

学 位 論 文 題 名

積雪気候値のメッシュ化と利用に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は、図56、表9、179ページからなる和文論文で、別に21編の参考文献が添えられている。本論文の構成は8章で、その要旨は次のとおりである。

我が国における気象観測地点は、約21 x 21kmに1点の割合である。しかし、農耕地ではより密な気象データの要望が強い。そのため「類似の地理的・地形的条件下では同じ気候値が分布する」との前提条件のもとに、積雪地帯の農耕地等について、気象観測地点のデータを使用して、積雪日数、最深積雪を約1km²のメッシュ単位で求める手法を開発した。さらに、開発したメッシュ気候値とオオムギ、果樹の特性から、北陸地方について雪害を回避し、安定した農業を行うための栽培適地のメッシュ図を開発した。

第1章は緒言で、既往の研究成果を踏まえて、本研究の目的を述べている。すなわち、メッシュ気候値や積雪に関する既往の研究を述べ、従来の気候の等値線図などでは農業利用に十分でないことを指摘した。そのため、約1km²単位で求めたメッシュ気候値が必要であり、また多雪地帯は農業生産や農作業に積雪が大きく影響することから、積雪気候値のメッシュ化が要望されていることについて論述した。

第2章は「積雪データに関する統計解析」である。北陸の積雪日数、最深積雪の観測データについて、統計的解析から変動特性を調べ、解析データの条件（年次、期間、観測地点）を明らかにして、再現期待値等を算出した。

積雪日数は変動係数が約20～50%、周期が35年前後であること、最深積雪では変動係数が約30～80%、周期が5～10年の間と20～30年の間にあることが判明した。また、全観測期間

の平均値に対するずれは、平均化期間10年で±20%前後、30～40年で±5%前後、60年で±3%以内となる。これより、代表性のある平均値や再現期待値の計算は、短期の気候変動の影響が除かれる、約2反復の周期を含んだ1911～1970年のデータを用いることが妥当であると認められた。このデータをもとに、5年、10年、20年に1回の確率で起こる積雪日数、最深積雪（再現期待値5年、10年、20年の値）を計算し、メッシュ化のためのモデル開発の基礎データとした。

第3章は「積雪日数のメッシュ化」である。北陸地方について、約1km²単位の積雪日数を計算した。すなわち、国土数値情報を用い地理的・地形的条件を16種類定義し、モデルの変数とする地理・地形因子を設定した。それぞれの値は、観測地点から東西、南北各約31x31km（31x31メッシュ）のほぼ正方形の面積ユニットを設け、国土数値情報を用いて計算した。これらの地理・地形因子を説明変数とした解析を行い、平均積雪日数、再現期待値5年、および再現期待値20年の3つのモデルを開発した。

モデルの推定値と観測値の差が±10%以内の地点は、58観測地点のうち平均積雪日数で43地点、再現期待値5年の積雪日数で47地点、再現期待値20年の積雪日数では51地点であった。したがって、本モデルによって農耕地の積雪日数を約1km²の実用的な単位で推定できることが確認された。

第4章は「最深積雪のメッシュ化」である。最深積雪の地理的・地形的特徴から、モデルの変数である地理・地形因子を13種類定義した。これより、平均最深積雪および再現期待値5年、10年、20年の最深積雪の4つのモデルを開発した。

モデルの推定誤差が±20%程度となる地点は、58観測地点のうち11～15地点あった。観測データが少なかった地区で誤差が大きい、各モデルの推定値と観測値との相関係数は0.93～0.94であり、農耕地の最深積雪を約1km²の実用的な単位で推定することができた。

第5章は「メッシュ気候図の開発」である。北陸地方の約25,000km²の地域を対象に、第3章と第4章で開発したモデルを用いて、積雪日数については平均値と再現期待値5年、最深

積雪については平均値、再現期値10年および再現期待値20年の計5種類の約1km²単位のメッシュ気候図を作成した。その結果、メッシュ気候図と従来の気候図とは良く一致しており、さらに従来の気候図では得られなかった詳細な局地分布と、確率的事象である再現期待値の気候値を示すことができた。これにより、全く新しい積雪情報を提供することが可能となった。これらのメッシュ気候図は、高度な専門的知識を必要とせず作成でき、合理的かつ高い精度で推定できる点で優れていると認められた。

第6章は「メッシュ気候図の利用」である。オオムギの収量と積雪日数、果樹の雪害と積雪深の関係を調べ、適地判定基準を示した。この基準から、メッシュ気候図を用いた平均積雪日数と再現期待値5年の約1km²単位でのオオムギの栽培適地を示した。栽培適地は、平均積雪日数下では平野の内陸部まで広く分布するが、再現期待値5年下では海岸などの一部に限定されることが判明した。この判定は、各地区の年毎の積雪日数の多少と収量の変動に一致している。このため、再現期待値5年の適地区分を利用することによって、積雪日数が5年に1度の割合で多く、オオムギの収量減が見込まれる地区にオオムギを導入・栽培することの決定、および積雪日数の短縮方法などの対策を判断することができる。

さらに、平均最深積雪に加え、再現期待値10年の最深積雪と再現期待値20年の最深積雪を併用し、棚栽培果樹の約1km²単位ごとの栽培適地を示した。再現期待値の併用によって、「最適地は、傾斜地を除き管理を適正に行うことで雪害をおおむね回避できる」、「適地は、約10年に1回の確率で起こる多雪年にはかなりの雪害が起こるため対策を講じる必要がある」、「可能地は、平年積雪以下の時には被害をほぼ回避できるが、降雪に応じて対策を必要とする年が多く、約10年に1回の確率で起こる大雪時には、棚上や樹体からの除雪あるいは積雪深を減ずるための手段を備えておくことが不可欠である」などを示すことができた。この栽培適地図から、石川・富山県における最適地は、石川県の西海岸と富山湾の海岸、適地は両県の平野から能登半島、可能地はその内陸部に分布

