

論 文

タケ類てんぐ巢病菌の伝播および種内変異

田中栄爾*・田中千尋*・津田盛也*

Transmission and intraspecific variation of *Aciculosporium take*,
the causal agent of witches' broom of bamboo

Eiji TANAKA*, Chihiro TANAKA*, Mitsuya TSUDA*

タケ類てんぐ巢病は主にマダケ林に発生し、竹林を荒廃させる病害として明治期以来知られている。本病の病原菌は麦角菌科の *Aciculosporium take* MIYAKE で、分生子の雨滴伝搬によって宿主に感染すると考えられている。本論文では、本病の病害発生状況を観察するとともに宿主となっているタケ類を報告した。さらに、本菌の分離菌株の rDNA ITS 領域を解読し、種内変異が非常に少ないことを確認した。これらのことから、本病は明治期以前に日本国内に侵入し、広い宿主範囲を持つことと、雨滴伝搬による強い伝搬力によって日本国内に広まったと考察した。

キーワード：タケ類てんぐ巢病, *Aciculosporium take*, 宿主範囲, 雨滴伝搬, 種内変異

Witches' broom of bamboo is the most destructive disease on bamboo, especially *Phyllostachys bambusoides*. This disease was reported in Japan at the Meiji era. The causal agent is *Aciculosporium take* MIYAKE (Clavicipitaceae). It is considered that it infects with conidiospore by raindrop transmission. In this article, we observed the appearance of their symptoms and their host species. We then confirmed the low intraspecific variation by rDNA ITS region. From these results, we discussed that this disease invaded Japan before the Meiji era, and then spread in Japan by its wide host range and the strong transmission power by raindrop transmission.

Key words: Witches' broom of bamboo, *Aciculosporium take*, Host range, Raindrop transmission, Intraspecific variation

1. 緒 言

近年、マダケ (*Phyllostachys bambusoides* SIEB. et ZUCC.) 林にタケ類てんぐ巢病が多発し、全国的に大きな問題となっている。本病は叢生・密集して下垂する典型的なてんぐ巢症状を示し、罹病枝は徒長し著しく矮化した葉が着生する。このような病徴から、本病は、しばしばマダケの開花・結実と混同されてきた。病勢が進むと本病の罹病枝葉は褐変し、さらには枯死に至るため、竹林が荒廃し景観が損なわれる。また、竹材生産やタケノコ生産の支障となるため、竹林にもっとも甚大な被害を与える病害として明治時代からよく知られていた (原, 1908a; 坪井, 1908; 上山ら, 1962a; 篠原, 1965)。本病は三宅によって中国から侵入した可能性を指摘され (三宅, 1908; 原, 1908b; 原, 1918)、その後、中国、台湾からも報告された (朱・黄, 1988; 陳, 1970)。さらに本病は、人為的伝播によって日本各地へ分布拡大したと考えられている (原, 1918)。

本病の主因となる *Aciculosporium take* MIYAKE (分生子世代 = *Albomyces take* MIYAKE) は、明治41年に

原 (1908a) によって初めて報告され、三宅 (1908) によって新属新種の *Aciculosporium take* MIYAKE と記載された。その後、日野 (1962) によって *Aciculosporium take* MIYAKE が正名、*Albomyces take* MIYAKE が分生子世代名として取り扱われることになり、それ以外の *Mitosporium take* CLEMENTS et SHEAR, *Balansia take* (MIYAKE) HARA は異名として取り扱われるようになった。分類学上、本菌は子囊菌門 (Ascomycota) の麦角菌科 (Clavicipitaceae) に所属する 1 属 1 種の菌とみなされ (小林, 1992)、その妥当性と *Claviceps* 属との近縁性が分子系統学的にも明らかにされている (TANAKA et al., 2002)。

本菌の伝搬には、降雨の際に分生子座が水分を得て分生子を含む白濁液を滲出し撒布する事実から、雨滴が重要な働きを持つことが指摘されてきた (北島, 1919)。水滴中の分生子による生長点感染は、分生子懸濁液をオカメザサ (*Shibataea kumasaca* (ZOLL.) NAKAI) の生長点に注射接種して病徴が再現されたことから実験的にも示されている (篠原, 1967; 陳, 1970)。さらに、水滴中の分生子は両端から発芽し、二又分岐したイカリ状の形

* 京都大学大学院農学研究科地域環境科学専攻

* Division of Environmental Science and Technology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502, Japan.

