

深浅データを用いた 漂砂特性把握システムの開発 —効果的・効率的な漂砂検討に向けて—

港湾空港部 港湾建設課 港湾技術係 ○掛水 則秀
岩田 真
農業水産部 水産課 設計係 林 誉命

単調な砂浜海岸が多い北海道では、多くの港湾・漁港で港内埋没等の漂砂問題に悩まされている。漂砂による地形変化を観察し、対策を検討するためには、港周辺海岸の漂砂特性を把握することが重要であり、各種調査が行われるが、最も基本かつ重要なのが深浅測量である。

本報は、深浅データを用いて、港周辺海岸の漂砂特性を簡易的に把握することを目的とした漂砂特性把握システムの開発について報告するものである。

キーワード：漂砂、深浅データ、システム開発

1. はじめに

四方を海で囲まれた北海道の海岸延長は、全国のおよそ10%と長大であり、その多くが単調な砂浜海岸で占められている。こうした砂浜海岸に建設された港湾・漁港の周辺では、潮流や波浪による海底砂の移動、すなわち、漂砂現象によって、海岸線が後退あるいは前進するなど、海岸の保全や港の利用上問題となる例が多い。また、北海道の港湾・漁港は、河川等の土砂の供給源となる河口近くに位置する港が多く、加えて、地方港湾や漁港等の中小規模の港では、海底砂の移動限界水深で浅に施設が整備されることが多いことから、漂砂の影響を受けやすい条件にある。

北海道の多くの港湾・漁港で漂砂に起因する港内埋没等の問題に悩まされている一方で、漂砂は地形、底質、海象等の様々な要因が複雑に関連する難しい現象であることから、現場技術者はその対処に苦慮している。

漂砂による地形変化を観察し、対策を検討するためには、港周辺海岸の漂砂現象の特性を把握することが重要である。このため、港を中心とした広域な範囲に対して、水深、底質、潮流・波浪を把握するための多面的な調査が継続的に行われるが、それら調査の中でも最も基本かつ重要なのが深浅（水深）測量である。

本報は、北海道の港湾・漁港における既往の深浅測量結果を系統的に管理するとともに、それら深浅データを用いて、港周辺海岸の漂砂特性を簡易的に把握することを目的とした漂砂特性把握システムの開発について報告するものである。

2. 漂砂特性把握システムの概要

(1) 開発の目的

漂砂問題を抱える港では一般に、広域的、多面的、継続的な調査が行われるが、それらが散在するなど、既往の調査結果が有効に活用されていない状況が間々見られる。また、深浅測量結果は、測量を行った時点の港内及び周辺海域の各地点水深（通常10～100mメッシュ）が港の形状等とともに深浅図として整理されるが、地形変化を把握する上で、深浅図単体では意味をなさない。すなわち、過去の深浅図との同一地点を見比べる必要があるが、膨大な地点の水深データを比較するのは容易ではない。本システムは、各港に現存していた過去全ての深浅データを取り込み、今後実施される測量を含めて、データの系統的な管理を行う（データベース機能）とともに、各種解析機能によって、港周辺海岸の短期的、長期的な地形変化を簡易的に把握するためのツールとして開発したものである。

(2) 漂砂特性把握システムの処理メニュー

図-1に、本システムのメニュー画面を示す。

処理メニューは、DB管理、データ処理・表示、動画処理に大別される。

DB管理は、深浅データ、港形データ、深浅測量以外の既往調査履歴等を登録・表示する機能である。なお、深浅測量以外の既往調査履歴については、システムの容量が大きくなることを避けるため、調査項目、数量、地点、時期がわかる概要資料をPDFにて集録することとした。

