

海産バイオマスの堆肥化に伴う環境便益の試算

徳島大学大学院	学生会員	○沓掛安宏	徳島大学大学院	正会員	上月康則
徳島大学大学院	正会員	山中亮一	(株)環境防災	非会員	阿野悟之
尼崎市立成良中学校	非会員	中岡貞雄	(一社)生態系工学研究会	正会員	中西敬
			大阪湾広域臨海環境整備センター	非会員	森本登志也

1. 研究背景および目的

大阪湾湾奥の海域の環境問題は、赤潮や貧酸素といった環境悪化に加え、市民の海への関心が低いことが問題の解決を一層難しくさせている。そこで、このような問題解決の一助とするために、「尼海の会～尼崎の海への恩返し～」を設け、海の生物を利用した、海水中の過剰な栄養物質を楽しく循環利用する活動を始めた。これは、行政、団体、NPO、中高校生、専門家らが協働して、ワカメや護岸付着生物といった海産バイオマスから堆肥をつくり、埋立処分場の菜花による緑化、さらに菜種から BDF を作るといった活動である。本報では、これらの活動による環境改善効果をわかりやすく表現することを目的に、貨幣換算することとした。

2. 方法

2.1 海産バイオマスの採集と堆肥化

尼崎港は大阪湾奥にあって、慢性的に赤潮、貧酸素化し、さらに毎年、青潮も発生する海域である。海岸線は直立護岸で占められ、そこに大量のムラサキイガイ、カンザシゴカイなどが付着、脱落し、環境悪化を助長させている。また大型海藻ではワカメだけが養殖用の種糸を使うと栽培可能な種であることがわかっている。海産バイオマスとして、2012年4月14日、幅4.5m、深さ2m、9m²の護岸壁面に付着する生物すべてを潜水作業で剥ぎ取った。ワカメは、全長83mの種糸ロープを水面54m²を使って栽培、大きく育ったものを回収した。これらの生物は回収後、細かく碎き、最終処分場内で刈り取られた草などと混ぜて、堆肥原料にした。堆肥化に要した期間は、2012年4月から約4ヶ月間であった。

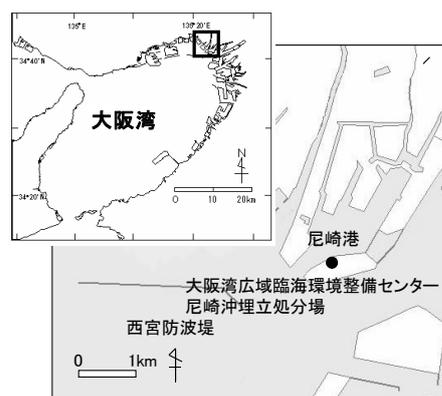


図1 調査地点図

2.2 環境便益の求め方

環境便益については、下記の方法で求めた。なお、重金属濃度は、Cd, Cr, Ni, Pbについて計測しており、ワカメの重金属濃度は食用基準の以下の値で、堆肥も安全基準を十分に下回っていた。当活動による環境負荷は、CO₂排出量であるが、これは下記の(3)で考慮する。

(1) 栄養塩の海からの系外除去による水質改善効果

海産バイオマスの窒素、リン含有量を測定し、水質浄化価値を求めた。ここでは、下水処理施設を代替手段として貨幣換算した¹⁾。

(2) 護岸付着動物の剥ぎ取り系外除去による環境悪化防止効果

付着生物を剥ぎ取り、除去することには、海底に脱落し、分解に伴う酸素消費を防止する効果がある。試算方法①：分解に伴う酸素消費量と同等の酸素をマイクロバブル発生装置で海水に曝気するために必要な価格を便益として試算した。なお、マイクロバブル発生装置の初期導入費は323,000円、マイクロバブル発生装置の電気代は3.6円/hとした²⁾。試算方法②：酸素ポンペを代替手段として、貨幣換算した。酸素溶解率を52%とし、酸素ポンペの価格は充填量14.7MPa、内容積10L、酸素温度20℃のもので28,000円とした。

