J. Jpn. Soc. Soil Phys.
土壌の物理性
No. 161, p.3～10 (2025)

若手特集
研究ノート
Notes

日本の土壌物理学研究の計量書誌学的解析

浅野珠里[1]・小島悠揮[2]・西村 拓[1]・川合里美[2]

A bibliometric analysis of soil physics research in Japan

Juri ASANO[1], Yuki KOJIMA[2], Taku NISHIMURA[1] and Satomi KAWAI[2]

Abstract: To obtain an overall understanding of soil physics research in Japan, we conducted a bibliometric analysis of "Journal of the Japanese Society of Soil Physics" and "Proceedings of the Annual Meeting, Japanese Society of Soil Physics" (hereafter re-ferred to as "Proceedings"). Using VOSviewer, we analyzed titles, abstracts, authors, and affiliated institutions. The results indicated that proceedings provided better insights due to the larger number of terms included, the reflection of the latest research topics, and the clear depiction of pure collaborative relationships. Soil physics research in Japan initially focused on understanding the physical properties of paddy soils and developing measurement techniques. From 1989 to 2018, re-search actively adapted to changing societal demands and background conditions. In recent years, since 2019, interest in previously studied topics, such as paddy soil properties and measurement techniques, has resurged, leading to deeper exploration of these research themes. This study provided a comprehensive overview of the trends in soil physics research in Japan.

Key Words: bibliometric analysis, VOSviewer, Journal of the Japanese Society of Soil Physics, proceedings of annual meeting of Japanese Society of Soil Physics

1. はじめに

土壌中の水移動を理解することを目的として 1900 年以前に主に農学分野にて誕生した土壌物理学は，これまで 100 年以上にわたり多くの研究者らの貢献によってその発展を続けてきた．例えば，Buckingham（1907）による不飽和土壌水分移動理論， Green and Ampt（1911）による浸潤理論，Gardner et al.（1922）のテンシオメータの開発，Richards（1931）による不飽和浸透流の基礎方程式，Mualem（1976）の不飽和透水係数モデル，van Genuchten（1980）による水分特性曲線モデル，Topp et al.（1980）による time domain reflectometry などは土壌物理学研究史において大きな転換点としてよく知られている．日本においても土壌物理学研究は，土壌物理学会の前身である土壌物理研究会が 1958 年に発足したあたりから盛んに進められてきた．それから 70 年程度が経過し，数多くの研究者が多くの研究成果を残してきた．近年では地中レーダのような 2 次元的な不均一性を把握可能なセンシングテクノロジーや機械学習の登場により，土壌物理学研究は転換期にあると考えられる．そのため，これまでの日本の土壌物理学研究について一度整理・分析することは，今後の研究の方向性を見極め，新たな技術やアプローチを取り入れた発展のための貴重な指針となる．

近年，計量書誌学的解析を用いた研究動向分析が盛んに行われている．計量書誌学とは，文献のタイトルや著者，概要などのデータベースを利用して文献間の関連を統計的に分析する学問分野である．例えば He et al.（2020）はヒートパルス法の利用について，Liu et al.（2020）は土壌の健康について計量書誌学的な観点からの全体像を明らかにし，今後の研究焦点を示した．Batista et al.（2019）は soil erosion model に関する論文を対象に計量書誌学的解析で研究分野の構造を調査し，土壌侵食モデルを評価した．他にも，Mao et al.（2018）と Wang et al.（2015），はそれぞれ，土壌汚染，土壌モニタリングに関して計量書誌学的に解析し，国内外の研究協力関係を示した．計量書誌学的解析は，研究の流れを理解するために有効である．溝口・杉野（2022）は「土壌の物理性」150 号に掲載されたレビュー記事集「みんなのミニレビュー」を計量書誌学的に解析している．日本土壌物理学研究の歴史については，長谷川（2012）が整理しているが，計量書誌学的分析を用いることで，土壌物理学会の発足当時から現在までに発表された文献に対して時代ごとの研究のトレンドや，研究者や研究者の所属機関の間での研究協力の分析ができるようになると考えられる．実際に Oliveira Filho（2020）がブラジルの土壌科学に関する論文を計量書誌学的に解析し，主要研究分野とその発展を示した例もある．そこで本研究では，日本の

[1]Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan.
[2]Department of Civil Engineering, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu City, Gifu 501-1193, Japan. Corresponding Author: 小島悠揮, 岐阜大学工学部.
2025 年 2 月 6 日受稿　2025 年 4 月 27 日受理

土壌物理学研究についてその全体像を計量書誌学的解析により示すことを目的とした．

2. 実験方法

2.1 データベースの作成と解析の詳細

本研究で分析対象とする文献は土壌物理学会の学会誌である「土壌の物理性」と「土壌物理学会大会講演要旨集」（以下，要旨集）である．「土壌の物理性」は土壌物理研究会発足当時から出版され，日本の土壌物理学の歴史を知るうえで参考になる文献である．ただし，「土壌の物理性」は査読プロセスによって掲載される原稿数が限定され，また掲載までに時間がかかることから，最新の研究動向を評価するのには不向きな点もあると考えられる．そこで，より自由に成果公表できる学会発表の方が研究の流行を追えると想定し，要旨集も解析対象として，土壌物理学研究の全体像を示した．さらに，2 つの文献の特徴と違いを評価した．

