3.B.3 家畜排せつ物の管理（豚）（Manure Management（Swine））（CH_4, N_2O）

１．排出・吸収源の概要

１.１ 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

本排出源では、豚から排せつされるふん及び尿を管理・処理する際に排出される CH_4 及び N_2O の排出を扱う。

家畜の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH_4 に変換される、又は排せつ物中に消化管内発酵由来の CH_4 が溶けており、それが通気や攪拌により大気中へ放散されることにより CH_4 が排出される。また、主に微生物の作用による硝化・脱窒により N_2O が排出される。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

豚の排せつ物管理に伴う CH_4 排出量は 1990 年度より現在まで減少傾向にある。これは、豚の飼養頭数の減少及び 2000 年代に入り排出係数が相対的に小さい排せつ物処理方法への転換が進んだためである。

一方、豚の排せつ物管理に伴う N_2O 排出量は、1990 年代は減少傾向にあったが、排出係数が相対的に大きい排せつ物処理方法へ転換したことにより 2000 年代は増加傾向にあった。その後、一時的な増加があったものの、飼養頭数の減少等により 2012 年度以降は微減傾向にある。

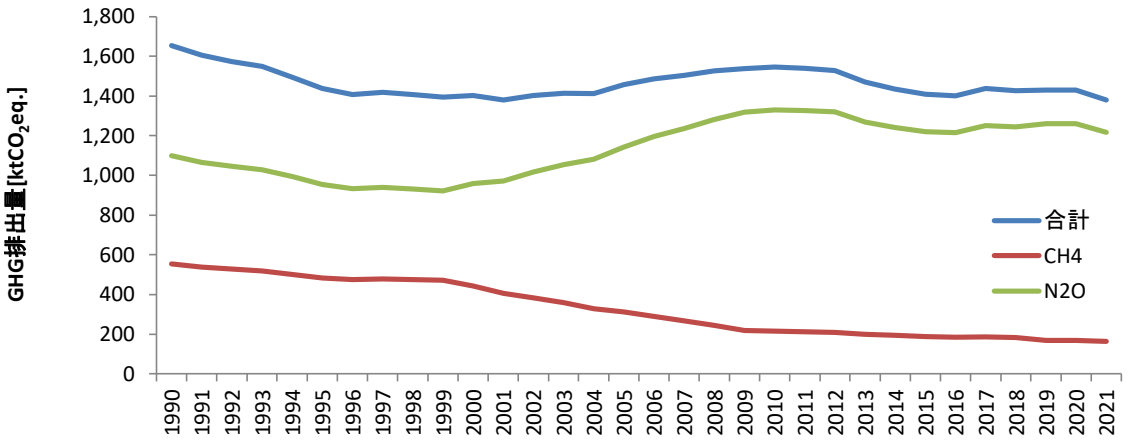

図 1　豚の排せつ物管理からの CH_4 及び N_2O 排出量の推移

２．排出・吸収量算定方法

２.１ 排出・吸収量算定式

【CH_4】

豚の排せつ物管理からの CH_4 排出については、排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる有機物量に我が国独自又は 2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良版に示されたデフォルト値の CH_4 排出係数を乗じて算出している。

$$E_{CH4} = \sum (EF_{CH4-n} \times A_{CH4-n})$$

E_{CH4}：豚の排せつ物管理に伴う CH_4 排出量［kg-CH_4/年］
EF_{CH4-n}：排せつ物管理区分 n の排出係数［kg-CH_4/kg-有機物］
A_{CH4-n}：排せつ物管理区分 n の排せつ物中に含まれる有機物量［kg-有機物］

【N_2O】

豚の排せつ物管理からの N_2O 排出については、排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に我が国独自又は 2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良版に示されたデフォルト値の N_2O 排出係数を乗じて算出している。

$$E_{N2O} = \sum (EF_{N2O-n} \times A_{N2O-n}) \times 44/28$$

E_{N2O}：豚の排せつ物管理に伴う N_2O 排出量［kg-N_2O/年］
EF_{N2O-n}：排せつ物管理区分 n の排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］
A_{N2O-n}：排せつ物管理区分 n の排せつ物中に含まれる窒素量［kg-N/年］

２.２ 排出係数

【CH_4】

排出係数（EF_{CH4-n}）は、排せつ物管理区分別の排せつ物中に含まれる有機物量当たりの CH_4 排出量を用いる。算定に使用している CH_4 排出係数は表 1 のとおり。

表 1　豚の排せつ物管理に伴う CH_4 排出係数（EF_{CH4-n}）［kg-CH_4/kg-有機物］

処理区分	豚	
天日乾燥	0.2%	J[2]
火力乾燥	0%	Z[3]
開放型強制発酵（ふん）	0.302%	D[1]
開放型強制発酵（尿）	0.000%	D[1]
開放型強制発酵（ふん尿混合）	0.302%	D[1]
密閉型強制発酵（ふん）	0.08%	J[4]
密閉型強制発酵（尿）	0.151%	D[1]
密閉型強制発酵（ふん尿混合）	0.08%	J[4]
堆積発酵	0.16%	J[5]
焼却	0.4%	O[3,6]
浄化	0.91%	J[7]
貯留	9.2%	D[1]
貯留（1 か月以内）	3.8%	D[1]
貯留（1 か月超）	10.6%	D[1]
メタン発酵（ふん）	0.16%	Pl
メタン発酵（尿・ふん尿混合）	3.6%	DC
産業廃棄物処理	9.2%	PS
その他（ふん）	0.4%	M
その他（尿・ふん尿混合）	10.6%	M

（記号）
D：2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版のデフォルト値を利用
J：我が国の観測データより設定
O：他国のデータより設定
Z：原理的に排出は起こらないとの仮定により設定
Pl：堆積発酵の値を適用
DC：乳用牛の地域別排出係数を基に設定
M：「ふん」又は「ふん尿混合」に対する処理区分の最大値を適用
PS：貯留の値を使用
（出典）
1：2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版
2：石橋誠、橋口純也、古閑護博「畜産業における温室効果ガス排出削減技術の開発（第 2 報）」畜産環境保全に関する試験研究　平成 15 年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所（2003）
3：畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）
4：平成 20 年度環境バイオマス総合対策推進事業のうち農林水産分野における地球温暖化対策調査事業報告書（全国調査事業）事業課題名　我が国の気候条件等を踏まえた家畜排せつ物管理に伴う温室効果ガス排出量算定方法の検討
5：Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi, “Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4)”, Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4,105-111（2005）
6：IPCC 1995 Report :Agricultural Options for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, 747-771
7：平成 24 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書（2013）（農林水産省）

表 1 において「D（デフォルト値）」と示されている CH_4 排出係数は、2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版に示された「その他地域（アジアを含む。）の高生産性システム」の Bo（最大 CH_4 発生ポテンシャル）（0.45m^3-CH_4/kg-有機物）及び MCF（メタン発生係数）を用いて、以下の式で算出している。

$$EF_{CH4\text{-}n} = Bo \times 0.67 \times MCF_n$$

$EF_{CH4\text{-}n}$：排せつ物管理区分 n の排出係数［kg-CH_4/kg-有機物］
Bo：最大 CH_4 発生ポテンシャル［m^3-CH_4/kg-有機物］
0.67：変換係数［kg-CH_4/m^3-CH_4］
MCF_n：排せつ物管理区分 n のメタン発生係数［%］

貯留の MCF は、2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版において気温区分別に掲載されているため、地域別平均気温（表 2）から設定した MCF 値を地域別家畜頭数で加重平均して算出した。地域別平均気温は、各家畜が主に飼養されている市町村の平均気温から設定した。デフォルト値の排出係数の計算に用いた MCF は表 3 のとおり。

表 2　MCF の設定に使用した地域別の平均気温［℃］

地域	気温
北海道	7.4
東北	10.1
関東	14.4
北陸	12.7
東海	15.0
近畿	13.5
中国	14.4
四国	15.5
九州沖縄	16.3

（出典）気象庁ホームページの過去の気象データベース[1]から作成

表 3　デフォルト値の排出係数の計算に用いた MCF

処理区分	MCF	2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良版における分類
開放型強制発酵（ふん、ふん尿混合）	1.0%	Composting – Intensive windrow を基に算出
開放型強制発酵（尿）	0.0%	Aerobic treatment を基に算出
密閉型強制発酵（乳用牛・肉用牛）	0.5%	Composting – In- Vessel を基に算出
貯留	30.6%	Liquid/ Slurry を基に算出
貯留（1 か月以内）	12.5%	Liquid/ Slurry – 1 Month を基に算出
貯留（1 か月超）	35.1%	Liquid/ Slurry – 3, 4, 6, 12 Month を基に算出

