

4. 用水路で確認された珪藻の白化現象事例について －不法投棄の住民相談案件から－

西山泰彦

"Diatom remains white material on leaves" at the Niyodo-gawa River branch

Yasuhiko Nishiyama

【要旨】 仁淀川下流域の営農者から、耕作地横の用水路に白いものが大量にあるが農薬の不法投棄ではないかと相談があった。調査を行ったところ白い物質は大量の珪藻遺骸によるものと確認できた。珪藻遺骸を同定したところほとんど全てが*Ulnaria pseudogaillonii*であった。この種は弱汚濁耐性種とされていることから、仁淀川に流入するこの用水路の水質が良好に保たれており増殖に有利な条件が重なった結果ではないかと考えられた。

Key words : *Ulnaria pseudogaillonii*, 珪藻骸, 珪藻遺骸, 仁淀川, 白色

1. はじめに

仁淀川（愛媛県では一般名称面河川）は西日本最高峰の石鎚山に源を発し、高知県中央部を流下し土佐湾に流れ込んでいる幹川流路延長124km、流域面積1560km²、流域人口約10.5万人に及ぶ1級河川である。¹⁾

今回、仁淀川下流部に流入する用水路から多量の白色物質が見つかり、事態を心配した営農者から農薬の不法投棄ではないかと相談があったため、調査をおこない興味深い結論を得たので報告する。



図1 水路中の白色化した落葉

2. 端 緒

吾川郡いの町波川の営農者から「農作業小屋の横の用水路に白い粉が投棄されたようだ。用水路一面が白くなり、底に溜まっていた落ち葉も真っ白だ。誰かが水路に農薬を不法投棄したと思う。出荷した農作物で事故が起きたら大変なことになるので調べてもらえないだろうか。」との相談が福祉保健所を経由してあった。

相談者が現場で採取した白色化した落ち葉10数枚程度の提供があったため、それを基に白色物質の原因を調査することとした。

3. 実体顕微鏡による調査

提供された葉の表面は一面白くなっており、一部は盛り上がっていた。

外観からカビなど菌類の他、粘土、白陶土、雲母などの鉱物由来や消石灰などの土壤改良剤の可能性もあったため、実体顕微鏡を使用し、落ち葉の表面を拡大観察することとした。実体顕微鏡で確認した結果が図2a、2bである。



図 2 a 落ち葉上の白色物質

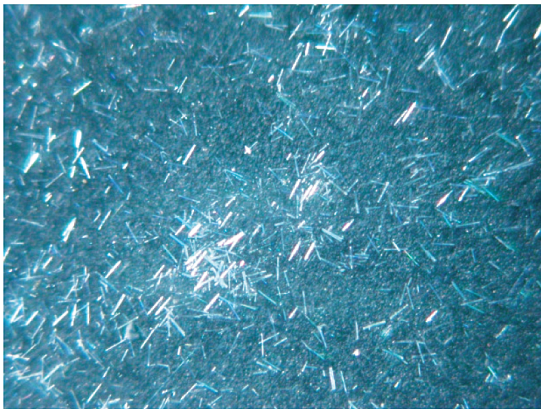


図 2 b 剥離した白色物質

検鏡したところ落ち葉の表面には針状で透明な物質が大量に析出しているように見え、菌類は原因ではなかった。針状物質はほぼ同じ大きさで長さ $300\mu\text{m}$ 程度、幅 $10\mu\text{m}$ 程度であった。

4. 解析方法

4.1 エックス線回折による測定と同定

白色針状物質は、周辺土壌に由来する鉱物か不法投棄に由来する無機化合物ではないかと考えられた。このような場合、組成を推定するためには結晶構造解析が有効である。針状物質についての情報を得るため、乳鉢で試料の一部をすり潰しエックス線回折法を用いて結晶構造を調べることにした。測定にはリガク社製MultiFlex ASC-10型を使用した。測定は、ガラス板に粉体を塗布して測定した。

管球はCu電極を使用し、管電圧40kV、管電流40

mA、分散スリット、散乱スリット $1/2^\circ$ 、受光スリット 0.3mm 、走査範囲 $2\theta = 3 \sim 90^\circ$ 、走査速度は $2^\circ/\text{min}$ の条件で測定した。

