

農業分野における排出量の算定方法について（案）

1. 2019年に提出する温室効果ガスインベントリにおける算定方法の設定・改善案の概要

(1) 消化管内発酵（3.A.）：乳用牛の体重及び乾物摂取量の変更（3.A.1 牛）

課題「家畜1頭当たりの排せつ物量の更新」において、乳用牛の体重及び乾物摂取量（DMI）の設定を変更するため、「消化管内発酵」で使用している体重及びDMIも併せて変更する。

体重については、搾乳牛は「乳用牛群能力検定成績」（家畜改良事業団）の産次別平均分娩時月齢と1987年版、1994年版、1999年度版、2006年度版、2016年版の「日本飼養標準・乳牛」（中央畜産会）の発育曲線（発育基準）から産次別の体重を算出し、産次別の頭数で加重平均して平均体重を設定した。乾乳牛は搾乳牛の乾乳期であることから搾乳牛と同じ体重とした。なお、育成牛は平均月齢のデータが得られないことから、従来と同じ育成期間（3～6か月、7か月～24か月の2段階）の平均値のままとした。

DMIは、乾乳牛について従来は、2005年度以前は1999年度版「日本飼養標準・乳牛」の算定式、2006年度以降は2006年度版「日本飼養標準・乳牛」の算定式を使用していたが、1999年度版の算定式の精度を高めたものが2006年版の算定式であることから、全年度に渡り2006年版の算定式を使用することとした。

(2) 家畜排せつ物の管理（3.B.）：家畜1頭当たりの排せつ物量の更新（3.B.1 牛）

家畜1頭あたりの排せつ物中の窒素量について、乳用牛の排せつ物中窒素量の算出に使用している設定が現状を反映していない可能性が専門家・研究者から指摘されていたことから、排せつ物量と併せて窒素量の改訂を行った。排せつ物量及び排せつ物中の窒素量の算定式は、2016年版の「日本飼養標準・乳牛」（中央畜産会）や近年の研究論文^{1,2}を使用した。算定式にインプットするデータは、乳用牛の体重や乳量を設定した上で1987年版、1994年版、1999年度版、2006年度版、2016年版の「日本飼養標準・乳牛」（中央畜産会）から算出した要求量等を使用することとした。

今回の改訂により、これまでは全ての年度で一律だった排せつ物量及び排せつ物中の窒素量が毎年度変化することとなる。

(3) 農用地の土壌（3.D.）、農作物残渣の野焼き（3.F.）：廃止された統計値の代替案の検討（3.D 全体、3.F.1 穀物）

排出量算定に使用している「耕地及び作付面積統計」（農林水産省）の各種作物の作付面積について、2017年度から調査が廃止された作物が数多く存在するため、廃止された統計値を代替する手法を設定した。調査が廃止された多くの作物では部分的に調査が継続していることから、その部分的な面積の作物全体面積に対するカバー率で割り戻すことにより、全体の面積を推計することとした。カバー率は過去5年間の平均値を採用することとした。

¹ 尿量：大谷文博・甘利雅広・田鎖直澄・久米新一：泌乳牛の尿量は窒素およびカリウム摂取量と乳量から推定できる。畜産草地研究所成果情報. 2010

² 排せつ物中窒素量：長命洋佑・寺田文典・広岡博之：乳牛と肉牛における窒素排泄量の予測と比較。日本畜産学会報,77:J485-J494,2006

ただし、2012～2016 年度の 5 年間のカバー率で今後も固定してしまうことが妥当か現時点では判断が難しいため、各作物の面積や収穫量の確認を今後も継続的に行い、状況に応じて適宜カバー率や算定方法の変更を検討することとする。

なお、今回の改訂では 2016 年度までの排出量は変化しない。

(4) 農用地の土壌 (3.D.) : 有機質土壌面積把握方法の変更 (3.D.5 土壌有機物の変化による無機化・固定、3.D.6 有機質土壌の耕起)

土地利用、土地利用変化及び林業 (LULUCF) 分野において、有機質土壌面積の算定方法の変更を行い、それに伴い鉱質土壌面積も変更されたことから、有機質土壌及び鉱質土壌面積を共通で使用している農業分野においても変更後の面積を使用することとした。