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版　Table 10.17

[1] http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php

【N_2O】

排出係数（EF_{N2O-n}）は、排せつ物管理区分別の排せつ物中に含まれる窒素量当たりの N_2O 排出量を用いる。算定に使用している N_2O 排出係数は表 4 のとおり。

表 4　豚の排せつ物管理に伴う N_2O 排出係数（EF_{N2O-n}）［g-N_2O-N/g-N］

処理区分	豚	
天日乾燥	2.0%	D[1]
火力乾燥	2.0%	D[1]
開放型強制発酵（ふん）	0.5%	D[1]
開放型強制発酵（尿）	1.0%	D[1]
開放型強制発酵（ふん尿混合）	0.5%	D[1]
開放型強制発酵（ふん）	0.16%	J[2]
開放型強制発酵（尿）	0.6%	D[1]
開放型強制発酵（ふん尿混合）	0.16%	J[2]
堆積発酵	2.5%	J[3]
焼却	0.1%	O[4]
浄化	2.87%	J[5]
貯留	0%	D[1]
メタン発酵（ふん）	2.5%	Pl
メタン発酵（尿・ふん尿混合）	0.15%	DC
産業廃棄物処理	0%	PS
その他（ふん）	2.5%	M
その他（尿・ふん尿混合）	2.87%	M

（記号）

D：2006 IPCC ガイドラインのデフォルト値を利用（Asia の値を利用）

J：我が国の観測データより設定

O：他国のデータより設定

Pl：堆積発酵の値を適用

DC：乳用牛で代用

PS：貯留の値を適用

M：「ふん」又は「ふん尿混合」に対する処理区分の最大値を適用

（出典）

1：2006 年 IPCC ガイドライン（2006）Table 10.21

2：平成 20 年度環境バイオマス総合対策推進事業のうち農林水産分野における地球温暖化対策調査事業報告書（全国調査事業）事業課題名　我が国の気候条件等を踏まえた家畜排せつ物管理に伴う温室効果ガス排出量算定方法の検討

3：Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi, “Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4) ”, Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4,105-111（2005）

4：畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）

5：平成 24 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業　報告書（2013）（農林水産省）

2.3 活動量

【CH_4】

排せつ物管理区分 n における豚の排せつ物中に含まれる有機物量（$A_{CH4\text{-}n}$）は、飼養頭数（P）に 1 頭あたり 1 日当たりの排せつ物量（Ex）、年間日数（Day）、有機物含有率（Org）を乗じることにより豚から排せつされる年間有機物量の総量を算出し、その総量に排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）を乗じて推計する。

$$A_{CH4\text{-}n} = P \times Ex \times Day \times Org \times Mix_n \times MS_n / 1000$$

$A_{CH4\text{-}n}$：排せつ物管理区分 n の各家畜種から排せつされる有機物量［kt-有機物/年］
P：家畜の飼養頭数［千頭］
Ex：1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物量［kg/頭/日］
Day：年間日数［日］
Org：排せつ物中の有機物含有率［%］
Mix_n：排せつ物管理区分 n の排せつ物分離・混合処理の割合［%］
MS_n：排せつ物管理区分 n の排せつ物管理区分割合［%］

飼養頭数（P）は「畜産統計（農林水産省）」に示された値を用いる（表 5）。

表 5　豚の飼養頭数（P）［千頭］

家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
肥育豚	10,134	9,817	9,654	9,530	9,200	8,883	8,816	8,891	8,877	8,807
繁殖豚	1,201	1,149	1,129	1,090	1,050	1,017	1,007	1,012	1,002	1,000

家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
肥育豚	8,799	8,627	8,730	8,743	8,698	8,654	8,786	8,778	8,906	8,860
繁殖豚	989	984	995	981	974	967	973	968	994	974

家畜種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
肥育豚	8,815	8,784	8,736	8,603	8,514	8,426	8,463	8,327	8,267	8,351
繁殖豚	954	952	949	933	910	887	883	863	889	872

家畜種	2020	2021
肥育豚	8,435	8,130
繁殖豚	855	819

（出典）畜産統計（農林水産省）

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物量（Ex）は、ふんについては 2006 年 IPCC ガイドラインの算定方法を参考に、尿については尿中窒素量を尿の有機物含有率で割り戻す方法で算出する（表 6）。

表 6　排せつ物量算定式の概要

区分・出典	算定式
ふん （2006 年 IPCC ガイドラインを参考）	$F = F_{dry}/(1 - \mathrm{MC})$ $F_{dry} = \mathrm{DMI} \times (1 - \mathrm{DR})$ F：ふん量［kg/日］ F_{dry}：ふん量（乾物）［kg/日］ DMI：乾物摂取量［kg/日］ DR：飼料消化率［%］ MC：ふんの含水率［%］

区分・出典	算定式
尿 （尿中窒素量から求める）	$U = N_u$ /（OC × 0.469）/1000 U：尿量［kg/日］ N_u：尿中窒素量［g/日］ OC：尿中有機物含有率［%］ 0.469：尿素中の窒素含有率

算定に使用する各パラメータは以下の方法で設定する。なお、ふんの含水率（MC）は国内の一般的な数値である 72%、尿の有機物含有率（OC）は家畜ふん尿の成分組成に基づく推計値である 1.4%を用いる[2]。乾物摂取量（DMI）は、1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）の算定で用いられる飼料摂取量（F_{intake}）より算出する。また、尿中窒素量（Nu）は、1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）の算定結果を用いる（表 15 等）。

i) 飼料消化率（DR）

飼料消化率（DR）は、まず各飼料原料における飼料消化率を求め、それを「流通飼料価格等実態調査（農林水産省）」から算出した各飼料原料の使用割合で加重平均することで求めている（表 8）[3]。

各飼料原料における飼料消化率は、「日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）」に記載の CP（粗タンパク質）、EE（粗脂肪）、NFE（可溶無窒素物）、CF（粗繊維）の消化率をそれぞれの含有割合で加重平均することで求めている。

表 7　飼料消化率（DR）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
飼料消化率(DR)	72.4%	72.4%	72.4%	72.4%	72.4%	72.4%	72.4%	72.5%	72.6%	72.6%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
飼料消化率(DR)	72.7%	72.6%	72.6%	72.6%	72.6%	72.6%	72.5%	72.4%	72.2%	72.3%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
飼料消化率(DR)	72.3%	72.1%	72.1%	71.9%	71.9%	71.9%	71.9%	71.8%	71.7%	71.7%
	2020	2021								
飼料消化率(DR)	71.8%	71.8%								

2 家畜ふん尿処理・利用の手引き（1998）（畜産環境整備機構）

3 アミノ酸については、同調査の「飼料添加物の内訳」を参照する。

表 8　飼料原料の使用割合

	1995	2001	2009
とうもろこし	47.1%	50.3%	54.1%
こうりゃん（マイロ）	16.1%	13.6%	10.4%
小麦	0.5%	0.5%	1.1%
大裸麦	0.6%	0.6%	1.3%
米	1.1%	0.8%	1.0%
小麦粉	1.0%	0.8%	0.8%
ライ麦	2.9%	2.4%	0.4%
エン麦	0.0%	0.0%	0.0%
その他の穀類	0.8%	1.0%	1.2%
大豆，きなこ	0.0%	0.4%	0.4%
その他の豆類	0.0%	0.0%	0.0%
ふすま	1.2%	0.9%	0.9%
米ぬか	0.4%	0.3%	0.1%
米ぬか油かす	0.6%	0.7%	0.7%
グルティンフィード	0.9%	0.8%	0.8%
グルティンミール	0.0%	0.0%	0.0%
ホミニーフィード	0.0%	0.0%	0.0%
スクリーニングペレット	0.0%	0.0%	0.0%
ビートパルプ	0.0%	0.0%	0.0%
DDGS	-	-	-
その他の糟糠類	0.2%	0.2%	0.9%
ｱﾙﾌｧﾙﾌｧﾐｰﾙ･ﾍﾟﾚｯﾄ･ｷｭｰﾌﾞ	0.4%	0.3%	0.3%
大豆油かす	14.3%	14.8%	14.2%
菜種油かす	3.2%	3.5%	4.1%
綿実油かす	0.0%	0.0%	0.0%
その他の植物油かす	0.4%	0.6%	0.5%
魚かす・魚粉	1.4%	1.0%	0.8%
フィシュソリュブル吸着飼料	0.0%	0.0%	0.0%
脱脂粉乳	0.5%	0.4%	0.2%
ホエイパウダー	0.3%	0.4%	0.4%
肉粉・肉骨粉	1.5%	0.5%	0.1%
フェザーミール	0.0%	0.0%	0.0%
その他の動物性飼料	0.1%	0.0%	0.1%
油脂及び油脂吸着飼料(動物性)	1.3%	1.3%	1.1%
油脂及び油脂吸着飼料(その他)	0.0%	0.0%	0.0%
糖みつ及び糖みつ吸着飼料	0.5%	0.4%	0.4%
飼料添加物	0.4%	0.4%	0.5%
特殊飼料	1.6%	1.9%	1.8%
その他の飼料	0.5%	0.9%	1.3%
アミノ酸	0.1%	0.1%	0.1%

