

農業分野における排出量の算定方法について（案）

1. 2020 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 DMI 算定方法式の変更（3.A.1 牛）

昨年度の乳用牛の排せつ物量・窒素量算定方法の変更を受け、乾物摂取量（DMI）算定式を排せつ物量・窒素量算定方法と整合するように変更する。

現在は、搾乳牛は二産以上の DMI 算定式と搾乳牛全体の体重、増体日量、乳量の平均値を使用して、DMI を算定しているが、排せつ物量・窒素量の算定では初産、二産、三産以上に分けて算定を行っており、その両者の算定を整合させるため、消化管内発酵の CH₄ 排出量の算定においても初産、二産、三産以上に分けて算定を行うこととする。

(2) 消化管内発酵（3.A.）：肉用牛の DMI 算定方法式の変更（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、肉用牛の DMI 算定方法を変更するため、「消化管内発酵」で使用している DMI も併せて変更する。

具体的には、DMI 算定式の変更、及び算定式に体重・増体日量の平均値を使用する方法から各月齢別に DMI を算定しその平均値を使用する方法への変更を行う。

(3) 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、3.B.3 豚）

肉用牛及び豚の 1 頭当たり排せつ物中窒素量について、現状の給餌状況などを反映していないことから改訂を行う。

肉用牛の排せつ物中窒素量の算定には研究論文¹に示された算定式を使用した。算定式にインプットするデータは、1995 年版、2000 年版、2008 年度版の「日本飼養標準・肉用牛」（中央畜産会）に掲載の肉用牛の体重、増体日量及び DMI 算定式等から設定した。豚の排せつ物中窒素量の算定は、飼料から摂取する窒素量から体内に蓄積する窒素量を引くことで求めた。飼料から摂取する窒素量、体内に蓄積する窒素量の算定には、1993 年版、1998 年版、2005 年版、2013 年度版の「日本飼養標準・豚」（中央畜産会）や「養豚農業実態調査」（日本養豚協会）に掲載の豚の 1 日当たり飼料摂取量や「流通飼料価格等実態調査」（農林水産省）に掲載の飼料添加物の内訳等のデータを使用した。

今回の改訂により、これまでは全ての年度で一律だった肉用牛及び豚の 1 頭当たり排せつ物中窒素量が経年的に変化することとなる。

(4) 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、豚及びブロイラーのふん尿に含まれる窒素量を低減する N₂O 排出削減対策について、現状のインベントリの算定方法には削減対策が反映されないため、反映されるよう算定方法を変更

¹ 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

する。

課題「家畜 1 頭当たりの排せつ物量の更新」では豚の摂取 CP の変化が算定に反映されることになるため、結果的に豚へのアミノ酸バランス改善飼料の給餌が算定に反映されることになる。

(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)

農地に投入される有機質肥料について、さらなる算定精緻化に向け、インベントリにおける窒素フローの精度の検証及び精緻化を行う必要がある。今回は課題「家畜 1 頭当たりの排せつ物量の更新」において肉用牛及び豚の排せつ物中窒素量が改訂されたため、それに合わせて農地に投入される家畜排せつ物由来の窒素量を改訂する。

2. 2020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

2020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（2017年度を例とした試算値）は表1のとおり。2017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1,360万t-CO₂eq.と最も多く、全体の排出量の40.9%を占めている。次いで、消化管内発酵からの排出が約750万t-CO₂eq.（全体の22.4%）、家畜排せつ物の管理からの排出が約620万t-CO₂eq.（全体の18.7%）、農用地の土壌からの排出が約540万t-CO₂eq.（16.1%）となっている。

なお、下記の排出量は、2019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（2017年度排出量を例とした試算値）

排出区分	(単位: 千t-CO ₂ eq.)			
	合計	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3 農業	33,196 → 33,349	551	23,300 → 23,479	9,344 → 9,318
A 消化管内発酵	7,283 → 7,462		7,283 → 7,462	
1 牛	6,920 → 7,100		6,920 → 7,100	
2 めん羊	4		4	
3 豚	322		322	
4 その他	37		37	
B 家畜排せつ物の管理	6,239 → 6,249		2,323 → 2,323	3,916 → 3,926
1 牛	3,661 → 3,534		2,131	1,530 → 1,403
2 めん羊	0		0	0
3 豚	1,255 → 1,388		118	1,137 → 1,270
4 その他	431		74	357
5 間接N ₂ O排出	892 → 896			892 → 896
C 稲作	13,627		13,627	
1 灌漑田	13,627		13,627	
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	5,408 → 5,371			5,408 → 5,371
a.1 化学肥料	1,212			1,212
a.2 有機質肥料	1,276 → 1,255			1,276 → 1,255
a.3 放牧家畜の排せつ物	42 → 41			42 → 41
a.4 作物残渣	564			564
a.5 土壌有機物中の炭素の消失による無機化	360			360
a.6 有機質土壌の耕起	117			117
b.1 大気沈降	604 → 597			604 → 597
b.2 窒素溶脱・流出	1,232 → 1,225			1,232 → 1,225
E サバンの野焼き	NO		NO	NO
F 農作物残渣の野焼き	88		67	21
1 穀物	32		24	7
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

