

【基調講演】 I

畜産環境の課題と将来

～新たな価値を生み出す資源循環型畜産～

日本畜産環境学会 理事長

東北大学 総長特別補佐・農学研究科教授

中井 裕

1. 日本の畜産と環境汚染問題の発生

(1) 家畜飼養規模の拡大と環境問題の発生

日本の畜産生産額は1992年以降2.5～2.9兆円でほぼ安定しています。畜産農家数はすべての畜種で減少し、とくに乳用牛の減少が大きくなっています。しかし、畜産農家1戸当たりの家畜の飼養頭羽数規模はすべての畜種で年々増加し、畜産

農家1戸当たりの排せつ物発生量が増加しているため、環境問題発生危険性は増大しています。

(2) 家畜排せつ物法

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(家畜排せつ物法)は平成11年11月に制定され、平成16年には排せつ物の野積み・素掘りが完全に禁止されました。家畜排せつ物法の施行

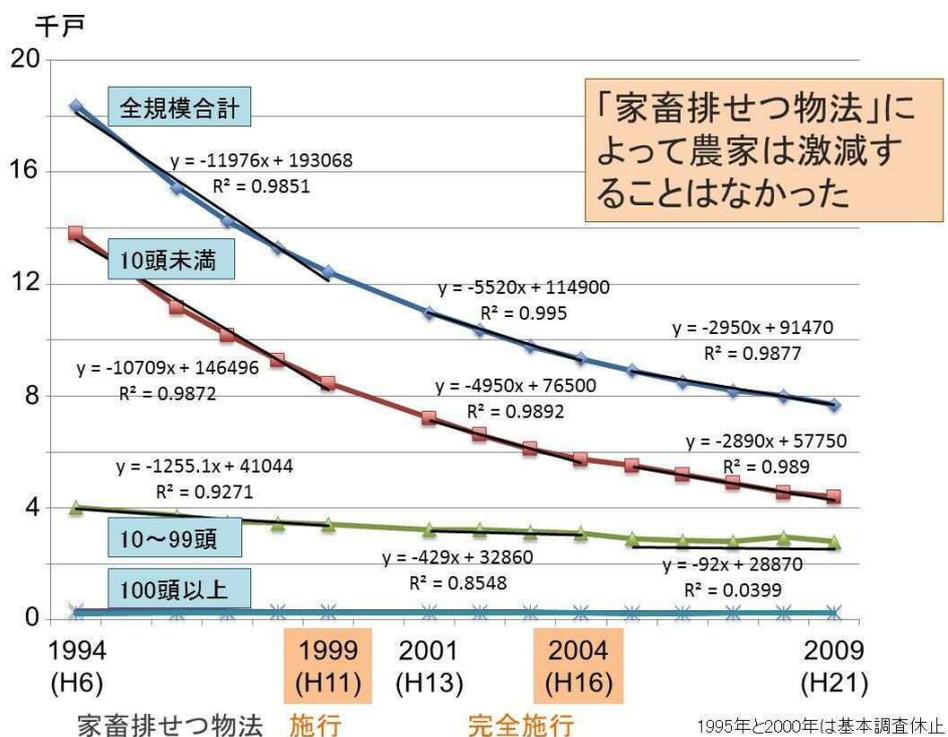


図1 肉牛農家飼養規模別戸数の推移

後に、環境汚染に関する苦情件数は減少しましたが、その間に畜産農家戸数も年々減少しているため、苦情発生率(農家1戸当たりの)は2%前後の横ばいで苦情発生率は減少していません。

しかし、家畜排せつ物法の施行前後で、畜産農家戸数の激減はみられませんでした。図1は肉牛農家飼養規模別戸数の年次推移を示したものです。戸数は年々減少しているものの、法施行前後で激減はみられず、むしろ減少傾向はなだらかになっていることが分かります。

(3) 苦情の内容別発生状況

平成27年苦情発生件数は1,604件あり、その内訳は悪臭関連が55.9%と最も多く、次いで水質汚濁関連が22.7%となっています。畜種別では乳用牛が31.5%と多く、次いで豚が28.1%の順となっています。

