

⑤ 臭気指数と臭気成分

臭気指数と臭気成分の測定結果を表 III-2-9 および 10 に、測定日ごとの臭気指数結果を表 III-2-11 に、測定日ごとの臭気成分結果を表 III-2-12 に示す。

表 III-2-9 試験結果報告書(類似施設公開実験発酵槽内等投入時の臭気指数)

他社との守秘義務のため非公開

他社との守秘義務のため非公開

他社との守秘義務のため非公開

他社との守秘義務のため非公開

(4) 新たな学術的知見

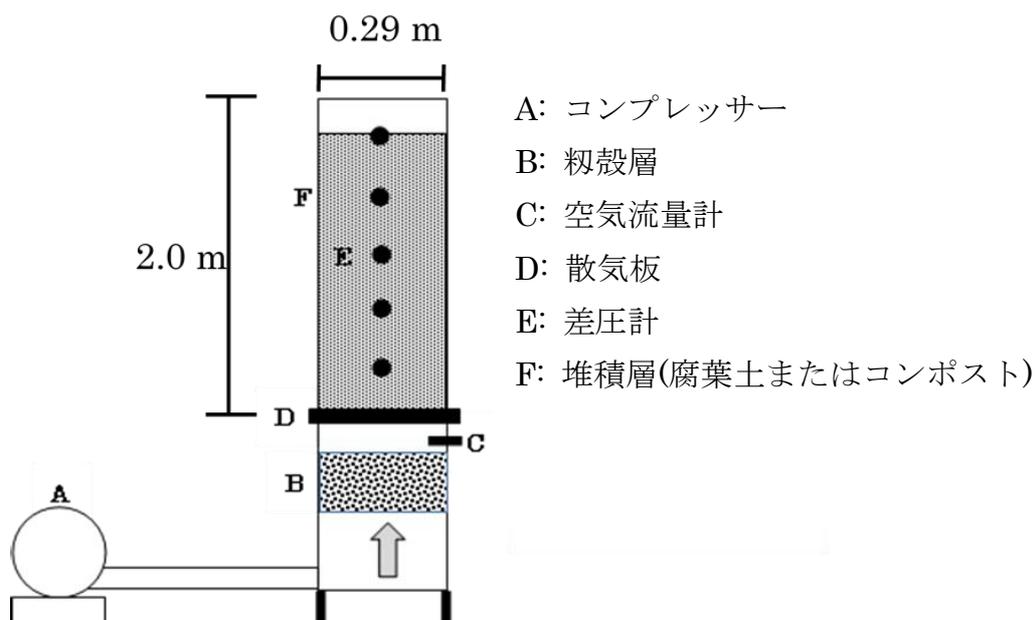
コンポスト化プラントにおける通気操作には、堆積層内部へ酸素供給と堆積物の温度・含水率制御の役割がある。それらの条件を満たす通気量は、理想的に通気が行えることを前提とすれば、物質収支や熱収支から算出することができる。しかし、堆積物内部全体に十分均一な通気が行われないような状況下においては、部分的に嫌気状態が生じて分解率の低下や悪臭発生の原因になる。

どのような条件で通気の均一性が確保できるかをシミュレーションで求めるのは困難である。そこで、実際的な操作条件下での堆積物内部での通気性を実験的に分析した学術的知見(文献 1)を紹介する。

実験方法

1) 実験装置

堆積層内部の通気性を分析するために図Ⅲ-2-7 のような充填装置を製作して実験に用いた。この充填装置は実際のコンポスト化プラントと同様な高さと同様な通気方法であり、送風機からもみ殻・充填物へと通気させた。もみ殻は送風機から圧縮空気を分散させるため、また通気管の目詰まりを防ぐ目的で設置した。また、分散板から 30、90、150 cm に差圧計を設置しており堆積物内部の通気性を垂直方向で分析可能にした。そして、分散板の下に設置した流量計で堆積物を通過する空気の通気量を測定した。



