

第17章 日本海重油流出事故と海岸の変化

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/2488

第 17 章

日本海重油流出事故と海岸の浄化

金沢大学大学院自然科学研究科環境科学専攻

田崎 和江

E-mail: kazuet@kenroku.kanazawa-u.ac.jp

1. はじめに

1997年1月2日、約19000klのC重油を積んだロシア船籍タンカー〈ナホトカ号〉が隠岐島沖で分断して沈没した。船首部は北西の強風を受け漂流した後、1月7日、福井県三国沖で座標し、深刻な海洋汚染を北陸沿岸にもたらした(図1)。北陸沿岸では、その時海水、砂を含む約30000klの重油が回収された。



図1. 福井県三国町安東に漂着したロシア船籍タンカー〈ナホトカ号〉の船首部分(上)と重油汚染し黒くなった消波ブロック(下)。
1997年4月8日撮影

重油の回収と海岸の浄化作業は地域住民、行政、自衛隊のほか多くのボランティアの手作業で3月まで各地で続いた(田崎他1997,地質学雑誌103巻,2号)。その後も、北陸地方では行政、地元の科学者が地道な追跡調査を続けている。重油流出事故後7年たった現在の状況とその後明らかになった研究結果を振り返り、今後の教訓としたい。

2. 重油は今どこに；環境調査

1997年1月の段階で6240klの重油が流出し、その後も流出が続き、最終的には8600klの重油が流出した。この流出により、1300kmに渡って海岸が汚染され、そのうち、石川県は約270kmが汚染された。この回収作業は同年3月まで行われた。各地が〈クリーン宣言〉を出し、浄化作業が終了したかのように見えたが、その後も流出重油は北陸の海岸に新たな漂着が続いた。

7年たった現在も珠洲市岩石海岸のシャク崎や長橋、輪島市大沢アタケ海岸、千枚田海岸などでは重油が目視できる。海水に洗われている場所には見当たらないが、岩石や消波ブロックの隙間に油塊が見られるほか、大きな岩石の表面には古くなったゴムのようにへばりついていて、2001年11月にはアタケ海岸において重油の入った砂袋10kgを回収したが、粘着性の高い、黒茶色の油塊であった。

一方、1997年に汚染された海砂を埋蔵した加賀の塩屋から片野海岸において、4kmの長さで、波の侵食により埋積層が露出していた。この重油は固化し、砂と混合して黒褐色のコークス状を呈していた。さらに、台風の後には成層構造の後退が認められた。

海水に頻繁に洗われる環境では物理的な洗浄による油の除去が行われると共に微生物によるバイオレメディエーションが進むが、砂海岸のように有機物の少ない環境では浄化の速度が遅れると

考えられる。

3. 海岸の浄化法

C 重油は一夜にして海水を 60-80% も含み、エマルジョン化し、粘性が増す。重油の付着した場所によりその浄化法も異なる。一般に消波ブロックやコンクリートの部分は高圧ノズルで熱湯をかけ洗浄するが、その洗浄液に界面活性剤が入っており、重油は取り除けるが、その周辺の生物への影響が懸念される。三国町安東の消波ブロックは重機で一つずつ回収され、洗浄後同じ場所にもどされた (図 1)。



図 2. ムース状になった重油の塊が次々と押し寄せる加賀市塩屋海岸. 1997年1月10日撮影.

岩海岸は人間の手でバケツと柄杓で重油を回収したり、岩の表面を雑巾で拭いたりして浄化した。しかし、加賀の塩屋海岸 (図 2)、片野海岸、浜地海岸などの砂海岸の浄化は困難を極めた。重機で汚染された砂を山にして積み上げたが、燃焼による回収のコストがかさみ、処理場やその場に埋蔵

した。一時期、ボランティアが篩いを使って浄化につとめたが、結果的には、海浜の砂はくさなごはん状に重油をまぶした状態になり、結局その場に埋めた。埋めたてられた重油の層はその後 4-5 年まで目視できた。1997 年 4 月 8 日に浜地海岸においてボーリングしたところ深さ 30-60cm まで重油の層が確認された (図 3)。この黒い部分には数十の重油の層がラメラ状に入っており、波により何回も重油が押し寄せたことを示している。



図 3. 加賀市浜地海岸におけるボーリング作業 (上) と 30-60cm の重油の層をもつボーリングコア (下). 1997 年 4 月 8 日撮影.

4. 水生生物の被害は?

石川県加賀市では、1997 年に羽や腹が重油まみれになったウミネコやアカエリカイツブリなど汚染された水鳥が 615 羽回収された。生体は 264 羽であり、羽を洗浄し手当てを施し、リハビリテーションした後、56 羽を自然界に放つことができた。日本全国では 1311 羽が回収された (辰口動物園)。また、福井県でも、重油汚染被害の水鳥の救護がボランティアの手で行われた。ウミスズメ、ウミウ、カイツブリなど 72 羽 (生)、98 羽 (死) を収集した。重油汚染をうけた水鳥は中性洗剤 (3%) のはいた温水 (41 度) により洗浄されたあとリハビリテーションをうけ、北海道に空輸されて 16 羽が空に放たれたが何羽かはそこでも死亡した。

解剖した結果、内臓中に重油の蓄積が認められ腎臓や肝臓にも問題があった。また、自然界に放つ場合、生育場所の北陸地方ではなく、北海道に放った是非も問われている。

5. 魚の被害は？ 飼育実験結果

北陸の海岸には水鳥のみならず、さまざまな魚介類が打ちあがった。重油まみれとなった海藻といっしょに、はりせんぼん、なまこ、貝類が認められた(図4)。能登の外浦のしじみやムール貝は死なないまでも、かなり長期的に重油の臭いがしていた。また、行政の定点観測結果からもムール貝の中に重油の成分が検出されている。



図4. 輪島市あたけ海岸に打ち上げられた海藻まじりの重油の塊(上)と針千本や貝類(下)。1997年1月27日撮影。

一方、ナホトカ号の重油を用いて、ヒラメとムシカレイの初期発生の実験を行った結果、ヒラメの仔魚の背骨が曲がったり、まく切れの状態が悪かったり、奇形の仔魚が多いという報告がなされている(青海, 2003)。ムシカレイの場合、0.25—10%の奇形があらわれ、蛍光顕微鏡下で体内の油滴が光って観察された。また、動物性プランクトンの消化管にも油滴が取り込まれていた。

海棲の生物や魚介類はサイクルが長く、一世代では影響が認められなくとも、次世代で奇形や変性などの影響がでることも考えられる。回遊魚な

どの追跡調査はむつかしいとしても、底生魚などの生態系は長期の観察が必要である。

6. 味噌桶培養実験結果とバイオレメディエーション

ナホトカ号から流出した重油は一晩で海水を多量に含み、エマルジョン化した。その状態を位相査落射偏光顕微鏡で観察すると、重油の周辺に多量の球菌や桿菌が生息、かつ、増殖しているのが認められた(図5)。これは1月中旬に三国町安東で採取した試料であるが、すでに重油をエネルギーとして取り込む重油分解細菌がバイオレメディエーションを行っている。なお、輪島のあたけ海岸、七ツ島(荒御子島)、大沢などにも重油分解細菌が一般的に認められたが、それらの形態がそれぞれ異なっており、種の違いを示している。すなわち、同じ重油であっても、その地域の環境によって増殖する分解細菌が異なるといえる。それぞれの地域において土着の細菌が重油を分解していた。

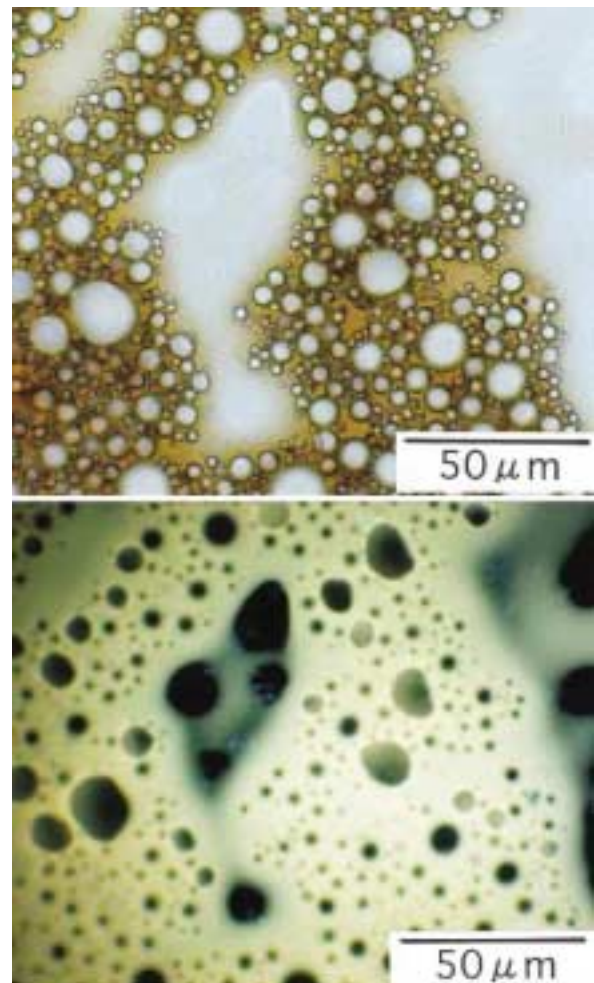


図5. エマルジョン化したナホトカ号の重油とその周りに生息する重油分解細菌。1997年1月中旬撮影。

味噌桶に粘土、砂、水苔、酸性白土、鹿沼土などを入れ、その上に、海水と〈ナホトカ号〉のC重油を滴下した目視実験は、5年を経過した時点で、それぞれの環境条件により大きな違いが顕著となっている。味噌桶を野外と室内に設置した場合、野外の方が重油の分解が早く、油塊がほとんど認められないのに対し、室内にはまだ油塊が存在する。また、砂のみの場合は分解が遅いが、水苔、酸性白土、鹿沼土などを入れた場合は分解が早い。さらに、海水と河川水とでは、海水の方が油の分解が早い。分解速度の違いは太陽光線、有機物の存在量と供給量、水質の違いを示している。それぞれの桶のオイルスリックの中には多くの重油分解細菌の増殖が認められた。野外においた重油は紫外線のほか、微生物により分解が促進されている。

7. 海浜の砂礫を浄化する方法

能登半島は岩石海岸、玉砂利海岸、砂浜海岸と変化にとんでおり、かつ、道路は海岸から数十mの高さにあるところもあり、環境回復法も考慮が必要である。輪島周辺の海岸では、重油を砂袋に回収したが、道路まであげるのにヘリコプターが必要であった。しかし、ヘリコプターによる作業ははかどらず、約7000の砂袋がしけで再度海に流された。また、炎天下に放置されたままの砂袋からは重油が溶け出し、辺り一面、重油の揮発性成分が立ちこめた。

そこで、現地で砂礫を浄化する方法を考案した。安価で、安全で、容易な操作で重油と砂礫を分離する方法である(田崎他1997)。原理は海水を温め、そこに重油汚染した砂礫を入れ、かき混ぜると、瞬時に重油が上に浮き上がり、砂礫は下に沈む。両者が分離した後、上部の重油は他の容器に回収し、砂礫と海水は現地に戻すという方法は技術というより知恵を出した成果である。その原理をもとに、ドラム缶を改造し、網のかごで、汚染された砂礫を温める装置を製作した(図6)。浮遊した重油を他の容器に移す樋を付けたり、海水を外に流す栓を装着するなど工夫がこらしてある。しかし、冬の寒風吹きすさぶ野外で、手袋をしたままで、細かいねじの取り付けや取手の部分が油だらけになると容易にはずせなくなるなど欠点もあり、改良を重ね3種類の装置を製作した。

この装置を使って、加賀の海岸や輪島の海岸でボランティアとともに海岸清掃を行った。なお、海岸における浄化作用、室内における水鳥などの世話には必ず活性炭入りのマスクの装着が必要である。芳香族炭化水素の揮発性成分で頭痛、目の充血と涙、花粉症のような症状があちこちで聞かれた。ポータブルの大気測定装置をボランティアの腰につけてもらい、一日中測定した結果、トルエン、キシレ

ン、ベンゼン、NO₂などを吸引していることが明らかになった。



図6. 重油で汚染された砂礫を浄化する装置の全体像(上)と礫のための目のあらい網のバスケット(下左)と砂のための目の細かいバスケット. 1997年4月18日撮影。

