

16 畜産バイオガスプラントの実証と評価及び指針策定

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○木下 強、前田綾子、加藤大幾

研究期間：平成20年度～30年度 予算区分：県単

1. 目的

畜産バイオマスのエネルギー利用は、畜産業の持続的な発展、循環型社会の形成及び地球環境の保全等に不可欠な課題であることから、家畜のふん尿などをエネルギーとしたバイオガスシステムの実証に取り組む。

平成28年度は、昨年度に引き続きセンター内に整備したバイオガスプラントについて、プラントへの発酵原料投入量、バイオガス発生量、発電量等を調査した。また、肉用牛ふん尿を投入原料としてメタン発酵試験を実施し、ガスの発生効率、消化液の性状、臭気の発生状況等について明らかにする。

2. 方法

(1) プラント稼働状況調査

H28年度までのバイオガスプラントの稼働状況についてデータを収集した。

(2) 肉用牛ふん尿投入試験

0.3立米/日（ローダー1台分）の肉用牛ふん尿を約40日間バイオガスプラントの原料として投入し、設備への影響、ガスの発生効率、消化液の性状について検証した。

3. 結果の概要

(1) プラント稼働状況調査

プラントの稼働状況は表1のとおり。

(2) 肉用牛ふん尿投入試験

0.3立米/日（ローダー1台分）の肉用牛ふん尿を約40日間（実投入27回）バイオガスプラントの原料として投入し、設備への影響、ガスの発生効率、消化液の性状について検証した結果、通常の投入量（乳牛50頭分のふん尿）の10～20%程度の投入量であれば、投入原料全体の水分変動も少なく、長物（乾草等）等による水中ポンプへの負担も生じなかった。また、発生ガス量や消化液の性状（水分以外は分析中）についても、ほとんど変化がなかった（図1）。

[具体的データ]

表1 バイオガスプラントの運転実績

年度	牛飼養頭数	ふん尿 受入量 (希釈液込) (m ³ /日)	食品廃棄物 投入量 (Kg/日)	発酵槽投入 有機物量 (Kg/日)	バイオガス 発生量 (Nm ³ /日)	発電電力量		所内電力 使用量 (東電+プラント発電量) (kWh/月)	電力自給率 (%)
						(kWh/日)	(kWh/月)		
H20年	52.3	5.64	205.2	173.5	99.7	143.7	4,369	21,345	20%
H21年	45.9	5.87	228.4	173.1	104.5	145.3	4,418	20,430	22%
H22年	44.2	5.75	0.0	146.1	74.2	105.6	3,211	21,040	15%
H23年	38.9	4.79	0.0	140.4	74.2	113.3	3,454	18,923	18%
H24年	42.6	4.95	0.0	145.4	86.2	129.0	3,923	20,448	19%
H25年	44.2	4.50	0.0	136.9	83.2	122.0	3,712	20,141	18%
H26年	49.1	4.93	0.0	133.3	79.4	113.9	3,465	19,760	18%
H27年	50.9	5.15	0.0	152.7	80.1	115.7	3,529	20,798	17%
H28年	42.8	4.69	0.0	135.5	72.4	121.4	3,693	39,159	9%

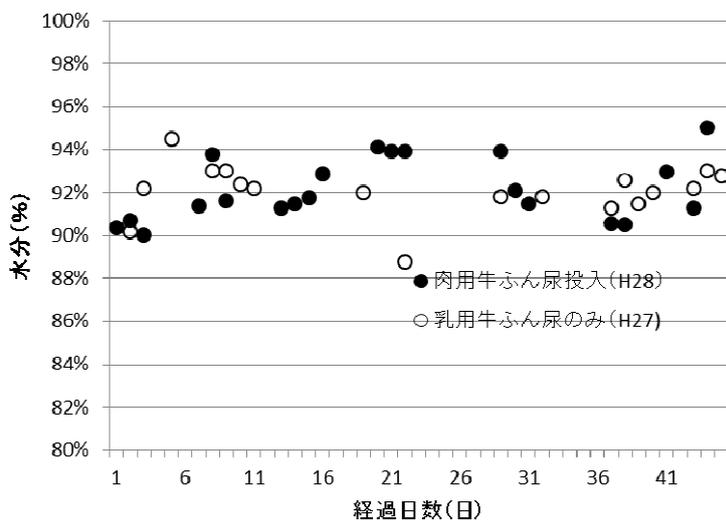


図1 バイオガスプラント投入原料の水分

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

(1) 肉用牛ふん尿の投入割合が高くなる場合は、水中ポンプ等への負荷が懸念されることから、投入限界量について検証する必要がある。

(2) 東日本大震災に伴う東京電力福島第1原子力発電所事故の影響により、再生可能エネルギーの活用や地球温暖化ガス排出量増加が懸念されていることから、引き続きメタン発酵プラントの稼働状況や畜種別ふん尿の有用性について検証する。

