



農業分野における 排出量の算定方法について（案）

令和3年度環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会（第1回）
令和4年2月2日（水）



家畜1頭当たりの排せつ物量の更新（3.B.4 家畜排せつ物の管理（鶏））

- 現在温室効果ガスインベントリで使用されている鶏の1羽当たりの排せつ物量及び排せつ物中の窒素量について、現状の給餌状況などを反映していないことから改定を行う。毎年度継続的に改定を進めており、今年度は鶏について検討を行った。鶏の排せつ物は全てふんとして算定を行った。
- 鶏の排せつ物中の窒素量の算定は、Ogino（2017）を参考に、摂取窒素量から採卵鶏の成鶏は産み出す鶏卵中の窒素量と増体中の窒素量を、採卵鶏の雛とブロイラーは増体中の窒素量を引き、残りの窒素量が排せつされることとした。算定には1日当たりの飼料摂取量、飼料の粗タンパク（CP）含有率、卵や鶏自体の重量などのデータを使用した。
- 鶏の排せつ物量の算定には、2006年IPCCガイドラインの算定式を使用した。算定式にインプットするデータは、排せつ物中窒素量の算定で使用した飼料摂取量や別途設定した飼料消化率や含水率などを用いることとした。
- 今回の改定により、これまでは全ての年度で一律だった鶏の1頭当たり排せつ物量及び排せつ物中の窒素量が経年的に変化することとなる。

※ Ogino（2017）：Akifumi Ogino et al. Estimation of nutrient excretion factors of broiler and layer chickens in Japan. *Animal Science Journal*, 88(4) : 659-668.

アミノ酸バランス改善飼料利用によるブロイラーの排せつ物処理からのN₂O排出抑制の反映 (3.B.4 家畜排せつ物の管理（鶏）)

- 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、ブロイラーのふんに含まれる窒素量を低減するN₂O排出削減対策について、現状の算定方法では実施した場合の削減効果が温室効果ガスインベントリ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。
- 課題「家畜1頭当たりの排せつ物量の更新」において、鶏のふん中窒素量の算定方法が摂取した飼料の成分を反映したものに變更されることになり、CPがふん中窒素量に影響する算定方法になった。したがって、アミノ酸バランス改善飼料の給餌が増えた場合、その効果がふん中の窒素量及びふんから発生するN₂Oの排出量に反映されることになる。
- なお、CPの変化にはアミノ酸バランス改善飼料の給餌のほか、給餌形態の変化、飼料成分の変化等が影響しており、アミノ酸バランス改善飼料の効果だけを切り出すことは困難である。

最新の家畜排せつ物処理区分の反映（3.B. 家畜排せつ物の管理）

- 昨年度の検討において2019年度に実施された「家畜排せつ物処理状況等調査」（農林水産省）の家畜排せつ物処理区分割合が算定に反映されたが、2019年度から新たに設定された排せつ物処理区分の排出係数は暫定的に決めていたことから、その設定について検討を行う。
- 新規に設定された区分については、現在は各区分の排出係数がないことから、引き続き他の区分の排出係数を適用する。
- 分割された区分について、貯留のみ分割された各区分別々に排出係数を設定する。強制発酵と浄化は従来の排出係数を分割された区分の両方に引き続き適用する。なお、IPCCガイドラインのデフォルト値を使用している区分については、2006年IPCCガイドラインから2006年IPCCガイドラインの2019年改良版（以下「2019年改良版」という。）に更新を行う。

2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映（3.B. 家畜排せつ物の管理）

- 2019年改良版において、家畜排せつ物管理の CH_4 及び N_2O 排出係数が更新されたため、その反映について検討する必要がある。
- 直接排出について、牛、豚、鶏のうち我が国独自の排出係数を用いていない、2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を用いている区分は、2019年改良版のデフォルト値への更新を行う。ただし、 N_2O 排出係数は2006年IPCCガイドラインから数値の変更がないため、出典を2019年改良版に変更するが、値は同一なので排出量は変化しない。
- 間接 N_2O 排出（大気沈降）については、農地の間接 N_2O 排出（大気沈降）の排出係数を参照して2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を使用しているが、2019年改良版において当該デフォルト値に改定があったため、こちらへの反映も行う。

土壌への有機物施用由来の N_2O 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物由来の窒素量（有機質肥料）について、更なる算定精緻化に向け温室効果ガス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。
- 「家畜1頭当たりの排せつ物量の更新」において鶏の排せつ物中窒素量が改定されるため、こ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再計算する。

