

令和6年度畜産環境シンポジウム質疑応答概要
(令和6年10月9日)

注) 当日、会場及びオンライン上でいただいた質問への回答を掲載。

1. 「農場周辺への畜産臭気の深井戸を軽減する技術と優良事例」(小堤講師)の講演内容への質問と回答

Q : スクラバー方式による脱臭では、試験区と対照区でダスト濃度の差が 0.008 mg/m^3 とのことだが、この差は実際にはどの程度のものなのか。

A : 豚舎内が 3 mg/m^3 であり、脱臭装置から出てきたものは清涼な空気に近く、通常的生活環境下レベルまで落ちている。試験区の 0.008 mg/m^3 と対照区の 0.016 mg/m^3 の差は人間ではおそらく感知できない。

Q : 脱臭対策として散水する場合の量や間隔はどれくらいか。

A : 現在、当研究所は15分に1回2分間散水している。24時間常時散布するのが理想だが、300倍希釈した芳香消臭剤も含むのでコスト面で厳しいだろう。噴霧量としては、1ノズルから1分間あたりに120~270ml、全部で40ノズルを使用している(4,800ml~10,800/min)。今回使用している噴霧器は通常農場等で使われる噴霧器より粒径 $34 \mu\text{m}$ と細かいミストを噴射する。ただし、粒径を細かいものにするには、高圧ポンプや7MPaまでの耐高圧の配管ノズルが必要となる。夏に苦情が多いときは1回あたりの噴霧時間を長くし、ポンプへの負荷を鑑み休ませる時間もあるが、最大15分間噴霧するときもある。このように噴霧時間等はきめ細かい調整ができる体制となっている。

Q : 一番効果のあった消臭芳香剤が何かを知りたい。

A : 今回に限らずこれまでの臭気軽減資材について検証したことはあるのだが、商品名はお伝えすることができないので、販売価格等を加味して検討してほしい。農場ごとに畜種や、臭気発生頻度や臭気発生源が異なり、人によって臭気の受け取り方も異なる。我々の試験結果が良かったものが異なる畜種の農場で試してみても臭気軽減が認められなかったこともある。実際には今回試験した8種類以外にも多数の消臭芳香剤があるので、そのうち何種類か検証してみて、自分の農場に合うものを選定していくのがよい。

Q : P.23 試験結果について、苦情民家前での快・不快度は、水と芳香消臭剤では有意差はなかったということか。

A : 試験前に農家において、嫌気性のガスを発生しないように清掃を徹底してもらっていた。つまり、嫌気性ガスではなく発生しているのがアンモニアだけであり、水だけでも臭気軽減に効果的であったと考えられる。ただし、嫌気性ガスが発生している状況では、このような水だけで効果が得られるのは難しいのではないかと考えられる。

Q : マスキングの粒子サイズは細かい方がいいのか。

A : 接触効率からすると、限りなく小さい方が好ましいと考えている、当研究所では $30\sim40 \mu\text{m}$ を推奨しているが、コンプレッサーを必要とするが2流体以上にすれば

事実上はそれより小さい粒径も可能である。ただし、現実的なコストを鑑みると1流体という1ノズルでの最小粒径である30~40 μm が妥当であると考えている。

Q：気候条件にもよると思うが、悪臭はどれくらい遠くまで影響が及ぶのか。広範囲に及ぶような事例があれば教えてほしい。

A：当調査では、遮蔽物がない最大風下500メートルを測定している。500メートル以上は遮蔽物や住宅があるので測定が難しかった。ただし、実際の事例としては何キロにも悪臭の影響が及ぶ場合もある。この場合、嫌気性の拡散していないガスが、山の上の畜産農家から地上を這うように山のふもとの住宅街へ移動したケースや、不溶性で拡散しにくいガスが川の流れに誘引されて悪臭が流れるケースなどがある。何kmまで届くかどうかは条件によって異なるためお答えが難しいが、事実ベースとして、何kmも移動しているケースがある。

Q：苦情発生率について、採卵鶏とブロイラーの差が大きかったが、飼養方法の違いが理由なのか。

A：ブロイラーの苦情発生件数は少ないのだが、ブロイラーの生育スピードが早く、飼養期間が短いのが理由だと考える。大規模化がブロイラーでも進んでいるが、短期生育短期出荷で、排せつ物量も他の畜種に比べ少なく、臭気発生前に出荷されているからだろうと推察している。採卵鶏は飼養方法として4~5段のケージで飼育しており、ケージ下にたまった排せつ物が何カ月も放置されている事例もある。同じ鶏でも肉と卵という生産物の生産方法が異なることで飼養方法の違いがあり、苦情発生件数の違いにも表れている。

