

## 対称性をもつ統計量のモーメントを求めるアルゴリズム

仁木直人

良く用いられる統計量の多くは観測値の対称関数(観測値  $x_1, \dots, x_n$  の全てを陽に含み,  $x$  のどの2つの値の交換にも影響を受けない関数)として書け, その中でも観測値の「べき和」 $s_p = \sum x_i^p$  の代数関数で書けるものが殆どを占める. これらの統計量の分布のモーメントは  $s_p$  の代数関数の期待値として表現される.

対称式を取扱う際には, augmented symmetric function (ASF)

$$[p_1^{q_1} p_2^{q_2} \dots p_s^{q_s}] = \sum x_1^{p_1} \dots x_k^{p_k} x_{l_1}^{p_1} \dots x_{l_2}^{p_2} \dots x_{v_1}^{p_1} \dots x_{v_s}^{p_s}$$

を定義しておくことと便利である. 和はこの形を持つ全ての単項式にわたるものとする(添字を入れ替えてできる  $x_1 x_2^2 x_3^3$  と  $x_1 x_3^2 x_2^2$  などとを区別し, 重複して数える). ASF の期待値は,  $k = q_1 + q_2 + \dots + q_s$  として,

$$E [p_1^{q_1} p_2^{q_2} \dots p_s^{q_s}] = n(n-1) \dots (n-k+1) (\mu'_{p_1})^{q_1} (\mu'_{p_2})^{q_2} \dots (\mu'_{p_s})^{q_s}$$

と原点周りの母集団モーメント  $\mu'_r$  ときれいに対応しているので, べき和  $s_p$  を含んだ式を ASF で書くことができれば, 多くの統計量分布のモーメント(またはその展開形)を母集団モーメントで表現可能となる.

このための単位演算である「べき和  $s_r$  の積を ASF の式で表わす操作」を実行する Lisp プログラム群および数式処理システム REDUCE とのインタフェースを開発した.

アルゴリズム: べき和  $s_p = [p]$  と ASF の積が

$$[p] [p_1^{q_1} p_2^{q_2} \dots p_s^{q_s}] = [p p_1^{q_1} p_2^{q_2} \dots p_s^{q_s}] + q_1 [p + p_1 p_1^{q_1-1} p_2^{q_2} \dots p_s^{q_s}] + \dots + q_s [p + p_s p_1^{q_1} p_2^{q_2} \dots p_s^{q_s-1}]$$

となることは容易に確かめられる(ただし, 「べき」部が0になった場合にはその要素を取り除き,  $p, p + p_1, \dots, p + p_s$  が  $p_1, \dots, p_s$  のどれかに一致した場合にはその「べき」に1を足す)ので, この式を繰り返して用いることによりべき和の積を ASF の荷重和で書くことができる.

## 参 考 文 献

## 方法に関する説明

仁木直人(1986). 対称式の計算パッケージ, 数式処理通信, 4巻2号.

仁木直人(1987). 対称式の計算と統計への応用, 数式処理通信, 4巻3号.

## 標本変動係数の分布への応用

Niki, N. and Konishi, S. (1986). Distributions of the coefficient of variation for nonnormal population, 第2回日中統計シンポジウム報告集, 九州大学.

## 大型哺乳動物の生息個体数推定

林 文

動物の生息個体数を推定する方法として種々の方法があり, 動物によってそれぞれに適した方法が考えられてきた. ノウサギについては, 雪上の足跡による推定法が確立されている. 北海道のキタキツネもほぼ同様の方法で足跡延長の測定が可能であるが, 一頭一日の行動距離がまだはっきりしておらず, 現在, 色素首輪による追跡調査を行ってデータを集めている. カモシカについてもヘリコプターによる

足跡調査による推定法が確実なものになりつつある。

長野県下伊那と木曾では、特にカモシカのヒノキ造林への食害が問題となっており、毎年被害面積が報告されている。また、昭和54年から毎年許可頭数内での捕獲がなされている。この捕獲による除去数と被害面積の変化により生息数を推定する方法が考えられた。基本的には、被害面積  $S_t = aN_t$  ( $t$  は年度) の関係にあるという仮定に基づく。自然状態での増減率  $a$  を考え、除去数を  $M_t$  とすると  $N_{t+1} = N_t(1+a) - M_t$  である。2年の比をとれば  $a$  は消去され、3年間のデータを用いれば  $N_t$  と  $a$  が求められる。しかし、下伊那の昭和57, 58, 59, 60年度のデータにあてはめてみたところ、その後の捕獲数を考えると非現実的な解となった。問題は被害面積にあり、昭和59年まで年々激減している。報告が補助金を目的としたものであるため前年度と重複した被害がとられていないこと、防護柵の設置が進んだこと等が考えられ、この点も考慮に入れた被害量の補正を試み、また、利害関係の少ない営林署管内のデータを用いた推定も試み、検討している。

クマの生息数推定は昭和59, 60, 61年度新潟県の調査を指導する形で研究された。クマ狩りによって得られる頭数だけでなく、今後観察調査だけで生息数の推定ができるように計画された。一調査単位となる区画を、観察によってクマを発見しやすいよう尾根線で区切った（一区画約500~700ha程度となった）。メッシュ切りの区画では地形が無視され、観察やクマ狩りが全域に及ばない等の不都合が生じる。この区画からランダムに調査区画を抽出し、3回の観察調査の後クマ狩りが行われた。観察による発見頭数とクマ狩りによる確認頭数から、発見確率は3年度とも約0.6と一定した値が得られた。これを用いて観察調査による発見頭数のみで生息数の推定が可能となる。

これらの研究は昭和57, 59, 61年度臨時事業費、昭和60, 61年度統計数理研究所共同研究(60-共研-43, 61-共研-48)による。

## 統計解析ソフトウェア運用システムについて

田村 義保

ソフトウェア開発室で、現在行っているプロジェクトについて発表した。

計算機で統計解析を行う時、優れた解析プログラムが必要であることは言うまでもないことであるが、そのプログラムがどれだけ使い易いかも重要になってくる。マイクロコンピュータ用のソフトウェアの中には、ユーザインターフェースの良いものもあるようだが、大型計算機用のソフトウェアは市販されているものも含めて、ユーザにかなりの負担をかけるような形になっている。すなわち、JCLというやっかいなものを常に意識し、書いていかねばならない。これは、普通のユーザには、かなりの苦痛であり、計算機嫌いを生む原因になっているものと思われる。

そこで、大型計算機用に当研究所で開発された最新の統計解析用ソフトウェアを使い易い形にまとめ、システム化することを目指して、本プロジェクトが立案された。プロジェクトのメンバーは、大隅昇氏、石黒真木夫氏、中村隆氏、桂康一氏と田村の5名である。システムの構成の最上位部のみを図示すると、下図のようになる。

詳しい内容については、発表の時に説明した。システムの名称は、仮称であるが、統計解析ソフトウェア運用システム (Statistical Software Manager:  $\sigma^2/\mu$ -ism) である。