

## 5 . 農用地の土壌 (4D)

### (1) 直接排出 (4D1) CH<sub>4</sub>

CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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、CH<sub>4</sub> 生成菌によって CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> の直接排出は、「NA」として報告する。

### (2) 直接排出 (合成肥料 畑地) (4D1) N<sub>2</sub>O

#### 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O の量。

##### (b) 算定方法の選択

農用地の土壌(畑地)への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 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が存在するため、それを使用して N<sub>2</sub>O 排出量の算定を行った。

##### (c) 算定式

畑作で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 N<sub>2</sub>O 排出量 (kgN<sub>2</sub>O)

EF : 排出係数 (kgN<sub>2</sub>O- N/kgN)

A : 畑作で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 N<sub>2</sub>O 中の窒素量。

### (b) 設定方法

農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数については、我が国における実測データに基づき、以下の(i)～(iii)の算定により設定した。

- (i) 作物種ごとの作付面積に各々の施肥量を乗じて「窒素投入量」を算出
- (ii) この作物種ごとの窒素投入量にそれぞれの実測に基づく排出係数を乗じ N<sub>2</sub>O 発生量を算出
- (iii) 各作物の N<sub>2</sub>O 発生量の合計値を、各作物の窒素投入量の合計で除して排出係数を算定

以上の方法に基づくと、排出係数は 0.00993 (kgN<sub>2</sub>O- N/kgN) となる。

表 184 農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数の算出過程

作物	面積 [ha]	施肥量 [kgN/10a]	N 総投入量 [kgN]	排出係数 [N <sub>2</sub> O-N/N]	N <sub>2</sub> O 発生量 [kgN <sub>2</sub> O-N]
野菜	539,750	21.27	114,804,825	0.00773	887,441
果樹	295,300	14.70	43,409,100	0.00690	299,523
茶	51,200	48.50	24,832,000	0.04740	1,177,037
ばれいしょ	99,950	12.70	12,693,650	0.02010	255,142
豆類	183,200	3.10	5,679,200	0.00730	41,458
飼料作物	1,038,000	10.00	103,800,000	0.00600	622,800
かんしょ	45,600	6.20	2,827,200	0.00727	20,554
麦	275,600	10.00	27,560,000	0.00486	133,942
そば雑穀類	35,500	4.12	1,462,600	0.00730	10,677
桑	10,300	16.20	1,668,600	0.00730	12,181
工芸作物	146,000	22.90	33,434,000	0.00730	244,068
煙草	25,300	15.40	3,896,200	0.00730	28,442
合計	2,745,700		376,067,375		3,733,265
排出係数 (総排出量[kgN <sub>2</sub> O-N] / N総投入量[kgN])					0.993%

$$EF = W / N$$

- EF : 排出係数 (kgN<sub>2</sub>O- N/kgN)
- W : 総 N<sub>2</sub>O 発生量 (kgN<sub>2</sub>O- N)
- N : 窒素総投入量 (kgN)

### (c) 排出係数の推移

1989～2004 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 N<sub>2</sub>O 排出係数は以下の通り。

表 185 農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgN <sub>2</sub> O- N/kgN]	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgN <sub>2</sub> O- N/kgN]	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993	0.00993

(d) 出典

表 186 農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数の出典

データ	出典
農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N <sub>2</sub> O の排出係数	「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」 (鶴田治雄)

(e) 排出係数の課題

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) によると、合成肥料の施肥による N<sub>2</sub>O 排出量は、国独自の排出係数がある場合にはその値を使用して算定を行うこととされている。我が国には実測に基づく排出係数があるため、その排出係数を使用し N<sub>2</sub>O 排出量を算定している。しかし、その排出係数は合成肥料無施用の対象区を考慮していないため、過大になっている可能性があり、その結果 N<sub>2</sub>O 排出量が過大推計となっていると考えられる。また 1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値の元となった研究が年間を通してサンプルを計測したものである一方で、我が国の排出係数の元となる研究はサンプルの計測期間が短く、排出係数の信頼性にも問題が残る。

活動量

(a) 定義

畑作で使用した肥料に含まれる窒素の量。

(b) 活動量の把握方法

農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出の活動量については、農林水産省「ポケット肥料要覧」に示された「窒素質肥料需要量」から、水田への窒素質肥料投入量を差し引いた値を用いた。活動量の算定方法を以下に示す。

$$A = A' - RA * RF * 10$$

- A : 畑地に投入された窒素質肥料の量 (kg)
- A' : 窒素質肥料需要量 (kg)
- RA : 水田面積 (ha)
- RF : 米の 10a 当たり施肥量 (kg/10a)

(c) 活動量の推移

1989～2004 年度における農用地の土壌(畑地)への窒素質肥料投入量は表 187の通り(ここではtで表す)。

表 187 畑地に投入された窒素質肥料量の推移

	単位	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
畑地に投入された窒素質肥料量	[tN]	435,247	413,648	385,541	363,869	411,542	382,050	344,084	340,363
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
畑地に投入された窒素質肥料量	[tN]	335,689	338,274	344,759	358,002	366,008	349,075	350,632	348,127

(d) 出典

表 188 窒素質肥料需要量

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	化学肥料の肥料用内需の推移(需要量)(52 ページ)

表 189 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 190 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」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	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 191 農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	6.42	6.05	6.04	6.02	5.92	5.55	5.31

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	5.28	5.30	5.41	5.56	5.58	5.54	5.45

#### その他特記事項

活動量である「窒素質肥料需要量」は合成肥料の販売量であり、それが実施用量と乖離していないか両者を比較することで整合性を確認したところ、1989年～2004年で乖離率の平均は-3.8%（最大は13.7%、最低は0.0%）であり、それほど大きな差が両者にならないことから、整合性は確保されているとすることが出来る。また、今後もこの乖離について、定期的に調べていく。

#### 不確実性評価

合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出は、畑地と水田とで算定方法が異なるため、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、畑地と水田の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、畑地と水田とで個別に評価する。

#### (a) 排出係数

##### 1) 評価方針

畑地への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数は、表 192に示すように日本全国で実施した畑地からの N<sub>2</sub>O のフラックス調査に基づき、作物種を考慮して推計した値を用いて算定を行っている（0.00993 [kgN<sub>2</sub>O-N/kgN] = 15.6 [kg N<sub>2</sub>O/ t N]）。

排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、統計処理による評価及び専門家の判断によって作物種ごとの排出係数の不確実性評価を行い、各作物種の排出量の不確実性を合成しこれを各作物種の活動量の不確実性で除することにより、合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数の不確実性評価を行った。

