バイオソイル脱臭装置の開発*

吉 留 久 夫¹ 春 田 一 吉²

Development of Biosoil Deodorizing Equipment

by Hisao YOSHITOME¹ and Kazuyoshi HARUTA¹

1. NICHIBOH Co., Ltd., Ueno, Taito-ku, Tokyo 110-0005

Offensive odor as well as noise is now an important environment problem to take countermeasures for preservation of environment. In 1988 NICHIBOH Co., Ltd., developed "Biosoil Deodorizing equipment" which utilizes microorganism in deodorizing. This equipment has been effectively used in deodorizing at sewage disposal plants. This system is improved on the defects of traditional soil deodorizing equipment and is free from maintenance in many years. In the field of air pollution purifying, microbiological technology is used only for deodorizing. A benefit of microorganism deodorizing equipment is lower maintenance costs comparing to the other methods such as activated charcoal adsorption and chemical treatment which have the same level of deodorizing performance, and it has no secondary pollution. In order to realize the system, it is important to set conditions for microorganism and to decide which odor components (which type of industry) we apply. In this paper, the odor regulation standards and deodorizing technology, and characteristics of Biosoil Deodorizing equipment and examples of its actual operation are reported.

KEY WORDS: Odor, Microorganism, Biosoil, Soil

1. は じ め に

今日、悪臭は、騒音とともに感覚公害の最たるものとして位置付けられている。

(株)ニチボーにおいては主に下水処理場等の公共施設から発生する臭気を微生物を用いて脱臭する「バイオソイル脱臭装置」を1985～1988年に開発し、1998年3月時点まで約200基の納入実績を数え成果を納めている。

今回開発したバイオソイル脱臭装置は、古来から臭いものを土に埋めると土壌微生物の力で、においがなくなるという先人の知恵を応用・発展させたものである。この土壌微生物を用いた脱臭装置は、現在の悪臭処理の分野で微生物脱臭装置が脚光を浴びる先駆けとなった方法である。一方悪臭以外の大気汚染物質(NO_x , SO_x 等)の除去にはまだ微生物を用いた装置化は行われていない。

本報告では悪臭防止法や悪臭処理技術の概要と今回開発したバイオソイル脱臭装置の概要について述べる。

2. 悪臭防止法と悪臭物質

2・1 悪臭に係わる苦情件数

環境庁が毎年度、都道府県および指定都市に対し、悪臭苦情の

状況や悪臭防止行政の施工状況について報告を求め取りまとめを行っている悪臭防止法施工状況調査¹⁾および動向²⁾によれば、苦情件数は昭和47年(1972年)の21,576件をピークにおおむね減少傾向にあったのに対し、ここ数年11,000件前後で横ばいの状態である。発生源別に苦情件数をみると、1970年代では畜産農業、飼料・肥料製造工場、食料品製造工場と化学工場のいわゆる4大業種といわれる工場に由来するものが総件数の70%近くを占めており、畜産・産業工業型の苦情が多かったものの、その後畜産農業(養豚業、養鶏業)に係わる件数が大きく減少してきており、1985年ごろからは従来の畜産・産業型から都市生活・民生型に苦情対象が変わりつつあった。平成7年度(1997年)の苦情の発生源別内訳をみると「サービス業・その他」が最も多く総件数の26.0%を占め、次いで「畜産農業」で16.2%であった。第3位は「個人住宅・アパート・寮(浄化槽)」の13.1%であり、これに「サービス業・その他」、「下水・用水」、「ゴミ集積場」を加えた都市・生活型の苦情件数が全体の46.2%を占めるに至った。

2・2 悪臭防止法

悪臭防止法は、不快なにおいの原因となり、生活環境を損うおそれのある物質を「悪臭物質」として政令で指定し、工場その他の事業場における事業活動に伴って発生するこれら悪臭物質の排出を規制することにより、生活環境を保全し、国民の健康の保護に資することを目的としている。これらを踏まえ、昭和47年にアンモニア等5物質が悪臭物質として政令で指定され、また昭和51年に二硫化メチル等3物質、平成元年度にはプロピオン酸等4物質、さらに平成5年に有機溶剤関係5物質と脂肪族アルデヒド5物質が追加され、現在22物質が悪臭物質として指定されてい