1 7 搾乳関連排水処理施設の管理指標の設定及び適正管理方法の確立

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○加藤大幾、前田綾子、木下強

研究期間：平成 26～平成 28 年度（完了） 予算区分：県単

1. 目的

近年、一部の酪農家では、搾乳関連排水処理施設が導入されている。汚水処理施設の管理指標については、すでに養豚における汚水処理施設（以下、養豚処理施設）の管理指標が確立されているところである。しかし、搾乳関連排水処理施設の現地調査を実施したところ、養豚処理施設の管理指標とは異なった管理指標が必要なことが示唆された。

以上の事から、本研究では養豚処理施設の管理指標を参考にした上で、データ記録機能等がある水質関連測定機器を活用し、酪農家自身が容易に管理可能な方法を検討する。

2. 方法

(1) 現地実証試験

- ア 調査対象 回分式活性汚泥法の曝気槽（栃木県内の 2 戸の酪農家 A、B）
- イ 調査期間 約 3 ヶ月間
- ウ 調査項目 曝気槽：ORP、pH、DO
排水：SS、COD、BOD、pH
処理水：SS、COD、BOD、pH、透視度、大腸菌群数
曝気水：MLSS、SV30、

(2) 小規模試験

- ア 調査対象 回分式活性汚泥法のベンチスケール曝気試験装置（有効容積 8L、使用した活性汚泥は現地実証試験を行った曝気槽から採取し、投入する汚水は当センターの搾乳関連排水を用いた。）
- イ 調査期間 次亜塩素酸ソーダ投入前後の約 2 週間（8 月 14 日～9 月 1 日、次亜塩素酸ソーダ投入 8 月 24 日）
- ウ 調査項目 曝気槽：ORP、pH
処理水：SS、BOD、pH
投入汚水：SS、BOD、pH

3. 結果の概要

(1) 現地実証試験

酪農家 A

- ・曝気時間を 4 時間延長したところ、ORP が 100mV 以上で推移するようになった（図 1）。
- ・ORP を指標とし、曝気時間を延長したことによって、処理水の水質が改善された（表 1）。

酪農家 B

- ・調査期間中、曝気槽において曝気時間中の ORP が 100mV 以上で推移していた（図 2）。
- ・処理水の水質は良好であった（表 2）。

(2) 小規模試験

- ・次亜塩素酸ソーダの投入により ORP が上昇した（図 3）。
- ・次亜塩素酸ソーダ投入後の処理水における SS、BOD はいずれも排水基準値を満たさない値となった（表 3）。

[具体的データ]

