

令和 2 年度 修士論文

希少生物の移植成功率向上に関する研究  
—景観を用いた移植先選定手法の検討—

三重大学大学院 生物資源学研究科  
共生環境学専攻  
地球環境学講座  
環境解析学研究室  
519M205 谷浦 拓馬  
指導教員：大野 研教授

# 目次

## 第 1 章 序論

- 1.1 はじめに
- 1.2 環境影響評価とその影響
- 1.3 先行研究・研究目的

## 第 2 章 研究手法

- 2.1 仮説
- 2.2 調査対象地点
- 2.3 解析手法
  - 2.3.1 ArcGIS を用いた土地利用図の作成
  - 2.3.2 解析範囲の設定
  - 2.3.3 ファイル形式の変換
  - 2.3.4 FRAGSTATS による解析
  - 2.3.5 類似度の算出
  - 2.3.6 ロジスティック回帰分析
  - 2.3.7 AIC を用いた最適バッファ選択
  - 2.3.8 FRAGSTATS 解析結果そのものを用いた分析

## 第 3 章 結果

- 3.1 分類結果
- 3.2 FRAGSTATS 解析結果
  - 3.2.1 バッファ内の全クラスでの解析結果
  - 3.2.2 対象生物が生息しているクラスでの解析結果
- 3.3 変化率計算および尤度比検定結果
  - 3.3.1 バッファ内の全クラスでの解析結果
  - 3.3.2 対象生物が生息しているクラスでの解析結果
- 3.4 変数選択結果
- 3.5 移植後の景観指数解析結果
  - 3.5.1 バッファ内の全クラスでの解析結果
  - 3.5.2 対象生物が生息しているクラスでの解析結果

## 第4章 考察

### 4.1 変化率の解析結果の比較

#### 4.1.1 バッファ内の全クラス対象の解析

#### 4.1.2 対象生物の生息クラス中心の解析

### 4.2 移植後の環境指数を用いた解析結果の比較

## 第5章 結論

## 謝辞

## 参考文献

# 第1章 序論

## 1.1 はじめに

この地球上には、海、草原、森林、砂漠など様々な環境が存在し、それらの環境に適応した生物が生息している。その種数は既知のもののみでも約 180 万種とされており、いかに多くの生物がこの世界に息づいているかが分かる。これらの多様な環境や生物から食料を始めとした恵みを楽しむことで、我々人類は豊かな生活を営めるのである。

しかし、近年その生物多様性が失われつつある。2020 年 7 月 9 日、国際自然保護連合 (IUCN) は、絶滅の危機にある世界の野生生物のリスト「レッドリスト」の最新版を公開し、34221 種を絶滅危惧種に指定した。2019 年 7 月 19 日に公開されたレッドリストで絶滅危惧種に指定された生物は 28338 種であったことから、約 1 年で 6000 種近くの生物が新たにレッドリストに登録されたことになる。このまま絶滅危惧種が増えればいずれ生物多様性は失われ、人間の生活にも深刻な影響を及ぼすであろう。たとえ人間が直接恩恵を受けていない種であっても、絶滅すればその生物を捕食する種や共生する種が被害を受け、その影響が人間にも波及する可能性がある。このことから、絶滅危惧種を保全し生物多様性を維持することは、生物と人間双方にとって非常に重要な課題と言える。

希少種を救うためには、その生物が絶滅の危機に瀕している原因を知ることが重要である。樋口(1996)によると、個体数を大規模に減少させる人為的な要因は、

- ①生息地の破壊
- ②生物の人為的移入
- ③環境汚染
- ④狩猟・採取

の 4 つに区分できる。このうち生息地の破壊によって減少した種は特に多い。例えば脊椎動物の場合、生息地破壊によって減少した種は、IUCN のいう保全対象種全体の 50～80%にのぼる(Reid & Miller 1989)。

そこで、開発などによって環境や生物に与える影響を可能な限り軽減するため、「環境影響評価」という制度が世界各国で導入されている。

## 1.2 環境影響評価とその現状

「環境影響評価(環境アセスメント)」とは、環境影響評価法によると「事業(特定の目的のために行われる一連の土地の形状の変更並びに工作物の新設及び増改築をいう)の実施が環境に及ぼす影響(当該事業の実施後の土地又は工作物において行われることが予定される事業活動その他の人の活動が当該事業の目的に含まれる場合には、これらの活動に伴って生ずる影響を含む)について環境の構成要素に係る項目ごとに調査、予測及び評価を行うとともに、これらを行う過程においてその事業に係る環境の保全のための措置を検討し、この措置が講じられた場合における環境影響を総合的に評価すること」とされている。例えば、山を切り開き道路を建設する場合、そのまま事業を実施すればその地域の環境とそこに生息している生物に多大な影響を及ぼすであろう。そのような際に、調査を行い、事業による影響を予測し、影響を最低限に抑える措置を講じ、最終的な影響を評価することで環境を保全しようとすることを環境影響評価と呼ぶ。

調査項目は大気環境、水環境、土壌環境など多岐にわたる。生物の場合、特に環境省のRDBに記載されているような希少生物が事業区域内で発見された場合に、ミティゲーション三原則に則って保全措置が取られる。ミティゲーション三原則とは、生物への影響を緩和するための方策であり、回避(事業の全体または一部を実施しないこと)、低減(事業の規模や程度を制限し影響を低減すること)、代償(代用の資源や環境で置換すること)からなる(田中 2006)。ミティゲーションには優先順位があり、影響の少ない回避→低減→代償の順で行われるべきだとされている。しかし、日本の環境影響評価は、計画段階ではなく実際に開発を行う段階に入ってから行われるため、事業計画を変更する必要がある回避や低減を行いにくい。そのため、代償措置がほとんどなのが現状である。

その代償措置の中に、対象生物を環境がよく似た事業区域外の地域に移して影響を回避する「移植」という方法がある。この手法は、本来の代償措置とは異なり新たな生息地を造成する必要がないため、その手軽さから盛んに用いられている。しかしその分失敗例も多く、「平成 29 年度農業農村整備事業環境アドバイザー協議会報告資料」に記載された事例集では、移植事例 20 例のうち 9 例で移植に失敗し生物が姿を消してしまっていた。保全策を講じたにもかかわらず、約半数の希少生物が事業によって消えてしまうのは非常に痛手であり、希少生物の保護及び生物多様性保全の観点から見て、成功率の高い移植先選定方法を確立することは危急の課題であると言える。

### 1.3 先行研究・研究目的

丸井ら(2004)は、兵庫県神戸市において発見されたハリマムシグサ(絶滅危惧種 I B 類)移植に先立ち、自生地で分布、個体形状、性表現、光環境、自生地と移植先の候補地で光環境、土壌条件と植生を調査した。そして、調査結果をもとに移植先の候補地から、生息地と環境が類似した地点を適地として選び、個体形状を測定して可能な限り適期に移植した。その結果、開発直前に発見されやむなく調査を行わずに移植した地点を除き、全ての移植先で定着が確認された。

また、行川ら(2018)は、マルバノホロシ(福岡県絶滅危惧種 I B 類)の移植に際して、ある程度生育した対象を自生地と似た環境の地点に移植し獣害対策を施せば個体が定着することを示した。

このように、対象生物の特性に合わせて環境条件を調査し、生息地と条件が似た移植先を選定すれば、移植の成功率は格段に上がると考えられる。しかし、この手法を行うためにはかなりの時間と手間を要する上、日照度や土壌の粒度を計るためには専用の計測器が必要である。国の機関などなら可能かもしれないが、一般の自然環境調査会社がこの手法を用いるのは少し難しい。

そこで本研究では、移植先選定の指標に「景観」を用いた。景観という言葉は通常風景や景色という意味を示すことが多いが、本研究では景観を「様々な景観構成要素の組み合わせ」とする。

今回景観に着目した理由は、まず景観と生物の強い結びつきにある。景観生態学という分野では、不均質な景観における資源の空間分布が、生物の成長や生殖、分散に重大な影響を与えることがよく知られている(Turner & Gardner & Neill 2004)。故に、景観を移植先の選定基準に利用できるのではないかと考えたのが理由の一つである。また、上記の環境条件調査より観測が比較的容易であることも利点である。景観の観測手段として挙げられるのは、ArcGIS や QGIS といった地理情報システムであるが、これらは民間の自然環境調査会社でも標準的に使用されている。また、UAV を使用すれば事業区域を撮影し、さらに詳細なスケールでの解析が可能となるだろう。そして、もし明確に移植の可否を選別できる基準が見つければ、これらの機器すら必要なくなり、目で見ただけで移植先を選定できるようになるかもしれない。

これらの理由から、本研究では景観を用いて移植先を選定できる手法を発見することを研究目的とする。この時、実際の移植を行う際に応用しやすいように、なるべく簡易的に移植の可否を判別する方法を目指すこととする。

## 第2章 研究手法

### 2.1 仮説

丸山ら(2004)や行川ら(2018)では、「移植前と環境が類似した地点を選定する」ことに重点を置き、結果移植を成功させた。ここから、著者は景観についても類似した地点を選定して移植を行えば成功するのではないかと考えた。そこで、「景観の移植前後での類似度と移植結果には相関がある」という仮説を立て、同時に「景観の移植前後での類似度と移植結果には相関がない」という帰無仮説を立てた。そしてこの仮説を検証するために、実際に移植が行われた地点を対象に解析を行った。

### 2.2 調査対象地点

調査地点は、平成29年度～令和元年度の農業農村整備事業環境アドバイザー協議会報告資料に記載されている事例の中から、「移植措置をとっているもの」「移植前後の地点が明記されているもの」「平成12年以降に実施されたもの」を対象とした。対象を平成12年以降の事例に絞った理由は、それ以前の航空写真が入手できなかったためである。また、移植の成功失敗を判別するために以前は「事後調査が行われた地点」のみを調査対象としていたが、それだけだとサンプル数が少ないと感じたため、上記2つの条件を満たしておりかつ事後調査がまだ行われていない地区については、実際に足を運び独自に事後調査を行った。そのような地区については名前の横に\*を付与する。その結果、11地点16種の生物が対象となった。その一覧を以下に示す。

表1. 対象地点と生物一覧

	対象生物	生息適地	移植結果	備考
坊ヶ谷池地区	スズサイコ	草地	○	
又刈池地区	ナガボノワレモコウ	湿った草地	○	移植先が2カ所ある
桃園西部地区	デンジソウ	湿った草地	○	
四郷池地区	フナバラソウ	草地	○	
猿野大池地区*	タチカモメヅル	湿った草地	○	
志摩地区*	マルタニシ	水中	○	
	メダカ	水中	○	メダカとナゴヤダルマガエルは 同じ場所で発見され同じ移植先へ移された
	ナゴヤダルマガエル	水田など	×	
多気農排地区*	ホトケドジョウ	水中	×	キイロサナエと同じ場所へ移植 ヤゴの状態での移植
	キイロサナエ	水中・草地	○	
太平尾池地区	スイラン	湿った草地	○	
上池地区	ササユリ	湿った草地	×	
	タツナミソウ	森林・草地	×	
榎田川地区*	マツカサガイ	水中	×	貝殻のみ確認、生体は見られず
多気圃場地区*	コオイムシ	水中	×	
	シマゲンゴロウ	水中	×	

## 2.3 解析手法

### 2.3.1 ArcGIS を用いた土地利用図の作成

本研究の解析には土地利用図を使用する。土地利用図を入手する最も一般的な方法は、国土交通省の国土数値情報ダウンロードサービスからダウンロードする方法である。しかし、メッシュが最小でも 50m とやや粗く、そして更新頻度があまり高くないため本研究では使いにくい。そこで、今回は航空写真をもとに、ArcGIS Spatial Analyst の「画像分類」ツールを用いて教師付き分類を行い、土地利用図を作成した。

まず、Google earth pro を用いて移植が行われた地区の航空写真をダウンロードした。Google earth pro では撮影された年度を指定し、過去の写真を表示することができる。この機能を利用して、移植が行われた年の航空写真を入手した。

続いて、それらを ArcGIS に取り込み、「画像分類」ツール内の「トレーニングサンプル描画」ツールを使用して、教師付き分類を行うためのトレーニングサンプルを作成した。そして、同じく「画像分類」ツール内の「最尤法分類」ツールを使用し、収集したトレーニングサンプルデータをもとに土地利用図を作成した。土地利用種別については、米国地質調査所(USGS)の土地利用、土地被覆分類システムを参考に、人工地、農用地、草地、森林、水域、裸地の 6 種類に分類した。

このような過程を経て土地利用図を入手したが、この時点では複数のセルが誤って分類され、不正確な地図となっていた。そこで、「大多数フィルター」や「境界のスムージング」ツールを利用し、誤判別されたセルを再分類した。それでもなお誤って分類されたセルについては、手動で修正を行った。

### 2.3.2 解析範囲の設定

(1)で作成した土地利用図を、移植前後の地点を中心とした円形(バッファ)にトリミングし、その内部を解析範囲とした。この時作成するバッファのサイズ(スケール)は、解析結果に大きく影響する重要な要素である。必要以上に広いスケールで解析を行えば不必要な要素を含んでしまい、反対に狭すぎるスケールで解析を行えば重要な要素を見落としてしまう。しかし適切なスケールを発見することは非常に難しく、特に本研究では様々な動植物を一律に解析しているため、適正スケールを発見することは極めて困難と予測される。

そこで本研究では、半径 200m,150m,100m,50m,20m のバッファを用意し、それぞれについて解析を行った。そして解析結果をもとに、最適なバッファを選定する試みを行った。

### 2.3.3 ファイル形式の変換

円形にトリミングした土地利用図を,FRAGSTATS にインポートし解析を行う。FRAGSTATS とは,土地利用図や植生図を解析することが可能な景観パターン解析プログラムである。このソフトを使うことにより,対象の景観を様々な角度から解析し,その特徴を定量的に把握することができる。また,フリーソフトであるため誰でも簡単に利用できることも利点の一つである。

しかし,FRAGSTATS で解析を行うためには,あらかじめ画像ファイルに 1 ピクセルあたりの長さ(m)や位置情報を埋め込む必要がある。国土地理院から発行されている土地利用図などには最初からこれらの情報が入力されているが,本研究のように画像から土地利用図を作成した場合は自分でデータを書き込まなければならない。

そこで,トリミング済みの土地利用図を bmp 形式で保存した後,リモートセンシング画像処理ソフトウェア RSP にインポートした。このソフトはその名の通り,リモートセンシングの実務や教育に使用されるものであるが,取り込んだファイルを GeoTIFF ファイルに変換し,ピクセルのサイズや位置情報を入力する変換ツールとしても利用することができる。この機能を利用して,必要な情報が書き込まれた画像データを入手した。

### 2.3.4 FRAGSTATS による解析

GeoTIFF ファイルに変換したデータを FRAGSTATS で読み込み,景観指数の解析を行った。FRAGSTATS では,取り込んだ画像についてバッファ内の全クラスを解析する方法と,クラス(土地利用種別)ごとに解析する方法,パッチごとに解析する方法の 3 通りから選択することができる。例えば平均パッチサイズについて解析した場合,バッファ内の全クラスを解析する場合は範囲内全てのパッチサイズから平均を算出し,クラスごとに解析する場合は森林,草地,水域などの土地利用ごとに平均パッチサイズが解析される。本研究では,バッファ内の全クラスでの解析と「対象生物が生息しているクラス」についての解析を行った。パッチごとの解析を行わなかった理由は,解析が複雑になりすぎるためである。バッファ内の全クラスでの解析は結果が 1 つしか表示されず,対象生物の生息クラスでの解析も土地利用の数しか結果が表示されないため比較的分かりやすい。しかしパッチごとの解析を行った場合,範囲内に存在しているパッチの数だけ解析結果が出てしまい,対象生物が生息しているパッチを見つけるだけでも時間がかかってしまう。研究目的で述べた通り,本研究では簡便性を重視している。そのため,パッチごとの解析は行わなかった。

なお,1 つの事業地区内に移植成功事例と失敗事例が共存している地区がいくつか見受けられる。移植前後の地点が全く同じ場合,これら 2 つを解析で区別するのは難しい。移植成功と失敗が共存している地区はどれも著者が独自に事後調査を行った箇所であるため,調査技術の未熟さから対象生物を発見できなかった可能性がある。発見された生物は移植が成功したと断言できるため,そちら側に着目し,移植成功として解析を行った。ただし,志摩地区のナゴヤダルマガエルとメダカについては生息適地で区別が可

能であるため、生物の生息クラスでの解析では両者を区別した。

景観指数については、服部(2016)で用いられた指数をもとに、景観パターンを区別する上で重要とされる「優占度」「パッチの連続性(パッチの大きさや集まり具合)」「パッチ形状の複雑さ」の3項目を測定できるかを重視して選定した。

その結果、バッファ内の全クラスの解析では7つ、生息クラスでの解析では8つの指数を測定した。それぞれの景観指数について、以下に詳細を示す。また、バッファ内の全クラスの解析で使用した指数にはLを、生息クラスでの解析で使用した指数にはCを単位の後ろに付与する。

### (1) Contagion 指標 (%) [L]

$$\left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[ P_i \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right] \left[ \ln \left( P_i \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right]}{2 \ln(m)} \right] \quad (100)$$

$P_i$ はクラス*i*が景観に占める割合、 $g_{ik}$ は全ての隣接している数を表す。

Contagion 指標はパッチの凝集性に関する指標である。景観の多くを単一のクラスが占めているとき、Contagion 指標は大きな値を取る。この項目は優占度とパッチの連続性の指標となる。

### (2) シンプソンの多様度指数 (none) [L]

$$1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$$

$P_i$ はクラス*i*が景観に占める割合を示す。

シンプソンの多様度指数は、2つのセルを無作為に選んだ時、その2つが異なるクラスとなる確率を示す。クラス数或いはクラスの面積が変化すると数値が増減するため、この項目は優占度の指標となる。

### (3) パッチ凝集指数 (none) [C]

$$\left[ 1 - \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{\sum_{j=1}^n P_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right] * \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{z}} \right]^{-1} * (100)$$

$P_{ij}$ はパッチ*ij*の周囲長、 $a_{ij}$ はパッチ*ij*の面積、 $z$ は景観内の総面積である。

パッチ凝集指数は、Contagion 指標と同じく凝集性に関する指標である。クラスごとの解析では Contagion 指標が使用できなかったため、代わりとして採用した。

パッチ凝集指数はパッチの連続性の指標となることが多いが、景観に占める対象クラスの割合が増加すると値が1に近づくため、本研究では優占度の指標としても使用する。

#### (4)クラス面積 (ha) [C]

クラス面積は、対象クラスが景観内に占める面積の大きさである。これを景観内の総面積で割って%に直せば優占度となる。しかし、同じバッファサイズであれば総面積は等しくなるため、本研究ではクラス面積をそのまま優占度の指標として使用する。

#### (5)パッチサイズ中央値 (ha) [C]

パッチサイズ中央値は、対象クラスのパッチサイズの中央値である。平均パッチサイズとはまた異なる観点から、パッチの連続性を計測することができる。

#### (6)面積加重平均パッチサイズ (ha) [L,C]

平均パッチサイズは、対象地域内のパッチを全て計上し、大きさについて平均を取ることによって得られる。しかし、少数の大きなパッチの周りに小さなパッチが存在する場合、この方法だと数値が小さいパッチに引っ張られてしまう。これを防ぐために面積でパッチサイズに重み付けをする方法がある。

$$\frac{\sum(S_k)^2}{\sum S_k}$$

$S_k$ はk番目のパッチサイズを指す。少数の大きなパッチによって構成されているとき、面積加重平均パッチサイズの値は大きくなる。この項目はパッチの連続性の指標となる。

#### (7)パッチ密度 (per100ha) [L,C]

$$\frac{N}{A}(10000)(100)$$

Nはバッファ内の全クラス、あるいは対象クラス全体のパッチ数を指し、Aはバッファ内の全クラスの面積( $m^2$ )を指す。値が大きいほど単位面積あたりのパッチ数が多く、景観の分断化が多いと言える。この項目はパッチの連続性の指標となる。

#### (8)隣接確率 (%) [L,C]

$$\left[ \frac{\sum_{i=1}^m(g_{ii})}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m(g_{ik})} \right] (100)$$

$g_{ii}$ は同じクラスが隣接している数、 $g_{ik}$ は全ての隣接している数を示す。隣接確率は、あるセルの隣のセルが隣接している確率を表す。これはパッチの連続性の指標となる。

### (9)エッジ密度 (m/ha) [L,C]

$$\frac{E}{A}(10000)$$

Eはエッジの長さの合計(m),Aはバッファ内の全クラスの面積( $m^2$ )を表す。エッジとは、パッチの縁のことである。この値が大きいほど、単位面積内にエッジが多数存在し、パッチ形状が複雑であることを示す。

### (10)周長面積比の平均 (per m) [L,C]

$$\frac{\sum_{i=1}^N \frac{p_i}{a_i}}{N}$$

$p_i$ はパッチiの周長(m), $a_i$ はパッチiの面積,Nはバッファ内の全クラスのパッチ数を表す。

周長面積比の平均はパッチ形状の複雑さを表す指標となる。値が小さいほどパッチ形状は円形に近づき、大きいほど複雑な形を取るようになる。

### 2.3.5 類似度の算出

FRAGSTATSで解析を行ったことによって、移植前後の景観を定量的に比較することが可能となった。そこで、景観指数ごとに下記のような計算を行い、変化量を算出した。

$$\text{変化率(\%)} = \frac{|\text{移植前の数値} - \text{移植後の数値}|}{\text{移植前の数値}} * 100$$

単純に|移植前の数値－移植後の数値|としなかった理由は、同じ景観指数でも調査地点ごとに数値の大きさにかなり差が見られたためである。例えばパッチ密度では、最小値と最大値の間に100倍以上の差が見られた。200－100の100と20000－19900の100とでは、その答えが持つ意味は大きく異なる。そのため、本研究では差を移植前の数値で割って百分率にすることで、「移植前から何%変化したか」という観点で計算を行った。

### 2.3.6 ロジスティック回帰分析

解析結果をもとに変化率を算出したが、これだけでは移植結果と変化率に相関があるかどうかは判別できない。そこで、変化率を説明変数、移植結果を目的変数として、ロジスティック回帰分析を行った。分析には、統計分析フリーソフト「R」を用いた。

全ての景観指数を説明変数とするとオーバーフィッティングになる可能性があるため、本研究では景観指数の変化率1つ1つと移植結果でそれぞれロジスティック回帰分析を行い、モデルを作成した。そして、作成したモデルについて尤度比検定を行い、モデルの有意性を検定した。この時、有意水準を0.05に設定した。尤度比検定のp値がこの有意水準を下回った場合、その景観指数について「景観の移植前後での類似度と移植結果には相関がない」という帰無仮説を棄却し、「景観の移植前後での類似度と移植結果には相関がある」とすることができる。

### 2.3.7 AICを用いた最適バッファ選択

AICとは、「赤池情報量基準」と呼ばれる、最良のモデルを選択する為の指標である。AICが小さいほどあてはまりの良いモデルであるとされる。本研究ではRを使用して、AICが最小となるように変数選択をそれぞれのバッファで行った。変数選択には「変数増減法」を用いた。これは、説明変数が0の状態から徐々に変数を加えていき、AICがそれ以上小さくなくなるまで繰り返す(AICが小さくなる場合は加えた変数を再度削除することも可能)手法である。その後、バッファサイズごとにAICを比較し、最適なバッファサイズを選定した。

### 2.3.8 FRAGSTATS 解析結果そのものを用いた分析

本研究では、これまで移植前後での景観の類似度に注目して解析を行ってきた。しかし、類似度と関係なく、移植先の景観が生物に適していたため移植が成功した可能性もある。その可能性を検証するため、2.3.4で算出した移植後の景観指数をそのまま説明変数とし、移植結果を目的変数としてロジスティック回帰分析を行った。また、尤度比検定も変化率と同様、有意水準を0.05として行った。

## 第3章 結果

### 3.1 分類結果

2.3.1～2.3.2の結果得られた土地利用図について、以下に示す。  
なお、桃園西部地区について、50m以下のバッファで移植前の土地利用図が農用地一色になり、いくつかの景観指数が0になってしまった。移植前の数値が0の場合変化率の計算ができないため、桃園西部地区はバッファサイズ50m以下の解析では省略した。

200m

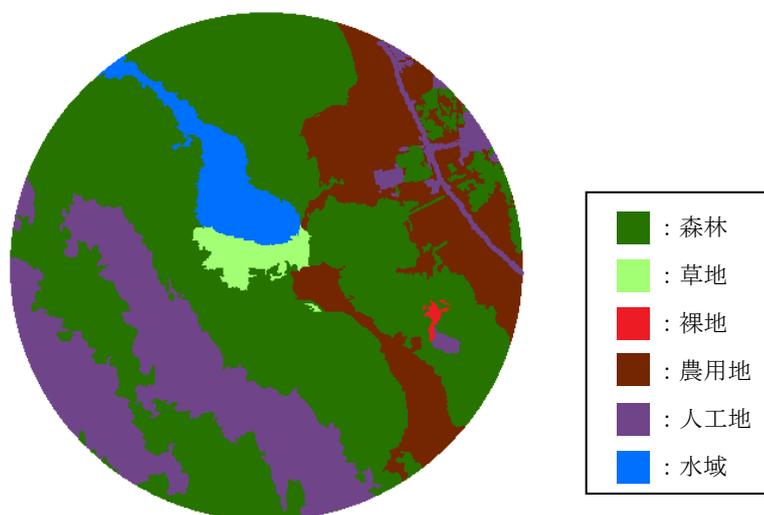


図 1. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植前)

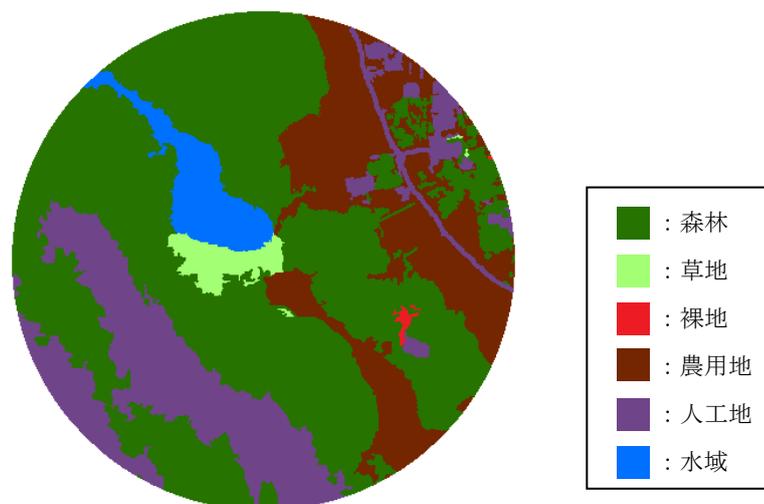


図 2. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植後)

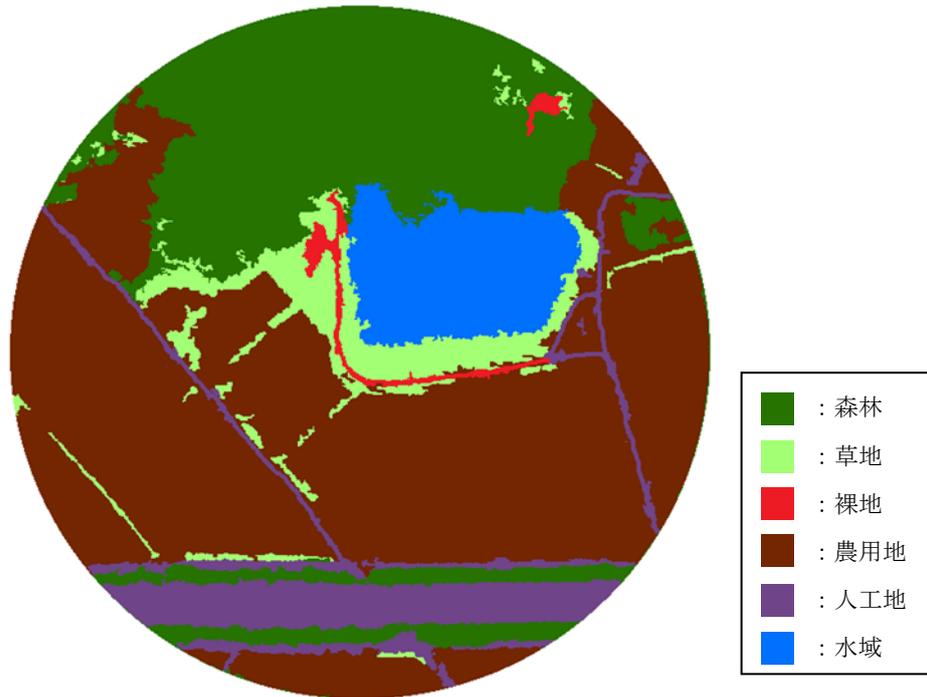


図 3. 又刈池地区の土地利用図(移植前)

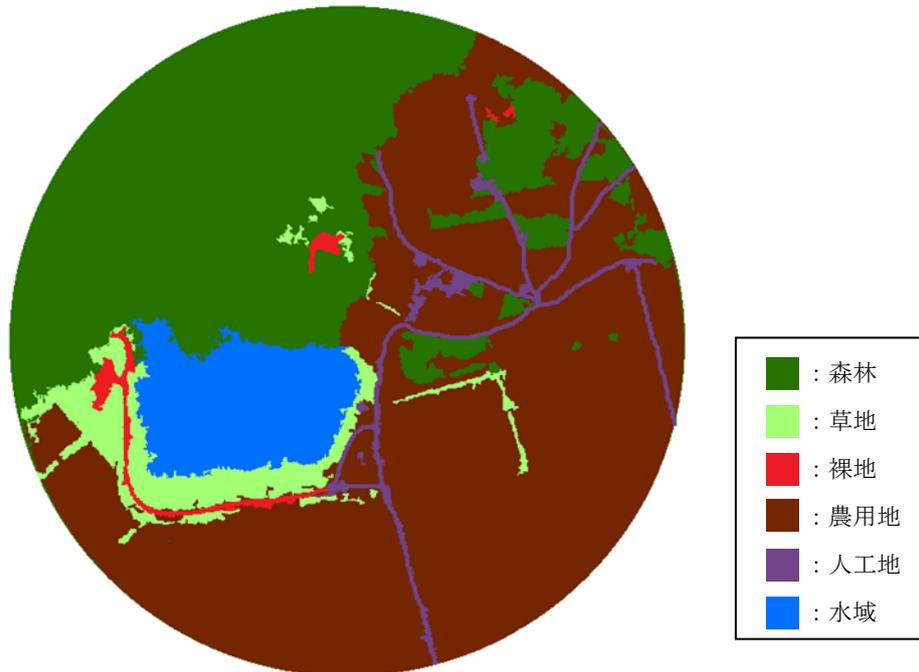


図 4. 又刈池地区の土地利用図(移植後 1)

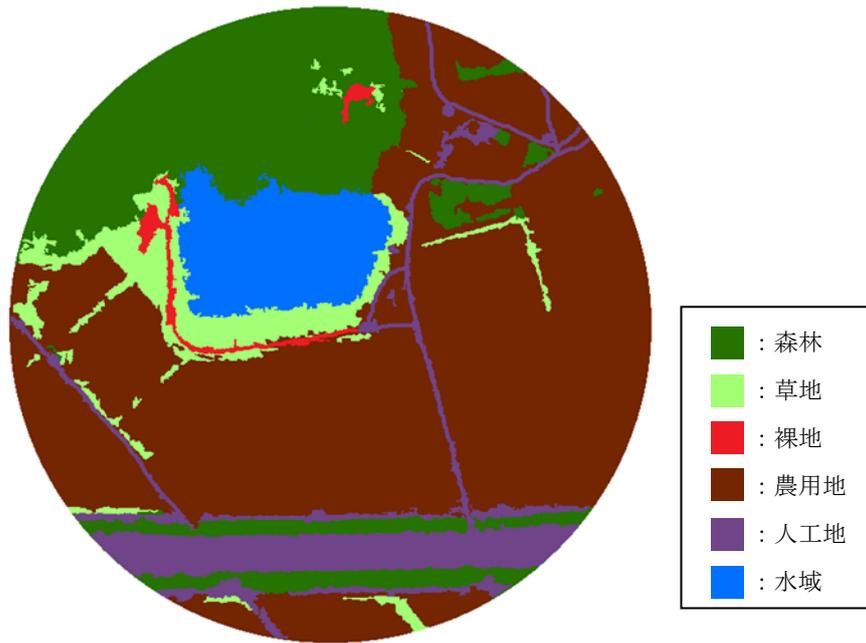


図 5. 又刈池地区の土地利用図(移植後 2)

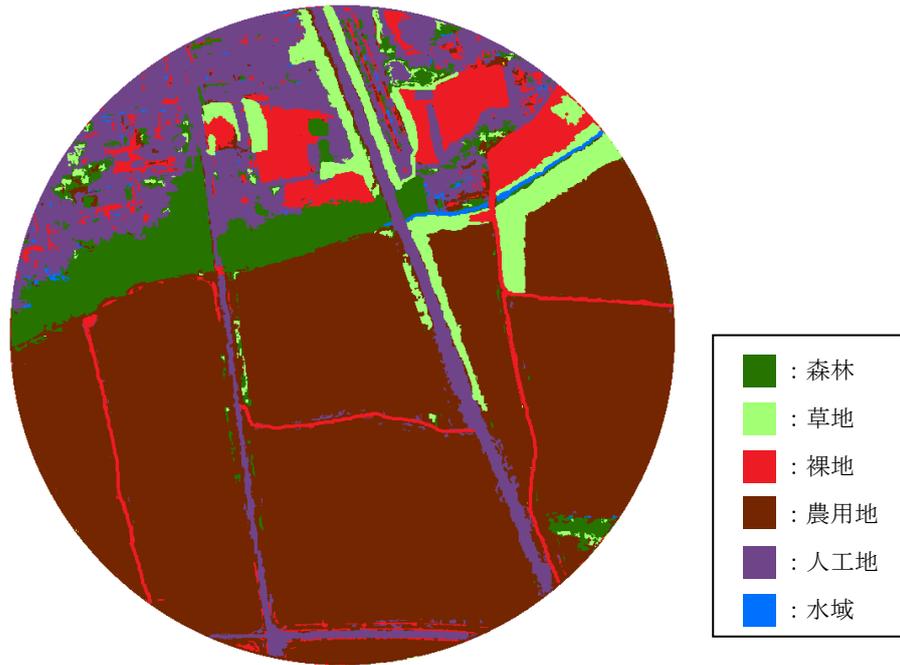


図 6. 桃園西部地区の土地利用図(移植前)