* 1998年5月15日受付 6月17日受理

1. 正会員 (株)ニチボー 常務取締役

2. (株)ニチボー 環境プラント部 次長

[著者連絡先] FAX 03-3847-7887 (ニチボー・東京支店)

キーワード: 悪臭, 微生物, バイオソイル, 土壌

る。この法律は敷地境界線における規制基準の濃度の範囲（臭気強度表示）を設定しており、都道府県知事および政令指定都市の市長が住民の生活環境を保全するため悪臭を防止する必要があると認める地域を「規制地域」として指定するとともに、濃度の範囲の中から規制基準濃度の設定を行うこととなっている。悪臭防止法に基づく規制地域を有する市区町村は、平成7年度末現在で1,680市区町村で、全国の市数では92.5%，区数では100%，町数では46.1%，村数では21.7%で、全国の市区町村数の51.6%に当たっている。

2・3 悪臭物質と官能

においを持つ物質は有機化合物200万種類の1/5に当たる約40万種類があり、そのうち悪臭として10万種類が人間の嗅覚で判別できるといわれている。これらのにおいの物質は分子状態で空气中に浮遊し、それらが混在した空気を人間が吸うと鼻腔内の嗅上皮の細胞が刺激され、脳に伝達されて感覚として生じる。これらのにおいの物質の分子径は、アンモニアでは0.403 nm、硫化水素では0.438 nm、メチルメルカプタンで0.571 nmであり、酸素の0.360 nm、窒素の0.386 nmと比べると若干大きな分子である。犬の嗅覚は1 m³中に悪臭分子1個が混在していてもにおいをかぎ分け、一方人間の嗅覚も1 ppb以下の濃度でも感知する能力があるといわれている。現在悪臭物質は22物質の規制基準濃度が定められているが、それ以外の物質への機器分析技術の確立はまだこれからであり、それらの悪臭物質も悪臭公害を引き起こすことから人間の嗅覚を用いた悪臭の新しい濃度の評価方法が石黒ら³⁾により開発されてきた。平成8年度からは、「悪臭防止法」に基づき、従来からのアンモニア等の特定悪臭物質の規制に加え、人の感覚による臭気指数規制が臭気強度の値に対応する値として新たに導入された（表1）。この臭気指数は10 × log（臭気濃度）で表したものである（臭気濃度とは現地でサンプリングしてきたガスを何倍新鮮な空気で希釈したら人間の嗅覚が感じなくなるかを人間が嗅ぎ、そのときの希釈倍数で表した値）。人間の嗅覚の誤差を少なくするために複数人のパネラーで、3点の臭袋を嗅ぎ分ける方法をとることから三点比較式臭袋法（官能試験法）と呼ばれている。

3. 悪臭処理技術

3・1 悪臭処理技術の概要と特徴

悪臭処理技術は原理別に大別して、物理学的的方法と化学的方法および生物学的的方法の3方法に分類される（図1）。表2に環境庁大気保全局特殊公害課（現大気生活環境室）が、平成6年3月にまとめた「中小事業所用脱臭技術マニュアル」から引用した悪臭処理技術の概要と特徴⁴⁾を示す。脱臭装置等の公害防止設備は直接生産に結びつかない投資であり、その建設費・維持管理費は安価である必要がある。最も維持管理費が安価な方法は生物脱臭法であるが、その採否は一般に悪臭物質の水に対する溶解度に左右される。トルエン、キシレン等の水に難溶な有機溶剤を含む印刷工場・自動車塗装ブースの排ガスの処理装置には生物脱臭装置は不向きで、燃焼装置が吸着装置が用いられている。生物脱臭法は、悪臭成分が水に可溶で、微生物分解可能な場合に使用される。適応業種

表1 臭気強度と臭気指数との関係

臭気強度	臭気指数の範囲
2.5	10 ～ 15
3.0	12 ～ 18
3.5	14 ～ 21

としては下水・し尿処理場、ごみ処理場、農村集落排水処理場、畜産農業（コンポスト化施設）、飼料・肥料製造工場などがあり、適応成分は浄化槽等から発生する窒素化合物（アンモニア、アミン類）、硫黄化合物（硫化水素、メチルメルカプタン等）、低級脂肪酸類（ノルマル酪酸等）などである。

