

畜産環境情報

第**56**号

2015年2月



一般財団法人 畜産環境整備機構

畜産環境情報 <第56号>

目次

1. 窒素を除去するアナモックス菌 ―畜産における可能性―

(独)農研機構 畜産草地研究所
畜産環境研究領域 資源環境研究グループ
主任研究員
和木 美代子 1

2. 環境対策と野菜販売による堆肥センターの独立経営

(有)横野堆肥センター
代表取締役社長
鳥山 輝寿 15

3. 千葉県における堆肥生産・利用促進の取組み

千葉県 農林水産部 畜産課 環境飼料班
副主査
沼尾 真人 21

4. 鳥取県の畜産と畜産環境対策の現状

鳥取県 農林水産部 農業振興戦略監畜産課
係長
小谷 道子 29

窒素を除去するアナモックス菌

—畜産における可能性—

(独)農研機構 畜産草地研究所
畜産環境研究領域 資源環境研究グループ
主任研究員

和木 美代子

1. はじめに

我が国の河川・湖沼等公共用水域や地下水の窒素汚染は深刻であり、その主要な汚染原因の一つに家畜排せつ物が挙げられている。家畜排せつ物に含まれる窒素として、国内で年間約70万トン発生し¹⁾、これは同じく国内で一年間に消費される化学肥料の約1.5倍に相当する、膨大な量である。

公共用水域への排水水において、水質汚濁防止法には窒素に係わる項目が2つ存在する。一方は1982年(湖沼)および1993年(海域)に生活環境項目に追加された、「窒素含有量」である。この項目は、特定の湖沼、海域およびこれらに流入する公共用水域に排水する、平均排水量が50 m³以上の事業所に対して適用される。該当する畜産事業所数は平成25年において80事業所程度である²⁾。放流基準は窒素として一律基準が許容限度120 mg/L(日間平均60 mg/L)であるが、特定海域に関わる養豚業については暫定基準として許容限度が170 mg/L(日間平均140 mg/L)となっている(平成30年まで)。

もう一方は2001年に健康項目に追加さ

れた「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」(以下硝酸性窒素類)である。この規制項目は公共用水域に水を排出する特定事業所すべてに適用され、畜産農業(畜産業)は豚房面積50 m²以上、牛房面積200 m²以上などの条件を満たす事業所が対象となり、登録数は平成23年において約3万事業所ある。対象となる事業所の規模は概ね肥育豚65頭、成牛約35頭に相当することから、小さな事業所も含まれることになる。

この排出基準として、一律排水基準は100 mg/Lだが、これに対して、畜産農業では当該汚水における窒素除去が困難であるとの理由から暫定基準が適用されており、この暫定基準値は法律制定時の2001年に1,500 mg/Lであったものが、3年間隔の見直しにおいて徐々に厳しくなり、現在は(2016年6月まで)700 mg/Lまでになった。この項目は小規模の事業所が含まれるため、暫定基準値の低下に伴い将来は対応が困難になると予想される。また、基準については各都道府県レベルでさらに厳しい放流基準を設けてい

る場合があり、実際はより広範囲の事業所がより厳しい値への対応が求められていると言える。法令遵守および地域社会と調和した畜産業の発展のために、畜産廃水処理における窒素問題の解決は必要不可欠である。

2. 一般的な窒素除去メカニズムと畜産廃水の窒素除去の現状

(1) 窒素除去メカニズム

畜産廃水の処理技術として最も使われているのは活性汚泥法である。この技術は活性汚泥という様々な微生物を含む汚泥が、酸素の存在する好気的な条件で汚

水中の様々な物質を分解することにより成り立つ。

汚水からの窒素が除去されるメカニズムは、一般的には微生物による硝化反応および脱窒反応によるものである(図1)。硝化反応は、酸素のある好気的な条件で起こり、アンモニアを酸素で酸化することにより、亜硝酸が生成する(式1)、もしくは、亜硝酸を酸素で酸化することにより硝酸が生成する(式2)。脱窒反応は酸素の無い無酸素条件で起こり、硝酸もしくは亜硝酸が、汚水に含まれる有機物により還元され、窒素ガスが発生する。

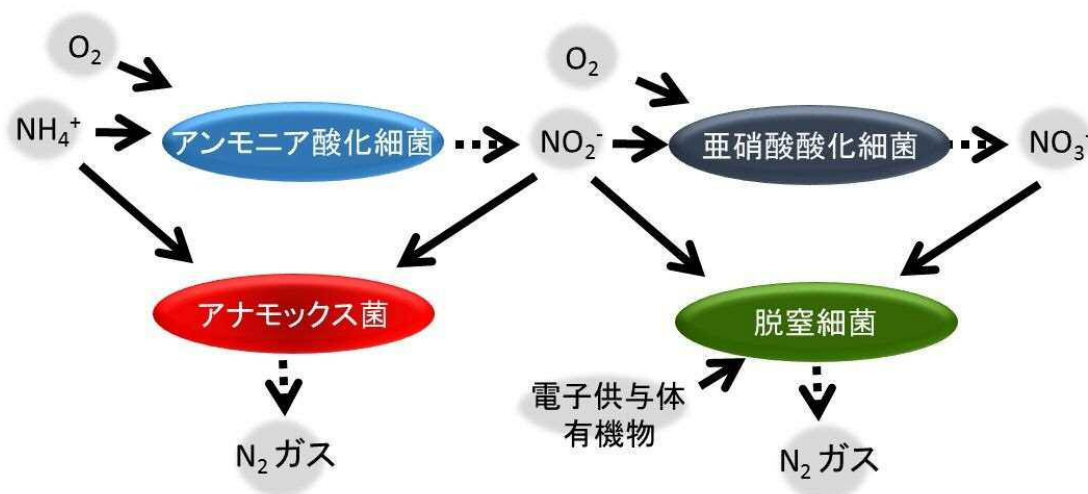
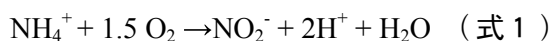


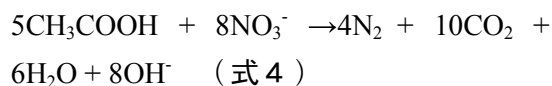
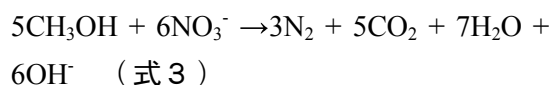
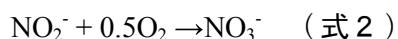
図1 アナモックス反応など窒素代謝に関わる微生物反応

(2) 脱窒に利用される有機物

有機物は様々なものが利用される。式3、4にメタノールおよび酢酸の例を示す。これらの物質の酸化還元反応によって微生物はエネルギーを得る。アンモニア酸化反応を行う微生物として、Nitrosomonas 属, Nitrosococcus 属、亜硝酸酸化反応を行う微生物として Nitrobacter

属、Nitrospira 属、等様々な微生物の存在が知られており、これらは独立栄養である。脱窒反応を行う微生物は非常に多様であり、多くの場合、好気的な条件では酸素を使い有機物を酸化し、無酸素条件では脱窒を行う従属栄養微生物である^{3,4)}。





(3) 脱窒微生物の存在

これらの微生物は、自然界の至るところに存在し、畜舎廃水を浄化する活性汚泥の中にも存在する。硝化反応と脱窒反応は、好気条件と無酸素条件で適する条件が異なるものの、実際には、活性汚泥浄化槽の中では曝気をしていても部分的に無酸素な空間が生じたり、溶存酸素濃度が低く両反応に適用される条件が生じたり、また窒素除去を目的として間欠曝気処理が適用されている等の理由で、ある程度の窒素が除去される。

(4) 養豚廃水処理施設における脱窒

実際、筆者らの調査では、養豚廃水の処理をおこなう活性汚泥処理施設において、流入水に含まれる平均 1,300 mgN/L の窒素の概ね半分以上が、処理過程で除去されていた。しかし一方で、それらの処理水には依然、平均 430 mg/L といった高い濃度の窒素が残存しており、施設によっては将来の窒素規制の強化に備えて窒素除去の高度処理を必要とすると考えられた⁵⁾。

(5) 有機物/窒素比(BOD/N比)

活性汚泥処理プロセスにおいて窒素除去が不十分な最大の理由は、有機物/窒素比が低いことにある。養豚廃水処理において、適切間欠曝気または回分式運転を行うことで、硝化反応—脱窒反応を保持し90%以上の窒素除去を行うのに必要な

有機物/窒素比(BOD/N比)は3程度以上と言われているが^{6,7)}、筆者らが調査した養豚廃水処理施設の一次処理水(活性汚泥流入水)のBOD/N比は、平均2.7で、最小0.02、最大5.1であり、有機物/窒素バランスに余裕が無いもしくは不十分な施設がかなり存在していた⁵⁾。これらが畜産廃水は従来の方法では窒素除去が難しいと言われる理由である。

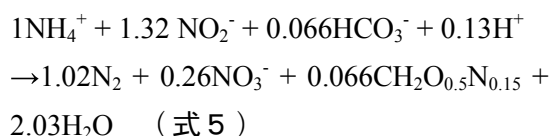
3. アナモックス反応

(1) 反応メカニズム

アナモックス反応は、このような有機物/窒素バランスの低い汚水からも窒素除去が可能となる微生物反応であり、アンモニアと亜硝酸という無機窒素化合物同士のカップリングで窒素ガスを作る(図1)。

アナモックス菌は1990年代にその存在が発見された⁸⁾。現在までに明らかになった特徴は下記のようなものである。

式5のように1モルのアンモニアと1.3モルの亜硝酸を消費し、1モルの窒素ガスと約0.3モルの硝酸を生産する⁹⁾。



(2) pHと水温

反応は無酸素条件で起こるが、それ以外には極端な環境を必要とせず、最適条件として、pH 7~8.5、水温として30~37°C^{10, 11, 12)}が上げられる。ちなみに、養豚廃水を有機物とした脱窒の最適pHは6.9~7.9、水温は30~40°Cであり、最適条件が非常に近い¹³⁾。

(3) 亜硝酸及びアンモニアによる阻害

代謝する基質が高濃度になるとそれにより阻害をうける。亜硝酸は比較的低い濃度から阻害を示し初め、100 mgN/L から阻害を示すこともあるが、連続試験において 400 mgN/L まで阻害を示さなかった例もある^{14, 15)}。著者が畜産廃水処理施設のアナモックス活性について調べた際は、140 mgN/L までは阻害を示さなかった¹²⁾。

一方で、アンモニアは阻害を示す濃度が高く、1,000 mgN/L まで阻害を示さなかったとの報告もある¹⁴⁾。畜産廃水処理施設のアナモックス活性について 450 mgN/L まで阻害を示さなかった¹²⁾。

(4) フリーアンモニア

むしろ阻害を示す原因はアルカリ性の条件でアンモニアイオンから生成するフリーアンモニア(NH₃) (遊離アンモニア) のほうであると考えられている。フリーアンモニア濃度は 13~187 mg/L の幅を持ってそれによる阻害が報告されている^{12, 16, 17)}。フリーアンモニアは式6により計算され¹⁸⁾、アンモニア濃度が低くても pH が高いと濃度が高くなるので注意が必要である。

