



iRIC Software

Changing River Science

DHABSIM (v1.2)

Solver Manual

Last Updated:2023.06.26

Released: 2016.12.21

目次

I. 概要	3
I.1 DHABSIM とは	3
I.2 DHABSIM の特徴	4
II. 魚類生息場の評価	5
II.1 生態環境多様性指数 EED	5
II.2 入力データ	6
II.3 計算条件	11
II.4 計算結果	15
III. 文献	17
IV. 【ご利用にあたって】	18

I. 概要

I.1 DHABSIM とは

「DHABSIM (Diversity based HABitat SIMulation)」は、中小河川で一般的な魚種に対する総合的な生息場の良否を、できるだけ簡単に評価できるようにすることを目的として開発されたツールです。河道の流速、水深、底質、植生の分布を iRIC の地理情報として与えるだけで、魚類生息場としての評価値とその分布を出力します。

既存の有力な魚類生息場の評価手法の1つとして、IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) / PHABSIM(Physical Habitat SIMulation)¹⁾があげられます。IFIMは、1980年代にアメリカ合衆国において河川の流量増減に伴う環境変化が水生生物に与える影響を評価する手法として開発され、その中核として生息環境の評価を行なうソフトウェアPHABSIMが開発されました。PHABSIMは、河川の評価対象区間における水深、流速、底質、植生カバー等の物理特性と、魚種や成長段階ごとに求められた生息場適性指数 (Habitat Suitability Index ; HSI) を組み合わせることで、対象とする区域の生息場を評価するソフトウェアです。類似の評価手順は、iRICのEvaTRiPソルバーにも評価ツール

「SimpleHabitat」として実装されています。しかしPHABSIMでは、単調な河道であっても特定の状況下で高評価になる場合があります。例えば、アユは日中は瀬で摂餌行動をとっていることが多いですが、その情報から作成されたHSIを用いれば、平瀬ばかりの単調な河川構造が高い評価となることがあります。一方で、我が国では瀬淵のような多様な環境の存在が魚類の生息には重要であるという認識があります。実際、アユも休息のために淵を必要とすることが観察されています²⁾。またフナ類や種々の稚魚など、アユより遅い流速が必要な魚種があることは常識的に理解できると思います。単調な河川構造が高い評価を得ることは、総合的な生物生息環境の保全のためには好ましくないのです。

実は、IFIMでも複数の魚種、複数の成長段階に対するPHABSIMの計算結果を総合的に判断する手法が論じられています。しかし、ソフトウェア上で单一の評価値が得られるわけではなく、状況に応じた判断が必要になるため、我が国で十分理解され、活用されているとは言えない状況です。また、中小河川では、HSIが整備されていない魚種に対してHSIを定めるコストが高いことや、そもそも守るべき魚種が明確ではない河川が多いことなども、魚種ごとにHSIが必要なPHABSIMの普及の障害になっています。

しかし、こうした中小河川こそ、河道内で最も多様な空間である水際部が水面積に占める比率が大河川より高く、生物多様性の保全にとって重要な環境です。中小河川でこそ、生息場評価手法を活用し、少しでも生息場の価値を高めるような河川改修を行ってほしい。そのためには、安価で簡単に生息場評価を行うことができる手段が必要です。この願いを実現するために開発されたのが、生態環境多様性指数 (Eco-Environmental Diversity index; EED)³⁾であり、河川のEEDを計算するDHABSIMソルバーです。EEDとiRICの流況予測計算を組み合わせることで、河川事業を実施する前に実施後の魚類生息状況が推定できます。中小河川の浚渫工事による魚種数の変化が事前に予測できた事例が報告されています⁴⁾。

本マニュアルはiRIC v4以降で動作するDHABSIM バージョン1.2に対応しています。

I.2 DHABSIM の特徴

本ツールは、評価対象河川の流速、水深、および河道の植生と底質の状態を入力データとして与えることで、生態環境多様性指数 EED を計算します。

- 流速、水深を他の iRIC 流況計算ソルバーの計算結果が格納された Case1.cgn ファイルから読み取ります。また、植生、底質情報データを、地理情報としてポリゴンで範囲指定することにより与えます。
- EED は 0~1 の値をとり、0.1 増加すると、生息する魚種が約 1 種増加する可能性があります。また EED が 0.8 程度以上であれば、目視でも多様な環境に見えることが期待されます。
- EED 計算における生息可能な環境条件や行動圏は、アユ、ウグイ、オイカワ、カワムツ、カマツカ、タナゴ類、フナ類、コイ、ヨシノボリ類、カジカなど中小河川で一般的な魚種の既存 HSI を参考にして作成したものです。これらの魚類のいずれかと同程度の体長、行動様式（あるいは HSI）を持つ魚類が生息する河川にはそのまま適用できると考えられます。
- 前述の魚類とは体長、行動様式（あるいは HSI）が大きく異なる魚類については、カテゴリの閾値と行動圏を DHABSIM 上で変更することで対応可能です（パラメータ値を定めるには別途研究が必要です）。ただし、EED は基本的に環境多様性を評価しているので、魚類の体長や行動様式が違ったとしても、既定のパラメータを用いて計算した EED が大きくなるよう河川改修することは、魚類生息場としていくぶんかでも良くなる方向に寄与すると考えています。
- 本ソルバーは JSPS 科研費 24560666 に基づく研究の成果物です。

II. 魚類生息場の評価

II.1 生態環境多樣性指數 EED

生態環境多様性指数 (Eco-Environmental Diversity index; EED) とは、水深、流速、底質、植生について、摂餌や休息などの魚の行動別に複数魚種・成長段階に共通する最適生息域を表す値の範囲（カテゴリ）を定め、これらを組み合わせた環境状態（環境型）についての魚の行動圏内におけるシンプソンの多様性指数を計算したものです。下図は、河道内のある地点 A の EED の計算法を示しています。行動圏は Minnss の式⁵⁾を用いて求めています。

EED の特長を一口で言うと、魚の行動圏内に瀬淵が共に存在するような環境が高く評価される式となっています。その「瀬」「淵」に相当する、魚の行動にとって異なる意味を持つ環境を区別する「カテゴリ」の決定に、中小河川で一般的な複数の魚種の生息場適性基準 HSI（どのような流速、水深、底質を魚が選好するか、という情報）を利用することで、単に瀬淵というにとどまらない、生態的な意味を持たせています。EED が 0.1 増加すると、生息する魚種が約 1 種増加する可能性があります。また EED が 0.8 程度以上であれば、目視でも多様な環境に見えることが期待されます。

