

10

HSI モデル作成の意義

HSI モデルは、野生生物の生息環境を定量的に評価するための指標 HSI (Habitat Suitability Index) を算出するためのモデルです。具体的には、ある場所の環境が対象とする生物にとって生息適地かどうか判断するために使われます。HSI モデルを利用すれば、野生生物の生息環境を定量的に把握することが可能になります。

近年、野生生物の生息環境が急激に悪化しており、その結果として、人類が水や空気や食料などの生態系サービスを得るために必要な生物多様性も急速に損なわれつつあります。そのため、現在、生物多様性を保全する取り組みが急ピッチですすめられており、その一つに生物多様性評価指標の作成があげられます。生物多様性評価指標とは、遺伝、種、生態系のレベルで、地域の自然の多様性を評価するための指標です。このような状況の中で、HSI モデルは生物多様性を評価するための一つの指標としての役割を担うと考えられています。

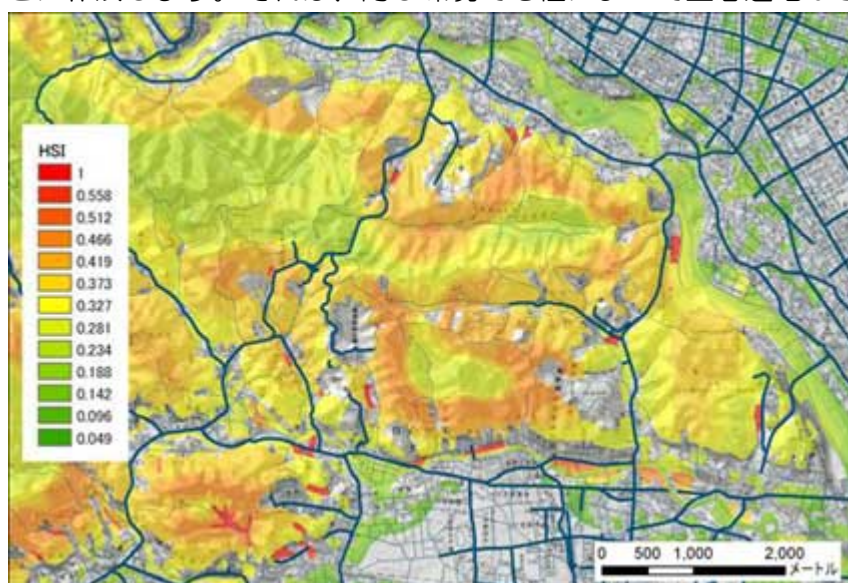
HSI モデルの特徴は、モデルの構築に際してその根拠を調査員による判断 (BPJ) としていることです。長年の調査で得られた野生生物に対する知見を、HSI モデルによって数値化し、その結果を地図上で見ることができます。HSI モデルを利用して、野生生物の生息環境、生態系、生物多様性の保全に役立てられます。

HSI モデルとは？

その場所がその種にとって生息適地かどうかは、0 (不適) ~ 1 (最適) で数値化され、その数値を HSI (Habitat Suitability Index, 生息環境適正指数) と呼びます。

HSI モデルは、対象とする種ごとに作成します。それは、同じ環境でも種によって生息適地かどうかは異なるためです。例えば水田はカエルにとっては生息適地ですが、リスにとっては生息適地ではありません。逆に、森林はリスにとっては生息適地ですが、カエルにとっては生息適地ではありません。

HSI モデルを作成すればそれを地図で見るようになります。右の地図は、ヤマアカガエルの HSI モデルを地図に示したものです。赤い部分 (HSI=1)



ヤマアカガエルの HSI を地図に表示

が生息適地で、白い部分(HSI=0)が生息不適地になります。このように、生息適地かどうかを基準に地図を色分けするためのルールが HSI モデルだということができます。

※HSI=1 の厳密な定義は、「対象とする生物が、その地域において生存可能な最大個体数（環境収容力）を維持できる環境」と同レベルの環境ということです。

また、環境収容力と HSI は正の相関があることが前提になっています。例えば、ある地域の環境収容力が 4 個体で、ある地域内のある場所の HSI が 0.5 の場合、そこには 2 個体が生息可能と考えます。

HSI モデルの構築方法

HSI モデルは、以下の 4 ステップで作成します。

1.環境要因または生息（必須）条件…対象とする種の生息適地、不適地はどんな条件の場所かを考える。

例. ヤマアカガエルにとって、森林から近い場所は、生息適地だ。

例. ヤマアカガエルカエルにとって、森林から近くても産卵場所がなければ不適地だ。

2.ハビタット変数…環境要因を、数値で表現できる変数に置きかえる。

例. 森林から近いかどうか→森林からの距離 V1

例. 産卵場所があるかどうか→土地利用のタイプ V2

3.SI(Suitability Index)ハビタット変数ごとに生息環境としての適正を 0(不適)～1(最適)で設定する。

森林からの距離 V1	SI	土地利用のタイプ V2	SI
0～50m	1.0	水田	1.0
50～100m	0.8	森林	0.3
100～1000m	0.4	市街地	0
1000m～	0	その他	0.1

4.HSI (Habitati Suitability Index 生息適正指数) …複数の SI を統合して、生息地の適正を表す 1 つの値にする。

例. $HSI = V1^{1/2} \times V2^{1/2}$

以上が、HSI モデルの作り方です。ただし、実際には各手順を詳細に検討する必要があります。

具体的には、まず、ステップ 1 の環境要因の選定では「エサ条件」「繁殖条件」「カバータイプ条件」といった生息を制限する要因を、ライフステージ、地域、季節ごとに検討します。次に、ステップ 2 のハビタット変数の設定では、環境要因を的確に数値で表現でき、さらにそのデータが必要な範囲で準備できる変数を設定。さらに、ステップ 3 の SI 値の設定では、既往研究論文の収集や専門化へのインタビュー、または現地調査などを行って、対象となる種とハビタット変数の関係を正確に関連づけなければなりません。そしてステップ 4 の HSI の算出では、ハビタット変数同士がどのような関係にあるかを検討して、それによって、算術平均、幾何平均、限定要因法、加算要因法などを使いわけることが必要となってきます。

HSI モデルの特徴

HSI モデルの特徴は、3 つあります。

BPJ を重視したモデル構築

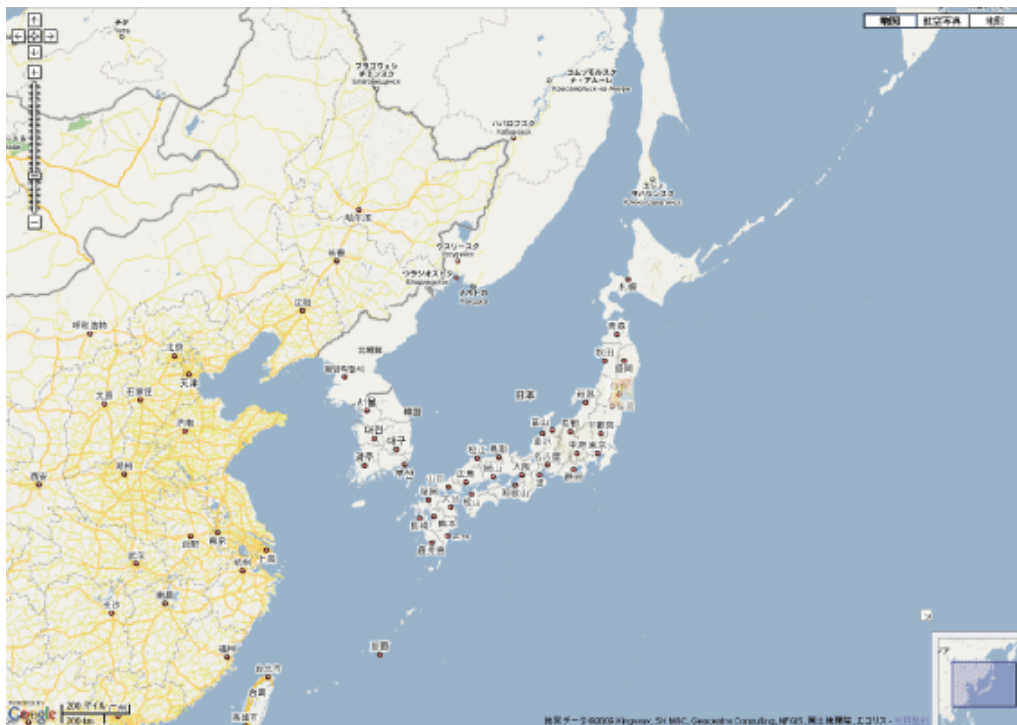
HSI モデルの作成には、既往研究論文を収集して分析を行ったり、実際に現地調査をして収集したデータによる統計解析や専門家へのインタビュー調査といった作業が必要です。この HSI モデルでは専門家による判断（Best Professional Judgment, BPJ）を特に重視しました。生き物に関して経験豊富な専門家の知見を集約したものを BPJ として HSI モデルを作成します。

