

漂着海藻腐敗による悪臭防止法の研究

RESEARCH ON CONTROL OF ODOR DUE TO DECOMPOSITION OF DRIFTING-ASHORE SEAWEED

山本吉道¹・南宣孝²

Yoshimichi YAMAMOTO and Nobuyoshi MINAMI

¹フェロー 博(工) 東海大学教授 工学部土木工学科 (〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117番地)

²学生会員 東海大学大学院 工学研究科土木工学専攻 (同上)

Nowadays, a lot of seaweeds have drifted to coasts and released foul smell due to those decompositions, and it has become a social problem. A hassle-free and low-cost method which can eliminate the foul smell is proposed by using the diluted solutions of protein decomposition enzyme, EM bacillus and powder calcium.

As a result of conducting some experiments which sprinkle those diluted solutions on the seaweeds on a sand layer, it becomes clear that those diluted solutions of 3000 times have sufficient deodorization effect. Moreover, even if a watering likened to rain is performed, it becomes clear that the deodorization effect continues. Therefore, when the foul smell occurs on a coast, those measures can be performed with cheap cost.

Key Words : *Drifting-ashore seaweed, coastal environmental aggravation, odor control, foul smell eliminating method, enzyme, EM bacillus, powder calcium*

1. はじめに

わが国の各海岸では、大量のゴミが打ち上げられて社会問題になっている¹⁾。漂着ゴミの中でも相当な割合を占めているのが海藻であり、日本海側の各海岸では、冬季風浪時に大量に打ち上げられた海藻が春以降に腐敗し、悪臭(アンモニア、硫化水素、メタン)を放ち問題になっている。神奈川県各海岸でも、金沢八景でアオサが大量発生し、浜に打ちあがり腐敗して、悪臭を放ち、社会問題として話題になったことがある。神奈川県相模湾沿岸では、写真-1に示すように、鎌倉市周辺海岸に多く漂着し、傾向としては7・8月と3月・4月に多くなる。



写真-1 鎌倉市材木座海岸に漂着した海藻
(アラメ：2007年7月)

水質浄化に関する研究論文²⁾ならば多数あるが、漂着海藻の悪臭に関する既往論文は少ないようで、著者達は入手出来なかった。それゆえ、環境工学の専門家の意見も聞きながら、消臭効果も期待できる薬剤の中から、次の三種類を、低コストで必要量の入手が可能であり、人体や海岸の自然に対して害をほとんど与えないと判断できることから選んで、漂着海藻腐敗による悪臭を防止する方法について、二段階に渡る実験的研究を行うことにした。

- (a) EM菌溶液：酵母菌、乳酸菌、納豆菌などの有機物を発酵させ、その環境を浄化する有益微生物の複合体。これによる消臭現地実験事例は逗子海岸など複数^{3)・4)}あり、消臭効果の確認と共に、他消臭剤との比較のため選定した。
- (b) 蛋白質分解酵素溶液：有機物の分解を促進すると共に、有効バクテリアを増殖活性化させる酵素の複合体。人体や動物に対して無害であることが製造元により確認済みであるDMT World Trade社製を使用。
- (c) 粉末カルシウム：カキ、ホタテ、ホッキ貝等の殻粉末のことで、強い殺菌能力を有する天然浄化剤。

本研究では、鎌倉市にある材木座海岸と由比ヶ浜海岸で海藻を採取した。この時に多く採取できたのはアラメで、他にホンダワラなどもあった(写真-2参照)。

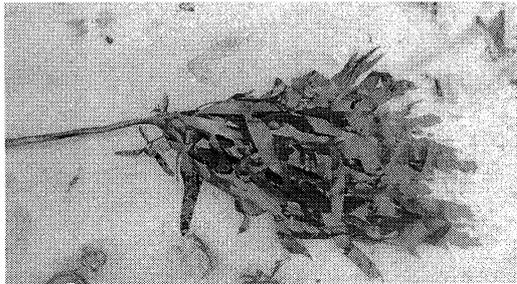


写真-2 2007年7月と8月に採取した海藻
(上がアラメ、下がホンダワラなど)

