

うどんこ病について

佐藤 幸生

Yukio SATO:

Studies of powdery mildew

1 はじめに

うどんこ病研究は、その礎が1900年のSalmonのモノグラフで築かれ、わが国では1937年の本間ヤス先生の本邦産うどんこ病菌科のモノグラフ (Homma, 1937) に始まる。うどんこ病研究の歴史で、北陸におけるうどんこ病研究は1950年から1975年までの25年にわたる新潟大学名誉教授天野 (旧姓平田) 幸治先生を中心としたグループの研究につきるといっても差し支えない。本稿では、北陸のうどんこ病研究ということで、地域性に関わる話題とくにうどんこ病菌と宿主植物の調査に関する研究を中心に上げ、それ以外の天野幸治先生の研究のほとんどを割愛させていただくことを最初にお断りする。なお、北陸のうどんこ病ということで、新潟県、富山県、石川県、福井県のうどんこ病を対象とし、長野県あるいは信濃産に関しては割愛した。

2 北陸におけるうどんこ病研究の過去

1) うどんこ病研究初期

北陸におけるうどんこ病の報告は、西田藤次 (1902) の越中国産菌類に記録されたものが最初と思われる。その中には、ネコヤナギ上の *Uncinula salicis* (DC.) Winter (*Oidium*) (上新川郡大田村) (以下、うどんこ病菌と採集地は原著のまま)、ハンノキ上の *Uncinula salicis* var. *miyabei* Salmon (上新川郡堀川村)、エノキ上の *Uncinula polychaeta* (Berk. et Curt.) ex Ellis. (上新川郡堀川村)、クワ上の *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. (上新川郡堀川村) の4種類が記録されている。

当時は、各種植物の病害調査が盛んに行われ、多くの病害が記録・集積されていた時代で、うどんこ病に関してはその標本が国外の菌学者 (E. S. Salmon, P. Hennings) のもとに送付され同定された時代であった。うどんこ病菌の世界的な最初のモノグラフが Salmon によって上梓されたのが1900年であることを考えると、この西田藤次の記録は貴重なものである。その後、上記 Hennings, Salmon らの論文が発表される時期がしばらく続いた

それら一連の報告の中で、Salmon (1905) の報告に、G. Aoyama 氏によって1901年10月に採集され、Salmon のもとに同定依頼された新潟におけるタバコうどんこ病菌 (*Oidium erysiphoides*) の記録があり、これも特筆されている。

本間ヤス博士の本邦産うどんこ病菌のモノグラフには、11属74種のうどんこ病菌が記載されているが (Homma, 1937)、その中で北陸産 (越後、越中、加賀、越前) として、111組み合わせ、76属93種の植物上に10属37種のうどんこ病菌と、7属7種の植物上のうどんこ病菌の分生子世代が記載された。その中には、北陸産の材料をもとに創設した以下の3種のうどんこ病菌が含まれている。

Microsphaera abeliae Homma, sp. nov.

ツクバネウツギ (越後, Mt. Ijimoto, Oct. 10, 1924, Y. Homma, type; Aug. 25, 1926, Y. Homma)

Uncinula bifurcata Homma sp. nov.

コナラ (越後, Mt. Nino-ji Oct. 10, 1924, Y. Homma, type)

Microsphaera coryli Homma, sp. nov.

ツノハシバミ (越後) ほかがあり、タイプ指定なし。

なお、信濃産の材料をもとに記載された新種として、*Uncinula betulae* Homma, sp. nov., アカカンバ (信濃)、が記載されている。

これらの菌の中で、最近の Braun 博士 (1987) の世界的なモノグラフの中では、以下の2種がそのまま認められている。

Microsphaera abeliae Homma,

J. Fac. Agric. Hokkaido Imp. Univ. 38, p.392 (1937) *Abelia spathulata* S. & Z., (ツクバネウツギ) Japan, Mt. Ijimoto, Prov. Echigo, Oct. 10, 1924, Homma (TNS-F-217379)

Uncinula bifurcata Homma,

J. Fac. Hokkaido Imp. Univ. 38, p.349 (1937)

Quercus serrata Thunb., (コナラ) Japan, prov. Echigo, Mt. Ninoji, Oct. 10, 1924, Homma (TNS-F-217581)

なお、同書には、その後北陸産の材料をもとに検討された2新種も記載されている。

Microsphaera meliosmae Tanda & Nomura,

Trans. Mycol. Soc. Japan 24, p.310 (1983).