「土壌の物理性」は 1959 年から出版されており，2024 年までのデータを土壌物理学会のホームページから入手し，お知らせ，広告，編集後記，会務報告，書評を除くすべての記事を対象とした．要旨集はポスターセッションの発表要旨のみを対象とし，土壌物理学会大会でポスターセッションを開始した 1999 年から 2023 年までの要旨集を使用した．これら 2 つの文献から，著者，タイトル，研究機関，出版年，概要，キーワードを抽出し，解析用のデータベースを作成した．所属機関が統合や名称変更などを経ている場合は現在の機関名に統一した．なお，著者と研究機関は日本語で，タイトル，概要，キーワードについては後述する解析ソフトの制約により機械翻訳ツール DeepL（DeepL SE, Cologne, Germany）を用いて英語化した．作成したデータベースは電子付録として Supplement 1 と Supplement 2 に掲載した．

2.2 計量書誌学的解析ソフト

本研究では文献データの可視化，および分析に VOSviewer（Version 1.6.18）（van Eck and Waltman, 2010）を用いた．このソフトウェアは，文献データから計量書誌学的解析を行い，文献間の共起関係や共著関係をネットワークマップを用いて視覚的に表現できる．そのため，研究トピックや研究者のネットワークを直感的に理解できる．本研究では，2.1 で作成したデータベースを VOSviewer にインポートし，共起リンク，および共著リンクを解析した．なお，本稿では VOSviewer による解析結果を多く示すため，図の大部分を電子付録として提供する．

共起リンク解析は，タイトル，概要，キーワードを対象に実施した．共起リンクとは，同一文献内で特定のキーワードが一緒に使用される頻度に基づく結びつきの強さを表す（van Eck and Waltman, 2023）．VOSviewer は，タイトル，概要，キーワードの文献データから重要な用語を見つけ出し，それらをネットワークマップに加える用語として選ぶ．ネットワークマップに搭載する用語は「The natural language processing algorithms」（自然言語アルゴリズム）で選定した．VOSviewer ではこのアルゴリズムを英語のみで実行するため，先述のとおり，タイトル，概要，キーワードは英訳した．自然言語アルゴリズムはテキストデータを品詞分解し，名詞，動詞，形容詞，前置詞などの品詞を割り当てる．そして，名詞が含まれる連続した単語の組み合わせを 1 つの名詞句として定義する．このような単語の並びから，文中で最も長い名詞句をネットワークマップ内で識別する．例えば，VOSviewer のマニュアル（van Eck and Waltman, 2023）では，「The artificial neural network is highly accurate」という文から識別されるのは，「artificial neural network」であり，「neural network」や「network」は名詞句として識別しないと解説している．また，前置詞は名詞句には含まれない仕様となっているため「degrees of freedom」や「United States of America」は名詞句として識別されない．

共著リンク解析は，著者と所属機関に対して実施した．共著リンクでは，複数の著者や研究機関が共同で執筆した文献の数に基づき，著者や機関の結びつきの強さを表す．

共起リンク解析，共著リンク解析ともに，最少出現回数（the minimum number of occurrences）を設定した．これはデータ数の多い解析をするときに用いる設定である．例えば共起リンク解析で最少出現回数を 5 と設定すると，出現が 5 回以上の用語のみが解析に含まれる．これにより解析結果を簡素化することができる．他にも VOSviewer では上位数の設定をすることができる．例えば上位数を 60 % と設定すると，最少出現回数の設定によって解析対象となった用語のうち，さらに出現回数上位 60 % の用語のみがネットワークマップに表示される．VOSviewer の上位数初期値は 60% である．

ネットワークマップ作成の際には，共起リンク解析，共著リンク解析ともにクラスタリングを行った．VOSviewer では，ネットワークマップは用語と用語どうしのつながりをそれぞれノード（用語）とリンク（結びつき）で表す．ノードのサイズ，ノード間の距離，リンクの太さで用語同士の関係を直感的に理解できるデザインで可視化した．ノードのサイズは，その用語が出現する記事の数を示しており，ノードの色はその用語と関連性の高い用語群で形成される集団（クラスタ）を示している．ノードの円が大きいほど多くの記事に出現している用語である．ノード同士をつなぐ曲線がリンクである．リンクで結ばれた 2 つのノードは，1 つの記事に共に含まれる回数（共起回数）が多いと，リンクを示す曲線が太くなる．ノード間の距離は 2 つのノードの関連性の強さを表している．関連性の強さは，共起回数と各ノードが個別に出現する回数の比率から計算される相互情報量などに基づいて決定される．

