

この資料は、日本応用地質学会の廃棄物処分・利用における地質環境に関する研究小委員会の活動の成果の一部として作成したもので、内容については同委員会での議論を重ね取りまとめたものである。また今後の活動により、さらに内容を充実させることもあるため中間報告としての位置づけで公表する。

災害発生土及び災害廃棄物の特徴と循環資源保管施設の提案

廃棄物処分・利用における地質環境に関する研究小委員会
新処分場ワーキンググループ (WG3) 長
打木弘一 (基礎地盤コンサルタンツ株式会社)

はじめに

災害発生土及び災害廃棄物^[注釈]は、地表部の地形・地質・土地利用等の地域特性及び災害の種別によって特徴が異なる。これまで災害で大量に発生した災害発生土や災害廃棄物は、きわめて短期間にコストを掛けて中間処理施設等で処理することから、一定期間ではあるが廃棄物処分に過剰な社会的環境負荷がかかる。またそのときの処理技術や処理量に応じて処理しきれない廃棄物は、最終処分場に埋め立てることになり再生利用には限界がある。

新処分場ワーキンググループ (WG3) では、廃棄物は廃棄するものではなく、すべて循環資源物として再生利用するという観点から、最終処分場に替わる循環資源保管施設を提案するものである。

1. 地域特性や災害形態による災害発生土及び災害廃棄物の特徴

災害発生土や災害廃棄物は、被災地の表層地質、植生及び土地利用の違いにより地域特性があり、災害形態によりそれらの質が異なる。

災害が発生した場合の被災規模は、気象状況、地震規模、対象地域の地形・地質状況及び土地利用状況により異なり、自然災害が発生したときに

災害廃棄物等の量と質を事前に予測しておくことは、災害廃棄物処理計画を策定するうえで必要な情報である。

多くの自治体で策定している災害廃棄物処理計画は、主に地震災害及び豪雨災害等を対象に災害廃棄物を対象に策定されているが、最近の豪雨災害では災害廃棄物以外に大量の災害発生土の置場と処理が必要となっており、今後は仮置き場の確保や利用計画の策定にあたって、災害発生土の質と量の予測が重要になってくるものと考えられる。

災害発生土は、重要な土砂資源であり土質によっては盛土材等に利用可能となる。

豪雨災害では災害発生土と災害廃棄物が混合湿潤状態で発生し、地震災害では災害発生土と災害廃棄物が混在乾燥状態で発生することから、それぞれに適した分別方法で処理することになる。

日本国では、広域の地質図 (図 1-1) や広域の植生図 (図 1-2) だけでなく、20 万分の 1 の地質図が産業技術総合研究所 地質調査総合センターや 20 万分の 1 土木地質図が (財) 国土開発技術研究センターより発行されている。また一部の地域は 5 万分の 1 の地質図が産業技術総合研究所 地質調査総合センターから公表されているほか、5 万分の 1 の植生図が環境省生物多様性センターで公表されている。また 2 万 5 千分の 1 の地形図や空中写真は、国土地理院から公表されていて、

[注釈]

災害発生土とは、災害で発生した廃棄物以外の岩石及び土砂のうち災害復旧で生じる発生土のこと。

災害廃棄物とは、環境省では非常災害により生じた廃棄物であると定義している。

土、砂礫（巨礫）及びこれらの混合物で構成され、どの土質を利用できるかは利用する場の構造物等によって向き不向きがある。

今後、災害廃棄物処理計画を策定・改定するにあたっては、地域特性を考慮した災害発生土の質と量を含めた仮置き場、災害発生土の質によって異なる災害廃棄物との分別方法の検討及び再利用方法等を検討しておくことが望ましい。



図 1-1 日本の地質図

引用資料：産総研 HP

<https://gbank.gsj.jp/seamless/v2.html>



図 1-2 日本の現存植生図

引用資料：環境省生物多様性センターHP

https://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html

災害の発生の場と移動経路等を推定することができる。よって、これらの既存資料により災害発生土の供給源・範囲を設定すれば、ある程度の災害発生土の質を推定できる。岩石には図 1-3 に示すように自然由来の重金属等を含有することもありますが、地表部は岩石の風化帯であることが多く、多くの重金属等は溶脱が進んでいる可能性があるものの、災害発生土の再利用にあたっては化学分析が必要な場合もある。

日本列島は、さまざまな地質で構成されていて地域特性がある。災害発生土は地表部の岩石や堆積物の風化帯であることから、風化により生成された土壌（土質）に地域的な特徴がある。

地域特性と災害区分による災害発生土及び災害廃棄物の特徴を表 1-1 のような整理を試みた災害の形態により、災害発生土と災害廃棄物の特徴が異なることに留意する必要がある。また、災害発生土の推定される土質の種類は、粘性土、砂質

