3.F.2 野外で農作物の残留物を焼くこと（豆類）
（Field Burning of Agricultural Residues（Pulses））（CH_4, N_2O）

１．排出・吸収源の概要

１.１ 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

本排出源では、大豆、その他豆（小豆、いんげん、らっかせい）が収穫された後に畑に残存する作物残さ（茎、葉など）を焼却（野焼き）した際に発生する CH_4 及び N_2O の排出を扱う。

農作物残さの野焼きは、土壌管理や病害虫の駆除のために実施される。作物残さを焼却する際の不完全燃焼により、CH_4 及び N_2O が大気中に放出される。

１.２ 排出・吸収トレンド及びその要因

【CH_4】

豆類の残さの野焼きからの CH_4 排出量は、大豆からの排出が最も大きい。これは、大豆の作付面積が最も大きいことが理由である。大豆については、1990 年代中盤にかけて作付面積が減少したため小豆と排出量が同程度になったが、2000 年代前半にかけて作付面積が増加し、その後も横ばいの傾向が続いているため、排出量は豆類で最も大きい状況が続いている。なお、2014 年度以降は作付面積の増加から排出量も増加が続いていたが、2018 年度から減少傾向に転じた。2021 年度は大豆は増加したが小豆が減少したことから、合計排出量はほぼ横ばいとなっている。

