

<短報>

季節性インフルエンザ流行期における小学校学級閉鎖発生日と
その前日・前々日の絶対湿度との関連性

遠田健一¹⁾, 牛山明²⁾, 宮崎元伸¹⁾

¹⁾ さいたま市健康科学研究センター

²⁾ 国立保健医療科学院

Relationship between the date of closure and absolute humidity
on the two days preceding the class closure of elementary
school during the seasonal influenza epidemic season

Kenichi Toda¹⁾, Akira Ushiyama²⁾, Motonobu Miyazaki¹⁾

¹⁾ Saitama City Institute of Health Science and Research

²⁾ National Institute of Public Health

抄録

目的: 季節性インフルエンザの流行と絶対湿度には相関関係があることが示されているが、国内におけるインフルエンザの流行に関する研究では国立感染症研究所の感染症発生動向調査などの週報が主に用いられている。また研究対象地域も県を対象とした広い地域を対象としたものが多い。本研究ではこれまでの知見を基に、市域レベルの小地域でより短期間のインフルエンザの流行の動きについて解析を試みた。特に、インフルエンザ流行期において、学級閉鎖報告日の前日、前々日の絶対湿度とその後実施された学級閉鎖の日数との比較を行い、絶対湿度とその後学級閉鎖の相関を検討した。

方法: インフルエンザ流行期間について、日毎に集計した学級閉鎖実施日及び閉鎖学級数のデータと市内26地点に設置した温湿度計から取得した気象データを基にインフルエンザの流行と絶対湿度との関係を調べた。

結果: 2010, 2011, 2014年度のインフルエンザ流行期間中の閉鎖学級数とその報告日前日の絶対湿度との関係を調べた結果、絶対湿度が低いほど閉鎖学級数が多くなる傾向が見られ、大規模な学級閉鎖はおよそ1.0~4.0g/kg (DA) の間で起こっていた。また、しきい値を4.2g/kg (DA) として絶対湿度と学級閉鎖日数の関係を調べたところ、2010年度は学級閉鎖報告日前日と前々日の双方で有意差が見られたものの、2011, 2014年度についてはどちらも有意な差は認められなかった。

結論: 今回検討した条件では学級閉鎖前の絶対湿度と学級閉鎖日数について、年度により関連の有無にばらつきが見られた。他の気象情報のほか、感染の影響を考慮した検討が必要となる。また、インフルエンザ流行に関する先行研究の多くは広い地域を対象としてインフルエンザの流行と絶対湿度との関係性を導いているが、その成果が小地域についてもいえることが示された。

キーワード: インフルエンザ, 絶対湿度, 学級閉鎖

Abstract

Objectives: It has been indicated that there is a correlation between the epidemic of seasonal influenza and

連絡先: 遠田健一
埼玉県さいたま市中央区鈴谷7-5-12
7-5-12 Suzuya, Chuou, Saitama, Saitama, 338-0013, Japan.
Tel: 048-840-2265
Fax: 048-840-2267
E-mail: pez10-u1j1@city.saitama.lg.jp
[令和元年 8 月2日受理]

absolute humidity. Studies on influenza epidemic in Japan mainly use weekly reports such as the Infectious Diseases Weekly Report from the National Institute of Infectious Diseases. Also, many of such studies are focused on large areas and are conducted at a prefectural level. This study analyzed trends in shorter-term influenza epidemic in small areas at a city level, based on existing knowledge. Particularly, the study compared the number of days of class closure and absolute humidity on the two days preceding the announcement of closure with the aim of examining the correlation between changes in absolute humidity and the number of days of subsequent class closure during the influenza epidemic season.

Methods: Data on the dates of class closure and the number of days of class closure were aggregated on a daily basis and weather data from thermo-hygrometers set at 26 sites in the city were collected. The relationship between influenza epidemic and absolute humidity were compared with reference to these data.