2. 2019年に提出する温室効果ガスインベントリに反映する算定方法による農業分野からの排出量（案）

2.1 農業分野からの排出量の概要

2019年に提出する温室効果ガスインベントリにおける農業分野からの排出量（2016年度を例とした試算値）は表1のとおり。2016年度における温室効果ガス排出量の内訳をみると、稲作からの排出が約1,390万t-CO₂eq.と最も多く、全体の排出量の41.6%を占めている。次いで、消化管内発酵からの排出が約730万t-CO₂eq.（全体の21.8%）、家畜排せつ物の管理からの排出が約620万t-CO₂eq.（全体の18.5%）、農用地の土壌からの排出が約540万t-CO₂eq.（16.2%）となっている。

なお、下記の排出量は、2018年提出インベントリ作成時に使用された活動量等を据え置いた現時点での試算値であり、今後変わりうることに留意する必要がある。

表1 農業分野からの温室効果ガス排出量（2016年度排出量を例とした試算値）

（単位：千t-CO₂eq.）

排出区分	合計	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3 農業	33,505 → 33,420	551	23,549 → 23,541	9,405 → 9,327
A 消化管内発酵	7,281 → 7,275		7,281 → 7,275	
1 牛	6,914 → 6,908		6,914 → 6,908	
2 めん羊	4		4	
3 豚	327		327	
4 その他	36		36	
B 家畜排せつ物の管理	6,233 → 6,193		2,292 → 2,289	3,941 → 3,904
1 牛	3,645 → 3,614		2,099 → 2,097	1,545 → 1,518
2 めん羊	0		0	0
3 豚	1,277		120	1,157
4 その他	421		72	349
5 間接N ₂ O排出	889 → 880			889 → 880
C 稲作	13,907		13,907	
1 灌漑田	13,907		13,907	
2 天水田	0		0	
3 深水田	0		0	
4 その他	0		0	
D 農用地の土壌	5,442 → 5,401			5,442 → 5,401
a.1 化学肥料	1,214			1,214
a.2 有機質肥料	1,295 → 1,272			1,295 → 1,272
a.3 放牧家畜の排せつ物	42			42
a.4 作物残渣	561			561
a.5 土壌有機物中の炭素の消失による無機化	364 → 363			364 → 363
a.6 有機質土壌の耕起	115 → 116			115 → 116
b.1 大気沈降	610 → 602			610 → 602
b.2 窒素溶脱・流出	1,241 → 1,232			1,241 → 1,232
E 田舎の野焼き	NO		NO	NO
F 農作物残渣の野焼き	92		70	22
1 穀物	35		27	8
2 豆類	20		15	5
3 根菜類	12		9	3
4 さとうきび	1		1	0
5 その他	23		18	5
G 石灰施用	363	363		
H 尿素施用	189	189		
I その他の炭素含有肥料施用	NO	NO		

凡例

- : 排出量に変更がされた排出源【変更前:(2018年提出温室効果ガスインベントリ)→変更後:(試算値)】
- : CRF(共通報告書様式)上でデータの記入が必要でない欄

【注釈記号】

- NA: Not Applicable（関連する活動は存在するが、特定の温室効果ガスの排出・吸収が原理的に起こらない。）
- NO: Not Occuring（温室効果ガスの排出・吸収に結びつく活動が存在しない。）
- NE: Not Estimated（未推計）
- IE: Included Elsewhere（他の排出源の排出量に含まれて報告されている。）
- C: Confidential（秘匿）

2.2 現行の温室効果ガスインベントリとの比較

現行の温室効果ガスインベントリと、1. に示した算定方法の改善等を適用した 2019 年に提出する温室効果ガスインベントリの排出量試算値の比較結果(1990 年度、2005 年度、2013 年度及び 2016 年度)を表 2 に示す。排出量は、1990 年度で約 43 万 t-CO₂eq.減少、2005 年度で約 9 万 t-CO₂eq.減少、2013 年度で約 14 万 t-CO₂eq.減少、2016 年度で約 9 万 t-CO₂eq.減少となっている。この変化の主な要因は、乳用牛の排せつ物量及び排せつ物中窒素量の改訂などによるものである。

表 2 現行の温室効果ガスインベントリとの比較 (試算値)

(単位:千t-CO₂eq.)

