

〈原著〉

## 10代、20代男女における白癬菌散布率の疫学調査

鈴木 周朔<sup>1)</sup>、眞野 容子<sup>2)</sup>、古谷 信彦<sup>1),2)</sup>、藤谷 克己<sup>1),3)</sup>

### Epidemiological survey of spreading rate of *Trichophyton* spp. among males and females in their teens and 20s

Shusaku Suzuki<sup>1)</sup>, Yoko Mano<sup>2)</sup>, Nobuhiko Furuya<sup>1),2)</sup> and Katsumi Fujitani<sup>1),3)</sup>

**Summary** Tinea pedis is a stubborn dermatological disorder with a high prevalence in Japan, and the main cause of the infection is the spread of *Trichophyton* spp. in the environment from the carriers. We analyzed the rate of spreading of *Trichophyton* spp. among 66 males and females in their teens and 20s, and investigated both personal and environmental factors. Sampling with cotton swab was performed for determining the spreading rate of the infectious agent from the participant's foot (sole and toes). Socks were directly stamped in Mycosel agar and cultured to investigate the spreading rate from their socks. The spreading rate from both the foot and socks was 6.1% (4 out of 66 people), which is almost the same as the morbidity rate mentioned in previous studies. It is possible that carriers are spreading *Trichophyton* spp. directly from the socks besides their feet into the environment, so it can be considered a factor that increases the risk of infecting a non-infected person with tinea pedis. In addition, 25% (1 out of 4) of the *Trichophyton* spp were identified as *T. rubrum* and 75% (3 out of 4) of them as *T. mentagrophytes*. In this study, we suggest that there might be differences between pathogenicities of *T. rubrum* and *T. mentagrophytes*. It was observed that the detachment of skin at the toes was significantly related to the spreading of the infection, making it an important factor. Furthermore, we confirmed that sex, history of tinea pedis infection, regular usage of fitness facilities, and shared flooring space might

<sup>1)</sup> 文京学院大学大学院 保健医療科学研究科  
〒113-8668 東京都文京区向丘1-19-1

<sup>2)</sup> 文京学院大学 保健医療技術学部 臨床検査学科  
〒113-0023 東京都文京区向丘2-4-1

<sup>3)</sup> 文京学院大学 保健医療技術学部 作業療法学科  
〒356-8533 埼玉県ふじみ野市亀久保1196

電話：049-261-7415 kfujitani@bgu.ac.jp

<sup>1)</sup> Graduate School of Health Care Science, Bunkyo Gakuin University 19-1, Mukogaoka 1-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8668, Japan

<sup>2)</sup> Department of Clinical Laboratory Medicine, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University 4-1, Mukogaoka 2-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0023, Japan

<sup>3)</sup> Department of Occupational Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University 1196 Kamekubo, Fujimino-shi, Saitama 356-8533, Japan

受付日：2017年3月16日

採択日：2017年5月10日

influence the spreading rate, so sharing facilities can be considered as a strong factor in increasing the opportunity for adhesion of *Trichophyton* spp. to uninfected people.

**Key words:** *Trichophyton* spp., Tinea pedis, Epidemiological survey,

## I. 緒言

白癬は*Trichophyton* spp.等の皮膚糸状菌による感染症である。皮膚糸状菌感染症はヒトに対して一般的な感染症であり、ケラチン組織を持つ頭部や髪、爪などに感染する<sup>1)-2)</sup>。皮膚糸状菌感染症の中でも、足部（足底部や趾間部）に生じる白癬を足白癬と呼び、その主な原因菌は*Trichophyton rubrum* (*T. rubrum*) や*Trichophyton mentagrophytes* (*T. mentagrophytes*) で、最も高頻度に分離される皮膚糸状菌は*T. rubrum*である<sup>2)</sup>。

本邦における足白癬や爪白癬の罹患率は非常に高く、高温多湿や共同浴場利用等などの環境的または文化的要因が関与するとも示唆されている<sup>3)-4)</sup>。今日まで、白癬の罹患率に対する多くの疫学調査が日本で行われてきた。Japan foot week研究会が行った疫学調査では、皮膚科外来患者の40%が足白癬または爪白癬に罹患していることを報告している<sup>5)</sup>。数年ごとに実施されている日本医真菌学会の疫学調査では、皮膚科新規外来患者の6%以上が足白癬や爪白癬に罹患していることを示している<sup>6)-11)</sup>。これらの報告より、本邦において足白癬、いわゆる水虫は普遍的な疾病であることが確認できる。

