

奈良県における耕作放棄の要因分析および 予測モデルの開発

宇賀田 徹¹・松井 孝典²・町村 尚³

¹非会員 大阪大学大学院生 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻

(〒565-0871 吹田市山田丘2-1)

E-mail: tetsu.ugata@ge.sec.eng.osaka-u.ac.jp

²正会員 大阪大学助教 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻

³非会員 大阪大学准教授 大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻

日本では近年、耕作放棄地が増加傾向にあり、それに伴って農地での自然共生システムが崩れ、生物多様性の低下や農地の持つ多面的機能の低下など様々な問題が起きている。この問題に対して、耕作放棄が生じる要因を特定し、地域ごとに将来的な耕作放棄を予測することで、営農を持続するための農業計画の策定を行う必要がある。そこで本研究では、全国的に見て特に耕作放棄地率が高い奈良県の 2005 年のデータを対象に、一般化線形モデルにより耕作放棄が生じる要因を分析し、将来の耕作放棄を予測するモデルを開発した。その結果、(1) 所有する農地面積、(2) 所有する労働力、(3) 作付作物の構成、(4) 農地流動性、(5) 標高が耕作放棄に影響することが示された。また、この統計モデルを用いて奈良県の 2010 年の耕作放棄地率を予測した結果、予測値と実測値の相関係数は 0.43 であり中程度の予測精度となった。他の都道府県への外挿の可能性では、耕作放棄の進展の程度によってモデルが適用可能な場合とそうでない場合があることが示唆された。

Key Words : agriculture, abandoned cultivated land, generalized linear models, forecasting

1. はじめに

(1) 背景と目的

日本では農業従事者の高齢化や労働力不足、農作物の価格低迷による収益性の低下などを背景として、耕作放棄地が 1985 年以降増加し続けている¹⁾。しかし、農林水産省生物多様性戦略²⁾でも指摘されるように、耕作放棄はこれまで農業により育まれた自然共生システムを改変し、生物多様性の低下を引き起こしている。その他にも耕作放棄は、イノシシやシカ等の獣害を増加させたり^{3), 4)}、農業の多面的機能⁵⁾の低下を招くなど、自然共生システムの持続性に関わる諸問題を引き起こしている。

そのため、これまでにも耕作放棄の要因を分析する研究が多く行われてきた。農家へのアンケートや実地調査を行って耕作放棄の動機や特性を分析した研究^{6), 7), 8)}、特定集落の空間構造特性を分析することで耕作放棄を誘発する地理条件を分析した研究⁹⁾、農林業センサス¹⁰⁾等の公開されている統計情報に対して多変量解析^{11), 12), 13), 14)}を行うことで耕作放棄の要因を分析した研究などがある。しかし、これらの研究は要因の分析に留まり、具体的にどの地域で将来的に耕作放棄が増減するかまでは言及で

きていない。また、耕作放棄の将来予測を試みている論文としては吉田ら¹⁵⁾がシステムダイナミクスを用いて新規に耕作放棄される農地を推定できるモデル開発を行ったものがある。しかしながらこのモデルは特定の特性を持つ地域のみで適用可能なモデルである。

そこで、耕作放棄が生じる要因を特定し、地域ごとに将来的な耕作放棄を予測することで、営農を持続するための農業計画の策定を行う必要があるため、本研究では耕作放棄の要因を特定した上で、耕作放棄の将来予測モデルを開発することを目的とする。

2. 分析方法

(1) 分析対象の選定

本研究では、全国的にみて耕作放棄地率が高い奈良県の市区町村単位を対象とした。2010 年時点での全国の耕作放棄地率が 0.11 であるのに比べて奈良県は 0.19 であり¹⁶⁾、奈良県の耕作放棄地面積や耕作放棄地率も近年増加傾向にある(図-1)。そのため、耕作放棄が盛んな地域における耕作放棄要因・将来予測モデルの開発において、代表的

なケースとして適切であると考えられるためである。また分析単位を市区町村に設定したのは、地域によって耕作放棄の要因が異なることが指摘されているため、営農を持続する適切な農業計画を策定するためには、行政の意思決定主体として最小の単位である市区町村単位で詳細に分析する必要があると判断したためである。なお2010年の奈良県における旧市区町村間で比較した場合、最も耕作放棄地率が高い地域は0.27であるのに対して最も低い地域は0であり、県内の耕作放棄地率は幅広い範囲に分布している。このとき、そもそも市区町村内に農地がない、あるいは耕作放棄地、経営耕地などのモデルの構築に必要なデータが欠損している30の市区町村は分析対象から除外した。以上により最終的に123の市区町村を採択した。

