

一般廃棄物可燃ごみの固形燃料化について

RDF (Refuse Derived Fuel) For General Combustible Wastes

水工事業部 水工第2部 佐藤 博貴



概要 (Abstract)

羊蹄山麓地域7カ町村(蘭越町、ニセコ町、真狩村、留寿都村、喜茂別町、京極町、倶知安町:以下『山麓地域』と称する)では、現在、廃棄物の適正処理及び循環型社会形成の一環として、一般廃棄物を可燃ごみ、不燃ごみ、資源ごみ、生ごみに分別し、適切に処理を実施している。

しかし、昭和63年度より稼働され、平成14年12月から山麓地域の可燃ごみの処理を行っている倶知安町のごみ焼却処理施設(倶知安町清掃センター)が、平成26年度末をもって、継続使用が不可能となることから、同施設の建替えを含め、山麓地域全体の廃棄物行政の見直しが必要となっている。

そのため、山麓地域の過去の実績から、新しい可燃ごみの処理規模を検討する上で必要な将来予測(人口、可燃ごみ発生量等)を分析し、地域循環型社会に適応し、且つ、最終処分場の延命化策等も含め地域循環社会に適応した処理計画の検討を行った。

本文は、検討結果から一般廃棄物可燃ごみの処理システムとして、“固形燃料化方式の選定”に至るまでの経緯について記述したものである。

1. はじめに

当該山麓地域は、北海道南西部の後志管内のほぼ中央にそびえる羊蹄山山麓に位置し、冬期間の季節風の影響で平均積雪量は約2mとなり、北海道の中でも降雪量が非常に多い豪雪地域にあたる。

山麓地域の地勢は、東南部から西南部に向かって流れる尻別川をはさみ、支笏洞爺国立公園、ニセコ積丹小樽海岸国定公園等の豊かで恵まれた自然環境を有している。

山麓地域全体の人口¹⁾は、約35,000人、世帯数は約16,500戸であり、人口は年々減少しているが、世帯数は概ね増加していることから核家族化の進行が窺える。

産業別就業人口²⁾では、基幹産業である農業が約19%と最も多く、次いで卸売・小売業とサービス業が共に約13%となっている。また、観光客入込客数³⁾は道内客が約670万人、道外客が約250万人、総数で約920万人であり、道内有数の観光地である。

既設の可燃ごみ処理を行っている倶知安町清掃センターの概要を表-1に示す。

表-1 倶知安町清掃センター概要

項 目	内 容	
施設当初 改造区分	施設当初 (S63.12~) ダイオキシン類対策改造後 (H14.12~)	
処理能力	44t/日 (22t/16h×2炉)	
設 備 内 容	受入供給施設	ピットアンドクレーン式
	焼却施設	ストーカ式
	ガス冷却施設	ガス冷却室(水噴射式)
	排ガス処理施設	バグフィルター
	余熱利用施設	温水発生器(暖房・給湯用)
	通風設備	平衡通風式、押込送風機、空気予熱器、二次焼却送風機誘引送風機、煙突(高さ35m)
灰出設備	灰出コンベアー・灰バンカー	
建 物	(管理棟) 延べ面積 314.96m ² (工場棟) 延べ面積 1,577.21m ²	
構 造	(管理棟) 鉄筋ALC板 (工場棟) 鉄筋ALC板・一部鉄筋コンクリート 地上3階・地下1階	

2. 将来予測の方法

ここでは、山麓地域における新しい可燃ごみの処理施設規模を計画するのに可燃ごみ量が必要な為、過去の実績から人口及び可燃ごみ発生量の将来予測を行った。

それぞれの将来予測については、回帰式(直線式、分数式、ルート式、対数式、べき乗式、指数式)から行った。

回帰式による推計は、過去の実績をグラフにプロットしてその規則性を見出し、さらにその規則性により適合する傾向線を最小二乗法により算出する方法である。回帰式は、下記の根拠より基本的に相関係数の最も高い式を採用することとするが、増加や減少の幅が著しく大きいものや減少により将来予測値が“0”となるような、現実性の低いものについては採用を見送った。

- 【 $0 \leq |r| < 0.2$ 】 : 殆ど相関がない
- 【 $0.2 \leq |r| < 0.4$ 】 : やや相関がある
- 【 $0.4 \leq |r| < 0.7$ 】 : かなり相関がある
- 【 $0.7 \leq |r| \leq 1$ 】 : 強い相関がある