HSI の結果を地図で確認

HSI モデルは、それだけではモデルを示した文章に過ぎません。それを実際の環境に適用し、HSI の結果を地図に示すことによって、はじめて現状を把握することができます。そこで HSI モデルでは、モデルを作成したすべての種の結果を地図上で確認できるようにしました。これにより、関心のある地域がある生き物にとっての生息適地かどうかを簡単に把握することが可能です。

一般公開データのみを利用

ハビタット変数には一般公開されているデータだけで適用できるものを選定しました。その理由として、まず公開データは広域に整備されており、HSI の結果を広範囲に地図で示すことができること、もう一つは、現在あるデータだけで HSI モデルを作成することが多くの人に現状を把握してもらうために重要だと考えたためです。また、このことにより GIS を使えば誰でも HSI モデルを再現でき、検証も可能となりました。



Google Maps で確認可能

HEP への展開

HEP とは

HEP とは、Habitat Evaluation Procedure の略で、直訳すると生息環境評価手続きという意味になります。もう少し具体的にいうと、地域の生態系を保全するために、野生生物の生息環境を「質×空間×時間」の視点で定量的に評価し、その結果を利用して合意形成をはかっていく、このような一連の手続きを HEP と呼びます。

HSI モデルとの関係

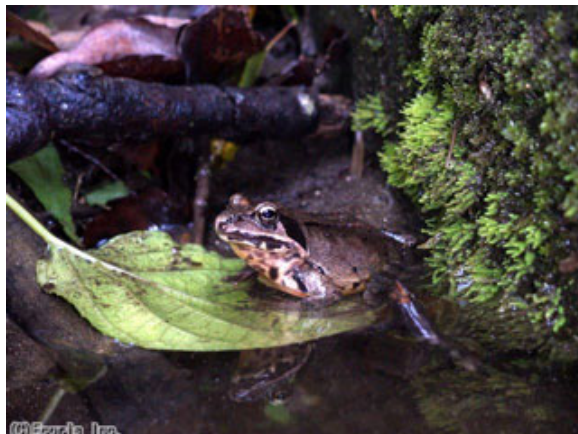
HEP において、生息環境の評価は「質」「空間」「時間」の視点で定量的におこなわれます。どれくらいの「質」の環境が、どれくらいの「空間」に広がっていて、それが「時間」とともにどのように変化するかを数値で算出します。HSI モデルは、そのなかの「質」の部分を算出するために利用されます。

HSI モデルと HEP

HSI モデルでは、HSI の結果を地図上で確認できるので、HEP における「質」と「空間」を視覚的に把握することが可能です。さらに、今後、ハビタット変数に使用されているデータが更新されて、以前の結果と比較できるようになると「時間」による変化も見ることができるようになります。また、HSI モデルを使って、実際に HEP の数値を算出することも可能です。そのためには GIS を使って自分で算出しなければなりませんが、HSI モデルの計算に必要なデータはすべて一般公開されているデータなので、誰でも HEP に展開させることができます。

四日市市を対象として「ヤマアカガエル HSI モデル」を作成する

ヤマアカガエルの生態



ヤマアカガエル 学名 *Rana ornativentris*

ヤマアカガエル (*Rana ornativentris*) は、体長 4~7cm ほどの両生類の一種である。本州、四国、九州、佐渡島に分布する。成体は、平地から山地の森林とその周辺の田んぼに生息する。2~6 月には、水田や溪流部の止水、池や沼、湿地などの、浅くて日当たりの良い場所で産卵する。6~8 月ごろにオタマジャクシから変態し、冬には溝や水田の水底の泥の中、土などで冬眠する。幼生は雑食で、落ち葉や水生昆虫などを餌にし、成体は動物食で、昆虫、ミミズ、ナメクジ、貝などを餌にする。また、アナグマ、イタチ、サギ類などに捕食される。

環境要因の選定 (BPJ)

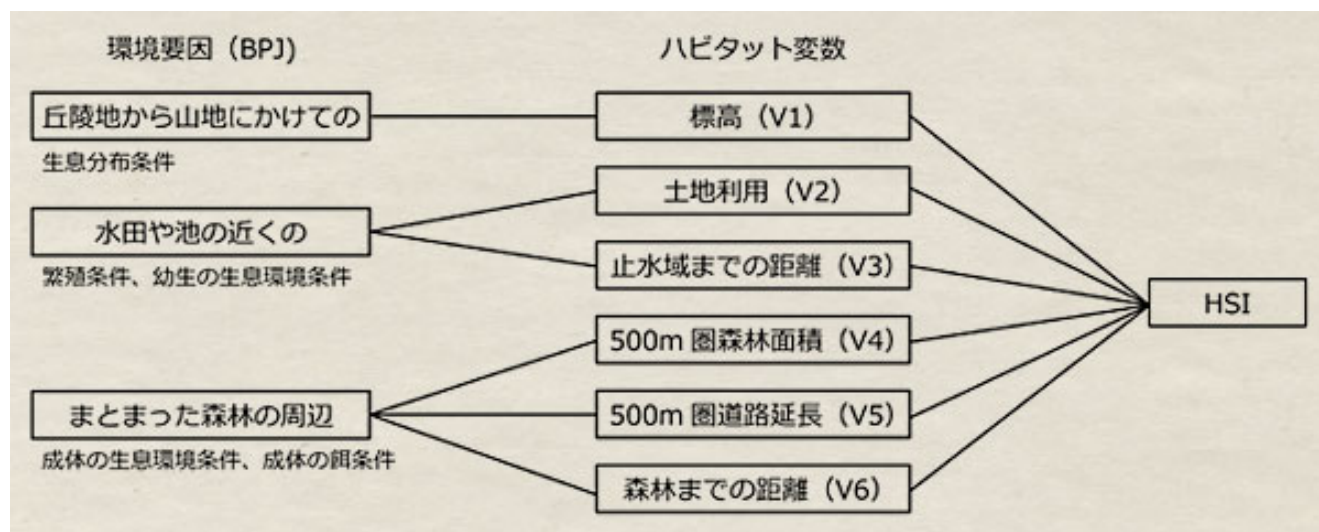
「丘陵地から山地にかけての、水田などの止水域に近い、まとまった森林の周辺」

ヤマアカガエルは、平地から山地までの広範囲に生息するが、平地よりも丘陵地から山地にかけての方がより多く確認される。ただし、標高が高すぎても、生息数は減少する。

日当たりが良く浅い止水域である水田は、ヤマアカガエルにとって最も産卵に適した環境である。産卵に適した止水域からの距離が近い場所ほど、成体にとって良い条件である。また、当然ながら幼生（オタマジャクシ）の生息環境としても止水域は必須である。

非繁殖期の成体は森林内を生息環境とし、そこで昆虫やミミズなどを捕食する。そのため、行動圏の範囲以内の距離に森林が存在する必要がある。また、まとまった面積の森林は、生態系が豊かで、良質な生息環境が多く存在する。ただし森林が道路によって分断されていると、移動阻害となり条件が悪くなる。

