

2014 年度
研究報告書

簡易な臭気測定方法及び消臭剤等の効用検査

2015 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	目的	1
第2章	現地調査	
2-1.	畜産業における臭気	2
2-2.	半田市における畜産業の臭気発生現状	3
第3章	においセンサの応答特性に関する検討	
3-1.	実験条件および実験方法	
3-1-1.	機材の選定	10
3-1-2.	においセンサの特性	10
3-1-3.	実験装置	13
3-1-4.	試料採取機材	15
3-1-5.	試料採取方法	16
3-2.	CO ₂ を用いたフラスコ流量測定	
3-2-1.	目的	16
3-2-2.	方法	17
3-2-3.	結果	17
3-3.	無臭空気でのセンサ安定時間測定	
3-3-1.	目的	18
3-3-2.	方法	19
3-3-3.	結果	19
3-4.	室内でのセンサを用いた（予備実験）測定	
3-4-1.	目的	23
3-4-2.	方法	23
3-4-3.	結果	24
第4章	牛舎敷地境界線における臭気測定	
4-1.	目的	26
4-2.	実験条件および実験方法	
4-2-1.	機材の選定	26

4-2-2.	センサでの測定方法	27
4-2-3.	牛舎敷地境界線での環境測定方法	28
4-2-4.	試料採取機材	28
4-2-5.	試料採取方法	29
4-2-6.	臭気指数の算出方法	30
4-2-7.	嗅覚パネル	31
4-2-8.	評価項目	31
4-3.	実験および考察	
4-3-1.	牛舎の環境測定結果	33
4-3-2.	嗅覚測定法の結果	36
4-3-3.	センサによる測定結果	44

第5章 微生物添加剤による堆肥化過程の臭気低減効果の検討

5-1.	目的	50
5-2.	嗅覚測定法による臭気低減効果の検討	
5-2-1.	目的	51
5-2-2.	実験方法	51
5-2-3.	実験結果	52
5-3.	臭気成分濃度の臭気低減効果の検討	
5-3-1.	実験方法	53
5-3-2.	実験結果	53
5-4.	副資材を用いた臭気低減効果の検討	55
5-5.	モクチックを用いた臭気低減効果の検討	56

第6章 風向風速と臭気拡散の関係に関する検討

6-1.	目的	57
6-2.	方法	57
6-3.	結果	57

参考・引用文献

資料

第 1 章 目的

本研究の目的

畜産における悪臭問題について、石黒ら¹⁾は以下のように説明している。現在の畜産経営において、環境保全に関する法的規制の強化や住民意識の高まりなどにより、周辺環境に与える問題は大きく受け止められ、発生は経営の存続に影響を与える。また、これまで畜産経営の適地とされていた地域への住宅進出など開発行為により、畜産農家の間近に住民の生活の場が広がり、さらに自己管理能力を超えた規模拡大が事態を深刻化している。

臭気対策としては、現在多くの自治体で臭気指数値を用いた規制が代表的なものとなっている。臭気指数を求めるためには、6名以上のパネルと無臭の試験室を必要とするため、即座に測定をすることは困難である。

そこで本研究では、効率的な方法としてにおいセンサを用いた管理体制の検討を行う。いくつかのセンサを用い、嗅覚測定で臭気指数値の係数に近い、センサを見つけ、畜産臭気ので管理体制の確立を目指す。また、同時に臭気分布と対策について検討を行う。風向風速と周辺への臭気分布の係数を調査し、風をさえぎることによる拡散防止策について検討する。また、微生物添加剤による堆肥化過程の臭気低減効果の検討を行う。

第2章 現地調査

2-1. 畜産業における臭気

畜産における臭気発生源について、石黒ら¹⁾は以下のように説明している。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。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。というのも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。従って、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。しかし、このように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。

図2-1に示した通り、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。畜舎では比較的臭気ガス濃度が低いが処理風量は多く、処理施設では臭気ガス濃度は高いが処理風量は少ないのが特徴である。



図2-1 畜舎における臭気発生源の特徴

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物質が主成分と言われている⁷⁾。なかでも乾燥処理や堆肥化（好気性微生物による）処理時に発生する臭気の主成分はアンモニアであり、発生する臭気ガスからアンモニアを除去する（脱臭する）ことが必要とされる。

表2-1 畜産に係わる規制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	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	0.004	0.01	腐った玉ねぎのようなにおい
③ 硫化水素	0.02	0.06	0.06	0.2	腐った卵のようなにおい
④ 硫化メチル	0.01	0.04	0.04	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	0.03	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	0.02	0.07	腐った魚のようなにおい
⑦ プロピオン酸	0.03	0.07	0.07	0.2	酸っぱいようなにおい
⑧ ノルマル酪酸	0.001	0.002	0.002	0.006	汗くさいにおい
⑨ ノルマル吉草酸	0.0009	0.002	0.002	0.004	むれたくつ下のにおい
⑩ イソ吉草酸	0.001	0.004	0.004	0.01	むれたくつ下のにおい

2-2. 半田市における畜産業の臭気発生の現状

表 2-2 に示した通り、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 30km 知多半島の中心に位置し、交通の便が良いことから名古屋市のベッドタウンとして混住化が進んでいる。

また、半田市は農業が主体であり、その産出額 48 億円は農業全体の 79%を占めている。さらに、乳用牛は 5530 頭（平均飼養頭数 130 頭/戸）、肉用牛は 6940 頭（平均飼養頭数 260 頭/戸）で、全国有数の酪農・肉牛の産地である⁸⁾。

だが、表 2-3、図 2-2 に示した通り、愛知県内の他市に比べ一戸辺りの頭数が多く、一戸辺りの負担が大きいことがわかる。また、乳用牛、肉用牛など年々飼育戸数が減る一方で、飼育戸数が増えており、堆肥処理などが問題となっている。

表 2-3 半田市 畜産累年統計⁹⁾

年次	乳用牛		肉用牛		豚		採卵鶏	
	飼養戸数	飼養頭数	飼養戸数	飼養頭数	飼養戸数	飼養頭数	飼養戸数(除種鶏のみ)	飼養羽数(6ヵ月以上)
	戸	頭	戸	頭	戸	頭	戸	1000羽
平成 5年(1993)	59	4680	39	5170	8	8410	12	153
平成 6年(1994)	57	4820	38	5630	8	9140	12	187
平成 7年(1995)	55	4940	37	5640	8	9160	10	148
平成 8年(1996)	55	5180	38	5710	7	9730	10	156
平成 9年(1997)	54	5200	38	6300	7	10100	9	133
平成 10年(1998)	53	5200	38	6540	7	11800	8	187
平成 11年(1999)	53	5120	37	6870	7	11700	9	188
平成 12年(2000)	52	4980	39	7120	7	11000	9	328
平成 13年(2001)	50	5150	35	7270	6	10600	8	337
平成 14年(2002)	49	5160	31	7080	6	10700	8	357
平成 15年(2003)	47	5360	31	6670	6	10600	8	346
平成 16年(2004)	43	5340	27	7070
平成 17年(2005)	42	5530	27	6940	6	8660	5	519

表 2-2 半田市農業概要

平成 17 年度推定⁸⁾

総土地面積	4724 ha	
海拔	最高 83.7m	
耕地面積	水田	577 ha
	畑	146 ha
	果樹園	12 ha
	牧草地	13 ha
	計	748 ha
総人口	117000人	
総農家数	814 戸	
農業産出額	61億円	

半田市と愛知県内一部の畜産数比較（平成 17年度推定）

乳牛				肉用牛			
	飼育戸数	総匹数	一戸辺りの頭数		飼育戸数	総匹数	一戸辺りの頭数
豊橋市	94	6620	80.4	豊橋市	75	11190	158.7
田原市	79	6820	86.3	田原市	94	19600	208.5
半田市	42	5530	131.7	半田市	27	6940	257.1
南知多町	9	1050	116.7	南知多町	8	1330	166.3

図 2-2 半田市と愛知県内一部の畜産数比較⁹⁾

半田市における畜産臭気がどのように発生し、どの程度の臭気であるかを確認するため、

現地の調査を行った。

今回は、牧場及び、半田市の堆肥化の中心である集合堆肥化施設の二ヶ所の調査を行った。現地調査の流れは図 2-3 に示す。



図 2-3 現地調査の流れ

< 牧場 >

[施設内]

調査を行った牧場は特に糞尿臭が強く、また半田市の中でも珍しく、2つの堆肥処理ハウスを有する。一次処理場はコの字型となっており、乾燥させるために密閉はされていない。また、二次処理場は一次処理場より大きく、臭気の質も全く違っていた。一次処理場の構造は図2-4に示す。

[一次処理場]

4tの糞尿は2日に1回の頻度で機械によってかき混ぜられ、糞尿中の水分量はハウス搬入時には90%、排出時には40%まで減少していた。また、臭気はかき混ぜた直後が特に発臭するが、季節によって堆肥化中の臭気強度には差はなかった。冬は乾燥しづらく水分量が多い状態で、一次処理場から二次処理場に移されていた。一次処理場の搬入口・排出口は写真2-1、2-2に示す。

堆肥排出口付近は蝶が多く飛んでおり、糞中に含まれるスカトールやインドールなどに蝶が反応し集まったものと推測した。



図2-4 一次処理場の構造



写真2-1 一次処理場 搬入口



写真2-2 一次処理場 排出口

[二次処理場]

約3mの扉で入口が塞がれていることで、外に臭気が出るのが多少抑えられていた。一次処理場とは臭気の質が異なっており、こちらのにおいてはアンモニアやアミン系だった。ここでも堆肥化中にかき混ぜる際に強い臭気が発生した。一次処理場から運ばれた堆肥は二次処理場の両脇にて発酵させたのちに、中央に移されていた。

堆肥化中におがくずと消臭効果のある希釈したクエン酸を混ぜていると説明を受けた。二次処理場の構造は図2-5、写真2-3、2-4に示す通りである。

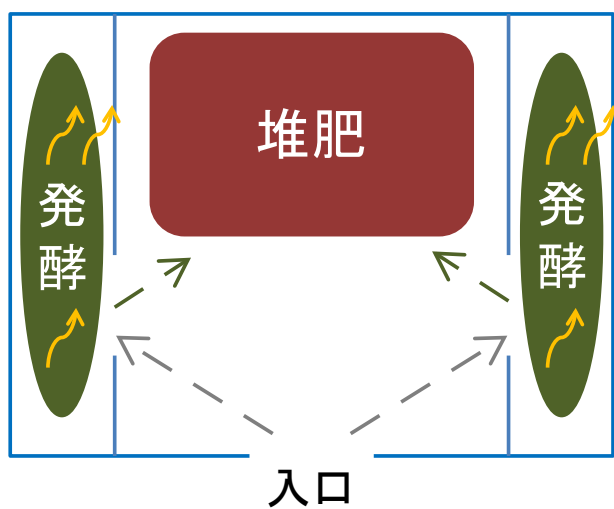


図2-5 二次処理場の構造



写真2-3 二次処理場外観



写真2-4 二次処理場内

<集合堆肥化施設>

[施設内]

一部建物内にて強い臭気を感じたが、施設内は比較的低濃度であった。

乾燥ハウスが4施設あり、半田市内11箇所のサブセンターから一次発酵された牛糞堆肥がメインセンターである集合堆肥化施設に集められ、二次発酵・堆肥化される。持ち込まれる量は年間約8000tで半田市内の25%を占め、排出される量は年間約6000tにも及ぶ。また、各サブセンター内全ての堆肥が集まるわけではなく、集合堆肥化施設に送る以外にも牛舎の敷料等の農業に利用されている。

堆肥の利用は主に知多方面や名古屋方面で、それ以上遠くにはない。集合堆肥化施設の構造は図2-6に示す。

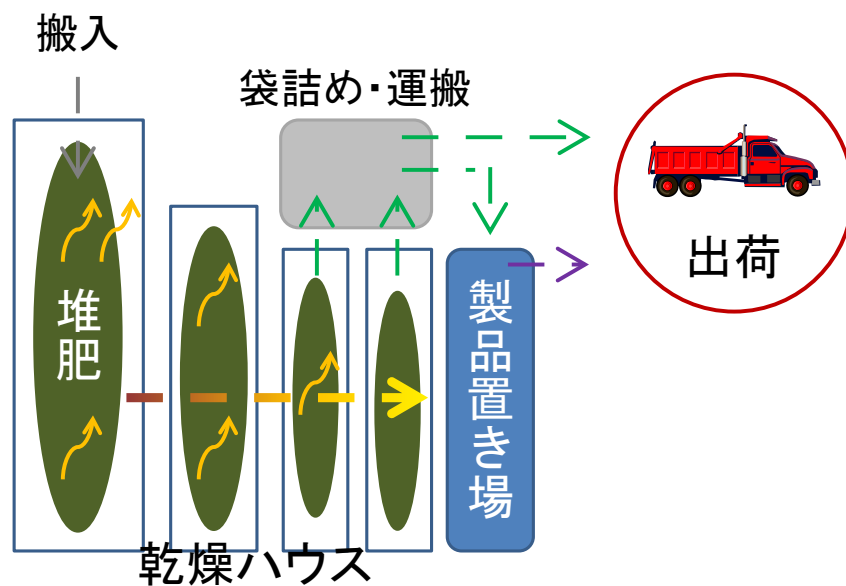


図 2-6 集合堆肥化施設の構造

[乾燥ハウス]

4つある内の一番西側の乾燥ハウスに集められた堆肥を搬入し、発酵・乾燥が進むにつれ順に隣の乾燥ハウスに移されていた。乾燥しているハウスに進むに連れて、臭気強度は低くなっていった。一区間の堆肥は高さ3m以上積み上げられていた。乾燥ハウスは写真2-5、2-6に示す。



写真 2-5 乾燥ハウス内



写真 2-6 袋詰めされた堆肥

課題

半田市では畜産臭を感じることもあるが、堆肥化の際の糞尿臭が主な原因である。

図 2-7 に示す通り、堆肥化にはサブメイン方式がとられており、堆肥化施設の他にも運搬途中に出る臭気も問題と考えられ、畜舎近隣以外の住民からの苦情にもつながっていると考えられる。さらには、畜舎や堆肥化施設が高速道路に近いため、半田市民以外にも臭気を感じられることがある。

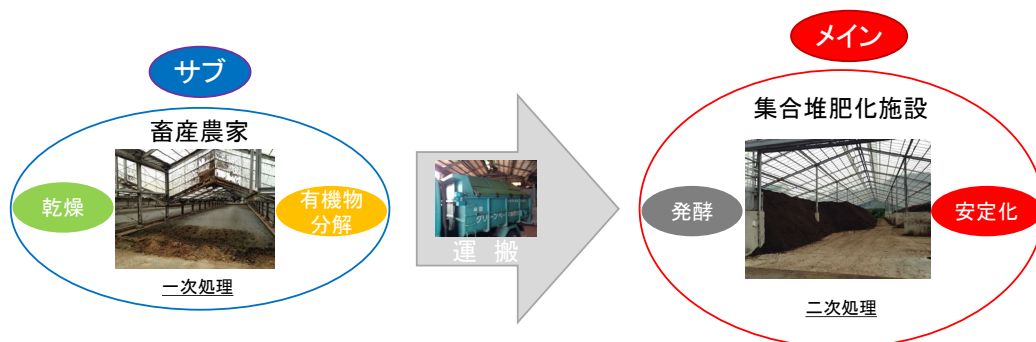


図 2-7 サブメイン方式のながれ

図 2-8 に示す通り、においの主な発生源は、堆肥化施設と堆肥の運搬時であると考えら

れる。そこで、この両方において重要となるのが発生源管理である。

においの主な発生源は堆肥化施設である。堆肥化では、糞尿中の有機物分解が行われるが、好氣的に堆肥化させることで硫黄化合物や低級脂肪酸等の発生を抑制できる。しかし、糞尿中の脂肪やたんぱく質が分解する時に発生するアンモニアを抑制するのは困難である。以上のことから、硫黄化合物、低級脂肪酸、アンモニアを中心として測定法の検討と臭気対策の検討を行う必要がある。



図 2-8 サブメイン方式の問題点

第3章 においセンサの応答特性に関する検討

3-1. 実験条件および実験方法

3-1-1. 機材の選定

現地で臭気の採取を行い、持ち帰った後測定を行う方法とった。各フラスコにつき 10 L 試料臭気が必要なため、1 試料につき 30 L サンプルングバッグ（ポリエチレンテレフタレート製バッグ；近江オドエアサービス社製）で採取を行った。

さらに、センサでの測定については、1L フラスコ と 1L セパラブルフラスコ にニオイセンサを入れ、シリコンチューブを使い、手押しでサンプルングバッグの試料臭気を注入する（シリコンチューブの径が小さいため流量は一定）。サンプルングバッグ分配一覧は、図 3-1 に示す。

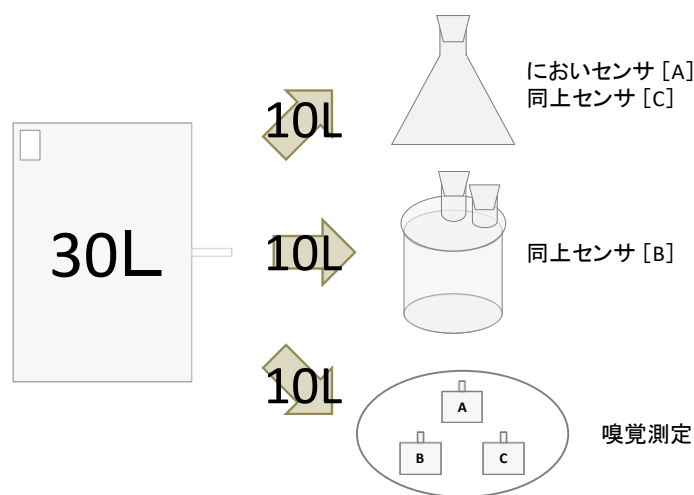


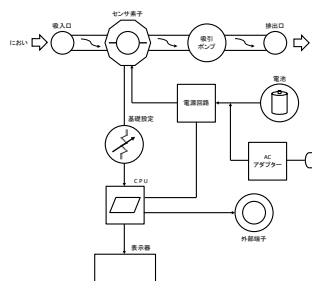
図 3-1 サンプルングバッグ 分配一覧

3-1-2. においセンサの特性

臭気は、単一成分で存在することは稀であり、通常は多くの臭気成分が複合した状態で形成され、その成分の混合比率も常に変化している¹⁰⁾。また、一般的に悪臭と呼ばれる臭気であっても、薄いとよい香りとして感じられ、香水などに用いられることもある。

