

廃水処理施設から発生した汚泥中の珪藻

吉澤 一家

Diatom Assemblages in Sludge from Wastewater Treatment Plant

Kazuya YOSHIKAWA

キーワード：珪藻，廃水処理施設，汚泥

既報において、55 事業場の排水中に含まれていた珪藻群集について調査を行い、*Nitzschia amphibia*、*Nitzschia palea*、*Navicula seminulum* の 3 種の汚濁耐性種の出現頻度が高いことなどを明らかにした¹⁾。これら廃水処理施設からは、排水の他に処理過程で発生する汚泥が排出されるが、近年これらの汚泥を不法に投棄したり、廃棄物の処理および清掃に関する法律に則らずに処理を行う事例が見受けられた。一般に活性汚泥による廃水処理施設の汚泥中の生物は、繊毛虫や肉質鞭毛虫などの原生動物や、ワムシなどの微小後生動物が優占することが知られており、珪藻を含む藻類の出現頻度は低いとされている^{2,3)}。しかし原生動物などは汚泥脱水後の生物体の保存性が悪く、長時間経過した試料では、汚泥であるかを判断する指標として用いるには難点があると考えられた。

一方、珪藻は珪酸質でできているため、死後も形態の保存性がよく、殻は微生物による分解も受けないという特徴を持つ。

そこで、廃水処理施設から発生する汚泥の指標として、汚泥に含まれる珪藻殻を用いることが可能かを検討するために、汚泥中の珪藻の観察を行ったので報告する。

観察試料及び観察方法

試料には、Table 1 に示した 23 事業場の廃水処理施設から発生する汚泥を用いた。さらに廃棄物中間処理業で製造された埋め戻し用土を用いた。これは、原料として水道水浄水場の沈砂や建設残土を用い、これに化学処理を施して用土としたものである。これらの試料を恒量に達するまで 105 度で乾燥した後、乳鉢にて粉碎し、硫酸と硝酸を用いて有機物を酸化した。水洗後に適量をプレウラックスで封入し、観察用プレパラートを作成した。

観察は光学顕微鏡を用いて 1500 倍で行い、2000 倍に拡大した顕微鏡写真にて種の同定を行った⁴⁻⁶⁾。

Table 1 Plants List and Water Quality of Exhausted Water

| 施設 | 事業の種別 | 廃水処理法 | EC (mS/m) | pH | BOD (mg/L) | SS (mg/L) |
|----|----------------|-------------|--------------|-----|---------------|--------------|
| A1 | 飲料製造業 | 活性汚泥法 | 180 | 7.3 | 7 | 16 |
| A2 | " | " | 28 | 7.6 | - | 21 |
| A3 | " | " | 100 | 7.0 | <3 | 10 |
| B | 繊維製品の製造若しくは加工業 | " | 180 | 7.3 | 62 | 16 |
| C1 | 砂利採取業 | 洗滌法 | 15 | 7.6 | - | 88 |
| C2 | " | " | 14 | 7.6 | - | 103 |
| C3 | " | " | 35 | 7.5 | - | 30 |
| C4 | " | " | 18 | 7.7 | - | 120 |
| D1 | 金属の表面処理業 | 凝集沈殿法 | 91 | 7.2 | 28 | <5 |
| D2 | " | " | 76 | 7.6 | 15 | <5 |
| E1 | 洗濯業 | " | 130 | 8.0 | 23 | 58 |
| E2 | " | " | 92 | 8.1 | 4 | 13 |
| F1 | し尿処理施設 | 活性汚泥法 | 110 | 7.7 | 6 | 9 |
| F2 | " | " | 110 | 7.4 | 4 | <5 |
| F3 | " | " | 100 | 7.3 | 11 | <5 |
| F4 | " | " | 60 | 7.2 | 6 | <5 |
| G1 | 旅館業 | " | 42 | 7.7 | 32 | 11 |
| G2 | " | " | 26 | 6.8 | 6 | <5 |
| G3 | " | " | 36 | 7.4 | 5 | <5 |
| G4 | " | " | 53 | 7.5 | 180 | 290 |
| G5 | " | " | 42 | 7.3 | 13 | 6 |
| G6 | 金属の表面処理業 | 凝集沈殿法+活性汚泥法 | 330 | 7.3 | 18 | 5 |
| J1 | 一般廃棄物最終処分場 | 凝集沈殿法+活性汚泥法 | 590 | 6.8 | <3 | 13 |
| J1 | 産業廃棄物中間処理業 | " | - | - | - | - |