畑地への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の6点が考えられる。

- ・作物種
- ・土壌タイプ
- ・気候及び栽培する季節
- ・土壌水分
- ・投入窒素量の地域差
- ・肥料種

表 192 直接排出（合成肥料）（4D1）の排出係数の算定過程

作物	面積 [ha]	施肥量 [kgN/10a]	N総投入量 [kgN]	排出係数 N <sub>2</sub> O-N/N	総発生量 kgN <sub>2</sub> O-N	総発生量 kgN <sub>2</sub> O
野菜	539,750	21.27	114,804,825	0.00773	887,441	1,394,551
果樹	295,300	14.70	43,409,100	0.00690	299,523	470,679
茶	51,200	48.50	24,832,000	0.04740	1,177,037	1,849,629
ばれいしょ	99,950	12.70	12,693,650	0.02010	255,142	400,938
豆類	183,200	3.10	5,679,200	0.00730	41,458	65,149
飼料作物	1,038,000	10.00	103,800,000	0.00600	622,800	978,686
かんしょ	45,600	6.20	2,827,200	0.00727	20,554	32,299
麦	275,600	10.00	27,560,000	0.00486	133,942	210,480
そば雑穀類	35,500	4.12	1,462,600	0.00730	10,677	16,778
桑	10,300	16.20	1,668,600	0.00730	12,181	19,141
工芸作物	146,000	22.90	33,434,000	0.00730	244,068	383,536
煙草	25,300	15.40	3,896,200	0.00730	28,442	44,695
合計	2,745,700		376,067,375		3,733,265	5,866,559
全排出係数					0.00993	0.01560

## 2) 評価結果

### (i) 野菜

野菜の排出係数は、表 193に示す 8 種の作物種の排出係数の実測データを単純平均することにより設定している。排出係数の不確実性のデシジョンツリーに従い、統計的処理により不確実性を評価する。

表 193 各作物種の排出係数<sup>7</sup>

作物種	排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
スイートコーン	0.00127
白菜	0.00283
キャベツ	0.00318
タマネギ	0.01255
ニンジン	0.00363
ナス	0.0152
レタス	0.0013
ブロッコリー	0.02190

表 194 野菜の排出係数の不確実性評価結果

平均値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	0.00773
データ数 n	8
標本の標準偏差 $\sigma_{EF}$ [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	0.00728
平均の標準偏差 $\sigma_{EF}/\sqrt{n}$ [kgN <sub>2</sub> O-N]	0.00258
不確実性 $1.96 \times \sigma_{EF}/\sqrt{n}/EF$	65.3%

<sup>7</sup> 財団法人 日本土壌協会「環境保全型土壌管理対策推進事業 土壌生成温室効果ガス等動態調査報告書（概要編）」平成 8 年 3 月

(ii) 果樹

果樹の排出係数は以下に示す2つの実測データを単純平均することにより設定している。しかし、専門家の判断によると果樹は日本全国で栽培されているため、変動幅が表195のデータよりも大きいと考えられる。このため、野菜の排出係数の上限、下限と同様の変動幅があると仮定し不確実性評価を実施することとする。

表 195 果樹の排出係数<sup>8</sup>

	排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
柿 1	0.59
柿 2	0.79
平均値	0.69

表 196 果樹の排出係数の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	採用値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	上限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	差異* [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	不確実性 [%]
0.00127	0.0069	0.0219	0.015	217.4

\* 「差異」は、「上限 - 採用値」と「採用値 - 下限」のうち値の大きい方。以下同様。

(iii) 茶

茶の排出係数は以下に示す3つの実測データを単純平均することにより設定している。専門家の判断に基づき、実測データの上限値、下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 197 茶の排出係数<sup>9</sup>

	排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
茶 1	0.0482
茶 2	0.0372
茶 3	0.0569
平均値	0.0474

表 198 茶の排出係数の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	採用値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	上限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	差異* [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	不確実性 [%]
0.0372	0.0474	0.0569	0.011	21.5

(iv) ばれいしょ

ばれいしょの排出係数は1つの実測データから設定されている。専門家の判断により、ばれいしょの栽培地は北海道が中心(作付面積:全国シェア63.0%、収穫量:全国シェア77.8%<sup>10</sup>)

<sup>8</sup>農林水産省「平成15年産 野菜生産出荷統計」より作成

<sup>9</sup>農林水産省「平成15年産 野菜生産出荷統計」より作成

であり、気候や地域差といった排出係数の変動要因が少ないため、0.01～0.03程度と判断された。この専門家の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 199 ばれいしょの排出係数の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	採用値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	上限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	差異* [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	不確実性 [%]
0.01	0.0201	0.03	0.0101	50.2

(v) 飼料作物

飼料作物の排出係数は栃木県（那須）における1つの実測データから設定されている。専門家の判断により、下限値のみを設定し不確実性評価を行うこととする。

表 200 飼料作物の排出係数の下限値に基づく不確実性評価

下限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	採用値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	上限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	差異* [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	不確実性 [%]
0.0012	0.006	—	0.0048	80.0

(vi) かんしょ

かんしょの排出係数は以下に示す3つの実測データの単純平均値を設定している。専門家の判断に基づき、実測データの上限値、下限値を用いて不確実性評価を行うこととする。

表 201 かんしょの排出係数<sup>11</sup>

	排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
かんしょ 1	0.0031
かんしょ 2	0.016
かんしょ 3	0.0027
平均値	0.0073

表 202 かんしょの排出係数の上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	採用値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	上限 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	差異* [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	不確実性 [%]
0.0027	0.0073	0.016	0.0087	119.2

(vii) 麦

麦の排出係数は以下に示す5つの実測データの単純平均値を設定している。排出係数の不確実性のデシジョンツリーに従い、統計的処理により不確実性を評価する。

<sup>11</sup>農林水産省「平成15年産 野菜生産出荷統計」より作成



表 203 麦の排出係数

	排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
麦 1	0.0021
麦 2	0.0062
麦 3	0.0015
麦 4	0.0035
麦 5	0.011
平均値	0.00486

表 204 麦の排出係数の不確実性評価結果

平均値 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	0.00486
データ数 n	5
標本の標準偏差 σ <sub>EF</sub> [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	0.00274
平均の標準偏差 σ <sub>EF</sub> /√n [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]	0.00123
不確実性 1.96×σ <sub>EF</sub> /√n /EF	49.5%

(viii) 豆類、そば雑穀類、桑、工芸作物、煙草

豆類、そば雑穀類、桑、工芸作物、煙草の排出係数は実測データが存在しないため、野菜、果樹、かんしょの平均値(0.0073[kgN<sub>2</sub>O-N/kgN])を排出係数として採用している。専門家の判断に基づき、当該排出係数の不確実性評価として最大の値となっている果樹と同じ値(217.4%)を採用することとする。

