日	9,514	11,632	12,502	13,114	13,664	13,591	13,416	13,212	13,312
肉用牛	25.3	kg/頭・日	1,159	1,756	2,262	2,676	3,975	3,821	3,818	3,844	4,073
豚	6.3	kg/頭・日	1,007	1,314	1,389	1,477	1,339	1,263	1,256	1,253	1,254
採卵鶏	0.12	kg/羽・日	265	255	334	344	364	365	361	353	341
稲わら	0.87	剩率	719	517	709	687	741	643	634	559	504
もみがら	0.21	剩率	174	125	171	166	179	155	153	135	122
麦稈	1.52	剩率	84	428	622	762	315	456	575	622	769

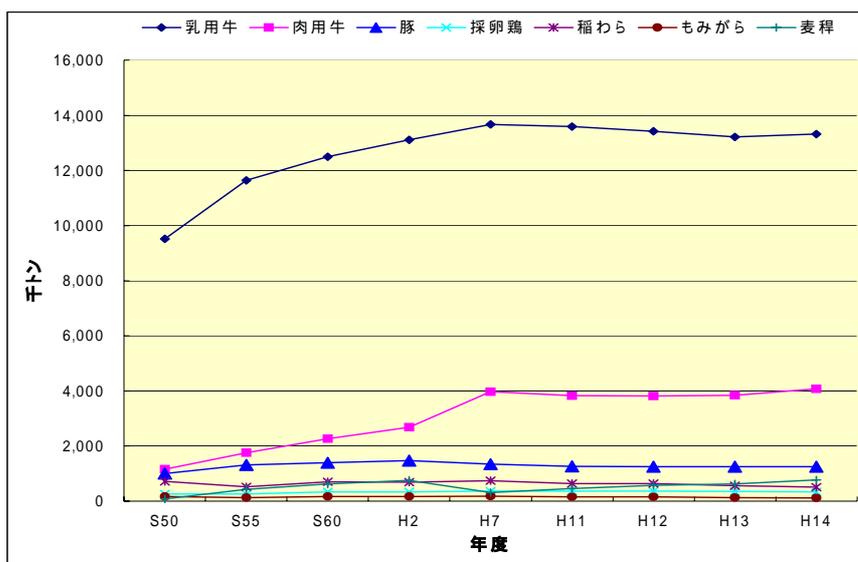


図3.1.3. 農業系の有機性廃棄物の発生量

3.1.2. 漁業系未利用資源

漁業から発生する有機性廃棄物は、平成 11 年度で約 39 万トンが発生している。

貝殻類

39 万トンうちホタテを中心とする貝殻類が約 16 万トンを占めている。貝殻類は土壌改良資材や暗渠資材などの農業利用のほか、養殖用稚カキ付着資材などとして利用されているが、再生利用率は 4 割程度である。新たな用途開発等の検討を進める必要がある。

その他

貝殻類を除く漁業系有機性資源は、平成 11 年度 23 万トン発生している。このうち魚のあらなどの魚類残渣が約 12 万トンを占めている。魚類残渣はミールなどとして 4 割程度が再生利用されているが、付着物等ほかの未利用資源についてはヒトデを除き再生利用の割合は低くなっている。なお、ホタテのウロなどのカドミウム等有害成分の含有量が多い部位を原料として肥料等を製造する場合は、肥料取締法に基づく公定規格を満たす必要がある。

表 3.1.10. 漁業系未利用資源の発生量および処理状況（平成 11 年度）

区分	発生量	再生利用量	埋立処理	処理施設	業者委託
貝殻類	161,196	64,565	39,579	43,352	13,701
付着物	39,439	140	23,091	5,200	11,008
ホタテウロ	37,694	3,047	2,612	18,419	13,616
イカゴロ	10,444	120	820	221	9,283
ヒトデ	19,487	6,968	2,528	3,536	6,456
その他魚類残	124,354	47,831	4,196	2,499	69,829
小計	231,418	58,106	33,245	29,875	110,192
計	392,614	122,670	72,824	73,227	123,893

資料：水産林務部調査

表 3.1.11. 漁業系廃棄物の発生量の推移（単位：千トン）

区分	平成 10 年	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年
貝殻類	158,384	161,196	202,070	193,748
付着物	25,736	39,439	36,073	40,699
ホタテのウロ	34,910	37,694	35,820	39,093
イカのゴロ	16,700	10,444	13,612	14,139
その他魚類残	144,831	143,841	202,768	163,748
魚網	1,609	3,679	2,863	1,971
合計	382,170	396,293	493,206	453,398

資料：北海道水産林務部水産経営課

3.1.3. 食品関係未利用資源

食品加工残渣

食品製造業は多種多様な業種があり、その規模もさまざまであることから、食品残渣の排出実態が不明なことが多いため、その排出量を正確に把握することは出来ない状況にあるが、食品製造業へのアンケート調査によれば、加工の過程で発生する食品加工残渣量は、平成 10

年度では約 20 万トンとなっており、このうちの 3 分の 1 程度が魚や家畜の飼料として有効利用されている。なお、残渣は使用する原料の種類が多く、季節変動も多い状況にあるため、再生利用したものの品質に留意する必要がある（表 3.1.12.）。

表 3.1.12. 食品系産業廃棄物の発生量及び処理状況（単位：トン）

発生量	有価物	排出量	処理の方法			
			再生利用量	減量化量	最終処分量	その他
203,160	41,455	161,705	46,395	84,286	30,293	731

資料：平成 10 年度 北海道産業廃棄物（動植物性残渣）実態調査

一般廃棄物の内の生ごみ（事業系・生活系の生ごみ）

北海道庁のマスタープランによると、ホテル、レストラン、コンビニ等から排出される調理くずや、食べ残し、売れ残り、家庭からの生ごみは、平成 11 年度の調査で一般廃棄物（約 280 万トン）の 4 割程度の約 110 万トンが発生したものと推定されている。

これらの中には、食品に由来する良質なものも含まれていることから、札幌市では事業系のものを原料とする年間約 15,000 トンの飼料化施設が稼働している。また、地域によって養豚の飼料として事業系の食品残渣を利用しているものや、自治体によっては生ごみを分別収集し、その一部を堆肥化して希望者に配布している例もある。

生ごみの農業利用に当たっては、異物の混入のないよう分別収集体制が構築されていること、継続的に一定量が確保されていることなどが必要である（図 3.1.4.）。

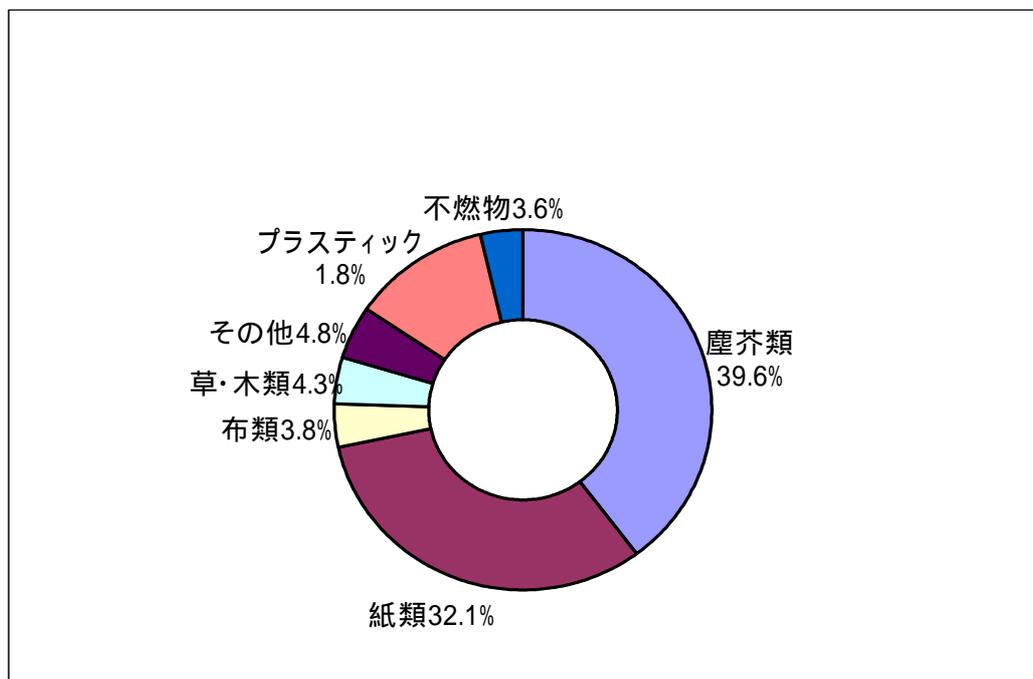


図 3.1.4. 一般廃棄物の組織分析（札幌・伊達・豊浦の単純平均）

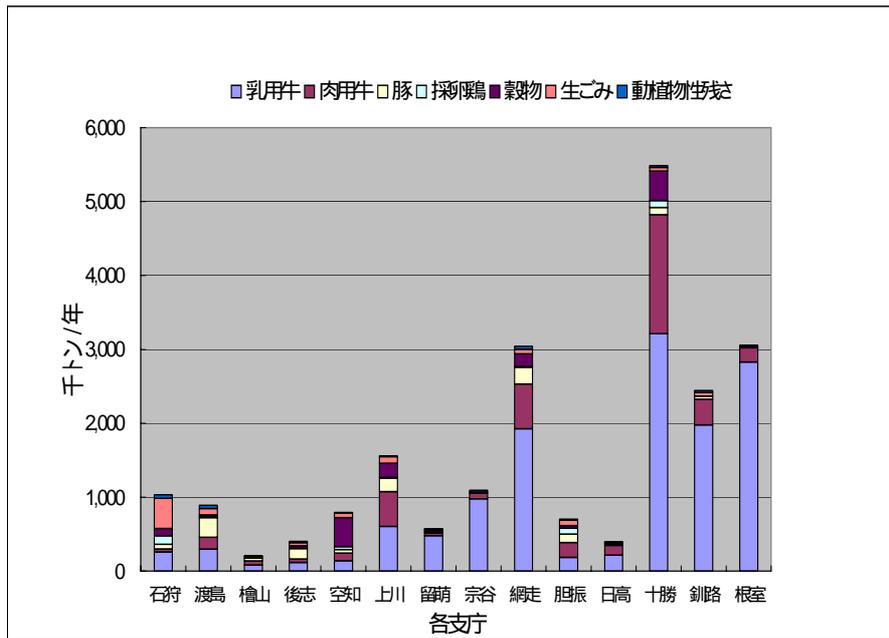


図 3 . 1 . 5 . 支庁別有機性廃棄物の発生量

表 3 . 1 . 1 3 . 一般廃棄物の分析例

		可燃物					焼却不適 プラスチック	不燃物	備 考
		生ごみ	紙類	布類	草・類	その他			
札幌市	平成9年	40.4	30.8	2.7	4.4		13.7	8.0	処理施設ピット ごみ組成
	平成10年	46.3	25.8	4.3	4.0		14.7	4.9	
	平成11年	40.1	31.7	3.3	7.9		13.6	3.5	
	平成12年	33.3	36.9	7.1	7.9		13.0	1.8	
	平成13年	30.3	43.6	4.7	5.7		12.5	3.2	
	平成14年	36.1	36.6	8.1	5.6		11.9	2.8	
	H9	36.3	38.4	-	2.6	4.7	11.2	6.8	事業系ごみ実態 調査
	H10.11	44.6	24.6	-	1.9	9.0	11.2	8.7	計画収集ゴミ調 査(家庭ごみ)
H13.11	35.0	26.0	3.0	6.0	11.0	10.0	9.0	計画収集ゴミ調 査(家庭ごみ)	
伊達市	H12.5	48.0	27.4	4.0	1.6	9.3	9.2	0.7	伊達市清掃事業 概要
	H12.8	36.5	37.6	5.8	4.1	6.8	8.1	1.1	
	H12.11	47.3	29.3	4.1	2.8	7.7	7.9	1.0	
	H13.2.7	50.7	23.9	6.0	2.6	5.9	9.5	1.5	
	H14.6.4	30.1	43.7	5.7	4.5	7.3	8.3	0.4	
	H14.9.3	35.0	41.8	9.5	2.3	3.5	7.4	0.6	
豊浦町	H10.8.5	50.0	22.8		3.5	8.0	14.8	0.9	豊浦町一般廃棄 物処理基本計画
	H10.10	38.0	27.6		5.3	6.3	16.5	5.8	
	H10.12	35.5	29.2		4.2	7.6	18.9	4.6	

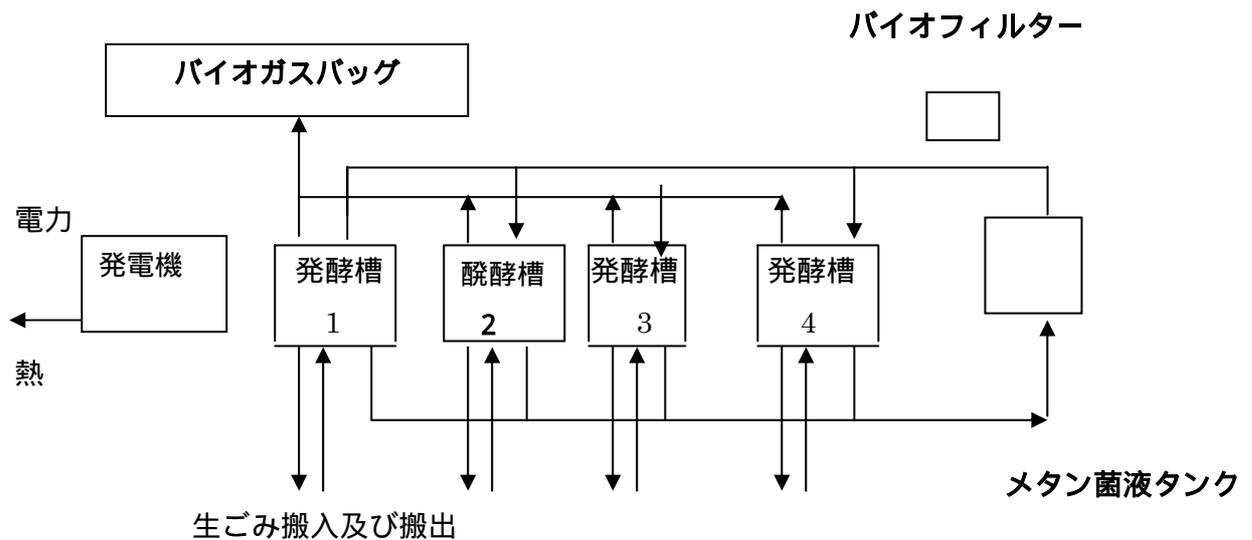
一般廃棄物に占める生ごみの割合は、組成分析の例（表3.1.13.）によると、地域や季節により変動大きく30～50%とばらついている。平均すると40%程度である（図3.1.4.）。

3.2. 有機性廃棄物の現状と処理に関する現地調査

3.2.1. 千葉県白井市、(株)フジコー白井事業所—生ごみの乾式メタン発酵プラント

千葉県白井市の株式会社フジコーでは、2004年2月に生ごみの乾式発酵処理設備の竣工、稼働を始めた。この設備はドイツのビオフェルム社からの技術導入によるものである。この方法とは生ごみをガレージ式の発酵室に搬入して、完全に密閉して空気を遮断して嫌気性雰囲気として、発酵室の天井からメタン菌を含む液を噴霧して溶液状でなく、固相すなわち乾式でメタン発酵させる方式である。この方法は本調査で対象としている有機性廃棄物から、廃液を出さず、しかも装置効率の高い方法で、未活用バイオマスからエネルギーを取り出すために、有力な参考方法と考えられる。その方法のフローを次に示す。

乾式メタン発酵設備フロー図



- * バイオフィルターの役目は、発酵初期ガス及び終了時のメタン濃度の規定以下のガスを大気中に放出するためのもので、脱臭、脱硫を行う。
- * 発酵槽は4基あり、サイズは6mW×5m×13.5mLであり、1週間単位で切り替える。
- * 処理量は1日15トンであり、1週間で105トンを発酵槽に充填する。4週間で発酵を終了する。
- * ガスバッグは発酵槽の天井部・屋根の下に設置されている。
- * メタン液タンクは7m³を2基備えている。
- * 搬入・充填する生ごみは水分率は70%以下とする
- * 発酵条件は35～37の中温条件であり

- * 計画では生ごみ1トンから 110m³ のバイオガスを発生させ、1日当たり 1650m³ のガスから 124kW の発電を行う。



写真3.2.1. 生ごみの発酵設備



写真3.2.2. 発酵設備内原料

生ごみの乾式メタン発酵の現在の状況は、原料 180m³、1.5 ヶ月経過後で PH = 4.5、酸化還元電位 + 120 ~ 130mv、酸素量 = 0.2 ~ 1.5%、メタン = 10%程度であり、まだ定常状態にはなっていない。PH 値が 4.5 と酸性側に行過ぎており、これは酸発酵により酢酸かまたは乳酸が多く生成しているものと考えられる。酢酸ならば容易にメタン菌でメタンガスとなるが、乳酸の場合では困難と推定される。

3.3. 北海道全般

北海道庁では経済部、農政部を訪問し北海道の経済の特徴、農業の位置づけ、畜産業の現状などの情報を聞き取り調査するとともに、北海道に関する統計資料、全国における北海道の特性などに関する資料等十数点を入手した。

3.3.1. 北海道の経済特性

北海道の第1次産業の就業者、生産高割合ともに全国平均より高い特徴が見られる(表3.3.1.)。

表3.3.1. 全国と比較した北海道の産業構造

産業構造	純生産	割合%	就業者割合	%
	北海道	全国	北海道	全国
第1次産業	3.5	1.3	8	5
第2次産業	22.8	30.1	22.1	29.5
第3次産業	73.7	68.6	69.9	65.5
合計	158781	3940769	2731	62978

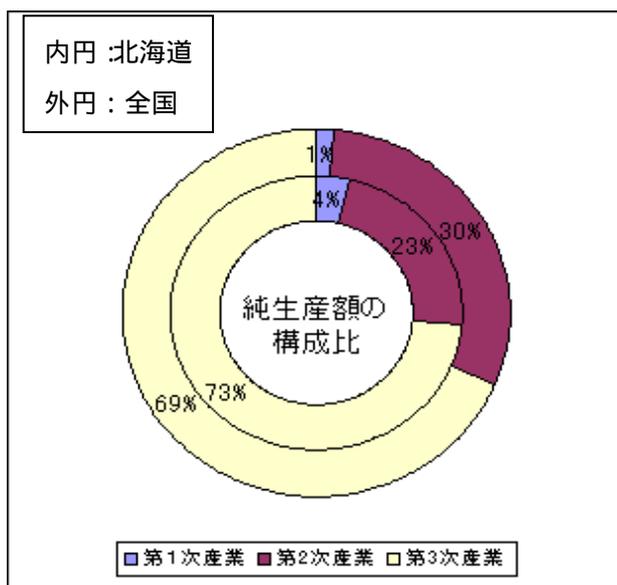


図3.3.1. 北海道産業別生産割合

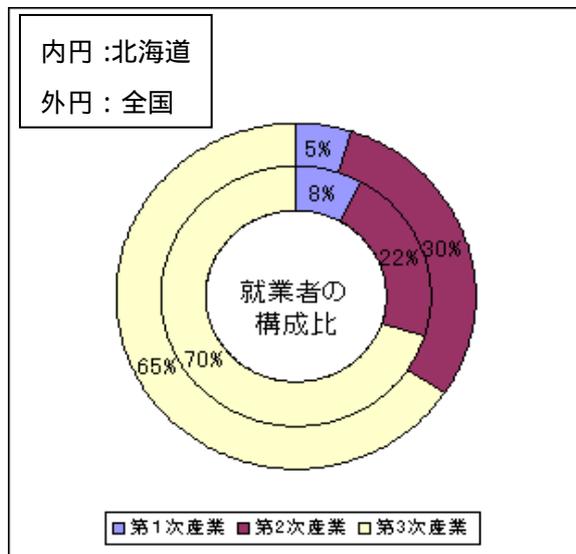


図3.3.2. 北海道産業別就業者構成

北海道では平成16年11月から法律が施行され、畜産糞尿は管理型となり、一般畜産業者にも糞尿の管理、貯蔵のための施設が必要となる。北海道の畜産業の現状は図3.3.3.に示したが乳牛、肉牛等牛が圧倒的に多く、この糞尿処理が大きな問題となっている。

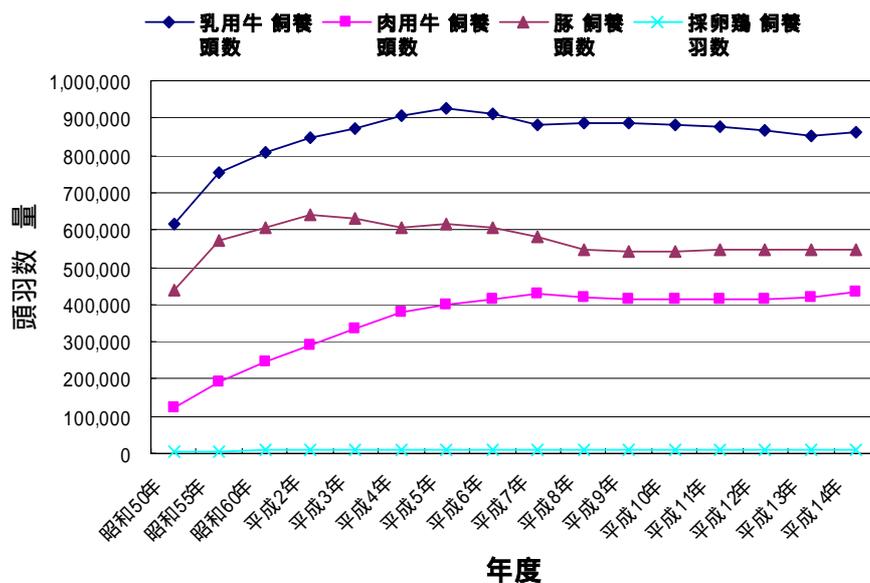


図3.3.3. 飼養頭羽数

しかし、図3.3.4.に示すように、牧場の占める北海道全体に対する割合はわずか2%に過ぎない。したがって、家畜糞尿の処理は、14%を占める田畑地の協力が重要であることは論を待たない。

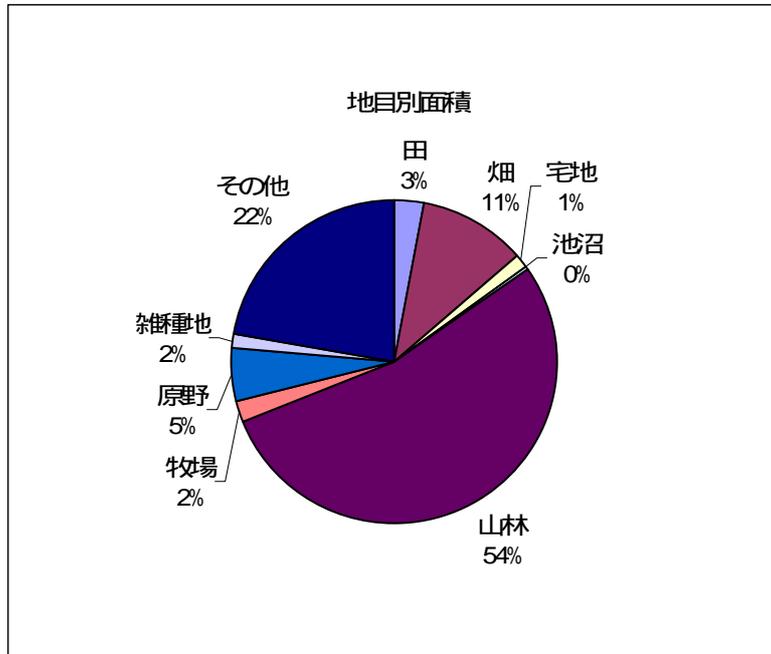


図3.3.4. 北海道の地目別面積割合

北海道は畜産のみならず農産物の生産量も多く、畜産と合わせた全国に対する割合を図3.3.5.に示した。

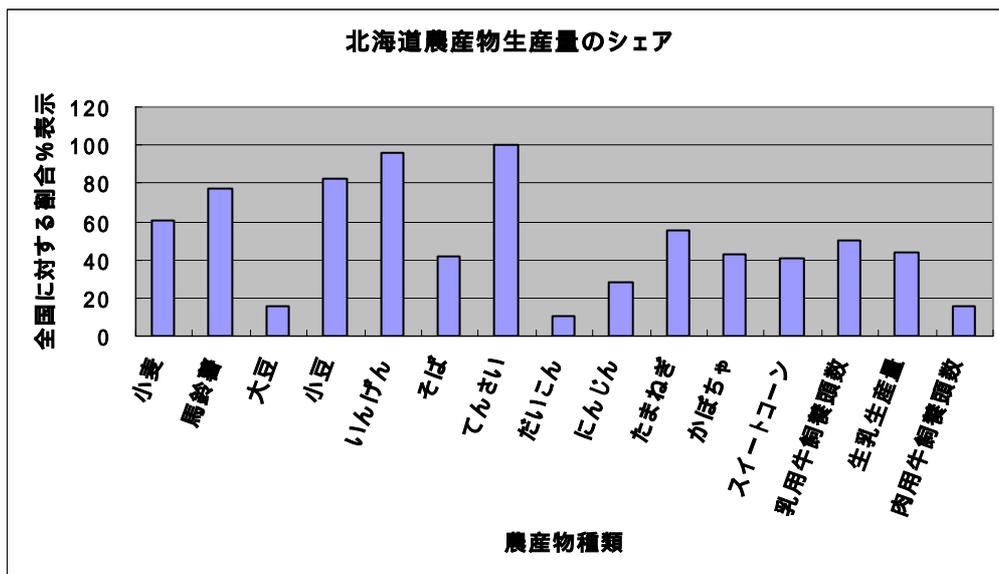


図3.3.5. 北海道農産物、牛の国内シェア

北海道の水産生産量、生産金額を図3.3.6.に示した。

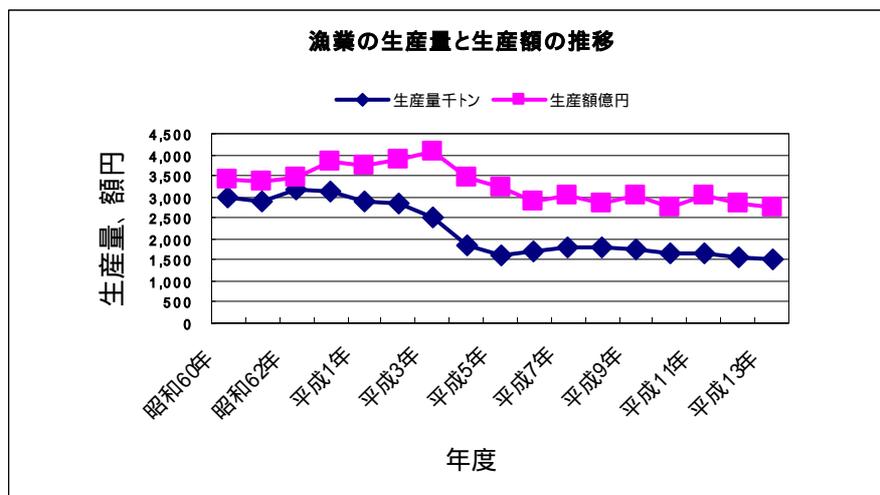


図3.3.6.北海道漁業の生産量、生産金額

以上北海道全般の現況を示す各種データを示した(資料番号2-1~2-10を参考に纏めた)。例えば、畜産廃棄物を中心としたバイオガスプラントではランニングコストが大きな問題になっているし、一方、道内の農地、牧草地では窒素不足気味で、現状では化学肥料で補っている。このように北海道の主要産業である1次産業間の、廃棄物のバランスのある循環利用が重要である。これを実現するための新規技術の開発に大きな期待を持っているとのことであった。