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排出量算定の精緻化 (3.D.a.5 直接排出 土壌有機物中の炭素の消失により無機化された窒素)

- 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ガイドラインにのっと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。
- 研究機関において、土壌の炭素動態を取り扱うRothCモデルから当カテゴリーのN₂O排出量を算定する研究が実施されたことから（Shirato *et al.* (2021)）、温室効果ガスインベントリに適用する。

2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映（3.D.b 農用地の土壌 間接排出）

- 農用地の土壌からの間接排出のうち、N₂O排出係数等に2006年IPCCガイドラインのデフォルト値を用いている部分について、2019年改良版の更新された排出係数等の反映を検討する。
- 大気沈降のN₂O排出係数及び窒素の大気沈降割合、窒素溶脱・流出のN₂O排出係数及び窒素の流出割合について、2019年改良版の更新された数値を適用する。

※ Shirato *et al.* (2021) : Yasuhito Shirato *et al.* (2021) A modeling approach to estimating N₂O emission derived from loss of soil organic matter for the Japanese greenhouse gas inventory. *Soil Science and Plant Nutrition*, 67(3) : 347-352.

- 2022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の排出量（2019年度排出量を例とした試算値）は以下のとおり。2019年度における温室効果ガス排出量は約3,230万tCO₂ eq.であり、その内訳を見ると、稲作からの排出が約1,190万tCO₂ eq.と最も多く、全体の排出量の37.0%を占めている。次いで、消化管内発酵からの排出が約760万tCO₂ eq.（全体の23.4%）、家畜排せつ物の管理からの排出が約620万tCO₂ eq.（全体の19.1%）、農用地の土壌からの排出が約600万tCO₂ eq.（18.6%）となっている。
- なお、以下の排出量は、2021年提出温室効果ガス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、今後変わり得ることに留意する必要がある。

排出量算定結果（2019年度排出量を例とした試算値）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出区分	合計	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3 農業	31,682 → 32,278	490	21,901 → 21,946	9,291 → 9,842
A 消化管内発酵	7,563		7,563	
1 牛	7,201		7,201	
2 めん羊	4		4	
3 豚	320		320	
4 その他	38		38	
B 家畜排せつ物の管理	6,018 → 6,176		2,328 → 2,373	3,690 → 3,803
1 牛	3,403 → 3,456		2,123 → 2,176	1,280 → 1,280
2 めん羊	0		0	0
3 豚	1,476 → 1,494		123 → 142	1,352
4 その他	372 → 277		82 → 55	290 → 223
5 間接N ₂ O排出	909 → 1,090			909 → 1,090
C 稲作	11,946		11,946	
1 灌漑田	11,946		11,946	
2 天水田	0		0	
3 深水田	0		0	
4 その他	0		0	

凡例

- : 排出量が変更がされた排出源【変更前:2021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

排出量算定結果（2019年度排出量を例とした試算値）（続き）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出区分	合計	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
D 農用地の土壤	5,581 → 6,018			5,581 → 6,018
a.1 化学肥料	1,229			1,229
a.2 有機質肥料	1,392 → 1,334			1,392 → 1,334
a.3 放牧家畜の排せつ物	37 → 37			37 → 37
a.4 作物残渣	557			557
a.5 土壤有機物中の炭素の消失による無機化	360 → 395			360 → 395
a.6 有機質土壤の耕起	82			82
b.1 大気沈降	644 → 903			644 → 903
b.2 窒素溶脱・流出	1,280 → 1,482			1,280 → 1,482
E サバンナの野焼き	NO		NO	NO
F 農作物残渣の野焼き	84		64	20
1 穀物	29		22	7
2 豆類	19		15	5
3 根菜類	12		9	3
4 さとうきび	1		1	0
5 その他	22		17	5
G 石灰施用	242	242		
H 尿素施用	248	248		
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:2021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）

現行の温室効果ガスインベントリとの比較 | 農業分野からの排出量（1/2）

- 現行の温室効果ガスインベントリと新たな算定方法を適用した2022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の温室効果ガス排出量試算値の比較結果（1990年度、2005年度、2013年度及び2019年度）は、以下のとおり。
- 排出量は、1990年度で約74万tCO₂ eq.増加、2005年度で約62万tCO₂ eq.増加、2013年度で約70万tCO₂ eq.増加、2019年度で約60万tCO₂ eq.増加となっている。この変化の主な要因は、農用地の土壌（間接排出）及び家畜排せつ物の管理（間接排出）の排出係数の変更などによるN₂O排出量の増加などによるものである。