- : 排出量が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 2020 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 2017 年度)を表 2 に示す。排出量は、1990 年度で約 14 万 t-CO₂eq.増加、2005 年度で約 4 万 t-CO₂eq.増加、2013 年度で約 10 万 t-CO₂eq.増加、2017 年度で約 15 万 t-CO₂eq.増加となっている。この変化の主な要因は、DMI の算定方法変更による肉用牛の消化管内発酵からの CH₄ 排出量の増加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		2017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)	9,351	9,392	8,520	8,620	7,525	7,711	7,283	7,462
3.B 家畜排せつ物の管理	7,235	7,336	6,730	6,716	6,373	6,332	6,239	6,249
CH ₄	3,121	3,121	2,717	2,717	2,406	2,406	2,323	2,323
N ₂ O	4,114	4,216	4,013	3,999	3,967	3,926	3,916	3,926
3.C 稲作(CH ₄)	12,771	12,771	13,445	13,445	14,565	14,565	13,627	13,627
3.D 農用地の土壌(N ₂ O)	7,121	7,114	5,936	5,895	5,494	5,446	5,408	5,371
3.E サバンナの野焼き	NO							
3.F 農作物残渣の野焼き	166	166	112	112	94	94	88	88
CH ₄	127	127	86	86	72	72	67	67
N ₂ O	39	39	26	26	22	22	21	21
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							
合計	37,253	37,389	35,153	35,198	34,630	34,726	33,196	33,349

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%	-10.8%	-5.6%	-5.3%	-4.1%	-4.0%

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	2017年度
3. 農業	136	45	97	153
算定方法変更	136	45	97	153
3.A.1 消化管内発酵(牛)	41	100	186	180
3.B.1 家畜排せつ物の管理(牛)	-143	-127	-132	-126
3.B.3 家畜排せつ物の管理(豚)	213	110	92	133
3.B.5 家畜排せつ物の管理(間接N ₂ O排出)	31	3	-1	4
3.D.a.2 直接排出(有機質肥料)	-3	-24	-27	-21
3.D.a.3 直接排出(放牧家畜)	-1	-1	-1	-1
3.D.b.1 間接排出(大気沈降)	-1	-8	-9	-7
3.D.b.2 間接排出(窒素溶脱・流出)	-1	-9	-10	-8

2.3 排出量のトレンド

2020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2017年度温室効果ガス総排出量(試算値)は約3,330万t-CO₂eq.で、1990年度から約400万t-CO₂eq.減(10.8%減)、2005年度から約180万t-CO₂eq.減(5.3%減)、2013年度から約140万t-CO₂eq.減(4.0%減)、前年度から約20万t-CO₂eq.減(0.5%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ほぼ横ばいで推移し、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、2019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	2017年度
3.A 消化管内発酵(CH ₄)	9,392	9,293	8,936	8,620	8,169	8,125	7,925	7,711	7,517	7,507	7,453	7,462
3.B 家畜排せつ物の管理	7,336	6,976	6,660	6,716	6,649	6,600	6,487	6,332	6,227	6,209	6,169	6,249
	CH ₄	3,121	2,988	2,804	2,717	2,513	2,508	2,465	2,406	2,364	2,362	2,321
	N ₂ O	4,216	3,988	3,856	3,999	4,136	4,092	4,022	3,926	3,863	3,847	3,848
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	13,627
3.D 農用地の土壌(N ₂ O)	7,114	6,577	6,326	5,895	5,505	5,389	5,395	5,446	5,386	5,378	5,340	5,371
3.F 農作物残渣の野焼き	166	145	126	112	96	95	93	94	92	88	88	88
	CH ₄	127	111	96	86	74	73	71	72	70	67	67
	N ₂ O	39	34	30	26	23	22	22	22	22	21	21
3.G 石灰施用(CO ₂)	550	304	333	231	243	247	370	380	363	363	363	363
3.H 尿素施用(CO ₂)	59	56	110	179	160	168	150	198	189	189	189	189
合計	37,389	36,955	35,239	35,198	35,862	35,303	34,745	34,726	34,211	33,641	33,508	33,349

