

1. 調査課題名：水産基盤整備生物環境調査(リサイクル材を活用した魚礁の検討調査)
2. 実施機関及び担当者名：社団法人全国沿岸漁業振興開発協会 伊藤 靖 樗木和代
3. 調査のねらい

社会経済活動が、大量生産・大量消費・大量廃棄型となり、高度化するにつれ、生活環境の汚染・破壊の進展が懸念され、同時に資源採取から廃棄に至る各段階での負荷が高まることが考えられる。

現在、リサイクル(循環的利用)に関連する法律は、平成 12 年に循環型社会形成推進基本法、建設リサイクル法、食品リサイクル法、グリーン購入法の制度や、廃棄物の処理及び清掃に関する法律(以下、廃棄物処理法という。)、再生資源利用促進法(現在の資源有効利用促進法)の改定が行われ、既に制定されていた容器包装リサイクル法及び家電リサイクル法とあわせて、廃棄物・リサイクル関連法が体系的に整備されているところである。

資源の循環的な利用促進の中で 3R(リデュース(発生抑制)・リユース(再利用)・リサイクル(再資源化))の推進、処理責任との関係、適正かつ効率的な廃棄物の処理の推進が検討されており、資源有効利用促進法に基づき、①事業者による製品の回収・リサイクルの実施などリサイクル対策の強化、②製品の省資源化・長寿命化等による廃棄物の発生抑制(リデュース)対策や ③回収した製品からの部品の再利用(リユース)対策が行われている。

このような背景の中、本調査では、水産基盤整備事業の中の漁場造成施設において、部材として利用することが有効であると判断できるリサイクル材に着目し、循環資源として利用を促進する事を目的に調査を実施した。

4. 調査方法

1) 調査方法

(1) 既存資料収集調査

(2) 聞き取り調査

2) 検討会の設置・運営

- ・当協会に学識経験者等により構成する検討会を設置し、調査の基本方針、調査内容及び調査結果の検討を行った。

5. 調査結果

1) 漁場施設利用のための検討調査

(1) リサイクル(循環的利用)材の定義

① リサイクル(循環的利用)可能なものの定義

リサイクル(循環的利用)として利用可能なものとは、特に法令では定められておらず、ここでは廃棄物でないものとする。そこで廃棄物処理法上で廃棄物とは、「ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物または不要物であつて、固形状又は液体のもの」と定義されており、その解釈として、“廃棄物とは、占有者が自ら利用し、又は他人に有償で売却することができないために不要となったものをいい、これに該当するか否は、その物の性状、排出の状況、通常の見取り形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に判断すべきものである。”という判断が示されている。

② 利用を検討するリサイクル材の対象及び考え方

本調査で利用を検討するリサイクル材の対象としては、リサイクル関連法のもとにリサイクル可能な材料のうち、漁場造成施設の構成部材として有効であるものとする。

利用基準としては、部材の特徴を考慮して広く知見を収集して決定していくものである。部材の特徴を考える上で、①材質、②耐久性、③環境影響などに重点をおいた効果調査などを行い、「水産基盤整備事業において魚礁の設置、水産動植物の増殖場の造成等に新規構造物を使用する場合の取り扱いについて」(H14年水産庁漁港漁場整備部整備課長通知) (以下、「取扱」と呼ぶ) に則した検討ならびに部材としての利用基準の検討を行う。

2) 調査・検討対象とするリサイクル材

魚礁として利用されたリサイクル材としては、県や市町村が単独事業で一部は国の補助事業として実施されたものや、民間企業により試験的に実施されたものなどがある。廃船、廃車(電車・バス)、廃屋(鉄筋コンクリート)、廃タイヤ、廃電柱などの耐久性資材の廃品が人工魚礁として設置されている。