3・2 生物学的脱臭法

(1) 経緯 微生物を使って脱臭しようとする技術は、1957年米国 Pomeroy 氏が硫化水素の土壤脱臭法の特許を出したのが初めといわれている。日本国内では1967年以降農業機械化研究所（現生物系特定産業技術研究推進機構）の福森⁵⁾が鶏糞のボイラ燃焼時の発生臭気に応用する研究・開発を行ったのが最初である。汚物に覆土すると悪臭の発生が抑制されることは、古くから知られたことである。このような昔からの経験を生かし、福森は黒ボク土という火山灰性腐植土を用いて土壤中に悪臭ガスを通気させる方式の装置化を図った。1970年代は畜産農業の悪臭苦情件数が多い時期であり、畜糞コンポストの脱臭装置として安価で維持管理が容易な方法として各農家へ普及していった。また、1975年ごろには下水処理施設やし尿処理施設での悪臭が問題となり1980年に入りバイオテクノロジーのブームとともに下水処理施設でも土壤脱臭装置の設置例が増えてきた。1990年に入り微生物を活性汚泥菌液から取り出し種々の充填物に固定化した固定化微生物脱臭装置（液相タイプ）が開発され、悪臭除去の分野では維持管理が容易で運転経費が非常に安価な脱臭法として微生物脱臭法が最も注目されるに至った。

(2) 原理 土壤脱臭法の原理は次のようである。悪臭ガスは次の①→③の経過を経て脱臭される。

① 溶解・吸着：悪臭物質のうち溶解性物質は土中水分へ溶解する。また、溶解しイオン化した悪臭物質の大半は正電荷をもつので土中の粒子のマイナス荷電により粒子表面にイオン吸着する。難溶性物質は水分介在のない部位で土壤粒子に物理吸着する。

② 微生物的酸分解：粒子表面に固定化した悪臭物質が、好気的环境下で微生物により酸分解作用を受ける。

③ 溶脱：酸化された物質はマイナス荷電となり粒子表面から反発力をうけ、土中水分に遊離し降雨水等により洗い流され流亡する。

（その他：一部の土中の嫌気部位では嫌気作用が生じ脱窒・脱硫作用が生じる）

図2にアンモニアの脱臭機構を、図3に硫化水素の脱臭機構を示す。アンモニアの微生物酸化は Nitrosomonas 属・Nitrobacter 属に代表されるアンモニア酸化細菌・亜硝酸酸化細菌により行われる。一方硫化水素の酸化は Thiobacillus 属に代表される硫黄酸化細菌により行われる。微生物を用いた脱臭装置では前記

