

# 開田高原における樹林地変化の傾向と 農村景観検討のための草地復元シミュレーション

5221D023-9 多田千晃\*

長野県・開田高原はかつて馬の名産地であり、餌場である採草地を含む景観が土地の履歴を示す文化的景観として認識されている。生業としての採草地は現在ほとんど樹林化しており、文化的景観の継承と馬生産における資源、生物多様性の確保の観点から採草地の復元が地域づくりの課題となっている。そこで本研究では開田高原の将来像の検討に資することを意図して、草地復元のシミュレーションを行う。そのためGISと衛星画像を用いたVARI分析により樹林化した場所を求め、その傾向を地形や植生などの複数の属性を変数としたロジスティック回帰分析から明らかにした。また草地を復元した場合の眺めや草地面積のシミュレーションを行い、草地復元による景観変化や飼育可能な馬の頭数を概算し、土地利用転換の議論の際の客観的資料を提示した。

*Key Words* : 文化的景観, 採草地, GIS, 衛星画像, VARI 分析

## 1. 序論

### (1) 背景・目的

生活と地域風土の上で築かれる文化的景観<sup>1)</sup>は、自然を活用・改変・保護するバランスのもとで成り立ってきた。文化的景観の一つである農村景観からは、地形などの環境条件を生かしながら生活を営んできた痕跡が読み取れる。しかし現在の農村では機械化による農地の変化や耕作放棄地の増加などが起きており、伝統的な農村景観の維持は困難になっている<sup>2)</sup>。また農村景観と関わりが深い採草地も減少しているが、一部地域では景観としての価値を認め、保存されている例もある<sup>3)</sup>。

長野県木曾町に属する集落、開田高原の農村景観にも変化が起こっている。開田高原はかつて馬の名産地として知られ、数十年前までは飼料を栽培する採草地によって特徴的な農村・草原景観が形成されていた。しかし馬産業の衰退や林業の発展などに伴い草地の利用・管理は縮小した<sup>4)</sup>。採草地のほとんどは樹林地に変化したとされ、現在も草地が残っている場所はごく一部のみである。

草地には、飼料生産以外の役割も存在する。開田高原の一部草地では絶滅危惧種の蝶が生息している<sup>5)</sup>。このことから、開田高原において草地は「文化的景観の象徴」「馬を育てるための資源」の他にも「生物多様性を維持する場」という重要な役割を担っていることがわかる。

開田高原が属する木曾町では景観計画が策定されていないが、今まで開田高原内では独自の景観維持活動が行われてきた。採草地の復興も活動における課題の一つとして挙げられている。採草地がほとんど失われた現在でも開田高原の内外で関心は高く、採草地としてのポテンシャルがある土地を利用した草地復元への意欲は高まっている。しかし、過去の採草地を正確に記録した資料は存在しない。そのため筆者は卒業研究<sup>6)</sup>において樹林地のみに着目し、過去の地形図や航空写真から、ごく一部地域における樹林化した場所の傾向について明らかにした。

本研究では、開田高原におけるかつての農村・草地景観を復元するという目標に向け、広範囲を一括で分析可能なGISを用いて分析を行う。近年の高解像度衛星画像から樹林化した場所を求め、樹林化した場所にみられる地形や地質などの傾向を明らかにする。また、草地を復元した場合の景観をシミュレーションし、視点場からの見え方を求める。これらによって今後の農村景観の保全計画のためのシミュレーションへの活用に資することを期待する。

### (2) 対象地の概要：長野県開田高原

開田高原は長野県・木曾町の北西部に位置する集落である。山に囲まれた盆地状の地形を有し、標高1000m以上に位置するため一年を通して気温が低い。平坦に開けた土地が多く、木曾地方の山岳地としては珍しい地理的特徴を有している。南西には御嶽山

\*早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻 景観・デザイン 佐々木葉研究室 修士2年

(標高 3063m)があり、開田高原の景観を構成するシンボルのひとつとなっている。

1972 年に開田高原開発基本条例が策定されて以降、景観について先進的な取り組みが行われてきた。しかし現在は高齢化や木曾町合併の影響を受け、景観保護活動における住民の負担は増加している。

### (3) 既存研究の整理と位置付け

本研究に関連する研究として、(a)開田高原(開田村)に関する研究と、(b)GIS を用いた景観分析に関する研究が挙げられる。

#### a) 開田高原(開田村)に関する研究

1979 年に観光資源保護財団による報告書<sup>7)</sup>が残されており、開田高原の自然・社会的条件などの基本的な情報のほか、観光資源の分布や景観構造などが記録されている。白黒だが写真資料も多く、当時について把握することが可能である。市川<sup>4)8)</sup>の研究では、馬産業と深く結びついた開田高原の農業形態や馬産業衰退の原因について言及するほか、今後木曾馬を育てる利点として「粗飼料で育つ丈夫さ」「造林への活用」などを挙げる。藤倉ら<sup>9)</sup>の研究では過去に行われた政策の経緯や関連性が整理されている。浦山<sup>10)</sup>による研究では、過去に開田高原内に存在した採草地の大まかな分布や利用について聞き取り調査を行っている。木曾馬保存会の発起人である伊藤<sup>11)</sup>は木曾馬の生態についてまとめ、放牧の流れや放牧地の分布などについて言及している。