2.1 将来人口の予測

将来人口の予測に関しては、過去10ヶ年分以上の実績を用い、相関係数が最も高い結果を採用した。

図-1に、山麓地域の人口実績と採用した回帰式における将来人口を示した。

2.2 可燃ごみ発生量の予測

ごみ量予測に関しては、過去5ヶ年以上の実績を用いて、計画1人1日当たりのごみ排出量(排出原単位)を次式により算出した。

$$\text{排出原単位}[\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}] = \text{年間収集ごみ量}[\text{t}] / (\text{人口}[\text{人}] \times 365[\text{日}] \times 1,000,000[\text{g換算}])$$

この値を回帰式にかけ、相関係数値と以下の条件で採用式を決定し、その傾向(トレンド)から排出原単位の予測値を設定した。

なお、ごみ量予測に関しては、ごみ分別の区分変更や減量化の推進による排出量の変動が大きいことから、以下の方針に基づいて予測式を選定した。

～ ごみ量における回帰式採用方針 ～

- a) 相関係数は、【かなり相関がある】と判断される相関係数0.4以上のものを選定した。
- b) 実勢を考慮して、増加が最新年度値の倍近くかそれ以上、または減少が半分近くか0になる等の式は採用せずに現実性を考慮して選定した。なお、どれが適当なものであるかは、その傾向からも判断した。

c) 各式が上記a)、b)を満たさない場合は、実績の平均値を採用した。

図-2に、山麓地域の可燃ごみ排出原単位実績と採用した回帰式の将来予測を示した。

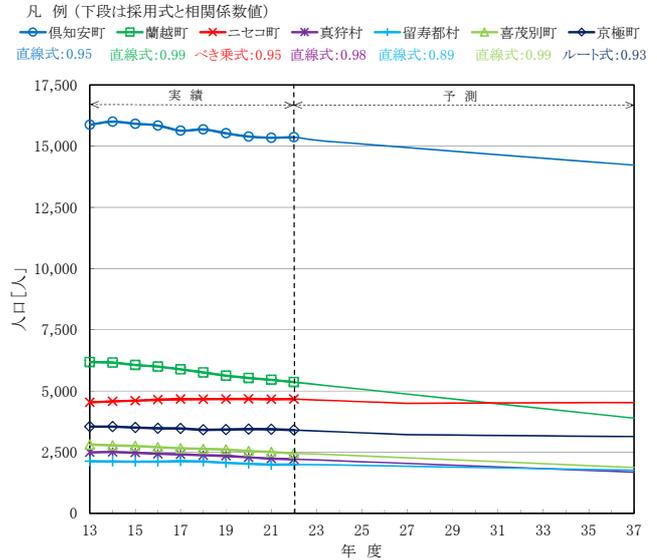


図-1 人口実績と将来予測

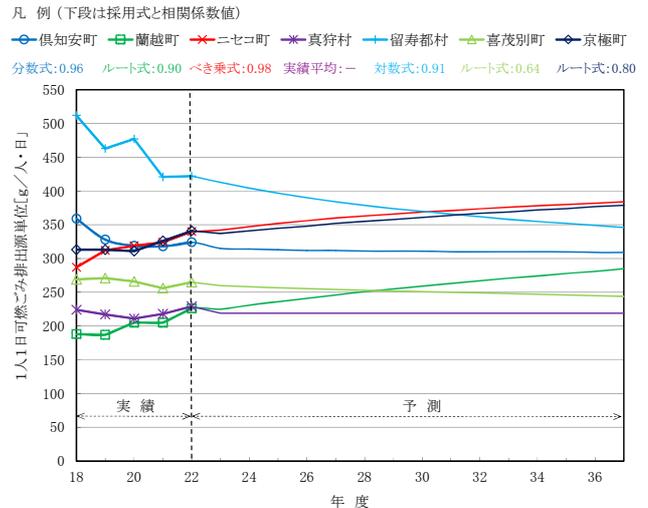


図-2 可燃ごみ実績と将来予測

3. 新処理施設の検討

3.1 可燃ごみ処理規模の算定

将来予測した人口及び可燃ごみ発生量より、山麓地域における新しい可燃ごみ施設規模について、『ごみ処理施設整備の計画・設計要領2006改訂版(以下、「設計要領」という)』に基づき、次式により算出し、処理方式別による検討を行った。

施設規模17t/日 = (計画年間日平均処理量12.7t/日) ÷ (実稼働率0.767) ÷ (調整稼働率0.96)
ここに、計画年間日平均処理量は、施設の計画日

標年度(H27年)における山麓地域の各人口及び排出原単位の予測値から算出、実稼動率(補修整備期間等によって停止する期間を除く280日/365日で計算)及び調整変動係数(故障修理等の一時停止により能力低下することを考慮)は、設計要領で定められている係数を用いた。

