

可能性線形回帰分析による地域住民の過疎認識度の分析

折田仁典*・清水浩志郎**

本研究では過疎地域住民の過疎認識度合、すなわち過疎の評価を住民の生活経験に基づいて形成される地域イメージから定量的に把握することを試みたものである。人間の主観に依存するあいまいさは通常確率論では議論できないのでファジィ理論に基礎を置く可能性線形回帰分析を適用し、あいまいさを内含した過疎認識度合をファジィ数として把握した。この結果、従来、極めてあいまいな尺度で評価されていた過疎認識度合の定量化が可能となった。

Key Words : degree of recognized depopulation, evaluation of depopulation, regional image, possibility linear regression analysis, fuzzy number

1. はじめに

昭和30年代におけるわが国の未曾有な高度経済成長は、それまで余剰労働力を抱えていた地方農山漁村から多くの労働力を必要としていた大都市およびその周辺地域へ極端な人口集中を促した。この人口集中が促進されるなか、地方部では地域の余剰労働力のみならず次の世代を担う若年労働力さえも地域外へ流出し始め、いわゆる過疎現象が進行していった。昭和40年代に入ると過疎現象に伴う地域への弊害は過疎問題として社会的に認知されるに至り、今日まで諸々の対策が続けられてきた。しかしながら過疎地域の人口動態について、一時鈍化傾向に向かった人口減少率が近年一転して増加に転じたこと、若年層の流出が引続き、高齢者比率が増加していることなどが指摘されており、過疎は依然進行しているのが現状である¹⁾。

ところで、過疎問題が地域の重大な解決課題として位置づけられて以来、「過疎とは何か」、「地域がどのような状態になったら過疎地域なのか」など過疎の概念に関する議論が展開されてきた。問題解決のためには当然のごとく問題の明確化が重要である。そのため過疎問題についても過疎現象の実態解明に始まり、過疎および過疎地域を明確に定義付けようとする動向はあったが、過疎現象が地域における人口的、経済的、社会的側面など多くの側面を有するため、簡潔明瞭に過疎を規定することは困難であった。しかしながら、政策論としての過疎対策を講じるためには過疎の定義が必要である。このため過疎法では人口減少率および財政力指数を用いて過疎地域を定義した。すなわち、人口減少率、財政力指数が規

定の数値を上回る、あるいは下回った場合、過疎地域と認定する考え方である。この視点は地域の機能集積度合、換言すれば地域の保有する「物理量」に着眼したもので、従来から過疎の定量的評価の試みではこの傾向が強かった。それは過疎が多面的側面を有するため、いずれの側面をも充足する適当な表現が不可能であったからである。

しかし、このような1視点からの過疎のとらえ方にはいくつかの問題点が存在する。例えば、地域がそれぞれ地域固有の性格を有しているにもかかわらず、地域を画一的に取り扱うという危険性を内含していること、さらに地域リーダーが存在し、地域活動が活発に行われている地域とそうではない地域とでは過疎に対する意識レベルが異なると考えられる。しかし、それが住民の評価として過疎の評価に含まれていないことなどの問題がある。また、従前より人口減少率、財政力指数のみで過疎を説明でき得るか、これら指標の過疎地域指定の数値に妥当性がないなどの問題点も指摘されてきた²⁾。

地域は人間が社会生活を営んでいる生活空間であり、過疎地域に起こっている諸問題、いわゆる過疎問題は言うまでもなく地域住民の日常における生活に何等かの支障をきたしている重大な地域問題である。したがって、過疎、過疎地域について議論を展開する場合、過疎か否かの評価も含め、実際に過疎地域に居住する人々の価値判断は重要な意味を持つ。上述のような過疎の評価では地域全体の社会資本ストックの量に重点が置かれ、そこに居住する地域住民からの評価で判断していないところに最大の欠陥があったと言わざるを得ない。

人間の価値観が多様化し、ライフスタイルに変化がみられる今日、地域イメージ(地域住民が自らの居住地域に対して抱くイメージ)の良悪が若年層の地元定着と深い関わりがあるなど地域イメージの重要性^{3),4)}も指摘されるようになり、従来の過疎概念とは異なった側面を持

* 正会員 工修 秋田高専助教授 環境都市工学科
(〒011 秋田市飯島文京町)

** 正会員 工博 秋田大学教授 鉱山学部 土木環境工学科

つようになってきた。このような社会情勢の変化をも鑑みれば、人口、経済などの集積度合からのみの過疎の評価ではなく、過疎地域といわれる地域に居住する人々の過疎に対する評価をも分析しておくことが重要となってくる。

本研究でいう過疎問題とは、過疎地域住民の生活に何らかの支障を来している地域問題の総称である。その内容は客観的尺度で測定できるものから人間の意志のような客観的尺度では測れないものまで広範囲にわたる。地域イメージの悪さなども1つの過疎問題である。また過疎認識度（地域住民が自らの居住地域を過疎地域と思う度合）の高い人ほど過疎問題を強く意識する傾向にあり、個々人の意識する地域イメージは、過疎認識度の高い人ほど悪いことが判明している⁵⁾。ここで過疎認識度が地域イメージを基に定量的にとらえられるならば、将来的にみて地域イメージの変化と過疎認識度との関係の明確化が可能となる。すなわち、具体的な過疎対策が実施された場合、これらの対策は多分に地域イメージを向上させると予想される。この時地域イメージの変化量を測定することにより住民の過疎認識度が把握可能となる。このような成果は、従来、対策の効果の計測において定量的把握が困難であった人間の意識に寄与する効果をも評価可能ならしめる。しかし、多くの成果が期待できる上述のような考え方に関して、現在まで地域イメージ、過疎問題ともに住民の過疎認識度に深い関わりがあるということまでは判明しているものの、これらの関係を定量的に分析した研究例は見あたらない。

本研究は以上のような観点から、過疎認識度、すなわち過疎の評価を地域住民の生活に根付いて形成される地域イメージから定量的に把握することを試みるものである。地域住民の過疎認識というものは、日常考えてはいるものの表面に現れているものではなく、潜在的なものであり、また不確かな部分を多く内含しているものである。ここでは、このような人間の主観によるあいまいさを定量的に明確化できるファジィ理論を適用する。具体的には地域住民の過疎認識を1つのあいまいなシステムとみなし、可能性線形回帰モデルを用いて住民の過疎認識度を地域イメージとの関連から可能性分布として把握する。