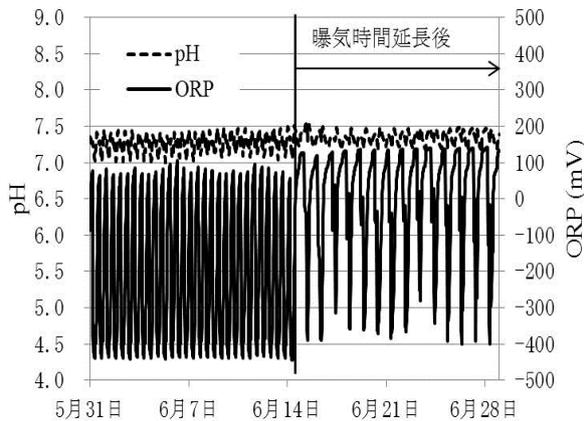


図1 酪農家Aにおける曝気槽でのpHとORP

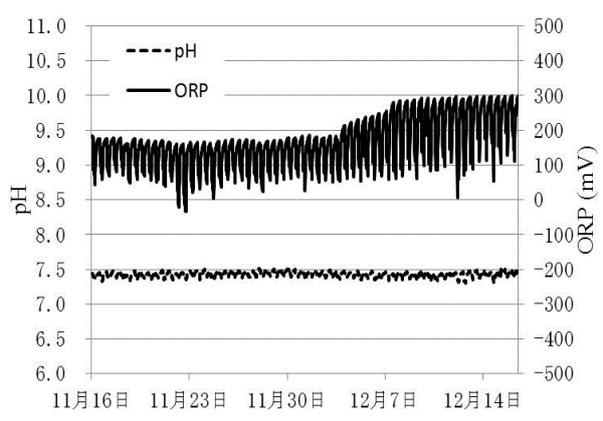


図2 酪農家Bにおける曝気槽でのpHとORP

表1 酪農家Aにおける曝気時間延長による処理水の水質への影響

	SS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	pH	大腸菌群数 (個/cm ³)	硝酸性窒素等 (mg/L)	透視度
延長前	35	116	122	7.6	6,333	4	6
延長後	4	64	12	7.5	250	7	30

表2 酪農家Bの原水及び処理水の水質

	SS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	pH	大腸菌群数 (個/cm ³)	硝酸性窒素等 (mg/L)
原水	4,401	1,928	796	7.80	8,677	13
処理水	13	61	3	7.67	235	3

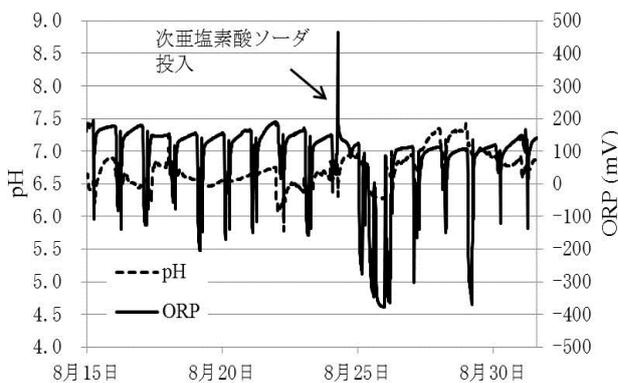


図3 次亜塩素酸ソーダ投入試験における曝気槽のpHとORP

表3 廃棄乳投入前後の小規模試験における処理水の水質

	SS(mg/L)	BOD(mg/L)	pH
投入前	20	51	7.2
投入後	397	220	7.2

4. 今後の問題点

搾乳排水処理施設の曝気槽にORPの測定機器を設置することで曝気槽の状態を把握することが出来ることが示された。

1 8 畜産経営における臭気低減対策の評価手法の確立

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○前田綾子、加藤大幾、木下強

研究期間：平成 28 年度～29 年度（新規） 予算区分：県単・受託（悪臭プロ）

1. 目的

畜産経営に起因する県内の苦情のうち、約 6 割は臭気に関連している。臭気は視覚的に確認できないことから、生産現場ではその対策に苦慮している。そこで、機器の携帯性、測定時間の迅速性、記録機能等の特徴を持つニオイセンサと GPS を組み合わせ、生産現場で臭気対策に取り組む際のツールとなる臭気マッピング手法を開発する。また、現在様々な簡易臭気低減技術が提案されているが、生産現場では、臭気低減技術選定の目安となる効果を示す数値がないため、脱臭剤などの安易な対策に終止している。そこで、作業別の臭気指数（相当値）や臭気の原因となる成分の特徴を明らかにするとともに、各種の臭気低減技術の導入効果を臭気指数等で明確化することにより、生産現場における的確な臭気対策技術の選定の一助とする。

2. 方法

(1) 迅速な臭気マッピング手法の開発

ア 測定項目 GPS ロガーで位置情報(緯度、経度)を測定

畜環研式ニオイセンサで臭気指数(相当値)を測定

イ 測定方法 GPS と畜環研式ニオイセンサを 10 秒間隔で記録しながら畜舎周りを歩く

(2) 農場内で発生する臭気の数値化及び悪臭成分の把握

ア 測定場所 搾乳牛舎(栃木県畜産酪農研究センター内)

イ 測定作業 牛舎内作業

ウ 測定項目 畜環研式ニオイセンサで臭気指数(相当値)を測定(1 分間隔)

検知管でアンモニアを測定

ガスクロマトグラフィで硫黄化合物、低級脂肪酸を表 1 の成分を測定

GC/MS で表 2 の悪臭成分を測定

(3) 臭気低減技術の数値化による評価及び悪臭成分の低減効果把握

ア 測定場所 県内養豚場 2 戸(A 養豚場・B 養豚場)