（出典）流通飼料価格等実態調査（農林水産省）

「日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）」の出版年である、1995 年、2001 年、2009 年を代表として示す。

表 9　各飼料原料における飼料消化率

	1995	2001	2009
とうもろこし	76.6%	77.0%	77.0%
こうりゃん（マイロ）	77.7%	77.9%	77.7%
小麦	78.1%	78.1%	78.1%
大裸麦	72.7%	72.7%	72.8%
米	80.4%	80.4%	79.6%
小麦粉	82.0%	82.0%	82.0%
ライ麦	77.2%	77.7%	77.4%
エン麦	64.8%	64.8%	64.1%
その他の穀類	67.3%	67.3%	67.3%
大豆，きなこ	67.2%	67.2%	67.2%
その他の豆類	67.4%	67.4%	67.4%
ふすま	55.1%	56.2%	54.7%
米ぬか	57.2%	57.2%	57.2%
米ぬか油かす	50.8%	50.6%	50.0%
グルティンフィード	56.0%	56.0%	56.9%
グルティンミール	73.5%	73.5%	73.3%
ホミニーフィード	68.6%	68.6%	69.6%
スクリーニングペレット	42.1%	42.1%	42.1%
ビートパルプ	61.0%	61.0%	63.7%
DDGS	57.8%	57.8%	57.8%
その他の糟糠類	52.0%	52.0%	52.0%
ｱﾙﾌｧﾙﾌｧﾐｰﾙ･ﾍﾟﾚｯﾄ･ｷｭｰﾌﾞ	36.4%	36.4%	35.8%
大豆油かす	69.7%	69.7%	69.1%
菜種油かす	58.1%	58.1%	58.3%
綿実油かす	48.8%	48.8%	48.8%
その他の植物油かす	58.2%	58.2%	58.1%
魚かす・魚粉	58.2%	58.2%	57.5%
フィシュソリュブル吸着飼料	58.7%	58.7%	58.7%
脱脂粉乳	82.3%	82.3%	83.9%
ホエイパウダー	77.8%	77.8%	82.1%
肉粉・肉骨粉	62.6%	62.6%	60.4%
フェザーミール	68.0%	68.0%	67.3%
その他の動物性飼料	44.7%	44.7%	44.8%
油脂及び油脂吸着飼料(動物性)	95.0%	95.0%	95.0%
油脂及び油脂吸着飼料(その他)	0.0%	0.0%	0.0%
糖みつ及び糖みつ吸着飼料	60.5%	60.5%	60.5%
飼料添加物	0.0%	0.0%	0.0%
特殊飼料	0.0%	0.0%	0.0%
その他の飼料	83.9%	83.9%	83.1%
アミノ酸	100.0%	100.0%	100.0%

（出典）日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）

「日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）」の出版年である、1995 年、2001 年、2009 年を示す。なお、1995 年以前は 1995 年値据置き、1996 年～2000 年は内挿値、2002 年～2008 年は内挿値、2009 年以降は 2009 年値据置きとしている。

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物量（Ex）の算定結果を以下に示す（表 10）。

表 10　1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物量（Ex）［kg/頭/日］

	家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ふん	肥育豚	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	繁殖豚	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3
尿	肥育豚	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1
	繁殖豚	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.5	5.5

	家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ふん	肥育豚	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
	繁殖豚	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
尿	肥育豚	4.1	4.1	4.0	4.0	3.9	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8
	繁殖豚	5.5	5.4	5.3	5.2	5.1	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0

	家畜種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ふん	肥育豚	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9
	繁殖豚	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
尿	肥育豚	3.9	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7	3.9	3.9	3.9
	繁殖豚	5.1	5.1	5.1	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7

	家畜種	2020	2021
ふん	肥育豚	1.9	1.9
	繁殖豚	2.4	2.4
尿	肥育豚	3.9	3.9
	繁殖豚	4.7	4.7

有機物含有率（Org）は、「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」の数値を使用している（表 11）。

表 11　有機物含有率（Org）

家畜種	有機物含有率	
	ふん	尿
豚	20%	1.4%

（出典）畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）

排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）には、1997 年（「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」）、2009 年（「家畜排せつ物処理状況調査結果（農林水産省）」）、2019 年（「家畜排せつ物処理状況調査結果」）の調査結果が存在する。1997 年の調査は「家畜排せつ物法」（1999 年施行、不適切な排せつ物管理を禁止する法律で、排せつ物管理区分割合が変わる契機となった。）施行以前のデータであるため、1999 年度以前は 1997 年の調査結果を適用した。2009 年度、2019 年度については当年に実施された農林水産省調査の値を採用し、2000～2008 年度は 1997 年調査と 2009 年調査の内挿値、2010～2018 年度については 2009 年調査と 2019 年調査の内挿値を使用することとした。なお、2019 年調査から新規に設定された区分及び 2 つに分割される区分については、表 12 のように排出係数を設定した。

使用する排せつ物分離処理割合（Mix_n）を表 13 に、排せつ物管理区分割合（MS_n）を表 14 に示す。

表 12　新規設定区分及び分割される区分における排出係数の設定

	区分	設定
新規	炭化処理	火力焼却の EF を適用
	産業廃棄物処理	搬出されるまで施設内に留め置かれると想定し、貯留の EF を適用
	貯留（1 か月以内、1 か月以超）（ふん）	ふん尿混合の貯留の数値を適用
分割	強制発酵（開放型）	ふん・ふん尿混合は従来の EF（国内の数値）、尿は 2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版を適用
	強制発酵（密閉型）	
	浄化（放流）	従来の浄化の数値を両区分に適用
	浄化（農業利用）	
	貯留（1 か月以内）	2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版を適用
	貯留（1 か月超）	2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版を適用（3～12 か月の平均値）

表 13　排せつ物分離処理割合（Mix_n）

家畜種	処理方法	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
豚	ふん尿分離	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
	ふん尿混合	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%

家畜種	処理方法	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
豚	ふん尿分離	70%	71%	71%	72%	72%	72%	73%	73%	74%	74%
	ふん尿混合	30%	29%	29%	28%	28%	28%	27%	27%	26%	26%

家畜種	処理方法	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
豚	ふん尿分離	74%	74%	75%	75%	75%	75%	76%	76%	76%	76%
	ふん尿混合	26%	26%	25%	25%	25%	25%	24%	24%	24%	24%