#### b) GIS を用いた景観分析に関する研究

安井<sup>12)</sup>によるドイツの村を対象とした研究では、紙の資料を GIS でデジタル化し地域形成の変化を辿る「歴史的解析」と現地調査から現状や土地利用の痕跡をマッピングする「景観解析」を組み合わせ、変遷過程の再現や景観構成要素と土地利用の相関関係の解釈を行う。王尾<sup>13)</sup>による研究では、地形・土壌・標高・傾斜といった自然環境条件と土地利用を組み合わせ、自然環境条件から求めた 5 つのクラスターごとの景観特性を読み取っている。また、広域を分析可能であり、視覚的に分析結果を表現することも可能な GIS の有用性についても述べている。

本研究では、景観計画が未策定である開田高原を対象とし、衛星画像と GIS を用いて広域を分析する手順を作成し、樹林化した箇所の特徴を求めるという点で独自性・新規性があるといえる。

### (4) 研究の流れ

はじめに、土地の特徴や変遷を把握することを目的とし、既存研究や文献からかつての草地利用に関して調査を行う。次に 2 時点の衛星画像を比較し、

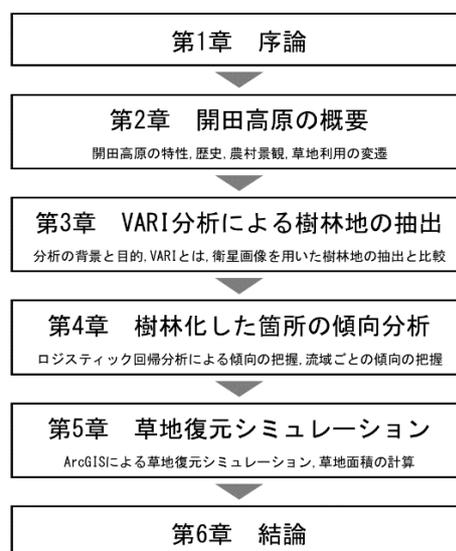


図-1 研究フロー図

樹林地分布の変化を求め、抽出した変化に地質・傾斜角などの複数の属性を重ね合わせ、樹林化した場所の傾向を明らかにする。また求めた傾向から、樹林化した場所に草地を復元した場合のシミュレーションを行う。研究の構成を図-1 に示す。

## 2. 開田高原の概要

### (1) 開田高原の地理的・社会的特性

#### a) 位置

開田高原は長野県南西部にある木曾町の北西部に位置する。以前の呼称は開田村であったが、2005 年に四町村が合併して木曾町となり、以降開田高原と改められた<sup>14)</sup>。

#### b) 地理

四方を山に囲まれた盆地状の山村地域に立地する。標高 1100m 以上の高地であり<sup>15)</sup>、平坦に開けた高原的な土地が多い。南西には県境にまたがる御嶽山を望める。

#### c) 気候

寒冷な気象を有する。一年を通して気温が低いために避暑地として利用されることもある。夏場は降水量が増加し霧の発生も多いのに対して、冬場は降水量が少なく、1m 以上積雪した例は少ない<sup>7)</sup>。

#### d) 人口

2020 年時点での開田高原の世帯数は 630 世帯、人口は 1439 人である<sup>16)</sup>。木曾馬の生産を行っていた 1950 年の 3714 人をピークとし、1995 年には 1984 人にまで減少<sup>17)</sup>、その後は横ばい状態が続き、合併前の 2005 年時点で総人口は 1992 人であった<sup>14)</sup>。移住者も多く、2006 年時点で総人口の 13%にあたる住民が I ターン者<sup>9)</sup>とされる。

### e) 観光資源

観光客向けの食事処・宿泊施設・牧場・ビューポイントが存在し、年間で10万人以上が訪れている<sup>18)</sup>。木曾町全体ではNPO法人「日本で最も美しい村連合」<sup>19)</sup>に加盟しており、木曾馬や御嶽山麓の農村景観が地域資源とされている。

### (2) 開田高原の歴史

江戸時代には木曾谷の馬生産数の1/4~1/3を担う生産地とされていた<sup>7)</sup>。明治時代の外国馬の導入などで木曾馬の需要と生産は減少し、現在は観光資源や保護を目的とした約30頭が育てられている<sup>20)</sup>。

開田高原では1972年に開発基本条例を策定して以降、先進的な政策を多数実施してきた。藤倉ら<sup>9)</sup>によると、当初は自然環境や景観の保護が目的であった施策が景観を阻害する要因の除去や地域景観の魅力向上へ移り変わってきたとされる。現在は様々な要因から住民による景観維持活動は停滞しているが、木曾馬保存会による活動や開田高原外のメンバーも含むニゴの会による草地再生の取り組みなど、新しい取り組みが起こっている。

### (3) 開田高原の農村景観

観光資源保護財団の報告書<sup>7)</sup>にて開田高原の景観特性がまとめられている。ゆるやかに接続する山裾と谷底平野、圧迫感のない適度に狭い空間、樹木の少ない開放的な景観などの特性が記述されている。

### (4) 草地利用の変遷

草地の利用は昭和30年代まで続けられていた<sup>26)</sup>。農耕地としては利用できないわずかな場所に拓かれ、日当たりのよい斜面<sup>10)</sup>や、山裾、河川段丘<sup>7)</sup>などに分布していたとされる。草地のほとんどは、戦後に植林の影響でカラマツ林などに变化した<sup>17)</sup>。

## 3. VARI 分析による樹林地の抽出

### (1) 分析の背景・目的

#### a) 分析の背景

草地の変遷を調べるためには、過去に草地があった場所を正確に特定し、年次ごとの比較からその移り変わりを求めることが理想的である。しかし本研究において必要な「採草地が存在した年代の開田高原の衛星画像」は入手不可能であり、また現在の衛星画像を用いたとしても農地との区別は困難である。山奥に位置するという地理的な条件もあって未整備なGISデータも多く、本研究では限られたデータを利用せざるを得ない。

