

沖波簡易逆推定システム（公開版）
（Ver. 1. 4）
使用説明書

令和 5 年 9 月

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

港湾空港技術研究所

沿岸水工研究領域 波浪研究グループ

目 次

1.	はじめに.....	2
2.	システム概要	2
2.1.	動作環境	2
2.2.	フォルダ構成	2
3.	操作方法.....	4
3.1.	水深データの選択.....	6
(1)	収録された等深線データを利用する場合（公開版では利用できません）	6
(2)	M7000 シリーズを利用する場合（ユーザーにてご用意ください）	8
(3)	水深データの表示.....	10
3.2.	沖波簡易逆推定パラメータの設定.....	13
3.3.	簡易逆推定プログラムの実行	17
3.4.	簡易逆推定結果の出力.....	19
3.5.	印刷	21
3.6.	終了	22
4.	データファイル	23
4.1.	方向集中度パラメータ推定式の係数データ（parameter.lst）	23
4.2.	水深データ範囲一覧ファイル（grd ファイル）	24
4.3.	港空研水深データベース（con ファイル）（公開版には含まれていません）	25
4.4.	5 万分の 1 及び 20 万分の 1 海底地形図（公開版には含まれていません）	25
4.5.	M7000 シリーズ（電子海図）（ユーザーにてご用意ください）	25
	参考資料	26
(1)	平面座標と緯度経度の相互変換	26
(2)	沖波簡易逆推定の手順.....	26

1. はじめに

本書は、「国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所」（以下、港空研と称する）の「沖波簡易逆推定システム（公開版）（Ver.1.4）」（以下、システムと称する）の使用説明書であり、システムの動作環境、操作方法、データファイルの詳細について説明するものです。

なお、公開版では等深線データファイルが収録されていないため、これらを用いるシステム上の機能に制約があります。公開版のご使用にあたっては、一般財団法人日本水路協会が販売する M7000 シリーズの海底地形デジタルデータをご用意ください。

2. システム概要

本ソフトウェアは、準沖波に対する沖波を簡易に逆推定する手順をコーディングした“沖波簡易逆推定プログラム：「kani-v3.exe」”の実行を支援するシステムであり、沖波簡易逆推定プログラムを扱う上で必要となる情報の入出力をグラフィカルユーザーインターフェース画面で行うものです。

本システムは、以下に示す 2 種類の実行プログラムがあります。

- ①沖波簡易逆推定システムプログラム：「okinami.exe」
- ②沖波簡易逆推定システムプログラム（複数水深データ版）：「okinamimulti.exe」

複数水深データ版は、より広範囲の水深情報を確認したい場合に、複数の水深データを同時に表示して使用できるシステムです。ただし、公開版ではこの機能は使用できません。

なお、いずれのシステムもインストール等の作業は必要ありません。プログラムを実行することでシステムが起動します。

2.1. 動作環境

本ソフトウェアは Microsoft Windows10 上で動作します。

推奨されるマシン性能は、下記の通りです。

CPU	4 Core 以上
メモリ	8 GB 以上
ディスプレイ	1600×900 以上または 1280×1024 以上

2.2. フォルダ構成

フォルダ構成を次項に示します。「沖波簡易逆推定システム」フォルダは任意のフォルダ内にコピーまたは移動して使用可能です。

沖波簡易逆推定システム

└ okinami.exe	.....	沖波簡易逆推定システムプログラム	
└ okinamimulti.exe	.....	沖波簡易逆推定システムプログラム（複数水深データ版）	公開版では 未収録
└ kani-v3.exe	.....	沖波簡易逆推定プログラム	
└ JAPAN.LLM	.....	海岸線、都府県境データ	
└ parameter.lst	.....	方向集中度パラメータ推定式の係数データ	
└ kani-in.txt	.....	沖波簡易逆推定プログラム入力データ	
└ kani-out_***.txt	.....	沖波簡易逆推定プログラム出力データ（***はユーザーが設定）	

Db01

└ gtable.5	.....	5万分の1等深線データ名等一覧データ	公開版では 未収録
└ gtable.20	.....	20万分の1等深線データ名等一覧データ	
└ otable.5	.....	5万分の1等深線データ名等一覧データ	
└ otable.20	.....	20万分の1等深線データ名等一覧データ	
└ kowan.lst	.....	港湾一覧データ	
└ kowan.grd	.....	港湾等深線データ範囲一覧データ	
└ otable5.grd	.....	5万分の1等深線データ範囲一覧データ	
└ otable20.grd	.....	20万分の1等深線データ範囲一覧データ	
└ M7000.grd	.....	M7000等深線データ範囲一覧データ	

北海道

└ えりも港.con	港空研等深線データ	公開版では 未収録
└		
└		

東北

5万分の1

└ 6321_1	.....	港空研等深線データ	
└		
└		

20万分の1

└ 6321	.....	港空研等深線データ	
└		

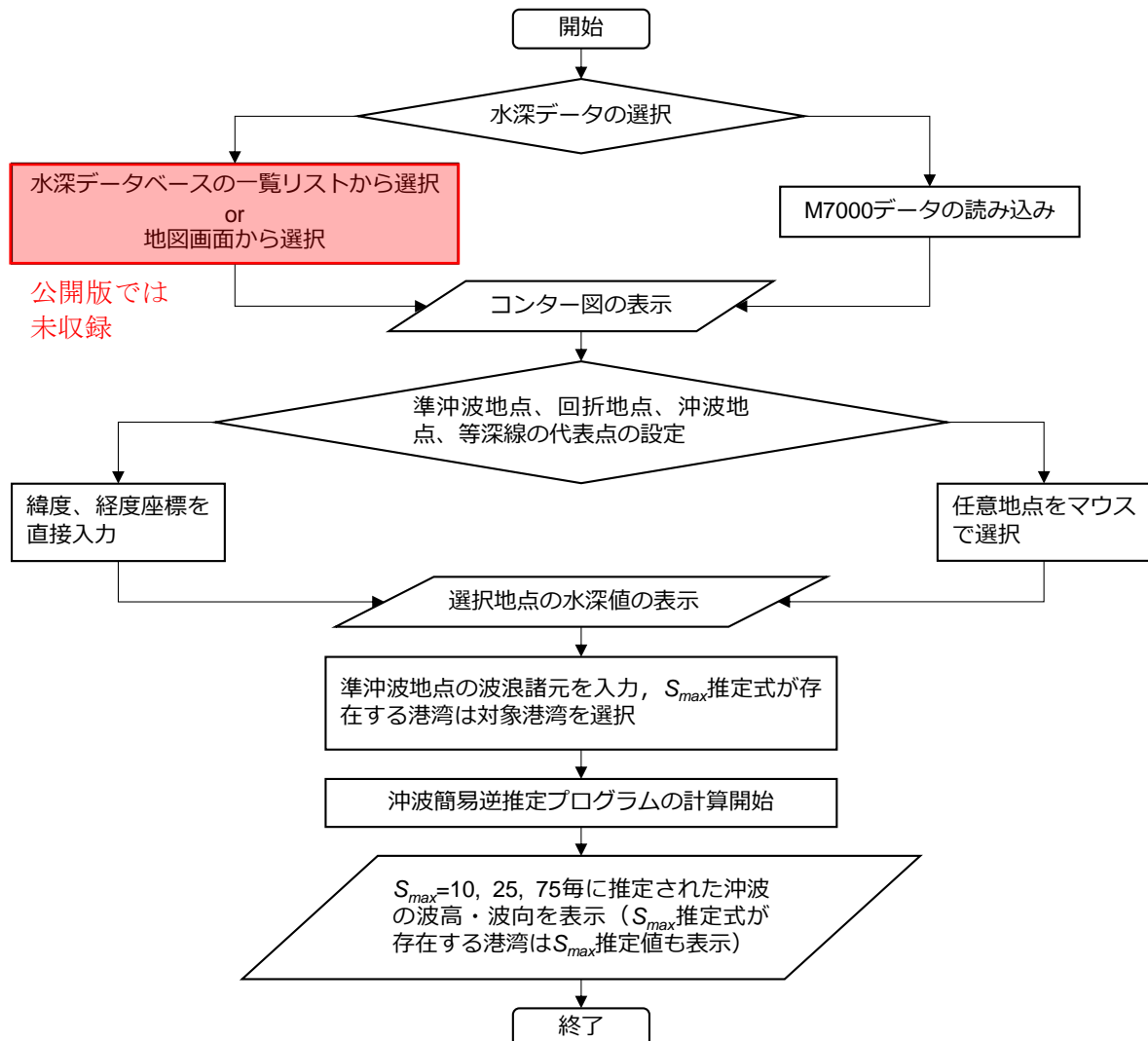
data

└ ap_table7_Smax=10.csv	.....	沖波簡易逆推定用データ	
└		
└ ir_krks_table7_Smax=10.csv	.....	沖波簡易逆推定用データ	
└		
└ Kd-1_Ang_table_Smax=10.csv	.....	沖波簡易逆推定用データ	
└		
└ thp_EB_table_Smax=10.csv	.....	沖波簡易逆推定用データ	

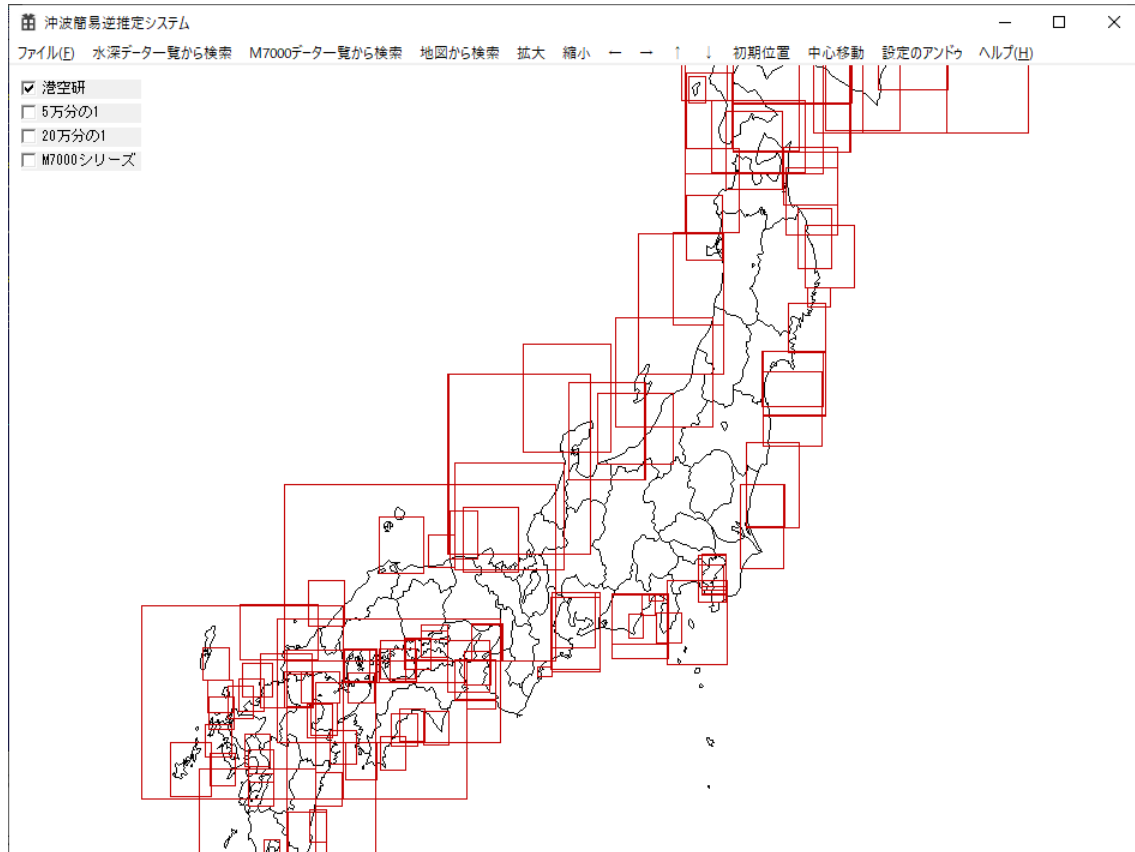
※赤字のファイルはシステムが作成するファイル

3. 操作方法

操作方法について、以下にフローを示します。



システム起動時の表示画面を以下に示します。システム起動時は「地図から検索」メニューの画面が表示されます。ただし、公開版では水深データベースが収録されていないため、システム起動時に赤枠は表示されません。