データ処理・表示は、深浅及び港形データをもとに、

任意の地点、断面、範囲の水深変化や土量変化を解析処理、表示する機能である。また、港周辺全体的水深変化や汀線（海岸線）の変化を解析するための機能もある。

動画処理は、港内及び周辺海岸の水深変化の変遷を俯瞰的に動画により示す機能である。

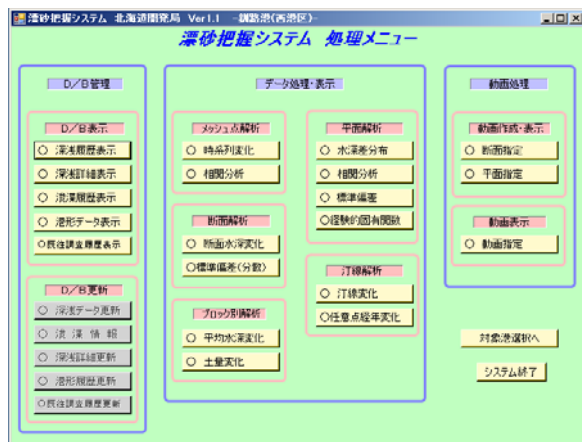


図-1 漂砂特性把握システム メニュー画面

(3) システム構成

システムの開発にあたっては、操作方法が容易であること、将来的なOS変更への対応等の維持管理が容易であることを念頭に置いた。

使用したソフトウェア一覧を表-1に示す。一般的なパソコンに標準搭載されているMicrosoft Excel等やサポートされている無償提供ソフトのAdobe Readerを活用することにより、システム自体の構成を簡素化している。また、港形の更新等に必要CADについては、システム管理者（本局）のみが使用するものとし、ユーザーは不要とした。

表-1 使用ソフトウェア

名称	使用目的
Microsoft Excel	深浅・浚渫・既往調査履歴の管理・表示、解析結果の表示
CADソフト	港形、浚渫範囲の作成
Adobe Reader	既往調査履歴・概要の表示
Windows Movie Maker	動画作成
Windows Media Player	動画の表示

3. 漂砂特性把握システムの機能

ここでは、本システムの主な機能について紹介する。

(1) メッシュ点解析（相関分析）

メッシュ点解析は、着目する地点（メッシュ）の水深変化を把握するための機能であり、時系列変化と相関分析がある。時系列変化は、任意の地点における測量年月と水深の関係を、相関分析は、水深変化の相関式から、ある期間の平均的な水深変化を分析することができる。

ここでは、石狩湾新港西地区を例に、相関分析の一例を示す。西地区では、同地区西側の砂浜海岸にて波向NW

系の波浪により発生した漂砂（浮遊砂）が、海浜流によって港内へ流入し堆積すると推察された。このため、西防砂堤が計画され、2002年に完成した。また、西防砂堤から陸側へと繋がる埋立護岸は翌2003年に完成した。

図-2に、西防砂堤の位置と着目した地点（A～C）を示す。図-3は、西防砂堤の整備に未着手の1992年12月から1999年12月までの水深変化、図-4は、西防砂堤完成後の2003年3月から2010年2月までの水深変化であり、それぞれ解析期間の初年を基準（経過年数0年）としている。

図-3と図-4の相関式（傾き）の比較から、港内のB,C地点では、西防砂堤の遮蔽効果によって水深が安定していることがわかる。一方、港外のA地点は、港内への流入が遮断され、堆積傾向（0.22m/年）に転じていることがわかる。