### b) 分析の目的

本分析では、衛星画像から草地を求める際のデータ入手・分析の困難さを考慮し、採草地でなく樹林地の変化に着目し、その変化を求める。樹林地と非樹林地の判別を行い2時点の比較をすることで、樹林地の分布が変化した箇所を求め、開田高原における景観の変化を明らかにすることを目的とする。

### c) 使用するデータ

本研究ではMaxar Technologies社(米)のIKNOS, World View-2により撮影された2002年と2017年の衛星画像<sup>\*</sup>を分析対象とした。今後衛星画像のオープンデータ化が進んだ場合、同様の比較分析がより手軽に行えるものと考えられる。

### (2) VARI 分析とは

目視のみでの樹林地・非樹林地の判別は、対象とする地域の広大さから実現が困難であるため、樹林地の判別には購入した高解像度衛星画像を対象として、ArcGIS ProによるVARI分析を使用した。

VARI分析とは、衛星画像に含まれる可視光を利用し、植生を強調する分析方法である<sup>21)</sup>。この分析により求められるVARI値は画像の緑色が濃いほど低い値を示す。VARI分析では人の目と同様に色味で植生を判別することができるが、画像そのものの色味に影響を受けるため、複数の画像を比較する場合に値のみを単純に比較することはできない。同様に衛星画像を用いた植生の分析に、近赤外線を用いて草と樹林とを詳細に区別することが可能であるNDVI分析が存在する。しかし入手した2枚の画像の撮影時期は田畑が活性化する出穂期と重なり、クロロフィルから植物の活性度を求めるNDVI分析で樹林地を抽出することは困難と判断した。そのため樹林地の抽出にはVARI分析を用いる。

### (3) 2時点での樹林地の抽出・比較

#### a) 分析に用いるデータの概要

衛星画像からGISによって機械的に樹林地を抽出・比較し、樹林地分布の変化を求める。分析のために2002年8月25日と2017年9月21日の衛星画像<sup>\*</sup>を入手した。画像は雪の影響がある冬期を避け、分析に耐え得る雲量の少なさを待つ、可能な限り撮影年が離れた同時期の2枚を選び購入した。この2枚が重なる箇所を対象とし分析を行う。

処理の軽量化と誤差の除去を目的とし、対象地域全域を16エリアに等分し、全域が山深い樹林地である3つのエリア(D,O,P)と別荘地であり特殊な成り立ちを持つエリア(M)の4エリアを除外し、残りを対象に分析を行った。また、標高が高く山深い場所は

樹林地のまま維持されている箇所であり、分析において不要と判断できる。樹林地しかない標高をエリアごとに設定し、設定した以上の標高の場所を分析からあらかじめ取り除いた(図-2)。

#### b) VARI 分析を用いた樹林地の抽出手順

開田高原全体を対象とした VARI 分析を行い、樹林地を抽出し、分布の変化を把握する。以下の手順を用いて VARI 分析により樹林地を抽出した。過程を図-3 に示す。分析には GIS ソフトウェアである ESRI 社の ArcGIS Pro2.6.1 を用いた。

##### [手順 1]

2 時点の衛星画像(①)にそれぞれ VARI 分析を行い、VARI 値を算出する(②)。VARI 値を元に「樹林地」と「非樹林地」の区別を行う(③④)。この時点では色味によってのみ区別が行われているため、例えば濃い緑色の屋根と樹林地の区別はできない。

##### [手順 2]

建築物データ<sup>22)</sup>(⑤)を基に「宅地」を設定したポリゴンデータを作成する(⑥)。

##### [手順 3]

10mDEM<sup>23)</sup>を元に、標高(⑦)と傾斜角(⑧)の情報を持つポイントデータ(⑨)を作成する。(a)で述べたように、分析に不用である一部エリアを除外する。

##### [手順 4]

ポイントデータ(⑨)に「2002 年時点での樹林地/非樹林地(③)」「2017 年時点での樹林地/非樹林地(④)」の属性を付与する。また、宅地ポリゴン(⑥)にしたがい宅地にあるポイントデータを除去し、建築物周辺に発生する誤差を取り除く。

##### [手順 5]

2 時点と比較した際に変化のないポイントを除去し、「樹林化したポイント(2002 年時点で非樹林地だが 2017 年には樹林地に変化していた場所)」「非樹林化したポイント(2002 年時点で樹林地だが 2017 年には非樹林地に変化していた場所)」の二種類に分類する(⑩)。また、樹林化したポイントのみを示した図も作成した(⑪)。

#### c) 分析結果

利用が変化したポイントは全部で 54,816 ポイント存在した。うち 30,901 ポイントが樹林化、23,915 ポイントが非樹林化している。利用が変化したポイント・樹林化したポイントを地形図上にプロットした結果のそれぞれ一部を拡大し、図-4 と図-5 に示す。各色が集まる箇所を読み取ると、山の麓付近では樹林化(非樹林地から樹林地への変化)が、住宅や畑の付近では非樹林化(樹林地から非樹林地へと移り変わる変化)が起きている箇所が多いという傾向を読み取ることができた。

