

水産基盤整備事業における 廃棄物等の再利用技術手法の検討

社団法人 水産土木建設技術センター
技術普及部 仙波雅敏

1. 調査実施年度

平成 13 年度～平成 14 年度

2. 緒言

近年、廃棄物の問題については、地域に生活する人々の環境問題にとどまらず、地球規模の人類共通の環境問題として、喫緊の課題になっている。こうしたことを受けて、国は、「大量生産・大量消費・大量廃棄」型の経済社会から、物質の効率的な利用やリサイクルを進める循環型社会へと転換して行くために、平成 12 年 6 月「循環型社会形成推進基本法」を公布して、廃棄物・リサイクル対策を総合的かつ計画的に推進するための基盤の確立を図ってきた。水産業においては、水揚げから加工・流通に至るまでに大量の貝殻や斃死魚介、魚腸骨を排出しており、これらの野積みや処理技術、コストなどの対策に苦慮しているのが現状である。しかし、一方では、水産系廃棄物の性状や成分が注目され、再生品として有効に利用する試みも行われてきている。

水産基盤整備事業においては、平成 12 年 9 月に「水産関係公共事業の新コスト縮減計画」の中で、工事における社会的コスト低減を図るため、建設副産物のリサイクルを推進することを施策として挙げている。そして、この施策のために、水産基盤整備事業では再生骨材、再生アスファルトの利用、浚渫土砂等の埋立への利用等を積極的に行うとともに、ホタテ、カキ殻等の水産系廃棄物を防波堤や岸壁の地盤改良材として利用することで、循環型社会形成に寄与することを目指している。

本調査は、特にホタテ・カキ殻等の貝殻に注目して、水産基盤整備事業への有効活用を検討するため、建設資材として利用する際の技術的な取扱いについて技術資料として取りまとめたものであり、既往事例の整理・収集に加え、関係法令、品質を確保するための再生・加工処理技術、経済性、再生品の効果・影響の実態について調査を行い、再利用を推進する上での課題や対策について検討を行った。

3. 調査内容

1) 既往事例の整理・収集

関係都道府県におけるリサイクルの実態についてアンケート調査を実施し、漁港漁場関係事業における建設副産物や水産業、鉱工業等の各種産業から発生した副産物の利用の状況を把握した。

2) 関係法令に関する検討

貝殻を利用するにあたっては、保管、加工、運搬、利用場所によって、「廃棄物処理及び清掃に関する法律」、あるいは「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」

等の法律が適用されることになる。ここでは、現状の対応および、法令を適用にするにあたっての留意点について検討を行った。

3) 建設資材としての品質を確保するための再生・加工処理技術の検討

漁港・漁場工事で想定される以下の3つの材料に注目して、これらの品質を確保するための処理方法や適用される基準を抽出し、利用上の留意点や課題について検討を行った。

- ① 埋立柱 ② 魚礁の基質材 ③ 覆砂材

4) 経済性の検討

貝殻を活用した工事事例と青森県野辺地漁港で実施されている貝殻覆砂事業をモデルとして、次の3点の経済比較を行った。

- ① 材料費（ホタテ貝殻・砂）の比較
- ② 再生利用に係る処理費と一般廃棄物として処分費の比較
- ③ 事業費全体の比較

5) 水産系廃棄物の再利用にあたっての検討

上記の検討を踏まえ、水産系廃棄物を再利用して有効に活用して行くための方策を行った。

4. 調査結果

1) 既往事例の整理・収集

(1) アンケート調査結果

平成12～13年度の漁港漁場関係事業を対象に、廃棄物等をリサイクル材として活用した事例を材料別に集計した結果は、表-1に示すとおりで、利用の多いのは、浚渫土砂やコンクリート塊であり、これは国土交通省関係事業での取り組み事例と同様の結果である。ホタテ貝殻やカキ殻の利用は、全体の8%程度と少ない状況であった。

表-1 廃棄物の利用状況

廃棄物	数量	構成比率
ホタテ貝殻	17,520	7.7%
カキ殻	424	0.2%
スラッグ	26,874	11.9%
石炭灰	9,262	4.1%
コンクリート塊	63,850	28.2%
アスファルトコンクリート塊	0	0.0%
浚渫土砂	106,574	47.0%
捨石	1,962	0.9%
廃船	41	-
合計	226,466	100.0%

注) 廃船の数量単位は隻、その他はトンである。
構成比率には単位の異なる廃船を除いて算定した。

(2) 貝殻を利用した事例

アンケート調査結果と文献資料等から土木資材への主なホタテ貝殻、カキ殻の利用事例は表-2であり、水産基盤整備事業においては、用地の埋立柱、水質浄化ろ材、増殖礁の餌料培養基質材に実施した例があった。

表-2 ホタテ貝殻、カキ殻を土木資材に利用した実施事例

適用資材	適用事例	処理方法	備考
埋立材	用地埋立	①煮沸→粗粉碎 ②乾燥→粗粉碎	漁港漁港整備事業
砂の代替材	SCP材 SD材	粗粉碎→砂と混合	港湾直轄事業
水質浄化材	水質浄化ろ材	乾燥	漁業集落環境整備事業
道路工事資材	道路舗装骨材	乾燥→粉碎	道路直轄事業
魚礁材	増殖礁	①パイプに充填 ②カゴに充填	漁港漁港整備事業
貝殻タイル	歩道	加熱→粉碎→固形化	民間開発
コンクリート骨材	コンクリート魚礁	加熱	試験事業