3.1 可燃ごみ処理方式の検討

可燃ごみ処理方式としては、表-2に示す5つの方法がある。

技術的な見解以外に、平成12年に施行された「循環型社会形成推進基本法」では、以下の循環型社会の構築を目指すとして制定されたことを踏まえ、処理方式を検討した。

- ①資源やエネルギーを最大限活用すること
- ②廃棄物処理に伴う環境負荷を最小化すること
- ③埋立処分量を最小化すること

表-2の理由より、焼却施設とごみ固形燃料化施設の2つを選定比較対象とした。

表-2 可燃ごみ処理方式一覧表

施設区分 (様式区分)	特 徴
焼却施設 (熱回収)	<ul style="list-style-type: none"> ・可燃ごみを焼却処理するとともに排出される有害物を無害化、減容化する施設 ・ごみを燃やした際に発生する熱を回収し温水等に有効利用が可能
ごみ固形燃料化施設 (リサイクル)	<ul style="list-style-type: none"> ・可燃ごみを粉碎、熱圧縮、成形することで、固形燃料を製造する施設 ・固形燃料はボイラー等の燃料として有効利用が可能
炭化施設 (リサイクル)	<ul style="list-style-type: none"> ・可燃ごみを無酸素状態で加熱処理等を行い、炭を製造する施設 ・乾燥、成形、炭化、洗浄工程からなり、処理工程も複雑で、焼却施設と同様の排ガス設備が必要になる。維持管理費が固形燃料化施設より高価 ・炭化製品の受入先確保が困難 <p style="text-align: center;">↓</p> <p>以上より、比較検討から除外した。</p>
ごみメタン発酵化施設 (リサイクル)	<ul style="list-style-type: none"> ・可燃ごみの主体は紙、プラスチック、布類であるので、有機性廃棄物を発酵処理するメタン発酵処理には不適 <p style="text-align: center;">↓</p> <p>以上より、比較検討から除外した。</p>
最終処分場施設 (最終処分)	<ul style="list-style-type: none"> ・可燃ごみの直接埋立は交付金の対象外 ・埋立終了後も安定化まで10年以上の適切な維持管理が必要 ・悪臭、鳥害、ごみの飛散等による、周辺環境への影響が大きい <p style="text-align: center;">↓</p> <p>以上より、比較検討から除外した。</p>

1) 焼却施設の技術的特徴

焼却方式は、既設で行っている「ストーカ式」以外にも処理方式があり、処理方式は炉の形式、使用する熱源等により細分化される。

ただし、設計要領においては、一炉当たりの処理能力が40t/24hを更に下回る場合には、連続運転の為の件費等経済性に問題が出てくる他、技術的にも小規模になる事による燃焼の不安定性が問題となり、安定燃焼に留意した様々な追加的な対策も考慮しなければならないとされている。

当該規模で可能な焼却方式としては、「ストーカ式」と「ガス化熔融式」がある。

ガス化熔融とは、廃棄物のガス化と灰の熔融を組み合わせて熱ロス無くす技術で、まず無酸素状態で加熱し、可燃性のガスと炭に分解する①ガス化炉と発生したガスと炭を1,300℃以上の高温で燃焼、炭を熔融し、熔融スラグを生成する②熔融炉とからなる。

生成されたスラグの有効利用により最終処分場の延命化が図られるが、熔融炉の温度維持のため化石燃料のある程度の供給が必要となる。また、焼却残渣・飛灰等のスラグ化等による生成物としての有効利用が期待されるが、利用先の確保が課題となった。

2) ごみ固形燃料化施設の技術的特徴

主に一般廃棄物の可燃ごみを原料に乾燥・固形化した燃料は、RDF(Refuse Derived Fuel)という。

RDFの熱カロリーは、3,000～4,000kcal/kg程度であるが、石炭(4,500～7,500kcal/kg)やコークス(6,000～7,000kcal/kg)等の化石燃料の代替として、製紙会社や地域暖房用の燃料として利用されている実績が全国各地(道内では富良野市)にある。

ごみ固形燃料処理方式は、1990年代後半から最終処分場の問題に悩む自治体の解決策として注目を浴びようになり、一部の地方自治体が積極的に導入したが、RDF中の生ごみによる燃料の腐敗、発酵による可燃性ガスの発生によるトラブル、塩分混入による燃焼時のダイオキシン発生リスクが懸念され、一時問題となった。

しかし、近年、化石燃料の高騰、ごみ分別の徹底や技術的な進歩により、ごみ固形燃料化方式を採用する自治体も徐々に増えてきている。

表-3に、ごみ固形燃料の特徴、図-3にごみ固形燃料化処理フロー例を示す。

表-3 ごみ固形燃料の特徴

安定した品質	選別された一般廃棄物を原料として使用するため、品質が安定する
熱量コントロールが可能	ボイラー等の仕様に応じ、原料の配合比率を変更するだけで容易に熱量の変更が可能
良好なハンドリング性	固形で密度が高い為、コークス、粉炭等と同等の利便性を持ち、貯蔵特性に優れている
他燃料に比較して経済性がある	価格は石炭の約1/4~1/3 化石燃料やCO ₂ 排出権購入の費用を削減可能 灰化率が石炭と比較して1/3以下、最終処分場の延命が可能
環境に優しい	総合エネルギー効率の向上と化石燃料削減によりCO ₂ 削減等地球温暖化防止に寄与する