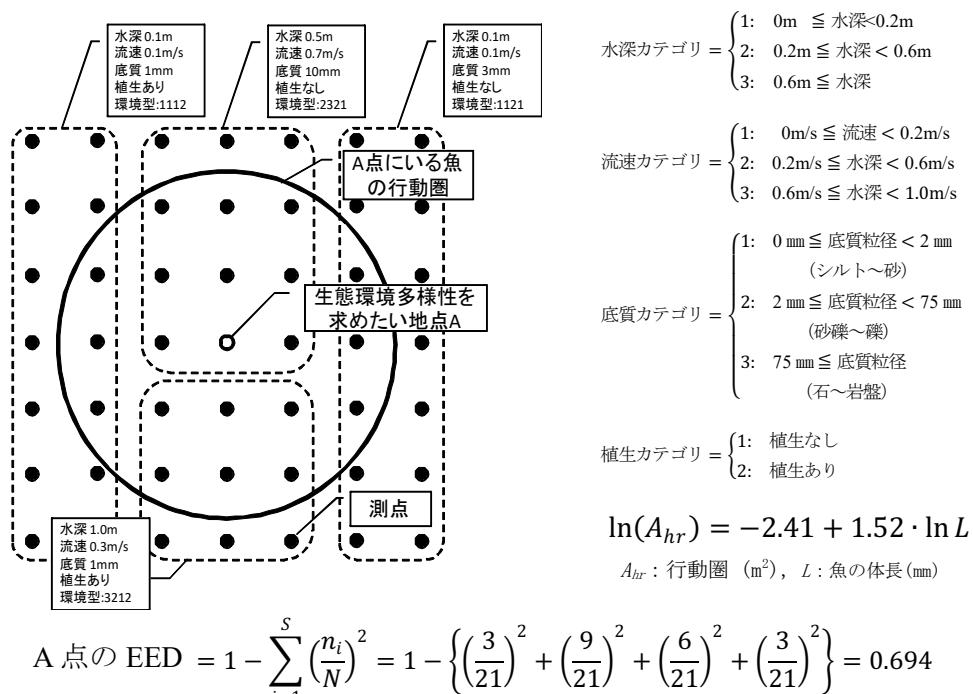


図 II-1 生態環境多様性指数 EED の計算方法

EED 計算における既定のカテゴリは、アユ、ウグイ、オイカワ、カワムツ、カマツカ、タナゴ類、フナ類、コイ、カジカなど中小河川で一般的な魚種の既存 HSI を用いて作成したものです。また行動圏はオイカワ、カワムツ成魚を想定した 200m^2 (半径約 8m の円) を用いています。これらの魚類のいずれかと同程度の体長、行動様式（あるいは HSI）を持つ魚類が優占する河川にはその

まま適用できると考えられます。前述の魚類とは体長、行動様式（あるいは HSI）が大きく異なる魚類については、カテゴリの閾値と行動圏を DHABSIM 上で変更することで対応可能ですが、これらの値を定めるには別途研究が必要です。ただし、EED は基本的に環境多様性を評価しているので、魚類の体長や行動様式が違ったとしても、既定のパラメータを用いて計算した EED が大きくなるよう河川改修することは、魚類生息場としていくぶんかでも良くなる方向に寄与するを考えています。詳しくは文献³⁾を参照ください。

なお、現在の DHABSIM は行動圏を単純に計算対象地点を中心とした円で与えています。従つて、川幅 16m 以下の細い河川や水際から 8m 以内では計算対象となる行動圏面積が小さくなる測点が生じますが、行動圏面積が小さくなってしまってその中に含まれる測点数が十分であれば EED の計算上問題はありません。ただし、中洲などが存在する場合には本来行動圏外である中洲の反対側の水域が計算上の行動圏に含まれる場合もあります。そのような場合でも、河川区間全体の EED 平均値の河川改修前後の変化を議論する際には大きな影響はないと思いますが、局所的な EED の分布を議論する際には問題となる場合がありますのでご留意ください。

II.2 入力データ

II.2.1 入力データの概要

DHABSIM を実行するためには、まず別の iRIC 流況計算ソルバーで計算された流速と水深を格子にインポートする必要があります。次に、オブジェクトブラウザに表示されている【地理情報】のうち、【底質コード】と【植生コード】を与える必要があります。これらはいずれもテキストファイルのインポートまたは iRIC 上でポリゴンを追加することで設定できます。なお、【植生コード】については、植生なしの場合はデータを与える必要はありません。その他、iRIC の機能として背景画像なども任意で読み込むことができます。詳しくは iRIC のユーザーマニュアルを参照してください。

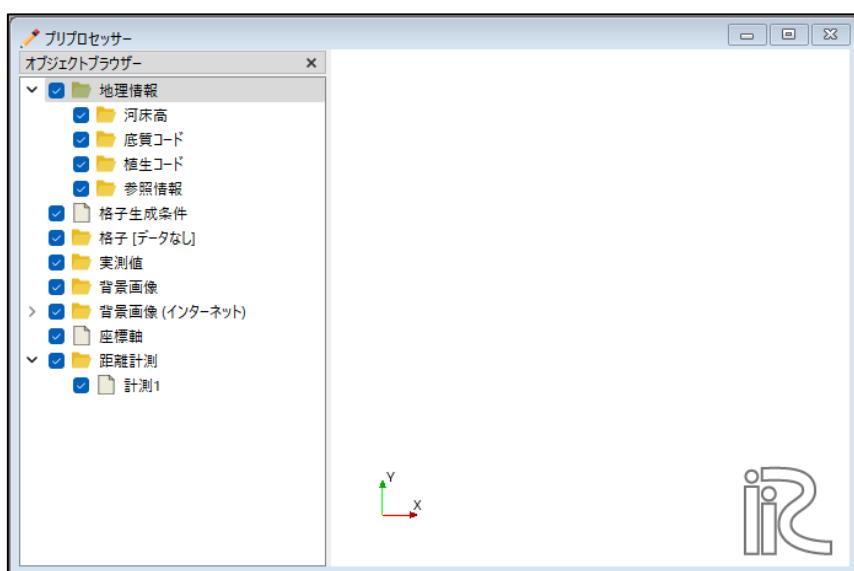


図 II-2 オブジェクトブラウザーの項目

表 II-1 入力データの説明

#	項目	変数値とデータの与え方	注意事項
1	流況計算結果 (格子および 計算条件)	<p>流況は iRIC の 2 次元流況計算ソルバーを用いて別のプロジェクトとしてあらかじめ計算し、保存しておく。計算された結果や格子を、流況計算プロジェクトフォルダ内の Case1.cgn ファイルからインポートする。オブジェクトブラウザの【格子】と【計算条件】 - 【設定】 - 【基本設定】の【ファイル名】の 2 か所に同じ Case1.cgn を設定する必要がある。</p> <p>なお、ipro 形式で保存されたプロジェクトはファイルの拡張子 .ipro を .zip にリネームして解凍すればプロジェクトフォルダができる。</p>	必須
2	河床高 (地理情報)	流況計算結果をインポートすると【格子点の属性】に設定される。	任意
2	底質コード (地理情報)	<p>既定ではシルト～砂(粒径 2mm 以下)を 1、砂礫～礫(粒径 2mm ～75mm)を 2、石～岩盤(粒径 75mm 以上)を 3 としてポリゴンで与える。底質コードが設定されていない範囲は計算から除外される。</p> <p>【計算条件】メニューで設定変更することで、代表粒径(mm)を与えることもできる。この場合は通常はテキストファイルでインポートすることになる。</p>	必須
3	植生コード (地理情報)	ポリゴンで範囲を決め、植生あり／植生なしを選択して設定する。全体に植生なしの場合、与える必要はない。内部的には植生ありは 1、植生なしは 0 であり、シェーブファイルからインポートすることもできる。	任意(与えなければ植生なしとなる)