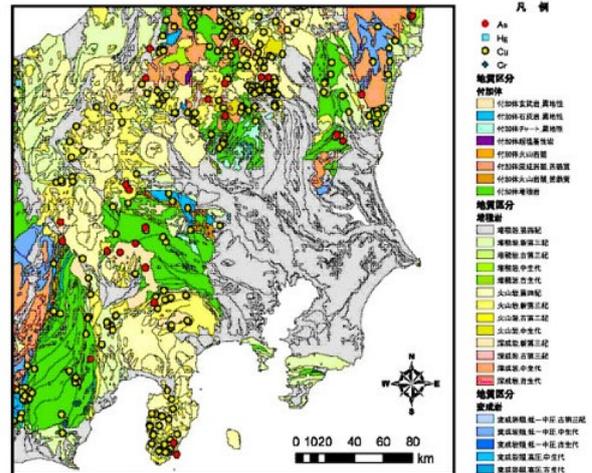


図 1-3 関東地方の自然由来重金属等含有岩石の分布

引用資料：土木研究所 HP

https://www.pwri.go.jp/team/tishitsu/top/ics_risk.htm

2. 再生利用を前提とした循環資源保管施設の提案

2. 1. 社会経済的価値観の変化による廃棄物から循環資源物への転換

（1）災害廃棄物の処理と復興資材

2011年3月11日の東日本大震災・津波災害では、発生した災害廃棄物の分別・選別処理技術の進展により、一部の廃棄物は焼却処分されたものの、多くは復興資材として再生利用を行った。この処理技術の進展は、東日本大震災により生じた災害廃棄物の処理に関する特別措置法により、国家予算を投入し分別・選別処理されたため、処理コストの課題は残るものの、従来の廃棄物でも適切に処理すれば、資源として扱えることが明らかになった。

表 1-1 地域特性と災害区分による災害発生土及び災害廃棄物の特徴

地域特性		代表的な対象地域	災害廃棄物	災害発生土	災害区分			
分類	種類				種類	主な土質	集中豪雨 台風	高潮 津波
					特徴	特徴	特徴	特徴
表層地質	海底堆積物	粘性土	海岸		粘性土	最下記と同じ		
	沖積・更新統	砂質土	海岸低地		砂質土 (液状化発生土)			
	風化火山灰	ローム層	中部・関東・北海道		粘性土			
		シラス	南九州・北海道中部		礫混じり砂質土			
	段丘堆積物		河岸		砂礫土			
	崩積土(地すべり土塊含む)		山地		礫混じり砂質・粘性土			
	堆積軟岩	泥岩(風化帯)	房総・長野・新潟		粘性土			
		火山砕屑岩 (風化帯)	山陰・北陸・長野・東北・北海道		礫混じり砂質土			
	堆積岩	砂岩(風化帯)	天草・宮崎・四国・紀伊・静岡・関東・北陸・秋田・北上・日高		礫混じり砂質土			
		泥岩(風化帯)			礫混じりシルト質土			
		チャート(風化帯)	岐阜・静岡・秩父・足尾・北上		礫質土			
	石灰岩(風化帯)		沖縄・山口・山陽・四国・紀伊・静岡・秩父・足尾・阿武隈・北上		礫混じり砂質土			
	溶結凝灰岩	低溶結(風化帯)	熊本・大分・八甲田・支笏・大雪		砂質土			
		高溶結(風化帯)			礫混じり砂質土			
	火山岩	安山岩・玄武岩 (風化帯)	九州・山陰・中部・北陸・関東・東北西部・北海道		礫混じり砂質土			
		流紋岩(風化帯)	九州中部・中国中部・東海西部・中部北部・北関東		礫混じり粘性土			
花崗岩類	強風化部(マサ土)	中国・紀伊・中部・阿武隈		礫(巨礫)混じり砂質土	災害廃棄物と災害発生土の混合 湿潤状態		災害廃棄物と災害発生土の混在 乾燥状態	
変成岩	片岩(風化帯)	西九州・山陽・四国・中部・静岡・関東		礫混じり砂質粘性土	広域被災		広域被災	
	片麻岩(風化帯)	長崎・山陽・四国・中部・関東		礫混じり砂質土				
人工地層	盛土	全国		砂質・粘性土				
	埋土	海浜・池沼湖跡地		砂質土等				
	廃棄物	最終処分場・跡地	混合廃棄物等					
植生	針葉樹	スギ・ヒノキ植林地	枝葉・樹幹(丸太)・樹根					
	広葉樹	上記以外の全国	被災しにくい					
	果樹	九州・愛媛・静岡・山梨・福島・山形・青森・北海道	枝葉・樹幹・樹根					
	草本(水田等耕作地含む)	全国	葉・茎・根					
土地利用	住宅	木造	全国	瓦・柱・ガラス・畳・布団・衣服・家電・家具・書籍・調度品・プロパンボンベ・ブロック塀・車両等		災害廃棄物と災害発生土の混合 湿潤状態	災害廃棄物 乾燥状態	
		コンクリート造	都市部	被災しにくい 車両等			局所被災	
	工場等	全国	外壁・鉄骨・機械電気部品・配管・化学物質缶・車両・燃料油・廃油			高潮: 局所被災 津波: 広域被災		
	道路・橋梁等インフラ施設等	全国	車両・コンクリートガラ・鉄骨・電柱・電線・付帯設備					

