

感染症・予防接種レター(第38号)

日本小児保健協会予防接種・感染症委員会では「感染症・予防接種」に関するレターを毎号の小児保健研究に掲載し、わかりやすい情報を会員にお伝えいたしたいと存じます。ご参考になれば幸いです。

日本小児保健協会予防接種・感染症委員会委員長 加藤達夫

予防接種・感染症委員会

委員長 加藤 達夫 副委員長 岡田 賢司 庵原 俊昭 宇加江 進 古賀 伸子
住友眞佐美 多屋 馨子 馬場 宏一 三田村敬子

人から人に感染する感染症の流行対策： 現在の麻疹流行を考える

感染症を感染ルートから大きく分類すると、人から人に感染する感染症（人人感染症）、蚊やダニなどのベクターにより感染する感染症（ベクター介在感染症）、汚染されている土壌や食物を介して感染する感染症（汚染環境由来感染症）に分類される。人人感染する感染症では、免疫を持たない人が集まると流行が始まり、免疫を持たない人が感染症罹患により免疫を持つと流行が終息し、その後免疫を持たない人が集まると流行が再燃するというサイクルを繰り返している¹⁾²⁾。また人人感染する感染症では、免疫を持たない人が集まりやすい人口が多い都会から流行が始まり、人口の少ない地方へと広がっていく³⁾。

流行を阻止するための集団免疫率（ H_0 ）が高い感染症ほど、一度に免疫を持たない人に感染させる数（基本再生産数、 R_0 ）が多く、短い期間で流行を繰り返している（表1）。ワクチ

ンが普及する前の都会では、麻疹や水痘は1～2年ごとに、流行性耳下腺炎は約3～4年ごとに流行していた。また、風疹は5年ごとの小流行と10年ごとの大流行があり、10年ごとの大流行時に多くの思春期の人たちが成人が罹患し、先天性風疹症候群（congenital rubella syndrome, CRS）児の発症が問題となっていた。

麻疹や水痘が子どもの病気であったのは、麻疹ウイルスや水痘ウイルスが土着していたために、移行抗体が消失した1～2歳の子どもが罹患した結果であり、この定期的な流行により子どもを取り巻くおとなの免疫が維持されていた。任意接種のためにワクチン接種率が30%程度と低い水痘では、現在でもこの流行パターンが続いているが、定期接種となりワクチン接種率が高い麻疹では、1～2年ごとであった流行間隔が、5～10年ごとへと延長している。この流行間隔の延長は、人為的に免疫を持たせた（ワクチンを接種した）結果であり、人から人に感染する感染症では、ワクチン接種率を高めることで流行規模を小さくし、流行間隔を延長させ、更に高い接種率（麻疹では1期、2期とも95%以上）が維持されると、最終的には流行が排除できることを示している（図1）¹⁾²⁾。

平成18年度に千葉や茨城で中学生・高校生を中心に麻疹が流行し、今年度に入って関東の大学を中心に麻疹流行が始まり、日本各地の大学に広がっている。今年度の麻疹流行の特徴は、20歳前後の大学生が中心であり、麻疹ワクチンの接種率が高い乳幼児において麻疹流行を認めないことである。

表1 MMRVの基本再生産数(R_0)と集団免疫率(H_0)

感染症	流行間隔*	接触時間†	基本再生産数	集団免疫率
麻疹	1～2年	20分間	12～18	83～94
水痘	1～2年	60分間	10?	90?
ムンプス	3～4年	不明	4～10	75～90
風疹	5～10年	不明	6～7	83～85

$$H_0 = (1 - 1/R_0) \times 100$$

*定期接種が行われていないときの流行間隔（人口が多いところ）

†同じ部屋にいた時に感染するリスクがある接触時間

（注1） R_0 が高い（ H_0 が高い）感染症ほど流行間隔が短い

（注2）人口の少ない地域では流行間隔が拡大する

（注3）予防接種率が高くなると流行間隔が拡大する

* 感染拡大のきっかけ
 : 感受性者 (免疫を持たない人) の蓄積

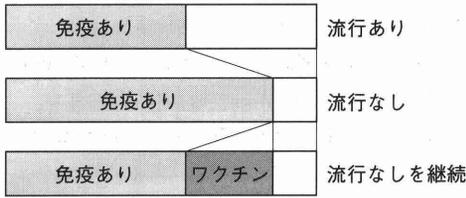


図1 人人感染症の流行抑制対策 (ワクチン接種)

以前米国において、ACIP や米國小児科学会 (AAP) が水痘ワクチンを勧奨接種 (recommended vaccination) に加えるにあたり、一部の人たちから、「子どもに水痘ワクチンを接種すると流行規模が小さくなり、成人になってから水痘に罹患する人が増加する」との危惧が指摘された。このときのAAPの反論は、「中途半端な接種率だと成人になって水痘に罹患するリスクは増加するが、集団免疫率を維持する接種率を達成すると成人水痘のリスクは増加しない」というものであった (表2)⁴⁾。米国では水痘ワクチンを学校保健法に定める定期接種 (mandatory vaccination) に加えることにより、水痘患者数、水痘死亡者数、水痘関連入院患者数が著明に減少している⁵⁾⁶⁾。