音更町では畑作が大部分で、その中に100頭(成牛50~60頭)の酪農家が点在している。畑作のうち麦が7000haで、10a当たり麦が596kg、藁が767kg生産される。麦稈は畜舎の敷き料にするため、堆肥と交換している。従って糞尿のほぼ全量が堆肥として利用されているが、過剰な散布などから硝酸系窒素の蓄積問題がおきているケースも見られる。

豆柄は一部牛の飼料にし、またその他は病原除去のため燃焼し、灰を畑に入れている。トウモロコシ、甜菜排出物も畑に入れている。

3.4.札幌市

3.4.1.概況

札幌市の環境局を訪問し、札幌市における廃棄物の処理、利用の現状についての情報調査を実施した。札幌市の都市系、事業系生ごみはほとんどが埋め立て及び焼却で処理している。この費用が1トン当たり36,500円で、大きな負担となっている。しかし再利用の動きもあり、事業系の生ごみの1部は、三造有機リサイクル社で飼料化利用事業を展開している。現在の能力は50t/日で、年間15,000トン処理している。製品の飼料は原料の20%で、1日10トンである。札幌市では、事業系の生ごみが1日80,000トン発生しており、飼料化工場の増設

が計画されている。堆肥としてのリサイクルは市で把握しているのは2ヶ所で、今後減容化、エネルギー回収などについての検討が必要である。

札幌市の廃棄物の排出状況を図3.4.1.に示した。また札幌市の農作物の収穫量を表3.4.2.に示した。札幌市の有機性廃棄物は年間約42万トンにもなり、今後のエネルギー回収の有用な原料にすべく、分別収集、エネルギー化の効率的なプロセスの開発などが望まれる。

札幌市の農作物収穫量は、年々減少してきているが、それでも平成13年には約4万5,000トンにもなり、廃棄されるくず野菜も数千トンにもなることが推測され、これも適切な処理が必要であろう。

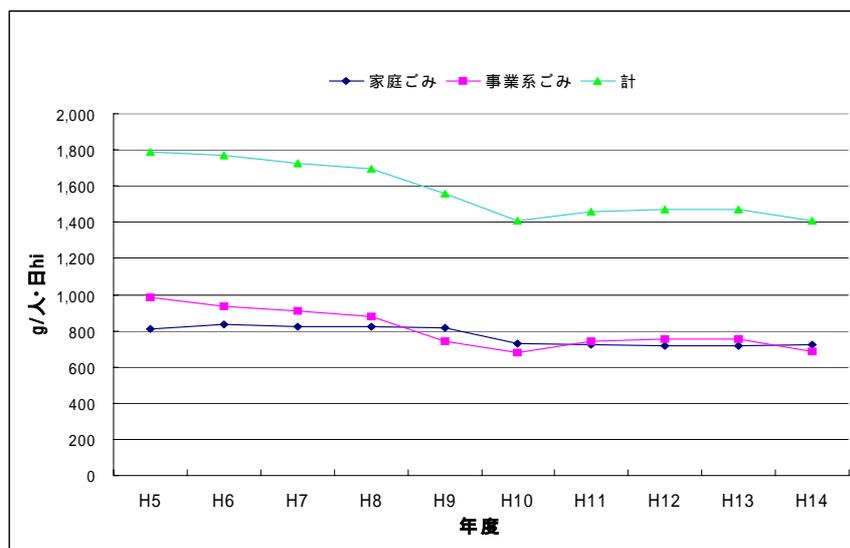


図3.4.1. 一般廃棄物の一人1日の排出量の推移

排出量

札幌市が処理するごみ量は、人口の増加や経済の発展とともに増え続け、平成3年度にはピークである118万トンにまで達した。その後、ごみの適正処理、減量・リサイクルのための「一般廃棄物処理基本計画」を策定し、減量対策を進めた結果、平成10年度のごみ処理総量は約93万トンと大幅な減量が図られた。平成10年度以降のごみ量は、引き続き100万トンを下回っている(図3.4.2.)。

家庭ごみの1人1日当たり排出量も、平成6年度の833gから平成10年度には730gへと100gを超える減量が達成された。平成14年度の家庭ごみの1人1日あたり排出量は725gとなり、平成13年度からは増加傾向に転じている(図3.4.1.)。

札幌の人口は、今後とも緩やかな増加が見込まれており、経済の回復や生活様式の多様化などを考えると、今後さらにごみ量が増加することも予想さる。このため、「さっぽろごみプラン 21」を設定し、市民・事業者・行政がそれぞれの役割を果たし、一体となって取り組んでいくことが重要な課題としている。

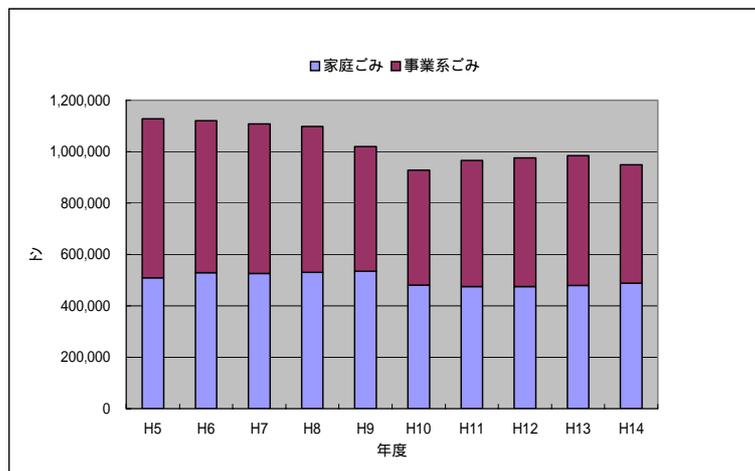


図 3.4.2. 一般廃棄物の排出量

一般廃棄物の組成

家庭ごみ：平成 13 年 11 月の調査によると、生ごみの占める割合が 35%（平成 10 年 11 月の調査では 44.6%）と最も高く、次いで紙類が 26%（平成 10 年 11 月の調査では 24.6%）、プラスチック類が 10%（平成 10 年 11 月の調査では 11.2%）の順となっている（図 3.4.3.）。

事業系ごみ：平成 9 年度実態調査による、紙類が 38.4%、生ごみが 36.3%、プラスチック類が 11.2%を占めている（図 3.4.3.）。

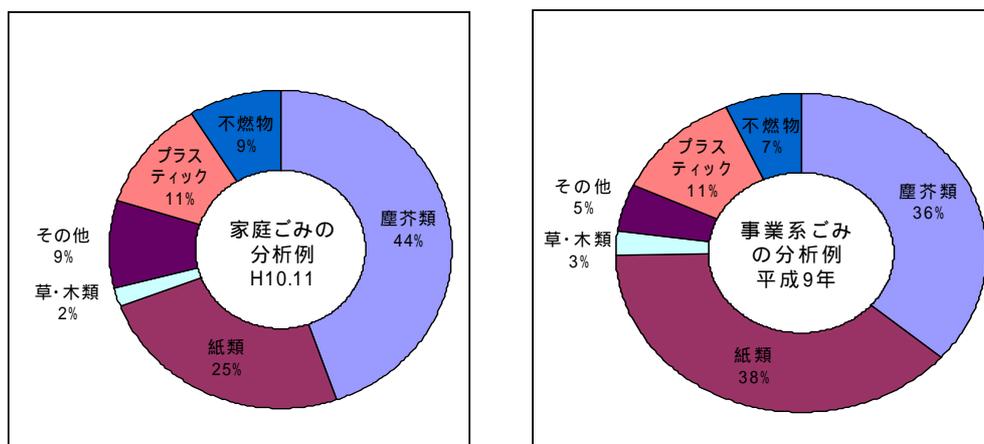


図 3.4.3. 一般廃棄物の組成分析例

一般廃棄物の処理・処分の状況

ごみの資源化として、紙くず類を原料とする固形燃料化（RDF）工場（処理能力：200 t / 日）や廃木材からのチップ工場（75 t / 5h）が稼働している。

生ごみは焼却後埋立処理がほとんどで、その処理費用は 36,500 円 / t である。なお、学校・ホテルなどから排出される良質な生ごみの一部は、生ごみリサイクルセンターで、厚生労働省の認可を受けて養殖魚および家畜の飼料を製造している（処理能力：15,000 t / 年、生ごみ 50 t / D を処理して飼料 10 t / D を生産）。この場合の処理・再生の費用は、55 円 / 20 リットル（一般の生ごみは 78 円 / 20 リットル）で出来た飼料は 1 万円 / t で販売されている。良質で、纏まった量の生ごみは、40,000 t / 年程度あるため、飼料化の処理能力のアップを検討しているとのことであった。

3.4.2. 産業廃棄物

平成 10 年度に発生した産業廃棄物は約 403 万トンで、有価物等を除き、廃棄物として排出された量は、約 401 万トンである。排出量に対する再利用率は 113 万トン（28.3%）、減量化率が 227 万トン（56.6%）、最終処分率が 61 万トン（15.1%）となっている。

排出量を種類別に見ると、「汚泥」が 2,318 千トン（57.8%）を占め、また「木くず」、「がれき類」、「建設系混合廃棄物」の建設系を合わせて 1,216 千トン（30.3%）となっている。

再利用量では、再生利用が進んでいるコンクリート及びアスファルトの「がれき類」が 692 千トン（約 60%）でとなっている。減量化量では、脱水処理及び焼却などの中間処理を行っている「汚泥」が 2,190 千トン（約 97%）となっている。最終処分量では、分別を行っていない「建設系混合廃棄物」が約 35%、「がれき類」が約 26%と建設系が全体の 6 割を占めている。札幌市の家畜飼育状況を図 3.4.4、家畜糞尿発生量を図 3.4.5. に示した。

表 3.4.1. 札幌市の有機性廃棄物の排出量試算

	原単位		飼養数	発生 (t)	
乳用牛	42.4	kg/頭・日	1,349	20,877	H14
肉用牛	25.3	kg/頭・日	115	1,062	H14
豚	6.3	kg/頭・日	3,203	7,365	H14
鶏	0.12	kg/頭・日	19,251	843	H14
馬	27.9	kg/頭・日	236	2,403	H14
ふん尿計				32,551	
家庭系生ごみ	118.9	kg/年・人	1,846,035	219,494	H14 人口
事業系生ごみ	184.9	kg/年・就業者	860,508	159,108	H13 就業者数
動植物性残渣				12,000	H10 産業廃棄物
生ごみ計				390,601	
合計				423,152	

「北海道バイオガスエネルギー利用ガイド」（NEDO北海道支部）の資料より試算

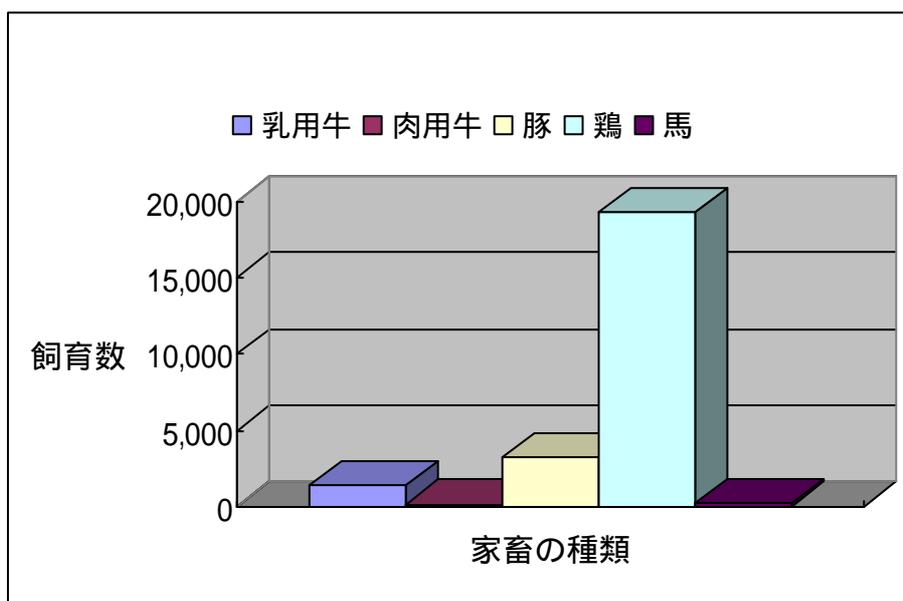


図 3 . 4 . 4 . 札幌市の家畜飼育頭数

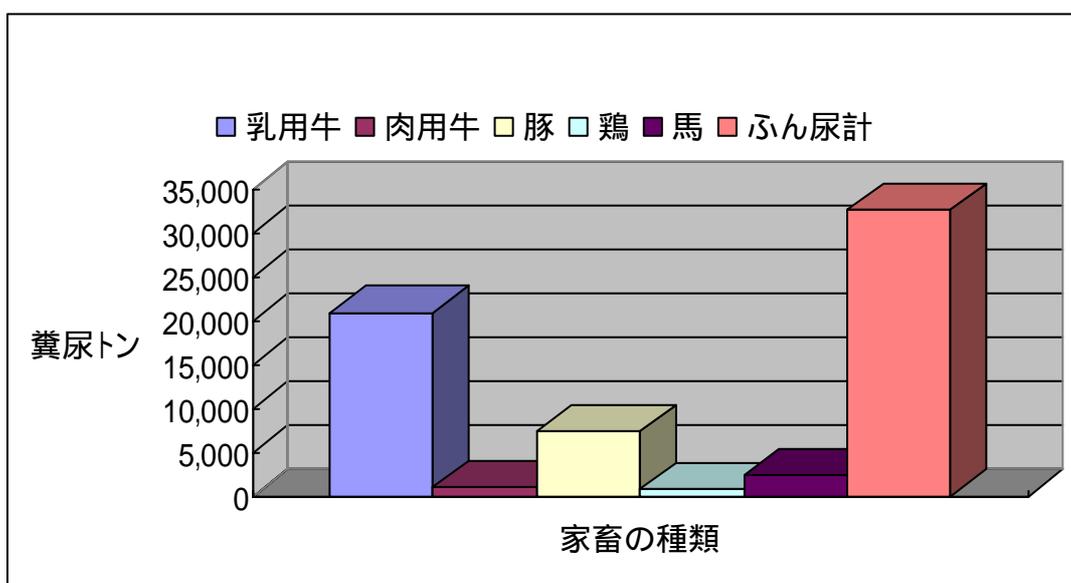


図 3 . 4 . 5 . 札幌市の家畜糞尿発生量 (H14 年)

図3.4.6. は平成10年から13年の札幌市の有機性廃棄物量を表3.4.1. を元に図式化したもので、都市の特徴でもある家庭用生ごみが多い。

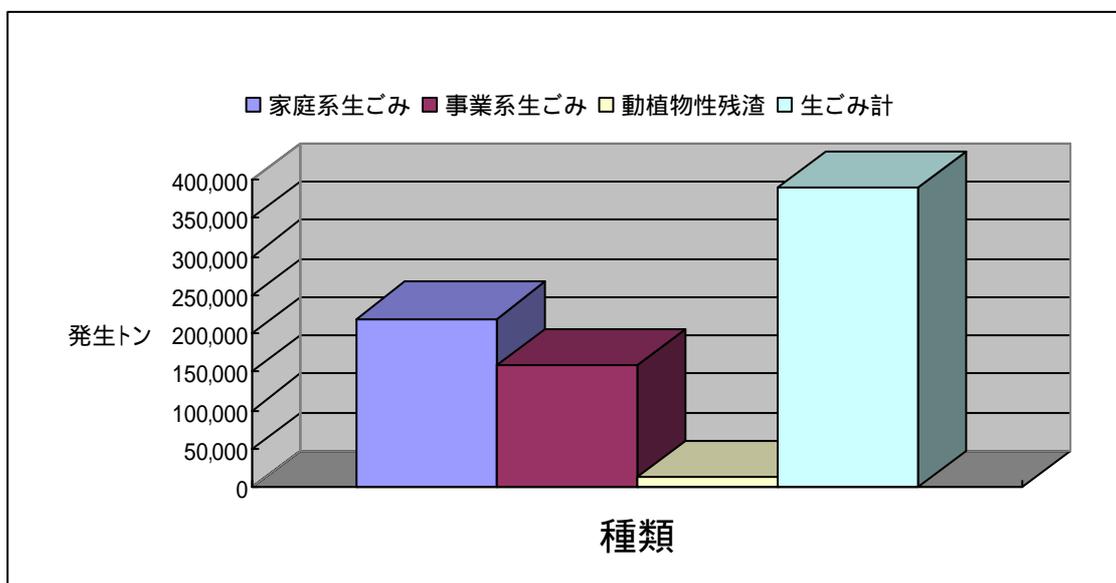


図3.4.6. 札幌市の有機性廃棄物発生量 (トン)

表3.4.2. 札幌市の主用農作物収穫量 (単位: トン)

区分	平成8年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年
水稻	284	282	269	235	164	146
小麦	412	202	284	160	94	84
豆類	86	116	139	94	94	106
馬鈴薯	3,660	3,730	3,390	2,840	2,660	2,560
だいこん	1,460	692	812	667	502	589
にんじん	1,220	1160	785	566	515	498
はくさい	627	568	531	313	254	255
キャベツ	1,770	1,580	1,160	778	629	707
たまねぎ	37,700	33,400	36,200	27,800	18,000	29,100
きゅうり	395	293	362	344	287	281
かぼちゃ	728	684	560	532	420	426
とうもろし	—	420	480	396	336	344
すいか	1030	931	809	833	667	654
牧草	64,400	61,100	61,000	52,700	53,100	45,300

資料：農林水産省北海道統計情報事務所「北海道農林水産統計年報」

農業粗生産額

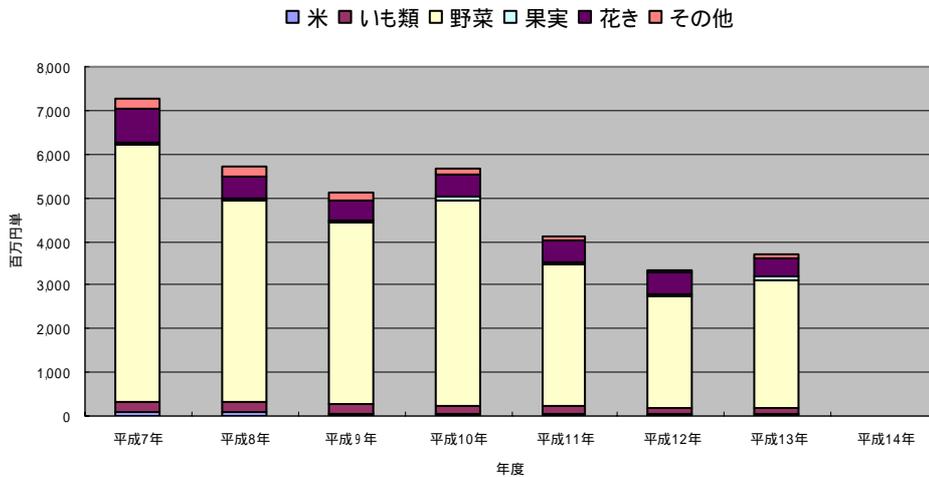


図3.4.6 札幌市の農業生産高 (単位: 百万円)

札幌市で牧草が数万トン生産されているが、表3.4.3.に示したように、札幌市内で乳牛、肉牛、豚、鶏、馬などが相当数飼育されていることが示されている。

表3.4.3 札幌市の家畜飼育頭数経年変化

区分		平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年
乳用牛	頭	1,546	1,423	1,353	1,370	1,349
肉用牛	頭					115
豚	頭	3,701	3,979	3,618	3,443	3,203
採卵鶏系	千羽	25,500	28,000	26,300	18,900	19,251
馬	頭	220	221	208	234	236

資料: 農業基本調査・農林業センサス

3.5 十勝地域

十勝地方は北海道でも有力な1次産業を代表する地域であり、酪農、畑作、漁業、林業などが盛んに行われている。この中で、帯広市、芽室町、音更町に赴き調査をした。

間伐材、製材屑、建築物解体廃材などの再利用に関して、問題が多い。例えばバークに加工して堆肥を製造した場合、有機農家は外材、防腐土台を原料にした堆肥は受け入れない。また排出木材をチップ状に成型加工して燃料を試作している小企業があるが、製造技術、燃焼技術などに問題があるようだ。このように林業は経済性に問題があり、また従事者も高齢化し、林産廃棄物、間伐材などの利用の必要性を感じながらも、新しい有効利用の実用化の兆しが見られない。

森林組合の排出量はバーク約 8300 トン、おがくず約 8300 トン、チップ 10851 トンとなっており、年間通してではなく、発生時期は春から秋にかけてである。

現在の処理方法はバーク、おがくずは家畜の敷料原料として利用され、吸湿性に優れ、脱臭効果もあり、農家からは高く評価されている。チップはダンボール紙原料として釧路の製紙会社に売却されている。音更町役場の企画部広報公聴課、経済部農政課畜産係などを訪問し、畑作の現状について調査を行った。エネルギー回収が実用的に実施された例は見られない。

十勝で野菜、特に大根、人参などの廃棄が経済事情で多くあり、また通常の出荷でも 25% くらい排出物が出る。廃棄すると腐敗臭がすごく、問題となっている。メタン発酵が可能なら十分な量の供給が可能である。

生ゴミは広域（1 市 7 町）燃焼処理している。木質系は資源量調査した段階。土幌からの澱粉滓、芽室ノビートパルプなどから未利用の資源が出る可能性が高い。

帯広市では、一般廃棄物は地域の責任なので資料は纏めている。産業系の廃棄物は水面下で動いているので、統計は正確に取れていない。畜産、農業、一般などの廃棄物は、1 市、4 町、2 村共同で調査した。

芽室町では、平成 15 年度牛糞尿を堆肥化する道営工場が完成し、年間 3 万トンの牛糞尿を処理し、1.5 万トンの堆肥を製造する。建設費は 18 億円で、農協と町がそれぞれ 1 億円（5%）を負担した。一部の酪農家は農家に牛糞を提供し、麦稈を敷料として受け取っているが、それ以外の牛糞尿は農協が受け入れ、年間 1,150 トンの野菜屑などを混合して堆肥原料としている。フリーストールの水分の多い糞尿は受け入れない。通常、畑 10a 当たり 2~3 トンの堆肥が必要とされているが、町内 2 万 ha の畑のうち 750ha 分の堆肥が生産される予定。町内の糞尿は年間 15,000 トンなので、堆肥工場の能力には充分余裕があり、今後その他の野菜屑や町外の肉牛のバーク糞尿も受け入れ、堆肥化する計画である。堆肥は 2000 円 / t で売却するが、総計 3000 万円の売り上げに対して、年間操業費が 7000 万円と見積られており、毎年 4000 万円の負担金が必要である。今のところ、年間 1500 万円 2 年間の補助を決めているが、その他についてはまだ計画が立っていない。

十勝地域は、今後有機性廃棄物からエネルギーを回収する新たな産業を計画するに当たって有望な地域の一つであり、廃棄物の現状、回収エネルギーの試算、経済評価などについて、第 7 章に記述する。

3.6. 伊達市

伊達市の経済環境部衛生課を訪問し、伊達市の有機性廃棄物の現状、処理、再利用の取り組みなどについて調査した。

3.6.1. 伊達市の産業

伊達市は農業、畜産業、漁業などの一次産業が盛んに行われている。表 3.6.1、3.