図1 脱臭方式の原理別分類

表2 悪臭処理技術の概要と特徴

脱臭装置		概 要	長 所	短 所
燃 焼 法	直接燃焼装置	・約800℃に加熱し無害の炭酸ガスと水に酸化分解して脱臭。	・広範囲の有機溶剤を脱臭し得る。	・廃熱回収しなければ運転費が高価。 ・NOxの発生。
	蓄熱式燃焼装置	・蓄熱材により熱交換効率(>80%)を高めた燃焼装置。	・中濃度の排ガスは経済的に脱臭し得る。 ・NOxの発生少ない。	・設置スペース、重量大。 ・設備コスト高。
	触媒燃焼装置	・触媒によって200～350℃の低温で酸化分解して脱臭。	・直接燃焼法により運転費が安い。 ・NOxの発生少ない。	・触媒劣化物質が含まれているとき対策が必要。
洗 浄 法	洗浄(吸収)式脱臭装置	・薬剤をスプレーして接触し、化学反応によって脱臭。 ・悪臭物質の種類によって水・酸・アルカリ・酸化材、水溶液等が使用される。	・設備費が安価。 ・ミスト・ダストも同時処理し得る。 ・カズの冷却効果がある。	・排水処理が必要。 ・薬液濃度調整や計器点検等。日常管理がシビアに必要。 ・薬品に対する安全対策、装置の腐食対策が必要。
	回 収 着 法	・活性炭を充てんした複数の塔を切り替えながら吸着し、水蒸気で脱着、冷却凝縮して回収。	・歴史が古く実績大。 ・操作が簡単。 ・高さが低い。	・排水が多量に発生。排水処理が必要。 ・ケトン系溶剤は発火防止対策が必要。 ・水溶性溶剤の回収溶剤は水水分が多量に溶解して薄まる。
吸 着 法	固定床式回収装置	・流動層で溶剤吸着。 ・流動層で加熱脱着。 ・活性炭が循環する、連続回収装置。 ・脱着ガスは窒素。	・排水がほとんど発生しない。 ・ケトン系溶剤も安全に回収。 ・回収溶剤中の水分少。	・装置の高さが高い。 ・風量が大幅変動するときは風量制御装置が必要。
	濃 縮 法	・低濃度の悪臭から悪臭を分離し、小風量に濃縮する装置。	・大風量の排ガスも経済的に処理。 ・装置がコンパクト。 ・保守保全が簡単。 ・作業室の脱臭も可(クローズド化)。	・活性炭劣化物質が多量に含まれるときは不可。
	交 換 式 吸 着 装 置	・吸着剤や酸化剤を充てんし通風。 ・充てん材の効果がなくなれば新品と交換。	・装置費が安価。 ・コンパクト。 ・運転操作简单。	・超低濃度に限定される(濃度が高いと交換費用高価)。
生 物 脱 臭 法	土 壤 脱 臭 法	・悪臭を土壌層に通風。土壌中の微生物によって分解し脱臭。	・運転費が非常に安価。 ・維持管理が容易。 ・土壌の上層は花畑等、緑地に利用し得る。	・処理し得る悪臭物質に制限がある。 ・降雨的に通気抵抗が大きくなり、リークが生じる。 ・広いスペースが必要。
	充 て ん 塔 法	・微生物を付けた担体を充てんした塔に通風し、微生物によって分解し脱臭。	・装置がコンパクト。 ・維持管理が容易。 ・運転費が非常に安価。	・処理し得る悪臭物質に制限がある。 ・微生物の馴致期間が必要。 ・酸性廃液処理が必要。
消・脱臭剤		・悪臭を消・脱臭剤によって感覚的に悪臭をやわらげる。	・簡単に設置でき安価。	・基本的には悪臭物質を無臭化しない。

(出典) 中小事業所用脱臭技術マニュアル。平成6年3月(環境庁委託業務)・(株)臭気対策研究協会

図2 アンモニアの脱臭機構

図3 硫化水素の脱臭機構

した適応悪臭物質の選定とともに微生物の生活環境を整えることが重要で、土中の pH（中性域）、水分（20%以上）、温度（5~40℃）等の至適環境を維持すれば、ある馴致期間を経て原臭成分・濃度に対応した微生物相が優性菌となり、半永久的に脱臭性能が維持される。

4. 脱臭装置の開発

4・1 開発の目的

土壌微生物を利用した土壌脱臭装置は他の脱臭装置と比べると広い設置スペースを必要とするという欠点があるものの、表面を張り芝とすることで場内の環境緑化に寄与できる。また、土壌脱臭装置は他の脱臭装置と異なり、機器類が少なく、活性炭等の吸着剤の入れ替えが不要で、薬品、鋼材、燃料をほとんど必要とせず、省資源・省エネルギーで自然環境ともよく調和する。

従来の土壌脱臭装置は、その脱臭媒体として黒ボク土、またはパーライト、鶏糞等の土壌改良材を添加混合した土壌を用いている。これらの土壌を用いた装置は、降雨時にガスの流通が疎外され通気抵抗の上昇によるガスリークが発生し、経年的な土壌の圧密等により通気・排水不良が生じるため、2~3年に1回程度の土壌の耕転作業や10年ごとに土壌の入れ替え作業を行わなければならない。そこで設置後持続的に高い脱臭効果・通気性・排水性をもつ媒体を開発すれば、上記の問題が解決され安定した運転が可能となるとともに、設置スペースも縮小できる。

以上の観点から、土壌脱臭装置の高効率化、安定化を図ることを目的として特殊脱臭媒体（バイオソイル）を用いた土壌脱臭装置を開発した。

4・2 装置の構成

一般的な装置の構成を図4、図5に示す。悪臭ガスは各発生源からダクトを介し吸引脱臭ファン（FRP製）により集められ、装置の主風導管へ送風される。脱臭装置は屋外地面に設置され、断面構造的には拡散層部と土壌層部の2層からなる。脱臭ファンから主風導管へ送風された悪臭ガスは支風導管からほぼ均等に排出され、拡散層中へ充填する。ガスは拡散層上部に積層された土壌層（厚み500mm）を見掛けのガス流速（LV）5mm/秒、接触時間100秒で通過する。この過程で悪臭物質の除去がなされる。ガスの側方リークを防ぐために底盤・側壁をシート張りとし、底盤には排水管を設置し降雨等の浸出水を排水枘を介し系外へ排出させる。装置の必要設置スペースは、脱臭処理ガス風量1m³/分当たり3.3m²である。