イ 低減技術 簡易遮蔽壁を設置(図 3)し、内側と外側で臭気を測定

ウ 測定項目 臭気指数(相当値)、アンモニア、硫黄化合物、低級脂肪酸

3. 結果の概要

(1) GPS ロガーと畜環研式ニオイセンサのデータをパソコンに取り込み迅速に視認性の良い農場の臭気分布マップを作成できた(図 1)。

(2) ニオイセンサを搾乳牛舎内に設置し 1 分間隔で測定することにより畜舎内作業別の発生臭気状況が明らかになった(図 2)。

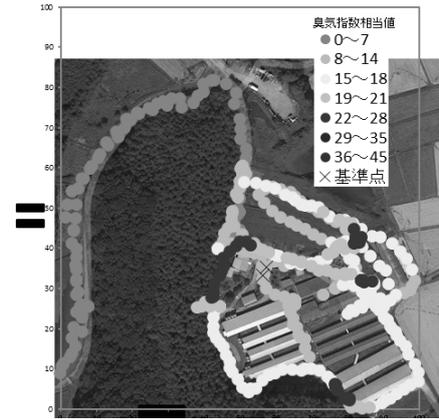
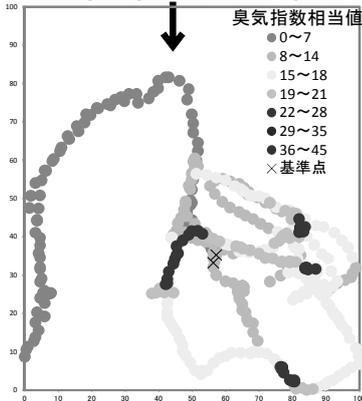
搾乳牛舎内の発生臭気的主要因は、TMR 調製、給餌、バーンクリーナ・スクレーパー稼働時であった。これらの作業は、低級脂肪酸・硫黄化合物の臭気が増加した(表 1)。

TMR 調製、給餌作業は、カプロン酸が発生、給餌、バーンクリーナ・スクレーパー稼働でパラ-クレゾールが発生していた(表 2)。

(3) A 養豚場では、豚舎換気扇排気口側の敷地境界にネット(2mm メッシュ)を設置し、ネットの外側は内側と比較して全ての臭気成分が低減した(図 4)。臭気指数(相当値)では、内側が 16、外側が 8 となった。B 養豚場では、原尿槽にポリカーボネート波板で蓋を設置した結果、蓋の外側は内側と比較して全ての臭気成分が低減した(図 4)。臭気指数(相当値)では、内側が 40 以上、外側が 35 となった。

位置	LAT 緯度	LNG 経度	臭気指数 相当値
1	139.79	36.365	15
2	139.79	36.365	15

エクセルに経度・緯度・
その地点の臭気指数（相当値）
を入力



臭気指数（相当値）に応じて色分けされ
れ散布図が表示される

測定場所の地図を組み合わせる

GPSを使用した臭気分布マップ

図1 GPSログ-及び畜環研式ニオイセンサを使用した臭気分布マップ及び作成方法

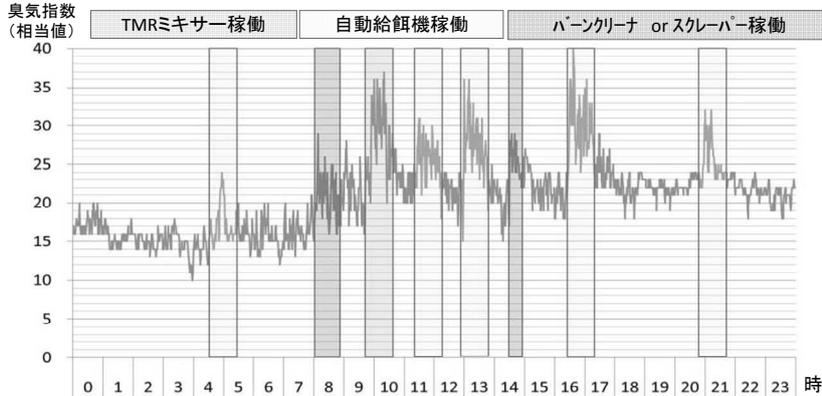


図2 搾乳牛舎内の臭気指数（相当値）の推移

表1 搾乳牛舎内の作業別発生臭気（特定悪臭物質）

悪臭成分名	TMRミキサー	自動給餌機	パ-ンクリーナ
アンモニア	○	○	
硫黄化合物			
硫化水素	○↑	○↑	○↑
メチルメルカプタン	○↑	○↑	○↑
硫化メチル	○↑	○↑	○↑
二硫化メチル	○↑		
低級脂肪酸			
プロピオン酸	○↑	○↑	○↑
イソ吉草酸	○↑	○↑	○↑
ノルマル酪酸	○↑	○↑	○↑
ノルマル吉草酸	○↑	○↑	