本調査で、検討の対象になるリサイクル材は、以下のとおりとする。

- ・ タイヤ
- ・ コンクリート電柱
- ・ コンクリート塊 など

3) タイヤ魚礁の事業化について

(1) タイヤリサイクルの現状

① 廃タイヤの発生状況

わが国における廃タイヤの発生状況は、2000年で、10,300万本、重量で102万9千トンであり、過去10年間では若干の増減をしながら緩やかに増加している。また、廃タイヤのリサイクル率は、2000年で88%、重量では90万トンであり、過去10年間では87~93%と高い水準で利用されている。その中でもサーマルリサイクル(熱回収)の割合が増加している。その理由としては、大量かつ安定的に廃タイヤを利用できる点と廃タイヤの規格や品質に拘らずに利用できるためである。

② 廃タイヤを利用した魚礁の利用状況

国内における廃タイヤを利用した魚礁の設置は、1970年代から1980年代にかけてタイヤメーカーが中心となり全国的に行われていた。沿岸漁場整備開発事業では、1978年度から1987年度まで廃タイヤを利用した魚礁事業が39事業実施されている。また、現在では、一部の県が県単独事業で行っている。

③ 国内外における文献調査および聞き取り調査

国内外の廃タイヤを利用した魚礁に関する文献調査を行うとともに、国内で行われた設置実績のある地域のうち5地区を選定し聞き取り調査を実施した。聞き取り調査と文献調査では、廃タイヤを利用した魚礁の効果は、他のコンクリートなどの魚礁と同様に効果があるとの意見が多く聞かれた。一方、環境への悪影響に関する具体的な事例はなかったが、聞き取り調査において近年の環境問題への関心の高さからも十分な調査研究が必要であると指摘があった。

また、米国では魚礁として利用されていた廃タイヤが、嵐の後、大量に浜辺に打ち上げられた事例が報告されている。また、国内の事例でも廃タイヤが外れて海底に散乱したり一部が流出した事例が確認されている。

(2) 現行の魚礁部材の基準との整合

① 廃棄物行政との整合

廃タイヤのような固形廃棄物の最終処分は、ロンドン条約や廃棄物処理法と海洋汚濁防止法において埋立地を含め陸上で処理することとしており、海洋での処分は禁じられている。

一方、魚礁とは、魚を集める効果を期待して設置される海中構造物である。廃タイヤを利用した魚礁は、通常使用されている魚礁と同等の効果を有する場合に有価性があると判断する。しかし、廃タイヤを魚礁に利用する場合は、魚礁の名を借りて粗悪なものが海洋に設置されないような事業実施体制と監督体制が求められている。

現在、魚礁に使用されている部材のほとんどはコンクリートもしくは鉄であり、魚礁機能を発揮する期間(30年)中に、生物の付着や蛸集により自然と違和感をなくすとともに、設置された海域に良好な生物環境を生み出し、耐用年数経過後も海域環境と同化し、効果を発現しつづけるものである。

② 現行の魚礁部材の指針との整合

廃タイヤを魚礁部材として使用することが可能かどうかを現行の基準である「沿岸漁場整備開発事業施設設計指針」(以下、「指針」と呼ぶ)に従い検討を行った。

ア 耐用年数

現行のコンクリートや鋼材の耐用年数は30年である。タイヤの耐用年数は30年以上あることから、耐久性を満たす素材である。

イ 形状

タイヤは、タイヤ自体の特殊な形状により魚礁部材として蛸集効果が良いとの調査結果があり、魚礁として用いるのに有効である。

ウ 施工性

タイヤは、素材がゴムであることから、魚礁として組立などを行う場合、穿孔など細工をすることが比較的容易であり、施工性に優れている。

エ 経済性

廃タイヤを魚礁として用いるためには、同一規格および同一品質の廃タイヤが大量に必要となるが、一般的な現行の廃タイヤの流通状況を考えると、同一規格および同一品質の廃タイヤを大量に集める事は難しい状況であり、必ずしも安価で入手することはできない。