例えば、水温が 30°C で、全アンモニア態窒素濃度が 500 mgN/L の時、pH 7 ではフリーアンモニア濃度が 4.9 mg/L だが、pH が 8 では 45 mg/L、pH が 8.5 では 124 mg/L となる。ちなみに、中性より低い pH において亜硝酸から生成する遊離亜硝酸(HNO₂) (式7により計算)¹⁸⁾も阻害の原因になると考えられている¹⁶⁾。

一般的に、畜産廃水の場合、亜硝酸が存在するような状況においても有機物の

残存があるため、無酸素状態においては脱窒により pH が上昇する傾向があるが、もし亜硝酸濃度が高い条件で pH が低下していた場合は注意が必要である。

$$\begin{aligned} & \text{フリーアンモニア濃度 (NH}_3, \text{ mg/L)} \\ & = 17/14 \times \text{全アンモニア N 濃度 (mg/L)} \\ & \times 10^{\text{pH}} / (e^{(6344 / (273 + \text{水温}))} + 10^{\text{pH}}) \quad (\text{式 6}) \end{aligned}$$

$$\text{遊離亜硝酸濃度 (HNO}_2, \text{ mg/L)}$$

$$= 46/14 \times \text{全亜硝酸 N 濃度 (mg/L)} / (e^{(-2300 / (273 + \text{水温}))} \times 10^{\text{pH}}) \quad (\text{式 7})$$

(5) 有機物の影響

有機物の影響として、アルコール、特にメタノールに 0.5~数 mM の濃度でアナモックス反応は不可逆的に阻害されるので注意が必要である^{19, 20)}。一方でアナモックス菌は多様な代謝を示し、酢酸等を利用できるものもあり、グルコース、ギ酸などには影響を受けない¹⁹⁾。畜産廃水の場合、汚水に含まれる有機物そのものに阻害を受けなくても、有機物の存在により従属栄養細菌が早い速度で増殖し、相対的に後述のように増殖速度の遅いアナモックス菌の占有率が下がり、リアクターから流出してしまう状況を招かないよう注意が必要である。

(6) その他の阻害因子

その他の畜産廃水処理で関わりがあるアナモックス阻害因子としては、硫化物やリン酸が各々 1 mM, 20 mM レベルで阻害すると報告がある²¹⁾。また凝集剤(カチオン系ポリマー)は 1000 mg/L とかなり高濃度で少し阻害が出始めるとされている²¹⁾。また、銅と亜鉛はそれぞれ 5 mg/L、

10 mg/L で阻害が現れ始めるが、その影響は可逆的である²²⁾。

(7) アナモックス菌の特徴

菌濃度が高くなると汚泥が赤く見え(写真1)、これは鉄含有タンパク質であるヒドラジン酸化酵素のためと考えられている²³⁾。



写真1 アナモックス菌の集積された汚泥

独立栄養細菌であり、増殖の倍加時間が9~11日(25℃、32~33℃において)と極端に長い^{9, 24)}、菌の培養に時間がかかる。ちなみに、従属栄養細菌に比べて増殖が遅いと言われる硝化細菌ですら、倍加時間は30℃において0.5日程度である⁴⁾。自然界から採取した汚泥等を用いて培養しアナモックス活性が表れるまでに、一般的には、最適な条件下での培養で3ヶ月以上必要である。筆者の経験では目視で赤く見えるまでにはもっと長い時間を要する。

(7) 分類上の位置づけ

純粋培養菌株は得られていないものの、分類上は Bacteria の Planctomycetes 門、Planctomycetia 綱、Candidatus Brocadiales 目、Ca. Brocadiaceae 科に属し、現在は Ca. Brocadia、Ca. Kuenenia、Ca. Jettenia、Ca. Anammoxoglobus、Ca. Scalindua、Ca.

Anammoximicrobium の6つの属が提案されている。なお”Ca”は“Candidatus”の略称で、培養に成功していない生物につけられている。これらのうち、汚水処理装置で検出されやすいのは Brocadia と Kuenenia である。

筆者らが、後述の調査でアナモックス活性が得られた畜舎廃水の活性汚泥処理汚泥について調べたところ、Ca. Jettenia asiatica, Planctomycete KSU-1, Ca. Brocadia caroliniensis に近縁な微生物が見いだされた¹²⁾。Ca. Brocadia caroliniensis は養豚廃水処理施設から集積された菌であり、条件の近い汚水においては近縁な菌が広く存在しているものと推測された。

(9) 窒素除去への期待

以上のように、アナモックス菌は培養条件の多少の難しさや、増殖に時間がかかることなどいくつかの難点はあるものの、有機物を使わずに、さらにアンモニアの段階の窒素を利用できるという優位性が存在する。脱窒のための電子供与体が不要であり、元のアンモニアの半分のみを亜硝酸までに酸化すればよいため、酸化のための酸素それに伴う曝気動力が節約できることから、有機物/窒素バランスの低い汚水からの窒素除去への利用が期待されている。

4. 畜産廃水処理施設に存在するアナモックス菌

(1) 存在する場所

アナモックス菌の存在が最初に見いだされたのは食品工場廃水の処理施設の汚泥であったが⁸⁾、その後の研究により、海洋、湖沼、河川の底泥、汚水処理施設の

汚泥、等、自然界の様々な場所でアナモックス菌の存在が示されている^{25, 26, 27)}。一方で、これらの場所でも必ず存在するものではなく、その存在傾向は明らかとなっていない。

(2) 畜産廃水における存在

畜舎廃水処理において、アナモックス

反応を簡易に利用する場合の最初の問題点としては、まずアナモックス菌を高濃度に含む汚泥の入手が上げられる。前述のように、増殖速度が遅いことから、より高い濃度のアナモックス菌を含む種汚泥を入手しなければ立ち上げに非常に時間がかかるためである。

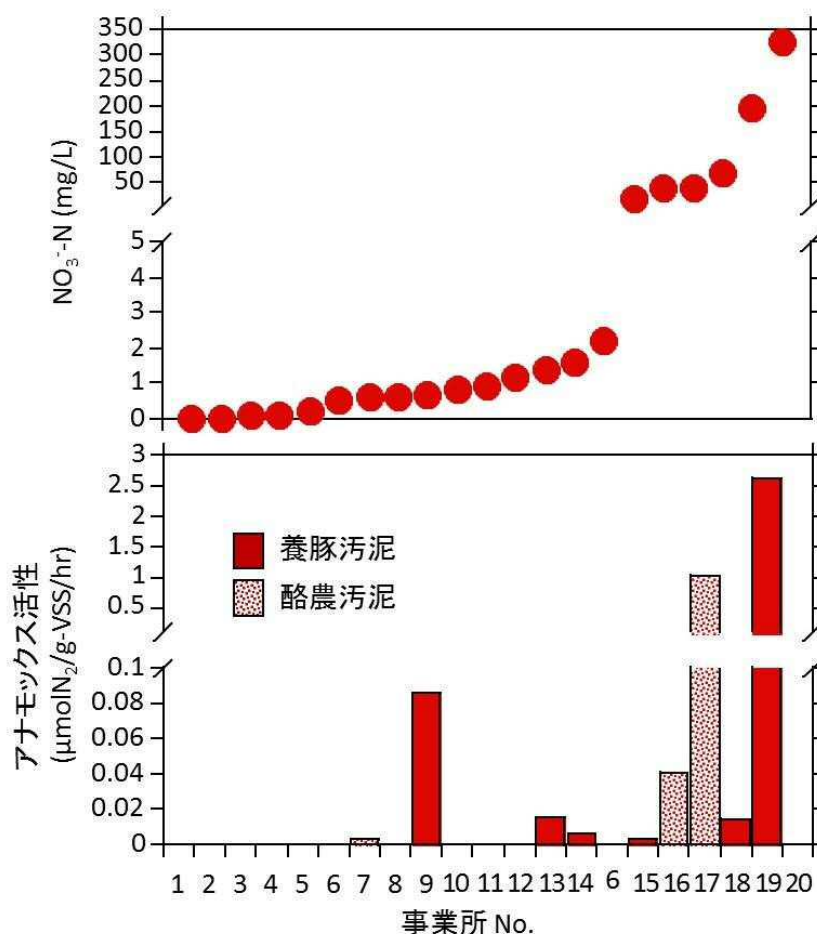


図2 養豚・酪農農家由来のアナモックス活性に対する硝酸濃度の影響 (Waki, et al., 2010; 和木 他, 2011 より作成)

数多く存在する畜産農家のいずれでも容易に導入可能にするには、畜産現場から種汚泥を得られるようにしておく必要があると筆者らは考え、畜産廃水処理施設におけるアナモックス菌の存在調査を

行った。養豚および酪農農家の活性汚泥処理施設20施設について調査を行った結果、約半数の施設の曝気槽における浮遊汚泥にアナモックス活性が検出された^{28, 29)}(図2)。活性は、養豚廃水処理施設、酪

農廃水処理施設両方から得られ、また、回分式、固定床曝気方式、連続式、膜分離方式、いずれの施設からも検出された。

(3) 硝化の進行とアナモックス活性

曝気槽内汚水の水質および溶存酸素濃度とアナモックス活性との相関解析を行った結果、硝酸、 NO_x^- （亜硝酸と硝酸の和）濃度と有意な正の相関が示され（それぞれ、 $r=0.59, 0.44$ ）、pHおよび遊離アンモニア濃度との有意な負の相関が得られた（それぞれ $r=-0.49, -0.48$ ）³⁰⁾。この結果は、アナモックス菌は畜産廃水処理施設において、硝化が比較的進行している曝気槽を好んで生息していると示唆している。

アナモックス反応の基質にはアンモニアと亜硝酸が必要であるが、この調査ではこれらの基質とアナモックス活性の間に相関は見いだされなかった。アンモニア濃度は多くの施設において NO_x^- 濃度より高い値で存在したことから、制限要因とならなかったと考えられた。

一方で、亜硝酸は、曝気槽内のアンモニア酸化反応による代謝物もしくは硝酸からの脱窒反応による中間代謝物として生成したものを利用していると考えられた。検出されたアナモックス活性はごく低いものであることから、これらのような中間代謝物で充足していたと予想された。曝気槽の溶存酸素濃度とアナモックス活性の間にも相関は見いだされず、その理由として、見かけ上溶存酸素濃度が検出されても、汚泥内部に嫌気部分が存在しアナモックス菌が生息していると推測された。

(4) バイオフィーム中のアナモックス活性

さらに、浮遊汚泥については活性は最高でも $2.6 \mu\text{mol N}_2/\text{g-VSS}/\text{hr}$ と低いものであったが、担体入り活性汚泥施設の担体に付着したバイオフィームからは、 $26 \mu\text{mol N}_2/\text{g-VSS}/\text{hr}$ という10倍の活性が検出された。この活性は、菌体を VSS、 $3,000 \text{ mg/L}$ に保ったアナモックス最適条件のリアクターにおいて 0.05 gN/L/day の窒素除去能を示すことに相当する。このままの活性で十分な窒素除去能とは言えないものの、アナモックス菌を増やすための種汚泥として十分な活性であると考えられた。

バイオフィームに注目して探索することで、畜産廃水処理現場の高濃度にアナモックス菌を含む汚泥を採取できる可能性があると思われる。

5. 畜産廃水の活性汚泥処理水を用いたアナモックス菌の培養

(1) アナモックス菌の培養

アナモックス菌の培養は、一般的には亜硝酸とアンモニアを含む無機塩培地で行われるが、この条件に完全に等しい畜舎廃水は容易には存在しない。窒素処理が最も求められている養豚廃水の活性汚泥処理水はほとんどの場合 BOD が残存しており、その平均は 83 mg/L であった。窒素の形態は一定では無いが、硝化が進行し pH が8以下の場合、多くは3割以上がアンモニアであり、残りは硝酸、亜硝酸、もしくはその両方であった⁴⁾。