※○：臭気強度1以上 ↑：作業後に濃度が上昇

表2 搾乳牛舎内の作業別発生臭気（特定悪臭物質以外）

悪臭成分名	TMRミキサー	自動給餌機	パ-ンクリーナ
イソ酪酸			
カブロン酸	○	○	
フェノール			
pクレゾール		○	○
インドール			
スカトール			

※○：閾値以上

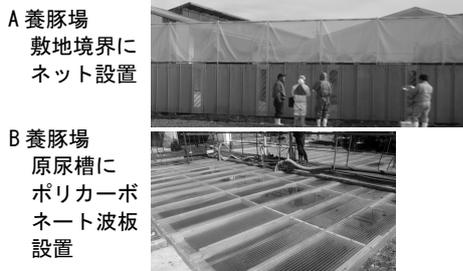


図3 簡易遮蔽壁設置の様子

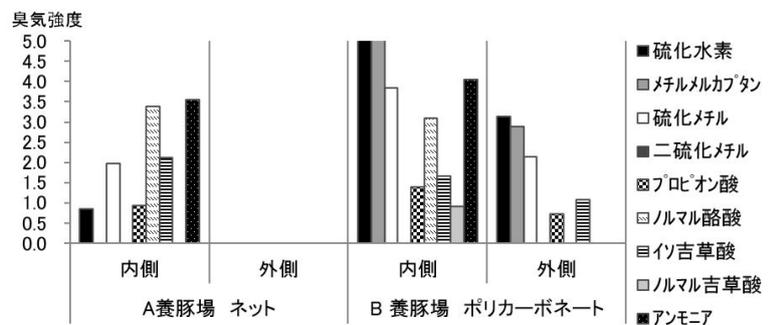


図4 簡易遮蔽壁の効果

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

臭気のマッピングはさらなる改良を行い、農場内で発生する臭気の数値化及び悪臭成分の把握は豚舎で行うとともに気象との関係も調査する予定。

19 家畜ふん堆肥化時に発生する臭気拡散防止技術の開発

担当部署名：企画情報課畜産環境研究室

担当者名：○木下 強、加藤大幾、前田綾子

研究期間：平成27年度～29年度（新規） 予算区分：受託

1. 目的

畜舎や家畜ふん堆肥化施設から施設外に拡散する臭気の多くは粉塵に付着して拡散することが、これまでの研究から明らかになりつつあり、臭気の媒体である粉塵をターゲットとした臭気拡散抑制技術の開発が進められている。

県内の畜産農家には多種多様な堆肥化施設が設置されているが、密閉型以外の堆肥化施設を除き、臭気と粉塵が最も多く発生するのは堆肥発酵中原料の切り返し作業時であると考えられることから、自動機械による攪拌・切り返し作業に特化した臭気や粉塵の発生と拡散を抑制する技術を確立する。

2. 方法

(1) 試験装置の概要

栃木県内でも普及台数が最も多い（約200台）ロータリー攪拌機に水溶液噴霧装置を搭載し、攪拌時に水や水溶液を噴霧することにより、臭気を媒介する粉塵拡散を抑制する。

畜産酪農研究センター内に設置されているロータリー攪拌型堆肥化施設（発酵槽有効長：33m、発酵槽全幅：5m、堆積深さ：50cm）に、農研機構が試作した噴霧装置を搭載し、攪拌時に水を噴霧することにより、臭気を媒介する粉塵拡散の抑制を図る（図1、表1）。

(2) 堆肥化作業時に発生する臭気及び粉塵の実態調査

供試ふん尿は、牛舎から搬出されたスラリー状の乳用牛ふん尿を、スクリーンプレス型固液分離機で分離し、その固形分（日量約1.5t）を堆肥化施設に投入した。なお、堆肥化施設は原料搬入口及び搬出口に送風機を設置して、施設内の空気が一定方向に流れるようトンネル換気した（図1）。また、調査は施設内の温湿度、アンモニア、ニオイセンサ指示値等を測定するとともに、原料や堆肥の水分、灰分、全窒素等を分析した。

