

農業分野の算定方法の改善について

1. 消化管内発酵（4A）CH₄

1.1 Tier2 手法との比較（4.A.1 牛）

(1) 問題点

乳用牛及び肉用牛について、IPCC Tier2 手法による排出量算定結果との比較を行い、現状の排出量算定方法の検証を行うことが推奨されている。

(2) 対応方針

乳用牛及び肉用牛について、IPCC Tier2 手法を用いて算定した排出量と現行方法による排出量との比較検証を行い、その結果を NIR に記載する。

双方の算定方法は以下のとおり。

■ 現状の算定方法

【算定方法】

乾物摂取量から求めた我が国独自の排出係数に、牛（乳用牛、肉用牛）の1年間の飼養頭数を乗じて CH₄ 排出量を算定している。

$$E = EF * A$$

- E : 牛の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出量 (kg CH₄)
EF : 牛の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数 (kg CH₄/年/頭)
A : 牛（乳用牛、肉用牛）の飼養頭数（頭）

【排出係数】

牛の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数については、我が国における反すう家畜を対象とした呼吸試験の結果（乾物摂取量に対する CH₄ 発生量の測定データ）に基づいて設定している。測定結果によると、反すう家畜の消化管内発酵に伴う CH₄ 発生量は、乾物摂取量を説明変数とする次式により算定できるとされている¹。

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

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

- EF : 牛の消化管内発酵に伴う CH₄ の排出係数 (kg CH₄/年/頭)
Y : 反すう家畜 1 頭あたりの消化管内発酵に伴う 1 日の CH₄ 発生量 (l/日/頭)
L : CH₄ 1 mol あたりの体積 (22.4 (l/mol))
C : CH₄ の分子量 (0.016 (kg/mol))
D : 1 年間の日数 (365 (日) もしくは 366 (日))
X : 乾物摂取量 (kg/日)

¹ 柴田、寺田、栗原、西田、岩崎「反芻家畜における CH₄ 発生量の推定」（日本畜産学会報 第 64 巻 第 8 号）1993 年 8 月

排出係数の説明変数となる乾物摂取量は、中央畜産会「日本飼養標準（乳牛、肉用牛）」に掲載されている牛の種類ごとの算定式を使用し、その式に乳脂肪補正乳量、体重、及び体重の増加日量を代入し、算出している。

■ IPCC Tier2 の算定方法

【算定方法】

$$Emissions (Gg CH_4) = EF * population / 10^6$$

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

population: 飼養頭数 (頭)

【排出係数】

$$EF = GE * Ym * 365 / 55.62 (MJ/kg CH_4)$$

GE: 総エネルギー(MJ/head/day)

Ym: メタン変換率(先進国の Feedlot fed cattle の値は「0.04±0.005」、All other cattle の値は「0.06±0.005」)

$$GE = \{[(NEm + NEmobilized + NEa + NEl + NEw + NEp) / (Nema/DE)] + [NEg / (NEga/DE)]\} / (DE/100)$$

NEm: 維持に要するエネルギー(MJ/day)

NEmobilized: 減量によるエネルギー, MJ/day

NEa: 活動に要するエネルギー(MJ/day)

NEl: 産乳に要するエネルギー(MJ/day)

NEw: 労働に要するエネルギー(MJ/day)

NEp: 妊娠に要するエネルギー(MJ/day)

Nema/DE: 可消化エネルギーに占める、維持に利用可能なエネルギー割合(ratio of net energy available in a diet for maintenance to digestible energy consumed)

NEg: 成長に要するエネルギー(MJ/day)

NEga/DE: 可消化エネルギーに占める、成長に利用可能なエネルギー割合(ratio of net energy available for growth in a diet to digestible energy consumed)

DE: 総エネルギーに占める可消化エネルギー(%)

$$NEm = Cfi * (Weight)^{0.75}$$

Cfi: 係数 (肥育牛: 0.322、泌乳牛: 0.335)

Weight = 生体重, kg

$$NEa = Ca * NEm$$

Ca: 飼養状況に対応した係数 (牛舎: 0、牧場: 0.17、広大な放牧: 0.36)

$$NEg = 4.18 * \{0.0635 * [0.891 * (BW * 0.96) * (478/(C * MW))]^{0.75} * (WG * 0.92)^{1.097}\}$$

BW: 生体重, kg

C: 係数 (雌牛: 0.8、去勢牛: 1.0、雄牛: 1.2)

MW: 成牛の成熟体重, kg

WG: 増体日量, kg/day

(乳用牛 (泌乳牛)) $NE_{mobilised} = 19.7 * Weight\ Loss$

Weight Loss : 減体日量, kg/day

(その他) $NE_{mobilised} = NE_g * (-0.8)$

$NE_l = kg\ of\ milk\ per\ day * (1.47 + 0.40 * Fat)$

Fat : 乳脂率, %

$NE_w = 0.10 * NE_m * hours\ of\ work\ per\ day$

$NE_p = C_{pregnancy} * NE_m$

C_{pregnancy} : 変数 (0.10)

$NE_{ma}/DE = 1.123 - (4.092 * 10^{-3} * DE) + [1.126 * 10^{-5} * (DE)^2] - (25.4/DE)$

$NE_{ga}/DE = 1.164 - (5.160 * 10^{-3} * DE) + (1.308 * 10^{-5} * (DE)^2) - (37.4/DE)$

【算定に用いるパラメータ】

IPCC Tier2 法で用いる各種パラメータについては、下記の値を使用した。

➤ メタン変換率 (Y_m)

GPG (2000) に示されたメタン変換率のデフォルト値は、先進国の Feedlot fed cattle が「0.04±0.005」、All other cattle が「0.06±0.005」となっている (ただし、Feedlot fed cattle の値は、飼料中の濃厚飼料の割合が 90% 以上の場合を想定)。

現行方法において採用している排出係数算定式は、乳用牛や肉用牛を対象とした幅広い飼料給与を想定している。また、泌乳牛における濃厚飼料の割合は 6~7 割程度であるとともに、肉用牛においても 90% 以上の濃厚飼料を含む飼料を与えるのは肥育牛の後期のみであることから、本試算では All other cattle の「0.06」を用いることとする。

