3.F.3 野外で農作物の残留物を焼くこと（根菜類）
（Field Burning of Agricultural Residues（Tubers and Roots））（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、ばれいしょ、てんさい、その他（かんしょ、さといも、やまのいも、こんにゃくいも）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】

根菜類の残さの野焼きからの CH_4 排出量は、てんさいからの排出が最も大きく、ばれいしょが続いている。これは、てんさいやばれいしょの作付面積が他の作物より多いことが理由である。てんさいは、収穫量の増減に伴って排出量も増減を繰り返しながらほぼ横ばいで推移している。ばれいしょについては、作付面積の減少に伴って 1990 年代初頭から排出量が減少傾向であったが、近年は横ばいとなっている。その他のかんしょ等の根菜類の排出量は減少傾向にある。

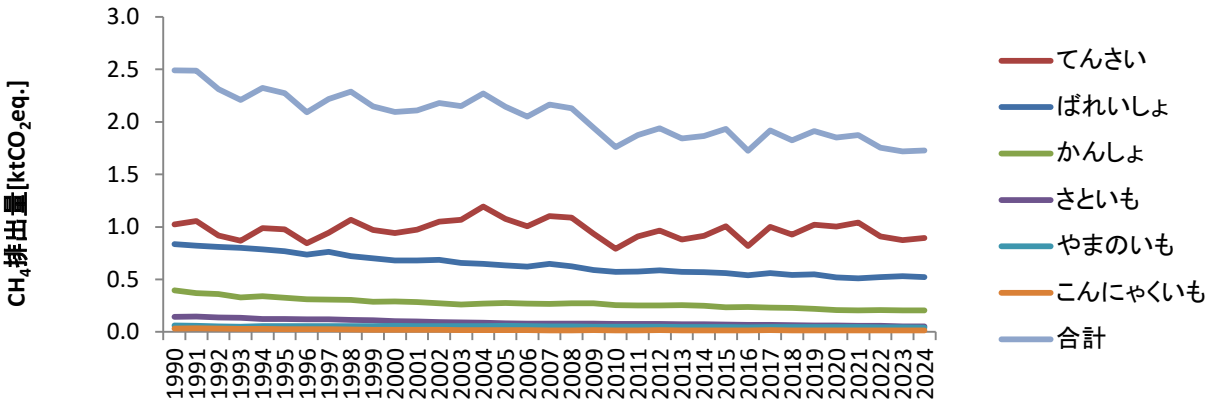


図 1　根菜類の残さの野焼きからの CH_4 排出量の推移

【N_2O】

根菜類の残さの野焼きからの N_2O 排出量は、CH_4 と同様にてんさいからの排出が最も大きく、ばれいしょが続いている。排出量の傾向についても、CH_4 と同様の理由で減少している。

