

土壌情報閲覧システムと e- 土壌図

国立研究開発法人
農業環境技術研究所
農業環境インベントリーセンター

高田 裕介

はじめに

農地に散布された農薬の大半は土壌中に入るようになるが、その後の環境動態には土壌の特性が大きく影響する。農薬の土壌への吸着性に影響を及ぼす土壌特性として、土壌中の有機物含量 (Dermiyati *et al.* 1997)、粘土含量や粘土鉱物組成 (Hata and Akashi 1980)、陽イオン交換容量 (CEC) などが挙げられており、これらの土壌特性は農薬の土壌中での物理化学的な挙動に直接的な影響を与える。また、農薬の土壌中での生物学的な分解性に影響を与える要因として、土壌温度 (Choi *et al.* 1981) および酸化還元状態の違い (鋤塚・山本 1998) が挙げられる。そのため、農薬の土壌中での挙動を理解するためには、対象地域の土壌の特性を知ることが重要となる。しかし、土壌は、その立地環境 (土壌の基となる母材, 地形, 気候, 植生, 土壌の生成時間, 土地利用) に強く影響を受けるため、内在的にも空間的にも変異性に富む。そのことから現場で土壌を調査し、その特性を明らかにするにはかなりの経験と力量を要する。

土壌のある特性に着目して土壌をグループ分けすることを土壌分類と呼び、土壌分類グループごとにその分布状況を地図として示したものが土壌図である。特に、農業を行う上で重要な土壌の特性 (土壌母材, 粘土含量, 有機物含量, 酸化還元状態など) に着目

したものが農耕地土壌分類と農耕地土壌図である。そのため、ある地域における農薬の環境動態を検討する際には、農耕地土壌分類および農耕地土壌図から有用な情報を得ることが可能である。橋本 (2008) は東京都農耕地におけるドリリン剤残留の実態調査を行い、ディルドリンの検出割合は酸化的で有機物含量の高い黒ボク土で高く、還元的な灰色低地土で低いことを示している。また、農耕地土壌図は水田に散布された農薬の流域レベルでの挙動特性の評価にも用いられている (Iwasaki *et al.* 2012)。

国立研究開発法人農業環境技術研究所 (以下、農環研) は、農耕地を中心とした土壌情報の利活用を促進するため、インターネット上のウェブサイト「土壌情報閲覧システム (http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil_db/)」において農耕地土壌図や土壌に関する情報を発信してきた。システム公開後、フィールドでの土壌情報の利活用や利用者独自のデータ (土壌診断結果等) を土壌図と関連して示したいなどの利用者ニーズに応えるため、携帯端末用 (スマートフォンや iPad など) の無償アプリケーション「e- 土壌図」を開発した (Omote and Takata 2014)。本紙面では、農薬の環境動態を調べる際に有用である土壌分類および土壌図について解説するとともに、「土壌情報閲覧システム」および「e- 土壌図」について紹介する。

農耕地土壌分類と農耕地土壌図

「土壌情報閲覧システム」および「e- 土壌図」で閲覧できる農耕地土壌図は、その図示単位として農耕地土壌分類第2次案 (農業技術研究所 1983) の土壌統群が用いられている。

農耕地土壌分類第2次案では、全国の農耕地土壌を16土壌群、56土壌統群に分ける (表-1)。黒ボク土、多湿黒ボク土および黒ボクグライ土は火山灰から生成された土壌であり、土壌有機物が蓄積しやすいことが知られている。また、黒泥土や泥炭土は旧湖沼に生成した土壌であり、母材が湿性植物の遺体であることから、土壌有機物含量は極めて高いのが特徴的である。ただし、農耕地として利用する場合には、客土などが施されている場合が多いので注意が必要である。これら以外の土壌群については、酸化還元状態の違いなどから分類されている。酸化的な土壌群である黄色土および褐色低地土においては、土壌統群の中で「斑紋あり」とあるものはやや還元的な性質を帯びる。この土壌分類法の詳細については、「土壌情報閲覧システム」の土壌分類解説ページ (http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil_db/explain_outline) を参照されたい。

