

2015 年度  
研究報告書

半田市における畜産臭気対策の研究

2016 年 3 月

大同大学  
総合情報学科かおりデザイン専攻

光田 恵

## 目次

第1章 研究目的 .....	1
第2章 半田市における悪臭苦情の把握 .....	2
第3章 堆肥化促進剤を使用した堆肥場での臭気測定 .....	9
第4章 堆肥場および牛舎敷地境界線での臭気分析 .....	27
第5章 堆肥乾燥レーンからの臭気のセンサーによる連続測定 .....	33
第6章 結論 .....	38

参考・引用文献

参考資料

# 第1章 研究目的

## 1-1. 本研究の目的

畜産における悪臭問題は、都市開発や人口の増加により畜産経営の適地とされていた地域への住宅進出が起き、畜産農家の間近に住民の生活の場が広がっていることが原因としてあげられる<sup>1)</sup>。畜産経営における主な悪臭の発生源は、家畜が排泄した糞尿である。近年では、農家の多頭羽化（牛・豚・鶏）により堆肥管理の対応がしきれていないため悪臭につながり事態は深刻化しているとも言われている。

そこで本研究では、臭気対策の検討について、愛知県半田市の協力のもと実際に牛舎の実測調査を通して、以下の3項目について検討する。

- (1) 悪臭の拡散状況を確認するため、発生源、敷地境界、約100m地点の臭気測定（臭気指数、臭気濃度）を実施する。
- (2) 堆肥過程で発生する臭気の消臭対策を検討するため、堆肥過程に堆肥化促進剤を用い、消臭効果を検証する。
- (3) 臭気の簡易測定方法を検討するため、臭気指数測定とセンサー値の相関関係を検証する。

## 第2章 半田市における悪臭苦情の把握

### 2-1. 畜産公害について

畜産公害について、石黒ら<sup>1)</sup>は以下のように説明している。従来、日本の畜産は小規模な有畜農業経営であったため、家畜の排せつ物としての糞尿は肥料として循環され、糞尿の処理に困るような事態はまったくなかった。ところが、昭和30年代に入り、わが国の経済の高度経済成長が始まった。一方では所得の向上による畜産物の需要も増大し、他方では他産業従業者と農業生産の選択的拡大が推進された。その際には家畜も大いに推奨された。このような経過と、わが国の農業の特徴である零細土地所有の実態から、昭和30年代後半より、土地との結び付きがきわめて少ない条件下での大規模畜産が進展し、糞尿が大量に排出されることとなったが、その処理方策が確立していなかったため、都市近郊のみならず、農漁林においても、各種のいわゆる畜産公害が社会問題化した。さらに、昭和42年には公害対策基本法が制定され、同45年にはこの法律の改正と関係法律の制定が行われ、排出物などによる畜産公害は法的にも取り上げられることとなった。現在、畜産公害に関する法律としては、水質汚染防止法、悪臭防止法、へい獣処理等に関する法律、大気汚染防止法、廃棄物の処理および清掃に関する法律、騒音規制法などがある。なお実際には最も苦情が多く悪臭問題が6割を占めている。

畜産における臭気発生源については、畜産はくさい（畜産業＝悪臭発生）とのイメージが固定化されているが、畜産業そのものが悪臭を発生させているわけではない<sup>1)</sup>。また畜舎や牛などの家畜から悪臭が発生するわけでもない。悪臭は家畜が排出し続ける糞尿から発生するからである。したがって、適切な処置を行うことができれば悪臭を発生させない家畜業が可能となる。悪臭を発生させない畜産業は理論上可能であっても、現実には一戸当たりの畜産農家から毎日排出される糞尿が膨大であるため、適正処理が困難となり、悪臭発生の原因となっている状況である。

畜産施設における臭気発生の主な場所は、畜舎、糞尿処理・利用施設などがある。前者では臭気ガス濃度が低い処理風量は多く、後者では臭気ガス濃度は高いが処理風量は前者に比べて少ない特徴がある。現状では、後者の高濃度、小風量を対象とした脱臭対策が解決しなければならない急務な問題となっている。

畜産に係わる規制悪臭物質について、表2-1に示した通り、現在では悪臭防止法の中では22物質が悪臭物質として規制対象となっており、畜産においては、22物質の中でアンモニア化合物の4物質、さらにトリメチルアミンと低級脂肪酸の4物質を合わせた10物質が主な対象成分と考えられている<sup>7)</sup>。

表 2-1 畜産に係わる主な悪臭物質と臭気強度別濃度（敷地境界線における臭気規制）

悪臭物質	臭気強度	物質濃度[ppm]			におい
		2.5	3	3.5	
① アンモニア		1	2	5	し尿のようなにおい
② メチルメルカプタン		0.002	0.004	0.01	腐った玉ねぎのようなにおい
③ 硫化水素		0.02	0.06	0.2	腐った卵のようなにおい
④ 硫化メチル		0.01	0.04	0.2	腐ったキャベツのようなにおい
⑤ 二硫化メチル		0.009	0.003	0.1	腐ったキャベツのようなにおい
⑥ トリメチルアミン		0.005	0.02	0.07	腐った魚のようなにおい
⑦ プロピオン酸		0.03	0.07	0.2	酸っぱいようなにおい
⑧ ノルマル酪酸		0.001	0.002	0.006	汗くさい
⑨ ノルマル吉草酸		0.0009	0.002	0.004	むれたくつ下のにおい
⑩ イソ吉草酸		0.001	0.004	0.01	むれたくつ下のにおい

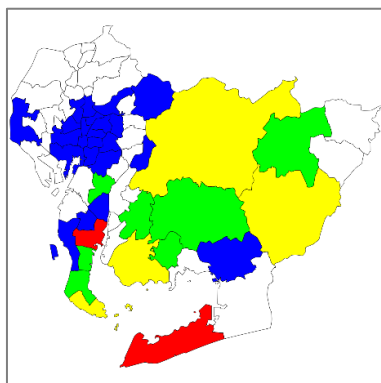
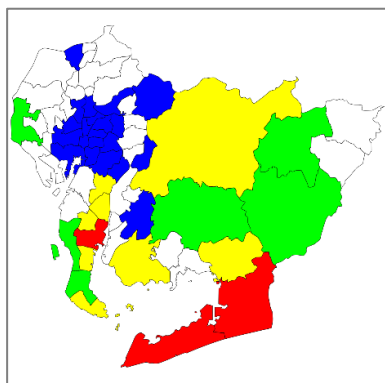
## 2-2. 半田市と畜産業の関係

愛知県半田市は、人口約 12 万人で古くから海運と酪農の町として栄えてきた。名古屋市の南約 30 km 知多半島の中心に位置し、交通の便がいいことから名古屋市のリットタウンとして混住化が進んでいる。また、乳用牛・肉用牛の生産頭数を示した図 2-1、2-2 を見ると明らかに畜産数が多いことがわかる。他にも図 2-3 に示されている豚の生産頭数や、図 2-4 に示されている採卵鶏の生産頭数をみると愛知県内でも畜産数が多いことがわかる。さらに半田市と生産頭数の密度に着目し乳用牛・肉用牛の密度を示した図 2-5、2-6 を見ると愛知県内で最も多いことがわかる。よって半田市は愛知県内でも畜産数が多く密度が高いため糞尿による悪臭につながり事態は深刻化していることが明らかであると言える。

各生産頭数と密度の詳細を表 2-2～2-9 に示す。

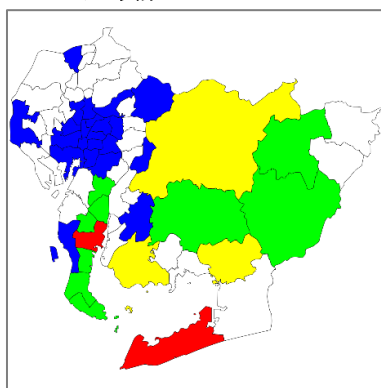
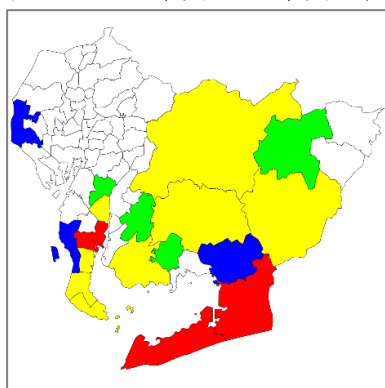
19年度

22年度



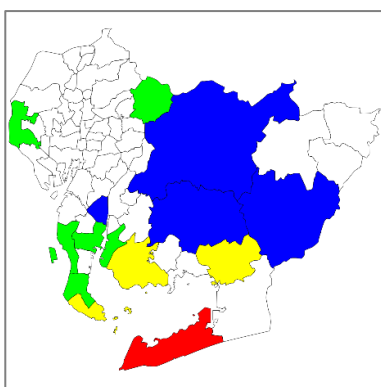
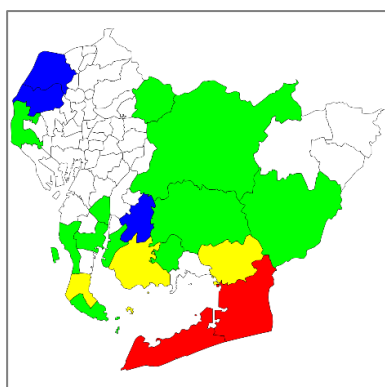
乳用牛生産頭数 (頭数)	
	0~500
	500~1000
	1000~5000
	5000~

図 2-1. 19年度・22年度の乳用牛の生産頭数



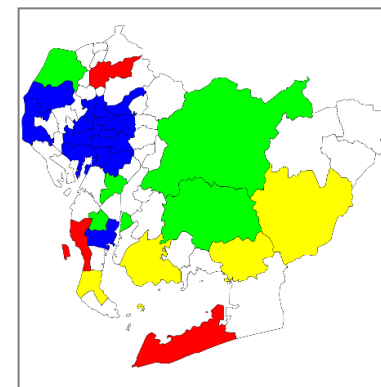
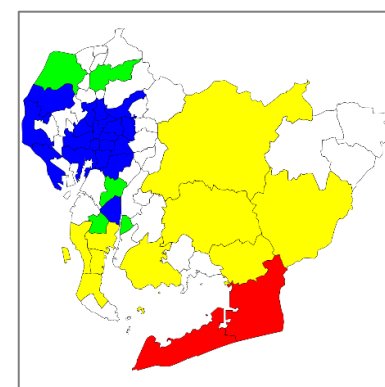
肉用牛生産頭数 (頭数)	
	0~500
	500~1000
	1000~5000
	5000~

図 2-2. 19年度・22年度の肉用牛の生産頭数



豚生産頭数 (頭数)	
	0~5000
	5000~15000
	15000~35000
	35000~

図 2-3. 19年度・22年度の豚の生産頭数

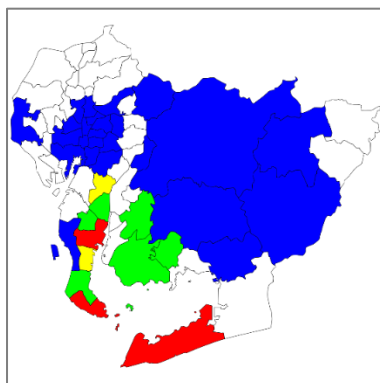
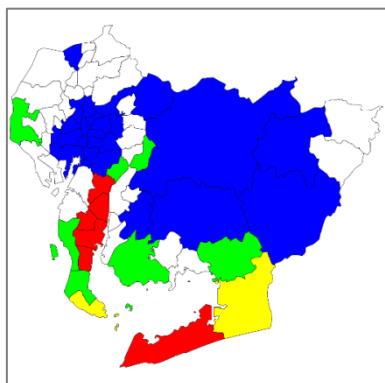


