# 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、2000 年代半ばまでは豚の飼養頭数の減少に伴い減少傾向が続いていたが、その後は一時的に増加傾向となった。しかし、2000 年代終盤からは、飼養頭数の増加に伴う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。

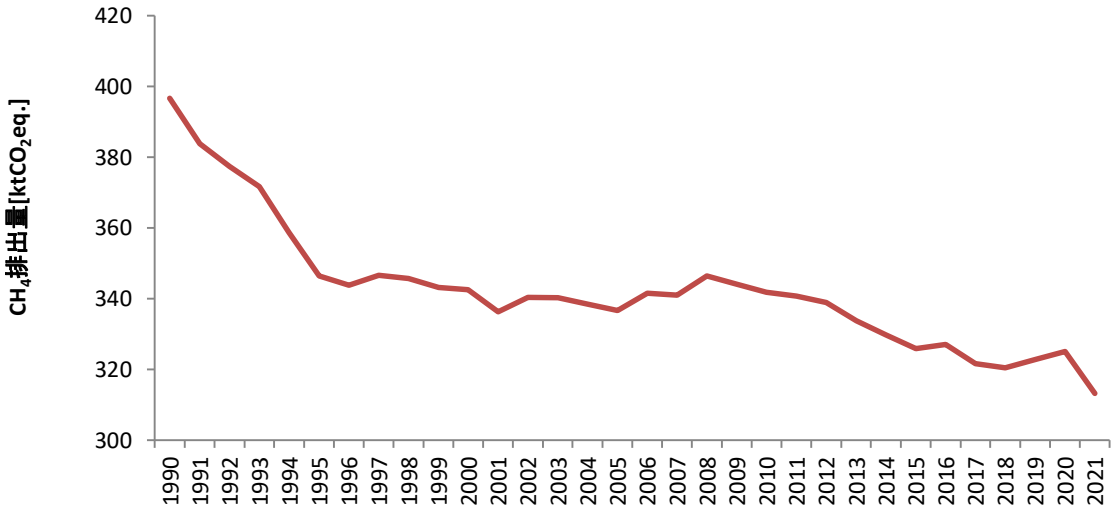


図 1　豚の消化管内発酵からの $CH_4$ 排出量の推移

## 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）」。）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）。2019 年度は調査が休止されているため、2018 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 |
|---|---|---|
| 豚 | 9,290 | 8,950 |

（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。)。