

森林資源管理問題への数理モデルの応用

吉本 敦

数理・推論研究系 教授

共同研究者: 木島真志 (琉球大学)

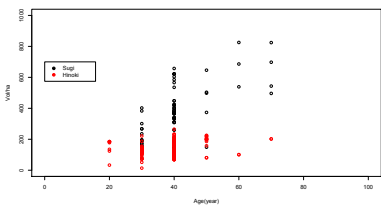
■ 不十分なデータ環境における森林経営計画

背景

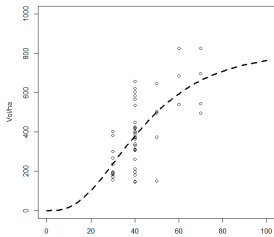
森林経営計画の作成には、森林の生長予測が不可欠である。しかし、木材積量を予測するに当たって、必ずしも、十分なデータが整備・蓄積されているとは限らない。例えば、地域の森林組合が管理・把握している森林資源量のデータ(森林簿)には、樹種・樹齢・林地面積、現在の蓄積量等のデータが含まれるが、時系列で長期にわたり、蓄積量のデータを収集することは困難である。

本研究では、上記の森林簿を活用し、蓄積量の1時点の点データをもとに、ベイズ法を用いて、木材積生長量を予測する方法を提案する。そして、実際に韓国ジェジュ島の森林簿データおよびGISデータを活用して、森林伐採計画最適化モデルを構築し、10期間の最適森林伐採計画を探索する。

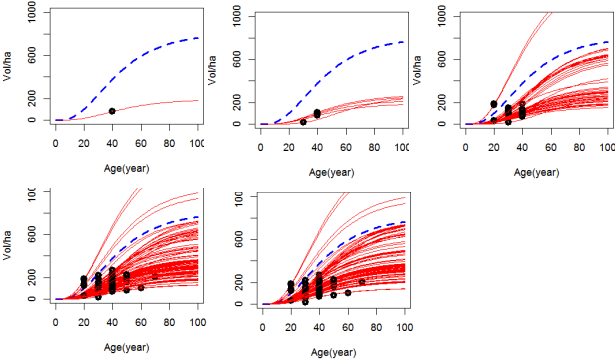
Step 1: 樹種によりデータをクラス分けする



Step 2: 事前情報として生長曲線を推定



Step 3: Recursive Approach による事前情報の更新



最適化モデルの定式化

$$\text{Max PNV} \quad Z = \max_X \text{tr}(C'X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^T c_{i,j} \cdot x_{i,j}$$

st.

$$X1_n = 1_m$$

$$(1-\alpha)\text{tr}(V_{p-1}'X) \leq \text{tr}(V_p'X) \leq (1+\alpha)\text{tr}(V_{p-1}'X), \quad p=2,3,\dots,T$$

Land Accounting Constraints

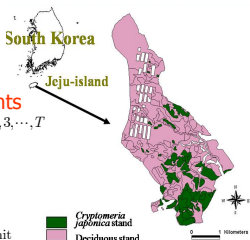
Harvest Flow Constraints

$$[\bar{A} + \text{diag}(\bar{A} \cdot 1_m)] \cdot \text{vec}(X) \leq \bar{A} \cdot 1_m$$

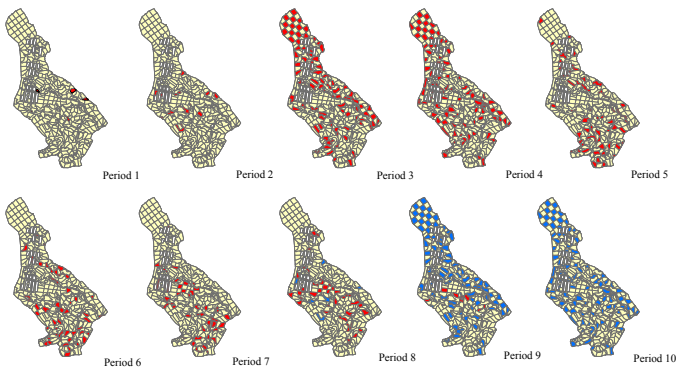
Adjacency Constraints

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{if } j\text{-th treatment is implemented for the } i\text{-th unit} \\ 0 & \text{if not} \end{cases}$$

