

## 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果（案）

### 農業分科会報告書

I. 農業分野 .....	1
1. 背景 .....	1
2. 消化管内発酵（4A） .....	3
3. 家畜排せつ物の管理（4B） .....	37
4. 稲作（4C） .....	120
5. 農用地の土壌（4D） .....	138
6. サバンナを計画的に焼くこと（4E）CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O.....	217
7. 野外で農作物の残留物を焼くこと（4F） .....	218

# I. 農業分野

## 1. 背景

農業分野の温室効果ガス排出源は大きく、「A 消化管内発酵」、「B 家畜排せつ物の管理」、「C 稲作」、「D 農用地の土壌」、「E サバンナの野焼き」、「F 農業廃棄物の野焼き」の6つに分かれる。「E サバンナの野焼き」については我が国には発生源が存在しないので、5つの分野について算定を行うこととなる。

農業分野は各発生源間で温室効果ガスの発生に関与する物質が相互に関係しあっていることから、農業分野全体の把握のため、以下に農業分野の分野間の関係を図1で示す。図2には、その中でも特に関係性が強い「B 家畜排せつ物の管理」と「D 農用地の土壌」について、窒素のフローを示す(主要部)。

また各分野について概要を記す。

- 4A 消化管内発酵：牛、水牛、めん羊、山羊、馬、豚の消化管内のメタン発酵により生成されたCH<sub>4</sub>の体内からの排出について算定を行う。
- 4B 家畜排せつ物の管理：牛、水牛、めん羊、山羊、馬、豚、家禽類が排せつする排せつ物の処理に伴うCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの発生について算定を行う。
- 4C 稲作：稲を栽培するために耕作された水田(常時湛水田、間欠灌漑水田)からのCH<sub>4</sub>の排出について算定を行う。
- 4D 農用地の土壌：農用地の土壌からのN<sub>2</sub>Oの直接排出及び間接排出、牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物からのCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出について算定を行う。
- 4F 野外で農作物の残留物を焼くこと(以下、農業廃棄物の野焼き)：農業活動に伴い穀物、豆類、根菜類、さとうきびを焼却した際のCH<sub>4</sub>及びN<sub>2</sub>Oの排出について算定を行う(CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O以外にもCOが発生する)。

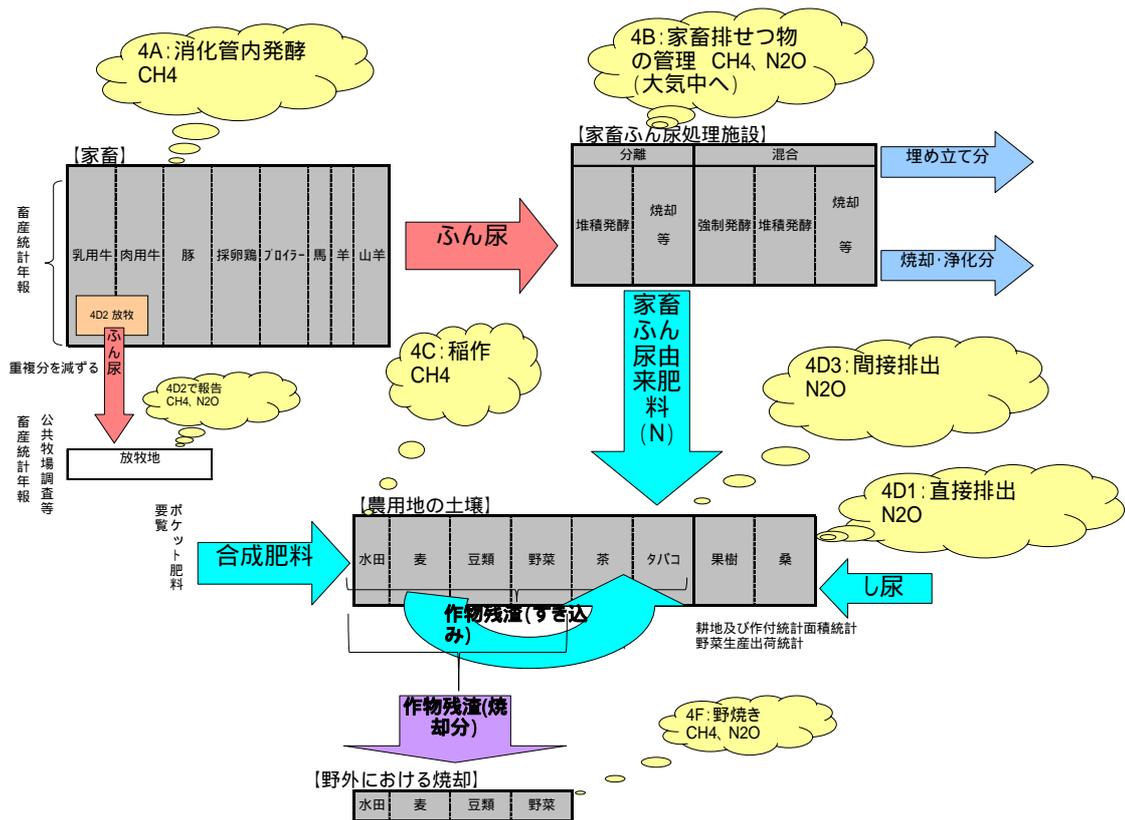


図 1 農業における分野間の関係について

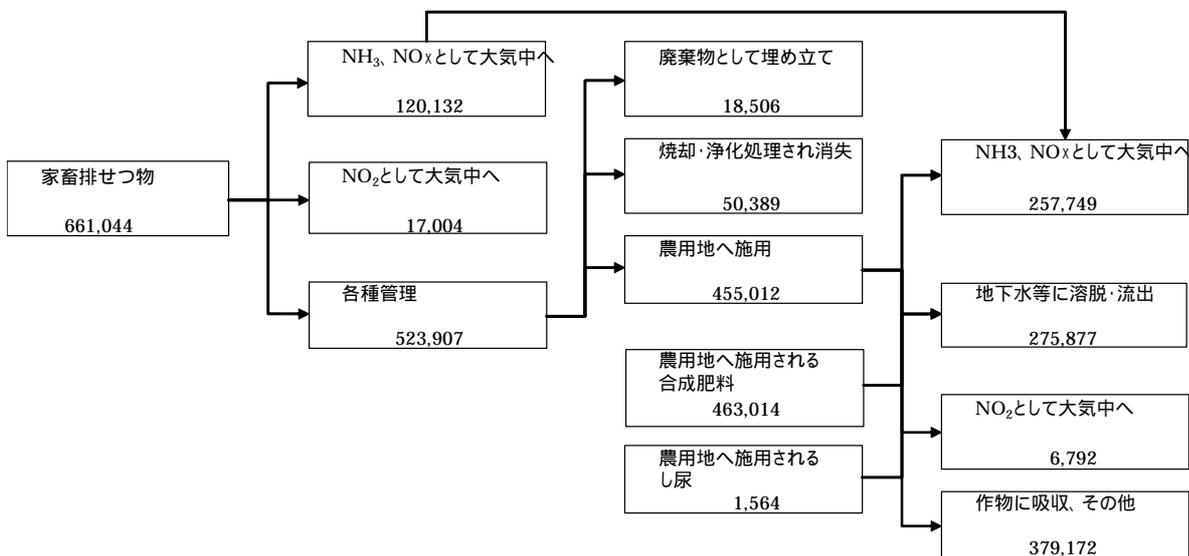


図 2 家畜排せつ分野及び農用地分野における窒素量の流れ (主要部)

(数字は窒素量 (単位 t N))

## 2. 消化管内発酵 (4A)

### (1) 牛 (4A1) CH<sub>4</sub>

#### 背景

牛は反すう動物であり、胃の中に住み着いている微生物が行う牧草などの繊維の消化（発酵）により栄養を得ており、その発酵によって生じた CH<sub>4</sub> を空気中に放出している。

#### 算定方法

##### (a) 算定の対象

牛が反すう等をする事により、その体内から排出される CH<sub>4</sub> の量。我が国の排出実態を反映するために、牛の算定区分を下記に示すように定義し、牛の種類、年齢ごとに排出量の算定を行った。

