

氏 名	ARRIVAL RINCE PUTRI		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	学 術		
学位授与番号	博甲第 5 6 1 8 号		
学位授与の日付	平成 2 9 年 9 月 2 9 日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文の題目	Analytical Study and Numerical Simulation of One Dimensional Bird Flu Propagation within a Poultry Farm (養鶏場における一次元鳥インフルエンザ伝播に関する解析的研究および数値シミュレーション)		
論文審査委員	教授 渡辺 雅二	教授 梶原 毅	教授 国枝 哲夫
	准教授 揖斐 隆之		
学位論文内容の概要			
<p>In this thesis, bird flu transmission within a poultry farm is formulated mathematically. First, mathematical model for bird flu transmission within a poultry farm is described. The model is nonlinear system of ordinary differential equations. Furthermore, it is important to take a spatial effect of virus concentration in a medium into consideration. The model was reformulated with spatial effect of spatial diffusion. That model is nonlinear system of partial differential equations. A transmission process is represented in terms of a traveling wave solutions. Existence of traveling wave solutions in a singular limit was established by a center manifold reduction. Existence of traveling wave solutions depends on the capacity of the farm, the removal rate of infected birds, and the infection rate. Analytical results were confirmed by numerical results. Numerical results were obtained by MATLAB Program. Solutions of nonlinear system of partial differential equations with homogeneous Neumann boundary conditions and some initial conditions were investigated. Numerical results have shown that transmission process is expressive in terms of a progressive wave. Theoretically, those waves exist for a small removal rate.</p> <p>This thesis is organized into five main chapters. Chapter 1 presents the introduction of the thesis. This consists of the background, statement of the problem, approach, and outline of the thesis. Chapter 2 contains results from literature review, which focuses on briefly work done by other researcher on the topic. This chapter consists of introductory theory of bird flu and its transmission processes that include previous studies on mathematical model related to bird flu infection, in particular mathematical models of bird flu outbreak within a poultry farm, nonlinear diffusion equations, and their traveling wave solutions. Chapter 3 focuses on analysis of bird flu transmission process within a poultry farm. This chapter consists of: 1) nonlinear system of ordinary differential equations, local and global stability of stationary points, 2) nonlinear system of partial differential equations, that are formulated as mathematical model with spatial virus diffusion. Results of this section include stability of constant solutions, traveling wave solutions of host virus model, and solutions in a singular limit. Chapter 4 introduces numerical results. Finally, conclusions and prospect for future research are presented in Chapter 5.</p>			

論文審査結果の要旨

本研究では、養鶏場における鳥インフルエンザの感染プロセスの数理的解析および数値シミュレーションが行われた。そのために、養鶏場における鳥インフルエンザ感染プロセスを定式化した数理モデルに関して、文献調査を含めた考察がなされた。また、鳥インフルエンザウィルスの媒体を通じた感染プロセスを考慮し、ウィルス濃度の空間的拡散が導入された非線形偏微分方程式系の解析がなされた。特に、変数変換と中心多様体への縮約によって、進行波解の存在が特定のパラメータ値の範囲に対し解析的に立証された。また未感染状態とエンデミック状態に対応する二つの定数解の安定性は、養鶏場の局所的許容量、感染率、感染個体の除去率に依存し、未感染状態に対応する定数解が不安定であるとき、エンデミック状態に対応する定数解は漸近安定となり、このとき進行波解が存在することが示された。また、この解析結果は、ある特定のパラメータの値に対し、数値シミュレーションにより確認された。本研究では、数理的解析と数値シミュレーションにより、養鶏場における感染プロセスは非線形偏微分方程式系の進行波解によって表されることが示された。更に、養鶏場内でこのような感染が生じないような安定な未感染状態を維持するには、感染個体の除去は必須であり、またワクチン接種により感染率を減少させることが重要であることが示された。

これまで鳥インフルエンザの家禽からヒトへの感染例は記録されているが、ヒトからヒトへの感染は現時点では確認されてはいない。しかし、養鶏場でのアウトブレイクの頻発により、ヒトへの感受性を持つような鳥インフルエンザウィルスの変異が促進されることが危惧される。養鶏場における鳥インフルエンザ感染に関する本研究は、鳥インフルエンザのヒトへの感受性を未然防止するために有効な対策の確立に貢献することが期待され、その充実した内容から環境生命科学研究科の博士の学位（学術）に相応しいものである。