2. 予備実験

(1) 実験方法

採取時の海藻にはウジがわいている場合があるので、海水で軽く洗い流すようにして海藻を採取した。また、臭気を強めるために、採取した海藻は異臭を放つまで実験室内に放置した。

前出の消臭剤は、コストを極力抑えるために、水道水で希釈して使うものとし、その倍数は1000倍、3000倍、および5000倍の3種類とした。また、処理時の手間も極力抑えるために、海藻表面への直接散布法を採用し、海藻の入った容器(写真-3参照、幅15cm×長さ21cm×深さ6cm)に対して、15cm離れた上空から小型スプレーで10回散布することにした。



写真-3 予備実験の容器に海藻を入れた例

本実験は、降雨量を制御するため、動物に荒らされる等の不測事態を避けるために、室内で行うが、

現地海岸での散布作業後の降雨を想定して、3000倍の希釈液を散布した海藻に対し、一定時間経過後に海藻を入れた容器から溢れるまでジョウロで自然水を大量散布し、速やかに排水するケースも実施した。

全実験ケースを表-1にまとめて、これらと比較した結果を次節で述べる。

臭気測定器には神栄株式会社製を用い、測定位置の違いによるばらつきの影響を抑えるため、1回につき3箇所測定し、それらの平均値を用いた。本測定器の臭気の強さを表す数値は、既往の臭気強度(無臭“0”~強烈“5”の6段階表示)や臭気指標(無臭にするための希釈倍数の対数を10倍した値)と異なるため、その表示数値と実際の臭気との関係を表-2にまとめる。本表は延べ人数9人の実験関係者の意見を基に決定したもので、本実験内での消臭効果を評価する目的には十分であると判断した。

表-1 漂着海藻の消臭予備実験ケース一覧表

臭気の強さ	臭いの度合い
600以上	5m~10m離れていても腐敗臭を感じ、マスクをしなければ、気持ちが悪くなる。
300	2m程度離れていても、すっぱい臭いがする。
100	1m程度まで近づくと臭う。
50	50cm程度まで鼻を近づけると、気持ちが悪くなる。
30	30cm程度まで鼻を近づけると、気持ちが悪くなる。
10未満	海藻の臭いはするが、気にならない。

表-2 本研究における海藻臭気の強さ

消臭剤と処理方法	希釈倍数		
何もせずに放置する			
酵素複合体の溶液	1000倍	3000倍	5000倍
EM菌複合体の溶液	1000倍	3000倍	5000倍
貝殻粉末の溶液	1000倍	3000倍	5000倍
消臭剤3種類に対して			
2時間後に一回降雨		3000倍	
6時間後に一回降雨		3000倍	
1日後に一回降雨		3000倍	
3日後に一回降雨		3000倍	

(2) 実験結果

日が経つと海藻の水分がなくなり、さらさらした土状になり、臭気も土のような臭いになった。以下に、各ケースの比較結果をまとめる。

(a) 降雨無し実験：夏季に行った図-1 および図-2に示すように、何もせず放置したケースでは乾燥して悪臭が十分に消えるまで2週間以上かかったが、消臭薬液を用いたケースは全て4日