3.1. 水深データの選択

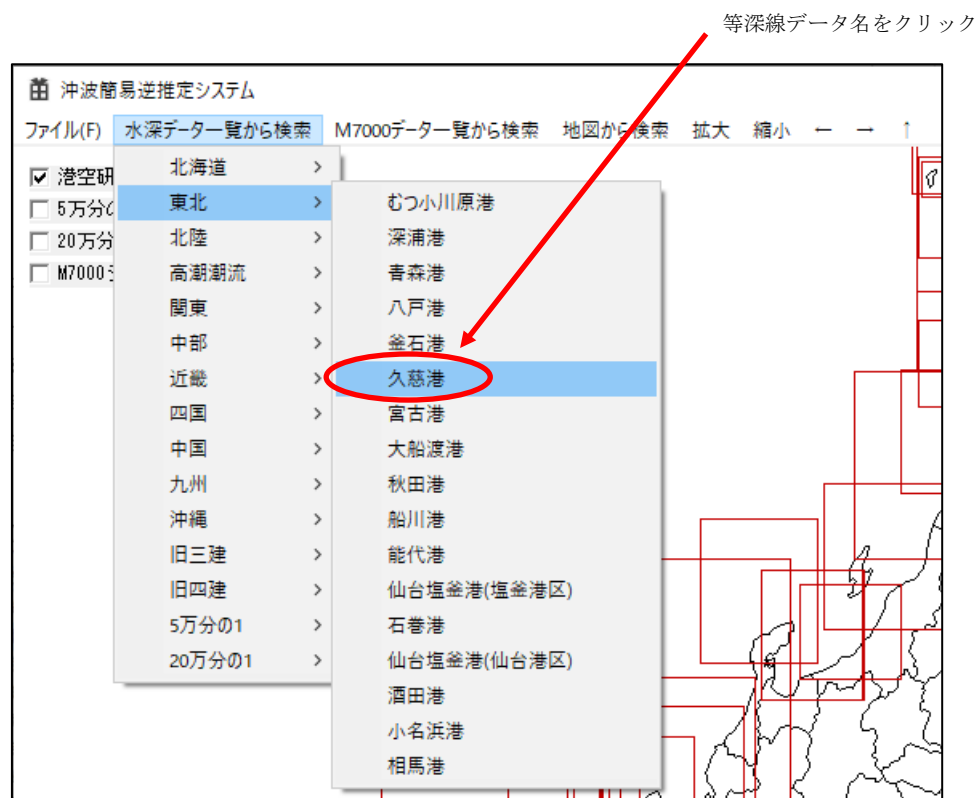
水深データとして、(旧) 港湾空港技術研究所プログラムライブラリに収録されている水深データベース（港湾コンター）と 20 万分の 1 海底地形図、5 万分の 1 海底地形図の等深線データ、及び、(一財) 日本水路協会が販売している電子海図（M7000 シリーズ：アスキーファイルまたはシェープファイル）を読み取り、海底地形コンターを表示します。ただし、公開版ではこれらの等深線データは収録されていません。

(1) 収録された等深線データを利用する場合（公開版では利用できません）

本システムに収録されている水深データベース、及び、20 万分の 1 海底地形図、5 万分の 1 海底地形図の等深線データを利用する場合、地図から選択する方法とデータ一覧から選択する方法のいずれかの方法で等深線データを選択します。

①水深データベースの一覧リストから選択

メニューの「水深データ一覧から検索」をクリックし、リストから地域名をクリックして表示された等深線データ名をクリックすることにより、等深線データを選択することができます。選択すると画面に等深線図が表示されると共に画面左に沖波簡易逆推定パラメータの入力ダイアログボックスが開きます。

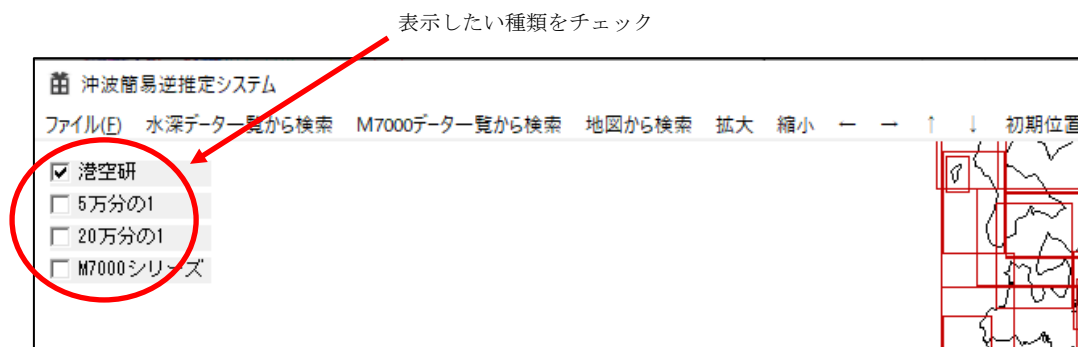


②地図から選択

システム起動時の初期画面が「地図から検索」の画面です。「2.2. 沖波簡易逆推定パラメータの設定」から戻るときは、メニューの「地図から検索」をクリックします。



画面の左上に、等深線データの範囲を表示するデータの種類のチェックボックスが表示されているので、表示したい種類をチェックします。



港空研（港湾コンター）は暗赤色、5 万分の 1 海底地形図は暗青色、20 万分の 1 海底地形図は緑色、M7000 シリーズ（電子海図）は暗黄色の長方形で地図上に表示されます。

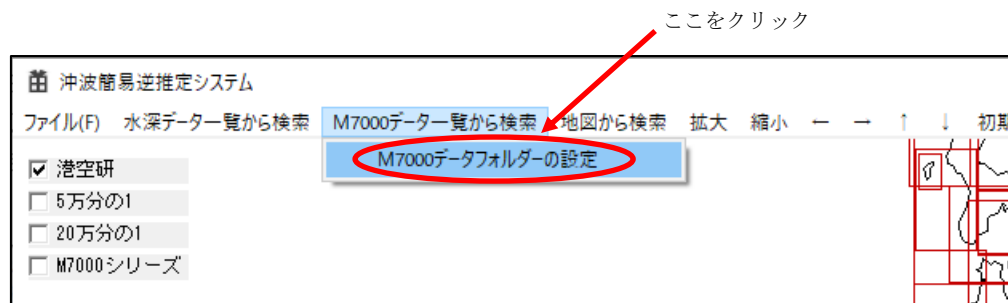
ただし、港空研（港湾コンター）、及び、5 万分の 1 海底地形図、20 万分の 1 海底地形図の等深線データは、公開版では表示されません。

M7000 シリーズの等深線データを表示させる場合は、事前に等深線データのあるフォルダを設定する必要があります。設定については「2.1(2)」を参照してください。