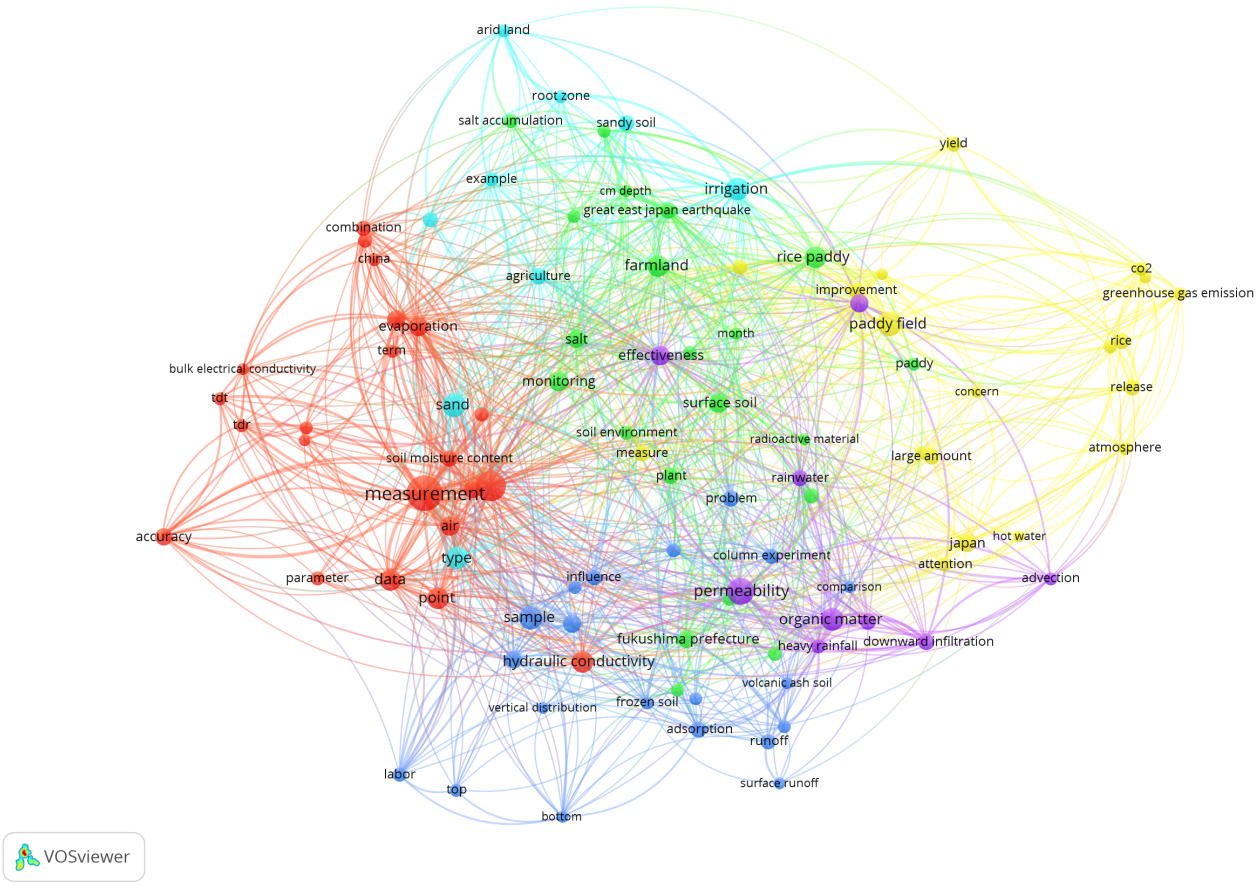


Fig. 1 2009 年から 2013 年の大会講演要旨集の発表題目と概要のネットワークマップ．最少出現回数を 5 回とし，5 回以上出現した用語（166 個）を対象に解析を行った．さらに，解析した用語から上位 60 % の用語（100 個）をネットワークマップに示した．
Bibliometric network map of article titles and abstracts from conference proceedings (2009–2013). Terms appearing at least five times (166 terms) were analyzed. Among these, the top 60 % most frequent terms (100 terms) are shown in the network map.

Table 1 「土壌の物理性」と「大会講演要旨集」のタイトルと概要，およびその両方に含まれる解析対象用語数．
The number of analyzed words in the titles and abstracts of the journals and proceedings.

