

温室効果ガス排出量算定に関する検討結果

第3部

農業分科会報告書

平成18年8月

環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会

はじめに

環境省では、京都議定書への対応に必要な期日までにインベントリの算定方法等をより精緻化すべく検討するとともに、改正地球温暖化対策推進法に基づく「温室効果ガスの算定・報告・公表制度」の実施について、最新の知見を踏まえ検討するため、昨年引き続き、「温室効果ガス排出量算定方法検討会」と分野別に6つの分科会及び主として分野横断的な課題を検討するインベントリWGを設置し、平成17年8月3日より平成18年7月18日まで検討を行った。

本報告書は、この検討会の結果をとりまとめたものである。なお、我が国が条約事務局に提出する温室効果ガスインベントリは、この検討会の検討結果を基に関係各省と調整の上決定されることとなる。

平成18年8月

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)	136
5. 農用地の土壌 (4D)	154
6. サバンナを計画的に焼くこと (4E) CH ₄ 、N ₂ O.....	211
7. 野外で農作物の残留物を焼くこと (4F)	212

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CH₄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CH₄及びN₂O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CH₄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N₂O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CH₄及びN₂O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CH₄及びN₂Oの排出について算定を行う(CH₄・N₂O以外にもCOが発生する)。

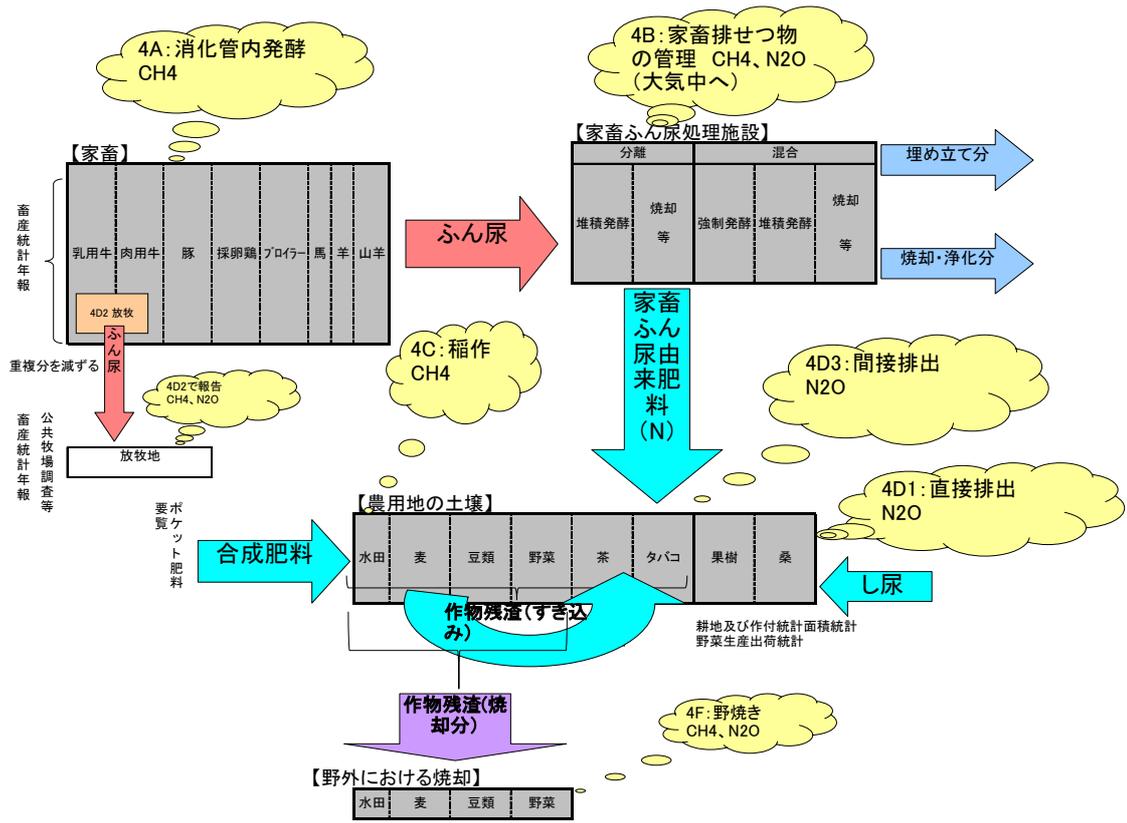


図 1 農業における分野間の関係について

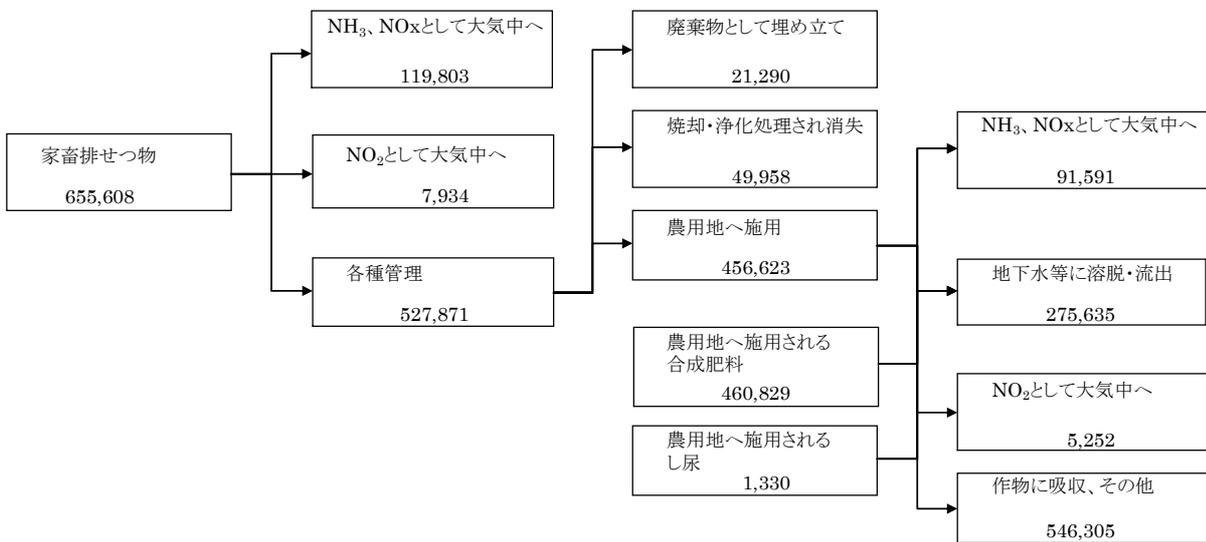


図 2 家畜排せつ分野及び農用地分野における窒素量の流れ (主要部)

(数字は窒素量 (単位 t N))

2. 消化管内発酵(4A)

(1) 牛(4A1)CH₄

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CH₄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CH₄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 CH₄ 変換係数(家畜が摂取した飼料中の純エネルギーが CH₄ 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 CH₄ の排出量 (kg CH₄)

EF : 排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ の量 (kg)

(b) 設定方法

牛の消化管内発酵に伴う CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 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¹。

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

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

EF : 牛の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ 発生量 (l/日/頭)

L : CH₄ の 1 mol あたりの体積 (22.4 (l/mol))

C : CH₄ 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)

¹ 柴田、寺田、栗原、西田、岩崎「反芻家畜における CH₄ 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)

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

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

$$q = 0.4213 + 0.1491 * DG$$

$$kf = 0.78 * q + 0.006$$

牛 (4A1) CH4

$$MEG = NEG / kf$$

$$MERC = MEM + MEG$$

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

- 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「畜産物生産費統計」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

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

1989～2005年度における牛の消化管内発酵に伴うCH₄の排出係数は以下の通り。

表 2 牛の消化管内発酵に伴うCH₄の排出係数(kgCH₄/年/頭)

家畜種		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
乳用牛	泌乳牛	乾物摂取量	18.2	18.2	18.4	18.7	18.9	18.9	19.2	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.2	20.5	20.6	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	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	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	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	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	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	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	33.6	
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	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	63.1	63.1
	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	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	60.1	60.1
	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	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	40.4	40.4
	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	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	73.2	73.2
	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	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	61.1	61.1
	和牛・雌(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	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	39.6	39.6
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	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	58.1	58.1	
肥育牛	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	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	55.3	55.3
和牛・雌(5、6ヶ月)	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	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	37.4	37.4	
乳用種(5、6ヶ月除く)	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	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	75.6	75.6	
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	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	48.1	48.0	48.0	48.0	48.1	48.0	48.0	

(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 ₄ の排出係数	「反芻家畜におけるCH ₄ 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「畜産物生産費統計」

(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CH₄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CH₄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

1989～2005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	2005	
乳用牛	泌乳牛	1081	1082	1081	1084	1052	1034	1035	1032	1022	1008	992	971	966	964	936	910	900	
	乾乳牛	332	332	337	332	331	308	299	288	279	271	259	249	253	245	244	235	231	
	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	379	
	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	42	
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	597	593
		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	14
		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	5
	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	373	374
		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	123	119
		和牛・雄 (月齢5、6ヶ月)	40	42	43	45	46	47	44	43	42	40	40	38	38	40	42	41	40
		和牛・雌 (1歳以上)	187	197	213	228	246	253	265	260	250	240	242	246	256	236	249	264	291
		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	96	89
		和牛・雌 (月齢5、6ヶ月)	32	34	35	36	37	36	35	34	34	33	32	31	31	32	33	32	30
		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	787	789
乳用種 (月齢5、6ヶ月)	87	89	90	91	91	91	90	89	92	94	94	94	94	92	90	87	88		

(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~17年度分			
発行日	~平成18年5月20日			
記載されている最新のデータ	平成元~17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	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)未經産牛(23ページ)	
		未經産牛		
	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 CH₄ 排出量の推計結果 (GgCH₄)

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	2004年	
乳用牛	合計	193	193	193	190	186	184	183	181	178	175	173	171	170	168	167	
	泌乳牛	136	136	136	134	133	132	132	130	128	127	126	125	123	120		
	乾乳牛	24	24	24	23	23	22	21	20	20	19	19	18	18	18	17	
	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	28	
	育成牛(5、6ヶ月)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
合計		158	163	166	167	166	165	163	163	164	165	166	166	165	163	162	
肉用牛	繁殖雌牛	1歳以上	40	41	41	41	40	39	38	38	38	38	39	39	38	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	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	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	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	8
		和牛・雄(5、6ヶ月)	2	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	16
		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	5
		和牛・雌(5、6ヶ月)	1	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	61	60
		乳用種(5、6ヶ月)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	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 CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 排出量
 EF : 排出係数
 A : 各牛の頭数
 U_E : 排出量の不確実性
 U_{EF} : 排出係数の不確実性
 U_A : 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_n : 各牛の消化管内発酵による CH₄ 排出量
 U_n : 各牛の消化管内発酵による CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ の排出係数の算定式】

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

- f(x) : CH₄ 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。

CH₄ 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

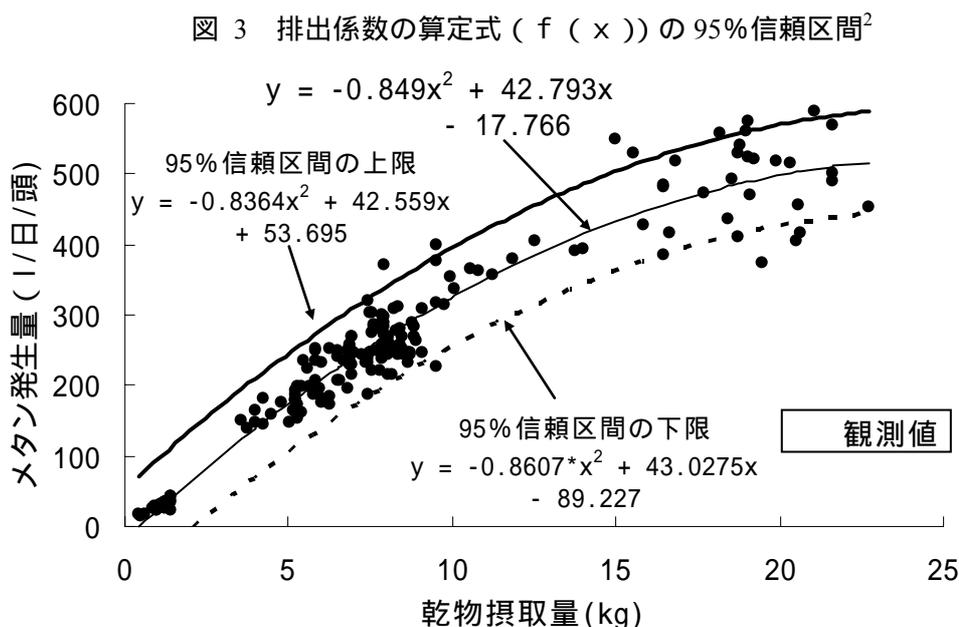
2) 評価結果

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。



² 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	19.6	20.6	23.7
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 ₄ /日/頭]			メタン発生量 [kgCH ₄ /年/頭]*			最大偏差 [kgCH ₄ /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	423.3	503.6	592.5	110.4	131.3	154.5	23.2	17.7
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)	104.4	184.0	280.7	27.2	48.0	73.2	25.2	52.6

* 「CH₄発生量 2[kgCH₄/年/頭]」= 「CH₄発生量 1[lCH₄/日/頭] ÷ 22.4[l]」 × 16 (CH₄の分子量) ÷ 1000 × 365 (日)

3) 評価方法の課題

- ・ CH₄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、「畜産統計」には標準誤差率が存在することから、それを不確実性として使用することとする。なお、平成16年「畜産統計」には豚と採卵鶏の標準誤差率が掲載されているが、平成17年「畜産統計」には掲載されておらず、また乳用牛・肉用牛については平成16年「畜産統計」にも掲載がないことから、平成16年の豚と採卵鶏の標準誤差率のうち大きい方を、乳用牛・肉用牛の標準誤差率として代用することとする。

2) 評価結果

標準誤差率は豚：0.41%、採卵鶏：0.67%であることから、採卵鶏の標準誤差率の0.67%を乳用牛・肉用牛の標準誤差率として採用し、不確実性としてすることとする。

3) 評価方法の課題

乳用牛・肉用牛の標準誤差率を得る必要がある。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 9 排出量の不確実性評価算定結果

	排出係数 (2004年度)	排出係数の 不確実性	活動量(2004 年度)	活動量の 不確実性	排出量 (2004年度)	排出量の 不確実性
乳用牛	- (kg CH ₄ / 年/頭)	- *	1575 (千頭)	0.67%	3,502 (Gg-CO ₂)	15%
肉用牛	- (kg CH ₄ / 年/頭)	- *	2431 (千頭)	0.67%	3,398 (Gg-CO ₂)	19%

* 「-」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2003～2005年度の平均。以後同様。なお、活動量の不確実性は、最新の年度である、2005年度の不確実性を記載した。

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CH₄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) CH₄

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 CH₄ を空气中に放出している。

算定方法

(a) 算定の対象

水牛の体内から排出される CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ の排出量 (kg CH₄)

EF : 排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ の量 (kg)。

(b) 設定方法

水牛の CH₄ 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

1989～2005 年度における水牛の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数は以下の通り。

表 10 水牛の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出係数

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	55	55	55	55	55	55	55	55	55

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	55	55	55	55	55	55	55	55

(d) 出典

表 11 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 ₄ 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

1989～2005 年度における水牛の飼養頭数は以下の通り。

表 12 水牛の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
水牛の飼育頭数 [頭]	249	205	187	159	146	123	122	116	105

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
水牛の飼育頭数 [頭]	107	96	100	103	88	95	81	82

(d) 出典

表 13 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 14 水牛の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.006	0.006	0.005	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 CH₄ 排出量
- EF : 排出係数
- A : 水牛の頭数
- U_E : 排出量の不確実性
- U_{EF} : 排出係数の不確実性
- U_A : 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。CH₄ 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 CH₄

めん羊 (4A3) CH₄

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) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

水牛の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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 15 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 ₄ /頭/年)	50%	86 (1000 頭)	0.67%	0.1 (Gg-CO ₂)	50%

今後の調査方針

特に無し。

(3) めん羊 (4A3) CH₄

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 CH₄ を空気中に放出している。

算定方法

(a) 算定の対象

めん羊の体内から排出される CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ の排出量 (kg CH₄)
 EF : 排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ の量 (kg)

(b) 設定方法

めん羊の CH₄ 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 CH₄ 排出量から設定した値を用いた。

表 16 めん羊の消化管内発酵に伴う CH₄ 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] ^a	[kg/頭/年] ^b
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 CH₄ 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

1989～2005 年度におけるめん羊の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数は以下の通り。

表 17 めん羊の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

(d) 出典

表 18 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 ₄ の排出係数	「反芻家畜における CH ₄ 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 ~ 2005 年度におけるめん羊の飼養頭数は以下の通り。

表 19 めん羊の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
めん羊の飼育頭数 [1000頭]	30	31	30	29	27	25	20	18	16

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
めん羊の飼育頭数 [1000頭]	13	12	10	10	11	11	11	11

(d) 出典

表 20 活動量の出典

資料名	FAO 統計 (http://apps.fao.org/) 1989 年 ~ 2005 年度分
発行日	—
記載されている最新のデータ	1989 年 ~ 2005 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 21 めん羊の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	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。

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

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

- E : めん羊の消化管内発酵による CH₄ 排出量
- EF : 排出係数
- A : めん羊の頭数
- U_E : 排出量の不確実性
- U_{EF} : 排出係数の不確実性
- U_A : 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 CH₄ 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。CH₄ 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

山羊(4A4) CH₄

・ 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 CH₄ 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) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

めん羊の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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 22 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 (kgCH ₄ /頭/年)	50%	11 (千頭)	0.67%	1 (Gg-CO ₂)	50%

今後の調査方針

特に無し。

(4) 山羊(4A4) CH₄

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 CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ の排出量 (kg CH₄)

EF : 排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ の量 (kg)。

(b) 設定方法

「めん羊 (4A3) CH₄」と同様。

(c) 排出係数の推移

1989 ~ 2005 年度における山羊の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数は以下の通り。

表 23 山羊の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

(d) 出典

「めん羊 (4A3) CH₄」と同様。

山羊 (4A4) CH₄

(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

1989～2005年度における山羊の飼養頭数は以下の通り。

表 24 山羊の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
山羊の飼育頭数 [1000頭]	37	35	37	35	34	31	30	29	29

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
山羊の飼育頭数 [1000頭]	29	33	35	35	35	34	34	34

(d) 出典

表 25 活動量の出典

資料名	FAO統計 (http://apps.fao.org/) 1989年～2004年度分
発行日	—
記載されている最新のデータ	1989年～2005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 26 山羊の消化管内発酵に伴うCH₄排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.13	0.13	0.14	0.15	0.14	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。

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

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

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 _E	: 排出量の不確実性
U _{EF}	: 排出係数の不確実性
U _A	: 活動量の不確実性

(a) 排出係数

1) 評価方針

「めん羊 (4A3) CH₄」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 CH₄ 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) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

山羊の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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。

ラクダ・ラマ(4A5) CH₄

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 27 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 ₂ /頭/年)	50%	34 (千頭)	0.67%	3 (Gg-CO ₂)	50%

今後の調査方針

特に無し。

(5) ラクダ・ラマ(4A5) CH₄

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) CH₄

背景

馬は消化管内発酵により、CH₄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 CH₄ 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 CH₄ 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 CH₄ の排出量 (kg CH₄)

EF : 排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ の量 (kg)。

(b) 設定方法

馬の CH₄ 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

1989～2005 年度における馬の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数は以下の通り。

表 28 馬の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	18	18	18	18	18	18	18	18	18

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	18	18	18	18	18	18	18	18

(d) 出典

表 29 排出係数の出典

データ	出典
馬の消化管内発酵に伴う CH ₄ 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

1989～2005 年度における馬の飼養頭数は以下の通り。

表 30 馬の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
馬の飼育頭数 [1000頭]	22	23	24	26	27	28	29	26	27

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
馬の飼育頭数 [1000頭]	26	25	25	21	25	25	25	25

(d) 出典

表 31 活動量の出典

資料名	FAO 統計 (http://apps.fao.org/) 1989 年～2005 年度分
発行日	—
記載されている最新のデータ	1989 年～2005 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 32 馬の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.50	0.49	0.47

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.47	0.46	0.43	0.43	0.43	0.45	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。

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

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

E	: 馬の消化管内発酵による CH ₄ 排出量
EF	: 排出係数
A	: 馬の頭数
U _E	: 排出量の不確実性
U _{EF}	: 排出係数の不確実性
U _A	: 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。CH₄ 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 CH₄ 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)CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

馬の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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。

ロバ・ラバ(4A7) CH₄

表 33 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 ₂ /頭/年)	50%	25 (千頭)	0.67%	9 (Gg-CO ₂)	50%

今後の調査方針

特に無し。

(7) ロバ・ラバ(4A7) CH₄

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) CH₄

背景

豚は消化管内発酵により、CH₄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 CH₄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 CH₄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 $EF * A$

E : 豚の消化管内発酵に伴う CH₄の排出量 (kg CH₄)

EF : 排出係数 (kg CH₄/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 CH₄ の量 (kg)。

(b) 設定方法

豚の CH₄ 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 34 豚の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出係数

家畜種	メタン発生量		
	[l/頭/日]	[g/頭/日] ^a	[kg/頭/年] ^b
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 CH₄ 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

1989～2005 年度における豚の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数は以下の通り。

表 35 豚の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

(d) 出典

表 36 排出係数の出典

データ	出典
豚の消化管内発酵に伴う CH ₄ の排出係数	「肥育豚及び妊娠豚における CH ₄ 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)。

豚(4A8) CH₄

(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

1989～2005年度における豚の飼養頭数は以下の通り。

表 37 豚の飼養頭数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
豚の飼育頭数 [1000頭]	11,817	11,335	10,966	10,783	10,621	10,250	9,900	9,823	9,904

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
豚の飼育頭数 [1000頭]	9,879	9,806	9,788	9,612	9,725	9,724	9,724	9,620

(d) 出典

表 38 活動量の出典

資料名	畜産統計 平成元～17年度分
発行日	～平成18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 39 豚の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	12.46	12.09	11.83	11.55	11.24	10.95	10.82	10.81

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	10.81	10.77	10.67	10.63	10.62	10.66	10.62

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。CH₄ 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 CH₄ 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

平成16年「畜産統計」に豚の頭数の標準誤差率が存在する。平成17年「畜産統計」には存在しないことから、平成17年については平成16年とあまり変わらないこととし、平成16年の数値で代用することとする。

2) 評価結果

平成16年「畜産統計」の豚の頭数の標準誤差率より、豚の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.41%とする。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

家禽類 (4A9) CH₄

表 40 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 ₂ /頭/年)	50%	9,689 (千頭)	0.41%	223 (Gg-CO ₂)	50%

今後の調査方針

特に無し。

(9) 家禽類 (4A9) CH₄

家禽類の消化管内発酵により CH₄ 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。

3. 家畜排せつ物の管理(4B)

(1) 牛(乳用牛、肉用牛)(4B1)(CH4)

背景

牛の厩舎内での排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される、または排せつ物中に消化管内発酵由来の CH₄ が溶けていて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 CH₄ が発生する。また、牛が放牧中に排せつする排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される。我が国では牛の放牧に関して、放牧頭数、放牧日数、排出係数のデータが存在することから、それらを使用して算出を行う。

算定方法

(a) 算定の対象

牛が厩舎内で排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量、及び放牧によって土壌表面(放牧地及び水飲み場)に直接排出された排せつ物から発生する CH₄ の量。なお、両者について、別々の排出係数が設定されていることから、算定も別々に行うこととする。

(b) 算定方法の選択

1) 厩舎

我が国の排せつ物排せつ量、排せつ物中の有機物含有率、処理方法の区分の割合、処理方法の区分別排出係数などの独自のデータ、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドライン・GPG(2000)掲載のデフォルトの排出係数を使用して我が国独自の方法で算出を行った。

2) 放牧

我が国には、放牧牛排せつ物からの CH₄ 排出量の試算例が存在するため、この試算で用いられている排出係数を引用して放牧牛排せつ物からの CH₄ 排出量を算定することとする。

(c) 算定式

1) 厩舎

家畜種(乳用牛、肉用牛)ごとの排せつ物中に含まれる有機物量に、排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、CH₄ 排出量の算定を行った。

$$E = \sum_N EF_n * A_n$$

E : 牛の排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (gCH₄)

EF_n : 排せつ物管理区分ごとの牛の排出係数 (gCH₄/g 有機物)

A_n : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物に含まれる有機物量 (g 有機物)

2) 放牧

我が国における排出係数に、放牧頭数及び放牧頭日数を乗じることにより算定している。

$$E = EF * A$$

E : 牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物からの CH₄ 排出量 (g CH₄)

EF : 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの CH₄ 排出係数 (g CH₄/頭/日)

A : 総放牧頭日数 (頭・日)

(d) 算定方法の課題

GPG(2000) に示されたデシジョンツリーに従うと、将来的には GPG(2000) の Tier 2 の算定方法に従うことが必要となる。Tier 2 法との差異について検討する必要がある。

排出係数

(a) 厩舎

1) 定義

牛が排せつする有機物から発生する CH₄ の量。

2) 設定方法

乳用牛、肉用牛の家畜排せつ物の管理に伴う CH₄ の排出係数については、我が国における研究成果に基づき排せつ物管理区分別に設定した値、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドラインと GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

3) 排出係数の推移

1989～2005 年度における乳用牛、肉用牛の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 41 乳用牛・肉用牛の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出係数 (1989～2005 年度)

排せつ物分離状況		排せつ物管理区分	CH ₄ 排出係数 (乳用牛) [g CH ₄ /g 有機物] (%)	CH ₄ 排出係数 (肉用牛) [g CH ₄ /g 有機物] (%)
排せつ物分離処理	ふん	天日乾燥	0.20	0.0020
		火力乾燥	0	0
		強制発酵	0.044	0.034
		堆積発酵	3.8	0.13
		焼却	0.4	0.4
	尿	強制発酵	0.044	0.034
		浄化	0.0087	0.0067
排せつ物混合処理		貯留	3.9	3.0
		天日乾燥	0.20	0.0020
		火力乾燥	0	0
		強制発酵	0.044	0.034
		堆積発酵	3.8	0.13
		浄化	0.0087	0.0067

4) 出典

表 42 排出係数の出典

処理区分	参考文献	
11 Liquid Systems (貯留・尿)	GPG (2000)	
12 Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	石橋誠、橋口純也、古閑護博 (2003) 「畜産業における温室効果ガス排出削減技術の開発 (第 2 報)」 畜産環境保全に関する試験研究 平成 15 年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所	
13 Other	13a. Thermal Drying (火力乾燥)	(社)畜産技術協会 (平成 14 年 3 月) 「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」 4. 家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	13b. Composting (強制発酵・ふん)	GPG (2000)
	13c. Piling (堆積発酵)	Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO ₂ Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	13d. Incineration (焼却)	(社)畜産技術協会 (平成 14 年 3 月) 「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」 4. 家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御 IPCC (1995) : IPCC1995Report ; Agricultural Options for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, 747-771
	13e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG(2000)
	13f. Purification (浄化)	GPG(2000)

5) 排出係数の課題

排せつ物からの CH₄ の発生率については、不確実性の高いデータも含まれるため、新たな研究成果が得られた場合には、排出係数の見直しを検討する必要がある。

(b) 放牧

1) 定義

一日に牛一頭が排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量 (g)

2) 設定方法

一日あたりに牛一頭が排せつする排せつ物からの CH₄ 発生量(g)のデータを排出係数として用いることとする。

放牧期間中に放牧牛から排せつされる排せつ物中の炭素量のモデル出力値に、放牧牛の排せつ物中に含まれる炭素当たりの CH₄ 発生量の実測値を乗じることにより設定している。

放牧牛から排せつされる排せつ物中の炭素量は、放牧牛成長モデルによって、放牧地における草の生産量や質、気象条件、放牧牛の日齢等に基づき算出されている。

3) 排出係数の推移

1989～2005 年度における牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物に伴う CH₄ 排出係数は以下の通り。

表 43 牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物に伴う CH₄ 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭/日]	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭/日]	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67

4) 出典

表 44 排出係数の出典

データ	出典
牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物に伴う CH ₄ 排出係数	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御第六集」.5 草地と CH ₄ ・亜酸化窒素 p.110 表 5-19 我が国草地における CH ₄ 放出量の試算例(渋谷ら)

5) 排出係数の課題

一箇所で設定された値のため、代表性に問題があると考えられる。

活動量

(a) 厩舎

1) 定義

牛の排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる有機物量。

2) 活動量の把握方法

牛から排せつされる年間有機物量は、乳用牛・肉用牛ごとに、飼養頭数に一頭当たりの排せつ物排せつ量及び排せつ物中の有機物含有率を乗じることによってまず総量を算定する。その総量に、排せつ物分離処理の割合及び各排せつ物管理区分の割合を乗じ、各排せつ物管理区分に有機物量を割り振った。活動量の算定方法を以下に示す。

飼養頭数は、放牧分との重複を避けるため、乳用牛・肉用牛の「全飼養頭数」から「放牧頭数×放牧日数(190日)/1年の日数(365日または366日)」を差し引いている。なお、放牧日数等の詳細については、放牧の活動量部分を参照。

$$A = (A' - A'' * D / D_{year}) * Ex * Corg * RFO * RMMS$$

A	:排せつされる排せつ物管理区分ごとの有機物の量[千 t]
A'	:牛の全飼養頭数 [頭]
A''	:牛の放牧頭数 [頭]
D _{year}	:1年間の日数 [日]
D	:1年間の放牧日数 [日]
Ex	:排せつ物の排せつ量 [t/頭/年]
Corg	:排せつ物中の有機物含有率
RFO	:排せつ物分離処理の割合
RMMS	:各排せつ物管理区分の割合

表 45 乳用牛・肉用牛の飼養頭数(放牧分差し引き後)

[1000頭]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	4,554	4,664	4,768	4,812	4,781	4,713	4,629	4,553	4,513
乳用牛	1,902	1,911	1,924	1,911	1,865	1,803	1,781	1,755	1,718
肉用牛	2,652	2,753	2,844	2,901	2,916	2,910	2,848	2,798	2,795

[1000頭]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	4,468	4,401	4,348	4,380	4,341	4,295	4,230	4,215
乳用牛	1,678	1,630	1,594	1,595	1,588	1,557	1,534	1,511
肉用牛	2,790	2,771	2,754	2,786	2,753	2,737	2,696	2,704

表 46 牛の排せつ物排せつ量

家畜種	年間ふん排せつ量 [t/頭/年]	年間尿排せつ量 [t/頭/年]
乳用牛	12.6	3.72
肉用牛	6.77	2.49

表 47 家畜種ごとの排せつ物中の有機物含有率

家畜種	有機物含有率	
	ふん	尿
乳用牛	16%	0.5%
肉用牛	18%	0.5%

表 48 排せつ物分離・混合処理の割合

家畜種	ふん尿分離	ふん尿混合
乳用牛	60%	40%
肉用牛	7%	93%

表 49 排せつ物管理区分の割合

排せつ物分離状況		排せつ物管理区分	乳用牛	肉用牛
ふん尿 分離処理	ふん	天日乾燥	2.8%	1.5%
		火力乾燥	0.0%	0.0%
		強制発酵	9.0%	11.0%
		堆積発酵	88.0%	87.0%
		焼却	0.2%	0.5%
	尿	強制発酵	1.5%	9.0%
		浄化	2.5%	2.0%
		貯留	96.0%	89.0%
ふん尿 混合処理	天日乾燥	4.7%	3.4%	
	火力乾燥	0.0%	0.0%	
	強制発酵	20.0%	22.0%	
	堆積発酵	14.0%	74.0%	
	浄化	0.3%	0.0%	
	貯留	61.0%	0.6%	

3) 活動量の推移

1989～2005年度における牛から排せつされる有機物量は表 50及び表 51の通り。

表 50 乳牛から排せつされる有機物量の推移

[Gg有機物]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
有機物量合計	3,872	3,891	3,917	3,890	3,796	3,670	3,626	3,572	3,498
天日乾燥(ふん)	64	65	65	65	63	61	60	59	58
火力乾燥(ふん)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん)	207	208	210	208	203	196	194	191	187
堆積発酵等(ふん)	2,025	2,035	2,049	2,035	1,986	1,920	1,897	1,869	1,830
焼却(ふん)	5	5	5	5	5	4	4	4	4
強制発酵(尿)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
浄化(尿)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
貯留(尿)	20	21	21	20	20	19	19	19	18
天日乾燥(ふん尿)	73	73	74	73	71	69	68	67	66
火力乾燥(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん尿)	310	311	313	311	304	294	290	286	280
堆積発酵(ふん尿)	217	218	219	218	213	206	203	200	196
浄化(ふん尿)	5	5	5	5	5	4	4	4	4
貯留(ふん尿)	945	949	956	949	926	895	885	872	854

[Gg有機物]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
有機物量合計	3,416	3,319	3,245	3,246	3,233	3,170	3,123	3,076
天日乾燥(ふん)	57	55	54	54	54	53	52	51
火力乾燥(ふん)	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん)	183	178	174	174	173	170	167	165
堆積発酵等(ふん)	1,787	1,737	1,698	1,698	1,691	1,659	1,634	1,609
焼却(ふん)	4	4	4	4	4	4	4	4
強制発酵(尿)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
浄化(尿)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
貯留(尿)	18	17	17	17	17	17	16	16
天日乾燥(ふん尿)	64	62	61	61	61	60	59	58
火力乾燥(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん尿)	273	266	260	260	259	254	250	246
堆積発酵(ふん尿)	191	186	182	182	181	178	175	172
浄化(ふん尿)	4	4	4	4	4	4	4	4
貯留(ふん尿)	833	810	792	792	789	774	762	751

表 51 肉用牛から排せつされる有機物量の推移

[Gg有機物]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
有機物量合計	3,266	3,390	3,503	3,573	3,591	3,584	3,507	3,446	3,442
天日乾燥(ふん)	3	4	4	4	4	4	4	4	4
火力乾燥(ふん)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん)	25	26	27	27	27	27	27	26	26
堆積発酵等(ふん)	197	204	211	215	216	216	211	208	207
焼却(ふん)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
強制発酵(尿)	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22
浄化(尿)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
貯留(尿)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
天日乾燥(ふん尿)	103	107	111	113	114	113	111	109	109
火力乾燥(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん尿)	668	694	717	731	735	733	717	705	704
堆積発酵(ふん尿)	2,248	2,333	2,411	2,459	2,471	2,467	2,413	2,372	2,369
浄化(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
貯留(ふん尿)	18	19	20	20	20	20	20	19	19

[Gg有機物]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
有機物量合計	3,435	3,412	3,392	3,431	3,390	3,371	3,320	3,330
天日乾燥(ふん)	4	4	4	4	4	4	3	3
火力乾燥(ふん)	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん)	26	26	26	26	26	26	25	25
堆積発酵等(ふん)	207	206	204	207	204	203	200	201
焼却(ふん)	1	1	1	1	1	1	1	1
強制発酵(尿)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21
浄化(尿)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
貯留(尿)	2	2	2	2	2	2	2	2
天日乾燥(ふん尿)	109	108	107	108	107	107	105	105
火力乾燥(ふん尿)	NO							
強制発酵(ふん尿)	703	698	694	702	694	690	679	681
堆積発酵(ふん尿)	2,364	2,348	2,334	2,361	2,333	2,320	2,285	2,291
浄化(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0
貯留(ふん尿)	19	19	19	19	19	19	19	19

4) 活動量の出典

牛の飼養頭数の出典は「牛(4A1)」と同様。その他の出典は下記を参照。放牧頭数については、放牧頭数の活動量部分を参照。

5) 出典

表 52 排せつ物の排せつ量、排せつ物中の有機物含有率の出典

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」
発行日	平成 14 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 13 年度
対象データ	排せつ物の排せつ量、排せつ物中の有機物含有率

表 53 排せつ物分離処理の割合の出典

資料名	農林水産省統計部「環境保全型農業調査畜産部門調査結果の概要」
発行日	平成 9 年 10 月
記載されている最新のデータ	—
対象データ	排せつ物分離処理の割合

表 54 各排せつ物管理区分の割合の出典

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 第四集」
発行日	平成 11 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 10 年度
対象データ	排せつ物管理区分の割合

6) 活動量の課題

特に無し。

(b) 放牧

1) 定義

放牧頭数に放牧期間を乗じた放牧頭日数(頭・日)。

2) 活動量の把握方法

活動量は、放牧頭数に、放牧期間を乗じることによって設定することとする。

放牧頭数は公共牧場と民間牧場に分かれる。民間の牧場を含めた全放牧頭数(平成 16 年 2 月 1 日現在)は、「平成 16 年畜産統計」において把握可能であるため、このデータを利用して排出量を算出することとする。ただし、データが平成 15 年度分しか無いため、放牧頭数の過去の数値については、平成 15 年度の放牧頭数割合(「畜産統計の放牧頭数(平成 16 年 2 月 1

日現在)」「総飼養頭数(平成16年2月1日現在)」の平均値)を算出し、その割合が全ての年で一定であると想定して、各年度の放牧頭数を算出することとする。

放牧期間については、「牛の放牧場の全国実態調査(2000年)報告書」に、季節放牧を行っている牧場数623、平均放牧日数172.8日、周年放牧を行っている牧場数61、一部季節放牧を行っている牧場数9との調査結果が掲載されている。ここで、一部季節放牧については、放牧日数が不明で、また行っている牧場数が少ないため、除いて考え、季節放牧(平均放牧日数172.8日)と周年放牧(放牧日数を365日と仮定)の平均放牧日数を算出すると、以下のようになる。

$$RF = (172.8 * 623 + 365 * 61) / (623 + 61) = 190$$

よって放牧期間を190日とし、算定を行う。

$$A = R * RF$$

A : 放牧頭日数(頭・日)
R : 放牧頭数(頭)
RF : 放牧期間(日)

表55 放牧頭数の推移

[頭]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
放牧頭数合計	396,815	401,942	407,239	407,270	400,549	390,499	384,753	378,837	372,977
乳用牛放牧頭数	300,744	302,219	304,206	302,161	294,914	285,066	281,603	277,468	271,726
肉用牛放牧頭数	96,071	99,723	103,033	105,109	105,636	105,433	103,150	101,369	101,252

[頭]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
放牧頭数合計	366,411	358,160	351,857	353,079	350,872	354,700	331,100	336,883
乳用牛放牧頭数	265,355	257,786	252,088	252,161	251,138	256,300	232,700	238,938
肉用牛放牧頭数	101,056	100,373	99,769	100,917	99,733	98,400	98,400	97,945

3) 活動量の推移

1989～2005年度における放牧頭日数は以下の通り。

表56 放牧頭日数の推移

[頭・日]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	75,394,805	76,368,992	77,375,490	77,381,355	76,104,373	74,194,748	73,103,096	71,978,995	70,865,679
乳用牛	57,141,267	57,421,657	57,799,212	57,410,553	56,033,588	54,162,470	53,504,525	52,718,878	51,627,855
肉用牛	18,253,538	18,947,335	19,576,278	19,970,803	20,070,785	20,032,278	19,598,571	19,260,117	19,237,824

[頭・日]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	69,618,127	68,050,380	66,852,841	67,084,927	66,665,637	67,393,000	62,909,000	64,007,756
乳用牛	50,417,459	48,979,419	47,896,725	47,910,605	47,716,275	48,697,000	44,213,000	45,398,199
肉用牛	19,200,668	19,070,961	18,956,117	19,174,322	18,949,361	18,696,000	18,696,000	18,609,556

4) 出典

表57 放牧頭数の出典

資料名	畜産統計 平成15年度分
発行日	～平成18年5月20日
記載されている最新のデータ	平成15年度のデータ
対象データ	放牧頭数(乳用牛、肉用牛)

表 58 放牧日数の出典

資料名	「牛の放牧場の全国実態調査(2000年)報告書」(動物衛生研究所)
発行日	平成12年
記載されている最新のデータ	—
対象データ	放牧日数

5) 活動量の課題

- ・ 放牧頭数のデータは、「畜産統計」の全頭数は2003・2004年度のみしかデータが存在しないため、1990年～2002年度については放牧頭数は正確に把握できない。放牧頭数の推定結果の検証が必要である。公共牧場の放牧頭数(公共牧場利用頭数)については、中央畜産技術研修会「草地」で把握できる。
- ・ 放牧の日数は190日間を使用しているが、「畜産統計」の放牧頭数は「過去1年に1回以上放牧された牛」が対象となっており、放牧頭数は、過大となっている可能性が高い。

排出量の推移

1990～2004年度における厩舎及び放牧からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 59 牛の排せつ物管理によるCH₄排出量(厩舎)

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	128.4	128.8	127.9	125.3	122.4	120.0	118.1	115.8
乳用牛	124.0	124.2	123.2	120.6	117.8	115.4	113.6	111.4
肉用牛	4.4	4.5	4.6	4.7	4.6	4.6	4.5	4.5

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	113.1	110.4	108.6	107.7	106.9	105.5	103.8
乳用牛	108.7	106.0	104.2	103.3	102.5	101.2	99.5
肉用牛	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3

表 60 牛の排せつ物管理によるCH₄排出量(放牧)

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
乳用牛	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
肉用牛	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
乳用牛	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
肉用牛	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

表 61 牛の排せつ物管理によるCH₄排出量(合計)

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	128.7	129.1	128.1	125.5	122.7	120.3	118.4	116.1
乳用牛	124.3	124.5	123.5	120.8	118.0	115.6	113.8	111.6
肉用牛	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.6	4.6	4.5

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	113.4	110.7	108.9	108.0	107.1	105.8	104.1
乳用牛	108.9	106.2	104.4	103.5	102.7	101.4	99.7
肉用牛	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4

その他特記事項

乳用牛の堆積発酵の CH₄ 排出係数は、同じ牛である肉用牛と比較し非常に大きい。専門家によると、その差の原因は排せつ物(ふん)の含水率にあるとのことである。

乳用牛と肉用牛のふんの含水率は、我が国の畜産現場で家畜排せつ物処理のマニュアルとして使用されている「家畜ふん尿処理・利用の手引き」に、標準的な数値として乳用牛の含水率：80～86%（成牛）、肉用牛の含水率：78%と掲載されている。堆積発酵においてはその処理時に敷料を加えてふんを硬くするが、その場合の含水率は概ね、乳用牛で 80%台前半、肉用牛で 70%台半ばになる。よって、我が国では乳用牛と肉用牛の排せつ物の含水率が異なるということができきる。

不確実性評価

不確実性評価についても「厩舎」と「放牧」に分けて行い、最終的に2つの不確実性を合成することとする。

(a) 厩舎

1) 排出係数

(i) 評価方針

飼養頭数以外のパラメータを排出係数と見なし、評価を行うこととする。

【家畜排せつ物管理に伴う CH₄ の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{E_x * Corg * RFO * RMMS * En}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * A$$

E_x	: 1頭あたりの牛の排せつ物量
$Corg$: 有機物含有率
RFO	: 排せつ物分離割合
$RMMS$: 排せつ物管理区分割合
En	: CH ₄ 発生率
A	: 飼養頭数

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。各パラメータの実測値は得られていないため、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断に

より不確実性の評価を行うこととする。

$$\text{式 } a : EF = Ex * Corg * RFO * RMMS * En$$

$$\text{式 } b : U_{EF} = \sqrt{(U_{Ex}^2 + U_{Corg}^2 + U_{RFO - RMMS}^2 + U_{En}^2)}$$

(ii) 評価結果

(ア) Ex : 排せつ物排せつ量、Corg : 有機物含有率

排せつ物排せつ量、有機物含有率については、給飼量との相関が非常に高いため、「乳用牛、肉用牛(4A1)CH₄」における乾物摂取量の不確実性と同じ値を用いることとする。排せつ物排せつ量、有機物含有量の不確実性はそれぞれ、15% (-5 ~ +15%) である。

(イ) RFO : 排せつ物分離割合、RMMS : 処理区分割合

これらのパラメータは処理方法の調査(指定統計以外の標本調査)から算出される値であるため、2つのパラメータを一括して評価を行うこととする。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、H14年度検討会での設定値(100%)を用いることとする。

(ウ) EFn : CH₄発生率

CH₄発生率については、家畜種及び排せつ物管理区分ごとに値、上限値及び下限値が異なるため、家畜種ごと排せつ物管理区分ごとに評価を行うこととする。

排出係数の不確実性のデシジョンツリーに従い、専門家の判断及びGPG(2000)の標準値を採用する。専門家の判断に際しては、複数の測定データが文献に示されている場合には上限値及び下限値から不確実性評価を行う。また、測定データが1つだけ示されている場合には他の区分のうち最大の不確実性を採用する。

表 62 乳用牛の CH₄ 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	下限値を強制発酵と同じとした
Ftdy 火力乾燥(ふん)		0.0%			150.0%	最大値を採用
Fcmp 強制発酵(ふん)		0.044%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
Fdep 堆積発酵等(ふん)	3.59%	3.80%	4.03%	0.230%	6.1%	
Finc 焼却(ふん)	0.04%	0.4%	1.0%	0.600%	150.0%	
Ucmp 強制発酵(尿)		0.044%			100.0%	
Uwas 浄化(尿)		0.0087%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
Upit 貯留(尿)		3.90%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)		0.0%			150.0%	最大値を採用
FUcmp 強制発酵(ふん尿)		0.044%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	3.59%	3.80%	4.03%	0.230%	6.1%	
FUwas 浄化(ふん尿)		0.0087%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
FUpit 貯留(ふん尿)		3.90%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用

表 63 肉用牛の CH₄ 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	下限値を強制発酵と同じとした
Ftdy 火力乾燥(ふん)		0.0%			150.0%	最大値を採用
Fcmp 強制発酵(ふん)		0.034%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
Fdep 堆積発酵等(ふん)	0.04%	0.13%	0.21%	0.090%	69.2%	
Finc 焼却(ふん)	0.04%	0.4%	1.0%	0.600%	150.0%	
Ucmp 強制発酵(尿)		0.034%			100.0%	
Uwas 浄化(尿)		0.0067%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
Upit 貯留(尿)		3.00%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)		0.0%			150.0%	最大値を採用
FUcmp 強制発酵(ふん尿)		0.034%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	0.04%	0.13%	0.21%	0.090%	69.2%	
FUwas 浄化(ふん尿)		0.0067%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用
FUpit 貯留(ふん尿)		3.00%			100.0%	GPG(2000)のN2Oの同カテゴリーの値を代用

(I) EF: 排出係数

家畜排せつ物の処理に伴う CH₄ 排出係数の不確実性は表 64に示す通り。

表 64 乳用牛の排せつ物の処理に伴う CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _{corg}	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)	15%	15%	100%	65%	121.1%
Ftdy 火力乾燥(ふん)	15%	15%	100%	150%	181.5%
Fcmp 強制発酵(ふん)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Fdep 堆積発酵等(ふん)	15%	15%	100%	6%	102.4%
Finc 焼却(ふん)	15%	15%	100%	150%	181.5%
Ucmp 強制発酵(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Uwas 浄化(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Upit 貯留(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	15%	15%	100%	65%	121.1%
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)	15%	15%	100%	150%	181.5%
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	15%	15%	100%	6%	102.4%
FUwas 浄化(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUpit 貯留(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%

$$U_{EF} = \sqrt{(U_{Ex}^2 + U_{corg}^2 + U_{RFO-RMMS}^2 + U_{Eforg}^2)} \text{ に基づき算定}$$