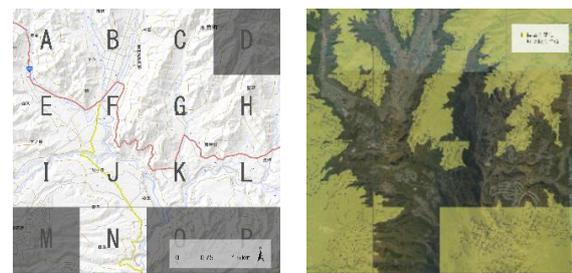


図-2 分析から除くエリアの図示

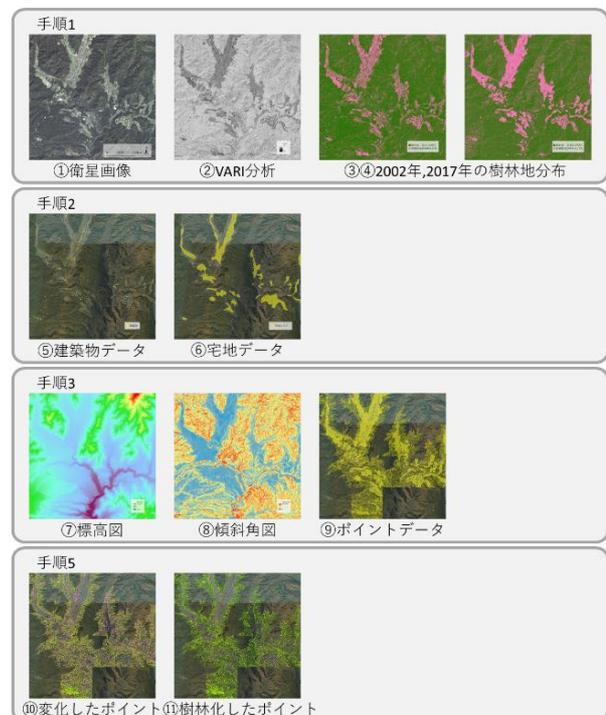


図-3 樹林地の抽出手順のフロー図

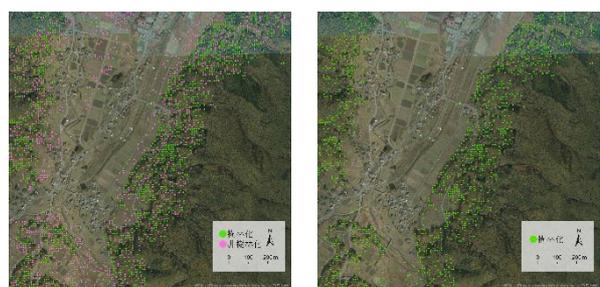


図-4 利用が変化した箇所 図-5 樹林化した箇所

## 4. ロジスティック回帰分析による樹林化した箇所の傾向把握

### (1) 分析の背景・目的

3(3)にて求めた樹林化したポイントの土地としての特徴を把握するため、ポイントごとに地形・地質などの属性を加えた上で、ロジスティック回帰分析により属性の傾向を明らかにする。

ロジスティック回帰分析とは、複数の変数を用いた予測に用いられる回帰分析の一つである<sup>24)</sup>。説明

変数として質的・量的データの両方を用いることが可能であるため、複数の属性から傾向を求める目的の本研究において採用した。樹林化したか否かを目的変数、地形や地質などの属性を説明変数と設定し、樹林化した場所の属性の傾向を求める。

## (2) ロジスティック回帰分析の手順

### a) 分析に用いるデータの概要

3(3)にて求めた樹林化・非樹林化したポイントをもとに、「樹林化した箇所の傾向に影響する説明変数」を明らかにする。ロジスティック回帰分析にはフリーの統計分析ソフトウェアである R4.2.2 を用いた。

### b) 分析手順

3(3)にて求められた 54,816 ポイントデータ全体に地形・地質などの様々な属性を付与し、ロジスティック回帰分析により回帰係数を求める。回帰係数が正の値である説明変数は、樹林化したポイントの傾向を説明できる項目と判断できる。

ポイントに付与した属性の種類・項目数・項目の種類・データの作成年(調査年)を表-1 にまとめる。属性情報に用いるデータはどれもオープンデータとして無料で入手可能なものを選択した。「昭和 30 年代の土地利用」の項目は、生草場・干草山・混在を「草地」、集落・その他を「草地以外」として 2 種類に分類し用いた。

## (3) 全体の分析結果

### a) 分析結果

変数ごとの偏回帰係数(推定値)の正負と有意性の評価のみに着目し、表-2 に結果を記述する。

### b) 分析結果の考察

偏回帰係数が正を示す項目として、「傾斜角」「褐色森林土」「火山地」「台地段丘」「河辺林」の 5 項目が

挙げられる。これらの項目は、樹林化したポイントに多く見られる傾向であると読み取れる。また有意性に着目した場合、「傾斜角」の項目が最も有意性を示すため「傾斜角が大きい斜面」ほど樹林化する傾向にあると考えられる。「台地段丘」「褐色森林土」も有意性が高く、これらの属性に位置する場所も樹林化する傾向が強い。

今後の開田高原では「傾斜角が大きい斜面」「台地段丘」「褐色森林土が分布する場所」が樹林化する可能性が高いといえるため、そのような属性を持つ場所に着目した森林の維持管理や草地への利用変更が樹林化の防止のために有効と考えられる。

## (4) 集水域に基づくエリアごとの分析結果

### a) 集水域を用いたエリアの分割

次に、より場所に対応した傾向を把握するために、地域を分割した小地域ごとの分析が必要と考え、集水域を用いた分割を行う。景観把握の際に集水域に基づき分割をした研究は王尾<sup>13)</sup>や新川<sup>30)</sup>の例がある。2(3)で述べたように、開田高原では典型的な景観として川の両側に傾斜が広がる谷底平野の眺めがある。谷ごとに区切られる景観を有する開田高原の景観分析において集水域を元とした区分けは有効であると判断し、本研究で用いる。対象地域には 22 の単位流域が存在するが、うち 2 つの流域は範囲外となるため、20 の集水域ごとに分析を行う。その際、分析対