	タイトル	概要	タイトルと概要
土壌の物理性	1,908	7,618	8,624
要旨集	2,447	8,623	10,019

3. 結果と考察

3.1 最少出現回数や上位数の設定

1959 年から 2024 年の「土壌の物理性」および 1999 年から 2023 年の要旨集に掲載された文献のタイトルと概要を計量書誌学的解析すると，頻出上位には measurement，data，year，paddy field，amount など研究題目に頻繁に含まれる用語がみられた（Fig. S1）．最少出現回数と上位数を設定して解析結果のネットワークマップを見やすくすることは可能であるが，一時的なトレンドを表す用語は頻出用語の出現回数と比較すると少ない．そのため，解析結果を簡素化するために施した最少出現回数の設定によって，流行を反映した単語は解析に含まれなくなってしまった．そこで本研究では 5 年ごとに期間を区切って解析することとした．ただし，1959 年から 1988 年は記事の数が少なかったため，30 年間で解析した．また，最少出現回数は解析対象用語数がおよそ 100 になるように設定し，上位数は 60 % を設定した．

3.2 計量書誌学的解析で明らかになった 2 つの文献の違い

1999 年から 2023 年までの「土壌の物理性」と同期間の要旨集について，それぞれのタイトルと概要に含まれる用語数をカウントし Table 1 に示した．タイトルと概要をまとめて解析すると，「土壌の物理性」では用語数が 8624 個であるのに対し，要旨集は 10019 個と，要旨集の方がより多くの用語を解析対象としていることがわかった．

次に，2011 年に発生した東日本大震災に関する研究を指標に「土壌の物理性」と要旨集の解析結果を比較

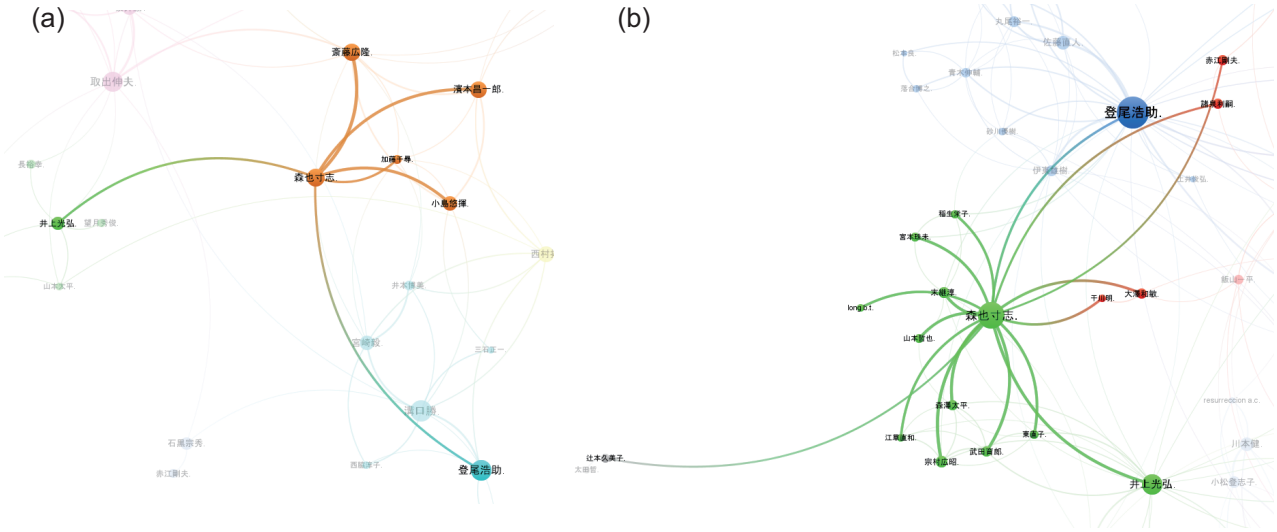


Fig. 2　1999 年から 2023 年の（a）「土壌の物理性」と（b）要旨集を対象とした著者のネットワークマップ．最少出現回数を 4 回とし，4 回以上記事を執筆した著者（「土壌の物理性」83 人，要旨集 167 人）を対象に解析を行った．さらに，解析した結果のうち森也寸志と共著関係にある著者を示した．
Author network maps for (a) the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (1999–2023) and (b) conference proceedings (1999–2023). Authors with at least four publications (83 authors for the journal and 167 authors for the proceedings) were in the analysis. The maps show authors who have co-authored with Yasushi Mori.

した．Fig. 1 に 2009 年から 2013 年の要旨集の結果を示す．great east Japan earthquake や radioactive material, salt accumulation といった震災に関連するキーワードが確認できた．一方で，同期間の「土壌の物理性」解析結果（Fig. S2）では，震災に関連する用語は現れてこない．文献としてはいくつか発表されていたが，出現回数が少ないためにネットワークマップでは確認できなかった．「土壌の物理性」の解析結果に震災に関連する用語が出現するのは 2014 年から 2018 年までの期間を対象としたネットワークマップ（Fig. S3）である．このように，「土壌の物理性」は実際に研究が行われた時期と掲載時期との間に数年の差があることから，「土壌の物理性」の解析では研究の最新トレンドを追うことは難しいと言える．

