

平成 29 年度 調査研究委託事業
畜産経営における消臭ガス噴射方式の
脱臭装置の効果実証試験

平成 30 年 3 月

目 次

1. 調査研究課題名	1
2. 調査研究課題に関する研究情勢と特許について	1
2-1 調査研究課題に関する国内及び外国の研究の状況	1
2-2 実施した試験研究と特許又は実用新案との関係	1
3. 調査研究を実施して達成できる目標	1
4. 臭気分析委託先	1
5. 調査研究実施方法	2
5-1 調査研究協力会社及び試験対象施設	2
5-2 実施内容	3
5-3 試験対象堆肥舎における脱臭装置等設置とにおいの評価ポイント	4
(1) 気化脱臭装置の設置	4
(2) においの評価地点	4
6. 調査結果及び考察	6
6-1 臭気指数の測定結果	6
(1) 臭気指数測定結果	6
(2) 諸条件の測定結果	7
(3) 諸条件の測定結果の纏め	23
6-2 特定悪臭物質の測定結果	26
(1) 特定悪臭物質と臭気指数測定結果	26
(2) 特定悪臭物質の分析結果による臭気指数の推定値について	27
(3) 悪臭物質測定日の堆肥発酵温度と悪臭物質の測定結果より	27
6-3 場内環境及び敷地境界のニオイセンサー測定結果	28
6-4 作業員による臭気強度とニオイセンサーの測定結果	29
(1) 作業員による臭気強度とニオイセンサーの測定結果	29
(2) 臭気強度とニオイセンサーの記録の解析	29
(3) 気化脱臭装置停止前後の臭気強度評価の解析	30
7. 過去に実施した特定悪臭物質の測定結果の評価	31
8. 総評	32
9. 気化脱臭装置の適用手法とイニシャルコストについて	32
10. 現地実証実験状況の写真	35

1. 調査研究課題名

「畜産経営における消臭ガス噴射方式の脱臭装置の効果実証試験」

臭気軽減・消臭のため、簡易で導入が容易な消臭ガス噴霧方式による気化脱臭装置について、効果効能の確認並びにより効率的な関連機器の組合せの検証

2. 調査研究課題に関する研究情勢と特許について

2-1 調査研究課題に関する国内及び外国の研究の状況

臭いに関する規制としては悪臭防止法があり、1960年代に全国各地で化製場(皮革、油脂、にかわ、肥料、飼料その他の物の製造のために死亡した家畜の死体などを処理する施設)や石油、パルプなどの工場・事業場からの悪臭により苦情が社会問題になり、1971年6月1日に「悪臭防止法」が公布された。当初は「悪臭物質」として、アンモニア、メチルメルカプタンなど5物質が制定されたのみであったが、その後順次追加され、1993年までに22物質が「特定悪臭物質」に指定されている。しかし、においをもつ化合物は何十万種類もあり、さらに複数の物質が混ざることによる相加・相乗効果もあり、においを規制することは非常に難しいとされている。

悪臭防止法で規制されている「特定悪臭物質」は、工場その他の事業場の敷地境界や排出口等で規制が設けられているが、畜産農場では、特定の煙突や排気口がなく事業場の建屋・敷地全体から悪臭物質は排出され、更に畜産農場近郊での都市化に加え地域住民によるにおいに対する苦情対策で、畜産農場の経営は非常に厳しい立場におかれている。

臭気対策としては、薬液洗浄方式のスクラバー脱臭、生物脱臭方式のチップ脱臭、オゾン脱臭、消臭剤などの薬液噴霧、家畜の排泄物の臭気低減を図る飼料への添加剤給与など多々あるが、抜本的な解決、様々な局面で汎用性が見出せず、またコスト低減を図れず、益々経営を圧迫しているのが実情である。

2-2 実施した試験研究と特許又は実用新案との関係

畜産農場は、施設内容が様々(ウィンドレス、セミウィンド、開放型など)であり、現場によってシステムの構築方法が異なり、かつ導入実績も少ないため、気化脱臭装置の特許又は実用新案は申請していない。

3. 調査研究を実施して達成できる目標

気化脱臭装置の脱臭効率は70%程度の達成と見込む。ただし、施設構造のちがい等により効率は異なる。

また、コスト/時間面でも、最適な設置方法を導き出すことで、従来の脱臭装置よりコスト50%低減、脱臭に関わる作業時間を大幅に低減させることを目標とする。

4. 臭気分析委託先

臭気指数及び特定悪臭物質の分析委託先は、以下の会社とした。

事業者：中外テクノス株式会社

住 所：広島県広島市西区横川新町9-12

事業所：関東環境技術センター

所在地：千葉県千葉市緑区大野台2丁目2番16

電 話：043-295-1101

5. 調査研究実施方法

5-1 調査研究協力会社及び試験対象施設

調査研究協力会社及び試験対象施設は、以下の通りとした。

調査協力会社 株式会社ぜんちく 那須山麓牧場

代表取締役社長 加藤義康氏

栃木県那須塩原市千本松 776-1

担当者：常務取締役 場長 安留 浩氏

試験対象施設 豚糞堆肥舎（建屋幅 14m×長さ 100m×屋根高さまで約 6m）

堆肥レーン：幅 12m×長さ 79m（後方 18m は発酵完了堆肥置場）

攪拌方法 20時から翌7時までに自動攪拌機による攪拌のみで通気ファンなし

試験対象施設としては、農場が周辺環境に対する臭気影響が多いと考えている、豚糞の堆肥舎を試験対象とすることとした。

豚糞は、堆肥舎から近い北側 2 棟の畜舎からは自走スクレーパで集められた豚糞が畜舎横のピットに集められ、更にスクリューコンベアを用い堆肥舎ピットに運ばれる。また、北側の離れた畜舎 3 棟からはダンプで豚糞が運ばれ、堆肥舎ピットに直接移される。この堆肥舎ピットに運ばれた豚糞は、豚糞の散布機に移され、日中堆肥の上面に豚糞を一定量散布し約 50m の距離を往復している。また、南側遠距離の畜舎からはローダーで豚糞が運ばれ、堆肥舎の投入側に直接降ろされる。ここでレーン投入前に戻し堆肥とよく混合し、水分調製をしてから堆肥に山積する。

次の図 5-1 に、(株)ぜんちく那須山麓牧場の案内図及び図 5-2 に試験対象とした豚糞堆肥舎の位置図を示す。



図 5-1 (株)ぜんちく 那須山麓牧場の案内図

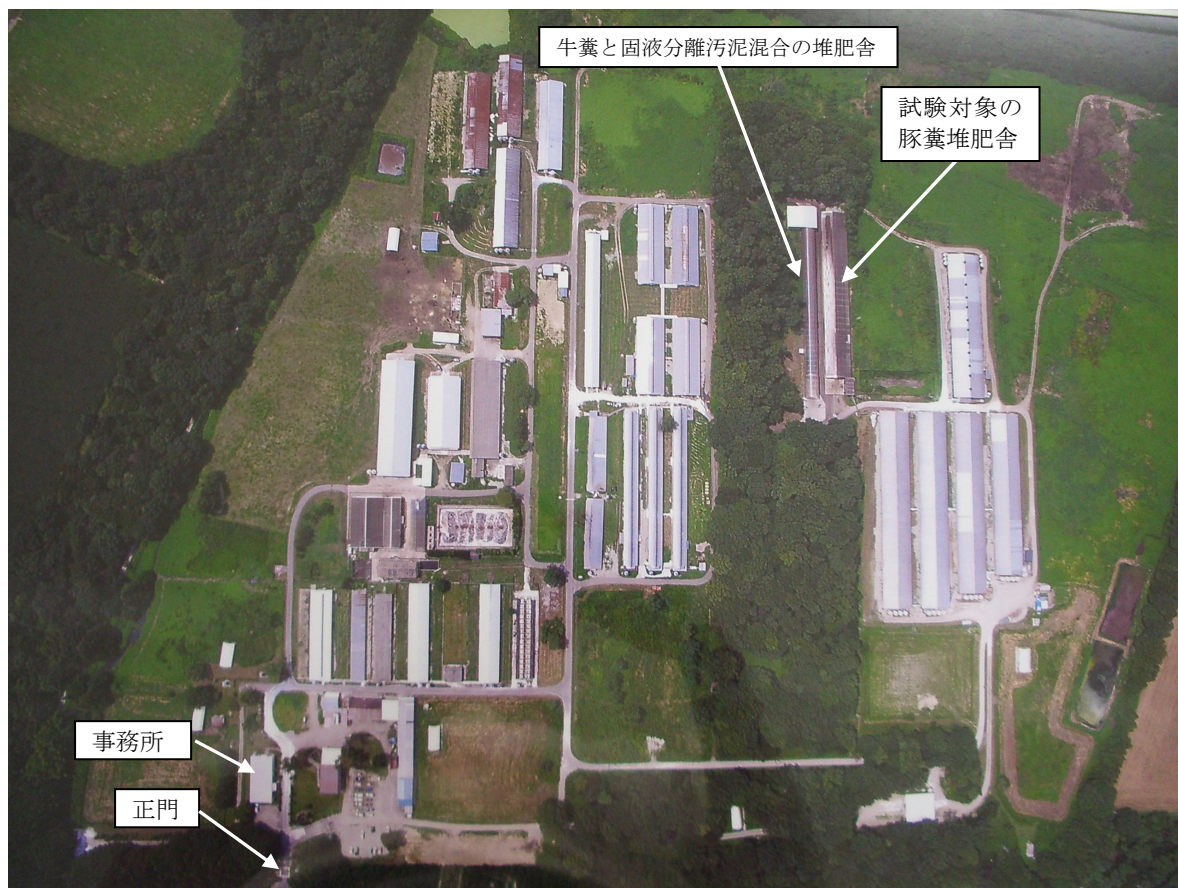


図 5-2 (株)ぜんちく 那須山麓牧場の豚糞堆肥舎位置図

5-2 実施内容

調査研究における実施内容を次の表 5-1 に、測定実施日を表 5-2 に示す。

表 5-1 調査研究における実施内容

調査研究事項	実施内容
脱臭装置の効果確認	①臭気指数測定：7月・9月・11月・1月の4回実施 ②特定悪臭物質測定：7月に1回実施 ③ニオイセンサー測定 ・臭気指数の測定日に堆肥舎内の全14点を測定 ・毎日ニオイセンサーにて堆肥舎内の代表1点で測定 ・月1回農場内環境の3ポイント及び正門付近の敷地境界線で測定

表 5-2 測定実施日表

実施事項	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
現地視察	6/29									
堆肥舎脱臭効果検証		脱臭効果確認(毎月1回)								
臭気指数測定		7/31		9/26	10/31	11/22		1/26		結果の 取り まとめ
悪臭 22 物質測定		7/31								
ニオイセンサー測定 及び臭気強度(毎日)		○	○	○	○	○	○	○		
		堆肥舎内ポイント B								
ニオイセンサー測定 及び臭気強度(月1回)		7/31	8/29	9/26	10/31	11/22	12/27	1/26		
		敷地内ポイント C-1~3								

5-3 試験対象堆肥舎における脱臭装置等設置とにのり評価ポイント

試験では、気化脱臭装置の消臭ガスの調整、関連機器(ファン)の台数の増強による必要台数を関連づけながら、最も効果のある方式の確立に向け実施する。

試験対象の農場地域では、四季を通じ概ね北寄り(気象庁公開データ:黒磯では西北西～北北西、大田原では、西北西が多い)が多いとのことであったので、次のように装置の設置と評価ポイントを設定した。(図5-3 堆肥舎の誘引ファン(消臭剤噴霧位置)設置位置と臭気測定位置図参照)

(1) 気化脱臭装置の設置

①気化脱臭装置:堆肥舎の直近に装置を設置し、各誘引ファンの吸気空気に消臭剤を混合させ噴射した。

- ・誘引ファンの型式:SF200-4F-0.12(2)
- ・誘引ファンのノズル風量性能値(1台当たり):1278m³/h(21.3m³/min),ノズル口径φ175(0.2m/sの風速到達範囲:長さ30m×幅8m、幅は中心より4方向に4m)
- ・噴射時間:毎日8:00～17:00(タイマー稼働)
- ・消臭剤:爽(商品名)、VEON-G「ヴェオングリーン」(天然植物オイル:中和反応方式)
- ・消臭剤のフィルターへの噴霧間隔:30秒噴霧,2分停止の繰り返し
(脱臭装置のフィルターに消臭剤を噴霧し送風エアを送り気化させる方式であるため、2分間の噴霧停止中も堆肥舎内には常時消臭剤が気化供給されている。)
- ・消臭剤噴霧量:35mL/h(消臭剤タンク容量:20L)

②誘引ファン:堆肥舎投入側に2ヶ所及び北側側壁2ヶ所で、全4ヶ所設置した。

入口側の誘引ファンは、入口付近の作業員に対し臭気を低減する効果を見込み、北側側壁の誘引ファンは、主発酵エリアと考えられる臭気を集めるようにし、消臭剤との接触効率を高めることを見込む。

(2) においの評価地点

①試験対象の堆肥舎

風下となる堆肥舎の左側壁上部の開放部(投入側より約42m地点)を代表ポイント(測定ポイントA)とした。(7月の悪臭22物質の測定及び7・9・11・1月の臭気指数の測定)。また、ニオイセンサーによる測定を堆肥舎内の壁側通路を10.8m間隔に区切り片側7地点(両サイドで14地点)の高さ約2mで堆肥に手が届く距離で測定した。

農場担当者にお願する毎日の測定、又は、毎月1回のニオイセンサー測定及び臭気強度は、上記代表ポイントの堆肥舎内の高さ1.2m付近(測定ポイントB)とした。

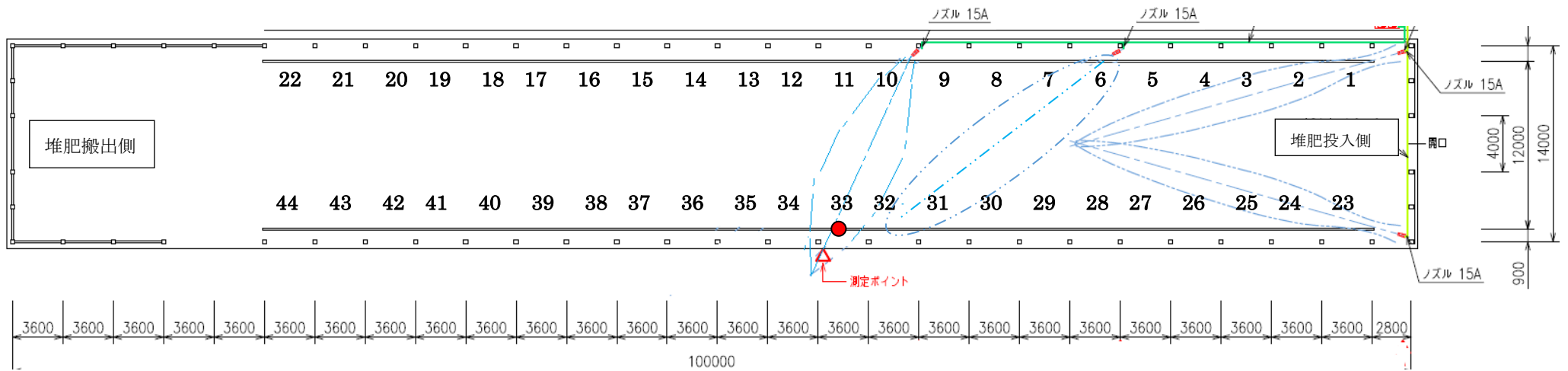
②堆肥舎に対する風下地点

堆肥舎の南側、敷地中央部を横断する通路、正門付近の敷地境界部の3地点とした。

(図5-4 場内及び敷地境界のニオイセンサー測定位置図参照)