このように、メッシュ点解析により得られた資料は、漂砂対策工の効果の検証等に活用できる。

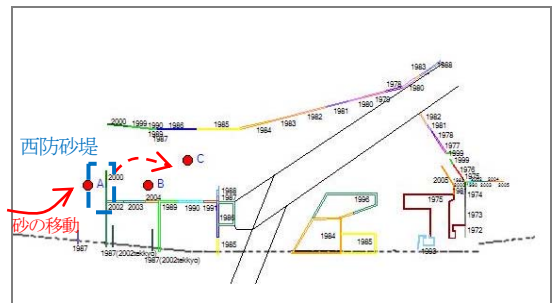


図-2 解析位置図（石狩湾新港）

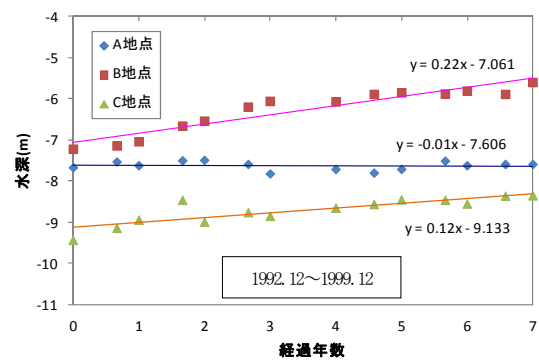


図-3 西防砂堤整備前の相関分析図

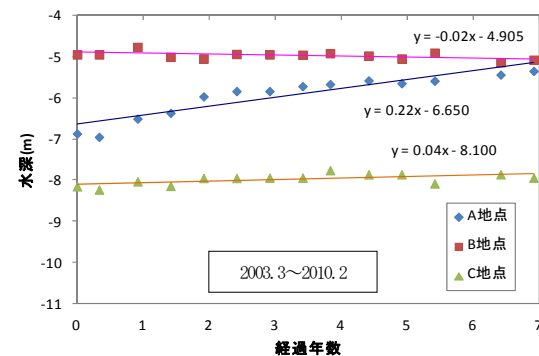


図-4 西防砂堤整備後の相関分析図

(2) ブロック別解析（土量変化）

土量変化では、任意の範囲（ブロック）における累積土量を求めることができる。図-5は、図中枠内に示す石狩湾新港西地区のA~Dブロックにおける土量変化の解析結果である。解析期間は1995年12月から2010年2月とした。縦軸は、解析期間の初年を基準とした累積土量を表している。港口に最も近いAブロックでは、西防砂堤完成後も堆積傾向にあったが、近年は安定している。Bブロックは、西防砂堤の遮蔽効果によって堆積土量が減少し、その後安定している。C、Dブロックでは、西防砂堤の完成とほぼ同時に土量変化が安定していることがわかる。なお、例では、ブロックを矩形としたが、多角形の指定を行うこともできる。

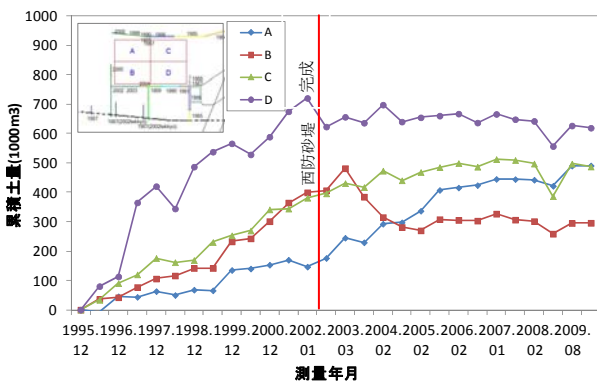


図-5 土量変化図（石狩湾新港）

(3) 平面解析（水深差分布）

水深差分布は、異なる時期に測量された2回分の深浅データを用いて、同一地点における水深の差を計算するものである。

図-6に、石狩湾新港の2005年8月と2009年8月を比較した水深差分布図を示す。水深が浅くなっている箇所（堆積）を暖色系、深くなっている箇所（浸食）を寒色系で示している。解析期間の4年間に於いては、港の東西の港口付近で堆積傾向にあることがわかる。水深差分布図は、港周辺全体の漂砂特性を把握する上で、重要な資料の1つとなる。紹介が前後したが、水深差分布図で港周辺全体の傾向を把握した後に、着目すべき箇所を選定し、各種解析（メッシュ点解析、ブロック別解析等）を行う検討の流れが効率的である。

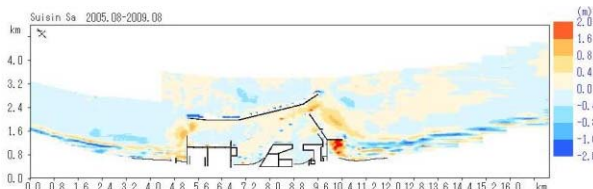


図-6 水深差分布図（石狩湾新港）

(4) 動画作成・表示（平面指定）

異なる年月の深浅データの変化を時間軸で任意の数に

分割し、地形変化図を補完することで円滑に水深変化（漂砂現象）を表す機能である。

ここでは、抜海漁港の例を示す。2009年から2010年にかけて、南外防波堤を島防波堤へと接続させた。この前後を含む期間の南外防波堤の延伸と水深変化の解析を行う。なお、図-7(a)~(d)の着色は、水深1m毎の等深線（コンタ）を表しており、暖色になるほど水深が浅い。