6.2、3.6.3.に伊達市の農業、畜産業、漁業の統計資料をまとめた。また図3.6.1.は伊達市の農産物収穫量を図示したものである。

表3.6.1.伊達市の農産物統計（単位：トン）

区分	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年
水稻	1,370	1,340	1,250	1,510	1,220	1,080
小麦	1,890	1,670	1,170	452	1,670	2,230
馬鈴薯	4,040	4,380	3,905	3,600	4,480	4,900
青刈とうもろこし	14,900	14,300	13,400	17,500	9,060	10,200
だいこん	4,510	4,820	4,200	3,330	3,220	2,490
はくさい	5,380	5,760	5,333	4,360	4,270	4,240
キャベツ	7,760	7,610	6,289	6,350	7,080	6,300
ねぎ	5,320	4,850	4,570	4,350	3,960	3,510
トマト	1,690	1,740	1,574	1,870	1,710	1,780
かぼちゃ	1,940	1,620	1,470	1,620	1,580	1,610
とうもろこし	2,690	1,990	1,767	2,020	2,240	2,020
てんさい	15,400	18,000	13,100	13,600	19,200	20,400
牧草	61,600	63,500	58,500	65,700	52,600	57,900

資料：農林水産省函館統計事務所

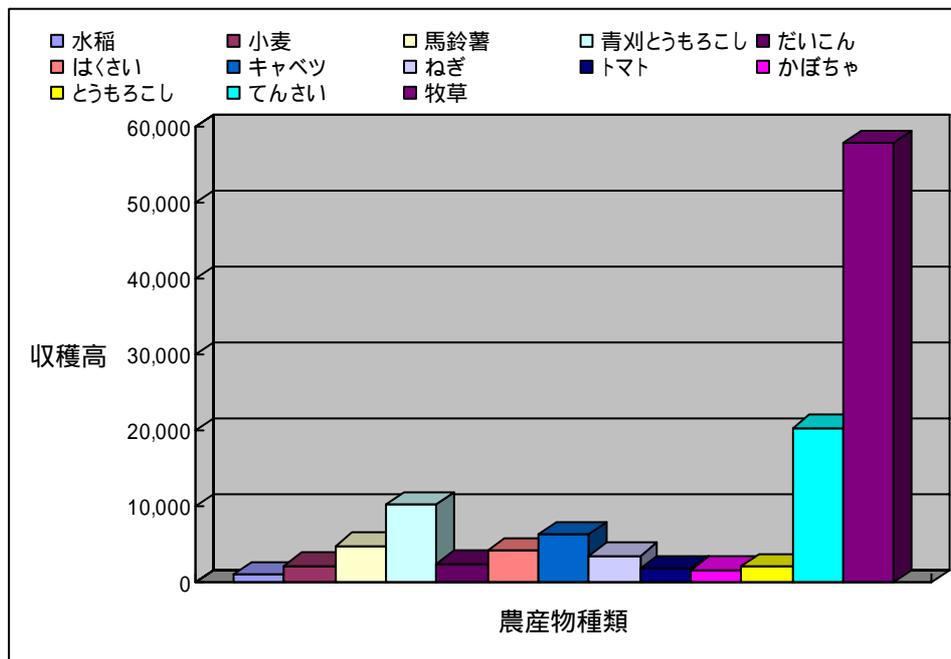


図3.6.1. H14 伊達市の農産物種別収穫量（トン）

表 3 . 6 . 2 . 伊達市の家畜統計（頭数）

区分	平成 9 年	平成 10 年	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年
乳用牛	2,751	2,613	2,498	2,419		
肉用牛	1,068	1,357	1,333	1,311		
豚	2,260	2,210	2,420	2,370		
採卵鶏系	2,000	1,700	1,100	900		

資料：農業基本調査・農林業センサス

表 3 . 6 . 3 . 伊達市の漁業統計（単位：数量トン、金額万円）

種類	平成 12 年		平成 13 年		平成 14 年		価格 円/kg
	数量	金額	数量	金額	数量	金額	
さけ	456	18,469	705	14,471	314	10,422	332
ます	13	1,062	7	783	8	599	749
ひらめ	5	956	3	1,027	6	1,057	1,762
かれい	154	6,225	210	7,972	138	5,867	425
他魚類	229	4,210	236	4,810	540	5,276	98
小計	857	30,922	1,161	29,063	1,006	23,221	231
いか	1	33	1	27	0	8	-
たこ	4	298	6	371	17	772	454
なまこ	6	2,397	33	2,217	53	3,352	632
毛がに	8	1,177	8	1,161	6	1,030	1,717
うに	9	1,836	7	1,316	4	985	2,463
その他	11	158	8	373	2	35	175
小計	39	5,899	63	5,465	82	6,182	754
ホタテ成	4,320	68,481	3,771	62,713	5,311	61,055	115
ホタテ稚	917	20,996	768	18,635	1,115	20,432	183
他貝類	4	289	506	492	9	494	549
小計	5,241	89,766	5,045	81,840	6,435	81,981	127
	20	542	10	478	8	293	366
合計	6,157	127,129	6,279	116,846	7,531	111,677	148

資料：伊達市経済環境部商工水産部

3 . 6 . 2 . 廃棄物の処理

これらから排出される廃棄物うち農産系に関しては、例えば農協に出荷した野菜の売れ残りは、出荷した農家が持ち帰り、畑に鋤き込み農地に還元している。また生産時畑で生じる野菜屑も同様である。伊達市の農家では、今のところ廃棄物処理に問題があるとの話は出ていない。

水産物の加工による内臓等の廃棄物は、産業廃棄物の処理業者に出している。産廃業者は焼却せず、管理型で埋立処分している模様。水産系から貝殻に付着するフジツボ、イガイ、海藻等の雑物が大量に排出される。これと家畜糞尿、事業系生ごみなどは堆肥化している。

伊達市堆肥センターが本年 1 月末に完成し、試験操業中であるが、4 月から本操業に入る。

事業費は6億4千万円で約3億円は国庫補助金である。堆肥化原料は、家畜糞尿（引き取り処理料金：畜糞400円/t、豚糞1,000円/t、採卵鶏糞1,000円/t、ブロイラー鶏糞1,500円/t）、内臓以外の水産系雑物（処理料金：1,000円/t、内臓も含めて堆肥にすると、農家が使用に抵抗があった）、事業系生ごみ（処理料金：5,000円/t、焼却処理費と同等）、パークである。収集は市内全域を対象に運搬業者に一律料金（1,500円/t）で委託している。処理能力は23,000t/年で、堆肥生産量は12,000t/年で4種類（畜糞、ブロイラー、生ごみ、水産系雑物）に分けて生産している。製品（1,000円/t）は農家が引き取る。主用施設は一次発酵棟（2,641m²、プロアー、エアレーション設備、発酵期間2,914：21日）、二次棟（m²、1,799m²、発酵期間：64日）、堆積場（1,577m²、完熟期間：2ヶ月）発酵させる。発酵棟での攪拌は、ショベルローダー3台で切り返す。従業員は所長を含め5名である。堆肥工場は、写真3.6.1.に示したように、発酵中の堆肥の発熱で水蒸気が立ち込めていた。



写真3.6.1.伊達市堆肥工場操業風景



写真 3 . 6 . 2 . 伊達堆肥工場原料別堆肥製品

3 . 7 . 豊浦町

3 . 7 . 1 . 豊浦町の概要

豊浦町の企画調整課、農政水産課、林政商工課、民生課を訪問し、調査を行った。事業系及び家庭系生ごみは、室蘭市での広域処理に加盟している。生ごみのガス化・発電には、10億円が必要とされ、金額の問題で取り組めない。

乳牛、肉牛、豚等の糞尿処理は、いずれも個別完結型(国のリース事業)の堆肥化である。堆肥センターの話もあったが、手間取っているうちに法の施行に間に合わなくなった。平成11年頃からダチョウの飼育を開始した(現在約250頭)。肉はステーキやルイベとして、近くのレストランのメニューに載っている。

稲わらや豆がらは、畜産農家の堆肥と交換している。その他農産物の残渣(規格外や農協での未出荷物)は畑への鋤き込み循環している。農産物の加工場はなく、食品加工による廃棄物はない。特産品の苺は、平成15年11月に「いちご生産団地」が完成し通年の出荷を開始した。冬場(11月~4月)はハウスの暖房用に20kl/10~15日(160kl/年)の灯油を使用しており負担も大きい。

ホタテの養殖が盛んであり、貝殻に付着するフジツボ、イガイ、海藻等が廃棄物として4000t/年程度発生する。昨年、付着物の堆肥化計画(2,500t/年,設備(町営)/運営・管理(漁協)、製品は帯広)を開始したがうまく動いていない。水産物は生鮮物としての出荷がほとんどで、加工による廃棄物(うる等)はない。

3.7.2. 豊浦町の統計

表3.7.1. 豊浦町人口推移

年度	人口(人)	世帯数	1世帯当たりの人口	備考
昭和50年	6,769	1,961	3.45	国勢調査
昭和55年	6,424	2,007	3.20	国勢調査
昭和60年	6,112	1,977	3.09	国勢調査
平成2年	5,790	1,929	3.00	国勢調査
平成7年	5,809	2,390	2.43	住民基本台帳
平成8年	5,662	2,362	2.40	住民基本台帳
平成9年	5,519	2,414	2.29	住民基本台帳
平成10年	5,275	2,300	2.29	住民基本台帳
平成11年	5,186	2,284	2.27	住民基本台帳
平成12年	5,130	2,290	2.24	住民基本台帳

表3.7.2. 豊浦町の気象海洋

	気温()			湿度	降水量	最深積雪
	平均	最高極	最低極	(%)	(mm)	(cm)
平成7年	7.8	27.9	-16.0		1,320.0	88.0
平成9年	7.7	28.4	-15.0	74	1,183.0	79.0
平成10年	7.6	26.7	-17.4	79	1,358.0	79.0
平成11年	8.0	29.9	-16.6	80	1,236.0	93.0
平成12年	7.9	29.2	-17.4	79	1,363.0	96.0
平成13年	6.9	22.2	-10.8	75	1,066.0	88.0
平成14年	7.6	28.1	-14.9	77	1,098.0	55.0
1月	-2.8	7.4	-14.9	72	93.0	58.0
2月	-2.0	6.8	-14.3	73	22.0	57.0
3月	1.4	11.1	-8.5	69	60.0	53.0
4月	7.3	15.8	-1.7	78	97.0	-
5月	11.2	20.9	-1.2	76	126.0	-
6月	13.9	25.3	5.1	86	60.0	-
7月	18.6	27.2	12.4	93	159.0	-
8月	19.0	28.1	10.8	91	299.0	-
9月	16.0	26.6	5.5	79	116.0	-
10月	10.9	23.6	-0.8	72	112.0	-
11月	1.9	13.0	-6.5	69	116.0	7.0
12月	-4.2	9.6	-14.0	66	60.0	88.0

室蘭地方気象台大岸観測所

表3.7.3. 豊浦町の森林の現況

	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年
国有林	112	112	112	112	112	112
道有林	4,791	4,791	4,791	4,791	4,791	4,791
市町村有林	1,285	1,285	1,301	1,301	1,320	1,320
民有林	11,514	11,514	11,457	11,465	11,440	11,471
計	17,702	17,702	17,661	17,669	17,663	17,694

資料：胆振支庁

豊浦町の主要農作物は馬鈴薯とてんさいで、また苺生産のグリーンハウス団地があり、苺の生産量も多い。また畜産の生産額の約半分近くが、養豚業によって占められ、苺と豚が代表的な産業となっている（表3.7.4、3.7.5、3.7.6。）

表3.7.4. 豊浦町の主要農作物収穫（単位トン）

区分	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年
水稻	419	357	341	410	353	281
馬鈴薯	2,670	2,790	2,640	2,390	2,620	2,400
小豆	103	121	110	153	124	154
アスパカス	11	7	7	8	4	5
いちご	152	210	156	195	171	160
とうもろこし	459	360	320	400	410	506
てんさい	3,680	4,000	2,270	2,620	3,610	3,280

資料：農業統計市町村別北海道農林水産統計年報

表3.7.5. 豊浦町の農畜産業生産額（単位：百万円）

	種類	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年
耕種	米	96	86	77	82	68
	雑穀類	57	57	59	66	54
	いも類	75	92	100	93	121
	野菜	347	344	309	360	362
	工芸作物	114	117	55	39	61
	その他	52	65	52	36	24
	小計	741	761	652	676	690
畜産	乳用牛	427	397	393	400	380
	肉用牛	144	135	145	166	154
	豚	410	390	307	513	534
	その他	139	135	106	101	138
	小計	1,120	1,057	951	1,180	1,206
総計		1,861	1,818	1,603	1,856	1,896

表3.7.6. 豊浦町の家畜飼育頭数

区分	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年
乳用牛	1,090	1,100	1,070	1,060	1,060	1,060
肉用牛	1,210	1,030	920	1,020	1,390	1,350
豚	7,000	6,500	5,500	10,300	10,500	9,730

資料：農業統計市町村別北海道農林水産統計年報

表 3 . 7 . 7 . 豊浦町の有機性廃棄物の発生量

		原単位		飼養数等	発生量 (t)	年度
動物のふん尿	乳用牛	42.4	kg/頭・日	1,060	16,405	H14
	肉用牛	25.3	kg/頭・日	1,350	12,467	H14
	豚	6.3	kg/頭・日	9,730	22,374	H14
	ふん尿計				51,245	
動植物性残渣	貝殻	46.6	%	9,043	4,214	H13
	ほたてウロ	9.4	%	9,043	850	H13
	いかゴロ	12.4	%	2	0	H13
	魚類残渣	20.2	%	1,023	207	H13
	小計				5,271	
生ごみ	家庭系	118.9	kg/年・人	5,130	610	H12 人口
	事業系	184.9	kg/年・就業者	2,430	449	H12 就業者数
	生ごみ計				1,059	
合計					56,574	

魚類の廃棄物は「北海道水産統計表 平成13年」より推計
 ・原単位は「北海道バイオガスエネルギー利用ガイド」(NEDO北海道支部)のデータ

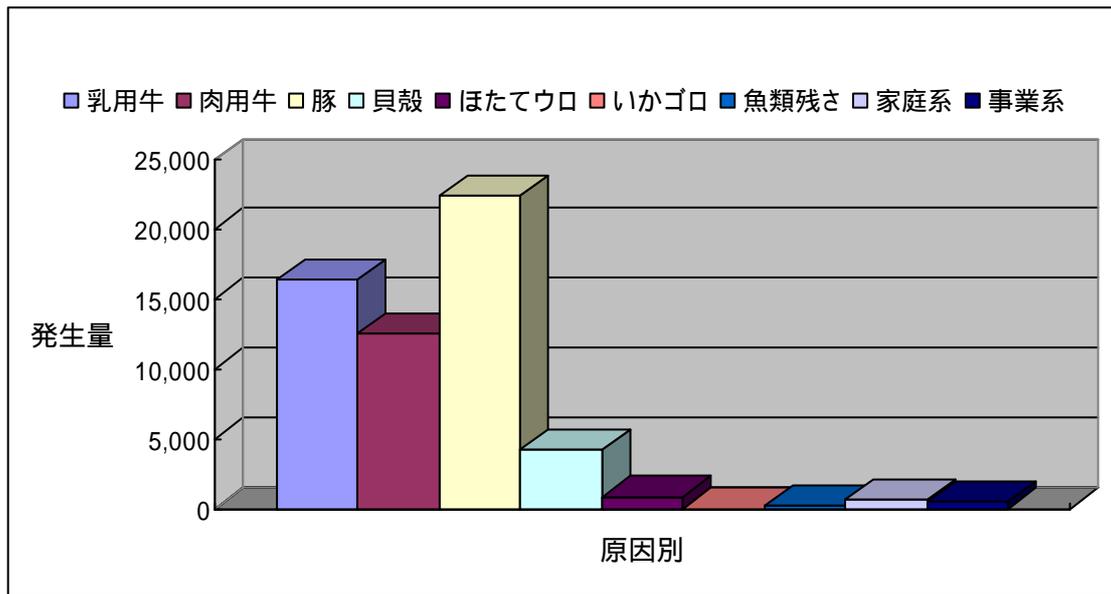


図 3 . 7 . 1 . 豊浦町有機性廃棄物発生量 (トン)

豊浦町の大きな農産業として大量のビニールハウスを建設した苺団地があり、また豚の飼育数も多い。両者の協力でバイオガスとビニールハウス加温の可能性が考えられた。



写真 3 . 7 . 1 . 豊浦莓団地ビニールハウス内部

3 . 8 . 岩内地域

3 . 8 . 1 . 岩内地域の概要

自然的条件

岩内地域は北海道の南西部に位置し、西部は日本海に面し、北部から東部にかけては積丹半島の山々が、南部はニセコ山系が連なっている。地域の気象は、裏日本型気候に属し、一般的に春から夏にかけては温暖で晴天に恵まれる日が多いが、冬は北西の季節風を正面から受け、沿岸地帯は風雪が強く海は波浪が激しくなる。沿岸部を除いて降雪量も比較的多い(表 3 . 8 . 1 . 及び図 3 . 8 . 1 . 、図 3 . 8 . 2 .)。農耕期の温暖な気候と堀株川の下流域に広がる肥沃な岩内平野等、自然環境に恵まれている。

表 3 . 8 . 1 . 岩内地域の気象概要

	岩 内				共 和			
	気温 ()			降水量 (mm)	降雪量 (mm)	気温 ()		降水量 (mm)
	平均	最高極	最低極			平均		
平成 10 年	8.1	31.8	-16.0	766.5	393.7			
平成 11 年	9.2	33.0	-11.2	714.6	190.9			
平成 12 年	9.6	35.0	-12.2	873.6	405.3	8.7	97.2	
月別平均気温				月別平均気温				
1 月	2.3	6.0	-12.2	20.6	98.6	-3.1	82.0	
2 月	-2.2	3.6	-10.0	0.0	115.0	-4.1	79.5	
3 月	-0.1	10.0	-7.5	24.3	34.6	-0.4	64.6	
4 月	7.3	15.0	-2.3	73.1	7.0	5.7	68.3	
5 月	13.0	22.0	3.0	55.5	0.0	13.6	60.7	
6 月	15.0	22.5	8.0	67.5	0.0	16.0	68.3	
7 月	22.2	35.0	15.4	112.0	0.0	22.1	159.6	
8 月	23.5	34.0	16.0	164.0	0.0	23.5	179.5	
9 月	18.9	29.0	9.0	185.5	0.0	18.4	180.7	
10 月	12.1	22.5	3.5	101.1	0.0	11.0	68.7	
11 月	4.5	17.0	-4.5	44.0	35.8	3.6	63.6	
12 月	-1.4	0.9	-3.7	26.0	114.3	-2.4	90.8	

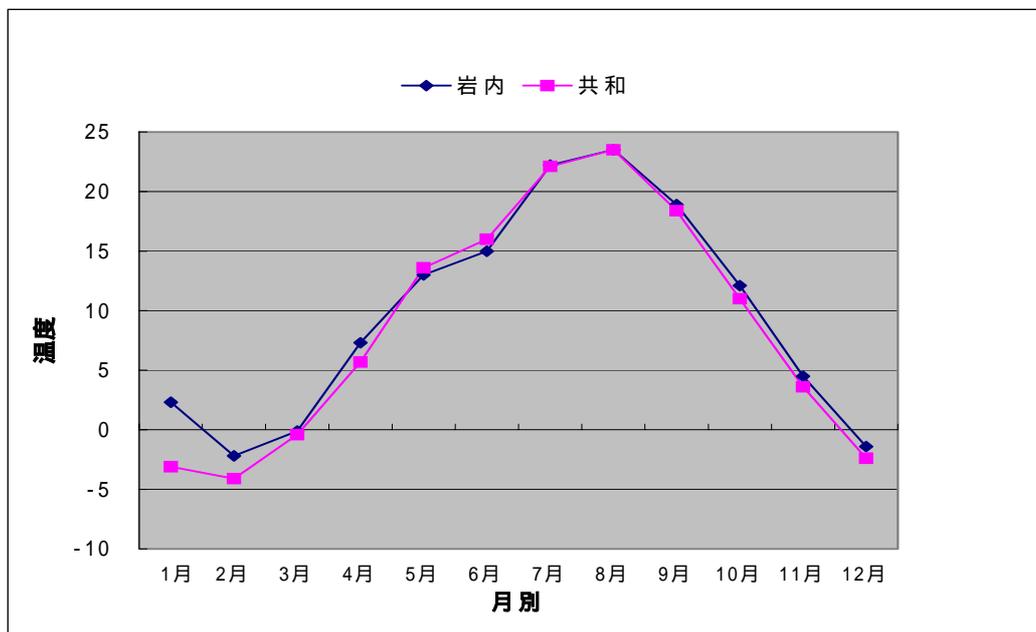


図 3 . 8 . 1 . 岩内地域の月別気温：平成 12 年度

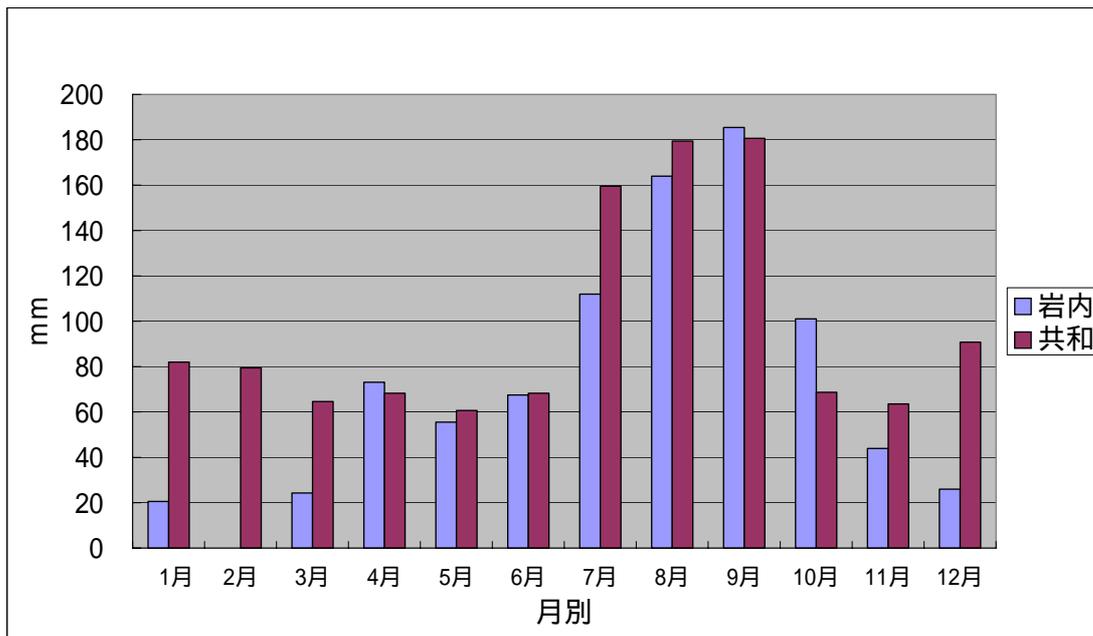


図 3.8.2. 月別降水量

社会的条件

表 3.8.2. に岩内町、共和村の人口と世帯数の推移を示したが、この数値から一般ごみの排出量が算出できる。

表 3.8.2. 人口、世帯数の推移

年度	岩内町			共和町			計		
	人口 (人)	世帯数 (世帯)	1世帯当 人口	人口 (人)	世帯数 (世帯)	1世帯当 人口	人口 (人)	世帯数 (世帯)	1世帯当 人口
昭和50年	25,823	7,219	3.58	8,304	2,173	3.82	34,127	9,392	7.40
昭和60年	20,892	7,232	2.89	8,282	2,860	2.90	29,174	10,092	5.78
平成2年	19,372	7,201	2.69	7,691	2,572	2.99	27,063	9,773	5.68
平成7年	17,895	7,069	2.53	7,430	2,696	2.76	25,325	9,765	5.29
平成12年	16,726	6,969	2.40	7,249	2,752	2.63	23,975	9,721	5.03
平成15年				7,224	2,838				

資料：国勢調査

この地域の産業構造を産業別就業者の割合で図 3.8.3. に示した。

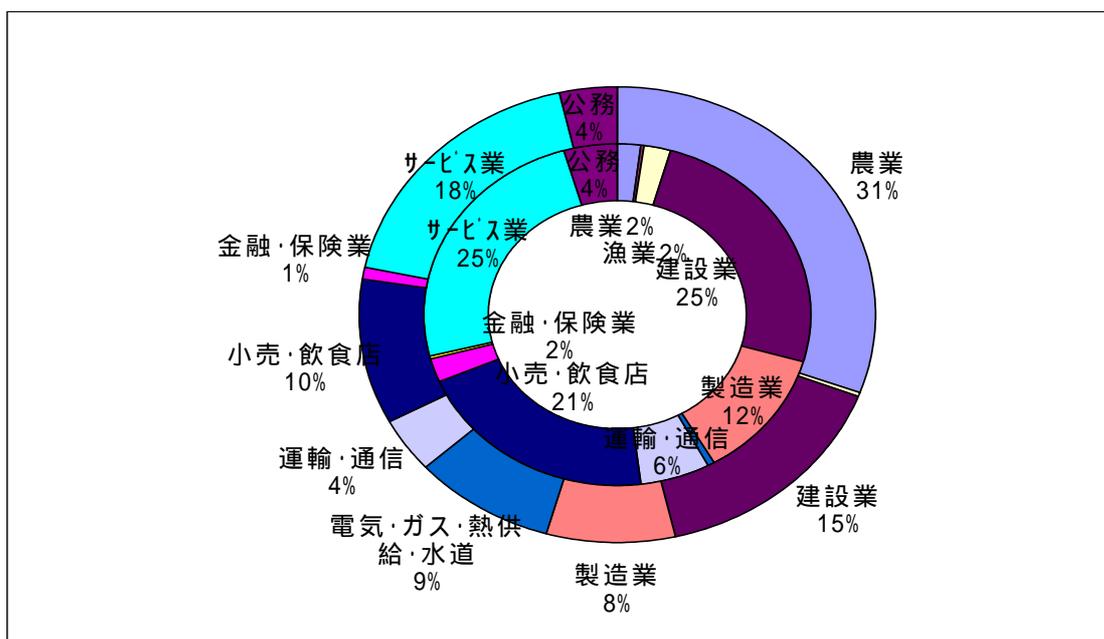


図3.8.3. 産業別就業者数

図3.8.3.の内側が岩内町、外側が共和町の就業者割合である。平成12年度の就業者割合を見ると、岩内町は建設業とサービス業がそれぞれ25%を占め、次いで卸売・小売・飲食店が21%、製造業が12%の順で、農業と漁業を含めた第1次産業はわずか4%程度である。反面、共和町は農業の比率が31%と高く、次いでサービス業が18%、建設業が15%、卸売・小売・飲食店が10%、製造業が8%の順となっている。就業者の推移を見ると、第1次産業は年々減少傾向を示し、第3次産業が増加の傾向にある(図3.8.3.)