表-2 ロジスティック回帰分析の結果(全体)

変数	偏回帰係数(推定値)	有意性
標高	-0.062010	***
傾斜角	0.109590	***
北	-0.046999	***
北東	-0.049445	***
東	-0.096154	***
南東	-0.093628	***
南	-0.058033	***
南西	-0.044356	***
褐色森林土	0.028589	*
火山地	0.017921	.
山地	-0.047688	***
台地段丘	0.031719	**
河辺林	0.017423	.
耕作地	-0.263111	***
市街地等	-0.081510	***
常緑針葉樹二次林	-0.130220	***
植林地	-0.133166	***
牧草地・ゴルフ場・芝地	-0.038661	***
古生代	-0.027845	**
中生代	-0.024431	*
火成岩	-0.077698	***

※「\*\*\*」「\*\*」「\*」「.」「なし」の順で有意

表-1 ポイントに付与した属性

属性	項目数	項目
標高 <sup>23)</sup>	-	数値データ
傾斜角 <sup>23)</sup>	-	数値データ
傾斜方向 <sup>23)</sup>	9	西, 東, 南, 南西, 南東, 北, 西, 北東, フラット
土壌 <sup>25)</sup>	2	褐色森林土, 黒ボク土
地形 <sup>26)</sup>	4	火山地, 山地, 台地段丘, 低地
形成年代 <sup>27)</sup>	3	古生代, 中生代, 新生代
岩相 <sup>27)</sup>	3	火成岩, 堆積岩, 付加体
植生 <sup>28)</sup>	9	河辺林, 溪畔林, 耕作地, 市街地等, 常緑針葉樹二次林, 植林地, 二次草原, 牧草地・ゴルフ場・芝地, 落葉広葉樹二次林
昭和 30 年代の土地利用 <sup>10)</sup>	5	生草場, 干草山, 混在, 集落, その他
流域 <sup>29)</sup>	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22

象のポイントには一定数以上が必要であるため、ポイント数が 3000 以上かつ谷状の地形を有し谷の両側が含まれている 5 つの流域 01・02・03・04・09 を対象とした。

#### b) エリアごとの分析結果

4(3)と同様の分析を行った結果を以下にまとめる。

##### ①流域 01

開田高原の西端までを流れる西又川周辺の流域である当該地域には 7,611 ポイントが存在する。偏回帰係数が正の値を示している項目として、「標高」「傾斜角」「台地段丘」「古生代」「中生代」「草地」の 5 項目が挙げられる。有意性に着目した場合、「中生代」の項目が最も有意性を示しており、「中生代に形成された場所」ほど樹林化する傾向にあると考えられる。「古生代」「草地」も有意性が高い。よって「古～中生代に地質が形成され、昭和 30 年代時点で草地として利用されていた場所」が樹林化する可能性が高いと考えられる。

##### ②流域 02

開田高原の北から流れる藤沢川周辺の流域であり、当該地域には 3,983 ポイントが存在する。偏回帰係数が正の値を示している項目として、「傾斜角」「西」「褐色森林土」「中生代」「草地」の 5 項目が挙げられる。有意性に着目した場合、「褐色森林土」の項目が最も有意性を示しており、「褐色森林土が分布している場所」ほど樹林化する傾向にあると考えられる。「西」「中生代」も有意性が高い。よって「中生代に地質が形成され、西向きで、褐色森林土が分布している場所」が樹林化する可能性が高いと考えられる。

##### ③流域 03

開田高原の中心を流れる西野川周辺の流域であり、当該地域には 3,245 ポイントが存在する。偏回帰係数が正の値を示している項目として、「標高」「傾斜角」「北」「南」「西」の 5 項目が挙げられる。有意性に着目した場合、「西」の項目が最も有意性を示しており、「西向きの斜面」ほど樹林化する傾向にあると考えられる。「標高」「傾斜角」も有意性が高い。よって「標高が高く、傾斜がきつく、西向きの斜面」が樹林化する可能性が高いと考えられる。

##### ④流域 04

開田支所付近を流れる把之沢川周辺の流域であり、当該地域には 8,815 ポイントが存在する。偏回帰係数が正の値を示している項目として、「傾斜」のみが挙げられる。よって「傾斜がきつい場所」ほど樹林化してきた傾向にあり、今後も樹林化する可能性が高いと考えられる。

##### ⑤流域 09

開田高原の中心を流れる西野川周辺の流域である。

当該地域には 3,943 ポイントが存在する。偏回帰係数が正の値を示している項目として、「北」「北東」「東」「南東」「南」「南西」「火成岩」の 7 項目が挙げられる。有意性に着目した場合、「火成岩」の項目が最も有意性を示しており、「火成岩の分布している場所」ほど樹林化する傾向にあると考えられる。「北」「南」「褐色森林土」も有意性が高い。よって「火成岩と褐色森林土が分布している、北あるいは南向きの斜面」が樹林化する可能性が高いと考えられる。

#### c) 分析結果の考察

ロジスティック回帰分析によりエリアごとの樹林化の傾向を読み取ることができた。傾斜角が樹林化に影響しているエリアがほとんどであり、傾斜角以外の項目はエリアにより影響度が大きく異なった。また説明変数は正の値を示す項目より負の値を示すものが多く、非樹林化した場所の方が、樹林化した場所に比べ傾向がわかりやすい結果となった。樹林化した場所を説明するために現状の設定した説明変数のみでは不十分と考えられるため、オープンデータ以外からも変数を導入することで、更にはっきりとした傾向を読み取ることができると考えられる。