(3) まとめ

貝殻の野積みが環境上問題となっている割には、貝殻をリサイクル材として活用している事例は思っているより少ない状況である。また、利用されている場所も、貝殻を排出する都道府県に限定されており、全国的な普及に至っていない。

利用用途は、埋立材から魚礁の餌料培養基質材等と多種多様に利用されているものの、その量は、埋立材や地盤改良材の一部で大量に利用されているだけで、ほとんどが小規模である。

また、再生利用にあたっては、貝殻を排出者から有価物として購入している場合が多く、廃棄物としての考えに立って扱われていない。このため、再生処理も場当たりの付着物を加熱処理で完全に除去する方法もあれば、天日干しによるものと様々である。こうした原因としては、個々に目的リサイクル材のための再生処理方法を考案しているため、リサイクル材としての品質基準や処理技術が確立されていないためと思われる。アンケートでも、こうした点が課題として挙がっており、今後は、環境上の問題、品質・再生処理技術の課題解決が必要である。

2) 関係法令に関する検討

貝殻を適正に処理して、再生利用するには、特に次の法律が関係すると考えられる。

- ① 貝殻が排出され、再生処理されるまでは「廃棄物処理法」に該当する。ただし、適切な再生処理により有価物として利用される場合は、その後は適用外となる。
- ② 再生処理が完了したものを海中に排出する場合は、「海洋汚染防止法」が該当する。ただし、適切な再生処理により有価物と判断され、廃棄物としての性格も有していないと認められれば適用外となる。

(1) 産業廃棄物について

① 定義

産業廃棄物とは、事業活動に伴って生じた廃棄物を指し、法律では次のように定義され、法令では20種類が産業廃棄物に指定されている。この内、貝殻は業

種が限定される産業廃棄物の「動植物性残さ」に該当する。

② 排出者の責務

貝殻は、主に水産加工場から排出される貝殻を指していることから、一般的には「特別産業廃棄物以外の産業廃棄物」に該当する。ただし、貝類などの海面養殖業は、個人経営体が家族労働を主としているところも多く、流通の過程で貝殻が発生する場合は、事業系一般廃棄物として扱われることがある。例えば、漁業協同組合が牡蠣打ち場を提供し、その場所で各個人経営体がムキ身処理を行った場合は、水産加工とは判断されないため、事業系一般廃棄物として処理されている。水産加工・流通の形態によって、廃棄物の区分が異なるため、廃棄物としての意識に個人差が多く、有価物と称して不適正な処理をする場合も生じている。さらに、両者を取り扱う処理施設については、一般廃棄物と産業廃棄物の両方の許可が必要になるため事務手続が煩瑣になっている。

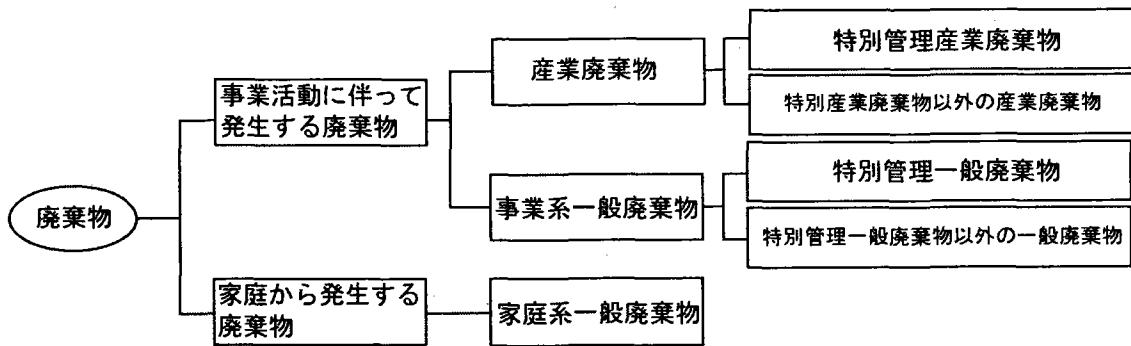


図-1 廃棄物の分類

③ 処理の流れ

廃棄物処理法に準拠すれば、水産系廃棄物の流れは、図-2に示すとおりである。この内、廃棄物処理に係る部分は、排出者が貝殻の処理を自ら行うか、あるいは許可を受けた運搬または処理業者と委託契約を行い、「産業廃棄物処理基準（政令第6条）」に従い適切に処理することである。

処理基準は、各工程において定められた一律の基準と都道府県の条例で定める上乘せ基準によって規制されている。さらに処理施設においては、構造基準および維持管理基準が課せられている。

なお、再生処理完了後については、廃棄物処理法の適用を受けない。

(2) 事業系一般廃棄物について

① 定義

事業系一般廃棄物とは、産業廃棄物に区分されていない事業活動から生じた廃棄物を指し、漁業者が排出する貝殻は、流通の過程で排出されるもののため事業系一般廃棄物に該当する。

