

農業分野における算定方法の改善について

1. 消化管内発酵（4A）CH₄

1.1 乾物摂取量（DMI）算定式の変更

(1) 問題点

「日本飼養標準 乳牛（2006年版）」（中央畜産会）が発刊され、そのなかで泌乳牛及び乾乳牛の乾物摂取量算定式が更新されているため、その内容を反映する必要がある。

(2) 対応方針

2006年度以降の乾物摂取量の算定式を以下のとおり変更する。

1) 泌乳牛

【現状の算定式】

$$DMI = 2.98120 + 0.00905 * W + 0.41055 * FCM$$

$$FCM = (15 * FAT / 100 + 0.4) * MILK$$

DMI : 乾物摂取量 (kg/日)
W : 体重 (kg)
FCM : 4%脂肪補正乳量 (kg/日)
FAT : 乳脂肪率 (%)
MILK : 乳量 (kg/日)

(出典:「日本飼養標準 乳牛（1999年版）」（中央畜産会）、p7)

【新しい算定式】

泌乳安定期（分娩後 11 週以降）（2 歳以上の泌乳牛）を使用。

$$DMI = 1.3922 + 0.05839 * W^{0.75} + 0.40497 * FCM$$

$$FCM = MILK * (0.15 * FAT + 0.4)$$

DMI : 乾物摂取量 (kg/日)
 $W^{0.75}$: 代謝体重 (kg)
FCM : 4%脂肪補正乳量 (kg/日)
FAT : 乳脂肪率 (%)
MILK : 乳量 (kg/日)

(出典:「日本飼養標準 乳牛（2006年版）」（中央畜産会）、p6)

2) 乾乳牛

【現状の算定式】

$$DMI = TDN / 0.52 * 1.1$$

$$TDN = (0.1163 * W^{0.75} / 0.82) / 4.41$$

DMI : 乾物摂取量

$W^{0.75}$: 代謝体重

TDN : 可消化養分総量

【新しい算定式】

$$DMI = 0.017 * W$$

DMI : 乾物摂取量 (kg/日)

W : 体重 (kg)

(出典:「日本飼養標準 乳牛 (2006年版)」(中央畜産会)、p7)

3) 育成牛 (月齢5、6ヵ月についても同じ)

※ 算定式に変更無し。

$$DMI = 0.49137 + 0.01768 * W + 0.91754 * DG$$

DMI : 乾物摂取量 (kg/日)

W : 体重 (kg)

DG : 増体日量 (kg/日)

(出典:「日本飼養標準 乳牛 (2006年版)」(中央畜産会)、p7)

(3) 改訂結果

DMI算定式の変更に伴う2006年度における泌乳牛及び乾乳牛の排出係数並びにCH₄排出量の変化を表1に示す。排出係数は、泌乳牛が微減、乾乳牛が増加し、その結果として、泌乳牛からのCH₄排出量が約4Gg-CO₂ eq.の減少、乾乳牛からのCH₄排出量が約68Gg-CO₂ eq.の増加となる。

表1 2006年度における泌乳牛及び乾乳牛の排出係数並びにCH₄排出量の変化

EF		EF	排出量	
2006年度		(kg-CH ₄ /head/yr)	Emissions	
			Gg-CH ₄	Gg-CO ₂ eq.
泌乳牛	改訂前	131.76	114.8	2,410.7
	改訂後	131.55	114.6	2,406.7
	差異	-0.22	-0.2	-4.0
乾乳牛	改訂前	74.08	16.4	344.3
	改訂後	88.70	19.6	412.2
	差異	+14.62	+3.2	+67.9

※ 2006年度排出量は、2006年度単年の値であり、3ヵ年平均は行っていない。

1.2 活動量の修正（4.A.3. めん羊、4.A.4. 山羊、4.A.6. 馬）

(1) 問題点

めん羊、山羊及び馬の飼養頭数は現在 FAO 統計を使用しているが、本来であれば国内における出典を使用することが望ましい。また、最近数年間は数値が更新されていない。

(2) 対応方針

農林水産省から提供された以下のデータを用いることとする。

- めん羊及び山羊：家畜改良関係資料（(社) 中央畜産会）
- 馬：馬関係資料（農林水産省生産局畜産部畜産振興課）

【変更前（FAO 統計における飼養頭数）】

年	CY	H2	H7	H12	H17	H18
		1990	1995	2000	2005	2006
めん羊	Sheep	30,700	20,000	10,000	11,000	11,000
山羊	Goats	34,500	30,000	35,000	34,000	34,000
馬	Horse	23,100	29,000	25,000	25,000	25,000

（出典：FAOSTAT Data base < <http://apps.fao.org/>>）

【変更後】

年	CY	H2	H7	H12	H17	H18	H19
		1990	1995	2000	2005	2006	2007
めん羊	Sheep	22,107	16,277	11,121	8,650	8,855	9,660
山羊	Goats	25,766	19,193	21,134	19,823	16,329	14,845
馬	Horse	109,153	122,234	103,977	92,886	86,968	-

※ 各年の値は 2 月 1 日時点の値。排出量の算定は年度ベースで行うため、n 年（暦年）の値は n-1 年度の値に該当する。

※ 2007 年の馬の飼養頭数は未集計。

(3) 改訂結果

めん羊、山羊、馬の飼養頭数の変更に伴う排出量の変化を表 2 に示す。なお、飼養頭数の変更は、4.A.消化管内発酵に伴う CH₄ 排出量だけでなく、4.B.家畜排せつ物の管理に伴う CH₄、N₂O 排出量にも影響を与えるため、ここでは両カテゴリーの排出量の変化を一括して記載する。

めん羊、山羊、馬の飼養頭数の変更により、1990 年度の排出量が約 67Gg-CO₂ eq.、2006 年度の排出量が約 40Gg-CO₂ eq.増加した。

※ なお、めん羊、山羊、馬の飼養頭数の変更は、「4.D.3.間接排出」における大気沈降、窒素溶脱・流出からの N₂O 排出量にも影響するが、この排出量は家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量は 2.1 における家畜 1 頭当たりの排せつ物量の変更の影響も受けるため、両者の変更による「4.D.3.間接排出」の排出量の変化は 4.1 0 にてまとめて記載する。

表 2 めん羊、山羊、馬の飼養頭数の変更に伴う排出量の変化

改訂前

年度	Fiscal Year		1990	1995	2000	2005	2006
4A-CH4	めん羊	Gg-CO2 eq.	2.7	1.7	0.9	1.0	1.0
4B-CH4	めん羊	Gg-CO2 eq.	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
4B-N2O	めん羊	Gg-CO2 eq.	3.1	2.1	1.1	1.1	1.1
4A-CH4	山羊	Gg-CO2 eq.	3.0	2.6	3.0	3.0	3.0
4B-CH4	山羊	Gg-CO2 eq.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4B-N2O	山羊	Gg-CO2 eq.	13.4	11.3	12.9	12.8	12.8
4A-CH4	馬	Gg-CO2 eq.	8.7	11.0	9.5	9.5	9.5
4B-CH4	馬	Gg-CO2 eq.	1.0	1.3	1.1	1.1	1.1
4B-N2O	馬	Gg-CO2 eq.	8.7	10.4	8.9	9.4	9.4
合計	Gg-CO2 eq.		41.0	40.6	37.5	37.9	37.9