採卵鶏生産羽数 (百羽数)	
	0~1000
	1000~3000
	3000~8000
	8000~

図 2-4. 19年度・22年度の採卵鶏の生産頭数

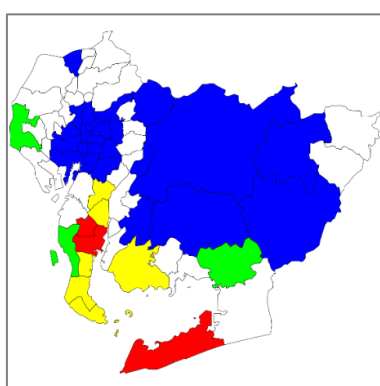
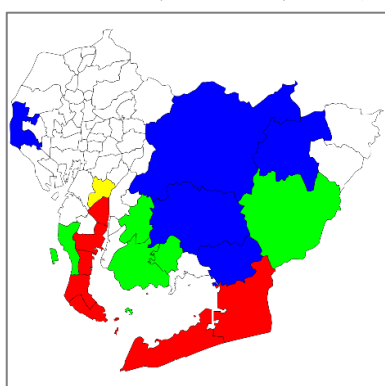
19年度

22年度



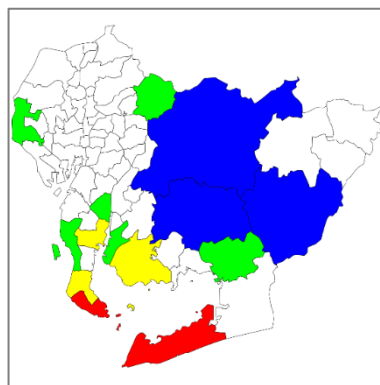
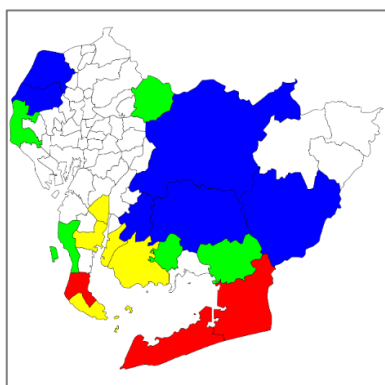
乳用牛密度 (頭数/km <sup>2</sup> )	
Blue	0~5
Green	5~20
Yellow	20~30
Red	30~

図 2-5. 19 年度・22 年度の乳用牛の密度



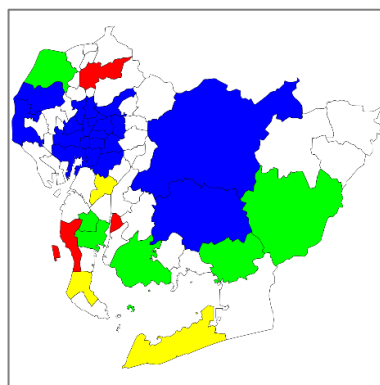
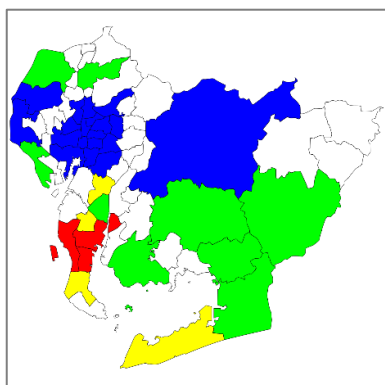
肉用牛密度 (頭数/km <sup>2</sup> )	
Blue	0~5
Green	5~20
Yellow	20~30
Red	30~

図 2-6. 19 年度・22 年度の肉用牛の密度



豚密度 (頭数/km <sup>2</sup> )	
Blue	0~50
Green	50~150
Yellow	150~300
Red	300~

図 2-7. 19 年度・22 年度の豚の密度



採卵鶏密度 (百羽数/km <sup>2</sup> )	
Blue	0~5
Green	5~50
Yellow	50~100
Red	100~

図 2-8. 19 年度・22 年度の採卵鶏の密度



表 2-2 乳用牛生産頭数

平成19年度		平成22年度	
江南市	90	みよし市	54
瀬戸市	170	阿久比町	163
みよし市	200	愛西市	195
豊明市	210	常滑市	230
安城市	220	豊川市	292
名古屋市	370	名古屋市	394
愛西市	620	瀬戸市	426
常滑市	630	東浦町	494
設楽市	720	安城市	611
新城市	870	美浜町	613
岡崎市	910	設楽市	678
美浜町	920	岡崎市	728
南知多町	1050	武豊町	742
豊川市	1140	大府市	864
大府市	1150	幸田町	973
阿久比町	1160	南知多町	1334
東浦町	1190	西尾市	1607
武豊町	1210	新城市	1975
豊田市	2010	豊田市	2084
西尾市	2400	半田市	7916
半田市	5200	田原市	15940
豊橋市	6620		
田原市	6820		

表 2-3 肉用牛の生産頭数

平成19年度		平成22年度	
愛西市	70	江南市	39
豊川市	100	みよし市	125
常滑市	330	瀬戸市	178
大府市	730	安城市	182
幸田町	910	名古屋市	317
安城市	940	愛西市	461
設楽市	970	常滑市	471
岡崎市	1080	岡崎市	592
武豊町	1170	武豊町	626
南知多町	1330	設楽市	641
東浦町	1530	美浜町	746
美浜町	1640	阿久比町	807
西尾市	2100	南知多町	833
豊田市	2410	東浦町	844
新城市	3010	新城市	872
半田市	7120	大府市	967
豊橋市	11900	豊川市	1096
田原市	1960	豊田市	1436
		西尾市	2125
		半田市	5177
		田原市	6665

表 2-4 豚の生産頭数

平成19年度		平成22年度	
稲沢市	660	新城市	3528
一宮市	1440	岡崎市	3681
安城市	4300	東浦町	3910
岡崎市	5110	豊田市	4338
東浦町	5110	碧南市	5051
常滑市	5300	常滑市	6979
新城市	5320	半田市	7211
幸田町	6640	愛西市	7695
愛西市	8440	瀬戸市	9930
瀬戸市	9140	美浜町	12299
半田市	9410	南知多町	15100
碧南市	9500	豊川市	18413
豊田市	9580	西尾市	24180
南知多町	11000	田原市	99984
美浜町	15900		
豊川市	18520		
西尾市	34740		
豊橋市	79200		
田原市	124200		

表 2-5 採卵鶏の生産頭数

平成19年度		平成22年度	
名古屋市	80	名古屋市	47
稲沢市	160	稲沢市	170
弥富市	320	愛西市	925
愛西市	330	半田市	815
東浦町	700	阿久比町	1070
高浜市	1520	高浜市	1454
阿久比町	1640	岡崎市	1865
大府市	1710	大府市	2350
一宮市	2140	一宮市	2474
小牧市	2500	豊田市	2719
美浜町	3300	豊川市	3041
武豊町	3320	美浜町	3600
豊田市	3500	西尾市	4680
豊川市	3740	新城市	5792
西尾市	4840	常滑市	8137
半田市	5430	小牧市	10090
新城市	6700	田原市	10688
常滑市	6840		
岡崎市	7470		
田原市	10200		
豊橋市	12850		

表 2-6 乳用牛密度 (頭数/km<sup>2</sup>)

平成19年度		平成22年度	
名古屋市	1.1	名古屋市	1.2
瀬戸市	1.5	みよし市	1.7
新城市	1.7	豊川市	1.8
豊田市	2.2	岡崎市	1.9
岡崎市	2.4	豊田市	2.3
安城市	2.6	設楽市	2.5
設楽市	2.6	愛西市	2.9
江南市	3.0	瀬戸市	3.8
みよし市	6.2	新城市	4.0
豊川市	7.1	常滑市	4.1
豊明市	9.1	阿久比町	6.8
愛西市	9.3	安城市	7.1
常滑市	11.3	西尾市	10.0
西尾市	15.0	美浜町	13.2
美浜町	19.8	東浦町	15.9
豊橋市	25.3	幸田町	17.1
南知多町	27.5	大府市	25.7
大府市	34.1	武豊町	28.7
田原市	36.1	南知多町	34.9
東浦町	38.3	田原市	84.4
武豊町	46.9	半田市	168.5
阿久比町	48.5		
半田市	110.1		

表 2-8 豚密度 (頭数/km<sup>2</sup>)

平成19年度		平成22年度	
稲沢市	8.3	豊田市	4.7
豊田市	10.4	新城市	7.1
新城市	10.7	岡崎市	9.5
一宮市	12.6	瀬戸市	89.0
岡崎市	13.2	豊川市	114.5
安城市	50.0	愛西市	115.5
瀬戸市	81.9	常滑市	125.5
常滑市	95.3	東浦町	125.7
豊川市	115.2	碧南市	140.9
幸田町	116.6	西尾市	150.8
愛西市	126.7	半田市	152.7
東浦町	164.3	美浜町	265.1
半田市	199.2	南知多町	394.8
西尾市	216.7	田原市	529.6
碧南市	264.9		
南知多町	287.6		
豊橋市	303.0		
美浜町	342.8		
田原市	657.8		

表 2-7 肉用牛密度 (頭数/km<sup>2</sup>)

平成19年度		平成22年度	
豊川市	0.6	名古屋市	1.0
愛西市	1.1	江南市	1.3
豊田市	2.6	岡崎市	1.5
岡崎市	2.8	豊田市	1.6
設楽市	3.5	瀬戸市	1.6
常滑市	5.9	新城市	1.8
新城市	6.0	安城市	2.1
安城市	10.9	設楽市	2.3
西尾市	13.1	みよし市	3.9
幸田町	16.0	豊川市	6.8
大府市	21.7	愛西市	6.9
南知多町	34.7	常滑市	8.5
美浜町	35.4	西尾市	13.3
武豊町	45.3	美浜町	16.1
豊橋市	45.5	南知多町	21.8
東浦町	49.2	武豊町	24.2
田原市	103.8	東浦町	27.1
半田市	150.7	大府市	28.7
		阿久比町	33.7
		田原市	35.3
		半田市	109.6

表 2-9 採卵鶏密度 (百羽数/km<sup>2</sup>)

平成19年度		平成22年度	
名古屋市	0.3	名古屋市	0.1
稲沢市	2.0	稲沢市	2.1
豊田市	3.8	豊田市	3
愛西市	5.0	愛西市	4.4
弥富市	6.6	岡崎市	4.8
新城市	13.4	新城市	11.6
一宮市	18.8	半田市	17.3
岡崎市	19.3	一宮市	18.8
東浦町	22.5	豊川市	18.9
豊川市	23.3	西尾市	29.2
西尾市	30.2	阿久比町	44.7
小牧市	39.8	田原市	56.6
豊橋市	49.2	大府市	69.8
大府市	50.8	美浜町	77.6
田原市	54.0	高浜市	116.7
阿久比町	68.1	常滑市	146.3
美浜町	71.1	小牧市	160.6
半田市	114.9		
高浜市	116.7		
常滑市	123.0		
武豊町	128.6		

## 第3章 堆肥化促進剤を使用した堆肥場での臭気測定

### 3-1. 目的

第2章で述べたように、半田市では畜産による悪臭が問題となっている。そこで本章では悪臭の発生源と考えられる堆肥場で堆肥化促進剤を使用した場合での臭気の測定を行い、その効果の検証を目的とする。

測定は、通常時（以下ブランク）と堆肥化促進剤（モーレスキュー）を加えた時の臭気を採取し、堆肥場の環境測定、嗅覚測定、機器分析の3つの視点から検討する。

### 3-2. 実験条件および実験方法

#### 3-2-1. 試料採取方法

試料採取は、堆肥工程中の臭気が最も強く感じた時に行った。試料採取の高さは地上から1.5mで行った。試料の吸着率を考え、現場臭気でサンプルバックの共洗いを行った後に試料を採取した。官能試験、機器分析を行うために大量の臭気を採取する必要があるため、採取はカセット式採取器三機を使用し、同時に稼働させた。試料採取風景を写真3-1、採取位置を写真3-2に示す。



写真 3-1.採取風景



写真 3-2.採取位置

#### 3-2-2. 試料採取機材

この実験では野外での試料採取に加え、臭気強度が高く臭いが付きやすい。そこで、試料が通過する部分がカセット式で交換可能であり、洗浄が手軽に行え、かつ電池で稼働する、カセット式採取器（DCI-NA：近江オドエアサービス）を用いることにした。試料採取機材を写真3-3、機材の仕様を表3-1に示す。



表 3-1. DCI-NA 型の仕様

形式	DC1-NA型
重量	500g(電池込)
流量(アダプター有)	約35L/min
流量(アダプター有)	約26L/min
出力	1.8W-8000rpm(最大)
吸入口	12Φ(10Φ)
吐出口	10Φ(8Φ)

写真 3-3.カセット式採取器 (DCI-NA 型)