II.2.2 流況計算結果のインポート

【インポート】メニューから【格子】をクリックします。

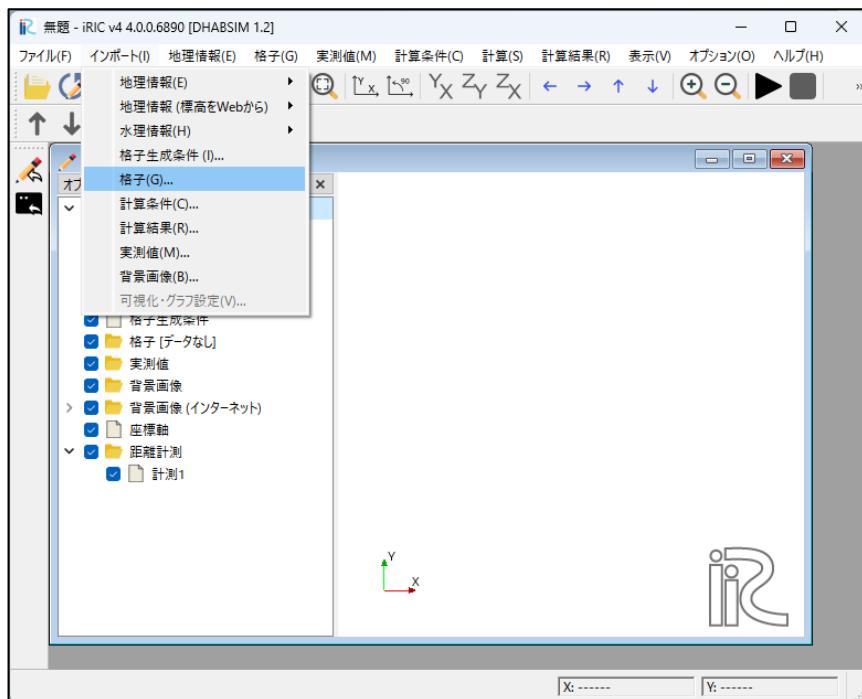


図 II-3 格子のインポートメニュー

あらかじめ iRIC の 2 次元流況計算ソルバーを用いて流況を計算しておいたプロジェクトフォルダを開き、Case1.cgn ファイルを[Open]します。

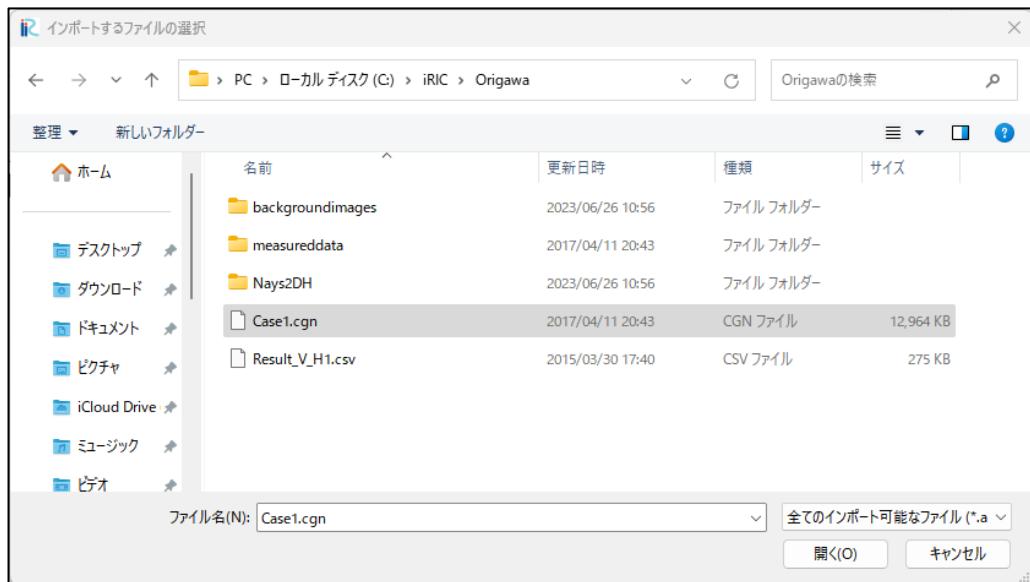


図 II-4 Case1.cgn ファイルの選択画面

下図のように格子が読み込まれます。

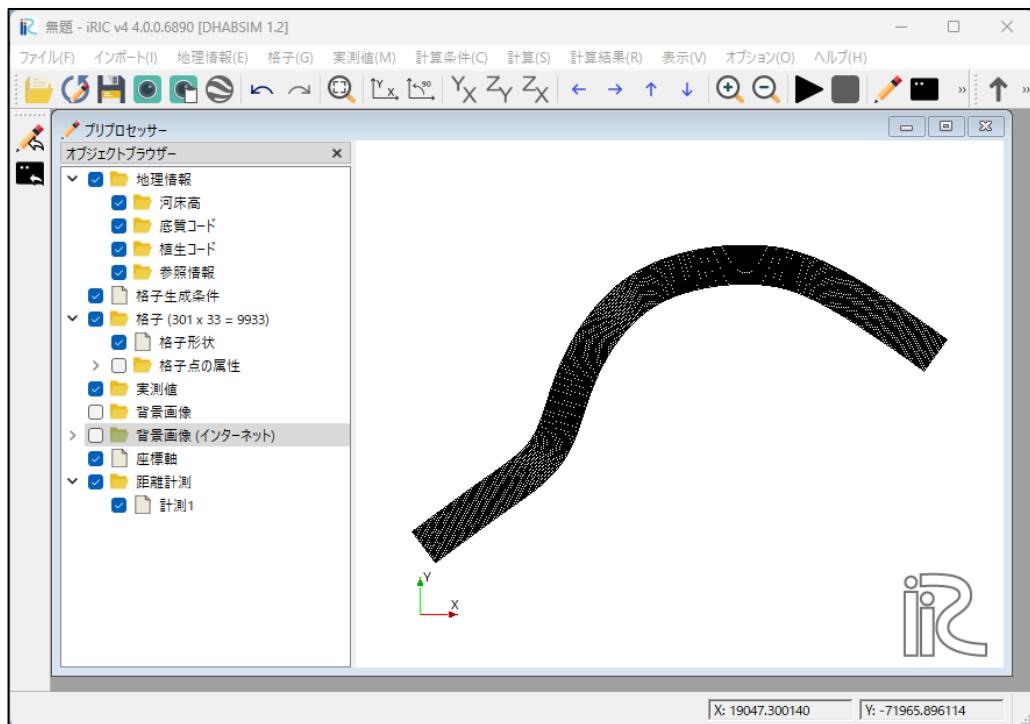


図 II-5 流況計算格子の読み込み結果

オブジェクトブラウザの【格子形状】のチェックを外し、【格子点の属性】とその下の【河床高】にチェックを入れると、河床高が読み込まれていることがわかります。この時点では流速、水深が読み込まれたかどうかは確認できません。必要なら流況計算のプロジェクト側で確認してください。