農耕地土壌図は、農林水産省の調査事業として行われた施肥改善事業 (1953-1961)、地力保全基本調査事業 (1959-1979) において、全国で

表-1 農耕地土壌分類第2次案の土壌群および土壌統群名

土壌群名	酸化還元状態	土壌統群名								
岩屑土	酸化的									
砂丘未熟土	酸化的									
黒ボク土	酸化的	厚層多腐植質	厚層腐植質	表層多腐植質	表層腐植質	淡色				
多湿黒ボク土	還元的	厚層多腐植質	厚層腐植質	表層多腐植質	表層腐植質	淡色				
黒ボクグライ土	還元的	多腐植質	腐植質	淡色						
褐色森林土	酸化的	細粒	中粗粒	礫質						
灰色台地土	還元的	細粒	中粗粒	礫質	石灰質					
グライ台地土	還元的	細粒	中粗粒	礫質						
赤色土	酸化的	細粒	中粗粒	礫質						
黄色土	酸化的	細粒	中粗粒	礫質	細粒, 斑紋あり	中粗粒, 斑紋あり	礫質, 斑紋あり			
暗赤色土	酸化的	細粒	礫質							
褐色低地土	酸化的	細粒	中粗粒	礫質	細粒, 斑紋あり	中粗粒, 斑紋あり	礫質, 斑紋あり			
灰色低地土	還元的	細粒, 灰色系	中粗粒, 灰色系	礫質, 灰色系	細粒, 灰褐色系	中粗粒, 灰褐色系	礫質, 灰褐色系	下層黒ボク	下層有機質	斑紋なし
グライ土	還元的	細粒強グライ	中粗粒強グライ	礫質強グライ	細粒グライ	中粗粒強グライ	礫質強グライ	下層黒ボク	下層有機質	
黒泥土	還元的									
泥炭土	還元的									

表中の は土壌有機物の多い土壌群, 土壌統群を表す

25haに1地点の間隔で土壌断面調査が行われ、縮尺5万分の1の農耕地土壌図が作成されている。紙面として作成された農耕地土壌図は、90年代にデジタル化された後、1991年および2001年の農地の分布状況に合わせて更新された(高田ら, 2009; 高田ら, 2011)。

土壌情報閲覧システム

「土壌情報閲覧システム」には5年間で200万件を超えるアクセス数があり、自治体、大学、民間企業などで、行政、研究・技術開発、技術指導、教育などの目的で広く活用されている。本システムは下記に示した6コンテンツが閲覧可能である。

(1) 土壌分類解説のページ(図-1)では、前述した農耕地土壌分類第2次案改訂版について、様々な土壌標本の写真を掲載することで視覚的にも分かり易く、土壌群および土壌統群の

説明を行っている。また、全国的な土壌群ごとの分布状況がわかる土壌分布図、水田・普通畑・牧草地・樹園地ごとの土壌群分布面積表を掲載している。それぞれの土壌の性質や分布する場所が一目でわかるような構成となっている。

(2) 作土層の理化学性データベースとは、農林水産省が行った土壌環境基礎調査(1979年-1998年の間、5年ごと、約20,000地点を対象)と土壌機能モニタリング調査(1999年~2003年、約5,000地点を対象)のうち、作土層の物理性(作土層の厚さ、密度、仮比重、三相分布、保水性)や化学性(pH, EC, 置換酸度, 全炭素, 全窒素, 交換性塩基, CEC, 可吸態の窒素・リン酸・ケイ酸含量)の測定データを土壌統群毎・地目毎に全国平均値を算出したものである。このデータベースは土壌分類の解説ページや後述する土壌図閲覧ページからも閲覧できる。

(3) 土壌図閲覧ページ(図-2)では、1992年および2001年の農地の分布状況にあわせて作成された農耕地土壌図(高田ら, 2009; 高田ら, 2011)が閲覧可能である。閲覧ページでは、全国の市区町村や大字名もしくは緯度・経度から土壌図の検索が可能であり、農耕地土壌図の検索を簡単に行うことができる。さらに、土壌図をクリックすると土壌解説資料のページが開き、全国各地の田畑に分布する土壌の種類とその性質を簡単に調べることが可能である。この土壌解説資料から、作土層の理化学性データベースが閲覧可能であり、土壌図から選択した土壌統群ごとに作土層の5年ごとの理化学性の変化が把握できる。

(4) 基準土壌断面データベース閲覧ページには、深さ1mまでの土壌断面の調査情報が収録され、全国7,115調査地点の土壌断面記載表と理化学性分析データを表示できる。記載されて