2. 従来の過疎の概念および過疎の定義とその問題点

昭和40年前半頃から過疎の概念について多様な考え方が現出するが、過疎の定義は概念的定義（抽象的な評価）と定量的定義（具体的な評価）の2つに大別できる。

概念的定義とは、過疎の概念論を中心に議論を展開したものであり、「過疎とはどのようなものか」、「過疎地

域とはどのような地域か」の定義も当然のことながら抽象的表現に留まっている。他方、定量的定義とは「過疎法」にみられるように地域のある特定指標に着目し、この値が設定した基準値を満足するか否かで「過疎地域」を評価しようとする考え方である。

一方、住民による過疎の評価は、現在のところ意識調査を通して把握するしか手段はなく、著者らも過疎問題抽出の際、意識調査を用いて過疎認識度を分析している⁶⁾。これらの調査では、住民の過疎認識を自らの居住地域を「非常に過疎と思う」、「かなり過疎と思う」などのグレードで評価する手法を適用した。しかし、この方法では過疎の評価を他の指標などと関連付けて分析することができないため、地域がどのような状態で「過疎」を意識するか、将来の過疎認識度の推定、あるいは「非常に」過疎を認識しているとはいうものの「非常に」の意識が被験者全員同じレベルかなどを明確化することができなかった。

本研究では交通問題、雇用問題など過疎問題と言われる諸問題が端的に現れている地域イメージを指標（説明変数）として個々人の持つ過疎認識度をモデル化し、あいまいさを内含するファジィ数として把握する。すなわち、従来からの過疎に対する評価姿勢を変え、地域住民サイドの評価に立つとともに、単なる過疎評価ではなく、過疎認識度の定量化を目指すものである。

3. 可能性線形回帰モデルの構築

(1) 可能性線形回帰分析の概要

ファジィ理論で扱うあいまいさはファジィネスと呼称され、言葉の意味や概念の定義にみられるようなあいまいさや判断や評価にみられるあいまいさなど主観的な不確かさである。すなわち、真理が一義に定まらない場合の不確かさであり、論理学の多値論理に類似した概念である。この多値論理を用いることによって従来存在しなかった「ある程度」と言うようなあいまいさでも解明できるようになった。ファジィ理論の土木計画への適用について秋山⁷⁾は「土木計画の分野においては、ファジィ集合の各種理論が発表され始めた比較的早い時期からその適用が検討されてきている。」と指摘しているが、この背景には「人間の意志」、「人間の価値観」が重要な部分を占める土木計画に、より人間に近い思考で分析しようとする試みがあったからである。

ところで、本研究で用いるファジィ理論応用手法の1つである可能性線形回帰分析についてその手法の発展過程および諸現象への適用例を概観すれば次のようである。

可能性線形回帰分析は周知のごとく L. A. Zadeh の基本概念^{8),9)}によるものであるが、その手法としての確立は田中ら^{10),11)}に負うところが大きい。田中らは可能

性線形回帰モデルを拡張原理によって定義し、データと推定値とのずれは入出力関係を表すシステムの係数の可能性として説明づけている。以降、田中らは種々の現象解明からこの手法改良に取り組み、近年多くの分野で適用されるようになった。

例えば、松村¹²⁾は従来、住宅や土地の価格関数の推定に通常の回帰分析が用いられてきたのに対し、可能性線形回帰モデルを適用して分析を行った。すなわち、通常の回帰分析で用いられる最小自乗法では誤差項が互いに独立に正規分布に従うと仮定して分析することに対し、この結果が現実の社会から生成されるデータと整合性が持てないとするのがその適用理由である。ここでは最寄り駅までの距離などをモデルの説明変数に、公示価格を被説明変数としてこれをファジィ数として出力している。そして、推定値に対し実測値を含む可能性の度合によって通常の回帰分析では誤差としてとらえられていた部分に現実性を反映することができたと評価している。

また、鈴木ら¹³⁾はトンネル岩盤分類の判定が技術者の主観に依存していたことに対し、可能性線形回帰モデルを適用することにより定量的な分類法を提案した。従来、岩盤の挙動は多くの不確定な要因の相互作用に基づくため、分類基準は主として定性的な記述になり、分類判定は技術者の主観に頼っていた。このような方法論に対し、鈴木らは専門技術者の経験的主観を定量的に表現した総合評価のための客観的基準を設ける必要があるとの認識から、切羽観察項目を説明変数に用い、岩盤等級を被説明変数として分析を行っている。この分析での可能性線形回帰モデルの適用理由は人間の主観というあいまいさを定量的に把握することであり、松村の適用理由とは若干異なる。すなわち、松村は分析対象がそもそもあいまいであるため、推定結果もあいまいさを内含した形で反映しようとしたからである。

本研究における可能性線形回帰分析の適用理由は、人間のある対象物に対する認知、主観といったあいまいさをとらえようとしていることから、その理由は鈴木らの分析に近い。

可能性線形回帰分析が上述のように各方面で適用されていることにはこの手法の持つ多くの利点があるからである。本研究で可能性線形回帰分析を適用する主な理由は次の通りである。

- ①過疎認識度という人間の主観によるあいまいさの定量化を行うためには、確率論でいうところのあいまいさは本質的に異なるため、ファジィ理論におけるあいまいさの概念の方が適切である。
- ②過疎認識度合を被説明変数、住民の抱く地域イメージを説明変数としてモデルに取り込むため、説明変数の中には互いに高い相関を持つものが存在する。このと

き、通常の回帰分析では多重共線性が生じないように配慮する必要があるが、可能性線形回帰分析では制約条件 ($\alpha_i \geq 0$) から多重共線性は起こらず、このため説明変数間に高い相関を有するものがあっても問題はない。すなわち、説明変数が独立か従属かとかを考慮する必要はない。

