

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：82505

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K12578

研究課題名（和文）珪藻殻の現地性程度を指標とした法科学的な土壌試料の検査法の開発

研究課題名（英文）Development of diatom analysis for forensic soil examination using diatom taphonomy

研究代表者

組坂 健人（Kento, Kumisaka）

科学警察研究所・法科学第三部・研究員

研究者番号：40801577

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、珪藻の現地性程度を利用した土壌などの法地質学的資料の検査法の開発を目的として、茨城県北浦をモデル地域として研究を行った。湖底表層堆積物中の珪藻殻の破片化率および両殻共存率を明らかにし、珪藻核の運搬・堆積過程を考察した。湖岸の植生帯に付着して生息する *Cocconeis placentula* は生息場から離れるほど破片化率が増加し、両殻共存率が低くなることから、湖心部では異地性の遺骸が堆積していると考えられた。また、両殻共存率の変動は破片化率より大きく、より局所的な珪藻殻の流入を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本国内の土壌鑑定では、鉱物を対象とした検査が主に実施されてきたが、新たに生物源の粒子である珪藻の殻を土壌鑑定に応用することができれば、識別精度の高い鑑定が実施可能となる。本研究によって、モデル地域の珪藻の種組成、出現頻度および現地性程度が同一湖沼内で不均質であることが示され、珪藻の生活形や堆積場の特徴を反映していると考えられたことから、土壌資料の識別に有用であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：This study aims to develop forensic soil examination using diatom taphonomy in Lake Kitaura, Ibaraki Prefecture, Japan. Lake Kitaura is suitable for model areas because of the heterogeneous transport effects, such as the inflow of rivers and wave disturbance. The fragmentation ratio and co-existence ratio of upper and lower valves were used to clarify the diatom transportation processes. *Cocconeis placentula*, which lives on aquatic vegetation and attaches it through lower valves, was assessed. The fragmentation ratio of *C. placentula* increased from nearshore to offshore. The co-existence ratio of *C. placentula* also reflected the distance to their habitat. The fragmentation and co-existence ratio suggested that the diatom valve was transported offshore and incorporated in the river mouths and nearshore areas as the autochthonous diatoms. The taphonomic indices can be applied to forensic soil examinations because of the differentiation of samples.

研究分野：法地質学

キーワード：珪藻の現地性 珪藻のタフォノミー

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

科学捜査において、土壌は住宅の庭や道路上等の身の回りに普遍的に存在しているため、様々な犯罪現場で採取され、人、場所および道具等を関連付ける微細証拠資料として重要である。その主な構成要素は、岩石・鉱物粒子、有機物および植物片であり、そのほかに花粉、植物ケイ酸体および珪藻等が含まれている。土壌中から見出される指標として有用なものの一つに珪藻がある(田島ほか, 1969)。これまで、土壌の法科学的検査では、鉱物粒子に注目した検査が中心となっており(Murray, 2011)。珪藻を用いた検査法についての研究例は少ない。珪藻が形成するケイ酸質の殻(珪藻殻)は200~数ミクロンと非常に微小で土壌中に保存されやすく、水環境に幅広くかつ豊富に生息し、塩分やpH等の変化によって出現する種が変化するため、証拠資料と対照資料が同一であるか否かの識別(異同識別)における指標となる可能性がある。しかし、Peabody(1977)は、互いに近い場所から採取された土壌試料からはしばしば同じ珪藻種が産出し、珪藻の群集組成の僅かな違いによる異同識別は困難であると指摘している。一方、珪藻遺骸群集から過去の環境を推定する研究では、一部の珪藻種において、生息分布と遺骸殻の分布に差異が生じることが示された。これまで、法科学的な検査において珪藻殻が生息場で堆積したものか否か(現地性程度)に着目した研究は行われていない。

新たな異同識別の指標となる可能性がある。珪藻殻の現地性程度は生息場所と堆積場所の距離や運搬作用の強弱等を反映し、現地性程度が低いほど、産出場所とは異なる生息場由来の珪藻殻であると考えられる。そのため、群集組成が類似した試料であっても、堆積条件によっては数十メートル程度の距離でも現地性程度に差異が生じる可能性がある。現地性程度の評価には、破片化率や両殻共存率等が知られており、この指標を応用することで、群集組成とは異なる新たな指標での比較が可能となるため、土壌の識別に応用できると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、法科学的な土壌の異同識別において、珪藻の破片化率および両殻共存率の有効性を評価し、新たな検査法を開発することを目的とする。破片化率は総個体数のうちの破片の割合として算出される。完全な形の殻(完形)は生存している個体群から供給され、その後の生物浸食、堆積物中の生物擾乱および運搬等の作用により破壊されることで破片となり、破片化率は増加する。つまり、破片化率は生存している個体群からの距離や時間、すなわち現地性程度を反映した指標といえる。両殻共存率とは、珪藻が有する二枚の殻の上下がそれぞれ判別可能である種に、その上下殻が共に産出するか否かで現地性程度を評価する指標である。例えば、単縦溝類と呼ばれる分類群は、下方の殻にのみ縦溝という構造があり、これにより上下の殻は判別可能である(図2)。この種の珪藻は下側の殻で底質に付着して生息するため、細胞の死後、上側の殻は容易に洗い流され、生息場から離れた所では上殻がより多く堆積する。

