

# 人口減を考慮した 2040年の生ごみ処理方法の検討 —北海道の直接埋立・間欠運転焼却地域 に着目して—

直井 佑希子<sup>1</sup>・藤山 淳史<sup>2</sup>・石井 一英<sup>3</sup>・佐藤 昌弘<sup>4</sup>

<sup>1</sup>非会員 北海道大学修士課程 大学院工学院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)  
E-mail:d-canopus-sirius@eis.hokudai.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 北海道大学特任助教 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)  
E-mail:fujiyama@eng.hokudai.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 北海道大学准教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)  
E-mail:k-ishii@eng.hokudai.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 北海道大学助教 大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)  
E-mail:satomasahiro@eng.hokudai.ac.jp

現在、北海道内には可燃ごみの処理を直接埋立や間欠運転（バッチ炉・准連続炉）焼却に依存している小規模自治体がある。今後、生ごみの直接埋立を行う最終処分場の建設には交付金が出ないため、このような地域では最終処分場の新設は難しいのが現状であり、さらに、間欠運転焼却はエネルギー回収の面から望ましくないため、これらの地域では新たな廃棄物処理システムを検討していく必要がある。新たな廃棄物管理システムを検討する際、生ごみを除くことで処理の幅が広がることから、生ごみの利活用を実施することが今後重要となってくる。本研究では生ごみの処理方法に注目し、可燃ごみの処理を直接埋立または間欠埋立焼却に依存している道内地域を対象に、2040年の生ごみ処理方法について検討を行った。その結果、生ごみの利活用の推進が、様々な面でメリットが出てくる可能性があることが示した。

**Key Words :** *kitchen waste, population decrease, biogasification, intermittent-operated incineration, co-fermentation systems for processing swage sludge and kitchen waste*

## 1. 研究背景・目的

人口減に伴い家庭から排出されるごみ量も減少するため、その影響も考慮し、今後の廃棄物処理システムを検討していくことが重要がある。北海道内（以下、道内）の小規模自治体について見てみると、人口減への対応に加え、家庭ごみを依然として直接埋立している地域や、間欠運転焼却（准連続炉、バッチ炉）により処理を行っている地域が存在する。今後の方向性として、生ごみを含む家庭ごみを直接埋立している最終処分場の建設に対しては、交付金を受け取ることができないことになっており、現実的には交付金なしで自治体が最終処分場を新設することは難しいことから、中間処理工程も含めた新たな廃棄物処理システムを検討することが必要となってくる。また、間欠運転焼却は、エネルギー回収の面

で望ましくないため、これらの地域についても新たな廃棄物処理システムを検討することが必要となってくる。新たな廃棄物処理システムを検討する際、家庭ごみから生ごみを除くことで、除かれた家庭ごみの処理方法について、更なる広域化や固形燃料化（主に、RDF化）など検討可能な処理システムの幅も拡大する。さらに、小規模自治体は財政難に直面している自治体も多いことから、生ごみの利活用について処理方法（堆肥化またはメタン発酵など）だけでなく、処理の枠組み（自治体単独または広域、他施設との連携、集約処理など）をも考慮し、効率的な廃棄物処理システムを検討することは重要な視点となってくる。

そこで本研究では、廃棄物の処理を直接埋立または間欠運転焼却に依存している道内の小規模自治体を対象に、2040年の生ごみの処理方法について検討を行った。

## 2. シナリオの設定と評価方法

### (1) 対象地域

対象地域は2016年3月時点において、道内で生ごみを含む家庭ごみを直接埋立している、または、間欠運転により焼却処理を行っている市町村または一部事務組合等を対象とする。なお、本研究では間欠運転により処理を行っている市町村または一部事務組合等であっても既に可燃ごみから生ごみを分別し、リサイクルを行っている地域、本研究で注目している広域化や集約処理という観点からの議論が難しい離島（礼文町・利尻町・利尻富士町・奥尻町）、2016年3月時点では生ごみの直接埋立を行っているが、生ごみの堆肥化を行うことが決定済みで、施設整備等も行っている段階にある夕張市については、いずれも対象外とした。上記の点を考慮して抽出された道内の自治体について、2016年3月時点のし尿・浄化槽汚泥の処理状況を考慮し、下記に記した12の地域（図-1）に分け、それぞれ検討を行った。なお、上川中部地域については2016年3月時点の焼却処理の状況を考慮し、網走地域については2016年3月時点で津別町と大空町が共同で堆肥化処理を行っていること、大空町と網走市が共同でし尿処理を行っていることを考慮し、設定した。

- ・ 桧山南部地域：江差町，乙部町，厚沢部町，上ノ国町
- ・ 後志南部地域：寿都町，黒松内町，島牧村
- ・ 岩内地域：共和町，泊村，神恵内村，岩内町
- ・ 胆振東部日高西部地域：安平町，厚真町，むかわ町，日高町，平取町
- ・ 日高東部地域：浦河町，様似町，えりも町
- ・ 十勝地域：帯広市，音更町，士幌町，上士幌町，鹿追町，新得町，清水町，芽室町，中札内村，更別村，大樹町，広尾町，幕別町，池田町，豊頃町，本別町，足寄町，陸別町，浦幌町

町，新得町，清水町，芽室町，中札内村，更別村，大樹町，広尾町，幕別町，池田町，豊頃町，本別町，足寄町，陸別町，浦幌町

- ・ 上川中部地域：上川町，愛別町，比布町，当麻町
- ・ 西紋別地域：紋別市，滝上町，興部町，西興部村
- ・ 遠軽地区広域：遠軽町，湧別町，佐呂間町
- ・ 網走地域：網走市，津別町，美幌町，大空町
- ・ 根室市
- ・ 網走東部地域：斜里町，清里町，小清水町

### (2) 評価指標と評価範囲

本研究では、評価指標をコストと温室効果ガス（以下、GHG）排出量と設定した。評価範囲は生ごみおよびし尿・浄化槽汚泥が排出されてから処理され最終処分場されるまでの収集運搬工程および中間処理工程とした。そのため、結果のグラフは各工程の生ごみとし尿・浄化槽汚泥に寄与しているコストとGHG排出量となっている。