図Ⅲ-2-7 実験装置図

2) 実験手順

本実験では、操作因子によって堆積層内部の通気性がどのような影響を受けるのかを調査するために、堆積物の種類や含水率・通気量を変えて通気抵抗を測定した。堆積物の種類は、実際にコンポスト化プラントで使用されているコンポストと腐葉土を用いた。まず、表Ⅲ-2-13 のように腐葉土とコンポストの層厚さ・含水率・通気量をそれぞれの条件で充填装置に投入して堆積物の通気抵抗を測定した。次に堆積物を充填装置に高さ 1.5 m まで投入して、通気量 600~6000 L/(m²・min)の空気を通気した時の高さ 0~0.3, 0.3~0.9, 0.9~1.5 m における通気抵抗を測定した。

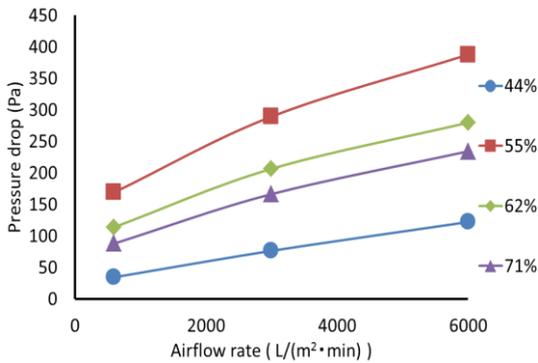
表Ⅲ-2-13 腐葉土およびコンポストに関するデータ

	腐葉土	コンポスト
堆積層深さ m	0.3, 0.9, 1.5	
含水率 %	44, 55, 62, 71	45, 56, 63
通気量 L/(m ² ・min)	600, 3000, 6000	

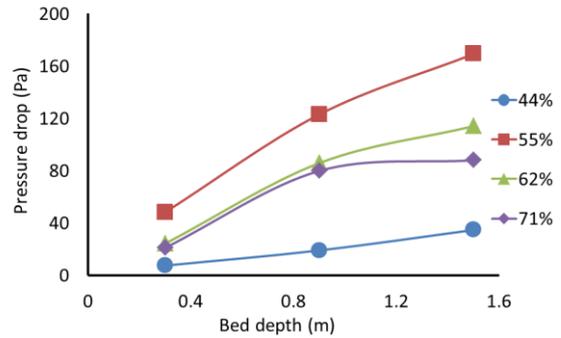
注)通気量は、堆積層断面積(m²)当たりの値

3) 結果・考察

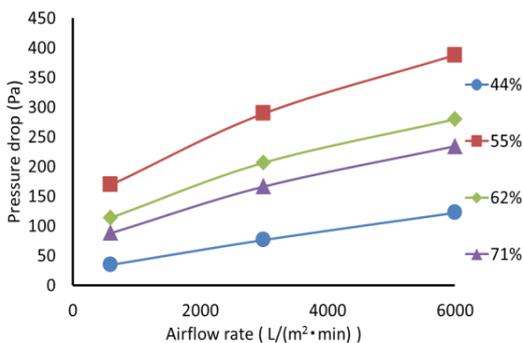
腐葉土層に対する測定結果を図Ⅲ-2-8、9、12 に示す。腐葉土では、通気量の増加に比例して通気抵抗が増加したが、通気抵抗は垂直方向の均一性に影響はなかった。含水率は 44~55 %では含水率の増加に伴って通気抵抗も増加したが、55~71 %では含水率の増加に伴って通気抵抗が減少した。また、含水率 44~62 %では、高さ方向に対してほぼ線形的に通気抵抗が増加していたが、含水率 71%では、高さ方向に対する通気抵抗のグラフが歪曲していた(図Ⅲ-2-9)。これは、腐葉土では含水率 44~62%では均一に通気されているが、含水率 71%では通気が不均一になっていることを示すと考えられる。この現象は何回実験しても同じように観察されるので、再現性と普遍性があると考えられる。これは、含水率の上昇に伴い堆積層内部に空気の流れやすいチャンネルが形成されやすくなり、大半の空気が抵抗の少ないチャンネルを通過することにより起こる、すなわち均一通気が行われていない状況を示すものと考えられる。