(ix) 排出係数の不確実性の合成

全作物の排出係数は以下の式により算出している。

$$EF = \sum (R_i * N_i * EFi) / \sum (R_i * N_i * 10)$$

R<sub>i</sub> : 作物種 i の作付面積 [ha]  
 N<sub>i</sub> : 作物種 i の施肥量 [kg N/10a]  
 E F<sub>i</sub> : 作物種 i の排出係数 [N<sub>2</sub>O-N/N]

この場合不確実性は以下の式で表される。

$$U_{EF} = \sqrt{U_{\sum R_i N_i EFi}^2 + U_{1/\sum R_i N_i}^2}$$

$$U_{\sum R_i N_i EFi} = \frac{\sqrt{\sum (R_i * N_i * EFi * U_{R_i N_i EFi})^2}}{\sum (R_i * N_i * EFi)}$$

$$U_{R_i N_i EFi} = \sqrt{U_{R_i}^2 + U_{N_i}^2 + U_{EF_i}^2}$$

(ア)  $U_{Ri}$  : 作物種  $i$  の作付面積の不確実性

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、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、水田の作付面積の不確実性と同じ値である 7.6%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。

$$U_{R野菜} = \sqrt{\{(581,400 * 7.6\% )^2 + (- 88,300 * 7.6\% )^2\} / (581,400 - 88,300 )} \\ = 9.1\%$$

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。

$$U_{R工芸作物} = \sqrt{\{(185,000 * 7.6\% )^2 + (- 49,500 * 7.6\% )^2 + (- 22,500 * 7.6\% )^2\} / (185,000 - 49,500 - 22,500 )} \\ = 10.7\%$$

(イ)  $U_{Ni}$  : 作物種  $i$  の施肥量

各作物種の施肥量は、指定統計以外の標本調査結果である農林水産省「農業生産環境調査報告書」の値を採用しているため、H14 年度検討会での設定値（100%）を用いることとなる。

(ウ)  $U_{\sum RiNiE Fi}$  :  $\sum RiNiE Fi$ （排出係数設定時の  $N_2O$  排出量）の不確実性

これまでの結果から  $U_{\sum RiNiE Fi}$  は以下のように算定される。

表 205  $\sum RiNiE Fi$ （排出係数設定時の  $N_2O$  排出量）の不確実性の算定過程

作物	窒素投入量 [GgN]	排出係数 [N2O-N/N]	総発生量 <sup>1)</sup> [GgN2O]	Uef [%]	$U_{Ri}$ [%]	$U_{Ni}$ [%]	$U_{eFRiNi}$ [%]	$U_{eFRiNiE}$	$U_{eFRiNiE^2}$
野菜	114.8	0.00773	1.39	65.3%	9.1%	100.0%	119.8%	1.67	2.79
果樹	43.4	0.00690	0.47	217.4%	7.6%	100.0%	239.4%	1.13	1.27
茶	24.8	0.04740	1.85	21.5%	7.6%	100.0%	102.6%	1.90	3.60
ばれいしょ	12.7	0.02010	0.40	50.2%	7.6%	100.0%	112.2%	0.45	0.20
豆類	5.7	0.00730	0.07	217.4%	7.6%	100.0%	239.4%	0.16	0.02
飼料作物	103.8	0.00600	0.98	80.0%	7.6%	100.0%	128.3%	1.26	1.58
かんしょ	2.8	0.00727	0.03	119.2%	7.6%	100.0%	155.8%	0.05	0.00
麦	27.6	0.00486	0.21	49.5%	7.6%	100.0%	111.8%	0.24	0.06
そば雑穀類	1.5	0.00730	0.02	217.4%	7.6%	100.0%	239.4%	0.04	0.00
桑	1.7	0.00730	0.02	217.4%	7.6%	100.0%	239.4%	0.05	0.00
工芸作物	33.4	0.00730	0.38	217.4%	10.7%	100.0%	239.5%	0.92	0.84
煙草	3.9	0.00730	0.04	217.4%	7.6%	100.0%	239.4%	0.11	0.01
合計	376.1		5.87						10.38
全排出係数 <sup>2)</sup>			0.01560					$(U_{eFRiNiEi^2})^{1/2}$	3.22
								不確実性	54.9%

(I)  $U_{1/\sum RiNi}$  :  $1/\sum RiNi$  の不確実性

$1/\sum RiNi$  は直接評価を行うことができないため、 $\sum RiNi$  と同じ不確実性であるとする。  
 $\sum RiNi$  は以下のように算定される。

表 206  $\sum RiNi$  (合計窒素投入量) の不確実性の算定過程

作物	N : 窒素投入量 [GgN]	Un	UnN	UnN <sup>2</sup>
野菜	114.80	119.8%	137.50	18,907
果樹	43.41	239.4%	103.93	10,801
茶	24.83	102.6%	25.47	649
ばれいしょ	12.69	112.2%	14.24	203
豆類	5.68	239.4%	13.60	185
飼料作物	103.80	128.3%	133.17	17,733
かんしょ	2.83	155.8%	4.40	19
麦	27.56	111.8%	30.82	950
そば雑穀類	1.46	239.4%	3.50	12
桑	1.67	239.4%	3.99	16
工芸作物	33.43	239.5%	80.08	6,413
煙草	3.90	239.4%	9.33	87
合計	376.07			55,975
			$(\sum UnN^2)^{0.5}$	236.59
			不確実性	62.9%

(オ) 排出係数の不確実性

これまでの設定から排出係数の不確実性は、以下のように算出される。

$$U_{EF} = \sqrt{U_{\sum RiNiEF_i}^2 + U_{1/\sum RiNi}^2}$$

$$= (0.549^2 + 0.629^2)^{0.5} = 0.835$$

合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数の不確実性は 83.5% である。

3) 評価方法の課題

特に無し。

(b) 活動量

1) 評価方針

合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出の活動量は以下の式で表される。

$$A = A' - (Ar * Rn * 10)$$

A : 畑地に投入された窒素質肥料の量 (kg)

A' : 窒素質肥料需要量 (kg)

RA : 水田面積 (ha)

RF : 米の 10a 当たり施肥量 (kg/10a)

合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出の活動量は、「ポケット肥料要覧」(原典：肥料需給統計)に示された窒素肥料の肥料用内需(純成分トン)から、水田に施用された窒素肥料量(「作物統計」に示された水田面積に「農業経営統計調査」に示された単位面積あたり施肥量(窒素成分量)を乗じた値)を差し引いた値を採用している。

この場合、活動量の不確実性は以下の式で表される。

$$U_A = \frac{\sqrt{(A' * U_{A'})^2 + \{-(Ar * Rn) * U_{(Ar * Rn)}\}^2}}{A' - (Ar * Rn)}$$