4・3 バイオソイル脱臭媒体

(1) バイオソイルの構成 バイオソイルの原材料は硬質ゼオライト（粒径2~5mm、石見鉾山産）、活性炭（粒径3mm以下の破碎炭）、有機物（ピートモスまたはパーク堆肥）、種菌（黒ボク土または汚泥コンポスト）を一定の配合割合で均一に混練し、水分調整したものである。種菌は容積比で10%を添加している。ゼオライトは塩基置換容量に富むので、その添加により土中のpH変動が緩和されるものと期待される。活性炭は水分保持力が高いため、その添加により微生物の生育に必要な水分の保持が図られる。有機物は微生物増殖のための炭素源として添加している。

(2) バイオソイルの粒径分布 バイオソイルの粒径分布曲線を図6に示す。2mm以上の細礫分は70%である。通常黒ボク土等の土では2mm以下の粒径が80%を占めており、特に粘土・シルト分の含有が高い。

図4 バイオソイル装置の平面図

図6 バイオソイルの粒径分布曲線

図5 バイオソイル装置の断面図

図7 通気実験装置フローシート

図8 土壌種類による通気抵抗値の変化

(3) 土壌種類による通気性の比較(室内実験) 人工降水による通気実験装置を用い経過時間による通気抵抗値の変動試験を行った。装置は図7に示す内寸37 cm×37 cmの透明アクリルカラムに供試土壌を充填高さ30 cmで詰め時間雨量35 mm相当の散水量を与え、下方からガス流速5 mm/秒相当のエアを送りながら土壌下部のチャンバー内の通気抵抗値をU字マノメータで読み取った。供試土壌は黒ボク土、黒ボク土に汚泥コンポスト(30%, 容積比)、ゼオライト(10%)を添加混合した混合土およびバイオソイルである。結果のグラフを図8に示す。黒ボク土を主体とした媒体では100分を経過したところから通気抵抗値の急激な上昇をきたし上部表面は冠水状態であった。バイオソイルでは通気抵抗値の上昇は生じず、毎時70 mm相当降雨でも安定した通気性と、下部から落水があり、通気性・排水性は確実に確保されていた。

4・4 土壌微生物相⁶⁾

下水汚泥のコンポスト製造工程は、水分率約70%の脱水ケーキを種汚泥と混合し、発酵初期水分50~60%で約7~9日間の一次発酵を行った後、約3週間の二次発酵(腐熟)を行い水分率約35%のコンポストを製造する。このとき一次発酵期で高濃度のアンモニアが発生する。その発生ガスを土壌脱臭装置へ約1年間通気させ、通気開始後に3回土壌をサンプリングし土壌微生物相の変化を調査した。装置の仕様は土壌面積200 m²、処理ガス量95.2 m³/分、土壌通過ガス流速=8 mm/秒、土壌堆積高さ500 mmである。調査期間中のアンモニアの発生状況と装置の除去率を表3に示す。なお、各調査季の調査期間は1次発酵期間(7~9日間)であり、濃度は発酵期間の平均である。微生物相の調査項目と使用培地および調査結果のうち通気開始後6か月経過した夏季の結果を表4と表5に示す。通常、乾土1 g中に生息する微生物数は糸状菌で10⁴~10⁵個体、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌で10³~10⁴個体、硫黄細菌で10³個体、脱窒素細菌で10⁴個体程度といわれている。通気開始前において糸状菌、硫黄細菌がやや少ないものの、脱窒素細菌が著しく多かった。これは土壌中に種菌としてコンポストを添加しているためである。平均約180 ppmのアンモニアを連続して通気した結果アンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌が著しく増加し(1,000倍)、その菌数比はおおよそ2:3であった。その他の菌数はほとんど変