### (3) シナリオの設定

本研究では「生ごみ分別の有無」「広域化の有無」「混合処理の有無」を考慮し、図-2に示すフローに基づきシナリオを設定した。以後、図表等でのシナリオの名称の表記については、現状と同じ場所で同じ処理を行うと設定（人口減の影響を考慮し、施設規模のみ変更）したシナリオを「現状」、現状よりも更に広域の枠組みで焼却処理を行うシナリオを「広域焼却」、生ごみを分別し広域化を行わずに各自治体単独で堆肥化により生ごみの処理を行うシナリオを「単独堆肥化」、生ごみを分別し地域内で新たな広域化の枠組みを構築し、堆肥化によ



図-1 対象地域

り処理を行うシナリオを「広域堆肥化」、生ごみを分別し広域堆肥化と同様に広域化を行ったうえでメタン発酵により処理を行うシナリオを「広域メタン発酵」、汚泥再生処理センター（本研究では汚泥の処理方法はメタン発酵と仮定）で分別した生ごみとし尿・浄化槽汚泥を広域で混合処理するシナリオを「混合処理」とする。なお、堆肥化と同様に各自治体単独でのメタン発酵を想定した単独メタン発酵というシナリオの設定も可能であるが、一般的にメタン発酵の施設は堆肥化の施設に比べ割高であるため、小規模自治体が単独で持つことは現実的ではないと考え、シナリオ設定の対象外とした。なお、全施設が2040年までに更新時期を迎えるため、2040年の時点で全ての施設が新設であると仮定し、その際、立地場所は、2016年度時点で既に存在する施設については同じ場所、2016年度時点で存在しない、または、広域化により新たに施設を建設する必要がある場合には、人口が最も多い自治体に立地すると仮定した。

本研究では12の地域を対象としており、それぞれの地域で事情が異なるため、個別に追加で設定したシナリオや検討から除外したシナリオもある。そのため、12地域それぞれ個別の設定状況については3章で結果と合わせて記載する。

#### (4) 評価関数およびパラメータの設定

##### a) 生ごみおよび可燃ごみ量

2040年の生ごみおよび可燃ごみ量は、2040年の生活スタイルは2014年と変化せず、一人あたりの家庭ごみ排出量および家庭ごみ中の生ごみの割合も変化しないと仮定し推計した。具体的には、一般廃棄物処理実態調査の結果<sup>1)</sup>と平成26年度の道内各自治体の人口データ<sup>2)</sup>を用いて、道内で一人が1年間に排出する家庭系ごみの量を0.222[t/(人・年)]、家庭ごみ中の可燃ごみの割合を58.8%、家庭ごみから粗大ごみを抜いたごみの割合を97%と設定した。家庭系ごみ（粗大ごみ除く）に対する食品廃棄物の発生量の割合を調査データ<sup>3)</sup>を参考に、32%と設定した。これらの値と2040年の各市町村における推計人口データ<sup>4)</sup>を用いて、2040年の可燃ごみ量および生ごみ量を推計した。

##### b) し尿・浄化槽汚泥量

2040年のし尿および浄化槽汚泥の量については、各自治体での一人あたりのし尿および浄化槽汚泥の排出量、対象人口割合等は変わらないと仮定し、2014年の各自治体のし尿および浄化槽汚泥の発生量<sup>5)</sup>を2014年の各自治体の人口で除し、それに各自治体の2040年の人口を乗じることで推計した。

##### c) 収集運搬

生ごみまたは可燃ごみ（生ごみ含む）の収集運搬の費用およびGHG排出量については、自治体内の収集距離

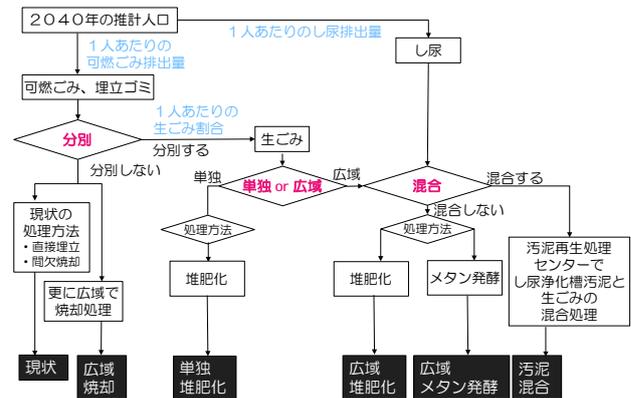


図-2 シナリオ設定のフロー

と自治体間の運搬距離をもとに算出した。まず収集距離については、対象自治体の収集面積とその人口、収集拠点数など数少ないパラメータからその自治体内の収集距離を概算することができるGrid city modelを用いて算出した。本研究では、東京市町村自治調査会による広域化の試算結果<sup>6)</sup>を参考に、各自治体の人口と面積、年間の収集量を入力すると年間の総収集距離および必要車両台数を算出できるよう改良（ステーション数はアンケートによる調査データ<sup>7)</sup>を用いて世帯数から推計できる回帰式を作成し、収集回数は一律に週2回、1台あたりの積載量は2tと仮定）し、これを用いた。自治体間の運搬距離については、各自治体の拠点が市役所または役場であると仮定し、その市役所または役場間の距離をGoogle map<sup>8)</sup>によって算出（有料道路を使わない最も短い拠点間の距離）した。本来であれば必要車両台数は自治体間の運搬の状況をも考慮して設定する必要があるが、本研究ではGrid city modelによって求められた必要台数をそのまま用いた。収集運搬費用については、求めた収集距離と必要台数、運搬距離を用いて車両費（車両単価は1台1,230万円、減価償却年数は7年と仮定）と人件費（1台あたりの作業人員は2人、平均年収は250万円と仮定）、燃料費（燃費は0.3L/km、燃料単価は130円/Lと仮定）から算出した。GHG排出量については、軽油の消費量から算出した。

し尿・浄化槽汚泥については現状シナリオと同様となる収集および運搬の工程は対象外とし、新たに設定したシナリオにおいて必要となる運搬工程のみを試算した。運搬に要する費用およびGHG排出量については、1台あたりの積載量を6kLと設定し、年間の延べ運搬回数を考慮したうえで必要車両台数を1台と設定し、生ごみと同様のパラメータ設定のもと運搬費用について車両費と人件費、燃料費から、GHG排出量については軽油の消費量から算出した。