- ③モデルの精度向上のため通常の回帰分析では相当量の観測データを必要とする。これに対し、可能性線形回帰分析では後述するような適合度基準 (h) によってモデルを操作することが可能である。適合度基準とは、簡単に言えばデータの信頼性を表しているものであり、データの信頼度が大きであるほど h は小さく、データの信頼度が低くなるほど h を大きくとる。ただし、 $0 \leq h \leq 1$ である。可能性回帰モデルでは必ず観測値 (y_i) \subseteq 推定ファジィ数 (Y_i) の形をとらなければならないが、データが全て明かとなっている場合はこの条件が満たされる。ところが、データにあいまいな部分がある場合、この条件を満足しないことがあるかもしれない。このとき、このあいまいな部分を集合として大きくとる必要がある。そこで $h=0.5$ などとして、より信頼性を増加させる。すなわち、データは全ての可能性を含んでいると考え、この可能性だけを考えればよいことになる。
- ④可能性線形回帰モデルの係数の中には中心、幅ともに 0 となるものも現れることがある。これら係数の 0 となる説明変数は他の係数を持つ説明変数に従属していると考えられる。したがって、係数が 0 となっても問題はなく、取り込んだ全説明変数に係数が求まる通常の回帰分析によるモデルより本研究で提案した可能性線形回帰モデルの方が単純、明解である。

(2) 可能性線形回帰モデルの定式化^{14), 15)}

ファジィ集合を A とすると、 A の任意の要素 X が A に属する度合はメンバーシップ関数 μ_A によって特性づけられる。すなわち、

$$\mu_A \in [0, 1] \dots\dots\dots (1)$$

$[0, 1]$: 0 から 1 の区間の全ての実数値

通常の集合では要素 X が A に属するか否かによって 1 か 0 かの 2 値をとるが、ファジィ集合では他に 0.5 程度所属するらしい (可能性の度合) などの表現が生まれてくる。ファジィ数 A の h レベル集合 A^h とは

$$A^h = \{x | x \in R, \mu_A(X) \geq h\} \dots\dots\dots (2)$$

である。したがって、ファジィ数 A は実数値である。

可能性の観点から係数がファジィである線形関数を可能性線形関数と呼び、これを用いたモデルを可能性線形システムという。このシステムをモデル化することが可能性線形回帰分析であり、得られたモデルが可能性線形回帰モデルである。

通常の回帰分析ではデータとモデルから得られる推定

値との差は観測誤差とみなし、「確率」の概念で処理される。これに対し、可能性線形回帰モデルではデータとモデルとのずれは入出力関係を表すシステム構造自体のあいまいさであると仮定する。そしてシステム構造のあいまいさは、システム表現の係数にあいまいさがあると考え、この係数を可能性分布を表すファジィ数として処理する。

この分析手法では観測値 y_i が推定ファジィ数 Y_i (ファジィ集合) に h 以上の可能性の度合で含まれると考える。ここでいうファジィ数とは「だいたい3くらい」というようなあいまいな実数値であり、 h は可能性の度合を表すもので、データ数との関係で位置づけられ、通常の信頼度に相当する。

いま、観測値 y_i が推定ファジィ数 Y_i に属する度合、すなわちメンバーシップ関数を $\mu Y_i(y_i)$ とすると、この値が h 以上でなければならないから次式が成立する。

$$\mu Y_i(y_i) \geq h \quad \dots\dots\dots (3)$$

このメンバーシップ関数はファジィ集合の1つの解釈として可能性分布とみなされている。

上式のような制約条件のもとに回帰式における係数を定めることになる。これらの係数はある幅を持った数値、すなわちファジィ数として求められる。

一般にファジィ係数 A_j による可能性線形回帰システムは次のように定義される。

$$Y_i = A_1 X_{i1} + A_2 X_{i2} + \dots + A_j X_{ij} + \dots + A_n X_{in} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 Y_i : 推定ファジィ数 (被説明変数)

A_j : ファジィ係数

X_{ij} : 観測データ (説明変数)

($i=1, 2, \dots, m$: 観測サンプル数)

($j=1, 2, \dots, n$: 説明変数の数)

可能性線形回帰モデルでは、係数を区間として定義する。そして、中心からその区間をできるだけ全体の和として最小にするという考えである。したがって、本来、その区間は三角形でも台形でもよい。原理としては

$$\mu A_j(a_j) = L((a_j - \alpha_j) / C_j)$$

といったL型関数である。(α_j は中心、 C_j は幅)

L型関数には

$$L_1(X) = \max(0, 1 - |X|^p) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$L_2 = 1 / (1 + |X|^p) \quad \dots\dots\dots (6)$$

などが考えられているが、本分析では簡単のためファジィ係数 A_j を式(5)において $p=1$ として得られる三角形のメンバーシップ関数とした。このメンバーシップ関数は図-1に示すように中心 α_j 、可能性の幅 C_j であり、次式のように定式化できる。

式(4)におけるファジィ係数 A_j を

$$A_j = (\alpha_j, C_j) \quad \dots\dots\dots (7)$$

とすれば

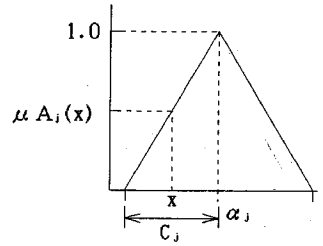


図-1 三角形メンバーシップ関数

$$\mu A_j(x) = 1 - |x - \alpha_j| / C_j \quad \dots\dots\dots (8)$$

次に可能性線形システムのモデル化を行う。

観測値 y_i が推定ファジィ数 Y_i に可能性の度合 h 以上で含まれるためには式(9)が成立する。

$$(1-h) \sum_{j=1}^n C_j |X_{ij}| \geq |y_i - \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} X_{ij}| \quad \dots\dots\dots (9)$$

式(9)の右辺は「誤差」に相当する部分であり、推定ファジィ数 Y_i は上式の拘束条件のもとにあいまいさを最小にするファジィ係数 $A_j(\alpha_j, C_j)$ を求めることにより決定される。

推定ファジィ数 Y_i の幅は

$$\sum_{j=1}^n C_j |X_{ij}|$$

であるから、その合計は

$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_j |X_{ij}| \quad \dots\dots\dots (10)$$

と表され、この値が小さいほど推定ファジィ数のあいまいさは小さくなる。

これは式(9)の拘束条件のもとに式(10)を最小にする線形計画問題に帰着する。

すなわち

目的関数

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_j |X_{ij}| \quad \dots\dots\dots (11)$$

拘束条件

$$\left. \begin{aligned} &-(1-h) \sum_{j=1}^n C_j |X_{ij}| + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} X_{ij} \leq y_i \\ &(1-h) \sum_{j=1}^n C_j |X_{ij}| + \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} X_{ij} \geq y_i \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (12)$$

となる。

ここで、本分析では上式において $h=0$ とした。これは観測データを無作為抽出によって収集したため、充分信頼性がある、すなわち得られたデータがほぼ起こり得るバラツキの中に考えられるからである。

得られたモデルから観測値 y_i に対する推定ファジィ数 Y_i が可能性分布 $\mu Y_i(y_i)$ として求められる。なお、この可能性分布は次式で表される。

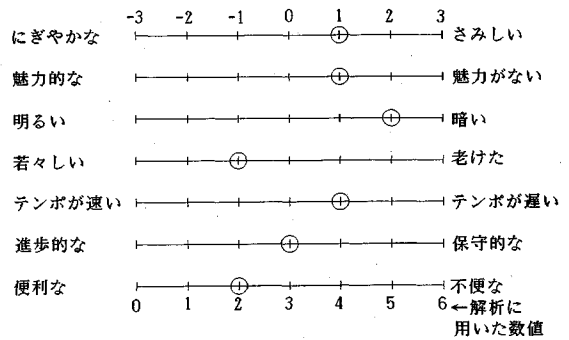
$$\mu Y_i(y_i) = 1 - |Y\alpha_i - y_i| / C_i \quad \dots\dots\dots (13)$$

ここで $Y\alpha_i$: 推定ファジィ数の中心

y_i : 観測値 (被説明変数)

表一 「過疎」を創造するコンセプトのイメージ

コンセプト	コンセプトを表現する形容詞
道路施設	テンポが遅い
公共交通	さみしい、魅力がない、 テンポが遅い、保守的な、不便な
中心地（商店街）	さみしい、暗い、老けた、 テンポが遅い、保守的な
産業	魅力がない、テンポが遅い、保守的な
公共・生活施設	さみしい、テンポが遅い、不便な
人間性	保守的な
自然環境	さみしい
地域全体	さみしい、魅力がない、暗い、 老けた、テンポが遅い、保守的な



図一 SD 法による地域イメージ調査例

C_i : 推定ファジィ数の幅

上式は観測値 y_i の推定ファジィ数 Y_i による可能性の度合, すなわち y_i の Y_i に所属する程度を表すものであり, 1 に近いほどそのグレードは高いことを示している.

4. 可能性線形回帰モデルによる過疎認識度の分析

(1) 過疎認識度と地域イメージ^{5),6)}

本分析では, 秋田県内の 3 過疎地域 (雄和町, 増田町, 東成瀬村) において昭和 62 年, 63 年に実施した過疎イメージ調査結果を用いた. この調査は地域住民に対し過疎認識の度合および常日頃から抱いている居住地域のイメージを質問したものである. 調査結果からは過疎イメージを創造することに深い関係をもつコンセプト (評定対象) に「道路施設」, 「公共交通」, 「中心地 (商店街)」, 「産業」, 「公共・生活施設」, 「人間性」, 「自然環境」, などが抽出された. これらに対するイメージは「地域全体」も含めて表一に示すとおりであった.

これらの結果は, 換言すれば過疎地域の状況を人間の意識に内在するイメージとして把握したものである. この表によれば過疎地域の地域イメージは概して悪く, 「老けた」, 「さみしい」, 「暗い」, などの言葉で表現でき, 「魅力がなく」, 「不便」であり, さらに「保守的」で「テンポが遅れている」と評価される. また, 地域住民は程度の差はあれ, 多くは居住している地域が「過疎」だと認識しており, この過疎認識度と地域における諸問題, いわゆる過疎問題とが大きく関係していることも明らかになっている.

本研究では地域住民の過疎認識度の程度を人間の主観にもとづくあいまいさを内含したファジィ数として把握することを目的としているが, この過疎認識度の説明変数として上述の地域イメージを用いた. すなわち, 「さみしい」, 「魅力がない」, 「暗い」, 「老けた」, 「テンポが遅い」, 「保守的な」, 「不便な」の 7 変数である. 被説明変数である過疎認識度は地域住民が自分の居住している地域を過疎と思うかどうかの評価であり, 「非常に過疎

と思う」, 「かなり過疎と思う」, 「やや過疎と思う」, 「過疎とは思わない」の 4 段階である.

過疎イメージも過疎認識度同様地域住民の評価から得たものであるが, これは次に示すような SD 法 (Semantic Differential Method) による調査結果を用いた. SD 法によるイメージ調査では図一に示すような形式で被験者に質問を行う. 被験者は各々の形容詞対について該当するグレードに印をつける. このとき, グレードは -3 から +3 までの 7 段階の評価となるが, 本分析における実際の計算では悪い方のイメージに主眼をおき, -3 を 0 に対応させ, 0 から 6 までの数値を採用した. これは負の数を用いると推定ファジィ数算出の際不都合が生じるからである. また, 観測値 y_i に相当する過疎認識度は「非常に過疎と思う」=4, 「かなり過疎と思う」=3, 「やや過疎と思う」=2, 「過疎とは思わない」=1 として式 (7) および (8) に代入した. ここで, 被説明変数および説明変数についてみれば, これらはいずれも人間の主観による評価値である. これらの変数は本来ファジィ数として取り扱うべきである. しかしながら, 「さみしい」, 「魅力がない」などの評価の度合を調査からファジィ数として読みとめることは困難である. そこで, 本分析では地域イメージの評価および過疎認識度を客観的確定値として扱い, 可能性線形回帰モデルへの入力データとした.

(2) 数量化理論第Ⅱ類によるデータのチェック

個人の過疎認識度が地域イメージで的確に表現されているものとあいまいさが大きく過疎認識度が地域イメージで十分に説明でき得ていないものとは推定過疎認識度にどの程度差異があるものかを検討するため分析は地域別に行くと同時に, 「過疎認識度が地域イメージで説明できているデータ」と「ランダムに抽出されたデータ」とに分けて行うこととした. これは通常の回帰分析で本研究のような分析を行うとすれば, 地域イメージで的確に過疎認識度が表現されていることが望まれるが, ファジィ集合では「だいたい 3 くらい」というあいまいな実数値が許容されていることから, ある程度過疎認識度と

表-2 判別の中率

		過 疎 認 識 度 合				合 計
		非常に過疎 と思う	かなり過疎 と思う	やや過疎 と思う	過疎と 思わない	
地 域	東成瀬村	15/25=60.0%	8/29=27.6%	8/46=17.3%	13/19=68.4%	44/119=36.9%
	増田町	7/15=50.0%	6/24=25.0%	9/37=24.3%	1/3=33.3%	23/78=29.4%
	雄和町	3/5=60.0%	2/15=13.3%	5/46=10.8%	20/30=66.6%	30/96=31.2%
合 計		25/44=56.8%	16/68=23.5%	22/129=17.1%	34/52=65.4%	97/293=33.1%