2. 畜産環境が抱える課題

(1) 排せつ物処理に関わる過大な経費

年間約4億400万トン排出される産業廃棄物の内訳をみると、汚泥が43.6%と最も多く、家畜排せつ物は21.7%となっています。畜産がGDP(国内総生産)に占める割合は0.5%に過ぎないので、GDPで0.5%の畜産が産業廃棄物の21.7%を処理しなければならないので、過大な処理経費がかかることとなります。

また、家畜排せつ物の日々の発生量と環境負荷量は大きく、大規模な処理施設が必要になります。例えば、搾乳牛1頭の排せつ物量は60kg/日という膨大な量があります。環境負荷量としてBOD(生物化学的酸素要求量:有機物を微生物分解するのに要する酸素量)の量で見ると、

肥育豚は50g/日、搾乳牛は350g/日の発生量があります。ヒトのBOD発生量は18g/日なので、豚1頭は3人分、搾乳牛1頭は20人分に相当します。したがって、100頭規模の酪農から発生する環境負荷量(BOD量)は2,000人規模の村に匹敵します。村ならば税金を投入し処理施設を作ることができますが、家畜排せつ物の処理のために農家に過大な経費がかかることとなります。

(2) 悪臭問題

前述のように苦情が多いのは悪臭問題です。悪臭防止法で表1のような悪臭関連物質が規制されています。

表1 畜産関連の悪臭物質

畜産関連物質	
アンモニア	1ppm
メチルメルカプタン	0.002ppm
硫化水素	0.02ppm
硫化メチル	0.01ppm
二硫化メチル	0.009ppm
プロピオン酸	0.03ppm
ノルマル酪酸	0.001ppm
ノルマル吉草酸	0.0009ppm
イソ吉草酸	0.001ppm

対策としては、1)飼養施設のウィンドレス化、低CP飼料、2)密閉型コンポスト施設(例えば、エアドーム球場型など)、3)コンポスト化過程での通気、攪拌、4)脱臭装置(例えば、臭気燃焼装置など)、5)密閉型污水処理施設(例えば、UASB法など)、6)メタン発酵、などが行われています。

(3) 汚水処理

汚水処理の課題には、1) 水質悪化、2) 富栄養化(アオコや赤潮の発生など)、3) 地下水汚染(硝酸塩中毒)、4) サルモネラ、大腸菌、クリプトスポリジウム、5) 薬剤耐性細菌、6) 渦鞭毛虫などがあります。表2は国内で発生したクリプトスポリジウムの患者数、感染源などをまとめたものです。遺伝子型2(gt2)とよばれる牛由来のクリプトスポリジウムが問題となっています。

表2 クリプトスポリジウムの国内発生例

年	場所	患者数	感染源	遺伝子型
1994	神奈川県平塚	461	雑居ビル水道水	C.p gt2
1996	埼玉県越生	9140	河川由来水道水	C.p gt1
2002	兵庫県洲本	129	北海道宿泊施設	C.p gt1
2002	北海道札幌	170	宿泊施設・胆振	C.p gt1
2002	北海道江別	3	宿泊施設・胆振	C.p gt1
2002	北海道胆振	28	上記施設従業員	C.p gt1
2002	千葉県柏	8	北海道牧場体験	C.p gt2
2004	長野県北信	222+66	プール・手洗い場	C.hominis
2004	千葉県	50	上記の2次感染	C.hominis
2009	青森県	13	仔牛(学生実習)	C.p gt2
2014	東京都	230	長野県での牧場体験	C.p gt2

汚水処理対策としては、1) 適切な汚水処理、2) 施設整備、3) 放流基準の遵守、4) 放流水の消毒、5) 感染動物の排除などが必要になります。

(4) 土壌還元の難しさ

わが国の畜産は、地域的に家畜飼育密度の偏りがあり、土地から乖離しているため、ふん尿を肥料還元できる農地が不足しています。例えば、乳牛40頭の酪農家の場合、副資材込みで年間1,200トンのふん尿が発生しますが、それを還元するには30haの土地が必要になります。北海道以外では、これは不可能です。また、堆肥(コンポスト)化しても、流通

が困難な実態があります。

対策としては、1) 自給飼料用農地の確保、2) 家畜飼育の分散化、3) 堆肥の流通支援、4) 耕種農家が求める堆肥の品質確保、5) 堆肥散布の請負、6) 耕種農家との連携などが必要になります。

