

家禽類 (採卵鶏、ブロイラー) (4B9) (N2O)

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	1,247,938

⑦ 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%

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%	942 (Gg-CO ₂)	103%
ブロイラー	— (gN ₂ O-N/g N)	—	— (g N)	0.67%	795 (Gg-CO ₂)	125%

⑧ 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

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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
各種堆肥施用	泥炭土	78,124	77,334	76,506	78,726	80,043	82,790	79,253	74,022	73,157
	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
無施用	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
	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

[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
各種堆肥施用	泥炭土	67,474	66,985	66,345	63,974	63,335	62,469	63,862	64,050
	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
無施用	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
	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

(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。

⑤ 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

⑥ 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。

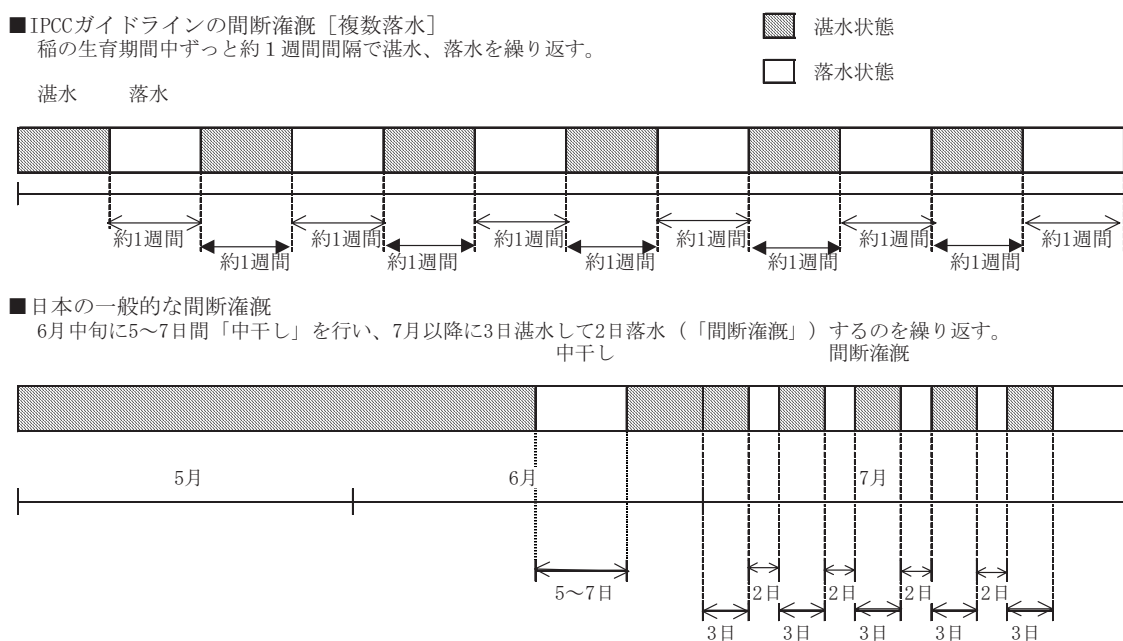


図 6 1996年改訂 IPCC ガイドラインの間欠灌漑（複数落水）と我が国の一般的な間欠灌漑（中干し）

⑦ 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」：「日本土壌肥料学雑誌 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。

(イ) 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

(7) S_m : 各土壌種の面積割合

「<わら施用>」と同様。

(4) O_n : 有機物管理方法の割合

「<わら施用>」と同様。

(7) 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。

(1) 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

(7) S_m : 各土壌種の面積割合

「<わら施用>」と同様。

(4) 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。

(I) 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_{EF_{m,n}}² + U_R²)^{1/2} に基づき算定。

(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%

⑧ 今後の調査方針

特に無し。

(2) 灌漑田（常時湛水田）（4C1）CH₄

① 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。

② 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。

③ 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、間欠灌水区の 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。

