

画像情報と地理情報システム（GIS）を用いた都市及び 農業地域における遊休地の空間解析に関する研究

学位論文内容の要旨

土地の有効活用において望ましい姿とはいえない遊休地は、都市域でも農業地域でも発生している。都市域の遊休地と見なされる低未利用地の面積は、人口 30 万人以上の都市のみを対象としても約 6 万 2 千 ha 存在し（抽出調査による 2000 年の推定値）、市街化区域（用途地域）面積の 9.3% に相当している。一方、農業地域における遊休地の代表である耕作放棄地の面積は、全国で約 21 万 ha（2000 年農業センサス）とされ、耕地面積に対応させた耕作放棄地率として 5.1% に相当する。さらに土地持ち非農家の耕作放棄地を加えると、約 34 万 ha にも達するとされている。これらの遊休地は、面積的には統計情報として公表されており、とくに耕作放棄地に関しては市町村別および農業集落別に記載されている。しかし、どの地区にどの程度の遊休地が分布しているのか示す地図情報としては存在しないのが一般的であり、遊休地の有効活用のための土地利用計画の立案に障害となっている。遊休地の地図情報化が進まない要因の一つは、その発生と消滅が経年的に変化しやすいためであり、これを解決するためには、周期的に地図データを集録している衛星リモートセンシング画像などの空間情報を利用し、遊休地の検出とマッピングを容易にする手法を開発することが必要である。

そこで本研究では、①都市域の低未利用地の検出手法と分布を明らかにする、②農業地域の耕作放棄地の検出手法と分布を明らかにする、③農業集落レベルにおける耕作放棄地発生を景観生態学的に明らかにすることを目的とし、衛星リモートセンシング画像、空中写真などの空間情報を、地理情報システム（GIS）を用いて解析した。

1. 荒地の細分化による都市遊休地の空間解析

広域札幌圏（札幌市、江別市、千歳市、恵庭市、北広島市、石狩市、当別町）を対象に、土地利用・被覆カテゴリーの一つである荒地（未利用地・しの地など、国土地理院）を衛星画像上で細分することにより、都市域の低未利用地の検出と分布について解析した。用いた衛星画像は Landsat-5TM（2000 年 7 月）であり、トレーニングデータとして国土地理院の地形図（2 万 5 千分の 1）と空中写真（1 万 5 千分の 1）を参照した。

- 1) 荒地トレーニングデータは、衛星画像上において正規化植生指標（NDVI）の値とその分散幅により、3 タイプに分類できた。
- 2) AOI ツールと OFFSET 処理を用いて人工的に造成された施設周辺の荒地タイプ（空港、ゴルフ場、自衛隊演習地）を分離し、合計 4 タイプの荒地（自然的荒地 2、人工的荒地 2）に区分された。

- 3) 分光反射特性が畑に類似した荒地の誤判別の修正には、植生指標 (NDVI) と鉄鉱物指標 (Ferrous Mineral Index) が有効であった。
- 4) 荒地 4 タイプを含む最終土地利用図を作成したが、荒地の分類精度は 60.38% (Producers Accuracy) から 84.2% (Users Accuracy) であった。
- 5) 都市遊休地としての低未利用地に相当する荒地の分布図を作成し、石狩市と千歳市の大規模工業団地周辺に集中することを明らかにした。

2. 圃場区画をベースにした農業遊休地の空間解析

衛星リモートセンシング画像を用いて、耕作放棄地を中心とする農業遊休地の空間分布を圃場区画ベースで明らかにする手法を開発することを目的として、空知支庁管内の栗沢町を事例に解析を行った。

- 1) 栗沢町内中央部の空中写真域約 4,350ha を対象に、すべての圃場区域について作付け状況の現地調査を 2003 年と 2004 年に行い、農業遊休地 (区画は残存するが雑草が繁茂) の数値地図データを作成した。
- 2) 空中写真上の圃場区画を自動抽出するためには、エッジ強調処理とイメージセグメント化 (Segmentation) 手法の複合利用が有効であった。
- 3) 多時期衛星画像 (2002 年 5 月, 1999 年 6 月, 1993 年 7 月, 1985 年 9 月) を用い、ファジー最尤法による土地被覆分類、衛星データベースの誤分類修正プログラムの開発を行った。
- 4) 衛星画像の年度別に、土地利用分類図と平均 NDVI 分布図を圃場区画ベースで作成することと同時に、農業遊休地検出ロジックを開発した。その結果、作付け地から農業遊休地への年次変化の検出を可能にした。
- 5) 対象地域の農業遊休地は 292ha であったが、水田由来が 21%、畑由来が 79% であり、畑からの遊休地が卓越していた。遊休地化した年度別には、1985 年から 1992 年までが 49%、1993 年から 1998 年までが 19%、1999 年から 2001 年までが 32% であり、単年度平均の遊休地を比較すると、1999 年以降で最大であることが判明した。

