

畜産における最新の脱臭技術の考え方

公益社団法人 におい・かおり環境協会
会長

岩崎 好陽

1. はじめに

現在、各地において畜産農家は悪臭の問題で悩まされている。家畜のふん尿の堆肥化の過程での悪臭問題が少なからず原因となっているといえる。それ以外にも、畜産農家の規模が大きくなったことも要因としてあげられるし、新たに近隣に住宅が建てられることも大きな原因になっている。

農林水産省¹⁾においても、「畜産環境をめぐる情勢」の中で、悪臭問題を取り上げ、「悪臭防止対策を適切に講じていくことが、畜産業の健全な発展の観点からも重要な課題になっている。」と記載し、悪臭対策の重要性を指摘している。また、畜産環境整備機構²⁾においても、悪臭対策に具体的に取り組んでおり、「悪臭苦情を減らすために」を刊行するとともに、HPでも全文を掲載し畜産農家をサポートしている。このように畜産農家にとって悪臭問題は避けては通れない重要な課題になっている。これらの悪臭問題で畜産経営をやめるとい話を聞くが、私にとっては非常に残念なことである。悪臭問題をぜひ解決していただき畜産事業を今後とも続けてほしい。

すでに、畜産農家における悪臭対策の情報は広く出始めているが、ここでは、

一部誤解されている面もあるので、畜産における悪臭対策の基本を述べるとともに、最近畜産農家で使われている最新の脱臭技術について記載してみたい。

なお、最初にお断りしておくが、私自身は畜産の専門家ではない。悪臭対策を専門とする立場から、長く畜産臭気と関係してきた経験から、コメントさせていただいた。

2. 悪臭対策の基本

畜産に限らず、悪臭対策の基本は、悪臭を発生させてから除くのではなく、できるだけ発生させない方法をまず考えるべきであり、効率的にも、経済的にもメリットが大きいといわれている。

畜産でも同様であり、ふん尿からの悪臭の発生量を少なくするためには、ふん尿の処理をできるだけ早く行うことが重要である。特に牛、豚が排出したふん尿は、排出した当初は臭気はそれ程でもないが、時間が経過すると、ふん尿中の微生物の働きにより、悪臭はどんどん増し、対策が難しくなるのである。そのため、ふん尿の処理は、できるだけ早めに処理することが重要である。

次に重要なことは、悪臭の原因物質はアンモニアだけだと誤解している人が多

いことである。アンモニアより、イソ吉草酸などの低級脂肪酸やメチルメルカプタンなどの硫黄化合物の方が、かえってにおいが強いことも理解しておかなくてはいけない。畜産農家の人は、悪臭＝アンモニアという考えをする人が多く、このことが悪臭対策の失敗につながる人が多い。

最後に、ふん尿の処理に当たっては、嫌気性処理は悪臭の発生も強く、反対に好気性処理を行う方が悪臭の発生量が少ない。酸素（空気）の少ない状態で活躍する嫌気性菌により、メタンだけでなく、畜産臭の主要な原因物質である低級脂肪酸や硫黄化合物が高濃度で排出される。

このように畜産臭気に関する基本的な3つの要素である「スピード」、「アンモニア以外の成分」、「好気性」をいつも頭に入れていただき、悪臭対策に取り組んでほしい。

3. 畜産農家における悪臭の発生源

畜産農家においては、ほとんどの場所が悪臭の発生源といえるが、その中でも特に問題となる発生源は、①畜舎、②排水処理施設、③堆肥化施設と考えられる。

①の畜舎については、密閉型をうたう農家もあるが、実際には夏場、畜舎内の温度が上がることから、密閉型は不可能である。そのため、畜舎から臭気が漏れることは避けられず、近隣の住宅から悪臭苦情が発生する場合がある。しかし、畜舎からの臭気は主にアンモニアが中心であり、近隣には悪臭苦情をもたらすが、数百m先まで悪臭被害を及ぼすことは、まず少ないのが一般的である。

畜舎においては、家畜のふん尿が中心であるが、飼料のにおいが問題になるケースもある。特にサイレージ飼料を用いている場合には、ふん尿のにおいよりかえって飼料の発酵臭が強くなる場合もある。

②の排水処理における悪臭対策の問題は、排水の放流先によって大きく異なる。また、下水道放流の場合は、畜産農家が存在する行政の対応状況によるところが大きい。窒素分やSSなど何の基準もなく、下水道に放流できるところもある。このように畜産における排水処理の問題は、排水の放流先の状況に大きく依存するが、近年各種の回分式処理槽などの開発により、排水処理施設からの悪臭問題は少なくなったように思える。しかし、施設のトラブル時には大きな悪臭問題に繋がることも多いので、十分注意する必要がある。

