

論文

露天採掘場の廃棄物最終
処分場への転用可能性評価

～東北地方の砕石場を事例対象として～

齊藤 貢^{※)} 大塚 尚寛^{※※)}

1. はじめに

平成12年に循環型社会形成推進基本法が制定されてから10年が経過した現在、最終処分される廃棄物量は、平成12年度に比べて約53%（平成19年度実績）¹⁾ 減少した。この背景には、循環利用率が平成12年度に比べて約35%向上（平成19年度実績）¹⁾ した。このことが寄与しており、3R（Reduce：発生抑制、Reuse：再使用、Recycle：再利用）の取組の成果と推察される。産業廃棄物の総排出量は、平成19年度において年間約4億1,943万トン¹⁾であり、平成18年度に比べて約93万トンの微増であるが、再生利用量が増加したことにより最終処分量は約166万トン少ない年間約2,014万トン¹⁾であった。

循環型社会形成への取組が徐々に進んではいるものの、年間2,000万トン以上もの産業廃棄物が最終処分されている現状において、最終処分場の確保は非常に重要な課題である。最終処分場の受入可能な容量は、産業廃棄物で1億7,215万m³（平成19年度実績）²⁾となっており、最終処分場残余容量は全国平均でわずかに8.5年分²⁾しかなく、特に、首都圏で3.6年分²⁾、近畿圏で6.4年分²⁾と逼迫した状況である。首都圏などの大都市圏では、土地利用の高度化や環境問題等に起因して、最終処分場を確保することが困難であるため、産業廃棄物の多くが都府県域を越えて処分されている。一方、地方でも最終処分場の新規設置を予定している自治体においては、生活環境や自然環境への影響が懸念されるとの理由で地域住民の反対運動が起り、処分場の設置を断念せざるを得ない状況にある。

そこで筆者らは、露天採掘跡地を廃棄物の最終処分場として利用できないか検討してきた³⁾。露天採掘跡地は、通常、堅硬な岩盤であり、透水性が極めて低いことから、廃棄物の最終処分場には最適である。実際、採掘跡地を最終処分場に転用した例もみられる⁴⁾。他方、経済産業省の平成21年砕石等統計年報⁵⁾によると、全国の1,154箇所の砕石場で年間約1億7,900万トン生産されており、首都圏を含む関東地域だけでも年間5,567万トンが生産されている。岩石の単位体積重量を単純に2.5ton/m³と仮定して計算すると、全国で年間7,160万m³、関東地方で2,227万m³もの埋め戻し空間が造成されていることになる。近年、再生骨材の使用増加に伴い砕石の生産量が減少傾向にあり、倒産や廃業により跡地処理や修復緑化を十分に実施しないまま放置された採石場も増え始めている。これらの採掘跡地を放置されたままとせず、廃棄物の最終処分場として利用できないかを検討することは、露天採掘跡地の有効利用の観点からも有益であると思われる。

本研究では、これまでに筆者らが構築した地理情報システム（GIS：Geographic Information System）データベースに基づく階層化意思決定法（AHP：Analytic Hierarchy Process）およびBattelle法を適用した露天採掘跡地の産業廃棄物最終処分場への転用可能性評価システム^{3), 6)}をもとに、最終処分場設置に直接関わる“地域住民”と“事業者”という2通りの評価者（シナリオ）から新たな階層構造を構築し、東北地方にある露天採掘場の産業廃棄物最終処分場への転用可能性について検討した。

※) 正会員 岩手大学工学部 社会環境工学科 准教授 博士（工学）

※※) フェロー会員 会長 岩手大学理事 副学長 工博

(2)