態に留まる。これは、子座上に形成された針状の分生子とは異なり、水生糸状菌などでみられるアペンデッジに相当する構造とみなされ、水流によって分散・定位するために有利な形態である (TSUDA et al., 1997)。

本菌の宿主は当初、マダケの他、ハチク (*P. nigra* MUNRO var. *henonis* STAPP), クロチク (*P. nigra* MUNRO), ホテイチク (*P. aurea* CARR. ex A. RUV. et C. RIV.), シボチク (*P. bambusoides* var. *marliacea* MAKINO), ウンモンチク (*P. nigra* MUNRO f. *boryana* MAKINO) と報告された (三宅, 1908; 北島, 1919)。その後、原 (1938) がナリヒラダケ (*Semiarundinaria fastuosa* (MITFORD) MAKINO), *Sasa* sp. を新たに宿主に加えている。最近、TSUDA et al. (1997) は、新たに宿主調査を行い、マダケ属、ナリヒラダケ属 (*Semiarundinaria*), メダケ属 (*Pleioblastus*), ササ属 (*Sasa*), オカメザサ属 (*Shibataea*) に属する11種を新宿主として追加し、計5属17種のタケ類を宿主として認めた。このように本菌の宿主に関する調査は研究途上にある。

本病の防除法については、老齡竹の伐採焼却処理以外に有効な対策は示されていない (原, 1908b; 坪井, 1908; 紺谷・峰尾, 1962)。しかし、本病の防除を効率よく行うためには、本菌の宿主範囲の確認、伝搬の特徴などの知見を明らかにしておく必要がある。本論文では、本菌の宿主について再調査した結果と、宿主や産地を異にする菌株間についてITS領域塩基配列を比較した結果を報告する。さらに、本菌の伝搬方法および本病の防除法について考察した。

2. 材料と方法

2. 1. 宿主の調査および病原菌の確認

宿主となるタケ類の調査は以下に示すタケ類見本園と、京都市周辺はじめ各地の竹林において行った。すなわち、京都大学大学院農学研究科附属演習林上賀茂試験地 (京都市北区上賀茂本山), 京都府立植物園 (京都市左京区下鴨半木町), 京都市洛西竹林公園 (京都市西京区大枝北福西町), 農林水産省森林総合研究所関西支所 (京都市伏見区桃山町), 養老公園内養老竹園 (岐阜県養老町養老公園), 武田薬品工業京都薬用植物園 (京都市左京区一乗寺), 京都市左京区大原, 東京都千代田区吹上御苑およびその周辺, 京都大学大学院農学研究科附属芦生演習林 (京都府美山町), 京都市伏見区醍醐, 京都府宇治市炭山, 京都府宇治市木幡, 京都府宇治市白川, 京都府宇治市六地藏, 奈良県天理市石上神宮, 岡山県高梁市備中松山城下, 岡山県久米町, 静岡県登呂公園, 千葉県佐倉市志津, 千葉県佐倉市佐倉, 茨城県つくば市天

久保である (表-1)。宿主タケ類の同定は各植物園、各機関の表示によった。また、宿主の学名または和名については、主として鈴木 (1978) の分類体系に従い、岡村 (1991) の分類体系も参照した。なお、本論文における「タケ類」の呼称は、一般に類別呼称されているタケ類・ササ類を含むものとし、タケ植物の総称として用いた。

本菌の分生子座、分生子は年間を通じて検出できるが、子嚢孢子形成は夏期に限られるため、本研究では分生子座および分生子をもとに菌感染の調査を行った。すなわち、てんぐ巣症状を示すタケの罹病枝先端葉鞘に包まれた白色の子座を観察した場合に、宿主として認定した。また、種内変異の調査には子座から分離培養した菌株を用いた。

2. 2. rDNA ITS領域の種内変異

本菌の宿主や産地の異なる10菌株を供試した (表-2)。すなわち、マダケ属のマダケ (京都市、宇治市、岡山県、千葉県), ギンメイチク (*Phy. bambusoides* var. *castillonii-inversa* HOUZEAU de LEHAIE), インヨウチク (*Hibanobambusa tranquillans*) からの分離菌株と、オカメザサ属のオカメザサ, ネザサ属のネザサ (*Pleioblastus chino* var. *viridis* (Sect. *Nezasa*)), ササ属のチマキザサ (*Sasa palmata* (Sect. *Sasa*)), ナンプスズ (*Sasa shimidzuana* (Sect. *Lasioderma*)) からの分離菌株である。菌体のゲノムDNA抽出は、3 mlのCM培地 ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.15%, KCl 0.05%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05%, KH_2PO_4 0.04%, K_2HPO_4 0.003%, yeast extract 0.1%, tryptone 0.1%, グルコース 1%) で、2週間液体培養した菌株を用いた。1.5 mlのミニチューブ中に菌体を遠心分離で回収したのち、300 μl の抽出バッファー (50 mM Tris-HCl (pH 8.0), 125 mM EDTA, 100 mM NaCl, 2% (w/v) sodium *N*-lauroylsarcosinate, 1% (v/v) 2-mercaptoethanol) を加え、菌体を粉碎した。その後、フェノール法で常法に従って核酸を精製し、RNaseで処理した。抽出したゲノムDNAはTEバッファーに溶解し、-20℃で保存した。PCR増幅はWHITE et al. (1990) に従い、ITS4とITS5 プライマーを用い、ITS1- 5.8S rDNA-ITS2 領域を増幅した。PCRはTaq polymerase (TAKARA, Japan) とTAKARA PCR Thermal Cycler (TP-3000) を用いた。PCR生成物はゲル電気泳動とフェノール法により精製したのち、CEQ™2000 DNA Analysis System (BECKMAN) を用いて塩基配列を解読した。塩基配列データはDNASIS-Mac (version 3.6, Hitachi Software Engineering, Tokyo) で編集した。