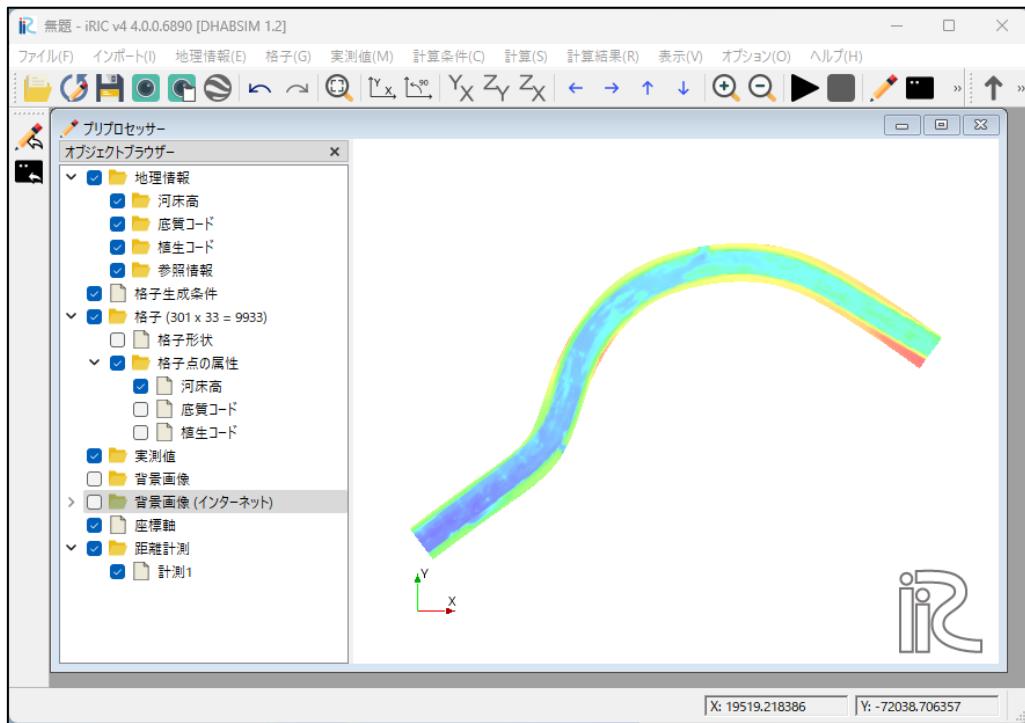
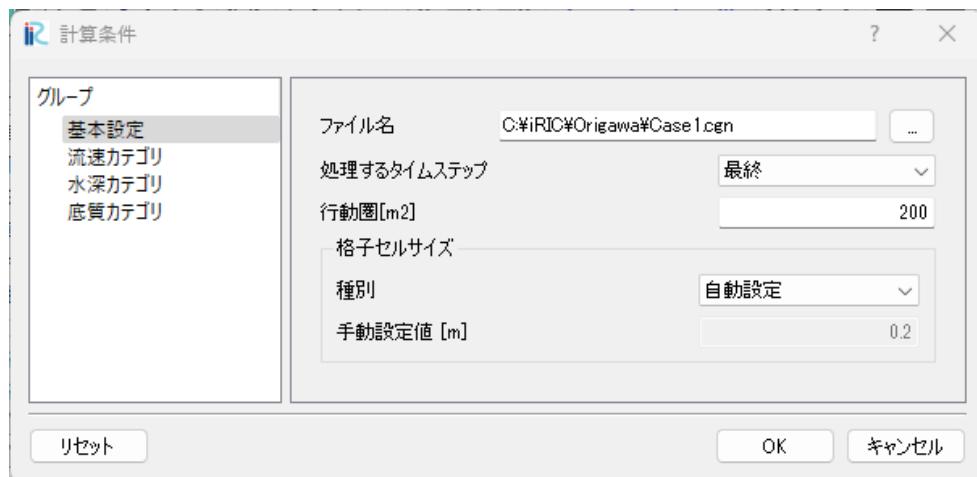


図 II-6 河床高の確認画面

次にメニューバーの【計算条件】 - 【設定】を開きます。グループの【基本設定】を選び、右側の「ファイル名」ボックスに、同じ、Case1.cgn を設定し、[保存して閉じる] をクリックします。

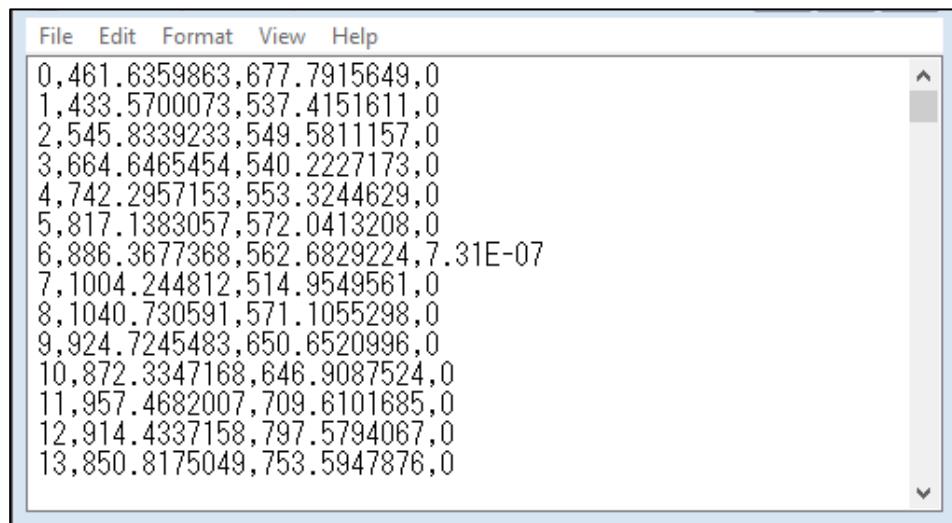


図II-7 計算条件への Case1.cgn ファイルの設定

II.2.3 テキストファイルのデータ形式とインポート

データは、一行にノード番号、X 座標、Y 座標、変数値のみをカンマで区切って記述したテキストファイルです。ノード番号は重複していなければ 1 から始まっていなくてもかまいません。X 座標、Y 座標の単位は m で、右方向、上方向が正です。値は負値でも構いませんので、例えば国土交

通常の平面直角座標系の値をそのまま使うことができます。X座標、Y座標で表されるノードの位置は、計算対象範囲を覆ってさえいれば、整列している必要はありません。



The screenshot shows a window titled "File Edit Format View Help" containing a list of coordinates. The data is organized into columns representing Node Number, X coordinate, Y coordinate, and Z coordinate. The Z coordinate column contains values such as 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, and 13.