##### d) 焼却施設

焼却に伴う費用については、建設費と維持管理費から試算した。施設規模[t/年]は2040年の年間処理量を365日

で除することにより設定した。建設費については資料<sup>9)</sup>にある式(1)を用いてごみトン単価を求め、これに施設規模を乗じることで建設費[万円]を試算した。減価償却年数は20年と設定し、求めた建設費を減価償却年数で除することにより、1年あたりのイニシャルコストを算出した。ランニングコストは、人件費と用役費、補修費から試算した。人件費[万円/年]については、松藤らの調査結果<sup>10)</sup>を用いて、施設規模あたりの運転操作人員と管理人員を求め、平均年収500万円として試算した。用役費[万円/年]と修繕費[万円/年]については、環境省の報告書<sup>9)</sup>のデータをもとに施設規模を変数として式(2)(3)の近似関数を作成し、これを用いて算出した。GHG排出量については、今回対象となった施設の多くが間欠運転焼却であったため、道内で間欠運転焼却炉により処理を行っている施設のデータ<sup>11)</sup>を用いて試算し、CH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oについても炉の形式を考慮し、設定した。なお、いずれも可燃ごみ中の生ごみの量で案分することにより、生ごみに寄与するコストおよびGHG排出量を試算した。

$$\text{建設費[万円/(t/日)]} = 21,341 \times \text{施設規模}^{0.279} \quad (1)$$

$$\text{用役費[万円/年]} = 66,912 \times \text{施設規模} + 2,068.3 \quad (2)$$

$$n = 15, R^2 = 0.494$$

$$\text{補修費[万円/年]} = 18,613 \times \exp(0.0018 \times \text{施設規模}) \quad (3)$$

$$n = 15, R^2 = 0.556$$

#### e) 堆肥化施設

堆肥化施設のコストについても建設費と維持管理費から試算した。施設規模[t/年]は2040年の年間処理量を365日で除することにより設定した。建設費についても維持管理費についても資料<sup>12)</sup>の試算結果を用いて式(4)(5)に示す回帰式を作成し、算出した。減価償却年数は20年と設定した。GHG排出量については、道内で高速堆肥化により処理を行っている施設のデータ<sup>13)</sup>を用いて試算した。

$$\text{建設費[万円/(t/日)]} = 17,313 \times \text{施設規模}^{0.471} \quad (4)$$

$$n = 3, R^2 = 0.998$$

$$\text{維持管理費[万円/年]} =$$

$$105.94 \times \text{施設規模} + 1,732.5 \quad (5)$$

$$n = 3, R^2 = 0.999$$

#### f) メタン発酵施設

メタン発酵施設のコストについても建設費と維持管理費から試算した。施設規模[t/年]は2040年の年間処理量を365日で除することにより設定した。建設費についても維持管理費についても資料<sup>14)</sup>に掲載されているデータを用いて式(6)(7)に示す回帰式を作成し、算出した。減価償却年数は20年と設定した。GHG排出量については、

環境省の資料<sup>15)</sup>を参考に電力消費量を100kWh/t、ガス発生量を150Nm<sup>3</sup>/tと設定し、試算した。

$$\text{建設費[万円/(t/日)]} = 20,126 \times \text{施設規模}^{0.47} \quad (6)$$

$$n = 3, R^2 = 0.947$$

$$\text{維持管理費[万円/年]} = 297.18 \times \text{施設規模} \quad (7)$$

$$n = 3, R^2 = 0.937$$

#### g) し尿処理施設・汚泥再生処理センター

汚泥再生処理センターのコストについても建設費と維持管理費から試算した。施設規模[t/年]は2040年の生ごみとし尿、浄化槽汚泥の年間処理量を365日で除することにより設定した。建設費についても維持管理費についてもデータベース<sup>16)</sup>に掲載されている実績データを用いて式(8)(9)に示す回帰式を作成し、算出した。減価償却年数は20年と設定した。なお、し尿処理施設のコストについては汚泥再生処理センターと同様であると仮定し、同じ式を用いて試算した。し尿処理施設のGHG排出量については、資料<sup>17)</sup>を参考に、電力消費量を67kWh/kL、A重油を8.5L/kLと設定し、CH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>Oについても嫌気性消化施設と仮定し、試算した。汚泥再生処理センターのGHG排出量については、環境省の資料<sup>15)</sup>を参考にメタン発酵施設と同様と仮定し、電力消費量を100kWh/t、生ごみ由来のガス発生量を150Nm<sup>3</sup>/t、し尿・浄化槽汚泥由来のガス発生量を8Nm<sup>3</sup>/kL、ガス発電量を1.90kWh/Nm<sup>3</sup>と設定し、試算した。

$$\text{建設費[万円/(t/日)]} = 6,032 \times \text{施設規模}^{0.085} \quad (8)$$

$$n = 3, R^2 = 0.744$$

$$\text{維持管理費[万円/年]} = 293.2 \times \text{施設規模} \quad (9)$$

$$n = 3, R^2 = 0.917$$

#### h) 最終処分場

最終処分場のコストについては、建設費と浸出水処理施設建設費、委託費から試算した。生ごみの直接埋立を行っているのは美幌町だけであるため、諸条件は現在の美幌町の最終処分場と同じと仮定し、埋立地容量は97千m<sup>3</sup>、汚水処理能力は30m<sup>3</sup>/日とし、現在の埋立地の終了予定年度が2026年であるため、新しい施設は平地に建設され2027年から供用開始される仮定とした。なお、推計された2040年の埋め立てごみ量は1,859t/年である。いずれの費用についても松藤らの研究<sup>18)</sup>を参考に、式(10)(11)(12)を用いて試算した。使用年数は15年と設定し、1年あたりの費用を算出した。GHG排出量については、食品くず(厨芥類)由来のCH<sub>4</sub>を試算した。

$$\text{建設費[百万円]} =$$

$$800 \times (97/200)^{1.036} \times (1+0.047)^{(2027-1990)} \quad (10)$$

浸出水処理施設建設費[百万円] =

$$30 \times (450/100) \times (30/100)^{0.38} \times (1+0.062)^{(2027-1990)} \quad (11)$$

