3.A.3 消化管内発酵（豚）（Enteric Fermentation（Swine））（CH_4）

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

豚の消化管内発酵に伴う CH_4 排出を対象としている。

豚は単胃動物であり、牛などの反すう動物のように第一胃（ルーメン）で CH_4 を大量に発生させることはないが、消化管内に存在するメタン菌の作用により CH_4 が微量に発生し、大気中に放出されている。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

豚の消化管内発酵からの CH_4 排出量は、豚の飼養頭数の減少に伴い 1990 年代は急激に減少し、2000 年代半ばまでは緩やかな減少傾向が続いていたが、その後は一時的に増加した。しかし、2000 年代終盤からは一時的な増加はあるものの再び減少傾向で推移している。

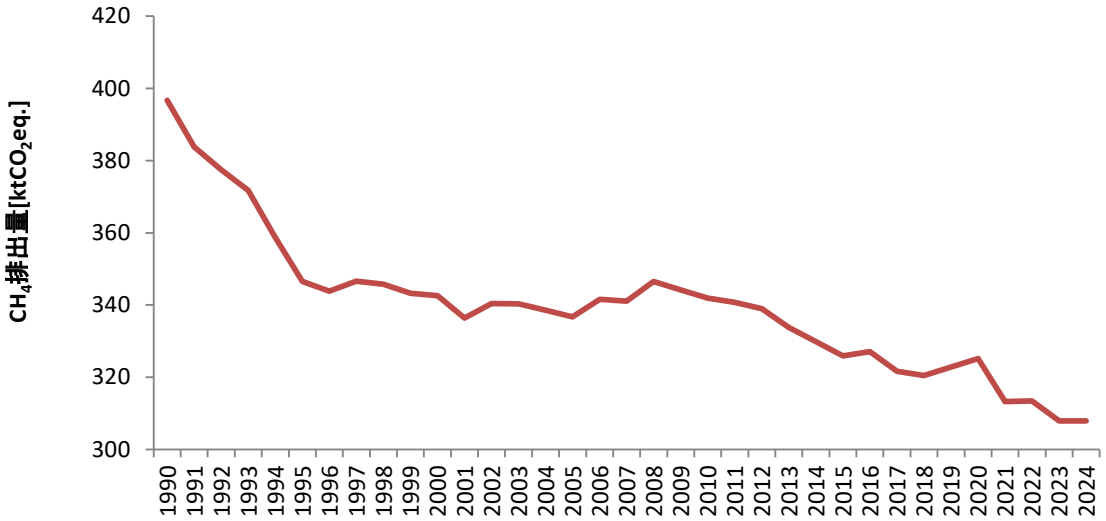


図 1　豚の消化管内発酵からの CH_4 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

豚の消化管内発酵からの CH_4 排出量については、豚の飼養頭数に日本国内の研究成果から設定された CH_4 排出係数を乗じて算出している。

$$E = EF \times A$$

E：豚の消化管内発酵に伴う CH_4 の排出量［kg-CH_4/年］
EF：排出係数［kg-CH_4/頭/年］
A：豚の飼養頭数［頭］

2.2 排出係数

排出係数（EF）は、斉藤（1988）[1]の研究成果を利用して設定している。斉藤（1988）では、肥育豚と繁殖豚の CH_4 排出係数が示されており、それらをそれぞれの飼養頭数で加重平均した豚の平均 CH_4 排出係数（1.4 kg-CH_4/頭/年）を使用する。算定過程は下記のとおり。

斉藤（1988）には、飼肥育豚については体重を説明変数とした CH_4 排出係数算定式（下記参照。）が記載されている。そこに「日本飼養標準（中央畜産会）」の肥育豚の平均体重である 70 kg を当てはめて肥育豚の CH_4 排出係数を算出する。

【肥育豚の CH_4 発生量と体重の関係式】

（熱的中性圏）

$$Y = -0.96 + 0.09W$$

（低温環境）

$$Y = -0.55 + 0.05W$$

Y：メタン発生量［L/頭/日］
W：体重［kg］

繁殖豚については妊娠豚の体重によらない CH_4 排出係数のみが示されており、それをそのまま繁殖豚の CH_4 排出係数として使用する（飼料の種類により 3 種類の数値が示されているが、単純算術平均値を算出して使用する。）。

上記により設定した肥育豚と繁殖豚（妊娠豚）の CH_4 排出係数を表 1 に、加重平均値の算出に使用した豚の飼養頭数（出典は「畜産統計（農林水産省）」、算出時に最新であった 2013 年度値まで。）を表 2 に示す。平均気温が低い北海道、青森県、岩手県を肥育豚の低温環境に該当するものとし、その他の県は熱的中性圏とみなしている。なお、「子取り用めす豚」と「種おす豚」は繁殖豚（妊娠豚）の排出係数を適用し、「その他」は肥育豚の排出係数を適用して加重平均を行っている。