その後、2013年10月16日未明に発生した伊豆大島の土砂災害や2015年4月14日以降に発生した熊本震災のほか各地で発生した豪雨災害でも災害廃棄物の分別・選別が一般的に行われるようになってきており、可能な限り災害廃棄物は資源として再生利用するようになってきた。

(2) 循環資源としての廃棄物

平成12年の循環型社会形成推進基本法では、廃棄物のみならず、中古品や副産物をも包括した概念として「廃棄物等」を定義した上で同法の対象とし、その中の有用なものを「循環資源」と定義した。

廃棄物を循環資源として扱えるか否かは、今後の再処理・再製品化技術の発展によるところが大きい。将来的に地球温暖化抑止及び環境負荷低減等の視点から廃棄物という概念はなくなり、コスト的にも廃棄した製品等は循環資源として再生利用する時代になっていく可能性がある。

最終処分場は、現状でも埋立て完了に伴う最終処分場の不足及び最終処分場の適地不足などの課題があり、新規の最終処分場の建設は難しい状況にある。また図2-1に示すように最終処分場建設コストが将来的に安くなったとしても適地不足は解消しない。一方、最終処分場の建設コスト

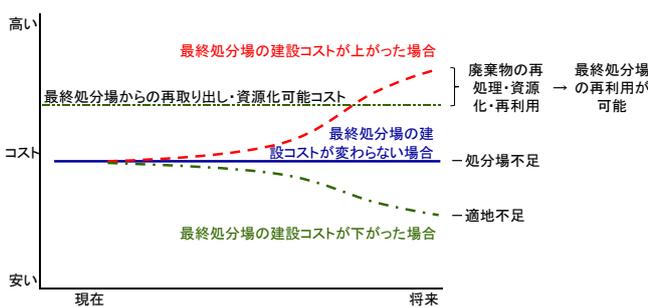


図2-1 最終処分場の建設コストの将来変化による
 が上昇し、一定コストを超えると埋設した廃棄物を掘り出し、再処理・資源化・再利用してもコスト的に採算が取れることになる。また図2-2に示すように同様の理由で廃棄物処分のコストが上昇し一定コストを上回れば、コスト的に処分するより循環資源として再処理・資源化・再生利用す

る選択肢が出てくる。

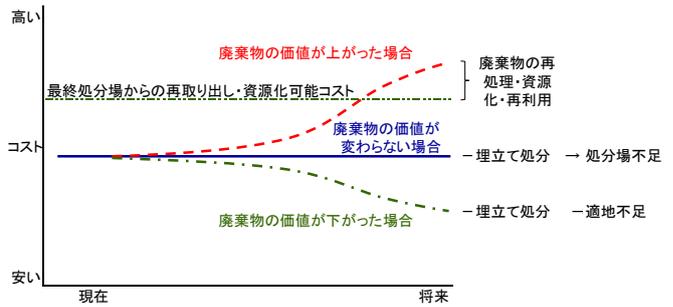


図2-2 廃棄物資源の価値の将来変化による再処理・資源化・再利用の可能性

(3) 製品等の生涯コスト

現在は、循環資源として再生利用するより廃棄物として処分したほうが経済的であるという“神話?”が成り立つと思われている。たとえば図2-3は、発展途上国の鉱山で採掘された資源が国外で製品化され消費された場合を考えると廃棄物へのフローでは、採掘され最終処分場に廃棄された場合は、その製品が生まれて廃棄・管理されるまでの生涯コストは、①～⑩までのコストの合計となり、製品の数量ごとにこれが加算される。このうち発展途上国での採掘及び精錬は、環境保全対策施設が不完全な発展途上国では大きな環境負荷となっており、さらに将来的に環境修復コストとして加算されることになる。また発展途上国から先進国などの国外への長距離運搬は、輸送コストに加えて二酸化炭素などの排出で地球環境に大きく負荷を与え、その二酸化炭素削減にはさらにコストがかかる。

一方、循環資源として再生利用される製品の生涯コストは、採掘されてから廃棄される①～⑫の合計コストは初期投資となり、循環資源として再生利用により製品化されると⑬～⑳までのコストと⑥～⑫までのコストの合計となる。すなわち循環資源として再生利用されるコストが、採掘され長距離運搬する①～⑥までのコスト（環境修復コストを含む）より安価であれば、循環資源としてサーキュラーエコノミーによる経済効果があり、発展途上国の環境負荷が低減される。