することが判明した。これらの地区は1～数集落単位で長期的な危険性の推定と、それに対する管理・対策方法の検討・選択が可能である。

以上の再現期待値を加えたメッシュ気候値による新しい栽培適地の評価方法は、農業生産現場で総合的、長期的な視点から気候立地や栽培管理の策定に際して、実用的な情報として利用できるものと認められた。

第7章は総括、第8章は結言である。

以上のように本研究は、農耕地等の積雪日数、最深積雪を約1km²のメッシュ単位で求める方法を開発し、北陸地方についてメッシュ気候図の作成、メッシュ気候値による実用的な栽培適地のメッシュ図、および新しい栽培適地の評価方法を確立した研究である。これらの成果は農業生産のための気候立地計画や栽培管理、積雪災害防止法の策定・実施などに実用的水準で利用できることを示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 堀 口 郁 夫

副 査 教 授 松 田 豊

副 査 教 授 長 澤 徹 明

学 位 論 文 題 名

・ 積雪気候値のメッシュ化と利用に関する研究

本論文は、図56、表9、179ページからなる和文論文で、別に21編の参考文献が添えられている。

我が国における気象観測地点は、約 $21 \times 21\text{km}$ に1点の割合である。しかし、農耕地ではより密な気象データの要望が強い。そのため「類似の地理的・地形的条件下では同じ気候値が分布する」との前提条件のもとに、積雪地帯の農耕地等について、気象観測地点のデータを使用して、積雪日数、最深積雪を約 1km^2 のメッシュ単位で求める手法を開発した。さらに、開発したメッシュ気候値とオオムギ、果樹の特性から、北陸地方について雪害を回避し、安定した農業を行うための栽培適地のメッシュ図を開発した。

第1章は緒言で、既往の研究成果と本論文の目的などを述べている。

第2章は「積雪データに関する統計解析」で、メッシュ解析のためのデータの属性を調べ、使用するデータを整理している。すなわち、北陸地方の積雪日数、最深積雪の観測データについて、統計的解析から大きい変動特性と周期性の存在を示し、これをもとにモデル化のための解析データの条件を設定した。その結果、短期の気候変動の影響が除かれる1911～1970年の58観測地点のデータを解析に使用することが妥当であるとした。このデータをもとに、5年、10年、20年に1回の確率で起こる積雪日数、最深積雪（再現期待値5年、10年、20年）の値を明らかにした。

第3章は「積雪日数のメッシュ化」で、北陸地方について約 1km^2 単位の積雪日数を推定するモデルを開発した。すなわち、国土数値情報を用い地理的・地形的条件を16種類定義し、モデルの変数である地理・地形因子を設定した。これを用いて、観測地点を中心とする東西、南北 各約 $31 \times 31\text{km}$ の地形総合データから平均積雪日数および再現期待値5年と20年の積雪日数を推定する3つのモデルを作成した。モデルの推定値と観測値の差が $\pm 10\%$ 以内の地点は、北陸地方の58観測地点のうち平均積雪日数で43地点、再現期待値5年で47地点、再現

期待値20年で51地点であり、約 1km^2 の実用的な単位で積雪日数が推定できることを確認した。

第4章は「最深積雪のメッシュ化」である。最深積雪の地理的・地形的特徴から、モデルの変数である地理・地形因子を13種類定義した。これを使用して、平均最深積雪および再現期待値5年、10年、20年の最深積雪の4つのモデルを開発した。観測データが少いために推定誤差が $\pm 20\%$ 程度となる地点もあったが、4つのモデルの推定値と観測値との相関係数は $0.93\sim 0.94$ で、各最深積雪を約 1km^2 単位で推定できることが確認された。

第5章は「メッシュ気候図の開発」である。北陸地方の約 $25,000\text{km}^2$ の地域を対象に、第3章と第4章で開発したモデルを用いて、積雪日数については平均値および再現期待値5年、最深積雪については平均値、再現期待値10年および再現期待値20年の約 1km^2 単位のメッシュ気候図を作成した。このメッシュ気候図と従来の気候図とは良く一致し、さらに従来の気候図では得られなかった詳細な局地分布と、確率的事象である再現期待値の気候値が明らかとなった。これらのメッシュ気候図は全く新しい積雪情報を提供するものであり、また新たな気象観測データや専門的な知識を必要とせず作成でき、高い精度で推定できる点で優れている。

第6章は「メッシュ気候図の利用」である。オオムギの収量と積雪日数および果樹の雪害と積雪深の関係を調べ、適地判定基準を設定した。この適地判定基準および平均積雪日数と再現期待値5年の積雪日数のメッシュ気候値から、約 1km^2 単位のオオムギ栽培適地のメッシュ図を作成した。また、平均最深積雪および再現期待値10年と再現期待値20年の最深積雪メッシュ気候値を併用して、棚栽培果樹の約 1km^2 単位ごとの栽培適地のメッシュ図を作成した。再現期待値のメッシュ気候図を利用することによって、1～数集落単位で長期的な雪害の推定と、それに対する管理・対策方法の検討・選択を可能にした。

以上のように本研究は、農耕地等の積雪日数、最深積雪を約 1km^2 のメッシュ単位で求める方法を開発し、北陸地方についてメッシュ気候図の作成、およびメッシュ気候値による実用的な栽培適地のメッシュ図や新しい栽培適地の評価方法を確立した研究である。この成果は、学術的ならびに実用的に高く評価される。よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者 山田一茂は、博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。