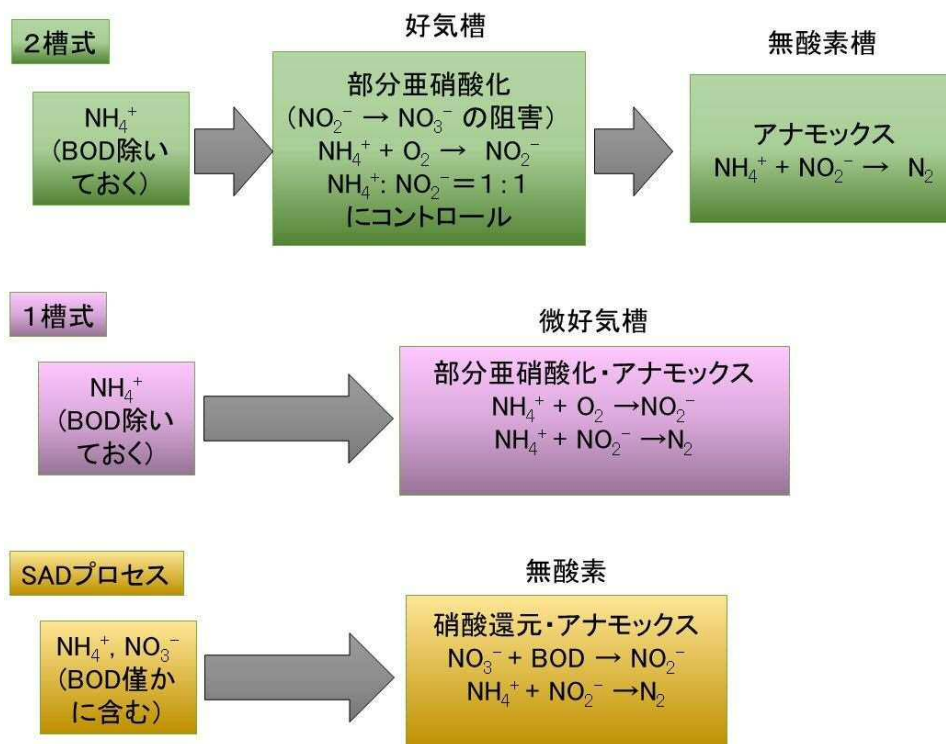


図3 アナモックス処理プロセス

(2) 畜産廃水処理水における培養

そこで筆者らは、小型連続処理装置を用いて、畜産廃水の活性汚泥処理水を用い、酸素除去無し、室温程度の温度といった、実際の畜産農家の状況に近い条件で畜産農家由来のアナモックス菌の培養を試みた³¹⁾。この培養に用いた活性汚泥処理水はアンモニアと硝酸、また 30 mg/L の BOD を含んでいた。積極的な酸素除去を行わなくても装置内の DO はほぼ検出限界以下になり、汚泥の約 3 ヶ月間の運転により、硝酸とアンモニアの減少が徐々に増加し、0.09 gN/m³/day で定常状態になった。

培養前に種汚泥のアナモックス活性は、0.14 μmolN₂/g-VSS/hr であったが、培養により約 1,000 倍の 127 μmolN₂/g-VSS/hr にまで増加した。この現象は、実廃水に含まれる僅かな BOD を脱窒細菌が利用し、硝

酸還元反応を起こし、それによって生じた亜硝酸をアナモックス菌が利用することによって起こったと考えられた。これらの結果から、畜産廃水の活性汚泥処理水を用い、簡易な条件でも十分アナモックス菌を培養することが可能であると言える。

6. アナモックスプロセスの畜産廃水処理への利用の可能性

(1) 稼働している実規模施設

アナモックスリアクターは実規模施設として現在世界中で 100 施設ほど稼働していると報告されている³²⁾。しかしその多くは下水関連もしくは工場廃水を対象としており、畜産関係の報告は、実規模レベルでは酪農関連が 1 施設のみである。畜産廃水への適用は研究レベルに留まっていると

実規模施設のリアクター容積は数百 m^3 から数万 m^3 以上のものであり、pH、DO、 NH_4^+ 、 NO_3^- などがオンラインでモニターされ、装置の制御に使われている。中小規模の多い日本の畜産農家の污水处理にアナモックス処理を導入する場合は、より小規模でかつ管理が容易であることが求められるであろう。

(2) 二槽式

窒素除去へアナモックス反応を利用するプロセスは、大まかには二種類の方法に分けられる。一つは二槽式と呼ばれ、第一槽で部分亜硝酸化反応をおこない、第二槽において第一槽で生成した亜硝酸と残存したアンモニア(または原水中のアンモニアをバイパスさせる)を基質としてアナモックス反応を起こさせる(図3)。

第一槽では自然にまかせると多くの場合、アンモニアが硝酸まで完全に酸化してしまうため、部分亜硝酸化を保持するためにはいくつかの制御が必要となる。

アンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の増殖速度や酸素に対する親和性の違いを利用して、アンモニア酸化細菌を優占化させるために、 $25\sim 35^\circ\text{C}$ といった高い水温、 $1.0\sim 1.5\text{ mg/L}$ といった低いDO濃度、汚泥滞留時間を1~2.5日程度に短くする³³⁾、 60°C 程度のヒートショックをかける³⁴⁾などの制御が提案されている。

(3) 一槽式

もう一方は一槽式であり、アンモニア態窒素を流入させ、槽内をごく低い溶存酸素濃度に保ち、微生物膜を保持することにより、低溶存酸素条件でのアンモニアの亜硝酸への酸化とバイオフィーム内での生成した亜硝酸と残存したアンモニアを使っ

たアナモックス反応を共存させる。

制御や菌体を保持する手段によってCANONプロセス³⁵⁾、SNAPプロセス³⁶⁾、OLANDシステム³⁷⁾など様々なものが提案されている。アンモニア酸化細菌、アナモックス細菌どちらにとっても条件が最適で無いことから窒素除去能は一槽式には劣るとされるが、実規模装置に占める割合は高く9割近くを占めると報告されている³²⁾。

(4) SADプロセス

また前述の、硝酸およびアンモニアの混合汚水から硝酸還元とアナモックスを共存させることで窒素除去を行うプロセスはSAD (Simultaneous Anammox and Denitrification) プロセスと呼ばれている(図4)^{38, 39)}。この場合は硝酸が生成しないように亜硝酸化を制御する問題が回避できる一方で、硝酸還元のための電子供与体の選択や制御が必要となる。

(5) 畜産廃水への適用

筆者らが養豚廃水原水を電子供与体として用いこのプロセスを検討した結果¹³⁾、ごく僅かな当該汚水の添加によりSAD反応が起こり、硝酸およびアンモニア存在条件でのアナモックス反応は、亜硝酸およびアンモニア存在条件と遜色無いレベルまで回復した。

しかしながら、汚水を過剰に添加した場合は、脱窒活性の急激な増加を引き起こした。この現象は、汚泥中のアナモックス菌の割合が低下し、連続処理装置においてはアナモックス細菌の装置からの流出を引き起こすことを意味する。そのため、養豚廃水原水をSADプロセスに用いる場合はその添加量は厳密に制御する必要がある

と言える。

(6) 畜産廃水における課題

アナモックスプロセスを畜産廃水の活性汚泥の高度処理においてどのように利用するかは多くの課題が残っている。一槽型を適用する場合は、活性汚泥処理において、有機物のみを上手く除去し、処理水に含まれる窒素はアンモニア態にしなければならない。二槽型の場合も、亜硝酸化槽を設けるならば同様だが、活性汚泥処理の処理水を亜硝酸とアンモニアにするよう制御するという選択肢もあり得るだろう。すべての制御は、提案されている条件に従えば可能ではあるが、現実的には農家レベルでの制御の容易なシステムを構築する必要がある。いずれにおいても、前段の活性汚泥処理の運転と切り離しては考えられないことから、一次処理、活性汚泥処理、アナモックス処理と一体的に考えデザインする必要がある。

7. 人工湿地のアナモックス菌

(1) 人工湿地の特徴

農家現場では、飼養頭数、飼養形態、環境要因や思いがけないトラブルによって流入水質が変動する。高濃度の有機物や窒素を含む汚水は、まず固液分離により負荷物質を除去し、次いで活性汚泥処理やアナモックス処理等の処理により浄化するのが一般的であるが、ここまでのプロセスで常に完璧な除去を行うのは負担が大きいであろう。これらの処理の後の高度処理として人工湿地等の植物による浄化能を利用した処理を行えば、思いがけない汚水の負荷に対するセイフティーネットとして機能できる可能性がある。

人工湿地の利点として、運転に係わる消費エネルギーが低くメンテナンスの労力も少ない事が上げられるが、一方で広い敷地面積を必要とする欠点も存在する。しかし、活性汚泥処理の高度処理としてならば敷地面積が押さえられ、また畜産農家では比較的敷地に余裕がある場合もあると考える。

(2) アナモックス菌の存在

筆者らは畜産廃水等の汚水を処理する人工湿地を調査し、そこにアナモックス菌が存在することを明らかにした^{40, 41)}。湿地における土壌水分量や亜硝酸態窒素濃度もしくは硝酸態窒素濃度と相関が見いだされ、また、植生状況が均一でない場合、植生の正の影響も示唆された。今後人工湿地においてもアナモックス菌を活用することで、全体としてより安定性の高い汚水処理システムとなることが期待される。

8. おわりに

畜産廃水処理施設は場所によっては高濃度のアナモックス菌が存在しており、また実廃水を用いて菌を増やすことも可能であった。今後はこれらを上手く利用し、畜産農家に導入しやすい窒素除去技術を検討する必要がある。

家畜排せつ物処理の現場において処理すべき対象は、汚水のみならず、固形分(ふん、堆肥)や悪臭も存在し、また堆肥を耕地に還元し資源循環の一翼を担うことも処理の一端である。このすべてのプロセスにおいて家畜ふん尿に由来する高濃度の窒素が存在し、大気中へのアンモニアガスや亜酸化窒素ガスの揮散、公共用水域や地下水の窒素汚染の直接、間接的

な原因となる。

堆肥化過程でのアナモックス菌存在の確認報告は無く、脱臭施設における存在の可能性はごく僅かであるが⁴²⁾、耕地における存在の可能性は高い⁴³⁾。将来、これらの農業系物質循環に存在するアナモックス菌を、そのプロセス毎に上手く制御することによって窒素汚染を削減できることを期待する。

