

THEORETICAL STUDY OF HETEROGENEOUS FACTORS IN EPIDEMIOLOGICAL MODELS

大森, 亮介
九州大学大学院システム生命科学府

<https://doi.org/10.15017/21711>

出版情報：九州大学, 2011, 博士（理学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

氏 名：大森亮介

論 文 題 目： THEORETICAL STUDY ON HETEROGENEOUS FACTORS IN
EPIDEMIOLOGICAL MODELS

(疫学モデルにおける不均一要素の理論研究)

区 分：甲

論 文 内 容 の 要 旨

理論疫学とは感染症の流行ダイナミクスを理論的に解析する学問であり、感染症流行抑制に非常に重要である。理論疫学において感染症の流行ダイナミクスは SIR モデルと呼ばれる数理モデルが使われる事が多いが、SIR モデルの基本式は実際の感染症の解析に使えない事が多い。その理由として、不均一性があげられる。不均一性の例として、病原体の抗原性の進化、感染率の季節変動性、感受性を持つ宿主の年齢、宿主体内での病原体の増殖ダイナミクス、宿主の接触ネットワークが挙げられる。本論文では、この中で特に、病原体の抗原性の進化、感染率の季節変動性、宿主体内での病原体の増殖ダイナミクスに注目し、これらを SIR モデルに適用し解析した。以下に各題目の要旨を記す。

第一章：季節性インフルエンザにおける系統の共存条件

インフルエンザ A 型に見られる様な抗原性の進化において宿主免疫の交叉反応は重要な要因であり、数理モデルにより、抗原型の分岐には宿主免疫の交叉反応と一般免疫の両方が重要である事が既に明らかになっている。本章では、新系統の誕生時期と既に存在している系統との共存との関係性について解析し、新系統の誕生時期が重複した年に新しいクレードは誕生しやすく、流行シーズンの初期に誕生した新系統が流行を引き起こすという知見を得るに至った。

第二章：季節性インフルエンザの新系統誕生時期

インフルエンザウイルスの新系統予測は流行抑制の為に最も必要とされるが、進化動態の複雑さから困難を極める。本章では、インフルエンザウイルスの進化動態モデルを構築し、新系統の誕生時期、流行ピーク時期、流行期間について解析した。結果、新系統は流行シーズン初期に誕生し、誕生から一年以上経過した時期に流行ピークを迎える事が分かった。特に後者の発見は、将来流行する新系統が既に宿主集団に存在する事を意味し、新系統の予測可能性が示唆された。

第三章：コイヘルペスにおける感染症流行の季節性の理論的解析

コイヘルペスウイルスはコイに感染する非常に毒性の高いウイルスであり、流行に季節性を持つ事が知られている。この流行の季節性により、過去に水温を人工的に変化させ流行を制御するという試みが行われた。本章では数理モデルによりコイヘルペスの流行の季節性を解析し、水温を人工的に変化させた時の効果について評価した。その結果コイヘルペスは秋に流行が始まると宿主の死亡個体が少なくなる事が分かった。水温を人工的に変化させる療法については、感染個体が最大になる時に開始し秋に終わると効果が最大になる事が分かった。しかし、この療法は流行初期に開始しすぐに治療を止めると、治療をしない時より死亡個体が増加する危険性があることも判明した。