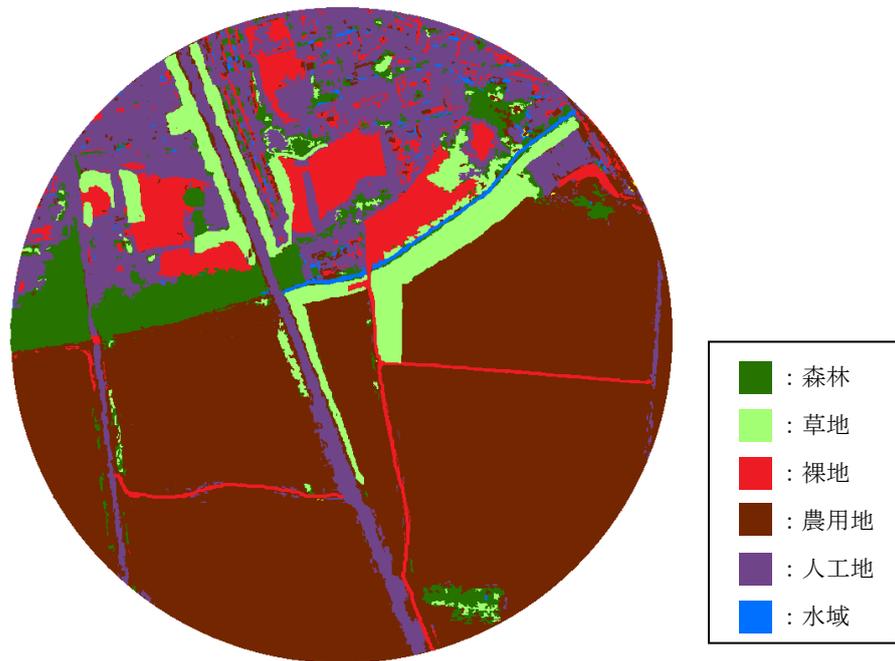


図 7. 桃園西部地区の土地利用図(移植後)

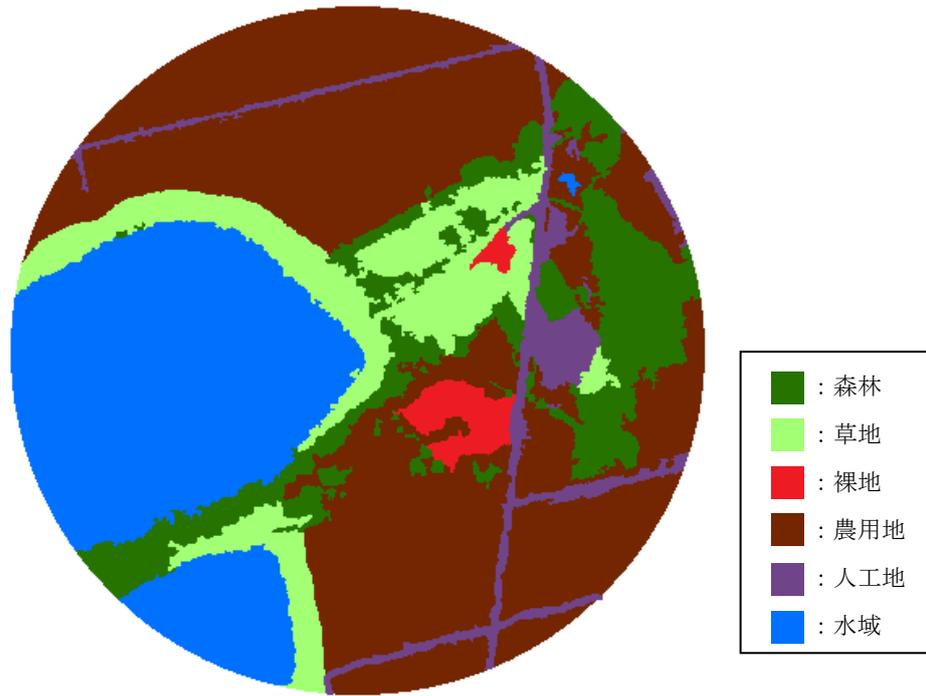


図 8. 四郷池地区の土地利用図(移植前)

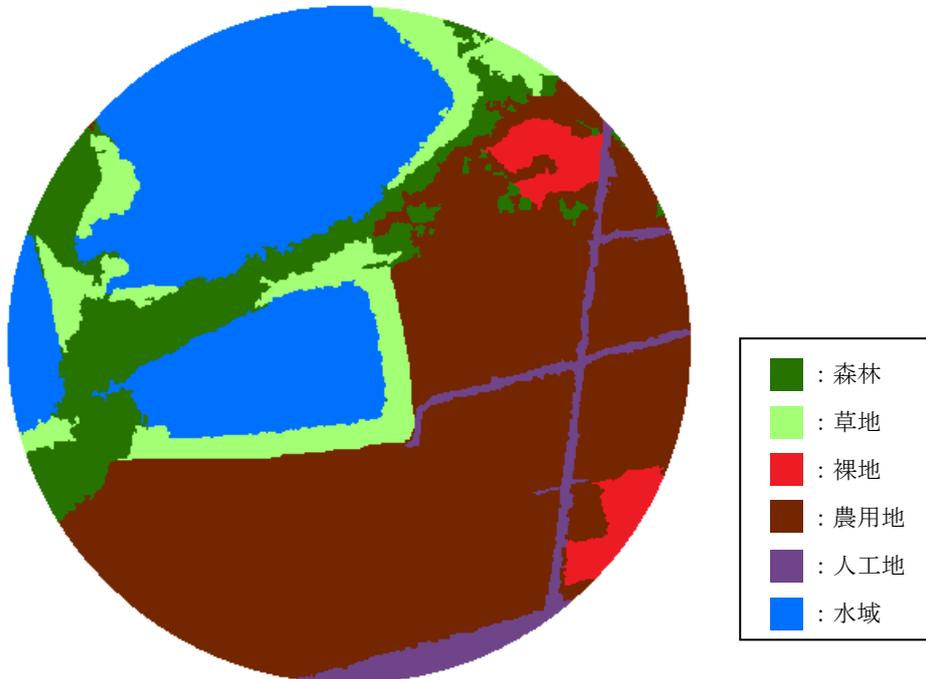


図 9. 四郷池地区の土地利用図(移植後)

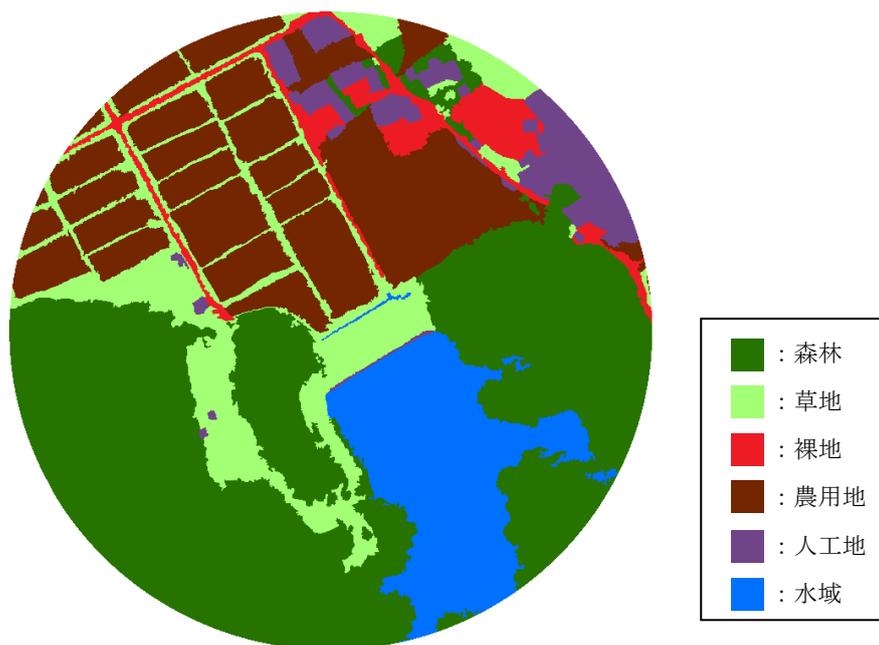


図 10. 猿野大池地区の土地利用図(移植前)

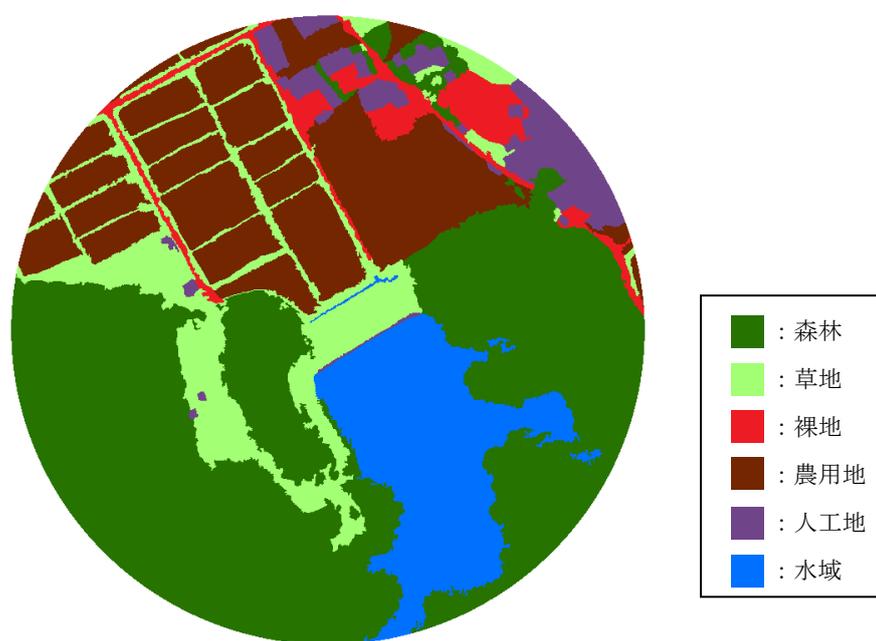


図 11. 猿野大池地区の土地利用図(移植後)

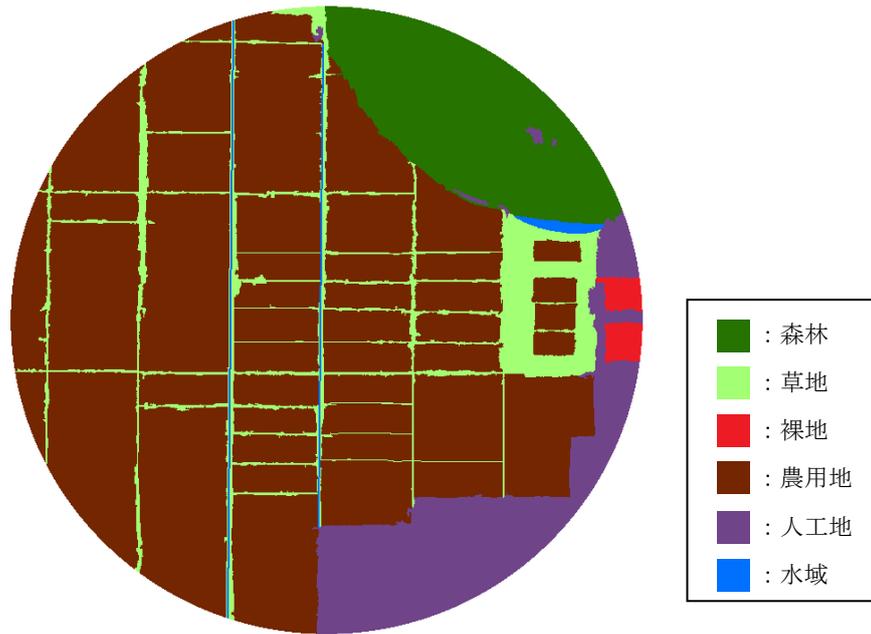


図 12. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植前)

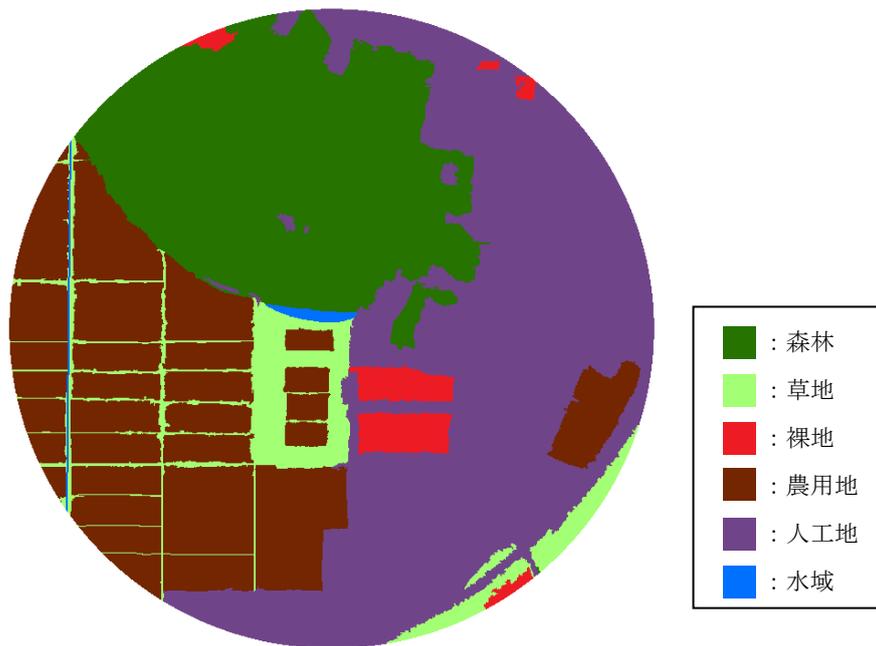


図 13. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植後)

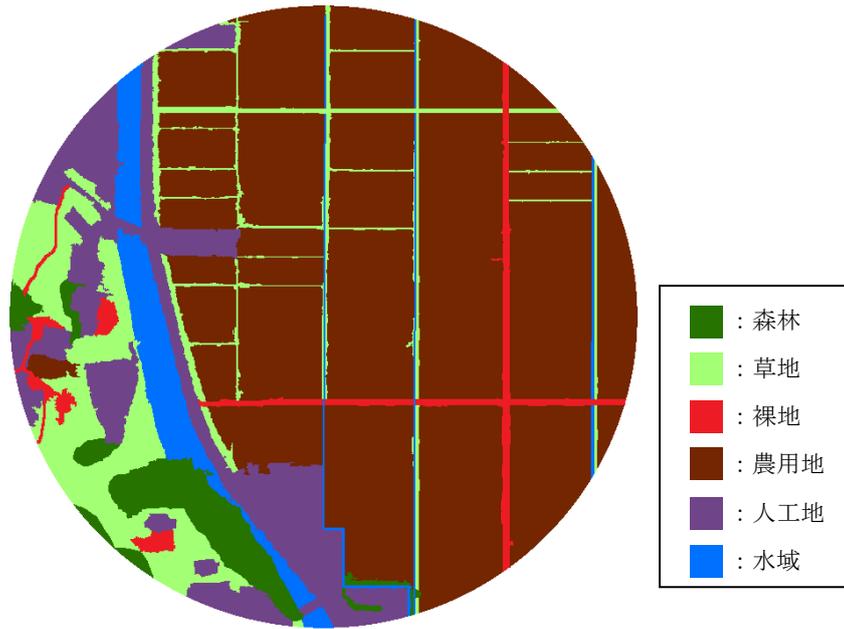


図 14. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植前)

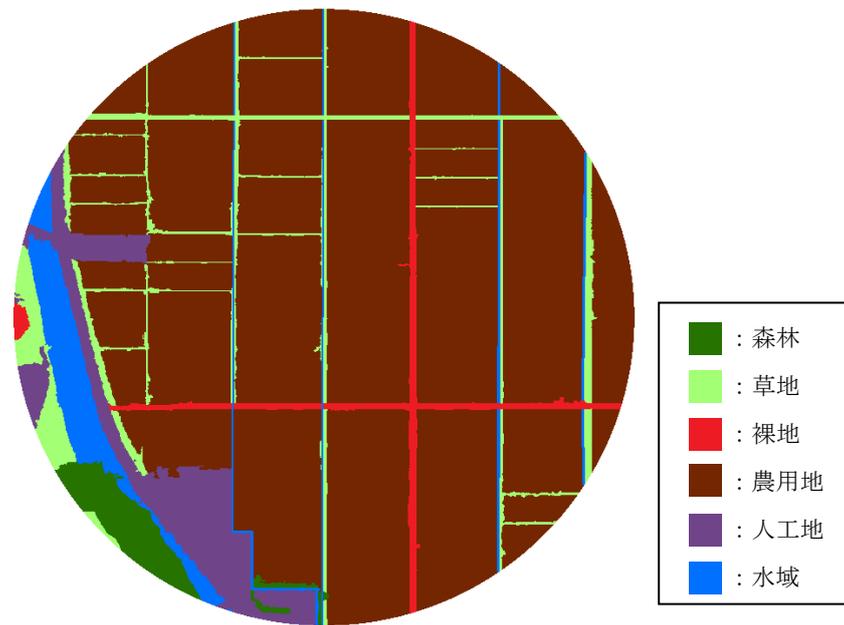


図 15. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植後)



図 16. 多気農排地区の土地利用図(移植前)

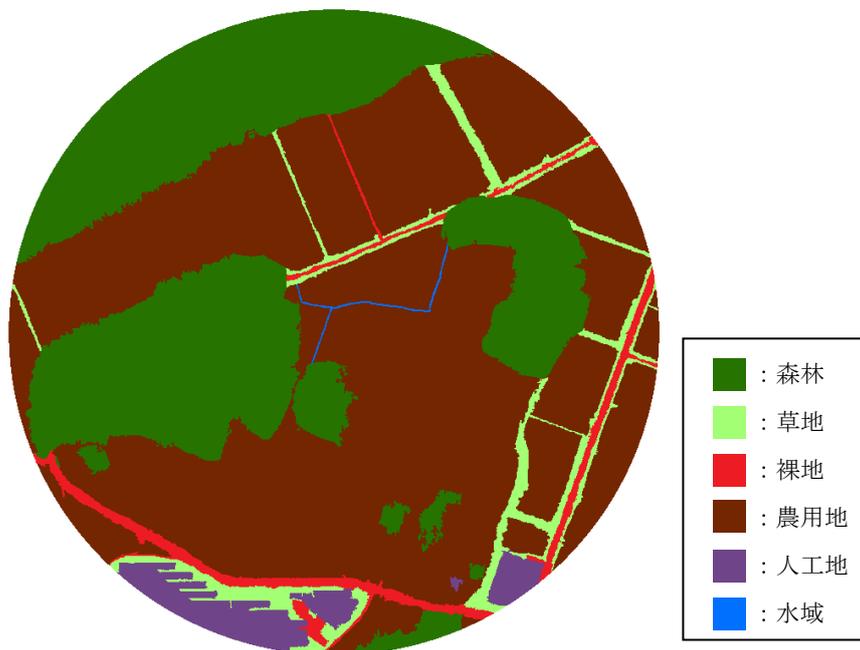


図 17. 多気農排地区の土地利用図(移植後)

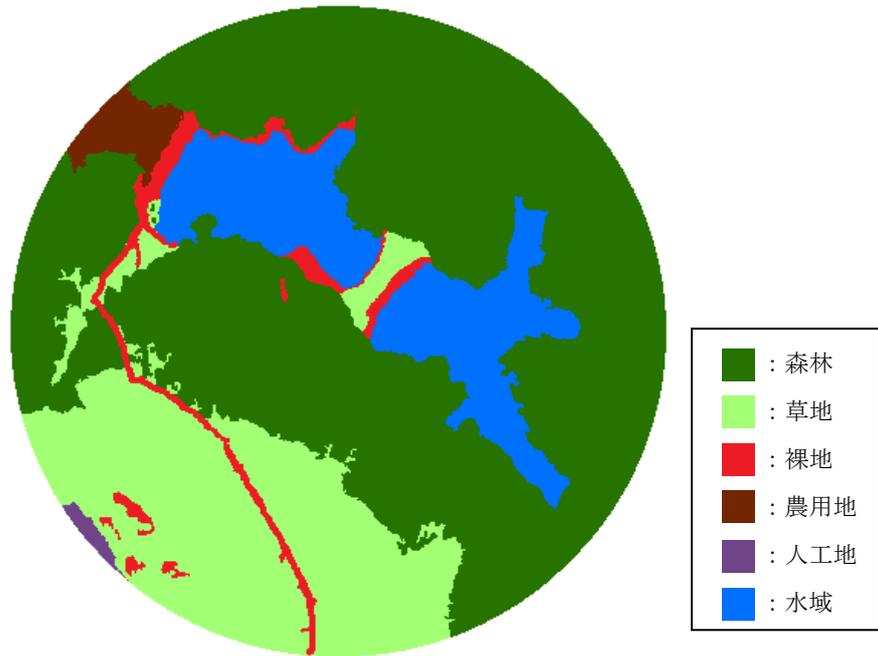


図 18. 太平尾池地区の土地利用図(移植前)

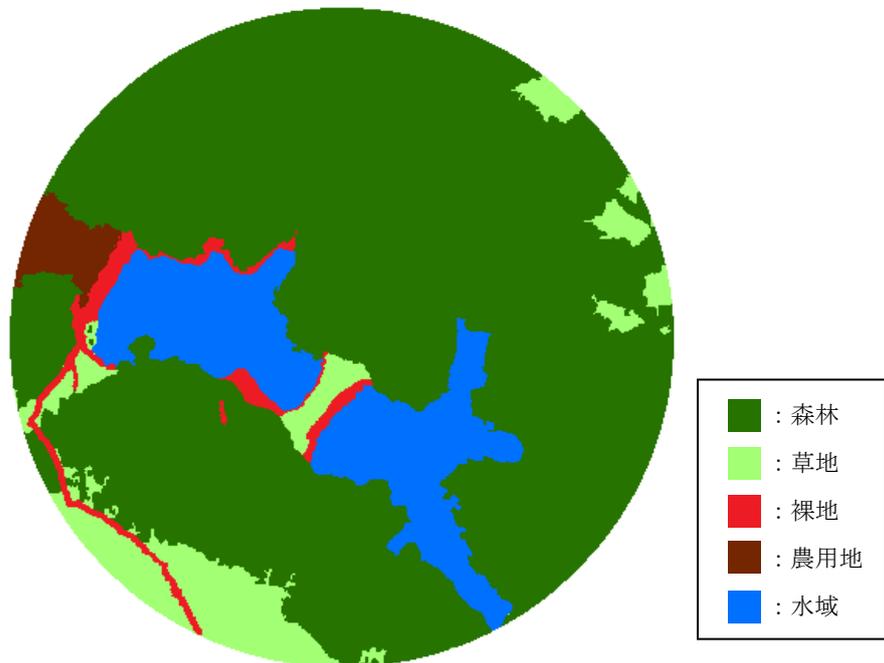


図 19. 太平尾池地区の土地利用図(移植後)

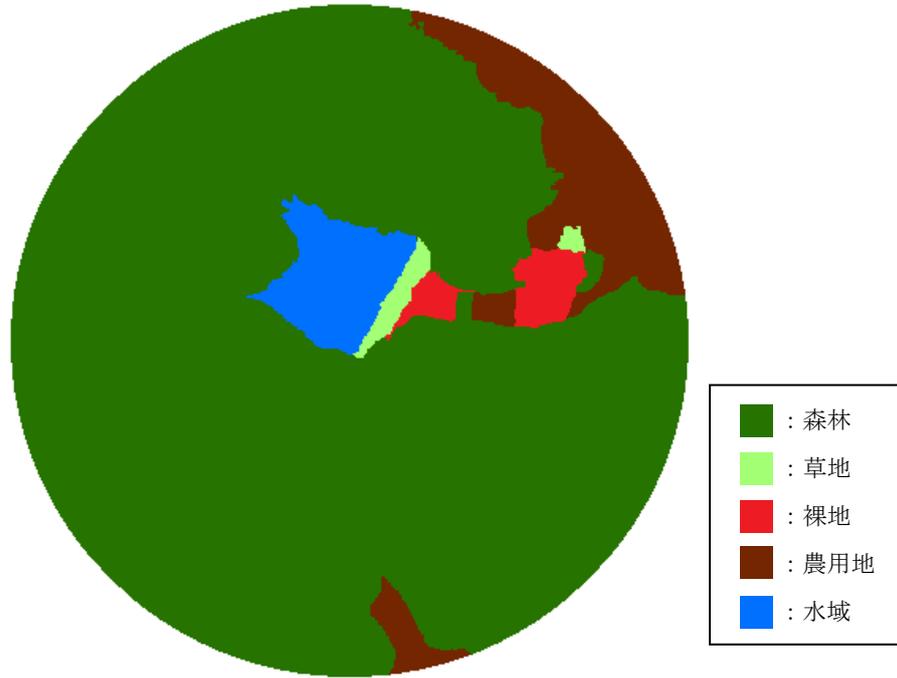


図 20. 上池地区の土地利用図(移植前)

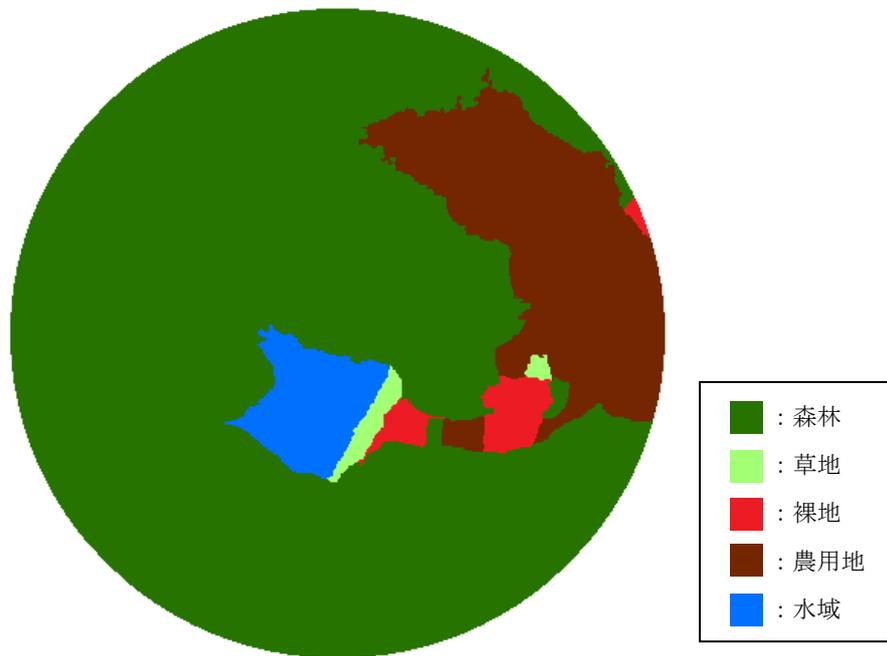


図 21. 上池地区の土地利用図(移植後)

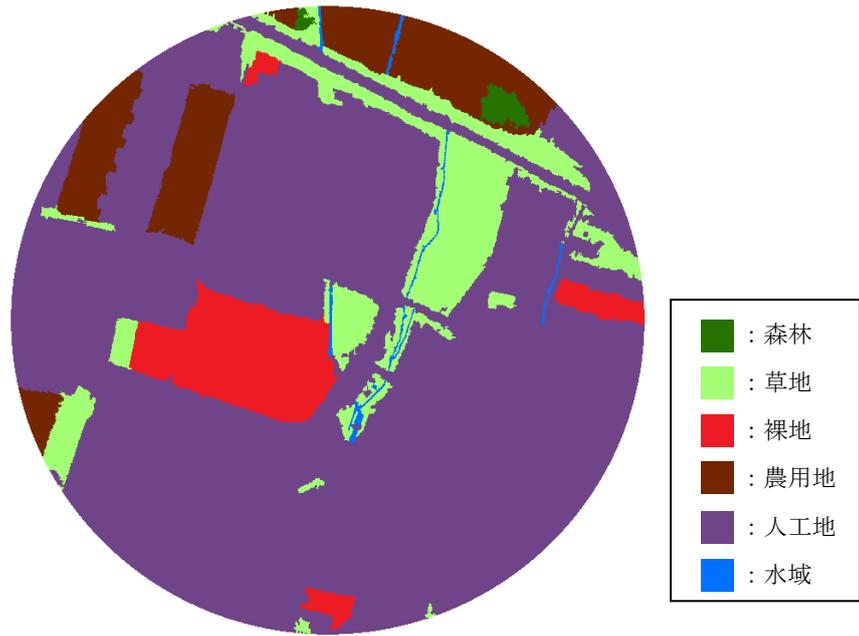


図 22. 櫛田川地区の土地利用図(移植前)

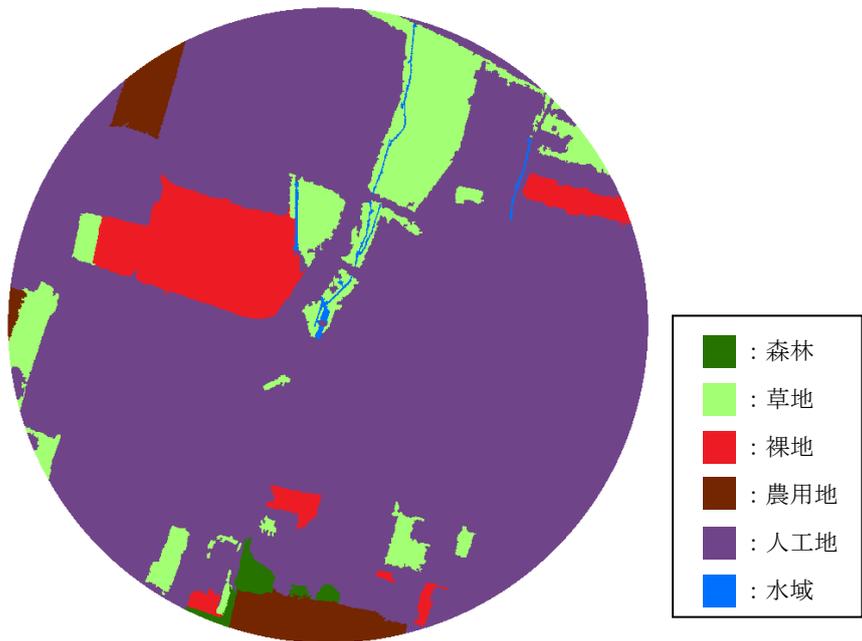


図 23. 櫛田川地区の土地利用図(移植後)

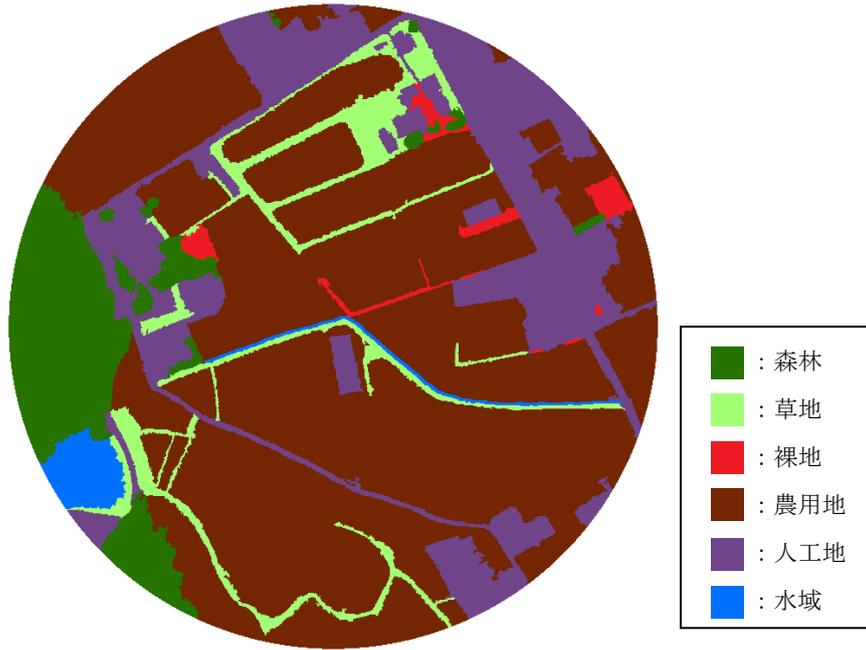


図 24. 多気圃場地区の土地利用図(移植前)

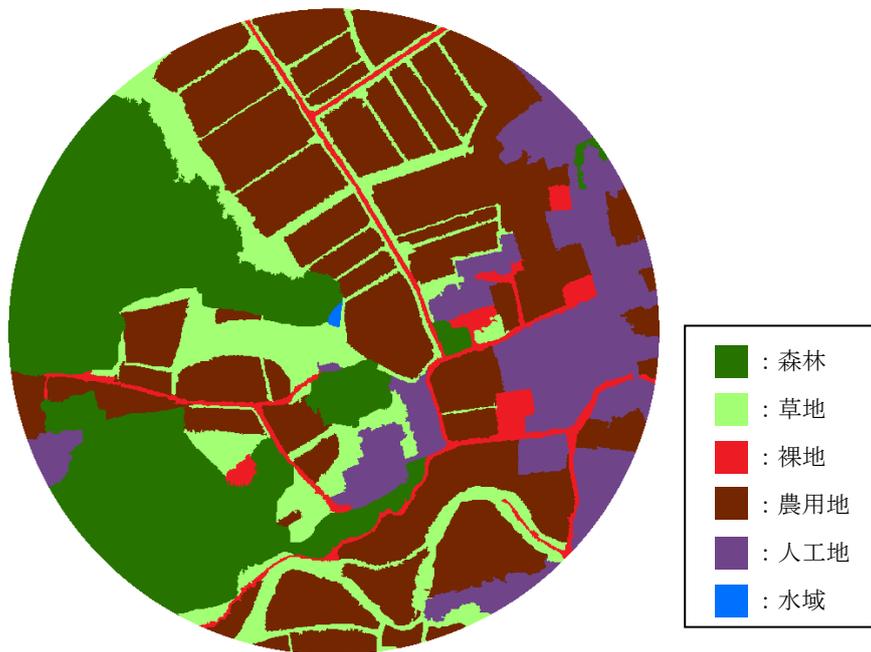


図 25. 多気圃場地区の土地利用図(移植後)

150m

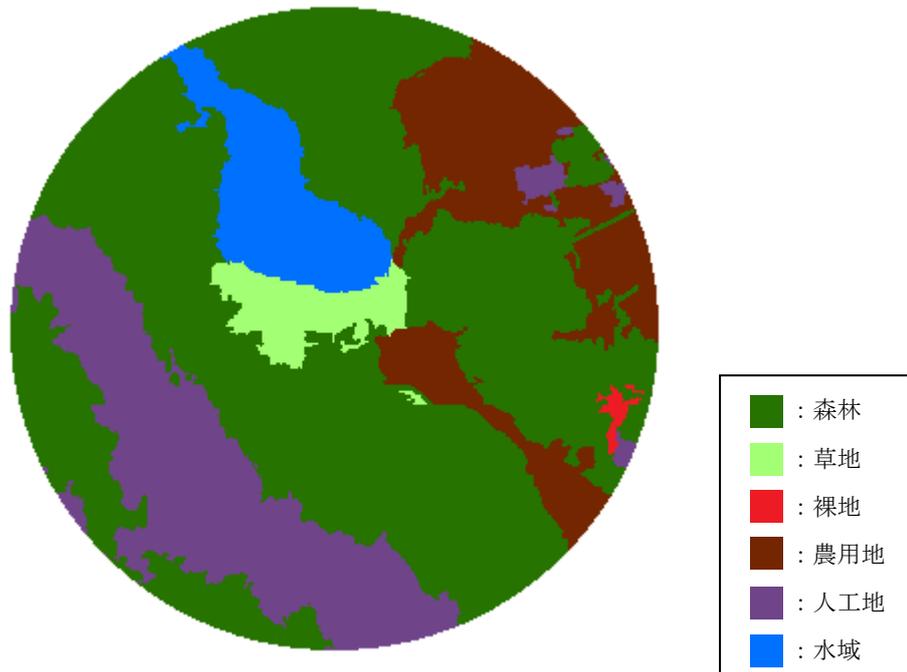


図 26. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植前)