② 排出者の責務

事業系廃棄物も産業廃棄物と同様、自らの責任において適正に処理することが義務づけられている（廃棄物処理法 第三条）。

ただし、産業廃棄物と違って分類上一般廃棄物に区分されるため、その処理方法が、手数料を負担して市町村の施設に搬入する、あるいは許可を受けた一般廃

廃棄物処理業者へ委託処理することになる。

③ 処理の流れ

基本的には、産業廃棄物の処理の流れと同様の処理が行われる。

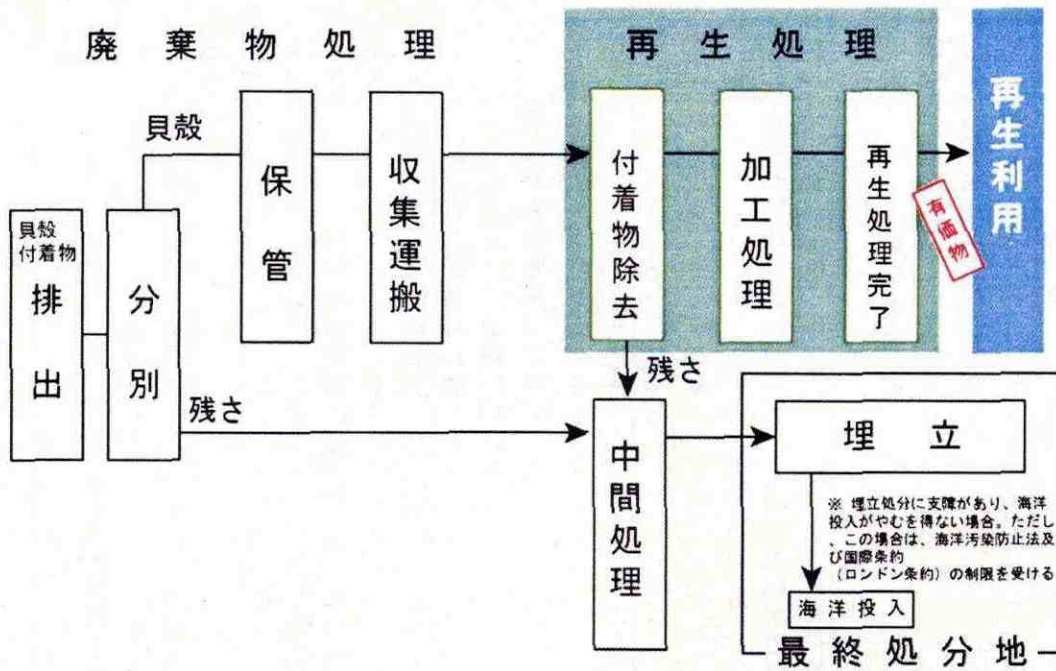


図-2 廃棄物および再生処理の流れ

(3) 海洋汚染防止法

この法律は、海洋汚染、海上災害を防止し、あわせて国際約束の実施を確保し、もって海洋環境の保全並びに人の生命及び身体並びに財産の保護に資することを目的としている。貝殻リサイクル材は、機能や有効性が認められれば「海洋汚染防止法」に該当しないとする事例がある。これは、宮城県で行われたアサリ増殖場の造成資材として用いられたカキ殻での取り決めで、海底に散布することで有効性が得られれば廃棄物には該当しない（海洋汚染防止法第3条第6号）と判断し、悪影響を及ぼした場合には中止し防除処置を行うものである。なお、機能や有効性に関しては、追跡調査を行うこととしている。

3) 建設資材としての品質を確保するための再生・加工処理技術の検討

(1) 再生処理技術

水産加工場から排出された貝殻の特性は、取り残し等で付着する有機物によって、腐敗が速く、悪臭を発生させることが知られている。現状でも、水産加工場のむき身処理の工程でボイル処理（スチームで120°で加熱）やイオン水殺菌が行われる程度で、排出後はそのまま野積みされている場合が多い。