また、白癬菌を保菌している者からの直接感染は非常に稀である<sup>12)</sup>。足白癬の主な感染経路は、白癬菌保菌者より菌が環境中へ散布され、環境中で生存し、環境より非感染者の足底や趾間に付着後、角質内に侵入、足白癬に罹患するといった過程であると考えられている<sup>13)</sup>。環境中にどの程度白癬菌が存在しているかという問題は古くから検討されており、プールやサウナ、病院、学校等の公共施設、家庭や寮といった生活の場から白癬菌が分離されている<sup>14)</sup>。また、病院外来の共用スリッパを対象とした研究において、12.5%のスリッパから白癬菌を分離したと報告している<sup>14)</sup>。足白癬の感染源の1つである足部からの*T. rubrum*及び*T. mentagrophytes*の散布率に関しては、セロハンテープ法による皮

膚科外来を受診した足白癬患者や健常者を対象とした疫学調査<sup>15)</sup>やCotton swab sampling法による白癬患者や患者家族、白癬が流行した施設利用者等を対象とした疫学調査<sup>16)-18)</sup>が行われている。足白癬患者の*T. rubrum*及び*T. mentagrophytes*の散布率は65%と非常に高く<sup>15)</sup>、片足白癬患者の病変が認められない健常側においても29.0%に散布が認められた<sup>16)</sup>。健常群においても、2.0%の対象者が*T. rubrum*及び*T. mentagrophytes*を散布することが確認されている<sup>15)</sup>。白癬菌の散布率に関する多くの報告がある一方で、対象者の年齢層を絞り、散布率を調査した報告は少ない。特に10代、20代男女のような若年層は、活動性が高いがゆえに様々な環境に曝露され、白癬菌の付着機会が高いにもかかわらず、この年代を対象とした散布率の報告は見当たらない。

よって本研究では、10代、20代男女66名の*Trichophyton* spp.の散布率を調べるとともに、足の状態や生活環境等の個人因子や環境因子について調査項目を定め、アンケートを実施することにより各因子との関連を調べ、疫学的に分析することを目的として検討を行った。

## II. 方法と材料

被験者は、2016年7-10月時点における10代後半男性5名、10代後半女性4名、20代男性24名、20代女性33名の計66名を対象とした。

足部からの*Trichophyton* spp.散布率検索では、Cotton swab sampling法を用いた<sup>16)</sup>。生理食塩水で湿らした綿棒を用いて足裏、趾間をswab後、綿棒頭部を切り取り生理食塩水 3mLに加え攪拌した。シャーレに生理食塩水を移し、50℃に保温した抗生物質シクロヘキシミド・クロラムフェニコール含有サブロー培地（マイコセル培地 日本BD株式会社）を加え、14日間室温で培養後コロニー観察を行った。

靴下からの*Trichophyton* spp.散布率検索では、

マイコセル培地に靴下を直接スタンプする要領で塗布し、14日間室温で培養後コロニー観察を行った。

菌種同定法として、巨大培養法とスライドカルチャー法、PCR-RFLP法の3法を用いた。

巨大培養法は、足部及び靴下からの散布率検索で*Trichophyton* spp.と疑われるコロニーを採取し、サブロー寒天培地（日水製薬株式会社）に3点接種後、室温で培養を行い、14日後肉眼的所見から菌種同定を行った。確認される所見をFig. 1に示した。生育速度が速く、表面が平坦で粉状の白色調コロニーを形成した菌を*T. mentagrophytes* (Fig. 1A)、生育速度が遅く、表面が隆起し絨毛状の白色または黄色コロニーを形成した菌を*T. rubrum* (Fig. 1B)と同定した。

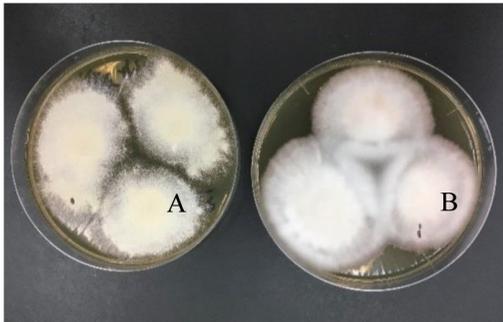


Fig. 1 Macroscopic observation of colony morphology on Sabouraud dextrose agar (A: *T. mentagrophytes*; B: *T. rubrum*)