改訂後

年度	Fiscal Year		1990	1995	2000	2005	2006
4A-CH4	めん羊	Gg-CO2 eq.	1.8	1.2	1.1	0.8	0.8
4B-CH4	めん羊	Gg-CO2 eq.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4B-N2O	めん羊	Gg-CO2 eq.	2.2	1.5	1.2	0.9	1.0
4A-CH4	山羊	Gg-CO2 eq.	2.3	1.6	1.9	1.4	1.3
4B-CH4	山羊	Gg-CO2 eq.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4B-N2O	山羊	Gg-CO2 eq.	9.5	7.3	8.1	6.4	5.8
4A-CH4	馬	Gg-CO2 eq.	43.8	44.7	39.5	32.9	32.9
4B-CH4	馬	Gg-CO2 eq.	5.1	5.2	4.6	3.8	3.8
4B-N2O	馬	Gg-CO2 eq.	43.0	44.5	39.3	33.4	32.6
合計	Gg-CO2 eq.		107.9	106.1	95.7	79.6	78.3

差異

年度	Fiscal Year		1990	1995	2000	2005	2006
4A-CH4	めん羊	Gg-CO2 eq.	-0.9	-0.5	+0.2	-0.2	-0.1
4B-CH4	めん羊	Gg-CO2 eq.	-0.1	-0.0	+0.0	-0.0	-0.0
4B-N2O	めん羊	Gg-CO2 eq.	-0.9	-0.7	+0.1	-0.2	-0.2
4A-CH4	山羊	Gg-CO2 eq.	-0.7	-1.0	-1.2	-1.5	-1.7
4B-CH4	山羊	Gg-CO2 eq.	-0.0	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1
4B-N2O	山羊	Gg-CO2 eq.	-3.9	-4.0	-4.8	-6.4	-7.0
4A-CH4	馬	Gg-CO2 eq.	+35.0	+33.7	+30.1	+23.4	+23.4
4B-CH4	馬	Gg-CO2 eq.	+4.0	+3.9	+3.5	+2.7	+2.7
4B-N2O	馬	Gg-CO2 eq.	+34.3	+34.1	+30.5	+24.0	+23.2
合計	Gg-CO2 eq.		+66.9	+65.5	+58.2	+41.7	+40.3

※ 各年度の排出量は単年の値であり、3カ年平均は行っていない。

1.3 消化管内発酵からの排出の算定方法（4.A.1. 牛）

(1) 問題点

栄養管理技術の改善やルーメン内発酵の制御（飼料への脂肪酸カルシウムやポリフェノールの添加等）によるメタン発生制御対策を排出係数に反映できるような算定方法の設定が必要である。

■ 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)

E
F : 排出係数 (kg CH₄/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 1mol 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)

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 (乳用牛、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。

(排出係数は、乳脂肪補正乳量、体重、及び体重の増加日量が減少しない限り減少しないことから、現状の算定方法では給餌方法の改善などによる CH₄ 削減効果は反映されない。)

(2) 対応方針

メタンの発酵抑制技術が徐々に普及しつつあるのは事実であるが、それを排出量に反映できるような算定方法は開発されていない (飼料の成分構成、脂肪酸カルシウムの不飽和度・量などによりメタン抑制量は変化するが、それを一般化することは出来ない)。

そこで、「このようなメタン発酵抑制技術が存在し、今後普及が進んでいくことが予想されるため、算定方法について今後研究開発していく必要がある」と言った旨を NIR に記載し、引き続き今後の検討課題とする。

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

1.4 月齢5,6ヶ月の牛における乾物摂取量算定式の設定

(1) 問題点

月齢5,6ヶ月の牛は、月齢7ヶ月以降の牛と比べて乾物摂取状況が異なる可能性があるが、現在は、同一の乾物摂取量算定式を用いている。

(2) 対応方針

月齢5,6ヶ月の牛と7ヶ月以降の牛で乾物摂取状況に大きな差はないとの専門家判断が得られたため、別の算定式を設定する必要はないと判断し、今後の改善事項から除くこととする。

1.5 我が国独自の排出係数の設定 (4.A.2. 水牛、4.A.6. 馬)

(1) 問題点

現在、水牛と馬の消化管内発酵に伴うCH₄排出係数は、1996年改訂IPCCガイドラインのデフォルト値を使用しているが、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3 水牛、馬の消化管内発酵に伴うCH₄排出係数

家畜種	CH ₄ 発生係数 [kg/年/頭]
水牛	55.0
馬	18.0

(出典) 1996年改訂IPCCガイドライン

(2) 対応方針

これらの排出係数に関する我が国独自の研究成果は見当たらない。そこで、引き続き今後の検討課題とする。

1.6 未推計排出源 (4.A.9. 家禽類)

(1) 問題点

現在、家禽類の消化管内発酵によるCH₄排出量については、我が国の文献に排出係数のデータが存在せず、また1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG(2000)にも排出係数のデフォルト値が定められていないため、「NE」として報告している。

(2) 対応方針

2006年IPCCガイドラインにおいては、家禽類の消化管内発酵からの排出カテゴリーが削除されている。また、この排出係数に関する研究成果は見当たらないことから、検討課題から除くこととする。

2. 家畜排せつ物の管理（4B）CH₄、N₂O

2.1 家畜1頭当たりの排せつ物量の更新（4.B全体）

(1) 問題点

現在使用している「家畜1頭当たりの排せつ物量」のパラメータを可能な限り実態を反映した数値に更新していく必要がある。

表4 家畜種ごとの排せつ物排せつ量（現状）

		飼養頭羽数 [10 ³ head]	ふん排泄量 [10 ³ t]	尿排泄量 [10 ³ t]	1頭あたり ふん排せつ量 [t/head/yr]	1頭あたり 尿排せつ量 [t/head/yr]
乳用牛	Dairy Cattle	1,726	21,760	6,429	12.6	3.72
肉用牛	Non-dairy Cattle	2,804	18,990	6,981	6.77	2.49
豚	Swine	9,785	7,908	14,658	0.808	1.5
採卵鶏	Hen	186,126	8,209		0.0441	
ブロイラー	Broiler	106,311	5,044		0.0474	

（出典）「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」（平成14年3月）（（社）畜産技術協会）

(2) 対応方針

上記の家畜種ごとの排せつ物排せつ量は、「家畜の排泄物量推定プログラム」（築城・原田、システム農学（J,JASS）13(1): 17-23, 1997）に掲載されている「家畜排泄物量推定のための原単位」を用いて算定されたものである。上記論文においては、乳用牛、肉用牛、豚、採卵鶏の細区分ごとに排せつ原単位が示されていることから、算定の正確性を考慮し、この原単位データを用いるよう変更する（表5参照）。

なお、現状における家畜からの窒素排せつ量の算定においては、表4に示した家畜1頭当たりのふん・尿排せつ量に家畜種ごとの排せつ物中窒素含有率を乗じて算定しているが、表5のパラメータは家畜1頭当たりの窒素量であるため、家畜種ごとの排せつ物中窒素含有率を乗じる必要はない。

