

洗濯機の洗濯槽から検出される薬剤耐性菌の調査

安川洋生

(令和3年2月1日受理)

YASUKAWA Hiro

Antimicrobial-Resistant Bacteria in Washing Machines

1. はじめに

サルバルサンやサルファ剤等の抗菌性の合成化合物、及びペニシリンやストレプトマイシン等の微生物由来の抗菌性化合物(抗生物質)は、20世紀初頭から半ばにかけて見いだされ、臨床に投入されると顕著な効果を発揮し感染症治療の歴史を大きく変えた。それ以降、新たな抗菌薬が次々と発見・開発され、人類は多大な恩恵を受けてきた。しかし今日では、ほとんどの抗菌薬に対して薬剤耐性菌がみとめられるようになっており、一方で、新たな抗菌薬の開発件数は減少している。その結果、薬剤耐性菌に起因する死亡者数は年々増加しており、英国の薬剤耐性レビュー委員会(O'Neill Commission)によると、このまま何も対策を講じなければ、薬剤耐性菌による死亡者は2050年には1000万人にもものぼると試算されている。

こうした危機的状況に対し、現在は世界規模で対策が執られている。2015年に開催された世界保健総会において「薬剤耐性対策グローバル・アクションプラン」が決定され、日本においては2016年に薬剤耐性アクションプランが策定された。このプランでは執るべき対策を6分野に分けて記述しており、その中で「国民の薬剤耐性に関する知識や理解を深め、専門教育等への教育・研修を推進する」ことを目標の一つとして掲げ「中学校・高等学校の生徒への教育の推進」を具体的な取組みの一つとしている。

筆者は、教員を志す教育学部生の教育の一環として、学生のスマートフォンに付着する薬剤耐性菌の調査⁽¹⁾⁻⁽³⁾と、学部棟内のハンドドライヤーの送風中の薬剤耐性菌の調査^{(4),(5)}を行ない、身近な生活環境中にも薬剤耐性菌が生息していることを示し指導してきた。また、これらの調査と同時に、学生やその家族が使用する洗濯機を対象とした調査も行なってきた。本項ではそれについて報告する。

2. 方法

2.1. 洗濯槽の調査

岩手大学教育学部生を対象に実施した。学生には調査の意義を伝え、次に洗濯槽から耐性菌を含む微生物が検出されるであろうことを説明し、その上で不安を与えないように、それらの微生物が直ちに健康被害を及ぼすものではない旨を伝えた。その際に、躊躇する様子を見せた学生や拒否を申し出た学生に対しては、説得することも再考を促すこともしなかった。また、学生は同意してもその家族が難色を示した場合や拒否した場合もサンプリングを行わなかった。

一人暮らしの学生と学生寮に暮らす学生については本人の同意が得られた場合、家族と暮らす学生については本人と家族の同意が得られた場合、次の手順に従って実施した。

① 滅菌綿棒にて洗濯槽底部の10cm x 10cm程度

をサンプリングさせた。

- ② 綿棒を回収し、付着した微生物をSCD培養液に懸濁し、終夜培養した。
- ③ 滅菌済みの5本の三角フラスコにSCD培養液を10mLずつ入れ、そこに②で培養した試料を10 μ Lずつ添加した。
- ④ 5本のうち4本にはアンピシリン、テトラサイクリン、ストレプトマイシン、リファンピシンのいずれかを添加した（いずれも終濃度12.5 μ g/mL）。1本については対照として抗菌薬を加えなかった。
- ⑤ すべての三角フラスコを振盪培養した後、培養結果を記録し、増殖した微生物を回収した。

2. 2. DNAの調製と解析

アンピシリンを含む培養液で増殖がみとめられた微生物について、DNA抽出キットversion 2 (Kaneka) を用いて溶解しDNA粗抽出液を調製した。この粗抽出液の一部を滅菌水にて $10^3 \sim 10^4$ 倍に希釈しPCRに供した。細菌に特異的な16S rDNAの検出にはBacterial 16S rDNA PCR Kit Fast (800) (Takara Bio) を用いた。AmpC型 β ラクタマーゼファミリーの検出にはシカジーニアスAmpC遺伝子型検出キット (Kanto Chemical) を用いた。

3. 結果と考察

培養結果を表に示す。表中の「+」は微生物の発育がみとめられたことを示す。また、ABPC, TC, SM, RFPはそれぞれアンピシリン、テトラサイクリン、ストレプトマイシン、リファンピシンを示す。調査した33台の洗濯機の内、一人暮らしの学生の洗濯機は16台であった。その内6台については抗菌薬を含む培養液で微生物の発育がみとめられた(表1)。実家から通う学生の洗濯機は14台であり、その内の6台から抗菌薬を含む培養液で微生物の発育がみとめられた(表2)。学生寮から通う学生の洗濯機は2台であり、その内の1台から抗菌薬を含む培養液で微生物の発育がみとめられた(表3)。従って、調査した33台の洗濯機の13台(39%)について抗菌薬を含む培養液で微生物