③の堆肥化施設は、畜産施設の中で、悪臭の発生量が最も大きい場所である。堆肥化施設についてはアンモニアも発生するが、他の臭気成分の発生量も大きい。堆肥が、一次発酵、二次発酵と、完熟していく過程で、臭気物質が放出される。最終的に完熟した堆肥は、においはほとんどない。完熟に至るまでの過程が重要である。

縦型発酵槽を用い、畜ふんを堆肥化している施設も少なくない。この場合も縦型発酵槽からの排気は、強烈な臭気を持ち、通常の場合、悪臭対策が必要になる。

以上のように、畜産において最も臭気が強く、問題が生じているのは堆肥化施設が多い。後でも詳しく解説するが、現

実際には脱臭装置を設けている堆肥化施設も多い。また、畜産農家においてもこの堆肥化施設からの悪臭の解決に努力はしているが、一部誤解されている面もあり、解決に至っていない農家が多いのも事実である。

4. 畜舎における悪臭対策

畜舎においては、先にも述べたように、畜舎内の臭気が外部に漏れることは避けられない。そのため、畜舎における悪臭対策としては、臭気を発生させないように、できるだけ清潔に保つことが重要である。スクレーパーの稼働回数は悪臭対策には、それ程にはつながらないという報告²⁾もあるが、それでも1日に1~2回は必要である。この報告では、稼働回数よりも取りこぼしが重要視されている。取りこぼしにより長時間堆積しているふん尿から強い臭気が発生している可能性がある。

また、悪臭対策として、畜舎の開放部に水をたらしたり噴霧したりして、アン

モニアなど水に吸収される臭気成分を除去する対策がとられる施設もある。また、開放部の傍に細かな網目状の布を張り、そこに水をたらす方法もみられる。これらの脱臭対策は、アンモニアの除去には有効でそれなりの効果はあるが、脱臭できない臭気成分も多いのも確かであり、畜舎からの悪臭を完全に除けるわけではない。それより、この対策は畜舎から排出される細かな粉じんを除去するのに役立っている。畜舎から排出される粉じんは、飛散して遠方でいつまでもにおいを放つことになる。その意味でこの水洗浄による対策は有効といえる。

さらに、新しい技術として、光触媒を用いた脱臭装置が、各種のメーカーから、畜舎の悪臭対策に提案されている。ランニングコストが比較的安価なことから期待はされるが、脱臭効率の信頼できるデータは少なく、まだ、研究開発レベルと思える。

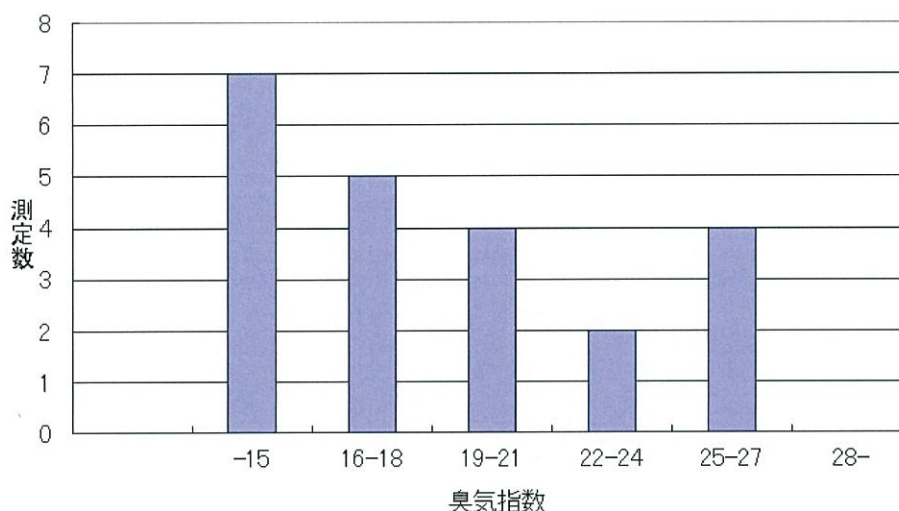


図1 豚舎内の臭気指数

次に、豚舎について、私が各種文献などから集めた臭気指数の測定結果の事例を図1に示した。臭気指数は三点比較式臭袋法³⁾により測定されている。全国で22か所の養豚場の豚舎内の臭気指数である。臭気指数とは日本の悪臭防止法で採用されている尺度で、臭気指数10とは、そのにおいを10倍に清浄な空気中で希釈した時に初めてにおいが消える濃度であり、臭気指数20とは、100倍に希釈した時に初めてにおいが消える濃度である。図1をみると、多くは臭気指数20(臭気濃度100)程度以下であり、この場合は近隣に大きな悪臭影響をもたらすことは少ないのではないかと考えられる。きちんと管理さえしていれば、測定データからは臭気濃度100以下は可能と思われる。この図の中で臭気指数25(臭気濃度30)程度の養豚場もみられるが、この場合は要注意である。