家畜種	処理方法	2020	2021
豚	ふん尿分離	76%	76%
	ふん尿混合	24%	24%

（出典）

1999 年以前：畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）

2009 年：家畜排せつ物処理状況調査結果（2009）（農林水産省）

2019 年：家畜排せつ物処理状況調査結果（2019）（農林水産省）

表 14　排せつ物管理区分割合（MS_n）（豚）

ふん尿分離状況		処理方法	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ふん尿分離処理	ふん	貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		天日乾燥	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%
		火力乾燥	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
		炭化処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%	62.0%
		開放型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		密閉型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		堆積発酵等	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%	29.6%
		焼却	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
		メタン発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		公共下水道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		産業廃棄物処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		放牧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	尿	天日乾燥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
		開放型強制発酵(曝気処理)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		密閉型強制発酵(曝気処理)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		浄化	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%
		浄化一放流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		浄化一農業利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%	45.0%
		貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		メタン発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		公共下水道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		産業廃棄物処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ふん尿混合処理		天日乾燥	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
		火力乾燥	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		炭化処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%	29.0%
		開放型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		密閉型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		堆積発酵	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
		浄化	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%	22.0%
		浄化一放流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		浄化一農業利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%	23.0%
		貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		焼却	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		メタン発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		公共下水道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		産業廃棄物処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		放牧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ふん尿分離状況		処理方法	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ふん尿分離処理	ふん	貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		天日乾燥	6.4%	5.7%	5.1%	4.5%	3.9%	3.2%	2.6%	2.0%	1.3%	0.7%
		火力乾燥	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%	0.4%	0.3%	0.3%	0.2%	0.2%	0.1%
		炭化処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	60.6%	59.2%	57.9%	56.5%	55.1%	53.7%	52.3%	51.0%	49.6%	48.2%
		開放型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		密閉型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		堆積発酵等	31.6%	33.5%	35.5%	37.5%	39.5%	41.4%	43.4%	45.4%	47.3%	49.3%
		焼却	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
		メタン発酵	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
		公共下水道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		産業廃棄物処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		放牧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%
	尿	天日乾燥	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		強制発酵	9.5%	9.1%	8.6%	8.2%	7.7%	7.2%	6.8%	6.3%	5.9%	5.4%
		開放型強制発酵(曝気処理)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		密閉型強制発酵(曝気処理)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		浄化	48.1%	51.3%	54.4%	57.5%	60.7%	63.8%	66.9%	70.0%	73.2%	76.3%
		浄化一放流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		浄化一農業利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留	42.0%	39.1%	36.1%	33.1%	30.2%	27.2%	24.2%	21.2%	18.3%	15.3%
		貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		メタン発酵	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.4%	0.4%	0.5%	0.5%
		公共下水道	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.4%	0.4%
		産業廃棄物処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%
ふん尿混合処理		天日乾燥	5.4%	4.8%	4.3%	3.7%	3.1%	2.5%	1.9%	1.4%	0.8%	0.2%
		火力乾燥	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		炭化処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	28.2%	27.5%	26.7%	25.9%	25.2%	24.4%	23.6%	22.9%	22.1%	21.3%
		開放型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		密閉型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		堆積発酵	23.1%	26.3%	29.4%	32.5%	35.7%	38.8%	41.9%	45.1%	48.2%	51.4%
		浄化	21.7%	21.3%	21.0%	20.6%	20.3%	19.9%	19.6%	19.2%	18.9%	18.5%
		浄化一放流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		浄化一農業利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留	21.1%	19.2%	17.3%	15.4%	13.5%	11.6%	9.7%	7.8%	5.9%	4.0%
		貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		焼却	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		メタン発酵	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.0%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2.0%
		公共下水道	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.4%	0.5%	0.6%	0.6%	0.7%
		産業廃棄物処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		放牧	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		その他	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.0%	1.1%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%

ふん尿分離状況		処理方法	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ふん尿分離処理	ふん	貯留(1ヶ月以内)	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
		貯留(1ヶ月超)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		天日乾燥	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
		火力乾燥	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		炭化処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	49.2%	50.1%	51.1%	52.1%	53.1%	54.0%	55.0%	56.0%	56.9%	57.9%
		開放型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.3%
		密閉型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.6%
		堆積発酵等	48.4%	47.4%	46.5%	45.6%	44.6%	43.7%	42.7%	41.8%	40.9%	39.9%
		焼却	0.6%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	0.9%	0.9%	0.9%
		メタン発酵	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
		公共下水道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		産業廃棄物処理	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
		放牧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		その他	0.9%	0.8%	0.7%	0.6%	0.5%	0.4%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%
	尿	天日乾燥	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		強制発酵	5.7%	5.9%	6.2%	6.4%	6.7%	6.9%	7.2%	7.4%	7.7%	7.9%
		開放型強制発酵(曝気処理)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1%
		密閉型強制発酵(曝気処理)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9%
		浄化	77.1%	77.9%	78.7%	79.5%	80.3%	81.1%	81.9%	82.7%	83.5%	84.3%
		浄化一放流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.1%
		浄化一農業利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.2%
		貯留	14.4%	13.4%	12.5%	11.6%	10.7%	9.7%	8.8%	7.9%	7.0%	6.0%
		貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0%
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0%
		メタン発酵	0.6%	0.6%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.9%	0.9%	1.0%	1.0%
		公共下水道	0.4%	0.4%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
		産業廃棄物処理	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		その他	1.9%	1.7%	1.5%	1.3%	1.1%	0.9%	0.7%	0.4%	0.2%	0.0%
ふん尿混合処理		天日乾燥	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
		火力乾燥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		炭化処理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		強制発酵	21.5%	21.7%	21.9%	22.1%	22.2%	22.4%	22.6%	22.8%	23.0%	23.2%
		開放型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.7%
		密閉型強制発酵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.5%
		堆積発酵	51.4%	51.5%	51.6%	51.7%	51.7%	51.8%	51.9%	52.0%	52.0%	52.1%
		浄化	18.0%	17.4%	16.8%	16.3%	15.7%	15.1%	14.6%	14.0%	13.4%	12.9%
		浄化一放流	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.7%
		浄化一農業利用	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1%
		貯留	4.2%	4.4%	4.6%	4.8%	5.0%	5.2%	5.4%	5.6%	5.7%	5.9%
		貯留(1ヶ月以内)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2%
		貯留(1ヶ月超)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8%
		焼却	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
		メタン発酵	2.2%	2.5%	2.7%	3.0%	3.2%	3.4%	3.7%	3.9%	4.1%	4.4%
		公共下水道	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%
		産業廃棄物処理	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%
		放牧	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		その他	1.7%	1.5%	1.3%	1.2%	1.0%	0.8%	0.6%	0.4%	0.2%	0.0%

ふん尿分離状況		処理方法	2020	2021
ふん尿分離処理	ふん	貯留(1ヶ月以内)	0.1%	0.1%
		貯留(1ヶ月超)	0.0%	0.0%
		天日乾燥	0.8%	0.8%
		火力乾燥	0.0%	0.0%
		炭化処理	-	-
		強制発酵	57.9%	57.9%
		開放型強制発酵	26.3%	26.3%
		密閉型強制発酵	31.6%	31.6%
		堆積発酵等	39.9%	39.9%
		焼却	0.9%	0.9%
		メタン発酵	0.1%	0.1%
		公共下水道	-	-
		産業廃棄物処理	0.1%	0.1%
		放牧	-	-
		その他	0.0%	0.0%
	尿	天日乾燥	0.0%	0.0%
		強制発酵	7.9%	7.9%
		開放型強制発酵(曝気処理)	7.1%	7.1%
		密閉型強制発酵(曝気処理)	0.9%	0.9%
		浄化	84.3%	84.3%
		浄化ー放流	71.1%	71.1%
		浄化ー農業利用	13.2%	13.2%
		貯留	6.0%	6.0%
		貯留(1ヶ月以内)	2.0%	2.0%
		貯留(1ヶ月超)	4.0%	4.0%
		メタン発酵	1.0%	1.0%
		公共下水道	0.6%	0.6%
		産業廃棄物処理	0.0%	0.0%
		その他	0.0%	0.0%
ふん尿混合処理		天日乾燥	0.2%	0.2%
		火力乾燥	-	-
		炭化処理	-	-
		強制発酵	23.2%	23.2%
		開放型強制発酵	13.7%	13.7%
		密閉型強制発酵	9.5%	9.5%
		堆積発酵	52.1%	52.1%
		浄化	12.9%	12.9%
		浄化ー放流	11.7%	11.7%
		浄化ー農業利用	1.1%	1.1%
		貯留	5.9%	5.9%
		貯留(1ヶ月以内)	3.2%	3.2%
		貯留(1ヶ月超)	2.8%	2.8%
		焼却	0.1%	0.1%
		メタン発酵	4.4%	4.4%
		公共下水道	0.8%	0.8%
		産業廃棄物処理	0.8%	0.8%
		放牧	0.0%	0.0%
		その他	0.0%	0.0%