## 5. ArcGIS による草地復元シミュレーション

### (1) ArcGIS を用いた集水域ごとの草地復元シミュレーション

#### a) ArcGIS を用いた 3D シミュレーション

前章では二次元平面において樹林化した場所の分析を行った。本章ではそれが集落の景観の変化としてどのようにとらえられるかを検討するため、三次元地形モデルを用いたシミュレーションを行う。

まず樹林化しやすい傾向にある場所は、草地に戻しやすい場所でもあると仮定する。把握した樹林化した場所の傾向を「草地復元ポテンシャル」として仮定し、そのようなポテンシャルを持つ場所を草地にした場合に景観としてどのように見えるか、3次元での景観シミュレーションを行う。あくまで大まかな地形の眺めの中で変化するエリアの範囲の見当をつけるためのシミュレーションであり、実際の眺めとの対照を行う手がかりとして活用することを前提とする。

#### b) 樹林化した場所の景観シミュレーション

はじめに樹林化した箇所の見え方をシミュレーションする。6 か所の視点とそこからの眺めの方向を選定し、樹林化した範囲の表示を行った。設定した 6 か所を図-6 に示す。視点 a,b,d,e,f は 4(4)にて取り上げた 5 つの流域に対応する。視点 c は流域 02 と 03 を跨いだ視点となっているが、観光資源保護財団

の報告書<sup>9)</sup>にて同地点からの風景が写真で記録されており過去との比較が可能であるため追加した。

視点は当該地域における主要な道路や場所の上に設定し、かつ宅地と山の稜線が視界に収まる向きを選択した。視点高さは1.5mに近づけるが、操作上困難な場合は、画面表示と両立できる範囲で可能な限り低い高さを設定した。またポイントデータのままではシミュレーションに不向きのため、ポイントに10m四方のバッファをかけ、ポリゴンデータとして画面上に表示を行った。各視点からの眺めのシミュレーションの一例を、**図-7, 8**に示す。

このような景観シミュレーションから、眺めの中でおおむねどのあたりに樹林化した場所が位置しているかを想像することができる。山の斜面のかなり上の方まで樹林化している場合と、比較的山裾のあたりにまとまっている場合がある。樹林化した場所をかつて草地であった可能性が高い場所と読み替えることで、以前の草地がそれぞれの眺めの中でどのあたりに広がっていたかを想像する手がかりの一つとなる。

#### c) 草地復元ポテンシャルのある場所の景観シミュレーション

4(3)にて求めた「2002年から2017年にかけて樹林化した土地の属性・特徴の傾向」から、このような属性を有する土地は他に比べて樹林化しやすく草地復元ポテンシャルがあるとして、その場所が景観の中でどのように見えるかシミュレーションを行う。

はじめに流域ごとに草地復元ポテンシャルが相対的に高い土地の属性を設定する。次に(b)と同じ視点からの眺めに草地復元ポテンシャルの高い場所を表示する。草地復元ポテンシャルの高い場所は4(4)にて有意性が見られた項目を元に設定した。該当するポイントは17,141ポイント存在した。草地復元ポテンシャルのある場所を**図-9**に示し、各視点からの眺めのシミュレーションの一例を**図-10**に示す。

いずれの視点からも集落を囲む山裾からある高さまでに草地復元エリアが位置しており、かつての草地の状況と矛盾が無い結果が得られた。以上のシミュレーションより、開田高原に草地を復元した場合の景観をイメージするための手がかりを示すことができた。

#### (2) シミュレーションの活用方法

##### (a) 過去や現在の眺めとシミュレーションの比較

草地を復元した場合の景観シミュレーションを、現在や過去の写真と比較することも可能である。視点dと同じ場所から撮影した過去の写真を**図-11**、現在の写真を**図-12**に示す、**図-10**上に表示された草地