表-3 各アイテムのレンジ

アイテム	レンジ
X ₂ さみしい	1.7470
X ₃ 魅力がない	1.4668
X ₄ 暗い	1.9750
X ₅ 老けた	2.1505
X ₆ テンポが遅い	2.4297
X ₇ 保守的な	1.9624
X ₈ 不便な	1.0621
相 関 比	0.29869

(注1) X₂……X₈はモデルにおける説明変数と一致する(X₁は定数項)
 (注2) 各アイテムのカテゴリーは図-2に示すように7である

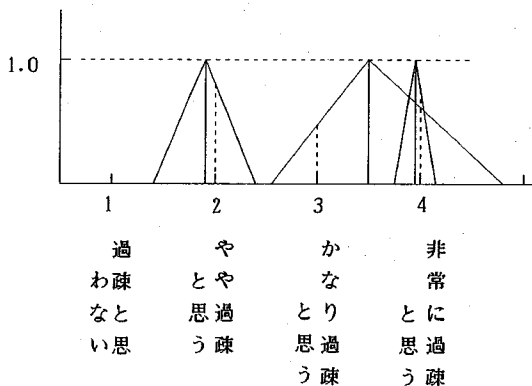


図-3 推定ファジィ数 Y_iの解釈

地域イメージの間にあいまいさが存在しても推定ファジィ数として把握が可能と考え、これらのことをチェックしたかったからである。ここでは数量化理論第Ⅱ類を適用して被験者の過疎認識度が地域イメージに基づいて判別されているか否か、説明変数として用いる7種類の地域イメージ(7対の形容詞対)がどの程度判別に寄与しているかを検討した。(以降、数量化理論第Ⅱ類で判別の中したデータのみを分析に用いるとき「判別データ」、「判別の中データ」をも含みランダムに抽出したデータを用いるとき「ランダムデータ」と呼称する。)

表-2、表-3は判別の中結果および各アイテムのレンジを示したものである。表-2における分母の数値はサンプル数を、また分子はその内判別の中したサンプル数を示している。したがって、判別の中率は全サンプル293に対しの中サンプル数が97であるので全体では33.1%である。これら判別結果を各群ごとにみると、過疎認識度の両端に位置する「非常に過疎と思う」群と「過疎と思わない」群で判別がよく、それぞれ56.8%、65.4%となっている。これに対し、認識度の中間に位置する「かなり過疎と思う」、「やや過疎と思う」の両群では23.5%、17.1%と的中率は低く、判別結果は悪い。このことは「非常に思う」、「思わない」と過疎認識が両極端な被験者では設定した地域イメージでよく説明することができ、反面「かなり」、「やや」など過疎認識度の強弱の境界があいまいな被験者への説明力が低いことを示唆している。

一方、過疎認識度と関わりのある地域イメージ、すなわち7対の形容詞対のレンジをみると表-3に掲げるよ

うに過疎地域の発展状況をイメージしていると考えられる「テンポが遅い」でレンジが最も高く、次いで「老けた」(2.1505)、「暗い」(1.9750)の順で外的基準の判別に寄与していることが判明した。

(3) 過疎認識度の分析

a) 推定ファジィ数の解釈

観測値 y_i に対し推定ファジィ数 Y_i は、中心 Yα_i、幅 C_i を持つ。したがって、実際に出力される推定ファジィ数は概略、図-3のように各個人別に図示できる。ここで、推定ファジィ数 Y_i の中心 Yα_i が与えられた観測値 y_i に近ければ近いほど被験者の過疎認識度は意識している通りであり、また幅が小さければ小さいほどその意識のあいまいさは小さいことを意味している。図において、Y₁ は観測値 y_i = 4、Y₂ は観測値 y_i = 3、Y₃ は観測値 y_i = 2、Y₄ は観測値 y_i = 1 の推定ファジィ数とする。Y₁ は中心 Yα₁ が観測値に近く、かつ幅も他の推定ファジィ数に比べ狭いので、この被験者の過疎認識度「非常に過疎と思う」は回答通りの強さを持ち、過疎認識度のあいまいさも小さいと解釈できる。Y₂ の場合は y_i = 3 であるが Y₂ の中心 Yα₂ が3よりも大きい値をとるため、被験者の「かなり過疎と思う」は実はいまま少し過疎認識度は強く、幅も広いため意識している過疎の度合いのあいまいさも大きい。Y₄ は中心の値が1より大きく、下限値は1である。この場合、被験者の観測値は「過疎と思わない」であるが、地域イメージからみれば過疎認識は皆無とは言えず、潜在的には過疎認識はあるものと考えられる。

b) 過疎認識度の分析

表—4 可能性線形回帰モデルにおけるファジィ係数 A_j

説明変数	東成瀬村				増田町				雄和町			
	ランダムデータ		判別データ		ランダムデータ		判別データ		ランダムデータ		判別データ	
	α_j	C_j	α_j	C_j	α_j	C_j	α_j	C_j	α_j	C_j	α_j	C_j
X_1 : 定数項	0.115	0.577	1.609	1.087	0.962	0.909					0.250	
X_2 : さみしい			0.043		0.077		0.455					
X_3 : 魅力がない												
X_4 : 暗い		0.103					0.091					
X_5 : 老けた	0.256		0.065		0.077		0.091				0.250	0.250
X_6 : テンポが遅い	0.103				0.423				0.500	0.167	0.500	0.250
X_7 : 保守的な	0.128				0.077							
X_8 : 不便な	0.359		0.261						0.167	0.167		
目的関数値	28.6540		35.8697		19.2308		20.0000		29.0000		27.2500	

(注) α_j =中心, C_j =幅

過疎認識度を個人別に推計することに加え、過疎地域別の過疎認識度の特性をも検討するため分析はすべて地域別に行った。また、今回実施した調査地域に現在は居住しているが過去に他地域で生活したことがある人と、生まれて以来ずっと調査対象地域に居住している人とは過疎に対する認識が異なるのではないかと考え、「他地域の生活経験の有無別」に、さらに「年齢階層別」、「性別」についてもその特性を検討した。