参考文献

- 1) 押田敏雄, 柿市徳英, 羽賀清典 (2012) 新編 畜産環境保全論, 40.
- 2) 中央環境審議会水環境部会 (第31回) 議事要旨、議事録:
http://www.env.go.jp/council/09water/y090-3_1a.html
- 3) JÖrdening, H.-J. and J. Winte ed.(2005) *Environmental Biotechnology* (環境生物工学), Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA.
- 4) Tchobanoglous, G., F.L. Burton, and H.D. Stensel (2003) *Wastewater Engineering* 4th edition (廃水工学)
- 5) 和木美代子, 安田知子, 福本泰之, 黒田和孝, 坂井隆宏, 鈴木直人, 鈴木良地, 松葉賢次, 鈴木一好 (2010) 養豚廃水の活性汚泥処理施設から排出される窒素の特性, 水環境学会誌 **33** (4), 33-39.
- 6) Osada, T., K. Haga, and Y. Harada (1991) Removal of nitrogen and phosphorus from swine wastewater by the activated sludge units with the intermittent aeration process (間欠曝気式活性汚泥法による豚舎排水からの窒素、リンの除去), *Water Res.*, **25** (11), 1377-1388.
- 7) 金 主鉉, 酒村哲郎, 千葉信男, 西村 修, 須藤隆一 (1999) 回分式間欠曝気活性汚泥法による豚舎排水の有機物・窒素除去に関するパイロットプラント実験, 水環境学会誌, **22** (12), 990-996.
- 8) Mulder, A., A.A. van de Graaf, L.A. Robertson, and J.G. Kuenen (1995) Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized-bed reactor (流動床式脱窒反応槽から発見された嫌気性アンモニア酸化反応), *FEMS Microbiol. Ecol.*, **16** (3), 177-183.
- 9) Strous, M., J.J. Heijnen, J.G. Kuenen, and M.S.M. Jetten (1998) The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms (成長速度の遅い嫌気性アンモニア酸化微生物研究のための回分式反応槽), *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **50** (5), 589-596.
- 10) Schmidt, I., O. Sliemers, M. Schmid, E. Bock, J. Fuerst, J.G. Kuenen, M.S.M. Jetten, and M. Strous (2003) New concepts of microbial treatment processes for the nitrogen removal in wastewater (汚水の窒素除去のための微生物処理プロセスの新しい概念), *FEMS Microbiol. Rev.*, **27** (4), 481-492.
- 11) Quan, Z.X., S.K. Rhee, J.E. Zuo, Y. Yang, J.W. Bae, J.R. Park, S.T. Lee, and Y.H. Park (2008) Diversity of ammonium-oxidizing bacteria in a granular sludge anaerobic ammonium-oxidizing (anammox) reactor (グラニュール(粒状)汚泥による嫌気性アンモニア酸化(アナモックス)反応槽におけるアンモニア酸化微生物の多様性), *Environ. Microbiol.*, **10** (11), 3130-3139.

- 12) Yamagishi, T., M. Takeuchi, Y. Wakiya, and M. Waki (2013) Distribution and characterization of anammox in a swine wastewater activated sludge facility (豚舎汚水処理施設におけるアナモックス菌の分布と特性), *Water. Sci. Technol.*, **67** (10), 2330-2336.
- 13) Waki, M., T. Yasuda, Y. Fukumoto, K. Kuroda, and K. Suzuki (2013) Effect of electron donors on anammox coupling with nitrate reduction for removing nitrogen from nitrate and ammonium (硝酸とアンモニアから窒素を除去する硝酸還元とアナモックス反応への電子供与体の影響), *Bioresour. Technol.*, **130** 592-598.
- 14) Strous, M., J.G. Kuenen, and M.S.M. Jetten (1999) Key physiology of anaerobic ammonium oxidation (嫌気性アンモニア酸化の鍵となる生理学), *Appl. Environ. Microbiol.*, **65** (7), 3248-3250.
- 15) Kimura, Y., K. Isaka, F. Kazama, and T. Sumino (2010) Effects of nitrite inhibition on anaerobic ammonium oxidation (嫌気性アンモニア酸化の亜硝酸による阻害), *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **86** (1), 359-365.
- 16) Waki, M., T. Tokutomi, H. Yokoyama, and Y. Tanaka (2007) Nitrogen removal from animal waste treatment water by anammox enrichment (アナモックス菌の増殖による畜産汚水からの窒素除去), *Bioresour. Technol.*, **98** (14), 2775-2780.
- 17) Jin, R.C., G.F. Yang, J.J. Yu, and P. Zheng (2012) The inhibition of the Anammox process: A review (アナモックス・プロセスの阻害、総説), *Chem. Eng. J.*, **197** 67-79.
- 18) Anthonisen, A.C., R.C. Loehr, T.B.S. Prakasam, and E.G. Srinath (1976) Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid (アンモニアと亜硝酸による硝化の阻害), *Journal of Water Pollution Control Federation*, **48** (5), 835-852.
- 19) Guven, D., A. Dapena, B. Kartal, M.C. Schmid, B. Maas, K. van de Pas-Schoonen, S. Sozen, R. Mendez, H.J.M. Op den Camp, M.S.M. Jetten, M. Strous, and I. Schmidt (2005) Propionate oxidation by and methanol inhibition of anaerobic ammonium-oxidizing bacteria (アンモニア酸化細菌によるプロピオン酸の酸化分解とメタノールによる阻害), *Appl. Environ. Microbiol.*, **71** (2), 1066-1071.
- 20) Isaka, K., Y. Suwa, Y. Kimura, T. Yamagishi, T. Sumino, and S. Tsuneda (2008) Anaerobic ammonium oxidation (anammox) irreversibly inhibited by methanol (アンモニア酸化(アナモックス)のメタノールによる不可逆的阻害), *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **81** (2), 379-385.
- 21) Dapena-Mora, A., I. Fernandez, J.L. Campos, A. Mosquera-Corral, R. Mendez, and M.S.M. Jetten (2007) Evaluation of activity and inhibition effects on Anammox process by batch tests based on the nitrogen gas production (バッチ式窒素ガス発生試験法に基づくアナモックス・プロセスの活性及び阻害効果の評価), *Enzyme Microb. Technol.*, **40** (4), 859-865.
- 22) Kimura, Y. and K. Isaka (2014) Evaluation of inhibitory effects of heavy metals on anaerobic ammonium oxidation (anammox) by continuous feeding tests (連続投入式試験法による嫌気性アンモニア酸化(アナモックス)の重金属阻害効果の評価), *Appl.*

- Microbiol. Biotechnol.*, **98** (16), 6965-6972.
- 23) 古川憲治、藤井隆夫、徳富孝明、井坂和一 (2004) 実用化が見えてきた? anammox 反応, 水環境学会誌 **27** (7), 442-462.
- 24) Yasuda, T., M. Waki, I. Yoshinaga, T. Amano, K. Suzuki, Y. Tanaka, T. Yamagishi, and Y. Suwa (2011) Evidence of exponential growth of an anammox population in an anaerobic batch culture (嫌気性バッチ式培養によるアナモックス菌の指数級数的増殖の確認), *Microbes. Environ.*, **26** (3), 266-269.
- 25) Tsushima, I., Y. Ogasawara, T. Kindaichi, H. Satoh, and S. Okabe (2007) Development of high-rate anaerobic ammonium-oxidizing (anammox) biofilm reactors (高効率の嫌気性アンモニア酸化(アナモックス)バイオフィルム反応槽の開発), *Water Res.*, **41** (8), 1623-1634.
- 26) Zhu, G.B., M.S.M. Jetten, P. Kuschik, K.F. Ettwig, and C.Q. Yin (2010) Potential roles of anaerobic ammonium and methane oxidation in the nitrogen cycle of wetland ecosystems (湿地生態系の窒素循環における嫌気性アンモニア酸化によるメタン酸化の可能性), *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **86** (4), 1043-1055.
- 27) Terada, A., S. Zhou, and M. Hosomi (2011) Presence and detection of anaerobic ammonium-oxidizing (anammox) bacteria and appraisal of anammox process for high-strength nitrogenous wastewater treatment: a review (高濃度窒素含有汚水の処理における嫌気性アンモニア酸化(アナモックス)の存在と検出及びアナモックス・プロセスの評価: 総説), *Clean Technologies and Environmental Policy*, **13** 759-781.
- 28) Waki, M., T. Yasuda, K. Suzuki, T. Sakai, N. Suzuki, R. Suzuki, K. Matsuba, H. Yokoyama, A. Ogino, Y. Tanaka, S. Ueda, M. Takeuchi, T. Yamagishi, and Y. Suwa (2010) Rate determination and distribution of anammox activity in activated sludge treating swine wastewater (養豚廃水処理施設汚泥のアナモックス活性の測定), *Bioresour. Technol.*, **101** (8), 2685-2690.
- 29) 和木美代子, 安田知子, 福本泰之, 黒田和孝, 川村英輔, 鈴木良地, 森岡理紀, 山岸昂夫, 諏訪裕一 (2011) 酪農廃水処理施設におけるアナモックス活性, 第45回日本水環境学会年会講演集, 677.
- 30) 和木美代子 (2014) 畜産廃水処理施設に存在するアナモックス菌とその利用の可能性, 水環境学会誌 **37** (9), 325-328.
- 31) 和木美代子, 安田知子, 鈴木一好, 福本泰之, 黒田和孝 (2009) アナモックス反応を用いた畜産廃水活性汚泥処理水の窒素除去に関する研究, 日本水処理生物学会 第46回大会 講演要旨, p50.
- 32) Lackner, S., E.M. Gilbert, S.E. Vlaeminck, A. Joss, H. Horn, and M.C.M. van Loosdrecht (2014) Full-scale partial nitrification/ anammox experiences - An application survey (実規模における部分亜硝酸化/アナモックス処理-実用調査), *Water Res.*, **55** 292-303.
- 33) Peng, Y.Z. and G.B. Zhu (2006) Biological nitrogen removal with nitrification and denitrification via nitrite pathway (亜硝酸反応経路を経由する硝化・脱窒による生物学的窒素除去), *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **73** (1), 15-26.
- 34) Isaka, K., T. Sumino, and S. Tsuneda (2008)

- Novel nitrification process using heat-shocked nitrifying bacteria entrapped in gel carriers (熱ショックを与えたゲル状担体固定化硝化菌を用いた新規な亜硝酸化プロセス), *Process Biochem.*, **43** (3), 265-270.
- 35) Slikkers, A.O., N. Derwort, J.L.C. Gomez, M. Strous, J.G. Kuenen, and M.S.M. Jetten (2002) Completely autotrophic nitrogen removal over nitrite in one single reactor (一槽式反応槽を用いた亜硝酸による完全独立栄養窒素除去), *Water Res.*, **36** (10), 2475-2482.
- 36) Lieu, P.K., R. Hatozaki, H. Homan, and K. Furukawa (2005) Single-stage nitrogen removal using anammox and partial nitrification (SNAP) for treatment of synthetic landfill leachate (埋立地浸出合成排水処理のためにアナモックスと部分亜硝酸化を利用した一槽式窒素除去 (SNAP)), *Japanese journal of water treatment biology*, **41** (2), 103-112.
- 37) Kuai, L.P. and W. Verstraete (1998) Ammonium removal by the oxygen-limited autotrophic nitrification-denitrification system (酸素を制限した独立栄養硝化-脱窒によるアンモニウム塩除去), *Appl. Environ. Microbiol.*, **64** (11), 4500-4506.
- 38) Zhong, Y.M. and X.S. Jia (2013) Simultaneous ANAMMOX and denitrification (SAD) process in batch tests (バッチ試験によるアナモックスと脱窒素の同時反応プロセス (SAD)), *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **29** (1), 51-61.
- 39) Takekawa, M., G. Park, S. Soda, and M. Ike (2014) Simultaneous anammox and denitrification (SAD) process in sequencing batch reactors (回分式活性汚泥法によるアナモックスと脱窒素の同時反応プロセス (SAD)), *Bioresour. Technol.*, **174** 159-166.
- 40) Waki, M., T. Yasuda, K. Suzuki, M. Komada, and K. Abe (2013) Rate Determination of ANAMMOX Activity in a Constructed Wetland, *The 2nd International Anammox symposium Proceedings*, p.63-64.
- 41) 和木美代子, 安田知子, 福本泰之, 原田純, 張 曉萌, 泉本隼人, 井上 京, 家次秀浩, 菅原保英, 青木和彦, 加藤邦彦 (2014) 畜産系有機性排水を浄化するハイブリッド伏流式人工湿地におけるアナモックス菌の分布, 第51回水処理生物学会, p48.
- 42) Haneke, J., N.M. Lee, T.W. Gaul, and H.F.A. Van den Weghe (2010) Characterization of microbial communities in exhaust air treatment systems of large-scale pig housing facilities (大規模豚舎施設の排気処理システムにおける微生物コミュニティの特徴), *Water Sci. Technol.*, **62** (7), 1551-1559.
- 43) Shen, L.D., S. Liu, L.P. Lou, W.P. Liu, X.Y. Xu, P. Zheng, and B.L. Hu (2013) Broad distribution of diverse anaerobic ammonium-oxidizing bacteria in Chinese agricultural soils (中国の農耕地土壌における多様な嫌気性アンモニア酸化菌の広範囲な分布), *Appl. Environ. Microbiol.*, **79** (19), 6167-6172.