➤ $NE_{mobilized}$

我が国では、乾季等の要因による体重減は一般的に起こらないため、本変数は「0」とする。

➤ NE_a

我が国では、殆どの牛が牛舎において飼育されているため、 $Ca = 0$ (結果的に、 $NE_a = 0$) とする。

➤ NE_w

我が国では、飼育牛に労働を使役させることは殆どないため、本変数は「0」とする。

➤ 成熟体重 (MW)

カテゴリー	MW (kg)	出典
1) 乳牛 (泌乳牛)	680.0	日本ホルスタイン登録協会 ホルスタイン種雌牛 月齢別標準発育値60月の値 http://hcaj.lin.gr.jp/04/4-5.htm
2) 乳牛 (育成牛2歳未満)	540.3	同上。24月の値
3) 乳牛 (育成牛 月齢5.6ヵ月)	172.4	同上。6月の値
4) 乳牛 (乾乳牛)	680.0	泌乳牛と同様。
1) 肉牛(乳用種)	703.1	「家畜改良増殖目標 平成17年3月」において、去勢肥育牛(乳用種)の肥育終了時が22.5ヶ月と示されていることを踏まえ、日本飼養標準(肉用牛)に示された月齢別体重(乳用種)の23ヶ月の体重を使用。 http://www.maff.go.jp/j/study/katiku_zosyoku/04/pdf/ref_data1.pdf
2) 肉牛 (乳用種 月齢5.6ヶ月)	228.0	同上。6ヶ月の値。
3) 肉牛 (肥育牛: 1歳以上雄)	715.1	日本飼養標準(肉用牛)(2008年版) p196 雄牛の体重 黒毛和種平均 体重月齢48
4) 肉牛 (肥育牛: 1歳未満雄)	372.9	日本飼養標準(肉用牛)に示された月齢別体重(去勢牛)の23ヶ月の体重を使用。
5) 肉牛 (肥育牛: 雄 5.6ヶ月)	178.1	同上。6ヶ月の値。
6) 肉牛 (肥育牛: 1歳以上雌)	453.5	日本飼養標準(肉用牛)(2008年版) p194 雌牛の体重 黒毛和種平均 体重月齢48
7) 肉牛 (肥育牛: 1歳未満雌)	316.4	日本飼養標準(肉用牛)に示された月齢別体重(雌牛)の23ヶ月の体重を使用。
8) 肉牛 (肥育牛: 雌 5.6ヶ月)	168.5	同上。6ヶ月の値。
9) 肉牛(繁殖雌牛:1歳以上)	453.5	肥育牛 1歳以上雌 の値を使用
10) 肉牛(繁殖雌牛:1歳未満)	316.4	肥育牛 1歳未満雌 の値を使用
11) 肉牛(繁殖雌牛:5.6ヶ月)	168.5	肥育牛 雌 5.6ヶ月 の値を使用

➤ 総エネルギーに占める可消化エネルギー (DE) ※2008 年値を全年に適用。

カテゴリー	DE (%)	出典
1) 乳牛 (泌乳牛)	74.0	日本飼養標準(乳牛)(2006年版) p120 成雌牛の給与飼料中の養分含量 2産次 体重630kg 乳量30kg の可消化養分総量(TDN)
2) 乳牛 (育成牛2歳未満)	65.0	日本飼養標準(乳牛)(2006年版) p120 雌牛育成時の給与飼料中の養分含量 育成前期 体重350kg 週齢55 の可消化養分総量(TDN)
3) 乳牛 (育成牛 月齢5.6ヵ月)	71.0	日本飼養標準(乳牛)(2006年版) p120 雌牛育成時の給与飼料中の養分含量 育成前期 体重150kg 週齢19 の可消化養分総量(TDN)
4) 乳牛 (乾乳牛)	50.0	日本飼養標準(乳牛)(2006年版) p120 成雌牛の給与飼料中の養分含量 乾乳牛 の可消化養分総量(TDN)
1) 肉牛(乳用種)	74.1	日本飼養標準(肉用牛)(2008年版) p152 乳用種去勢牛 エネルギー要求量 (W \geq 200kg) 代謝率 $q = (0.933 + 0.00033 * W) * (0.498 + 0.0642 * DG)$ および $q = 0.82$ DE/GEより、qの値を算出。
2) 肉牛 (乳用種 月齢5.6ヶ月)	69.3	日本飼養標準(肉用牛)(2008年版) p152 乳用種去勢牛 エネルギー要求量 (70 \leq W<200kg) 代謝率 $q = (0.859 - 0.00092 * W) * (0.79 + 0.0411 * DG)$ および $q = 0.82$ DE/GEより、qの値を算出。
3) 肉牛 (肥育牛: 1歳以上雄)	73.6	日本飼養標準(肉用牛)(2008年版) p151 肉用種去勢牛 エネルギー要求量 $q = 0.4834 + 0.008959 * DG + 0.0002088W$ および $q = 0.82$ DE/GEより、qの値を算出。
4) 肉牛 (肥育牛: 1歳未満雄)	66.1	同上。
5) 肉牛 (肥育牛: 雄 5.6ヶ月)	62.8	同上。
6) 肉牛 (肥育牛: 1歳以上雌)	55.7	日本飼養標準(肉用牛)(2008年版) p147 雌牛 育成牛 エネルギー要求量 $q = 0.4213 + 0.1491 * DG$ および $q = 0.82$ DE/GEより、qの値を算出。
7) 肉牛 (肥育牛: 1歳未満雌)	66.1	同上。
8) 肉牛 (肥育牛: 雌 5.6ヶ月)	67.9	同上。
9) 肉牛(繁殖雌牛:1歳以上)	53.7	同上。
10) 肉牛(繁殖雌牛:1歳未満)	66.1	同上。
11) 肉牛(繁殖雌牛:5.6ヶ月)	67.9	同上。

なお、下記のパラメータについては、現行方法における算定と同一の値を使用した。

- 飼養頭数 (*population*)
- 乳量、乳脂肪率 (*kg of milk per day, Fat*)
- 平均体重、体重の増加日量 (*Weight(BW), WG*)

(3) 検討結果

1) 乳用牛

乳用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量算定結果 (IPCC Tier2 法及び現行方法) を表 1、図 1 に示す。

排出量の差異は -3.2~+9.2 Gg-CH₄ (-1.7~+ 5.7%) となっており、直近年では IPCC Tier2 法による排出量が多くなっている。ただし、メタン変換率 (Y_m) の誤差範囲 (±0.005) を踏まえると、現行方法における排出量は、IPCC Tier2 法において Y_m = 0.055~0.065 とした場合の排出量の範囲内にあることから、大きな差異はないものと考えられる。