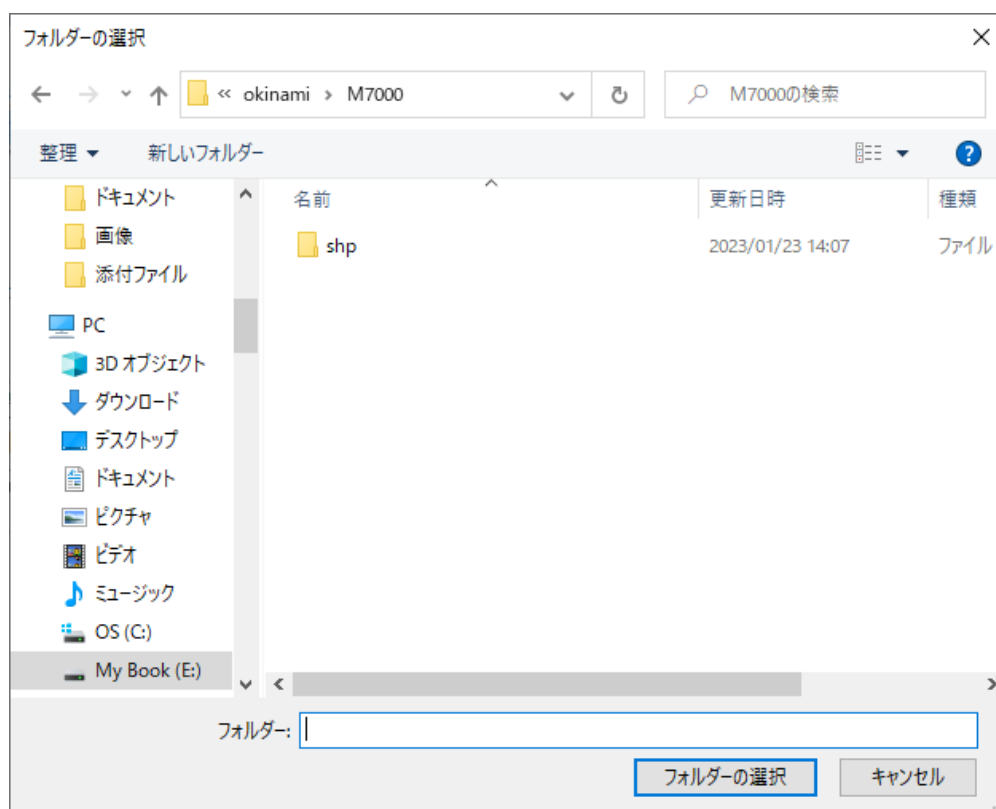
(2) M7000 シリーズを利用する場合（ユーザーにてご用意ください）

M7000 シリーズの水深データを使用する場合は、最初に M7000 シリーズの水深データが存在するフォルダを設定する必要があります。

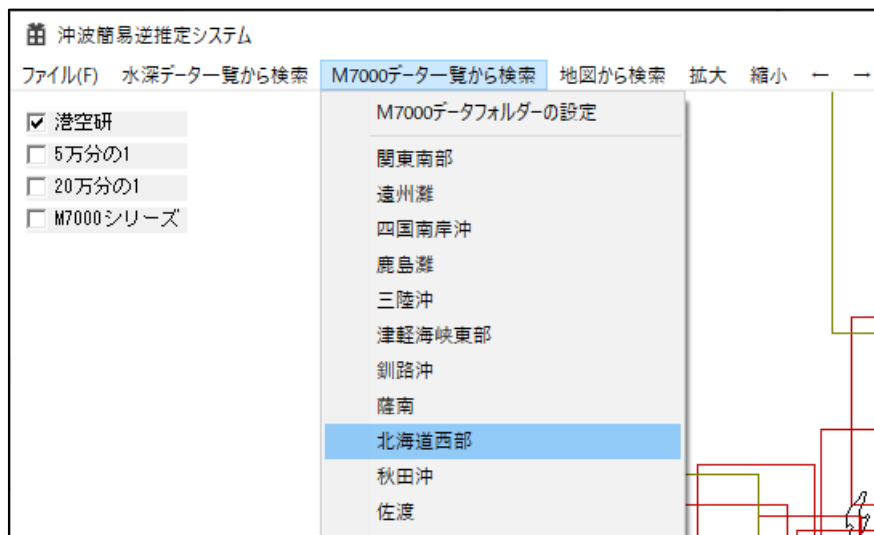
まず、メニューの「M7000 データ一覧から検索」をクリックし、「M7000 データフォルダの設定」をクリックします。



下図のようなフォルダの選択のダイアログボックスが開くので、M7000 シリーズのデータ（アスキーファイルまたはシェープファイル）があるフォルダを選択します。

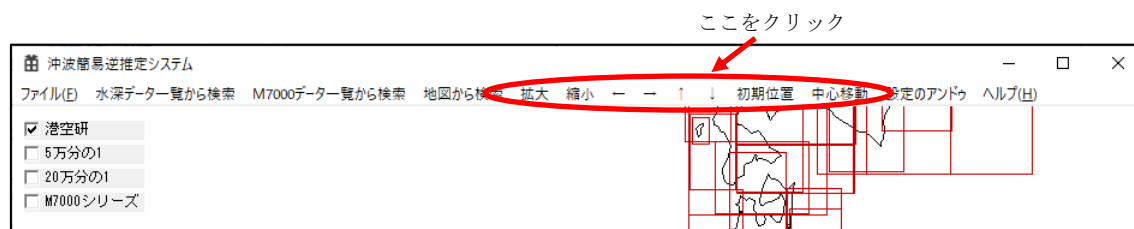


フォルダを選択すると M7000 シリーズデータのファイル名から自動的に水深データの一覧が作成されます。「M7000 データ一覧から検索」をクリックし、「2.1(1)①」と同様にリストから等深線データを選択することができます。



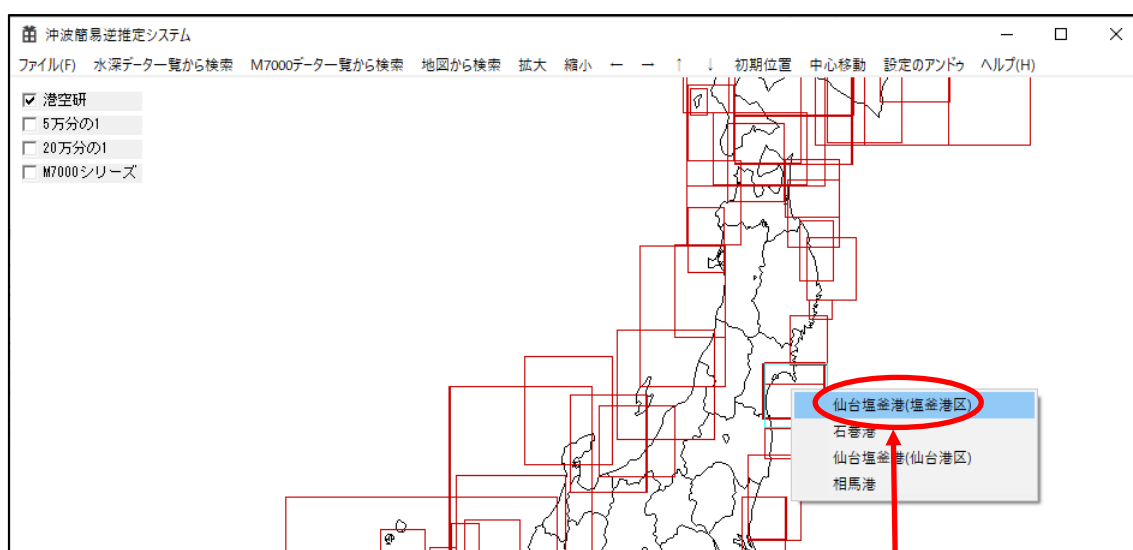
(3) 水深データの表示

地図は左マウスボタンでドラッグすることで移動、マウスホイールで縮小および拡大ができます。また、地図の移動や縮小、拡大は、メニューから行うこともできます。



拡大	地図を2倍に拡大します。
縮小	地図を2分の1に縮小します。
←	地図を左に100ピクセル移動します。
→	地図を右に100ピクセル移動します。
↑	地図を上100ピクセル移動します。
↓	地図を下100ピクセル移動します。
初期位置	地図を起動時の位置に移動し、初期の拡大率に戻します。
中心移動	最後に左クリックした位置が画面の中心にくるように移動します。

画面上に表示された等深線データの範囲を表す長方形の内側を**右クリック**すると、以下のよう
に等深線データ名を示したポップアップメニューが表示されます。複数の等深線データ範囲
が重なる部分をクリックした場合は、下図のように複数のデータ名が表示されます。なお、複
数の等深線データ名が表示されている場合は、メニュー内のデータ名をマウスオーバーすると
該当する等深線データの範囲が水色で表示されます。データ名を左クリックすることで表示す
る等深線データを選択できます。

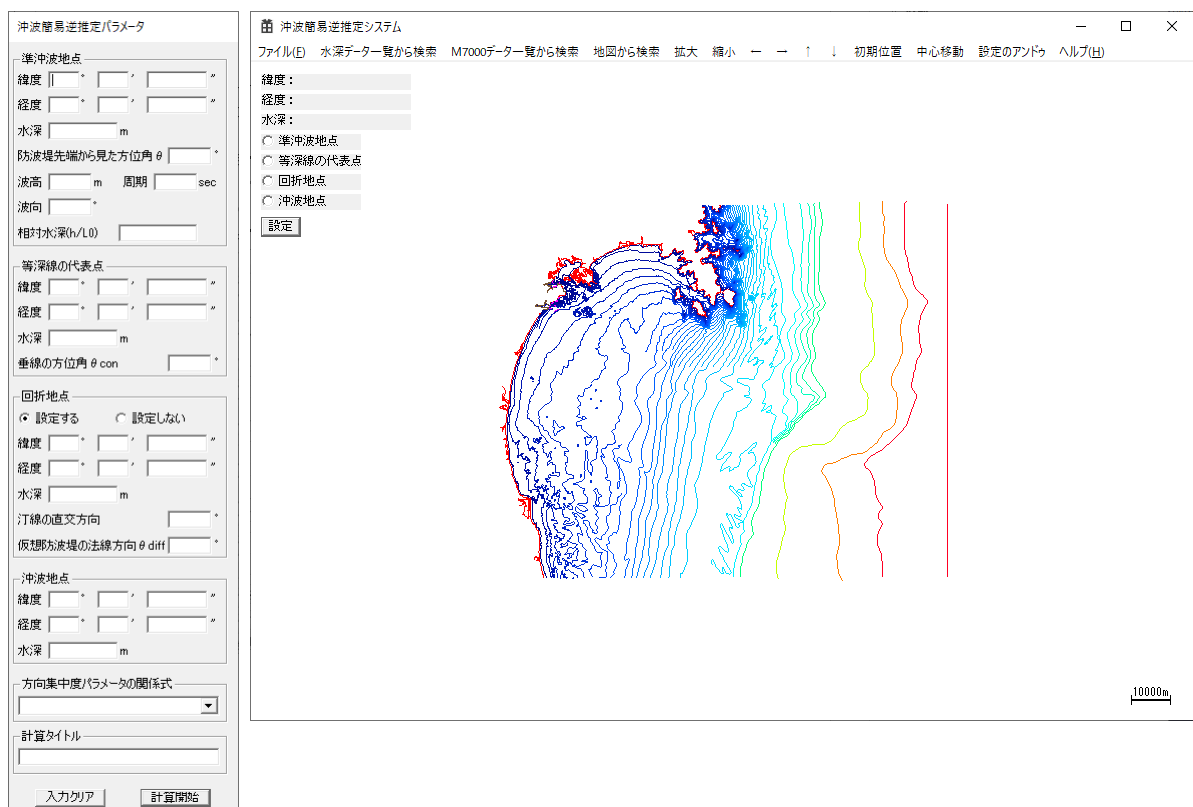


等深線データ名をクリック

表示したい等深線データ名を選択すると、下図のように画面に等深線図が表示されると共に画面左に沖波簡易逆推定プログラムで必要なパラメータを入力するためのダイアログボックスが開きます。

等深線図は海岸線が赤色の線で描かれ、水深の浅いほうから深いほうにかけて青色から赤色のグラデーションで等深線が描画されます。

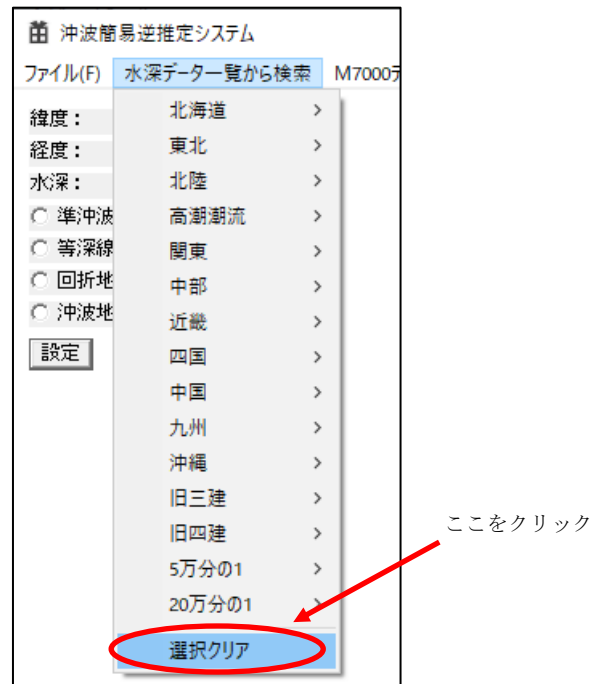
なお、M7000 シリーズの等深線データの場合、等深線の無限再描画を防止するため、拡大率によって等深線の描画を間引きます。



