

微生物インベントリー *microForce* のWeb公開の現状と拡充
Present Condition and Expansion of Microbial Inventory "*microForce*" on the Web

對馬誠也^{*}・小坂橋基夫^{*}・吉田重信^{*}・田村季実子^{*}・月星隆雄^{**}・篠原弘亮^{***}・長谷部 亮^{****}・
酒井順子^{*}・小川直人^{*}・土屋健一^{*****}

Seiya Tsushima, Motoo Koitabashi, Shigenobu Yoshida, Kimiko Tamura, Takao Tsukiboshi,
Hirosuke Shinohara, Akira Hasebe, Yoriko Sakai, Naoto Ogawa and Kenichi Tuchiya

はじめに

微生物は、地球の物質循環に深く関わり、生態系のバランスを維持する上で大きな役割を果たしてきたと言われている。これら微生物は、地球上で生じた過酷な環境変化に適応してきたものであり、結果的に様々な機能を有していると考えられる。したがって、これら微生物の環境中での役割を明らかにすることは、環境保全を進める上で極めて重要であると同時に、農業、医療、工業などの産業界で有用な生物機能を探索する際のジーンプールとしてもこれら環境中の微生物が貴重な存在であるということが出来る。しかし、その一方で、人畜や植物の病原として知られており、これらの微生物に関する生存場所、機能に関する情報も作物生産、健康維持に重要である。さらに、同一微生物がこれら各種の有用、有害な機能を有する場合もある。しかし、これらの情報については必ずしも整理されていない。そこで、多くの微生物情報を網羅的に整理して発信することを目的として、農環研所蔵微生物標本データ、除草剤 2,4-D 分解菌、さらに人畜植物共通病原性ならびに環境修復などの機能を有する微生物に関する情報を分散型データベース（以下、DB）により Web 公開することにした。

1. 環境中に生息する微生物

微生物は小さな微生物の総称であり、その中には、原核生物（細菌、藍色細菌、古細菌）と真核生物の一部（糸状菌、酵母、原生動物など）があり、時には、ウイルスなども含まれる。これらの微生物が環境中にどのくらい生息しているのかに関しては、いくつかの報告がある。たとえば、細菌は土壌 1g 当りに約 10^{10} 個（100 億個）生息しているといわれている。しかし、これらの微生物のうち、培養できる細菌はその数%ともいわれている。このことは、微生物がいかに環境中に膨大に生息しているかということを表しているとともに、培養できない細菌の場合にはそれら微生物の情報収集がきわめて難しいことを意味している。このことから、さらに多数の微生物情報の集積が重要であることはいうまでもないことであるが、その一方で、個々の研究者が集める情報には限界がある。そのため、せめて得られた情報を大切に管理し、相互に有効利用することが重要となっている。

2. 微生物インベントリーの概要

*農業環境インベントリーセンター（現：生物生態機能研究領域）、**畜産草地研究所、***東北農業研究センター、****農林水産技術会議事務局、*****近畿中国四国農業研究センター

Natural Resources Inventory Center (present: Environmental Biofunction Division)

インベントリー, 第5号, p32-37 (2006)

微生物情報は、様々な分野のユーザーによる利用が期待される。そのため、微生物情報の提供に当たっても、それぞれのデータベースのあった提供法を考えた。その一つとして、まず1) データベース単独での利用、2) 統合検索システムの中での利用、を想定した「微生物インベントリー」(<http://www.niaes.affrc.go.jp/inventory/microorg/index.html>) を作成し、「*microForce*」と名付けた。

1) 全体の概要

本システムは「総合検索」、「データベース一覧」、「総合検索の使い方」、「他の微生物情報紹介」からなっている(図1)。「総合検索」が本システムの本体でデータベースからキーワードによる検索を行うことができる。しかし、データベースによっては、目的とする情報をどのよ

