

岡山県内の酪農場から発生する環境負荷ガス実態調査

白石 誠・長田 隆*・脇本進行・内田啓一・古川陽一
谷田重遠・奥田宏健

Research of the greenhouse gases and ammonia that occur from the dairy farm inside Okayama Prefecture

Makoto SHIRAIISHI, Takasi OSADA, Nobuyuki WAKIMOTO, Keiichi UCHIDA, Youichi FURUKAWA
Sigetou TANIDA and Kouken OKUDA

要 約

環境負荷ガスは地球温暖化に影響を及ぼすことから、その排出量の把握や発生抑制方法が求められている。そこで、県内酪農場から発生する環境負荷ガスの削減方法を検討するため、農場の飼養実態とアンモニア、メタン、亜酸化窒素等の測定を行った。

- 1 畜舎内では亜酸化窒素、メタンとも普遍的に発生している。
- 2 尿槽内亜酸化窒素及びメタンは畜舎内より多量に発生していた。
- 3 ふん処理施設からの環境負荷ガスは、乾燥ハウスより堆肥舎からの発生が多かった。また、水分調整法を検討することにより低減する可能性が示唆された。

キーワード： 乳牛 温室効果ガス メタン 亜酸化窒素 アンモニア

緒 言

近年、環境保全に関する意識高揚は顕著であり、特に、畜産経営から発生する悪臭や温室効果ガスなどの環境負荷ガスは深刻な問題となりつつある。畜産経営に起因する苦情発生件数のうち、悪臭関連が約6割を占めており、悪臭としてはアンモニアが最も知られている。また、地球温暖化の原因としては、二酸化炭素が最も知られているが、メタンガス、亜酸化窒素及びハロカーボン類などは少量でも温暖化に大きな影響を与える。畜産経営においては、ふん尿処理過程でメタンガスや亜酸化窒素が発生していることが試験的には確認されているが^{3,4,8)}、畜舎内や実際のふん尿処理過程から発生する濃度を把握した調査例は少ない。

そこで、我々は家畜ふん尿処理過程から発生する温室効果ガスの発生量の把握を目的に、県内酪農家の畜舎及び家畜ふん尿処理施設から発生するアンモニア、メタン及び亜酸化窒素の発生実態を調査した。

材料及び方法

1 調査農家及び調査期間

調査農家は、県内酪農家101戸(主にホルスタイン飼養農家でジャージー飼養農家も数戸含まれている)とし、調査期間は、2001年6月～2001年12月の夏期から冬期にいたる7ヶ月間とした。

2 聞き取り調査項目

聞き取り調査は、飼養頭数、牛舎構造、堆肥舎構造、乾燥ハウス構造及び尿槽容積等の構造に関する調査とバンクリーナ排尿溝の良否、ふん尿搬出回数、切り返し回数及び貯留日数等管理に関する項目について調査した。

3 サンプリング方法

各ガスの採取は注射ポンプを用いた。保存容器は、容積13ml程度の真空引きした小型のバイアル瓶をブチルゴム栓で密栓してアルミキャップで締めたものを用いた。これに、畜舎では中央部地上より1mの地点で、ハウス乾燥施設では通路中央部地上から1mの地点で、堆肥舎では堆肥発酵場所近辺で堆積物直上10～15cmで、尿槽では尿槽口より10～15cm内部に向けて採取したガスを注入し

分析に供した。

貯留槽の汚水採取については、尿槽内のガス採取と同時に行った。貯留尿はひしゃく等を用い、1 Lのサンプル保存用容器に空隙ができないように注入し、直ちに試験に供した。

4 分析項目

メタン (CH_4) は、水素炎イオン化検出器付ガスクロマトグラフ (FID - GC) で、亜酸化窒素は電子捕獲検出器付ガスクロマトグラフ (ECD - GC) を用いて分析した。

アンモニア (NH_3) については、バイアル瓶注入と同時に、北川式ガス検知管により測定した。

貯留尿については、pHはガラス電極法、CODは過マンガン酸カリ100 30分加熱法、SSはガラス繊維濾過法、BODはウインクラージ化ナトリウム変法、窒素 ($\text{Kj} - \text{N}$) はケルダール分解法、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4 - \text{N}$) はプレムナー法により測定した。