補足) 等深線データの複数表示について

沖波簡易逆推定システムプログラム:「okinami.exe」の代わりに沖波簡易逆推定システムプログラム(複数水深データ版):「okinamimulti.exe」を実行すると等深線データを複数表示することができます。ただし、M7000 シリーズの等深線データは複数選択できません。

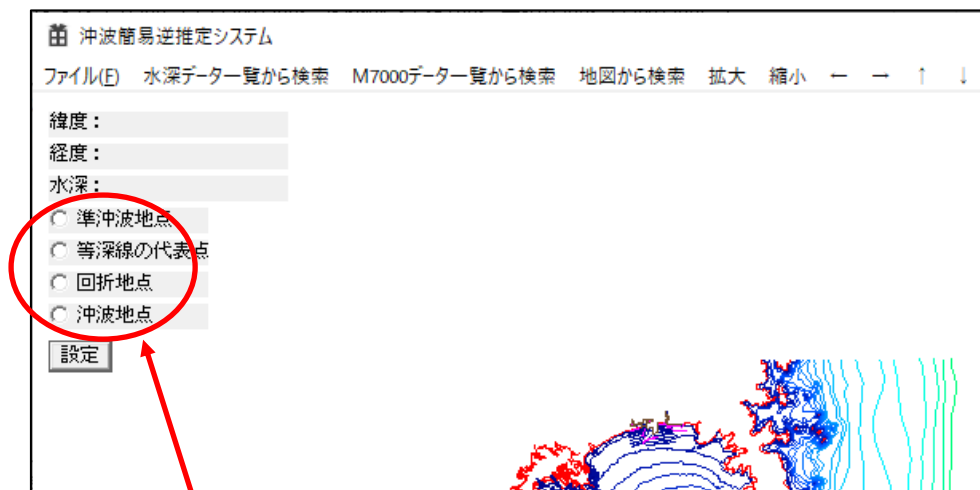
使い方は、「2.1(1)」の等深線データの選択を繰り返すだけです。選択をすべてクリアする場合は、メニューの「水深データ一覧検索」で「選択クリア」をクリックします。



3.2. 沖波簡易逆推定パラメータの設定

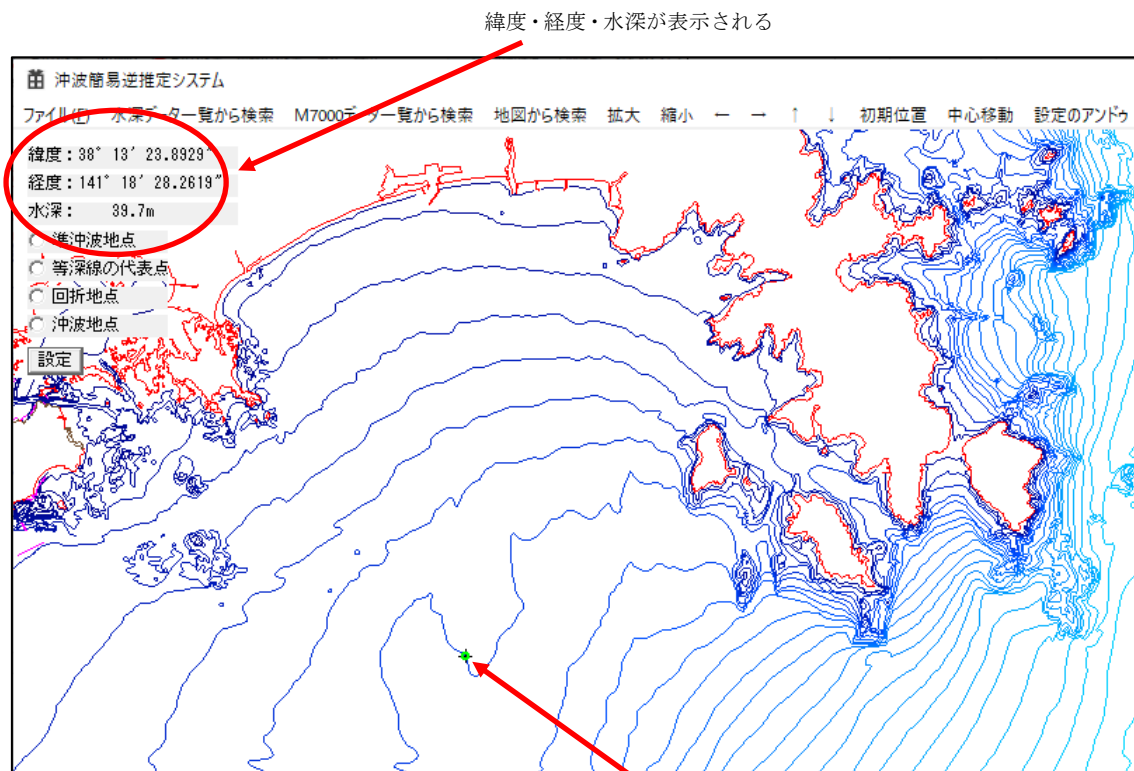
等深線線図の画面からパラメータを算定するためのダイアログボックスへの値の入力は、以下のように行います。

1) 画面左上にある地点の一覧（準沖波地点、等深線の代表点、回折地点、沖波地点）から、位置を設定したい地点のラジオボタンをクリックします。



設定したい地点をクリック

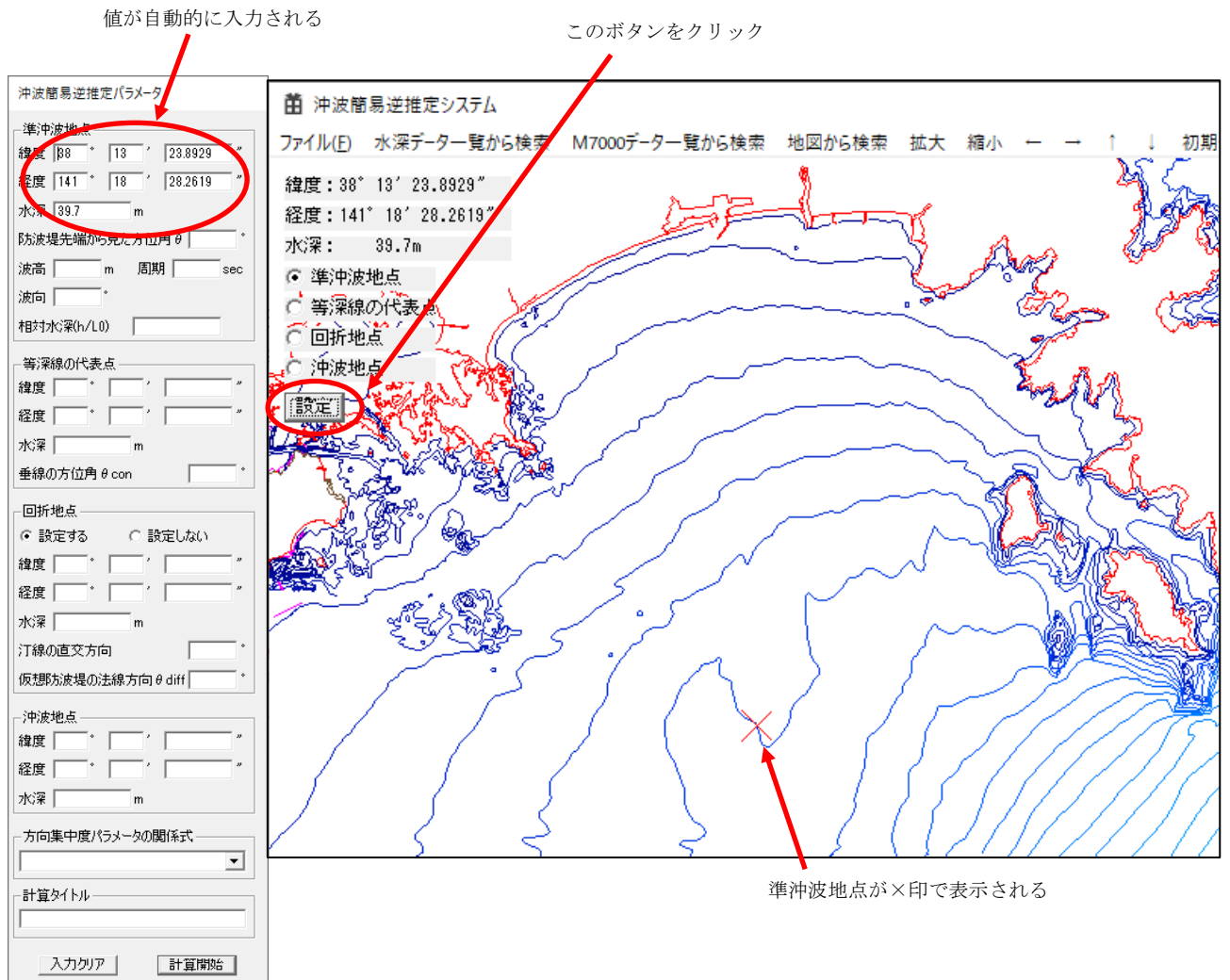
2) 等深線線図の移動や拡大・縮小を行い、地点を設定したい場所をクリックします。クリックした地点が緑色の丸で表示され、左上に緯度、経度、水深が表示されます。