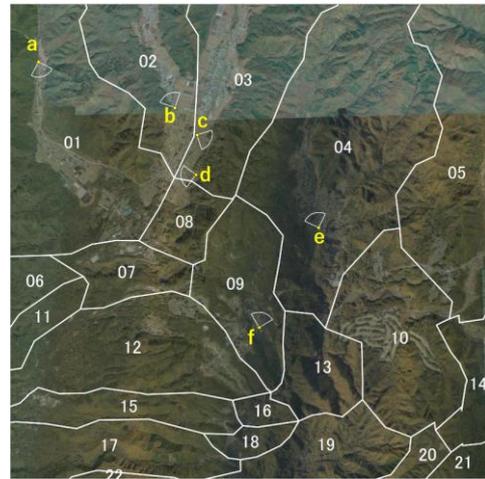


図-6 流域ごとの視点位置と向き

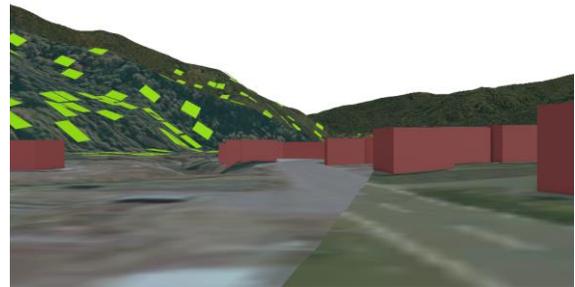


図-7 視点 a からの樹林化した位置の眺め

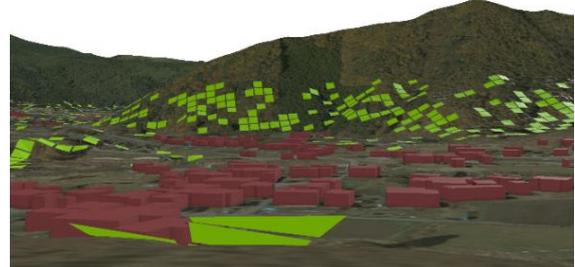


図-8 視点 d からの樹林化した位置の眺め

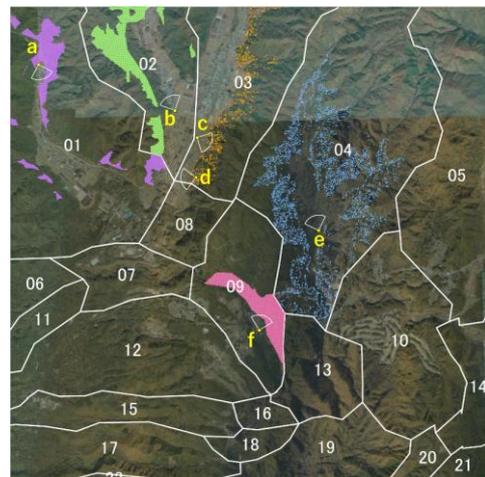


図-9 草地復元ポテンシャルのある場所

復元ポテンシャルを持つ土地の面積は、ポイント数1,002より10.02haと求められた。

### (b) 草地復元ポテンシャルをもつ土地面積の算出

5(1)においては草地復元ポテンシャルを持つ総ポイント数は17,141であり、1ポイントを10m四方の平面と仮定した場合、景観復元ポテンシャルのある土地の面積は171.41haと算出される。流域ごとでは、流域01で35.86ha、流域02で39.37ha、流域03で11.85ha、流域04で55.04ha、流域09で29.29haとなり、地区ごとの規模感が得られる。この面積規模から馬の飼料となる草の収穫量を求め、飼育可能な馬の頭数の規模を算出する。

文献および専門家からの情報を統合して、ここでは目安として馬一頭を養うための採草地の面積を3haと仮定した。なお開田高原では採草地は隔年で利用されるため、一頭あたり6haを原単位とすると草地復元ポテンシャルのある場所を復元した際には、流域01で6頭、流域02で7頭、流域03で2頭、流域04で9頭、流域09で5頭、計29頭の馬を養えると概算される。

あくまで仮定による算出であり、草地と牧場の距離や干草生産の手間などから草地復元ポテンシャルのある場所全てを実際に復元することは困難であるなど課題はあるが、客観的データに基づいたシミュレーションを行うことができた。

## 6. 結論

### (1) 研究のまとめ

地域まちづくりの一環として草地復元を目指す開田高原において、土地利用の変遷を把握するために、高解像度衛星画像を用いたVARI分析と土地属性を変数とした回帰分析から樹林化した場所の傾向を明らかにした。またこの傾向を「草地復元ポテンシャル」と解釈し、三次元的に表現することで景観がどのように変化するかを視覚的シミュレーションを行うとともに、草地面積から飼育可能な馬の頭数を概算した。今後、開田高原にて土地利用転換の議論をするための一助となる成果を提示した。

### (2) 今後の課題

樹林化の分析については、今後衛星画像がオープンデータ化することにより毎年の観察も可能になり、より詳細な比較分析による傾向の把握が可能となる。また過去の資料や現在の状況をGISデータ化し分析に取り入れることで、樹林化のより正確な傾向の把握に取り組める。こうしたデータの精緻化によって、本研究で提示した一連のプロセスをもとに、他の目的においても適用可能な土地利用変化による景観シミュレーション手法として発展させることができる

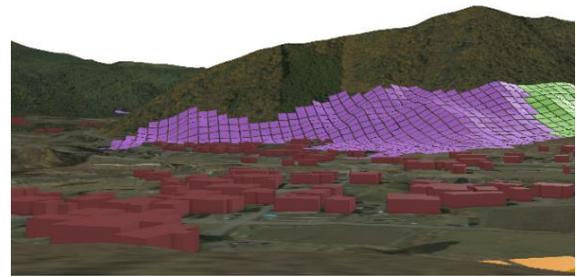


図-10 視点dからの草地復元した眺め

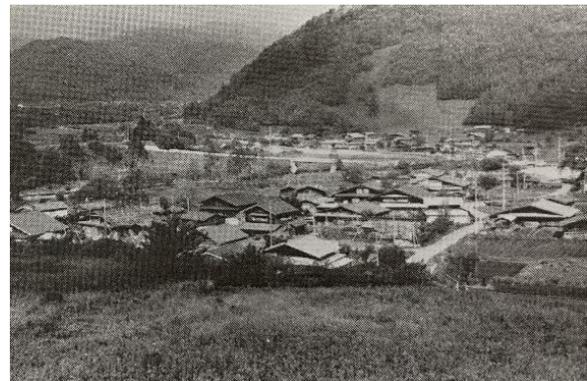


図-11 視点dの過去(1979年頃)の写真<sup>7)</sup>



図-12 視点dの現在の写真(2022年撮影)

と考えられる。一方営農として草地を維持し、馬の飼育という生業に展開するためには、地元農家や馬の専門家への詳細なヒアリングによって、条件を変えて再分析することも必要である。これにより実用に即した草地ポテンシャルの高い場所を求め、実現性の高い草地復元のシミュレーションへ展開することが期待される。

※(c) Maxar Technologies. All use, reproduction, or distribution is subject to and restricted by license terms and conditions set forth in the agreement pursuant to which you have received access. If the applicable agreement does not specify a license, then the applicable license is the Evaluation License available at [www.maxar.com/legal](http://www.maxar.com/legal). If you are not aware of or do not agree to the applicable terms and conditions, please immediately discontinue all use, reproduction, and distribution and contact your Maxar Sales representative for more information. All data, information, and products provided with this file constitute Limited Rights Data or Restricted Rights Software(as applicable), unless otherwise stated in the applicable agreement. All rights expressly reserved.

