

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 4 日現在

機関番号：11101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21720298

研究課題名（和文） 等質地域への地域区分を行う空間分析法の開発

研究課題名（英文） The development of methods for dividing a region into sub-regions that are spatially contiguous and as homogeneous as possible

研究代表者

増山 篤 (MASUYAMA ATSUSHI)

弘前大学・人文学部・准教授

研究者番号：50322079

研究成果の概要（和文）：

本研究では、まず、等値線に基づいて地域区分を行う方法を提案した。そして、提案された方法および既存地域区分法方法を、そのさまざまなケースに対して適用し、この適用結果から、いずれの方法が優れるか明らかにすることを試みた。その結果、空間単位数がごく少数の場合、平均的には等値線に基づく方法が、部分地域内部の均質性の点で、他方法を上回った。ただし、空間的自己相関傾向が強い場合、あるいは、空間単位属性が多変量であり、変量間相関関係が弱い場合については、必ずしも等値線に基づく方法が優れないことも示した。以上のように、等値線に基づく方法が優れない場合はあるものの、空間単位数が多くなれば、こうした弱点は目立たなくなるように見受けられることも示した。なお、等値線に基づく地域区分を実行する算法については、今後とも研究すべきいくつかの課題を残した。

研究成果の概要（英文）：

This study first proposed an isopleth-based regionalization method and implemented the method and other regionalization methods in a computer environment. We then applied several regionalization methods including the isopleth-based method to a numerous number of datasets and make comparisons between the regionalization methods in terms of the homogeneity of sub-regions. We revealed that the isopleth-based method on average outperforms other methods when the number of spatial units is very small. We also revealed that the isopleth-based method may underperform other methods when there is strong spatial autocorrelation in a dataset and also when the correlation between attribute variables is very weak. Although the isopleth-based method may underperform under certain conditions, we however demonstrated that the isopleth-based method does not underperform if the number of spatial units is large enough. Overall, it appears that the performance of the isopleth-based regionalization method is satisfactory. However, the algorithm for executing the method should be developed further. We hope to tackle the technical issue in the future.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 21 年度	700,000	210,000	910,000
平成 22 年度	500,000	150,000	650,000
平成 23 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：人文地理学・人文地理学

キーワード：地域区分、等質地域、クラスター分析、最短距離木、空間的自己相関、主成分分析

### 1. 研究開始当初の背景

地理学研究では、等質地域の概念に基づいて、一つの地域を部分地域に区分することがしばしば求められる。また、地理学研究に限らず、センサス区設計、災害管理、保健データ分析、地図の総描などにおいても、均質な部分地域への区分を行うことがしばしば求められる。地理学において、今述べたような区分を行うこと（すなわち、一つの地域を空間的に連坦し、なおかつ、最大限に均質な部分地域へ区分すること）は、(英語圏の地理学研究では)「Regionalization」と呼ばれる。この英単語にあたる確たる訳語はないが、本報告書では、「地域区分」と訳することにする。

さまざまな場面におけるニーズから、地域区分を行うための方法にはさまざまなものが提案されてきた。まず、ランダムな初期区分から開始して（部分地域内部の均質性の）逐次改善を図る方法（Stan Openshaw による Automatic Zoning Procedure を、地域区分のために用いる方法）がある。また、階層的クラスター分析において、空間単位の空間的隣接関係を考慮する方法もある。より具体的に言えば、デンドログラムの形成過程において、空間的に隣接するもの同士のみが結合しうるものとし、そのようにして形成されるデンドログラムを切断することによって、部分地域の空間的連坦性が保証された（空間単位の）グループ分けを行う方法がある。地理学の内外まで広く目を配れば実に多種多様な方法があるが、およそいずれの地域区分方法もヒューリスティックな方法である。つまり、いずれの方法にせよ、部分地域内部の均質性の点で大局的に最適な区分に達する保証はなく、したがって、新たな地域区分方法を提案し、それをを用いることで、部分地域内部の均質性が改善される可能性が残されている。