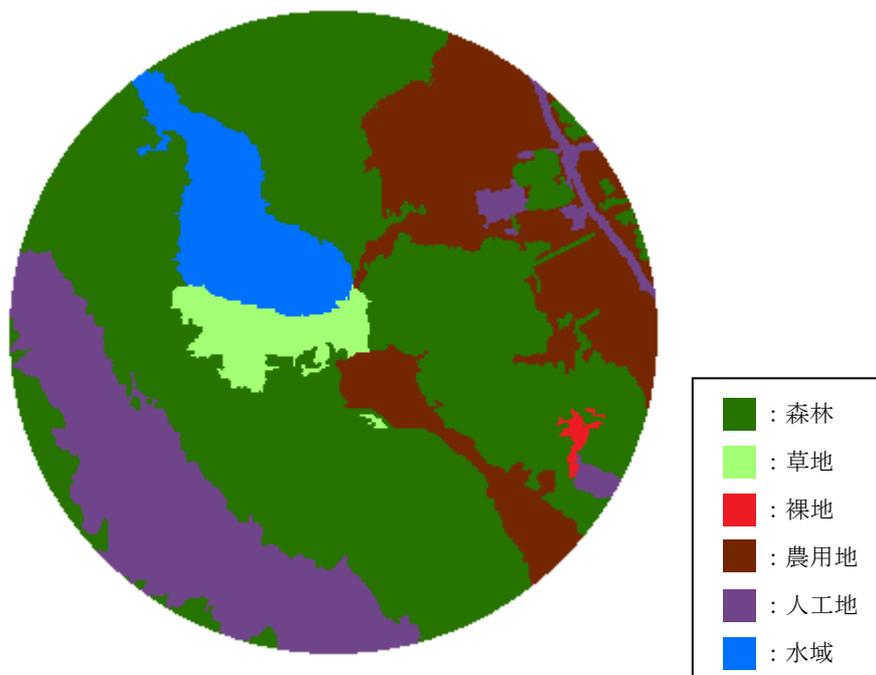


図 27. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植後)

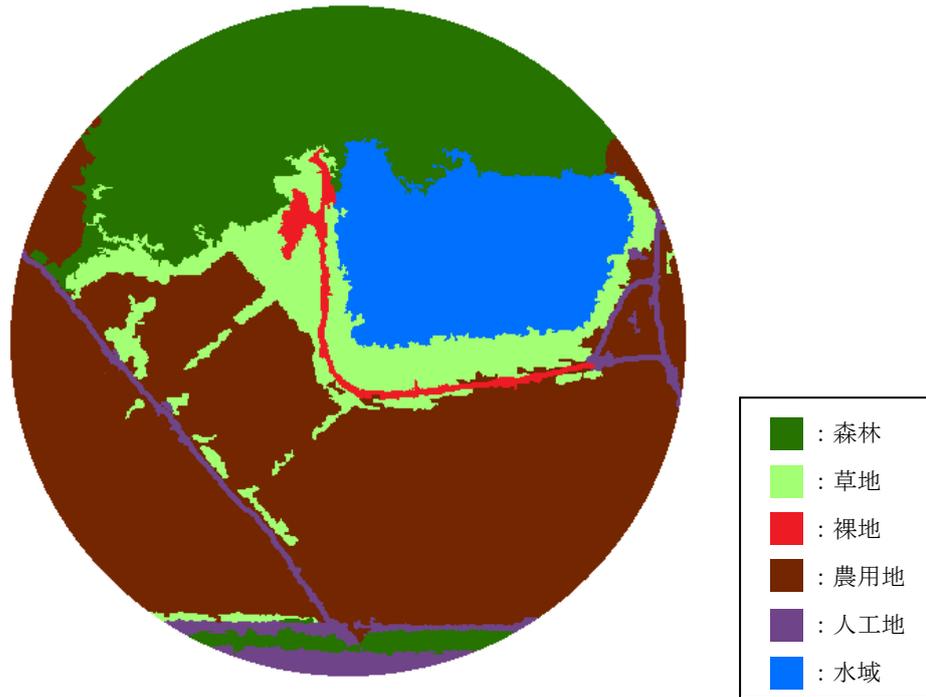


図 28. 又刈池地区の土地利用図(移植前)

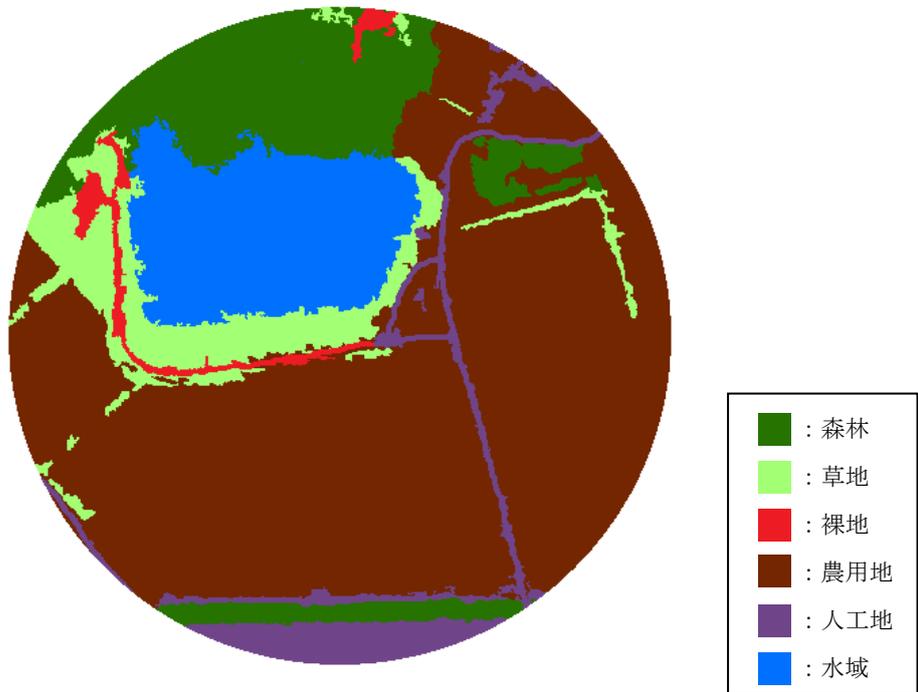


図 29. 又刈池地区の土地利用図(移植後 1)

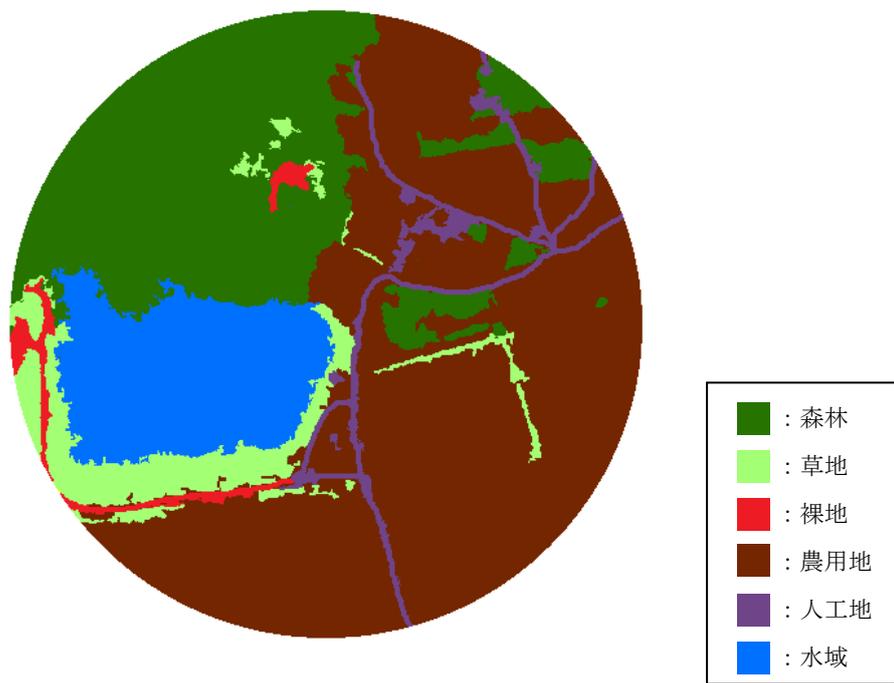


図 30. 又刈池地区の土地利用図(移植後 2)

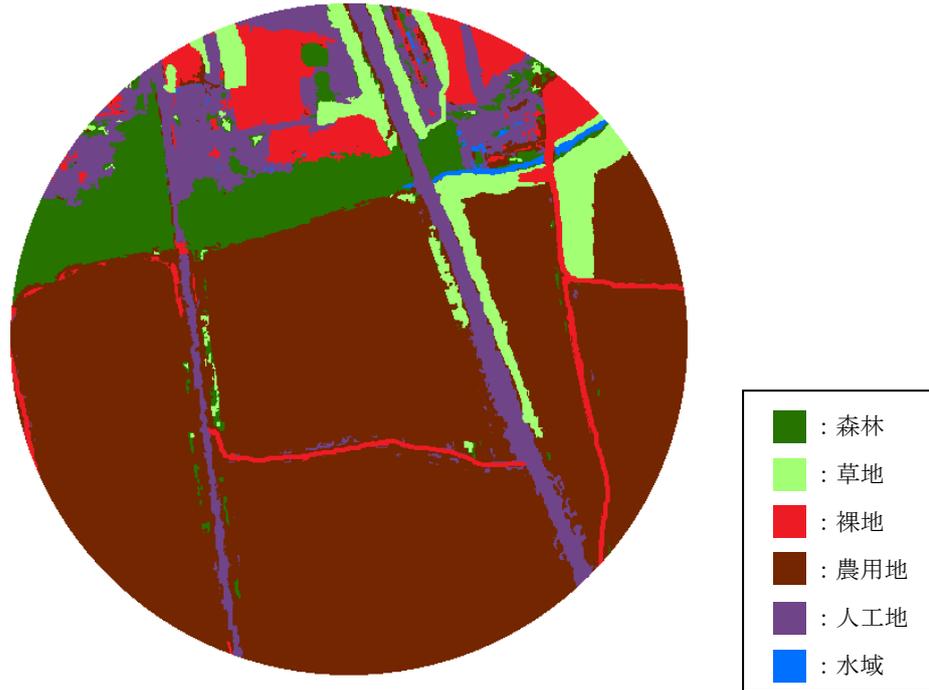


図 31. 桃園西部地区の土地利用図(移植前)

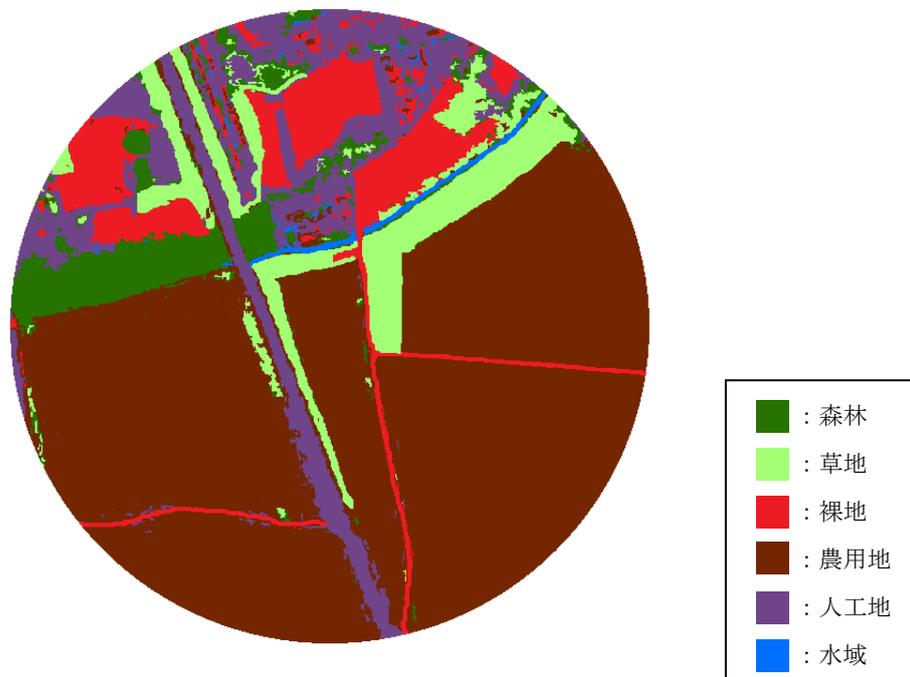


図 32. 桃園西部地区の土地利用図(移植後)

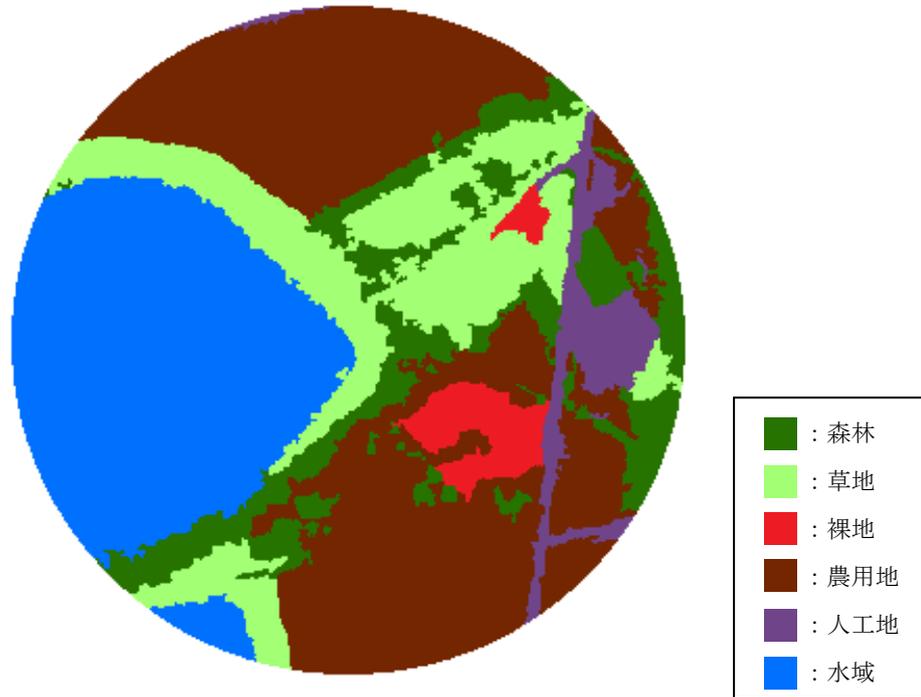


図 33. 四郷池地区の土地利用図(移植前)

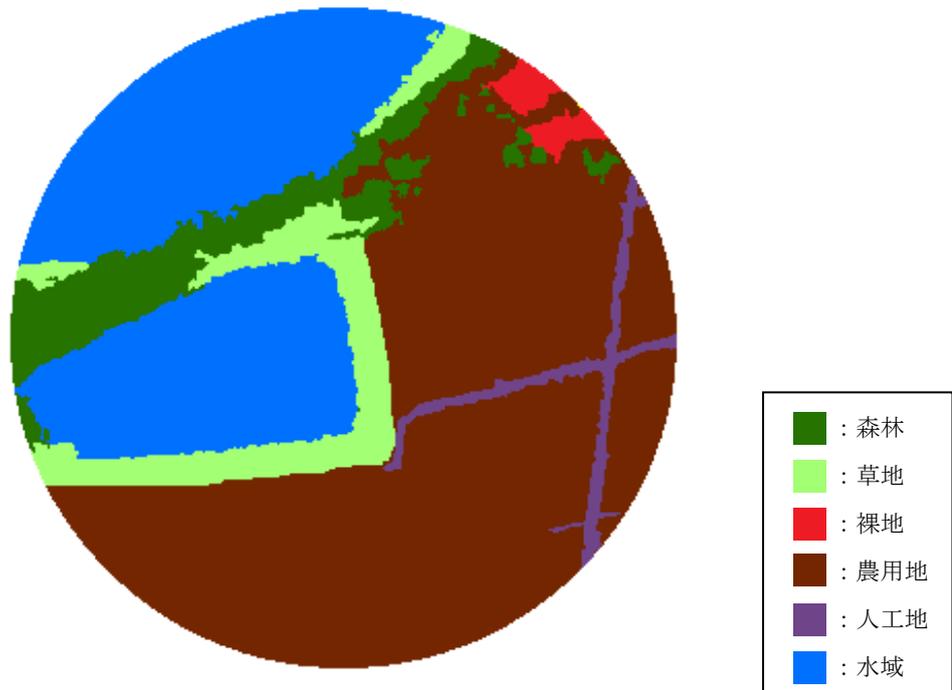


図 34. 四郷池地区の土地利用図(移植後)

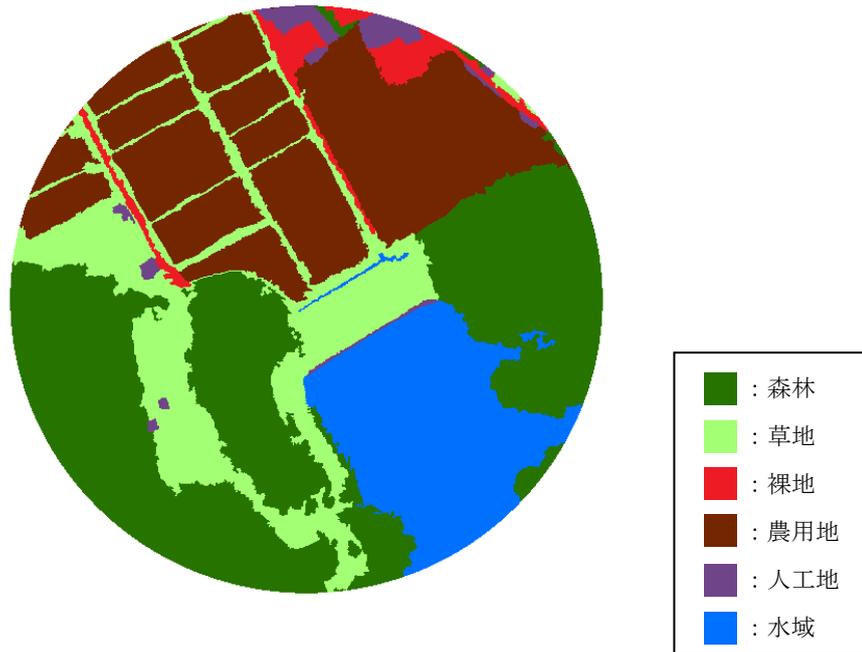


図 35. 猿野大池地区の土地利用図(移植前)

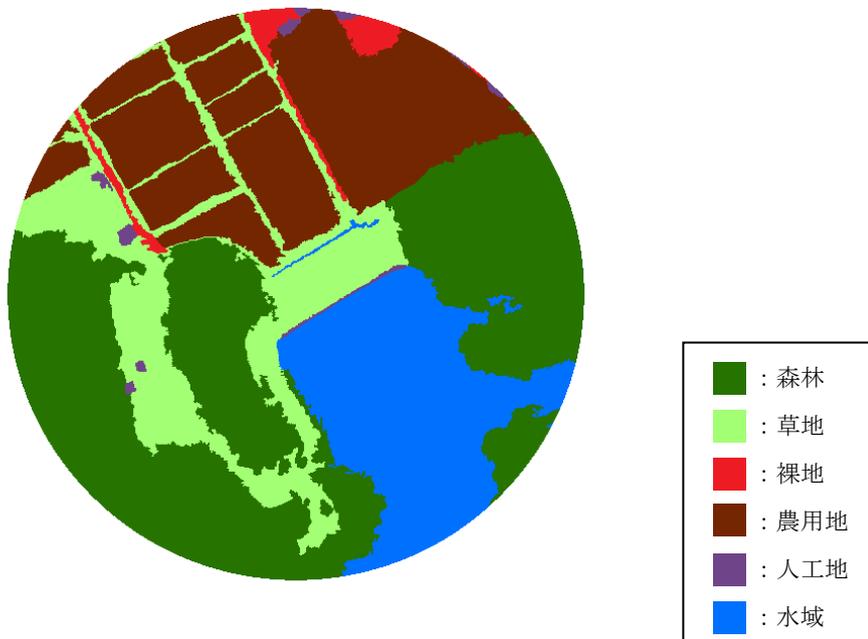


図 36. 猿野大池地区の土地利用図(移植後)

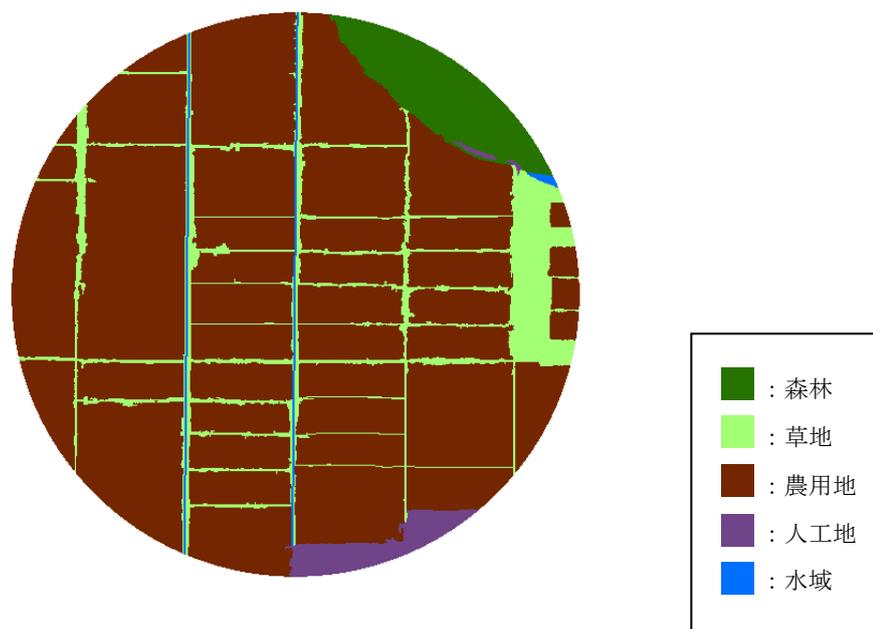


図 37. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植前)

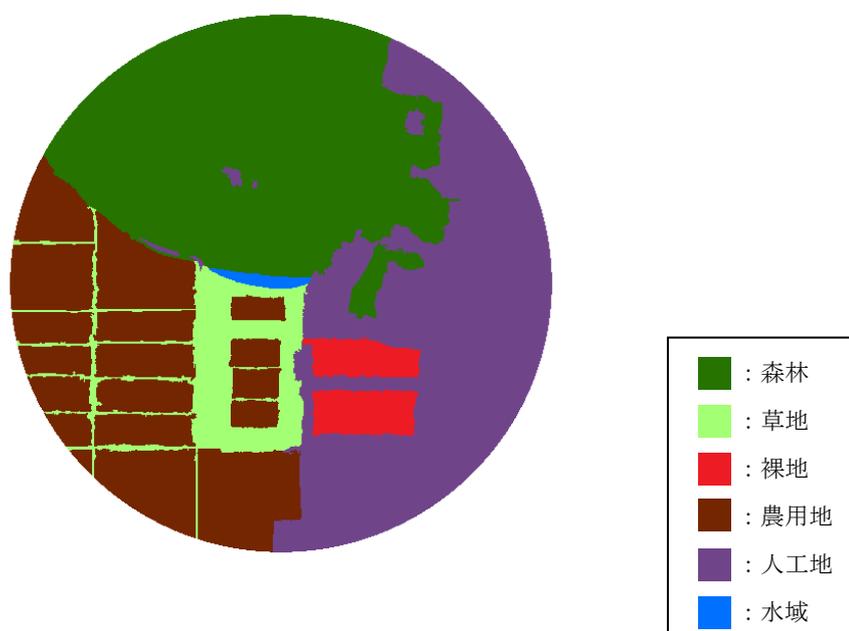


図 38. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植後)

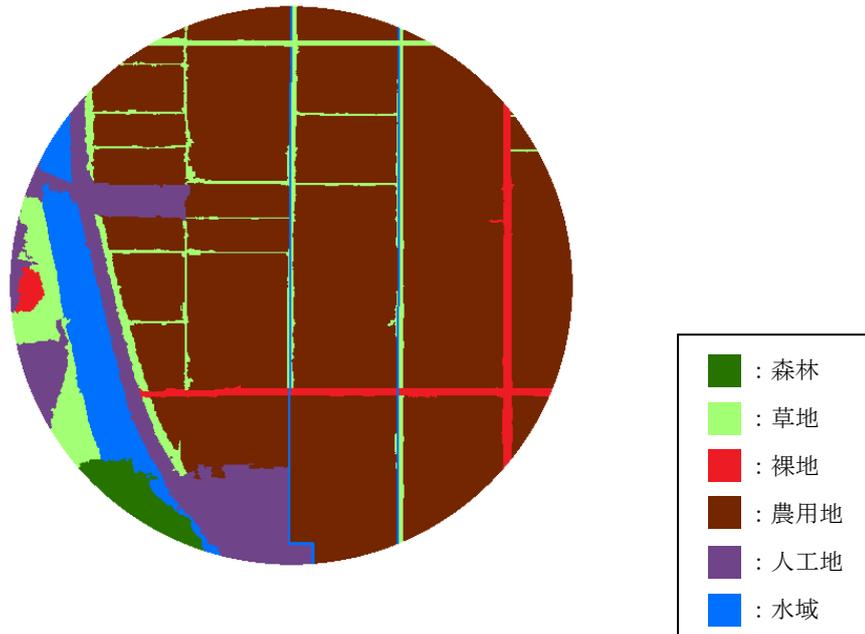


図 39. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植前)

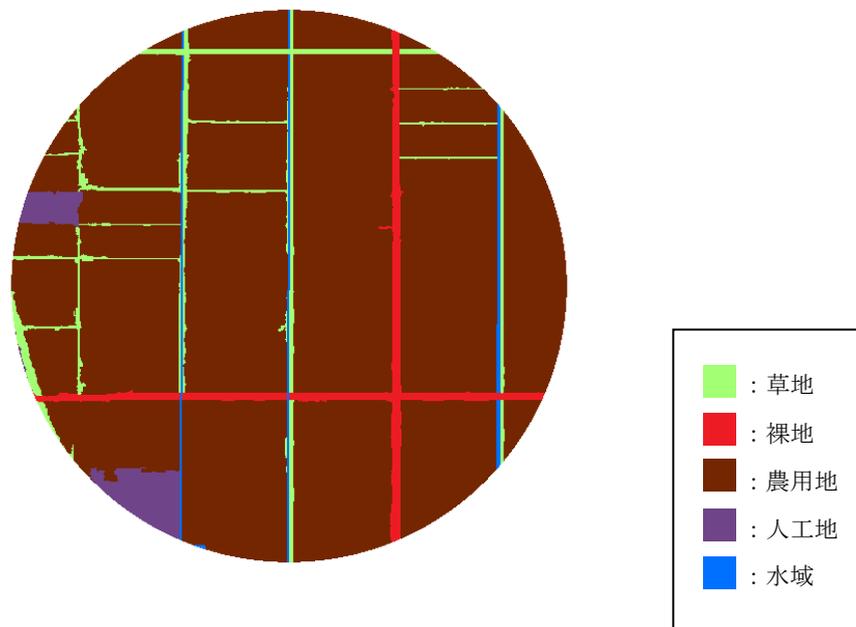


図 40. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植後)

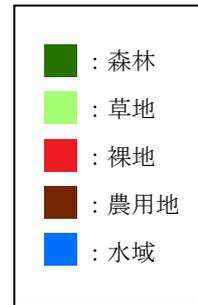


図 41. 多気農排地区の土地利用図(移植前)

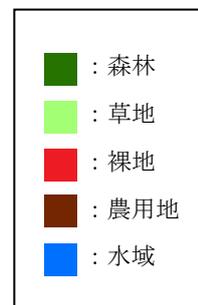
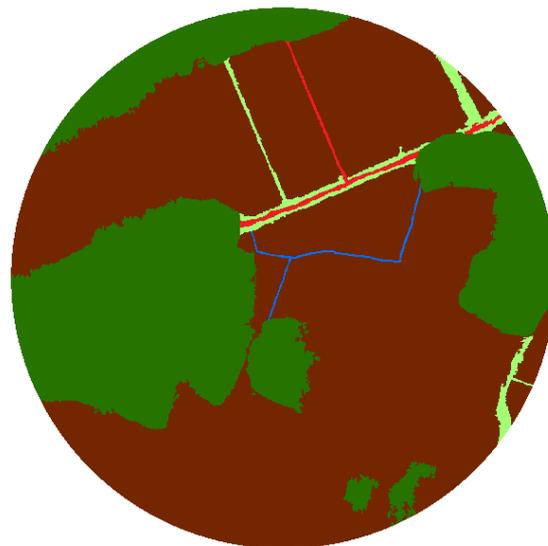


図 42. 多気農排地区の土地利用図(移植後)

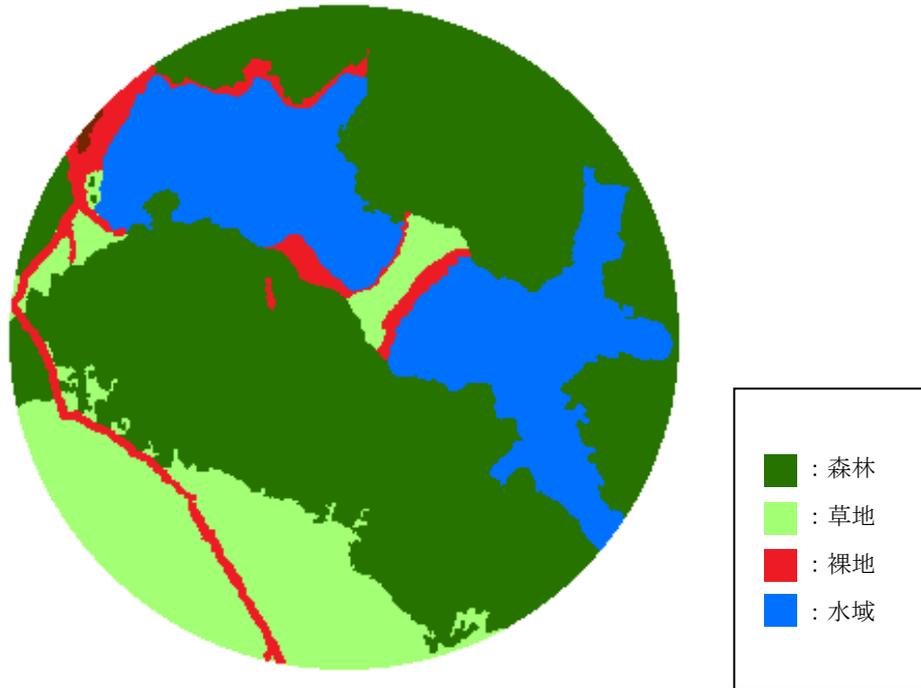


図 43. 太平尾池地区の土地利用図(移植前)

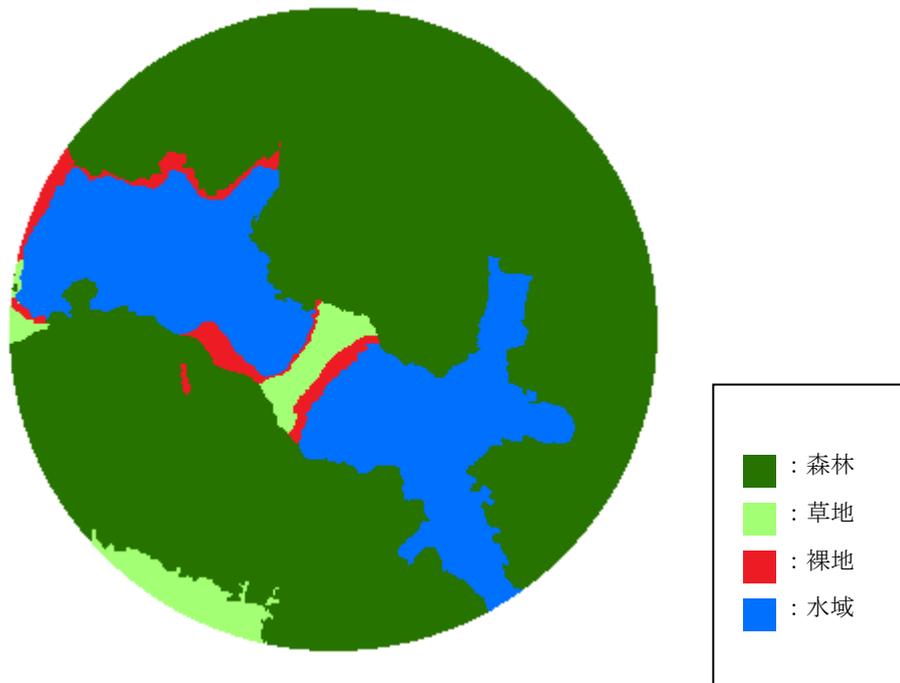


図 44. 太平尾池地区の土地利用図(移植後)

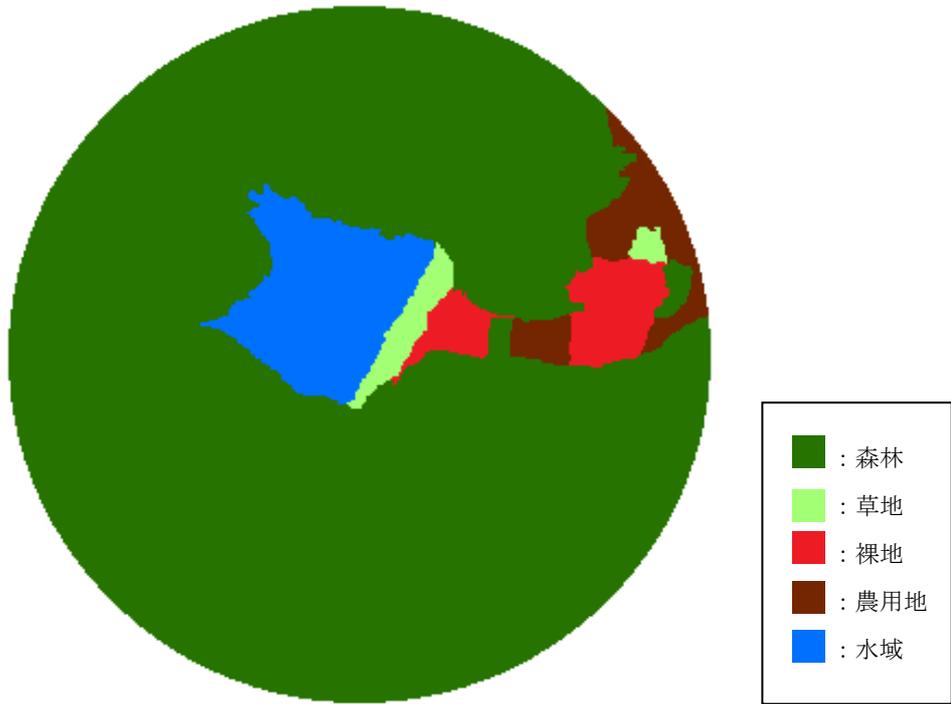


図 45. 上池地区の土地利用図(移植前)