ここでは、貝殻を加工する前処理として、貝殻に付着している付着物を除去する方法別に分類し、特徴を示すと表-3のとおりである。

表-3 付着物除去処理技術の比較一覧

分類	概要	利点	欠点	備考
自然 処理	天日乾燥 最も一般的に行われている方法で、天日乾燥により付着物を乾燥させる方法。 養生期間中の悪臭や害虫の発生を伴うため、環境保全上、衛生管理上の問題が発生して、この対策が喫緊の課題となっている。	ヤードの確保ができれば、コストがかからない	・悪臭を放つ ・風雨等により腐乱物が流出する可能性が高い ・景観を損ねる。	・一般的に実施されているが、環境配慮の点から問題視されている
	水中養生 海上に鋼管矢板等により締め切り区域を設け、その中に貝殻を投入し、一定期間（半年～1年程度）養生する方法。 貝殻に付着した有機物が、稚仔魚や微生物等の餌料となるとしている。	・悪臭を抑制できる ・付着物をほぼ除去出来る。	・ヤードの築造、海上運搬費に多額の費用がかかる ・養生期間中の水質管理が必要になる	・岡山県日生町で実施されている
熱 処理	ボイル処理 貝をボイルして、付着物を除去する方法。	・装置自体は安価である	・手作業をとまなう ・十分に付着物を除去できないため保管方法に課題が残る ・発生する汚水の処理	
	焼成処理 900℃～1100℃で貝殻を焼成することにより付着物を除去するとともに、生石灰を生成する方法。 処理後は、主に石灰の代替品として農業用肥料等に利用される場合が多い。	・悪臭・付着物は、ほぼ完全に除去できる ・性状が変化するため、処理後の扱いが変わってくる	・設備費、維持費にコストがかかる ・性状変化により、取り扱い・管理が難しくなる	・青森県、岩手県で沿構事業で実施した事例があるが、現在は維持費の問題で休止状態
	乾燥処理 400℃～600℃の熱風により貝殻を加熱・乾燥させて、付着物を除去する方法。 処理後、加工（破碎・粉碎等）することで多様に利用できる。	・悪臭・付着物は、ほぼ完全に除去できる ・処理後も性状が変化しない	・設備費、維持費にコストがかかる	

(2) 加工技術

加工処理技術とは、付着物除去処理後の貝殻を、漁港漁場工事の建設資材として利用するための加工を行うものである。加工処理技術には、地盤改良材、覆砂材として用いるための破碎処理、あるいはネット等に詰め込んだ餌料培養基質、土壌改良材あるいは水質浄化材として焼成処理後の生石灰に水をかけて消石灰に変える処理がある。ここでは、破碎処理の方法を示す。

① 建設機械による破碎処理

最も簡易的な破碎方法である。ヤードにおいて、敷鉄板等の上に貝殻を置き、バックホウ・ブルドーザ等の重機により貝殻を破碎する方法である。この方法は、表層部分は破碎されるものの中層以下の破碎効果が十分得られにくいいため、粒径の調整には不向きである。

② 破碎機

貝殻の破碎機としては、一般的に用いられるクラッシャー（破碎機）が適用可能であり、破碎後の粒度調整や処理能力に応じて、適切な機械を選定する必要がある。破碎後の粒径については、破碎機の通過フィルターによって、様々な粒度調整（1～30 mm）が可能である。

また、最近では、破碎機を搭載した自走式破碎機も開発され、現場において破碎することも可能である。

4) 経済性の検討

実施事例を基に再生処理後の形状から、代替砂として利用する場合と形状そのものを利用する場合に分けて試算を行った。

なお、ケース毎の試算結果には格差が生じる。その要因として、工事の目的、リサイクル材の利用用途、貝殻の排出先と施工現場までの運搬距離および付着物除去処理・加工処理方法、設定する資材（見積）単価等がある。よって、比較結果が決定的なものでなく、試算する事例の要因によって、変動することに留意する必要がある。

(1) 代替砂として利用した事例

代替砂を利用したケース1、ケース3は、貝殻を活用することが経済性に有利である。しかし、ケース2、ケース4はコスト高になるので、貝殻利用の有効性を見出すために、一般廃棄物として貝殻を処分した場合も含めたトータルコストでを試算した。

表-5に一般廃棄物の処分費を示す。ここでは、中間値を採用し40,000（円/ト）として、格差の大きいケース2と比較すると、貝殻の処分を含んだトータルコストで考えれば、貝殻の利用は有効性があることが窺える。ただし、一般廃棄物の処分費は地域による格差があるので、現状に合せた比較積算することが必要である。

表-4 代替砂として利用した事例の試算結果

ケース	試算事例	コスト比率 (%)	再生利用量 (トン)	砂との単価差 (円/トン)	備考
1	北海道紋別港第3埠頭地区岸壁のサドコンパクションパイルの中詰材料に蚌殻を利用	95.2	208	約-14,000 (約21,000)	・スルトンバケット付バックホーによる破碎 ・蚌殻貝殻：砂=1:2(体積比)のブレンド材使用 ・排出先から現場まで約10km
2	北海道函館港の埋立用地のサドドレン材に蚌殻貝殻を利用	119	579	約4,900 (約7,300)	・コンクリート破碎機による破碎 ・蚌殻貝殻：砂=63:37(体積比)のブレンド材使用 ・排出先から現場まで約50km
3	青森県東田沢漁港における漁港用地埋立材に利用	44.4	1,680	約-8,000 (約-12,000)	・バックホーによる破碎 ・排出先から現場まで最大16km
4	貝殻処理プラント施設を想定して、覆砂に利用	157	3,000	4,400 (約6,600)	・作業能力50t/日のプラントを想定 ・付着物除去は加熱・冷却処理

注1：コスト比率は、貝殻利用を利用したときの直接工事費/砂のみを利用したときの直接工事費×100(%)で試算した。

注2：()内は、諸経費込(直接工事費×1.5)を示す。

注3：ケース2において、一般廃棄物の処分費用を考慮して、比較すると次のとおりである。

① 砂のみ：579×40,000 = 約23,200千円(貝殻の処分費)