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tCO₂ eq.）

排出源	1990年度		2005年度		2013年度		2019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)	9,423	9,423	8,651	8,651	7,737	7,737	7,563	7,563
3.B 家畜排せつ物の管理	7,268	7,538	6,686	6,845	6,185	6,386	6,018	6,176
CH ₄	3,117	3,325	2,700	2,789	2,368	2,415	2,328	2,373
N ₂ O	4,151	4,212	3,985	4,055	3,817	3,971	3,690	3,803
3.C 稲作(CH ₄)	12,129	12,129	12,216	12,216	12,078	12,078	11,946	11,946
3.D 農用地の土壌(N ₂ O)	7,135	7,608	5,914	6,370	5,466	5,962	5,581	6,018
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	84	84
CH ₄	127	127	86	86	72	72	64	64
N ₂ O	39	39	26	26	22	22	20	20
3.G 石灰施用(CO ₂)	550	550	231	231	380	380	242	242
3.H 尿素施用(CO ₂)	59	59	179	179	198	198	248	248
3.I その他の炭素含有肥料施用(CO ₂)	NO							
合計	36,731	37,473	33,989	34,605	32,138	32,835	31,682	32,278

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
-13.7%	-13.9%	-6.8%	-6.7%	-1.4%	-1.7%

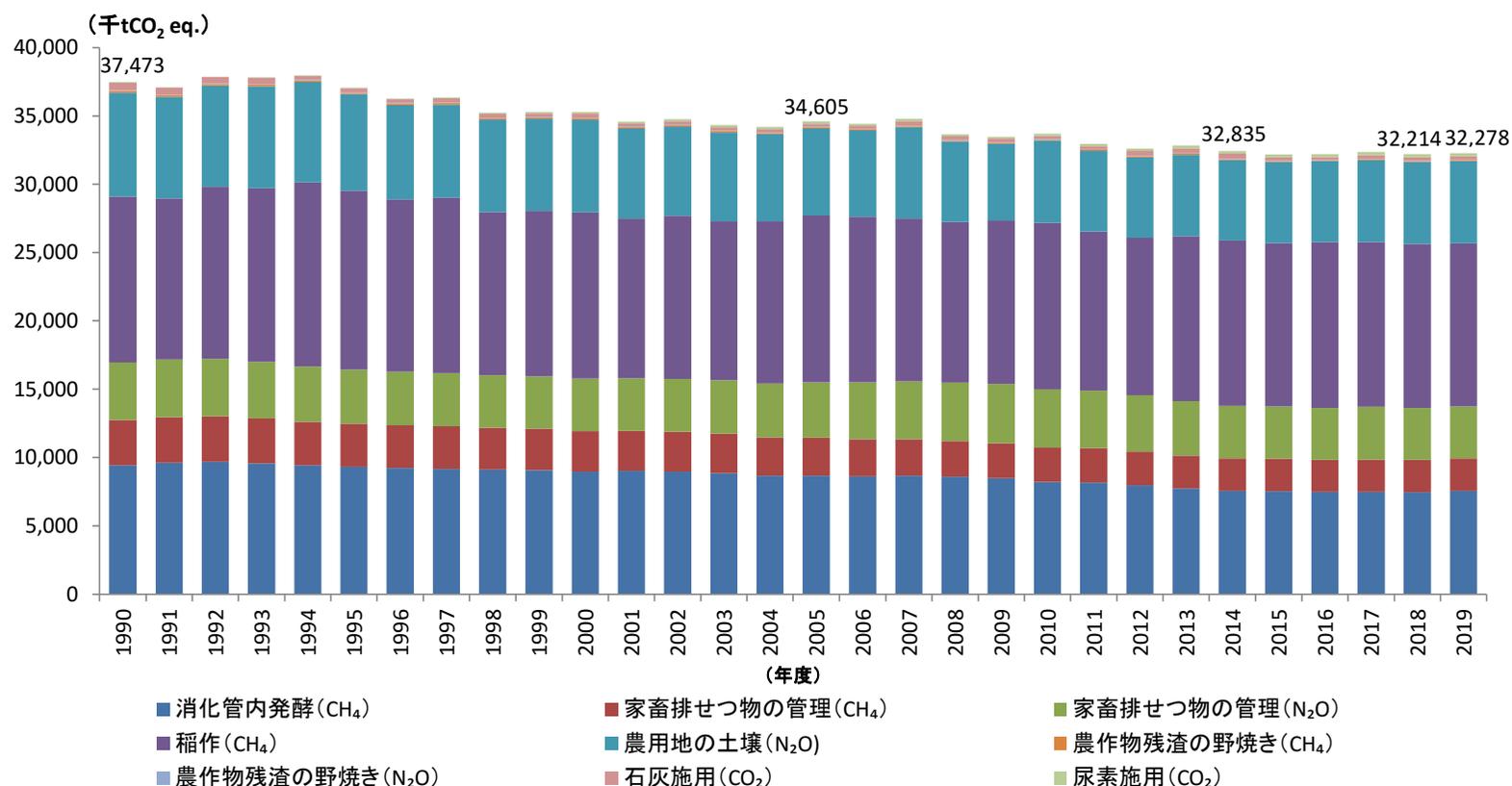
現行の温室効果ガスインベントリからの排出量増減の内訳（試算値）

（単位：千tCO₂ eq.）

排出源	1990年度	2005年度	2013年度	2019年度
3. 農業	742	616	697	595
算定方法変更	742	616	697	595
3.B.1 家畜排せつ物の管理(牛)	24	18	33	53
3.B.3 家畜排せつ物の管理(豚)	203	90	36	18
3.B.4 家畜排せつ物の管理(その他)	-147	-123	-81	-95
3.B.5 家畜排せつ物の管理(間接N ₂ O排出)	190	174	214	181
3.D.a.2 直接排出(有機質肥料)	-125	-81	-45	-59
3.D.a.3 直接排出(放牧家畜)	0	-0	-0	-0
3.D.a.5 直接排出(土壌有機物の変化による無機化)	44	39	37	35
3.D.b.1 間接排出(大気沈降)	275	255	265	258
3.D.b.2 間接排出(窒素溶脱・流出)	279	243	239	202

