

生物標本データベースの構築とアプリへの応用

片山 哲郎 坂田 裕介 中嶋 智子

Development of Biological Specimen Database and Its Application to Smartphone Apps.

Tetsturo KATAYAMA Yusuke SAKATA Satoko NAKAJIMA

生物関連業務で保管している膨大な標本類を整理・デジタル化し、活用する方法を模索した。まず、アリ類、スズメバチ類、水生生物、衛生動物を対象にデータベースを作成した。標本のデジタル化のために、対象生物の体サイズに応じた治具などを自作し、同定に必要な部位を含め1サンプルに対し、様々な角度からの画像データを取得した。データベースは、共通化により過去に電子化した生物リストや生態情報等もCSV形式で取り込むことを可能とし、正規化することで他のアプリケーションでも使用でき、かつ単独での更新が可能となるよう独立化させた。アプリケーション開発では、生物群(科、種、一般名称など)・地域(地図情報など)・音声等によるデータベース検索が可能なものとした。また、これらデータベースを容易に利用できるようタブレットやスマートフォン用のアプリケーションも開発し、様々な状況での活用ができるようにした。加えて、アプリケーションに学習ソフトを追加することで、自己啓発や研修業務、府民サービス事業等に活用することができた。

キーワード：生物標本、データベース、検索機能、タブレット・スマートフォン、環境教育

Keywords：Biological Specimens, Database, Retrieval function, Smartphone, Environmental education

はじめに

環境衛生課で実施している生物関連の業務では、昆虫類を中心とした生物の同定能力が必須となっている。対象となる生物は、感染症を媒介する節足動物等をはじめとした衛生動物、環境教育・研修事業として実施する陸生・水生の領域にまたがる自然観察のための昆虫類、外来生物対策業務に係るアリ類やハチ類等である。近年、同定を求められる対象生物群は増加傾向にあり、種までの正確な同定を求められる事例も多くなっている。

また、当課では、長年実施している生物関連業務に伴い3000点以上に及ぶ膨大な生物標本を保管しているが、誰でも簡単に利用できる系統だった整理が進んでいないという問題点もあった。

そこで、まず、これら生物標本をデジタル化、それに付随する情報をデータベース化し、生物群(科、種、一般名称など)・地域・音声等による検索が可能なアプリケーションを開発することで、生物の同定作業をサポートする利用価値の高い財産とする目標を立てた。また、新たな生物群を対象とする場合でも、簡単な変更でデータベース化、アプリケーション化が可能なように、これら作業の標準化・規格化を目指すこととした。さらに、タブレットやスマートフォン上で動くアプリケーションの開発を行い、府民の財産ともいえる生物標本や長年にわたる府内各地の生物相データ、生物種同定のためのデジタル検索など、多くの人が簡単に利用でき、

研修や観察会の現場でも活用できるよう開発を試みたので、その成果を報告する。

方法

1. 生物標本データベースの作成

サンプルの写真撮影には、サイズや同定する上で重要な品質の大きさにより、実体顕微鏡(本体Leica M165C、カメラMC170HG、撮影用ソフトウェアLeicaApplicationSuite V4.10)、実体顕微鏡(本体Leica S8APO、カメラWRAYMER FLOYD LIGHT)、デジタルカメラ(OLYMPUS STYLUS TG-4)を使用した。

データベースはWindows10、Android上で稼働可能なものとした。タブレット等への組み込み用ソフトウェアは、データと画像が取り込めるSQLite 3.8.10.2 (<https://sqlite.org/index.html>)を使用し、実際のデータや画像の取り込みにはユーザーインターフェイスが優れたPupSQLite 1.25.4.5 (<https://www.eonet.ne.jp/~pup/index.html>)を使用した。

2. アプリケーションの作成

Windows10用の開発支援ツールは無償版のMicrosoft Visual Studio Express 2015 for Windows Desktopを、言語はC#を使用してアプリケーションを開発した。Android用の開発支援ツールはAndroid Studio 2.2.2を、言語はJavaを使用した。ほかにも、音声認識やデータベース接続等のため、MSSpeech_SR_ja-JP_TELE.msi、MSSpeech_TTS_ja-JP_Haruka.msi、SpeechPlatformRuntime.msi、MapWinGIS-only-v4.9.4.2-Win32.exe、sqlite-netFx46-setup-bundle-x86-2015-

(平成29年12月18日受理)