ハビタット変数の設定



BPJ による生息条件とハビタット変数の関係

SI 値の設定

V1：標高

標高を、平地、丘陵地、山地などの地形を表す変数とする。丘陵地（標高 50～1500m）は、生息適地であるため SI=1.0 と設定。

標高 1500m 以上の山地は、生息適地ではないが生息可能であり、SI=0.5 と設定。

標高 50m 未満は、生息不適地なので SI=0.0 と設定。

標高	SI
0～50m	0.0
50～1500m	1.0
1500m～	0.5

V2：土地利用

土地利用を、水田や池などの止水域の種類を表す変数とする。

水田は産卵環境として適しているため、水田を SI=1.0 と設定。

放棄水田は産卵環境として不適な場合が多いが、産卵できる環境が局所的にある可能性があるため、放棄水田を SI=0.3 と設定。

池は岸際の平らで浅い箇所に産卵する場合があるので、池を SI=0.3 と設定。

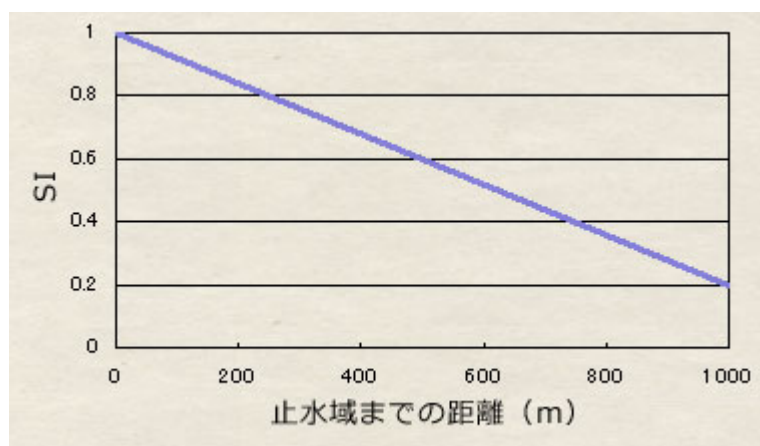
市街地には産卵しないものと仮定し、市街地を SI=0 と設定。

これら以外の環境には産卵場は非常に少ないと仮定してその他を SI=0.1 と設定。

土地利用	SI
水田	1.0
放棄水田（休耕田）	0.3
池	0.3
市街地	0
その他	0.1

V3：止水域までの距離

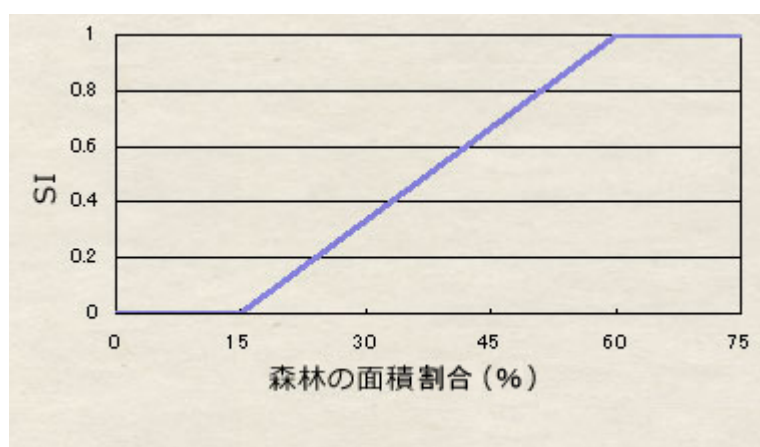
V2 の内、水田、放棄水田、池を止水域とし、そこからの距離を変数とする。止水域はヤマアカガエルにとって理想的な産卵環境であり、成体にとっては森林が止水域に接しているのが理想的な生息環境であるため、距離 0m を $SI=1$ と設定。また前述の通り止水域以外にも産卵環境は存在するので、ヤマアカガエルの分散能を考慮して、距離 1000m を $SI=0.2$ と設定。1000m 超は $SI=0$ 。



V4：500m 圏森林面積割合

半径 500m 圏森林面積をまとめた森林を表す変数とする。森林面積が 60%以上を占める環境は、まとめた森林が存在し、ヤマアカガエルの生息適地である。そこでこれを $SI=1.0$ と設定。

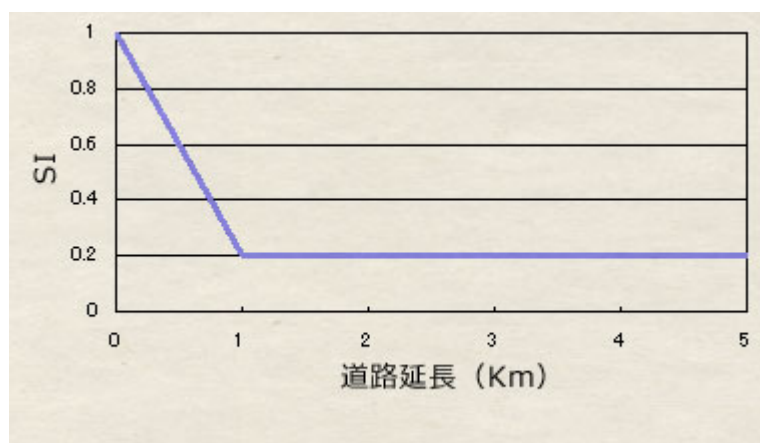
まとめた森林がほとんど存在しない 15%未満の環境は $SI=0$ と設定。



V5：500m 圏道路延長

500m 圏道路延長を、どれだけ森林が分断されるかを表す変数とする。半径 500m 圏を分断する最短の道路延長である 1km を、 $SI=0.2$ と設定。

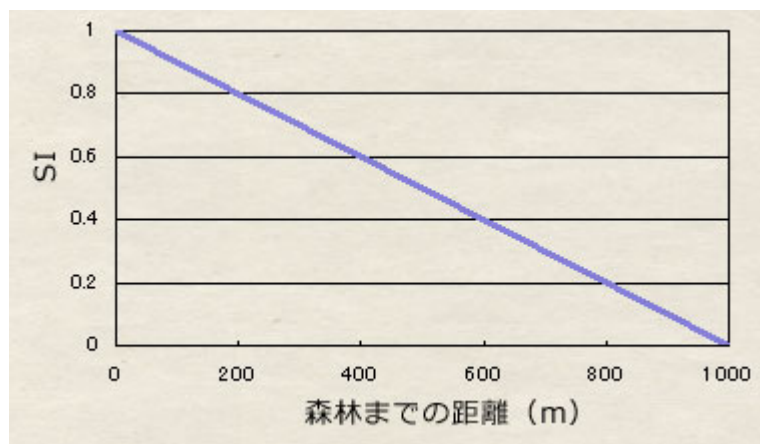
逆に道路がなければ移動障害となる障害物がないということで、道路延長が 0km を $SI=1.0$ と設定。



V6：森林までの距離

産卵場が森林と接しているのが理想的な産卵環境であるため、距離 0m を $SI=1$ と設定。

ヤマアカガエルの産卵地からの移動距離は 1000m 以上という報告があるが、距離 1000m を $SI=0$ と設定し、それ以上も $SI=0$ 。



HSI の算出計算式

$$HSI = V1^{1/6} \times V2^{1/6} \times V3^{1/6} \times V4^{1/6} \times V5^{1/6} \times V6^{1/6}$$

$V1 \sim V6$ の幾何平均を用いる。

公開利用データ

SI	SI 値の設定項目	必要データ	名称	ダウンロード先
V1	標高	標高 (DEM)	数値標高モデル	3
V2	土地利用	土地利用	植生図	1
V3	止水域までの距離	水田、池、放棄水田	植生図	1
V4	500m 圏 森林面積	森林面積	森林	2
V5	500m 圏 道路延長	道路延長	道路延長・道路密度	2
V6	森林までの距離	森林の範囲	森林	2
—	その他	四日市市の行政界	基盤地図情報	3
—	//	行政界メッシュ		自作
—	//	範囲		自作

- 1 環境省 自然環境局 生物多様性センター

<http://www.biodic.go.jp/>

- 2 国土数値情報 ダウンロードサービス

http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/gml_datalist.html

- 3 国土地理院 基盤地図情報 ダウンロードサービス

<http://www.gsi.go.jp/kiban/etsuran.html>

ID : DN42183S 、 PASS : SF9LIif

解析用データの準備

<V2,V3 用の土地利用データの例>

- (1) 自然環境保全基礎調査の植生調査情報提供サイトから第6回・第7回調査の植生図データをダウンロードする



- (2) データに地理座標系（JGD2000、緯度経度）を定義後、平面直角座標系第6系に投影変換する
- (3) 複数のデータを利用する場合は、データの統合（マージ）と統一化（ディゾルブ）を行い、四日市市を包括する「範囲」ポリゴンで切り抜き（クリップ）、「植生図」レイヤを保存する
- (4) 植生図データのフィールド（Hanrei_N）に次の土地利用形態があることを確認する
水田雑草群落、放棄水田雑草群落、市街地、開放水域
(このうち、開放水域には川も含まれるので除く → エディタで川を削除して池だけにする)
- (5) 開放水域のみのレイヤを作成し、そのレイヤから川だけをエディタで削除し、池データのみのレイヤを作成する



- (6) 池レイヤと植生図レイヤを[ジオリファレンス]ー[ユニオン]して OBJECTID にユニークな値をつけ（これはユニオンで自動的につけられる）、池に該当する Hanrei_N フィールドが「開放水面」になっているのを「開放水面（池）」と修正する。

メッシュレイヤの作成

(1) 解析範囲(四日市市内)を微小区画(一辺が〇m の格子)に区分するためのメッシュレイヤを一つ選択

レイヤ名	実測サイズ	備考
メッシュ 10m	10m×10m (100m ²)	精細だが非常に処理時間がかかる
メッシュ 50m	50m×50m (2,500m ²)	処理時間は 100mメッシュの 4 倍以上必要
メッシュ 100m	100m×100m (10,000m ²)	精度はアバウトだが処理時間は速い

(2) 解析範囲だけのメッシュを作成

①空間検索

メニューから[選択]―[空間検索]

選択方法：新規選択セットの作成

ターゲットレイヤ：「メッシュ 100m」 ⇒ 今回は「メッシュ 100m」を選択する

ソースレイヤ：「行政界」

空間選択方法：ソースレイヤフィーチャと交差する

②検索されて選択された部分のレイヤを作成

「メッシュ 100m」レイヤを右クリック―[選択]―[選択フィーチャからレイヤを作成]



③エクスポート

「メッシュ 100mレイヤ_選択」レイヤを右クリック―[データ]―[データのエクスポート]