表 1　肥育豚と繁殖豚（妊娠豚）の CH_4 排出係数

区分		排出係数［L/頭/日］
肥育豚	熱的中性圏	5.3
	低温環境	3.0
繁殖豚（妊娠豚）	飼料 L	18.2
	飼料 M	3.9
	飼料 H	7.0
	平均値	9.7

（出典）斉藤（1988）

※肥育豚は体重を 70 kg と設定。また、繁殖豚（妊娠豚）は代謝エネルギー（ME）含量が低（L）、中（M）、高（H）の 3 種類の飼料を与えて熱的中性圏で測定。

[1] 斎藤守「肥育豚及び妊娠豚におけるメタンの排せつ量」日本畜産学会会報 59、773-778（1988）

表 2　CH_4 排出係数の加重平均に使用する豚の飼養頭数［千頭］

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
肥育豚		9,246	8,993	8,867	8,756	8,473	8,194	8,172	8,268	8,258	8,209
	北海道、青森県、岩手県	1,209	1,178	1,189	1,189	1,117	1,133	1,122	1,142	1,159	1,116
	その他	8,038	7,815	7,678	7,567	7,356	7,061	7,050	7,126	7,099	7,093
その他		888	824	787	774	727	689	644	623	619	598
	北海道、青森県、岩手県	83	91	77	82	91	71	59	53	51	58
	その他	805	733	710	692	636	618	586	570	568	539
子取り用めす豚		1,111	1,061	1,043	1,008	970	941	934	939	931	929
種おす豚		90	88	86	82	80	75	74	73	71	71
合計		11,336	10,966	10,783	10,620	10,250	9,900	9,824	9,904	9,879	9,807

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
肥育豚		8,214	8,028	8,057	8,052	7,998	7,943	8,119	8,117	8,220	8,203
	北海道、青森県、岩手県	1,113	1,126	1,125	1,124	1,112	1,100	1,142	1,168	1,193	1,241
	その他	7,101	6,902	6,932	6,928	6,886	6,843	6,978	6,949	7,027	6,962
その他		585	599	673	691	701	711	667	661	686	657
	北海道、青森県、岩手県	50	48	56	65	70	76	78	77	73	69
	その他	535	551	617	626	630	635	589	584	613	588
子取り用めす豚		922	916	929	918	912	907	915	910	937	919
種おす豚		68	68	66	63	62	60	58	57	57	54
合計		9,788	9,611	9,725	9,723	9,672	9,621	9,759	9,745	9,900	9,834

		2010	2011	2012	2013
肥育豚		8,186	8,145	8,106	8,020
	北海道、青森県、岩手県	1,290	1,278	1,278	1,262
	その他	6,896	6,867	6,828	6,759
その他		629	639	630	583
	北海道、青森県、岩手県	66	69	59	62
	その他	563	570	571	521
子取り用めす豚		902	900	900	885
種おす豚		52	52	49	48
合計		9,768	9,736	9,684	9,536

（出典）畜産統計（農林水産省）

加重平均により算出した CH_4 排出係数を表 3 に示す。CH_4 排出係数は毎年大きくは変動していないため、全年度の平均値である 1.4 kg-CH_4/頭/年を算定に使用している。

表 3　豚の消化管内発酵による CH_4 排出係数（EF）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CH4排出係数 (LCH4/頭/日)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
CH4排出係数 (kgCH4/頭/年)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CH4排出係数 (LCH4/頭/日)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
CH4排出係数 (kgCH4/頭/年)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

	2010	2011	2012	2013	平均
CH4排出係数 (LCH4/頭/日)	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5
CH4排出係数 (kgCH4/頭/年)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

2.3 活動量

飼養頭数（A）は「畜産統計」に示された値を用いている（表 4）。2004、2009、2014、2019 年度は調査が休止されているため、各年度の前年度と翌年度の平均値を使用している。2024 年度は前年度値を据え置いている。

表 4　豚の飼養頭数（A）［千頭］

家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
豚	11,336	10,966	10,783	10,620	10,250	9,900	9,824	9,904	9,879	9,807

家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
豚	9,788	9,611	9,725	9,723	9,672	9,621	9,759	9,745	9,900	9,834

家畜種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
豚	9,768	9,736	9,684	9,536	9,424	9,313	9,346	9,190	9,157	9,223

家畜種	2020	2021	2022	2023	2024
豚	9,290	8,950	8,956	8,798	8,798

（出典）畜産統計（農林水産省）

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 5　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

	2015 年提出
排出・吸収量算定式	－
排出係数	豚の体重設定を見直し。
活動量	－

（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

斉藤（1988）に示された豚の消化管内発酵の CH_4 排出係数である 1.1 kg-CH_4/頭/年を使用していた。

3）活動量

現行の活動量と同様。

（2）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

インベントリ審査において、豚からの CH_4 排出係数が IPCC ガイドラインのデフォルト値より

小さいとの指摘があったことを踏まえ、豚の体重設定を見直し、現行の数値に変更した（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

初期割当量報告書における活動量と同様（現行の活動量と同様。）。