### 3-2-3. 使用した堆肥化促進剤

今回、堆肥化促進剤として豊田通商株式会社が販売している「モーレスキュー」<sup>5)</sup>を実験に使用した。この「モーレスキュー」は、「TAB7 株」という微生物を含んでおり、この微生物の働きにより肉牛に含まれる硝酸イオンを酵素の代わりに利用し、硫化水素・メチルメルカプタンなどの悪臭原因物質を分解することで悪臭の発生を低減することができる。

使用法は 10 m<sup>3</sup>の糞尿に対し、モーレスキュー1 袋 (9.5 kg) を直接散布する。

### 3-2-4. 堆肥場の状態

今回の実験を協力してもらえた堆肥場は縦 75m、横 7m のレーンが 3 つ横に並んでおり、屋根はついているが、側面に壁はなく吹き曝しになっていた。また、各レーン上には、攪拌機と送風機 (以下ブローア) が設置されている、攪拌機は 2 時間で往復するほどの速さで稼働し、ブローアは各レーンに屋根から吊られ、等間隔に 9 機設置されていた。堆肥場の糞尿は毎日新たに加えられており、入れた糞尿が 2 週間で排出されるため、処理が 2 週間を 1 スパンとなる。そのため、実験を行う際には最低でも 2 週間の期間を開けて行う必要があった。堆肥場の設備を写真 3-4、写真 3-5 に示す。



写真 3-4.攪拌機



写真 3-5.送風機(ブローア)

### 3-2-5. 堆肥場での環境測定

試料採取時の環境測定は、堆肥場で風向・風速計を用いて風向と風速の測定を行った。また、温湿度を測定するためにデジタル温湿度記録計（以下、温湿度計）で測定を設置した。環境測定で使用した機材を写真 3-6、写真 3-7 に示す。



表 3-2. OZ-26D-BII の仕様

測定範囲	1.0～40.0m/s
重量	約1300g
測定モード	瞬間風速・平均風速・瞬間最大風速・風程
測定精度	10s/m以下の時: ±1.0s/m以下
電源	単三電池×2本

写真 3-6. デジタルハンド風向風速計 (OZ-26D-BII)



写真 3-7. 温湿度計



### 3-2-6. 被験者について

#### 〔現地〕

堆肥場でのにおいの評価は現地調査に同行した 3 名で行った。順応の影響を考え、堆肥場に着いてから最初に評価を行った。また、においの評価は堆肥場の中央付近で行った。

#### 〔サンプル〕

被験者は、T&T オルファクトメーター試薬を使用した嗅覚テストに合格した男女大学生 6 名である。嗅覚測定は、大同大学 S 棟 S0614 で行った。

### 3-2-7. 臭気指数の算出方法

嗅覚測定法を使用した。嗅覚測定法は人の嗅覚を用いて、臭気を測る方法である。その嗅覚測定法の中の三転比較式臭袋法を用いて、臭気指数した。三転比較式臭袋法とは、容積 3L のポリエステル製の袋（以下におい袋）を用いる。被験者は有臭のにおい袋 1 個と無臭のにおい袋 2 個の計 3 個のにおい袋を渡せられ、3 個のにおい袋の中からにおいがあると思われる袋の番号を回答用紙に回答する。におい袋の付臭は被験者から見えない場所で、3 倍計数によって決めた注入量をシリンジなどで注入する。は、試験試料を無臭空気希釈し人の嗅覚によって臭気の存否を判定し、希釈倍数で表示する方法であり、臭気を複合臭とし捉えられる方法である。

臭気指数は、三転比較式臭袋法により測定された臭気濃度の常用対数に 10 を乗じた値である。

### 3-2-8. 評価項目

被験者には、臭気の感覚評価として、臭気強度、快・不快度、容認性を評価してもらい、臭気質評価としては、質の評価、自由記述を評価してもらった。強度については 6 段階、快・不快度については 9 段階、容認性については 2 段階とした。評価項目に関しては表 3-3～表 3-6、図 3-1 に示す。

表 3-3. 6 段階強度尺度

0	無臭
1	やっと感知できるにおい
2	何のにおいかわかる弱いにおい
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

表 3-5. 2 段階容認性尺度

0	受け入れられる
1	受け入れられない

表 3-4. 9 段階快・不快度尺度

+4	極端に快
+3	非常に快
+2	快
+1	やや快
0	快でも不快でもない
-1	やや不快
-2	不快
-3	非常に不快
-4	極端に不快

表 3-6. 臭気質尺度

		1	2	3	4	5	6	7	
		非常に	かなり	やや	どちらでもない	やや	かなり	非常に	
1	甘い								すい
2	あいまい								はっきりした
3	温かい								冷たい
4	おだやか								つんとくる
5	すどい								にぶい
6	好き								嫌いな
7	水っぽい								油っぽい
8	さっぱり								こってり
9	快適								不快
10	重い								かるい
11	からい								甘い
12	よわい								つよい
13	きれい								きたない
14	澄み切った								ホコリっぽい
15	一時的								永続的
16	生臭い								新鮮な
17	うすい								あつい
18	ありふれた								めずらしい

<においの質について、どのようなにおいがしたか記述してください>

※形容詞(甘い・酸っぱい等)や、具体的なもの・イメージする事など自由に記述してください。

図 3-1. 臭気に対する自由記述

### 3-2-9. 分析方法

#### 3-2-9-1. 捕集管の前処理手順

捕集を行う前にエイジングを行った。80 菅 (ガラスビーズ) はギ酸を  $20\ \mu\text{l}$  注入し、 $250^{\circ}\text{C}$  で窒素を流しながら約 10 分加熱する作業を 1 回行った。また DNPH カートリッジは 1 時間程度常温に置いておいた。

##### (1) 試料捕集管への捕集方法

低級脂肪酸類は試料捕集管へ捕集を行ってから分析を行った。

捕集方法は以下の手順で行った。

- (a) 吸引ポンプ、流量計、試料の入ったサンプリングバックを繋ぐ。
- (b) 吸引ポンプを作動させ、 $1\text{L}/\text{min}$  で試料を試料捕集管へ送る。
- (c) 決められた捕集量を試料捕集管に濃縮する。
- (d) 捕集終了後に捕集管を外し、他物質が付着しないようにシールテープを巻き、栓をした。

##### (2) 液体への捕集方法

トリメチルアミンは、2 連式吸収瓶法を用いて捕集液 (希硫酸水溶液 (1+360)) に捕集を行ってから、分析を行った。

捕集方法は以下の手順で行った。

- (a) 2 つの吸収瓶に捕集液を  $20\text{ml}$  ずつ入れ、繋ぐ。
- (b) 吸収ポンプを作動し、 $1\text{L}/\text{min}$  で試料を決められた量を捕集する。
- (c) 捕集後、ピペットをガラス管に繋ぎ、管内に残っている試料を出す。その後、吸収瓶内の捕集した溶液を保存用の容器に移し替える。
- (d) 2 つの吸収瓶に捕集溶液を  $5\text{ml}$  ずつ入れ、洗浄を行い、その溶液も保存用溶液に移し替え、合計  $50\text{ml}$  とする。

##### (3) DNPH カートリッジの抽出作業

捕集を行った DNPH カートリッジは、抽出作業を行い、液体として保存した。

抽出方法は以下の手順で行った。

- (a) 加熱器に水道水を入れ、水温を  $80^{\circ}\text{C}$  にする。DNPH カートリッジを捕集する 1 時間前に冷蔵庫から出し、常温で放置する。
- (b) 試験管内に硫酸ナトリウムを少量入れ、試験管内、試料前処理用カートリッジ、DNPH カートリッジを繋ぐ。
- (c)  $5\text{ml}$  注射器でアセトニトリルを  $5\text{ml}$  取り、DNPH カートリッジの上部と接合し、アセトニトリルをゆっくりと通過させる。通過後、注射器に空気を含ませ 3 回程度押し出す。



- (d) その後、試験管をロータリーエバポレーターに接続し、試験管を 80°C の水中に入れ、試験管内のアセトニトリルを 50  $\mu$ l (約 1 滴) 程度になるまで揮発させる。  
※ロータリーエバポレーター運転時は、接続してある水道を流し圧力を調節する。
- (e) 1 滴程度になった試料に、酢酸エチルを 2ml 注射器で 1ml 加えて試験管を 250 回程度降った。その後、沈殿物を入れないようにバイアル瓶に移す。

### 3-2-9-2. 測定方法及び条件

#### (1) 検知管による測定方法

アンモニアは検知管で測定を行った。北川式ガス検知管法を用い、検知管は北川式ガス検知管 (アンモニア 0.2-20ppm) を使用し、北川式真空法ガス採取器を用いて、100ml/min で 1 分間吸引した。

#### (2) ガスクロマトグラフ分析計による測定方法

ガスクロマトグラフ分析計 (GC-2014)、島津製作所 (以下 GC)) による測定方法と測定に行う設定条件を以下に記す。

##### ① トリメチルアミン (表 3-7 参照)

サンプリングバッグに採取した試料ガスを希硫酸 (1+360) 溶液で捕集した 50ml から 10ml を試料分解瓶に注入し、水酸化カリウム溶液を 20ml 注入し、4 分間窒素を流しながら液体アルゴンで冷却した試料濃縮管 (品名: U 字管) を通し、被験成分を低温濃縮する。水素炎イオン化検出器 (FID) を備えた GC に試料捕集管を接続し、-150°C になったら加熱導入 (70°C) して定量する。

##### ② 硫黄化合物: 4 物質 (表 3-8 参照)

サンプリングバッグに採取した試料ガスを液体アルゴンで冷却した (-200°C 以下) 試料濃縮管 (品名: U 字管) に捕集し、被験成分を低温濃縮する。炎光光度検出器 (FPD) を備えた GC に試料濃縮管を接続し、-150°C になったら加熱 (70°C) 導入して定量する。

##### ③ 低級脂肪酸類: 5 物質 (表 3-9 参照)

サンプリングバッグに採取した試料ガスを常温で水酸化ストロンチウムを被覆したガラスビーズを充填した試料保管 (80 管) に通し、被験成分を捕集する。水素炎イオン化検出器 (FID) を備えた GC に試料保管を接続し、この試料を加熱し水分を追い出し、ギ酸を 20  $\mu$ l 注入し、加熱導入して定量する。

表 3-7.トリメチルアミンの設定条件

項目	内容
機種	島津GC-14B
サンプル物質名	トリメチルアミン
カラムの種類	GIC+TEP+KOH(15+15+2%)
カラム温度(°C)	80
注入口温度(°C)	150
検出口温度(°C)	130
検出器温度(°C)	FID
キャリアガス	N2(超高純度)
燃焼ガス	超高H2、Air

表 3-8.硫黄化合物の設定条件

項目	内容
機種	島津GC-14B
サンプル物質名	硫化物系
カラムの種類	25%β、βオキシジプロピオニトリル
カラム温度(°C)	70
注入口温度(°C)	150
検出口温度(°C)	130
検出器温度(°C)	FPD
キャリアガス	N2(超高純度)
燃焼ガス	超高H2、Air

表 3-9.低級脂肪酸の設定条件

項目	内容
機種	島津GC-2014
サンプル物質名	脂肪酸系
カラムの種類	GIC+TEP+KOH(15+15+2%)
カラム温度(°C)	220
注入口温度(°C)	250
検出口温度(°C)	250
検出器温度(°C)	FID
キャリアガス	N2(超高純度)
燃焼ガス	超高H2、Air

得られたデータを以下の式により ppm に換算した。

$$C = \frac{22.4A}{1000M \times V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

C : 大気中の検出成分 (ppm)

A : 検出成分の量 (ng)

M : 被験成分の分子量

V : 試料ガス採取量 (L)

t : 試料ガス採取時の気温 (°C) ※25°Cとする

P : 試料ガス採取時の気圧 (mmHg) ※760 (mmHg) とする

### 3-2-9-3. 下限値について

GC には、分析するごとに検出できる濃度の限界値がある。今回は臭気物質 11 種類を対象に、定量下限値を求めた。定量下限値の算出方法として、標準液をそれぞれ希釈し、検量線を作っていた。検量線を作成することが困難となる量まで、希釈した標準液の分析を行った。その最低量を検出最低値として、下限値を算出した。