スライドカルチャー法は、*Trichophyton* spp.と疑われるコロニーを採取後、滅菌シャーレに置いた1 cm四方サブロー寒天培地片に菌を4ヶ所接種し、カバーガラスを被せ、室温で14日間培養後、カバーガラスを用いてラクトフェノールコットンブルー（武藤化学株式会社）染色標本作製し、鏡検により菌種同定を行った<sup>19)</sup>。確認される所見をFig. 2に示した。球状の小分生子が豊富で、らせん体や腸詰状の大分生子が認められた菌を*T. mentagrophytes* (Fig. 2A)、棍棒状やゴマ状の小分生子が菌糸に並ぶ菌を*T. rubrum* (Fig. 2B)と同定した。

PCR-RFLP法は、皮膚糸状菌の菌種同定に有用なRibosomal RNA遺伝子のITS領域増幅後制限酵素処理を行い、電気泳動像によって同定を行う方法である<sup>20)</sup>。*Trichophyton* spp.と疑われる

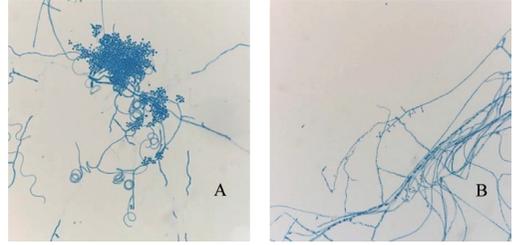


Fig. 2 Microscopic examination of conidia with slide culture technique (A: *T. mentagrophytes*; B: *T. rubrum*)

コロニーを採取しDNA抽出を行った後、PCRを行った。プライマーはITS領域を増幅するITS-1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') およびITS-4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3')を用いた。PCRでの増幅条件として、94℃ 5分加温後、94℃ 60秒、58℃ 120秒、72℃ 90秒を1サイクルとして35サイクル行い、72℃ 1分加温と設定した。増幅産物を2%アガロースゲルにアプライし、電気泳動を行った。泳動後エチジウムブロマイドを用いて染色し、泳動像を可視化した。加えて同増幅産物を制限酵素MvaI（タカラバイオ株式会社）にて消化を行った後、3%アガロースゲルを用いて電気泳動を行った。制限酵素処理前と後の電気泳動パターンにより菌種同定を行った<sup>21)</sup>。

*Trichophyton* spp.の散布率と因子別の関連について調査するために、足の状態や生活環境等の個人因子や環境因子について調査項目を定めて調査票を作成し、アンケートを実施した。アンケート項目はTable 1に示す。

足部からの*Trichophyton* spp.散布と、アンケートより得られた足白癬と関連する可能性のある各因子を、統計解析ソフトウェアであるIBM SPSS ver23を用いて強制投入法によって多重ロジスティック回帰解析を行い、*Trichophyton* spp.散布と各因子の関連を調査した。加えて、カイ二乗検定により*Trichophyton* spp.散布と各因子の関連を調査した。

### Ⅲ. 結果

足部由来の*Trichophyton* spp.散布率は6.1% (66名中4名)であった。また、*Trichophyton* spp.の散布は両足より確認された。

Table 1 Questionnaire on foot conditions and living environment

個人因子	環境因子
性別	同居者の足白癬既往歴
年齢	同居者との共有物の有無
足白癬既往歴	(バスマット、トイレマット、トイレスリッパ、屋内スリッパ、外履きスリッパ)
趾間部皮膚剥離の有無	主な共有居室の床のタイプ
足裏部水泡の有無	フローリング、絨毯、畳
かかとの厚み及びザラツキの有無	週一以上利用する共有施設
爪に濁りの有無	(スポーツ施設、プール、銭湯)
足裏部湿気の有無	
居住地では主に素足か靴下か	
定期的なスポーツ活動の有無	

靴下からの *Trichophyton* spp. 散布率は6.1% (66名中4名) であり、左右両方の靴下において *Trichophyton* spp. の散布が確認された。また、靴下より *Trichophyton* spp. の散布が確認された4例は、足部より *Trichophyton* spp. の散布が認められた4名の対象者と一致した。

また、*Trichophyton* spp. の散布が確認された4名の内1名 (25%) は足部及び靴下より *T. rubrum* を、3名 (75%) は足部及び靴下より *T. mentagrophytes* を確認した。

*Trichophyton* spp. 散布と個人因子や環境因子の関連性を調査するために多重ロジスティック回帰解析を行ったところ、*Trichophyton* spp. 散布と個人因子の趾間部の皮膚剥離が有意に関連していることが確認された (OR:23 [95% CI:1.396-378.898],  $p = 0.028$ )。また、カイ二乗検定を行ったところ、個人因子では「男性」 ( $p = 0.02$ ) や「白癬菌既往歴」 ( $p = 0.043$ )、環境因子では「定期的なスポーツ施設の利用」 ( $p = 0.001$ ) や「共同居室がフローリング」 ( $p = 0.037$ ) が *Trichophyton* spp. の散布に有意に関与する可能性が認められた。