3. 結果

3. 1. 宿主の調査

本菌の宿主として、マダケ属とナリヒラダケ属の各種

と、その他の数種が認められた。すなわち、マダケ属 7 種、7 変種、8 品種、2 園芸品種、ナリヒラダケ属 6 種 1 変種、インヨウチク属 1 種、オカメザサ属 1 種、メダケ属 2 種、ササ属 2 種である。今回の調査により、岡山

表-1 タケ類てんぐ巣病菌の宿主タケ類
Table 1. The host bamboo species of *Aciculosporium take*

標準和名*	学名*	採集地*					
		A	B	C	D	E	F
マダケ	<i>Phyllostachys bambusoides</i>	—	+	+	+	+	**
シボチク	var. <i>marliacea</i>	+	+	+	—	+	
ギンメイシボチク	cv. <i>ginmeishibochiku</i>	—	—	—	—	+	
カシロダケ	f. <i>kasirodake</i>	—	+	—	+	+	*a
コンシマダケ	f. <i>subvariegata</i>	—	—	—	+	—	
ムツオレダケ	f. <i>geniculata</i>	—	+	—	—	—	
キンメイチク	var. <i>castillonis</i>	+	+	—	—	+	*b
ギンメイチク	var. <i>castillonis-inversa</i>	—	—	—	—	+	*b
オウゴンチク	var. <i>holochrysa</i>	—	+	—	—	+	*b
ウサンチク	cv. <i>usanchiku</i>	—	—	—	—	+	
ホテイチク	<i>P. aurea</i>	+	+	+	+	+	
シマホテイチク	f. <i>albo-variegata</i>	+	+	—	+	—	
ギンメイハチク	var. <i>flavescens-inversa</i>	+	+	—	+	+	*a
オウゴンホテイ	f. <i>holochrysa</i>	—	—	+	—	+	
クロチク	<i>P. nigra</i>	▽	▽	+	+	▽	
ハチク	var. <i>henonis</i>	—	▽	+	▽	▽	
ウンモンチク	f. <i>boryana</i>	▽	▽	+	▽	▽	
シマハチク	f. <i>albo-variegata</i>	—	+	—	+	—	
トサトラフダケ	var. <i>tosaensis</i>	—	+	▽	▽	+	
メグロチク	f. <i>megurochiku</i>	▽	▽	+	▽	+	
タイワンマダケ	<i>P. makinoi</i>	▽	+	▽	▽	▽	
ハクホカンチク	<i>P. dulcis</i>	—	+	—	+	▽	
ヒメハチク	<i>P. humilis</i>	▽	+	—	+	▽	
◇ モウソウチク	<i>P. pubescens</i>	▽	▽	▽	▽	▽	*c
インヨウチク	<i>Hibanobambusa tranquillans</i>	▽	+	—	+	+	
オカメザサ	<i>Shibataea kumasaca</i>	+	+	+	▽	+	
ナリヒラダケ	<i>Semiarundinaria fastuosa</i>	+	+	+	+	+	
アオナリヒラ	var. <i>viridis</i>	▽	+	—	+	▽	
ニッコウナリヒラ	<i>S. yoshi-matsumurae</i>	+	+	—	+	—	
ビゼンナリヒラ	<i>S. okuboi</i>	+	+	—	+	+	
◇ ヤシャダケ	<i>S. yashadake</i>	—	—	—	—	—	*d
ケナシヤシャダケ	<i>S. tatebeana</i>	—	+	—	+	—	
リクチュウダケ	<i>S. kagamiana</i>	—	+	—	+	▽	
タイミンチク	<i>Pleiolblastus gramineus</i> (Sect. <i>Caespitaesae</i>)	+	▽	—	▽	▽	
ネザサ	<i>P. chino</i> var. <i>viridis</i> (Sect. <i>Nezasa</i>)	▽	▽	▽	▽	▽	*e
チマキザサ	<i>Sasa palmata</i> (Sect. <i>Sasa</i>)	▽	▽	▽	▽	▽	*f
ナンブスズ	<i>S. shimidzuana</i> (Sect. <i>Lasioderma</i>)	▽	▽	+	▽	▽	

*1 宿主タケ類の同定は各植物園、各機関の表示に従った。宿主の学名または和名については、主として鈴木（1978）の分類体系に従い、岡村（1991）の分類体系を参照した。

*2 採集地：A 森林総研関西、B 京都府立植物園、C 岐阜県養老公園、D 上賀茂試験地、E 京都市洛西竹林公園、F その他：*a 武田薬品工業京都薬用植物園、*b 東京都千代田区吹上御苑、*c 京都市左京区大原、*d 岡山県久米町、*e 京都府宇治市木幡、*f 芦生演習林、*g 岡山県高梁市、京都市伏見区醍醐、京都府宇治市炭山、京都府宇治市白川、京都府宇治市六地藏、奈良県天理市石上神宮、静岡県登呂公園、千葉県佐倉市佐倉、千葉県佐倉市志津、茨城県つくば市天久保、** *d, *fを除く各地。