表 1 牛の算定区分

家畜種		算定方法
乳用牛	泌乳牛	
	乾乳牛	
	育成牛（2歳未満、月齢5、6ヶ月除く）	飼養頭数の6/24に相当する牛は月齢6ヶ月以下と仮定し、算定の対象外としている。よって、2歳未満の飼養頭数の18/24が対象となる。
	育成牛（月齢5、6ヶ月）	2歳未満の飼養頭数の2/24に相当する5、6ヶ月の育成牛が対象となる。
肉用牛	繁殖雌牛（1歳以上）	
	繁殖雌牛（1歳未満、月齢5、6ヶ月除く）	飼養頭数の6/12に相当する牛は月齢6ヶ月以下と仮定し、算定の対象外としている。よって、1歳未満の飼養頭数の6/12が対象となる。
	繁殖雌牛（月齢5、6ヶ月）	1歳未満の飼養頭数の2/12に相当する5、6ヶ月の牛が対象となる。
	和牛（1歳以上）	
	和牛（1歳未満、月齢5、6ヶ月除く）	飼養頭数の6/12に相当する牛は月齢6ヶ月以下と仮定し、算定の対象外としている。よって、1歳未満の飼養頭数の6/12が対象となる。
	和牛（月齢5、6ヶ月）	1歳未満の飼養頭数の2/12に相当する5、6ヶ月の牛が対象となる。
	乳用種（月齢5、6ヶ月除く）	飼養頭数の6/24に相当する牛は月齢6ヶ月以下と仮定し、算定の対象外としている。よって、2歳未満の飼養頭数の18/24が対象となる。
乳用種（月齢5、6ヶ月）	2歳未満の飼養頭数の2/24に相当する5、6ヶ月の育成牛が対象となる。	

(b) 算定方法の選択

算定方法については、グッドプラクティスガイダンス(以下 GPG(2000))に示されている Tier 2 では、各国独自に算定した家畜の総エネルギー摂取量に CH<sub>4</sub> 変換係数(家畜が摂取した飼料中の純エネルギーが CH<sub>4</sub> に変換される割合。デフォルト値が示されている。)を乗じて排出係数を算出することとされている。しかし、我が国では乾物摂取量から排出係数を求める独自の算定方法が存在することから、GPG(2000)にデフォルトで示されている式の代わりにこの独自の式を使用して排出係数を算出し、それに飼養頭数を乗じて排出量を求めることとする。

(c) 算定式

牛(乳用牛、肉用牛)の1年間の飼養頭数に排出係数を乗じて算定する。ただし、算定基礎期間が1年間でない場合は、さらに算定基礎期間の1年間に対する比率を乗じる。

$$E = EF * A$$

- E : 牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg CH<sub>4</sub>)  
EF : 排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/頭)  
A : 牛(乳用牛、肉用牛)の飼養頭数(頭)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

一年間に牛一頭の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(b) 設定方法

牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数については、我が国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 CH<sub>4</sub> 発生量の測定データ)に基づいて設定した。測定結果によると、反すう家畜の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 発生量は、乾物摂取量を説明変数とする次式により算定できることが明らかにされている<sup>1</sup>。

$$EF = Y / L * C * D$$

$$Y = -17.766 + 42.793 * X - 0.849 * X^2$$

- EF : 牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/年/頭)  
Y : 反すう家畜 1 頭あたりの消化管内発酵に伴う 1 日の CH<sub>4</sub> 発生量 (l/日/頭)  
L : CH<sub>4</sub> の 1 mol あたりの体積 (22.4 (l/mol))  
C : CH<sub>4</sub> の分子量 (0.016 (kg/mol))  
D : 1 年間の日数 (365 (日) もしくは 366 (日))  
X : 乾物摂取量 (kg/日)

<sup>1</sup> 柴田、寺田、栗原、西田、岩崎「反芻家畜における CH<sub>4</sub> 発生量の推定」(日本畜産学会報 第 64 巻 第 8 号) 1993 年 8 月

この算定式に、中央畜産会「日本飼養標準」等から推定した平均乾物摂取量をあてはめ、排出係数を設定する。算定には、1987年（乳用牛・肉用牛）、1994年（乳用牛）、1995年（肉用牛）、1999年（乳用牛）、2000年（肉用牛）の「日本飼養標準」から算出した乾物摂取量を用いる。乾物摂取量は、牛の種類ごとの算定式に、乳脂肪補正乳量並びに体重及び体重の増加日量を代入することで算出する。算定式は以下の通りである。

## 1) 乳用牛

### 【泌乳牛】

$$DMI = 2.98120 + 0.00905 * W + 0.41055 * FCM$$

$$FCM = (15 * FAT / 100 + 0.4) * MILK$$

DMI : 乾物摂取量  
 W : 体重  
 FCM : FCM量  
 FAT : 乳脂肪率  
 MILK : 乳量

### 【乾乳牛】

$$DMI = TDN / 0.52 * 1.1$$

$$TDN = (0.1163 * W^{0.75} / 0.82) / 4.41$$

DMI : 乾物摂取量  
 W : 体重  
 TDN : 可消化養分総量

### 【育成牛】(月齢5、6ヵ月についても同じ)

$$DMI = 0.49137 + 0.01768 * W + 0.91754 * DG$$

DMI : 乾物摂取量  
 W : 体重  
 DG : 増体日量

## 2) 肉用牛

### 【繁殖雌牛 1歳以上及び1歳未満】(月齢5、6ヵ月についても同じ)

$$MEM = 0.1067 * W^{0.75}$$

$$NEG = 0.0639 * W^{0.75} * DG$$

$$q = 0.4213 + 0.1491 * DG$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

$$MEG = NEG / kf$$

$$MERC = MEM + MEG$$

$$DMI = MERC / (q * 4.4)$$

MEM : 代謝エネルギー要求量  
W : 体重  
NEG : 育成に要する正味エネルギー要求量  
DG : 増体日量  
q : 固形飼料のエネルギー代謝率  
kf : 代謝エネルギーの育成に対する利用効率  
MEG : 増体に要する代謝エネルギー量  
MERC : 代謝エネルギー要求量  
DMI : 乾物摂取量

【和牛 雄 1歳以上及び1歳未満】(月齢5、6ヵ月についても同じ)

$$MEM = 0.1124 * W^{0.75}$$

$$NEG = 0.0546 * W^{0.75} * DG$$

$$q = 0.5304 + 0.0748 * DG$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

$$cneg = 1.653 - 0.00123 * W$$

$$MEG = NEG / kf * cneg$$

$$MERC = MEM + MEG$$

$$DMI = MERC / (q * 4.4)$$

MEM : 代謝エネルギー要求量  
W : 体重  
NEG : 育成に要する正味エネルギー要求量  
DG : 増体日量  
q : 固形飼料のエネルギー代謝率  
kf : 代謝エネルギーの育成に対する利用効率  
cneg : 補正係数  
MEG : 増体に要する代謝エネルギー量  
MERC : 代謝エネルギー要求量  
DMI : 乾物摂取量

【和牛 雌 1歳以上及び1歳未満】(月齢5、6ヵ月についても同じ)

$$MEM = 0.1108 * W^{0.75}$$

$$NEG = 0.0609 * W^{0.75} * DG$$

$$q = 0.5018 + 0.0956 * DG$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

$$MEG = NEG / kf$$

$$MERC = MEM + MEG$$

$$DMI = MERC / (q * 4.4)$$

MEM : 代謝エネルギー要求量  
W : 体重  
NEG : 育成に要する正味エネルギー要求量  
DG : 増体日量  
q : 固形飼料のエネルギー代謝率  
kf : 代謝エネルギーの育成に対する利用効率  
MEG : 増体に要する代謝エネルギー量  
MERC : 代謝エネルギー要求量  
DMI : 乾物摂取量