#### Ⅳ. 考察

足白癬は本邦において有病率の高い皮膚疾患であり、保菌者から環境中に散布された *Trichophyton* spp. が主な感染の原因であることから、*Trichophyton* spp. の散布率は非常に重要な因子である。よって本研究では、10代、20代男女66名の *Trichophyton* spp. の散布率と因子別の関連を調べ、疫学的に分析することを目的として検討を行った。

足部からの *Trichophyton* spp. 散布率は、6.1% であることが確認された。日本医真菌学会が2015年に報告した皮膚真菌症の疫学調査<sup>11)</sup> で

は、足白癬の罹患率は5.4%であることが示され、我々が報告した *Trichophyton* spp. 散布率とほぼ同じ結果となった。これらの結果より、足白癬の罹患率と *Trichophyton* spp. 散布率には類似性があり、*Trichophyton* spp. の散布は足白癬の感染において重要な因子であることを改めて確認した。また、足部より *Trichophyton* spp. の散布が認められた対象者では、靴下からも *Trichophyton* spp. が確認された。*Trichophyton* spp. を散布する対象者は、足部以外に靴下からも環境中へ *Trichophyton* spp. を散布している可能性があり、白癬非散布者への白癬感染リスクを高める要因になっていると考えられる。

散布が確認された4例の *Trichophyton* spp. は、同定試験の結果 *T. rubrum* が1例、*T. mentagrophytes* が3例であることが確認され、*T. mentagrophytes* の方が高頻度であった。環境より分離された皮膚糸状菌の菌種を調査した報告<sup>22)</sup> では、*T. mentagrophytes* が89.9%、*T. rubrum* が5.5%と *T. mentagrophytes* の方が多く分離されていることを示した。一方で、足白癬の主な原因菌は *T. rubrum* であることが知られており<sup>2)</sup>、足白癬罹患率の疫学調査においても原因菌は *T. rubrum* が最も多い<sup>11)</sup>。足白癬発症の主な原因菌 (*T. rubrum*) と、本研究において足部より高頻度に散布され、かつ環境中に多く存在する菌 (*T. mentagrophytes*) が一致せず、この相違については過去より指摘されている<sup>22)</sup>。これらの結果を導く理由として、*T. rubrum* が *T. mentagrophytes* に比べて増殖速度が遅く、他の菌種に覆われてしまい確認できなくなる<sup>22)</sup> 等が考えられているが、詳細はわかっていない。今後、このような相違が起こる原因について追加検討を行う必要があるが、足部より *T. mentagrophytes* が多く確認されたことから、*T. rubrum* と *T. mentagrophytes* では菌散布に関する病原性について異なる可能性が本研究から

も示唆されたことになる。

*Trichophyton* spp. 散布と趾間部の皮膚剥離に有意な関連が確認された。角質細胞の破壊が菌の角質細胞内侵入性を容易にし、増殖を促すことが報告されており<sup>23)</sup>、足部の外傷は白癬菌散布率を高める可能性を示唆した。また、環境因子である、共有居室がフローリング、または定期的なスポーツ施設等の共用施設利用が *Trichophyton* spp. の散布率を高める可能性が明らかとなった。*T. mentagrophytes* は、粉塵中で9ヶ月間と非常に長期間生存することが確認されており<sup>24)</sup>、足部より散布された *Trichophyton* spp. は環境に一定期間生存している可能性がある。施設設備の共有が非感染者への菌付着の機会を増加させる要因となることが示唆される。

## V. 結語

足白癬を発症すると、抗真菌薬を用いた治療を行う必要性があり、またその治療期間は長期となる。発症の要因となる環境からの菌の定着を防ぐためにも、普段から足を清潔に保ち、マット等の共有物やフローリング等の床を頻繁に清掃するなど対策を行うことを本研究では提案し、結語とする。

また、本論文の要旨は第27回生物試料分析科学会年次学術集会で発表した。

## 謝辞

本論文の投稿に際して多大なるご協力ご助言をいただきました日本医科大学皮膚科学教室の佐伯秀久先生、田沼弘之先生、株式会社ポーラファルマ医薬研究所の久保田信雄先生、山田昌司先生、伊藤隆男先生に深謝申し上げます。