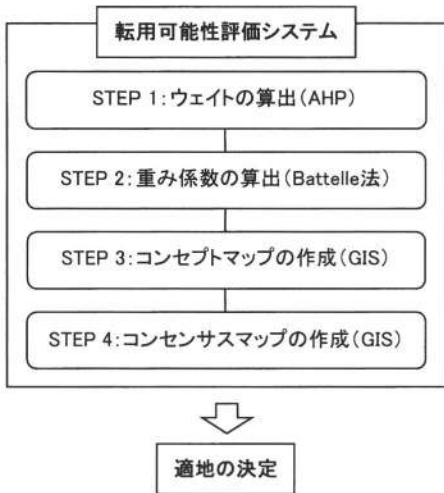


図1 転用可能性評価システムのフローチャート

2. 調査および評価方法

2.1 システムの概要

図1に露天採掘場の廃棄物最終処分場への転用可能性評価システムのフローチャートを示す。転用可能性評価システムは、AHPによるウェイトの算出(STEP 1)、Battelle法による重み係数の算出(STEP 2)、GISを用

いた各評価者のコンセプトマップの作成(STEP 3)、コンセンサスマップの作成(STEP 4)の4段階から構成されている。

2.2 評価者の参集と評価基準

本研究は、現在稼働中の露天採掘場が採掘終了後に、廃棄物最終処分場に転用可能か否かについて評価する方法について検討するものである。廃棄物最終処分場への転用適地の抽出を行うため、特定の地域住民および事業者を、実際に参集して聞き取りすることは不可能である。そこで評価は、各評価者にアンケート形式で廃棄物最終処分場への転用に関する意識調査を行う方法とした。地域住民のシナリオは、地域を特定できないため、アンケートに際して『実際に転用が計画されている地域の住民である』と仮定した上で、採掘場とは直接関係を有しない一般市民160名に回答してもらった。一般市民への調査は、会場調査法および留置調査法により行った。また、事業者のシナリオは、東北地方の砕石事業者64事業所に回答してもらった。調査は、アンケートを郵送し回答してもらう郵送調査法により行った。

評価基準は、筆者らがこれまでに構築してきた砕石資源や環境に関するデータベース⁶⁾と、新たに「公害」および「地域社会」に関する基準から、地域住民および砕石事業者に適した30個の評価基準を選定した。なお、

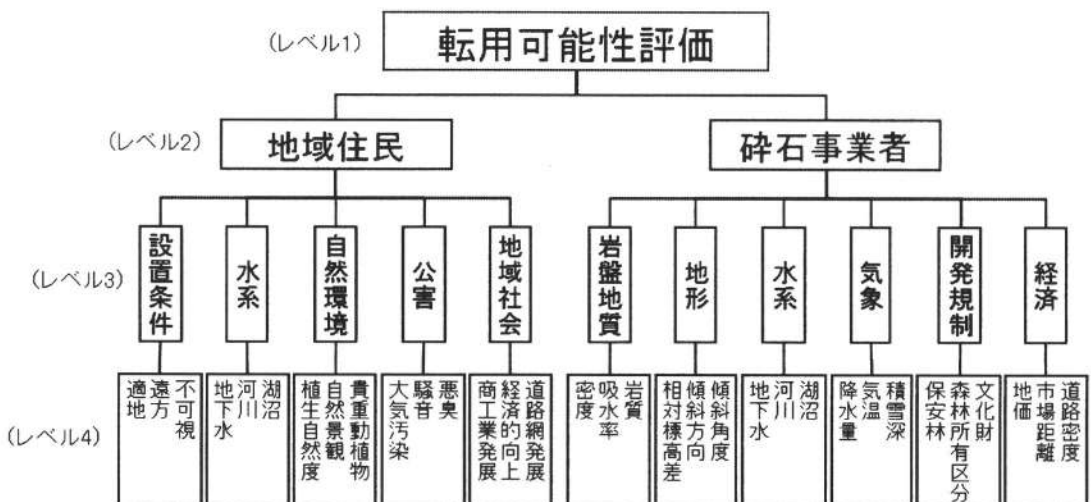


図2 廃棄物最終処分場転用可能性評価の階層構造

表1 地域住民の属性内訳（単位：人）

	男	女	不明	計
10代	33	18		51
20代	24	22		46
30代	4	8		12
40代	7(9)	11(12)	2(3)	20(24)
50代～	11(12)	13(14)	1	25(27)
計	79(82)	72(74)	3(4)	154(160)