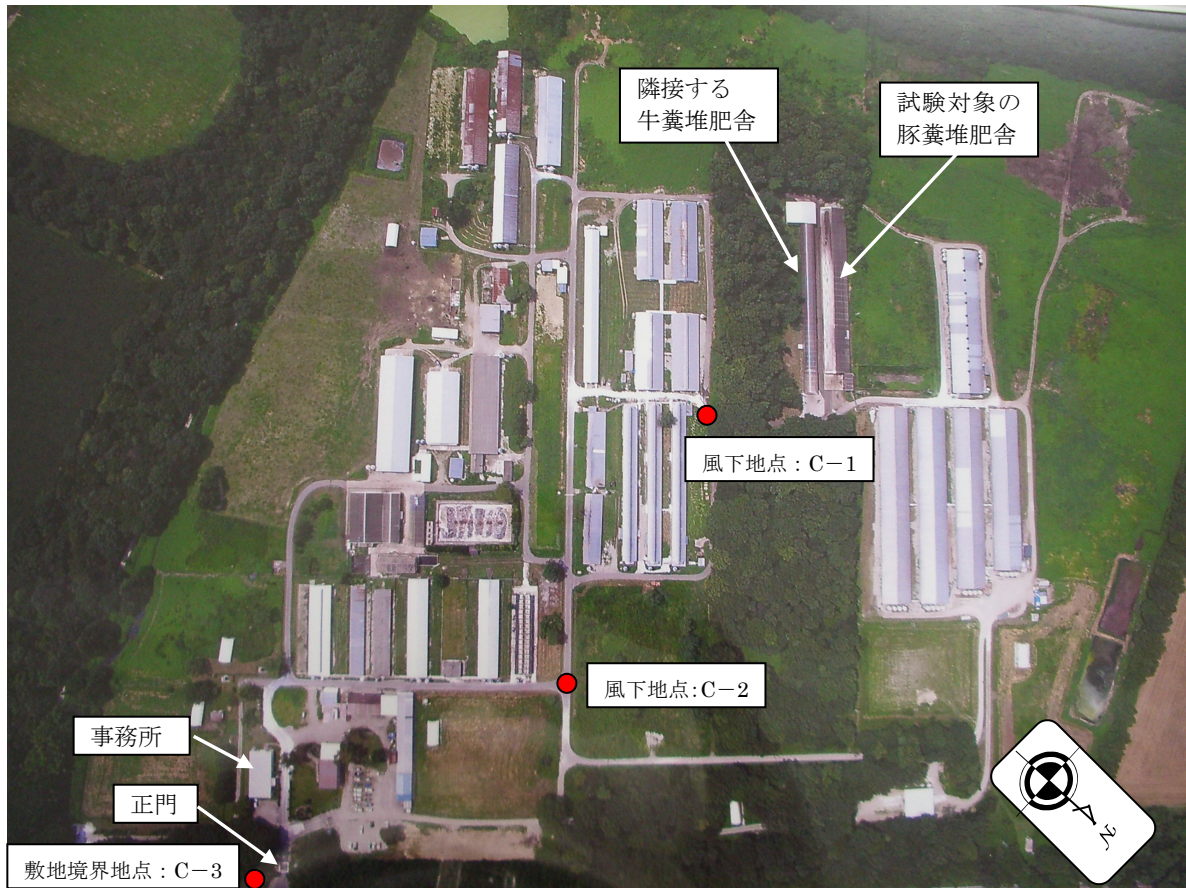
③付帯測定項目

4回の臭気指数測定に際しては、堆肥の発酵状態を推定するため、堆肥表面から-0.3mと-1mの深度で全14ヶ所測定することとした。また、堆肥舎の側壁は下部44cmと上部39cmが開放されているため、外気の流入を把握するため、北側開放部(風上側)と南側開放部(風下側)の流速を測定した。



— : 誘引ファン設置位置 (高さ 3.6m×4 か所) △ : 排気臭気測定位置 (測定ポイント A : 高さ 3.6m) ● : 堆肥舎内ニオイセンサー測定位置 (測定ポイント B : 高さ 1.2m)

図 5-3 堆肥舎の誘引ファン (消臭剤噴射位置) 設置位置と臭気測定位置図



●：ニオイセンサー測定位置（C-1～3）

図 5-4 風下の場内及び敷地境界のニオイセンサー測定位置図

6. 調査結果及び考察

6-1 臭気指数の測定結果

(1) 臭気指数測定結果

臭気指数測定は、全 4 回実施する計画であったが、1 回目及び 2 回目の測定結果が発生源の変動で適当な値が得られていなかったため、10 月に 1 回追加し全 5 回測定とした。これら臭気指数の測定結果を次の表 6-1 及び図 6-1 に示す。

表 6-1 臭気指数測定結果（10 月の追加測定含む）

	消臭剤噴射前	消臭剤噴射中	備 考
H29 年 7 月 31 日測定	34 (10:14)	34 (11:45)	噴射中に生糞散布機稼働あり
H29 年 9 月 26 日測定	35 (14:55)	35 (14:16)	生糞散布機は往復散布し、噴射中が散布量多い
H29 年 10 月 31 日測定	30 (8:30)	29 (8:50)	早朝の生糞散布機稼働前測定(堆肥同条件)
H29 年 11 月 22 日測定	31 (8:43)	27 (9:28)	豚糞ピットから散布機へ移送するスクリューコンベアのモーター故障で堆肥への投入はローダーで行っていた。
H30 年 1 月 26 日測定	41 (8:45)	27 (10:41)	噴射前は屋外の風が北寄りで測定点が堆肥舎に対し風下となっていたが、噴射中は北東寄りの風で堆肥舎内の臭気は搬出側に流れている様子であった。(噴射中の測定点は風に対し横向きとなった。)

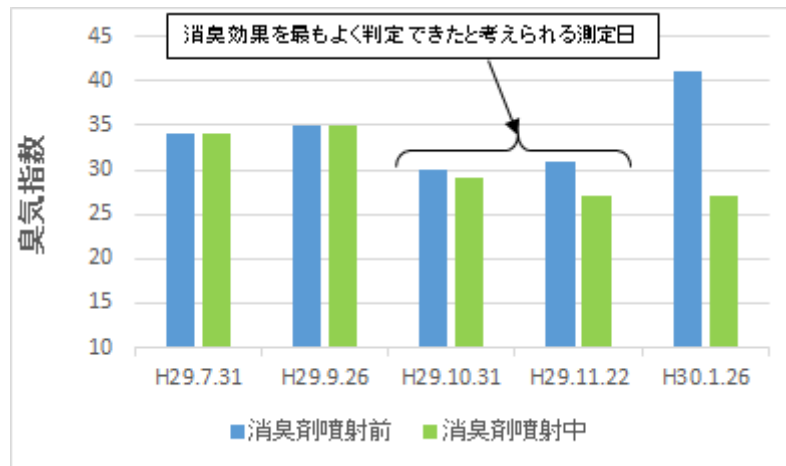


図 6-1 測定日ごとの臭気指数測定結果グラフ

平成 29 年 7 月及び 9 月の測定は、発生源である堆肥に生糞散布機の稼働があり消臭剤噴射前と噴射中で条件が異なっていた。いずれも噴射中の方が発生源の臭気が高くなる条件であった。よって、測定予定外ではあるが、10 月に生糞散布機が稼働する前の早朝に試料採取を実施し、分析したところ噴射前の臭気指数 30 に対し、噴射中が臭気指数 29 と僅かであるが低い結果となった。

また、11 月 22 日の測定では、11 月 10 日に豚糞散布機に生糞を移送するスクリーコンベアのモーターが故障したため豚糞散布機が使用できないので、投入側の堆肥をローダーで寄せそこへ堆肥を投入し堆肥と混合する方式であった。測定時の堆肥の状態としては生糞の投入前で消臭剤噴射前に多少ローダーで堆肥を寄せる作業があったが概ね同様の条件で、消臭剤噴射前の臭気指数が 31、消臭剤噴射中が 27 と消臭剤の効果と考えられる結果であった。

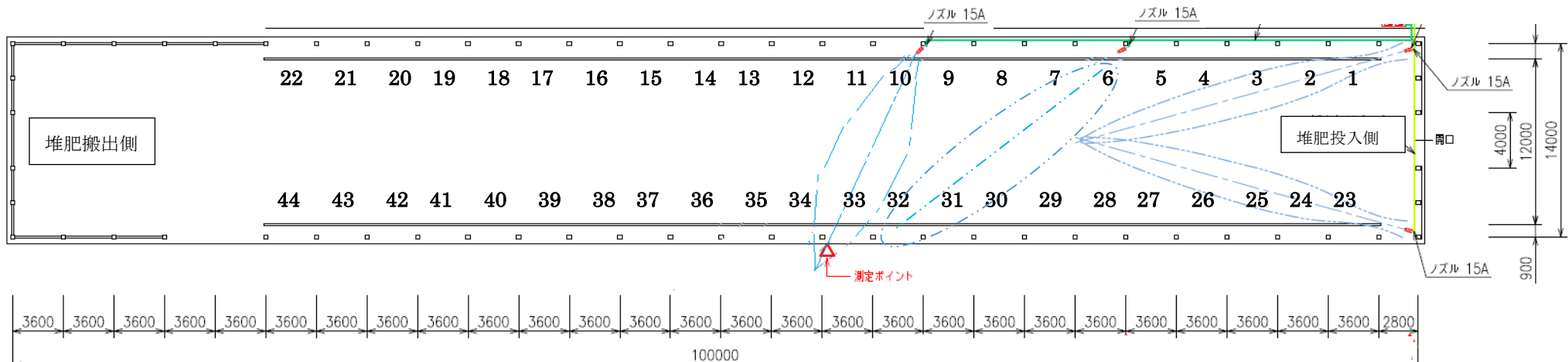
5 回目の平成 30 年 1 月 26 日の臭気指数の測定結果は、噴射前が 41 で噴射中が 27 と差があったが、備考に記述したように屋外の風向の影響で大きな差となったと推定される。

これら 5 回の測定において堆肥舎内の発生源の影響や屋外の風の影響から考えると、消臭剤の効果概ね把握できたのは平成 29 年 10 月 31 日及び 11 月 22 日の 2 回の測定であったと考えられる。

(2) 諸条件の測定結果

臭気指数測定の諸条件として、堆肥舎内をニオイセンサーで測定した結果、発生源である堆肥の温度及び堆肥舎内に流入する外気を把握することとした。

これらの結果を 5 回の測定ごとに次の表 6-2-1～表 6-16-2 及び図 6-2-1～図 6-16-2 に示す。なお、堆肥舎における測定区番号の位置が分かるように堆肥舎の図を併記した。



【1回目】表 6-2-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果

測定日時：H29年7月31日9:25~10:00

単位：なし

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
消臭剤噴射前		30	60	140	180	180	195	300
消臭剤噴射中		40	100	130	170	180	135	210

表 6-2-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果

単位：なし

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
消臭剤噴射前		110	170	160	130	150	220	260
消臭剤噴射中		10	160	150	100	160	175	190

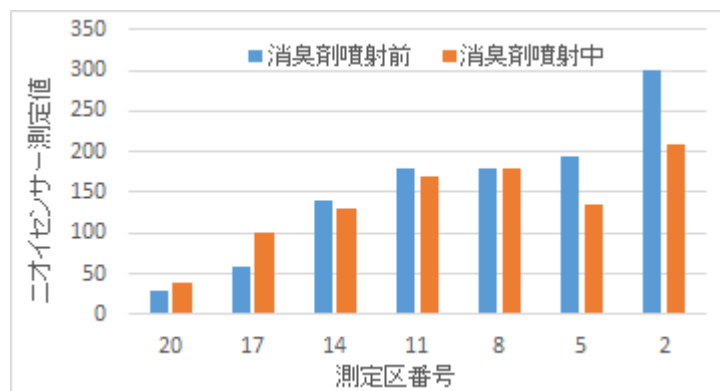


図 6-2-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果グラフ

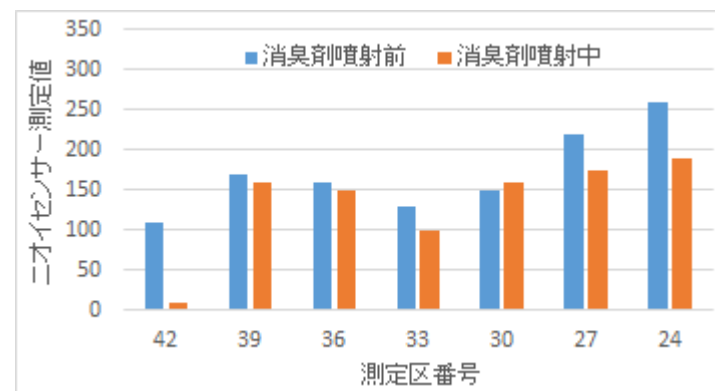
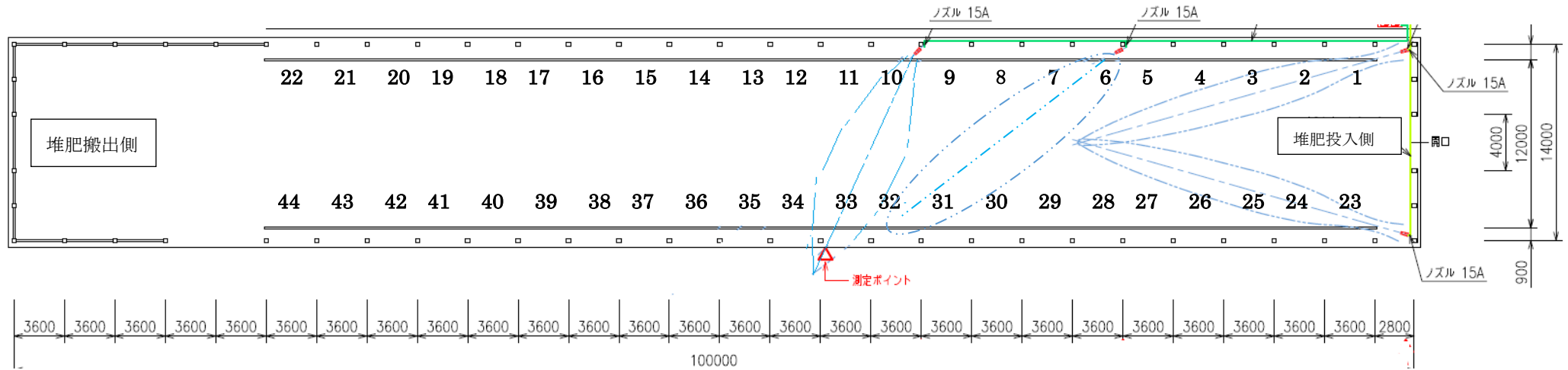


図 6-2-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果グラフ



【1回目】表6-3-1 北側堆肥の発酵温度測定結果

測定日時：H29年7月31日9:25~10:10

単位：℃

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
表層-0.3m		32	57	42	47	51	53	45
表層-1m		温度計挿入不能	温度計挿入不能	60	59	66	60	61

表6-3-2 南側堆肥の発酵温度測定結果

単位：℃

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
表層-0.3m		40	42	43	43	61	36	68
表層-1m		温度計挿入不能	温度計挿入不能	53	54	温度計挿入不能	58	温度計挿入不能

