

菌類

菌類

出川 洋介・折原 貴道

1 はじめに

食用キノコや、創薬、醸造に有効なカビ、酵母等は経済的価値のある有益菌類な生物資源であり、これらが埋蔵されている天然の菌類の多様性保全は地域や国家にとっても重要課題である。一方で、人間を含む動物や農作物等の植物の病原菌や、住居の劣化や食物の腐敗をもたらすカビなど、駆除の対象となり、根絶に労力が払われている有害菌類も多い。

しかし、自然界には良くも悪くも人間生活と直接関わりを持たない多様な菌類が生息しており、地球上の様々な環境下に進出して、分解者としての役割のみならず、他のあらゆる生物と寄生や共生といった関係を持ちながら重要な生態的機能を担っている。

菌類は、動物、植物と並ぶ第三の生物群として独立の界をなす大きなグループで、日本より約1万6千種、世界からは約14万種 (Lücking *et al.*, 2020) が知られてきた。しかし、目に見えない孢子で増える微生物であるがゆえに、その多様性の全貌は未だ解明には程遠いことが、近年の環境DNAの解析等により明らかになってきた。菌類の絶滅危惧種の選定には、社会的要請への配慮もしつつ、多様性の解明を進めながら保全方針も模索していくことが求められる。従来の国内外の菌類における絶滅危惧種判定の考え方については服部 (1999) を参照されたい。また本県における菌類の保全に関する方針は、前回の『RDB2006』に詳しくまとめたので併せて参照頂きたい。

2 選定・評価の方法

(1) 考え方

神奈川県では神奈川キノコの会や菌類懇話会などの同好会活動において、大型菌類(キノコ)に関するフロア調査への取り組みがなされ、バウチャー標本を伴う情報蓄積がなされてきた。

また、大型菌類のみならず、その他の多様な菌類に興味を持つ県民も少なからず存在し、適切な専門的研究者の指導協力を得て、ユニークな調査活動が全国に先駆けて進められている。とはいえ、多様性の解明状況が著しく遅れている状況下で、大型動植物と同様な定量的調査や判定基準に基づいて、絶滅危惧種を選定、評価し、保全策を立てていくのはきわめて難しい。

そこで、本県のRDBの菌類の方針として、前回2006年には可能な限り、多岐に及ぶ分類群および生態群をカバーするように対象種を選定することを心がけたが、今回も原則としてこの方針を踏襲することとした。

(2) 対象の選定

寄生菌類や共生菌類の場合、宿主の生物群が絶滅危惧に瀕し、宿主特異性が高い場合には、これらの菌類も同時に絶滅の危険に晒される。保全の判断の根拠となるデータを得るには、体系立った菌類のインベントリー調査が必要であるが、現在、全く調査が進んでいない分類群や生態群が多数存在する。今後、更に調査が進めば、絶滅の心配はないと判定が変わる分類群も含まれるかもしれないが、絶滅の危険性があり得る分類群が漏れてしまわないよう、以下のように分類群、生態群を俯瞰してグルーピングを行った。

分類群としては、菌界(Kingdom Fungi)に属す担子菌門、子囊菌門、ケカビ門、トリモチカビ門、および、現在では菌類から除外され、アメーバ界に属す真正粘菌門も対象としてカバーした。一方、菌界のツボカビ門、コウマクノウキン門および、現在では菌類から除外されスーパーグループのストラメノパイルに属す卵菌門などの遊走子で増殖する鞭毛菌類については、今回のRDBでは情報収集や調査を完遂することができず採録を断念した。次の改訂の際の課題である。

生態群としては、菌類の3つの栄養摂取様式、すなわち、1) 遺体を分解する「腐生」、2) 一方的に栄養を摂取する「寄生」、3) 相互に栄養の授受をする「共生」のいずれかをとり、その対象生物が植物か動物か菌類かという組み合わせでグルーピングをした。即ち、植物腐生菌：リター分解菌・木材腐朽菌、植物寄生菌：植物病原菌、植物共生菌：地衣類（地衣化菌類）・菌根菌・内生菌、動物腐生菌：遺体分解菌、動物寄生菌：冬虫夏草類・ラブルベニア類、動物共生菌：腸内生菌類（片利共生もしくは寄生とする考え方もある）および菌寄生菌の各生態群である。これらをできる限りカバーするように調査対象を選定した。個々の群の詳細については、2006年版に詳述したためここでは省略する。