(2) 分析用データベースの作成

上記の123の市区町村における農地および農家に関連するデータは農林水産省の農林業センサスの2005年度版¹⁹⁾を用いた。また地形に関連するデータは国土地理院の国土数値情報¹⁹⁾を利用した。

農地および農家に関連するデータについて、農業の担い手は基本的に「①販売農家」、「②自給的農家」、「③土地持ち非農家」、「④農家以外の農業経営体」の4つに分類される¹⁹⁾。このうち本研究では全体の農地面積のうち90%を占める「①販売農家」のみを分析対象とした。①の販売農家とは経営耕地面積が30a以上又は調査期日前1年間における農産物販売金額が50万円以上の農家と定義される。また②の自給的農家と③の土地持ち非農家は農業センサス¹⁹⁾で調査項目が少なく、④の農家以外の農業経営体は調査項目が少ない上、耕作放棄地面積が2005年時点で農業経営体全体の耕作放棄地面積の1%に満たないことから無視できると判断したためである。

地形に関するデータは、先行研究⁹⁾、¹³⁾、¹⁵⁾で営農に影響を与えることが示唆されている「標高」および「傾斜角度」を収集した。各市区町村に含まれる5次メッシュの標高および傾斜角度のデータから、各市区町村内での最大値、最小値、平均値を算出した。なお、これらの算出にはESRI社のArcGIS ver. 10.1を用いた。

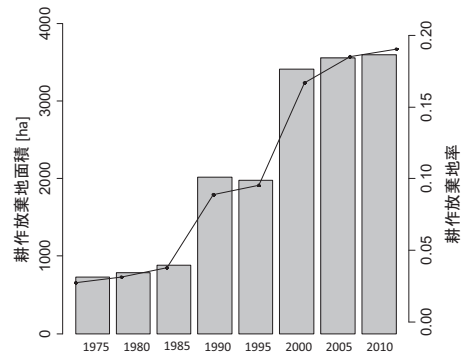


図-1 奈良県の耕作放棄の推移

(3) 応答変数および説明変数の設計

今回の分析では、奈良県の市区町村単位における耕作放棄地率を応答変数として、農家の属性や地理条件に対して回帰分析を行うことにより、耕作放棄の要因の特定や将来の耕作放棄地率を予測するモデルの構築を試みた。

まず123の市区町村について、式(1)、(2)より応答変数である耕作放棄地率を算出した。

$$R_i = \frac{ACL_i}{TCL_i} \quad (1)$$

$$TCL_i = CL_i + ACL_i \quad (2)$$

ただし、 R_i は地域*i*の農家の耕作放棄地率、 ACL_i は地域*i*の耕作放棄地面積 (Abandoned Cultivated Land) [ha]、 TCL_i は地域*i*の農地面積 (Total Cultivated Land) [ha]、 CL_i は地域*i*の経営耕地面積 (Cultivated Land) [ha]である。

次に、説明変数として「労働力要因」、「経済要因」、「農業経営要因」、「地理要因」の4つのカテゴリで計104の変数を作成した。ここから多重共線性や欠損値の処理などを行い、最終的に91の変数を採択した。それらのカテゴリの定義と詳細を表-1に示す。

(4) 一般化線形モデル

上記のデータセットに対して、一般化線形モデルによる分析を行った。応答変数の分布は二項分布に従うと仮

表-1 説明変数のカテゴリの定義と含まれる変数の例

カテゴリ	説明	変数の数	変数の例
経済要因	農業収入や農地などの所有財産など農家の経済状況に関する要因	9	主業農家の割合、農家1戸当たりの農地面積 [ha/戸]
労働力要因	所有労働力及びそれらの年齢や性別など農家が所有する労働職に関する要因	24	専業農家の割合、農業従事者の平均年齢[歳]、1農家当たりの農業従事者数 [人/戸]
農業経営要因	作付作物の種類やその栽培方法、農地の貸し借りなど農家の経営に関する要因	52	単一経営農家の割合、稲を二毛作した田を持つ農家の割合、販売目的で稲を作付した農家の割合
地理要因	標高、傾斜角度など地域の地理に関する要因	6	平均標高 [m]、最大傾斜角度 [度]