表5 家畜種ごとの排せつ物原単位（改訂後）

		排せつ物量(kg/頭/日)		窒素量(gN/頭/日)	
		ふん	尿	ふん	尿
乳牛	搾乳牛	45.5	13.4	152.8	152.7
	乾・未経産	29.7	6.1	38.5	57.8
	育成牛	17.9	6.7	85.3	73.3
肉牛	2歳未満	17.8	6.5	67.8	62.0
	2歳以上	20.0	6.7	62.7	83.3
	乳用種	18.0	7.2	64.7	76.4
豚	肥育豚	2.1	3.8	8.3	25.9
	繁殖豚	3.3	7.0	11.0	40.0
採卵鶏	雛	0.059	-	1.54	-
	成鶏	0.136	-	3.28	-
ブロイラー		0.130	-	2.62	-

（出典）「家畜の排泄物量推定プログラム」（築城・原田，システム農学（J,JASS），13(1): 17-23, 1997）

(3) 改訂結果

家畜 1 頭当たりの排せつ物量のパラメータの変更に伴う排出量の変化を表 6 に示す。

この変更により、1990 年度の排出量が約 81Gg-CO₂ eq.、2006 年度の排出量が約 117Gg-CO₂ eq. 増加した。

※ なお、家畜 1 頭当たりの排せつ物量の変更は、「4.D.3.間接排出」における大気沈降、窒素溶脱・流出からの N₂O 排出量にも影響する。「4.D.3.間接排出」の排出量の変化は、4.10 にて記載する。

表 6 家畜 1 頭あたりの排せつ量変更に伴う排出量の変化

CH4

改訂前

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
乳用牛	Gg-CH4	124.0	115.4	104.2	97.5	96.1
肉用牛	Gg-CH4	4.4	4.6	4.4	4.3	4.4
豚	Gg-CH4	15.9	14.0	13.6	13.6	13.6
採卵鶏	Gg-CH4	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
ブロイラー	Gg-CH4	1.9	1.5	1.4	1.3	1.4
合計	Gg-CH4	148.3	137.5	125.6	118.7	117.4
合計	Gg-CO2 eq.	3,113.3	2,888.3	2,637.7	2,492.7	2,465.0

改訂後

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
乳用牛	Gg-CH4	123.0	115.5	106.1	98.0	95.7
肉用牛	Gg-CH4	4.4	4.6	4.4	4.3	4.4
豚	Gg-CH4	16.0	14.1	13.7	13.6	13.6
採卵鶏	Gg-CH4	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
ブロイラー	Gg-CH4	1.9	1.5	1.4	1.3	1.4
合計	Gg-CH4	147.3	137.7	127.5	119.2	117.0
合計	Gg-CO2 eq.	3,093.5	2,892.2	2,677.6	2,503.8	2,457.3

差異

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
乳用牛	Gg-CH4	-1.04	+0.11	+1.86	+0.51	-0.44
肉用牛	Gg-CH4	-0.00	-0.01	-0.02	-0.03	+0.02
豚	Gg-CH4	+0.11	+0.07	+0.07	+0.04	+0.04
採卵鶏	Gg-CH4	-0.02	+0.01	-0.01	+0.00	+0.01
ブロイラー	Gg-CH4	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	-0.01
合計	Gg-CH4	-0.94	+0.19	+1.90	+0.53	-0.37
合計	Gg-CO2 eq.	-19.8	+3.9	+39.9	+11.1	-7.8

N2O

改訂前

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
乳用牛	Gg-N2O	3.0	2.8	2.5	2.4	2.3
肉用牛	Gg-N2O	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6
豚	Gg-N2O	5.3	4.7	4.6	4.6	4.6
採卵鶏	Gg-N2O	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1
ブロイラー	Gg-N2O	3.6	2.9	2.6	2.6	2.6
合計	Gg-N2O	17.8	16.4	15.5	15.1	15.2
合計	Gg-CO2 eq.	5,505.9	5,076.6	4,810.8	4,687.2	4,699.8

改訂後

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
乳用牛	Gg-N2O	2.7	2.6	2.3	2.2	2.1
肉用牛	Gg-N2O	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7
豚	Gg-N2O	5.2	4.5	4.4	4.4	4.4
採卵鶏	Gg-N2O	3.9	4.0	3.8	3.7	3.8
ブロイラー	Gg-N2O	3.6	2.9	2.7	2.6	2.6
合計	Gg-N2O	18.1	16.8	15.9	15.5	15.6
合計	Gg-CO2 eq.	5,606.8	5,192.6	4,935.3	4,808.4	4,824.1

差異

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
乳用牛	Gg-N2O	-0.29	-0.24	-0.17	-0.18	-0.20
肉用牛	Gg-N2O	+0.08	+0.02	+0.05	+0.04	+0.07
豚	Gg-N2O	-0.17	-0.15	-0.15	-0.16	-0.16
採卵鶏	Gg-N2O	+0.67	+0.72	+0.65	+0.66	+0.68
ブロイラー	Gg-N2O	+0.03	+0.03	+0.02	+0.02	+0.00
合計	Gg-N2O	+0.33	+0.37	+0.40	+0.39	+0.40
合計	Gg-CO2 eq.	+100.9	+116.0	+124.6	+121.2	+124.4

合計

年度	Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	Gg-CO2 eq.	8,619.2	7,964.9	7,448.5	7,179.9	7,164.8
改訂後	Gg-CO2 eq.	8,700.3	8,084.8	7,613.0	7,312.2	7,281.4
差異	Gg-CO2 eq.	+81.1	+119.9	+164.5	+132.3	+116.6

※ 各年の排出量は単年の値であり、3カ年平均は行っていない。

(4) 今後の課題

「家畜の排泄物量推定プログラム」に示された原単位は、下記の日本飼養標準のデータを用いてプログラムにより計算された数値であることから、改訂された最新の日本飼養標準のデータを用いて計算し直した場合、原単位が変化することとなる。今後、日本飼養標準の改訂内容の反映必要性及び方法について検討する必要がある。

- ・ 日本飼養標準 乳牛（1994年版）
- ・ 日本飼養標準 肉牛（1995年版）
- ・ 日本飼養標準 豚（1993年版）
- ・ 日本飼養標準 家禽（1992年版）

2.2 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 7 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

現状のデータに代わるような新しいデータは存在しないため、引き続き検討事項とする。なお、「家畜排せつ物管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が施行されたこともあり、管理区分の割合は確実に変化していると考えられるため、新規に調査を実施してデータを把握することが望ましい。

2.3 家畜排せつ物の管理に伴う排出係数の改善（4.B 全体）

(1) 問題点

全年度において同じ排出係数を使用していることから、排出係数の改善対策の効果を反映するために、可能な限り排出係数を更新していく必要がある。

また、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パラメータについては、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。

【現状の排出係数算定方法】

家畜排せつ物の管理に伴う CH₄ 及び N₂O 排出係数については、国内の研究成果に基づき排せつ物管理区分別に設定した値、1996年改訂 IPCC ガイドラインまたは GPG（2000）に示されているデフォルト値の排出係数を使用している。上記の通り、毎年度について同じ数値を使用している。