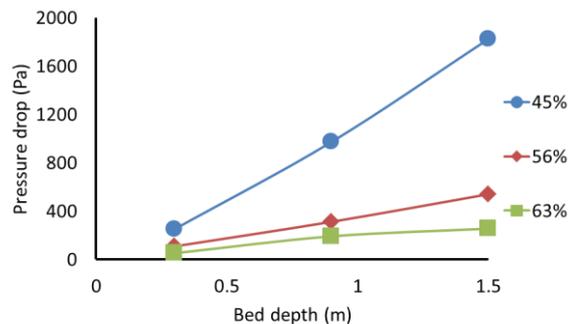
図Ⅲ-2-8 空気流量と圧損の関係 腐葉土



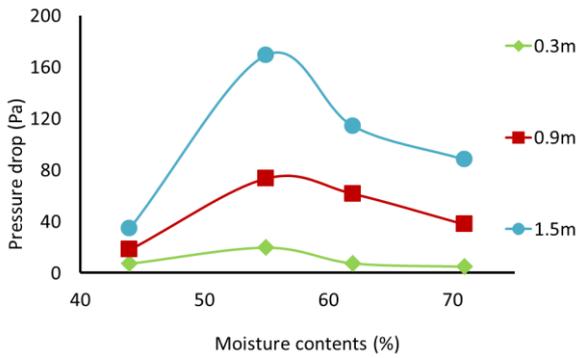
図Ⅲ-2-9 堆積層深さと圧損の関係 腐葉土



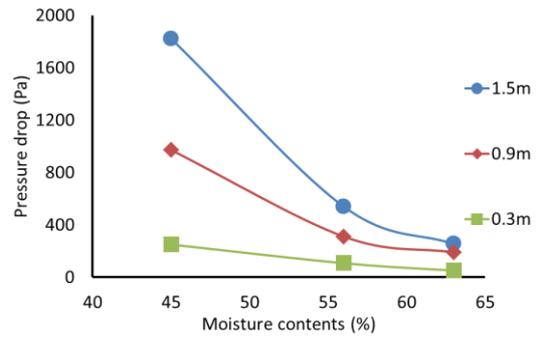
図Ⅲ-2-10 空気流量と圧損の関係 コンポスト



図Ⅲ-2-11 堆積層深さと圧損の関係 コンポスト



図Ⅲ-2-12 含水率と圧損の関係 腐葉土



図Ⅲ-2-13 含水率と圧損の関係 コンポスト

図Ⅲ-2-10、11、13 に示すコンポストでも通気量の増加に比例して通気抵抗が増加したが、通気抵抗は垂直方向の均一性に影響はなかった。しかし、腐葉土の場合と異なり含水率の増加に伴って通気抵抗が一方的に減少した。また、含水率 45~56 %では高さ方向に対して線形的に通気抵抗が増加していたが、含水率 63%では、高さ方向に対する通気抵抗のグラフが歪曲していた(図Ⅲ-2-11)。この結果は、コンポストでは含水率 45~56%では均一に通気されているが、含水率 62%では既に通気が不均一になっている可能性を示すと考えられる(再現性は確認済み)。ただし、ここで用いたコンポストは、篩い後の非常に粒度の小さな製品コンポストであり、実際の堆積層中のコンポストの粒度はもう少し大きいと考えられるので、腐葉土にやや近い結果が得られると考えられる。

以上より、どちらの堆積物でも含水率の上昇とともに通気が不均一化する傾向を示すことが分かったが、堆積物の種類によってその挙動に違いが見られ、通気が不均一化する含水率の範囲が異なっていた。従って、実プラントにおける含水率調整においては、堆積物の種類に応じて、最適含水率の範囲を慎重に設定しなければならないことが分かった。

3. 臭気発生抑制型の運転管理方法

重要な機密情報のため非公開

(2) 含水率管理

重要な機密情報のため非公開

(3) 投入原料の嵩密度管理

重要な機密情報のため非公開

(4) 通気制御

重要な機密情報のため非公開

(5) 温度管理

重要な機密情報のため非公開

(6) 生ゴミ・副資材の混合比設定

重要な機密情報のため非公開

(7) 有機物負荷(単位容積当たりの生ゴミ投入量の管理)