うなキーワードで検索できるのかが難しい場合がある。そのため、「総合検索の使い方」では、

総合検索の利用法を簡単に解説するとともに、データベース毎にデクショナリーをつけて項目(Item)毎に入力されているデータ内容を表示することにした。これにより、ユーザーは検索対象とするデータベースの項目毎のデータ内容をあらかじめ印刷しておく、簡単にキーワード検索ができるようになっている。「データベース一覧」では、個々のデータベースの簡単な紹介を行った。さらに、「他の微生物情報」では微生物保存機関や国際的な微生物情報ネットワークを中心として関連サイトを紹介した。リンクでそれぞれのサイトに入ることが可能である。



図1 微生物インベントリー「*microForce*」のトップ画面

2) 微生物データベース単独での利用

各種微生物データベース毎にホームページを作成して単独に Web 上で公開するものである。この利点は、単独の微生物データベースの場合、個々のデータベースは目的が明確であるため、他の機関へのリンク掲載依頼などによる普及が可能ながあげられる。そのため、宣伝の仕方によってはより多くのユーザーに活用してもらえると考えた。

本インベントリーでは、現在「日本野生植物寄生・共生菌類目録」と「日本産糸状菌類図鑑」を現在公開しており、それぞれのデータベースは、世界規模生物多様性情報機構 (GBIF・Japan: Global Biodiversity Information Facility, Japan) の「生物多様性情報サイト」(<http://bio.tokyo.jst.go.jp/GBIF/gbif/japanese/04/01.html>)からも閲覧することができるようになっている。以下にデータベースの概略を記す。

(1) 「日本野生植物寄生・共生菌類目録」(日本語版、英語版)

(<http://www.niaes.affrc.go.jp/inventory/microorg/mokuroku/mokuroku.html>)

1910年代から2002年にかけて日本で報告された95科1,626種の野生標本植物に寄生、共生あるいは単に生息しているサビ菌、クロボ菌、エンドファイト（内生菌）など312属1,302種の糸状菌および細菌の学名、異名、発生状況などを含む文献などを記載し、日本野生植物寄生・共生菌類目録（月星ら，2002）として発行した。さらに、それをデータベース化してWeb上で公開した。このページは菌名および植物名の一覧表からの検索や、キーワードによる検索が可能である。目的とする菌類の学名、異名、和名および文献名を表示できる（図2）。



図2 日本野生植物寄生・共生菌類目録のトップ画面

(2) 「日本産糸状菌類目録」(日本語版、英語版)

(<http://www.niaes.affrc.go.jp/inventory/microorg/mokuroku/zukan.html>)

上記の目録化した菌類のうち、糸状菌48種について、学名、分類、発生状況、無性世代ならびに有性世代の画像、病徴画像および農環研所蔵標本リストなどを記載した「日本産糸状菌類図鑑」として公開した（図3）。この情報は菌類目録の検索結果とリンクしており、検索した菌類の一部について画像などを閲覧できる。



図3 日本産糸状菌類図鑑のトップ画面

3) 統合検索システムを用いた微生物情報の活用

微生物の中にはしばしば複数の機能をもつものが報告されている。たとえば、ある種の細菌は人畜植物の病原菌として研究されている一方で、化学合成物質の分解菌として研究されているものがある。また、そうした細菌はしばしば環境中（土壌、植物など）から分離されているため、それらの分離源情報は、その微生物を探索している研究者には貴重な情報と考えられるが、たとえある種の微生物を研究材料としている専門家であっても、自分の関心以外の情報については把握できないことが多い。しかし、近年、環境問題への関心の高まりなどにともない、微生物の実用化や取り扱う際に、対象微生物の人体への影響（バイオセーフティレベルなど）、環境中での役割や生息場所などに関する情報がすぐに検索できることは研究推進などや技術開発上必要になってきた。しかし、このような理由から、研究者が作成する微生物データベースはある機能や分類などに限られていることが多いことから、一つのキーワードにより複数のデ

データベースから同時に網羅的に情報を検索できることが重要と考えた。そのため、本インベントリーでは、以下のようなデータベースに関して、分散型統合検索データベース（国立遺伝研宮崎ら作成、一部改変）により必要な情報を一度に検索できるようにした。

