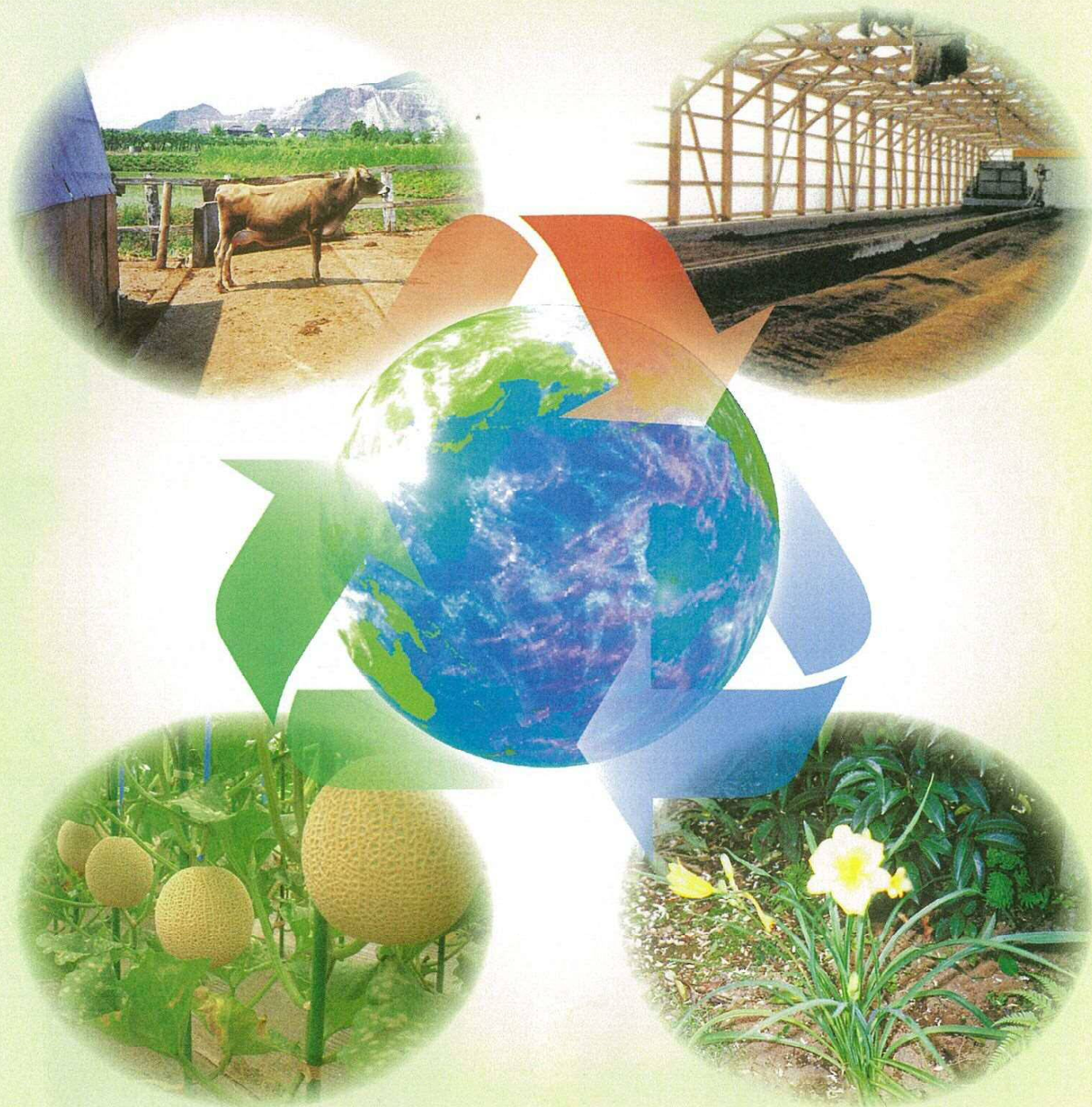


畜産環境情報

第**63**号

2016年4月



一般財団法人 畜産環境整備機構

畜産環境情報 <第63号>

目次

1. 畜産の汚水から窒素を除去するということはどういうことか

日本獣医生命科学大学 名誉教授
柿市 徳英 1

2. 家畜排せつ物のエネルギー高度利用—南国興産を例に—

農研機構 中央農業総合研究センター
主席研究員
薬師堂 謙一 15

3. 岡山県の畜産と畜産環境対策

岡山県 農林水産部 畜産課
衛生環境班 副参事
安藤 恭治25

4. 兵庫県の畜産と畜産環境対策について

兵庫県 農政環境部 農林水産局 畜産課
衛生飼料班
小西 貴宏33

畜産の汚水から窒素を除去することはどういうことか

日本獣医生命科学大学
名誉教授

柿市 徳英

家畜排せつ物の窒素を何故問題にするのであろうか。それは、排水規制が畜産からの家畜排せつ物量、窒素、およびリン排せつ量の原単位を、表1に示すように、毎日大量の排せつ物に伴う窒素化合物は、主に核酸、たんぱく質、ペプチド、アミノ酸、アンモニア、亜硝酸、硝酸、尿素、尿酸などの形態で含有している。特に、ふんではたんぱく質、ペプチド、アミノ酸、尿素、尿酸が、尿でアンモニ

アが主である。これらは、嫌気的環境では、アンモニアが、好気的ではアンモニアと亜硝酸、硝酸として存在する。これらの元は、飼料であり、代謝され、排泄される。その結果、河川、湖沼、閉鎖性海域に流入し、土壌からは地下水を汚染することから、後述する富栄養化および硝酸塩汚染が問題にされるとともに、窒素除去技術について解説する¹⁵⁾。

表1 家畜排せつ物量、窒素およびリン排せつ量の原単位(畜産環境整備機構、1998)

畜種		排せつ物量 (kg/頭・日)			窒素量 (gN/頭・日)			リン量 (gP/頭・日)		
		ふん	尿	合計	ふん	尿	合計	ふん	尿	合計
乳牛	搾乳牛	43.5	13.4	58.9	152.8	152.7	305.5	42.9	1.3	44.2
	乾・未経産牛	29.7	6.1	35.8	38.5	57.8	96.3	16	3.8	19.8
	育成牛	17.9	6.7	24.6	85.3	73.3	158.6	14.7	1.4	16.1
肉牛	2歳未満	17.8	6.5	24.3	67.8	62	129.8	14.3	0.7	15
	2歳以上	20	6.7	26.7	62.7	83.3	146	15.8	0.7	16.5
	乳用種	18	7.2	25.2	64.7	76.4	141.1	13.5	0.7	14.2
豚	肥育豚	2.1	3.8	5.9	8.3	25.9	34.2	6.5	2.2	8.7
	繁殖豚	3.3	7	10.3	11	40	51	9.9	5.7	15.6
採卵鶏	雛	0.059	-	0.059	1.54	-	1.54	0.21	-	0.21
	成鶏	0.136	-	0.136	3.28	-	3.28	0.58	-	0.58
ブロイラー		0.13	-	0.13	2.62	-	2.62	0.29	-	0.29

1. 富栄養化 (eutrophication)

閉鎖性水域である、湖沼や港湾のように陸地に囲まれた水域において窒素、リンが高く、日照時間長く、光度も高く、温度も高い、等により藻類の異常増殖が起こる。その結果、緑藻類、鞭毛藻類、渦鞭毛虫類、等が異常増殖し、水域は緑色、褐色、青色、などに着色する。これらの藻類は増殖する藻類の種や着色により、富栄養化の典型的現象は、「水の華」、「淡水赤潮」、「赤潮」、「青潮」の4種がある。

富栄養化現象の代表的な水質指標は、①植物が最も要求する物質である、全窒素(T-N)と全リン(T-P)、②クロロフィル(葉緑素)、③SS(浮遊物質)である¹⁾。以下に藻類の毒性、発色、その他の障害などについて述べる。

(1) 水の華 (water bloom)

藍藻類のアオコ (*Microcystis* sp.)、アナベナ (*Anabaena* sp.) などが異常増殖 ($10^4 \sim 10^6$ cell/mL) し、水面が濃緑色になる現象である。アオコが優勢であれば、この現象はアオコとも呼ばれる。その他の緑藻類の増殖では異なる着色を観察する。

生活上の障害は、

- ① *Microcystis* が産生するマイクロキスチン²⁾、*Anabaena* のアナトキシンは動物の命も奪う毒性物質である。
- ② 上水として浄化してもカビ臭などの異臭により飲用には不適となる。
- ③ 春～夏に異常増殖した植物プランクトンは秋には枯死し、底部に沈み細菌群の餌となり、その際に溶存酸素(DO)は消費されて無酸素とな

る。その結果、魚介類や水生生物の死骸を見ることとなり、生態系を破壊する。

(2) 淡水赤潮 (fresh water red tide)

渦鞭毛虫のツノオビムシ (*Ceratium* sp.)、ペリディニウム (*Peridinium* sp.) などが異常増殖 ($10^4 \sim 10^6$ cell/mL) し、水は赤褐色、黄褐色、黒褐色に染まる³⁾。そのため、色に違和感があり、オイルの流出などに間違われ、苦情が発生する。

生活への障害は、

- ① *Peridinium* 属には一種のみに毒素を産生する種があるものの、この種が大量に発生したことはない。
- ② *Peridinium* 属の増殖は魚臭を発生し、また、岸辺に打ち上げられたり、回収して水分が低下すると強い臭気を発する。
- ③ 淡水赤潮の後に、枯死すると底部でDOが消費され、酸素欠乏となり、水生生物群に影響する。

(3) 赤潮 (red tide)

赤潮プランクトンの横浜港での例では、渦鞭毛藻 *Prorocentrum* spp.、*Ceratium* sp および珪藻類の *Thalassiosira* sp.、*Skeletonema* sp. などが優占種(属)であり、 10^5 cell/mL を超える密度に増殖し、海面はプランクトンの色素から赤褐色～オレンジ色に染まる。しかし、他の動物に対する毒性を示す種は無いと言われる。

生活への障害は、

- ① プランクトン自身の持つ毒が食物連鎖を通じて人間等の高次生物に被害を与える。
- ② 人間には無害だが、魚介類に斃死被害を起こす。例として、1972年播磨

灘では、養殖ハマチ 1428 万尾が斃死した。これはシャットネラ (*Chattonella antiqua*)の害であり、二枚貝では *Heterocapsa* sp.によるアコヤガイ、カキ、アサリにも甚大な被害を与えた。

魚介類の毒化の問題は、麻痺性貝毒と下痢性貝毒が最も深刻である。麻痺性貝毒は渦鞭毛藻類が知られ、*Alexandrium* spp.、*Gymnodium* sp.、*Pyrodinium* sp.などはホタテやアサリなどで問題となる。

下痢性貝毒は、渦鞭毛藻類の *Dinophysi* spp.はホタテなどで問題化する。しかし、細菌類の毒を藻類が摂取して、貝類から人へという経路が推定される。

- ③ 枯死した後は、底部で DO が消費され、酸素欠乏の結果、水生生物に多大な悪影響を及ぼす⁵⁾。

(4) 青潮(blue tide)

1980 年頃から東京湾で認識され初め、秋の北風の時期に大規模発生をみる。この青潮は春から夏に発生した赤潮プランクトンの死骸が底部に沈殿し、細菌が DO を消費して無酸素化する。この無酸素水が風で巻き上げられて魚類は斃死するとともに、硫化水素等の硫化物が酸素に触れて青色に輝き、温泉臭を発生するので、この名前がある。影響は漁業被害である^{6,7)}。

(5) まとめ：富栄養化が人や生態系に対する影響

- ① 窒素・リンの公共用水域への流入は、漁業への被害を甚大にする。
② 有毒プランクトンの発生により、有害

な二枚貝を発生させ、ホタテやアサリの出荷停止となる。

- ③ 異臭・発色などで、釣り客や観光資源としての価値が低下する。
④ 底部の無酸素化は生態系の崩壊に伴い、魚種の変化や漁獲量に負の影響をもたらす¹⁵⁾。

2. 硝酸塩中毒

(メトヘモグロビン血症)

(1) 中毒のメカニズム

原因は、飼料や飲料水の硝酸塩や亜硝酸塩を摂取することにより、胃内で硝酸は還元されて亜硝酸になり、消化管から吸収され、血中でヘモグロビンと結合する結果、メトヘモグロビン (MetHb) となっていて、酸素の運搬不能になる。因みに、その病態は MetHb が、ヘモグロビンに配位されている二価の鉄イオンが三価になっているものである。

MetHb は正常な体内でもわずかに生産されており、シトクローム b5 還元酵素によって二価に還元される。前述したが、MetHb は事実上、酸素を運搬できないため、何らかの原因によりこれが体内に過剰になると、体の臓器が酸素欠乏状態に陥る。これらが明らかにされたのは、2002 年頃と言われている。

後天性メトヘモグロビン血症は前述のように、硝酸塩、亜硝酸塩および酸化窒素が主である。これらは、ヘモグロビンの強力な酸化剤である⁸⁾。

(2) 家畜の中毒例

硝酸塩中毒は、窒素の過剰施肥、日照不足や高温などの条件により牧草中の硝酸態窒素が増加し、これを摂取した家畜

に発生する。特に、一番草には硝酸塩が蓄積しやすいので注意を要する。施肥は窒素の分割少量で実施して予防する。また、サイレージにすれば硝酸塩は減少するので刈り取りは有効である。

中毒した牛は、流涎、反芻や食欲の減退、ふらつきや起立不能、乳房、鼻鏡、口唇などのチアノーゼ、心拍数や呼吸数の増加、頻尿などの症状を示す。このような症状を示さずに急死することもある。妊娠末期では流産することもある。血液はチョコレート色を呈する。飼料中の硝酸態窒素濃度は1,000 ppm以下であれば安全である⁹⁾。診断は血液メトヘモグロビン相対値、血清、眼房水、尿および給与飼料中の硝酸態窒素濃度の測定が有効である。

豚の中毒例は、養豚場での排せつ物処理を嫌気性ラグーンによって処理後、好氣的なエアレーションを実行し、その廃水を豚舎の洗浄に使用した結果、子豚がその水を飲水したため、2頭が死亡した。エアレーション廃水は亜硝酸性窒素 119 mg/L、硝酸性窒素 42 mg/Lあり、死亡豚の胃内の亜硝酸性窒素 1,100 mg/L、硝酸性窒素 360 mg/Lであった。更に、血中メトヘモグロビン率等も検査したところ、明らかに硝酸塩中毒であった¹⁰⁾。