### 3-2-9-4. 検量線について

検量線は測定物質それぞれの標準液を注入し、2点検量線で行った。

### 3-3. 実験結果および考察

#### 3-3-1. 採取時の環境測定結果

測定日、外気の温度湿度、風向風速を表 3-10 に示す。10 月 13 日と 28 日は堆肥化促進剤を使用した。

表 3-10.環境測定結果

測定日	温度	湿度	風向	風速
8月27日	28.4℃	60.00%	—	0m/s
10月13日	21.7℃	58.70%	南西	1.0m/s
10月28日	22.4℃	56.00%	北西	1.5m/s
1月19日	6.3℃	37.50%	西	3.0m/s

#### 3-3-2. 嗅覚測定法の結果

8 月 27 日に採取した臭気を A、10 月 13 日に採取した臭気を B、10 月 28 日に採取した臭気を C、1 月 19 日に採取した臭気を D とする。現地で評価したものを「現地 A」、「現地 B」、「現地 C」、「現地 D」と表し、大学で官能試験を行ったものを「サンプル A」、「サンプル B」、「サンプル C」、「サンプル D」とする。臭気 B と C は堆肥化促進剤を使用した。

##### (1) 臭気指数・臭気濃度

表 3-11、図 3-2 に結果を示す。8 月 27 日の未使用時と堆肥化促進剤使用時の結果をみても、臭気指数の低下がみられる。しかし、冬季の 1 月 19 日の未使用の方が 10 月の使用時より低い値を示しており、現場の温度湿度の方が堆肥化促進剤よりも臭気の発生状況に大きな影響を与えていると考えられる。

[サンプル]

表 3-11.臭気指数・臭気濃度

	8月27日	10月13日	10月28日	1月19日
臭気指数	49	42	44	34
臭気濃度	79000	16000	25000	2500

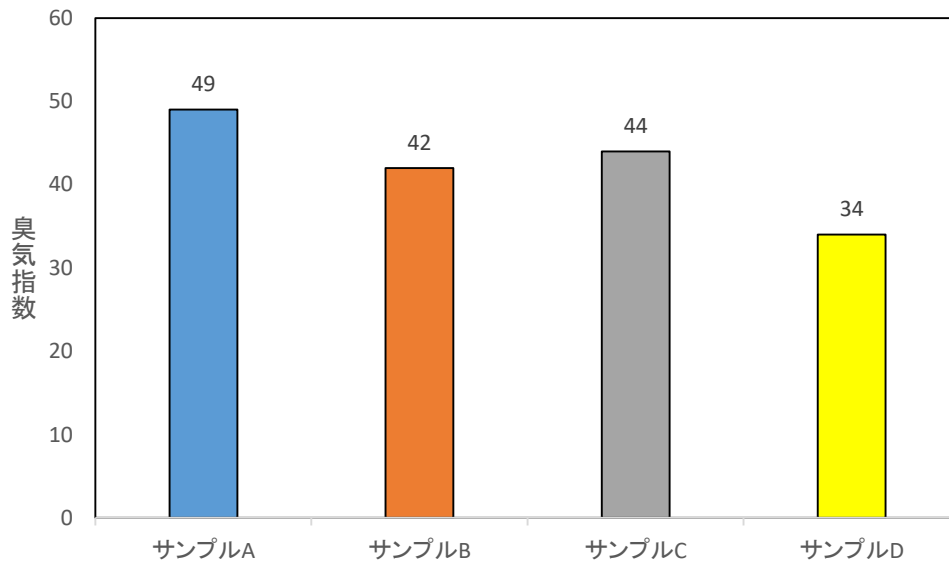


図 3-2.臭気指数

(2) 臭気強度

図 3-3 に結果を示す。現地での評価結果をみると、促進剤使用前後で変わらず 4.3~4.7 の値となった。堆肥化促進剤の使用の有無にかかわらず、臭気のレベルが高すぎるために現地の臭気強度、快不快度、容認性に変化がみられなかった。

[現地]

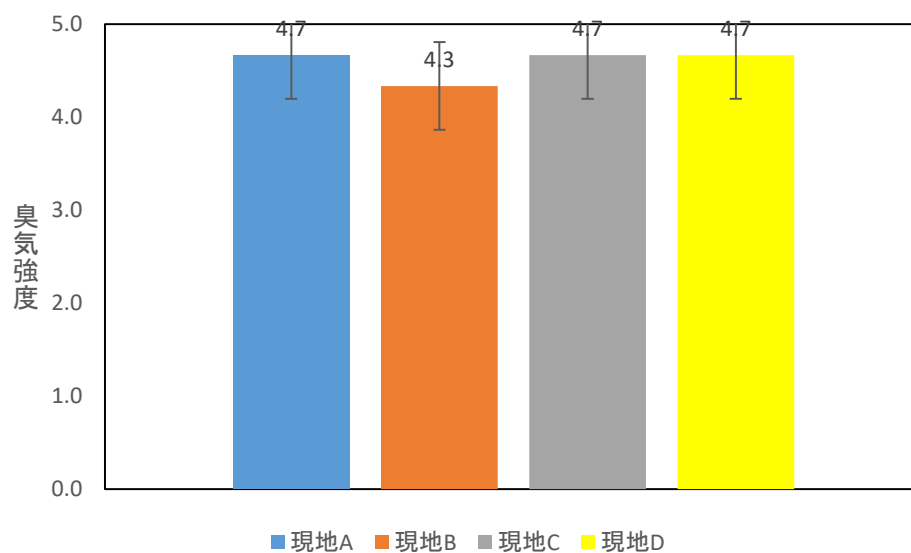


図 3-3.現地臭気強度

### (3) 快・不快度

図 3-4 に結果を示す。現地での結果をみても臭気強度評価と同様に促進剤使用前後での結果に変化はなかった。

〔現地〕

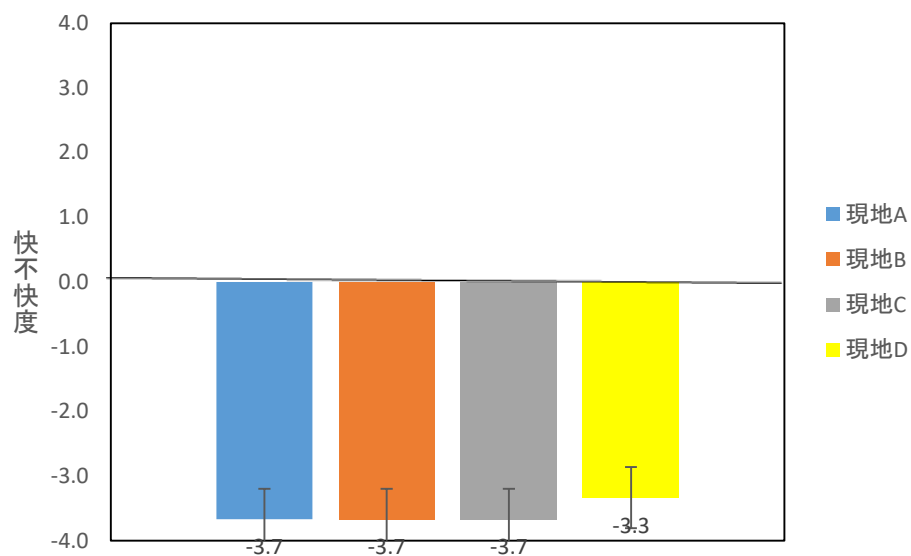


図 3-4.現地快・不快度

### (4) 容認性

図 3-5 に結果を示す。現地での結果はすべて“容認できない”となった。

〔現地〕

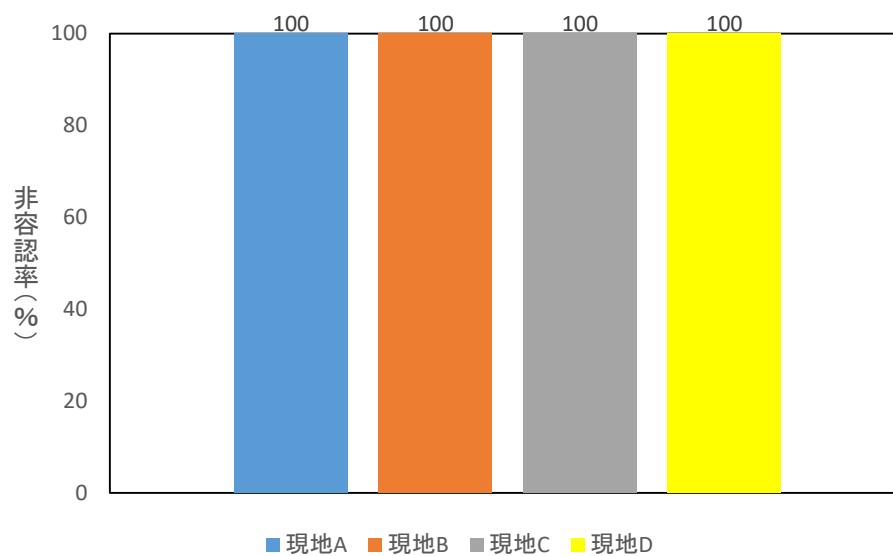


図 3-5.現地非容認率

(5) 臭気質評価

臭気質評価をわかりやすくするために、形容詞ごとに分類分けをした。臭気質評価分類分け一覧を表 3-12 に示す。現地の臭気質評価を図 3-6、図 3-7 に示し、サンプルの臭気質評価を図 3-8、図 3-9 に示す。

現地での評価から共通してみられるのが“こってり”や“嫌いな”、“不快”、“つよい”、“つんとくる”、“汚い”、“生臭い”といった評価が高く、サンプルでの評価でも“嫌いな”、“不快”、“汚い”が共通していた。このことから、しつこく受け入れにくいにおいだということが明らかになった。

さらに分類分けをすると“生活”と“動物”の評価が特に不快側に偏っており、生活をしていくうえで適さないにおいということが明らかとなった。

表 3-12.臭気質評価 分類分け一覧

甘い	からい	水っぽい	さっぱり	冷たい	好き	快適	かるい	よわい	一時的	あいまい	おだやか	にぶい	うすい	ありふれた	きれい	澄み切った	新鮮な
食				生活						差異				動物			
すい	苦い	油っぽい	こってり	温かい	嫌いな	不快	重い	つよい	永続的	はつきりした	つんとくる	するどい	あつい	めずらしい	きたない	ホコリっぽい	生臭い

[現地]

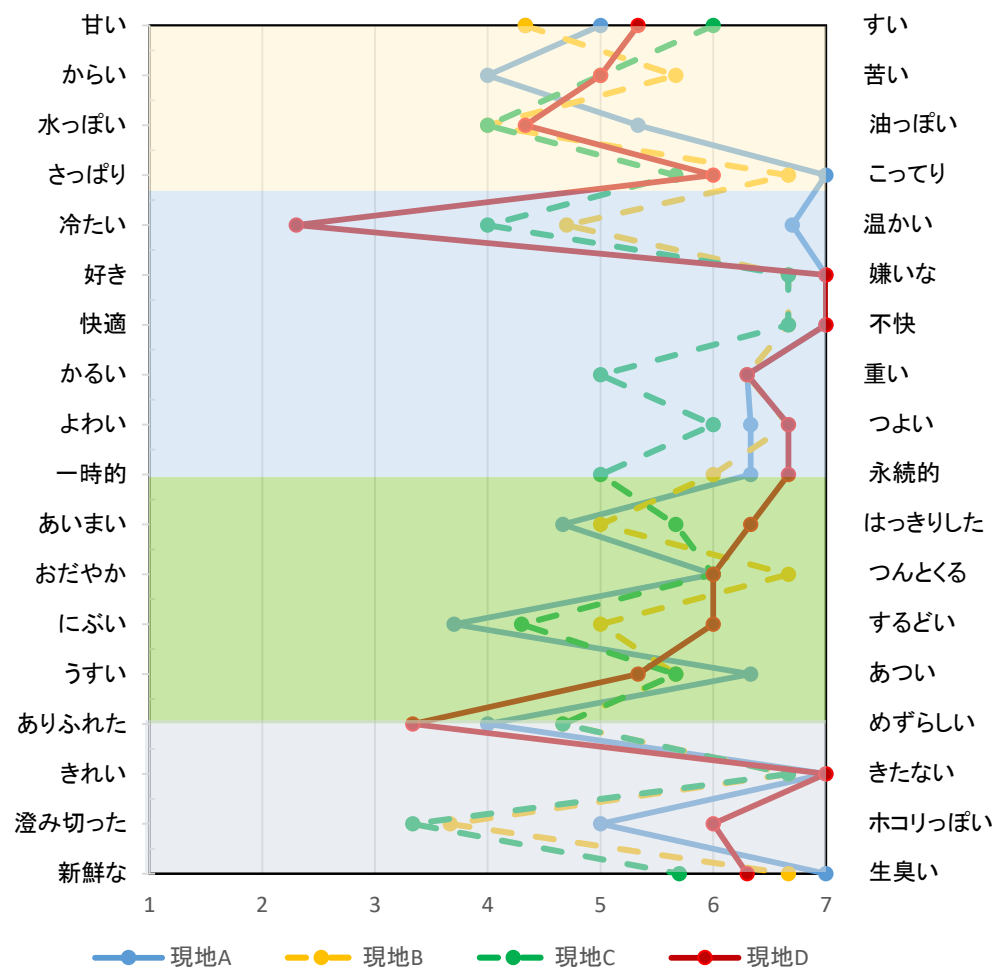


図 3-6. 現地での臭気質評価



8月27日自由記述

- ・つんとくるときとこないときがある
- ・チーカマのよう
- ・生暖かい
- ・発酵したにおい
- ・人のフンの臭い

10月13日自由記述

- ・生臭い、吐き気がする、温かい、湿った感じ
- ・通常の平和牧場
- ・強い発酵臭とフン臭

10月28日自由記述

- ・牧場のにおい
- ・アンモニアのようなおい
- ・鼻につくにおい
- ・草のにおいが強い
- ・よく飛びそうなおい（メタン系？）

1月19日自由記述

- ・糞尿
- ・アンモニア
- ・冷たい印象
- ・重い
- ・刺激的

図 3-7.現地での自由記述

[サンプル]