#### 【乳用種】

$$MEM = 0.1291 * W^{0.75}$$

$$NEG = 0.0510 * W^{0.75} * DG$$

$$q = (0.933 + 0.00033 * W) * (0.498 + 0.0642 * DG)$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

$$MEG = NEG / kf$$

$$MERC = MEM + MEG$$

$$DMI = MERC / (q * 4.4)$$

MEM : 代謝エネルギー要求量  
W : 体重  
NEG : 育成に要する正味エネルギー要求量  
DG : 増体日量  
q : 固形飼料のエネルギー代謝率  
kf : 代謝エネルギーの育成に対する利用効率  
MEG : 増体に要する代謝エネルギー量  
MERC : 代謝エネルギー要求量  
DMI : 乾物摂取量

#### 【乳用種 月齢5、6ヵ月】

70 W < 200 の式と W ≥ 200 の式で算出した DMI の平均値を採用する。

・ 70 W < 200

$$MEM = 0.1291 * W^{0.75}$$

$$NEG = (1.00 + 0.030 * W^{0.75}) * DG$$

$$q = (0.859 - 0.00092 * W) * (0.790 + 0.0411 * DG)$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

$$MEG = NEG / kf$$

$$MERC = MEM + MEG$$

$$DMI = MERC / (q * 4.4)$$

MEM : 代謝エネルギー要求量  
W : 体重  
NEG : 育成に要する正味エネルギー要求量  
DG : 増体日量  
q : 固形飼料のエネルギー代謝率  
kf : 代謝エネルギーの育成に対する利用効率  
MEG : 増体に要する代謝エネルギー量  
MERC : 代謝エネルギー要求量  
DMI : 乾物摂取量

・ W 200

$$MEM = 0.1291 * W^{0.75}$$

$$NEG = 0.0510 * W^{0.75} * DG$$

$$q = (0.933 + 0.00033 * W) * (0.498 + 0.0642 * DG)$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

$$MEG = NEG / kf$$

$$MERC = MEM + MEG$$

$$DMI = MERC / (q * 4.4)$$

MEM : 代謝エネルギー要求量  
W : 体重  
NEG : 育成に要する正味エネルギー要求量  
DG : 増体日量  
q : 固形飼料のエネルギー代謝率  
kf : 代謝エネルギーの育成に対する利用効率  
MEG : 増体に要する代謝エネルギー量  
MERC : 代謝エネルギー要求量  
DMI : 乾物摂取量

乳脂肪補正乳量については、乳量は農林水産省「牛乳乳製品統計」及び「畜産統計」を、乳脂肪率は農林水産省「畜産物生産費調査」を使用し、毎年度データを更新した。

体重・体重の増加日量は、「日本飼養標準」の各巻末にある牛の種類ごとの各月齢における体重の一覧表を用いた。「日本飼養標準」発刊年以外の年度の体重及び体重の増加日量については、内挿により求めた。乳用牛の2000年以降、及び肉用牛の2001年以降については、それぞれ1999年、2000年の値を代用した。また、最新刊にしか掲載されていない牛の種類もあるが、それらに

については全ての年度で同じ値を使用することとした。

(c) 排出係数の推移

1989～2004 年度における牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は以下の通り。

表 2 牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数 (kgCH<sub>4</sub>/年/頭)

家畜種		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
乳用牛	泌乳牛	乾物摂取量	18.2	18.2	18.3	18.7	18.9	18.9	19.2	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.2	20.5	20.7
		排出係数	125.0	125.1	125.9	126.7	127.1	127.1	128.2	128.7	129.0	129.2	130.0	129.9	130.1	130.3	131.4	131.4
	乾乳牛	乾物摂取量	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
		排出係数	72.0	72.0	72.3	72.1	72.1	72.2	72.7	72.9	73.2	73.6	74.1	73.9	73.9	73.9	74.1	73.9
	育成牛 (2歳未満、5、6ヶ月除く)	乾物摂取量	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
		排出係数	63.3	63.4	63.7	63.7	63.9	64.0	64.7	65.1	65.6	66.2	66.9	66.7	66.7	66.7	66.9	66.7
育成牛 (5、6ヶ月)	乾物摂取量	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	
	排出係数	32.7	32.7	32.8	32.7	32.7	32.7	32.9	33.0	33.2	33.4	33.7	33.6	33.6	33.6	33.7	33.6	
肉用牛	繁殖雌牛	1歳以上	乾物摂取量	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1
			排出係数	59.0	59.0	59.2	59.0	59.0	59.0	59.2	59.9	60.7	61.5	62.5	63.1	63.1	63.1	63.3
		1歳未満 (5、6ヶ月除く)	乾物摂取量	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	6.0	6.2	6.5	6.7	6.7	6.7	6.7
			排出係数	49.8	49.8	50.0	49.8	49.8	49.8	50.0	52.0	54.1	56.2	58.3	60.1	60.1	60.1	60.3
	肥育牛	1歳未満 (5、6ヶ月)	乾物摂取量	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4
			排出係数	34.9	34.9	35.0	34.9	34.9	34.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.5	40.4	40.4	40.4	40.5
		和牛・雄 (1歳以上)	乾物摂取量	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
			排出係数	73.2	73.2	73.4	73.2	73.2	73.2	73.4	73.2	73.2	73.2	73.4	73.2	73.2	73.2	73.4
		和牛・雄 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	乾物摂取量	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
			排出係数	61.1	61.1	61.3	61.1	61.1	61.1	61.3	61.1	61.1	61.1	61.3	61.1	61.1	61.1	61.3
		和牛・雄 (5、6ヶ月)	乾物摂取量	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
			排出係数	39.6	39.6	39.7	39.6	39.6	39.6	39.7	39.6	39.6	39.6	39.7	39.6	39.6	39.6	39.7
和牛・雌 (1歳以上)	乾物摂取量	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4	6.4		
	排出係数	51.8	51.8	51.9	51.8	51.8	51.8	51.9	53.1	54.4	55.6	57.0	58.1	58.1	58.1	58.2		
和牛・雌 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	乾物摂取量	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5.1	5.4	5.6	5.9	6.1	6.1	6.1	6.1		
	排出係数	44.3	44.3	44.5	44.3	44.3	44.3	44.5	46.6	48.8	51.0	53.3	55.3	55.3	55.3	55.5		
乳用種 (5、6ヶ月除く)	乾物摂取量	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1		
	排出係数	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	32.3	33.6	34.9	36.2	37.4	37.4	37.4	37.5		
乳用種 (5、6ヶ月)	乾物摂取量	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7		
	排出係数	75.6	75.6	75.8	75.6	75.6	75.6	75.8	75.6	75.6	75.6	75.8	75.6	75.6	75.6	75.8		
乳用種 (5、6ヶ月)	乾物摂取量	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3		
	排出係数	48.0	48.0	48.1	48.0	48.0	48.0	48.1	48.0	48.0	48.0	48.0	48.1	48.0	48.0	48.0		

凡例 白抜き:「日本飼養標準」から直接算定された値

(d) 出典

表 3 排出係数の出典

データ	出典
牛の消化管内発酵に伴う CH <sub>4</sub> の排出係数	「反芻家畜における CH <sub>4</sub> 発生量の推定」(日本畜産学会報 第 64 巻 第 8 号) 1993 年 8 月 (柴田、寺田、栗原、西田、岩崎)
DMI の算出式	中央畜産会「日本飼養標準」
乳量	農林水産省「牛乳乳製品統計」及び「畜産統計」
乳脂肪率	農林水産省「畜産物生産費調査」

(e) 排出係数の課題

- ・ GPG(2000) では、各国独自に算定した家畜の総エネルギー摂取量に CH<sub>4</sub> 変換係数を乗じて排出係数を算出することとされているが、我が国では乾物摂取量をもとに排出係数を算定しているため、差異について検討する必要がある。
- ・ 月齢 5～6ヶ月の牛の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> の排出については、まだ研究が進んでおら

ず、データが少ないのが現状であるため、月齢5～6ヶ月の牛からの排出実態を反映した排出係数を設定できるよう、研究・検討を進める必要がある。新たな知見が得られた場合は、そのデータを用いることとする。