重要な機密情報のため非公開

(8) 攪拌システム

類似施設においては、本施設と同様の攪拌システムが稼働しており、発酵堆肥の団粒化を防ぎ、嵩密度を低く維持することにより、良好な発酵状態が維持されていたことから、本施設でも同様な状態を維持できることを確認した。

なお、学術的知見(文献 1)によれば、攪拌後 1 日程度では、堆積層の嵩密度・含水率等は大きく変化しないので、攪拌は 1 日 1 回で十分と考えられる。

(9) 良質な戻し堆肥の生産

重要な機密情報のため非公開

4. 脱臭能力確認実験

(1) 脱臭システムの導入経緯

当初の脱臭設備は、平成 22 年の計画段階において、メーカーが手掛けた類似施設の発生臭気は比較的軽微で、活性炭による吸着式脱臭塔で充分対応できるとの計画を採用し、吸着式脱臭塔のみの脱臭設備を設置して平成 24 年 8 月に稼働を開始した。

ところが、操業開始後 9・10・11 月と経過するにつれて、排出臭気が次第にひどくなり、施設外への悪臭漏えいが顕著となり、近隣住民からの苦情も多数寄せられるようになった。この間、脱臭剤の噴霧等も実施してみたが、十分な効果を得ることができず、根本的な解決策を講じる必要にせまられた。

そこで、同年 12 月に、スクラバーのテスト機(リッケン製)を場内に持ち込み、近隣住民立会いのもとテストを行った結果、臭気改善の効果が確認できた。更に 12 月下旬に吸着式脱臭塔の活性炭の全量交換を行った結果、一時的に脱臭塔排気の臭気指数は激減したものの翌年 1 月上旬には、活性炭の能力が低下して再び悪臭の漏えいが顕著になった。よって、吸着式脱臭塔のみでは、漏えい臭気の改善は不可能と判断し、薬品洗浄法式のスクラバーの導入を検討することにした。

その後、平成 25 年 1 月から 5 月にかけて、脱臭設備のスクラバー試験機(協和化工製)を実施設に持ち込み、テストを行った結果、アンモニア、トリメチルアミン等のアルカリ系悪臭および有機酸類悪臭の除去には顕著な効果が認められたが、アルデヒド系の臭気に対する効果が低かった。この結果を受け、臭気の強いし尿処理場で一般的に用いられている酸洗浄スクラバーとアルカリ洗浄スクラバーの 2 基を新設し、かつ、二つのスクラバーの間にアルデヒド系悪臭対策として消臭剤を噴霧する装置を設置し、最後に残臭を吸着式脱臭塔で脱臭するシステムに変更することとした。これを第一次改善案と呼ぶ。

同年 3 月と 4 月に実施設において車上型のテスト機を用いて酸洗浄とアルカリ洗浄の脱臭実験を行った結果を、表 III-4-1 および 2 に示す。これらの結果より、出口における各悪臭成分濃度が極めて低く抑えられていることから、臭気対策は十分可能と判断し、(2)に示す新脱臭システムの構成を考えた。

ただし、この第一次改善案による脱臭システムを実際に稼働することはなく、その後、臭気対策の専門家を招聘して、再度検討を行った結果、第二次改善案による新たな脱臭システムを構築することとした。その設備概要は 4.(4)新脱臭システムの構成に、そのシステムの臭気除去性能の実証試験については 4.(5)臭気除去性能の実証に述べる。

表Ⅲ-4-1 協和化工臭気計量書

発行 平成25年 4月 2日

証明書番号 SA-13007



計量証明書

株式会社 イズミ環境殿

御依頼による試料についての濃度に係る計量結果を次のとおり証明致します。

協和化工株式会社 分析センター



濃度に係る計量証明事業登録 埼玉県 第521号
音圧レベルに係る計量証明事業登録 埼玉県 第音13号
〒365-0033 埼玉県鴻巣市生出塚一丁目1番7号
TEL 048-541-3113 FAX 048-540-1148

本社 〒170-0013 東京都豊島区東池袋3-20-15

計量管理者・環境計量士	佐藤友宣
担当者	長山一茂
	塩越圭

 KYOWA KAKO CO., LTD.