循環資源として再生利用するより廃棄物とし

て処分したほうが安価であるという“神話”は、発展途上国との経済格差で成り立っている。

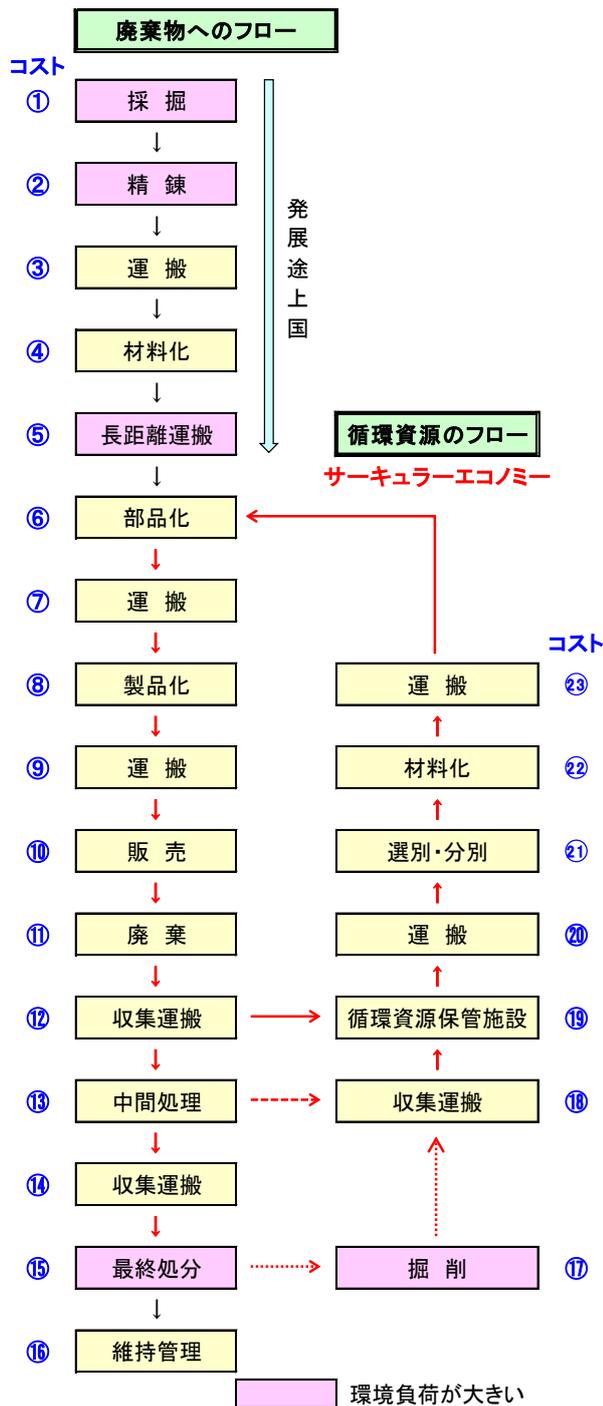


図 2-3 廃棄物と循環資源のコスト構成

(4) 最終処分場から循環資源保管施設への転換

既存の最終処分場は、山間地や丘陵地の景観上、見えにくい沢地形を有効に使って設置されていることが多いが、このような処分場に適した沢部は、清涼な河川水や地下水の源であることが多く、また生態系ネットワークの重要な場でもある。さ

らに、このような沢部は、人間の生活圏の上流側に位置することから、持続的な管理が十分でないと水汚染などの環境問題等により、近隣住民の反対運動など社会的なリスクが発生し、新たな立地がますます難しい状況にある。

これらのことから、既存の最終処分場は、生態系を含め人間の生活環境に影響しやすい山間地や丘陵地のいわゆる上流域の地表部は、望ましい設置場所ではないため、将来的には最終処分場の撤去や汚染物の移動の最下流域となる海域や地下水の移動速度が極めて遅い地下に移設することを検討しておくことも必要であると考えられる。

廃棄物を循環資源であると位置づけると、最終処分場は適切な名称ではなく、「循環資源保管施設」として管理することになる。

2. 2. 地形・地質を考慮した設置場所の検討

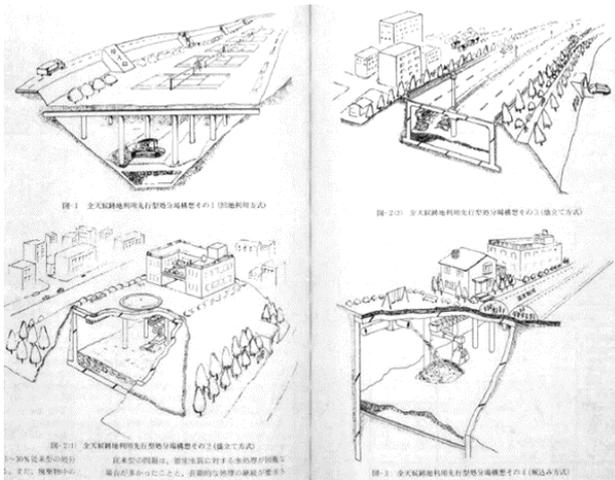
循環資源保管施設の候補地は、地形・地質を区分し、それぞれについて、設置形態、設置の可能性、設置規模、有効利用の可否、法的な留意点、技術的な課題、管理方法及び保全対象について検討し表 2-2 に整理した。