## 活動量

### (a) 定義

牛の種類毎の1年間の飼養頭数(頭)。

### (b) 活動量の把握方法

当該排出区分の活動量については、農林水産省「畜産統計」に示された毎年2月1日時点の各家畜種の飼養頭数を用いる。

### (c) 活動量の推移

1989～2004年度における各家畜種の飼養頭数は以下の通り。

表4 各家畜種の飼養頭数の推移

家畜種		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		
乳用牛	泌乳牛	1081	1082	1081	1084	1052	1034	1035	1032	1022	1008	992	971	966	964	936	936		
	乾乳牛	332	332	337	332	331	308	299	288	279	271	259	249	253	245	244	244		
	育成牛(2歳未満、 月齢5、6ヶ月除く)	484	491	498	489	476	457	445	434	419	403	385	379	380	382	383	383		
	育成牛(月齢5、6ヶ月)	54	55	55	54	53	51	49	48	47	45	43	42	42	42	43	43		
肉用牛	繁殖 雌牛	1歳以上	653	679	703	710	694	677	646	630	626	621	618	612	611	615	601	601	
		1歳未満(月齢 5、6ヶ月除く)	17	17	18	17	16	14	13	12	12	12	12	12	13	14	13	13	
		1歳未満 (月齢5、6ヶ 月)	6	6	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	
	肥育牛	和牛・雄 (1歳以上)	356	368	391	406	410	425	412	401	385	385	392	385	403	396	383	383	
		和牛・雄 (1歳未満、 月齢5、6ヶ月除 く)	121	125	130	136	137	140	133	130	127	121	119	114	115	120	127	127	
		和牛・雄 (月齢5、6ヶ 月)	40	42	43	45	46	47	44	43	42	40	40	38	38	40	42	42	
		和牛・雌 (1歳以上)	187	197	213	228	246	253	265	260	250	240	242	246	256	236	249	249	
		和牛・雌 (1歳未満、 月齢5、6ヶ月除 く)	96	102	106	109	112	107	105	103	101	100	96	93	93	95	98	98	
		和牛・雌 (月齢5、6ヶ 月)	32	34	35	36	37	36	35	34	34	33	32	32	31	31	32	33	33
		乳用種(月齢5、 6ヶ月除く)	779	805	812	816	820	820	808	804	831	848	843	845	845	826	809	809	
乳用種 (月齢5、6ヶ 月)	87	89	90	91	91	91	90	89	92	94	94	94	94	92	90	90			

## (d) 出典

表 5 対象データの出典

資料名	畜産統計（農林水産省統計部）平成元～16年度分			
発行日	～平成17年5月20日			
記載されている最新のデータ	平成元～16年度分			
乳用牛	泌乳牛	泌乳牛	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (1)乳用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / (5)泌乳牛 (23 ページ)	
		乾乳牛	乾乳牛 未経産牛	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (1)乳用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / (6)乾乳牛、(7)未経産牛 (23 ページ)
	育成牛 (2歳未満)	育成牛 (2歳未満)	育成牛 (2歳未満)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (1)乳用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / (8)2歳未満 (23 ページ)
			育成牛 (月齢5、6ヶ月)	
肉用牛	繁殖雌牛	1歳以上	繁殖雌牛 (1歳以上)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / 肉用種 めす うち子取り用めす牛 (15)1歳、(16)2歳以上 (40～43 ページ)
		1歳未満	繁殖雌牛 (1歳未満)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / 肉用種 めす うち子取り用めす牛 (14)1歳未満 (40～43 ページ)
		1歳未満 (月齢5、6ヶ月)		
	肥育牛	和牛・雄 (1歳以上)	肥育牛 (1歳以上)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / 肉用種(8)めす1歳、(9)めす2歳以上、(12)子取り用めす1歳、(13)子取り用めす2歳以上、(16)おす1歳、(17)おす2歳以上 (40～43 ページ)
		和牛・雄 (1歳未満)	肥育牛 (1歳未満)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / 肉用種(7)めす1歳未満、(11)子取り用めす1歳未満、(15)おす1歳未満 (40～43 ページ)
		和牛・雄 (月齢5、6ヶ月)		
		和牛・雌 (1歳以上)	肥育牛 (1歳以上)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / 肉用種(8)めす1歳、(9)めす2歳以上、(12)子取り用めす1歳、(13)子取り用めす2歳以上、(16)おす1歳、(17)おす2歳以上 (40～43 ページ)
		和牛・雌 (1歳未満)	肥育牛 (1歳未満)	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / 肉用種(7)めす1歳未満、(11)子取り用めす1歳未満、(15)おす1歳未満 (40～43 ページ)
		和牛・雌 (月齢5、6ヶ月)		
		乳用種	乳用種	畜産基本調査結果 / 2 統計表 / (2)肉用牛 / ア) 飼養戸数・頭数 / (21)乳用種 計 (40～43 ページ)
		乳用種 (月齢5、6ヶ月)		

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。1996年改訂 IPCC ガイドラインにおいては、農業分野の排出量として当該年の前年、当該年、及び翌年の3年間の活動量データを平均して利用することが推奨されている。このため、我が国においても、当該年の前年、当該年、及び翌年の3年間の排出量の値を平均したものを排出量として示している。以下でも同様である。

表 6 牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果 (GgCH<sub>4</sub>)

家畜種		1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	
乳用牛	合計	192	193	193	189	186	184	183	181	178	175	173	171	170	169	
	泌乳牛	136	136	136	134	133	132	132	132	130	128	127	126	125	124	
	乾乳牛	24	24	24	23	23	22	21	20	20	19	19	18	18	18	
	育成牛(2歳未満、5、6ヶ月除く)	31	31	31	30	30	29	28	27	27	26	25	25	25	26	
	育成牛(5、6ヶ月)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
肉用牛	合計	158	163	166	167	166	165	163	163	164	165	166	166	165	164	
	繁殖雌牛	1歳以上	40	41	41	41	40	39	38	38	38	38	39	39	38	38
		1歳未満(5、6ヶ月除く)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5、6ヶ月	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	肥育牛	和牛・雄(1歳以上)	27	28	29	30	30	30	29	29	28	28	29	29	29	28
		和牛・雄(1歳未満、5、6ヶ月除く)	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	8
		和牛・雄(5、6ヶ月)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		和牛・雌(1歳以上)	10	11	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		和牛・雌(1歳未満、5、6ヶ月除く)	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		和牛・雌(5、6ヶ月)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		乳用種(5、6ヶ月除く)	60	61	62	62	62	61	62	63	64	64	64	63	63	62
		乳用種(5、6ヶ月)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

乳用牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出は、泌乳牛、乾乳牛、育成牛(2歳未満、5・6ヵ月)の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出からなっており、これら4つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

肉用牛からの排出は、繁殖雌牛(1歳以上、1歳未満、5・6ヵ月) 和牛(雄1歳以上、1歳未満、5・6ヵ月) 和牛(雌1歳以上、1歳未満、5・6ヵ月) 乳用種(5・6ヵ月)の排出からなっており、これら11区分ごとに不確実性の評価を行う必要がある。

各牛の排出量は(1)の式で表され、その不確実性については(2)の式で表されるように、排出係数と 活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \cdot (2)$$

- E : 各牛の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> 排出量
- EF : 排出係数
- A : 各牛の頭数
- U<sub>E</sub> : 排出量の不確実性
- U<sub>EF</sub> : 排出係数の不確実性
- U<sub>A</sub> : 活動量の不確実性

なお、乳用牛、肉用牛については、各々の排出係数及び活動量の不確実性を合成できないことから、排出量の不確実性の評価のみを行うこととし、排出係数及び活動量の不確実性の評価は、個別に評価する。

ここでは乳用牛、肉用牛ごとに不確実性を合成する。その場合、例えば牛の種類が2種類の場合は、合成のための式は各牛の排出量と不確実性を使用し、(3)のようになる。

$$U_{SUM} = \sqrt{\sum_N (E_n * U_n)^2 / \sum_N E_n} \cdot \cdot \cdot (3)$$

- E<sub>n</sub> : 各牛の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> 排出量
- U<sub>n</sub> : 各牛の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> 排出量の不確実性