1. A棟発酵槽②について

1. 1. 試料採取場所 A棟発酵槽②
試料採取年月日 平成25年 3月26日
試料採取時刻 12:46 ~ 13:51

1. 2. 計量結果

表 1

	単位	1回目	2回目	3回目
アンモニア 入口濃度	volppm	9.7	10	9.3
アンモニア 出口濃度	volppm	0.60	0.42	0.37

※入口濃度は建築物内の空気の為、計量証明の対象外です。

2. B棟熟成・製品槽について

2. 1. 試料採取場所 B棟熟成・製品槽
試料採取年月日 平成25年 3月26日
試料採取時刻 16:15 ~ 17:19

2. 2. 計量結果

表 2

	単位	1回目	2回目	3回目
アンモニア 入口濃度	volppm	13	12	11
アンモニア 出口濃度	volppm	0.54	0.42	0.38

※入口濃度は建築物内の空気の為、計量証明の対象外です。

3. 計量の対象と方法

表 3

計 量 対 象	計 量 方 法
ア ン モ ニ ア	JIS K 0099 7.1 インドフェノール青吸光度法

4. 使用分析機器

分光光度計 (SHIMADZU UV-1700)

【参考】 (以下は、計量証明対象外です。)

(1) 測定条件

(1) - 1. A棟発酵槽②について

表 4

項 目	単 位	条 件	
試料採取時刻	-	1回目	12:46 ~ 13:06
		2回目	13:09 ~ 13:29
		3回目	13:31 ~ 13:51
ガス発生状況	-	通常作業にて	
循環液 pH	-	1回目サンプリング前	6.4 at 14℃
		1回目サンプリング後	6.5 at 16℃
循環液量	L/min	90	
風 量	m ³ /min	20 at 16℃	

(1) - 2. B棟熟成・製品槽について

表 5

項 目	単 位	条 件	
試料採取時刻	-	1回目	16:15 ~ 16:35
		2回目	16:37 ~ 16:57
		3回目	16:59 ~ 17:19
ガス発生状況	-	通常作業にて	
循環液 pH	-	1回目サンプリング前	6.4 at 14℃
		1回目サンプリング後	6.5 at 16℃
循環液量	L/min	90	
風 量	m ³ /min	20 at 16℃	