（出典）

1999 年以前：畜産における温室効果ガスの発生制御　第四集（平成 11 年 3 月）（畜産技術協会）

2009 年：家畜排せつ物処理状況調査結果（2009）（農林水産省）

2019 年：家畜排せつ物処理状況調査結果（2019）（農林水産省）

【N_2O】

排せつ物管理区分 n における豚の排せつ物中に含まれる窒素量（$A_{N2O\text{-}n}$）は、飼養頭数（P）に 1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）及び年間日数を乗じることにより豚から排せつされる年間窒素量の総量を算出し、その総量に排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）を乗じて推計する。

$$A_{N2O-n} = P \times Nex \times Day \times Mix_n \times MS_n/1000$$

$A_{N2O\text{-}n}$：排せつ物管理区分 n の各家畜種から排せつされる窒素量［kt-有機物/年］
P：家畜の飼養頭数［千頭］
Nex：1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量［kg-N/頭/日］
Day：年間日数［日］
Mix_n：排せつ物管理区分 n の排せつ物分離・混合処理の割合［%］
MS_n：排せつ物管理区分 n の排せつ物管理区分割合［%］

飼養頭数（P）、排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）は CH_4 と同じ数値を使用する。

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）は、摂取した窒素量から体内に蓄積された窒素量を差し引いたのち、ふん・尿に配分することにより求める（荻野 2020、図 9、表 15）。算定区分は「肥育豚」及び「繁殖豚」の 2 種類である。表 16 に示す体重区分別に算出を行ったのち、各体重区分における飼養日数で加重平均して求める。

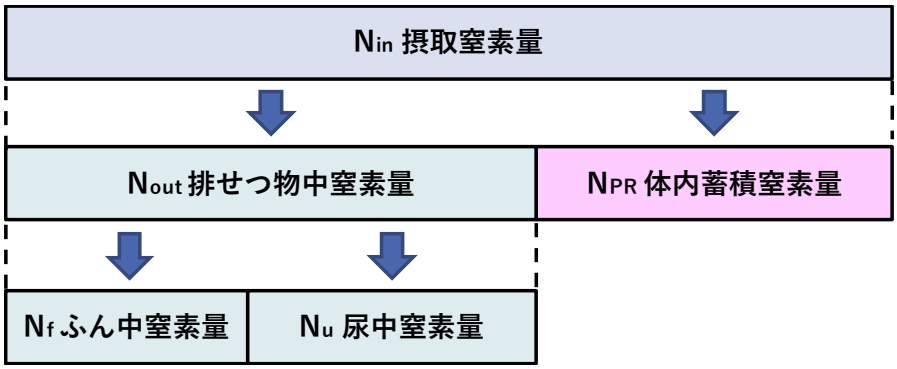

図 9　豚におけるふん中及び尿中窒素量の算定方法のイメージ

表 15　排せつ物中窒素量算定式の概要

区分・出典	算定式
ふん中窒素量 （N_f） （荻野 2020[4]、 NRC 2012[5]）	$N_f = (N_{out} \times f)/Day$ $f = (UDCP + ECP + CP_{loss})/6.25 / N_{out}$ $UDCP = UD \times \Sigma i\, F_{intake}$ $CP_{loss} = \Sigma i\, 104.7 \times Day \times ADW^{0.75}$ $ECP = 14.05 \times \Sigma i\, DMI \times Day$（肥育豚） $ECP = 17.59 \times DMI \times Day$（妊娠豚） $ECP = 9.84 \times \mathrm{DMI} \times Day$（授乳豚） N_f：ふん中窒素量［g/日］

4 荻野 暁史, 大森 英之, 井上 寛暁, 山下 恭広, 長田 隆. （2020）肥育豚における窒素，リン，カリウム排せつ量原単位の推定. 日本畜産学会報 91 巻 3 号.

5 National Reseaech Council（2012）Nutrient Requirements of Swine.

区分・出典	算定式
	f：ふん配分割合 Day：飼養日数［日］ N_{out}：排せつ物中窒素量［g］ $UDCP$：飼料中未消化 CP 量［g］ ECP：内因性 CP 排出量［g］ UD：CP 未消化割合［%］ F_{intake}：飼料摂取量［kg］ CP_{loss}：脱落皮膚・体毛による CP 消失量［g］ ECP：内因性 CP 排出量［g］ DMI：乾物摂取量［kg/日］ AVW：平均体重［kg］ i：肥育豚の体重区分
尿中窒素量（N_u） （荻野 2020）	$N_u = (N_{out} \times \mathrm{u})/\mathrm{Day}$ $\mathrm{u} = 1 - \mathrm{f}$ N_u：尿中窒素量［g/日］ u：尿配分割合
排せつ物中窒素量 （N_{out}）	$N_{out} = N_{in} - N_{PR}$ $N_{out} = N_{in} - N_M$（授乳豚） $N_{in} = (\mathrm{CP} \times F_{intake})/6.25$ $F_{intake} = F_{demand} \times Day$ $N_{PR} = (149.2 \times W^{-0.0154} \times WG \times Day)/6.25$（肥育豚、2004 年まで） $N_{PR} = ((-0.121 \times W + 119.2 \times WG + 25.5) \times Day)/6.25$（肥育豚、2005 年以降） $N_{PR} = ((5.78 \times NWG + 103.87) \times Day/5.56)6.25$（妊娠豚） $N_M = \Sigma(CP_M \times MILK)/6.25$ （授乳豚） N_{in}：摂取飼料中窒素量［g/日］ CP：摂取飼料中 CP 含有率［%］ F_{demand}：1 日当たりの飼料摂取量［kg/日］ N_{PR}：体内蓄積窒素量［g］ N_M：乳中窒素量［g］ W：体重［kg］ WG：増体日量［kg/日］ NWG：妊娠期間中における受胎産物を含まない母豚のみの増体量［kg］ CP_M：乳中 CP 含有率［%］ $MILK$：乳量［g］

表 16　算定に用いる成長段階及び体重区分

種別		肥育豚			繁殖豚	
成長段階		子豚	肥育前期	肥育後期	妊娠豚	授乳豚
体重区分	1993 年版	1~5kg、5~10kg、10~30kg	30~70kg	70~115kg	155kg	180kg
	1998 年版	1~5kg、5~10kg、10~30kg	30~70kg	70~115kg	175kg	200kg
	2005 年版	1~5kg、5~10kg、10~20kg、20~30kg	30~50kg、50~70kg	70~115kg	175kg	200kg
	2013 年版	1~5kg、5~10kg、10~20kg、20~30kg	30~50kg、50~70kg	70~115kg	175kg	200kg

（出典）日本飼養標準（豚）（農業食品産業技術総合研究機構編）

算定に使用する各パラメータは以下の方法で設定する。

i) 飼料摂取量（F_{intake}）

飼料摂取量（F_{intake}）は、「日本飼養標準（豚）（農業食品産業技術総合研究機構編）」に記載の 1 日当たり飼料摂取量（F_{demand}）に、飼養日数を乗じて求める[6]。

6 肥育豚については、「養豚農業実態調査（日本養豚協会）」を用い、実態に即するよう値を補正して用いている。

表 17　飼料摂取量（F_{intake}）

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
肥育豚	子豚（1~5kg）	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
	子豚（5~10kg）	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	子豚（10~20kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	子豚（10~30kg）	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.0	45.0
	子豚（20~30kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	前期（30~50kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	前期（30~70kg）	128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	128.4	127.4	127.4
	前期（50~70kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	後期（70~115kg）	171.7	171.7	171.7	171.7	171.7	171.7	171.7	171.7	173.2	173.2
繁殖豚	妊娠豚	228.9	228.9	228.9	228.9	228.9	228.9	228.9	228.9	245.0	245.0
	授乳豚	135.3	135.3	135.3	135.3	135.3	135.3	135.3	135.3	133.8	133.8

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
肥育豚	子豚（1~5kg）	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
	子豚（5~10kg）	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
	子豚（10~20kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	子豚（10~30kg）	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4
	子豚（20~30kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	前期（30~50kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	前期（30~70kg）	127.4	127.4	127.4	127.4	127.4	56.4	56.4	56.4	56.4	56.4
	前期（50~70kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	後期（70~115kg）	173.2	173.2	173.2	173.2	173.2	192.1	192.1	192.1	192.1	192.1
繁殖豚	妊娠豚	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0
	授乳豚	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
肥育豚	子豚（1~5kg）	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.3	6.3	6.3
	子豚（5~10kg）	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	10.0	10.0	10.0
	子豚（10~20kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	子豚（10~30kg）	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	22.0	22.0	22.0
	子豚（20~30kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	前期（30~50kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	前期（30~70kg）	56.4	56.4	56.4	56.4	56.4	56.4	56.4	58.1	58.1	58.1
	前期（50~70kg）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	後期（70~115kg）	192.1	192.1	192.1	192.1	192.1	192.1	192.1	197.9	197.9	197.9
繁殖豚	妊娠豚	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0
	授乳豚	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8