## 文献

- 1) Vander Straten MR, Hossain MA, and Ghannoum MA: Cutaneous infections dermatophytosis, onychomycosis, and tinea versicolor. *Infect Dis Clin North Am*, 17: 87-112, 2003.
- 2) Osborne CS, Leitner I, Favre B and Ryder NS: Amino acid substitution in *Trichophyton rubrum* squalene epoxidase associated with resistance to terbinafine. *Antimicrob Agents Chemother*, 49: 2840-2844, 2005.
- 3) 井出真弓, 二宮淳也, 伊藤弥生, 寺本輝代, 滝内石夫: 皮膚糸状菌の角質内侵入条件に関する研究. *真菌誌*, 40: 93-97, 1999.
- 4) Watanabe K, Taniguchi H and Katoh T: Adhesion of dermatophytes to healthy feet and its simple treatment. *Mycoses*, 43: 45-50, 2000.
- 5) Watanabe S, Harada T, Hiruma M, Iozumi K, Katoh T, Mochizuki T and Naka W; Japan Foot Week Group: Epidemiological survey of foot diseases in Japan: results of 30,000 foot checks by dermatologists. *J Dermatol*, 37: 397-406, 2010.
- 6) 高橋伸也, 日本医真菌学会疫学調査委員会: 1992年次皮膚真菌症疫学調査報告. *真菌誌*, 36: 87-95, 1995.
- 7) 笠井達也, 日本医真菌学会疫学調査委員会: 1996年次皮膚真菌症疫学調査報告. *真菌誌*, 41: 187-196, 2000.
- 8) 笠井達也, 日本医真菌学会疫学調査委員会: 1997年次皮膚真菌症疫学調査報告. *真菌誌*, 42: 11-18, 2001.
- 9) 西本勝太郎, 日本医真菌学会疫学調査委員会: 2002年次皮膚真菌症疫学調査報告. *真菌誌*, 47: 103-111, 2006.
- 10) 清佳浩, 日本医真菌学会疫学調査委員会: 2006年次皮膚真菌症疫学調査報告. *真菌誌*, 53: 185-192, 2012.
- 11) 清佳浩, 日本医真菌学会疫学調査委員会: 2011年次皮膚真菌症疫学調査報告. *真菌誌*, 56: 129-135, 2015.
- 12) 加藤卓朗, 木村京子, 谷口裕子, 丸山隆児, 西岡清: 共同浴場利用後の非罹患者の足底からの皮膚糸状菌の分離-複数利用による個人・男女の比較-. *真菌誌*, 37: 223-227, 1996.
- 13) 森下宣明, 二宮淳也, 清佳浩, 滝内石夫: 皮膚糸状菌の侵入機序. *真菌誌*, 44: 269-271, 2003.
- 14) 藤広満智子, 野田かなを, 高橋ひろ子, 森勝一: 病院外来患者用スリッパからの白癬菌分離. *環境感染*, 4: 9-13, 1989.
- 15) 藤広満智子: 足白癬患者からの白癬菌散布状態の検討. *真菌誌*, 34: 43-55, 1993.
- 16) 西本勝太郎, 塚崎直子, 田中敬一: Cotton swab sampling methodによる片側足白癬患者趾間の真菌学的検索. *真菌誌*, 32: 205-208, 1991.
- 17) 西本勝太郎, 矢野光政, 大野まさき: Cotton-swab Sampling法による年少者趾間の真菌検索. *真菌誌*, 31: 133, 1990.
- 18) 西本勝太郎: Cotton-swab Sampling Methodを用いた足白癬の真菌学的検索-第一報-通常の培養法との比較および小集団発生例についての検索. *西日皮膚*, 52: 318-321, 1990.
- 19) 藤広満智子: 簡便な真菌検査法. *真菌誌*, 48: 132-

## 生 物 試 料 分 析

- 136, 2007.
- 20) 望月隆：分子生物学的真菌検査法. 真菌誌, 48 : 129-131, 2007.
- 21) 吉村理枝子, 伊藤弥生, 森下宣明, 二宮淳也, 滝内石夫：爪白癬からの起因菌同定における培養法とPCR-RFLP法の比較検討. 真菌誌, 47 : 11-14, 2006.
- 22) 藤広満智子：病院環境から分離された白癬菌と  
病院内で感染した足白癬症例の検討. 真菌誌, 35: 25-32, 1994.
- 23) 井出真弓, 二宮淳也, 伊藤弥生, 寺本輝代, 滝内石夫：皮膚糸状菌の人角質内侵入条件に関する研究. 真菌誌, 40: 93-97, 1999.
- 24) 新村陽子：白癬患者および家塵からの皮膚糸状菌の分離. 真菌誌, 26: 74-80, 1985.