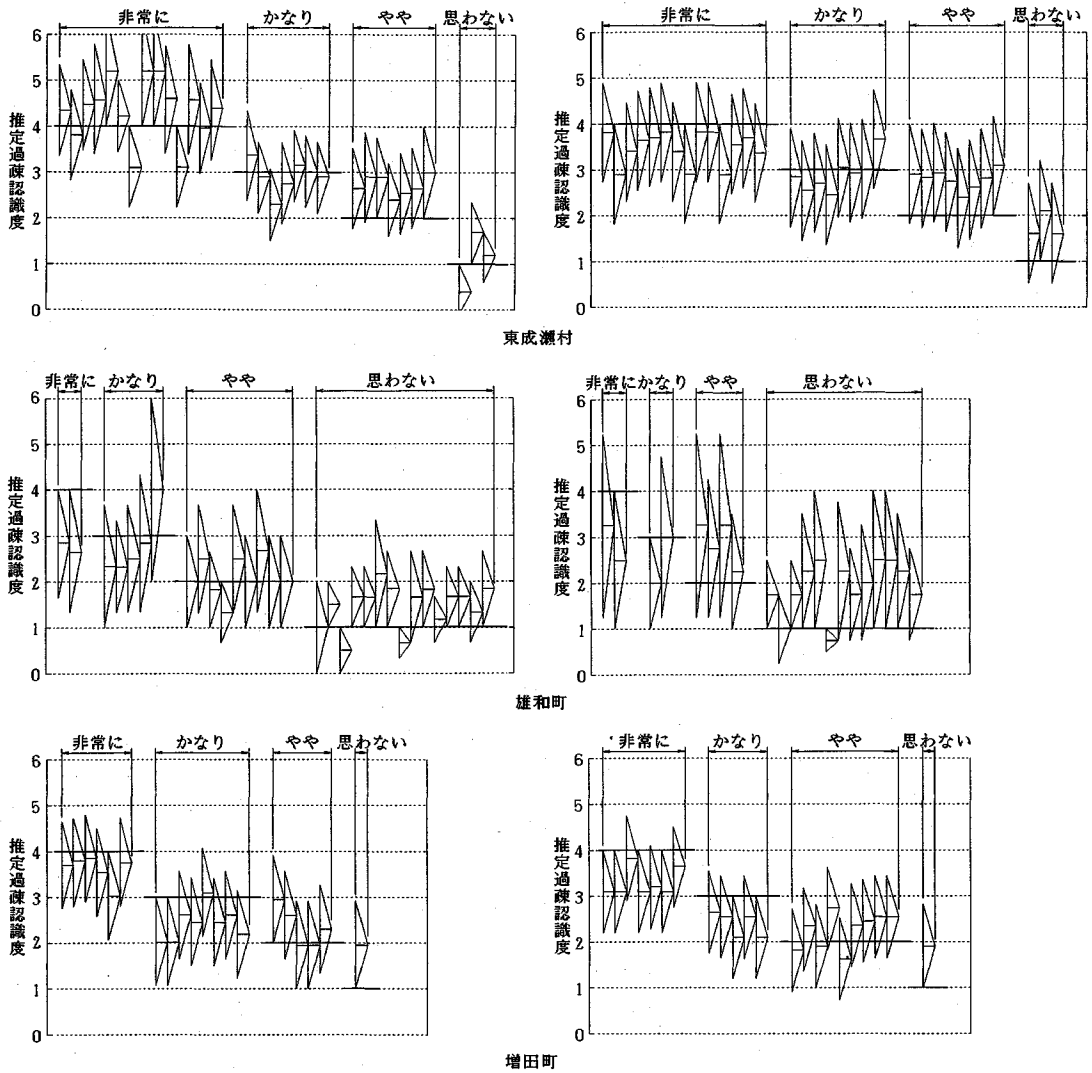
表—4は可能性線形回帰モデルにおけるファジィ係数を示したものである。この表によれば、用いた全説明変数がモデルに取り込まれたわけではなく、「魅力がない」はいずれのモデルにおいても中心、幅ともに0となっている。また、取り込まれる説明変数がモデルによって異なっている。このような現象は多重共線性によるものと考えられる。この多重共線性についてはあいまいな部分が多く残されているが、一般にデータ間に高い相関がある場合に起こる現象とされている。したがって、本分析においても用いた説明変数が各モデルに取り込まれないときは多重共線性によるものと考えられ、この場合これら説明変数は他の説明変数でカバーされていると解釈できる。一方、ファジィ係数を持つ説明変数についてみれば、レンジの最も高い「テンポが遅い」は「ランダムデータ」を用いた全モデルで、また次いでレンジの高い「老けた」は「判別データ」の全モデルに取り込まれている。したがって、過疎認識度の判別に寄与したアイテムがモデルの説明変数となっており、得られた可能性線形回帰モデルは妥当性があると考えられる。ここで、モデルにおけるファジィ係数の幅 C_j は構造的ファジィネスの程度を表しており、最終的な個々人の持つあいまいさは C_j で表現される。表—4における係数をみると雄和町では定数項 (X_1) 以外の X_5 , X_6 で A_j に幅があるのに対し、東成瀬村では定数項 (ランダムデータの場合は定数項と X_4)、増田町では定数項のみ幅を持つ結果となった。このことは、後者の2地域では過疎認識度のあいまいさのほとんどの部分が定数項のあいまいさとして説明されていると解釈される。

表—4のファジィ係数を用い、式(4)に個人別デー

表—5 推定過疎認識度の中心 (Y_{α_i}) の平均値

	観測値	地域		
		東成瀬村	増田町	雄和町
データの種類の判別	ランダム			
	$y_i=4$	4.3361	3.6097	2.7510
	$y_i=3$	2.9059	2.4429	2.8014
	$y_i=2$	2.7154	2.3620	2.0936
	$y_i=1$	1.0983	1.9620	1.4785
	判別			
$y_i=4$	3.4852	3.2890	2.8750	
$y_i=3$	2.9713	2.3842	2.5000	
$y_i=2$	2.7838	2.2649	2.8750	
$y_i=1$	1.7680	1.9110	1.9231	