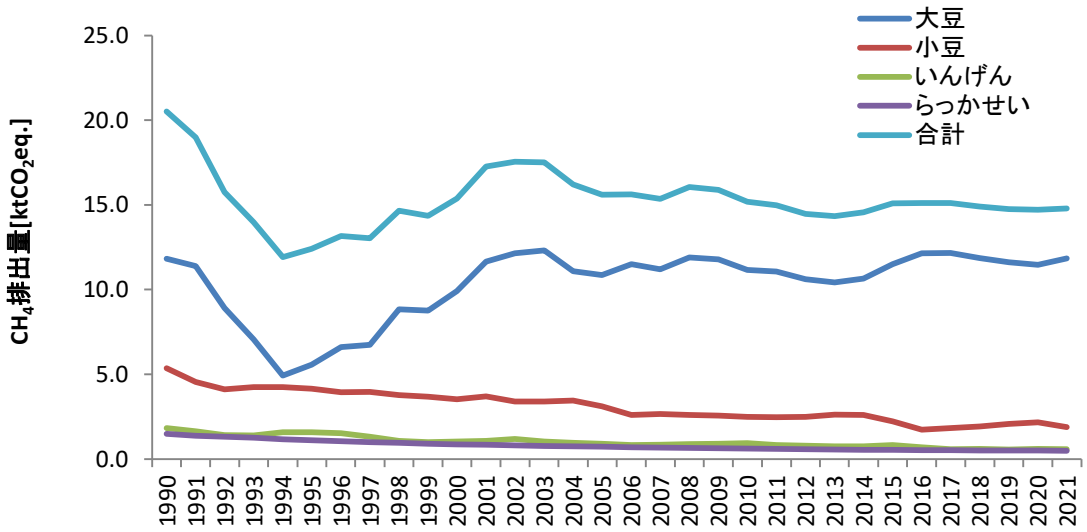

図 1　豆類の残さの野焼きからの CH_4 排出量の推移

【N_2O】

豆類の残さの野焼きからの N_2O 排出量は、CH_4 と同様に大豆からの排出が最も大きい。排出量の傾向についても、CH_4 と同様の理由で増減している。

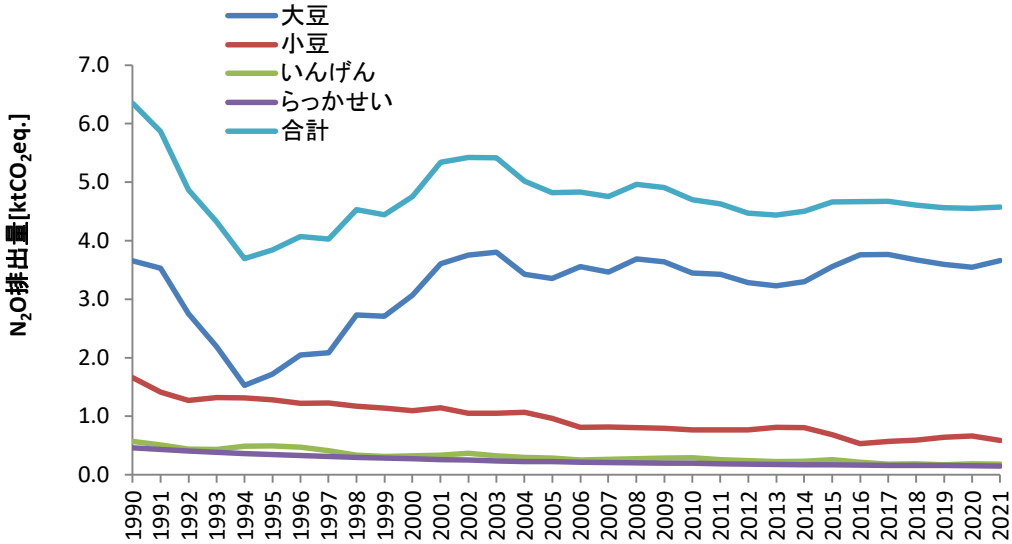

図 2　豆類の残さの野焼きからの N_2O 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

豆類の残さの野焼きからの CH_4 及び N_2O 排出については、作物種別の残さの焼却量に、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値の排出係数を乗じて算出している。

$$E = \sum_i \left(B_i \times G_{ef} \times 10^{-3} \right)$$

E：農作物残さの野焼きによる温室効果ガス排出量［t-CH_4 又は t-N_2O］
i：作物種
B_i：作物種 i の残さの焼却量［乾物 t］
G_{ef}：排出係数［g-CH_4/乾物 kg 又は g-N_2O/乾物 kg］

2.2 排出係数

CH_4 及び N_2O 排出係数（G_{ef}）は、2006 年 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を、全ての作物種に共通して使用している。

表 1　残さの野焼きの CH_4、N_2O 排出係数（G_{ef}）

ガス種	排出係数	単位
CH_4	2.7	g-CH_4/乾物 kg
N_2O	0.07	g-N_2O/乾物 kg

（出典）2006 年 IPCC ガイドライン Vol. 4 Table 2.5

2.3 活動量

作物種別の作付面積（A）に、焼却割合（$Rate_{Bi}$）、単位面積当たり燃焼重量（M_{Bi}）、燃焼係数（C_{fi}）を乗じて作物残さの焼却量を算出する。

$$B_i = A_i \times Rate_{Bi} \times M_{Bi} \times C_{fi}$$

B_i：作物種 i の作物残さの焼却量［乾物 t］
i：作物種
A_i：作物種 i の作付面積［ha］
$Rate_{Bi}$：作物種 i の焼却割合［%］
M_{Bi}：作物種 i の単位面積当たり燃焼重量［乾物 t/ha］
C_{fi}：作物種 i の燃焼係数

作付面積（A）は「耕地及び作付面積統計（農林水産省）」に示された数値を用いる（表 2）。

表 2　作付面積（A）［ha］

作物種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
大豆	145,900	140,800	109,900	87,400	60,900	68,600	81,800	83,200	109,100	108,200
小豆	66,300	56,200	50,800	52,600	52,500	51,200	48,700	49,000	46,700	45,400
いんげん	22,700	20,200	17,600	17,200	19,500	19,600	18,900	16,300	13,300	12,400
らっかせい	18,400	17,100	16,200	15,400	14,400	13,800	13,100	12,400	11,800	11,300

作物種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
大豆	122,500	143,900	149,900	151,900	136,800	134,000	142,100	138,300	147,100	145,400
小豆	43,600	45,700	42,000	42,000	42,600	38,300	32,200	32,700	32,100	31,700
いんげん	12,900	13,300	14,700	12,800	11,800	11,200	10,000	10,400	10,900	11,200
らっかせい	10,800	10,300	9,950	9,530	9,110	8,990	8,600	8,310	8,070	7,870