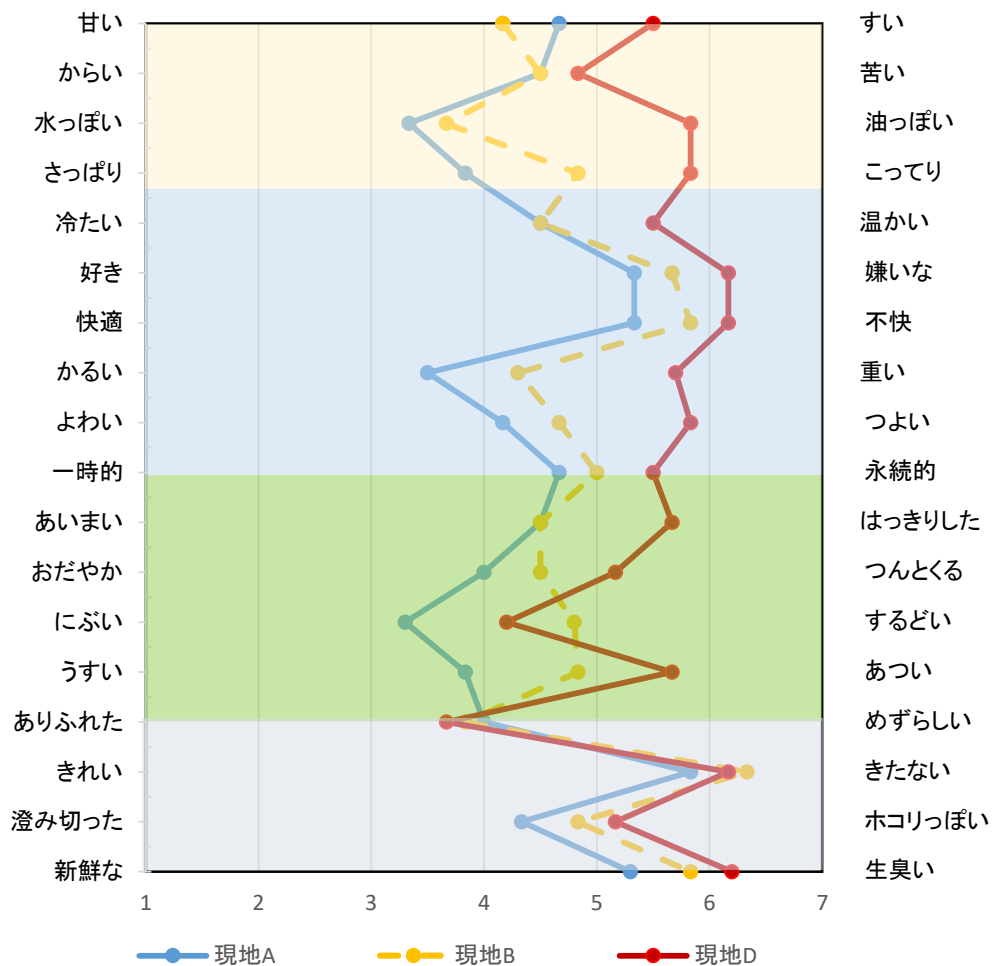


図 3-8. サンプル臭気質評価

8月27日自由記述

- ・のどかなにおいを感じた。少しすっぱい。
- ・生ごみ。じめじめした感じ。嫌い。
- ・フン臭い。臭い。汚い。ぼわっとしている。ゆで卵。
- ・酸っぱいにおい。草。
- ・肥料。牛舎のにおい。生き物のにおい。ツンとくる感じ。
- ・土のような臭い。

10月13日自由記述

- ・都市ガスのような玉ねぎが腐ったようなにおい
- ・尿のようなにおい。透明感がある。酸味がある。すっきりした感じ。
- ・田舎のような感じ。こってりしたにおい。何度嗅いでもインパクトが弱くならない。
- ・どっちかと言えば不快なにおい。
- ・鼻に残るにおい。臭い。
- ・生臭い。酸っぱさも少し感じた。バナナの甘いにおい。湿った感じ。

1月19日自由記述

- ・こってりした重いにおい。乾いた土のようなにおい。
- ・動物の糞便臭が強烈。
- ・化粧。
- ・尿。酸っぱい。生ごみが発酵したにおい。
- ・草。牛。家畜臭。水にぬれた犬のにおい。
- ・下水処理場のにおい。

図 3-9. サンプル自由記述

### 3-3-3. 分析結果

分析結果を表 3-13 に示す。促進剤の使用前後で比較すると、促進剤を使用していない 8 月 27 日の分析結果では、硫化水素、酢酸が高い値を示しているために、閾希釈倍数の合計値が高くなってしまっている。堆肥化促進剤を使用した 10 月 13 日と 10 月 28 日で閾希釈倍数の合計値に大きく差がついてしまったのは堆肥工程の糞尿の発酵具合によるものであると考えられる。臭気成分濃度が低い値となった 10 月 28 日の糞尿はまだ追加したばかりの新鮮なものであり、臭いの発生が少なかったと考えられる。図 3-7.の現地での自由記述からも 10 月 28 日は“草のにおいが強い”や“牧場のにおい”と糞尿の発酵臭とは異なる記述が見受けられる。

表 3-13.堆肥場内の臭気成分

物質名	物質閾値(ppm)	8月27日		10月15日		10月28日		1月19日	
		濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数
硫化水素	0.00041	8.7455	21330.466	0.8755	2135.463	ND		2.047	4992.927
メチルメルカプタン	0.00007	0.0088	125.806	0.0119	169.643	0.0021	30	0.144	2051.429
硫化メチル	0.003	0.0048	1.584	0.0028	0.937	ND		0.005	1.633
二硫化メチル	0.0022	ND		ND		ND		ND	
プロピオン酸	0.0057	0.0024	0.420	0.0046	0.811	0.0011	0.193	0.001	0.123
ノルマル酪酸	0.00019	0.0002	1.004	0.0017	8.753	0.0006	3.158	<0.0003	
イソ吉草酸	0.000078	0.0002	1.948	0.0013	16.667	0.0003	3.846	0.0001	1.282
ノルマル吉草酸	0.000037	0.0001	2.564	0.0012	31.351	0.0003	8.108	ND	
酢酸	0.006	99.6343	16605.721	0.0120	2.0	0.0067	1.117	0.0001	0.017
トリメチルアミン	0.000032	0.0010	31.750	0.0090	279.688	0.0005	15.625	ND	
アンモニア	1.5	4.9	3.267	8.5	5.667	6.0	4.0	2.0	1.333
閾希釈倍数合計			38104.5		2651.0		66.0		7048.7

### 3-4. まとめ

堆肥化促進剤の使用前後で行った 4 回の測定から以下の結果が得られた。

堆肥化促進剤の消臭効果は臭気成分濃度の低下で確認できたものの、人の感覚量を低下させるほどまでの効果は確認できなかった。人の感覚量による測定結果から、臭気発生状況には温度・湿度が影響している可能性が示された。また、堆肥工程の発酵状態によっても発生する臭気が異なっていると考えられる。

## 第4章 堆肥場および牛舎敷地境界線での臭気分析

### 4-1. 目的

本章では、第3章で行った堆肥化促進剤を使用した堆肥場内での臭気分析の結果を踏まえ、堆肥場の敷地境界線での測定を行う。発生源である堆肥場から敷地境界線の間にとれほど臭気が薄まるのかを把握することを目的とする。これまでも調査した処理場の敷地境界での臭気分析を行う。

堆肥場の敷地境界線での試料採取は6日間行い、日々の変動の検討も行う。

### 4-2. 実験条件および実験方法

#### 4-2-1. 採取場所

##### [堆肥場]

採取を行った場所を図4-1、写真4-1、写真4-2に示す。また、各採取場所の状況を示す。測定場所を①敷地境界線、②を敷地境界線から電柱(2本目)とする。①から②の距離は約70mある。昨年の共同研究から畜産臭気は風向の影響を受けやすいとわかったので、臭気の採取は堆肥場から風が来るように風向きが西向きの風になった時に採取を行う。

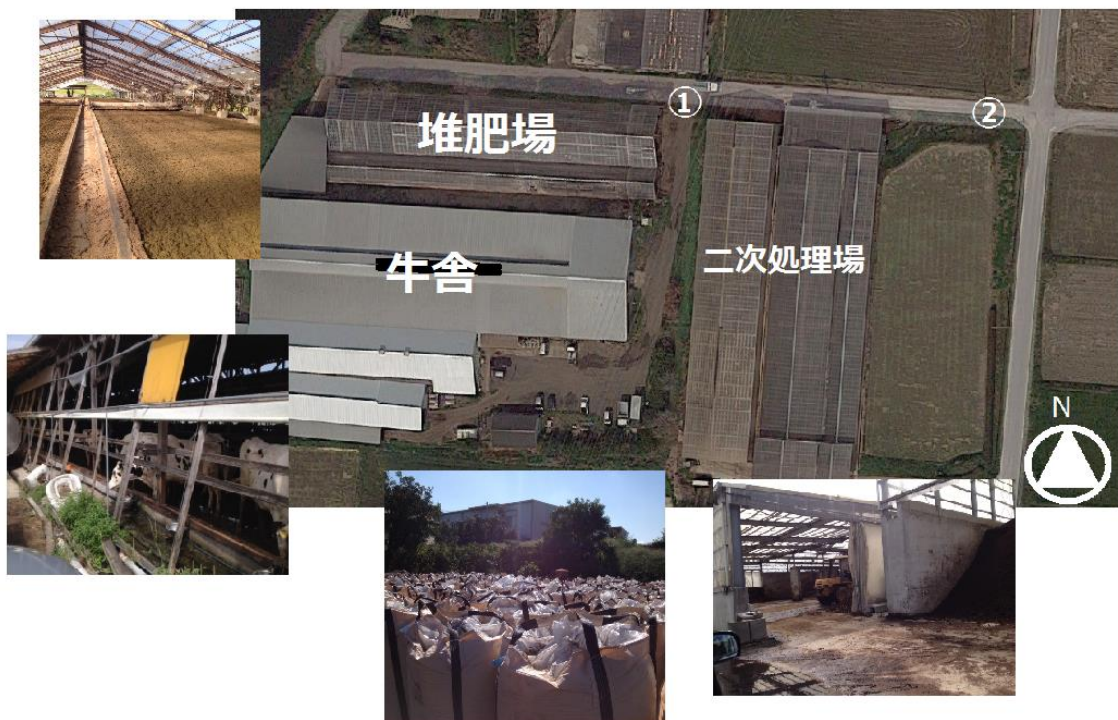


図4-1.堆肥場周辺と測定地点





写真 4-1.敷地境界線①



写真 4-27.電柱 (2 本目) ②

**[処理場周辺]**

採取を行った場所を図 4-2. に示す。測定場所を敷地境界線③、敷地境界線④、敷地境界線⑤、風下⑥、処理場内とする。処理場から③までの距離は直線で約 70m ある。処理場から④は距離 25m ある。こちらも堆肥場と同様に処理場から風が吹いてきたタイミングで採取を行う。



