

氏 名 奥田 将己

学位（専攻分野） 博士（学術）

学位記番号 総研大甲第 1198 号

学位授与の日付 平成 20 年 9 月 30 日

学位授与の要件 複合科学研究科 統計科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 Statistical analysis of plant ecological and worm
ethological data · Some viewpoints of explanatory
variables in base models ·

論文審査委員 主 査 教授 田村 義保
教授 種村 正美
教授 尾形 良彦
助教 嶋谷 健一郎
准教授 伊村 智
教授 原 登志彦（北海道大学）

論文内容の要旨

This thesis gives some methods for evaluating statistical data via a model selection and shows some applications of the methods. Especially, plant ecological and worm ethological data with spatial information are treated. Characteristic problems arising in each data are shown through the data analysis of explanatory variables in base models.

Firstly, the problem of selecting topographical attribute as the explanatory variable is discussed through contingency table statistics. As an example, an analysis of observed data about relative altitudes and about distribution of moss is shown. In order to consider the relationship between topography and distribution of plants, data of altitude and mosses in study plots in continental Antarctica were collected by the present author when he had a chance to visit there. The altitude data was processed as an explanatory variable of model about the existence of moss. As one of the important topographical attributes that are calculated from altitude data, the relief from standard surface was adopted. Under the assumption that the probability of moss existence is proportional to the value of residuals from standard surface, the strength of relationship between topography and moss distribution was obtained by using 2×2 contingency table statistics. It suggested that a simpler standard surface had a better ability, than an adjusted standard surface, of determining topographical attribute which strongly related to the moss existence. Then, the standard surface estimated by robust methods presented in this paper had a little better ability than by a prevailing least-square method. Totally, the accurate regression methods were overfitting as a method of determining the standard surface.

Secondly, a modeling with spatial information is treated. The problem of selecting a model is discussed through linear models and linear mixed models. As examples, the analyses of the distribution of dwarf pine in mixed forest and of the moving track of nematode are shown. In the analysis of dwarf pine, data of forest study was collected in central Kamchatka by the research group in which the present author has participated. There, the size of stem diameter at the base of the lowest live branch of dwarf pine individuals and their distance from canopy trees were used for parameters of growth models. Consequently, as in many previous works of growth model about canopy trees, an adequateness of using the inverse of distance in competitive effect terms was shown. In the analysis of nematode, data collected by an automatic tracking system of the center of gravity about the individuals at an experiment of learning action to detestable odorant for nematode was used. The avoidance action of nematode from the odorant was explained by the factors involving time and coordinate. In the detestable odorant (2-nonanone) exposed condition, the selected linear model retained the term of distance with positive coefficient and did not

retain the term of time. On the other hand, the selected linear mixed models retained the terms of time with positive coefficient and the distance with negative coefficient in selected models about avoidance action. However, in the solvent (ethyl alcohol) exposed condition, different variable selection rules lead quite different results in linear mixed models and stable interpretation cannot be done. As a result of model selection, it is shown that the linear mixed models have substantially better reproduction ability of moving track than the other models.

In summary, by applying statistical methods and models presented in this thesis, it is shown that many significant results in ecology and ethology are derived which are useful and suggestive in respective scientific fields.

論文の審査結果の要旨

提出された学位申請論文は全 104 頁で 6 章からなり、英語で執筆されている。本研究の主たる目的は申請者が関与した植物生態学データや動物行動学データのそれぞれに対して、申請者が独自に考案したデータ指向の統計解析法を用いて、各々の現象に対する有用な結果を導くことである。第 2 章では第 3 章以降で用いる統計モデルの数式・記号が説明されている。第 3 章は、申請者が南極観測隊同行者として参加した際に行った蘚類群落のグリッド調査に対する統計解析を行ったもので、調査地標高データの回帰曲面に対する残差として微地形の凹凸を評価することによって、残差から定めた水準の上下と植生の有無とを 2×2 分割表にカテゴリー化し、残差水準を説明変数と見たときの調査地の微地形と蘚類群落の植生との関係を求めた。第 4 章では、申請者らがカムチャツカでの経年調査で得た低灌木のハイマツと林冠木（シラカンバ等）との混交林におけるデータに対する統計解析が行われ、林冠木の存在がハイマツの成長に与える影響を評価するため、ハイマツ幹直径の成長率に対する成長モデルにおいて林冠木個体－ハイマツ個体間距離のデータを取り入れた競合項の係数パラメータを推定することにより、林冠木からハイマツへの非対称な競合が検出されることが示されている。またハイマツの空間分布の特徴を L 関数で診断的に捉えている。第 5 章は、線虫個体の化学的忌避物質に対する回避行動の追跡データを扱っている。用いた統計モデルは第 4 章の成長モデルと同種の線形拡散モデルで、ここでは匂いからの縦方向の回避移動距離を時間および横方向の移動距離で説明するモデルとなっている。第 6 章は結論にあてられている。

本論文の第 3、4、5 章においてそれぞれ分割表モデル、成長モデルおよび拡散モデルを通して、申請者が自らデータ取得に関わった植物生態学データや、動物行動学データを実証的に統計解析して、それぞれの分野で有用な結果を導いている。第 3 章で分割表を用いて行った蘚類分布と微地形との関係の特徴抽出は、生態学分野で従来用いられてきた格子型データの解析方法では得られない独自性があると評価できる。第 4 章において、既存のモデルを修正することにより、樹種間の非対称的な競争の影響を検出することに成功したこと、第 5 章において、線形モデルと線形混合モデルを併用することによりデータの特徴を詳細に記述できるようにしたこと高く評価できる。なお、第 3、4 章の内容に関係した申請者を筆頭著者とする英文の査読付き論文 2 編が学術誌に公表済みである。

以上から、博士論文審査委員会は、申請者の学位請求論文が学位に十分値する水準にあると全員一致で判定した。