タを代入することにより各被験者の推定過疎認識度が得られる。図—4は被験者の推定過疎認識度について、用いたデータ別、地域別に図示したものである。一方、表—5は被験者の推定過疎認識度の中心 (Y_{α_i}) の平均値を観測値ごとにまとめたものである。これらの結果をみると、3地域の中で最も過疎化の著しい東成瀬村ではランダムデータを用いた分析で「非常に過疎と思う」は推定過疎認識度の中心値が4.3361と観測値 ($y_i=4$) より高く、かつ他の2地域よりも値は大きくなっている。また「かなり過疎と思う」、「やや過疎と思う」の場合においても推定過疎認識度は他地域より若干高めに推定されており、この傾向は判別データを用いたときも同様である。このように過疎認識度が「非常に」あるいは「かなり」という同じ表現でも認識度が地域によって異なるのは、説明変数に用いた地域イメージが異なるからである。すなわち、東成瀬村では「非常に過疎と思う」、「かなり過疎と思う」などの被験者の抱く地域イメージの悪さの度合が、他の2地域のそれを上回っているからである。他方、「やや過疎と思う」および「過疎と思わない」はいずれの地域でも推計値が観測値より高くなっている。これは上述の現象とは逆に地域イメージは悪いとは意識しているものの、「過疎」を強く認識するまでには至っていないことを示している。と同時に、推定過疎認識度が観測値を上回る現象は、過疎認識を形成する要因の中に地域イメージでは説明でき得ない個々人の住民が直感的に過疎を意識しているような潜在的な部分もあると考えられる。このような観点から「過疎と思わない」に着目してみれば、表現上は「過疎と思わない」としているが、実際はある程度「過疎」が意識のなかに、潜在



(注1) 各地域の左側の図は「ランダムデータ」、右側の図は「判別データ」を用いた推定過疎認識度を示している。
 (注2) 図中の三角形の中心は推定過疎認識度の中心 Y_{ai} 、底辺は幅 C_i を表している。

図-4 推定過疎認識度

的に内含されているものと推測される。

設定した4段階の過疎認識度の中で「かなり過疎と思う」、「やや過疎と思う」はいずれの地域、いずれのデータでも比較的類似した値で推計されている。これらの過疎認識度の群は表-2に示すように数量化理論第Ⅱ類による判別からの中率があまり良くないことが判明している。すなわち、地域イメージからは十分に説明でき得ないあいまいなグループである。しかし、「判別データ」を用いての分析でもやはり極端な推定値の開きはみられない。本来、「かなり」、「やや」は、嗜好表現用語の平均尺度と偏差¹⁶⁾からみれば相当開きがある。しかしながら、上述のような分析結果を鑑みれば、「かなり」、「やや」と表現上は区別しているが、過疎認識度の上では実

際は顕著な差異はない。なお、「他地域での生活経験の有無別」、「性別」で推定された過疎認識度の特性を検討したところ顕著な差異は現れなかった。これはモデルにおいて求められたファジィ係数が1個または2個と少ないことおよび説明変数の値が0~6と小さく、かつ被験者によって著しく値が異なるということがなかったためと考えられる。本分析では、ファジィ数に対称性を持つ三角形メンバーシップ関数を用いたが、被験者の推定過疎認識度を簡単、明瞭に図示することができ、さらに結果そのものも概ね妥当であった。

c) 過疎認識度のあいまいさの評価

上述のように「かなり」、「やや」の過疎認識度に顕著な開きが見られないなど、過疎の評価にはあいまいさが

表一六 推定過疎認識度合のあいまいさの評価

		地 域			
		観測値	東成瀬村	増田町	雄和町
デー タ の 種 類	ラン ダ ム	$y_i=4$	0.4208	0.5942	0.0028
		$y_i=3$	0.7082	0.3907	0.5602
		$y_i=2$	0.2155	0.5921	0.7159
		$y_i=1$	0.2235	0.0000	0.1678
		全体平均	0.4203	0.4826	0.3796
判 別		$y_i=4$	0.5264	0.2178	0.3125
		$y_i=3$	0.7852	0.3226	0.5000
		$y_i=2$	0.2790	0.5325	0.5125
		$y_i=1$	0.2935	0.0000	0.1436
		全体平均	0.5080	0.3692	0.2639

必然的に内含される。ここではこれらのあいまいさの定量的評価を試みる。あいまいさの評価は過疎認識度の観測値 y_i の推定値 Y_i による可能性 $\mu Y_i(y_i)$ から次式に示す関数によって検討した。

$$F = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mu Y_i(y_i) \dots\dots\dots (14)$$

N : 各群のサンプル数

$\mu Y_i(y_i)$ は式 (13) に示すように推定ファジィ数 Y_i の中心と観測値 y_i の差が小さく、また幅 C_i が小さいほど 1 に近くなる。したがって、式 (14) において F が 1 に近い値を取るほど、推定された過疎認識度のあいまいさは小さいことになる。表一六は上式により求めたあいまいさを地域別、用いたデータ別に示したものである。これらの結果をみれば、推定過疎認識度のあいまいさは認識の度合および地域によって差異はあるが、用いたデータの種類にはほとんど無関係のようである。データを収集した 3 地域の過疎の現状は、人口減少率（昭和 60 年／昭和 35 年）および財政力指数（昭和 59～61 年）でみるならば東成瀬村（34.2%、0.11）、増田町（30.1%、0.26）、雄和町（24.6%、0.36）であり、東成瀬村、増田町、雄和町の順で過疎化が著しいが、東成瀬村では「非常に」、「かなり」の推定過疎認識度で F の値がかなり高く、他の 2 地域では「かなり」、「やや」で値が高い。この現象は地域の過疎化を住民が敏感に認識し、過疎認識度にその意識が如実に反映されていることを示している。すなわち、地域によって「非常に」、「かなり」、「やや」の度合が様でなく、過疎の評価は地域により全く異なることを示唆している。

5. まとめと課題

過疎評価は社会資本ストック量の多少だけではなく多分に情緒的側面を持つことから可能ならば人間の主観、すなわち、意識で評価されることが望ましい。本研究は従来の物理量による評価とは視点の異なる地域住民の日常生活経験から意識される過疎認識度に基づいて過疎の評価を試みたものである。分析では「非常に過疎と思う」あるいは「過疎と思わない」のような抽象的評価を、よ

り現実的な評価にするために過疎認識度の定量化が必要で、このためファジィ集合に理論的基礎を置く可能性線形回帰分析を分析手法に採用した。分析の過程では可能性線形回帰分析の適用性に重点を置くとともに推定された地域住民の過疎認識度の特性、妥当性および地域性などに着眼した。