表3.8.3. 主要農作物収穫量(共和町)

区分	平成2年	平成7年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年
水稻	11,400	1,100	10,600	9,510	9,410	9,420	9,070	8,450	6,430
小麦	1,750	539	725	810	722	553	536	10	1,280
馬鈴薯	13,000	10,700	10,400	10,900	10,300	11,100	12,800	12,300	12,100
小豆	432	185	188	192	168	148	190	187	209
アスパラガス	190	137	142	149	138	134	104	88	82
かぼちゃ	1,900	1,200	1,080	1,080	1,030	1,090	1,130	917	760
とうもろこし	2,220	1,920	2,280	2,190	1,940	2,070	2,090	1,770	1,960
てんさい	10,700	5,340	4,160	5,160	3,650	3,750	3,180	2,710	3,270
スイカ	9,720	8,350	9,310	9,360	9,800	9,580	10,500	9,070	8,290
メロン	5,520	6,340	6,410	6,710	6,510	6,450	6,480	6,000	6,170
牧草	11,700	9,760	9,610	9,290	8,490	7,570	7,590	7,790	6,160

また岩内の漁業生産高を魚種ごとに、表3.8.4.に示した。

表3.8.4. 漁業生産高 (単位:トン)

	区分	平成10年	平成11年	平成12年
魚類	さけ	369	449	665
	ます	61	34	28
	すけとうだら	665	875	603
	ひらめ	53	93	61
	かれい	245	237	229
	ほっけ	1,212	1,220	857
	その他魚類			276
	小計			2,719
水産動物	いか	1,329	1,547	1,304
	たこ	89	59	41
	なまこ	10	10	6
	うに	6	4	4
	えび	30	47	50
貝類	ホタテ貝	33	23	20
	その他貝類	26	21	23
海藻		6	5	8

資料:北海道水産統計合計

農業は共和町の基幹産業として発展してきた。ことに北海道の中核食糧基地として、高品質米の生産をはじめ、スイカ、メロン、スイートコーンが特産品となっている。

農業系廃棄物を理解するために、農作物の種類別収穫量を表3.8.3.に示した。

岩内、共和地区の家畜飼育頭数については、最新の統計数値は得られなかった。聞き取りの結果は、乳用牛80頭、肉用牛5頭、豚1000頭、採卵鶏30000羽程度で量的には少ない。なお、後継者難で個人経営のものは、廃業が続いているとのこと。

有機性廃棄物

一般廃棄物は岩内町、共和町に泊村、神恵内村を加えた地区で広域処理を行っている、平成14年度のごみ処理のデータによると、排出量は岩内町が8,245t/年(1,338g/日・人)で、共和町が2,543t/年(970g/日・人)である(表3.8.5.)。岩内地域の有機性廃棄物排出量をまとめて表3.8.6.に示した。

表3.8.5. ごみ処理

	処理人口		年間処理量	
	(人)	総数	焼却処理	埋立・その他
共和町	7,178	2,543	1,879	664
岩内町	16,878	8,245	6,130	2,115
泊村	21,202	1,025	745	280
神恵内村	1,225	731	544	187
総数	27,383	12,544	9,298	3,246

表 3 . 8 . 6 . 岩内地域の有機性廃棄物排出量

		原単位	飼養数等	発生量 (t)
動物のふん尿	乳用牛	42.4kg/頭・日	80	1,238
	肉用牛	25.3kg/頭・日	5	46
	豚	6.3kg/頭・日	1000	2,300
	採卵鶏	0.12kg/羽・日	30000	1,314
	ふん尿計			4,898
動植物性残渣	貝殻	46.6%	20	9
	ほたてウロ	9.4%	20	2
	いかゴロ	12.4%	1,304	162
	魚類残渣	20.2%	2,719	549
	小計			722
生ごみ	共和町	40%	2,543	1,017
	岩内町	40%	8,245	3,298
	生ごみ計			4,315
合 計				9,935

原単位は「北海道バイオガスエネルギー利用ガイド」(NEDO北海道支部)のデータを使用魚類の廃棄物は「北海道水産統計表 平成13年」より推計

岩内地域では共和村、総務課、企画振興課、産業課を訪問し、農畜産分野の現況を調査し、岩内町では企画経済部を訪問し、主として漁業関係の調査を行った。

稲の作付面積は 1,600ha である。稲わらは自走式コンバインで収穫時刈取りと同時に 7~8cm に切断して田んぼに落とし、そのまま鋤き込む方式で処理しているが、堆肥化は出来ない状態のため、水田の土壌は窒素過多となる傾向にある。

果物の生産も盛んで、作付面積はメロン(260ha)、すいか(240ha)などである。収穫後のつるは圃場から排出し、別のハウスに鋤き込む。収穫物の出荷は選果場の選果装置で検査(糖度、網目)され、良品以外にはペナルティーが課せられる制度となっている事から、不良品は持込まずに畑に還元している。600m²の広さの栽培用ハウスが 1500 棟あるが、化学肥料では土壌が痩せるため、2t/10aの堆肥を入れる必要がある。

スイートコーン(180ha)は収穫後、茎をチョッパーとして畑に還元している。馬鈴薯(360ha)は収穫後、茎は枯らしてそのまま畑で処理する。アスパラガスは農作業がきつく(収穫期は毎日早朝と日中の二回収穫)作付面積は減少している。肥料は普通の畑の3倍必要とする。

農産物は青果での出荷がほとんどで、食品加工による廃棄物はない。共和町の畑作は輪作体系であり、有機質肥料を 20,000~25,000t/年使用する事から、平成7年から間伐材を利用したバーク堆肥の製造を開始している。地元の廃棄物で堆肥が製造できるので、有用である。堆肥化の経費の効率化が望まれる。

畜産では、乳牛(1法人と1個人 80頭)、肉牛(数頭)、豚等(1法人 1,000頭)、採卵鶏(2個人 30,000羽)などである。乳牛の個人経営者は後継者がいないため廃業とのこと。

堆肥化については、豚の糞尿処理で1例がある（事業費3400万円の半分は補助金）。

生ごみは、広域処理で焼却後、埋立処分しているが、近い将来は有料化を考えざるを得ない状況になってきている。

岩内町では、水産加工場から2,000t/年程度の廃棄物が出る。処理は例えば稚内へ送った例もあり、費用は地域・距離によって20,000円/tにもなった。岩内町内にも処理業者があり、7,000~8,000円/tで引き取ってくれるため、町内全体としての逼迫感は薄い。ミール工場の残滓は、即効性の肥料（ボカシ）として有効利用されている。

ニシンの白子から抽出されるプロタミンは、食品の防腐剤として数10万円/kg取引されていたが、食品添加物の規制で使用を禁止された。

身欠きニシンは2,400~2,500t/年生産されるが、骨等のザッパ（廃棄物）は少ないが、産業廃棄物業者が6,000~7,000円/tの処理費（運賃）で引き取ってくれる。処理の内容は不明であるが、たぶん埋め立てなどで、処理しているらしい。魚かすは1,500円/30kgでさばけることから、小樽の業者と競争状況にある。留萌は地区内で処理できないことから、冷凍して紋別市や稚内市に運んでいる。ザッパ処理が出来ないと加工品の生産量は上がらない。イカゴロは函館に専門の処理業者に10,000~20,000円/tで渡している。臭いは減っているが処理費の負担は大きい。岩内特産の「たらこ」は、1,000トンの生産に対し、スケトウダラ10,000~50,000トンを使用する。岩内産のスケトウダラは1割程度で、残りは檜山辺りの生子を使用している。



写真3.8.1. 岩内のみがきニシン加工工場



写真 3 . 8 . 2 . 岩内のみがきニシン加工残渣

3 . 9 . 別海町

別海町では、別海町産業振興部農政課および根室北部廃棄物処理公益組合を訪問し、聞き取り調査を行った。

3 . 9 . 1 . 廃棄物処理の基本方針

メタン発酵

平成 16 年 11 月には家畜法が実施され、罰則もあるので対応策をいろいろと計画している。平成 14 年から取り組み、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (N E D O) の全額補助を受け、別海町新エネルギービジョンに関する調査を行い、ついでビジョンを策定した。その一環として、開発局の指導で中西別の酪農家 10 戸でバイオ研究会を立ち上げた。研究会では 1 千頭規模の牛糞尿を処理するバイオガスプラントの構想を作った。

このプラントは 10 戸の酪農家で自主運営する計画で、この為研修用の小型プランを実現すべく努力している。

堆肥化

水産系の廃棄物を堆肥化するための工場が平成 15 年度に完成した。現在試験操業中で、平成 16 年度末までには、最適条件、操作法などを完成させる計画である。現在の搬入予測は年間 9 千トンであるが、工場の処理能力は余裕を持たせて、年間 1 万 1 千トンで設計した。廃棄物の搬入は、当面開発局が担当し、堆肥の搬出は利用する農家が担当する計画である。

また一般家庭生ごみを堆肥にする計画は、羅臼町で検討されており、また網走でも検討しているが、畑が少ない為用途が見つかっていない。

産業系の生ごみは、法規制で焼却できないので堆肥化を検討する必要がある。

焼却

一般家庭の生ごみは別海、中標津、標津、羅臼などの4町共同でダイオキシンの出ない焼却炉を建設中で、平成16年9月から稼動する計画で進めている。焼却量は1日62トン計画しており、余剰熱は暖房、給湯、ロードヒーティングなどに利用されるものと予測している。

国の推薦は、発電も可能な1日100トン規模であるが、量の確保の見通しが出来ていない。釧路では1日240トンの広域処理を計画しており、根室では一日80トン計画している。

法規制で、排出物の処理を余儀なくされ、現在可能なプロセスで対応しているが、いずれも多額な建設費、操業費の支出を余儀なくされているが、より効率的な技術の出現が望まれている。

3.9.2. 別海町の統計資料

表3.9.1. に別海村の家畜飼育状況、3.9.2. に農作物の収穫量、表3.9.3. に漁獲量を北海道全体と比較して示した。

表3.9.1. 家畜飼養事業体数・頭羽数

		北海道	別海町
事業体数	乳用牛	9,685	997
	肉用牛	3,430	124
	農用馬	1,279	39
	軽種馬	1,303	26
	豚	452	1
	採卵鶏	180	1
	飼養頭羽数	乳用牛	880,868
肉用牛		261,248	7,321
農用馬		8,577	552
軽種馬		16,205	73
豚		232,455	×
採卵鶏		7,865	×

表3.9.2. 農作物作収穫量 (トン)

	北海道	別海町
水稲	579,800	-
小麦	506,000	-
大豆	41,500	-
小豆	54,200	-
いんげん豆	32,600	-
馬鈴薯	2,349,000	×
たまねぎ	698,800	-
かぼちゃ	93,000	-
てんさい	4,098,000	-
青刈りとうもろこし	1,908,000	10,800
牧草	19,419,000	2,281,000

表 3 . 9 . 3 . 主要魚種別漁獲量 (トン)

漁 獲 量	総数	1,411,106	40,091
	魚類	810,835	16,754
	いわし	7,664	-
	さけ	173,691	15,333
	すけとうだら	219,401	0
	ほっけ	159,698	0
	さんま	126,904	6
	水産動物	146,956	295
	いか	113,967	-
	貝類	429,944	23,041
	ほたて貝	415,500	22,219
	海藻類	23,367	-
	こんぶ	23,160	-

3 . 1 0 . 宗谷支庁

3 . 1 0 . 1 . 自然的条件

宗谷支庁管内は、北海道の最北に位置し、東部はオホーツク海、西部は日本海、南部は上川・留萌および網走地方に接し、北部はサハリンを望む宗谷海峡に面している。さらに日本海には利尻・礼文島がある。

総面積は4,050.64km²で全道総面積の約5%を占め、東京都のほぼ2倍、長崎県の面積に匹敵しており、東西148km、南北100kmに及んでいる。

管内は、南北にまたがる低山性の北見山脈が支庁のオホーツク海にのび、東部は平坦な臨海地であり、西部は広大なサロベツ原野を経て日本海に接し、南部は徳志別・幌別・頓別の各河川の流域が平野を形成している。サロベツ原野をはじめ管内の河川沿いの低地には泥炭土が分布し、台地には重粘土等が分布し、草地の開発・維持管理が難しい土壌となっている。

宗谷管内の気象は日本海とオホーツク海に面する海洋性気象地帯と、山岳地帯およびこれに展開する河川流域の内陸性気象に大別される。

日本海および宗谷海峡沿岸は、暖流である対馬海流の影響を受け、最北端でありながら比較的温暖である。ただし、夏においても最高気温が25 を上回るとはほとんどない。また、年間を通じて風が強く、冬には猛吹雪に見舞われることもある(図3 . 1 0 . 1 .)。

オホーツク海沿岸は冷涼な地域となっていて、夏期には霧が発生することもあり、冬期には流氷が接岸する。

内陸部は、夏期の気温が30 前後まであがる日もある反面、冬期の最低気温は氷点下30

程度になることもあり、寒暖の差が激しい地域となっている。



図3.10.1 稚内市の月別平均気温

3.10.2 社会的条件

人口、世帯数

宗谷支庁管内は1市8町1村からなり、国勢調査による人口は、昭和35年付近をピークに年々減少を続けている。平成12年度の総人口は80,767人で全道総人口の約1.4%を占めている。世帯当たりの人口も減少を続け核家族化が進行するとともに、65歳以上の年齢別割合が増加し少子高齢化が進んでいる(表3.10.1、図3.10.2)。

人口密度は約19.9人/km²で、全道平均の72.5人/km²よりかなり低くなっている。

表3.10.1 人口、世帯数、年齢別人口(国勢調査)

	人口	世帯数	世帯当 人口	年齢別人口			年齢別割合		
				0~14	15~64	64以上	0~14	15~64	64以上
昭和45年	119,024	30,534	3.9	34,396	77,759	6,869	28.9	65.3	5.8
昭和50年	110,950	31,802	3.5	29,063	73,812	8,069	26.2	66.5	7.3
昭和55年	105,737	33,734	3.1	24,985	71,589	9,157	23.6	67.7	8.7
昭和60年	100,797	32,967	3.1	21,895	68,428	10,474	21.7	67.9	10.4
平成2年	92,778	31,946	2.9	17,795	62,858	12,125	19.2	67.8	13.1
平成7年	86,378	32,362	2.7	14,222	57,951	14,205	16.5	67.1	16.4
平成12年	80,767	32,631	2.5	11,472	52,939	16,356	14.2	65.5	20.3

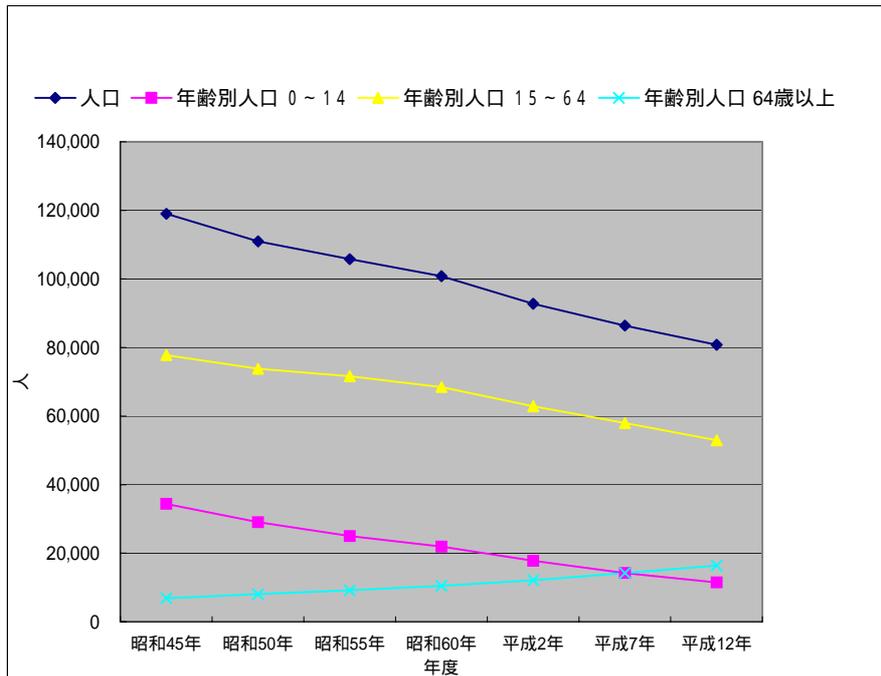


図3.10.2.人口の推移〔国勢調査〕

産業別就業者を表3.10.2.、図3.10.3.に示した。

表3.10.2.宗谷支庁の産業別就業者数の推移

	昭和45年	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成2年	平成7年	平成12年	%
1次産業	19,886	17,631	15,329	13,672	11,552	9,422	7,554	17.0
2次産業	13,664	12,806	13,186	12,846	11,943	12,307	11,215	25.2
3次産業	24,504	24,661	25,754	25,378	25,149	25,657	25,657	57.7
総数	58,084	55,150	54,279	51,909	48,648	47,740	44,485	100.0
農業	5,727	4,264	3,868	3,515	3,203	2,563	2,359	5.3
林業	1,454	1,168	1,008	875	635	458	266	0.6
漁業	12,685	12,199	10,453	9,282	7,714	6,401	4,929	11.1
鉱業	497	146	206	283	172	151	106	0.2
建設業	6,354	6,042	6,923	6,713	6,420	6,927	6,326	14.2
製造業	6,813	6,618	6,057	5,850	5,351	5,229	4,783	10.8
電気・ガス	226	209	191	202	183	188	189	0.4
運輸・通信	3,771	3,729	3,663	3,400	2,938	2,703	2,516	5.7
卸売・飲食	8,359	8,365	8,720	8,309	8,157	7,748	7,600	17.1
金融・保険	674	735	848	903	883	772	737	1.7
不動産	102	120	99	104	119	78	81	0.2
サービス	9,021	8,924	9,460	9,750	10,141	11,501	11,790	26.5
公務	2,351	2,579	2,773	2,710	2,728	2,899	2,744	6.2
分類不能	50	52	10	13	4	22	59	0.1

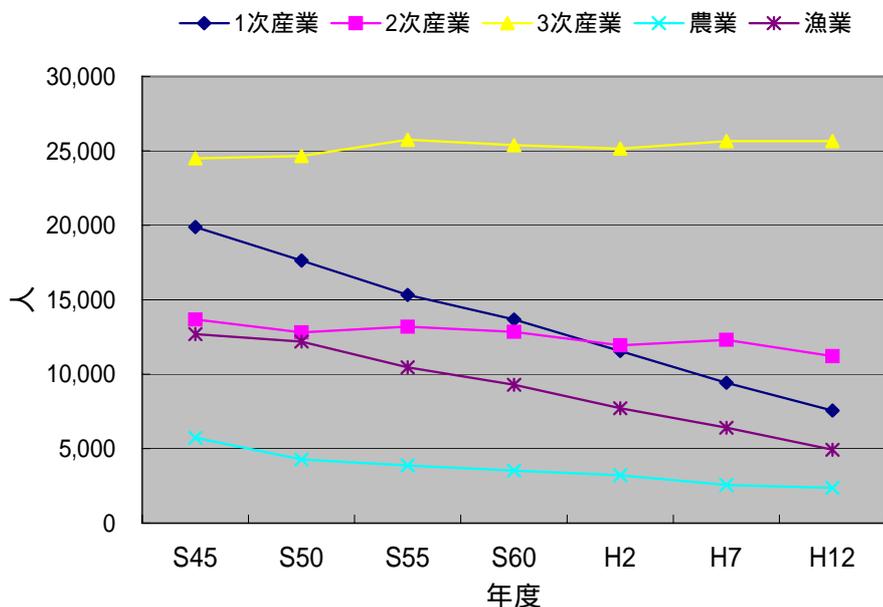


図3.10.3. 産業別就業者数

農業

管内の農業は昭和30年代の冷害などを転機に、それまでの畑作中心から酪農中心へと転換し、地域の気候風土に合った形態へと発展してきた。

農家戸数は年々減少傾向にあり平成14年では1,230戸となり10年間で約3割減少し、合わせて農家人口も減少している。

広大な耕地面積のうち、普通畑の割合は1%にも満たないことから、ほとんどは自家消費用に馬鈴薯や野菜を栽培している(表3.10.3.)。

表3.10.3. 農業粗生産 (単位:百万円)

区分		平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年
耕種	いも類	9	5	5	4	3
	野菜	20	14	9	8	7
	花卉	2	2	6	5	5
	その他	25	13	11	15	12
	小計	56	35	31	31	27
畜産	乳用牛	22,299	2,258	2,247	2,244	2,350
	肉用牛	150	158	162	125	133
	その他	5	7	5	4	3
	小計	2,384	2,423	2,414	2,373	2,486
総計	2,438	2,456	2,444	2,404	2,513	

資料: 農林水産省北海道農林水産統計年報

畜産業

表3.10.4. 家畜飼養頭数の推移

	乳用牛			乳用牛		
	飼養戸数	飼養頭数	戸当頭数	飼養戸数	飼養頭数	戸当頭数
平成10年	830	66200	79.8	90	11900	132.2
平成11年	800	65100	81.4	80	11600	145
平成12年	780	64000	82.1	70	10300	147.1
平成13年	760	62900	82.8	60	9420	157
平成14年	740	63100	85.3	60	9110	151.8

資料：農林水産省北海道農林水産統計年報

宗谷管内の農業産出額に占める畜産業の割合は約99%で、なかでも酪農業は全体の約94%を占める中心産業となっている。管内の乳牛飼養頭数は、昭和40～50年代に急速に増加し、平成5年にピークを迎えたが近年は減少傾向にあり、平成14年で約63,000頭（全動の7%）となっている。飼養戸数が減少していることから、個々の酪農家の大規模化が進んでいるといえる。

管内の肉用牛の飼養頭数は、近年減少傾向にあり、平成14年度は約1,190頭（約2%）となっている。1戸当たりの飼養頭数は増加傾向にある（表3.10.4.）。

水産業

宗谷管内の水産業は宗谷岬を境に日本海、オホーツク海を有する恵まれた立地条件を背景に管内の基幹産業と位置付けられている。昭和52年に200海里規制が施行されてからは大幅な変動が見られるが、平成7年以降は比較的安定した推移となっている。日本海側はこんぶ、うに、ほっけが主要魚種であるのに対し、オホーツク海側はホタテガイ、サケ、毛がにが主要魚種となっている。宗谷管内の魚種別漁獲高を表3.10.5.に示した。

表3.10.5. 魚種別漁獲高

区分		平成13年	
		数量（ト）	金額（万円）
魚類	にしん	1,318	271,403
	さけ	8,563	2,024,479
	たら	3,204	994,809
	すけとうだら	9,956	443,436
	ほっけ	67,872	2,413,943
	小計	112,754	8,334,105
水産動物	いか	5,565	10,046
	たこ	3,503	1,859,184
	毛がに	815	1,951,464
	うに	194	1,967,286
	小計	11,579	7,151,036
貝類	ホタテ成貝	108,687	14,690,663
	小計	108,986	14,819,692
海藻類		1,821	3,804,649
合計		235,140	34,109,481