図 4-2.牛舎周辺と測定地点

#### 4-2-2. 試料採取方法

試料採取は、堆肥場から風が来るように風向きが西向きの風になった時に行う。また、試料採取はほぼ人の鼻の位置である地上から 1.5m で行った。さらに、試料の吸着を考え、現場臭気でサンプルバックの共洗いを行った後に試料を採取した。堆肥場敷地境界線での試料採取では各採取位置でサンプリングバック 10L を用いて採取した。処理場の試料は官能試験、機器分析を行うために各測定位置でサンプリングバック 30L を用いて採取した。

#### 4-2-3. 分析方法

採取した試料は、アンモニア、トリメチルアミン、硫黄化合物系 4 物質の分析を行う。分析方法については 3-2-9 のアンモニア、トリメチルアミン、硫黄化合物の各分析方法と同様の方法で行った。

### 4-3. 実験結果及び考察

#### [堆肥場]

表 4-1、表 4-2 に結果を示す。分析をした成分のうちアンモニア、二硫化メチル、メチルメルカプタンは 6 日間の実験実施中一度も検出されなかった。また、敷地境界線からより堆肥場から離れている電柱 (2 本目) の方が低い値が検出されると思われたが、硫化水素、硫化メチルの結果のみでみるとあまり大きく変化していない。これは堆肥場の周辺に隣接する牛舎や二次処理場などの他の事業所からの臭気が原因である可能性が考えられる。

下記に気象庁のホームページに掲載されている「南知多の 2015 年 11 月の主な要素の結果」を示す。

日	降水量 (mm)			気温 (°C)			風向・風速 (m/s)				最多風向	日照時間 (h)	
	合計	最大		平均	最高	最低	平均風速	最大風速		最大瞬間風速			
		1時間	10分間					風速	風向	風速			風向
4	0	0	0	14.3	20.2	10	1.5	2.9	西南西	4.5	西	南西	10.1
6	0	0	0	16.8	22.6	11.4	1.5	3.4	南西	4.8	西南西	西南西	9.8
11	0	0	0	14.9	19	11.6	2.9	5.8	北北西	8.7	北	北西	9.4
12	0	0	0	14.6	18.7	12	1.7	3.1	西南西	4.9	東南東	西北西	4.1
13	0	0	0	15.6	17.8	11.6	3	8	東南東	16.3	東	東南東	0.7
17	17.5	4	1.5	16.5	19.6	13.2	1.3	4.4	北北西	6	北	南西	2.4

表 4-1.堆肥場敷地境界線の臭気成分濃度

物質	物質閾値	11月4日				11月6日				11月11日			
		敷地境界線		電柱(2本目)		敷地境界線		電柱(2本目)		敷地境界線		電柱(2本目)	
		濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数
トリメチルアミン	0.000032	ND		0.0111	346.875	0.0062	193.75	0.0631	1971.875	0.0353	1103.125	0.0798	2493.750
硫化水素	0.00041	0.0001	0.2439	ND		0.0002	0.4878	0.0002	0.488	0.0001	0.244	0.0001	0.244
硫化メチル	0.003	0.0001	0.0333	ND		0.0001	0.0333	0.0001	0.0333	0.0001	0.0333	ND	
閾希釈倍数合計		0.3		346.9		194.3		1972.4		1103.4		2494.0	

表 4-2.堆肥場敷地境界線の臭気成分濃度

物質	物質閾値	11月12日				11月13日				11月17日			
		敷地境界線		電柱(2本目)		敷地境界線		電柱(2本目)		敷地境界線		電柱(2本目)	
		濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数
トリメチルアミン	0.000032	0.0451	1409.375	0.0329	1028.125	0.0296	925	0.0362	1131.250	0.0062	193.75	0.0631	1971.875
硫化水素	0.00041	0.0002	0.488	ND		0.0001	0.2439	0.0001	0.244	0.0003	0.7317	0.0001	0.244
硫化メチル	0.003	0.0001	0.0333	0.0001	0.0333	0.0001	0.0333	0.0001	0.0333	ND		ND	
閾希釈倍数合計		1409.9		1028.2		925.3		1131.5		194.5		1972.1	

[処理場周辺]

表 4-3～表 4-6、図 4-3、図 4-4 に結果を示す。臭気濃度をみると、堆肥場内から敷地境界にかけて 5 分の 1～200 分の 1 に低下している。臭気成分濃度の閾希釈倍数の合計においても 3 か所で 1 以下となった。

表 4-3.11 月 4 日処理場周辺の臭気指数・臭気濃度

	処理場内	敷地境界線③	敷地境界線④
臭気指数	32	19	25
臭気濃度	1600	79	320

表 4-4.1 月 19 日処理場周辺の臭気指数・臭気濃度

	処理場内	敷地境界線⑤	風下⑥
臭気指数	41	18	9
臭気濃度	13000	63	8



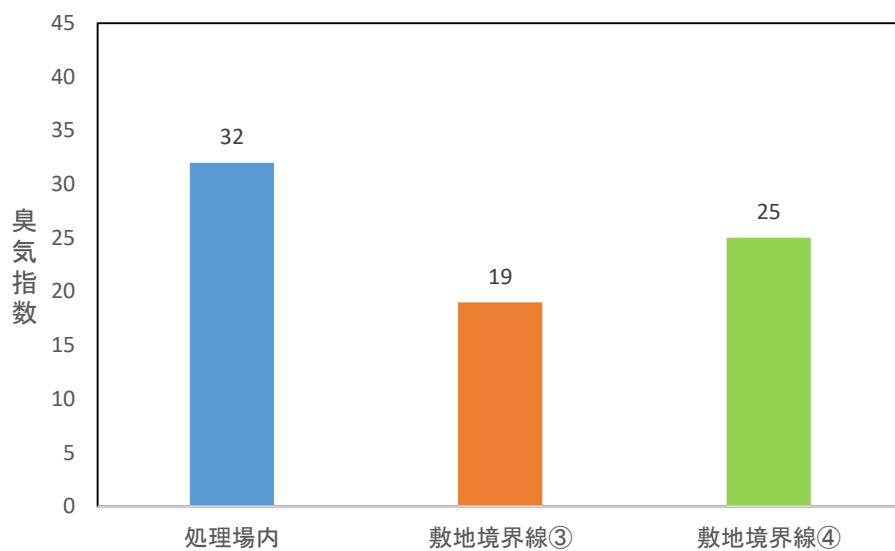


図 4-3.11 月 4 日処理場周辺の臭気指数

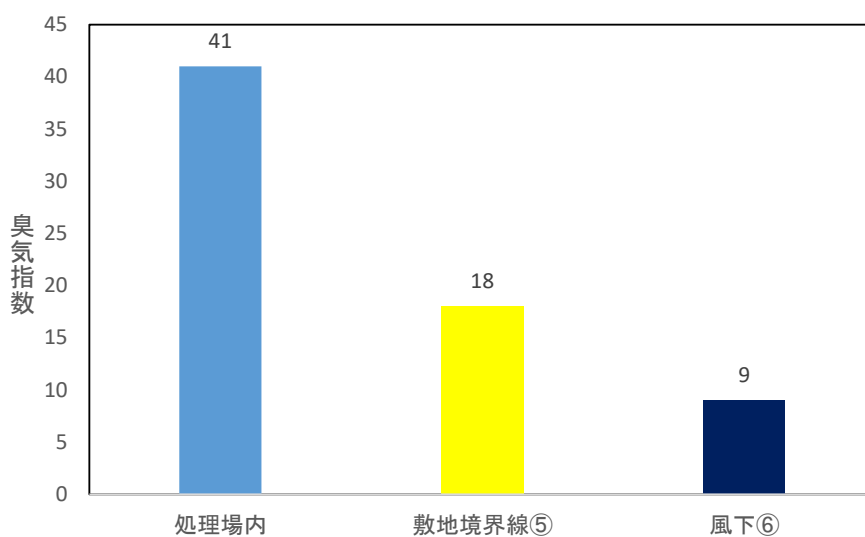


図 4-4.1 月 19 日処理場周辺の臭気指数

表 4-5.11 月 4 日処理場周辺の臭気成分濃度

	濃度(ppm)	処理場内		敷地境界線③		敷地境界線④	
		物質閾値	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)
硫化水素	0.00041	ND		0.0003	0.732	0.0001	0.244
メチルメルカプタン	0.00007	ND		ND		ND	
硫化メチル	0.003	0.0031	1.033	ND		ND	
二硫化メチル	0.0022	ND		ND		ND	
プロピオン酸	0.0057	0.0016	0.281	0.0006	0.105	0.0002	0.035
ノルマル酪酸	0.00019	0.0013	6.842	0.00003	0.158	ND	
イソ吉草酸	0.000078	0.0007	8.974	ND		ND	
ノルマル吉草酸	0.000037	0.0001	2.703	ND		ND	
酢酸	0.006	0.0051	0.850	0.0025	0.417	0.0013	0.217
トリメチルアミン	0.000032	0.0017	53.125	ND		0.0041	128.125
アンモニア	1.5	14.2	9.467	0	0	0	0
閾希釈倍数の合計値		83.3		1.4		128.6	

表 4-6.1 月 19 日処理場周辺の臭気成分濃度

	濃度(ppm)	処理場内		⑤敷地境界		⑥堆肥場周辺	
		物質閾値	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)	閾希釈倍数	濃度(ppm)
硫化水素	0.00041	14.8418	36199.512	ND		ND	
メチルメルカプタン	0.00007	0.01429	204.143	ND		ND	
硫化メチル	0.003	0.0017	0.567	ND		ND	
二硫化メチル	0.0022	ND		ND		ND	
プロピオン酸	0.0057	0.0024	0.421	0.0001	0.018	0.0001	0.018
ノルマル酪酸	0.00019	0.0021	11.053	0.0001	0.526	0.0001	0.526
イソ吉草酸	0.000078	0.0017	21.795	ND		ND	
ノルマル吉草酸	0.000037	<0.0003		ND		ND	
酢酸	0.006	0.0149	2.483	0.0003	0.050	0.0003	0.050
トリメチルアミン	0.000032	ND		ND		ND	
アンモニア	1.5	16.0	10.667	ND		ND	
閾希釈倍数の合計値		36450.6		0.6		0.6	

#### 4-4. まとめ

堆肥場敷地境界線での 6 回の測定結果から以下ことが明らかとなった。臭気分析結果からトリメチルアミン、硫化水素、硫化メチルが検出されたことから半田市の悪臭苦情の原因となっている物質として、この 3 物質が考えられる。臭気発生源から敷地境界線までの臭気成分濃度の低減については、明確に認められなかった。その原因として、今回、測定した堆肥場は周りに牛舎や二次処理場が隣接しているため、堆肥場以外にも臭気発生源が複数あるために測定対象とは違う臭気の混入が起こったことが考えられる。

## 第5章 堆肥乾燥レーンからの臭気のセンサーによる連続測定

### 5-1. 方法

1月28日～2月5日の8日間、H牧場の堆肥乾燥レーンに4種類のセンサーと温湿度計を設置し、この間のデータを収集する。測定に用いたセンサーのカタログを参考資料に示す。

### 5-2. 結果および考察

外気の温度と湿度の関係を図5-1に示す。また、温度湿度とセンサー値の経時変化を図5-2に示す。図5-2の図中には参考として、日にちと各日の日照時間を記している。

外気温度が上昇すると湿度は加工する傾向にあるが、温度が低く、湿度が高い状態の時もあり、雨天であったと考えられる。

図5-2の日照時間より、1月29日、1月30日、2月1日は曇りまたは雨であったと考えられる。湿度から1月29日から1月30日午前にかけて雨、2月1日は雨が降ったりやんだりであったと推察される。

