

農業を巡る環境の情報を発信する

農業環境インベントリーセンター

谷山 一郎

1. はじめに

農業環境技術研究所（農環研）では 2001 年 4 月に、農業環境に関わるさまざまな情報を利用・提供できる全所的なセンターとして農業環境インベントリーセンター（センター）を設置した。インベントリーとは、一般には商品や財産などの目録などを意味するが、最近では自然資源の目録や目録に記された物品の意味にも使われるようになり、二酸化炭素やメタンガスの発生量を示す「温暖化ガスインベントリー」といった用語が使用されている。農環研では、農業環境インベントリーを「①土壌、水、大気、昆虫、微生物および植生など農業環境資源の過去から現在にわたって採取された各種の標本や試料の現物、②これらに関連するデータ、手法、知見および技術などの有用情報を集積し、分類整理した情報、③これらの情報を発信・利用し、さらに発信した情報が新たな情報を生んで増殖するデータベースシステムなど」（上田，2005）と広く定義している。

このようなインベントリーを扱うため、組織としては、土壌、昆虫、微生物の分類・同定とそれぞれのインベントリー構築のために、土壌分類研究室、昆虫分類研究室、微生物分類研究室が配置されるとともに、2004 年 10 月から農業環境インベントリーのシステム構築と管理のためにインベントリー研究官を置いて、研究・普及の強化を図っている。また、所内のインベントリー研究を広く紹介するため雑誌「インベントリー」を年 1 回発行するとともに、農業環境関係の標本や資料を展示するため 2005 年 4 月所内に「インベントリー展示館」（図 1）を開館し、広報にも力を入れている。

ここでは、センターにおける土壌、昆虫、微生物の標本や試・資料およびデータベースシステムの整備状況とその活用について概説する。



図1 インベントリー展示館

2. 土壌

1) 土壌モノリス

土壌調査土壌断面標本（土壌モノリス）は、土壌断面をそのままの姿で採取した標本を樹脂で固定したものである。この土壌モノリスは、農業生産や環境保全の基盤としての土壌断面の構造や色などの情報を写真やデータではなく現物として観察することができ、研究者の情報交換、農家や一般の人々に対する土壌についての知識の普及および学生の学習などの資料として欠かせないものである。農環研では、インベントリー展示館内に土壌モノリス展示室を設置し、年間約 2,000 人の来訪者を迎えるとともに、多くの機関へモノリスの貸し出しをおこなっている（図 2）。現在、登録され保存展示されてい

るモノリスは、国内の断面約 200 点および外国の断面 32 点である。日本国内でのモノリスの収集・保存・展示は、大学、研究機関および博物館でおこなわれているが、当所ほどの数を所有する機関はわが国では他にはない。

2) 土壌情報

農業生産の基本的情報把握のため、わが国で国の事業として土壌図作成が開始されたのは 1870 年代である。明治政府は、1882 年にドイツから農林地質学者マックス・フェスカを招き、農商務省地質調査所で「土性調査」を開始した。その結果をとりまとめて、1885 年に最初の縮尺 10 万分の 1 の土壌図「大日本甲斐国土性図」を発行した（図 3）。その後、この事業は当所の母体である農事試験場に引き継がれ、最後の陸奥国が完成したのは 1948 年であった。この土壌図には土壌断面や分析データ、調査地域の農業事情および施肥指導などを記載した説明書が付属しており、当時を知る貴重な資料となっている（浜崎ら、2002a）。センターでは、所蔵していない一部の土性図と説明書を除いて画像情報としてデジタル化に取り組んでおり、「土性図」については近々公開を予定している。

次いで、第二次大戦後、連合軍最高司令部自然資源部門（NRS）は、食糧不足の中で食糧生産の増加を図るために、日本の土壌の性質や潜在能力、そして制限要因に関する基本情報を得ようとして実施した土壌調査「偵察土壌調査（Reconnaissance Soil Survey）」の結果を、1948～1951 年にかけて 25 万分の 1 の土壌図としてとりまとめた。農環研にはこの全 48 葉の土壌図が収蔵されており、図面のデジタル画像入力は終了し、解説書の入力に取りかかっている（小原，2003）。

