

簡易水質計算ソフト WaterDoctor の操作方法等の説明書 (Ver. 1.0.0)

(2013/05/20 版)

(2013/06/22 一部改訂)

(2017/08/22 一部修正・追記)

Eco_shop

(説明書 目次)	ページ	(注記)
(1) ソフトの操作方法	1-3	2013/06/22 一部改訂
(2) ソフトの遊び方	4-5	
(3) ソフトの計算内容等について	6	
(4) 計算データ入手方法について	7	2017/08/22 一部修正
(参考-1) 計算方法について	8-11	2017/08/22 追記
(参考-2) 計算結果出力サンプル ※[WaterDoc_OUT.txt : 計算終了時自動出力 ファイル]	12	2017/08/22 追記

注記 1) 2013/06/22 一部改訂

○デフォルトケース条件変更に伴い、説明図画面、テスト計算結果等一部差し替えいたしました。

注記 2) 2017/08/22 一部修正・追記内容

○計算データ入手方先情報の一部修正

○計算式・方法の追記

○計算終了時に自動的に出力される計算結果出力サンプルの追記

※タイムステップ、計算時間等の一部出力項目追加しました。

(1) ソフトの操作方法

下図は計算ソフトの操作画面です。



【計算手順】

(計算条件の設定)

- ①**基本条件の設定**：湾の大きさ、湾口部の大きさ（外海流出部面積）、外海水水質および流入水質・流量（負荷量）条件の設定を行う。

起動時（あるいは“デフォルトに戻す”ボタン（③）をクリック時）はデフォルト値に設定されます。以下のとおりに変更できます。

○湾の大きさを変更する場合

湾面積(km²)：変更できます（但し、1km²以上です）。

平均水深(m)：変更できます（但し、1m以上です）。

※湾容積(km³)：[湾面積×平均水深]により自動計算します（入力できません）

○湾口部の大きさを変更する場合

湾口部長さ(km)：変更できます（但し、“0.0”より大きい値です）。

※湾口部水深(m)：[平均水深]が自動挿入されます（入力できません）。

※湾口部断面積(km²)：[湾口部長さ×水深]により自動計算します（入力できません）。

○外海水水質(g/m³)：変更できます。特に、入力制限ありません(”0.0”も可能)。

○流入水質・流量(負荷量)を変更する場合

流入水質(g/m³)：変更できます。特に、入力制限ありません(”0.0”も可能)。

流入水流量(m³/秒)：変更できます(但し、”0.0”より大きい値です)。

※流入負荷量(g/秒)：[流入水質×流量]により自動計算します(入力できません)

②**基本条件の変更**：湾口部の大きさ(外海流出部面積)および流入水質・流量(負荷)条件の変更が基本条件基準の倍率で容易に変更できます。

起動時(あるいは**“デフォルトに戻す”ボタン(③)**クリック時)は×1.0倍の条件です。

各々の条件について、基本条件ケースの×0.2～×5倍の範囲で選択できます。

※**注記** 変更する場合は選択した値を必ずクリックしてください(色表示が”青”に変わります)