排出源	1990年度		2005年度		2013年度		2016年度	
	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後
3.A 消化管内発酵(CH ₄)	9,228	9,351	8,441	8,520	7,528	7,525	7,281	7,275
3.B 家畜排せつ物の管理	7,587	7,178	6,789	6,681	6,415	6,332	6,233	6,193
CH ₄	3,354	3,070	2,733	2,676	2,399	2,373	2,292	2,289
N ₂ O	4,234	4,108	4,056	4,005	4,015	3,959	3,941	3,904
3.C 稲作(CH ₄)	12,771	12,771	13,445	13,445	14,565	14,565	13,907	13,907
3.D 農用地の土壌(N ₂ O)	7,259	7,118	5,993	5,929	5,543	5,491	5,442	5,401
3.E サバンナの野焼き	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物残渣の野焼き	166	166	112	112	94	94	92	92
CH ₄	127	127	86	86	72	72	70	70
N ₂ O	39	39	26	26	22	22	22	22
3.G 石灰施用(CO ₂)	550	550	231	231	380	380	363	363
3.H 尿素施用(CO ₂)	59	59	179	179	198	198	189	189
3.I その他の炭素含有肥料施用(CO ₂)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
合計	37,621	37,193	35,191	35,097	34,723	34,586	33,505	33,420

1990年度比		2005年度比		2013年度比	
改訂前	改訂後	改訂前	改訂後	改訂前	改訂後
-10.9%	-10.1%	-4.8%	-4.8%	-3.5%	-3.4%

農業分野からの温室効果ガス排出量の改訂前後の変化は、表 3 のとおりである。

表 3 現行の温室効果ガスインベントリからの排出量増減の内訳 (試算値)

(単位:千t-CO₂eq.)

排出源	1990年度	2005年度	2013年度	2016年度
3. 農業	-428	-94	-137	-86
算定方法変更	-428	-94	-137	-86
3.A.1 消化管内発酵(牛)	123	79	-3	-6
3.B.1 家畜排せつ物の管理(牛)	-376	-94	-71	-30
3.B.5 家畜排せつ物の管理(間接N ₂ O排出)	-33	-15	-11	-9
3.D.a.2 直接排出(有機質肥料)	-83	-38	-30	-24
3.D.a.5 直接排出(鉱質土壌)	0	-0	-1	-1
3.D.a.5 直接排出(有機質土壌)	-2	0	1	1
3.D.b.1 間接排出(大気沈降)	-27	-13	-10	-8
3.D.b.2 間接排出(窒素溶脱・流出)	-30	-14	-11	-9

2.3 排出量のトレンド

2019年に提出する温室効果ガスインベントリにおける農業分野からの2016年度温室効果ガス総排出量(試算値)は約3,340万t-CO₂eq.で、1990年度から約380万t-CO₂減(10.1%減)、2005年度から約170万t-CO₂減(4.8%減)、2013年度から約120万t-CO₂減(3.4%減)、前年度から約70万t-CO₂減(0.4%減)となる。1990年代前半から1990年代後半に掛けて排出量は減少したが、1990年代終盤から2000年代後半に掛けては増減を繰り返しばらば横ばいで推移し、2010年代に入ってから減少傾向にある。