1999 年から 2023 年までの 2 つの文献において共著解析を実施した．各文献で 4 回以上，記事を公開した著者を対象とした．「土壌の物理性」では 83 人，要旨集では 169 人が解析の対象となった．ここで，森也寸志氏を例に解説する．Fig. 2 に「土壌の物理性」と要旨集の解析結果をそれぞれ示した．「土壌の物理性」（Fig. 2（a））では，森と共同研究の関係にある著者（登尾浩助と井上光弘）が関係のある著者として出現した．その他に，2017 年から始まった JpGU 特集に関連する著者（斎藤広隆，濱本昌一郎，小島悠揮，加藤千尋）もみられる．ただし斎藤は森と共同研究も行っている．このように「土壌の物理性」では共同研究の関係だけでなく，共同研究以外の人的ネットワークが特集報告資料などの影響でみられた．一方で要旨集（Fig. 2（b））では，森と関連のある著者として登尾と井上の他に 15 名の著者がみられる．要旨集の文献データは研究に関するもののみであるため，純粋な共同研究ネットワークがみられた．

文献に含まれる用語数が多い点，最新の研究トレンドを反映している点，そして純粋な共同研究関係が見られる点から，計量書誌学的解析には要旨集の使用が適しているといえる．ここからはいくつかの年代に分けて，日本の土壌物理学研究の全体像を示す．ただし，要旨集は 1999 年以降しか存在しないため，本節で明らかになった文献間の違いはあるものの，1959 年から 1998 年までは「土壌の物理性」を，1999 年から 2023 年までは要旨集を解析対象とした．

3.3 年代ごとの研究トレンド（1959 年から 1998 年）

本節では，解析対象が「土壌の物理性」である 1959 年から 1998 年までの研究トレンドについて解説する．1959 年から 1988 年までの「土壌の物理性」を計量書誌学的解析した結果を Fig. S4 に示す．condition，effect，study といったそれ単体では何を指しているのかが不明なノードについては除外して考察を進める．

最も大きなノードとして soil（78 回）が存在し，それ以外だと physical property（26 回）や measurement（26 回），paddy field（24 回）が目立つ．土壌の性質の把握や，土壌物理学の強みである測定手法，そして日本の土壌物理学の特徴と言える水田を対象にした研究課題群と共に日本の土壌物理学は歩んできたことが見て取れる．また drainage や water balance，soil water movement theory など水移動に関する用語が大勢を占め，溶質やガス，熱の移動解析などを扱う研究課題は限定的であったと予想される．Fig. S5 に 1989 年から 1993 年までの解析結果を示す．1988 年までの解析結果と比較すると，水田を表す paddy field が見られなくなったことから，水

田を対象とした研究課題の減少が起きたと考えられる．1970 年代から始まった国の減反政策の影響もあったかもしれない．また temperature や metal，soil solution などの用語が見られ，水移動に加えて熱移動や溶質移動を対象とした研究課題が増えてきた時期であると推察される．1994 年から 1998 年までの解析結果を Fig. S6 に示す．1994 年までと比較すると，model というノードが最も大きくなっている（14 回）ことが特徴である．この時期の model の解析対象は圃場の水収支や作物成長，土壌水理特性，窒素流亡，土壌の凍結融解などであった．windows 95 の発売など，パーソナルコンピュータが急速に普及した時期と重なることもあり，数値解析がより身近になったことも関係している可能性がある．また，もう一つの特徴として，hokkaido という大きなノード（10 回）が表れている．この年代は北海道の泥炭土の物理特性や泥炭土輪換田の改良，客土の効果などが研究されていた．

3.4 年代ごとの研究トレンド（1999 年から 2023 年）

ここからは解析対象が要旨集である 1999 年以降の研究トレンドについて述べる．Fig. S7 に 1999 年から 2003 年までの要旨集の解析結果を示す．conductivity という大きなノード（13 回）が現れたが，dry density や entrapped air，sand layer といったノードとリンクしていることから土壌の状態と透水係数の関係性に関する研究課題が多いことが推察される．また，soil contamination（2 回）や remediation（3 回）といった土壌汚染関連の研究が登場している．その他にも，ion（3 回）や NaCl を含むノード（計 7 回）があり，溶質移動に関する研究が増えた時期である．2002 年に土壌汚染対策基本法が施行され，土壌汚染への関心が強まった時期であることもその原因として考えられる．また，TDR（4 回）が登場し，日本国内においてその普及が進んだ時期であることが伺える．

2004 年から 2008 年（Fig. S8）には，ネットワークマップの右側に，寒冷地関連の研究課題が多く登場した．snow（6 回），snow melt（12 回），frozen soil（8 回），thawing（5 回）等である．この時期は，気候変動が深刻な環境問題として認識されるようになった時期であり，特にその影響を受けやすい寒冷地の研究が盛んになったと考えられる．また低コスト土壌センサの先駆けとなった Decagon 社のセンサが発売された時期で，それに関連して decagon（5 回）が登場している．また forest（13 回）が増え，農業から流域水文への土壌物理学の応用がされた時期であると推察される．