U<sub>A</sub> : 活動量の不確実性  
 U<sub>A'</sub> : 窒素質肥料の肥料用内需の不確実性  
 U<sub>(Ar\*Rn)</sub> : 水田に施用された窒素肥料量の不確実性

$$U_{(Ar * Rn)} = \sqrt{U_{Ar}^2 + U_{Rn}^2}$$

U<sub>Ar</sub> : 水田作付面積の不確実性  
 U<sub>Rn</sub> : 水田単位面積あたり施肥量の不確実性

U<sub>A'</sub>、U<sub>Ar</sub>、U<sub>Rn</sub> の値を活動量のデシジョンツリーに従い評価を行い、それぞれの値を前述の式に代入し不確実性を算定する。

窒素質肥料の肥料用内需(「ポケット肥料要覧」)、水田作付面積(「耕地及び作付面積統計」)、水田単位面積あたり施肥量(「農業経営統計調査」)の不確実性の要因として、以下の2点が考えられる。

- ・測定誤差
- ・集計に伴う誤差

## 2) 評価結果

### (i) U<sub>A'</sub> : 窒素質肥料の肥料用内需の不確実性

「ポケット肥料要覧」(原典：肥料需給統計)に示された窒素肥料の肥料用内需の不確実性(U<sub>A'</sub>)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) U<sub>Ar</sub> : 水田作付面積の不確実性

「間欠灌漑水田[中干し](4C1)CH<sub>4</sub>」と同じく、専門家の判断により、リモートセンシングの推計値とのクロスチェックにより7.6%を採用することとする。

(iii)  $U_{Rn}$  : 水田単位面積あたり施肥量の不確実性

「農業経営統計調査」に示された単位面積あたり施肥量の不確実性については、指定統計の標本調査であり、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(50%)を用いることとする。

(iv)  $U_A$  : 活動量の不確実性

$U_{Ar} = 7.6\%$ 、 $U_{Rn} = 50\%$  と設定したことから、

$$U_{(Ar * Rn)} = \sqrt{(U_{Ar}^2 + U_{Rn}^2)} = 50.6\%$$

$$A' = 463 [1000 t], \quad Ar * Rn = 1,660 [1000 ha] * 67.7 [kg / ha] = 112 [1000 t]$$

$$U_{A'} = 100 [\%], \quad U_{(Ar * Rn)} = 50.6\%$$

であることから、

$$U_A = \frac{\sqrt{[(A' * U_{A'})^2 + \{(Ar * Rn) * U_{(Ar * Rn)}\}^2]}}{A' - (Ar * Rn)}$$

$$= 133.0\%$$

よって、合成肥料の施肥に伴う  $N_2O$  排出の活動量の不確実性は、133.0%である。

### 3) 評価方法の課題

「ポケット肥料要覧」(原典：肥料需給統計)に示された窒素肥料の肥料用内需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。

「農業経営統計調査」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(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 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
0.00993 ( $kgN_2O-N/kgN$ )	84%	350,632 (tN)	133%	1,690 (Gg- $CO_2$ )	157%

### 今後の調査方針

合成肥料の排出係数については現在研究が進んでいる段階であり、まだ新たな知見が得られて

いない状況であるため、これまでの通り我が国の実測に基づく値を使用することとするが、新しい知見を得ることができれば、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(合成肥料 水田)(4D1) N<sub>2</sub>O

#### 背景

合成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 N<sub>2</sub>O が発生する。

#### 算定方法

##### (a) 算定の対象

水田への合成肥料の施用に伴って排出された N<sub>2</sub>O の量。

##### (b) 算定方法の選択

GPG(2000) のデシジョンツリーに従い、我が国独自の排出係数が存在するため、それを使用して N<sub>2</sub>O 排出量の算定を行った。

##### (c) 算定式

水田で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(水田)への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出量 (kgN<sub>2</sub>O)

EF : 排出係数 (kgN<sub>2</sub>O-N/kgN)

A : 水田で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から排出される N<sub>2</sub>O 中の窒素量。

##### (b) 設定方法

我が国における実測値に基づき排出係数を設定した。

表 208 農用地の土壌（水田）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数

	[kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
農用地土壌 [ 土壌からの直接排出 (合成肥料 水田) ]	0.00673

(c) 排出係数の推移

1989～2004 年度における農用地の土壌（水田）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数は以下の通り。

表 209 農用地の土壌（水田）への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数の推移

[単位]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
排出係数 [kgN <sub>2</sub> O- N/kgN]	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgN <sub>2</sub> O- N/kgN]	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673	0.00673

(d) 出典

表 210 排出係数の出典

データ	出典
農用地の土壌（水田）への合成肥料の施肥に伴う N <sub>2</sub> O 排出係数	「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法調査報告書」 p.42 (鶴田治雄)

(e) 排出係数の課題

「直接排出 (合成肥料 畑地) (4D1) N<sub>2</sub>O」と同様。

活動量

(a) 定義

水田に施用された合成肥料に含まれる窒素の量。

(b) 活動量の把握方法

活動量は、水田面積に、水田の単位面積当たり窒素施肥量を乗じることにより算定。

$$A = RA * RF * 10$$

- A : 水田に投入された窒素質肥料の量 (kg)
- RA : 水田面積 (ha)
- RF : 水田 10a あたりの窒素質肥料施用量 (kg/10a)

(c) 活動量の推移

1989～2004 年度における水田に投入された窒素質肥料量は以下の通り。

表 211 水田に投入された窒素質肥料量の推移

[tN]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
水田に投入された窒素質肥料量	206,147	198,308	188,662	208,154	188,027	198,220	183,433	171,326
畑地に投入された窒素質肥料量(参考)	435,247	413,648	385,541	363,869	411,542	382,050	344,084	340,363

  

[tN]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
水田に投入された窒素質肥料量 [t]	155,326	137,702	134,746	129,404	118,150	113,939	112,382	114,887
畑地に投入された窒素質肥料量(参考)	335,689	338,274	344,759	358,002	366,008	349,075	350,632	348,127

(d) 出典

表 212 水田の単位面積当たり窒素施肥量の出典

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 213 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」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	水田面積

(e) 活動量の課題

「直接排出(合成肥料 畑地)(4D1) N<sub>2</sub>O」と同様。

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 214 農用地の土壌(水田)への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	2.09	2.10	2.06	2.10	2.01	1.95	1.80

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	1.64	1.51	1.42	1.35	1.27	1.21	1.20

その他特記事項

特に無し。



## 不確実性評価

### (a) 排出係数

#### 1) 評価方法

水田への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 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、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。