◇ 新宿主； — 植栽なし； ▽ 未発生； + 発生

県久米町の国指定天然記念物の虎斑竹〔ヤシャダケ (*Semiarundinaria yashadake* (MAKINO) MAKINO)〕, 京都市左京区大原のモウソウチク (*Phyllostachys pubescens* MAZ.ex HOUZ. de LE.) を新たな宿主として

認めた。以上のように今回の調査で宿主として確認できた6属19種8変種8品種2園芸品種を表-1に挙げた。

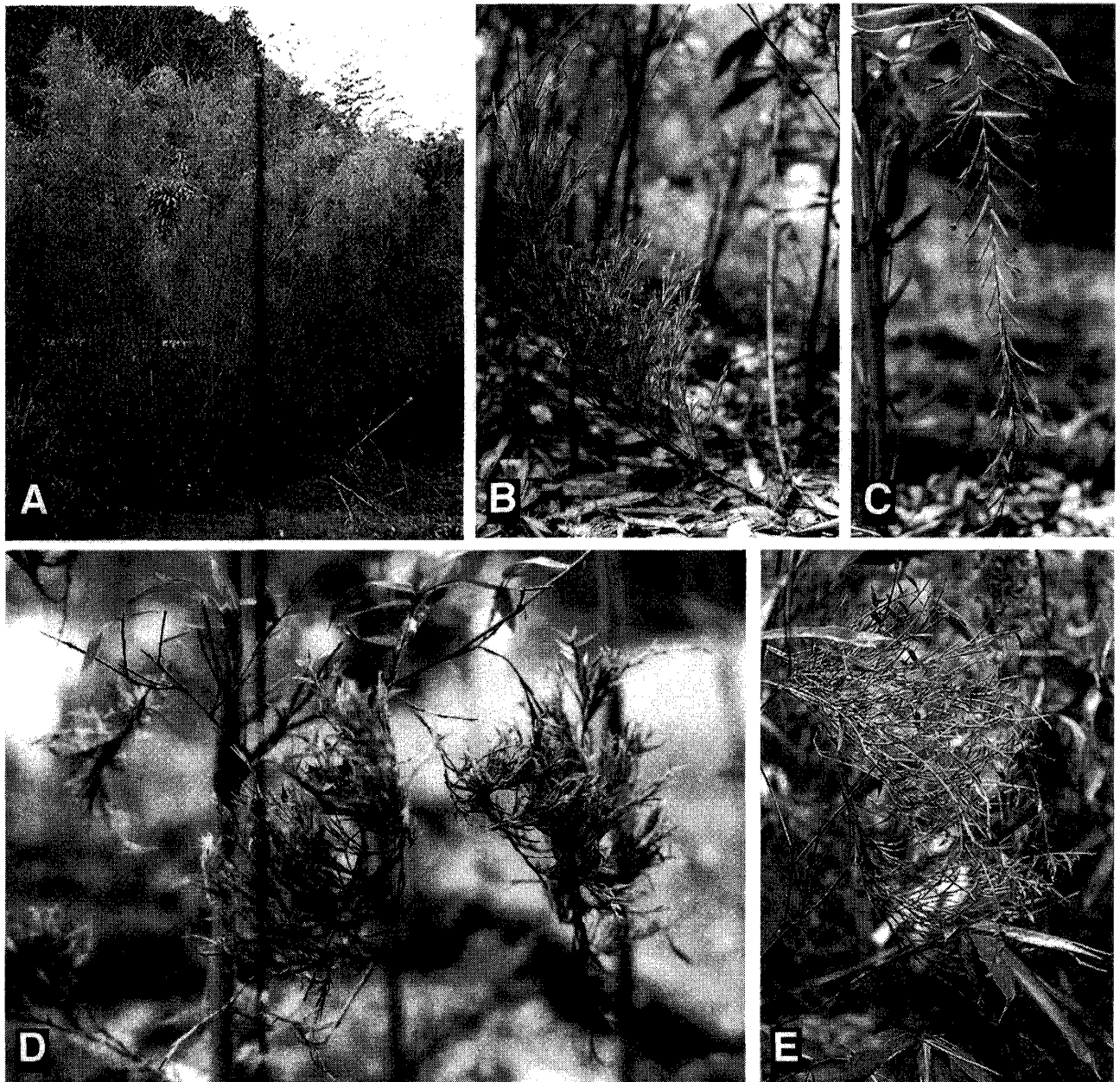


図-1 タケ類てんぐ巣病の病徴
Fig. 1. The symptoms of Witches' broom of bamboo

- A 病害が激しいマダケ林；全体が萎凋して一部が枯死している 京都市左京区大原
- B ブッシュ状の病徴；地下茎から不時発生している（インヨウチク） 上賀茂試験地
- C 徒長した罹病枝；多節で各節から出る小枝には矮化した葉が付く（ナリヒラダケ） 上賀茂試験地
- D 叢生症状；罹病枝は垂下する（リクチュウダケ） 上賀茂試験地
- E 罹病チマキザサ 芦生演習林
- A. Heavy diseased forest of *Phyllostachys bambusoides* at Ohara, Sakyo-ku, Kyoto-shi.
- B. Bushy shoot from infected rhizome of *Hibanobambusa tranquillans* at Kamigamo Experimental Forest.
- C. Diseased twigs with short nodes and dwarf leaves of *Semiarundinaria fastuosa* at Kamigamo Experimental Forest.
- D. Drooping twigs of diseased *S. kagamiana* at Kamigamo Experimental Forest.
- E. Diseased *Sasa palmata* (Sect. *Sasa*) at Ashiu, Kyoto University Forest.

3. 2. 病徴

各タケ類に認められる本病の病徴は既往の文献に記載されているものとよく一致した(坪井, 1908; 三宅, 1908; 原, 1938; HINO and KATUMOTO, 1961; 篠原, 1965). すなわち, 罹病枝は, 繊細で多節の小枝を叢生し, 罹病枝の先端に葉鞘に包まれた白色の分生子座を形成していた. また, 罹病枝は垂下し, 葉の成長が貧弱なために萎凋しているような外観を呈していた(図-1 C, D). 本病が発生したタケ類では, 稈の生長量や新稈の発生量が減少する. さらに, 激しく罹病しているマダケの枝では落葉し, やがて植物体全体が枯死するに至った(図-1 A). このような症状が発生しているマダケは近畿一円ばかりでなく, 日本全土のマダケ林に広く分布し, とくに河川沿いに多く見られた. 川岸においては流れに面している側の病徴が著しかった. 京都市左京区大原での観察では,

本病が発生していないマダケ林は, 河川から離れて孤立した小さな区画に生えているものだけであった. また, 本病が発生しているオカメザサ, ネザサ, ナンプスズは, 罹病したマダケの直下に生育しているものであった. 芦生演習林では, 本病が発生していたチマキザサ群落の付近に他種のタケ類は認められなかった(図-1 E). また, 罹病したマダケやインヨウチクの林床から不時発生する稈の一部に本病の発生が認められた. これらは, 地上に裸出した地下茎から出現し, 多節で, 節間が徒長あるいは短縮し, 異常に分枝したブッシュ状の病徴を示した(図-1 B). このような病徴は, ナリヒラダケ, タイミンチク (*Pleioblastus gramineus* (BEAN) NAKAI), ナンプスズでも観察されている(TSUDA et al., 1997).