表 1 乳用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量算定結果

IPCC Tier2		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
乳牛 (泌乳牛)	Gg CH ₄	130.7	132.3	129.9	126.8	122.4	122.0	120.6
乳牛 (育成牛)	Gg CH ₄	28.1	26.3	23.5	23.6	23.3	21.4	20.8
乳牛 (乾乳牛)	Gg CH ₄	30.2	27.4	23.3	21.9	21.1	20.3	19.7
合計	Gg CH ₄	189.0	186.0	176.7	172.3	166.8	163.8	161.1

現行方法		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
乳牛 (泌乳牛)	Gg CH ₄	135.3	132.7	126.2	118.7	114.6	113.9	111.9
乳牛 (育成牛)	Gg CH ₄	32.9	30.4	26.8	27.3	27.1	24.9	24.1
乳牛 (乾乳牛)	Gg CH ₄	23.9	21.8	18.4	17.1	19.6	19.0	18.3
合計	Gg CH ₄	192.1	184.9	171.4	163.1	161.3	157.7	154.4

差異		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
乳牛 (泌乳牛)	Gg CH ₄	-4.6	-0.4	3.6	8.1	7.8	8.2	8.7
乳牛 (育成牛)	Gg CH ₄	-4.8	-4.2	-3.3	-3.7	-3.8	-3.5	-3.4
乳牛 (乾乳牛)	Gg CH ₄	6.2	5.6	4.9	4.9	1.5	1.4	1.4
合計	Gg CH ₄	-3.2	1.0	5.3	9.2	5.5	6.0	6.7

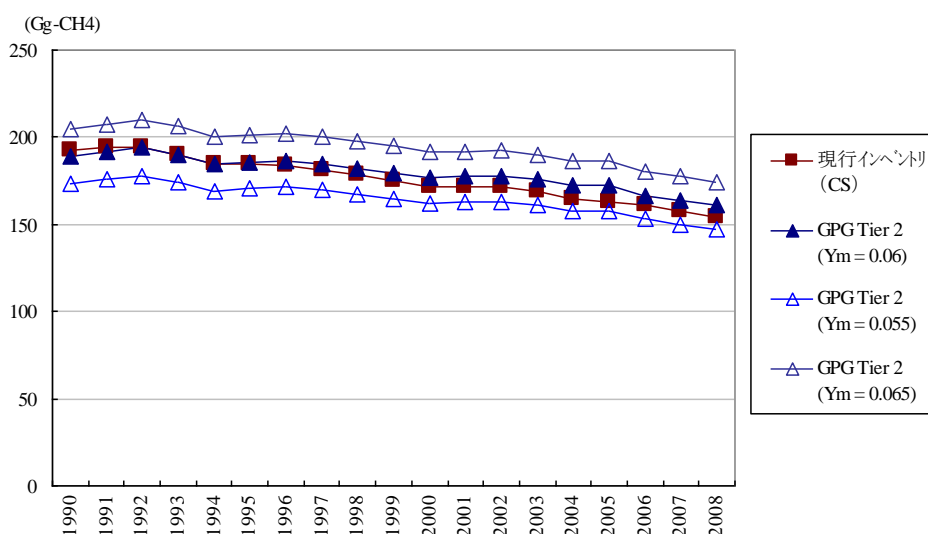


図 1 乳用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量の時系列推移

2) 肉用牛

肉用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量算定結果 (IPCC Tier2 法及び現行方法) を表 2、図 2 に示す。排出量の差異は -20.5 ~ -18.1 Gg-CH₄ (-12.3 ~ -11.1%) となっており、全年にわたり、現行方法による排出量が多くなっている。種類別にみると、肉牛 (乳用種) の差異が大きい。

本試算においては、総エネルギー摂取量あたりのメタン変換率 (Y_m) について、乳用牛、肉用牛ともに一律で All other cattle の「0.06」を用いているが、家畜種類や飼養形態、餌の種類等の相違によりメタン変換率は異なると考えられるため、本パラメータの設定が差異要因となっている可能性がある。また、総エネルギーに占める可消化エネルギー (DE) のパラメータも算定結果に大きな影響を与えるため、パラメータの設定方法の妥当性について精査が必要である。

今後、差異要因を更に分析した上で、検証結果を NIR に記載することとする。

表 2 肉用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量算定結果

IPCC Tier2		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
肉牛（乳用種）	Gg CH4	49.6	49.8	52.1	48.6	49.2	49.3	47.8
肉牛（肥育牛：雄）	Gg CH4	29.7	32.7	29.8	29.5	30.3	31.5	32.4
肉牛（肥育牛：雌）	Gg CH4	18.0	22.1	24.4	24.6	24.5	25.3	26.3
肉牛（繁殖雌牛）	Gg CH4	41.4	39.2	39.7	36.1	36.4	37.5	37.8
合計	Gg CH4	138.6	143.8	145.9	138.8	140.4	143.7	144.2

現行方法		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
肉牛（乳用種）	Gg CH4	65.1	65.6	68.4	63.9	64.6	64.9	62.7
肉牛（肥育牛：雄）	Gg CH4	36.2	40.1	36.6	36.1	37.3	38.9	38.5
肉牛（肥育牛：雌）	Gg CH4	15.8	19.5	20.6	21.3	21.3	22.2	23.0
肉牛（繁殖雌牛）	Gg CH4	41.1	39.1	39.4	36.2	36.5	37.8	38.1
合計	Gg CH4	158.2	164.2	165.0	157.5	159.7	163.9	162.3

差異		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
肉牛（乳用種）	Gg CH4	-15.5	-15.8	-16.3	-15.2	-15.4	-15.6	-14.9
肉牛（肥育牛：雄）	Gg CH4	-6.5	-7.4	-6.9	-6.7	-7.0	-7.4	-6.1
肉牛（肥育牛：雌）	Gg CH4	2.2	2.6	3.8	3.3	3.2	3.1	3.3
肉牛（繁殖雌牛）	Gg CH4	0.3	0.1	0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3
合計	Gg CH4	-19.6	-20.4	-19.1	-18.7	-19.3	-20.2	-18.1

