

海外に見る自然再生と 有害底質処理への新たな取り組み

(社) 日本埋立浚渫協会 第四研究部会 第3ワーキンググループ

現在、我が国においては高度成長期における様々な社会的歪みを是正すべきとの声が高まってきている。港湾や河川における自然再生要求や有害底質処理の必要性もその一環に位置づけられる。海外においてはそれらの問題を独自の創意工夫で解決しつつある事例が認められる。我々ワーキンググループでは、海外事例を現地調査により把握した。その概要を紹介する。

1. はじめに

都市圏周辺沿岸部においても従前は大規模に干潟・藻場などが存在していたが、1960年代からの急速な埋立などにより、現在ではそれらのごく一部を残すのみとなった。市民が海に近づき海と親しむことのできる空間は大幅に減少し、さらには、水質悪化などの一因ともなっている。近年は市民団体を含む関係諸機関が連携し、自然再生のための様々な取組を始めてはいるが、緒についたばかりである。

一方、環境基準が十分に整備されていなかった高度成長期の産業活動により、工場排水などによって湾内の底質が汚染されている箇所も認められる。海にふれあう機会の増大や我が国の食生活を考えると、これら負の遺産である有害底質の速やかな処理は喫緊の課題となっている。しかしながら、大量の有害底質を処理するためには膨大な処分場容量の確保が必要となるなど、多くの課題を有しており、一朝一夕には対策が進まないのが現状である。

上記の2課題はどちらかが優先されるとの性格のものではなく、同時並行的に解決してゆかなければならない最重要な課題であろう。

2. 海外事例調査

埋立浚渫協会技術委員会第四部会では、自然再生と有害底質処理を同時に進めている事例を調査し、我が国における同様の問題を解決するための示唆を得ることとした。事例に関しては公表文献などを中心に内容を把握するとともに、不明点に関してはヒアリングも実施した。

海外事例調査は平成17年11月下旬から12月上旬にかけて実施し、オランダおよびイタリアでの2事例

に関し事業主体を訪問しその詳細を把握した。

以下に調査結果の概要を示すこととしたい。

2-1 オランダ・ケテルミーア湖の事例

2-1-1 プロジェクトの概要

オランダ中央部に位置するケテルミーア湖は、ライン川支流のアイゼル川河口部に存在し、面積は3,800haにも及ぶ。周囲の景観の美しさに比して、湖底の70%以上は、ライン川を通じて運搬された旧東欧圏からの汚染物質で覆われており、総量は1,500万m³であると推定されている。汚染物質はオイルやPCB、重金属類が主体であり、オランダ政府により底質の処分方法が定められている。処分方法は以下のように4クラスに分類され、クラス3以上を浚渫除去する計画である。また、事業はオランダ政府公共事業省の全額工費負担で実施している。

クラス1	汚染程度が低く、環境への影響がないため利用可能
クラス2	汚染されているが、一定条件下では利用可能
クラス3	汚染レベルが高く、大部分は安定型処分場へ貯留
クラス4	汚染レベルが非常に高く、管理処分場へ貯留

図-2.1.1 ケテルミーア湖位置図



浚渫された汚染底質は湖底に掘削された水底下処分場（アイセログ処分場）に封じ込められる。

処分場の規模は直径1kmの円形で、深さ-45mまで掘削されている。周囲は+10m高さの築堤で囲われており、処分容量は2,300万m³にも及ぶ。汚染底質量に比して十分過ぎる程の規模を設定しているのは、今後の対象土量の拡大を予想してのことである。

事業は、1988年に調査・計画が開始され、1996年に工事着手、現在第1期の埋立処分がほぼ完了している段階である。

オランダでは公共事業省の同様なプロジェクトとして、ロッテルダム港のSlufter処分場（容量：9,300万m³）等が3箇所で行われている。また、港湾管理者等でも同様な事業が数多く行われており、オランダにおいては認知された処分方法となっている。

写真-2.1.1 アイセログ処分場全景¹⁾



2-1-2 対策の内容と自然再生

(1) 設計思想

処分場の位置に関しては、計画段階において、陸上に設ける案と湖内の水底下に設ける案とが議論されたが、陸上の方がリスクが大きいと判断された。

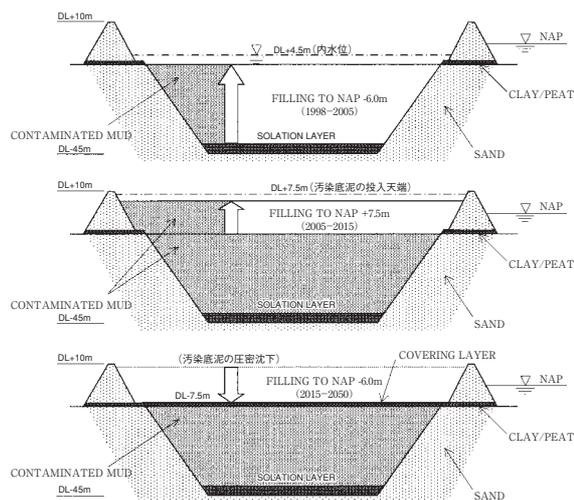
処分場の遮水構造は完全さを求めてはならず、汚染物質の地中での移流拡散分析を実施した結果、外部への漏出には数千年程度を要し、かつその時点での汚染濃度は非常に低いものと判断している。汚染物質の移流拡散をある程度許容し、経済性も含めた総合判断により、位置および構造を決定している。我が国の考え方とはやや異なる点であろう。

