

RBS Lab. 基礎編

自然浄化法リアクターシステム[®]

自然浄化法のしくみと特徴



JNC エンジニアリング株式会社

改定日：2026.05

基礎編 目次

1. 自然浄化法リアクターシステム®の特徴について	2
2. 腐植物質とは?	3
3. 腐植物質の電子伝達能について	4
4. なぜ自然浄化法リアクターシステム®は悪臭の発生が抑えられるのか?	5
5. 自然浄化法は活性酸素（ヒドロキシラジカル）を発生させる	10
6. まとめ	11

1. 自然浄化法リアクターシステム®の特徴について

自然浄化法は活性汚泥法という微生物を使った廃水浄化技術の一つです。活性汚泥法とは簡単にいうと「微生物に空気とエサ(汚れ)を与えて働いてもらい、最後に泥と水を分ける」仕組みです。自然浄化法はこの中に腐植ペレットと呼ばれる有機物を多く含んだ土壌をペレット状に加工したものと軽石を入れて加えている点が通常の活性汚泥法と異なる点です。

そして自然浄化法は

- ① 悪臭の発生が抑えられる
- ② 高濃度の有機物を含んだ廃水を無希釈で浄化できる
- ③ 窒素の除去能が高い
- ④ 汚泥の沈降性が良い など

優れた特徴があります。これらの特徴は腐植ペレット中に含まれる、腐植物質と鉄分が関係しています。

[▶目次に戻る](#)

2. 腐植物質とは？

腐植物質（ふしょくぶっしつ）とは、落ち葉や枯れた草、動物の死がいなどが、土の中で長い時間をかけて分解されてできた物質のことを指します。森や畑では、植物や動物が生まれては死を繰り返しており、その残った有機物は微生物のはたらきによって少しずつ分解されます。その過程で、もとの形が分からなくなり、安定した状態になったものが腐植物質です。

腐植物質は土の中に多く含まれており、土を黒っぽく見せる原因の一つでもあります。この物質は、単なる「分解された残りかす」ではなく、土の性質を良くする重要な役割を持っています。例えば、腐植物質があることで土は固くなりにくくなり、水や空気を含みやすくなります。その結果、植物の根が伸びやすくなり、植物が育ちやすい環境が整えられます。また、腐植物質は水分や栄養を一時的に蓄える性質を持っています。そのため、雨が降った後の水分や、植物に必要な栄養を土の中に保ち、少しずつ植物に供給する働きがあります。さらに、有害な物質を吸着する性質もあり、土や水の環境を安定させる役割も果たしています。

このように、腐植物質は生き物そのものではありませんが、生物の活動によって生み出され、自然環境や農業を支える重要な存在であると言えます。

[▶目次に戻る](#)

3. 腐植物質の電子伝達能について

さらに、腐植物質には電子伝達能と呼ばれる重要な性質があります。電子とは、原子や分子の中を移動する非常に小さな粒子であり、化学反応や生物のエネルギーのやり取りに深く関わっています。腐植物質は、この電子を受け取ったり、別の物質に渡したりする能力を持っています。このことはマサチューセッツ大学のラブリー教授らの研究グループによって発見され、1996年の学術雑誌ネイチャーで報告されました^[1]。

この電子伝達能により、腐植物質は土壌中で起こるさまざまな化学反応や微生物の活動を助けていることが様々な研究グループによって明らかにされました^[2-4]。例えば、土の中で微生物が有機物を分解する際、腐植物質が電子の受け渡しを仲介することで、反応が進みやすくなります。また、鉄などの金属や有害な物質の状態を変化させ、環境を安定させる働きもあります。

このように、腐植物質は生き物そのものではありませんが、生物の活動の結果として生み出され、物理的・化学的の両面から土壌や環境を支えています。特に電子伝達能という目に見えない性質によって、土壌内のさまざまな反応を調整する、重要な役割を果たしていると言えます。