環境対策と野菜販売による堆肥センターの独立経営

(有) 横野堆肥センター
代表取締役社長

鳥山 輝寿

1. 地域の概要

渋川市は平成18年2月に渋川市、伊香保町、小野上村、子持村、赤城村、北橋村の1市5町村の合併により誕生した人口83,728人の町である。面積は240.42km²で西側は榛名山、東側は赤城山、北側は子持山、小野子山と4つの山に囲まれ、利根川と吾妻川の流れによって形成された谷地とともに、標高差が概ね1,400m以上の起伏に富んだ地形を有している。また、年間降水量は約994mm、年間平均気温は14.0℃(最高36.9℃、最低-6.1℃)で降水量が少なく寒暖差が激しい土地となっている(平成21年データ)。



図1 日本における群馬県の位置

日本そして群馬県のほぼ中央部、関東平野の始まる位置にあたり、山地の開拓による農業、豊富な水資源を活かした工業、観光・温泉などを主要産業としている(図1, 2)。



図2 群馬県における渋川市の位置

農業産出額は149億2千万円でうち畜産が90億3千万円(60.5%)、野菜が25億5千万円(17.1%)を占めており、赤城山の麓にある横野堆肥センターの所在地の赤城地区、その南側の北橋地区に集中している。畜産の内訳は豚が36億8千万円(40.8%)、鶏卵が18億8千万円

(20.8%)、肉用牛が11億3千万円(12.5%)、乳用牛が10億(11.1%)となっている。(農林水産省「平成18年生産農業所得統計」)

家畜の飼養頭羽数は、乳用牛が1,790頭(44戸)、肉用牛が5,160頭(57戸)、豚が76,400頭(41戸)、採卵鶏が850千羽(10戸)となっている。(平成19年畜産統計調査、平成22年牛乳乳製品統計調査、平成21年及び平成22年畜産物流通調査)

2. 堆肥センターの活動について

(1) 取り組みを始めたきっかけ

横野堆肥センターが所在する赤城地区では、昭和49年に20戸の養豚団地の造成、昭和54年に5戸の養豚団地と5戸の肉用牛団地の造成が行われた。このため、家畜排せつ物の処理量が増加し、個々の農家への負担が増加してきた。さらに、赤城地区周辺や北側に位置する昭和村では、首都圏への野菜の供給基地としてレタス、ほうれん草、こんにゃく芋などの生産が盛んで、耕種農家が地力増進のために堆肥を利用したいとの要望があった。

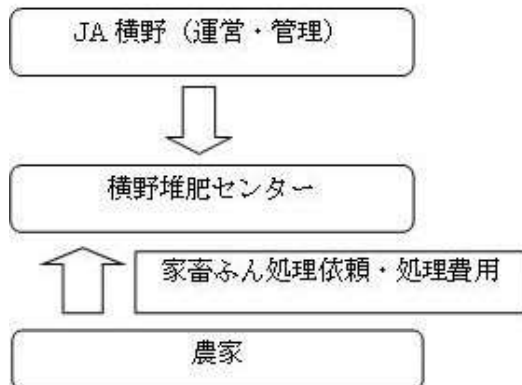


図3 横野堆肥センター設立当時の仕組み

また、この地区では前橋市や渋川市などのベッドタウンとして非農家が増加し、環境問題に対して住民の意識が高まってきた。これらの要因により昭和58年にJA横野によって横野堆肥センターが建設された(図3)。

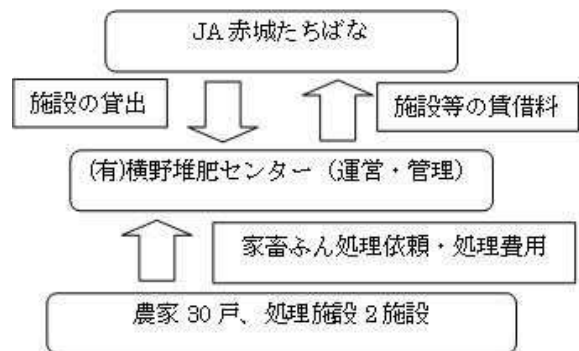


図4 横野堆肥センターの現在の仕組み

平成11年には同センターの運営・管理をしていたJA横野を含めた3JAが合併したJA赤城たちばなが誕生し、経営の合理化の一貫として、平成17年に横野堆肥センターが切り離され、元JA職員を代表取締役として出資者35名による(有)横野堆肥センターが設立された(図4)。現在職員は代表取締役を含め5人となっている(写真1、2、3)。



写真1 横野堆肥センター入り口



写真2 ロータリー攪拌式発酵舎



写真3 完成堆肥

(2) 取組み内容

1) 堆肥生産

①家畜ふんの種類

赤城地区の養豚農家21戸、酪農家5戸、肉用牛農家4戸の計30戸から排出される家畜ふん(年間18,000t)を処理するとともに、産業廃棄物の中間処理施設として認可を受けて、茶粕、コーヒー粕、卵殻など4社から産業廃棄物を受け入れ、処理を行っている(図5)。

②農家の搬入のルール

家畜ふんについて、1週間に1回もしくは2回、堆肥センターの収集車により従業員による集荷あるいは農家による自己搬入で受け入れを行っている。搬入される家畜ふんは、農家経営で70%以下(戻

し堆肥含む)の水分となるように依頼しているが、調整がうまく行われていない事例も見られる。そのため家畜ふんの水分含量により段階に振分け、通常、集荷の場合2,500円/台、持込みの場合1,500円/台の処理費用であるが、水分調整材の投入量がバケット3台分になった場合、追加料金として1,000円の追加の処理費用を徴収している。

③堆肥生産

搬入した家畜ふんに産業廃棄物である茶粕、コーヒー粕および卵殻を投入し、マニユアスプレッダーによる切り返しと、ブロワーを利用し水分が60~65%程度になるまで1ヶ月程度堆積し前処理を行う。その後、ロータリー型攪拌装置を持つ発酵舎(2ヶ所)に投入し、攪拌により発酵させる。この処理では投入直後から15mまで底面からブロワーにより通気を行い、より発酵が進むように工夫している。20日程度で発酵処理を終えて、さらにフロントローダーによる攪拌、ブロワーの通気により発酵を行い10日程度堆積する。生産された堆肥はバラで耕種農家の畑に播くか、あるいは袋詰め、またペレットにして販売を行う。

④機械の管理・メンテナンス

毎日の始業時に職員により、施設・設備について点検を実施し異常がないか確認し、終業時に作業日誌を記入し保存している(写真4、5)。このことにより、異常を早期に発見し機械の故障を起こさないようにしている。

また毎月1回、日を決めて職員で機械に油を差すなどメンテナンスを実施する。加えて2ヶ月に1回業者により機械の点



図5 横野堆肥センターにおける堆肥生産のフロー

検整備を実施している。その他に、チェーンや攪拌装置の羽など消耗部品の定期的な交換、建物の金属部分の塗装などを行い、大規模修繕につながらないように早めに手を打っている。

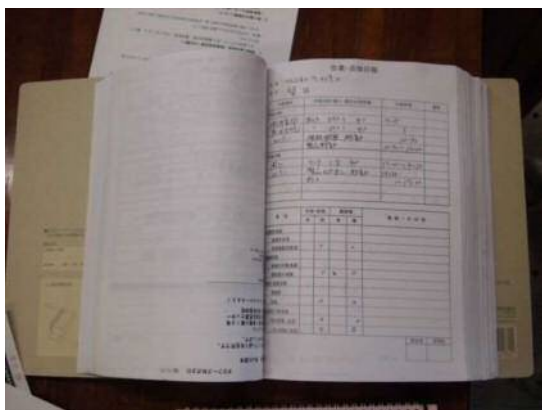


写真4 毎日の作業日誌
(従業員が毎日記入)



写真5 自動車・機械の点検整備台帳

2) 堆肥販売

平成23年度の堆肥の販売量は11,000tで、販売先としては、バラでは耕種農家、フレコン、ペレットではJA、肥料会社となっている。また、堆肥販売量の65%程度は畑にマニアスプレッダーで散布を行っている。

3) 野菜生産

現在36名の耕種農家との契約により、生産した堆肥を利用して栽培されたキャベツ、レタス、タマネギを主として、その他トウモロコシ、ネギ、白菜、ハウレン草の生産を36ha程度の農地で行っており、一般の業者及び埼玉、東京の市場へ販売している。

(3) 取組みの成果

1) 畜産農家の家畜ふん処理の省力化

この地域の畜産農家は、横野堆肥センターがあることによって、堆肥処理に労力をとられることなく省力化や母豚の増加による規模拡大を進めてきた。

センターが畜産経営の日常作業の一端をアウトソーシングという形で担っている。

2) 施設・機械設備の長寿命化

堆肥センターの施設は、毎日の点検や定期的なメンテナンス、家畜ふんを適切な水分含量にしたため、施設に必要以上の負担を与えていなかった。そのため、設立以来30年以上大規模な修繕もなく長寿命化が図られている。

3) 収入の多角化

平成17年にJAから独立し法人化することにより、堆肥センターの収益を上げる必要があったが、農家からの処理費用、産業廃棄物の処理費用、堆肥の販売だけでは限界となっていた。そこで堆肥を供給した耕種の農家が生産した野菜を堆肥センターが買い取って販売する事業を開始し、収益の増加を図っている。

(4) 現在の状況と今後の課題

1) 支出の見直し

現在の横野堆肥センターで人件費以外

の支出の多くを占めているのが、施設及び土地の賃借料とメンテナンス費用である。現在の施設・土地はJA赤城たちばなから貸借しているが、資産の価値と比べて、賃借料が相対的に高くなっていることから、施設と土地の買上を検討している。

2) 施設の老朽化

毎日の保守点検と早めのメンテナンスによって、30年以上大規模な設備の入れ替えもないまま、堆肥を生産してきた。しかし、施設自体にメンテナンスだけではどうにもならない限界が来ており、入れ替えを進めていく方針である。これまでも利益について自己留保をしているが、