② 貝殻を利用：579×7,300 = 約4,200千円(砂との単価差による)

19,000千円

表-5 一般廃棄物の処分費(参考)

項目	費用 金額 (円)	平均 (円/トン)
① 収集運搬費用	12,000~22,000	17,000
② 焼却処理費用	13,000~21,000	17,000
③ 埋立処分費用	1,000~10,000	6,000
費用合計		40,000円/トン

注) 廃棄処分費等は、全国における廃棄処分に係る金額の中間値を採用。

(2) 貝殻の形状を利用した事例

増殖用基質培養材による魚礁は、貝殻自体の形状が増殖する効果を発揮するので、魚礁の建設費と便益費から、事業の効果や貝殻の有効性を検討する必要がある。

参考として、ト当たり貝殻の占める費用(貝殻リサイクル材の単価)を示した。

ケース5は、一般廃棄物の処分費として示した40,000(円/トン)を超えていることから、増殖効果の高い(便益費用が高い)ことが要求されると推察する。

表-6 貝殻の形状を利用した事例の試算結果

ケース	試算事例	貝殻の占めるコスト比率 (%)	再生利用量 (トン)	貝殻1トン当り単価 (円/トン)	備考
5	増殖用基質培養材 (シェルナース) に貝殻を利用	5.4	12	100,000 (150,000)	・ 2.2型魚礁を想定 ・ 20基製作を想定
6	増殖用基質培養材 (木村貝殻ニューカス籠式礁) に木村貝殻を利用	3.6	22	9,500 (約14,000)	・ 20基製作を想定

注：（ ）内は、諸経費込（直接工事費×1.5）を示す。

5. 考察

1) 廃棄物処理法を遵守した再生利用の考え方

(1) 貝殻廃棄物に対する責務と役割

現状の事業者側は、排出された貝殻が自然物であることから、貝殻の成分である炭酸カルシウムや貝殻の複雑な形状を有価物と判断し、再生利用の名目で放置している場合が少なくない。しかし、この判断は、以前のような閉鎖的な漁村集落であれば、あまり問題とされなかったであろうが、最近のように都市部との交流や漁村周辺の宅地造成が進むと、社会通念上からクレームがついてもおかしくない。また、貝殻の成分や形状の有価値についても評価には疑問が残っている。

参考として、厚生省の野積みされた使用済みタイヤに係る通知（平成12年7月24日付 衛環第65号）によれば、「占有者の意思」「取引価値の有無」と言う判断ではなく、「物の性状」「排出の状況」等の客観的な判断要素を優先できるようにして、再生利用内容、履行期限の確定した契約事項等を明示するようにしている。貝殻についてもこれと同じような考えに立ち、行政および排出者側の役割と責務（図-3参照）を明確にしておく必要がある。

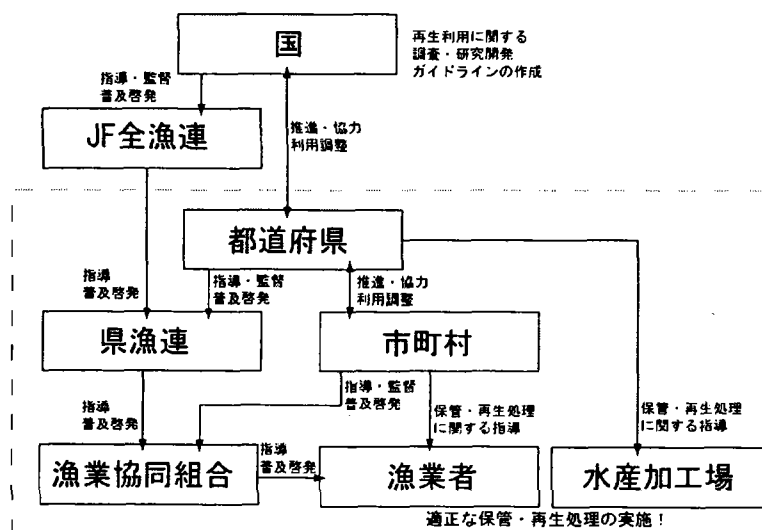
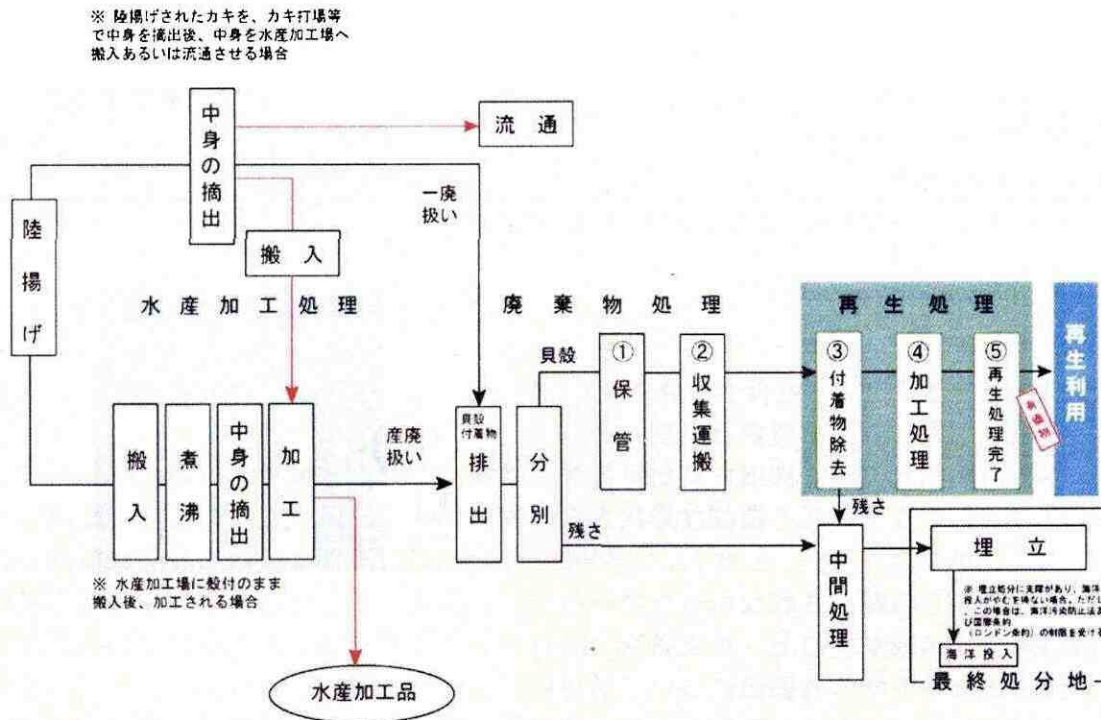