表 65 肉用牛の排せつ物の処理に伴う CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _{corg}	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)	15%	15%	100%	65%	121.1%
Ftdy 火力乾燥(ふん)	15%	15%	100%	150%	181.5%
Fcmp 強制発酵(ふん)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Fdep 堆積発酵等(ふん)	15%	15%	100%	69%	123.5%
Finc 焼却(ふん)	15%	15%	100%	150%	181.5%
Ucmp 強制発酵(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Uwas 浄化(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Upit 貯留(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	15%	15%	100%	65%	121.1%
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)	15%	15%	100%	150%	181.5%
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	15%	15%	100%	69%	123.5%
FUwas 浄化(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUpit 貯留(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%

$$U_{EF} = \sqrt{(U_{Ex}^2 + U_{corg}^2 + U_{RFO-RMMS}^2 + U_{Eforg}^2)} \text{ に基づき算定}$$

(オ) 評価方法の課題

特に無し。

2) 活動量

(i) 評価方針

家畜排せつ物管理に伴う CH₄ の排出は、放牧分との重複を避けるため、放牧における活動量を全飼養頭数から減じている。

活動量は、全ての飼養頭数から、放牧されている頭数に 1 年間のうち放牧されている期間を乗じた頭数を減じた式 a で表される。不確実性は式 b のようになる。

$$\text{式 a : } A = A_{all} - A_p * D / D_{yr}$$

$$\text{式 b : } U_A = \frac{\sqrt{\left((A_{all} * U_{A_{all}})^2 + (-A_p * D / D_{yr} * U_{A_p * D / D_{yr}})^2 \right)}}{(A_{all} - A_p * D / D_{yr})}$$

A _{all}	: 全飼養頭数
A _p	: 放牧頭数
D	: 放牧日数
D _{yr}	: 1 年間の日数
U _{all}	: 全飼養頭数の不確実性
U _{A_p*D/D_{yr}}	: 1 年間の放牧頭数の不確実性

(ii) 評価結果

(ア) A_{all} : 全飼養頭数

「牛(4A1)CH₄」と同様に、0.67%とする。

(イ) A_p : 放牧頭数

放牧頭数は標本調査である「畜産統計」の値を採用している。放牧頭数については、飼養頭数とは異なり標準誤差率が記載されていないことから、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度検討会での設定値(50%)を用いることにした。

(ウ) D : 放牧日数

放牧日数は指定統計以外の標本調査である「牛の放牧場の全国実態調査(2000年)報告書」の値を採用している。活動量のデシジョンツリーに従うと、H14 年度検討会での設定値(100%)を用いることになる。

牛(乳用牛、肉用牛)(4B1)(CH4)

(I) D_{yr} : 1年間の日数

不確実性は0とする。

(オ) A : 活動量

最初に $U_{Ap * D / D_{yr}}$ を算定し、それを使用して式bで不確実性を合成すると以下ようになる。

【乳用牛】

$$U_{A_p * D / D_{yr}} = \sqrt{U_{A_p}^2 + U_D^2} = 112 \%$$

これを使用し、式bで活動量の不確実性を合成する。

$$U_A = \frac{\sqrt{((1,655,000 * 0.0067)^2 + (-241,816 * 1.12)^2)}}{(1,655,000 - 241,816)} = 9.2 \%$$

【肉用牛】

$$U_{A_p * D / D_{yr}} = \sqrt{U_{A_p}^2 + U_D^2} = 112 \%$$

これを使用し、式bで活動量の不確実性を合成する。

$$U_A = \frac{\sqrt{((2,747,000 * 0.0067)^2 + (-97,650 * 1.12)^2)}}{(2,747,000 - 97,650)} = 2.2 \%$$

(iii) 評価方法の課題

特になし。

(b) 放牧

放牧されている家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの CH_4 排出係数は、式(1)により算定を行っている。

$$E = D * EF_{ch4} * A \cdot \cdot \cdot (1)$$

- E : 放牧家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの CH_4 排出量
- D : 放牧期間
- EF_{ch4} : 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの CH_4 排出係数
- A_{SUM} : 放牧頭数

1) 排出係数

(i) 評価方針

放牧頭数以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【放牧家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの CH₄ 排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{D * EF_{ch4}} * A_{SUM}$$

排出係数と見なすパラメータ

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = D * EF_{ch4} * A$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_D^2 + U_{EFch4}^2}$$

牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物からの CH₄ 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の 6 点が考えられる。

- ・放牧日数の地域間による差異
- ・放牧地における草の生産量及び品質
- ・気象条件
- ・放牧牛の日齢
- ・放牧地の土壌水分
- ・放牧地の土壌タイプ

(ii) 評価結果

(ア) D : 放牧日数

放牧日数は指定統計以外の標本調査である「牛の放牧場の全国実態調査(2000年)報告書」の値を採用している。活動量のデシジョンツリーに従うと、H14 年度検討会での設定値(100%)を用いることになる。

(イ) EFch4 : 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの CH₄ 発生量

一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの CH₄ 発生量は、モデルシミュレーションの値であり、実測データと仮定の数値から算出している。このため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従った不確実性評価を行うことは出来ない。

専門家の判断に基づき、月別の実測データと仮定の数値からシミュレーションによって算出した 8 つのデータの上限值、下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 66 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの CH₄ 発生量の
上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [gCH ₄ /頭/日]	採用値 [gCH ₄ /頭/日]	上限 [gCH ₄ /頭/日]	差異* [gCH ₄ /頭/日]	不確実性 [%]
1.13	3.67	6.20	2.54	69.2

(ウ) EF：排出係数

放牧されている家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの CH₄ 排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 67 放牧家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの
CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

	不確実性
U _D	100%
U _{EFch4}	69.2%
U _{EF}	121.6%

* U_{EF} = (U_D² + U_{EFch4}²)^{1/2} に基づき算定。

(iii) 評価方法の課題

シミュレーションの値についての不確実性評価の方法として、上限値及び下限値を用いて行う不確実性評価の方法を採用したが、適切かどうか疑問が残る。

2) 活動量

(i) 評価方針

放牧頭数は指定統計の標本調査である「畜産統計」の値を採用している。放牧頭数については、飼養頭数とは異なり標準誤差率が記載されていないことから、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度検討会での設定値(50%)を用いることにした。

(ii) 評価結果

活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、指定統計の標本調査における H14 年度検討会での設定値は、50%となる。

(iii) 評価方法の課題

「畜産統計」の H14 年度検討会での不確実性の設定値 50%は過大評価だと考えられる。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 68 排出量の不確実性評価算定結果

家畜種	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
乳用牛 (合成結果)	—	—	—	—	2,093 (Gg-CO ₂)	77%
乳用牛(厩舎)	—(g CH ₄ /g 有機物)	—	—(g 有機物)	9.2%	2,090 (Gg-CO ₂)	77%
乳用牛(放牧)	3.67(g CH ₄ / 頭/日)	121.6%	46,102,733 (頭・日)	50%	4 (Gg-CO ₂)	132%
肉用牛 (合成結果)	—	—	—	—	92 (Gg-CO ₂)	73%
肉用牛(厩舎)	—(g CH ₄ /g 有機物)	—	—(g 有機物)	2.2%	91 (Gg-CO ₂)	74%
肉用牛(放牧)	3.67(g CH ₄ / 頭/日)	121.6%	18,667,185 (頭・日)	50%	1 (Gg-CO ₂)	132%

今後の調査方針

排出実態に関する研究が関係機関により継続して実施されているため、新たな成果が得られた場合には、排出係数の見直しを検討する。また、1996年改訂 IPCC ガイドラインにおけるデフォルト値の設定方法や、他国における家畜排せつ物管理実態、報告区分等について調査を行う必要がある。

(2) 水牛(4B2)(CH₄)

背景

水牛の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される、または排せつ物中に消化管内発酵由来の CH₄ が溶けていて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 CH₄ が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

水牛が排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量。

水牛 (4B2)(CH4)

(b) 算定方法の選択

水牛の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出については、特に大きな排出源ではなく、また我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、Tier 1 法及びデフォルトの排出係数を用いて CH₄ 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

飼養された水牛の頭数に、排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E : 水牛の排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (kgCH₄)

EF : 水牛の排出係数 (kgCH₄/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

水牛一頭が一年間に排せつする有機物から発生する CH₄ の量。

(b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Asia」のデフォルト値を用いて算出した。水牛は沖縄県のみで飼養されているため、沖縄県の属する「温帯」の排出係数を用いることにする。水牛の排せつ物の処理に伴う CH₄ 排出係数は表 69 の通り。なお、1989～2005 年度において同一の数値を使用する。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における水牛の排出係数は以下の通り。

表 69 水牛の排せつ物の処理に伴う CH₄ 排出係数 (1989～2005 年度)

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

(d) 出典

表 70 排出係数の出典

データ	出典
家畜排せつ物の管理(水牛)	1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p4.13 Table4-6

(e) 排出係数の課題

我が国独自の排出係数を実測等により設定するかどうか検討する必要がある。

活動量

(a) 定義

「水牛(4A2)CH₄」と同様。

(b) 活動量の把握方法

「水牛(4A2)CH₄」と同様。

(c) 活動量の推移

「水牛(4A2)CH₄」と同様。

(d) 出典

「水牛(4A2)CH₄」と同様。

(e) 活動量の課題

「水牛(4A2)CH₄」と同様。

排出量の推移

1989～2005年度における水牛からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 71 水牛からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002

その他特記事項

特に無し。

水牛(4B2)(CH4)

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

水牛の家畜排せつ物管理に伴う CH₄ の排出係数は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されている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水牛のデシジョンツリーに従うと、GPG(2000) に示された当該排出源もしくは類似排出源の不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG(2000) に示された類似排出源(家畜排せつ物管理に伴う N₂O 排出)不確実性の標準値を採用する。

CH₄ 排出係数の不確実性の要因として以下の点が考えられる。

- ・生産ステージによる排出特性の差異

2) 評価結果

GPG(2000) に示された N₂O 排出係数の不確実性の標準値は 100% であることから、水牛の家畜排せつ物管理に伴う CH₄ の排出係数の不確実性は 100% とする。

3) 評価方法の課題

CH₄ 排出係数自体の不確実性を算定していく必要がある。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛(4A1)CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

水牛の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67% 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 72 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
2.0(kgCH ₄ /頭/年)	100%	86(千頭)	0.67%	0.004(Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(3) めん羊(4B3)(CH₄)

背景

めん羊の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される、または排せつ物中に消化管内発酵由来の CH₄ が溶けていて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 CH₄ が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

めん羊が排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量。

(b) 算定方法の選択

めん羊の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出については、我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、Tier 1 法及びデフォルトの排出係数を用いて CH₄ 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

飼養されためん羊の頭数に、排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E :めん羊の排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (kgCH₄)

EF :めん羊の排出係数 (kgCH₄/頭/年)

A :めん羊の飼養頭数 (頭)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

めん羊 (4B3)(CH4)

排出係数

(a) 定義

めん羊一頭が一年間に排せつする有機物から発生する CH₄ の量。

(b) 設定方法

めん羊の排せつ物管理に伴う CH₄ 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先進国の温帯のデフォルト値を採用した。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度におけるめん羊の排出係数は以下の通り。

表 73 めん羊の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出係数の推移 (1989～2005 年度)

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28

(d) 出典

「水牛 (4B2) CH₄」と同様。

(e) 排出係数の課題

「水牛 (4B2) CH₄」と同様。

活動量

(a) 定義

「めん羊 (4A3) CH₄」と同様。

(b) 活動量の把握方法

「めん羊 (4A3) CH₄」と同様。

(c) 活動量の推移

「めん羊 (4A3) CH₄」と同様。

(d) 出典

「めん羊 (4A3) CH₄」と同様。

(e) 活動量の課題

「めん羊(4A3)CH₄」と同様。

排出量の推移

1989～2005年度におけるめん羊からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 74 めん羊からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

その他特記事項

(a) 気候区分について

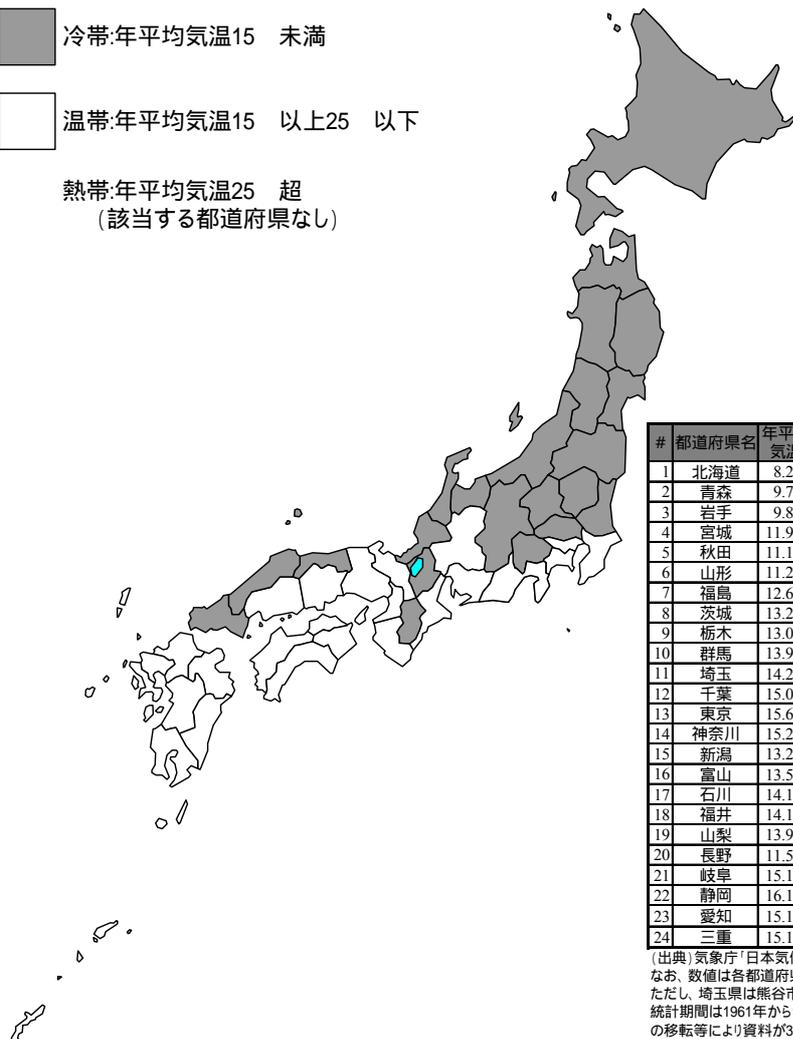
GPG(2000)に示されたTier 1法では、気候区分ごとの飼養頭数を用いて排出量を算定することとされている。

1996年改訂IPCCガイドラインに示された気候区分に従うと、我が国は温帯と冷帯に分類されることとなる。しかしながら我が国の各県の平均気温は15度程度であり、1996年改訂IPCCガイドラインに示された閾値とほぼ一致するため、気候区分を温帯、冷帯に分類せず全都道府県を温帯と仮定し排出量の算定を行った。

めん羊 (4B3)(CH4)

冷帯:年平均気温15 未満
 温帯:年平均気温15 以上25 以下

熱帯:年平均気温25 超
 (該当する都道府県なし)



#	都道府県名	年平均気温	IPCCによる気候区分	#	都道府県名	年平均気温	IPCCによる気候区分
1	北海道	8.2	冷帯	25	滋賀	14.1	冷帯
2	青森	9.7	冷帯	26	京都	15.3	温帯
3	岩手	9.8	冷帯	27	大阪	16.3	温帯
4	宮城	11.9	冷帯	28	兵庫	15.6	温帯
5	秋田	11.1	冷帯	29	奈良	14.4	冷帯
6	山形	11.2	冷帯	30	和歌山	16.1	温帯
7	福島	12.6	冷帯	31	鳥取	14.5	冷帯
8	茨城	13.2	冷帯	32	島根	14.3	冷帯
9	栃木	13.0	冷帯	33	岡山	15.8	温帯
10	群馬	13.9	冷帯	34	広島	15.0	温帯
11	埼玉	14.2	冷帯	35	山口	14.7	冷帯
12	千葉	15.0	温帯	36	徳島	15.9	温帯
13	東京	15.6	温帯	37	香川	15.3	温帯
14	神奈川	15.2	温帯	38	愛媛	15.8	温帯
15	新潟	13.2	冷帯	39	高知	16.4	温帯
16	富山	13.5	冷帯	40	福岡	16.2	温帯
17	石川	14.1	冷帯	41	佐賀	16.1	温帯
18	福井	14.1	冷帯	42	長崎	16.7	温帯
19	山梨	13.9	冷帯	43	熊本	16.2	温帯
20	長野	11.5	冷帯	44	大分	15.7	温帯
21	岐阜	15.1	温帯	45	宮崎	17.0	温帯
22	静岡	16.1	温帯	46	鹿児島	17.6	温帯
23	愛知	15.1	温帯	47	沖縄	22.4	温帯
24	三重	15.1	温帯				

(出典) 気象庁「日本気候表」
 なお、数値は各都道府県の県庁所在都市の気象官署における観測地点のもの
 ただし、埼玉県は熊谷市、滋賀県は彦根市における気象官署における観測地である。
 統計期間は1961年から1990年までの30年間であるが、以下の地点については官署
 の移転等により資料が30年に満たないため資料のある期間での平均値である。
 千葉は24年、広島は27年、岡山は8年、山口は24年の全要素、大阪は気温のみ22年、
 鳥取は気温のみ13年、那覇は降雪のみ26年の平均値を採用している。

図 4 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された気候区分による我が国の各県の気候分類

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

「水牛 (4B2) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

不確実性は 100% である。

3) 評価方法の課題

「水牛 (4B2) CH₄」と同様とする。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛 (4A1) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

めん羊の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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 75 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
0.28 (kgCO ₂ /頭/年)	100%	11 (千頭)	0.67%	0.1 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(4) 山羊 (4B4)(CH₄)

背景

山羊の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される、または排せつ物中に消化管内発酵由来の CH₄ が溶けていて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 CH₄ が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

山羊が排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量。

山羊(4B4)(CH4)

(b) 算定方法の選択

山羊の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出については、我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、Tier 1 法及びデフォルトの排出係数を用いて CH₄ 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

飼養された山羊の頭数に、排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E :山羊の排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (kgCH₄)

EF :山羊の排出係数 (kgCH₄/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

山羊一頭が一年間に排せつする有機物から発生する CH₄ の量。

(b) 設定方法

「水牛(4B2)」と同様とする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における山羊の排出係数は以下の通り。

表 76 山羊の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出係数の推移 (1989～2005 年度)

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

(d) 出典

「めん羊(4B3) CH₄」と同様。

(e) 排出係数の課題

「めん羊(4B3) CH₄」と同様。

活動量

(a) 定義

「山羊(4A4)CH₄」と同様。

(b) 活動量の把握方法

「山羊(4A4)CH₄」と同様。

(c) 活動量の推移

「山羊(4A4)CH₄」と同様。

(d) 出典

「山羊(4A4)CH₄」と同様。

(e) 活動量の課題

「山羊(4A4)CH₄」と同様。

排出量の推移

1989～2005年度における山羊からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 77 山羊からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006

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

「めん羊(4B3)CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

「めん羊(4B3)CH₄」と同様、不確実性は100%である。

ラクダ・ラマ(4B5) CH₄

3) 評価方法の課題

「めん羊(4B3) CH₄」と同様とする。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛(4A1) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

山羊の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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 78 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
0.18 (kgCH ₄ /頭/年)	100%	34 (千頭)	0.67%	0.1 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(5) ラクダ・ラマ(4B5) CH₄

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」として報告する。

(6) 馬(4B6)(CH₄)

背景

馬の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される、または排せつ物中に消化管内発酵由来の CH₄ が溶けていて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 CH₄ が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

馬が排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量。

(b) 算定方法の選択

馬の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出については、また我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、Tier 1 法及びデフォルトの排出係数を用いて CH₄ 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

飼養された馬の頭数に、排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A$$

E :馬の排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (kgCH₄)

EF :馬の排出係数 (kgCH₄/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

馬一頭が一年間に排せつする有機物から発生する CH₄ の量。

(b) 設定方法

「めん羊(4B3)CH₄」と同様。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における馬の排出係数は以下の通り。

表 79 馬の排せつ物管理に伴う CH₄ 排出係数の推移 (1989～2005 年度)

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgCH ₄ /頭/年]	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08

馬 (4B6)(CH4)

(d) 出典

「めん羊 (4B3) CH₄」と同様。

(e) 排出係数の課題

「めん羊 (4B3) CH₄」と同様。

活動量

(a) 定義

「馬 (4A6) CH₄」と同様。

(b) 活動量の把握方法

「馬 (4A6) CH₄」と同様。

(c) 活動量の推移

「馬 (4A6) CH₄」と同様。

(d) 出典

「馬 (4A6) CH₄」と同様。

(e) 活動量の課題

「馬 (4A6) CH₄」と同様。

排出量の推移

1989～2005年度における馬からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 80 馬からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量の推計結果

	[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量	[Gg CH ₄]	0.048	0.051	0.053	0.056	0.058	0.058	0.057	0.055

	[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量	[Gg CH ₄]	0.054	0.053	0.049	0.049	0.049	0.052	0.052

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

「めん羊(4B3)CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

「めん羊(4B3)CH₄」と同様、不確実性は100%である。

3) 評価方法の課題

「めん羊(4B3)CH₄」と同様。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛(4A1)CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

馬の消化管内発酵に伴うCH₄排出の活動量の不確実性は、0.67%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 81 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
2.08 (kgCH ₄ /頭/年)	100%	25 (千頭)	0.67%	1 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

ロバ・ラバ(4B7) CH₄

(7) ロバ・ラバ(4B7) CH₄

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」として報告する。

(8) 豚(4B8)(CH₄)

背景

豚の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換される、または排せつ物中に消化管内発酵由来の CH₄ が溶けていて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 CH₄ が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

豚が排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量。

(b) 算定方法の選択

我が国の排せつ物排せつ量、排せつ物中の有機物含有率、処理方法の区分の割合、処理方法の区分別排出係数などの独自のデータ、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドライン・GPG(2000) 掲載のデフォルトの排出係数を使用して我が国独自の方法で算出を行った。

(c) 算定式

豚の排せつ物中に含まれる有機物量に、排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて CH₄ 排出量の算定を行った。

$$E = \sum_N EF_n * A_n$$

E : 豚の排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (gCH₄)

EF_n : 排せつ物管理区分ごとの豚の排出係数 (gCH₄/g 有機物)

A_n : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる有機物量 (g 有機物)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

豚一頭が一年間に排せつする有機物 1 g から発生する CH₄ の量。

(b) 設定方法

豚の排せつ物の管理に伴う CH₄ の排出係数については、我が国における研究成果に基づき排せつ物管理区分別に設定した値、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドラインと GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における豚の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 82 豚の排せつ物管理区分ごとの排出係数 (1989～2005 年度)

排せつ物分離状況		排せつ物管理区分	CH ₄ 排出係数 [g CH ₄ /g 有機物]	
ふん尿分離処理	ふん	天日乾燥	0.20	%
		火力乾燥	0	%
		強制発酵	0.097	%
		堆積発酵	0.16	%
		焼却	0.4	%
	尿	強制発酵	0.097	%
		浄化	0.019	%
		貯留	8.7	%
ふん尿混合処理		天日乾燥	0.20	%
		火力乾燥	0	%
		強制発酵	0.097	%
		堆積発酵	0.16	%
		浄化	0.019	%
		貯留	8.7	%

(d) 出典

表 83 排出係数の出典

処理区分		参考文献
11	Liquid Systems (貯留・尿)	GPG (2000)
12	Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	石橋誠、橋口純也、古閑護博(2003)「畜産における温室効果ガス排出削減技術の開発(第2報)」畜産環境保全に関する試験研究 平成15年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所
13 Other	13a. Thermal Drying (火力乾燥)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	13b. Compsting (強制発酵・ふん)	GPG (2000)
	13c. Piling (堆積発酵)	Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	13d. Incineration (焼却)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御 IPCC (1995) : IPCC1995Report ; Agricultural Options for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, 747-771
	13e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG(2000)
	13f. Purification (浄化)	GPG(2000)

(e) 排出係数の課題

排せつ物からのCH₄の発生率については、不確実性の高いデータも含まれるため、新たな研究成果が得られた場合には、排出係数の見直しを検討する必要がある。

活動量

(a) 定義

豚の排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる有機物量。

(b) 活動量の把握方法

豚から排せつされる年間有機物量は、飼養頭数に一頭当たりの排せつ物排せつ量及び排せつ物中の有機物含有率を乗じることによってまず総量を算定する。その総量に、排せつ物分離処理の割合及び各排せつ物管理区分の割合を乗じ、各排せつ物管理区分に有機物量を割り振った。活動量の算定方法を以下に示す。

$$A = A' * Ex * Corg * RFO * RMMS$$

- A : 排せつされる排せつ物管理区分ごとの有機物の量 [t]
- A' : 豚の飼養頭数 [頭]
- Ex : 排せつ物の排せつ量 [t/頭/年]
- Corg : 排せつ物中の有機物含有率
- RFO : 排せつ物分離処理の割合
- RMMS : 各排せつ物管理区分の割合

表 84 豚の排せつ物排せつ量

家畜種	年間ふん排せつ量 [t/頭/年]	年間尿排せつ量 [t/頭/年]
豚	0.808	1.5

表 85 豚の排せつ物中の有機物含有率と窒素含有率

家畜種	有機物含有率	
	ふん	尿
豚	20%	0.5%

表 86 豚の排せつ物分離・混合処理の割合

家畜種	ふん尿分離	ふん尿混合
豚	70%	30%

表 87 豚の排せつ物管理区分の割合

排せつ物分離状況		排せつ物管理区分	豚
ふん尿 分離処理	ふん	天日乾燥	7.0%
		火力乾燥	0.7%
		強制発酵	62.0%
		堆積発酵	29.6%
		焼却	0.7%
	尿	強制発酵	10.0%
		浄化	45.0%
		貯留	45.0%
ふん尿 混合処理	天日乾燥	6.0%	
	火力乾燥	0.0%	
	強制発酵	29.0%	
	堆積発酵	20.0%	
	浄化	22.0%	
	貯留	23.0%	

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度における豚から排せつされる有機物量は以下の通り。

表 88 豚から排せつされる有機物量の推移

[Gg有機物]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
有機物量合計	1,999	1,917	1,855	1,824	1,796	1,734	1,674	1,661	1,675
天日乾燥(ふん)	94	90	87	85	84	81	78	78	78
火力乾燥(ふん)	9	9	9	9	8	8	8	8	8
強制発酵(ふん)	829	795	769	756	745	719	694	689	695
堆積発酵等(ふん)	396	380	367	361	356	343	332	329	332
焼却(ふん)	9	9	9	9	8	8	8	8	8
強制発酵(尿)	6	6	6	6	6	5	5	5	5
浄化(尿)	28	27	26	25	25	24	23	23	23
貯留(尿)	28	27	26	25	25	24	23	23	23
天日乾燥(ふん尿)	36	35	33	33	32	31	30	30	30
火力乾燥(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん尿)	174	167	161	159	156	151	146	145	146
堆積発酵(ふん尿)	120	115	111	109	108	104	100	100	101
浄化(ふん尿)	132	127	122	120	119	114	111	110	111
貯留(ふん尿)	138	132	128	126	124	120	116	115	116

[Gg有機物]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
有機物量合計	1,671	1,658	1,655	1,626	1,645	1,645	1,645	1,627
天日乾燥(ふん)	78	78	78	76	77	77	77	76
火力乾燥(ふん)	8	8	8	8	8	8	8	8
強制発酵(ふん)	693	688	687	674	682	682	682	675
堆積発酵等(ふん)	331	328	328	322	326	326	326	322
焼却(ふん)	8	8	8	8	8	8	8	8
強制発酵(尿)	5	5	5	5	5	5	5	5
浄化(尿)	23	23	23	23	23	23	23	23
貯留(尿)	23	23	23	23	23	23	23	23
天日乾燥(ふん尿)	30	30	30	29	30	30	30	29
火力乾燥(ふん尿)	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん尿)	145	144	144	141	143	143	143	142
堆積発酵(ふん尿)	100	100	99	98	99	99	99	98
浄化(ふん尿)	110	109	109	107	109	109	109	107
貯留(ふん尿)	115	114	114	112	113	113	113	112

(d) 出典

豚の飼養頭数は「豚(4A8)CH₄」と同様である。その他の出典は下記を参照。

表 89 排せつ物の排せつ量、排せつ物中の有機物含有率

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」
発行日	平成14年3月
記載されている最新のデータ	平成13年度
対象データ	排せつ物の排せつ量、排せつ物中の有機物含有率

表 90 排せつ物分離処理の割合の出典

資料名	農林水産省統計部「環境保全型農業調査畜産部門調査結果の概要」
発行日	平成9年10月
記載されている最新のデータ	—
対象データ	排せつ物分離処理の割合

表 91 各排せつ物管理区分の割合の出典

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 第四集」
発行日	平成11年3月
記載されている最新のデータ	平成10年度
対象データ	排せつ物管理区分の割合

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1990～2004年度における豚からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 92 豚からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	15.9	15.4	15.1	14.8	14.4	14.0	13.8	13.8

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	13.8	13.8	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

(a) 排出係数

「牛(4B1)CH₄」と同様とする。

1) 評価結果

評価結果は以下の通り。

表 93 豚のCH₄発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	下限値を強制発酵と同じとした
Ftdy 火力乾燥(ふん)		0.0%			150.0%	最大値を採用
Fcmp 強制発酵(ふん)		0.097%			100.0%	GPG(2000)のN ₂ Oの同カテゴリーの値を代用
Fdep 堆積発酵等(ふん)	0.16%	0.16%	0.16%	0.000%	0.0%	
Finc 焼却(ふん)	0.04%	0.4%	1.0%	0.600%	150.0%	
Ucmp 強制発酵(尿)		0.097%			100.0%	
Uwas 浄化(尿)		0.019%			100.0%	GPG(2000)のN ₂ Oの同カテゴリーの値を代用
Upit 貯留(尿)		8.70%			100.0%	GPG(2000)のN ₂ Oの同カテゴリーの値を代用
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)		0.0%			150.0%	最大値を採用
FUcmp 強制発酵(ふん尿)		0.097%			100.0%	GPG(2000)のN ₂ Oの同カテゴリーの値を代用
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	0.16%	0.16%	0.16%	0.000%	0.0%	
FUwas 浄化(ふん尿)		0.019%			100.0%	GPG(2000)のN ₂ Oの同カテゴリーの値を代用
FUpit 貯留(ふん尿)		8.70%			100.0%	GPG(2000)のN ₂ Oの同カテゴリーの値を代用

表 94 豚の CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _{corg}	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)	15%	15%	100%	65%	121.1%
Ftdy 火力乾燥(ふん)	15%	15%	100%	150%	181.5%
Fcmp 強制発酵(ふん)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Fdep 堆積発酵等(ふん)	15%	15%	100%	0%	102.2%
Finc 焼却(ふん)	15%	15%	100%	150%	181.5%
Ucmp 強制発酵(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Uwas 浄化(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
Upit 貯留(尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	15%	15%	100%	65%	121.1%
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)	15%	15%	100%	150%	181.5%
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	15%	15%	100%	0%	102.2%
FUwas 浄化(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%
FUpit 貯留(ふん尿)	15%	15%	100%	100%	143.0%

2) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

2) 評価方針

「牛(4A1)CH₄」と同様とする。

3) 評価結果

豚の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.41%である。

4) 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 95 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
—(g CH ₄ /g 有機物)	—	—(千 t)	0.41%	285 (Gg-CO ₂)	106%

今後の調査方針

特に無し。

(9) 家禽類(採卵鶏、ブロイラー)(4B9)(CH₄)

背景

家禽類の排せつ物からは、排せつ物中に含まれる有機物がメタン発酵によって CH₄ に変換されるなどし、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 CH₄ が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

採卵鶏、ブロイラーが排せつする排せつ物から発生する CH₄ の量。なお、採卵鶏、ブロイラーの排せつ物はふんと尿が混ざったものである。

(b) 算定方法の選択

我が国の処理方法の区分の割合などの独自のデータ、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドライン・GPG (2000) 掲載のデフォルト値を使用して算出を行った。

(c) 算定式

採卵鶏、ブロイラーの排せつ物中に含まれる有機物量に、排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、CH₄ 排出量の算定を行った。

$$E = \sum_N EF_n * A_n$$

E : 採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理に伴う CH₄ の排出量 (gCH₄)

EF_n : 排せつ物管理区分ごとの鶏の排出係数 (gCH₄/g 有機物)

A_n : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる有機物量 (g 有機物)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

採卵鶏、ブロイラーが排せつする有機物 1 g あたりから発生する CH₄ の量。

(b) 設定方法

採卵鶏、ブロイラーの排せつ物の管理に伴う CH₄ の排出係数については、我が国における研究成果に基づき排せつ物管理区別に設定した値、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドラインと GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 96 採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理区分ごとの排出係数 (1989～2005 年度)

排せつ物分離状況	排せつ物管理区分	CH ₄ 排出係数 [g CH ₄ /g 有機物]	
ふん・尿	天日乾燥	0.20	%
	火力乾燥	0	%
	強制発酵	0.14	%
	堆積発酵	0.14	%
	焼却	0.4	%

(d) 出典

表 97 排出係数の出典

処理区分		参考文献
12 Solid Storage & Drylot (天日乾燥)		石橋誠、橋口純也、古閑護博(2003)「畜産業における温室効果ガス排出削減技術の開発(第2報)」畜産環境保全に関する試験研究 平成15年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所
13 Other	13a. Thermal Drying (火力乾燥)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	13b. Composting (強制発酵)	Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	13c. Piling (堆積発酵)	同上
	13d. Incineration (焼却)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御 IPCC (1995) : IPCC1995Report ; Agricultural Options for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, 747-771

(e) 排出係数の課題

強制発酵

活動量

(a) 定義

採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる有機物量。

(b) 活動量の把握方法

採卵鶏、ブロイラーから排せつされる年間有機物量は、飼養頭数に一頭当たりのふん排せつ量及びふん中の有機物含有率を乗じることによってまず総量を算定する。その総量に、ふん分離処理の割合及び各排せつ物管理区分の割合を乗じ、各排せつ物管理区分に有機物量を割り振った。活動量の算定方法を以下に示す。なお、採卵鶏、ブロイラーの飼養頭数は「採卵鶏、ブロイラー(4A8)」と同様である。

家禽類(採卵鶏、ブロイラー)(4B9)(CH4)

$$A = A' * Ex * Corg * RFO * RMMS$$

- A :排せつされる排せつ物管理区分ごとの有機物の量 [t]
 A' :採卵鶏、ブロイラーの飼養頭数 [頭]
 Ex :排せつ物の排せつ量 [t/頭/年]
 Corg :排せつ物中の有機物含有率
 RFO :排せつ物分離処理の割合
 RMMS :各排せつ物管理区分の割合

表 98 採卵鶏、ブロイラーの排せつ物排せつ量

家畜種	年間ふん排せつ量 [t/頭/年]
採卵鶏	0.0441
ブロイラー	0.0474

表 99 採卵鶏、ブロイラーの排せつ物中の有機物含有率

家畜種	有機物含有率
	ふん
採卵鶏、 ブロイラー	15%

表 100 採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理区分の割合

排せつ物分離状 況	排せつ物管 理区分	採卵鶏	ブロイラー
ふん	天日乾燥	30.0%	15.0%
	火力乾燥	3.0%	0.0%
	強制発酵	42.0%	5.1%
	堆積発酵	23.0%	66.9%
	焼却	2.0%	13.0%

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度における採卵鶏、ブロイラーから排せつされる有機物量は以下の通り。

表 101 採卵鶏から排せつされる有機物量の推移

[Gg有機物]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
有機物量合計	1,240	1,249	1,308	1,313	1,299	1,282	1,261	1,277	1,266
天日乾燥(ふん)	372	375	392	394	390	385	378	383	380
火力乾燥(ふん)	37	37	39	39	39	38	38	38	38
強制発酵(ふん)	521	525	549	551	546	539	530	536	532
堆積発酵等(ふん)	285	287	301	302	299	295	290	294	291
焼却(ふん)	25	25	26	26	26	26	25	26	25

[Gg有機物]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
有機物量合計	1,250	1,240	1,232	1,202	1,192	1,183	1,183	1,171
天日乾燥(ふん)	375	372	370	361	358	355	355	351
火力乾燥(ふん)	37	37	37	36	36	35	35	35
強制発酵(ふん)	525	521	517	505	501	497	497	492
堆積発酵等(ふん)	287	285	283	277	274	272	272	269
焼却(ふん)	25	25	25	24	24	24	24	23

表 102 ブロイラーから排せつされる有機物量の推移

[Gg有機物]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
有機物量合計	1,071	1,016	975	962	906	852	841	814	795
天日乾燥(ふん)	161	152	146	144	136	128	126	122	119
火力乾燥(ふん)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん)	55	52	50	49	46	43	43	41	41
堆積発酵等(ふん)	716	680	652	644	606	570	562	544	532
焼却(ふん)	139	132	127	125	118	111	109	106	103

[Gg有機物]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
有機物量合計	764	772	757	752	738	747	730	742
天日乾燥(ふん)	115	116	113	113	111	112	109	111
火力乾燥(ふん)	0	0	0	0	0	0	0	0
強制発酵(ふん)	39	39	39	38	38	38	37	38
堆積発酵等(ふん)	511	516	506	503	494	500	488	496
焼却(ふん)	99	100	98	98	96	97	95	96

(d) 出典

採卵鶏、ブロイラーの飼養頭数は「家禽類(4A9)」と同様。その他の出典は下記を参照。

表 103 排せつ物の排せつ量、排せつ物中の有機物含有率、排せつ物分離処理の割合の出典

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」
発行日	平成 14 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 13 年度
対象データ	排せつ物の排せつ量、排せつ物中の有機物含有率

表 104 各排せつ物管理区分の割合の出典

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 第四集」
発行日	平成 11 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 10 年度
対象データ	排せつ物管理区分の割合

(e) 活動量の課題

排せつ物中の有機物量は、我が国の有機物含有量の正当性が証明できるようになった場合には、我が国の有機物含有量を使用することを検討する。

排出量の推移

1990～2004 年度における採卵鶏、ブロイラーからの排せつ物管理に伴う CH₄ 排出量は以下の通り。

表 105 採卵鶏、ブロイラーからの排せつ物管理に伴う CH₄ 排出量の推計結果

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	3.9	3.9	3.8	3.7	3.6	3.6	3.5	3.5
採卵鶏	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0
ブロイラー	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4

CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2
採卵鶏	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
ブロイラー	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4

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

「牛(4B1)」と同様とする。

2) 評価結果

評価結果は以下の通り。

表 106 採卵鶏・ブロイラーの CH₄ 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)	0.14%	0.20%	0.33%	0.130%	65.0%	下限値を強制発酵と同じとした
Ftdy 火力乾燥(ふん)		0.0%			150.0%	最大値を採用
Fcmp 強制発酵(ふん)	0.12%	0.14%	0.15%	0.020%	14.3%	
Fdep 堆積発酵等(ふん)	0.12%	0.14%	0.15%	0.020%	14.3%	
Finc 焼却(ふん)	0.04%	0.4%	1.00%	0.600%	150.0%	

表 107 採卵鶏・ブロイラーの CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _{corg}	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)		100%	100%	65%	155.6%
Ftdy 火力乾燥(ふん)		100%	100%	150%	206.2%
Fcmp 強制発酵(ふん)		100%	100%	14%	142.1%
Fdep 堆積発酵等(ふん)		100%	100%	14%	142.1%
Finc 焼却(ふん)		100%	100%	150%	206.2%

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「牛(4A1)CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

家禽類の消化管内発酵に伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、0.67%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 108 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
採卵鶏	— (g CH ₄ /g 有機物)	—	— (g 有機物)	0.67%	39 (Gg-CO ₂)	73%
ブロイラー	— (g CH ₄ /g 有機物)	—	— (g 有機物)	0.67%	28 (Gg-CO ₂)	76%

今後の調査方針

特に無し。

(10) 牛(乳用牛、肉用牛)(4B1)(N₂O)

背景

牛の厩舎での排せつ物からは、排せつ物管理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。また、牛が放牧中に排せつする排せつ物中に含まれる窒素がアンモニウムイオンとして発生し、好気条件下でそのアンモニウムイオンが硝酸態窒素に酸化される過程で N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

牛が厩舎で排せつする排せつ物から発生する N₂O の量、及び放牧によって土壌表面(放牧地及び水飲み場)に直接排出された排せつ物から発生する N₂O の量。なお、CRF 上では排せつ物管理区分ごとの報告となる。

(b) 算定方法の選択

1) 厩舎

我が国の排せつ物排せつ量、排せつ物中の有機物含有率、処理方法の区分の割合、処理方法の区分別排出係数などの独自のデータ、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドライン・GPG(2000)掲載のデフォルトの排出係数を使用して我が国独自の方法で算出を行った。

2) 放牧

我が国には、放牧牛排せつ物からの N₂O 排出量の試算例が存在するため、この試算で用いられている排出係数を引用して放牧牛排せつ物からの N₂O 排出量を算定することとする。

(c) 算定式

1) 厩舎

家畜種(乳用牛、肉用牛)の排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 排せつ物管理区分ごとの牛の排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)

EF : 排せつ物管理区分ごとの牛の排出係数 (gN₂O-N/g N)

A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量 (g N)

2) 放牧

我が国における排出係数に、放牧頭数及び放牧頭日数を乗じることにより算定する。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物からの N₂O 排出量 (g N₂O)

EF : 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの N₂O 排出係数 (g N₂O -N/頭/日)

A : 総放牧頭日数(頭・日)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 厩舎

1) 定義

牛が排せつする排せつ物の窒素 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

2) 設定方法

乳用牛、肉用牛の家畜排せつ物の管理に伴う N₂O の排出係数については、我が国における研究成果に基づき、排せつ物管理区分別に設定した値、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドラインと GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

3) 排出係数の推移

1989～2005 年度における乳用牛、肉用牛の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 109 牛の排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数 (1989～2005 年度)

排せつ物分離状況		排せつ物管理区分	N ₂ O 排出係数 [g N ₂ O-N/g N]	
ふん尿 分離処理	ふん	天日乾燥	2.0	%
		火力乾燥	2.0	%
		強制発酵	0.25	%
		堆積発酵	乳用牛：2.40 肉用牛：1.60	%
		焼却	0.1	%
	尿	強制発酵	2.0	%
		浄化	5	%
		貯留	0.10	%
		ふん尿混合処理	天日乾燥	2.0
火力乾燥	2.0	%		
強制発酵	2.0	%		
堆積発酵	乳用牛：2.40 肉用牛：1.60	%		
浄化	5	%		
貯留	0.10	%		

4) 出典

出典は以下の通り。

表 110 N₂O 排出係数の出典

処理区分		修正後の排出係数
12	Liquid Systems (貯留・尿)	1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
13	Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
14 Other	14a. Thermal Drying (火力乾燥)	1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
	14b. Compsting (強制発酵・ふん)	Takeshi Osada, Kazutaka Kuroda, Michihiro Yonaga(2000):Determination of nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from a swine waste composting process, J Mater Cycles Waste Manag(2000) 2,51-56
	14c. Piling (堆積発酵)	Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	14d. Incineration (焼却)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	14e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG (2000)
	14f. Purification (浄化)	Takashi Osada (2003) : Nitrous Oxide Emission from Purification of Liquid Portion of Swine Wastewater, Greenhouse Gas Control Technologies, J. Gale and Y. Kaya(Eds.)