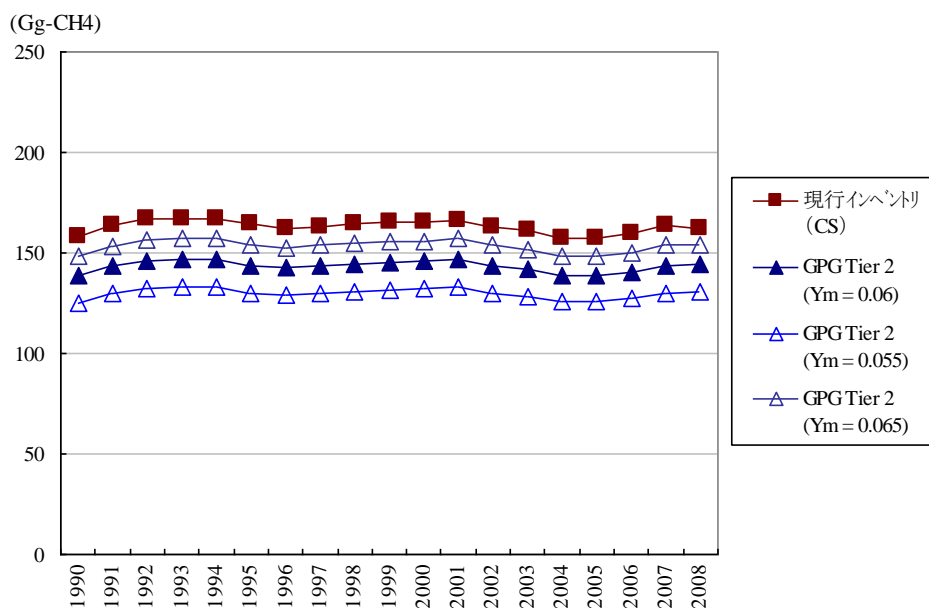


図 2 肉用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量の時系列推移

2. 家畜排せつ物の管理（4B）CH₄、N₂O

2.1 排せつ物管理区分の変更の反映（4.B 全体）

(1) 問題点

現在、乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理区分使用割合は、全年

度において同じ数値を使用している。従って、排出係数が小さい排せつ物管理区分への転換という削減対策の効果が現状では反映出来ないことから、排せつ物管理区分使用割合を可能な限り変更していく必要がある。

表 3 排せつ物管理区分使用割合（現状）

ふん尿分離状況		処理方法	乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏	ブロイラー
ふん尿 分離処理	ふん	天日乾燥	2.8%	1.5%	7.0%	30.0%	15.0%
		火力乾燥	0.0%	0.0%	0.7%	3.0%	0.0%
		強制発酵	9.0%	11.0%	62.0%	42.0%	5.1%
		堆積発酵等	88.0%	87.0%	29.6%	23.0%	66.9%
		焼却	0.2%	0.5%	0.7%	2.0%	13.0%
	尿	強制発酵	1.5%	9.0%	10.0%	—	—
		浄化	2.5%	2.0%	45.0%	—	—
貯留		96.0%	89.0%	45.0%	—	—	
ふん尿 混合処理	天日乾燥	4.7%	3.4%	6.0%	—	—	
	火力乾燥	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	
	強制発酵	20.0%	22.0%	29.0%	—	—	
	堆積発酵	14.0%	74.0%	20.0%	—	—	
	浄化	0.3%	0.0%	22.0%	—	—	
	貯留	61.0%	0.6%	23.0%	—	—	

（出典）（社）畜産技術協会「畜産における温室効果ガスの発生制御 第四集」（平成 11 年 3 月）

（2）対応方針

農林水産省が平成 22 年 1 月より家畜排せつ物の処理状況に関する調査を実施しており（家畜排せつ物法施行状況調査に調査項目を追加する形で実施）、平成 22 年度末または平成 23 年度初頭に結果を公表する予定となっている。

調査結果の公表後、来年度以降の農業分科会において、インベントリへの反映方法について検討を行うこととする。

3. 稲作（4C）CH₄

3.1 中干し期間変更による排出量削減（4.C.1. 灌漑水田）

（1）問題点

間欠灌漑水田（中干し）からのメタン排出の抑制については、中干し期間の変更による排出量削減方策が提唱されている。しかし、現在の排出量算定方法では、中干し期間は全ての農家で同期間（7 日間）であるとの仮定の下、排出係数もそれに対応した 1 つの数値しか設定していないことから、中干し期間を長くするという削減方策の実施が排出量算定に反映されない。

(2) 対応方針

農林水産省「土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業」において、中干し期間別の CH_4 排出係数と中干し期間別農家数割合の調査を行っているが、現在4ヵ年調査の2年目で、データの整理・精査を行っていることから、データが揃い次第、来年度以降の検討会での反映を検討する。

4. 農用地の土壌 (4D) N_2O

4.1 有機質肥料施用量推計方法の変更 (4.D.1. 直接排出-1.2.有機質肥料)

(1) 問題点

現行のインベントリにおける有機質肥料の施用からの N_2O 排出量算定方法においては、土壌からの「4.D.1. 直接排出」と「4.D.2. 間接排出」における有機質肥料施用量の算定方法が異なっている。「直接排出」では、作物種ごとの単位面積当たり有機質肥料施用量に作物種ごとの作付面積を乗じて算出する方法を採用しているが、「間接排出」においては、家畜排せつ物中の総窒素量から大気中に気体として揮発する量など土壌に回らない量を控除することにより算出している。

2009年のインベントリ審査においては、「直接排出」における有機質肥料施用量の算定方法がGPG(2000)の方法に則っていないことから、有機質肥料施用量の算定方法について改めて検討することが推奨されるとともに、窒素のフローを作成し、算定すべき窒素量の脱漏がないかどうか確認することが推奨された。今後のインベントリ審査において、「直接排出」における有機質肥料施用量の算定方法をGPG(2000)の方法(すなわち、現在「間接排出」で採用している方法)に変更するよう指示がなされる可能性があるが、GPG(2000)の方法で算出した「間接排出」の窒素施用量は、農地へ回る前に抜けていく窒素量が少ない可能性があるなど、農地へ回る窒素量が実態に比して過大である可能性が高いため、「直接排出」への適用を見越し、算定方法を精緻化しより正確な数値にしておく必要がある。