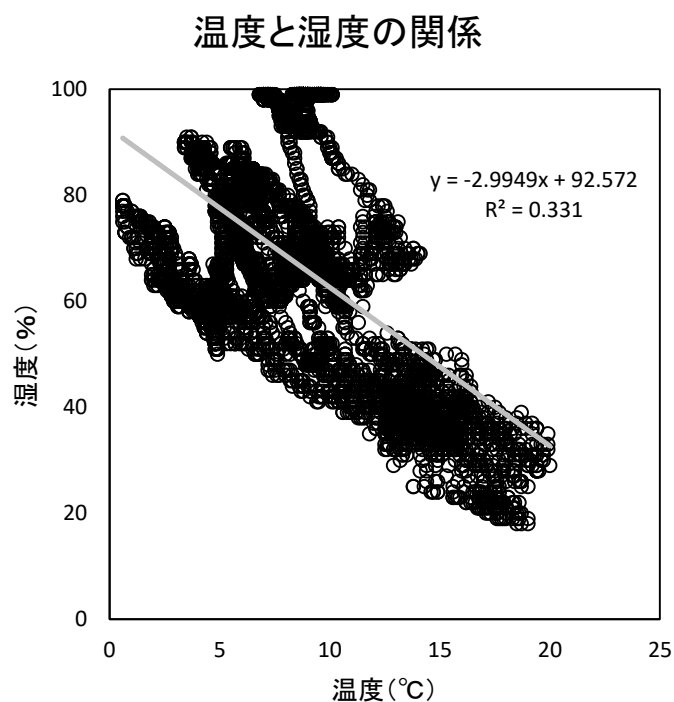


図5-1 外気の温度と湿度の関係

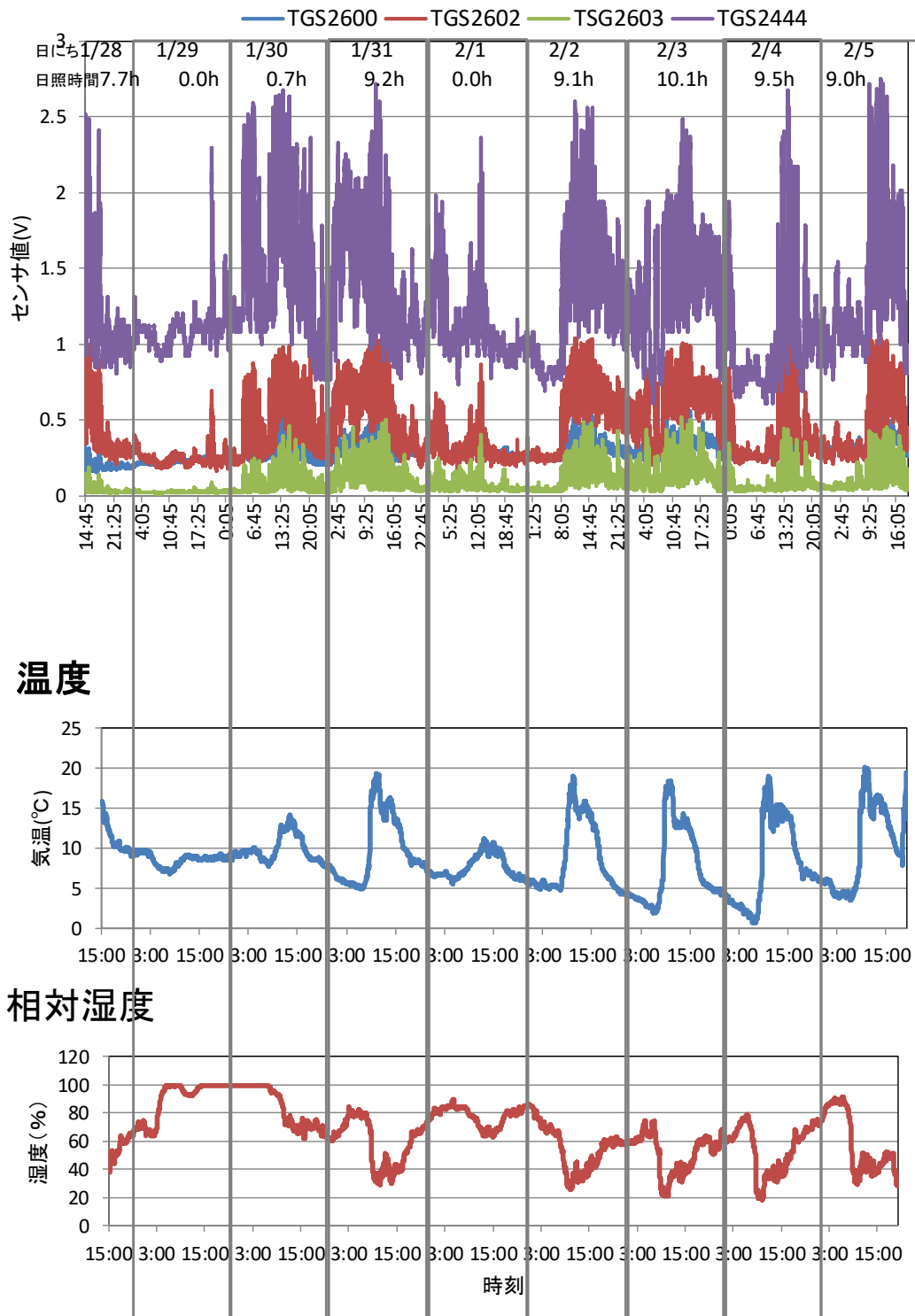


図 5-2 外気の温度・湿度とセンサー値の経時変化

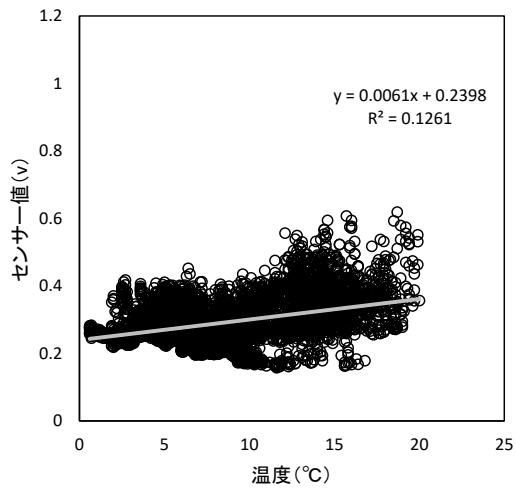
図 5-2 のセンサー値をみると、4 種類ともほぼ同様の変動をしているが、TGS2444 の振れ幅が最も大きい。TGS2600 は他のセンサーが応答しているときでも応答の見られないところがあり、感度がやや悪い可能性がある。

日照時間、温度、湿度とセンサー値の変動から雨天で温度が低いとセンサー値は低く、天候が回復し、温度が上昇するにつれてセンサー値も上昇していることがわかる。

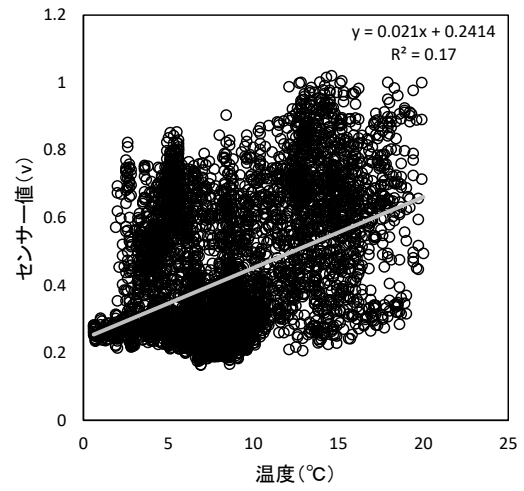
図 5-3 に外気の温度とセンサー値の関係、図 5-4 に外気の湿度とセンサー値の関係を示す。いずれのセンサーも温度が上昇すると値が上昇し、湿度が上昇すると、センサー値が下降する傾向にある。センサー値が湿度に依存する場合には、湿度が上昇するにつれて値が上昇すると言われている。湿度依存によるセンサー値の影響を考えると、今回のデータは逆相関であるため、湿度の変化に伴って発酵状態が変化し、臭気発生状況にも変化が生じ、その変化をセンサーが捉えていると推察される。図 5-2 の経時変化からも雨天で温度が低く、湿度が高い場合に、センサー値が低く、天候が回復し、温度が上昇し、湿度が下降すると、センサー値が上昇する傾向が見られており、図 5-4 において湿度の高いときにセンサー値が低く、湿度が低いときにセンサー値が高い関係にあったと考えられる。この傾向を顕著に捉えているのが TGS2602 である。振れ幅の大きい TGS2444 は湿度との相関が良くなかった。

今後、感覚量も連続的に測定し、センサー値の変動と対応させて、堆肥場における処理工程の時間も記録し、センサー値と対応させることが必要である。こうした測定を複数個所で行い、センサー値が臭気発生状況を捉えられていることを明確に把握する必要があるが、今回の検討からセンサーを用いて堆肥場の臭気の変動を捉えられる可能性が示され、特に、TGS2602 は応答もよく、振れ幅も大きいことから臭気発生状況のモニターとして活用できる可能性がある。

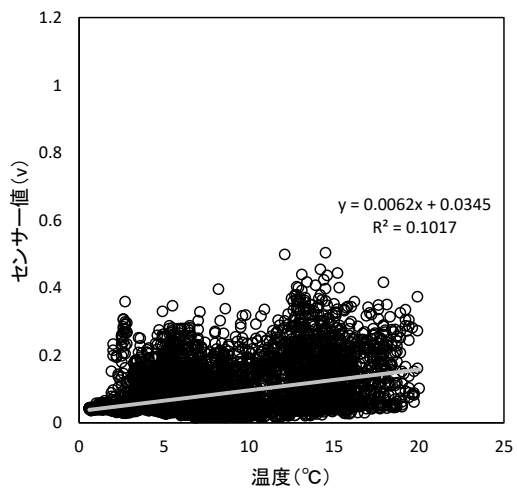
温度とセンサー値(TGS2600)の関係



温度とセンサー値(TGS2602)の関係



温度とセンサー値(TGS2603)の関係



温度とセンサー値(TGS2444)の関係

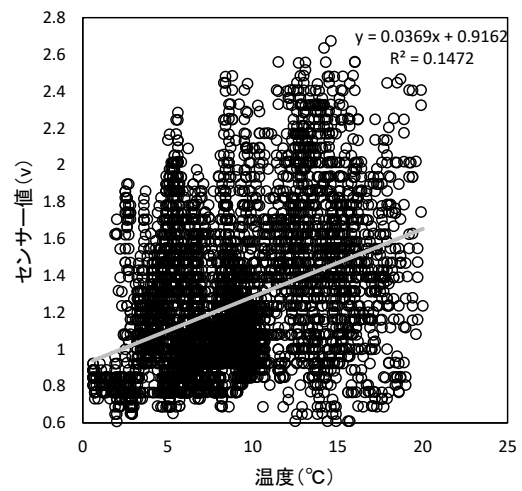
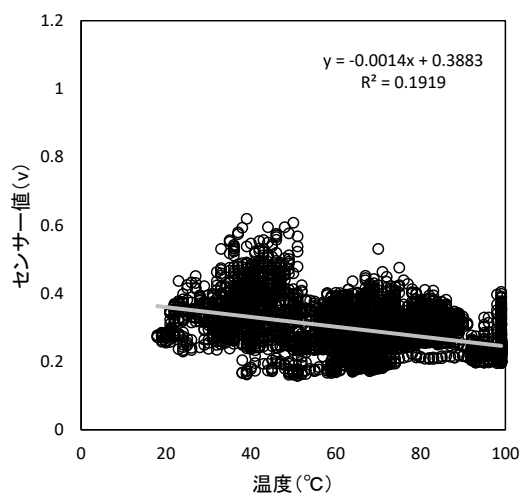
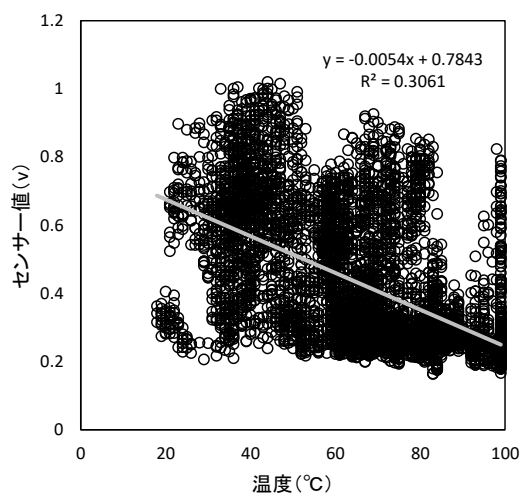