図-3 基本的な役割分担と責務

(2) 貝殻の再生利用に向けた処理体系の提案

図-4に標準的な貝殻の再生処理の流れを提案する。これは、貝殻が再生処理されるまでを廃棄物とした考え、関係法令に遵守した適切な処理を行うものである。



※番号は再生処理に至るまでの処理の順番を示す。

図-4 貝殻の再生利用を考慮した処理の流れ(案)

① 再生処理の処理手順と関係法令の適用

a. 保管(図-4の①)

残さ(うろなど)と分別された貝殻は、「廃棄物処理法」で定める法第6条の2(一般廃棄物)並びに法第12条(産業廃棄物)に遵守して保管する。

再生処理場の能力によって、長期に亘って保管せざる得ない場合は、付着物の腐敗、悪臭、害虫が発生しないように、環境汚染の防止を図る処理(例えば、排水溝の設置、囲いの設置、害虫駆除等)および処理基準(環境基準、水産用水基準、自治体の上乗せ基準等)を設定することが必要である。

b. 収集運搬(図-4の②)

収集・運搬は、排出者が自ら行う場合は、排出者の自己処理と判断されるため、産業廃棄物収集・運搬業の許可は必要でない。しかし、漁業協同組合が処理する場合は、組合員から漁業協同組合への委託とみなされるため、有償・無償にかかわらず廃棄物収集・運搬業の許可、法第7条(一般廃棄物)並びに、法第14条(産業廃棄物)を遵守する必要がある。また、運送業者に収集運搬を委託する場合は、許可を受けている業者に委託しなければならない。

c. 再生処理(図-4の③、④)

再生処理においては、「廃棄物処理法」で定める法第6条の2(一般廃棄物)並びに法第12条(産業廃棄物)に遵守した処理をする必要である。また、

自らが処理をする場合は、処理の許可は必要とされないが、処理施設は廃棄物処理法の適用を受け、施設の設置許可、法第8条（一般廃棄物）並びに、法第15条（産業廃棄物）（法第8条、法第15条）に遵守した処理をする必要がある。また、処理を委託する場合は、許可を受けている業者に委託しなければならない。

d. 再生処理完了（図-4の⑤）

適正な再生処理が完了した時点で、「廃棄物処理法」「環境保全法」等の適用外となり、有価物として取り扱うことができるようになる。

② 合理的な制度の確立

貝殻の排出は、加工場からの排出以外は事業系一般廃棄物として取り扱われる。事業系一般廃棄物の場合は、市町村の処理施設等で処理されることとなるため、同じ性状であっても、処理・運搬等に関する規制が別々となって、わかりにくくなっている。また、事業系一般廃棄物の場合は、前述したとおり漁業者の廃棄物としての意識が低いこと、自治体任せにしていること、さらには、一般家庭ごみと違って常にまとまって排出されない（漁期に影響されるため）ことなどから、十分な対応ができていない市町村も多い。

処理業者については、市町村毎に処理業の許可が必要になるため、申請の手続きや許可の更新に費用が掛かり不便を生じている。

こうした問題に対して、環境省は、廃棄物・リサイクル制度の基本問題に関する制度面の見直しをしている（平成14年10月18日中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会、廃棄物・リサイクル制度専門委員会 報告）。