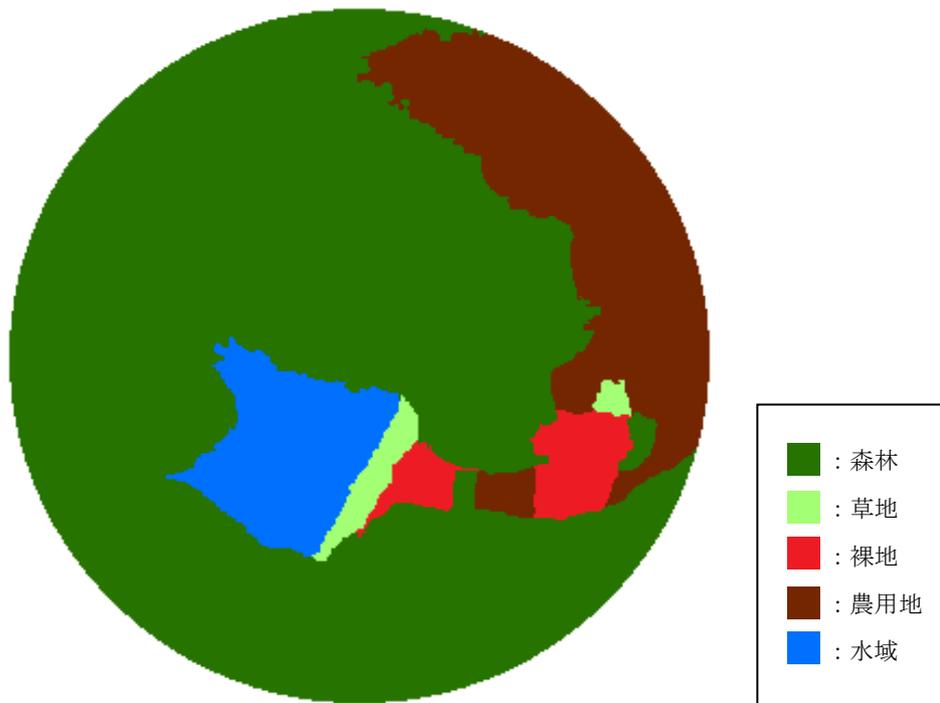


図 46. 上池地区の土地利用図(移植後)

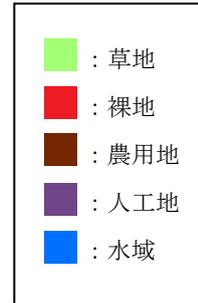
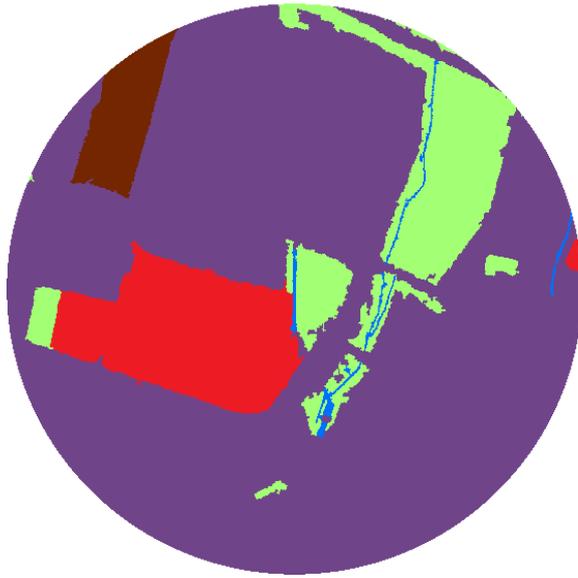


図 47. 榑田川地区の土地利用図(移植前)

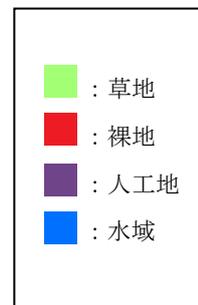
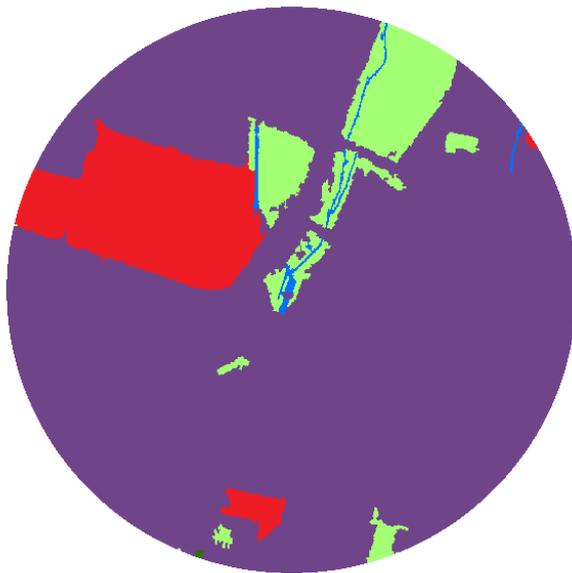


図 48. 榑田川地区の土地利用図(移植後)

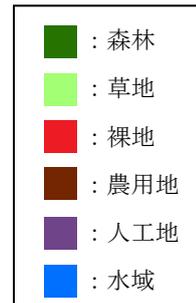
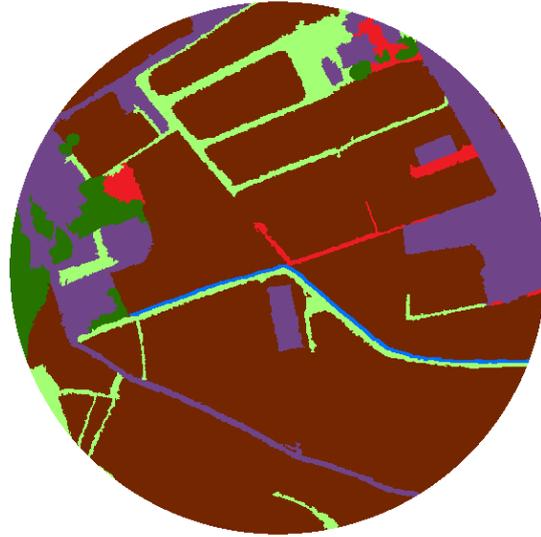


図 49. 多気圃場地区の土地利用図(移植前)

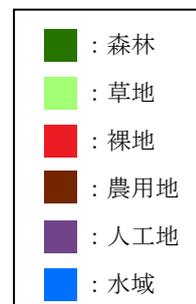


図 50. 多気圃場地区の土地利用図(移植後)

100m

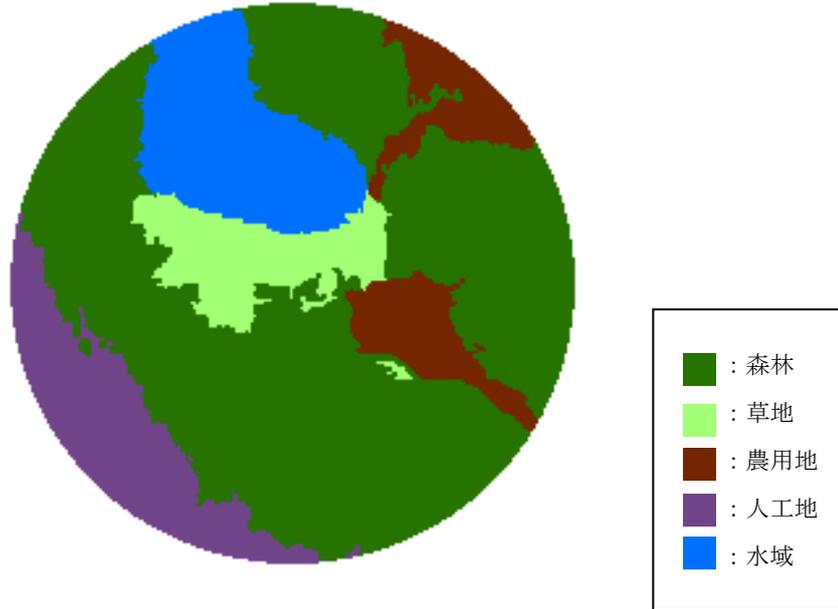


図 51. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植前)

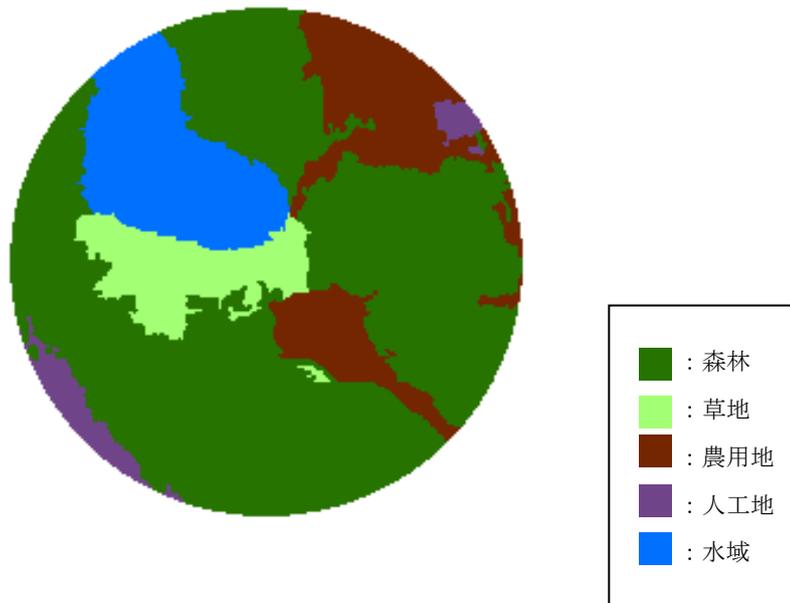


図 52. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植後)

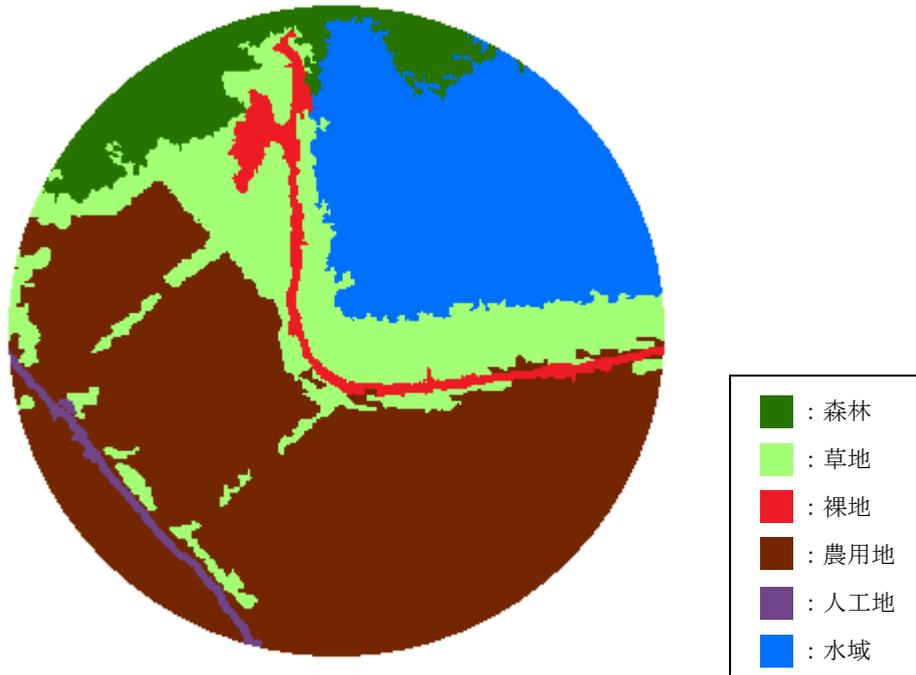


図 53. 又刈池地区の土地利用図(移植前)

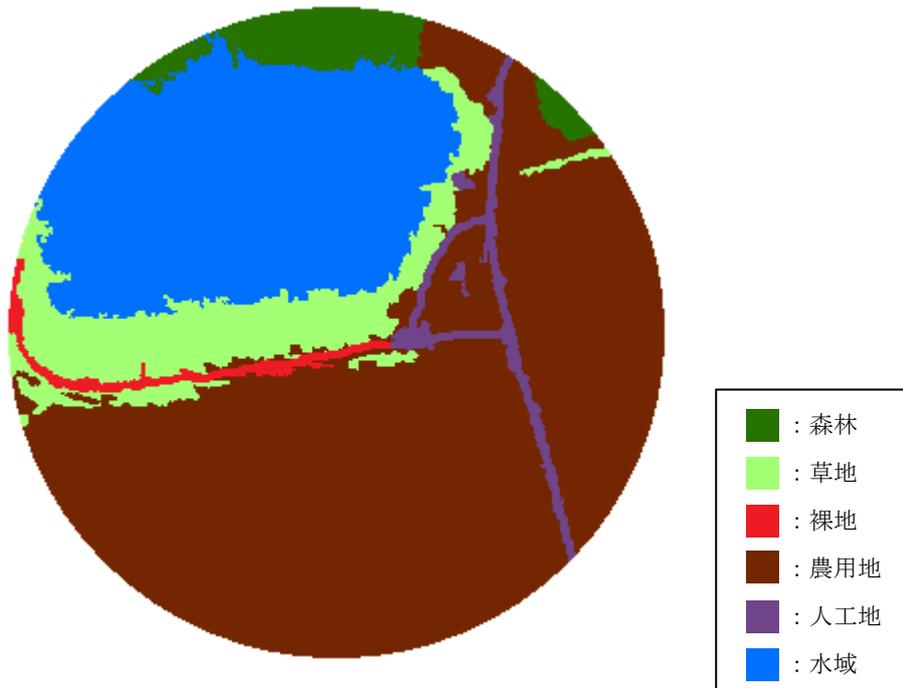


図 54. 又刈池地区の土地利用図(移植後 1)

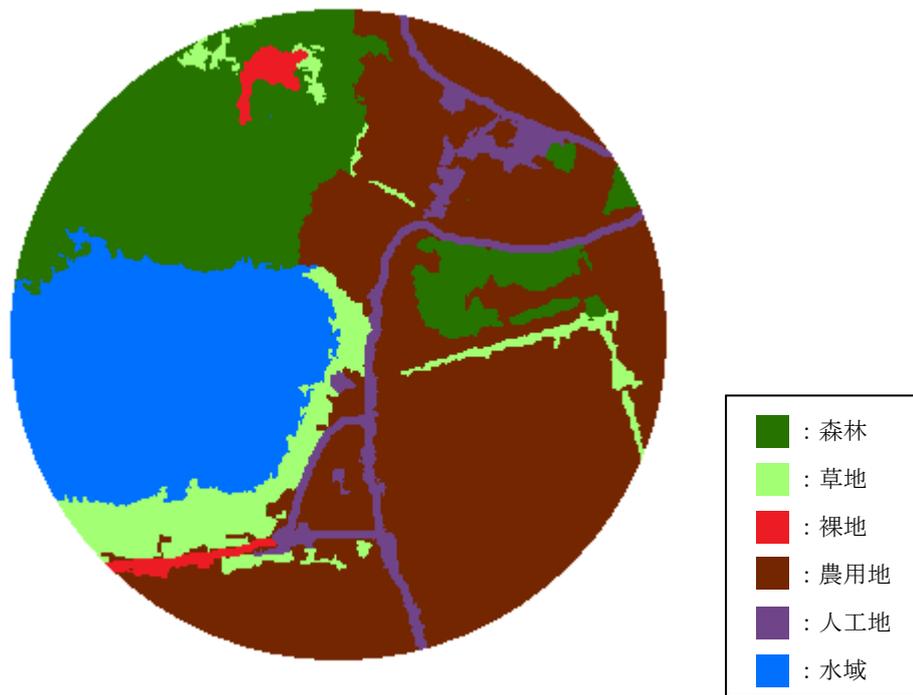


図 55. 又刈池地区の土地利用図(移植後 2)

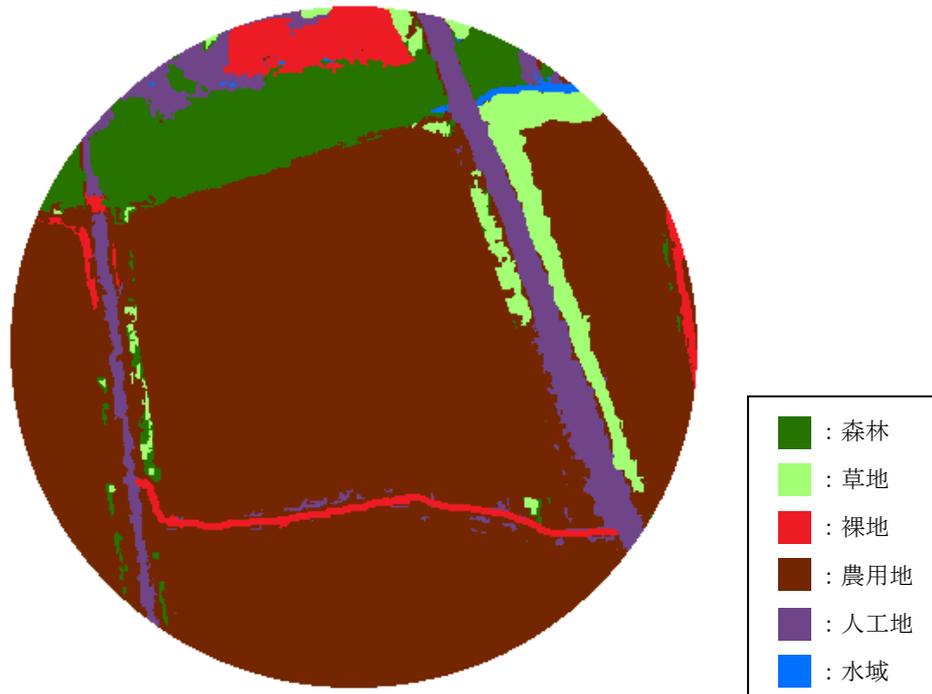


図 56. 桃園西部地区の土地利用図(移植前)

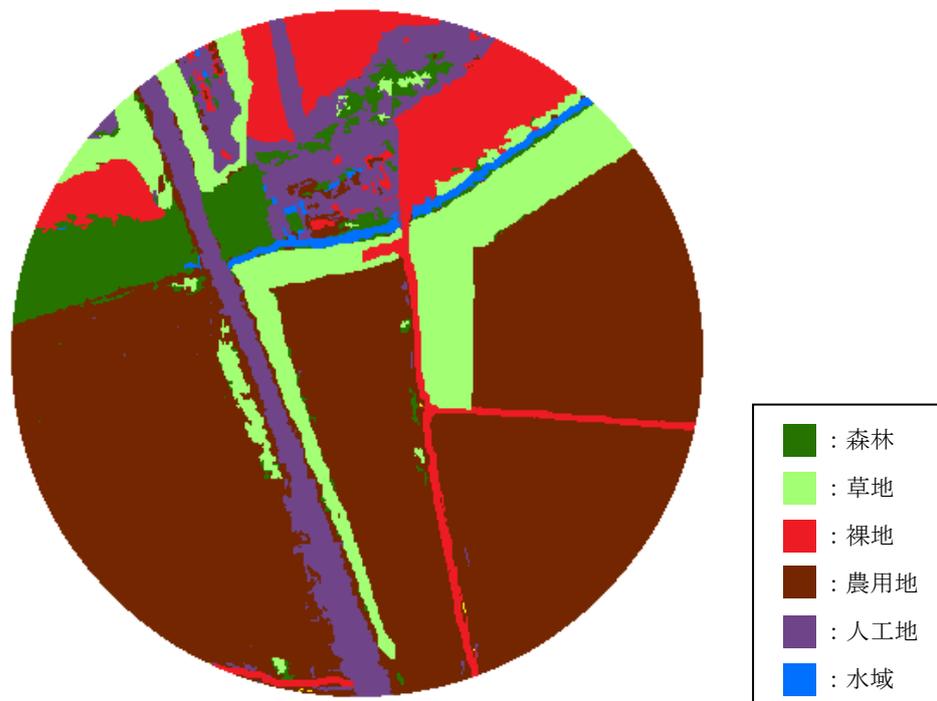


図 57. 桃園西部地区の土地利用図(移植後)

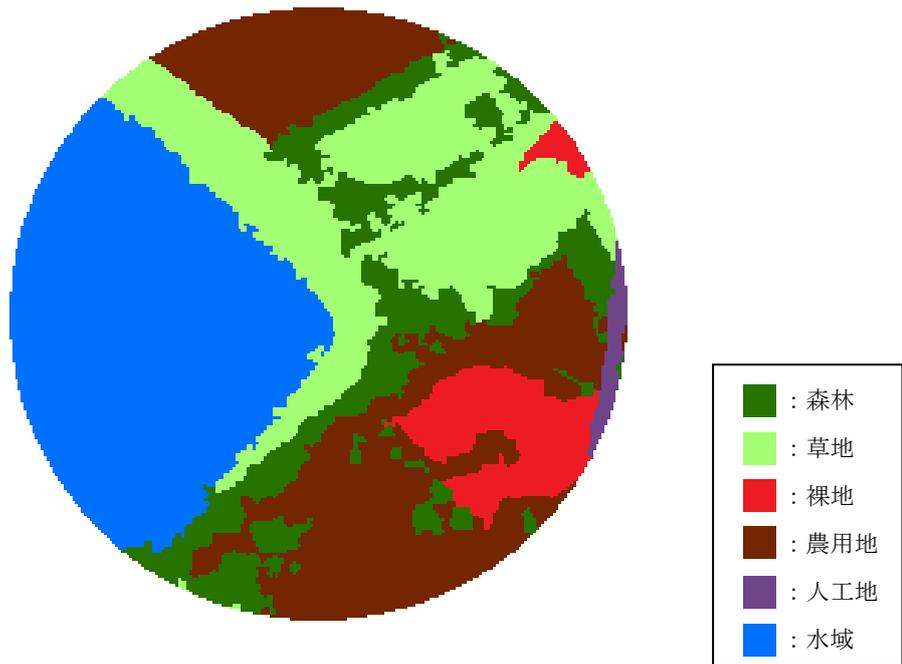


図 58. 四郷池地区の土地利用図(移植前)

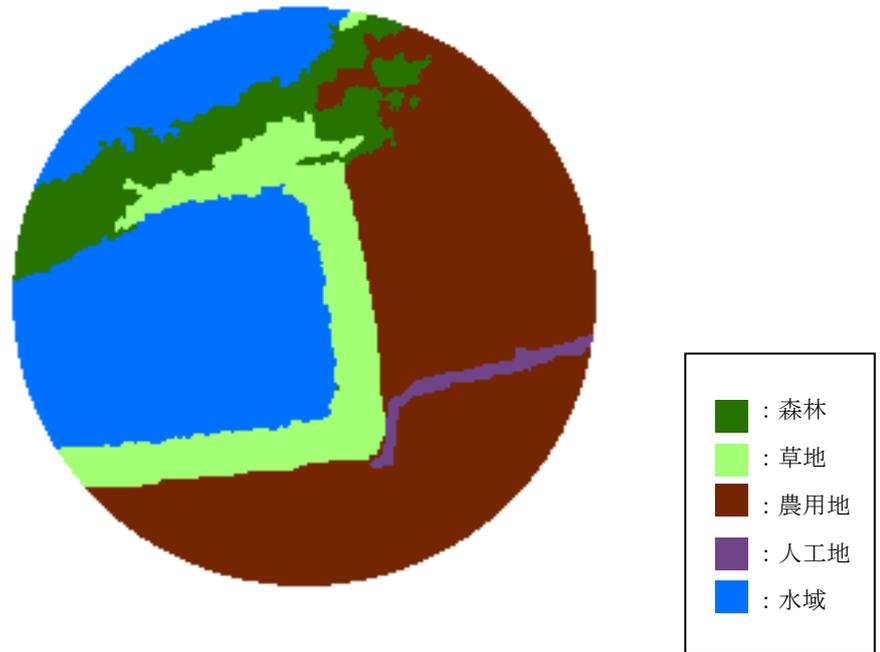


図 59. 四郷池地区の土地利用図(移植後)

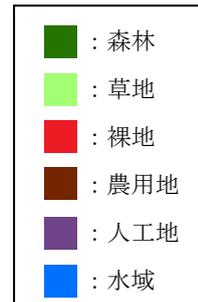


図 60. 猿野大池地区の土地利用図(移植前)

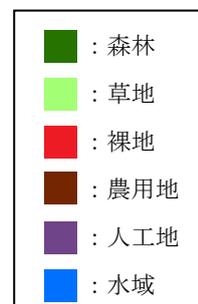
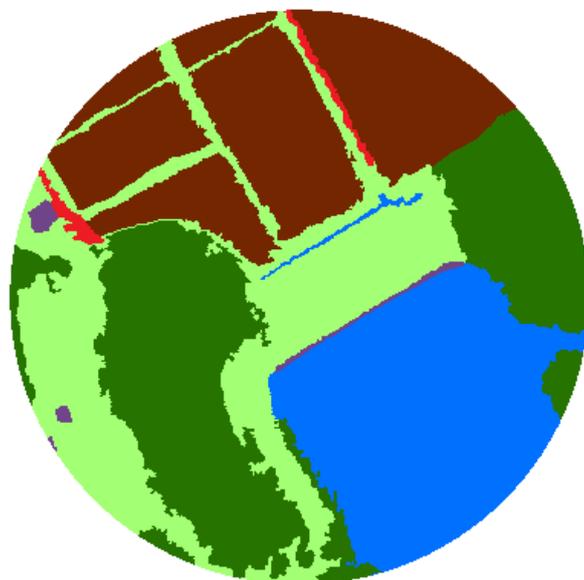


図 61. 猿野大池地区の土地利用図(移植後)

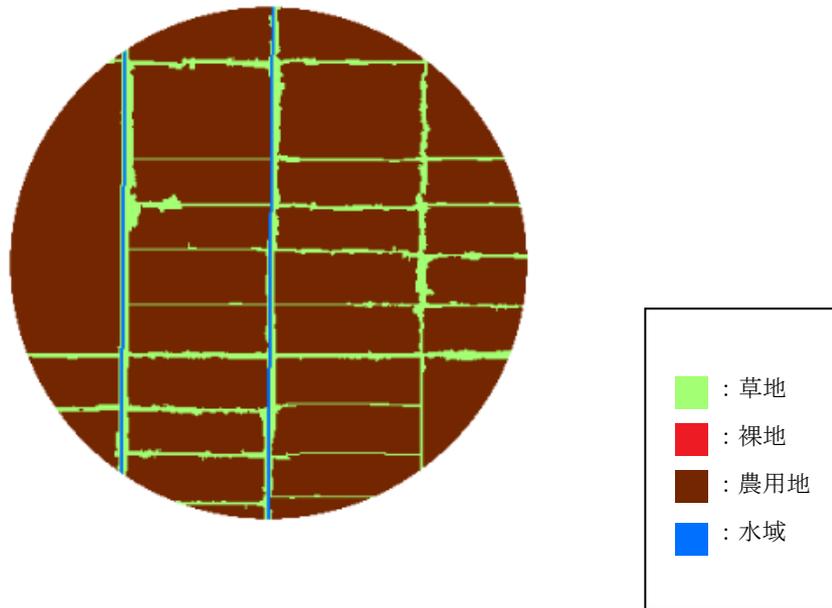


図 62. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植前)

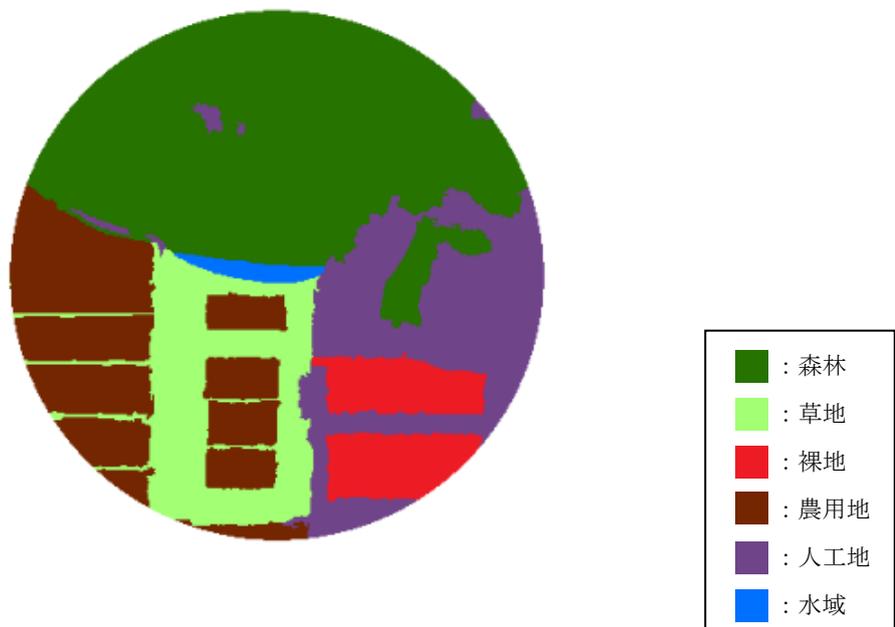


図 63. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植後)

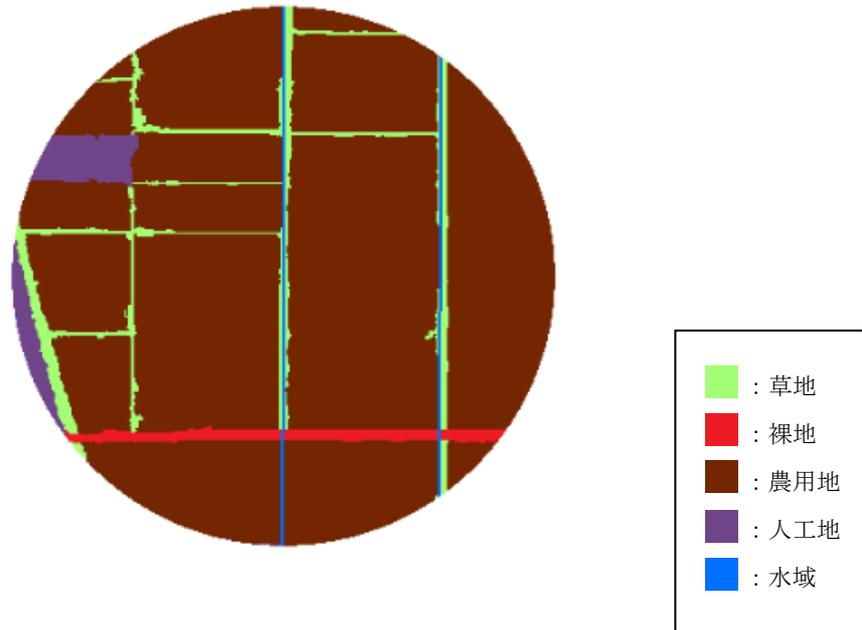


図 64. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植前)

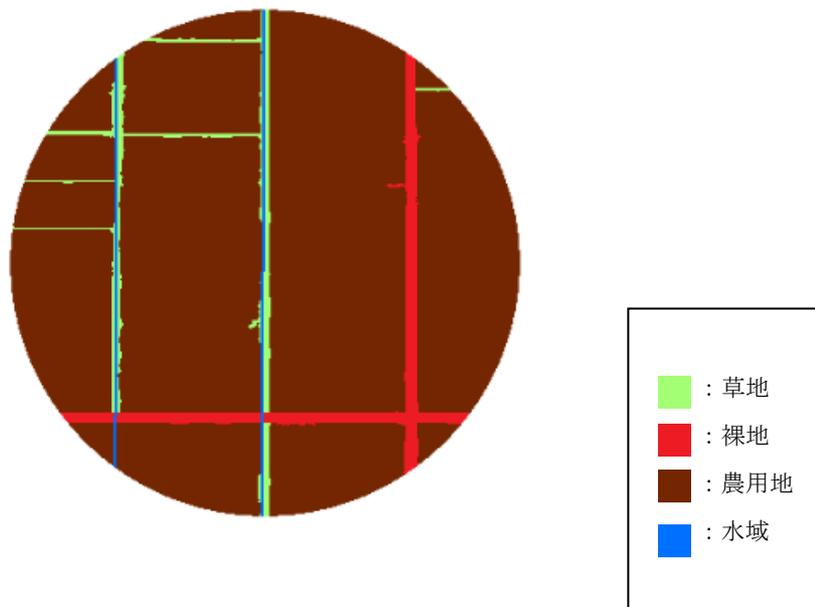


図 65. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植後)

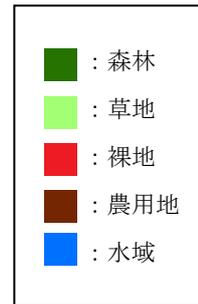
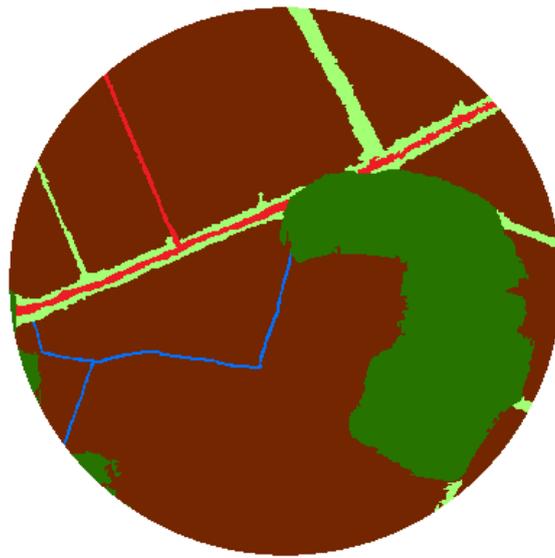


図 66. 多気農排地区の土地利用図(移植前)

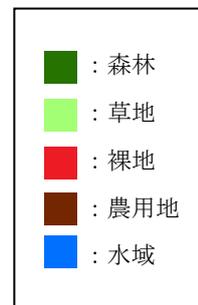
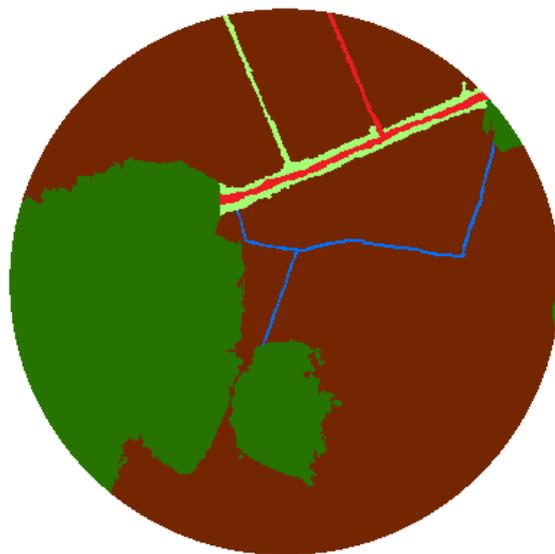