1.0.105.2.exe を使用した。

地図はオンラインではフリーの地理情報データである OpenStreetMap を使用し、オフラインでは同じ OpenStreet Map の Public Transport を使用した。

結果と考察

1. 基本の機能について

1-1. サンプルの写真撮影

写真撮影に際しては、サンプルに応じて、最適な姿勢を保持できるよう治具を用いた。例えばアリ類では角度を変えることが可能な治具 (図1) を自作して、背面・側面・正面の3方向から撮影した。また、体表面が平滑なサンプルでは、体の曲線や凹凸により、光を当てると反射光が強すぎてライトが映り込み、細部を撮影することが困難なものがあつたことから、液体中での撮影を試みた。浸漬液に水を用いた場合、表面張力・密度が大きいため試料が液面に浮いて撮影が困難であったが、70% (v/v) エタノール中に浸漬して撮影することで大きく改善され、良好な画像を得ることができた (図2)。

1-2. データベースとアプリケーション開発

データベースは、職員が短期間で一定レベルの同定能力を会得するために、調査対象地域に応じて生息種を予測し、同定作業に必要なかつ十分な生物群を選択して作成した。今回のデータベースでは、アリ類は京都市伏見区近辺、水生生物・衛生動物などでは京都府内を想定した (図3)。

データベースは他のアプリケーションでも使用できるよう正規化し、単体での更新が可能となるようアプリケーション

と切り離して独立化させ、SD メモリカード上に配置した。開発したアプリケーションは最初すべてのデータをメモリに読み込み、実働にはメモリ上のデータベースへアクセスする様式とした。これにより検索スピードが向上し、かつSD メモリカードへのアクセスがないため、クラッシュ等の不測の事態からデータベースを保護することが可能となった。また、過去にエクセルで作成した様々なデータベースも CSV ファイル形式で読み込むことを可能とした。

アプリケーションは図4のレイアウトとし、初心者への学習支援を基本的な機能とした。ランダムボタンを押すと、写真と形態がランダムに表示され、解答ボタンを押すと正解の種名とその生物の生態等の情報が表示される。また、画一的に同じ問題を繰り返すのではなく、1つの生物についても異なる写真を複数使用し、変化を取り入れた問題をランダムに出題する仕組みとした。初心者がこの機能を活用して繰り返し学習することで、一時的な記憶である短期記憶を効率よく定着させて、恒久的な長期記憶にすることが可能となる。

ボタンは「ランダム」、「次のデータ」、「前のデータ」、「最初のデータ」、「最後のデータ」、「解答」、「音声認識」となっており、学習支援ツールのみでなく、データベース上にある生物種の各々の情報取得など様々な活用が可能となるようなシステム構成とした。また、音声検索機能を加えることで、採取や研修現場など両手が使えない場合でも、発した言葉を含むフレーズで生物種が検索され、その情報が表示されるシステムとしている。アプリケーションは、データベースと関係なく更新できるようデータベースと切り離して作成し、タブレットやスマートフォンにインストールした。