Q：スクラバー方式の飼養している循環水中のアンモニア濃度や硝酸性窒素濃度が上昇した場合に、装置の腐食が進まないのか。

A：脱臭装置としてウッドチップが用いられる場合があるが、ウッドチップであると水を吸うため短期で腐食が起きるが、今回はポリエチレンなので形状としても材質としても強く、アンモニアや硝酸性窒素に長期間さらされても壊れにくいと考えられる。現在運転開始から5年目の装置もあるが壊れていない。

(当日お答えできなかった質問)

Q：スライド35ページの土壤脱臭装置の仕組みを教えてください。

A：土壤脱臭装置の仕組みは、土壤に棲む微生物によって臭気ガスを分解するほか、土壤に臭気成分を吸着して臭いを除去する。土壤装置下部から通気して、上部からガスを拡散させる際に、土壤微生物が臭気ガスを分解し、窒素や炭酸ガスなどの無臭のガスとして大気に放散する。特別な微生物ではなく、アンモニア酸化細菌や硫黄酸化細菌など自然界に普通に存在している。また、土壤脱臭装置では、通気性を確保しなければならず、雨などによって地が固まり通気性が失われ、臭気ガスが通らなくなることを避けるために、定期的な交換などが必要となる。

Q：不快度の測定はどのように測定するのか。また、活性汚泥処理水は堆肥化施設の脱臭にも活用できるか。

A：9段階快・不快度表示法は、においの質を考慮してにおいの快・不快度を数値化する方法。嗅覚測定法の一つで、実際に人がにおいを嗅いで評価を行う。においの

快・不快度を、「極端に不快 (-4)」、「非常の不快 (-3)」、「不快 (-2)」、「やや不快 (-1)」、「快でも不快でもない (0)」、「やや快 (+1)」、「快 (+2)」、「非常に快 (+3)」、「極端に快 (+4)」の9段階で表示する。活性汚泥処理水は堆肥化施設の脱臭にも活用できると考えられるが、堆肥を濡らさないようにする噴霧粒径の工夫が必要となる。

Q：消臭芳香剤の芳香臭と家畜ふん尿のにおいが混ざって、別の臭気になってしまう可能性はあるか。また、そのような報告はあるか。

A：芳香消臭剤は、においの強いマスキング材（強いにおいで、不快なにおいを感じなくさせている）であって、家畜ふんを消臭するために化学的な反応を起こしているわけではない。別の臭気になるわけではないが、混合する濃度によっては、人にとってより不快に感じる臭質が発生してしまう懸念はあるが、今のところそのような報告は確認されていない。

Q：散水対策についての設置費用及びランニングコストはどのくらいか。

A：母豚220頭一貫経営による試験では、高圧ポンプを含む散布装置類一式で約80万円、薬液のランニングコストは噴霧量や噴霧時間によって変わるが、300倍希釈で34,000～92,000円/月（薬剤の販売価格65,000円/18L缶）と見積もっている。

Q：スライド37ページの畜舎内散水後の排水処理で留意する点はあるか。

A：ずっと循環利用して散水してしまうと、アンモニアの吸着等で窒素濃度が上昇してしまうため、窒素を除去するために新たに汚水処理の必要性が出てしまう。循環利用を避けるため、窒素濃度が増加する前に系外に排出するシステムが必要である。

Q：自らの農場から悪臭が出ているか感じにくい場合があるかと思うが、苦情が発生する前に悪臭の有無を判断する方法はあるか。

A：臭気センサなど、客観的に判断できる機械を定期的に稼働させて判断する方法と、信頼のおける近隣住民に定期的に臭気発生状況を聞くなどして、臭気の問題が大きくなる前に対策することが有効であると考えます。

2. 「臭気マップ作成手法及び畜産農場の臭気実態について」（星野講師）の講演内容への質問と講師からの回答

Q：臭気計測の際に散歩する速さが適切とのことだが、具体的にはどれくらいか。

A：歩行速度は測定していなかったためお示しすることができないが、仮に早く歩いても臭気の強い場所でとどまることをすれば、計測機器のセンサの数値上昇にラグがあることへの十分な対応となる。必ずしも一定速度で歩かなければいけないという訳ではない。