【水田への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出係数の算定式】

$$E = N * \underbrace{EF_{n_2o}} * A$$

排出係数と見なすパラメータ

- E : 水田への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出
- EF<sub>n<sub>2</sub>o</sub> : 投入窒素量に対する N<sub>2</sub>O 発生率
- N : 水田への単位面積当たり投入窒素量
- 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。

$$\text{式 a : } EF = \frac{E}{N} * \frac{EF_{n_2o}}{A}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_N^2 + U_{EFn_2o}^2}$$

水田への合成肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出係数の不確実性の要因として、主に以下の 6 点が考えられる。

- ・ 水管理方法
- ・ 土壌タイプ
- ・ 栽培方法
- ・ 投入窒素量の地域差
- ・ 気候及び栽培する季節
- ・ 肥料種

#### 2) 評価結果

##### (i) N : 水田への単位面積当たり投入窒素量

「農業経営統計調査」に示された単位面積あたり施肥量の不確実性については、指定統計の標本調査であり、活動量の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、平成 14 年度検討会での設定値 (50%) を用いることとする。

(ii)  $EF_{n_2o}$  : 投入窒素量に対する  $N_2O$  発生率

水田への投入窒素量に対する  $N_2O$  の発生率は、3つの実測データ<sup>12</sup>のうちの最大値を設定している。専門家の判断に基づき、上限値は不耕起栽培の場合なども考慮して 0.01、下限値は実測データの下限と判断された。この専門家の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 215 水田への投入窒素量に対する  $N_2O$  発生率

	排出係数 [kg $N_2O$ -N/kgN]
水田	0.00673
水田	0.0052
水田	0.0064

表 216 水田への投入窒素量に対する  $N_2O$  発生率の  
上限値、下限値に基づく不確実性評価

下限 [kg $N_2O$ -N/kgN]	採用値 [kg $N_2O$ -N/kgN]	上限 [kg $N_2O$ -N/kgN]	差異* [kg $N_2O$ -N/kgN]	不確実性 [%]
0.0052	0.00673	0.01	0.00323	48.6

(iii) EF : 排出係数

水田への合成肥料の施用による  $N_2O$  の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 217 水田への合成肥料の施用による  $N_2O$  の排出係数の不確実性評価結果

	不確実性
$U_N$	50.0%
$U_{EFn_2o}$	48.6%
$U_{EF}$	69.7%

\*  $U_{EF} = (U_N^2 + U_{EFn_2o}^2)^{1/2}$  に基づき算定。

3) 評価方法の課題

「農業経営統計調査」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平成 14 年度検討会での設定値 (50%) は、過大評価だと考えられる。

<sup>12</sup> 鶴田治雄「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法調査報告書」  
鶴田治雄「 $CH_4$ 、 $N_2O$  の吸収・発生等による環境影響の評価」:農林水産技術会議事務局 農業環境技術研究所「環境影響評価のためのライフサイクルアセスメント手法の開発-中間とりまとめ報告書-

(b) 活動量

1) 評価方法

「間欠灌漑水田 [ 中干し ] (4C1) CH<sub>4</sub>」と同様。

2) 評価結果

「間欠灌漑水田 [ 中干し ] (4C1) CH<sub>4</sub>」と同様、7.6%とする。

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 218 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
0.00673 (kgN <sub>2</sub> O-N/kgN)	70%	112,382 (tN)	7.6%	373 (Gg-CO <sub>2</sub> )	70%

今後の調査方針

「直接排出 (合成肥料 畑地) N<sub>2</sub>O」と同様。

(4) 畜産廃棄物の施用 (有機物肥料) (4D1)

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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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が存在するため、それを使用して N<sub>2</sub>O 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、N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 排出量 (kg N<sub>2</sub>O)  
EF<sub>n</sub> : 作物種別の排出係数 (kgN<sub>2</sub>O- N/kgN)  
A<sub>n</sub> : 作物種別の窒素投入量 (kg N)

(d) 算定方法の課題

畜産廃棄物の施用に伴う N<sub>2</sub>O のみでなく、畜産廃棄物以外の有機質肥料も含めた施肥に伴う N<sub>2</sub>O の排出量を算定している。

排出係数

(a) 定義

投入窒素 1kg から排出される N<sub>2</sub>O に含まれる窒素の量。

(b) 設定方法

我が国においては、有機質肥料からの N<sub>2</sub>O 排出係数の実測データが少ない。このため、合成肥料と有機質肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出量が同じであると仮定し、作物種別ごとに実測された合成肥料の施用による N<sub>2</sub>O 排出係数の実測データを用いた。

(c) 排出係数の推移

1989～2004 年度における作物種ごとの N<sub>2</sub>O 排出係数は以下の通り。各年度について、同一の数値を使用した。

表 219 作物種ごとの N<sub>2</sub>O 排出係数 (1990 年度～2003 年度)

作物種	排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kgN]
野菜	0.00773
水稻	0.00673
果樹	0.0069
茶	0.0474
ばれいしょ	0.0201
豆類	0.0073
飼料作物	0.006
かんしょ	0.00727
麦	0.00486
そば(雑穀)	0.0073
桑	0.0073
工芸作物	0.0073
たばこ	0.0073

## (d) 出典

表 220 排出係数の出典

データ	出典
作物種ごとの N <sub>2</sub> O 排出係数	「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法調査報告書」(鶴田治雄)

## (e) 排出係数の課題

我が国においては、有機質肥料からの N<sub>2</sub>O 排出係数の実測データが少ないため、合成肥料と有機質肥料の施肥に伴う N<sub>2</sub>O 排出量が同じであると仮定し、作物種別ごとに実測された合成肥料の施用による N<sub>2</sub>O 排出係数の実測データを用いている。よって、有機質肥料についても独自の排出係数の設定を検討する必要がある。

## 活動量

## (a) 定義

農用地土壌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。

$$A_n = RA_n * RF_n * 10$$

A<sub>n</sub> : 作物種別の窒素投入量 (kgN)

RA<sub>n</sub> : 作物種別の耕地面積 (ha)

RF<sub>n</sub> : 作物種別の単位面積あたり窒素施肥量 (kgN/10a)