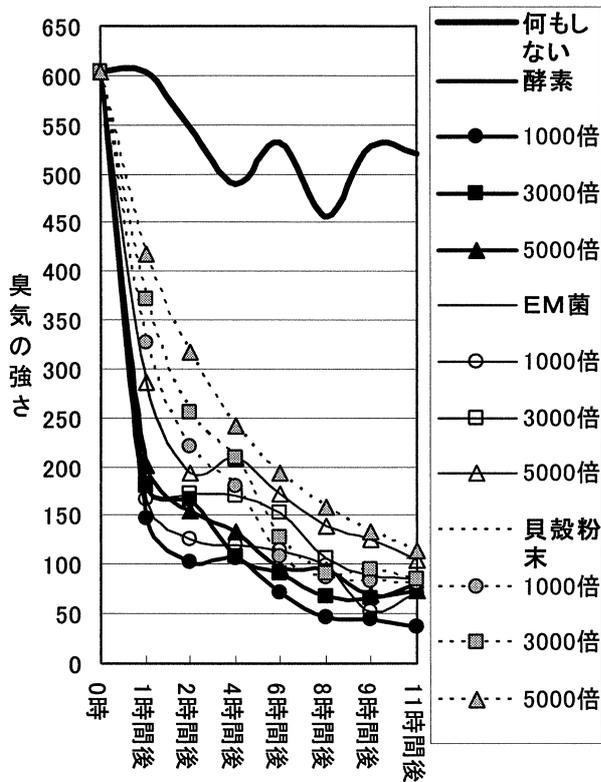


図-1 臭気の強さの経時変化（1日以内）
（2007年夏季，日中室温25℃～30℃）

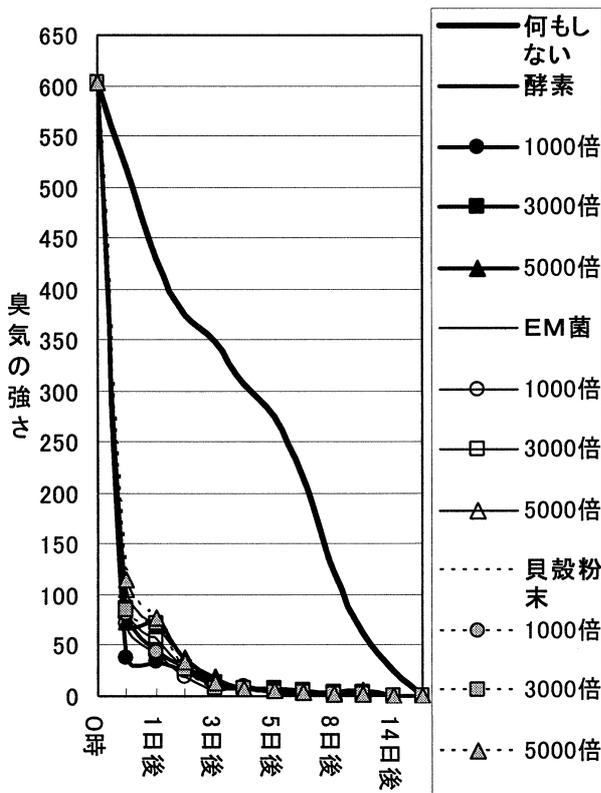


図-2 臭気の強さの経時変化（全期間）
（2007年夏季，日中室温25℃～30℃）

以内に十分消臭していた。

特に，1000倍希釈の酵素は1日程度で十分な効果が認められた。この消臭効果の高かった酵素については，夏季だけでなく冬季にも実験を行ったところ，図-3に示すように，同様な消臭効果を示した。