表 8 牛、豚、採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理に伴う CH₄ 排出係数

処理区分		乳用牛		肉用牛		豚		採卵鶏 ブロイラー	
12. 貯留		3.90 %	D	3.00 %	D	8.7 %	D	—	—
13. 天日乾燥		0.20 %	J	0.20 %	J	0.20 %	J	0.20 %	J
14. Other	14a. 火力乾燥	0 %	Z	0 %	Z	0 %	Z	0 %	Z
	14b. 強制発酵・ふん	0.044 %	D	0.034 %	D	0.097 %	D	0.14 %	J
	14c. 堆積発酵	3.80 %	J	0.13 %	J	0.16 %	J	0.14 %	J
	14d. 焼却	0.4 %	O	0.4 %	O	0.4 %	O	0.4 %	O
	14e. 強制発酵・尿及びふん尿混合	0.044 %	D	0.034 %	D	0.097 %	D	—	—
	14f. 浄化	0.0087%	D	0.0067%	D	0.019%	D	—	—

表 9 牛、豚、採卵鶏、ブロイラーの排せつ物管理に伴う N₂O 排出係数

処理区分		乳用牛		肉用牛		豚		採卵鶏 ブロイラー		
12. 貯留・尿		0.10 %								D
13. 天日乾燥		2.0 %								D
14. Other	14a. 火力乾燥	2.0 %								D
	14b. 強制発酵・ふん	0.25 %								J
	14c. 堆積発酵	2.40 %	J	1.60 %	J	2.50 %	J	2.0 %	D	
	14d. 焼却	0.1 %								O
	14e. 強制発酵・尿及びふん尿混合	2.0 %								D
	14f. 浄化	5.0 %								J

D: IPCC ガイドラインのデフォルト値を利用

J: 我が国の観測データより設定

O: 他国のデータより設定

Z: 原理的に排出は起こらないとの仮定により設定

*採卵鶏・ブロイラーについては、ふんに近いふん尿混合状態であるため、ふんとして扱う。

(出典)

【CH4】

処理区分		参考文献
12	Liquid Systems (貯留・尿)	GPG (2000)
13	Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	石橋誠、橋口純也、古閑護博 (2003) 「畜産業における温室効果ガス排出削減技術の開発 (第2報)」 畜産環境保全に関する試験研究 平成15年度畜産研究所試験成績書、熊本県農業研究センター畜産研究所
14 Other	14a. Thermal Drying (火力乾燥)	(社) 畜産技術協会 (平成14年3月) 「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」 4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	14b. Composting (強制発酵・ふん)	鶏以外: GPG (2000) 鶏: Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	14c. Piling (堆積発酵)	Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO2 Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111
	14d. Incineration (焼却)	(社) 畜産技術協会 (平成14年3月) 「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」 4.家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御 IPCC (1995) : IPCC1995Report ; Agricultural Options for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, 747-771
	14e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG(2000)
	14f. Purification (浄化)	GPG(2000)

【N₂O】

処理区分		参考文献
12	Liquid Systems (貯留・尿)	1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG (2000)
13	Solid Storage & Drylot (天日乾燥)	1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG (2000)
14 Other	14a. Thermal Drying (火力乾燥)	1996年改訂IPCCガイドライン及びGPG (2000)
	14b. Compsting (強制発酵・ふん)	Takeshi Osada, Kazutaka Kuroda, Michihiro Yonaga(2000): Determination of nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from a swine waste composting process, J Mater Cycles Waste Manag(2000) 2,51-56
	14c. Piling (堆積発酵)	鶏以外: Takashi Osada, Yasuyuki Fukumoto, Tadashi Tamura, Makoto Shiraihi, Makoto Ishibashi (2005) : Greenhouse gas generation from livestock waste composting, Non-CO ₂ Greenhouse Gases (NCGG-4), Proceedings of the Fourth International Symposium NCGG-4, 105-111 鶏: GPG (2000)
	14d. Incineration (焼却)	(社) 畜産技術協会 (平成14年3月) 「畜産における温室効果ガスの発生制御 総集編」 4. 家畜排せつ物からのメタン及び亜酸化窒素の発生の制御
	14e. Liquid Composting (強制発酵・尿及びふん尿混合)	GPG (2000)
	14f. Purification (浄化)	Takashi Osada (2003) : Nitrous Oxide Emission from Purification of Liquid Portion of Swine Wastewater, Greenhouse Gas Control Technologies, J. Gale and Y. Kaya (Eds.)

(2) 対応方針

家畜排せつ物管理における CH₄、N₂O の排出係数については、農林水産省の委託を受けて独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構が実施している「農林水産分野における地球温暖化対策調査(全国調査事業) 我が国の気候条件等を踏まえた家畜排せつ物管理に伴う温室効果ガス排出量算定方法の検討」(2008年度事業)や、農林水産技術会議におけるプロジェクト研究「家畜排せつ物管理における温室効果ガス発生量の評価」(2007-2010年)において開発が行われている。前者のプロジェクトにおいては、CH₄の豚と鶏の天日乾燥、強制発酵(ふん)、N₂Oの天日乾燥、火力乾燥(豚で数値を計測するが、結果である排出係数は全家畜共通)が開発の対象となっている。これらの検討結果は2009年3月に取りまとめられる予定であり、2009年4月提出のインベントリには間に合わない。従って、2010年4月提出のインベントリに反映することとする。

また、後者のプロジェクトにおいて、来年度以降、CH₄の乳用牛と豚の貯留(尿)、強制発酵(尿、ふん尿混合)、浄化(尿)、N₂Oの貯留(尿)、強制発酵(尿、ふん尿混合)、浄化(尿)の排出係数の開発が計画されている。その検討結果は適宜反映を行っていくこととする。

なお、上記の研究プロジェクトは、改善の必要がある全ての排出係数を網羅したものではないため、今後更なる研究の実施が必要である。

表 10 牛、豚、採卵鶏、ブロイラーの排出係数開発予定 (CH₄)

処理区分		乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏 ブロイラー
12. 貯留		◆	□	◆	—
13. 天日乾燥		◎	◎	●	●
14. Other	14a. 火力乾燥	—	—	—	—
	14b. 強制発酵・ふん	□	□	●	●
	14c. 堆積発酵	◎			
	14d. 焼却	□			
	14e. 強制発酵・尿及 びふん尿混合	◆	◇	◆	—
	14f. 浄化	◆	◇	◆	—

表 11 牛、豚、採卵鶏、ブロイラーの排出係数開発予定 (N₂O)

処理区分		乳用牛	肉用牛	豚	採卵鶏 ブロイラー
12. 貯留・尿		◆			
13. 天日乾燥		●			
14. Other	14a. 火力乾燥	●			
	14b. 強制発酵・ふん	◎			
	14c. 堆積発酵	◎	◎	◎	□
	14d. 焼却	□			
	14e. 強制発酵・尿及 びふん尿混合	◆			
	14f. 浄化	◆			

