3.B.4 家畜排せつ物の管理（その他の家畜－山羊、馬、水牛、うさぎ、ミンク）（Manure Management（Other Livestock－Goats, Horses, Buffalo, Rabbits and Mink））（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、山羊、馬、水牛、うさぎ、ミンクから排出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。

なお、放牧されている家畜からの N_2O 排出については「3.D.a.3 放牧家畜の排せつ物」で報告する。山羊、馬は畜舎と放牧の飼養割合が不明なため、全て放牧により飼養されているとみなし、N_2O 排出量は全量「3.D.a.3 放牧家畜の排せつ物」に計上する。そのため、山羊、馬については、本カテゴリーでは CH_4 のみを算定対象とする。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

【CH_4】

馬とミンクを除く山羊、水牛、うさぎの排出量は、全年を通じて数十 t-CO_2 eq.～100 t-CO_2 eq.程度と非常に小さい。馬の CH_4 排出量は、飼養頭数の減少に伴い減少傾向が続いていたが、2015 年度以降、飼養頭数の増減に伴って排出量は増減を繰り返しながらおおむね横ばいで推移している。ミンクは飼養頭数が 1990 年度に比べて近年激減しており、1990 年度に 3,000 t-CO_2 eq.程度であった排出量は、現在は 10 t-CO_2 eq.程度となっている。

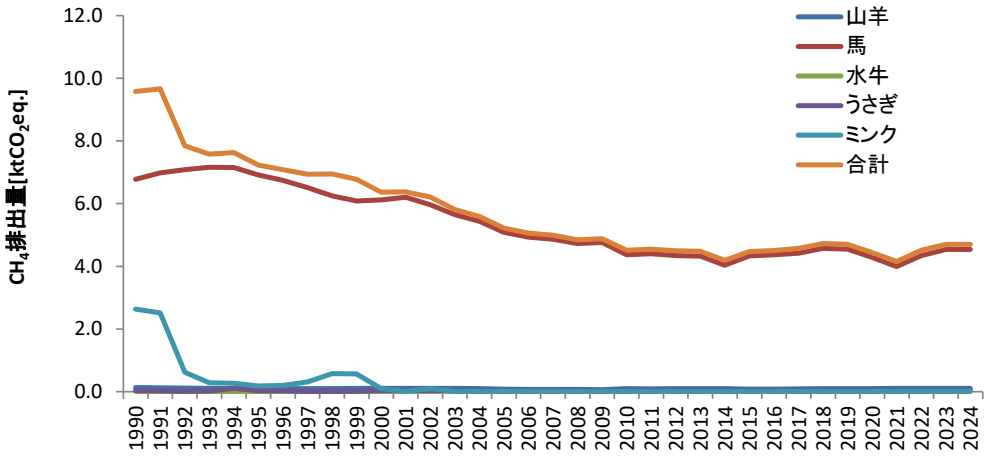


図 1　山羊、馬、水牛、うさぎ、ミンクの排せつ物管理からの CH_4 排出量の推移

【N_2O】

ミンクは飼養頭数が 1990 年度に比べて近年激減しており、1990 年度に 7,000 t-CO_2 eq.程度であった排出量は、現在は数十 t-CO_2 eq.程度となっている。うさぎの排出量は最大で 4,000 t-CO_2 eq.程度のことがあったが、近年は 1,000 t-CO_2 eq.程度で推移している。水牛の排出量は数十 t-CO_2 eq.程度が続いている。なお、水牛の放牧からの N_2O 排出については「3.D.a.3 放牧家畜の排せつ物」で報告するため、ここでは除いている。