(5) 温室効果ガスの放出

畜産が放出する温室効果ガスには、家畜消化管由来のメタンと、ふん尿処理過程のメタンと一酸化二窒素があります。国内で放出される温室効果ガス総量は13.08億トンで、農業分野由来はその2.75%に当たる3,596万トンと試算されています。農業はGDP1%の産業ですので、寄与率は高いこととなります。

農業分野の温室効果ガス放出量の中で畜産が占める割合は55.6%と高いものとなっています。その内訳は、家畜消化管由来のメタンが25.9%、ふん尿処理過程のメタンが8.4%、一酸化二窒素が21.3%となっています。対策としては、1) ルーメン由来メタン発生抑制(飼料添加物など)、2) 汚水処理過程の曝気の適正化、3) 堆肥化過程での通気、攪拌、4) 脱臭装置、臭気燃焼装置、5) メタンの回収などが考えられます。

3. 家畜排せつ物の処理・利用

(1) 環境と調和した資源循環型畜産

家畜排せつ物の処理・利用方法は多種多様であり、畜種、ふん尿の排出形態、地域、経営規模、面積、耕種農家、環境などを総合的に勘案して選定する必要があります。そして重要なことは、目の前の排せつ物を厄介者として処理するだけでなく、堆肥などを使う側のことを考える