○湾口部の大きさを変更する場合

湾口部断面積：選択・変更できます。

※湾口部断面積(km²)：[湾口部断面積×選択倍率]により自動計算します(入力できません)。

○流入水質・流量(負荷量)を変更する場合

流入水質(g/m³)：選択・変更できます。

流入水流量(m³/秒)：選択・変更できます。

※流入負荷量(g/秒)：[流入負荷量×流入水質選択倍率×流量選択倍率]により自動計算します(入力できません)。

③**計算条件を初期状態に戻す場合**：“デフォルト値に戻す”ボタンをクリックすると起動時の初期状態に戻ります。

※④**水質指標**の表示：設定した計算条件についての一般的な水質指標を自動計算・表示します(入力できません)。

※滞留時間(日)：[湾容積÷流入水流量]により自動計算します。

※閉鎖度(－)：[(湾面積)^{0.5} ÷湾口部長さ]により自動計算します。

※湾容積当りに換算した流入水負荷条件(g/m³/日)：[流入負荷量÷湾容積]により自動計算します。

⑤**計算開始**：「計算開始」ボタンをクリックすると計算開始します。

○計算終了すると、湾内水のエリアの色が水質計算値に対応して変わります。

○計算終了すると、上記と同時に⑥の**“湾内平均水質”**の表示が計算値に対応して

変わります。

○計算終了すると、上記と同時に、計算値のメッセージ表示します。

※「OK」 ボタンのクリックでメッセージは閉じます。

※①⇒⑤の繰り返し計算が回数の制限なくできます。

⑦ソフトの終了：「終了（閉じる）」 ボタンのクリックで終了します（画面が閉じる）。

※画面右上の「×」 ボタンでも終了します。

注記 1) 使用料金のお支払い確認メッセージの表示について

継続して本ソフトをご利用になれる場合は、起動時に使用料金のお支払い確認メッセージが表示されるようになります。

使用料金のお支払い確認メッセージ表示の際に、「利用者コード」を入力すれば以降、お支払い確認メッセージは表示しなくなります。

なお、「利用者コード」は使用料お支払い後、連絡いただければメールにて送付いたします。

※ご連絡内容

ご利用者氏名、送り先メール
お振込み日付、お振込み人名義

※ご連絡方法：ECO_shop ホームページの「お問い合わせ」よりお願いします。

ECO_shop URL : <http://ecolife-shop.seesaa.net/>

注記 2) 計算ソフト起動により自動的に生成されるファイルについて

計算ソフトを起動し計算を実行しますと、同じフォルダー内に次のファイルが自動的に作成されます。

ia0dat : ソフト管理用ファイル

※操作する必要はありません。内容を書き換えるなどしないでください。異常動作の元になります。

WaterDoc_OUT.txt : 計算条件、計算結果の出力ファイル

※テキストファイルです。メモ帳などで出力内容が見れます。

(2) ソフトの遊び方

本水質計算ソフトは、湾内水質の基本的な決定要因である湾口部（外海流出部）断面積と流入水質および流入水量の条件が、変更倍率を選択する方法で容易に変えられるようになっています。

本水質計算ソフトのように流入水質と湾内水質の関係、外海水質・湾口部断面積との関係などを数式で表現したものは、数理あるいは数値モデルなどとも呼ばれ、このように流入水質、流入水量あるいは湾口部断面積を変えた場合に湾内水質がどのように変化するかを予測計算することは最も得意とするところで、数理モデルを用いた予測計算は数値シミュレーション（模擬実験）とも呼ばれています。

デフォルトの基本条件を用いたテスト計算例は以下のとおりとなります。
色々、組み合わせてその湾内水質の反応の違いと理由を推理してみてください。
また、本水質計算ソフトは、起動時に設定されるデフォルトの基本条件を変更できるようになっています。色々な海域に適用してお試してください。

1) 湾口部断面積の変更テスト計算

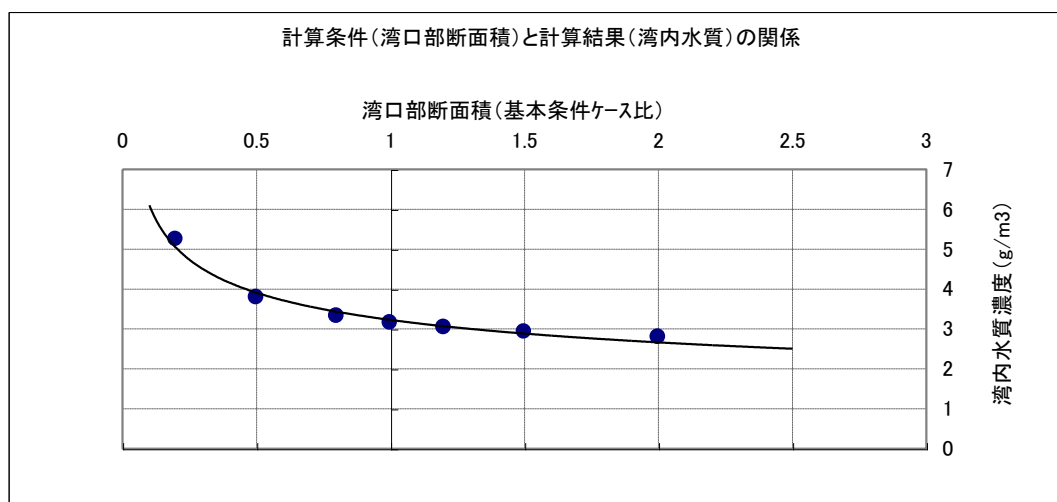
湾口部から外海への濁り物質の流出には湾内水と外海水の濃度差が関係するため、湾口部断面積と湾内水質の関係は直線的な関係にはならず双曲線的にある値に近づきます。