図-7(a)に示す防波堤の延伸途上時には、南外防波堤背後の隅角部付近の水深が浅く、土砂が堆積している様子がわかる。

図-7(b)では、南外防波堤と島防波堤の開口部付近が浸食されていることがわかる。防波堤の延伸により開口部が狭くなったことで、強い流れが発生したためと推察される。

図-7(c)では、南外防波堤が島防波堤に接続した。青丸で示した島防波堤沖側の堆積土が減少し、港口部付近の堆積土が北側へ移動している様子が窺える。抜海漁港周辺の海浜流が、冬季は北上する流れが卓越するためと推察される。

図-7(d)は、防波堤接続後の夏季の状況である。図-7(c)で北側へ流された堆積土が港口部付近へ寄せられており、冬季とは逆に南下する流れになるためと推察される。防波堤の接続による土砂流入量の減少によって、南外防波堤背後の水深は全体的に深くなっているように見て取れる。

抜海漁港では、引き続き水深変化のモニタリングを行っていくとともに、南向きの流れに対する検討が必要と考えられる。

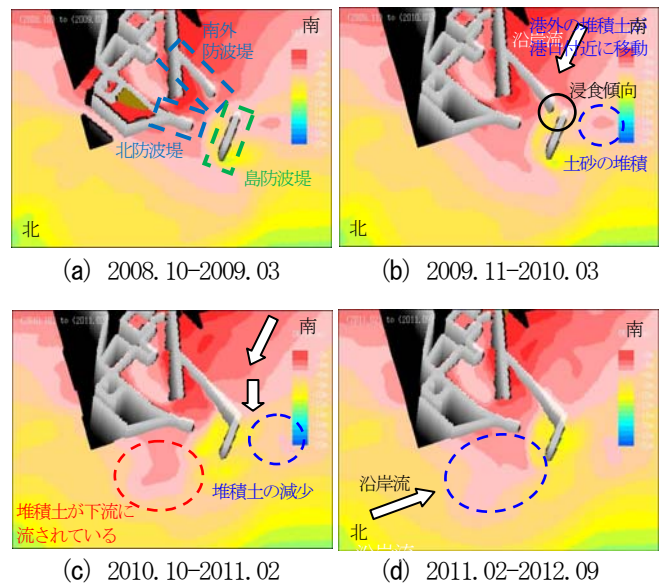


図-7 動画作成・表示（平面指定）

4. 漂砂把握システムの精度検証

前章で一部紹介したように、本システムを活用することで、各種解析を現場技術者自らが様々なケースについて即時かつ容易に行えることとなる。ただし、その大前

提として、本システムによる解析結果が一定の精度を有していることが必須である。ここでは、本システムの代表的な機能について、既往検討資料（外部委託による解析結果）との比較による精度検証の例を示す。

(1) 断面水深変化図

サロマ湖漁港第一湖口地区（写真-1）の湖口最狭部は波浪や潮流等の影響により、平成18年にかけて大きく浸食された。近年は大きな浸食が見られないものの、引き続きモニタリングが必要である。

既往検討資料による湖口最狭部の断面水深変化図を図-8に、本システムにより概ね同位置を指定した時の解析結果を図-9に示す。概ね同位置というのは、既往検討資料で断面を切っている位置の両端座標値が不明のためである。局所的な水深変化（グラフの細かな凹凸）は表現されていないが、各年、各SPにおける水深がほぼ一致しており、浸食や堆積の状況が再現されていることがわかる。今後、長期的な地形変化の把握のために、引き続き、深浅データの蓄積が望まれる。