※()内は被験者数

AHPを適用した重要度（ウェイト）算出に際して、評価項目ごとの評価基準数が異なりと評価項目間の重要度に不均一化が起るため、各評価項目において評価基準数はそれぞれ3基準に統一した。

図2に廃棄物最終処分場転用可能性評価の階層構造を示す。AHPの階層図に相当する最上層のレベル1（最終目的）は「転用可能性評価」であり、レベル2（シナリオ）は「評価者」、レベル3（評価項目）は評価基準を条件別にまとめた「設置条件・水系・自然環境・公害・地域社会・岩盤地質・地形・気象・開発規制・経済」の10項目、そして最下層がレベル4（評価基準）となる。

3. 調査および評価結果

3.1 地域住民の調査および評価結果

表1に地域住民の意識調査の属性内訳を示す。調査の有効回答数は154名（有効回答率：96.3%）であった。回答者は、男性79名（51.3%）、女性72名（46.8%）であり、年代別の内訳は、10代51名（33.1%）、20代46名（29.9%）、30代12名（7.8%）、40代20名（13.0%）、50代以上25名（16.2%）であった。

調査した評価項目および評価基準の対比較結果からAHPを用いてウェイトを算出し、Battelle法概念を用いてそのウェイト比率に応じて合計1000点となるような重み係数を決定した^{3), 7)}。重み係数の配分は、レベル2（シナリオ）の合計1000点をレベル3（評価項目）へ配分し、さらにレベル4（評価基準）へ配分するトップダウン方式とした。

表2に地域住民の各レベルでの重み係数を示す。レベル3では、「公害」の重み係数が最も高く、続いて「水系」

表2 地域住民の重み係数

レベル2	レベル3	重み係数	レベル4	重み係数
地域住民 (1000)	設置条件	118	適地	57
			遠方	33
			不可視	28
	水系	231	地下水	95
			河川	85
			湖沼	51
			植生自然度	90
	自然環境	215	自然景観	46
			貴重動植物	79
	公害	328	大気汚染	163
			騒音	56
			悪臭	108
	地域社会	108	商工業発展	36
			経済的向上	48
			道路網発展	25

や「自然環境」など環境への影響を重要視していることがわかった。一方、「設置条件」と「地域社会」の重み係数が他と比べて低いことから、地域住民は廃棄物最終処分場の設置に対して、地域社会の発展といったプラス面よりも、環境への悪影響といったマイナス面を懸念している様子が窺え、地域住民が設置に強く反対する背景が窺われた。レベル4の重み係数は、直接的な人体影響の懸念のある「大気汚染」や「地下水」で高い結果であった。

表3に地域住民の年代別の重み係数を示す。レベル3では、ばらつきはあるものの全ての年代で「公害」・「水系」・「自然環境」の重み係数が高い結果であった。レベル4の重み係数をみると、30代は他の年代に比べ「河川」や「湖沼」の重要度が高く、40代は「適地」、50代は「適地」と「経済的向上」の重要度が高い特徴が見られた。逼迫している廃棄物最終処分場の必要性や今後の地域の発展など、高年代ほど利己的な意識を抑えて、社会的な立場を考慮している傾向が窺える。

3.2 事業者の調査および評価結果

調査の有効回答数は64社（有効回答率：100%）であった。

表4に砕石事業者の各レベルでの重み係数を示す。レベル3では、「水系」の重み係数が最も高く、次いで「岩盤地質」・「開発規制」・「経済」が同等の重要度であった。2004年度に行った調査³⁾では、「経済」の重要度が最も高く、次いで「水系」であったことから推察すると、砕石事業者も環境面に配慮する意識が高まった結果といえる。レベル4の重み係数は、「河川」や「地下水」とい

(4)