表 221 作物種別の耕地面積

[ha]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
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
野菜	627,600	620,100	616,000	607,200	592,100	577,500	564,400	556,800
水稲	2,076,000	2,055,000	2,033,000	2,092,000	2,127,000	2,200,000	2,106,000	1,967,000
果樹	353,200	346,300	340,300	334,600	328,900	321,700	314,900	307,800
茶	59,000	58,500	57,600	56,700	55,700	54,500	53,700	52,700
馬鈴薯	119,800	115,800	111,800	111,400	111,200	108,200	104,400	103,000
豆類	265,000	256,600	237,300	197,400	175,400	149,900	155,500	164,800
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
かんしょ	61,900	60,600	58,600	55,100	53,000	51,300	49,400	47,500
麦	396,700	366,400	333,800	298,900	260,800	214,300	210,200	215,600
そば(雑穀)	27,700	29,600	29,700	25,700	23,700	21,100	23,400	27,400
桑	64,200	59,500	54,600	48,700	42,500	33,900	26,300	19,300
工芸作物	145,000	142,900	138,200	131,700	127,900	126,200	124,500	122,700
たばこ	30,500	30,000	28,900	27,500	27,300	26,700	26,400	26,100

[ha]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	4,568,300	4,454,800	4,428,150	4,401,480	4,357,090	4,397,600	4,351,840	4,364,040
野菜	546,100	539,800	535,500	524,900	511,400	501,200	493,100	493,100
水稲	1,944,000	1,793,000	1,780,000	1,763,000	1,700,000	1,683,000	1,660,000	1,697,000
果樹	301,200	295,300	290,700	286,200	280,400	275,500	271,600	271,600
茶	51,800	51,200	50,700	50,400	50,100	49,700	49,500	49,100
馬鈴薯	103,000	99,900	97,700	94,600	92,900	92,100	88,300	88,300
豆類	163,200	183,200	179,300	191,800	215,300	218,400	218,000	218,000
飼料作物	1,010,000	1,038,000	1,040,000	1,026,000	1,025,000	1,018,000	1,072,000	1,047,000
かんしょ	46,500	45,600	44,500	43,400	42,300	40,500	39,700	40,300
麦	214,900	217,000	220,700	236,600	257,400	336,900	276,800	276,800
そば(雑穀)	28,500	35,500	38,100	38,400	42,800	42,400	43,500	43,500
桑	13,800	10,300	7,350	5,880	4,790	4,300	3,840	3,840
工芸作物	119,600	120,700	118,800	116,300	111,300	112,600	113,000	113,000
たばこ	25,700	25,300	24,800	24,000	23,400	23,000	22,500	22,500

(c) 活動量の推移

1989～2004 年度における総窒素投入量は以下の通り。

表 222 総窒素投入量の推移

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

  

[tN]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	377,055	373,953	371,742	367,909	364,152	364,395	362,841	361,508
野菜	128,989	127,501	126,485	123,981	120,793	118,383	116,470	116,470
水稲	62,208	57,376	56,960	56,416	54,400	53,856	53,120	54,304
果樹	32,831	32,188	31,686	31,196	30,564	30,030	29,604	29,604
茶	9,117	9,011	8,923	8,870	8,818	8,747	8,712	8,642
馬鈴薯	8,178	7,932	7,757	7,511	7,376	7,313	7,011	7,011
豆類	10,184	11,432	11,188	11,968	13,435	13,628	13,603	13,603
飼料作物	101,000	103,800	104,000	102,600	102,500	101,800	107,200	104,700
かんしょ	4,115	4,036	3,938	3,841	3,744	3,584	3,513	3,567
麦	12,249	12,369	12,580	13,486	14,672	19,203	15,778	15,778
そば(雑穀)	516	643	690	695	775	767	787	787
桑	0	0	0	0	0	0	0	0
工芸作物	4,736	4,780	4,704	4,605	4,407	4,459	4,475	4,475
たばこ	2,932	2,887	2,830	2,738	2,670	2,624	2,567	2,567

(d) 出典

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。

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。

各作物種の単位面積当たり窒素施肥量については、排出係数の出典と同様。また各作物種の作付面積の出典を表 224～表 226に示す。

表 223 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～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	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 224 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 225 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）

(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 N<sub>2</sub>O 排出量の推計結果

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	5.49	5.42	5.34	5.23	5.11	4.99	4.90

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	4.83	4.78	4.73	4.68	4.64	4.61	4.59

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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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、「直接排出 [ 畜産廃棄物の施用 ]」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 [ 畜産廃棄物の施用 ] からの N<sub>2</sub>O 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、各作物種ごとに個別に評価する。

(a) 排出係数

1) 評価方針

畜産廃棄物の施用に伴う N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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<sub>i</sub> : 各作物種(i)の畜産廃棄物の施用に伴う N<sub>2</sub>O の排出量
- N<sub>i</sub> : 各作物種(i)の単位面積当たり投入窒素量
- EF<sub>n2oi</sub> : 各作物種(i)の投入窒素量に対する N<sub>2</sub>O 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。

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

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

畜産廃棄物の施用に伴う N<sub>2</sub>O 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)の単位面積当たり投入窒素量は、「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<sub>n2o</sub> : 投入窒素量に対する N<sub>2</sub>O 発生率

各作物種(i)の有機質資材による投入窒素量に対する N<sub>2</sub>O の発生率は、「直接排出[合成肥料] (4D1) N<sub>2</sub>O」で用いられているものと同じ値を採用しているため、不確実性についても同じ値とする。各作物種(i)の有機質資材による投入窒素量に対する N<sub>2</sub>O の発生率の不確実性は以下の通りである。



表 227 各作物種の投入窒素量に対する N<sub>2</sub>O の発生率の不確実性評価結果

作物種	不確実性
野菜	65.3%
稲	48.6%
果樹	217.4%
茶	21.5%
ばれいしょ	50.3%
豆類	217.4%
飼料作物	80.0%
かんしょ	119.2%
麦	49.5%
そば雑穀類	217.4%
桑	217.4%
工芸作物	217.4%
たばこ	217.4%

(iii) EF：排出係数

各作物種の畜産廃棄物の施用による N<sub>2</sub>O の排出係数の不確実性は、以下に示す通りである。

表 228 各作物種の畜産廃棄物の施用による N<sub>2</sub>O の排出係数の不確実性評価結果

作物種	N	EFn <sub>2o</sub>	UEF
野菜	100%	65.3%	119.4%
稲	100%	48.6%	111.2%
果樹	100%	217.4%	239.3%
茶	100%	21.5%	102.3%
ばれいしょ	100%	50.3%	111.9%
豆類	100%	217.4%	239.3%
飼料作物	100%	80.0%	128.1%
かんしょ	100%	119.2%	155.6%
麦	100%	49.5%	111.6%
そば雑穀類	100%	217.4%	239.3%
桑	100%	217.4%	239.3%
工芸作物	100%	217.4%	239.3%
たばこ	100%	217.4%	239.3%

\*  $U_{EF} = (U_N^2 + U_{EFn2o}^2)^{1/2}$  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

稲、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、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

稲、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、専門家の判断に基づき、水田の作付面積の不確実性と同じ値である 7.6%を採用することとする。