※温度計挿入不能とは、堆肥の固さにより温度計が差し込めなかったため、測定できなかった。

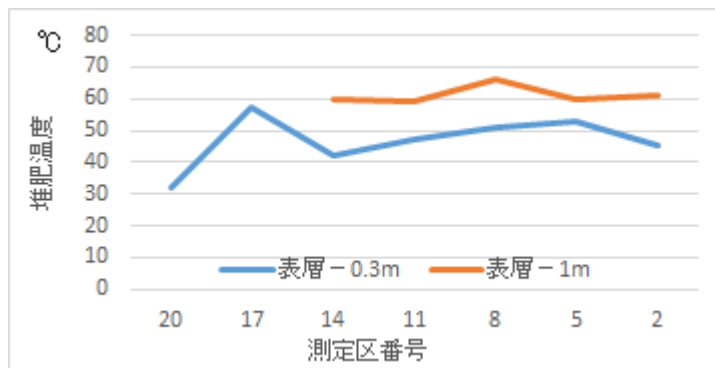


図6-3-1 北側堆肥の発酵温度測定結果グラフ

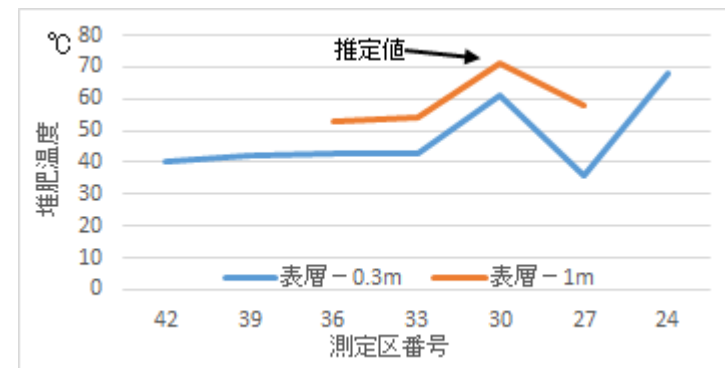
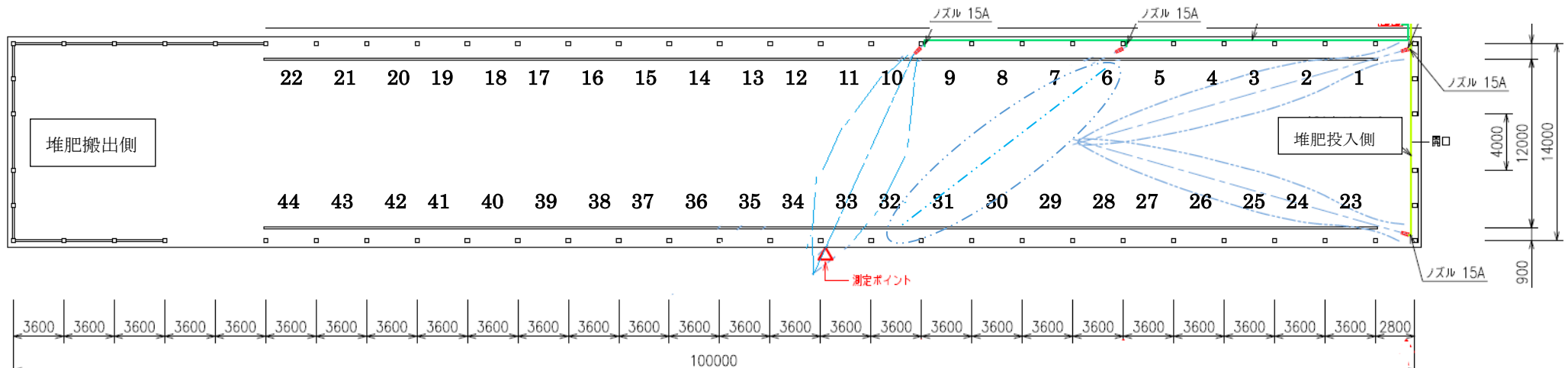


図6-3-2 南側堆肥の発酵温度測定結果グラフ



【1回目】表6-4-1 堆肥舎北側（風上側）の流速測定結果

測定日時：H29年7月31日10:15~11:00

単位：m/s

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
壁上部開放面		0.27	0.25	0.36	0.14	0.42	0.28	0.29
壁下部開放面		0.55	0.66	0.47	0.24	0.23	0.30	0.23

表6-4-2 堆肥舎南側（風下側）の流速測定結果

単位：m/s

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
壁上部開放面		0.11	0.11	0.14	0.31	0.38	0.25	0.39
壁下部開放面		0.31	0.11	0.43	0.73	0.28	0.26	0.51

壁上部の開放面積：3.49m×0.39m×15 スパン=20.42m²（風上、風下同じ）、壁下部の開放面積：3.35m×0.44m×15 スパン=22.11m²（風上、風下同じ）

風上の上部平均流速：0.29m/s、上部風量：0.29×20.42×60=352m³/min

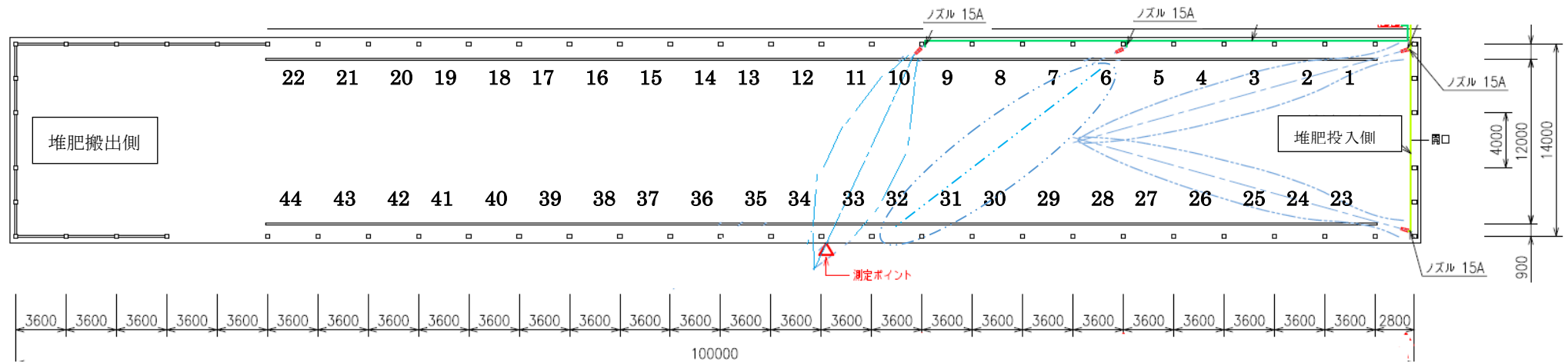
風上の下部平均流速：0.41m/s、下部風量：0.41×22.11×60=542m³/min、風上合計風量：890m³/min

風下の上部平均流速：0.24m/s、上部風量：0.24×20.42×60=296m³/min

風下の下部平均流速：0.38m/s、下部風量：0.38×22.11×60=498m³/min、風下合計風量：790m³/min

気象条件

測定時間 10:35	堆肥舎内	気温 32℃	湿度 40%	屋 外	気温 28.5℃	湿度 64%	風速：微風	風向：北寄り
------------	------	--------	--------	-----	----------	--------	-------	--------



【2回目】表 6-5-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果

測定日時：H29年9月26日13:50~15:40

単位：なし

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
消臭剤噴射前		115	270	320	280	320	190	122
消臭剤噴射中		38	100	220	260	260	270	200

表 6-5-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果

単位：なし

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
消臭剤噴射前		150	315	350	300	320	180	120
消臭剤噴射中		190	218	405	392	264	55	55

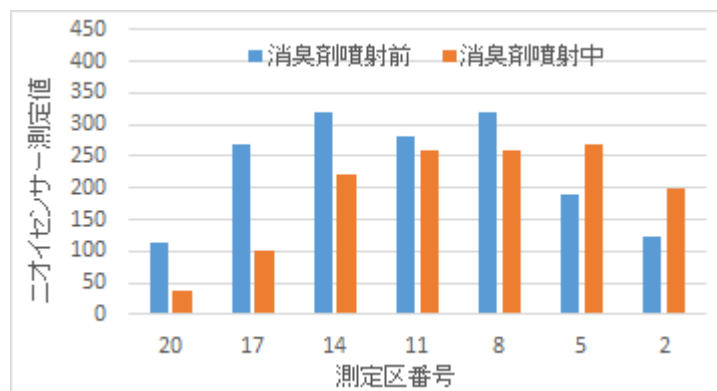


図 6-5-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果グラフ

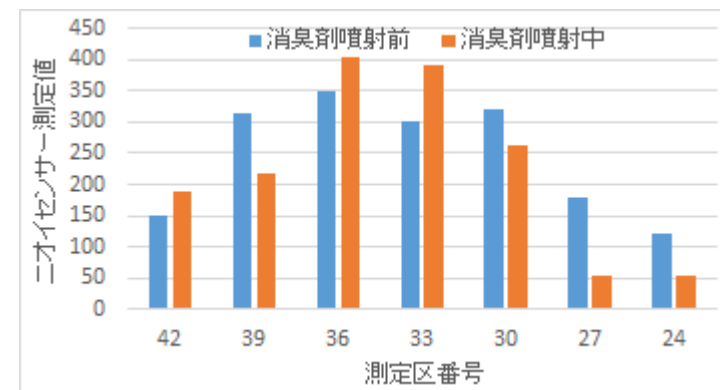
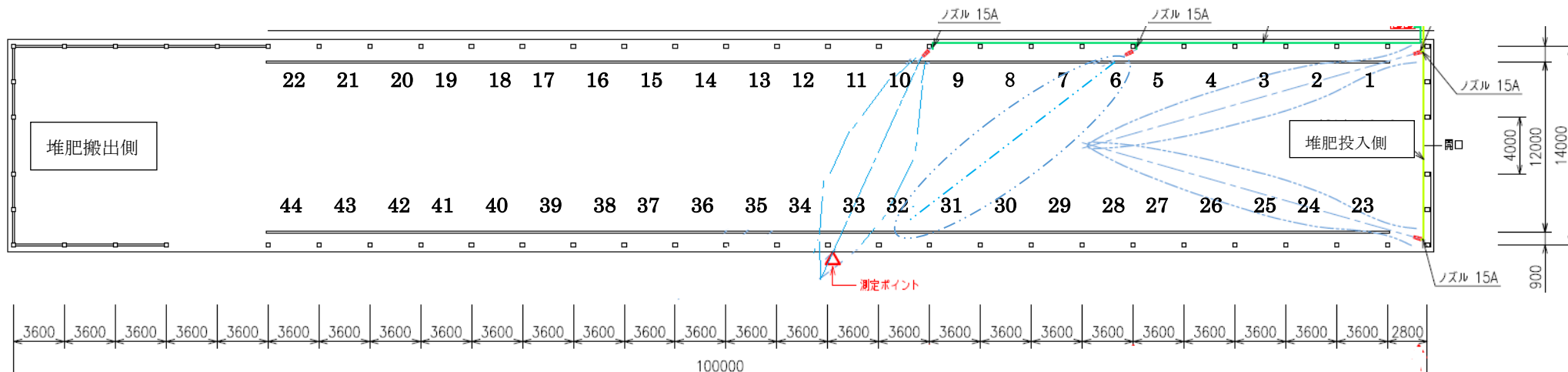


図 6-5-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果グラフ



【2回目】表 6-6-1 北側堆肥の発酵温度測定結果

測定日時：H29年9月26日13:20~14:00 単位：℃

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
表層-0.3m		48	52	52	51	49	49	46
表層-1m		50	52	53	52	50	49	48

表 6-6-2 南側堆肥の発酵温度測定結果

単位：℃

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
表層-0.3m		52	56	54	54	53	49	45
表層-1m		54	58	56	55	53	50	46

※温度計挿入不能とは、堆肥の固さにより温度計が差し込めなかったため、測定できなかった。

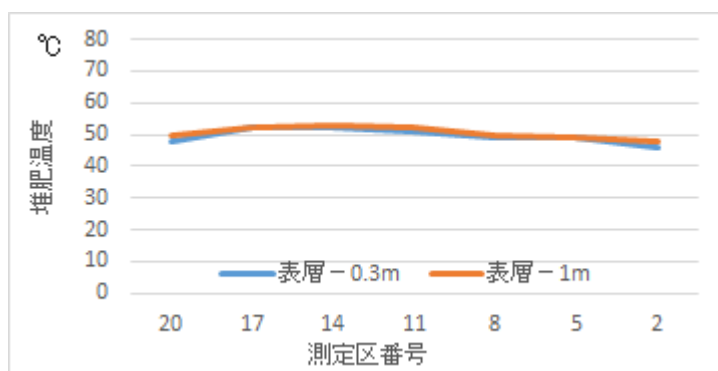


図 6-6-1 北側堆肥の発酵温度測定結果グラフ

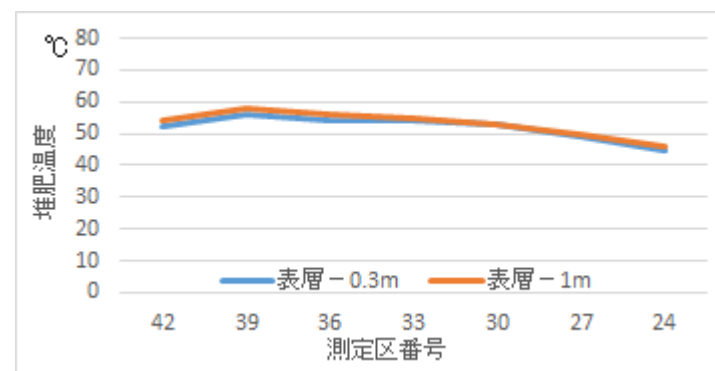
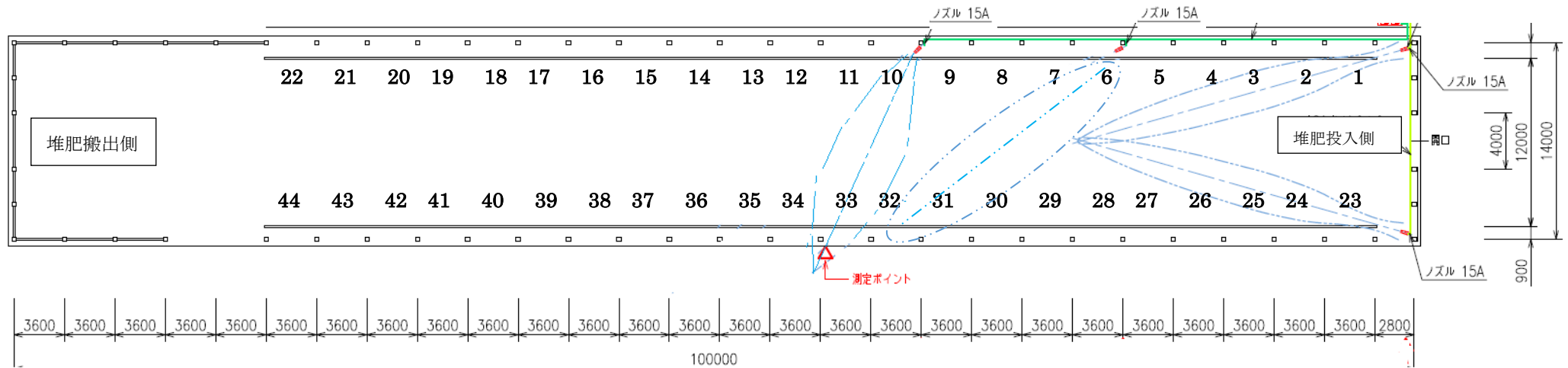


図 6-6-2 南側堆肥の発酵温度測定結果グラフ



【2回目】 表 6-7-1 堆肥舎北側（風上側）の流速測定結果

測定日時：H29年9月26日13:20~15:40

単位：m/s

測定区番号	20	17	14	11	8	5	2
壁上部開放面	0.46	0.45	0.26	0.45	0.31	0.39	0.83
壁下部開放面	0.38	0.26	0.44	0.47	0.22	0.66	0.66

表 6-7-2 堆肥舎南側（風下側）の流速測定結果

単位：m/s

測定区番号	42	39	36	33	30	27	24
壁上部開放面	0.16	0.18	0.24	0.36	0.17	0.10	0.43
壁下部開放面	0.29	0.37	0.24	0.25	0.53	0.30	0.83

壁上部の開放面積：3.49m×0.39m×15 スパン=20.42m²（風上、風下同じ）、壁下部の開放面積：3.35m×0.44m×15 スパン=22.11m²（風上、風下同じ）

風上の上部平均流速：0.45m/s、上部風量：0.45×20.42×60=551m³/min

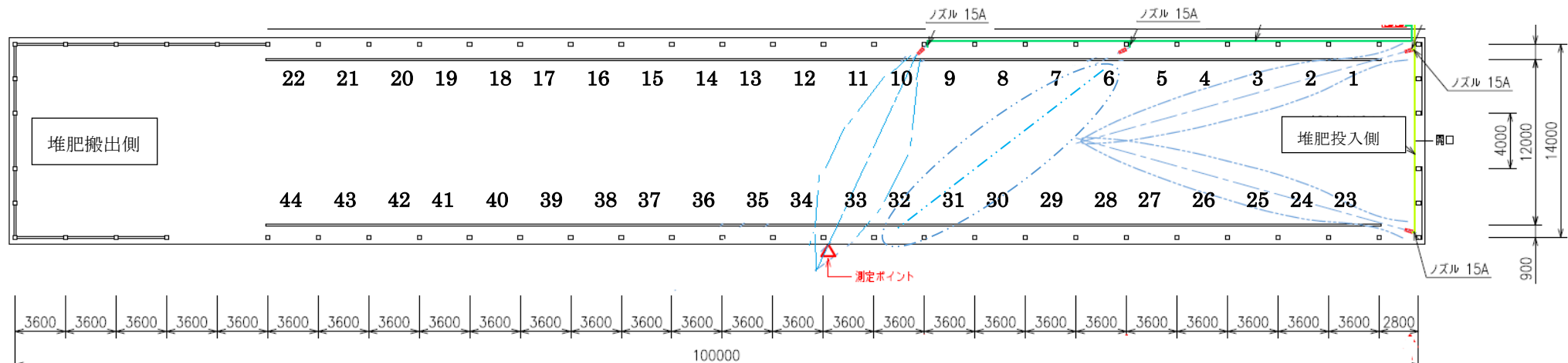
風上の下部平均流速：0.44m/s、下部風量：0.44×22.11×60=586m³/min、風上合計風量：1100m³/min