- : 「堆肥化とくに強制通気発酵における発生温暖化ガス等の原単位調査」((財)畜産環境整備機構)、及び「農林水産における地球温暖化調査(全国事業)」(農林水産省環境バイオマス政策課)の研究にて実施予定。
- ◆: 「家畜排せつ物管理における温室効果ガス発生量の評価」(農林水産技術会議事務局研究開発課)の研究等にて実施予定。
- ◇: 処理実態がほとんど無く数値設定の必要性が低い
- : 予定無し
- ◎: 現状で我が国独自の数値を使用

2.4 4.D.2 牧草地・放牧場・小放牧地からの排出の割当 (4.B.1. 牛)

(1) 問題点

放牧家畜からのふん尿による N₂O 排出量は、本来「4.D.2 牧草地・放牧場・小放牧地」に計上すべきであるが、CRF には CH₄ の報告区分がないことから、ガス間の整合性をとるために CH₄、N₂O の排出量をともに 4.B に計上している。この処理に対し、2006 年訪問審査において、

少なくとも明確にこれらの排出量が算出されている牛については報告カテゴリーを変更すること、及び残りの家畜については排出量を正確に配分できるよう情報収集を行うことが推奨されている。

また、放牧家畜（牛）からの CH₄、N₂O 排出係数に関して、排出実態を表していない可能性がある。

(2) 対応方針

牧草地・放牧場・小放牧地における牛からの N₂O 排出量の計上カテゴリーを、4.B から 4.D.2 に変更する。なお、牧草地・放牧場・小放牧地における牛からの CH₄ 排出量、及びその他の家畜（めん羊、山羊、馬、水牛）からの牧草地・放牧場・小放牧地における N₂O 排出量に関しては、引き続き 4.B に計上する。

また、放牧家畜（牛）からの CH₄、N₂O 排出係数に関しては、その妥当性を検証できる情報がないため、引き続き検討課題とする。

■ 現状の算定方法（牛）

我が国独自の排出係数に総放牧頭数を乗じて排出量を算定。

■ 排出係数

一日当たり牛一頭が排せつする排せつ物からの CH₄、N₂O 発生量（g）

表 12 家畜生産の排出係数

	排出係数	単位
CH ₄	3.67	[g CH ₄ /頭/日]
N ₂ O	0.32	[g N ₂ O-N/頭/日]

（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 第六集」（平成 13 年 3 月）

■ 活動量

「畜産統計」における公共牧場、民間牧場双方を含めた全放牧頭数に、放牧期間を乗じることによって設定。

放牧期間については、「牛の放牧場の全国実態調査（2000 年）報告書」に示された調査結果の季節放牧（平均放牧日数 172.8 日、牧場数 623）と周年放牧（放牧日数を 365 日と仮定、牧場数 61）の値を用い、放牧日数を牧場数で加重平均を行い 190 日と設定。

表 13 放牧頭数の推移

項目	単位	1990	1995	2000	2005	2006	2007
乳用牛放牧頭数	頭	302,219	281,603	252,088	245,100	236,500	236,500
肉用牛放牧頭数	頭	99,723	103,150	99,769	116,300	98,500	98,500

※ 2007 年度は 2006 年度値を代用

2.5 活動量の修正（4.B.3. めん羊、4.B.4. 山羊、4.B.6. 馬）

（1）問題点

飼養頭数は FAO 統計を使用しているが、本来であれば国内における出典を使用することが望ましい。また、最近数年間は数値が更新されていない。

（2）対応方針

農林水産省から提供された以下のデータを用いることとする。

- めん羊及び山羊：家畜改良関係資料（（社）中央畜産会）
- 馬：馬関係資料（農林水産省生産局畜産部畜産振興課）

（3）改訂結果

めん羊、山羊、馬の飼養頭数変更に伴う家畜排せつ物管理からの N₂O 排出量変化については、1.2 に一括して記載している。

※ なお、めん羊、山羊、馬の飼養頭数の変更は、「4.D.3.間接排出」における大気沈降、窒素溶脱・流出からの N₂O 排出量にも影響するが、この排出量は家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量は 2.1 における家畜 1 頭当たりの排せつ物量の変更の影響も受けるため、両者の変更による「4.D.3.間接排出」の排出量の変化は 4.10 にてまとめて記載する。

3. 稲作（4C）CH₄

3.1 排出係数の改善の反映（4.C.1. 灌漑水田）

（1）問題点

稲作の主要排出源である間欠灌漑水田（中干し）からの算定については、現在全年度において同じ排出係数を使用していることから、有機質資材の投入量削減など対策の効果が反映されるよう、可能な限り排出係数を更新していく必要がある。

■ 現状の算定方法（間欠灌漑水田（中干し））

【算定方法】

間欠灌漑水田面積に、「有機物管理方法ごとの単位面積当たり土壌種別 CH₄ 発生量」、「各土壌種の面積割合」、「有機物管理方法の割合」を乗じ、有機物管理方法ごとの土壌種別 CH₄ 発生量を算出している。

$$E = \sum EF_{m,n} * A * R * S_m * O_n$$

- E : CH₄ 排出量 (kgCH₄)
- EF_{m, n} : 土壌種別有機物管理方法ごとの排出係数 (kgCH₄/m²)
- A : 水田面積 (m²)
- R : 間欠灌漑水田の割合
- S_m : 各土壌種の面積割合
- O_n : 有機物管理方法の割合

【排出係数】

有機物管理方法（わら施用、各種堆肥施用、無施用）ごと、土壌種別（黒ボク土、黄色土、低地土、グライ土、泥炭土）に、排出係数を設定している。

わら施用、無施用に関しては、5つの土壌種別に実測値により設定し、各種堆肥施用に関しては、各土壌種別の実測値はないが、専門家判断による CH₄ 排出量の「各種堆肥施用／無施用比：1.2－1.3」が存在するため、各種堆肥施用の土壌種別排出係数を無施用の排出係数の 1.25 倍と設定している。

表 14 間欠灌漑水田（中干し）の CH₄ 排出係数

	わら施用 [gCH ₄ /m ² /年]	各種堆肥施用 [gCH ₄ /m ² /年]	無施用 [gCH ₄ /m ² /年]
黒ボク土	8.50	7.59	6.07
黄色土	21.4	14.6	11.7
低地土	19.1	15.3	12.2
グライ土	17.8	13.8	11.0
泥炭土	26.8	20.5	16.4

（出典）「日本の水田からの CH₄ と畑地からの亜酸化窒素の発生量」：農業環境技術研究所「資源・生態管理科研究集録 13 号別冊」（鶴田治雄）

(2) 対応方針

有機物管理方法別・土壌別排出係数については、特に経年的に大きく変化していないと考えられるため、現状の排出係数を引き続き適用する。

なお、現在中干しを行った場合のメタン発生状況の違いや、DNDC モデルによる Tier.3 の適用についても研究が進められている。研究の進捗状況も踏まえつつ、将来的な算定方法の改善について適宜考慮を行うこととする。

3.2 活動量に関するデータ（有機物施用方法割合）の更新（4.C.1. 灌漑水田）

(1) 問題点

稲作の主要排出源である間欠灌漑水田（中干し）からの算定については、全年度において同じ栽培方法使用割合を使用していることから、排出係数が小さい栽培方法への転換が排出量算定に反映されるよう、可能な限り栽培方法使用割合を更新していく必要がある。

