

with continued risk for reaerosolization and human infection. The correlation between low and high solar virucidal radiation and high and low disease prevalence, respectively, suggest that inactivation of viruses in the environment by solar UV radiation plays a role in the seasonal occurrence of influenza pandemics.

D.考察

文献1は *in vitro* 実験研究で、インフルエンザウイルス感染細胞の培養上清を凍結乾燥し、種々の温湿度（18,26,31°C、相対湿度範囲最大10-90%、3.5時間）を加え、その後の感染価、HA抗原性を測定している。感染価はおそらく初期値の比として、1/10~1/10000で表されている。同一温度では相対湿度が高いほど感染価が時間経過につれて低下し、温度が高いほど低湿度でも低下した。1/100で合わせると、18°Cで40%、26°Cで32%、31°Cで25%となるが、感染性との対応は不明である。HAは18°Cでは変化なく、26°C以上で高湿度になるほど活性が低下した。

この研究はHarperの実験（1961）の追試ともみなせるもので、傾向としては類似した結果が得られている。しかし湿度の影響の大きさが異なり、ウイルスの培養操作の違いの影響が指摘されている。またインフルエンザ患者から1回に排出される飛沫のウイルス量が 10^4 個と推定されるとして、それを不活化するには、18°Cで50-60%、26°Cで55%の相対湿度が必要（31°Cでは25-30%）と見積もっており、建築物衛生法の温湿度基準において参考になるデータである。

文献2は、アンケートを用いた実態調査で、高齢者施設（43施設中39施設からのアンケートを集計）におけるインフルエンザ予防のための加湿機利用の実態を調べている。湿度管理の重要性は知られているが、湿度を記録し管理しているところは少なく、また空調設備に加湿器が組み込まれているところは少なくほとんどは卓上加湿器の利用であること、管理も不十分で、相対湿度40-70%を満たす時間帯は少ないという実態が述べられており、実際の管理の状況の一端が示されているものと考えられる。

文献3は、インフルエンザのエアロゾル伝播の可能性に関するレビューである。従来から、インフルエンザの主な感染様式としては飛沫感染が重視され、エアロゾルによる伝播、すなわち空気感染は主要な感染経路ではないとされてきた。厚生労働省のホームページにある解説でも、飛沫感染と接触感染が主たる感染経路として説明され、予防対策として2メートル離れることや手洗いの励行が強調されている。しかし空気感染が実際の感染経路として一定の寄与を持つとなると、予防対策においても影響は少ない。とくに湿度管理の重要性は、飛沫感染のみの場合に比べて極めて大きなものとなると考えられる。

このレビューでは、患者呼気エアロゾル中や、救急部門の空气中でウイルスが証明されていること、モルモットを使った実験研究でエアロゾル伝播が起こることが確認され、そこに温湿度が関連すること（文献6として後出）、その他、動物モデルによる空気感染に関連する遺伝要因の関与、数学モデルによるエアロゾル伝播の支持などが述べられ、実際の感染にエアロゾル伝播が重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。

文献4は、香港における10年間のインフルエンザ流行を気象条件(温湿度)との関連で分析した疫学研究である。A型とB型は異なった流行パターンを示し、A型では冬/春と夏の2季節に流行のピークを示し、一方B型では冬/春にピークはあるが夏は明確ではない。低湿・高湿がA型とB型の両方の型の流行に関連する一方、高温・高湿はA型の流行に関連するが、B型では関連は限定的であるとしている。モデルに基づく、温度変化の流行に対応する影響の予測も記述されている。実験的な研究から、ウイルスの感染力は低湿度であるほど保たれるが、実際の人間集団における流行における気象上の湿度との関連は、必ずしも低湿度で流行が増大するとは限らず、香港のような亜熱帯に近い地域では、むしろ高湿度の気象条件下で流行が拡大するという事実が示されている。

文献5は、文献7に対する反論として投稿された編集者へのレター（Letter to the editor）であり、2008年のものであるが、湿度環境の重要性

を指摘したものであるためここに収集したものである。文献7が、太陽光によるインフルエンザウイルスの不活化が人間集団における流行の季節性を説明すると主張しているのに対して反論を行っているもので、太陽光と同程度の強さで、温湿度がインフルエンザウイルスの不活化に影響することを示したとし、また実際のインフルエンザ感染は屋外でおこることは少ないと指摘し、太陽光による不活化が流行の季節性を説明するという文献7の主張を実質的に否定している。妥当な反論であろう。

文献6は文献3の、文献7は文献5の関連で取り上げた参考文献であり、それぞれ簡単に紹介する。文献6は、エアロゾル伝播を証明した2007年発表の動物実験研究である。重要な点は、モルモットがヒトのインフルエンザウイルスに感受性があることを利用して、ヒトのウイルス感染実験のための動物モデルを作っていること、一定方向の気流下でモルモットを飼育し、客観的な方法で感染を確認することでエアロゾル伝播を証明していること、感染に対する温湿度の影響を明確に示していることである。文献7は、世界の数都市における年間の太陽光紫外線量とインフルエンザ流行から、紫外線によるウイルス不活化とそれによる流行の季節性を予測した研究である。世界というレベルで見ると熱帯から寒帯まで著しい気象条件の違いがあり、また空気感染の可能性が高くなると、屋外におけるウイルスの不活化も無視できない可能性がある。

E.結論

患者から排出されたインフルエンザウイルスの感染力が環境中の湿度に依存し、低温で低湿度であるほど感染力が長時間保たれることは実験的な事実である。しかし実際の人間集団におけるインフルエンザの流行においては、それ以外の多くの要因が関与するものと考えられ、インフルエンザ流行と気象上の低湿度が必ずしも対応しないことがある。また感染様式として従来から飛沫感染と接触感染が重視されてきたが、最近の知見によると、エアロゾルによる伝播、すなわち空気感染も重要な経路であることが指摘されている。この場合、温湿度、とくに屋内における湿度管理が重要になるものと考えられ

る。

F.研究発表

該当なし

G.知的財産権の出願・登録状況（予定も含む）

該当なし

参考文献

- 1)中山幹男, 斉藤恵子. インフルエンザウイルスの感染価に及ぼす相対湿度の影響. パムサ会誌 2009;20:77-80.
- 2)分部美香. 高齢者福祉施設における加湿器の有効利用への提言 インフルエンザ予防のために. 生活と環境 2009;54:76-80.
- 3) Tellier R. Aerosol transmission of influenza A virus: a review of new studies. J R Soc Interface 2009;22:00-00.
- 4) Chan PK, Mok HY, Lee TC, Chu IM, Lam YW, Sung JJ. Seasonal Influenza Activity in Hong Kong and its Association With Meteorological Variations. J Med Virol 2009;81:1797-1806.
- 5) Weber TP, Stilianakis NI. A Note on the Inactivation of Influenza A Viruses By Solar Radiation, Relative Humidity and Temperature. (Letter to the Editor) Photochem Photobiol 2008;64:1601-2.
- 6) Lowen AC, Mubareka S, Steel J, Palese P. Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature. PLoS Pathog 2007; 3: e151.
- 7) Sagripanti JL, Lytle CD. Inactivation of influenza virus by solar radiation. Photochem Photobiol 2007;83:1278-82.