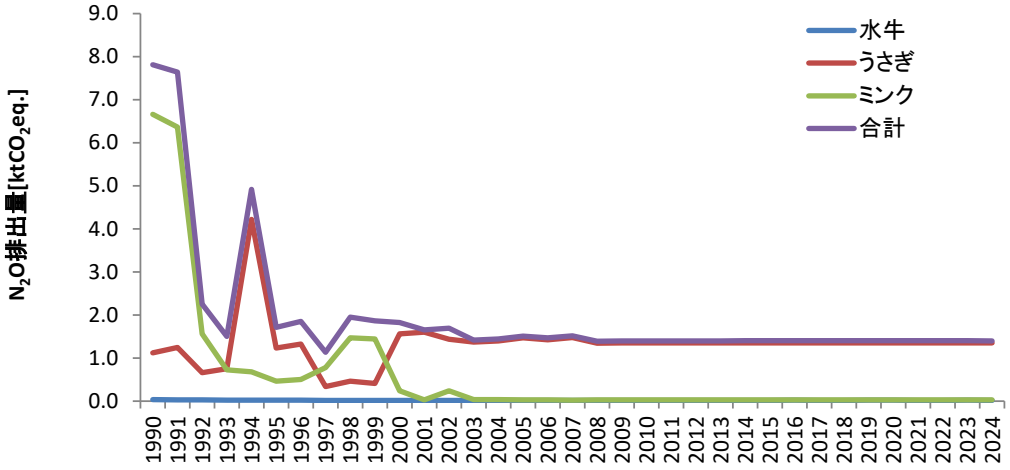


図 2　水牛、うさぎ、ミンクの排せつ物管理からの N_2O 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

【CH_4】

山羊、馬、水牛、うさぎ、ミンクの排せつ物管理からの CH_4 排出については、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 CH_4 排出係数を乗じて算出している。

$$E = EF \times A$$

E：各家畜の排せつ物管理からの CH_4 の排出量［kg-CH_4/年］
EF：排出係数［kg-CH_4/頭/年］
A：各家畜の飼養頭数［頭］

【N_2O】

水牛、うさぎ、ミンクの排せつ物管理からの N_2O 排出については、飼養頭数に 1 頭当たりの排せつ物中窒素量及び排せつ物管理区分割合を乗じて算出した排せつ物管理区分ごとの排せつ物中窒素量に、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の排せつ物管理区分別 N_2O 排出係数を乗じて算出している。

$$E = \sum_n \left(EF_n \times A \times Nex \times MS_n \right) \times \frac{44}{28}$$

E：各家畜の排せつ物管理からの N_2O の排出量［kg-N_2O/年］

n：排せつ物管理区分
EF_n：排せつ物管理区分 n の排出係数［kg-N_2O-N/kg-N］
A：各家畜の飼養頭数［頭］
Nex：1 頭当たりの排せつ物中窒素量［kg-N/頭/年］
MS_n：排せつ物管理区分 n の区分割合［%］

2.2 排出係数

【CH_4】

2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（表 1）を使用している。

表 1　山羊、馬、水牛、うさぎ、ミンクの CH_4 排出係数

家畜種	［kg-CH_4/頭/年］	出典
山羊	0.20	2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4 p.10.40 Table10.15（先進国、温帯）
馬	2.34	
水牛	2	2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4 p.10.39 Table10.14（アジア国、温帯）
うさぎ	0.08	2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4 p.10.41 Table10.16
ミンク	0.68	

【N_2O】

2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（表 2）を使用している。

表 2　水牛、うさぎ、ミンクの N_2O 排出係数

排せつ物管理区分		［kg-N_2O-N/ kg-N］
Dry lot（水牛、うさぎ、ミンク）	乾燥	2.0%
Daily spread（水牛）	逐次散布	0%
Burned for fuel（水牛）	燃料利用	0%

2.3 活動量

【CH_4】

飼養頭数（A）は、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)」、水牛は「沖縄県畜産統計（沖縄県)」、うさぎ、ミンクは「小動物及び実験動物等の飼養状況（農林水産省)」に示された値をそれぞれ用いている（表 3)。

表 3　山羊、馬、水牛、うさぎ、ミンクの飼養頭数［千頭］

家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
山羊	26	25	23	21	19	19	20	21	20	21
馬	116	119	121	122	122	118	115	111	107	104
水牛	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
うさぎ	15	16	9	10	56	16	17	4	6	5
ミンク	155	148	36	17	16	11	12	18	34	34

家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
山羊	22	22	22	21	20	16	15	15	14	14
馬	105	106	102	97	93	87	84	83	81	81
水牛	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
うさぎ	21	21	19	18	18	19	19	19	18	18
ミンク	6	1	6	1	1	1	1	1	1	1