本研究代表者は、研究開始以前までにおいて、部分地域内部の均質性が大局的に最適となるための必要条件を導いている。具体的には、空間単位属性が単変量ならば、隣接する部分地域間で、部分地域が空間的に分断されことなく空間単位を交換したときに、一方の部分地域から交換に出される空間単位の属性値が、常に他方以上であるという条件を導いている。

このことから、部分地域間に等値線が通る区分は常に先述の必要条件を満足し、そして、新たな地域区分方法として、等値線に基づく

方法が考えられる。幾分具体的にいえば、あらゆる等値線を列挙し、その列挙結果に基づいて必要条件を満たす区分も列挙し、そこから最も部分地域を均質にするものを見出すという方法が考えられる。そして、これは従来方法を上回ることが期待される。

### 2. 研究の目的

先述の背景を踏まえ、この研究ではまず等値線に基づく地域区分方法を提案する。空間単位属性が多変量の場合については、部分地域内部の均質性が大局的となる必要条件是導かれていないが、多変量情報を少数の変量へと縮約していく統計手法（地域区分において、部分地域の均質性を評価する指標としては、もっぱら偏差平方和が用いられるが、この偏差平方和が持つ情報を最大限損ねることなく縮約するには、主成分分析法が適切である）を利用することで、先述の必要条件を活かした地域区分方法を構成できると期待される。

そして、等値線に基づく地域区分方法と他の（従来までの）方法を比較し、どちらが上回るパフォーマンスを示すか（より部分地域内部が均質となる区分を見出すか）を検討する。ここでは、理論的に検討することはいささか困難と思われるため、いくつかのデータセットに対する適用結果から、方法間の優劣を比較する。

### 3. 研究の方法

研究開始前時点においても、地域区分方法に関してどのような研究が行われてきたか、かなりの程度まで網羅的に把握してきたが、まずは、研究レビューをさらに行い、既存地域区分方法の利点および限界の把握を徹底する。

次に、等値線に基づく地域区分方法を計算機上で実行するための技術的詳細を詰めてゆく。つまり、ここまで地域区分において等値線を用いるという基本アイデアについては述べてきたが、それを実行に移す算法を確立することを試みる。

さらに次の段階として、等値線に基づく地域区分方法、および、既存地域区分方法を計算機上で実装し、いくつかのデータセットに対して複数の地域区分方法を適用する。その適用結果を比較し、方法間の優劣を明らかにすることを試みる。

### 4. 研究成果

国内外の地域区分方法に関する研究レビューを徹底した結果、おおよその場合、空間的な連坦性を考慮して階層的クラスター分析を拡張した地域区分方法が、既存方法の中では最も部分地域を均質にする区分を見出すことが判明してきた。また、階層的クラスター分析を拡張した方法の中でも、とりわけ Full-Order CLK 法と呼ばれる方法が、部分地域内部を均質にすることが明らかとなってきた（他の階層的クラスター分析方法を拡張した方法に比べ、デンドログラムの切断箇所に関して高い自由度を認めているため、と思われる）。なお、このようにレビューを行った結果については、日本都市計画学会の発行する都市計画報告集において発表した。

次に、等値線に基づく地域区分方法を実行する算法について詳細に検討した。その結果、少なくとも、部分地域数が 2 であれば、部分地域間に等値線が通る区分を完全に列挙し、さらに、その中から最も部分地域が均質となるものを見出すという方法が現実的な計算時間で実行できることも明らかにした。ただし、部分地域数が 3 以上の場合については、必要条件を満たす区分の列挙が容易ではなく、それゆえ、この場合の算法については、今後課題を残すこととなった。また、以後の研究においては、部分地域数が 2 の場合についてのみ扱うこととした。なお、等値線に基づく地域区分方法を実行する算法に関する検討結果については、研究代表者の所属機関の学内紀要において、研究ノートとして発表する予定である。