汚染物質の移流拡散抑制には以下の思想が組み入れられている。則ち、汚染底質投入開始より10年間は内水位を外水位により-4.5m低下させ、汚染物質の外部への漏出を防止している。水位を低下させている10年の間に、初期に投入された汚染底質は自重圧密が進み不透水性が高まるため、処分場の深い

部分からの移流拡散も低減されると考えている。

このため、処分場法面の大部分にはシートなどの遮水構造は設置されていない。ただし、頂上部に投入される汚染底質は、築堤を透過し移流拡散する可能性が高いため、築堤天端から-6.0mまでの約16m間は、遮水材や粘性土などを用いて水密性を高めている。

図-2.1.2 処分場断面と施工手順²⁾



(2) 施工上の特徴

平均厚さ約50cmの表層汚染底質の浚渫には、新たに開発された3種類の特殊浚渫船が導入されている。「auger dredge」、「dustpan suction dredge」、「environmental disc-cutter」であり、これらは高濃度浚渫船で、ヘッドが特殊な構造となっており、汚染物質の拡散を極力低減している。

写真-2.1.2 開発された浚渫船³⁾



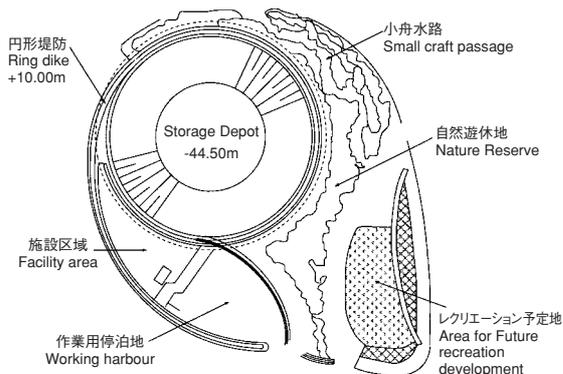
底質浚渫において、公共事業省が最も重要な課題としたことは、膨大な面積を如何に高い精度で施工できるかということであった。このため、DTM (Digital Terrain Models) という出来形管理システムを開発し、リアルタイムで施工管理を行った。

また、余分な浚渫を行った場合には、施工業者へ1m³当たり10ユーロの罰金を課した。その効果なのか、全体の平均ではあるが±1cmの高い精度が得られている。ユニークな罰則ではあるが、日本で適用するには少々過酷のような気がする。

(3) 自然再生

水底面下処分場周辺には処分場掘削によって発生する土砂により、干潟などの自然環境施設やキャンプ場などのレクリエーション施設を整備し、積極的に自然再生を進めている。

図-2.1.2 処分場の平面計画図²⁾



2-1-3 合意形成

処分場の計画から建設に当たっては、公共事業省が環境アセスメントを実施し、環境省、農林水産省、国土計画省に建設許可申請を行った。本計画では計画が公表された時点で住民からの反対があったことから、説明会を実施し国にとって必要不可欠な事業であることを訴えた。合意形成に向けた手順・手法は日本とほぼ同様である。

なお、オランダにおいては最終的に納得できない住民（全国民対象）は、事業中止を裁判所に訴えることができる。ケテルミーアにおいては、裁判にまでなったかは定かではないが、結果的には損害補償を行って納得してもらっている。ケテルミーア湖周辺は広大な農業地帯であり、補償対象戸数は30軒ほどで、漁業補償の関係で10軒に補償金を支払ったが、それほど高額ではなかったようである。

2-2 イタリア・ベネチアの事例

2-2-1 プロジェクトの概要

海洋都市ベネチアはイタリアの北部に位置し、広大なラグーンとともに1987年にはユネスコ世界遺産にも登録されている、自他共に認められた「水の都」である。しかしながら、北イタリア最大の工業港としても知られる本土側のマルゲーラ地区は、港湾区域面積が2,000haにもおよび、周辺には化学工場等が多く、長年にわたり重金属等の汚染物質が工場等からラグーンに放出された。また、ラグーン内に設けられた17箇所の廃棄物処理場が、1970年まで無管理な状態で放置されたため、降雨や干満により汚染物質を分散させる結果となった。汚染の影響は魚類の死滅やアオサの繁殖として報告されている。

一方で、地球温暖化による海面上昇でラグーン特有の湿地が水没し、消滅しようとしている。広大な湿地が担ってきた自然浄化機能の低下で、ラグーン内の水質も悪化してきている。

マルゲーラ地区における対策事業は2000年に着手され、約690万m³の汚染底質の浚渫除去と埋立処分対策が進められている。事業は全てイタリア政府が負担し、ベネチア港湾局及び水道局が権限を持って実施しており、原因者には負担を求めている。