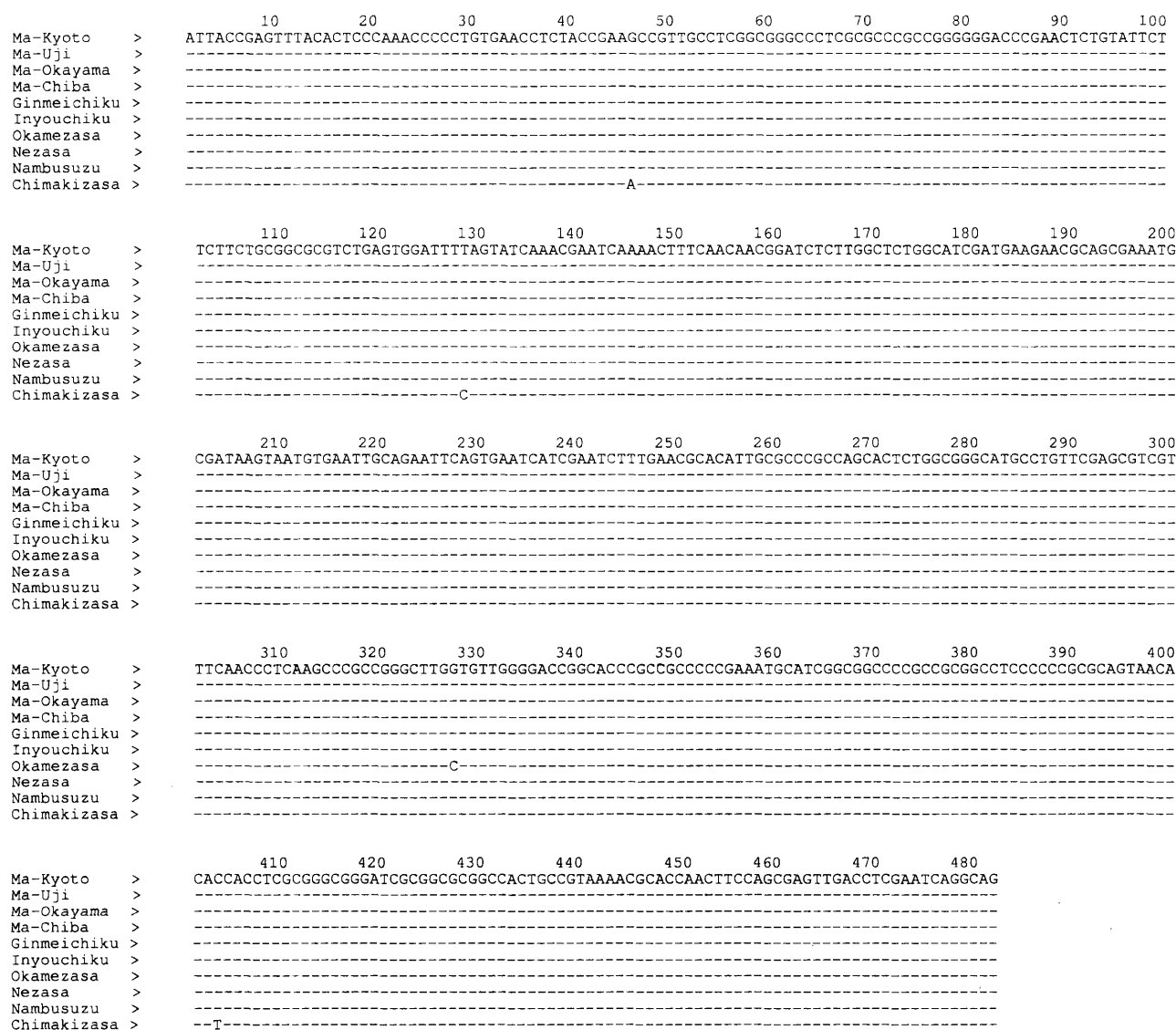


図-2 タケ類てんぐ巣病菌 10 菌株のITS1-5.8S rDNA-ITS2領域の塩基配列比較

Fig. 2 The sequence comparison of ITS1, 2 and 5.8S regions of rDNA among the 10 isolates of *Aciculosporium take*.

表-2 種内変異比較に供試したタケ類てんぐ巢病菌菌株
Table 2. The studied *Aciculosporium take* isolates for comparing the intraspecific variation

菌株名	宿主和名	宿主学名	産地	Accession no.
Ma-Kyoto	マダケ	<i>Phyllostachys bambusoides</i>	京都府立植物園	AB065423
Ma-Uji	マダケ	<i>P. bambusoides</i>	京都府宇治市木幡	AB065423
Ma-Okayama	マダケ	<i>P. bambusoides</i>	岡山県高梁市	AB065423
Ma-Chiba	マダケ	<i>P. bambusoides</i>	千葉県佐倉市志津	AB065423
Ginmeichiku	ギンメイチク	<i>P. bambusoides</i> var. <i>castilloni-inversa</i>	東京都千代田区	AB065424
Inyouchiku	インヨウチク	<i>Hibanobambusa tranquillans</i>	京都府立植物園	AB065423
Okamezasa	オカメザサ	<i>Shibataea kumasaca</i>	京都市洛西竹林公園	AB086846
Nezasa	ネザサ	<i>Plejoblastus chino</i> var. <i>viridis</i> (Sect. <i>Nezasa</i>)	京都府宇治市木幡	AB065422