湾口部の大きな開けた湾にする

⇒湾内水は外海水の水質（ 2.4 g/m^3 ）に近づく

湾口部の小さい閉じた湾にする

⇒湾内水は流入水の水質（ 10 g/m^3 ）に近づく



2) 流入水質の変更テスト計算

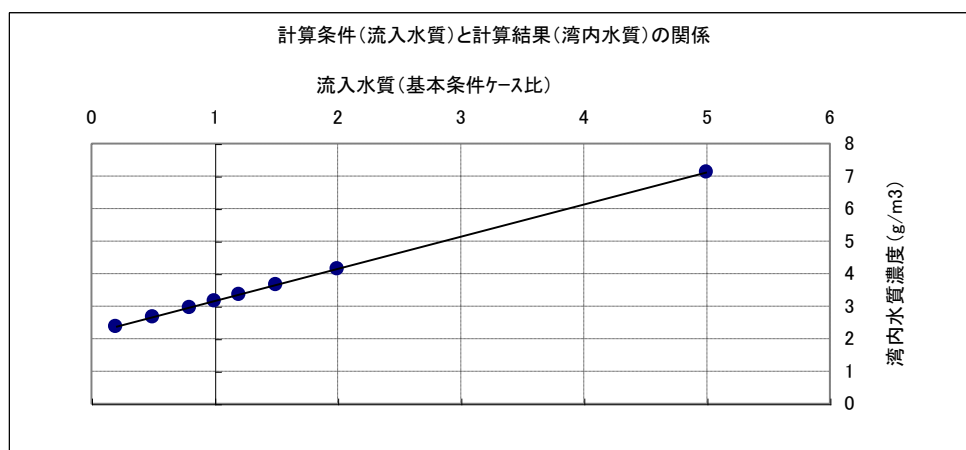
流入水の水質と湾内水の関係は直線的な関係になります。

注記) 流入水質＝外海水水質の場合

この条件の場合、湾内水質は湾口部断面積を変えても常に、

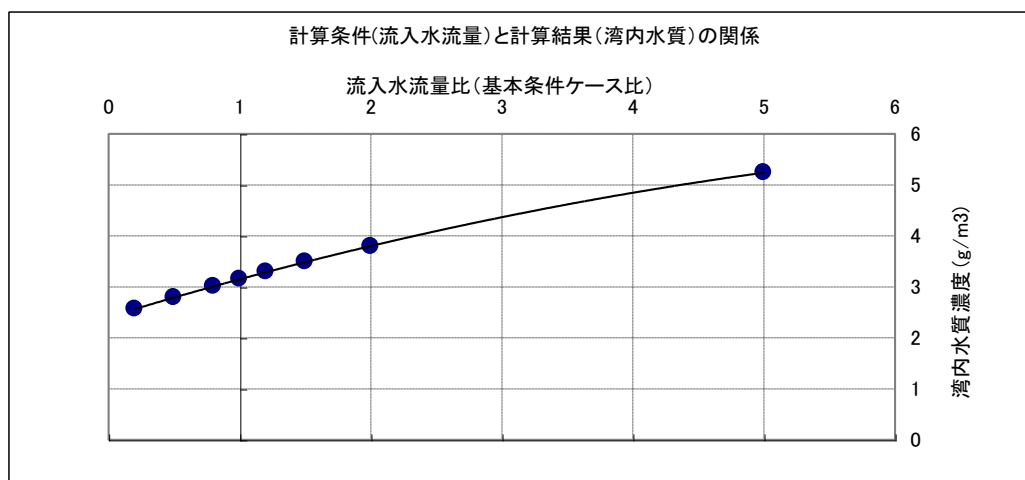
$\text{湾内水質} = \text{流入水質} = \text{外海水水質}$