表2 一般化線形モデルによるパラメータ推定結果

カテゴリ名	変数番号	変 数	回帰係数	p 値
経済要因		切片	6.85	< 0.01
	V_1	経営耕地を0.5ha以上持っている農家の割合	-1.53	0.04
	V_2	経営耕地(田)のある農家1戸当たりの経営耕地(田)の面積[a/戸]	-0.09	< 0.01
労働力要因	V_3	女の生産年齢人口がいる専業農家の割合	-1.56	0.12
	V_4	専従者も準専従者もない農家の割合	-1.17	0.02
	V_5	農家1戸当たりの農業従事者数[人/戸]	2.35	< 0.01
	V_6	農地面積当たりの農業従事者数[人/ha]	-1.51	< 0.01
農業経営要因	V_7	工芸農作物を主作物とする単一経営農家の割合	-4.39	< 0.01
	V_8	販売目的の果樹(露地)を栽培した農家の割合	-2.26	< 0.01
	V_9	販売目的で肉用牛を飼養した農家の割合	-10.60	0.09
	V_{10}	経営耕地のうち経営耕地(畑)の割合	-4.55	< 0.01
	V_{11}	経営耕地のうち経営耕地(樹園地)の割合	-6.86	< 0.01
	V_{12}	経営耕地(田)のある農家の割合	-2.95	< 0.01
	V_{13}	経営耕地(樹園地)のある農家の割合	2.25	< 0.01
	V_{14}	経営耕地(畑)を持つ農家のうち借入耕地(畑)を持つ農家の割合	-2.13	0.01
	V_{15}	経営耕地のうち借入耕地の割合	-0.52	< 0.01
地理要因	V_{16}	平均標高[m]	0.001	0.01

定し、link関数はlogitを選択した。説明変数はすべて数値型である。ベストモデルの選択にはステップワイズ法を用いた。なお、統計解析用ソフトウェアにはR ver.3.01を使用した。

(5) モデルの評価

作成されたモデルを評価するために、奈良県での将来予測の精度と他都道府県へのモデルの外挿の可能性を評価した。将来予測の精度の評価では奈良県の2010年度農林業センサス¹⁰⁾のデータから応答変数と説明変数のデータセットを作成して2010年の奈良県における耕作放棄地率を予測し、2010年の実測値と比較した。なお、奈良県では2005年と2010年で合併によって市区町村界が変わっているため旧市区町村の境界に統一した。他都道府県への外挿の可能性の評価では滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、和歌山県の関西2府3県について2005年度農林業センサスのデータからモデルで用いられる応答変数と説明変数のデータセットを作成して予測値を算出し、2005年の実測値と比較した。

3. 結果と考察

(1) 耕作放棄の要因分析

まず一般化線形モデルの結果を表2および図2に示す。91の変数のうち、ステップワイズ法により16の説明変数が採択された。作成されたモデルの実測値と予測値の相関係数は0.88であった。その中で耕作放棄の要因として5%水準で有意な変数について説明変数のカテゴリごとに以下に考察する。

まず経済要因については、「 V_1 : 経営耕地を0.5ha以上

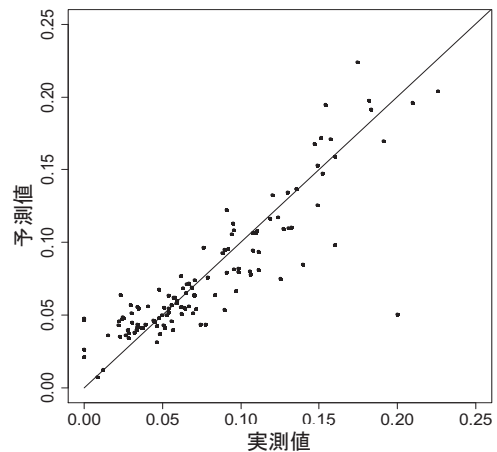


図2 奈良県の2005年の耕作放棄地率の実測値と予測値

持っている農家の割合」と「 V_2 : 経営耕地(田)のある農家1戸当たりの経営耕地(田)の面積」が耕作放棄を抑制する要因として有意となった。これは農地を多く所有している農家は集約的で効率性の高い農業ができるので耕作放棄が減るためと考えられる。この結果は既存研究^{8), 9)}で所有農地面積の小ささが耕作放棄の要因となりうるという知見と一致している。農林水産省が耕作放棄地再生利用対策¹¹⁾で指摘するように、農地集約が耕作放棄の抑制には必要であることを支持する結果となった。