NRS の土壌調査の後、1959～78 年に国の調査事業として「地力保全基本調査」が実施され、都道府県農業試験場は、農耕地 512 万 ha を対象に、約 25ha に 1 土壌断面調査を行った。その調査断面総数は約 22 万点に及び、そのうち土壌断面記載と理化学性データをセットした代表土壌断面約 3,343 点についてはデジタル化され、とりまとめが行われている（織田ら，1987）。また、同時に全国をカバーする 5 万分の 1 および 20 万分の 1 の土壌図が作成されたほか、都道府県ごとの総合成績書が発行され、農業生産における土壌特性の把握が容易となった。その後、全国約 2 万地点の定点を設定し、5 年に一度のモニタリングにより土壌の理化学性の変化と農家のほ場管理の実態について把握するため



図2 インベントリー展示館内の土壌モノリス



図3 大日本甲斐国土性図

の「土壌環境基礎調査」が1979～1998年に公立農業試験場で実施された。1998年以降は、定点を約5分の1に厳選するとともに、モニタリング項目を減らした「土壌機能実態モニタリング調査」を実施され、全国的なデータについては、農環研で取りまとめをおこなっている。これらのデータ利用については、制限があるが、土壌の基本的特性に関する項目については公開に向けて準備をしている（中井ら，2004a）。今後、これらのデータ解析によって、例えば地球温暖化に伴う全国的な土壌特性の変化や二酸化炭素吸収源としての土壌の役割の解明などが期待される。

また、WebGIS（インターネットのWebを介してサーバーの地理情報システム〔GIS〕機能を利用する技術）の機能を使ったデータベースシステム「土壌資源情報インベントリーシステム」の開発を行い、「定点調査」の結果のデータベースを構築し、オンラインでアクセスして以下のことができる。

①GIS機能を使って、5万分の1地形図の上に「地力基本調査」における農耕地土壌図と「定点調査」地点を表示でき、土壌図または調査地点を画面上から選定することにより、土壌または調査地点の情報を表示できる（図4）。

②調査年次や都道府県などから調査地点を検索し、調査結果を表示するとともに、この画面からデータの修正が可能である。集計については、調査年次、都道府県および層位を指定して、地目別、土壌群別または土壌統別に最小値、最大値および平均値を表示できる。

③新しいデータは、画面上で項目ごとにコード選択や測定値を書き込むことで入力するか、別途エクセルファイルを作成し一括して入力する。

④本システムには、農耕地土壌分類第三次改訂版による土壌分類プログラムが付属しており、調査地点を選択すると土壌名が表示できる。新たな調査地点については、データ入力後、このプログラムで第3次改訂版による分類ができる。

現在、このシステムは土壌調査を行っている公立試験研究機関にIDとパスワードを発行して利用され、土壌調査やデータ整備の効率化が期待される（中井ら，2004b）。

このほか、モノリスの断面形態や化学分析の結果については土壌モノリスデータベースとして一部を公開するとともに、現在も蓄積中である（小原ら，2002、中井ら，2006）。また、モノリス作成法についても改訂版をWebサイトに公開し、利用者の利便を図っている（浜崎ら，2002b）。