(3) 人の中毒

乳幼児は北関東の某農村地帯の男児で、産院を5日目に退院した。その時はチアノーゼ症状なく、自宅にて煮沸した井戸水に溶かした粉ミルクを飲ませていたが、日齢10日目から哺乳力が低下し、チアノーゼと異常呼吸を認め、メトヘモグロビン58.3%と異常に高く、メトヘモグロビ

ン還元酵素活性も正常値の1/2に低下していた。周辺の井戸水を調査したところ、硝酸性窒素濃度は0.1~45.9 mg/Lで、水道水の基準である10 mg/Lを超えたものは20戸中13戸の井戸水であった。乳幼児の家族も同様の水を使っていたが、特に乳幼児は感受性が高いことが知られる。その理由として、3か月未満の乳幼児は、胃酸の分泌が少なく、胃内のpHが高いため、胃内で硝酸塩から亜硝酸塩が生成され、これがヘモグロビンと結合してメトヘモグロビン血症を引き起こすためである¹¹⁾。

WHOによると、第二次世界大戦後から1986までに約2,000件の中毒事故があり、160人の乳幼児が死亡している。1950年代から1965年頃にかけて、欧米でハウレンソウが原因食で乳幼児の中毒事件が相次いだ。なかでも1956年にアメリカでおきたブルーベビー事件は全世界に衝撃を与えた。その原因は、大量に使用された化学肥料によりハウレンソウに硝酸塩が吸収された結果、裏ごししたハウレンソウを乳幼児にあたえたところ、乳幼児は真っ青になり30分以内に死亡した例もある。278人の乳幼児が中毒に罹り、39人が死亡した。一方、大量に使用された化学肥料が地下浸透して、地下水を汚染し、それを生活用水に用いた結果である。

一方、N-ニトロソアミンの生成による発ガン性に関しては、疫学的に欧米では支持されていない^{12,13)}。通常の胃内では、pH 1~2の酸性であり硝酸塩が亜硝酸に還元する微生物は存在しない。即ち、通常の硝酸塩濃度(1,000 ppm)程度以下では中毒症状は見られない。国産野菜の硝

酸イオンは、キャベツ 679±453 ppm、ハクサイ 1,320±669 ppm、レタス 1,060±480 ppm、ホウレンソウ 3,070±1,360 ppm、カブの葉 1,630±772 ppm などと報告されている¹²⁾。

また、地下水(井戸水)の調査報告によると、2014年の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の検出率は86.2%(2,658/3,084)、環境基準超過数90本、超過率2.9%であった。2013年は検出数107本、超過率3.3%であった。更に、2014年に汚染井戸周辺地区調査が実施され、266本のうち42本で超過し、超過率15.8%であった。その前年では、389本のうち、60本が超過し、超過率15.4%であった。因みに、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に対する地下水の水質汚濁に係る環境基準は、10 mg/L(平成11年2月追加)である。

汚染原因の特定または推定において、硝酸・亜硝酸の事例(2014年)2,768件について、窒素負荷低減対策実施件数は家畜排せつ物の硝酸・亜硝酸事例件数622件中で474件が確定または推定されている事例で窒素負荷低減対策を実施している。また、施肥量の適正化では、1,412件中641件が確定または推定されている事例である¹⁴⁾。

以上のように硝酸塩並びに窒素化合物は、環境を汚染し、家畜や人が摂取すれば中毒を起こし、自然水域では、藻類の増殖を促して、漁場の価値を低下させ、湖沼や海域での観光資源としての価値を低下させるので、窒素を低減化して、富栄養化の抑制、ならびに硝酸塩汚染を防止することが急務である。排水基準は、健康項目(有害物質)に100 mg/Lとされ

ているが、畜産では700 mg/Lとの暫定基準が設定されている。これも、近年に一律基準の100 mg/Lになることは明らかである。一方、生活環境項目として、全窒素の規制があり、120 mg/L(日間平均60 mg/L)であり、指定湖沼・海域に対して規制される。例えば、琵琶湖、霞ヶ浦、印旛沼、諏訪湖、宍道湖等が、海域では、瀬戸内海、伊勢湾、東京湾などである。

3. 汚水処理活性汚泥法の概要

活性汚泥法(浄化槽)の工程は標準的な方法として次の通りである。この工程を中心に、最も気を付けなければならない部位を説明し、次いで処理効率を安定化するための対策と窒素除去方法について記述する。

図1において、先ず、①の排せつ物の量は飼養頭数から決まってくるので、その畜産農家の最大飼養頭数を決めてそれに応じた各装置、槽の規模が決定される。これがいい加減であれば問題を起こすこととなるので、十分な検討を要する。

次に、固液分離装置からの液分量②は希釈(2~4倍程度)するならば貯留槽・沈殿槽の容積に影響することを理解して余裕をもって設置することである。

③は心臓部である曝気槽への流入であり、一定時間以上の曝気によって汚水と活性汚泥が接触してBODなどが十分に分解酸化され、混合液(活性汚泥+処理水)は最終沈殿槽で、分離されて処理水は放流される。

しかし、これでは、窒素が硝酸までで、除去されない。即ち、窒素除去のためには活性汚泥中に生息する亜硝酸菌、硝酸

菌並びに脱窒細菌の能力を利用せねばならない。

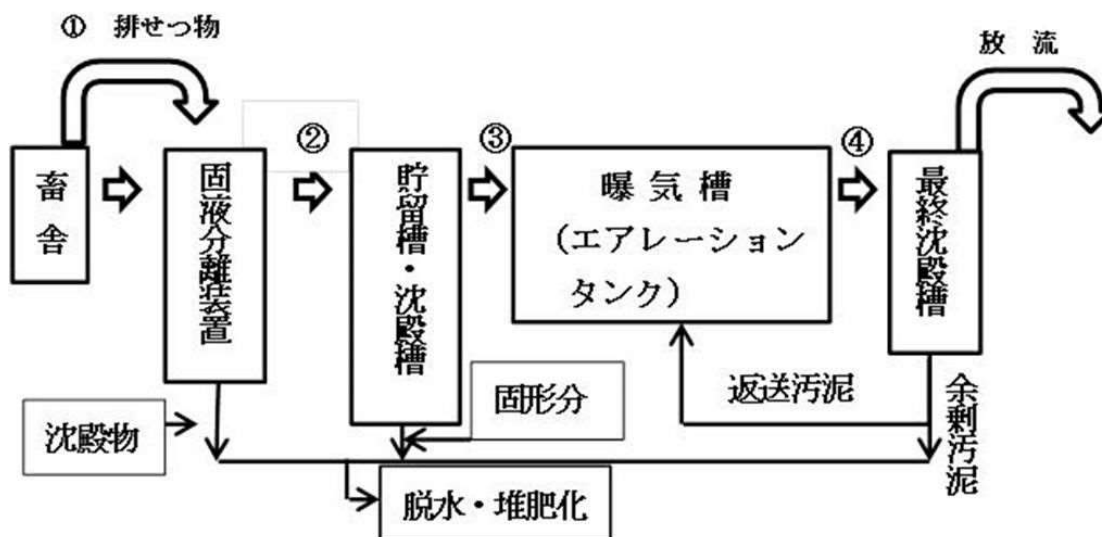


図1 活性汚泥法の工程

(1) 処理効率改善のための膜分離活性汚泥法

この工程で、処理槽の規模は設計段階で決定される。家畜頭数が多ければ各槽のサイズは大きくなるのは当然である。特に、曝気槽の容積は BOD 容積負荷や BOD・SS 負荷から決定される。

BOD 容積負荷は $0.1 \sim 0.7 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{日}$ の範囲ならば支障はない。即ち、最低 $0.1 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{日}$ で最高 $0.7 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{日}$ で運転できるように設計されねばならない。例えば、1,000 頭から 7,000 頭に増えても何とか処理できることとなる。

一方、BOD・SS 負荷は曝気槽の活性汚泥に対する BOD 量であり、曝気槽内の活性汚泥量即ち、MLSS 量が多ければ処理する BOD 量も多く処理されるから、MLSS 濃度を高くすればよいのだが、現実には $8,000 \text{ mg/L}$ 以上になると、沈殿槽から流

出ることがある。そこで、開発された方法が、膜分離活性汚泥法である。これは、曝気槽内または槽外に膜分離装置を付加して処理水と活性汚泥の分離のみではなく、クリプトスポリジウムなどの病原性原虫やサルモネラや大腸菌 O-157 なども捕捉して環境に放出しないので、一石二鳥である。即ち、安全で、比較的安定した処理水が得られる方法である。しかし、膜分離装置の設置と管理に費用と手間が掛かる点、十分に要注意である。

(2) 窒素の除去と硝化脱窒法

窒素の除去は、アンモニアが亜硝酸菌によって亜硝酸になり、次いで亜硝酸は硝酸菌によって硝酸に酸化され、続いて、無酸素下で脱窒素菌によって硝酸は、窒素ガスに還元され、窒素が水中から放出される。この工程を硝化脱窒法と呼ばれている。脱窒工程では、無酸素、BOD/N

≧2.5~3、並びに、活性汚泥との接触のために緩速攪拌が必要である。

以上の条件を揃えて脱窒を安定的に行うには、前述の安定した汚水が供給されなければならない。これを前提として、次のような硝化脱窒法がある。

1) 沈殿分離による間欠曝気付き連続式活性汚泥法

膜分離ではなく、沈殿分離による処理水と活性汚泥の分離を行う方法であり、

曝気槽は曝気と曝気停止を繰り返す、間欠曝気により運転する(図2)。この間欠曝気によって、アンモニア等が亜硝酸・硝酸に酸化され、曝気停止中に脱窒細菌がBODを利用のために硝酸が酸素の代わりに消費され、窒素ガスとして大気中に放散される。即ち、BODが窒素の2.5倍以上存在し、適度の無酸素状態であることが必須条件である。

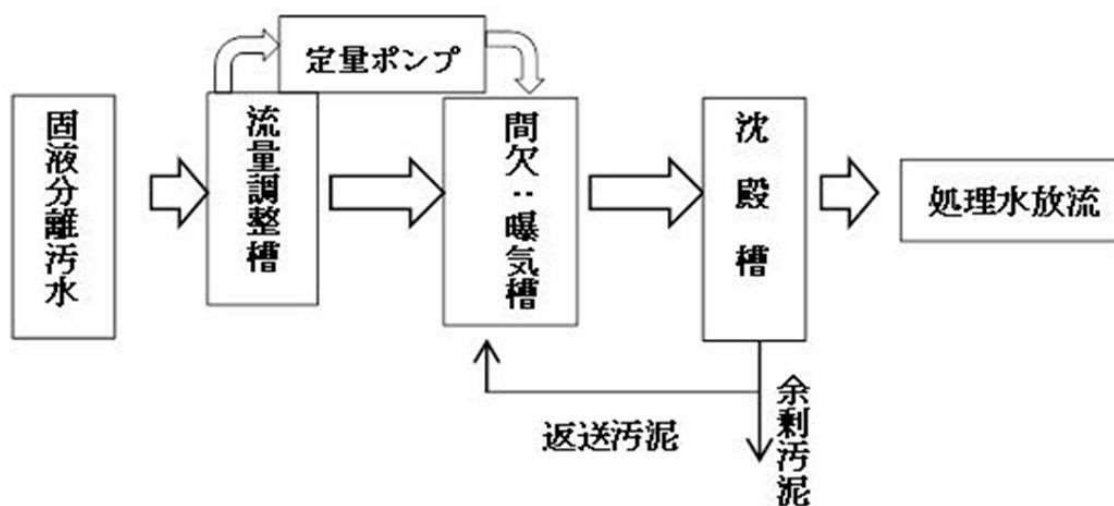


図2 沈殿分離による間欠曝気付き連続活性汚泥法

2) 膜分離による間欠曝気付き連続式活性汚泥法

本法は、最終の沈殿槽が不要で、曝気槽内または槽外に膜分離装置(フィルター)を設置して活性汚泥と処理水を分離するので、病原微生物を含めて良好な処理水が得られる(図3)。また、活性汚泥濃度(MLSS mg/L)は、10,000 mg/Lを超えて運転することも可能である。窒素の除去は間欠曝気に伴って前述と同様である。

3) 間欠曝気付き回分式活性汚泥法 (汚水分割投入なし)

回分式であるので、間欠曝気槽と沈殿槽は共通であり、処理槽は原則一槽である。窒素除去は間欠曝気により行われる(図4)。しかし、汚水の流入は初めの一回だけである。回分式であるが、前日までに硝化された処理水は、曝気槽有効容積の1/2を残して、汚水の1/2量を投入する。この間は曝気を止めて流入汚水中