次に、労働力要因については、「 V_4 : 専従者も準専従者もない農家の割合」と「 V_6 : 農地面積当たりの農業従事者数」が耕作放棄を抑制する要因として、「 V_5 : 農家1戸当たりの農業従事者数」は促進する要因として有意となった。その中で、 V_4 と V_6 は少ない労働力で農業を行った方が人件費が抑制されて効率性が良くなり、耕作放棄地

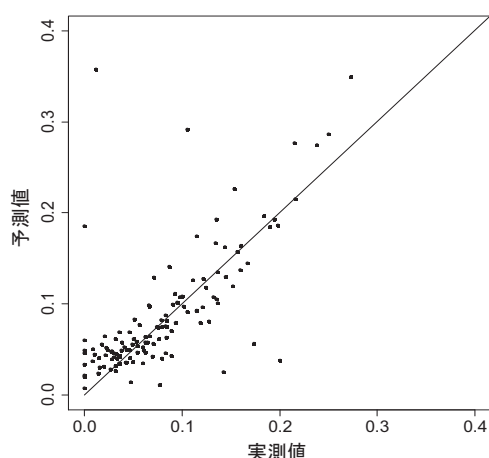


図3 奈良県の2010年の耕作放棄地率の実測値と予測値

が減ることを意味すると考えられる。しかしこれは服部らの調査や農林水産省のアンケート調査²⁹から示唆される労働力不足が耕作放棄の原因となるという結果と反する。このことから、労働力をただ投入だけではなく、現状の労働力でも耕作を効率化するための技術導入や作付作物の選定などを考えることも耕作放棄の抑制に重要であると考えられる。また、 V_6 は耕作放棄地には誰も手を加えないため農地に占める耕作放棄地の割合が多いと農地面積当たりの農業従事者が減るという、因果関係というよりは統計的な相関を意味していると考えられる。

続いて農業経営要因については、「 V_7 : 工芸農作物を主位作物とする単一経営農家の割合」、「 V_8 : 販売目的の果樹(露地)を栽培した農家の割合」、「 V_{10} : 経営耕地のうち経営耕地(畑)の割合」、「 V_{11} : 経営耕地のうち経営耕地(樹園地)の割合」、「 V_{12} : 経営耕地(田)のある農家の割合」、「 V_{14} : 経営耕地(畑)を持つ農家のうち借入耕地(畑)を持つ農家の割合」、「 V_{15} : 経営耕地のうち借入耕地の割合」が耕作放棄を抑制する要因として、「 V_{13} : 経営耕地(樹園地)のある農家の割合」は促進する要因として有意となった。その中で V_7 、 V_{14} は工芸作物、果樹は商品作物として経営性が高く耕作放棄が減ることを意味していると考えられる。また、 V_{10} 、 V_{11} は市区町村内の土地利用の構成を意味している。奈良県全体では販売農家の経営耕地全体のうち田の面積が73%を占めており農家は米の生産を主とした農業であるが、同時に果樹園や野菜を生産する多様性のある農業経営では耕作放棄が増加しにくい可能性を示唆している。その一方で、 V_{12} と V_{13} は市区町村内の農業の構成を意味しているが、市区町村レベルでは主食である米の生産を維持する方が耕作放棄が起こりにくく、樹園地ばかりで農業を構成する方が耕作放棄が進む傾向が示された。しかしながら土地利用レベルと農業レベルで逆の傾向が示された点については統計的な誤差の問題の可能性

表3 関西に奈良県で構築したモデルを外挿した結果

地域	予測値 / 実測値	相関係数	耕作放棄地率 (全国順位)
奈良	0.95	0.88	0.19 (9)
滋賀	0.40	0.02	0.05 (46)
京都	0.85	0.65	0.11 (34)
大阪	0.88	0.66	0.15 (21)
兵庫	0.70	0.41	0.09 (37)
和歌山	0.80	0.20	0.14 (25)

もあるため精査が必要である。 V_{14} 、 V_{15} は農地流動性が高いと自分自身が営農が困難になった場合でも生産拡大のために農地を需要している他の借り手がいるため、地域全体としては耕作放棄が増加しない傾向を意味している。