3. 耕作放棄地を有する農業集落の空間構造的特性

個別市町村内部における耕作放棄地の発生状況には集落間差異が存在するため、GIS と景観構造指標を用いて耕作放棄地の集落間差異を明らかにすることを目的に、後志支庁管内の赤井川村と空知支庁管内の栗沢町を対象に事例的な解析を行った。

- 1) 農業集落カードから 2000 年の耕作放棄地率を参照し、放棄地率の大きい集落を抽出した (赤井川村 4 集落, 栗沢町 10 集落)。抽出した集落に対する耕作放棄地率確認の現地調査を 2003 年に行い、耕作放棄地率の分布を空中写真の各圃場区画上に示した。
- 2) 調査集落を対象に、10m メッシュ標高値と GIS ソフトを用いて数値地形解析を行い、赤井川村では圃場傾斜が 5 度以上になると、また栗沢町では圃場標高が 70m 以上 (畑)、もしくは圃場傾斜が 3 度以上 (水田) になると、それぞれ耕作放棄地が発生する傾向のあることが明らかになった。
- 3) 景観構造指標による解析結果から、集落レベルでは土地利用混在度の大きい集落で耕作放棄が発生しやすいことが明らかになった。また圃場レベルでは、水田よりも畑の景観構造指標において耕作放棄地率との関連が強い傾向が認められた。

以上の研究結果は、衛星画像や空中写真などの画像情報を用いて、都市及び農業地域に

における遊休地の検出とマッピングという空間解析の有効性を示したものであり、経年的に変化しやすい遊休地の有効利用のための土地利用計画に対する貢献が大きい。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 矢 沢 正 士
副 査 教 授 長 澤 徹 明
副 査 教 授 浅 川 昭 一 郎
副 査 講 師 王 秀 峰

学位論文題名

画像情報と地理情報システム (GIS) を用いた都市及び 農業地域における遊休地の空間解析に関する研究

本論文は5章からなり、図 42, 表 22, 参考文献 69 を含む 107 ページの和文論文である。他に参考論文 5 編が添えられている。

土地の有効利用において望ましい姿とはいえない遊休地は、都市域でも農業地域でも発生している。都市域の遊休地と見なされる低未利用地の面積は、人口 30 万人以上の都市のみを対象としても約 6 万 2 千 ha 存在し (抽出調査による 2000 年の推定値)、市街化区域 (用途地域) 面積の 9.3% に相当している。一方、農業地域における遊休地の代表である耕作放棄地の面積は、全国で約 21 万 ha (2000 年農業センサス) とされ、耕地面積に対応させた耕作放棄地率として 5.1% に相当する。これらの遊休地は、面積的には統計情報として公表されているが、分布状況を示す地図情報としては存在しないのが一般的であり、遊休地の有効活用のための土地利用計画の立案に障害となっている。遊休地の地図情報化が進まない要因の一つは、その発生と消滅が経年的に変化しやすいためであり、これを解決するためには、周期的に地上データを集録している衛星リモートセンシング画像などの空間情報を利用し、遊休地の検出とマッピングを容易にする手法を開発することが必要である。

そこで本研究では、①都市域の低未利用地の検出手法と分布を明らかにする、②農業地域の耕作放棄地の検出手法と分布を明らかにする、③農業集落レベルにおける耕作放棄地発生の要因を景観生態学的に明らかにすることを目的とし、衛星リモートセンシング画像、空中写真などの空間情報を、画像解析技法と地理情報システム (GIS) を用いて解析した。