エクスポート：すべてのフィーチャ

座標系の選択：レイヤのソースデータと同じ座標系

④出力フィーチャクラスと保存

 をクリックし、 もクリック

名前：「行政界メッシュ 100m」

ファイルの種類：ファイル/パーソナルジオデータベースフィーチャクラス

保存後、OK で「行政界メッシュ 100m」ベクタデータ完成

(3) メッシュラスタの作成

①ベクタデータをラスタ化

[ArcToolbox]―[変換ツール]―[ラスタへ変換]―[ポリゴン→ラスタ]

入力フィーチャ：「行政界メッシュ 100m」

値フィールド：OBJECTID

出力ラスタデータセット：「行政界メッシュ 100m_PolygonToRaster」

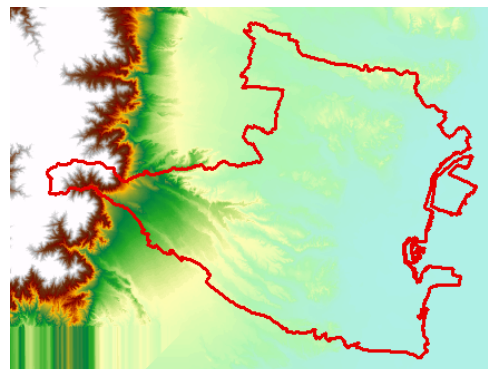
セルサイズ：100m の場合は、"100"

V1：標高

(1)四日市市の標高区分を確認

「V1_標高」ラスタを右クリック―[プロパティ]―[シンボル]―[分類]で 3 段階の色分け

問 1.四日市市は、標高が何メートルから何メートルの範囲内にあるか？



(2)標高値のテーブル出力

①ゾーン統計をテーブルに出力

[ArcToolbox]―[Spatial Analyst ツール]―[ゾーン]―[ゾーン統計をテーブルに出力]

入力ラスタ、またはフィーチャゾーンデータ：「行政界メッシュ 100m_PolygonToRaster」

ゾーンフィールド：Value

入力値ラスタ：「V1_標高」ラスタ

統計情報の種類：MEAN（＝平均値）

②テーブル出力

「ZonalSt_V1」で保存

(3)テーブルで SI 値の計算

①「ZonalSt_V1」に V1_SI フィールドを作成

名前：V1_SI

タイプ：Float

②SI 値の入力

右上表を参考にして、MEAN フィールドを標高値で属性検索

検索で選択されたレコードへ V1_SI フィールドで フィールド演算して SI 値を入力

区分	標高	SI
平地	0～50m 未満	0.0
丘陵地	50～1500m 未満	1.0
山地	1500m～	0.5

問 2.山地の区分はどう処理すればよいか？

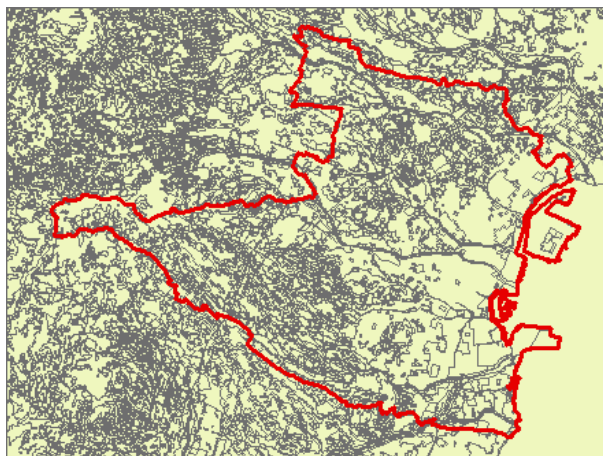
③テーブルデータのフィールド整理

「ZonalSt_V1」を右クリック―[プロパティ]―[フィールド]

表示フィールドを OBJECTID と V1_SI のみに設定

V2：土地利用

(1) 「V2_土地利用」レイヤを ArcMap に追加する（または、レイヤがあることを確認する）



(2) 「V2_土地利用」レイヤの属性テーブルにフィールド追加

フィールド名：V2_1000SI *¹ 注* 1：SI 値を 1000 倍して小数点がつからないように配慮

問3.フィールドタイプは何にすべきか？

(3) SI 値を入力

①下表の5つの土地利用形態を属性検索する

土地利用	データの属性名 (HANREI_I)	V2_SI	V2_1000SI
水田	水田雑草群落	1.0	1000
放棄水田（休耕田）	放棄水田雑草群落	0.3	300
池	開放水域（池）	0.3	300
市街地	市街地	0	0
その他	上記以外の全部	0.1	100

②水田～その他まで属性検索すると、「V2_土地利用」レイヤの「V2_1000SI」フィールドに該当する SI 値を入力

問4.V2_1000SI フィールドに上表の“100”を入力するレコードの検索式を考えなさい。

(4) ベクトルデータの「V2_土地利用」レイヤをラスタデータに変換

①[Arctoolbox]―[変換ツール]―[ラスタへ変換]―[ポリゴン→ラスタ]

入力フィーチャ：「V2_土地利用」

値フィールド：V2_1000SI

出カラスタデータセット：「V2_土地利用_PolygonToRaster」

セルサイズ：10

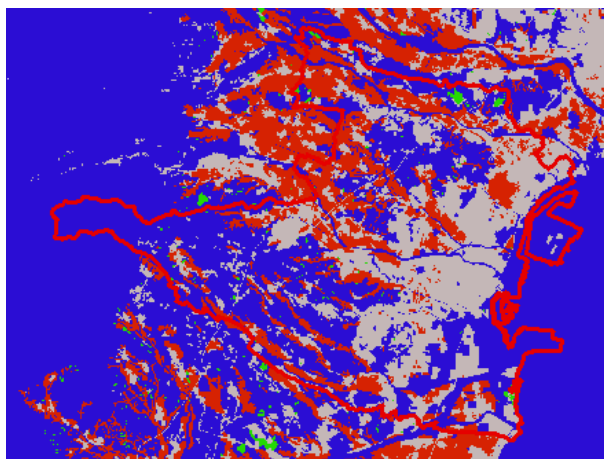
②最下段の「環境…」ボタンをクリック

処理範囲：デフォルト→レイヤ範囲に一致

ラスタ解析：セルサイズ 「入力データの最大セルサイズ」→「以下の指定に一致」

1→10

③OK ボタンをクリック

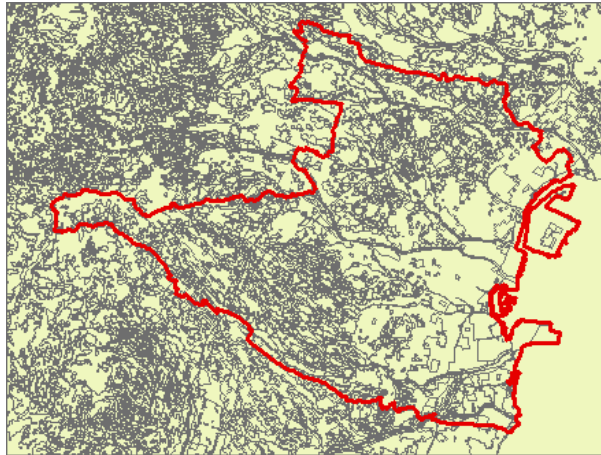


(5) 「V2_土地利用_PolygonToRaster」の属性テーブルで SI 値を元に戻す

問5.V2_SI 値を求めるための手順を考えなさい。

V3：止水域までの距離

(1) 「V2_土地利用」レイヤを ArcMap に追加する（または、レイヤがあることを確認する）



(2) 止水域レイヤを作成する

① 「V2_土地利用」レイヤで「水田」、「放棄水田」、「池」を一括して属性検索

問6.一括して属性検索する演算式を考えなさい。

② 「V2_土地利用」レイヤを[右クリック]—[選択]—[選択フィーチャからレイヤを作成]

③ 「V2_土地利用 選択」レイヤを[右クリック]—[データ]—[データのエクスポート]でファイル名を「V3_止水域」として保存

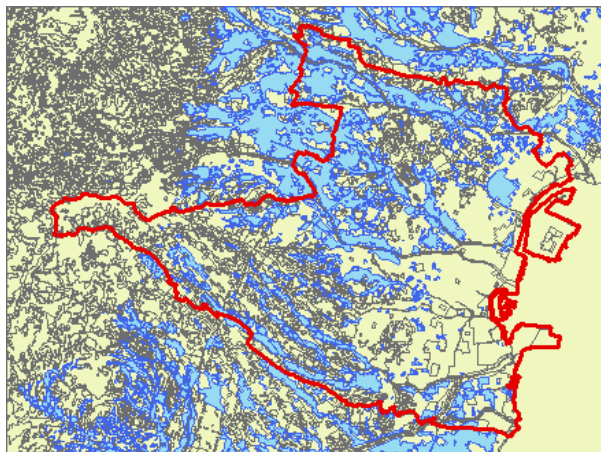
エクスポート：すべてのフィーチャ

出力フィーチャクラス：右側のをクリックし、もクリック

名前：「V3_止水域」

ファイルの種類：ファイル/パーソナルジオデータベースフィーチャクラス
として保存

③ 「マップにレイヤとしてエクスポートデータを追加」するは「はい」



(3) 止水域からの距離をラスタで表現する

①[Arctoolbox]—[SpatialAnalyst ツール]—[距離]—[パスの距離]