また、使用する廃タイヤの安全性を考えた場合、タイヤの使用履歴の把握や付着物の洗浄など一定の管理が必要であり、コストを高めることが想定される。

実施主体は、これらの経済性を十分に考慮して事業実施することが必要である。

③ 環境への影響の基準との整合

環境への化学物質の溶出などの環境影響については、「取扱」に安全基準が定められている。「取扱」における環境基準を満たすためには、廃タイヤを洗浄するなど十分な前処理を行って使用することが必要である。

④ 「指針」と「取扱」の廃タイヤ適応の考え方

水産基盤整備事業では、原則として新品部材を使用することとしており、古品、古材については特別な場合に限り、その使用を認めることとしている。今回の調査結果

で廃タイヤが魚礁部材として既往の「指針」の要件なり「取扱」の基準を満たしているとしているが、これはあくまでも、実施面での適切な処理を前提としており、亀裂や破損など粗悪なタイヤを取り除いたり、廃タイヤの表面に有害物質が付着されていないことを確認し得る事業実施体制と監督体制が求められる。

(3) 課題点

① リサイクル部材の取扱い

利用する部材は、古品・古材であるために亀裂や破損など粗悪タイヤがそのまま使用されたり、品質が揃っていないものが使用される事が考えられる。古品・古材を利用する場合には、品質などを規定する基準などを策定し、その基準に沿った品質の材料を揃える必要がある。

現在、廃タイヤの品質については基準がないが、更正タイヤにおける JIS 規格では、使用する台タイヤの基準があり、品質を規定するための基準として参考になる。

② 不法投棄の抑制

古品・古材を使用して魚礁の部材とすることより、魚礁の名を借りた廃棄物の不法な投棄が行われることも考えられる。このことを防止するためには、以下の要件を満たす事業実施が必要である。

ア 事業実施主体の明確化

水産基盤整備事業としては、事業実施主体を明確にし、事業実施・運用監督体制を作り、運用管理を適切に行う必要がある。

イ 魚礁の設計ならびに製造

魚礁の設計ならびに製造については、「指針」と「取扱」に基づき実施される必要がある。また、利用する素材の特性(タイヤであれば、耐用年数が長いなど)を十分に考慮して設計がなされなければならない。

③ 化学物質の影響

今回の調査結果では「取扱」の安全基準の項目に関しては条件を充たしているとともに、(社)日本自動車タイヤ協会の行ったタイヤ破砕片の溶出液での試験報告書においても有害化学物質は不検出又は基準以下であった。

米国文献では、タイヤから溶出される可能性のある有機化学物質について溶出試験を行った結果、どの項目についても検出限界(1ppb)を下回っていた(1994)。また、塩分濃度が高くなるほどタイヤから溶出される化学物質濃度は低くなり、現在のところ、直接的な生物に対する影響は考えられないとしているが、生物に対する持続的、究極的な影響や生物濃縮効果については評価がなされたものではないと付言している(1998)。

しかし、合わせて総合的な視点も求められている。現在わが国では数万種類の化学物質が使用されており、その個々の化学物質の環境リスク(環境中に排出され、環境中の経路を通じて人間の健康や生態系に有害な影響を及ぼす可能性)評価を進めるとともに、多くの物質の環境リスクを全体として低減させていくという考え方が重視されつつあり、これらのことも考慮していく必要がある。

④ 経済性

廃タイヤを入手するための流通ルートが確立されていないことや環境への安全性を考慮した品質管理、前処理などを行うことによりコストを高めることが考えられる。

(4) タイヤ魚礁の事業化についての考察

これまでの検討内容について以下のような考察をまとめた。

- ① タイヤ魚礁については、循環型社会の構築という中で資源の有効利用という観点もあるが、現時点では設置を推奨・推進する根拠は見出せない。
- ② 魚礁設置と称して廃タイヤの海中への不法投棄が続出しかねない現状では、廃タイヤ魚礁は原則認めないという立場を堅持することが重要である。
- ③ 原則禁止し、特別な場合に限り認めるという理論的根拠を社会的・経済的条件や廃棄物処理行政との整合性を保ちつつ確立する必要がある。