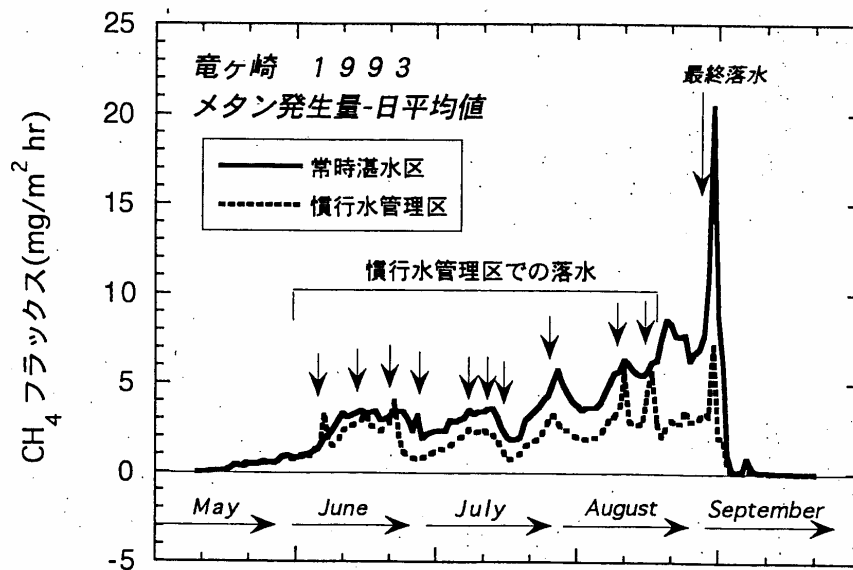


図 7 水管理が水田からの CH₄ 発生に及ぼす影響
 (出典) 八木一行「温室効果ガスの排出削減型モデルの構築」

$$EF = EF_i / 0.435$$

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。

④ 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。

⑤ 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

⑥ その他特記事項

特に無し。

⑦ 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。

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%

⑧ 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してお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。

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

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 活動量

(a) 定義

農用地土壤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
黍	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	4,326,740	4,310,840
野菜	539,800	535,500	524,900	511,400	501,200	493,100	481,700	481,700
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	267,900
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	87,200
豆類	183,200	179,300	191,800	215,300	218,400	218,000	201,900	201,900
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	44,700
黍	10,300	7,350	5,880	4,790	4,300	3,840	3,840	3,840
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/t]	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/t]	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エラー! 参照元が見つかりません。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	464,647	462,719
野菜	114,815	113,901	111,646	108,775	106,605	104,882	102,458	102,458
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	39,381
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	11,074
豆類	5,679	5,558	5,946	6,674	6,770	6,758	6,259	6,259
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	1,842
桑	1,669	1,191	953	776	697	622	622	622
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 (水稲以外)

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 (水稲以外)

(e) 活動量の課題

特に無し。

⑤ 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

⑥ その他特記事項

特に無し。

⑦ 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。

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

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

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。

$$U_{EF_{n_2o}} = 1.96 * \sigma_{EF_{n_2o}} / EF_{n_2o}$$

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	EFn ₂ o	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、

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。

$$U_{R\text{野菜}} = \sqrt{\{(568,900 * 0.27 \%)^2 + (- 87,200 * 0.27 \%)^2\} / (568,900 - 87,200)}$$

$$= 0.3 \%$$

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。

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

$$= 0.5 \%$$

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)	—	1,495 (Gg-CO ₂)	60%

⑧ 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**① 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。

② 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。

③ 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。

(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。

④ 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
水稲	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	355,149
野菜	127,501	126,485	123,981	120,793	118,383	116,470	113,778	113,778
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	29,201
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	6,924
豆類	11,432	11,188	11,968	13,435	13,628	13,603	12,599	12,599
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	809
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。

⑤ 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

⑥ その他特記事項

特に無し。

⑦ 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。

$$\text{式 a : } EF_i = \frac{N_i * EF_{n2oi}}{A_i}$$

$$\text{式 b : } U_{EF_i} = \sqrt{U_{N_i}^2 + U_{EF_{n2oi}}^2}$$

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)	—	1,097 (Gg-CO ₂)	70%

窒素固定作物 (4D1) N₂O

⑧ 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

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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			にら	1.5		
	にんじん	4.9			たまねぎ	1.5		
	ごぼう	4.9			にんにく	1.5		
	れんこん	4.9			きゅうり	8.5		
	ばれいしょ	2.7	○		かぼちゃ	4.1		
	さといも	3.6			なす	11.7		
	やまのいも	3.1			トマト	9.4		
	はくさい	7.6			ピーマン	11.7		
	こまつな	10.3			スイートコーン	8.8	○	
	キャベツ	13.0			さやいんげん	12.1	○	
	ちんげんさい	10.3			さやえんどう	12.1	○	
	ほうれんそう	10.3			そらめめ	12.1		
	ふき	10.3			えだめめ	12.1		
	みつば	10.3			しょうが	5.5		
	しゅんぎく	10.3			いちご	4.6		
	セルリー	15.2			メロン	5.7		
	アスパラガス	1.5			すいか	2.4		
	カリフラワー	13.0			麦類	小麦	3.2	○
	ブロッコリー	10.3				二条大麦	0.5	○
レタス	2.6		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	160.14
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	3.53
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	1.56
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	2.44
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	0.96
ごぼう		0.58	0.56	0.53	0.50	0.48	0.48	0.46	0.46
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	0.57
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	1.53
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	4.34
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	2.45
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	1.03
レタス		0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
ねぎ		1.46	1.49	1.48	1.44	1.41	1.39	1.39	1.39
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	1.16
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	1.36
トマト		1.28	1.28	1.28	1.28	1.25	1.24	1.24	1.24
ピーマン		0.49	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.43
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。