委託費[千円/年] =

$$1,859 \times (7,800/1,000) \times (1,859/1,000)^{0.36} \quad (12)$$

### i) GHG排出量原単位

本研究では環境省の資料<sup>19)</sup> および北海道電力のデータ<sup>20)</sup> 等使用したGHG排出量原単位を表-1に示す。GHG排出量について、温暖化係数はCH<sub>4</sub>がCO<sub>2</sub>の25倍、N<sub>2</sub>OがCO<sub>2</sub>の298倍とし、CO<sub>2</sub>に等価換算した。

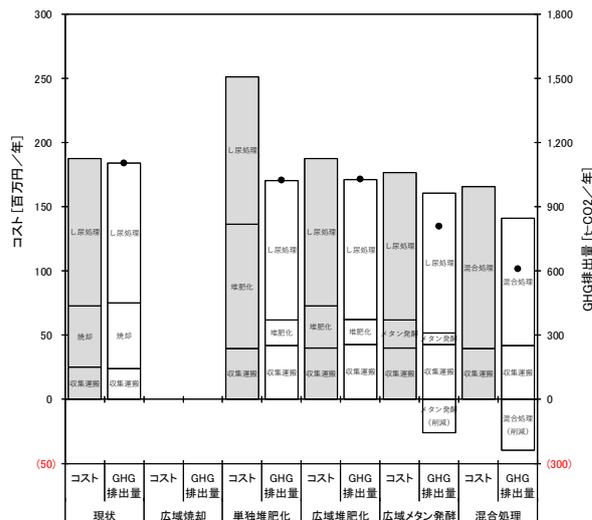
表-1 GHG排出量原単位

GHG排出量原単位		
電気	0.000676t-CO <sub>2</sub> /kWh	
A重油	2.71t-CO <sub>2</sub> /kL	
軽油	2.58t-CO <sub>2</sub> /kL	
灯油	2.49t-CO <sub>2</sub> /kL	
苛性ソーダ	0.55t-CO <sub>2</sub> /t	
次亜塩素酸ソーダ	0.19t-CO <sub>2</sub> /t	
高分子凝集剤	0.50t-CO <sub>2</sub> /t	
硫酸	0.10t-CO <sub>2</sub> /t	
連続燃焼式焼却施設	0.0000095t-CH <sub>4</sub> /t	0.0000567t-N <sub>2</sub> O/t
準連続燃焼式焼却施設	0.000077t-CH <sub>4</sub> /t	0.0000539t-N <sub>2</sub> O/t
バッチ燃焼式焼却施設	0.000076t-CH <sub>4</sub> /t	0.0000724t-N <sub>2</sub> O/t
し尿処理施設(嫌気性消化処理)	0.00054t-CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>	0.0000045t-N <sub>2</sub> O/N
コンポスト化(乾燥ベース)	10t-CH <sub>4</sub> /t	0.6kg-N <sub>2</sub> O/t
食品くず(厨芥類)	0.145t-CH <sub>4</sub> /t	

## 3. 評価結果

### (1) 松山南部地域

現在、松山南部地域では江差町にあるバッチ焼却炉で生ごみを含む可燃ごみを4町広域で焼却処理を行っており、し尿・浄化槽汚泥については厚沢部町にある処理施設で処理が行われている。既に広域により焼却処理を行っていることから松山南部地域について広域焼却処理のシナリオは対象外とした。広域堆肥化および広域メタン発酵のシナリオにおいては人口が最も多い江差町に施設が立地するものと設定し、混合処理シナリオについては既にし尿処理施設がある厚沢部町に施設が立地するものと設定した。松山南部地域の試算結果を図-3に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理のシナリオが最も削減効果大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約12%、約45%であった。



※ GHG 排出量の黒丸 (●) は、排出分から削減分を引いた正味の排出量を示している。図-4以降の図についても同様である。

図-3 松山南部地域の結果

### (2) 後志南部地域

現在、後志南部地域では寿都町にあるバッチ焼却炉で生ごみを含む可燃ごみを3町広域で焼却処理を行っており、し尿・浄化槽汚泥についても寿都町にある処理施設で処理が行われている。後志南部地域においても既に広域で焼却処理が行われていることから広域焼却シナリオは対象外とした。広域堆肥化および広域メタン発酵のシナリオにおいては人口が最も多い黒松内町に施設が立地しているものと設定し、混合処理シナリオについては既にし尿処理施設がある寿都町に立地するものと設定した。後志南部地域の試算結果を図-4に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理シナリオが最も削減効果大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約10%、約8%であった。

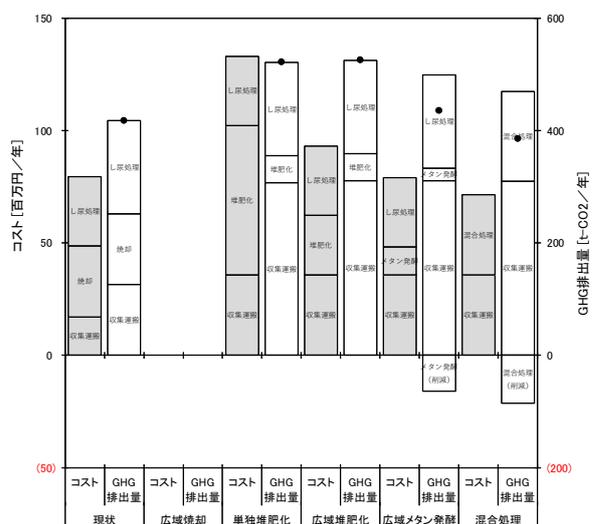


図-4 後志南部地域の結果

### (3) 岩内地域

現在、岩内地域では岩内町にあるバッチ焼却炉で生ごみを含む可燃ごみを4町広域で焼却処理を行っており、し尿・浄化槽汚泥についても岩内町にある施設で処理が

行われている。岩内地域においても既に広域で焼却処理が行われていることから広域焼却シナリオは対象外とした。広域堆肥化および広域メタン発酵のシナリオにおいては人口が最も多い岩内地域に施設が立地しているもの

と設定し、混合処理シナリオについても既に施設がある岩内町に立地するものと設定した。岩内地域の試算結果を図-5に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理シナリオが最も削減効果大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約6%、約31%であった。