風下の上部平均流速：0.23m/s、上部風量：0.23×20.42×60=287m³/min

風下の下部平均流速：0.40m/s、下部風量：0.40×22.11×60=533m³/min、風下合計風量：820m³/min

気象条件

測定時間 13:20	堆肥舎内	気温 36℃	湿度 46%	屋 外	気温 32℃	湿度 33%	風速：微風	風向：北西寄り
------------	------	--------	--------	-----	--------	--------	-------	---------



【3回目】表6-8-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果

測定日時：H29年10月31日10：45～11：05

単位：なし

測定区番号	20	17	14	11	8	5	2
消臭剤噴射前	未測定						
消臭剤噴射中	370	370	350	330	310	250	10

表6-8-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果

単位：なし

測定区番号	42	39	36	33	30	27	24
消臭剤噴射前	未測定						
消臭剤噴射中	280	280	300	200	100	100	160

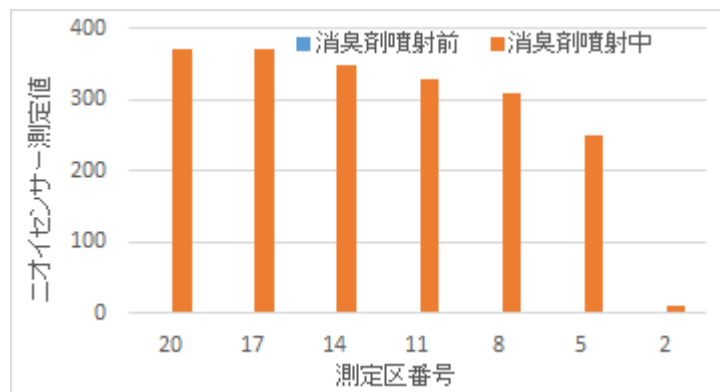


図6-8-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果グラフ

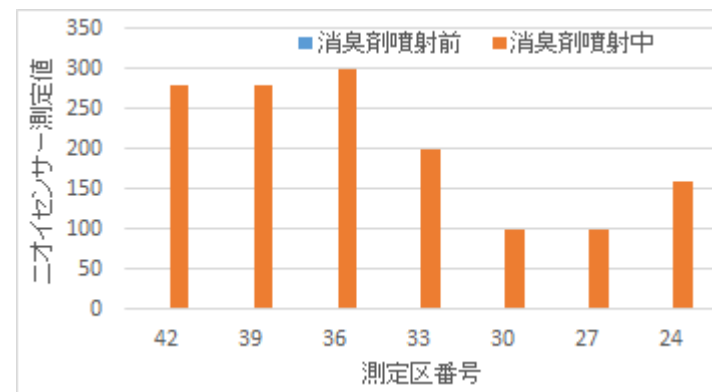
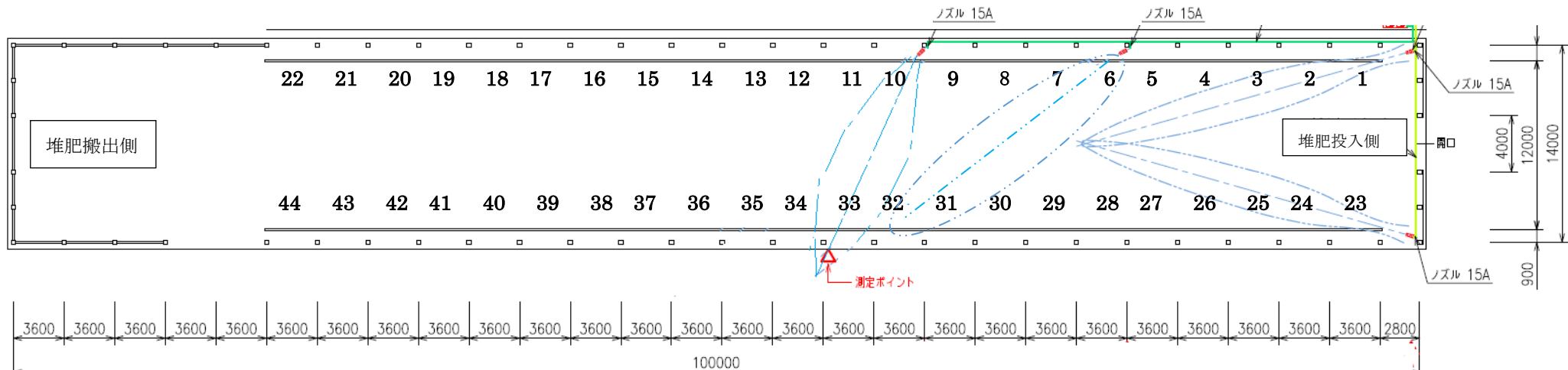


図6-8-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果グラフ



【3回目】 表 6-9-1 北側肥舎の発酵温度測定結果 (※測定区が他と異なる) 測定日時：H29年10月31日9:40~10:40 単位：℃

測定区番号		21	18	15	12	9	6	3
表層-0.3m		58	58	58	57	56	50	44
表層-1m		60	61	61	60	58	52	46

表 6-9-1 南側肥舎の発酵温度測定結果 (※測定区が他と異なる) 単位：℃

測定区番号		43	40	37	34	31	28	25
表層-0.3m		54	59	58	57	54	44	堆肥なし
表層-1m		57	61	60	60	56	46	堆肥なし

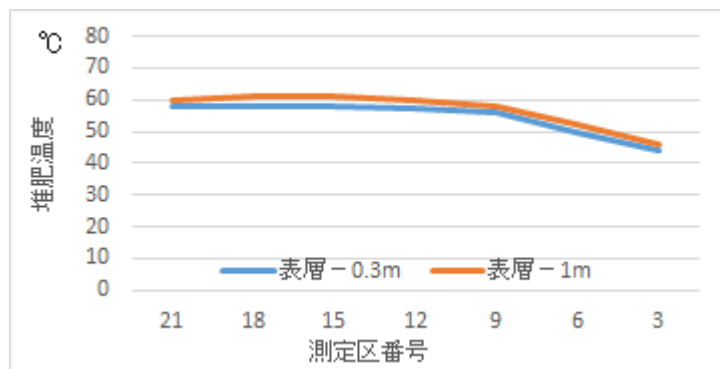


図 6-9-1 北側堆肥の発酵温度測定結果グラフ

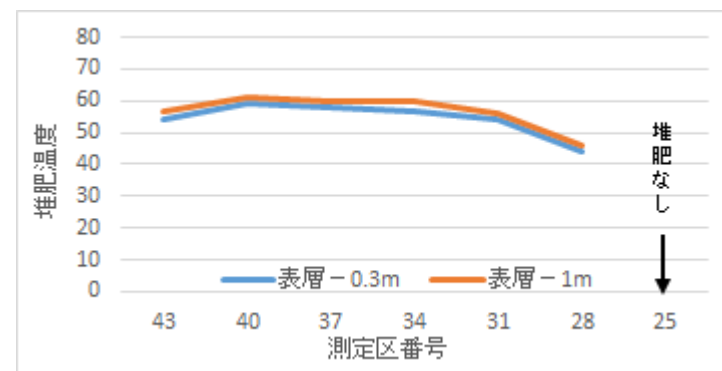
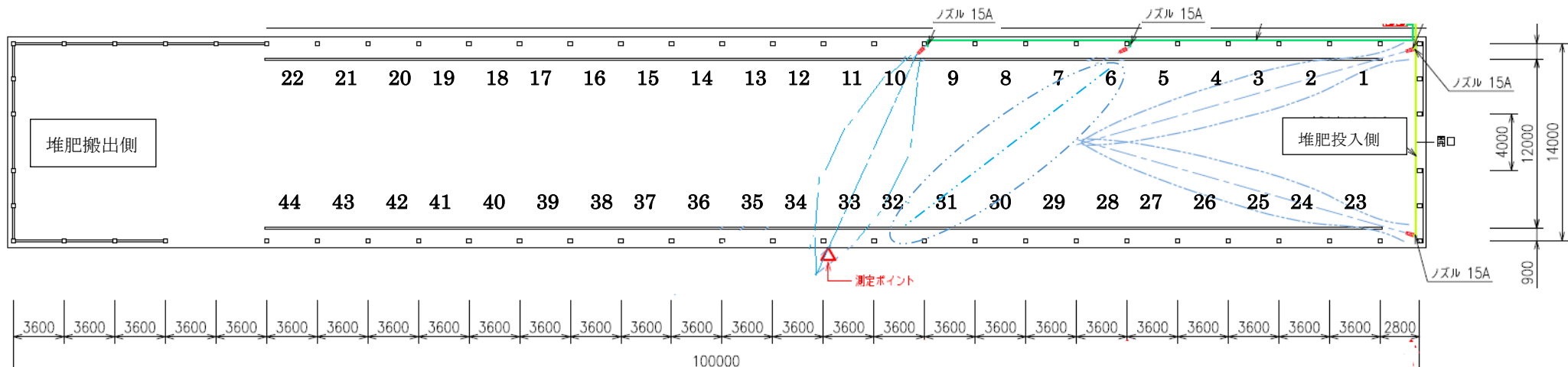


図 6-9-2 南側堆肥の発酵温度測定結果グラフ



【3回目】表6-10-1 堆肥舎北側（風上側）の流速測定結果（※測定区が他と異なる）測定日時：H29年10月31日9：40～10：40 単位：m/s

測定区番号		21	18	15	12	9	6	3
壁上部開放面		0.8	1.0	0.4	1.0	1.0	2.4	2.0
壁下部開放面		1.5	2.0	2.0	2.2	1.8	2.8	3.5

表6-10-2 堆肥舎南側（風下側）の流速測定結果

単位：m/s

測定区番号		43	40	37	34	31	28	25
壁上部開放面		1.2	1.3	1.7	1.5	1.5	0.2	0.4
壁下部開放面		1.4	0.6	0.4	1.5	1.6	1.5	1.0

壁上部の開放面積：3.49m×0.39m×15 スパン＝20.42m²（風上、風下同じ）、壁下部の開放面積：3.35m×0.44m×15 スパン＝22.11m²（風上、風下同じ）

風上の上部平均流速：1.23m/s、上部風量：1.23×20.42×60＝1505m³/min

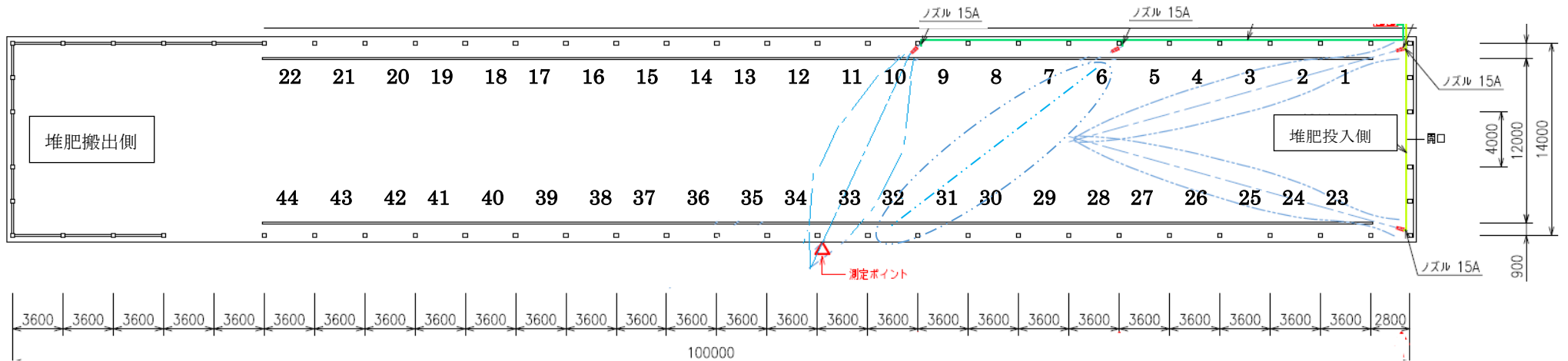
風上の下部平均流速：2.26m/s、下部風量：2.26×22.11×60＝2994m³/min、風上合計風量：4499m³/min

風下の上部平均流速：1.11m/s、上部風量：1.11×20.42×60＝1365m³/min

風下の下部平均流速：1.14m/s、下部風量：1.14×22.11×60＝1516m³/min、風下合計風量：2881m³/min

気象条件

測定時間 10：45	堆肥舎内	気温 28℃	湿度 29%	屋 外	気温 21.0℃	湿度 28%	風速：中程度	風向：北西
------------	------	--------	--------	-----	----------	--------	--------	-------



【4回目】表 6-11-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果

測定日時：H29年 11月 22日 9：50～11：10

単位：なし

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
消臭剤噴射前		200	200	200	220	300	340	210
消臭剤噴射中		230	350	300	190	350	300	200

表 6-11-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果

単位：なし

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
消臭剤噴射前		200	400	400	370	400	230	260
消臭剤噴射中		200	200	250	380	230	450	250

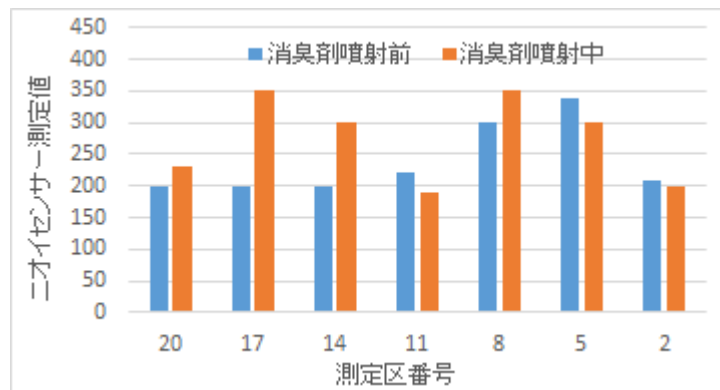


図 6-11-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果グラフ

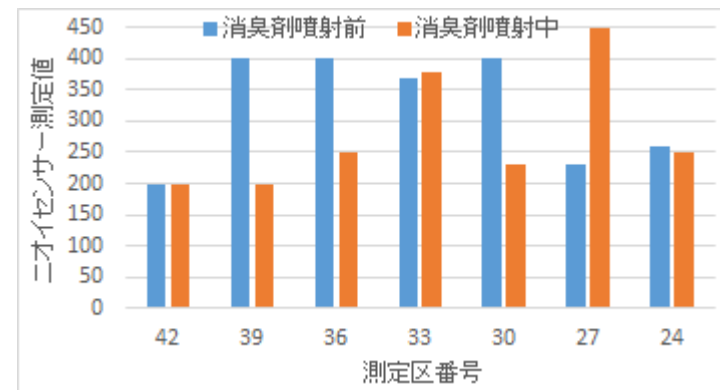
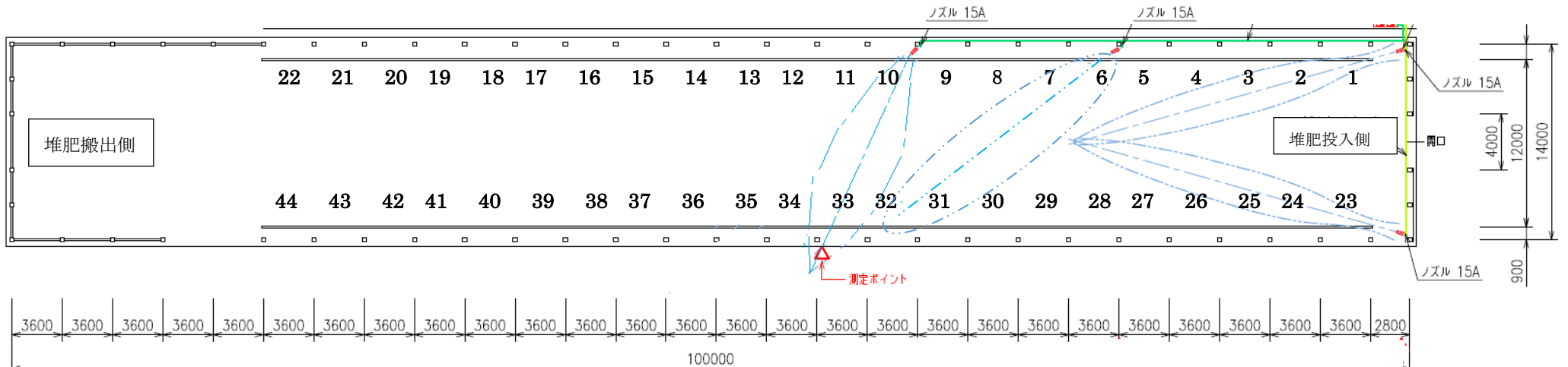