(3) 特定の（減少傾向にある）自然環境に依存する分類群

また、上記の、分類群と生態群という2つの視点に加えて、今回のRDBでは、第3の視点として、前回、“その他の生態群”として1つのカテゴリーにまとめていた「生息場所」の環境に基づく類型化を加えた。ある特定の生息場所の環境が脆弱で開発の危機に瀕した場合、他の動植物とともに菌類も含めてそこに成立している生態系を包括的に保全するのが理想的である。しかし、肉眼的な検出が困難な微生物としての性質を持つ菌類の場合、その構成要素を未だ十分に把握できていないことが多い。このため、実際には、レッドリスト掲載種よりも更に希少性の高い、特定の生息場所の環境に依存する未知種が多数存在している可能性も高いのである。

そこで、今回の改訂に向けて、特定の（減少傾向にある）自然環境に依存している分類群の保全を進めるために、以下のような環境を対象にRDB編纂のための基礎調査を可能な限り実施した。

ア 自然海岸、砂浜の自然植生、防砂林など

我が国では、1950年代に砂丘の多い新潟県において松田一郎氏により研究が進められていたが、2000年代以後千葉県、茨城県における浅井郁夫氏の調査、富山県における橋屋誠氏の調査、北海道における竹橋誠司氏らによる調査が進められ次第にその詳細が明らかにされるようになってきた。

神奈川県下では未だ精力的な調査は行われていないが、前回のRDBにおいて、わずかに大磯海岸における海浜性担子菌類1分類群（ケンボウズタケ属）を掲載した。神奈川県下で自然植生が良好に保たれている海岸は限られていると思われるため、開発されてしまう前に、早急な調査が必要である。2019年に大磯町、平塚市において、2回の海浜生菌類の調査を実施した。

イ 湿原

我が国では、1950年代に尾瀬ヶ原での調査報告例があるが、湿原の菌類相に関する調査研究例は概して少ない。本県では全く調査前例がなかったことから、2019年に箱根の仙石原湿原において2度の湿原生菌類の調査を実施した。今後更に詳細な継続調査が必要だが、今回の調査により検出された、湿原の環境に依存する可能性が高い種を本改訂で新たに採録することができた。

ウ 冷温帯落葉樹林 ブナ林など

2004年から2005年にかけての丹沢大山総合調査において大型菌類、微小菌類ともにブナ帯での調査が精力的に実施された結果、複数の分類群が前回のRDBに対象種として掲載された。その後の増減傾向の把握にも努めつつ、他地域では指定がなくとも本県では保全を検討すべきケースにも留意した。2018年に1回、2019年に5回の丹沢山地の冷温帯落葉樹林生菌類の追加調査を実施した。

エ 暖温帯照葉樹林 スダジイ林、タブノキ林など

照葉樹林帯の老齢木に菌根を形成するような外生菌根菌（多くの地下生菌を含む）、大径木の材を分解する木材腐朽菌などが生息する良好な状態の照葉樹林は本県には比較的多いと考えられるが、今後、保全を考慮すべき重要な対象である。

オ 里山・水田環境

県民の関心を集めるマツタケについては前回の RDB で絶滅種としての判定をしたが、その後、確固たる情報が得られず、今回は情報不足の扱いとした。長期間、環境の変化がない社寺林、薪炭林や屋敷森、古い邸宅、庭園など、ならびに水田、用水路など里山環境に独特な菌類相も重要な対象と考えられるが、今回の改訂までにこれらの調査を進めることはできなかった。今後の課題である。

カ 泥干潟、河口、塩湿地など

前回の調査では、泥干潟に生息する甲殻類のフナムシ類の腸内菌フナムシヤドリ（アセラリア・リギアエ）が絶滅危惧Ⅱ類としてとして掲載されていた。宿主のフナムシ類自体は県下の海岸には普通に生息している。そこで今回の改訂に向けて、2018年より有志が調査を進めた結果、泥干潟以外の様々な環境下のフナムシ類からも同種が検出されることが判明した（陶山ほか 2021）。

このため、同種は現況下では泥干潟特異的ではなく、生息頻度も低くなかったために、絶滅危惧Ⅱ類の 카테고리から外し、今回採録対象から解除した。しかし、泥干潟や塩湿地という環境や、そこに生息する動植物に依存する特異的な菌群が存在する可能性は高く、今後もインベントリ調査を継続する必要がある。