#### (4) 胆振東部日高西部地域

現在、胆振東部日高西部地域では安平町にある堆肥化施設で厚真町と安平町の生ごみが処理されており、平取町にあるバッチ焼却炉でむかわ町と日高町、平取町の生ごみを含む可燃ごみが焼却処理され、5町全てのし尿・浄化槽汚泥はむかわ町にある施設で処理されている。広域堆肥化および広域メタン発酵のシナリオにおいては人口が最も多い日高町に施設が立地しているものと設定し、混合処理シナリオにおいては既に施設が立地しているむかわ町に立地するものと設定した。胆振東部日高西部地域の試算結果を図-6に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理シナリオが最も削減効果大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約20%、約48%であった。

#### (5) 日高東部地域

現在、日高東部地域では浦河町、様似町、えりも町各地域それぞれにバッチ焼却炉があり、それぞれの施設で生ごみを含む可燃ごみは焼却処理されており、し尿・浄化槽汚泥については3町全てが浦河町の施設で処理されている。広域焼却および広域堆肥化、広域メタン発酵については人口が最も多い浦河町に施設が立地しているものと設定し、混合処理シナリオについても既にし尿処理施設がある浦河町に立地するものと設定した。日高東部地域の試算結果を図-7に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理シナリオが最も削減効果大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約33%、約53%であった。

#### (6) 十勝地域

現在、十勝地域では帯広市と音更町、芽室町、中札内村、更別村、幕別町、池田町、豊頃町、浦幌町が帯広市にある全連続炉で、士幌町と上士幌町は上士幌町にあるバッチ炉で、大樹町と広尾町は大樹町にあるバッチ炉で、新得町と清水町はそれぞれ単独のバッチ炉で生ごみを含む可燃ごみを焼却処理している。鹿追町については単独で、本別町と足寄町、陸別町は足寄町で堆肥化により処理を行っている。十勝地域全域のし尿・浄化槽汚泥については帯広市にある施設で処理されている。広域焼却と広域堆肥化、広域メタン発酵のシナリオにおいては人口が最も多い帯広市に施設が立地するものと設定し、混合