(1) これまで公開されたデータベース

a. 「除草剤2,4-D分解菌データベース」

2,4-ジクロロフェノキシ酢酸 (2,4-dichlorophenoxy acetic acid, 2,4-D) は世界的によく使われてきた代表的な除草剤であり、微生物分解や生物毒性のモデル化合物として早くから取り上げられてきている。微生物分解の研究では、細菌による好氣的分解過程について比較的研究が進んでいる。その分解経路では、まずジオキシゲナーゼ TfdA により側鎖が切断されて 2,4-dichlorophenol となり、これがヒドロキシラーゼ TfdB により 3,5-dichlorocatechol に変換される。3,5-dichlorocatechol は、芳香環開裂から始まるクロロカテコール分解経路 (modified *ortho*-cleavage pathway) により完全分解される。分解経路は、このように複数の異なる酵素反応から成り、関与する分解遺伝子群も複数の由来からなると考えられている。そのため、各分解酵素・遺伝子群やそれらの発現調節機構について生化学的・分子生物学的な解析が進められるとともに、進化学的な観点から分解菌・分解遺伝子の生態学的解析も行われており、そうした研究へのニーズに役立てるために、ここでは、2,4-Dの分解菌に関わる文献情報 (161 件) を公開した。菌株名、種名、分解遺伝子名および初出文献名などで検索でき、分解遺伝子の塩基配列や研究状況も知ることができる。

b. 「*Burkholderia cepacia*近縁菌データベース」

Burkholderia cepacia やその近縁細菌は、広く環境中に生息するが、人畜や植物に病気を起こす有害系統を含む一方で、農薬などの化学合成化合物の分解菌としても知られる系統もあり、環境改善に有効な細菌として多くの研究が行われている。ここでは、*Burkholderia* 属細菌に関する情報 (49 件) を公開した。農学、工学、医学分野の情報を初めて網羅的に整理している。菌株名、種名、採取場所、人畜および植物に対する病原性などで検索できる。

c. 「農業環境技術研究所微生物標本館所蔵標本の画像データベース」

農業環境技術研究所農業環境インベントリーセンターの微生物標本館は、農林水産省傘下の独立行政法人としては数少ない微生物標本保存施設であり、寄託された微生物ホロタイプ標本に NIAES ナンバーをつけて保存している。さらに、1880 年代から現在に至るまでの約 120 年間に寄贈・採取された生物乾燥標本、微生物乾燥さく葉標本など約 5,000 点を保存しており、古くは、Lagerheim, G.V. (採取期間；1887-1901) や Sydow, P. (採取期間；1896-1902) などの標本が保管されている。このサイトで初めてサビ菌、クロボ菌などの微生物標本画像 (図 4) を中心に、寄主植物や採集場所などに関わる情報 (448 件) を公開した。微生物種名や寄主植物名などで検索できる。



図 4 微生物さく葉標本の画像情報

なお、今後、本画像情報については、平成 17 年度に完成した「農業環境技術研究所 所蔵微生物さく葉標本目録」の中でも公開する予定である。

d. 「バイオセーフティレベル (日本細菌学会作成)」

この「Biosafety level」データベースは、細菌を取り扱う時の注意を喚起するために、日本細菌学会のバイオセーフティ委員会が作成した「病原細菌に関するバイオセーフティ指針」(日本細菌学会のHPで公開中)にある「付表：病原菌のバイオセーフティレベル分類」を日本細菌学会の許可を得て掲載した。この指針には、JSB (日本細菌学会)、DSM (ドイツ)、NIID (感染症研究所) のバイオセーフティレベル分類が掲載されている。