なお、インベントリで対象となる有機物由来窒素のフロー全体は図3の通り。

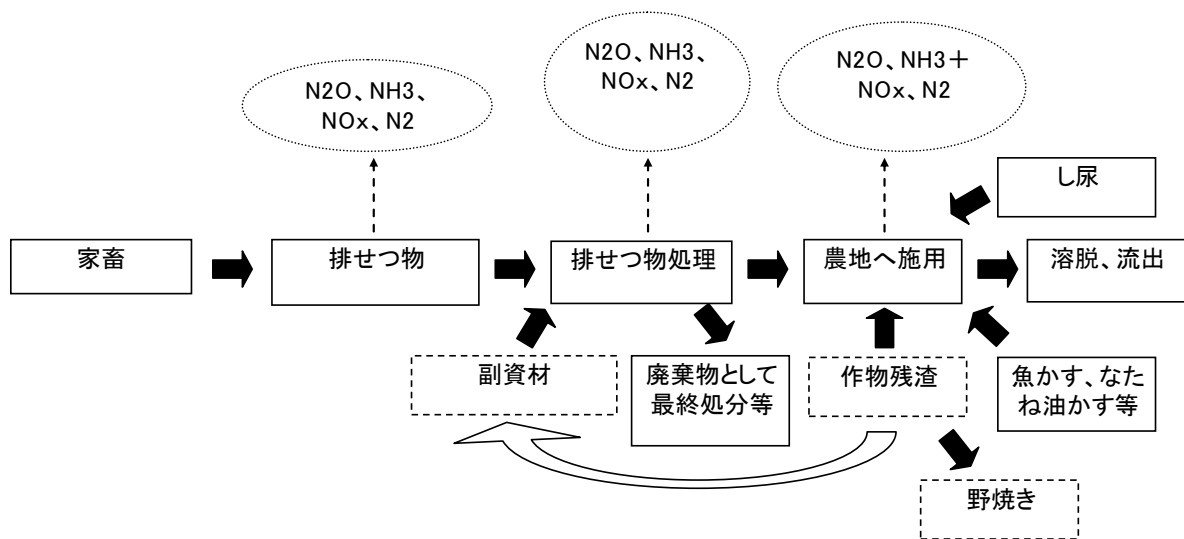


図 3 有機物由来窒素のフロー全体

- * 「魚かす、なたね油かす等」の家畜排せつ物由来以外の窒素は、現在の「間接排出における有機物肥料施用量」の算定から抜けている。
- * 堆肥の副資材となる作物残渣は、現在は「作物残渣のすき込み」で算定対象としている（野焼きされるもの以外は全量すき込みという仮定）。作物残渣自体のすき込みはここでの有機質肥料の対象には含まない。

(2) 対応方針

「間接排出」の有機質肥料施用量の算定方法の精緻化に向け「有識者ヒアリング会合」を実施し、農業分科会委員を含め有識者の方々に集まっていたいただき、検討方針やデータの取り扱いについて御意見をいただいた。有識者の方々の主な御意見は以下の通りであり、まとめに示した方針に従い、今後の対応を進めていく。

1) 農地へ施用される前の段階の気体の揮発率

- ・ 現在、排せつ物が畜舎内にある段階での NH_3 、 NO_x 、 N_2 の揮発、排せつ物の処理段階での NO_x 、 N_2 の揮発が考慮されていない。排せつ物の処理段階での NH_3 のみが算定されており、その NH_3 揮発率は実態より小さい可能性がある。従って、農地に回る窒素量が過大になっている可能性がある。
- ・ 排せつ物処理の前段階の畜舎においては、鶏ふん、豚ふんは搬出頻度が高く、長時間畜舎内でガスが揮発していることは考えにくい。ガスの揮発率については、アンモニア主体の発生をモニタリングすることで把握可能と考えられる。
- ・ トップダウン的な手法とボトムアップ的な手法の双方の結果を比較検証する必要がある。

2) 家畜由来以外の有機質肥料

- ・ 家畜排せつ物以外の有機質肥料が考慮されておらず、その分は過小となっている（「直接排出」の方法で使用している「単位面積当たり有機質肥料施用量」は、家畜排せつ物以外も考慮されている）。
- ・ 家畜由来以外の有機質肥料については、各有機質肥料の生産量と窒素含有率などのデータから算出することが出来る。

3) その他

- ・ 農地へ施用された段階での NH_3 、 NO_x の揮発率についても研究が現在されており、研究成果がまとまれば現在のデフォルト値から置き換えることが出来る。

4) まとめ

- ・ インベントリ審査への対応が急がれることもあり、来年度には現在の研究・知見などから、 NH_3 等の揮発率を実態に近いものに改訂、その後 1~2 年かけて、新たな研究の成果から NH_3 等の揮発率をさらに良いものに改訂、という流れが望ましい。それを踏まえ、今後必要なデータを取得・開発するため、研究を進めていく必要がある。
- ・ 間接排出における有機質肥料施用量の算定方法だけでなく、直接排出における方法で使用している「単位面積当たり有機質肥料施用量」が適切ではない可能性もあるため、精緻化が必要である。

4.2 残渣のすき込みの算定精緻化（4.D.1.4 直接排出-作物残渣のすき込み）

(1) 問題点

残渣の窒素含有率など算定に使用しているパラメータについて、使用しているデータが 10 年以上前のものであることから、最近の実測結果を収集・整理し、算定に反映出来るものがあれば適宜改訂を行っていく必要がある。また、現在算定に使用している残渣の窒素含有率は、地上部残渣のみを対象にしており地下部が対象外であるため、残渣中の窒素量を正確に把握出来ていない可能性がある。

(2) 対応方針

現在使用している「我が国の農作物の栄養収支」（尾和尚人、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、1996、以下尾和（1996））から、「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、以下松本（2000））への変更の是非について、「有識者ヒアリング会合」を実施し、検討方針やデータの取り扱いについて御意見をいただいた。有識者の方々の主な御意見は以下の通りであり、その御意見に従い対応を進めることとした。

【いただいたご意見】

- ・ 地下部は残渣として残るため、地下部についても含まれていることが望ましく、その点で地下部のデータも含む松本（2000）を使用することに妥当性がある。
- ・ 作付面積が大きく総排出量に与える影響が大きい作物については、松本（2000）以外で研究データ等を調べ、適切な窒素含有率・残渣率を設定するよう努める。野菜類は全国で大きく数値が異なることが考えにくいとの意見があったため、松本（2000）を使用することとし、今回は別途データ収集等を行わない。
- ・ 対象とする作物は収穫量を参考に、大豆、さとうきび、てんさい、ばれいしょ、かんしょとする（水稻・麦類は収穫量が多いが、残渣量が判明しているため今回は対象外とする）。