■ 現状の算定方法（間欠灌漑水田（中干し））

【活動量】

水稲作付総面積に、間欠灌漑水田の割合、各土壌種の面積割合、及び有機物管理方法の割合を乗じ、有機物管理方法ごと土壌種ごとの水田作付面積を求めている。

$$A_{m,n} = A * R * S_m * O_n$$

Am,n	: 土壌種別有機物管理方法ごとの水田面積 (m ²)
A	: 水田面積 (m ²)
R	: 間欠灌漑水田の割合
S _m	: 各土壌種の面積割合
O _n	: 有機物管理方法の割合

表 15 我が国の有機物管理方法の割合

有機物管理方法	有機物管理の割合
わら施用	60%
各種堆肥施用	20%
有機物無施肥	20%

(出典) 農林水産省調べ

(2) 対応方針

有機物管理方法の低排出型管理への移行は、我が国における京都議定書目標達成計画の施策の一つとして挙げられている。農林水産省により、有機物資材の施用量や施肥状況等も踏まえた、農地を対象とした包括的な調査が今後 5 年間行われることとなっている。最初のとりまとめは 2008 年度末に行われることが予定されているが、2009 年インベントリの提出時に結果を反映することは出来ないため、当該調査結果のとりまとめ状況も踏まえつつ、今後適宜算定方法への反映の検討を行うものとする。

3.3 活動量に関するデータ（土壌面積割合、水管理方法割合）の更新（4.C.1. 灌漑水田）

(1) 問題点

算定に用いている水田の土壌種割合把握のデータは、全年度で一定の値を用いているほか、1979年度のデータを基準としており、実態が変化している可能性がある。また、灌漑水田に占める常時湛水田の割合は全年度一律の数値（2%）を適用しているため、実態に応じた見直しの必要性が考えられる。

加えて、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、中干し方法の変更による水管理による緩和策が提唱されているが、現在の排出量算定方法では、中干しの管理を一つの方法で代表させているために緩和策の実施が排出量算定に反映されない。

■ 現状の算定方法（間欠灌漑水田（中干し））

算定式は有機物施用方法割合における記載と同様。

間欠灌漑水田（中干し）の割合はIRRI（International Rice Research Institute）の「World Rice STATISTICS 1993-94」から、98%と仮定している。水田における土壌種別の面積割合は表 16 の通り。

表 16 我が国の各土壌種の面積割合

土壌種		我が国における面積割合
黒ボク土	黒ボク土、多湿黒ボク土、黒ボクグライ土	11.9%
黄色土	褐色森林土、灰色大地土、グライ大地土、黄色土、暗赤色土	9.4%
低地土	褐色低地土、灰色低地土	41.5%
グライ土	グライ土、強グライ土	30.8%
泥炭土	黒泥土、泥炭土	6.4%
合計		100.0%

（出典）農林水産省「地力基本調査」

(2) 対応方針

農地土壌の土壌種別面積割合については、現在農業環境技術研究所にてデータ整備を行っており、2008年度末でのとりまとめが予定されている。間欠灌漑水田と常時湛水田の割合については、データを更新するだけの情報が現段階では存在しない。今後、土壌データのとりまとめや農林水産省調査の結果も踏まえ、適宜算定方法への反映の検討を行うものとする。

4. 農用地の土壌（4D）N₂O

4.1 有機質肥料の施肥における N₂O 排出係数の設定（4.D.1.2. 直接排出-有機質肥料）

（1）問題点

有機質肥料からの N₂O 排出係数は、合成肥料からの N₂O 排出係数と同一のものを使用していることから、別々の数値が設定出来るか検討する必要がある。

■ 現状の排出量算定方法

【算定方法】

使用された合成肥料・有機質肥料に含まれる窒素の量に、排出係数を乗じて排出量を算定している。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N₂O 排出量（kgN₂O）

EF : 排出係数（kgN₂O- N/kgN）

A : 使用された肥料に含まれる窒素量（kgN）

【排出係数】

合成肥料・有機質肥料について同一の数値を、「水稻」、「茶」、「その他の作物」の3種について設定している。排出係数は全ての年で同一である。

合成肥料と有機質肥料では排出係数に大きな差異があると考えられるが、2005年度の算定方法検討会時点ではまだ研究の途中段階であり、合成肥料・有機質肥料で同一の数値を使用することとしていた。

表 17 農用地の土壌への合成肥料・有機質肥料の施肥に伴う N₂O の排出係数

作物種	排出係数（kgN ₂ O- N/kgN）
水稻	0.31%
茶	2.9%
その他の作物	0.62%

（出典）Hiroko AKIYAMA, Xiaoyuan YAN and Kazuyuki YAGI. (2006): Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data , Soil Science and Plant Nutrition (2006) 52, 774-787.

（2）対応方針

有機質肥料の排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインにおいても独自のデフォルト排出係数が設定されていない。また、我が国独自の排出係数を設定するのに十分なデータもない。また、有機質肥料独自の係数を適用しても不確実性の増大が見込まれる。従って、長期的な課題として整理するが、我が国では、環境保全型農業として合成肥料ではなく有機質肥料の

使用を推進していることから、有機質肥料への転換がインベントリに反映されるよう、排出係数の研究開発を進めていく必要がある（ただし、有機質肥料からの N₂O 排出係数は、有機質肥料の質や耕作タイプ、地域等により大きく異なるため、大規模な研究の実施が必要となることに留意する必要がある）。

4.2 合成肥料、有機質肥料の施肥における茶の N₂O 排出係数の設定（4.D.1. 直接排出-1.1.合成肥料、1.2.有機質肥料）

（1）問題点

茶について、合成肥料・有機質肥料からの N₂O 排出係数は、一般的な管理を行った茶園での計測を元に求められていることから、その中には刈り落とされた残渣を起源とする排出も含まれていると考えられる。従って、合成肥料・有機質肥料からの N₂O 排出係数は残渣からの N₂O 排出をダブルカウントし、過大になっている可能性があるため、適切な数値の設定について検討する必要がある。

なお、茶の排出係数は、我が国の測定データから設定された数値を使用している（表 17 参照）。我が国の測定値は窒素無施用区での計測データではないことから、土壌の窒素量のバックグラウンド値を 1kgN/ha と仮定してそれを測定データから差し引いて設定している。観測期間は 209～365 日間である。

（2）対応方針

茶の排出係数の設定については、残渣のすきこみや窒素量の情報と共に、引き続き研究成果などを収集し、合成肥料、有機質肥料の施肥における N₂O 排出係数の分離と合わせ設定方法について検討を進める。

4.3 合成肥料、有機質肥料の施肥における茶の施肥量（4.D.1. 直接排出-1.1.合成肥料、1.2.有機質肥料）

（1）問題点

現在、合成肥料および有機質肥料の施肥量は、水稻以外については平成 12 年度に行われた調査の結果を全年度一律に利用しているが、施肥量が経年的に変化している場合、実態を反映出来ていない可能性がある。

■ 現状の算定方法

【活動量】

活動量は、各作物種別の耕地面積に、各作物種の単位面積当たり合成肥料施用量を乗じることにより算定する。

$$A_n = RA_n * RF_n * 10$$

- A_n : 作物種別の窒素投入量 (kgN)
 RA_n : 作物種別の耕地面積 (ha)
 RF_n : 各作物種の単位面積あたり合成肥料施用量 (kgN/10a)