Chimakizasa	チマキザサ	<i>Sasa palmata</i> (Sect. <i>Sasa</i>)	芦生演習林	AB066293
Nambusuzu	ナンブスズ	<i>S. shimidzuana</i> (Sect. <i>Lasioderma</i>)	岐阜県養老公園	AB066292

3. 3. タケ類てんぐ巢病菌のITS領域の種内変異

本菌の培養10菌株のITS1-5.8S rDNA-ITS2領域の塩基配列の変異を調べた(表-2, 図-2)。調査にはマダケ属のマダケから分離した4株とその変種のギンメイチクから分離した1株, インヨウチクから分離した1株, オカメザサ属のオカメザサから分離した1株, ネザサ属のネザサから分離した1株, ササ属のチマキザサ, ナンブスズからそれぞれ分離した2株を用いた。その結果, チマキザサを宿主とする菌株(Chimakizasa)で3カ所のランジションが見られた他, オカメザサを宿主とする菌株(Okamezasa)で1カ所のランバージョンが見られた。それ以外の菌株には全く変異が見られなかった。すなわち, 罹病マダケとその直下の林床の罹病ネザサからの分離株Ma-KyotoとNezasaはITS配列が一致していた。また, マダケからの分離株は岡山県, 京都市, 宇治市, 千葉県, 東京都の各地からの分離株のすべてでITS配列が一致していた。

4. 考察

本研究によって, 新たにヤシヤダケとモウソウチクをタケ類てんぐ巢病菌(*A. take*)の新宿主として認めた。この結果, タケ類6属19種をタケ類てんぐ巢病菌の宿主として確認できた(表-1)。上山ら(1962a)は上賀茂試験地における本病の発生調査を行っているが, 宿主は特定されていなかった。これらは本表に含まれる種であったものと思われる。今回の結果と過去の記録(TSUDA et al., 1997)からみて, マダケ属のいくつかの種とその園芸品種及び, ナリヒラダケ属に属する種が最も本菌の感染を受けやすいことは明らかである。