家畜種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
山羊	19	19	19	20	20	17	16	19	20	20
馬	75	75	74	74	69	74	75	76	78	78
水牛	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
うさぎ	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
ミンク	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

家畜種	2020	2021	2022	2023	2024
山羊	20	22	22	22	22
馬	73	68	74	78	78
水牛	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
うさぎ	18	18	18	18	18
ミンク	1	1	1	1	1

（出典）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）」
水牛：「沖縄県畜産統計（沖縄県）」、うさぎ、ミンク：「小動物及び実験動物等の飼養状況（農林水産省）」

【N_2O】

活動量は、飼養頭数に 1 頭当たりの排せつ物中窒素量と排せつ物管理区分割合を乗じて算出した、排せつ物管理区分ごとの排せつ物中窒素量になる。

飼養頭数（A）は CH_4 と同じ表 3 の数値を使用している。

1 頭当たりの排せつ物中窒素量（Nex）は、水牛は 2006 年 IPCC ガイドラインの算定方法に従い、2006 年 IPCC ガイドラインに示された体重に体重当たりの排せつ物窒素量を掛け合わせて算出している。うさぎ及びミンクは 2006 年 IPCC ガイドラインに示された 1 頭当たりの排せつ物中窒素量を使用している（表 4）。

排せつ物管理区分割合（MS_n）は、水牛は 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたアジアのデフォルト値を使用している（表 5）。2006 年 IPCC ガイドラインでデフォルト値が示されていないうさぎ、ミンクに関しては、専門家判断に従い 100%が乾燥処理（Drylot）されることと設定する。

表 4　水牛、うさぎ、ミンクの体重、体重当たりの排せつ物中窒素量及び排せつ物中窒素量

家畜種	体重 ［kg］	体重当たりの 排せつ物中窒素量 ［kg-N/1,000 kg-家畜体重/日］	家畜排せつ物中窒素量 ［kg-N/頭/年］
水牛	380	0.32	44.4
うさぎ	-	-	8.1
ミンク	-	-	4.59

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4、page 10.79、Table 10A-6 及び page 10.59、Table 10.19

表 5　水牛、うさぎ、ミンクの排せつ物管理処理区分割合

排せつ物管理区分		処理区分割合		
		水牛	うさぎ	ミンク
Lagoons	嫌気性ラグーン	0%	0%	0%
Liquid /Slurry	汚水処理	0%	0%	0%
Solid Storage	固形貯留	0%	0%	0%
Drylot	乾燥	41%	100%	100%
Pasture Range and Paddock	放牧地/牧野/牧区	50%	0%	0%
Daily Spread	逐次散布	4%	0%	0%
Digester	消化	0%	0%	0%
Burned for Fuel	燃料利用	5%	0%	0%
Other	その他	0%	0%	0%

（出典）水牛：2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4, Table 10A-6
うさぎ、ミンク：専門家判断
※水牛の「放牧地/牧野/牧区」は「3.D.a.3 放牧家畜の排せつ物」で計上

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 6　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	－	うさぎ、ミンクについて、2006 年 IPCC ガイドラインで排出係数のデフォルト値が設定されたため排出量の算定を開始。
排出係数	－	うさぎ、ミンクについて 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を適用。
活動量	FAO 統計から山羊は「家畜改良関係資料」に、馬は「馬関係資料」に、それぞれ変更。	・ N_2O について、1 頭当たりの排せつ物中窒素量（Nex）の算出方法を 2006 年 IPCC ガイドラインの算定方法に変更。 ・ 水牛については排せつ物管理区分割合（MS_n）を 2006 年 IPCC ガイドラインのアジアのデフォルト値に変更。

（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。

なお、山羊及び馬については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインでは「放牧地／牧野／牧区」以外に「その他処理」区分が存在しているため、「その他処理」区分の N_2O 排出量を本カテゴリーで計上していた。また、うさぎ、ミンクは 2006 年 IPCC ガイドラインからデフォルト値が設定されたため、初期割当量報告時には排出量を算定していなかった。

2）排出係数

【CH_4】

1996 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値（表 7）を使用していた。なお、水牛は 2006 年 IPCC ガイドラインと同じ値である。