現在では臭気成分がある程度特定されているなど一定の条件が整っていれば、センサの出力特性を人間感覚に類似させることにより、臭気指数などとの相関がみることできる。機器の機構は図 3-2 に示す。長所は次の通りである。

- ① 操作が簡単である



- ② 手軽に持ち運ぶことができる
- ③ 嗅覚の個人差・慣れの問題ができない
- ④ 主観的な再現性良く測定できる
- ⑤ 外部出力を利用して連続測定ができる

図 3-2 機器の機構の一例¹¹⁾

においセンサは機器を一定時間暖気し、基本設定（ゼロ調整）をおこなってから測定に使用する。においセンサの用途にはいろいろな場合があり簡単ににおいの確認といった使い方では短時間行うことができるが、臭気の評価を定量的に行うためにはきちんとした操作を行って測定再現性を確保することが重要である¹¹⁾。センサ値の変化の様子は図 3-3 に示す。

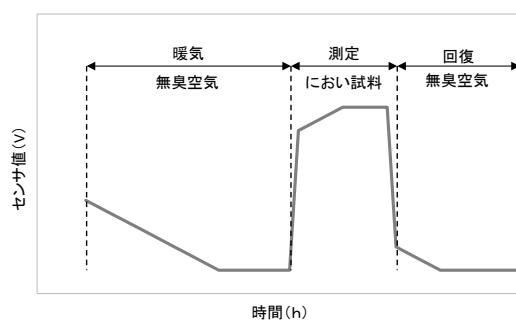


図 3-3 基本操作によるセンサ値の変化の様子¹¹⁾

感覚量との相関については、採取した臭気について三点比較式臭袋とにおいセンサにより測定し、臭気指数とセンサ指示値の各データを求める。求めたデータから相関式を求め、適用性を判断して管理に活用する。相関関係については次のように求める。

- ① 試料採取後、速やかに、かつ、できるだけ臭気指数測定の実施日に合わせて測定する。
- ② 濃度の低い試料から高い濃度へと、順次、上昇法により測定する。
- ③ 臭気指数（相当値）とセンサ指示値との関係をグラフ化する。

実験に用いるセンサ

本研究では以下の 3 種類のセンサを用いて測定を行う。センサ [A] [B] [C] は写真 3-1

～3-3 に示す。

XP-329ⅢR（新コスモス電気(株)製）をセンサ [A]、ARU-02C（新コスモス電気(株)製）をセンサ [B]、AET-S（新コスモス電気(株)製）をセンサ [C] とする。

< センサ [A] >



写真 3-1 XP-329ⅢR

表 3-1 XP-329ⅢR 仕様¹²⁾

型式	XP-329ⅢR
測定対象	各臭気・臭気成分
測定原理	高感度酸化インジウム系熱線型 焼結半導体式
採取方式	内臓マイクロエアポンプによる 自動吸引式(吸引流量400±150ml/min)
電源	単3形アルカリ乾電池4本、 付属専用ACアダプタ(AC100～240V)
電池寿命	アルカリ乾電池使用時 約8時間(常温常湿にて)
使用温度	0～40℃、10～80%RH(結露なきこと)
寸法	W84×H275×D40mm(突起部を除く)
重量	約640g(電池含む)

< センサ [B] >



写真 3-2 ARU-02C

表 3-2 ARU-02C 仕様¹³⁾

型式	ARU-02C
測定対象	空気汚れ (ヒト代謝ガス、ニオイ成分、化学物質 等)
測定原理	熱線型半導体式
採取方式	自然拡散式
電源	単相100V±10% 50/60Hz
消費電力	約1.6W
使用温度	0℃～40℃、10%RH～80%RH(結露なきこと)
寸法	W70×H120×D50(mm)
重量	約220g

< センサ [C] >

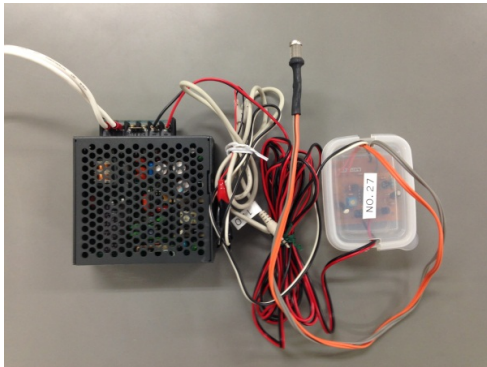


写真 3-3 AET-S

表 3-3 AET-S 仕様¹⁰⁾

型式	AET-S
測定対象	主に硫黄系
測定原理	超高感度酸化亜鉛系 基板型薄膜半導体センサ
採取方式	自然拡散式
電源	単相100V±10% 50/60Hz
使用温度	0~40℃、10~80%RH(結露なきこと)

3-1-3. 実験装置

サンプリングバッグに採取した試料を、現場と同じ濃度条件でセンサに反応させるために、シリコン栓で密閉にしたフラスコにセンサを入れサンプリングの試料を注入して測定を行った。また、センサの大きさや用途に合わせてシリコン栓に穴を空けて配線を通した。実験装置は図 3-4~図 3-6 に示す。



写真 3-4 シリコン栓



写真 3-5 配線



写真 3-6 センサ先端

< センサ [A] >

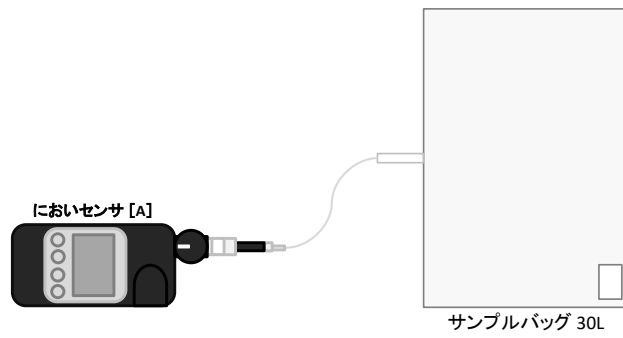


図 3-4 センサ [A] 測定方法

< センサ [B] >

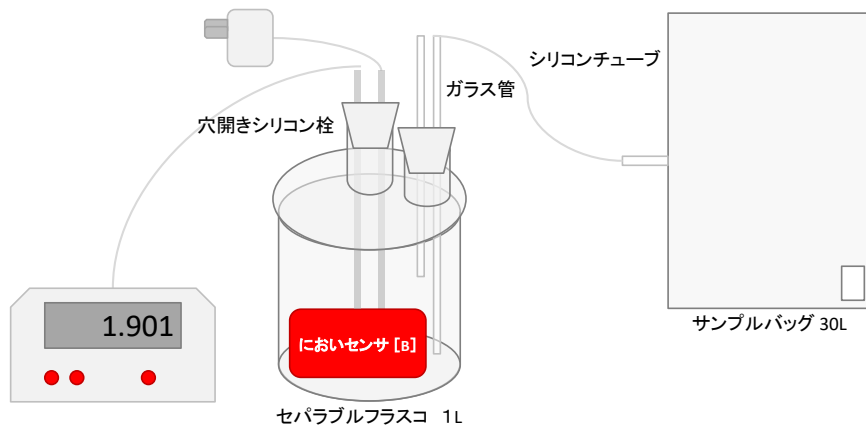


図 3-5 センサ [B] 測定方法

< センサ [C] >

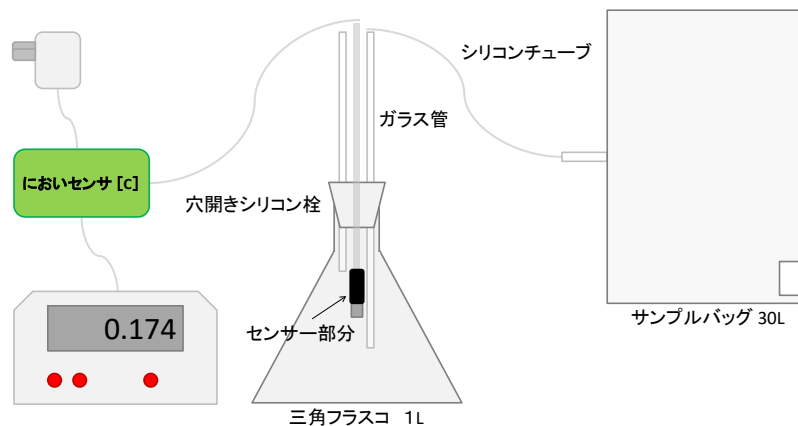


図 3-6 センサ [C] 測定方法

3-1-4. 試料採取機材

屋外での試料採取に加え、臭気強度が高いためにおいが付着しやすい。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、電源を確保する必要がない、カセット式採取器 (DCI-NA 型；近江オドエアサービス) を用いる。試料採取機材は写真 3-7 に示す。



写真 3-7 カセット式採取器 (DCI-NA 型)

表 3-4 DCI-NA 型仕様¹⁴⁾

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

3-1-5. 試料採取方法

試料採取は、生活環境に対して最も影響を与える地点を選定する。また、人の感覚に近

づけるため、試料採取の高さは地上から 2m 以内で行った¹⁵⁾。さらに試料の吸着率を考え現場臭気で 2 回共洗いを行った⁵⁾。試料採取方法は図 3-7 に示す。

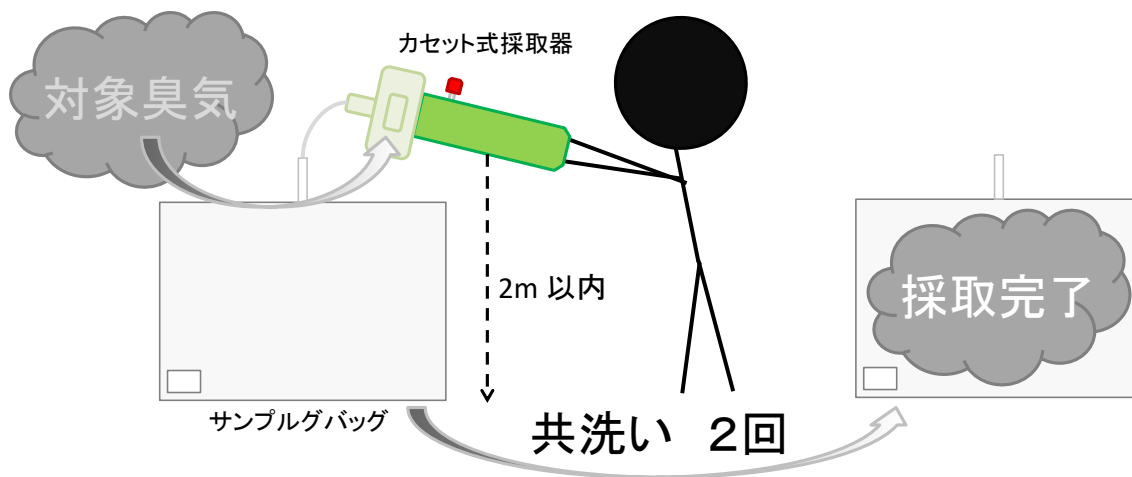


図 3-7 試料採取方法

3-2. CO₂を用いたフラスコ流量測定

3-2-1. 目的

図 3-8 に示す通り、現場で採取してきた試料をフラスコ内に注入し、センサで測定を行うにあたって、サンプリングバッグ内とフラスコ内の濃度を統一させなければならない。そのため、本実験では CO₂ 濃度計を用いて測定を行い、CO₂ が入ったバッグとそのバッグを注入したフラスコ内の濃度が均一になる注入時間の測定を行う。

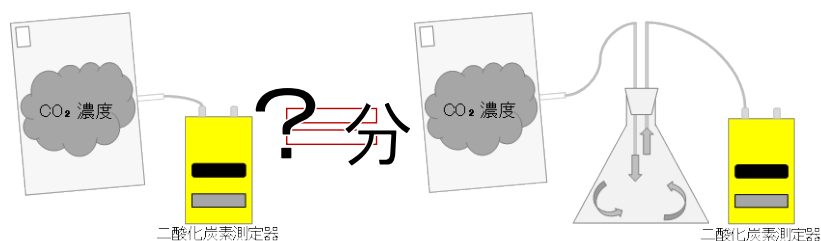


図 3-8 CO₂を用いたフラスコ流量測定原理図

3-2-2. 方法

1. サンプリングバッグ 30 L に無臭空気と測定者の呼気を注入した。

2. フラスコ内にもサンプリングバッグで採取した空気（無臭+測定者の呼気）を注入し、フラスコへの注入時間を2分、2分30秒、3分の3パターンで測定を行った。測定風景は写真3-8, 3-9に示す。
3. 二酸化炭素測定器を利用しCO₂濃度を測定し、サンプリングバッグの濃度とフラスコの濃度の誤差がなくなり、均一状態になる時間を探った。



写真 3-8 サンプリングバッグ内 測定時



写真 3-9 フラスコ内 測定時

3-2-3. 結果

図3-9に示す通り、サンプリングバッグとフラスコのCO₂濃度誤差は徐々になくなり3分間の注入ではサンプリングバッグ内とフラスコ内のCO₂濃度誤差は19とほぼ均一となり、2分間と3分間では大きな差があることが明らかとなった。したがって、今回の方法で注入を行う場合には、1000mlのフラスコには3分間以上注入することで、サンプリングバッグで採取した試料とフラスコ内が一定になることが判明した。

また、今回の注入法はチューブが細く流量が少ないため、3分間のフラスコ注入であっても、30Lサンプリングバッグ内に半分ほどの試料が残る結果となり、活用的な方法だと考えられる。

表 3-5 時間ごとのサンプリングバッグとフラスコのCO₂濃度 測定結果

注入時間	回数	サンプルバッグ(ppm)	フラスコ(ppm)	濃度誤差(ppm)	平均誤差(ppm)	平均誤差割合(%)
2分	1	5679	5412	267	237	1.048
	2	5314	5083	231		
	3	4533	4320	213		
2分30秒	1	2283	2227	56	72	1.040
	2	1706	1629	77		
	3	1789	1706	83		
3分	1	1958	1951	7	19	1.011
	2	1684	1652	32		
	3	1703	1686	17		

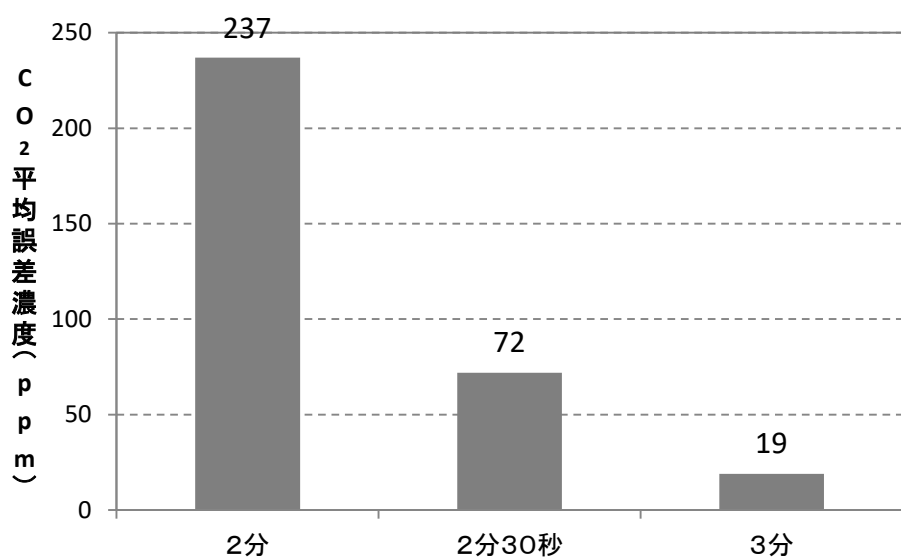


図 3-9 時間ごとのサンプリングバッグとフラスコの CO₂ 濃度誤差 測定結果

3-3. 無臭空気でのセンサ安定時間測定

3-3-1. 目的

センサで測定するにあたって、まずセンサの性能を知る必要がある。本実験では、図 3-10 に示す通り、センサの数値が安定する時間、つまり試料に対して正常に測定が行える時間を判断する。そのために、各センサに無臭空気を測定させ、センサの数値が信頼できるようになる安定時間を検証する。また、各センサの実験開始時におけるブランク（無臭空気での開始時数値）を検証する。

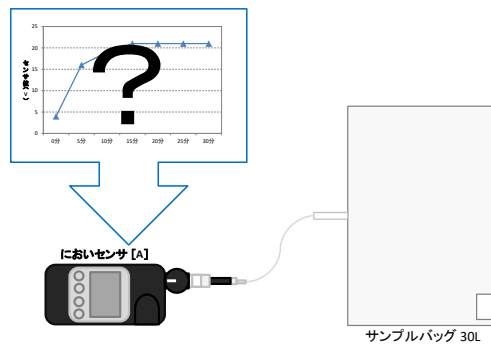


図 3-10 無臭空気でのセンサ安定時間測定原理図

3-3-2. 方法

1. サンプルバッグ 30 L に無臭空気を採取した。
2. あらかじめフラスコ内にセンサ [B] [C] を入れ準備をしておいた。
3. フラスコ内にサンプルバッグで採取した無臭空気を 3 分間 注入した。フラスコ内を無臭空気ですらみにし、シリコン栓で蓋をして密閉にした。各センサの測定風景は写真 3-10～写真 3-12 に示す。
4. 5 分ごとに センサ [A] [B] [C] の測定値を確認し、一定（正常値）に落ち着く時間を測定した。



写真 3-10 センサ [A]

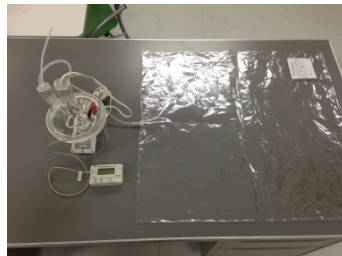


写真 3-11 センサ [B]

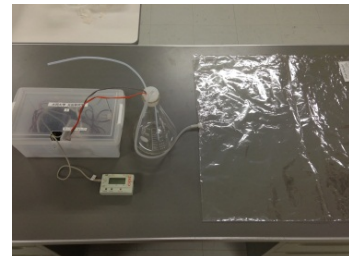


写真 3-12 センサ [C]