キ 水質の良好な小流、湧水地、沼沢地など

陸水に生息する小動物の腸内菌、寄生菌については、県内はもとより国内でのフロラ研究が圧倒的に不足しているが、今回の改訂までに水生昆虫の消化管に生息する腸内菌に関する新発見が得られている（佐藤・折原，2013；陶山ほか，2017，2018，2019）。ただし現段階では調査事例が少なく希少性の判別は困難なため、注目種のカテゴリに2種を追加した。

(4) その他

以上の類型化とは別のカテゴリとして、前回は引き続き、分類学的に重要である、神奈川県下にタイプロカリティがある種についても対象としたが、今回の改訂までに、その多くで再発見が実現できなかった。ただし、前回の RDB で採録した種のうち、ミツエタケ、イサリア・ヨコハメンシスについては、それぞれの種の名義記載時に、対象を誤認したものだということが解明し、その後、これらの種の学名は他種の異名となることが判明した（Orihara *et al.*, 2010; 佐藤大樹氏私信，未発表）。このため、これら2種は、今回の RDB では除外をした。

(5) 選定方針

冒頭でも述べたように、菌類において絶滅危惧の定量的な指標を導入することは未だ非常に困難である。しかし、特定の宿主生物に依存する寄生菌、共生菌の場合、一定数の宿主を調査して頻度という指標を導入することで、ある程度の定量的評価をすることが可能である。前述の、フナムシ類の腸内菌フナムシヤドリの場合、2019年の5～7月の間に、県下の5地点で145匹の宿主を調査し、5地点全てにおいて感染個体が認められ、それぞれの地点で最低2.5%～最高30%の感染率が確認された（渡辺ほか，2021）。この定量的データを踏まえて、今回、絶滅危惧Ⅱ類の指定を解除すべきとの判断に至った。今後、同様な調査を、他の動植物の寄生菌、共生菌、あるいは特定の環境や生息地に依存する菌類に関しても、このような取り組みを進めていくことが望ましいが、これには多くの労力を時間を要する。現段階では、多くの菌類について、未だ調査が十分ではなく、然るべき判定基準の確立が実現できていないことから、今回の改訂に際しては、定性的なバックグラウンドに基づく対象種の選定、判定を行った。判定基準については、原則として、前回の『RDB2006』を踏襲している。

なお、今回の改訂より、新たに「注目種」というカテゴリを設けた。これは、現段階では従来の RDB カテゴリに該当するものではないが、様々な理由により、継続して注視していくべきと考え

られる分類群に対するカテゴリーとして新設したものである。近年の分類学的研究の進展に伴い新たに認識され、その生態的特性がまだ十分に把握されていないものや、種としては決して稀ではないが有性生殖の誘導に特定の自然環境条件が必要とされるもの、今回、初めて調査された自然環境（湿原環境など）に依存するもので未だ希少性についての判断材料が十分ではないものなどを含んでおり、今後の調査研究の進展が望まれる。

3 結果

(1) 前回の RDB 公表以後のインベントリー調査の進展

2006 年の RDB が出版されて以後、2010 年には、日本産菌類集覧（勝本，2010）が刊行され、2007 年までに日本から報告がなされた全菌類の書誌情報が公にされ、本邦の菌類インベントリー調査を進める上での大きな足掛かりとなった。2011 年には、県立生命の星・地球博物館の大坪、田中、および菌類ボランティアグループにより、入生田菌類誌第 1 巻が編纂され、81 種が採録され、web から公開された。多岐に及ぶ分類群が対象とされ博物館を介して各分野の専門の菌学者と県民ボランティアとが協力をして編纂したことに大きな意義があった。現在、この続巻の刊行が間近である。この活動により一般市民により植物病原菌を駆除の対象ではなく自然観察の対象として注目するようになり、保全にも目が向けられるようになったことは特筆すべきであろう。

また、県下では神奈川キノコの会、菌類懇話会が永らく大型菌類に関する熱心な同好会活動を継続してきた素地があり、現在も活発に活動が継続している。それに加えて、2016 年には、日本地下生菌研究会が設立され、地中にきのこをつくる菌類（きのこが外皮に被われたまま成熟し、自力で胞子を散布することが困難なきのこ全般）を対象として、会報 **Truffology** を刊行し極めて活性のある全国的な活動を展開している。この活動の成果として、多くの新たな分類群が記載発表され、多くの国内新産種の報告が活発に続いており、その活動成果は今回の採録対象にも反映されている。藻類との共生菌である地衣類（地衣化菌類）については、県下のインベントリー調査に関心のある有志が生命の星・地球博物館に集まり、専門研究者による指導を受けながら、神奈川県地衣類調査グループ（略称：かなちい）を作り、積極的に調査展開をしており、RDB 調査にも多大に協力いただいた。海岸生の分類群など、幾つかの分類群は、今回のレッドリスト掲載種に加えられた。