図 6-11-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果グラフ



【4回目】表6-12-1 北側堆肥の発酵温度測定結果

測定日時：H29年11月22日9：50～10：25

単位：℃

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
表層-0.3m		46	72	58	70	60	40	46
表層-1m		50	72	58	64	60	44	46

表6-12-2 南側堆肥の発酵温度測定結果

単位：℃

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
表層-0.3m		46	72	66	63	48	54	44
表層-1m		46	54	49	46	35	39	46

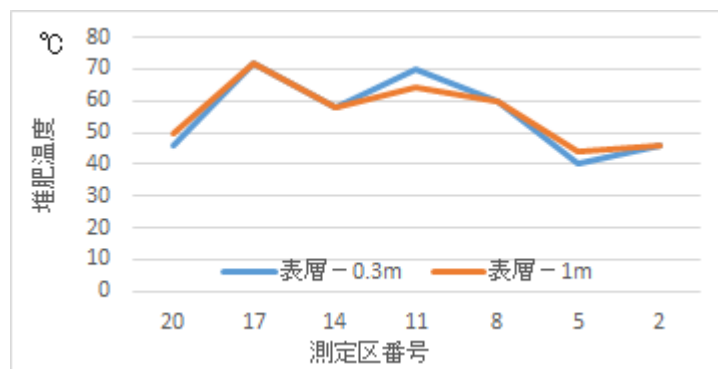


図6-12-1 北側堆肥の発酵温度測定結果グラフ

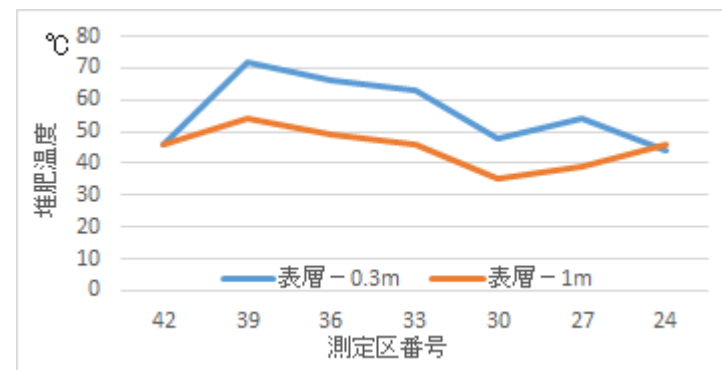
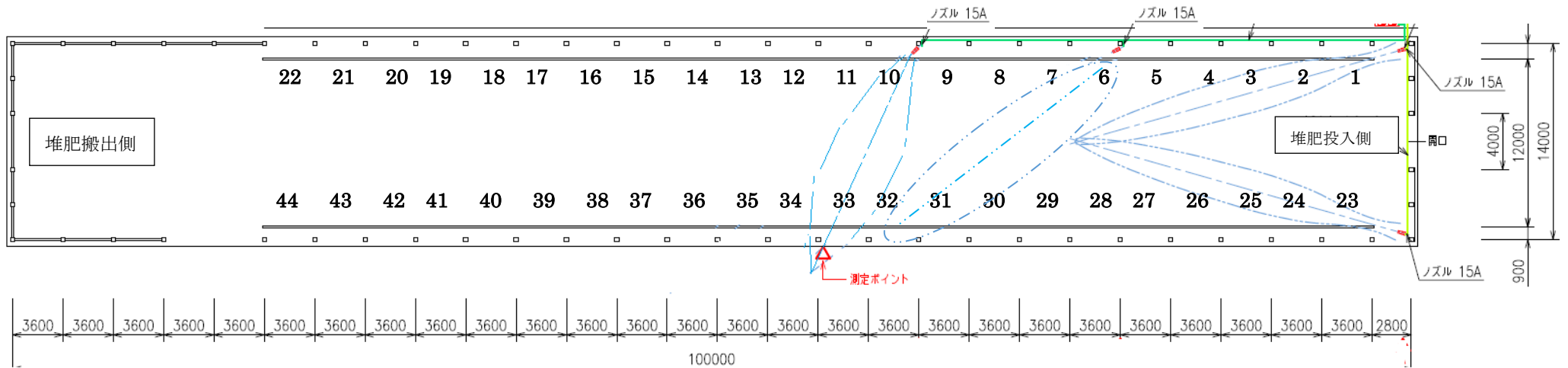


図6-12-2 南側堆肥の発酵温度測定結果グラフ



【4回目】表6-13-1 堆肥舎北側（風上側）の流速測定結果

測定日時：H29年11月22日8:55~9:20

単位：m/s

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
壁上部開放面		0.6	0.8	0.4	0.7	0.5	0.7	0.7
壁下部開放面		0.4	0.2	0.7	0.5	0.4	0.6	0.2

表6-13-2 堆肥舎南側（風下側）の流速測定結果

単位：m/s

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
壁上部開放面		0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.2	0.6
壁下部開放面		0.7	0.2	0.2	0.6	0.2	0.7	0.4

壁上部の開放面積：3.49m×0.39m×15 スパン=20.42m²（風上、風下同じ）、壁下部の開放面積：3.35m×0.44m×15 スパン=22.11m²（風上、風下同じ）

風上の上部平均流速：0.63m/s、上部風量：0.63×20.42×60=770m³/min

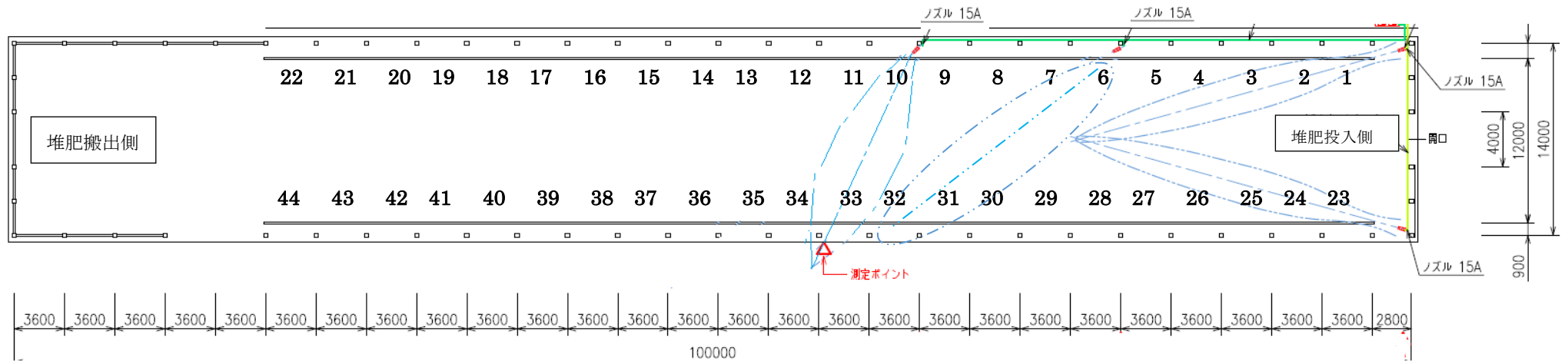
風上の下部平均流速：0.43m/s、下部風量：0.43×22.11×60=569m³/min、風上合計風量：1339m³/min

風下の上部平均流速：0.50m/s、上部風量：0.50×20.42×60=612m³/min

風下の下部平均流速：0.43m/s、下部風量：0.43×22.11×60=569m³/min、風下合計風量：1181m³/min

気象条件

測定時間 9:50	堆肥舎内	気温 15℃	湿度 42%	屋外	気温 11℃	湿度 39%	風速：微風	風向：北西
-----------	------	--------	--------	----	--------	--------	-------	-------



【5回目】表 6-14-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果表

測定日時：H30年1月26日9:08~11:20

単位：なし

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
消臭剤噴射前		100	240	230	380	280	390	300
消臭剤噴射中		130	180	400	400	400	270	70

表 6-14-2 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果

単位：なし

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
消臭剤噴射前		150	170	280	230	280	270	170
消臭剤噴射中		100	400	380	370	80	110	60

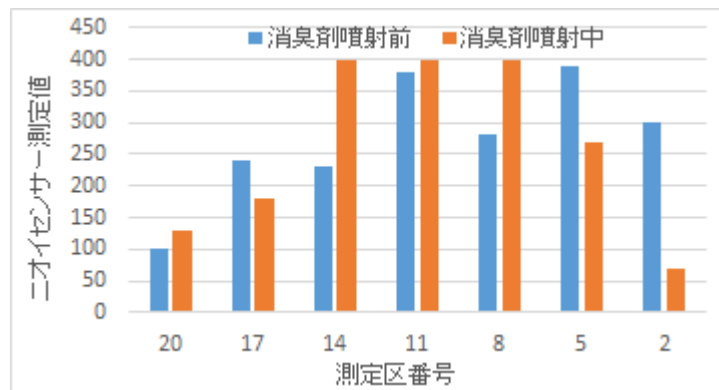


図 6-14-1 堆肥舎北側のニオイセンサー測定結果グラフ

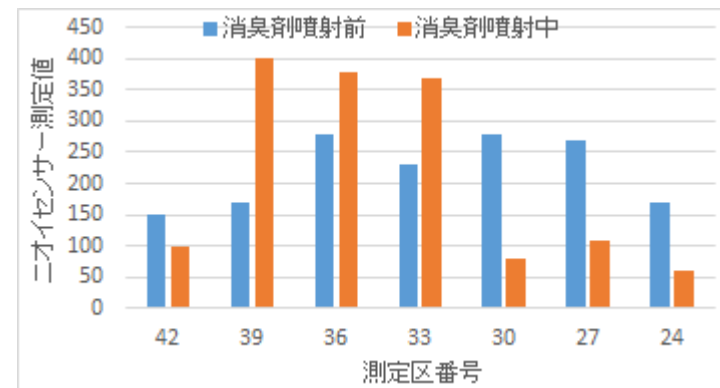
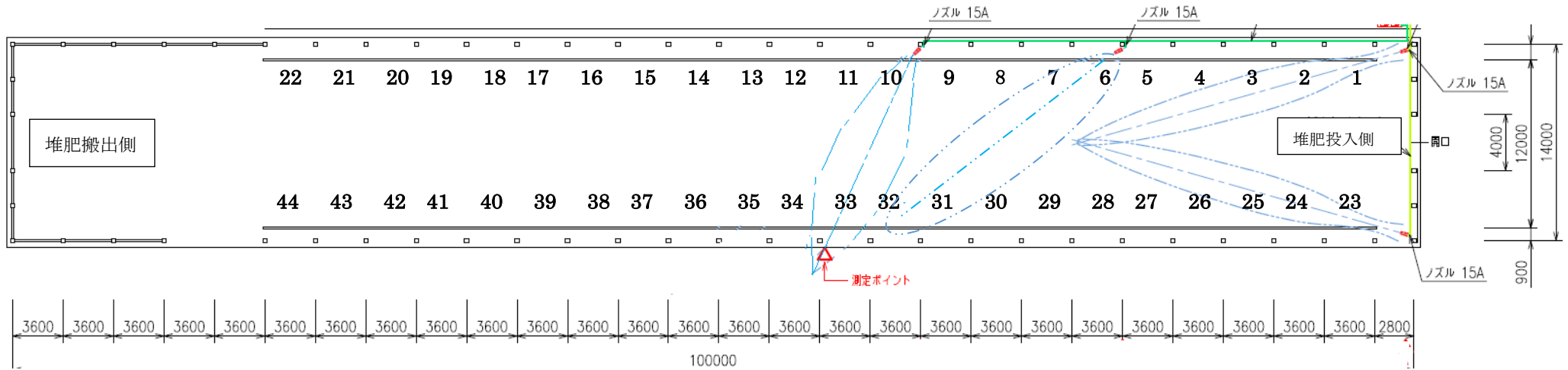


図 6-14-2 堆肥舎南側のニオイセンサー測定結果グラフ



【5回目】表6-15-1 北側堆肥の発酵温度測定結果

測定日時：H30年1月26日9：08～10：21

単位：℃

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
表層-0.3m		66	75	70	70	68	60	60
表層-1m		62	68	74	69	69	58	52

表6-15-2 南側堆肥の発酵温度測定結果

単位：℃

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
表層-0.3m		60	58	62	68	67	51	52
表層-1m		54	66	65	67	66	42	56

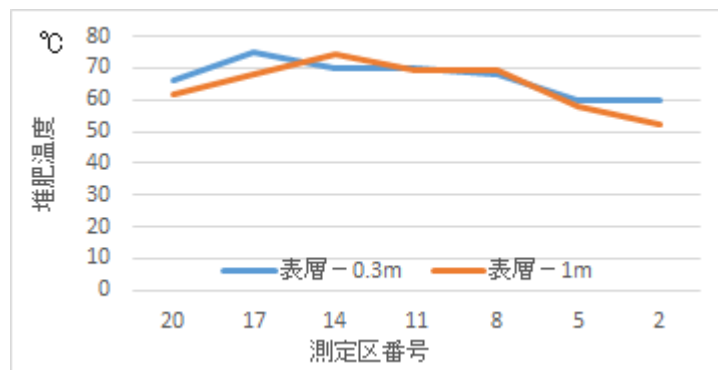


図6-15-1 北側堆肥の発酵温度測定結果グラフ

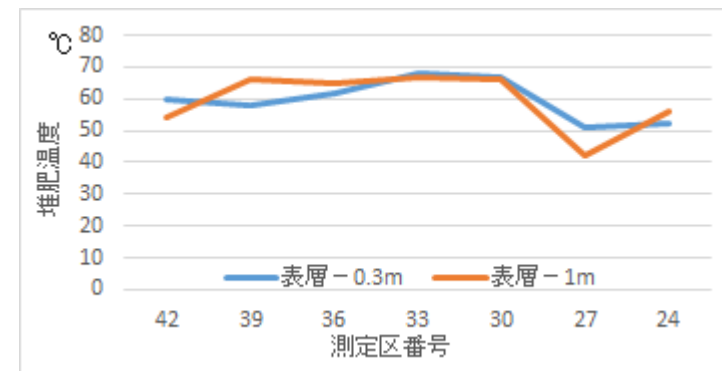
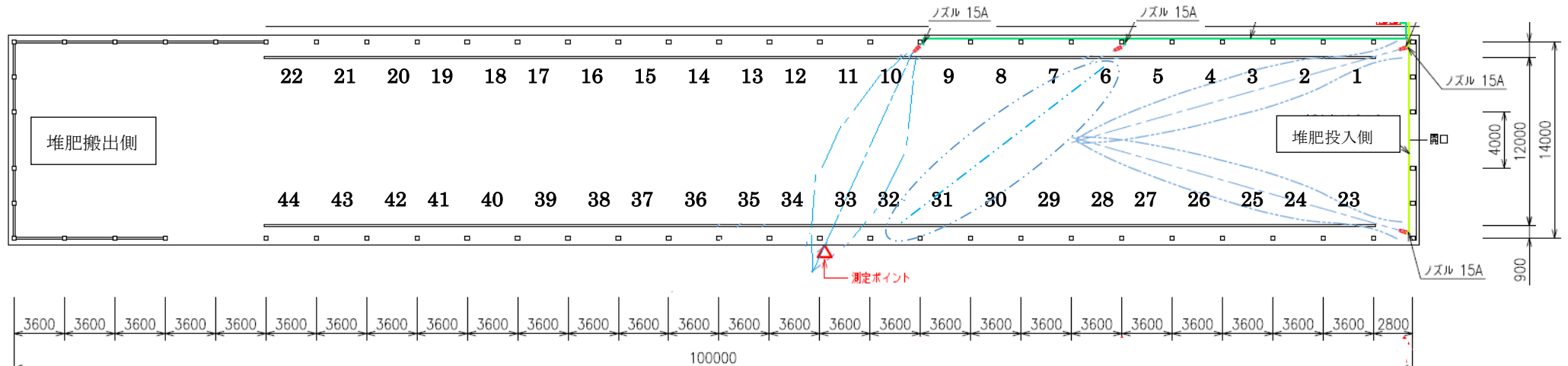