Meliosma myriantha Sieb. et Zucc., (アワブキ)

Japan, Asahi-mura, Pref. Niigata, Nov.2, 1979,

Tanda (TUAMH1192)

Uncinula kusanoi Syd. var. *aphananthes* Braun

Mycotaxon 15, p.144 (1982) *Aphananthe aspera*

Planch., (ムクノキ) Japan, toyama, prov.

Etchu, Oct. 13, 1932, S. Twayama (SAPA).

なお、ツノハシバミ上の *Microsphaera coryli* Homma は、再検討の後、同一標本に明確な2種の菌が存在するとし、*Microsphaera coryli* Homma と *Microsphaera hommae* Braun が再記載され、それぞれ別々にタイプ標本が指定され、越後産の標本はタイプから外された。

2) うどんこ病研究中期

北陸におけるうどんこ病研究は、新潟大学農学部にて天野(旧姓平田)幸治教授が赴任した昭和25年から、本格的にスタートしたといえる。とくに、うどんこ病菌の宿主植物の調査を中心とした研究に特色を見ることができ、関・平田(1961)の弥彦・角田山のうどんこ病菌の調査と本間・平田(1968)および平田・和田(1973)の新潟県のうどんこ病菌とその寄主植物の調査がある。

これら新潟県における調査は、1) ムギヤクワのうどんこ病の発生の仕方が関東と新潟側で大きく異なることから、気象条件や植物の相違がうどんこ病の発生にどのような影響を及ぼすかを考える材料として、弥彦山の集中的な調査と三田峠など上越沿線沿いの調査に見て取れるように、新潟県と関東地方のうどんこ病菌の比較研究をもくろんで行われている点、2) オオムギうどんこ病がカルシウムによって発生を促進されることを前提に、石灰岩質の黒姫山の集中的な調査に見て取れるように、石灰岩とうどんこ病の発生を明らかにするために行ってきた調査という点で、特徴的である。

平田・和田(1973)は、それまでの新潟県におけるうどんこ病菌とその宿主植物の調査結果を整理し、宿主植物79科426種(変種などを含む)、組み合わせ数453を報告した。当時本邦での宿主植物として、87科767種(変種などを含む)、組み合わせ数859とされていること考えると、他府県と比べて新潟県での調査が大きく進んでいること示している。

さらに、新潟県と関東地方の比較を行う中で、両地方に存在する植物で、新潟県で発生するが関東地方で発生していない植物として、カナムグラ、フタリシズカ、ドクウツギ、スマレサイシン、ツルマサキ、ホツツジ、アカネが上げられ、新潟県で発生するマルバマンサク、エゾユズリハ、ヒメアオキと同属のマンサク、ユズリハ、アオキに関東地方では発生しないのかと疑問を呈している。このような比較研究は、うどんこ病菌の越冬性、発生条件、宿主範囲を考える上で重要であることを指摘している。

本研究で注目したいのは、このような調査から、うどんこ病菌の分布に関する知見が得られるということである。つまり、ケヤマハンノキ、マタタビ、ニガキ、ヤチダモに北海道と新潟県で、*Microsphaera* と *Uncinula* が発生するのに、*Phyllactinia* は北海道だけで発生するという。この例では、*Microsphaera* と *Uncinula* は *Phyllactinia* とは分布が異なり、生育条件が異なることを示唆しているという。

また、石灰またはカルシウムがオオムギうどんこ病の感受性を高めることから(平田・富樫, 1957)、うどんこ病の発生が多いとされる石灰岩質の黒姫山とそうではない弥彦山を比較し、それぞれ被検植物数は810と842で大きく相違しないが、それらの宿主植物数と宿主植物数割合は、それぞれ252と120, 31%と14%であり、石灰岩質の黒姫山でうどんこ病が多く発生していることから、石灰岩質の山ではうどんこ病が発生しやすい可能性があるという。一方で、コナラ、ミズナラ上でどこでも見られる *Typhulochaeta* が黒姫山では発生しないことを指摘し、これらの調査の重要性を強調している。

以上、新潟県におけるうどんこ病菌とその宿主植物の調査研究についてみてきたが、これらの研究は、新潟県植物の分布図集(第1集, 1980)」という壮大な課題を目標としていた「植物同好じねんじょ会」との共同作業で行われ、それ故に進んだし、特徴を出すことができたと考えられる。そして、新潟県における植物の分布図集との関係では、アオキの分布とそのうどんこ病の発生分布を論じた和田の研究は特筆しなければならない。また、本邦産うどんこ病菌とその宿主植物について、和田・平田は、1977年にそれまでの報告と自らの調査結果をもとに整理し、その中で、本邦での調査の進んだ地方とそうでない地方の偏りは認められるものの、うどんこ病菌の草本寄生性の属と木本寄生性の属では分布に相違がある可能性を示唆し、うどんこ病菌のさらなる調査と地理的分布に関する研究の必要性を強調している。