施設の全ての入れ替えには費用がかかるため、金融機関からの借入等も検討している。

3) 農家の減少に伴う堆肥原料の減少

平成17年の会社設立当時は農家32戸の出資があったが、今までに5戸が経営を止めている。その後酪農家3戸が参加したため、現在は30戸の農家が出資者となっているが、今後生産者の高齢化や経営難からさらに減少する可能性が高い。横野堆肥センターは現在、出資者からのみ家畜ふんを受け入れているが、今後、出資者以外からも受け入れをしなければならぬかを考えている。

千葉県における堆肥生産・利用促進の取組み

千葉県 農林水産部 畜産課 環境飼料班
副主査

沼尾 真人

1. 千葉県の概要

千葉県は、人口約620万人、面積5,156.62平方キロメートルで、東は太平洋、西は東京湾、北西は江戸川を挟み東京都と埼玉県に、北は利根川を挟み茨城県に接し、太平洋に突き出た半島(房総半島)になっています。

都心からは、東関東自動車道や東京湾アクアライン、京葉道路、JR線や私鉄線など多種多様な交通手段により成田空港や千葉港、京葉工業地帯、幕張新都心など県内の重要拠点に短時間でアクセスできる利便性があります。

一方で、温暖な気候と標高200~300mの房総丘陵や広大な下総台地、利根川流域と九十九里沿岸の平地を生かし、農業が盛んで、海に囲まれているため銚子漁

港を代表するように水産業も盛んです。畜産に関しては、現在の南房総市大井地区を中心とした嶺岡牧(現：千葉県酪農のさと及び千葉県畜産総合センター嶺岡乳牛研究所)が日本の酪農発祥の地であり、江戸時代に八代将軍徳川吉宗がインドから白牛を輸入し、その乳を加工してバターに似た「白牛酪(はくぎゅうらく)」という乳製品を作ったことで知られています。

また、各地域に巨大な娯楽・商業施設があるほか、季節ごとに楽しめる観光スポットや名産品が多数あり、年間を通して楽しめます。

このように千葉県は、首都圏にありながら自然や農業に恵まれた非常に魅力ある県です。

表1 千葉県農業算出額

(億円)

	農業 産出額	耕種							畜産			
					園芸							
		小計	米	いも類	小計	野菜	果実	花き	小計	生乳	豚	鶏卵
千葉県の順位	3	3	8	4	3	3	14	2	6	5	3	2
千葉県の農業産出額	4,141	3,043	710	178	2,035	1,687	159	189	1,094	236	407	326
全国産出額	85,742	57,249	17,859	1,996	33,606	22,533	7,588	3,485	27,948	6,844	5,793	4,765
千葉県の占有率	4.8	5.3	4.0	8.9	6.1	7.5	2.1	5.4	3.9	3.4	7.0	6.8

平成25年農業産出額(平成26年12月16日農林水産省公表)

2. 千葉県の農業

本県の農業産出額は、4,141億円(平成25年)で全国第3位であり、構成比の多い順に園芸が2,035億円(49.1%)、畜産が1,094億円(26.4%)、米が710億円(17.1%)となっており、園芸を中心とした生産構造となっています(表1)。

また、主要農産物の中で全国順位が高いものは、野菜が1,687億円(3位)、鶏卵が326億円(2位)、雑穀・豆類が64億円(2位)、豚が407億円(3位)、花きが189億円(2位)、生乳が236億円(5位)、いも類が178億円(4位)、米が710億円(8位)となっています。

3. 千葉県の畜産業

本県の畜産業は、地理的条件を背景に地域の中核的な産業として発展してきました。その生産規模は、全国でも上位を占め、乳用牛、豚、採卵鶏ともに盛んに行われているのが特徴的です。

平成26年農林水産省畜産統計における本県の飼養規模は、乳用牛が34,820頭で全国第6位、肉用牛が38,200頭で全国第19位、豚が681,420頭で全国第3位、採卵鶏が9,153千羽で全国第2位、ブロイラーが1,767千羽で全国第17位となっています(表2)。

表2 家畜飼養頭数

	乳用牛		肉用牛		豚		採卵鶏		ブロイラー	
	戸数	飼養頭数	戸数	総飼養頭数	戸数	飼養頭数	戸数	成鶏めす羽数	戸数	飼養羽数
千葉県	800	34,800	345	38,200	312	681,400	152	9,153,000	26	1,767,000
全国順位	第4位	第6位	第27位	第19位	第4位	第3位	第2位	第2位	第20位	第17位

平成26年2月1日現在畜産統計

表3 家畜排せつ物発生量

畜種	年	戸数	増減% 対H16年比	飼養頭数 (頭・羽)	増減% 対H16年比	家畜排せつ物量 (千t/年)*1	増減% 対H16年比	1戸当たりの 飼養頭羽数 (頭・羽)	増減% 対H16年比	1戸当たりの 排せつ物量 (t/年)	増減% 対H16年比
乳用牛	H16	1,280	-37.5	50,720	-31.3	803	-30.5	40	9.8	627	11.2
	H26	800		34,800		558		44		698	
肉用牛	H16	420	-17.9	39,600	-3.5	289	-3.5	94	17.4	688	17.4
	H26	345		38,200		279		111		808	
豚	H16	491	-36.5	541,760	25.8	1,183	25.8	1,103	97.9	2,410	98.1
	H26	312		681,400		1,489		2,184		4,773	
採卵鶏	H16	208	-26.9	8,069,000	13.4	400	13.4	38,793	55.2	1,924	55.2
	H26	152		9,153,000		454		60,217		2,987	
ブロイラー*2	H16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H26	26	-	1,767,000	-	83	-	67,962	-	3,228	-
家畜排せつ物量合計 (t/年)				H16	2,675	7.0	H26	2,863			

*1 家畜排せつ物量は、農林水産省畜産統計より試算
*2 H16のブロイラーの各項目はデータなし。

また、本県畜産業の産出額は、1,094億円(平成25年)であり、本県農業産出額の4,141億円に対して26.4%を占めており、農業の中でも基幹産業となっています。品目別の産出額は、豚が407億円(全国3位)、鶏卵が326億円(全国2位)、生乳が236億円(全国5位)となっています。

4. 千葉県の畜産環境

(1) 家畜排せつ物発生量

平成26年農林水産省畜産統計における家畜飼養頭羽数から推定される本県の家畜排せつ物量は、全体で、2,863千トン/年です(表3)。

畜種別では、豚が最も多く1,489千トン/年で全体の53.5%を占め、次に乳用牛が558千トン/年(20.1%)、採卵鶏が454千トン/年(16.3%)、肉用牛が279千トン/年(10.0%)、ブロイラーが83千トン/年(0.1%)となっています。

家畜排せつ物法が完全施行された平成16年と26年の畜産統計から経営環境を比較すると、乳用牛、肉用牛、豚及び採卵鶏の農家戸数は減少していますが、畜産農家1戸当たりの家畜飼養頭羽数はいずれも増加し、それに伴い畜産農家1戸当たりの家畜排せつ物量も増加しています。

平成26年と平成16年の畜産農家1戸当たりの家畜排せつ物量を比較すると、乳用牛が11.2%増の698トン/年、肉用牛が17.4%増の808トン/年、採卵鶏が55.2%増の2,987トン/年、豚に至っては98.1%増の4,773トン/年であり、いずれの畜種においても個々の畜産農家へ

の負担が増加していることがわかります。

特に、豚と採卵鶏で畜産農家1戸当たりの家畜排せつ物量の増加率が著しく高いことから、飼養規模の大規模化に伴う家畜排せつ物処理施設規模及び処理方法等の再検討が必要であると考えられます。

(2) 畜産環境問題の発生状況

本県における平成25年度畜産経営に起因する環境問題発生件数(農林水産省)は、168件です(表4)。その内訳は、悪臭が最も多く110件で全体の65.5%を占めており、次に害虫発生が21件(12.5%)、水質汚濁が20件(11.9%)です。

表4 要因別畜産経営に起因する苦情発生状況調査

	16年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度
水質汚濁	26	40	42	20	20	20
悪臭	146	120	117	84	89	110
害虫発生	13	17	19	21	15	21
その他	19	22	34	19	10	17
合計	204	199	212	144	134	168

各年度、前年度7月1日から当該年度6月30日までの発生件数

要因別にみると、悪臭は、平成16年度と26年度を比較して発生割合が71.6%から65.5%に減少していますが、平成21~25年度の過去5年間において、発生割合が最も高く、依然として最大の苦情要因となっています。

また、水質汚濁は、年々、苦情発生割合が減少する傾向がある一方で、害虫による苦情発生割合に増加傾向がみられます。

畜種別では、乳用牛が最も多く78件で全体の46.4%を占め、次に豚が41件で

24.4%、採卵鶏が25件で14.9%を占めています(表5)。また、地域的にみると都市部あるいは都市化の進展している地域

における環境問題発生が多くなっています。

表5 平成26年度畜種別畜産経営に起因する苦情発生状況調査

	乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー	その他	合計
水質汚濁	5	2	10	2	0	1	20
悪臭	54	6	25	15	8	2	110
害虫	10	1	3	7	0	0	21
その他	9	0	3	1	0	4	17
合計	78	9	41	25	8	7	168

各年度、前年度7月1日から当該年度6月30日までの発生件数

5. 千葉県の畜産環境対策

(1) 指導体制

本県では、家畜排せつ物の適正な管理及び処理と生産される堆肥の有効利用を推進し、地域環境と調和した健全かつ安定的な畜産経営の発展を図るため、平成18年に設置した畜産環境保全対策推進協議会及び地域推進会議において関係機関の連携のもと事業の推進を図っています。

また、畜産農家に対して巡回指導による「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」及びその他関係法令の遵守を推進するとともに家畜排せつ物の適正な管理及び利用に関する技術の普及浸透を図っています。

さらに、県畜産総合研究センターでは、悪臭低減、良質堆肥の生産及び水質汚濁負荷低減に関する試験研究を行っています。

(2) 堆肥生産・利用及び耕畜連携の推進

家畜ふん堆肥の利用を促進するために

は、畜産と耕種の連携が重要であることから、畜産環境保全対策推進協議会の中に、畜産部門と耕種部門の関係機関を構成員とする堆肥利用促進部会を設置して、堆肥の利用を推進しています。

また、農業事務所単位で、関係機関・団体を構成員とする土づくり支援センターを設置し、地域の畜産部門と耕種部門が連携して堆肥利用を推進する拠点としています。土づくり支援センターでは、主に堆肥利用促進ネットワークシステムへの加入促進、家畜ふん堆肥実証展示圃の設置、耕種農家と畜産農家との連携推進などに取り組んでいます。

(3) 施設整備

本県では、家畜排せつ物処理施設の整備は概ね完了し、法令を順守した家畜排せつ物の管理を行っているものの、依然として悪臭を原因とする苦情の発生割合が最も高く、畜産農家は臭気低減対策に苦慮しています。

そこで、県単独事業により、畜産農家

が臭気対策など周辺環境に配慮した設備を導入する場合(周辺環境整備)や、既存施設を活用して機能向上や効率化を図る施設整備(機能向上対策)を実施する際に支援し、地域と調和した畜産経営の継続、経営の安定化を図っています。

さらに、一般財団法人畜産環境整備機構が実施する各種リース事業を活用して、堆肥利用促進のための施設及び機械整備を支援しています。

6. 千葉県堆肥利用促進ネットワーク

(1) 概要

千葉県堆肥利用促進ネットワーク

(<http://www.pref.chiba.lg.jp/chikusan/taihir>)

iyou/index.html, 以下、ネットワーク)は、県庁畜産課のホームページで公開されており、畜産農家が生産した家畜ふん堆肥の成分や販売場所等の情報を堆肥の利用を希望する一般の方が検索できるシステムです(参考図1, 2)。