その結果 26° 付近に大きなピークが出現し、白色化合物は二酸化ケイ素（水晶）と推定された。

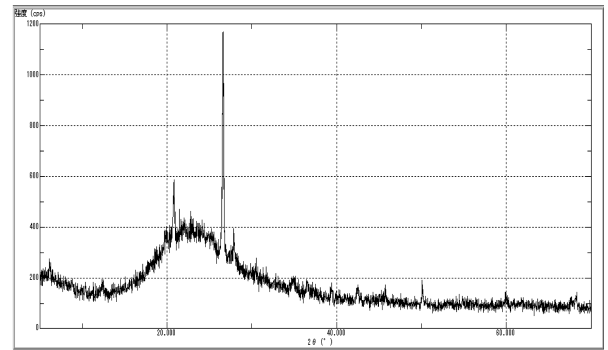


図 3 白色物質のエックス線回折測定結果

二酸化ケイ素は常温で三方晶系を取るが、自然界で同じ大きさを持つ針状結晶の大量析出というのは知られていない。このため測定ミスを疑い、何度か再測定をおこなったが同様の結果を得た。

鉱物の中にはアスベスト（石綿）のように針状になるものもあり、当初針状形態から疑いもあったが、アスベスト繊維としては繊維幅が広すぎると考えられ、エックス線回折の結果でも否定された。また、アスベストの代替品として開発された繊維幅の広いロックウール（岩綿）の可能性もなかった。

4.2 光学顕微鏡による解析

二酸化ケイ素との同定結果が正しいとすると、浮上するのが付着藻類である。藻類の一種、珪藻は、名前のとおり被殻がケイ素から出来ていることが知られており、エックス線同定結果とも矛盾しない。このため、光学顕微鏡を使い、針状物質を詳細に観察してみることにした。

観察には、オリンパス社製BHSUを使用した。その結果、200倍～1000倍で針状物質の両脇に不鮮明ながら梯子状の構造が確認でき、鉱物や針状結晶ではこのような構造は見られないことから、この針状物質は珪藻と断定してよいことが確認できた。