(2) 測定箇所

図1及び図2に示す入口と出口にてサンプリングしました。

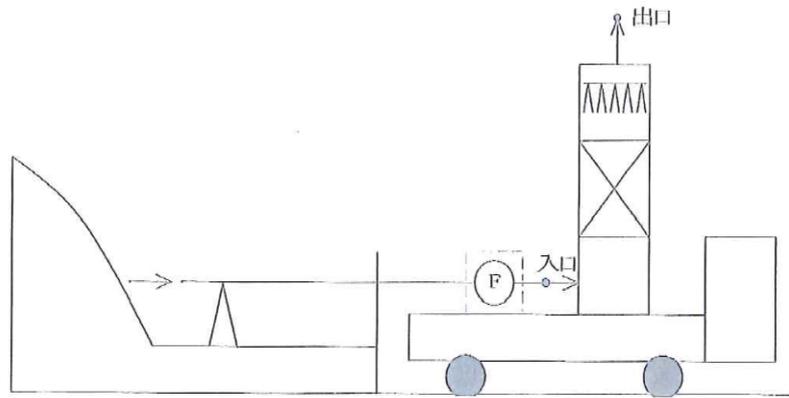


図1 A棟発酵槽

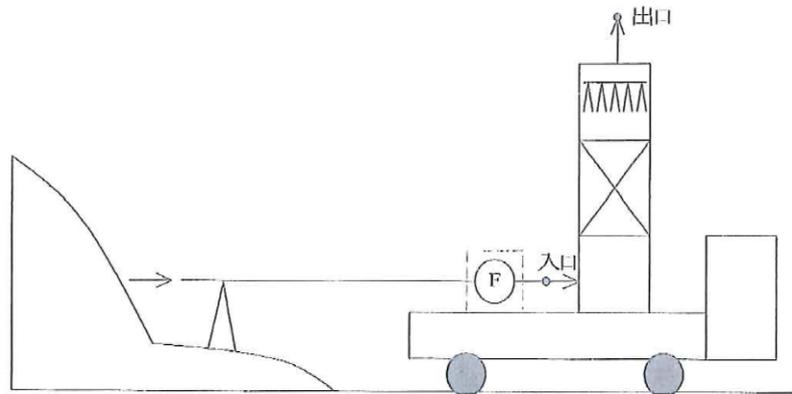


図2 B棟熟成・製品槽

第一設備工業株式会社 殿
株式会社イズミ環境向け 協和化工スクラパー出入口濃度設定

	設計仕様			計算値	当社実績		備考
	原臭 ppm	SC入口 ppm	SC出口 ppm	出口濃度(参考) ppm	SC入口 ppm	SC出口 ppm	
アンモニア	21	-	-	-	-	-	
メチルメルカプタン	0.044	0.044	0.002	6.24296E-05	0.027	0.00051	資料1
硫化水素	0.032	0.032	0.02	3.49521E-05	0.14	0.0007	資料2
硫化メチル	0.054	0.054	0.01	0.008561119	0.054	0.015	資料1
二硫化メチル	0.022	0.022	0.009	7.21597E-05	0.022	0.00067	資料1
トリメチルアミン	0.17	-	-	-	-	-	
アセトアルデヒド	1	-	-	-	-	-	
プロピオンアルデヒド	-	-	-	-	-	-	
ホルムアルデヒド	1.2	-	-	-	-	-	
イソブチルアルデヒド	0.068	-	-	-	-	-	
ホルムアルデヒド	-	-	-	-	-	-	
イソブチルアルデヒド	0.14	-	-	-	-	-	
イソブチロール	-	-	-	-	-	-	
酢酸エチル	-	-	-	-	-	-	
メチルイソブチルケトン	-	-	-	-	-	-	
トルエン	-	-	-	-	-	-	
ステレン	-	-	-	-	-	-	
キシレン	-	-	-	-	-	-	
プロピオン酸	0.1	0.1	0.07	0.001012377	0.1	0.0039	資料1
ホルム酸	0.086	0.086	0.002	0.000634293	0.086	0.0028	資料1
ホルム吉草酸	0.002	0.002	0.002	0.000134983	0.002	0.00023	資料1
イソ吉草酸	0.27	0.27	0.004	0.002239831	0.27	0.0094	資料1

- ※1 本数値は協和化工製スクラパーにおける設計上の設定値であり、数値全てを保証するものではありません
 ※2 本数値はNaOH+NaClO洗浄時における推定値です
 ※3 計算値出口濃度は当社実績データに基づいた計算結果であり保証するものではありません
 ※4 本検討は流入する各成分が互いに干渉せず、また他に干渉を及ぼす同伴ガスの流入がないこととします
 ※5 原臭濃度は4月18日測定結果①②を比較し高い濃度を採用しています
 ※6 硫化水素の原臭濃度はイズミ環境監査分析値の最高値を採用しています

本計量計

発行 平成25年 4月24日
証明書番号 SA-13010

計量証明書

株 式 会 社 イ ズ ミ 環 境 殿

御依頼による試料についての濃度に係る計量結果を次のとおり証明致します。

協和化工株式会社 分析センター

濃度に係る計量証明事業登録 埼玉県 第521号
音圧レベルに係る計量証明事業登録 埼玉県 第音13号
〒365-0033 埼玉県鴻巣市生出塚一丁目1番7号
TEL 048-541-3113 FAX 048-540-1148

本社 〒170-0013 東京都豊島区東池袋3-20-15

計量管理者・環境計量士	佐藤友宣
担当者	佐藤友宣
	長山一茂



KYOWA KAKO CO., LTD.