これによると、一般廃棄物、産業廃棄物の区分に関わらず、同様の性状を有する一定の廃棄物の処理施設の設置の許可取得は、一般廃棄物又は産業廃棄物いずれか一方のみで足りることとする許可制度の合理化を行うこととしている。さらには、市町村の枠を超えて広域的なりサイクルなどを推進すべき場合は、環境大臣の指定により地方公共団体ごとの許可の取得を不要とする特例制度である「広域再生利用指定制度」の積極的な拡充を図るとし、廃棄物の再生利用の促進のための「再生利用認定制度」についても、認定対象範囲の拡大を検討するとしている。

そして、上記の検討によって、不適正な処理に対する対応の強化を図るとともに、効率的な廃棄物処理を確保するための制度の合理化を目指したりサイクルの促進等の措置として、広域的なりサイクル等の推進のための環境大臣の認定による特例（第九条の九、第十五条の四の三）及び同様の性状を有する廃棄物の処理施設の設置許可の合理化（第十五条の二の四）等を廃棄物処理法に追加されることになった（平成15年3月11日 閣議決定）。

ただし、再生利用に係る特例の対象となる廃棄物は、現状では貝殻は対象となっていない。その理由として、貝殻問題への関心は地域限定であること、品質・再生技術の信頼性が低いこと、再生利用した場合の環境への影響が十分評価されていないこと、コストに係る割には付加価値が低いことなどが考えられる。このため、今後は、特例の対象として行くためにも、貝殻の再生利用を確実なものとして行く必要がある、これには環境上の問題、技術・品質の問題、コスト問題等を解決して行く必要がある。

(3) 再生処理施設の整備手順

貝殻を自己処理するあるいは、漁業系組織が再生処理業者等へ委託処理する場合において、都道府県・市町村の廃棄物処理・再生利用に係る融資や助成制度を活用して、排出者等の負担をできるだけ軽減させる必要がある。再生処理施設の整備に係る一般的な手順を図-5に示す。

特に、図-5に示す収集運搬については、再生処理施設を集約した場合のもので、排出された貝殻が市町村の枠を越え再生処理施設へ収集運搬される場合は、排出場所から再生処理施設までの間において、運搬車両の規格、運搬ルート、輸送時間帯、悪臭対策等について事前に協議しておく必要がある。

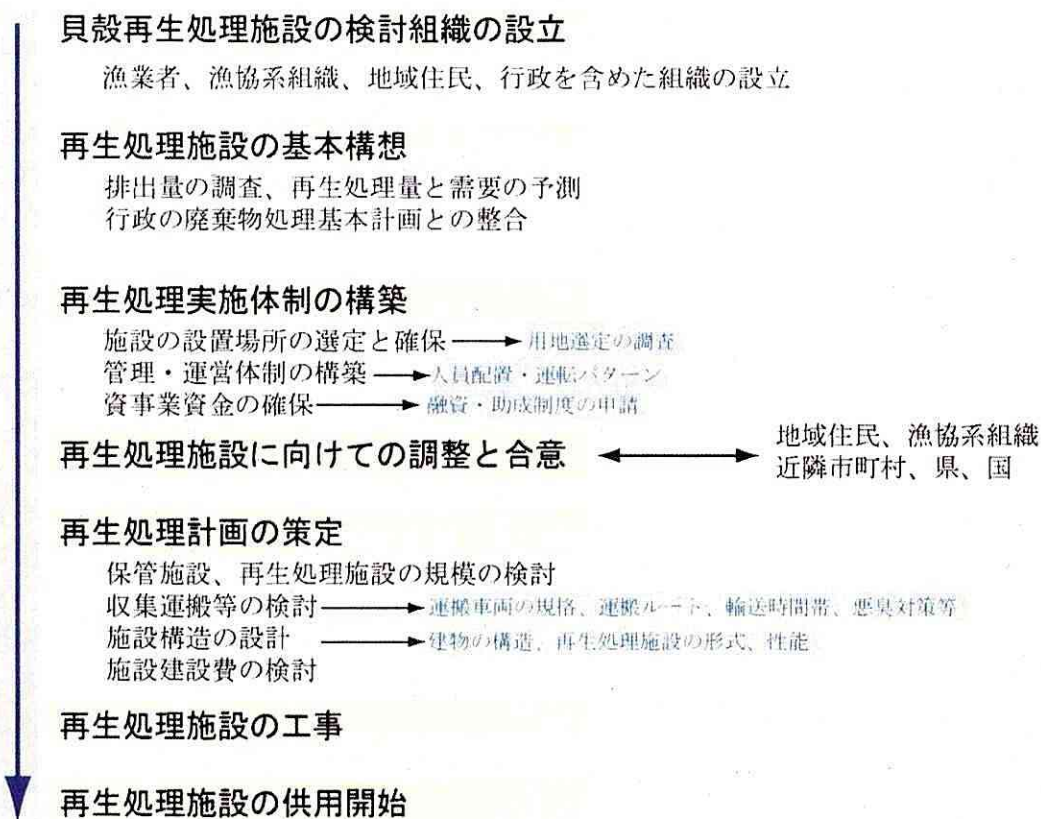


図-5 再生処理施設の整備手順

2) 再生処理技術および加工技術の確立

付着物除去については、乾燥処理が最も優れた処理方法と考えられる。ただし、維持費や設備費にコストがかかるとともに、付着物やダイオキシン等の有害物質の発生を防止するための乾燥処理時間や温度管理が必要である。このため、再生利用の用途や処理量によっては、ボイル処理、あるいは天日乾燥処理方法も有効な処理方法と考えられるので、現地にあった処理方法を採用すべきである。なお、採用にあたっては、悪臭や害虫対策および腐乱物の流出等の対策を忘れずに検討する必要がある。