②入カラスタ、またはフィーチャソースデータ：V3_止水域

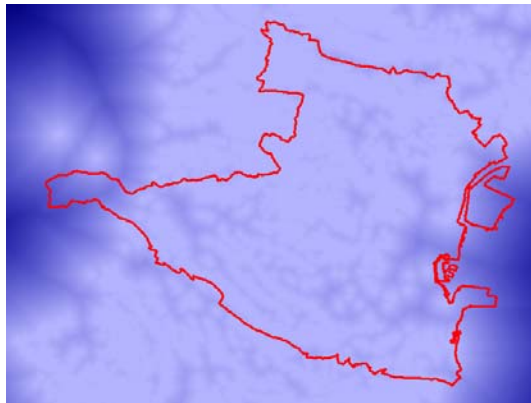
出力コスト距離ラスタ：PathDis_V3

③最下段の「環境…」 ボタンをクリック

処理範囲：デフォルト→レイヤ範囲に一致

ラスタ解析：セルサイズ 「入カデータの最大セルサイズ」 → 「以下の指定に一致」

1→10




(4) ラスタレイヤの属性テーブル表示

「PathDis_V3」 ラスタレイヤの属性テーブルが見られるように整数化

①[Arctoolbox]—[SpatialAnalyst ツール]—[算術演算]—[Int]

②入カラスタ、または定数値 1：PathDis_V3

出力ラスタ： 出力フィーチャクラス：右側の  をクリックし、  もクリック

名前：V3_止水域までの距離、ファイルの種類：ラスタデータセット

(6) SI 値を計算する

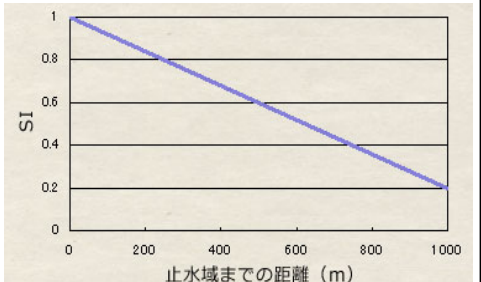
①「V3_止水域までの距離」レイヤの属性テーブルに「V3_SI」フィールドを追加

フィールド名：V3_SI、

タイプ：Float

②「V3_SI」フィールドにフィールド演算式を入れて計算

問 7.属性検索の方法とフィールド演算式を考えなさい。



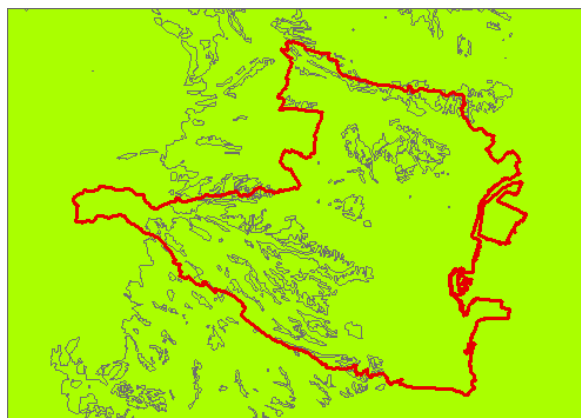
V4 : 500m 圏森林面積

(1) 「V4_森林」レイヤを ArcMap に追加 ←レイヤが「森林だけ」のベクトルデータであることに注意



(2) 四日市市を囲む範囲について、森林と森林以外のポリゴンを作成

- ① 「V4_森林」レイヤと「範囲」レイヤがあることを確認（無いレイヤは ArcMap へ追加）
- ② ArcMap のメニューから[ジオプロセッシング]―[ユニオン(Union)]で 2 つのレイヤを合体
入力フィーチャ : 「V4_森林」レイヤと「範囲」レイヤ
出力フィーチャ : 「V4_森林_Union」



③ できた「V4_森林_Union」レイヤの属性テーブルを下表にならって整理

森林ベクタ

	OID *	Shape *	名前	Forest	Shape_Length	Shape_Area
	1	Polygon	森林以外	0	787806.125659	461628580.489983
	2	Polygon	森林	1	763205.659859	218923252.594865

問 8 .なぜ、森林と森林以外のポリゴンを作成する必要があったのか？その理由を述べよ。

(3) 森林ベクタをラスタ化

①[Arctoolbox]—[変換ツール]—[ラスタへ変換]—[ポリゴン→ラスタ(Polygon to Raster)]

入力フィーチャ : 「V4_森林_Union」

値フィールド : Forest

出力ラスタデータセット : 「V4_森林ラスタ」

優先フィールド : Forest

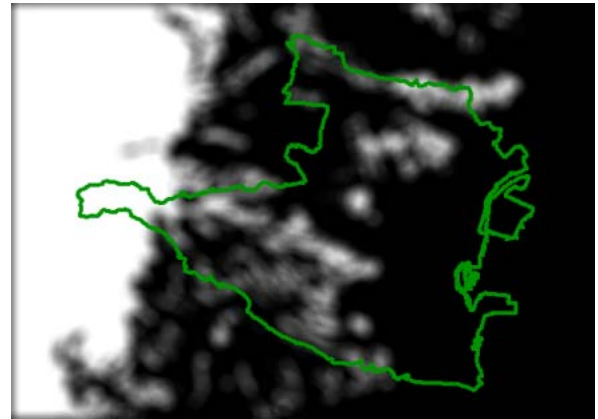
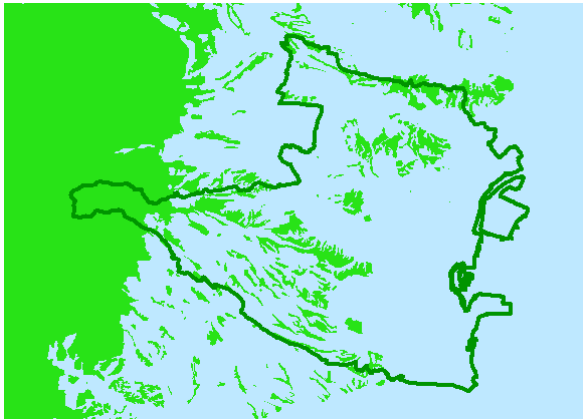
セルサイズ : 10

②最下段の「環境…」 ボタンをクリック

処理範囲 : デフォルト→レイヤ範囲に一致

ラスタ解析 : セルサイズ 「入力データの最大セルサイズ」 → 「以下の指定に一致」

1→10



(4) 「V4_森林ラスタ」レイヤを[右クリック]—[フィールド]で主フィールドを「Value」にする

(5) 任意のセルについて、半径 500m 圏内にある森林セルを集計

①[Arctoolbox]—[SpatialAnalyst ツール]—[近傍解析]—[フォーカル統計]

入力ラスタ : 「V4_森林ラスタ」

出力ラスタ : 「V4_500m 圏森林割合」

近傍解析 : 長方形→円形

近傍解析の設定 : 半径→500、単位→マップ※1

統計情報の種類 : MEAN→SUM

②最下段の「環境…」 ボタンをクリック

処理範囲 : デフォルト→レイヤ範囲に一致

ラスタ解析 : セルサイズ 「入力データの最大セルサイズ」 → 「以下の指定に一致」

1→10

※ 1 : マップの単位が“m”になっていること

確認方法 : マップレイヤを右クリック—[プロパティ]—[一般]—[単位]の欄を確認

(6) 森林セルの集計結果を SI 値に反映

- ① 「V4_500m 圏森林割合」レイヤの属性テーブルに「F_PER」フィールドを追加

フィールド名 : F_PER

タイプ : Short Integer

- ② F_PER フィールドに演算式を入れて計算

$\text{Int}([Value] * 100 / 7850)$

問 9. フィールド演算式 $\text{Int}([Value] * 100 / 7850)$ の意味を述べよ。

ただし、「V4_500m 圏森林割合」レイヤの属性値の意味は次の通りである。

[Value] : 円内の森林セル数

[Count] : 同じ森林セル数をもつセルの数

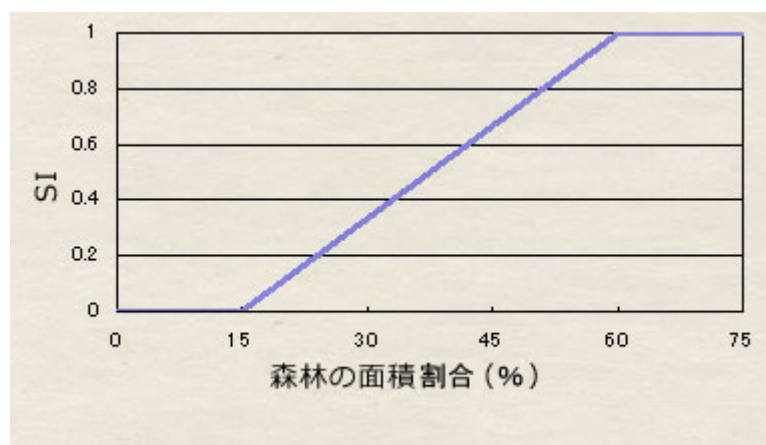
- ③ 「V4_SI」フィールドを追加

フィールド名 : V4_SI

タイプ : Float

- ④ 「F_PER」の値を属性検索し、その値に応じて「V4_SI」フィールドに入力

問 10. 属性検索の方法とフィールド演算式を述べよ。



V5 : 500m 圏道路延長

(1) 「V5_道路延長メッシュ」レイヤを ArcMap に追加

①属性データを表示し、確認する

N04_001: 3 次メッシュコード

N04_002: 3 次メッシュの実面積

N04_055: 全幅員を合計した 「道路延長_実延長」 (m)