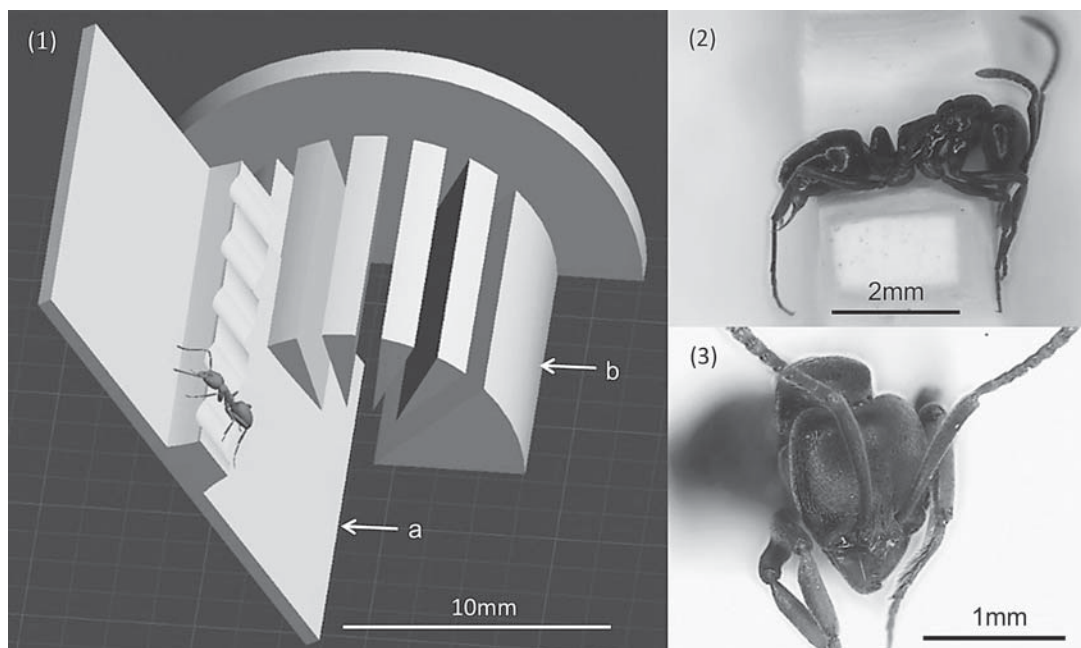


図1. アリ類の写真撮影用治具と撮影したアリの写真。(1) アリ写真撮影用治具 (角度を変えて背面・側面・側面・正面から撮影を可能とした) a 固定台 b 回転用治具、(2) 実体顕微鏡 (本体 Leica M165C、カメラ MC170HG) で側面から撮影したオオハリアリ *Pachycondyla chinensis*、(3) 実体顕微鏡 (本体 Leica M165C、カメラ MC170HG) で正面から撮影したオオハリアリ

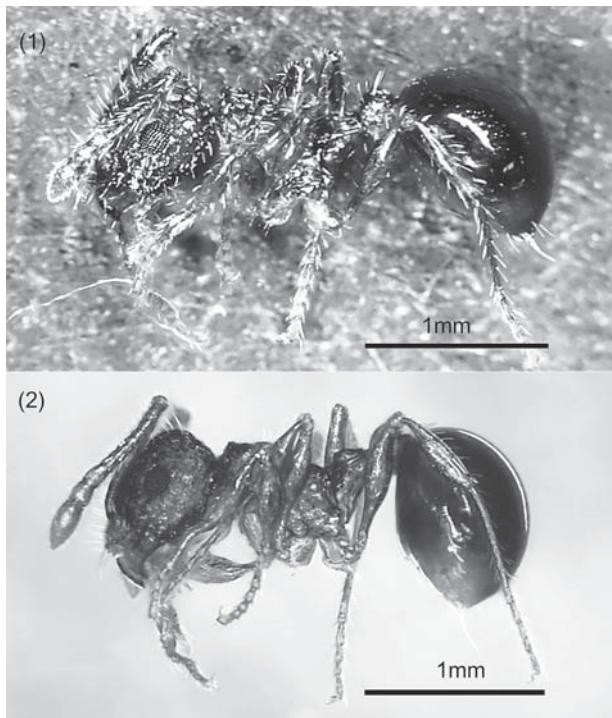


図2. 実体顕微鏡下での昆虫(アリ類)の撮影。(1) 空气中で撮影したアミメアリ *Pristomyrmex punctatus*、(2) 70% (v/v) エタノール中で撮影したアミメアリ