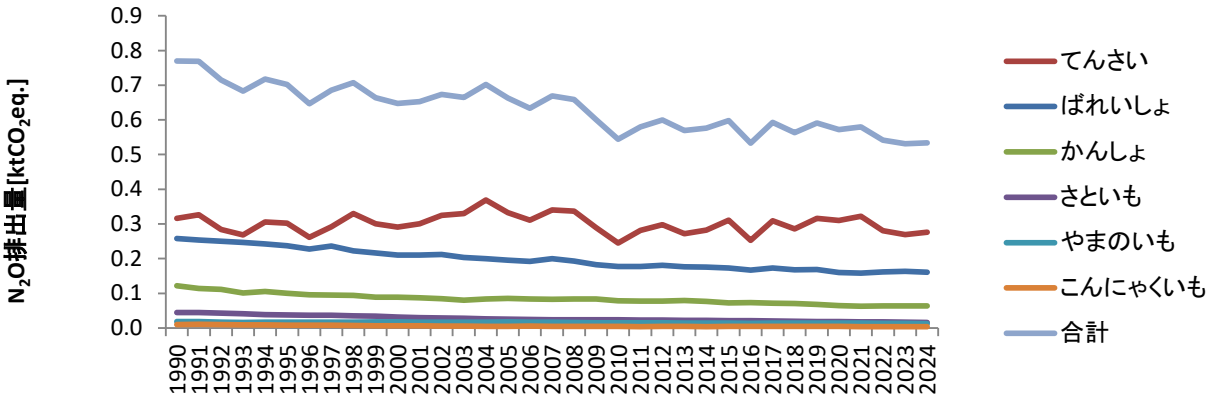


図 2　根菜類の残さの野焼きからの N_2O 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

根菜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 Table2.5

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
ばれいしょ	115,800	111,800	111,400	111,200	108,200	104,400	103,000	103,000	99,900	97,700
てんさい	72,000	71,900	70,600	70,100	69,800	70,000	69,700	68,500	70,200	70,000
かんしょ	60,600	58,600	55,100	53,000	51,300	49,400	47,500	46,500	45,600	44,500
さといも	26,000	25,800	25,000	24,100	23,200	22,400	22,000	21,400	20,800	20,000
やまのいも	9,530	9,620	8,780	8,690	8,680	8,710	8,750	8,740	8,910	8,880
こんにゃくいも	5,630	5,630	5,140	4,770	4,730	4,290	4,190	3,950	3,720	3,490

作物種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ばれいしょ	94,600	92,900	92,100	88,300	87,200	86,900	86,600	87,400	84,900	83,100
てんさい	69,200	66,000	66,600	67,900	68,000	67,500	67,400	66,600	66,000	64,500
かんしょ	43,400	42,300	40,500	39,700	40,300	40,800	40,800	40,700	40,700	40,500
さといも	18,800	17,800	17,100	16,400	15,800	15,000	14,400	14,100	14,000	14,100
やまのいも	8,880	8,770	8,810	8,870	8,640	8,750	8,540	8,250	8,050	7,900
こんにゃくいも	3,260	3,130	3,000	2,870	2,400	2,380	2,670	2,290	2,090	2,450

作物種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ばれいしょ	82,500	81,000	81,200	79,700	78,300	77,400	77,200	77,200	76,500	74,400
てんさい	62,600	60,500	59,300	58,200	57,400	58,800	59,700	58,200	57,300	56,700
かんしょ	39,700	38,900	38,800	38,600	38,000	36,600	36,000	35,600	35,700	34,300
さといも	13,800	13,600	13,400	13,000	12,900	12,500	12,200	12,000	11,500	11,100
やまのいも	7,640	7,510	7,480	7,350	7,260	7,270	7,120	7,150	7,120	7,130
こんにゃくいも	2,150	2,010	2,240	2,000	1,930	2,220	2,060	2,330	2,160	2,150

作物種	2020	2021	2022	2023	2024
ばれいしょ	71,900	70,900	71,400	71,200	70,900
てんさい	56,800	57,700	55,400	51,200	48,900
かんしょ	33,100	32,400	32,300	32,000	31,800
さといも	10,700	10,400	10,100	9,580	9,260
やまのいも	6,930	6,890	6,630	6,350	6,170
こんにゃくいも	2,140	2,050	1,970	1,950	1,870

（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）」に示された野菜の値である 7%を使用する（根菜類の数値がないため、野菜の数値を代用。）。

単位面積当たり燃焼重量（M_{Bi}）には、「3.D.a.4 作物残渣」の算定で用いられる生産物の地上部残さの乾物重量（$AG_{DM(T)}$）の値を使用する（表 3）。なお、てんさいの地上部残さの乾物重量は、「作物統計（農林水産省）」に示された生産量（表 4）に残渣比率 0.0617（尾和（1996）より乾物残さ量÷現物収量で算出）を乗じ、作物面積（表 2）で除して算出した。

表 3　生産物の地上部残さの乾物重量（$AG_{DM(T)}$）［乾物 t/ha］

作物種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ばれいしょ	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7
てんさい	3.4	3.5	3.1	3.0	3.4	3.4	2.9	3.3	3.7	3.3
かんしょ	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
さといも	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
やまのいも	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
こんにゃくいも	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4

作物種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ばれいしょ	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7
てんさい	3.3	3.5	3.8	3.8	4.2	3.8	3.6	4.0	4.0	3.5
かんしょ	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
さといも	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
やまのいも	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
こんにゃくいも	1.5	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7