3. 昆虫

1) 昆虫標本

1899年農事試験場に昆虫部が設けられて以来、昆虫標本の収集・保存が農環研昆虫標本

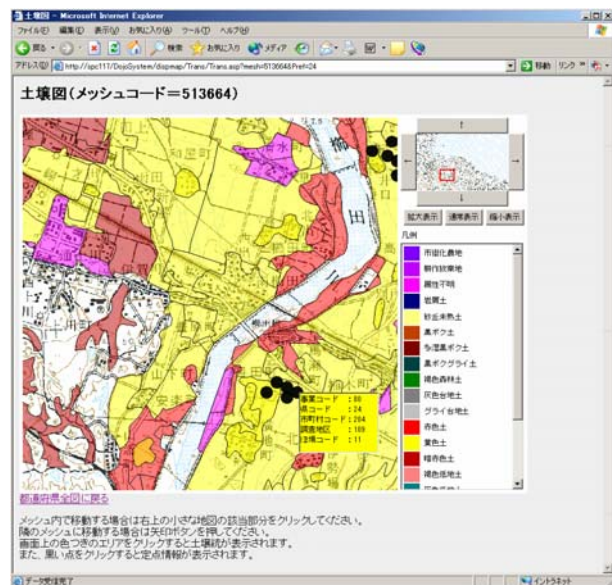


図4 土壌資源情報インベントリーシステムで表示された土壌図と調査地点

館でおこなわれている。標本箱に整理された乾燥標本は約 100 万点、身体の柔らかいチョウ目やハエ目を主体とする幼虫や水生昆虫を保存するためのアルコール液浸標本も多数保管されているが、その正確な数は把握できていない。また、アブラムシ、カイガラムシおよびアザミウマなどの微小昆虫は、顕微鏡で検鏡するためのプレパラート標本として約 62,000 点保管されている。



図5 虫標本 a)乾燥標本, b)液浸標本, c)プレパラート標本, d)三角紙標本

さらに、三角紙に入った状態の標本も多数あり、以上のすべてを合わせると所蔵標本の数は約 120 万点にのぼると推定され、毎年約 2 万点ずつ増加している（図 5）。

この所蔵標本は、歴代のスタッフが自ら研究対象とする昆虫を長年にわたって収集したもののほか外部の研究者から当標本館に寄贈されたコレクションが多く含まれる。これらのコレクションは、それぞれの研究者が自らの専門分野を中心として特定の目的を持って集めたもの、あるいは特定地域の昆虫相を反映したものが多く、研究材料としてよくまとまっており、学術的にも価値の高いものである。

また、これらの所蔵標本にはタイプ標本が含まれている。タイプ標本とは新種が初めて記載された際に指定された単一の標本で、その種の種小名を担うと定められたものである。分類研究を進める上では必ず参照しなければならない重要な標本であり、それぞれの種にただ 1 個体しか存在しない極めて貴重な標本である。昆虫標本館には、現在 500 種あまりのタイプ標本が整理されている。それらは、不慮の災害から守るため耐火・耐震構造をもつタイプ標本室の頑丈な標本ロッカーに入れられて保管されている。

2) 昆虫情報

種の同定作業や分類研究を進めるためにタイプ標本の参照が必要となることがあるが、他機関が所蔵しているタイプ標本を参照するには、その機関を直接訪問するか、借用を依頼する以外に方法が無い。これらは煩雑な手続きや時間と労力を必要し、研究を進める上での大きな障害となっている。また、標本の借用には常に破損や紛失の危険が伴うため、それらを防止するための取り扱いなどにも気を遣う必要がある。しかし、所蔵タイプ標本の様々な画像がインターネットを通じて公開されれば、利用者は容易にタイプ標本の形態情報を手に入れることができ、種の同定や分類研究の資料として役立てることができる。タイプ標本の貸し出し機会が減少するため、標本の破損や紛失などの心配も解消される。さらに将来、各機関の所蔵タイプ標本画像が連結され、それらが一覧できるようになれば、簡易な同定参照資料として専門の分類研究者以外による利用も増加することが期待される。このような利用を目的として、所蔵しているタイプ標本のデータベース化を進め、学名、和名、採集日時や場所などのラベルデータ、記載文献などの情報とタイプ標本の画像情報を合わせた、「タイプ標本画像データベース」をコウチュウ目やハチ目など 8 目 363 種について、Web サイトで公開している（図 6）。その

他のものについても順次公開していく予定である（中谷ら，2003）。

また、農環研には、農事試験場に籍を置いていたこともある故三橋信治氏が作成した文献目録「三橋ノート」（全 474 冊、推定 50,000 頁）が保管されている。この目録は、明治時代から 1950 年代までの昆虫に関する国内の主要な文献を対象とし、それぞれの文献中に現れた昆虫の学名および和名と当該文献の書誌情報を昆虫の分類群毎に整理したものである。かつては昆虫研究者や昆虫愛好家の間で広く知られ、有用な情報源として活用されていた。最近のデータベースでは入手することができない明治期以来の情報を