## ＜参考文献＞

- 1) 文化庁：文化的景観  
<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/keikan/>  
(2023年1月10日閲覧)
- 2) 特定非営利活動法人棚田ネットワーク：耕作放棄される棚田  
<https://tanada.or.jp/conservation/abandonment/>(2022年8月3日閲覧)
- 3) 阿蘇世界文化遺産推進室オフィシャルサイト：国選定「重要文化的景観」⑥南阿蘇村  
<http://www.asosekaibunkaisan.com/property/landscapes/ici/>(2023年1月10日閲覧)
- 4) 市川健夫：高冷地の地理学, 令文社, 1961
- 5) 産経新聞：希少チョウ生息地を保護区に 長野・開田高原に一般の立ち入り制限  
<https://www.sankei.com/article/20150825-452VYX5FW5PENA2UVAE4OEXV7Y/> (2023年1月10日閲覧)
- 6) 多田千晃：GISを使用した空間分析による景観特性の把握, 2020年度卒業研究
- 7) 財団法人観光資源保護財団：観光資源調査報告書 Vol.7, 木曾開田高原, 財団法人観光資源保護財団, 1979
- 8) 市川健夫：日本の馬と牛, 東京書籍, 1981
- 9) 藤倉英世, 山田圭二郎, 羽貝正美：風景分析のための方法とその成果 旧開田村の事例を対象に, 中村良夫, 鳥越皓之, 早稲田大学公共政策研究所編『風景とローカル・ガバナンス』第7章(pp.248-286), 早稲田大学出版部, 2014
- 10) 浦山佳恵：開田高原の昭和30年代の草地利用, 長野県民俗の会会報, Vol.41, p.67-80, 2018
- 11) 伊藤正起：木曾馬とともに, 開田村・木曾馬保存会, 1996
- 12) 安井暁世：中山間地域における文化景観の変遷, ランドスケープ研究, Vol.68, No.4, p.330-338, 2005
- 13) 王尾和寿：流域圏における水系を視点とした景観特性の分析 那珂川 霞ヶ浦 鬼怒川 小貝川の各流域を対象として 地学雑誌, Vol.117, No.2, p.534-552, 2008
- 14) 長野県木曾町\_町政情報\_木曾町の概要\_木曾町について\_木曾町のプロフィール\_町政要覧  
<https://www.town-kiso.com/chousei/gaiyou/100154/101044/>(2023年1月25日閲覧)
- 15) 一般社団法人木曾おんたけ観光局\_開田高原  
[http://www.kankou-kiso.com/spot/spot\\_kaidakogen.html](http://www.kankou-kiso.com/spot/spot_kaidakogen.html), (2023年1月25日閲覧)
- 16) 長野県木曾町：町勢要覧資料編(令和4年発行)  
<https://www.town-kiso.com/chousei/toukei/100196/100441/>(2022年12月8日閲覧)
- 17) 藤倉英世, 山田圭二郎, 羽貝正美：基礎自治体の景観を巡る政策循環プロセスと自治の基盤の再構築に関する実証的研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学) Vol.68, No.3, pp.160-179, 2012
- 18) 長野県：令和3年観光地利用者統計調査結果  
<https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/sangyo/kanko/toukei/riyousya.html>(2022年12月27日閲覧)
- 19) NPO法人「日本で最も美しい村連合」：長野県木曾町  
<https://utsukushii-mura.jp/map/kiso/>(2023年1月25日閲覧)
- 20) 信州木曾開田高原・木曾馬の里：木曾馬乗馬センター  
<http://www.kisoumanosato.or.jp/petting.php>(2022年12月27日閲覧)
- 21) ArcGIS Pro-指数ギャラリー  
<https://pro.arcgis.com/ja/pro->
- 22) 基盤地図情報\_建築物  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>,
- 23) 基盤地図情報\_数値標高モデル  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>,
- 24) 山田剛史・杉澤武俊・村井潤一郎：Rによるやさしい統計学, オーム社, 2008
- 25) 国土交通省：国土数値情報\_20万分の1土地分類基本調査\_土壌分類(2021年1月20日閲覧)  
[https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l\\_national\\_map\\_20-1.html#prefecture20](https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l_national_map_20-1.html#prefecture20)
- 26) 国土交通省：国土数値情報\_20万分の1土地分類基本調査\_地形区分(2021年1月20日閲覧)  
[https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l\\_national\\_map\\_20-1.html#prefecture20](https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l_national_map_20-1.html#prefecture20)
- 27) 産総研地質調査総合センター：20万分の1日本シームレス地質図 V2(2022年3月11日更新)  
<https://gbank.gsj.jp/seamless>
- 28) 環境省生物多様性センター：第6-7回植生調査(1/2.5万)  
<http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-025.html?kind=vg67>
- 29) 国土交通省：国土数値情報\_流域界・非集水域データ(2021年1月20日閲覧)  
[https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/datalist/gmlold\\_KsjTmpl-W12.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/datalist/gmlold_KsjTmpl-W12.html)
- 30) 新川恵梨華, 倉原拡大, 佐々木真美, 池崎 晴菜, 木方十根：自然環境と新田開発の統計的解析からみた薩摩藩域における麓集落の立地構成と景観特性, 都市計画論文集 vol.53, No.3, 9-1275-1282, 2018