可能性線形回帰分析の適用は極めて良好で期待した当初の目的をほぼ達成でき、一連の分析からは分析対象とした目標に対し、いくつかの示唆ある結果が得られた。それらを構築された可能性線形回帰モデル、用いたデータ、推定過疎認識度に着目して要約すれば次の通りである。

- (1) 従来、過疎地域は人口減少率、財政力指数で評価されていた。しかし、可能性線形回帰分析を適用することにより、地域住民の抱く過疎地域イメージから過疎認識度を定量的に把握することができた。これは本来の姿である住民の意識に基づく過疎の評価である。本分析によって得られた各モデルにおいてはいくつかの説明変数が中心、幅ともに 0 となり、モデルに取り込まれなかったが、これらの説明変数は他の説明変数に従属していると考えられる。一方、数量化理論第Ⅱ類による要因分析から外的基準の判別に大きく寄与した「テンボが遅い」、「老けた」などの説明変数はモデルに取り込まれており、かつこれらの変数は過疎地域の「道路施設」、「公共交通」、「公共・生活施設」などの現況を過疎地域住民がイメージしたものであることから、得られたモデルは充分説得性があると考えられる。
- (2) 数量化理論第Ⅱ類により観測データのチェックを行ったが、判別されたデータとランダムに抽出したデータとの分析結果には大きな差異はみられなかった。このことは分析を行う際に観測データにある程度のあいまいさが存在しても分析にはなんら支障がないことを示している。これはファジィネスを許容するファジィ理論の特長によるものである。
- (3) 過疎認識度は同じ「非常に過疎と思う」などの表現を用いても被験者ごとにその強弱の度合は異なっていることが明らかとなった。その度合は概して過疎化の著しい地域に居住している人ほど強い。また、各被験者の抱く過疎認識度の中で「かなり」、「やや」は嗜好表現用語の平均尺度と偏差からみるとその度合にかなりの差があるにもかかわらず、推定された過疎認識度には大きな差は現れなかった。これら 2 群はあいまいな要素が多いため数量化理論第Ⅱ類による分析では判別の中率があまりよくなかったグループである。しかしながら、可能性線形回帰分析を適用することによりその過疎認識度を定量的に把握することができ、また「かなり」、「やや」の微妙な差異をもとらえることができた。これも可能性線形回帰分析の有効性の 1 つである。

本研究は地域住民の過疎の評価を可能性線形回帰モデルから定量的に把握することを目的とした。この分析からは過疎地域住民の抱く地域イメージが把握されれば、可能性線形回帰分析を適用することにより個人ベースでの過疎認識度合の推定が可能であることが検証された。今後、地域活動が活発化し、過疎地域のイメージに変化が現れたと考えられる時、地域住民の地域イメージを調査することにより住民の過疎認識にどのような変化が起こったかをとらえることができる。今後は、可能性線形回帰分析を他の現象に適用し、その有効性をさらに検証するとともに、過疎地域住民の意識に基づく「過疎」の評価の定量化について引続き検討を加えるつもりである。

最後に、本研究を進めるにあたり有益な御示唆を頂きました北海道大学佐藤馨一教授ならびに可能性線形回帰分析について多くの御教示を頂きました大阪府立大学田中英夫教授に心から感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 国土庁地方振興局過疎対策室：平成2年度版過疎対策の現況，丸井工文社，pp.21～38，1991。
- 2) 大島襄二：いわゆる過疎の地理的考察，関西学院史学，pp.21～49，1972。
- 3) 安達生恒：過疎地帯における営農と生活，地上昭和42年6月号，pp.42～81，1967。
- 4) 1987年1月29日毎日新聞秋田版。
- 5) 折田仁典：過疎問題と過疎地域の地域イメージに関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集7，pp.203～210，1989。
- 6) 折田仁典，清水浩志郎：SD法による過疎イメージの構造分析，土木計画学研究・講演集11，pp.715～722，1988。
- 7) 秋山孝正：ファジィ理論の土木計画分野における適用に関する整理と展望，土木学会論文集第395号/IV-9，pp.23～32，1988。
- 8) Zadeh, L. A. : Fuzzy Sets, Information and Control Vol.8, pp.338～353, 1965.
- 9) 菅野道夫：ファジィ理論の展開，サイエンス社，pp.1～16，1989。
- 10) 田中英夫ほか：ファジィ関数による線形回帰モデル，Journal of the Operation Research Society of Japan Vol.25, No.2, pp.162～174, 1982.
- 11) H. Tanaka, T. Shimomura, J. Watada and K. Asai : Fuzzy Linear Regression Analysis of the Number of Staff in Local Government, Analysis of Fuzzy Information Vol. III , pp.191～203, 1984.
- 12) 松村有二：ファジィ線形回帰モデルによる住宅地地価決定の要因分析，地域学研究第二十巻第一号，pp.181～193，1991。
- 13) 鈴木昌次ほか：ファジィ回帰モデルに基づくトンネル岩盤分類法の提案，土木学会論文集第418号/III-13，pp.181～193，1990。
- 14) 寺野寿郎ほか：ファジィシステム入門，オーム社，pp.67～81，1989。
- 15) 田中英夫：ファジィモデリングとその応用，朝倉書店，pp.134～147，1991。
- 16) 岩下豊彦：SD法によるイメージの測定，川島書店，p.53，1987。

(1992.7.20 受付)

AN ANALYSIS OF INHABITANT-RECOGNIZED DEPOPULATION USING POSSIBILITY LINEAR REGRESSION ANALYSIS

Jinsuke ORITA and Koshiro SHIMIZU

Depopulation is traditionally evaluated by the amount of regional resources such as the rate of population growth, the rate of elderly persons and revenue resources. A study on the evaluation of depopulation through the awareness of inhabitants has never been seriously undertaken. In this paper, a quantitative understanding of inhabitant-recognized depopulation (i. e. in the evaluation of depopulation) in depopulated areas is examined in view of their regional image fostered by their daily life. The vagueness of meaning for terms is based on subjectivity and probability, and must be distinguished from fuzziness and randomness. Fuzziness is not capable of being understood by the theory of probability. Therefore, possibility linear regression analysis established on fuzzy sets is applied, and the recognized depopulation is obtained as a fuzzy number. As a result, the former recognized depopulation, which was evaluated with very vague criterion, is described quantitatively.