5) 排出係数の課題

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(b) 放牧

1) 定義

一日に牛一頭が排せつする排せつ物から発生する N₂O に含まれる窒素の量 (g N₂O-N/頭/日)。

2) 設定方法

一日あたりに牛一頭が排せつする排せつ物からの N₂O 発生量のデータを排出係数として用いることとする。

排出係数は、放牧期間中に放牧牛から排せつされる排せつ物中の窒素量のモデル出力値に、放牧牛の排せつ物に含まれる窒素量当たりの N₂O 発生量の実測値を乗じることにより設定している。

放牧牛から排せつされる排せつ物中の窒素量は、放牧牛成長モデルによって放牧地における

草の生産量や質、気象条件、放牧牛の牛の日齢等に基づき計算されている。

3) 排出係数の推移

1989～2005年度における牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物に伴う N₂O 排出係数は以下の通り。

表 111 牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物に伴う N₂O 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [gN ₂ O-N/頭/日]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [gN ₂ O-N/頭/日]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

4) 出典

表 112 排出係数の出典

データ	出典
牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物に伴う N ₂ O 排出係数	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御第六集」.5 草地と CH ₄ ・亜酸化窒素 p.122 表 5-24 我が国の草地から放出される亜酸化窒素の試算例(渋谷、1995)

5) 排出係数の課題

一箇所で設定された値のため、代表性に問題があると考えられる。

活動量

(a) 厩舎

1) 定義

牛の排せつ物管理区分ごとの排せつ物に含まれる窒素量。

2) 活動量の把握方法

乳用牛、肉用牛から排せつされる窒素量は、飼養頭数に一頭当たりの排せつ物排せつ量及び排せつ物中の窒素含有率を乗じることによってまず総量を算定する。その総量に、排せつ物分離処理の割合及び各排せつ物管理区分の割合を乗じ、各排せつ物管理区分に窒素量を割り振った。活動量の算定方法を以下に示す。なお、飼養頭数については、「牛(4B1)CH₄」と同様とする。

牛(乳用牛、肉用牛)(4B1)(N2O)

$$A = (A' - A'' * D / D_{year}) * Ex * Corg * RFO * RMMS$$

- A : 排せつ物管理区分ごとの窒素の量 [t]
- A' : 牛の飼養頭数 [頭]
- A'' : 牛の放牧頭数 [頭]
- D_{year} : 1年間の日数 [日]
- D : 1年間の放牧日数 [日]
- Ex : 排せつ物の排せつ量 [t/頭/年]
- Corg : 排せつ物中の窒素含有率
- RFO : 排せつ物分離処理の割合
- RMMS : 各排せつ物管理区分の割合

表 113 家畜種ごとの排せつ物中の窒素含有率

家畜種	窒素含有率	
	ふん	尿
乳用牛	0.4%	0.8%
肉用牛	0.4%	0.8%

3) 活動量の推移

1989～2005年度における牛から排せつされる窒素量は以下の通り。

表 114 乳用牛から排せつされる窒素量の推移

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	153	153	154	153	150	145	143	141	138
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	70	70	71	70	69	66	65	64	63
13 固形貯留及び乾燥	4	5	5	5	4	4	4	4	4
14 a その他(火力乾燥)	NO								
14 b その他(強制発酵)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14 c その他(堆積発酵)	59	59	60	59	58	56	55	55	53
14 d その他(焼却)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 e その他(強制発酵[液状])	13	13	13	13	12	12	12	12	11
14 f その他(浄化)	1	1	1	1	1	1	1	1	1

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	135	131	128	128	127	125	123	121
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	62	60	59	59	58	57	56	56
13 固形貯留及び乾燥	4	4	4	4	4	4	4	4
14 a その他(火力乾燥)	NO							
14 b その他(強制発酵)	5	4	4	4	4	4	4	4
14 c その他(堆積発酵)	52	51	50	50	49	48	48	47
14 d その他(焼却)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 e その他(強制発酵[液状])	11	11	11	11	11	10	10	10
14 f その他(浄化)	1	1	1	1	1	1	1	1

表 115 肉用牛から排せつされる窒素量の推移

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	125	129	134	136	137	137	134	132	131
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13 固形貯留及び乾燥	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14 a その他(火力乾燥)	NO								
14 b その他(強制発酵)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14 c その他(堆積発酵)	90	94	97	99	99	99	97	95	95
14 d その他(焼却)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
14 e その他(強制発酵[液状])	26	27	28	28	28	28	28	27	27
14 f その他(浄化)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	131	130	129	131	129	129	127	127
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	4	4	4	4	4	4	4	4
13 固形貯留及び乾燥	4	4	4	4	4	4	4	4
14 a その他(火力乾燥)	NO							
14 b その他(強制発酵)	1	1	1	1	1	1	1	1
14 c その他(堆積発酵)	95	94	94	95	94	93	92	92
14 d その他(焼却)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
14 e その他(強制発酵[液状])	27	27	27	27	27	27	26	26
14 f その他(浄化)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

4) 出典

「牛(4B1)CH₄」と同様。

5) 活動量の課題

特に無し。

(b) 放牧

(c) 定義

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(d) 活動量の把握方法

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(e) 活動量の推移

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(f) 出典

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(g) 活動量の課題

「牛(4B1)CH₄」と同様。

牛(乳用牛、肉用牛)(4B1)(N2O)

排出量の推移

1990～2004年度における厩舎及び放牧からの排せつ物管理に伴うCH₄排出量は以下の通り。

表 116 乳用牛からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果(厩舎)

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	3.0	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
13 固形貯留及び乾燥	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 a その他(火力乾燥)	NO							
14 b その他(強制発酵)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 c その他(堆積発酵)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0
14 d その他(焼却)	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
14 e その他(強制発酵[液状])	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14 f その他(浄化)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
13 固形貯留及び乾燥	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 a その他(火力乾燥)	NO						
14 b その他(強制発酵)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 c その他(堆積発酵)	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
14 d その他(焼却)	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
14 e その他(強制発酵[液状])	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
14 f その他(浄化)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

表 117 肉用牛からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果(厩舎)

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	2.6	2.7	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13 固形貯留及び乾燥	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 a その他(火力乾燥)	NO	0.000						
14 b その他(強制発酵)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
14 c その他(堆積発酵)	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4
14 d その他(焼却)	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
14 e その他(強制発酵[液状])	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 f その他(浄化)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13 固形貯留及び乾燥	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 a その他(火力乾燥)	NO						
14 b その他(強制発酵)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
14 c その他(堆積発酵)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3
14 d その他(焼却)	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
14 e その他(強制発酵[液状])	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 f その他(浄化)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

表 118 牛からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果(放牧)

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

その他特記事項

(a) 共通報告様式での報告方法について

共通報告様式(CRF)では、CH₄排出については当該区分のCH₄排出量を家畜種ごとに報告することとされているが、N₂O排出については排せつ物管理区分ごと(11. 嫌気性ラグーン(Anaerobic Lagoons) 12. 汚水処理(Liquid Systems) 13. 固形貯留及び乾燥(Solid Storage and Dry Lot) 14. その他)に報告することとされている。

このため、表 119に示す排せつ物管理区分の区分に従って排出量を集計した。

(b) 我が国の家畜排せつ物処理区分について

牛、豚、家禽類については、我が国独自の家畜種ごとの排せつ物管理区分、及び排せつ物管理区分の実施割合を設定している。

現在のCRFにおける報告カテゴリーは、「嫌気貯留」、「スラリー」、「固体貯蔵、乾燥」、「その他」に分かれている。しかし、我が国では、特にふんについては堆肥化が広く行われていることから、「その他」という区分に「堆積発酵」、「強制発酵」という堆肥化に関する区分を設けて報告を行っている。加えて、ふんの容積減少や取扱性向上を目的として「火力乾燥」や「焼却」も行われるため、これらについても「その他」に区分を設けて報告している。また、尿は汚濁物質濃度の高い汚水であり、それを浄化する処理が行われていることから、CRFの「その他」に「浄化」という区分を設けている。

なお、我が国で堆肥化処理が多く行われている理由としては、1) 我が国の畜産農家の場合、発生する排せつ物の還元に必要な面積を所有していない場合が多く、経営体外での利用向けに排せつ物を仕向ける必要性が多いため、たい肥化による運搬性、取扱い性の改善が不可欠であること、2) 我が国は降雨量が多く施肥の流失が生じやすく、水質保全、悪臭防止、衛生管理といった観点からの要請も強いため、様々な作物生産への施肥において、スラリーや液状物に比べ、たい肥に対する需要はるかに大きいことなどがあげられる。

なお、「10. 嫌気性ラグーン」については、家畜排せつ物を貯留して散布するだけの農地を有する畜産家がほとんど存在せず、農地への散布を行う場合でも、事前に攪拌を行ってから散布しており「嫌氣的(anaerobic)」な処理方法は存在しないといえるため、「NO」として報告した。

表 119 我が国と CRF の排せつ物管理区分の対応関係及び排せつ物管理区分の概要

我が国の区分		排せつ物管理区分	CRF で用いている区分	排せつ物管理区分の概要
排せつ物分離状況				
ふん尿分離処理	ふん	天日乾燥	13. 固形貯留及び乾燥	天日により乾燥し、ふんの取扱性(貯蔵施用、臭気等)を改善する。
		火力乾燥	14. その他 (a. 火力乾燥)	火力により乾燥し、ふんの取扱性を改善する。
		強制発酵	14. その他 (b. 強制発酵)	開閉式または密閉式の強制通気攪拌発酵槽で数日～数週間発酵させる。
		堆積発酵	14. その他 (c. 堆積発酵)	堆肥盤、堆肥舎等に堆積し、時々切り返しながら数ヶ月かけて発酵させる。
	尿	焼却	14. その他 (d. 焼却)	ふんの容積減少や廃棄、及びエネルギー利用(鶏ふんボイラー)のため行う。
		強制発酵	14. その他 (e. 強制発酵(液状))	貯留槽において曝気処理する。
		浄化	14. その他 (f. 浄化)	活性汚泥など、好気性微生物によって、汚濁成分を分離する。
	貯留	12. 汚水処理	貯留槽に貯留する。	
ふん尿混合処理	天日乾燥	13. 固形貯留及び乾燥	天日により乾燥し、ふんの取扱性を改善する。	
	火力乾燥	14. その他 (a. 火力乾燥)	火力により乾燥し、ふんの取扱性を改善する。	
	強制発酵	14. その他 (e. 強制発酵(液状))	固形状の場合、開閉式または密閉式の強制通気攪拌発酵槽で数日～数週間発酵させる。液状の場合、貯留槽において曝気処理する。	
	堆積発酵	14. その他 (c. 堆積発酵)	堆肥盤、堆肥舎等に堆積し、時々切り返しながら数ヶ月かけて発酵させる。	
	浄化	14. その他 (f. 浄化)	活性汚泥など、好気性微生物によって、汚濁成分を分離する。	
	貯留	12. 汚水処理	貯留槽(スラリーストア等)に貯留する。	

不確実性評価

「牛(4B1)CH₄」と同様に、厩舎と放牧に分けて算定を行い、最後に合成を行う。

(a) 厩舎

1) 排出係数

(i) 評価方針

飼養頭数以外のパラメータを排出係数と見なし、評価を行うこととする。

【家畜排せつ物管理に伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{E_x * C_n * RFO * RMMS}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * E_n * A$$

排出係数と見なすパラメータ

Ex	:排せつ物の排せつ量
Cn	:排せつ物中の窒素含有率
RFO	:排せつ物分離処理の割合
RMMS	:各排せつ物管理区分の割合
En	:N ₂ O発生率
A	:飼養頭数

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。各パラメータの実測値は得られていないため、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性の評価を行うこととする。

$$\text{式 a : } EF = Ex * Cn * RFO * RMMS * En$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{(U_{Ex}^2 + U_{Cn}^2 + U_{RFO - RMMS}^2 + U_{En}^2)}$$

(ii) 評価結果

(ア) Ex : 糞尿排せつ量

排せつ物排せつ量については、給飼量との相関が非常に高いため、「(1) - 1 . 乳用牛、肉用牛 (4A1) CH₄」における乾物摂取量の不確実性と同じ値を用いることとする。排せつ物排せつ量の不確実性はそれぞれ、15% (-5 ~ +15%) である。

(イ) Cn : 排せつ物中の窒素含有率

不確実性評価のデシジョンツリーに従い、H14 年度検討会での設定値 (100%) を用いることとする。

(ウ) RFO : 排せつ物分離処理の割合、RMMS : 各排せつ物管理区分の割合

これらのパラメータは処理方法の調査 (指定統計以外の標本調査) から算出される値であるため、2つのパラメータを一括して評価を行うこととする。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、H14 年度検討会での設定値 (100%) を用いることとする。

(エ) EFn : N₂O 発生率

N₂O 発生率については、家畜種及び排せつ物管理区分ごとに採用値、上限値及び下限値が異なるため、家畜種ごと排せつ物管理区分ごとに評価を行うこととする。

排出係数の不確実性のデシジョンツリーに従い、専門家の判断及び GPG(2000) の標準値を採用する。専門家の判断に際しては、複数の測定データが文献に示されている場合には上限値及び下限値から不確実性評価を行う。また、測定データが1つだけ示されている場合には GPG(2000) 掲載の不確実性を採用する。

表 120 乳用牛の N₂O 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
Ftdy 火力乾燥(ふん)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
Fcmp 強制発酵(ふん)	0.05%	0.25%		0.20%	80.0%	
Fdep 堆積発酵等(ふん)	1.6%	2.40%	3.08%	0.77%	32.1%	
Finc 焼却(ふん)		0.1%			100.0%	GPG(N2O)より
Ucmp 強制発酵(尿)		2%			100.0%	GPG(N2O)より
Uwas 浄化(尿)	1.50%	5%		3.50%	70.0%	
Upit 貯留(尿)		0.10%			100.0%	GPG(N2O)より
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUcmp 強制発酵(ふん尿)		2%			100.0%	GPG(N2O)より
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	1.6%	2.40%	3.08%	0.77%	32.1%	
FUwas 浄化(ふん尿)	1.50%	5%		3.50%	70.0%	
FUpit 貯留(ふん尿)		0.10%			100.0%	GPG(N2O)より

表 121 肉用牛の N₂O 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
Ftdy 火力乾燥(ふん)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
Fcmp 強制発酵(ふん)	0.05%	0.25%		0.20%	80.0%	
Fdep 堆積発酵等(ふん)	1.5%	1.60%	1.59%	0.10%	6.3%	
Finc 焼却(ふん)		0.4%			100.0%	GPG(N2O)より
Ucmp 強制発酵(尿)		2%			100.0%	GPG(N2O)より
Uwas 浄化(尿)	1.50%	5%		3.50%	70.0%	
Upit 貯留(尿)		0.10%			100.0%	GPG(N2O)より
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	0.04%	0.25%		0.21%	84.0%	
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	1.5%	1.60%	1.59%	0.10%	6.3%	
FUwas 浄化(ふん尿)	1.50%	5%		3.50%	70.0%	
FUpit 貯留(ふん尿)		0.10%			100.0%	GPG(N2O)より

(オ) EF：排出係数

家畜排せつ物の管理に伴う N₂O 排出係数の不確実性は表 122に示す通り。

表 122 乳用牛の排せつ物の処理に伴う N₂O 排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _n	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ftdy 火力乾燥(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Fcmp 強制発酵(ふん)	15%	100%	100%	80%	163.2%
Fdep 堆積発酵等(ふん)	15%	100%	100%	32%	145.8%
Finc 焼却(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ucmp 強制発酵(尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Uwas 浄化(尿)	15%	100%	100%	70%	158.5%
Upit 貯留(尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	15%	100%	100%	32%	145.8%
FUwas 浄化(ふん尿)	15%	100%	100%	70%	158.5%
FUpit 貯留(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%

$$* U_{EF} = (U_{Ex}^2 + U_{corg}^2 + U_{RFO-RMMS}^2 + U_{Eforg}^2)^{1/2} \text{ に基づき算定}$$

表 123 肉用牛の排せつ物の処理に伴う N₂O 排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _n	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ftdy 火力乾燥(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Fcmp 強制発酵(ふん)	15%	100%	100%	80%	163.2%
Fdep 堆積発酵等(ふん)	15%	100%	100%	6%	142.4%
Finc 焼却(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ucmp 強制発酵(尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Uwas 浄化(尿)	15%	100%	100%	70%	158.5%
Upit 貯留(尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	15%	100%	100%	84%	165.2%
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	15%	100%	100%	6%	142.4%
FUwas 浄化(ふん尿)	15%	100%	100%	70%	158.5%
FUpit 貯留(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%

$$* U_{EF} = (U_{Ex}^2 + U_{corg}^2 + U_{RFO-RMMS}^2 + U_{Eforg}^2)^{1/2} \text{ に基づき算定}$$

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

2) 活動量

(i) 評価方針

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(ii) 評価結果

「牛(4B1)CH₄」と同様、乳用牛の不確実性を 10.7%、肉用牛の不確実性を 4.9%とする。

(iii) 評価方法の課題

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(b) 放牧

CH₄同様、放牧されている家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの N₂O 排出係数は、下式により算定を行っている。

$$E = D * EF_{ch4} * A$$

- E : 放牧家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの CH₄ 排出量
 D : 放牧期間
 EF_{n2o} : 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの N₂O 排出係数
 A : 放牧頭数

1) 排出係数

(i) 評価方針

放牧頭数以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【放牧家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの N₂O 排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{D * EF_{n2o}} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 } a : EF = D * EF_{n2o}$$

$$\text{式 } b : U_{EF} = \sqrt{U_D^2 + U_{EFn2o}^2}$$

牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物からの排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の6点が考えられる。

- ・放牧日数の地域間による差異
- ・放牧地における草の生産量及び品質
- ・気象条件
- ・放牧牛の日齢
- ・放牧地の土壌水分
- ・放牧地の土壌タイプ

(ii) 評価結果

(ア) D：放牧日数

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(イ) EFn2o：一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの N₂O 発生量

一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの N₂O 発生量は、モデルシミュレーションの値であり、実測データと仮定の数値から算出している。このため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従った不確実性評価を行うことは出来ない。

専門家の判断に基づき、月別の実測データと仮定の数値からシミュレーションによって算出した8つのデータの上限值、下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 124 一日に牛一頭が排せつする排せつ物からの N₂O 発生量の
上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [gN ₂ O-N/頭/日]	採用値 [gN ₂ O-N/頭/日]	上限 [gN ₂ O-N/頭/日]	差異* [gN ₂ O-N/頭/日]	不確実性 [%]
0.09	0.32	0.55	0.23	71.9

(ウ) EF：排出係数

放牧されている家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの N₂O 排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 125 放牧家畜によって土壌表面に直接排出された排せつ物からの
N₂O 排出係数の不確実性評価結果

	不確実性
U _D	100%
U _{EFn2o}	71.9%
U _{EF}	123.2%

* $U_{EF} = (U_D^2 + U_{EFn2o}^2)^{1/2}$ に基づき算定。

牛(乳用牛、肉用牛)(4B1)(N2O)

(iii) 評価方法の課題

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(c) 活動量

1) 評価方針

「牛(4B1)CH₄」と同様。

2) 評価結果

「牛(4B1)CH₄」と同様。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(d) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 126 排出量の不確実性評価算定結果

家畜種	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
乳用牛 (合成結果)	—	—	—	—	753 (Gg-CO ₂)	97%
乳用牛(厩舎)	— (g N ₂ O-N/g N) 0.32	—	— (g N)	9.2%	746 (Gg-CO ₂)	98%
乳用牛(放牧)	(gN ₂ O-N/ 頭/日)	123.2%	46,102,733 (頭・日)	50%	7 (Gg-CO ₂)	133%
肉用牛 (合成結果)	—	—	—	—	801 (Gg-CO ₂)	125%
肉用牛(厩舎)	— (g N ₂ O-N/g N) 0.32	—	— (g N)	2.2%	798 (Gg-CO ₂)	126%
肉用牛(放牧)	(gN ₂ O-N/ 頭/日)	123.2%	18,667,185 (頭・日)	50%	3 (Gg-CO ₂)	133%

今後の調査方針

「牛(4B1)CH₄」と同様。

(11) 水牛(4B2)(N₂O)

背景

水牛の排せつ物からは、排せつ物管理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

水牛が排せつする排せつ物から発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

水牛の排せつ物管理に伴う N₂O 排出については、特に大きな排出源ではなく、また我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000)のデシジョンツリーに従い、デフォルトの排出係数を用いて N₂O 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

水牛の排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 排せつ物管理区分ごとの水牛の排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)

EF : 排せつ物管理区分ごとの水牛の排出係数 (gN₂O-N/g N)

A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量 (g N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

水牛が排せつする排せつ物の窒素 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

(b) 設定方法

水牛の排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示され

水牛 (4B2)(N2O)

た「Asia & Far East (アジア及び極東)」のデフォルト値を採用した。水牛の排せつ物の管理に伴う N₂O 排出係数は表 127の通り。なお、1989～2005 年度において同一の数値を使用する。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における水牛の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 127 水牛の排せつ物の処理区分別 N₂O 排出係数

処理区分		排出係数 (kgN ₂ O-N/ kgN)
11. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0.1%
12. Liquid Systems	污水处理	0.1%
13. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	2.0%
14. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0.0%
14. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0.0%
14. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0.0%
14. Other d. Incineration	その他(焼却)	0.0%
14. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0.0%
14. Other f. Purification	その他(浄化)	0.0%
14. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	0.0%
14. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	2.0%
14. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	0.0%
14. Other j. Other system	その他(その他処理)	0.5%

(d) 出典

表 128 排出係数の出典

データ	出典
家畜排せつ物の管理(水牛)	1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3、page 4.121、Table B-1

(e) 排出係数の課題

我が国独自の排出係数を実測等により設定するか検討する必要がある。

活動量

(a) 定義

水牛の排せつ物から排出される窒素量。

(b) 活動量の把握方法

水牛の飼養頭数に水牛 1 頭あたりの排せつ物中の窒素量を乗じ総窒素量を算出し、その総窒

素量に排せつ物管理区分ごとの割合を掛け合わせ、排出処理区分ごとの窒素量を算出する。排せつ物管理区分別割合は、1996年改訂IPCCガイドラインのデフォルト値を使用した。

表 129 水牛の排せつ物中の窒素量

値	単位
40	kgN/頭

表 130 排せつ物管理区分割合

処理区分		処理区分割合
11. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0%
12. Liquid Systems	污水处理	0%
13. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	14%
14. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0%
14. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0%
14. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0%
14. Other d. Incineration	その他(焼却)	0%
14. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0%
14. Other f. Purification	その他(浄化)	0%
14. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	16%
14. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	29%
14. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	40%
14. Other j. Other system	その他(その他処理)	0%

(c) 活動量の推移

表 131 排せつ物管理区分ごとの窒素量

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.0100	0.0082	0.0075	0.0064	0.0058	0.0049	0.0049	0.0046	0.0042
固形貯留及び乾燥	0.0014	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006
その他(逐次散布)	0.0016	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
その他(放牧地/牧野/牧区)	0.0029	0.0024	0.0022	0.0019	0.0017	0.0014	0.0014	0.0014	0.0012
その他(燃料利用)	0.0040	0.0033	0.0030	0.0026	0.0024	0.0020	0.0020	0.0019	0.0017

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	0.0043	0.0038	0.0040	0.0041	0.0035	0.0038	0.0032	0.0033
固形貯留及び乾燥	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
その他(逐次散布)	0.0007	0.0006	0.0006	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005
その他(放牧地/牧野/牧区)	0.0013	0.0011	0.0012	0.0012	0.0010	0.0011	0.0009	0.0010
その他(燃料利用)	0.0017	0.0016	0.0016	0.0017	0.0014	0.0015	0.0013	0.0013

水牛 (4B2)(N2O)

(d) 出典

水牛の頭数については「水牛(4A2)CH₄」と同様。その他については以下の通り。

表 132 水牛の排せつ物中の窒素量及び排せつ物管理区分別割合の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	水牛の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合(水牛)

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1989～2005年度における水牛からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量は以下の通り。

表 133 水牛からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.00012	0.00010	0.00009	0.00008	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006
13 固形貯留及び乾燥	0.00004	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.00008	0.00007	0.00006	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.00006	0.00006	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
13 固形貯留及び乾燥	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003

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

水牛の家畜排せつ物管理に伴う N₂O の排出係数は、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されている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うと GPG(2000) に示された当該排出源もしくは類似排出源の不確実性の標準値を用いることとされているため、GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用する。

なお、N₂O 排出係数の不確実性の要因として以下の点が考えられる。

- ・生産ステージによる排出特性の差異

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。水牛の家畜排せつ物管理に伴う N₂O の排出係数の不確実性は、100%である。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「水牛(4B2)CH₄」と同様。

2) 評価結果

水牛の家畜排せつ物の管理に伴う N₂O 排出の活動量の不確実性は、0.67%である。

3) 評価方法の課題

「水牛(4B2)CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 134 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
— (gN ₂ O-N/g N)	100%	— (g N)	0.67%	0.01 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(12) めん羊(4B3)(N₂O)

背景

めん羊の排せつ物からは、排せつ物管理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。

めん羊 (4B3)(N2O)

算定方法

(a) 算定の対象

めん羊が排せつする排せつ物から発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

めん羊の排せつ物管理に伴う N₂O 排出については、我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、デフォルトの排出係数を用いて N₂O 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

めん羊の排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 排せつ物管理区分ごとのめん羊の排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)

EF : 排せつ物管理区分ごとのめん羊の排出係数 (gN₂O-N/g N)

A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量 (g N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

めん羊が排せつする窒素 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

(b) 設定方法

めん羊の排せつ物管理に伴う N₂O 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「Asia & Far East (アジア及び極東)」のデフォルト値を採用した。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度におけるめん羊の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 135 めん羊の排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数 (1989～2005 年度)

処理区分		排出係数 (kgN ₂ O-N/ kgN)
11. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0.1%
12. Liquid Systems	污水处理	0.1%
13. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	2.0%
14. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0.0%
14. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0.0%
14. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0.0%
14. Other d. Incineration	その他(焼却)	0.0%
14. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0.0%
14. Other f. Purification	その他(浄化)	0.0%
14. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	0.0%
14. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	2.0%
14. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	0.0%
14. Other j. Other system	その他(その他処理)	0.5%

(d) 出典

「水牛(4B2) N₂O」と同様。

(e) 排出係数の課題

「水牛(4B2) N₂O」と同様。

活動量

(a) 定義

めん羊1頭の排せつ物から排出される窒素量。

(b) 活動量の把握方法

めん羊の飼養頭数に水牛1頭あたりの排せつ物中の窒素量を乗じ総窒素量を算出し、その総窒素量に排せつ物管理区分ごとの割合を掛け合わせ、排出処理区分ごとの窒素量を算出する。排せつ物管理区分別割合は、1996年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用した。

表 136 めん羊の排せつ物中の窒素量

値	単位
12	kgN/頭

表 137 排せつ物管理区分割合

処理区分		処理区分割合
11. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0%
12. Liquid Systems	汚水処理	0%
13. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	0%
14. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0%
14. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0%
14. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0%
14. Other d. Incineration	その他(焼却)	0%
14. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0%
14. Other f. Purification	その他(浄化)	0%
14. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	0%
14. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	83%
14. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	0%
14. Other j. Other system	その他(その他処理)	17%

(c) 活動量の推移

表 138 排せつ物管理区分ごとの窒素量

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	NO								
13 固形貯留及び乾燥	NO								
14 g その他(逐次散布)	NO								
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
14 I その他(燃料利用)	NO								
14 j その他(その他)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.04	0.03

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	NO							
14 g その他(逐次散布)	NO							
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 I その他(燃料利用)	NO							
14 j その他(その他)	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

(d) 出典

めん羊の頭数については「めん羊(4B3)CH₄」と同様。その他は以下の通り。

表 139 めん羊の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合の典拠

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	めん羊の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合(めん羊)

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1989～2005年度におけるめん羊からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量は以下の通り。

表 140 めん羊からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.010	0.010	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	NO							
14 g その他(逐次散布)	NO							
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005
14 I その他(燃料利用)	NO							
14 j その他(その他)	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	NO						
13 固形貯留及び乾燥	NO						
14 g その他(逐次散布)	NO						
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
14 I その他(燃料利用)	NO						
14 j その他(その他)	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002

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

「水牛(4B2) N₂O」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。めん羊の家畜排せつ物管理に伴う N₂O の排出係数の不確実性は、100%である。

山羊 (4B4)(N₂O)

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「めん羊 (4B3) CH₄」と同様とする。

2) 評価結果

めん羊の家畜排せつ物の処理に伴う N₂O 排出の活動量の不確実性は、不確実性は 0.67% である。

3) 評価方法の課題

「めん羊 (4B3) CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 141 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
— (gN ₂ O-N/g N)	100%	— (g N)	0.67%	1 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(13) 山羊 (4B4)(N₂O)

背景

山羊の排せつ物からは、排せつ物管理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

山羊が排せつする排せつ物から発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

山羊の排せつ物管理に伴う N₂O 排出については、我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、デフォルトの排出係数を用いて N₂O 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

山羊の排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 排せつ物管理区分ごとの山羊の排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)

EF : 排せつ物管理区分ごとの山羊の排出係数 (gN₂O-N/g N)

A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量 (g N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

山羊が排せつする窒素 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

(b) 設定方法

山羊の排せつ物管理に伴う N₂O 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「Asia & Far East (アジア及び極東)」のデフォルト値を採用した。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における山羊の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 142 山羊の排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数 (1989 ~ 2005 年度)

処理区分		排出係数 (kgN ₂ O-N/ kgN)
10. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0.1%
11. Liquid Systems	污水处理	0.1%
12. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	2.0%
13. Other a. Thermal Drying	その他 (火力乾燥)	0.0%
13. Other b. Compsting	その他 (強制発酵)	0.0%
13. Other c. Piling	その他 (堆積発酵)	0.0%
13. Other d. Incineration	その他 (焼却)	0.0%
13. Other e. Liquid Compsting	その他 (強制発酵[液状])	0.0%
13. Other f. Purification	その他 (浄化)	0.0%
13. Other g. Daily Spread	その他 (逐次散布)	0.0%
13. Other h. Pasture Range and Paddock	その他 (放牧地/牧野/牧区)	2.0%
13. Other i. Used Fuel	その他 (燃料利用)	0.0%
13. Other j. Other system	その他 (その他処理)	0.5%

(d) 出典

「水牛 (4B2) N₂O」と同様。

(e) 排出係数の課題

「水牛 (4B2) N₂O」と同様。

活動量

(a) 定義

山羊の排せつ物から排出される窒素量。

(b) 活動量の把握方法

山羊の飼養頭数に水牛 1 頭あたりの排せつ物中の窒素量を乗じ総窒素量を算出し、その総窒素量に排せつ物管理区分ごとの割合を掛け合わせ、排出处理区分ごとの窒素量を算出する。排せつ物管理区分別割合は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用した。

表 143 山羊の排せつ物中の窒素量

値	単位
40	kgN/頭

表 144 排せつ物管理区分割合

処理区分		処理区分割合
10. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0%
11. Liquid Systems	汚水処理	0%
12. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	0%
13. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0%
13. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0%
13. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0%
13. Other d. Incineration	その他(焼却)	0%
13. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0%
13. Other f. Purification	その他(浄化)	0%
13. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	0%
13. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	95%
13. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	0%
13. Other j. Other system	その他(その他処理)	5%

(c) 活動量の推移

表 145 排せつ物管理区分ごとの窒素量

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.1
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	NO								
13 固形貯留及び乾燥	NO								
14 g その他(逐次散布)	NO								
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
14 i その他(燃料利用)	NO								
14 j その他(その他)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	NO							
14 g その他(逐次散布)	NO							
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
14 i その他(燃料利用)	NO							
14 j その他(その他)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

(d) 出典

山羊の頭数については「山羊(4B4)CH₄」と同様。その他については以下の通り。

表 146 山羊の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	山羊の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合(山羊)

山羊(4B4)(N₂O)

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1989～2005年度における山羊からの排せつ物管理に伴うN₂O排出量は以下の通り。

表 147 山羊からの排せつ物管理に伴うN₂O排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.043	0.043	0.043	0.040	0.038	0.036	0.035	0.035
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	NO							
14 g その他(逐次散布)	NO							
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.043	0.042	0.042	0.040	0.038	0.036	0.035	0.034
14 I その他(燃料利用)	NO							
14 j その他(その他)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.037	0.039	0.042	0.042	0.042	0.042	0.041
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	NO						
13 固形貯留及び乾燥	NO						
14 g その他(逐次散布)	NO						
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.036	0.039	0.041	0.042	0.041	0.041	0.041
14 I その他(燃料利用)	NO						
14 j その他(その他)	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

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

「水牛(4B2)N₂O」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。山羊の家畜排せつ物管理に伴うN₂Oの排出係数の不確実性は、100%である。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「山羊(4B4) CH₄」と同様。

2) 評価結果

山羊の家畜排せつ物の処理に伴う N₂O 排出の活動量の不確実性は、0.67%である。

3) 評価方法の課題

「山羊(4B4) CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 148 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
— (gN ₂ O-N/g N)	100%	— (g N)	0.67%	13 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(14) ラクダ・ラマ(4B5) N₂O

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」として報告する。

(15) 馬(4B6)(N₂O)

背景

馬の排せつ物からは、排せつ物管理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

馬が排せつする排せつ物から発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

馬の排せつ物管理に伴う N₂O 排出については、我が国独自の排出係数データが存在しないことから、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、デフォルトの排出係数を用いて N₂O 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

馬の排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 排せつ物管理区分ごとの馬の排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)

EF : 排せつ物管理区分ごとの馬の排出係数 (gN₂O-N/g N)

A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量 (g N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

馬が排せつする窒素 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

(b) 設定方法

馬の排せつ物管理に伴う N₂O 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「Asia & Far East (アジア及び極東)」のデフォルト値を採用した。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における馬の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 149 馬の排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数 (1989～2005 年度)

処理区分		排出係数 (kgN ₂ O-N/ kgN)
10. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0.1%
11. Liquid Systems	污水处理	0.1%
12. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	2.0%
13. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0.0%
13. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0.0%
13. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0.0%
13. Other d. Incineration	その他(焼却)	0.0%
13. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0.0%
13. Other f. Purification	その他(浄化)	0.0%
13. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	0.0%
13. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	2.0%
13. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	0.0%
13. Other j. Other system	その他(その他処理)	0.5%

(d) 出典

「水牛(4B2) N₂O」と同様。

(e) 排出係数の課題

「水牛(4B2) N₂O」と同様。

活動量

(a) 定義

馬 1 頭の排せつ物から排出される窒素量。

(b) 活動量の把握方法

馬の飼養頭数に水牛 1 頭あたりの排せつ物中の窒素量を乗じ総窒素量を算出し、その総窒素量に排せつ物管理区分ごとの割合を掛け合わせ、排出処理区分ごとの窒素量を算出する。排せつ物管理区分別割合は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値を使用した。

表 150 馬の排せつ物中の窒素量

値	単位
40	kgN/頭

表 151 排せつ物管理区分割合

処理区分		処理区分割合
10. Anaerobic Lagoons	嫌気性ラグーン	0%
11. Liquid Systems	汚水処理	0%
12. Solid Storage and Dry Lot	固形貯留及び乾燥	0%
13. Other a. Thermal Drying	その他(火力乾燥)	0%
13. Other b. Compsting	その他(強制発酵)	0%
13. Other c. Piling	その他(堆積発酵)	0%
13. Other d. Incineration	その他(焼却)	0%
13. Other e. Liquid Compsting	その他(強制発酵[液状])	0%
13. Other f. Purification	その他(浄化)	0%
13. Other g. Daily Spread	その他(逐次散布)	0%
13. Other h. Pasture Range and Paddock	その他(放牧地/牧野/牧区)	95%
13. Other i. Used Fuel	その他(燃料利用)	0%
13. Other j. Other system	その他(その他処理)	5%

(c) 活動量の推移

表 152 排せつ物管理区分ごとの窒素量

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.89	0.92	0.97	1.03	1.07	1.12	1.16	1.04	1.08
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	NO								
13 固形貯留及び乾燥	NO								
14 g その他(逐次散布)	NO								
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.84	0.88	0.92	0.98	1.01	1.06	1.10	0.99	1.03
14 i その他(燃料利用)	NO								
14 j その他(その他)	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	1.04	1.00	1.00	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	NO							
14 g その他(逐次散布)	NO							
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.99	0.95	0.95	0.80	0.95	0.95	0.95	0.95
14 i その他(燃料利用)	NO							
14 j その他(その他)	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05

(d) 出典

馬の頭数については「馬(4B6)CH₄」と同様。その他については以下の通り。

表 153 馬の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	馬の排せつ物中の窒素量、排せつ物管理区分別割合(馬)

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1989～2005年度における馬からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量は以下の通り。

表 154 馬からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.028	0.030	0.031	0.032	0.034	0.033	0.033	0.032
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	NO							
14 g その他(逐次散布)	NO							
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.028	0.029	0.031	0.032	0.033	0.033	0.033	0.031
14 I その他(燃料利用)	NO							
14 j その他(その他)	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.031	0.031	0.029	0.029	0.029	0.030	0.030
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	NO						
13 固形貯留及び乾燥	NO						
14 g その他(逐次散布)	NO						
14 h その他(放牧地/牧野/牧区)	0.031	0.030	0.028	0.028	0.028	0.030	0.030
14 I その他(燃料利用)	NO						
14 j その他(その他)	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004

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

「水牛(4B2) N₂O」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。馬の家畜排せつ物管理に伴う N₂O の排出係数の不確実性は、100%である。

ロバ・ラバ(4B7) N₂O

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「馬(4B6) CH₄」と同様。

2) 評価結果

馬の家畜排せつ物の処理に伴う N₂O 排出の活動量の不確実性は、不確実性は 0.67% である。

3) 評価方法の課題

「馬(4B6) CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 155 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
— (gN ₂ O-N/g N)	100%	— (g N)	0.67%	9 (Gg-CO ₂)	100%

今後の調査方針

我が国独自の排出係数を設定する必要があるか検討する必要がある。

(16) ロバ・ラバ(4B7) N₂O

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」として報告する。

(17) 豚(4B8)(N₂O)

背景

豚の排せつ物からは、排せつ物管理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

豚が排せつする排せつ物から発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

我が国の排せつ物排せつ量、排せつ物中の有機物含有率、処理方法の区分の割合、処理方法の区分別排出係数などの独自のデータ、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドライン・GPG (2000) 掲載のデフォルトの排出係数を使用して、デシジョンツリーに従い算定を行った。

(c) 算定式

豚の排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 排せつ物管理区分ごとの豚の排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)

EF : 排せつ物管理区分ごとの豚の排出係数 (gN₂O-N/g N)

A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量 (g N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

豚が排せつする排せつ物 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

(b) 設定方法

豚の家畜排せつ物の管理に伴う N₂O の排出係数については、我が国における研究成果に基づき、排せつ物管理区分別に設定した値、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドライン・GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における豚の排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 156 豚の排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数 (1989~2005 年度)

排せつ物分離状況		排せつ物管理区分	N ₂ O 排出係数 [g N ₂ O-N/g N]	
ふん尿分離処理	ふん	天日乾燥	2.0	%
		火力乾燥	2.0	%
		強制発酵	0.25	%
		堆積発酵	2.50	%
		焼却	0.1	%
	尿	強制発酵	2.0	%
		浄化	5	%
		貯留	0.10	%
ふん尿混合処理		天日乾燥	2.0	%
		火力乾燥	2.0	%
		強制発酵	2.0	%
		堆積発酵	2.50	%
		浄化	5	%
		貯留	0.10	%

(d) 出典

表 157 N₂O 排出係数の出典

処理区分		修正後の排出係数
11	Liquid Systems (貯留・尿)	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
12	Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
13 Other	13a. Thermal Drying (火力乾燥)	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
	13b. Composting (強制発酵・ふん)	Takeshi Osada, Kazutaka Kuroda, Michihiro Yonaga(2000):Determination of nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from a swine waste composting process, J Mater Cycles Waste Manag(2000) 2,51-56
	13c. Piling (堆積発酵)	Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	13d. Incineration (焼却)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	13e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG (2000)
	13f. Purification (浄化)	Takashi Osada (2003) : Nitrous Oxide Emission from Purification of Liquid Portion of Swine Wastewater, Greenhouse Gas Control Technologies, J. Gale and Y. Kaya (Eds.)

(e) 排出係数の課題

「牛(4B10) N₂O」と同様。

活動量

(a) 定義

豚の排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素量。

(b) 活動量の把握方法

豚から排せつされる年間窒素量は、飼養頭数に一頭当たりの排せつ物排せつ量及び排せつ物中の窒素含有率を乗じることによってまず総量を算定する。その総量に、排せつ物分離処理の割合及び各排せつ物管理区分の割合を乗じ、各排せつ物管理区分に窒素量を割り振った。活動量の算定方法を以下に示す。豚の飼養頭数、排せつ物排せつ量、排せつ物分離・混合処理の割合、排せつ物管理区分の割合は「豚(4B8) CH₄」と同様。豚の排せつ物中の窒素含有率は表 158に示す。

$$A = A' * Ex * Corg * RFO * RMMS$$

- A : 排せつされる排せつ物管理区分ごとの窒素の量 [t]
- A' : 豚の飼養頭数 [頭]
- Ex : 排せつ物の排せつ量 [t/頭/年]
- Corg : 排せつ物中の窒素含有率
- RFO : 排せつ物分離処理の割合
- RMMS : 各排せつ物管理区分の割合

表 158 豚の排せつ物中の窒素含有率

家畜種	窒素含有率	
	ふん	尿
豚	1.0%	0.5%

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度における豚から排せつされる窒素量は以下の通り。

表 159 豚から排せつされる窒素量の推移

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	184	177	171	168	165	160	154	153	154
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	41	39	38	37	36	35	34	34	34
13 固形貯留及び乾燥	8	8	7	7	7	7	7	7	7
14 a その他(火力乾燥)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14 b その他(強制発酵)	41	40	38	38	37	36	35	34	35
14 c その他(堆積発酵)	31	30	29	28	28	27	26	26	26
14 d その他(焼却)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14 e その他(強制発酵[液状])	22	21	21	20	20	19	19	18	19
14 f その他(浄化)	40	38	37	37	36	35	34	33	34

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	154	153	152	150	151	151	151	150
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	34	34	34	33	33	33	33	33
13 固形貯留及び乾燥	7	7	7	7	7	7	7	7
14 a その他(火力乾燥)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14 b その他(強制発酵)	35	34	34	34	34	34	34	34
14 c その他(堆積発酵)	26	26	26	25	25	25	25	25
14 d その他(焼却)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
14 e その他(強制発酵[液状])	19	18	18	18	18	18	18	18
14 f その他(浄化)	33	33	33	33	33	33	33	33

豚(4B8)(N2O)

(d) 出典

「豚(4B8)CH₄」と同様。

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1990～2004年度における豚からの排せつ物管理に伴うN₂O排出量は以下の通り。

表 160 豚からの排せつ物管理に伴うN₂O排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	5.3	5.2	5.1	5.0	4.8	4.7	4.6	4.6
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
13 固形貯留及び乾燥	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
14 a その他(火力乾燥)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14 b その他(強制発酵)	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 c その他(堆積発酵)	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
14 d その他(焼却)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
14 e その他(強制発酵[液状])	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
14 f その他(浄化)	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	4.6	4.6	4.6	4.6	4.5	4.6	4.5
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13 固形貯留及び乾燥	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
14 a その他(火力乾燥)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14 b その他(強制発酵)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14 c その他(堆積発酵)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14 d その他(焼却)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
14 e その他(強制発酵[液状])	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
14 f その他(浄化)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6

その他特記事項

「豚(4B8)CH₄」及び「牛(4B1)N₂O」と同様。

确实性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

「牛(4B1)」と同様。

2) 評価結果

評価結果は以下の通り。

表 161 豚の N₂O 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥(ふん)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
Ftdy 火力乾燥(ふん)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
Fcmp 強制発酵(ふん)	0.05%	0.25%		0.20%	80.0%	
Fdep 堆積発酵等(ふん)	1.23%	2.50%	3.72%	1.27%	50.8%	
Finc 焼却(ふん)		0.1%			100.0%	GPG(N2O)より
Ucmp 強制発酵(尿)		2%			100.0%	GPG(N2O)より
Uwas 浄化(尿)	1.50%	5%		3.50%	70.0%	
Upit 貯留(尿)		0.10%			100.0%	GPG(N2O)より
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUcmp 強制発酵(ふん尿)		2.0%			100.0%	GPG(N2O)より
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	1.23%	2.50%	3.72%	1.27%	50.8%	
FUwas 浄化(ふん尿)	1.50%	5%		3.50%	70.0%	
FUpit 貯留(ふん尿)		0.10%			100.0%	GPG(N2O)より

表 162 豚の排出係数の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _n	U _{RFO-RMMS}	U _{EforG}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ftdy 火力乾燥(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Fcmp 強制発酵(ふん)	15%	100%	100%	80%	163.2%
Fdep 堆積発酵等(ふん)	15%	100%	100%	51%	151.0%
Finc 焼却(ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ucmp 強制発酵(尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Uwas 浄化(尿)	15%	100%	100%	70%	158.5%
Upit 貯留(尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUsdy 天日乾燥(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUtdy 火力乾燥(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUcmp 強制発酵(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%
FUdep 堆積発酵(ふん尿)	15%	100%	100%	51%	151.0%
FUwas 浄化(ふん尿)	15%	100%	100%	70%	158.5%
FUpit 貯留(ふん尿)	15%	100%	100%	100%	173.9%

3) 評価方法の課題

特に無し。

家禽類(採卵鶏、ブロイラー)(4B9)(N₂O)

(b) 活動量

1) 評価方針

「豚(4A8)CH₄」と同様。

2) 評価結果

「豚(4A8)CH₄」と同様、不確実性は0.41%である。

3) 評価方法の課題

「豚(4A8)CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 163 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
— (gN ₂ O-N/g N)	—	— (g N)	0.41%	1,410(Gg-CO ₂)	75%

今後の調査方針

特に無し。

(18) 家禽類(採卵鶏、ブロイラー)(4B9)(N₂O)

背景

家禽類の排せつ物からは、排せつ物処理過程において、主に微生物の作用により N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

採卵鶏、ブロイラーの排せつ物から発生する N₂O の量。なお、採卵鶏、ブロイラーの排せつ物はふんと尿が混ざったものである。

(b) 算定方法の選択

我が国の処理方法の区分の割合などの独自のデータ、及び1996年改訂 IPCC ガイドライン・GPG(2000)掲載のデフォルト値を使用し、デシジョンツリーに従い算定を行った。

(c) 算定式

家畜種(採卵鶏、ブロイラー)ごとの排せつ物管理区分ごとに、排せつ物中に含まれる窒素量に排せつ物管理区分ごとの排出係数を乗じて、N₂O 排出量の算定を行う。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 排せつ物管理区分ごとの採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理に伴う N₂O の排出量 (gN₂O)
- EF : 排せつ物管理区分ごとの採卵鶏、ブロイラーの排出係数 (gN₂O-N/g N)
- A : 排せつ物管理区分ごとの排せつ物中に含まれる窒素 (g N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

採卵鶏、ブロイラーが排せつする排せつ物 1 g から発生する N₂O 中の窒素の量。

(b) 設定方法

採卵鶏、ブロイラーの家畜排せつ物の管理に伴う N₂O の排出係数については、我が国における研究成果に基づき、排せつ物管理区分別に設定した値、及び 1996 年改訂 IPCC ガイドラインと GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理区分ごとの排出係数は以下の通り。

表 164 採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数 (1989～2005 年度)

排せつ物分離状況	排せつ物管理区分	N ₂ O 排出係数 [g N ₂ O-N/g N]
ふん	天日乾燥	2.0 %
	火力乾燥	2.0 %
	強制発酵	0.25 %
	堆積発酵	2.0 %
	焼却	0.1 %

(d) 出典

表 165 N₂O 排出係数の出典

処理区分		修正後の排出係数
11	Liquid Systems (貯留・尿)	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
12	Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
13 Other	13a. Thermal Drying (火力乾燥)	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000)
	13b. Composting (強制発酵・ふん)	Takeshi Osada, Kazutaka Kuroda, Michihiro Yonaga(2000): Determination of nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from a swine waste composting process, J Mater Cycles Waste Manag(2000) 2,51-56
	13c. Piling (堆積発酵)	GPG(2000)
	13d. Incineration (焼却)	(社)畜産技術協会(平成14年3月)「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	13e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG (2000)
	13f. Purification (浄化)	Takashi Osada (2003) : Nitrous Oxide Emission from Purification of Liquid Portion of Swine Wastewater, Greenhouse Gas Control Technologies, J.Gale and Y.Kaya(Eds.)