コストは、施工・管理方法や今後の社会経済的な変化によって大きく変わることから空欄としている。よって、この地形・地質区分による設置場所の検討結果は、循環資源保管施設の設置場所の可能性についての適・不適とその課題を整理したものである。

(1) 想定される設置形態

循環資源保管施設を地下に設置する場所は、都市部であれば図 2-4 に示すような運動グラウンド、道路、広場、公園等が想定される。また都市部以外の郊外であれば、図 2-5 に示すような地形を利用した設置場所も想定される。

山岳地及び海域の再資源利用及びエネルギー利用を前提とした循環資源保管施設の設置例を図 2-6 及び図 2-7 に示す。



花嶋正孝・船津剛・小谷克巳(1988)：全天候跡地利用先行型処分場構想の提案，都市と廃棄物，Vol.18，No.10，pp.33-37

図 2-4 既存資料による都市部での循環資源保管施設の設置例

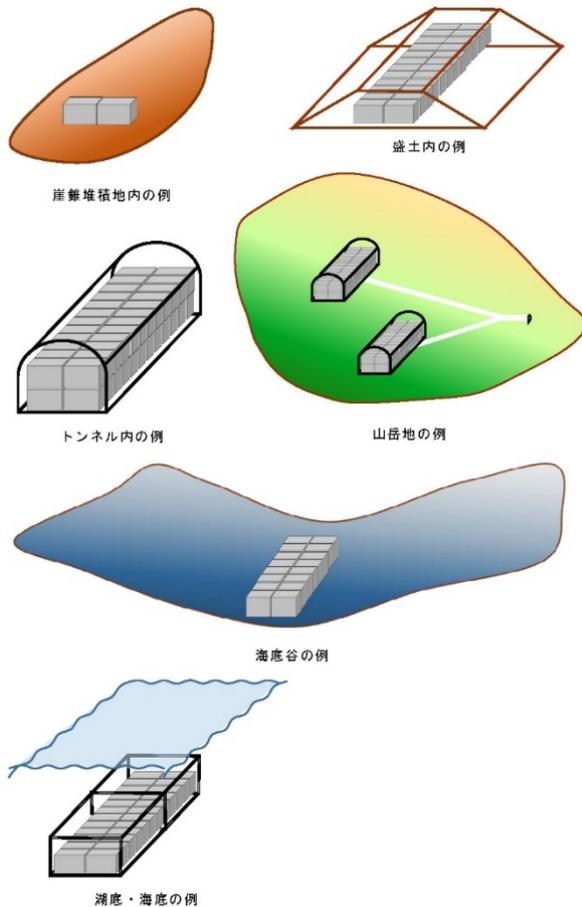


図 2-5 山岳地・水域での循環資源保管施設の設置例

(2) 循環資源保管施設の候補地の思考

循環資源保管施設の候補地として、地形・地質

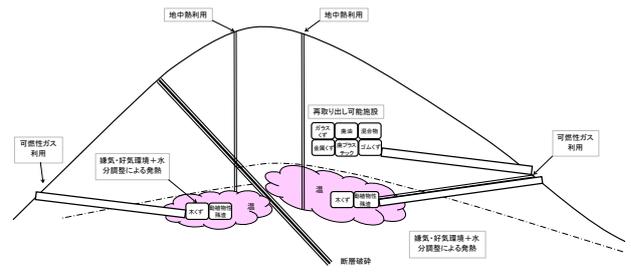


図 2-6 再資源利用・エネルギー利用を考慮した山岳地の循環資源保管施設の設置構造例

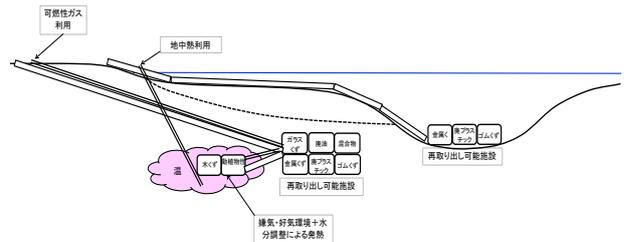


図 2-7 再資源利用・エネルギー利用を考慮した海域での循環資源保管施設の設置例

等に基づき、設置の可能性について網羅的に検討した結果、候補地の条件を表 2-3 のように考えた。

〔主な候補地の条件〕

- ① 自然災害を受けにくい
 - 水害（河川・高潮・津波・浸食）
 - 火山災害（溶岩流・火砕流・泥石流・噴石・火山灰・隆起・陥没）
 - 台風災害（風害・波浪・水害）
 - 斜面災害（崩壊・土石流・地すべり）
- ② 難透水性地質の不飽和帯が望ましい：事故時に拡散による環境汚染が少ない
 - 鮮新統海成泥岩（上総層群等）、飛騨片麻岩（例：スーパーカミオカンデ）
- ③ 搬入・搬出しやすい
- ④ 生態系への影響が少ない
- ⑤ 周辺住民への配慮（生活環境・雇用の確保等）