得ることができるので、昆虫の生息分布や発生状況の変遷などを調べるうえで今日においても有用であり、また古い文献情報を必要とする分類研究においては特に利用価値は高い。長年にわたって蓄積されてきたこれらの情報は、わが国の昆虫研究の土台となった貴重なものであり、その有効活用を図るため、トンボ目（7 冊，1,223 頁）とチョウ目（118 冊，18,521 頁）の合計約 20,000 頁のデジタル画像から成るデータベースを Web 上で公開し、現在も入力が続けている（安田ら，2006）。

このほか、害虫を捕食する肉食性で、互いに類似した種が多く、一般に同定が難しいとされるカスミカメムシ科の中でも特に同定が困難なヒョウタンカスミカメ族の図説検索表を Web 上で公開することによって、分類の専門家以外でも同定が容易となった（中谷，2006）。

4. 微生物

1) 微生物さく葉標本

農環研微生物標本館では 1880 年代から現在に至るまで約 120 年間にわたり寄贈・採集された、微生物が植物葉に感染した状態で押し葉として乾燥したさく葉標本約 5,000 点、また菌類をシャーレで培養し、そのまま凍結乾燥してシリカゲルを入れた状態で密封した乾燥標本約 2,000 点を、標本室内で安定的に保管している。さらに、細菌および糸状菌の凍結乾燥アンプル、凍結チューブ、継代培養試験管など合わせて約 4,000 点を低温室において保存しており、その収集は現在も続いている（図 7）。

z z 昆虫と同様に微生物においても、新しい分類群（新種や新変種）の学名をつけて発表する際には、菌類においては国際植物命名規約、細菌においては国際細菌命名規約に従って命名する必要がある。例えば国際植物命名規約においては、その学名の証拠となるただ一つの標本（タイプ標本）を指定し、公共の標本館に永久に保存することが求められている。農環研の微生物標本館は、農林水産省傘下の独立行政法人としては唯一の微生物さく葉標本及び菌類標本の保存施設で、多くの研究者から寄託された微生物タイプ標本に NIAES 番号を付けて保管している。

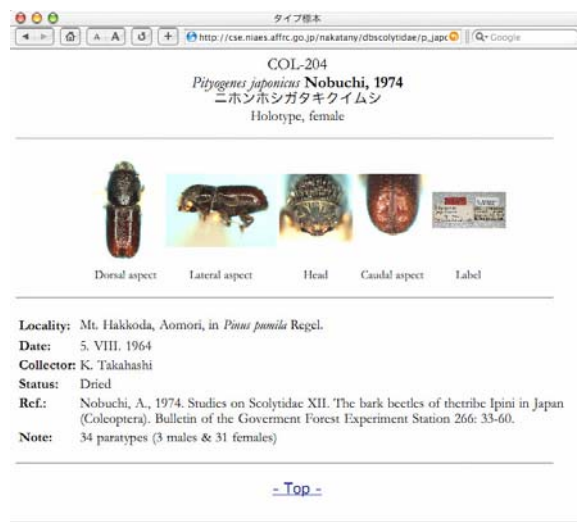


図 6 タイプ標本画像データベースの検索結果画面

2) 微生物情報

これらの農環研所蔵微生物標本や環境修復などの機能を有する微生物に関する複数のデータベースについて、一つのキーワードにより同時・網羅的に情報を検索できる分散型データベース「*microForce*」にとりまとめて公開している（對馬ら，2006）。

本データベースは、「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」、「除草剤 2,4-D 分解菌データベース」、「*Burkholderia cepacia* 近縁菌データベース」、「バイオセーフティレベル（日本細菌学会作成）」から構成されている。「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」は、農環研が所蔵するサビ菌やクロボ菌などの微生物標本画像を中心に、寄主植物や採集場所などに関わる情報（448件）が入力されている。「除草剤 2,4-D 分解菌データベース」は、微生物分解や生物毒性のモデル化合物として取り上げられてきている 2,4-D の分解菌の分解遺伝子の塩基配列や研究状況などの文献情報（161件）を公開している。「*Burkholderia cepacia* 近縁菌データベース」は、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 *Burkholderia* 属細菌に関する情報（49件）が収められている。「バイオセーフティレベル」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」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ている。