表3 アンモニア発生状況と除去率

項目	単位: ppm					平均値
	春季 (昭和60年5月)	梅雨季 (昭和60年7月)	夏季 (昭和60年8月)	秋季 (昭和60年10月)	冬季 (昭和61年2月)	
処理前濃度	189 (140~260)	181 (106~360)	151 (40~480)	140 (40~255)	256 (35~728)	183 (140~256)
処理後濃度	5.7 (1.0~10)	2.7 (0.5~7.5)	4.2 (1.5~6.5)	0.1 (0~0.3)	2.0 (0.7~4.5)	2.9 (0.1~5.7)
除去率(%)	97.0	98.5	97.2	99.9	99.2	98.4

注) () は1次発酵期間の最大・最小値

表4 土壌微生物の調査項目と使用培地

調査項目	計数法	使用培地
糸状菌	希釈平板法	ローズベンガル寒天培地
アンモニア酸化細菌	最確数法	アンモニア酸化細菌計数培地
亜硝酸酸化細菌	最確数法	亜硝酸酸化細菌計数培地
硫黄細菌	最確数法	Pfennig培地
脱窒素細菌	最確数法	Giltay 培地

表5 土壌微生物数調査結果

項目	単位: 細胞数/ g 乾土				
	糸状菌	アンモニア酸化細菌	亜硝酸酸化細菌	硫黄細菌	脱窒素細菌
通気開始前	7.2×10 ³	7.1×10 ³	1.1×10 ³	1.7×10 ²	1.2×10 ⁶
夏季	1.8×10 ⁴	1.1×10 ⁶	1.7×10 ⁶	1.5×10 ²	6.1×10 ⁶

注) ①通気開始前は昭和60年2月、夏季は昭和60年9月

②夏季サンプリング土壌は中層(-20cm)と下層(-50cm)の混合

図9 A処理場の脱臭設備のフローシート

表6 A処理場の脱臭設備の仕様

土壌脱臭設備	土壌面積	24 m ²
	通過速度	LV=10mm/sec
	土壌堆積高	500 mm
	接触時間	50 sec
脱臭ファン	土壌種類	バイオソイル
	型式	半地下式(外壁コンクリート)
	散水方式	手動散水(スプレーノズル)
	型式	シロッコファン(PVC製)
脱臭対象施設	風量	14 m ³ /min
	静圧	50 mmAq
	電動機	0.75kw×200V
	脱臭対象施設	円形最初沈殿池(直径11m) 2池
脱臭風量算定	水面積当たり 4 m ³ / m ² ・h	
設置年	平成元年 3月	
供用開始年	平成元年 4月	

表7 臭気分析試験結果 (A 処理場)

		単位: ppm, 除去率は%				
測定日	項目	NH ₃	H ₂ S	M・M	DMS	DMDS
平成元年	原臭濃度	0.7	0.11	0.017	0.0085	<0.001
5月	処理濃度	<0.1	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.001
	臭除去率	>85.7	>99.5	>97.1	>94.1	—
平成8年	原臭濃度	<0.1	0.038	0.0017	0.001	<0.0009
6月	処理濃度	<0.1	<0.001	<0.0002	<0.001	<0.0009
	臭除去率	—	>97.4	>88.2	—	—

注) NH₃ (アンモニア), H₂S (硫化水素), M・M (メチルメルカプタン), DMS (硫化メチル), DMDS (二硫化メチル), <は定量下限

表8 通気抵抗値の観測結果 (A 処理場)

		単位: mmAq											
平成年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均値
平 1	—	—	—	35	35	30	30	35	35	30	25	25	31
平 2	25	32	20	30	30	24	35	18	10	16	20	20	23
平 3	20	20	25	24	27	25	25	25	18	20	20	24	23
平 4	27	25	29	30	24	20	25	20	20	—	—	—	(24)
平 5	—	—	—	21	22	20	20	23	21	23	24	23	(22)
平 6	23	23	22	23	21	21	22	21	21	21	22	23	22
平 7	25	26	28	26	25	25	22	25	22	25	21	25	25
平 8	25	25	26	—	20	24	26	22	22	25	25	24	24
平均値	24	25	25	27	26	24	26	24	21	23	22	23	24

注) 供用開始平成1年4月、—は欠測

表9 B 処理場の脱臭設備の仕様

脱臭対象施設	最初沈殿池、生物反応槽の1系列 (処理水量 37,500 m ³ /日、二重覆蓋の槽内臭気)
土壌装置仕様	型 式: 半地下式 (底盤コンクリート式) 土壌面積: 392 m ² (14m×28m) 土壌堆積高さ: 400mm 土壌通過速度 (LV): 6.6mm/秒 土壌接触時間: 60秒
送風機仕様	FRP 製 ターボファン 155m ³ /min×230mmAq ×11kw×200v
ダクト仕様	PVC 製 角ダクト, 寸法: 900mm ×400mm ダクト内風速: 7.2m/秒