詳しくは専門編をご覧ください。

【参考文献】

- [1] Lovley, D. R.; Coates, J. D.; Blunt-Harris, E. L.; Phillips, E. J. P.; Woodward, J. C. Humic substances as electron acceptors for microbial respiration. *Nature* **1996**, 382 (1), 445–448.
- [2] Klüpfel, L.; Piepenbrock, A.; Kappler, A.; Sander, M.. Humic substances as fully regenerable electron acceptors in recurrently anoxic environments. *Nature. Geosci.* **1996**, 7 (3), 195–200 (2014).
- [3] Valenzuela, E. I.; Cervantes, F. J. The role of humic substances in mitigating greenhouse gases emissions: Current knowledge and research gaps, *Sci. Total Environ.* **2021**, 750, 141677.
- [4] Pham, D. M.; Kasai, T.; Yamaura M.; Katayama, A. Humin: No longer inactive natural organic matter. *Chemosphere* **2021**, 269, 128697.

[▶目次に戻る](#)

4. なぜ自然浄化法リアクターシステム[®]は悪臭の発生が抑えられるのか？

自然浄化法リアクターシステム[®]の最大の特徴は悪臭の発生が抑えられることです。

廃水浄化設備では、微生物が汚水の中の汚れ（有機物）をご馳走として食べて分解してくれます。しかし、食べた後に厄介な食べカス（電子）が発生します。

この食べカス（電子）はそのままでは残ることができず、誰かに受け取ってもらう必要があります。

しかしこの食べカス（電子）の行き先によって、反応の進み方や生成される物質が変わり、場合によっては悪臭の原因となるガスが発生します。

以下では、この仕組みをイメージしやすくするために、この食べカス（電子）を受け取る酸素などを、「清掃業者」に例えて説明します。

4.1 【理想の状態】酸素という「超・優秀な清掃業者」がいるとき

設備の中に空気がたっぷり送られ、酸素がフル稼働しているときは、街（処理施設）は驚くほどクリーンに保たれます。

・解体現場もスムーズ

ご馳走（汚れ）を解体する際に出るアンモニアなどの端切れも、酸素がいる環境では別の微生物（硝化菌）がすぐにキャッチし、無臭の物質（硝酸など）へとスムーズに作り替えてくれます。

・出口もクリーン

片付け業者として「酸素」が働くと、食べカス（電子）を回収した後は、ただの「水」に変えてくれます。ガスを撒き散らすこともありません。

・食べ残しゼロ（完全燃焼）

微生物は酸素の力を借りて、ご馳走を最後の最後までパクパクと食べ尽くします。その結果、残るのは無臭の「二酸化炭素」と「水」だけ。酢酸や酪酸のような「酸っぱい食べ残し」も残りません。

4-2. 【酸素が足りなくなった状態】 「超・優秀な清掃業者」が不在

酸素という業者は、微生物が汚れ（ご馳走）を食べた後に出る「食べカス（電子）」を、無色・無臭・無害な「水」に変えて持ち去ってくれる、クリーンな業者です。

この業者がいなくなると、現場にはゴミがどんどん溜まり始めます。

4-2-1. 解体現場での悪臭の発生

下水などにはタンパク質などの「窒素」を含む汚れがたっぷり含まれています。

しかし酸素が足りないと、微生物がこれらを解体して食べる際、酸素を使ったスムーズな処理ができず、解体の端切れである「アンモニア」が空気中に漏れ出します。これが、下水特有のツンとした臭いの一つです。

4-2-2. 「クセの強い下請け業者」を呼ばざるを得ない

メイン業者の酸素が来ないので、微生物は生き延びるために、仕方がなく「硫酸業者」などの特殊な下請け業者を呼びます（これが狭い意味の嫌気呼吸です）。

彼らはゴミを回収してはくれますが、仕事が荒く、作業のついでに「硫化水素（腐った卵の臭い）」という有害なガスを現場に大量に撒き散らしてしまいます。

4-2-3. 「セルフ処理」で玄関先がゴミ屋敷に

下請け業者すら呼べない状況になると、微生物は自分でゴミを加工して外に放り出すしかありません（これが発酵です）。

酸素がいれば最後は「無臭の二酸化炭素」にまで燃やしきれはるはずなのに、酸素がないせいで燃やしきれず、「酢酸」や「酪酸（蒸れた靴下の臭い）」といった、強烈な臭いを放つドロドロの生ゴミ状態で放置されることになります。