図 67. 多気農排地区の土地利用図(移植後)

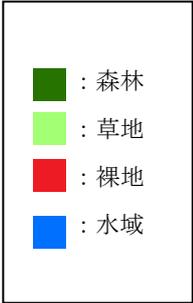


図 68. 太平尾池地区の土地利用図(移植前)

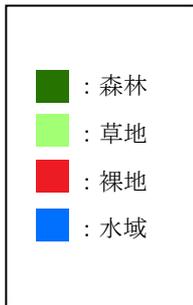
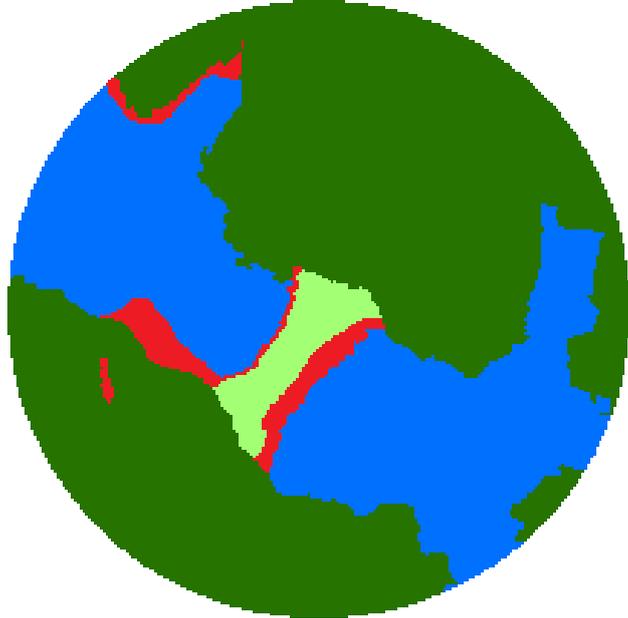


図 69. 太平尾池地区の土地利用図(移植後)

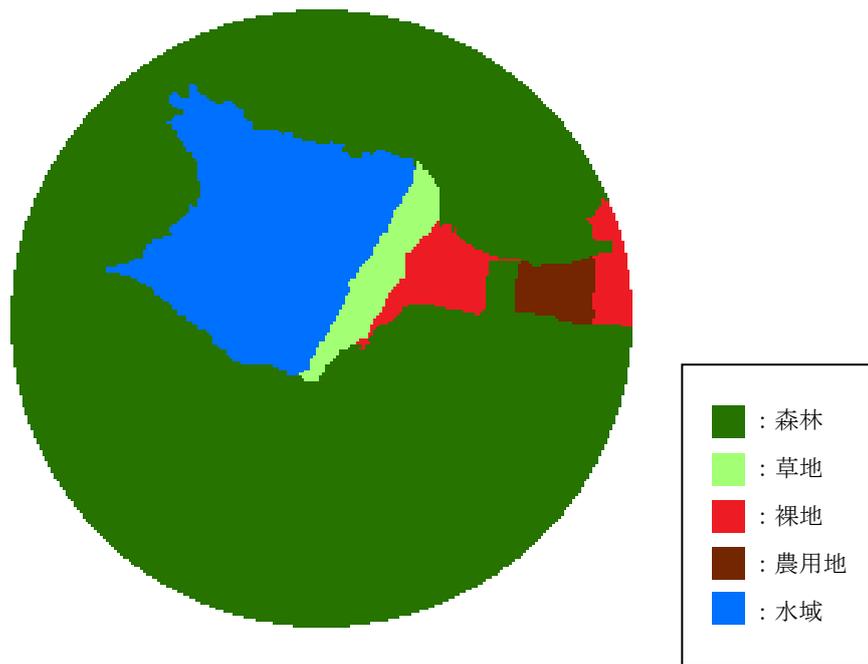


図 70. 上池地区の土地利用図(移植前)

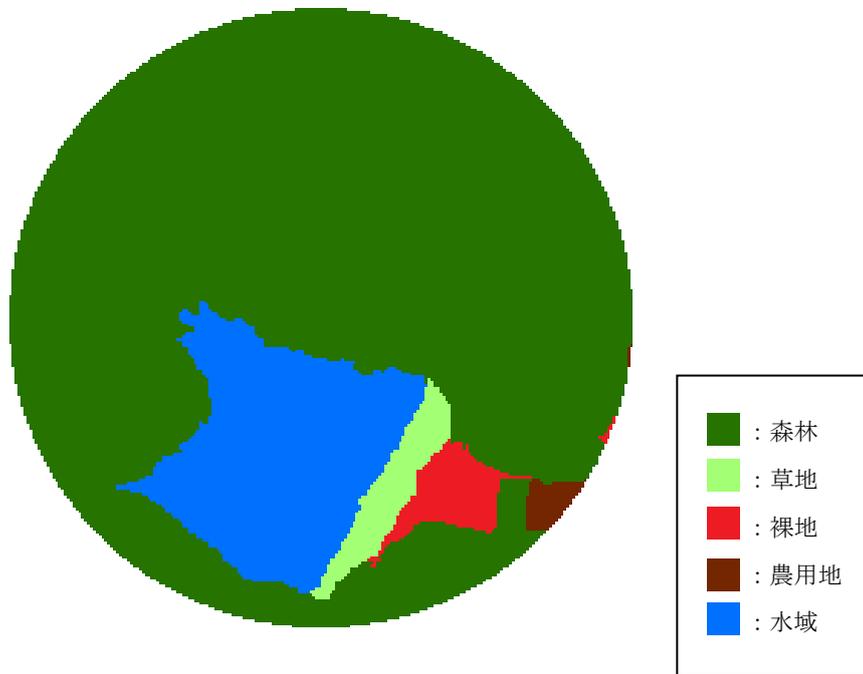


図 71. 上池地区の土地利用図(移植後)

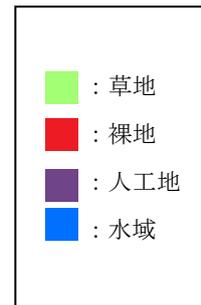
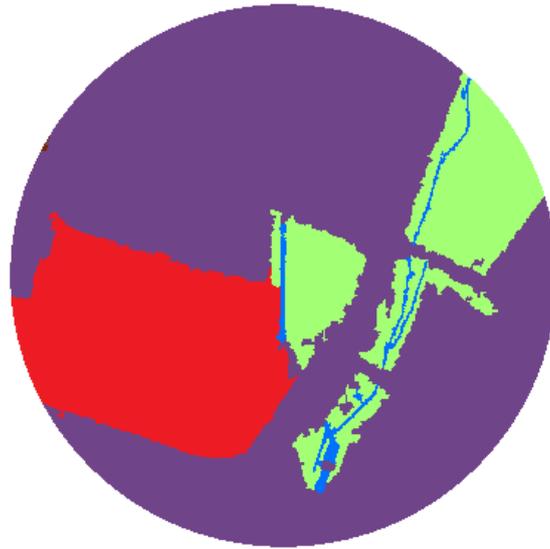


図 72. 櫛田川地区の土地利用図(移植前)

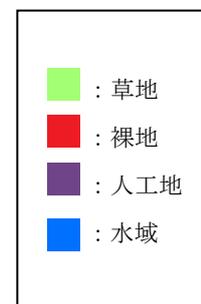
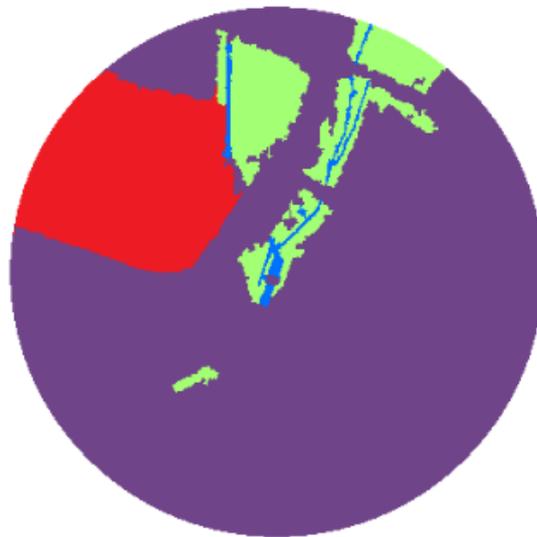


図 73. 櫛田川地区の土地利用図(移植後)

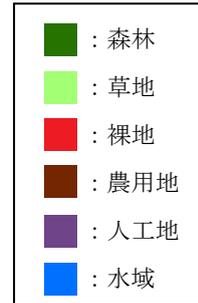
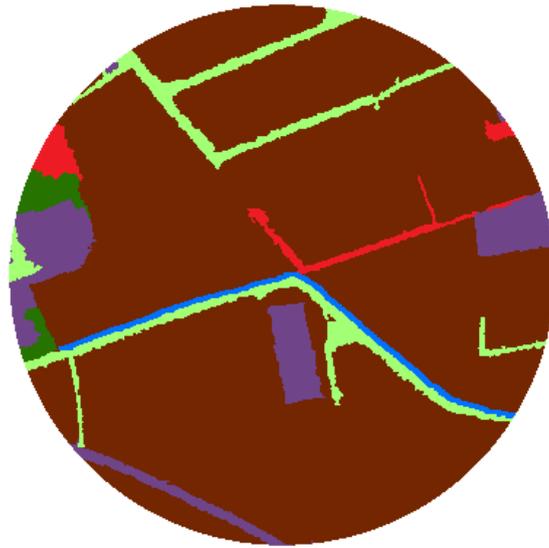


図 74. 多気圃場地区の土地利用図(移植前)

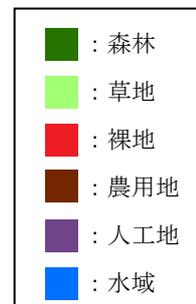


図 75. 多気圃場地区の土地利用図(移植後)

50m

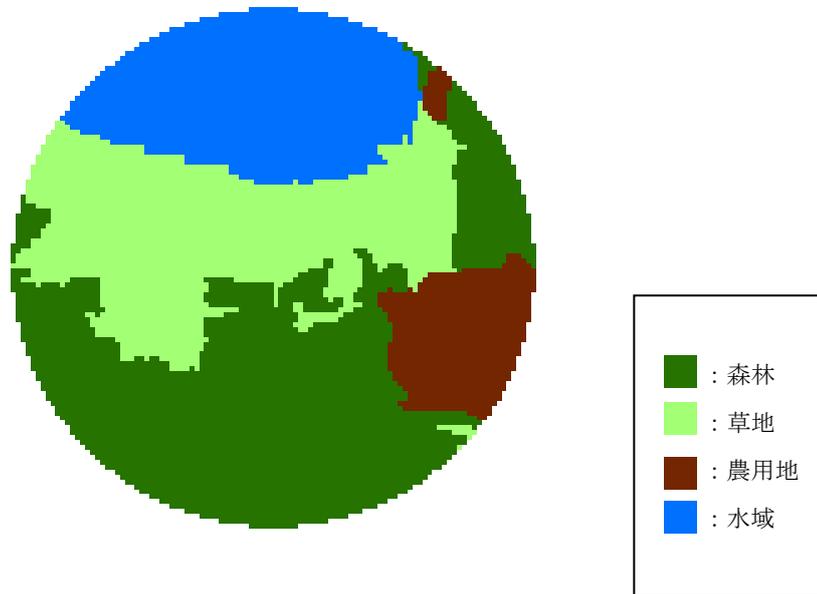


図 76. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植前)

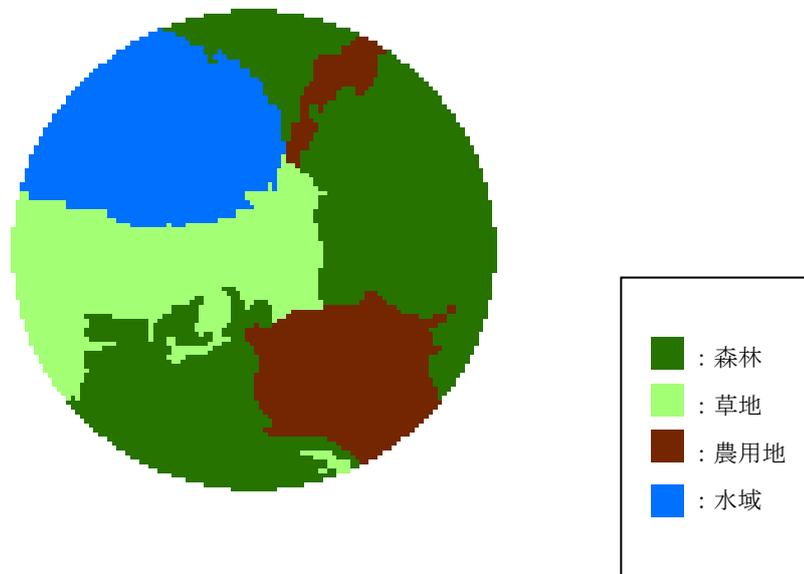


図 77. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植後)

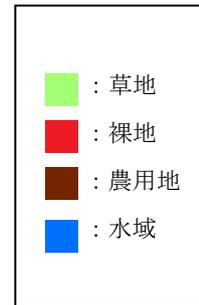
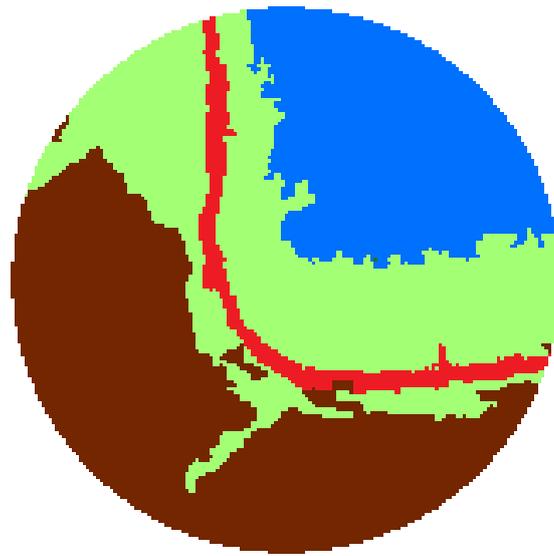


図 78. 又刈池地区の土地利用図(移植前)

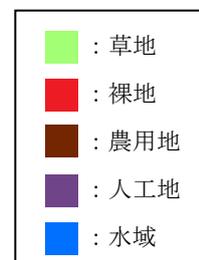
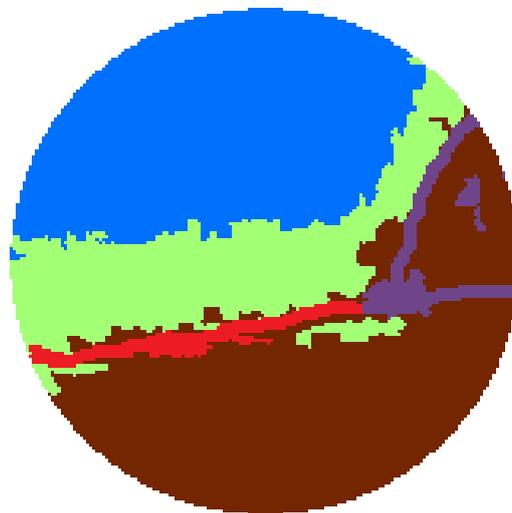


図 79. 又刈池地区の土地利用図(移植後 1)

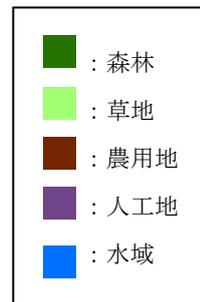
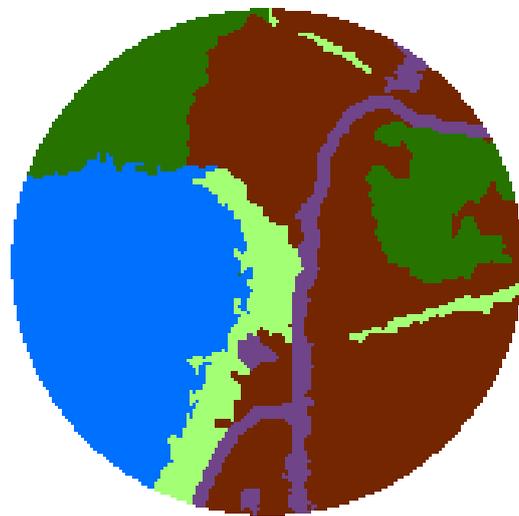


図 80. 又刈池地区の土地利用図(移植後 2)

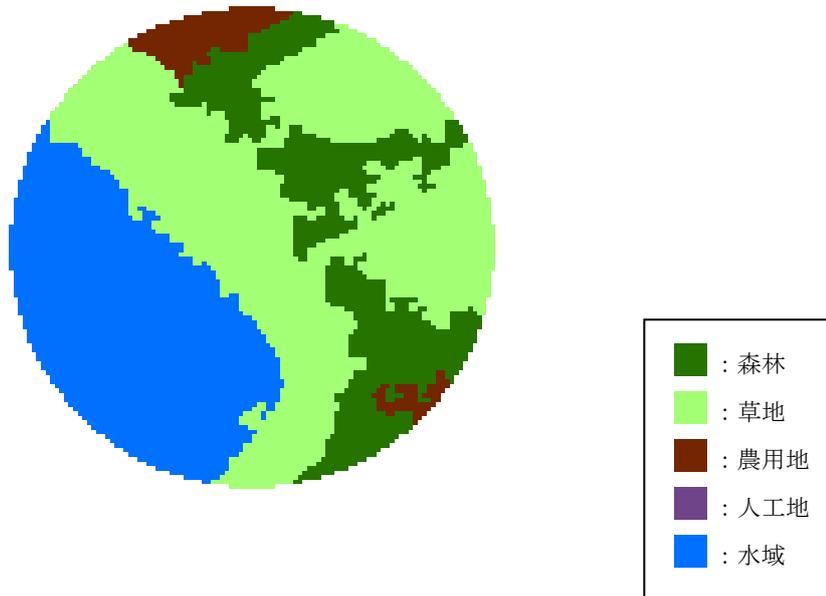


図 81. 四郷池地区の土地利用図(移植前)

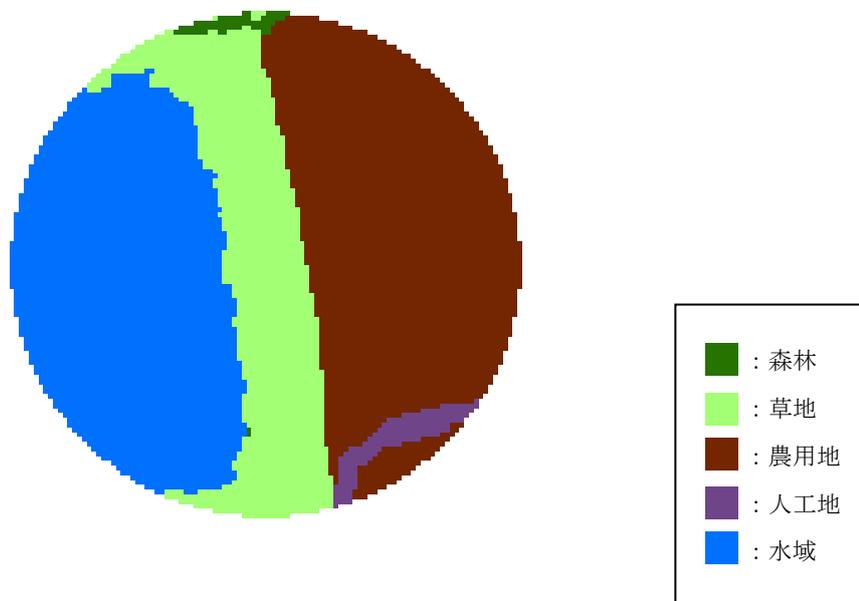


図 82. 四郷池地区の土地利用図(移植後)

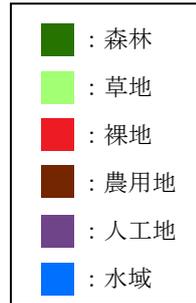
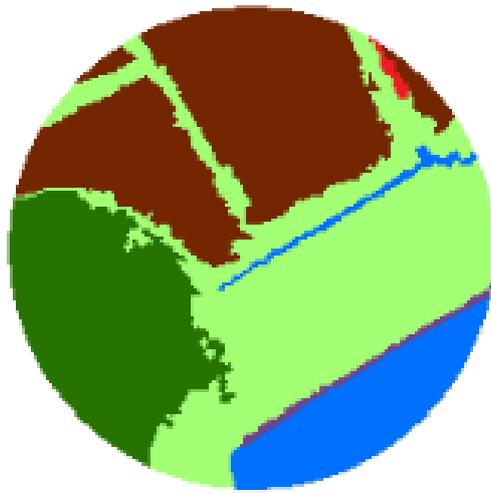


図 83. 猿野大池地区の土地利用図(移植前)

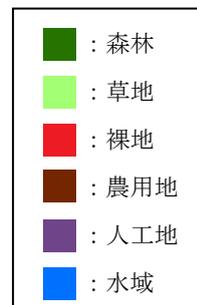
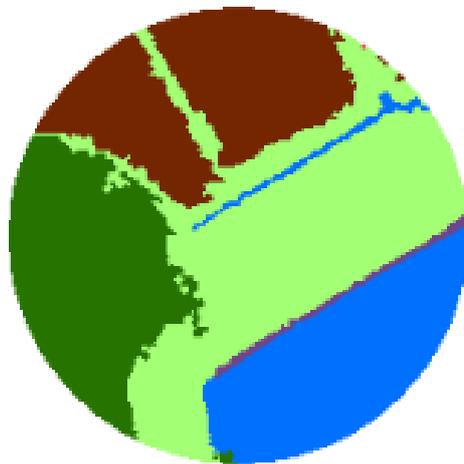


図 84. 猿野大池地区の土地利用図(移植後)

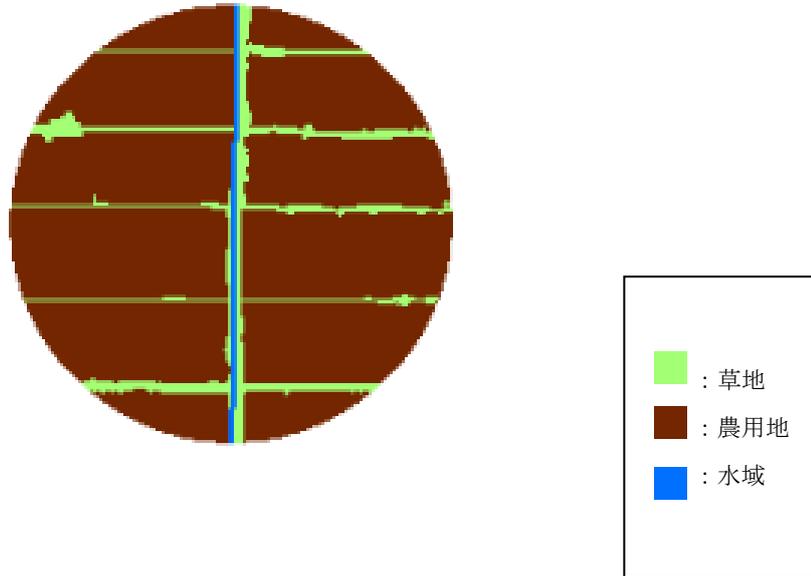


図 85. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植前)

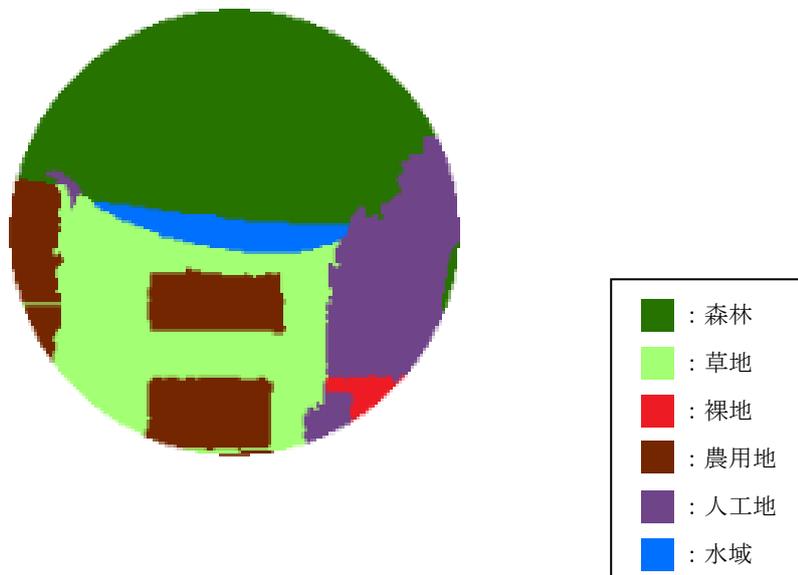


図 86. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植後)

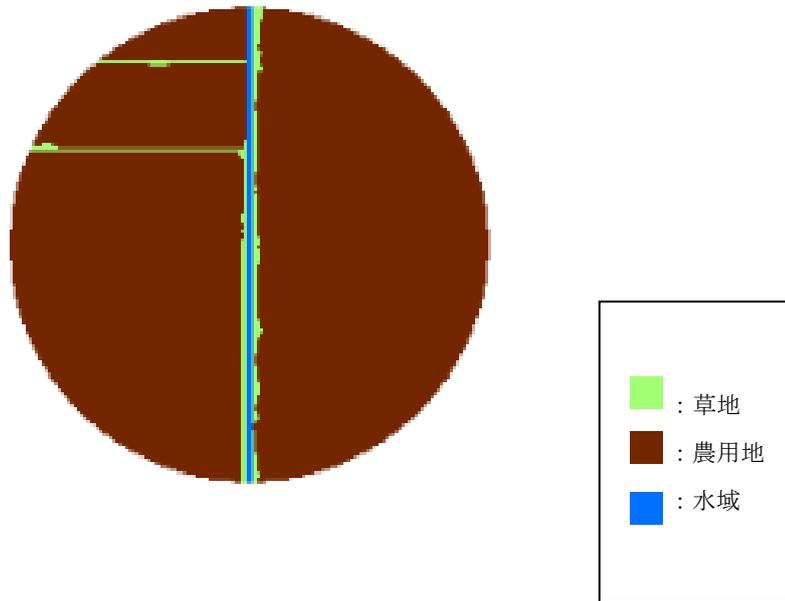


図 87. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植前)

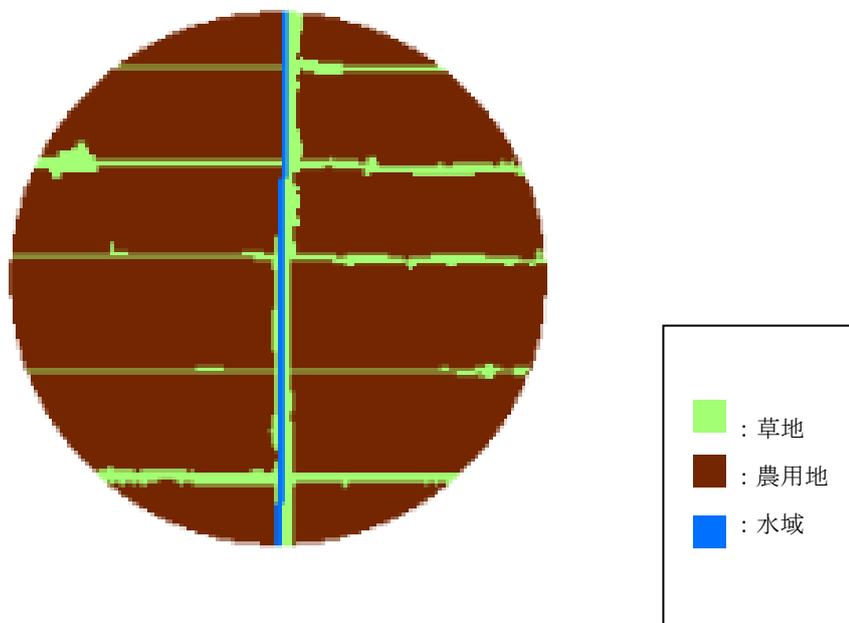


図 88. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植後)

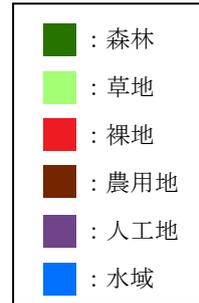
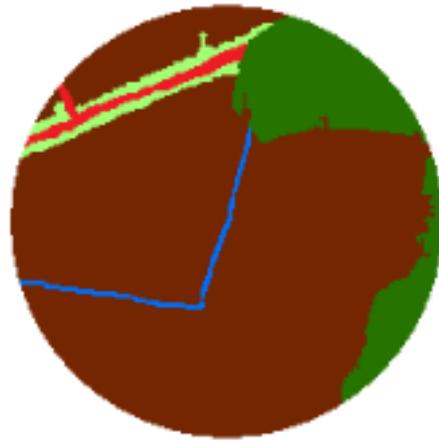


図 89. 多気農排地区の土地利用図(移植前)

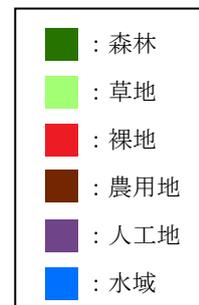
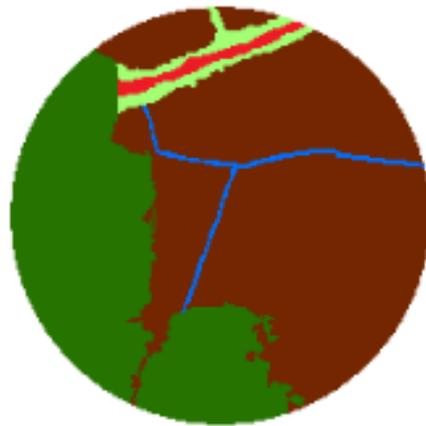


図 90. 多気農排地区の土地利用図(移植後)

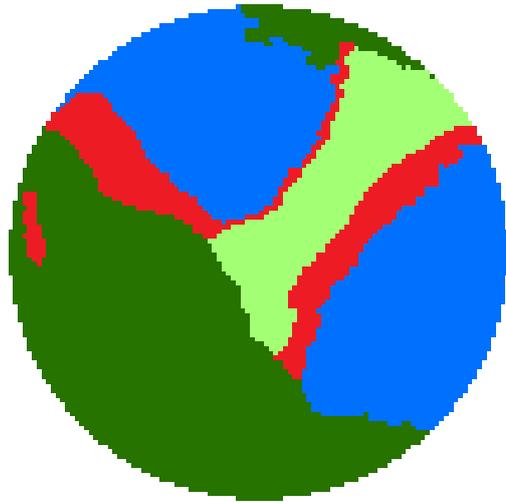


図 91. 太平尾池地区の土地利用図(移植前)

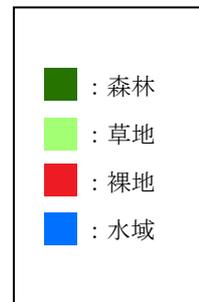
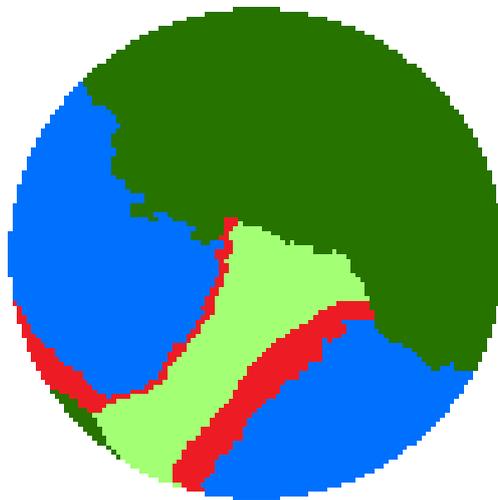


図 92. 太平尾池地区の土地利用図(移植後)

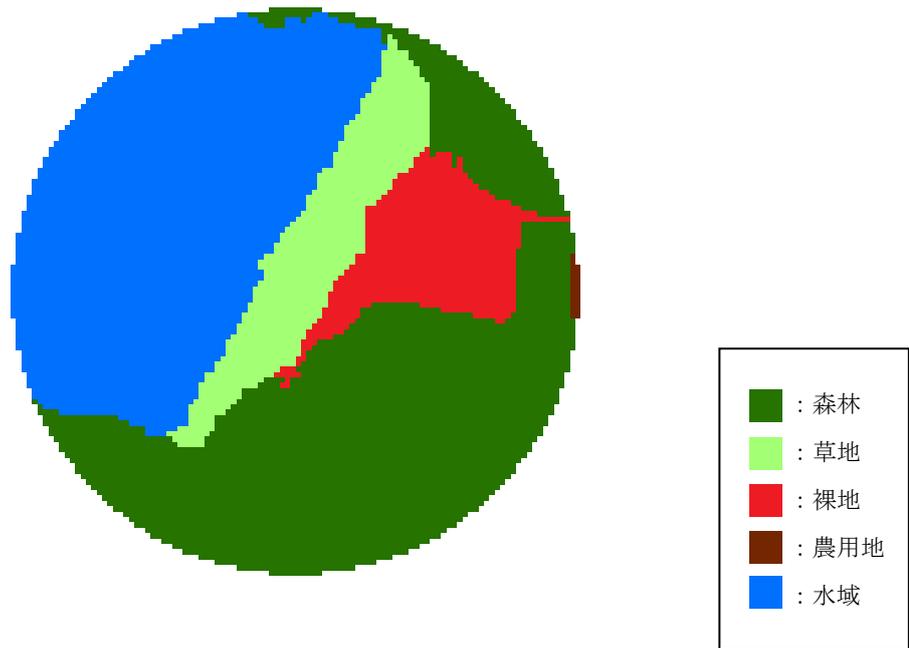


図 93. 上池地区の土地利用図(移植前)

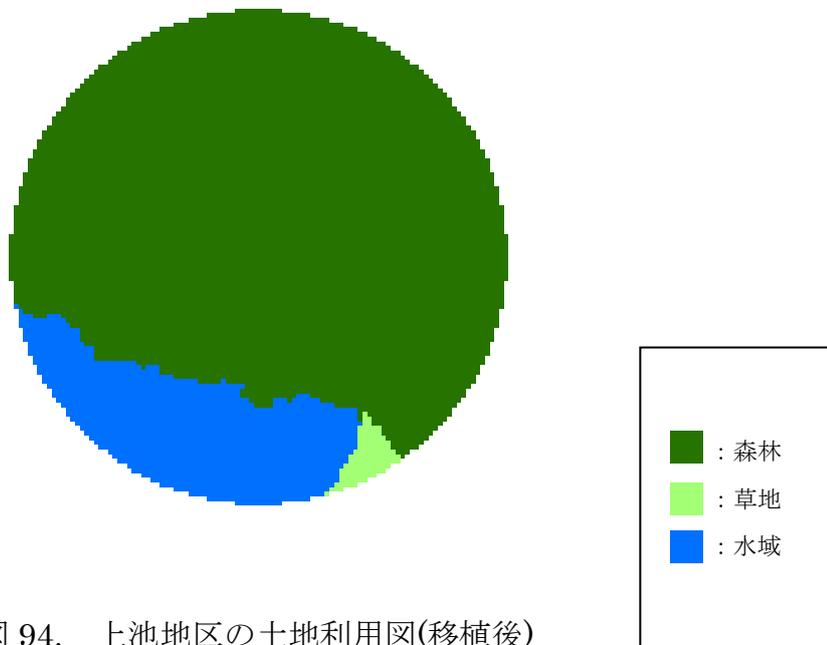


図 94. 上池地区の土地利用図(移植後)