5. 堆肥化施設からの悪臭対策

ふん尿の堆肥化施設を有している畜産施設においては、臭気の排出総量の多くの部分は、この堆肥化施設からと考えられる。残りが畜舎及び排水処理施設などからの臭気ということになる。それだけ、臭気という面からは堆肥化施設が最も重要である。

堆肥化の過程では微生物により、ふん中の有機分を分解する必要があるが、その分解の過程で臭気が発生する。当初はアンモニアが発生し、その後は問題の多いイソ吉草酸などの低級脂肪酸やメチルメルカプタンなどの硫黄化合物が発生する。堆肥の需要者側からは、コストなど

の関係で、必ずしも完熟堆肥を希望しない場合もある。しかし、完熟堆肥を目指して堆肥化を行う場合、この発生する臭気の状態は、堆肥製造工程を好気性で行うか、嫌気性で行うかによって全く異なる。

ふんを堆積し、数週間に一度シャベルローダーなどにより攪拌しているような施設においては、堆肥は嫌気性になり、低級脂肪酸や硫黄化合物などの強い臭気が発生する。今は見かけないが、昔私が経験した事例では、副資材を混ぜた牛ふんを、数か月、数mの高さまで堆積し、堆肥を製造している農家が存在した。悪臭苦情は2~3km離れた団地から多く寄せられた。

堆肥の発酵過程での悪臭問題を解決するため、比較的規模の大きな畜産農家では、好気性を目指してロータリー式、スクープ式、スクリュウ式などの自動攪拌式の発酵装置を導入する農家も多い。これらの装置の導入により悪臭問題が解決している事例もみられる。

このような嫌気性処理より好気性処理が悪臭対策上も優れている。好気性処理の有効性については畜産環境技術研究所のHP¹⁾にも詳しく記載されているので参照してほしい。

なお、自動攪拌式の発酵装置を導入しているのは比較的規模の大きな畜産農家であるが、規模の小さな畜産農家においては、温度などで管理し、嫌気性にならないようにシャベルローダーなどで適宜攪拌してあげることになる。

現在、この堆肥化施設において多くの脱臭装置が付設されている。縦型の発酵

装置にも脱臭装置が付設されているケースをみることがある。これらの堆肥化施設からは臭気指数40を軽く超える強烈な臭気（臭気濃度で数万）が発生する。多くの脱臭装置は、これらの堆肥化施設のあるヤードから強い臭気を吸引し、湿式洗浄装置や微生物脱臭装置で脱臭している。

湿式洗浄装置では酸洗浄、アルカリ洗浄などにより脱臭しているが、脱臭効率は高くは望めない。設置直後は高い脱臭効率も見られるが、その後は、せいぜい50%程度か。脱臭効率が低い理由は、臭気成分には、酸性成分もあれば、アルカリ成分もあること。また、処理ガス量が非常に大きいこと（数百 m^3 /分）なども理由となっている。

微生物脱臭装置については、バーク、

オガコ、鋤物などの充填層に臭気を通し脱臭しているが、長期的に安定して脱臭効率を維持しているものは少ない。微生物層にアンモニアが悪い影響を与えている可能性が強い。

以上のように、現在堆肥化施設に付設されている脱臭装置は必ずしも十分に機能していないものも多く見受けられる。

6. 堆肥化施設における新しい脱臭技術

それでは、畜産における堆肥化施設の脱臭装置はどのようなシステムがよいのかについて検討しよう。各種の脱臭装置を調べてみると、比較的長期にわたり高い脱臭効果を維持していくためには、湿式洗浄装置では難しく、微生物脱臭装置が有効である。その場合でも、次の点に注意を払う必要がある。