3) 近年における北陸のうどんこ病研究

北陸地域におけるうどんこ病菌とその宿主植物につい

てみると、新潟県（和田・平田，1977）では、かなり調査が進んでおり、433種（亜種変種をのぞく）、富山、石川、福井の3県については、Homma（1937）のモノグラフに研究材料として用いた64種（亜種変種を含む）の宿主植物があげられているほか、オウレンのうどんこ病（伊阪・岡本・今井，1978）が報告されているだけである。富山県については、Homma（1937）によって、52種の宿主植物が上げられているだけであった。

1980年、佐藤はHomma（1937）の上げているものも含めて、57科210種（亜種変種を含む）の植物（組み合わせ数は218）にうどんこ病の発生を報告している。その中で、タチクサボタン、ゴヨウアケビ、ヒナゲシ、キョウガノコ、ネムノキ、ハイメドハギ、タチオランダゲンゲ、ヒトツバカエデ、クマノミズキ、アオギリ、ハダカホウズキ、イトカボチャ、フジバカマ、ヨツバヒヨドリの14種は、当時本邦の新宿主植物であった。そして、ウバメガシ、ナガバギシギシなど21種は、かなり詳しく調査されている新潟県での発生が記録されていないことを指摘し、富山県での調査の意義を述べている。

高松は、1982年福井県におけるうどんこ病菌とその宿主植物の調査結果を報告した。その中で、それまでの12種類に加えてオウレンでしか報告されていなかった宿主植物に、56科220種の植物（組み合わせは237である）でのうどんこ病の発生を記録した。その中で、ヤハズハンノキ、アオナラガシワ、サンシュウブシ、ハンショウズル、アズキナシ、ケサンカクズル、サイコクミツバツジ、ウスギヨウラク、ヒロハハナヒリノキ、ツクシトネリコ、サンインヒキオコシ、ハクサンカメバヒキオコシ、ミヤマママコナ、ハクサンアザミ、ナガエノアザミの15種は、当時本邦新産の宿主植物であった。さらに、テウチグルミ、エゴノキには従来は異なるうどんこ病菌の発生を記録している。

新潟県と富山県、福井県以外の石川県では、うどんこ病に関する調査はあまり行われておらず、今後の課題である。

3 北陸におけるうどんこ病研究の現在

北陸のうどんこ病菌とその宿主植物の調査において、これまでとはくに宿主植物の調査に力点が置かれ、宿主植物の種類（種・科）とうどんこ病菌の関係やうどんこ病菌の地理的分布に関する知見が蓄積されてきた。一方で、うどんこ病菌に関する分類学的検討は十分には行われてこなかったきらいがある。つまり、それまでの研究におけるうどんこ病菌の取り扱い、閉子のう胞世代の形態から同定分類することよりも、分生子世代の形態、とくに分生子の発芽管の形態と分生子柄の鎖生・単生、

フィブリン体の有無などと宿主植物に注目して菌名をあてていることが多かった。

我が国における分類学的研究は、Homma（1937）のモノグラフ以来、1960年代から、野村・丹田らの研究グループによる関東地方で採集された標本を中心に分類学的再検討が進められてきた。しかし、北陸のうどんこ病菌を材料とした分類学的検討は進んではいなかった。