図-1 土壌情報閲覧システムのメイン画面（左）と土壌分類解説ページ（右）

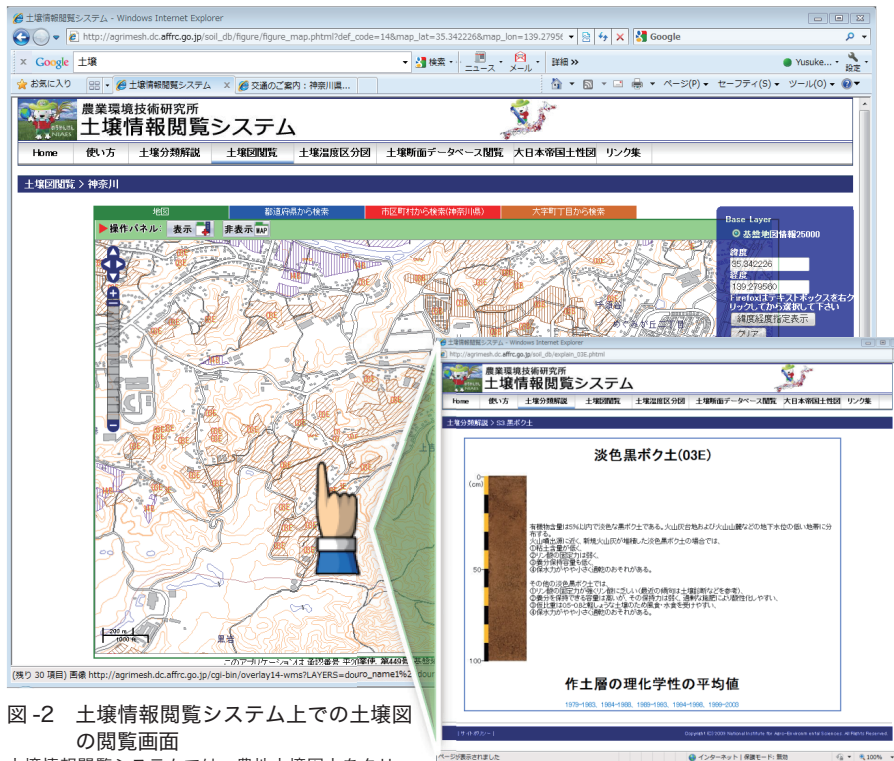


図-2 土壌情報閲覧システム上での土壌図の閲覧画面

土壌情報閲覧システムでは、農地土壌図をクリックするだけで、その場所に分布している土壌の種類やその特性を調べることができる。

いる項目は、深さ1 mまでの層位の特徴、調査時点での土壌の物理性（礫含量率、粒径組成、現地容積重、三相分布など）および化学性（pH、置換酸度、全炭素・全窒素含有率、CEC、交換性塩基含量、リン酸吸収係数など）の層位別データである。ただし、土壌断面が調査されたのは昭和28年から昭和48年であり、土壌の炭素・窒素

含量やpHなどの特性値は変化しやすいために注意が必要である。しかし、粒径組成、CEC、リン酸吸収係数といった値は変化しにくく、今日でも近似値として使用可能である。

(5) 土壌温度区分図のページでは、表層下30～50cmの平年土壌温度を調べることができる。土壌温度図の空間解像度は1kmで、予測に伴う二乗

平均平方根誤差（予測誤差の大きさ）は0.5℃程度となっている（Takata *et al.* 2011）。土壌温度は農地に施用された農業などの生物的分解に強く影響を及ぼすことが知られている。

(6) 大日本帝国土性図のページでは、明治から昭和初期にかけて作成された土性図（縮尺1/10万）が閲覧できる。わが国では、明治10年代から全国土を対象に詳細な土壌図が作り始められた。明治15年にドイツから農林地質学者マックス・フェスカを招き、調査法や作図法などの指導を受けたことから、フェスカ式土性図とも呼ばれている。なお、この土性図は全国土を対象として描かれた詳細な土壌図としては世界最古のものであり、歴史的にも貴重な資料である。

e- 土壌図

「e- 土壌図」はiOSおよびAndroid端末用のアプリケーションであり、スマートフォンなどの携帯端末に搭載されたGPSにより、現在地周辺の農耕地土壌図を簡単に表示できる。2013年11月に無償でリリースして以来、2年間で4千件を超えるインストールがあった。図-3に「e-土