まとめると

酸素という「クリーンに片付けてくれるメイン業者」がいないせいで……

解体の切れ端であるアンモニアが空気中に漏れ出す。

代わりに呼んだ業者が、異臭ガス（硫化水素）を出す。

自力で出そうとしたゴミが、生ゴミ（酢酸・酪酸）として溜まる。

このように、「出口の片付けがうまくいかない」ことが連鎖して、浄化施設全体が強烈な悪臭に包まれてしまうのです。また部分的にそのような場所がある場合でも、悪臭は発生します。



4-3. 【救世主「清掃業者 X」の登場！】酸素がいなくても現場がクリーンな理由
酸素（メイン業者）がいない場所は、通常なら「下請け業者（硫酸業者）」がガスを撒き散らし、生ゴミが放置されるパニック状態になります。そこに颯爽と現れるのが、特殊なスキルを持つ「清掃業者 X」です。

4-3-1. 酸素に匹敵する「高い処理能力」

清掃業者 X は、酸素（メイン業者）がいない緊急事態でも駆けつけてくれる、非常に優秀なプロ業者です。酸素と同じ仕事ぶりで微生物がご馳走を食べた後に出る「食べカス（電子）」を、酸素と同じように手際よく回収してくれます。

4-3-2. 最大の特徴は「無臭の仕上がり」

硫酸業者がゴミを回収するついでに「硫化水素（卵の臭い）」を撒き散らすのに対し、業者 X は仕事を終えた後、無臭の物質に変えて立ち去ります。

現場がクリーン：業者 X がテキパキとゴミを回収してくれるおかげで、現場に「アンモニア」の端切れがこぼれたり、玄関先に「酢酸・酪酸」の生ゴミが積み上がったたりすることはありません。