表 18 作物種別の単位面積あたり肥料施用量 (水稲以外、全ての年で同一の値)

作物種	合成肥料施用量 [kg N/10a]	有機質肥料施用量 [kg N/10a]
野菜	21.27	23.62
水稲	—	3.20
果樹	14.70	10.90
茶	48.50	17.60
馬鈴薯	12.70	7.94
豆類	3.10	6.24
飼料作物	10.00	10.00
かんしょ	6.20	8.85
麦	10.00	5.70
そば (雑穀)	4.12	1.81
桑	16.20	0.00
工芸作物	22.90	3.96
たばこ	15.40	11.41

(出典:平成12年度温室効果ガス排出削減定量化法調査報告書(財団法人 農業技術研究会))

(2) 対応方針

専門家ヒアリング²によると、基本的に茶と水稲以外の作物の施肥量はほぼ一定で推移していると考えられるため、茶と水稲以外の作物は現状の施肥量をそのまま使用し続けることとする。茶については、施肥量の規制等により経年的に施肥量が増加していると考えられることから、その変化の算定方法への反映を行うものとする。

茶栽培においては、窒素多肥に起因する環境への負荷発生並びに土壌の劣化が問題になっており、また、1999年には硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が公共用水域及び地下水の水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準に追加され、茶園からの硝酸性窒素排出削減が強く求められることになっている³。近年の茶園における施肥基準は一時期に比べ低い値で設定されており、現場での施肥量にも減少が見られる。「茶園における窒素環境負荷とその低減のための施肥技術」(野中(2005)、野菜茶業研究所報告100号)では、茶生産地に対するアンケート結果を単純平均した値として、1993年、1998年、2002年の年間窒素施用量の値が報告されている表19。

この野茶研報による、1993年、1998年、2002年データを用いて時系列データを構築し、全

² 農業環境技術研究所 八木一行温室効果ガス RP リーダー、秋山博子物質循環研究領域主任研究員 (2008年10月3日)

³ 「茶園における窒素環境負荷とその低減のための施肥技術」(野中(2005)、野菜茶業研究所報告100号)より引用。

年度において再計算を行うものとする。なお、1989年～1992年値は1993年値の据え置き、1994～1997年値、1999～2001年値は単純内挿、2003年度以降の値は2002年値の据え置きを行うものとする。また、野茶研報のデータは合成肥料、有機質肥料の合計量であるが、インベントリでは合成肥料、有機質肥料それぞれの施肥からのN₂O排出について算定を行う必要があることから、野茶研報の各年次のデータを、現在算定に使用している「平成12年度温室効果ガス排出削減定量化法調査報告書」における合成肥料と有機質肥料の割合を用い按分し、合成肥料施肥量及び有機質肥料施肥量を推計する。

表 19 茶の施肥量のデータ

年次	単位	合計施肥量	合成肥料 施肥量	有機質肥料 施肥量	出典
1993	kg/10a	78.00	57.23	20.77	合計施肥量は野菜茶業研究所報告100号
1998	kg/10a	70.00	51.36	18.64	合計施肥量は野菜茶業研究所報告100号
2002	kg/10a	61.00	44.76	16.24	合計施肥量は野菜茶業研究所報告100号 (按分に使用)
2000	kg/10a	66.10	48.50	17.60	平成12年度温室効果ガス排出削減定量化法調査報告書

(3) 改訂結果

茶の単位面積施肥量の改訂を行ったことにより、従来の茶の単位面積施肥量より大きな値を使用した1990年度の排出量は、改訂前より約80Gg-CO₂eq.増加(合成肥料の施肥:55Gg-CO₂eq.増、有機質肥料の施肥26Gg-CO₂eq.増)したが、従来の茶の単位面積施肥量より小さな値を使用した2006年度の排出量は、改訂前より約29Gg-CO₂eq.減少(合成肥料の施肥:20Gg-CO₂eq.減、有機質肥料の施肥9Gg-CO₂eq.減)となった。

表 20 合成肥料、有機質肥料の施肥における茶の施肥量の変更に伴う排出量の変化

			1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	合成肥料	Gg-N ₂ O	6.01	5.18	4.99	4.90	4.68
	有機質肥料	Gg-N ₂ O	4.25	3.80	3.63	3.48	3.45
	合計	Gg-N ₂ O	10.26	8.97	8.62	8.38	8.13
改訂後	合成肥料	Gg-N ₂ O	6.19	5.29	4.99	4.83	4.62
	有機質肥料	Gg-N ₂ O	4.33	3.85	3.62	3.45	3.42
	合計	Gg-N ₂ O	10.52	9.14	8.61	8.28	8.04
差異	合成肥料	Gg-N ₂ O	+0.18	+0.12	-0.01	-0.07	-0.06
	有機質肥料	Gg-N ₂ O	+0.08	+0.06	-0.00	-0.03	-0.03
	合計	Gg-N ₂ O	+0.26	+0.17	-0.01	-0.10	-0.09

			1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	合成肥料	Gg-CO ₂ eq.	1,863.5	1,604.9	1,548.2	1,518.3	1,451.6
	有機質肥料	Gg-CO ₂ eq.	1,316.6	1,176.6	1,124.5	1,078.3	1,068.9
	合計	Gg-CO ₂ eq.	3,180.1	2,781.4	2,672.7	2,596.6	2,520.5
改訂後	合成肥料	Gg-CO ₂ eq.	1,918.0	1,640.6	1,545.8	1,497.7	1,431.8
	有機質肥料	Gg-CO ₂ eq.	1,342.8	1,194.1	1,123.4	1,069.0	1,059.6
	合計	Gg-CO ₂ eq.	3,260.8	2,834.8	2,669.1	2,566.7	2,491.4
差異	合成肥料	Gg-CO ₂ eq.	+54.5	+35.8	-2.4	-20.6	-19.8
	有機質肥料	Gg-CO ₂ eq.	+26.2	+17.6	-1.1	-9.3	-9.3
	合計	Gg-CO ₂ eq.	+80.7	+53.3	-3.6	-29.9	-29.1

※ 各年度の排出量は単年の値であり、3年平均は行っていない。

4.4 窒素固定作物からの排出（4.D.1. 直接排出-1.1.合成肥料、1.2.有機質肥料、1.3 窒素固定作物）

(1) 問題点

我が国では、窒素固定作物の窒素固定量も含めた合成肥料・有機質肥料の施肥からの N₂O 排出係数を、国内での実測結果から設定していることから、窒素固定作物からの排出量はこれまで「合成肥料の施肥」、「有機質肥料の施肥」のカテゴリーでまとめて計上を行っており、過去の審査でもそのような説明を行ってきた。しかし、これを分離し、窒素固定作物からの排出は「窒素固定作物」のカテゴリーで計上することが専門家レビューチームから推奨されている。

実際、現在活動量として合成肥料、有機質肥料の施肥による窒素分のみを用いていることから、窒素固定作物の窒素固定分の効果を過小推計している可能性がある。

■ 現状の算定方法

【算定方法】

使用された合成肥料・有機質肥料に含まれる窒素の量に、排出係数を乗じて排出量を算定しており、この中に窒素固定作物による N₂O 排出も含まれているものとして算定。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

E : 農用地の土壌（畑地）への合成肥料の施肥に伴う N₂O 排出量 (kgN₂O)

EF : 排出係数 (kgN₂O- N/kgN)

A : 使用された肥料に含まれる窒素量 (kgN)

【排出係数】

合成肥料・有機質肥料について同一の数値を、「水稲」、「茶」、「その他の作物」の3種について設定している。排出係数は全ての年で同一である。

表 21 農用地の土壌への合成肥料・有機質肥料の施肥に伴う N₂O の排出係数

作物種	排出係数 (kgN ₂ O- N/kgN)
水稲	0.31%
茶	2.9%
その他の作物	0.62%

(出典) Hiroko AKIYAMA, Xiaoyuan YAN and Kazuyuki YAGI. (2006): Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data , Soil Science and Plant Nutrition (2006) 52, 774-787.