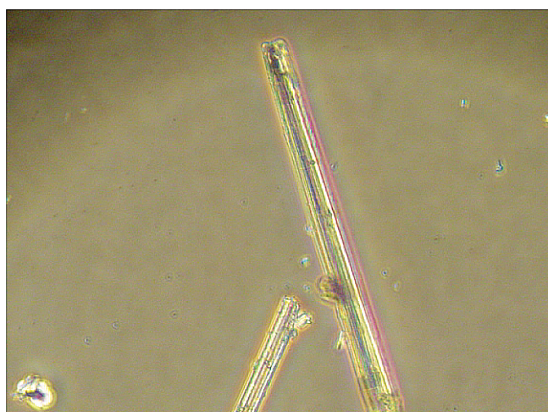


図 4 a 針状物質の光学顕微鏡（100倍）

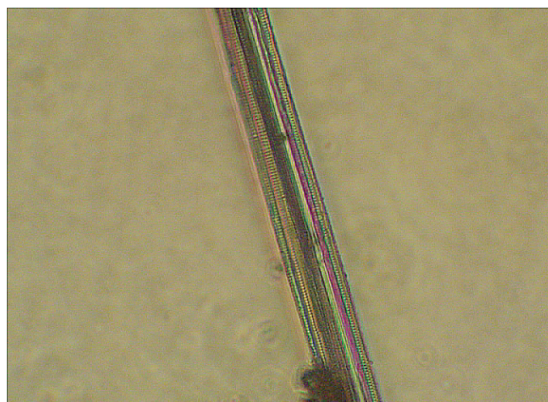


図 4 b 針状物質の光学顕微鏡（200倍）

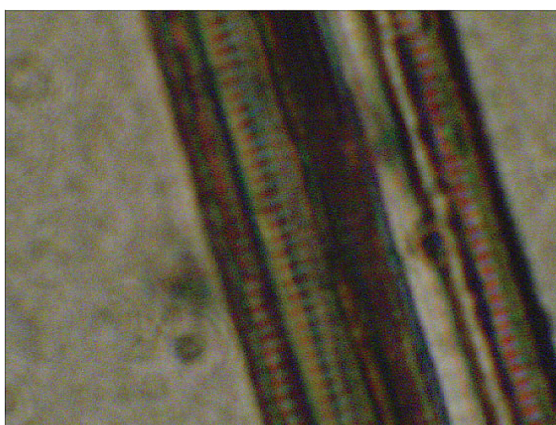


図 4 c 針状物質の光学顕微鏡（1000倍）

4.3 珪藻の簡易クリーニングと詳細な観察

4.3.1 光学顕微鏡による観察

珪藻はそのままでは、残存した細胞質などの影響で詳細な観察が難しい。このため「パイプユニッシュ法」^{2), 3)} と呼ばれる簡易クリーニング法を用

い、有機物を分解、洗浄し、珪藻被殻だけを取り出すこととした。操作手順を図5に示した。

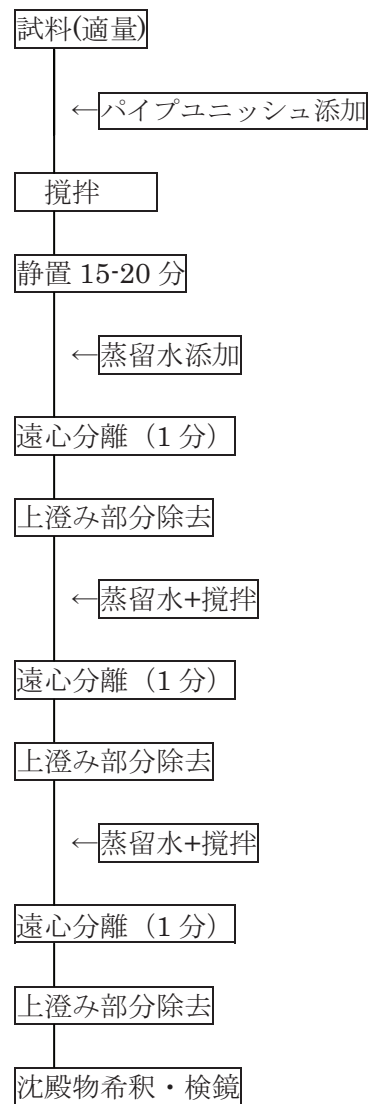


図5 パイプユニッシュ法操作手順の一例

クリーニングして得られた試料の光学顕微鏡写真を図6a～6cに示した。クリーニング後、梯子状の構造と思われた部分が詳細に観察できるようになり、珪藻被殻の構造が明瞭に観察できた。観察によりハリケイソウの一種ではないかと考えられた。⁴⁾



図 6 a クリーニング後試料 (100倍)

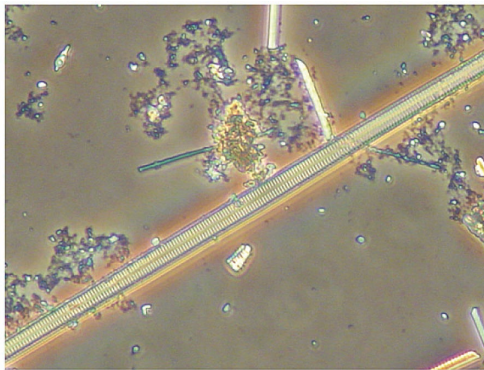


図 6 b クリーニング後試料 (200倍)

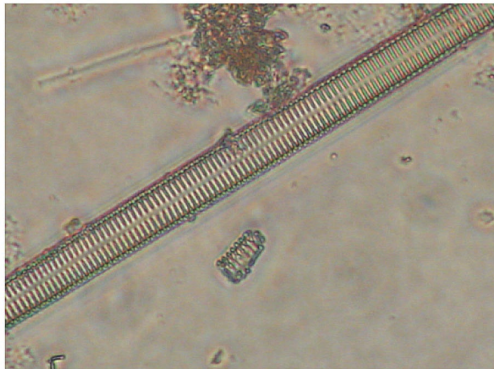


図 6 c クリーニング後試料 (400倍)

4.3.2 電子顕微鏡による観察

走査型電子顕微鏡を使用することができたため、珪藻被殻を観察してみることとした。観察した結果を図 7 a～7 e に示した。観察には日立ハイテクノロジー社製 Miniscope TM-30000 を表面処理なし低真空モードで使用した。