さらに 2009 年から 2013 年までの解析（Fig. 1）では，measurement が最も出現回数が多く（41 回），次に sensor（29 回）と続いている．このことからこの時期はスマート農業への注目に関連した土壌センサや土壌に関連した測定手法の開発が盛んな時期であった．また，先述のように東日本大震災に関連する研究が登場している．great east japan earthquake が 9 回登場し，radioactive material や，tsunami，salt accumulation といったノードとリンクしていた．震災関連の研究課題は放射性物質の土壌への吸着を対象としたものと，津波による塩害を対象としたものに分かれていた．大規模な農地の汚染が生じたため，その対象地である paddy field も登場回数が増えた（20 回）．ネットワークマップの右側では，greenhouse gas emission や CO_2 などのノードが多く，農地からの温室効果ガス発生量の定量化というニーズが高まった時期であることを示している．ネットワークマップ全体を俯瞰すると，この時期はクラスタの色分けが増え，研究課題の多様性が高い時期であったことがわかる．またクラスタの位置関係も複雑化している．震災や気候変動，スマート農業と，土壌物理学の活躍の場が増えたことに起因していると考えられる．

2014 年から 2018 年までの解析（Fig. S9）では，相変わらず measurement（41 回），moisture content（26 回），sensor（23 回），測定手法の開発 · 評価が土壌物理学研究のメインストリームであることがわかる．この時期には TDR に加えて TDT が登場した．electrical conductivity（16 回）が大きく，津波による塩害を対象とした研究課題がこの時期も継続していることが分かる．また organic matter が 15 回登場しており，土壌有機物に関連した研究課題が増えた．これは，福島の放射性物質の有機物への吸着，表土剥ぎ取り後の土壌の地力回復などに関連したものや，有機物分解による溶質移動やガス発生などに着目したものなどであった．さらに runoff も 15 回登場しており，気候変動による降雨強度の変化に関連し，降雨の流出に注目が集まった可能性があると考えられる．

最新の 2019 年から 2023 年までの解析（Fig. 3）では，これまでの解析結果と比較するとクラスタが 4 つと少なく，研究の多様性は減っているような印象を受ける．それぞれのクラスタは，出現回数上位 4 位までの大きなノード，model（29 回），analysis（27 回），paddy field（24 回），sensor（24 回）を中心として形成されている．この中で，analysis はほとんどが numerical とともに出現しており，各種移動現象の数値解析である．一方で，model は水理特性モデルが主でありながら，地表面熱収支モデルや機械学習など多様なものを含む．model と sensor の位置が近く，まじりあっていることも特徴である．model や paddy field，sensor など，昔から継続して行われている研究テーマが目立ち，回帰する傾向が見られる．震災や気候変動などのような新しいテーマの出現がなく，従来の研究テーマを基に，さらなる発展と高度化が進められている時期であると考えられる．

3.5 著者と所属機関の解析結果

Fig. 2（b）で実施した共著解析の全体図を Fig. 4 に示す．また所属機関の解析結果を Fig. S10 に示した．1999 年以降の要旨集を対象とした解析であるので，1999 年より前に活躍された著者は含まれない．また学生の名前も複数存在した．著者のネットワークマップではおおむね大学，研究所ごとに 20 個のクラスタが作成された．