⑤ 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

⑥ その他特記事項

特に無し。

⑦ 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】

$$E = \underbrace{\sum Ni * (1 - FracBurn)}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * EF_{n2o} * Ri * 10 * 44 / 28$$

- 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。

$$\text{式 a : } EF = Ni * (1 - FracBurn) * EF_{n2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{Ni}^2 + U_{(1-FracBurn)}^2 + U_{EFn2o}^2}$$

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。

$$U_{N_i} = 1.96 * \sigma_{N_i} / N_i$$

(I) (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) 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。

(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%	
	ちっかせい	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%	
すいか		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%	
ふき		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%	
ぼれいしょ		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%	
	いぐさ	41.8%		380%	382%	
	こんにゃく	41.8%		380%	382%	
	なたね	41.8%		380%	382%	
飼料作物	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】

$$E = \underbrace{\sum RC * DM * (1 - FracBurn)}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * NF * P * EF_{n_2o} * Ri * 10 * 44 / 28$$

- 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 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。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * (1 - FracBurn) * NF * P * EF_{n_2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{(1-FracB)}^2 + U_{NF}^2 + U_P^2 + U_{EFn_2o}^2}$$

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%

(4) 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。

(I) 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)	167%
ライ麦・オート麦以外	0.0125 (kgN ₂ O-N/kgN)	—	— (GN)	—%	931 (Gg-CO ₂)	167%
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%

⑧ 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

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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。

⑤ 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

⑥ その他特記事項

特に無し。

⑦ 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】

$$E = \underbrace{\text{FracO} * \text{EF}_{n2o}}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} * A$$

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。

$$\text{式 a : } EF = \text{FracO} * \text{EF}_{n2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{\text{FracO}}^2 + U_{\text{EF}_{n2o}}^2}$$

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) EFn_{2o} : 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 _{Frac O}	15%	15%
U _{EFn_{2o}}	900%	900%
U _{EF}	900.1%	900.1%

* U_{EF} = (U_{Frac O}² + U_{EFn_{2o}}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、水稲作付面積 : 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稲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%	163,584 (ha)	0.33%	642 (Gg-CO ₂)	900%
畑地	8 (kgN ₂ O-N/ha/年)	900%	22,287 (ha)	0.27%	87 (Gg-CO ₂)	900%

⑧ 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

① 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。

② 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

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。

③ 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。

④ 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。

$$\begin{aligned}
 A &= N_{FERT} * Frac_{GASF} + N_{ANI} \\
 &= N_{FERT} * Frac_{GASF} + \{N_B + (N_D + N_{FU}) * Frac_{GASM}\}
 \end{aligned}$$

- 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

[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	658,264
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	7,953
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	120,204
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	50,145
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	21,164
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	458,797

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	460,128

(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	260,018	259,750
合成肥料	50,212	49,655	48,734	47,341	46,685	46,638	46,465	46,272
家畜排せつ物及びし尿	226,366	225,863	221,991	219,691	217,289	215,579	213,553	213,478

(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。

⑤ 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

⑥ その他特記事項

特に無し。

⑦ 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】

$$E = \underbrace{\text{FracGASF} * \text{EF}_{n2o}} * N$$

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

(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) 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 _{EFn2o}	50%
U _{EF}	107.4%

* 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

(7) 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) 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) FracGASM × EFn_{2o} の不確実性

FracGASM × EFn_{2o} 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 × EFn_{2o} の不確実性評価結果

	不確実性
U _{Frac GASM}	50%
U _{EFn_{2o}}	50%
U _{EF}	70.7%

* U_{EF} = (U_{Frac GASF}² + U_{EFn_{2o}}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

(7) 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	—	—	—	—	1,270 (Gg-CO ₂)	74%
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)	—	— (t)	—	1,043 (Gg-CO ₂)	84%

⑧ 今後の調査方針

特に無し。

(8) 間接排出（窒素溶脱・流出）（4D3）N₂O

① 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。

② 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。

③ 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