結 果

1 調査対象農家の概要

対象農家数を経産牛飼養規模別に表1に示し、調査市町村は図1に示した。

今回の対象農家経産牛の飼養頭数は21~30頭までが33戸と最も多く、平均飼養頭数は28.5頭であった。これは、平成13年度の県内の経産牛飼養頭数28.2頭とほぼ同数であった。次に、畜舎構造及びふん尿搬出形態を図2、3に示した。畜舎構造は対尻式が最も多く66.7%、対頭式は14.7%であり、その他は18.6%であった。ふん尿搬出形態は、バンクリーナ75.5%、手出し17.6%、自然流下式6.9%であり、ふん尿分離型がほとんどであった。

	戸					計
	1~10	11~20	21~30	31~40	41~	
戸数	11	20	33	20	17	101



図1 調査市町村

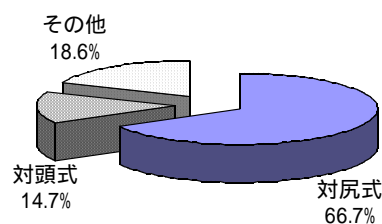


図2 畜舎構造

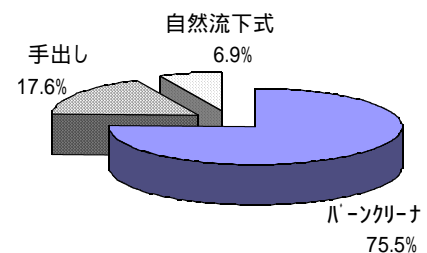


図3 搬出形態

2 畜舎内の環境負荷ガス

畜舎内101戸の環境負荷ガスの平均値を表2に示した。アンモニア濃度の平均値は1.15ppmであった。アンモニア濃度と畜舎内温度の関係を図4に示したが、一定の傾向を示す数値はなかった。

亜酸化窒素及びメタンの平均値は、それぞれ0.373 ppm、34.93ppmであり、畜舎内ではメタン、亜酸化窒素とも普遍的に発生していた。

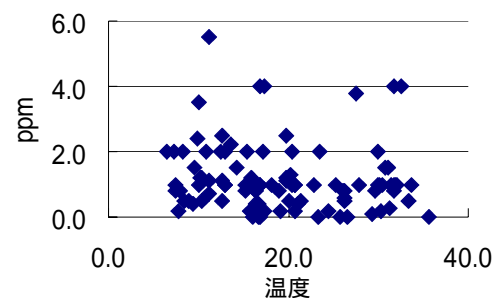


図4 アンモニアと畜舎内温度

	ppm		
	アンモニア	亜酸化窒素	メタン
平均値	1.15	0.373	34.93
最小値	n.d.	0.311	1.73
最大値	5.50	2.588	939.98
標準偏差	1.04	0.254	118.48

3 尿槽内の環境負荷ガス

(1) 尿汚水

汚水が少なく採取できなかった1戸をのぞく100戸の尿汚水の調査結果を表3に示した。

その結果各検査項目の平均値では、pHは8.6でアルカリ性を示していた。また、有機性汚濁成分であるBODは11,520.1ppmと高濃度であり、Kj-Nは4,744.8ppmであった。

表3 尿汚水結果

	mS/cm, ppm, %										
	pH	EC	COD	BOD	SS	Kj-N	NH4-N	T-P	水分	強熱減量	
平均値	8.6	36.0	7,116.4	11,520.1	4,084.4	4,744.8	3,756.4	83.9	96.9	39.9	
標準偏差	0.5	14.5	4,310.9	5,980.8	11,065.0	2,152.0	1,853.6	160.7	1.6	11.6	

(2) 臭気ガス

尿槽内の環境負荷ガスの結果を表4に示した。各検査項目の平均値では、アンモニアは130.3ppmと高濃度に検出され、メタンガスは302.62ppm、亜酸化窒素は2.944ppmと畜舎内のガスに比べいずれもかなり高い濃度であった。