表3 地域住民の年代別の重み係数

レベル3	レベル4	10代	20代	30代	40代	50代～
設置条件	適地	52	49	54	76	70
	遠方	30	37	17	39	32
	不可視	25	30	19	37	17
水系	地下水	102	93	78	97	99
	河川	93	83	124	69	75
	湖沼	46	44	110	65	45
自然環境	植生自然度	97	90	92	89	74
	自然景観	43	39	34	48	71
	貴重動植物	73	79	85	100	68
公害	大気汚染	173	154	180	126	176
	騒音	54	59	50	63	47
	悪臭	97	133	92	100	95
地域社会	商工業発展	36	35	28	28	44
	経済的向上	51	51	19	35	59
	道路網発展	26	22	17	29	29

表4 砕石事業者の重み係数

レベル2	レベル3	重み係数	レベル4	重み係数
砕石事業者 (1000)	岩盤地質	179	密度	46
			吸水率	59
			岩質	73
	地形	144	相対標高差	48
			傾斜方向	46
			傾斜角度	50
	水系	263	地下水	98
			河川	100
			湖沼	65
	気象	93	降水量	47
			気温	17
			積雪深	29
	開発規制	160	保安林	57
			森林所有区分	50
			文化財	54
	経済	161	地価	49
			市場距離	67
			道路密度	45

った環境面を重要視する一方で、また企業としての利益を考えた「市場距離」の重要度が高い結果であった。

3.3 コンセプトマップ

評価対象域は、東北地方にある砕石場195箇所とした。各評価者のコンセプトマップの作成はArcGIS9.0 (ESRI JAPAN社)を使用した。各評価基準のGISデータは、筆者らが先に構築したGISデータベースと、新たに入手した地下水のデータ⁸⁾を、ArcGISの拡張機能であるSpatial Analystで作成し使用した。コンセプトマッ

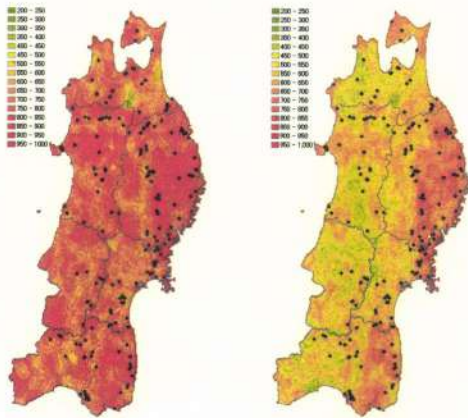


図3 コンセプトマップ
(左：地域住民、右：碎石事業者)

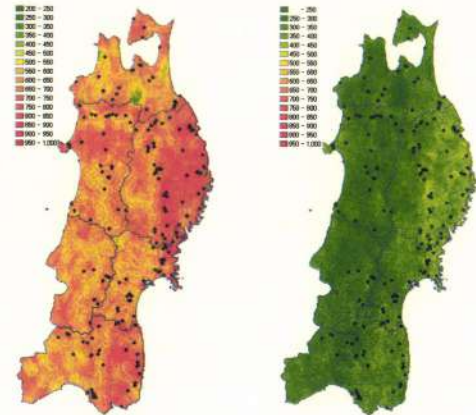


図4 コンセンサスマップ
(左：適合マップ法、右：リスクマップ法)



図5 転用不適地
(マスクマップ)

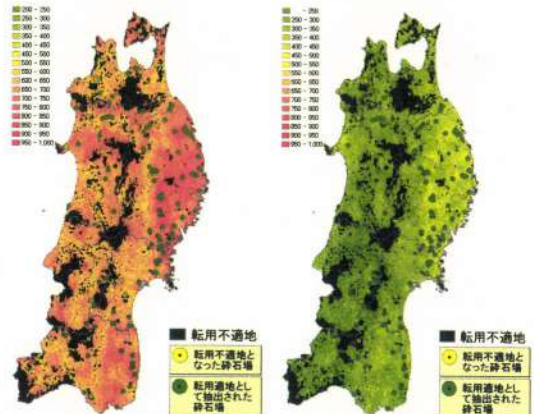


図6 マスクマップを適用したコンセンサスマップ
(左：適合マップ法、右：リスクマップ法)