必要があります。図2に示す環境に調和した資源循環型畜産です。

家畜排せつ物は堆肥(コンポスト)にして肥料利用し、植物生産して家畜生産に戻す循環です。また、汚水処理も処理

して肥料利用、メタン発酵はメタンのエネルギー利用と消化液の肥料利用、このような資源循環型の環境と調和した畜産を考えました。

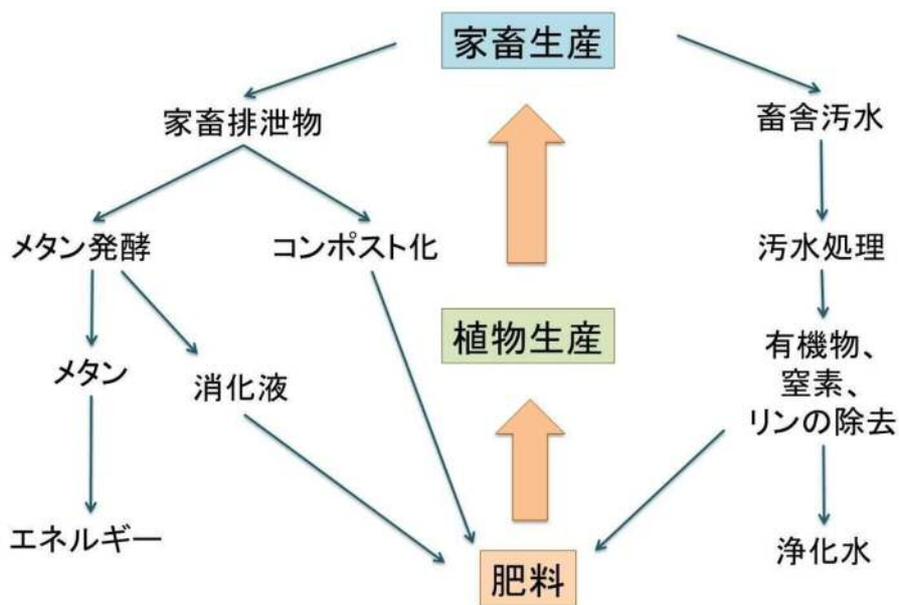


図2 環境と調和した資源循環型畜産

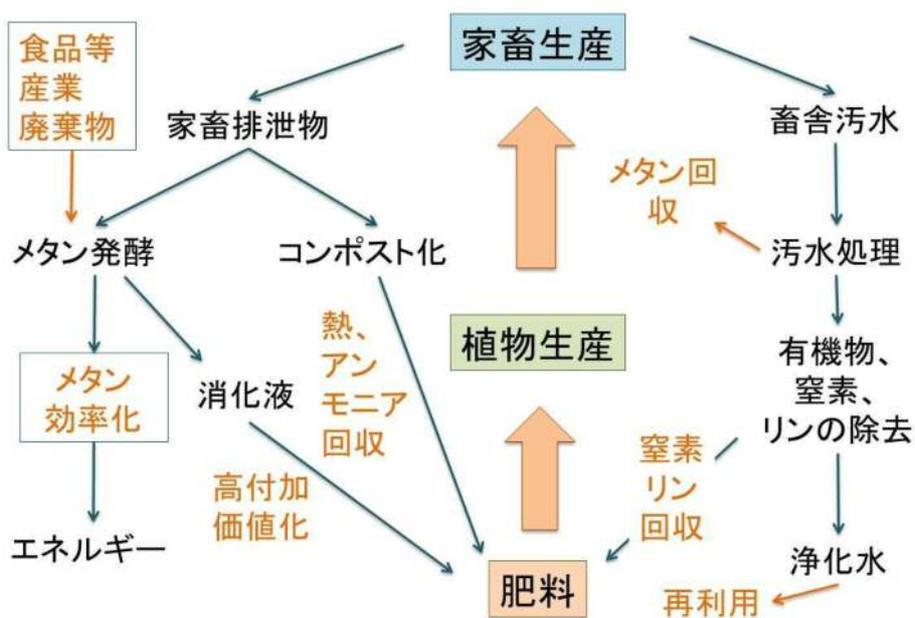


図3 新たな価値を生み出す資源循環型畜産

(2) 新たな価値を生み出す資源循環型畜産

そこからもう一歩先を見て、資源循環型畜産から新たな価値を生み出すことを考えています。図3に示すように、メタン発酵するにしても、家畜排せつ物だけでなく食品等の産業廃棄物を一緒に利用することによって、収益を得たり、メタン発酵を効率化することができます。堆肥化(コンポスト化)でも熱やアンモニアが回収できます。さらにメタン発酵消化液の高付加価値化、汚水処理におけるメタンや窒素・リンの回収など、単に処

理するだけでなく新たな価値を生み出すことを考えています。

(3) ルーメン微生物機能を活用した新規メタン発酵システム

牛は4つの胃を持っていて、第1胃をルーメンと呼びます(図4)。ルーメンは内容積が200リットルあり、ルーメン液の中には2千兆個の細菌と2千億個の原虫が住んでいます。牛の体の細胞数は400兆個なので、牛の細胞数の5倍もの微生物をルーメンの中で飼っていることになります。私は、これを、「牛は牛革を被った微生物である」といつも言っています。

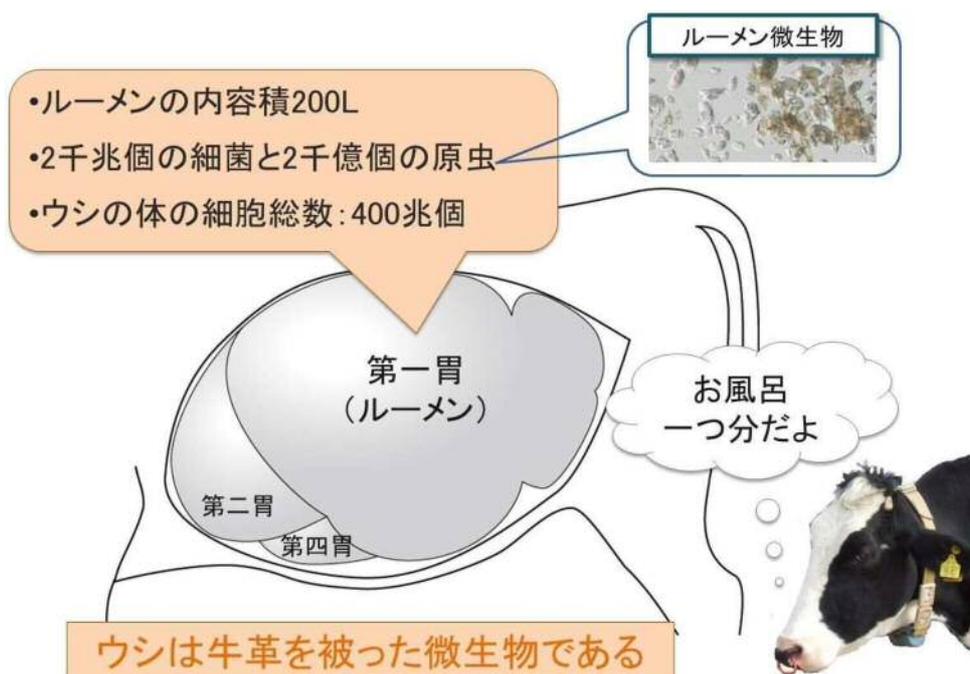


図4 牛の第一胃(ルーメン)の機能

食肉処理場の排水処理では、ルーメン液が汚水処理施設に流入するので、汚染物質が増加し、汚水処理施設の電気代が高くなっています。そこで、汚水処理施設にルーメン液を流入させず別途処理