N04_056: 全幅員合計した 「1k m²当りの道路延長」 = 「道路密度」 (m/km²)

②データタイプの検討と文字の数値化

国土数値情報ダウンロードサービスから入手できるシェープファイルは、属性データがすべて文字列になっているため、数値データの演算ができない

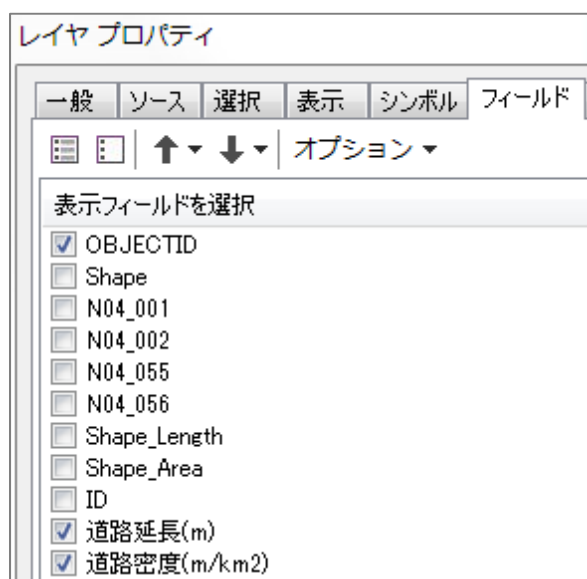
よって、属性データを文字列から数値に変換する必要があるため、下表の通り新たなフィールドを追加し、フィールド演算を実行

“Null”値があるために警告が出る場合は、OK をクリック

名前	タイプ	エイリアス	フィールド演算式
ID	Long Integer	ID	[N04_001]
Road_Length	Long Integer	道路延長(m)	[N04_055]
Road_Density	Long Integer	道路密度(m/km ²)	[N04_056]

③ 「V5_道路延長メッシュ」レイヤの表示フィールドを制限する

同レイヤで右クリック―[プロパティ]―[フィールド]タブ―[表示フィールドを選択]



(2) 森林ラスタに道路延長データを付加

- ① V4 で作成した「V4_500m 圏森林割合」レイヤを ArcMap に追加（またはその確認）
- ② 「V4_500m 圏森林割合」レイヤに道路延長データを付加するための検討

*****属性データを付加する場合の注意*****

「V4_500m 圏森林割合」レイヤ(ラスタデータ)に「V5_道路延長メッシュ」レイヤ(ベクトルデータ)のデータ結合は「空間的位置関係に基づいて」森林ラスタの1セルが含まれる道路延長メッシュの属性（道路延長など）を付加する必要がある。しかし、ラスタデータにベクトルデータを単純にデータ結合できても、「空間的位置関係に基づいて、他のレイヤからテーブルデータを結合」することはできない。そこで、ラスタデータをベクタデータ化(ラスタのセルごとにポイントを作成)し、ベクタデータ同志に加工してから「空間的位置関係に基づいて…」データ結合することとする。

空間的位置関係に基づく結合の可否		
結合する側 される側	ラスタデータ	ベクトルデータ
ラスタデータ	×	×
ベクトルデータ	×	○

③ラスタからポイントデータに変換（変換に時間を要する）

[Arc toolbox]—[変換ツール]—[ラスタから変換]—[ラスタ→ポイント]

入力ラスタ：「V4_500m 圏森林割合」

フィールド（オプション）：Value



出力ポイントフィーチャ：「V5_RasterT_500m」（←ポイントデータ）

④できたポイントフィーチャに道路延長データを空間的位置関係に基づいてデータ結合

「V5_RasterT_500m」レイヤを右クリック—[属性の結合とリレート]—[結合]

結合対象レイヤ：「V5_道路延長メッシュ」（←ポリゴンデータ）

結合オプション：ポイントを含む

保存場所は、をクリックし、もクリックして HIS_Model.gdb に保存

名前：「Join_Output.shp」→「V5_500m 圏道路延長」（←ポイントデータ）

ファイルの種類：「シェープファイル」→「ファイル/パーソナルジオデータベース…」

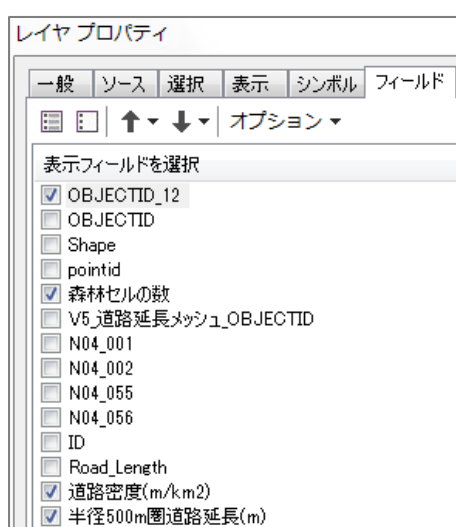
ラスタのセル数が多い(ポイントデータが多い)場合は、処理するのに時間を要する

- ⑤ 「V5_500m 圏道路延長」に「Road_Length_500m」と「V5_1000SI」フィールドを追加

名前	タイプ	エイリアス
Road_Length_500m	Long Integer	半径 500m 圏道路延長(m)
V5_1000SI	Long Integer	V5_1000SI

- ⑥ 「V5_500m 圏道路延長」の他の属性データの表示とエイリアス設定

名前	タイプ	エイリアス
grid_code	—	森林セルの数
Road_Density	—	道路密度(m/km2)



- (3) 半径 500m 圏道路延長を計算し、V5_SI の値を決定

- ① 「半径 500m 圏道路延長(m)」フィールドでフィールド演算

$$[\text{Road_Length_500m}] = [\text{Road_Density}] * 0.785 \quad (\leftarrow 500 * 500 * 3.14 / 1000^2)$$

- ② 同フィールド値を属性検索し、値に応じて「V5_1000SI」フィールドに入力

「半径 500m 圏道路延長(m)」 フィールドの値	V5_1000SI に入力する値または演算式*1
"0"または"Null"(道路が無い状態)	1*1000
0 < 道路延長 ≤ 1000	1000 + (-0.8 * [Road_Length_500m])
道路延長 > 1000	0.2 * 1000

注*1：演算式に 1000 を乗ずる理由

ポイントをラスタ変換するとき、小数点以下が切り捨てられてしまうのを防止するため、あらかじめ 1000 倍しておき、変換後に 1000 で割り戻す

「半径 500m 圏道路延長(m)」 フィールドの値	属性検索式
"0"または"Null"(道路が無い状態)	"Road_Length_500m" =0 OR "Road_Length_500m" IS Null
0<道路延長≤1000	"Road_Length_500m" >0 AND "Road_Length_500m" ≤1000
道路延長> 1000	"Road_Length_500m" >1000

(4) ポイントデータをラスタデータに再変換

① 「V5_500m 圏道路延長」 レイヤをラスタに再変換

[Arctoolbox]—[変換ツール]—[ラスタへ変換]—[ポイント→ラスタ]

入力フィーチャ：「V5_500m 圏道路延長」

値フィールド：V5_1000SI

出力ラスタデータセット：「V5_500m 圏道路延長_PointToRaster」

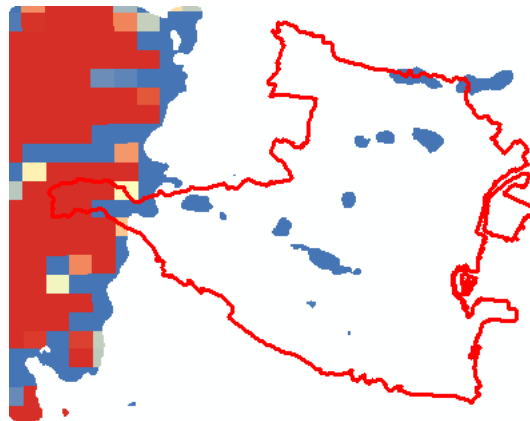
セルサイズ：10

②最下段の「環境…」 ボタンをクリック

処理範囲：デフォルト→レイヤ範囲に一致

ラスタ解析：セルサイズ 「入力データの最大セルサイズ」 → 「以下の指定に一致」

1→10



(5) SI 値を計算

① 「V5_500m 圏道路延長_PointToRaster」 レイヤに「V5_SI」 フィールドを追加

フィールド名：V5_SI

タイプ：Float

④ 「V5_SI」 フィールドでフィールド演算

「V5_SI」 = 「Value」 /1000

V6：森林までの距離

(1) 「V4_森林ラスタ」レイヤを ArcMap に追加し、森林区域を選択

①属性テーブル上で森林区域を選択(属性検索でも可)