作物種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
大豆	137,700	136,700	131,100	128,800	131,600	142,000	150,000	150,200	146,600	143,500
小豆	30,700	30,600	30,700	32,300	32,000	27,300	21,300	22,700	23,700	25,500
いんげん	11,600	10,200	9,650	9,120	9,260	10,200	8,560	7,150	7,350	6,860
らっかせい	7,720	7,440	7,180	6,970	6,840	6,700	6,550	6,420	6,370	6,330

作物種	2020	2021
大豆	141,700	146,200
小豆	26,600	23,300
いんげん	7,370	7,130
らっかせい	6,220	6,020

（出典）耕地及び作付面積統計（農林水産省）

焼却割合（$Rate_{Bi}$）は、「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業（温暖化対策土壌機能調査協議会）」に示された 12%を使用する。

単位面積当たり燃焼重量（M_{Bi}）、燃焼係数（C_{fi}）は、2006 年 IPCC ガイドラインに示された、単位面積当たり燃焼重量（M_{Bi}）×燃焼係数（C_{fi}）のデフォルト値である 10 t/ha を使用する（豆類は、数値がないためとうもろこしの数値で代用。）。

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 3　初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	2011 年提出	2015 年提出
排出・吸収量算定式	－	2006 年 IPCC ガイドラインに示された算定式に変更。
排出係数	－	2006 年 IPCC ガイドラインに示された排出係数に変更。
活動量	1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG（2000）のデフォルト値を使用している作物収穫量に対する残さの比率及び窒素含有率を、我が国独自の数値に変更。	変更された算定式に対応した活動量に変更。

（1）初期割当量報告書における算定方法

1）排出・吸収量算定式

豆類の残さの野焼きからの CH_4 排出については、作物別の全炭素放出量に CH_4 排出率を乗じて算出していた。N_2O 排出については、作物別の全窒素放出量に N_2O 排出率を乗じて算出していた。

【CH_4】

$$E_{CH4} = \sum_i (C_i \times EF_{CH4}) \times 16/12$$

E：農作物残さ（豆類）の野焼きによる CH_4 排出量［t-CH_4］
i：作物種
C_i：作物種 i の全炭素放出量［t-C］
EF_{CH4}：CH_4 排出係数［g-CH_4-C/g-C］

【N_2O】

$$E_{N2O} = \sum_i (N_i \times EF_{N2O}) \times 44/28$$

E：農作物残さ（豆類）の野焼きによる N_2O 排出量［t-N_2O］
i：作物種
N_i：作物種 i の全窒素放出量［t-N］
EF_{N2O}：N_2O 排出係数［g-N_2O-N/g-N］

2）排出係数

豆類の残さの野焼きによる CH_4 排出係数及び N_2O 排出係数については、1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び Good Practice Guidance（GPG）（2000）に示されたデフォルト値を用いていた。

表 4　豆類の残さの野焼きによる CH_4、N_2O 排出係数

	値	単位
CH_4	0.005	［kg-CH_4-C/kg-C］
N_2O	0.007	［kg-N_2O-N/kg-N］

（出典）1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol. 2 Table4-16

3）活動量

各作物の全炭素放出量は、収穫量（P）に、作物種 i の作物収穫量に対する残さの比率（R_i）、乾物率（Dry_i）、野焼きされる割合（Burnt）、O（酸化率）、炭素含有率（$Cont_{Ci}$）を乗じて算出していた。また、各作物の全窒素放出量は、炭素含有率の代わりに窒素含有率（$Cont_{Ni}$）を乗じて算出していた。

$$C_i = P_i \times R_i \times Dry_i \times Burnt \times O \times Cont_{Ci}$$

C_i：作物種 i の全炭素放出量［t-C］
i：作物種
P_i：作物種 i の収穫量［t］

R_i：作物種 i の作物収穫量に対する残さの比率
Dry_i：作物種 i の乾物率
$Burnt$：野焼きされる割合
O：酸化率
$Cont_{Ci}$：作物種 i の炭素含有率

$$N_i = P_i \times R_i \times Dry_i \times Burnt \times O \times Cont_{Ni}$$

N_i：作物種 i の全窒素放出量［t-N］
i：作物種
P_i：作物種 i の収穫量［t］
R_i：作物種 i の作物収穫量に対する残さの比率
Dry_i：作物種 i の乾物率
$Burnt$：野焼きされる割合
O：酸化率
$Cont_{Ni}$：作物種 i の窒素含有率