		2020	2021
肥育豚	子豚（1~5kg）	6.3	6.3
	子豚（5~10kg）	10.0	10.0
	子豚（10~20kg）	-	-
	子豚（10~30kg）	22.0	22.0
	子豚（20~30kg）	-	-
	前期（30~50kg）	-	-
	前期（30~70kg）	58.1	58.1
	前期（50~70kg）	-	-
	後期（70~115kg）	197.9	197.9
繁殖豚	妊娠豚	245.0	245.0
	授乳豚	133.8	133.8

（出典）日本飼養標準（豚）（農業食品産業技術総合研究機構編）

2005 年の改定により、一部体重区分が変更となっている。

ii) CP 未消化割合（UD）

CP 未消化割合（UD）は、「日本標準飼料成分表」に記載の各飼料原料における CP 消化率を、「流通飼料価格等実態調査」から算出した各飼料原料の使用割合（表 8）で加重平均して算出した CP 消化率を 1 から引くことで求める。

表 18　CP 未消化割合（UD）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CP未消化割合(UD)	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	17.9%	17.6%	17.4%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CP未消化割合(UD)	17.2%	16.9%	16.7%	16.7%	16.8%	16.7%	16.8%	16.8%	17.1%	17.3%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CP未消化割合(UD)	17.3%	17.5%	17.5%	17.7%	17.9%	17.8%	17.8%	17.8%	17.9%	18.0%
	2020	2021								
CP未消化割合(UD)	18.0%	18.0%								

表 19　各飼料原料における CP 消化率

	1995	2001	2009
とうもろこし	76.0%	80.0%	79.0%
こうりゃん（マイロ）	74.0%	74.0%	74.0%
小麦	87.0%	87.0%	87.0%
大裸麦	79.5%	79.5%	79.5%
米	79.0%	79.0%	79.0%
小麦粉	94.0%	94.0%	94.0%
ライ麦	85.0%	85.0%	85.0%
エン麦	76.0%	76.0%	76.0%
その他の穀類	74.0%	74.0%	74.0%
大豆，きなこ	84.0%	84.0%	84.0%
その他の豆類	84.0%	84.0%	84.0%
ふすま	76.0%	76.0%	76.0%
米ぬか	71.0%	71.0%	71.0%
米ぬか油かす	71.0%	71.0%	71.0%
グルティンフィード	73.0%	73.0%	73.0%
グルティンミール	87.0%	87.0%	87.0%
ホミニーフィード	70.0%	70.0%	70.0%
スクリーニングペレット	64.0%	64.0%	64.0%
ビートパルプ	41.0%	41.0%	41.0%
DDGS	65.0%	65.0%	65.0%
その他の糟糠類	67.0%	67.0%	67.0%
ｱﾙﾌｧﾙﾌｧﾐｰﾙ･ﾍﾟﾚｯﾄ･ｷｭｰﾌﾞ	50.5%	50.5%	50.5%
大豆油かす	88.0%	88.0%	88.0%
菜種油かす	79.0%	79.0%	79.0%
綿実油かす	73.0%	73.0%	73.0%
その他の植物油かす	72.0%	72.0%	72.0%
魚かす・魚粉	84.5%	84.5%	84.5%
フィシュソリュブル吸着飼料	84.0%	84.0%	84.0%
脱脂粉乳	94.0%	94.0%	94.0%
ホエイパウダー	78.0%	78.0%	78.0%
肉粉・肉骨粉	85.5%	85.5%	83.5%
フェザーミール	77.0%	77.0%	77.0%
その他の動物性飼料	85.0%	85.0%	85.0%
油脂及び油脂吸着飼料(動物性)	0.0%	0.0%	0.0%
油脂及び油脂吸着飼料(その他)	0.0%	0.0%	0.0%
油脂及び油脂吸着飼料(合計)	0.0%	0.0%	0.0%
糖みつ及び糖みつ吸着飼料	35.0%	35.0%	35.0%
飼料添加物	0.0%	0.0%	0.0%
特殊飼料	0.0%	0.0%	0.0%
その他の飼料	93.0%	93.0%	93.0%
アミノ酸	100.0%	100.0%	100.0%

（出典）日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）

「日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）」の出版年である、1995 年、2001 年、2009 年を示す。アミノ酸は 100%と設定している。なお、1995 年以前は 1995 年値据置き、1996 年～2000 年は内挿値、2002 年～2008 年は内挿値、2009 年以降は 2009 年値据置きとしている。

iii) 摂取飼料中 CP 含有率（CP）

摂取飼料中 CP 含有率（CP）は、「日本標準飼料成分表」に記載の各飼料原料における CP 含有率を、「流通飼料価格等実態調査」から算出した各飼料原料の使用割合（表 8）で加重平均して算出する。なお、子豚については日本指標標準における CP 要求率から設定している。

表 20　摂取飼料中 CP 含有率（CP）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
摂取飼料中CP含有率(CP)	17.2%	17.2%	17.2%	17.2%	17.2%	17.1%	16.9%	16.9%	16.7%	16.6%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
摂取飼料中CP含有率(CP)	16.5%	16.3%	16.1%	15.9%	15.8%	15.9%	15.8%	15.7%	15.6%	15.6%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
摂取飼料中CP含有率(CP)	15.8%	15.8%	15.8%	15.6%	15.4%	15.4%	15.4%	15.4%	15.3%	15.3%
	2020	2021								
摂取飼料中CP含有率(CP)	15.3%	15.3%								

表 21　各飼料原料における CP 含有率

	1995	2001	2009
とうもろこし	8.8%	8.0%	7.6%
こうりゃん（マイロ）	9.0%	8.8%	8.8%
小麦	12.1%	12.1%	12.1%
大裸麦	10.5%	10.5%	10.5%
米	7.9%	7.9%	7.5%
小麦粉	15.5%	15.5%	15.5%
ライ麦	10.9%	10.4%	10.0%
エン麦	9.8%	9.8%	9.8%
その他の穀類	10.1%	10.1%	10.1%
大豆，きなこ	36.7%	36.7%	36.7%
その他の豆類	25.7%	25.7%	25.7%
ふすま	15.4%	15.7%	15.7%
米ぬか	14.8%	14.8%	14.8%
米ぬか油かす	17.7%	17.5%	18.6%
グルティンフィード	19.8%	19.8%	20.9%
グルティンミール	51.5%	51.5%	51.3%
ホミニーフィード	9.6%	9.6%	9.0%
スクリーニングペレット	12.3%	12.3%	12.3%
ビートパルプ	10.9%	10.9%	8.5%
DDGS	30.8%	30.8%	30.8%
その他の糟糠類	12.2%	12.2%	12.2%
ｱﾙﾌｧﾙﾌｧﾐｰﾙ･ﾍﾟﾚｯﾄ･ｷｭｰﾌﾞ	16.7%	16.7%	16.2%
大豆油かす	46.1%	46.1%	45.0%
菜種油かす	37.1%	37.1%	37.3%
綿実油かす	35.4%	35.4%	35.4%
その他の植物油かす	32.7%	32.7%	32.7%
魚かす・魚粉	59.8%	59.8%	59.6%
フィシュソリュブル吸着飼料	56.1%	56.1%	56.1%
脱脂粉乳	35.8%	35.8%	34.6%
ホエイパウダー	12.0%	12.0%	12.0%
肉粉・肉骨粉	60.8%	60.8%	59.6%
フェザーミール	84.5%	84.5%	83.1%
その他の動物性飼料	43.5%	43.5%	43.3%
油脂及び油脂吸着飼料(動物性)	0.0%	0.0%	0.0%
油脂及び油脂吸着飼料(その他)	0.0%	0.0%	0.0%
油脂及び油脂吸着飼料(合計)	0.0%	0.0%	0.0%
糖みつ及び糖みつ吸着飼料	9.4%	9.4%	9.4%
飼料添加物	0.0%	0.0%	0.0%
特殊飼料	0.0%	0.0%	0.0%
その他の飼料	13.1%	13.1%	13.0%
アミノ酸	100.0%	100.0%	100.0%