なお、特別な場合として事業実施する際には、少なくとも、魚礁の管理および環境への影響モニタリングを継続的に実施すること、また、魚礁としての機能や効果を失った場合や維持できなくなると判断される場合、並びに、環境に悪影響が認められる場合や悪影響を及ぼしうると判断される場合には、直ちに回収することが前提条件となる。

4) コンクリート柱魚礁の事業化について

コンクリート柱は、建設リサイクル法では分別解体したものを加工して使うこととなっている。魚礁事業に利用する場合として、コンクリート柱の柱状の形状を活かし、切断などを施し再資源化された柱状のものを魚礁化加工して利用する場合について、以下のようにまとめた。

(1) コンクリート柱のリサイクルの現状

電力会社各社において不要になったコンクリート柱は、2001年で約278千基あった。不要になったコンクリート柱は、破砕機で解体し、コンクリートのがれきと鉄筋に分別されて路盤材や製鉄原料にリサイクルされている。コンクリート柱のリサイクル率は電力各社ほぼ100%である。

(2) 現行の魚礁部材の基準との整合

コンクリート柱を魚礁部材として使用することが可能かどうかを現行の基準である「指針」に従い検討を行った。

① 耐用年数

現行のコンクリートや鋼材の耐用年数は通常30年であるが、費用対効果を考慮し、事業費に見合った効果が得られる耐用年数を持った設計が必要である。

② 形状

コンクリート柱は、単体では円柱であるが、複数本のコンクリート柱を組めば多様な形状が形成でき、魚礁として用いることが可能である。

③ 施工性

コンクリート柱は、電柱として使用するために作られたコンクリートであり、魚礁として組立などを行う場合、穿孔など細工をすることが困難である。

④ 経済性

地方自治体と電力会社が共同で計画を行い、例えば県が事業主体となり電力会社が責任をもって材料の供給を行うなど協力体制が構築されるならば、コンクリート柱を安価で大量に入手することが可能である。

(3) 課題点

① リサイクル部材の取扱い

利用する廃コンクリート柱は、亀裂や破損などがなく必要な強度や耐久性を有している必要がある。特に、コンクリート柱は、補強用に鉄筋が入っているため、亀裂や加工などで鉄筋部分が海水に触れる状態にある場合には、要求する設計強度に満たないことが想定される。

古品・古材を利用する場合には、品質などを規定する基準などを策定し、その基準に沿った品質の材料を揃える必要がある。

② 不法投棄の抑制

古品・古材を使用して魚礁の部材とすることより、魚礁の名を借りた廃棄物の不法な投棄が行われることも考えられる。このことを防止するためには、以下の要件を満たす事業実施が必要がある。

ア 事業実施主体を明確化

水産基盤整備事業としては、事業実施主体を明確にし、事業実施・運用監督体制を作り、運用管理を適切に行う必要がある。

イ 魚礁の設計ならびに製造

魚礁の設計ならびに製造については、「指針」と「取扱」に基づき実施される必要がある。また、利用する素材の特性を十分に考慮して設計がなされなければならない。

③ 化学物質の影響

コンクリート柱の材料は、コンクリートと鉄筋であるため、現行のコンクリート魚礁と材質は同じものであり、環境への影響は少ないと考えられる。しかし、電柱として利用された場所によっては、化学物質などの有害なものが付着されている可能性も想定される。このため、使用履歴が明確なコンクリート柱を利用する必要がある。