の BOD と硝化処理水を脱窒細菌の機能によって窒素除去が実行される。一定時間後に曝気して、汚水中の窒素を硝化し

て、再び残留する BOD と硝酸によって脱窒処理する方法である（間欠曝気）。

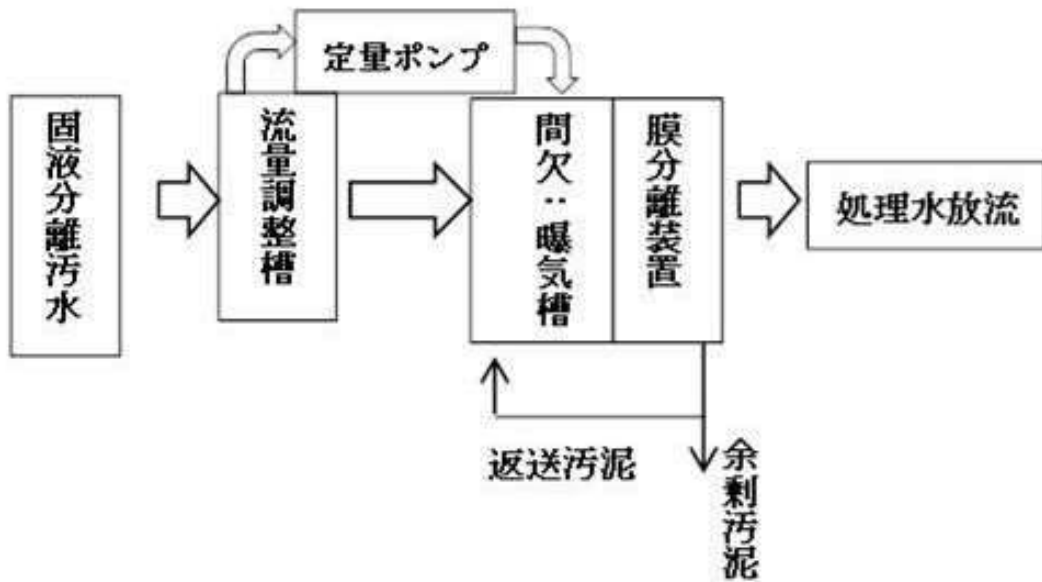


図3 膜分離による間欠曝気付き活性汚泥法

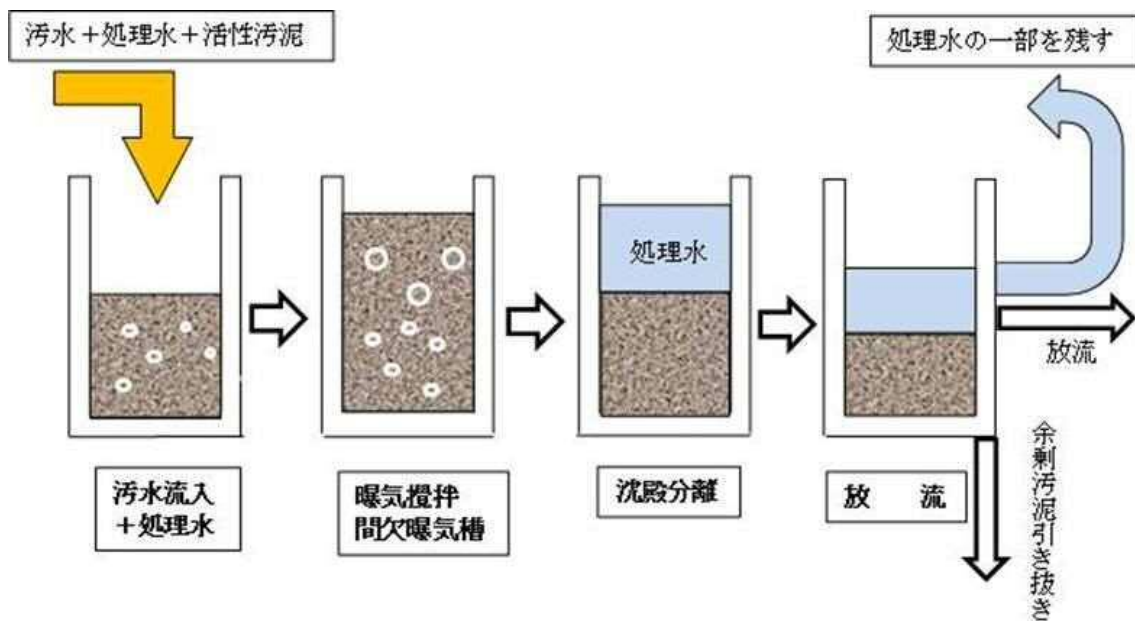


図4 間欠曝気付き活性汚泥法（汚水分割投入なし）

4) 間欠曝気付き回分式活性汚泥法
(汚水分割投入あり)

本法は前法の3)の汚水流入を分割(分流とも言う)して間欠曝気するもので、

硝化された処理水に汚水を数回に分けて流入させるので、脱窒効率が上がる(図5)。

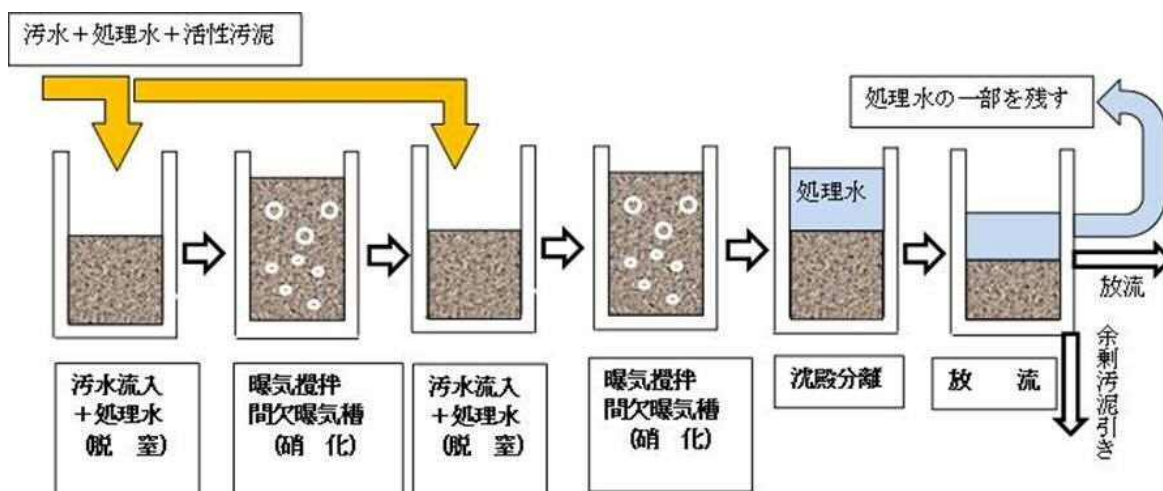


図5 間欠曝気付き回分式活性汚泥法(汚水分割投入あり)

5) 脱窒攪拌付き回分式活性汚泥法

本法は3)および4)の方法に酸素を供給することなく脱窒細菌と汚水がよく

接触して脱窒反応をより良く起こるように改良した方法である(図6)。緩速攪拌はプロペラ型の回転装置などを付ける。

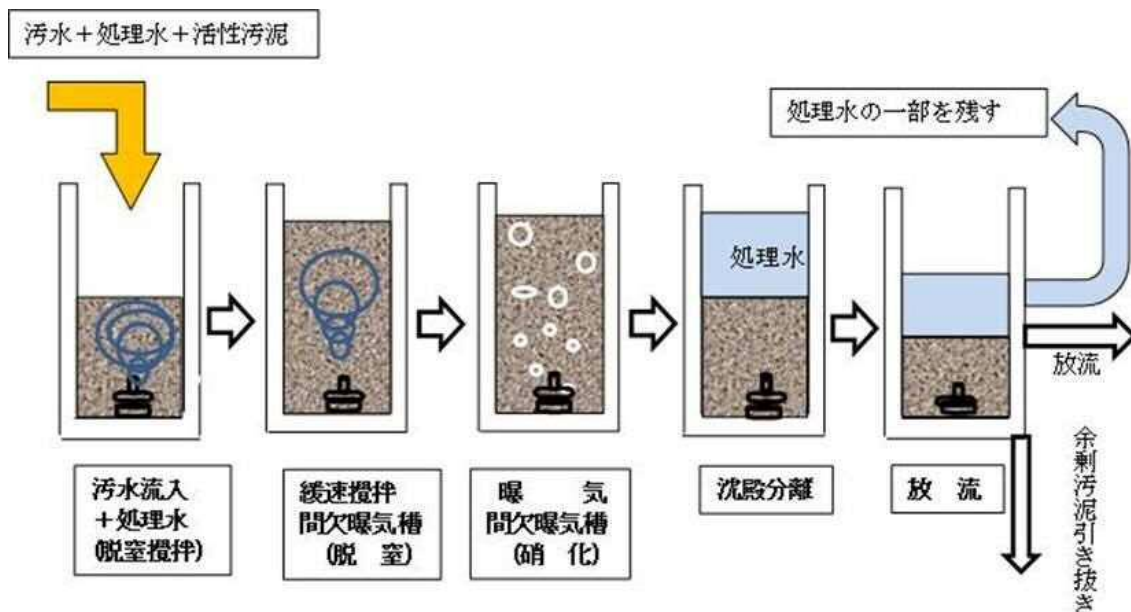


図6 脱窒攪拌付き回分式活性汚泥法

6) 沈殿分離による循環式硝化脱窒

本法は、連続式で、硝化された処理水を汚水と接触させるために循環させて脱窒を行うものであり、脱窒槽に硝化槽の混合液を戻して窒素ガスとして放出する

(図7)。硝化槽では汚水中の窒素を酸化して硝酸化する。脱窒効率に影響するのは、循環液と流入汚水量との比をコントロールすることが重要である。

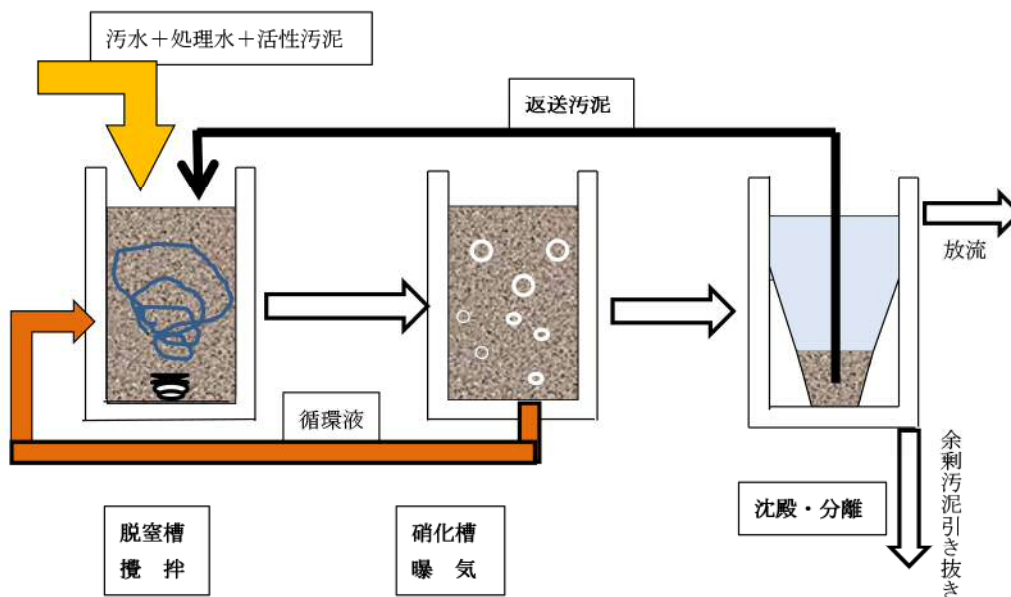


図7 沈殿分離による循環式硝化脱窒法

7) 膜分離による循環式硝化脱窒法

本法は、連続式で、硝化された処理水を汚水と接触させるために循環させて脱窒を行うものであり、脱窒槽に硝化槽の混合液を戻して窒素ガスとして放出する。硝化槽では汚水中の窒素を酸化して硝酸化する。脱窒効率に影響するのは、循環液と流入汚水量との比をコントロールすることが重要である。

この方法は前法の6)の沈殿槽を膜分離槽に代えたもので、活性汚泥濃度を高めても汚泥の流出が殆ど起きず、通常の沈殿分離に比べ、処理水は良好である(図8)。ただし、分離膜の管理や交換の問題

があり、手間と経費が掛かる点、十分に検討を要する。なお、運転に慣れていれば、処理水質の安定性は本法が最も良いものと推察される。

8) 神奈川方式(酸化溝法・オキシデーションディッチ法の変法)

間欠曝気槽は楕円形で、曝気攪拌装置により、攪拌と酸素供給を行い、酸化溝に流れを作り硝化とBODなどの酸化分解を行い、次いで、流れを止めて、汚水の流入に伴って脱窒が進行する(図9)。前述の回分式脱窒素法と同様である。

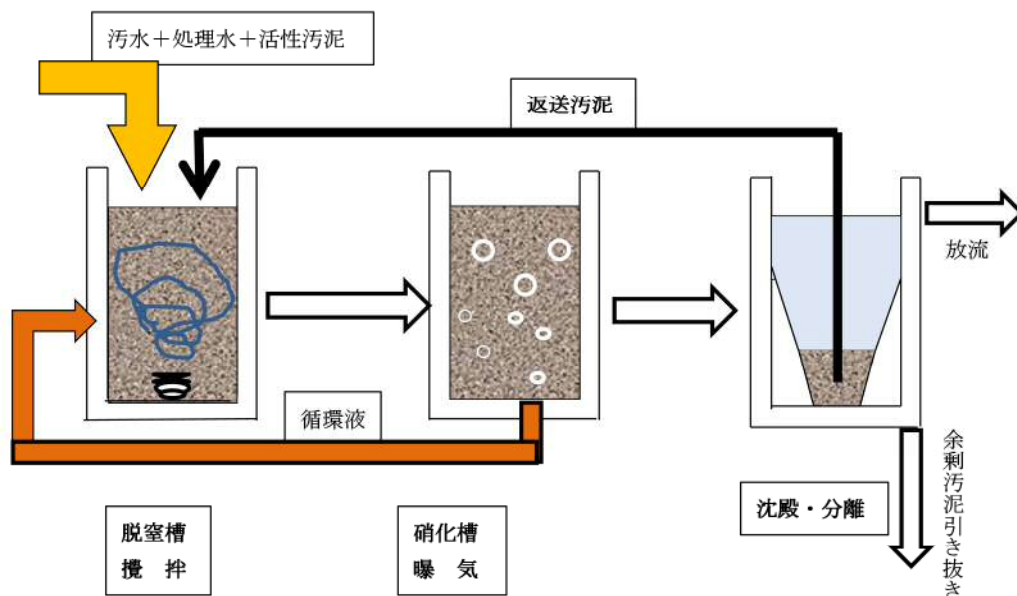


図8 膜分離による循環式硝化脱窒法

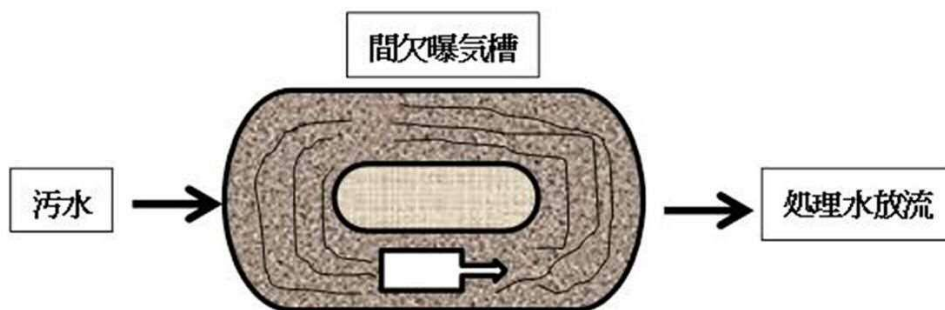


図9 神奈川方式による間欠曝気法

9) その他の脱窒素による窒素除去法

① 脱窒のための炭素源 (BOD 源) を検討する。その結果、低価格で安定供給ができれば畜舎汚水に頼らずに窒素除去が可能となる。しかし、この考え方は、入手法や経済性を考慮すると脱窒の炭素源に畜舎汚水を利用する方が最もよいものと考えられる¹⁷⁾。