日本各地で広く植栽されているモウソウチクとその園

芸品種には本病の発生はほとんど見られていなかったが, 今回初めて確認された。モウソウチクに本病の発生が少ない原因として, 本菌の雨滴伝搬がモウソウチクには起こりにくいことが考えられる。モウソウチクはわが国で最大に成長する種であり, したがって一般には比較的高い稈高を維持することから, 付近にある他種の罹病タケ類から分生子が雨滴伝搬する機会は少ないものと考えられる。また, 多雨域の台湾ではモウソウチクに発生していることから(陳, 1970), 日本のモウソウチク林がマダケのように河川沿いなどではなく, 比較的乾燥している場所に多いことも関連している可能性がある。しかしながら, モウソウチクは他の病害にも比較的抵抗性が強いことや(上山ら, 1962a), 罹病マダケと混成しているモウソウチクでも本病の発生がまったく認められないことから, モウソウチクは本病に対して強い抵抗性を有している可能性も否定できない。

本菌の日本各地の菌株間のITS領域塩基配列に大きな変異は見られなかった。本領域は比較的変異が大きく, タケ類てんぐ巢病菌と同じ麦角菌科所属の *Ephelis* 属菌では種内変異が多数認められている(TANAKA et al., 2001)。しかし, 本研究の結果では, 宿主や産地が異なる菌株間に変異がなかったことから, 本菌には宿主特異性はないものと考えられる。とくに, マダケ(Ma-Kyoto)とその直下の林床に生育するネザサ(Nezasa)から分離された菌株間にまったく変異が見られなかったことは, 罹病マダケに感染している菌株と罹病ネザサに感染している菌株が同一である可能性を示している。また, 岡山県, 京都市, 宇治市, 東京都, 千葉県から採取した各種のタケ類から分離した各菌株間にも変異が見られなかった。このことは, 本菌の日本各地への分布拡大が変異が起きないほどの短期間に生じたことを示唆して

いる。三宅（1908）が考察したように、本菌は日本に古くから土着しているものではなく、明治期以前に海外から侵入し、漸次国内の分布を拡大している可能性は否定できない。また、芦生演習林のチマキザサから分離した菌株にはやや変異が見られた。しかし、この変異量は、同じ麦角菌科所属菌のITS領域の変異量と比較して（TANAKA et al., 2001）、別種とするほどの差異とは認められず、種内変異に収まる範囲内にあった。この変異の原因としては、チマキザサに感染している個体群と他の個体群との間の地理的隔離が関係している可能性が大きい。また、チマキザサと同じササ属に属するナンプスズから分離した菌株とマダケから分離した菌株との間には変異が見られなかった。この事実、本菌がササ属に対して宿主親和性を分化させていないことを示唆している。従って、チマキザサに感染している個体群と他の個体群との間に生殖的隔離が起きている可能性は低いものと思われる。

本菌はタケの新芽が出る梅雨時に分生子座が多く形成され、雨露にあうと水分を含んだ子座から分生子が水滴に混じって滲出すること（北島, 1919）、分生子懸濁液を生長点へ注射接種することによって病徴が再現できることが報告されている（篠原, 1967; 陳, 1970）。さらに、本菌の分生子が水流分散に適した形状を持っていることは明らかである（TSUDA et al., 1997）。また、本菌の分生子は空中飛散せず、密植した竹林に本菌の罹病竹が多いことが報じられている（上山・赤井, 1962b）。このようなことを考え併せると、本菌の伝搬は分生子が宿主の生長点に雨滴伝搬して感染することを示唆している。また、生態学的にも分子生物学的にも罹病マダケとその直下に生育していたネザサからの分離菌株が同一と考えられたことも雨滴伝搬を強く支持している。さらに、林床から発生した異常に増殖した枝を持つ不時発生稈も、雨滴伝搬によって地下茎の裸出した生長点に感染したものと考えられる。また、河川沿いのマダケ林の流れに面した部分に本病の発生がとくに多く認められたことも、川霧を吸収した分生子座から分生子が撒布されて付近のマダケに感染している可能性を示唆している。

以上の結果から、タケ類てんぐ巣病菌は宿主特異性が低く、複数種のタケ類に感染可能であることがより明らかになった。また、日本産各菌株間におけるITS領域の多様性が小さいことから、本菌が土着していた可能性は低く、海外から比較的新しく移入した可能性が高いと推定される。本菌は初めて報告された明治期以前に移入され、人為的な分布域拡大と、それにともなう雨滴伝搬によって日本国内に広まった可能性が高い。このことは、本菌の伝搬力の高さを示すものといえよう。以上のこと