3-3-3. 結果

図 3-11～図 3-13 に示す通り、センサ [A] [B] は、一定（正常値）に落ち着く時間が 15 分ほどかかるということが明らかとなった。また、センサ [C] は、一定（正常値）に落ち着くのに時間がかかったものの、80 分あたりから安定することが明らかとなった。

今回の結果から、各センサで一定（正常値）に落ち着く時間には差があり、測定を行う前に起動させておく必要がある。また、各センサの正常値を実験開始時におけるブランク（無臭空気での開始時数値）の参考にする。

本実験では、センサ [A] 15 分 ⇒ [B] 15 分 ⇒ [C] 80 分 の順番で測定を行う。

< センサ [A] >

表 3-6 正常値での開始時間測定結果

時間	センサ値(V)	温度(°C)	湿度(%)
0分	4	21.6	41
5分	16	22.0	44
10分	19	22.0	43
15分	21	21.5	41
20分	21	21.5	44
25分	21	22.2	53
30分	21	22.1	51

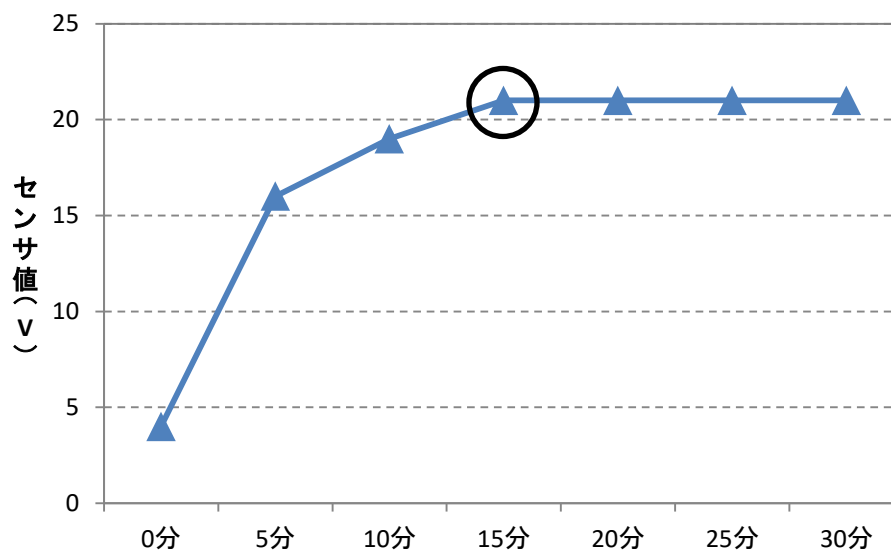


図 3-11 正常値での開始時間測定結果

< センサ [B] >

表 3-7 正常値での開始時間測定結果

時間	センサ値(V)	温度(°C)	湿度(%)
0分	3.34	21.6	41
5分	2.07	22.0	44
10分	1.19	22.0	43
15分	1.87	21.5	41
20分	1.87	21.5	44
25分	1.85	22.2	53
30分	1.86	22.4	58
35分	1.87	23.6	56
40分	1.87	24.0	55
45分	1.87	23.8	52
50分	1.88	22.8	45
55分	1.89	22.5	45
60分	1.88	22.2	44
65分	1.89	21.9	49
70分	1.89	22.6	58
75分	1.90	23.0	62
80分	1.91	23.3	62
85分	1.91	24.0	59
90分	1.92	24.4	56

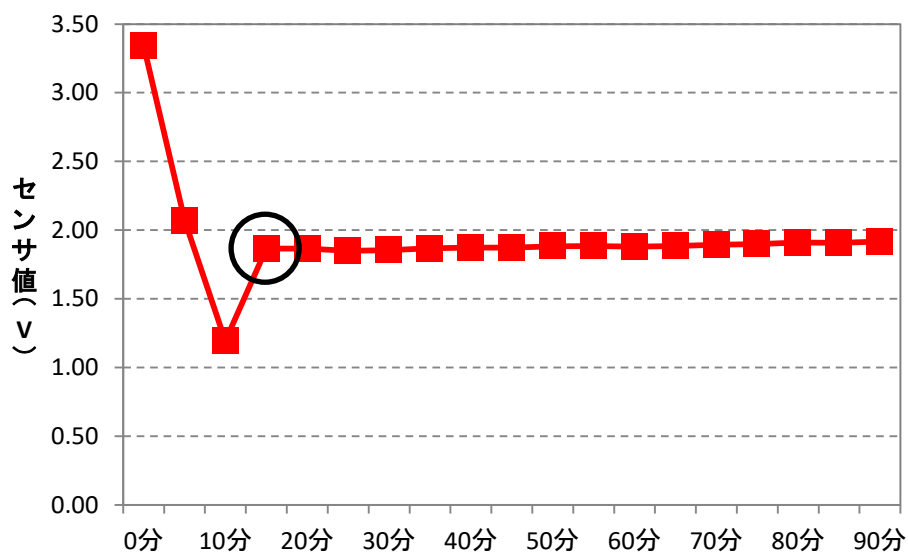


図 3-12 正常値での開始時間測定結果

< センサ [C] >

表 3-8 正常値での開始時間測定結果

時間	センサ値(V)	温度(°C)	湿度(%)
0分	0.34	21.6	41
5分	0.26	22.0	44
10分	0.23	22.0	43
15分	0.22	21.5	41
20分	0.20	21.5	44
25分	0.19	22.2	53
30分	0.18	22.4	58
35分	0.17	23.6	56
40分	0.16	24.0	55
45分	0.15	23.8	52
50分	0.13	22.8	45
55分	0.11	22.5	45
60分	0.09	22.2	44
65分	0.07	21.9	49
70分	0.05	22.6	58
75分	0.04	23.0	62
80分	0.03	23.3	62
85分	0.03	24.0	59
90分	0.03	24.4	56

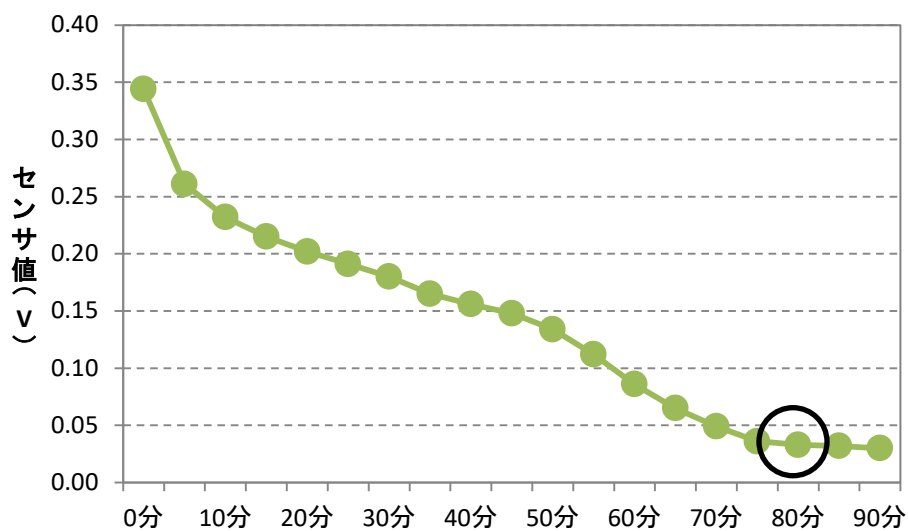


図 3-13 正常値での開始時間測定結果

3-4. 室内でのセンサを用いた（予備実験）測定

3-4-1. 目的

屋外での測定のため、一度室内で測定を行い問題点や改良点の確認をする。また、今回は学内で比較的臭気強度が高いと思われる場所を測定し、各センサの応答を確かめる。測定場所は写真 3-13、3-14 に示す。

本実験では、センサ [A] とセンサ [C] を用いた。



写真 3-13 調香室



写真 3-14 B棟 食堂前

3-4-2. 方法

1. サンプルバッグ 30 L にカセット式採取器を使い測定場所の空気を採取した。
2. 測定場所をセンサ [A] [C] を使い環境測定を行った。
3. あらかじめフラスコ内にセンサ [C] を入れ準備をしておいた。
4. [C] センサの暖気を行うため、フラスコ内に無臭空気を注入し、フラスコ内を無臭空気で満杯にした後、シリコン栓で蓋をして密閉にした。
5. サンプルバッグに採取した試料臭気をフラスコ内に 3 分間注入し、フラスコ内を試料臭気で満杯にした後、シリコン栓で蓋をして密閉にした。各センサの測定風景は写真 3-15～写真 3-17 に示す。
6. 2 分間 センサの反応を待ち測定を行った。



写真 3-15 センサ [A]

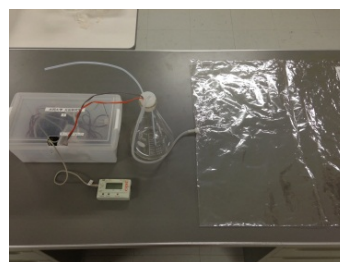


写真 3-17 センサ [C]

3-4-3. 結果

< 調香室 >

図 3-14、3-15 に示す通り、現場での測定数値とサンプリングバッグで採取しフラスコで測定した数値は、少し差がでたものの現場に近い測定が行えたと考えられる。測定風景は写真 3-18～写真 3-20 に示す。

表 3-9 センサ 測定結果

測定場所	温度(°C)	湿度(%)	においセンサ	センサ値(V)	
				現場	サンプルバッグ
S620 調香室	26.6	36	センサ [A]	77	70
			センサ [C]	287	254

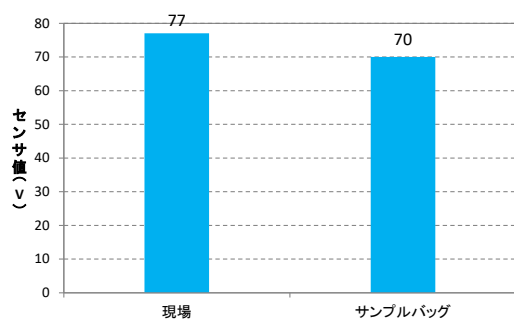


図 3-14 センサ [A] 測定結果

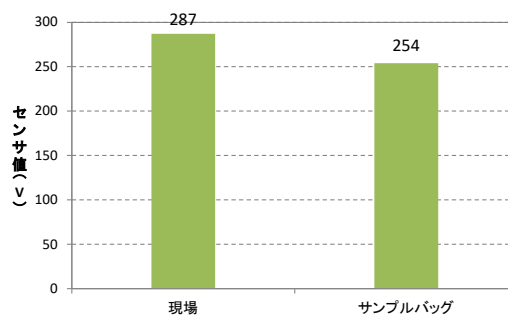


図 3-15 センサ [C] 測定結果



写真 3-18 バッグ採取



写真 3-19 センサ [A] 測定



写真 3-20 センサ [C] 測定

< B棟 食堂前 >

図 3-16、3-17 に示す通り、調香室と同じく現場での測定数値とサンプリングバッグで採取しフラスコで測定した数値は、少し差がでたものの現場に近い測定が行えたと考えられる。測定風景は写真 3-21～写真 3-23 に示す。

表 3-10 センサ 測定結果

測定場所	温度(°C)	湿度(%)	においセンサ	センサ値(V)	
				現場	サンプルバッグ
B棟 食堂前	28.7	51	センサ [A]	98	87
			センサ [C]	225	199

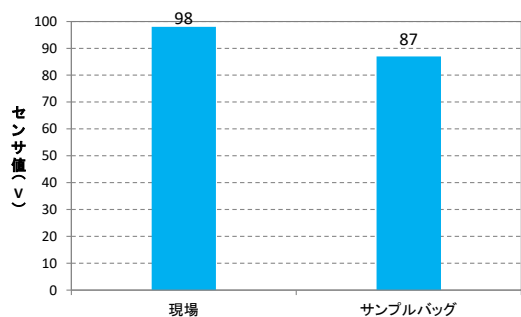


図 3-16 センサ [A] 測定結果

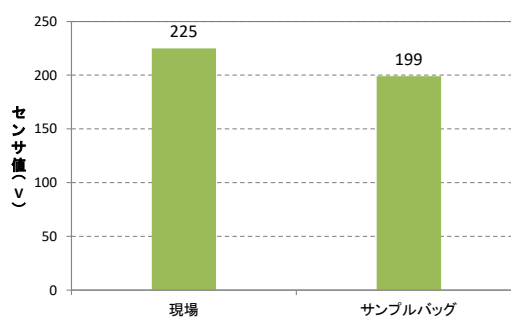


図 3-17 センサ [C] 測定結果



写真 3-21 バッグ採取



写真 3-22 センサ [A] 測定



写真 3-23 センサ [C] 測定

嗅覚測定では調香室の方が臭気を強く感じたが、センサ [A] の値は、食堂前の方が高くなった。本結果から、現場の方が高めの値を示しやすく、感覚的な強さと必ずしも一致しないことが示された。今後の測定調査では畜産臭向きのセンサを選定する必要がある。

第4章 牛舎敷地境界線における臭気測定

4-1. 目的

実際に牛舎を測定し、畜産臭気の実態を把握するとともに、センサによる臭気管理について検討する。

測定は夏と秋の2回行い、臭気発生源と考えられる一次処理場を中心にした敷地境界線と一次処理場の環境測定、嗅覚測定、センサ測定の3つの視点から検討する。

4-2. 実験条件および実験方法

4-2-1. 機材の選定

現地で臭気の採取を行い、持ち帰った後、測定を行う方法をとった。各フラスコにつき10 L 試料臭気が必要なため、1試料につき30 L サンプルングバッグ（ポリエチレンテレフタレート製バッグ；近江オドエアサービス社製）で採取を行った。また、各センサでの測定を2回ずつ行うため、1試料ごとに30 L が3袋の計90 L を採取する。

さらに、センサでの測定については、1L フラスコ と1L セパラブルフラスコ にセンサを入れ、シリコンチューブを使い、手押しでサンプルバッグの試料臭気を注入する（シリコンチューブの径が小さいため流量は一定）。サンプルングバッグ分配一覧は図4-1に示す。

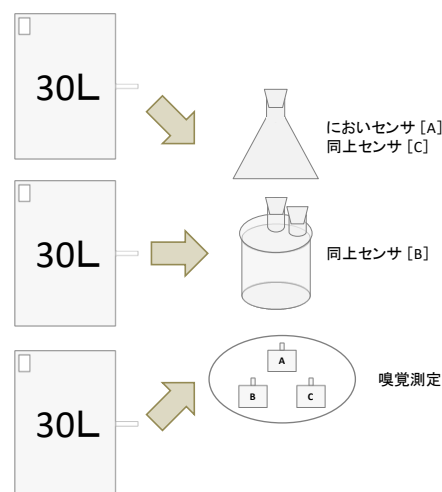


図4-1 サンプルングバッグ 分配一覧

4-2-2. センサでの測定方法

現地でのセンサ測定は、電源を確保する必要がない、センサ [A] のみ測定を行った。
試料採取後の測定は、センサ [A] [B] [C] の全3種類で測定を行った。

< 現地測定 >

1. あらかじめ用意しておいた無臭空気を用い、センサ [A] の暖気を行った。
2. 敷地境界線での測定場所、一次処理場、二次処理場の臭気を測定した。センサ [A] 測定風景は写真 4-1、4-2 に示す。



写真 4-1 一次処理場 センサ [A] 測定



写真 4-2 二次処理場 センサ [A] 測定

< 試料採取後の測定 >

1. あらかじめ、センサ [B] [C] をフラスコ内に入れ準備しておいた。
2. センサ [B] [C] の暖気を行うため、フラスコ内に無臭空気を注入し、フラスコ内を無臭空気ですらった後、シリコン栓で蓋をして密閉した。
3. サンプルングバッグに採取した試料臭気をフラスコ内に3分間注入し、フラスコ内を試料臭気ですらった後、シリコン栓で蓋をして密閉にした。各センサの測定風景は写真 4-3～写真 4-5 に示す。
4. 2分間 センサの応答を待ち測定を行った。



写真 4-3 センサ [A]



写真 4-4 センサ [B]

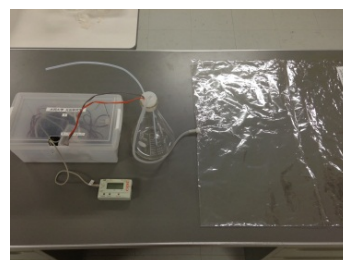


写真 4-5 センサ [C]

4-2-3. 牛舎敷地境界線での環境測定方法

初めに風向・風速計で測定を行い、風上・風下・それ以外の場所3点を測定場所とした。次に温湿度計と風速計を用い、環境測定を行い、そしてデジタルメジャーで一次処理場（発生源）からの距離、温湿度を測定するために、デジタル温湿度記録計（おんどとり）で測定を行った。環境測定機材は写真4-6、4-7に示す。



写真 4-6 風向・風速計 測定



写真 4-7 デジタルメジャー

4-2-4. 試料採取機材

野外での試料採取に加え、臭気強度が高くにおいが付きやすい。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、電源を確保する必要がない、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。試料採取機材は図4-8に示す。



写真 4-8 カセット式採取器（DCI-NA型）

表 4-1 DCI-NA型仕様¹⁴⁾

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

4-2-5. 試料採取方法

試料採取は、住民の生活環境に対して最も影響を与える地点を選定する。また、人の感覚に近づけるため、試料採取の高さは敷地境界線では地上から 1.5 m、一次処理場では地上から 0.3 m で行った¹⁵⁾。さらに試料の吸着率を考え現場臭気 で 2 回共洗いをを行い、カセット式採取器は試料採取のたびに交換した⁵⁾。試料採取方法は図 4-2、4-3 に示す。試料採風景は写真 4-9～写真 4-12 に示す。