（出典）日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）

「日本標準飼料成分表（農業食品産業技術総合研究機構編）」の出版年である、1995 年、2001 年、2009 年を示す。アミノ酸は 100%と設定している。なお、1995 年以前は 1995 年値据置き、1996 年～2000 年は内挿値、2002 年～2008 年は内挿値、2009 年以降は 2009 年値据置きとしている。

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）の算定結果を以下に示す（表 22）。

表 22　1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）［g-N/頭/日］

	家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ふん	肥育豚	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	13.8	13.8	13.6	13.4
	繁殖豚	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.0	19.9	20.6	20.4
尿	肥育豚	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9	27.6	27.2	27.3	27.0	26.9
	繁殖豚	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	35.6	35.0	35.0	36.1	35.9

	家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ふん	肥育豚	13.3	13.0	12.8	12.7	12.7	13.3	13.3	13.3	13.4	13.5
	繁殖豚	20.2	19.7	19.5	19.3	19.3	19.4	19.3	19.3	19.4	19.5
尿	肥育豚	26.8	26.4	26.1	25.8	25.5	25.9	25.5	25.4	24.8	24.8
	繁殖豚	35.7	35.0	34.4	33.9	33.4	33.8	33.3	33.1	32.3	32.2

	家畜種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ふん	肥育豚	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7	13.6	13.5	14.1	14.1	14.3
	繁殖豚	19.7	19.8	19.8	19.8	19.8	19.7	19.7	19.7	19.7	19.8
尿	肥育豚	25.3	25.2	25.2	24.5	24.1	24.0	23.9	25.3	25.2	25.3
	繁殖豚	33.0	32.9	33.0	31.8	31.3	31.1	31.1	31.1	30.9	30.7

	家畜種	2020	2021
ふん	肥育豚	14.2	14.2
	繁殖豚	19.7	19.7
尿	肥育豚	25.2	25.2
	繁殖豚	30.7	30.7

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 23　初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	2009 年提出	2010 年提出	2012 年提出
排出・吸収量算定式	－	－	－
排出係数	－	強制発酵（ふん・ふん尿混合）の排出係数について、農林水産省（2008）に示された値に変更。	－
活動量	家畜 1 頭当たりの排せつ物量及び排せつ物中の窒素量を築城幹典、原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」により算出された数値に変更。	－	排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）の 2009 年度以降について、「家畜排せつ物処理状況調査結果」を適用。

	2014 年提出	2015 年提出	2020 年提出
排出・吸収量算定式	－	－	－
排出係数	尿・ふん尿混合の浄化処理区分の排出係数について、農林水産省（2013）に示された値に変更。	・ CH_4、N_2O 排出係数で GPG（2000）のデフォルト値を使用していた排せつ物管理区分について、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に変更。 ・ メタン発酵（ふん尿混合）の排出係数について、乳用牛の数値で代用することに変更。	－
活動量	排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）について、2000～2008 年度は 1999 年度値と 2009 年度値の内挿で推計する方法に変更。	－	排せつ物中窒素量について、築城・原田（1997）の「家畜の排泄物量推定プログラム」で算出された数値から、摂取した窒素量から体内に蓄積された窒素量を差し引くことで算出する方法に変更。

	2021 年提出	2022 年提出	2023 年提出
排出・吸収量算定式	－	－	－
排出係数	－	排せつ物管理に伴う CH4 排出係数について、最大 CH_4 発生ポテンシャル（Bo）及びメタン発生係数（MCF）を 2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版の値に更新。	強制発酵の CH_4・N_2O 排出係数について、開放型と密閉型に分割して設定。
活動量	・ 排せつ物量について、築城・原田（1997）の「家畜の排泄物量推定プログラム」で算出された数値から、排せつ物中窒素量から割り戻して算出する方法に変更。 ・ 排せつ物中窒素量について、昨年度更新した算定方法が一部更新されて論文として公表されたため（荻野	－	1 日 1 頭当たりの排せつ物量の算定式から算定に不要な灰分を削除。

	2020)、同論文に適合させる形で算定方法を更新。 ・豚の排せつ物管理区分割合（MS_n）について、「家畜排せつ物処理状況調査結果」の 2019 年調査結果を適用。		

（1）初期割当量報告書における算定方法

1）排出・吸収量算定式

現行の算定式と同様。

2）排出係数

【CH_4】

表 24 に示す CH_4 排出係数を使用していた。

表 24　豚の排せつ物管理に伴う CH_4 排出係数（$EF_{CH4\text{-}n}$）［g-CH_4/g-有機物］

処理区分	豚	
貯留	8.7%	D[1]
天日乾燥	0.20%	J[2]
火力乾燥	0%	Z[3]
強制発酵（ふん）	0.097%	D[1]
堆積発酵	0.16%	J[4]
焼却	0.4%	O[3,5]
強制発酵（尿・ふん尿混合）	0.097%	D[1]
浄化	0.019%	D[1]

（記号）

D：GPG（2000）のデフォルト値を利用（Asia の値を利用）
J：我が国の観測データより設定
O：他国のデータより設定
Z：原理的に排出は起こらないとの仮定により設定

（出典）

1：GPG（2000）Table 4.10
2：石橋誠、橋口純也、古閑護博「畜産業における温室効果ガス排出削減技術の開発（第 2 報）」　畜産環境保全に関する試験研究　平成 15 年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所（2003）
3：畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）
4：Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi, “Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4) ”,Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4,105-111（2005）
5：IPCC 1995 Report :Agricultural Options for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, 747-771

表 24 において「D（デフォルト値）」と示されている CH_4 排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び Good Practice Guidance（GPG）（2000）に示された Asia の Bo（最大 CH_4 発生ポテンシャル）（0.29 m^3CH_4/kg 有機物）及び MCF を用いて、以下の式で算出していた。

$$EF_{CH4\text{-}n} = Bo \times 0.67 \times MCF_n$$

$EF_{CH4\text{-}n}$：排出物管理区分 n の排出係数［g-CH_4/g-有機物］
Bo：最大 CH_4 発生ポテンシャル［m^3-CH_4/kg-有機物］
0.67：変換係数［kg-CH_4/m^3-CH_4］
MCF：メタン発生係数［%］

貯留、強制発酵及び浄化の MCF は、GPG（2000）において気候区分別（冷帯、温帯、熱帯）に掲載されており、我が国の大部分は温帯に属するため、温帯の数値を使用していた（表 25）。

表 25　デフォルト値の排出係数の計算に用いた MCF

処理区分	MCF	GPG（2000）の分類
貯留	45%	Liquid/ Slurry
強制発酵	0.5%	Composting - Intensive
浄化	0.1%	Aerobic treatment

（出典）GPG（2000）　Table 4.10

【N_2O】

表 26 に示す N_2O 排出係数を使用していた。

表 26　豚の排せつ物管理に伴う N_2O 排出係数（EF_{N2O-n}）［g-N_2O-N/g-N］

処理区分	豚	
貯留	0.1%	D[1]
天日乾燥	2.0%	D[1]
火力乾燥	2.0%	D[1]
強制発酵（ふん）	0.25%	J[2]
堆積発酵	2.50%	J[3]
焼却	0.1%	O[4]
強制発酵（尿・ふん尿混合）	2.0%	D[1]
浄化	5.0%	J[5]

（記号）

D：GPG（2000）のデフォルト値を利用（Asia の値を利用）

J：我が国の観測データより設定

O：他国のデータより設定

（出典）

1：GPG（2000）Table 4.13

2：Takeshi Osada, Kazutaka Kuroda, Michihiro Yonaga, “Determination of nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from a swine waste composting process”, J Mater Cycles Waste Manage, 2, 51-56（2000）

3：Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi, “Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4) ”,Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4,105-111（2005）

4：畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）

5：Takashi Osada, “Nitrous Oxide Emission from Purification of Liquid Portion of Swine Wastewater”, Greenhouse Gas Control Technologies, J.Gale and Y.Kaya (Eds.)（2003）