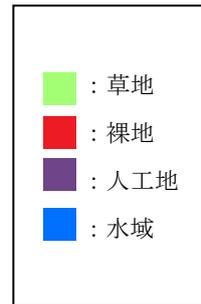
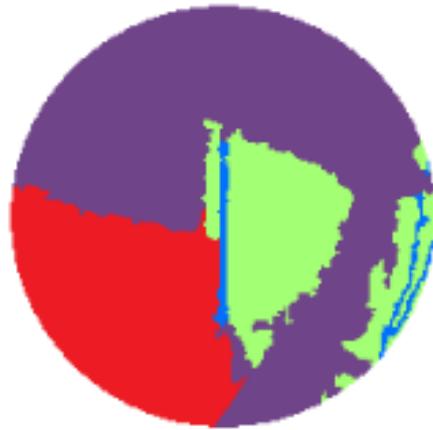


図 95. 櫛田川地区の土地利用図(移植前)

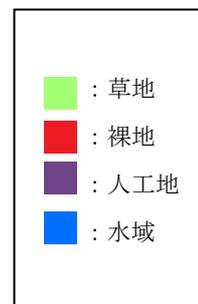
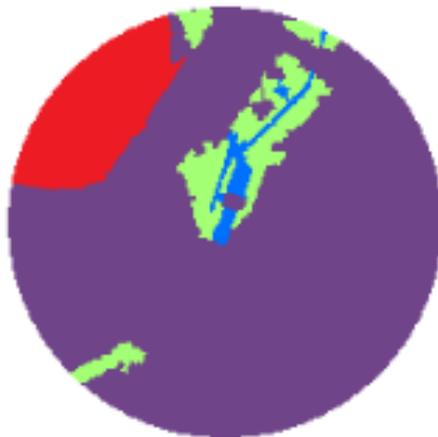


図 96. 櫛田川地区の土地利用図(移植後)

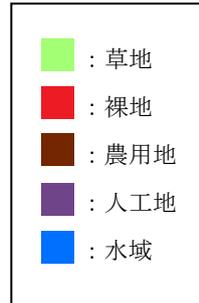
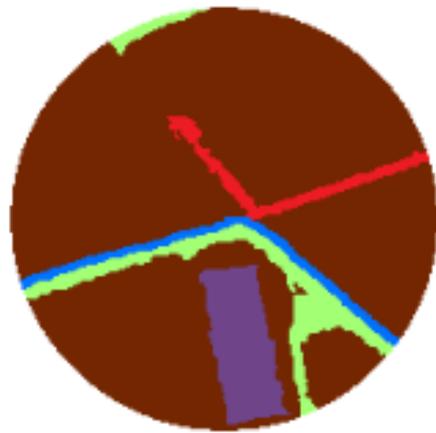


図 97. 多気圃場地区の土地利用図(移植前)

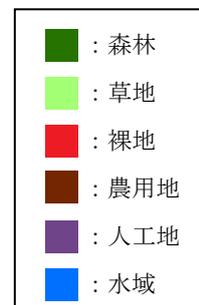
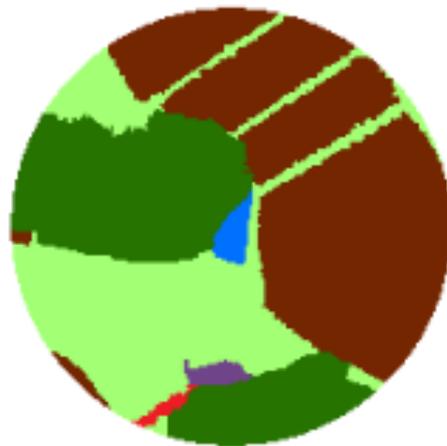


図 98. 多気圃場地区の土地利用図(移植後)

20m

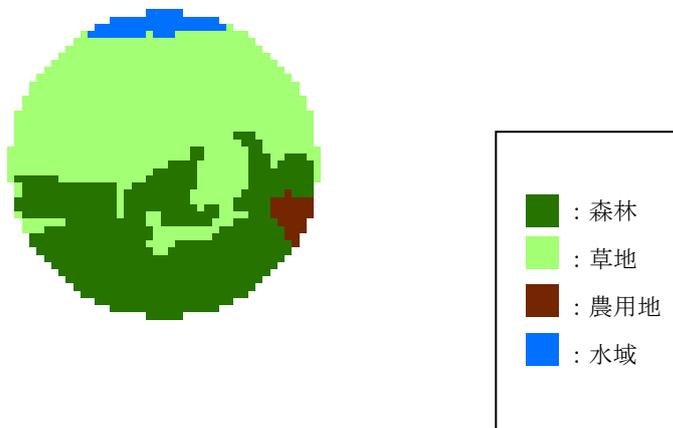


図 99. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植前)

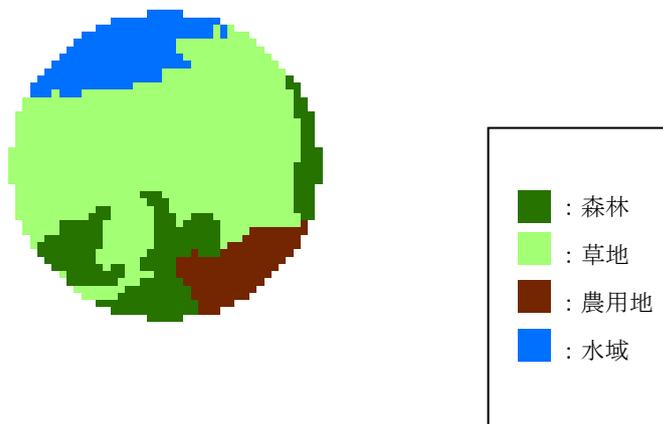


図 100. 坊ヶ谷池地区の土地利用図(移植後)

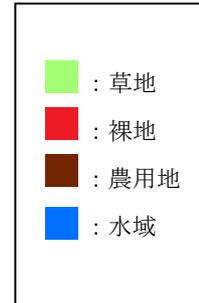
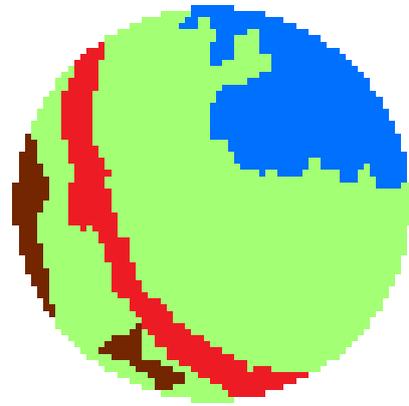


図 101. 又刈池地区の土地利用図(移植前)

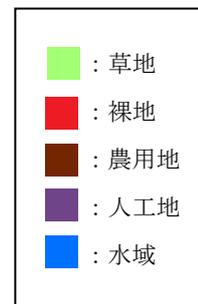


図 102. 又刈池地区の土地利用図(移植後 1)

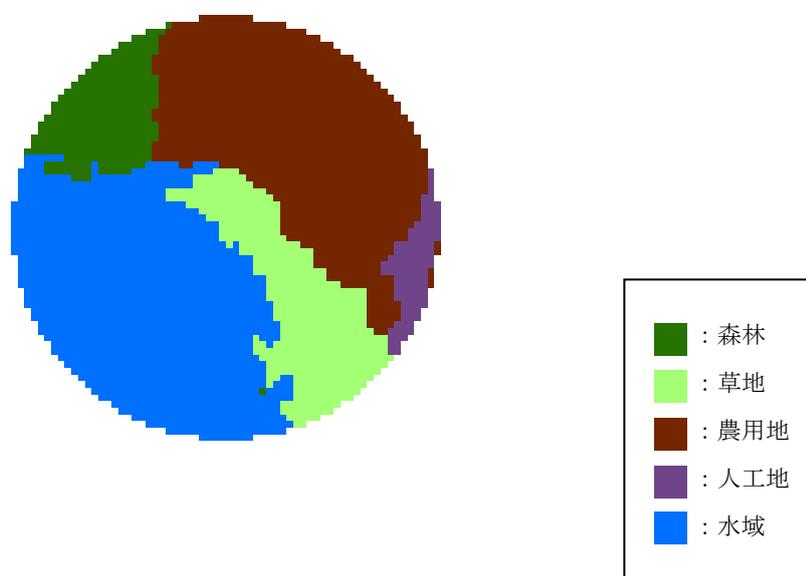


図 103. 又刈池地区の土地利用図(移植後 2)

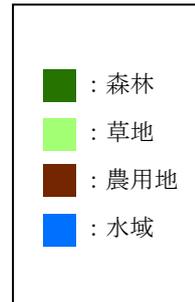
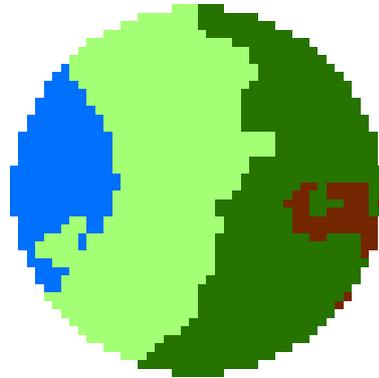


図 104. 四郷池地区の土地利用図(移植前)

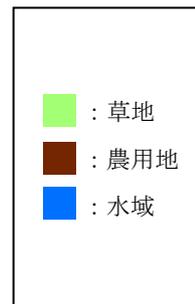
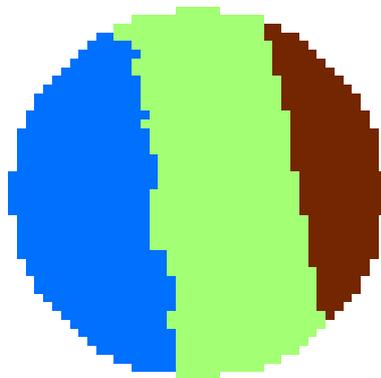


図 105. 四郷池地区の土地利用図(移植後)

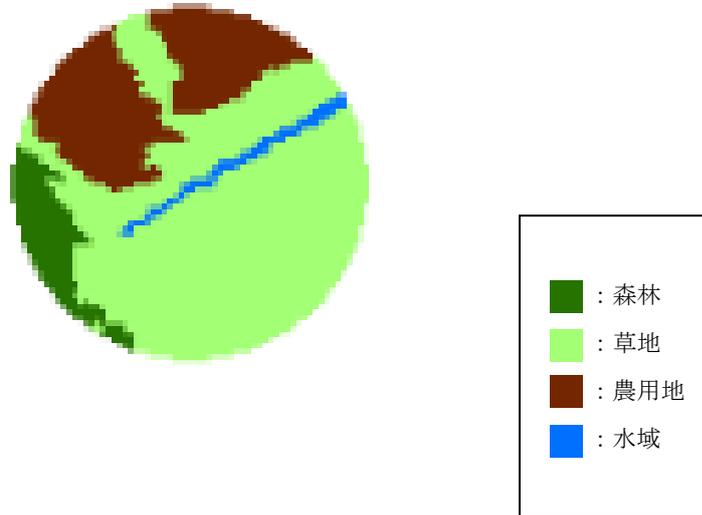


図 106. 猿野大池地区の土地利用図(移植前)

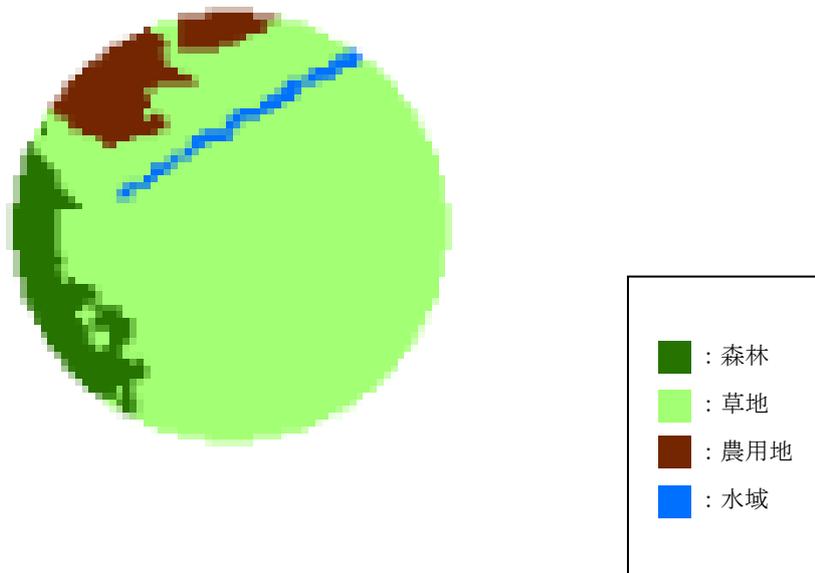


図 107. 猿野大池地区の土地利用図(移植後)

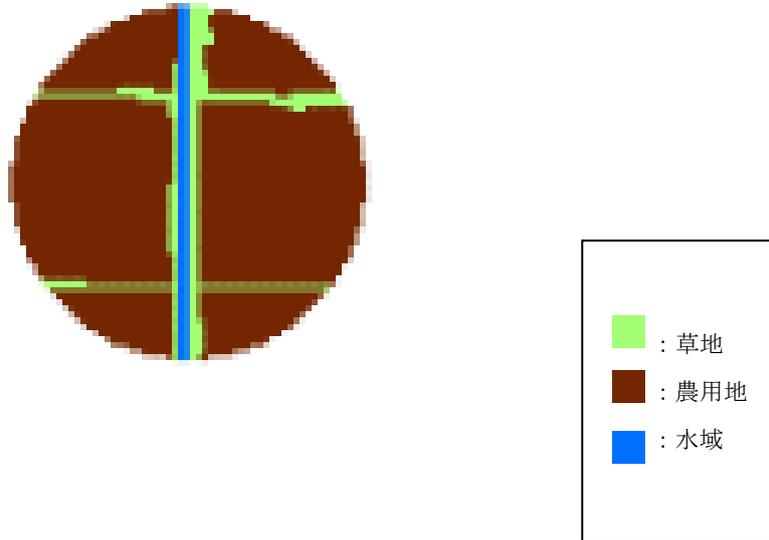


図 108. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植前)

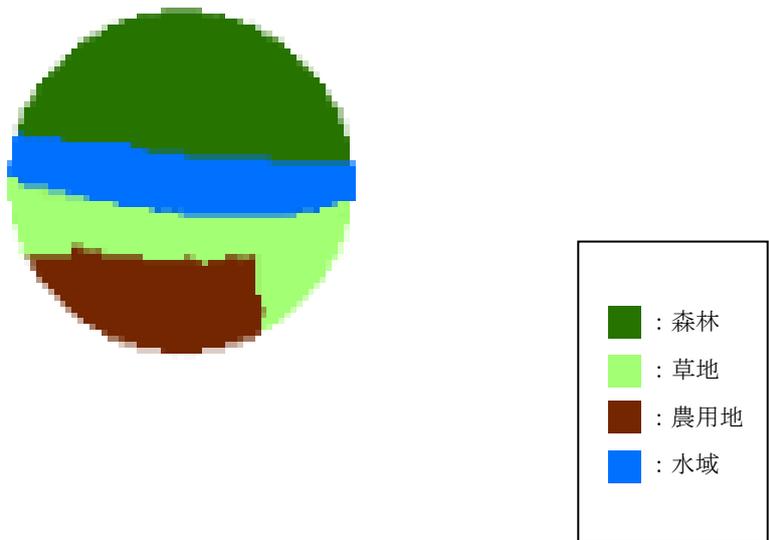


図 109. 志摩地区(ナゴヤダルマガエル,メダカ)の土地利用図(移植後)

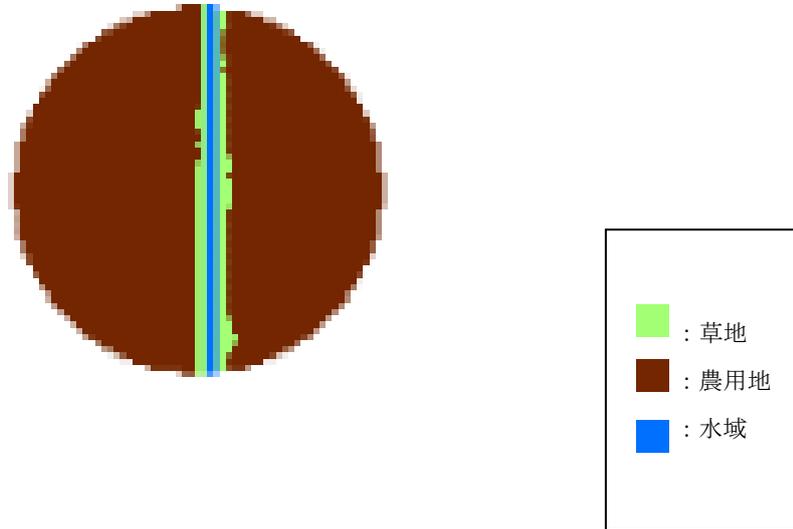


図 110. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植前)

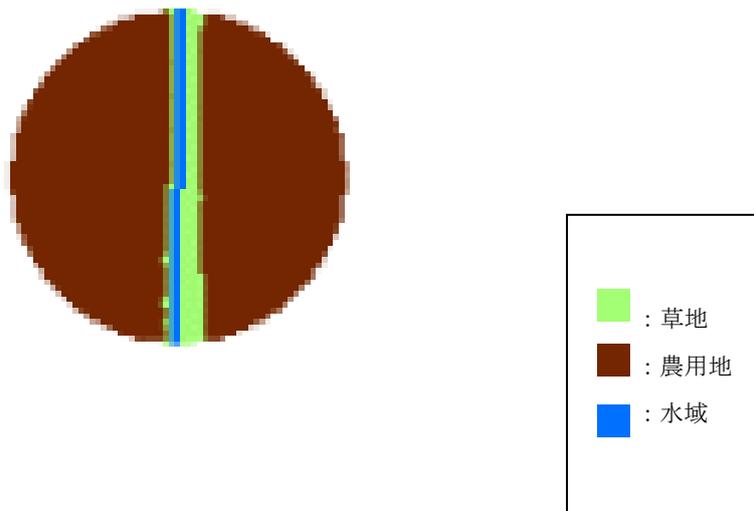


図 111. 志摩地区(マルタニシ)の土地利用図(移植後)

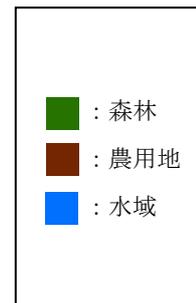
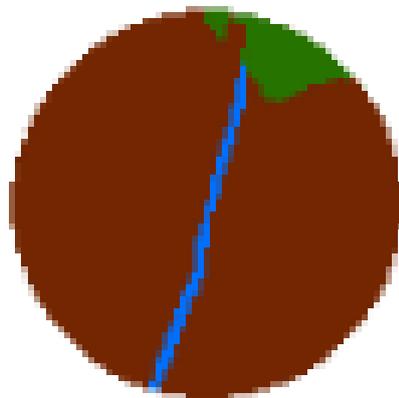


図 112. 多気農排地区の土地利用図(移植前)

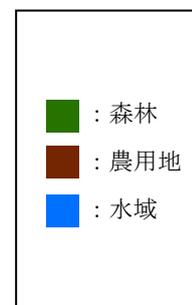
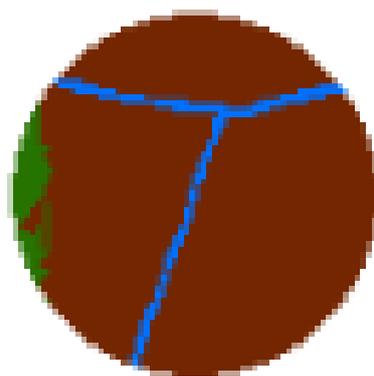


図 113. 多気農排地区の土地利用図(移植後)

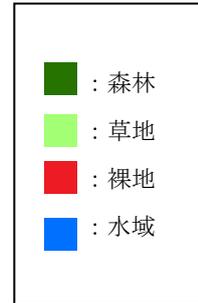
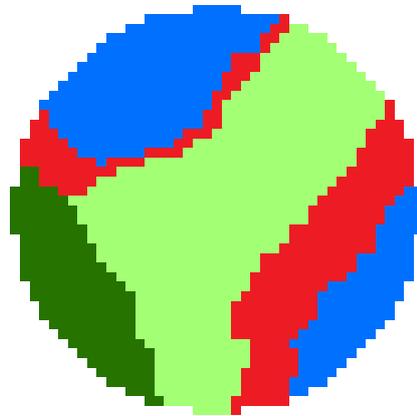


図 114. 太平尾池地区の土地利用図(移植前)

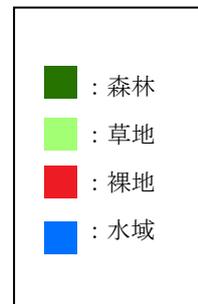
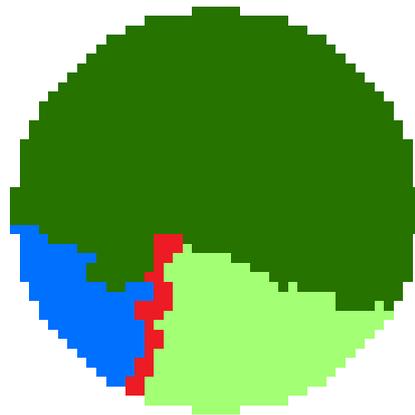


図 115. 太平尾池地区の土地利用図(移植後)

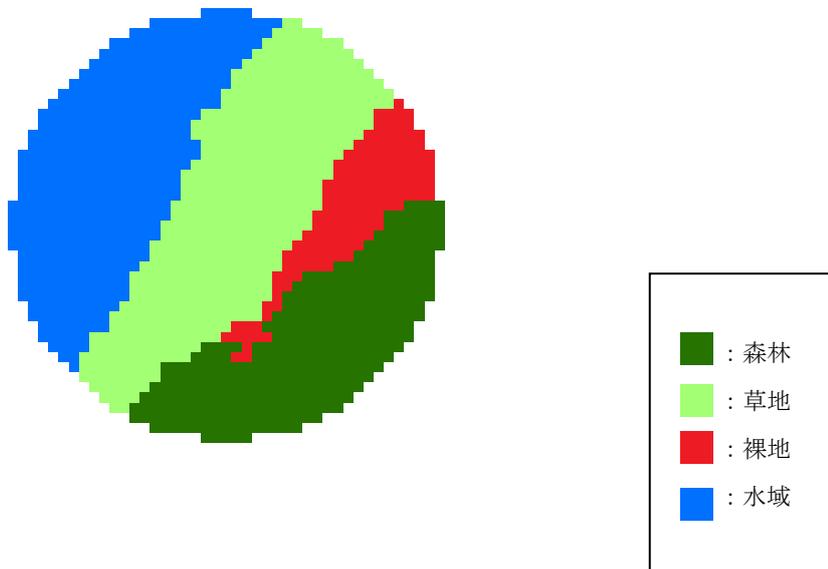


図 116. 上池地区の土地利用図(移植前)

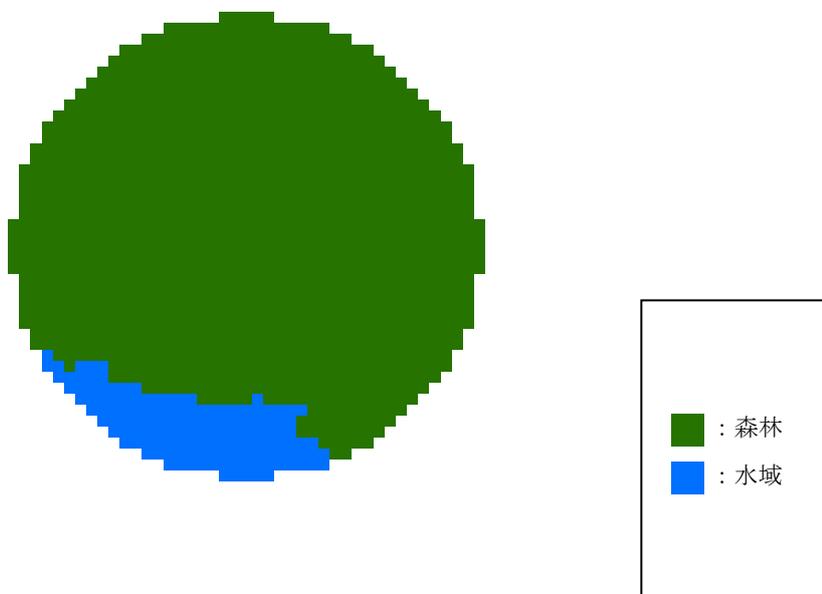


図 117. 上池地区の土地利用図(移植後)

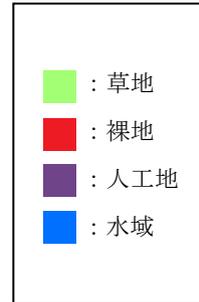
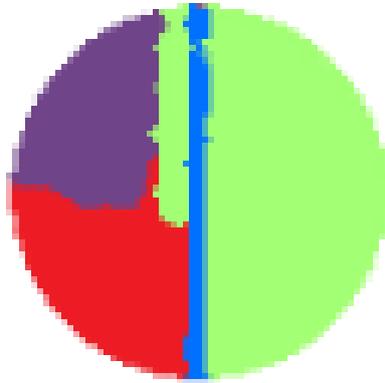


図 118. 櫛田川地区の土地利用図(移植前)

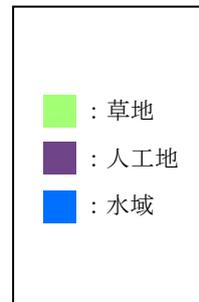


図 119. 櫛田川地区の土地利用図(移植後)

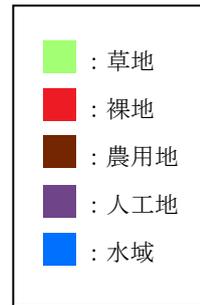


図 120. 多気圃場地区の土地利用図(移植前)

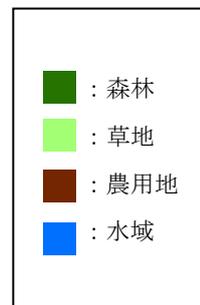
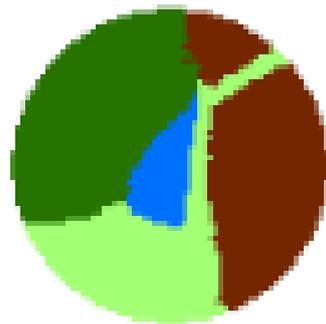


図 121. 多気圃場地区の土地利用図(移植後)

## 3.2 FRAGSTATS 解析結果

FRAGSTATS での景観指数解析結果を下記に示す。

### 3.2.1 バッファ内の全クラスでの解析結果

表 2. 200m バッファ解析結果

	パッチ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	周長面積比の平均(per m)	Contagion指標(%)	隣接確率(%)	シンプソンの多様度指数(none)
坊ヶ谷(後)	309.5452	309.5452	1.8954	17884.1318	58.7864	96.5157	0.6092
坊ヶ谷(前)	381.6576	290.6297	2.0744	23053.646	59.2685	96.803	0.6079
櫛田(後)	131.0036	134.1018	7.9587	10144.2129	77.0089	98.5938	0.3519
櫛田(前)	203.5235	158.6415	6.7464	30957.8645	72.0178	98.368	0.4463
猿野(後)	252.9643	272.9267	1.4815	17917.4513	55.2154	97.4958	0.7126
猿野(前)	275.068	282.4189	1.3419	19132.232	54.2127	97.4187	0.729
桃園(後)	7352.0476	683.1241	1.3765	48616.6167	61.18	95.2862	0.5557
桃園(前)	6558.4323	658.9826	1.1524	50660.9559	64.2662	96.1922	0.5195
志摩蛙(後)	159.1675	167.3738	2.5534	13378.4848	59.0231	98.032	0.7155
志摩蛙(前)	174.0231	233.817	0.5395	11669.9231	68.0726	97.3228	0.5027
志摩田螺(後)	199.4367	232.6218	0.4693	14546.0554	72.1606	97.4185	0.3852
志摩田螺(前)	214.6112	261.8853	0.4768	12473.3584	62.2767	97.1163	0.5685
太平(後)	224.3885	113.1951	4.402	19625.5399	71.214	98.2601	0.3778
太平(前)	130.8504	94.9619	4.0934	20928.0522	67.1423	98.096	0.5473
多気圃場(後)	193.0391	324.8159	0.6667	6250.4611	56.2959	96.9152	0.7212
多気圃場(前)	169.2071	266.9627	1.0577	10747.2207	64.1757	97.4342	0.5716
多気農排(後)	144.629	229.1468	1.4496	9535.0892	68.0754	97.9278	0.564
多気農排(前)	144.629	219.164	1.1518	20079.8857	72.8532	98.0006	0.5027
上池(後)	34.6571	66.8231	8.1166	7119.7132	75.7892	99.0343	0.3375
上池(前)	41.8229	61.1075	9.4205	4635.1281	81.1852	99.1251	0.2325
四郷(後)	170.2498	178.3362	1.7775	14789.3041	56.0839	97.4185	0.6715
四郷(前)	250.7316	263.5156	1.2901	14721.1259	52.0461	96.413	0.7048
又刈(後1)	704.1959	361.2905	1.7607	38033.5793	56.9541	97.3385	0.6346
又刈(後2)	1321.1071	372.5883	2.0585	43982.8725	60.3963	97.5904	0.6222
又刈(前)	1195.321	422.529	1.6122	41144.3977	55.9117	97.3209	0.6585

表 3. 150m バッファ解析結果

	パッチ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	周長面積比の平均(per m)	Contagion指標(%)	隣接確率(%)	シンプソンの多様度指数(none)
坊ヶ谷(後)	527.675	412.3571	1.0796	16981.4387	56.7144	96.7385	0.6345
坊ヶ谷(前)	418.9038	360.1917	1.0666	19047.9518	58.2261	96.9061	0.6098
櫛田(後)	77.1986	64.2666	4.7546	15350.2454	78.6389	98.7181	0.321
櫛田(前)	112.2888	80.0485	3.9665	29092.1475	71.6675	98.4597	0.4176
猿野(後)	184.1973	140.6454	0.87	33187.6724	57.2533	97.6305	0.7251
猿野(前)	186.6533	158.6702	0.7337	24766.1343	55.0712	97.3556	0.7408
桃園(後)	7022.3256	656.4876	0.6161	48709.0912	63.5505	95.8942	0.5133
桃園(前)	5379.8708	604.2916	0.703	49835.2267	66.8458	96.7496	0.4689
志摩蛙(後)	65.7892	85.2359	1.4551	6021.5793	58.3063	98.1396	0.7271
志摩蛙(前)	146.4341	167.1086	0.2442	13474.6401	74.7773	96.5849	0.3197
志摩田螺(後)	160.4165	124.5588	0.4247	20598.2937	80.9676	97.4726	0.2109
志摩田螺(前)	127.8996	140.7012	0.3876	13728.4913	68.6268	97.1761	0.4552
太平(後)	168.0539	122.3137	2.2261	21398.1109	66.6619	98.3181	0.3986
太平(前)	366.6122	191.5563	1.3768	19186.7734	62.207	97.5532	0.5682
多気圃場(後)	166.8239	205.3539	0.3556	14479.6763	56.3239	96.4894	0.7076
多気圃場(前)	157.2911	163.251	0.6744	22590.195	69.8564	97.1624	0.4592
多気農排(後)	97.2505	97.9724	1.3448	20559.4834	73.8801	98.3202	0.4708
多気農排(前)	99.7441	135.3556	0.7118	14942.3589	70.9106	97.7643	0.4642
上池(後)	83.4198	111.5601	3.9675	8718.4452	70.5467	98.6378	0.4091
上池(前)	75.9039	83.2969	5.3198	5171.9833	81.9581	98.86	0.2113
四郷(後)	241.3358	264.3483	1.2044	14056.8856	58.7053	97.3845	0.6398
四郷(前)	652.6373	487.6789	1.0252	15782.7199	49.911	95.9121	0.7348
又刈(後1)	1029.2388	455.725	1.2337	35044.1597	57.5505	97.3208	0.6172
又刈(後2)	1142.1507	449.6534	1.0296	35156.3002	56.456	97.1556	0.6589
又刈(前)	1002.8036	467.542	1.305	32529.2463	55.1516	97.363	0.6768

表 4. 100m バッファ解析結果

	パッチ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	周長面積比の平均(per m)	Contagion指標(%)	隣接確率(%)	シンプソンの多様度指数(none)
坊ヶ谷(後)	306.1002	276.9874	0.6201	11115.7583	60.29	96.6601	0.5651
坊ヶ谷(前)	288.4348	263.3974	0.6766	16275.2746	57.998	96.8992	0.5965
櫛田(後)	58.4838	39.6382	1.9005	16604.4521	70.8293	98.1936	0.3876
櫛田(前)	63.1625	47.6747	1.5047	19867.2528	68.8733	97.8973	0.5067
猿野(後)	100.6945	78.0773	0.3972	26554.4173	55.4759	96.9857	0.7561
猿野(前)	108.0624	78.4663	0.346	28170.7134	55.5811	96.9724	0.7508
桃園(後)	7695.1911	808.6565	0.3277	49097.3534	62.2886	95.7678	0.5254
桃園(前)	5601.0364	655.1448	0.6196	49081.55	71.1553	96.8204	0.3902
志摩蛙(後)	57.3003	48.5667	0.6495	13739.969	55.0009	97.5599	0.7404
志摩蛙(前)	84.8893	94.6503	0.1402	10538.8087	75.4825	95.589	0.197
志摩田螺(後)	69.3693	53.1056	0.4411	13388.0887	82.3467	97.4436	0.1677
志摩田螺(前)	86.7116	64.9962	0.2871	16698.1133	80.1968	96.9516	0.2199
太平(後)	144.6912	152.0035	0.7948	4490.2028	61.8088	97.7777	0.4947
太平(前)	268.6931	131.4205	0.9854	15884.6772	59.4619	97.7857	0.5
多気圃場(後)	142.9919	100.8375	0.2095	23544.0948	56.2676	96.0337	0.7043
多気圃場(前)	83.412	67.8807	0.6069	25552.1575	77.611	97.2313	0.2974
多気農排(後)	44.8848	50.2798	0.6779	15172.0308	73.0173	97.9811	0.4657
多気農排(前)	77.3017	64.3132	0.4993	17742.0721	72.6999	97.5109	0.4111
上池(後)	132.0192	107.8906	2.1362	16667.1998	77.0195	98.3911	0.3147
上池(前)	98.6916	119.0647	2.0384	6256.2909	75.4875	98.3082	0.3306
四郷(後)	168.0983	257.7907	0.6085	6810.7402	56.1086	96.9688	0.6805
四郷(前)	700.643	420.1509	0.6188	15944.2449	50.9909	95.1792	0.7388
又刈(後1)	1088.4862	404.8733	0.7452	33887.597	61.3764	97.4787	0.5996
又刈(後2)	1617.5225	664.6756	0.4662	33101.475	53.0878	96.2465	0.6897
又刈(前)	1146.0803	452.7999	0.8154	31361.0997	57.4797	96.8679	0.6586