< 敷地境界線 >

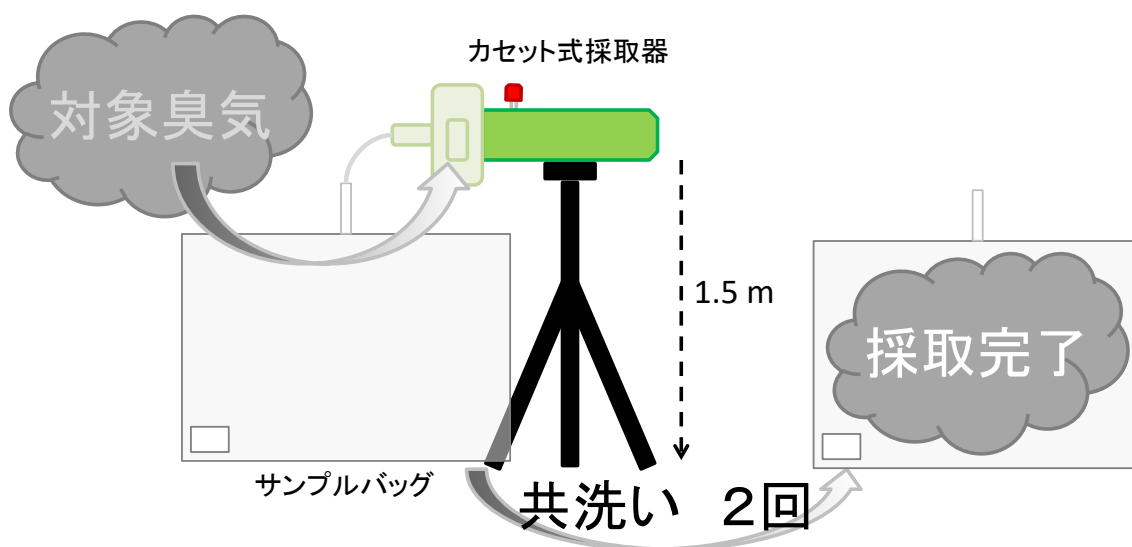


図 4-2 敷地境界線 試料採取方法



写真 4-9 試料採取風景



写真 4-10 試料採取風景

< 一次処理場 >

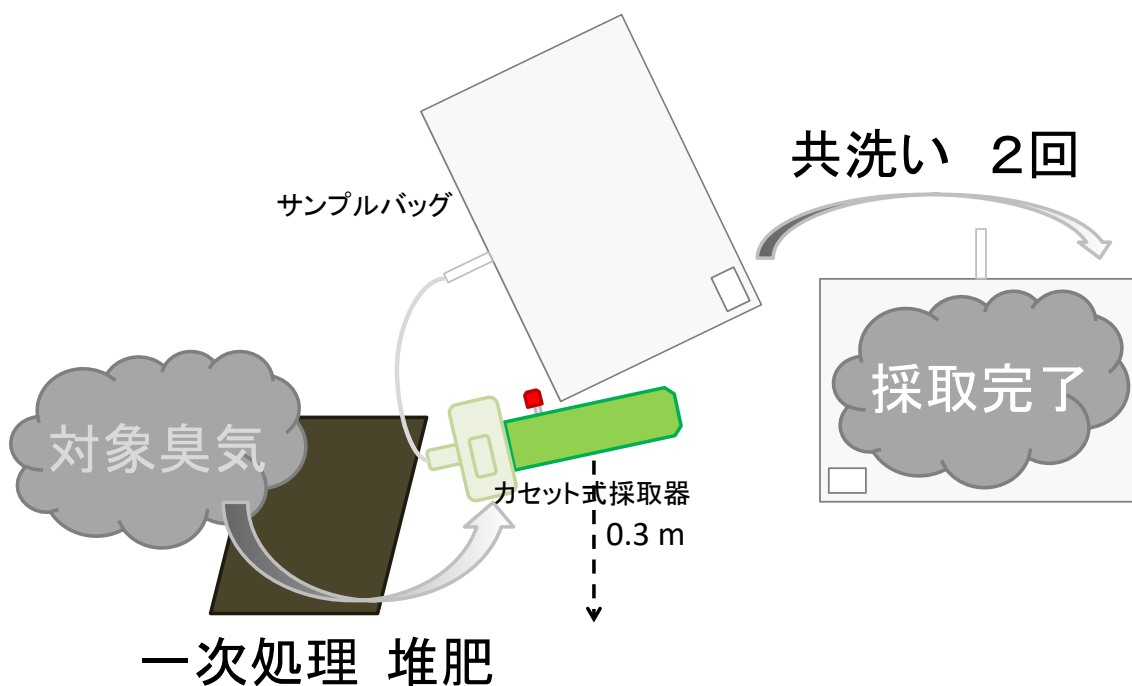


図 4-3 一次処理場 試料採取方法



写真 4-11 試料採取風景



写真 4-12 試料採取風景

4-2-6. 臭気指数の算出方法

嗅覚測定法は、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られた方法である¹⁵⁾。

臭気指数は、三点比較式臭袋法により測定された臭気濃度をもとに、 $[\text{臭気指数} = \log(\text{臭気濃度}) \times 10]$ で表される¹⁾。

4-2-7. 嗅覚パネル

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（男性 3名、女性 3名）である。嗅覚測定は、大同大学 実験室で行った。

4-2-8. 評価項目

パネルには、臭気の評価として、臭気強度、快・不快度、容認性を、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4-2～表4-5、図4-4に示す。

表 4-2 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	強烈なおい

表 4-3 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 4-4 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 4-5 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	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								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。

図 4-4 臭気に対する自由記述

4-3. 実験および考察

4-3-1. 牛舎の環境測定結果

[夏]

表 4-6、図 4-5 に示す通り、敷地境界線 ① ②では、100mほどしか離れていないが、においの強度やにおいの質はまったく違った。また、そのにおいが測定を行っている牧場のおいにおいか、他の牧場のおいにおいかは全く判断できなかったことから、畜産臭気問題には風向が大きく関係していることが明らかとなった。

センサ [A] に関しては測定点ごとに目立った応答はなかった。

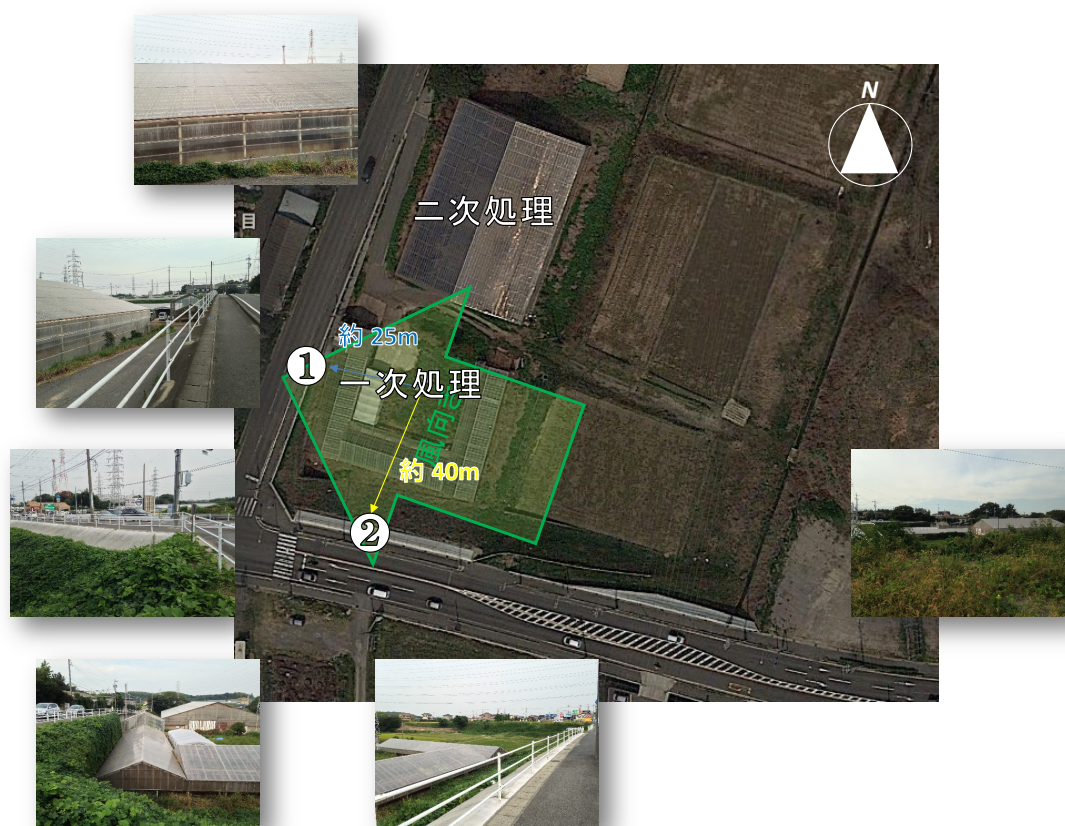


図 4-5 牛舎周辺環境測定結果と平面図 (夏) ¹⁶⁾

表 4-6 牛舎周辺環境測定結果 (夏)

測定場所	測定点(m)	温度(°C)	湿度(%)	風向	風速(m/s)	測定距離(m)	においセンサ [A]
敷地境界線 ①	1.5	34.9	43	東南東	1.35	25	-48
敷地境界線 ②	1.5	34.5	47	東南東	0.40	40	-44
一次処理場	0.3	34.2	45.9	東南東		0	-35

[秋]

表 4-7、図 4-6 参照に示す通り、1 回同様、敷地境界線 ① ② ③では 100mほどしか離れていないが、においの強度や質はまったく違った。やはり、風向が大きく関係していると考えられる。センサ値を見てみると風下の敷地境界線 ①が一番高い値となり、発生源が一番遠い敷地境界線 ③が一番低い値となった。また、今回はセンサ [A] の応答がなかったが、一次処理場・二次処理場についても測定位置を近づけることによって応答することが明らかとなった。

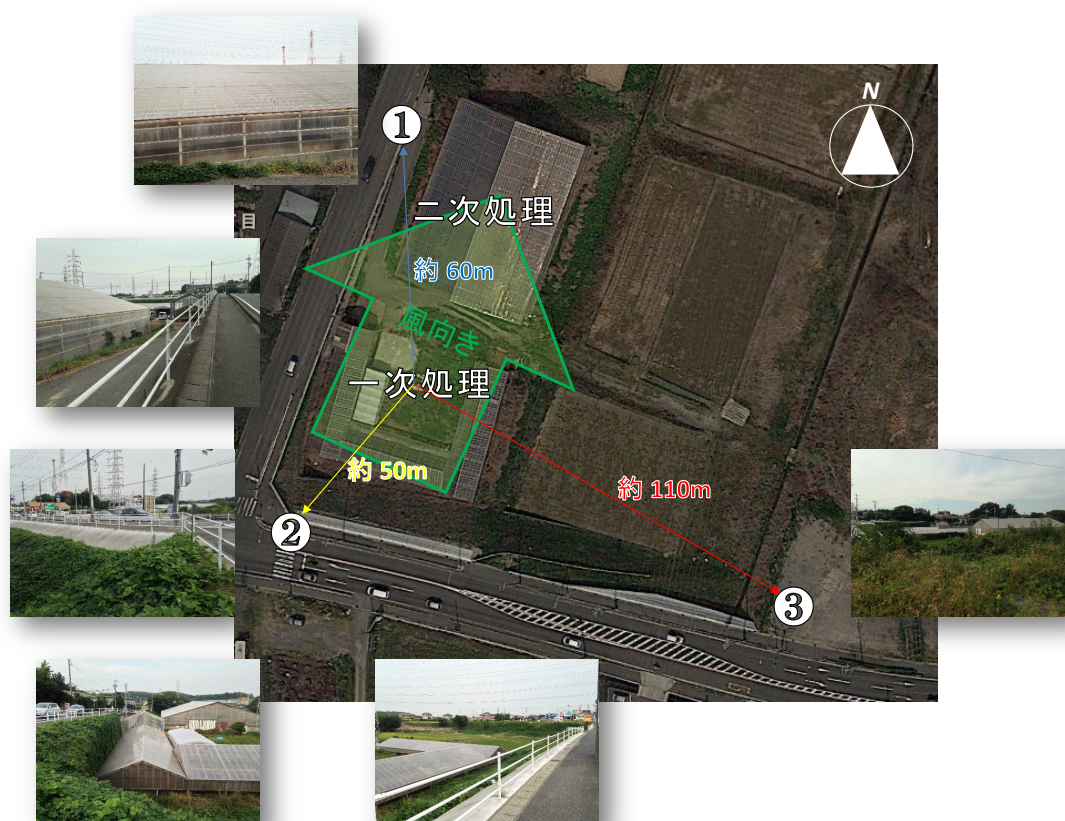


図 4-6 牛舎周辺環境測定結果と平面図（秋）¹⁶⁾

表 4-7 牛舎周辺環境測定結果（秋）

測定場所	測定点 (m)	温度(°C)	湿度 (%)	風向	風速(m/s)	測定距離 (m)	においセンサ [A]
敷地境界線 ①	1.5	23.6	48.5	南南西	0.4	60	17
敷地境界線 ②	1.5	24.6	53	南南西	1.6	50	-28
敷地境界線 ③	1.5	25.7	48	南南西	1.5	110	-36
一次処理場	0.3	24.6	55	南南西		0	214
二次処理場	0.6	26	51.5	南南西		0	720

両結果ともに、風向が大きく影響しており、風向の違いによって臭気強度・臭気質・ニオイセンサ値ともに差があることが明らかとなった。

堆肥化などから発生する臭気は、臭気成分とともに大量の水蒸気も含まれており、雨天や風のない湿度の高い日には拡散されず臭気の塊となって数 km も移動するのではないかと推測される¹⁾。風下方向に住宅がある場合、畜舎から遠い場所でも悪臭の苦情があるのではないかと考えられる。また、近くに高速道路や県道があるため、近隣住民以外への悪臭対象となりうると考えられる。

4-3-2. 嗅覚測定法の結果

(1) 臭気指数

図4-7、4-8に示す通り、両結果ともに臭気発生源である一次処理場が最も高い結果となった。また、環境測定と同じように、風上・風下では臭気指数に差があり、100m以上離れている敷地境界線③では一次処理場の1/10ほどの結果となった。また、両結果ともに風下では比較的高い値を示した。

[夏]

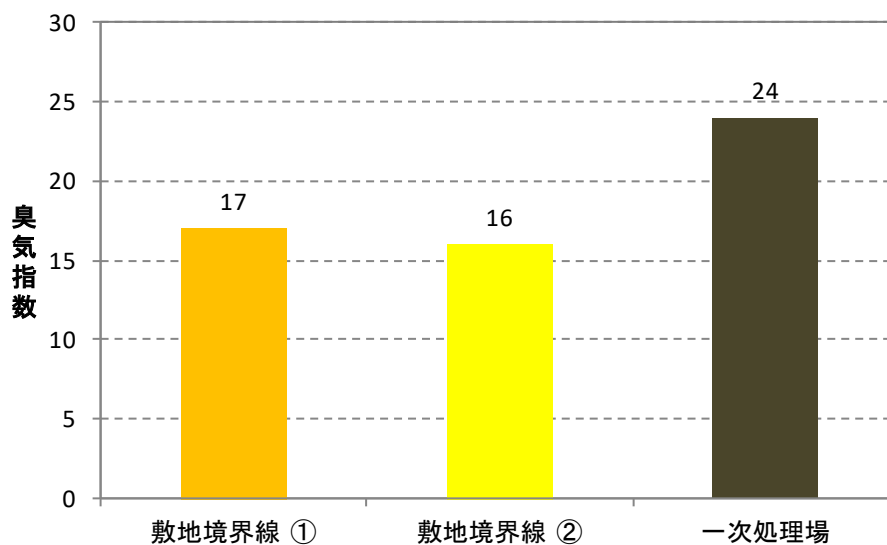


図4-7 各測定場所での臭気指数（夏）

[秋]

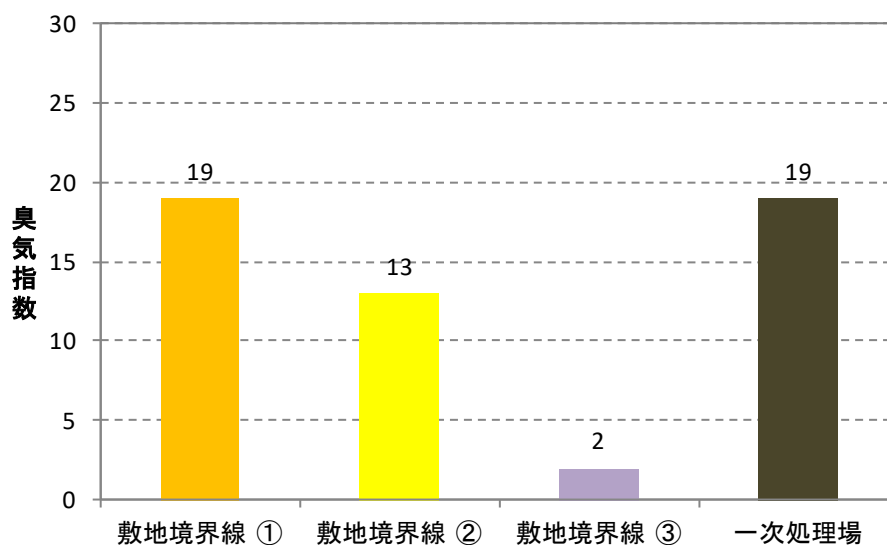


図4-8 各測定場所での臭気指数（秋）

(2) 臭気強度

図 4-9、4-10 に示す通り、臭気強度に関しても、臭気指数と同様、臭気発生源である一次処理場が最も高い結果となった。また、風上・風下では臭気強度にも差がみられた。

[夏]

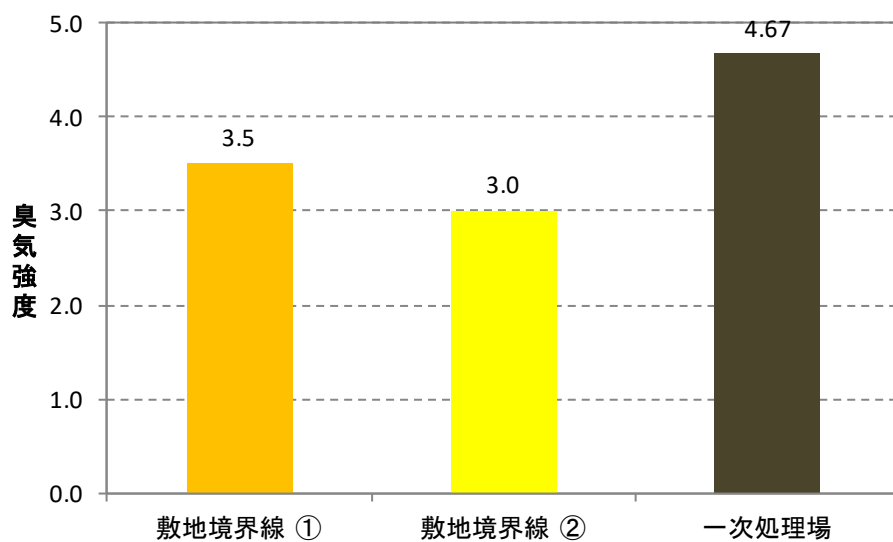


図 4-9 各測定場所での臭気強度 (夏)