(2) 分散型データ統合検索システム

本システムでは、一つのキーワードを入力するだけで、指定した複数のデータベースから関連情報を一度に検索することが可能である。図 5 a、図 5 b はその一例を示したものである。ここでは、(2)の4つのデータベースを選び(図 5 a)、その後、検索画面で“Genus = Burkholderia”を入力して検索すると、4つのデータベースから *Burkholderia* 属細菌に関連する情報が画面に表示される(図 5 b)。これにより、「*Burkholderia cepacia* 近縁菌データベース」以外の3つのデータベースのいずれにもキーワードに該当する情報があることが瞬時にわかるようになっている。



図 5 a 統合検索システムによるデータベースの選択画面

4) 地理情報システムとの融合

微生物インベントリーはあくまでも微生物情報に関するものであるが、微生物は将来的には農業環境インベントリーの中で他の分野の情報との融合が必要である。現在、まだ試験段階ではあるが、微生物の採取場所を地理情報とともに表示するシステムを現在構築中である。

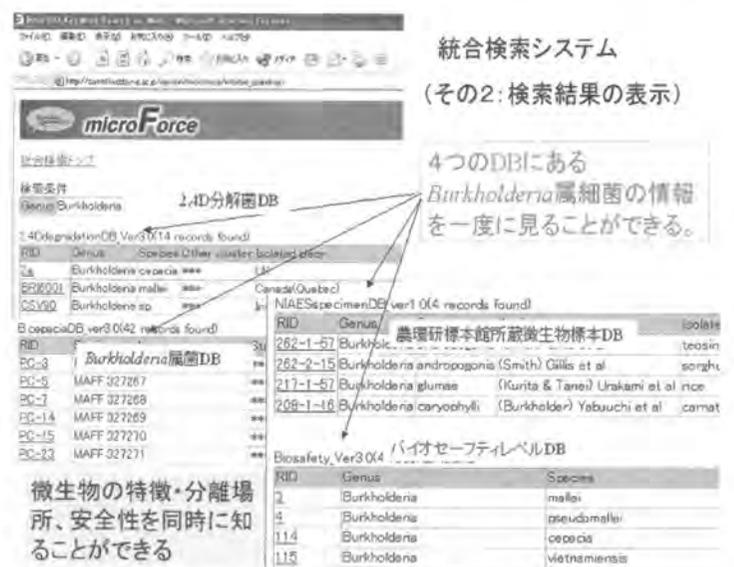


図 5 b 統合検索システムによる検索結果 ('genus= Burkholderia' で検索)

3. 今後の課題：微生物インベントリーの活用

1) データベースの充実

微生物インベントリー、すなわち微生物情報の目録を利活用してもらうためには、内容の質

と量が重要である。その場合、「質」に関しては、ユーザーが求めるもの、シーズとして重要なもの、長期的視点に立った微生物情報の蓄積といういくつかの点を考慮したデータベースの作成が必要と思われる。また、「量」については、少ない情報でもデータベースとして有効利用することが重要である。また、ある微生物（あるいは機能）に関する膨大な情報がある場合には、ユーザーが使いやすい検索システムの構築も必要であろう。

2) 微生物情報機能解析システムなどによる活用

現在公開している「微生物インベントリー」では、残念ながら微生物情報の詳細な解析（系統解析など）を行うことができない。そのため、今後は、蓄積したデータベースをただ表示するだけでなく、それらの数値情報などを解析するためのシステムの導入が必要である。そのための一つの方法として、現在国立遺伝学研究所のご協力により、国立遺伝研が開発した多機能解析ソフト（InforBIO）を改変した CD-ROM 版の「微生物インベントリー」解析システムを作成している。

さらに将来的には、近年分子生物学などで IT を駆使した研究が進められているように、農業環境中の微生物から得られる膨大な情報をもとに、バイオインフォマティクスを利用した解析による農業、産業界での活用法の開発が必要であろう。その中には、同一地点の土壌、植物などにおける微生物群集データを経時的に蓄積して各種環境要因などの関係を調べることができるシステムなどの構築などがあげられる。

問い合わせ先

生物生態機能研究領域 小坂橋橋基夫・對馬誠也

電話：029-838-8355, E-mail：koita@affrc.go.jp, seya@affrc.go.jp