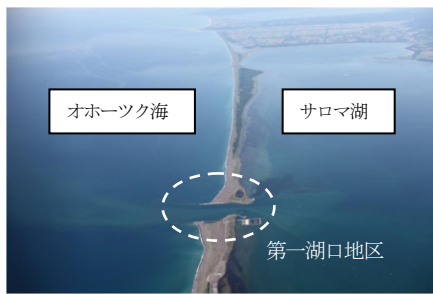


写真-1 サロマ湖漁港第一湖口地区

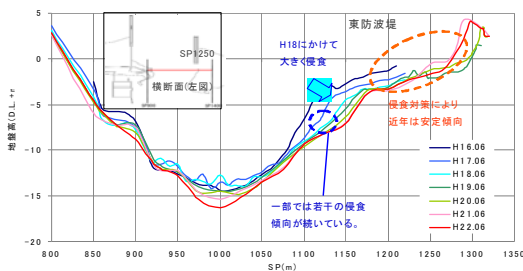


図-8 既往検討資料による断面水深変化図

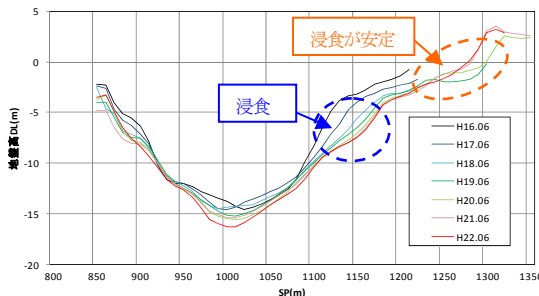


図-9 漂砂把握システムによる断面水深変化図

(2) 水深差分図

大津漁港では、港の北東に位置する十勝川河口から供給される膨大な土砂が防波堤開口部を通じて港内へ流入することにより、泊地及び航路埋没が発生していた。港内埋没が問題となっていた時期の1年間について、既往検討資料による水深差分図を図-10に、本システムによる同期間の解析結果を図-11に示す。配色は異なるが、港内及び周辺海域での堆積・浸食箇所が一致していることがわかる。現在は、写真-2のとおり開口部の閉鎖や防波堤の延伸が行われ、港内への漂砂流入は大幅に減少しているが、港口部付近の水深変化を注視していく必要があると考えられる。



写真-2 大津漁港

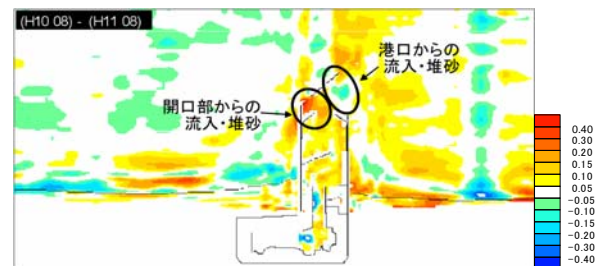


図-10 既往検討資料による水深差分図

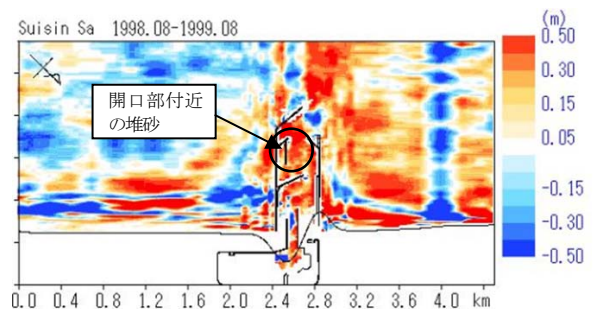


図-11 漂砂把握システムによる水深差分図

5. まとめ

深浅データを用いて、港周辺海岸の漂砂特性を簡易的に把握することを目的とした漂砂特性把握システムの開発を行った。

本システムでは、各年各月の深浅データを任意に抽出し、着目する地点、断面、範囲の水深変化、土量変化や港周辺全体の水深変化を把握することができる。また、

動画処理機能では、水深の経年変化を動きで見せることで、現象の把握を容易にすることを意図した。

深浅データを用いた各種解析は、データが膨大であることから、従来は外部委託に寄らざるを得ない場合が多かったが、本システムを活用することで、現場技術者自らが様々なケースについて、即時かつ容易に行える。

平面解析、動画処理以外の解析結果は、Microsoft Excelに出力されることから、体裁等をExcelの機能を用いて自由に加工することが可能である。また、本報にも添付したとおり、平面解析や動画処理の解析結果を資料として活用することも可能である。

本システムは、漂砂対策の必要性の整理、対策後の効果検証、継続的な地形変化のモニタリング等に有効であると考えられる。

6. おわりに

現在の漂砂特性把握システムには、図-12に示す10港のデータが集録されている。今後は、このほかの港につ

いても順次データを追加していくとともに、既往10港では引き続き取得されるデータの追加を行っていく。また、システムの操作性や解析結果の表示方法等については、改善の余地があると考えられるため、ユーザーの意見を踏まえながら、より良いものへと改良していきたいと考えている。

本システムが漂砂問題を抱える港の現場技術者に有効に活用され、問題の早期解決やモニタリングを行っていく上での一助となれば幸いである。



図-12 漂砂把握システム対象港