表 5. 50m バッファ解析結果

	パッチ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	周長面積比の平均(per m)	Contagion指標(%)	隣接確率(%)	シンプソンの多様度指数(none)
坊ヶ谷(後)	30.9545	19.8703	0.1384	8547.1862	46.2172	94.897	0.7005
坊ヶ谷(前)	41.1592	21.5111	0.2025	11886.3821	47.8565	95.3032	0.6976
櫛田(後)	39.769	14.9086	0.509	14620.765	71.7481	97.103	0.3409
櫛田(前)	44.4477	18.0093	0.2939	28883.7149	56.6992	96.6445	0.608
猿野(後)	41.7514	22.0577	0.1822	26594.1622	56.5797	96.2717	0.7375
猿野(前)	39.2954	24.8457	0.1783	23517.9569	57.1295	95.8861	0.7187
志摩蛙(後)	38.2002	13.5611	0.1966	21483.4448	56.0724	96.9433	0.7257
志摩蛙(前)	44.5669	25.9408	0.067	17349.0615	74.8579	94.8179	0.1956
志摩田螺(後)	15.1745	8.4672	0.3552	22287.5901	87.2904	97.8745	0.0909
志摩田螺(前)	19.5101	11.8419	0.2855	13768.9799	86.813	97.3144	0.0875
太平(後)	55.113	20.7735	0.2297	19092.7264	52.5357	95.5892	0.6435
太平(前)	41.4891	20.3361	0.1739	14845.7369	48.3833	94.9256	0.6823
多気圃場(後)	57.1968	19.5952	0.1276	26320.8854	62.6883	96.4678	0.6669
多気圃場(前)	21.4488	19.6463	0.2238	6185.9749	73.9534	96.4603	0.3149
多気農排(後)	29.9232	21.1024	0.1555	8902.2406	67.5651	96.4922	0.5285
多気農排(前)	27.4296	18.5413	0.2382	9432.9994	74.4524	96.8519	0.3536
上池(後)	21.6607	6.5024	0.5453	18685.5529	74.0707	97.8776	0.2998
上池(前)	41.8229	21.2319	0.2307	11033.7584	57.9222	96.0183	0.6616
四郷(後)	27.8591	11.9806	0.2502	13752.5261	59.4729	96.4416	0.6678
四郷(前)	27.8591	25.247	0.2485	9538.97	50.1169	93.8444	0.6558
又刈(後1)	123.1381	31.9337	0.199	31035.3633	55.5148	95.8756	0.6843
又刈(後2)	116.0432	49.2378	0.1305	26879.5528	50.2347	94.7796	0.7107
又刈(前)	62.4421	37.0958	0.1946	30673.9518	57.0915	95.8682	0.6844

表 6. 20m バッファ解析結果

	パッチ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	周長面積比の平均(per m)	Contagion指標(%)	隣接確率(%)	シンプソンの多様度指数(none)
坊ヶ谷(後)	24.7636	5.9319	0.0521	14209.2617	50.6488	89.7735	0.5657
坊ヶ谷(前)	26.1922	7.1351	0.0567	17338.7156	57.5181	89.8089	0.5409
櫛田(後)	37.4296	8.5048	0.0557	32239.9684	44.5696	90.2936	0.5497
櫛田(前)	28.0722	4.8725	0.0393	24441.217	58	93.6908	0.6222
猿野(後)	12.2798	2.8918	0.081	13043.6783	65.5425	95.8035	0.4461
猿野(前)	12.2798	3.0474	0.0571	22335.1266	60.6937	95.6692	0.5689
志摩蛙(後)	10.6112	2.7484	0.0335	17080.7233	46.5418	95.1271	0.7203
志摩蛙(前)	14.8556	2.7122	0.0236	39643.5855	80.9257	95.1668	0.2369
志摩田螺(後)	6.5034	1.9493	0.0481	5199.9629	75.8814	96.1212	0.1264
志摩田螺(前)	8.6712	2.1198	0.0503	20985.1375	68.7675	95.9414	0.188
太平(後)	15.7466	4.0135	0.0657	6841.6435	61.6582	93.1352	0.478
太平(前)	25.5318	6.5678	0.0312	9580.5156	41.921	89.2427	0.705
多気圃場(後)	45.2808	5.595	0.0336	46037.5636	49.3796	93.3975	0.6665
多気圃場(前)	11.916	3.6917	0.0216	6102.8667	62.6277	94.8272	0.3614
多気農排(後)	24.936	5.501	0.04	38637.4341	54.0738	93.5877	0.2847
多気農排(前)	34.9104	7.3303	0.0536	25797.7092	43.0171	92.021	0.6129
上池(後)	8.6643	1.7176	0.1034	3826.2674	71.5169	95.4706	0.1785
上池(前)	23.2349	6.8872	0.0359	7093.5363	44.1007	91.4013	0.7133
四郷(後)	9.2864	2.776	0.0475	2991.1013	45.8396	93.5952	0.6225
四郷(前)	24.7636	5.552	0.0478	22717.0544	49.8657	90.5827	0.6362
又刈(後1)	53.8729	10.3043	0.0343	22484.0707	51.5912	91.1301	0.6604
又刈(後2)	40.1688	7.3526	0.0358	27879.3151	51.6315	93.7658	0.7021
又刈(前)	31.2211	10.7325	0.0422	10517.4067	55.7143	91.9975	0.5173

### 3.2.2 対象生物が生息しているクラスでの解析結果

表 7. 200m バッファ解析結果

	バッタ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均バッタサイズ(ha)	バッタサイズ中央値(ha)	周長面積比の平均(per m)	隣接確率(%)	クラス面積 (ha)	バッタ凝集指数 (none)
坊ヶ谷(後)	24.7636	18.7599	0.2377	0.0008	24071.6185	94.273	0.2513	97.9644
坊ヶ谷(前)	44.901	21.193	0.239	0.000	35621.957	94.446	0.248	98.062
櫛田(後)	14.0361	22.9578	0.0094	0.0083	18443.3846	73.2921	0.0497	94.6065
櫛田(前)	18.7148	27.2102	0.0089	0.0082	17427.2049	74.8485	0.0628	94.4615
猿野(後)	73.6789	172.4935	1.2099	0.0003	36665.1453	93.5721	1.4768	99.6189
猿野(前)	71.223	184.9034	1.1634	0.0012	30782.8749	93.6215	1.6082	99.6074
桃園(後)	2200.406	439.083	2.087	0.000	49319.249	97.995	6.913	99.513
桃園(前)	2099.965	506.234	1.518	0.000	53737.647	98.234	7.407	99.538
志摩メダカ(後)	67.9115	100.7859	0.177	0.0932	3647.7223	97.9051	3.476	98.587
志摩メダカ(前)	101.8672	191.2533	0.331	0.1016	2129.2289	98.3857	8.565	98.933
志摩蛙(後)	4.2445	12.7655	0.029	0.0284	11182.7779	84.8468	0.057	96.711
志摩蛙(前)	6.3667	32.426	0.0371	0.035	13354.3328	80.0444	0.1089	97.2665
志田蝶(後)	28.1813	80.3224	0.2543	0.0203	17046.0278	91.3816	0.6168	98.1233
志田蝶(前)	19.5101	70.3323	0.257	0.0282	10974.9074	93.2593	0.6895	98.3674
太平(後)	165.339	88.557	0.2056	0.001	20407.009	93.614	0.9844	96.9042
太平(前)	73.4039	93.5459	1.2436	0.0017	18019.2944	97.3072	2.8675	99.0362
多気圃場(後)	2.3832	1.2774	0.0086	0.0086	6260.6431	91.6107	0.0086	94.35
多気圃場(前)	4.7664	21.8179	0.152	0.1184	6960.1292	94.559	0.237	98.297
多気農排(後)	2.4936	10.3225	0.0181	0.0181	22877.5962	70.0303	0.0181	96.2464
多気農排(前)	2.4936	10.3225	0.0181	0.0181	22877.5962	70.0303	0.0181	96.2468
上池(後)	12.9964	72.0986	9.9826	0.0243	15492.4194	99.2671	10.0313	99.9561
上池(前)	9.294	14.564	0.0713	0.0511	3380.0095	92.7637	0.1022	96.5246
四郷(後)	21.6682	76.2085	0.3324	0.1053	4701.7392	94.3447	1.0826	98.4288
四郷(前)	9.2864	92.8938	0.9458	0.2686	2859.0949	94.9658	1.4329	98.4288
又刈(後1)	130.834	153.947	0.196	0.005	21397.090	92.016	0.7779	98.1402
又刈(後2)	187.454	139.672	0.001	29002.317	92.367	0.6347	0.213	98.2088
又刈(前)	303.290	197.477	0.002	26016.293	91.405	0.7975	0.205	98.0025

表 8. 150m バッファ解析結果

	バッタ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均バッタサイズ(ha)	バッタサイズ中央値(ha)	周長面積比の平均(per m)	隣接確率(%)	クラス面積 (ha)	バッタ凝集指数 (none)
坊ヶ谷(後)	28.7823	52.3484	0.2409	0.0034	15361.7758	94.8059	0.2479	98.2749
坊ヶ谷(前)	26.7385	48.9679	0.2401	0.0034	15369.183	94.753	0.2471	98.2727
櫛田(後)	14.0361	18.389	0.008	0.0079	18472.1293	74.1867	0.0414	94.094
櫛田(前)	14.0361	22.2111	0.0093	0.0083	18442.7546	73.3172	0.0483	94.614
猿野(後)	44.2073	104.0641	1.1093	0.0001	50395.5643	94.9167	1.1161	99.6843
猿野(前)	51.5752	117.654	1.1606	0.0001	46688.5792	94.5224	1.1825	99.6895
桃園(後)	1892.2954	431.6256	0.9074	0.0001	49734.5823	98.3089	4.1622	99.3564
桃園(前)	1868.7972	506.227	0.9901	0.0001	55332.1723	98.3512	4.5661	99.46
志摩メダカ(後)	38.2002	51.0981	0.0306	0.0825	2080.8169	97.7692	0.0306	96.9596
志摩メダカ(前)	89.1338	142.8071	0.0298	0.1007	1822.1799	98.1492	0.0693	96.9471
志摩蛙(後)	2.1222	2.893	0.1481	0.0306	4457.1225	93.6709	1.7651	98.5004
志摩蛙(前)	6.3667	24.8559	0.2317	0.0315	14819.8832	75.7103	5.7543	98.7815
志田蝶(後)	10.8389	20.6745	0.0268	0.0087	15667.4585	80.1102	0.1017	96.7247
志田蝶(前)	8.6712	21.3811	0.2732	0.0359	17178.6087	89.4308	0.4487	98.4446
太平(後)	92.4296	50.2898	0.11	0.0007	21722.3656	93.0493	0.2583	97.0217
太平(前)	229.1326	166.6384	0.4565	0.0015	18716.3856	95.9084	1.261	98.3239
多気圃場(後)	2.3832	1.2774	0.0086	0.0086	6260.6431	91.6107	0.0086	94.3979
多気圃場(前)	2.3832	14.69	0.0498	0.0498	12444.988	83.3237	0.0498	97.7955
多気農排(後)	2.4936	10.3225	0.0181	0.0181	22877.5962	70.0303	0.0181	96.2944
多気農排(前)	2.4936	10.3225	0.0181	0.0181	22877.5962	70.0303	0.0181	96.2944
上池(後)	37.0755	121.6224	5.1895	0.0125	16942.7015	98.9905	5.2393	99.9169
上池(前)	18.976	29.7361	0.0713	0.0511	3380.0095	92.7637	0.1022	96.6087
四郷(後)	24.1336	101.0006	0.4291	0.0616	3416.3493	94.7191	0.5822	98.7011
四郷(前)	27.9702	236.7544	0.8586	0.1593	2930.489	94.7917	1.1874	99.2646
又刈(後1)	198.625	246.9416	0.2104	0.0033	21975.3873	92.9126	0.6029	98.3715
又刈(後2)	261.063	196.4622	0.2187	0.0015	26707.5158	92.0705	0.4847	98.1719
又刈(前)	287.8418	307.7608	0.2271	0.0023	20093.6485	92.8427	0.7173	98.4904

表 9. 100m バッファ解析結果

	バッファ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均バッファサイズ(ha)	バッファサイズ中央値(ha)	周長面積比の平均(per m)	隣接確率(%)	クラス面積 (ha)	バッファ凝集指数 (none)
坊ヶ谷(後)	43.7286	79.5324	0.2409	0.0034	15361.7758	94.8059	0.2479	98.4449
坊ヶ谷(前)	45.542	83.404	0.2401	0.003	15369.183	94.753	0.2471	98.4428
櫛田(後)	11.6968	13.2507	0.0083	0.0083	18272.2769	75.9395	0.0319	94.2193
櫛田(前)	11.6968	16.6425	0.0084	0.0083	14823.1633	74.338	0.0376	94.3692
猿野(後)	34.3835	64.9542	0.3994	0.0001	42145.21	98.6283	0.7576	99.4534
猿野(前)	44.2073	67.7422	0.4005	0.0001	45271.997	95.0537	0.7761	99.4486
桃園(後)	2293.123	602.827	0.4803	0.000	50391.335	97.834	1.8573	99.2091
桃園(前)	1720.003	639.709	0.7978	0.000	56369.040	98.134	2.2796	99.5494
志摩メダカ(後)	2.1222	2.893	0.0964	0.0306	4457.1225	93.6709	0.6026	98.057
志摩メダカ(前)	4.2445	15.5862	0.1428	0.0207	17867.0341	74.6304	2.7874	98.5351
志摩蛙(後)	23.3446	21.8665	0.0306	0.0426	4403.9027	97.0393	0.0306	97.0638
志摩蛙(前)	67.9115	81.041	0.0209	0.0834	7053.0102	97.6707	0.0415	96.3777
志田蝶(後)	4.3356	15.7039	0.0206	0.0203	17976.8762	74.7475	0.0406	96.3803
志田蝶(前)	8.6712	15.8866	0.0205	0.0092	34203.2328	74.5567	0.041	96.3469
太平(後)	20.670	51.123	0.1031	0.103	2398.811	94.339	0.1031	97.5701
太平(前)	184.7265	85.9227	0.0978	0.0003	22128.7329	92.6548	0.2044	97.0671
多気園場(後)	2.3832	1.2774	0.0086	0.0086	6260.6431	91.6107	0.0086	94.4935
多気園場(前)	2.3832	11.8542	0.0221	0.0394	12692.0144	82.9927	0.0394	96.5102
多気農排(後)	2.4936	10.3225	0.0181	0.0181	22877.5962	70.0303	0.0181	96.3898
多気農排(前)	2.4936	9.9567	0.0177	0.0177	22734.5577	70.2177	0.0177	96.3414
上池(後)	18.8599	117.1486	2.5913	2.5913	534.0507	98.7396	2.5913	99.9359
上池(前)	19.7383	47.3278	0.0832	0.0832	2880.8115	93.2013	0.0832	97.2361
四郷(後)	30.5633	125.938	0.4125	0.2101	5079.1474	95.2078	0.4203	99.0003
四郷(前)	66.7279	243.3033	0.729	0.0007	19770.9183	95.0274	0.7321	99.395
又刈(後1)	143.498	262.959	0.2535	0.006	17951.223	93.919	0.3377	98.7659
又刈(後2)	384.162	277.447	0.1176	0.001	26266.586	90.169	0.223	97.5981
又刈(前)	420.230	438.304	0.1841	0.003	18089.149	93.563	0.5659	98.4199

表 10. 50m バッファ解析結果

	バッファ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均バッファサイズ(ha)	バッファサイズ中央値(ha)	周長面積比の平均(per m)	隣接確率(%)	クラス面積 (ha)	バッファ凝集指数 (none)
坊ヶ谷(後)	9.2864	10.9287	0.1582	0.0022	15897.2416	94.0098	0.1629	98.4987
坊ヶ谷(前)	11.2252	17.2725	0.2248	0.0012	20785.0071	94.9216	0.2272	98.975
櫛田(後)	7.0181	4.9864	0.0089	0.0028	19233.3305	79.0084	0.0139	94.7337
櫛田(前)	7.0181	6.5937	0.0077	0.0074	24799.7015	74.6777	0.0159	94.245
猿野(後)	14.7358	19.6198	0.2802	0.0003	33662.1112	95.8654	0.2822	99.5621
猿野(前)	17.1917	22.4208	0.2824	0.0003	41399.9477	95.3298	0.2844	99.5656
志摩メダカ(後)	10.6112	5.8704	0.0354	0.0276	9524.5412	95.657	0.0306	97.1714
志摩メダカ(前)	31.8335	22.7223	0.0717	0.0599	16132.7974	97.0577	0.0114	98.3143
志摩蛙(後)	2.1222	2.893	0.0306	0.0306	4457.1225	93.6709	0.1151	97.3786
志摩蛙(前)	2.1222	4.2913	0.0114	0.0114	18005.7618	74.4318	0.6952	95.283
志田蝶(後)	2.1678	4.3615	0.0112	0.0112	18093.4863	74.5787	0.0112	95.3061
志田蝶(前)	2.1678	4.3371	0.0112	0.0112	17993.5223	74.7191	0.0112	95.3061
太平(後)	7.8733	8.3614	0.0949	0.0476	17071.2675	94.2937	0.0953	97.9122
太平(前)	3.1915	7.0498	0.0996	0.0996	2406.6887	94.3202	0.0996	98.0581
多気園場(後)	2.3832	1.2774	0.0086	0.0086	6260.6431	91.6107	0.0086	94.7842
多気園場(前)	2.3832	6.2465	0.0206	0.0206	13044.1109	82.5209	0.0206	96.8577
多気農排(後)	2.4936	6.7684	0.0116	0.0116	23515.7918	69.1943	0.0116	95.6993
多気農排(前)	2.4936	5.0567	0.0094	0.0094	21698.974	71.5743	0.0094	95.163
上池(後)	4.3321	5.5209	0.6384	0.6384	626.9578	98.5204	0.6384	99.887
上池(前)	4.647	11.1424	0.0832	0.0832	2880.8115	93.2013	0.0832	97.7737
四郷(後)	9.2864	9.0878	0.1709	0.0004	21872.8344	94.9741	0.172	98.6943
四郷(前)	3.0955	21.8574	0.3588	0.3588	2357.5572	94.4362	0.3588	99.4882
又刈(後1)	23.0884	19.3264	0.1379	0.0018	31145.9923	94.5324	0.1563	98.6963
又刈(後2)	17.8528	19.2766	0.0445	0.0046	18097.207	88.7609	0.0611	97.1164
又刈(前)	22.3008	36.2702	0.1253	0.0137	28920.6547	94.6697	0.261	98.7591

表 11. 20m バッファ解析結果

	バッファ密度(per100ha)	エッジ密度(m/ha)	面積加重平均バッファサイズ(ha)	バッファサイズ中央値(ha)	周長面積比の平均(per m)	隣接確率(%)	クラス面積 (ha)	バッファ凝集指数 (none)
坊ヶ谷(後)	6.1909	5.3182	0.0389	22572.9242	93.3486	0.0777	0.0775	99.1931
坊ヶ谷(前)	14.967	6.4993	0.0005	24060.5612	91.5912	0.0689	0.0688	98.6336
櫛田(後)	4.6787	3.4551	0.0055	12533.8099	81.746	0.0111	0.0069	94.9899
櫛田(前)	2.3394	2.1768	0.0072	13429.4013	81.8367	0.0072	0.0072	95.0741
猿野(後)	12.2798	4.9276	0.0028	33702.7377	96.1046	0.1002	0.0987	99.6608
猿野(前)	4.9119	5.8354	0.0405	20852.9258	94.8555	0.081	0.0807	99.5968
志摩メダカ(後)	2.1222	1.8443	0.0248	3983.5894	94.3433	0.0248	0.0248	97.9885
志摩メダカ(前)	2.1222	1.6876	0.0045	18108.6519	74.2857	0.0045	0.0045	93.0629
志摩蛙(後)	2.1222	0.9161	0.0232	3629.0164	94.8468	0.0232	0.0232	97.8606
志摩蛙(前)	12.7334	4.3395	0.0094	4589.5663	95.2151	0.1035	0.0265	97.3829
志田蝶(後)	2.1678	1.7543	0.0045	18545.4363	73.9437	0.0045	0.0045	93.1003
志田蝶(前)	2.1678	1.7056	0.0045	18294.8223	74.2958	0.0045	0.0045	93.1003
太平(後)	3.9366	2.1182	0.025	3619.0361	91.4591	0.025	0.025	96.6045
太平(前)	3.1915	3.7961	0.0524	2738.3835	93.5374	0.0524	0.0524	98.4964
多気園場(後)	2.3832	1.2774	0.0086	6260.6431	91.6107	0.0086	0.0086	95.6577
多気園場(前)	2.3832	2.542	0.0084	13371.708	82.0819	0.0084	0.0084	95.6077
多気農排(後)	2.4936	3.6717	0.0065	23550.4304	69.1489	0.0065	0.0065	94.8779
多気農排(前)	2.4936	2.1429	0.0038	22790.9276	70.1439	0.0038	0.0038	92.8899
上池(後)	4.3321	1.7176	0.1134	1447.9343	96.5829	0.1134	0.1134	99.8536
上池(前)	4.647	5.0009	0.043	3114.3829	92.6501	0.043	0.043	98.0585
四郷(後)	3.0955	2.776	0.0595	2251.8522	94.6856	0.0595	0.0595	98.7581
四郷(前)	3.0955	3.8864	0.0579	2835.7236	93.3077	0.0579	0.0579	98.6453
又刈(後1)	15.3923	6.9566	0.0022	26794.9577	94.3746	0.0606	0.0521	98.4744
又刈(後2)	4.4632	3.9104	0.0177	5843.0311	90.9871	0.0177	0.0177	97.0926
又刈(前)	13.3805	10.7049	0.0128	10215.7886	93.9514	0.0801	0.0555	98.3173

### 3.3 変化率計算および尤度比検定結果

上記の解析結果をもとに計算した変化率と、変化率を説明変数として行ったロジスティック回帰分析の尤度比検定結果を下記に示す。黄色く強調されている項目は p 値が 0.05 を下回り有意になった箇所、オレンジの項目は今回有意にはならなかったものの p 値が 0.1 以下となった箇所である。なお、表中の数値の単位は全て(%)である。

#### 3.3.1 バッファ内の全クラスでの解析結果

表 12. 200m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	桃園	四郷	猿野	志摩蛙	志摩田螺	多気農排	太平	上池	櫛田	多気園場	p値
Contagion指標	0.8134	1.8644	8.0209	4.8022	7.7581	1.8496	13.2939	15.8709	6.5581	6.0643	6.6465	6.9304	12.2785	0.6411
シンプソンの多様性指数	0.2139	3.6295	5.5125	6.9682	4.7247	2.2497	42.3314	32.2427	12.1942	30.9702	45.1613	21.1517	26.1721	0.0374
面積加重平均パッチサイズ	8.6290	9.2110	27.6827	19.4464	37.7800	10.4032	373.2901	1.5730	25.8552	7.5390	13.8411	17.9696	36.9670	0.4266
パッチ密度	18.8945	41.0873	10.5232	12.1007	32.0988	8.0357	8.5366	7.0707	0.0000	71.4848	17.1337	35.6322	14.0845	0.0865
隣接確率	0.2968	0.0181	0.2769	0.9419	1.0429	0.0791	0.7287	0.3112	0.0743	0.1673	0.0916	0.2295	0.5327	0.3814
エッジ密度	6.5085	14.4933	11.8195	3.6635	32.3242	3.3610	28.4168	11.1742	4.5549	19.2005	9.3534	15.4687	21.6709	0.5170
周長面積比の平均	22.4238	7.5607	6.8988	4.0353	0.4631	6.3494	14.6407	16.6170	52.5142	6.2238	53.6034	67.2322	41.8411	0.0336
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

表 13. 150m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	桃園	四郷	猿野	志摩蛙	志摩田螺	多気農排	太平	上池	櫛田	多気園場	p値
Contagion指標	4.9297	4.3496	2.3651	17.6200	2.5963	3.9623	22.027	17.982	4.1877	7.1614	13.9235	9.7274	19.3719	0.3804
シンプソンの多様性指数	9.4690	8.8061	2.6448	12.9287	4.0505	2.1193	127.432	53.669	1.4218	29.8486	93.6110	23.1322	54.0941	0.2777
面積加重平均パッチサイズ	1.2188	5.4636	21.1034	12.3613	17.4795	18.5771	495.864	9.572	88.9295	61.6865	25.4201	19.8689	47.2716	0.6080
パッチ密度	30.5296	2.6361	13.8958	63.0215	25.9657	1.3158	55.072	25.424	2.5000	54.1603	9.9019	31.2500	6.0606	0.9449
隣接確率	0.8841	0.0433	0.2130	1.5352	0.1730	0.2824	1.610	0.305	0.5686	0.7841	0.2248	0.2624	0.6927	0.6429
エッジ密度	8.6376	2.5275	3.8261	45.7946	14.4827	11.3599	48.994	11.473	27.6185	36.1474	33.9307	19.7154	25.7903	0.2865
周長面積比の平均	2.2597	7.7312	8.0760	10.9350	10.8490	34.0042	55.312	50.040	37.5920	11.5253	68.5706	47.2358	35.9028	0.1812
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

表 14. 100m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	桃園	四郷	猿野	志摩蛙	志摩田螺	多気農排	太平	上池	櫛田	多気園場	p値
Contagion指数	3.9519	6.7793	7.6408	12.4611	10.0365	0.1893	27.1342	2.6808	0.4366	3.9469	2.0295	2.8400	27.5005	0.8292
シンプソンの多様性指数	5.2640	8.9584	4.7221	34.6489	7.8912	0.7059	275.8376	23.7381	13.2814	1.0600	4.8094	23.5050	136.8191	0.9978
面積加重平均パッチサイズ	8.3506	8.6093	42.8256	47.1110	1.6645	14.7977	363.2668	53.6398	35.7701	19.3424	4.7979	26.3042	65.4803	0.4634
パッチ密度	6.1246	5.1998	41.1352	37.3887	76.0080	6.8182	32.5000	20.0000	41.9356	46.1500	33.7694	7.4074	71.4285	0.4636
隣接確率	0.2468	0.6305	0.6415	1.0872	1.8802	0.0137	2.0618	0.5075	0.4822	0.0082	0.0843	0.3027	1.2317	0.2311
エッジ密度	5.1595	10.5845	46.7923	23.4317	38.6433	0.4958	48.6883	18.2943	21.8204	15.6619	9.3849	16.8569	48.5511	0.9053
周長面積比の平均	31.7016	8.0562	5.5495	0.0322	57.2840	5.7375	30.3750	19.8227	14.4856	71.7325	166.4070	16.4230	7.8587	0.0730
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

表 15. 50m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	四郷	猿野	志摩蛙	志摩田螺	多気農排	太平	上池	櫛田	多気園場	p値
Contagion指数	3.4254	2.7617	12.0102	18.6684	0.9624	25.0949	0.5499	9.2506	8.5823	27.8796	26.5416	15.2327	0.0686
シンプソンの多様性指数	0.4157	0.0146	3.8428	1.8298	2.6158	271.0123	3.8857	49.4627	5.6866	54.6856	43.9309	111.7815	0.7918
面積加重平均パッチサイズ	31.6543	2.2610	32.9394	0.6841	2.1873	193.4328	24.4133	34.7187	32.0874	136.3676	73.1882	42.9848	0.3769
パッチ密度	24.7932	97.2036	85.8413	0.0000	6.2501	14.2857	22.2223	9.0909	32.8373	48.2085	10.5263	166.6667	0.2791
隣接確率	0.4262	0.0077	1.1355	2.7676	0.4021	2.2416	0.5756	0.3714	0.6991	1.9364	0.4744	0.0078	0.6864
エッジ密度	7.6277	13.9156	32.7315	52.5464	11.2213	47.7229	28.4980	13.8129	2.1509	69.3744	17.2172	0.2601	0.7670
周長面積比の平均	28.0926	1.1782	12.3701	44.1720	13.0802	23.8306	61.8681	5.6266	28.6075	69.3489	49.3806	325.4929	0.0190
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

表 16. 20m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	四郷	猿野	志摩蛙	志摩田螺	多気農排	太平	上池	榑田	多気園場	p値
Contagion指数	11.9428	7.4004	7.3281	8.0739	7.9890	42.4882	10.3449	25.7030	47.0819	23.1559	62.1673	21.1537	0.0269
シンプソンの多様性指数	4.5850	27.6629	35.7240	2.1534	21.5855	204.0523	32.7660	53.5487	32.1986	11.6522	74.9755	84.4217	0.9253
面積加重平均パッチサイズ	8.1129	18.7204	15.1659	0.6276	41.8564	41.9492	4.3738	25.3731	110.5769	41.7303	188.0223	55.5556	0.0008
パッチ密度	5.4543	72.5529	28.6591	62.4998	0.0000	28.5710	25.0000	28.5714	38.3255	33.3333	62.7100	280.0000	0.0734
隣接確率	0.0394	0.9429	1.9221	3.3257	0.1404	0.0417	0.1874	1.7025	4.3617	3.6260	4.4521	1.5077	0.0021
エッジ密度	16.8631	3.9898	31.4922	50.0000	5.1060	1.3347	8.0432	24.9553	38.8913	74.5469	75.0610	51.5562	0.0084
周長面積比の平均	18.0489	113.7796	165.0778	86.8332	41.6002	56.9143	75.2207	49.7708	28.5879	31.9082	46.0598	654.3596	0.2763
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

3.3.2 対象生物が生息しているクラスでの解析結果

表 17. 200m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	桃園	四郷	猿野	志摩メダカ	志摩田螺	多気農排	太平	上池	榑田	志摩蛙	多気園場	p値
パッチ凝集指数	0.0990	0.1405	0.2105	0.0245	0.0000	0.0115	0.5707	0.2482	0.0004	2.1527	3.5551	0.1535	0.3490	4.0155	0.0037
クラス面積	1.3715	2.4577	20.4138	6.6786	24.4469	8.1706	47.8421	10.5439	0.0000	65.6704	9715.3620	20.8599	59.4139	96.3682	0.0012
パッチサイズ中央値	100.0000	206.6667	46.6667	700.0000	60.7967	75.0000	8.2677	28.0142	0.0000	29.4118	52.4462	1.2195	18.8571	92.7365	0.1820
面積加重平均パッチサイズ	0.6686	4.3902	3.9024	37.5173	64.8551	3.9969	22.9111	1.0506	0.0000	83.4674	13900.8415	5.6180	46.6445	94.3347	0.0086
パッチ密度	4.7830	56.8617	38.1931	44.8483	133.3326	3.4482	33.3333	44.4447	0.0000	125.2454	39.8365	25.0000	33.3328	50.0000	0.4942
隣接確率	0.2433	0.6683	1.0530	0.1836	0.6540	0.0528	0.4885	2.0134	0.0000	3.7957	7.0107	2.0794	5.9997	3.1179	0.0000194
エッジ密度	13.2648	22.0433	29.2717	11.4815	17.9617	6.7116	47.3024	14.2041	0.0000	5.3333	395.0467	15.6280	60.6319	94.1452	0.0256
周長面積比の平均	8.2222	17.7550	11.4775	32.4248	64.4485	19.1089	71.3166	55.3182	0.0000	13.2509	358.3543	5.8310	16.2611	10.0499	0.3216
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	

表 18. 150m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	桃園	四郷	猿野	志摩メダカ	志摩田螺	多気農排	太平	上池	榑田	志摩蛙	多気園場	p値
パッチ凝集指数	0.0022	0.1207	0.3234	0.1042	0.5677	0.0052	0.0129	1.7471	0.0000	1.3244	3.4243	0.5496	0.2846	3.4742	0.0173
クラス面積	0.3238	15.9487	32.4272	8.8456	50.9685	5.6152	55.8442	77.3345	0.0000	79.5163	5026.5166	14.2857	69.3255	82.7309	0.0167
パッチサイズ中央値	0.0000	43.4783	34.7826	0.0000	61.3308	0.0000	18.0735	75.7660	0.0000	53.3333	75.5382	4.8193	2.8571	82.7309	0.3037
面積加重平均パッチサイズ	0.3332	7.3536	3.6988	8.3527	50.0233	4.4201	2.6846	90.1903	0.0000	75.9036	7178.4011	13.9785	36.0811	82.7309	0.0247
パッチ密度	1.2574	30.9951	9.3033	7.6437	13.7167	14.2857	57.1429	24.9988	0.0000	59.6611	95.3810	0.0000	66.6672	0.0000	0.1032
隣接確率	0.0430	0.0753	0.8317	0.0558	0.0766	0.4171	0.3872	10.4221	0.0000	2.9811	6.7125	1.1859	23.7228	9.9455	0.0252
エッジ密度	14.7367	19.7618	36.1640	6.9035	57.3395	11.5507	64.2188	3.3048	0.0000	69.8210	309.0059	17.2081	88.3609	91.3043	0.0058
周長面積比の平均	10.1163	9.3648	32.9152	0.0482	16.5795	7.9398	14.1938	8.7967	0.0000	16.0607	401.2619	0.1593	69.9247	49.6935	0.0163
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	

表 19. 100m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	桃園	四郷	猿野	志摩メダカ	志摩田螺	多気農排	太平	上池	榑田	志摩蛙	多気園場	p値
パッチ凝集指数	0.0021	0.3516	0.8350	0.3418	0.3944	0.0048	0.7119	0.0347	0.0502	0.5182	2.7765	0.1588	0.4852	2.0896	0.0313
クラス面積	0.3238	40.3251	60.5937	18.5252	42.5898	2.3837	26.2851	0.9756	2.2599	49.5597	3014.5433	15.1596	78.3813	78.1726	0.0098
パッチサイズ中央値	0.0000	130.7692	50.0000	0.0000	29914.2857	0.0000	48.9209	120.6522	2.2599	34266.6667	3014.5433	0.0000	47.8261	78.1726	0.5180
面積加重平均パッチサイズ	0.3332	37.6969	36.1217	39.7969	43.4156	0.2747	46.4115	0.4878	2.2599	5.4192	3014.5433	1.1905	32.4930	61.0860	0.1356
パッチ密度	33.3208	65.8524	8.5829	3.9825	54.1971	22.2221	65.6250	50.0000	0.0000	88.8104	4.4502	0.0000	50.0012	0.0000	0.7528
隣接確率	0.3062	0.3811	3.6270	0.0558	0.1898	3.7606	0.6465	0.2559	0.2669	1.8175	5.9423	2.1543	25.5131	10.3840	0.0047
エッジ密度	5.7655	40.0053	36.6998	4.6424	48.2383	4.1156	73.0180	1.1500	3.6739	40.5011	147.5260	20.3804	81.4387	89.2241	0.0166
周長面積比の平均	10.6046	0.7625	45.2063	0.0482	74.3100	6.9067	37.5600	47.4410	0.6292	89.1597	81.4618	23.2684	75.0539	50.6726	0.0175
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	

表 20. 50m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	四郷	猿野	志摩メダカ	志摩田螺	多気農排	太平	上池	榑田	志摩蛙	多気園場	p値
パッチ凝集指数	0.4812	0.0636	1.6633	0.7980	0.0035	1.1625	0.0000	0.5636	0.1488	2.1614	0.5185	2.1993	2.1408	0.0670
クラス面積	28.3103	40.1149	76.5900	52.0624	0.7736	168.4211	0.0128	24.0832	4.3418	667.3077	12.5898	83.4436	58.2578	0.2224
パッチサイズ中央値	29.6263	10.0559	64.4852	52.3690	0.7790	50.6276	0.0000	23.4043	4.7189	667.3077	15.5844	168.4211	58.2524	0.0631
面積加重平均パッチサイズ	83.3333	86.8613	66.4234	99.8885	0.0000	53.9232	0.0000	23.4043	52.2088	667.3077	62.1622	168.4211	58.2524	0.0564
パッチ密度	17.2719	3.5317	19.9455	199.9968	14.2854	66.6666	0.0000	0.0000	146.6959	6.7764	0.0000	0.0000	0.0000	0.7841
隣接確率	0.9606	0.1450	6.2415	0.5696	0.5618	1.4432	0.1879	3.3252	0.0281	5.7071	5.7992	25.8480	11.0151	0.0145
エッジ密度	36.7277	46.7155	46.8528	58.4223	12.4929	74.1646	0.5626	33.8501	18.6048	50.4514	24.3763	32.5845	79.5501	0.8500
周長面積比の平均	23.5158	7.6946	37.4246	827.7753	18.6904	40.9616	0.5556	8.3728	609.3260	78.2368	22.4453	75.2461	52.0041	0.7470
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	

表 21. 20m 解析結果

	坊ヶ谷	又刈1	又刈2	四郷	猿野	志摩メダカ	志摩田螺	多気農排	太平	上池	榑田	志摩蛙	多気圃場	p値
パッチ凝集指数	0.5673	0.0886	0.0643	0.4905	5.2928	0.0000	1.9208	0.0523	2.1402	1.8306	0.1143	0.1598	1.2457	0.9625
クラス面積	12.7721	54.1667	23.7037	77.5845	451.1111	0.0000	52.2901	2.3810	71.0526	163.7209	2.7634	24.3446	77.9026	0.8023
パッチサイズ中央値	7680.0000	82.8125	38.2813	2.7634	93.0864	451.1111	0.0000	71.0526	52.2901	163.7209	23.6111	146.8085	2.3810	0.2757
面積加重平均パッチサイズ	16.0180	4.1667	22.3048	12.4528	451.1111	0.0000	52.2901	2.3810	71.0526	163.7209	2.7634	6.1261	68.1081	0.9088
パッチ密度	58.6363	15.0353	66.6440	0.0000	150.0010	0.0000	0.0000	0.0000	23.3464	6.7764	99.9957	83.3336	0.0000	0.8117
隣接確率	1.9187	0.4504	3.1551	1.4767	1.3168	27.0006	0.4739	1.4185	2.2219	4.2448	0.1108	0.3868	11.6089	0.8158
エッジ密度	18.1727	35.0148	63.4709	28.5714	15.5568	9.2854	2.8553	71.3426	44.2006	65.6542	58.7238	78.8893	49.7482	0.0254
周長面積比の平均	6.1829	162.2897	42.8039	20.5899	61.6211	78.0017	1.3699	3.3325	32.1596	53.5078	6.6689	20.9290	53.1799	0.5541
移植結果	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	

### 3.4 変数選択結果

R で変数増減法を使用し,AIC が最小となるように変数を選択した結果を下記に示す。○が付いている箇所が選択された変数である。

表 22. バッファ内の全クラスでの変数選択結果

	200m	150m	100m	50m	20m
Contagion指標					
シンプソンの多様度指数					
面積加重平均パッチサイズ					○
パッチ密度	○				
隣接確率					
エッジ密度					○
周長面積比の平均	○		○	○	
AIC	6	18.05	16.83	13.77	6

表 23. 対象生物の生息クラスでの変数選択結果

	200m	150m	100m	50m	20m
パッチ凝集指数					
クラス面積					
パッチサイズ中央値			○		
面積加重平均パッチサイズ					
パッチ密度					
隣接確率	○		○	○	
エッジ密度		○			○
周長面積比の平均					
AIC	4	14.62	13.98	15.35	16.33

### 3.5 移植後の景観指数解析結果

2.3.8 で述べた,移植後の景観指数を用いたロジスティック回帰分析の尤度比検定結果を下記に示す.黄色く強調されている項目は p 値が 0.05 を下回り有意となった箇所,オレンジ色の項目は今回有意にはならなかったものの p 値が 0.1 以下となった箇所である.