図 5-3 外気の温度とセンサー値の関係

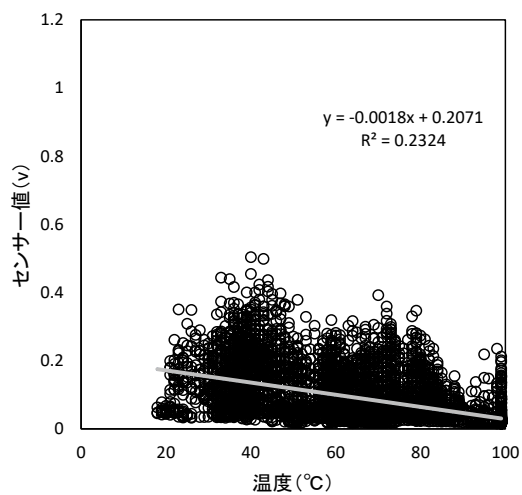
湿度とセンサー値(TGS2600)の関係



湿度とセンサー値(TGS2602)の関係



湿度とセンサー値(TGS2603)の関係



湿度とセンサー値(TGS2444)の関係

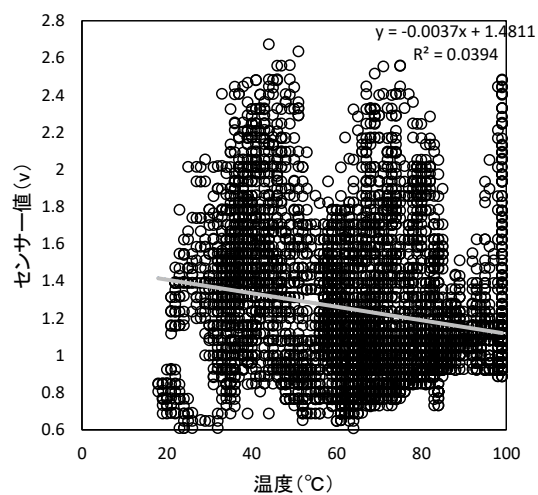


図 5-4 外気の湿度とセンサー値の関係

## 第 6 章 結論

本研究では、堆肥過程に堆肥化促進剤を用いることで消臭効果の検討、畜産臭気についての周辺への分布の把握、センサーによる畜産臭気の測定について検討した。

得られた知見を要約すると、以下のようになる。

第 1 章では、本研究の目的との位置づけを示した。

第 2 章では、畜産公害や悪臭防止法に関して文献調査を行い、結果をまとめた。

第 3 章では、堆肥化促進剤を使用した堆肥場内で測定を行い、その消臭効果の検証を行った。

- (1) 肥化促進剤の消臭効果は臭気成分濃度の低下で確認できたものの、人の感覚強度を低下させるほどまでの効果は確認できなかった。
- (2) 糞尿は堆肥工程の発酵状態によって発生する臭気物質が異なると考えられる。そのため複数回測定を行い、効果を検討する必要がある。

第 4 章では、堆肥場および処理場の敷地境界線での測定を行い臭気発生源から敷地境界線の間臭気成分濃度がどれほど変化するのか検討した。

- (1) 堆肥場敷地境界線の臭気分析結果からトリメチルアミン、硫化水素、硫化メチルが検出されたことから半田市の悪臭苦情はこれらの臭気物質が原因と考えられる。
- (2) 堆肥場以外にも臭気発生源が複数あると、測定対象とは違う臭気の混入が起こるため、複数の臭気発生源がある事業所での特定の臭気の採取方法を検討する必要があると考えられる。

第 5 章では、センサーを用いて堆肥乾燥レーンからの臭気測定について検討した。

今回の検討からセンサーを用いて堆肥場の臭気の変動を捉えられる可能性が示され、特に、TGS2602 は応答もよく、振れ幅も大きいことから臭気発生状況のモニターとして活用できる可能性が示された。

第 6 章では、第 5 章までに得られた知見を要約して結論とした。



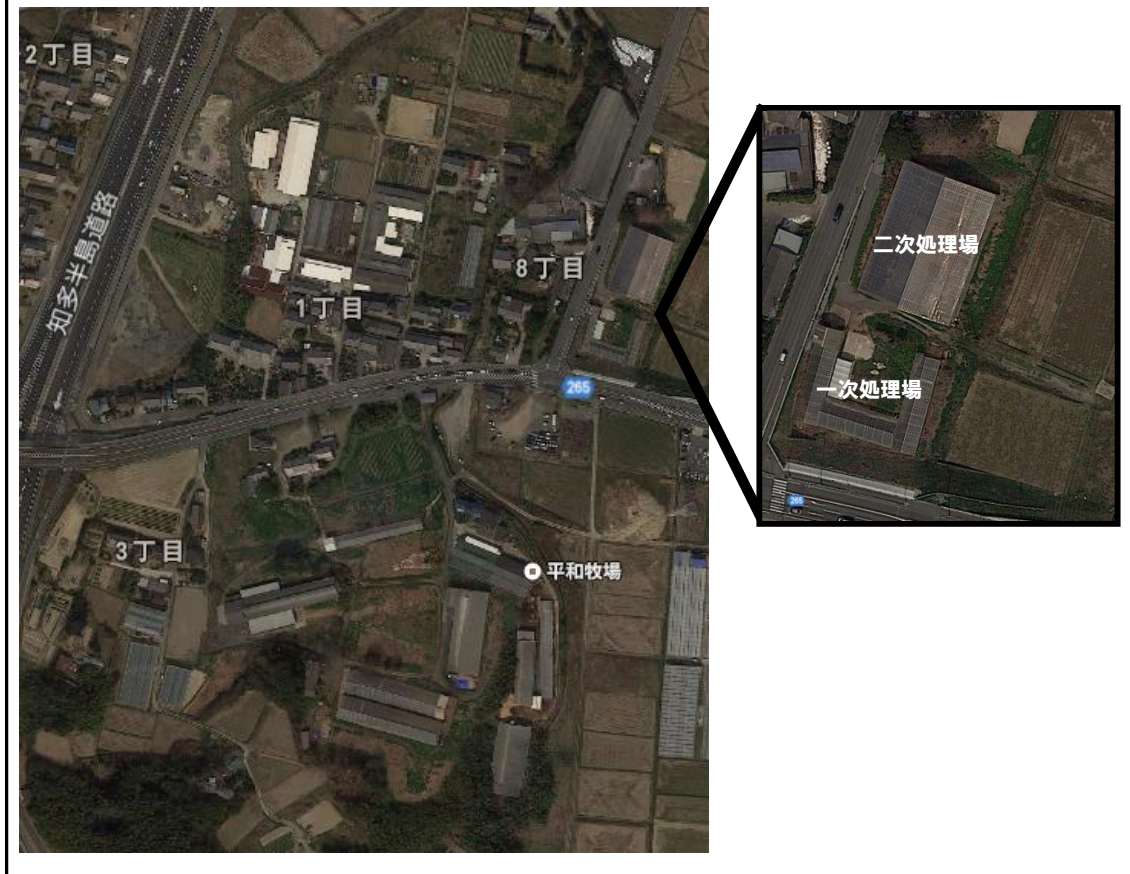
## 参考・引用文献

- 1) 石黒辰吉、井上幸生、黒田和孝、道宗直昭、本田勝男；悪臭防止技術の手引き（16）畜産農業編、社団法人 臭気対策研究協会、p11-19、1999
- 2) 吉田隆；家畜排せつ物の処理・リサイクルとエネルギー利用、株式会社 エヌ・ティー・エス、p256-274、2004
- 3) 愛知県庁 農林水産部 畜産課  
URL: <http://www.pref.aichi.jp/0000056954.html>
- 4) 2010 世界農林サイエンス 作者大臣官房統計部経営・構造統計課  
URL: <http://www.maff.go.jp/index.html>
- 5) トヨタルーフガーデン(株)  
URL: <http://www.resq45.jp/>

# 現場記録用紙

調査日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日 \_\_\_\_ 曜日      記録者 \_\_\_\_\_  
 天候 \_\_\_\_\_ 気温 \_\_\_\_\_ °C 湿度 \_\_\_\_\_ %      風向 \_\_\_\_\_ 風速 \_\_\_\_\_ m/s

事業場名		備考		方位 <span style="float: right;">N</span> 	
飼育種	堆肥状況	風向 : ← 試料採取点 : ●			
乳牛 (      )	水分量				
肉牛 (      )	状況				
豚 (      )					
鶏 (      )					
その他 (      )					
測定値	測定時間	風速	風向	センサー値 (V)	測定位置 (cm)
・ 堆肥施設内 (一次) ・ 敷地境界線① ・ 敷地境界線②					



## 三点比較式臭袋法 回答用紙

実験日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

氏名 \_\_\_\_\_ 試料名 \_\_\_\_\_

3つの袋のうち臭いがあるものを一つ選び、下記の表に記入してください。

3個の袋のうち、においのあるのは何番ですか？	あなたの選んだ袋のにおいの強さはどの程度ですか？ 下の番号に ○ を記入してください。
1 <input data-bbox="427 741 539 853" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い
2 <input data-bbox="427 913 539 1025" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い
3 <input data-bbox="427 1086 539 1198" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い
4 <input data-bbox="427 1258 539 1370" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い
5 <input data-bbox="427 1431 539 1543" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い
6 <input data-bbox="427 1603 539 1715" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い
7 <input data-bbox="427 1776 539 1888" type="checkbox"/>	1. やつとかすかに感じる。 2. 弱い 3. 楽に感知できる。(はっきりわかる。) 4. 強い

サンプル名： \_\_\_\_\_ 2014年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 \_\_\_\_\_ 座席番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

においを嗅いで、下記の項目にお答えください。

<においの強さ>

0	無臭
1	やっと感知できるにおい
2	何のにおいかわかる弱いにおい
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

<においの不快さ>

+4	極端に快
+3	非常に快
+2	快
+1	やや快
0	快でも不快でもない
-1	やや不快
-2	不快
-3	非常に不快
-4	極端に不快

<においを容認できるか>

0	受け入れられる
1	受け入れられない

<においの質について、どんなにおいがしたか記述してください>

		1	2	3	4	5	6	7	
		非常に	かなり	やや	どちらでもない	やや	かなり	非常に	
1	油っぽい								水っぽい
2	明るい								暗い
3	甘い								苦い
4	美しい								醜い
5	はっきりした								あいまい
6	派手な								地味な
7	温かい								冷たい
8	きちんとした								だらしない
9	つんとくる								おだやか
10	永続的								一時的
11	やさしい								こわい
12	つよい								よわい
13	重い								かるい
14	社交的な								非社交的
15	きれいな								きたない
16	新鮮な								生臭い
17	元気な								疲れた
18	すどい								にぶい
19	こってり								さっぱり
20	人工的								自然的
21	好き								嫌いな
22	新しい								古い
23	ありふれた								めずらしい
24	都会的								田舎的
25	澄み切った								ホコリっぽい

※形容詞（甘い・すっぱい等）や、具体的なもの・イメージする事など自由に記述してください。

### 三点比較式臭袋法収集計用紙

試料名		臭気濃度	臭気指数	班名
採取場所		判定試験場所		
採取時間		判定試験日時		

← 注入分抜取 →

注: 10万倍からは2段階希釈

パネル名	回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	パネルの個人閾値
	注入量	300ml	100ml	30ml	10ml	3ml	1ml	300 $\mu$ l	100 $\mu$ l	30 $\mu$ l	10 $\mu$ l	3 $\mu$ l	
	希釈倍数	10	30	100	300	1000	3000	1万	3万	10万	30万	100万	
	対数值	1.00	1.48	2.00	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	5.00	5.48	6.00	
	付臭番号												
	回答												
	対数值												
	付臭番号												
	回答												
	対数值												
	付臭番号												
	回答												
	対数值												
	付臭番号												
	回答												
	対数值												
パネル全体の閾値(最大と最小の値を除いた平均)													