観察結果と考察

1. 各施設の概要

Table 1 には、各処理施設からの排水の水質 (pH、導電率、BOD、懸濁物質量 (SS と略記)) を示した。また併せて各施設の排水処理方法の概要を示した。有機性廃液を処理する、旅館業やし尿処理施設では活性汚泥法が、無機性廃液を処理する金属の表面処理業では凝集沈殿法が用いられていた。

2. 各汚泥中の珪藻

汚泥中に珪藻が観察されたのは、23 施設の中で Table 1 で網掛け表示した 11 施設であり、すべてが活性汚泥法の処理施設であった。また廃棄物の中間処理により製造された、埋め戻し用土中にも多数の珪藻が観察された。

これに対して凝集沈殿法を用いた施設の汚泥中には珪藻は出現せず、処理方法による差が明確であった。これにより、珪藻を用いて汚泥を判別することは、活性汚泥法の処理施設にのみ適用できる可能性があった。

全汚泥中に出現した珪藻は 34 属 59 分類群であり、Table 2 にその一部を示した。もっとも出現頻度が高かったのは、*Achnanthes minutissimum* (Kutz.) Czarn. 及び *Nitzschia amphibia* Grunow で、5 検体中に見られ、次いで *Planorhynchium lanceolatum* (Breb.) Lange-Bert が 4 検体中に見られた。

珪藻の多様性が最も高かったのは、廃棄物中間処理によって作られた埋め戻し用土で、16 属 19 分類群が観察された。これは藻類の発生しやすい浄水場での沈殿池からの汚泥などが原料となっていたためと考えられた。

また珪藻とは別に、Plate 2 に Unknown と標記した生物遺骸らしきものが、多数の試料中で観察された。サイズが 10 μm と小さいことから、生物体の一部の可能性もあった。珪藻に加えて汚泥の指標となる可能性があるため、今後も観

察し、データを蓄積したい。

まとめ

種々の廃水処理施設から発生する汚泥に含まれている珪藻を調べ、試料が処理汚泥であるかを判断できるか検討した。その結果次の諸点が明らかとなった。

- 1) 全試料で 34 属 59 分類群の珪藻が観察された。
- 2) 活性汚泥法の処理施設汚泥では、珪藻が出現する割合が高かったのに対し、凝集沈殿法由来の汚泥からは珪藻が出現しなかった。
- 3) 珪藻を用いて汚泥の由来を判断することは、活性汚泥法からの汚泥にのみ適用できる可能性があった。
- 4) 珪藻とは別に、汚泥の指標となる可能性がある生物体が見出された。

文献

- 1) 吉澤一家：事業場排水中の珪藻，山梨衛公研年報，48，43～52 (2004)
- 2) 須藤隆一ら：水環境保全のための生物学，81，産業用水調査会 (2004)
- 3) 須藤隆一，稲森悠平：生物相からみた処理機能の診断，56，産業用水調査会 (1983)
- 4) 小林弘ら：小林弘珪藻図鑑 第 1 巻，内田老鶴圃 (2006)
- 5) 渡辺仁治ら：淡水珪藻生態図鑑，内田老鶴圃 (2006)
- 6) K. Krammer and H. Lange-Bertalot: Süßwasserflora von Mitteleuropa 1 ~ 4. Gustav Fischer, Stuttgart (1986-1991)