作物種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ばれいしょ	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8
てんさい	3.0	3.6	3.9	3.6	3.8	4.1	3.3	4.1	3.9	4.3
かんしょ	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5
さといも	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
やまのいも	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6
こんにゃくいも	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.6	1.7

作物種	2020	2021	2022	2023	2024
ばれいしょ	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8
てんさい	4.3	4.3	3.9	4.1	4.4
かんしょ	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
さといも	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3
やまのいも	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
こんにゃくいも	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7

表 4　てんさいの生産量 [現物 t]

作物種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
てんさい	3,994,000	4,115,000	3,581,000	3,388,000	3,853,000	3,813,000	3,295,000	3,685,000	4,164,000	3,787,000

作物種	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
てんさい	3,673,000	3,796,000	4,098,000	4,161,000	4,656,000	4,201,000	3,923,000	4,297,000	4,248,000	3,649,000

作物種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
てんさい	3,090,000	3,547,000	3,758,000	3,435,000	3,567,000	3,925,000	3,189,000	3,901,000	3,611,000	3,986,000

作物種	2020	2021	2022	2023	2024
てんさい	3,912,000	4,061,000	3,545,000	3,403,000	3,485,000

（出典）「作物統計」（農林水産省）

燃焼係数（C_{fi}）は、2019 年改良 IPCC ガイドラインに示されたその他の作物の値である 0.85 を使用する。

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 5　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	2024 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。	2019 年改良版 IPCC ガイドラインで新設された作物区分を使用する方法に変更。
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。	2019 年改良 IPCC ガイドラインに示された燃焼係数、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

根菜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。

なお、かんしょ、さといも、やまのいも、こんにゃくいもは、排出量の算定対象外としていた。

【CH_4】

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

E：農作物（根菜類）残さの野焼きによる 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（根菜類）残さの野焼きによる 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

根菜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（2000）に示されたデフォルト値を用いていた。

表 6　根菜類の残さの野焼きによる CH_4、N_2O 排出の排出係数

	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 Table 4-16

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 7　収穫量（P）［t］

作物種	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ばれいしょ	3,552,000	3,609,000	3,494,000	3,390,000	3,377,000	3,365,000	3,087,000	3,395,000	3,073,000	2,963,000
てんさい	3,994,000	4,115,000	3,581,000	3,388,000	3,853,000	3,813,000	3,295,000	3,685,000	4,164,000	3,787,000

作物種	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ばれいしょ	2,898,000	2,959,000	3,074,000	2,939,000	2,888,000	2,749,000
てんさい	3,673,000	3,796,000	4,098,000	4,161,000	4,656,000	4,201,000

（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 8　残さの比率（R_i）、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
ばれいしょ	0.4 a)	0.6 b)	0.4226 a)	0.0242 c)
てんさい	0.2 a)	0.2 a)	0.4072 a)	0.0192 c)

（出典）

a) GPG (2000) p.4.58 Table 4.16
b) 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol. 2 Table 4-15
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 9　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
ばれいしょ	0.03	0.0222
てんさい	0.06	0.0154

（出典）

ばれいしょ：残さ率は尾和（1996）（乾物残さ/現物収量）、窒素含有率は「北海道緑肥作物等栽培利用指針（改訂版）（平成 16 年、北海道農政部）」（対乾物残さ）。

てんさい：残さ率は尾和（1996）（乾物残さ/現物収量）、窒素含有率は「北海道施肥ガイド 2010（平北海道農政部）」（対乾物残さ）。

（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。）。

（4）2024 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

2019 年改良版 IPCC ガイドラインで新設された作物区分を使用する方法に変更した。

2）排出係数

2015 年提出インベントリにおける排出係数と同様（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

2019 年改良 IPCC ガイドラインへの対応のため、単位面積当たり作物残渣量（M_{Bi}）×燃焼計数（C_{fi}）で算定する方法に変更し、燃焼係数 C_{fi} には 2019 年改良 IPCC ガイドラインのデフォルト値を適用した。