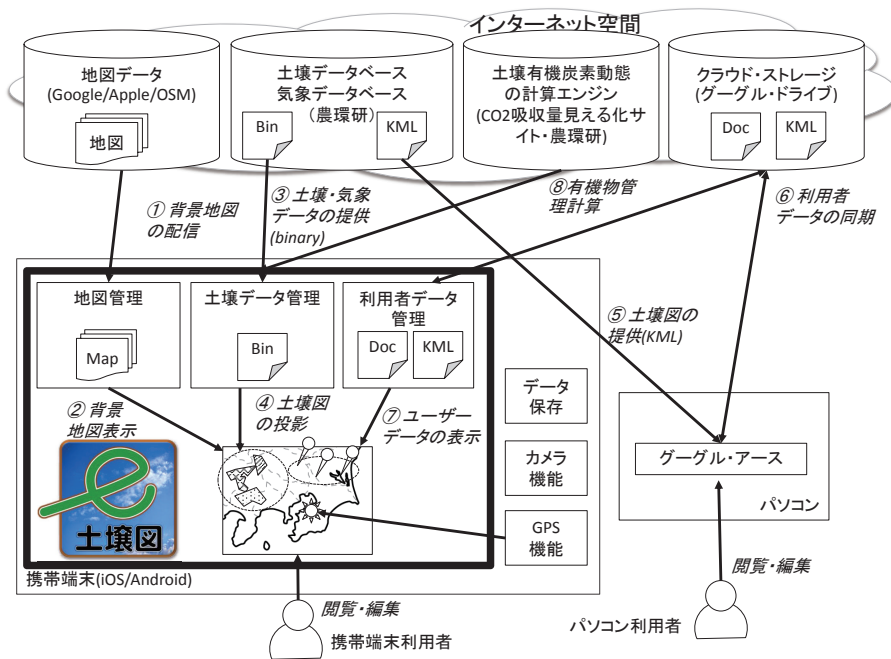


図-3 e- 土壌図の全体概要

「e-土壌図」の全体概要を示した。「e-土壌図」は携帯端末用のアプリケーションであり、(1) 土壌図閲覧機能、(2) メモ作成・共有機能および (3) 有機物管理機能という3つの主要な機能を持つ。なお、「e-土壌図」のインストール方法および操作方法については、「土壌情報閲覧システム」の「e-土壌図」紹介ページ (<http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/e-dojo/>) に掲載されているマニュアルを参考されたい。

(1) 土壌図閲覧機能とは、スマートフォンなどの携帯端末に搭載されたGPSにより、利用者の位置情報から簡単にデジタル農耕地土壌図を検索・表示することができる機能である (図-4)。このデジタル農耕地土壌図は「土壌情報閲覧システム」で公開されている縮尺5万分の1土壌図と同一である。土壌図上のポリゴンをタップすると、土壌統群名が表示される。この土壌統群名を再度、タップするとiOS版では「土壌情報閲覧システム」に移行し、土壌統群ごとの説明が表示される。Android版では携帯端末のメニューボタンから「ブラウザで開く」を選択すると「土壌情報閲覧システム」

に移行し、土壌統群ごとの説明が表示される。また、利用者は「土壌情報閲覧システム」にアクセスすることで、土壌統群ごとの作土層の理化学性データベース (pdf ファイル) をダウンロードすることができる。

(2) メモ作成・共有機能とは、利用者が作成した画像ファイルおよびPDF ファイルを注釈とともに土壌図上の地点と結びつけてメモとして保存でき、他の利用者や異なるデバイス間でも共有できる機能である (図-5)。

「e-土壌図」のメモ作成機能では、携帯端末を用いて圃場で撮影した圃場の状況や作物の生育状況を注釈とともに土壌図上にメモとして保存できる。このピンにはまた、土壌診断結果などの pdf ファイルも保存できるので、「e-土壌図」の利用者はより容易に圃場において作物の生育状況と土壌診断結果を照合できるようになった。このメモには緯度・経度情報が自動的に追加されるので、複数のメモを作成した場合にも、メモの住所検索が可能である。これらメモファイルは KML 形式で携帯端末に保存され、iOS 版においてはさらにグーグルドライブ上



図-4 土壌の種類ごとに色分けして表示される土壌図 (上)、土壌の解説 (中)、衛星画像を背景とした土壌図 (下)