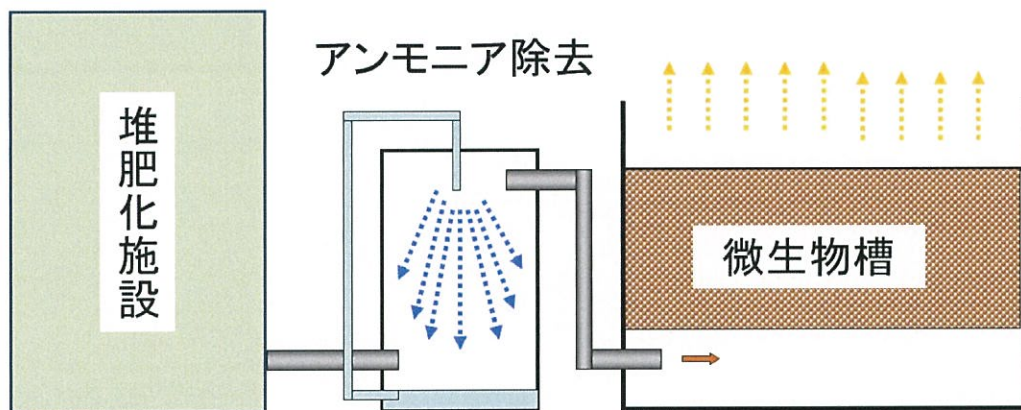


図2 新しい脱臭装置の概念図

(1) 微生物脱臭法の場合、微生物槽の前でアンモニアを除いておく必要がある

堆肥化施設からの臭気を、微生物脱臭装置に導入する前に、図2に示すように、まずアンモニアを除いておく必要が

ある。簡易なアンモニアスクラバーなどで堆肥化施設から発生する数百 ppm から数千 ppm 程度の濃度のアンモニアを、10ppm 程度にまで低減しておく必要がある。

このアンモニアスクラバーには、スプ

レー式、充填筒式など各種の方式がある。吸収液としてリン酸や硫酸を用いることにより、吸収効率が上がるとともに、リン安、硫安などの液肥として利用することも可能である。この高濃度のアンモニアを除いてから、微生物脱臭装置に導入してあげることが重要である。微生物脱臭装置ではアンモニア以外の臭気を分解することになる。このようなシステムはすでに埼玉県農林総合研究センター畜産研究所⁵⁾でも試みられており、臭気指数のデータも取られ、90%以上の高い脱臭効率が得られている。

微生物脱臭槽で、アンモニアを除去しようと考えている人も多いが、これは非常に難しい。堆肥施設の悪臭の中でも、アンモニアは量的に圧倒的に多く、微生物脱臭では適さない。かえって高濃度のアンモニアにより、微生物層のpHが9程度まで上昇し、微生物は死んでしまい、その数を減少させてしまう。このような状態では1ヶ月で菌数は1/10程度にまで減少していく。アンモニアを脱臭槽に入れることにより、アンモニアを除去できないどころか、pHがアルカリになってしまい、微生物も減少し、アンモニア以外の臭気成分も除去できなくなってしまう。

このアンモニアを除いてから微生物槽に導入するという考え方は、吸気式の処理対策として記載したが、送気式の場合でも同様である。送気式の場合でのヤードのアンモニア濃度が数百ppmに達することもあり、この臭気を直接微生物槽に導入することはできない。

(2) あくまでも微生物脱臭槽(充填槽)

には、微生物がいなくてはならない

微生物脱臭法については、当初は黒ぼく土、ピートモス等が中心であったが、近年ではオガ屑脱臭法、バーク法、ロックウール法、軽石法、堆肥利用法など数多くの材料を利用した微生物脱臭法が試みられている。特に、出来上がり堆肥を活用することも重要である。完熟した出来上がり堆肥はほとんどにおいがないだけでなく、微生物も多く含んでいるので、費用がかからないこともあり、活用すべき充填物である。

土壌、ピートモスや堆肥を利用するものは、その中に $10^6/g$ 個以上の多くの微生物を抱えているが、充填物によっては、微生物の数が期待できないものもある。その場合は、徐々に微生物を多く含んだ小さな堆肥が飛んできて、それらが素材に引っ掛かり、徐々に微生物量が増えていくことは期待できる。

(3) 好気性に保つため、堆肥に通す空気は送気式より吸気式の方が適している

好気性にすることは悪臭対策上は重要であるが、堆肥に空気を送る方法もまた重要である。堆肥に空気を送る方法には、堆肥の下から空気を送る送気式と、堆肥の下から空気を引き抜く吸気式とがある。どちらも堆肥を好気性にする効率についてはさほど差はないが、処理対策上はかなりの差がある。

今までに多くの堆肥化施設をみてきたが、私自身は送気式の施設は悪臭対策上は問題がある施設が多く、多くの場合、吸気式を勧めたい。送気式を採用してい

る畜産農家においては、堆肥ヤードが建屋内にある場合、建屋内は高濃度のアンモニア、臭気及び蒸気に汚染される。目は痛くなり、悪臭にも悩まされることになる。また、建屋が水蒸気などにより腐食の問題が生じ、苦勞することになる。