佐藤の研究グループは、1990年以降、富山県産のうどんこ病菌を中心に、分類学的検討を進め、逐次報告してきた。つまり、1980年頃から、著者らのグループは、アカクロバうどんこ病などマメ科植物のうどんこ病菌の分類学的検討を行い、ヌスビトハギとヤブマメのうどんこ病菌は別種にすべきであることを明らかにするなど、分類学的研究の一步を踏み出した。そして、1990年に入って本邦産うどんこ病菌の分類学的研究を本格的に開始し、精力的に報告した。それら一連の研究の中で、北陸産の植物を材料とした研究として、2002年までに、以下の内容で18の報告を行った。それらの中には、1) アカガシヤカマツカ、アズキナシのうどんこ病菌のように、それぞれ、*Uncinula*, *Podosphaera*, *Phyllactinia* 属の新種とされる菌、2) ヨコグラノキ、ホクロクトウヒレン、ネムノキ、クロタネソウ、タツナミソウ属植物、ユキグニミツバツジなど新宿主植物のうどんこ病、3) キタコブシ、アベマキ、エゴノキ、ウリノキ、ユキグニミツバツジ、アズキナシ上の菌のように、従来報告されていた菌とは異なる菌の発生を認めた新組み合わせの例、4) キタコブシうどんこ病菌 *Microsphaera bulbosa*, キュウリなどの新しいうどんこ病菌 *Polygoni* 型菌、アラゲハンゴンソウのうどんこ病菌の完全世代、アベマキうどんこ病菌 *Cystotheca lanestris*, エゴノキとウリノキに新発生したうどんこ病菌、ミズキ類のうどんこ病菌 *Microsphaera pulchra* の分類学的検討、*Fuliginea* 型菌によるダイズうどんこ病、タニウツギうどんこ病菌の分類学的再検討、タツナミソウ属植物のうどんこ病、ユキグニミツバツジに発生した *Podosphaera longiseta* と *Microsphaera izuensis*, アズキナシに発生した2種のうどんこ病菌など、多くの例について分類学的再検討を行い、多くの知見を得ている。とくに、ミズキ類に発生する *Microsphaera pulchra* については、分生子の大きさや発芽管の形態により、2つの変種が区別できるだけでなく、遺伝子解析の手法を用いてその妥当性を明らかにした点で、うどんこ病菌の分類学的研究に新しい方向を示したと言える（Sato et al., 1998）。

本邦産うどんこ病菌の新しい体系に基づくモノグラフが大谷吉雄先生（1988）と野村幸彦先生（1997）によって上梓された後でも、新発生うどんこ病が相次ぎ、また

うどんこ病菌の新種あるいは新宿主、新組み合わせが毎年のように見ついている。

さらに、佐藤らのグループは、従来からのうどんこ病菌の形態的特徴による分類学的検討だけでなく、三重大学の高松進研究グループとの共同で、遺伝子解析による検討も進めている。三重大学高松進グループが意欲的に進めている遺伝子解析によるうどんこ病菌の系統進化的検討が進められている研究として、1) 形態的特徴の形質の再評価、2) 形態的によく似た菌でも系統的には全く異なる例、3) 形態的にはそれほど似ていなくとも系統的には近縁である例、などが検討されてきたが、最近では、系統学的検討から形態に関する再検討が進められ、新たな知見にもとづく種の再検討が進められている。

それら遺伝子解析によるうどんこ病菌の系統学的研究から、うどんこ病菌の属レベルの高次分類が大幅に見直され、新たな枠組みが提示され、現在世界的にこの体型が採用されている(高松, 2002)。

4 北陸におけるうどんこ病研究の問題と今後の展望

北陸におけるうどんこ病研究、とりわけうどんこ病菌とその宿主植物の調査は、うどんこ病菌の分類、宿主範囲と地理的分布に関する課題に対して極めて有益な知見を提供することを示した。今後も調査を継続させなくてはならないことは言うまでもない。

しかし、北陸に限らず本邦におけるうどんこ病研究で、最近の問題は新発生うどんこ病が急増していること、従来とは異なるうどんこ病菌の発生が目につくことで有る。前者に関しては、花卉類を中心に、導入植物の種類が急増したこと、栽培環境の多様化・複雑化、温室栽培の増加と周年栽培化あるいは薬剤耐性菌の出現などがその理由と考えられる。しかし、多発の要因解析に関する研究はほとんど見られない。それはうどんこ病の診断が比較的容易でかつ発生が局地的であり、薬剤による対処療法的対策がなんとか功を奏しているからと考えられる。

一方、現在従来とは異なる菌による発生が拡大している可能性が大きいとすると、これは大きな問題となる。つまり、菌種が異なることによる薬剤による感受性の相違あるいは越冬方法や伝染源、初発時期の変化など発生生態や生活史に大きな変動があるとすると、これは看破できない課題である。そして、新発生の多くの菌は閉子のう殻世代を形成せず、菌の同定・分類が出来ずの分類学的位置が明確に出来ないこと、人工培養できないために宿主範囲の調査に必須な広範な接種試験が困難なこと、など、うどんこ病研究の困難性による難しさが研究の遅れを余儀なくしている。

当面どうしても行う必要がある研究として、主要作物の本邦におけるうどんこ病菌の再調査である。それは、いくつかの植物で従来とは異なる菌による発生が拡大しているからである。例えば、トマトのうどんこ病は従来 *Erysiphe cichoracearum* が発生するとされていたが、最近観察される菌は *Polygoni* 型で明らかに異なる菌である。またヒマワリとダリアでは従来 *Sphaerotheca fusca* によるとされていたが、本年の我々の調査では、富山県内のヒマワリとダリアからは本菌は認められず、すべて *Cichoracearum* 型の菌に代わってしまっている。トマトの菌を除いて、このような変化はここ数年のあいだに起こった出来事のような気がしている。これが本当であるとすれば、恐ろしいことだと思う。したがって、本邦におけるうどんこ病菌の再調査は重要な緊急の課題である。また、*Leveillula* は従来から熱帯性の菌として知られており、本邦では高知県で発見されて以来、三重、関東でも報告されていたが、数年前から岩手県で発生しているという(勝部, 2002)。このような分布の拡大は、国内検疫上重要な課題であり、上記調査と同様に重要で緊急な課題である。