[秋]

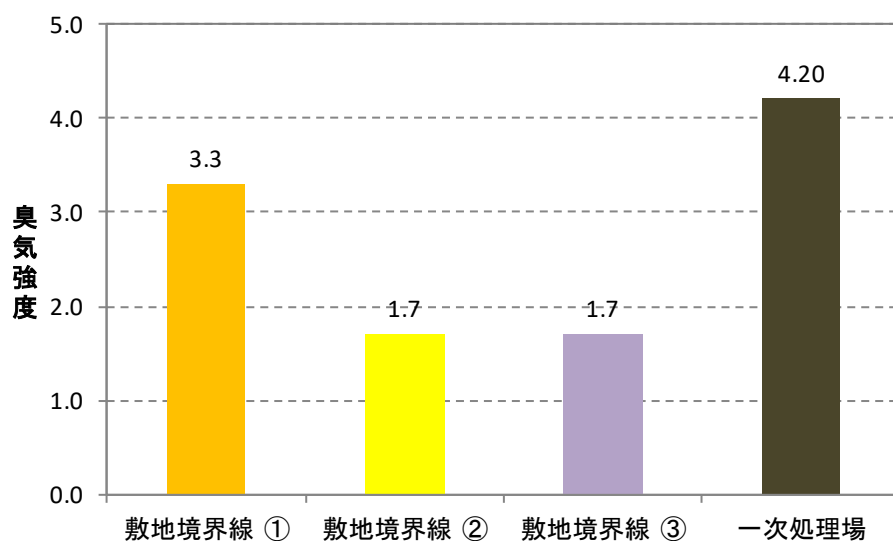


図 4-10 各測定場所での臭気強度 (秋)

(3) 快・不快度

図4-11、4-12に示す通り、快・不快度に関しては、両結果とも不快の評価となった。また、一次処理場に関しては“非常に不快”という評価もあった。また、臭気指数、臭気強度と同様の傾向がみられた。

[夏]

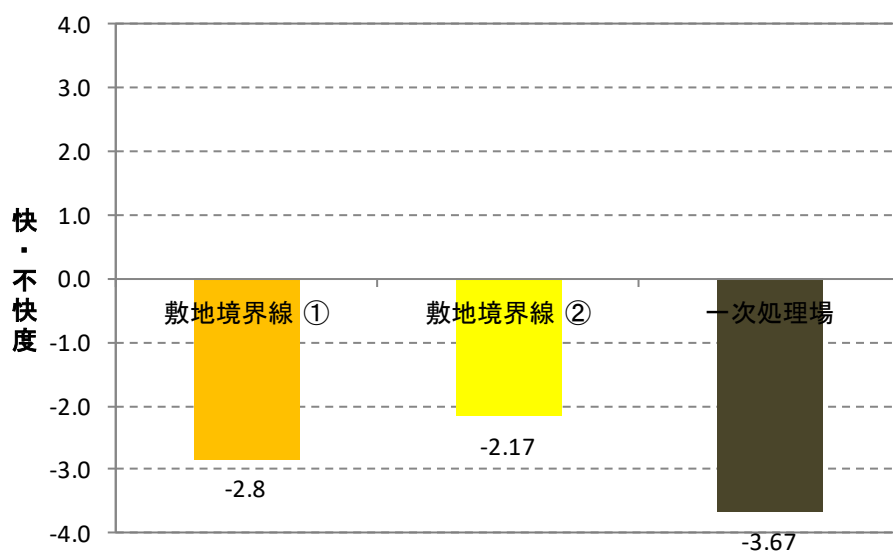


図4-11 各測定場所での快・不快度（夏）

[秋]

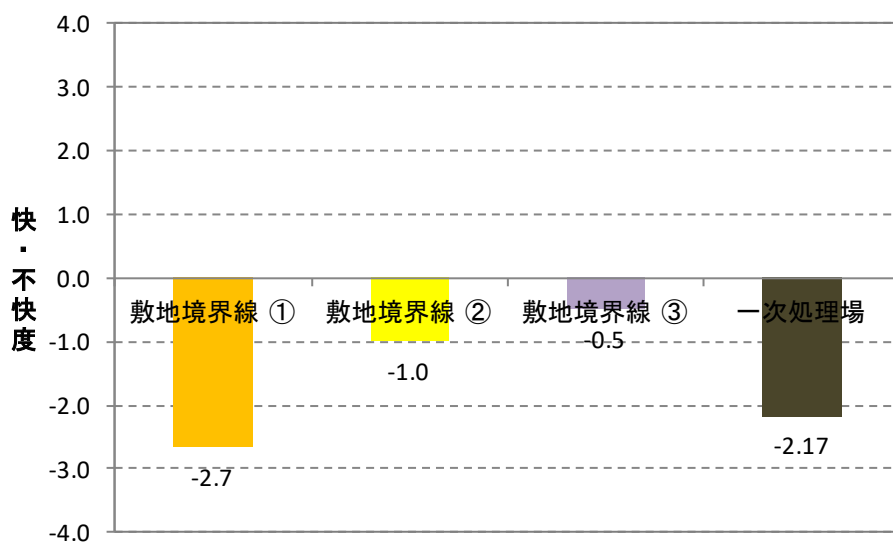


図4-12 各測定場所での快・不快度（秋）

(4) 容認性

図 4-13、4-14 に示す通り、容認性に関しても、一次処理場と敷地境界線 ①は“受け入れられない”評価となったが、敷地境界線 ② ③では“受け入れられる”という回答もみられ、風向きや距離によって大きく印象が変わることが明らかとなった。

[夏]

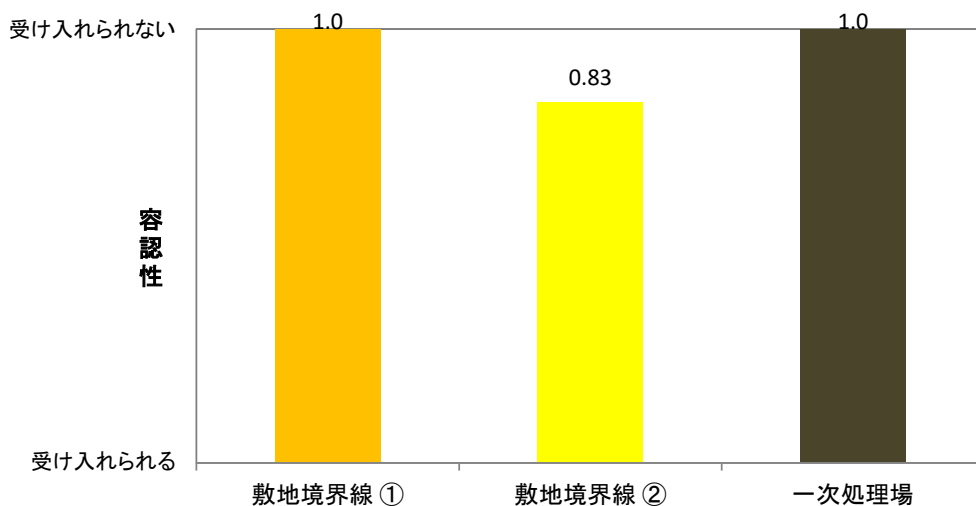


図 4-13 各測定場所での容認性 (夏)

[秋]

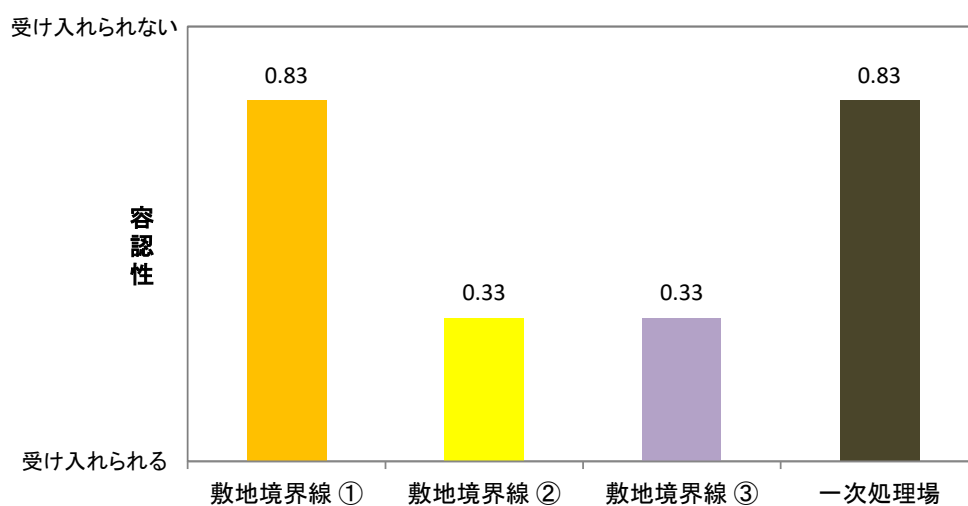


図 4-14 各測定場所での容認性 (秋)

(5) 臭気質評価

初めに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 4-8 に示す。

臭気質評価に関しても、一次処理場と敷地境界線 ①はばらつきのある評価となったが、敷地境界線 ② ③ではあまりばらつきがなく、“どちらでもない”という評価が多かった。また、全評価からわかるのが“こってり”や“きれい”といった評価が高く、しつこく受け入れにくいにおいだということが明らかとなった。さらに、分類分けでも全評価“動物的”な評価が高く、獣くさいことも明らかとなった。

自由記述に関しても、生ごみ臭や腐敗臭といったマイナス的な表現が多かった。各質評価に関しては図 4-15～図 4-21 に示す。

表 4-8 臭気質評価 分類分け一覧

水ぽっい	苦い	さっぱり	暗い	地味な	冷たい	だらしない	一時的	よわい	かるい	疲れた	嫌いな	古い	あいまいな	おだやか	にぶい	めずらしい	醜い	こわい	非社会的	きたない	生臭い	自然的	田舎的	ほこりっぽい
食			生活										差異			動物								
油っぽい	甘い	こってり	明るい	派手な	温かい	きちんとした	永続的	つよい	重い	元気な	好き	新しい	はっきりした	つんとくる	するどい	ありふれた	美しい	やさしい	社会的な	きれいな	新鮮な	人工的	都会的	澄み切った

[夏]

敷地境界線 ①

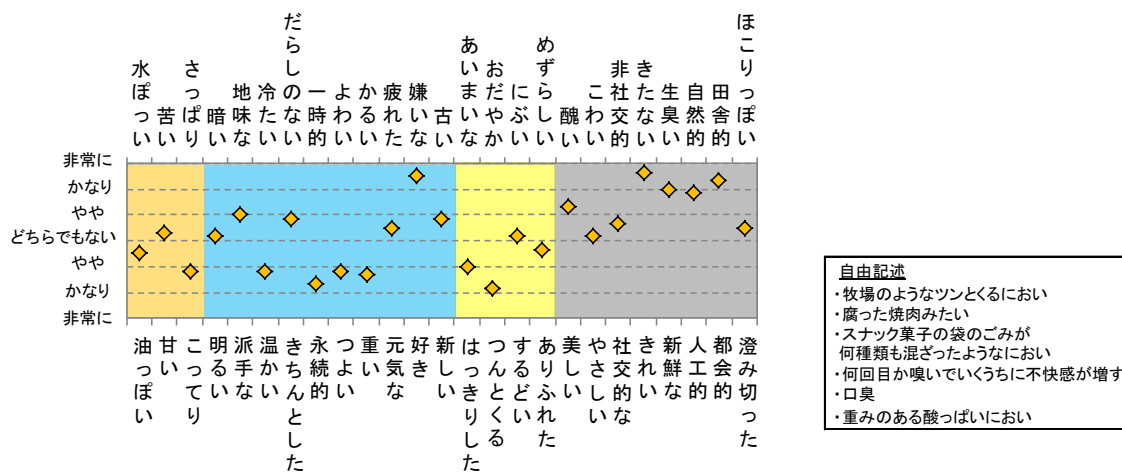


図 4-15 敷地境界線①での臭気質評価 (夏)

敷地境界線②

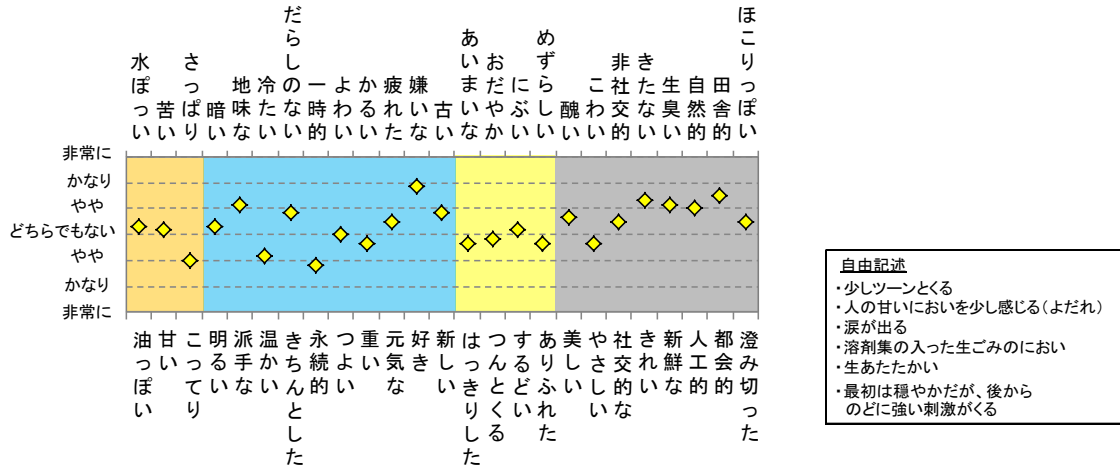


図 4-16 敷地境界線②での臭気質評価 (夏)

一次処理場

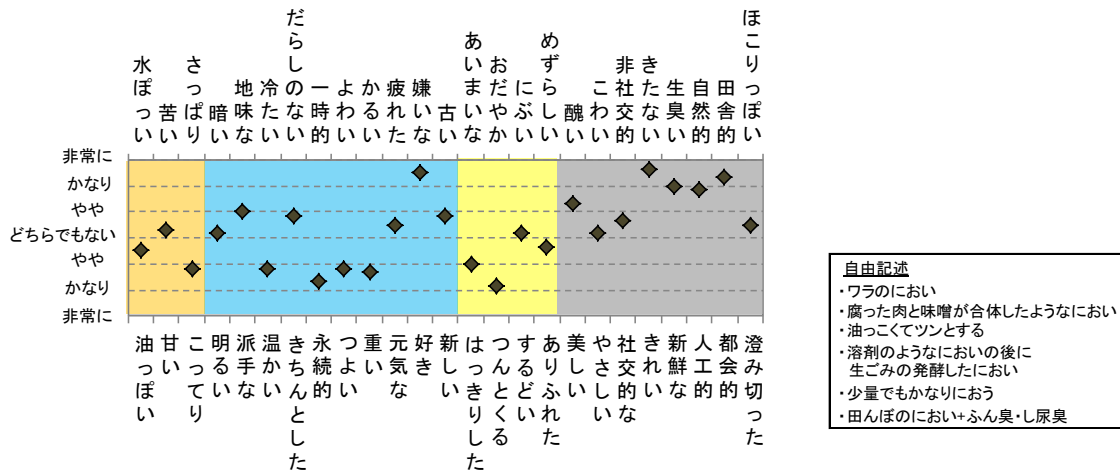


図 4-17 一次処理場での臭気質評価 (夏)

[秋]

敷地境界線①

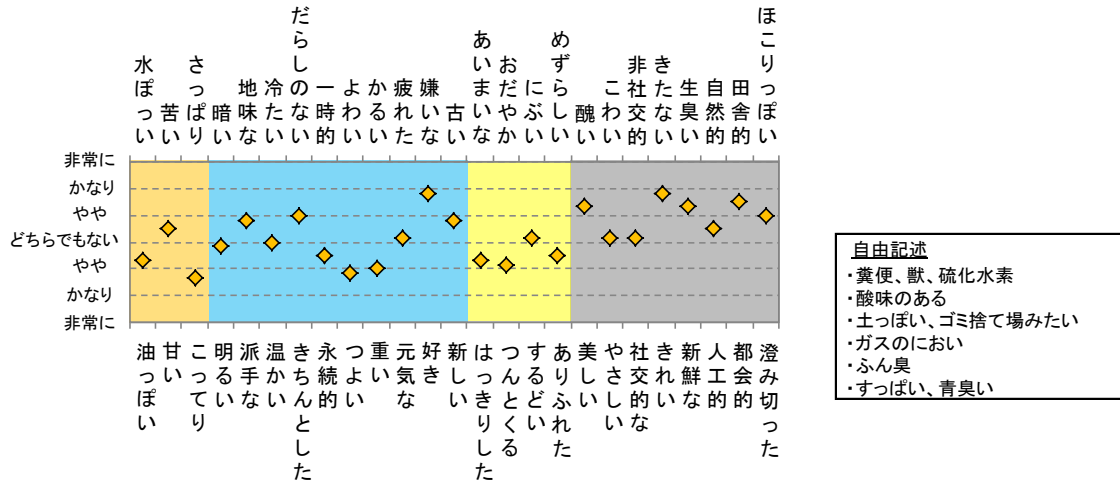


図 4-18 敷地境界線①での臭気質評価 (秋)