の関係となります。



3) 流入水流量の変更テスト計算

流入水の流量が大きくなった場合、比例的に流入負荷量が大きくなるが、湾口部からの外海への流出速度も大きくなるため、湾内水の水質濃度は直線的に大きくはなりません。



(3) ソフトの計算内容等について

本水質計算ソフトは東京湾のような閉鎖性内湾を想定しています。

水質変動の要因を次のように基本的な要因に絞り、単純化した水質計算ソフトです。

(湾内水質変動の基本的要因)

- ①河川等陸域からの濁り物質の流入
- ②湾口部から清澄な外海へ濁り物質の流出

なお、デフォルトの基本条件は概ね東京湾（内湾）の COD（化学的酸素要求量：有機性汚濁物質の最も代表的な水質指標項目）を想定した条件となっています。

(計算方法) ※詳しくは「(参考) 計算方法について」参照下さい。

基本的な条件は次のとおりです。

水平水域区分：5 ボックス

鉛直層区分：1 層

開境界数：1 断面（湾口部）

河川等陸域からの流入水量 Q_r = 湾口部からの流出水量 Q_{op}

濁り物質の沈降：なし（沈降速度 0m/sec）

海底からの溶出：なし

植物プランクトン等による濁りの途中の変化：なし

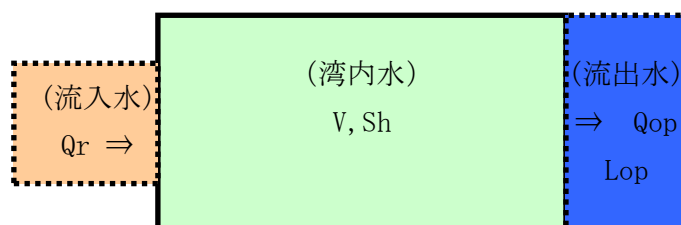
滞留時間（デフォルト条件ケース）：629 日（= $[湾内容積 V] / [流入水量 Q_r]$ ）

閉鎖度（デフォルト条件ケース）：約 4.5

（= $[湾内面積 Sh]^{1/2} / [湾口部の開口長さ Lop]$ ）

注）湾内最大水深＝湾口部最大水深として、上式により算定しています。

【計算海域イメージ図】



(4) 計算データ入手方法について

対象海域を変更する場合など、基本条件を変更する場合に参考となる情報は、概ね、以下の入手先より比較的容易に入手ができます。

その他随時 web 検索してみてください。主要な海域については下記入手先以外にも必要な情報が得られる場合もあります。

項目		入手先等
閉鎖性海域の大きさ等	湾面積	「閉鎖性海域ネット」(環境省)
	湾口部長さ	http://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/index.html
	平均水深	「日本海洋データセンター 500mメッシュ水深」(海上保安庁) http://jdoss1.jodc.go.jp/vpage/depth500_file_j.html ※水深データが無料で利用できます。
流入水条件	流量・水質	「日本河川図」((社)国際建設技術協会) http://www.japanriver.or.jp/river_law/map.htm ※全国の1級河川の流量情報が得られます。
		「水文水質データベース」(国土交通省) http://www1.river.go.jp/ ※全国の1級河川の水質・流量情報が得られます。
		「公共用水域水質測定結果」(環境省) http://www.env.go.jp/water/suiiki/index.html ※全国の河川の公共用水域測定点の水質情報が得られます。
水質条件	外海水質	外海水の情報が web 等で検索できない場合は、下記情報の外海寄りの測定点の結果を参考に設定するのも一方法です。
	湾内水質	「公共用水域水質測定結果」(環境省) http://www.env.go.jp/water/suiiki/index.html ※全国の海域の公共用水域測定点の水質(COD等)情報が得られます。