資料：平成13年北海道水産現勢

3.10.3. 廃棄物

一般廃棄物

平成10年度における宗谷管内のごみの総排出量は約4.9万トンで、前年より1千トン減少している。1日1人当たりの排出量は1,610gで、前年度より69g減少した。しかし、管内の1日一人当たりの排出量は全道及び全国平均を大きく上回っている（表3.10.6.）。

表3.10.6. 宗谷支庁のごみ処理の状況（単位：千トン/年）

		宗谷管内			全道	全国
		平成8年度	平成9年度	平成10年度	平成9年度	平成9年度
総人口		86.5	82.4	84.1	5732	126136
ごみ排出量	収集ごみ量	38.1	37.1	36.5	2309	44872
	直接搬入ごみ量	13.9	12.3	12.3	622	5711
	小計	52	49.4	48.8	2931	50583
	自家処理量	1.3	1.1	0.7	26	617
	計（総排出量）	53.3	50.5	49.5	2957	51200
一人1日当たりの排出量（g）		1689	1679	1610	1414	1112
ごみ処理量	直接焼却量	16.1	33.2	33.8	1120	4335
	直接埋立量	34.8	33.2	33.8	1120	4335
	焼却以外の中間処理量	1.1	1.2	0.7	385	6806
	計	52	49.4	48.8	2931	50631

総人口は各年度の9月末住民基本台帳人口

一般廃棄物は各市町村が策定した処理計画に基づき、収集・運搬・処分されている。管内の広域ブロックである南宗谷ブロックでは、これまで焼却していた生ごみを堆肥化する基本計画をまとめ平成12年度から污泥再生処理センターの建設を進めている。

産業廃棄物

管内の産業廃棄物業者は、平成11年度末で93業者あり、年々増加の傾向にある。処理業者の実績は、収集運搬が約8万9千トン、中間処理量が約8万9千トン、最終処分が約3万8千トンとなっている。

動物のふん尿については、環境に負荷を与えない適正な処理が求められており、また、良質な土づくりのため農地に還元して有効利用を図ることが重要な課題となっている。このため環境に悪影響を及ぼさないふん尿の投入量の設定や、低コスト、省力的な処理技術の確立、酪農地帯と畑作地帯における堆肥流通の条件解明などの推進を図っている。

宗谷管内の漁業系産業廃棄物は、管内が全国でも有数なホタテの産地であり、毎年加工場からは約5万トンの貝殻が発生している、現在は保管が不適切であったりしている為、悪臭が発生するなどの問題が顕在化している。このことから、宗谷支庁では「宗谷管内ホタテ貝殻有

効利用協議会」を設置して、地域での再利用を目的とした試験事業を積極的に進めている（表 3.10.7.）。

表 3.10.7. 宗谷支庁の有機性廃棄物

	発生量			
	飼養数等 (頭・羽)	原単位 (kg/頭・日)	発生量 (t)	
乳用牛	63,100	42.4	976,536	H14 飼養数から推計
肉用牛	9,111	25.3	84,136	H14 飼養数から推計
鶏	2,500	0.12	110	H12 飼養数から推計
馬	34	27.9	346	H12 飼養数から推計
ふん尿計			1,061,127	
生ごみ	49,500	41.30%	20,444	H10 実績から推計
動植物性残渣			23,000	H12 調査から推計
生ごみ計			43,444	
合計			1,104,570	

原単位は「北海道バイオガスエネルギー利用ガイド」（NEDO北海道支部）のデータを使用

第4章 有機性廃棄物からのバイオマスエネルギー 回収技術—乾式メタン発酵を中心に

4.1. 概要

有機性廃棄物のうちバイオマス関連として、畜産廃棄物 農産系廃棄物 水産系廃棄物 林産系廃棄物 都市系有機廃棄物 食品産業系有機廃棄物 汚泥 などがあり、いずれも法の規制の下に管理、処理、再利用などが課せられており、堆肥化利用、燃焼処理、バイオガス採取、飼料への再利用、埋め立てなどが行われている。

しかし、有機性廃棄物は本質的に有用なエネルギー資源であり、これらのリサイクル利用及び処理が、本邦でも法的に義務付けられている。

北海道においても、国の方向に沿って、平成13年、北海道省エネルギー・新エネルギー促進条例を策定し、バイオマスも新エネルギーと位置付け、開発・導入に積極的に取り組むことになっている(文献1-7)。

有機性廃棄物のリサイクルは古くから個別に、また最近では地域ごとに、好気性発酵による堆肥化が実施されてきている。またバイオマスをエネルギー利用する一つのプロセスとして、木質系バイオマスを部分酸化によってガス化し、ガスエネルギーとして利用する方法が諸外国で実用化されており、本邦でも最近になって計画が出始めている。

エネルギー利用プロセスの有力なもう一つのプロセスは、嫌気性発酵によってメタンガスを主成分として生成するバイオガスを、燃料として利用する方法である。現在、法的規制の下で、農畜水産廃棄物、生ごみなどの処理、再利用などが義務付けられ、この為多大の費用を要している。このような背景から、エネルギー回収と利用を含めたより効率的、経済的な技術の開発と実証が要望されている。

北海道では現在21ヶ所のバイオガスプラントが稼働または試験中であるが、いずれも経済的な困難を抱えている。新たな技術の開発および改良の方法が可能か、調査検討することが重要と考えられる。

北海道バイオガス研究会では、バイオガスプラントからの消化液を、肥料として畑地に還元できないところでの湿式バイオガスプラントの操業継続は難しいと主張している(文献3-22)。比較的排水の少ない乾式バイオガス発酵の起源は、都市ごみの埋立地からの発酵メタンガスの回収にあり、この状態を人工的に、装置的に再現しようとしたものがコントロールされた乾式プラントによるメタン発酵と考えられる。以下に埋立地からのメタンガス回収に関する報告、乾式メタン発酵に対する内外の取り組みなどについて、調査した結果を整理、纏めた。

4.2. 都市ごみ埋立地からのバイオガス回収

自発的メタン発酵と呼ばれている都市ごみ埋立地からのメタンガスの発生は、乾式メタン発酵の可能性を示唆した。BelgiumのGent州立大学微生物生態研究室による乾式発酵研究報告(文献4-3、4-4)によると、都市系廃棄物の乾式メタン発酵には、都市ごみの埋立地からの自発的発生と、管理された反応槽による発生法の2つがあると述べている。ここ

で乾式の定義は、全固形分 (Total Solid -TS) が 20%以上の条件と定義している。また文献 4 - 2) の Cornell 大学の報告では、乾式発酵の定義は、水分が固形分に補足され、自由水が流出してこない状態の水分以下での発酵と定義している。

最初の埋立地からのバイオガス回収プラントは、1974 年、アメリカ、カリフォルニア州 Palos Verdes の都市ごみ埋立地に設置された。都市ごみの固形分は 40~70%で、ガス回収システムで回収されたバイオガスは精製され、日量 35,000m³のメタンガスが顧客に供給された。その後ヨーロッパ、特にスイスやドイツに数多く設置された。

埋立地からのバイオガス (メタン 50%) 発生量は、埋立地の状況、埋め立てた都市ごみの性状、埋め立て後の年数など多くの因子が関与しているが、廃棄物 1kg 当たり総計で、200L と見積もられており、そのうち 20~25%が回収された。またバイオガスの生成速度も、6~40L / kg / y と見積もられており、埋立地容積当たりでは、0.5~5L (biogas) / m³ 廃棄物 / day と表される。埋立地のバイオガス回収効率は深い埋立地 (30m 以上) で、しかも埋立地の周りがガスを通さない岩石などで囲まれていたりすると、高くなるとされている。埋立地のガス生成は埋め立て終了後 50 年以上継続するが、20 年は経済的な回収が可能とされている (文献 4 - 4 中の引用文献 4)。

埋立地の大きさは、例えばドイツの Legislature では、1000m³も都市ごみを埋め立てられ、Am Lemberg は 16ha、深さ 40m であると報告されている。後者では 2/3 埋め立てたところで、都市ごみ 340 万 m³ 収容し、多数の垂直ガス回収管を設置し、50%以上のメタンガスを含むバイオガスを、1200m³ / hr 回収した。これは 12L baiogas/m³ 都市ごみ / day に相当する。このガスは 144kw 発電機 2 台に供給された。

また Pforzheim では、10ha の埋立地に都市ごみ 300 万 m³を収容し、1981 年からバイオガスの回収を行った。ここでは発生ガス圧力を調節することによって、メタンガス含量 60±2% という良質なバイオガスを得た。

ベルギーの Vierzele 埋立地は、もともと砂の採取場で表面積 40ha、300 万 m³の家庭ごみを収容できる。1987 年現在 (文献 4 - 4) 6ha に都市ごみを充填し、深さ 1.5m のところに、長さ 60m の穴のあるパイプを、20m おきに水平に設置し、吸引ポンプを連結しバイオガスを回収している。バイオガスの回収は 3.4L Baiogas (60%メタン) / kg 都市ごみ / y、で日量では 4.6L Baiogas / m³ 都市ごみ / day であった。したがって 6ha からは、年間合計 700,000m³ Baiogas (60%メタン) の取得が推測される。

このように埋立地の嫌気発酵は緩慢であるが、また相当に有用であり、種々影響する因子の研究、改良によってさらに効率的にすることが出来る。Buivid 氏は、(Resources and Conservation, 6, 3 (1981)) の論文中で、3 ヶ月で 14L CH₄ / dryKg 都市ごみの実現が可能としている。

アメリカの Cornell 大学が 1980 年に提案した、生物学的分解消化槽の将来設計に関する傾向と題した総説で、原料が穀物残渣なら乾式発酵槽が効率的で、固形分濃度 33%まで適用可

能であり、地域のエネルギー供給が可能と述べている（文献4 - 1）。

このような見地から、管理型の乾式メタン発酵技術開発が行われた。

4.3. 乾式メタン発酵技術

アメリカの Cornell 大学と SERI (Solar Energy Research Institute)は、エネルギー省の援助の下に、穀物残渣の乾式メタン発酵の基礎試験から、bench, pilot, large scall までの一連の膨大な試験研究を 1980 ~ 1982 にかけて行い、1982 年 369 ページに亘る報告書を公開し、下記のような情報が示された（文献4 - 2）。

前述のように Cornell 大学の乾式発酵の定義は、有機性固体の発酵における固体濃度がこの物質から水が流れ出るよりも高い状態—自由水がなくなった状態より固形分濃度が高い状態としている。

発酵状態の水分濃度の測定は、103 で試料を乾燥させて求められるが、この水分は、溶解塩分、繊維質の吸水性などの様な微生物活性に対する影響を与える因子ではないと述べている。食品微生物専門家が用いている“water activity”（水活性-aw）という概念は、バクテリアの物質代謝に対する水の影響の感度分析値であり、物質中の水の蒸気圧である。aw はある濃度の標準塩溶液と比較して測定することが出来る（1957 年, Scott による手法）。また aw は化学的潜在能力のパラメーターでもある。水に溶質が溶解すると、水は会合分子となってエントロピーが減少する。分子は気相に拡散する自由度が減少し、蒸気圧が減少する。

この様に、発酵槽中の水への物質の溶解が微生物活性に影響を与えるため、発酵液中への溶解濃度が、乾式メタン発酵の際に留意しなければならない。これは一般的に言われている有機質濃度に相当するものと考えられる。微生物は aw が 0.6 以下で生育するものもあるが、殆どは 0.95 以下での成長は困難である。バクテリアはイースト菌、黴よりも浸透耐性が低く、彼らの実験では、最適成長速度は aw が 0.990 から 0.995 の範囲であった。三種の生物の平均生長 aw 範囲は、バクテリアが 1.00 ~ 0.85、イーストが 0.88 ~ 0.72、黴が 0.76 ~ 0.62 である（1957 年、Scott による）。

精製された微小粒子のセルロースの水分含量と aw の関係は（1982 年、English）固形分 5%で aw が 0.995 程度、固形分 19%で 0.931 程度、40%では 0.927 程度となった。したがって、5%以上ではバクテリアの最適成長 aw から外れてしまう。またセルロースのみならずトウモロコシ殻、麦わらなども、固形分濃度が 20%辺りで自由水が消失した。

メタンガスの生成速度とあわせて考察すると、農産物殻の場合で、固形分 25%まではメタン生成速度が影響を受けていない。しかし固形分が 30%以上では発酵活性が抑制されるが、固形分濃度が 20 ~ 25%の場合、良好な中温乾式メタン発酵速度が得られた。

中国、インド、ベルギー、オランダ、ドイツなどでも穀物殻の乾式メタン発酵プラントの実用化が進められて来たが、固形分濃度が 8 ~ 30%程度では実用的な発酵速度が得られているが、濃度が 15%までが良好で、濃度が高くなると分解率が低下している。また 35%以上では PH が 5.5 ~ 5.6 となり、発酵活性が著しく低下したと言う結果も報告されている。

第5章 有機性廃棄物のエネルギーポテンシャル

5.1. 有機性廃棄物の組成及び元素組成分析

北海道で生産される野菜類、家畜糞尿類、生ごみ等について組成分析(表5.1.1.)、元素分析(表5.1.2.)の委託分析を実施した。家畜糞尿類は酪農学園大学農場より、生ごみは札幌市の事業系生ごみより、代表サンプルを採取した。また野菜類は、北海道が端境期のため、類似の組成を持つものと仮定し、市場よりサンプルを調達した。

表5.1.1. 家畜糞尿及び生ごみの分析値

分析項目	牛糞		豚糞		鶏糞		生ごみ	
	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%
水分%	87.6		71.4		76.3		78.7	
灰分%	1.6		3.0		6.2		1.4	
可燃分%	10.8		25.6		17.5		19.9	
合計%	100.0		100.0		100.0		100.0	
元素組成	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%
炭素(C)	43.7	5.36	44.9	13.0	32.7	7.72	48.1	10.2
水素(H)	6.6	0.81	7.4	2.1	4.9	1.2	8.1	1.72
硫黄(S)	0.17	0.02	0.25	0.07	0.06	0.01	0.07	0.01
窒素(N)	2.41	0.30	4.44	1.27	5.7	1.4	3.16	0.67
塩素(CL)	0.28	0.03	0.07	0.02	0.16	0.04	0.31	0.07
酸素(O)	34.6	4.25	32.5	9.30	30.7	7.25	34.0	7.21
合計	87.8	10.8	89.6	25.6	74.2	17.5	93.7	19.9

表5.1.2. 野菜類の分析値

分析項目	レタス		タマネギ		ホウレンソウ		ダイコン		ブロッコリー		キャベツ	
	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%
水分%	93.0		91.4		89.3		92.7		88.9		92.7	
灰分%	0.6		0.3		0.9		0.5		0.9		0.6	
可燃分%	6.4		8.3		9.8		6.8		10.2		6.7	
合計%	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	
元素組成	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%	Dry%	Wet%
炭素%	50.6	3.52	39.9	3.42	45.7	4.86	40.0	2.89	48.4	5.36	41.2	3.01
水素%	7.8	0.54	7.2	0.62	7.7	0.82	7.2	0.52	7.6	0.84	7.1	0.52
硫黄%	0.01	0.00	0.05	0.00	0.08	0.01	0.02	0.00	0.28	0.03	0.14	0.01
窒素%	2.92	0.20	1.04	0.09	2.94	0.31	1.41	0.10	5.22	0.58	2.63	0.19
塩素%	0.14	0.01	0.12	0.01	0.25	0.03	0.18	0.01	0.15	0.02	0.25	0.02
酸素%	30.4	2.11	48.7	4.17	35.5	3.78	44.9	3.24	30.7	3.40	40.8	2.98
合計	91.9	6.38	97.0	8.30	92.2	9.81	93.7	6.76	92.4	10.2	92.1	6.73

表5.1.2.の野菜類の分析から、水分はいずれも高く89%以上あり、メタン発生源となりうる可燃分は6~10%と低い値であった。また、固体状に見える糞類の水分が71~88%ときわめて高く、可燃分は牛糞、豚糞、鶏糞などの家畜排泄物では11~26%であった。可燃分はメタン生成の原料となりうるもので、可燃分の多い廃棄物はメタン発生量も多いという結果も得ている。牛糞は水分が高く、その分可燃分が少なく、またメタン生成量も、他の糞に比して少なかった。野菜類の可燃分は10%以下と低いが、しかし予想以上で、次節に述べるが、それなりのメタン生成が見られた。北海道で農産物の収穫時、出荷時、販売時にくず野菜が大量に排出されるが、エネルギー資源として処理加工が可能であるものと考えられる。

5.2. 有機性廃棄物のバイオガス生成能分析 メタン発酵試験

牛糞についてはすでに十数か所のバイオガスプラントの実用運転、試験運転などから、燃

料としてのバイオガス生成量が報告されている。本調査では北海道で廃棄されている代表的な有機性物質について、エネルギーのメタンガスの生成挙動分析を酪農学園大学に委託した。鶏糞、豚ふん、生ゴミ、大根の4種についてメタン発酵試験を行った。

メタン発酵試験は内容積 1L のガラス瓶を発酵容器に用い、これに試料、メタン菌液を入れ、生成ガス採取用のテトラバックを連結し、恒温ウォーターバスに設置し、随時ガス生成量、ガス組成、発酵液 PH などを測定しながら、必要な日数保持して行った。

5.2.1. 鶏糞のメタン発酵試験

鶏糞は酪農学園大学のケージ式鶏舎から採取した。試験までの数日間、5 の試料保存室に保存したが、かすかにアンモニア臭がした。鶏糞は固体状であったが、分析の結果 76.3%の水分を含有していた。鶏糞に水を加えると、容易に分散した。メタン発酵試験には、20g の鶏糞に 300ml の純粋を加えて溶解分散させ（このときの PH7.1）これにほぼ同量の酪農大消化液（PH7.8）を加え（PH7.5 に成った）メタン発酵試験に供した。（表 5.2.1. 及び図 5.2.1.）鶏糞試料の採取場所の写真を示した。

表 5.2.1. 鶏糞の酪農大消化液によるメタン発酵

発酵日数	メタンガス生成量				炭酸ガス生成量		硫化水素 ppm	アンモニア	液 PH
	ml	計	計 ml/g	ml/g/d	ml	ml/g/d			
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5
1.0	34.3	34.3	1.7	1.7	12.3	0.62	0	-	7.7
1.9	75.4	109.7	5.5	3.4	13.6	0.76	260	-	
2.9	52.0	161.7	8.1	2.6	10.2	0.51	-	-	7.9
5.0	72.9	234.6	11.7	1.7	11.4	0.27	-	-	7.9
6.9	30.0	264.6	13.2	0.8	5.7	0.15	-	-	7.9
11.9	19.7	284.3	14.2	0.1	4.8	0.05	-	-	7.8
18.0	10.2	294.5	14.7	0.1	2.7	0.02	-	-	-
計	294.5				60.7				

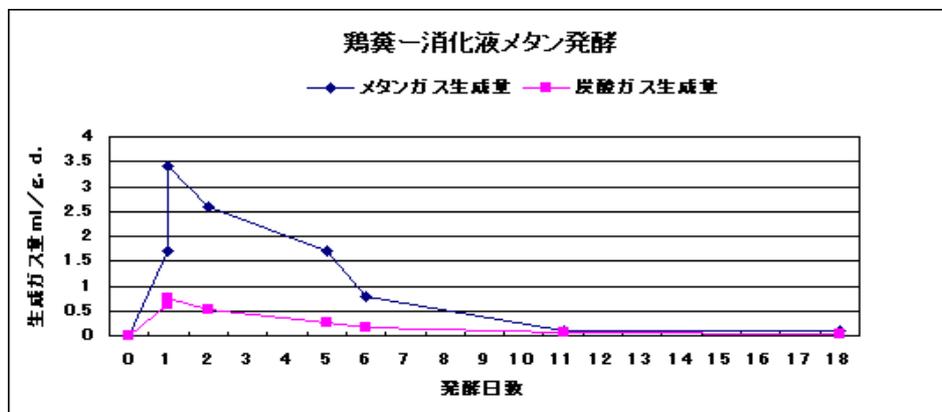


図 5.2.1. 鶏糞のメタン発酵経時変化

またグラニールメタン菌液を用い、鶏糞濃度を 5、7.5、12.5wt%の 3 種に変化させ、メタン発酵における有機質負荷の影響について試験を行った。前述のように鶏糞の場合は濃度を高くしても PH 値は 7 以上と、メタン菌の活動に支障のない値であった。

試験結果を下記に示した。鶏糞 1g 当たり最も良い条件で約 78ml のメタンガスが生成することが明らかとなった。またメタン発酵に必要な 2 条件として PH 値、有機物負荷があるが、鶏糞の場合 PH 値は常に問題なく良好な範囲に保持されることが解明された。しかし有機物負荷が大きい場合は明らかにメタン生成量が減少した(表 5.2.2. 及び図 5.2.2.)。

表 5.2.2. グラニールに依る鶏糞メタン発酵の鶏糞濃度とメタン発生量「16日まで」

鶏糞濃度 wt%	メタン生成量 ml/g 鶏糞
5	77.8
7.5	40.7
12.5	27.0

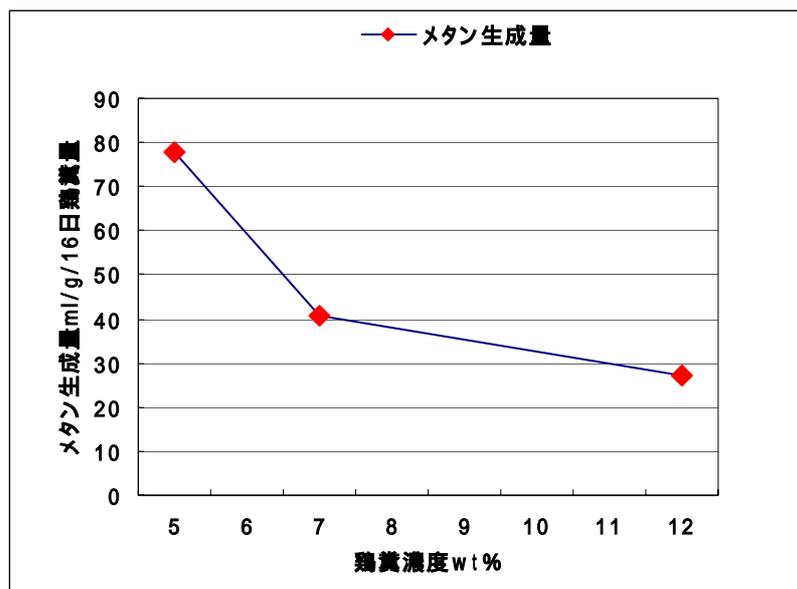


図 5.2.2. 鶏糞の濃度によるメタン生成量の変化

5.2.2. 豚糞のメタン発酵試験

豚糞についてもグラニールメタン菌を用いたメタン発酵試験を実施した。代表的な一例を次頁に示した。1g 当たり約 36ml のメタンガスが生成していた(表 5.2.3. 及び図 5.2.3.)。

表 5 . 2 . 3 . グラニュールメタン菌による豚糞尿水メタン発酵

35、嫌気、発酵容器 1L、発酵液 0.92L (豚糞尿液 0.75 : メタン菌液 0.25)
発酵液中の豚糞は 26% - 230g

発酵日数	バイオガス	メタンガス	メタンガス	メタンガス	メタンガス	硫化水素
	積算量 L	濃度%	生成量 L/D	積算量 L	ml/g	濃度 ppm
0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.97	37.99	0.999	0.50	2.20	1900
2.5	3.27	53.16	0.653	1.78	7.7	2200
4.2	5.65	46.31	0.631	2.86	12.4	1700
5.4	7.48	35.06	0.480	3.46	15.0	1400
9.2	12.43	34.29	0.452	5.15	22.4	1250
12.4	14.95	63.29	0.532	6.85	29.8	770
16.2	15.80	58.60	0.125	7.33	31.9	590
19.4	16.45	53.02	0.104	7.66	33.3	680
23.4	17.21	50.66	0.093	8.04	35.0	570
26.4	17.59	50.03	0.063	8.22	35.7	740

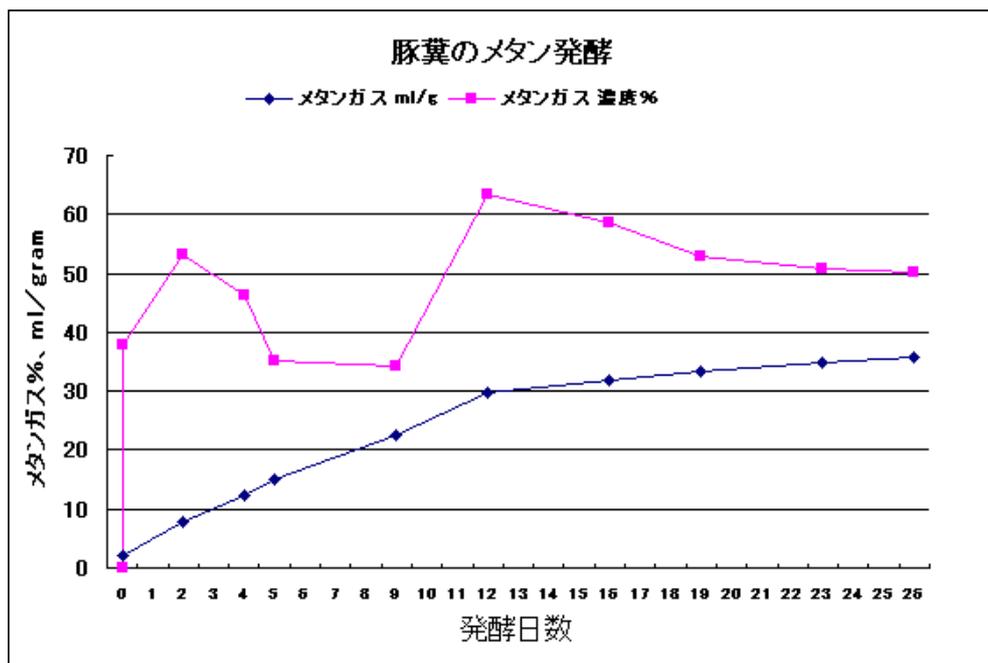


図 5 . 2 . 3 . 豚糞のバイオガスメタン濃度と生成量

5 . 2 . 3 . 生ごみのメタン発酵試験

生ごみは簡単に酸化し、PH4 台になる。このままではメタン発酵は進行しない。また微生物分解可能成分含量も大きく、有機物負荷が容易に増大し、メタン発酵では留意すべき点である。本分析試験ではバイオガスプラント消化液に、生ごみ 5%程度添加した場合が良好条件となり、1kg あたり、12 日間で約 380L のバイオガス、そのうちメタンガス約 218L の生成が確認された。