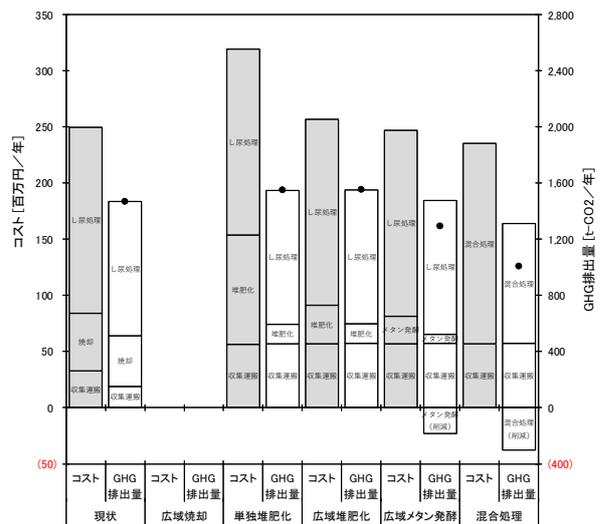


図-5 岩内地域の結果

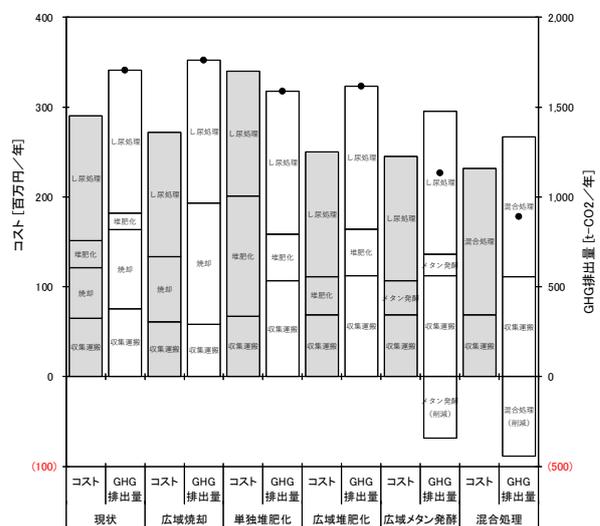


図-6 胆振東部日高西部地域の結果

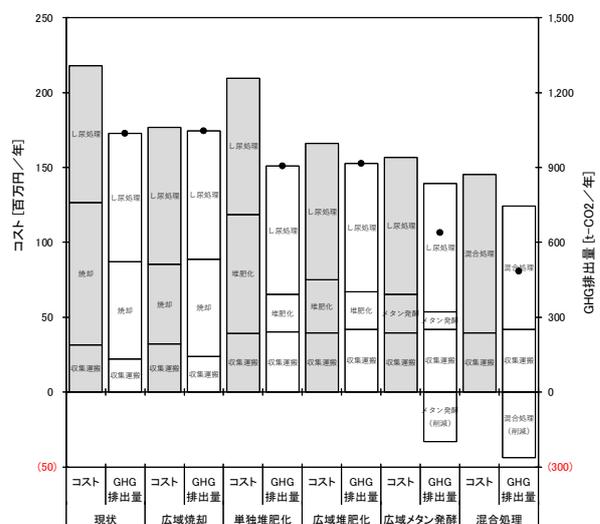


図-7 日高東部地域の結果

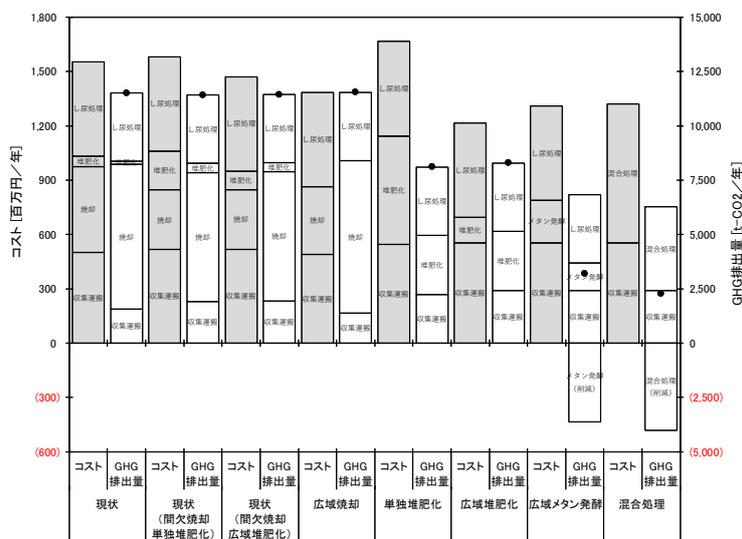


図-8 十勝地域の結果

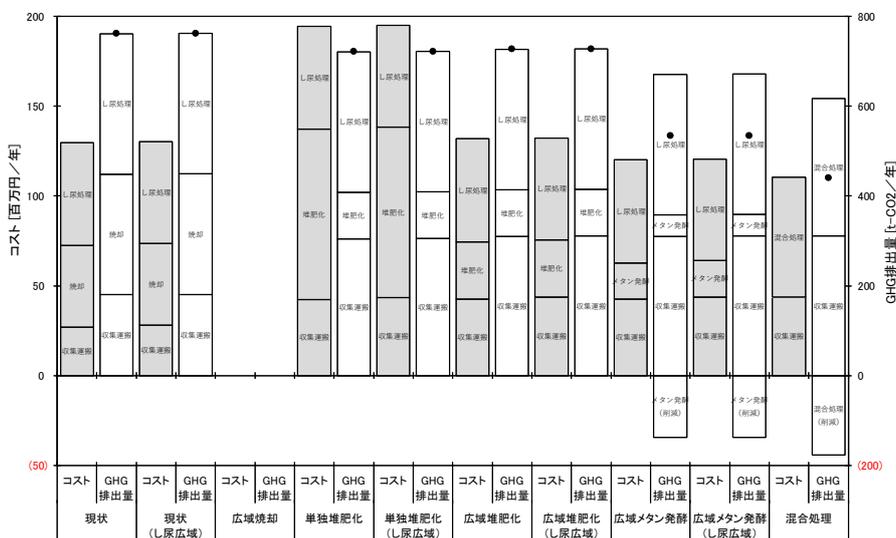


図-9 上川中部地域の結果

処理シナリオにおいても現在施設のある帯広市に立地するものと設定した。なお、十勝地域については間欠焼却地域のみ単独堆肥化の「現状（間欠焼却堆肥化）」（具体的には、士幌町と上士幌町、新得町、清水町、大樹町、広尾町が各自自治体単独で堆肥化を行い、他の自治体については現状の処理方法を継続）と間欠焼却地域を対象に広域堆肥化の「現状（間欠焼却広域堆肥化）」（具体的には地理的状况を考慮し、士幌町と上士幌町、新得町、清水町が近隣で既に行っている鹿追町で堆肥化を行い、大樹町と広尾町は広尾町で堆肥化を行い、他の自治体については現在の処理方法を継続）のシナリオについても検討を行った。十勝地域の試算結果を図-8に示す。コストにおいては広域堆肥化のシナリオが現状に比べ最も削減効果大きい結果となり、その削減率は現状に対して約22%、GHG排出量については混合処理シナリオが最も削減効果大きい結果となり、その削減率は約80%であ

った。

### (7) 上川中部地域

現在、上川中部地域では上川町にある准連続炉で4町全ての生ごみを含む可燃ごみを焼却処理しており、し尿・浄化槽汚泥については上川町は単独で、当麻町と比布町、愛別町については比布町にある施設で処理されている。既に広域により処理が行われていることから焼却シナリオは対象外とし、広域堆肥化と広域メタン発酵については人口が最も多い当麻町に、混合処理シナリオにおいても新たな枠組みでの新設となることから同様に当麻町に立地するものと設定した。また、現状と単独堆肥化、広域堆肥化、広域メタン発酵のシナリオそれぞれにおいてし尿・浄化槽汚泥の施設を集約し1か所で処理するというシナリオも想定されるため、上川町の施設が比布町の施設に集約すると想定し、追加として「現状（し

尿広域)」「単独堆肥化(し尿広域)」「広域堆肥化(し尿広域)」「広域メタン発酵(し尿広域)」の4つのシナリオについても検討を行った。上川中部地域の試算結果を図-9に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理のシナリオが最も削減効果大きい結果となり、現状に対してそれぞれ約15%、約42%であった。

### (8) 西紋別地域

現在、西紋別地域では西興部村のみ単独で堆肥化を行っており、それ以外の紋別市、滝上町、興部町については1市2町で紋別市にある准連続炉で生ごみを含む可燃ごみの焼却処理を行っており、し尿・浄化槽汚泥については1市2町1村で興部町にある施設で処理が行われている。広域焼却、広域堆肥化、広域メタン発酵のシナリオにおいては人口が最も多い紋別市に施設が立地するものと設定し、混合処理シナリオにおいては現在し尿処理施設がある興部町に施設が立地するものと設定した。西紋別地域の試算結果を図-10に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理のシナリオが最も削減効果が大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約28%、約49%であった。

### (9) 遠軽地区広域

現在、遠軽広域では遠軽町にある准連続炉で3町全ての生ごみを含む可燃ごみが焼却処理され、3町全てのし尿・浄化槽汚泥が湧別町の施設で処理されている。広域堆肥化および広域メタン発酵シナリオにおいては人口が最も多い遠軽町に施設が立地しているものと設定し、混合処理シナリオにおいては既に施設が立地している湧別町に立地するものと設定した。遠軽地区広域の試算結果を図-11に示す。コストにおいてもGHG排出量において