することによって汚水処理施設の電気代を大幅に削減することができます。

ルーメンに入ってきた草をルーメン微生物が分解し、牛の生育を助けています。ルーメン液の微生物を純粋に培養しなく

でも、ルーメン液をそのまま用いることによって、紙などを溶かすことができました。リグノセルロース高分解性ルーメン微生物の働きによって、草本木質バイオマスのメタン発酵の前段階の分解反応を進めることができます。

そこで、メタン発酵の前段階の分解反応を進めるためにルーメン液を利用し、メタン発酵の効率を3~5倍上げることができました。バイオガス生産の高効率化とシステムの小型化で国内特許(特許第5920728号)を平成28年4月22日に取得

し、国際特許を出願中です。この新規技術はルーメンハイブリッド型バイオガスシステムとして実証試験中です。

(4) 被災地農業の復興

私は東北大学の東北復興農学センターの塾長を務めており、6月に葛尾村の調査見学を実施しました。葛尾村は東北大学の菜の花プロジェクトとも連携しています。5年間の全村避難によって、課題は山積みとなっていますが、産業復活のために、資源循環型酪農が農業復興の牽引役を果たそうとしています。

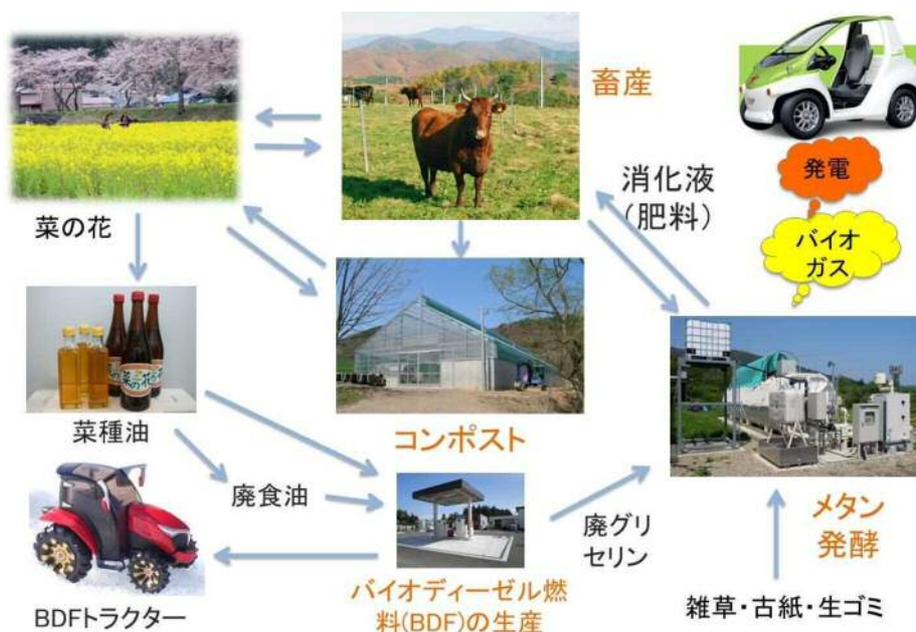


図5 新たな価値を生み出す産業連携型の畜産への変革

4. 新たな価値を生み出す産業連携型畜産への変革

新たな価値を生み出す産業連携型畜産へ変革していく必要があります。図5に示すように、畜産を中心にして、コンポスト(堆肥)は重要だが、他の循環系、例

えば菜の花プロジェクトによるバイオディーゼル燃料の生産、廃グリセリンやゴミなどをメタン発酵して、メタンガスを発電などにエネルギー利用する、消化液は肥料利用する。このようなことが考えられると思います。