乳用牛は4種類、肉用牛は11種類をこのように合成する。

## (a) 排出係数

### 1) 評価方針

消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は、以下の式により算定を行っている。

【消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の算定式】

$$f(x) = -17.766 + 42.793X - 0.849X^2$$

- f(x) : CH<sub>4</sub> 発生量 [l / 日 / 頭]
- X : 乾物摂取量 [kg / 日 / 頭]

不確実性評価の方針として、排出係数の算定式 ( f ( x ) ) の 95% 信頼区間を残渣分析から求め、これに乾物摂取量 ( x ) の上限値及び下限値を代入し、排出係数の上限値及び下限値を算出することによって不確実性評価を行うこととする。

CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の5点が考えられる。

- ・ 給与飼料の変動に対する適応能力、給与飼料の構成、給餌技術
- ・ 乳用牛の乾乳牛、育成牛及び肉用繁殖雌牛における各畜産農家の飼料
- ・ 乾物中のエネルギー含有量の変動
- ・ 肥育牛の排出係数における濃厚飼料の給与量による影響

・生産ステージによる家畜の個体間の排出特性の差異

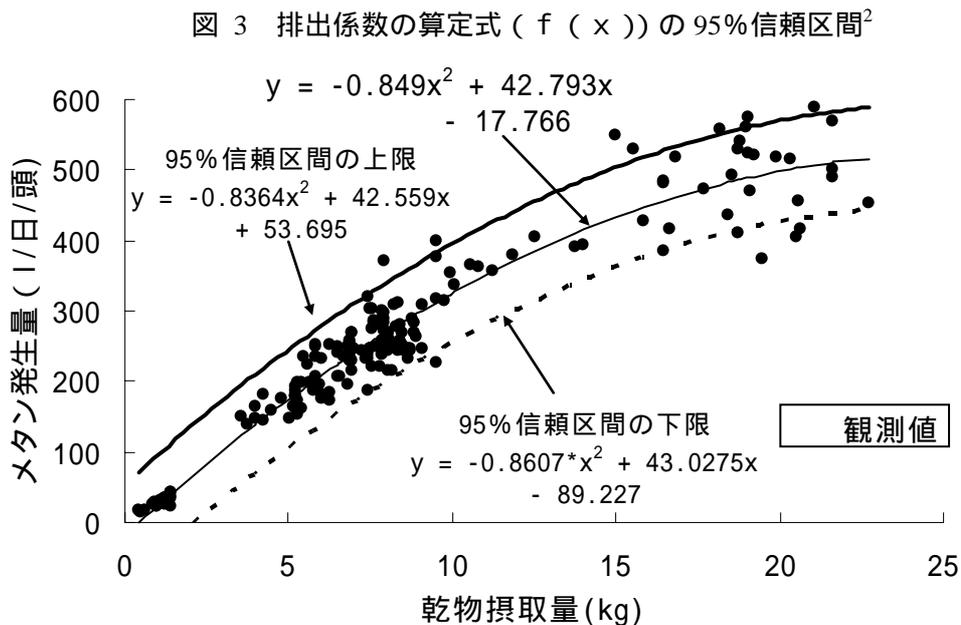
2) 評価結果

排出係数の算定式 (  $f(x)$  ) の不確実性評価は、実測データに基づき、 $f(x)$  の 95% 信頼区間は図 2 のようになる。下記の 95% 信頼区間に各家畜種ごとの乾物摂取量の上限值と下限値を代入し、不確実性を評価する。

乾物摂取量 (  $x$  ) は実測データが得られないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断 ( Expert Judgement ) により評価を行った。

下限値については、家畜の生存に関わるため、乾物摂取量は要求量よりも極端に低いことはあり得ない。しかし、養分濃度が高い場合 ( トウモロコシ等の飼料を多く給飼している場合等 ) には乾物摂取量が少なくなる可能性があるため、下限として、「-5%」まであり得ると判断された。また、上限については、飼養基準より 1 割程度多く給飼する場合があることと、養分濃度が低い場合は給飼量が多くなることが考えられることから「+15%」まであり得ると判断された。

このことから、各家畜種ごとの乾物摂取量の上限、下限は表 7 のようになる。



<sup>2</sup> 応用統計ハンドブック編集委員会編 応用統計ハンドブック 養賢堂 東京 1980 pp.130-132 より算出

表 7 各家畜種ごとの乾物摂取量の上限、下限

家畜種	乾物摂取量 (kg)		
	下限値 (-5%)	採用値	上限値 (+15%)
乳用牛			
泌乳牛	19.4	20.4	23.5
乾乳牛	8.0	8.5	9.7
育成牛 (2歳未満、5、6ヶ月除く)	7.1	7.5	8.6
育成牛 (5、6ヶ月)	3.5	3.7	4.3
肉用牛			
繁殖雌牛 (1歳以上)	6.7	7.1	8.1
繁殖雌牛 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	6.4	6.7	7.7
繁殖雌牛 (5、6ヵ月)	4.2	4.4	5.1
肥育牛			
和牛・雄 (1歳以上)	7.9	8.4	9.6
和牛・雄 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	6.5	6.8	7.8
和牛・雄 (5、6ヶ月)	4.1	4.3	5.0
和牛・雌 (1歳以上)	6.1	6.4	7.4
和牛・雌 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	5.8	6.1	7.0
和牛・雌 (5、6ヶ月)	3.9	4.1	4.7
乳用種 (5、6ヶ月除く)	8.3	8.7	10.0
乳用種 (5、6ヶ月)	5.0	5.3	6.1

表 7 のデータを図 2 の 95%信頼区間の上限の式及び下限の式に代入し算定した排出係数の下限値及び上限値は表 8 に示す値となる。

表 8 各家畜種ごとの消化管内発酵に伴う排出係数の不確実性評価結果

家畜種	メタン発生量 [lCH <sub>4</sub> /日/頭]			メタン発生量 [kgCH <sub>4</sub> /年/頭]*			最大偏差 [kgCH <sub>4</sub> /年/頭]	不確実性 [%]
	下限値	採用値	上限値	下限値	採用値	上限値		
乳用牛								
泌乳牛	421.8	502.3	592.0	110.0	131.0	154.3	23.4	17.9
乾乳牛	201.1	283.6	388.7	52.4	73.9	101.3	27.4	37.1
育成牛 (2歳未満、5、6ヶ月除く)	174.0	255.8	358.9	45.4	66.7	93.6	26.9	40.3
育成牛 (5、6ヶ月)	51.3	128.9	219.6	13.4	33.6	57.2	23.6	70.4
肉用牛								
繁殖雌牛 (1歳以上)	160.6	242.0	344.0	41.9	63.1	89.7	26.6	42.2
繁殖雌牛 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	149.6	230.6	331.7	39.0	60.1	86.5	26.4	43.8
繁殖雌牛 (5、6ヵ月)	76.3	154.8	248.4	19.9	40.4	64.8	24.4	60.5
肥育牛								
和牛・雄 (1歳以上)	198.2	280.6	385.5	51.7	73.2	100.5	27.3	37.4
和牛・雄 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	153.3	234.5	335.9	40.0	61.1	87.6	26.4	43.3
和牛・雄 (5、6ヶ月)	73.5	151.9	245.2	19.2	39.6	63.9	24.3	61.4
和牛・雌 (1歳以上)	141.9	222.7	323.1	37.0	58.1	84.2	26.2	45.1
和牛・雌 (1歳未満、5、6ヶ月除く)	131.8	212.3	311.7	34.4	55.3	81.3	25.9	46.9
和牛・雌 (5、6ヶ月)	65.2	143.3	235.7	17.0	37.4	61.4	24.1	64.4
乳用種 (5、6ヶ月除く)	207.3	290.0	395.5	54.1	75.6	103.1	27.5	36.4
乳用種 (5、6ヶ月)	106.1	185.7	282.6	27.7	48.4	73.7	25.3	52.2

\* 「CH<sub>4</sub>発生量 [kgCH<sub>4</sub>/年/頭]」= 「CH<sub>4</sub>発生量 [lCH<sub>4</sub>/日/頭]」÷22.4[l] ×16 (CH<sub>4</sub>の分子量) ÷1000×365 (日)