- 2022年に提出する温室効果ガスインベントリにおける2019年度の農業分野からの温室効果ガス総排出量（試算値）は約3,230万tCO₂ eq.で、1990年度から約520万tCO₂ eq.減（13.9%減）、2005年度から約230万tCO₂ eq.減（6.7%減）、2013年度から約60万tCO₂ eq.減（1.7%減）、前年度から約10万tCO₂ eq.減（0.2%減）となる。排出量は1990年代中盤から2000年代中盤にかけて減少し、2000年代後半は増減を繰り返しほぼ横ばいで推移したが、2010年代に入り再び減少傾向にある。
- なお、以下の排出量は、2020年提出温室効果ガス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、今後変わり得ることに留意する必要がある。

農業分野からの温室効果ガス排出量の推移



消化管内発酵からのメタン排出抑制効果の反映（3.A.1 消化管内発酵 牛）

- 消化管内発酵の制御によるメタン発生抑制対策の効果を温室効果ガス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、農林水産省でメタン発生抑制対策の検証事業が3年間の予定で実施されており、事業終了後にその結果を温室効果ガスインベントリに反映可能か検討を行うこととする。

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. 家畜排せつ物の管理）

- 堆肥化や浄化などの排せつ物処理方法において、従来より CH_4 、 N_2O 及び NH_3 （大気沈降により間接 N_2O が発生）を削減するような処理方法や機器・設備の導入が進んでいるが、現在は温室効果ガス排出の少ない方法に改善した場合の温室効果ガス削減効果が温室効果ガスインベントリに反映されない状況であるため、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。

DNDC-Riceモデルを適用した算定方法の改善（3.C 稲作）

- 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 CH_4 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。

土壌への有機物施用由来の N_2O 排出量推計の精緻化（3.D.a.2 直接排出 有機質肥料）

- 有機質肥料は化学肥料と同じ排出係数を使用しているため、有機質肥料独自の排出係数が設定できないか、検討を行う。現在研究機関で有機質肥料の N_2O 排出係数に関し研究が進んでいることから、次年度以降にその結果の適用を検討する。

2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映（3.D.a 農用地の土壌 直接排出）

- 2019年改良版において排出係数等が更新されたため、その反映について検討する。また、作物残さのすき込みに伴う排出については、すき込み量の算定式が変更されているため、その反映も検討する。