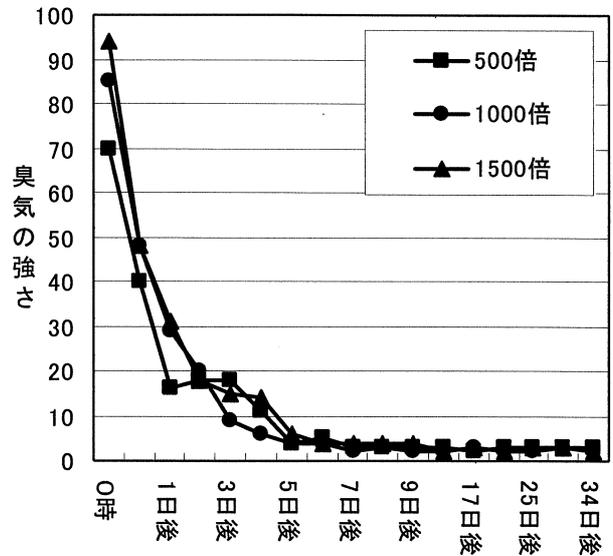


図-3 臭気の強さの経時変化（全期間）
（2006年冬季，日中室温5℃～15℃）

(b) 降雨有り実験：希釈3000倍の各ケースに，2時間後と6時間後に降雨として自然水を散布した場合，図-4に示すように，臭気の強さは散

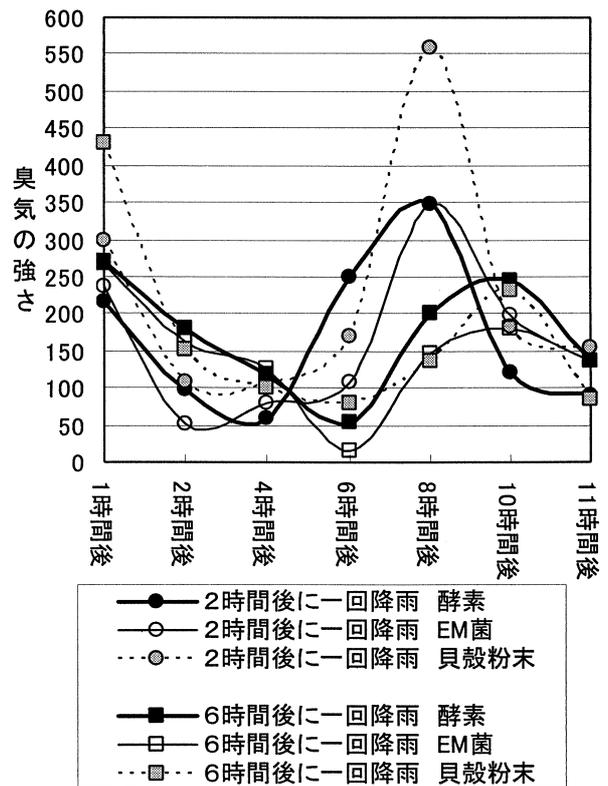


図-4 希釈3000倍ケースで2時間と6時間後に散水した場合の臭気の強さの経時変化（2007年夏季）

水後に再び高まり、止まらなくなったので、消臭薬液を再度散布する必要があった。

しかし、希釈 3000 倍の各ケースに、1日後と3日後に散布した場合は、図-5 に示すように、臭気の強さが一度大きくなるが、1日を経過すると最初に散布した消臭薬液の力だけで再び臭気が低下した。

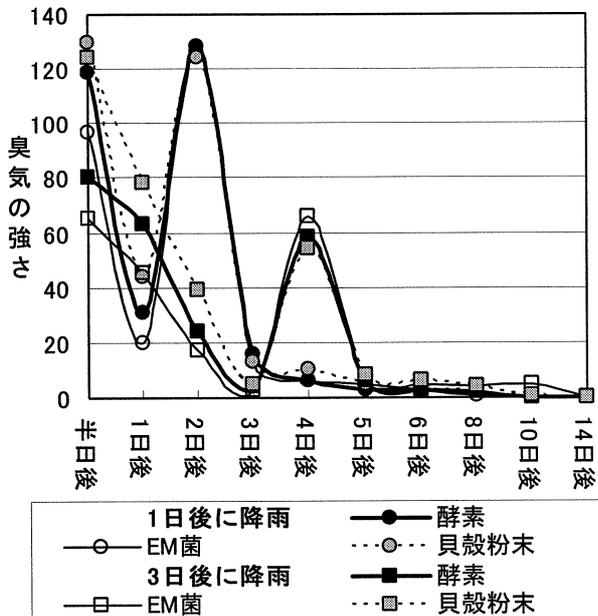


図-5 希釈3000倍ケースで1日と3日後に散水した場合の臭気の強さの経時変化 (2007年夏季)



写真-4 大型容器に海藻を入れた様子

表-3 漂着海藻の消臭本実験ケース一覧表

消臭剤と処理方法	希釈倍数		
何もせずに放置する			
酵素複合体の溶液	3000倍	5000倍	10000倍
EM菌複合体の溶液	3000倍	5000倍	10000倍
貝殻粉末の溶液	3000倍	5000倍	10000倍
消臭剤3種類に対して			
2時間後に一回降雨	3000倍		
6時間後に一回降雨	3000倍		
1日後に一回降雨	3000倍		
3日後に一回降雨	3000倍		

3. 砂層上の海藻の消臭実験

(1) 実験方法

砂浜海岸では、消臭薬液が砂層へ浸透することによって、十分な消臭効果を得られないことが考えられるので、海藻を入れる容器に幅 35 cm×長さ 45 cm×深さ 20 cmの大型のものをを用い、厚さ 10 cmの砂層(底質粒径 0.2mm~0.66mm)を設け、その上に予備実験時の3倍の体積の海藻を置くようにした(写真-4参照)。