3）活動量

【CH_4】

排せつ物管理区分 n における豚の排せつ物中に含まれる年間有機物量（A_{CH4-n}）は、飼養頭数（P）に 1 頭当たりの年間排せつ物量（Ex）及び有機物含有率（Org）を乗じることにより、豚から排せつされる年間有機物量の総量を算出し、その総量に排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）を乗じて推計していた。

$$A_{CH4\text{-}n} = P \times Ex \times Org \times Mix_n \times MS_n / 1000$$

$A_{CH4\text{-}n}$：排せつ物管理区分 n の各家畜種から排せつされる有機物量［kt-有機物/年］

P：家畜の飼養頭数［千頭］

Ex：1 頭当たりの年間排せつ物量［kg/頭/年］

Org：排せつ物中の有機物含有率［%］
Mix_n：排せつ物管理区分 *n* の排せつ物分離・混合処理の割合［%］
MS_n：排せつ物管理区分 *n* の排せつ物管理区分割合［%］

飼養頭数（P）は現行と同じ「畜産統計」に示された値を用いていた（表 5)。1 頭当たりの年間排せつ物量（Ex）は、「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」の数値を使用していた（表 27)。有機物含有率（Org）は現行と同じ表 11 の数値を使用していた。

表 27　1 頭当たりの年間排せつ物量（Ex）

家畜種	排せつ物量［kg/頭/年］	
	ふん	尿
豚	0.808	1.5

（出典）畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）

排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）は、現行の使用値（排せつ物分離処理割合（Mix_n）は表 13、排せつ物管理区分割合（MS_n）は表 14）のうち、1999 年度までの数値（「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」）を全年度に適用していた。

【N_2O】

排せつ物管理区分 n における豚の排せつ物中に含まれる年間窒素量（$A_{N2O\text{-}n}$）は、飼養頭数（P）に 1 頭当たりの年間排せつ物量（Ex）及び窒素含有率（N）を乗じることにより、豚から排せつされる年間窒素量の総量を算出し、その総量に排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）を乗じて推計していた。

$$A_{N2O\text{-}n} = P \times Ex \times N \times Mix_n \times MS_n/1000$$

$A_{N2O\text{-}n}$：排せつ物管理区分 *n* の各家畜種から排せつされる窒素量［kt-有機物/年］
P：家畜の飼養頭数［千頭］
Ex：1 頭当たりの年間排せつ物量［kg/頭/年］
N：排せつ物中の窒素含有率［%］
Mix_n：排せつ物管理区分 n の排せつ物分離・混合処理の割合［%］
MS_n：排せつ物管理区分 n の排せつ物管理区分割合［%］

飼養頭数（P)、1 頭当たりの年間排せつ物量（Ex)、排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）は CH_4 と同じ数値を使用していた。窒素含有率（N）は「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」の数値（表 28）を使用していた。

表 28　排せつ物中の窒素含有率（N）

家畜種	窒素含有率	
	ふん	尿
豚	1.0%	0.5%

（出典）畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編（平成 14 年 3 月）（畜産技術協会）

（2）2009 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

初期割当量報告書における排出係数と同様。

3）活動量

家畜 1 頭当たりの排せつ物量及び排せつ物中の窒素量を可能な限り実態を反映した数値に更新するため、築城幹典、原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」により算出された数値に変更した。

（3）2010 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様）。

2）排出係数

強制発酵（ふん・ふん尿混合）の排出係数について、「平成 20 年度環境バイオマス総合対策推進事業のうち農林水産分野における地球温暖化対策調査事業報告書（全国調査事業）　事業課題名　我が国の気候条件等を踏まえた家畜排せつ物管理に伴う温室効果ガス排出量算定方法の検討（農林水産省）」に示された値に変更した。

3）活動量

2009 年提出インベントリにおける活動量と同様。

（4）2012 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

2010 年提出インベントリにおける排出係数と同様。

3）活動量

排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）の 2009 年度以降について、「家畜排せつ物処理状況調査結果」が新たに公表されたため、その結果を適用した。2008 年度以前は初期割当量報告時と同じ、「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」を使用した。

（5）2014 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

尿・ふん尿混合の浄化処理区分の排出係数について、「平成 24 年度農林水産分野における地球環境対策推進手法開発事業のうち農林水産業由来温室効果ガス排出量精緻化検討・調査事業（2013）（農林水産省）」に示された値に変更した。

3）活動量

排せつ物分離処理割合（Mix_n）及び排せつ物管理区分割合（MS_n）は、2008 年度以前は「畜産における温室効果ガスの発生制御　総集編」、2009 年度以降は「家畜排せつ物処理状況調査結果」を使用していたが、2008～2009 年度で急に数値が変わる設定を変えるようインベントリ審査で指摘されたことを踏まえ、2000～2008 年度を両者の数値の内挿で推計する現行方法に変更した（現行の活動量と同様。）。

（6）2015 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインへの対応のため、GPG（2000）のデフォルト値を使用していた排せつ物管理区分の CH_4、N_2O 排出係数を、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に変更した（現行の排出係数と同様。）。また、メタン発酵（ふん尿混合）の排出係数について、CH_4 排出係数は乳用牛の地域別排出係数を使用して算出した数値に、N_2O 排出係数は乳用牛と同じ数値に、それぞれ改訂した。

3）活動量

2014 年提出インベントリにおける活動量と同様（現行の活動量と同様。）。

（7）2020 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

2015 年提出インベントリにおける排出係数と同様（現行の方法と同様。）。

3）活動量

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）は、築城・原田（1997）の「家畜の排泄物量推定プログラム」で算出された数値を使用していたが（表 29）、豚の飼養状況等をより正確

に反映するため、摂取した窒素量から体内に蓄積された窒素量を差し引くことにより求める方法に変更した。

表 29　1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）（2019 年提出インベントリ以前）

家畜種		窒素量［g-N/頭/日］	
		ふん	尿
豚	肥育豚	8.3	25.9
	繁殖豚	11.0	40.0

（出典）築城幹典、原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」、システム農学（J､JASS）、l3(1)、17-23、（1997）

（8）2021 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

2015 年提出インベントリにおける排出係数と同様（現行の方法と同様。）。

3）活動量

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物量（Ex）は、「家畜の排泄物量推定プログラム」により算出された数値を使用していたが（表 30）、豚の飼養状況等をより正確に反映するため、ふん量は DMI 等から設定する方法、尿量は 1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）から割り戻して算出する方法に変更した。

表 30　1 頭当たり 1 日あたり排せつ物量（Ex）

家畜種		排せつ物量［kg/頭/日］	
		ふん	尿
豚	肥育豚	2.1	3.8
	繁殖豚	3.3	7.0

（出典）築城幹典、原田靖生「家畜の排泄物量推定プログラム」、システム農学（J､JASS）、l3(1)、17-23、（1997）

1 頭当たり 1 日当たりの排せつ物中窒素量（Nex）について、昨年度更新した算定方法が一部更新されて論文として公表されたため（荻野、2020）、同論文に適合させる形で算定方法の更新を実施した。

豚の排せつ物管理区分割合（MS_n）について、「家畜排せつ物処理状況調査結果」の 2019 年調査結果が公表されたため、2019 年については同調査の値を、2010～2018 年については 2009 年調査と 2019 年調査の内挿値を使用することとした。

（9）2022 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

豚の排せつ物管理に伴う CH_4 排出係数（EF_{CH4-n}）（表 1）において「D」と示されている CH_4 排出係数は、2006 年 IPCC ガイドラインに示された Asia の Bo（最大 CH_4 発生ポテンシャル）（0.29 m^3-CH_4/kg-有機物）及び MCF を用いて算出していたが（表 31）、2006 年 IPCC ガイドライン 2019 年改良版の値に更新した。

表 31　デフォルト値の排出係数の計算に用いた MCF

処理区分	MCF	2006 年 IPCC ガイドラインの分類
強制発酵（尿）	0.5%	Composting - In-vessel（地域別 MCF を飼養頭数で加重平均して算出）
貯留	25%	Liquid/ Slurry - Without natural Crust（地域別 MCF を飼養頭数で加重平均して算出）

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン　Table 10.17

3）活動量

2021 年提出インベントリにおける算定式と同様（現行の方法と同様。）。

（１０）2023 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

2019 年度に実施された「家畜排せつ物処理状況等調査」（農水省）の家畜排せつ物処理区分割合が算定に反映された際に強制発酵は開放型と密閉型に分割されたが、排出係数は暫定的に両方の区分で同じ数値を適用したことから、分割された両区分に適する排出係数の設定を行った。

3）活動量

1 日 1 頭当たりの排せつ物量の算定式から算定に不要な灰分を削除した。