

論文内容要旨

Substantial impact of school closure on the
transmission dynamics during the pandemic flu
H1N1-2009 in Oita, Japan

(感染伝播ダイナミクスを考慮した大分市における
パンデミックインフルエンザ (H1N1-2009) の流行
に対する学級閉鎖の効力)

PLOS ONE, in press.

保健学専攻 健康情報学

(主指導教員：梯 正之教授)

保健学専攻 基礎看護開発学

(副指導教員：宮腰由紀子教授)

保健学専攻 健康開発科学

(副指導教員：小林敏生教授)

河野 梢子

背景：学校の臨時休業は新型インフルエンザ対策として有効であると期待されている。特に新型インフルエンザ発生時はワクチンや抗ウイルス薬の製造、配布の時間稼ぎを行うために、医薬品によらない予防策というのが重要となってくる。中でも学校は地域への感染拡大の中心的役割を果たすため、臨時休業などの学校における予防策は特に重要である。

臨時休業には2種類ある。一つは地域の感染拡大を抑えるために流行の初期に行われる積極的臨時休業である。もう一つは、多数の生徒・児童の欠席による運営上の目的で実施される消極的臨時休業である。消極的臨時休業は日本では季節性インフルエンザの際に行われているが、パンデミック（H1N1）2009の際には例年以上の消極的臨時休業が実施された。

本研究の目的は、パンデミック（H1N1）2009の際、大分市で行われた消極的臨時休業の効力を評価することである。分析には回帰モデルを利用した。使用したデータは、日単位であること、大分市内の全公立学校が対象であること、新型という性質上、自然免疫およびワクチンによる免疫保持者はほとんどいなかったということ、2009/2010シーズンのインフルエンザ流行の大部分がAH1pdmであったことという特徴をもち、これらはモデルによる学級閉鎖の効果の検討に、理想的な条件であった。また、モデルの作成にあたっては、インフルエンザの流行開始に関与しているとして知られている絶対湿度を考慮した。

方法：今回、感染日から患者として報告される日までの時間のずれを考慮したSEIRモデルをベースに回帰モデルを利用して患者数のシミュレーションを行った。対象は大分市内の全公立幼・小・中高校（134校）に通う児童および生徒51,872名である。2009年8月～2010年3月におけるインフルエンザ患者、および臨時休業措置の状況について各学校から教育委員会へ提出された報告書よりデータを得た。報告日を発症、報告前日に感染力を獲得すると仮定し、感染から感染力を獲得した日までをdelayとした。感染は学校内だけで起きるものとし、臨時休業中は一時的に感染伝播に関与しないものとした。以上の仮定のもと、臨時休業を行った場合の新規患者数および最終罹患者数の推移をdelay=1～5についてシミュレーションを行った。シミュレーションは夏休み終了後、つまり2009年9月～2010年3月について行ったが、パラメータの推定には冬休み前までのデータを利用した。また、観測値の月曜日の報告数が極端に多く、土日の報告数は少ないという曜日の影響を除くために、7日間移動平均をとってデータを平滑化した。次に、最もフィッティングの良かったdelayの結果を利用して、臨時休業をしなかった場合の患者数のシミュレーションを行い臨時休業の効果調べた。絶対湿度については、気象庁のホームページに公表されている平均温度（℃）、平均相対湿度（%）より算出した。なお、大分市全体の流行状況を把握するため、年齢階級別の定点観測報告数も調べた。

結果：児童および生徒の流行は10月下旬と11月下旬にピークを持つ2峰性を示した。両ピーク時の新規患者数は約380名とほとんど同じであった。また、臨時休業による欠席者数も同様に2峰性を示したが、最初のピーク時が約5300名であったのに対し、2回目ピーク時では約3500名であった。感染者数の急激な上昇は10月初旬より起きており、同じ時期に絶対湿度も急激な低下をみせている。年齢階級別定点観測報告数より、就学児（特に小・中学生）の流行は他の年齢階級より早く始まっており、その患者数も明らかに多かった。

モデル作成の結果、 $\text{delay}=1\sim5$ の適合度はいずれも高値を示した ($R^2 > 0.97$, $p < 0.001$)。患者数のシミュレーションの結果、 delay の値が大きくなるほどピークが遅れる傾向にあった。いずれの場合も明らかな2峰性の再現はできなかった。最終罹患者数は delay の値が大きくなるほど増し、流行の終息までの期間が遅くなった。

患者数の観測値とシミュレーション値の相関が最も強かったのは $\text{delay}=3$ ($r=0.964$, $p<0.001$) でもっともフィッティングがよかった。この結果より報告日から4日前に感染が起きていることが示唆された。 $\text{delay}=3$ におけるモデルのパラメータを使用して臨時休業をしなかった場合の患者数のシミュレーションを行った。その結果、臨時休業による患者の減少率はピーク時では24%、最終罹患者数では8%であった。また、患者数のピークはいずれも11月上旬と、同じ時期であった。

結論：本研究の結果より、インフルエンザの感染拡大防止のために、学校における臨時休業には少なくとも4日以上必要であることが示唆された。また消極的臨時休業の効果を地域全体の視点で評価すると、ピーク時の患者数抑制は期待できるものの、最終罹患者数の抑制はわずかであると考えられた。