V4_森林ラスタ			
	OBJECTID *	Value	Count
▶	1	0	393084
	2	1	175544



(2) 「V4_森林ラスタ」レイヤから、森林までの距離を表すラスタを作成（上記（１）の選択状態で！）

①森林が選択された状態で[Arctoolbox]—[SpatialAnalyst ツール]—[距離]—[パスの距離]

入カラスタ、またはフィーチャソースデータ：V4_森林ラスタ

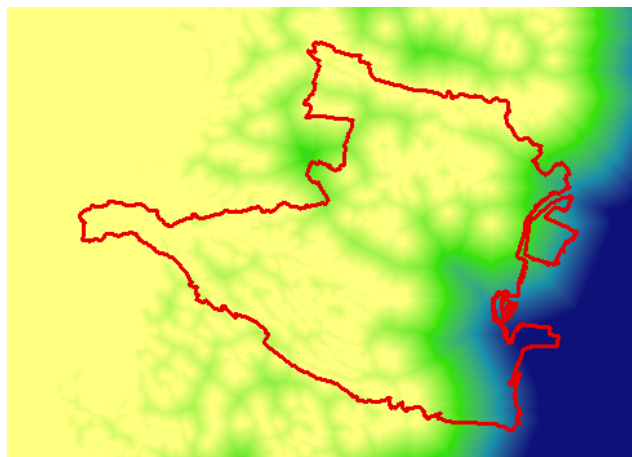
出力コスト距離ラスタ：PathDis_V6

②最下段の「環境…」ボタンをクリック

処理範囲：デフォルト→レイヤ範囲に一致

ラスタ解析：セルサイズ 「入力データの最大セルサイズ」→「以下の指定に一致」



1→10



(3) 「PathDis_V6」レイヤの属性テーブルを整数化して表示できるようにする

①[Arctoolbox]—[SpatialAnalyst ツール]—[算術演算]—[Int]

②入カラスト、または定数值 1 : PathDis_V6

出カラスト : 右側の  をクリックし、  もクリック

出力フィーチャクラス :

名前 : 「V6_森林までの距離」

ファイルの種類 : ラスタデータセット

(4) 「V6_森林までの距離」レイヤの属性テーブルに SI フィールドを追加し、SI 値を入力

問 11.V6_SI 値を求めるための手順を考えなさい。

①

②

SI 値のテーブル出力と HSI 値の算出

(1) SI 値を含むラスタのメインフィールド設定

①メインフィールド(解析したい値があるフィールド)の設定

ラスタレイヤを右クリック→[プロパティ]→[フィールド]

主フィールド：解析したいフィールド「V〇_SI」に変更（例：Value→V6_SI） ←超重要！

②解析するすべてのラスタレイヤについて設定

V2_SI～V6_SI まで設定（←V1_SI はすでにテーブル ZonalSt_V1 を作成済みのため除く）

一般	ソース	範囲	表示	シンボル	フィールド	属性の結合とリレート
主フィールド(P):					▼	
名前	タイプ	長さ	全桁数	小数点以...		
Value	Long	4	0	0		
Count	Double	8	0	0		
V6_SI	Float	4	0	0		

↓

一般	ソース	範囲	表示	シンボル	フィールド	属性の結合とリレート
主フィールド(P):					V6_SI ▼	
名前	タイプ	長さ	全桁数	小数点以...		
Value	Long	4	0	0		
Count	Double	8	0	0		
V6_SI	Float	4	0	0		

(2) SI 値のテーブル出力

①ゾーン統計をテーブルに出力

[ArcToolbox]→[Spatial Analyst ツール]→[ゾーン]→[ゾーン統計をテーブルに出力]

入ラスタ、またはフィーチャゾーンデータ：「行政界メッシュ〇m_PolygonToRaster」

ゾーンフィールド：Value

入力値ラスタ：解析したいラスタレイヤ ⇒ 作成した V2_〇〇～V6_〇〇の各ラスタ

統計情報の種類：MEAN（＝平均値）

問 12.V2_SI 値の場合、MEAN で良いかどうか検討しなさい。他のオプションを選ぶ場合はその理由を述べよ。

②テーブル出力と保存

デフォルトでは「ZonalSt_行政界 xx」のテーブル名で ArcMap に追加されるので、V2_SI～V6_SI まで「ZonalSt_V2」～「ZonalSt_V6」に名前を変更して保存

③「ZonalSt_V2」～「ZonalSt_V6」の SI フィールドは「MINIMUM」または「MEAN」の表示になっている(ここで、エイリアスを「V2_SI」～「V6_SI」に変更してもよい)

(3) テーブル結合と HSI 値の計算

① ベクタデータに SI 値のテーブルを結合

「行政界メッシュ 0m」レイヤにテーブル「ZonalSt_V1」～「ZonalSt_V6」を順に結合

[ArcToolbox]—[データ管理ツール]—[テーブル結合]—[フィールド結合]

入力テーブル：行政界メッシュ 0m

レイヤ、テーブルビューのキーとなるフィールド：OBJECTID

結合先のテーブル：「ZonalSt_V1」～「ZonalSt_V6」

結合先のキーとなるフィールド：OBJECTID

結合フィールド：MEAN (V2_SI の場合は MINIMUM)

結合後、結合したフィールドのエイリアスを、「V2_SI」～「V6_SI」に変更

② HSI フィールドを追加

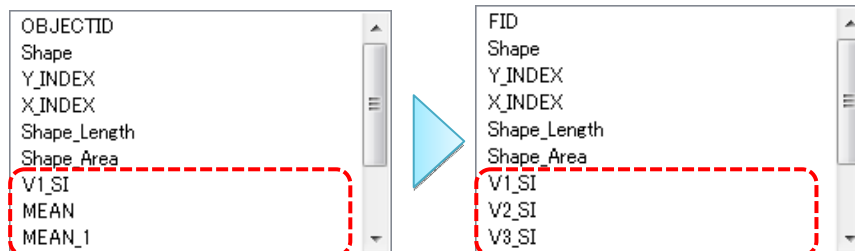
名前：HSI

タイプ：Float

③ フィールド演算の準備

フィールドの欄で右クリック—[フィールドのエイリアスを表示]

フィールド



④ V1～V6 の幾何平均をフィールド演算

$$HSI = V1^{1/6} \times V2^{1/6} \times V3^{1/6} \times V4^{1/6} \times V5^{1/6} \times V6^{1/6}$$

実際の演算式の例

$$[V1_SI]^{(1/6)} * [MIN]^{(1/6)} * [MEAN_1]^{(1/6)} * [MEAN_2]^{(1/6)} * [MEAN_3]^{(1/6)} * [MEAN_4]^{(1/6)}$$

※上記式のフィールド名は操作手順により自動的に変わるのでそのままコピー不可

(4) 地図に表示

① 「行政界メッシュ 100m」の属性値 HSI に基づき、シンボル表示

レイヤを右クリック—[プロパティ]—[シンボル]—[数値分類]—[等級色]

3段階分類 (0.4 未満、0.4 から 0.6 未満、0.6 以上)

サンプル数が不足する警告が出る場合は、分類ボタンをクリック後、サンプリング数をクリックし、[0]をいくつか追加

②シンボルのアウトライン色を無色化

シンボルの色を直接クリック→アウトライン色を色なし

③レイヤを透過

[表示タブ]→[透過表示]

0%→50%

④ベースマップの追加



から[ベースマップの追加]→[地形図]

問 13.以下の地理座標系に関する警告について、その対処方法について述べよ。

地理座標系に関する警告

追加しようとしている以下のデータソースの地理座標系は、データフレームの地理座標系と異なります:

データソース	地理座標系
Topographic	GCS_WGS_1984

地理座標系が異なる場合、地理座標系間の変換方法を正しく設定しなければ、データソースの座標が正確な位置に配置されない可能性があります。

右のボタンをクリックすると、データフレームの地理座標系への変換方法を設定することができます。

データを追加した後で、データフレームのプロパティダイアログの座標系タブからアクセスして変換することもできます。

☐ このセッションでは、再度このメッセージを表示しない(D)
☐ 今後、このメッセージを表示しない(O)

変換(T)...

閉じる(C)



地理座標系変換

変換元:
GCS_JGD_2000
GCS_WGS_1984

変換先:
GCS_JGD_2000

変換方法:
JGD_2000_To_WGS_1984_1

メソッド: Geocentric Translation - dx=0.000000 dy=0.000000 dz=0.000000

OK
キャンセル
新規作成...