表4 尿槽内環境負荷ガスの平均値

	ppm		
	アンモニア	亜酸化窒素	メタン
平均値	130.3	2.994	302.62
最小値	n.d.	0.311	2.15
最大値	800.0	54.582	2,017.31
標準偏差	167.37	7.76	478.85

4 ふん尿処理施設内の環境負荷ガス

乾燥ハウス12戸及び堆肥舎28戸から発生する環境負荷ガスの平均値及び最小、最大値を表5に示した。乾燥ハウスはすべてロータリー式で高さは15cm以下であった。堆肥舎は堆積切り返しがほとんどであり、スクープ式堆肥舎が1戸あった。

アンモニアについては乾燥ハウスが若干高く発生していたが、亜酸化窒素及びメタンガスは乾燥ハウスより堆肥舎から多く発生していた。

そして、乾燥ハウスのアンモニア、亜酸化窒素及びメタンガスの平均値はそれぞれ3.49ppm、0.344ppm、7.38ppmであり、堆肥舎のアンモニア、亜酸化窒素及びメタンガスの平均値はそれぞれ1.01ppm、0.391ppm、63.37ppmであった

表5 乾燥ハウス、堆肥舎から発生する環境負荷ガス

	ppm					
	乾燥ハウス			堆肥舎		
	アンモニア	亜酸化窒素	メタン	アンモニア	亜酸化窒素	メタン
平均値	3.49	0.344	7.38	1.01	0.391	63.37
最小値	0.25	0.311	2.03	n.d.	0.311	1.99
最大値	20.00	0.476	19.84	4.20	1.671	1,508.40
標準偏差	5.62	0.059	6.31	1.05	0.257	283.45

考 察

1 調査農家の概要

今回調査した農家は、経産牛11頭から40頭規模が多く、なかでも21～30頭規模が33戸と最も多かった。そして、平均頭数は平成13年度の平均頭数とほぼ同数の28.5頭であり、岡山県下では平均的な農家を調査したものと考えられた。

畜舎構造は、対尻式が最も多く、対頭式は約15%程度であった。ふんの搬出形態は、バークリーナによるふん尿分離が最も多く75.5%を占めていた。ふん尿分離を行うことにより固形分と液分に分けられ、処理が行いやすくなるため、多くの農家で採用されていた。また、小規模な農家では手出しによる作業も行われていた。自然流下式については、約7%の農家が採用していたが、この方式では直接ふん尿混合のまま圃場へ還元することにより、様々な問題が生ずることはかなり周知されており、多くの農家では、固液分離機によりふん尿分離を行った後、曝気による液肥化やスラリーインジェクターによる圃場還元、微生物資材の利用等を行っており、環境問題に苦慮している現状が受け止められた。

2 尿汚水の性状

牛尿汚水の性状報告は少なく、近年では小柳²⁾や坂井ら⁵⁾の報告があるのみである。今回の調査では、尿汚水の濃度の低い農家から高濃度の農家まで存在し、各成分にかなりなばらつきがみられた。このようなばらつきは、ふん尿分離の不徹底による尿槽へのふんの混入や、逆に、固分への尿混入により尿槽への流入量の低下に伴う貯留期間の長期化及び単純な構造上の問題による雨水の流入等によるものと考えられた。また、このような傾向は、小柳²⁾や坂井⁵⁾らも認めており、pH以外の成分は変動係数が大きく、酪農場により大きなばらつきがあった²⁾。特に、BOD、CODについては極めて高い農家が認められたが、これはふん尿分離の不確かさによるものとしている⁵⁾。

3 畜舎内環境負荷ガス

アンモニア濃度は、平均1.15ppmで検出限界以下の農家もみられた。アンモニアと舎内温度の関係については、亀田ら¹⁾が、畜産臭気の発生実態調査を行っている。この中で、乳牛では、冬場の締め切った舎内からアンモニア、i-吉草酸がやや高めに検出されたとしているが、今回の調査では一定の傾向は示されなかった。これは外気温よりも畜舎構造及びふん尿搬出を含めた清掃により左右されるところが大きいためと考えられた。