消化液を内容積 1L のガラス瓶に取り、これに 19.4g の乾燥生ごみ (水分約 30%) を加え、37 の恒

温槽でメタン発酵を行った。生成したメタンガスを含むバイオガスはガスバックに採取し、ガスクロマトグラフで分析し、生ごみ1トン当たり換算して、表5.2.4.に示した。

表5.2.4. 生ごみの酪農大バイオプラント消化液によるメタン発酵

発酵日数	メタンガス	炭酸ガス	硫化水素	発酵液
	m ³ /ton ごみ	m ³ /ton ごみ	ppm	PH
0	0	0		
1	14.4	62.5	trace	
1.9	12.9	12.6	80	
2.7	59.3	42.4	250	
4.3	34.1	27.6	380	
5.1	23.1	5.1	90	7.6
7.3	26.5	5.8	80	
9.1	32.2	4.9	50	7.8
12.2	15.1	3.6		7.4
13.1	11.9	25.4	220	
14.2	23.7	17.5	540	
16.1	48.4	17.6	340	7.7
計	301.6	225.0		

発酵日数 12.2 日目にバイオガスの発生量が横ばいとなったので、生ごみを約 20g 追加したところ、ガス発生量が回復した。12.2 日までのトータルバイオガス生成量は 382.1m³ / t 生ごみで、このうちメタンガスが 57%、217.6m³であった。生成の時間的経過を図5.2.4.に示したが、主要な発生は 10 日程度で終了し、その後少量ずつ継続することが理解された。

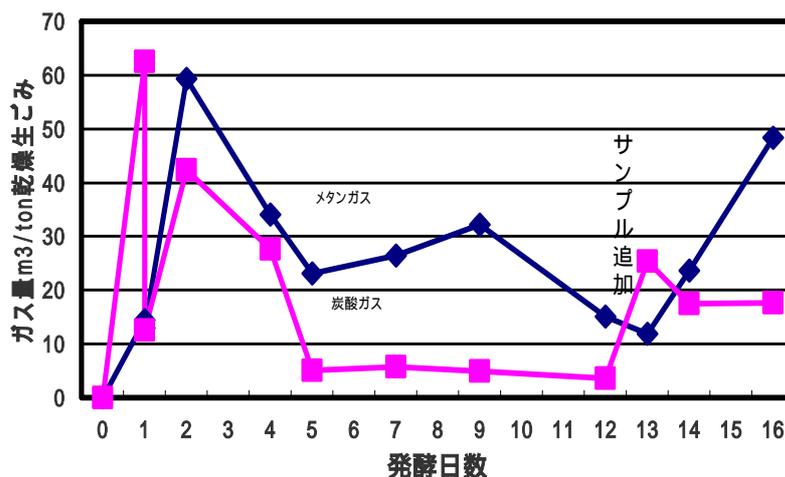


図5.2.4. 生ごみの低 VS メタン発酵

5.2.4. 大根のメタン発酵試験

大根の分析結果を見ると、92.7%が水分で、可燃分 (Volatile Solid) がわずか 6.8%であった。現地調査では、大根は通常の出荷で 25%の廃棄部分が出るので、生産量が多い為廃棄物も大量になる。大根 1kg 当りのメタンガス生成量は 11 日間で 3.8L と小さな値であった。ただし、サンプル番号 が数センチのブロックで、 が 1cm 程度の賽の目に切ったもの、 がすりおろしたものである。

大根は生産地で不良品等大量に捨てられおり、これを放置しておくと思臭が発生し、何らかの処理が必要である。これを他の有機性廃棄物と同時メタン発酵可能か、について検討した。大根は通常ブロック状で廃棄されるので、メタン発酵試験では数センチのブロック状、1cm 程度の賽の目状、すり下ろし状の 3 形状での試験を実施した。メタン菌液は酪農大のバイオプラント消化液で、これに大根を重量で約 10%加えた。発酵条件は他の試験と同様 37 で行った。ちなみに発酵試験中の液の PH は 7.1~7.4 の範囲に安定していた。実験結果を表 5.2.5.、図 5.2.5. に示したが、ブロック状とすりおろしはほぼ同様な挙動、メタン生成量を示した。メタン発酵も数日でほぼ平衡に達していた。理由は不明であるが、賽の目状はメタン発酵速度が、他の形状よりも遅く、11 日以降も継続する傾向を示した (表 5.2.5. 及び図 5.2.5.)。

表 5.2.5. 大根のメタン発酵

発酵日数	ブロック状		賽の目状		すりおろし	
	メタン ml 計	ml/g	メタン ml 計	ml/g	メタン ml 計	ml/g
0	0	0	0	0	0	0
2.1	102.4	1.4	26.8	0.4	180.1	2.9
4.0	251.2	3.5	51.1	0.8	198.4	3.1
11.1	270.3	3.8	77.2	1.1	229.1	3.6

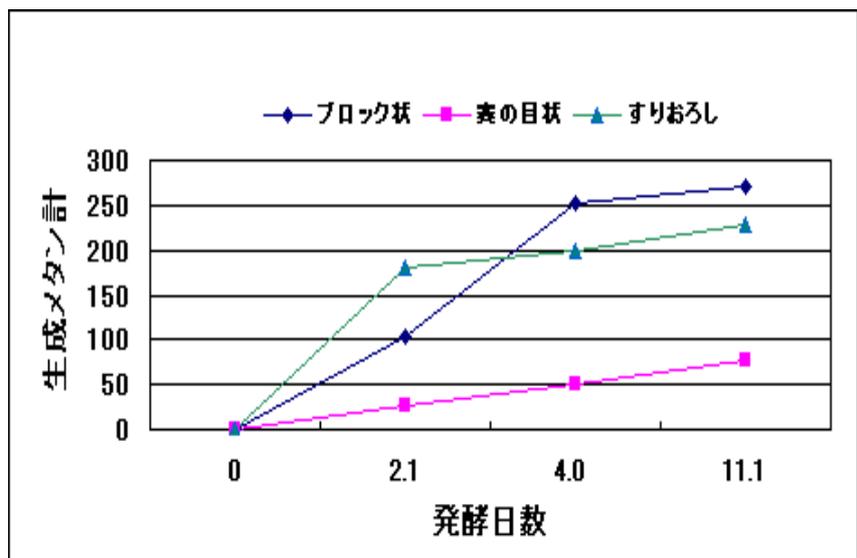


図 5.2.5. 大根のメタン発酵

第6章 有機性廃棄物の新メタン発酵プロセスの提案

6.1. 新メタン発酵プロセスの考え

現在実用的規模で多数建設、操業されている有機性廃棄物の湿式メタン発酵プラントは、技術的には完成の域にあるが、大量の消化液が発生し、これを肥料として散布可能な牧草地などがない場所では、高コストの水処理設備が必要となってくる。酪農地帯では牧草、家畜糞尿、肥料と循環が完成するが、生ごみ、水産廃棄物、農産廃棄物などを複合処理する都市近郊では湿式メタン発酵は操業が難しいとされている。

また、消化液や排水の出ないとされる乾式メタン発酵では、意外と固形分濃度即ち有機質負荷が高く出来ないことや発酵速度が非常に遅いことが、第4章の情報検索から明らかとなった。

そこで、有機性廃棄物に、加水分解、酸生成、メタン生成などを行う菌群を含むメタン発酵槽液を接触させ、メタン発酵の原料成分を抽出し、得られた抽出液をPH値、有機質負荷が発酵に適しているように調節しながら、メタン菌液槽内に循環させ、メタン発酵を起こさせる事が可能と考えた。

6.2. 新メタン発酵プロセスの概念設計

図6.2.1.は菌液循環式メタン発酵プロセスの概念フローを示したものである。原料は家畜排出物、都市系の生ごみ、農産系の廃棄物や漁業系の廃棄物などを含む混合有機性廃棄物を想定した。このような原料を限定しないと言う想定は設置地域を選ばないという利点が考えられる。都市系の生ごみは異物が混入しているので、既存の分別装置を設置する。難分解性の抽出残渣は好気性の堆肥化を行い、畑作農家、果樹農家などに還元する。このような原料からのバイオガスは通常大量の硫化水素を含有している場合が多いので、生物脱硫装置も計画した。バイオガスからのエネルギー回収は効率の高いコージェネシステムを設置する概念フローを提案した。

図6.2.2.は新提案プロセスを具体的な概念図で示したものである。また図6.2.3.は機器の配置図で、図6.2.4.は20トンタンク的设计例を示したものである。

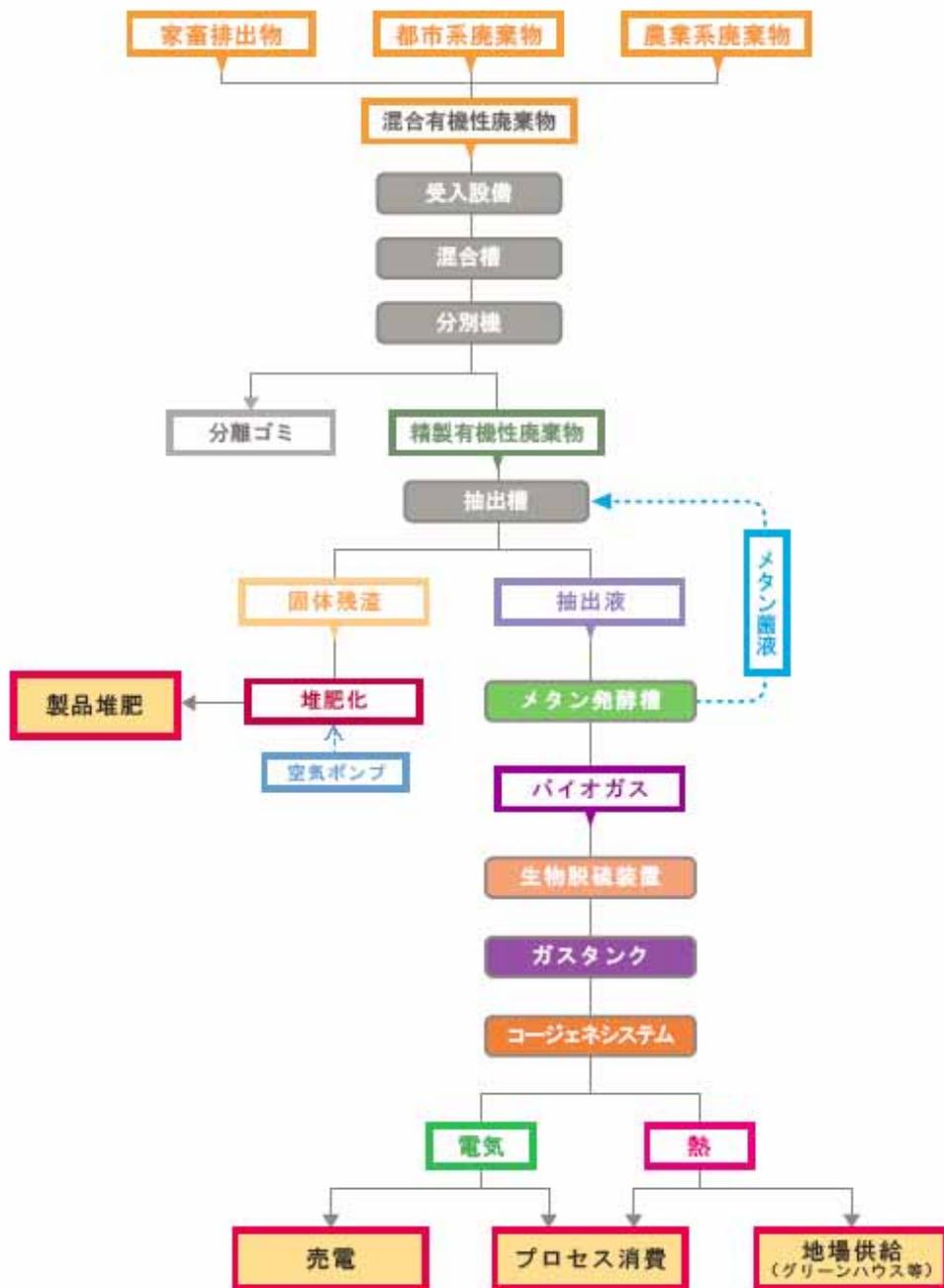


図6.2.1. 菌液循環式メタン発酵プロセス 概念フロー図

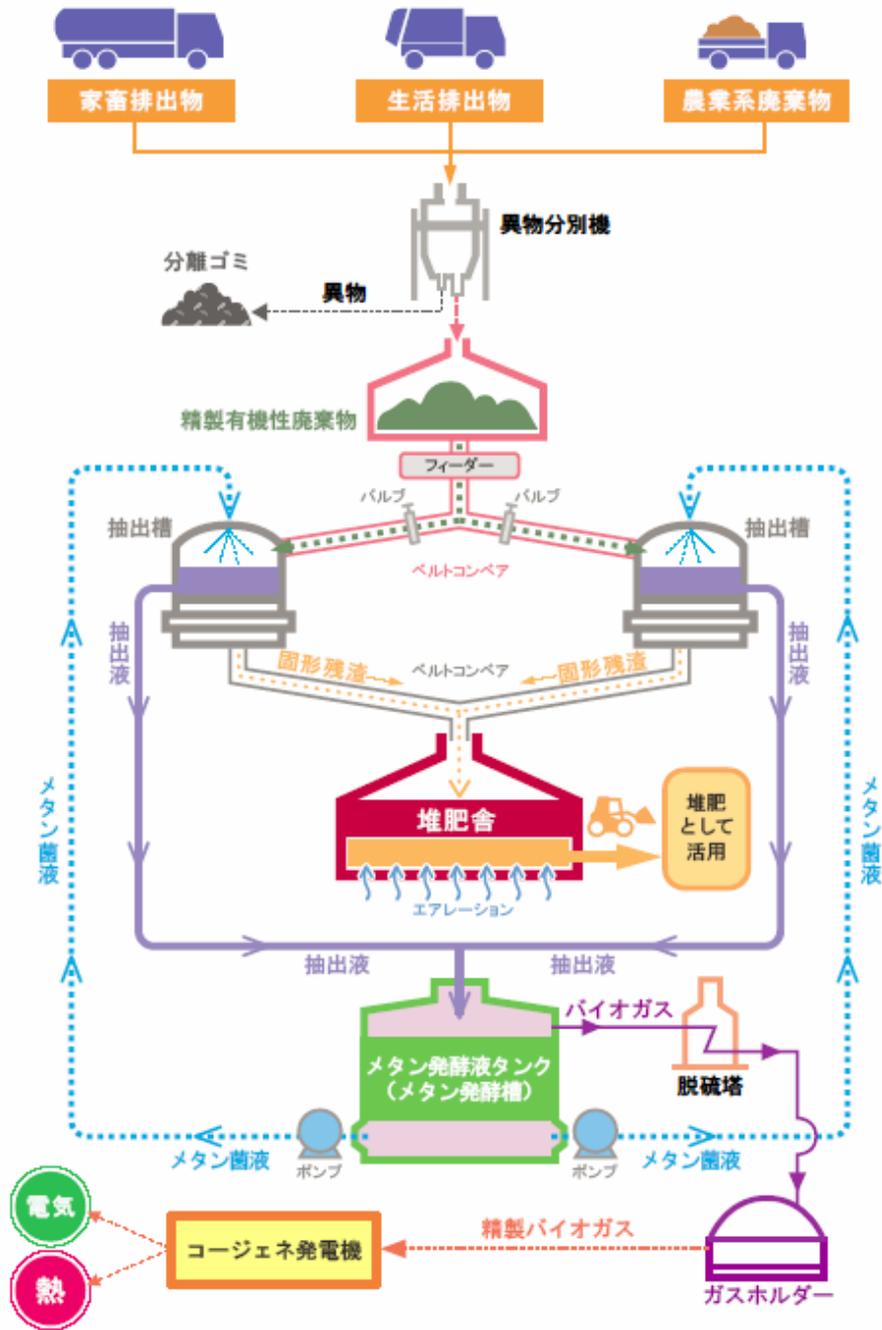


図 6 . 2 . 2 . 有機性廃棄物 総合処理エネルギー回収システムの概念図

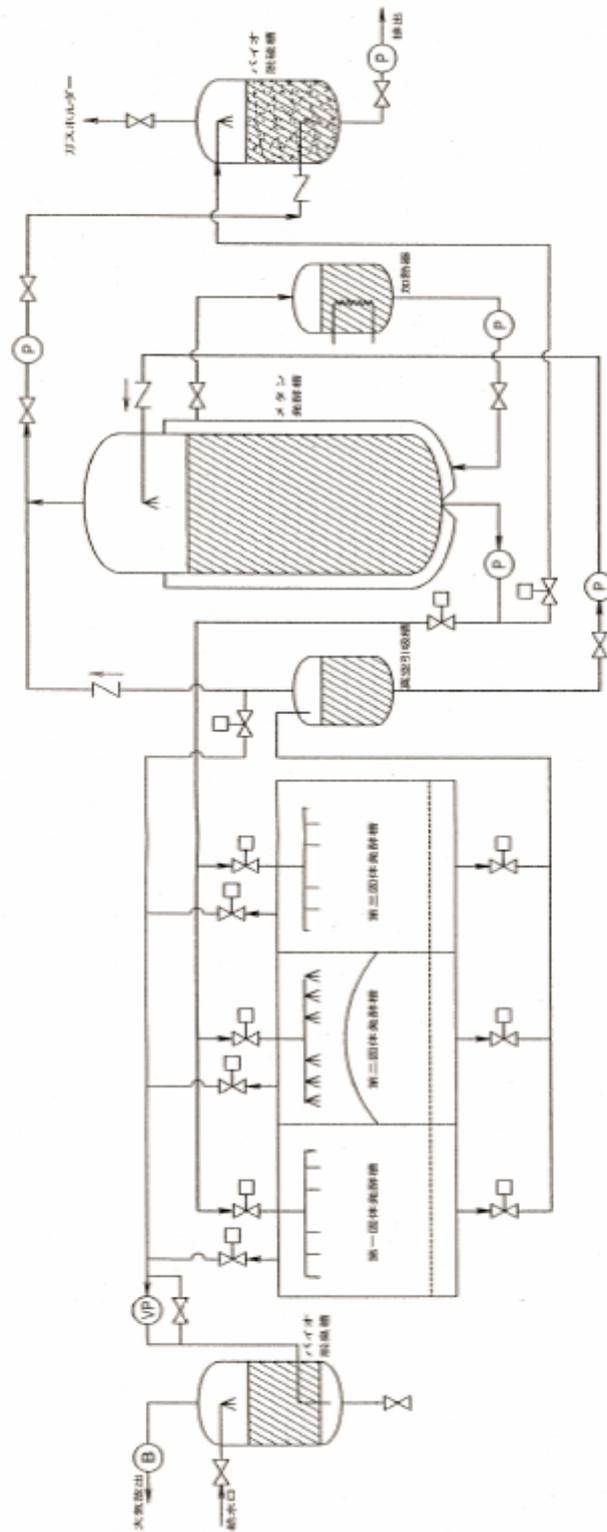


図 6 . 2 . 3 . メタン発酵機器 配置図

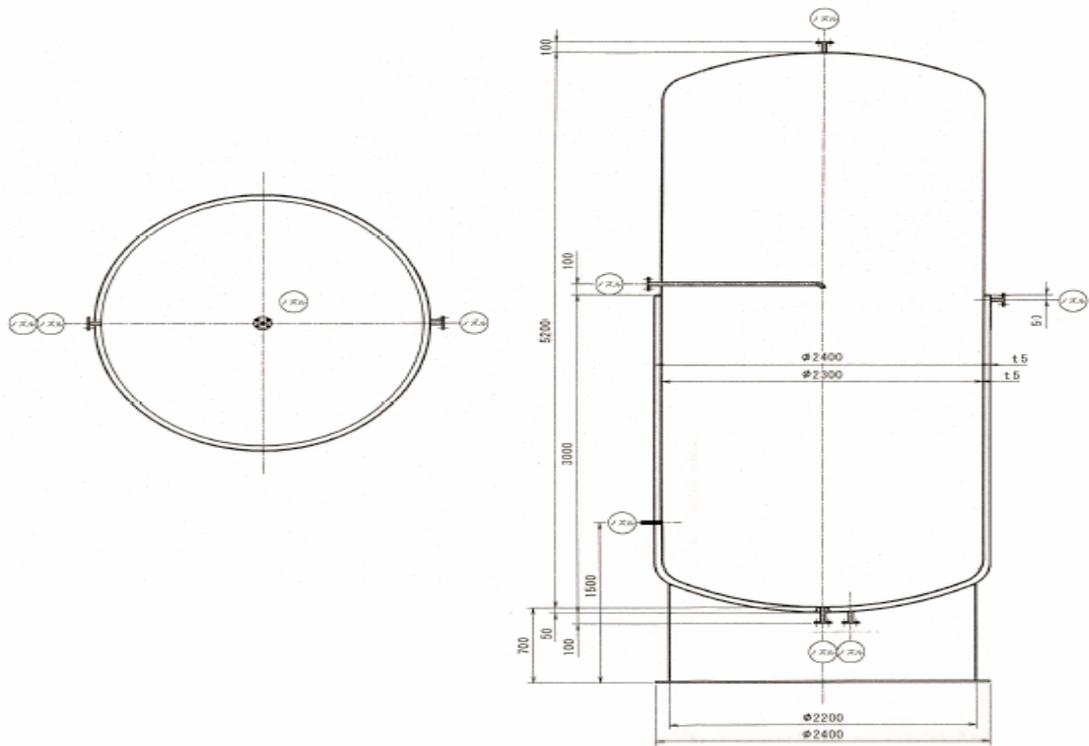


図 6 . 2 . 4 . 20 トンタンク メタン発酵槽例

第7章 未活用バイオマスエネルギー利用新事業モデル地区の候補地例

バイオマス未活用エネルギーの利用モデル地区としては、十勝地方を選定した。選定理由は十勝地方は農業・畜産業では北海道の有力な地域であり、地方自治体、農家ともに関連廃棄物の処理に対し意識も高く、今後の有機系廃棄物の新しい処理法の実証試験を行うに当たっても十分な協力が得られると予想した。また調査に訪問しても、問題意識が高く、画期的な新処理法を望む空気も強く、十勝地方をモデルとしてエネルギー利用の算定を行った。

7.1. 十勝地域の有機性廃棄物の現状

7.1.1. 汚泥

排出汚泥の94%が下水道汚泥であり、その量は4997トンであり、そのうち3257トン(全量の61%)は一次処理後、肥料として土壌還元利用されている。1740トン(39%)が処理のみ行っている未利用である。汚泥の発生量は年間を通じて一定であるが、処理後の肥料としての利用については、冬季は需要が途絶えており、その間自治体ごとに貯蔵施設で管理している。管理している肥料用処理物は無償提供であり全量が利用されている。

肥料化されている下水汚泥の処理費は7050円/tである。そのほかの道路清掃汚泥は処理コストが掛かり、13842円/tである。

道路清掃汚泥は、スパイクタイヤの規制後の対策として斜面などには砂を散布しているので道路清掃回数も増えている。下水汚泥は量も多く、排出された地域での処理で問題はない。これらは単に処理を目的としており、エネルギーとしての利用はまったく考えていない。

7.1.2. 剪定枝、刈草

刈草の全量の95%が公園の草刈から発生し、そのうち590トン(71%)は土捨て場で堆積し堆肥にしている。未利用は197トン(29%)である。剪定枝は公園、街路樹などから204トン(40%)がチップ化して肥料に供している。60%は未利用である。

発生時期は夏がピークであり春秋に定量的に発生する。刈草の処理費は平均してトン当たり5990円、剪定木は平均で2,360円である。量が少なく他の未利用資源とあわせて利用方法を考える必要あり。

7.1.3. 学校給食

学校給食からの生ごみ排出量は、年間71トンで堆肥化しているのはわずかに6トンである。土日、長期休暇を除く学期中は毎日発生している。池田町及び足寄町で堆肥化しているのみで、他は焼却処分。教育的な配慮から分別・肥料化などを進める必要あり。