海藻には鎌倉市由比ヶ浜海岸で採取した後、海水付着のまま異臭を放つまで放置したものを使用した。

散布方法は薬液を小型スプレーで海藻から15cm程度離して30回散布した。また、降雨を想定し、予備実験時の5倍(=本実験時容器面積/予備実験時容器面積)の自然水をジョウロで海藻にかけ、消臭効果への影響を調べた。

砂層上での消臭効果を比較した全実験ケースを表-3に示す。

なお、実施時期は夏季(25℃~30℃)であったが、一部については冬季(7℃~15℃)にも行った。

(2) 実験結果

(a) 降雨無し実験：図-6 に示されるように、何もせず放置していたケースでは、悪臭が気にならなくなるまでの期間が、予備実験時より短く、5日間であった。予備実験との実験方法の大きな違いは、大型容器を使ったことと、砂層の上に海藻を置いたことであるが、砂層自体には良く知られているように吸着性能があり⁵⁾、さらに、河川および海岸から持ってきた本砂にも細菌が付着していること⁶⁾から、砂層元来の消臭効果による影響が大であると考えられる。

また、全薬液の消臭効果は予備実験より少し短めの3日間で気にならなくなった。特に、3000倍希釈の場合は、3種類の全薬液において1日半程度で気にならなくなることから、悪臭発生時に散布する価値があると言えよう。

ただし、有意な効果のあった3000倍希釈の全薬液について、夏季だけでなく冬季にも実験を行ったところ、図-7 に示されるように、冬季に消臭効果を認められなかった。予備実験の1000倍希釈酵素の場合のような効果が得られなかった原因の一つとして希釈倍数の大きさがあるが、湿度など他の要因の違いについても検討する必要がある。

(b) 降雨有り実験：実験開始から2時間後と6時間後に自然水を散布した場合，図-8 に示されるように，臭気は一度上がり始めるが，1・2時間後には薬液の再散布無しに下がり始めた．同様の散水を1日後と3日後に行った場合も，図-9 に示されるように，散水してから1日後まで臭気が強くなるが，その後は再び低下し消臭していくことが判った．これらの結果から，砂層が有る場合は，雨が降っても消臭薬液の効果が無くなりにくいことが判った．