Results: An examination of the relationship between the number of days of class closure and absolute humidity on the preceding day of the announcement of the closure during the influenza epidemic season in the 2010, 2011 and 2014 academic years revealed a tendency for class closures to be associated with low absolute humidity. Large-scale class closures occurred when absolute humidity was 1.0-4.0g/kg (DA). Furthermore, an examination of the relationship between absolute humidity and the number of days of class closure with a threshold value of 4.2g/kg (DA) revealed significant correlations between the number of days of class closure and absolute humidity on both of the two days preceding the announcement of closure for the 2010 academic year. However, no significant correlations were observed for either of the two days preceding an announcement of closure for the 2011 and 2014 academic years.

Conclusion: Under the conditions investigated in this study, there was a spread between academic years in terms of correlations between absolute humidity prior to class closure and the number of days of class closure. Thus, the study suggested that other types of weather information and the impact of infection should be studied in future studies. Many preceding studies on influenza epidemics have drawn conclusions based on results from research in large areas, and this study indicated that such conclusions may apply to small areas as well.

keywords: influenza, absolute humidity, class closure

(accepted for publication, 2nd August 2019)

I. はじめに

インフルエンザの国内での流行は毎年11月下旬から12月上旬頃に始まり、翌年の1~2月頃に患者数が増加し、4~5月に減少するパターンを示している[1]. この季節性インフルエンザウイルスの流行と気象に関する研究はこれまでに多数報告されているが、その中で、Shamanらはインフルエンザウイルスの感染率や生存率についての実験結果から相対湿度よりも絶対湿度が重要であることを示唆している[2]. また、庄司はインフルエンザの流行と季節の関係は相対湿度よりも絶対湿度が相関することを報告している[3].

国内におけるインフルエンザの流行に関する研究では、国立感染症研究所の感染症発生動向調査週報（以下IDWR: Infectious Diseases Weekly Report）や自治体の感染症発生動向調査を用いることが多い。この調査は、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」に基づく感染症の発生動向調査（サーベイランス）で、定点調査結果を週ごとにまとめて報告される。そのため、より短期間の分析を行うことは難しい。実際に、インフルエンザの流行と気象との関係について日単位での動きを研究した例は限られている[4]. また、サーベイラン

ス情報は対象とする地域が主に県単位であること、また気象データについてはおおむね各地域の気象台のデータが使われることから広い地域を対象とした研究に利用されている。これまで市単位等の小地域を対象とした研究は少ないが、市単位において流行の開始のきっかけとなる気象条件が明らかになれば、予防活動に応用できる可能性がある。

そこで本研究では、インフルエンザ流行を反映する市立小学校の学級閉鎖のクラス数（日毎に集計）と同一市内に設置した温湿度計から取得した気象データを基に、小地域における短期間のインフルエンザの流行と絶対湿度との関係を解析した。

II. 方法

1. 対象者

2010年、2011年、2014年の11月から翌年6月の期間中、さいたま市内の市立小学校で実施された学級閉鎖を対象とした。対象とする学校は市内の市立小学校全校（2010、2011年度は102校、2014年度は103校、特別支援学校を除く）とし、学級閉鎖の情報については、さいたま市教育委員会より入手した。

2. 絶対湿度

2010, 2011, 2014年度の11月から翌年6月の期間, 気温及び相対湿度の測定を行った。測定地点はさいたま市内の26地点とし, 小学校(23地点), 市施設(3地点)に設置された百葉箱の中に測定機器(T&D社, RTR-53L)を設置した。測定した正時の気温, 相対湿度から各時間の絶対湿度を算出した[5]。飽和水蒸気圧はハイランド・ウェクスラーの式を用いて算出した。なお, 絶対湿度の単位には容積絶対湿度(湿り空気1m³中の水蒸気の質量(g)を示したもの(g/m³))と重量絶対湿度(乾き空気の単位重量に含まれる水蒸気の量を重量で示したもの(g/kg(DA), DryAir))があるが, 本法では重量絶対湿度を用いた。1日の絶対湿度の計算は, 1日の外気の日々の絶対湿度が昼間・夜間の絶対湿度とほぼ同じとした庄司らの報告[6]から, 1:00~24:00の値の平均値とした。なお, 本研究では全ての測定点の平均値をその日の市内の代表値として解析に用いた。

3. 用語の定義

学級閉鎖は学校保健安全法第二十条により学校の設置者が感染症の予防上必要があるときに行うことができるとされている。これに基づき, 本市では学級閉鎖の実施はインフルエンザ様疾患による欠席状況及び流行状況を基に, 学校医の相談の上, 各学校で判断している。本研究では学級閉鎖実施日の前日(実施すると判断した日)を学級閉鎖実施報告日(以下「報告日」とする), また閉鎖を決定した学級数を閉鎖学級数と定義した。

また, 本研究では各年度の学級閉鎖が始まった初日から最後の学級閉鎖が実施された日までを流行期間と定義した。

4. 解析

2010, 2011, 2014年度の流行期間中において, 報告日

前日の絶対湿度と閉鎖学級数の関係について散布図を用いて比較した。さらに, 学級閉鎖の直前の気象条件が学級閉鎖に与える影響については, インフルエンザウイルスの潜伏期間が1日から3日, 通常2日[7]とされていることから, 学級閉鎖の報告日の1日前と2日前の湿度条件の関連についてカイ二乗検定を用いて検討した。統計処理には, IBM SPSS statistics ソフトウェア(日本IBM)を用いた。

なお, 本研究では, 絶対湿度の単位をg/kg(DA)とした。先行研究でg/m³の単位が使われている際には近似した比体積0.84m³/kg(DA)を掛け, g/kg(DA)として引用した。

III. 結果

1. 学級閉鎖の実態

図1, 表1に全調査期間の気温, 絶対湿度, 学級閉鎖の概要を示す。各年度流行期の気温の中央値は2010年度が8.9℃, 2011年度が3.9℃, 2014年度が5.4℃だった。同期間の絶対湿度の中央値は2010年度が3.9g/kg(DA), 2011年度が2.4g/kg(DA), 2014年度が3.0g/kg(DA)だった。2011年度, 2014年度の学級閉鎖最終日が3月だったのに対し, 2010年度は流行期間が長く, 最後に学級閉鎖が実施されたのが6月だったため, 気温湿度ともに高い値となった。さらに年度毎ののべ閉鎖学級数を見ると, 2010年度, 2014年度がおおよそ300であるのに対し2011年度は900を超え他年度と大きな差が見られた。

2. 絶対湿度と学級閉鎖数の関係

図2に2010, 2011, 2014年度の期間中の閉鎖学級数とその報告日前日の絶対湿度を示す。報告日前日の最高絶対湿度は10.4g/kg(DA), 最低絶対湿度は1.2g/kg(DA), 中央値は3.1g/kg(DA), 標準偏差1.6g/kg(DA)だった。グラフを見ると大規模な学級閉鎖はおおよそ1.0~4.0g/kg

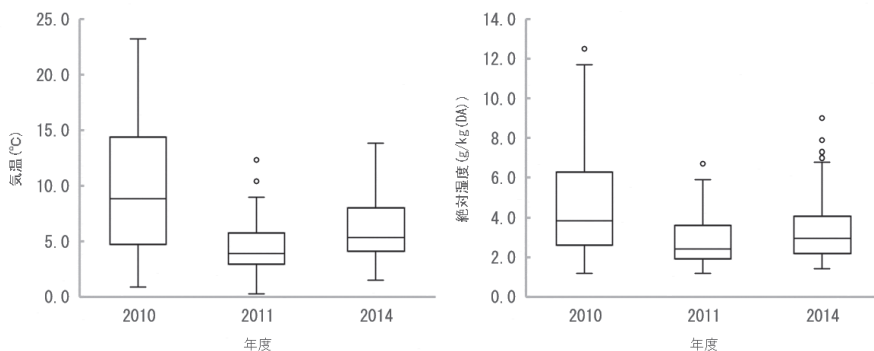


図1 インフルエンザ流行期の気温及び絶対湿度

表1 学級閉鎖の特性

調査年度	学級閉鎖初日	最終日	流行期間(日)	のべ閉鎖学級数
2010	2010/11/16	2011/6/7	204	361
2011	2011/12/13	2012/3/21	100	968
2014	2014/11/17	2015/3/16	120	304

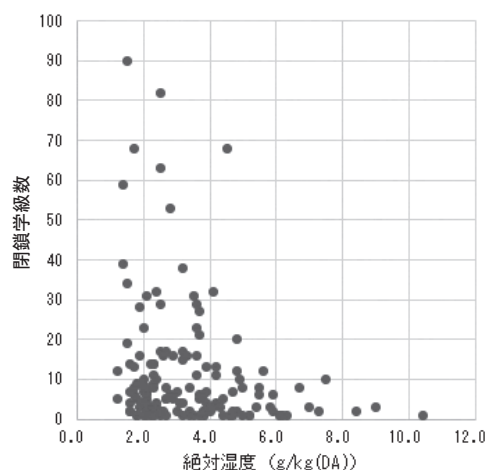


図2 閉鎖学級数と報告日前日の絶対湿度

(DA) の間で起こっている. 4.0g/kg (DA) を超えたあたりから閉鎖学級数は減少し, 6.0g/kg (DA) を超えると小規模になっている.

3. 報告日前日と前々日の絶対湿度と報告日日数の関係

表2, 3に報告日の前日, 前々日の各々について絶対湿度の高低によって報告日日数が変わるかを, カイ二乗検定を用いて検討した結果を示す. 対象期間は2010, 2011, 2014年度の流行期間とした. 絶対湿度は4.2g/kg (DA) をしきい値として4.2g/kg (DA) 以下の学級閉鎖の有無と4.2g/kg (DA) より高い湿度での学級閉鎖の有無を比較した. このしきい値は, 宮城県で絶対湿度が5g/m³以下で流行が始まるとした庄司[8]の報告と滋賀県で絶対湿度が5g/m³前後で流行が多いという高山[9]の報告を基にしており, 重量絶対湿度に換算し本研究で用い

表2 報告日前日の絶対湿度と実施された学級閉鎖の日数

年度	学級閉鎖	絶対湿度 (g/kg(DA))		P値
		≤4.2	4.2<	
2010	あり	32	16	<0.05
	なし	35	44	
2011	あり	39	9	0.12
	なし	11	0	
2014	あり	40	10	0.17
	なし	15	8	

表3 報告日前々日の絶対湿度と実施された学級閉鎖の日数

年度	学級閉鎖	絶対湿度 (g/kg(DA))		P値
		≤4.2	4.2<	
2010	あり	32	16	<0.05
	なし	35	44	
2011	あり	41	7	0.18
	なし	11	0	
2014	あり	39	11	0.70
	なし	17	6	

た.

閉鎖学級数が1クラス以上の日を学級閉鎖有りとして検討した結果, 2010年度は前日 (p<0.05), 前々日 (p<0.05) で, それぞれ有意差を認めたが, 他の2年度については前日, 前々日とも, 統計的有意差を認めなかった.

IV. 考察

庄司[8]によれば, 厚生労働省の感染症サーベイランス情報を用いて日本の5地区でインフルエンザの流行と絶対湿度の関係を調べた結果, 北海道, 宮城県で5g/m³ (4.2g/kg (DA)), 東京で10g/m³ (8.4g/kg (DA)) 以下で流行がはじまっていると結論付けている. 他方, 高山[9]は, IDWRを使った週データによる研究では2000年度から2006年度までの調査では滋賀県では絶対湿度が5g/m³ (4.2g/kg (DA)) 前後に流行が多く, 7g/m³ (5.9g/kg (DA)) を超えると流行がかなり少なくなる. また, 青森県では3g/m³ (2.5g/kg (DA)) で流行が多いと報告している. 今回の研究では閉鎖学級数と絶対湿度の関係を見た結果, 流行のピークは2.0g/kg (DA) 付近に見られ, 他地域に比べ低い値となった. この傾向は調査対象期間の3年間で同様の傾向を示しており, 地域的な特徴と考えられる. また, 報告日前日の絶対湿度について検討したところ, 報告日前日の98.6%が8.4g/kg (DA) 以下であった. これは, 温帯の日本では絶対湿度10g/m³ (8.4g/kg (DA)) 以下の条件がインフルエンザ流行の最大公約数であるという庄司[8]の結果が小地域でも評価できることを示した.

倉渕ら[10]は空気中に放出されたインフルエンザウイルスが自然環境下でどの程度生存するかを実験室内で温度と相対湿度から調べたHarperのデータ[11]を基に絶対湿度の観点から再分析を行った. その結果, 絶対湿度と半減時間の間には高い相関が見られ, 半減期はおおよそ3.5g/kg (DA) で10時間, 8g/kg (DA) で1時間としている. 本研究では報告日前日の絶対湿度の中央値は3.1g/kg (DA), 学級閉鎖数で見た流行のピークは2.0g/kg (DA) であり, この期間のインフルエンザウイルスの半減期は10時間以上と推定される. 閉鎖学級数の増加にはこの感染力の維持時間の長さが感染拡大要因の一つになったと推測された.

学級閉鎖日数と絶対湿度との関係について, 報告日前日, 前々日を対象として調べた結果では, 絶対湿度4.2g/kg (DA) のしきい値と比較したところ2010年度で前日, 前々日とも報告日日数と有意差が見られたものの, 2011, 2014年度では有意差を認めなかった. これについては, 今回の研究がインフルエンザ流行期間全体を対象としていたため, 絶対湿度以外の要因, 例えば人から人への飛沫感染の影響を除外することができなかったことも一因と考えられる. また, インフルエンザの流行について, 岩下[4]は特定の小学校を対象とした屋内外の気

温湿度と欠席人数との関係を調査した結果, インフルエンザ欠席1日前の室内相対湿度, 2日前の室温, 当日の屋外気温, 1日前の屋外絶対湿度との関係を示唆しており, 他要因も含めた解析も必要であるといえる。

坂井[12]は学級・学校閉鎖とサーベイランス定点からのインフルエンザ様疾患患者数から空間的疫学解析を行った結果, 両者はほぼ同様に増減していると報告している。この報告の中で, サーベイランス情報については地域の必ずしも全域をカバーしているわけではないと指摘する一方で, 学級閉鎖情報については, 発生後速やかに毎日報告されること, また学級閉鎖には一定の基準があることから疫学調査に重要な要因を備えており, 流行の程度と地域を特定化できる利点があると有効性を報告している。インフルエンザ流行に関する先行研究の多くは県域レベルの広い地域を対象としてインフルエンザの流行と絶対湿度の関連性を導いているが, 本研究では同様の傾向が市域レベルの小地域についても見られることを示した。一方で, 日間小地域の情報を使うことで, 絶対湿度が与える影響をより厳密に検討できる可能性も示された。今後はインフルエンザ流行のより詳細な研究を行う上で, 学級閉鎖情報を用いた日間小地域を対象とした研究が必要と考える。