② アナモックス菌が嫌気条件下でアンモニアと亜硝酸を利用して窒素ガスと水にする反応を応用する。そのためには、アンモニアの多い低 BOD 排水に向くもので、アナモックス菌を集積培養する必要がある点から、さらに検討を要するものと思われる¹⁸⁾。

③ 硫黄酸化脱窒細菌が嫌気条件下で硫黄と炭酸カルシウムの配合材に接触すると、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素は窒素ガスとして放出される。即ち、脱窒されて窒素は水中に残らず、安全に寄与する^{15,17)}。しかし、硫黄等の配合剤の入手と経済性が懸念される。

4. まとめ

畜産農家では、高価な施設に専門の職人や熟練の技術者を採用することは、難しい。しかし、水域の富栄養化を抑制し、硝酸塩汚染を防止せねばならない。そのためには、極力環境汚染を抑制しなければならぬが、前述の対処(処理法)を実行する必要がある、もう一歩前進し、努力していかねばならないと考える。

最後に、著者の独断と偏見に基づき、意見を述べさせていただきましたが、ご意見がありましたらどうぞお寄せ頂ければ幸いです。そして、このような場をご提供いただき、ここに感謝いたします。

参考文献

- 1) 保坂成司、岩下圭之、大木宜章(2009) クロロフィル a と各水質項目の関連性に関する研究. 日本大学生産工学部研究報告、42 巻 2 号 : 19~31.
- 2) 雨宮由美子、中山大樹(1989) 諏訪湖の水の華を生じている *Microcystis* 属藍藻の毒性. 山梨大学工学部研究報告、35 号 : 110~116.
- 3) 井芹 寧(1998) ダム貯水池における淡水赤潮とアオコの発生機構および対策について. 九州技報第 23 号 : 23~40.

- 4) 横浜市環境科学研究所(2013) 海の環境、赤潮について. 赤潮発生メカニズム. 研究所での取組. 赤潮プランクトン.
<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/mamoru/data/sea/akashio/>
- 5) 門谷 茂(2006) 微小生物の反乱、—赤潮と貝毒—
<http://www2.fish.hokudai.ac.jp/news/open/2006/>
- 6) 丸茂恵右、横田瑞郎(2011) 総説・青潮と硫化水素の生物影響に関する文献調査.
海生研報、第 15 号、23~40.
- 7) 水産庁・(社)日本水産資源保護協会(1986) 青潮.
<http://www.fish.jfrca.jp/02/pdf/pamphlet/013.p/>
- 8) www.masimo.com (2007) メトヘモグロビン血症の解明; 有病率・罹患率・死亡率を覆い隠す、曖昧な症状で臨床的にまん延する疾患. 1~7.
- 9) 鎌田信一、押田敏雄、酒井健夫、局博一、永幡 肇(2005) 獣医衛生学、硝酸塩中毒. p30, 162, 256, 文永堂出版.
- 10) 鈴木文雄、渡辺一夫、古屋 浩、島村優理、堀北哲也(2002) 一養豚場における肥育豚の硝酸塩中毒の発生例、獣医疫学雑誌、No.1, 25~28.
- 11) 田中淳子、堀米仁志、今井博則、森山伸子、齋藤久子、田島静子、中村了正、藤田 齊(1996) 井戸水が原因で高度のメトヘモグロビン血症を呈した 1 新生児例. 小児科臨床. 49, 1661~1665.

- 12) <http://naturefarm.iti5.net/?eid=43> (2012) 硝酸態窒素と発ガン性について、1～8.
- 13) 農林水産省(2014) 生体内でのニトロソ化合物の生成と胃がんとの関係.
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/syosanen/eikyo/003.html
- 14) 環境省水・大気環境局(2015) 平成26年度地下水質測定結果、p1～94.
環境省ホームページ
- 15) 押田敏雄、柿市徳英、羽賀清典共著(2012) 新編 畜産環境保全論, 富栄養化、p9～14, 家畜ふん尿 p42, 養賢堂..
- 16) 財団法人 畜産環境整備機構(2013) 畜産農家のための污水浄化処理施設窒素対応管理マニュアル、p25～30.
- 17) 田中康男(2014) 豚舎污水の窒素対策技術の展望、畜産環境情報、第53号. 11～19、(財) 畜産環境整備機構.
- 18) 和木美代子(2015) 窒素を除去するアナモックス菌、畜産環境情報、第56号. 1～14、(財) 畜産環境整備機構.

家畜排せつ物のエネルギー高度利用

— 南国興産を例に —

農研機構 中央農業総合研究センター
主席研究員

薬師堂 謙一

1. はじめに

家畜排せつ物のエネルギー利用は、乳牛ふん尿や豚尿を主原料としたメタン発酵によるガス化発電・熱利用と、ブロイラー鶏ふんを主原料とした燃焼発電の2方式がある。ブロイラー鶏ふんを燃料とした鶏ふん発電所は、宮崎県と鹿児島県で現在、それぞれ3基ずつの合計6基が稼働中であり、鶏ふんの処理規模は300t/日以上 of 大型のものが導入されている。

家畜排せつ物のエネルギー利用については、バイオマス事業化戦略(平成24年9月策定)

http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/pdf/senryaku.pdf

の中で、①高水分系のものについては生ゴミや食品残さなどと混合処理してメタン発酵させ、発生するメタンガスでガスエンジン発電を行い、発酵残さを液肥として飼料作や水稲や畑作物等へ利用する方式と、②家畜排せつ物が需要量を超えて過剰に発生している地域等では、直接燃焼・固体燃料化等の堆肥化以外の方法により家畜排せつ物の処理・利用を図ることが重要であるとされている。

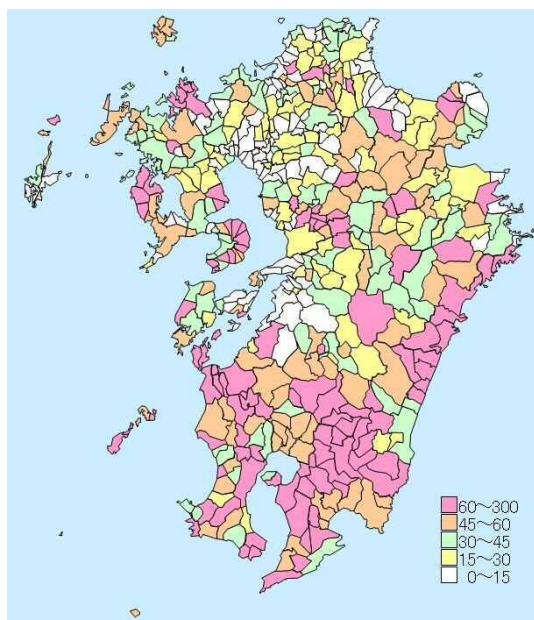


図1 家畜排せつ物の農耕地への負荷量 (t/ha/作)

九州地域における家畜排せつ物の農耕地への負荷量を図1に示す。鹿児島県と宮崎県は日本有数の畜産県であり、生ふん尿換算で家畜ふん尿の負荷量が60t/ha・作を超える市町村が带状に連なっている。一般的な家畜排せつ物の農耕地への負荷容量は、水稲で30 t/ha・作以内であり、畑作物で45 t/ha・作程度、飼料

作物であっても 60 t/ha・作以内である。このような畜産集中地域では、良質堆肥を生産したとしても地域内のみでは使用できず、他の堆肥が不足している地域に輸送し利用してもらわなければ畜産業自体が成り立たなくなる。畜種別の堆肥の利用では、まず土壌改良効果の高い牛ふん堆肥が使用され、次いで肥料成分濃度の高い豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥が利用される。九州地域では、採卵鶏ふんの堆肥でも九州管内で使用されるのは 1/3 程度であり、日本国内のみならず中国へも輸出されているような現状にある。

このような状況のもと、平成 13 年に宮崎県都城市にある南国興産株式会社にプロイラー鶏ふんを燃料とした燃焼蒸気発電所が導入され、その後各地に増設され

現在に至っている。南国興産では平成 24 年度からプロイラー鶏ふんと牛ふんも燃せる 2 号機目の燃焼蒸気発電所も導入された。電力の固定価格買取制度 (FIT) 制定以来、木質バイオマス発電を中心にバイオマス発電が増加してきているが、発電のみではエネルギーの利用効率が悪く問題となっている。南国興産では発電だけではなく、蒸気を熱利用するコ・ジェネレーションシステム(熱と電力の併給システム)が行われており、燃焼蒸気発電所としてのエネルギーの利用効率が高い。今後の鶏ふんの燃焼発電を行われる際にはコ・ジェネレーションによりエネルギーを効率的に利用することが求められるので、南国興産の例を中心に鶏ふん発電の方法について解説する。

表 1 家畜排せつ物の処理方式の比較

	堆肥化	炭化	焼却
適用規模	中小規模	中規模	大規模
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・機械が少ない ・運転が容易 ・維持管理費が安い 	<ul style="list-style-type: none"> ・減容化率が高い ・製品の用途が広い ・長期貯蔵が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・減容化率が高い ・熱利用が可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・製品量が多い ・日数がかかる ・スペースが必要 ・臭気対策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料費がかさむ 	<ul style="list-style-type: none"> ・灰の処分が必要 ・燃料費がかさむ ・維持費がかさむ
減量化率	50~70%	80~90%	90~95%
減容化率	45~65%	55~80%	90~95%
2次公害対策	アンモニア対策必要	乾燥排ガス対策必要	乾燥排ガス対策必要
ダイオキシン対策	不要	騒音・振動に留意 一部必要	騒音・振動に留意 必要
建設費	小	中	大
維持管理費	小	中	大
運転者資格	不要	必要	必要

畜産環境整備機構「家畜排せつ物を中心とした燃焼・炭化施設に関する手引き」平成17年3月、p7

2. 処理方式の比較

家畜ふんの固形状としての主な処理法を表1に示す。堆肥化と炭化、焼却を比較した場合、最も利用価値が高く、処理コストが安いのは堆肥化である。処理原料当たりの処理コストは堆肥化を1とすると、炭化が1.7~2.0、活性炭が3.7、焼却が2.0である。また、製品当たりの処理コストは、堆肥化を1とすると、炭化が1.5~2.5、活性炭が4.3、焼却が8.0となる。

したがって、堆肥流通を基本とし、努力しても堆肥流通が困難な場合、あるいは、堆肥の販売・流通コストの方が炭化や焼却処理経費よりも高い場合にのみ、炭化や焼却処理を検討することとなる。ブロイラー鶏ふんの場合は、堆肥化しても流通が困難、炭化処理はコストが高い、焼却により発電ができ蒸気が利用できると同時に残さの量が少ないというメリットから焼却発電が採択されることになる。

3. ブロイラー鶏ふんの燃焼利用

(1) 発熱量

鶏ふんの発熱量を表2に示す。ブロイラー鶏ふんは、敷料としてプレーナークズなど木質の材料が混合されており、

表2 鶏ふんの水分別の発熱量と灰の発生

種類	発熱量	水分	灰分
	kcal/kg	%	%
木質ペレット	4,000	15	0.3
ブロイラーふん(乾燥)	3,900	0	14.0
同上(湿潤)	2,100	40	8.4
採卵鶏ふん(乾燥)	2,800	0	27.0
同上(湿潤)	1,280	45	15.2
A重油(参考)	8,770/L	0	0.0

採卵鶏ふんに比べ発熱量が高い。完全に乾燥させたブロイラー鶏ふんは木質ペレットなどとほぼ同等の発熱量を有している。

(2) 燃焼利用

鶏舎から排出された時点では、鶏舎暖房を行う関係から水分が40%以上含まれており、発熱量は乾燥時の約半分になる。燃焼する材料に水分が含まれていると、燃焼炉内で燃える前に水蒸気となって蒸発するための熱量が必要となるため、水分が含まれていると発熱量が低くなる。なお、ブロイラー鶏ふんは比較的乾いており、そこそこの発熱量が得られることから、燃焼利用は過去にも行われており、鶏舎暖房などに小型の燃焼炉が使用されていた。

しかしながら、廃棄物の燃焼処理に対してダイオキシン特別措置法が施行され、800℃以上の燃焼温度の安定維持と急冷処理が必要となったことから、従来型の燃焼炉ではダイオキシンの発生を完全に防止することは困難と判断され、これらのブロイラー鶏ふんボイラーの使用は停止されることとなった。

4. 大型燃焼発電の必要性

(1) 発電の必要性

個別の養鶏農家の場合では、鶏ふんを燃焼させ畜舎暖房などに使用することも可能であるが、大規模経営や、地域の鶏ふんをまとめて処理する場合は燃焼熱を使い切れなため発電が行われる。ブロイラー鶏ふんでは、大型の燃焼発電の処理方式が選択され、最大のものは日処理量440tで最大発電能力11,000kW級のも

のである。

(2) 発電効率

木質燃料の発電では、燃焼発電は10,000kW 規模以上の大型発電が一般的であり、2,000kW 級以下の規模ではガス化発電が主に使用されている。図2に発電方式別の発電規模と発電効率の関係を示す。図中の一番右に曲線が燃焼蒸気発電

電の規模別の発電効率を示している。燃焼蒸気発電は、燃料を燃して水を高圧の蒸気に変え、蒸気の圧力でタービンを回し発電する。発電の終わった蒸気は水または空気で冷却して温水に戻し、再度加熱して発電に利用するということを繰り返し行っている。