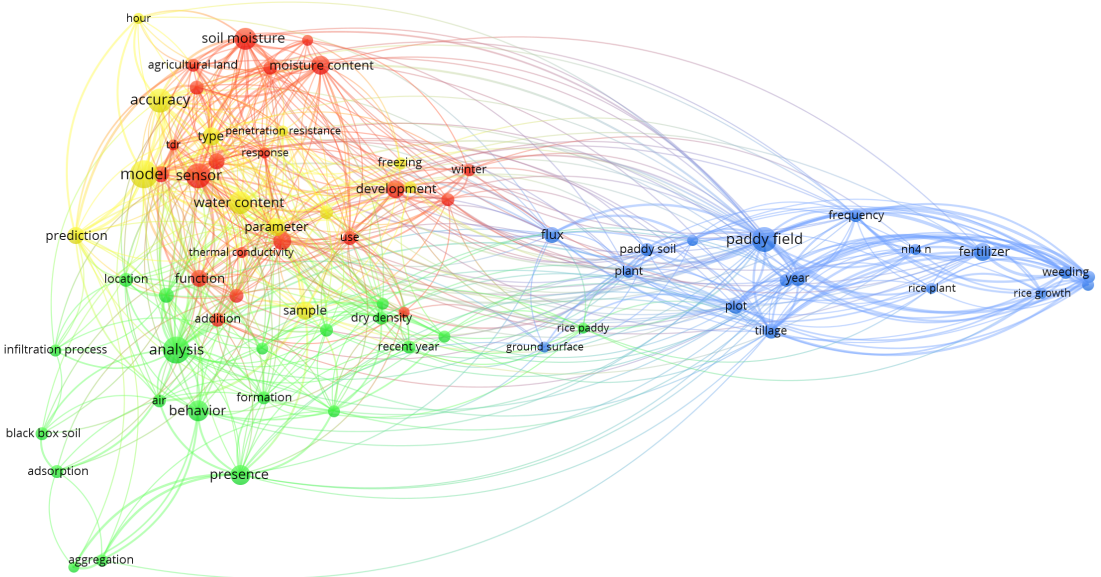


Fig. 3　2019 年から 2023 年の大会講演会要旨集のタイトルと概要のネットワークマップ．最少出現回数を 5 回とし，5 回以上出現した用語（118 個）を対象に解析を行った．さらに，解析した用語から上位 60 % の用語（71 個）をネットワークマップに示した．
Bibliometric network map of article titles and abstracts from conference proceedings (2019–2023). Terms appearing at least five times (118 terms) were analyzed. Among these, the top 60 % most frequent terms (71 terms) are shown in the network map.

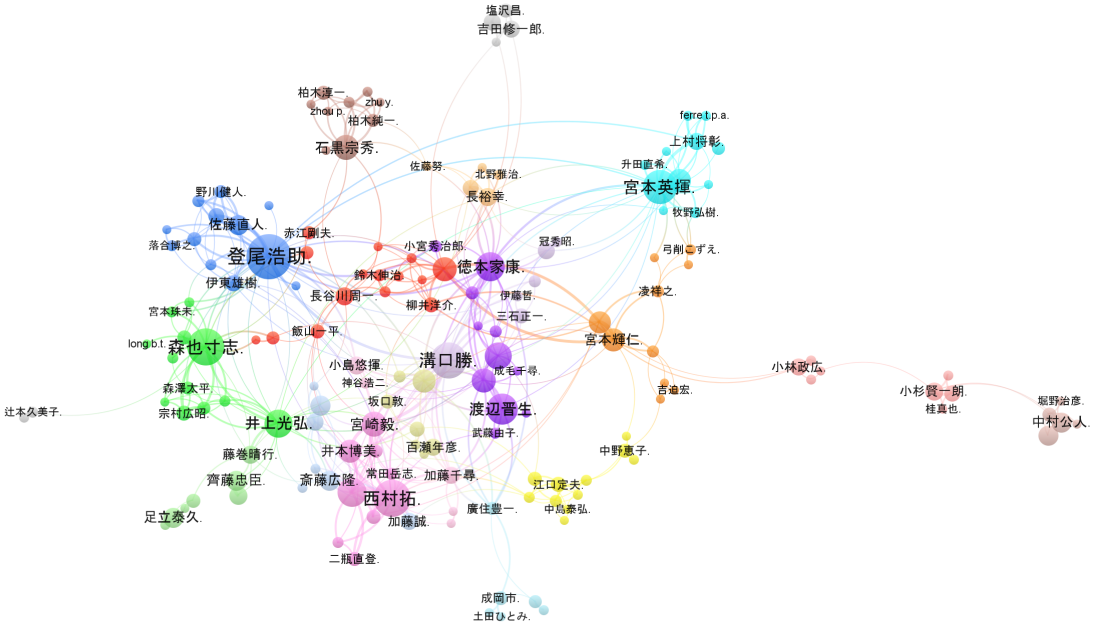


Fig. 4　1999 年から 2023 年の要旨集を対象とした著者のネットワークマップ．最少出現回数を 4 回とし，4 回以上記事を執筆した著者（169 人）を対象に解析を行った．
Author network map based on conference proceedings from 1999 to 2023. Authors with at least four publications (169 authors) were included in the analysis.

各クラスタは，登尾浩助，西村 拓，森也寸志，溝口 勝，宮本英揮など大きなノードを中心に形成されていた．クラスタ内のノード関係は，かつての師弟関係や研究室の同窓生であることが多く，学生時代のつながりが共同研究関係に，さらに所属機関間の連携にまで発展していることがわかった．

4. おわりに

本研究では，「土壌の物理性」と要旨集のそれぞれで計量書誌学的解析をした．要旨集の方がデータ数も多く，また最新の研究流行を追うことができることがわかった．ただし，データ数が多いために解析年数を細分化する必要があることもわかった．水田土壌を対象とした，物理性把握や測定手法の開発から始まり，その時々の時代の背景やニーズに合わせた研究が活発であった．最近では，水田土壌や測定手法などの昔からの研究テーマへの回帰傾向がみられ，従来の研究テーマを発展 · 高度化する方向で研究が進められていることがわかった．また，著者間，および研究機関間のつながりを可視化できた．日本における土壌物理学研究の全体像を把握することができた．