3. 結果の概要

(1) 試験時における施設内の平均気温は23℃（16～25℃）、湿度は36%RH（25～50%）であった。

(2) 試作したロータリー型攪拌機搭載の水溶液噴霧装置の動作を確認、設計通りの噴霧量（0.34kg/m²、1.2kg/min）を得た。また、動作試験を行い、アンモニアや臭気指数（相当値）を測定した結果、処理期間が短い原料投入側（東側）で濃度が高い傾向であったが、水蒸気の影響等により噴霧効果については明確にすることが出来なかった（図2、図3）。

(3) 攪拌機投入前後における原料の水分は約75%、搬出口では65%であった。1工程あたりの噴霧量（約50L）から計算される水分の上昇は0.1～0.2%である。また、堆肥化による有機物分解により灰分、全窒素とも搬出口側で高い値を示した（表2）。

[具体的データ]

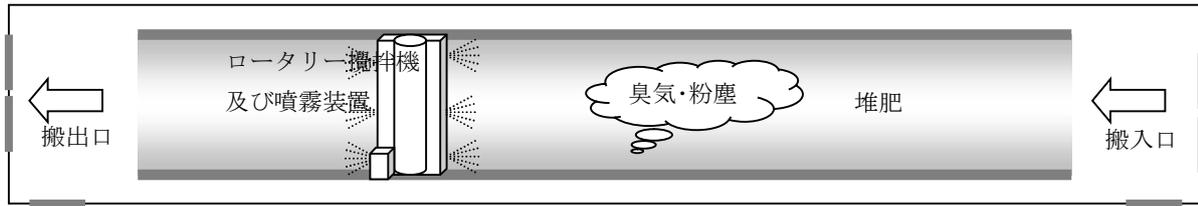


図1 堆肥化施設の平面図及び試作装置の配置図

表1 堆肥化施設の諸元

項目	内容	
建物	施設面積	7.08m × 42.18m = 298.63 m ²
	構造	鉄骨
	屋根材	透明ポリカーボネート
	側壁材	透明P0シート (巻上カーテン付)
発酵槽	有効容積	33m × 5m × 0.5m = 82.5m ³
	構造	鉄筋コンクリート
攪拌機	方式	ロータリー攪拌
	メーカー・型式	(株)岡田製作所 D500-5型
	攪拌機走行速度	1.18cm/s

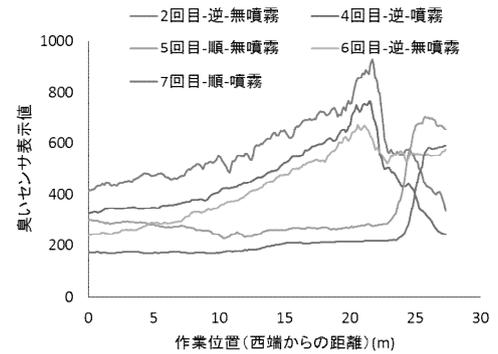


図2 ニオキシドセンサー指示値

表2 投入原料及び堆肥の性状

日時	採取場所	水分	灰分	pH	EC	全窒素
		%	%			
11/1	搬入口側	75.0	6.20	7.31	33.8	0.32
	搬出口側	67.7	8.97	7.58	21.7	0.46
11/4	搬入口側	73.5	5.53	7.41	26.9	0.26
	搬出口側	65.7	8.90	7.71	22.4	0.50

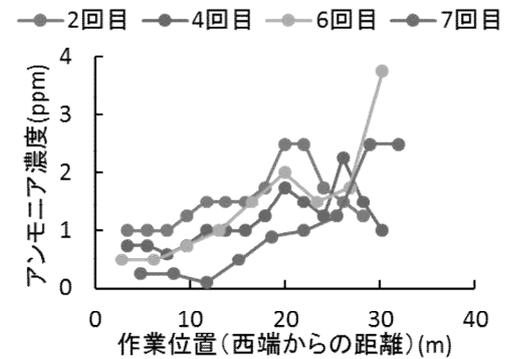


図3 アンモニアガス検知管測定値

4. 今後の問題点と次年度以降の計画

粉塵や臭気抑制効果を高めるため、装置を改良するとともに、粉じんの発生しやすい条件で試験を実施する。