さらにその次に、特定のデータセットに対して、複数の地域区分方法を適用したときの結果を見比べることで、実際に、等値線に基づく方法が均質性の点ですぐれた結果を与えうるものかどうかを検討した。実際、先行研究において Full-Order CLK 法の実行手順を示すために用いられている数値例では、等値線に基づく区分を行ったとすると、部分地域の均質性がより改善されるという結果となった。この結果を含む内容については、日本地理学会の全国大会において口頭で発表し、さらに、同学会の地理学評論において、査読付き論文として発表した。

その後、より多くのデータセットにおいて、地域区分方法間の比較を行うべく、等値線に基づく地域区分方法、および、Full-Order CLK 法、First-Order SLK 法を計算機上で実装し、また、属性値をランダムに決定したデータセットをいくつも準備し、それらに（ここで挙げた地域区分方法をすべて）適用した。これらデータセットは、属性が単変量のものと同変量のものを用意した。また、空間単位数がごく少数のものと同変量のものを用意した。これらデータセットに対する地域区分結果から以下のことが明らかとな

ってきた。

まず、空間単位数がごく少数の場合、平均的には、等値線に基づく方法が Full-Order CLK 法などよりも部分地域が均質となる区分を見出すことが明らかとなった。とりわけ、たとえ属性が二変量であっても、主成分分析によって二変量（の持つ情報）を第一主成分得点に集約し、その後で等値線を用いるという区分方法が、部分地域内部の均質性の点において、他方法を上回ることが明らかとなった。ただし、等値線に基づく地域区分方法は、他方法よりも多くの候補区分の中から一つの区分を最終的に選び出すものであり、その意味で、必ずしも効率的とは言えない可能性がある。そこで、地域区分方法の効率性をみるための指標を考え、それによって、三つの地域区分方法を比較したところ、等値線に基づく方法は、この場合は、決して効率的ではないという結果となった。また、適用したデータセットの中でも、空間的自己相関傾向が強いものや（属性が二変量で）変量間相関関係が弱いものについては、部分地域の均質性の点においても、等値線に基づく方法が必ずしも優れたパフォーマンスを示す訳ではないことが明らかとなった。

一方で、空間単位数が多いデータセットへの適用結果を見ると、（先ほど窺えた）等値線に基づく方法の弱点はさほど目立たなかった。つまり、空間的自己相関が強い、あるいは、変量間相関関係が弱い場合であったとしても、等値線に基づく地域区分方法が他の方法よりも、効率的に部分地域内部が均質な区分を見出すという結果となった。なお、以上のように、データセットへの適用を通じて、等値線に基づく方法と Full-Order CLK 法などを比較した結果については、日本地理学会の全国大会において口頭で発表し、さらに、査読付き論文として公表すべく、現在原稿を準備中である。

以上の結果をみる限り、総じて等値線に基づく地域区分方法は、従来方法を上回ると言っても良いようにも思われる。ただし、先述のように、部分地域数が 3 以上の場合のアルゴリズムをどのようにするかなどの大きな課題も残されており、これらについては、今後の研究が望まれる。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 2 件）

- ① 増山 篤（2010）空間的連坦かつ最大限均質な部分地域への地域区分となるための必要条件，地理学評論，83，585-599、査読有
- ② 増山 篤（2009）都市計画およびその周

辺分野における地域区分方法，都市計画  
報告集，8，106-113、査読無

〔学会発表〕（計 2 件）

- ① 増山 篤（2012）等値線に基づく地域区  
分方法と他方法との比較，日本地理学会  
春季大会（於 首都大学東京，2012 年 3  
月 28 日）
- ② 増山 篤（2009）空間的連坦かつ最大限  
均質な部分地域への地域区分となるため  
の必要条件，日本地理学会秋季大会（於  
琉球大学，2009 年 10 月 25 日）

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

増山 篤 (MASUYAMA ATSUSHI)

弘前大学・人文学部・准教授

研究者番号：50322079

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし