



季節性インフルエンザの流行と 絶対湿度との関係について

1. インフルエンザと絶対湿度



1 インフルエンザについて *Influenza*

日本においてインフルエンザは地域によって多少の差はありますが、毎年冬季に全国的に流行が起こります。普通のかぜとは異なり、季節性インフルエンザは一旦流行が始まると、短期間に高齢者から乳幼児まで膨大な数の人々に広がり、大きな健康的被害をもたらします。

インフルエンザの原因となるインフルエンザウイルスは、A型、B型、C型の3種類に大きく分けることができます。この中で毎年流行を引き起こすのがA型とB型です。インフルエンザウイルスは常に構造を変化させ、変異しながら、「亜型」と呼ばれる仲間（種類）を増やします。

A型インフルエンザウイルスには多くの亜型があり、そのうち2009年以降の流行としては、A/H3N2（A香港型）、A/H1N1（Aソ連型）、そして2009年に新型インフルエンザとして世界的な大流行（パンデミック）を起こした、A(H1N1)pdm09 があります。

B型インフルエンザウイルスはA型にくらべて多様性が少なく、その中で流行するものは、B/ビクトリア型とB/山形型の2つのグループがあります。

C型インフルエンザウイルスはあまり聞きなれませんが、一般的には流行性が低く、症状も比較的軽度で、一度かかって免疫ができると、ほぼ一生涯、免疫が持続されることが多く、あまり問題視されていません。

2 湿度について（相対湿度 RH、絶対湿度 VH）

空気中の湿気の度合いを数値で表したものが湿度ですが、湿度には、相対湿度と絶対湿度があります。日常、天気予報などでよく聞く湿度は相対湿度のことを言います。

相対湿度は、ある温度において空気中に含まれる水蒸気の量が、同じ温度における飽和水蒸気量（これ以上水蒸気を溶かすことができない、

水蒸気が飽和する量）に対して何%なのかと言う割合で、単位は%です。相対湿度は英語では relative humidity と呼ばれ、記号 RH で表します。

一方、絶対湿度 (absolute humidity) とは割合ではなく絶対量を表すもので、その一つに容積 1m^3 の空気中に質量何グラムの水蒸気が含まれるかを表す、容積絶対湿度（または水蒸気量）があります。単位は $[\text{g}/\text{m}^3]$ です。（容積）絶対湿度は英語では volumetric humidity と呼ばれ、記号 VH で表します。

3 インフルエンザが流行する要因について ～ 絶対湿度 VH ～

季節インフルエンザは主に冬季に流行し、その要因として気温が考えられます。そうであれば日本では北海道から沖縄県まで日を追って流行が南下するはずですが、実際には南下していません。1985年暮れからの A 香港型インフルエンザの流行は、東京では11月に気温 $10\sim 20^\circ\text{C}$ で流行が始まりましたが、仙台では12月に気温 5°C 以下で、福岡では12月に気温が $5\sim 10^\circ\text{C}$ で流行が始まり、これらのことから、季節インフルエンザが流行する要因として、気温は基準となりにくいことが示されます。^{*5)}

ウイルス感染症の原因となるウイルスには、湿気（水）を好んで流行するものと、湿気を嫌い乾燥を好んで流行するものがあります。

湿気と高温を好み、いわゆる夏かぜと呼ばれる感染症の原因となる代表的なウイルスには、アデノウイルス（咽頭結膜熱“プール熱”）や エンテロウイルス（手足口病、ヘルパンギーナ）などがあります。

一方、湿気を嫌い冬の乾燥を好んで流行する代表的なウイルスの中にインフルエンザウイルスがあります。

1. インフルエンザと絶対湿度



インフルエンザウイルスは湿気を嫌い、冬の乾燥を好んで流行するので、湿度が大きければ流行しにくく、逆に湿度が小さければ流行しやすいと考えられます。そこで、季節性インフルエンザが流行する要因の基準として湿度を用いることとなりますが、相対湿度は流行を左右する基準にはなりにくいと言われています。その理由は、例えば相対湿度が50%の場合、容積1m³の空気中に含まれる水蒸気量は、20℃では8.7g、10℃では4.7g、5℃では3.4gとなり、同じ相対湿度が50%でも明らかに空気中の水蒸気量が異なります。そこで地域の流行と湿度との関係を比較したり調べるときには、相対湿度では流行の基準としては適しているとは言えません。^{*6)}

日本の冬季に流行する季節性インフルエンザの流行と拡大に関する要因、特に気象と流行との相関関係について、庄司眞医師（庄司内科小児科医院、宮城県仙台市）は、その要因は絶対湿度であることをつきとめて報告しています。^{*2)~*8)}

庄司医師らは、Harper のウイルスの生存率に関する実験結果^{*1)} に基づき、Harper の結果を絶対湿度に換算し、インフルエンザウイルスと絶対湿度との関係について、分かりやすく単純化したモデルとして次の表1のようにまとめています。^{*4)}

表1. インフルエンザウイルスの生存率と絶対湿度との関係について
空気中に放出されたインフルエンザウイルスの6時間後の生存率は、

絶対湿度 17 g/m ³ では、	生存はなく
絶対湿度 11 g/m ³ では、	5% が生存する
絶対湿度 7 g/m ³ では、	20% が生存する
絶対湿度 5 g/m ³ では、	50% (35~66%) が生存する

庄司眞, 片山弘毅 : 季節性インフルエンザの流行と絶対湿度 (2) - 亜熱帯地方の沖縄県の季節性インフルエンザ - 臨床と研究, vol.88, No.2, 119(257)-126(264), 2011.
の本文より抜粋して表にまとめたもの。

さらに庄司医師らは日本の全国的な疫学的調査の結果から、季節性インフルエンザの流行の始まりと終わりに関して、次の表2のようにまとめています。^{*3)}

表2. 日本での季節性インフルエンザの流行の始まりと終わりについて

絶対湿度 11 g/m ³ 以下で、季節性インフルエンザの流行が始まり
絶対湿度 17 g/m ³ 以下で、季節性インフルエンザの流行が終わる

庄司眞, 片山弘毅 : 季節性インフルエンザの流行と絶対湿度. 臨床と研究, vol.86, No. 11, 109(1517)-119(1527), 2009. の本文より抜粋して表にまとめたもの。

ただし、季節性インフルエンザの流行の始まりは、絶対湿度が11 g/m³ 以下になってすぐに始まることを意味するのではなく、7 g/m³ 以下で始まることもあれば、5 g/m³ 以下で始まることもあることを含んで意味しています。流行の終わりにおいても、同様な意味を示します。

Harper や庄司医師らの研究成果より、湿度に対するインフルエンザウイルスの生存率や日本における季節性インフルエンザの流行との関係が明らかになりました。しかし、地域における感染症の流行は病原、宿主、環境（自然・社会）の3つの因子により規制され、それらの因子は地域ごとに少しずつ異なるために、流行には地域特性がでてきます。

日本では亜熱帯気候の沖縄県地方において、1995年までは夏のインフルエンザの流行はありませんでしたが、2005年以降は毎年夏の流行がみられるようになりました。これはエアコンの普及にともない家庭内の湿度が下がり、ウイルスが生存、流行する環境となり、さらに雨による閉じ込めが影響して、家族内で感染してウイルスが保存され、大きな流行にはならなくてもインフルエンザのリザーバとなり、地域内で流行が起きると言われています。

また、沖縄県地方は温帯地方よりも絶対湿度が高く、もともとインフルエンザは流行しにくい。その反面、温帯地方に比べて免疫ができにくく、冬季のインフルエンザの流行時期が終わる3月以降も、だらだら、細々と少数であるが患者の発生が続くと考えられています

2. 季節性インフルエンザの流行の指針(目安)

このように、亜熱帯気候の沖縄県地方ではインフルエンザの流行が夏に起きたり、大きな流行にはならなくても、一年中流行することがあります。*3)、*4)、*6)

4 絶対湿度VHによる季節性インフルエンザ流行の指針(目安)

このように、庄司医師らの季節性インフルエンザの流行と拡大に関する研究成果に基づき、2003年より財団法人 宮城県地域医療情報センターに公表を始め、日本全国の都道府県におけるインフルエンザの発生状況と流行予測地図をインターネット上に公表しています。

季節性インフルエンザの流行の要因として絶対湿度を用いて、表3のように絶対湿度の範囲を4つの区分に分け、空気の乾燥状態と季節性インフルエンザの流行状態を分かりやすく表しています。ただし、既に述べたように季節性インフルエンザの流行は病原、宿主、環境(自然・社会)の3つの因子が影響して規制されるので、例えば地域の社会的要因(人口密度など)が異なれば、流行の大きさや時期も異なることが考えられます。

したがって、表3で示されるインフルエンザ流行の指針は、根拠にもとづいた確度の高い「目安」としてインフルエンザの予防に役立てるべきだと思われます。インフルエンザの予防には、絶対湿度が小さく(低く)なったら、室内の絶対湿度を 11 g/m^3 よりも大きく(高く)保つよう加湿したり加温することが感染と流行を予防することになると考えられますが、相対湿度が70%RH以上の加湿は逆にカビが発生しやすくなるため、過度の加湿には注意が必要です。

また、絶対湿度が高くても、近くにいる患者のくしゃみなどで飛沫感染することがあり、加湿に加えて、マスクの着用や手洗い、うがいの励行などもインフルエンザの感染と流行の予防に有効な手段となります。

一方、厚生労働省の「インフルエンザの基礎知識」では、空気が乾燥すると、インフルエンザにかかりやすくなり、これはのどや鼻の粘膜の防御機能が低下するため、外出時にはマスクを着用したり、室内では加湿器などを使って適度な相対湿度(50~60%)を保つように勧めています。*11)

通常室温として 25°C の場合、相対湿度が50%のときの絶対湿度は 11.5 g/m^3 、60%のときの絶対湿度は 13.8 g/m^3 となります。

表3. 空気の乾燥状態と季節性インフルエンザの流行

インフルエンザ対策の目安	湿度基準 絶対湿度(乾燥指数*)	空気の乾燥状態	空気の乾燥状態とインフルエンザの流行
警戒	7 g/m^3 以下	乾燥	空気が特に乾燥して、インフルエンザが流行しやすい状態(インフルエンザの流行に適した湿度)
注意	7 g/m^3 を超えて 11 g/m^3 以下	やや乾燥	空気が乾燥してきて、インフルエンザが流行してよい状態
ほぼ安全	11 g/m^3 を超えて 17 g/m^3 以下	湿潤	空気が湿っていて、インフルエンザの流行はしにくい状況
	17 g/m^3 を超える	非常に湿潤	空気が大変湿っていて、インフルエンザの流行は非常にしにくい状況

財団法人 宮城県地域医療情報センター ホームページ:

全国インフルエンザ流行予測. <http://www.mmic.or.jp/flu/mikata.html> より転記、一部追記。

2. 季節性インフルエンザの流行の指針(目安)



つまり、室温25℃において相対湿度が50～60%の範囲は、絶対湿度で表すと 11.5～13.8 g/m³ の範囲に相当し、これは表3により、絶対湿度が11g/m³を超える範囲でインフルエンザが流行しにくい状態となります。したがって、庄司医師らの絶対湿度を用いたインフルエンザの予防指針(表3)は、厚生労働省が勧める指針と合致していることがわかります。

表4は、絶対湿度を温度(気温)と相対湿度から演算して表に表したものです。

表中の数値は絶対湿度 [g/m³]を表しますが、この数値を表3の空気の乾燥状態とインフルエンザの流行状態にしたがって、色分けしてわかりやすくしたものです。

また、絶対湿度 VH は次のように定義され、計算されます。^{*8)}

$$VH = 217 \times \frac{e(t)}{273.15 + t} \quad [\text{g/m}^3] \quad \textcircled{1}$$

ただし、t は温度(気温) [℃]

e(t) は温度 t における水の水蒸気圧 [hPa]