Q：ニオイセンサはローダーの排気ガスにも反応してしまい、必ずしも正確な数値を把握できないことへの対応策はあるか。

A：本調査では農家が作業していない時間帯に測定した。正確な数値を測定するためには、農家の作業状況に合わせ測定してほしい。

Q：臭気マップを作成する目的を教えてください。また、季節によって風向きが変わるが複数パターン臭気マップを作成すべきか。

A：目的については、臭気の問題は目に見えず、感じ方も人それぞれで、苦情の度合いも異なるが、臭気マップは機械で数値化しているため、現場にいない人間も共通した基準で把握することが出来るようにしたことである。臭気が強い場所が明確化されることで、堆肥舎等の臭気の強い場所に、適した対応を検討することができる。我々も年4回季節ごとに作成したが、臭気レベルが高い場所は季節が変わっても変わらなかった。臭気の強い場所はほぼ変わらないが、臭気の強弱は調査日により農場内でも変わるので、季節ごとに測定する方がより詳細な状況把握に繋がると考えられる。今回お示ししていなかったが、農場の外も測定したが、ニオイセンサでは農場外の臭気を検知しなかったため、季節によって変わる風向きによる農場外の臭気レベルをニオイセンサで測定し把握するのは難しい可能性がある。よほど強い臭気の塊や滞留がなければ難しく、経験上では農場の外までは、臭気マップに反映できないと思われる。

(補足1)：農場敷地から離れたような農場外において臭気を鼻で感じる機会が調査の中でほとんどなかった。鼻で弱く感じる機会があったときも、ニオイセンサでの値は大きくなかったことから、悪臭物質がほんのわずかな濃度でも鼻で感じてしまい、それが例え数値上低いものだとしても不快感につながるものが原因ではないかと推測している。

(補足2)：今回調査した時間帯はどの農場でも毎回ほぼ同一であった。そのために気象の関係で農場外に臭気が流れにくい時間帯ばかりだった可能性もある。これを踏まえると、もし苦情にニオイセンサで対応する場合、苦情が多い時間帯で調査を行う方がいいかもしれないと考えている。

Q：樹木と生垣で数値が異なったが、樹木や生垣の高さは高い方がいいのか。

A：検証はしていないが、小堤先生の講義のとおり、アンモニアは上昇方向に揮散し、低級脂肪酸等は地面を這うように揮散するので、どこまで高くするかは難しいところ。本調査を行った農場の生垣は人の背丈より少し高いくらいであったため、この高さがあれば、この調査結果と同様の効果が得られると考えられる。

(補足)：樹木と生垣の数値の違いについて。樹木のスライドで示した場所（農場右手の樹木の右側の道のプロット）でプロットは青、一方生垣で示した地図のプロットは白、この差のご指摘かと思われるが、両該当場所で畜産臭気を鼻で感じる機会は調査を通じてなかった。プロットが青色になるのは悪臭物質以外にもセンサが反応する物質を吸引すると数値が上昇するので、ここでの青色プロットはそういった状況であったと考えている。

(当日お答えできなかった質問)

Q：生垣で臭気が防げるメカニズムをご教授願う。

A：(星野講師回答)：メカニズムを検証したわけではないためあくまでも推測となるが生垣が風の動きを抑制することで臭気物質も水平方向には動きにくくなり、生垣の外側へ臭気物質が流れていかないということだと考える。補足だが、スライド21/31の生垣はアカメガシ(レッドロビン)と思われる。

(小堤講師回答)：生垣(ベニカナメ、キンモクセイ、ヒバ、ツバキなど)と畜舎の

間に空気のおどみが発生し、系外に少しずつ臭気が拡散することで臭気の低減を狙っている。また、生垣に使う木の種類によっては、発生するガス自体を吸着するものがある（さざんかはアンモニアを吸着する）。

Q：樹木や生垣の密度はどの位で効果が出るものか。例えば、外から畜舎が見える程度でも効果はあるのか。樹木や生垣の効果は、好気発酵時のアンモニアや嫌気発酵時の硫化水素等にも低減効果はあるのか。

A：（星野講師回答）：1つ前の回答に関連しているが、生垣は物理的な拡散抑制効果だと推察しているので生垣が低密度では効果が薄いと思われる。今回スライドでは紹介していないが、乾燥ハウス（当該地域では生フンを副資材を混合せずに乾燥させる目的で利用）のすぐ真横に背の低い樹木（おそらく生垣だったと思われる）を植えていた農場があったが、その樹木は枯れてしまった。当該地域の乾燥ハウスは嫌気発酵の方が強く動いているはずなので、嫌気発酵により発生する有害ガスに長期間暴露されると流石に枯れるものと思われる。アンモニアは上方への拡散のはずなので、横に位置する生垣には大きく影響を与えないのではないかと考える。

