

## 口蹄疫の格子モデル（レビュー）

佐藤一憲（静岡大学工学部）

口蹄疫は世界中で恐れられている家畜の感染症である。イギリスでは、2001年のアウトブレイクを最後に口蹄疫の被害は出ていないが、ボツワナのように最近でも頻繁にアウトブレイクが起こっている国もある。

これまでに、口蹄疫の数理モデルが調べられてきたが、病気が空間上を徐々に広がっていく効果を調べたものはあまり多くない。ここで紹介する Ringa & Bauch (2014) は格子空間上で次のようなモデルを考えた：

$$\begin{aligned}\frac{d\rho_S}{dt} &= -\tau\rho_{SI} - \psi_r\rho_{SI} - \psi_p\rho_S + \omega\rho_R + \theta\rho_V \\ \frac{d\rho_E}{dt} &= \tau\rho_{SI} - \nu\rho_E - \psi_r\rho_{EI} \\ \frac{d\rho_I}{dt} &= \nu\rho_E - \sigma\rho_I \\ \frac{d\rho_R}{dt} &= \sigma\rho_I - \omega\rho_R \\ \frac{d\rho_V}{dt} &= \psi_r(\rho_{SI} + \rho_{EI}) + \psi_p\rho_S - \theta\rho_V\end{aligned}$$

ただし、 $S, E, I, R, V$  は、牛を飼っている農場の状態が、それぞれ、未感染、潜伏期、感染、免疫、ワクチン接種済みであることを表していて、 $\rho_\alpha$  ( $\alpha \in \{S, E, I, R, V\}$ ) は、 $\alpha$  という状態にある農場の割合を表す（したがって、 $\rho_S + \rho_E + \rho_I + \rho_R + \rho_V = 1$ ）。また、 $\rho_{\alpha\beta}$  ( $\alpha, \beta \in \{S, E, I, R, V\}$ ) は、空間的に隣り合った農場のペアが、 $\alpha$  と  $\beta$  である割合を表す（ $\sum_{\alpha, \beta \in \{S, E, I, R, V\}} \rho_{\alpha\beta} = 1$ ）。 $\tau$  は未感染が感染して潜伏期に入る率、 $\nu$  は潜伏期から感染状態への推移率、 $\sigma$  は感染から回復して免疫を獲得する率、 $\omega$  は免疫がなくなって未感染に戻る率、 $\psi_r$  は包囲ワクチン接種率、 $\psi_p$  は予防ワクチン接種率、 $\theta$  はワクチン効果の消失率を表す。

このモデルを用いて、病気の再導入や自然免疫および2種類のワクチン免疫の消失が、繰り返し生じる口蹄疫のアウトブレイクに対して、どの程度の影響を与えているのかが調べられている。

### 【参考文献】

Ringa N, Bauch CT (2014) Dynamics and control of foot-and-mouth disease in endemic countries: A pair approximation model. *J theor Biol* 357: 150-159