(現在は iOS 版のみ可能) にも保存することが可能である。そのため、「e-土壌図」のメモ作成機能で作成したメモファイルをグーグルアースがインストールされたパソコンに移動するだけで、e-土壌図で作成したメモをパソコン上でも編集することが可能である (図-5)。また、「土壌情報閲覧システム」の e-土壌図紹介ページ (<http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/e-dojo/>) か



図-5 「e-土壤図」で作成したメモファイルをグーグル・アースがインストールされたパソコン上で表示・編集することができる。グーグル・アース用の土壤図は <http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/e-dojo/> からダウンロード可能である。



図-6 有機物管理機能の操作画面（左）および計算結果（右）；作物および堆肥の種類については選択式となっており、収量および投入量（堆肥）については数値入力ができる。

ら、農耕地土壤図のKMLファイルも無償でダウンロードすることができるので、グーグルアース上で「e-土壤図」と同様のデータ構成を構築することが可能である。この機能により、空間情報に関する専門知識をもたない利用者でも簡単に土壤図を利用しやすくなった。

(3) 有機物管理機能とは、圃場にどのような堆肥をどの程度施用すると、土壤中にどれくらいの有機物が増加（減少）するかを予測するための機能である（図-6）。

「e-土壤図」の有機物管理機能では、利用者が土壤図上をタップするだけで、その地点の土壤および気象情報を取得し、農環研が公開している「土壤のCO₂吸収量見える化サイト」で運用している計算エンジンに取得した土壤および気象情報を自動的に入力する機能を有している。そのため、「e-土壤図」の利用者は作物の種類とその収量および堆肥の種類と投入量を選択・入力するだけで土壤有機物の増減を調べることができる（図-6）。なお、モデル計算に必要な気象情報は、農環研が公開している「gamsDB (<http://agrienv.dc.affrc.go.jp/>)」からデータを取得している。なお、これら気象デー

タは1kmメッシュで整備されている。

おわりに

「土壤情報閲覧システム」および「e-土壤図」は、これまで一部の専門家にしか活用されてこなかった農耕地土壤分類や農耕地土壤図へのアクセシビリティを大幅に向上させた。その結果、土壤情報の利用者は大幅に増加し、自治体が定めた栽培指針、福島第一原発事故後に定められた農林水産省の農地除染対策の技術書、厚生労働省の除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドラインなどにおいて、対象地域の土壤の種類に本システムが有用であることが明記されている。両システムに収録されている土壤情報が今後、知的基盤として農業の環境動態の解明にも貢献できれば望外の喜びである。

参考文献

Choi, JS *et al.* 1988. Effect of temperature, moisture, and soil texture on DCPA degradation. *Agronomy J.* 80, 108-113.
 Dermiyati, *et al.* 1997. Relationships between soil properties and sorption behavior of the herbicide halosulfuron-

methyl in selected Japanese soils. *J. Pesticide Sci.* 22, 288-292.

橋本良子 2008. ドリン剤を含む土壤施用農薬の土壤残留特性の解明および作物への吸収移行に関する研究. *東京農総研報* 3, 1-56.

Hata, Y. and K. Akashi 1980. Effects of properties of soil colloids on adsorption of piperophos by soils. *J. Pesticide Sci.* 5, 473-479.

Iwasaki, N, *et al.* 2012. Coupling of the PADDY-Large model with geospatial information for predicting paddy pesticide behavior in river basins. *Limnology* 13, 221-235.

鎌塚昭三・山本広基 1998. 土と農業. 日本植物防疫協会, 東京, 200pp.

農業技術研究所 1983. 農耕地土壤の分類-土壤統の設定基準および土壤統一覧表-第2次案改訂版. 74pp.

Omote, Y. and Y. Takata 2014. The iOS/Android application “e-SoilMap” for creating a new user-oriented soil map. *Soil Sci. Plant Nutr.* 60, 470-474.

高田裕介ら 2009. 1992年の農耕地分布に基づくデジタル農耕地土壤図の作成. *日本土壤肥科学雑誌* 80(5), 502-505.

高田裕介ら 2011. 1973年から2001年までの地目改変に伴う土壤群分布面積の変動特性の解析. *日本土壤肥科学雑誌*, 82(1), 15-24.

Takata, Y., *et al.* 2011. Delineation of Japanese soil temperature regime map. *Soil Sci. Plant Nutr.* 57, 294-302.