化がなかった。下水汚泥コンポスト製造に伴う発生ガスはアンモニアが主成分で硫黄化合物 (硫化水素等) がほとんど含有されないため、硝化菌が優性となる。亜硝酸酸化細菌はアンモニア酸化細菌に比べ NH₄⁺ や NO₂⁻ に対する耐性が弱いといわれ、土中に NH₄⁺ が蓄積してくると両細菌数は不均衡となる。今回の調査でアンモニア酸化細菌に比べ亜硝酸酸化細菌数が若干多いことから硝化生成反応がすみやかに行われているものと思われた。

4・5 バイオソイル脱臭装置の設置例 1⁷⁾

A 下水処理場に平成元年に設置した本装置の8年間に亘る調査結果について報告する。脱臭設備のフローシートを図9に、その仕様を表6に示す。

(1) 脱臭性能 脱臭装置の性能を設置直後 (平成元年5月) と7年後 (平成8年6月) に調査した結果を表7に示す。平成8年の調査は最初沈殿池の1槽が空であったため原ガス濃度は低かったものの、設置7年後でも硫化水素において充分な除去率を示し

図10 B 処理場の脱臭設備のフローシート

表10 黒ボク土主体の装置の通気抵抗値 (B 処理場)

		単位: mmAq											
平成年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均値
3年度	—	—	—	184	174	136	210	144	166	156	206	196	175
4年度	186	170	144	182	136	134	156	144	154	156	156	166	157
5年度	156	154	150	160	140	132	150	146	※	※	※	※	149

注) —は欠測、毎月1日の値、平成3年4月供用開始

表11 土壌をバイオソイルに入れ替え後の通気抵抗値

		単位: mmAq											
平成年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均値
5年度	※	※	※	※	※	※	※	※	※	50	52	48	50
6年度	46	44	42	52	48	50	46	40	52	32	40	40	44
7年度	42	44	36	36	42	42	44	44	46	42	44	42	42
8年度	42	40	44	40	40								41

注) 平成5年12月供用開始、B 処理場

表12 人工降水散水時の通気抵抗値 (B 処理場)

単位: mmAq														
時刻	9時	11時	13時	15時	17時	19時	21時	23時	1時	3時	5時	7時	9時	平均値
測定地点	②	6.0	6.8	6.9	7.0	7.2	7.3	7.2	7.0	7.0	7.2	7.3	7.3	7.0
地点	①	42	—	42	—	42	—	43	42	—	—	—	—	43
地点	①	42	—	42	—	42	—	43	42	—	—	—	—	43

ていた。

(2) 通気性 図9のフローシート中の脱臭ファン出口のU字マノメータで装置全体の通気抵抗値を毎日観測した。表8にその毎月1日における抜粋値を示す。設置1年目が高いもののその後一定の値を示しており、安定した通気性の維持が図られている。

4・6 バイオソイル脱臭装置の設置例 2⁷⁾

B 下水処理場では黒ボク土主体の従来型の土壌装置が設置されており、土壌の通気抵抗値の上昇とともにダクトの破損、土壌表面からの臭気の漏洩が発生し管理面で相当な困難が生じていたため、バイオソイル土壌で全量土壌の入れ替えを行った。脱臭設備のフローシートを図10に、その仕様を表9に示す。

(1) 通気抵抗値の比較 土壌の入れ替えを行った前後での通気抵抗値を表10と表11に示す。通気抵抗値の測定地点は図10フローシートに示す建屋内の①地点である。また、この装置は土壌のみを入れ替えたもので、埋設ダクト部、土壌床拡散層部は入れ替えする前後において同一である。土壌入れ替え後において抵抗値は約1/4に低下した。従来型の装置で経年的に抵抗値が下がってきているのは、ダクトの破損を防ぐため土壌に数箇所穴を開け、臭気ガスを大気に強制的に排気していたためである。

(2) 人工降水による通気抵抗値の上昇 降雨による通気抵抗値の上昇を把握するために、装置に常設したスプリンクラーを

図11 B 処理場の土壌表面の風量分布