現在(平成26年8月末時点における)、ネットワークの登録件数は、372件であり、地域別では、海匝地域が最も多く67件であり、次いで千葉地域が66件、安房地域で57件となっています(表6)。

畜種別では、乳用牛が最も多く193件で、次いで豚が80件、肉用牛が48件、採卵鶏が40件となっています。

表6 ネットワーク登録件数

地域	千葉	東葛飾	印旛	香取	海匝	山武	長生	夷隅	安房	君津	計	
登録数*	66	14	24	40	67	28	8	23	57	45	372	
内訳	乳用牛	46	8	7	10	14	10	6	13	52	27	193
	肉用牛	3	0	4	3	21	10	0	2	1	4	48
	豚	11	2	8	21	24	5	1	4	1	3	80
	採卵鶏	6	4	3	4	6	2	1	3	3	8	40
	ブロイラー	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
	その他	0	0	2	1	2	1	0	1	0	2	9

* H26年8月末現在の登録数

ホームページアドレス(<http://www.pref.chiba.lg.jp/chikusan/taihiriyou/index.html>)

(2) ネットワーク登録情報

ネットワーク登録情報は、主な原料(原材料の割合及び堆肥の形状)、生産者情報(生産者名、販売場所住所、連絡先)、生産者の一言、配送や圃場散布、すき込み等のサービス情報、堆肥成分値、成分値からみた堆肥利用の目安、堆肥・施設等の写真から構成されています。今

回、これらのうち、ユーザーが重要視する肥料的性質及びサービス情報について登録情報を分析したので紹介します。

1) 登録堆肥の肥料的性質

ネットワークで分析する堆肥成分は、窒素(%)、リン酸(%)、カリウム(%)、カルシウム(%)、マグネシウム(%)、炭素(%)、炭素窒素比、水分(%)、pH

(水素イオン濃度)、EC(電気伝導度; mS/cm)、亜鉛(mg/kg)及び銅(mg/kg)の12項目です。

ネットワークに登録されている堆肥のうち液肥を除いた370件(平成26年8月末時点)を、「土づくり」に注目して、土づくり的堆肥(窒素含有率 \leq 1%、カリウム含有率 \leq 1%、EC \leq 2 mS/cm)と有機質肥料的堆肥(窒素含有率 $>$ 1%、カリウム含有率 $>$ 1%、EC $>$ 2 mS/cm)に分類すると、356件(96.2%)は有機質肥料的堆肥であり、土づくり的堆肥はわずか14件(3.8%)でした(表7)。

表7 ネットワーク登録堆肥の肥料的性質

登録数*1	堆肥の肥料的性質	
	有機質肥料的堆肥*2	土づくり的堆肥*3
370	356 (96.2%)	14 (3.8%)

*1 2件液肥のため、集計から除外

*2 有機質肥料的堆肥:N $>$ 1%,K $>$ 1%,EC $>$ 2mS/cm

*3 土づくり的堆肥:N \leq 1%,K \leq 1%,EC \leq 2mS/cm

一方、ちばエコ農業*に取り組む生産者2,714戸を対象に行った耕種農家の家畜ふん堆肥利用意識調査(平成22年11月千葉県畜産課、以下意識調査)の結果によると、家畜ふん堆肥を利用する理由は、「土づくりに役立つ」が83.1%で最も高く、次いで「化学肥料の使用量の節減が期待でき、環境にやさしい農業ができる」が60.8%、「作物の品質向上が期待できる」が57.2%であり、耕種農家が求めているニーズが明らかになっています。

しかし、ネットワークに登録されている堆肥のほとんどが有機質肥料的堆肥であり、耕種農家が求める土づくり的堆肥

は極僅かであることから、需要と供給にギャップがあることがわかりました。

*ちばエコ農業;化学合成農薬と化学肥料を通常の半分以下に減らして栽培する千葉県独自の取組み。

2) 登録者のサービス状況

ネットワーク登録情報のうち、価格、配送の可否、散布の可否、すき込みの可否、運搬機械の貸出の有無、散布機械の貸出の有無についてサービス状況を分析しました(表8)。

①価格帯

ネットワークに登録されている堆肥の平均単価は、バラで2.9円/kg、袋体で21円/kgでした。

②配送の可否

配送の可否については、可が300件(80.6%)であり、ほとんどの畜産農家で実施されていました。

③散布の可否

散布サービスの可否については、否が292件(78.5%)であり、ほとんどの畜産農家で行っていませんでした。

④すき込みの可否

すき込みについては、否が324件(87.1%)であり、ほとんどの畜産農家で行っていませんでした。

⑤運搬機械の貸出しの有無

運搬機械の貸出は、否が235件(63.2%)であり、ほとんどの畜産農家で行っていませんでした。

⑥散布機械の貸出しの有無

散布機械の貸出は、否が320件

(86.0%)であり、ほとんどの畜産農家で行っていませんでした。

表8 ネットワーク登録者のサービス状況

サービス内容		価格・件数	割合(%)
平均単価 (円/kg)	バラ	2.9	-
	袋	21	-
配送の可否 (件)	可	300	80.6
	否	72	19.4
散布の可否 (件)	可	80	21.5
	否	292	78.5
すき込みの可否 (件)	可	48	12.9
	否	324	87.1
運搬機械の貸出 (件)	可	137	36.8
	否	235	63.2
散布機械の貸出 (件)	可	52	14.0
	否	320	86.0

前述の意識調査結果から、耕種農家が家畜ふん堆肥を利用する際に望むサービスは、「安価な商品の提供」が43.3%、「散布(運搬含む)の実施」が33.6%、「堆肥成分などの情報提供」が33.0%でした。また、家畜ふん堆肥を利用する上での問題点としては、「散布に労力がかかる」が49.9%で過半数を占め、耕種農家は、主に散布サービスを希望していますが、ネットワーク登録者の散布あるいは散布機械の貸出

サービスは、低い割合となっており、耕種農家のニーズとは異なっていました。

3) 堆肥利用促進のために

ネットワーク登録情報の分析結果から、堆肥の性質については、耕種農家が求める土づくり的堆肥が少ないこと、また、サービスについては、配送までは多くの畜産農家で実施していますが、圃場への散布・すき込み作業には対応していない畜産農家が多いことから、堆肥利用促進のためには、耕種農家の要望を考慮した堆肥の生産とサービスの拡充が必要であると思われます。

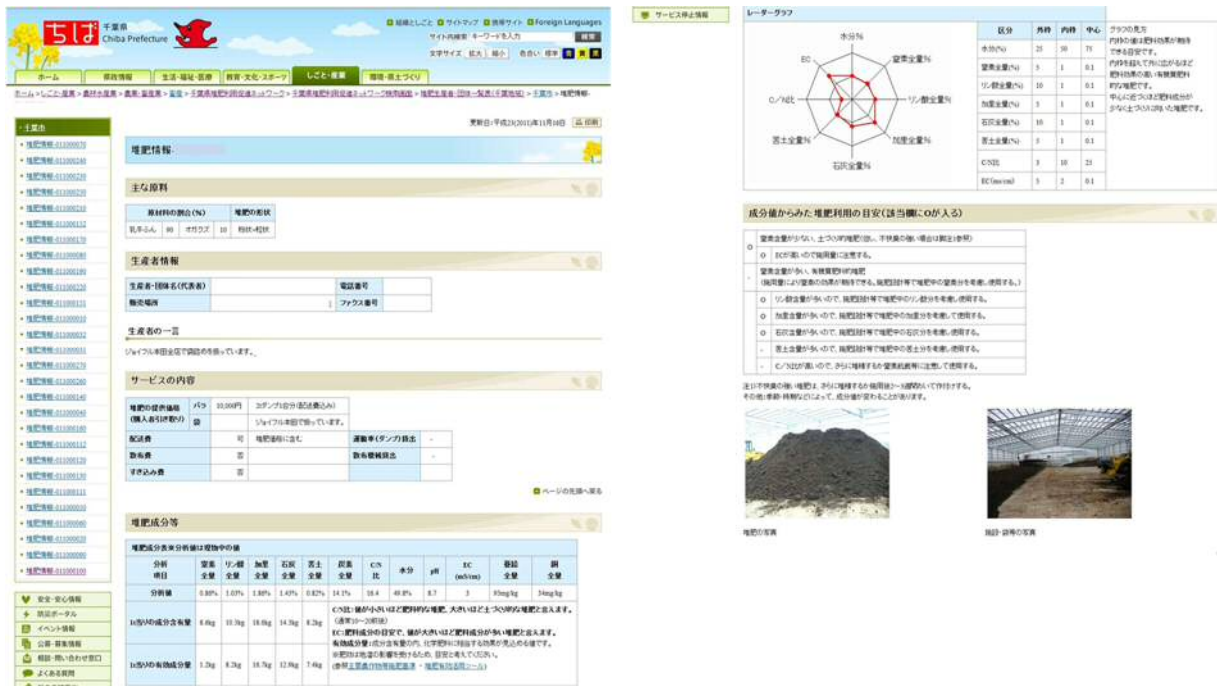
また、運搬機械や散布機械の貸出し割合は、低い状況ですが、自給飼料生産を請負うコントラクター等との耕畜連携が進みつつあり、今後の展開が注目される場所です。

7. おわりに

千葉県は、首都圏にありながら日本有数の畜産県であることから、地域と調和した畜産経営の実現が重要です。このため、引き続き畜産農家、耕種農家、コントラクター、市町村、関係団体等と連携しながら家畜排せつ物の適正処理及び堆肥生産・利用を推進していきたいと考えています。



参考図1. 千葉県堆肥利用促進ネットワークホームページ
(http://www.pref.chiba.lg.jp/chikusan/taihiriyou/index.html)



参考図2. 千葉県堆肥利用促進ネットワーク個別ページ

鳥取県の畜産と畜産環境対策の現状

鳥取県 農林水産部 農業振興戦略監畜産課
係長

小谷 道子

1. 鳥取県のプロフィール

鳥取県は、日本列島本島の西端に位置する中国地方の北東部に位置し、東西約120km、南北約20～50kmと、東西にやや細長い県である(図1)。北は日本海に面し、鳥取砂丘をはじめとする白砂青松の海岸線が続き、南には、中国地方の最高峰・大山をはじめ、中国山地の山々が連なっている。山地の多い地形ながら、三つの河川の流域に平野が形成され、それぞれ鳥取市、倉吉市、米子市が流域の中心都市として発達している。



図1 鳥取県の位置

気候は比較的で温暖で、春から秋は好天が多く、冬には降雪もあるなど、四季

の移り変わりは鮮やかである。また、台風などの自然災害が少なく、気候条件に恵まれている。

全面積に占める耕地の割合は10.0%で、全国の12.0%を下回っている。本県は、行政ブロックでは中国地方に入っているが、経済的には大阪を中心とする近畿経済圏に属しており、人的往来、物資の移出入等京阪神地方との結び付きが強い。

平成25年の人口・世帯数は、人口57万7,642人、世帯数21万4,069世帯で、ともに全国で最小である。次に経済構造を見ると、平成23年度県内総生産額は、1兆7,659億円で、産業別の構成では、第1次産業が2.5%、第2次産業が16.9%、第3次産業が79.9%となっている。