1. 荒地の細分化による都市遊休地の空間解析

広域札幌圏 (札幌市, 江別市, 千歳市, 恵庭市, 北広島市, 石狩市, 当別町) を対象に、土地利用・被覆カテゴリーの一つである荒地 (未利用地・しの地など, 国土地理院) を衛星画像上で細分類することにより、都市域の低未利用地の検出と分布について解析した。用いた衛星画像は Landsat-5 TM (2000 年 7 月 11 日) であり、トレーニングデータとして国土地理院の地形図 (2 万 5 千分の 1) と空中写真 (2 万分の 1) を参照した。

- 1) 荒地トレーニングデータは、衛星画像上において正規化植生指数 (NDVI) 値とその分散幅により、3 タイプに分類できた。
- 2) AOI ツールと OFFSET 処理を用いて人工的に造成された施設周辺の荒地タイプ (空港, ゴルフ場,

- 自衛隊演習地)を分離し、合計4タイプの荒地(自然的荒地2,人工的荒地2)に区分された。
- 3)分光反射特性が畑に類似した荒地の誤判別の修正には、植生指数(NDVI)と鉄鉱物指標(Ferrous Mineral Index)が有効であった。
 - 4)荒地4タイプを含む最終土地利用図を作成したが、荒地の分類精度は60.4%(Producers Accuracy)から84.2%(Users Accuracy)であった。
 - 5)都市遊休地としての低未利用地に相当する荒地の分布図を作成し、石狩市と千歳市の大規模工業団地周辺に集中することを明らかにした。

2. 圃場区画をベースにした農業遊休地の空間解析

衛星リモートセンシング画像を用いて、耕作放棄地を中心とする農業遊休地の空間分布を圃場区画ベースで明らかにするため、空知支庁管内の栗沢町を事例に解析を行った。

- 1)栗沢町内中央部の空中写真域(4,350ha)を対象に、すべての圃場区画について作付け状況の現地調査を2003年と2004年に行い、農業遊休地(区画は残存するが雑草が繁茂)の数値地図データを作成した。
- 2)空中写真上の圃場区画を自動抽出するためには、エッジ処理とイメージセグメント化(Segmentation)手法の複合利用が有効であった。
- 3)多時期衛星画像(2002年,1999年,1993年,1985年)を用い、ファジイ最尤法による土地被覆分類、衛星データベースの誤分類修正プログラムの開発を行った。
- 4)衛星画像の年次別に、土地利用分類図と平均NDVI図を圃場区画ベースで作成し、農業遊休地の検出ロジックの開発と農業遊休地への年次変化の検出を可能にした。
- 5)対象地域の農業遊休地は292haであったが、畑由来の遊休地が79%で卓越していた。遊休地化した年次別の解析から単年度平均の遊休化を比較すると、1999年以降で最大であることが判明した。

3. 耕作放棄地を有する農業集落の空間構造的特性

個別市町村内部における耕作放棄地の発生状況には集落間差異が存在するため、景観構造指標を用いて耕作放棄地率の集落間差異を明らかにすることを目的に、後志支庁管内の赤井川村と空知支庁管内の栗沢町を対象に事例的な解析を行った。

- 1)農業集落カードから2000年の耕作放棄地率を参照し、放棄地率の大きい集落を抽出した(赤井川村4集落,栗沢町10集落)。抽出した集落に対する耕作放棄地確認の現地調査を2003年に行い、耕作放棄地の分布を空中写真の各圃場区画上に示した。
- 2)調査集落を対象に、10mメッシュ標高値とGISソフトを用いて数値地形解析を行い、赤井川村では圃場傾斜が5度以上になると、また栗沢町では圃場標高が70m以上(畑)、もしくは圃場傾斜が3度以上(水田)になると、それぞれ耕作放棄地が発生する傾向のあることが明らかになった。
- 3)景観構造指標による解析結果から、集落レベルでは土地利用混在度の高い集落で耕作放棄が発生しやすいことが明らかになった。また圃場レベルでは、水田よりも畑の景観構造指標において耕作放棄地率との関連が強い傾向が認められた。

以上のように、本論文は経年的に変化しやすい遊休地の地図情報化のためには、衛星画像や空中写真などの空間情報と地理情報システム(GIS)を用いた空間解析が有効であることを示したものであり、その成果は関連学会において高く評価されている。よって審査員一同は、鄭会勲が博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。