これらの条件を考慮し、既存の施設等構造物跡地の有効利用が現実的であることから、候補地として鉱山の内、露天掘り跡地及び坑道跡地の有効利用について思考した。

1) 露天掘り跡地の場合

石灰岩、石炭及び石材の露天掘り鉱山は、採掘

が終了した後の跡地をどうしていくのか環境保全及び維持管理上の課題がある。

露天掘りの事例では、図2-8のような巨大な窪地となっている場合が多く、底部には滞水が存在する。露天掘りが終了するとこのような巨大な窪地が残ることになり、跡地は産業廃棄物処分場として利用されることもある。

表 2-3 循環資源保管施設の設置等の条件

区分	項目	内容及び条件等
概要	施設の目的	災害廃棄物等を一時保管し、循環資源として再生利用できる時期まで保管する施設
	廃棄物処理の課題	<ul style="list-style-type: none"> 最終処分場の新規設置が困難：最終処分場では廃棄物は安定化しているわけではない現実 温暖化による構造物の劣化促進に伴う汚染水拡散リスクの増大 環境保全意識の向上 生態系への影響の低減 廃棄物が循環資源となれば安易に投棄しなくなる 材料調達から製品化まで費用の方が再生利用の方が安いという推測：途上国の低賃金・低物価等と先進国の経済格差により安く見えているだけではないか
求められる性能	変質防止	雨水を防ぎ自然乾燥する
	拡散防止	土壌地下水汚染を発生させない 風水害で飛散させない
	再生利用	再取り出しが可能
	再生エネルギー	再生エネルギー利用(太陽光発電・発酵熱・メタン・温水冷水熱利用・湧水等の小水力発電)
運搬・搬出・保管方法	作業環境	施設内の作業環境の確保
	運搬・搬出	<ul style="list-style-type: none"> 各種コンテナ ベルトコンベアー 圧縮空気による圧送 EVTラック EV貨車
	保管	<ul style="list-style-type: none"> 温度管理が必要な資源とそうでない資源を分別保管 破砕し粒子化(粉体化はしない)：粉じん爆発防止 溶融固化物
管理	管理者	国または県
	設置密度	地方自治体の集合体に1ヵ所以上(予想される災害範囲により設定)
	既存施設との連携	最終処分場及び同跡地の管理の継続と用地の再生利用を行う 焼却施設と連携し焼却一辺倒からの脱却し焼却量の低減を促進する：CO ² 削減
	維持管理費用負担	税金+寄付金
	地下水等モニタリング	県→地元環境保全企業
	再生利用者	民間事業者等
設置場所の例	大規模	<ul style="list-style-type: none"> 平野丘陵地の未利用地 鉱山跡地(坑道・露天掘りの凹地等) 廃線トンネル等 大深度地下(陸上・海底・海底地下) 島(地上・地下) 海浜埋立地の地上 最終処分場跡地(掘削再生利用または埋立地の地上利用)
	中規模	<ul style="list-style-type: none"> ビル地下(地下駐車場型) 道路地下(地下駐車場型) 河川堤防内及び堤内地側(ボックスカルバート型)：破堤防止も兼ねる
ベネフィット	国	<ul style="list-style-type: none"> CO²削減(国外にアピール)：気候変動抑制 途上国等の環境保全
	地元	<ul style="list-style-type: none"> 冷温水等利用(公共施設・住宅・農業等) 発電による電気利用または電気料金の低減 雇用促進(施設運営+モニタリング)
	業界	<ul style="list-style-type: none"> 成熟した社会構造となり地球環境再生のために新たな投資分野として有望 再生利用技術は宇宙開発で重要な分野となる
応用地質学的要求事項	地球環境分野	温暖化による地盤、岩盤及び地下水環境の変化の予測
	災害地質分野	被災しにくい地形地質による設置場所の選定
	地質工学分野	被災しても影響の少ない岩盤補強や地盤改良の検討
	環境地質分野	万一、被災したときの地下水汚染の拡散予測及びその対策の実施



全 景



空中写真

図 2-8 露天掘りの例

このような巨大な窪地を循環資源保管施設として利用した場合の想定を図2-9のように考えた。循環資源はコンテナで管理し再取り出しが可能なシステムとし、広大なドーム状テントを利用した太陽光発電と揚水利用を行う。