緯度・経度・水深が表示される

設定したい地点をクリック

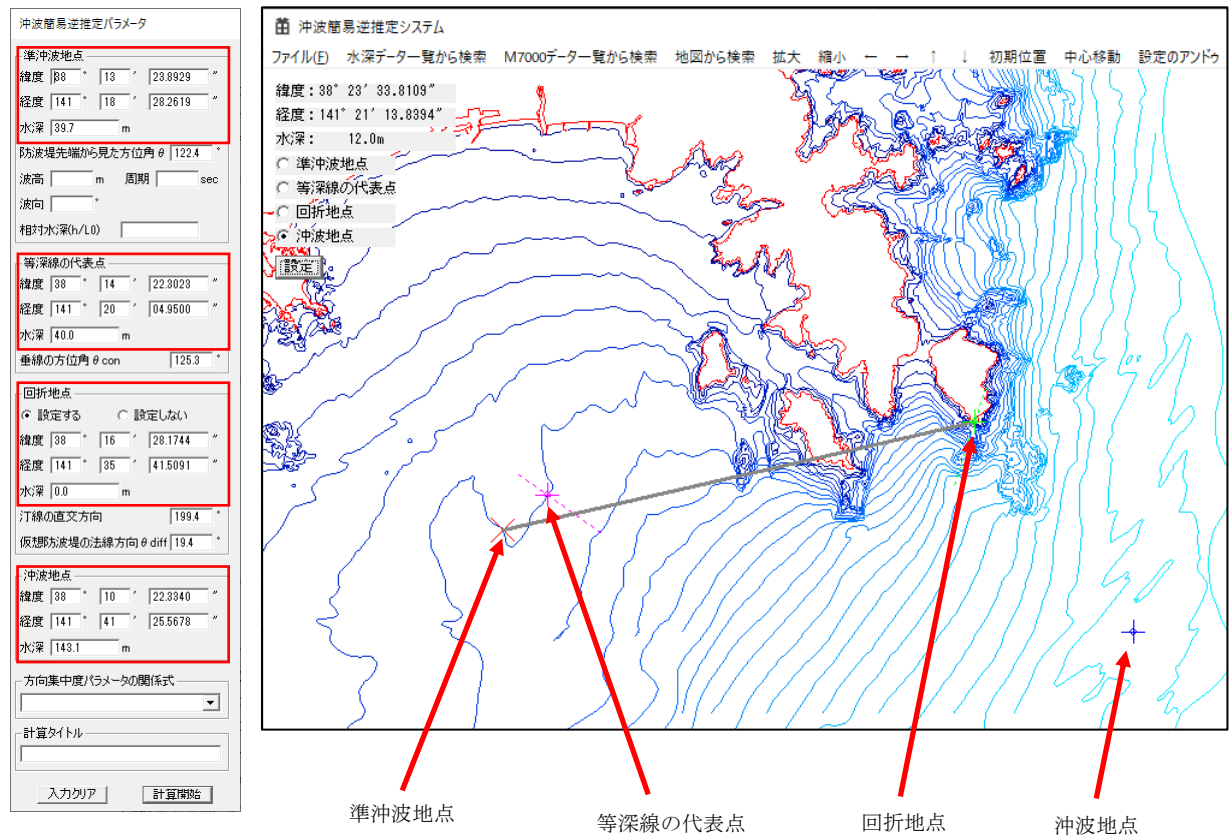
3) 画面左上にある設定ボタンをクリックします。パラメータを設定するためのダイアログボックスに値が入力され、等深線線図に×印等が表示されます。



準沖波地点、等深線の代表点、回折地点、沖波地点について1) から3) を繰り返します。

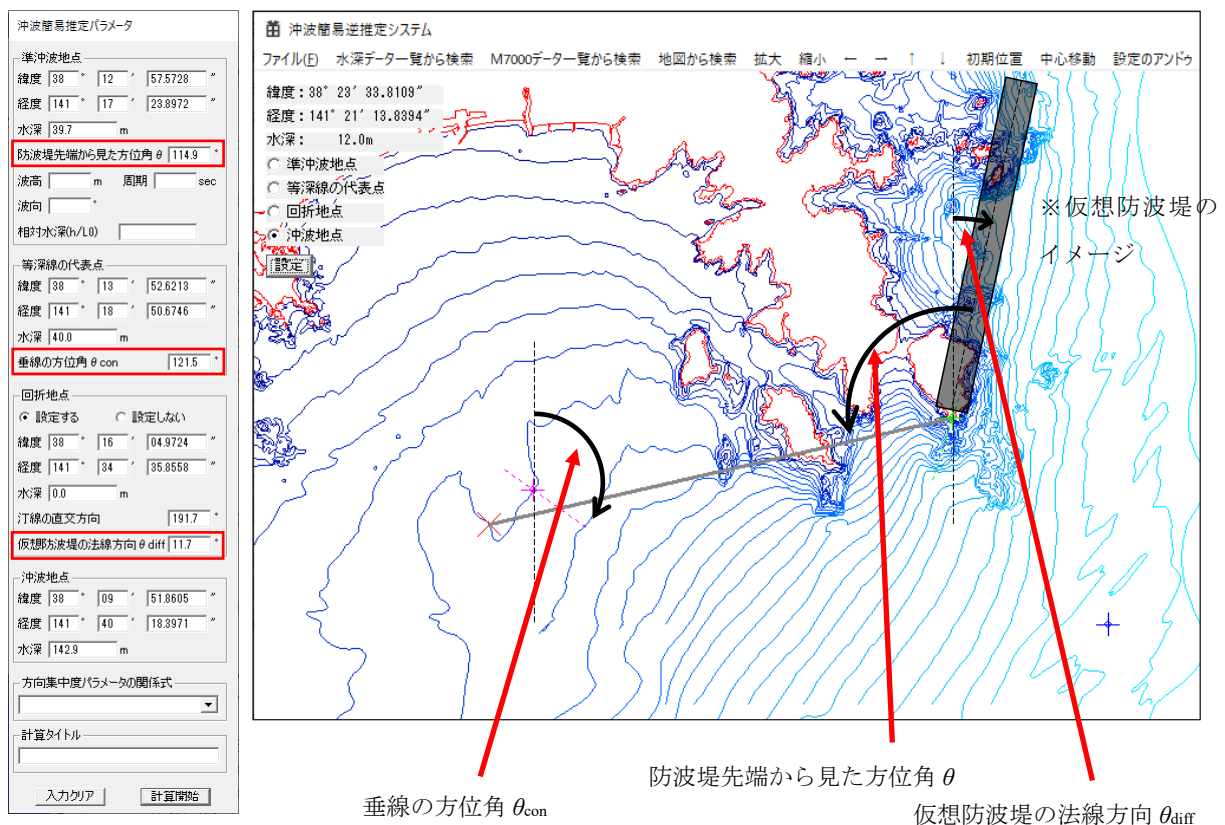
等深線の代表点および回折地点については、クリックした地点ではなく近接した等深線の位置および水深が入力されます。

等深線線図上に、準沖波地点は赤色×印、等深線の代表点は紫色+印、回折地点は緑色+印、沖波地点は青色+印で表示されます。なお、等深線の代表点および回折地点には等深線の垂線方向が破線で表示されます。破線の長い方向が深い方向を表します。また、準沖波地点と回折地点間は灰色の太い線で表されます。



沖波簡易逆推定プログラムでは、準沖波地点周辺の海底地形を平行等深線と仮定した場合の、等深線に対する垂線の角度「垂線の方位角 θ_{con} （北を 0° した時計回りの角度）」の情報が必要です。したがって、等深線の代表点は基本的に準沖波地点と同地点に設定して問題ありません。しかし、準沖波地点の等深線が必ずしも周辺の海底地形分布の特徴を表しているとは限りません。そのような場合には、等深線の代表点は準沖波地点と同地点ではなく、周辺の海底地形分布の特徴を捉えた地点に設定します。

また、島や岬地形による回折の影響を考慮した逆推定を行う場合には、回折地点を設定する必要があります。回折地点を設定すると、回折地点の等深線の垂線から「仮想防波堤の法線方向 θ_{diff} （北を 0° した時計回りの角度）」と「防波堤先端から見た方位角 θ 」の角度が自動で設定されます。



なお、パラメータを設定するためのダイアログボックスの入力値は手動で入力できます。入力値に対応して地図上の記号や線は再描画されます。

また、メニューの「設定のアンドウ」をクリックすることで、「設定」ボタンでパラメータ設定のダイアログに入力したデータを1度限り戻すことができます。



3.3. 簡易逆推定プログラムの実行

パラメータを設定するためのダイアログボックスで準沖波地点の波浪諸元（波高、周期、波向（北を 0° した時計回りの角度））を入力します。回折の影響を考慮した逆推定を行う場合には、回折地点を設定後、「設定する」のラジオボタンを選択します。一方、回折の影響を考慮せずに逆推定を行う場合は、「設定しない」のラジオボタンを選択します。この場合、回折地点のデータは入力しなくても計算可能です。

ダイアログボックス画面下の「計算開始」ボタンをクリックすると、計算のためのパラメータを `kani-in.txt` に出力し、沖波簡易逆推定プログラムを実行します。なお、「計算タイトル」の入力欄に任意のケース名やメモの文字列を入力すると、計算結果のファイル名に反映されます。

沖波簡易逆推定パラメータ

準沖波地点

緯度 ° ' "

経度 ° ' "

水深 m

防波堤先端から見た方位角 θ °

波高 m 周期 sec

波向 °

相対水深($h/L0$)

等深線の代表点

緯度 ° ' "

経度 ° ' "

水深 m

垂線の方位角 θ_{con} °

回折地点

☒ 設定する ☐ 設定しない

緯度 ° ' "

経度 ° ' "

水深 m

汀線の直交方向 °

仮想防波堤の法線方向 θ_{diff} °

沖波地点

緯度 ° ' "

経度 ° ' "

水深 m

方向集中度パラメータの関係式

計算タイトル

入力クリア 計算開始

準沖波地点の波浪諸元
を入力する

準沖波地点の水深と周
期から相対水深が自動
的に計算される。

どちらかを選択する

計算結果のファイル名
に反映される

正常に実行されると、下記のような簡易逆推定結果のダイアログボックスが表示されます。計算結果は逆推定で想定する $S_{max}=10, 25, 75$ の3種類毎に推定された沖波波高と波向が表示されます。なお、逆推定に用いる算定図の読み取り方によっては同じ S_{max} 値でも複数の沖波諸元が推定されることがあります。

また、港湾によっては「方向集中度パラメータの関係式」を選択することで、推定された沖波諸元を用いて「推定式 S_{max} 」の値が計算されます。この時、逆推定で想定した S_{max} (10, 25, 75) と「推定式 S_{max} 」の計算値の差が規定以内に収まると、「推定式 S_{max} 」の右側に○印を表示します。規定値は以下の通りです。

簡易逆推定の想定 $S_{max}=10$	推定式 S_{max} との差 ± 5 以内
簡易逆推定の想定 $S_{max}=25$	推定式 S_{max} との差 ± 7.5 以内
簡易逆推定の想定 $S_{max}=75$	推定式 S_{max} との差 ± 20 以内

なお、方向集中度パラメータの関係式の係数等は、parameter.lst に記述しており、修正可能となっています。

簡易逆推定結果

入力パラメータ(hachinohe_E)

等深線の代表点の垂線の方位角 θ 52.0
仮想防波堤の法線方向 θ diff -
防波堤先端から見た方位角 θ -
回折点の水深 -
準沖波地点の水深 52.0
準沖波地点の有義波高 9.66
準沖波地点の有義波周期 13.80
準沖波地点の波向 90.0

計算結果(hachinohe_E)

S_{max}	H_o	θ_o	推定式 S_{max}
10	11.495	107.0	25.5
25	11.689	109.0	24.5 ○
25	19.996	219.0	24.9 ○
75	11.495	107.0	25.5
75	13.041	123.0	18.0
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