(e) 排出係数の課題

天日乾燥と堆積発酵の排出係数については、我が国独自の N₂O 観測データが得られ、それを使用して排出係数を設定することが出来るが、デフォルト値との差異が非常に大きく(100 倍程度)その乖離を定量的に説明できるデータが十分ではないため、デフォルト値を使用している。我が国独自のデータとデフォルト値との差異が定量的に説明できるようになった場合には、我が国独自係数を採用することについて検討する。

活動量

(a) 定義

採卵鶏、ブロイラーから排せつされる窒素量。

(b) 活動量の把握方法

採卵鶏、ブロイラーから排せつされる年間窒素量は、飼養頭数に一頭当たりの排せつ物排せつ量及び排せつ物中の窒素含有率を乗じることによってまず総量を算定する。その総量に、各排せつ物管理区分の割合を乗じ、各排せつ物管理区分に窒素量を割り振った。活動量の算定方法を以下に示す。採卵鶏、ブロイラーの飼養頭数、及び排せつ物管理区分の割合は「家禽類(4B9)CH₄」と同様。

$$A = A' \cdot Ex \cdot Corg \cdot RMMS$$

- A : 排せつされる排せつ物管理区分ごとの窒素の量 [t]
 A' : 鶏の飼養頭数 [頭]
 Ex : 排せつ物の排せつ量 [t/頭/年]
 Corg : 排せつ物中の窒素含有率
 RMMS : 各排せつ物管理区分の割合

表 166 年間排せつ物量

家畜種	年間排せつ物量 (t/羽/年)
採卵鶏	0.0441
ブロイラー	0.0474

表 167 家畜種ごとの排せつ物中の窒素含有率

家畜種	窒素含有率
	排せつ物
採卵鶏、 ブロイラー	2.0%

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度における採卵鶏、ブロイラーから排せつされる窒素量は以下の通り。

表 168 採卵鶏から排せつされる窒素量の推移

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	165	167	174	175	173	171	168	170	169
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	NO								
13 固形貯留及び乾燥	50	50	52	53	52	51	50	51	51
14 a その他(火力乾燥)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
14 b その他(強制発酵)	69	70	73	74	73	72	71	72	71
14 c その他(堆積発酵)	38	38	40	40	40	39	39	39	39
14 d その他(焼却)	3	3	3	4	3	3	3	3	3
14 e その他(強制発酵[液状])	NO								
14 f その他(浄化)	NO								

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	167	165	164	160	159	158	158	156
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	50	50	49	48	48	47	47	47
14 a その他(火力乾燥)	5	5	5	5	5	5	5	5
14 b その他(強制発酵)	70	69	69	67	67	66	66	66
14 c その他(堆積発酵)	38	38	38	37	37	36	36	36
14 d その他(焼却)	3	3	3	3	3	3	3	3
14 e その他(強制発酵[液状])	NO							
14 f その他(浄化)	NO							

表 169 ブロイラーから排せつされる窒素量の推移

窒素量 [Gg]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	143	135	130	128	121	114	112	108	106
11 嫌気性ラグーン	NO								
12 汚水処理	NO								
13 固形貯留及び乾燥	21	20	20	19	18	17	17	16	16
14 a その他(火力乾燥)	NO								
14 b その他(強制発酵)	7	7	7	7	6	6	6	6	5
14 c その他(堆積発酵)	96	91	87	86	81	76	75	73	71
14 d その他(焼却)	19	18	17	17	16	15	15	14	14
14 e その他(強制発酵[液状])	NO								
14 f その他(浄化)	NO								

窒素量 [Gg]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	102	103	101	100	98	100	97	99
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	15	15	15	15	15	15	15	15
14 a その他(火力乾燥)	NO							
14 b その他(強制発酵)	5	5	5	5	5	5	5	5
14 c その他(堆積発酵)	68	69	67	67	66	67	65	66
14 d その他(焼却)	13	13	13	13	13	13	13	13
14 e その他(強制発酵[液状])	NO							
14 f その他(浄化)	NO							

(d) 出典

年間排せつ物量以外は「家禽類(4B9)CH₄」と同様。年間排せつ物量は以下の通り。

表 170 排せつ物の排せつ量の出典

資料名	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」
発行日	平成 14 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 13 年度
対象データ	排せつ物の排せつ量

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量の推移

1990～2004 年度における採卵鶏、ブロイラーからの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量は以下の通り。

表 171 採卵鶏からの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	3.3	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
14 a その他(火力乾燥)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
14 b その他(強制発酵)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
14 c その他(堆積発酵)	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
14 d その他(焼却)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
14 e その他(強制発酵[液状])	NO							
14 f その他(浄化)	NO							

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	NO						
13 固形貯留及び乾燥	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
14 a その他(火力乾燥)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
14 b その他(強制発酵)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
14 c その他(堆積発酵)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
14 d その他(焼却)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
14 e その他(強制発酵[液状])	NO						
14 f その他(浄化)	NO						

表 172 ブロイラーからの排せつ物管理に伴う N₂O 排出量の推計結果

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	3.6	3.4	3.3	3.2	3.0	2.9	2.8	2.8
11 嫌気性ラグーン	NO							
12 汚水処理	NO							
13 固形貯留及び乾燥	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
14 a その他(火力乾燥)	NO							
14 b その他(強制発酵)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 c その他(堆積発酵)	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2
14 d その他(焼却)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 e その他(強制発酵[液状])	NO							
14 f その他(浄化)	NO							

N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
11 嫌気性ラグーン	NO						
12 汚水処理	NO						
13 固形貯留及び乾燥	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
14 a その他(火力乾燥)	NO						
14 b その他(強制発酵)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 c その他(堆積発酵)	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
14 d その他(焼却)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14 e その他(強制発酵[液状])	NO						
14 f その他(浄化)	NO						

その他特記事項

「家禽類(4B9) CH₄」及び「牛(4B1) N₂O」と同様。

また、現在、「4D2 間接排出」における家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量は、家畜排せつ物中の窒素量から大気中に気体として揮発する量及び完全に窒素分が消失する「焼却」、「浄化」処理を行う量を除いた量を使用している。しかし、廃棄物として埋立処分される分については考慮されていないため、廃棄物として埋立処分される分についても、家畜排せつ物に含まれる全窒素量から差し引く必要がある。よって、以下のように、家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量を算出する。なお、水牛、めん羊、山羊、馬については、排せつ物の量が極少量で加えて我が国でどのように管理されているか詳細が不明であるため、対象から除く。

(a) 農用地に施用される家畜排せつ物由来肥料中の窒素量：算定方法

家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量は、厩舎分の家畜排せつ物を対象に、排せつ物に含まれる全窒素量から、「直接最終処分」される排せつ物に含まれる窒素量、N₂Oとして大気中に揮発した窒素量、NH₃やNO_xとして大気中に揮発した窒素量、及び「焼却」・「浄化」処理された窒素量を除いた窒素量とする。

$$N_D = N_{all} - N_{N2O} - N_{NH3+NOx} - N_{inc+waa} - N_{waste}$$

- N_D : 農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量 (kg N)
- N_{all} : 家畜から排せつされた窒素総量 (厩舎分) (kg N)
- N_{N2O} : 家畜排せつ物から N₂Oとして大気中に揮発した窒素量 (厩舎分) (kg N)
- N_{NH3+NOx} : 家畜排せつ物から NH₃やNO_xとして揮発した窒素量 (厩舎分) (kg NH₃-N+NO_x-N)
- N_{inc+waa} : 「焼却」及び「浄化」処理された窒素量 (厩舎分) (kg N)
- N_{waste} : 「直接最終処分」される家畜排せつ物に含まれる窒素量 (kg N)

1) 廃棄物として埋立処分される家畜排せつ物中の窒素量

廃棄物として埋立てられる家畜排せつ物中の窒素量は、廃棄物として埋立てられる家畜排せつ物に、排せつ物の窒素含有率を乗じて算出する。

廃棄物として埋立てられ最終処分される家畜排せつ物は、何らかの処理がされた後に埋め立てられる分 (以後、「処理後最終処分」と、特に何の処理も施されずにそのまま直接的に埋め立てられる分 (以後、「直接最終処分」) に分かれる。表 173に両方の処理方法に該当する家畜排せつ物の量を示す。

表 173 最終処分 (埋立) される家畜排せつ物の量 (湿重量)

[千湿t/年]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
直接最終処分	1212	1373	1341	1309	1276	1244	1212	1180	1147
処理後最終処分	39	44	43	42	41	40	39	38	37
合計	1251	1417	1384	1351	1317	1284	1251	1218	1184

[千湿t/年]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
直接最終処分	1115	460	1131	1116	1583	1902	1902	1902
処理後最終処分	36	45	36	35	35	7	7	7
合計	1151	505	1167	1151	1618	1909	1909	1909

表 174 データの出典

データ	出典
最終処分 (埋立) される家畜排せつ物の量	廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環的利用量実態調査報告書

「直接最終処分」される家畜排せつ物は、家畜から排せつされた後、一時的に特に処理を施さずにそのままの状態での貯められ、その後埋立処分されることになる。この排せつと埋立処分の間の期間については、ふんと尿が混合の状態での貯め置かれている状態になるため、既存の処理区分では「ふん尿混合」の「貯留」の状態が最も近いものと考えられる。よって、各家畜について、図 5のように、「ふん尿混合」の「貯留」処理される排せつ物の一部が「直接最終処分」されることとする (採卵鶏、ブロイラーについては貯留が存在しないため「堆積発酵」と同様の状態と

する)。

また、「処理後最終処分」される家畜排せつ物量については極少量であり、かつどの処理区分で処理されているか不明であるため、「直接最終処分」に加えることとする。この「貯留」(一部は「堆積発酵」)処理された後に、農用地へ施用される分と廃棄物として埋立てられる分に分かれることとする。

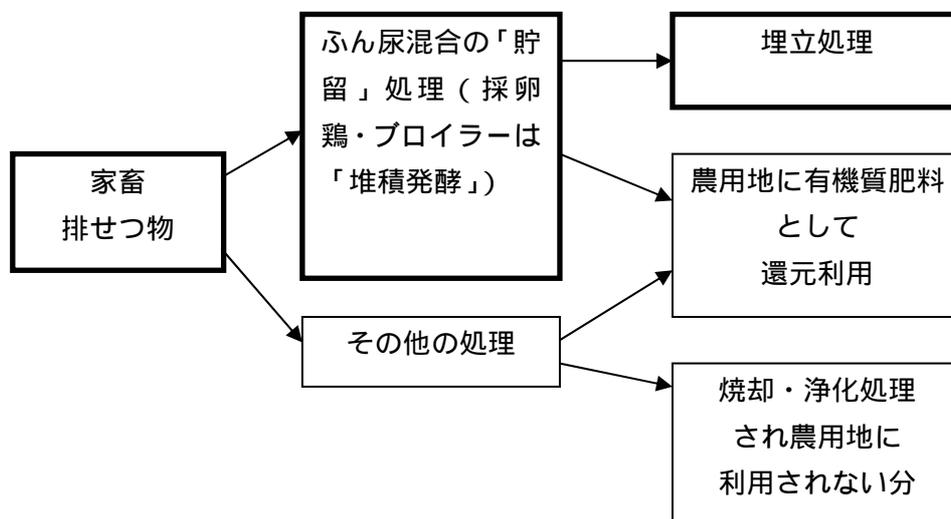


図 5 家畜排せつ物処理の流れ

廃棄物として埋立てられる家畜排せつ物中の窒素量は、排せつ物量に排せつ物の窒素含有率を乗じ算定する。各家畜ごとにこの窒素含有率が異なるため、「直接最終処分」される排せつ物量を各家畜に、牛・豚の「ふん尿混合」の「貯留」処理されるふん尿量、及び採卵鶏・ブロイラーの「堆積発酵」処理されるふん尿量を用いて按分する必要がある。その按分後の各家畜の「直接最終処分」される排せつ物量を表 175に示す。

表 175 各家畜の「直接最終処分」される排せつ物量

[千湿t/年]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
乳用牛	583	674	667	652	640	626	612	596	577
肉用牛	11	13	13	13	13	13	13	12	12
豚	145	160	152	147	145	142	136	133	133
採卵鶏	146	170	174	172	171	171	167	167	164
ブロイラー	367	401	378	367	348	331	323	309	299

[千湿t/年]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
乳用牛	561	242	557	553	779	909	907	898
肉用牛	12	5	12	13	18	21	21	21
豚	132	58	137	133	191	227	230	228
採卵鶏	161	71	166	160	225	265	269	268
ブロイラー	286	128	296	292	405	488	483	494

加えて、牛・豚については、「直接最終処分」される排せつ物はふん尿混合状態であるが、ふんと尿では窒素含有率が異なるため、「直接最終処分」される排せつ物量を、牛・豚それぞれについて牛・豚それぞれのふんの全排せつ量と尿の全排せつ量の比で、ふんと尿に按分する必要がある。

ある(採卵鶏・ブロイラーについてはふん尿混合の窒素含有率であるため、ふんと尿に分離する必要は無い)。なお、「直接最終処分」される排せつ物量について湿重量を使用しているのは、ここでふんと尿に割り振るためである。

さらに、各家畜について、「直接最終処分」されるふんの排せつ物量にふんの窒素含有率を、「直接最終処分」される尿の排せつ物量に尿の窒素含有率を乗じて、「直接最終処分」される排せつ物に含まれる窒素量を算出する。その結果を表 176に示した。

表 176 「直接最終処分」される排せつ物に含まれる窒素量

[千tN/年]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	14.2	15.9	15.4	15.0	14.6	14.2	13.8	13.4	13.0
乳用牛	2.9	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	2.8
肉用牛	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
豚	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
採卵鶏	2.9	3.4	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3
ブロイラー	7.3	8.0	7.6	7.3	7.0	6.6	6.5	6.2	6.0

[千tN/年]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	12.6	5.6	12.9	12.7	17.8	21.2	21.1	21.3
乳用牛	2.8	1.2	2.7	2.7	3.8	4.5	4.5	4.4
肉用牛	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
豚	0.9	0.4	0.9	0.9	1.3	1.5	1.6	1.5
採卵鶏	3.2	1.4	3.3	3.2	4.5	5.3	5.4	5.4
ブロイラー	5.7	2.6	5.9	5.8	8.1	9.8	9.7	9.9

2) 家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量

厩舎分の家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量は、厩舎分の各家畜の窒素排せつ量に、各家畜の排せつ物から NH₃ や NO_x として揮発する割合を乗じて算出する。

家畜排せつ物から揮発する NH₃ や NO_x の割合については、NO_x の揮発割合が不明なため NH₃ の揮発割合と合わせて、(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」に掲載の「家畜ふん尿からの NH₃ 推定揮散率」を使用することとする。推定揮散率を表 178に示す。

表 177 データの出典

データ	出典
家畜ふん尿からの NH ₃ 推定揮散率	(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」(平成 14 年 3 月) p107 表 -14

表 178 家畜ふん尿からのアンモニア推定揮散率

家畜種	値
乳用牛、肉用牛	10%
豚	20%
採卵鶏、ブロイラー	30%

(b) 農用地に施用される家畜排せつ物由来肥料中の窒素量：算定結果

最終的に農用地に施用される窒素量を表 179に示す。なお、N₂Oとして大気中に揮発した窒素量、及び「焼却」・「浄化」処理された窒素量については、家畜ごとのN₂Oの排出量の算定結果から算出を行っており、ここでは結果のみを掲載する。

表 179 家畜ふん尿から農地に使用される窒素量（最下段）

[t N]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ふん尿中の窒素総量 (N _{all})	772,035	763,882	765,984	763,743	748,831	728,268	713,759	706,433	700,632
大気中にN ₂ Oとして排出される窒素量 (N _{N2O})	9,407	9,308	9,337	9,315	9,111	8,851	8,687	8,584	8,498
大気中にNH ₃ 、NO _x として排出される窒素量 (N _{NH3+Nox})	142,165	139,990	140,506	139,987	136,795	132,835	130,297	129,347	128,148
浄化・焼却によって消失する窒素量 (N _{inc+waa})	63,606	61,037	59,234	58,394	56,796	54,505	53,041	52,332	52,230
埋立され消失する窒素量 (N _{waste})	14,159	15,869	15,418	15,048	14,576	14,155	13,792	13,412	13,038
農用地に肥料として還元される窒素量 (N _D)	542,699	537,678	541,489	540,999	531,553	517,922	507,943	502,759	498,719

[t N]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ふん尿中の窒素総量 (N _{all})	690,437	684,385	677,417	671,493	668,186	664,793	658,655	655,608
大気中にN ₂ Oとして排出される窒素量 (N _{N2O})	8,357	8,292	8,200	8,135	8,081	8,044	7,958	7,934
大気中にNH ₃ 、NO _x として排出される窒素量 (N _{NH3+Nox})	126,035	125,260	124,022	122,430	121,624	121,227	120,243	119,803
浄化・焼却によって消失する窒素量 (N _{inc+waa})	51,546	51,369	51,005	50,244	50,362	50,464	50,148	49,958
埋立され消失する窒素量 (N _{waste})	12,634	5,594	12,946	12,726	17,816	21,161	21,147	21,290
農用地に肥料として還元される窒素量 (N _D)	491,866	493,869	481,244	477,958	470,305	463,898	459,159	456,623

(c) 放牧分の排せつ物から揮発するNH₃やNO_x

厩舎分の家畜排せつ物、及び放牧分の家畜排せつ物から揮発したNH₃やNO_xは、大気沈降しN₂Oとなるため、「間接排出(大気沈降)4D3」において算定の対象とする必要がある。厩舎分については上記で算出したことから、放牧分についての算定のみ説明する。

放牧牛からのN₂O排出量算定においては、放牧頭数に放牧牛1頭から排出される1日当たりのN₂O排出量を乗じて算出を行うため、厩舎内での排せつ物からのN₂O算定方法と異なり排せつ物中の窒素量を算定する必要がなく、排せつ物中の窒素量は不明である。

よって、放牧頭数に、厩舎内での排せつ物からのN₂O算定方法で使用される、「排せつ物量」及び「排せつ物の窒素含有率」に放牧頭数を乗じ、放牧牛の排せつ物中の窒素量を算定ことにする。なお放牧頭数は、畜産統計における「放牧頭数」に、1年間に放牧される割合(190日/1年間の日数)を乗じたものとする。

また、排せつ物中の窒素から揮発するNH₃やNO_xの割合については、厩舎における揮発割合と同様、(社)畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」に掲載の「家畜ふん尿からのNH₃推定揮散率」を使用することとする(10%)。

以上の方法で算出した、放牧分の家畜排せつ物から揮発したNH₃・NO_x量は以下ようになる。

表 180 放牧の排せつ物から NH₃、NO_x として排出される窒素量

[kg NH ₃ +NO _x -N]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
放牧の排せつ物からNH ₃ 、NO _x として 排出される窒素量	1,489,962	1,505,053	1,517,287	1,517,988	1,489,035	1,447,447	1,423,512	1,405,800	1,381,552
[kg NH ₃ +NO _x -N]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
放牧の排せつ物からNH ₃ 、NO _x として 排出される窒素量	1,354,492	1,317,630	1,295,983	1,299,098	1,291,933	1,306,629	1,211,733	1,236,649	

不確実性評価

(a) 排出係数

1) 評価方針

「牛(4B1) N₂O」と同様。

2) 評価結果

評価結果は以下の通り。

表 181 採卵鶏・ブロイラーの N₂O 発生率の不確実性評価結果

処理方法	下限	EF(%)	上限	最大偏差	不確実性	備考
Fsdy 天日乾燥 (ふん)		2.0%			100.0%	GPG (N ₂ O) より
Ftdy 火力乾燥 (ふん)		2.0%			100.0%	GPG (N ₂ O) より
Fcmp 強制発酵 (ふん)	0.05%	0.25%		0.20%	80.0%	
Fdep 堆積発酵等 (ふん)		2.00%			100.0%	GPG (N ₂ O) より
Finc 焼却 (ふん)		0.1%			100.0%	GPG (N ₂ O) より

表 182 採卵鶏・ブロイラーの N₂O 発生率の不確実性評価結果

処理方法	U _{Ex}	U _n	U _{RFO-RMMS}	U _{Eforg}	U _{EF}
Fsdy 天日乾燥 (ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Ftdy 火力乾燥 (ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Fcmp 強制発酵 (ふん)	15%	100%	100%	80%	163.2%
Fdep 堆積発酵等 (ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%
Finc 焼却 (ふん)	15%	100%	100%	100%	173.9%

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「家禽類 (4B9) CH₄」と同様。

2) 評価結果

「家禽類 (4B9) CH₄」と同様、不確実性は 0.67%である。

3) 評価方法の課題

「家禽類 (4B9) CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 183 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
採卵鶏	— (gN ₂ O-N/g N)	—	— (g N)	0.67%	939 (Gg-CO ₂)	103%
ブロイラー	— (gN ₂ O-N/g N)	—	— (g N)	0.67%	799 (Gg-CO ₂)	125%

今後の調査方針

特に無し。

4. 稲作(4C)

(1) 間欠灌漑水田(中干し)(4C1) CH₄

背景

CH₄は嫌気性条件で微生物の働きによって生成する。水田はCH₄生成に好適条件となっている。

算定方法

(a) 算定の対象

間欠灌漑(中干し)を行っている水田から発生するCH₄の量。

(b) 算定方法の選択

GPG(2000)のデシジョンツリーに従うと、灌漑田の排出係数は、常時湛水田の排出係数に水管理別・有機物施用別・土壌種別による拡大係数を乗じることによって設定することとされている。我が国には有機物施用別の土壌種別排出係数の実測値が存在するため、有機物施用全般について考慮した排出量算定を行うこととする。

(c) 算定式

間欠灌漑水田面積に、「有機物管理方法ごとの単位面積当たり土壌種別CH₄発生量」、「各土壌種の面積割合」、「有機物管理方法の割合」を乗じることによって、有機物管理方法ごとの土壌種別CH₄発生量を算出することとする。

$$E = \sum EF_{m,n} * A * R * S_m * O_n$$

E	: CH ₄ 排出量 (kgCH ₄)
EF _{m,n}	: 土壌種別有機物管理方法ごとの排出係数 (kgCH ₄ /m ²)
A	: 水田面積 (m ²)
R	: 間欠灌漑水田の割合
S _m	: 各土壌種の面積割合
O _n	: 有機物管理方法の割合

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

有機物管理方法(わら施用、各種堆肥施用、無施用)ごと、土壌種別(黒ボク土、黄色土、

低地土、グライ土、泥炭土)の水田 1 平方メートルから 1 年間に排出される g で表した CH₄ の量。

(b) 設定方法

わら施用、無施用に関しては、5つの土壌種別に測定された実測値により設定した。

各種堆肥施用に関しては、各土壌種別の実測値はないが、専門家判断による CH₄ 排出量の「各種堆肥施用 / 無施用比 : 1.2 - 1.3」が存在するため、各種堆肥施用の土壌種別排出係数を無施用の排出係数の 1.25 倍と設定した。

表 184 間欠灌漑水田(中干し)の CH₄ 排出係数

	わら施用 [gCH ₄ /m ² /年]	各種堆肥施用 [gCH ₄ /m ² /年]	無施用 [gCH ₄ /m ² /年]
黒ボク土	8.50	7.59	6.07
黄色土	21.4	14.6	11.7
低地土	19.1	15.3	12.2
グライ土	17.8	13.8	11.0
泥炭土	26.8	20.5	16.4

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度の間欠灌漑水田(中干し)の CH₄ 排出係数は以下の通り。

表 185 間欠灌漑水田(中干し)の CH₄ 排出係数の推移

排出係数	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
わら施用	黒ボク土	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	黄色土	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4
	低地土	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1
	グライ土	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
	泥炭土	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8
各種堆肥施用	黒ボク土	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59
	黄色土	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
	低地土	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
	グライ土	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
	泥炭土	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
無施用	黒ボク土	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07
	黄色土	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
	低地土	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
	グライ土	11	11	11	11	11	11	11	11
	泥炭土	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4

排出係数	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
わら施用	黒ボク土	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	黄色土	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4
	低地土	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1
	グライ土	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
	泥炭土	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8
各種堆肥施用	黒ボク土	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59	7.59
	黄色土	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
	低地土	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
	グライ土	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
	泥炭土	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
無施用	黒ボク土	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07
	黄色土	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
	低地土	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
	グライ土	11	11	11	11	11	11	11
	泥炭土	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4

(d) 出典

表 186 排出係数の出典

データ	出典
土壌種別有機物管理方法ごとの CH ₄ 排出係数	「日本の水田からの CH ₄ と畑地からの亜酸化窒素の発生量」：農業環境技術研究所「資源・生態管理科研究集録 13 号別冊」(鶴田治雄)

(e) 排出係数の課題

各種堆肥施用の土壌種別排出係数に関しては、土壌種別の排出係数の実測値がないため、わら施用及び無施用の土壌種別排出係数に比べると精度が劣ると考えられる。

活動量

(a) 定義

有機物管理方法ごと土壌種ごとの水田作付面積 (m²)。

(b) 活動量の把握方法

$$A_{m,n} = A * R * S_m * O_n$$

- A_{m,n} : 土壌種別有機物管理方法ごとの水田面積 (m²)
- A : 水田面積 (m²)
- R : 間欠灌漑水田の割合
- S_m : 各土壌種の面積割合
- O_n : 有機物管理方法の割合

水稻の作付面積の 98%が間欠灌漑水田（中干し）、2%が常時湛水田と仮定した。

間欠灌漑水田（中干し）からの CH₄ 排出の活動量は、農林水産省「耕地及び作付面積統計」に示された水稻作付面積に、土壌種面積割合を乗じ、さらに有機物施用管理割合を乗じて設定した。

表 187 我が国の各土壌種の面積割合

土壌種	我が国における面積割合	
黒ボク土	黒ボク土、多湿黒ボク土、黒ボクグライ土	11.9%
黄色土	褐色森林土、灰色大地土、グライ大地土、黄色土、暗赤色土	9.4%
低地土	褐色低地土、灰色低地土	41.5%
グライ土	グライ土、強グライ土	30.8%
泥炭土	黒泥土、泥炭土	6.4%
合計		100.0%

表 188 我が国の有機物管理方法の割合

有機物管理方法	有機物管理の割合
わら施用	60%
各種堆肥施用	20%
有機物無施肥	20%

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度の全水田面積は以下の通り。

表 189 全水田面積の推移

[ha]		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
わら施用	黒ボク土	145,262	143,792	142,253	146,381	148,830	153,938	147,361	137,635	136,026
	黄色土	114,745	113,584	112,368	115,629	117,564	121,598	116,403	108,720	107,449
	低地土	506,586	501,461	496,093	510,490	519,031	536,844	513,906	479,987	474,375
	グライ土	375,972	372,169	368,184	378,870	385,208	398,429	381,405	356,232	352,066
	泥炭土	78,124	77,334	76,506	78,726	80,043	82,790	79,253	74,022	73,157
各種堆肥施用	黒ボク土	48,421	47,931	47,418	48,794	49,610	51,313	49,120	45,878	45,342
	黄色土	38,248	37,861	37,456	38,543	39,188	40,533	38,801	36,240	35,816
	低地土	168,862	167,154	165,364	170,163	173,010	178,948	171,302	159,996	158,125
	グライ土	125,324	124,056	122,728	126,290	128,403	132,810	127,135	118,744	117,355
	泥炭土	26,041	25,778	25,502	26,242	26,681	27,597	26,418	24,674	24,386
無施用	黒ボク土	48,421	47,931	47,418	48,794	49,610	51,313	49,120	45,878	45,342
	黄色土	38,248	37,861	37,456	38,543	39,188	40,533	38,801	36,240	35,816
	低地土	168,862	167,154	165,364	170,163	173,010	178,948	171,302	159,996	158,125
	グライ土	125,324	124,056	122,728	126,290	128,403	132,810	127,135	118,744	117,355
	泥炭土	26,041	25,778	25,502	26,242	26,681	27,597	26,418	24,674	24,386

[ha]		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
わら施用	黒ボク土	125,460	124,550	123,361	118,952	117,763	116,154	118,742	119,092
	黄色土	99,103	98,384	97,445	93,962	93,023	91,752	93,797	94,073
	低地土	437,528	434,356	430,207	414,834	410,686	405,073	414,102	415,322
	グライ土	324,719	322,365	319,286	307,877	304,798	300,633	307,333	308,239
	泥炭土	67,474	66,985	66,345	63,974	63,335	62,469	63,862	64,050
各種堆肥施用	黒ボク土	41,820	41,517	41,120	39,651	39,254	38,718	39,581	39,697
	黄色土	33,034	32,795	32,482	31,321	31,008	30,584	31,266	31,358
	低地土	145,843	144,785	143,402	138,278	136,895	135,024	138,034	138,441
	グライ土	108,240	107,455	106,429	102,626	101,599	100,211	102,444	102,746
	泥炭土	22,491	22,328	22,115	21,325	21,112	20,823	21,287	21,350
無施用	黒ボク土	41,820	41,517	41,120	39,651	39,254	38,718	39,581	39,697
	黄色土	33,034	32,795	32,482	31,321	31,008	30,584	31,266	31,358
	低地土	145,843	144,785	143,402	138,278	136,895	135,024	138,034	138,441
	グライ土	108,240	107,455	106,429	102,626	101,599	100,211	102,444	102,746
	泥炭土	22,491	22,328	22,115	21,325	21,112	20,823	21,287	21,350

(d) 出典

表 190 間欠灌漑水田の割合の出典

資料名	IRRI (International Rice Research Institute) 「 World Rice STATISTICS 1993-94 」
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	間欠灌漑水田の割合

表 191 我が国の各土壌種の面積割合の出典

資料名	農林水産省「地力基本調査」
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	我が国の各土壌種の面積割合

表 192 我が国の有機物管理方法の割合

資料名	農林水産省調べ
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	我が国の有機物管理方法の割合

表 193 全水田面積

資料名	農林水産省「耕地及び作付面積統計」
発行日	平成 17 年 3 月 31 日
記載されている最新のデータ	平成 16 年
対象データ	水田面積

(e) 活動量の課題

有機物管理の割合は、アンケート調査をもとにした推定値であり、営農体系や地域による違いなどに伴う大きな誤差が含まれていると考えられる。

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 194 間欠灌漑水田（中干し）の CH₄ 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	321.8	322.7	326.4	335.2	335.9	327.5	314.2	297.8

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	288.1	278.6	273.8	268.7	263.3	263.2	264.1

その他特記事項

(a) 我が国の水田における水管理について

我が国の一般的な水田農家の間欠灌漑（中干し）は、1996 年改訂 IPCC ガイドラインの間欠灌漑水田（複数落水）とは性質が異なる。概要を図 6 に示す。

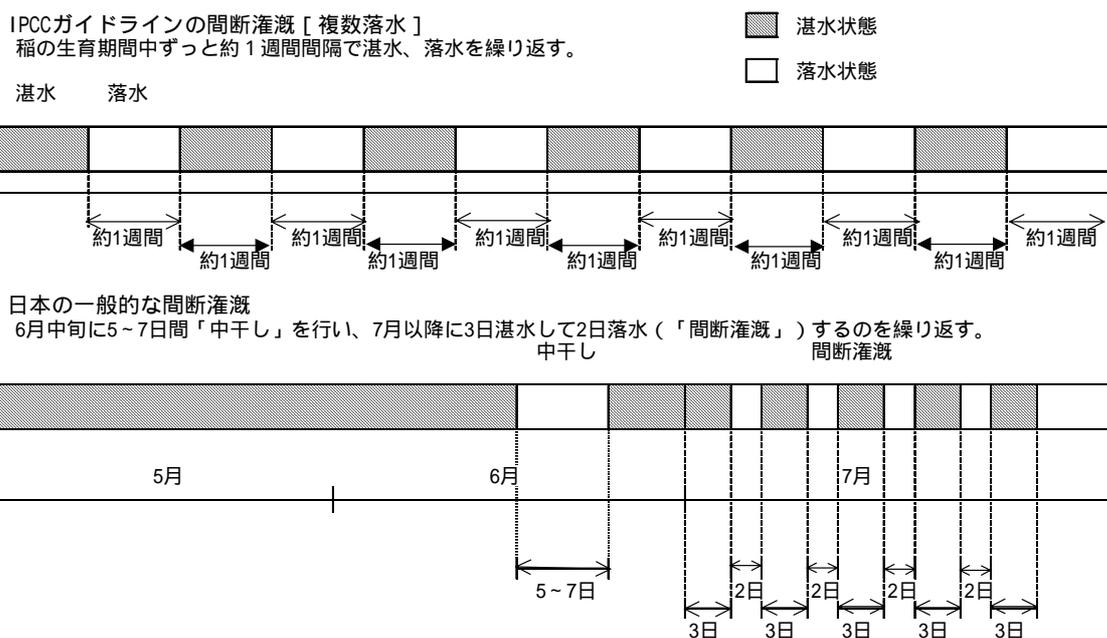


図 6 1996年改訂 IPCC ガイドラインの間欠灌漑(複数落水)と我が国の一般的な間欠灌漑(中干し)

不確実性評価

間欠灌漑水田[中干し]からのCH₄の排出は、有機物管理方法ごと(わら施用、無施用、各種堆肥施用)にCH₄の排出量の不確実性評価方法が異なるため、これら3つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

なお、間欠灌漑水田[中干し]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、間欠灌漑水田[中干し]からのCH₄の排出に関しては、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、わら施用、無施用、各種堆肥施用とで個別に評価する。

(a) 排出係数

1) わら施用

(i) 評価方針

間欠灌漑水田[中干し]からのCH₄の排出は、以下の式により算定を行っている。ここでは、水田面積以外のパラメータを排出係数と見なし、評価を行うこととする。

【間欠灌漑水田 [中干し] からの CH₄ の排出係数の算定式】

$$E_{m,n} = \underbrace{S_m * O_n * EF_{m,n} * R}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

- E_{m,n} : CH₄ 排出量 (kgCH₄)
- EF_{m,n} : 土壌種別有機物管理方法ごとの排出係数 (kgCH₄/m²)
- S_m : 各土壌種の面積割合
- O_n : 有機物管理方法の割合
- R : 間欠灌漑水田の割合
- A : 水田面積 (m²)

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = \frac{S_m * O_n * EF_{m,n} * R}{A}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{S_m}^2 + U_{O_n}^2 + U_{EF_{m,n}}^2 + U_R^2}$$

稲作からの CH₄ 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の 7 点が考えられる。

- ・水管理 (中干しの強弱)
- ・土壌タイプ
- ・気候及び栽培する季節
- ・有機物管理方法 (有機物の種類、有機物の投入時期)
- ・栽培方法
- ・窒素施肥量
- ・品種

(ii) 評価結果

(7) S_m : 各土壌種のア積割合

各土壌種のア積割合は実測値が得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により 15% を採用することとした。

各土壌種のア積割合の算出は、土壌図に示された各土壌種のア積の集計によって行われている。実際の土壌図では、ある図示単位で示されている区画の中に分類単位の土壌とは異なる種類の土壌がいくらか含まれている (これを包含土壌という)。我が国の文献³に、土壌図 (縮尺 50000 分の 1) における包含土壌は 15% 以下とすることが定められているとの記述があることから、他の土壌種の混在による誤差として 15% と判断された。

³阿部和雄「大縮尺土壌図における図示単位中の包含土壌の割合」:「日本土壌肥科学雑誌 第 50 巻第 3 号 (1979)」 p.230-234

(イ) O_n : 有機物管理方法の割合

有機物管理方法の割合は、非公開データであるため、実測値を得ることが困難であるため、GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用することとする。不確実性の標準値は±50% である。

(ウ) EF_{m,n} : 有機物管理方法ごとの単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量

わら施用の場合は、各土壌種ごとの単位面積当たり CH₄ 発生量の実測値が各々5 以上ずつ存在するため、統計的処理により 95% 信頼区間を求め、不確実性評価を行うこととする。

表 195 単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量の不確実性評価結果

	黒ボク土	黄色土	低地土	グライ土	泥炭土
データ数	6	11	58	14	6
平均値 (gCH ₄ /m ² /yr)	8.5	21.4	19.1	17.8	26.8
標準偏差	3.94	10.1	12.3	9.47	20.1
U _{EFm,n} *	37.1%	27.9%	16.6%	27.9%	60.0%

* U_{EFm,n} = { 1.96 × (標準偏差) ÷ (データ数)^{1/2} } ÷ (平均値) に基づき算定。

(I) R : 間欠灌漑水田の割合

実測値が得られなかったため、間欠灌漑水田の割合は、常時湛水田の割合のデフォルト値 2% を引いた 98% を採用している。このため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断によって間欠灌漑水田の割合の不確実性は 1% と判断された。

(オ) EF : 排出係数

間欠灌漑水田 [中干し] のわら施用からの CH₄ 排出係数の不確実性は、表 196 に示す通りである。

表 196 間欠灌漑水田 [中干し] のわら施用からの CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

	黒ボク土	黄色土	低地土	グライ土	泥炭土
0.98	1%	1%	1%	1%	1%
S _T	15%	15%	15%	15%	15%
O _T	50%	50%	50%	50%	50%
EF _{S, o}	37%	28%	17%	28%	60%
U _{EF}	64.1%	59.2%	54.8%	59.2%	79.5%

* U_{EF} = (U_{0.98}² + U_{ST}² + U_{OT}² + U_{EFs, o}²)^{1/2} に基づき算定。

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

2) 無施用

(i) 評価方針

(ア) S_m : 各土壌種の面積割合

「<わら施用>」と同様。

(イ) O_n : 有機物管理方法の割合

「<わら施用>」と同様。

(ウ) EF_{m,n} : 有機物管理方法ごとの単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量

「無施用」については、実測データの所在が明らかでないため、専門家の判断により「わら施用」と同じとする。

(エ) R : 間欠灌漑水田の割合

「<わら施用>」と同様。

(オ) EF : 排出係数

「<わら施用>」と同様。

(ii) 評価方法の課題

土壌種別有機物管理方法ごとの単位面積当たり CH₄ 発生量については、「無施用」の実測データの所在が明らかになった場合には、不確実性を再評価する必要がある。

3) 各種堆肥施用

(i) 評価方針

有機物管理方法ごとの単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量以外は、「<わら施用>」と同様。

各種堆肥施用の場合の単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量は式 a で表されることから、各種堆肥施用の排出係数の不確実性は、式 b で表される。

式 a : 土壌種別各種堆肥施用の場合の単位面積当たり CH₄ 発生量
= 無施用の場合の土壌種別単位面積当たり CH₄ 発生量×1.25

$$\text{式 } b : U_{EF \text{ 各種堆肥施用}} = \sqrt{U_{EF \text{ 無施用}}^2 + U_{1.25}^2}$$

(ii) 評価結果

(ア) S_m : 各土壌種の面積割合

「<わら施用>」と同様。

(イ) O_n : 有機物管理方法の割合

「<わら施用>」と同様。

(ウ) EF_{m,n} : 土壌種別有機物管理方法ごとの単位面積当たり CH₄ 発生量

「各種堆肥施用/無施用の土壌種別 CH₄ 発生量比:1.25」の算定根拠となった実測データの所在が明らかでないため、GPG(2000)に示された有機物施用の場合における拡大係数の不確実性の標準値(-25~+60%)の上限値60%を採用することとする。

土壌種別各種堆肥施用の単位面積当たり CH₄ 発生量の不確実性は、土壌種別無施用の単位面積当たり CH₄ 発生量の不確実性(「<無施用>」)とGPG(2000)に示された60%から下記の式*に従って算出することとする。

表 197 単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量の不確実性評価結果

	黒ボク土	黄色土	低地土	グライ土	泥炭土
U _{EFm,n 無施用}	37%	28%	17%	28%	60%
U _{1.25}	60%	60%	60%	60%	60%
U _{EFm,n}	70.5%	66.2%	62.3%	66.2%	84.9%

* U_{EFs, o} = (U_{EFs, o 無施用}² + U_{1.25}²)^{1/2} に基づき算定。

(エ) R : 間欠灌漑水田の割合

「<わら施用>」と同様。

(オ) EF : 排出係数

間欠灌漑水田[中干し]の各種堆肥施用からの CH₄ の排出係数の不確実性は、表 198に示す通りである。

表 198 間欠灌漑水田[中干し]の各種堆肥施用からの CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

	黒ボク土	黄色土	低地土	グライ土	泥炭土
0.98	1%	1%	1%	1%	1%
S _m	15%	15%	15%	15%	15%
O _n	50%	50%	50%	50%	50%
EF _{m,n}	71%	66%	62%	66%	85%
U _{EF}	87.8%	84.3%	81.3%	84.3%	99.6%

* U_{EF} = (U_{S_m}² + U_{O_n}² + U_{EFm,n}² + U_R²)^{1/2} に基づき算定。

灌漑田(常時湛水田)(4C1) CH₄

(iii) 評価方法の課題

土壌種別有機物管理方法ごとの単位面積当たり CH₄ 発生量については、「各種堆肥施用 / 無施用の土壌種別 CH₄ 発生量比:1.25」の算定根拠となった実測データの所在が明らかになった場合には、不確実性を再評価する必要がある。

(b) 活動量

1) 評価方針

間欠灌漑水田 [中干し] の活動量である水田の作付面積は指定統計の標本調査である「耕地及び作付面積統計」の値を採用している。活動量のデシジョンツリーに従うと、平成 17 年「耕地及び作付面積統計」には水田の作付面積の標準語差率が存在することから、それを不確実性として使用することとする。

2) 評価結果

平成 17 年「耕地及び作付面積統計」には水田の作付面積の標準語差率は 0.33% であることから、不確実性も 0.33% とする。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 199 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
わら施用	— (kgCH ₄ /m ²)	—	1,000,776 (m ²)	0.33%	3,779 (Gg-CO ₂)	32%
各種堆肥施用	— (kgCH ₄ /m ²)	—	333,592 (m ²)	0.33%	982 (Gg-CO ₂)	32%
無施用	— (kgCH ₄ /m ²)	—	333,592 (m ²)	0.33%	786 (Gg-CO ₂)	46%

今後の調査方針

特に無し。

(2) 灌漑田(常時湛水田)(4C1) CH₄

背景

CH₄ は嫌気性条件で微生物の働きによって生成する。水田はメタン生成に好適条件となっている。

算定方法

(a) 算定の対象

常時湛水田 1 年間に排出される CH₄ の量。

(b) 算定方法の選択

常時湛水田からの CH₄ 排出については、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、我が国独自の排出係数を用いて、CH₄ 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

$$E = EF * A$$

E : 常時湛水田からの CH₄ 排出量 (g CH₄/年)

EF : 排出係数 (gCH₄/m²/年)

A : 常時湛水田の面積 (m²/年)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

排出係数は、常時湛水田 1 平方メートルから 1 年間に排出される CH₄ の量 (g)。

(b) 設定方法

我が国の文献に、間欠湛水区の CH₄ 排出量は常時湛水区に比べて 42-45% 低下すると示されている。このため、「間欠湛水田 [中干し] (4C1) CH₄」で報告している排出係数を 0.565 (42% と 45% の中間値である 43.5% を、100% から引いた値) で割ることにより設定することとする。「間欠灌漑水田 / 常時湛水田」の CH₄ 排出量比については、八木一行「温室効果ガスの排出削減型モデルの構築」を使用した。

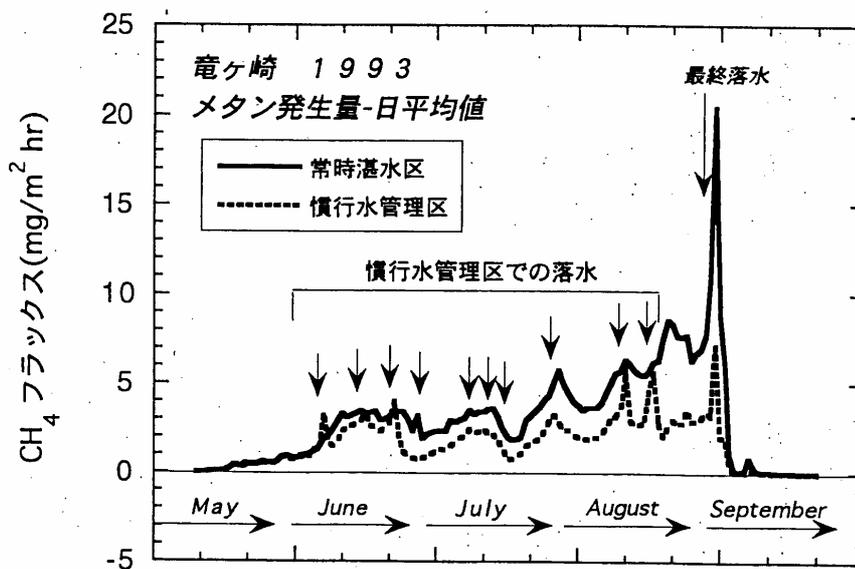


図 7 水管理が水田からの CH₄ 発生に及ぼす影響
(出典) 八木一行「温室効果ガスの排出削減型モデルの構築」

$$EF = EF_i / 0.435$$

EF_i : 間欠灌漑水田 [中干し] の排出係数 (gCH₄/m²/年)

表 200 常時湛水田の CH₄ 排出係数

	排出係数 [gCH ₄ /m ² /年]
常時湛水田	28.29
(間欠灌漑水田 (中干し))	(15.98*)

* : 「4.C.1 間欠灌漑水田 (中干し) 」の見かけの排出係数 (参考)

(c) 排出係数の推移

1989 ~ 2005 年度における常時湛水田の CH₄ 排出係数は以下の通り。

表 201 常時湛水田の CH₄ 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [gCH ₄ /m ² /年]	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [gCH ₄ /m ² /年]	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29

(d) 出典

表 202 排出係数の出典

データ	出典
間欠灌漑水田 / 常時湛水田のメタン排出量比	「八木一行『温室効果ガスの排出削減型モデルの構築』: (財) 農業技術協会『平成 12 年度 温室効果ガス排出量削減定量化調査報告書』 p.27」

(e) 排出係数の課題

我が国の「間欠湛水区 / 常時湛水区」の CH₄ 排出量の値は、1 地点での測定データであるため、さらなるデータの収集が必要であると考えられる。

活動量

(a) 定義

常時湛水田の面積 (m²)、

(b) 活動量の把握方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに、我が国の常時湛水田のデフォルト値の活動量が全水田面積の 2% と示されていることから、我が国の全水田面積 (出典: 農林水産省「耕地及び作付面積統計」) の 2% を活動量として用いることとする。

$$A = RA * 10000 * 0.02$$

RA : 全水田面積 (ha)

(c) 活動量の推移

1989 ~ 2005 年度における常時湛水田の面積は以下の通り。

表 203 常時湛水田の面積の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
常時湛水田の面積 [ha]	41,520	41,100	40,660	41,840	42,540	44,000	42,120	39,340	38,880

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
常時湛水田の面積 [ha]	35,860	35,600	35,260	34,000	33,660	33,200	33,940	34,040

(d) 出典

表 204 全水田面積の出典

資料名	農林水産省「耕地及び作付面積統計」
発行日	平成 17 年 3 月 31 日
記載されている最新のデータ	平成 16 年
対象データ	水田面積

(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 205 常時湛水田の CH₄ 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	11.6	11.7	11.8	12.1	12.1	11.8	11.3	10.8

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CH ₄ 排出量 [Gg CH ₄]	10.4	10.1	9.9	9.7	9.5	9.5	9.5

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

常時湛水田からの CH₄ の排出は、以下の式により算定を行っている。ここでは、水田面積以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【常時湛水田からの CH₄ の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{EF * Rate_1 * Rate_2}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

E	: 常時湛水田からの CH ₄ 排出量
EF	: 間欠灌漑水田 [中干し] の排出係数
Rate ₁ : 0.02	: 常時湛水田の割合
Rate ₂ : 1/0.565	: 常時湛水区/間欠湛水区の CH ₄ 排出量比
A	: 水田面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = \underline{EF} * \underline{Rate_1} * \underline{Rate_2}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{EF}^2 + U_{Rate_1}^2 + U_{Rate_2}^2}$$

常時湛水田からの CH₄ 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の 6 点が考えられる。

- ・ 土壌タイプ
- ・ 有機物管理方法 (有機物の種類、有機物の投入時期)
- ・ 気候及び栽培する季節
- ・ 栽培方法
- ・ 窒素施肥量
- ・ 品種

2) 評価結果

(i) EF : 間欠灌漑水田 [中干し] の排出係数

間欠灌漑水田 [中干し] の排出係数の不確実性は、間欠灌漑水田 [中干し] の有機物施用別土壌種別排出係数の不確実性しか存在しないため、専門家の判断により有機物施用別土壌種別排出係数の不確実性のうち最大値を間欠灌漑水田 [中干し] の排出係数の不確実性とした。間欠灌漑水田 [中干し] の排出係数の不確実性は、間欠灌漑水田 [中干し] の各種堆肥施用の泥炭土における排出係数の不確実性である 99.6% とした。

(ii) Rate₁ : 常時湛水田の割合

常時湛水田の割合を 1 から減じた値である、「間欠灌漑水田の割合」の不確実性が 1 % とされていることから、同様に常時湛水田の割合についても 1 % とする。

(iii) Rate₂ : 常時湛水区/間欠湛水区の CH₄ 排出量比

「常時湛水区/間欠湛水区の CH₄ 排出量比 : 1/0.565」の算定根拠となった実測データのサンプル数が 1 であるため、GPG(2000) に示された不確実性の標準値を採用することとする。不確実性の標準値は ±60% である。

(iv) EF : 排出係数

常時湛水田からの CH₄ 排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

天水田、深水田 (4C2、4C3) CH₄

表 206 常時湛水田からの CH₄ 排出係数の不確実性評価結果

	不確実性
0.02	1.0%
EF 間欠巻阿木水田 [中干し]	99.6%
1/0.565	60.0%
U _{EF}	116.3%

* $U_{EF} = (U_{0.02}^2 + U_{EF \text{ 間欠湛水田 [中干し] } }^2 + U_{1/0.565}^2)^{1/2}$ に基づき算定。

3) 評価方法の課題

「常時湛水区/間欠湛水区の CH₄ 排出量比」の算定について、さらなるデータが得られた場合、不確実性を再評価する必要がある。

(b) 活動量

1) 評価方針

「間欠湛水田 [中干し] (4C1) CH₄」と同様。

2) 評価結果

「間欠湛水田 [中干し] (4C1) CH₄」と同様、0.33%とする。

3) 評価方法の課題

「間欠湛水田 [中干し] (4C1) CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 207 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
36.7 (gCH ₄ /m ² /年)	116%	33,727 (ha)	0.33%	200 (Gg-CO ₂)	116%

今後の調査方針

特に無し。

(3) 天水田、深水田 (4C2、4C3) CH₄

天水田、深水田については、IRRI (International Rice Research Institute) の「World Rice STATISTICS 1993-94」に示されている通り、我が国には存在しないため、「NO」として報告した。

(4) その他の水田 (4C4) CH₄

当該排出区分については、IRRI (International Rice Research Institute) の「World Rice STATISTICS 1993-94」に示されている通り、陸稲の作付田が考えられるが、陸稲の作付田は湛水しないため畑土壌と同様に酸化的であり嫌気状態になることはない。CH₄生成菌は絶対嫌気性菌であり、土壌が嫌気性に保たれなければCH₄の生成はあり得ない。従って、「NA」として報告した。

直接排出 (4D1) CH₄

5. 農用地の土壌 (4D)

(1) 直接排出 (4D1) CH₄

CH₄ 生成菌は絶対嫌気性菌であり、土壌が嫌気性に保たれなければ CH₄ の生成はあり得ない。すなわち、水田のように湛水されると、土壌中の酸素が不足して嫌気状態となり、CH₄ 生成菌によって CH₄ が生成される。一方、畑の土壌は通常酸化的であり、このような嫌気状態になることはない。従って、畑の土壌では CH₄ が生成されることは原理的にあり得ない。

このため水田以外の農用地の土壌からの CH₄ の直接排出は、「NA」として報告する。

(2) 直接排出 (合成肥料) (4D1) N₂O

背景

合成肥料を施肥することで土壌中にアンモニウムイオンが発生し、好気条件下でそのアンモニウムイオンが硝酸態窒素に酸化される過程で N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

窒素を含んだ肥料を畑作で使用するにより排出される N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

農用地の土壌への合成肥料の施肥に伴う N₂O 排出については、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、我が国独自の排出係数等が存在するため、それを使用して N₂O 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

使用された肥料に含まれる窒素の量に、排出係数を乗じて算定する。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 農用地の土壌 (畑地) への合成肥料の施肥に伴う N₂O 排出量 (kgN₂O)

EF : 排出係数 (kgN₂O- N/kgN)

A : 使用された肥料に含まれる窒素量 (kgN)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

使用された肥料に含まれる窒素 1 kg から排出される N₂O 中の窒素量。

(b) 設定方法

「水稲」、「茶」、「その他の作物」の3種について排出係数を設定する。排出係数は全ての年で同一の値を使用する。

「水稲」については、我が国における窒素無施用区での計測データが無いことから、アジアの平均値である 0.31% を用いることとする。なお、畑がベースとなっている 1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルトの排出係数 (1.25%) よりもこのアジアの平均値の方が低い。これは、水稲の排出係数が畑の排出係数よりも低いという一般的な知見と合致する。

「茶」については、我が国でのデータが存在するが、窒素無施用区での計測データではないことから、土壌の窒素量のバックグラウンド値を 1 kgN/ha と仮定し我が国のデータから算出した値である、2.9% を使用する。なお観測期間は 209 ~ 365 日間である。

「その他の作物」については、我が国における窒素無施用区での計測データにおいて、土壌の排水性により排出係数に有意な差が見られたことから、排水性の良い土壌と悪い土壌の分布面積で重み付けした平均の排出係数である 0.62% を使用する (排水性の良い土壌の面積割合: 72%、排水性の悪い土壌の面積割合: 28%、出典: Soil Survey Committee of Japan, 1991)。観測期間は 3 ヶ月以上となっている。

(c) 排出係数の推移

1989 ~ 2005 年度における農用地の土壌 (畑地) への合成肥料の施肥に伴う N₂O 排出係数は以下の通り。

表 208 農用地の土壌への合成肥料の施肥に伴う N₂O の排出係数

作物種	排出係数 (kgN ₂ O-N/kgN)
水稲	0.31%
茶	2.9%
その他の作物	0.62%

(d) 出典

表 209 農用地の土壌 (畑地) への合成肥料の施肥に伴う N₂O の排出係数の出典

データ	出典
合成肥料からの N ₂ O 排出係数	Akiyama, H., Yagi, K., and Yan, X. (2006): Direct N ₂ O emissions and estimate of N ₂ O emission factors from Japanese agricultural soils. In program and Abstracts of the International Workshop on Monsoon Asia Agricultural Greenhouse Gas Emissions, March 7-9, 2006, Tsukuba, Japan, pp. 27. Akiyama, H., Yagi, K., and Yan, X. (2006): Direct N ₂ O emissions and estimate of N ₂ O emission factors from agricultural soils in Japan: summary of available data. original paper under preparation.