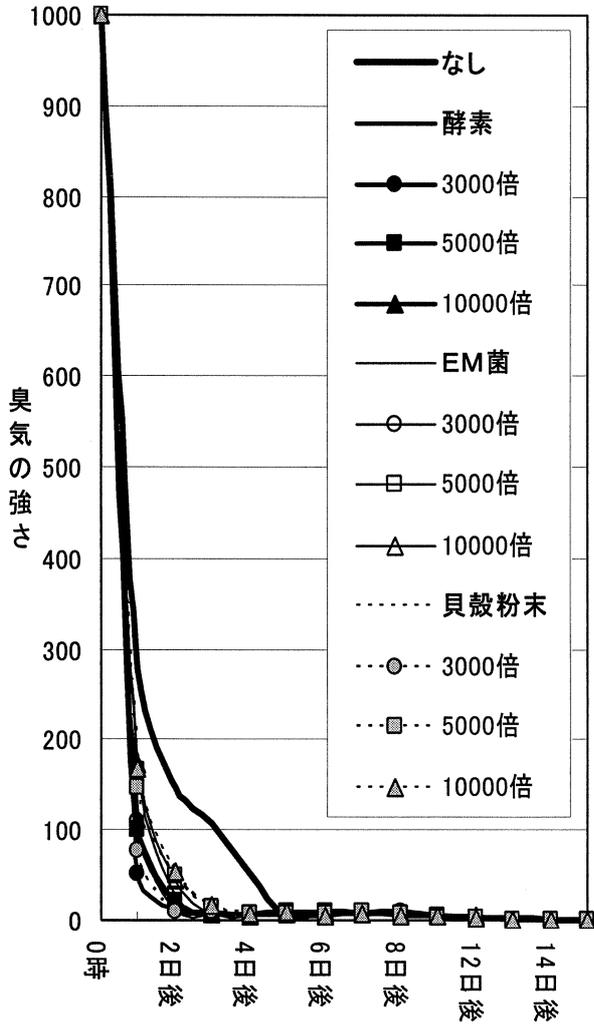


図-6 臭気の強さの経時変化（全期間）
（2008年夏季，日中室温25℃～30℃）

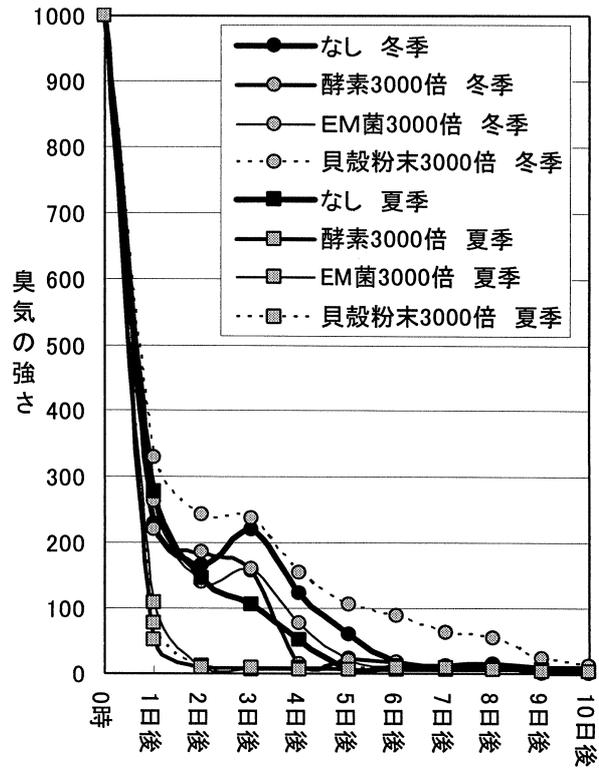


図-7 臭気の強さの経時変化（全期間）
（2008年冬季，日中室温7℃～15℃）

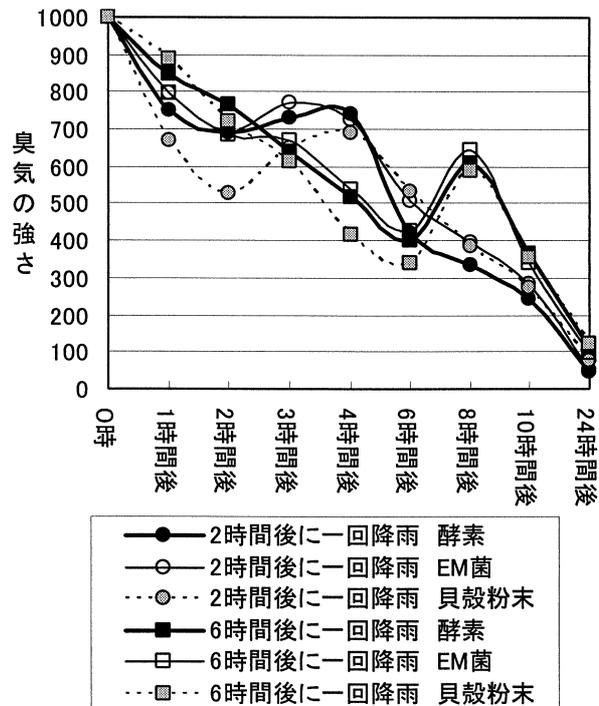


図-8 希釈3000倍ケースで2時間と6時間後に散水した場合の臭気の強さの経時変化（2008年夏季）

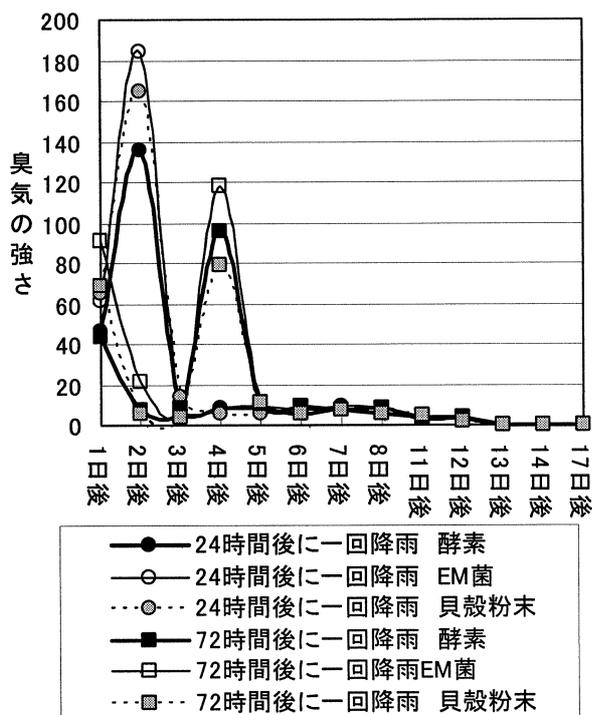


図-9 希釈3000倍ケースで1日と3日後に散水した場合の臭気の強さの経時変化 (2008年夏季)

4. まとめ

プラスチック容器に海藻を置いた予備実験においては、何もせずに放置したケースでは乾燥して悪臭が十分に消えるまで二週間以上かかったが、消臭薬液を用いたケースは全て4日以内に十分に消臭していた。特に、1000倍希釈の酵素は1日程度で十分な効果が認められた。この消臭効果の高かった酵素については、夏季だけでなく冬季にも有意な消臭効果を示した。また、実験開始1日以内に水浸しになる程度の降雨(自然水の散布)がある場合、再び臭気が上昇し続けたため、薬液を再散布する必要があった。しかし、実験開始1日以降に同程度の降雨がある場合、臭気は一時悪化するが、その後は低下し続け、再散布する必要がなかった。

大型容器内の砂層の上に海藻を置いた本実験においては、何もせずに放置したケースでは乾燥して悪臭が十分に消える期間が5日間と短くなったが、消臭薬液を用いたケースは全て3日以内に十分に消臭

していた。特に、3000倍希釈の全薬液は1日半程度で十分な効果が認められた。さらに、実験開始1日以内に水浸しになる程度の降雨(自然水の散布)がある場合でも、臭気は一時悪化するが、その後は低下し続け、再散布する必要がなかった。したがって、現地海岸で悪臭が発生した場合に、3000倍希釈薬液による散布は有効と考えられる。いずれの消臭剤も、購入コストは1リットル当たり1万円以下であるから、海岸1km当りの散布総コストは50万円程度か、それ以下で済ませることを期待できる。