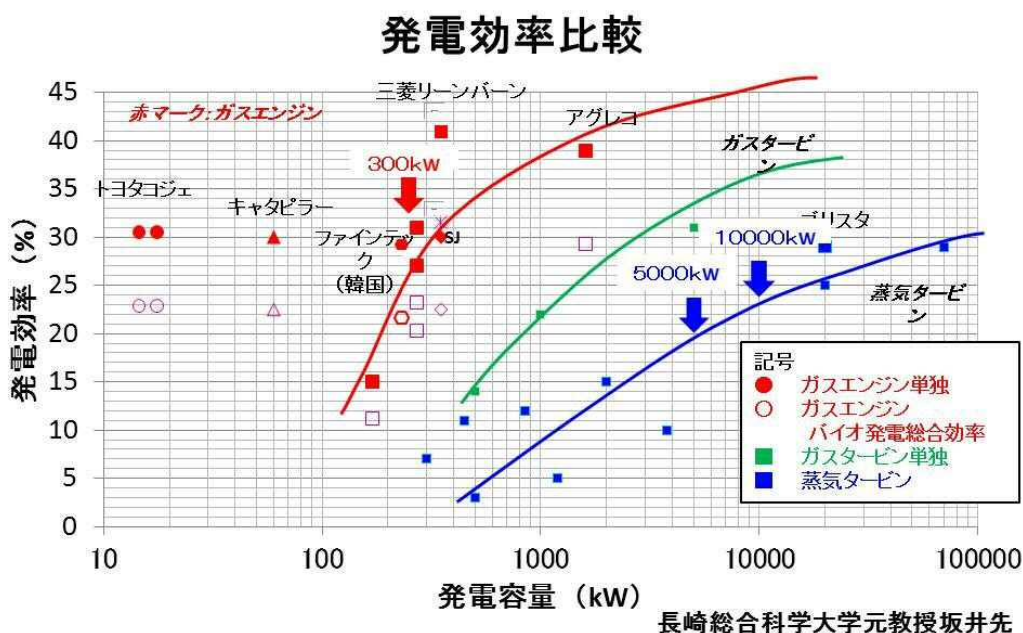


図2 発電方式・発電規模別の発電効率

蒸気の圧力差しか使っていないため、10,000kW 規模でも発電効率は25%程度である。残りの75%のエネルギーはどこに行っているかという点、煙突からの排熱が15%程度で、60%程度の熱は蒸気を温水に戻す際の冷却熱として排出されている。このことは、発電に使用できるのは、燃料の持っているエネルギーの約1/4しかなく、残りの3/4は無駄に地球を暖めているということになる。バイオマス事業化戦略チームの検討会でもこの発電

効率の低さが問題となった。

現在の火力発電所では蒸気温度593℃、250気圧(25MPa)という非常に高圧の蒸気が用いられるため発電効率が35%以上であるが、一般の蒸気発電では10,000kW 級でも蒸気圧力はもっと低く発電効率は良くて25%以下となる。このため、個別に発電効率の悪い発電所を作るより、発電効率の高い火力発電所へ燃料を持って行くべきだとされた。

(3) 廃熱の利用

また、無駄に熱を捨てているのが問題であるので、コ・ジェネレーション（発電と熱との併用方式）により、廃熱で飼料や木質残さなどを乾かすなどの有効利用をすれば、エネルギーの有効活用の面からは問題ない。過去の廃棄物発電では、縦割り行政の悪弊等により合理的な熱利用が難しかった面もあるが、バイオマス発電に関しては、規制緩和も進んでいるので是非廃熱の有効利用を検討していただきたい。

5. 家畜ふんの燃焼技術

(1) 燃焼方式

家畜ふんを加熱すると、最初に水分が蒸発し、次いで可燃性の揮発性成分が燃焼し、さらに温度が上昇すると残った炭素が燃焼する。

家畜ふんの燃焼方式には、

- ①固定の火格子の上で燃焼させるストーカー炉、
- ②砂の層に高温の熱風を吹き込み、砂を流動状態させそこに燃焼材料を投入して燃焼させる流動床炉、
- ③円筒形の回転する炉で燃焼材料を攪拌しながら燃焼させるロータリーキルン炉等の方式がある(図3)。

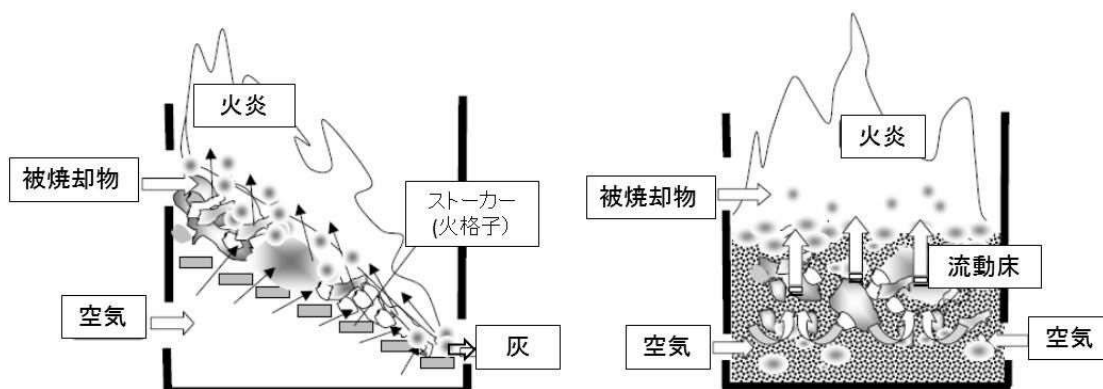


図3 鶏ふん燃焼方式の概要(左：ストーカー炉、右：流動床炉)

畜産環境整備機構「家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック」(平成18年11月)
p52,53

大型の燃焼発電所では①と②の方式がとられているが、①のストーカー炉は生ゴミの燃焼や木チップ原料に多く用いられる方式で、ブロイラー鶏ふんの燃焼発電所では宮崎県にも1基導入されている。②の流動床炉は、砂を流動させるためにブローアの電力消費量が多いが、燃焼時の温度を制御しやすいので3基の燃焼発

電所で採用されている。③は近年開発されてきたもので、火格子が無い場合粉状の材料の燃焼も可能で、熱利用など小規模の処理に採用されることが多い。

(2) 家畜ふん燃焼時の留意点

1) 熔融

家畜ふん尿にはカリウムやナトリウムなどが多く含まれているため、木材と異

なり、燃焼中に熔けやすいという特性がある。肉牛ふんは 900~1,000℃で熔け始め、ブロイラー鶏ふんは 1,200~1,250℃で、採卵鶏ふんは 1,350℃以上で熔融する。燃焼中に材料が熔けると熔岩状に固まり(図4)、塊が大きくなるとストーカー炉では燃焼炉の火格子が閉塞して燃焼不能になる場合がある。



図4 燃焼中に発生した熔融物の例

鶏ふんでは熔けやすい部分と熔け難い部分が混在しており、特に、火炎先端部の温度の高い部分で熔融しやすい。このため、流動床炉では原料の熔融を防ぐため、流動床自体の温度を 700℃程度に維持し、発生した可燃性ガスを再燃焼させて 850℃程度の燃焼温度を確保している。ストーカー炉では、炉内への吹き込み空気温度を高くしすぎないように注意する。

なお、燃えて飛散した灰は、高温燃焼部を通過する際に 800℃以上の温度になるため、一部が炎の中で熔融し、温度の低い炉壁や熱交換用の蒸気パイプの表面に付着した際に冷えてクリンカ(熔融灰の塊)となりやすい。熱交換パイプ上にクリンカが成長すると熱効率が低下するた

め、定期的に燃焼炉を停止させ熱交換パイプを叩いてクリンカの除去作業を実施する。このため、熱交換部は掃除しやすい構造にしておく(熱交換パイプを叩きやすい隙間のある構造等)必要がある。南国興産の蒸気配管(熱交換器)は、叩きやすいよう千鳥配列にせず直線上に配列するなどの配慮がなされている。

2) ダイオキシン

家畜排せつ物は産業廃棄物であるので、焼却処理する場合はダイオキシン特措法の規制対象となる。ダイオキシンの発生を抑制するため、排ガスは 2 次燃焼部で 800℃、2 秒間以上で燃焼させ、その後熱交換部で急冷させる。また、灰の粒子が排気に混入するため、サイクロンやバグフィルター等で灰の微粒子を回収する必要がある。

3) 窒素酸化物、硫黄酸化物、塩化水素

家畜排せつ物には餌由来の窒素や硫黄成分や塩素成分が含まれるため、必然的に排ガスには窒素酸化物(NO_x)や硫黄酸化物(SO_x)、塩化水素等も含まれる。通常は環境基準値以内に収まるが、処理規模が大きくなり基準値が厳しい場合は、水洗処理設備や消石灰処理設備を併設する必要がある。特に、 NO_x 成分は燃焼温度が高いと空気中の窒素も酸化して濃度が上がってしまうため、熱効率を勘案して燃焼温度を高くしすぎないようにすることも重要である。

なお、硫黄成分については、排せつ物中の石灰分と化学反応するため、排せつ物中の濃度に応じてそのまま排出されるものでもない。採卵鶏ふん堆肥と牛ふん

おがくず堆肥を燃焼させた場合、採卵鶏ふんの方が硫黄含量は高いが、実際の排ガスに含まれるSO_x濃度は牛ふん堆肥の方が高くなるという現象も確認しているので、実際の燃焼試験を行い、所定の環境対策を行う必要がある。

肪を溶かし食用や飼料用の油脂にする)工場を操業するほか、南九州地域の農産・畜産に由来する植物質や動物質の加工残渣から有機質肥料を製造している。

レンダリング工場は多量の熱を使用するため、南国興産では昭和60年より鶏ふんを燃料とする特殊ボイラーを設置し、地域の環境保全に取り組んでおり、平成14年に環境保全をさらに推し進めるため国内で初めての鶏ふん発電ボイラーを設置し、平成24年には家畜全般の畜ふんを処理できる2号機目の畜ふん発電ボイラーの稼働を始めた。南国興産におけるエネルギーと物流システムを図5に示す。

6. 南国興産でのプロイラー鶏ふん 燃焼・発電システム

(1) システムの概要

南国興産株式会社は、レンダリング(牛・豚・鶏等の家畜を食肉処理する際に発生する脂肪や骨・内臓等の不可食部位を、高温で熱処理することにより、脂

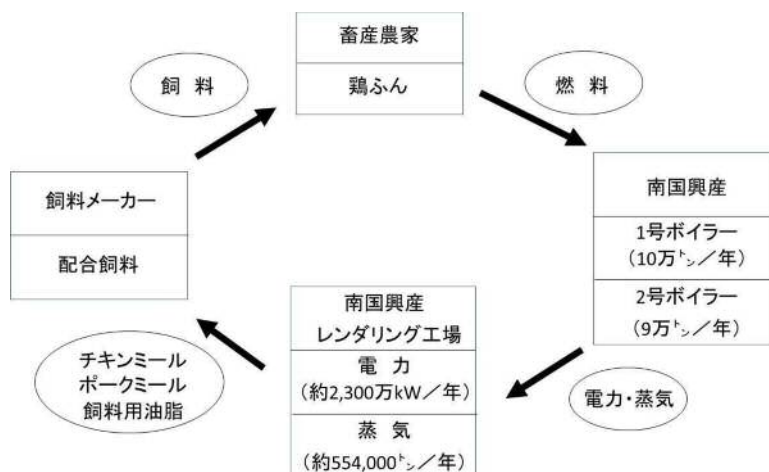


図5 南国興産におけるエネルギーと物流システム

表3 南国興産の鶏ふん発電所の仕様(左: 1号機、右: 2号機)

事業名	畜産振興総合対策事業 (H12~13) 資源循環型畜産確立対策事業	事業名	地域バイオマス活用交付金 (H21~22)
事業費	2,248,875千円	事業費	3,629,596千円
補助率	国1/2以内、県1/8以内	補助率	国1/2以内
鶏ふん焼却量	平成26年度実績 98,311 ^t /年	畜ふん焼却量	平成26年度実績 90,213 ^t /年
発電機出力	1,960kw (1,500kw1基、460kw1基)	発電機出力	1,780kw (1,500kw1基、280kw1基)
ボイラー仕様	種類: 流動床燃焼方式 蒸発量: 41 ^t /時 圧力: 1.67MPa	ボイラー仕様	種類: 流動床燃焼方式 蒸発量: 35 ^t /時 圧力: 2.06MPa
焼却灰発生量	平成26年度実績 8,834 ^t /年	焼却灰発生量	平成26年度実績 9,708 ^t /年
焼却灰の用途	PK肥料又は肥料原料として販売	焼却灰の用途	PK肥料又は肥料原料として販売

(2) 発電の必要性

レンダリング工場では大量の蒸気を使用するため、南国興産の鶏ふん発電(表3)は、蒸気利用を主とし、発電は工場の消費電力に見合った能力とする設計となっている。ブロイラー鶏ふんの発熱量をベースに計算すると、1号機の発電所でも6,000kW程度の発電を行うような設計が可能であったと推察できるが、工場の蒸気の利用実態に合わせ、工場全体での化石燃料の使用量を低減する設計となっている。2号機の設計の際には、ブロイラー鶏ふん以外に牛ふん堆肥も燃料として利用する設計となっており、高水分の牛ふん堆肥に適応できるようロータリーキルン式の乾燥機を備えている。しかしなが

ら、宮崎県で口蹄疫が発生し、肉牛と飼養頭数が激減したことから、2号機もほぼブロイラー鶏ふんのみで発電を行っている現状にある。このため、牛ふん用の乾燥機は、芋焼酎工場等から発生するサツマイモ残さなどを乾かして豚の餌にするために使用されており、当初の計画より付加価値の高い利用がなされている。

(3) 鶏ふん発電システム

鶏ふん発電システムを図6に示す。個々の畜産農家からブロイラー鶏ふんはダンプカーで発電所まで運搬されてくる。ピット内の鶏ふんは、一度に5t運べる畜ふんクレーンにより攪拌・均質化され、順次燃焼炉に投入される。