利益相反

なし

謝辞

本研究は, 国立保健医療科学院「平成29年度地域保健支援のための保健情報処理技術研修」の課題演習として発表した内容を基に新たな知見を加えたものです。研修担当の各先生方に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- [1] 国立感染症研究所. IDWR 2005年第8号. <http://idsc.nih.go.jp/idwr/kanja/idwr/idwr2005/idwr2005-08.pdf> (accessed 2019-05-07)
National Institute of Infectious Diseases. [IDWR 2005nen dai8go.] <http://idsc.nih.go.jp/idwr/kanja/idwr/idwr2005/idwr2005-08.pdf>(accessed 2019-05-07) (in Japanese)
- [2] Shaman J, Kohn M. Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *Proc Natl Acad Sci USA*.2009;106:3243-3248.
- [3] 庄司眞. 季節とかぜ—特にインフルエンザの流行について—。臨牀と研究. 1994;71(12):3030-3038.
Shoji M. [Kisetsu to kaze: tokuni infuluenza no ryukou ni tsuite.] *Jpn J Clin Exp Med*.1994;71(12):3030-3038. (in Japanese)
- [4] 岩下剛. 温湿度を用いた冬期の小学校におけるインフルエンザ発生に関する時系列分析 学校におけるインフルエンザ発生と室内空気環境の関係に関する研究. *日本建築学会環境系論文集*. 2017;48(4):282-290.
Iwashita G. [Time series analysis on the incidence of influenza in elementary schools during winter season using temperature and humidity: Study on the relationship between indoor air environment and the incidence of influenza in schools.] *J Environ Eng (Arch Inst Jpn)*. 2017;48(4):282-290. (in Japanese)
- [5] 社団法人空気調和・衛生工学会, 編集. 第14版空気調和・衛生工学便覧 1基礎編. 東京:丸善;2010. p.39-44.
Syadan Hojin Kuuki Chowa Eisei Kogakukai, edited. [Dai 14han kuuki chowa eisei kogaku binran 1 kishohen.] Tokyo: Maruzen; 2010. p.39-44. (in Japanese)
- [6] 庄司眞, 片山弘毅. 季節性インフルエンザと絶対湿度(3)—流行の決定因子外気の絶対湿度は全日・昼間・夜間ほぼ等しい季節性インフルエンザ流行予測計器の開発—. *臨牀と研究*. 2017;94(3):69-80.
Shoji M, Katayama K. [Kisetsusei infuluenza to zettai shitsudo(3): Ryuko no kettei inshi gaiki no zettai shitsudo ha zenjitsu chukan yakan hobo hitoshii kisetsusei infuluenza ryuko yosoku keiki no kaihatsu.] *Jpn J Clin Exp Med*. 2017;94(3):331-342.(in Japanese)
- [7] 木村慶子. 第二種伝染病と危機管理: インフルエンザ. *臨牀と微生物*. 2002;29(5):467-472.
Kimura K. [Dainishu densenbyo to kiki kanri: infuluenza.] *Clin Microbiol*. 2002;29(5):467-472. (in Japanese)
- [8] 庄司眞. 季節とインフルエンザの流行. *保健医療科学*. 1999;48(4):282-290.
Shoji M. [Correlation between seasons and influenza epidemics.] *J Natl Inst Public Health*. 1999;48(4):282-290. (in Japanese)
- [9] 高山幸男. 日本におけるインフルエンザの流行開始時期は人口密度に左右されるか? *日本臨床内科医学会誌*.2007;21(5):576-583.
Takayama Y. [Nihon ni okeru infuluenza no ryuko kaishi jiki ha jinko mitsudo ni sayuu sareruka?] *J Jpn Physicians Assoc*. 2007;21(5):576-583.(in Japanese)
- [10] 倉測隆, 小笠原岳, 熊谷一清, 浅利雄太郎. インフルエンザの感染に影響するインフルエンザウイルス生存率と絶対湿度の関係について. *空気調和・衛生工学会学術講演論文集*. 2009;2:1339-1342.
Kurabuchi T, Ogasawara T, Kumagai K, Asari Y. [Relationship between absolute humidity and virus survival rate affecting influenza transmission.] *SHASE Tech Pap Meet*.2009;2:1339-1342.(in Japanese)
- [11] GJ Harper. Airborne micro-organisms: survival tests with four viuses. *J Hyg Camb*. 1961;59:479-86.

- [12] 坂井貴胤. GIS (地理情報システム) を用いたインフルエンザウイルス感染症の空間的疫学解析. 新潟医学会雑誌. 2003;117(11):626-635.
Sakai T. [Use of geographic information system for determining the epidemiology of influenza virus infections.] Niigata Med J. 2003;117(11):626-635. (in Japanese)