### 3) 評価方法の課題

- ・CH<sub>4</sub>発生量の推定式がいくつかの畜種を合わせて作成していることや変動要因が多くあるために、現在では排出係数を求める方法を観測値が限界内に入る確率が95%として計算している。この信頼区間の定義方法が適当であるか、今後検討していくことにする。
- ・5、6ヵ月の牛について、さらに不確実性の評価方法を検討する必要がある。

(b) 活動量

1) 評価方針

消化管内発酵の活動量である各家畜の飼養頭数は、指定統計の標本調査である「畜産統計」に基づく値を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、H14年度検討会での設定値を用いることになるが、H14年度検討会での設定値では過大評価となるため、専門家の判断に基づくクロスチェックを行うこととする。

2) 評価結果

「牛乳乳製品統計」<sup>3</sup>に示された生乳生産量を、農林水産省「農業経営統計調査報告畜産物生産費」に示された、生乳の泌乳牛と乾乳牛を合わせた1頭当たりの実搾乳量で除し、泌乳牛と乾乳牛の飼養頭数を推計する。推計した飼養頭数と畜産統計における飼養頭数の差異を、畜産統計における飼養頭数で除して不確実性を算定し、1990～2003年の不確実性のうち最大値を当該排出源の活動量の不確実性とする。

なお、他の家畜種については、同様のクロスチェックが困難であったため、不確実性の値を泌乳牛と同じとした。

消化管内発酵に伴うCH<sub>4</sub>排出の活動量の不確実性は、4.3%である。

表 9 消化管内発酵に伴うCH<sub>4</sub>排出の活動量の不確実性評価

	畜産統計		牛乳 乳製品統計 畜産物生産費				差異 [千頭]	不確実性	
	泌乳牛 + 乾乳牛飼養頭数 [千頭]	90年比	生乳生産量 [t]	生乳実泌乳量 [kg]	泌乳牛 + 乾乳牛飼養頭数推計値 [千頭]	90年比			
1990	H2	1,285	100.0	8,202,623	6,669	1,230	100.0	55	4.3%
1991	H3	1,281	99.7	8,343,077	6,638	1,257	102.2	25	1.9%
1992	H4	1,281	99.6	8,616,859	6,858	1,256	102.2	24	1.9%
1993	H5	1,247	97.0	8,550,534	7,019	1,218	99.0	28	2.3%
1994	H6	1,213	94.4	8,387,513	7,065	1,187	96.5	26	2.1%
1995	H7	1,211	94.2	8,466,898	7,180	1,179	95.9	32	2.6%
1996	H8	1,205	93.7	8,658,858	7,429	1,166	94.8	39	3.2%
1997	H9	1,190	92.6	8,628,863	7,479	1,154	93.8	36	3.1%
1998	H10	1,172	91.1	8,549,404	7,498	1,140	92.7	31	2.7%
1999	H11	1,150	89.4	8,514,079	7,498	1,136	92.3	14	1.2%
2000	H12	1,124	87.5	8,416,878	7,598	1,108	90.1	17	1.5%
2001	H13	1,126	87.6	8,311,848	7,692	1,081	87.9	46	4.1%
2002	H14	1,120	87.2	8,379,969	7,678	1,091	88.7	29	2.6%
2003	H15	1,088	84.6	8,404,999	7,759	1,083	88.1	5	0.4%
							1990～2003最大値	4.3%	

3) 評価方法の課題

泌乳牛以外のクロスチェック方法について検討する必要がある。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

<sup>3</sup> 指定統計第33号「牛乳乳製品統計調査規則」に基づく

表 10 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数 (2003 年度)	排出係数の 不確実性	活動量 (2003 年度)	活動量の 不確実性	排出量 (2003 年度)	排出量の 不確実性
乳用牛	- (kg CH <sub>4</sub> / 年/頭)	- *	1615 (千頭)	4.3%	3, 548 (Gg-CO <sub>2</sub> )	15%
肉用牛	- (kg CH <sub>4</sub> / 年/頭)	- *	2456 (千頭)	4.3%	3, 437 (Gg-CO <sub>2</sub> )	20%

\* 「-」は複数の排出源からの温室効果ガスの排出量の合計であるため、排出係数及び活動量の不確実性をこの区分としては算出できないことを意味する。また、排出係数、活動量、排出量は 2002～2004 年度の平均。以後同様。

#### 今後の調査方針

- ・ 月齢 5～6 ヶ月の牛の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> の排出については、まだ研究が進んでおらず、データが少ないのが現状であるため、月齢 5～6 ヶ月の牛からの排出実態を反映した排出係数を設定できるよう、研究・検討を進める必要がある。新たな知見が得られた場合は、そのデータを用いることとする。

### (2) 水牛 (4A2) CH<sub>4</sub>

#### 背景

水牛は反すう動物であり、胃の中に住み着いている微生物に牧草などの繊維を消化（発酵）させて栄養を得ており、その発酵によって生じた CH<sub>4</sub> を空気中に放出している。

#### 算定方法

##### (a) 算定の対象

水牛の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量。

##### (b) 算定方法の選択

GPG(2000) に示されたデシジョンツリーに従い、Tier 1 法により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行った。水牛の 1 年間の飼養頭数に排出係数を乗じて算定する。

##### (c) 算定式

$$E = EF * A$$

- E : 水牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg CH<sub>4</sub>)  
 EF : 排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/頭/年)  
 A : 水牛の飼養頭数 (頭)

##### (d) 算定方法の課題

特に無し。

## 排出係数

### (a) 定義

一年間に水牛一頭の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)。

### (b) 設定方法

水牛の CH<sub>4</sub> 排出係数については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された数値を用いた。

### (c) 排出係数の推移

1989～2004 年度における水牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は以下の通り。

表 11 水牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出係数

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	55	55	55	55	55	55	55	55

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	55	55	55	55	55	55	55	55

### (d) 出典

表 12 排出係数の出典

データ	出典
水牛の消化管内発酵に伴う CH <sub>4</sub> 排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

### (e) 排出係数の課題

今後、我が国独自の排出係数を設定するか検討する必要がある。

## 活動量

### (a) 定義

水牛の飼養頭数 (頭)。

### (b) 活動量の把握方法

「沖縄県畜産統計」に示された水牛の飼養頭数を用いた。なお、水牛は、沖縄県のみで農業に使用するために飼養されていると想定した。

### (c) 活動量の推移

1989～2004 年度における水牛の飼養頭数は以下の通り。

表 13 水牛の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
水牛の飼育頭数 [頭]	249	205	187	159	146	123	122	116

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水牛の飼育頭数 [頭]	105	107	96	100	103	88	95	95

(d) 出典

表 14 活動量の出典

資料名	沖縄県畜産統計 平成元～15年度分
発行日	平成15年12月末
記載されている最新のデータ	平成元年～15年度のデータ
対象データ	水牛の飼養頭数

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 15 水牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量 [Gg CH <sub>4</sub> ]	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量 [Gg CH <sub>4</sub> ]	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

排出量は(1)の式で表され、その不確実性については(2)の式で表されるように、排出係数と活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \cdot (2)$$

- E : 水牛の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> 排出量
- EF : 排出係数
- A : 水牛の頭数
- U<sub>E</sub> : 排出量の不確実性
- U<sub>EF</sub> : 排出係数の不確実性
- U<sub>A</sub> : 活動量の不確実性

## (a) 排出係数

### 1) 評価方針

水牛については 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された値を採用することとする。CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の 2 点が考えられる。

- ・生産ステージによる排出特性の差異
- ・給与飼料の変動に対する適応能力、給与飼料の構成

### 2) 評価結果

GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用する。水牛の消化管内発酵の生産に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性は、±50% である。

### 3) 評価方法の課題

特に無し。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

「牛(4A1)CH<sub>4</sub>」と同様とする。

### 2) 評価結果

水牛の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量の不確実性は、4.3% である。

### 3) 評価方法の課題

独自の評価方法について検討を行う。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 16 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
55 (kgCH <sub>4</sub> /頭/年)	50%	93 (頭)	4.3%	0.1 (Gg-CO <sub>2</sub> )	50%