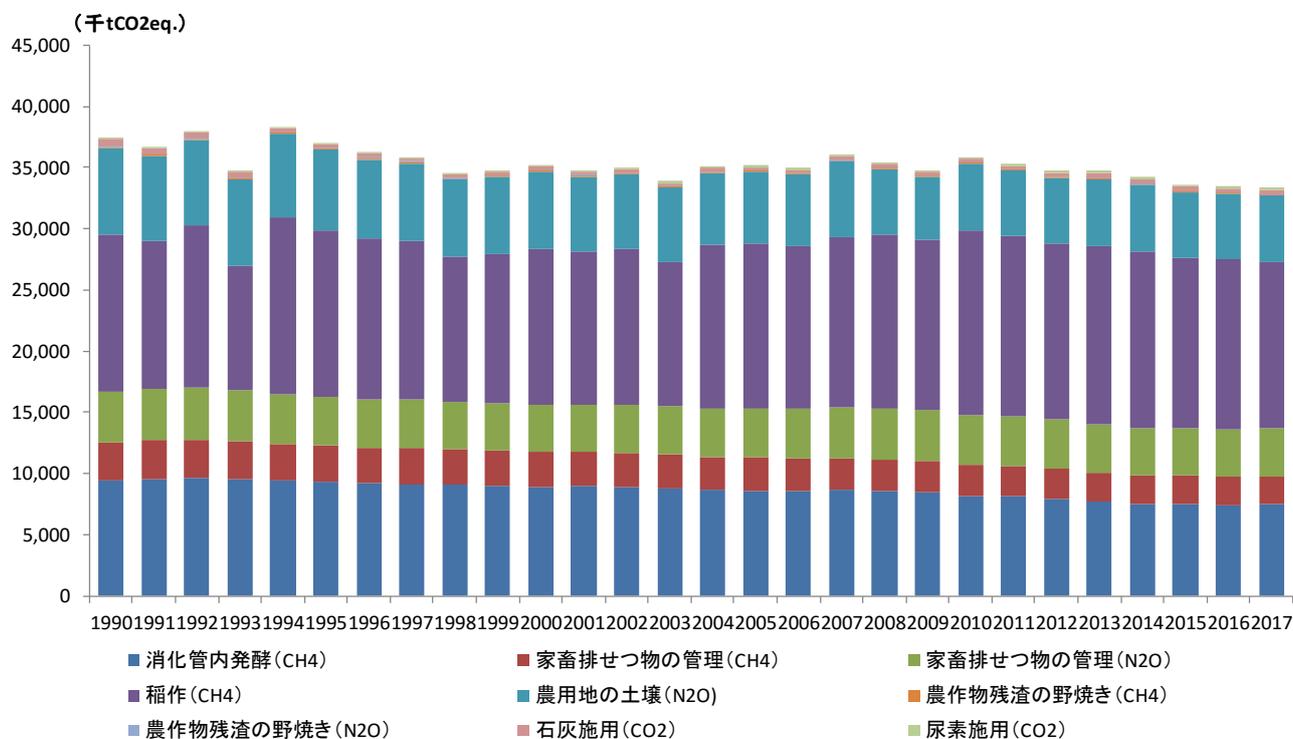


図1 農業分野からの温室効果ガス排出量の推移

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)

肉用牛、豚の 1 頭あたりの排せつ物量、及び鶏の 1 羽当たりの排せつ物量・排せつ物中窒素量について、最新のデータ等を使用した改訂を検討する。改訂にあたっては、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。

(3) 家畜排せつ物の管理 (3.B.) : 家畜排せつ物処理時の温室効果ガス削減対策の反映 (3.B. 全体)

CH₄、N₂O 及び NH₃ (大気沈降により間接 N₂O が発生) の排出量がより少ない家畜排せつ物処理方法への転換や削減対策の導入について、温室効果ガス削減効果がインベントリに反映されるような算定方法を検討する。各種調査や研究成果を踏まえ、温室効果ガス削減効果を反映するような排出係数や活動量の設定を検討する。

(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排出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採用しているため、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。