2. 鳥取県の畜産の現状

日本の畜産業は昭和30年代以降、人口の増加、所得の向上等による需要増加に支えられ、順調に発展してきた。

それに伴い、本県でも畜産農家数及び家畜飼養頭羽数は急激に増加したが、昭和50年代に生乳・豚肉・鶏卵・鶏肉の供給量が需要量を上回ると、次第に計画生産体制へと移行することとなった。

本県の家畜飼養頭羽数は酪農では昭和

40年代、肉用牛では昭和30年代、養豚・養鶏では昭和60年代をピークに減少している(図2、表1)。また、畜産農家戸数については、各畜種とも小規模層を中心に減少しているものの、飼養規模の拡大や畜産企業の増加に伴い、一戸当たりの飼養頭羽数は増加している。

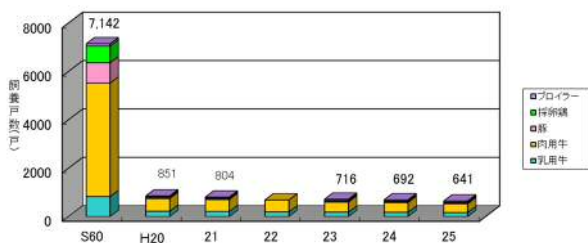


図2 畜産農家戸数の推移

資料：鳥取農林水産統計年報
 プロイラーについては、平成23年以降は県畜産課調べの数値。

表1 畜産農家戸数の推移

区分	S60	H20	21	22	23	24	25
乳用牛	830	222	214	194	184	181	167
肉用牛	4,690	526	491	454	419	403	368
豚	840	48	48	-	44	40	39
採卵鶏	690	20	18	-	17	16	15
プロイラー	92	28	33	-	52	52	52
合計	7,142	844	804	-	716	692	641

※H22は豚・鶏の調査はなし

なお、鳥取県における平成24年の農業産出額は684億円で、うち畜産に係る産出額は207億円、全体に占める割合は約30%となっている(表2、図3、図4)。

表2 鳥取県の農業算出額の推移

区分	昭和60年	平成5年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年	
農業産出額	110,029	95,120	65,900	66,500	67,600	68,400	
うち畜産産出額	32,870	23,240	22,300	23,100	23,200	20,700	
内訳	肉用牛	4,132	3,000	3,000	3,000	2,500	2,700
	乳用牛	6,635	6,600	6,600	6,600	6,500	6,500
	豚	8,664	5,000	5,600	5,600	5,800	4,200
	鶏	13,381	7,700	7,900	7,900	8,300	7,300
	その他	78	0	0	0	0	0

資料：鳥取農林水産統計年報

※統計数値については、集計時に四捨五入等の処理がなされていることから、合計と内訳の計が一致しないことがあります。

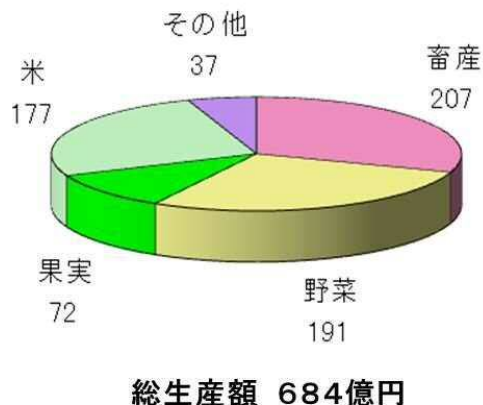


図3 農業算出額の内訳(平成24年)
(単位: 億円)



図4 畜産算出額の内訳(平成24年)
(単位: 億円)

3. 畜産環境問題

畜産経営に起因する環境問題は、急速な規模拡大に伴うふん尿処理施設の不足等により年々苦情は増加していたが、平成11年の「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」の施行に伴い、適正な処理の推進が行われ、減少しているところであり、苦情の発生件数も減少している(図5)。

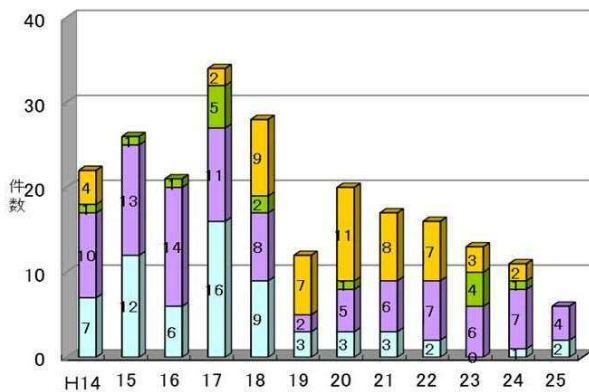


図5 畜産環境種類別苦情発生状況の推移

資料：畜産課調べ（苦情件数は実数値。複数の項目に該当する場合はそれぞれでカウント。なお、各年のデータは前年の7月1日から当該年の6月30日までの1年間の発生状況を集計したもの。）

平成25年の苦情の発生件数は6件で、家畜の種類では乳用牛での苦情が最も多く3件で、次いで鶏が2件（採卵鶏1件、ブロイラー1件）、豚が1件となっている（図6）。苦情の種類では悪臭が4件、水質汚濁が2件となっている。苦情の多い畜種は年によって異なるが、苦情の種類については近年、野積みによる水質汚濁などが減り、悪臭が目立つ状況となっている。また、同一の農場で繰り返し苦情が発生する場合もあるが、県の各農林事務所を中心に問題解決に当たっているといる。

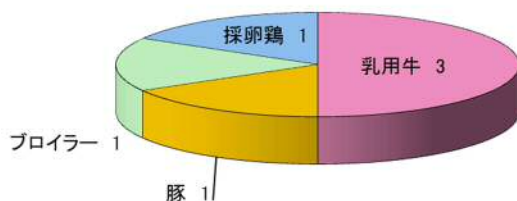


図6 平成25年畜種別苦情発生状況

資料：畜産課調べ

平成23年4月より水質汚濁防止法一部改正により、ある一定規模以上の農家については年1回以上の汚水検査の実施と記録の保存が義務化され、県中小家畜試験場を中心に技術指導を行っている。

4. 家畜排せつ物処理施設の整備状況

鳥取県では、昭和50年代から国の事業を活用して、家畜排せつ物処理施設の整備に取り組んできた。平成の時代に入り、畜産有機物活用モデル事業（平成3年～）、さわやか畜産環境保全整備事業（平成6年～）等の県単独事業を創設し、家畜排せつ物堆肥化処理施設及び畜産農家と耕種農家の堆肥の流通体制の確立への取組を行った。

家畜排せつ物法の管理基準が完全適用される平成16年11月に備え、平成10年から16年（承認年度）まで、財団法人畜産環境整備機構が実施する畜産環境整備リース事業の活用を行い153件の施設、機械の整備を行った。併せて、鳥取県堆肥等処理施設緊急整備事業（平成12～16年）により堆肥化処理施設の増改築等に支援を行った。現在、家畜排せつ物法の適用となる県内全ての畜産農家では家畜排せつ物の処理・管理施設が整備されている。

5. ペーパーシュレッダーダストの敷料利用への取組み

鳥取県では県庁等から排出される書類裁断くず（ペーパーシュレッダーダスト、以下 PSD）を牛舎等の敷料として再利用する取組を実施している（写真1、2、3）。



写真1 PSDのベッドで休むホルスタイン子牛



写真2 PSDを敷料に使用する和子牛



写真3 養豚農場の発酵床での使用
(写真は鳥取県のブランド豚大山ルビー)

取組が始まった当初の平成17年頃、県関係の庁舎・事務所からのPSDの排出量は年間で約11トンだった。PSDは紙への再資源化が難しく、当時、大部分が焼却処分されていた。しかし、PSDは水分を含まず、雑菌が繁殖しにくいことや保温性が高いといった牛舎の敷料に適した特性を持ち、使用後は堆肥化が可能であるため、実用化に向けて検討が始められた。一方で、ホチキスの針などの危険物の混在、紙や紙に含まれるインク等が家畜に与える影響が課題となった。

そこで、県衛生環境研究所と県農業試験場において分析調査を実施し、紙や紙に含まれるインクの成分等は土壤汚染対策法および飼料安全法の基準値以下で、牛や土壤に与える影響もなく、安全なことを確認した。また、敷料に使った後、そのまま堆肥化して販売する計画もあったため、発芽試験を実施し発芽阻止などの有害性が認められないことも確認した。

また、庁内向けにパンフレットを作成し、PSDにホチキスの針、コピー用紙以外の特殊加工用紙、ラミネート等のビニール類を混入しないように周知を行ってきた(図7)。

通常、敷料にはおがくずやもみ殻が使用されるが、おがくずは有料で価格の変動があり、もみ殻は季節によって入手しにくいことがある。それに比べて、PSDは供給量にぶれが少なく、年間を通じて安定的に供給されるうえに、安価であるため、畜産農家にとってはメリットが大きいと考えられる。

ペーパーシュレッダーダストの収集にご協力をお願いします！

ペーパーシュレッダーダスト（書類の裁断くず）は、紙への再資源化が難しい一方で、**牛舎の敷料（牛のベッド）**としての特性に優れています。そのため、畜産分野では利用可能な資源として大変注目され、現在、庁内から排出される**ペーパーシュレッダーダストは畜産農家へ提供**しています。



雑菌が繁殖しない
断熱性が高くて冬でもあったか
とっても快適！

【収集上の留意点】

① 「混入して良いもの」と「混入してはいけないもの」

【混入して良いもの】

○カラーコピー
敷料利用にあたって、安全上問題がないことを確認済みです。

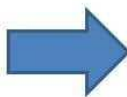
【混入してはいけないもの】

- ホッチキスの針
- コピー用紙以外の特殊加工紙（ノーカーボン紙等）
- ビニール類（ラミネート加工紙等）

これらが混入すると牛のケガや病気につながったり、敷料としての使用後に「堆肥」として作物づくりに利用される段階で作物の生育に悪影響を及ぼす可能性がありますので、シュレッダーにかける際には混入しないよう十分に注意していただきますようお願いいたします。

② 収集の方法について

シュレッダーがいっぱいになったら・・・



可燃ごみとは分けて、清掃業者の回収時間に廊下に出してください。

【問い合わせ先】

農林水産部農業振興戦略監畜産課

図7 ペーパーシュレッダーダストの収集にご協力をお願いします

個人情報 の適正な管理が求められるなか、今後も PSD の排出量はますます増加

することが見込まれる。有効利用が進めば廃棄物の削減や資源リサイクルにつな

がるとともに、牛に優しく、畜産農家のコストも下げられるとあって、「一石三鳥」の取組みとなっている。

また、PSD 堆肥の大部分は飼料用稲、飼料用米の元肥として利用され、耕畜連携の循環の一翼を担っている。酪農家の子牛から始まったこの取組みは、周辺の酪農家や哺育センターの子牛等、約9戸の農場で使用されるまでになった。現在は新たに養豚農場で発酵床の資材としての利用にも拡大している。

6. おわりに

近年の飼料高騰など畜産経営にかかる経費は増加する傾向にあり、環境対策への経費を削減させざるを得ない農家も多い。しかし、家畜排せつ物を適正に処理すること、悪臭の発生を抑えることなど、今後も畜産経営を継続する上で避けては通れない課題である。このような状況で、PSDを有効利用した取組みをピーアールするなど、今後も環境と調査のとれた畜産経営の実現を図っていきたい。

発行人	織田 哲雄
発行年月日	平成 27 年 2 月 25 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