

なり⁶⁾、従来より遙かに良い精度を持つ近似式の導出が現実的になってきた。展開に必要な計算式は、すでにライブラリとしてまとめられ⁷⁾、ただちに、使用可能な態勢になっている。

なお数式処理システムの確率分布に関する応用としては、漸近展開による近似式の導出の他に、厳密な分布関数値の計算式を求めることも行われている⁸⁾。

- 1) Niki & Konishi: Higher order asymptotic expansions for the distribution of the sample correlation coefficient, *Commun. Statist. -Simula. Computa.*, **13**, (1984)
- 2) Konishi, Niki & Gupta: Asymptotic expansions for the distribution of linear combination of independent noncentral chi-square variables, *Tech. Rep. 85-22, Dept. Math. & Statist., Bowling Green Univ.* (1985)
- 3) 仁木: 確率分布漸近展開の数式処理, *数学*, **38-1** (1986)
- 4) 仁木: 統計への応用, bit 別冊計算機による数式処理のすすめ, 共立出版 (1986)
- 5) Niki: Symbolic computations in distribution theory of multivariate statistics (to appear)
- 6) Niki & Konishi: Effects of transformations for higher order asymptotic expansions, *AIMS*, **38** (1986).
- 7) Niki: Formulae in higher order asymptotic expansions for distributions of statistics (to appear)
- 8) 安芸, 数式処理の多変量解析への応用, 数式処理通信, Vol. **2**, No. 4 (1985)

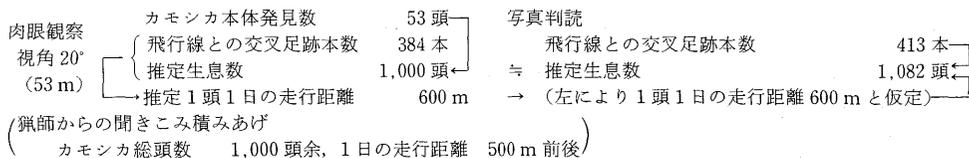
大面積のウサギ, キツネ, カモンカの生息数推定法

林 文

動物の個体数推定には種々の方法があるが、最も信頼のおける足跡法についての二つの研究とその他の方法についてのべる。

1. ヘリコプターによる広域面積調査に基づき、北海道署寒別地区 54,000 ha におけるノウサギ・キツネの関係性を求めた(1985年2月調査)。足跡観察(写真判読)からビュッフオンの針のモデルで推定、ウサギは1頭1日の平均走行距離を1.5 km として1 ha 当り生息密度 0.040 頭となる。キツネの走行距離をウサギの2倍と仮定すれば(データ取集中)、生息数はウサギ1に対しキツネ 0.34 頭と推定される。野幌地区 1,500 ha については前崎武一(北海道庁)の INTGEP 方式による研究(1985.11 野兎研究会にて発表)がある。

2. カモンカについてはウサギ方式により新潟県朝日村 26,000 ha に対しての結果が得られている(1985年2月調査)。



3. クマについての秋田県, 新潟県の地区抽出・観察に基づく調査方法

山の稜線を区分線とする調査区画 400~500 ha ずつを作成し(前年度以前の秋田県における調査では1区画 900 ha の方形区切であったため推定が困難であった)、調査区画を抽出、日を変えた3回の観察調査から発見確率を計算し、これを用いて観察頭数から生息数を推定した。同じ区画に対し頭数確認のためのクマ狩りを行い、結果を比較し、観察のみでの推定が実証された。

4. カモシカの被害調査と個体除去に基づく生息数推定方法

食害面積は採食量に比例することから、ヒノキの植林面積と被害面積及び有害鳥獣駆除による除去数をはっきりしている飯田では、生息数の推定ができる。今年で3年間の経年データがそろい、推定が可能となる。この結果を本年度のヘリコプター調査の結果と突きあわせ検討する。

統計教育・情報センター

KURTOSIS をめぐって

鈴 木 義 一 郎

kurtosis κ は4次のモーメントを分散の2乗で割った値である。正規分布の κ は3, $\kappa > 3$ の分布曲線は leptokurtic (正規曲線よりモードが尖っている), 反対に $\kappa < 3$ の曲線は platykurtic (モードが平ら) と呼ばれている。このように誤った認識が根深く残っているのは、多くの教科書に kurtosis とは尖度 (peakedness) を表す尺度とか、裾の長さ (long-tailedness) を示すもの、といった表現がなされている為と考えられる。Dayson, F.J. (J.R.S.S. '43) は、 κ の値が3以下なのに $|x|$ が大きい部分と0に近いところで、標準正規より大きな分布曲線を与えている。また Kaplansky, I. (J.A.S.A. '45) は、 κ の値が3より大きなものと小さなもの、また平均値のところで正規曲線より上にあるものと下にあるものとの4組の分布曲線を例示した。Darlington, R.B. (Amer. Stat. '70) は、離散分布(3点分布)の場合の kurtosis の性質を調べ、bimodality の度合いを示す尺度であることを指摘した。彼はまた、平均から対称の位置に1組の観測値を加えたときに、もとの分布の kurtosis の変化の様子も調べた。

確率変数 X の分散と kurtosis を σ^2, κ , Y のそれらを σ_0^2, κ_0 とすると、 $Z = X + Y$ の kurtosis は $\kappa' = (\sigma^4 \kappa + 6\sigma^2 \sigma_0^2 + \sigma_0^4 \kappa_0) / (\sigma^2 + \sigma_0^2)^2$ と与えられ、次のような結論が得られる。

- i) $\kappa > 3, \kappa_0 \leq \kappa$ ならば $\kappa' < \kappa$ さらに $\kappa \leq 3, \kappa_0 \geq \kappa$ ならば $\kappa' \geq \kappa$
- ii) $\kappa > 3, \kappa_0 > \kappa$ ならば $\sigma_0^2 / 2\sigma^2 > (\kappa - 3) / (\kappa_0 - \kappa)$ i.i.f. $\kappa' \geq \kappa$
- iii) $\kappa \leq 3, \kappa_0 < \kappa$ ならば $\sigma_0^2 / 2\sigma^2 \leq (\kappa - 3) / (\kappa - \kappa_0)$ i.i.f. $\kappa' \geq \kappa$

また、 f_1 の平均、分散、kurtosis をそれぞれ $\mu_1, \sigma^2, \kappa_1$, f_2 のそれらを $\mu_2, (\rho\sigma)^2, \kappa_2$ とするとき、混合分布 $\alpha f_1 + (1-\alpha)f_2$ の kurtosis κ は、 $\delta \rightarrow 0$ とすると

$$(\alpha \kappa_1 + (1-\alpha) \rho^4 \kappa_2) / (\alpha + (1-\alpha) \rho^2)^2$$

の値に近づく。また $\delta \rightarrow \infty$ とすると κ の値は

$$(\alpha^3 + (1-\alpha)^3) / \alpha(1-\alpha) = 1/\alpha(1-\alpha) - 3$$

に近づき、 $\alpha = 1/2$ のとき最小値1となる。 δ の値を大きくすれば、混合分布は典型的な bimodal 分布、 κ はやはり bimodal に対する unimodality の尺度と解釈できる。

一般に、 $2b$ 次のモーメントを b 次のモーメントの2乗で割った値 $\kappa(b)$ のクラスについても、ほぼ同様の性質を有することが確かめられる。