表 7　山羊、馬、水牛の CH_4 排出係数

家畜種	［$kgCH_4$/頭/年］	出典
山羊	0.18	1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p.4.6 Table 4-4（先進国、温帯）
馬	2.08	
水牛	2	1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p.4.13 Table 4-6（アジア、温帯）

【N_2O】

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Asia & Far East（アジア及び極東）」の「Other animals」のデフォルト値（表 8）を使用していた。

表 8　山羊、馬、水牛の N_2O 排出係数

排せつ物管理区分			［$kg\text{-}N_2O\text{-}N/kg\text{-}N$］
Anaerobic Lagoons		嫌気性ラグーン	0.1%
Liquid Systems		汚水処理	0.1%
Solid Storage and Drylot		固形貯留及び乾燥	2.0%
Other	Daily Spread	その他（逐次散布）	0.0%
	Pasture Range and Paddock	その他（放牧地/牧野/牧区）	2.0%
	Used Fuel	その他（燃料利用）	0.0%
	Other system	その他（その他処理）	0.5%

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3、page 4.121、Table B-1

※「放牧地／牧野／牧区」は「4.D.2 牧草地・放牧場・小放牧地」で計上

3）活動量

【CH_4】

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。水牛は現行の活動量と同様（表 3）。

表 9　山羊、馬の飼養頭数［千頭］

家畜種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
山羊	35	37	35	34	31	30	29	29	29	33
馬	23	24	26	27	28	29	26	27	26	25

家畜種	2000	2001	2002	2003	2004	2005
山羊	35	35	35	34	34	34
馬	25	21	25	25	25	25

（出典）FAO 統計

【N_2O】

活動量は、現行と同様、飼養頭数に 1 頭当たりの排せつ物中窒素量と排せつ物管理区分割合を乗じて算出した、排せつ物管理区分ごとの排せつ物中窒素量を使用していた。

飼養頭数の出典は CH_4 と同様。

1 頭当たりの排せつ物中窒素量（表 10）、及び排せつ物管理区分割合（表 11）は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Asia & Far East（アジア及び極東）」のデフォルト値を使用していた。

表 10　山羊、馬、水牛の排せつ物中窒素量

家畜種	［kg-N/頭/年］
山羊	40*
馬	40*
水牛	40*

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol. 3、page 4.99、Table 4-20、＊は「Other animals」の値を使用

表 11　水牛の排せつ物管理処理区分割合

排せつ物管理区分			処理区分割合		
			山羊*	馬*	水牛
Anaerobic Lagoons		嫌気性ラグーン	0%	0%	0%
Liquid Systems		汚水処理	0%	0%	0%
Solid Storage and Drylot		固形貯留及び乾燥	0%	0%	14%
Other	Daily Spread	その他（逐次散布）	0%	0%	16%
	Pasture Range and Paddock	その他（放牧地/牧野/牧区）	95%	95%	29%
	Used Fuel	その他（燃料利用）	0%	0%	40%
	Other system	その他（その他処理）	5%	5%	0%

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol. 3、page 4.103、Table 4-21、＊は「Other animals」の値を使用

※「放牧地／牧野／牧区」は「4.D.2 牧草地・放牧場・小放牧地」で計上

（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を使用していた。

3）活動量

使用する活動量を FAO 統計から、山羊は「家畜改良関係資料」に、馬は「馬関係資料」に、それぞれ変更した。

（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

うさぎ、ミンクについて、2006 年 IPCC ガイドラインから排出係数のデフォルト値が設定されたため、排出量の算定を開始した。算定式はうさぎ、ミンクも含め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

うさぎ、ミンクは 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用。他の家畜は初期割当量報告書における排出係数と同様（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

N_2O について、1 頭当たりの排せつ物中窒素量（Nex）の算出方法を、2006 年 IPCC ガイドラインの体重に体重当たりの排せつ物窒素量を掛け合わせる算定方法に変更した。また、水牛については、排せつ物管理区分割合（MS_n）を 2006 年 IPCC ガイドラインに示されたアジアのデフォルト値に変更した（表 5）。なお、2006 年 IPCC ガイドラインでデフォルト値が示されていないうさぎ、ミンクに関しては、専門家判断に従い 100%が乾燥処理（Drylot）されることと設定した（現行の活動量と同様。）。