事業の計画・施工は研究所、コンサルタント、建設会社などから構成される「新ベネチア事業連合」が責任を持って遂行しているが、事業内容の承認は公共事業省が行っている。

写真-2.2.1 ベネチア位置図⁴⁾



2-2-2 対策の内容と自然再生

対策は、汚染の度合いを4クラスに分類し、クラス別に埋立処分方法が異なっている。クラス別の主な処分方法は以下のとおりである。

- | | |
|--------------------|-------------------|
| ClassA | 湿地再生目的にラグーン内に投入処分 |
| ClassB | 湿地再生目的にラグーン内に隔離処分 |
| ClassC | ラグーン内の管理型処分場に処分 |
| Over ClassC | 外部搬出処分 |

ClassAの浚渫された底質は、水没しつつある湿地に運搬し、ポンプで吸い上げて噴出する方法で、湿地にある海水の排出と嵩上げに用いられた。現在でも航路浚渫等で発生した浚渫土砂は、年間50万m³程度湿地の嵩上げ（保全）に用いられている。

写真-2.2.1 ClassAの処分状況⁵⁾



ClassBの汚染された底質は、木杭と不織布によって囲まれたエリア内に嵩上げ材料として用いられていたが、環境省から反対されて現在はClassCと同等の処分を行っている。

写真-2.2.2 木柵の状況



ClassCの汚染された底質は、ラグーン内のトレッセ (Tresse) 島に埋め立てられた。トレッセ島は周囲を鋼矢板で囲まれた管理型埋立地で、覆土された後に植生が施されている。

写真-2.2.3 トレッセ (Tresse) 島の状況³⁾



また、Class Over Cに相当する150万m³の汚染土は、ラグーン外処分とし陸上処分場へ搬出された。

ベネチアでの汚染底質のクラス分けは、生物への影響に対する研究結果として、生物毒性の量、過去10年間の適用実績を考慮して設定されている。我が国の土壤環境基準とは一概に比較はできないが、相当厳しい値となっている。汚染底質に対し明確な利用基準を設定し、ある程度の拡散リスクを許容した上で、積極的に有効活用を進めている点は、我が国においても多いに参考となろう。

2-2-3 合意形成

1966年に発生したアックア・アルタ (高潮) 以来、ベネチア住民には自衛の動きが出るなど危機感を募らせてきた。また、現状のラグーンに対する愛着が強く、水没の危機から守りたいという意識が強かった。このような中、1984年に制定された特別立法に

より、「新ベネチア事業連合」が組織され、ベネチアの抱える危機 (①ラグーンエコシステムの崩壊、②歴史的遺産を含む建築物の老朽化、③高潮による浸水) に対して調査・検討・計画立案・施工を遂行してきた。しかしながら、高潮対策である可動堰の建設には環境派からの反対意見も多く、一時事業自体が頓挫した時期もあった。結果的には、事業内容を新聞により発表し、一般市民に広く意見を求め、政治的な配慮から公聴会なども開催して合意形成を行った。ただし、反対・賛成派の何れもが環境保護を考えており、自然再生事業自体はラグーンを維持する方策として高く評価されている。

3. まとめ

ヨーロッパ各国においては経済成長期の負の遺産である汚染底質を積極的に処理し、環境改善に努めている。対策費用に関しては、原因者への負担を求めず、スーパーファンド法で厳格に原因者に負担を要求する米国とは、大きく考え方が異なっている。

さらに、汚染底質の処理と自然再生を関連づける種々の取り組みも進めている。オランダでは海底面に封じ込めるとともに、周辺に干潟を中心とした自然再生を進めており、イタリアではラグーン内の塩性湿地の回復に汚染底質を活用している。

何れの事例も、汚染物質に関するリスクの考え方が我が国と若干異なり、生態系に対して悪影響を与えないと判断される範囲内である程度の汚染物質の拡散は許容し、その結果として、経済的な処理方法を採用している。また、周辺住民を中心とする利害関係者も、汚染物質の除去や自然再生による環境改善と、ある程度の汚染物質の拡散リスクの受容とを比較考量し、合理的判断を下しているようである。

国民性、利害関係者の多寡、環境に対する国民意識など、我が国とは様々な点で異なる状況ではあるが、ヨーロッパ各国が国の責任と権限の基に関連諸機関が共同し、負の遺産処理と自然再生を積極的かつ並行的に進めている手法は、同様の問題を抱える我が国においても大いに参考とすべき点であろうと考える。

(執筆：安岡啓一、小滝勝美)

参考文献

- 1) Design and construction Ijsseloo (訪問時入手資料)
- 2) "Realization of the Ketelmeer Storage Depot" TERRA et AQUA #71 June-1998, IADCに加筆
- 3) Large scale remediation dredging: case Ketelmeer, Holland (訪問時入手資料)
- 4) パンフレット "Venice. Mobile barriers at the inlets to regulate tides in the lagoon"
- 5) http://www.salve.it/it/soluzioni/f_acquealte.htm