方向集中度パラメータの関係式

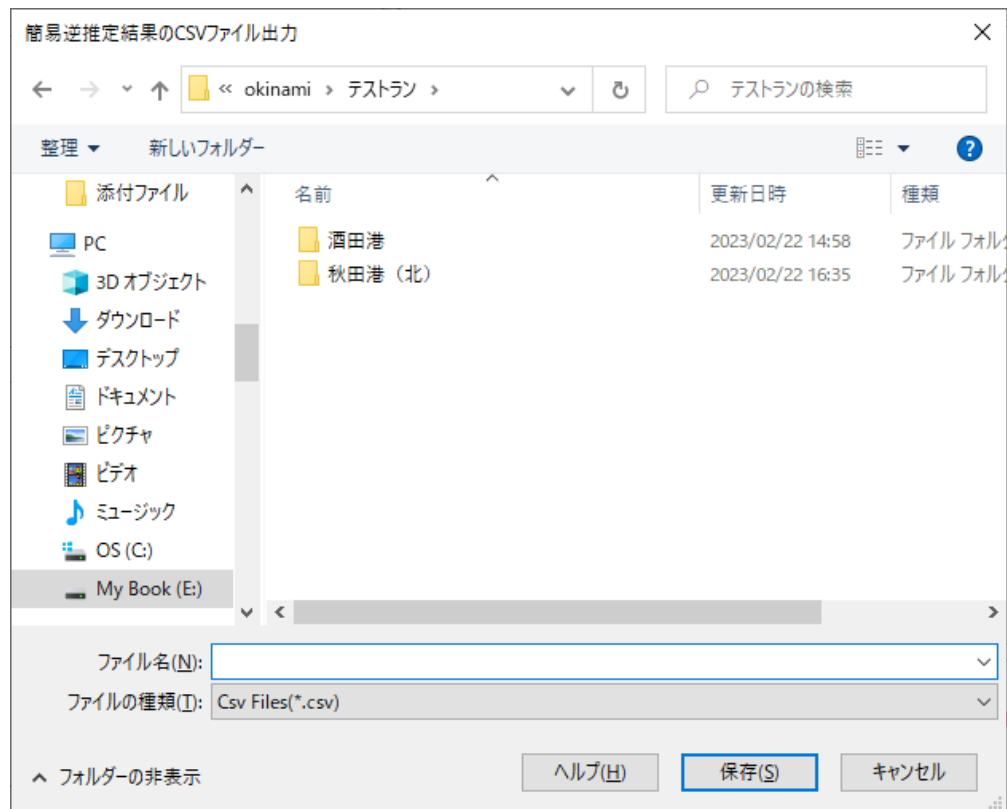
八戸

CSV出力

閉じる

3.4. 簡易逆推定結果の出力

簡易逆推定結果のダイアログボックスで「CSV 出力」をクリックすると、下記のような CSV ファイルを出力するダイアログボックスが開くのでファイル名を入力し、「保存」をクリックします。



沖波簡易逆推定パラメータのダイアログボックスと簡易逆推定結果のダイアログボックスに表示された値が CSV ファイルに書き込まれます。

次項に例を示します。

沖波簡易逆推定パラメータ

準沖波地点

緯度, $38^{\circ}13'08.0064''$

経度, $141^{\circ}16'57.6196''$

水深, 38.5 m

防波堤から見た方位角 θ , 113.9

波高, 8 m, 周期, 12 sec

波向, 112.5°

相対水深(h/L_0), 0.171

等深線の代表点

緯度, $38^{\circ}13'50.5298''$

経度, $141^{\circ}18'49.0405''$

水深, 40.0 m

垂線の方位角 θ_{con} , 121.5°

回折地点

設定する

緯度, $38^{\circ}16'04.9525''$

経度, $141^{\circ}34'35.9737''$

水深, 0.0 m

汀線の直交方向, 191.7°

仮想防波堤の法線方向 θ_{diff} , 11.7°

沖波地点

緯度, $38^{\circ}05'01.7316''$

経度, $141^{\circ}38'43.9909''$

水深, 144.9 m

方向集中度パラメータの関係式

仙台塩釜港、相馬港

計算タイトル

ishinomaki

簡易逆推定結果

入力パラメータ (ishinomaki)

等深線の代表点の垂線の方位角 θ_{con} , 121.5°

仮想防波堤の法線方向 θ_{diff} , 11.7°

防波堤先端から見た方位角 θ , 113.9°

回折点の水深, 0.0m

準沖波地点の水深, 38.5m

準沖波地点の有義波高, 8.00m

準沖波地点の有義波周期, 12.00sec

準沖波地点の波向, 112.5°

計算結果 (ishinomaki)

S_{max}, H_o, θ_o , 推定式 S_{max}

10, 10.397, 93.5, 18.1

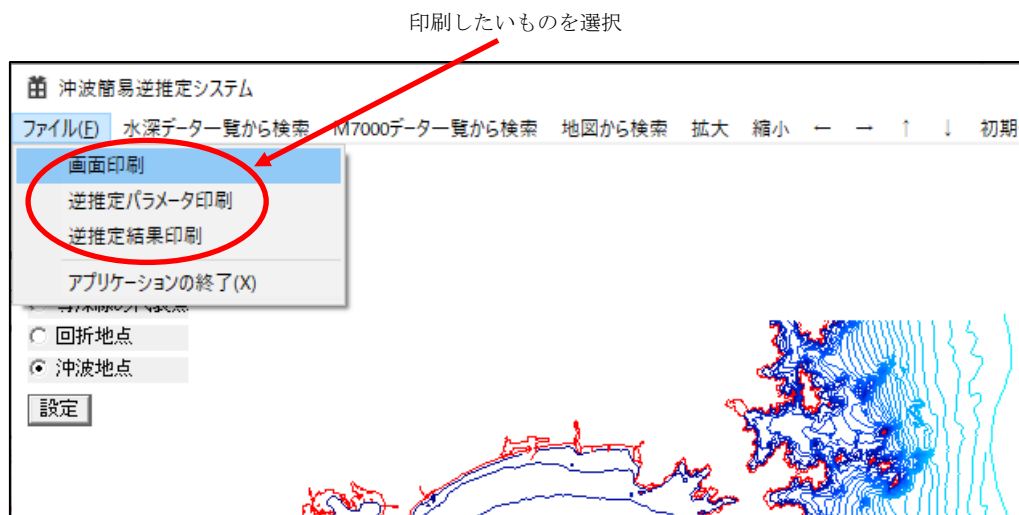
25, 8.986, 107.5, 45.9

75, 8.646, 112.5, 46.5

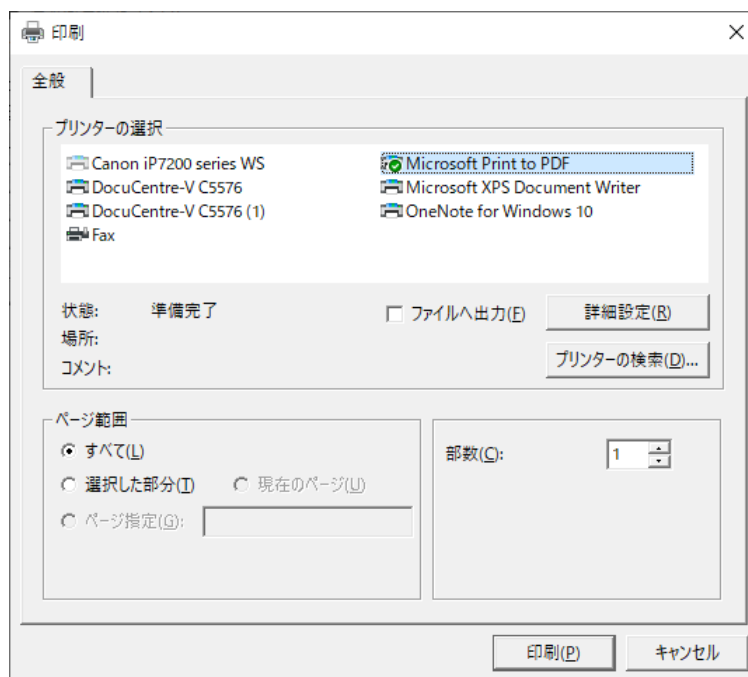
3.5. 印刷

メインのウインドウやダイアログボックスのキャプチャー画像を印刷することができます。

メニューの「ファイル(F)」をクリックすると下記のような印刷メニューリストが表示されるので印刷したいものをクリックします。



以下のような印刷のダイアログボックスが開きますので、プリンターの設定等を行い、「印刷(P)」をクリックします。

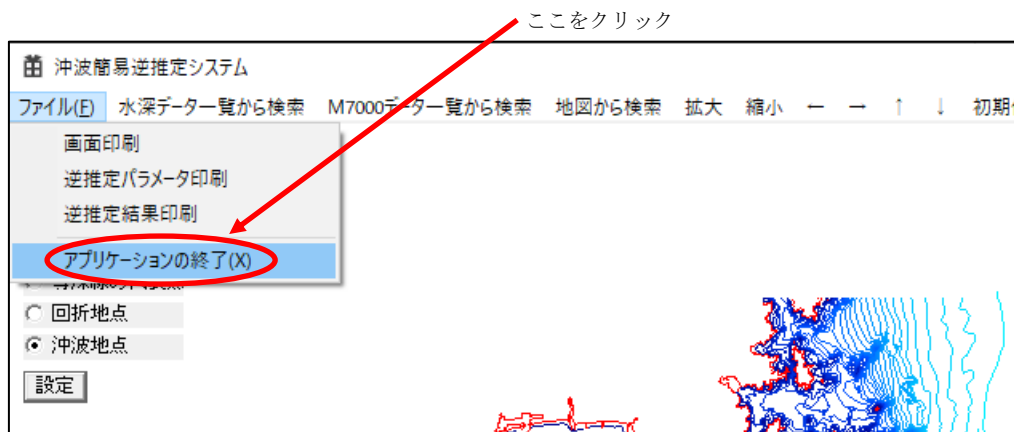


印刷サイズや位置は用紙に合わせて設定されます。

なお、印刷対象のウインドウやダイアログボックスは、デスクトップ画面上で他のウインドウによって隠れたり、デスクトップ画面からはみ出ることが無いようにしてください。

3.6. 終了

システムを終了する場合は、ウインドウの右上の×ボタンをクリックするか、メニューの「ファイル(F)」をクリックし、リストの中の「アプリケーションの終了(X)」をクリックします。



4. データファイル

4.1. 方向集中度パラメータ推定式の係数データ (parameter.lst)

沖波波形勾配に基づく方向集中度パラメータ推定式の係数のテキストファイルです。

簡易逆推定結果のダイアログボックスの推定式 S_{max} を求めるための下記の推定式の係数 a, b です。

$$S_{max} = a \cdot \ln(H/L) + b$$

a, b : 係数、 H : 波高、 L : 波長

ファイル名およびフォーマットは以下のようになります。

ファイル名	parameter.lst
フォーマット	1 行にタブまたはカンマで区切られた以下の値が並んでいる。 地点名、波向 (16 方位)、係数 a 、係数 b