上記意見を踏まえ、大豆、さとうきび、てんさい、ばれいしょ、かんしょについては別途データの収集を行った。

●大豆

「北海道施肥ガイド 2010」（平成 22 年 3 月 北海道農政部）の「収穫期における各作物の部位別乾物重、養分含有率、含有量」に大豆の茎・莢（さや）の窒素含有率が掲載されているが、地下部を含まないため、松本（2000）の数値を使用する。残渣の比率も合わせて松本（2000）を使用する。

表 4 大豆の残渣の窒素含有率（対乾物）

作物	尾和（1996）	松本（2000）	北海道（2010）
大豆	0.65%	<u>1.12%</u>	0.73%
対象部位	地上部	地上部・地下部	地上部（莢茎）

* 松本（2000）は対現物のデータを比較のため尾和（1996）の収穫物の乾物率で補正。対現物では 1.09%

表 5 大豆の残渣の比率

作物	尾和（1996）	松本（2000）	北海道（2010）
大豆	0.83	<u>1.40</u>	データなし
対象部位	地上部（乾物/現物）	地上部・地下部（現物）	

●さとうきび

残渣の窒素含有率、残渣の比率とも、鹿児島県農業開発総合センターから提供いただいたデータを使用する。

残渣については基本的に毎年すき込まれるのは地上部のみとなる。鹿児島、沖縄県、鹿児島県農業開発総合センターに伺ったところ、残渣は圃場からほとんど持ち出されないとのことである。

なお、4、5年に一度、根がすき込まれるとのことであるが、根の窒素含有率データは未入手のため、今後入手次第、算定を検討する。

また、さとうきびの搾りかすであるバガス・ケーキは、ほとんどが燃料として使用されるが、1割程度は堆肥の副資材として使用されるとのことであり、今後、計上について検討が必要である。

表 6 さとうきびの残渣の窒素含有率（対乾物）

作物	尾和（1996）	鹿児島
さとうきび	4.23%	<u>0.55%</u>
対象部位	地上部	地上部（梢頭部、ハカマ）

表 7 さとうきびの残渣の比率

作物	尾和（1996）	鹿児島
さとうきび	0.03	<u>0.10</u>
対象部位	地上部（乾物/現物）	地上部（梢頭部、ハカマ）（乾物/現物）

●てんさい

残渣の窒素含有率は、「北海道施肥ガイド 2010」（平成 22 年 3 月 北海道農政部）の「収穫期における各作物の部位別乾物重、養分含有率、含有量」に掲載されているてんさいの茎・葉の窒素含有率を使用する（地下部は必要なし）。残渣の比率は「北海道施肥ガイド 2010」には掲載されておらず、また窒素含有率は対乾物であるため、対乾物で設定が出来る尾和（1996）を採用する。

表 8 てんさいの残渣の窒素含有率（対乾物）

作物	尾和（1996）	松本（2000）	北海道（2010）
てんさい	1.92%	2.38%	<u>1.54%</u>
対象部位	地上部	地上部・地下部	地上部（茎葉）

* 松本（2000）は対現物のデータを比較のため尾和（1996）の収穫物の乾物率で補正。対現物では 0.192%

表 9 てんさいの残渣の比率

作物	尾和（1996）	松本（2000）	北海道（2010）
てんさい	<u>0.06</u>	0.44	データなし
対象部位	地上部（乾物/現物）	地上部・地下部（現物）	

●ばれいしょ

残渣の窒素含有率は、「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）に掲載されているばれいしょの茎・葉の窒素含有率を使用する（地下部は必要なし）。残渣の比率は「北海道緑肥作物等栽培利用指針（改訂版）」からは設定が出来ない。「北海道緑肥作物等栽培利用指針（改訂版）」の窒素含有率は対乾物であるため、対乾物で設定が出来る尾和（1996）を採用する。

表 10 ばれいしょの残渣の窒素含有率（対乾物）

作物	尾和（1996）	松本（2000）	北海道（2010）
ばれいしょ	2.42%	1.06%	<u>2.22%</u>
対象部位	地上部	地上部・地下部	地上部（茎葉）

* 松本（2000）は対現物のデータを比較のため尾和（1996）の収穫物の乾物率で補正。対現物では 0.352%

表 11 ばれいしょの残渣の比率

作物	尾和（1996）	松本（2000）
ばれいしょ	<u>0.03</u>	0.21
対象部位	地上部（乾物/現物）	地上部・地下部（現物）

●かんしょ

残渣の窒素含有率、残渣の比率とも、鹿児島県農業総合開発センターの研究成果を使用する（地下部は必要なし）。

表 12 かんしょの残渣の窒素含有率（対現物）

作物	尾和（1996）	松本（2000）	鹿児島
かんしょ	0.60%	0.27%	<u>0.23%</u>
対象部位	地上部	地上部・地下部	地上部（茎葉）

* 尾和（1996）は対乾物のデータを比較のため収穫物の乾物率で補正。対乾物では 1.84%

表 13 かんしょの残渣の比率

作物	尾和（1996）	松本（2000）	鹿児島
かんしょ	0.11	0.43	<u>0.74</u>
対象部位	地上部（乾物/現物）	地上部・地下部（現物）	地上部（茎葉）

松本（2000）及び上記の数値と、従来使用していた尾和（1996）の数値について、算定に使用する「残渣中の窒素量/現物収量」を以下に表 14 に示す（松本（2000）は窒素含有率（N/現物残渣量）と残渣率（現物残渣量/現物収量）を乗じた数値となる）。