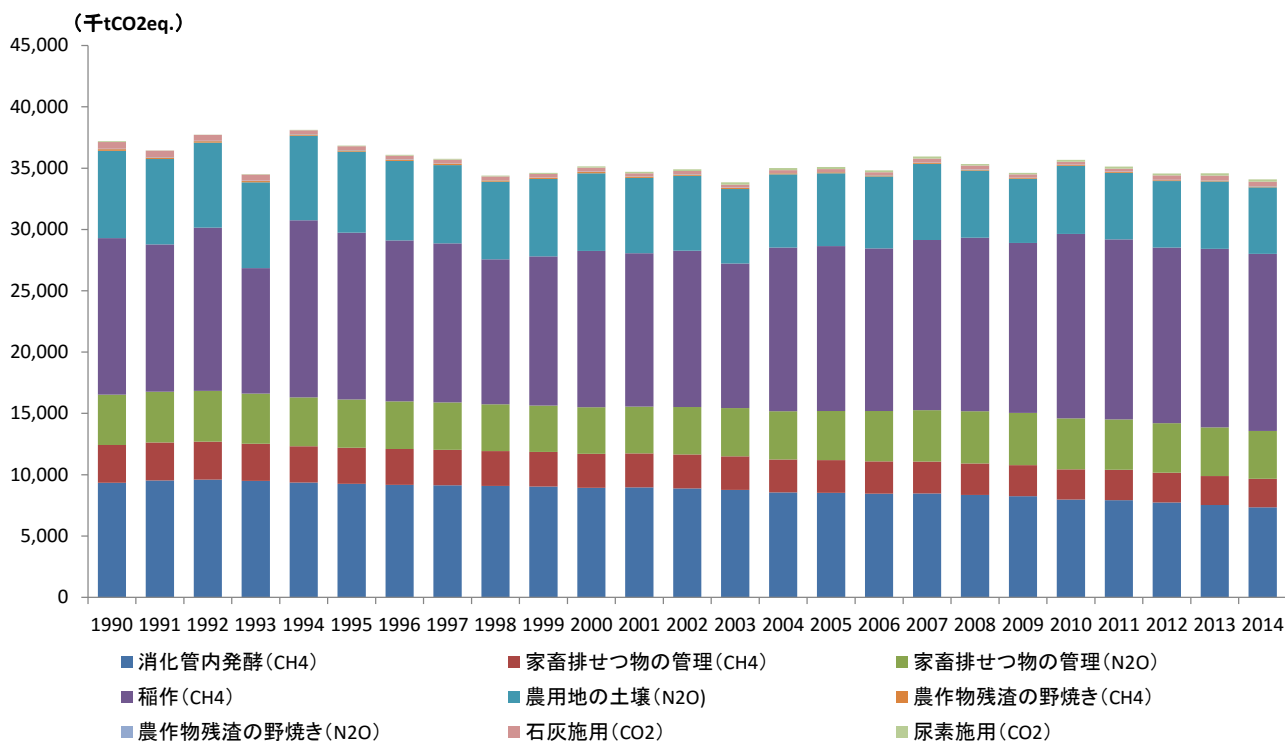
なお、下記の排出量は、2018年提出インベントリ作成時に使用された活動量等を据え置いた現時点での試算値であり、今後変わりうることに留意する必要がある。

表4 農業分野からの温室効果ガス排出量の推移

(単位:千t-CO₂eq.)

排出源	1990年度	1995年度	2000年度	2005年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
3.A 消化管内発酵(CH ₄)	9,351	9,257	8,935	8,520	7,967	7,924	7,733	7,525	7,339	7,330	7,275
3.B 家畜排せつ物の管理	7,178	6,878	6,565	6,681	6,628	6,582	6,461	6,332	6,234	6,233	6,193
	CH ₄	3,070	2,943	2,767	2,676	2,478	2,476	2,434	2,373	2,330	2,289
N ₂ O	4,108	3,935	3,798	4,005	4,149	4,106	4,028	3,959	3,905	3,902	3,904
3.C 稲作(CH ₄)	12,771	13,605	12,749	13,445	15,041	14,680	14,325	14,565	14,437	13,908	13,907
3.D 農用地の土壌(N ₂ O)	7,118	6,599	6,338	5,929	5,549	5,433	5,436	5,491	5,431	5,439	5,401
3.F 農作物残渣の野焼き	166	145	126	112	96	95	93	94	92	92	92
	CH ₄	127	111	96	86	74	73	71	72	70	70
N ₂ O	39	34	30	26	23	22	22	22	22	22	22
3.G 石灰施用(CO ₂)	550	304	333	231	243	247	370	380	363	363	363
3.H 尿素施用(CO ₂)	59	56	110	179	160	168	150	198	189	189	189
合計	37,193	36,843	35,155	35,097	35,683	35,129	34,568	34,586	34,084	33,553	33,420

図1 農業分野からの温室効果ガス排出量の推移



3. 主な継続検討課題

次年度以降継続検討を行う予定の主な検討課題は以下のとおり。

(1) 消化管内発酵 (3.A.) : 消化管内発酵からのメタン排出抑制効果の反映 (3.A.1 牛)