ブの作成には、GISデータをラスタ化し、各評価基準の因子スコアと重み係数の積を求め、各レイヤをオーバーレイさせることで各評価者のコンセプトマップを作成した。

図3に地域住民と碎石事業者のコンセプトマップを示す。

3.4 コンセンサスマップ

コンセンサスマップは、適合マップ法^{3), 6)}とリスクマップ法^{3), 6)}の2通りの手法で作成した。コンセンサスマップは、それぞれの評価者の意思が反映された評価であり、それらの結果から高得点と推定されれば、対象

の碎石場は廃棄物最終処分場への転用の可能性を有すると判断できる。

図4にコンセンサスマップを示す。適合マップ法の転用可能性評価点は0～1000点のスコアで算出され、碎石場を含むセルの評価点の平均は674点となり、リスクマップ法の転用可能性評価点は-1000～1000点のスコアで算出され、評価点の平均は382点となった。

4. 転用可能性評価点の検討

4.1 既存の廃棄物最終処分場の評価点

転用可能性評価点は開発適地を示す点数であるが、評

表5 既存の廃棄物最終処分場の評価点

評価点	コンセプトマップ		コンセンサスマップ	
	地域住民	砕石事業者	適合マップ法	リスクマップ法
最大点	846	677	756	458
最小点	531	429	505	296
平均点	726	577	648	357

価項目や評価基準の種類、AHPで算出したウェイトなどによって変わるため、何点以上が適地とみなせるか定義することはできない。しかし、本研究での条件を既存の廃棄物最終処分場に適用させて、そのセルのスコアを算出することで転用適地の目安となる評価点が得られる。そこで、東北地方にある既存の廃棄物最終処分場（23箇所）の転用可能性評価点を適合マップ法とリスクマップ法により算出した。

表5に既存の廃棄物最終処分場の評価点を示す。既存の廃棄物最終処分場の評価点の平均は、適合マップ法で648点、リスクマップ法で357点となり、これらの点数が転用可能かどうかの目安になるといえる。

4.2 転用不適地（マスクマップ）の検討

廃棄物最終処分場への転用は、評価点が高ければどこでも適地というわけではなく、実際には転用困難な場所が存在する。そこで、転用不適地をマスクマップとして作成し、予め転用が難しい地域を評価の対象から除外することとした。

転用不適地の条件の一つは、法的に規制されている国立公園や国定公園、世界自然遺産登録地域など転用が不可能と思われる地域である。他の条件は、文化財などが存在する開発規制区域や、貴重な動植物が生息する地域など一定条件をクリアしなければ転用が難しい地域である。この地域の選定は、本アンケート調査における「開発規制（既開発地域・保安林・森林所有区分・文化財）」や「自然環境（植生自然度・自然景観・貴重動植物分布）」の評価基準のみのスコアを算出し、既存の廃棄物最終処分場の最低スコアを満たさない区域を転用不適地とした。さらに、それぞれの評価者のコンセプトマップ評価点が、既存の最終処分場の最小点数を下まわる地域、すなわち、地域住民で531点、砕石事業者で429点未満となる地域を転用不適地とした。

図5に転用不適地（マスクマップ）を示す。対象域の砕石場ポイントデータをマスクマップにオーバーレイした結果、21箇所の砕石場が転用不適地内に存在し、評価対象から除外された。

4.3 転用適地の検討

転用不適地内に存在する21箇所の砕石場を除く174箇所の砕石場について転用可能性評価点の検討を行い、適地の検討を行った。適地かどうかの基準は既存の最終処分場のコンセンサスマップでの平均点とした。

図6にマスクマップを適用したコンセンサスマップを示す。適合マップ法では135箇所、リスクマップ法では121箇所の砕石場が基準点を上回り、両方で基準を満たす砕石場を転用適地とみなすこととすると、対象の砕石場174箇所中95箇所が条件を満たす結果であった。この95箇所の砕石場は転用適地としての可能性があることが示唆される。