図4. タブレット上の学習用アプリケーションレイアウト例。アリ類の写真と腹柄節、体長、形態、分布等の特徴を表示。解答ボタンを押すと種名と生態を表示

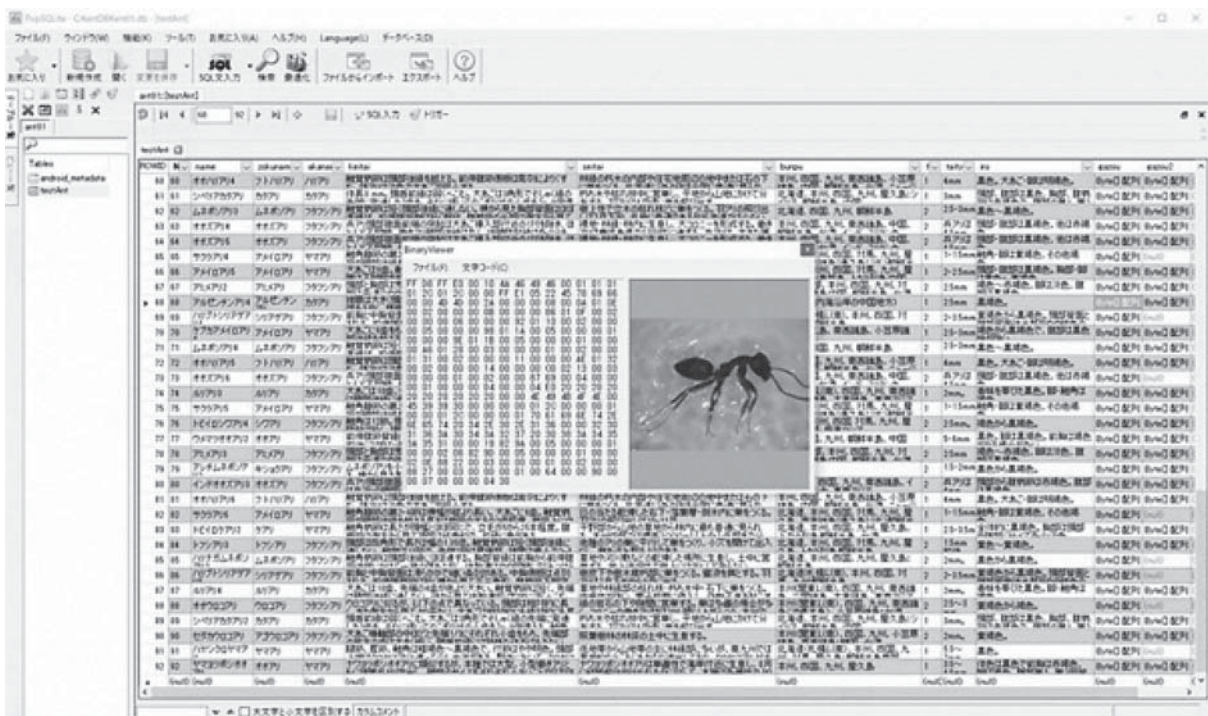


図3. データベース構成の一例(アリ類)。中央にデータベースに保存されているアルゼンチンアリ *Linepithema humile* の写真例を表示

2. 地図の表示について

水生生物用のアプリケーションでは、過去に調査を行った場所の緯度経度情報から地図を表示する機能を装備した。OpenStreetMap を用い、オンライン・オフライン両方で表示できるようにした。オフライン地図は Mobile Atlas Creator 1.8 で、ズームレベル 16、15、14 の 3 段階の京都市・亀岡市・京丹後市の地域をデータベースに取り込み、水生生物調査地点の緯度経度を地図の中心に表示できるようにした。たとえば図5の京都市内の鴨川荒神橋付近での水生生物調査地点の緯度・経度は、それぞれ 35.022036 と 135.771618 で、これからズームレベル 16 のタイル座標 X・Y の 57484・25953 を計算で求め、そのタイルをデータベースから読み込んで中心に配置し、さらに上下左右計 9 枚のタイルを配置・表示している。

3. 検索用アプリケーションについて

検索用アプリケーションにはプログラム上ではデータベース言語 (SQL) を使用した。ランダム検索ではランダムに選ばれた数字で、項目・地域検索では文字で、音声検索では音声から変換した文字で、それぞれ検索を行えるようにした。また、ツリー検索では数字と文字をキーワードに検索を行えるようにした。

ツリー検索の場合は、前述のデータベースの他に図 6 に示すツリー用のデータベースを作成した。ツリー検索は単純な

キーワードによる検索ができないため、選択用の写真や文章を表示させ、かつ選択によって異なるデータを再び検索し、結果がでるまで検索を繰り返す必要があるからである。まず、二者の選択肢と写真を表示し、その選択結果によって下層の選択肢を表示し、その選択結果によってさらに下層の選択肢を表示するということになる。途中で選択肢を間違えた場合は「前のデータ」ボタンを押すことで 1 つ前の選択肢へ戻ることを可能にし、「最初のデータ」ボタンで最初の選択肢まで戻ることも可能にした。