例)

酒田港	N	-41.626	-115.300
酒田港	NNE	-59.075	-168.582
酒田港	NE	-69.067	-199.431
酒田港	ENE	-74.753	-216.699
酒田港	E	-91.543	-266.475
酒田港	ESE	-65.929	-186.574

4.2. 水深データ範囲一覧ファイル（grd ファイル）

等深線データの範囲を地図上に長方形で描画するのに必要な緯度経度のファイルです。システムが水深データから自動的に作成します。

ファイル名およびフォーマットは以下のようになります。

ファイル名	Db01¥kowan.grd	港湾水深データ用
	Db01¥Otable5.grd	5 万分の 1 水深データ用
	Db01¥Otable20.grd	20 万分の 1 水深データ用
	Db01¥M7000.grd	M7000 シリーズ深データ用
フォーマット	1 行にカンマで区切られた以下の値が並んでいます。 M7000.grd 以外 地域名、港名、北西端緯度、北西端経度、南東端緯度、南東端経度、 平面直角座標の基準緯度、平面直角座標の基準経度 M7000.grd コード名、北西端緯度、北西端経度、南東端緯度、南東端経度、 平面直角座標の基準緯度、平面直角座標の基準経度	

例) M7000.grd

M7001,35.91673000,137.92544000,33.43809000,141.54589000,34.71531275,139.50013808
M7002,35.09175000,135.63784000,31.98850000,138.04024000,33.84944000,137.00143471
M7003,33.84425000,131.31956000,31.99234000,135.67784000,32.90404442,133.45945138
M7004,37.51388000,140.48634000,33.48537000,143.50694000,35.51437165,141.18145094

4.3. 港空研水深データベース（con ファイル）（公開版には含まれていません）

（旧）港湾空港技術研究所プログラムライブラリの水深データベースの等深線データです。
ファイル名およびフォーマットは以下のようになります。

ファイル名	Db01¥（地域名等）¥（港湾名）.con
フォーマット	1 行目に水深と等深線点の個数、2 行目以降に X 座標、Y 座標データが等深線点の個数分記述されます。このセットをコンターの本数だけ繰り返します。ただし、最初の行のみ基準位置（X 座標、Y 座標とも 0 の位置）の緯度（度、分、秒）経度（度、分、秒）が追加記述されます。 以下に Fortran のフォーマットで示します。 最初の行（F10.2,I5,35X,I3,1X,I2,1X,I2,1X,F6.3,2X,I3.1X,I2,1X,F6.3） 1 行目（F10.2,I5） 2 行目以降（10F10.2）

4.4. 5 万分の 1 及び 20 万分の 1 海底地形図（公開版には含まれていません）

（一財）日本水路協会が販売する沿岸の海の基本図（紙媒体の海底地形図）を基に作成された等深線データです。

ファイル名およびフォーマットは以下のようになります。

ファイル名	Db01¥○万分の 1¥（ファイル名） ※拡張子なし
フォーマット	1 行目に水深と等深線点の個数、2 行目以降に X 座標、Y 座標データが等深線点の個数分記述されます。このセットをコンターの本数だけ繰り返します。ただし、最初の行のみ基準位置（X 座標、Y 座標とも 0 の位置）の緯度（度、分、秒）経度（度、分、秒）が追加記述されます。 以下に Fortran のフォーマットで示します。 最初の行（F10.2,I5,35X,I3,1X,I2,1X,I2,1X,F6.3,2X,I3.1X,I2,1X,F6.3） 1 行目（F10.2,I5） 2 行目以降（10F10.2）

4.5. M7000 シリーズ（電子海図）（ユーザーにてご用意ください）

（一財）日本水路協会が販売する電子海図の等深線データです。

ファイル名およびフォーマットはデータに付属するヘルプ機能をご確認いただくか、販売元にお問い合わせください。

参考資料

(1) 平面座標と緯度経度の相互変換

平面座標と緯度経度の変換は、下記の国土地理院ホームページに掲載されている方法で行っています。

a) 平面座標から緯度経度

<https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/algorithm/xy2bl/xy2bl.htm>

b) 緯度経度から平面座標

<https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/algorithm/bl2xy/bl2xy.htm>

(2) 沖波簡易逆推定の手順

沖波簡易逆推定は、準沖波波高・波向とその水深・位置から複数の算定図を読み取ることで、沖波波高・波向の概略値を簡易に算定する手法です。ここでは使用する算定図および推定手順について説明します。なお、詳細については平山・森谷（2023）を参照してください。

c) 平山克也，森谷拓実：実用的な沖波諸元の設定方法に関する基礎的研究，港湾空港技術研究所報告，Vol.62，No.3，pp.107-114，2023.

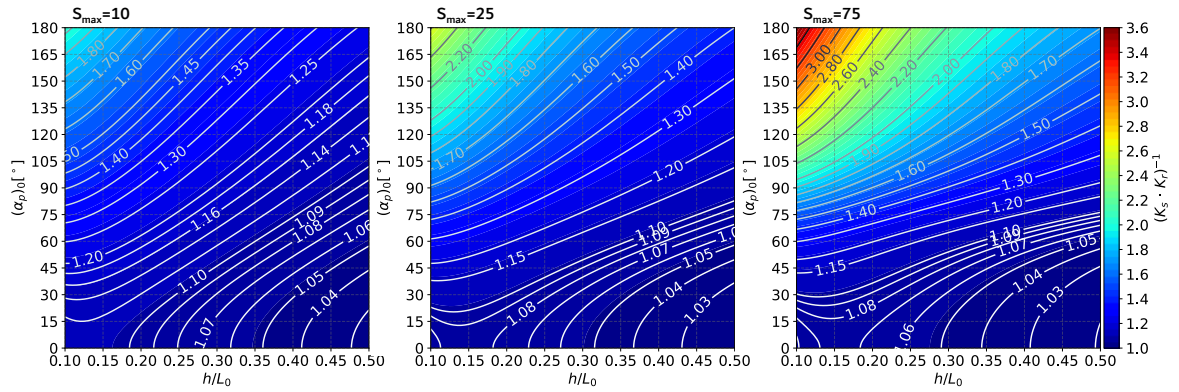
① 簡易逆推定に用いる算定図

本手法では、波浪変形における海底地形による影響と周辺地形による影響を、算定図を読み取ることで簡易的に計算することができます。なお、同じ条件での算定図の読み取りを可能とするため、沖波と準沖波で周期は変化しないものと仮定しています。以下に、本手法で用いる4種類の算定図（各算定図とも、 $S_{max}=10, 25, 75$ の3種類で構成されている）について説明します。

(a) 浅水係数・屈折係数の逆数の算定図

水深変化による波の変形として、浅水変形については微小振幅波理論を、屈折については沖に遮蔽物のない直線状平行等深線海岸を仮定して、Snell の法則を用いて計算します。準沖波地点における浅水係数を K_s 、屈折係数を K_r とすると、確率沖波波高 H_0 と確率準沖波波高 H_{q0} の関係は $H_{q0} = H_0 K_s K_r$ と表されるため、準沖波地点の浅水・屈折係数の逆数 $(K_s \cdot K_r)^{-1}$ が算定できれば、確率沖波波高を逆推定することができます。

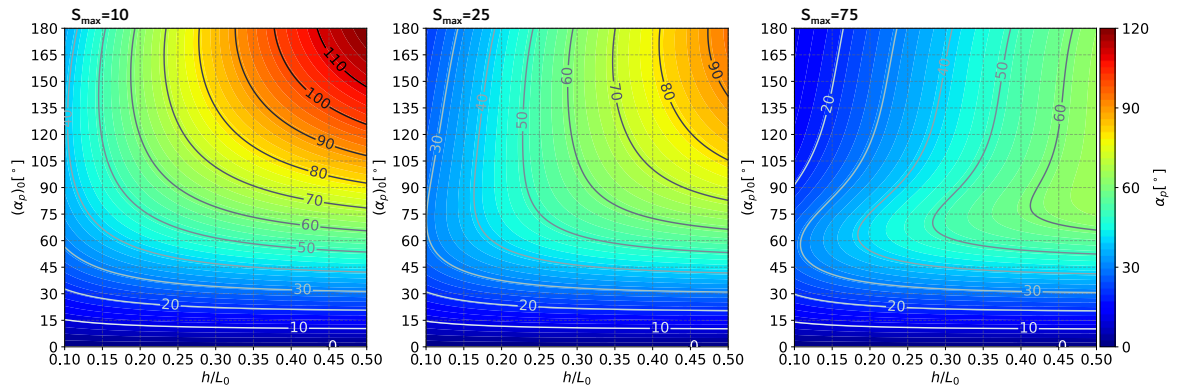
参図 1 に浅海域における $(K_s \cdot K_r)^{-1}$ の算定図を示します。算定図は $S_{max}=10, 25, 75$ ごとに作成され、横軸は準沖波地点の水深と周期から算定される相対水深 h/L_0 、縦軸は平行等深線の垂線と沖波の卓越波向が成す角度 $(\alpha_p)_0$ を意味しています。



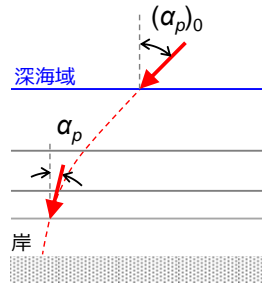
参図 1 浅海域における $(K_s \cdot K_r)^{-1}$ の算定図 ($(\alpha_p)_0$: 平行等深線の垂線と沖波の卓越波向が成す角度)

(b) 屈折による卓越波向の変化図

参図 2 に屈折による卓越波向の変化図を示します。参図 3 に示すように不規則波の一般的な性質として沖波の卓越波向 $(\alpha_p)_0$ が 0° のとき、すなわち等深線海岸に波が直入射する時は水深が浅くなくても卓越波向 α_p は $\alpha_p=0^\circ$ のままですが、 $(\alpha_p)_0 > 0^\circ$ のときは α_p は 0° に近づきます。参図 2 は、参図 1 と同様に直線状平行等深線海岸を仮定して $S_{max}=10, 25, 75$ ごとに作成され、沖波の卓越波向 $(\alpha_p)_0$ と準沖波地点の相対水深 h/L_0 から準沖波の卓越波向 α_p を読み取ることができます。ただし、横軸の h/L_0 値とコンターライン上の α_p 値に対して縦軸の $(\alpha_p)_0$ 値が 2 つ得られる場合があります。このとき、逆推定した沖波の卓越波向としてどちらの値を採用するかは、波向と周辺の地形の関係等を考慮して判断する必要があります。



参図 2 屈折による卓越波向 α_p の変化図 ($(\alpha_p)_0$: 平行等深線の垂線と沖波の卓越波向が成す角度)