(参考-1) 水質計算方法について

1) モデル基本式

本水質計算は一般にボックスモデルと呼ばれる次の基本式に準じて、区分した領域（ボックスと呼ぶ）間の物質収支の計算を行っています(参照 ボックスモデル模式図)。

$$V_i \frac{d C_i}{dt} = \sum_j \{(-q_{ij} \times C_{ij}) + (C_j - C_i) \times D_{kij}\} + R_i + \beta_i$$

ここで、

q_{ij} : 対象領域(ボックス i) と隣接領域(ボックス j) の境界面における移流量 (流れに伴う水の移動量) 【m³/s】

D_{kij} : 対象領域(ボックス i) と隣接領域(ボックス j) の境界面における拡散量 (流れの乱れに伴う輸送量) 【m³/s】

※ $D_{kij} = K_{ij} \times A_{Sij} / L_{ij}$ とする。

K_{ij} : 対象領域(ボックス i) と隣接領域(ボックス j) 間の渦動拡散係数【m²/s】

A_{Sij} : 対象領域(ボックス i) と隣接領域(ボックス j) の境界面の面積【m²】

L_{ij} : 対象領域(ボックス i) と隣接領域(ボックス j) 中心間の距離【m】

C_i : 対象領域(ボックス i) 内の対象物質濃度【g/m³(mg/l)】

C_j : 隣接領域(ボックス j) 内の対象物質濃度【g/m³(mg/l)】

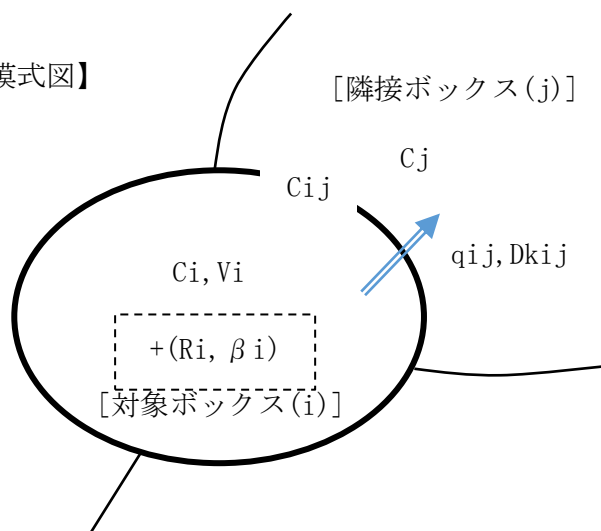
C_{ij} : 対象領域(ボックス i) と隣接領域(ボックス j) の境界面における対象物質濃度【g/m³(mg/l)】

V_i : 対象領域(ボックス i) の水容積【m³】

R_i ; 対象領域(ボックス i) への外部からの対象物質の流入負荷量【g/s】

β_i : 対象領域(ボックス i)内での水底への沈降・水底からの溶出等の対象物質の変化量【g/s】

【ボックスモデル模式図】



2) 計算方法

計算開始するのに必要な条件は次のとおりであり、一部条件は内部で自動的に計算処理を行っています。なお、初期画面ではデフォルト値に設定されています。

※設定方法：「自動」計算の方法により自動設定 「入力」データ入力の方法で設定

【計算に必要な条件等と設定方法】

項目		単位	設定方法	概要	出力ファイルへの出力
*水域区分	水平	—	自動	5 ボックス	—
	鉛直	—	自動	1 層	—
*開境界数		—	自動	1 断面（湾口部）	—
湾の大きさ	湾面積	km ²	入力	湾全体の面積 1km ² 以上の数値とする ※各ボックス表面積＝全面積の 1/5 とする。	出力
	平均水深	m	入力	湾全体の平均水深 1m以上の数値とする ※各ボックスの水深＝平均水深とする。	出力
	*湾容積	km ³	自動	[湾面積×平均水深]により自動計算 ※各ボックス容積＝全容積の 1/5 とする。	出力
湾口部の大きさ	湾口部長さ	km	入力	“0.0”より大きい数値とする	出力
	*湾口部水深	m	自動	[平均水深]を自動挿入	出力
	*湾口部断面面積	km ²	自動	[湾口部長さ×水深]により自動計算	出力
外海水水質	湾口部境界条件	g/m ³	入力	入力制限なし(“0.0”も可能)	出力
*初期水質	湾内初期条件	g/m	自動	[外海水質（境界水質）]を自動挿入	—
河川等からの流入水質・流量(負荷量)	流入水質	g/m ³	入力	入力制限なし(“0.0”も可能)	出力
	流入水流量	m ³ /秒	入力	“0.0”より大きい数値とする	出力
	*流入負荷量	g/秒	自動	[流入水質×流量]により自動計算 ※湾奥のボックスに全量流入するものとする。	出力