野菜、工芸作物については、「直接排出（合成肥料 畑地）(4D1) N<sub>2</sub>O」と同様。

### 3) 評価方法の課題

稲以外の作物の作付面積のクロスチェック方法についても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 229 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 <sub>2</sub> O-N/kgN )	—	— ( tN )	—	1422( Gg-CO <sub>2</sub> )	55%

### 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。

## (5) 窒素固定作物 (4D1) N<sub>2</sub>O

今までは「NE」として報告していたが、[ 窒素固定作物 ] による N<sub>2</sub>O 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。

## (6) 作物残渣 (4D1) N<sub>2</sub>O

### 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O の量。

#### (b) 算定方法の選択

作物残渣のすき込みによる N<sub>2</sub>O 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、デフォルト手法ではなく、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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 排出量 (kg N<sub>2</sub>O)  
EF : デフォルト値の排出係数 (kgN<sub>2</sub>O- 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 N<sub>2</sub>O 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

1989～2004 年度における作物種ごとの N<sub>2</sub>O 排出係数は以下の通り。

表 230 作物残渣のすき込みによる N<sub>2</sub>O 排出係数の推移

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

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
排出係数 [kgN <sub>2</sub> O-N/kg N]	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125

(d) 出典

表 231 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 <sub>2</sub> 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

土壤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 232、表 233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、土壤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 232 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 233 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			そらまめ	12.1	
	ふき	10.3			えだまめ	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 234 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

1989～2004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 235 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
合計	178.53	176.21	174.40	173.96	172.28	171.46	167.26	162.49
大豆	2.21	2.13	2.05	1.60	1.27	0.89	1.00	1.19
小豆	1.00	0.99	0.84	0.76	0.79	0.78	0.76	0.73
いんげん	0.35	0.34	0.30	0.26	0.25	0.29	0.29	0.28
らっかせい	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19
米	78.29	77.49	76.66	78.89	80.21	82.96	79.42	74.18
そば	2.05	2.20	2.22	1.91	1.79	1.60	1.79	2.09
かんしょ	3.48	3.41	3.30	3.10	2.98	2.89	2.78	2.67
牧草	1.35	1.47	1.96	1.57	1.90	1.88	1.98	2.47
青刈りとうもろこし	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14
ソルゴー	2.22	2.29	2.45	2.36	2.20	1.95	1.91	2.06
青刈りえん麦	1.59	1.59	2.13	2.55	2.61	2.63	3.10	3.47
青刈りライ麦	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12
青刈りその他麦	0.10	0.13	0.12	0.72	0.41	0.33	0.18	0.18
なたね	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
茶	16.93	16.79	16.53	16.27	15.99	15.64	15.41	15.12
てんさい	10.61	10.63	10.61	10.42	10.36	10.30	10.33	10.29
さとうきび	2.18	2.13	1.95	1.79	1.68	1.61	1.56	1.54
こんにゃくいも	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08
い	0.68	0.67	0.56	0.54	0.52	0.48	0.47	0.44
葉たばこ	3.14	3.09	2.98	2.84	2.81	2.75	2.72	2.69
小麦	8.24	7.56	6.93	6.23	5.33	4.41	4.39	4.60
二条大麦	0.35	0.34	0.31	0.29	0.28	0.25	0.24	0.21
六条大麦	0.39	0.33	0.28	0.23	0.18	0.05	0.05	0.09
裸麦	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
だいこん	3.81	3.72	3.65	3.57	3.46	3.35	3.26	3.16
かぶ	0.46	0.46	0.45	0.44	0.44	0.43	0.42	0.41
にんじん	1.19	1.16	1.18	1.17	1.16	1.14	1.21	1.20
ごぼう	0.75	0.73	0.70	0.72	0.68	0.66	0.63	0.65
れんこん	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
ばれいしょ	2.91	2.81	2.72	2.71	2.70	2.63	2.54	2.50
さといも	0.96	0.94	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.79
やまのいも	0.28	0.30	0.30	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
こまつな	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
ちんげんさい	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
ふき	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
しゅんぎく	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
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	0.36	0.34	0.33	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26
ブロッコリー	0.84	0.91	0.95	0.98	0.97	0.91	0.84	0.83
レタス	0.57	0.57	0.59	0.58	0.57	0.57	0.57	0.56
ねぎ	1.42	1.42	1.43	1.45	1.42	1.44	1.45	1.46
にら	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
にんにく	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
きゅうり	1.77	1.71	1.66	1.61	1.56	1.53	1.48	1.43
かぼちゃ	0.78	0.75	0.74	0.75	0.74	0.71	0.66	0.65
なす	2.06	2.01	1.94	1.87	1.81	1.76	1.70	1.67
トマト	1.37	1.34	1.33	1.32	1.32	1.30	1.29	1.30
ピーマン	0.56	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50
スイートコーン	3.45	3.44	3.43	3.31	3.27	3.16	2.92	2.71
さやいんげん	1.30	1.29	1.23	1.19	1.14	1.11	1.07	1.06
さやえんどう	0.96	0.93	0.89	0.85	0.82	0.79	0.74	0.72
そらまめ	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
しょうが	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
メロン	1.02	1.03	1.03	1.01	0.98	0.96	0.93	0.90
すいか	0.55	0.54	0.53	0.51	0.49	0.46	0.45	0.45

