

変化, と加えて R 高振幅に与える数量がリスクとして高くなっていった。

なお, 本研究に関しては第 48 回日本公衆衛生学会 (筑波, 1989.10) で, 「循環器集団検診における疾病危険因子の時代変化に関する研究」を成人保健分科会のミニシンポジウムで報告, 数量化Ⅲ類分析による質的データ構造を比較・探索する有用性について論議した。

## 年齢組成データのコウホート分析

中 村 隆

水産資源解析学の分野では, 漁獲の時系列的年齢組成データを対象とする「(マルチ)コホート解析」と呼ばれる方法が知られている。この方法では, 年齢別選択性  $q_a$  あるいは年齢依存自然死亡係数  $M_a$  (年齢効果), 漁獲強度  $f_t$  (時代効果), 資源加入量  $R_y$  (コウホート効果)などを分離することが目的となる(添字  $a, t, y$  はそれぞれ年齢, 調査時点, 年級 (コウホート) に対応する)。ただし, いくつかのパラメータを事前に設定する必要があったり, パラメータの識別問題や非線形問題になるなどの困難点を抱えている。ここでは, 対象を南氷洋ミンク鯨の調査捕獲データに限定したベイズ型モデルについて報告し, 識別問題を克服するための 1 方法を示した。

調査捕獲からは資源量  $\{N_{at}\}$  を反映する次のような 2 種類のデータ, すなわち年齢組成推定値  $\{P_{at}\}$  と資源量推定値  $\{A_t\}$  が得られる。

$$\log P_{at} = \log N_{at}/N_t + \varepsilon_{at}, \quad \log A_t = \log \alpha N_t + \xi_t, \quad N_t = \sum_a N_{at}.$$

ここで,  $\varepsilon_{at}, \xi_t$  は適当な観測誤差項であり,  $\alpha$  はバイアス要因である。

一方, 次のような資源動態方程式を想定し, 捕獲頭数  $\{C_{at}\}$  の影響を無視すれば,

$$N_{at} = (N_{a-1,t-1} - C_{a-1,t-1}) \exp\{-M_{a-1}\} \approx R_{t-1+A} \exp\left\{-\sum_{i=1}^{a-1} M_i\right\}$$

と近似できる。これを, 上の 2 つの観測方程式を合わせたものに用いれば,

$$\log A_t P_{at} \approx \log \alpha + \xi_t + \log R_y - \sum_{i=1}^{a-1} M_i + \varepsilon_{at}$$

というコウホートモデルが得られる。

事前分布として,  $\xi_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\xi^2)$ ,  $\Delta^l(\log R_y) \sim \mathcal{N}(0, \sigma_c^2)$ ,  $\Delta^l(M_a) \sim \mathcal{N}(0, \sigma_a^2)$ などを設定すれば, ベイズ型モデルを構成することができる。超パラメータ  $\sigma_a^2, \sigma_\xi^2, \sigma_c^2$  や階差の次数  $l$  および  $l'$  の選択規準としては ABIC (赤池のベイズ型情報量規準) を用いる。

## 参 考 文 献

- Nakamura, T., Ohnishi, S. and Matsumiya, Y. (1989a). A Bayesian cohort model for catch-at-age data obtained from research takes of whales, *Rep. int. Whal. Commn.*, **39**, 375-382.  
 Nakamura, T., Ohnishi, S. and Matsumiya, Y. (1989b). Modification of the Bayesian cohort model for catch-at-age data obtained from research takes of whales, Research Memo., No. 372, The Institute of Statistical Mathematics.

## 中心化ニュートン法の適用例

上 田 澄 江

非対称な線形計画問題について考える。