電子付録

Supplement 1：「土壌の物理性」の文献データベース
Supplement 2：「土壌物理学会大会講演要旨集」の文献データベース
Fig. S1. 1959 年から 2024 年の「土壌の物理性」と，1999 年から 2023 年の要旨集のタイトルおよび概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from Journal of the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (1959–2024) and conference proceedings (1999–2023).
Fig. S2. 2009 年から 2013 年の「土壌の物理性」のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from Journal of the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (2009–2013).
Fig. S3. 2014 年から 2018 年の「土壌の物理性」のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from Journal of the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (2014–2018).
Fig. S4. 1959 年から 1988 年の「土壌の物理性」のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from Journal of the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (1959–1988).
Fig. S5. 1989 年から 1993 年の「土壌の物理性」のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from Journal of the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (1989–1993).
Fig. S6. 1994 年から 1998 年の「土壌の物理性」のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from Journal of the Journal of the Japanese Society of Soil Physics (1994–1998).
Fig. S7. 1999 年から 2003 年の大会講演要旨集のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from conference proceedings (1999–2003).
Fig. S8. 2004 年から 2008 年の大会講演要旨集のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from conference proceedings (2004–2008).
Fig. S9. 2014 年から 2018 年の大会講演要旨集のタイトルと概要のネットワークマップ．Bibliometric network map of article titles and abstracts from conference proceedings (2014–2018).
Fig. S10. 1999 年から 2023 年の要旨集を対象とした所属機関のネットワークマップ．Bibliometric network map of author affiliations from conference proceedings (1999–2023).

謝辞

土壌の物理性の文献データベース作成に多大なご協力を頂いた岐阜大学の鈴木拓実さん，戸田武琉さん，TAY THENG MIN さんに感謝致します．

引用文献

Batista, P.V.G., Davies, J., Silva, M.L. and Quinton, J.N. (2019): On the evaluation of soil erosion models: Are we doing enough? Earth-Sci. Rev., 197: 102898.

Buckingham, E. (1907): Studies on the movement of soil moisture. US Dept. Agic. Bur. Soils Bull., 38: 1–61.

Gardner, W., Israelsen, O.W., Edlefsen, N.E., and Clyde, D. (1922): The capillary potential function and its relation to irrigation practice. Phys. rev., 20(2): 196.

Green, W.H. and Ampt, G.A. (1911): Studies on Soil Physics. J. Agr. Sci., 4(1): 1–24.

長谷川周一 (2012): 日本の土壌物理研究の歴史を振り返る. 土壌の物理性, 120: 5–14.

He, H., Dyck, M. and Lv, J. (2020): The heat pulse method for soil physical measurements: A bibliometric analysis. Appl. Sci., 10(18): 6171.

Liu, Y., Wu, K. and Zhao, R. (2020): Bibliometric analysis of research on soil health from 1999 to 2018. J. Soils Sediments, 20: 1513–1525.

Mao, G., Shi, T., Zhang, S., Crittenden, J. Guo, S. and Du, H. (2018): Bibliometric analysis of insights into soil remediation. J. Soils Sediments, 18: 2520–2534.

溝口 勝 · 杉野弘明 (2022): みんなのミニレビューを分析してみると. 土壌の物理性, 150: 85–91.

Mualem, Y. (1976): A new model for predicting the hydraulic

conductivity of unsaturated porous media. Water Resour. Res., 12(3): 513–522.

Oliveira Filho, J.D.S. (2020): A bibliometric analysis of soil research in Brazil 1989-2018. Geoderma Reg., 23: e00345.

Richards, L.A. (1931): Capillary conduction of liquids through porous mediums. Physics, 1: 318–333.

Topp, G.C., Davis, J.L. and Annan, A.P. (1980): Electromagnetic determination of soil water content measurements in coaxial transmission lines. Water Resour. Res., 16(3): 574–582.

van Eck, N. and Waltman, L. (2010): Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2): 523–538.

van Eck, N. and Waltman, L. (2023): VOSviewer manual. Manual for VOSviewer version, 1.6.20: 1–54.

van Genuchten, M.Th. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44(5): 892–898.

Wang, M., Liu, D., Jia, J. and Zhang, X. (2015): Global trends in soil monitoring research from 1999–2013: A bibliometric analysis. Acta Agric. Scand. B Soil Plant Sci., 65(6): 483–495.

This article is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

要　　旨

日本における土壌物理学研究の全体像を把握することを目的に，土壌物理学会が発行している「土壌の物理性」と「土壌物理学会大会講演要旨集」（以下，要旨集）の計量書誌学的解析を行った．VOSviewer を用いて，タイトルと概要，著者，所属機関を解析した．文献に含まれる用語数が多い点，最新の研究テーマが反映されている点，純粋な共同研究関係が見られる点から要旨集を解析対象にすることがより良いと分かった．日本の土壌物理学研究は水田土壌の物理性把握や測定手法の開発から始まった．その後は 1989 年から 2018 年まで，時代の変遷に伴う背景や社会的要請に適応した研究が活発にすすめられた．2019 年からの近年では，水田土壌や測定手法といったかつて研究されてきたテーマへの関心が再び高まり，研究課題がより深く掘り下げられていることが明らかとなった．本研究で，日本における土壌物理学会の全体的な動向を把握することができた．

キーワード：計量書誌学的解析，VOSviewer，土壌の物理性，土壌物理学会大会講演要旨集