図6-15-2 南側堆肥の発酵温度測定結果グラフ



【5回目】表6-16-1 堆肥舎北側（風上側）の流速測定結果

測定日時：H30年1月29日10：45～11：20

単位：m/s

測定区番号		20	17	14	11	8	5	2
壁上部開放面		0.22	0.25	1.39	1.21	0.98	1.12	1.41
壁下部開放面		0.14	0.41	3.11	1.55	2.71	2.46	3.86

表6-16-2 堆肥舎北側（風上側）の流速測定結果

単位：m/s

測定区番号		42	39	36	33	30	27	24
壁上部開放面		0.88	0.76	1.83	0.91	0.10	0.24	0.43
壁下部開放面		0.75	0.41	0.19	0.12	0.47	0.13	0.23

壁上部の開放面積：3.49m×0.39m×15 スパン=20.42m²（風上、風下同じ）、壁下部の開放面積：3.35m×0.44m×15 スパン=22.11m²（風上、風下同じ）

風上の上部平均流速：0.94m/s、上部風量：0.94×20.42×60=1151m³/min

風上の下部平均流速：2.03m/s、下部風量：2.03×22.11×60=2699m³/min、風上合計風量：3850m³/min

風下の上部平均流速：0.74m/s、上部風量：0.74×20.42×60=901m³/min

風下の下部平均流速：0.33m/s、下部風量：0.33×22.11×60=436m³/min、風下合計風量：1337m³/min

気象条件

測定時間 11：15	堆肥舎内	気温 0.5℃	湿度 72%	屋 外	気温 -0.5℃	湿度 74%	風速：弱風	風向：北～北西寄り
------------	------	---------	--------	-----	----------	--------	-------	-----------

(3) 諸条件の測定結果の纏め

6-1 項 (2) の諸条件の測定結果から測定結果ごとの各グラフを抽出したものと、外気の流入については計算結果を一覧にして表 6-17 に示した。

①ニオイセンサー測定結果

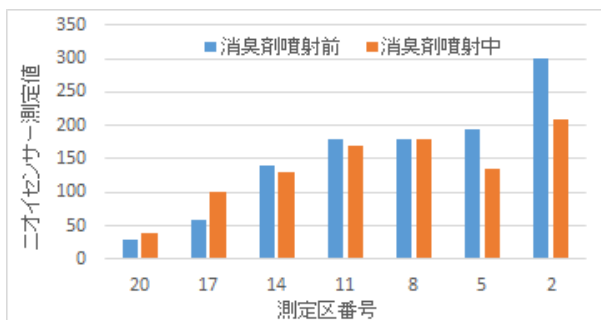


図 6-2-1 7/31 の北側ニオイセンサー測定結果

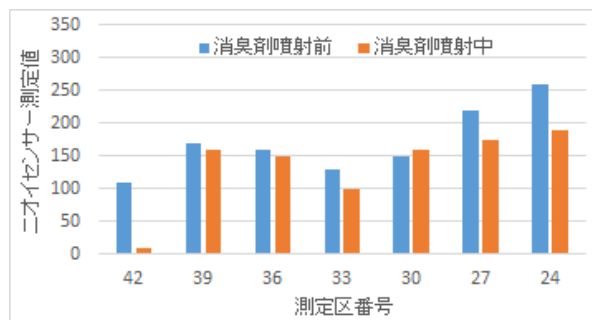


図 6-2-2 7/31 の南側ニオイセンサー測定結果

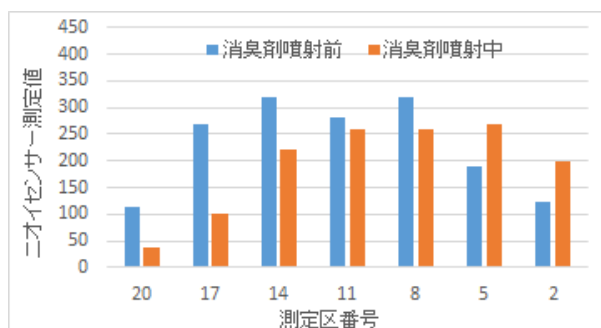


図 6-5-1 9/26 の北側ニオイセンサー測定結果

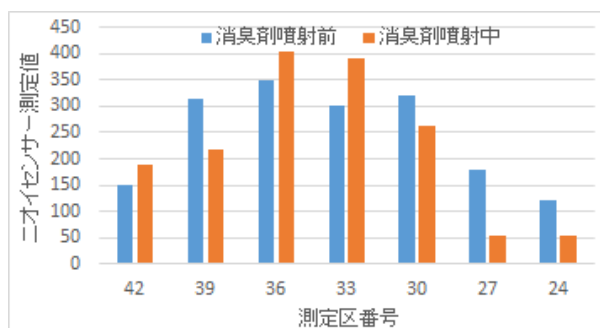


図 6-5-2 9/26 の南側ニオイセンサー測定結果

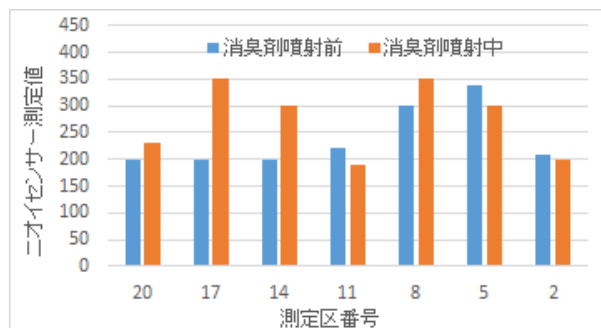


図 6-11-1 11/22 の北側ニオイセンサー測定結果

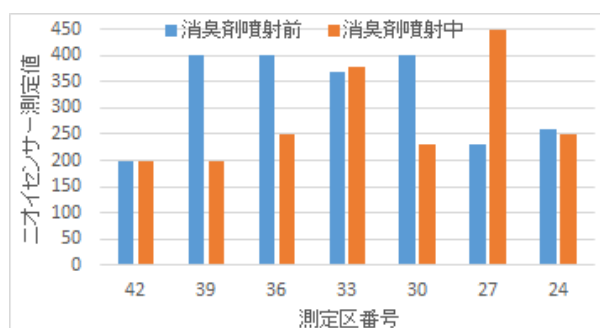


図 6-11-2 11/22 の南側ニオイセンサー測定結果

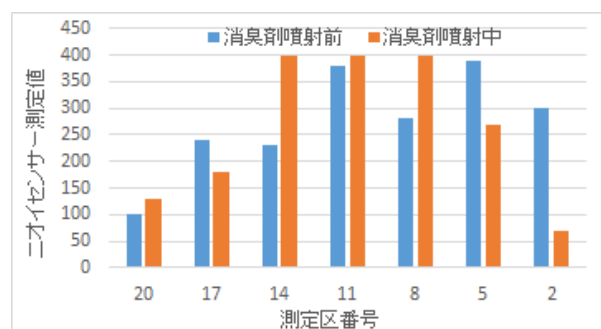


図 6-14-1 1/26 の北側ニオイセンサー測定結果

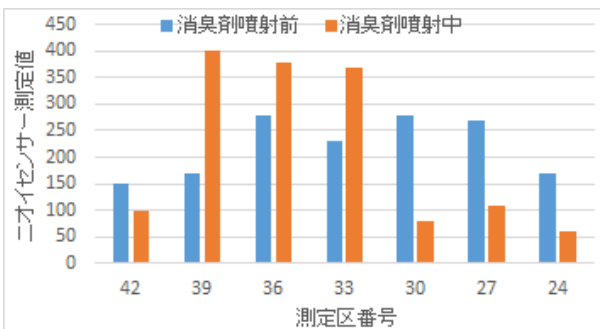


図 6-14-2 1/26 の南側ニオイセンサー測定結果

※10/31 のニオイセンサー測定結果は、消臭剤噴霧前を測定していないため、表示していない。

誘引ファン及び消臭剤の影響範囲は、測定区の 2～8 と 24～30 付近である。この範囲の測定値

をみると概ね消臭剤噴射中が低い値となっている。9月26日の測定区2~5と11月22日の測定区27で消臭剤噴射前の方が低い値もみられるが、これらは外気の流入による影響と考えられる。

②堆肥の発酵温度測定結果

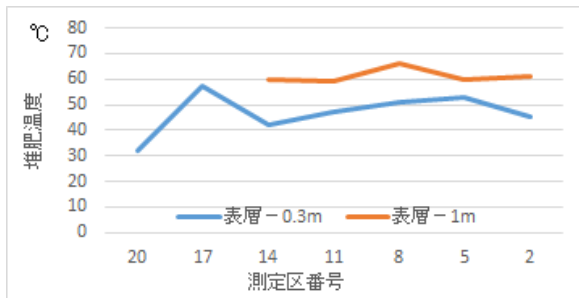


図 6-3-1 7/31の北側堆肥発酵温度測定結果

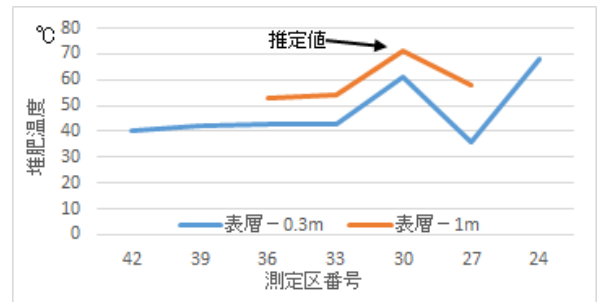


図 6-3-2 7/31の南側堆肥発酵温度測定結果

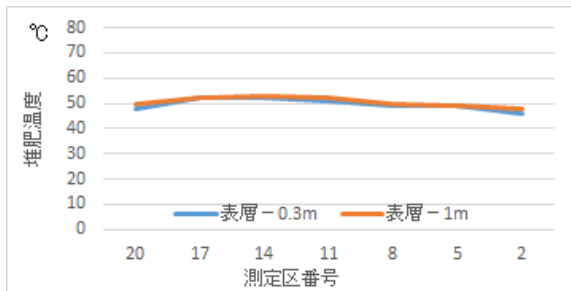


図 6-6-1 9/26の北側堆肥の発酵温度測定結果

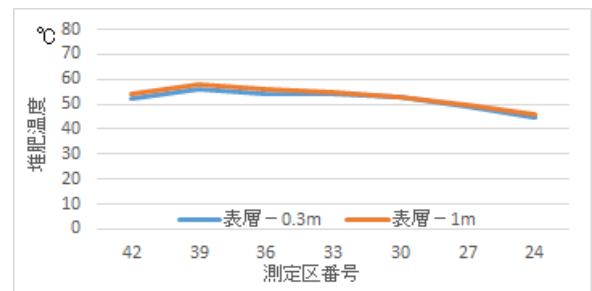


図 6-6-2 9/26の南側堆肥の発酵温度測定結果

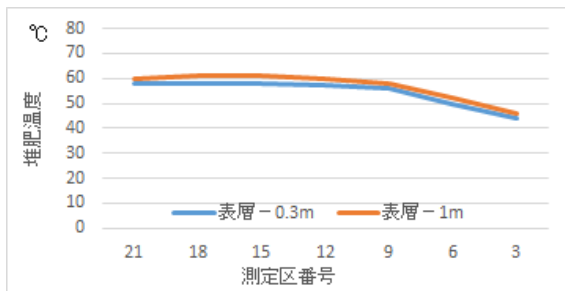


図 6-9-1 10/31の北側堆肥の発酵温度測定結果

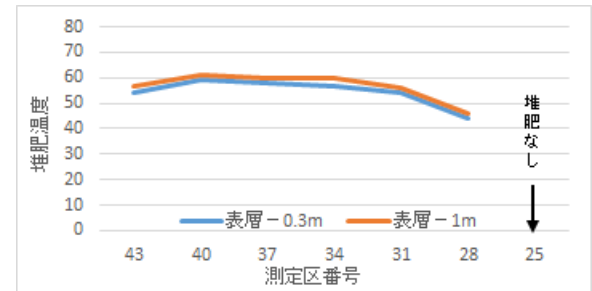


図 6-9-2 10/31の南側堆肥の発酵温度測定結果

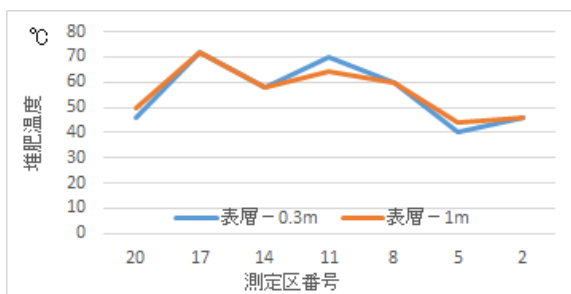


図 6-12-1 11/22の北側堆肥の発酵温度測定結果

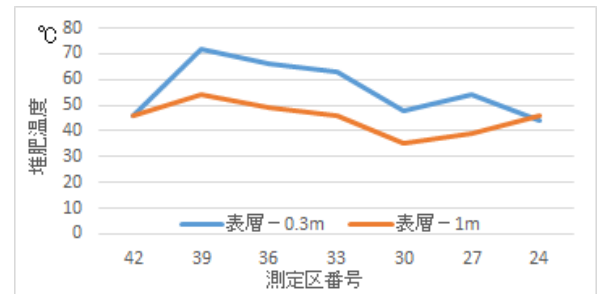


図 6-12-2 11/22の南側堆肥の発酵温度測定結果

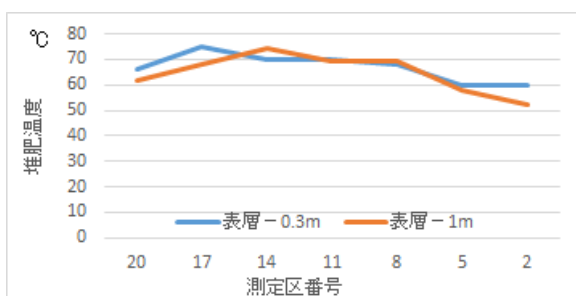


図 6-15-1 1/26の北側堆肥の発酵温度測定結果

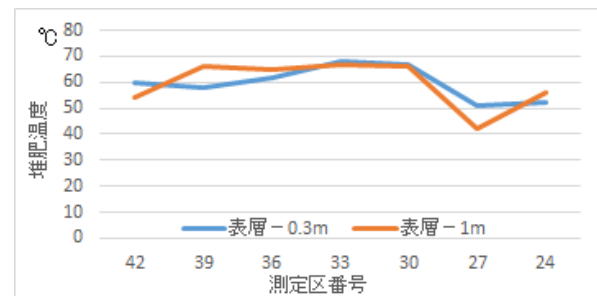


図 6-15-2 1/26の南側堆肥の発酵温度測定結果

堆肥発酵温度は、測定を開始した7月に限り表層-1mの深度が深い方が高い値であったが、それ以降は、表層-0.3mと-1.0mがほぼ同等であった。これは、外気の影響と一般的な堆肥舎にみられる底部からの通気エアがないため、空気（酸素）が供給される堆肥表面から発酵が始まっているのではないかと推定する。また、堆肥の攪拌機は夕方19時頃から朝8時頃に自動運転で稼働するため、午前中の測定においては内部の発酵温度が差ほど高くないことも考えられるが、堆肥舎の搬出側に向かう測定区でも50~60℃程度となっているため、堆肥舎内では発酵が完了していないことも考えられた。