を考え合わせると、現在感染が認められていない宿主や、発生が認められていない地域にも、今後本病の発生が拡大することが予想される。

本病の防除法については、老齡竹の伐採焼却処理以外に現在まで有効な対策は示されていない（原, 1908b; 坪井, 1908; 紺谷・峰尾, 1962）。しかし、本報告で明らかにしたように、本菌はあらゆるタケ類に感染する恐れがあり、防除に際しては近接して生育しているすべてのタケ類を考慮に入れる必要がある。さいわい、本菌はエルゴステロール阻害剤（EBI剤）に対して非常に感受性が高い（未発表データ）。従って、本病の薬剤防除を行うとすれば、雨滴伝搬が起こりやすい雨期や、河川沿いの地域にEBI剤を撒布すればよいが、実施に際しては慎重な検討を要する。

謝辞

本研究の遂行にあたりタケ類の分類学的知見を与えていただいた、竹文化振興協会の渡辺政俊博士、京都大学附属演習林の柴田昌三助教授に感謝いたします。また、宮内庁庭園課、京都大学上賀茂試験地、京都大学芦生演習林、京都府立植物園、京都洛西竹林公園、農林水産省森林総合研究所関西支所、養老公園内養老竹園、武田薬品工業京都薬用植物園、以上の諸機関ではこころよく調査をさせていただきました。さらに、研究中は常に、京都大学旧農薬系研究室の諸氏、とくに清水公德博士にあたたかい励ましをいただきました。厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 陳其昌（1970）台湾竹類之新病害－天狗巢病。國立臺灣大學農學院研究報告。11: 101-111.
- 2) 原攝祐（1908a）竹の天狗巢病に就て。岐阜県農会雑誌。20 (5): 13-14.
- 3) 原攝祐（1908b）再び竹の天狗巢病に就て。岐阜県農会雑誌。20 (11): 48-50.
- 4) 原攝祐（1918）竹の天狗巢病。大日本山林会報。422: 40-43.
- 5) 原攝祐（1938）竹の病害と其の防除法。實際園芸増刊号。127-128p.
- 6) HINO, I. and KATUMOTO, K. (1961) Icones Fungorum Bambusicolorum Japonicorum. Fuji Bamboo Garden, Shizuoka. 57p.
- 7) 日野巖（1962）竹天狗巢病の病原菌。日本菌学会報。3: 111-113.
- 8) 北島君三（1919）苦竹の蔓自然枯病に関する調査。病虫害雑誌。6: 833-840.
- 9) 紺谷修治・峰尾一彦（1962）マダケのてんぐ巣病防除に関する研究（予報）。第72回日本林学会大会講演集。276-278p.

- 10) 小林享夫編 (1992) 植物病原菌類図説. 92-93p, 392-393p. 全国農村教育協会, 東京.
- 11) 三宅市郎 (1908) 竹ノ天狗巢病ニ就テ (予報). 植物学雑誌. 22: 305-307.
- 12) 岡村はた編 (1991) 原色日本園芸竹笹総図説. はあと出版, 和歌山市.
- 13) 篠原正行 (1965) マダケのてんぐ巢病に関する研究—I. 病徴および病原菌の形態. 日本大学農獣医学部学術研究報告. 21: 42-60.
- 14) 篠原正行 (1967) マダケのてんぐ巢病に関する研究—III. 病原菌の分離および接種. 日本大学農獣医学部学術研究報告. 25: 7-20.
- 15) 鈴木貞雄 (1978) 日本タケ科植物総目録 (Index to Japanese Bambusaceae), 学習研究社, 東京.
- 16) TANAKA, E., KAWASAKI, S., MATSUMURA, K., KUSUDA, R., TANAKA, C., PENG, Y., TSUKIBOSHI, T. and TSUDA, M. (2001) Phylogenetic studies of *Ephelis* species from various locations and hosts in Asia. Mycol. Res. 105: 811-817.
- 17) TANAKA, E., TANAKA, C., GAFUR, A. and TSUDA, M. (2002) *Heteroepichloë*, gen. nov. (Clavicipitaceae; Ascomycotina) on bamboo plants in East Asia. Mycoscience 43: 87-93.
- 18) 坪井伊助 (1908) 竹の自然枯の経過に就て. 岐阜県農会雑誌. 20(4): 5-9.
- 19) TSUDA, M., SHIMIZU, K., MATSUMURA, K., TANAKA, E., TANAKA, C. and DOI, Y. (1997) Host range of *Aciculosporium take*, the causal agent of witches' broom of bamboo plants. Bull. Natn. Sci. Mus. 23: 25-34.
- 20) 上山昭則・赤井重恭・安村亜雄 (1962a) 竹林病害に関する 2, 3の観察. 第73回日本林学会大会講演集. 230-232p.
- 21) 上山昭則・赤井重恭 (1962b) テングス病罹病竹の病態生理. 第73回日本林学会大会講演集. 232-234p.
- 22) WHITE, T.J., BRUNS, T., LEE, S. and TAYLOR, J. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal DNA for phylogenetics. In *PCR Protocols: a guide to methods and applications* (M.A. INNIS, D.H. GELFAND, J.J. SNINSKY and T.J. WHITE, eds): 315-322. Academic Press, New York.
- 23) 朱熙樵・黄煥華 (1988) 竹衆枝病的研究 I 症状, 病菌分離和接種試験. 林業科学. 24: 483-487.