

マラリア感染者数の時間変動についての数値的研究

日大生産工(学部) ○須田 彪太 日大生産工卒 根本 隆志
 日大生産工卒 藤野 洋平 日大生産工卒 久保井 一明
 日大生産工 野々村 真規子

1 まえがき

マラリアは蚊によって媒介されるマラリア原虫が人に起こす疾患の名称である。主に発展途上国で大きな問題になっており、HIVや結核に並ぶ世界三大感染症とされている。同じ種間で感染する場合と、他の種を媒介して感染する場合とでは、感染伝搬の時間的・空間的な特徴が異なると考えられる。

文献[1]には、人と蚊の感染率の時間変化を常微分方程式で表し、数値計算した研究がまとめられている。一方、これまで我々は、ランダムウォークする粒子を人や蚊に見立たモデルで、感染の時空間での変化の数値計算を行い、感染してから発症するまでの潜伏期間があると感染者数の時間的な振動が現れることを見つけている^{2,3,4)}。本研究ではランダムウォークする粒子を人や蚊に見立てたこのモデルを用い、より詳細に時間的振動について数値的に調べることにした。

2 シミュレーション方法

サイズ 300×300 のある空間内に人とみなした大きめな粒子を100個、蚊とみなした小さめな粒子を1000個準備して数値計算を行う。蚊のはランダムウォークを採用し、人は静止しているとする。初期状態では、蚊1000匹のうち、1匹だけマラリアに感染した。マラリアに感染した蚊が未感染の人に触れたら、その人は感染する¹⁾³⁾⁴⁾。ある一定期間（潜伏期間と呼ぶ）が経過すると、マラリアを発症する。同じことが人から蚊への感染でも起こるとした。蚊から蚊、人から人への感染はしない。発症した人や蚊は、一定時間が経過すると感染から回復し、未感染状態に戻る。この感染サイクルを図示したのが図1である。 τ_i^h は人のマラリアの潜伏期間、 τ_r^h は人がマラリアを発症してから回復するま

での時間、 τ_i^m は蚊のマラリアの潜伏期間、 τ_r^m は蚊がマラリアを発症してから回復するまでの時間である。

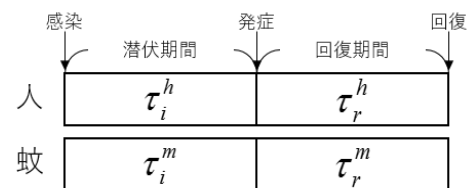


図1 人と蚊の潜伏期間および回復期間

3 シミュレーション結果

図2にシミュレーション結果の一部を示す。徐々に感染が空間的に広がっていることがわかる。 τ_i^m を100ステップ、 τ_r^m を70ステップで固定し、 τ_i^h を200ステップ、 τ_r^h を140ステップとした。このときの感染者数の時間変化のグラフを図3に示す。