米国の一部小児科医の水痘ワクチン導入時の危惧は、中途半端な接種率ならば他の人人感染するワクチン予防可能感染症でも起こりうることであり、本邦での2003年の風疹流行や今年度の麻疹流行は、この中途半端な接種率の結果である。中途半端な麻疹ワクチン接種率のために、麻疹ワクチンを受けずに成人した人たちと、ワ

クチンを受けたが流行がなかったためにプースターを受けずに成人した人たちが都会に集中し、そこに麻疹ウイルスが持ち込まれて流行が広がった。現在関東で流行している麻疹ウイルスの遺伝子型はD5であるが、日本土着のD5と系統が異なったタイプである。

日本から麻疹ウイルス野生株を排除するためには、高い接種率でMRワクチンを2回接種する必要がある。しかし、平成18年度から開始した小学校入学前の2期接種方式では、2期接種を受けた子どもたちが20歳に達するまでには14年かかり、このペースで2期接種を行っているのは、もう一度か二度成人で麻疹が流行するリスクが残されている。WHOが定めた2012年までに麻疹流行を排除するためには、現在のMRワクチン2期接種方式に加えて、中学生や高校生へのMRワクチンのキャッチアップ接種を考慮する必要がある。

麻疹が流行している地域での麻疹対策は、麻疹に罹患しておらず麻疹ワクチンを受けていない人への麻疹ワクチン接種である。十分量の麻疹ワクチンが供給されているときは、この対策が有効である。しかし、麻疹ワクチンの供給量が不十分なときは、麻疹抗体を測定し、抗体陰性者にワクチン接種を行う二段階方式で対応する。麻疹の免疫の有無を確認する適切な抗体測定方法は、中和法かEIA法であり、大量の検体を短期間に測定するときはEIA法が優れている。以前よく使われたHI法では、EIA法や中和法で陽性となる血清の約20%が陰性となり、抗体の有無を確認するために用いるのは不適切である⁸⁾。なお、麻疹ワクチンなどの各種ワクチンは、培養細胞や培養動物にウイルスを増殖させて製造する生物製剤であり、多くの量を供給するには半年程度の時間が必要である。

今年度多くの大学では麻疹流行時にキャンパス閉鎖を行っているが、効果的に学校内での二次感染・三次感染を予防するためには、潜伏期間を越えての閉鎖が必要である。麻疹の潜伏期間は10~14日間であり、数日間のキャンパス閉鎖では、キャンパス再開後の出席時に麻疹患者が発症するため、二次感染・三次感染の予防には不適切である。なお、麻疹のような人人感染するワクチン予防可能疾患が学校で流行したと

表2 ワクチン接種率と流行間隔および成人麻疹の発症

接種率	流行間隔*	成人の感受性者数	野生株のウイルス量	成人発症のリスク
0%~低率	1~2年毎	+	++++	++
部分接種†	数年~10年毎	++++	+++	++++
全般接種 (≥90%)	なし‡	++	+	+

*中途半端な接種率の時に流行すると、発症者に占める成人、1歳未満児、ワクチン接種歴のある児 (者) の割合が高くなる。

†麻疹<90%, 風疹<75%, ムンプス<80%, 水痘<90%

‡土着の野生株は排除され、輸入例と関連して流行する

き、米国では既往歴がなくワクチン歴もない児童生徒は、流行終了まで登校停止が義務付けられている⁹⁾。ワクチン接種率が高い疾患の流行時には参考にすべき対策である。

麻疹の集団免疫率はウイルス感染症で最も高い95%程度であり、一方風疹の集団免疫率は麻疹よりも低い85%程度である。本邦では、MRワクチン接種を推進しており、MRワクチンの高い接種率が維持できるならば麻疹の流行排除と同時に、風疹の流行排除も期待される。

参考文献

- 1) Fine PEM : Community immunity. In : Vaccines 4th ED, Plotkin SA and Orenstein EA Eds, Saunders, Philadelphia, p1443-1461, 2004.
- 2) 庵原俊昭 : 小児感染症の基本的考え方. 日本小児皮膚科学会雑誌 25 : 93-96, 2006.
- 3) Grenfell BT, Bjernstad ON, Kappey J : Travelling waves and spatial hierarchies in measles epidemics. Nature 414 : 716-723, 2001.
- 4) AAP : Varicella vaccine update. Pediatrics 105 : 136-141, 2000.
- 5) Nguyen HQ, Jumaan AO, Seward JF : Decline in mortality due to varicella after implementation of varicella vaccine in the United States. N Engl J Med 352 : 450-458, 2005.
- 6) Davis MM, Patel MS, Gebremariam A : Decline in varicella-related hospitalizations and expenditures for children and adults after introduction of varicella vaccine in the United States. Pediatrics 114 : 786-792, 2004.
- 7) Nakayama T, Fujino M, Yoshida N : Molecular epidemiology of measles virus in Japan. Pediatr Intern 46 : 214-223, 2004.
- 8) 庵原俊昭 : 麻疹・風疹・水痘・ムンプスに対する病院および地域における感染制御対策の最近の動向. 医療 60 : 483-488, 2006.
- 9) AAP : Mumps. In : Red Book 2006. Committee on Infectious Diseases, American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village, p464-468, 2006.

(文責 : 庵原俊昭)