収穫量（P）は「作物統計（農林水産省）」に示された数値を用いていた（表 5）。

表 5　収穫量（P）［t］

作物種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
大豆	220,400	197,300	188,100	100,600	98,800	119,000	148,100	144,600	158,000	187,200
小豆	117,900	89,200	68,600	45,500	90,000	93,800	78,100	72,100	77,600	80,600
いんげん	32,400	43,600	33,800	26,200	18,700	44,300	32,700	32,600	24,800	21,400
らっかせい	40,100	30,000	30,900	23,500	34,900	26,100	29,600	30,400	24,800	26,400

作物種	2000	2001	2002	2003	2004	2005
大豆	235,000	271,400	270,200	232,200	163,200	225,000
小豆	88,200	70,800	65,900	58,800	90,500	78,900
いんげん	15,300	23,800	34,000	23,000	27,300	25,700
らっかせい	26,700	23,100	24,000	22,000	21,300	21,400

（出典）作物統計（農林水産省）

残さの比率（R_i）、乾物率（Dry_i）、炭素含有率（$Cont_{Ci}$）、窒素含有率（$Cont_{Ni}$）については、表 6 に示す値を使用していた。

野焼きされる割合（Burnt）と O（酸化率）は全作物で共通で、それぞれ 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG（2000）のデフォルト値[1]である 0.10 と 0.90 を使用していた。

表 6　残さの比率（Ri）、乾物率（Dry_i）、炭素含有率（ContCi）、窒素含有率（$Cont_{Ni}$）

作物	残さの比率	乾物率	炭素含有率	窒素含有率
大豆	2.1 a)	0.89 a)	0.45 b)	0.0065 c)
小豆	2.1 a)	0.89 a)	0.45 b)	0.0084 c)
いんげん	2.1 a)	0.89 a)	0.45 b)	0.00745 c)
らっかせい	1.0 a)	0.86 a)	0.45 b)	0.00745 c)

（出典）

a) GPG (2000) p.4.58 Table4.16
b) デフォルト値がないため、双子葉植物・単子葉植物の値を引用。村山登他編、文永堂出版「作物栄養・肥料学」p.26（Bowen:Trace Elements in Biochemistry,1966）を使用。
c) 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）

[1] 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol. 3 p.4.83

（2）2011 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

初期割当量報告書における算定式と同様。

2）排出係数

初期割当量報告書における排出係数と同様。

3）活動量

1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG（2000）のデフォルト値を使用している作物収穫量に対する残さの比率（R_i）及び窒素含有率（$Cont_{Ni}$）を、表 7 に示す我が国独自の数値に変更した。なお、窒素含有率は対現物の数値であるため、全窒素放出量の算定には乾物率（Dry）は使用しない。

表 7　残さの比率（Ri）、窒素含有率（$Cont_{Ni}$）

作物	残さの比率	窒素含有率
大豆	1.40	0.0109
小豆	0.89	0.0098
いんげん	0.60	0.0101
らっかせい	0.94	0.0054

※窒素含有率は対現物

（出典）「地域における窒素フローの推定方法の確立とこれによる環境負荷の評価」（松本成夫、農環研報 18、81-152、2000）

（3）2015 年提出インベントリにおける算定方法

1）排出・吸収量算定式

2006 年 IPCC ガイドラインへの対応のため、2006 年 IPCC ガイドラインに示された算定式に変更した（現行の方法と同様。）。

2）排出係数

2006 年 IPCC ガイドラインへの対応のため、2006 年 IPCC ガイドラインに示された排出係数に変更した（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

2006 年 IPCC ガイドラインへの対応のため、変更された算定式に対応した活動量に変更した（現行の活動量と同様。）。