7.1.4. 1次産業関連の廃棄物の現状

調査対象は15農協で、士幌町、上士幌町、鹿追町、新得町、清水町、忠類村、大樹町、広

尾町、十勝池田町、十勝高島、本別町、足寄町、足寄町開拓、陸別町、浦幌町である。

農作物残渣（農地、集荷場での廃棄物）

農作物の種類・残渣発生量、発生場所・発生時期などをまとめて表7.1.1.に示した。農業系廃棄物では圃場にすき込むことが行われており、これは一応未利用資源として取り扱われている。直接すき込みを行うのは、大豆、小豆、インゲン、テンサイ、ニンジン、馬鈴薯、大根、白菜、キャベツ、スイートコーン、長いもなどであり、堆肥化しているものはごくわずかである。また発生時期において10月から11月殆どが集中しており、次いで7月、8月である。

処理方法としては、圃場で発生する残渣は全体の83%であり、加工場は13%である。そのうち利用されているのは麦稈で家畜の敷料、堆肥原料として有効である。堆肥化されているのは残渣の5%程度であり、77%は直接すき込みされ、土壌栄養源とされている。

加工場での残渣の97%は馬鈴薯の規格外品で、でんぷん原料となっている。ニンジンなどの規格外品は家畜の飼料となっている。圃場残渣は現在はすき込みされているのも、圃場からの廃棄物の収集、利用はきわめて困難な状況であるからであろう。テンサイ、馬鈴薯を除く農作物については、主に共同堆肥盤で堆肥化されているが、これらは有効にエネルギー資源としての利用などが要請されている。

農業用廃プラスチック

13町村で発生する、農業用廃プラスチックは1546トンであり、その全量が未利用である。発生時期は農繁期の終了時期である11月にその60%、次いで農繁期の始め、農業の準備の終了時期である6、7月になっている。処理方法はJAから委託された処理業者が回収し主に苫小牧の火力発電施設で発電原料の一部に利用されている。問題点は廃プラスチックの洗浄、回収、輸送システム構築である。

家畜糞尿

当地での飼養されている家畜は、乳牛と肉牛あわせて276,360頭で、年間糞尿量は3,929,451トンになる。また豚は8,620頭で糞尿は32,407トン、採卵鶏は638,000羽で糞尿は23,287トンと推計される。発生時期は年間を通じて一定であるが、畜舎では発生するものは春～秋には減少する。処理方法は堆肥化処理が行われている。最近はバイオガスプラントシステムも普及し始めている。処理費用は乳牛の糞尿の場合1トンあたり、1,700～5,800円である。

水産業関係廃棄物

管内では年間5,944トンの水産加工残渣が出ている。そのうちヒトデが2,485トンで2,128トンが堆肥化している。その他は2,340トンの廃油で、全量が廃棄物業者の手で再資源化している。廃棄物排出時期は全量が8～11月に集中している。

7.1.5. 事業系廃棄物の現状

事業系廃棄物は生活系と比べて性状の把握が容易であり、分別も徹底しやすいことが予想され、エネルギーや良質な肥料の原料となり易い。農業系の廃棄物を表7.1.1.に示した。

表7.1.1. 農業系残渣発生量（トン/年）

種類	発生量合計	圃場残渣	集荷場・加工場残渣	発生時期（月）
水稻	100	100		10
小麦	118228	117039	1189	8
エン麦	287	287		
そば	351	351		10~11
大豆	5305	5324	71	11
小豆	12501	12264	237	11
インゲン	7953	7891	62	11
テンサイ	669900	669900		10~11
テンサイ	581390		581390	10~11
（製糖）				
たまねぎ	317	231	86	9~10
にんじん	4022	3374	648	7~8
馬鈴薯	109472	107795	1676	7~8
馬鈴薯	199640		199640	7~8
（でんぷん）				
大根	2099	1580	519	6
白菜	591	517	74	10~11
キャベツ	3719	3303	416	8~9
かぼちゃ	495	495		8~9
スイートコーン	57241	55599	1652	9~10
アスパラ	22	17	5	5~7
長いも	1222	904	318	10~11
合計	1775439	986869	788569	

主要産業の事業者数と出荷量

事業者の総数 172 社のうち食品製造業が 65 社、木材・木製品製造業 29 社、窯業・土石製品製造業 28 社、一般機械器具製造業 8 社、飲料たばこ飼料製造 9 社、その他となっている。食品製造業者の出荷額は商工業全体の 44%を占めている。

林業・木材加工業の廃棄物

林業・木材加工業関係廃棄物発生量は約 20 万トン排出されるがその全量が家畜敷料・ポイ

ラー燃料・土壌改良剤として利用されており、廃棄物というよりは有用資源として扱われている。

問題点は木質バイオマス資源からのエネルギー回収は、エネルギー生産の面だけでなく、地球温暖化防止対策効果をも兼ねた技術であり導入を検討している。

地域でのエネルギー化は木質ペレットストーブの推進が進められているが、ストーブ本体の購入費 40 万円がネックとなっている。

食品製造業

食品製造業から排出される残渣は一定量がまとまって排出されることと年間を通じての性状・排出量の管理が可能な点、異物の混入がないなどの特徴から、高品質の原料といえる(表 7.1.2.)。

水産加工業

水産加工業者からの廃棄物は年間 274 トンで、その全量が近隣の農家に家畜飼料として提供している。

農産物加工業

食品加工業と同様であり、家畜飼料として販売している例が多い。また汚泥などは畑地還元している。

肉製品製造業

動物性残渣 162 トンは全量焼却処分、汚泥は 478 トンで焼却、廃プラは 318 トンで発電所燃料となる。

乳製品製造業

汚泥が 922 トン、動物性残渣 838 トン、廃プラ 196 トン、紙類 182 トン、紙くず 69 トン、金属 34 トンなどで食品業と同様の処理である。

酒製造業

ブドウ圧搾粕(159 トン)、ワイン澱(34 トン)、浄化槽汚泥(128 トン)、ビン(45 トン)、紙ごみ(176 トン)などで食品業と同様。

表 7 . 1 . 2 . 食品製造業廃棄物種類と量 (年間トン)

種類		年間 発生量	未利用	堆肥化	その他	処理費	処理方法
業種	残渣			再資源化		(円/t)	
水産加工	水産残渣	274		274		4000	家畜飼料
農産物	馬鈴薯加工	5587	5587				家畜飼料
	ニンジン加工	4190	4190				家畜飼料
	コーン加工	4190	4190				
	動物性	838	838				
	汚泥	5028	5028				畑地散布
	アルミフィルム	168	168				
	調理廃油	151	151				
	でんぶんかす	29330		29330			家畜飼料
	遊離土	5196			5196		畑地還元
	フレコンバック	3	3				
ライムケーキ	56263	42197	14066			畑地還元	
汚泥	15891	15891				焼却	
	焼却灰	1229	1229				埋め立て
肉製品	動物性残渣	162	162			34707	焼却
	汚泥	478	478			38696	焼却
	廃プラ	318		318		36254	燃料
乳製品	汚泥	922		922			
	動物性残渣	838		838			
	廃プラ	196	196				
	紙類	182	182				
	紙くず	69	52	17			
	木屑	6	6				
酒造業	金属	34		34			
	ブドウ圧搾粕	159		159			堆肥化
	ワイン澱	34	34			33333	埋め立て
	浄化槽汚泥	128	128			10870	埋め立て
	ビン	45		45		180000	
	紙ごみ	176	176				
合計		132130	80912	46022	5196		

小売業者

発生量は1580トンで、ダンボール(288トン)、プラスチック(12トン)、不燃ごみ(284トン)、生ごみ(773トン)、廃プラ(148トン)などで回収業者が回収して焼却や埋め立てなどで処理している。

観光宿泊施設

生ごみが多く1282トン、廃油156トンである程度であり、廃油は処分業者で燃料化している。

7.1.6. 全十勝地方の未利用資源賦存量

十勝の20市町村の未利用資源量の算出結果を表7.1.3.に示した。

表7.1.3. 十勝20市町村のバイオマス類賦存量

廃棄物の種類	排出量	未利用分	再資源化 堆肥化	その他製品
木質バイオマス	443220	377	213478	229365
草系	1087	497	590	0
農業残渣(圃場)	2578929	2035246	161087	382596
農業残渣(集荷場)	365834	1830	14385	349619
家畜糞尿	5451981	0	5451981	0
食品廃棄物	176348	26845	135037	14466
汚泥	136192	23688	112504	0
紙類	50437	48705	1732	0
植物系廃油	751	129	622	0
バイオマス合計	9204779	2137316	6091416	976046

7.2. 有機性廃棄物のエネルギー利用における社会環境

有機系廃棄物の利用に関する法規、利用の現状、市場環境、今後の方向などをまとめて、表7.2.1.に示した(文献1-6参照)。

表 7 . 2 . 1 . 有機系廃棄物処理の社会環境・利用法

バイオマス資源	関係法規	利用現状	市場環境	今後の利用
畜産系廃棄物	家畜排泄物法・持続農業法・肥料取締法	堆肥利用とバイオガスプラント、堆肥盤整備は道内での普及率 85%に達する。	家畜排泄物法の猶予期間本年 11 月、導入には国や自治体の補助金必要に加え、農家の資金力も必要	バイオガスプラントについては道内 24 基あり、実施予定計画中は数ヶ所
農業系廃棄物	肥料取締法、持続農業法	飼料、肥料化	環境保全型農業への転換、農家への補助金必要、農家の資金力	堆肥・飼料化は持続するが、バイオガス導入進む、さらにはエタノール発酵も
木質系廃材・未利用材・製材工場残渣	建設リサイクル法	建設廃材の 6 割は未利用、利用は家畜敷料、焼却	法規により再資源化の義務化。新エネ法、R P S 法に絡み追風。林業衰退による人手不足深刻	埋立て、燃料化、堆肥、敷料は需要あり、メタノール化も、
食品系廃棄物	食品循環資源再生法	各自治体での焼却・埋立、一部肥料・飼料化	ごみ減量化やリサイクルの推進の追風あり、広域処理、廃棄物処理 D X N 対設備の新設に絡ませることが可能	焼却・埋立て・堆肥・飼料・バイオガス採取・エタノール発酵
下水汚泥・集落排水	焼却・埋立		処分場不足とリサイクル推進	焼却・埋立て・堆肥・飼料・バイオガス採取

7 . 3 . 十勝地域の有機性廃棄物利用モデルの経済性試算

十勝地域の有機性廃棄物の最近の統計資料からまとめて下記に示した。これらと、単体量あたりのバイオガス発生量を元に、バイオガス生成可能量を算出し示した(表 7 . 3 . 1 .)。

表 7 . 3 . 1 . 家畜糞尿発生量とバイオガス生成可能量

	飼養頭羽数	ふん尿発生 原単位	ふん尿発生量 (千トン/年)	バイオガス発生 原単位	バイオガス発生量 (千 m ³ /年)
乳用牛	217,700	42.4kg/頭日	3,369	25m ³ /t	84,228
肉用牛	174,200	25.3kg/頭日	1,609	30m ³ /t	40,216
豚	43,400	6.3kg/頭日	100	50m ³ /t	4,990
採卵鶏	1,202,000	0.12kg/頭日	53	30m ³ /t	1,579
農用馬	2,614	27.9kg/頭日	27	-	-
計			5,157		131,014

十勝管内の家畜飼育頭数を図式化して図 7 . 3 . 1 . に示した。またこれらから生成可能なバイオガスを推算して図 7 . 3 . 2 . に示した。

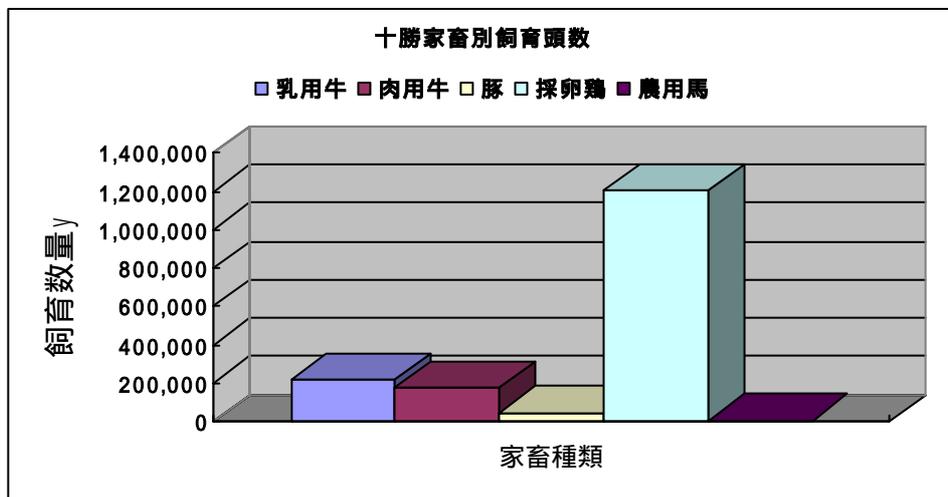


図 7 . 3 . 1 . 十勝管内家畜別飼育頭数

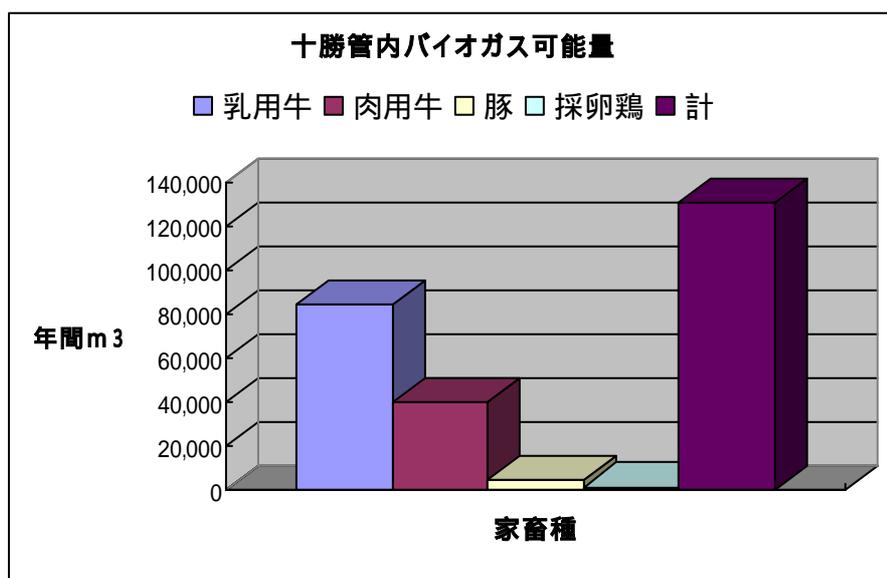


図 7 . 3 . 2 . 十勝管内家畜廃棄物からのバイオガス生成可能量推算

農産廃棄物からのバイオガス生成量の推計を表 7.3.2. に示した。

表 7.3.2. 農産残渣発生量とバイオガス生成可能量

	収穫量 (t)	未利用発生率	発生量 (千トン/年)	バイオガス発生原単位	バイオガス発生量 (千 m ³ /年)
小麦	264,600	麦稈：1.14	302	100m ³ /t	30,164
馬鈴薯	1,012,000	根・茎：0.4	405	100m ³ /t	40,480
テンサイ	1,836,000	-	-	-	-
大豆	7,820	茎・豆：0.4	3	100m ³ /t	313
小豆	23,800	茎・豆：0.4	10	100m ³ /t	952
いんげん	27,100	根・茎：0.4	11	100m ³ /t	1,084
牧草	3,529,000	-	-	-	-
主要野菜	182,310	根・茎：0.4	73	100m ³ /t	7,292
計			803	100m ³ /t	80,286

収穫量の資料：農林水産省「作物統計」

表 7.3.3. 産業及び一般廃棄物の発生量とバイオガス生成可能量

	排出量 (t)	生ごみ率	発生量 (千 t/年)	バイオガス発生原単位	バイオガス発生量 (千 m ³ /年)
動植物性残渣	21,000		21	100m ³ /t	2,100
事業系生ごみ	58,198	40%	23	300m ³ /t	6,984
家庭系生ごみ	82,378	40%	33	100m ³ /t	3,295
計					12,379

動植物 平成 10 年度：北海道産業廃棄物実態調査
事業系 平成 13 年度 一般廃棄物：140,576t/年

表 7.3.3. は産業及び一般廃棄物からのバイオガス生成推算量である。表 7.3.1.、7.3.2.、7.3.3. の十勝の有機性廃棄物全体からのバイオガス生成可能量は、年間 223,679 千 m³ にもなる。

事業系生ごみを例に取って、バイオガス生成によるエネルギー回収の試算を試みる。メタン発酵の方式は P15 の乾式メタン発酵設備フロー図に示したものを仮定した。生ごみからのバイオガス生成量は、表 7.3.3. に示したように、一般的に 300m³/t とされているが、酪農学園大学での試験結果 (P57~58) の数値を用いるとメタン発酵日数 7.3 日で 326m³/t となり、メタン濃度は約 52.2% となる。

生ごみ 20 t / 日を 7.3 日処理してバイオガスを得る場合について、得られるエネルギーを計算すると

$$\text{バイオガス量} : 20 \text{ トン} \times 326 \text{ m}^3 = 6520 \text{ m}^3$$

$$\text{発電量} : 6520 \text{ m}^3 \times 0.26 \times 5500 \text{ kcal} \div 860 \text{ kcal/kWh} = 10,841 \text{ kWh}$$

$$\text{生産熱} : 6520 \text{ m}^3 \times 0.50 \times 5500 \text{ kcal} = 17,930,000 \text{ kcal}$$

発電効率 26%、熱効率 50% 総合効率 76%

このプラントで消費するエネルギーでは電力はあまり必要なく 20%、熱は 100%消費するとして余剰エネルギーは 8,673kWh / 日となる。一般家庭で 1 ヶ月 300kWh 消費するとして 1 日 10kWh で、860 所帯分に相当する。売電しても年間 1270 万円の収入になる。

$$8678 \times 365 \times 4 = 12,669,880 \text{ 円 / 年}$$

また、フジコー社の建設費及び操業費用は

プラント処理量	30 トン×300 日 = 9000 t / 年
建設費	150,000,000 円 / 基
耐用年数	15 年
建設費	10,000,000 円 / 年
維持管理費	5,000,000 円 / 年
処理費	1,666 円 / t

売電で費用の一部の補充が可能となる。上述の試算の 20 トンメタン発酵プラントも計装など同じと考え、30 トンプラントと同じく 1 億 5000 万円程度と仮定すると、東京近郊では通常事業系生ごみの引き取り費は 15000 円 / t であり、1 日 20 トンでは年間 6000 トン (300 日操業) 9000 万円となる。一方処理設備の建設費は上述の仮定のように、20 トン設備で 1 億 5000 万円程度とすると処理費はトン当たり、2499 円となる。処理費の総計は引き取り費よりかなり低く、経済性が有ると考えられる。当然ではあるが引き取り値段は地域の実情で異なり、北海道ではもっと安くなるであろう。したがって北海道での経済性試算は、東京周辺での事業に比して厳しくなるものと考えられるが、一方設置費用、人件費、土地価格など有利な条件もあり、今後設置を計画するには専門的な解析が必要である。また最終処理のためには発酵残渣の例えば堆肥化などの行程の費用も必要である。

十勝地域全般について考えてみる。

農業系廃棄物、特に野菜の出荷時での廃棄物の排出の問題点は、排出時期が夏から秋にかけてであり一時期に集中しており、7 月から 11 月までの間のみのエネルギー利用となる。一方十勝地方の集荷場からの農業系廃棄物は 365,834 t / 年であるが、馬鈴薯などは規格外品は澱粉用に利用されており廃棄物とはいえない。したがってこの度は主要野菜の生産量 182 千トンの 25%を廃棄物として未活用バイオマスとして取り扱った。

$182 \text{ 千トン} \times 25\% = 45580 \text{ トン}$ 、5 ヶ月で処理すると 9,115 t / 月、304 トンある。上記 20 トンプラントでは $300 \div 20 = 15$ 基必要となる。このための建設費総額は 22 億 5000 万円で、発電総量は 39,900 kWh / 日、5 ヶ月では $2,660 \text{ kWh} \times 150 \text{ 日} \times 15 \text{ 基} = 5,985,000 \text{ kWh}$ 、仮に売電では、4 円 / kWh で 23,940 千円であるが、プラント以外に自家消費すれば、119700 千

円/5ヶ月に相当する(20円/kWh)

次いで事業系生ごみについては194t/日であり、20トンプラント10基分で処理可能である。さらにこれは1年中排出されるものであり、また事業者の処理費負担は十分考慮されるべきであろう。

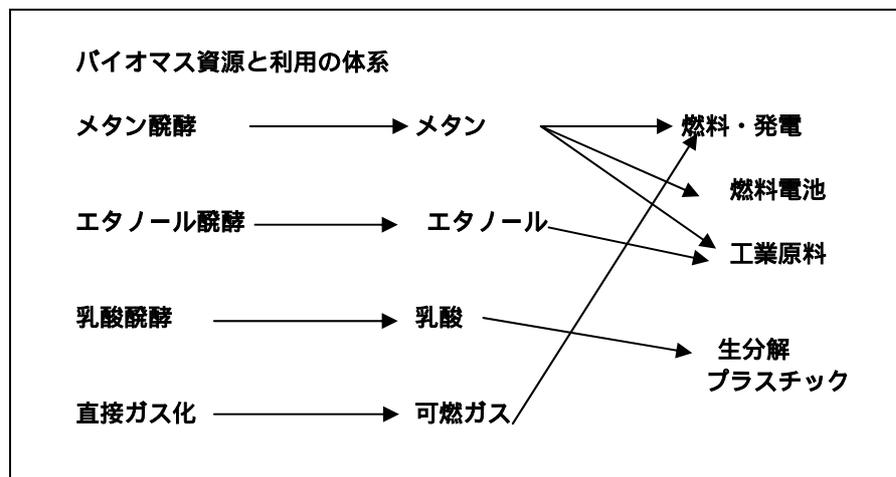
十勝地方では家畜糞尿の発生量が多く、全量で5,157千トンあるが、糞尿では水分量が多く、上記の乾式発酵法は適用が難しい事情がある。その理由は水分調整のために木質系および草本系廃棄物と混合処理を考えたが、十勝地方では未利用の木質・草本系廃棄物の総量は27千トンであり、等量の混合は不可能であり、従って糞尿の場合では現在の技術では湿式の従来法バイオガスプラントを用いてのエネルギー利用とならざるを得ないであろう。

有機廃棄物処理のケーススタディを表7.3.4.に示した。

表7.3.4. 廃棄物からの発電量ケーススタディ

対象廃棄物	排出量 (千t/年)	排出量 (t/日)	バイオガス量 (m ³ /日)	発電量 (kWh/日)
農業系廃棄物(圃場)	2579	利用困難		
農業系廃棄物(集荷場)	365	2439*	---	
主要野菜	46	303*	30,300	39,900
家畜糞尿	5450	14900	---	
生ごみ				
植物系	21	57	5,700	
事業系	58	194	58,200	96,774
家庭系	82	225	---	

*日量は5ヶ月(150日)で算出



上の表は「バイオマス・ニッポン」総合戦略における各バイオマス資源と資源化方法、利用方面について示した。特にバイオマスの利用を考える場合は、賦存量から家畜糞尿、農業廃棄物、木質廃材・食品残渣が対象となる。

木質系バイオマスの場合では、発酵処理は困難であり、通常は熱分解・部分燃焼ガス化で

低カロリー可燃ガスを得て、これを直接燃料とするか、ガスエンジン、ジーゼルエンジンでコージェネ発電してエネルギー化することがわが国でも計画され始めている。

今回の調査でも建築廃材や紙ごみの混合物をガス化炉でガス化して発電することを千葉県白井市で1日60トン処理設備を建設予定である。

草本系バイオマスは発酵処理で可燃ガスを得ることが出来るので、バイオガスから直接発電を行うことがよいであろう。

農業系あるいは食品残渣は今後焼却を許されないことから、メタン発酵処理特に乾式発酵法などでバイオガスを得てやはりガスエンジンまたはマイクロガスタービン発電で熱と電気を生み出すことが推奨できる。バイオガスは将来においては、これを改質して水素ガスを生成し、家庭用あるいは自動車用燃料電池に供給する事が、地球環境保全の観点からも新エネルギー獲得の面からも推奨できる。

紙類などのセルロースは簡単にアルコール発酵が出来、エタノールとして工業原料、自動車燃料などに供する方向が考えられる。

農業廃棄物、特に圃場、集荷場、加工場からのまとまって排出されるものは、食品残渣と全く同様の処理法が増加するといえる。家畜糞尿は量的には莫大であり、現在、家畜糞尿管理の適正化に関する法規の猶予期間が2004年11月までであり、大部分の農家では堆肥盤の設置で法規をクリアしようとしているが、大規模農家、協同組合、自治体などではバイオガスプラント建設の機運が盛り上がり、各地において建設中または計画中である。これらの設備の増加のネックとなっているのはなんとと言っても、設備投資資金の調達であり、例えば乳牛100頭規模の飼養農家での糞尿処理バイオガスプラントでは1日当たり5トンであり、設備建設費は少なく見積もっても3000万円はかかり、さらに技術的には従来法では湿式で大量の消化液が発生し、これの処理には北海道のように圃場、畑地に散布できればよいが大都市の近郊では事情が異なってくる。そこで消化液の排出しない乾式発酵法の開発が望まれるわけである。この乾式発酵法をわが国で初めて大型プラント稼動した千葉県白井の処理設備が大いに参考になる。ここでは1日45トンの事業系生ごみを嫌気性メタン発酵処理し、得られた1800m³のバイオガスで140kWのガスエンジン発電をしている。ここでは排水が全く排出しないといわれている。