応用地質学的な技術的課題は、窪地のり面の岩盤の安定確保及び安定した地下水位を確保するための岩盤内の透水性や水抜き・揚水量のコントロールが必要となる。

2) 坑道跡地の場合

休廃止鉱山などの坑道跡地を利用した場合の循環資源保管施設を図2-10のように考えた。循

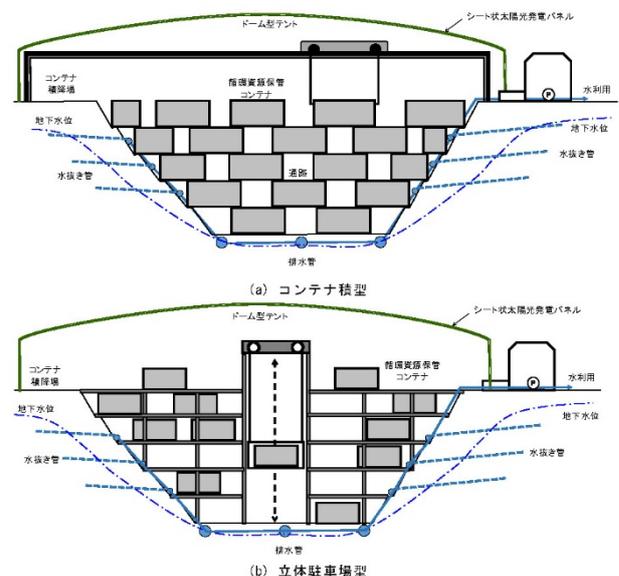


図 2-9 露天掘り跡地の循環資源保管施設の例

循環資源はコンテナで管理し再取り出しが可能なシステムとする。形状は、ドーム型、立坑(立体駐車場)型及び蒲鉾型などが想定され、地質構造、岩盤の安定性及び循環資源の種類・重量によって形状と配置を検討することになる。

地下水位は、最下部の坑道跡を利用した排水や揚水により、循環資源保管施設以下に低下させることにより、漏洩時の環境汚染リスクを低減させる。休廃止鉱山は、水没させている事例が多いが、河川の水質基準を超える廃水の処理が必要な場合が現在でも多い。地下水位を下げることにより鉱山本体に掘られた坑道からの重金属等の溶出が低減する可能性があり、排水(廃水)処理の低減や水利用できるようにする。

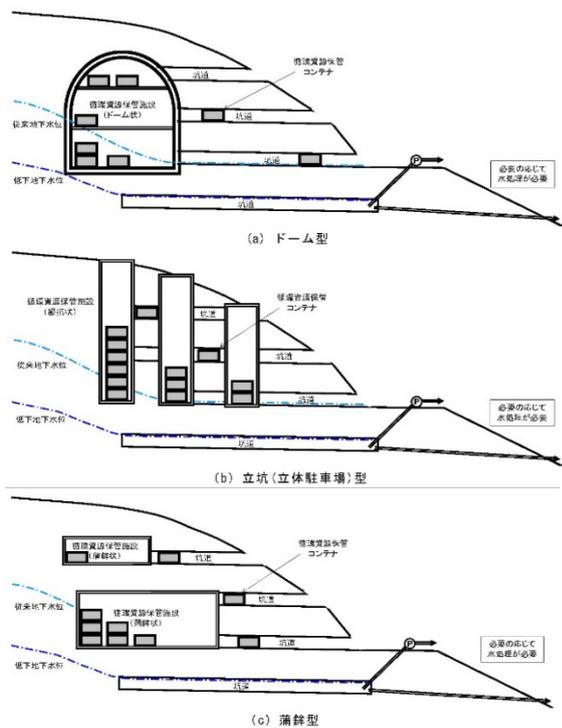


図 2-10 鉱山(坑道)跡地の循環資源保管施設の例

応用地質学的な技術的課題は、安定した地下水位を確保するための岩盤内の透水性、排水・揚水量及び水質変化の想定及び岩盤空洞の安定性の確保が必要となるほか、周辺河川への水量の変化及び生態系への影響を把握する必要がある。

(3) 循環資源保管容器

今後の廃棄物は、再生利用を前提とした分別・

選別により、「再生資源原料」として、循環資源保管場に安全に運搬・保管・管理・取り出しできることが求められる。

効率的に扱える保管容器として内部モニタリング可能なコンテナを検討することが必要となる。

コンテナは、表 2-4 に示すような形状が想定され、内容物や設置場所によってコンテナの材質・強度等を設計する。

表 2-4 保管コンテナの形状と適用する内容物の例

コンテナ形状		内容物	金属	プラスチック 同種繊維等	木質・紙等	有機物	液状物
長方形		塊状 液状 混合物等	○	○	○		
円柱体 (縦置管理)		塊状 粒状物 液状物	○	○	○	○	○
円柱体 (横置管理)			○	○	○	○	○
球体 (立方体管理)		液状物 粒状物 ガス発生物				○	○
球体 (円柱体管理)						○	○