ところで、地球環境の変化に対応する形で、動・植物における地理的分布の変化が様々なことから検討・予測されている。先のうどんこ病菌の種類の変化が、地球環境の変化に応じた形での変化であるとするならば、うどんこ病菌の再調査は極めて重要な調査となる。つまり、地球環境の変化を時間がかかる動植物よりも微生物相の変化で見られる可能性を示しているからである。

北陸におけるうどんこ病研究は、本邦のうどんこ病研究において特異な位置を占める。それは本邦における植物病害研究が特異な姿であることと同じであり、植物病害=植物病原菌の研究と図式化される歴史をもつからである。本邦では、菌学講座が存在せず、植物病原菌を含む菌類の分類学的研究は、植物病理学者が中心になって進めてきた歴史をもつ。農学栄えて農業亡ぶといわれた時代に、菌類の分類学的研究は批判の矛先を一身にうけてきた。しかし一方で、園芸の振興による導入植物の種類急増あるいは集約栽培を背景とした連作的栽培そして栽培の周年化、施設栽培の増加などにもなって、病害の種類増加し、とりわけ難防除病害の中心である土壌病害の増加などを背景として、病害診断の重要性が叫ばれて、容認されてきた経過がある。最近では、生物多様性に関する研究の重要性が叫ばれ、さらに病害診断の基礎として分類学的研究もその重要性が再認識されてきている。診断が容易なために、より詳細な検討が進められることが少なかったうどんこ病研究に、関わる一人として新たな一ページを付け加えたい。

本間ヤス先生のモノグラフに始まるわが国のうどんこ病研究から、すでに60年になろうとする現在、野村・丹田両先生の分類学的研究、佐藤の分類学的研究そして高松の系統学的研究を経て、本邦におけるうどんこ病研究は、高松による分類学的枠組みの見直しという大きな業績によって、うどんこ病研究史に歴史的1ページを記している。

引用文献

- 1) 平田幸治・和田久美子 (1973) 新潟県のうどんこ病菌とその寄主植物目録. 菌草研究報告 10: 485-503.
- 2) 平田幸治・富樫邦彦 (1957) オオムギ白渋病菌の侵入菌糸及び吸器と寄主細胞との関係に就いての観察. 日植病報 22: 230-236.
- 3) Homma (1937) Erysipheceae of Japan. J. Fac. Agric. Hokkaido Imp. Univ. 38. p.392
- 4) 本間善久・平田幸治 (1968) 新潟県の白渋病菌とその寄主植物の調査. 新潟農林研究 20: 133-145.
- 5) 伊阪実人・岡本 博・今井三千穂 (1978) 薬用植物の病害に関する研究 1. オウレンのうどんこ病について. 福井短大研究紀要 3: 49-60.
- 6) 漆原昌二・瀬戸和代・細川 健・佐藤幸生・勝部和則 (2002) 岩手県に発生するピーマンうどんこ病菌の同定. 平成14年度日本植物病理学会東北部会講演要旨.
- 7) 西田藤次 (1902) 越中国産菌類. 植物学雑誌 16 (190): 271-274.
- 8) Salmon (1905) The Erysiphaceae of Japan II. Ann. Mycol. 3: 241-255.
- 9) Sato Y., S. Takamatsu and. Yamamoto (1998) Taxonomical study of *Microsphaera pulchra* on *Cornus* spp. based on morphological characters and PCR-RFLP analysis of the rDNA ITS region. 7th ICPP Abstracts vol2: 2.2.37.
- 10) 佐藤幸生 (1980) 富山県のうどんこ病菌とその寄主植物の調査. 富山技短研報 13: 107-116.
- 11) 関 省吾・平田幸治 (1961) 弥彦・角田山の白渋病菌の調査. 新潟農林研究 13: 10-12.
- 12) 高松 進 (1982) 福井県下に分布するうどんこ病菌とその寄主植物. 北陸病虫研報 30: 98-103.
- 13) 高松 進 (2002) うどんこ病菌の分子系統と新しい分類体系. 植物防疫 56(6): 1-233.