

3.A.4 消化管内発酵（その他の家畜） （Enteric Fermentation（Other Livestock））（CH₄）

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

牛、めん羊、豚以外の家畜のうち、消化管内発酵により CH₄ が発生する水牛、山羊、馬からの排出を対象としている。

水牛、山羊が摂取する牧草などの餌には、消化が難しいセルロース等が含まれている。反すう動物である水牛、山羊は、セルロース等をエネルギーとして摂取できる形にまで消化するために複数の胃を持ち、第一胃（ルーメン）において微生物の力を借りて餌の分解を行っている。その分解の際にメタン菌の作用により CH₄ が発生する。

馬は非反すう動物であり、牛などの反すう動物のように第一胃（ルーメン）で CH₄ 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 CH₄ 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

水牛、山羊、馬の消化管内発酵からの CH₄ 排出量は、排出量の大部分を占める馬の飼養頭数の減少に伴い減少が続いていたが、馬の飼養頭数が増加したことにより 2015 年度から増加傾向に転じていた。2020 年度以降は飼養頭数の減少により、排出量は再び減少している。山羊と水牛は飼養頭数の増加に伴い、一時的な減少はあるものの、2000 年代終盤以降は CH₄ 排出量が増加傾向にある。

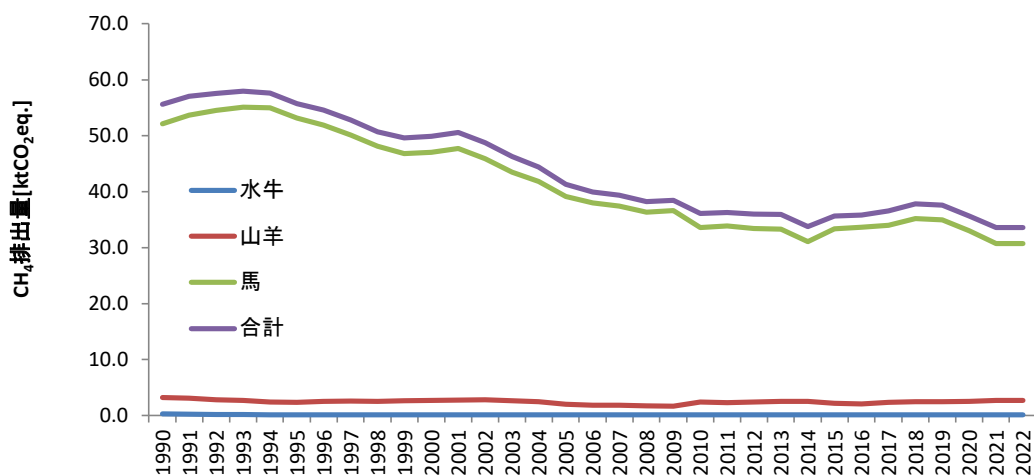


図 1 水牛、山羊、馬の消化管内発酵からの CH₄ 排出量の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

水牛、山羊、馬の消化管内発酵からの CH₄ 排出量は、それぞれの飼養頭数に 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の CH₄ 排出係数を乗じて算出している。

$$E = EF \times A$$

E : 水牛、山羊又は馬の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出量 [kg-CH₄/年]

EF : 排出係数 [kg-CH₄/頭/年]

A : 水牛、山羊又は馬の飼養頭数 [頭]

2.2 排出係数

排出係数 (EF) は、水牛、山羊、馬の消化管内発酵からの CH₄ 排出係数に関する国内の情報がないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに示された先進国向けのデフォルト値を使用している。

表 1 水牛、山羊、馬の CH₄ 排出係数 (EF)

家畜種	CH ₄ 排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]
水牛	55
山羊	5
馬	18

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン Vol.4 p.10.28 Table10.10

2.3 活動量

飼養頭数 (A) は、水牛は「沖縄県畜産統計 (沖縄県)」、山羊は「家畜改良関係資料 (中央畜産会)」、馬は「馬関係資料 (農林水産省)」にそれぞれ示された値を用いている (表 2)。

表 2 水牛、山羊、馬の飼養頭数 (A) [千頭]

家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
水牛	0.21	0.19	0.16	0.15	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10
山羊	26	25	23	21	19	19	20	21	20	21
馬	116	119	121	122	122	118	115	111	107	104

家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
水牛	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
山羊	22	22	22	21	20	16	15	15	14	14
馬	105	106	102	97	93	87	84	83	81	81

家畜種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
水牛	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12
山羊	19	19	19	20	20	17	16	19	20	20
馬	75	75	74	74	69	74	75	76	78	78

家畜種	2020	2021	2022
水牛	0.12	0.11	0.11
山羊	20	22	22
馬	73	68	68

(出典) 水牛：沖縄県畜産統計 (沖縄県)
 山羊：家畜改良関係資料 (中央畜産会)
 馬：馬関係資料 (農林水産省)

3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 3 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	2015 年提出
排出・吸収量 算定式	—	—
排出係数	—	めん羊の CH ₄ 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ことに併せ、山羊の CH ₄ 排出係数も 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値に変更。
活動量	山羊、馬について、FAO 統計から「家畜改良関係資料」、「馬関係資料」に示された飼養頭数に変更。	—

（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

水牛と馬の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドライン¹に示された先進国向けのデフォルト値を使用していた。なお、数値は 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値と同じである。

山羊の排出係数は、同じ小型の反すう家畜であるめん羊の排出係数と同じ数値を専門家判断に従い適用していた。めん羊の排出係数は、柴田（1993）²の日本における反すう家畜を対象とした呼吸試験の結果（乾物摂取量に対する CH₄ 排出量の測定データ）に基づき設定した下式から算出していた。柴田（1993）では、反すう家畜の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出量は、乾物摂取量を説明変数とする二次式により算定できることが明らかにされている。

$$EF = Y / L \times C \times D$$

$$Y = -17.766 + 42.793 \times X - 0.849 X^2$$

EF ：山羊の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数 [kgCH₄/頭/年]

Y ：反すう家畜 1 頭当たりの消化管内発酵に伴う 1 日の CH₄ 発生量 [L/頭/日]

L ：CH₄ の 1 mol 当たりの体積 (22.4 [L/mol])

C ：CH₄ の分子量 (0.016 [g/mol])

D ：1 年間の日数 (365 [日] 又は 366 [日])

X ：乾物摂取量 [kg/頭/日]

めん羊の乾物摂取量は柴田（1993）では 0.8 kg/日とされていることから、めん羊の排出係数はそれを用いて算出した 4.1 kg-CH₄/頭/年を使用していた。山羊についても同じ 4.1 kg-CH₄/頭/年を使用していた。

¹ 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p.4.10 Table4.3

² 柴田正貴、寺田文典、栗原光規、西田武弘、岩崎和雄「反芻家畜におけるメタン発生量の推定」、日本畜産学会報、第 64 巻 第 8 号（1993）

3) 活動量

山羊、馬は国連食糧農業機関（FAO）統計に示された飼養頭数を用いていた。水牛は、現行と同じ「沖縄県畜産統計」に示された飼養頭数を用いていた。

（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

山羊、馬について、FAO 統計から、それぞれ現行の「家畜改良関係資料」、「馬関係資料」に示された飼養頭数に変更した（現行の活動量と同様。）。

（3）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

めん羊の CH₄ 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ことに併せ（「3.A.2 消化管内発酵（めん羊）」参照。）、山羊の CH₄ 排出係数も 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。）。

3) 活動量

2009 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。）。