④ 現行のリサイクルとの関係

現在、撤去されたコンクリート柱は、破砕され、路盤材や製鉄原料としてほぼ 100% リサイクルされている。しかし、電力会社などの排出事業者はリサイクル率を維持するために恒常的な用途へのリサイクルを優先することから、廃コンクリート柱を中間処理業者に処理費用を支払い処理を行っている現状において、例えば廃コンクリート柱の魚礁利用への需要が恒常的となれば、魚礁部材としてリサイクルするルートが作られることが見込まれる。

(4) コンクリート柱魚礁の事業化についての考察

これまでの検討内容について以下のような考察をまとめた。

- ① コンクリート柱魚礁については、魚礁としての効果の把握や利用に当たっての基準等の整備が必要であり、また、不法投棄が続出しかねない現状では、原則禁止とする。

- ② ただし、特別な場合として事業実施する場合には、事業実施者がコンクリート柱の品質の保持や魚礁化加工に責任を持ち、また、魚礁としての機能や効果、構造や耐久性について十分な調査、把握を行い適否を判断することを前提条件とする。

5) コンクリート塊を利用した漁場造成施設の事業化について

(1) コンクリート塊のリサイクルの現状

コンクリート塊は、建設現場で発生するものが殆どで、平成12年度の建設廃棄物でコンクリート塊の排出量は、3,500万トンであり今後も増加すると予想されている(国土交通省資料)。

コンクリート塊は、破砕、選別、混合物除去、粒度調整等を行うことにより、再生クラッシャーラン、再生コンクリート砂、再生粒度調整砕石等として、路盤材、建設物等の埋め戻し材、または、基盤材、コンクリート用骨材等としてリサイクルされている。

(2) 現行の魚礁部材の基準との整合

コンクリート塊を漁場造成施設の部材として使用することが可能かどうかを現行の基準である「指針」に従い検討を行った。

① 耐用年数

現行のコンクリートや鋼材の耐用年数は通常30年であるが、費用対効果を考慮し、事業費に見合った効果が得られる耐用年数を持った設計が必要である。

② 形状

漁場造成施設として利用する場合、必要とされる形状やサイズに加工して利用することが必要である。

③ 施工性

一度固められたコンクリートを漁場造成施設の部材として利用することを考えれば、施工性は悪いといえる。

④ 経済性

現段階では、コンクリート塊を入手するための特定のルートはない。しかし、漁港など水産関連施設から排出されたコンクリート塊などを利用することにより、資材費や廃棄物の処理費の削減などが図られることで経済性を確保することが可能と考えられる。

(3) 課題点

① リサイクル部材の取扱い

コンクリート塊は、マウンドや増殖施設の着定基質などに利用される自然石の代替として利用することが考えられるが、利用にあたっては指針等に示された形状・重量のものを選別しなければならない。

② 不法投棄の抑制

古品・古材を使用して漁場造成施設の部材とすることより、魚礁の名を借りた廃棄物の不法な投棄が行われることも考えられる。このことを防止するためには、以下の要件を満たす事業実施が必要である。

ア 事業実施主体を明確化

水産基盤整備事業としては、事業実施主体を明確にし、事業実施・運用監督体制を作り、運用管理を適切に行う必要がある。

イ 漁場造成施設の設計ならびに製造

漁場造成施設の設計ならびに製造については、「指針」と「取扱」に基づき実施される必要がある。また、利用する素材の特性を十分に考慮して設計がなされなければならない。

③ 化学物質の影響

コンクリート塊の材料は、現行のコンクリート魚礁と材質は同じコンクリートであり、環境への影響は少ないと考えられる。しかし、建築物として利用された用途・場所によっては、化学物質などの有害なものが付着されている可能性も想定される。このため、漁港などの水産関連施設から排出されるものを使用するなど、使用履歴が明確なコンクリート塊を利用する必要がある。