物の発育がみとめられた。なお、抗菌薬を含む培養液においても対照においても微生物の発育がみとめられない例があったが、これらについては微生物が存在していたものの培養条件が発育に至適ではなかったという可能性があり、本調査の培養結果のみをもって微生物が存在しなかったとは結論できない。

ストレプトマイシン耐性とリファンピシン耐性は多くの場合、細菌の特定の遺伝子の変異によることが知られている。一方、アンピシリン耐性とテトラサイクリン耐性は、様々な種類のタンパク質により付与されることが知られている。どのようなタンパク質を産生しているのかを確認するためには、発育した微生物を回収してそのDNAを解析しなければならない。本調査ではテトラサイクリンを含む培養液では微生物の増殖がみとめられなかったが、アンピシリンを含む培養液ではみとめられたため、それらを回収し解析した。微生物試料の16S rDNAをPCRにより解析したところ、いずれの試料においても想定される鎖長の増幅産物がみとめられた(data not shown)。引き続き、アンピシリンやそれに類似した抗菌薬を分解する一群の酵素をコードしているかを解析したところ、AmpC型 β ラクタマーゼファミリーを標的としたPCRにていくつかの明瞭な増幅産物をみとめた(data not shown)。確定にはさらなる解析を要す。

33台の洗濯機の中には乾燥機能付きの洗濯機も含まれていた。そのような洗濯機は洗濯後に温風により洗濯物を乾燥させるため、その際に洗濯槽内の微生物も減少すると思われる。しかしながらその状況は長く維持されるものではなく、乾燥後の衣類を取り出す際には再び微生物が入り込むであろうし、そもそも長期にわたる気密性を有してはいない。実際に調査した乾燥機能付きの洗濯機からも微生物が検出されている。

本調査により、学生の身近にある洗濯機に薬剤耐性菌が存在することが示された。これは薬剤耐性問題の教育と啓蒙に活用できる資料の一つになると思われる。ただし、資料の取り纏めや情報の

表 1. 一人暮らしの学生の洗濯機の調査結果

No.	抗菌薬				
	-	ABPC	TC	SM	RFP
S01					
S02	+				
S03	+	+		+	+
S04	+				
S05					
S06	+	+		+	
S07	+			+	
S08	+	+			
S09					
S10	+	+		+	+
S11					
S12	+				
S13					
S14	+	+			
S15					
S16	+				
計	10	5	0	4	2

表 2. 学生の実家の洗濯機の調査結果

No.	抗菌薬				
	-	ABPC	TC	SM	RFP
F01	+	+		+	+
F02					
F03	+	+			
F04					
F05					
F06					
F07	+				
F08					
F09	+	+			
F10					
F11	+				
F12	+				
F13	+	+			
F14	+	+			
F15	+	+			
計	9	6	0	1	1

表 3. 学生寮の洗濯機の調査結果

No.	抗菌薬				
	-	ABPC	TC	SM	RFP
D01					
D02	+			+	
計	1	0	0	1	0

発信にあたっては、生活環境中の薬剤耐性菌が直ちに健康に影響を及ぼすかのような誤解を与えることのないように注意が必要である。

これまでの「抗菌薬と耐性菌のいたちごっこ」を終わらせるためには、薬剤耐性菌に関する正しい知識や抗菌薬の適切な使用方法について、より多くの人々に周知することが重要であると考え、そうした活動を教育現場で推進し、薬剤耐性菌を増やさないという意識を生徒、保護者、教職員で共有し醸成することが目的の達成に有効であろう。

謝辞

本研究は科学研究費基盤C（一般）「生活環境中における薬剤耐性菌の調査と解析」（課題番号18K022350001）の一部として、岩手大学技術部の岡田菜月氏、佐藤千瑛氏、福士祥代氏の協力により行われた。

参考文献

- (1) 安川洋生, 岡田菜月, 福士祥代, 八重樫理称 (2020) 日本科学教育学会研究会研究報告, 34(6), pp57-60.
- (2) 八重樫理称, 岡田菜月, 福士祥代, 安川洋生 (2020) 日本科学教育学会研究会研究報告, 35(2), pp35-38.
- (3) 安川洋生 (2021) 岩手大学教育学部研究年報, 80, in press.
- (4) 安川洋生 (2020) 岩手大学教育実践総合センター研究紀要, 19, pp111-114.
- (5) 菅井響, 岡田菜月, 福士祥代, 安川洋生 (2020) 日本科学教育学会研究会研究報告, 35(2), pp31-34.