ただし、この3000倍希釈薬液による砂層上海藻の消臭実験では、冬季に有意な消臭効果を得られなかったことから、冬季での使用に対しては、更なる検討と工夫が必要である。

謝辞：山野上敏夫氏(テクノクリーン)からは蛋白質分解酵素およびEM菌の情報を頂き、分解酵素の入手に際して多大なる便宜を計っていただきました。また、2007年度卒研生の高橋利幸君、立原直哉君、峯村勇輝君、2008年度卒研生の大岩太郎君、大島恵介君、菊池俊興君には、実験遂行に当たって全面的な協力をして頂いた。ここに深く感謝の意を表したい。

参考文献

- 例えば、直原史明：海岸漂着ゴミの現状と最近の動き、海岸、46巻2号、pp.57-69、2007。
- 例えば、村上仁士、伊藤禎彦、水口裕之、上月康則、落合道和：特定有効細菌の海水中有機物分解機構と海水浄化への活用法、土木学会論文集、No.559/VII-2、pp.39-49、1997。
- 例えば、逗子市：神奈川県逗子海岸における水質(悪臭含む)浄化事業、神奈川新聞(7月10日)、2004。
- 例えば、鱒ヶ沢町長：EM菌を活用したまちづくり、<http://www.ajigasawa.net.pref.aomori.jp/page/hitokoto/1707.html>。
- 例えば、中山正与、江成敬次郎：廃棄物埋立地から浸出する高濃度有機性廃液の砂層中での挙動に関する実験的研究、土木学会論文集、No.559/VII-2、pp.51-60、1997。
- 例えば、静岡県総合教育センター：土に潜む微生物によるデンプンの分解、<http://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/ronbun/ronbunshu/063111.pdf>。