敷地境界線②

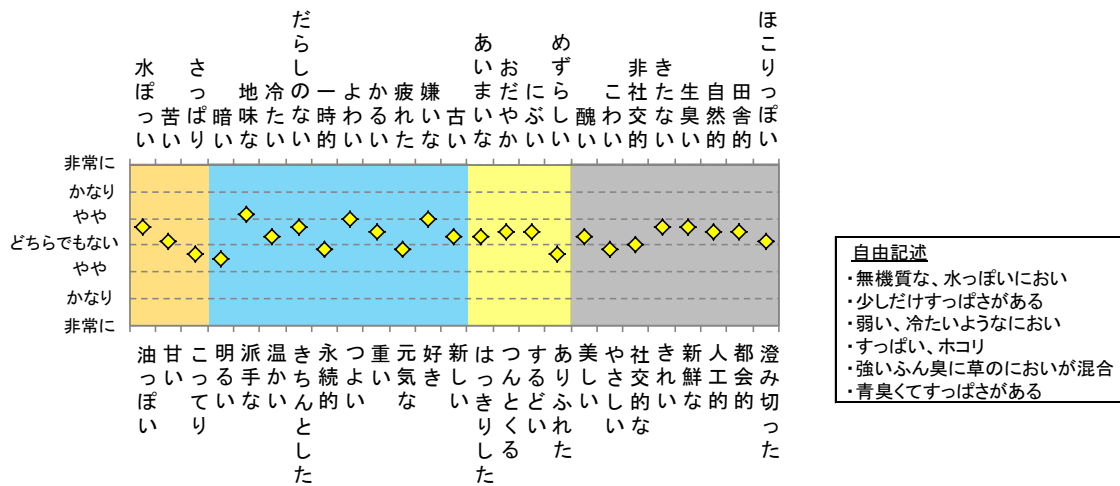


図 4-19 敷地境界線②での臭気質評価 (秋)

敷地境界線③

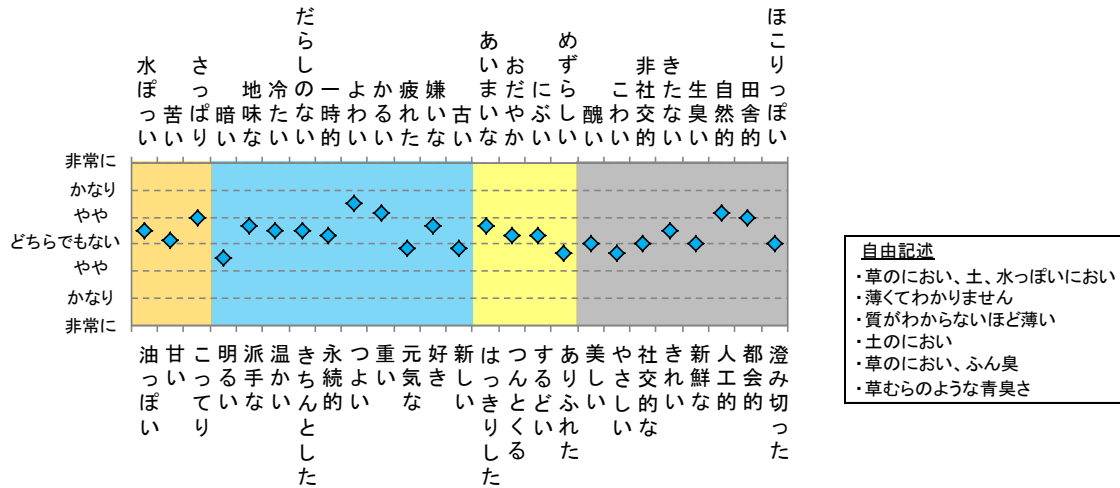


図 4-20 敷地境界線③での臭気質評価 (秋)

一次処理場

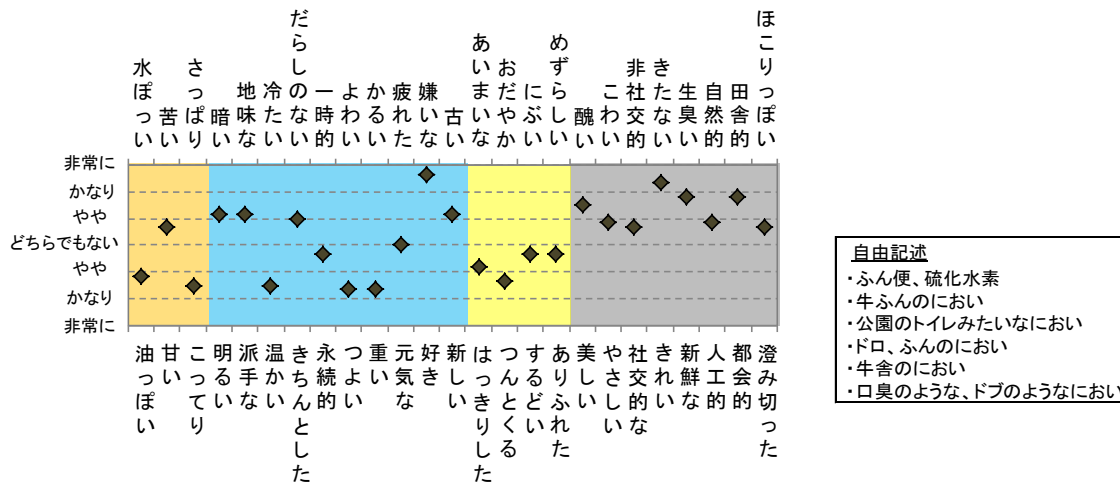


図 4-21 一次処理場での臭気質評価 (秋)

4-3-3. センサによる測定結果

図 4-22～図 4-27 に示す通り、両結果を通して、秋のセンサ [B] の測定以外は、相関が良くない結果となった。また、臭気指数が低いと相関が良くない場合が多くなった。しかし、臭気指数のピークとセンサのピークには対応しており、嗅覚の代用として可能だと考えられる。

問題点としては、1つ目に臭気成分によってはセンサの応答がない場合が多く、また畜産臭といった複合臭には問題があると考えられる。2つ目に敷地境界線のように臭気強度の低く、風量・風向によって臭気にばらつきがある場所の測定においては、センサの応答差があると考えられる。

[夏]

表 4-9 各測定場所でのセンサ [A] 測定結果 (夏)

測定場所	回数	温度(°C)	湿度(%)	センサ値(V)	平均(V)	臭気指数
一次処理場	1	20.6	54	18	17	17
	2	20.5	53	16		
敷地境界線 ①	1	20.1	52	19	20.5	16
	2	20.8	54	22		
敷地境界線 ②	1	20.8	49	17	16.5	24
	2	20.2	54	16		

表 4-10 各測定場所でのセンサ [B] 測定結果 (夏)

測定場所	回数	温度(°C)	湿度(%)	センサ値(V)	開始 センサ値(V)	平均(V)	臭気指数
一次処理場	1	20.5	54	1.831	1.901	-0.069	17
	2	20.6	58	1.834	1.901		
敷地境界線 ①	1	23.2	76	1.843	1.901	-0.059	16
	2	22.1	63	1.842	1.901		
敷地境界線 ②	1	22.2	61	1.852	1.901	-0.055	24
	2	22.6	70	1.841	1.901		

表 4-11 各測定場所でのセンサ [C] 測定結果 (夏)

測定場所	回数	温度(°C)	湿度(%)	センサ値(V)	開始 センサ値(V)	平均(V)	臭気指数
一次処理場	1	21.9	62	0.174	0.171	0.005	17
	2	20.5	56	0.179	0.171		
敷地境界線 ①	1	20.1	54	0.175	0.171	0.007	16
	2	20.8	63	0.181	0.171		
敷地境界線 ②	1	20	52	0.178	0.171	0.007	24
	2	21	49	0.179	0.171		

< センサ [A] >

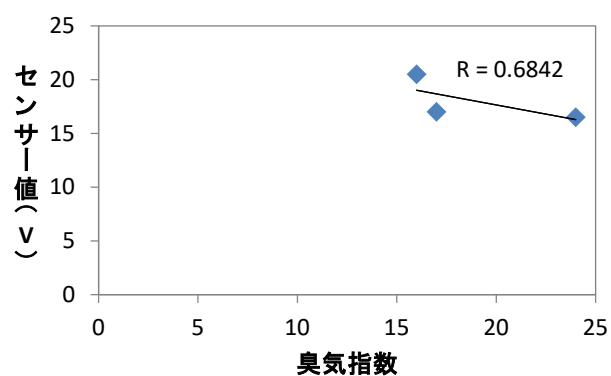


図 4-22 センサ [A] センサ値と臭気指数の相関図 (夏)

< センサ [B] >

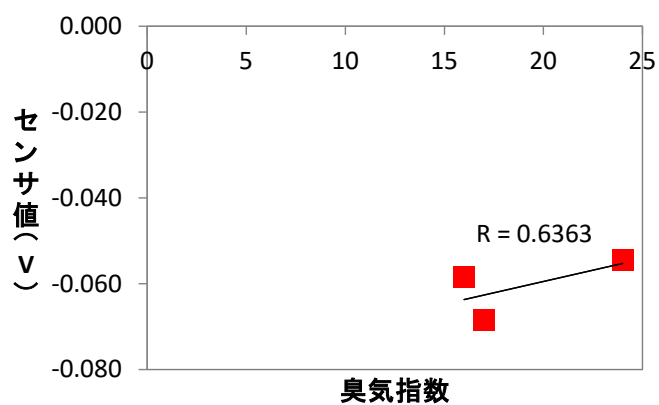


図 4-23 センサ [B] センサ値と臭気指数の相関図 (夏)

< センサ [C] >

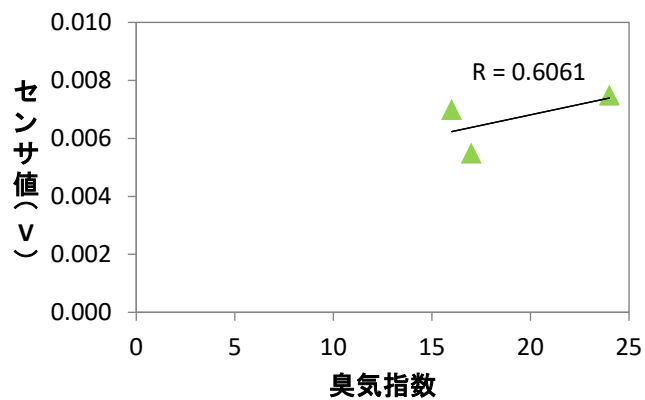


図 4-24 センサ [C] センサ値と臭気指数の相関図 (夏)

[秋]

表 4-12 各測定場所でのセンサ [A] 測定結果 (秋)

測定場所	回数	温度(°C)	湿度(%)	センサ値(V)	平均(V)	臭気指数	臭気強度
敷地境界線 ①	1	25.4	47	24	23.5	19	3.3
	2	25.4	48	23			
敷地境界線 ②	1	25.5	47	11	10.5	13	1.7
	2	25.4	47	10			
敷地境界線 ③	1	25.3	53	14	15	2	1.7
	2	25.4	54	16			
一次処理場	1	25.5	49	45	45	19	4.2
	2	25.5	49	45			

表 4-13 各測定場所でのセンサ [B] 測定結果 (秋)

測定場所	回数	温度(°C)	湿度(%)	センサ値(V)	開始 センサ値(V)	平均(V)	臭気指数
敷地境界線 ①	1	23.8	54	1.825	1.885	-0.060	19
	2	25.1	55	1.824	1.884		
敷地境界線 ②	1	24.7	52	1.827	1.885	-0.057	13
	2	25.2	52	1.828	1.884		
敷地境界線 ③	1	25.2	51	1.808	1.884	-0.076	2
	2	23.6	50	1.808	1.884		
一次処理場	1	24.8	54	1.825	1.877	-0.051	19
	2	24.8	54	1.827	1.877		

表 4-14 各測定場所でのセンサ [C] 測定結果 (秋)

測定場所	回数	温度(°C)	湿度(%)	センサ値(V)	開始 センサ値(V)	平均(V)	臭気指数
敷地境界線 ①	1	23.4	56	-0.100	-0.094	-0.075	19
	2	25.1	51	-0.099	-0.090		
敷地境界線 ②	1	25.1	52	-0.128	-0.108	-0.180	13
	2	25.3	51	-0.124	-0.108		
敷地境界線 ③	1	25.6	51	-0.131	-0.098	-0.320	2
	2	25.2	49	-0.131	-0.100		
一次処理場	1	24.1	44	-0.060	-0.098	-0.355	19
	2	24.7	57	-0.063	-0.096		

< センサ [A] >

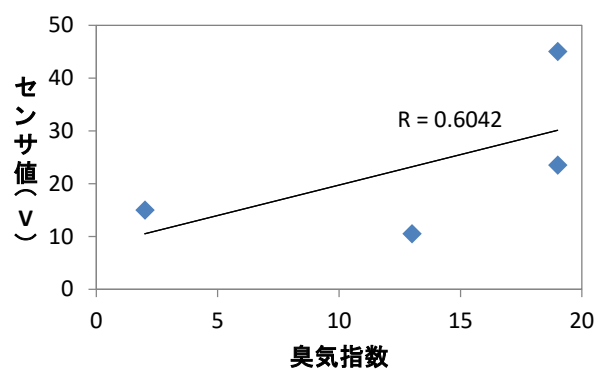


図 4-25 センサ [A] センサ値と臭気指数の相関図 (秋)

< センサ [B] >

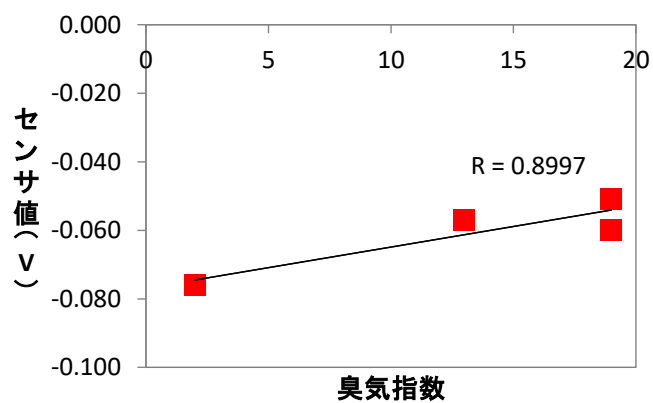


図 4-26 センサ [B] センサ値と臭気指数の相関図 (秋)

< センサ [C] >

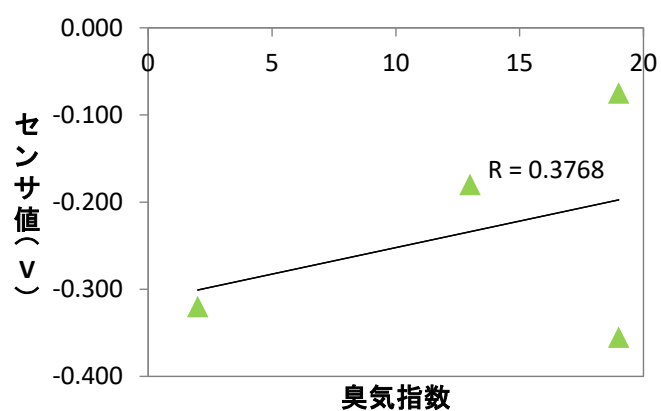


図 4-27 センサ [C] センサ値と臭気指数の相関図 (秋)

[夏と秋を合わせた検討]

< センサ [A] >

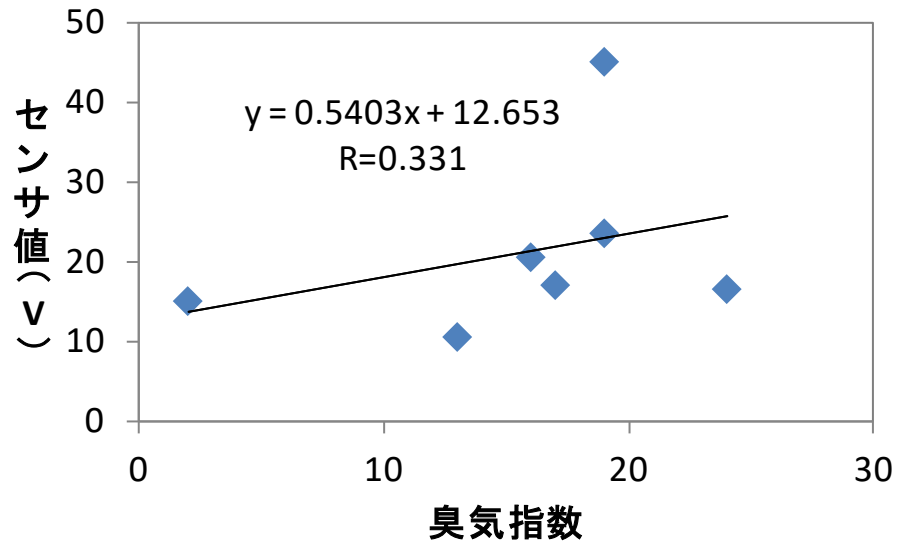


図 4-28 センサ [A] センサ値と臭気指数の相関図 (夏・秋)

< センサ [B] >

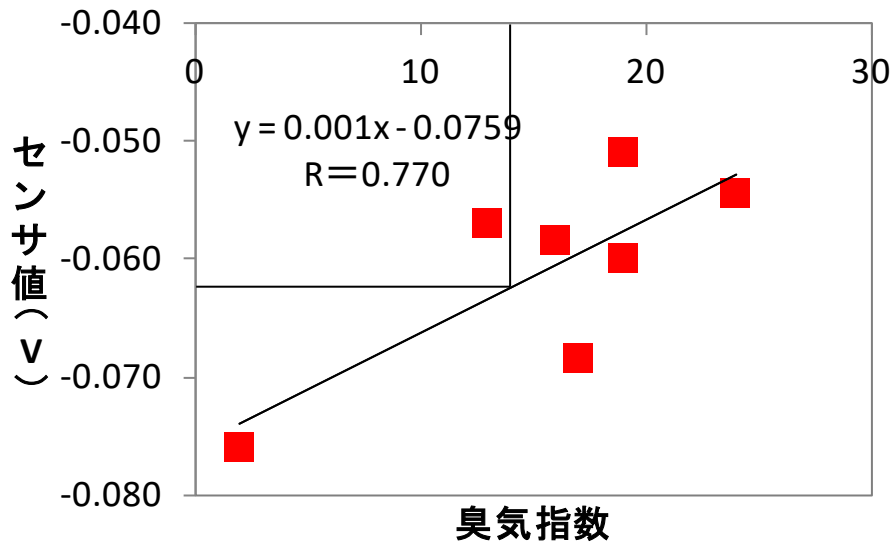


図 4-29 センサ [B] センサ値と臭気指数の相関図 (夏・秋)