(3) 海産バイオマスの堆肥化による二酸化炭素排出削減効果

海産バイオマスの回収、堆肥化に伴って発生するCO₂量と、市販されている化成肥料のそれとの比較を行

い、海産バイオマスの堆肥を使うことによる二酸化炭素排出削減効果を求めた³⁾。なお、CO₂の価格は4,600円/t-CO₂とした⁴⁾。

3. 結果および考察

(1) 水質改善効果

表1 海産バイオマスの回収量と栄養塩除去量

海産バイオマスの回収量	海産バイオマス	回収量(wet kg)	窒素除去量(kg)	リン除去量(kg)
と栄養塩除去量を表1に示す。	ワカメ	3.3	0.0752	0.0188
なお、当年度は冬期の高水温	付着生物	136.0	0.6185	0.2678

化によって、ワカメの生長が阻害され、回収量は3.3kgと例年の1.5%程度と少量となった。栄養塩含有量から求めた水質浄化効果の便益は、ワカメが全体で549円、単位水面積あたり10円/m²となった。同様に付着動物は、全体で4,514円、護岸単位長さあたり1,003円/mとなった。

(2) 環境悪化防止効果

護岸単位長さに着する生物30.2kgが脱落することで6.5kgの酸素を消費する。港内を囲む8.9kmの護岸から、同様に生物の脱落があるとすると、海底から水深3.8m分の海水の溶存酸素を奪うことになる。今回、脱落前に取り上げたことの価値は、マイクロバブル発生装置で試算すると全体で330,673円、護岸単位長さあたりで73,482円/mであった。また酸素ポンプで試算すると全体で821,473円、護岸単位長さあたりで182,550円/mと試算された。

(3) 二酸化炭素排出削減効果

海産バイオマス堆肥作製時に発生したCO₂は0.47t-CO₂、市販の化成肥料を同量作製時に発生するCO₂は0.14t-CO₂であり、海産バイオマスの堆肥を使うことによる二酸化炭素排出削減効果は-1,581円である。なお、活動に伴う主なCO₂排出量は、付着生物の剥ぎ取り、ワカメの設置回収時の船舶利用と参加者の移動によるものであった。本活動では、述べ486人が参加したが、より多くの人参加が望ましい一方で、このままではCO₂排出量も増加する。今後、さらに規模を拡大するにあたっては、活動場所に近い地域の住民を中心に参加を呼びかけ、さらに移動手段には公共交通機関の利用を推奨する必要があることがわかった。

(4) 海産バイオマス堆肥の環境便益

環境便益を全てまとめて、総便益を求めた(表2)。その結果、単位水面積あたりワカメで9.8円/m²、単位護岸長さあたり付着動物で74.386円/m、あるいは183,211円/mであった。

表2 海産バイオマスの堆肥化に伴う総便益

海産バイオマス	水質改善効果	環境悪化防止効果	二酸化炭素排出削減効果	総便益
ワカメ	10円/m ²	-	-0.7円/m ²	9.3円/m ²
付着生物(試算方法①)	1,003円/m	73,482円/m	-342円/m	74,143円/m
付着生物(試算方法②)	1,003円/m	182,550円/m	-342円/m	183,211円/m

4. まとめ

尼崎港における過剰な栄養塩循環活動を貨幣価値に置換し、環境便益の分析を行った。その結果、付着生物を取り上げることによる環境悪化防止の効果が大半を占めていた。また本活動の課題は、活動に伴い発生するCO₂排出負荷であり、今後規模を拡大するにあたって配慮する点も抽出することができた。

参考文献

- (独)国立環境研究所(2003): 干潟等湿地生態系の管理に関する国際共同研究, 国立環境研究所特別研究報告, pp.51-54.
- (株)ヤマザキ: マイクロバブル技術による浜名湖浄化実験報告書, <http://www.yamazaki-iron.co.jp/microtest/images/report.pdf>.
- 環境省(2011): ケーススタディにおける算定フォーマット, 原単位リスト等, サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量算定方法検討会(第4回)議事次第, 参考資料2.
- 岡敏弘ら(2002): 環境影響物質の限界削減費用を用いた環境配慮商品の社会的効果の測定, 環境経済・政策学会2002年大会要旨, <http://www.s.fpu.ac.jp/oka/02seeps3.pdf>.