研究対象地



最適化モデルによる最適伐採計画



■ 野生動物の生息地保全と森林資源の利用

背景

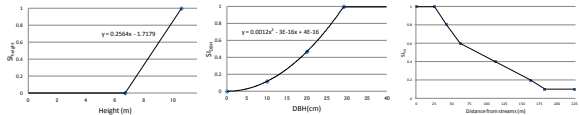
木材・パルプ等の利用に伴う森林伐採は、森林に生息する野生動物の生息地の質に影響を及ぼす。森林資源の利用と野生動物生息地保全の両立を図るためには、伐採など管理が生息地へ及ぼす影響を定量的に把握する必要がある。

本研究では、森林伐採計画問題のフレームワークを用いて、伐採の生息地の質を定量的に評価できる最適化モデルを開発し、実際の森林資源データを用いて、沖縄本島北部の森林地帯に生息する絶滅危惧種であるヤンバルクイナ (*Gallirallus okinawae*) を対象に、最適化システムの構築を試みる。

野生動物の生息地評価モデル: HSIモデル

Step 1: 生息地の質に影響を及ぼすと考えられる環境要因の抽出

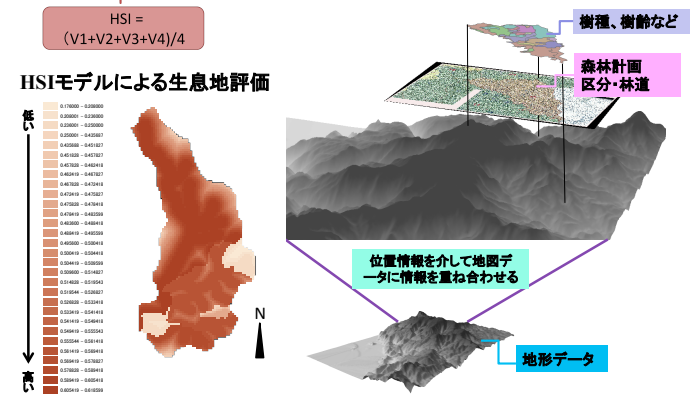
Step 2: 各環境要因と生息地の質の関係をモデル化 (SIモデル構築)



Step 3: SIモデルを統合してHSIモデルを構築

$$HSI = \frac{SI_{height}(V1) + SI_{distance}(V3) + SI_{sloping}(V4)}{4}$$

地理情報システム(GIS)によるデータの統合



最適化モデルの定式化

$$Z = \max_X \text{tr}(V'X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^T v_{i,j} \cdot x_{i,j}$$

st.

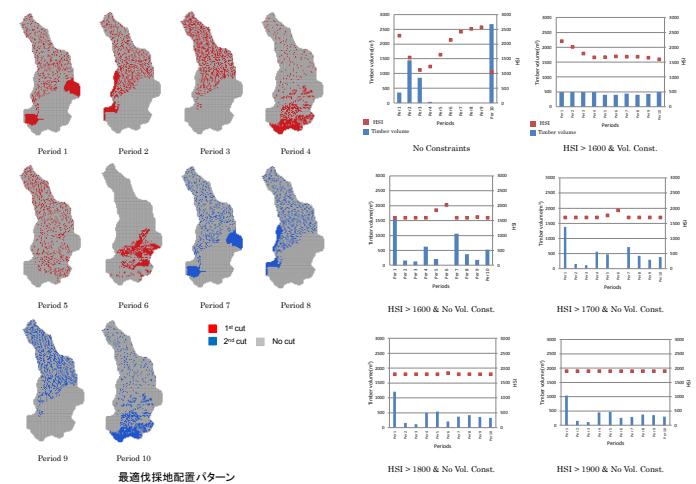
$$X1_n = 1_m$$

$$(1-\alpha)\text{tr}(V_{p-1}'X) \leq \text{tr}(V_p'X) \leq (1+\alpha)\text{tr}(V_{p-1}'X), \quad p=2,\dots,T$$

$$\text{tr}(S_{p-1}'X) \geq HSI, \quad p=2,\dots,T$$

伐採量一定の制約
生息地の質の制約

最適化モデルによる最適伐採計画



異なる制約条件下の伐採量とHSI値