< センサ [C] >

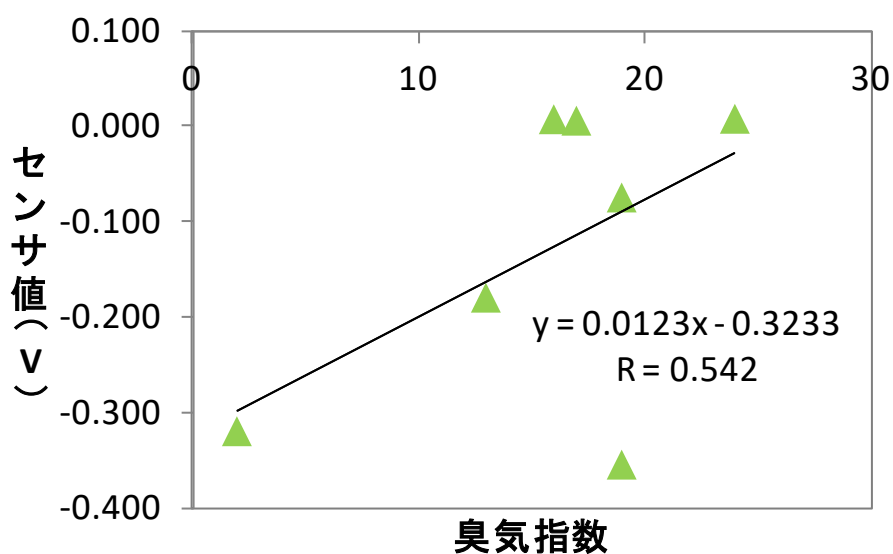


図 4-30 センサ [C] センサ値と臭気指数の相関図 (夏・秋)

図 4-28 から図 4-30 に夏と秋を合わせた臭気指数とセンサ値の相関図を示す。センサ A は市販されており、一般的に使用されているセンサである。相関係数が低く、臭気指数とセンサ値の間に相関が認められない。センサ B は室内の換気扇の制御に用いられているセンサであり、畜産の臭気における臭気指数とセンサ値の間にも相関が認められる。センサ C は 1 点外れ値と考えられる値があるが、それを除くと強い相関が認められる。しかし、センサ C に関しては、現在、販売が中止されており、今後、使用していくには難しい状況にある。

以上より、センサ B が畜産における簡易的な臭気測定に用いることができる可能性が考えられる。臭気指数 12 に対応するセンサ値は -0.064 であり、この値が一つの目安と考えられる。

第5章 微生物添加剤による堆肥化過程の臭気低減効果の検討

5-1. 目的

現在、糞尿の堆肥化過程時にオガグズや微生物添加剤の添加を行っているが、臭気低減は充分ではない。高額な設備や薬剤の使用は、半田市行政や農家の負担が大きいため、コストを考慮した臭気低減につながる対策を実施する必要がある。

本研究では、「光合成細菌」、「エヒメ」、「EM菌」、「モーレスキュー」「モクチック（廃木材から制作されたプラスチック状成形体：副資材の代用に使用）の4種の微生物添加剤と1種の副資材を利用して、堆肥化過程に発生する悪臭の低減効果に関する試験を行う。

光合成細菌は太陽エネルギーを利用して光合成を行い、硫化水素やアミン類、有機酸などを分解してアミノ酸などを生成、または空気中の窒素を固定する働きがある。効果としては、土壌中の硫化水素など分解産物の無毒化、ビタミンB12、カロチン、核酸など菌体産物の利用、土壌や堆肥中の放線菌の増殖促進、大腸菌、サルモネラ菌など腸内細菌の消滅促進、土壌、汚水、堆肥などの脱窒素作用また反対の窒素固定作用等がある。使用方法は家畜糞2~3m³に対して0.5~1Lの原液を濃い目に希釈して散布する。

エヒメは乳酸菌が作る有機酸(酸性)がアンモニアやアミン類等のアルカリ性悪臭を中和し、腐敗菌の活動を抑制することで硫化水素等の腐敗性悪臭の発生を軽減できる。使用方法は家畜糞の1000分の1程度を散布し、切り返しは10日に1回を行う。60日で完熟堆肥となる。

EM菌のEMとはEffective Microorganisms（有用な微生物群）の頭文字をとった略語のことで、EMは、琉球大学農学部の比嘉照夫教授が開発したものである。EM菌は嫌気性菌と、好気性菌など働きの異なる乳酸菌群や酵母群・光合成細菌群・発酵系の糸状菌群・グラム陽性の放線菌群等を複合培養したもので、アンモニア等の悪臭物質の抑制効果がある。使用方法は家畜糞にEM活性液の50~100倍希釈液の散布を悪臭が発生しなくなるまで3日間隔で行うが、水分過剰になると腐敗発酵する事がある為、床がコンクリートの場合は、水はけをよくしなければならない。

モーレスキューは、酵素が家畜糞に含まれるセルロース等の繊維質に傷を付けることで糖を発生させ、高温菌がその「糖」を餌にして増殖する。堆肥化時に発生するアンモニアも窒素源として菌体に同化させることができる為、硫化水素やメチルメルカプタン、アンモニアの低減効果がある。使用方法は含水率60%前後に調節した牛糞10m³に対して1袋(9.5kg)を散布し、定期的に切り返しを行う。

モクチックは、現在、産業廃棄物として処理されている廃木材（間伐材、製材くず、流木材等）を主な原料として、エンジニアプラスチックと同等の性能（流動性、衝撃強さ、吸水性）を持つ材料として作製したものである。

5-2. 嗅覚測定法による臭気低減効果の検討

5-2-1. 目的

4種の微生物添加剤を添加した牛糞と何も添加していない牛糞(ブランク)の発酵前3日目、発酵後9日目の堆肥を流量5L/minのポンプで50L試料採取用袋に捕集し、三点比較式臭袋法を用いて臭気指数を求める。

5-2-2. 実験方法

実験に用いた器具は、密閉ケース箱5個と2か所穴をあけた密封ケース蓋5個、50Lサンプリングバック10枚、シリコンチューブ10本、ガラス管入りのシリコン栓7本、水入りペットボトル10本、ポンプ5台である。

まず密閉ケースの箱5個に同量の糞尿を入れ、1個はブランクとして微生物添加剤を加えず、残りの4個にそれぞれ添加剤を一種類ずつ同量加え混ぜる。次に、密閉ケース5個に蓋をせず、通常堆肥化させる場所の環境条件と同じ、通気性の良く雨が降りこまない屋根がある場所にて、一日一回攪拌し、家畜糞を発酵させる。

5個の試料作製から3日後、9日後にそれぞれ臭気の試料採取を行う。試料採取方法は、密閉ケースの箱に蓋をし、シリコン栓と50Lサンプリングバックを蓋にある2か所の穴に差し込み、シリコン栓のガラス部分とポンプをシリコンチューブで繋げ、流量5L/分のポンプを30分間作動させ、放置する。その後、サンプリングバック内を2回共洗った後、採取を行う。試料採取風景を図5-1に示す。



図5-1 試料採取風景

5-2-3. 実験結果

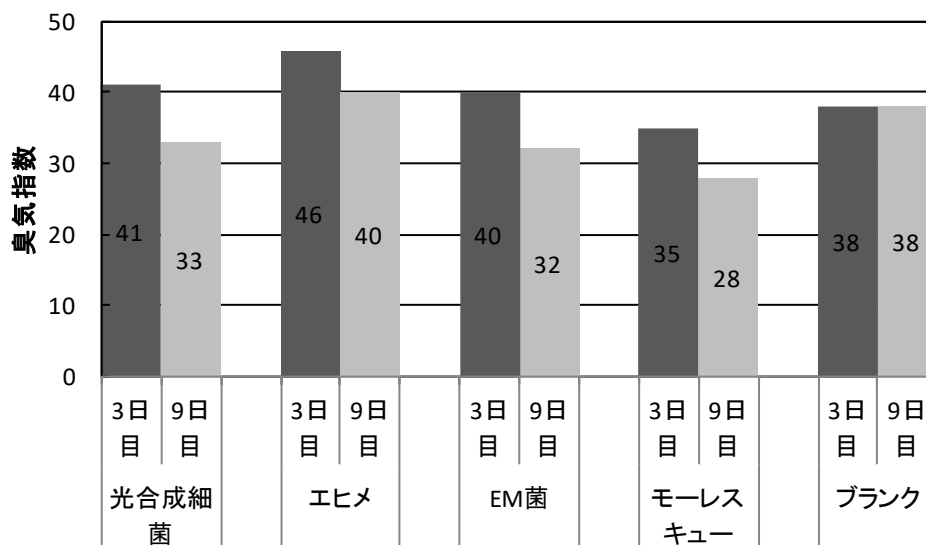


図5-2 臭気指数

表5-1 密閉容器の糞尿からの1時間当たりの臭気発生量 (m³/h)

	3日目	9日目
光合成細菌	3900	690
エヒメ	12300	2940
EM菌	2940	510
モーレスキュー	930	219
ブランク	2190	2190

図5-2にパネル6名により求めた臭気指数を示す。3日目において、モーレスキュー以外ブランクより高い値となった。原因として微生物添加剤自体のにおいの影響があったものと考えられる。特に、エヒメは特有のにおいがあり、9日目になってもブランクを下回ることはなかった。

ブランク以外は日数経過とともに臭気は低減された。中でも、モーレスキューは3日目でブランクより低く、9日目では、さらに低減できている。

密閉容器の糞尿からの1時間当たりの臭気発生量を表5-1に示す。臭気発生量は、無臭にするために必要な無臭空気量と言い換えることができる。

5-3. 臭気成分濃度の臭気低減効果の検討

5-3-1. 実験方法

5-2で採取した臭気試料をガスクロマトグラフ分析計により、特定悪臭物質の測定方法に基づいて臭気成分濃度を求めた。測定の対象とした臭気成分は、畜産において主成分と言われている硫黄系化合物、アンモニア、トリメチルアミン、低級脂肪酸である。

5-3-2. 実験結果

表5-2 臭気成分濃度 (ppm)

3日目	光合成細菌	エヒメ	EM菌	モーレスキュー	ブランク	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	0.00025	0.00041	0.00014	0.00425	0.00558	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	0.44830	0.50726	0.22870	7.07425	7.15773	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	0.00000	0.00002	0.00002	0.00058	0.00051	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	0.00000	0.00047	0.00023	0.00231	0.00241	0.0003	0.000037
酢酸	0.00117	0.00182	0.00205	0.01422	0.01421	0.0040	0.0060
硫化水素	0.00961	0.00671	0.00877	0.01049	0.01892	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	2.82371	4.57376	3.44213	2.00370	7.72264	0.0050	0.00007
硫化メチル	20.03459	15.78901	18.15018	7.83991	26.67087	0.0059	0.003
二硫化メチル	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	0.02718	0.11006	0.10991	0.17607	0.27238	0.0031	0.000032
アンモニア	30	25	30	30	35	0.5	1.5
9日目	光合成細菌	エヒメ	EM菌	モーレスキュー	ブランク	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	0.0003	0.0008	0.0019	0.0017	0.0025	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	0.0002	0.0000	0.0011	0.0006	0.0007	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	0.0000	0.0000	0.0004	0.0002	0.0002	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	0.0001	0.0000	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.000037
酢酸	0.0027	0.0004	0.0066	0.0062	0.0051	0.0040	0.0060
硫化水素	0.0160	0.0634	0.0265	0.0116	0.0116	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	0.0009	0.0364	0.0029	0.0003	0.0003	0.0050	0.00007
硫化メチル	2.0861	5.2068	3.1358	3.8563	5.6582	0.0059	0.003
二硫化メチル	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0031	0.000032
アンモニア	9	4	6	12	12	0.5	1.5

表5-2 各臭気成分の閾希釈倍数

3日目	光合成細菌	エヒメ	EM菌	モーレスキュー	ブランク	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	-	-	-	1	1	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	2359	2670	1204	37233	37672	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	-	0	0	7	7	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	-	13	6	62	65	0.0003	0.000037
酢酸	-	0	0	2	2	0.0040	0.0060
硫化水素	23	16	21	26	46	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	40339	65339	49173	28624	110323	0.0050	0.00007
硫化メチル	6678	5263	6050	2613	8890	0.0059	0.003
二硫化メチル	-	-	-	-	-	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	849	3439	3435	5502	8512	0.0031	0.000032
アンモニア	20	17	20	20	23	0.5	1.5
9日目	光合成細菌	エヒメ	EM菌	モーレスキュー	ブランク	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	-	-	-	-	-	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	1	-	6	3	4	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	-	-	5	3	3	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	3	-	7	5	5	0.0003	0.000037
酢酸	-	-	1	1	1	0.0040	0.0060
硫化水素	39	155	65	28	28	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	13	519	41	4	4	0.0050	0.00007
硫化メチル	695	1736	1045	1285	1886	0.0059	0.003
二硫化メチル	-	-	-	-	-	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	-	-	-	-	-	0.0031	0.000032
アンモニア	6	3	4	8	8	0.5	1.5

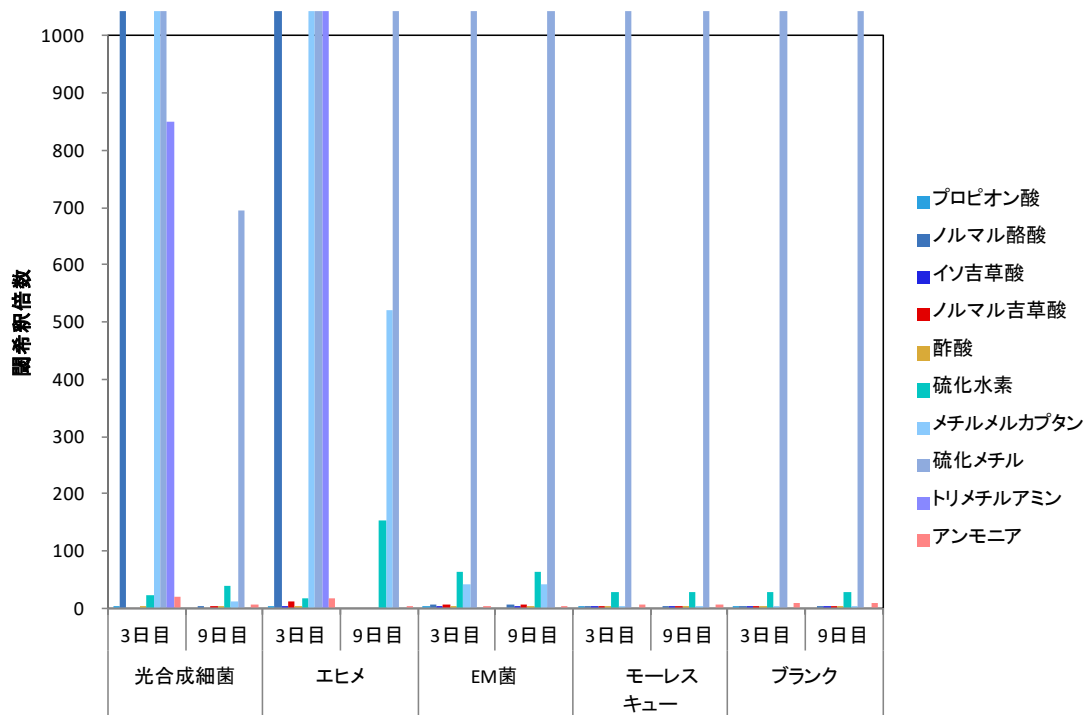


図 5 - 3 各臭気成分の閾希釈倍数の比較 (0~1000 まで表示)

表 5 - 2 に臭気成分濃度、表 5 - 3 に各臭気成分の閾希釈倍数、図 5 - 3 に各臭気成分の閾希釈倍数の比較を示す。いずれの条件においても日数経過とともに濃度が低下する傾向にある。9 日目においては、ブランクよりも光合成細菌、エヒメで高く、モーレスキューは低い傾向にある。

本実験では、糞尿の水分調整を行っていないため実際の状況に合わせ、今後は水分調整を行った上で、各添加剤の効果を検討する必要がある。

5-4. 副資材を用いた臭気低減効果の検討

表5-3 副資材を用いた場合の臭気成分濃度 (ppm)

3日目	A:副資材のみ	B:EM菌	C:光合成細菌	D:モーレスキュー	E:ブランク	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000037
酢酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0040	0.0060
硫化水素	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0050	0.00007
硫化メチル	0.3233	0.1486	0.2893	0.1353	0.0980	0.0059	0.003
二硫化メチル	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	0.1238	0.1271	0.1178	0.1345	0.1251	0.0031	0.000032
アンモニア	30	30	40	30	30	5	1.5
9日目	A:副資材のみ	B:EM菌	C:光合成細菌	D:モーレスキュー	E:ブランク	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	Tr.	0.0016	0.0012	0.0015	0.04189	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000037
酢酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0040	0.0060
硫化水素	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	Tr.	0.0052	Tr.	Tr.	0.0057	0.0050	0.00007
硫化メチル	0.0073	0.0140	0.0094	0.0068	0.1109	0.0059	0.003
二硫化メチル	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	0.0056	0.0048	0.0066	Tr.	0.0805	0.0031	0.000032
アンモニア	40	40	40	35	35	5	1.5

表5-4 副資材を用いた場合の各臭気成分の閾希釈倍数

3日目	A:副資材のみ	B:EM菌	C:光合成細菌	D:モーレスキュー	E:ブランク
硫化メチル	108	50	96	45	33
トリメチルアミン	3869	3972	3681	4203	3909
アンモニア	20	20	27	20	20
9日目	A:副資材のみ	B:EM菌	C:光合成細菌	D:モーレスキュー	E:ブランク
プロピオン酸	-	0	0	0	7
メチルメルカプタン	-	74	-	-	81
硫化メチル	2	5	3	2	37
二硫化メチル	2	5	3	2	37
トリメチルアミン	175	150	206	-	2516
アンモニア	27	27	27	23	23