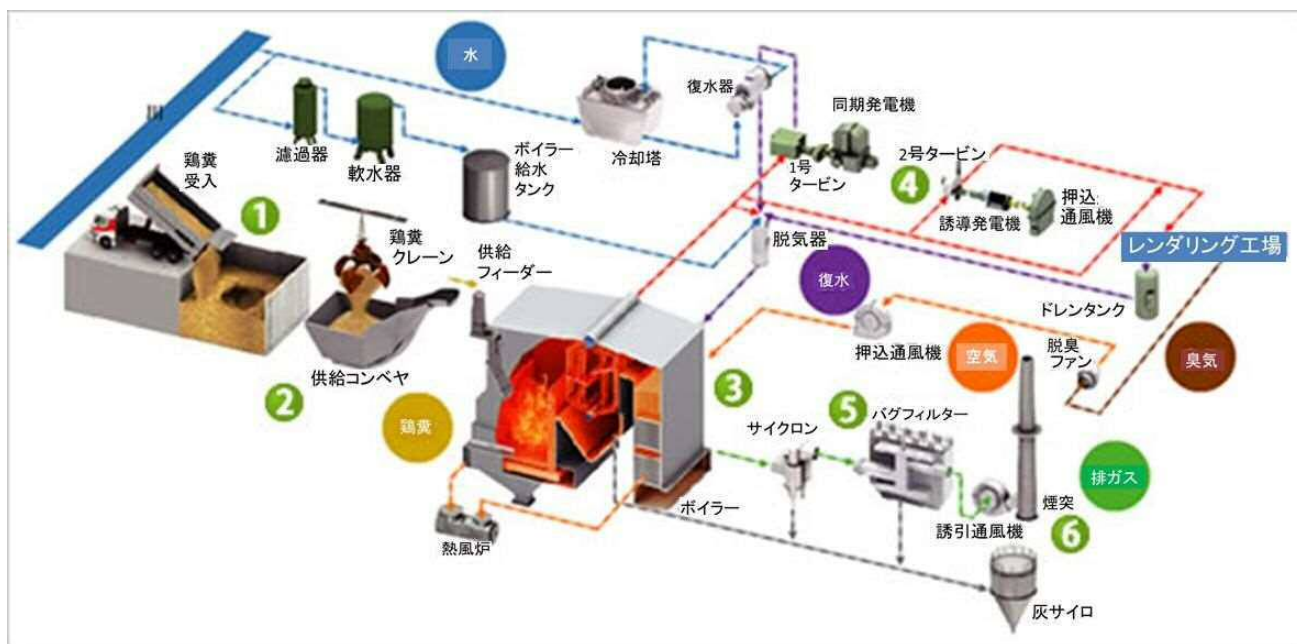


図6 南国興産での鶏ふん発電システム

流動床炉の運転管理は自動化されており、作業員は畜ふんクレーンのオペレータ1名のみで運転が行われている。燃焼

は連続運転であり、現在、1週間ごとに運転を停止し、熱交換器のクリンカ除去を行った後に、次の週の運転に入るとい

運行管理がなされている。一番トラブルの起こりやすい燃焼原料の投入操作を人間が行い、燃焼自体は制御の容易な流動床炉を用いることにより、流動床炉の運転自体に電力を使用するが、作業人員を少なくできる方式である。

また、発電用のタービンは高圧と中圧の2段階で効率よく発電するようになっている。発電に使った蒸気は、水で冷却され循環利用されているが、全体として蒸気利用の割合が高いため、システム全体としての熱の利用効率は50%を超えており、発電のみの場合に比べて2倍以上の熱効率となっている。

7. 発電廃熱の有効利用

(1) 廃熱利用の可能性

バイオマスの燃焼発電での発電効率が25%程度であり、ガス化発電でも30数%程度と低いことから、発電を行う事業者サイドからの発電廃熱の有効利用法について相談が寄せられている。よくあるのが、「温室の熱源に使用できないか」という提案であるが、寒冷期といえども温室は日中の暖房は不要であり、年間を通じて考えると、廃熱を利用できる期間は1/3程度に限られるため安定的な熱の利用先とはいえない。南国興産では、レンダーリング工場へ蒸気を送る、また、ロータリーキルン式乾燥機で食品残さを乾燥させて飼料化するなど、エネルギー効率を高める対策がなされているが、通常は空冷もしくは水冷式の冷却塔から廃熱が放出されている。

(2) 木質チップの乾燥

一方で、木質バイオマス発電が普及す

ることにより、原料となる乾燥した木質チップの確保が困難になりつつあり、農業サイドでは、この影響により畜産用の敷料が不足する、また、ハウス暖房用の木質燃料の入手が困難、価格が高騰するという問題も発生している。生の木材は50~55%の水分を含んでおり、丸太のまま燃料に適した水分30%以下まで乾燥させるには、天日乾燥では1年以上の年月がかかり、積み替えなどにも労力を要する。チップ工場の能力に余裕はあるが、乾燥する良い方法が無いため原料不足の問題が改善できないでいるが、バイオマス発電所では膨大な量の熱が利用されること無く無駄に捨てられている。ロータリーキルン式乾燥機は小型のものでも数千円するためなかなか導入しづらい。

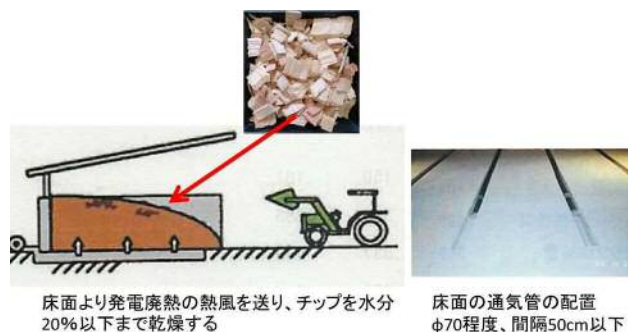


図7 通気式堆肥舎での木質チップ乾燥のイメージ

そこで、筆者らは、畜産で用いられている強制通気式堆肥舎をベースに、生の木質チップを2~3mの高さに堆積し、蒸気が温水に変わる際の潜熱を利用して温風により乾燥する方式を検討している(図7)。この方式であれば、建設コストも安く上がり、機械装備も少なくすむ。木質チップは下から順番に乾いていくが、

2～3日の上まで乾くので、温室の燃料などとして販売することが可能である。製紙原料用の木質チップの工場持ち込み時の価格は、乾燥物1kg換算で11～12円であるが、乾燥したものは20～25円で販売できるため、売電収入以外にも乾燥処理した分が収益となるので経済的にも有利である。

8. 燃焼灰の肥料利用

発電プラントで燃焼したブロイラー鶏ふんの灰の肥料成分を表4に示す。

表4 燃焼灰の肥料成分

成分	割合 (%)
リン酸全量	22.4
ク溶性リン酸	21.4
加里全量	20.2
ク溶性加里	20.2
水溶性加里	16.7
石灰全量	26.1
苦土全量	7.1
ケイ酸全量	4.0
水溶性ホウ酸	340mg/kg
マンガン全量	0.3
鉄全量	0.4

分析：南国興産株式会社（平成18年7月）

燃焼灰には、リン酸やカリウムが多く含まれており、有機質普通肥料の混合原料として利用される他、燃焼灰そのものも肥料として利用される。また、南国興産では造粒して散布しやすくしたものも販売されている。リン酸の約95%がク溶性（植物の根から出る有機酸で溶け出すもの）であるので、降雨などにより流出せず、リン酸吸収係数の高い黒ボク土のような火山灰土でも土壤に吸着されずに

植物が直接利用することができる。なお、窒素成分は含有されておらず、カリウムがリン酸とほぼ同量含まれているので、堆肥などと併用する場合は、カリウムの過剰施用にならないよう注意を要する。燃焼灰は、石灰散布機などでそのまま施用でき、非常に有効なリン酸資源であるので、南九州地域の大規模農家などではフレキシブルコンテナ入りの燃焼灰の活用による肥料費の低減を考慮すべきであろう。

9. おわりに

南九州地域では、大型のブロイラー鶏ふん発電設備が6基稼働している。養鶏は特に大型化してきているので、採卵鶏も含め堆肥として流通させるよりも燃焼発電に仕向けていきたいという要望も聞かれる。本来、鶏ふんは堆肥等の有機質肥料として利用することが望ましいが、大規模化による堆肥流通の負担も相当重くなってきていることから、燃焼発電のニーズも増えてきていると考えられる。

大型発電所の場合、その地域で鳥インフルエンザが発生すると操業ができなくなるなどの問題もあり、また、すでに南九州で6基もの大型発電設備が稼働していることから、燃焼灰も多量に発生し普通肥料への混合材としての需要を超えている。したがって、今後鶏ふん発電を導入する場合には、地域で燃焼灰の流通ができるか、また、前述したように発電以外にも廃熱が有効利用できるかなどを考慮して発電事業を進めていただきたい。

岡山県の畜産と畜産環境対策

岡山県 農林水産部 畜産課
衛生環境班 副参事

安藤 恭治

1. 岡山県の概要

岡山県は山陽道の中央に位置し、東は兵庫県、西は広島県に隣接しています。南は昔より水運に恵まれた瀬戸内海に臨んで四国に、北は中国山地を挟んで山陰地方と接し、多様な自然環境に囲まれています。

中国山地を水源とする吉井川、旭川、高梁川の3大河川は良質で豊かな水を常にたたえ、気候は比較的温暖であり、米の生産量は中国四国地方で第1位であるなど、様々な農林水産物の生産に適した土地柄です。また、年間降水量1mm未満の日数は全国1位であり、日照時間も長いため、「晴れの国おかやま」といわれています。

本県は、古代から、大和地方と並んで古代吉備の文化発祥の地として栄え、そして今、東西には山陽自動車道と中国自動車道、南北には瀬戸中央自動車道と岡山自動車道が通じ、陸上交通の結節点となっています。また、国内外へ飛び立つ岡山空港や、新幹線をはじめとした東西南北につながる鉄道網が整備され、全国まれに見る交通基盤が充実しており、中国四国のクロスポイントとして発展しています。

2. 岡山県の畜産業の現状

本県の畜産は、県内農業産出額のうち536億円と4割以上を占め、本県農業の基幹部門となっています。食生活の多様化を背景とした畜産物の需要拡大に支えられるとともに、生産者の努力の積み重ねにより、酪農及び肉用牛経営を中心として発展してきました。

農業産出額の内訳としては、酪農部門が113億円(全国第12位)、肉用牛部門は80億円(第21位)で、いずれも中国四国地方の第1位です。また、豚部門は26億円(第33位)、採卵鶏は244億円(第5位)、肉用鶏は62億円(第13位)となっています。

飼養頭羽数(平成26年2月1日時点)は、乳用牛16,600頭(全国第11位)、肉用牛32,500頭(21位)、採卵鶏9,904千羽(同4位)、肉用鶏2,255千羽(同14位)であり、これらからみて本県は、中国四国地方を代表する畜産県の地位にあります。(表1)

しかし、近年畜産農家の高齢化が進行により、飼育頭数が減少するなど生産基盤の強化が急務となっています。このため県では、生産性の向上を図るとともに儲かる力強い経営体の育成が急務であり、

表1 本県の畜産経営の現状

	飼養頭羽数					畜産業 合計	農業 全体
	乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー		
戸数	324	544	24	84	20		
頭羽数	16,600	32,500	40,200	9,904	2,255		
1戸当たり 頭羽数	51.2	59.7	1,675.0	117.9	112.7		
粗生産額	11,300	8,000	2,600	24,400	6,200	53,600	123,500

単位：戸、頭、千羽、100万円

出典 戸数、頭羽数 畜産統計(平成26年2月1日現在)
粗生産額 平成26年農業産出額及び生産農業所得

消費者や実需者のニーズに対応できる畜産物の供給力の強化などに取り組んでいます。

(1) 肉用牛

本県では、今から230年以上前、阿哲郡新郷村(現 新見市)在住であった浪花元助が優良牛を集め、改良を重ねた結果、「竹の谷牛」(竹の谷蔓)の名声を得るに至り、これが岡山県雌系のルーツとなります。雄系としては、「竹の谷蔓」の直系間交配により誕生した「第13花山」(写真1)が岡山県の雄系の始祖牛となります。

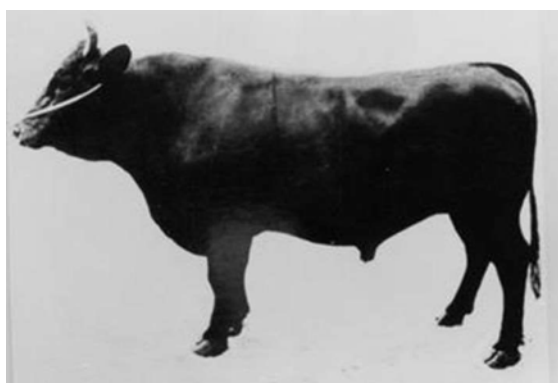


写真1 第13花山

「第13花山」以降、その直系の子孫である「第4下前」、「第6清国」、「第6藤良」や、雄系としては田尻系ですが雌側

から「第13花山」の子孫で戻し交配を続けた「安達系」等に枝分かれし、その後も改良が続けられました。

そして、昭和41年には、全国各県の代表牛を一堂に集めて和牛改良の成果を競う、和牛のオリンピックとも呼ばれる「全国和牛能力共進会」第1回大会が本県で開催され、本県代表牛は全頭が優等賞を獲得するなど、輝かしい成績をおさめました。



写真2 藤沢茂

加えて、平成24年度に開催された大会では、本県は、花形区である総合評価群(7区)肉牛の部で、強豪の鹿児島県を抑え、堂々の全国2位に輝くなど、それぞれの大会で歴史ある和牛産地として「岡山和牛」を全国にアピールしています。

平成28年2月、伝統ある雌系群の交配によって作出され、過去最高の成績で基幹種雄牛に選抜された「藤沢茂」(写真2)は、今後の「岡山和牛」の中心となる種雄牛であり、歴史に育まれた岡山の血統を維持拡大するために交配を進めています。

(2) 乳用牛

本県の平成26年度における生乳生産量は94,038トンであり、中国四国地方で第1位の酪農県です。県内産生乳の約95%が飲用牛乳・乳飲料等向けに処理されており、県民の皆さんの毎日の食卓にのぼっています。

特に、県北部の蒜山地域は約2千頭のジャージー牛が飼養され、北海道と全国第1,2位を争うジャージー王国と言われています。

ジャージー牛乳は乳脂肪や乳たんぱく質の含有量が高く、濃くて味わい深いことが特徴で、乳製品は地域の特産品となっています。



写真3 蒜山地域でのジャージー牛の放牧風景

また、ジャージー牛の放牧風景は蒜山観光のシンボリック的存在として知られ、毎年250万人以上の観光客が訪れています(写真3)。

(3) 豚

本県の養豚は、ここ数年、飼養戸数・飼養頭数とも減少傾向にありますが、規模拡大が進み、平成26年における1戸当たりの飼養頭数は、1,675頭となり、過去15年間で約4倍に増えています。