⑤レイアウトビューで成果品の作成

タイトル「四日市市のヤマアカガエル HSI モデル」

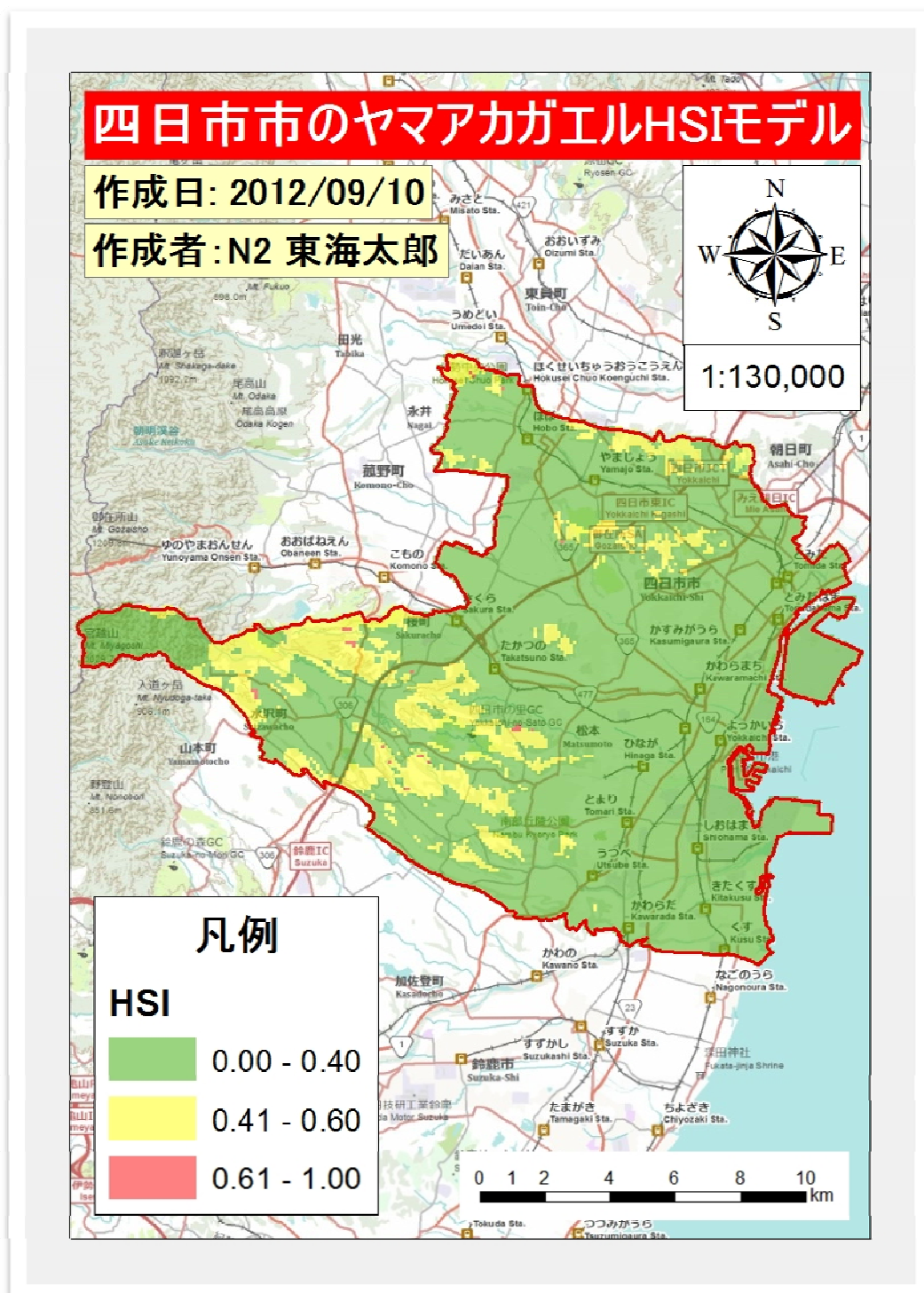
方位記号、縮尺、凡例、作成者氏名を追加

⑥PDF 作成

[ファイル]―[マップのエクスポート]

ファイル名：四日市市のヤマアカガエル HSI モデル

ファイルの種類：PDF (←デスクトップに保存)



問題の解答例

問1.四日市市は、標高が何メートルから何メートルの範囲内にあるか？

-2.95875～1211.41m (V1_標高レイヤを右クリック-[シンボル]-[分類]-分類 統計情報)

問2.山地の区分はどう処理すればよいか？

四日市市には山地に該当するレコードは無いので処理する必要はない

問3.フィールドタイプは何にすべきか？

タイプ : Long Integer

問4.V2_1000SI フィールドに上表の" 100"を入力するレコードの検索式を考えなさい。

★100 を入力する V2_1000SI 値の検索例

**"HANREI_I" <> '水田雑草群落' AND "HANREI_I" <> '放棄水田雑草群落' AND
"HANREI_I" <> '開放水域(池)' AND "HANREI_I" <> '市街地'**

問5.V2_SI 値を求めるための手順を考えなさい。

①「V2_SI」フィールドを追加

フィールド名 : V2_SI

タイプ : Float

②「V2_SI」フィールドで「V2_1000SI」 = 「Value」フィールドを 1000 で割り戻すフィールド演算

[Value] /1000

問6.一括して属性検索する演算式を考えなさい。

**"HANREI_I" = '水田雑草群落' OR "HANREI_I" = '放棄水田雑草群落' OR "HANREI_I"
= '開放水域(池)'**

問 7.属性検索の方法とフィールド演算式を考えなさい。

$0 \leq \text{Value} \leq 1000$ の場合は、 $[\text{Value}] * (-0.8) / 1000 + 1$

**Value > 1000 の場合は、値なし（この場合は Null ではなく 0 とする）
であるから、属性検索で場合分けする必要がある。**

属性検索演算式の例 "Value" >= 0 AND "Value" <= 1000

フィールド演算式 $V3_SI = -0.8 / 1000 * [\text{Value}] + 1$

属性検索演算式の例 "Value" > 1000

フィールド演算式 $V3_SI = 0$

問 8.なぜ、森林と森林以外のポリゴンを作成する必要があったのか？その理由を述べよ。

環境要因が「まとまった森林の周辺」なので、必ずしも「森林」の中だけではないから。

問 9.フィールド演算式 $\text{Int}([\text{Value}] * 100 / 7850)$ の意味を述べよ。

ただし、「V4_500m 圏森林割合」レイヤの属性値の意味は次の通りである。

[Value] : 円内の森林セル数

[Count] : 同じ森林セル数をもつセルの数

******* 円内で森林が占める割合を計算する考え方 *******

半径 500m の円の面積 : $500 \times 500 \times 3.14 = 785,000 \text{ m}^2$

1 辺が 10m の正方形(森林)の面積 : $10 \times 10 = 100 \text{ m}^2$ ←セルサイズを 10 としたため

円の中に正方形(森林)が $785,000 / 100 = 7,850$ 個あるとき、円内は 100%森林である

問 10.属性検索の方法とフィールド演算式を述べよ。

$F_PER < 15 \rightarrow 0.0$ を入力

$15 \leq F_PER < 60 \rightarrow V4_SI = F_PER / 45 - 0.333$ でフィールド演算

$F_PER \geq 60 \rightarrow 1.0$ を入力

2 行目の属性検索式は、" F_PER " >= 15 AND " F_PER " < 60 となる

問 11.V6_SI 値を求めるための手順を考えなさい。

①「V6_SI」フィールドを追加

フィールド名 : V6_SI

タイプ : Float

②「Value」の値(森林までの距離)を属性検索し、その値に応じて「V6_SI」フィールドに入力

$0 \leq \text{「Value」} < 1000 \rightarrow V6_SI = 1 + (-1 * [\text{Value}] / 1000)$ でフィールド演算

$\text{「Value」} \geq 1000 \rightarrow 0$ を入力

問 12.V2_SI 値の場合、MEAN で良いかどうか検討しなさい。他のオプションを選ぶ場合はその理由を述べよ。

V2_SI 値は、「MINIMUM」を選択するのが適当。

理由：土地利用には「平均」の概念が無い。例えば、水田でもあり市街地でもあるような土地利用形態は無い。ゆえに SI 値は数字で明示してある。

検討する上では、どちらかと言えば不利な土地利用を選択して過大な結果を生まないようにするため。

問 13.以下の地理座標系に関する警告について、その対処方法について述べよ。

Topographic の地理座標系は WGS1984 であり、重ね合わせようとする地図は JGD2000 である。ゆえに、WGS1984 から JGD2000 に変換する必要があるが、両者は実際上ほとんど違いが無いため、そのまま重ね合わせても実用上問題ない。ただし、ArcGIS では両者の変換パラメータが用意されているので、これを利用する。