Node Number	X	Y	Z
0	0,461.6359863	677.7915649	0
1	1,433.5700073	537.4151611	0
2	2,545.8339233	549.5811157	0
3	3,664.6465454	540.2227173	0
4	4,742.2957153	553.3244629	0
5	5,817.1383057	572.0413208	0
6	6,886.3677368	562.6829224	7.31E-07
7	7,1004.244812	514.9549561	0
8	8,1040.730591	571.1055298	0
9	9,924.7245483	650.6520996	0
10	10,872.3347168	646.9087524	0
11	11,957.4682007	709.6101685	0
12	12,914.4337158	797.5794067	0
13	13,850.8175049	753.5947876	0

図 II-8 テキストデータ形式
(左から、ノード番号、X 座標、Y 座標、変数値)

【インポート】メニューから【地理情報】を選び、適切な変数をクリックし、該当するテキストデータファイルを選択することでデータがインポートされます。

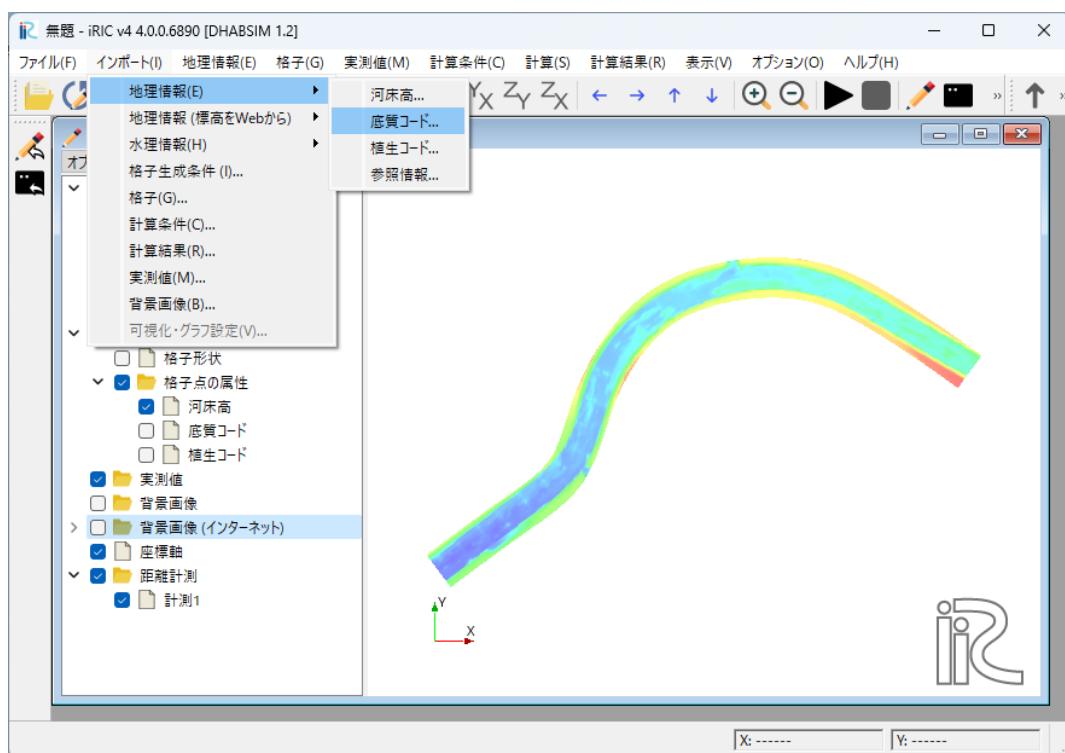


図 II-9 地理情報のインポートメニュー

II.2.4 ポリゴンによるデータの設定

【地理情報】の対象変数を左クリックで選択した後、右クリックメニューで【追加】 - 【ポリゴン】を選ぶことでポリゴンを作成できます。踏査資料や背景画像を参考にしながら植生が存在する範囲にポリゴンを作成していきます。作成が終わったら、植生コードを入力します。なお、ポリゴンが一部重なった場合、オブジェクトブラウザで上層にあるポリゴン（例えば下図ではポリゴン5が最上層）のデータ値が採用されます。

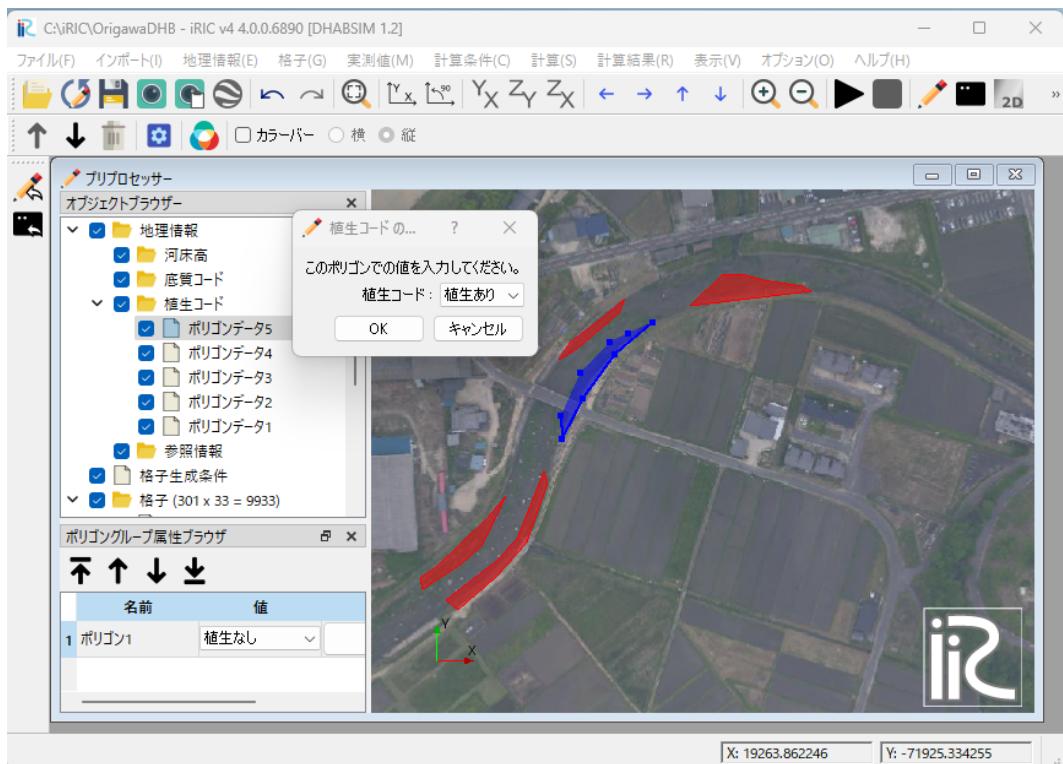


図 II-10 植生ポリゴンの作成と値の入力

ポリゴンはこの例のように iRIC の中で作成することもできますし、座標系が同じであれば ArcGIS 等の GIS ソフトウェアで作成したシェープファイルをインポートすることもできます。変数値はシェープファイルの属性から取ることもできますし、インポート時に指定することもできます。

重要：底質コードがあたえられていない範囲は計算から除外されます。これを応用すれば、計算領域の上下流端など流況計算精度が悪い部分を除外することができます。

II.3 計算条件

必須項目である【ファイル名】（入力データの項で説明済み）の他に、【行動圏】、【流速カテゴリ】、【水深カテゴリ】、【底質カテゴリ】を設定することができます。【底質カテゴリ】の【底質情報の種類の設定】以外の計算条件は、アユ、ウグイ、オイカワ、カワムツ、カマツカ、タナゴ類、フナ類、コイ、ヨシノボリ類、カジカなど中小河川で一般的な魚種と同程度の体長、行動様式を持つ魚類を対象とした評価であれば、規定値のまま変更する必要はないと思います。精度向上や極端に体長や生活様式の違う魚類が生息する河川への適用などの研究目的に使用してください。