(2) 絶滅危惧分類群の選定

以上のような活動の成果および、「前述の特定の（減少傾向にある）自然環境に依存している分類群」についての RDB 調査の実施など、インベントリー調査が進展した結果、今回の改訂版 RDB においては、以下のような改訂がなされた。

カテゴリー別にみると、絶滅危惧 I 類には、『RDB2006』以後に新種記載されたトゲミフチドリツエタケ、海浜環境に依存するドングリタケ属、地衣類のコウヤクゴケなど 10 種が追加され計 27 種になった。絶滅危惧 II 類には、菌根性で地下生菌のチャイボホシミノタマタケ、海浜環境に生息するハマカラタチゴケなど 6 種が追加され計 31 種になった。また、準絶滅危惧種にはカンゾウタケ、イソカラタチゴケなど 7 種が追加され 31 種に、また、情報不足のものは、再発見例がないニセゴンゲンゴケなど 5 種が追加され 19 種となった。また、今回、新たに注目種というカテゴリーを設けた。ここには、2014 年に分類学的に 2 種に分割されたムキタケとオソムキタケ、湿原に生息するケコガサタケ属、グロムス・ヴェルシフォルメ近縁種、マガイモジホコリ近縁種、さらに、水生昆虫のブユの幼虫の腸内菌 2 種、冬虫夏草や地下生菌など 2 種の計 14 種が該当した。

以上のような改訂版における進展は、前回の RDB の後 15 年間の神奈川県における菌類の多様性認識の着実な進展、インベントリー調査の弛みなき地道な遂行の積み重ねによりなし得られたものである。本調査の遂行にご協力を賜った県博菌類ボランティアグループの方々をはじめ神奈川県キノコの会、神奈川県地衣類調査グループの方々ほか、多くの皆様にお礼申し上げる。

引用文献

- 服部 力, 1999. 菌類の多様性保全へ向けて—菌類インベントリーへの取り組み—. 日本菌学会報, **40**: 54–57.
- 勝本 謙, 2010. 日本産菌類集覧. 1177 pp. 日本菌学会関東支部. 京都.
- Lücking, R., M. C. Aime, B. Robbertse, A. N. Miller, H. A. Ariyawansa, T. Aoki, G. Cardinali, P. W. Crous, I. S. Druzhinina, D. M. Geiser, D. L. Hawksworth, K. D. Hyde, L. Irinyi, R. Jeewon, P. R. Johnston, P. M. Kirk, E. Malosso, T. W. May, W. Meyer, M. Öpik, V. Robert, M. Stadler, M. Thines, D. Vu, A. M. Yurkov, N. Zhang & C. L. Schoch., 2020. Unambiguous identification of fungi: where do we stand and how accurate and precise is fungal DNA barcoding? *IMA Fungus*, 11: 14. (DOI.org/10.1186/s43008-020-00033-z.)
- Orihara T., F. Sawada, S. Ikeda, M. Yamato, C. Tanaka, N. Shimomura, M. Hashiya & K. Iwase., 2010. Taxonomic reconsideration of a sequestrate fungus, *Octaviania columellifera*, with the proposal of a new genus, *Heliogaster*, and its phylogenetic relationships in the Boletales. *Mycologia*, **102**(1): 108–121.
- 佐藤大樹・折原貴道, 2013. ブユ幼虫の腸内寄生菌 *Pennella angustispora* (ハルペラ目) の神奈川県初記録. 神奈川自然誌資料, (34): 21–23.
- 陶山 舞・高木 望・佐藤大樹・折原貴道, 2017. 本州初記録となるブユ幼虫の腸内糸状菌 *Simuliomyces microsporus* (ハルペラ目) の神奈川県からの発見. 神奈川自然誌資料, (38): 1–4.
- 陶山 舞・佐藤大樹・折原貴道, 2018. 入生田におけるアシマダラブユ幼虫腸内寄生菌の通年観察. 神奈川自然誌資料, (39): 1–4.
- 陶山 舞・高木 望・出川洋介・佐藤大樹・折原貴道, 2021. 神奈川県におけるフナムシ腸内寄生菌フナムシヤドリ (新称) *Asellaria ligiae* の生息状況. 神奈川自然誌資料, (42): 53–56.