参考文献

- [1] Aoki, S., Chihara, K., Kobayashi, I. and Taguchi, K. (1975). The crude oil pollution of sand beach by the accident of a tanker "The Juliana" off Nigata coast in 1971. Science Report of Nigata University, Series E, No. 3, 51-62.
- [2] Bence, A., Kvenvolden, K. A. and Kennicutt, M. C. (1996). Organic geochemistry applied to environmental assessments of Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill - a review. Organic Geochemistry, 24, 7-42.
- [3] Honma, Y. and Kitami, T. (1974). The Juliana oil pollution on shore life and effects of several oil - spill removes on some fishes and sea urchin eggs in the laboratory. Annual Report of Marine Biology, stat., Niigata University, No. 4, 5-13.
- [4] Matsumoto, K. and Tazaki, K. (1997). Observation of oil - polluted sea sand grains. The monthly magazine of the Ocean, 29, 587-592.
- [5] National Oceanic & Atmospheric Administration, Hazardous Materials Response & assessment Division (1994). Shoreline countermeasures manual - Alaska.
- [6] National Oceanic & Atmospheric Administration, Hazardous Materials Response & assessment Division (1995). Prince William Sound Tanker Oil Discharge prevention and contingency plan, Part3 - SID #9 Nearshore Response. November 15.
- [7] Neff, J. M. and Stubblefield, W. A. (1995). Chemical and toxicological evaluation of water quality following the Exxon Valdez oil spill. In Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters. ASTM Special Technical Publication #1219 (Ed. Wells, P. G., Butler, J. N. and Hughes, J. S.) American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 141-177.
- [8] Owens, E. H. (1994). A review of recent major oil spills in the context of shoreline oiling. Proceeding of the 14th World Petroleum Congress, 3,

- 375–378.
- [9] Paine, R. T. et al. (1996). Trouble on oiled waters. Lessons from the Exxon Valdez oil Spill. *Annual Review of Ecological System*, 27, 197–235.
- [10] Radwan, S., Sorkhoh, N. and El – Nembr, I. (1995). Oil biodegradation around roots. *Nature*, 376, 302.
- [11] Sawano, N. (1997). Clean up activities for the beached oil from the Russian Tanker Nakhodka and the treatment of collected oil. 17th Annual Meeting of the International Association for Impact Assessment, New Orleans, abstract.
- [12] Sepic, E., Trier, C. and Leskovsek, H. (1996). Biodegradation studies of selected hydrocarbons from diesel oil. *Analyst*, 121, 1451–1456.
- [13] Swannell, R. P. J., Lee, K. and McDonagh, M. (1996). Field evaluations of marine oil spill bioremediation. *Microbiological Reviews*, 60, 342–365.
- [14] Tazaki, K., Zhou, G. and Makaino, K. (1996). Effect on narcissus plant by exhaust emissions derived from diesel engine. *Earth Science*, 50, 100–110.
- [15] Tazaki, K. (1997a). Scientific report of the Nakhodka heavy oil spilled incident. The Japanese Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology, 214pp.
- [16] Tazaki, K. (1997b). Heavy oil spilled incident by “Nakhodka” in Japan Sea Coast. *Monthly magazine of the Ocean*, 29, 567-576.
- [17] Tazaki, K., Sawano, N., Nagasaka, M., Aoki, A., Matsumoto, K., Nishida, S., Tawara, K. and Ueshima, M. (1997). Heavy oil spilled from the wrecked Russian tanker “Nakhodka” attacked the coast of Hokuriku district, and remarkable remediation is advancing. *Journal of Geological Association of Japan*, 103, VII-VIII.
- [18] Tazaki, K. (Editor) (2002). *Water and Soil Environments; Microorganisms play an important role. 21st century COE Kanazawa University; Long – and Short – term Dynamics of Pan – Japan Sea Area; Environmental Monitoring and Prediction (Program Leader ; Kazuichi Hayakawa)*, 254pp.
- [19] Tazaki, K. (2003). Circumstances of Heavy Oil from Russian Tanker “Nakhodka” in 1997. *Proceedings: International Symposium of the Kanazawa University 21st – Century COE Program*, 1, 48-54.
- [20] Watanabe, H. and Tazaki, K. (1997). Observation on leaf – dead plants in Anto, Mikuni, Fukui. *The monthly magazine of the Ocean*, 29, 581–586.
- [21] Wolfe, D. A., Hameedi, M. J., Galt, J. A. et al. (1994). The fate of the oil spilled from the Exxon Valdez. *Environmental Science and Technology*, 28, 561–568.
- [22] Whitney, J. (1994). *Shoreline countermeasures manual*. NOAA Hazardous Materials Response & Assessment Division.
- [23] Zhou, G. and Tazaki, K. (1996). Seasonal variation of gypsum in aerosol and its effect on the acidity of wet precipitation on the Japan Sea side of Japan. *Atmospheric Environment*, 30, 3301–3308.