3. 研究の方法

本研究では、珪藻殻の破片化率および両殻共存率の法科学的な有効性を検証するために、茨城県北浦をモデル地域として、現地調査による試料採取および珪藻分析を行う。北浦は、春季および秋季から冬季に珪藻類が多量に発生すること(北村ほか, 2008)、両殻共存率を算出する際に上下殻の識別が可能である単縦溝類の生息が明らかとなっていること(Naya et al., 2007)、近隣に海水域から淡水域・河川が存在するため、塩分、pH、水深および運搬作用の強弱などの異なる水環境が一度に確認できることから、本研究の調査地として選定した。

試料採取にあたっては、湖岸から沖にかけて複数の試料採取地点で表層堆積物をエクマンバージ採泥器で採取した(図1)。調査した地域は巴川・銚田川の河口域(図1C)、山田川の河口域(図1D)および湖心部(図1E)とした。採取した堆積物を有機物分解に供し、珪藻殻の形態観察を生物顕微鏡および走査型電子顕微鏡で行い、珪藻種の同定および計数を行った。指標となりえる珪藻種である *Cocconeis placentula* については、試料間の相対出現頻度の差による影響を除く目的で、各試料50殻を計数した。

4. 研究成果

巴川河口部の *C. placentula* の両殻共存率(C_v)は0.92-0.42の間で変化した。巴川河口直近の地点(NC地点)はその南側の地点(SC地点)より両殻共存率が低かった。また、巴川河口の北部では、湖岸付近で C_v が高かった。また、巴川河口の南部では湖岸付近で減少した。この傾向は巴川河口の深部では水流により運搬され南下するさいに C_v 値が増加した。

山田川河口部の C_v は0.92-0.34で変動し、沖に向かうにしたがって減少した。また、河口直近から一度減少後、増加、その後減少する傾向が認められた(b1-b4, c1-d)。

湖心部の C_v は0.61-0.31の間で巴川および山田川河口部より低い値を示した。最大の値を示すのは雁通川付近の地点(e1)で、東方向に向かうにしたがって減少した。地点f2-f3では最も湖岸に近い地点で比較的高い値を示し、湖心部で減少した。地点g3は流入河川付近の地点で他のg1およびg2より高い値を示した。

巴川および山田川河口部や雁通川河口部の C_v が湖心部より高い値を示したことは、河口付近の植生帯に生息地があることと一致する。巴川河口部の北側では湖岸から離れるにしたがって C_v 値が減少しており、南側では中心部で C_v が増加した。この傾向の違いは、湖岸付近に生息分布を持つ *C. placentula* が湖の中心に運搬される際に clay 粒子と同様に運搬されるためであると考えた。河口部では堆積物の中央粒径が細粒化する傾向にあり、この変化と調和的である。

山田川河口部の C_v は、巴川河口域の C_v と同等の値を示すことから、巴川河口域とは異なる起源が存在すると考えられた。山田川河口部および湖岸部に植生帯が存在し、河口部の植生帯に由来する *C. placentula* の殻が流入した。山田川河口域の b1 や c1 地点から b2 や c2 地点の間で C_v 値が減少したが、湖岸に由来する *C. placentula* の流入によって b3 や c3 地点で増加したと考えた。

湖の中心部では、河口に近い e1 地点や g3 地点で C_v は比較的高く、この地点付近の植生帯に由来すると考えられる。これらの殻が湖の中心部 (e3 や f2, g2) に運搬されることで C_v が低い値を示した。また、湖岸に近い f3 地点は、湖棚が発達しておらず、水流による浸食が活発な地点で、珪藻殻が堆積しにくい地点であったと考えられる。そのため、f3 地点では C_v 値が低かったと考えられる。湖岸に近い地点 g1 周辺は護岸されており、*C. placentula* の生息域としての水草が認められないため、低い値を示していると考えられる。

以上の結果をまとめると、*Cocconeis placentula* の両殻共存率はその種の生息場である湖岸や植生帯に近いほど高い値を示し、離れた地点ほど低い値を示した。このことから、両殻共存率が *C. placentula* の現地性程度を反映していると考えられた。このことは、試料間の異同識別を行う際に、*C. placentula* が指標種となりえることを示唆した。