今後の調査方針

特に無し。

### (3) めん羊 (4A3) CH<sub>4</sub>

#### 背景

めん羊は反すう動物であり、胃の中に住み着いている微生物に牧草などの繊維を消化（発酵）させて栄養を得ており、その発酵によって生じた CH<sub>4</sub> を空气中に放出している。

#### 算定方法

##### (a) 算定の対象

めん羊の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量。

##### (b) 算定方法の選択

GPG(2000) に示されたデンジョンツリーに従い、Tier 1 法により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行った。めん羊の1年間の飼養頭数に排出係数を乗じて算定する。

##### (c) 算定式

$$E = EF * A$$

E : めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg CH<sub>4</sub>)  
EF : 排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/頭/年)  
A : めん羊の飼養頭数 (頭)

##### (d) 算定方法の課題

特に無し。

#### 排出係数

##### (a) 定義

一年間にめん羊一頭の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

##### (b) 設定方法

めん羊の CH<sub>4</sub> 排出係数については、牛と同様に、反すう家畜において乾物摂取量から推定される CH<sub>4</sub> 排出量から設定した値を用いた。

表 17 めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出係数

家畜種	乾物摂取量 [kg]	メタン発生量		
		[l/頭/日]	[g/頭/日] <sup>a</sup>	[kg/頭/年] <sup>b</sup>
めん羊	0.8	15.9	11	4.1

a: 「メタン発生量 [l/頭/日]」を 22.4[l/mol]で除して CH<sub>4</sub> の分子量(16)を乗じた。

b: 「メタン発生量 [g/頭/日]」に 365 [日]もしくは 366 [日]を乗じた。

(c) 排出係数の推移

1989～2004 年度におけるめん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は以下の通り。

表 18 めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

(d) 出典

表 19 排出係数の出典

データ	出典
めん羊の消化管内発酵に伴う CH <sub>4</sub> の排出係数	「反芻家畜における CH <sub>4</sub> 発生量の推定」(日本畜産学会報 第 64 巻 第 8 号) 1993 年 8 月(柴田、寺田、栗原、西田、岩崎)

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

1 年間の平均的なめん羊の飼養頭数(頭)。

(b) 活動量の把握方法

めん羊の活動量は、FAO(国連食糧農業機関、以下同様)の HP に示されている「FAO 統計」のめん羊の飼養頭数を用いた。

(c) 活動量の推移

1989～2004 年度におけるめん羊の飼養頭数は以下の通り。

表 20 めん羊の飼養頭数の推移

	[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
めん羊の飼育頭数	[1000頭]	30	31	30	29	27	25	20	18

	[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
めん羊の飼育頭数	[1000頭]	16	13	12	10	10	11	11	11

(d) 出典

表 21 活動量の出典

資料名	FAO 統計 ( <a href="http://apps.fao.org/">http://apps.fao.org/</a> ) 1989 年 ~ 2004 年度分
発行日	—
記載されている最新のデータ	1989 年 ~ 2004 年度のデータ
対象データ	めん羊の飼養頭数

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 22 めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量	[Gg CH <sub>4</sub> ]	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

	[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量	[Gg CH <sub>4</sub> ]	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

(a) 排出係数

排出量は ( 1 ) の式で表され、その不確実性については ( 2 ) の式で表されるように、排出係数と活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot ( 1 )$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \cdot ( 2 )$$

E	: めん羊の消化管内発酵による CH <sub>4</sub> 排出量
EF	: 排出係数
A	: めん羊の頭数
U <sub>E</sub>	: 排出量の不確実性
U <sub>EF</sub>	: 排出係数の不確実性
U <sub>A</sub>	: 活動量の不確実性

### 1) 評価方針

めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は、乳用牛、肉用牛と同様に乾物摂取量を説明変数とする関数で算出される排出係数を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、めん羊については統計的処理により不確実性評価を行うこととされている。しかし、牛と同様の不確実性評価では問題がある、と専門家により判断されたため、めん羊は、GPG(2000)に示された不確実性の標準値を採用する。CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・ 生産ステージによる排出特性の差異
- ・ 給与飼料の変動に対する適応能力、給与飼料の構成

### 2) 評価結果

GPG(2000)に示された不確実性の標準値を採用する。めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性は、±50%である。

### 3) 評価方法の課題

特に無し。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

「牛(4A1)CH<sub>4</sub>」と同様とする。

### 2) 評価結果

めん羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量の不確実性は、4.3%である。

### 3) 評価方法の課題

独自の評価方法について検討する必要がある。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 23 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
4.1 (kgCO <sub>2</sub> /頭/年)	50%	11 (千頭)	4.3%	1 (Gg-CO <sub>2</sub> )	50%

今後の調査方針

特に無し。

(4) 山羊 (4A4) CH<sub>4</sub>

背景

山羊は反すう動物であり、胃の中に住み着いている微生物に牧草などの繊維を消化（発酵）させて栄養を得ており、その発酵によって生じた CH<sub>4</sub> を空気中に放出している。

算定方法

(a) 算定の対象

山羊の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量。

(b) 算定法の選択

GPG(2000) に示されたデシジョンツリーに従い、Tier 1 法により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行った。山羊の 1 年間の飼養頭数に排出係数を乗じて算定する。

(c) 算定式

$$E = EF * A$$

E : 山羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/頭/年)

A : 山羊の飼養頭数 (頭)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

一年間に山羊一頭のその体内から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)

(b) 設定方法

「めん羊 (4A3) CH<sub>4</sub>」と同様。

(c) 排出係数の推移

1989～2004 年度における山羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は以下の通り。

表 24 山羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

(d) 出典

「めん羊 (4A3) CH<sub>4</sub>」と同様。

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

1 年間の山羊の飼養頭数 (頭)。

(b) 活動量の把握方法

山羊の活動量は、FAO の HP に示される「FAO 統計」の山羊の飼養頭数を用いた。

(c) 活動量の推移

1989～2004 年度における山羊の飼養頭数は以下の通り。

表 25 山羊の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
山羊の飼育頭数 [1000頭]	37	35	37	35	34	31	30	29

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
山羊の飼育頭数 [1000頭]	29	29	33	35	35	35	34	34

(d) 出典

表 26 活動量の出典

資料名	FAO 統計 ( <a href="http://apps.fao.org/">http://apps.fao.org/</a> ) 1989 年 ~ 2004 年度分
発行日	—
記載されている最新のデータ	1989 年 ~ 2004 年度のデータ
対象データ	山羊の飼養頭数

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 27 山羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量 [Gg CH <sub>4</sub> ]	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量 [Gg CH <sub>4</sub> ]	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.14	0.14

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

排出量は ( 1 ) の式で表され、その不確実性については ( 2 ) の式で表されるように、排出係数と活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot ( 1 )$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \cdot ( 2 )$$

- E : 山羊の消化管内発酵によるメタン排出量
- EF : 排出係数
- A : 山羊の頭数
- U<sub>E</sub> : 排出量の不確実性
- U<sub>EF</sub> : 排出係数の不確実性
- U<sub>A</sub> : 活動量の不確実性

(a) 排出係数

1) 評価方針

「めん羊 (4A3) CH<sub>4</sub>」と同様。

2) 評価結果

GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用する。山羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性は、±50%である。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛 (4A1) CH<sub>4</sub>」と同様とする。

2) 評価結果

山羊の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量の不確実性は、4.3%である。

3) 評価方法の課題

独自の評価方法について検討する必要がある。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 28 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
4.1 (kgCO <sub>2</sub> /頭/年)	50%	34 (千頭)	4.3%	3 (Gg-CO <sub>2</sub> )	50%

今後の調査方針

特に無し。

(5) ラクダ・ラマ (4A5) CH<sub>4</sub>

我が国では、農業用に飼養されているものは存在しないと考えられるため、「NO」として報告した。

## (6) 馬 (4A6) CH<sub>4</sub>

### 背景

馬は消化管内発酵により、CH<sub>4</sub>を発生させ、それを大気中に放出する。

### 算定方法

#### (a) 算定の対象

馬の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量。

#### (b) 算定方法の選択

GPG(2000) に示されたデシジョンツリーに従い、Tier 1 法により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行った。馬の1年間の飼養頭数に排出係数を乗じて算定する。