こうした乾式法に家畜糞尿の処理にも適用できれば、バイオガスプラントの建設に弾みがつくであろう。但し十勝地方の実情からは糞尿に混合する木質や草本類の排出状況が糞尿の排出量とマッチングしていないのでさらに技術的な検討を加えて可能な方法を見出したい。

生ごみ20t/日を処理してバイオガスを得る場合について、得られるエネルギーについては前述したが、この処理量は規模のスケールメリットと設備建設費と廃棄物収集コストの兼ね合いから算出したものであり、廃棄物の量が増えたときにはプラントの数を増やす方向が妥当である。当然ではあるが引き取り値段は地域の実情で異なり、北海道ではもっと安くなるであろう。

第8章 バイオマス未利用エネルギー利用新事業への提言

前章までに報告したように、現在北海道では農業、酪農業、家畜業、漁業、林産業などの一次産業が主産業であり、これらから排出される有機性廃棄物すなわち家畜糞尿、養殖漁業からの海草、貝殻、魚内臓及び加工屑、野菜屑、間伐材など大量に上っている。また都市部では一般家庭生ごみ、レストランや食品加工工業からの生ごみも排出されている。一方これらの不完全な管理によって環境問題も深刻になり、完全な管理、処理、リサイクル利用など法的規制も制定されて来ている。したがって現在は規制の下に、燃焼、堆肥化、再資源化などで処理されており、余剰な有機性廃棄物はごく限られていると解釈される。

しかし、いずれの再資源化処理事業においても、処理が第一の目的であるため、プロセスで消費される高価な電力、熱など、操業維持に多大の費用負担を余儀なくされ居り、その費用捻出に苦慮しているのが現状であると理解された。

処理とエネルギー回収を両立させているプロセスが、メタン発酵によるバイオガスエネルギーの回収と肥料成分を含有した残渣の生産である。メタン発酵は、まず加水分解菌によって、有機性廃棄物中のセルロースは単糖類に、蛋白質はアミノ酸に、脂質は脂肪酸とグリセロールにされる。ついで酸生成菌によって糖やアミノ酸は酢酸やプロピオン酸などの低分子有機酸や水素に分解される。これをメタン菌がメタンと炭酸ガスを含んだバイオガスへと転換する。メタン生成菌が容易にメタン化できるのはギ酸、酢酸、2-プロパノール、2-ブタノール、メタノール、メチルメルカプタン、メチルアミン類などで(文献1-12)、生ごみなどから生成し易い乳酸、プロピオン酸は難分解とされている。

メタン発酵は湿式方式で、盛んに試験プラントや実用プラントが建設操業されている。この方式では消化液が大量に排出されるため、継続的な操業のためには、広い牧草地などの散布地が近接する必要があるとされている。消化液は窒素、リン酸、カリなどの肥料分を豊富に含み、優れた肥料特性を有しているのみならず、病害虫の防除にも効果が高いことが認められている(文献3-15)。このように広大な散布地がない都会近郊や畑作地帯では、排水として処理するための高額な装置投資が必要となる。

もう一つのプロセスが乾式メタン発酵で、この方法からはバイオガスと堆肥が生産されるので排水が排出されないされている。乾式の特徴は

1. 原料は細破碎の必要が無く
2. 残液が出ないので、処理の問題が無い
3. 発酵に対する異物があってもよい
4. 固形残渣は水分等コンポスト化に適している
5. 硫化水素の発生が少ない
6. 悪臭の発生が無い
7. 発酵装置の構造がシンプルで、設備コストが低い
8. 運転コストが安い

などが挙げられている（文献 4 - 14）。

すでに第 4 章に記述したように、乾式メタン発酵の技術の問題点は農業系の廃棄物のよう
に加水分解の反応時間が長い繊維系の原料であっても、濃度が

- 1．25%以上になると発酵活性が抑制された
- 2．固形分濃度が 15%以上になると分解率が低下した
- 3．固形分濃度が 35%以上になると、酸が蓄積し、PH が 5.5～5.6 となり。メタン発酵
が著しく阻害された。

などが報告されている。

これらから湿式メタン発酵、乾式メタン発酵共に実現するためには厳格な立地、原料条件
があることが分かる。

本調査研究の目的は、北海道内で排出される、一次産業廃棄物、生ごみなど混合廃棄物を
同時処理し、かつエネルギー回収し、このエネルギーをプロセス、地域ニーズへの還元する
と共に、残余エネルギーを売却する事業の可能性を調査することに有る。また残留固形分を
堆肥化して畑作、果樹などの肥料として活用する効率的な、総合的なプロセス形成の可能性
を検討した。

メタン発酵の為には

- 1．メタン菌が十分に増殖可能な PH 値を保持すること
- 2．有機物負荷が適切な範囲にあること

の 2 条件が満たされていなければならず、必要不可欠な条件とされており、この 2 条件を元
に、乾式の問題点が容易に理解可能である。

そこでこの 2 条件を満たした新たな混合有機性廃棄物のメタン発酵方法として、本調査の
結果、第 6 章に記述した『菌液循環式メタン発酵プロセス』を提案するに至ったわけである。
この方式では、十分なプロセス管理によって、上述のメタン発酵のための 2 つの必要条件を
満たしつつ、乾式の利点も生かせるものと考えた。この方式の予備試験は、昨年すでに実施
し可能性は確認されているが、実証プラントの設計のためには、まだ問題点が残されており、
もし実証プラントが実現されれば、運転試験を通じて、プロセスの確立が十分に予測される
物と考えた。

参考文献リスト

1. バイオマス、バイオガス技術開発文献

- 1 - 1) 『寒冷地型水産加工廃棄物処理技術』研究成果報告書、通産省工業技術院計画課北海道工業開発試験所、昭和 62 年 (1987 年) 10
- 1 - 2) 『農水産物等資源の高度利用技術』重要地域技術研究開発制度—研究成果報告書、通産省工業技術院地域技術課、北海道工業技術研究所、平成 9 年 (1997 年) 10
- 1 - 3) 『家畜糞尿処理・利用の手引き』北海道立農業・畜産試験場家畜糞尿プロジェクト研究チーム、1999 年 (平成 11 年) 3 月
- 1 - 4) 『集約型バイオガスプラントの海外動向と日本での実現性』三井造船株式会社、平成 11 年 (1999 年) 6 月
- 1 - 5) 『環境技術実用化促進研究開発委員会報告書』(財)北海道地域技術振興センター、平成 13 年 (2001 年) 3 月
- 1 - 6) 『北海道バイオガスエネルギー利用ガイド』新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 北海道支部、平成 13 年 (2001 年) 3 月
- 1 - 7) 『北海道省エネルギー・新エネルギーシンポジウム』北海道経済部資源エネルギー課、平成 13 年 (2001 年) 3 月、ロイトン札幌
- 1 - 8) 『都市型生ゴミ処理プロセス研究開発委員会報告書』(財)北海道科学技術総合振興センター、平成 14 年 (2002 年) 3 月
- 1 - 9) 『北海道におけるバイオガス事業に係る P F I 事業可能性調査報告書』(財)北海道地域総合振興機構 (はまなす財団) 平成 14 年 (2002 年) 3 月
- 1 - 10) 『北海道のバイオガスプラント事例集 牛ふん尿処理におけるメタン発酵とエネルギー利用—、農業土木新聞社、平成 15 年 (2003 年) 5 月
- 1 - 11) 『バイオマス白書 2004-ダイジェスト版』バイオマス産業社会ネットワーク Biomass Industrial Society Network (BIN) 2004 年 (平成 16 年) 2 月
- 1 - 12) 『エネルギー・環境・社会』京大人気シリーズ 現代技術社会論 丸善(株) (平成 16 年 3 月 30 日)
- 1 - 13) 『ここが違う、ドイツの環境政策』白水社 (2003.11.15)
- 1 - 14) 『ごみの百科事典』丸善(株) (平成 16 年 1 月 25 日)
- 1 - 15) 『第 27 回北海道市町村勢要覧』北海道統計協会 (平成 15 年 10 月)

2. 現地訪問調査による収集資料

- 2 - 1) 『北海道産業廃棄物実態調査研究報告書—概要書』北海道保健環境部、平成 8 年 (1996 年) 3 月
- 2 - 2) 『北海道廃棄物処理計画—「ごみゼロ・プログラム北海道」の実行による循環型社会の実現を目指して』北海道、平成 13 年 (2001 年) 12 月

- 2 - 3) 『未利用有機性資源循環利用促進マスタープラン』北海道、平成 14 年 (2002 年) 3 月
- 2 - 4) 『平成 14 年度北海道水産統計表』北海道水産林務部企画調整課水産企画グループ
- 2 - 5) 『平成 14 年度北海道農業の動向』北海道農西部編、(社) 北海道農業改良普及協会、平成 15 年 (2003 年) 7 月
- 2 - 6) 『ともに未来で暮らすために 北海道の省エネルギー・新エネルギーノート』北海道経済部資源エネルギー課 エネルギーグループ、平成 15 年 (2003 年) 3 月
- 2 - 7) 『なんばんBOOK Vol.9』農林水産省北海道統計情報事務所編集、北海道農林統計協会協議会発行、平成 15 年 (2003 年) 3 月
- 2 - 8) 『平成 15 年北海道勢要覧』北海道統計協会、平成 15 年 (2003 年) 7 月
- 2 - 9) 『北海道水産白書—北海道水産業・漁村のすがた 2003』北海道水産林務部企画調整課水産企画グループ、平成 15 年 (2003 年) 9 月
- 2 - 10) 『北海道酪農・畜産関係資料 2003 年版』北海道農政部酪農畜産課、平成 15 年 (2003 年) 10 月
- 2 - 11) 『北海道環境白書'03』北海道環境生活部環境室環境政策課、平成 15 年 (2003 年) 11 月
- 2 - 12) 『農電北海道 2004』北海道農漁業電化協議会、平成 16 年 (2004 年) 3 月
- 2 - 13) 北海道支庁パンフ 檜山支庁、釧路支庁、石狩支庁、上川支庁、日高支庁、空知支庁、留萌支庁、網走支庁、根室支庁
- 2 - 14) 『札幌市リサイクル団地施設概要』札幌市環境局清掃事業部
- 2 - 15) 『札幌市産業廃棄物実態調査結果 平成 10 年度実績』札幌市環境局
- 2 - 16) 『Sapporo GOMI マガジン 2003』札幌市環境局、平成 15 年 (2003 年) 10 月
- 2 - 17) 『札幌市統計書—平成 14 年版』札幌市企画調整局企画部企画調査課、平成 15 年 (2003 年) 3 月
- 2 - 18) 『平成 15 年度清掃事業概要』札幌市環境局清掃事業部、平成 15 年 (2003 年) 9 月
- 2 - 19) 『生ごみリサイクル—生ごみハンドブック 普及版パンフレット』札幌市環境局、平成 15 年 (2003 年) 11 月
- 2 - 20) 『札幌市環境白書—平成 15 年度版』札幌市環境局環境計画部計画課、平成 16 年 (2004 年) 1 月
- 2 - 21) 『音更町農業概要 2002 年版 (平成 14 年)』音更町
- 2 - 22) 『音更町有機性廃棄物統計表 コピー』H13、14、15 年データ
- 2 - 23) 『おとふけ』音更町役場、平成 13 年 (2001 年) 7 月
- 2 - 24) 『資料編 音更町』音更町役場、平成 15 年 (2003 年) 7 月
- 2 - 25) 『家畜ふん尿処理手引書』十勝支庁家畜ふん尿利活用検討部会、

- 平成 11 年 (1999 年) 3 月
- 2 - 2 6) 『土幌町におけるバイオガス・プラントによる家畜糞尿処理事業の可能性調査報告書』北王コンサルタント株式会社、三井造船株式会社、
平成 11 年 (1999 年) 5 月
- 2 - 2 7) 『伊達市堆肥センター』伊達市、平成 15 年 (2003 年)
- 2 - 2 8) 『伊達市一般廃棄物処理基本計画、第一編ごみ処理基本計画』伊達市総務部リサイクル推進室、平成 14 年 (2002 年) 3 月
- 2 - 2 9) 『清掃事業概要 平成 15 年度』伊達市清掃センター
- 2 - 3 0) 『伊達市統計書』伊達市企画財政部企画課、平成 16 年 (2004 年) 2 月
- 2 - 3 1) 『豊浦町町勢要覧 みんなのふるさと・豊浦』豊浦町、2002 年 (平成 14 年)
- 2 - 3 2) 『町勢要覧資料編 きらきら、いきいき豊浦町』豊浦町企画調整課、
2002 年 (平成 14 年) 3 月
- 2 - 3 3) 『豊浦町一般廃棄物処理基本計画』豊浦町、平成 14 年 (2002 年) 3 月
- 2 - 3 4) 『豊浦町統計書—自平成 10 年 (1998 年) ~ 至平成 14 年 (2002 年)』豊浦町企画調整課、平成 15 年 (2003 年) 3 月
- 2 - 3 5) 『西胆振地域廃棄物広域処理基本構想』西胆振地域廃棄物広域処理検討会議、
平成 11 年 (1999 年) 3 月
- 2 - 3 6) 『共和町勢要覧—2002 資料編』共和町、平成 14 年 (2002 年) 3 月
- 2 - 3 7) 『共和町勢要覧 2002』共和町、2002 年 (平成 14 年) 3 月
- 2 - 3 8) 『岩内町町勢要覧』岩内町、平成 13 年 (2001 年) 3 月
- 2 - 3 9) 『岩内町要覧資料編 いわない』岩内町、平成 14 年 (2002 年) 4 月
- 2 - 4 0) 『水産加工残滓有効利用に関する現状調査報告書』岩内商工会議所
- 2 - 4 1) 『別海町地域新エネルギービジョン—概要版』別海町役場産業振興部農政課、
平成 15 年 (2003 年) 3 月
- 2 - 4 2) 『別海町海産物副産廃棄物統計表』平成 10 年 (1998 年) ~ 平成 14 年 (2002 年)
- 2 - 4 3) 『別海町地域新エネルギービジョン策定等調査報告書』別海町産業振興部農政課、
平成 15 年 (2003 年) 2 月
- 2 - 4 4) 『十勝圏資源循環型社会形成検討調査業務』帯広開発建設部、
平成 16 年 (2004 年) 1 月
- 2 - 4 5) 『平成 15 年 (2003 年) 度清掃事業概要、帯広市緑化環境部清掃事業課
- 2 - 4 6) 『平成 15 年度宗谷の統計』北海道宗谷支庁、平成 16 年 (2004 年) 3 月
- 2 - 4 7) 館内概要 『宗谷』北海道宗谷支庁地域政策部地域政策課 (平成 15 年 3 月)
- 2 - 4 8) 『宗谷の農業 2003』北海道宗谷支庁 (平成 16 年 3 月)
- 2 - 4 9) 『平成 14 年版 宗谷の水産』北海道宗谷支庁 (平成 15 年 10 月)
- 2 - 5 0) 『宗谷の環境生活』北海道宗谷支庁地域政策部環境生活課 (平成 13 年 3 月)

3 . 研究論文、シンポジウム論文

- 3 - 1) 『Immobilization of lactobacillus bulgaricus in a Hollow-Fiber Bioreactor for production of lactic acid from acid whey permeate, Mohamed A Mehaia, Munir Cheryan, Applied Biochemistry and Biotechnology Vol.14, 21(1987)
- 3 - 2) 『Continuous production of lactic acid from whey permeate by free and calcium alginate entrapped lactobacillus helveticus, Denis Roy, Jacques and Ahn Le Duy, J Dairy Sci. vol. 70, 506 (1987)
- 3 - 3) 『余剰汚泥の嫌気発酵残渣の農地還元—水産加工排水処理施設から出る余剰汚泥の嫌気発酵残渣の肥料としての効果』松山英俊、泉 和雄、大久保泰宏、竹本 裕、広瀬 裕、用水と排水, Vol.31, 135 (1989)
- 3 - 4) 『炭素などの物質循環と大気環境』角皆静男、科学、vol.59、593 (1989)
- 3 - 5) 『固定化嫌気性菌を用いた低温メタン発酵』松永 旭、島崎弘志、松山英俊、泉 和雄、用水と排水、Vol.33, 138 (1991)
- 3 - 6) 『低温馴養嫌気性菌を用いた低温メタン発酵』松永 旭、島崎弘志、松山英俊、泉 和雄、用水と排水, Vol.33, 224 (1991)
- 3 - 7) 『Psychrophilic methane fermentation of excess sludge by enrichment culture』J. Ferment. Technol.Vol.66, 229 (1998)
- 3 - 8) 『北海道における実行可能な温暖化防止戦略についての考察』上野文男、金子正美、北海道環境科学研究センター所報、第 25 号、113 (1998)
- 3 - 9) 『Use and treatment of manure and biowaste in European agriculture - ドイツにおけるバイオガス情勢の実際』Gerhard Langhans, 北海道バイオガス研究会、酪農学園大学大学院ハイテクリサーチセンター共催講演会、(1999.11)
- 3 - 1 0) 『地球環境問題検討調査—道内湿原からのメタンの排出』岩田理樹、北海道環境科学研究センター所報、第 26 号、96 (1999)
- 3 - 1 1) 『酪農技術の再考とふん尿問題』干場信司、酪農ジャーナル 2000.6.31 (2000.6)
- 3 - 1 2) 『北海道におけるバイオガスシステムを考える シンポジウム論文集』北海道バイオガス研究会、酪農学園大学大学院ハイテクリサーチセンター共催、2000 年 7 月 14 日、於酪農学園大学エクステンションセンター
- 3 - 1 3) 『都市ごみの高速メタン発酵処理システム』李 玉友、化学工学、64 巻、459 (2000)
- 3 - 1 4) 『バイオマスエネルギー分科会パネルディスカッション』北海道省エネルギー・新エネルギーシンポジウム、2002.2.於札幌プリンスホテル
- 3 - 1 5) 『バイオガス液肥を防除に活かす』桑原 衛、現代農業 2000.6、316 (2000)
- 3 - 1 8) 『消化液の有効活用』三井造船株式会社、(2001.6)
- 3 - 1 9) 『北海道はバイオマスエネルギーの先進地—最新の導入事例を考える』シンポジウム論文集、北海道経済産業局、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

- 北海道支部主催、於ホテルポールスター札幌、平成 14 年（2002 年）8 月
- 3 - 2 0) 『乳牛排泄物の嫌気発酵技術の現状と将来』岡本全弘、第 3 回エネルギー環境研究会・第 75 回北海道石炭研究会講演会論文集、28（平成 15 年 2003 年 8 月）
於札幌コンベンションセンター
- 3 - 2 1) 『地域における廃棄物の資源化—新エネルギーとしての活用の可能性について』
大友昭雄、第 4 回エネルギー環境研究会・第 76 回北海道石炭研究会講演論文集、
23（平成 16 年—2004 年 2 月）於産業技術総合研究所北海道センター
- 3 - 2 2) 『循環型酪農の現状と展望』干場信司、農電北海道、2（2004）

4 . JICST 情報検索資料

- 4 - 1) 『消化槽の設計における将来傾向—Future Trends of Digester Design』
W.J.Jewell,—Cornell University、Anaerob Dig JN 特集号、467（1980）
- 4 - 2) 『農業残渣の乾式発酵最終報告アメリカエネルギー省—Dry fermentation of
agricultural residues, Final subcontract report』 W.J.Jewell et al, Cornell
University, US DOE under contract No. EG-77-C-01-4042, Prepared under
subcontract No. XB-9038-1(SERI/STR-231-1892), Solar Energy Research
Institute, 369 page（1982.12）
- 4 - 3) 『半固形及び固形基質の嫌氣的発酵—Anaerobic fermentation of semi-solid and
solid substrates』 L.De Baere and W. Verstraete (Laboratory of microbial
ecology state University of Gent, Belgium) Anaerob dig carbohydr hydrolysis
waste JN 特集号、195（1984）
- 4 - 4) 『廃棄物の嫌気性発酵—Anaerobic fermentation of refuse』 P. van Meenen, S.
Deboosere, W. Verstraete, (Faculty of Agriculture, State University of Gent,
B.) Resources and Conservation 14 295（1987）
- 4 - 5) 『作物残渣の乾式消化法、農業廃棄物の乾式嫌気性消化法の研究—Dry digestion of
crop waste: Studies on dry anaerobic digestion with agricultural wastes』
Guo-chao Sun, Yi-Zhe Wu, Shi-jun Sha and Ke-xin Liu (Chengdu Institute of
Biology, Chinese Academy of Sciences), Biological Waste 20, 291（1987）
- 4 - 6) 『乾式および湿式バイオガス発酵技術の研究と応用—Research and application of
technology for dry-wet biogas fermentation』 Ke-xin Liu, Guo-chao Sun ,
Xian-qiang Wu and Yi-zhe Wu (Chengdu Institute of Biology, Chinese
Academy of Sciences) Biological Wastes 20, 303（1987）
- 4 - 7) 『葉バイオマスのバイオガスへの固相発酵—Solid phase fermentation of leaf
biomass to biogas』 V., Anand, H.N.Chanaka and M.G.C. Rajan, Resources,
Conservation and Recycling 6, 23（1991）

- 4 - 8) 『DRANCO 法による都市固形廃棄物の乾式嫌気性消化 Dry anaerobic conversion of municipal solid waste by means of the Dranco process』 W.Six and De Baere, —Organic Waste Systems,Gent Belgium, Wat. Sci. Tech, Vol25, 295 (1992)
- 4 - 9) 『パイロット及び実機スケールの BIOGEL 反応器による固形有機廃棄物の嫌気性消化—Dry anaerobic digestion of solid organic waste in a biocel reactor at pilot-plant scale』 E. Ten Brummeler, M.M.J. Aarnink and I.W. Koster (Department of Enviromental Technology, The Netherlands), Wat. Sci. Tech., 25 301 (1992)
- 4 - 10) 『有機性廃棄物の嫌気発酵と堆肥化—Bioabfalle im verbund vergaren und kompostierenn』 Krull R. (Technische Univ. Braunschweig) Umwelt 25 86 (1995)
- 4 - 11) 『有機性廃棄物の嫌気処理残渣の農地施用—Garungstuchstande aus der anaeroben bioabfallbehandlung』 Hans Poletschny, Abwassertechnik heft 2, 9 (1998)
- 4 - 12) 『乾式発酵開発の現状と見通し—Trockenfermentation』 Landtechnik JN, 56, 410 (2001)
- 4 - 13) 『バイオガスシステムによる家畜糞尿の有効活用、第 2 章バイオガスシステムの技術的進展 4 バイオガスの脱硫技術』 浅野孝幸、酪農ジャーナル、臨時増刊号、40 (2002、3)
- 4 - 14) 『ドイツにおける、水離れの新ドライ・バイオガス・システム』月刊廃棄物、2002-7、70 (2002.7)
- 4 - 15) 『北海道における農業と食生活に関連する有機性廃棄物及び廃棄物中の炭素・窒素の年間発生量に関する市町村別検討』 矢沢正士、環境情報科学別冊、第 11 回環境情報科学論文集、87 (1997)
- 4 - 16) 『有機性廃棄物のリサイクル - 札幌市における事業系生ごみのリサイクルシステム』 藤沢武、廃棄物学会誌 , Vol.11, No.5, 355 (2000)
- 4 - 17) 『リサイクル技術の諸事例 - 有機性廃棄物のリサイクル技術 - 生ごみのリサイクル技術』 北川順矩、洞口恒明、生活と環境、Vol.46, No.7, 29 (2001)
- 4 - 18) 『オホーツク地域有機性廃棄物の再資源化と有効利用』 堀内淳一、多田清志、菅野 亨、小林正義、化学工学会年会研究発表講演要旨集、67th、782 (2002)
- 4 - 19) 『固定床式高温メタン発酵—メタクレス』原田 淳、資源環境対策、Vol.40、No.2 , 66 (2004)

NIMS-EMC 材料環境情報データ

No.1	金属元素の製錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査	(2003年3月)
No.2	鉛マテリアルフロー作成のための基礎調査	(2004年3月)
No.3	我国における自動車用白金族金属触媒のリサイクル動向	(2004年3月)
No.4	鉄スクラップの消費動向とその拡大技術シナリオのLCA的検討	(2004年3月)
No.5	我が国のアルミニウムマテリアルフロー調査	(2004年3月)
No.6	バイオマスの利活用に関する調査	(2005年3月)
No.7	中国の非鉄金属リサイクルと日本の廃家電等リサイクルの現状	(予定)
No.8	「鉱物資源使用」カテゴリーの特性化係数	(2005年3月)
No.9	中国の鉄	(予定)
No.10	関与物質総量(TMR)の算定 ー資源および工業材料のTMRー	(2006年3月)
No.11	マテリアルフロー	(予定)
No.12	社会蓄積量の把握に関する専門家意見調査	(2006年3月)

独立行政法人物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター

〒 305-0047

茨城県つくば市千現 1-2-1

TEL 029-859-2668

FAX 029-859-2601

e-mail emc@wotome.nims.go.jp

home page <http://www.nims.go.jp/emc/>