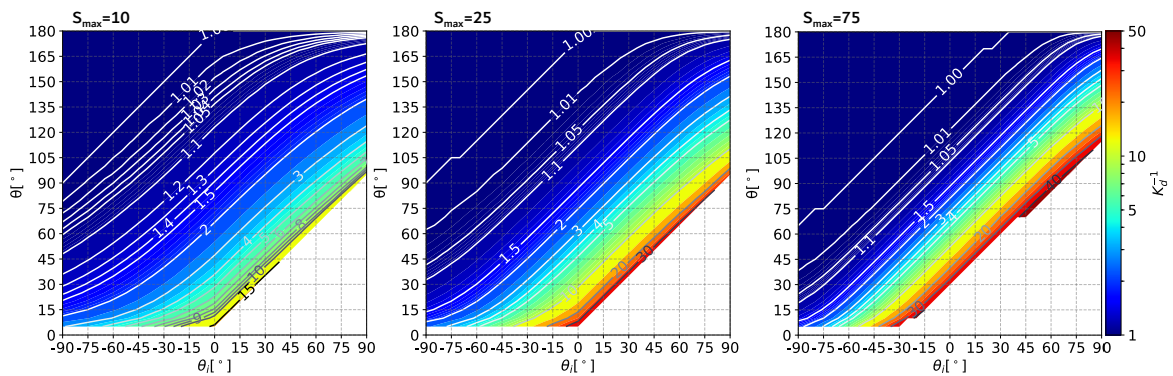


参図 3 平行直線状等深線海岸における屈折

(c) 回折係数の逆数の算定図

準沖波地点と沖波地点との間に島や岬地形がある場合、波の回折の影響を考慮する必要があります。なお、"回折"現象は本来、防波堤等で遮蔽された領域へも波が回り込む現象を指します。しかし、本手法では、(波長より十分大きな幅を有する) 島や岬地形に多方向不規則波の一部の波向成分が幾何学的に遮蔽される一方、遮蔽されなかった残りの波向成分が背後領域に入射する様子を回折変形として扱います。回折の影響が見込まれる場合、確率準沖波波高 H_{q0} を表す式は、回折係数 K_d を用いて $H_{q0} = H_0 K_s K_r K_d$ と表されます。そこで、回折係数の逆数 K_d^{-1} が算定できれば、準沖波地点に到達する回折波が生じた回折点での入射波諸元を逆推定することができます。

参図 4 に回折係数の逆数 K_d^{-1} の算定図を示します。算定図はエネルギー平衡方程式法を用いた半無限堤に対する波浪変形計算結果から作成しています。算定図は $S_{max}=10, 25, 75$ ごとに作成され、横軸は半無限堤に対する波の入射角 θ_i 、縦軸は防波堤先端から見た方向角 θ を意味します。なお、図面右下の白抜き部分は、主波向 θ_i の入射波における S_{max} に応じた方向分布に対し、成分波が到達しないために回折係数が 2%未満となる範囲に対応します。



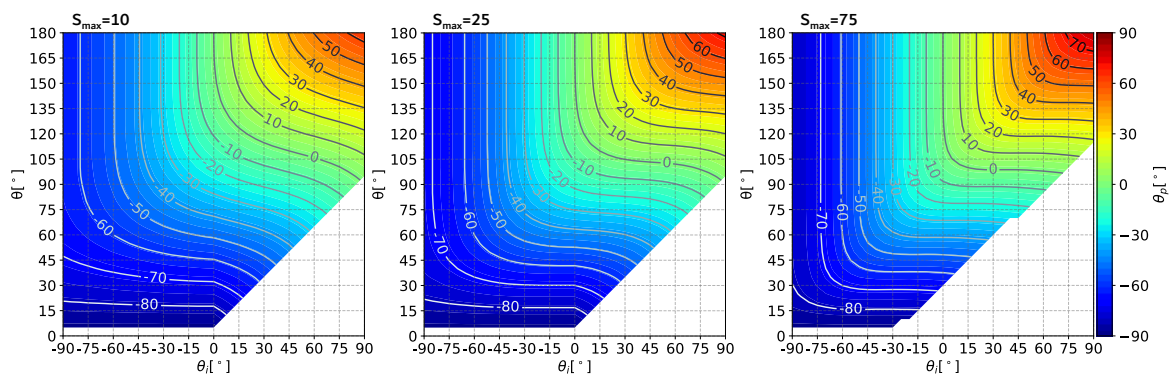
参図 4 エネルギー平衡方程式法による半無限防波堤の回折係数の逆数 K_d^{-1} の算定図 (θ_i : 防波堤への入射角, θ : 防波堤先端から見た方向角)

(c) 回折領域の卓越波向の変化図

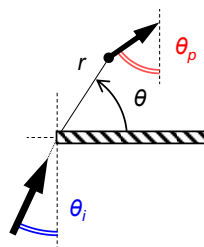
回折係数の逆数 K_d^{-1} の算定図の使用に際し、縦軸の方向角 θ は準沖波地点と遮蔽物の回折点との幾何学的な位置関係から設定できますが、横軸の入射角 θ_i は準沖波地点の卓越波向 θ_p から

推定する必要があります。準沖波地点の卓越波向 θ_p は、遮蔽物への入射角 θ_i が回折により変化した波向であり、回折域での屈折変形を無視すれば、**参図 4**と同様にエネルギー平衡方程式法による半無限堤に対する波浪変形計算結果から作成できます。

参図 5に、 $S_{max}=10, 25, 75$ ごとに作成された、エネルギー平衡方程式法による半無限堤の回折領域の卓越波向 θ_p の変化図を示します。なお、図面右下の白抜き部分は**参図 4**の白抜き範囲と一致しており、回折係数が2%未満となる範囲です。また、**参図 6**に示すポンチ絵は、入射角 θ_i と回折点からの距離 r 、防波堤先端から見た方向角 θ の位置における卓越波向 θ_p の幾何学的な位置関係を表しています。



参図 5 エネルギー平衡方程式法による半無限防波堤の回折領域の卓越波向 θ_p の変化図 (θ_i : 防波堤への入射角, θ : 防波堤端から見た方向角)



参図 6 半無限堤への入射角と回折後の卓越波向の関係

②沖波の逆推定手法の概念図と算定フロー

本手法では、**参図 7**に示すように準沖波地点より沖に遮蔽物がない場合（回折地点を設定しない）とある場合（回折地点を設定する）で、それぞれ以下のように準沖波諸元から沖波諸元を逆推定します。算定フローを**参図 8**に示します。

(a) 準沖波地点より沖に遮蔽物なし（回折地点を設定しない）

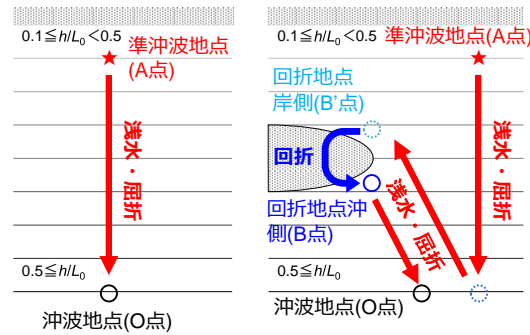
- ・ 準沖波諸元に浅水・屈折変形を考慮して沖波諸元を求める（A 点→O 点）。

(b) 準沖波地点より沖に遮蔽物あり（回折地点を設定する）

- ・ 浅水・屈折変形のみを考慮して逆推定した仮想的な沖波諸元を求める（A 点→O' 点）。

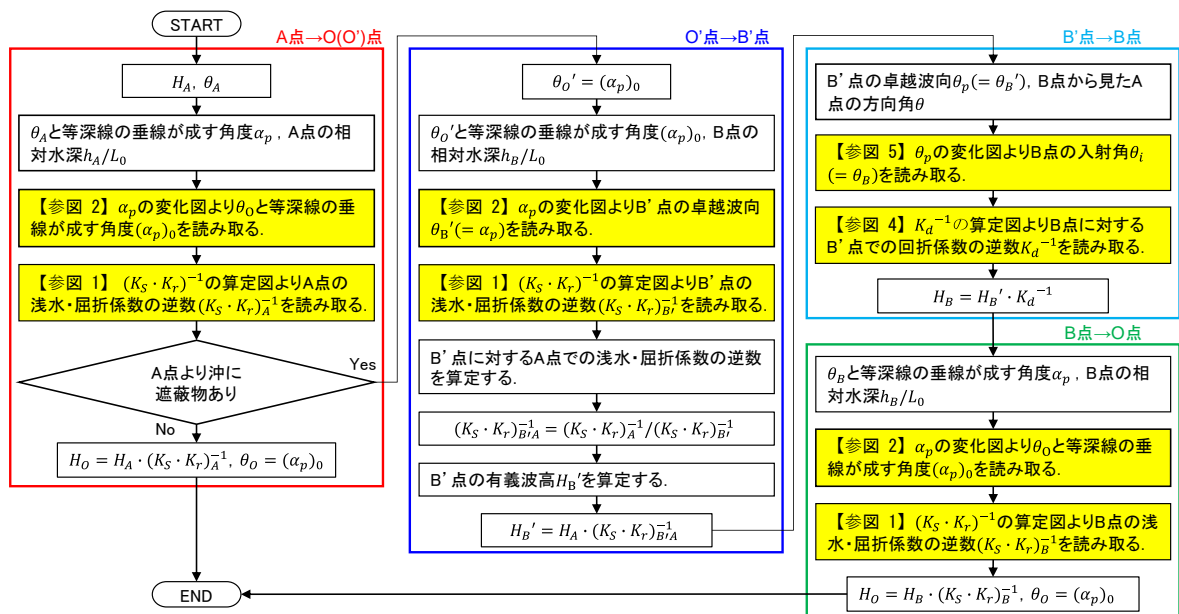
- ・仮想的な沖波諸元から浅水・屈折変形を考慮して回折地点岸側での波浪諸元を算定する (O' 点→B' 点)。
- ・回折変形の影響を考慮するため、回折地点岸側での波浪諸元から回折地点沖側での波浪諸元を算定する (B' 点→B 点)。
- ・回折地点沖側での波浪諸元に浅水・屈折変形を考慮して沖波諸元を改めて逆推定する (B 点→O 点)。

ただし、逆推定を行う上で必要となる沖波の S_{max} を予め想定することは困難なため、 $S_{max}=10, 25, 75$ の 3 種類の算定図を用いて、沖波諸元をそれぞれ推定します。最終的にどの沖波諸元が尤もらしいかを判断するには、例えば沖波地点における S_{max} の特性等が判明していればそれを参考にすることができます。しかし、そのような情報がない場合は、推定された沖波向と周辺の地形との関係等から判断することになります。



(a) 遮蔽物なし (b) 遮蔽物あり (回折考慮)

参図 7 沖波の逆推定手法の概念図



参図 8 沖波の逆推定手法の算定フロー