（小堤講師回答）：生垣と畜舎の間に空気のおどみが発生させられる程度の密度が好ましい。余談であるが、畜舎自体を生垣で隠すことで、視覚的に臭気を遮断する意味合いもある。さざんかはアンモニアを吸着するなど、生垣の種類によっては臭気の低減効果は見込める。

3. 「堆肥ペレットの効率的な生産技術」（薬師堂講師）の講演内容への質問と講師からの回答

Q：堆肥乾燥の仕上げ工程について、この一つの容器にどれくらい入るのか。乾燥はどのように行われるのか。

A：600～700 kgで容積としては1 m³、重量を測定していて、終了時点を決定している。最大10台なので6～7 tを半日で乾かす。この容器にペレットだけであれば空気が簡単に抜けるのだが、篩選別が不十分な場合にペレットの粉などが入ると、抵抗が大きくなりシートの部分がパンパンに膨んでしまい張り裂けた事例がある。現在は、鉄板を貼って張り裂けるのを防いでいる。前段の粉を取り除く作業をしっかりやってほしい。

Q：コスト比較について、バラで7,000円やペレットで14,000円との記載があるが、実際に量としてどれくらいのものが販売できるのか。

A：ペレット化の最大の課題はコスト面である。機械を2,000万で購入した場合、半額は補助で補い、7年間の減価償却費だけで年150万円ほどになり、年間150 tしかペレットを製造しない場合は、10円/kgの減価償却費となる。それに人件費、電気代、消耗品代がかかる。つまり、製造費が少ないもので25円/kg、高いものでは100円/kgを超えている。年間2,000 t製造すれば、kgあたりの減価償却費が低くなる。そのため、とにかく処理量を増やす必要があり、減価償却費をいかに下げるかが利益の最大化につながる。

Q：牛ふん堆肥には副資材が含まれていることが多いためペレット化が難しいと聞く

が、副資材の影響について、改めて教えてほしい。

A：牛ふんにはオガクズが入っているのが大前提と考えており、オガクズ入り堆肥を完熟させてペレット成型している。製造のしやすさは豚ふん、牛ふんオガクズ入り、鶏ふんの順である。豚ふんの場合は副資材が入らないため、密度が高いペレットが作りやすい。オガクズ牛ふん堆肥は圧縮率を上げなければ固まりにくい。堆肥の粒子が粗いと成型しやすさが極端に落ちるため、上手く水分調整する必要がある。木くずのみでペレット化しているものがあるが、2,000気圧まで圧縮率を上げているが、スポンジ状の性質であることが成型上デメリットでもある。盤が厚いほど、大きく加圧できることから、盤の厚いものをオガクズ入り牛ふん堆肥に使用すると良い。

Q：もみ殻の場合はどうか。

A：オガクズに比べると、固まりやすく密度が高くなるため成型性は高いが、ケイ酸質資材がやすりのようなものであるため、摩耗により消耗品代は3倍ほどになる。水田での利用のように、ケイ酸質資材が必要である場合には、もみ殻粉碎機を導入してほしい。

Q：ナタネ油粕の混合割合を調整することによって成型効率が有意に上がるものなのか。

A：堆肥とナタネ油粕の混合割合は1：1、2：1、3：1で比較したが、1：1であってもペレットを作ることができたが、盤厚を上げる必要がある。ナタネ油粕は化学抽出した脱脂油粕ではあり、油分はほとんど取り除かれたものであるが崩壊しやすいという性質を持っている。ナタネ油粕を少なめに混合することによって成型性能は下がるが、成型強度は上がる。

Q：新規に畜産農家がペレット化堆肥の生産に取り組む場合、牛、豚、鶏各畜種ごとに施設設備費用としていくらぐらい概算で見立てればよいか。

A：成型機、冷却器なしで2000万円、薪を燃やして乾燥させる機械が1000万円。大きく変動するのが、前処理システム機械の価格。先ほど資料でお示しした機械だと総額で1億円程かかる。畜種ごとでは、豚・鶏は前段の乾燥を縦型コンポとロータリーで乾燥させ水分含量30%まで下げる。そこに成型機2000万円に仕上げ乾燥機械で1000万円。冷却装置も仕上げ乾燥機と同様に1000円で販売されているが2～3%分しか下がらない。ペレット水分を15%以下まで下げないとカビが発生してしまうため、仕上げ乾燥を火力乾燥で仕上げれば問題ない。ハウス乾燥という話もあるが、ハウスの建築費と日数がかかるため、処理量が少ない場合は問題ないが、処理量が多くなると乾燥が間に合わないため、仕上げ乾燥機を導入した方が良い。