メニューバーから【計算条件】 - 【設定】をクリックして【計算条件】画面を開きます。

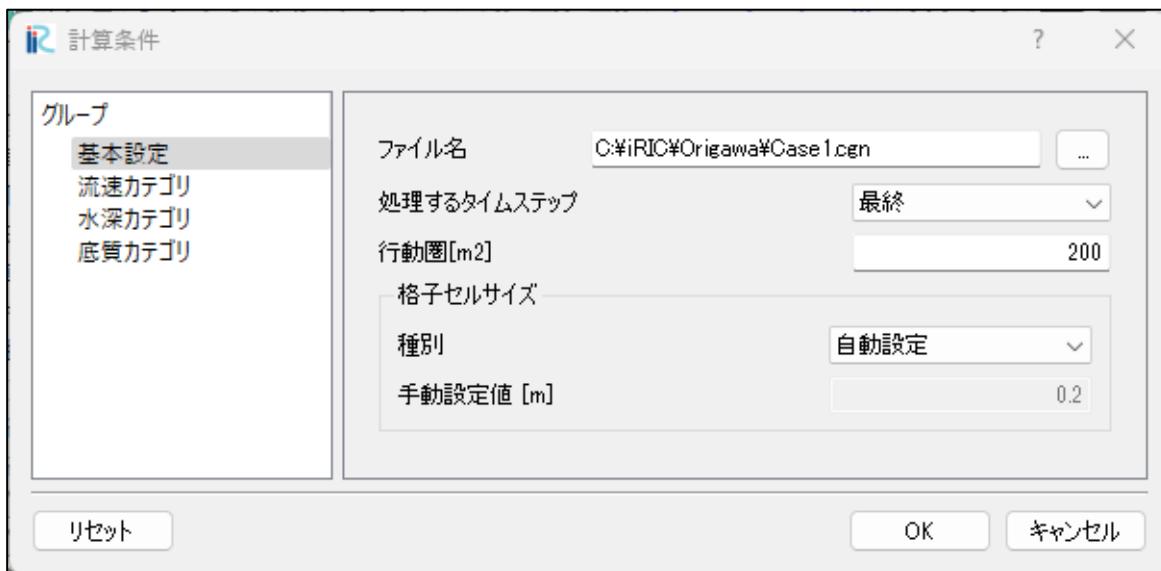


図 II-1-1 計算条件の基本設定

II.3.1 処理するタイムステップ

流況計算ソルバーの Case1.cgn ファイルには通常複数のタイムステップの計算結果が含まれていますが、生息場評価はその最後の時間についてだけ行えばよいことが多いです。規定値の「最終」では、最後のタイムステップについてのみ生息場計算を行います。「全部」を選ぶと全てのタイムステップについて生息場計算を行います。

II.3.2 行動圏

行動圏は Minns の式で計算しています。

$$\ln(A_{hr}) = -2.41 + 1.52 \cdot \ln L \quad A_{hr} : \text{行動圏 } (\text{m}^2), \quad L : \text{魚の体長 } (\text{mm})$$

山口県の中小河川で代表的なカワムツ属とオイカワの成魚を想定した $L=160\text{mm}$ から計算される 200m^2 を既定値としました。行動圏は体長により変化するため、体長の異なる複数魚種を扱う場合、単一値で良いのかどうかが議論になるかと思いますが、この既定値を用いた EED 計算結果が、 250mm 程度以下を主体とし最大 600mm のものまで含む現地魚類調査結果を説明できることを確認していますので、簡易評価手法としては既定値のままで問題ないと考えています。

II.3.3 格子セルサイズ

ここでの格子は、流況計算結果をインポートした際の格子とは異なり、DHABSIM 内部で多様性計算のために生成する正方格子であり、図 II-1 の「測点」のことです。「自動設定」では行動圏を表す円の直径[m]を 10 で割った値（行動圏が 200m^2 の場合は約 1.6m ）となります。手動設定に切り替えることで任意の値に変更できます。複雑な河床地形で水深や流速の変化が激しい場合や、川

幅が小さく 1.6m では横断方向に十分な格子点を生成できない場合には、小さな値を設定してください。ただし、値を小さくすると計算時間が長くなります。

II.3.4 流速カテゴリ

最高流速以上は生息に適さず、最高流速以下で、2つの閾値に分割された3つの流速カテゴリのうち少なくとも1つが摂餌に適した流速、もう1つが休息に適した流速になると想定しています。通常は変更する必要はありません。特殊な魚類を対象にする場合、これらの閾値を変更したくなるかもしれません、別途研究が必要です。

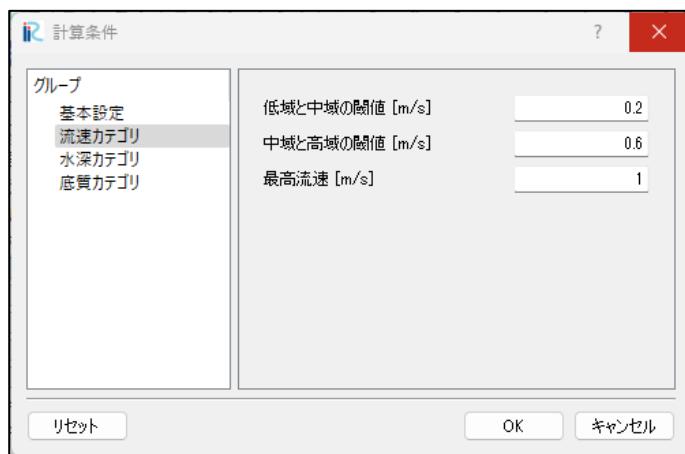


図 II-12 流速カテゴリの設定画面

II.3.5 水深カテゴリ

最低水深以下は生息に適さず、最低水深以上で、2つの閾値に分割された3つの流速カテゴリのうち少なくとも1つが摂餌に適した水深、もう1つが休息に適した水深に該当すると想定しています。通常は変更する必要はありません。特殊な魚類を対象にする場合、これらの閾値を変更したくなるかもしれません、別途研究が必要です。

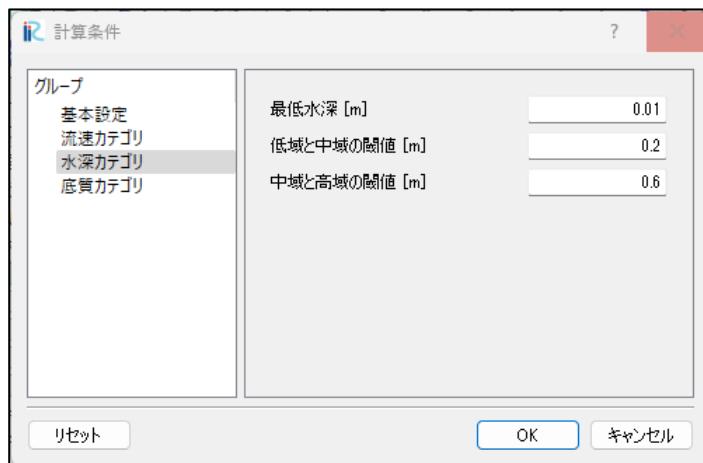


図 II-13 水深カテゴリの設定画面

II.3.6 底質カテゴリ

底質は産卵などの再生産に関係が深いパラメータです。底質カテゴリは、カテゴリ値（1：シルト～砂、2：砂礫～礫、3：石～岩盤）による与え方と底質粒径による与え方が選択できます。既定はカテゴリ値による与え方です。通常、カテゴリ値で与える場合、データはポリゴンで与え、底質粒径で与える場合、データはテキストファイルのインポートにより与えることになります。カテゴリ値で与える場合は、ユーザーが設定するパラメータはありません。