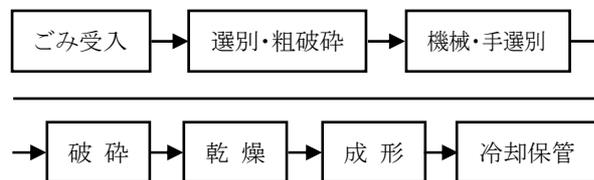


図-3 ごみ固形燃料化処理フロー例

3.2 処理方式の選定

山麓地域においては、以下による理由から“ごみ固形燃料化施設”を採用することとした。

- ①山麓地域は、生ごみが分別収集・堆肥化され、廃プラスチック・紙等の可燃ごみは固形燃料として再生利用が可能と判断された。
- ②製紙会社の環境への取り組みとして、バイオマスエネルギー（黒液・木屑等）及び廃棄物エネルギー（廃タイヤ・RDF等）の非化石エネルギー

利用への転換方針により、安定した供給先の確保が可能であることが確認された。また、札幌市内にある地域暖房においても、廃棄物エネルギーの積極的な利用が確認された。

- ③施設比較として、ごみ固形燃料化施設の方がCO₂排出量の低減効果があり、RDF利用先のCO₂排出量も考慮した場合、約2,800t-CO₂/年の排出量の低減効果がある。（図-4のCO₂排出量比較模式図 参照）
- ④未利用資源の有効利用により、循環型社会の形成に寄与することが可能である。
- ⑤経済性評価では、建設費と維持管理費15年を含めた総事業費比較において「焼却施設」は「固形燃料施設」に対し、1.5倍以上となり、経済性において劣った。
- ⑥RDFを販売し、ボイラー施設で代替燃料として利用する場合、焼却灰を山麓地域で所有する最終処分場に埋め立てる必要が無い為、延命化が図れる。

4. おわりに

処理方式が選定されたので、今後は事業方式の検討、詳細検討等を行い、可燃ごみ処理施設の整備を進めていく予定となっている。

参考文献

- 1) 北海道HP: 北海道総合政策部地域行政局市町村課 住民基本台帳及び世帯数 平成24年3月31現在
- 2) 北海道統計協会: 第30回 平成21年北海道市町村勢要覧, pp.100-113, 2009
- 3) 北海道後志総合振興局HP: 後志総合振興局管内観光入込客数 平成22年度データ

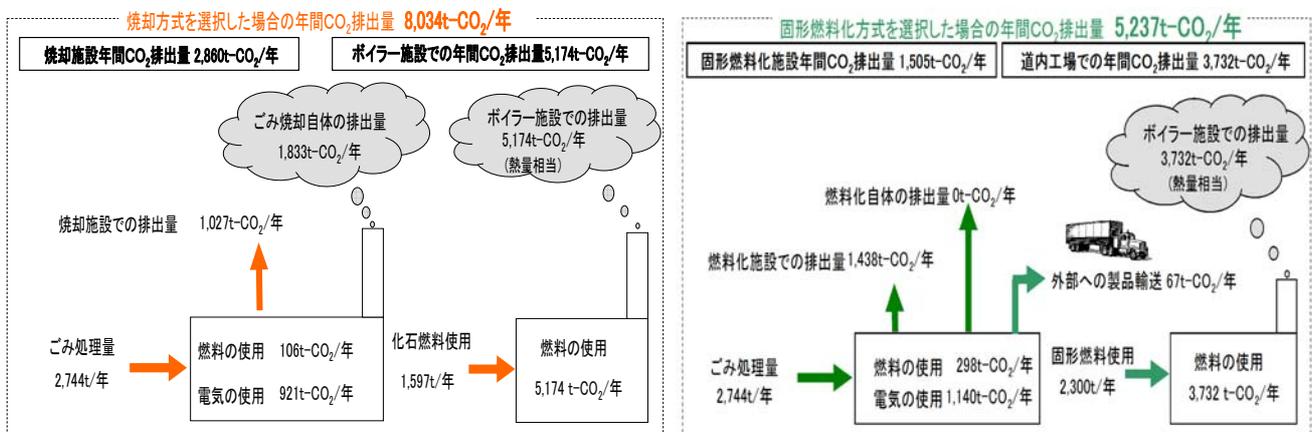


図-4 CO₂排出量比較模式図