たとえば、スズメバチ類のツリー検索は、図 7-1 に示すようにまず「腹部後端節は黒色」「腹部後端節は黄色か赤褐色」のように、文章による選択肢と同時に写真も表示して選択しやすくした。写真あるいはボタンにより選択すると次の選択肢に移る。たとえば「腹部後端節は黄色か赤褐色」を選択すると、一番上には直前に選択した「腹部後端節は黄色か赤褐色」の写真を表示させ、同時に次の選択肢である「単眼周辺は黒色」、「単眼周辺は赤褐色」と写真を表示させることで使いやすさを実現した (図 7-2)。また、「単眼周辺は黒色」を選択すれば、次の選択肢である「小楯板は黄色もしくは赤褐色」、「小楯板は黒色」と写真が表示され (図 7-3)、続けて左側の「小楯板は黄色もしくは赤褐色」を選択すれば、最終結果の「キイロスズメバチ」の写真と形態等が表示される (図 7-4)。なお、スズメバチ類のツリー検索の作成にあたっては、山根¹⁾、松浦²⁾の検索法を参考にした。

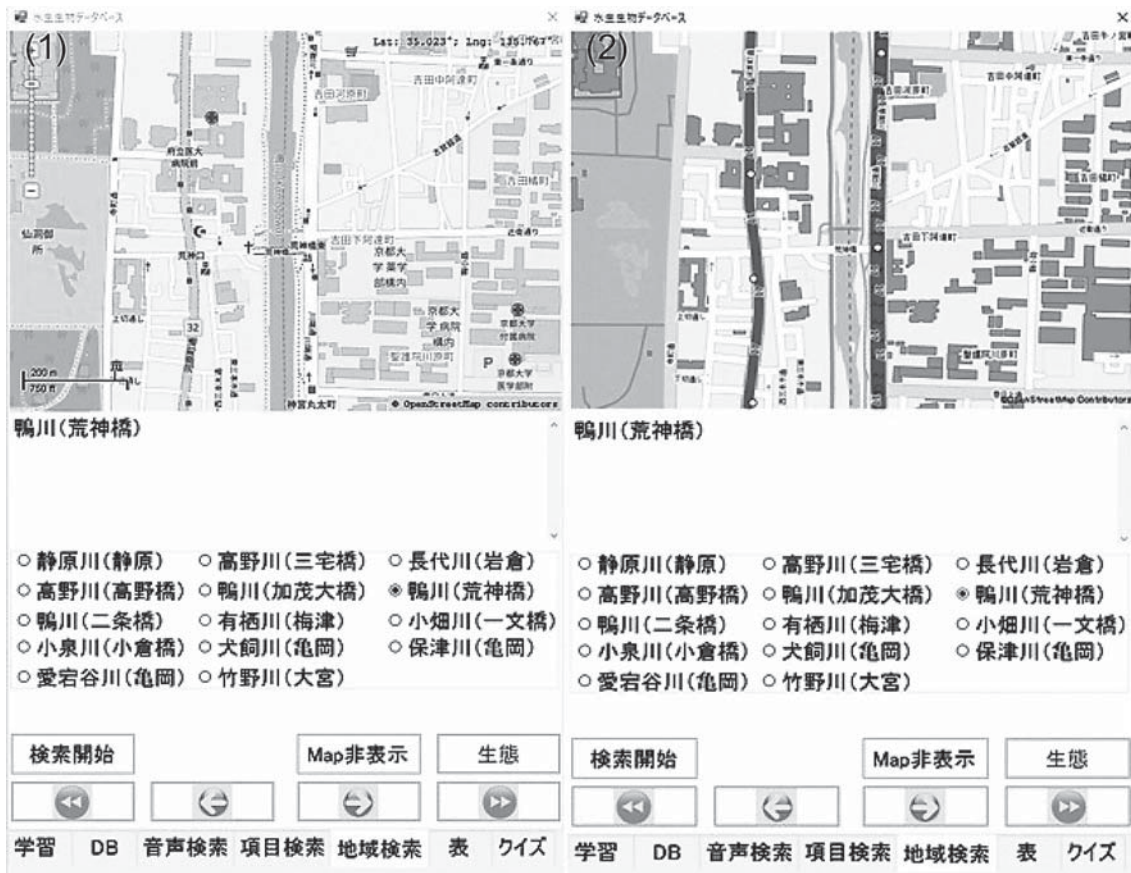


図 5. 地図情報表示の一例 (調査地点ごとの水生生物相検索)。地図は、いずれも OpenStreetMap を使用。(1) オンライン地図 (インターネット接続時に表示)、(2) オフライン地図 (インターネット非接続時に表示)