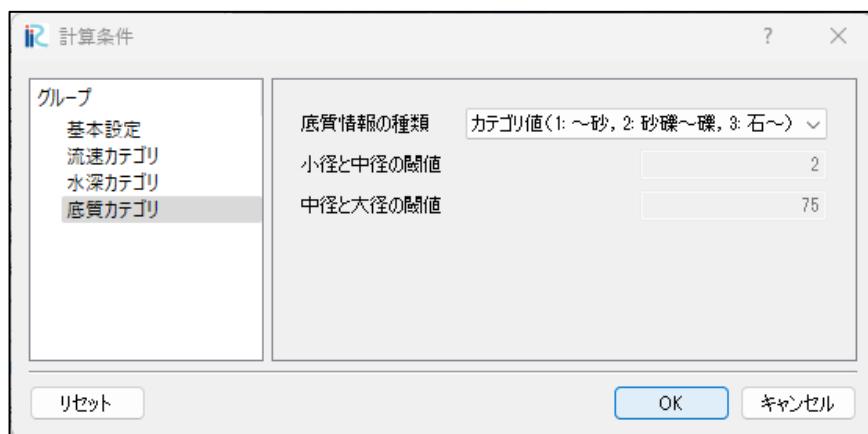


図 II-14 底質カテゴリの設定画面（カテゴリ値モード）

底質粒径で与える場合は、カテゴリを分割する閾値を設定できます。既定値は2mmと75mmで、カテゴリ値の区分と同じになります。通常は変更する必要はありません。特殊な魚類を対象にする場合、これらの閾値を変更したくなるかもしれません、別途研究が必要です。

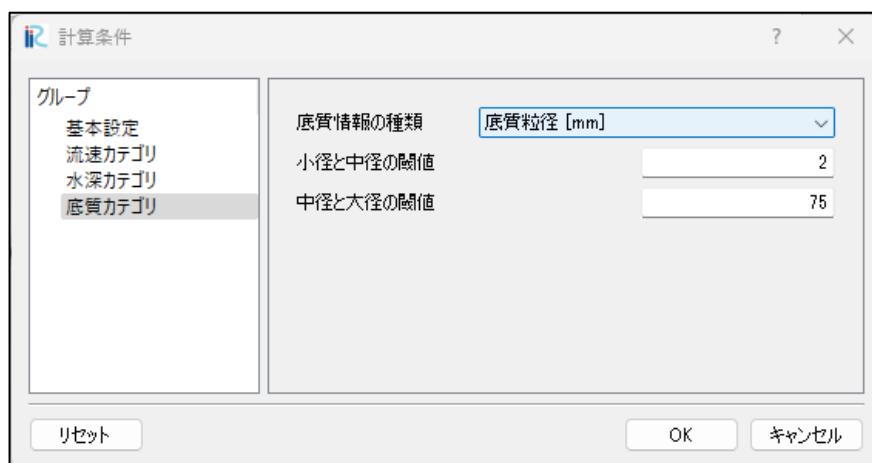


図 II-15 底質カテゴリの設定画面（底質粒径モード）

II.4 計算結果

メニューバーの【計算】→【実行】，もしくはツールバーの▶をクリックし、計算を実行します。計算終了すると、ソルバーコンソールに下図の情報が表示されます。

表 II-2 ソルバーコンソールに表示される変数

出力変数名	説明
Number of effective node	水が存在する格子点の数 注：ここで格子点は、流況計算結果をインポートした際の格子点とは異なり、DHABSIM 内部で多様性計算のために生成された正方格子です。
Effective area [m2]	計算領域の水面積
Average eco-environmental diversity	水が存在する範囲の生態環境多様性指数(EED)の平均値

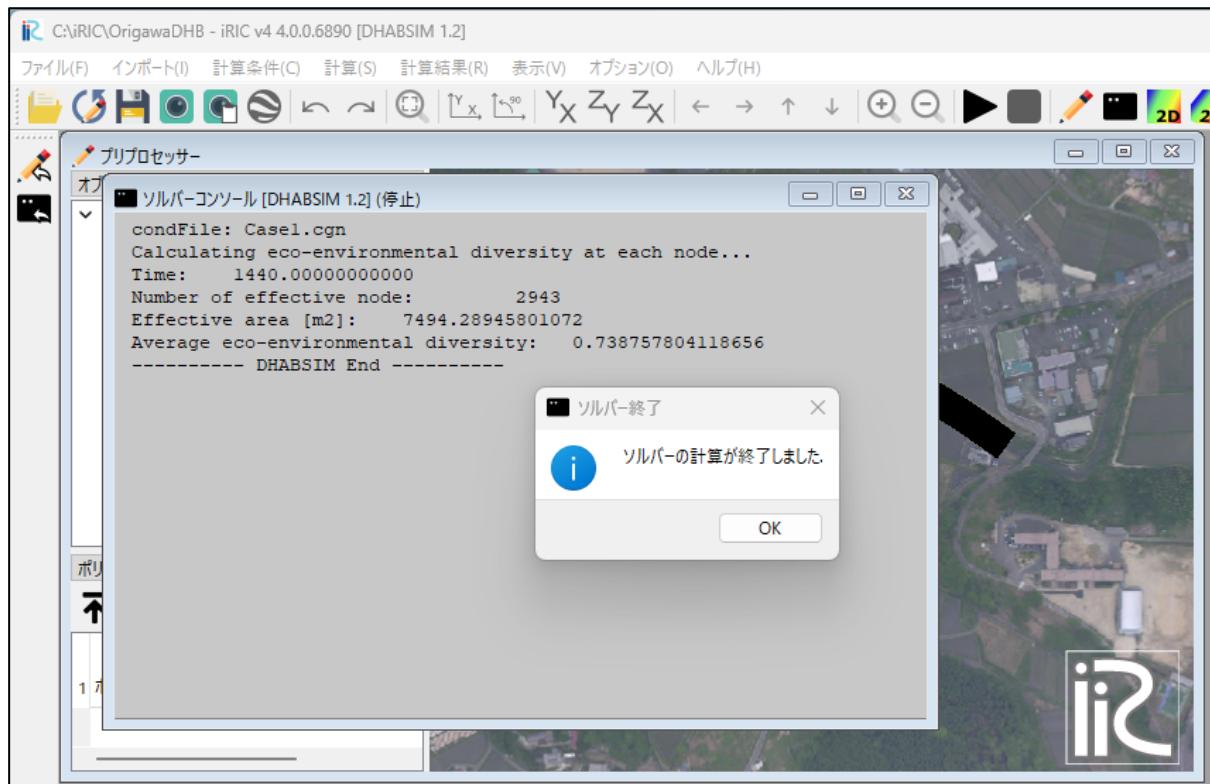


図 II-16 ソルバーコンソール

また、計算結果として可視化ウインドウに以下が表示されます。

表 II-3 可視化ウインドウで確認できる変数

出力変数名	説明
【DHABSIM 1.x.x 格子】 – 【iRICZone】内の各種変数	流況計算ソルバーで計算された項目のうち、DHABSIM の計算に使用される Depth, Velocity(magnitude)の他、Elevation, Velocity ベクトル, 流線などがインポートされている。
【DHABSIM 1.x.x】 – 【EvaluationPoints】 – 【スカラー】内の Diversity	格子点の EED。EED が 0.1 増加すると、生息する魚種が約 1 種増加する可能性がある。また EED が 0.8 程度以上であれば、目視でも多様な環境に見えることが期待される。