[GgN]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
合計	160.67	158.45	158.52	157.96	155.89	154.50	153.76	153.77
大豆	1.21	1.59	1.58	1.79	2.10	2.19	2.21	1.99
小豆	0.73	0.70	0.68	0.65	0.68	0.63	0.63	0.64
いんげん	0.24	0.20	0.18	0.19	0.20	0.22	0.19	0.17
らっかせい	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13
米	73.31	67.61	67.12	66.48	64.11	63.47	62.60	63.99
そば	2.19	2.72	2.93	2.95	3.30	3.27	3.44	3.44
かんしょ	2.62	2.57	2.51	2.44	2.38	2.28	2.24	2.27
牧草	2.51	3.35	3.33	3.49	3.41	3.30	3.33	2.94
青刈りとうもろこし	0.15	0.15	0.17	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14
ソルゴー	2.11	3.50	4.11	4.39	4.92	4.52	4.60	3.87
青刈りえん麦	3.74	4.62	4.88	4.99	5.28	5.44	5.55	5.57
青刈りライ麦	0.11	0.15	0.18	0.21	0.22	0.21	0.20	0.20
青刈りその他麦	0.13	0.10	0.11	0.09	0.11	0.11	0.13	0.22
なたね	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
茶	14.87	14.69	14.55	14.46	14.38	14.26	14.21	14.09
てんさい	10.11	10.36	10.33	10.21	9.74	9.83	10.02	10.04
さとうきび	1.46	1.45	1.48	1.50	1.48	1.54	1.55	1.50
こんにゃくいも	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05
い	0.42	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
葉たばこ	2.65	2.61	2.56	2.47	2.41	2.37	2.32	2.32
小麦	4.57	4.71	4.90	5.31	5.72	6.01	6.16	6.17
二条大麦	0.20	0.18	0.17	0.17	0.18	0.19	0.18	0.17
六条大麦	0.12	0.14	0.14	0.15	0.20	0.24	0.25	0.24
裸麦	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05
だいこん	3.04	2.96	2.91	2.79	2.69	2.60	2.54	2.54
かぶ	0.41	0.41	0.40	0.40	0.38	0.38	0.37	0.37
にんじん	1.15	1.11	1.12	1.10	1.07	1.01	1.00	1.00
ごぼう	0.60	0.58	0.56	0.53	0.50	0.48	0.48	0.48
れんこん	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22
ばれいしょ	2.50	2.43	2.37	2.30	2.26	2.24	2.15	2.15
さといも	0.77	0.75	0.72	0.68	0.64	0.62	0.59	0.59
やまのいも	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27
はくさい	1.85	1.80	1.78	1.72	1.67	1.62	1.57	1.57
こまつな	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40
キャベツ	4.94	4.89	4.87	4.81	4.66	4.55	4.48	4.48
ちんげんさい	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
ほうれんそう	2.69	2.66	2.63	2.60	2.55	2.52	2.51	2.51
ふき	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
しゅんぎく	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25
セルリー	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	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
カリフラワー	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21
ブロッコリー	0.81	0.81	0.84	0.84	0.87	0.95	1.05	1.05
レタス	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56
ねぎ	1.46	1.46	1.49	1.48	1.44	1.41	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	0.41	0.40	0.39	0.36	0.36
にんにく	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
きゅうり	1.39	1.36	1.32	1.29	1.26	1.22	1.20	1.20
かぼちゃ	0.69	0.73	0.75	0.72	0.65	0.65	0.68	0.68
なす	1.63	1.62	1.59	1.55	1.49	1.45	1.40	1.40
トマト	1.29	1.28	1.28	1.28	1.28	1.25	1.24	1.24
ピーマン	0.49	0.49	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44	0.44
スイートコーン	2.77	2.74	2.67	2.56	2.51	2.48	2.43	2.43
さやいんげん	1.02	1.00	0.97	0.95	0.92	0.88	0.87	0.87
さやえんどう	0.68	0.64	0.61	0.60	0.56	0.54	0.52	0.52
そらまめ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
えだまめ	1.55	1.56	1.54	1.54	1.50	1.49	1.55	1.55
しょうが	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
いちご	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34
メロン	0.87	0.84	0.81	0.78	0.76	0.72	0.68	0.68
すいか	0.44	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36	0.36



#### 4) 出典

表 236 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 237 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 238 野菜の収穫量の出典

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/計/収穫量(45ページ)

表 239 野菜を除く作物生産量の出典

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/1米/水陸稲計/収穫量(121ページ) 累年統計表/2麦類/収穫量計(127ページ) 累年統計表/3豆類・そば/(1)豆類の収穫量/ア大豆イ小豆ウいんげんエらっかせい/収穫量(138~141ページ) 累年統計表/3豆類・そば/(2)そばの収穫量/収穫量(142ページ) 累年統計表/4かんしょ/収穫量(143ページ) 累年統計表/5飼料作物/(1)牧草(2)青刈りとうもろこし(3)ソルゴー(4)青刈りえん麦/収穫量(144ページ) 累年統計表/工芸農作物の収穫量/(2)なたね(3)てんさい(4)さとうきび(5)こんにゃくいも(6)い(7)葉たばこ/収穫量(148~149ページ)

#### 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、 $N_2O$  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、 $N_2O$  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。

#### (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 240)。

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 240 ライ麦・オート麦の作付面積（子実用）

[ha]	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ライ麦	50	50	90	106	97	110	119	115
オート麦	4,000	4,000	3,500	3,231	3,315	2,500	2,517	2,817

  

[ha]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ライ麦	120	113	137	110	122	118	120	110
オート麦	2,600	2,300	2,426	1,600	1,657	1,707	1,700	1,000

表 241 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 242 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 243 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
ライ麦	2	2	4	5	5	5	6	5
オート麦	115	115	101	93	96	72	73	81

  

[t-N]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ライ麦	6	5	6	5	6	6	6	5
オート麦	75	66	70	46	48	49	49	29

### 4) 出典

表 244 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 245 作物残渣のすき込みによる N<sub>2</sub>O 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
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	3.46	3.43	3.41	3.39	3.35	3.28	3.21

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	3.15	3.13	3.11	3.09	3.07	3.04	3.03

表 246 作物残渣のすき込みによる N<sub>2</sub>O 排出量の算定結果 (ライ麦・オート麦)

[Gg N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ライ麦	0.000046	0.000059	0.000071	0.000075	0.000078	0.000083	0.000085
オート麦	0.0028	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0019

  

[Gg N <sub>2</sub> O]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ライ麦	0.000084	0.000089	0.000087	0.000089	0.000084	0.000087	0.000084
オート麦	0.0019	0.0018	0.0015	0.0014	0.0012	0.0012	0.0011

また、最終的な排出量は表 247の通りである。

表 247 作物残渣のすき込みによる N<sub>2</sub>O 排出量の算定結果 (全体)

[単位]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	3.47	3.44	3.41	3.39	3.35	3.28	3.21

  

[単位]	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
N <sub>2</sub> O排出量 [Gg N <sub>2</sub> O]	3.15	3.13	3.11	3.09	3.07	3.04	3.03

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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O の排出量  
N<sub>i</sub> : 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<sub>n2o</sub> : 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<sub>2</sub>O の割合  
R<sub>i</sub> : 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 N<sub>2</sub>O 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<sub>i</sub> : 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。

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

(イ) (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 248 (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) EF<sub>N2o</sub>: 土壌にすき込まれた作物中の窒素から発生する N<sub>2</sub>O の割合

土壌にすき込まれた作物中の窒素から発生する N<sub>2</sub>O 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 249に示す通りである。

表 249 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O の排出係数の算定式】

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

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 <sub>n2o</sub>	: 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 <sub>2</sub> O の割合
R <sub>i</sub>	: 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。

$$\text{式 a : } EF = RC * DM * (1 - FracBurn) * NF * P * EF_{n2o}$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{U_{RC}^2 + U_{DM}^2 + U_{(1-FracB)}^2 + U_{NF}^2 + U_P^2 + U_{EFn2o}^2}$$

作物残渣のすき込みに伴う N<sub>2</sub>O 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