破碎・粉砕の加工技術は、木材チップや金属等の実績から考えて、この技術は貝殻でも充分応用が可能と考えられる。今後は、破碎あるいは粉状化した場合の利用用途の研究開発を行うとともに、そのための品質技術の確立が必要である。

3) コスト問題の対応

貝殻処分費には1 t 当り3～5万円の費用が掛かっている。今後、「廃棄物処理法」に遵守した再生処理を進めれば、これまで以上のコスト高が予想され、排出者の負担が増すことが予想される。

このため、処理・運営にあたっては、漁業系組織（漁業協同組合、漁業協同組合連合会等）と行政等が連携して、施設の効率化・集約化を図る必要がある。特に、広域的な利用計画、イニシャルコストやランニングコストの低減策を検討しておくことが重要である。例えば、イニシャルコストでは、必要以上の能力を持つ処理機械の導入になっていないかチェックし、機器のコスト低減を図る必要がある。また、ランニングコストでは、人員配置、運転パターンに関わるコスト低減策を検討しておくことが必要である。さらに、技術を向上させて処理費を縮減させる検討も必要である。

こうしたコスト縮減策については、助成制度による処理施設の整備、あるいは民間活力を導入したPFI方式等の活用等の支援も必要と思われる。

助成制度による処理施設の整備については、漁業系組織と行政等が連携して、資金の確保、人員の確保等が行えれば、事業化までは概ね可能と考えられる。実際に、三重県鳥羽市では、地元の浦村漁業協同組合が、カキ殻の粉碎処理施設を建設して処理していたが、処理能力が少なく老朽化してきたため、平成12年に国等の補助を受けて「カキ殻加工センター」を建設し、カキ殻石灰肥料の事業化を進め、現在（2002年10月）は、鳥羽市内7漁協から出る年間約11,000トンのカキ殻を処理し、5,700トンの製品を製造している。鳥羽市の事例は、カキ殻石灰の農業用土壌改良材としての実績や効用が周知されていたこと、JA等を通じて広く販売したこと、製品が三重県のリサイクル製品に認定され知名度がアップしたことが、効果的に働き長期的な需要の確保につながっている。

こうした再生後の流通や市場について、貝殻リサイクル材の場合は、需要が未知数であること、実績や効用が不足しているため効用が周知されていないこと、販売あるいは流通経路が確立されていないことが課題とされる。

PFI方式についても同様で、従来の第3セクター方式に比べて民間企業のノウハウが生かされやすく、広域的に貝殻を収集・運搬して、再生処理することが可能であれば、市場が拡充すると思われるが、市場が不透明なこと、特例制度が拡充されていないことから、現時点では時期尚早と思われる。今後は、市場拡大に向けた貝殻リサイクル材の研究開発及び特例制度の拡充が必要である。

6. 摘要

ホタテ・カキ殻等の水産系廃棄物のほとんどが適正処理されないままに放置されている状態は、漁港・漁村における深刻な廃棄物問題である。これまでの検討から、貝殻は十分再生利用が可能と示唆され、漁港・漁場工事へ利用して行くことは、循環型社会の形成をめざすための方策の一つとして有効な手段と考えられる。しかし、実用化にあたっては、貝殻の廃棄物としての区分（制度の合理化）、貝殻リサイクル材としての効果、再生処理技術の確立、再生処理施設に係る費用等課題が山積しており、課題解決にあたっては、引き続き調査および検討を行う必要がある。

以下に、今後、国が検討して行くべき課題について列挙した。

- 1) 普及啓発
 - ・貝殻排出者（漁業者又は加工業者等）に対する貝殻処理問題の浸透・高揚
 - ・地方自治体への貝殻リサイクル推進の徹底
 - ・貝殻リサイクルに関する知識の普及・啓発
 - ・貝殻リサイクル材の利用目的別の品質基準及びガイドラインの作成
- 2) 制度
 - ・個別指定制度等の積極的な活用による貝殻の再利用推進および手続きの簡素化
 - ・貝殻リサイクル材の情報交換および利用調整
 - ・保管ヤード・再生処理施設の整備を支援する公的助成制度の設置
- 3) 環境
 - ・貝殻リサイクル材の効果検証のためのモニタリング調査
（地盤改良・水質浄化・底質浄化・餌料培養効果）
 - ・効果調査データの集積と情報公開
- 4) 処理技術
 - ・貝殻リサイクルシステムの構築
 - ・保管処理および再生処理技術（付着物除去技術・加工技術）の開発に対する促進と支援
 - ・再生処理および貝殻リサイクル材に関する新技術の普及
- 5) コスト
 - ・再生処理技術の向上による処理費用の縮減
 - ・貝殻リサイクル材を利用した場合の積算基準の検討