(e) 排出係数の課題

合成肥料・有機質肥料については、それぞれ独自の排出係数を設定できないか検討したが、データが限られており、それぞれの排出係数を算定することが困難であったため、合成肥料と有機質肥料の排出係数について同一の値を使用することとしている。よって、合成肥料・有機質肥料で別々の排出係数を設定していく必要がある。

活動量

(a) 定義

農用地土壌に施用された合成肥料に含まれる窒素量 (kg)

(b) 活動量の把握方法

活動量は、各作物種別の耕地面積に、各作物種の単位面積当たり合成肥料施用量を乗じることにより算定する。

$$A_n = RA_n * RF_n * 10$$

- A_n : 作物種別の窒素投入量 (kgN)
- RA_n : 作物種別の耕地面積 (ha)
- RF_n : 各作物種の単位面積当たり合成肥料施用量 (kgN/10a)

表 210 作物種別の耕地面積

[ha]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	5,315,600	5,237,300	5,152,800	5,097,900	5,020,500	4,945,300	4,772,100	4,631,700	4,568,300
野菜	627,600	620,100	616,000	607,200	592,100	577,500	564,400	556,800	546,100
水稻	2,076,000	2,055,000	2,033,000	2,092,000	2,127,000	2,200,000	2,106,000	1,967,000	1,944,000
果樹	353,200	346,300	340,300	334,600	328,900	321,700	314,900	307,800	301,200
茶	59,000	58,500	57,600	56,700	55,700	54,500	53,700	52,700	51,800
馬鈴薯	119,800	115,800	111,800	111,400	111,200	108,200	104,400	103,000	103,000
豆類	265,000	256,600	237,300	197,400	175,400	149,900	155,500	164,800	163,200
飼料作物	1,089,000	1,096,000	1,113,000	1,111,000	1,095,000	1,060,000	1,013,000	1,021,000	1,010,000
かんしょ	61,900	60,600	58,600	55,100	53,000	51,300	49,400	47,500	46,500
麦	396,700	366,400	333,800	298,900	260,800	214,300	210,200	215,600	214,900
そば(雑穀)	27,700	29,600	29,700	25,700	23,700	21,100	23,400	27,400	28,500
粟	64,200	59,500	54,600	48,700	42,500	33,900	26,300	19,300	13,800
工芸作物	145,000	142,900	138,200	131,700	127,900	126,200	124,500	122,700	119,600
たばこ	30,500	30,000	28,900	27,500	27,300	26,700	26,400	26,100	25,700

[ha]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	4,454,800	4,428,150	4,401,480	4,357,090	4,332,200	4,351,840	4,326,340	4,294,990
野菜	539,800	535,500	524,900	511,400	501,200	493,100	481,700	476,300
水稻	1,793,000	1,780,000	1,763,000	1,700,000	1,683,000	1,660,000	1,697,000	1,702,000
果樹	295,300	290,700	286,200	280,400	275,500	271,600	267,900	265,400
茶	51,200	50,700	50,400	50,100	49,700	49,500	49,100	48,700
馬鈴薯	99,900	97,700	94,600	92,900	92,100	88,300	87,200	86,900
豆類	183,200	179,300	191,800	215,300	218,400	218,000	201,900	193,900
飼料作物	1,038,000	1,040,000	1,026,000	1,025,000	1,018,000	1,072,000	1,047,000	1,030,000
かんしょ	45,600	44,500	43,400	42,300	40,500	39,700	40,300	40,800
麦	217,000	220,700	236,600	257,400	271,500	275,800	272,400	268,300
そば(雑穀)	35,500	38,100	38,400	42,800	42,400	44,500	44,600	45,900
粟	10,300	7,350	5,880	4,790	4,300	3,840	3,440	2,990
工芸作物	120,700	118,800	116,300	111,300	112,600	113,000	112,300	112,300
たばこ	25,300	24,800	24,000	23,400	23,000	22,500	21,500	21,500

注) 野菜については、「耕地及び作付面積統計」に示されている「野菜」の作付(栽培)延べ面積の値から「野菜生産出荷統計」にある「ばれいしょ」の作付面積の値を引いたものを野菜の作付面積とした。また、果樹、馬鈴薯、豆類、そば(雑穀)、たばこの2005年値については前

年値を使用した。

工芸作物については、「耕地及び作付面積統計」に示されている「工芸作物」の作付(栽培)延べ面積の値から同表にある「茶」の作付面積の値を引いたものを工芸作物の作付面積とした。

単位面積当たり合成肥料施用量の出典は、水稲以外は「平成12年度温室効果ガス排出削減定量化法調査報告書」(財団法人 農業技術研究会)、水稲は「ポケット肥料要覧」(農林水産省監修)である。

表 211 作物種別の単位面積あたり合成肥料施用量(水稲以外、全ての年で同一の値)

作物種	施用量[kg N/10a]
野菜	21.27
果樹	14.70
茶	48.50
馬鈴薯	12.70
豆類	3.10
飼料作物	10.00
かんしょ	6.20
麦	10.00
そば(雑穀)	4.12
桑	16.20
工芸作物	22.90
たばこ	15.40

表 212 作物種別の合成肥料施用量(水稲)

[kg N/10]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
水稲の施用量	9.93	9.65	9.28	9.95	8.84	9.01	8.71	8.71	7.99

[kg N/10]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
水稲の施用量	7.68	7.57	7.34	6.95	6.77	6.66	6.82	6.82

(c) 活動量の推移

1989~2005年度における農用地の土壌への窒素質肥料投入量は表213の通り(ここではtで表す)。

表 213 投入された窒素質肥料量の推移

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	645,454	630,342	613,681	622,007	589,110	583,148	557,078	541,731	519,150
野菜	133,491	131,895	131,023	129,151	125,940	122,834	120,048	118,431	116,155
水稲	206,147	198,308	188,662	208,154	188,027	198,220	183,433	171,326	155,326
果樹	51,920	50,906	50,024	49,186	48,348	47,290	46,290	45,247	44,276
茶	28,615	28,373	27,936	27,500	27,015	26,433	26,045	25,560	25,123
馬鈴薯	15,215	14,707	14,199	14,148	14,122	13,741	13,259	13,081	13,081
豆類	8,215	7,955	7,356	6,119	5,437	4,647	4,821	5,109	5,059
飼料作物	108,900	109,600	111,300	111,100	109,500	106,000	101,300	102,100	101,000
かんしょ	3,838	3,757	3,633	3,416	3,286	3,181	3,063	2,945	2,883
麦	39,670	36,640	33,380	29,890	26,080	21,430	21,020	21,560	21,490
そば(雑穀)	1,141	1,220	1,224	1,059	976	869	964	1,129	1,174
桑	10,400	9,639	8,845	7,889	6,885	5,492	4,261	3,127	2,236
工芸作物	33,205	32,724	31,648	30,159	29,289	28,900	28,511	28,098	27,388
たばこ	4,697	4,620	4,451	4,235	4,204	4,112	4,066	4,019	3,958

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	502,120	496,549	487,340	473,408	466,846	466,382	464,582	460,829
野菜	114,815	113,901	111,646	108,775	106,605	104,882	102,458	101,309
水稲	137,702	134,746	129,404	118,150	113,939	110,556	115,735	116,076
果樹	43,409	42,733	42,071	41,219	40,499	39,925	39,381	39,014
茶	24,832	24,590	24,444	24,299	24,105	24,008	23,814	23,620
馬鈴薯	12,687	12,408	12,014	11,798	11,697	11,214	11,074	11,036
豆類	5,679	5,558	5,946	6,674	6,770	6,758	6,259	6,011
飼料作物	103,800	104,000	102,600	102,500	101,800	107,200	104,700	103,000
かんしょ	2,827	2,759	2,691	2,623	2,511	2,461	2,499	2,530
麦	21,700	22,070	23,660	25,740	27,150	27,580	27,240	26,830
そば(雑穀)	1,463	1,570	1,582	1,763	1,747	1,833	1,838	1,891
桑	1,669	1,191	953	776	697	622	557	484
工芸作物	27,640	27,205	26,633	25,488	25,785	25,877	25,717	25,717
たばこ	3,896	3,819	3,696	3,604	3,542	3,465	3,311	3,311

(d) 出典

表 214 野菜、水稲、果樹、茶、豆類、かんしょ、麦、そば(雑穀)、桑、工芸作物の作付面積の出典

資料名	耕地及び作付面積統計(農林水産省統計部)平成元~17年度分
発行日	~平成18年3月31日
記載されている最新のデータ	平成元~17年度分のデータ
対象データ	調査結果の概要/耕地の利用状況/2 農作物作付(栽培)延べ面積及び耕地利用率/第14表(22ページ)

表 215 たばこの作付面積の出典

資料名	作物統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	~平成17年10月21日
記載されている最新のデータ	平成元~16年度分のデータ
対象データ	累年統計表/6 工芸農作物/(7)葉たばこ/収穫面積(149ページ)

表 216 ばれいしょの作付面積の出典

資料名	野菜生産出荷統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	~平成17年3月31日
記載されている最新のデータ	平成元~16年度分のデータ
対象データ	1 全国の作付面積・収穫量・出荷量/ばれいしょ/作付面積(47ページ)

表 217 米の 10a あたり施肥量の出典

資料名	農林水産省「ポケット肥料要覧」
発行日	平成 17 年 2 月 10 日
記載されている最新のデータ	2002 年
対象データ	米の 10 アール当たり施肥量(純成分換算)の推移(87 ページ)

表 218 作物種別の合成肥料施用量(水稻以外)

資料名	財団法人 農業技術研究会「平成 12 年度温室効果ガス排出削減定量化法調査報告書」
発行日	平成 13 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 12 年
対象データ	作物種別の合成肥料施用量(水稻以外)

(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 219 農用地の土壌への合成肥料の施肥に伴う N₂O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	6.2	6.1	6.0	5.8	5.6	5.5	5.3	5.2

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	5.1	5.1	5.0	4.9	4.9	4.8	4.8

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

合成肥料の施用に伴う N₂O の排出は、各作物種ごとの栽培地への畜産廃棄物の施用に伴う N₂O の排出からなっているため、これらの作物種ごとに不確実性の評価をする必要がある。

なお、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、各作物種ごとに個別に評価する。

(a) 排出係数

1) 評価方針

合成肥料の施用に伴う N₂O の排出係数は、以下の式により各作物種に算定を行っている。ここでは、各作物種別の作付面積以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【各作物種の合成肥料の施用に伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E_i = \underbrace{N_i * EF_{n_2oi}} * A_i$$

排出係数と見なすパラメータ

- E_i : 各作物種(i)の合成肥料の施用に伴う N₂O の排出量
- N_i : 各作物種(i)の単位面積当たり合成肥料施用量
- EF_{n₂oi} : 各作物種(i)の投入窒素量に対する N₂O 発生率
- A : 各作物種(i)の作付面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EFi = Ni * EF_{n_2oi}$$

$$\text{式 b : } U_{EFi} = \sqrt{U_{Ni}^2 + U_{EFn_2oi}^2}$$

合成肥料の施用に伴う N₂O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の 7 点が考えられる。

- ・ 施用される畜産廃棄物の家畜種
- ・ 畜産廃棄物の処理方法
- ・ 土壌水分
- ・ 作物種
- ・ 土壌タイプ
- ・ 気候及び栽培する季節
- ・ 投入窒素量の地域差

2) 評価結果

(i) N : 各作物種(i)ごとの各作物種の単位面積当たり合成肥料施用量

各作物種(i)の単位面積当たり合成肥料施用量は、水稲は「肥料要覧」、水稲以外は「農業生産環境調査報告書」に示された合成肥料による単位面積あたり窒素施肥量を採用している。「肥料要覧」及び「農業生産環境調査報告書」の不確実性については、指定統計以外の標本調査であり、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、H14 年度検討会での設定値(100%)を用いることとする。

(ii) EF_{n2o} : 投入窒素量に対する N₂O 発生率

各作物種(i)の合成肥料における投入窒素量に対する N₂O の発生率は、水稻、茶、その他の3種について設定されており、それぞれについて標本標準偏差が判明している。従って、下記の式により不確実性を算出した。

$$U_{EF_{n2o}} = 1.96 * \sigma_{EF_{n2o}} / EF_{n2o}$$

表 220 投入窒素量に対する N₂O 発生率の不確実性評価

種類	採用値	標準偏差	不確実性
水稻	0.0031	0.0031	196%
茶	0.029	0.018	122%
その他の作物	0.0062	0.0048	152%

(iii) EF : 排出係数

各作物種の畜産廃棄物の施用による N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 221 各作物種の畜産廃棄物の施用による N₂O の排出係数の不確実性評価結果

作物種	N	EFn2o	UEF
水稻	100%	196%	220.0%
茶	100%	122%	157.5%
その他の作物	100%	152%	181.7%

* U_{EF} = (U_N² + U_{EFn2o}²)^{1/2} に基づき算定。

3) 評価方法の課題

「農業生産環境調査報告書」に示された単位面積あたり施肥量の不確実性として採用した H14 年度検討会での設定値(100%)は、過大評価だと考えられる。

(b) 活動量

1) 評価方針

水稻、果樹、茶、豆類、飼料作物、かんしょ、麦、そば雑穀類、桑、煙草の作付面積は指定統計の標本調査である「耕地及び作付面積統計」に示された値、ばれいしょについては、指定統計の全数調査(すそ切りあり)である「野菜生産出荷統計」に示された値を採用している。活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従うと、標準誤差率が存在する場合は、それを不確実性として使用することとなる。「耕地及び作付面積統計」については、平成 17 年の標準誤差率が判明している。判明している標準誤差率は、水稻作付面積:0.33%、耕地面積(畑):0.27%であることから、水稻の不確実性については水稻作付面積の標準誤差率を、その他の作物については耕地面積(畑)の標準誤差率を使用することとした。「野菜生産出荷統計」については、

直接排出(合成肥料)(4D1) N2O

H14 年度検討会での設定値を用いることとなるが、H14 年度検討会での設定値では過大評価となるため、専門家の判断により、不確実性評価を行うこととする。

2) 評価結果

水稻については 0.33% を、果樹、茶、ばれいしょ、豆類、飼料作物、かんしょ、麦、そば雑穀類、桑、煙草については 0.27% を採用することとする。

野菜については、「耕地及び作付面積統計」に示された野菜の作付面積から、前述のばれいしょの作付面積を差し引いていることから、和の合成式で不確実性を以下の通り算出する。

$$U_{R野菜} = \sqrt{\{(563,200 * 0.27 \%)^2 + (-86,900 * 0.27 \%)^2\} / (563,200 - 86,900)} = 0.3 \%$$

工芸作物については、「耕地及び作付面積統計」に示された工芸作物の合計値から茶とたばこの値を差し引いて算出していることから、和の合成式で不確実性を以下の通り算出する。

$$U_{R工芸作物} = \frac{\sqrt{\{(182,900 * 0.27 \%)^2 + (-48,700 * 0.27 \%)^2 + (-21,500 * 0.27 \%)^2\}}}{(182,900 - 48,700 - 21,500)} = 0.5 \%$$

3) 評価方法の課題

特に無し。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 222 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
(kgN ₂ O- N/kgN)		(tN)		1,493(Gg-CO ₂)	60%

今後の調査方針

合成肥料・有機質肥料別に排出係数を設定できれば、その場合は新しい排出係数を使用して算出を行う。

(3) 直接排出（畜産廃棄物の施用：有機物肥料）(4D1) N₂O

背景

有機物肥料を施肥することで土壤中にアンモニウムイオンが発生し、好気条件下でそのアンモニウムイオンが硝酸態窒素に酸化される過程で N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

農用地土壌への畜産廃棄物の施用に伴って排出される N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

農用地土壌への堆きゅう肥及び有機質肥料（以下、有機質肥料）の施肥に伴う N₂O 排出については、GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、我が国独自の排出係数等が存在するため、それを使用して N₂O 排出量の算定を行った。

(c) 算定式

我が国の場合、排出係数は作物種別の実測値であるため、N₂O 排出量は、作物種別の排出係数にそれぞれ対応する作物種別の窒素投入量を乗じたものを積算することにより算定した。

$$E = \sum_T (EF_n * A_n) * 44 / 28$$

- E : 家畜排せつ物の施用に伴う N₂O 排出量 (kg N₂O)
 EF_n : 作物種別の排出係数 (kgN₂O- N/kgN)
 A_n : 作物種別の窒素投入量 (kg N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

投入窒素 1kg から排出される N₂O に含まれる窒素の量。

(b) 設定方法

「直接排出（合成肥料）(4D1)」と同様。

(c) 排出係数の推移

「直接排出（合成肥料）(4D1)」と同様。

直接排出（畜産廃棄物の施用：有機物肥料）(4D1) N2O

(d) 出典

「直接排出（合成肥料）(4D1)」と同様。

(e) 排出係数の課題

「直接排出（合成肥料）(4D1)」と同様。

活動量

(a) 定義

農用地土壤に施用された有機質肥料に含まれる窒素量（kg）

(b) 活動量の把握方法

活動量は、各作物種の作付面積に、各作物種の単位面積当たり窒素施肥量を乗じることにより算定する。各作物種の作付面積は「直接排出（合成肥料）(4D1)」と同様。

$$A_n = RA_n * RF_n * 10$$

A_n : 作物種別の窒素投入量（kgN）

RA_n : 作物種別の耕地面積（ha）

RF_n : 作物種別の単位面積あたり窒素施用量（kgN/10a）

表 223 作物種別の単位面積あたり有機質肥料施用量（全ての年で同一の値）

作物種	施用量[kg N/10a]
野菜	23.62
水稻	3.20
果樹	10.90
茶	17.60
馬鈴薯	7.94
豆類	6.24
飼料作物	10.00
かんしょ	8.85
麦	5.70
そば（雑穀）	1.81
桑	0.00
工芸作物	3.96
たばこ	11.41

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度における総窒素投入量は以下の通り。

表 224 総窒素投入量の推移

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	436,316	430,942	426,290	419,810	411,010	400,589	388,490	382,673	377,055
野菜	148,239	146,468	145,499	143,421	139,854	136,406	133,311	131,516	128,989
水稻	66,432	65,760	65,056	66,944	68,064	70,400	67,392	62,944	62,208
果樹	38,499	37,747	37,093	36,471	35,850	35,065	34,324	33,550	32,831
茶	10,384	10,296	10,138	9,979	9,803	9,592	9,451	9,275	9,117
馬鈴薯	9,512	9,195	8,877	8,845	8,829	8,591	8,289	8,178	8,178
豆類	16,536	16,012	14,808	12,318	10,945	9,354	9,703	10,284	10,184
飼料作物	108,900	109,600	111,300	111,100	109,500	106,000	101,300	102,100	101,000
かんしょ	5,478	5,363	5,186	4,876	4,691	4,540	4,372	4,204	4,115
麦	22,612	20,885	19,027	17,037	14,866	12,215	11,981	12,289	12,249
そば(雑穀)	501	536	538	465	429	382	424	496	516
桑	0	0	0	0	0	0	0	0	0
工芸作物	5,742	5,659	5,473	5,215	5,065	4,998	4,930	4,859	4,736
たばこ	3,480	3,423	3,297	3,138	3,115	3,046	3,012	2,978	2,932

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	373,953	371,742	367,909	364,152	360,667	362,802	356,947	353,100
野菜	127,501	126,485	123,981	120,793	118,383	116,470	113,778	112,502
水稻	57,376	56,960	56,416	54,400	53,856	53,120	54,304	54,464
果樹	32,188	31,686	31,196	30,564	30,030	29,604	29,201	28,929
茶	9,011	8,923	8,870	8,818	8,747	8,712	8,642	8,571
馬鈴薯	7,932	7,757	7,511	7,376	7,313	7,011	6,924	6,900
豆類	11,432	11,188	11,968	13,435	13,628	13,603	12,599	12,099
飼料作物	103,800	104,000	102,600	102,500	101,800	107,200	104,700	103,000
かんしょ	4,036	3,938	3,841	3,744	3,584	3,513	3,567	3,611
麦	12,369	12,580	13,486	14,672	15,476	15,721	15,527	15,293
そば(雑穀)	643	690	695	775	767	805	807	831
桑	0	0	0	0	0	0	0	0
工芸作物	4,780	4,704	4,605	4,407	4,459	4,475	4,447	4,447
たばこ	2,887	2,830	2,738	2,670	2,624	2,567	2,453	2,453

(d) 出典

作物種別の有機質肥料施用量の出典は以下の通り。その他については「直接排出（合成肥料）(4D1)」と同様。

表 225 作物種別の有機質肥料施用量

資料名	財団法人 農業技術研究会「平成 12 年度温室効果ガス排出削減定量化法調査報告書」
発行日	平成 13 年 3 月
記載されている最新のデータ	平成 12 年
対象データ	作物種別の有機質肥料施用量

(e) 活動量の課題

- ・ 合計作付面積の 3 割以上を占める飼料作物の窒素投入量のデータがなく、麦の窒素投入量を代用しているため、実態を反映していない可能性がある。
- ・ 作物種別（野菜、水稻、果樹、茶、馬鈴薯、豆類、飼料作物、かんしょ、麦、そば(雑穀)、桑、工芸作物、たばこ）の耕地面積を一つの統計で網羅したものがなく、複数の統計を組み合わせて用いる場合の一貫性や整合性に留意する必要がある。

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 226 農用地土壌への畜産廃棄物の施用に伴う N₂O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	4.2	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

畜産廃棄物の施用に伴う N₂O の排出は、「直接排出（合成肥料）4D1」と同様の方法で行う。

(a) 排出係数

1) 評価方針

畜産廃棄物の施用に伴う N₂O の排出係数は、以下の式により各作物種に算定を行っている。ここでは、各作物種別の作付面積以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【各作物種の畜産廃棄物の施用に伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E_i = \underbrace{N_i * EF_{n2oi}} * A_i$$

排出係数と見なすパラメータ

- E_i : 各作物種(i)の畜産廃棄物の施用に伴う N₂O の排出量
- N_i : 各作物種(i)の単位面積当たり投入窒素量
- EF_{n2oi} : 各作物種(i)の投入窒素量に対する N₂O 発生率
- A : 各作物種(i)の作付面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EFi = Ni * EF_{n2oi}$$

$$\text{式 b : } U_{EFi} = \sqrt{U_{Ni}^2 + U_{EFn2oi}^2}$$

畜産廃棄物の施用に伴う N₂O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の7点が考えられる。

- ・ 施用される畜産廃棄物の家畜種 ・ 畜産廃棄物の処理方法
- ・ 土壌水分 ・ 作物種 ・ 土壌タイプ
- ・ 気候及び栽培する季節 ・ 投入窒素量の地域差

2) 評価結果

(i) N：各作物種(i)ごとの単位面積当たり投入窒素量

各作物種(i)の単位面積当たり窒素投入量は、「農業生産環境調査報告書」に示された有機質資材による単位面積あたり窒素施肥量を採用している。「農業生産環境調査報告書」の不確実性については、指定統計以外の標本調査であり、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、H14 年度検討会での設定値（100%）を用いることとする。

(ii) EF_{n₂o}：投入窒素量に対する N₂O 発生率

「直接排出（合成肥料）4D1」と同様。

(iii) EF：排出係数

「直接排出（合成肥料）4D1」と同様。

3) 評価方法の課題

「直接排出（合成肥料）4D1」と同様。

(b) 活動量

1) 評価方針

「直接排出（合成肥料）4D1」と同様。

2) 評価結果

「直接排出（合成肥料）4D1」と同様。

3) 評価方法の課題

「直接排出（合成肥料）4D1」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 227 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
-(kgN ₂ O-N/kgN)	—	— (tN)	—	1,095(Gg-CO ₂)	70%

窒素固定作物 (4D1) N₂O

今後の調査方針

最新の研究の知見によれば、合成肥料と有機質肥料では排出係数に大きな差異があることが判明しつつあるが、研究の途中段階であり、結論は出ていない。従って、新たな排出係数が設定されるまでは現状を変更しないこととし、合成肥料の排出係数を利用し算定を行う。

(4) 窒素固定作物 (4D1) N₂O

今までは「NE」として報告していたが、[窒素固定作物]によるN₂Oの排出は、既に[合成肥料]及び[家畜排せつ物の施用]で計上されているため、「IE」として報告することとする。

なお、今後は[合成肥料]及び[家畜排せつ物の施用]での計上との整合について、さらに研究を進める必要がある。

(5) 作物残渣 (4D1) N₂O

背景

作物残渣をすき込むと作物残渣中に含まれる窒素分がアンモニウムイオンに変化し、好気条件下でそのアンモニウムイオンが硝酸態窒素に酸化される過程でN₂Oが発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

作物残渣のすき込みによって排出されるN₂Oの量。

(b) 算定方法の選択

作物残渣のすき込みによるN₂Oの排出係数のデータは、現在研究調査段階であるため今は存在しない。このため、研究成果が出るまでは、1996年改訂IPCCガイドラインのデフォルト値を使用する。また、活動量の「作物残渣のすき込みによる窒素投入量」については、我が国独自の手法を用いて算定することとする。

なお、ライ麦・オート麦の子実用については活動量の算定に我が国独自の手法を用いることができないため、活動量の算定についてもデフォルト手法(Tier 1 b)を使用することにする。

(c) 算定式

デフォルト値の排出係数に、作物残渣のすき込みによって投入された窒素量を乗じることによってN₂O排出量を算定する。活動量については、前述のように、ライ麦・オート麦(子実用)とライ麦・オート麦(子実用)以外で算定方法が異なる。詳細は活動量を参照。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 作物残渣のすき込みによる N₂O 排出量 (kg N₂O)
 EF : デフォルト値の排出係数 (kgN₂O- N/kgN)
 A : 作物残渣のすき込みによる窒素投入量 (kg N)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

投入窒素 1kg から排出される N₂O に含まれる窒素の量 (kg)

(b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における作物種ごとの N₂O 排出係数は以下の通り。

表 228 作物残渣のすき込みによる N₂O 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgN ₂ O-N/kg N]	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgN ₂ O-N/kg N]	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125

(d) 出典

表 229 排出係数の出典

データ	出典
作物残渣のすき込みによる N ₂ O 排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) ライ麦・オート麦 (子実用) 以外

1) 定義

土壌にすき込まれた作物残渣に含まれる窒素の量 (kg)

2) 活動量の把握方法

我が国には作物別の「収穫物以外の地上部の窒素含有量」(単位: kg/10a)のデータがあり、これに作物別耕地面積を乗じることですき込まれた窒素の量を算定する。収穫物以外の地上部の窒素含有量は表 230、表 231の通りである。収穫物以外の地上部の窒素含有量のデータがない作物については、種類が近い作物の数値を用いた。また全ての年度について同一の数値を使用した。

「収穫物以外の地上部の窒素含有量」は面積あたりの値であるため、耕地面積を乗じ、窒素含有量の総量を算出した(なお、飼肥料用作物については飼料用の面積は除いている)。その値に、焼却される割合(1996年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値)を除いた割合を乗じ、土壌にすき込まれた作物残渣に含まれる窒素量を推計した。なお、焼却が行われないと考えられ、「農業廃棄物の野焼き(4.F)」でも算定対象となっていない作物については、この「焼却される割合を除いた割合」を乗じないこととした。

$$A = \sum Ri * Ni * 10 * (1 - FracBurn)$$

- A : 作物残渣のすき込みによる窒素投入量 (kgN)
 Ri : 作物別耕地面積 (ha)
 Ni : 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量 (kg/10a)
 FracBurn : 焼却される割合

表 230 収穫物以外の地上部の窒素含有量(野菜、麦以外)(kg/10a)

種類	収穫物以外の地上部のN含有量	焼却される作物
大豆	1.6	
小豆	1.7	
いんげん	1.6	
らっかせい	1.6	
水稲	4.2	
そば	7.9	
かんしょ	5.6	
牧草	20.4	
青刈りとうもろこし	15.4	
ソルゴー	21.5	
青刈りオート麦	12.5	
青刈りライ麦	8.6	
青刈りその他麦	14.1	
なたね	7.9	
茶	28.7	
てんさい	16.4	
さとうきび	7.2	
こんにゃくいも	2.0	
い	7.9	
葉たばこ	10.3	

*いんげん・らっかせい:大豆と小豆の平均、葉タバコ:はくさいとキャベツの平均値を使用、そば・い:なたねの値を使用、牧草:マメ科牧草、いね科牧草、混播牧草の平均、青刈りライ麦:青刈りえん麦(オート麦)の数値に、「ライ麦(子実用)の窒素含有率/オート麦(子実用)の窒素含有率」(共に1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)のデフォルト値)を乗じて算出、青刈りその他麦:青刈りえん麦(オート麦)の数値に、「その他麦(子実用)の窒素含有率/オート麦(子実用)の窒素含有率」(オート麦(子実用)の窒素含有率は1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)のデフォルト値、その他麦(子実用)の窒素含有率は、小麦、大麦類の各年度の収穫量を用いて1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)のデフォルト値の加重平均を算出しそれを使用した)を乗じて算出する。

表 231 収穫物以外の地上部の窒素含有量(野菜、麦)(kg/10a)

	種類	収穫物以外の地上部のN含有量	焼却される作物		種類	収穫物以外の地上部のN含有量	焼却される作物
野菜	だいこん	6.1		野菜	ねぎ	5.9	
	かぶ	6.1					
	にんじん	4.9					
	ごぼう	4.9					
	れんこん	4.9					
	ばれいしょ	2.7					
	さといも	3.6					
	やまのいも	3.1					
	はくさい	7.6					
	こまつな	10.3					
	キャベツ	13.0					
	ちんげんさし	10.3					
	ほうれんそう	10.3					
	ふき	10.3					
	みつば	10.3					
	しゅんぎく	10.3					
	セルリー	15.2					
	アスパラガス	1.5					
	カリフラワー	13.0					
	ブロッコリー	10.3					
レタス	2.6						
			麦類	小麦	3.2		
				二条大麦	0.5		
				六条大麦	1.5		
				裸麦	1.0		

* かぶ：だいこんの値を使用、ごぼう・レンコン：にんじんの値を使用、こまつな・ちんげんさい・ほうれんそう・ブロッコリー・ふき・みつば・しゅんぎく：はくさいとキャベツの平均値、カリフラワー：キャベツと同じ、アスパラガス・にら・にんにく：たまねぎと同じ値、ピーマン：ナスと同じ値、さやいんげん・さやえんどう・そらまめ：えだまめと同じ値、しょうが：だいこんとにんじんの平均値、小麦：春まき小麦と秋まき小麦の平均、裸麦：二条大麦と六条大麦の平均

表 232 野焼きされる割合 (デフォルト値)

データ	数値
野焼きされる割合	0.1

3) 活動量の推移

1989～2005 年度における作物残渣のすき込みによる窒素投入量は以下の通り。

表 233 作物残渣のすき込みによる窒素投入量の推移

	[GgN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計		186.33	184.75	183.49	183.48	181.55	180.75	176.40	171.15	169.21
大豆		2.46	2.36	2.28	1.78	1.42	0.99	1.11	1.33	1.35
小豆		1.11	1.10	0.93	0.84	0.87	0.87	0.85	0.81	0.81
いんげん		0.39	0.37	0.33	0.29	0.28	0.32	0.32	0.31	0.27
らっかせい		0.31	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20
米		86.98	86.10	85.18	87.65	89.12	92.18	88.24	82.42	81.45
そば		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
かんしょ		2.19	2.34	2.35	2.03	1.87	1.67	1.85	2.16	2.25
牧草		3.48	3.41	3.30	3.10	2.98	2.89	2.78	2.67	2.62
青刈りとうもろこし		1.35	1.47	1.96	1.57	1.90	1.88	1.98	2.47	2.51
ソルゴー		0.06	0.09	0.14	0.14	0.14	0.11	0.15	0.15	0.15
青刈りオート麦		1.40	1.72	2.47	2.52	2.17	1.81	1.91	2.06	2.09
青刈りライ麦		1.15	1.76	2.36	2.83	2.90	2.93	3.44	3.85	4.16
青刈りその他麦		0.17	0.16	0.16	0.17	0.15	0.16	0.14	0.14	0.12
なたね		0.12	0.14	0.13	0.81	0.46	0.36	0.21	0.20	0.14
茶		0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
てんさい		16.93	16.79	16.53	16.27	15.99	15.64	15.41	15.12	14.87
さとうきび		11.79	11.81	11.79	11.58	11.50	11.45	11.48	11.43	11.23
こんにゃくいも		2.42	2.36	2.17	1.99	1.86	1.79	1.74	1.71	1.62
い		0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08
葉たばこ		0.68	0.67	0.56	0.54	0.52	0.48	0.47	0.44	0.42
小麦		9.15	8.40	7.70	6.92	5.92	4.90	4.88	5.11	5.08
二条大麦		0.39	0.38	0.35	0.32	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22
六条大麦		0.43	0.37	0.31	0.26	0.20	0.06	0.06	0.10	0.13
裸麦		0.09	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
だいこん		3.81	3.72	3.65	3.57	3.46	3.35	3.26	3.16	3.04
かぶ		0.46	0.46	0.45	0.44	0.44	0.43	0.42	0.41	0.41
にんじん		1.19	1.16	1.18	1.17	1.16	1.14	1.21	1.20	1.15
ごぼう		0.75	0.73	0.70	0.72	0.68	0.66	0.63	0.65	0.60
れんこん		0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.24
ばれいしょ		3.23	3.13	3.02	3.01	3.00	2.92	2.82	2.78	2.78
さといも		0.96	0.94	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.79	0.77
やまのいも		0.28	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
はくさい		2.27	2.18	2.13	2.07	2.03	1.96	1.95	1.91	1.85
こまつな		0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
キャベツ		5.39	5.26	5.32	5.36	5.21	5.12	5.12	5.07	4.94
ちんげんさい		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
ほうれんそう		2.84	2.81	2.82	2.79	2.82	2.81	2.78	2.73	2.69
ふき		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
みつば		0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
しゅんぎく		0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
セルリー		0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11
アスパラガス		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
カリフラワー		0.36	0.34	0.33	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25
ブロッコリー		0.84	0.91	0.95	0.98	0.97	0.91	0.84	0.83	0.81
レタス		0.57	0.57	0.59	0.58	0.57	0.57	0.57	0.56	0.55
ねぎ		1.42	1.42	1.43	1.45	1.42	1.44	1.45	1.46	1.46
にら		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
たまねぎ		0.43	0.44	0.45	0.46	0.43	0.41	0.41	0.41	0.41
にんにく		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
きゅうり		1.77	1.71	1.66	1.61	1.56	1.53	1.48	1.43	1.39
かぼちゃ		0.78	0.75	0.74	0.75	0.74	0.71	0.66	0.65	0.69
なす		2.06	2.01	1.94	1.87	1.81	1.76	1.70	1.67	1.63
トマト		1.37	1.34	1.33	1.32	1.32	1.30	1.29	1.30	1.29
ピーマン		0.56	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.49
スイートコーン		3.45	3.44	3.43	3.31	3.27	3.16	2.92	2.71	2.77
さやいんげん		1.44	1.43	1.37	1.32	1.27	1.23	1.19	1.18	1.13
さやえんどう		1.07	1.03	0.99	0.94	0.91	0.87	0.83	0.79	0.76
そらまめ		0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
えだまめ		1.71	1.69	1.69	1.69	1.62	1.56	1.55	1.56	1.55
しょうが		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
いちご		0.48	0.47	0.46	0.43	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36
メロン		1.02	1.03	1.03	1.01	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87
すいか		0.55	0.54	0.53	0.51	0.49	0.46	0.45	0.45	0.44

作物残渣(4D1)N2O

	[GgN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計		166.60	166.60	166.07	163.55	162.67	161.69	161.36	160.00
大豆		1.77	1.75	1.98	2.33	2.43	2.46	2.22	2.17
小豆		0.78	0.75	0.72	0.76	0.70	0.70	0.71	0.64
いんげん		0.22	0.20	0.21	0.22	0.24	0.21	0.19	0.18
らっかせい		0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15
米		75.13	74.58	73.87	71.23	70.52	69.55	71.10	71.31
そば		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
かんしょ		2.80	3.01	3.03	3.38	3.35	3.52	3.52	3.63
牧草		2.57	2.51	2.44	2.38	2.28	2.24	2.27	2.30
青刈りとうもろこし		3.35	3.30	3.49	3.41	3.30	3.33	2.94	2.51
ソルゴー		0.17	0.18	0.17	0.15	0.17	0.17	0.15	0.15
青刈りオート麦		3.50	4.11	4.39	4.69	4.75	4.60	3.87	3.42
青刈りライ麦		5.14	5.42	5.54	5.87	6.05	6.16	6.19	6.34
青刈りその他麦		0.17	0.20	0.24	0.25	0.24	0.23	0.23	0.20
なたね		0.12	0.12	0.10	0.12	0.12	0.14	0.25	0.22
茶		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
てんさい		14.69	14.55	14.46	14.38	14.26	14.21	14.09	13.98
さとうきび		11.51	11.48	11.35	10.82	10.92	11.14	11.15	11.07
こんにゃくいも		1.61	1.64	1.66	1.64	1.71	1.72	1.67	1.53
い		0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
葉たばこ		0.35	0.28	0.22	0.15	0.14	0.15	0.14	0.13
小麦		5.23	5.44	5.90	6.35	6.67	6.84	6.86	6.89
二条大麦		0.20	0.19	0.19	0.20	0.21	0.20	0.19	0.18
六条大麦		0.15	0.15	0.17	0.23	0.26	0.27	0.26	0.23
裸麦		0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
だいこん		2.96	2.91	2.79	2.69	2.60	2.54	2.44	2.38
かぶ		0.41	0.40	0.40	0.38	0.38	0.37	0.35	0.33
にんじん		1.11	1.12	1.10	1.07	1.01	1.00	0.96	0.94
ごぼう		0.58	0.56	0.53	0.50	0.48	0.48	0.46	0.43
れんこん		0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
ばれいしょ		2.70	2.64	2.55	2.51	2.49	2.38	2.35	2.35
さといも		0.75	0.72	0.68	0.64	0.62	0.59	0.57	0.54
やまのいも		0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
はくさい		1.80	1.78	1.72	1.67	1.62	1.57	1.53	1.50
こまつな		0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.57	0.58
キャベツ		4.89	4.87	4.81	4.66	4.55	4.48	4.34	4.37
ちんげんさい		0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.24	0.24
ほうれんそう		2.66	2.63	2.60	2.55	2.52	2.51	2.45	2.44
ふき		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.08
みつば		0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13
しゅんぎく		0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.27	0.26
セルリー		0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10
アスパラガス		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
カリフラワー		0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.19	0.19
ブロッコリー		0.81	0.84	0.84	0.87	0.95	1.05	1.03	1.09
レタス		0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55
ねぎ		1.46	1.49	1.48	1.44	1.41	1.39	1.39	1.36
にら		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
たまねぎ		0.41	0.41	0.41	0.40	0.39	0.36	0.35	0.35
にんにく		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
きゅうり		1.36	1.32	1.29	1.26	1.22	1.20	1.16	1.14
かぼちゃ		0.73	0.75	0.72	0.65	0.65	0.68	0.68	0.68
なす		1.62	1.59	1.55	1.49	1.45	1.40	1.36	1.33
トマト		1.28	1.28	1.28	1.28	1.25	1.24	1.24	1.23
ピーマン		0.49	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42
スイートコーン		2.74	2.67	2.56	2.51	2.48	2.43	2.36	2.27
さやいんげん		1.11	1.08	1.05	1.02	0.98	0.96	0.93	0.90
さやえんどう		0.71	0.68	0.67	0.62	0.60	0.58	0.57	0.56
そらまめ		0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.34	0.33
えだまめ		1.56	1.54	1.54	1.50	1.49	1.55	1.59	1.57
しょうが		0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10
いちご		0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.32	0.32
メロン		0.84	0.81	0.78	0.76	0.72	0.68	0.63	0.59
すいか		0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32

4) 出典

表 234 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量の出典

資料名	平成8年度 関東東海農業 環境調和型農業生産における土壌管理技術に関する第6回研究会 養分の効率的利用技術の新たな動向「我が国の農作物の栄養収支」(尾和、1996)
発行日	平成8年度
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量

表 235 野焼きされる割合の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	野焼きされる割合

表 236 野菜の作付面積

資料名	野菜生産出荷統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	~平成17年3月31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	1 全国の作付面積・収穫量・出荷量/計/作付面積(45ページ)

表 237 野菜を除く作物の耕地面積(いんげん、なたね、てんさい、さとうきび、こんにゃくいも、い、葉たばこ)

資料名	作物統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	~平成17年10月21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	各作物の作付面積

表 238 野菜を除く作物の耕地面積(その他)

資料名	耕地及び作付面積統計(農林水産省統計部)平成元~17年度分
発行日	~平成18年3月31日
記載されている最新のデータ	平成元~17年度のデータ
対象データ	各作物の作付面積

5) 活動量の課題

作物種別の耕地面積を一つの統計で網羅したものがなく、複数の統計を組み合わせて用いる場合の一貫性や整合性に留意する必要がある。

生産物として畑から除去される割合及び焼却される割合のみを考慮しているが、生産物以外の部分の畑から除去される割合等については考慮していないことから、生産物以外の部分の畑

から除去される割合のデータが得られた場合、その適用について検討する必要がある。特に牧草については、ほとんどがすき込まれないと考えられるが、具体的なデータが無いため、現在は算定に含めている。

また、茶は、毎年葉の残渣部分が茶畑の畝の間に堆積し、N₂O を発生させるのに加え、数年に一度の頻度で地上部の地面から約 40cm 上の部分が全部剪除され(「中刈り」あるいは「中途刈り」)、それが残渣として畝間に堆積し、N₂O を発生させる。しかし、現在使用しているデータである、「収穫物以外の地上部」の値は、上記の毎年の残渣部分に含まれる窒素量ではなく、枝部分の残渣も含めた、地上部の全残渣の窒素量になっている。地上部の残渣が全て地上に落とされるのは数年に一度であるので、この使用値は実際に比べ過大であり、現状では過大推計になっていると考えられる。よって、今後はこの過大推計を解消するために正確な残渣中の窒素量を把握する必要がある。

加えて、合成肥料・有機質肥料からの N₂O 排出係数は、一般的な管理を行った茶園での計測を元に求められていることから、その中には刈り落とされた残渣を起源とする排出も含まれていると考えられる。従って、残渣からの N₂O 排出量はダブルカウントされている可能性があるため、この問題についても解決していく必要がある。

(b) ライ麦・オート麦(子実用)

ライ麦・オート麦の子実用については、我が国独自の残渣部分の窒素含有率のデータが無いため、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト手法に則り活動量を算定することにする。

1) 定義

活動量は、土壌にすき込まれた作物残渣に含まれる窒素の量。

2) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、各作物種ごとの年間生産量に、各作物種ごとの作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合を除いた割合、残渣の窒素含有率のそれぞれのデフォルト値を乗じることによって作物残渣のすき込みによる窒素投入量を設定することとする。

$$A = P * RC * DM * (1 - FracB) * NF$$

A	: 作物残渣のすき込みによる窒素投入量
P	: 年間作物生産量
RC	: 作物生産量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
NF	: 窒素含有率

ライ麦・オート麦の収穫量であるが、統計データが存在しないため、作付面積に単位面積当たり収穫量を乗じて算出する。

ライ麦・オート麦の作付面積は子実用と青刈り用に分かれる。対象となる作付面積は子実

用のみであるが、統計にはこの区分で掲載されていないため、統計に存在する「総作付面積」から「青刈り面積」を除いた面積を子実用の作付面積とする(表 239)。

オート麦の単位面積当たり収穫量データは 1994 年度までしか存在せず、加えて 1994 年度以前はほとんどの年度で主要県のみデータとなっているので、全年度について 1994 年度の数値を使用することにする。ライ麦については、専門家判断によるデータを使用することとする。

表 239 ライ麦・オート麦の作付面積(子実用)

[ha]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ライ麦	70	50	90	106	97	110	119	115	120
オート麦	4,300	4,000	3,500	3,231	3,315	2,500	2,517	2,817	2,600