光学顕微鏡では、油浸を使わない場合実用的な倍率は1000倍程度までと考えられるが、今回使用

した電子顕微鏡では2000～10000倍程度は困難なく観察することができた。

電子顕微鏡を用い観察をおこなったところ、光学顕微鏡では梯子状に見えていたものは、小さな穴が連なった構造になっていることが確認できた。珪藻被殻は、微細な構造を持っていることが知られているが⁵⁾、今回大量発生した珪藻 (図 7 a～7 e) についても繊細で美しい被殻を持っていた。

これらの情報を基に同定したところ、以前は *Synedra ungeriana*⁶⁾ と同一視されることも多かったが、現在の分類では *Ulnaria pseudogailonii* (H. Kobayasi et M. Idei)^{7), 9)} と同定された。

この種は弱汚濁耐性種とされていることから、清水域に出現する傾向のあるものと考えられ^{8), 9)}、仁淀川に流入しているこの用水路の水質はきわめて良好に保たれているのではないかと考えられた。

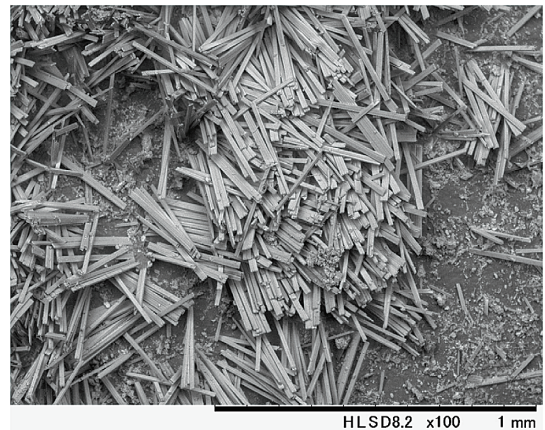


図 7 a クリーニング前電子顕微鏡写真 (100倍)

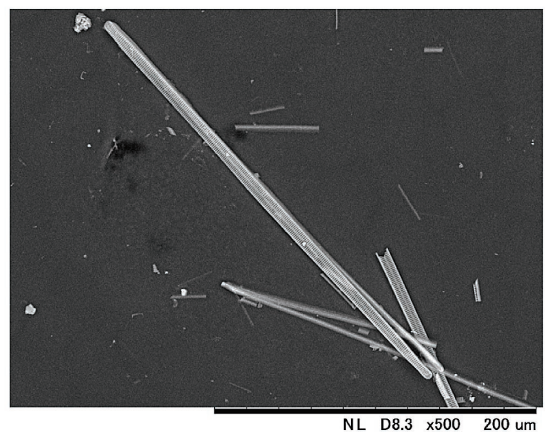


図 7 b クリーニング後 (500倍)

