

インドネシアにおける漂着油汚染とバイオレメディエーションによる浄化可能性

大成建設（株）技術センター	正会員	○高畑 陽
大成建設（株）技術センター	正会員	ミトラ ビジョン クマール
（独）製品評価技術基盤機構		山副 敦司
インドネシア科学院 海洋研究所		Yeti Darmayati

1. 背景および目的

インドネシア周辺海域は、中東と東アジアを結ぶ主要な航路となっており、1日数百隻もの大型タンカーの往来がある。そのため、タンカーからの油流出事故が頻繁に発生しており、周辺諸島の油による海浜汚染が深刻な問題となっている。

日本国内では、1997年にナホトカ号による原油流出事故が発生し、主に物理的な油の回収が進められた¹⁾。一方、インドネシアでは年間を通じて温度が高く、低温期が存在する日本などの温帯域と比較してバイオレメディエーションの適用性が高いと考えられる。本技術は、浄化処理に特別な装置を要さず、コストも比較的安いなどの長所があり、普及が期待される。しかしながら、インドネシアのような熱帯域における漂着油による沿岸部の汚染状況については知見が少なく、個々の浄化技術の適用性については不明な点が多い。

筆者らは、製品評価技術基盤機構とインドネシア科学院と共に、漂着油で汚染された海砂に対するバイオレメディエーション実証試験をインドネシアで実施し、緩効性肥料を用いた適切な浄化方法に関する知見を得た²⁾。本報では、実証試験期間中に発生した漂着油汚染事故の状況と汚染後の油の拡散状況について調査した結果を述べると共に、熱帯域における漂着油汚染に対するバイオレメディエーションの適用可能性について考察する。



写真-1 パリ島の位置と全景

2. 漂着油汚染事故の概要

漂着油汚染事故は、2008年10月14日にインドネシア共和国のパリ島周辺で発生した。パリ島はジャカルタ湾沖約30kmに位置する珊瑚礁で囲まれた周囲約5kmの有人島であり（写真-1）、島の主要な産業は漁業と海草の養殖である。パリ島から更に30km沖合には、観光地として有名なThousands Islandsと呼ばれている珊瑚礁群島が存在している。パリ島の周囲の環礁は天然の防波堤の役割を果たしており、年間を通じて干満差が1m以内と小さいことから、島の沿岸部ではほとんど波が生じない。

約10~20cmのディスク状に固化して海面を漂う油塊は、満潮時に環礁内に浸入して砂浜海岸に漂着し、干潮時にそのまま沿岸部に残存した（写真-2A）。その後、漂着油分は日中の直射日光により温度が上昇して液状に溶解し（写真



写真-2 漂着油によるパリ島の汚染状況
 A: 漂着油の砂浜海岸への到達直後の状況
 B: 漂着油の直射日光による溶解状況
 C: オイルボールの生成直後の分布状況
 D: オイルボールの細粒化状況

キーワード バイオレメディエーション, 油汚染, 漂着油, インドネシア

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7217

表-1 漂着油到達2ヵ月後のパリ島沿岸部における油汚染状況

試料深度	非汚染海砂		A地点(汚染帯の陸側)		B地点(汚染帯)		C地点(汚染帯の海側)	
	油分濃度 (mg/kg)	強熱減量 (%)	油分濃度 (mg/kg)	強熱減量 (%)	油分濃度 (mg/kg)	強熱減量 (%)	油分濃度 (mg/kg)	強熱減量 (%)
表層	<50	3.0	740	3.3	1270	4.4	600	3.5
地表下3cm	未測定	未測定	920	3.5	740	3.6	610	3.3
地表下6cm	未測定	未測定	700	3.2	660	3.3	530	3.9

-2B), 砂中に浸透した後に固化してオイルボールを形成した(写真-2C). オイルボールは潮の干満によって少しずつ細粒化した(写真-2D).

3. 漂着油到達2ヵ月後の汚染状況

漂着油汚染事故から約3週間後, 約60tのオイルボールが物理的に回収された. 約2ヵ月後のパリ島における沿岸調査では, オイルボールが細粒化して生じた黒い海砂が幅5~10mの汚染帯として島の沿岸部に集積していることが確認された(写真-3). 本汚染帯では, 油臭および油膜の発生はほとんど無いものの, 砂浜を掘り返すと油膜および油臭の発生が確認された(写真-3). 汚染帯および汚染帯の陸側および海側における海砂の深度別の油分濃度(IR分析)および強熱減量を表-1に示す. この結果, 砂浜は汚染帯付近を中心に低濃度で広く油に汚染されていることが確認された. TLC-FID分析法により, バイオレメディエーションで分解可能な油成分比率を求めた³⁾. その結果, オイルボール中には微生物分解可能と考えられる飽和分および芳香族分が合計で80%以上存在していることが確認された.

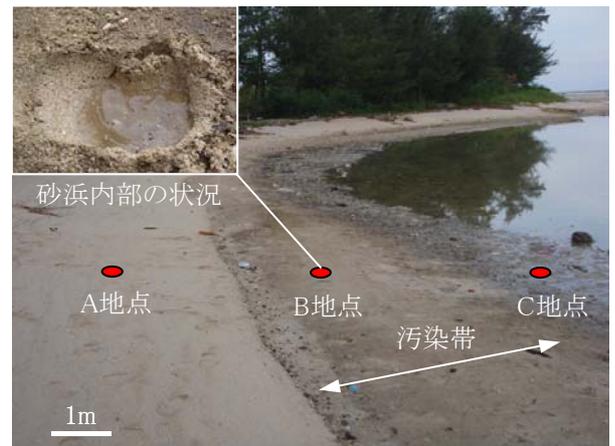


写真-3 漂着油到達2ヵ月後のパリ島沿岸部の状況

4. バイオレメディエーションの適用可能性

熱帯域での漂着油汚染を調査した結果, バイオレメディエーションの適用可能性について以下の知見を得た.

- 1) 熱帯域における海洋漂着油は, ナホトカ号事故に見られたムース状の油とは異なり, 比較的短時間で海砂と混合して最終的に沿岸域に拡散していく傾向が認められた. バイオレメディエーションを適用する以前に, できるだけ早く漂着油塊またはオイルボールを取り除くことにより, 細粒化した油汚染砂の拡散を最小限に抑えることができる.
- 2) パリ島のように珊瑚礁で囲まれて波の影響を受けにくい砂浜海岸では, 波の物理的な浸食作用によって油汚染砂が攪乱することなく沿岸域に滞留した. このような海域では物理的に油汚染砂が洗い流される可能性は低くなるが, 微生物活性化の目的で使用される緩効性肥料を浄化対象とするエリア内に保持し易いため, バイオレメディエーションを目的とした栄養塩の供給が容易である.
- 3) オイルボールから細粒化した後の油汚染砂には, 微生物分解が可能である飽和分および芳香族分が高い割合で存在していることから, バイオレメディエーションによる浄化効果は高く, 視覚的・嗅覚的に不快な油臭および油膜を低減できると考えられる.

参考文献

- 1) Tazaki, K. et al: Heavy oil spilled from Russian tanker 'NAKHODKA' in 1997, 21st Century COE Kanazawa Univ. (2003)
- 2) ミトラ ビジョン クマルら: 第64回土木学会年次学術講演会講演概要集, 部門VII (2009)
- 3) 大場美保ら: 第55回土木学会年次学術講演会講演概要集, 部門VII, pp. 330-333 (2000)