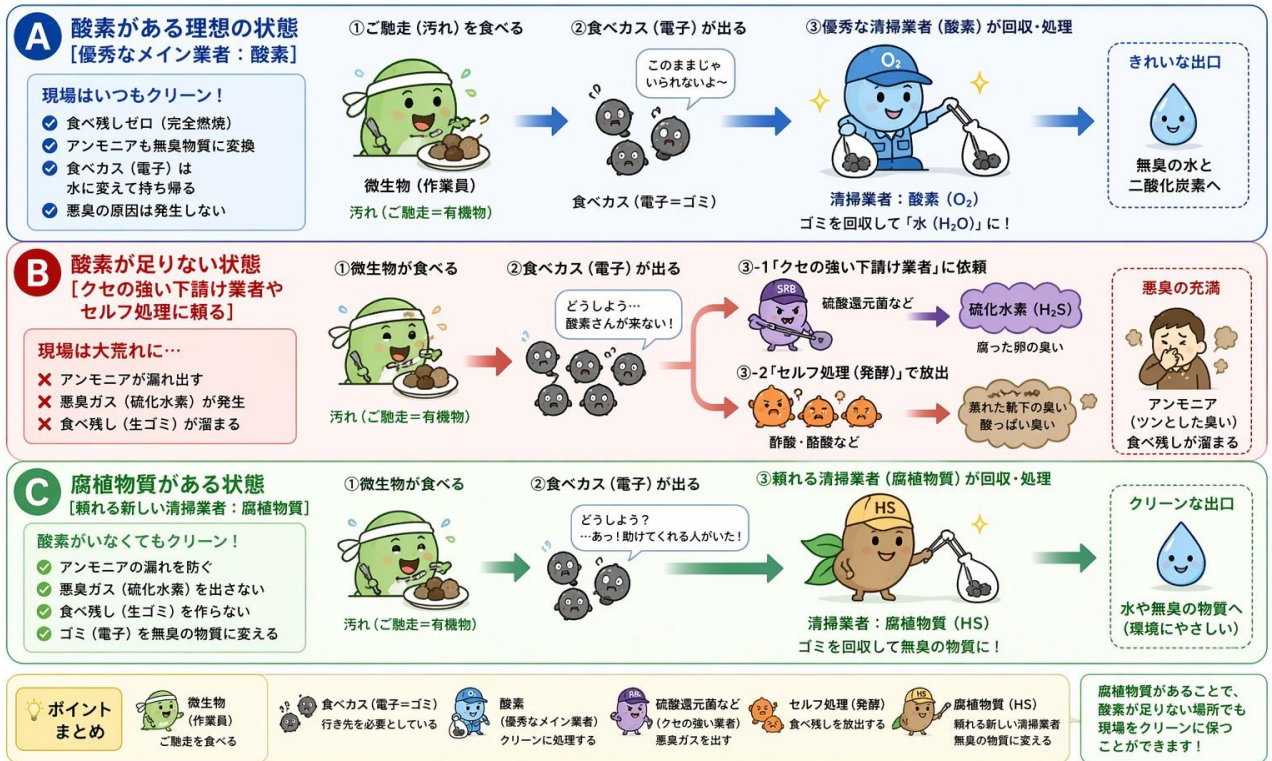
4-3-3. 現場（浄化設備）での役割

実際の廃水処理の現場では、どうしても酸素が届きにくい場所があります。そこに「業者 X」が登場することで、悪臭の元になる硫酸業者の出番をなくし、現場を酸素がいる時と同じくらいクリーンな状態に保つことができるのです。

この清掃業者 X の正体が、自然浄化法リアクターシステムで使用する腐植ペレットと軽石です。腐植ペレットや軽石はリアクターと呼ばれるステンレス製の容器の中で空気による激しい攪拌で細かい粒となり、リアクターの外に出てゆきます。この細かな粒が処理槽内を移動し、汚泥のフロックの中に取り込まれたり、汚泥と共に沈降したりします。フロック内部や沈降した汚泥中には酸素が行き渡らないところで、腐植物質が効果を発揮し、悪臭の発生を抑えていると考えられます。

廃水処理を「清掃業者」にたとえたイメージ

微生物が汚れ（ご馳走）を食べた後に出る「食べカス（電子=ゴミ）」の行き先によって、結果が変わります。



イメージ図 B

厳密にいうと硫酸業者に電子を渡すことができるのは硫酸還元菌のみで、清掃業者 X に電子を渡すことができるのは腐植還元菌と呼ばれる細菌に限られます。腐植還元菌は様々な種類が存在することが知られており、処理槽内に腐植ペレットを添加することで腐植物質を使って嫌気呼吸を行う腐植還元菌を活性化させることで、悪臭の発生を抑えています。そして自然浄化法リアクターシステム®の活性汚泥中にも存在していることを我々は確認しています（詳しくは専門編をご覧ください）。

[▶ 目次に戻る](#)

5. 自然浄化法は活性酸素（ヒドロキシラジカル）を発生させる

自然浄化法リアクターシステム®の汚泥から、ヒドロキシラジカルという強力な活性酸素が生成することを、我々は実験により確認しています。詳しくは専門編をご覧ください。このヒドロキシラジカルは相手を酸化する能力が非常に高く、発生するとすぐに近くの物質と反応します。この酸化能により有機物の分解を促進します。

[▶目次に戻る](#)

6. まとめ

このように自然浄化法リアクターシステム[®]は酸素のない場所で腐植物質を利用して呼吸を行う微生物の活発化とヒドロキシラジカルの発生が、廃水浄化に大きく関与している我々は考えています。

しかし窒素除去が進みやすい点や汚泥の沈降性が良くなることなど、まだ未解明な現象もあるため、さらに研究を進めてまいります。

[▶目次に戻る](#)

※本記事に掲載している一部画像・図は、生成 AI を利用して作成したイメージです。実在の設備、人物、現場等をそのまま示すものではありません。詳細は当社「生成 AI 利用ポリシー」をご確認ください。