謝辞

本研究を実施するに当たり、試料の提供をいただきました各施設の皆様、および収集にご協力いただいた、山梨県各林務環境事務所の担当諸氏に深謝いたします。

Table 2 Diatoms observed in the sludge

| 種名 | 図版番号 | 種名 | 図版番号 |
|--|-------|---|-------|
| <i>Achnanthes oblongella</i> | 4 | <i>Hannaea arcus var. recta</i> | 17 |
| <i>Achnanthes japonicum</i> | 8 | <i>Hantzschia amphioxys</i> grunow | 43 |
| <i>Achnanthes minutissimum</i> | 12,13 | <i>Lemnicola hungarica</i> | 9,10 |
| <i>Achnanthes saprophilum</i> | 11 | <i>Luticola goeppertiana</i> | 28 |
| <i>Amphora pediculus</i> | 34 | <i>Nitzschia amphibia</i> | 36,37 |
| <i>Cocconeis lineata</i> | 19 | <i>Nitzschia fonticola</i> | 38,40 |
| <i>Cocconeis pediculus</i> | 18 | <i>Nitzschia palea</i> | 35 |
| <i>Cyclotella</i> sp.1 | 3 | <i>Nitzschia sinuata var. delognei</i> | 39 |
| <i>Cymbella neoleptoceros</i> | 29 | <i>Pinnularia braunii var. amphicephala</i> | 42 |
| <i>Cymbella trugidula</i> | 31 | <i>Pinnularia gibba</i> Ehrenbrg | 41 |
| <i>Diadesmis confervacea</i> | 27 | <i>Planorhynchium lanceolatum</i> | 5,6,7 |
| <i>Diatoma vulgare</i> | 20 | <i>Puncticulata praetermissa</i> | 2 |
| <i>Discostella stelligera</i> | 1 | <i>Reimeria sinuata</i> | 33 |
| <i>Encyonema silesiacum</i> | 30,32 | <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> | 26 |
| <i>Eunotia</i> sp1 | 21 | <i>Staurosira lapponica</i> | 15 |
| <i>Gomphonema italicum</i> | 22 | <i>Surirella ovata</i> | 44 |
| <i>Gomphonema micropus</i> | 23 | <i>Tabularia affinis</i> | 14 |
| <i>Gomphonema parvulum var. parvulum</i> | 24 | <i>Ulnaria ulna</i> | 16 |
| <i>Gomphonema pseudoaugar</i> | 25 | | |

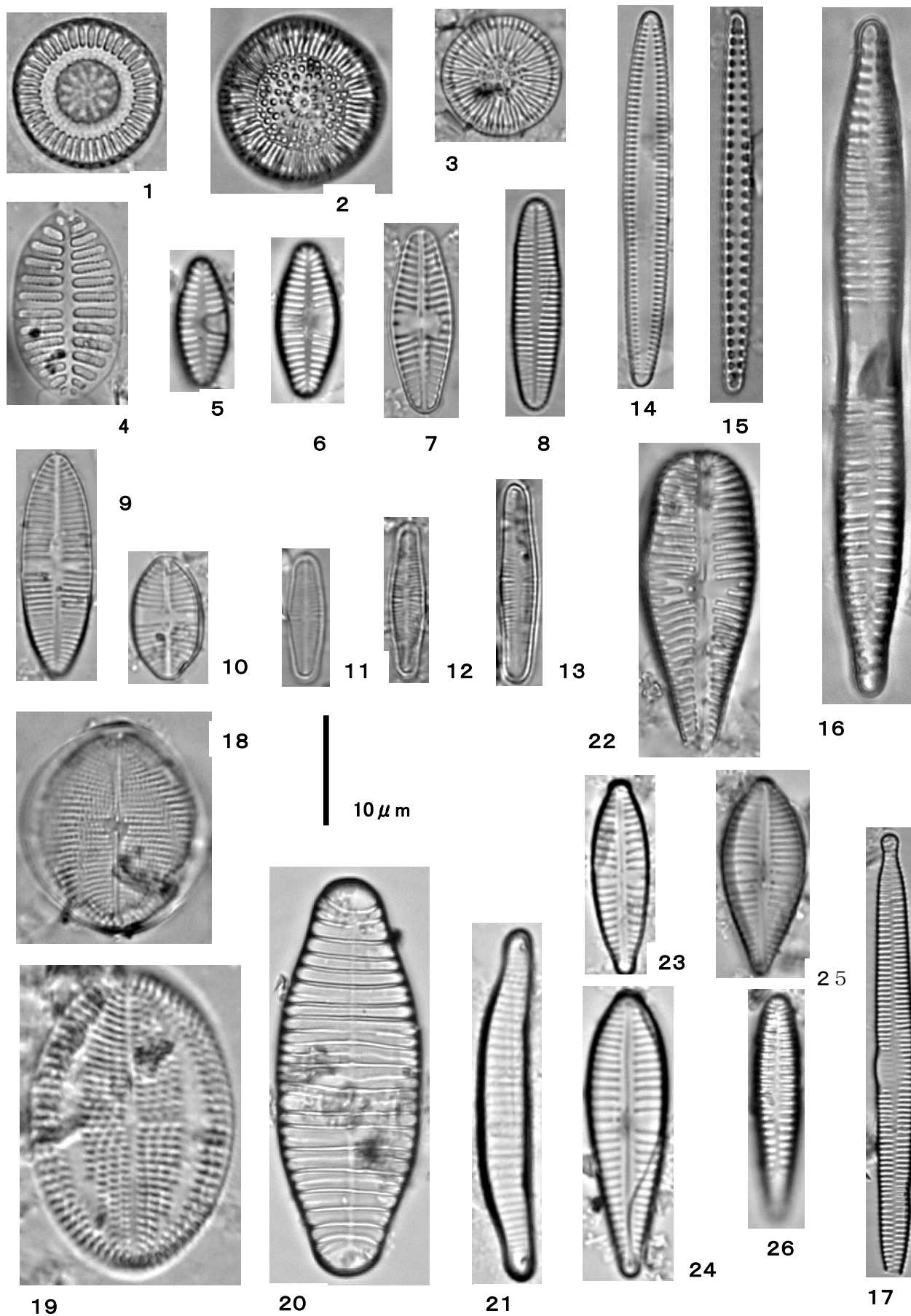
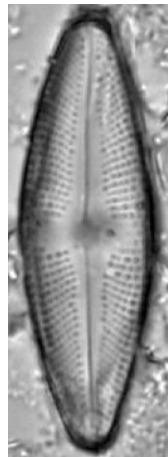