さらに地理要因としては、「 V_{16} : 平均標高」が耕作放棄を促進する要因として有意となった。これは鄭ら³⁰も指摘していることであり、標高は傾斜角度と相関が高いため服部らの調査でも明らかにされている通作の不便さと関係があると考えられる。さらに奈良県の耕作放棄の要因を分析している松川³⁰の研究結果では傾斜角度も耕作放棄の要因として特定されている。ゆえに、今後、標高が高いあるいは傾斜角度が大きい地域で幹線から末端耕作道までの農道網の整備などが耕作放棄の抑制に重要になってくる。

(2) モデルの評価

続いて、2010年度農林業センサスのデータによる実測値と予測値の比較を図-3に示す。このとき実測値と予測値の相関係数は0.43となり、正の相関はあるものの予測精度は中程度である。しかしながら各市区町村について、2005年から2010年にかけての耕作放棄地率の増減の方向とその変化量について比較した場合には、増減の方向については67%の市区町村で正確に予測できており、そのうち49%の市区町村で変化量の予測値が実測値の0.5~2倍の間に収まっているため、このモデルは将来の耕作放棄の傾向を読み取ることは十分にできると考えられる。

最後に奈良県を除く関西2府3県に奈良県で構築したモデルを外挿した結果を表-3に示す。京都と大阪では相関係数が0.6強というように比較的良好な当てはまりを見せているが、全体的な傾向としては予測値が実測値を下回り、モデルは過小評価の傾向にある。近畿圏内の都道府県が同様の耕作放棄の特性がある場合にはモデルの外挿でもある程度の予測が可能であると思われるが、特に滋賀県では相関係数が0.02と大きく予測を外している。これは2005年の奈良県の耕作放棄地率が平均で0.19であるのに対して滋賀県では0.05であるためであり、今回のモデルは長崎県、山梨県、群馬県などの耕作放棄が進展している地域に対しては外挿できる可能性があるが、北海道や富山県、福井県など耕作放棄が進展していない地域には別途モデルをチューニングする必要があるといえる。

4. まとめと今後の課題

(1) まとめ

全国的に見て特に耕作放棄地率が高い奈良県の2005年のデータを対象に、一般化線形モデルにより耕作放棄が生じる要因を分析し、将来の耕作放棄を予測するモデルを開発した。その結果、(1)所有する農地面積、(2)所有する労働力、(3)作付作物の構成、(4)農地流動性、(5)標高が耕作放棄に影響することが示された。また、この統計モデルを用いて奈良県の2010年の耕作放棄地率を予測した結果、予測値と実測値の相関係数は0.43となり中程度の予測精度となった。さらに他の都道府県への外挿の可能性では、耕作放棄の進展の程度によってモデルが適用可能な場合とそうでない場合があることが示唆された。

(2) 今後の課題

まず予測モデルの改良については、本研究では91個の説明変数を分析対象としたが、人口集中地区面積¹³、地価¹³、農業地域類型¹²など、既存研究で耕作放棄との関係が示唆されている変数について取り上げていないものが多い。ゆえに、これらの変数を追加することでより将来予測がより正確になると考える。また本研究では販売農家のみを対象としているが、耕作放棄地面積でみた場合、自給的農家あるいは土地持ち非農家が所有する耕作放棄地面積の割合は約7割であり、自給的農家あるいは土地持ち非農家で耕作放棄がより深刻であり、農業の担い手全体でモデルを構築することが重要である。さらに、服部ら¹⁹が示しているように、耕作放棄は田、畑といった農地の種類によって要因が大きく異なることが分かっている。ゆえに、農地の種類ごとにモデルを構築するなどの改良が考えられる。

最後に、本研究では農地の自然共生システムを変化させる要因として耕作放棄に注目したが、実際には耕作放棄地を含めた農地の面積が減少していることも大きな問題である。ゆえに、今後は吉田ら¹⁶のように経営耕地の減少にも注目して研究を進めることが重要である。