ROWID	ID	uID	selection	name	picture
1	0	(null)		スズメバチ	Byte配列
2	1		腹部後端節は黒色	(null)	Byte配列
3	1		腹部後端節は黄色か赤褐色	(null)	Byte配列
4	2		腹部全体が黒色	チャイロスズメバチ	Byte配列
5	2		腹部の一部のみ黒色	ヒメスズメバチ	Byte配列
6	3		単眼周辺は黒色	(null)	Byte配列
7	3		単眼周辺は赤褐色	(null)	Byte配列
8	6		小楯板は黄色もしくは赤褐色	キロスズメバチ	Byte配列
9	6		小楯板は黒色	モンズメバチ	Byte配列
10	7		頭楯の下端の突起は2個	オオスズメバチ	Byte配列
11	7		頭楯の下端の突起は3個	コガタスズメバチ	Byte配列

図 6. ツリー用データベースの記述例 (スズメバチ類検索)

(1) スズメバチ

(2) 腹部後端節は黄色か赤褐色

腹部後端節は黒色 腹部後端節は黄色か赤褐色

単眼周辺は黒色 単眼周辺は赤褐色

(3) 単眼周辺は黒色

小楯板は黄色もしくは赤褐色 小楯板は黒色

(4) キロスズメバチ

【体長】:
働きバチ: 17-26mm
女王バチ: 24-26mm

【形態】:
① 腹部末端が黄色
② 単眼周辺は黒色
③ 小楯板は黄色か赤褐色

【生態】:
雑食性

図 7. ツリー検索用アプリケーションの表示例 (スズメバチ類検索)。(1) ツリー検索第 1 段階、(2) ツリー検索第 2 段階、(3) ツリー検索第 3 段階、(4) 結果表示

ツリー検索では実際に文章と写真を見ながら順を追って選択していくことで検索が可能である。また、繰り返し検索することで、対象のどのような特徴を把握しておけば同定が可能かということも学習できる。一方で、ツリー検索は生物の全体像を把握しにくいことと、一度でも選択肢を誤れば、誤った同定をしてしまうため、初心者にはハードルが高い可能性がある。そのため、学習の順序として最初は、色・形状・大きさ等の全体から形態の違いを見つけるランダム検索での繰り返し学習が適していると考えられる。

4. デプロイ・インストールについて

実際にタブレット端末やスマートフォンで使用するには、インストールに必要なソフトをタブレット端末等に配置するために、デプロイ・インストールが必要となる。

デプロイでは32ビットと64ビットのCPUで動作するようビルドし、必須コンポーネントにはMicrosoft .NET Framework 4.6.1 (x86 および x64) と Visual C++ "14" Runtime Libraries (x86)、同 (x64) を指定した。デプロイ終了後はSDメモリーカード等にコピーし、タブレット端末でインストールを行った。

5. ソフトウェアの標準化・規格化について

データベース・アプリケーションでは、機能の多少やプログラムの細かな違いはあるものの、標準化・規格化することで、アリ類、スズメバチ類、水生生物、衛生動物の4つの領域のデータベースを同時に構築し、学習支援アプリケーションを開発した。基本設計が終了したことから、今後これら以外の生物分類群や対象地域を追加したデータベース・アプリ

ケーションの開発も効率的にできる見込みである。

6. 今後の活用について

近年、アルゼンチンアリ *Linepithema humile* やヒアリ *Solenopsis invicta*、ツマアカスズメバチ *Vespa velutina* 等の特定外来生物による環境かく乱や被害への対応が全国的に増加している。これらの生物関連業務で先ず必要となるのは、対象となる生物を同定する能力である。

今回開発したアプリケーションは、ランダムに表示される写真で違いを確認し、同定の訓練を繰り返し行うことに適しており、短時間で同定能力の向上を見込むことが可能である。今後は、同定に必要な新しいアイデアをアプリケーションに組み込むほか、詳細な画像データやツリー検索機能等の充実を図ることで、最終的には専門家の使用にも耐えうるものとした。

また、当課に保管している生物標本も順次デジタル化・データベース化し、オープンデータとして多くの人に利用・活用してもらえらるものとした。

引用文献

- 1) 山根正気. 種のみわけ方. 1984. 「スズメバチ類の比較行動学」(松浦誠, 山根正気), 北海道大学図書刊行会, pp.334-341, 北海道.
- 2) 松浦誠. ハチの種類とその生態. 1988. 「蜂の生態と蜂毒及びその予防、治療対策」(松浦誠, 大滝倫子, 佐々木真爾, 安藤幸穂, 堀俊彦, 清水俊男), 林業労働災害防止協会, pp.1-8&28-35, 東京.