(4) コンクリート塊を利用した漁場造成施設の事業化についての考察

これまでの検討内容について以下のような考察をまとめた。

- ① コンクリート塊は、多様な形状を持っていることが想定されるため、どのように利用することが可能であるか、また有効であるか指針や基準の整備が必要である。
- ② コンクリート塊の利用については、漁場造成施設としての効果の把握や利用に当たっての基準等の整備が必要であり、また、不法投棄が続出しかねない現状では、原則禁止とする。
- ③ ただし、特別な場合として、事業において使用する場合には、リサイクル部材の使用履歴が把握できる近隣の漁港などの水産関連施設から排出されるコンクリート塊とすることや、コスト削減が図られることを十分に検討し、また、漁場造成施設として機能や効果、構造や耐久性についても十分な調査、把握を行い適否を判断することを前提条件とする。
- ④ 特に廃棄物処理施設等が近隣に存在しない離島など地域において、コンクリート塊をリサイクル資材として利用することにより、コスト削減が図られる場合は(3)の事項を十分考慮し、適切に事業を実施することとする。

漁場整備の実施状況及び関連技術の整理・分析 「GISを活用した漁場地図化システムの作成，他」 ((社)全国沿岸漁業振興開発協会)	1
島根県沖合海域における多機能性漁場造成技術の開発 ((社)全国沿岸漁業振興開発協会)	2
軟弱地盤上の矢板式係船岸の設計法開発 (独立行政法人 水産総合研究センター)	3
アマモ場造成手法の確立と造成効果の実証に関する研究 (独立行政法人 水産総合研究センター)	4
魚類の浮魚礁への滞留による保護と育成の効果に関する調査 (独立行政法人水産総合研究センター)	5
地先型増養殖場造成地における水質浄化機能の定量化に関する研究 (独立行政法人水産総合研究センター)	6
ウニ類育成礁における生物生産機構と礁構造の検討 (独立行政法人水産総合研究センター)	7
アワビ増殖場が周辺海域の低次生産に与える影響に関する基礎調査 (独立行政法人水産総合研究センター)	8
亜熱帯域ハタ類の資源培養のための育成場複合造成技術の開発 (独立行政法人水産総合研究センター)	9
イセエビ増殖場の造成と管理のための技術開発 (独立行政法人水産総合研究センター，長崎県水産開発協会)	10
磯根資源貝類における新漁獲対象種の増殖・管理方法の開発 (独立行政法人水産総合研究センター)	11
炭素・窒素の安定同位体比を指標とした藻場造成効果の算定手法の開発 (独立行政法人水産総合研究センター)	12
ウニ・アワビ漁場造成のための適地選定に係る事前評価法の開発 (独立行政法人水産総合研究センター)	13

消破提の生物生産に及ぼす副次的効果に関する研究 (独立行政法人水産総合研究センター)	1 4
漁港及び漁場の一体的整備に資する技術調査 (独立行政法人水産総合研究センター・水産工学研究所)	1 5
水産基盤整備事業によ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)	1 6
漁業・漁村の果たす多面的機能に関する調査 (財団法人 漁港漁村建設技術研究所)	1 7
有明海河川内漁港堆積土対策総合調査 (財団法人 漁港漁村建設技術研究所)	1 8
軟弱土砂処理技術開発調査 (財団法人 漁港漁村建設技術研究所)	1 9
新しい設計手法の漁港漁場整備への適用可能性調査 (財団法人 漁港漁村建設技術研究所)	2 0
水産基盤整備事業における環境保全検討調査 (財団法人 漁港漁村建設技術研究所)	2 1
漁港のプレジャーボート受け入れ状況調査 ((社)フィッシャリーナ協会)	2 2
我が国沿岸域藻場現存量基礎調査 (藻場調査マニュアルの作成とその検証) ((社)海と渚渚環境美化推進機構)	2 3
干潟の有害物質浄化能力の調査 (水産大学校)	2 4
造成漁場が有するエゾアワビの再生産効果に関する検討 (岩手県)	2 5
漁港漁場整備事業の事例に基づく費用対効果分析調査 (日本総合研究所)	2 6