参考文献

- 1) 農林水産省：耕作放棄地対策の推進、<<http://www.maff.go.jp/j/nousin/tikei/houkiti/>>, 2013年8月参照。
- 2) 農林水産省：農林水産省生物多様性国家戦略、<http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/s_senryaku/pdf/senryaku.pdf>, 2013年8月参照。
- 3) 野元加奈, 高橋俊守, 小倉澤正昭, 福村一成：栃木県茂木町の水田と畑地におけるイノシシ被害地点と周辺環境特性, 50巻, 2号, 129-135, 2010。
- 4) 奥村忠誠, 清水庸, 大政謙次：ニホンジカ (*Cervus nippon*) の分布拡大に影響を与える要因, 環境科学会誌, 22巻, 6号, 379-390, 2009。
- 5) 農林水産省：農業の多面的機能, <http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kousyo/wto/w_14_kanren/pdf/tamenteki.pdf>, 2013年8月参照。
- 6) 今井健, 奥村彰浩, 柳田洋吉：耕作放棄地の現状と課題-岐阜県可児市A地区の事例分析-, 岐阜大学農学部研究報告, 62巻, 51-55, 1997。
- 7) 服部俊宏, 山路永司：農家条件からみた都市近郊の耕作放棄発生要因, 農村計画学会誌, 16巻, 4号, 325-333, 1998。
- 8) 野村亘, 村上暁信, 渡辺達三：都市近郊集団農地における耕作放棄に関する研究, 農村計画論文集, 22巻, 91-96, 2003。
- 9) 鄭会勲, 淀川智之, 矢沢正士：耕作放棄地を有する農業集落の空間構造的特性-北海道の2町村を事例として-, 農村計画論文集, 23巻, 259-264, 2004。
- 10) 農林水産省：農林業センサス, <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/>>, 2013年8月参照。
- 11) 吉田晋一, 佐藤豊信, 駄田井久：中国地方を対象とした耕作放棄の要因分析-地域間の相違と要因間の関連に着目して-, 農村計画論文集, 23巻, 277-282, 2004。
- 12) 仙田徹志：耕作放棄地の発生要因に関する計量分析, 農業経営研究, 36巻, 1号, 57-62, 1998。
- 13) 服部俊宏, 山路永司：都市近郊の耕作放棄地の地域分布とその発生要因, 農業土木学会論文集, 63巻, 4号, 513-520, 1995。
- 14) 九鬼康彰, 高橋強：数量化理論I類を用いた耕作放棄の発生要因分析-都市近郊農地の耕作放棄防止に関する研究(Ⅰ)-, 農業土木学会論文集, 65巻, 5号, 603-613, 1997。
- 15) 稲葉弘道：耕地面積と耕作放棄地の変化の要因分析, 千葉大学経済研究, 20巻, 4号, 725-752, 2006。
- 16) 吉田晋一, 佐藤豊信, 駄田井久：耕作放棄の要因分析と将来予測-システムダイナミックスを用いて-, 農林業問題研究, 41巻, 1号, 2005。
- 17) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報ダウンロードサービス, <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>>, 2013年8月参照。
- 18) 農林水産省：2015年農林業センサス研究会, <<http://www.maff.go.jp/j/study/census/2015/index.html>>, 2013年8月参照。
- 19) 農林水産省：平成19年度農林水産情報交流ネットワーク事業 全国アンケート調査 経営する農地の拡大・縮小に関する意識・意向調査結果, <<http://www.maff.go.jp/j/finding/mind/pdf/20080226cyosa.pdf>>, 2013年8月参照。
- 20) 松川昌紘：奈良県集落レベルで見る耕作放棄地の分布規定要因, 龍谷大学大学院経済研究, 12巻, 21-22, 2012。

(2013.07.19受付)

FACTOR ANALYSIS AND PREDICTING MODEL DEVELOPMENT OF CULTIVATED LAND ABANDONMENT IN NARA PREFECTURE

Tetsu UGATA, Takanori MATSUI and Takashi MACHIMURA

In Japan, cultivated land abandonment has been increasing in recent years, upsetting natural symbiotic systems in farmlands to cause various problems such as depression of biodiversity and multi-functional roles of agriculture. Thus, it is required to determine the factors of cultivated land abandonment and forecast the future abandonment in each region in order to design the strategy of sustainable agriculture. In this study, we analyzed the factors and developed a predicting model of the cultivated land abandonment in Nara prefecture, which is one of the highest ratio of abandoned cultivated land compared with other prefectures in Japan. We conducted the generalized linear model with the data of 2005. The result shows that following factors affect cultivated land abandonment; (1) possessing farmlands, (2) possessing labor, (3) composition of crops, (4) floability of farmland, (5) altitude. As prediction of the ratio of the abandoned cultivated land in 2010 in Nara with the built model, the correlation coefficient between estimated values and observed values was 0.43. And we found that forecasting models should be tuned according to the progress degree of the cultivated land abandonment.