4.4 「公害」項目を考慮した評価結果の検討

本アンケート調査で地域住民が最も重要視している「公害（大気汚染・騒音・悪臭）」項目は、転用後の環境調査が必要であるためデータベース化できない。また、その影響範囲を比較することも不可能である。そこで、過去に実施した砕石場からの粉じん拡散および騒音影響範囲の結果⁹⁾を参考にし、本研究では、転用後の影響範囲を1km²と仮定した。そして、新たに「公害」項目を加えたコンセプトマップおよびコンセンサスマップを作成し、再度、砕石場の廃棄物最終処分場への転用可能性を検討した。前述の評価と同様に検討した結果、適合マップ法では109箇所、リスクマップ法では116箇所の砕石場が基準点を上回り、両方で適地と見なされた砕石場は106箇所であった。

「公害」項目を考慮しない場合と考慮した場合の両方で適地とされた砕石場は55箇所であった。青森県では太

平洋側南部（5箇所）、秋田県では内陸北部（5箇所）、岩手県では太平洋側全域（27箇所）、山形県では内陸南部（3箇所）、宮城県では太平洋側北部（8箇所）、福島県では太平洋側全域（7箇所）に分布しており、太平洋側に転用可能性の高い碎石場が多く分布している結果が得られた。

5. まとめ

本研究では、既存の転用可能性評価システムをもとに、新たに階層構造を構築し、東北地方にある碎石場の産業廃棄物最終処分場への転用可能性について検討を行った。本研究で得られた結果をまとめると、次のとおりである。

1. アンケート調査により、地域住民は環境項目のウェイトが高く、自然環境への影響を懸念している結果が得られた。また、立場や属性により評価に違いがみられることが明らかとなった。
2. 転用可能性評価システムを用いて、東北地方の碎石場の廃棄物最終処分場への転用適地としての可能性を評価することができた。
3. 東北地方の碎石場195箇所中95箇所の碎石場が、廃棄物最終処分場への転用適地としての可能性があること示唆された。
4. 「公害」項目を仮定して検証したところ、「公害」項目の有無に関わらず、195箇所中55箇所の碎石場が転用適地として見なされ、太平洋側に多く分布している結果が得られた。

謝 辞

本研究の調査および評価に協力いただいた本研究室卒業生の柴田倫慎氏（現：鈴与建設株式会社）、村上大樹氏（現：奥州市役所）に謝意を表す。また、アンケート調査の発送・回収に協力いただいた（社）日本碎石協会東北地方本部専務理事 高橋幸悦氏、ならびにアンケート調査に協力いただいた碎石事業者各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 環境省編：平成22年版 環境・循環型社会・生物多様性白書、日経印刷、pp. 207-284, (2010)
- 2) 環境省ホームページ：産業廃棄物処理施設の設置、産業廃棄物処理業の許可等に関する状況（平成19年度実績）：
http://www.env.go.jp/recycle/waste/kyoninka/kyoninka_h19.pdf
- 3) 齊藤 貢・大塚尚寛・大塚清伸・越谷 信：露天採掘跡地の産業廃棄物最終処分場への転用可能性評価システム、骨材資源、pp.1-10, (2010)
- 4) 建設廃棄物協同組合ホームページ：建廃協だより 2010春号：
http://www.kenpaikyo.or.jp/downloads/tayori_2010spring.pdf
- 5) 経済産業省ホームページ：経済産業省生産動態統計（資源・エネルギー統計）：
http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/resourceData/07_shigen/nenpo/03_hikinzoku/h2dhnm2009k.xls
- 6) 大塚尚寛・阿部拓馬・齊藤 貢：環境保全を考慮した碎石資源ポテンシャルティー評価システムの構築、骨材資源、pp.66-72, (2006)
- 7) 糸林芳彦：土木工学体系 14環境アセスメント、彰国社、pp.19-118, (1991)
- 8) 国土交通省土地・水資源局国土調査課ホームページ：水基本調査（地下水調査）
<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/landclassification/water/basis/underground/F9/exp.html>
- 9) 大塚清伸・大塚尚寛・齊藤 貢・鳴海貴之：露天採掘跡地の廃棄物最終処分場への転用に関する環境影響評価手法の検討、（社）資源・素材学会春季大会講演集（I）資源編、pp.87-88, (2007)