畜舎内のメタンは大気レベル1.71ppm⁶⁾より多量に検知されたが、これは、牛のルーメン発酵に由来するためと考えられた⁷⁾。したがって、畜舎内のメタンガスを低下させるためには換気を行うことが必要であるが、牛からの発生については、飼料給与技術や栄養管理の改良等による発生量低減技術の開発により削減することが望まれる⁷⁾。

亜酸化窒素の発生はふん尿中の窒素に由来しており、堆肥化処理及び浄化処理などの微生物による窒素の硝化、脱窒等が主要な亜酸化窒素の発生源と考えられている⁷⁾。したがって、窒素の酸化還元反応が起こりにくい畜舎においては、その発生量は少ないと考えられ、今回の調査においても畜舎内の平均値は0.373ppmで大気レベルの0.311ppm⁶⁾に近い値であった。

4 尿槽内の環境負荷ガス

尿槽内では、アンモニアを始め亜酸化窒素、メタンとも高濃度に検出されている。アンモニアについては、水中に溶解しているNH₄がpHの上昇により気体となり尿槽内に充満しており、高濃度に検出された。メタンガスについては、嫌気性分解により発生しているため、好気的な条件を整えない限り発生を抑えることはできないものと考えられた。

亜酸化窒素についても、尿槽内は畜舎より高濃度に検出されている。尿汚水からの発生は、浄化処理、特に活性汚泥処理からの発生が多いとされている⁷⁾。一般的にはアンモニアの酸化、還元時に、亜酸化窒素が発生するが、嫌気状態の尿槽内からこのガスが発生するのは、ふん尿分離後貯留尿への移動時の酸化、もしくは貯留槽内における汚水上部での酸素との接触部において、酸化、還元により発生したと考えられた。

5 ふん尿処理施設における環境負荷ガス

環境負荷ガスは、乾燥ハウス、堆肥舎とも普遍的に発生していると考えられた。乾燥ハウスは、高さ15cm程度のロータリー式がすべてであり、アンモニアは、0.25～20ppmの範囲で発生しており、水分の蒸散がよく行われている施設が多かった。メタンについては、槽自体が浅型のため、好気条件が整えられ、濃度は低かった。一部の農家では高めに検知されたが、これはふん尿の水分が高い農家であった。また、亜酸化窒素については、平均値0.344ppmと畜舎内の発生濃度より低い値であった。

堆肥舎については、堆積切り返し方式がほとんどであり、アンモニア、亜酸化窒素及びメタンのすべてのガスが発生していた。このうち、メタンの発生については十分な切り返しによる好気的な条件整備で低減できると考えられた。

引用文献

- 1) 亀田智子・高橋朋子・山田正幸(1997)：畜産臭気の発生実態調査、群馬畜試研報, 4, 87-93.
- 2) 小柳涉(1998)：貯留牛尿の成分と簡易測定法、新潟畜試セ研報, 12, 49-51
- 3) 長田隆・羽賀清典・黒田和孝(1997)：家畜ふん尿の処理過程における環境負荷ガスの発生、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 346-349
- 4) 長田隆(2002)：豚のふん尿処理に伴う環境負荷ガスの発生、畜産草地研究所研究報告第2号, 15-62.
- 5) 坂井隆宏・脇屋裕一郎・西村弘(2001)：佐賀県内における家畜尿汚水調査、九州農業研究, 63, 120.
- 6) 社団法人畜産技術協会編(2000)：畜産における温室効果ガスの発生抑制第五集

7) 社団法人畜産技術協会編(2002)：畜産における温室効果ガスの発生抑制総集編

8) Tadashi TAMURA, Takehiko KATAYAMA and Kiyunori HAGA(1999): Emission Patterns of Malodorous and Greenhouse Gases from the Pile-type Composting of Cattle Manure, Anim. Sci. J, 70(4), 235-239