これに対し、吸気式で行う場合には吸気した空気が高濃度のアンモニア及び臭気を含むことになるが、堆肥ヤードのある室内の作業環境は快適になる。しかし、この場合は当然吸引した臭気の処理が必要になる。

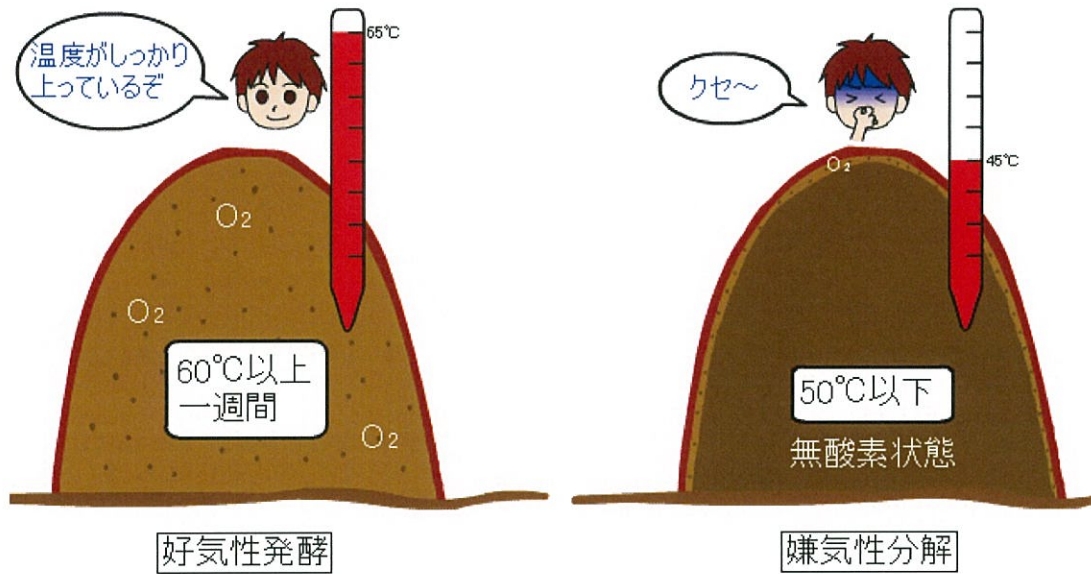
7. おわりに

ここではほとんど記載していないが、畜産における悪臭問題においては、イナワラ、オガコ、剪定枝など、使用する副資材の影響も大きい。副資材は微生物のエサになるだけでなく、堆肥化の過程において好気性に保つ資材としても有用である。このため、悪臭対策上も副資材は上手に活用する必要がある。この副資材を近隣の耕種農家から入手し、逆に近隣の耕種農家に畜産農家で作った堆肥を渡すような、いわゆる耕畜連携を図ることも、これからの畜産農家に必要なことである。さらに、地域の自治体が処理に困る街路樹の剪定枝などを副資材として活用していけば、悪臭苦情の低減にもつながっていく可能性もある。

畜産業は、私たちの社会の中で必要な施設である。悪臭問題を少しでも解決し、児童の社会見学の場にしたり、地域の中でコミュニケーションを保つなど、周辺との理解を深めることも、悪臭対策上、重要なことである。

参考文献

- 1) 農林水産省畜産環境・経営安定対策室：畜産環境をめぐる情勢，平成 25 年 7 月
- 2) 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所：悪臭苦情を減らすために～養豚・酪農経営をささえる技術と知恵～，
http://www.chikusan-kankyo.jp/akushu_jirei/akushu_jirei.html
- 3) 岩崎好陽：第 3 訂－臭気の嗅覚測定法，公益社団法人におい・かおり環境協会，2013.
- 4) 畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所：畜産農家のための堆肥生産サポートシステム_堆肥生産の基本_堆肥処理とは_好気性発酵を行うこと，
http://www.chikusan-kankyo.jp/taihihiss/taihi/S01/1_1_2_1.htm
- 5) 埼玉県農林総合研究センター畜産研究所：新技術情報 豚ふんの吸引通気式堆肥処理及び簡易スクラバと剪定枝脱臭槽の組み合わせによる脱臭技術，2006.



品質の良い堆肥作りは「好気性発酵」、嫌気性分解は悪臭を発生する

参考文献 4)

畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所：

畜産農家のための堆肥生産サポートシステム_堆肥生産の基本_堆肥化处理とは_好気性発酵を行うこと,

http://www.chikusan-kankyo.jp/taihiss/taihi/S01/1_1_2_1.htm