#### 3.5.1 バッファ内の全クラスでの解析結果

表 24. 200m 解析結果

	Contagion指標(%)	シンプソンの多様度指数(none)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	58.7864	0.6092	1.8954	309.5452	96.5157	309.5452	17884.1318
又刈(後1)	56.9541	0.6346	1.7607	704.1959	97.3385	361.2905	38033.5793
又刈(後2)	60.3963	0.6222	2.0585	1321.1071	97.5904	372.5883	43982.8725
桃園(後)	61.18	0.5557	1.3765	7352.0476	95.2862	683.1241	48616.6167
四郷(後)	56.0839	0.6715	1.7775	170.2498	97.4185	178.3362	14789.3041
猿野(後)	55.2154	0.7126	1.4815	252.9643	97.4958	272.9267	17917.4513
志摩蛙(後)	59.0231	0.7155	2.5534	159.1675	98.032	167.3738	13378.4848
志摩田螺(後)	72.1606	0.3852	0.4693	199.4367	97.4185	232.6218	14546.0554
多気農排(後)	68.0754	0.564	1.4496	144.629	97.9278	229.1468	9535.0892
太平(後)	71.214	0.3778	4.402	224.3885	98.2601	113.1951	19625.5399
上池(後)	75.7892	0.3375	8.1166	34.6571	99.0343	66.8231	7119.7132
櫛田(後)	77.0089	0.3519	7.9587	131.0036	98.5938	134.1018	10144.2129
多気圃場(後)	56.2959	0.7212	0.6667	193.0391	96.9152	324.8159	6250.4611
p値	0.04265	0.05209	0.009865	0.03392	0.03819	0.03686	0.0336

表 25. 150m 解析結果

	Contagion指標(%)	シンプソンの多様度指数(none)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	56.7144	0.6345	1.0796	527.675	96.7385	412.3571	16981.4387
又刈(後1)	57.5505	0.6172	1.2337	1029.2388	97.3208	455.725	35044.1597
又刈(後2)	56.456	0.6589	1.0296	1142.1507	97.1556	449.6534	35156.3002
桃園(後)	63.5505	0.5133	0.6161	7022.3256	95.8942	656.4876	48709.0912
四郷(後)	58.7053	0.6398	1.2044	241.3358	97.3845	264.3483	14056.8856
猿野(後)	57.2533	0.7251	0.87	184.1973	97.6305	140.6454	33187.6724
志摩蛙(後)	58.3063	0.7271	1.4551	65.7892	98.1396	85.2359	6021.5793
志摩田螺(後)	80.9676	0.2109	0.4247	160.4165	97.4726	124.5588	20598.2937
多気農排(後)	73.8801	0.4708	1.3448	97.2505	98.3202	97.9724	20559.4834
太平(後)	66.6619	0.3986	2.2261	168.0539	98.3181	122.3137	21398.1109
上池(後)	70.5467	0.4091	3.9675	83.4198	98.6378	111.5601	8718.4452
櫛田(後)	78.6389	0.321	4.7546	77.1986	98.7181	64.2666	15350.2454
多気圃場(後)	56.3239	0.7076	0.3556	166.8239	96.4894	205.3539	14479.6763
p値	0.2993	0.2208	0.01636	0.04242	0.1344	0.06236	0.0956

表 26. 100m 解析結果

	Contagion指標(%)	シンプソンの多様度指数(none)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	60.29	0.5651	0.6201	306.1002	96.6601	276.9874	11115.7583
又刈(後1)	61.3764	0.5996	0.7452	1086.4862	97.4787	404.8733	33887.597
又刈(後2)	53.0878	0.6897	0.4662	1617.5225	96.2465	664.6756	33101.475
桃園(後)	62.2886	0.5254	0.3277	7695.1911	95.7678	808.6565	49097.3534
四郷(後)	56.1086	0.6805	0.6085	168.0983	96.9688	257.7907	6810.7402
猿野(後)	55.4759	0.7561	0.3972	100.6945	96.9857	78.0773	26554.4173
志摩蛙(後)	55.0009	0.7404	0.6495	57.3003	97.5599	48.5667	13739.969
志摩田螺(後)	82.3467	0.1677	0.4411	69.3693	97.4436	53.1056	13388.0887
多気農排(後)	73.0173	0.4657	0.6779	44.8848	97.9811	50.2798	15172.0308
太平(後)	61.8088	0.4947	0.7948	144.6912	97.7777	152.0035	4490.2028
上池(後)	77.0195	0.3147	2.1362	132.0192	98.3911	107.8906	16667.1998
櫛田(後)	70.8293	0.3876	1.9005	58.4838	98.1936	39.6382	16604.4521
多気圃場(後)	56.2676	0.7043	0.2095	142.9919	96.0337	100.8375	23544.0948
p値	0.425	0.3276	0.03346	0.1165	0.2023	0.1089	0.2882

表 27. 50m 解析結果

	Contagion指標(%)	シンプソンの多様度指数(none)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	46.2172	0.7005	0.1384	30.9545	94.897	19.8703	8547.1862
又刈(後1)	55.5148	0.6843	0.199	123.1381	95.8756	31.9337	31035.3633
又刈(後2)	50.2347	0.7107	0.1305	116.0432	94.7796	49.2378	26879.5528
四郷(後)	59.4729	0.6678	0.2502	27.8591	96.4416	11.9806	13752.5261
猿野(後)	56.5797	0.7375	0.1822	41.7514	96.2717	22.0577	26594.1622
志摩蛙(後)	56.0724	0.7257	0.1966	38.2002	96.9433	13.5611	21483.4448
志摩田螺(後)	87.2904	0.0909	0.3552	15.1745	97.8745	8.4672	22287.5901
多気農排(後)	67.5651	0.5285	0.1555	29.9232	96.4922	21.1024	8902.2406
太平(後)	52.5357	0.6435	0.2297	55.113	95.5892	20.7735	19092.7264
上池(後)	74.0707	0.2998	0.5453	21.6607	97.8776	6.5024	18685.5529
櫛田(後)	71.7481	0.3409	0.509	39.769	97.103	14.9086	14620.765
多気圃場(後)	62.6883	0.6669	0.1276	57.1968	96.4678	19.5952	26320.8854
p値	0.4346	0.3457	0.0708	0.6345	0.3279	0.2629	0.9524

表 28. 20m 解析結果

	Contagion指標(%)	シンプソンの多様度指数(none)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	50.6488	0.5657	0.0521	24.7636	89.7735	5.9319	14209.2617
又刈(後1)	51.5912	0.6604	0.0343	53.8729	91.1301	10.3043	22484.0707
又刈(後2)	51.6315	0.7021	0.0358	40.1688	93.7658	7.3526	27879.3151
四郷(後)	45.8396	0.6225	0.0475	9.2864	93.5952	2.776	2991.1013
猿野(後)	65.5425	0.4461	0.081	12.2798	95.8035	2.8918	13043.6783
志摩蛙(後)	46.5418	0.7203	0.0335	10.6112	95.1271	2.7484	17080.7233
志摩田螺(後)	75.8814	0.1264	0.0481	6.5034	96.1212	1.9493	5199.9629
多気農排(後)	54.0738	0.2847	0.04	24.936	93.5877	5.501	38637.4341
太平(後)	61.6582	0.478	0.0657	15.7466	93.1352	4.0135	6841.6435
上池(後)	71.5169	0.1785	0.1034	8.6643	95.4706	1.7176	3826.2674
櫛田(後)	44.5696	0.5497	0.0557	37.4296	90.2936	8.5048	32239.9684
多気圃場(後)	49.3796	0.6665	0.0336	45.2808	93.3975	5.595	46037.5636
p値	0.7995	0.6911	0.1552	0.6792	0.6634	0.9872	0.5912

### 3.5.2 対象生物が生息しているクラスでの解析結果

表 29. 200m 解析結果

	パッチ凝集指数 (none)	クラス面積 (ha)	パッチサイズ中央値(ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	97.9644	0.2513	0.0008	0.2377	24.7636	94.273	18.7599	24071.6185
又刈(後1)	98.1402	0.7779	0.005	0.196	130.834	92.016	153.947	21397.090
又刈(後2)	98.2088	0.6347	0.001	0.213	187.454	92.367	193.672	29002.317
桃園(後)	99.513	6.913	0.000	2.087	2200.406	97.995	439.083	49319.249
四郷(後)	98.4288	1.0826	0.1053	0.3324	21.6682	94.3447	76.2085	4701.7392
猿野(後)	99.6189	1.4768	0.0003	1.2099	73.6789	93.5721	172.4935	36665.1453
志摩メダカ(後)	98.587	3.476	0.0932	0.177	67.9115	97.9051	100.7859	3647.7223
志田螺(後)	98.1233	0.6168	0.0203	0.2543	28.1813	91.3816	80.3224	17046.0278
多気農排(後)	96.2464	0.0181	0.0181	0.0181	2.4936	70.0303	10.3225	22877.5962
太平(後)	96.9042	0.9844	0.001	0.2056	165.339	93.614	88.557	20407.009
上池(後)	99.9561	10.0313	0.0243	9.9826	12.9964	99.2671	72.0968	15492.4194
櫛田(後)	94.6065	0.0497	0.0083	0.0094	14.0361	73.2921	22.9578	18443.3846
志摩蛙(後)	96.711	0.057	0.0284	0.029	4.2445	84.8468	12.7655	11182.7779
多気圃場(後)	94.35	0.0086	0.0086	0.0086	2.3832	91.6107	1.2774	6260.6431
p値	0.04379	0.7441	0.4524	0.2858	0.212	0.5263	0.039	0.1602

表 30. 150m 解析結果

	パッチ凝集指数 (none)	クラス面積 (ha)	パッチサイズ中央値(ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	98.275	0.248	0.003	0.241	28.782	94.806	52.348	15361.776
又刈(後1)	98.372	0.603	0.003	0.210	198.625	92.913	246.942	21975.387
又刈(後2)	98.172	0.485	0.002	0.219	261.063	92.071	196.462	26707.516
桃園(後)	99.356	4.162	0.000	0.907	1892.295	98.309	431.626	49734.582
四郷(後)	98.7011	0.5822	0.0616	0.4291	24.1336	94.7191	101.0006	3416.3493
猿野(後)	99.6843	1.1161	0.0001	1.1093	44.2073	94.9167	104.0641	50395.5643
志摩メダカ(後)	96.9596	0.0306	0.0825	0.0306	38.2002	97.7692	51.0981	2080.8169
志田螺(後)	96.7247	0.1017	0.0087	0.0268	10.8389	80.1102	20.6745	15667.4585
多気農排(後)	96.2944	0.0181	0.0181	0.0181	2.4936	70.0303	10.3225	22877.5962
太平(後)	97.0217	0.2583	0.0007	0.11	92.4296	93.0493	50.2898	21722.3656
上池(後)	99.9169	5.2393	0.0125	5.1895	37.0755	98.9905	121.6224	16942.7015
櫛田(後)	94.094	0.0414	0.0079	0.008	14.0361	74.1867	18.389	18472.1293
志摩蛙(後)	98.5004	1.7651	0.0306	0.1481	2.1222	93.6709	2.893	4457.1225
多気圃場(後)	94.3979	0.0086	0.0086	0.0086	2.3832	91.6107	1.2774	6260.6431
p値	0.1852	0.4711	0.5449	0.3186	0.134	0.9467	0.06975	0.2061

表 31. 100m 解析結果

	パッチ凝集指数 (none)	クラス面積 (ha)	パッチサイズ中央値(ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	98.4449	0.2479	0.0034	0.2409	43.7286	94.8059	79.5324	15361.7758
又刈(後1)	98.7659	0.3377	0.006	0.2535	143.4982	93.9191	262.959	17951.2227
又刈(後2)	97.5981	0.223	0.0013	0.1176	384.1616	90.169	277.4472	26266.5855
桃園(後)	99.2091	1.8573	0.0001	0.4803	2293.1228	97.8335	602.8267	50391.3351
四郷(後)	99.003	0.4203	0.2101	0.4125	30.5633	95.2078	125.938	5079.1474
猿野(後)	99.4534	0.7576	0.0001	0.3994	34.3835	98.6283	64.9542	42145.21
志摩メダカ(後)	98.057	0.6026	0.0306	0.0964	2.1222	93.6709	2.893	4457.1225
志田蝶(後)	96.3803	0.0406	0.0203	0.021	4.336	74.7475	15.704	17976.8762
多気農排(後)	96.3898	0.0181	0.0181	0.0181	2.4936	70.0303	10.3225	22877.5962
太平(後)	97.5701	0.1031	0.1031	0.1031	20.6702	94.3388	51.1231	2398.8105
上池(後)	99.9359	2.5913	2.5913	2.5913	18.8599	98.7396	117.1486	534.0507
櫛田(後)	94.2193	0.0319	0.0083	0.0083	11.6968	75.9395	13.2507	18272.2769
志摩蛙(後)	97.0638	0.0306	0.0426	0.0306	23.3446	97.0393	21.8665	4403.9027
多気圃場(後)	94.4935	0.0086	0.0086	0.0086	2.3832	91.6107	1.2774	6260.6431
p値	0.2102	0.5848	0.1388	0.3483	0.02095	0.9074	0.07298	0.01543

表 32. 50m 解析結果

	パッチ凝集指数 (none)	クラス面積 (ha)	パッチサイズ中央値(ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	98.4987	0.1629	0.0022	0.1582	9.2864	94.0098	10.9287	15897.2416
又刈(後1)	98.6963	0.1563	0.0018	0.1379	23.0884	94.5324	19.3264	31145.9923
又刈(後2)	97.1164	0.0611	0.0046	0.0445	17.8528	88.7609	19.2766	18097.207
四郷(後)	98.6943	0.172	0.0004	0.1709	9.2864	94.9741	9.0878	21872.8344
猿野(後)	99.5621	0.2822	0.0003	0.2802	14.7358	95.8654	19.6198	33662.1112
志摩メダカ(後)	97.3786	0.1151	0.0306	0.0306	2.1222	93.6709	2.893	4457.1225
志田蝶(後)	95.3061	0.0112	0.0112	0.0112	2.1678	74.5787	4.3615	18093.4863
多気農排(後)	95.6993	0.0116	0.0116	0.0116	2.4936	69.1943	6.7684	23515.7918
太平(後)	97.9122	0.0953	0.0476	0.0949	7.8733	94.2937	8.3614	17071.2675
上池(後)	99.887	0.6384	0.6384	0.6384	4.3321	98.5204	5.5209	626.9578
櫛田(後)	94.7337	0.0139	0.0028	0.0089	7.0181	79.0084	4.9864	19233.3305
志摩蛙(後)	97.1714	0.0306	0.0276	0.0354	10.6112	95.657	5.8704	9524.5412
多気圃場(後)	94.7842	0.0086	0.0086	0.0086	2.3832	91.6107	1.2774	6260.6431
p値	0.4955	0.5076	0.02637	0.6063	0.04272	0.5471	0.01177	0.01379

表 33. 20m 解析結果

	パッチ凝集指数 (none)	クラス面積 (ha)	パッチサイズ中央値(ha)	面積加重平均パッチサイズ(ha)	パッチ密度(per100ha)	隣接確率(%)	エッジ密度(m/ha)	周長面積比の平均(per m)
坊ヶ谷(後)	99.1931	0.0777	0.0389	0.0775	6.1909	93.3486	5.3182	22572.9242
又刈(後1)	98.4744	0.0606	0.0022	0.0521	15.3923	94.3746	6.9566	26794.9577
又刈(後2)	97.0926	0.0177	0.0177	0.0177	4.4632	90.9871	3.9104	5843.0311
四郷(後)	98.7581	0.0595	0.0595	0.0595	3.0955	94.6856	2.776	2251.8522
猿野(後)	99.6608	0.1002	0.0028	0.0987	12.2798	96.1046	4.9276	33702.7377
志摩メダカ(後)	97.8606	0.0232	0.0232	0.0232	2.1222	94.8468	0.9161	3629.0164
志田蝶(後)	93.1003	0.0045	0.0045	0.0045	2.1678	73.9437	1.7543	18545.4363
多気農排(後)	94.8779	0.0065	0.0065	0.0065	2.4936	69.1489	3.6717	23550.4304
太平(後)	96.6045	0.025	0.025	0.025	3.9366	91.4591	2.1182	3619.0361
上池(後)	99.8536	0.1134	0.1134	0.1134	4.3321	98.5829	1.7176	1447.9343
櫛田(後)	94.9899	0.0111	0.0055	0.0069	4.6787	81.746	3.4551	12533.8099
志摩蛙(後)	97.9885	0.0248	0.0248	0.0248	2.1222	94.3433	1.8443	3983.5894
多気圃場(後)	95.6577	0.0086	0.0086	0.0086	2.3832	91.6107	1.2774	6260.6431
p値	0.7263	0.7043	0.3662	0.7188	0.2145	0.54	0.01966	0.03248

## 第4章 考察

### 4.1 変化率の解析結果の比較

変化率を説明変数として行ったロジスティック回帰分析の尤度比検定結果(p 値), および AIC を用いたモデル選択結果を以下にまとめる. p 値が 0.05 を下回り有意となった項目は黄色で, p 値が 0.1 を下回った項目はオレンジ色で強調している. また, 変数選択によって選定された項目については, p 値の後ろに\*を付与する.

#### 4.1.1 バッファ内の全クラスでの解析

表 34. 変化率解析結果まとめ(バッファ内の全クラス)

	200m	150m	100m	50m	20m
Contagion指標	0.6411	0.3804	0.8292	0.0686	0.0269
シンプソンの多様度指数	0.0374	0.2777	0.9978	0.7918	0.9253
面積加重平均パッチサイズ	0.4266	0.6080	0.4634	0.3769	0.0007559*
パッチ密度	0.08649*	0.9449	0.4636	0.2791	0.0734
隣接確率	0.3814	0.6429	0.2311	0.6864	0.0021
エッジ密度	0.5170	0.2865	0.9053	0.7670	0.008419*
周長面積比の平均	0.03356*	0.1812	0.07297*	0.01899*	0.2763
最小AIC	6	18.05	16.83	13.77	6

バッファごとに AIC の値を比較すると, 200m と 20m のとき最小となる. しかし, その他の項目を見ると 20m の方が有意な指数が多く p 値も低いため, 最適バッファを 1 つに絞るならば 20m が最も移植結果と相関があると考えられる. このことから, バッファ内の全クラスで解析を行う場合, 狭いスケールで景観が類似していることが重要であると言える. 10m バッファ以下だと解析範囲内が特定の土地被覆一色になってしまう地区があり, このような状態になると解析が上手く行えない. そのため, 20m 付近が最適なバッファである可能性が高い.

20m バッファで変数選択によって選ばれた景観指数は, 面積加重平均パッチサイズとエッジ密度である. 面積加重平均パッチサイズは, 2.3.4 でも述べた通りパッチの連続性に関する指標である. 他にも隣接確率や Contagion 指標といった連続性に関する項目で有意が認められていることから, 20m バッファで移植先の選定を行う際は, パッチの大きさおよび連続性が移植先と変化しすぎないように特に注意する必要がある.

また, エッジ密度はパッチ形状の複雑さの指標であり, こちらについても移植の際になるべく変化が小さい地点を選定する必要がある.

#### 4.1.2 対象生物の生息クラス中心の解析

表 35. 変化率解析結果まとめ(クラス中心)

	200m	150m	100m	50m	20m
パッチ凝集指数	0.0037	0.0173	0.0313	0.0670	0.9625
クラス面積	0.0012	0.0167	0.0098	0.2224	0.8023
パッチサイズ中央値	0.1820	0.3037	0.518*	0.0631	0.2757
面積加重平均パッチサイズ	0.0086	0.0247	0.1356	0.0564	0.9088
パッチ密度	0.4942	0.1032	0.7528	0.7841	0.8117
隣接確率	0.00001938*	0.0252	0.004698*	0.01449*	0.8158
エッジ密度	0.0256	0.005758*	0.0166	0.8500	0.0254*
周長面積比の平均	0.3216	0.0163	0.0175	0.7470	0.5541
最小AIC	4	14.62	13.98	15.35	16.33

対象生物の生息クラスを中心に解析を行った場合、バッファサイズが 200m の時に AIC が最小となった。このことから、クラスを中心に類似度を見る場合は最適スケールが非常に広く、移植地点付近で解析を行うだけでは不十分だということが分かる。このような結果となった理由については、「20m や 50m バッファでクラスの類似度だけを見た場合、範囲が狭すぎて景観の区別がつけられないから」と考えられる。なお、本研究では 200m バッファが最適バッファとなったが、200m 以上のスケールについては今回解析を行っていないため、さらに広い範囲で解析を行えばより最適なバッファサイズが見つかる可能性がある。

200m バッファで変数選択を行った結果、隣接確率が変数として選ばれた。この項目はパッチの連続性を表す指標であり、面積加重平均パッチサイズやパッチ凝集指数といった連続性に関する指標も有意な結果を示している。また、優占度の指標となるパッチ凝集指数やクラス面積、パッチ形状の複雑さの指標であるエッジ密度も移植結果との相関が認められている。以上のことから、対象生物の生息クラスを中心に解析を行う際は 200m 以上の広範囲を解析範囲とし、パッチの連続性になるべく変化しないように注意しながら優占度やエッジ密度にも気を配る必要がある。

## 4.2 移植後の環境指数を用いた解析結果の比較

移植後の景観指数を用いたロジスティック回帰分析の尤度比検定結果について、バッファごとの結果をまとめたものを下記に示す。黄色く強調されている項目は p 値が 0.05 を下回り有意となった箇所、オレンジ色の項目は今回有意にはならなかったものの p 値が 0.1 以下となった箇所である

表 36. 移植後の環境指数解析結果まとめ(バッファ内の全クラス)

	200m	150m	100m	50m	20m
Contagion指標	0.04265	0.2993	0.425	0.4346	0.7995
シンプソンの多様度指数	0.05209	0.2208	0.3276	0.3457	0.6911
面積加重平均パッチサイズ	0.009865	0.01636	0.03346	0.0708	0.1552
パッチ密度	0.03392	0.04242	0.1165	0.6345	0.6792
隣接確率	0.03819	0.1344	0.2023	0.3279	0.6634
エッジ密度	0.03686	0.06236	0.1089	0.2629	0.9872
周長面積比の平均	0.0336	0.0956	0.2882	0.9524	0.5912

表 37. 移植後の環境指数解析結果まとめ(対象生物の生息クラス)

	200m	150m	100m	50m	20m
パッチ凝集指数	0.04379	0.1852	0.2102	0.4955	0.7263
クラス面積	0.7441	0.4711	0.5848	0.5076	0.7043
パッチサイズ中央値	0.4524	0.5449	0.1388	0.02637	0.3662
面積加重平均パッチサイズ	0.2858	0.3186	0.3483	0.6063	0.7188
パッチ密度	0.212	0.134	0.02095	0.04272	0.2145
隣接確率	0.5263	0.9467	0.9074	0.5471	0.54
エッジ密度	0.039	0.06975	0.07298	0.01177	0.01966
周長面積比の平均	0.1602	0.2061	0.01543	0.01379	0.03248

景観指数についてバッファ内の全クラスで解析を行うと、バッファサイズが 200m の時にほとんどの項目で有意となる結果が得られた。また、生物の生息クラスでの解析結果を見ると、パッチ形状の複雑さに関する項目が有意となる傾向にあった。

有意となった項目について表 24～33 を用いて詳しく見ていく。例えばバッファ内の全クラスでの解析の 200m バッファの場合、移植が成功した地点ほど Contagion 指標、面積加重平均パッチサイズ、隣接確率の値が小さく、パッチ密度、エッジ密度、周長面積比の平均の値が大きくなっている。これらをまとめると、「小さなパッチが多数存在している箇所ほど移植が成功しやすくなる」という結論になる。他のバッファにおける有意な項目も、ほとんど同様の傾向を示している。これは、本研究で研究対象とした生物の中に、パッチの境界線であるエッジを好む「エッジ種」が多く含まれていたためだと考えられる。本研究で対象となった生物について、エッジ種か内部種(パッチの内部を好む種)かを考察した表を下記に示す。

表 38. エッジ種と内部種

対象生物	生息適地	分類	根拠
スイラン	湿った草地	エッジ種	
ササユリ	湿った草地	エッジ種	
ナガボノワレモコウ	湿った草地	エッジ種	湿地に生息する生物であり, 水域とその他のパッチの境界を好むため
デンジソウ	湿った草地	エッジ種	
タチカモメヅル	湿った草地	エッジ種	
ナゴヤダルマガエル	水田など	エッジ種	
コオイムシ	水中	エッジ種	
シマゲンゴロウ	水中	エッジ種	水生昆虫であるが,呼吸を行う必要があり 水域の辺縁部に生息するため
キイロサナエ	水中・草地	エッジ種	水際の草地を好むため
タツナミソウ	森林・草地	エッジ種	丘陵地の林縁に生息するため
スズサイコ	草地	内部種	
フナバラソウ	草地	内部種	
マルタニシ	水中	内部種	
メダカ	水中	内部種	
ホトケドジョウ	水中	内部種	
マツカサガイ	水中	内部種	

表 38 が示す通り,本研究で対象となった 16 種のうち 10 種がエッジ種であり,エッジ種が過半数を占めていた.このような生物たちにとって小さなパッチが多く存在する状況は,エッジの領域が増加して生息適地が広がることとなる.よってこの解析から,生物を移植する際にはエッジ種か内部種かを見極め,生息パッチだけでなくエッジについても考慮する必要があると分かる.

## 第5章 結論

本研究の結果,解析を行う範囲と手法,解析項目を吟味すれば,景観の類似度で移植先を選定できる可能性が示唆された.具体的には,バッファ内の全クラスを対象とした解析を狭い範囲で行うか,生物の生息しているクラスを対象とした解析を広い範囲で行い,パッチの連続性に関する項目とエッジ密度がなるべく変化しないような移植先を選定すれば,移植成功率が高くなることが示された.この2つの解析は注目するスケールが大きく異なるが,多角的に移植先を選定するためなるべく両方とも解析を行うのが望ましいと考えられる.また,湿地などといったパッチの辺縁部(エッジ)に生息する生物を移植する場合は,彼らの生息地であるエッジが多い箇所に移植を行えば成功しやすい可能性も示唆された.

2.3.1でも述べた通り,本研究の解析に国土地理院の土地利用細分メッシュを使用するのは難しい.そこで,実際に環境影響評価の現場で使用する際は,Google earth proなどのサイトから航空写真を入手するか,UAVを用いて事業区域を上空から撮影し,そこからArcGISの教師付き分類を用いて土地利用図を作成することになるであろう.本研究で使用したソフトウェアは,ArcGISを除き全てフリーソフトである上,ArcGISを所持していない場合はRSPでも教師付き分類が可能であるため,模倣しやすいことが利点である.

移植先の地点については,バッファ内の全クラスで解析する場合でも生息クラスを中心に解析する場合でもパッチの連続性が重要であり,パッチの連続性は目視である程度の見分けが可能である.そのため,まず航空写真をもとにある程度パッチの大きさや集まり具合が類似した地点をいくつか選定して,そこから解析を行いより類似度が高い箇所に移植を行う手法が簡易であると著者は考える.

## 謝辞

本研究を進めるにあたり,お忙しい中ご指導を頂きました大野研教授に心から感謝致します.どんな些細な質問にも親身になって答えてくださり,心の支えとなりました.様々な角度から物事を考察し,目的を見失わないよう注意喚起をしてくださったおかげでここまで研究を進めることができました.本当にありがとうございました.また,多くの助言をくださった環境解析学研究室の皆様にも深く感謝申し上げます.GISの使い方,ゼミでのアドバイス,統計手法の助言など様々な場面でお世話になりました.重ねてお礼申し上げます

## 参考文献

(2020) 「2020年7月 IUCN レッドリスト更新、マダガスカル島のキツネザル類に迫る危機」

<https://www.wwf.or.jp/activities/news/4360.html>(最終閲覧日 2021/1/30)

(2019) 「2019年「レッドリスト」更新 世界の絶滅危惧種は28,338種に」

<https://www.wwf.or.jp/activities/opinion/4024.html>(最終閲覧日 2021/1/30)

樋口広芳編(1996)『保全生物学』東京大学出版会.

Reid, W.V and K.R.Miler (1989) *Keeping Options Alive : the Scientific Basis for Conserving Biodiversity*. World Resources Institute, Washington, D.C[藤倉良編訳(1994)『生物の保護はなぜ必要か』ダイヤモンド社, 東京].

環境アセスメント学会 編(2013)「環境アセスメント学の基礎」. 『恒星社厚生閣』, 東京.

田中章(2006)『HEP 入門ー〈ハビタット評価手続き〉マニュアル』朝倉書店.

丸山英幹ら(2004)「絶滅危惧種ハリマママムシグサの保全対策としての移植事業 Iー生育条件と移植条件ー」, 『保全生態学研究』9,p173-182

行川修平ら(2018)『ダム事業に伴う絶滅危惧種マルバノホロシの保全対策』, 『景観生態学』23巻(2018)1-2号 p.17-23

M.G.Turner・R.H.Gardner・R.V.O' Neill(2004)『景観生態学ー生態学からの新しい景観利用とその応用』(中越信和・原慶太郎訳)文一総合出版.

平成29年度農業農村整備事業環境アドバイザー協議会報告資料

平成30年度農業農村整備事業環境アドバイザー協議会報告資料

令和元年度農業農村整備事業環境アドバイザー協議会報告資料

ArcGIS Help 「ArcGIS Spatial Analyst を使用した画像分類」  
<https://desktop.arcgis.com/ja/arcmap/10.3/guide-books/extensions/spatial-analyst/image-classification/image-classification-using-spatial-analyst.htm>(最終閲覧日 2021/1/30)

Aoyama(2009) 「リモートセンシングフリー画像処理ソフトウェア RSP」  
<http://rs.aoyaman.com/rsp/index.html>(最終閲覧日 2021/1/30)

McGarigal (2015) 「FRAGSTATS HELP」  
<https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf>(最終閲覧日 2021/1/30)

服部一成(2016) 『景観異質性の経年変化の推定』

逸見功(2018) 『統計ソフト「R」超入門 実例で学ぶ初めてのデータ解析』講談社.