③堆肥舎内に流入する外気の把握

表6-17 堆肥舎に対する外気流入と排気の測定結果

測定日	測定位置		平均風速 m/s	風量 m ³ /min	合計風量 m ³ /min	流入と 排気の差 m ³ /min	外気	
							風速	風向
H29. 7/31	風上 (流入)	壁上部	0.29	350	890	+90	微風	北寄り
		壁下部	0.41	540				
	風下 (排気)	壁上部	0.24	300	800			
		壁下部	0.38	500				
H29. 9/26	風上 (流入)	壁上部	0.45	550	1100	+280	微風	北西寄り
		壁下部	0.44	590				
	風下 (排気)	壁上部	0.23	290	820			
		壁下部	0.40	530				
H29. 10/31	風上 (流入)	壁上部	1.23	1500	4500	+1600	中程度	北西寄り
		壁下部	2.26	3000				
	風下 (排気)	壁上部	1.11	1400	2900			
		壁下部	1.14	1500				
H29. 11/22	風上 (流入)	壁上部	0.63	770	1300	+100	微風	北西寄り
		壁下部	0.43	570				
	風下 (排気)	壁上部	0.50	610	1200			
		壁下部	0.43	570				
H29. 1/26	風上 (流入)	壁上部	0.94	1200	3800	+2500	弱程度	北~北西
		壁下部	2.03	2700				
	風下 (排気)	壁上部	0.74	900	1300			
		壁下部	0.33	440				

外気が微風のときは、堆肥舎に対する流量と排気量の差が小さい。弱又は中程度の風のときは差が大きいが、堆肥舎の屋根の頂部がへりの字型屋根で南側向きに開放されているので、この開放部から堆肥舎内の空気が拡散しているものと推定する。

臭気指数測定に対しては、外気の流入が多いほど希釈空気により測定結果が低くなるのではないかと仮説をたてた。しかし、外気の流入方向が直接測定位置付近に向かうことがなく、堆肥舎内で乱流になっていたため希釈空気による影響は把握できなかった。

6-2 特定悪臭物質の測定結果

(1) 特定悪臭物質と臭気指数測定結果

特定悪臭物質は1回の測定とし、平成29年7月31日に実施した。測定位置は臭気指数測定と同様に設置した誘引ファンの風下集合地点で、堆肥舎の風下となる南側壁の上部開放部の高さ3.6mを代表点として測定した。

次の表6-18に測定結果と物質ごとの除去効率を示す。

表6-18 特定悪臭物質と臭気指数測定結果及び物質ごとの除去効率

測定日	平成29年7月31日				
	測定項目	単位	消臭剤噴射前	消臭剤噴射中	除去効率：%
	アンモニア	ppm	37	30	23.3
	メチルメルカプタン	ppm	0.019	0.013	31.6
	硫化水素	ppm	検出せず	検出せず	—
	硫化メチル	ppm	0.03	0.03	なし
	二硫化メチル	ppm	検出せず	検出せず	—
	トリメチルアミン	ppm	0.043	0.058	逆転
	アセトアルデヒド	ppm	検出せず	検出せず	—
	プロピオンアルデヒド	ppm	検出せず	検出せず	—
	ノルマルブチルアルデヒド	ppm	検出せず	検出せず	—
	イソブチルアルデヒド	ppm	検出せず	検出せず	—
	ノルマルバレルアルデヒド	ppm	検出せず	検出せず	—
	イソバレルアルデヒド	ppm	検出せず	検出せず	—
	イソブタノール	ppm	検出せず	検出せず	—
	酢酸エチル	ppm	検出せず	検出せず	—
	メチルイソブチルケトン	ppm	検出せず	検出せず	—
	トルエン	ppm	検出せず	検出せず	—
	スチレン	ppm	検出せず	検出せず	—
	キシレン	ppm	検出せず	検出せず	—
	プロピオン酸	ppm	検出せず	検出せず	—
	ノルマル酪酸	ppm	0.013	0.015	(測定分析誤差範囲)
	ノルマル吉草酸	ppm	0.0051	0.0009	82.4
	イソ吉草酸	ppm	0.006	0.001	83.3
	臭気指数	単位なし	34	34	0

表6-18に示したように、本調査において検出された物質は、アンモニアと硫黄系物質のメチルメルカプタン、硫化メチルとトリメチルアミン及び低級脂肪酸類のノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸の全7項目であった。消臭剤噴射による除去効率をみると低級脂肪酸類に対し高い効果がみられた。トリメチルアミンは逆転しており、臭気指数としては消臭剤噴射前と噴射中とでは差がなかった。

これら逆転現象については測定分析誤差による影響範囲や、あるいは試料採取条件において、

消臭剤噴射前と消臭剤噴射中の測定時間における発生源の変動による影響とも考えられる。

発生源の変動として、消臭剤噴射前は、豚糞散布装置が停止しており堆肥表面に散布された生豚糞はなかったが、消臭剤噴射中に散布装置が稼働し始め堆肥表面に生豚糞が散布された影響で臭気が強くなったことによるものと考えられた。(現地で感じた臭気としては豚糞が散布された方が強い臭気と感じた。)

(2) 特定悪臭物質の分析結果による臭気指数の推定値について

特定悪臭物質の分析で検出した項目の嗅覚閾値から閾希釈倍数を求め、総和法により臭気指数を推定した結果を次の表 6-19 に示す。

表 6-19 特定悪臭物質の分析結果から求めた推定臭気指数

項目	嗅覚閾値 ^{注1}	消臭剤噴射前		消臭剤噴射中	
		分析結果 ppm	閾希釈倍数	分析結果 ppm	閾希釈倍数
アンモニア	1.5	37	25	30	20
メチルメルカプタン	0.000070	0.019	271	0.013	186
硫化メチル	0.00090	0.03	33	0.03	33
トリメチルアミン	0.000032	0.043	1344	0.058	1813
ノルマル酪酸	0.00019	0.013	68	0.015	79
ノルマル吉草酸	0.000037	0.0051	138	0.0009	24
イソ吉草酸	0.000078	0.006	77	0.001	13
閾希釈倍数の総和		—	1956	—	2168
臭気指数	単位なし	34	33	34	33

※緑色の臭気指数が、総和法によって求めた計算値。

注 1：嗅覚閾値の値は、ハンドブック悪臭防止法などにも別の値が示されているが、ここでは永田好男、竹内淳文：三点比較式臭袋法による閾値測定結果、日環セ所報、17,77-89(1990)より引用し、硫化メチルは東京都環境科学研究所の測定データの値を用いた。

表 6-19 に示す通り、測定条件における特定悪臭物質の分析結果から閾希釈倍数を求め計算した臭気指数は消臭剤噴霧前後ともに実測値 34 に対し 33 と殆ど差がないことから、分析結果としては良好で、また、一般的には堆肥の発酵過程で生成されるにおい物質は多種あると考えられるが、今回の条件において測定項目以外で人の嗅覚に影響を及ぼすようなにおい物質はほとんどないと言える。

更に、項目ごとの閾希釈倍数の値から今回の条件において人の嗅覚に対し影響しているのは、トリメチルアミンであり、次いでメチルメルカプタンであった。

(3) 悪臭物質測定日の堆肥発酵温度と悪臭物質の測定結果より

悪臭物質測定日における堆肥発酵温度は、投入側の測定区番号 1 や 23 から 8 や 30 付近まで徐々に高くなり発酵が盛んな区域と推定するが、温度としては 60℃程度でありやや嫌気性発酵ではないかと推定する。(表 6-3-1、2 及び図 6-3-1、2 参照) よって、一般的に嫌気発酵で見受けられるノルマル酪酸などの低級脂肪酸類が検出されたと推定する。

6-3 場内環境及び敷地境界のニオイセンサー測定結果

場内環境及び敷地境界のニオイセンサー及び6段階臭気強度表示法^{注2}による臭気強度の測定結果を次の表 6-21-1～7 に示す。なお、ニオイセンサーは、新コスモス電機(株)製の XP-329ⅢR 型を使用した。

注 2：6段階臭気強度表示法とは、日本では最も広く使われており、判定は 0.5 間隔で評価する。各段階の内容は次の表 6-20 に示す通りである。なお、悪臭防止法においては、この臭気強度 2.5 から 3.5 の範囲として規制値が定められている。

表 6-20 6段階臭気強度表示法による臭気強度

臭気強度	内 容	
	現在、公式に用いられる表現	祐川の経験的説明
0	無臭	特に刺激もなく何も感じない
1	やっと感知できるにおい (検知閾値濃度)	臭質など判定できないが何かあると判る程度
2	何のにおいであるかがわかる弱いにおい (認知閾値濃度)	経験していればその臭質が判る程度
3	らくに感知できるにおい	少し嗅いだけで判る程度
4	強いにおい	明らかに強いと感じる程度
5	強烈なにおい	逃げ出したいくらいと感じる程度

公式表現の出典：嗅覚測定法マニュアル（環境省環境管理局大気生活環境室 編集）

表 6-21-1 H29. 7/31 の場内及び敷地境界のニオイセンサー及び臭気強度測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	15:18	0	0	27	65	北	微風
	C-2	15:32	0	0	29	63	西	微風
境界	C-3	15:41	0	0	28	70	西	微風

表 6-21-2 H29. 8/29 の場内及び敷地境界のニオイセンサー及び臭気強度測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	17:30	0	0	28	73	静穏	なし
	C-2	17:33	0	0	29	70	静穏	なし
境界	C-3	17:40	0	0	28	66	微風	西

表 6-21-3 H29. 9/26 の場内及び敷地境界のニオイセンサー及び臭気強度測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	15:55	0	0	28	40	南	微風
	C-2	15:58	0	0	29	40	西	微風
境界	C-3	16:08	0	0	29	39	静穏	なし

表 6-21-4 H29. 10/31 の場内及び敷地境界のニオイセンサー及び臭気強度測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	11:20	0	0	21	30	北西	中程度
	C-2	11:23	0	0	22	27	北西	中程度
境界	C-3	11:27	0	0	20	25	北西	中程度

表 6-21-5 H29. 11/22 の場内及び敷地境界のニオイセンサー測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	11:23	0	0	14	23	東	微風
	C-2	11:26	0	0	14	26	南東	微風
境界	C-3	11:40	0	0	12	33	南東	微風

表 6-21-6 H29. 12/27 の場内及び敷地境界のニオイセンサー測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	12:15	0	0	3	62	南	微風
	C-2	12:18	0	0	3	60	南	微風
境界	C-3	12:25	0	0	3	70	静穏	なし

表 6-21-7 H30. 1/26 の場内及び敷地境界のニオイセンサー測定結果

項目	測定日	測定時刻	ニオイセンサー測定値	臭気強度	気温 ℃	湿度 %	風向	風の強さ
場内	C-1	11:30	0	0	-1.5	57.4	北北西	弱
	C-2	11:36	0	0	-1.9	57.8	西	弱
境界	C-3	11:41	0	0	-2.1	63.3	南西	弱

表 6-21-1~7 に示すように、場内及び敷地境界の全 3 地点ではいずれもニオイセンサーで計測できるにおいはなく、測定者による臭気強度の判定でもにおいを感じることはなかった。

風向きとしては西から北西寄りの風であれば豚糞堆肥舎が風上となるので、臭気が流れてくる可能性が考えられるが、日中の測定では堆肥舎からと思われるにおいは感じなかった。但し、測定日の到着時の早朝における静穏又は微風時には、畜舎や堆肥舎などが風上となる事務所棟付近で堆肥様臭を感じるがあった。しかし、畜舎や水処理施設、堆肥舎など複数の発生源が考えられるため、発生源を特定するには至っていない。

使用したニオイセンサーの感度レベルとしては臭気強度 3 程度以上（らくに感知できるにおい程度）であるため、一般環境のにおいが極微量な場合は反応もなく、ニオイセンサーの指示値も全て「0」であった。

6-4 作業員による臭気強度とニオイセンサーの測定結果

(1) 作業員による臭気強度とニオイセンサーの測定結果

作業員による臭気強度とニオイセンサーの測定は、平成 29 年 8 月 1 日から平成 30 年 2 月 6 日まで毎日実施された。

測定記録は、「ぜんちく那須山麓牧場 臭気測定記録」として別紙添付した。

(2) 臭気強度とニオイセンサーの記録の解析

これらの作業員による記録から臭気強度とニオイセンサーの最大値を次の図 6-16 に示す。

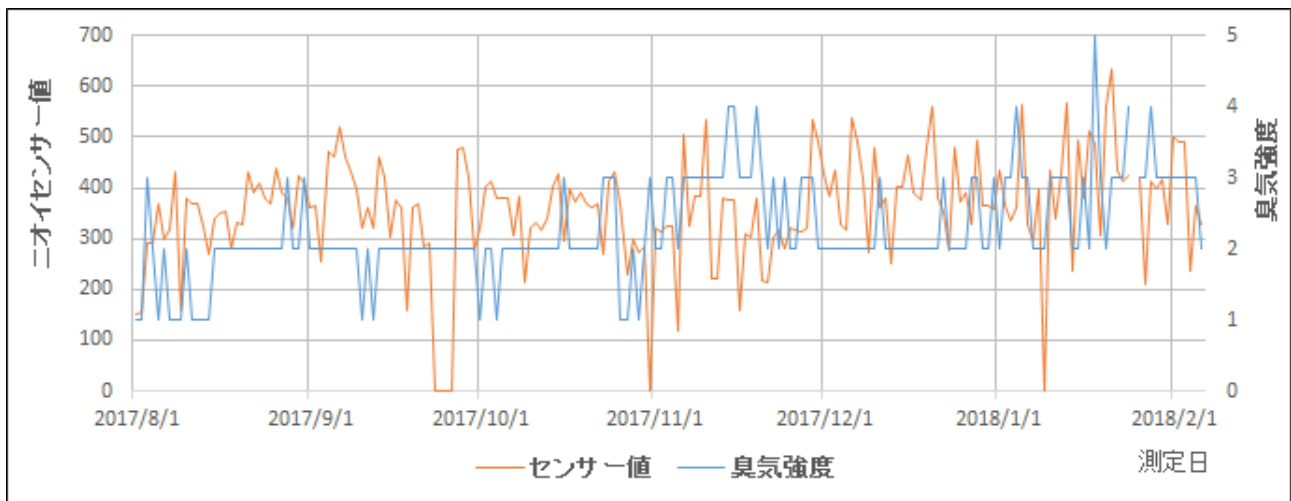


図 6-16 試験実施期間における作業員の臭気強度とニオイセンサーの記録グラフ

これらの結果を臭気強度の値ごとにニオイセンサーの平均値、最大値及び最小値を算出した結果を次の図 6-17 に示す。

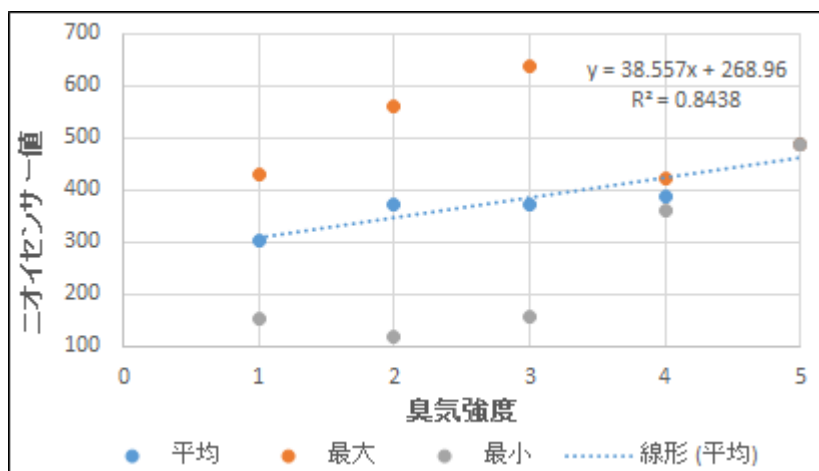


図 6-17 臭気強度ごとのニオイセンサー値

臭気強度とニオイセンサーの平均値で見ると相関係数 $R=0.918$ と強い相関があるが、臭気強度 1~3 の範囲になると最大最小値の幅が大きく臭気強度 4 や 5 よりも大きくなっていることから本データからはニオイセンサーの測定値をもって堆肥舎内の臭気を評価することはできないものと考えられる。

これらは臭気強度の判定を作業者が判定しているので、順応や嗅覚疲労による影響が高くなっていることによると考えられる。

(3) 気化脱臭装置停止前後の臭気強度評価の解析

記録をおこなっている期間の 10 月 23 日に、台風の風によって気化脱臭装置本体を収納している仮設小屋が転倒し脱臭装置が約 1 週間停止した。復旧は 10 月 30 日であったため、その停止期間前後の臭気強度の評価を確認することとした。次の図 6-18 に臭気強度のグラフを示す。