「*microForce*」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。例えば、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8）。これにより、4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7 微生物標本 a)さく葉標本, b)培養乾燥標本, c)凍結チューブ標本, d)冷蔵庫内の培養試験管標本

統合検索システム
(その2: 検索結果の表示)

4つのDBにある *Burkholderia* 属細菌の情報を一度に見ることができる。

RID	Genus	Species	Other cluster	Isolated place
2a	<i>Burkholderia</i>	<i>cepacia</i>	***	UK
BS16001	<i>Burkholderia</i>	<i>mallei</i>	***	Canada(Quebec)
CSV90	<i>Burkholderia</i>	sp.	***	

RID	Genus	Species	Other cluster	Isolate
262-1-57	<i>Burkholderia</i>	<i>andropogonis</i>	(Smith) Gillis et al.	teosin
262-2-15	<i>Burkholderia</i>	<i>andropogonis</i>	(Smith) Gillis et al.	sorghu
217-1-57	<i>Burkholderia</i>	<i>glumae</i>	(Kurita & Tane) Urakami et al.	rice
208-1-16	<i>Burkholderia</i>	<i>caryophylli</i>	(Burkholder) Yabuuchi et al.	carrot

RID	Genus	Species
3	<i>Burkholderia</i>	
4	<i>Burkholderia</i>	<i>pseudomallei</i>
114	<i>Burkholderia</i>	<i>cepacia</i>
115	<i>Burkholderia</i>	<i>vietnamiensis</i>

微生物の特徴・分離場所、安全性を同時に知ることができる

図8 *microForce* の検索結果画面

この他、農環研が所蔵する微生物感染さく葉を中心とするタイプ標本類(46点)、Sydow氏らの採集標本(254点)、一般標本(6,611点)、日野氏ブラジル採集標本(196点)、およびキノコ類標本(97点)の計7,204点の微生物種名、異名、病名、寄主植物和名・学名、採集地、採集年月日、採集者の基本標本情報を5つに分類して収録した「微生物さく葉標本目録」をWeb上で公開している(小板橋ら, 2006)。

5. 今後の整備

農業環境インベントリーセンターでは、インベントリーを拡充にあつたて、試料・資料保存のための、温度、湿度、遮光などの環境条件の整えられたスペースまたは保管装置の確保を図っている。また、資料の整理、修復、標本作製、標本分類、試料分析および標本や資料などの文字・画像情報をデジタル化する作業については、どの試・資料の整理やデジタル化を優先させるかが課題である。しかしながら、それらのデジタル情報を集積・制御するサーバーの整備とサーバーに集積されたデジタル情報を容易に取り出すためのプログラムの開発に着手している(大倉, 2006)。

そうした中で、農業環境インベントリーセンターでは、GISを土台として、土壌や昆虫・微生物に関する標本やデータベースを結合して図示でき、所外の多数の利用者が特別なソフトウェアを用意することなくインターネットを介して利用できる、WebGISを用いたシステムを開発中である(上田, 2006)。図9に示したのは、2万5千分の1の地形図の数値地図データを格納したプロトタイプシステムであり、土壌・昆虫・微生物標本の情報をデジタル地図上に登録・検索・閲覧・編集・削除できる機能を有している。今後、GISの高度な分析機能を生かした情報の利用や外部データベースとの連携など高度な機能を付加することにより、農業環境指標やリスク評価などに活用できるシステムとしていくことが課題である。

今後、一つの研究機関で多数の関連情報をデータベース化することには限界があり、インベントリーの定義にある「発信した情報が新たな情報を生んで増殖するデータベースシステム」構築のため、今後は農業環境資源情報収集システムの開発にも取り組むことにしている。