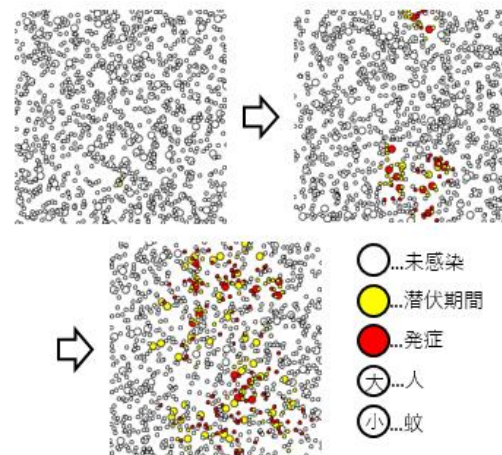


図2 シミュレーションの様子

Numerical Study on Time Variation of Malaria Infected People

Hyota SUDA, Takashi NEMOTO, Yohei FUJINO and Makiko NONOMURA

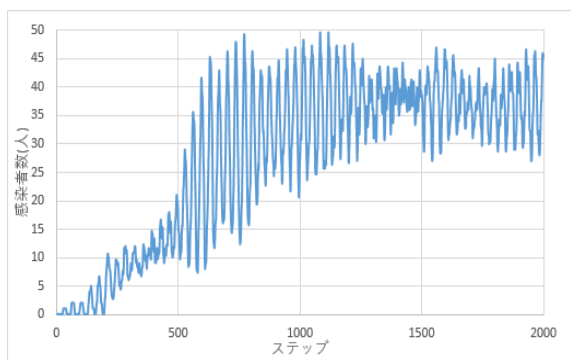


図3 人が静止状態のときの感染者数の時間変化

図3のグラフから、感染者数の時間変化は τ_i^h 、 τ_r^h 、 τ_i^m 、 τ_r^m によって変わる周期的なものだと考えた。そこで、 τ_i^m 、 τ_r^m は固定したまま τ_i^h 、 τ_r^h の二つの条件を変え、感染の振幅について着目してシミュレーションを行った。

まず、一つ目に τ_r^h を140ステップで固定し、 τ_i^h を100～1000ステップまで100ステップずつ増加させた場合の感染者数の変化を図4に示す。

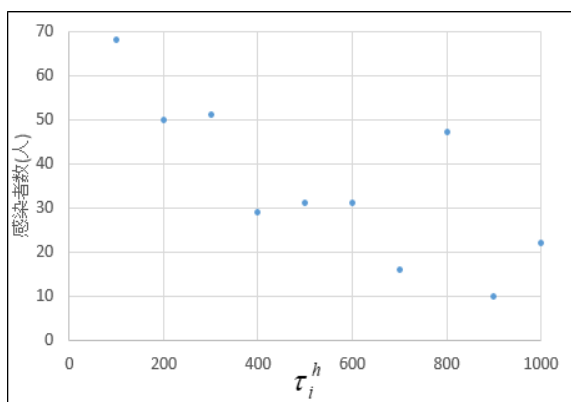


図4 人静止、回復期間140時の振幅

次に、人が静止している状態で、 τ_i^h を200ステップで固定し、 τ_r^h を100～1000ステップまで100ステップずつ増加させた場合の結果を図5に示す。

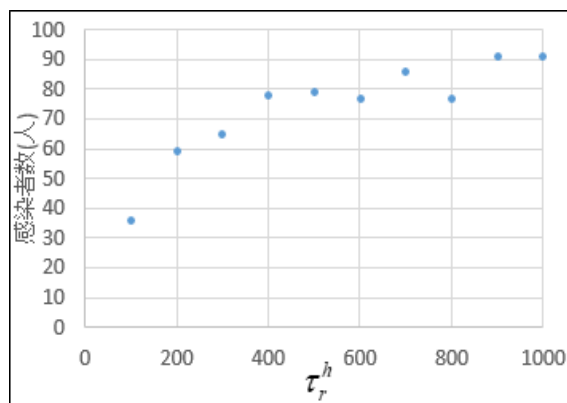


図5 人静止、潜伏期間200時の振幅

4 まとめ

振幅について着目してシミュレーションを行った結果、人が静止している状態においては、潜伏期間を増加させるほど、振幅は小さくなり、感染から回復する時間を増加させるほど、振幅は大きくなることがわかった。

今後の課題として、人がランダムウォークする場合の潜伏期間固定時と感染から回復するまでの時間を固定したときの振幅はどうなるのか、また、周期にも着目してシミュレーションを行うことと分散の大きさとの関連性も考察していく。

「参考文献」

- 1) Sandip Mandal, Ram Rup Sarkar and Somdatta Shinda “Mathematical models of malaria – a review”, Malaria Journal, vol.10, 202, (2011).
- 2) 藤野陽平, “蚊を媒介とした感染症の伝搬数理モデル”, 平成26年度卒業論文.
- 3) 久保井一明, “虫媒介感染の伝搬数理モデル”, “平成28年度卒業論文.
- 4) 根本隆志, “空間移動を考慮したマalaria伝搬の数値シミュレーション”, 平成29年度卒業論文.