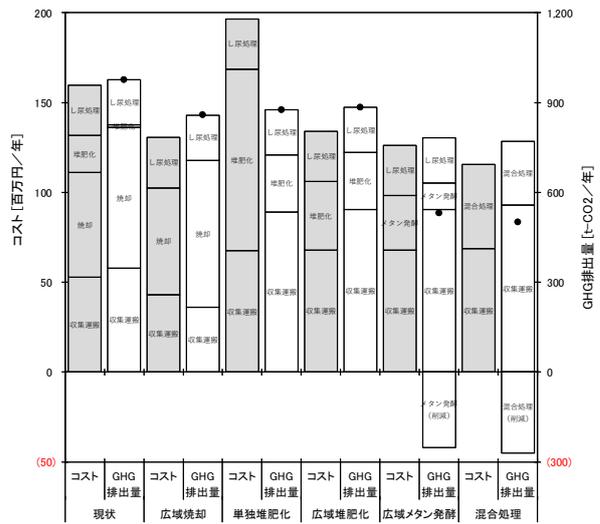


図-10 西紋別地域の結果

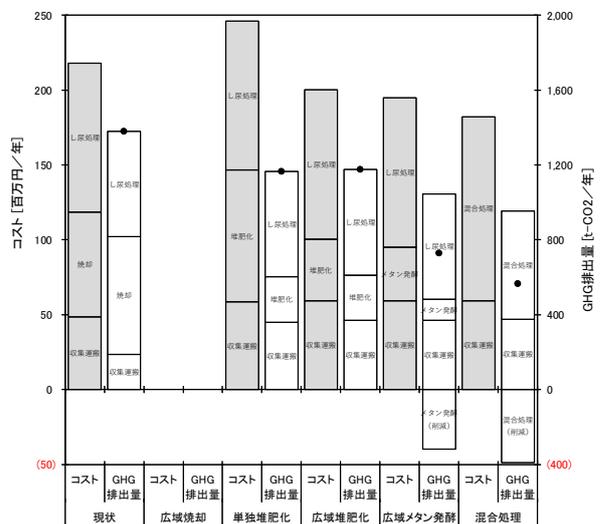


図-11 遠軽地区広域の結果

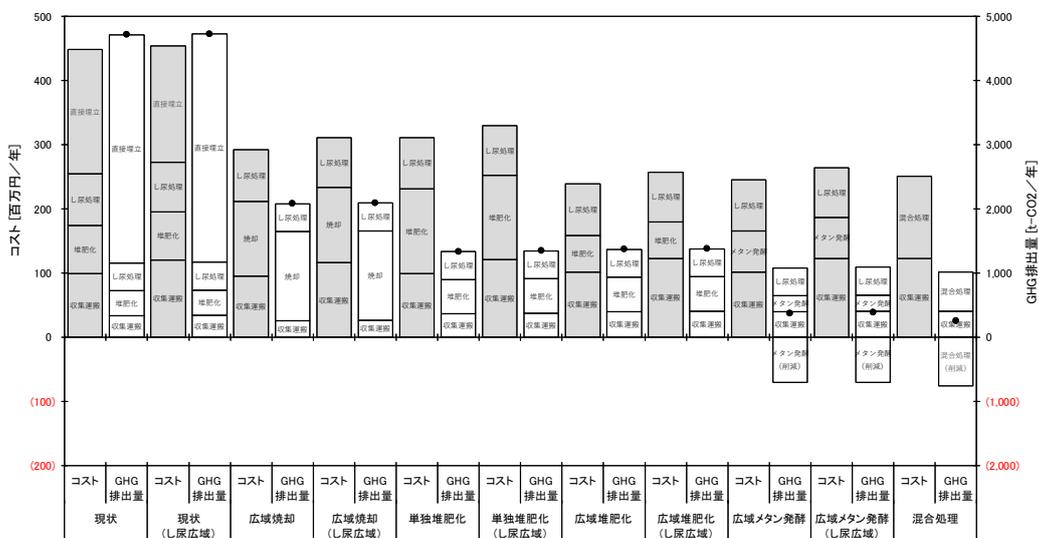


図-12 網走地域の結果

も混合処理シナリオが最も削減効果が大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約17%、約59%であった。

### (10) 網走地域

現在、網走市は生ごみを直接埋立しているが、今後堆肥化を市で単独で行うことが決定済みであるため、2040年の現状シナリオにおいても堆肥化を行っているとして設定した。なお、美幌町は直接埋立を行っており、津別町と大空町は津別町で堆肥化を行っている。し尿・浄化槽汚泥については美幌町と津別町が単独で行っており、網走市と大空町については網走市の施設で処理が行われている。広域焼却と広域堆肥化、広域メタン発酵については人口が最も多い網走市に立地するものと設定し、混合処理シナリオにおいても現状施設のある網走市に立地するものと設定した。なお、現状と広域焼却、単独堆肥化、広域堆肥化、広域メタン発酵のシナリオにおいて施設を集約して1か所で処理を行うというシナリオも想定されるため、美幌町と津別町の施設が網走市の施設に集約すると想定し、追加として「現状（し尿広域）」「広域焼却（し尿広域）」「単独堆肥化（し尿広域）」「広域堆肥化（し尿広域）」「広域メタン発酵（し尿広域）」の5つのシナリオについても検討を行った。網走地域の試算結果を図-12に示す。コストにおいては広域堆肥化のシナリオの削減効果が最も大きくその削減率は現状に対して約45%、GHG排出量については混合処理のシナリオが最も削減率が大きく約95%であった。

### (11) 根室市

現在、根室市については生ごみを含む可燃ごみについては准連続炉で単独で処理を行っており、し尿・浄化槽汚泥についても単独で処理を行っている。他自治体と組み合わせる検討ができなかったため根室市については単独での検討となっていることから、広域焼却および広域堆肥化は対象外とし、広域メタン発酵シナリオについては単独でのメタン発酵、混合処理についても根室市内での施設連携という位置づけでの検討となっている。根室市の試算結果を図-13に示す。コストについてもGHG排出量についても混合処理のシナリオが最も削減効果が大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約21%、約68%であった。

### (12) 網走東部地域

現在、網走東部地域では斜里町と小清水町はそれぞれ単独で堆肥化を行っており、清里町は生ごみを含む可燃ごみをバッチ炉で焼却処理を行った。し尿・浄化槽汚泥については3町で斜里町にある施設で処理が行われている。広域焼却および広域堆肥化、広域メタン発酵の