ルーメン内発酵の制御によるメタン発生抑制対策の効果をインベントリに反映できるよう、算定方法の設定について検討を行う。現在、飼料にメタンを抑制する物質を添加する研究が進められているが、長期的なメタン削減効果や削減率に関してはまだ研究途中の段階であり、また、メタンを抑制する物質の飼料への添加実態の詳細も不明である。メタン発生抑制効果のインベントリ反映に必要なデータや情報が揃い次第、インベントリへの反映可能性を検討する。

(2) 家畜排せつ物の管理 (3.B.) : 家畜 1 頭あたりの排せつ物量の更新 (3.B. 全体)

家畜 1 頭あたりの排せつ物中の窒素量について、今年度の乳用牛と同様に肉用牛、豚及び鶏についても、最新のデータ等を使用して排せつ物量及び排せつ物中の窒素量の更新を検討する。更新にあたっては、各家畜の「日本飼養標準」(中央畜産会)を参考に、排せつ物量及び排せつ物中の窒素量を算出するのに必要となる算定式とインプットデータの双方について検討を行う。

また、乳用牛についても、実態との乖離はまだ残ると考えられることから、使用する算定式やインプットデータの精査を継続的に行っていくこととする。

(3) 家畜排せつ物の管理 (3.B.) : アミノ酸バランス改善飼料利用による豚・ブロイラーのふん尿処理からの N₂O 排出抑制の反映 (3.B.3 豚、3.B.4 家禽類)

豚及びブロイラーに慣行飼料より粗タンパク質 (CP) 含有率の低いアミノ酸バランス改善飼料を給餌することによりふん尿に含まれる窒素量を低減する N₂O 排出削減対策の効果が、インベントリの排出量に反映されないため、削減対策が反映されるよう算定方法の変更を検討する必要がある。飼料の平均的な CP 含有率の推移は把握できる可能性があり、豚やブロイラーについて乳用牛同様に排せつ物量及び排せつ物中窒素量の算定式改訂を検討していく際に、算定に CP の低減効果を組み込むことを検討する。

(4) 稲作 (3.C.) : DNDC-Rice モデルを適用した算定方法の改善 (3.C. 全体)

水田の稲わら処理方法や肥料の種類によるメタン発生量の変化を推定する数理モデル (DeNitrification-DeComposition (DNDC-Rice) モデル) から算出された CH₄ 排出係数について、中干し期間の違いや稲わらの施用時期の違いなどを反映していないこと、及び稲わらと堆肥で同じ排出係数算出式となっていることから、より適切に栽培実態が反映されるよう算出方法を改善していく必要がある。現在は研究機関において上記課題解決のための研究が進められている。その研究の進展を踏まえ、算定方法の変更について検討していく。

(5) 農用地の土壌 (3.D.) : 土壌への有機物施用由来の N₂O 排出量推計の精緻化 (3.D.a.2 直接排出 有機質肥料)

家畜排せつ物中の窒素量から算出している家畜排せつ物由来の有機質肥料の土壌への施用量について、温室効果ガスインベントリにおける算定において算出される施用量と、他の先行研究における結果との間に差が生じており、実際の施用量と乖離が生じている懸念があることから、施用量算定方法の検証及び精緻化について検討を行う。また、有機質肥料の施用において使用している N₂O 排出係数については、適切な国独自の排出係数が存在せず、合成肥料の N₂O 排出係数で代用していることから、有機質肥料独自の N₂O 排出係数の設定についても検討する。現在は研究機関において上記課題解決のための研究が進められている。その研究の進展を踏まえ、算定方法の変更について検討していく。

(6) 農用地の土壌 (3.D.) : 土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素からの N₂O 排出量の算定 (3.D.a.5 直接排出 土壌有機物中の炭素の消失による無機化)

現在の算定方法は、算定に使用する情報やデータの不足から、2006 年 IPCC ガイドラインで示されている土壌炭素の分解量から N₂O 排出量を求める算定方法ではなく、単位面積当たりの N₂O 排出量を使用した方法を使用しているため、2006 年 IPCC ガイドラインに則った算定方法になるよう算定方法の改訂を検討する必要がある。現在、研究機関においてモデルを用いて 2006 年 IPCC ガイドラインに則った算定方法を確立する研究が進められている。その研究の進展を踏まえ、算定方法の変更について検討していく。