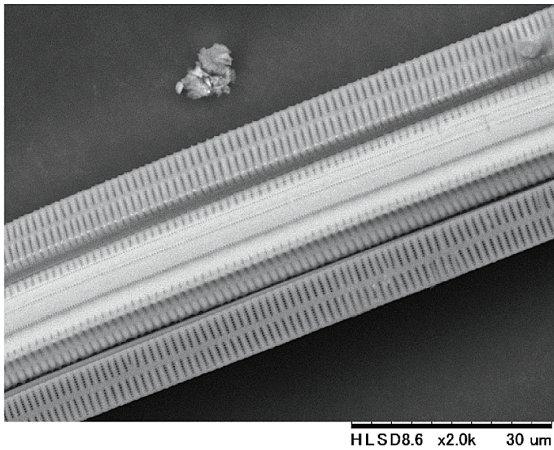


図7c クリーニング後（2000倍）

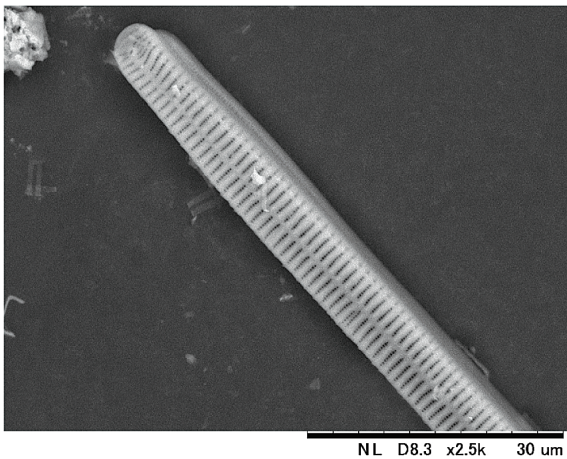


図7d クリーニング後（2500倍）

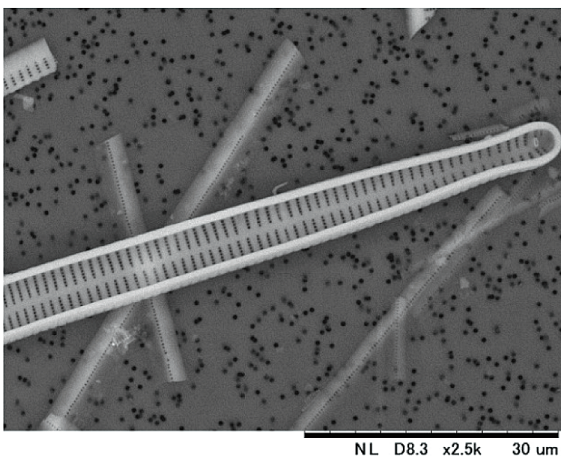


図7e クリーニング後（2500倍）

5.まとめ

今回の相談は、実際に農薬であった場合、不特定多数の住民に対し影響が出る可能性があり、詳細確認が必要となった。相談の趣旨から当センターに整備されているエックス線回折のような物理化学的な解析手法を適用し、その日のうちに原因物質の候補を絞り込むことが出来た。また、光学顕微鏡を用いる手法により原因をほぼ特定することができ、相談者に対し農薬の不法投棄ではなく自然現象で心配はないという情報提供が可能となった。

詳細な調査を続ける過程で珪藻のクリーニング手法も検討し、光学顕微鏡による観察により珪藻の種類についても情報を得ることができた。その結果、仁淀川に流入するこの用水路の水質は良好に保たれていることも判明した。

また、白色化の原因を調査したところ、相談のあった用水路が干上がったことがわかり、乾燥により大量に増殖した珪藻が遺骸になったためと考えられた。^{10), 11)}

高知県は豊かな水資源に恵まれているが、今後も様々な方向から調査研究を進めることにより、水環境の保全に繋がる情報が得られればと考えている。

今回の白色化した落葉は、河川調査などでも見かけることがあるが、生物由来とはなかなか結び付かず今後の参考になった。

近年、県民などから様々な相談が寄せられることが多くなっているが、日ごろから各種解析手法の検討をおこなうことにより、適切な判別ができるように努めたいと考えている。

最後に、珪藻の同定に当たり、滋賀県琵琶湖環境科学センター環境監視部門 一瀬諭参事にご助言とご協力をいただきました。深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局 仁淀川水系流域及び河川の概況 (2012)
- 2) 南雲保 簡単に安全な珪藻被殻の洗浄法 (短報) Diatom 10, 88 (1995)
- 3) 真山茂樹 珪藻の世界 東京学芸大学生物学教室 (1999~)
- 4) 滋賀の理科教材研究委員会編 やさしい日本の淡水プランクトン 合同出版 (2005)
- 5) 巖佐耕三 珪藻の生物学 東京大学出版会 (1976)
- 6) 小島貞男・須藤隆一・千原光雄編 環境微生物図鑑 (1995) 講談社サイエンティフィク
- 7) 大塚泰介ら 電子図鑑「珪藻」 滋賀県立琵琶湖博物館 (2002~)
- 8) 渡辺仁治編著 淡水珪藻生態図鑑 内田老鶴圃 (2005)
- 9) 小林弘ら 小林弘珪藻図鑑〈第1巻〉内田老鶴圃 (2006)
- 10) 宍道湖・中海の藻類研究会編 宍道湖・中海水系の藻類 高浜印刷 (1996)
- 11) 津田松苗・渡辺仁治 珪藻骸白帯 陸水学雑誌26, 21-28 (1965)