表4. 絶対湿度とインフルエンザの流行

	相対湿度 (%RH)																	
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
気温(℃)	42	11.3	14.1	16.9	19.8	22.6	25.4	28.2	31.0	33.9	36.7	39.5	42.3	45.2	48.0	50.8	53.6	56.4
	40	10.2	12.8	15.3	17.9	20.4	23.0	25.6	28.1	30.7	33.2	35.8	38.3	40.9	43.4	46.0	48.5	51.1
	38	9.2	11.5	13.9	16.2	18.5	20.8	23.1	25.4	27.7	30.0	32.3	34.6	37.0	39.3	41.6	43.9	46.2
	36	8.3	10.4	12.5	14.6	16.7	18.8	20.8	22.9	25.0	27.1	29.2	31.3	33.4	35.4	37.5	39.6	41.7
	34	7.5	9.4	11.3	13.2	15.0	16.9	18.8	20.7	22.5	24.4	26.3	28.2	30.1	31.9	33.8	35.7	37.6
	32	6.8	8.5	10.1	11.8	13.5	15.2	16.9	18.6	20.3	22.0	23.7	25.4	27.0	28.7	30.4	32.1	33.8
	30	6.1	7.6	9.1	10.6	12.1	13.7	15.2	16.7	18.2	19.7	21.3	22.8	24.3	25.8	27.3	28.9	30.4
	28	5.4	6.8	8.2	9.5	10.9	12.3	13.6	15.0	16.3	17.7	19.1	20.4	21.8	23.1	24.5	25.9	27.2
	26	4.9	6.1	7.3	8.5	9.8	11.0	12.2	13.4	14.6	15.8	17.1	18.3	19.5	20.7	21.9	23.2	24.4
	24	4.4	5.4	6.5	7.6	8.7	9.8	10.9	12.0	13.1	14.2	15.3	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.8
	22	3.9	4.9	5.8	6.8	7.8	8.7	9.7	10.7	11.7	12.6	13.6	14.6	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4
	20	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	11.2	12.1	13.0	13.8	14.7	15.6	16.4	17.3
	18	3.1	3.8	4.6	5.4	6.2	6.9	7.7	8.5	9.2	10.0	10.8	11.5	12.3	13.1	13.8	14.6	15.4
	16	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9	9.6	10.2	10.9	11.6	12.3	13.0	13.6
	14	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.9	8.5	9.1	9.7	10.3	10.9	11.5	12.1
	12	2.1	2.7	3.2	3.7	4.3	4.8	5.3	5.9	6.4	6.9	7.5	8.0	8.5	9.1	9.6	10.1	10.7
	10	1.9	2.4	2.8	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.6	6.1	6.6	7.1	7.5	8.0	8.5	8.9	9.4
8	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.6	5.0	5.4	5.8	6.2	6.6	7.0	7.5	7.9	8.3	
6	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	4.7	5.1	5.5	5.8	6.2	6.5	6.9	7.3	
4	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.4	
2	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.7	5.0	5.3	5.6	
0	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6	3.9	4.1	4.4	4.6	4.9	

- 1) Harper,G.J.: Airborne micro-organisms : survival tests with four viruses. J.Hyg.,Camb.,59,497-486,1961.
 - 2) Shoji,M., Katayama,K., Sano,K. : Absolute Humidity as a Deterministic Factor Affecting Seasonal Influenza Epidemics in Japan. Tohoku J.Exp.Med.,vol.224,No.4, 251-256, August 2011.
 - 3) 庄司眞, 片山弘毅 : 季節性インフルエンザの流行と絶対湿度. 臨床と研究, vol.86,No.11, 109(1517)-119(1527),2009.
 - 4) 庄司眞, 片山弘毅 : 季節性インフルエンザの流行と絶対湿度(2) - 亜熱帯地方の沖縄県の季節性インフルエンザ -. 臨床と研究, vol.88,No.2, 119(257)-126(264),2011.
 - 5) 庄司眞 : 気象と感染症流行の相関に関する研究 第二報 - インフルエンザ流行の拡大因子は気温か、湿度か、その他か -. 抗酸菌病研究所雑誌, vol.40,No.2, 95-106 ,1988.
 - 6) 庄司眞 : 季節とインフルエンザの流行. J. Natl. Inst. Public Health, vol.48,No.4, 282-290, 1999.
 - 7) 庄司眞 : 日本におけるインフルエンザの流行予測. 地球環境, vol.8,No.2, 165-174, 2003.
 - 8) 原田誠三郎, 生盛剛, 庄司眞, 福山正文,天野憲一 : 2001年から2002年の大館市及び秋田市における絶対湿度とインフルエンザ流行に関する調査研究. 感染症学雑誌, vol.78,No.5, 411-419, 2004.
 - 9) 社団法人 宮城県医師会ホームページ : 宮城県内感染症・ウイルス情報. http://www.miyagi.med.or.jp/member/p_info.html
 - 10) 財団法人 宮城県地域医療情報センター ホームページ : 全国インフルエンザ流行予測. <http://www.mmic.or.jp/flu/flu-list.php>
 - 11) 厚生労働省 ホームページ : インフルエンザの基礎知識. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/iyakuhin/file/dl/File01.pdf>
 - 12) 理科年表 オフィシャルサイト : 相対湿度の月別平年値. 東京天文台. http://www.rikanenpyo.jp/kaisetsu/kisyo/kisyo_003.html
-