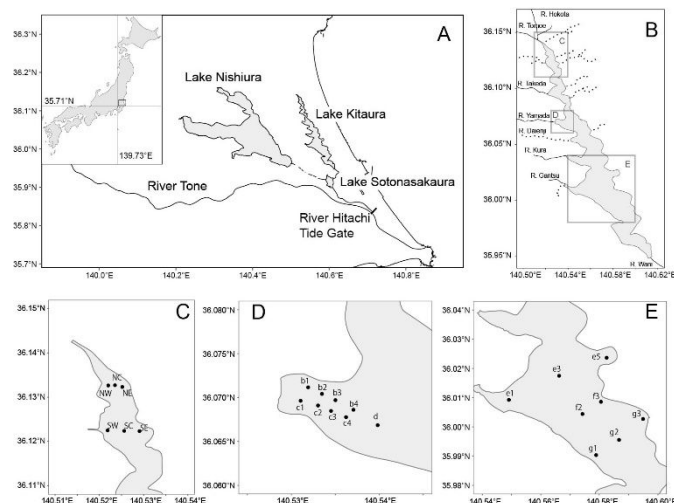


図 1 (A) 茨城県北浦, (B) 北浦の概要, (C) 巴川河口域および試料採取地点, (D) 山田川河口域および試料採取地点, (E) 湖心部および試料採取地点。

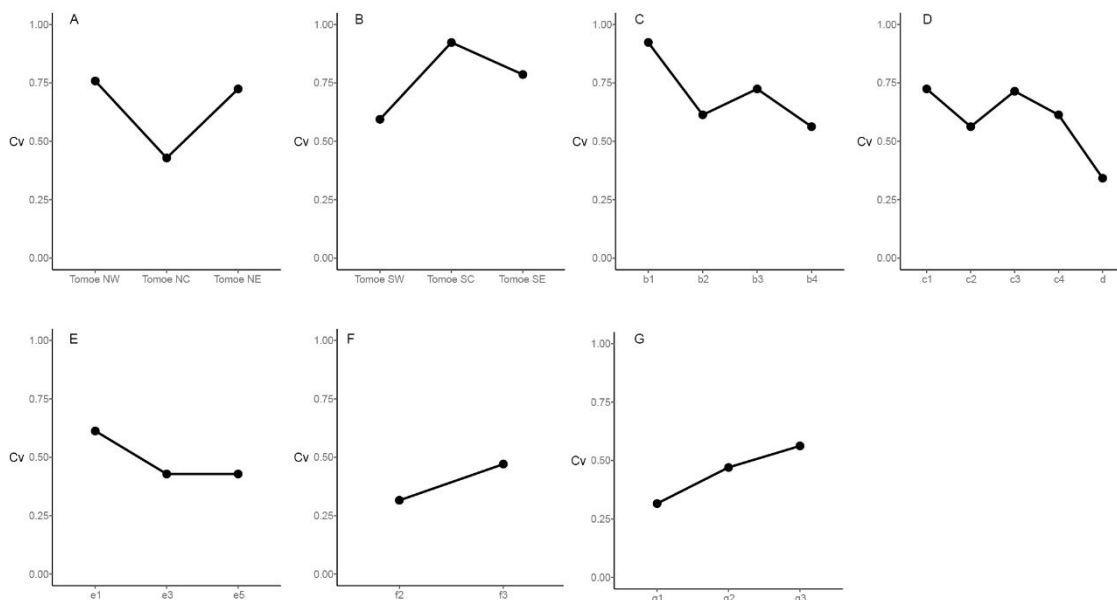


図 2 各地点での *Cocconeis placentula* の両殻共存率の変化。(A) 巴川河口域の北部, (B) 巴川河口域の南部, (C・D) 山田川河口域, (E-G) 湖心部。

参考文献

北村立実, 本間隆満, 根岸正美. 2008. 北浦における植物プランクトン種組成と物理化学的要因の関係. 日本陸水学会第 72 回大会講演要旨.

- Murray, R. C., 2011. Evidence from the earth: forensic geology and criminal investigation 2nd ed. Mountain Press.
- Naya, T., Tanimura, Y., Nakazato, R., Amano, K., 2007. Modern distribution of diatoms in the surface sediments of Lake Kitaura, central Japan. *Diatom*, **23**, 55 - 70.
- Peabody, A. J., 1977. Diatoms in Forensic Science. *Journal of Forensic Science*, **17**, 91 - 97.
- Sawai, Y., 2001. Distribution of living and dead diatoms in Lake Biwa. 図4 試料採取地点のイメージ (Naya et al., 2007 を改変) relations to taphonomy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **173**, 125 - 141.
- 田島, 西村, 戸島. 1969. 微細物の犯罪捜査への利用 (第1報) 付着物としての珪藻について . *科学警察研究所報告*. **22**. 1 - 4.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kento Kumisaka, Naofumi Yamaguchi, Yusuke Okazaki	4. 巻 In Press
2. 論文標題 Fragmentation and separation of diatom valves in modern shallow lake sediments: A case study in Lake Kitaura, Japan	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of paleolimnology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 組坂健人（九州大・科警研）、岡崎 裕典（九州大）、山口 直文（茨城大）
2. 発表標題 茨城県北浦湖底堆積物中の珪藻殻の破片化率・両殻共存率による堆積過程
3. 学会等名 日本地質学会第128年学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 組坂 健人（九州大・科警研）、岡崎 裕典（九州大）、山口 直文（茨城大）
2. 発表標題 茨城県北浦における珪藻殻の破片化率および両殻共存率
3. 学会等名 第6回地球環境史学会年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------