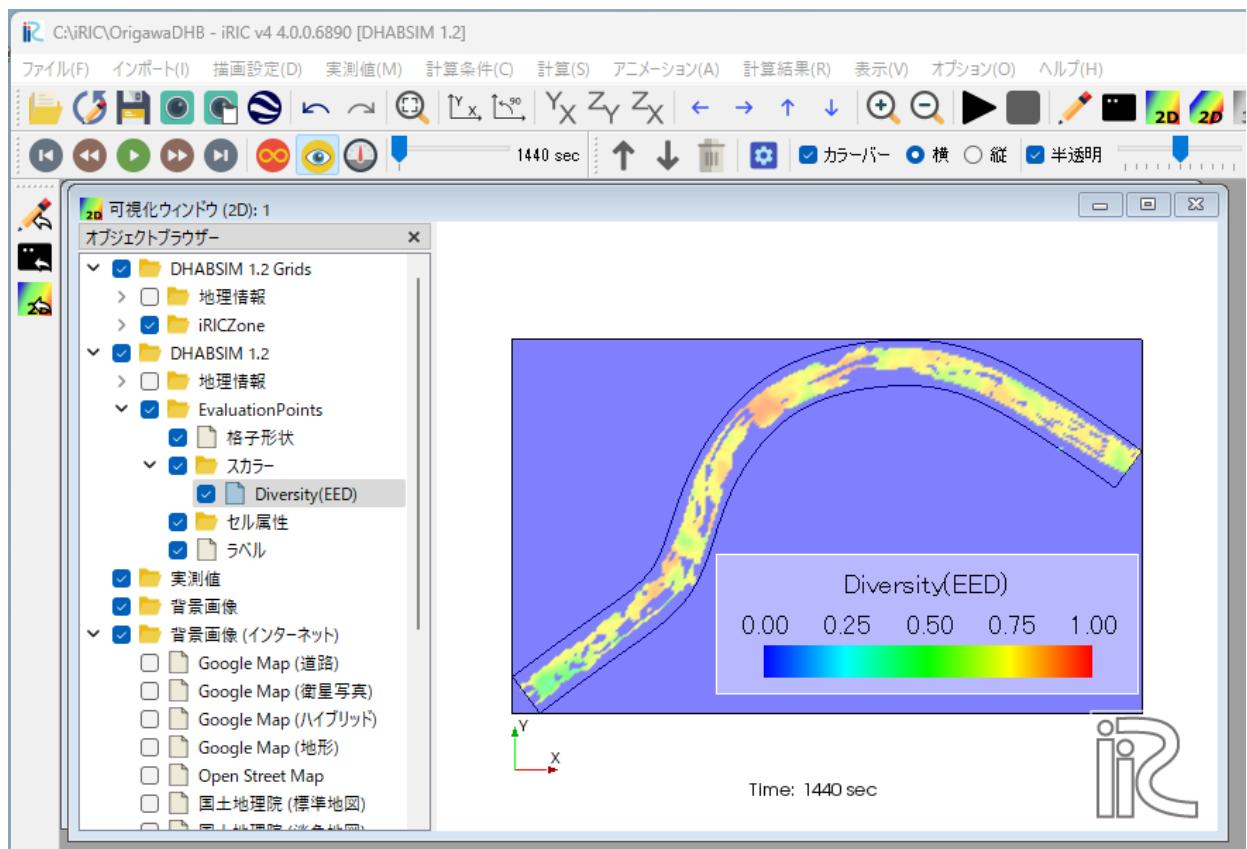


図 II-17 計算結果（生態環境多様性指数 EED）

本計算例では、EED 平均値は 0.74 で目視でも多様な環境と見える 0.8 に近く、生息場としてまずまず良いことがわかります。また、画面左端などの EED が緑の部分が他の部分と比べて多様度が小さく、巨石の配置など、手を加える余地があることがわかります。

なお、生息場評価手法全般に言えることですが、評価値（DHABSIM の場合は EED）の絶対値の精度、確度はかならずしも高くありません。設計段階で改修前後の EED を計算し、EED が改修前より高くなるように設計にフィードバックするなどの相対的な利用がより望ましいと思います。

DHABSIM を活用することで、魚類等の知識の少ない河川設計技術者でも、魚類生息場環境が少しでも良い方向に進むような河川改修を行うことができるようになることを期待しています。

III. 文献

- 1) Clair Stalnaker, Berton L. Lamb, Jim Henriksen, Ken Bovee, John Bartholow: The instream flow incremental methodology; A Primer for IFIM, National Ecology Research Center, National Biological Survey, 99pp, 1994.
- 2) 川那部浩哉,宮地伝三郎,森主一,原田英司,水原洋城,大串竜一:遡上アユの生態 とくに淵におけるアユの生活様式について,京都大学理学部, 生理・生態学研究業績第 79 号,37pp, 1956.3.
- 3) 伊藤浩文, 関根雅彦, 中村好希, 神野有生, 山本浩一, 樋口隆哉, 今井剛:中小河川における魚類生息場評価のための生態環境多様性指数の提案, 土木学会論文集 G (環境) ,72(1), 1-11, 2016.
- 4) 松永晋平, 関根雅彦, 加藤琢己: DHABSIM を用いた島田川における河川浚渫が魚類生息場に与える影響予測評価, 河川技術論文集, 26, 349-354, 2020.
- 5) Charles K. Minns: Allometry of home range size in lake and river fishes, Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 52, 1499-1508 1995.

IV. 【ご利用にあたって】

- 本ソフトウェアを利用した成果を用いて論文、報告書、記事等の出版物を作成する場合、本ソフトウェアを使用したことを適切な位置に示してください。
- iRIC サイトで提供している河川の地形データなどはサンプルデータであり、実際のものとは異なる場合があります。あくまでもテスト用としてご試用下さい。
- ソースコードの著作権は、山口大学大学院創成科学研究科 関根研究室が保持します。なお、DHABSIM は JSPS 科研費 24560666 に基づく研究の成果物です。
- ご感想、ご意見、ご指摘は <http://i-ric.org> にて受け付けております。

iRIC Software **DHABSIM Solver Manual**

執筆者 関根雅彦（山口大学）
編集者 大石哲也（土木研究所）

協力 (株) River Link
(株) みずほ情報総研