[ha]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ライ麦	113	137	110	122	118	120	110	120
オート麦	2,300	2,426	1,600	1,657	1,707	1,700	1,000	800

表 240 ライ麦・オート麦の単位面積当たり収穫量

	値	単位
ライ麦の単位面積当たり収穫量	424	kg/10a
オート麦の単位面積当たり収穫量 (1994 年度)	223	kg/10a

表 241 作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、窒素含有率

作物	残渣の比率	残渣の平均乾物率	窒素含有率	野焼きされる割合
ライ麦	2.23	0.90	0.0048	0.10
オート麦	2.84	0.92	0.0070	0.10

3) 活動量の推移

表 242 ライ麦・オート麦のすき込みによる窒素投入量の推移

[t-N]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ライ麦	3	2	4	5	5	5	6	5	6
オート麦	124	115	101	93	96	72	73	81	75

[t-N]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ライ麦	5	6	5	6	6	6	5	5
オート麦	66	70	46	48	49	49	29	23

4) 出典

表 243 活動量の出典

データ	出典
ライ麦・オート麦の作付面積	耕地及び作付面積統計(1994年度、農林水産省統計部)
ライ麦の単位面積当たり収穫量	専門家判断(我が国におけるライ麦の試験結果を基に専門家が決定した)
オート麦の単位面積当たり収穫量	耕地及び作付面積統計(1994年度、農林水産省統計部)
残渣の平均乾物率、窒素含有率	GPG(2000)(グッドプラクティスガイダンス)(2000)p4.58 Table 4.16
作物生産量に対する残渣の比率	専門家判断(我が国におけるライ麦・オート麦の試験結果を基に専門家が決定した)
野焼きされる割合	1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p4.83

5) 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 244 作物残渣のすき込みによる N₂O 排出量の算定結果 (ライ麦・オート麦以外)

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0

表 245 作物残渣のすき込みによる N₂O 排出量の算定結果 (ライ麦・オート麦)

[Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ライ麦	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
オート麦	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001

[Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ライ麦	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
オート麦	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

また、最終的な排出量は表 246の通りである。

表 246 作物残渣のすき込みによる N₂O 排出量の算定結果 (全体)

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

「直接排出 [作物残渣] (4D1)」はライ麦・オート麦以外の作物とライ麦・オート麦で算定方法が異なるので、別々に不確実性を算定することとする。

なお、ライ麦・オート麦以外の作物とライ麦・オート麦について、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、直接排出 [作物残渣] からの N₂O の排出に関しては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、ライ麦・オート麦以外の作物とライ麦・オート麦とで個別に評価する。

(a) 排出係数

1) ライ麦・オート麦以外の作物

(i) 評価方針

作物残渣のすき込みに伴う N₂O の排出係数は、以下の式により窒素固定作物以外の作物のすき込み、窒素固定作物のすき込み別に算定を行っている。ここでは、窒素固定作物以外の作物及び窒素固定作物の生産量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【作物残渣のすき込みに伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \sum Ni * (1 - FracBurn) * EF_{n2o} * Ri * 10 * 44 / 28$$

排出係数と見なすパラメータ

- E : 作物残渣のすき込みに伴う N₂O の排出量
- N_i : 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量
- FracBurn : 焼却される割合
- EF_{n2o} : 土壌にすき込まれた作物中に含まれる窒素から発生する N₂O の割合
- R_i : 作物別耕地面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

式 a : $EF = Ni * (1 - FracBurn) * EF_{n2o}$

式 b : $U_{EF} = \sqrt{U_{Ni}^2 + U_{(1-FracBurn)}^2 + U_{EFn2o}^2}$

作物残渣のすき込みに伴う N₂O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の 7 点が考えられる。

- ・ 土壌へすき込まれる作物残渣量及び種類
- ・ 作物残渣処理方法
- ・ 作付けられる作物種
- ・ 土壌水分
- ・ 土壌タイプ

- ・ 気候及び栽培する季節
- ・ 投入窒素量の地域差

(ii) 評価結果

(7) N_i : 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量

作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量は、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。サンプル数が5以上の作物については以下の計算式により不確実性を算出し、5未満の作物については、不確実性が最大である作物の不確実性で代用した。

$$U_{N_i} = 1.96 * \sigma_{N_i} / N_i$$

(1) (1- FracBurn) : (1-焼却される割合)

「1 - 焼却される割合」は、デフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家の判断により、「焼却される割合」の最小値は0%と判断され、最大値は1996年改訂IPCCガイドラインに示されている途上国の焼却される割合のデフォルト値25%であると判断された。これらの値を1から引いたものをそれぞれ上限及び下限と設定して不確実性評価を行うこととした。なお、焼却が行われない作物については、この「焼却される割合を除いた割合」の不確実性は乗じない。

表 247 (1 - 焼却される割合) の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限	採用値	上限	差異*	不確実性
0.75	0.9	1.0	0.15	16.7%

(ウ) EFn2o : 土壌にすき込まれた作物中の窒素から発生する N₂O の割合

土壌にすき込まれた作物中の窒素から発生する N₂O の割合はデフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された標準値 80 ~ 380%のうち最大値である 380%を採用することとした。

(I) EF : 排出係数

以上から、各作物の排出係数の不確実性は、表 248に示す通りである。

表 248 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量の不確実性評価

収穫物以外の地上部(N)	作物名	UNi	U1-FracBurn	UEFn2o	UEF	
普通作物	水稻	5.7%	16.7%	380%	380%	
	小麦	20.4%	16.7%	380%	381%	
	大豆	25.5%	16.7%	380%	381%	
	小豆	11.4%	16.7%	380%	381%	
	いんげん	13.8%	16.7%	380%	381%	
	らっかせい	13.8%	16.7%	380%	381%	
	かんしょ	25.3%		380%	381%	
	そば	41.8%		380%	382%	
	二条大麦	15.0%	16.7%	380%	381%	
	六条大麦	41.8%	16.7%	380%	383%	
	裸麦	41.8%	16.7%	380%	383%	
	野菜	だいこん	6.6%		380%	380%
		にんじん	29.6%		380%	381%
		しょうが	13.7%		380%	380%
かぶ		6.6%		380%	380%	
たまねぎ		13.2%		380%	380%	
ずいか		41.8%		380%	382%	
れんこん		29.6%		380%	381%	
はくさい		41.8%		380%	382%	
キャベツ		12.7%		380%	380%	
こまつな		11.8%		380%	380%	
ちんげんさい		11.8%		380%	380%	
ぶき		11.8%		380%	380%	
みつば		11.8%		380%	380%	
しゅんぎく		11.8%		380%	380%	
アスパラガス		13.2%		380%	380%	
カリフラワー		12.7%		380%	380%	
ブロッコリー		11.8%		380%	380%	
にら		13.2%		380%	380%	
にんにく		13.2%		380%	380%	
ピーマン		41.8%		380%	382%	
さやいんげん		41.8%	16.7%	380%	383%	
さやえんどう		41.8%	16.7%	380%	383%	
そらまめ		41.8%		380%	382%	
なす		41.8%		380%	382%	
メロン		41.8%		380%	382%	
ほうれんそう		11.8%		380%	380%	
トマト		9.9%		380%	380%	
未熟トウモロコシ		24.1%	16.7%	380%	381%	
レタス		33.1%		380%	381%	
ねぎ		0.0%		380%	380%	
きゅうり		22.7%		380%	381%	
ばれいしょ		19.3%	16.7%	380%	381%	
いちご		36.9%		380%	382%	
かぼちゃ		41.8%		380%	382%	
えだまめ	41.8%		380%	382%		
セルリー	41.8%		380%	382%		
ごぼう	29.6%		380%	381%		
さといも	41.8%		380%	382%		
やまのいも	41.8%		380%	382%		
工芸作物	茶	15.7%		380%	380%	
	てんさい	7.7%	16.7%	380%	380%	
	葉たばこ	41.8%		380%	382%	
	さとうきび	41.8%	16.7%	380%	383%	
	いくさ	41.8%		380%	382%	
	こんにゃく	41.8%		380%	382%	
飼料作物	なたね	41.8%		380%	382%	
	牧草	9.4%		380%	380%	
	青刈りとうもろこし	8.0%		380%	380%	
	ソルゴー	17.9%		380%	380%	
	青刈オート麦	41.8%	16.7%	380%	383%	
	青刈ライ麦	41.8%	16.7%	380%	383%	
青刈その他麦	41.8%	16.7%	380%	383%		

* $U_{EF} = (U_{Ni}^2 + U_{1-FracBurn}^2 + U_{EFn2o}^2)^{1/2}$ に基づき算定。

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

2) ライ麦・オート麦

(i) 評価方針

作物残渣のすき込みに伴う N₂O の排出係数は、以下の式により窒素固定作物以外の作物のすき込み、窒素固定作物のすき込み別に算定を行っている。ここでは、窒素固定作物以外の作物及び窒素固定作物の生産量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【作物残渣のすき込みに伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{\sum RC * DM * (1 - FracBurn) * NF * P * EF_{n_2o} * Ri * 10 * 44 / 28}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}}$$

RC	: 作物収穫量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracBurn	: 野焼きされる割合
NF	: 窒素含有率
P	: 単位面積あたり収穫量
EF _{n₂o}	: 土壌にすき込まれた作物中に含まれる窒素から発生する N ₂ O の割合
R _i	: 作物別耕地面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * (1 - FracBurn) * NF * P * EF_{n_2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{(1-FracB)}^2 + U_{NF}^2 + U_P^2 + U_{EFn_2o}^2}$$

作物残渣のすき込みに伴う N₂O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の 7 点が考えられる。

- ・ 土壌へすき込まれる作物残渣量及び種類
- ・ 作物残渣処理方法
- ・ 作付けられる作物種
- ・ 土壌水分
- ・ 土壌タイプ
- ・ 気候及び栽培する季節
- ・ 投入窒素量の地域差

(ii) 評価結果

(7) RC：作物収穫量に対する残渣の比率

専門家判断に使用した、国内の農業試験場の実験データからライ麦・オート麦それぞれの、作物収穫量に対する残渣の比率の採用値の標準偏差が判明していることから、以下の算式により不確実性を算出した。

$$U_{RC} = 1.96 * \sigma_{RC} / RC$$

表 249 作物収穫量に対する残渣の比率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

種類	採用値	標準偏差	不確実性
ライ麦	2.84	0.24	16.5%
オート麦	2.23	0.34	30.2%

(イ) DM：残渣の平均乾物率

ライ麦・オート麦ともデフォルト値を使用している。共にデフォルト値には数値に幅が無く、不確実性を設定することができない。よって、デフォルト値が設定されている作物で、数値に幅があり不確実性が算定できる作物のうち、最も不確実性が高い作物の値を採用する。GPG(2000)掲載の作物で最も不確実性が高いのは、とうもろこしで 10.3%である。これをライ麦・オート麦の値として採用する。

(ウ) (1-FracB):(1-焼却される割合)

「作物残渣 (4D1)」のライ麦・オート麦以外の作物の不確実性評価と同様、16.7%とする。

(イ) NF：窒素含有率

ライ麦・オート麦ともデフォルト値を使用している。

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)に示された当該排出源もしくは類似排出源の不確実性の標準値を用いることとされているため、ここで類似排出源として、デフォルト値の「炭素含有率」の不確実性を採用する。デフォルト値の「炭素含有率」の不確実性も GPG(2000)には不確実性が記載されていないため、これを使用している「野外で農作物の残留物を焼くこと(4F)」での不確実性評価の結果を利用する。算定対象となっている稲、麦類等全ての作物でデフォルト値の「炭素含有率」を利用しており、そのうち不確実性が最も大きい作物の不確実性を採用することとする。不確実性が最も大きい作物は小麦で 38.2%である。よって、ライ麦・オート麦の不確実性は 38.2%とする。

(オ) P：単位面積あたり収穫量

ライ麦については、指定統計である「作物統計」掲載の値を使用していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い不確実性は 50%となる。ライ麦については、専門家判断に使用した、単位面積あたり収穫量の採用値の標準偏差が判明していることから、以下の算式により不確実性を算出した。

$$U_p = 1.96 * \sigma_p / P$$

表 250 ライ麦の単位面積あたり収穫量の上限值、下限値に基づく不確実性評価

種類	採用値	採用値の標準偏差	不確実性
ライ麦	423.9	31.8	7.5%

(カ) EFn_{2o}：土壌にすき込まれた作物中の窒素から発生する N₂O の割合

土壌にすき込まれた作物中の窒素から発生する N₂O の割合はデフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された標準値 80～380%のうち最大値である 380%を採用することとした。

(キ) EF：排出係数

窒素固定作物以外の作物及び窒素固定作物のすき込みによる N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 251 作物残渣のすき込みによる N₂O の排出係数の不確実性評価結果

作物名	URC	UDM	U(1-FracBurn)	UNF	UP	UEFn _{2o}	UEF
ライ麦	16.5%	10.3%	16.7%	74.1%	7.5%	380%	388%
オート麦	30.2%	10.3%	16.7%	74.1%	50%	380%	392%

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

野菜については「野菜生産出荷統計」、いんげん、なたね、てんさい、さとうきび、こんにゃく、いも、い、葉たばこについては「作物統計」、その他については「耕地及び作付面積統計」に基づく値を採用している。「耕地及び作付面積統計」については、平成 17 年の標準誤差率が判明している。判明している標準誤差率は、水稲作付面積：0.33%、耕地面積(畑)：0.27%であることから、水稲の不確実性については水稲作付面積の標準誤差率を、その他の作物については耕地面積(畑)の標準誤差率を使用することとした。「野菜生産出荷統計」については、「直接排出(合成肥料)4D1」で設定した野菜の不確実性を使用する。「作物統計」については、

H14 年度検討会での設定値を用いることとする。

2) 評価結果

活動量の不確実性は、水稻は 0.33%、野菜類は 0.3%、いんげん、なたね、てんさい、さとうきび、こんにゃくいも、い、葉たばこは 50%、その他は 0.27%を使用することとする。

3) 評価方法の課題

「作物統計」の不確実性は過大になっていると推測される。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。ライ麦・オート麦以外については、全ての作物の排出量の不確実性を合成して排出量全体の不確実性を算出した。

表 252 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
合成結果	—	—	—	—	931 (Gg-CO ₂)	168%
ライ麦・オート麦以外	0.0125 (kgN ₂ O-N/kgN)	—	— (GN)	—%	930 (Gg-CO ₂)	168%
ライ麦	0.0125 (kgN ₂ O-N/kgN)	388%	— (GN)	0.27%	0.03 (Gg-CO ₂)	388%
オート麦	0.0125 (kgN ₂ O-N/kgN)	392%	— (GN)	0.27%	0.2 (Gg-CO ₂)	392%

今後の調査方針

作物残渣からの N₂O 排出量については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト手法と我が国の現状との差異について検討する必要がある。作物種別の耕地面積を一つの統計で網羅したものがなく、複数の統計を組み合わせる場合の一貫性や整合性に留意する必要がある。

(6) 有機質土壌の耕地 (4D1) N₂O

背景

窒素を含む有機質土壌を耕起することにより N₂O が発生する。我が国で有機質土壌として存在するのは「黒泥土」と「泥炭土」の 2 種類とされている。

算定方法

(a) 算定の対象

耕起された有機質土壌から発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

今までは「NE」として報告していたが、有機質土壌の耕起についての排出係数のデータは我が国に存在しないため、GPG(2000)に示されたデフォルト値の排出係数を用いて算定することとする。

(c) 算定式

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)によると、有機質土壌の耕起による N₂O 排出量は、耕起された有機質土壌の面積にデフォルト値の排出係数を乗じることにより算定することとなっている。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出量 (kg N₂O)
- EF : 有機質土壌の耕起の排出係数 (kgN₂O-N/ha/年)
- A : 耕起された有機質土壌の面積 (ha)

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

耕起された有機質土壌 1 ha から発生する N₂O に含まれる窒素量 (kg)。

(b) 設定方法

GPG(2000)に示された温帯におけるデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005年度における有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出係数は以下の通り。

表 253 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgN ₂ O-N/ha/年]	8	8	8	8	8	8	8	8	8

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgN ₂ O-N/ha/年]	8	8	8	8	8	8	8	8

(d) 出典

表 254 排出係数の出典

データ	出典
有機質土壌の耕起に伴う N ₂ O 排出係数	GPG (2000) P4.60 Table4.17

(e) 排出係数の課題

現在の合成肥料、有機質肥料からの N₂O 排出係数が、作物残渣、有機質土壌の耕起からの N₂O 排出も含んだ値になっている可能性があり、過大推計になっていることが考えられる。よって、作物残渣、有機質土壌の耕起からの N₂O 排出量について、合成肥料、有機質肥料からの N₂O 排出との排出源間の整合性を確保し算定する必要がある。

また、現在の排出係数は過大となっている可能性がある。

活動量

(a) 定義

一年間に耕起された有機質土壌の面積 (ha)。我が国において有機質土壌 (Histosols) として該当する土壌は、泥炭土及び黒泥土である。

(b) 活動量の把握方法

耕起された有機質土壌の面積は、我が国の水田及び普通畑における有機質土壌 (泥炭土及び黒泥土) の割合を水田及び普通畑の耕地面積に乗じることにより設定する。

$$A = RA * RF$$

- A : 耕起された有機質土壌の面積 (ha)
- RA : 耕地面積 (ha)
- RF : 有機質土壌の割合

表 255 有機質土壌の割合

水田	畑地
6.4%	1.9%

(c) 活動量の推移

1989～2005 年度における耕起された有機質土壌の面積は以下の通り。

表 256 耕起されている有機質土壌の面積の推移

[ha]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
有機質土壌の面積(合計)	207,910	206,369	204,854	203,154	201,665	200,342	198,955	197,497	195,930
有機質土壌の面積(水田)	183,552	182,144	180,800	179,328	178,048	176,896	175,680	174,336	172,864
有機質土壌の面積(畑地)	24,358	24,225	24,054	23,826	23,617	23,446	23,275	23,161	23,066

[ha]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
有機質土壌の面積(合計)	194,370	192,919	191,596	190,337	189,116	188,080	187,011	185,871
有機質土壌の面積(水田)	171,456	170,176	169,024	167,936	166,848	165,888	164,800	163,584
有機質土壌の面積(畑地)	22,914	22,743	22,572	22,401	22,268	22,192	22,211	22,287

(d) 出典

表 257 有機質土壌の割合の出典

資料名	ポケット肥料要覧(財団法人農林統計協会)
発行日	平成 17 年 2 月 10 日
記載されている最新のデータ	2004 年(農林省「地力保全基本調査(1959-1978)」の数値)
対象データ	土壌と肥料 / 1 . 土壌 / (3)我が国耕地土壌の種類 / 15 黒泥土、16 泥炭土 / 水田割合、普通畑割合(102 ページ)

表 258 水田及び普通畑の耕地面積の出典

資料名	耕地及び作付面積統計(農林水産省統計部)平成元~17 年度分
発行日	~平成 18 年 3 月 31 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	累年統計 / 1 耕地及び耕地の拡張・かい廃面積 / (1)耕地面積 / イ本地・けい畔別及び耕地種類別面積 / 本地・けい畔別 / 田小計(132 ページ) 累年統計 / 1 耕地及び耕地の拡張・かい廃面積 / (1)耕地面積 / イ本地・けい畔別及び耕地種類別面積 / 種類別 / 普通畑(133 ページ)

(e) 活動量の課題

泥炭土及び黒泥土は、深度 1メートルのうちのどこかに含まれていれば泥炭土及び黒泥土という扱いになるため、作物の生産のために耕起される表層は有機質土壌でない場合も考えられる。このため、過大推計となっている可能性が考えられる。

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 259 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

有機質土壌の耕起に伴う N₂O の排出は、水田からの排出と畑地からの排出からなっているため、これら2つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

なお、直接排出 [有機質土壌の耕起] 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、直接排出 [有機質土壌の耕起] からの N₂O の排出に関しては、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、水田と畑地とで個別に評価する。

(a) 排出係数

1) 評価方針

有機質土壌の耕起に伴う N₂O の排出係数は、以下の式により水田、畑地別に算定を行っている。ここでは、水田面積及び普通畑面積以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【有機質土壌の耕起に伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{\text{FracO} * EF_{n2o}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

- E : 耕起された水田もしくは畑地の有機質土壌から発生する N₂O 量
- FracO : 有機質土壌 (黒泥土+泥炭土) の割合
- EF_{n2o} : 一年間に耕起された有機質土壌 1 ha から発生する N₂O 量
- A : 水田面積もしくは普通畑面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = \text{FracO} * EF_{n2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{\text{FracO}}^2 + U_{EF_{n2o}}^2}$$

有機質土壌の耕起に伴う N₂O の排出係数の不確実性の要因として、主に以下の5点が考えられる。

- ・作物種
- ・栽培方法
- ・土壌タイプ
- ・気候及び栽培する季節
- ・土壌水分

2) 評価結果

(i) FracO : 有機質土壌 (黒泥土+泥炭土) の割合

「間欠灌漑水田 [中干し] (4C1) CH₄」と同じく、有機質土壌の割合の不確実性は、文献値に基づき 15% と設定した。

(ii) EF_{n2o} : 一年間に耕起された有機質土壌から発生する N₂O の割合

一年間に耕起された有機質土壌から発生する N₂O の割合はデフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された上限値及び下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 260 一年間に耕起された有機質土壌から発生する N₂O の割合の
上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [kgN ₂ O-N/ha/年]	採用値 [kgN ₂ O-N/ha/年]	上限 [kgN ₂ O-N/ha/年]	差異* [kgN ₂ O-N/ha/年]	不確実性 [%]
1	8	80	72	900.0

(iii) EF : 排出係数

有機質土壌の耕起による N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 261 有機質土壌の耕起による N₂O の排出係数の不確実性評価結果

	水田	普通畑
U _{FracO}	15%	15%
U _{EFn2o}	900%	900%
U _{EF}	900.1%	900.1%

* U_{EF} = (U_{FracO}² + U_{EFn2o}²)^{1/2} に基づき算定。

3) 評価方法の課題

有機質土壌の割合については現在の割合が過大である可能性が高いことから、現在の不確実性は過小評価されている可能性がある。

(b) 活動量

1) 評価方針

「耕地及び作付面積統計」については、平成 17 年の標準誤差率が判明している。判明している標準誤差率は、水稻作付面積 : 0.33%、耕地面積 (畑) : 0.27% であることから、水田面積の不確実性は水稻作付面積の標準誤差率を、普通畑の面積の不確実性は耕地面積 (畑) の標準誤差率を使用する。

2) 評価結果

水田面積の不確実性は 0.33%、普通畑面積の不確実性は 0.27%となる。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 262 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
合成結果	—	—	—	—	729 (Gg-CO ₂)	800%
水田	8 (kgN ₂ O-N/ ha/年)	900%	164,757(ha)	0.33%	642 (Gg-CO ₂)	900%
畑地	8 (kgN ₂ O-N/ ha/年)	900%	22,230 (ha)	0.27%	87 (Gg-CO ₂)	900%

今後の調査方針

我が国の有機質土壌の農用地は、排水と客土などの土地改良事業等により改良が進められ、有機質を含む作土層がほとんど存在しないとの意見が専門家から上がっている。その場合、現在有機質土壌と定義され活動量に算入されている土地が実際はほとんど有機質を含んでいない土地ということになる。よって我が国独自の排出係数はデフォルト値より小さくなると考えられ、活動量も現在よりも小さくなると考えられる。しかし具体的に、現在の活動量のうちのどの程度が本来の有機質土壌と言えるものであるのか、過去についてはどの程度有機質土壌と言える土地が残っていたのか、不明であるため、今後は北海道開発局等の土地改良事業資料等を調査することで、実際に有機質を含む土壌の面積等について詳細に把握し、算定に使用していく必要がある。

(7) 間接排出（大気沈降）(4D3) N₂O

背景

農用地土壌へ施用された合成肥料と家畜排せつ物由来の有機物資材から揮発したアンモニアなどの窒素化合物が乱流拡散、分子拡散、静電力効果、化学反応、植物呼吸、降雨洗浄などの作用によって大気から土壌に沈着して微生物活動を受けて発生する N₂O を算定する。

算定方法

(a) 算定の対象

農用地土壌へ施用された合成肥料及び家畜排せつ物から揮発したアンモニア (NH₃) や窒素酸

間接排出（大気沈降）(4D3) N₂O

化物（NO_x）等の窒素化合物の大気沈降により発生した N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

大気沈降による N₂O の排出係数のデータは、我が国には現在存在しないため、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いて算定することとする。

(c) 算定式

デフォルト値の排出係数に、合成肥料及び家畜排せつ物由来の有機物資材から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量を乗じることにより N₂O 排出量を算定する。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 大気沈降による N₂O 排出量 [kg N₂O]
- EF : 排出係数 [kg N₂O-N/kg NH₃-N+NO_x-N]
- A : 合成肥料及び家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量 [kg NH₃-N+NO_x-N]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

NH₃ や NO_x として揮発した窒素 1kg から排出される N₂O に含まれる窒素量 (kg)。

(b) 設定方法

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されているデフォルト値の排出係数を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における大気沈降による N₂O 排出係数は以下の通り。

表 263 大気沈降による N₂O 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgN ₂ O-N/kg NH ₃ -N+NO _x -N]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgN ₂ O-N/kg NH ₃ -N+NO _x -N]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

(d) 出典

表 264 排出係数の出典

データ	出典
大気沈降による N ₂ O 排出係数	1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.2 Table4-18 (GPG(2000) Page 4.73 Table4.18)

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

農用地土壌に施用された合成肥料や家畜排せつ物から揮発した NH₃ や NO_x に含まれる窒素の量 (kg)、家畜排せつ物由来の窒素量については、「4B 家畜排せつ物の管理」で算出される、我が国の家畜の排せつ物中に含まれる窒素量のうち農地に還元される窒素量を使用し、窒素循環の整合性を取ることにする。また人間のし尿から農用地に還元利用を行っている分についても加えることとする。

(b) 活動量の把握方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインおよび GPG によると、活動量は、土壌に施用された合成肥料から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量と家畜ふん尿から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量とを加えることにより算定することとされている。

「合成肥料から NH₃ や NO_x として揮発する割合」、「家畜ふん尿から NH₃ や NO_x として揮発する割合」については 1996 年改訂 IPCC ガイドラインおよび GPG に示されたデフォルト値を用いることとする。

「家畜からの窒素排せつ量」については、「廃棄物として埋め立てられている家畜排せつ物について」で算出した、家畜排せつ物から農用地へ施用される窒素量を使用する。家畜排せつ物から農用地へ施用される窒素量は先述のように、家畜排せつ物に含まれる全窒素量から、N₂O として大気中に揮発した窒素量、NH₃ や NO_x として大気中に揮発した窒素量、「焼却」・「浄化」処理された窒素量、及び「直接最終処分」される排せつ物に含まれる窒素量を除いたものとする。

また、人間のし尿から農用地に還元利用されている分が存在する。その窒素量を表 268 に示す。最終的な農用地に利用されている窒素量は表 269 のようになる。

なお、家畜から排せつされて処理される間に排せつ物から NH₃ や NO_x として大気中に揮発した窒素は、農用地に還元される窒素から揮発する NH₃ や NO_x と同様、最終的には大気沈降により N₂O となるため、これについても合わせて活動量として捉えることとする。これは、放牧中の排せつ物からの揮発量 (表 180) も含んでいる。

$$\begin{aligned}
 A &= N_{FERT} * Frac_{GASF} + N_{ANI} \\
 &= N_{FERT} * Frac_{GASF} + \{N_B + (N_D + N_{FU}) * Frac_{GASM}\}
 \end{aligned}$$

間接排出 (大気沈降)(4D3) N₂O

- A : 合成肥料及び家畜ふん尿から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量 (kg NH₃-N+NO_x-N)
- N_{FERT} : 合成窒素肥料需要量 (kg N)
- Frac_{GASF} : 合成肥料から NH₃ や NO_x として揮発する割合 (kg NH₃-N + NO_x-N/kgN)
- N_{ANI} : 家畜排せつ物及びし尿から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量 (kg NH₃-N+NO_x-N)
- N_B : 家畜から排せつされて処理される間に家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量 (kg NH₃-N+NO_x-N)
- N_D : 農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量 (kg N)
- N_{FU} : 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量 (kg N)
- Frac_{GASM} : 家畜ふん尿中の窒素量から NH₃ や NO_x として揮発する割合 (kg NH₃-N + NO_x-N/kgN)

合成肥料の施肥に関連する大気沈降に伴う N₂O 排出の活動量については、「直接排出 (合成肥料) 4D1」で使用された窒素施用量に、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Frac_{GASF} : 合成肥料から NH₃ や NO_x として揮発する割合」のデフォルト値を乗じて算定した。

表 265 合成肥料から NH₃ や NO_x として揮発する割合

値	単位
0.1	[kg NH ₃ -N + NO _x -N/kg of synthetic fertilizer nitrogen applied]

家畜排せつ物に関連する大気沈降に伴う N₂O 排出の活動量については、「家畜排せつ物の管理 (4B)」において算定した値を用い (上記の通り、「家畜排せつ物の管理 (4B)」において N₂O として大気中に飛散した量、同じく「家畜排せつ物の管理 (4B)」において「焼却」・「浄化」処理され農用地に肥料として撒かれない量を除いた量を除いている) 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Frac_{GASM} : 家畜排せつ物中の窒素から NH₃ や NO_x として揮発する割合」のデフォルト値を乗じて算定した。

表 266 家畜排せつ物中の窒素から NH₃ や NO_x として揮発する割合

値	単位
0.2	[kg NH ₃ -N + NO _x -N/kg of nitrogen excreted by livestock]

表 267 家畜排せつ物から農地に使用される窒素量

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ふん尿中の窒素総量 (N _{all})	772,035	763,882	765,984	763,743	748,831	728,268	713,759	706,433	700,632
大気中にN ₂ Oとして 排出される窒素量 (N _{N2O})	9,407	9,308	9,337	9,315	9,111	8,851	8,687	8,584	8,498
大気中にNH ₃ 、NO _x として排 出される窒素量 (N _{NH3+Nox})	142,165	139,990	140,506	139,987	136,795	132,835	130,297	129,347	128,148
浄化・焼却によって 消失する窒素量 (N _{inc+waa})	63,606	61,037	59,234	58,394	56,796	54,505	53,041	52,332	52,230
埋立され消失する窒素量 (N _{waste})	14,159	15,869	15,418	15,048	14,576	14,155	13,792	13,412	13,038
農用地に肥料として還元される 窒素量 (N _D)	542,699	537,678	541,489	540,999	531,553	517,922	507,943	502,759	498,719

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ふん尿中の窒素総量 (N _{all})	690,437	684,385	677,417	671,493	668,186	664,793	658,655	655,608
大気中にN ₂ Oとして 排出される窒素量 (N _{N2O})	8,357	8,292	8,200	8,135	8,081	8,044	7,958	7,934
大気中にNH ₃ 、NO _x として排 出される窒素量 (N _{NH3+Nox})	126,035	125,260	124,022	122,430	121,624	121,227	120,243	119,803
浄化・焼却によって 消失する窒素量 (N _{inc+waa})	51,546	51,369	51,005	50,244	50,362	50,464	50,148	49,958
埋立され消失する窒素量 (N _{waste})	12,634	5,594	12,946	12,726	17,816	21,161	21,147	21,290
農用地に肥料として還元される 窒素量 (N _D)	491,866	493,869	481,244	477,958	470,305	463,898	459,159	456,623

表 268 農用地に利用されているし尿の窒素量 (N_{UF})

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
し尿から農用地へ還元される窒素量	10,394	10,394	8,902	7,655	6,448	5,647	4,734	4,015	3,489

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
し尿から農用地へ還元される窒素量	3,019	2,556	2,121	1,853	1,564	1,330	1,334	1,330

表 269 農用地に利用されている窒素量 (N_D + N_{UF})

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
農用地へ還元される窒素量	553,093	548,072	550,392	548,654	538,001	523,569	512,677	506,774	502,207

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
農用地へ還元される窒素量	494,885	496,424	483,365	479,811	471,868	465,228	460,493	457,953

(c) 活動量の推移

1989～2005年度における合成肥料及び家畜排せつ物(し尿含む)からNH₃やNO_xとして揮発した窒素量の推移は以下の通り。

表 270 合成肥料及び家畜排せつ物(し尿含む)からNH₃やNO_xとして揮発した窒素量の推移

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	318,819	314,144	313,470	313,436	304,795	297,311	289,964	286,281	281,886
合成肥料	64,545	63,034	61,368	62,201	58,911	58,315	55,708	54,173	51,915
家畜排せつ物及びし尿	254,274	251,109	252,102	251,236	245,884	238,996	234,256	232,107	229,971

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	276,578	275,518	270,725	267,032	263,974	262,217	260,012	258,713
合成肥料	50,212	49,655	48,734	47,341	46,685	46,638	46,458	46,083
家畜排せつ物及びし尿	226,366	225,863	221,991	219,691	217,289	215,579	213,553	212,631

(d) 出典

表 271 (農用地に施用された)合成肥料から NH₃ や NO_x として揮発する割合、
(農用地に施用された)家畜排せつ物窒素量から NH₃ や NO_x として揮発する割合の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	合成肥料から NH ₃ や NO _x として揮発する割合、家畜排せつ物窒素量から NH ₃ や NO _x として揮発する割合 Vol.2 Table4-17

(e) 活動量の課題

合成肥料施用窒素分の 10% が揮発していると仮定しているデフォルト値は、我が国の場合では過大推計であると考えられる。

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 272 大気沈降による N₂O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	5.0	4.9	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	4.4	4.3	4.3	4.2	4.2	4.1	4.1

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

大気沈降に伴う N₂O の排出は、施用された合成肥料による排出と施用された家畜排せつ物(し尿を含む)による排出とからなっているため、これらの2つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

なお、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、合成肥料及び家畜排せつ物とで個別に評価する。

(a) 合成肥料

1) 排出係数

(i) 評価の方針

施用された合成肥料から揮散した窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出係数は、以下の式により算定を行っている。ここでは、施用された合成肥料窒素量以外のパラメータを排出係数と見

なし評価を行うこととする。

【施用された合成肥料窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{\text{FracGASF} * \text{EF}_{n2o}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * N$$

排出係数と見なすパラメータ

- E : 施用された合成肥料から揮散した窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出量
- FracGASF : 施用された合成肥料中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合
- EF_{n2o} : 大気沈降した NH₃ や NO_x 中の窒素からの N₂O 発生率
- N : 施用された合成肥料窒素量

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = \text{FracGASF} * \text{EF}_{n2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{\text{FracGASF}}^2 + U_{\text{EF}_{n2o}}^2}$$

合成肥料の施用に伴う大気沈降からの N₂O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の 7 点が考えられる。

- ・大気沈降水量(揮散割合、移動量)
- ・作物種
- ・気候及び栽培する季節
- ・投入窒素量の地域差
- ・肥料種
- ・土壌水分
- ・土壌タイプ

(ii) 評価結果

(7) FracGASF : 施用された合成肥料中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合

施用された合成肥料中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家の判断に基づき設定された上限値及び下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 273 施用された合成肥料中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合の
上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [N/N]	採用値 [N/N]	上限 [N/N]	差異* [N/N]	不確実性 [%]
0.005	0.1	0.1	0.095	95.0

間接排出（大気沈降）(4D3) N₂O

(イ) EFn_{2o}：大気沈降した NH₃ や NO_x 中の窒素からの N₂O 発生率

大気沈降した NH₃ や NO_x 中の窒素からの N₂O 発生率は、デフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された標準値である±50%を採用することとする。

(ウ) EF：排出係数

施用された合成肥料から揮散した窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 274 合成肥料から揮散した窒素の大気沈降による N₂O の排出係数の不確実性評価結果

	不確実性
U _{Frac GASF}	95%
U _{EFn_{2o}}	50%
U _{EF}	107.4%

$$* U_{EF} = (U_{Frac GASF}^2 + U_{EFn2o}^2)^{1/2} \text{ に基づき算定。}$$

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

2) 活動量

(i) 評価方針

施用された窒素肥料量は、「直接排出（合成肥料）4D1」で施用された窒素量であることから、「直接排出（合成肥料）4D1」の同様の不確実性を使用する。

(ii) 評価結果

「直接排出（合成肥料）4D1」の不確実性を利用し、不確実性を 100%とする。

(iii) 評価方法の課題

不確実性は過大評価だと考えられる。

(b) 家畜排せつ物（し尿を含む）

1) 排出係数

(i) 評価の方針

施用された家畜排せつ物から揮散した窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出係数は、以下の式により算定を行っている。ここでは、施用された家畜排せつ物量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【施用された家畜排せつ物中の窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \{N_B + (N_D + N_{FU}) * Frac_{GASM}\} * EF_{n2o}$$

$$= N_B * EF_{n2o} + (N_D + N_{FU}) * Frac_{GASM} * EF_{n2o}$$

- E : 施用された家畜排せつ物から揮散した窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出量
 EF_{n2o} : 大気沈降した NH₃ や NO_x 中の窒素からの N₂O 発生率
 N_B : 家畜から排せつされて処理される間に家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮散した窒素量 (kg NH₃-N+NO_x-N)
 N_D : 農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量 (kg N)
 N_{FU} : 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量 (kg N)
 Frac_{GASM} : 家畜ふん尿中の窒素量から NH₃ や NO_x として揮発する割合 (kg NH₃-N + NO_x-N/kgN)

ここで、

$$E_1 = \underbrace{EF_{n2o}} * N_B$$

排出係数と見なすパラメータ

$$E_2 = \underbrace{Frac_{GASM} * EF_{n2o}} * N_D$$

排出係数と見なすパラメータ

$$E_3 = \underbrace{Frac_{GASM} * EF_{n2o}} * N_{FU}$$

排出係数と見なすパラメータ

となる。よって、それぞれについて不確実性を求め、それを合成して全体の不確実性とする。

家畜排せつ物の施用に伴う大気沈降からの N₂O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の2点が考えられる。

- ・投入窒素量に対する溶脱窒素量の割合(土壌タイプ、作物種、土壌水分、投入窒素量の地域差、肥料種、気候及び栽培する季節)
- ・溶脱後の窒素の状況(滞留時間、理化学的環境)

(ii) 評価結果

(ア) FracGASM：施用された家畜排せつ物中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合

施用された家畜排せつ物中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家の判断に基づき設定された上限値及び下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 275 施用された家畜排せつ物中の窒素から NH₃ 及び NO_x として揮散した窒素割合の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [N/N]	採用値 [N/N]	上限 [N/N]	差異* [N/N]	不確実性 [%]
0.1	0.2	0.3	0.1	50.0

(イ) EF_{N2O}：大気沈降した NH₃ や NO_x 中の窒素からの N₂O 発生率

大気沈降した NH₃ や NO_x 中の窒素からの N₂O 発生率は、デフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された標準値である±50%を採用することとする。

(ウ) FracGASM × EF_{N2O} の不確実性

FracGASM × EF_{N2O} の不確実性は、合成を行い算出した。結果は以下に示す通りである。

表 276 FracGASM × EF_{N2O} の不確実性評価結果

	不確実性
U _{Frac GASM}	50%
U _{EF_{N2O}}	50%
U _{EF}	70.7%

* $U_{EF} = (U_{Frac\ GASF}^2 + U_{EFn2o}^2)^{1/2}$ に基づき算定。

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

2) 活動量

(i) 評価方針

施用された家畜排せつ物中の窒素量 (N_D) 及び家畜から排せつされて処理される間に家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮散した窒素量は、「4B 家畜排せつ物管理」における各家畜

の N₂O 排出量の算定の過程で算出された値を使用している。よって、家畜の家畜家畜ごとに窒素排せつ量と不確実性を算定し、それを合成して活動量全体の不確実性とする。またし尿の農用地への施用窒素量は、生活排水処理方法別人口に排水処理方法別未処理放流窒素負荷量原単位を乗じて算出を行っている。

(ii) 評価結果

(ア) N_D：農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量、N_B：家畜から排せつされて処理される間に家畜排せつ物から NH₃ や NO_x として揮発した窒素量（放牧中の揮発分を含む）

施用された家畜排せつ物中の窒素量の不確実性は、「4B」分野の各家畜の窒素排出量の不確実性を合成したものを利用し、45.6%とする。

(イ) 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量

農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量は、排水処理人口にし尿の窒素原単位を乗じて算定していることから、各要素の不確実性を合成して不確実性を算定する。

$$U_A = \sqrt{U_P^2 + U_{TN}^2}$$

- U_A : 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量の不確実性
- U_P : 排水処理人口の不確実性
- U_{TN} : し尿の窒素原単位の不確実性

- 排水処理人口の不確実性

排水処理人口は「日本の廃棄物処理，環境省廃棄物・リサイクル対策部」より把握していることから、検討会設定の「全数調査（すそ切りなし）・指定統計以外」の不確実性を用いて 10.0%と設定する。

- し尿の窒素原単位の不確実性

し尿の窒素原単位は「平成 11 年度版 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説，社団法人日本下水道協会」より把握していることから、専門家判断により不確実性を算定する。

表 277 し尿の窒素原単位の不確実性評価（単位：gN/人日）

下限	採用値	上限	差異*	不確実性[%]
7	9	11	0.1	22.2

間接排出（窒素溶脱・流出）(4D3) N₂O

表 278 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量の不確実性評価結果

	不確実性
U _P	10%
U _{TN}	22.2%
U _{TA}	24.37%

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 279 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
合成結果	—	—	—	—	1,268 (Gg-CO ₂)	62%
合成肥料	0.01 (kg N ₂ O-N/kg NH ₃ -N+NO _x -N)	107.4%	— (t)	100%	226(Gg-CO ₂)	147%
家畜排せつ物	0.01 (kg N ₂ O-N/kg NH ₃ -N+NO _x -N)	70.7%	— (t)	—	1,042 (Gg-CO ₂)	68%

今後の調査方針

特に無し。

(8) 間接排出（窒素溶脱・流出）(4D3) N₂O

背景

農用地土壌へ施用された合成肥料と家畜排せつ物の有機物資材中の窒素で硝酸として溶脱・流出したものから、微生物の作用により N₂O が発生する。

算定方法

(a) 算定の対象

農用地土壌へ施用された合成肥料や家畜排せつ物の溶脱・流出に伴い発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

我が国における窒素溶脱・流出による N₂O の排出係数が存在することから、それを使用して

算定することとする。

(c) 算定式

窒素溶脱・流出については、我が国独自の排出係数に、溶脱・流出した窒素量を乗じることに
より N₂O 排出量を算定する。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 窒素溶脱・流出による N₂O 排出量 [kg N₂O]
- EF : 窒素の溶脱及び流出に伴う排出計数 [kg N₂O-N/kg N]
- A : 溶脱・流出した窒素量 [kg N]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

溶脱及び流出した窒素 1kg から排出される N₂O に含まれる窒素量 (kg)。

(b) 設定方法

研究により、我が国独自の排出係数が得られていることから、その排出係数を使用して排出量を算定することとする。なお、1989～2005 年度における窒素溶脱・流出による N₂O 排出係数は同一とする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度における窒素溶脱・流出による N₂O 排出係数は以下の通り。

表 280 窒素溶脱・流出による N₂O 排出係数

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数 [kgN ₂ O-N/kg N]	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数 [kgN ₂ O-N/kg N]	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124	0.0124

(d) 出典

表 281 排出係数の出典

データ	出典
窒素溶脱・流出による N ₂ O 排出係数	GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS VOL.32 “Evaluation of emission factors for indirect N ₂ O emission due to nitrogen leaching in agro - ecosystems” Takuji Sawamoto, Yasuhiro Nakajima, Masahiro Kasuya, Haruo Tsuruta and Kazuyuki Yagi

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

農用地土壌に施用された合成肥料と家畜排せつ物のうち、溶脱及び流出した合成肥料と家畜排せつ物に含まれる窒素の量(kg)。家畜排せつ物由来の窒素量については、「4B 家畜排せつ物の管理」で算出される、我が国の家畜の排せつ物中に含まれる窒素量のうち農地に還元される窒素量を使用し、窒素循環の整合性を取ることにする。また人間のし尿から農用地に還元利用を行っている分についても加えることとする。

(b) 活動量の把握方法

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000)によると、土壌に施用された合成窒素肥料量と家畜排せつ物中(し尿を含む)の窒素量を加えたものに、施用した窒素のうち溶脱・流出する割合を乗じることにより活動量を算定することとされている。

施用窒素のうち溶脱・流出する割合(30%)については、1996年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いることとする。家畜排せつ物由来の窒素量(し尿を含む)として施肥された窒素量は「大気沈降」と同様で、表 269に示した通りである。

大気沈降で算定した合成肥料及び家畜排せつ物中の窒素量に、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された「施用した窒素のうち溶脱・流出する割合」を乗じて算定した。

$$A = (N_{FERT} + N_{ANI}) * Frac_{LEACH}$$

- A : 農用地に施用された窒素量のうち溶脱・流出した窒素量 (kg N)
- N_{FERT} : 農用地に施用された合成肥料の窒素量 (kg N)
- N_{ANI} : 農用地に施用された家畜排せつ物及びし尿由来の肥料の窒素量 (kg N)
- Frac_{LEACH} : 農用地に施用された窒素のうち溶脱・流出により流出する割合

表 282 農用地に施用した窒素のうち溶脱・流出する割合

値	単位
0.3	[kg N/kg nitrogen of fertilizer or manure]

(c) 活動量の推移

1989~2005 年度における土壌に投入した窒素のうち溶脱・流出した窒素量は以下の通り。

表 283 土壌に投入した窒素のうち溶脱・流出した窒素量の推移

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	359,564	353,524	349,222	351,198	338,133	332,015	320,926	314,552	306,407
合成肥料	193,636	189,103	184,104	186,602	176,733	174,944	167,123	162,519	155,745
家畜排せつ物及びし尿	165,928	164,421	165,117	164,596	161,400	157,071	153,803	152,032	150,662

[tN]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	299,102	297,892	291,212	285,966	281,614	279,483	277,522	275,635
合成肥料	150,636	148,965	146,202	142,022	140,054	139,915	139,375	138,249
家畜排せつ物及びし尿	148,465	148,927	145,010	143,943	141,561	139,568	138,148	137,386

(d) 出典

表 284 土壌に投入した窒素のうち溶脱・流出により流出する割合の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.2 Table4-17
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	土壌に投入した窒素のうち溶脱・流出により流出する割合

(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 285 窒素溶脱・流出による N₂O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	6.9	6.8	6.7	6.6	6.4	6.3	6.1	6.0

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量 [Gg N ₂ O]	5.9	5.8	5.7	5.6	5.5	5.4	5.4

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

窒素溶脱・流出に伴う N₂O の排出は、施用された合成肥料による排出と施用された家畜排せつ物(し尿を含む)による排出とからなっているため、これらの2つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

【施用された合成肥料のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \text{FracLEACH} * EF_{n2o} * (N_{\text{FERT}} + N_{\text{ANI}})$$

$$= \text{FracLEACH} * EF_{n2o} * N_{\text{FERT}} + \text{FracLEACH} * EF_{n2o} * N_{\text{ANI}}$$

- E : 施用された合成肥料・家畜排せつ物(し尿含む)のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出量
- FracLEACH : 施用された合成肥料・家畜排せつ物(し尿含む)中の窒素のうち溶脱・流出した窒素割合
- EF_{n2o} : 溶脱・流出した窒素からの N₂O 発生率
- N_{FERT} : 農用地に施用された合成肥料の窒素量
- N_{ANI} : 農用地に施用された家畜排せつ物及びし尿由来の肥料の窒素量

なお、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、合成肥料及び家畜排せつ物とで個別に評価する。

(a) 合成肥料

1) 排出係数

(i) 評価の方針

施用された合成肥料のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出係数は、以下の式により算定を行っている。ここでは、施用された合成肥料窒素量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【施用された合成肥料のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{\text{FracLEACH} * EF_{n2o}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * N_{FERT}$$