なお、今後も継続的に調査を行い、適宜データの更新を行っていくこととする。

表 14 残渣中の窒素量/収穫物の現物収量の数値の比較

作物種	改訂前		改訂後	
	窒素含有率	備考	窒素含有	備考
大豆	0.547%		1.519%	
小豆	0.595%		0.873%	
いんげん	0.571%	大豆、小豆の平均値を使用。	0.605%	
らっかせい	0.571%	大豆、小豆の平均値を使用。	0.512%	廃棄される副産物の数値。
稲	0.680%	窒素含有率（対乾物）。	0.688%	対残渣の窒素含有率のみ使用。
そば	3.050%	なたねで代用。	0.965%	
かんしょ	0.211%		0.185%	鹿児島県農業総合開発センター提供値。
牧草	0.463%		0.178%	
青刈りとうもろこし	0.190%		0.092%	
ソルゴー	0.310%		0.128%	
なたね	3.050%		2.810%	最も数値が大きい葉たばこで代用。
てんさい	0.119%		0.095%	残渣率は尾和（1996）（尾和の乾物残渣/現物収量で算出）。窒素含有率は「北海道施肥ガイド2010」（平成22年3月 北海道農政部）が典拠で、対乾物。
さとうきび	0.113%		0.056%	残渣率、窒素含有率とも鹿児島県農業総合開発センター提供値。残渣率は乾物残渣/現物収量、窒素含有率はN/乾物残渣。
こんにゃくいも	0.052%		0.195%	さといもで代用。
い	3.050%	なたねで代用。	0.982%	稲で代用。
葉たばこ	0.149%	こまつなで代用。	2.810%	
小麦	0.629%		0.511%	「麦類」の値を使用。
二条大麦	0.123%		0.511%	「麦類」の値を使用。
六条大麦	0.373%		0.511%	「麦類」の値を使用。
裸麦	0.248%	二条大麦と六条大麦の平均値を使用。	0.511%	「麦類」の値を使用。
ライ麦	0.432%	デフォルトの乾物率と窒素含有率から設定。	0.000%	
オート麦	0.644%	デフォルトの乾物率と窒素含有率から設定。	0.000%	
だいこん	0.111%		0.202%	
かぶ	0.111%	だいこんで代用	0.202%	だいこんで代用。
にんじん	0.079%		0.265%	
ごぼう	0.079%	にんじんで代用	0.584%	
れんこん	0.079%	にんじんで代用	0.265%	にんじんで代用。
ばれいしょ	0.076%		0.071%	残渣率は尾和（1996）（乾物残渣/現物収量で算出）。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）が典拠で、対乾物。
さといも	0.084%		0.195%	
やまのいも	0.103%		0.195%	さといもで代用。
はくさい	0.068%		0.214%	
こまつな	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.106%	ほうれんそうで代用。
キャベツ	0.231%		0.183%	
ちんげんさい	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.106%	ほうれんそうで代用。
ほうれんそう	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.106%	
ふき	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.106%	ほうれんそうで代用。
みつば	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.106%	ほうれんそうで代用。
しゅんぎく	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.106%	ほうれんそうで代用。
セルリー	0.261%		0.106%	ほうれんそうで代用。
アスパラガス	0.020%	にんにくで代用	0.086%	ねぎで代用。
カリフラワー	0.231%	キャベツで代用	0.183%	キャベツで代用。
ブロッコリー	0.149%	はくさいとキャベツの平均値を使用。	0.183%	キャベツで代用。
レタス	0.165%		0.183%	キャベツで代用。
ねぎ	0.152%		0.086%	
にら	0.020%	たまねぎで代用	0.086%	ねぎで代用。
たまねぎ	0.020%		0.086%	ねぎで代用。
にんにく	0.020%	たまねぎで代用	0.086%	ねぎで代用。
きゅうり	0.071%		0.248%	
かぼちゃ	0.128%		0.240%	メロン、スイカで代用。
なす	0.106%		0.235%	
トマト	0.061%		0.248%	
ピーマン	0.106%	なすで代用	0.235%	なすで代用
スイートコーン	0.646%		0.422%	
さやいんげん	0.688%	えだまめで代用	0.605%	
さやえんどう	0.688%	えだまめで代用	0.605%	さやいんげんで代用。
そらまめ	0.688%	えだまめで代用	0.605%	さやいんげんで代用。
えだまめ	0.688%		0.605%	さやいんげんで代用。
しょうが	0.095%	だいこんとにんじんの平均値を使用。	0.234%	だいこんとにんじんの平均値を使用。
いちご	0.099%		0.240%	メロン、スイカで代用。
メロン	0.238%		0.240%	
すいか	0.052%		0.240%	
出典	基本的に尾和（1996）を使用。データがない作物等については上記方法を採用。		基本的に松本（2000）を使用。データがない作物等については上記方法を採用。	

(3) 改訂結果

表 14 における松本（2000）等の数値を使用して試算を行った結果を表 15 に示す。改訂後の排出量は 2008 年度で約 4 万 tCO₂ 増加することになる。

表 15 「残渣中の窒素量/現物収量」を改訂した場合の残渣のすき込みからの N₂O 排出量の比較

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
改訂前	631.5	633.9	631.6	598.6	579.2	585.6	586.2
改訂後	690.4	682.4	667.8	630.4	612.1	619.1	621.6
変化量	58.9	48.5	36.2	31.8	32.9	33.5	35.4

5. 農作物残渣の野焼き（4.F.）CH₄, N₂O

5.1 我が国独自のパラメータの設定

(1) 問題点

現在、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排出係数及びパラメータ（野焼き割合等）について、可能な限り我が国独自の数値を設定するよう検討する必要がある。

表 16 作物収穫量に対する残渣の比率、残渣の平均乾物率、炭素含有率、野焼きされる割合、酸化率（太字がデフォルト値）

作物	残渣の比率	残渣の平均乾物率	炭素含有率	窒素含有率	野焼きされる割合	酸化率
とうもろこし	1.0^{a)}	0.86^{a)}	0.4709^{a)}	0.0164	0.10^{b)}	0.90^{b)}
えんどう豆	1.5^{a)}	0.87^{a)}	0.45	0.0159	0.10^{b)}	0.90^{b)}
大豆	2.1^{a)}	0.89^{a)}	0.45	0.0065	0.10^{b)}	0.90^{b)}
小豆	2.1^{a)}	0.89^{a)}	0.45	0.0084	0.10^{b)}	0.90^{b)}
いんげん	2.1^{a)}	0.89^{a)}	0.45	0.00745	0.10^{b)}	0.90^{b)}
らっかせい	1.0^{a)}	0.86^{a)}	0.45	0.00745	0.10^{b)}	0.90^{b)}
ばれいしょ	0.4^{a)}	0.6^{b)}	0.4226^{a)}	0.0242	0.10^{b)}	0.90^{b)}
てんさい	0.2^{a)}	0.2^{a)}	0.4072^{a)}	0.0192	0.10^{b)}	0.90^{b)}
さとうきび	1.62	0.83^{b)}	0.4235^{a)}	0.0423	0.10^{b)}	0.90^{b)}

a) GPG(2000)

b) 1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(2) 対応方針

残渣のすき込みからの排出量算定において使用するパラメータとの共通化を図り、松本（2000）等の「作物収穫量に対する残渣の比率」及び「窒素含有率」を使用することとする。改訂前後の「作物収穫量に対する残渣の比率」及び「窒素含有率」は表 17 の通り。