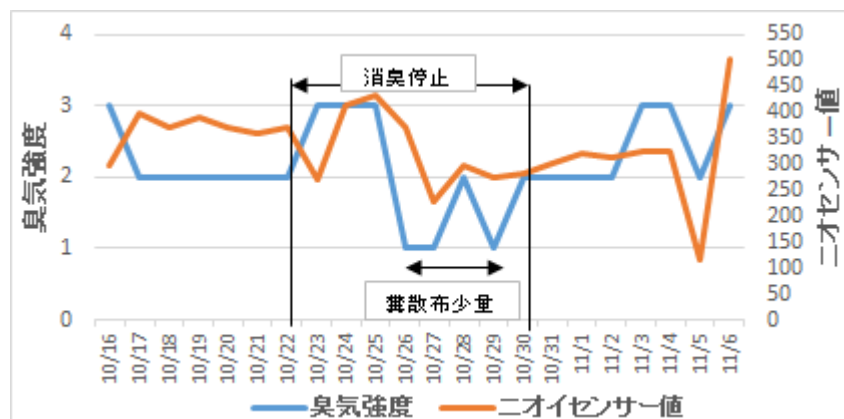


図 6-18 気化脱臭装置停止中前後の臭気強度とニオイセンサー値

図 6-18 に示したように、台風によって気化脱臭装置が停止する直前の臭気強度の判定は 2 でニオイセンサーの値は 380 程度であったが、停止直後は臭気強度 3 と高くなりニオイセンサーの値も 420 程度となっている。10 月 26 日以降に臭気強度 1 の判定がみられるが、記録によると「糞尿散布の量が少ない」とのことなので臭気強度やニオイセンサー値も低い値となったと考えられる。また、気化脱臭装置が復旧してからは臭気強度 2 でニオイセンサーの値も 300 程度であった。

これらのことから作業者に対しての気化脱臭装置による臭気強度は 1 ランク程度低減できているものと推定する。

7. 過去に実施した特定悪臭物質の測定結果の評価

消臭剤の効果としてアンモニア、硫化水素などの硫黄系物質、プロピオン酸などの脂肪酸類に対し中和効果を発揮するが、アルデヒド類や有機溶剤に対する効果は低い。

平成 23 年に紙や木、廃プラから製造する固形化燃料 (RPF ; Refuse Paper & Plastic Fuel) 施設の排気ダクトに気化脱臭装置を設置し、悪臭物質の測定をした実績があるので、その結果を表 7-1 に示す。

表 7-1 RPF 製造施設における消臭実験測定結果

測定項目	消臭前の濃度 (ppm)	消臭後の濃度 (ppm)	除去効率 (%)	嗅覚閾値 ^{注1} (ppm)	原臭の閾希釈倍数	消臭後の閾希釈倍数
アンモニア	2.2	1.3	40.91	1.5	1	1
メチルメルカプタン	0.017	0.0065	61.76	0.000070	243	93
硫化水素	0.018	0.0053	70.56	0.00041	44	13
硫化メチル	0.0026	0.0003	88.46	0.00090	3	0
二硫化メチル	0.0062	0.0015	75.81	0.00028	22	5
プロピオン酸	0.0007	0.0013	-85.71	0.0057	0	0
ノルマル酪酸	0.0013	0.0014	除去率なし	0.00019	7	7
ノルマル吉草酸	<0.0005	<0.0005	—	0.000037	—	—
イソ吉草酸	<0.0005	<0.0005	—	0.000078	—	—
閾希釈倍数の総和					320	120
閾希釈倍数の総和から求めた臭気指数相当値					25	21

※消臭前後の測定は同時測定ではない。

当施設はファン性能 5400m³/h (90m³/min) の排気風量の排出ダクトで実施しているので、希釈空気などの影響もなく消臭効果を把握できる。

表 7-1 に示すように、当実験では消臭前後の測定が完全同時測定ではないため、発生源変動も考えられるが、プロピオン酸の除去効率は逆転しているが、硫黄系物質では高い除去効率を示している。脂肪酸類は原臭の測定値も低く閾希釈倍数も低いいため、当実験結果からは評価できない。

いが、本実証実験では 6-2 項に示したように脂肪酸類の除去効率は高かった。

また、臭気指数相当値を比較すると、原臭が 25 で消臭後が 21 となっており差は 4 であった。これは、本実証実験における 11 月 22 日の臭気指数の消臭剤噴射前 31、消臭剤噴射中 27 の差 4 と同等の結果である。

8. 総評

本実証実験によって得られた結果を次の様に纏める。

- ①本実証実験における気化脱臭装置による臭気指数の低減効果は、臭気指数で 4 程度であると考えられる。(平成 26 年 11 月 22 日測定結果及び本報告書の 7 項より)
- ②消臭ガス噴射方式の脱臭装置は誘引ファンを用い、堆肥舎内に一定方向への空気の流れをつくることで、6 段階臭気強度表示法の 1 ランク (臭気強度 3 から臭気強度 2 へ) 下げることができ、堆肥舎の搬入側の作業環境に対し効果がみられた。(本報告書の 6-4 項より)
- ③本実証実験で用いた消臭剤 (爽(商品名)、VEON-G「ヴェオングリーン」(天然植物オイル：中和反応方式)) は、悪臭物質のノルマル吉草酸及びイソ吉草酸 (低級脂肪酸類) に対し高い除去効率が得られた。
- ④気化脱臭装置を効率よく効果を発揮させるには、堆肥舎に流入する外気をできるだけ低減し堆肥舎内が乱流にならないようにして消臭剤と反応させることがポイントである。

なお、目標の脱臭効率 70%については、今回の実験施設においては立地面、施設構造上計測不能であった。一般的な養豚経営は今回の実験施設より小規模なものと脱臭装置以外の関連機器を組み込んだシステム提案であれば、目標は達成可能と考えるが、今後の課題事項である。

9. 気化脱臭装置の適用手法とイニシャルコストについて

気化脱臭装置を堆肥舎に導入する際は、堆肥舎の側面をできるだけ密閉し、誘引ファンによって搬出側方向に空気が流れるようにし、同時に消臭剤を適量気化させ脱臭する方式を想定している。また、消臭剤を用いての脱臭効果は、本実証実験でも測定したように臭気指数として 4 前後の低減効果を期待するものである。よって、近隣に住宅があるなどで更に低減効果を望む場合は、誘引ファンで集合させた空気を更に大型のジェットノズル付ファンで希釈空気とともに吸引し、拡散高さを高くすることで近隣に濃い臭気が漂わないようにするシステムもある。

これらのシステムは堆肥舎の立地条件などで、どのようなシステムがよいか都度判断している。よって、ここでは、本実験に用いた(株)ぜんちくの豚糞堆肥舎の大きさを想定した場合で、図 9-1 に示すように搬出側に空気を流す誘引ファンを 9 台設置し、堆肥舎の容積に対する必要気化消臭剤量を噴射して、集合排気ファン (送風機及びジェットノズルファン) を設置したと仮定し、算出したイニシャルコストを次の表 9-1 に示す。

表 9-1 イニシャルコストの例

項目	数量	単価	金額
気化脱臭装置「爽」	4 台	@1,600,000	6,400,000
消臭液 10L/箱	4 箱	@50,000	200,000
「爽」屋外 BOX(ブロー付)	2 台	@650,000	1,300,000
「爽」屋外 BOX	1 台		400,000
ジェットノズル(ミキシングチャンバー含)	1 台		4,650,000
吸い込みホッパー	1 式		600,000
送風機 55kW(制御盤含む)	1 式		9,800,000
誘引ファン	9 台	@400,000	3,600,000

その他雑材	1式		2,000,000
合 計			¥28,950,000

※工事費、配管・電気部材は含まず。また、堆肥舎の密閉化の材料費や工事費も含んでいない。

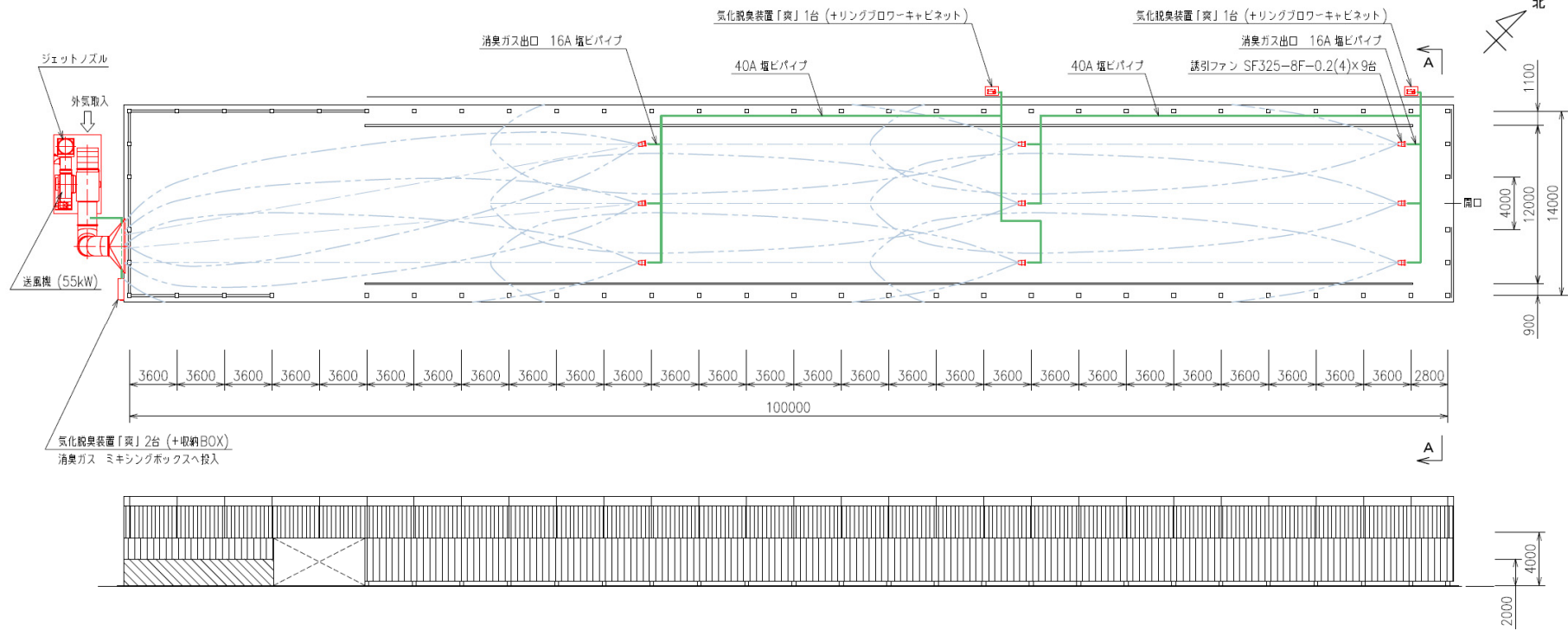
(株)ぜんちく那須山麓牧場 飼養規模は下記の通りであり、出荷頭数あたりのイニシャルコストを次に示す。

母豚 1,200 頭一貫経営(総飼養頭数 12,000 頭)

年間出荷頭数 24,000 頭

イニシャルコスト(¥28,950,000)

母豚 1 頭あたり、@ ¥24,125 である。



- ・ 合計体積：100m × 14m × 高さ6m = 8,400CMH
- ・ ジェットノズルの処理風量：100,000CMH
 建屋排気 8,400CMH × 6(換気回数/h) = 50,400CMH
 外気取入 49,600CMH
- ・ JN 圧損：460Pa(吐出側)
- ・ 重量：JN ≒ 710kg / FAN ≒ 1,510kg / Mix-CH ≒ 800kg
- ・ 設置機器
 気化脱臭装置「爽」1台(+リングブロワーキャビネット) × 2台
 気化脱臭装置「爽」2台(+収納BOX) × 1台
 ジェットノズル(エアームックスチャンバー含む) × 1台
 送風機(インバーター制御盤含む)55kW × 1台
 誘引ファン SF325-8F-0.2(4) / AC100V 200W × 9台

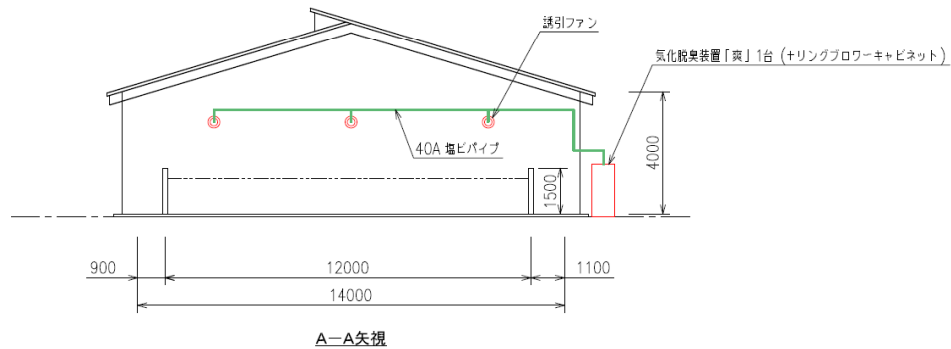


図 9-1 株式会社 猪糞堆肥舎の大きさを想定した場合の脱臭システムのイメージ図

10. 現地実証実験状況の写真

次に現地実証実験の概要を把握するための代表的な写真を示す。



写真1：豚糞堆肥舎搬入側



写真2：北側豚舎からの糞尿受入ピットの様子



写真3：堆肥舎の搬出口側（南側側面）



写真4：堆肥舎の北側側面



写真5：堆肥と糞尿散布機の様子



写真6：糞尿散布機によって撒かれた糞尿



写真7：ローダで搬入する糞尿



写真8：堆肥舎の搬出口側（日中は攪拌機停止）



写真 9 : 気化脱臭装置本体の設置状況 (遠景)



写真 10 : 気化脱臭装置本体の設置状況 (近景)



写真 11 : 堆肥舎搬入口左側の誘引ファン設置位置



写真 12 : 堆肥舎搬入口右側の誘引ファン設置位置



写真 13 : 堆肥舎北側の誘引ファン 2 台 (遠景)



写真 14 : 堆肥舎北側の誘引ファン 2 台 (近景)



写真 15 : 誘引ファンの拡大写真

(誘引ファンの吸気口の後方塩ビ管から消臭剤が供給される。)



写真 16 : 気化脱臭装置本体と誘引ファン



写真 17：特定悪臭物質測定状況（遠景）



写真 18：特定悪臭物質測定状況（近景）



写真 19：特定悪臭物質試料採取位置



写真 20：臭気指数試料採取状況（悪臭物質と同一位置）



写真 21：堆肥舎開放面上部の流速測定状況（遠景）



写真 22：堆肥舎開放面上部の流速測定状況（近景）



写真 23：堆肥舎開放面下部の流速測定状況（遠景）



写真 24：堆肥舎開放面下部の流速測定状況（近景）



写真 25 : 堆肥舎内のニオイセンサー測定状況 (遠景)



写真 26 : 堆肥舎内のニオイセンサー測定状況 (近景)



写真 27 : 堆肥の発酵温度測定状況 (-0.3m)



写真 28 : 堆肥の発酵温度測定状況 (-1.0m)



写真 29 : C1 地点ニオイセンサー測定状況 (遠景)



写真 30 : C1 地点ニオイセンサー測定状況 (近景)



写真 31 : C2 地点ニオイセンサー測定状況 (遠景)



写真 32 : C2 地点ニオイセンサー測定状況 (近景)



写真 33 : C3 地点ニオイセンサー測定状況 (遠景)



写真 34 : C3 地点ニオイセンサー測定状況 (近景)

※11月22日の測定に限り、糞尿移送用スクリーコンベアのモーター故障により糞尿散布機が使用できないため、ローダーで糞尿を搬入していた様子を次の写真で示す。



写真 35 : 投入側堆肥の状況
(堆肥を寄せ糞尿投入場所としている。)



写真 36 : ローダーで糞尿を投入



写真 37 : 糞尿と堆肥を混合



写真 38 : 混合後の状況



写真 39：搬出口側からの糞尿の搬入状況



写真 40：糞尿を堆肥表面に降ろす状況

※1月26日の冬季は、アンモニア蒸気が目視でき、誘引ファンによって気流が確認できる様子を次の写真で示す。



写真 41：搬入口側から後方へ流れる状況
(搬入口が対象開放されているため流れもよい)



写真 42：北側の誘引ファンにより南側へ流れる状況



写真 43：南側壁の上部から排出されている状況

以 上