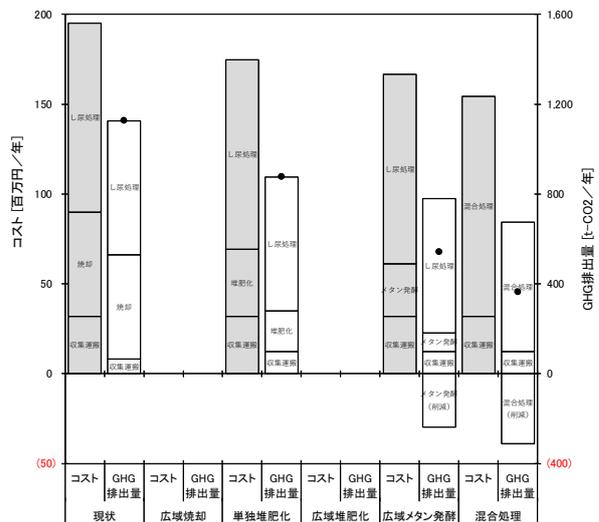


図-13 根室市の結果

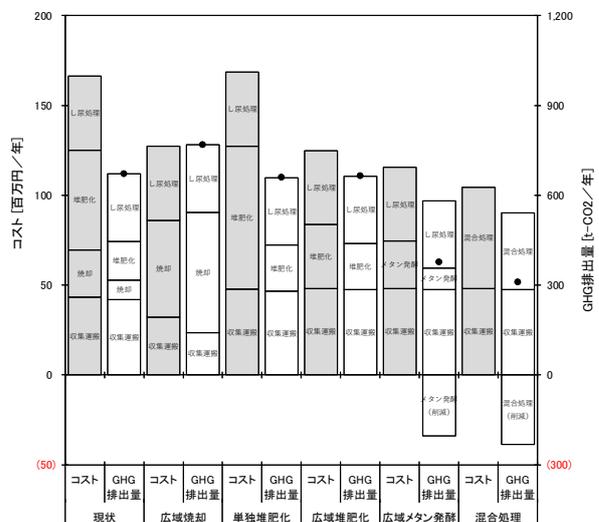


図-14 網走東部地域の結果

シナリオにおいては人口の最も多い斜里町に施設があるものと設定し、混合処理においても現在施設のある斜里町に施設が立地するものと設定した。網走東部地域の試算結果を図-14に示す。コストにおいてもGHG排出量においても混合処理のシナリオが最も削減効果が大きい結果となり、その削減率は現状に対してそれぞれ約37%、約54%であった。

## 4. 結論と今後の課題

本研究では廃棄物の処理を直接埋立または間欠運転焼却に依存している道内の地域を対象に、2040年の生ごみの処理方法について検討を行った。対象とした12地域全てで現状シナリオよりも、生ごみを利活用する方がメリットがある可能性が示された。その利活用方法としては、し尿・浄化槽汚泥との混合処理も有効な方法となる可能

性も示唆された。

本研究では、生ごみを利活用する処理方法についてコストとGHG排出量のみを検討したが、焼却量削減により最終処分量も削減されるなど他の影響をも考慮した総合的な評価を行う必要があると考えられる。また、今回の試算は対象が生ごみだけに限られており、家庭から排出される生ごみ以外のごみについても考慮する必要があり、今後の課題として認識している。

#### 参考文献

- 1) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果 平成 26 年度調査結果，2016.
- 2) 総務省：報道資料 住民基本台帳に基づく人口，人口動態及び世帯数（平成 26 年 1 月 1 日現在）参考資料【総計】平成 26 年住民基本台帳人口・世帯数，平成 25 年度人口動態（市町村別），2014.
- 3) 環境省：平成 27 年度 地方自治体における食品廃棄物等の再生利用等の取組実態調査 報告書，平成 28 年 3 月.
- 4) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口（平成 25 年 3 月推計）結果，2013.
- 5) 環境省：平成 27 年度 食品廃棄物等の発生抑制及び再生利用の促進の取り組みに係る実態調査 報告書，2016.3.
- 6) 財団法人東京市町村自治調査会：LCA とコストからみる市町村廃棄物処理の現状 ～廃棄リ・リサイクルシステムの改善に向けて～，2003.
- 7) 日本グリーンパックス株式会社：自治体のごみ収集

に係るアンケート調査結果，平成 28 年 2 月 15 日.

- 8) Google map, URL:<https://www.google.co.jp/maps>（閲覧日：2017.1）.
- 9) 環境省：平成 24 年度 廃棄物処理の 3R 化・低炭素化改革支援事業委託業務報告書，pp.5-1，2013.
- 10) 北海道大学廃棄物処理工学研究室：一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析，2012.
- 11) 道内自治体ヒアリング.
- 12) 農業・食品産業技術総合研機構：バイオマス利活用システムの設計と評価.
- 13) 道内自治体ヒアリング.
- 14) 環境省大臣官房廃棄物・環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：メタンガス化施設整備マニュアル（改正案），2016.
- 15) 環境省：平成 26 年度廃棄物系バイオマス利活用導入促進事業委託業務 報告書，平成 27 年 3 月.
- 16) 地域環境資源センター：バイオマス利活用技術情報データベース，URL：<http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/instinfolist00.html>（閲覧日：2017/1）.
- 17) 岡崎貴之，清水敏秀，森田昭：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第 4 報），日環セ所報 No.28，2001.
- 18) 松藤敏彦・大原佳祐：一般廃棄物最終処分コストの分析および標準費用モデルの作成，廃棄物資源循環学会論文誌，Vol.21，No.1，pp.30-43，2010.
- 19) 国立環境研究所：温室効果ガスインベントリ，2016.
- 20) ほくでん：2015 年度排出原単位.

(2017.6.21 受付)

## STUDY ON KITCHEN WASTE TREATMENT METHODS IN 2040 CONSIDERING POPULATION DECREASE - A CASE STUDY OF DIRECTLY-LANDFILLING AND INTERMITTENT-OPERATED INSINERATION AREAS IN HOKKAIDO -

Yukiko NAOI, Atsushi FUJIYAMA, Kazuei ISHII and Masahiro SATO

Currently, there is a small municipality within Hokkaido that relies on Direct-Landfilling and Intermittently-Operated Incineration (batch incinerator or associate continuous incinerator) for solid waste processing. In the future, it will be difficult to establish a final disposal site in the area where kitchen waste is Direct-Landfilling because there is no grant for the construction of a final disposal site that will carry out Direct-Landfilling of kitchen waste. Intermittently-Operated Incineration is also undesirable from the viewpoint of energy recovery. Therefore, it is necessary to consider new waste disposal systems in these areas. When considering a new waste treatment system, it is important to implement the utilization of kitchen waste as target treatment methods will be expanded by excluding kitchen waste. In this research, we focused on the processing method of kitchen waste and examined the treatment method of kitchen waste in 2040 for the areas in Hokkaido that rely on Direct-Landfilling or Intermittently-Operated Incineration for solid waste processing including kitchen waste. As a result, this research indicated that there are possibilities to benefit from various aspects by promoting the use of kitchen waste.