表 17 改訂後の作物収穫量に対する残渣の比率、窒素含有率

作物	残渣の比率	窒素率
とうもろこし	1.20 ^b	0.0035 ^b
えんどう豆	0.60 ^b	0.0101 ^b
大豆	1.40 ^b	0.0109 ^b
小豆	0.89 ^b	0.0098 ^b
いんげん	0.60 ^b	0.0101 ^b
らっかせい	0.94 ^b	0.0054 ^b
ばれいしょ	0.032 ^a	0.0222 ^c
てんさい	0.062 ^a	0.0154 ^c
さとうきび	0.102 ^d	0.0055 ^d

a：尾和（1996）（残渣の比率は乾物残渣/現物収量）

b：松本（2000）（残渣の比率は現物残渣/現物収量、窒素率は現物残渣比）

c：北海道農政部「北海道施肥ガイド 2010」（窒素率は乾物残渣比）

d：鹿児島県農業総合開発センター資料（残渣の比率は乾物残渣/現物収量、窒素率は乾物残渣比）

(3) 改訂結果

松本（2000）等の数値を使用して試算を行った結果を表 18 及び表 19 に示す。改訂後の排出量は 2008 年度において、CH₄ で約 0.9 万 tCO₂、N₂O で約 4.7 万 tCO₂ それぞれ減少した。これは両方とも、さとうきびからの排出量の減少によるものである。さとうきびの排出量が減少したのは、残渣率と窒素含有量が変更前後で大きく異なったためである。

表 18 「作物収穫量に対する残渣の比率」及び「窒素含有率」を改訂した場合の
残渣の野焼きからの CH₄ 排出量の比較（上：従来、中：改訂後、下：差異）

(改訂前)

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
稲	43.3	47.6	32.2	22.3	21.9	20.6	20.1
小麦	8.2	4.5	6.0	7.8	8.0	8.0	7.5
大麦	2.6	1.8	1.7	1.5	1.5	1.5	1.6
オート麦	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
ライ麦	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
とうもろこし	33.0	29.0	25.8	23.1	22.9	23.4	24.5
えんどう豆	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
大豆	2.4	1.3	2.5	2.2	2.4	2.5	2.5
小豆	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
いんげん	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
らっかせい	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ばれいしょ	4.6	4.2	3.8	3.5	3.5	3.5	3.6
てんさい	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8
さとうきび	15.7	10.8	10.7	8.9	9.6	10.5	11.2
合計	113.1	102.2	85.6	72.4	72.7	73.1	73.8

(改訂後)

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
稲	43.3	47.6	32.2	22.3	21.9	20.6	20.1
小麦	8.7	4.8	6.4	8.4	8.5	8.5	8.0
大麦	3.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.8	1.8
オート麦	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
ライ麦	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
とうもろこし	39.6	34.8	31.0	27.7	27.5	28.1	28.8
えんどう豆	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
大豆	1.6	0.9	1.6	1.4	1.6	1.7	1.7
小豆	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
いんげん	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
らっかせい	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ばれいしょ	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
てんさい	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
さとうきび	1.2	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8
合計	100.7	94.0	77.1	65.5	65.1	64.7	64.3

(差)

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
稲	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小麦	0.6	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
大麦	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
オート麦	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ライ麦	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
とうもろこし	6.6	5.8	5.2	4.6	4.6	4.7	4.3
えんどう豆	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
大豆	-0.8	-0.4	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8
小豆	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
いんげん	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
らっかせい	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
ばれいしょ	-4.0	-3.6	-3.3	-3.1	-3.0	-3.0	-3.1
てんさい	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
さとうきび	-14.5	-10.0	-9.9	-8.2	-8.9	-9.7	-10.4
合計	-12.5	-8.2	-8.5	-6.9	-7.7	-8.4	-9.5

表 19 「作物収穫量に対する残渣の比率」及び「窒素含有率」を改訂した場合の
残渣の野焼きからの N₂O 排出量の比較（上：従来、中：改訂後、下：差異）

(改訂前)

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
稲	17.3	19.0	12.9	8.9	8.7	8.2	8.0
小麦	1.9	1.0	1.4	1.8	1.8	1.8	1.7
大麦	2.4	1.9	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3
オート麦	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
ライ麦	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
とうもろこし	28.0	24.6	21.9	19.6	19.4	19.9	20.8
えんどう豆	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
大豆	0.9	0.5	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9
小豆	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
いんげん	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
らっかせい	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ばれいしょ	6.4	5.8	5.2	4.9	4.9	4.9	5.0
てんさい	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
さとうきび	38.2	26.2	26.0	21.6	23.4	25.6	27.3
合計	97.3	81.3	72.1	61.3	62.8	65.0	67.3

(改訂後)

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
稲	17.5	19.3	13.0	9.0	8.8	8.3	8.1
小麦	1.9	1.1	1.4	1.8	1.9	1.9	1.7
大麦	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
オート麦	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
ライ麦	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
とうもろこし	8.4	7.4	6.6	5.9	5.8	5.9	6.1
えんどう豆	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
大豆	1.1	0.6	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1
小豆	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
いんげん	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
らっかせい	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ばれいしょ	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
てんさい	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
さとうきび	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3
合計	32.6	31.6	25.5	21.2	21.0	20.7	20.5

(差)

(千tCO ₂ eq.)	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
稲	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
小麦	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大麦	-1.7	-1.4	-1.1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
オート麦	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ライ麦	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
とうもろこし	-19.6	-17.2	-15.4	-13.7	-13.6	-13.9	-14.7
えんどう豆	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
大豆	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
小豆	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
いんげん	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
らっかせい	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
ばれいしょ	-5.6	-5.1	-4.6	-4.3	-4.3	-4.3	-4.4
てんさい	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
さとうきび	-37.8	-26.0	-25.7	-21.4	-23.2	-25.4	-27.1
合計	-64.6	-49.7	-46.6	-40.1	-41.7	-44.3	-46.8