

寄生虫群集組成調査のための2段階推定法

大久保 祐作 モデリング研究系 特任研究員

【背景】

- 衛生動物学: 人間や家畜の衛生と病気の媒介に関与する動物の生理生態を研究する領域
 - 衛生環境の整備や、病気の防除を通じて社会的・経済的貢献
- 特に野外の小型哺乳類に付着する寄生虫の数は最も基本的な情報で、いくつかの観測方法が提案されている

- 剃毛調査**: 動物の体毛を全て剃り落とし、表面に付着する**全ての**寄生虫を分類・カウントする方法
⇒ 正確だが非常に高コスト: 特別な訓練を受けた人が行っても1個体に数日を要する
- 櫛サンプリング**: 捕獲した小型動物の体表を一定時間 (例: 5-10分) 櫛で漉し、時間内で捕獲できた寄生虫を記録する
⇒ 以下の理由で**個体数が過小評価**される
 - 全数調査になっていない (a)
 - 櫛で体表を漉すときに潰されてしまう寄生虫個体が多い (b)

- 目的: 2種類の過小評価 (a, b) を識別して定量的に評価し、補正された個体数推定をする

【想定場面】

- 実験的に調査対象個体を2群に分けて寄生虫のカウントを行う
- 群1. 剃毛調査で個体数 ($y_{control}$) を記録
- 群2. 櫛サンプリングで記録 ($y_{obs_limited}$) してから剃毛調査を行い、総発見個体数 (y_{obs_total}) を記録
 - 定義: 群2で (b) の欠損なければ、剃毛であと何個体捕獲できたかを y_{missed} , $y_{missed} + y_{obs_total} = y_{true_total}$ とする

【手法】

第一段階: (b)で生じる欠損確率(p_b)を、 $y_{control}$ と y_{total_obs} の同時分布モデルで推定

$$y_{control} \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

$$y_{true_total} \sim \text{Poisson}(\lambda), \quad y_{obs_total} \sim \text{Binomial}(y_{true_total}, p_b)$$

⇒ 仮に(b)がなければあと何個体捕獲できたか (y_{missed} の事後分布)を推定できる

第二段階: 事後予測欠損量 y_{missed} で補正しながら、(a)で生じる欠損確率 p_a を推定

$$y_{obs_limited} \sim \text{Binomial}(y_{total} + y_{missed}, p_a)$$

【今後の展開】

- 実データへの適用
- 予測欠損量の推定に対するモデル選択法の確立
 - AIC型規準に代表される予測分布の“総合評価”ではなく、共変量を変化させた時の裾の変化に対する損失
- 調査コストのバランス設計への応用
 - 高コストな剃毛調査と簡便な櫛サンプリングを組み合わせれば、費用あたりの推定精度を最大化できる方法が確立できる?

【謝辞】

本内容は、麻布大学の片平浩考講師と共同研究で行われた。