#### (c) 算定式

$$E = EF * A$$

E : 馬の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/頭/年)

A : 馬の飼養頭数 (頭)

#### (d) 算定方法の課題

特に無し。

### 排出係数

#### (a) 定義

一年間に馬一頭の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)。

#### (b) 設定方法

馬の CH<sub>4</sub> 排出係数については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を用いた。

#### (c) 排出係数の推移

1989 ~ 2004 年度における馬の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数は以下の通り。

表 29 馬の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0

(d) 出典

表 30 排出係数の出典

データ	出典
馬の消化管内発酵に伴う CH <sub>4</sub> の排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

今後、我が国独自の排出係数を設定するかどうか検討する必要がある。

活動量

(a) 定義

馬の飼養頭数 (頭)。

(b) 活動量の把握方法

馬の活動量は、FAO の HP に示される「FAO 統計」の馬の飼養頭数を用いた。

(c) 活動量の推移

1989～2004 年度における馬の飼養頭数は以下の通り。

表 31 馬の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
馬の飼育頭数 [1000頭]	22	23	24	26	27	28	29	26

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
馬の飼育頭数 [1000頭]	27	26	25	25	21	25	25	25

(d) 出典

表 32 活動量の出典

資料名	FAO 統計 ( <a href="http://apps.fao.org/">http://apps.fao.org/</a> ) 1989 年 ~ 2004 年度分
発行日	—
記載されている最新のデータ	1989 年 ~ 2004 年度のデータ
対象データ	馬の飼養頭数

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 33 馬の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

	[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量	[Gg CH <sub>4</sub> ]	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.50	0.49

	[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量	[Gg CH <sub>4</sub> ]	0.47	0.47	0.46	0.43	0.43	0.43	0.45

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

排出量は ( 1 ) の式で表され、その不確実性については ( 2 ) の式で表されるように、排出係数と活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot ( 1 )$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \cdot ( 2 )$$

- E : 馬の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> 排出量
- EF : 排出係数
- A : 馬の頭数
- U<sub>E</sub> : 排出量の不確実性
- U<sub>EF</sub> : 排出係数の不確実性
- U<sub>A</sub> : 活動量の不確実性

(a) 排出係数

1) 評価方針

馬については 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された値を採用すること

とする。CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・生産ステージによる排出特性の差異
- ・給与飼料の変動に対する適応能力、給与飼料の構成

## 2) 評価結果

GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用する。馬の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性は、±50%である。

## 3) 評価方法の課題

特に無し。

## (b) 活動量

### 1) 評価方針

「牛(4A1) CH<sub>4</sub>」と同様とする。

### 2) 評価結果

馬の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量の不確実性は、4.3%である。

### 3) 評価方法の課題

独自の評価方法について検討する必要がある。

## (c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 34 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
18 (kgCO <sub>2</sub> /頭/年)	50%	25 (千頭)	4.3%	9 (Gg-CO <sub>2</sub> )	50%

今後の調査方針

特に無し。

## (7) ロバ・ラバ(4A7) CH<sub>4</sub>

我が国では、農業用に飼養されているものは存在しないと考えられるため、「NO」として報告した。

(8) 豚 (4A8) CH<sub>4</sub>

背景

豚は消化管内発酵により、CH<sub>4</sub>を発生させ、それを大気中に放出する。

算定方法

(a) 算定の対象

豚の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量。

(b) 算定方法の選択

GPG(2000) に示されたデシジョンツリーに従い、Tier 2 での算出に必要なデータが我が国には存在しないため、Tier 1 法により CH<sub>4</sub> 排出量の算定を行った。豚の1年間の飼養頭数に排出係数を乗じて算定する。

(c) 算定式

$$E = EF * A$$

E : 豚の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> の排出量 (kg CH<sub>4</sub>)

EF : 排出係数 (kg CH<sub>4</sub>/頭/年)

A : 豚の飼養頭数 (頭)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

一年間に豚一頭の体内から排出される CH<sub>4</sub> の量 (kg)。

(b) 設定方法

豚の CH<sub>4</sub> 排出係数については、日本国内の研究成果に基づく値を設定した。

表 35 豚の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出係数

家畜種	メタン発生量		
	[l/頭/日]	[g/頭/日] <sup>a</sup>	[kg/頭/年] <sup>b</sup>
豚	4.2	3	1.1

a : 「メタン発生量 [l/頭/日]」を 22.4[l/mol] で除して CH<sub>4</sub> の分子量(16)を乗じた。

b : 「メタン発生量 [g/頭/日]」に 365 [日]もしくは 366 [日]を乗じた。

(c) 排出係数の推移

1989～2004年度における豚の消化管内発酵に伴うCH<sub>4</sub>の排出係数は以下の通り。

表 36 豚の消化管内発酵に伴うCH<sub>4</sub>の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgCH <sub>4</sub> /頭]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

(d) 出典

表 37 排出係数の出典

データ	出典
豚の消化管内発酵に伴うCH <sub>4</sub> の排出係数	「肥育豚及び妊娠豚におけるCH <sub>4</sub> の排せつ量」日畜会報、59:pp773-778(1988) (斎藤守)

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

平均的な豚の飼養頭数(頭)。

(b) 活動量の把握方法

豚の活動量は、「畜産統計」の値を用いた。

(c) 活動量の推移

1989～2004年度における豚の飼養頭数は以下の通り。

表 38 豚の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
豚の飼育頭数 [1000頭]	11,817	11,335	10,966	10,783	10,621	10,250	9,900	9,823

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
豚の飼育頭数 [1000頭]	9,904	9,879	9,806	9,788	9,612	9,725	9,724	9,724

(d) 出典

表 39 活動量の出典

資料名	畜産統計 平成元～16年度分
発行日	～平成17年5月20日
記載されている最新のデータ	平成元～16年度のデータ
対象データ	豚の飼養頭数

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

上記の算定方法による排出量の推計結果は以下の通り。

表 40 豚の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CH <sub>4</sub> 排出量 [Gg CH <sub>4</sub> ]	12.5	12.1	11.8	11.6	11.2	11.0	10.8

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CH <sub>4</sub> 排出量 [Gg CH <sub>4</sub> ]	10.8	10.8	10.8	10.7	10.6	10.6	10.7

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

豚については我が国における実測値を採用している。排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、専門家の判断もしくは GPG(2000) に示された不確実性の標準値を用いることとされているが、専門家の判断により GPG(2000) に示された値を採用することとする。CH<sub>4</sub> 排出係数の不確実性の要因として以下の2点が考えられる。

- ・生産ステージによる排出特性の差異
- ・給与飼料の変動に対する適応能力、給与飼料の構成

2) 評価結果

GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用する。豚の消化管内発酵の生産に伴う CH<sub>4</sub> の排出係数の不確実性は、±50%である。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛(4A1)CH<sub>4</sub>」と同様とする。

2) 評価結果

豚の消化管内発酵に伴う CH<sub>4</sub> 排出の活動量の不確実性は、4.3%である。

3) 評価方法の課題

独自の評価方法について検討する必要がある。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 41 排出量の不確実性評価算定結果

排出係数	排出係数の不確実性	活動量	活動量の不確実性	排出量	排出量の不確実性
1.1 (kgCO <sub>2</sub> /頭/年)	50%	9,724 (千頭)	4.3%	224 (Gg-CO <sub>2</sub> )	50%

今後の調査方針

特に無し。

(9) 家禽類(4A9)CH<sub>4</sub>

家禽類の消化管内発酵により CH<sub>4</sub> が排出されると考えられるが、我が国の文献に排出係数のデータは存在せず、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)にも排出係数のデフォルト値が定められていないため、「NE」として報告した。

なお、採卵鶏、ブロイラー以外の家禽類については統計上把握されておらず、ほとんど飼養されていないと考えられる。

(10) その他(4A10)

我が国において農業として営んでいる家畜は、牛、水牛、めん羊、山羊、馬、豚、家禽以外には存在しないため、「NO」として報告した。なお、今後、統計に新たに飼養頭数が掲載された家畜については、算定の対象とするか検討を行う。