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = \text{FracLEACH} * EF_{n2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{\text{FracLEACH}}^2 + U_{EFn2o}^2}$$

合成肥料の施用に伴う窒素溶脱・流出からの N₂O 排出係数の不確実性の要因として主に以下の2点が考えられる。

- ・投入窒素量に対する溶脱窒素量の割合(土壌タイプ、作物種、土壌水分、投入窒素量の地域差、肥料種、気候及び栽培する季節)
- ・溶脱後の窒素の状況(滞留時間、理化学的環境)

(ii) 評価結果

(F) FracLEACH : 施用された合成肥料中の窒素のうち溶脱・流出した窒素割合

施用された合成肥料中の窒素のうち、溶脱・流出した窒素割合は国内の実測値であり、上限値及び下限値のデータがある。よって、そのデータを使用して不確実性評価を行うこととする。

表 286 施用された合成肥料中の窒素のうち、溶脱・流出した窒素割合の
上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [N/N]	採用値 [N/N]	上限 [N/N]	差異* [N/N]	不確実性 [%]
0.006	0.0124	0.025	0.3	101.6

(イ) EFn_{2o}：溶脱・流出した窒素からの N₂O 発生率

溶脱・流出した窒素からの N₂O 発生率は、デフォルト値であり実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、GPG(2000) に示された標準値である±50%を採用することとする。

(ウ) EF：排出係数

施用された合成肥料のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 287 合成肥料からの窒素溶脱・流出による N₂O の排出係数の不確実性評価結果

	不確実性
U _{Frac LEACH}	101.6%
U _{EFn_{2o}}	50%
U _{EF}	113.2%

* $U_{EF} = (U_{Frac LEACH}^2 + U_{EFn2o}^2)^{1/2}$ に基づき算定。

(iii) 評価方法の課題

特に無し。

2) 活動量

(i) 評価方針

「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様とする。

(ii) 評価結果

「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様、100%とする。

(iii) 評価方法の課題

「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様。

(b) 家畜排せつ物

1) 排出係数

(i) 評価の方針

施用された家畜排せつ物から揮散した窒素の大気沈降に伴う N₂O の排出係数は、以下の式により算定を行っている。ここでは、施用された家畜排せつ物量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【施用された家畜排せつ物のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \frac{FracLEACH}{1} * EF_{n2o} * N_{ANI} = \frac{FracLEACH}{1} * EF_{n2o} * (N_D + N_{FU})$$

$$= \underbrace{\frac{FracLEACH}{1} * EF_{n2o} * N_D}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} + \underbrace{\frac{FracLEACH}{1} * EF_{n2o} * N_{FU}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}}$$

- E : 施用された家畜排せつ物（し尿含む）のうち、溶脱・流出した窒素からの N₂O の排出量
- FracLEACH : 施用された合成肥料・家畜排せつ物（し尿含む）中の窒素のうち溶脱・流出した窒素割合
- EF_{n2o} : 溶脱・流出した窒素からの N₂O 発生率
- N_{ANI} : 農用地に施用された家畜排せつ物及びし尿由来の肥料の窒素量
- N_D : 農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量 (kg N)
- N_{FU} : 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量 (kg N)

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

式 a : $EF = FracLEACH * EF_{n2o}$

式 b : $U_{EF} = \sqrt{U_{FracLEACH}^2 + U_{EFn2o}^2}$

家畜排せつ物の施用に伴う窒素溶脱・流出からの N₂O 排出係数の不確実性の要因として主に以下の 2 点が考えられる。

- ・投入窒素量に対する溶脱窒素量の割合（土壌タイプ、作物種、土壌水分、投入窒素量の地域差、肥料種、気候及び栽培する季節）
- ・溶脱後の窒素の状況（滞留時間、理化学的環境）

(ii) 評価結果

「合成肥料」と同様である。

(iii) 評価方法の課題

「合成肥料」と同様である。

2) 活動量

(i) 評価方針

活動量は「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様の窒素量を使用していることから、「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様とする。

(ii) 評価結果

(A) N_D: 農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量

「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様、不確実性は45.6%となる。

(I) 農用地に施用されたし尿由来肥料中の窒素量

「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様、不確実性は24.3%となる。

(iii) 評価方法の課題

「間接排出(大気沈降)(4D2) N₂O」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 288 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
合成結果	—	—	—	—	1,677 (Gg-CO ₂)	97%
合成肥料	0.0124[kgN ₂ O-N/kg NH ₄ -N+NO _x -N]	113%	—(tN)	100%	841(Gg-CO ₂)	151%
家畜排せつ物	0.0124[kgN ₂ O-N/kg NH ₄ -N+NO _x -N]	113%	—(tN)	—	836(Gg-CO ₂)	122%

今後の調査方針

特に無し。

(9) 間接排出(大気沈降)(4D3) CH₄

土壌からの CH₄ の直接排出はあり得ないため、畑地土壌からの CH₄ の間接排出も原理的にあり得ない。このため、「NA」として報告した。

間接排出（窒素溶脱・流出）(4D3) CH₄

(10) 間接排出（窒素溶脱・流出）(4D3) CH₄

土壌からの CH₄ の直接排出はあり得ないため、畑地土壌からの CH₄ の間接排出も原理的にあり得ない。このため、「NA」として報告した。

また、大気沈降、窒素溶脱・流出以外の排出源については、農用地土壌からの CH₄ の排出源として、土壌からの直接排出、牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物、間接排出以外に対象となる排出源が考えられないため、「NO」として報告した。

(11) その他 (4D4) CH₄、N₂O

農用地土壌からの CH₄、N₂O の排出源として、我が国では土壌からの直接排出、牧草地・放牧場・小放牧地の排せつ物、間接排出以外に対象となる排出源が考えられないため、今までと同様に「NO」として報告する。

6 . サバンナを計画的に焼くこと (4E) CH₄, N₂O

当該排出区分では、IPCC ガイドラインにおいて「亜熱帯における草地の管理のために…」と記されているが、我が国では該当する活動が存在しないため、「NO」として報告した。

7. 野外で農作物の残留物を焼くこと(4F)

(1) 稲、小麦、大麦(4F1.) CH₄

背景

野外における作物残渣の不完全な燃焼により、CH₄が大気中に放出される。

算定方法

(a) 算定の対象

水稻、小麦、大麦の野焼きによって発生するCH₄の量。

なお、小麦・大麦では、子実用と青刈り用の2種類が栽培され、このうち青刈り用は飼料用とその他に区分される。飼料用は地上部のすべてを牛の餌としており作物残渣が残らないため、排出量の算定から除外される。また、一般に青刈り用(飼料用を除く)は緑肥や線虫防止のクリーニングクロップとして土壤に鋤込まれ、子実用は、コンバイン収穫で茎葉が切り刻まれて土壤表面にまかれ、その後の耕起の際に土壤に鋤込まれている。しかし、青刈り用(飼料用を除く)の茎葉及び子実用の茎葉がすべて鋤込まれていることの確証はなく、一部野焼きされている可能性が残っている。そのため、野焼きによる青刈り用(飼料用を除く)及び子実用の作物残渣からの排出量を算定するものとする。後述のライ麦・オート麦も同様である。

(b) 算定方法の選択

農業残渣の焼却量、排出係数などに我が国独自のデータが存在しないことから、1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)に示されたデフォルト手法を用いる。

(c) 算定式

作物種別の全炭素放出量に作物別のデフォルト値のCH₄排出率を乗じて算定する。

$$E = EF * A * 16/12 * 10^{-3}$$

E : 農業廃棄物の野焼きに伴うCH₄排出量[Gg CH₄]
EF : CH₄排出率
A : 全炭素放出量[tC]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

野焼きによって放出された全炭素量のうち CH₄ として放出された炭素の比率。

(b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されているデフォルト値を用いる。

(c) 排出係数の推移

表 289 CH₄ 排出率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
排出係数	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	

(d) 出典

表 290 排出係数の出典

データ	出典
CH ₄ 排出率	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 稲、小麦・大麦(子実用)

1) 定義

野焼きによって各作物から放出された全炭素量。

2) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、各作物種ごとの年間収穫量に、各作物種ごとの作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、残渣の炭素含有率のデフォルト値を乗じることによって作物種別の全炭素放出量を設定することとする。

$$A = P * RC * DM * FracB * FracO * CF$$

- A : 作物種別の全炭素放出量 (tC)
- P : 年間作物収穫量 (t)
- RC : 作物収穫量に対する残渣の比率
- DM : 残渣の平均乾物率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- CF : 炭素含有率

表 291 作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素含有率、野焼きされる割合、酸化率

作物	残渣の比率	残渣の平均乾物率	炭素含有率	野焼きされる割合	酸化率
水稻	1.4	0.85	0.4144	0.10	0.90
小麦	1.3	0.85	0.4853	0.10	0.90
大麦	1.2	0.85	0.4567	0.10	0.90

3) 活動量の推移

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 292 炭素放出量の推移

全炭素放出量 [t-C]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	520,090	524,796	473,013	516,654	389,333	567,540	506,513	491,231	479,755
水稻	457,004	464,371	424,516	468,055	346,670	530,856	475,955	458,380	444,000
小麦	47,515	45,922	36,632	36,617	30,782	27,259	21,410	23,075	27,660
大麦	15,571	14,502	11,865	11,982	11,882	9,425	9,148	9,777	8,096

全炭素放出量 [t-C]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	430,239	443,246	462,588	444,003	443,066	394,880	436,905	452,097
水稻	396,733	406,497	420,389	401,571	393,937	345,249	387,058	402,192
小麦	27,486	28,142	33,215	33,779	40,010	41,308	41,521	42,216
大麦	6,020	8,607	8,985	8,653	9,119	8,322	8,326	7,689

4) 出典

表 293 水稻の収穫量の出典

資料名	作物統計 (農林水産省統計部) 平成元 ~ 16 年度分
発行日	平成 16 年
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	水稻の収穫量

表 294 小麦、大麦(二条大麦、六条大麦、裸麦)の収穫量の出典

資料名	作物統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	平成16年
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	小麦、二条大麦、六条大麦、裸麦の収穫量

表 295 作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素含有率の出典

資料名	GPG(2000)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素含有率 GPG(2000) p4.58 Table 4.16

表 296 野焼きされる割合、酸化率の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	野焼きされる割合、酸化率、1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p4.83

5) 活動量の課題

特に無し。

(b) 小麦・大麦(青刈り用、飼料用除く)

1) 定義

野焼きによって青刈りその他麦から放出された全炭素量。小麦・大麦の青刈り用を「青刈りその他麦」と作物統計等では定義している。

2) 設定方法

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、年間収穫量に、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、残渣の炭素含有率を乗じることによって全炭素放出量を設定することとする。残渣の平均乾物率については我が国独自の値を使用する。

残渣の平均乾物率は専門家が日本標準飼料成分表(農業技術研究機構)に掲載の青刈り麦類の乾物率を基に決定した。残渣の炭素含有率については、小麦・大麦のデフォルト値を、収穫量を使用して加重平均した。野焼きされる割合、酸化率は「稲、小麦、大麦」と同じ数値を使用する。収穫量を算出するのに必要な単位面積当たり収量については、後述のライ麦・オート麦の青刈り用と同じ数値を使用する。

なお、小麦と大麦の子実用の収穫量を使用し、活動量を小麦と大麦に按分する。

稲、小麦、大麦 (4F1.) CH4

$$A = R * P * 10 * 10^{-3} * DM * FracB * FracO * CF$$

- A : 作物種別の全炭素放出量 (tC)
 R : 作物種別の作付面積 (ha)
 P : 単位面積当たり年間作物収穫量 (kg/10a)
 DM : 残渣の平均乾物率
 FracB : 野焼きされる割合
 FracO : 酸化率
 CF : 炭素含有率

表 297 小麦・大麦 (青刈り用) の収穫量の推定値

[t]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
小麦・大麦 (青刈り用)	9,020	11,220	10,010	60,341	31,971	24,794	13,035	13,327	10,923

[t]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
小麦・大麦 (青刈り用)	9,982	9,163	8,250	10,074	11,164	13,255	22,506	20,229

表 298 残渣の平均乾物率及び炭素含有率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
残渣の平均乾物率	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
炭素含有率	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
残渣の平均乾物率	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
炭素含有率	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

3) 活動量の推移

上記の算定方法による活動量の推計結果は以下の通り。

表 299 炭素放出量の推移

[t-C]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
小麦・大麦 (青刈り用)	66	82	73	441	233	181	95	97	80

[t-C]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
小麦・大麦 (青刈り用)	73	67	60	74	82	97	165	149

4) 出典

表 300 小麦・大麦 (青刈り用) の作付面積 (青刈り用、飼料用) の出典

資料名	耕地及び作付面積統計 (農林水産省統計部) 平成元 ~ 17 年度分
発行日	
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	青刈りその他麦の作付面積 (全面積、青刈り用、飼料用)

表 301 小麦・大麦 (青刈り用) の単位面積当たり収穫量の出典

資料名	専門家判断
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	小麦・大麦 (青刈り用) の単位面積当たり収穫量

表 302 炭素含有率の出典

資料名	GPG(2000)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	炭素含有率 GPG(2000) p4.58 Table 4.16

表 303 残渣の平均乾物率の出典

資料名	専門家判断(日本標準飼料成分表(農業技術研究機構)に掲載の青刈り麦類の乾物率を基に専門家が決定)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	残渣の平均乾物率

表 304 野焼きされる割合、酸化率の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	野焼きされる割合、酸化率 1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p4.83

5) 活動量の課題

収穫量について、作付面積に単位面積当たり収穫量を乗じて算出するのではなく、そのまま収穫量の統計値を利用できることが望ましい。

排出量

(a) 稲、小麦・大麦(子実用)

上記の算定方法による排出量の算定結果は以下の通り。

表 305 稲、小麦・大麦(子実用)の野焼きに伴う CH₄ 排出量の算定結果

[Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	3.37	3.37	3.06	3.27	3.25	3.48	3.28	3.11
水稲	2.99	3.02	2.75	2.99	3.01	3.26	3.06	2.89
小麦	0.29	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.16	0.17
大麦	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05

[Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	3.01	2.97	3.00	3.00	2.85	2.83	2.85
水稲	2.77	2.72	2.73	2.70	2.54	2.50	2.52
小麦	0.19	0.20	0.21	0.24	0.26	0.27	0.28
大麦	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05

稲、小麦、大麦 (4F1.) CH₄

(b) 小麦・大麦 (青刈り用)

上記の算出方法で算出した排出量は表 306の通り。

表 306 小麦・大麦 (青刈り用) の野焼きによる CH₄ 排出量の算定結果

[Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
小麦	0.0004	0.0010	0.0012	0.0014	0.0008	0.0006	0.0004	0.0004
大麦	0.0001	0.0004	0.0005	0.0005	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001

[Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
小麦	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0006	0.0007
大麦	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002

(c) 合計

排出量の合計は表 307の通り。

表 307 稲、小麦、大麦の野焼きによる CH₄ 排出量の算定結果 (合計)

[Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	3.37	3.37	3.07	3.28	3.25	3.48	3.28	3.11
水稲	2.99	3.02	2.75	2.99	3.01	3.26	3.06	2.89
小麦	0.29	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.16	0.17
大麦	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05

[Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	3.01	2.97	3.00	3.00	2.85	2.83	2.85
水稲	2.77	2.72	2.73	2.70	2.54	2.50	2.52
小麦	0.19	0.20	0.21	0.24	0.26	0.27	0.28
大麦	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

稲、小麦、大麦について別々に不確実性評価を行う。なお、小麦と大麦については、子実用と青刈り用について別々に不確実性を評価し、その後両者を合成することとする。

(a) 排出係数

1) 評価の方針

稲、小麦、大麦の野焼きに伴う CH₄ の排出は、以下の式により算定を行っている。ここでは、収穫量以外のパラメータを排出係数と見なし、評価を行うこととする。

【野焼きに伴う CH₄ の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{RC * DM * \text{FracB} * \text{FracO} * CF * EF_{ch4}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * 16 / 12 * A$$

排出係数と見なすパラメータ

RC	: 作物収穫量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
CF	: 炭素含有率
EF _{ch4}	: CH ₄ 排出率
16/12	: CH ₄ の分子量/炭素の分子量
A	: 年間作物収穫量 (t)

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

各パラメータの実測値 (サンプル数 5 以上) が得られていないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性の評価を行うこととする。

なお、CH₄ の分子量/炭素の分子量 (16/12) の不確実性は 0 とする。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * FracB * FracO * CF * EF_{ch4} * 16 / 12$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{FracB}^2 + U_{FracO}^2 + U_{CF}^2 + U_{EFch4}^2 + U_{16/12}^2}$$

なお、青刈り用の小麦・大麦については、収穫量データを作付面積に面積あたりの収穫量を乗じて算出しているため、以下のような算定式になる。

【野焼きに伴う CH₄ の排出係数の算定式 (小麦・大麦 (青刈り用))】

$$E = \underbrace{\sum RC * DM * FracB * FracO * CF * P * EF_{ch4}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * R * 10 * 16 / 12$$

RC	: 作物収穫量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
CF	: 炭素含有率
P	: 単位面積あたり収穫量
EF _{ch4}	: CH ₄ 排出率
R	: 作物別作付面積

排出係数は青刈り用以外の式と同様の形式になる。

野焼きに伴う CH₄ 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の点が考えられる。

- ・野焼きされる割合が不明な点

2) 評価結果

(i) 稲

(A) RC：作物収穫量に対する残渣の比率

作物収穫量に対する残渣の比率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

表 308 作物収穫量に対する残渣の比率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.3	1.4	2.1	1.1	78.6%

*「差異」は、「上限 - 採用値」と「採用値 - 下限」のうち値の大きい方。以下同じ。

(I) DM：残渣の平均乾物率

残渣の平均乾物率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家の判断に基づき、GPG(2000) に示されている稲の残渣の平均乾物率の範囲を使用し、上限及び下限を設定し、不確実性評価を行うこととした。

表 309 残渣の平均乾物率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.82	0.85	0.88	0.03	3.5%

(U) FracB：野焼きされる割合

野焼きされる割合はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

「作物残渣 (4D1)」の不確実性評価で「1 - 焼却される割合」が定義されているので、それを利用して上限値及び下限値を設定する。

「作物残渣 (4D1)」では専門家の判断により、野焼きされる割合の最小値は0%と判断され、最大値はIPCCガイドラインに示されている途上国の野焼きされる割合のデフォルト値25%であると判断された。これらの設定から不確実性評価を行うこととした。

表 310 (1 - 焼却される割合) の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0	0.1	0.25	0.15	150.0%

(I) FracO：酸化率

酸化率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家判断により、異なった水分量での稲わらの燃焼実験の実験結果 (Miura and Kanno, Soil Sci. Plant Nutr., 43, 849-845, 1997) を使用することとする。この実験では元の稲わら炭素量に対する排出ガスの炭素量を求めており、元の稲わら炭素量に対する CO₂、CO、CH₄ の炭素量の和は 67%~86%となっている。この最小値の 67%を限度値とし、デフォルト値 (90%) との差を取る。これを使用すると、不確実性は 25.6%となる。

(オ) CF：炭素含有率

炭素含有率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家判断に基づく上限値及び下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 311 炭素含有率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.3	0.4144	0.45	0.1144	27.6%

(カ) EF_{ch4}：CH₄ 排出率

CH₄ 排出率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

CH₄ 排出率は 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに取りうる範囲が掲載されていることからそれにより上限値及び下限値を設定し、不確実性評価を行うこととする。

表 312 CH₄ 排出率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.003	0.005	0.007	0.002	40.0%

* 「差異」は、「上限 - 採用値」と「採用値 - 下限」のうち値の大きい方。

(キ) EF：排出係数

CH₄ の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 313 排出係数の不確実性評価

URC	UDM	UFracB	UFracO	UCF	UEFch4	U
78.6%	3.5%	150.0%	25.6%	27.6%	40.0%	178.0%

(ii) 小麦(子実用)

(ア) RC：作物収穫量に対する残渣の比率

作物収穫量に対する残渣の比率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

表 314 作物収穫量に対する残渣の比率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.3	1.4	2.1	1.1	78.6%

(イ) DM：残渣の平均乾物率

残渣の平均乾物率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家の判断に基づき、GPG(2000) に示されている小麦の残渣の平均乾物率の範囲を使用し、上限及び下限を設定し、不確実性評価を行うこととした。

表 315 残渣の平均乾物率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.78	0.83	0.88	0.05	6.0%

(ウ) FracB：野焼きされる割合

「稲(4F1)」と同様、不確実性は150%とする。

(エ) FracO：酸化率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は25.6%とする。

(オ) CF：炭素含有率

炭素含有率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家判断に基づく下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 316 炭素含有率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
0.3	0.4853	—	0.1853	38.2%

(カ) EF_{ch4}：CH₄ 排出率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は40%とする。

(キ) EF：排出係数

CH₄の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 317 排出係数の不確実性評価

URC	UDM	UFracB	UFracO	UCF	UEFch4	U
78.6%	6.0%	150.0%	25.6%	38.2%	40.0%	180.1%

(iii) 大麦(子実用)

(ア) RC：作物収穫量に対する残渣の比率

作物収穫量に対する残渣の比率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

表 318 作物収穫量に対する残渣の比率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.3	1.4	2.1	1.1	78.6%

(イ) DM：残渣の平均乾物率

残渣の平均乾物率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家の判断に基づき、GPG(2000)に示されている小麦の残渣の平均乾物率の範囲を使用し、上限及び下限を設定し、不確実性評価を行うこととした。

表 319 残渣の平均乾物率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.78	0.83	0.88	0.05	6.0%

(ウ) FracB：野焼きされる割合

「稲(4F1)」と同様、不確実性は150%とする。

(エ) FracO：酸化率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は25.6%とする。

(オ) CF：炭素含有率

炭素含有率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家判断に基づく下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 320 炭素含有率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
0.3	0.4567	—	0.1567	34.3%

(カ) EF_{ch4} : CH₄ 排出率

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 40%とする。

(キ) EF : 排出係数

CH₄の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 321 排出係数の不確実性評価

URC	UDM	UFracB	UFracO	UCF	UEFch4	U
78.6%	6.0%	150.0%	25.6%	34.3%	40.0%	179.3%

(iv) 小麦 (青刈り用)

(ア) DM : 残渣の平均乾物率

残渣の平均乾物率は専門家判断により決定されており、その上限値及び下限値についても専門家の判断に基づき、設定し、不確実性評価を行うこととした。

表 322 残渣の平均乾物率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.15	0.17	0.19	0.02	11.8%

(イ) FracB : 野焼きされる割合

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 150%とする。

(ウ) FracO : 酸化率

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 25.6%とする。

(I) CF : 炭素含有率

炭素含有率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家判断に基づく下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 323 炭素含有率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
0.3	0.46	-	0.16	34.8%

(オ) P：単位面積あたり収穫量

単位面積あたり収穫量は専門家の設定による上限値及び下限値を使用し、不確実性を評価する。

表 324 作付面積の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
1.0	1.1	1.2	0.1	9.1%

(カ) EF_{ch4}：CH₄ 排出率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は40%とする。

(キ) EF：排出係数

CH₄の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 325 排出係数の不確実性評価

UDM	UFracB	UFracO	UCF	P	UEFch4	U
11.8%	150.0%	25.6%	34.8%	9.1%	40.0%	162.4%

(ヴ) 大麦(青刈り用)

(ア) DM：残渣の平均乾物率

「小麦(青刈り)(4F1)」と同様、不確実性は11.8%となる。

(イ) FracB：野焼きされる割合

「稲(4F1)」と同様、不確実性は150%とする。

(ウ) FracO：酸化率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は25.6%とする。

(I) CF：炭素含有率

「小麦(青刈り)(4F1)」と同様、不確実性は34.8%とする。

(オ) P：単位面積あたり収穫量

「小麦(青刈り)(4F1)と同様、不確実性は9.1%とする。

(カ) EF_{ch4}：CH₄ 排出率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は40%とする。

(キ) EF：排出係数

CH₄の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 326 排出係数の不確実性評価

UDM	UFracB	UFracO	UCF	P	UEFch4	U
11.8%	150.0%	25.6%	34.8%	9.1%	40.0%	161.8%

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

(i) 評価方針

稲、小麦・大麦(子実用)の野焼きの活動量である収穫量は、指定統計の標本調査である「作物統計」の値を採用していることから、その不確実性を使用する。小麦・大麦(青刈り用)は収穫量を作付面積に単位面積あたり収穫量を乗じて算出していることから、両方の不確実性を合成することにする。

(ii) 評価結果

(ア) 稲、小麦(子実用)、大麦(子実用)

稲、小麦(子実用)、大麦(子実用)の収穫量は指定統計である「作物統計」の掲載値を使用していることから、H14 年度検討会での設定値(指定統計・標本調査)である50%を採用する。

(イ) 小麦・大麦(青刈り用)

小麦・大麦(青刈り用)の面積は「耕地及び作付面積統計」では「青刈りその他麦」という小麦と大麦の青刈り用の合計値になっているため、それを小麦と大麦に分ける必要がある。よって、小麦・大麦(青刈り用)のそれぞれの面積は以下の2式で表される。

$$R_W = R * (A_W / (A_W + A_B))$$

$$R_B = R * (A_B / (A_W + A_B))$$

- R_W : 小麦(青刈り用)作付面積
 R_B : 大麦(青刈り用)作付面積
 R : 青刈りその他麦作付面積
 A_W : 小麦(子実用)作付面積
 A_B : 大麦(子実用)作付面積

その場合、不確実性は以下の式で表されることとなる。

$$U_{RW} = \sqrt{U_R^2 + U_{AW}^2 + U_{1/(AW+AB)}^2}$$

$$U_{RB} = \sqrt{U_R^2 + U_{AB}^2 + U_{1/(AW+AB)}^2}$$

- U_{RW} : 小麦(青刈り用)作付面積の不確実性
 U_{RB} : 大麦(青刈り用)作付面積の不確実性
 U_R : 青刈りその他麦作付面積の不確実性
 U_{AW} : 小麦(子実用)作付面積の不確実性
 U_{AB} : 大麦(子実用)作付面積の不確実性

まず、青刈りその他麦作付面積、小麦(子実用)作付面積、大麦(子実用)作付面積の不確実性は、「平成17年耕地及び作付面積統計」の「耕地面積(畑)」の標準誤差率である0.27%を使用することとする。

次に、小麦(子実用)作付面積と大麦(子実用)作付面積の合計の逆数の不確実性であるが、これは小麦(子実用)作付面積と大麦(子実用)作付面積の合計の不確実性と同じ値になる。よって、

$$U_{1/(AW+AB)} = U_{(AW+AB)} = \frac{\sqrt{(U_{AW} * E_{AW})^2 + (U_{AB} * E_{AB})^2}}{E_{AW} + E_{AB}}$$

となる。これを計算すると、不確実性は0.22%となる。

最終的に以上の不確実性を合成して、小麦・大麦(青刈り用)の不確実性を算出した。その結果を表327と表328に示す。

稲、小麦、大麦(4F1) N₂O

表 327 小麦(青刈り用)の活動量の不確実性評価

U _R	U _{AW}	U _{1/(AW+AB)}	U _{RW}
0.27%	0.27%	0.22%	0.44%

表 328 大麦(青刈り用)の活動量の不確実性評価

U _R	U _{AB}	U _{1/(AW+AB)}	U _{RW}
0.27%	0.27%	0.22%	0.44%

(ウ) 評価方法の課題

収穫量の不確実性が過大になっていると思われる。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。小麦、大麦は子実用と青刈り用の合成結果である。

表 329 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
水稲	0.005	178%	378,166(tC)	50%	53 (Gg-CO ₂)	185%
小麦	0.005	—	— (tC)	—	6 (Gg-CO ₂)	186%
大麦	0.005	—	— (tC)	—	1 (Gg-CO ₂)	186%

今後の調査方針

特に無し。

(2) 稲、小麦、大麦(4F1) N₂O

背景

野外における作物残渣の不完全な燃焼により、N₂Oが大気中に放出される。

算定方法

(a) 算定の対象

水稲、小麦、大麦及び小麦・大麦(青刈り用)の野焼きによって発生するN₂Oの量。

(b) 算定方法の選択

農業残渣の焼却量、排出係数などに我が国独自のデータが存在しないことから、1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)に示されたデフォルト手法を用いる。

(c) 算定式

作物種別の全窒素放出量に作物別のデフォルト値の N₂O 排出率を乗じて算定する。

$$E = EF * A * 10^{-3} * 44 / 28$$

- E : 農業廃棄物の野焼きに伴う N₂O 排出量[Gg N₂O]
- EF : N₂O 排出率
- A : 全窒素放出量[tN]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

野焼きによって放出された全窒素量のうち N₂O として放出された窒素の比率。

(b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されているデフォルト値の N₂O 排出率を用いる。

(c) 排出係数の推移

表 330 N₂O 排出率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007

(d) 出典

表 331 N₂O 排出率の出典

データ	出典
N ₂ O 排出率	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 稲、小麦・大麦(子実用)

1) 定義

野焼きによって各作物から放出された全窒素量。

2) 設定方法

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、各作物種ごとの年間収穫量に、各作物種ごとの作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、残渣の窒素含有率を乗じることによって作物種別の全窒素放出量を設定することとする。残渣の窒素含有率は我が国独自の数値を、それ以外は 1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト値を使用する。

残渣の窒素含有率は、「作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有率」を使用する。

$$A = P * RC * DM * FracB * FracO * NF$$

- A : 作物種別の全窒素放出量 (tC)
- P : 年間作物収穫量 (t)
- RC : 作物収穫量に対する残渣の比率
- DM : 残渣の平均乾物率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- NF : 窒素含有率

表 332 窒素含有率

作物	窒素含有率	算出方法
水稻	0.0068	「水稻」の数値を使用
小麦	0.0045	「秋まき小麦」と「春まき小麦」の単純平均値を使用
大麦	表 333	「六条大麦」と「二条大麦」の数値を使用し、収穫量を用いて加重平均値を算出

表 333 大麦の窒素含有率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
大麦	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.020	0.020	0.019	0.018

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
大麦	0.018	0.018	0.018	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016

3) 活動量の推移

表 334 窒素放出量の推移

全窒素放出量 [t - N]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	8,514	8,601	7,751	8,495	6,454	9,381	8,415	8,147	7,868
水稻	7,499	7,620	6,966	7,680	5,689	8,711	7,810	7,522	7,286
小麦	441	426	340	340	285	253	199	214	256
大麦	575	555	446	475	480	417	407	411	326

全窒素放出量 [t - N]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
合計	7,001	7,270	7,556	7,219	7,149	6,333	7,033	7,267
水稻	6,510	6,670	6,898	6,589	6,464	5,665	6,351	6,600
小麦	255	261	308	313	371	383	385	391
大麦	236	339	349	316	314	285	297	276

4) 出典

表 335 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有率の出典

資料名	平成 8 年度 関東東海農業 環境調和型農業生産における土壌管理技術に関する第 6 回研究会 養分の効率的利用技術の新たな動向「我が国の農作物の栄養収支」(尾和、1996)
発行日	平成 8 年度
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有率

5) 活動量の課題

特に無し。

(b) 小麦・大麦(青刈り用)

1) 定義

野焼きによって各作物から放出された全窒素量。

2) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、作物種ごとの年間収穫量に、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、残渣の窒素含有率を乗じることによって作物種別の全窒素放出量を設定することとする。残渣の平均乾物率は我が国の値を使用する。残渣の窒素含有率については、小麦・大麦のデフォルト値を、収穫量を使用して加重平均した。その他麦(子実用)の窒素含有率は、小麦、大麦類の各年度の収穫量を用いて 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト値の加重平均を算出しそれを使用した。窒素含有率以外の数値については CH₄ 排出量算定で使用した数値と同じものを使用する。

なお、小麦と大麦の子実用の収穫量を使用し、活動量を小麦と大麦に按分する。

$$A = R * P * 10 * 10^{-3} * DM * FracB * FracO * NF$$

- A : 作物種別の全窒素放出量 (tN)
- R : 作物種別の作付面積 (ha)
- P : 作物種別年間作物収穫量 (kg/10a)
- DM : 残渣の平均乾物率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- NF : 窒素含有率

表 336 窒素含有率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
小麦・大麦(青刈り用)	0.019	0.019	0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.023	0.019
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
小麦・大麦(青刈り用)	0.017	0.019	0.018	0.018	0.016	0.016	0.016	0.016	

3) 活動量の推移

活動量は以下の通り。

表 337 窒素放出量の推移

[t-N]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
小麦・大麦(青刈り用)	3	3	3	18	10	8	5	5	3

[t-N]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
小麦・大麦(青刈り用)	3	3	2	3	3	3	6	5

4) 出典

表 338 窒素含有率(小麦・大麦(子実用))の出典

資料名	GPG(2000)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	窒素含有率(小麦(子実用)、大麦(子実用)) GPG(2000) p4.58 Table 4.16

表 339 青刈りオート麦の収穫物以外の地上部の窒素含有率の出典

資料名	平成8年度 関東東海農業 環境調和型農業生産における土壌管理技術に関する第6回研究会 養分の効率的利用技術の新たな動向「我が国の農作物の栄養収支」(尾和、1996)
発行日	平成8年度
記載されている最新のデータ	—
対象データ	青刈りオート麦の収穫物以外の地上部の窒素含有率

5) 活動量の課題

特に無し。

排出量

(a) 稲、小麦・大麦(子実用)

上記の算定方法による排出量の算定結果は表 340の通り。

表 340 稲、小麦、大麦の野焼きに伴う N₂O 排出量の算定結果

[Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.091	0.091	0.083	0.089	0.089	0.095	0.090	0.084
水稻	0.081	0.082	0.075	0.081	0.081	0.088	0.083	0.078
小麦	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003
大麦	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004

[Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.081	0.080	0.081	0.080	0.076	0.075	0.076
水稻	0.075	0.074	0.074	0.073	0.069	0.068	0.068
小麦	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004
大麦	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003

(b) 小麦・大麦(青刈り用)

上記の算定方法による排出量の算定結果は表 341の通り。

表 341 小麦・大麦(青刈り用)の野焼きに伴う N₂O 排出量の算定結果

[Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
小麦	0.00002	0.00007	0.00008	0.00010	0.00006	0.00004	0.00003	0.00003
大麦	0.00001	0.00002	0.00003	0.00004	0.00003	0.00002	0.00001	0.00001

[Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
小麦	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00003	0.00003	0.00004
大麦	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001

(c) 合計

排出量の合計は表 342の通り。

表 342 稲、小麦、大麦の N₂O 排出量の算定結果(合計)

[Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.091	0.091	0.083	0.089	0.089	0.095	0.090	0.084
水稻	0.081	0.082	0.075	0.081	0.081	0.088	0.083	0.078
小麦	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003
大麦	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004

[Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.081	0.080	0.081	0.080	0.076	0.075	0.076
水稻	0.075	0.074	0.074	0.073	0.069	0.068	0.068
小麦	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004
大麦	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

稲、小麦、大麦について別々に不確実性評価を行う。なお、小麦と大麦については、子実用と青刈り用について別々に不確実性を評価し、その後両者を合成することとする。

(a) 排出係数

1) 評価の方針

稲、小麦、大麦の野焼きに伴う N₂O の排出は、以下の式により算定を行っている。ここでは、収穫量以外のパラメータを排出係数と見なし、評価を行うこととする。

【野焼きに伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{RC * DM * FracB * FracO * NF * EF_{N_2O}} * 44 / 28 * A$$

排出係数と見なすパラメータ

RC	: 作物収穫量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
NF	: 窒素含有率
EF _{N₂O}	: N ₂ O 排出率
44/28	: N ₂ O の分子量/窒素の分子量
A	: 年間作物収穫量 (t)

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

各パラメータの実測値 (サンプル数 5 以上) が得られていないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性の評価を行うこととする。

なお、N₂O の分子量/窒素の分子量 (16/12) の不確実性は 0 とする。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * FracB * FracO * NF * EF_{N_2O} * 44 / 28$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{FracB}^2 + U_{FracO}^2 + U_{NF}^2 + U_{EF_{N_2O}}^2 + U_{44/28}^2}$$

なお、青刈り用の小麦・大麦については、収穫量データを作付面積に面積あたりの収穫量を乗じて算出しているため、以下のような算定式になる。

【野焼きに伴う N₂O の排出係数の算定式 (小麦・大麦 (青刈り用))】

$$E = \underbrace{\sum RC * DM * FracB * NF * P * EF_{n_2o}} * R * 10 * 10^{-3} * 44 / 28$$

排出係数と見なすパラメータ

RC	: 作物収穫量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
NF	: 窒素含有率
P	: 単位面積あたり収穫量
EF _{n₂o}	: 土壌にすき込まれた作物中に含まれる窒素から発生する N ₂ O の割合
R	: 作物別作付面積

排出係数の定義及び排出係数の不確実性算定式は上記の式 a、b と同じようになる。

野焼きに伴う N₂O 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の点が考えられる。

- ・野焼きされる割合が不明な点

2) 評価結果

(i) 稲

(ア) RC：作物収穫量に対する残渣の比率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は 78.6%とする。

(イ) DM：残渣の平均乾物率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は 3.5%とする。

(ウ) FracB：野焼きされる割合

「稲(4F1)」と同様、不確実性は 150%とする。

(エ) FracO：酸化率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は 25.6%とする。

(オ) NF：窒素含有率

稲の収穫物以外の地上部の窒素含有率は、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。サンプル数が 5 以上であるので以下の計算式により不確実性を算出した。

$$U_{N_i} = 1.96 * \sigma_{N_i} / N_i$$

表 343 窒素含有率の不確実性評価

窒素含有率	サンプル数	採用値	採用値の標準偏差	不確実性
稲	71	0.0068	0.00081	23.3%

(カ) EF_{N₂O}：N₂O 排出率

N₂O 排出率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

N₂O 排出率は 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに取りうる範囲が掲載されていることからそれにより上限値及び下限値を設定し、不確実性評価を行うこととする。

表 344 N₂O 排出率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
0.005	0.007	0.009	0.002	28.6%

(キ) EF：排出係数

N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 345 排出係数の不確実性評価

URC	UDM	UFracB	UFracO	UNF	UEFN2O	U
78.6%	3.5%	150.0%	25.6%	23.3%	28.6%	175.2%

(ii) 小麦(子実用)

(ア) RC：作物収穫量に対する残渣の比率

「小麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 78.6%とする。

(イ) DM：残渣の平均乾物率

「小麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 6.0%とする。

(ウ) FracB：野焼きされる割合

「小麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 150%とする。

(エ) FracO：酸化率

「小麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 25.6%とする。

(オ) NF：窒素含有率

小麦の収穫物以外の地上部の窒素含有率は、不確実性評価のデンジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。小麦の窒素含有率は「春まき」と「秋まき」の平均値を使用しているため、不確実性もこの2つを合成して作成した。「春まき」と「秋まき」はサンプル数が5以上であるので以下の計算式により不確実性を算出した。

$$U_{N_i} = 1.96 * \sigma_{N_i} / N_i$$

表 346 窒素含有率の不確実性評価

窒素含有率	サンプル数	採用値	採用値の標準偏差	不確実性
春まき	10	0.0047	0.00149	—
秋まき	28	0.0043	0.00081	—
小麦(子実)	—	0.0045	0.00085	36.9%

(カ) EF_{N2O} : N₂O 排出率

「稲 N₂O (4F1)」と同様、不確実性は 28.6%とする。

(キ) EF : 排出係数

N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 347 排出係数の不確実性評価

URC	UDM	UFracB	UFracO	UNF	UEFN2O	U
78.6%	6.0%	150.0%	25.6%	36.9%	28.6%	179.8%

(iii) 大麦(子実用)

(ア) RC : 作物収穫量に対する残渣の比率

「大麦(子実用)(4F1)」と同様。算定中。

(イ) DM : 残渣の平均乾物率

「大麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 6%とする。

(ウ) FracB : 野焼きされる割合

「大麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 150%とする。

(エ) FracO : 酸化率

「大麦(子実用)(4F1)」と同様、不確実性は 25.6%とする。

(オ) NF : 窒素含有率

大麦の収穫物以外の地上部の窒素含有率は、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。大麦の窒素含有率は「二条」と「六条」の平均値を使用しているため、不確実性もこの2つを合成して作成した。「春まき」と「秋まき」は以下の計算式により不確実性を算出した。

$$U_{N_i} = 1.96 * \sigma_{N_i} / N_i$$

表 348 窒素含有率の不確実性評価

窒素含有率	サンプル数	採用値	採用値の標準偏差	不確実性
二条	19	0.0214	0.00491	-
六条	3	0.0044	0.00254	-
大麦(子実)	-	0.0129	0.00276	42.0%

(カ) EF_{N_2O} : N_2O 排出率

「稲 N_2O (4F1)」と同様、不確実性は 28.6%とする。

(キ) EF : 排出係数

N_2O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 349 排出係数の不確実性評価

URC	UDM	UFracB	UFracO	UNF	UEFN2O	U
78.6%	6.0%	150.0%	25.6%	42.0%	28.6%	180.9%

(iv) 小麦(青刈り用)

(ア) DM : 残渣の平均乾物率

「小麦(青刈り用)(4F1) CH_4 」と同様、不確実性は 11.8%となる。

(イ) FracB : 野焼きされる割合

「小麦(青刈り用)(4F1) CH_4 」と同様、不確実性は 150%とする。

(ウ) FracO : 酸化率

「小麦(青刈り用)(4F1) CH_4 」と同様、不確実性は 25.6%とする。

(I) NF : 窒素含有率

作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量は、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。サンプル数が 5 未満の作物については、不確実性が最大である作物の不確実性で代用した。小麦・大麦(青刈り用)の窒素含有率は小麦と大麦の窒素含有率を合成して作成したものであるため、サンプルは存在しない。そこで、不確実性が最大であるとうもろこしの不確実性で代用する(とうもろこしの不確実性の算出については後述)。不確実性は 74.1%となる。

(オ) P : 単位面積あたり収穫量

「小麦(青刈り)(4F1)」と同様、不確実性は 9.1%とする。

(カ) EF_{N_2O} : N_2O 排出率

「稲 N_2O (4F1)」と同様、不確実性は 28.6%とする。

(キ) EF : 排出係数

N_2O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 350 排出係数の不確実性評価

UDM	UFracB	UFracO	UNF	UP	UEFN ₂ O	U
11.8%	150.0%	25.6%	74.1%	9.1%	28.6%	174.3%

(v) 大麦(青刈り用)

(ア) DM: 残渣の平均乾物率

「大麦(青刈り)(4F1)CH₄」と同様、不確実性は11.8%となる。

(イ) FracB: 野焼きされる割合

「大麦(青刈り)(4F1)CH₄」と同様、不確実性は150%とする。

(ウ) FracO: 酸化率

「大麦(青刈り)(4F1)CH₄」と同様、不確実性は25.6%とする。

(エ) NF: 窒素含有率

「小麦(青刈り)(4F1)N₂O」と同様、不確実性は74.1%とする。

(オ) P: 単位面積あたり収穫量

「小麦(青刈り)(4F1)」と同様、不確実性は9.1%とする。

(カ) EF_{N₂O}: N₂O 排出率

「稲 N₂O(4F1)」と同様、不確実性は28.6%とする。

(キ) EF: 排出係数

N₂Oの排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 351 排出係数の不確実性評価

UDM	UFracB	UFracO	UNF	UP	UEFN ₂ O	U
11.8%	150.0%	25.6%	74.1%	9.1%	28.6%	174.3%

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

(i) 評価方針

活動量はCH₄の算定と同じであるため、CH₄での評価結果を用いる。

ライ麦・オート麦 (CH₄)

(ii) 評価結果

(ア) 稲、小麦・大麦（子実用）

「稲、小麦（子実用）、大麦（子実用）CH₄（4F1）」と同様、50%とする。

(イ) 小麦・大麦（青刈り用）

「小麦・大麦（青刈り用）CH₄（4F1）」と同様、共に0.44%とする。

(iii) 評価方法の課題

収穫量の不確実性が過大になっていると思われる。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。小麦、大麦は子実用と青刈り用の合成結果である。

表 352 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
稲	0.007	175%	6,205 (tN)	50%	21 (Gg-CO ₂)	182%
小麦	0.007	—	— (tN)	—	1 (Gg-CO ₂)	185%
大麦	0.007	—	— (tN)	—	1 (Gg-CO ₂)	187%

今後の調査方針

特に無し。

(3) ライ麦・オート麦 (CH₄)

背景

「稲、小麦、大麦（4F1）CH₄」と同様。

算定方法

(a) 算定の対象

ライ麦・オート麦（子実用及び青刈り用）の野焼きによって発生するCH₄の量。

(b) 算定方法の選択

農業残渣の焼却量、排出係数などに我が国独自のデータが存在しないことから、1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)に示されたデフォルト手法を用いる。

(c) 算定式

作物種別の全炭素放出量に作物別のデフォルト値のCH₄排出率を乗じて算定する。

$$E = EF * A * 10^{-3} * 16/12$$

- E : 農業廃棄物の野焼きに伴う CH₄ 排出量[Gg CH₄]
 EF_n : CH₄ 排出率
 A : 全炭素放出量[tC]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

野焼きによって放出された全炭素量のうち CH₄ として放出された炭素の比率。

(b) 設定方法

「稲、小麦、大麦 CH₄ (4F1)」と同一の数値を使用する。

(c) 排出係数の推移

表 353 CH₄ 排出率

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
排出係数	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

(d) 出典

表 354 CH₄ 排出率の出典

データ	出典
CH ₄ 排出率	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

野焼きによって各作物から放出された全炭素量。

(b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、作物種ごとの年間生産量に、各作物種ごとの作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野

焼きされる割合、酸化率、炭素含有率のデフォルト値を乗じることによって作物種別の全炭素放出量を設定することとする。

$$A = R * P * 10 * 10^{-3} * DM * RC * FracB * FracO * CF$$

- A : 作物種別の全炭素放出量 (tC)
- R : 作物種別の作付面積 (ha)
- P : 作物種別の作付面積当たり年間作物生産量 (kg/10a)
- DM : 残渣の平均乾物率
- RC : 作物生産量に対する残渣の比率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- CF : 炭素含有率

ライ麦・オート麦の収穫量であるが、統計データが存在しないため、それぞれの収穫面積に単位面積当たり収穫量を乗じて算出する。

青刈り用(飼料用除く)と子実用では単位面積当たり収穫量が異なるため、別々に収穫量を算出し、その合計値を活動量の算出に使用することとする。

オート麦の子実用の収穫量データは1994年度までしか存在せず、加えて1994年度以前はほとんどの年度で主要県のみデータとなっているため、全年度について1994年度の数値を使用することとする。ライ麦の子実用の収穫量については、専門家判断によるデータを使用することとする。また、ライ麦・オート麦共に青刈り用(飼料用を除く)の単位面積当たり収穫量についても専門家判断により決定することとする。

青刈り用(飼料用除く)作付面積、青刈り用(飼料用)作付面積は、年度によっては主要県のみデータしかないことから、そのような年度については、前後の年度の、青刈り用(飼料用)面積割合(青刈り用(飼料用)面積/総収穫面積)の平均値を当該年度の総収穫面積に乘じて求めた。

なお、青刈り用(飼料用除く)は子実部が無く、全てが残渣になることから、「作物収穫量に対する残渣の比率」については乗じる必要が無いので、それを除いて計算を行うこととする。

表 355 ライ麦・オート麦の単位面積当たり収穫量 (単位: kg/10a)

	値
ライ麦の単位面積当たり収穫量 (子実用)	424
オート麦の単位面積当たり収穫量 (1994年度)(子実用)	223
オート麦・ライ麦の単位面積当たり収 穫量(青刈り用(飼料用除く))	1,100