表5-3に副資材を用いた場合の臭気成分濃度、表5-4に副資材を用いた場合の各臭気成分の閾希釈倍数を示す。

3日目ではいずれの条件も同程度の値であるが、9日目には添加したいずれの条件もブランクよりも低い値を示した。特に、モーレスキューにおいて臭気成分濃度の低下が著しいが、アンモニア濃度の低下が認められないことから、今後、副資材をモクチックに変更した場合の臭気低減効果について検討する。

5-5. モクチックを用いた臭気低減効果の検討

表5-5 モクチックを用いた場合の臭気成分濃度 (ppm)

3日目	A: 副資材のみ	B: EM菌	C: 光合成細菌	D: モーレスキュー	E: ブランク	A: 副資材	B: モーレスキュー+中日精工副資材	C: 中日精工副資材	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000037
酢酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0054	0.0041	0.0040	0.0060
硫化水素	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0050	0.00007
硫化メチル	0.3233	0.1486	0.2893	0.1353	0.0980	0.4778	0.1081	0.0619	0.0059	0.003
二硫化メチル	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	0.1238	0.1271	0.1178	0.1345	0.1251	0.2371	0.1528	0.1582	0.0031	0.000032
アンモニア	30	30	40	30	30	40	20	20	5	1.5
9日目	A: 副資材のみ	B: EM菌	C: 光合成細菌	D: モーレスキュー	E: ブランク	A: 副資材	B: モーレスキュー+中日精工副資材	C: 中日精工副資材	検出下限値	嗅覚閾値
プロピオン酸	Tr.	0.0016	0.0012	0.0015	0.04189	Tr.	0.0052	0.0038	0.0004	0.0057
ノルマル酪酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.0002
イソ吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000078
ノルマル吉草酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0003	0.000037
酢酸	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0150	0.0133	0.0040	0.0060
硫化水素	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0143	0.00041
メチルメルカプタン	Tr.	0.0052	Tr.	Tr.	0.0057	Tr.	Tr.	Tr.	0.0050	0.00007
硫化メチル	0.0073	0.0140	0.0094	0.0068	0.1109	Tr.	0.0525	0.0338	0.0059	0.003
二硫化メチル	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0.0059	0.0022
トリメチルアミン	0.0056	0.0048	0.0066	Tr.	0.0805	0.0114	0.0226	0.0101	0.0031	0.000032
アンモニア	40	40	40	35	35	18	4	4	5	1.5

表5-6 モクチックを用いた場合の各臭気成分の閾希釈倍数

3日目	A: 副資材のみ	B: EM菌	C: 光合成細菌	D: モーレスキュー	E: ブランク	A: 副資材	B: モーレスキュー+中日精工副資材	C: 中日精工副資材
硫化メチル	108	50	96	45	33	159	36	21
トリメチルアミン	3869	3972	3681	4203	3909	7409	4775	4944
アンモニア	20	20	27	20	20	27	13	13
9日目	A: 副資材のみ	B: EM菌	C: 光合成細菌	D: モーレスキュー	E: ブランク	A: 副資材	B: モーレスキュー+中日精工副資材	C: 中日精工副資材
プロピオン酸	-	0	0	0	7	-	1	1
メチルメルカプタン	-	74	-	-	81	-	-	-
硫化メチル	2	5	3	2	37	-	18	11
二硫化メチル	2	5	3	2	37	-	18	11
トリメチルアミン	175	150	206	-	2516	356	706	316
アンモニア	27	27	27	23	23	12	3	3

表5-5にモクチックを用いた場合の臭気成分濃度、表5-6にモクチックを用いた場合の各臭気成分の閾希釈倍数を示す。参考として前回、実施した通常の副資材を用いた実験結果と合わせて示す。

モクチックを使用した場合には、3日目からアンモニア濃度の低下が認められ、9日目には閾希釈倍数3となり、大幅に低下した。

これまでの臭気低減に関する検討から、モクチックはアンモニア濃度の低減に効果があり、モーレスキューは硫黄系化合物に関して低減効果があることが分かった。

第6章 風向風速と臭気拡散の関係に関する検討

6-1. 目的

周辺への臭気拡散状況を検討するため、風向風速と農場周辺における臭気感覚の関係について検討を行い、臭気発生源からの臭気を遮ることにより、臭気低減効果が認められるか否かの検討を行う。

6-2. 方法

農場周辺において風向風速を測定するとともに、調査員4名による臭気強度、快・不快度評価を行い、周辺における臭気拡散状況を調査する。また、発生源の風下において遮蔽物の有無による臭気感覚評価の変化を調査する。

6-3. 結果

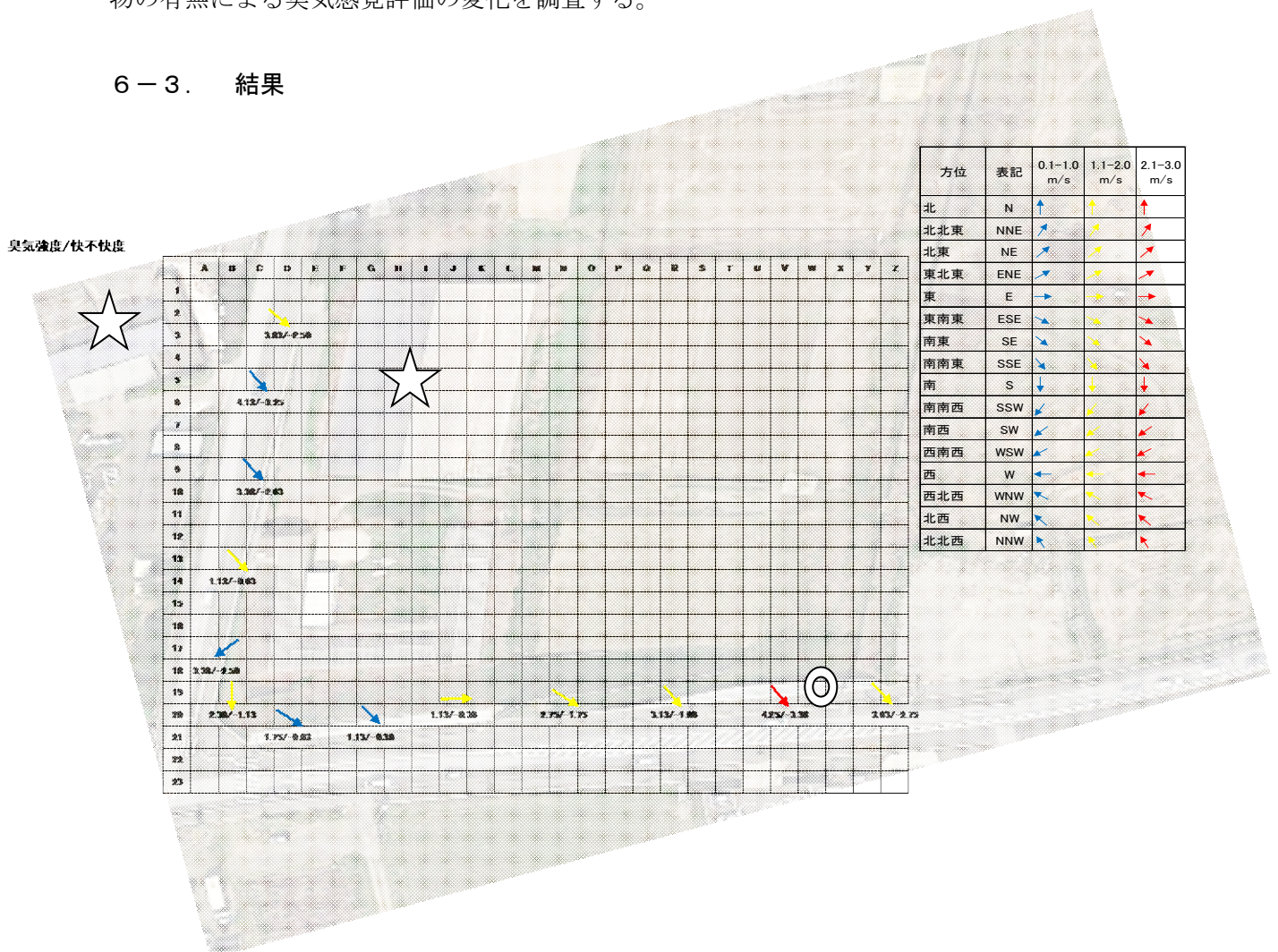


図6-1 調査場所の風向風速と臭気強度、快不快度の平均値
 (注) ☆発生源と考えられる場所 ◎遮蔽物の有無による影響調査位置

ある一定の風向風速が得られ、発生源が1つの方向にある図6-1の◎の位置にて遮蔽物による臭気感覚への影響を調査した結果を表6-1に示す。表6-1より、調査時の風向風速がほぼ一定であったことがわかる。そこで、表6-1の結果を遮蔽物の有無別に集計し、その差を求めた。結果は表6-2、図6-2の通りである。T検定の結果、臭気強度においては、遮蔽物の有無別の間に有意差が認められた ($p < 0.05$)、快不快度においては遮蔽物ありの不快感が低い傾向にあった ($p < 0.1$)。

以上より、周辺への臭気の拡散は風向風速と関係しており、風を遮る遮蔽物（例えば防風林等）を発生源に設置することで、周辺への臭気の拡散をある程度防げる可能性が考えられる。

表6-1 調査時の風向風速と各パネルの評価結果

ダンボールの有無	風速 (m/s)	風向	臭気強度			快不快度			自由記述
			パネルA	パネルB	パネルC	パネルA	パネルB	パネルC	
無	3.5	SE	4.5	4	5	-4	-3	-4	フン臭(2)、堆肥、こぼしい、牧場において、鼻をつくような強いフン臭
有	3.5	SE	2	1.5	3	-1.5	-1	-2	重い臭気成分のみ、堆肥?、ほのかにフン臭、少し鼻をつくフン臭
無	3	ESE	3.5	4	4	-3	-3	-3.5	フン臭(2)、堆肥、少し甘い、牧場において、酸い、草が腐ったような
有	4.4	SSE	2	3	3	-1.5	-3	-3	こげ、重い、野焼きのようなにおい、海っぽい、塩辛い、少し甘い、酸いような、卵が腐ったような、牧場?
無	3.1	ESE	4	3.5	3	-3.5	-2	-2.5	フン臭(2)、堆肥、少し甘い、乾いた、少し甘い、少し乾いたにおい、土くさい感じ
有	3.4	SE	2	4	4	-1.5	-3	-3.5	重い臭気成分、薄い、弱い、フン臭、濃い、刺激、少し鼻づくにおい、酸い

表6-2 遮蔽物の有無による臭気強度と快不快度の変化

遮蔽物	臭気強度		快不快度	
	有り	無し	有り	無し
1回目	2.7	4.5	-1.5	-3.7
2回目	3.3	3.8	-2.5	-3.2
3回目	2.2	3.5	-2.7	-2.7
平均値	2.7	3.9	-2.2	-3.2

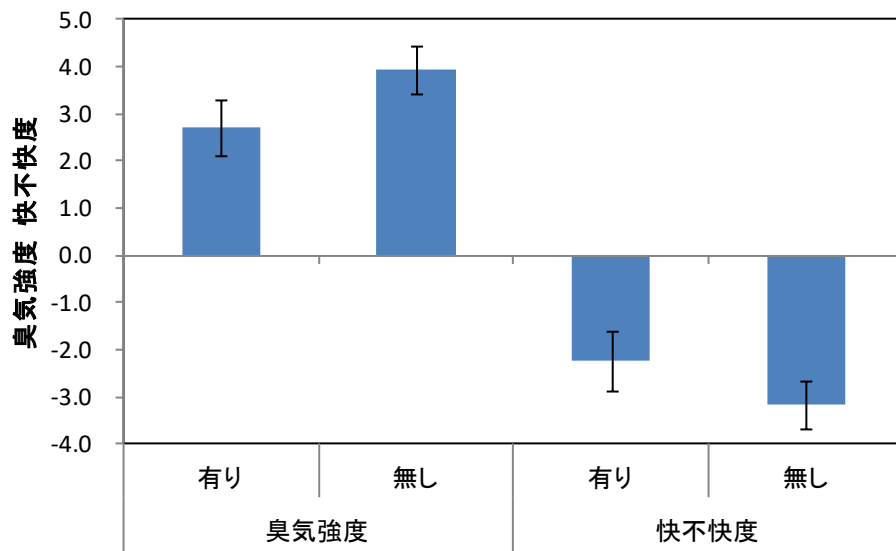


図 6-2 遮蔽物の有無による臭気強度と快不快度の平均値の変化

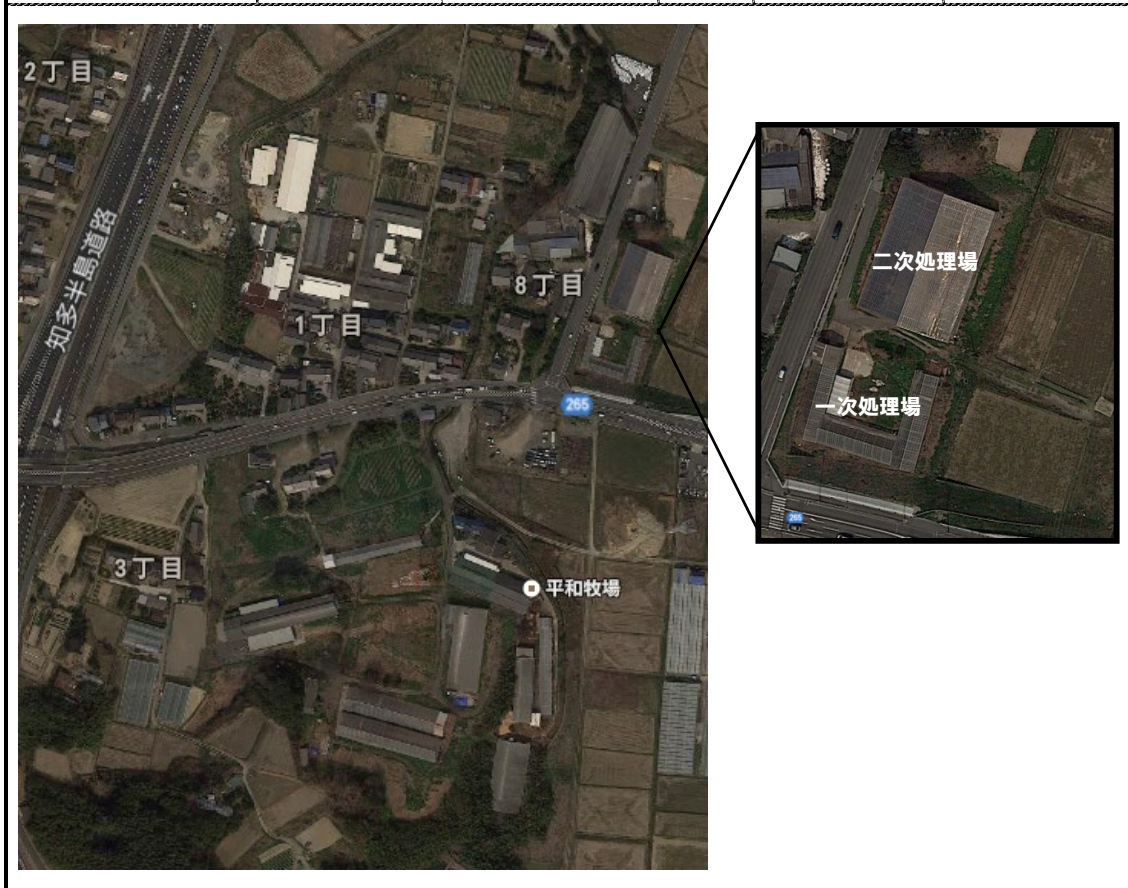
参考・引用文献

- 1) 石黒辰吉、井上幸生、黒田和孝、道宗直昭、本多勝男；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) 高原康光；畜産施設の臭気特性とその対策、畜産・廃棄物処理と悪臭対策 Vol. 35 No. 12、p886-892、2006
- 3) 高原康光；産管学連携による畜産施設を対象とした脱臭装置の開発研究、岐阜県保健環境研究所報 第16号、p9-13、2008
- 4) 山本朱美、喜多純一、小川雄比古、小堤恭平、古谷修；におい識別装置による畜舎および堆肥臭気の強度評価、においかおり環境学会誌、37巻1号、p33-37、2005
- 5) 山本朱美、古谷修、小堤恭平、小川雄比古、吉栄家康城；畜産臭気における臭気指数と市販ニオイセンサ指示値との関係、日本畜産学会報、79巻2号、p235-238、2008
- 6) 米村正一郎、川島茂人、大嶋秀雄、横沢正幸；半導体アンモニアセンサーの較正と野外での検証、大気環境学会誌 34、321-330、1999
- 7) 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、256-274、2004
- 8) 青木直行；堆肥の広域流通推進について、半田市酪農組合、p1-5、2009
- 9) URL：<http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc2015/index.html>
- 10) 小沢典夫；臭気センサーによる悪臭測定法検討調査報告書、環境庁大気保全局大気生活環境室、p2-65、1996
- 11) 増田淳二、喜多純一、塩澤浩明、吉栄康城；臭気簡易評価技術の活用に関する報告書、(社)におい・かおり環境協会測定評価部会 臭気簡易評価技術標準化研究会、p1-25
- 12) URL：<http://www.new-cosmos.co.jp/infor/portable/xp3293.html>
- 13) URL：<http://www.new-cosmos.co.jp/infor/smell/aru02.html>
- 14) URL：http://www.shoshu.com/sokuteiyokiki/sokutei_1/flekspump_dc1.html
- 15) におい・かおり環境協会編；簡易測定法機器の紹介 ためして簡単 現場で使える「臭気簡易測定ガイドブック」、(社)におい・かおり環境学会、p66-77、2004
- 16) URL：<https://www.google.co.jp/maps/place/愛知県半田市>
- 17) 後藤陽一、野澤巨海；厨房排気の臭気特性と対策に関する研究、大同工業大学、p6-107、2004

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 N 	
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="424 736 539 853" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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="424 909 539 1025" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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="424 1081 539 1198" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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="424 1254 539 1370" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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="424 1426 539 1543" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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="424 1599 539 1715" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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="424 1771 539 1888" type="checkbox"/>	1. やっとかすかに感じる。 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 やつ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 μ l	100 μ l	30 μ l	10 μ l	3 μ 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												
	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)													