特産としては、主に県北の奈義町等で飼育されている「おかやま黒豚」が挙げられます。繊維が細かく、黒豚特有の甘みと柔らかさを持ち、歯切れがよくさっぱりとした食感で、脂のうま味が堪能できると消費者に好評です。

また、県民の県産豚肉を求める声が高まり、生産者が餌や飼養方法などにこだわって生産するプライベートブランドの開発が進んでいます。

(4) 採卵鶏

県南部の井笠地域、県北部の津山地域を中心に採卵鶏が飼育されており、飼養戸数は減少傾向にありますが、飼養羽数は増加傾向にあります。鶏卵生産量、出荷量とも全国第5位で、全国有数の産地となっています。

また、本県は、「たまごかけごはん」を日本で初めて食べたとき、その味を全国に広めた新聞記者、岸田吟香(ぎんこう)の出身地であり、県内各地の直売所などでこだわりの「たまごかけごはん」を食べることができます。

(5) 肉用鶏

県内の全域で肉用鶏が飼育されています。加えて、県内には、全国有数のプロ

イラー用原種鶏場及び種鶏場があり、種鶏からブロイラーの生産、小売りまでを県内で行うことができることが特徴です。

3. 畜産環境保全に対する取組

(1) 本県での畜産環境保全に係る現況

本県における年間の家畜排せつ物発生量は、平成26年現在で、窒素量に換算し

て約13,632トンと推定されます。

このうち、畜舎内や処理・保管過程で大気中に揮散するものが約3,449トンあるほか、農地還元利用に仕向けられるものが約8,442トン、焼却・浄化処理等が約1,692トンと推定されており、概ね適正な利用が行われています。(表2)

表2 本県の家畜排せつ物発生量の現状

単位：頭、千羽、トン

畜種	飼養頭羽数	排せつ物発生量(窒素量換算)		
		ふん	尿	計
乳用牛	16,560	789	510	1,299
肉用牛	28,520	761	584	1,345
豚	40,220	323	299	622
採卵鶏	9,904	8,227	-	8,227
ブロイラー	2,255	2,139	-	2,139
合計	-	12,239	1,393	13,632

出典 畜産統計(平成26年2月1日現在)

また、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の適用を受ける全ての畜産農家が、同法で規定して

いる「管理基準」を遵守しています。(表3)

表3 本県の家畜排せつ物処理法対応状況

単位：戸

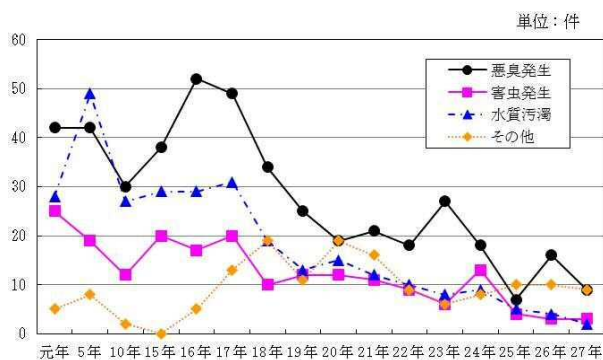
畜種	管理基準対象農家	管理施設による対応			放牧・農場還元等	管理基準不適合
		恒久的施設	簡易対応	計		
乳用牛	293	279	5	284	9	0
肉用牛	161	149	3	152	9	0
豚	13	12	0	12	1	0
採卵鶏	94	87	0	87	7	0
ブロイラー	28	27	1	28	0	0
計	589	554	9	563	26	0

出典 平成26年度家畜排せつ物法施行状況等調査(平成26年12月1日現在)

しかしながら、畜産の大規模化や宅地との混住化の進行、住民の環境問題への

関心の高まりを背景として、悪臭などの畜産経営に起因する環境問題が発生して

います。平成26年の苦情件数は26件あり、畜種別では乳用牛12件、養鶏8件、肉用牛5件などとなっています。また、苦情の内容別では悪臭発生9件、害虫発生3件、水質汚濁2件などになっており、過去の状況から見ても、悪臭に関する苦情が多くを占めています。



出典 平成27年度畜産環境保全指導実態調査(平成26年7月1日～平成26年6月30日)

図1 本県の畜産環境苦情種類別発生件数の推移

(2) 畜産環境保全の推進

環境問題を早期に解決するためには、家畜排せつ物を堆肥や土壌改良材として土地に還元する「土づくり」を基本として、地域の関係者全体での取組のもと、耕種農家との連携強化や家畜排せつ物処理高度化施設の整備誘導等により、良質な堆肥の生産やその利活用を促進していくことなどが求められています(図2)。

本県では、全国に先駆けて昭和63年度に化学肥料・農薬を一切使用しない「おかやま有機無農薬農産物」の認証制度を創設するなどの取組を行っており、それらに加え、農業関係団体と連携し、県内の良質堆肥生産農家に関する情報を「岡山県畜産堆肥マップ」としてホームページ上で掲載・紹介し、耕種農家等とのマッチングや販路拡大を促進しています。



図2 本県の主な堆肥処理施設

また、堆肥化に必要な家畜排せつ物処理高度化施設については、市町村から農家単位までの施設・設備について整備を促進しています。

特に、老朽化により機能低下が進んだ公共的な堆肥センターについては、本県では、農林水産省の畜産環境総合整備事業（ストックマネジメント事業）を活用し、機能診断調査や機能診断評価により施設等の現状を把握した上で、施設の補修・補強などの保全対策工事を実施しています（図2）。

この事業実施により、公共的な堆肥センターの再整備を避け、供用年数の延長化に努めています。

その他、畜産環境アドバイザー等の専門家育成や高品質な堆肥の生産利用技術の普及、処理技術の活用などの対策を通じ、環境保全型農業を推進しています。

（3）家畜ふん尿処理技術の研究開発

1）畜産バイオマスからの新エネルギー・資源回収技術の開発

①メタン発酵処理におけるエネルギー回収効率の向上技術の検討

地球温暖化を防止するため、化石燃料に依存しない新エネルギーへの期待が高まっていますが、県内でメタン発酵処理技術の普及を図るためには、よりエネルギー回収効率の高い技術の開発が求められています。

そこで、県農林水産総合センター畜産研究所（以下、「畜産研究所」）では、「畜産バイオマス利活用実証展示施設」（写真4）を設置し、地域の条件に合わせた生ゴミや各家畜ふん尿の組み合わせによる

利用技術を検討するとともに、地元大学と共同で畜産バイオガスに適した燃料電池の開発を行い、エネルギー回収効率の向上を目指しています（参考 写真1）。



写真4 畜産バイオマス利活用実証展示施設

②家畜ふん尿処理過程におけるリン除去・回収技術の開発

近年、枯渇が懸念されているリンは、家畜ふん尿中に高濃度に含まれており、家畜ふん尿からのリン回収による肥料化と河川富栄養化の防止が必要と考えられます。



写真5 回収したリン結晶化物

そこで、畜産研究所では、家畜ふん尿処理過程における効果的なリン除去・回収技術としてMAP法(汚水中のリン酸をマグネシウム等と反応させ結晶化する技術)を用い、除去効果と回収したリンの肥料化に関する試験を行っています(写真5)。この実証試験により、水溶性リンを80%以上除去するなどの成果が得られています(参考 写真2)。

2) 家畜排せつ物の処理過程における温室効果ガス排出削減技術の開発

近年、二酸化炭素や一酸化二窒素、メタンなどの温室効果ガスによる地球温暖化が問題となっていますが、家畜ふん尿処理施設からも温室効果ガスの排出が認められています。

そこで、畜産研究所では、国立研究開発法人農研機構畜産草地研究所と協力し、温室効果ガス削減試験装置を用い、家畜排せつ物の処理過程から発生する一酸化二窒素やメタンについて管理方法等の変更により削減できる簡易で低コストな緩和技術の開発を検討しています(写真6)。



写真6 温室効果ガス削減試験装置

特に一酸化二窒素の排出量が多いとされる浄化処理については、炭素繊維を用いた生物膜法の導入が削減に有効であることが確認できました。

3) 新規格肥料「混合堆肥複合肥料」の製造技術の検討

平成24年の肥料取締法施行規則等改正により、堆肥を原料とした混合堆肥複合肥料の公定規格が新設され、堆肥の土づくり効果と化学肥料の高い肥効を併せもった新しい肥料の生産・流通が可能となりました。



写真7 試作肥料(ペレット)

そこで、畜産研究所では、堆肥の新たな需要拡大等を目的として、県農林水産総合センター農業研究所や肥料メーカーと連携して製造効率や保存性の向上を図るための原料の配合などを検討しています。また、普及に向けた利用技術の確立を図るため、試作肥料(写真7)による散布効率の調査や栽培試験も行っています(参考 写真3)。



参考 写真1 畜産バイオマス利活用実証展示施設 メタン発酵槽



参考 写真2 イベントでのリン除去回収技術の成果紹介



参考 写真3 試作肥料(ペレット)散布試験

兵庫県の畜産と畜産環境対策について

兵庫県 農政環境部 農林水産局
畜産課 衛生飼料班

小西 貴宏

1. 兵庫県の畜産の現状

(1) 概要

本県は、日本海から瀬戸内海におよぶ県土を有し、気候風土、都市近郊から中山間地域など、それぞれの地理的、社会的条件に応じた農業経営が定着しています。また畜産の場合、但馬地域では肉用牛・ブロイラー生産、播磨地域では採卵鶏、淡路地域では酪農及び肉用牛生産と、地域特性を生かした経営が行われています(図1)。

飼育状況として、平成27年の飼養頭羽数では、乳用牛15千頭、肉用牛51千頭、採卵鶏537万羽、ブロイラー252万羽と

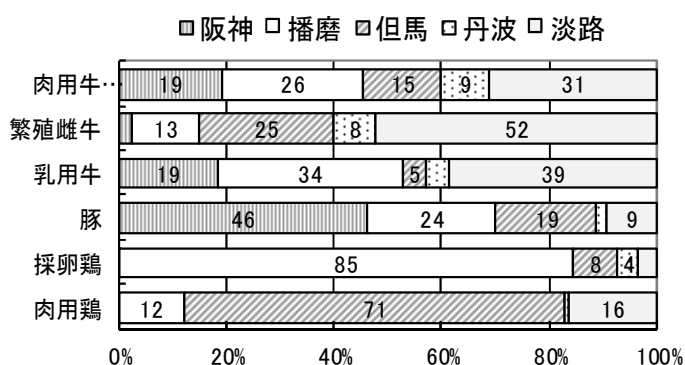


図1 家畜飼育頭羽数の地域分布割合
(平成27.2 兵庫県畜産課調べ)

なっており(表1)、畜産の産出額(平成26年)は542億円と、本県の農業全体の36.4%を占め、本県農業の基幹部門となっています(図2)。

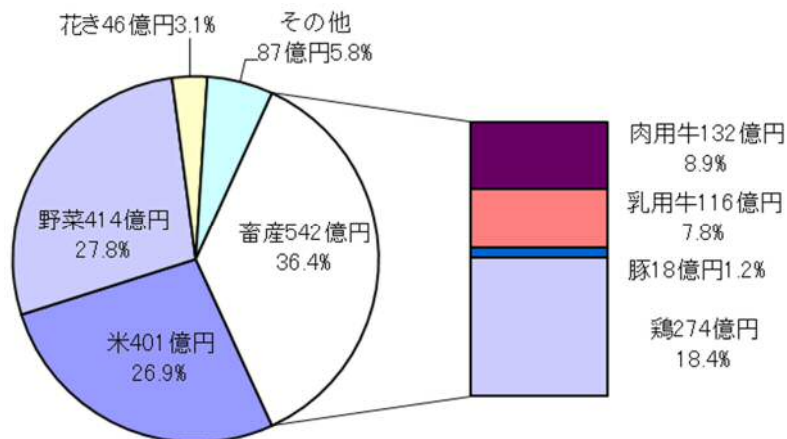


図2 農業産出額の構成(平成26年農林水産省「農業産出額」)

表1 家畜飼養戸数及び頭羽数

<単位：戸、頭、万羽 ()内は前年比(%)>

区分	肉用牛	(内訳)				乳用牛	豚	採卵鶏	肉用鶏
		繁殖雌牛	肉専用種 肥育牛①	乳用種 肥育牛②	肥育牛計 ①+②				
戸数	1,430 (94.7)	1,340 (98.5)	176 (89.8)	75 (96.2)	222 (91.4)	355 (90.3)	32 (97.0)	58 (95.1)	68 (93.2)
全国順位	10					11	30	19	7
頭羽数	50,500 (97.3)	16,000 (100.0)	20,500 (92.8)	8,210 (100.4)	28,710 (94.8)	15,400 (95.1)	21,600 (94.7)	537 (109.8)	252 (96.9)
全国順位	15					13	39	13	10

*27年 農林水産省「畜産統計」。

*豚、採卵鶏、肉用鶏は、H27年は調査未実施のため、H26年の数値を記載。

*採卵鶏は1,000羽以上の経営、肉用鶏は年間出荷羽数3,000羽以上の経営。

(2) 各畜種ごとの状況及び振興施策

1) 肉用牛

本県の肉用牛出荷頭数の約半分を占める但馬牛の中でも、特に品質が高い「神戸ビーフ」は、世界に誇る和牛のトップブランドとなっています。そのブランドを維持し「神戸ビーフ」の供給を拡大するための施策を展開しています。

神戸ビーフについては、国内外の産地間競争が激化していることから、国内外に向けた神戸ビーフの厳格なブランド管理やおいしさのPRにより需要の拡大を進めています。

但馬牛の肥育経営については、子牛価格及び飼料価格の高騰など経営を圧迫しているため、但馬牛繁殖の導入による一貫経営への誘導と、肥育技術の向上を図っています。

但馬牛の繁殖経営については、農家の高齢化に伴い、小規模農家を中心に廃業が進んでいることから、規模拡大による但馬牛繁殖雌牛の増頭に加え、乳用牛等

を活用した但馬牛受精卵移植による子牛生産の拡大を図っています。

2) 乳用牛

飼育管理技術の改善や高能力牛の導入、遺伝的改良により、1頭当たりの生乳生産量は増加傾向にあるものの、高齢化や後継者の不足等による酪農家の廃業が進み、県全体の生乳生産量は減少傾向にあります。