表 356 作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素含有率、野焼きされる割合、酸化率

作物	残渣の比率	残渣の平均乾物率(青刈りは飼料用を除く)	炭素含有率	野焼きされる割合	酸化率
ライ麦	2.84	0.90	0.4710*	0.10	0.90
オート麦	2.23	0.92	0.4710*	0.10	0.90
ライ麦(青刈り用)	—	0.17	0.4710*	0.10	0.90
オート麦(青刈り用)	—	0.17	0.4710*	0.10	0.90

*炭素含有率はデータが無かったため、「Wheat」、「Barley」の平均を使用

表 357 ライ麦・オート麦の収穫量の推定値

[t]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ライ麦(子実用)	297	212	382	450	411	466	503	487	509
オート麦(子実用)	9,589	8,920	7,805	7,206	7,392	5,575	5,613	6,283	5,798
ライ麦(青刈り用、飼料用除く)	21,780	20,350	20,900	21,441	19,557	19,910	18,056	17,461	15,730
オート麦(青刈り用、飼料用除く)	101,200	155,100	207,900	248,899	255,331	257,400	302,984	339,161	366,080

[t]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ライ麦(子実用)	480	581	466	516	501	509	466	509
オート麦(子実用)	5,129	5,411	3,568	3,695	3,806	3,791	2,230	1,784
ライ麦(青刈り用、飼料用除く)	21,347	25,821	30,470	31,446	30,475	29,040	29,040	26,070
オート麦(青刈り用、飼料用除く)	451,884	476,750	487,740	516,673	532,136	542,300	544,500	557,700

(c) 活動量の推移

表 358 炭素放出量の推移

[t-C]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ライ麦(子実用)	32	23	41	49	45	51	55	53	55
オート麦(子実用)	834	776	679	627	643	485	488	546	504
ライ麦(青刈り用、飼料用除く)	157	147	151	155	141	143	130	126	113
オート麦(青刈り用、飼料用除く)	729	1,118	1,498	1,794	1,840	1,855	2,183	2,444	2,638

[t-C]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ライ麦(子実用)	52	63	51	56	54	55	51	55
オート麦(子実用)	446	471	310	321	331	330	194	155
ライ麦(青刈り用、飼料用除く)	154	186	220	227	220	209	209	188
オート麦(青刈り用、飼料用除く)	3,256	3,436	3,515	3,723	3,835	3,908	3,924	4,019

(d) 出典

表 359 ライ麦・オート麦の作付面積(青刈り用、飼料用)の出典

資料名	耕地及び作付面積統計(農林水産省統計部)平成元~17年度分
発行日	平成17年
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	ライ麦・オート麦の作付面積(全面積、青刈り用、飼料用)

表 360 オート麦の単位面積当たり収穫量（子実用）の出典

資料名	作物統計（農林水産省統計部）平成元～16年度分
発行日	平成17年
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	オート麦の単位面積当たり収穫量（子実用）

表 361 ライ麦の単位面積当たり収穫量（子実用）の出典

資料名	専門家判断（我が国におけるライ麦の試験結果を基に専門家が決定した）
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	ライ麦の単位面積当たり収穫量（子実用）

表 362 オート麦・ライ麦の単位面積当たり収穫量（青刈り用）の出典

資料名	専門家判断（文献等により専門家が判断）
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	オート麦・ライ麦の単位面積当たり収穫量（青刈り用）

表 363 残渣の平均乾物率（子実用）炭素含有率の出典

資料名	GPG(2000)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	残渣の平均乾物率(子実用)炭素含有率 GPG(2000) p4.58 Table 4.16

表 364 作物生産量に対する残渣の比率（子実用）の出典

資料名	専門家判断（我が国におけるライ麦・オート麦の試験結果を基に専門家が決定した）
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物生産量に対する残渣の比率（子実用）

表 365 残渣の平均乾物率（青刈り用）の出典

資料名	専門家判断（日本標準飼料成分表（農業技術研究機構）に掲載の青刈り麦類の乾物率を基に専門家が決定）
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	残渣の平均乾物率（青刈り用）

表 366 野焼きされる割合、酸化率の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	野焼きされる割合、酸化率 1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p4.83

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量

上記の算定方法による排出量の算定結果は以下の通り。

表 367 ライ麦・オート麦（子実用及び青刈り用（飼料用除く））の野焼きに伴う CH₄ 排出量

[Gg CH ₄]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.014	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019	0.021	0.023
ライ麦	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
オート麦	0.013	0.014	0.016	0.016	0.017	0.018	0.020	0.022

[Gg CH ₄]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.025	0.027	0.028	0.029	0.029	0.030	0.030
ライ麦	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
オート麦	0.024	0.025	0.026	0.027	0.028	0.028	0.028

その他の特記事項

特に無し。

不確実性評価

ライ麦・オート麦とも、子実用と青刈り用にわけて不確実性を評価していき、最後に子実用と青刈り用の不確実性を合成することとする。

(a) 排出係数

1) 評価の方針

ライ麦・オート麦については、収穫量データを作付面積に面積あたりの収穫量を乗じて算出しているため、面積あたりの収穫量のみが活動量となり、それ以外を排出係数とみなし、評価を行う。

【作物残渣のすき込みに伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{\sum RC * DM * FracBurn * FracO * CF * P * EF_{ch4}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * 10 * 10^{-3} * 16 / 12 * R$$

RC	: 作物収穫量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
CF	: 炭素含有率
P	: 単位面積あたり収穫量
EF _{ch4}	: CH ₄ 排出率
R _i	: 作物別作付面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

各パラメータの実測値 (サンプル数 5 以上) が得られていないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性の評価を行うこととする。

なお、CH₄ の分子量/炭素の分子量 (16/12) の不確実性は 0 とする。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * FracB * FracO * CF * P * EF_{ch4} * 10 * 10^{-3} * 16 / 12$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{FracB}^2 + U_{FracO}^2 + U_P^2 U_{CF}^2 + U_{EFch4}^2 + U_{16/12}^2}$$

野焼きに伴う CH₄ 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の点が考えられる。

- ・野焼きされる割合が不明な点

2) 評価結果

(ア) RC : 作物収穫量に対する残渣の比率

子実用の作物収穫量に対する残渣の比率は「作物残渣 ライ麦・オート麦 (4D1)」と同様、ライ麦 16.5%、オート麦 30.2%とする。青刈り用はこのパラメーターは存在しない。

(イ) DM : 残渣の平均乾物率

子実用の残渣の平均乾物率はライ麦・オート麦ともデフォルト値を使用している。「作物残渣 ライ麦・オート麦 (4D1)」と同様、10.3%とする。青刈り用はライ麦・オート麦とも専門家判断に基づく値を使用している。「小麦 CH₄ (4F1)」と同様、不確実性は 11.8%とする。

(ウ) FracB : 野焼きされる割合

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 150%とする。

(I) FracO：酸化率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は25.6%とする。

(オ) CF：炭素含有率

ライ麦・オート麦(子実用及び青刈り用)とも炭素含有率は、小麦と大麦のデフォルト値の平均値を使用している。実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

専門家判断に基づく下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 368 炭素含有率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
0.3	0.4710	-	0.1710	36.3%

(カ) P：単位面積あたり収穫量

子実用については、「作物残渣 ライ麦・オート麦(4D1)」と同様、不確実性は7.5%とする。青刈り用については「小麦(青刈り用) CH₄(4F1)」と同様、9.1%とする。

(キ) EF_{ch4}：CH₄排出率

「稲(4F1)」と同様、不確実性は40%とする。

(ク) EF：排出係数

CH₄の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 369 排出係数の不確実性評価

	URC	UDM	UFracB	UFracO	UCF	UP	UEFch4	U
ライ麦(子実用)	16.5%	10.3%	150.0%	25.6%	36.3%	7.5%	40.0%	162.8%
オート麦(子実用)	30.2%	10.3%	150.0%	25.6%	36.3%	7.5%	40.0%	164.8%
ライ麦(青刈り用)	—	11.8%	150.0%	25.6%	36.3%	9.1%	40.0%	162.2%
オート麦(青刈り用)	—	11.8%	150.0%	25.6%	36.3%	9.1%	40.0%	162.2%

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

ライ麦・オート麦の作付面積は、子実用・青刈り用とも、「平成17年耕地及び作付面積統計」の「耕地面積(畑)」の標準誤差率(0.27%)を不確実性としてを設定する。

ライ麦・オート麦 (N₂O)

2) 評価結果

ライ麦・オート麦とも不確実性は、0.27%とする。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 370 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
ライ麦合成結果	—	—	— (tC)	—	0.04 (Gg-CO ₂)	133%
ライ麦 (子実用)	0.005	163%	— (tC)	0.27%	0.008 (Gg-CO ₂)	163%
ライ麦 (青刈り用)	0.005	162%	— (tC)	0.27%	0.03 (Gg-CO ₂)	162%
オート麦合成結果	—	—	— (tC)	—	1 (Gg-CO ₂)	154%
オート麦 (子実用)	0.005	165%	— (tC)	0.27%	0.03 (Gg-CO ₂)	165%
オート麦 (青刈り用)	0.005	162%	— (tC)	0.27%	0.6 (Gg-CO ₂)	162%

今後の調査方針

特に無し。

(4) ライ麦・オート麦 (N₂O)

背景

「稲、小麦、大麦 (4F1) N₂O」と同様。

算定方法

(a) 算定の対象

ライ麦・オート麦 (子実用及び青刈り用) の野焼きによって発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

「ライ麦・オート麦 (4F1) CH₄」と同様。

(c) 算定式

作物種別の全窒素放出量に作物別のデフォルト値の N₂O 排出率を乗じて算定する。

$$E = EF * A * 10^{-3} * 44 / 28$$

E : 農業廃棄物の野焼きに伴う N₂O 排出量[Gg N₂O]
 EF : N₂O 排出率
 A : 全窒素放出量[t]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

野焼きによって放出された全窒素量のうち N₂O として放出された窒素の比率。

(b) 設定方法

「稲、小麦、大麦 N₂O (4F1)」と同一の数値を使用する。

(c) 排出係数の推移

表 371 N₂O 排出率

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
排出係数	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	

(d) 出典

表 372 N₂O 排出率の出典

データ	出典
N ₂ O 排出率	1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

野焼きによって各作物から放出された全窒素量。

(b) 設定方法

1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、作物種ごとの年間生産量に、各作物種ごとの作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、窒素含有率を乗じることによって作物種別の全窒素放出量を設定することとする。

子実用と青刈り用(飼料用除く)では窒素含有率が異なるため、それぞれ別々に窒素放出量を算出し、それらを合計して活動量とする。残渣の窒素含有率は、オート麦の青刈り用(飼料用除く)については「稲、小麦、大麦」同様、我が国独自の数値を、オート麦・ライ麦の子実用については1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト値を使用する。ライ麦の青刈り用(飼料用除く)については、数値が存在しないため、オート麦の我が国の独自の数値に、「ライ麦(子実用)の窒素含有率/オート麦(子実用)の窒素含有率」を乗じて算出する。

$$A = R * P * 10 * 10^{-3} * RC * DM * FracB * FracO * NF$$

- A : 作物種別の全窒素放出量 (tN)
- R : 作物種別の作付面積 (ha)
- P : 年間作物生産量 (kg/10a)
- RC : 作物生産量に対する残渣の比率
- DM : 残渣の平均乾物率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- NF : 窒素含有率

表 373 窒素含有率

作物	窒素含有率	算定方法
ライ麦(子実用)	0.0048	GPG(2000) の数値を使用
ライ麦(青刈り用(飼料用除く))	0.0116	オート麦の我が国の独自の数値に、ライ麦(子実用)/オート麦(子実用)を乗じて算出
オート麦(子実用)	0.007	GPG(2000) の数値を使用
オート麦(青刈り用(飼料用除く))	0.019	我が国の独自の数値を使用

(c) 活動量の推移

表 374 窒素放出量の推移

全窒素放出量 [t - N]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ライ麦(子実用)	0.3	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6
オート麦(子実用)	12	12	10	9	10	7	7	8	7
ライ麦(青刈り用、飼料用除く)	4	4	4	4	3	4	3	3	3
オート麦(青刈り用、飼料用除く)	26	40	54	64	66	67	78	88	95

全窒素放出量 [t - N]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ライ麦(子実用)	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
オート麦(子実用)	7	7	5	5	5	5	3	2
ライ麦(青刈り用、飼料用除く)	4	5	5	6	5	5	5	5
オート麦(青刈り用、飼料用除く)	117	123	126	134	138	140	141	144

(d) 出典

表 375 残渣の平均乾物率(青刈り用)の出典

資料名	GPG(2000)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	窒素含有率(ライ麦(子実用) オート麦(子実用)) GPG(2000)p4.58 Table 4.16

表 376 野焼きされる割合、酸化率の出典

資料名	平成8年度 関東東海農業 環境調和型農業生産における土壌管理技術に関する第6回研究会 養分の効率的利用技術の新たな動向「我が国の農作物の栄養収支」(尾和、1996)
発行日	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有率

(e) 活動量の課題

特に無し。

排出量

上記の算定方法による排出量の算定結果は以下の通り。

表 377 ライ麦・オート麦(子実用及び青刈り用(飼料用除く))の野焼きに伴う

N₂O 排出量の算定結果

[Gg N ₂ O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
合計	0.00061	0.00074	0.00083	0.00086	0.00090	0.00098	0.00108	0.00122
ライ麦	0.00004	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
オート麦	0.00056	0.00069	0.00078	0.00082	0.00086	0.00094	0.00104	0.00118

[Gg N ₂ O]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	0.00135	0.00147	0.00153	0.00158	0.00163	0.00165	0.00166
ライ麦	0.00005	0.00006	0.00006	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006
オート麦	0.00130	0.00141	0.00146	0.00151	0.00156	0.00158	0.00160

その他の特記事項

特に無し。

不確実性評価

ライ麦・オート麦とも、子実用と青刈り用にわけて不確実性を評価していき、最後に子実用と青刈り用の不確実性を合成することとする。

(a) 排出係数

1) 評価の方針

ライ麦・オート麦については、収穫量データを作付面積に面積あたりの収穫量を乗じて算出しているため、面積あたりの収穫量のみが活動量となり、それ以外を排出係数とみなし、評価を行う。

【野焼きに伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{\sum RC * DM * FracBurn * FracO * NF * P * EF_{n2o}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * 10 * 10^{-3} * 44 / 28 * R$$

- RC : 作物収穫量に対する残渣の比率
- DM : 残渣の平均乾物率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- CF : 窒素含有率
- P : 単位面積あたり収穫量
- EF_{n2o} : N₂O 排出率
- R : 作物別作付面積

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

各パラメータの実測値 (サンプル数 5 以上) が得られていないため、排出係数の不確実性評価のデジジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性の評価を行うこととする。

なお、N₂O の分子量/窒素の分子量 (44/28) の不確実性は 0 とする。

式 a : $EF = RC * DM * FracB * FracO * NF * P * EF_{n2o} * 10 * 10^{-3} * 44 / 28$

式 b : $U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{FracB}^2 + U_{FracO}^2 + U_P^2 U_{NF}^2 + U_{EFn2o}^2 + U_{44/28}^2}$

野焼きに伴う N₂O 排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の点が考えられる。

- ・野焼きされる割合が不明な点

2) 評価結果

(ア) RC : 作物収穫量に対する残渣の比率

「ライ麦・オート麦 CH₄ (4F1) 」と同様、子実用の不確実性は、ライ麦 16.5%、オート麦 30.2%とする。青刈り用はこのパラメータは存在しない。

(イ) DM：残渣の平均乾物率

「ライ麦・オート麦 CH₄(4F1)」と同様、子実用の不確実性はライ麦・オート麦とも 10.3%、青刈り用はライ麦・オート麦とも 11.8%とする。

(ウ) FracB：野焼きされる割合

「ライ麦・オート麦 CH₄(4F1)」と同様、不確実性は全てで 150%とする。

(エ) FracO：酸化率

「ライ麦・オート麦 CH₄(4F1)」と同様、不確実性は全てで 25.6%とする。

(オ) NF：窒素含有率

ライ麦・オート麦とも子実用の窒素含有率については、GPG 掲載の数値を使用していることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。この場合、他の作物のうち、最も不確実性が高い作物の不確実性を使用することとし、とうもろこしの不確実性で代用し 74.1%とする。

オート麦の青刈り用については、我が国の独自の数値、ライ麦の青刈り用については、オート麦の青刈り用の我が国の独自の数値に「ライ麦の窒素含有率(子実用) / オート麦の窒素含有率(子実用)」を乗じて算出を行っているが、オート麦の青刈り用の我が国の独自の数値はサンプル数が 5 以下であることから、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。この場合も上記のライ麦・オート麦の子実用と同様、とうもろこしの不確実性で代用し 74.1%とする。

(カ) P：単位面積あたり収穫量

「ライ麦・オート麦 CH₄(4F1)」同様、子実用については 7.5%、青刈り用については 9.1%とする。

(キ) EF_{N₂O}：N₂O 排出率

「稲 N₂O(4F1)」と同様、不確実性は 28.6%とする。

(ク) EF：排出係数

N₂O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 378 排出係数の不確実性評価

	URC	UDM	UFracB	UFracO	UNF	UP	UEFch4	U
ライ麦(子実用)	16.5%	10.3%	150.0%	25.6%	74.1%	7.5%	28.6%	172.9%
オート麦(子実用)	30.2%	10.3%	150.0%	25.6%	74.1%	7.5%	28.6%	174.8%
ライ麦(青刈り用)	—	11.8%	150.0%	25.6%	74.1%	9.1%	28.6%	172.3%
オート麦(青刈り用)	—	11.8%	150.0%	25.6%	74.1%	9.1%	28.6%	172.3%

その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

「ライ麦・オート麦 CH₄ (4F1)」と同様。

2) 評価結果

「ライ麦・オート麦 CH₄ (4F1)」と同様、不確実性は共に 0.27%とする。

3) 評価方法の課題

特になし。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 379 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
ライ麦合成結果	—	—	— (tN)	—	0.02 (Gg-CO ₂)	156%
ライ麦 (子実用)	0.007	173%	— (tN)	0.27%	0.002 (Gg-CO ₂)	173%
ライ麦 (青刈り用)	0.007	172%	— (tN)	0.27%	0.02 (Gg-CO ₂)	172%
オート麦合成結果	—	—	— (tN)	—	0.5 (Gg-CO ₂)	168%
オート麦 (子実用)	0.007	175%	— (tN)	0.27%	0.01 (Gg-CO ₂)	175%
オート麦 (青刈り用)	0.007	172%	— (tN)	0.27%	0.5 (Gg-CO ₂)	172%

今後の調査方針

特に無し。

(5) その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄

背景

「稲、小麦、大麦 (4F1) CH₄」と同様。

算定方法

(a) 算定の対象

とうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類

(てんさい) さとうきびの野焼きによって発生する CH₄ の量。

(b) 算定方法の選択

以上の作物については我が国の排出係数及び活動量のデータは存在しないため、1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト手法及びデフォルト値の排出係数を用いて算定することとする。

(c) 算定式

1996 年改訂 IPCC ガイドラインによると、CH₄ 排出量は、デフォルト手法によって算出した全炭素放出量に、デフォルト値の CH₄ 排出率を乗じて算定することとされている。

$$E = EF * A * 10^{-3} * 16 / 12$$

- E : 農業廃棄物の野焼きに伴う CH₄ 排出量[Gg CH₄]
- EF : CH₄ 排出率
- A : 作物種別の全炭素放出量[tC]
- N : 作物種数

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

野焼きによって放出された全炭素量のうち CH₄ として放出された炭素の比率。

(b) 設定方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値の CH₄ 排出率を用いる。

(c) 排出係数の推移

1989～2005 年度におけるとうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい) さとうきびの野焼きに伴う CH₄ 排出率は以下の通り。

表 380 CH₄ 排出率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
排出係数	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	

(d) 出典

表 381 CH₄ 排出率の出典

データ	出典
CH ₄ 排出率	1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.2 Table4-16

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

野焼きによって各作物から放出された全炭素量。

(b) 活動量の把握方法

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト手法に従い、各作物種ごとの年間生産量に、各作物種ごとの作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率、炭素含有率のデフォルト値を乗じることによって作物種別の全炭素放出量を設定することとする。

豆類については、「炭素含有率」のデフォルト値がなかったため、村山登他編「作物栄養・肥料学」より単子葉植物・双子葉植物の値を引用した。

とうもろこし、豆類（大豆、小豆、いんげん、らっかせい）、ばれいしょの生産量の出典については、「土壌からの直接排出 [作物残渣] (4D1) N₂O」と同様。

$$A = P * RC * DM * FracO * CF$$

A	: 作物種別の全炭素放出量
P	: 年間作物生産量 (t)
RC	: 作物生産量に対する残渣の比率
DM	: 残渣の平均乾物率
FracB	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
CF	: 炭素率

表 382 作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素率

作物	残渣の比率	残渣の平均乾物率	炭素率
とうもろこし	1.0	0.86	0.4709
えんどう豆	1.5	0.87	0.45 ^a
大豆	2.1	0.89	0.45 ^a
小豆・いんげん ^b	2.1	0.89	0.45 ^a
らっかせい	1.0	0.86	0.45 ^a
ばれいしょ	0.4	0.6 ^c	0.4226
てんさい	0.2	0.2	0.4072
さとうきび	1.62	0.83 ^c	0.4235

- a: デフォルト値がないため、双子葉植物・単子葉植物の値を引用。村山登他編、文永堂出版「作物栄養・肥料学」p.26(Bowen:Trace Elements in Biochemistry、1966)
- b: GPG(2000) の Table4.16 の「beans」の値を適用。
- c: 1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.2 Table 4-15
- d: デフォルト値は示されていないが、1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.2 p4.30 に示された値(0.01-0.02)の中間値を採用した。

表 383 野焼きされる割合、酸化率のデフォルト値

	値
野焼きされる割合	0.10
酸化率	0.90

(c) 活動量の推移

1989~2005年度におけるとうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい)、さとうきびの炭素放出量は表 384の通り。

表 384 とうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい)、さとうきびの炭素放出量の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
とうもろこしの炭素放出量 [t-C]	236,728	249,484	221,529	234,942	178,703	218,103	207,788	195,651	199,988
えんどう豆の炭素放出量 [t-C]	3,192	3,071	2,769	2,754	2,637	2,479	2,363	2,230	2,178
大豆の炭素放出量 [t-C]	20,566	16,683	14,935	14,238	7,615	7,479	9,008	11,210	10,945
小豆の炭素放出量 [t-C]	8,039	8,924	6,752	5,193	3,444	6,813	7,100	5,912	5,458
いんげんの炭素放出量 [t-C]	2,725	2,453	3,300	2,558	1,983	1,415	3,353	2,475	2,468
らっかせいの炭素放出量 [t-C]	1,299	1,397	1,045	1,076	819	1,216	909	1,031	1,059
ばれいしょの炭素放出量 [t-C]	32,743	32,423	32,944	31,894	30,944	30,826	30,716	28,179	30,990
その他根菜類(てんさい)の炭素放出量 [t-C]	5,371	5,855	6,032	5,249	4,967	5,648	5,590	4,830	5,402
さとうきびの炭素放出量 [t-C]	137,553	101,628	97,066	91,173	84,049	82,102	83,127	65,804	74,055

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
とうもろこしの炭素放出量 [t-C]	188,945	174,767	192,699	186,393	177,391	166,311	169,810	169,117
えんどう豆の炭素放出量 [t-C]	1,913	1,903	1,971	1,712	1,760	1,527	1,512	1,543
大豆の炭素放出量 [t-C]	11,960	14,170	17,788	20,543	20,453	17,576	12,353	17,031
小豆の炭素放出量 [t-C]	5,874	6,101	6,676	5,359	4,988	4,451	6,850	5,972
いんげんの炭素放出量 [t-C]	1,877	1,620	1,158	1,802	2,574	1,741	2,066	1,945
らっかせいの炭素放出量 [t-C]	864	920	930	805	836	766	742	745
ばれいしょの炭素放出量 [t-C]	28,051	27,047	26,453	27,010	28,060	26,828	26,362	25,093
その他根菜類(てんさい)の炭素放出量 [t-C]	6,104	5,551	5,384	5,565	6,007	6,100	6,825	6,158
さとうきびの炭素放出量 [t-C]	85,382	80,513	71,493	76,823	68,059	71,185	60,833	62,217

(d) 出典

表 385 てんさい、さとうきびの生産量の出典

資料名	作物統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	~平成17年10月21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	累年統計表/工芸農作物の収穫量/(3)てんさい(4)さとうきび/収穫量(213~215ページ)

表 386 えんどう豆の生産量の出典

資料名	野菜生産出荷統計(農林水産省統計部)平成元~16年度分
発行日	~平成17年3月31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	1全国の作付面積・収穫量・出荷量/さやえんどう/収穫量(47ページ)

表 387 作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素率の出典

資料名	GPG(2000) p4.58 Table 4.16
対象データ	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物生産量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素率

表 388 野焼きされる割合、酸化率のデフォルト値の出典

資料名	1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 p4.83
対象データ	—
記載されている最新のデータ	—
対象データ	野焼きされる割合、酸化率のデフォルト値

(e) 活動量の課題

「根菜類(4F3)[その他]」については、「てんさい」以外にも「かんしょ」や「飼料かぶ」等も含まれると考えられるが、「作物生産量に対する残渣の比率」、「残渣の平均乾物率」、「炭素率」のデフォルト値がないため算出していない。

「さとうきび(4F4)」については、種子島以外では、さとうきびの残渣を燃やさずに土壌にすき込んでいるとの情報もあり、過大推計している可能性が考えられる。

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 389 とうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい)、さとうきびの焼却に伴うCH₄排出量の推計結果

CH ₄ 排出量 [単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
とうもろこし [Gg CH ₄]	1.57	1.57	1.41	1.40	1.34	1.38	1.34	1.30
えんどう豆 [Gg CH ₄]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
大豆 [Gg CH ₄]	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08
小豆 [Gg CH ₄]	0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
いんげん [Gg CH ₄]	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
らっかせい [Gg CH ₄]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ばれいしょ [Gg CH ₄]	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19
その他根菜類(てんさい) [Gg CH ₄]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
さとうきび [Gg CH ₄]	0.75	0.64	0.61	0.57	0.55	0.51	0.50	0.50

CH ₄ 排出量 [単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
とうもろこし [Gg CH ₄]	1.25	1.24	1.23	1.24	1.18	1.14	1.12
えんどう豆 [Gg CH ₄]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
大豆 [Gg CH ₄]	0.08	0.10	0.12	0.13	0.13	0.11	0.10
小豆 [Gg CH ₄]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04
いんげん [Gg CH ₄]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
らっかせい [Gg CH ₄]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ばれいしょ [Gg CH ₄]	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17
その他根菜類(てんさい) [Gg CH ₄]	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
さとうきび [Gg CH ₄]	0.53	0.53	0.51	0.48	0.48	0.44	0.43

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

その他豆類の野焼きに伴うCH₄の排出は、小豆、いんげん、らっかせいの野焼きによる排出からなっているため、これらの3つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

その他豆類については、各々の排出係数の不確実性を合成できないことから、その他豆類の野焼きからのCH₄の排出に関しては、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、小豆、いんげん、らっかせいで個別に評価する。

(a) 排出係数

1) 評価の方針

さとうきび、えんどう豆、大豆、その他豆類、ばれいしょ、その他根菜類、さとうきびの野焼きに伴うCH₄の排出は、以下の式により算定を行っている。ここでは、各作物の生産量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

【とうもろこし、えんどう豆、大豆、その他豆類、ばれいしょ、その他根菜類、
さとうきびの野焼きに伴う CH₄ の排出係数の算定式】

$$E = \underbrace{RC * DM * FracBurn * FracO * FracC * 16 / 12}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

- E : とうもろこし、えんどう豆、大豆、その他豆類、ばれいしょ、その他根菜類、さとうきびの野焼きに伴う CH₄ 排出量
- RC : 各作物種ごとの生産量に対する残渣の比率 (乾燥重量比率)
- DM : 各作物種ごとの残渣の平均乾物率
- FracBurn : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- FracC : 残渣中の炭素割合
- 16/12 : CH₄ の分子量/炭素の分子量
- A : 各作物種ごとの生産量

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

各パラメータの実測値はないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断に基づき、不確実性評価を行うこととする。

式 a : $EF = RC * DM * FracBurn * FracO * FracC * 16 / 12$

式 b : $U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{FracBurn}^2 + U_{FracO}^2 + U_{FracC}^2 + U_{16/12}^2}$

2) 評価結果

(7) RC : 作物収穫量に対する残渣の比率

作物収穫量に対する残渣の比率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。上限値、下限値が設定できない作物については、最大の不確実性をとる作物で代用する。

表 390 作物収穫量に対する残渣の比率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

残渣率	下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
とうもろこし	—	—	—	—	385.5%
えんどう豆	—	—	—	—	385.5%
大豆	0.63	2.10	—	1.47	69.9%
小豆	0.47	2.10	—	1.63	77.5%
いんげん	—	—	—	—	385.5%
らっかせい	—	—	—	—	385.5%
ばれいしょ	—	—	—	—	385.5%
てんさい	—	0.20	0.97	0.77	385.5%
さとうきび	—	—	—	—	385.5%

(イ) DM：残渣の平均乾物率

残渣の平均乾物率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

ここで対象となっている作物の平均乾物率は特に範囲を持たないため、上限値及び下限値を規定することができない。よって、これまで平均乾物率の不確実性の評価を行った作物の中で最も不確実性が高かった、小麦・大麦（青刈り用）の 11.8%を採用することとする。

(ウ) FracB：野焼きされる割合

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 150%とする。

(エ) FracO：酸化率

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 25.6%とする。

(オ) CF：炭素含有率

炭素含有率はデフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

表 391 炭素含有率の上限値、下限値に基づく不確実性評価

炭素含有率	下限値	採用値	上限値	差異*	不確実性
とうもろこし	0.3	0.4709		0.17	36.3%
えんどう豆	0.3	0.45		0.15	33.3%
大豆	0.3	0.45		0.15	33.3%
小豆	0.3	0.45		0.15	33.3%
いんげん	0.3	0.45		0.15	33.3%
らっかせい	0.3	0.45		0.15	33.3%
ばれいしょ	0.3	0.4226	0.45	0.12	29.0%
てんさい	0.3	0.4072	0.45	0.11	26.3%
さとうきび	0.3	0.4235	0.45	0.12	29.2%

(カ) EF_{ch4}：CH₄ 排出率

「稲 (4F1)」と同様、不確実性は 40%とする。

(キ) EF：排出係数

各作物の排出係数の不確実性は以下ようになる。

表 392 その他の作物の排出係数の不確実性評価

	URC	UDM	UFracB	UFracO	UCF	UEFch4	UEF
とうもろこし	386%	11.8%	150%	25.6%	36.3%	40%	418.1%
えんどう豆	386%	11.8%	150%	25.6%	33.3%	40%	417.9%
大豆	70%	11.8%	150%	25.6%	33.3%	40%	175.7%
小豆	78%	11.8%	150%	25.6%	33.3%	40%	178.9%
いんげん	386%	11.8%	150%	25.6%	33.3%	40%	417.9%
らっかせい	386%	11.8%	150%	25.6%	33.3%	40%	417.9%
ばれいしょ	386%	11.8%	150%	25.6%	29.0%	40%	417.6%
てんさい	386%	11.8%	150%	25.6%	26.3%	40%	417.4%
さとうきび	386%	11.8%	150%	25.6%	29.2%	40%	417.6%

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

とうもろこし、大豆、その他豆類（小豆、いんげん、らっかせい）、その他根菜類（てんさい）、さとうきびの野焼きの活動量である生産量は、指定統計の標本調査である「作物統計」による値を採用している。えんどう豆、ばれいしょの生産量については、指定統計の全数調査（すそ切りあり）である「野菜生産出荷統計」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となる。

2) 評価結果

とうもろこし、大豆、その他豆類（小豆、いんげん、らっかせい）、その他根菜類（てんさい）、さとうきびの野焼きに伴う CH₄ 排出の活動量の不確実性は、H14 年度検討会での設定値（指定統計・標本調査）である 50%となる。

えんどう豆、ばれいしょについては、H14 年度検討会での設定値（指定統計・全数調査（すそ切りあり））である 20%となる。

3) 評価方法の課題

「作物統計」、「野菜生産出荷統計」の各作物種ごとにおける生産量の不確実性の H14 年度検討会での設定値は、過大評価だと考えられる。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 393 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
とうもろこし	0.005	418%	168,412 (tC)	50%	24 (Gg-CO ₂)	421%
えんどう豆	0.005	418%	1,527 (tC)	20%	0.2 (Gg-CO ₂)	418%
大豆	0.005	176%	15,654 (tC)	50%	2 (Gg-CO ₂)	183%
小豆	0.005	179%	5,758 (tC)	50%	1 (Gg-CO ₂)	186% (*小豆、いんげん、らっかせいの合成した不確実性は163%)
いんげん	0.005	418%	1,918 (tC)	50%	0.3 (Gg-CO ₂)	421%
らっかせい	0.005	418%	751 (tC)	50%	0.1 (Gg-CO ₂)	421%
ばれいしょ	0.005	418%	26,094 (tC)	20%	4 (Gg-CO ₂)	418%
てんさい	0.005	417%	6,361 (tC)	50%	1 (Gg-CO ₂)	420%
さとうきび	0.005	418%	64,745 (tC)	50%	9 (Gg-CO ₂)	421%

今後の調査方針

特に無し。

(6) その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) N₂O

背景

「稲、小麦、大麦 (4F1) N₂O」と同様。

算定方法

(a) 算定の対象

とうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類 (てんさい)、さとうきびの野焼きによって発生する N₂O の量。

(b) 算定方法の選択

稲わら、麦類以外については我が国の排出係数及び活動量のデータは存在しないため、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト手法及びデフォルト値の排出係数を用いて算定

その他の作物(4F1、4F2、4F3、4F4) N₂O

することとする。

(c) 算定式

穀物以外の作物(とうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい)、さとうきび)については、「活動量」で使用する「窒素含有率」について我が国独自のデータが得られたため、それを使用して算出を行う。

$$E = EF * A * 10^{-3} * 44 / 28$$

E : 農業廃棄物の野焼きに伴う N₂O 排出量[Gg N₂O]

EF : N₂O 排出率

A : 全窒素放出量[t]

(d) 算定方法の課題

特に無し。

排出係数

(a) 定義

野焼きによって放出された全窒素量に対する N₂O に含まれる窒素の比率。

(b) 設定方法

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値の N₂O 排出率を用いることとする。

(c) 排出係数の推移

1989～2005年度におけるとうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい)、さとうきびの野焼きに伴う N₂O 排出率は以下の通り。

表 394 N₂O 排出率の推移

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
排出係数	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
排出係数	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	

(d) 出典

表 395 N₂O 排出率の出典

データ	出典
N ₂ O 排出率	1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.2 Table4-16

(e) 排出係数の課題

特に無し。

活動量

(a) 定義

野焼きによって各作物から放出された全窒素量。

(b) 設定方法

設定方法は以下の通りである。窒素含有率については、これまでは GPG(2000) に示されたデフォルト値を使用してきたが、今回は我が国独自のデータが得られたため、それを使用することとする(各年度について同一の数値を使用)。使用する我が国独自の残渣の窒素含有率は、「作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有率」である。

$$A = P * RC * DM * FracB * FracO * NF$$

- A : 作物種別の全窒素放出量
- P : 年間作物収穫量
- RC : 作物収穫量に対する残渣の比率
- DM : 残渣の平均乾物率
- FracB : 野焼きされる割合
- FracO : 酸化率
- NF : 窒素含有率

表 396 窒素含有率

作物	窒素含有率	算出方法
とうもろこし	0.0164	未熟とうもろこしの数値を使用
えんどう豆	0.0159	えだまめの数値を使用
大豆	0.0065	大豆の数値を使用
小豆	0.0084	小豆の数値を使用
いんげん	0.00745	大豆と小豆の平均を使用
らっかせい	0.00745	大豆と小豆の平均を使用
ばれいしょ	0.0242	ばれいしょの数値を使用
その他根菜類(てんさい)	0.0192	てんさいの数値を使用
さとうきび	0.0423	さとうきびの数値を使用

(c) 活動量の推移

1989～2005年度におけるとうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類(てんさい)、さとうきびの窒素放出量は以下の通り。

その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) N2O

表 397 とうもろこし、えんどう豆、大豆、小豆、いんげん、らっかせい、ばれいしょ、その他根菜類 (てんさい) さとうきびの窒素放出量の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
とうもろこしの窒素放出量 [t-N]	8,244	8,689	7,715	8,182	6,224	7,596	7,237	6,814	6,965
えんどう豆の窒素放出量 [t-N]	113	108	98	97	93	88	83	79	77
大豆の窒素放出量 [t-N]	297	241	216	206	110	108	130	162	158
小豆の窒素放出量 [t-N]	150	167	126	97	64	127	133	110	102
いんげんの窒素放出量 [t-N]	45	41	55	42	33	23	56	41	41
らっかせいの窒素放出量 [t-N]	22	23	17	18	14	20	15	17	18
ばれいしょの窒素放出量 [t-N]	1,875	1,857	1,886	1,826	1,772	1,765	1,759	1,614	1,775
その他根菜類 (てんさい) の窒素放出量 [t-N]	253	276	284	248	234	266	264	228	255
さとうきびの窒素放出量 [t-N]	13,739	10,151	9,695	9,107	8,395	8,200	8,303	6,573	7,397

[単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
とうもろこしの窒素放出量 [t-N]	6,580	6,087	6,711	6,492	6,178	5,792	5,914	5,890
えんどう豆の窒素放出量 [t-N]	68	67	70	61	62	54	53	55
大豆の窒素放出量 [t-N]	173	205	257	297	295	254	178	246
小豆の窒素放出量 [t-N]	110	114	125	100	93	83	128	111
いんげんの窒素放出量 [t-N]	31	27	19	30	43	29	34	32
らっかせいの窒素放出量 [t-N]	14	15	15	13	14	13	12	12
ばれいしょの窒素放出量 [t-N]	1,606	1,549	1,515	1,547	1,607	1,536	1,510	1,437
その他根菜類 (てんさい) の窒素放出量 [t-N]	288	262	254	262	283	288	322	290
さとうきびの窒素放出量 [t-N]	8,528	8,042	7,141	7,673	6,798	7,110	6,076	6,214

(d) 出典

作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有率以外は「その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄」と同様。

表 398 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量の出典

資料名	平成 8 年度 関東東海農業 環境調和型農業生産における土壌管理技術に関する第 6 回研究会 養分の効率的利用技術の新たな動向「我が国の農作物の栄養収支」(尾和、1996)
発行日	平成 8 年度
記載されている最新のデータ	—
対象データ	作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量

(e) 活動量の課題

「その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄」と同様。

排出量

上記の算定方法による排出量の算定結果は以下の通り。

表 399 その他の作物の焼却に伴う N₂O 排出量の算定結果

N ₂ O排出量 [単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
とうもろこし [Gg N ₂ O]	0.0904	0.0901	0.0811	0.0807	0.0772	0.0794	0.0771	0.0747
えんどう豆 [Gg N ₂ O]	0.0012	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010	0.0009	0.0009	0.0008
大豆 [Gg N ₂ O]	0.0028	0.0024	0.0019	0.0016	0.0013	0.0015	0.0017	0.0018
小豆 [Gg N ₂ O]	0.0016	0.0014	0.0011	0.0011	0.0012	0.0014	0.0013	0.0012
いんげん [Gg N ₂ O]	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005	0.0004
らっかせい [Gg N ₂ O]	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
ばれいしょ [Gg N ₂ O]	0.0206	0.0204	0.0201	0.0197	0.0194	0.0188	0.0189	0.0183
その他根菜類 (てんさい) [Gg N ₂ O]	0.0030	0.0030	0.0028	0.0027	0.0028	0.0028	0.0027	0.0028
さとうきび [Gg N ₂ O]	0.1231	0.1062	0.0997	0.0942	0.0913	0.0846	0.0817	0.0825

N ₂ O排出量 [単位]	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
とうもろこし [Gg N ₂ O]	0.0720	0.0711	0.0707	0.0711	0.0677	0.0656	0.0645
えんどう豆 [Gg N ₂ O]	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006
大豆 [Gg N ₂ O]	0.0020	0.0023	0.0028	0.0031	0.0031	0.0027	0.0025
小豆 [Gg N ₂ O]	0.0012	0.0013	0.0012	0.0012	0.0010	0.0011	0.0012
いんげん [Gg N ₂ O]	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003
らっかせい [Gg N ₂ O]	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
ばれいしょ [Gg N ₂ O]	0.0181	0.0171	0.0169	0.0171	0.0172	0.0171	0.0164
その他根菜類 (てんさい) [Gg N ₂ O]	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0031	0.0033	0.0033
さとうきび [Gg N ₂ O]	0.0879	0.0869	0.0838	0.0792	0.0791	0.0733	0.0711

その他特記事項

特に無し。

不確実性評価

その他豆類の野焼きに伴う N₂O の排出は、小豆、いんげん、らっかせいの野焼きによる排出からなっているため、これらの3つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

その他豆類については、各々の排出係数の不確実性を合成できないことから、その他豆類の野焼きからの N₂O の排出に関しては、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、小豆、いんげん、らっかせいで個別に評価する。

(a) 排出係数

1) 評価の方針

さとうきび、えんどう豆、大豆、その他豆類、ばれいしょ、その他根菜類、さとうきびの野焼きに伴う N₂O の排出は、以下の式により算定を行っている。ここでは、各作物の生産量以外のパラメータを排出係数と見なし評価を行うこととする。

その他の作物 (4F1, 4F2, 4F3, 4F4) N₂O

【とうもろこし、えんどう豆、大豆、その他豆類、ばれいしょ、その他根菜類、
さとうきびの野焼きに伴う N₂O の排出係数の算定式】

$$E = \frac{RC * DM * FracBurn * FracO * FracC * RN * 44}{28} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

E	: とうもろこし、えんどう豆、大豆、その他豆類、ばれいしょ、その他根菜類、 さとうきびの野焼きに伴う N ₂ O 排出量
RC	: 各作物種ごとの生産量に対する残渣の比率 (乾燥重量比率)
DM	: 各作物種ごとの残渣の平均乾物率
FracBurn	: 野焼きされる割合
FracO	: 酸化率
FracC	: 残渣中の炭素割合
RN	: 窒素/炭素の比率
44/28	: N ₂ O の分子量/窒素の分子量
A	: 各作物種ごとの生産量

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

各パラメータの実測値はないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断に基づき、不確実性評価を行うこととする。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * FracBurn * FracO * FracC * RN * 44 / 28$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{\left\{ U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{FracBurn}^2 + U_{FracO}^2 + U_{FracC}^2 + U_{RN}^2 + U_{44/28}^2 \right\}}$$

2) 評価結果

(ア) RC : 作物収穫量に対する残渣の比率

「その他の作物 CH₄ (4F1)」と同様。

(イ) DM : 残渣の平均乾物率

「その他の作物 CH₄ (4F1)」と同様。

(ウ) FracB : 野焼きされる割合

「その他の作物 CH₄ (4F1)」と同様、不確実性は 150% とする。

(エ) FracO : 酸化率

「その他の作物 CH₄ (4F1)」と同様、不確実性は 25.6% とする。

(オ) NF：窒素含有率

各作物の収穫物以外の地上部の窒素含有率は、不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。サンプル数が5以上である作物については以下の計算式により不確実性を算出した。サンプル数が5以下の作物については最大の不確実性をとる作物の値を代用した。

$$U_{N_i} = 1.96 * \sigma_{N_i} / N_i$$

表 400 窒素含有率の不確実性評価

窒素含有率	サンプル数	採用値	採用値の標準偏差	不確実性	備考
とうもろこし	7	0.0164	0.00620	74.1%	
えんどう豆	1	0.0159	0.01590	74.1%	最大値を使用
大豆	12	0.00650	0.00188	56.6%	
小豆	27	0.0084	0.00162	37.7%	
いんげん	—	0.00745	0.00124	32.6%	採用値は大豆と小豆の平均値
らっかせい	—	0.00745	0.00124	32.6%	採用値は大豆と小豆の平均値
ばれいしょ	22	0.0242	0.00516	41.8%	
てんさい	20	0.02	0.00429	43.8%	
さとうきび	1	0.0423	0.04230	74.1%	最大値を使用

(カ) EF_{N2O}：N₂O 排出率

「稲 N₂O (4F1)」と同様、不確実性は 28.6%とする。

(キ) EF：排出係数

各作物の排出係数の不確実性は以下の通り。

表 401 その他の作物の排出係数の不確実性評価

	URC	UDM	UFracB	UFracO	UNF	UEFch4	UEF
とうもろこし	386%	12%	150%	26%	74.1%	40%	423.1%
えんどう豆	386%	12%	150%	26%	74.1%	40%	423.1%
大豆	70%	12%	150%	26%	56.6%	40%	181.6%
小豆	78%	12%	150%	26%	37.7%	40%	179.8%
いんげん	386%	12%	150%	26%	32.6%	40%	417.8%
らっかせい	386%	12%	150%	26%	32.6%	40%	417.8%
ばれいしょ	386%	12%	150%	26%	41.8%	40%	418.6%
てんさい	386%	12%	150%	26%	43.8%	40%	418.9%
さとうきび	386%	12%	150%	26%	74.1%	40%	423.1%

(ク) 評価方法の課題

各作物種ごとの不確実性評価方法を検討する必要がある。

その他の作物 (4F1、4F2、4F3、4F4) N2O

(b) 活動量

1) 評価方針

「その他 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄」と同様。

2) 評価結果

「その他 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄」と同様。

3) 評価方法の課題

「その他 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄」と同様。

(c) 排出量

排出量の不確実性は、以下の通りである。

表 402 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
とうもろこし	0.007	423%	5,865 (tN)	50%	20 (Gg-CO ₂)	426%
えんどう豆	0.007	423%	54 (tN)	20%	0.2 (Gg-CO ₂)	424%
大豆	0.007	182%	226 (tN)	50%	1 (Gg-CO ₂)	188%
小豆	0.007	180%	107 (tN)	50%	0.4 (Gg-CO ₂)	187% (*小豆、いんげん、らっかせいの合成した不確実性は163%)
いんげん	0.007	418%	32 (tN)	50%	0.1 (Gg-CO ₂)	421%
らっかせい	0.007	418%	12 (tN)	50%	0.04 (Gg-CO ₂)	421%
ばれいしょ	0.007	419%	1,494 (tN)	20%	5 (Gg-CO ₂)	419%
てんさい	0.007	419%	300 (tN)	50%	1 (Gg-CO ₂)	422%
さとうきび	0.007	423%	6,467 (tN)	50%	22 (Gg-CO ₂)	426%

今後の調査方針

「その他 (4F1、4F2、4F3、4F4) CH₄」と同様。

(7) 豆類(白いんげん)(4F2) CH₄、N₂O

“dry bean”は、いんげん豆の仲間で、成熟させてさやから外した豆のことを指すが、我が国ではいんげん豆は成熟させる前に食べるため、量的にも非常に少ない。いんげん豆は、豆類(4F2)[その他]で計上しているため「IE」として報告した。

(8) その他(4F5) CH₄、N₂O

我が国では、穀物、豆類、根菜類、さとうきび以外の農業廃棄物の野焼きが行われている可能性がある。しかし、活動実態が明らかになっておらず排出係数の設定もできないことから、「NE」として報告した。

デフォルト値として排出係数の上限が設定された場合に、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) に示されたデフォルト手法に従い、作物種ごとの年間収穫量に、各作物種ごとの作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、野焼きされる割合、酸化率残渣の炭素含有量・窒素含有量のデフォルト値を乗じることによって作物種別の全炭素放出量・全窒素放出量を設定することについて検討が必要である。