項目		単位	設定方法	概要	出力ファイルへの出力
*水質指標	*滞留時間	日	自動	[湾容積×流入水流量]により自動計算	出力
	*閉鎖度	—	自動	[(湾面積) ^{0.5} ÷湾口部長さ]により自動計算	出力
	*湾容積当り流入負荷量	g/m ³ /日	自動	[流入負荷量÷湾容積]により自動計算	出力
*移流量	(水平方向)	m ³ /秒	自動	[移流量 (各ボックス間の流出入水量) = 流入水量]により自動設定	出力 (平均流速)
*沈降・溶出等	ボックス内の変化	—	自動	ボックス内での対象物質の沈降、溶出等による変化はナシとする。 ※ $\beta_i = 0.0$	(省略)
*拡散量	*渦動拡散係数	m ² /秒	自動	渦動拡散係数はリチャードソンの4/3乗則を用いて自動計算する。 [拡散係数 = $0.01 \times (\text{湾軸の長さ})^{4/3}$] なお、[湾軸の長さ = $(\text{湾面積})^{1/2}$]とする。 但し、湾軸の長さ > 200 k m の場合湾軸の長さ = 200 k m とする。 この場合概ね、 渦動拡散係数 = $5 \sim 5 \times 10^3 \text{ m}^2/\text{秒}$ の範囲に設定される。	出力
	*ボックス間距離	m	自動	[湾軸の長さ = $(\text{湾面積})^{1/2} \div 5 \text{ ボックス}$]として自動挿入	—
	*ボックス境界面積	m ²	自動	[湾口部断面積]を自動挿入	—
	*拡散量	m ³ /秒	自動	[拡散係数×ボックス境界面積÷ボックス間距離]として自動計算	—
*計算時間		日	自動	[滞留時間×10]として自動計算 ※各ボックス間の物質の出入りがバランスされ物質変化が無くなるまで計算を行うものとし、ここでは簡便に、滞留時間を目安に計算終了時間の設定を行う。	出力

項目		単位	設定 方法	概要	出力ファイルへ の出力
*タイムステップ		秒	自動	ボックス間の流速と拡散係数を元に正常な計算が行われるタイムステップの自動計算を行う。	出力

(参考-2) 計算結果出力サンプル

※[WaterDoc_OUT.txt : 計算終了時自動出力ファイル]

閉鎖性海域水質計算 by 簡易計算モデル WaterDOC_Ver10

[計算条件]

(基本条件)

湾面積(km²)= 1000 平均水深(m)= 18 湾容積(km³)= 18

湾口部長さ(km)= 7 湾口部水深(m)= 18 湾口部断面積(km²)= 0.126

外海水水質(g/m³)= 2.4

流入水水質(g/m³)= 10 流入水流量(m³/秒)= 331 流入負荷量(g/秒)= 3310

(条件変更)

湾口部断面積(×倍)= 1 (変更)湾口部断面積(km²)= 0.126

流入水水質(×倍)= 1 流入水水量(×倍)= 1 (変更)流入負荷量(g/秒)= 3310

(その他条件)

渦動拡散係数(m²/秒)= 464

平均流速(cm/秒) = 0.26

計算時間(日)= 6294

タイムステップ°(分)= 718

[水質指標]

滞留時間(日)= 629.4

閉鎖度= 4.52

流入負荷量÷湾容積(g/m³/日)= 0.016

[計算結果]

湾内平均水質(g/m³)= 3.15