(当日お答えできなかった質問)

Q：おがくず以外（稲わら等）の副資材を使用した場合、牛ふん堆肥のペレット化は可能か。

A：前処理として、稲わらの粉碎が必要になるが、稲わらの繊維が入っているので成型性能自体は問題ない。

4. 「養豚農家におけるペレット堆肥の製造から販売までの道のり」(志澤講師)の講演内容への質問と講師からの回答

Q：株式会社垣内のペレット製造機は低温で造粒できるとのことだが、それでも造粒機の後には冷却を行っているのはなぜか。

A：温度が抜けるときに水分が抜け壊れやすくなるが、冷却すると成型したものが安定する。

Q：高温で硬度をあげたものが冷却する必要はないのか。

A：高温であると表面に水分が上がってくるため、放置をするよりも冷却することで、この水分を除去し固めてつぶれないようにする。約60℃くらいの低温で造粒できるペレット化機械を用いることで消費電力を少なくでき、ランニングコストが低く済む。また、密度が足らなく感じるかもしれないが、4mm以下など小さいペレットでなければ全く問題はなく、風に飛ばされないことや散布しやすい等、ペレット化のメリットを享受できる。

Q：現在抱えているペレット製造過程の問題点や課題はあるか。

A：販売先を拡充したい。また、約90万円と非常に高い消耗品であるダイスが年に数回値上げされている。ダイスの摩耗を防ぎ交換回数を少なくするためにも、異物が混入することがないように気を付けたい。

Q：ペレットの1日あたりの生産量はどれくらいか。ペレット製造に従事している人は何人か。

A：ペレット製造量は年間1,000tなので、1日あたり3~4tである。ペレット製造に従事している従業員は2人で、投入口に堆肥を投入したり袋詰めしたり、ペレット製造につきっきりである。

Q：経営面から堆肥製造部門は赤字で当たり前で、いかに赤字の幅を圧縮するかが重要と考えられているが、設備投資代やランニングコストを少なくすることができたとしても消耗品の値上げなどがあり費用が嵩む難しさもある。そこで、ペレット製造部門として区切ったときに、貴社は赤字であるかどうか、赤字であれば今後どう工夫していくのか。黒字の場合には今後の投資計画などをお教えいただきたい。

A：焼却施設が2,000万円、施設整備は億単位の費用を要した。養豚経営をしていく上で、必ず堆肥は処理しなければならないものなので、食肉の販売部門の利益を考えれば、費用が高くても設備投資して良かったと考えている。千葉県の旭市は畜産業が盛んであり、堆肥が余っていることから売れないような地域で、産業廃棄物業者にお金を払って処理してもらったケースもある。それに比べ、当社ではペレット製造部門で今年8月までに430万円の売上げがあった。多少コストが高かったとしても、以前より堆肥部門での売り上げも上がり、堆肥もはけるようになったので良かったと考えている。

Q：組合をつくって耕畜連携を進めているとのことだが、組合をつくるときの苦労した点があれば教えてほしい。ペレット堆肥の流通先をどのように見つけているのか。

A：旭市から休耕田が多いので飼料用米を生産してくれないかとの話があったことから、旭市飼料用米組合ができた。最初は当社で200t、旭市内全体では数百人で約2,500tの生産規模ではじめた。今回は飼料用米の堆肥利用組合ということでペレ

ットを飼料用米に使用するに当たり補助金を組合からいただいた。さらには飼料用米メンバーとともにやることができたので、これまでの流れで実行できたことが良かった。堆肥の流通先の探し方については、主に紹介などロコミがメイン。富士見工業株式会社、近所の方々、飼料用米組合の方々が主な流通先である。

Q：堆肥全てをペレット化しているのか。ペレット以外の製造もあれば割合や理由を教えてください。

A：今回ペレット製造機を導入したのが、当社の飼育頭数の約半分である豚4万頭を飼育している銚子農場であり、同農場分は全量ペレット化している。他の農場は20数台の縦型コンポスト等で堆肥処理を行っている。

Q：ダイスの年間交換頻度はどれくらいか。

A：2回程度だと思う。

(以上)