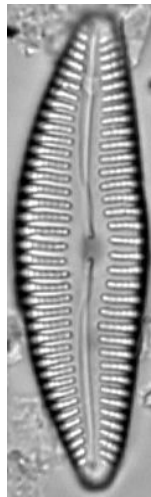
Plate 1 Diatoms observed in the sludge



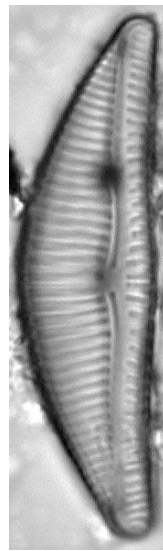
27



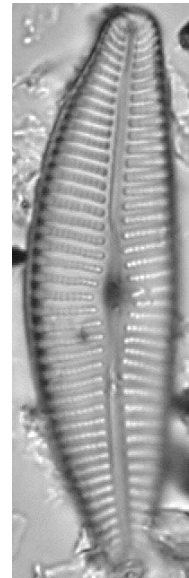
28



29



30



31



32



33



35



36



37

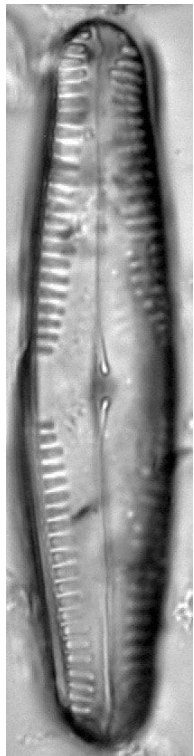


38

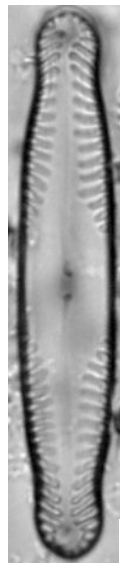


39

34



41



42



40



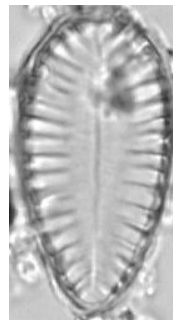
10 μm



Unknown



43



44

Plate 2 Diatoms observed in the sludge