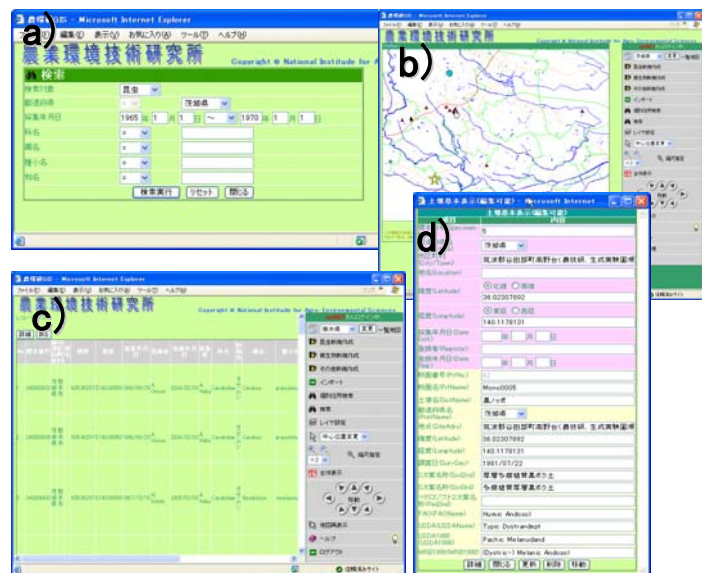


図9 WebGIS インベントリーシステム a)検索画面, b)地点情報画面, c)検索結果まとめ画面, d)個別結果表示画面

参考文献

- 浜崎忠雄・中井 信 (2002a) 地質調査所および農事試験場で発刊された土性図目録, インベントリー, **1**, 59-62, 農業環境技術研究所.
- 浜崎忠雄・三土正則・小原 洋・中井 信 (2002b) 土壌モノリスの作成法改訂版, <http://www.niaes.affrc.go.jp/inventory/soil/Document/method.pdf>.
- 小坂橋基夫・對馬誠也・吉田重信・田村季実子 (2006) 農業環境技術研究所が所蔵する微生物さく葉標本目録, インベントリー, **5**, 38-41, 農業環境技術研究所.
- 中井 信・小原 洋・大倉利明 (2004a) 土壌情報の一元的収集システムの開発, インベントリー, **3**, 9-10, 農業環境技術研究所.
- 中井 信・小原 洋・大倉利明・戸上和樹 (2004b) 土壌資源情報インベントリー, ペドロジスト, **48**, 33-39.
- 中井 信・小原 洋・戸上和樹 (2006) 土壌モノリスの収集目録及びデータ集, 農環研資料, **29**, 1-118.
- 中谷至伸・安田耕司・吉松慎一・小西和彦 (2003) 農業環境技術研究所が所蔵する昆虫タイプ標本一覧表ならびに画像の Web 公開, インベントリー, **2**, 11-12, 農業環境技術研究所.
- 中谷至伸 (2006) 日本産ヒョウタンカスミカメ族の Web 図説検索表, インベントリー, **5**, 26-27, 農業環境技術研究所.
- 小原 洋・中井 信・戸上和樹 (2002) 土壌モノリスデータベース, インベントリー, **1**, 19-20, 農業環境技術研究所.
- 小原 洋 (2003) Natural Resources Section (NRS) の土壌図について, インベントリー, **2**, 17-18, 農業環境技術研究所.
- 織田健次郎・三輪睿太郎・岩元明久 (1987) 地力保全基本調査代表断面データのコンパクトデータベース, 土肥誌, **58**, 112-131.
- 大倉利明 (2006) インベントリーシステムの現状と展望, インベントリー, **5**, 2-5, 農業環境技術研究所.
- 對馬誠也・月星隆雄・吉田重信・篠原弘亮・長谷部亮・酒井順子・小川直人・土屋健一 (2006) 微生物インベントリー *microForce* の Web 公開の現状と拡充, インベントリー, **5**, 28-33, 農業環境技術研究所.
- 上田義治 (2005) 農業環境研究を支えるインベントリー, インベントリー, **4**, 1, 農業環境技術研究所.
- 上田義治・大倉利明・中谷至伸・小坂橋基夫 (2006) インベントリーシステムのプロトタイプ, インベントリー, **5**, 20-23, 農業環境技術研究所.
- 安田耕司・吉松慎一・中谷至伸・上田義治 (2006) 昆虫文献目録「三橋ノート」の画像データベース, インベントリー, **5**, 6-7, 農業環境技術研究所.