今後は、兵庫県産生乳の生産量の維持、増大を図るため、県下の酪農組織の一本化による運営の効率化や耕畜連携による飼料の確保など経営コストの削減と併せて、酪農家のさらなる規模拡大を進め、メガファームなど大規模経営体の育成を推進し、あわせて、後継者や新規就農希望者が円滑に経営を開始するため、経営移譲希望農家とのマッチングを図り、担い手の確保を進めています。

3) 養鶏・養豚

養鶏・養豚経営の安定化を図るため、消費者ニーズに対応する高品質で個性・

特長のある鶏肉、鶏卵、豚肉の生産拡大や耕種農家との連携強化により県産飼料用米の利用を推進するとともに、飼料用米給与を特長とした鶏肉・鶏卵のブランド化を図っています。

2. 家畜排せつ物の利用の現状と課題

(1) 堆肥利用の現状

本県における年間の家畜排せつ物発生量は、平成27年で1,124千トンと推定されます(表2)。また、これらがすべて堆肥となると想定した場合、堆肥生産量は578千トンと推定されます(表3)。県下

耕地面積は75千haですが、二毛作、三毛作地域もあることから、還元可能な量と考えられます。

しかし、耕種農家の高齢化等により堆肥の利用が十分に進んでいなかったり、家畜飼養密度の高低により発生する家畜排せつ物量に対しての還元用農地の過不足や、水稻単作地域から二毛作地域など多様な産地があることで堆肥消費量に差があるなど、地域によってはアンバランスな状態ともなっており、この解消が課題となっています。

表2 家畜排せつ物量(推定、県全体)

畜種	飼養頭羽数 頭羽	排せつ量 kg/日・頭羽		年間排せつ量 トン
		ふん	尿	
乳用牛	15,400	ふん	34.5	193,925
		尿	10.2	57,334
		合計	44.7	251,259
肉用牛	50,500	ふん	18.6	342,845
		尿	6.8	125,341
		合計	25.4	468,186
豚	21,600	ふん	2.2	17,345
		尿	4.1	32,324
		合計	6.3	49,669
採卵鶏	5,374,000	ふん	0.12	235,381
ブロイラー	2,520,000	ふん	0.13	119,574
合計		ふん		909,069
		尿		215,000
		合計		1,124,069

※牛 :H27.2畜産統計

※豚、鶏:H26.2畜産統計

表3 堆肥生産量(推定、県全体)

畜種	ふん量 トン	副資材量 トン	堆肥生産量 トン	堆肥水分 %
乳用牛	193,925	53,639	153,358	66.1
肉用牛	342,845	72,946	257,569	66.1
豚	17,345	3,469	6,923	31.6
採卵鶏	235,381	29,423	106,248	43.3
ブロイラー	119,574	14,947	53,974	43.3
計	909,069	174,423	578,072	

耕地面積(H27年): 75,000ha

7.7t/ha

(2) さわやか畜産確立対策事業について

1) 事業概要

本県における畜産環境保全対策は、家畜排せつ物に起因する環境問題を早期に解決し、周辺環境と調和のとれた畜産経営を育成するため、平成8年度から「家畜ふん尿処理施設設置基本計画」に基づき、平成20年度における家畜排せつ物の適正な処理率99%を目標とする「さわやか畜産確立対策」として、処理施設整備等の施策を推進してきました(表4)。

その結果、処理高度化施設(送風装置を備えた堆肥舎その他の家畜排せつ物の処理の高度化を図るための施設をいう。以下同じ。)については、必要とされる施

設数がおおむね充足されています。

表4 事業経過

平成 年度	内 容
6~7	畜産農家実態調査
8	家畜ふん尿処理施設設置基本計画策定(目標13年度)
11	国家畜排せつ物法施行
12	家畜ふん尿処理施設設置基本計画見直し(目標20年度)
16	国家畜排せつ物法完全施行
20	家畜ふん尿処理施設設置基本計画目標年度

2) ハード整備事業

平成8年度より施設整備を推進し、20年度までに県下で246箇所の施設を整備しました(表5、6)。また、県単独事業により堆肥散布機を13ヵ所の営農集団で整備しました(表7)。

表5 家畜ふん尿処理施設の整備状況

平成 年度 施 設	平成 年度										合計
	8~11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
大規模共同施設	13	5	1	2	4	3	2	1	1	-	31
中規模共同施設	30	6	9	9	9	10	8	5	4	3	93
個人施設	28	16	16	13	16	18	3	5	7	-	122
計	71	27	26	24	29	31	13	11	12	3	246

表6 県内の主な大規模処理施設(事業費 千円)

年度	市町名	事業主体	事業費	処理頭羽数
9	小野市	営農集団	228,000	乳770
9	南あわじ市(旧三原町)	〃	477,004	乳151、肉500
10、19	香美町	香美町	427,355	肉797
14	養父市	市	440,699	乳30、肉440
15	香美町(旧美方町)	町	131,500	肉260
17	朝来市	市	356,012	乳166、肉129、鶏122千円
18	洲本市	酪農協	270,782	乳500

表7 堆肥散布機の整備 (事業名:堆肥利用円滑化促進事業(県単独))

平成 年度	設置箇所数	事業費(千円)		散布面積(ha)	
		県	畜産農家等		
18	5	24,384	8,126	16,258	172
19	5	18,725	6,240	12,485	170
20	3	9,570	3,163	6,407	101
合計	13	52,679	17,529	35,150	444

3) 家畜ふん尿処理率の推移

平成11年度から20年度までの処理率

の推移は図3示すとおりで、目標値を達成しています。

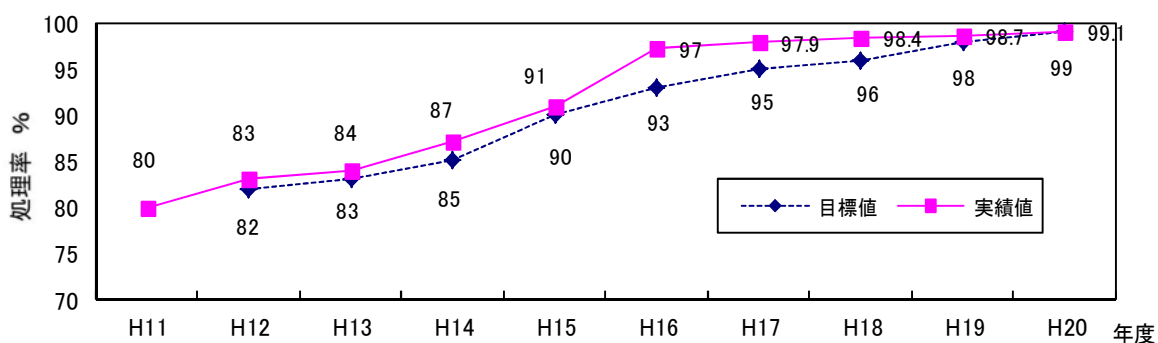


図3 家畜ふん尿処理率の推移

4) 事業効果

堆肥舎等の施設整備を推進した結果、県内の家畜ふん尿処理率は11年度から大きく増加し、耕種農家の土づくりに貢献できました。また、124カ所(国庫31カ所、県単93カ所)の共同処理施設を整備しました。これらの効果より、畜産環境にかかる苦情件数も減少し、本対策は県内畜産経営の安定化に貢献したものと考えられます。

っている畜産経営については、生産された堆肥の全量を自ら利用することは困難であることから、耕畜連携の強化を通じ、地域として堆肥の利用を促進しています。

また、家畜飼養密度が高いために発生する家畜排せつ物量に対して還元用農地の不足する地域においては、地域を越えた堆肥の利用が促進されるよう流通の円滑化を図ることが重要です。

このため、畜産経営に起因する環境汚染防止及び堆肥の適正な農地還元利用を推進するために設置している兵庫県環境保全型畜産確立推進指導協議会(以下「県協議会」という。)及び各地域の農林(水

3. 基本的な対応方向

(1) 家畜排せつ物の堆肥化と利用促進

家畜に給与する飼料の多くを購入で賄

産)振興事務所毎に設置している地域環境保全型畜産確立推進指導協議会(以下「地域協議会」という。)の活動を中心に、①堆肥の需給情報の収集整理と発信、②活用のためのネットワーク化の推進、③堆肥センターの機能強化、④堆肥散布を行うコントラクターの育成等のほか、⑤必要に応じ堆肥の調製・一時貯留を耕種地域において行えるように体制を整備しています。

(2) ニーズに即した堆肥づくり

堆肥需要者である耕種農家のニーズ(土壌改良効果、腐熟度、価格、肥料効果、取扱性等)に即した堆肥を生産し、供給するため、堆肥生産者はニーズを的確に把握し、これに即した堆肥を生産し、供給するよう努める必要があります。そのため、県協議会及び地域協議会は、必要な情報の提供等に努めています。

なお公益社団法人兵庫県畜産協会では、ホームページに堆肥生産者名簿を掲載しており、堆肥需給マッチングの推進を図っています(図4)。



図4 堆肥需給マッチングのための堆肥マップ

(3) 家畜排せつ物のエネルギーとしての利用等の推進

家畜排せつ物とその需要量を超えて過剰に発生している地域等においては、必要に応じ高度利用を推進することにより、家畜排せつ物の需給状況の改善やエネルギーとしての利用も図りたいと考えています。

4. 処理高度化施設の整備について

(1) 施設整備の現状と基本的考え方

地域における家畜排せつ物の需給状況、整備された施設の稼働状況、社会・居住環境等を踏まえて、さらに処理の集約化や処理機能の高度化を図ることが必要な地域においては、攪拌・通気装置を備えた堆肥化施設、家畜排せつ物のエネルギー利用施設等を主体とした処理高度化施設を整備していきたいと考えています。

(2) 堆肥の高品質化及び広域流通に向けた整備

堆肥需要者である耕種農家のニーズに即した堆肥を生産するための処理高度化施設、及び堆肥を必要とする地域に円滑に供給するためのペレット化装置(写真)、



写真 養鶏農家による堆肥ペレット化装置の整備 (H27 度畜産環境整備機構のリース事業を活用)

混合装置、袋詰め装置、堆肥成分分析装置、堆肥散布機、一時貯留施設等を中心とした整備を図ります。

平成20年度から、畜産農家が耕種農家と結びついて堆肥保管施設（ストックヤード）の整備（表8）を行う場合、畜産環境整備機構の新しい1/2補助付きリース事業（堆肥保管施設整備リース事業）の対象となったため、本事業を活用して堆肥保管施設を整備しました。

表8 スtockヤード整備状況

平成 年度	件数	設置市町
22	4	小野市、たつの市、朝来市、養父市
24	3	豊岡市、香美市、丹波市
25	2	香美市、養父市
26	1	佐用市

（3）施設整備並びに施設運営、維持管理の低コスト化等の推進

処理高度化施設及び環境保全施設の整備にあたっては、機能が効率的で低コストな施設を設置することとし、既存施設も含めた施設の運営、維持管理にあたってはコストの低減並びに省エネルギーとなるよう指導していきます。

5. 家畜排せつ物利用の促進に必要な施策

（1）資源循環型畜産の推進

現在、飼料の多くを海外からの輸入に頼っていますが、これを自給飼料に置き換え資源循環型畜産の推進を図ることは、食料自給率向上の観点からも重要です。

このため、県、市町、農業関係団体等は、水田や飼料畑のほか、耕作放棄地等

未利用土地資源の利活用を推進するとともに、土地利用の調整等を適切に行うことにより、自給飼料の生産基盤の一層の強化を図ることとしています。

（2）技術の開発と普及促進

家畜排せつ物の処理及び利用促進に関する試験研究は、県立農林水産技術総合センターにおいて実施し、これまでに堆肥化技術、汚水処理技術、悪臭防止技術等を中心に行ってきました。

現在、家畜排せつ物の利用に関しては、耕種農家のニーズに即した堆肥生産が十分でないこと、家畜排せつ物のエネルギー利用が進んでいないこと、などの課題があります。

このため、今後も県立農林水産技術総合センターとともに国内外の取組事例の情報を収集し、肥培管理に関する技術、家畜排せつ物の発生量等を抑制する飼養管理技術、家畜排せつ物のエネルギー利用技術等について、その技術導入を検討していきます。

（3）消費者等の理解の醸成

本県畜産の健全な発展を図るためには、畜産に対する消費者や地域住民の理解を深めることが重要です。

このため、県及び市町は、家畜排せつ物由来の堆肥が農業のみならず、家庭菜園、ガーデニング、道路法面、公園緑地等にも利用されていることや、家畜排せつ物の堆肥化施設においては、食品残渣や生ゴミ等を合わせて処理している事例もあるなど、家畜排せつ物の利用促進が資源循環型社会の構築に一定の役割を果たしていること等について、消費者や地域住民へ普及・啓発していきます。

また、食育推進の一貫として取り組まれる、堆肥を活用し環境に配慮した生産方式による農産物の供給、ふれあい牧場や教育ファームでの体験活動、学習等を積極的に推進し、畜産物の生産、供給について理解を深めてもらうほか、資源循環を基本とした畜産について理解の醸成も進めていきます。

6. 最後に

県内畜産経営は、飼料価格の高騰などによる経営の圧迫や、高齢化や規模拡大による労働力不足などから、畜産農家だけで環境問題に対応するのは困難な状況となっています。

本県畜産が持続的に発展するためには、畜産環境問題をクリアしなければならないことから、引き続き県、市町、関係団体、畜産農家及び耕種農家が一体となって畜産環境問題に取り組む体制を、各地域毎に強化していくことが重要と考えています。

発行人	原田 英男
発行年月日	平成 28 年 4 月 4 日
発行	一般財団法人 畜産環境整備機構 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 5-12-1 ワイコービル 2F TEL 03-3459-6300 (代) FAX 03-3459-6315 ホームページ http://www.leio.or.jp/



一般財団法人 畜産環境整備機構
〒105-0001 東京都港区虎ノ門5-12-1 ワイコービル2階
TEL. 03-3459-6300(代)
FAX. 03-3459-6315