循環資源保管施設は、コンテナの集合体としてのユニット構造体として、管理できる単なる保管施設としての機能を持たせるだけでなく、循環資源のうち生ゴミ等の腐敗しやすい有機物は、バイオガスや排熱のエネルギー生産の利用と一体化した構造にすることも有用である。

循環資源の保管施設は、破碎による減容化として、粒体、粉体及び液体化が考えられるが、粉体は爆発しやすく、液体は変質しやすいため、粒体が取り扱いやすく、粒体として圧送・吸引が可能となる。

保管施設への搬入・搬出方法は、コンテナ輸送(車両・鉄道・モノレール等)またはパイプライン輸送等(圧送・吸引輸送)などが想定される。叶山鉱山(石灰岩)では、群馬県多野郡神流町から埼玉県秩父市までの約 23km をトンネル内に設置した長距離ベルトコンベア 2 基によって鉱石を

搬送している事例¹⁾があるほか、住友秋吉鉱山では山口県美祢市秋芳町から長門市仙崎港までの約17kmのうち約13kmをトンネル内のベルトコンベアで石灰岩を搬送²⁾している。

循環資源の保管の管理は、密閉したコンテナ管理を基本とし、保管空間の形状に応じて効率的に配置でき、任意の置き場所(番地)から取り出せると再生利用しやすくなる。

3. おわりに

本稿は、筆者が所属している「(一社)日本応用地質学会廃棄物処分における地質環境調査・解析手法に関する研究小委員会(第II期)」の活動報告³⁾の一部を平成29年度～令和元年度の廃棄物処分・利用における地質環境に関する研究小委員会(第三期)及び令和2年以降の同小委員会(第四期)において、新処分場ワーキンググループ(WG3)の活動において、さらに検討した結果を筆者の責任で取りまとめ、同小委員会の議論を踏まえ加筆修正したものである。

廃棄物処分場から循環資源保管施設への転換という視点から、将来の社会経済環境が変化した場合を想定し、有価物でない廃棄物が循環資源に替わることを前提に、循環資源の運搬、保管及び施設の在り方について一試案をまとめた。これは

現状では、循環資源保管施設はコスト的に実現が不可能に思えても、地球資源は有限であり、地球環境はより良い方向に向かっているとは言い

難しく、SDGs(持続可能な開発目標)に具体的に取組むために自由に想像力を発揮して未来を想定し、発生する課題について思考しておくことは重要でないだろうか。

地下の循環資源保管施設を想定した場合には、地盤環境、地下水環境のほか岩盤工学及び土質力学を含む応用地質学的な多くの技術的課題が想定され、それらの課題に対応するために必要な技術開発を準備しておくことは無駄ではないと考えている。また地下を利用する循環資源保管施設の設置は、現在の技術では可能な行為であると思われるが、法の改正等が今後の大きな課題になると思われる。

最近、興味を覚える廃棄物に関する話題としては、宇宙における廃棄物処理がある。国際宇宙ステーションでは、人の排泄物のうち尿は再生利用し、飲用水や電気分解した酸素として利用して、それ以外の廃棄物は帰還船で地上に持ち帰るか大気圏で焼却処分している⁴⁾。またこれ以外の廃棄物は、地球軌道を周回する宇宙デブリとなり人工衛星等の脅威となっている。さらに将来的な月面や火星利用では廃棄物問題は重要な課題であり、処理コストを考えれば宇宙における廃棄物を循環資源として現地で再生利用する技術開発が必要になるのではなかろうか。まさか人類が「宇宙をゴミ捨て場にしても良い」と考えているとは思いたくない。

参考文献

- 1) 秩父太平洋セメント(株)山鉦山：<https://www.ena.or.jp/GEC/nec/html/nyokai/sk07-8.pdf>
- 2) 朝日新聞DIGITAL：<http://www.asahi.com/area/yamaguchi/articles/MTW20180621360990001.html>
- 3) (一社)日本応用地質学会(2017), 廃棄物処分における地質環境調査・解析手法に関する研究小委員会(第II期)活動報告, pp118-144：
[https://www.jseg.or.jp/02-committee/pdf/201706_Report_RG_GeoenvironmentalInvestigationAndAnalysisOnWasteMaterialDisposal\(Term2\).pdf](https://www.jseg.or.jp/02-committee/pdf/201706_Report_RG_GeoenvironmentalInvestigationAndAnalysisOnWasteMaterialDisposal(Term2).pdf)
- 4) 中野屋壮吾, 平井康宏, 酒井伸一(2010), 有人宇宙活動における廃棄物処理に係る研究, 京都大学環境衛生工学研究会 第32回シンポジウム講演論文集, pp199-202