(2) 対応方針

1996年改訂 IPCC ガイドラインでは、1年間に耕作される窒素固定作物による年間窒素固定量は、窒素固定作物の地上部バイオマス中の窒素量で合理的に代替できるとされている。「尾

和、1996⁴」では、我が国の農作物における、作物別養分吸収量の試験成果のデータから、収穫物と収穫残渣の窒素含量、及び対象作物の乾物収量、現物収量等のデータのとりまとめを行っている。地上部バイオマス中の窒素量については、この調査結果にて集計されている現物収量あたりの収穫物および収穫物残渣の窒素吸収量データを用いて、我が国独自の係数を設定できることから、窒素固定作物の収穫量を利用する GPG (2000) の Tier.1 の式を基に設定した計算式で窒素固定量を把握する。

■ 算定方法

【活動量】

◆ 豆類（乾燥子実）、野菜

窒素固定作物として、豆類（乾燥子実）の大豆、小豆、いんげん、らっかせい、及び野菜のさやいんげん、さやえんどう、そらまめ、えだまめ、を計上対象とする。

窒素固定作物により固定される窒素量 (F_{BN}) は、GPG (2000) の Tire.1b : 式 4.26 を変形し、各窒素固定作物種の収穫量 ($Crop_{Bfi}$) に、我が国独自の研究データより設定した、収穫物中及び収穫物残渣中に含まれる現物収穫量比窒素吸収量の値を乗じて設定する。

$$F_{BN} = \sum_i [Crop_{Bfi} \cdot (Frac'_{NCRBfi} + Frac'_{NRESBfi})]$$

F_{BN}	: 窒素固定作物により固定された窒素量 (kgN)
$Crop_{Bfi}$: 窒素固定作物 i の現物収穫量 (t)
$Frac'_{NCRBfi}$: 窒素固定作物 i の収穫物中に含まれる現物収穫量比窒素量 (kgN/t)
$Frac'_{NRESBfi}$: 窒素固定作物 i の収穫物残渣中に含まれる現物収穫量比窒素量 (kgN/t)

注) ($Frac'_{NCRBfi} + Frac'_{NRESBfi}$)は式 4.26 の $\{(1+Res_{Bfi}/Crop_{Bfi}) \cdot Frac_{DMi} \cdot Frac_{NCRBfi}\}$ に相当するパラメータで、我が国の研究事例より直接設定出来る。

◆ 飼料作物

GPG (2000) では、アルファルファ等のマメ科飼料作物による窒素固定分も計算対象にするように記述されている。我が国では、イネ科とマメ科の牧草が混播されており、統計情報としては、イネ科牧草単独と、イネ科・マメ科混播牧草の収穫量及び作付面積のみしか把握できない。従って、マメ科牧草単独の収穫量及び作付面積は直接把握できないことから、北海道立農業試験場他「北海道の採草地における牧草生産の現状と課題」⁵などを踏まえた専門家判断により、イネ科・マメ科混播牧草におけるマメ科牧草の割合を 10%と定め、マメ科牧草の収穫量を推計することとする（同調査では、北海道におけるマメ科牧草の割合の全道平均値が掲載されている。北海道で大半を占めるチモシー草地については、マメ科牧草の割合が 1 番草：9%、2 番草：11%であることから、約 10%と判断することが出来る。なお、イネ科・マメ科混播牧草はほとんどが北海道で栽培されていることから、北海道値を全国値とみなすこととする）。

⁴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」

⁵北海道の採草地における牧草生産の現状と課題 I. 収量及び栄養価の現状 成績概要書
<<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h12gaiyo/20003161.htm>>

GPG(2000)の式 4.27 によるマメ科牧草による窒素固定量の計算では、収穫物の窒素量を用いて窒素固定量の算定を行う式となっている。一方、我が国の研究データでは、イネ科・マメ科混播牧草の刈り株および根の養分含量のデータが存在しており、2006 年 IPCC ガイドラインにおける窒素固定作物の算定では、地上部バイオマス残渣及び地下バイオマスによるすき込み量を対象していることも踏まえ、マメ科牧草による窒素固定量の計算では地上部収穫物バイオマスの代わりに刈り株および根の収穫物残渣中の窒素量を直接用いることとし、GPG (2000) の式 4.27 を変形した以下の式で推計を行う。

$$F_{BN} = \sum_i [Crop_{BF} \cdot Frac'_{NCBGF}]$$

F_{BN} : マメ科飼料作物により固定された窒素量 (kgN)

$Crop_{BF}$: マメ科飼料作物の現物収穫量 (t)

$Frac'_{NCBGF}$: マメ科飼料作物の地下部に含まれる現物収穫量比窒素量 (kgN/t)

注) ($Frac'_{NCBGF}$)は式 4.26 の($Frac_{DMI} \cdot Frac_{NCBGF}$)に相当するパラメータで、我が国の研究事例より直接設定出来る。

表 22 窒素固定作物の算定に用いたパラメータ

作物種	現物収穫量 1 トン当たりの窒素固定量 (kgN/t)
大豆	69.17
小豆	40.68
いんげん	50.13
らっかせい	63.00
さやいんげん	1.98* ²
さやえんどう	2.65* ²
そらまめ	9.57* ¹
えだまめ	9.57
マメ科牧草	2.75* ³

*1 えだまめの値を代用

*2 えだまめの値を、それぞれの作物とえだまめの収穫物中窒素含有率比で換算して設定

*3 混播牧草における刈り株と根の養分含量の値より設定

(出典) 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」

(3) 改訂結果

窒素固定作物からの N₂O 排出量は、1990 年度において約 98Gg-CO₂ eq.、2006 年度において約 81Gg-CO₂ eq.となった。

なお、これまでは、窒素固定作物からの N₂O 排出は「IE」として報告している。

表 23 窒素固定作物からの排出量

		1990	1995	2000	2005	2006
窒素固定作物	Gg N ₂ O	0.31	0.23	0.28	0.27	0.26
	Gg CO ₂ eq.	97.5	70.3	88.3	83.7	80.8

※ 各年度の排出量は単年の値であり、3 カ年平均は行っていない。

(4) 今後の課題

混播牧草中のマメ科牧草の割合については、将来的により精緻なデータに更新する必要がある。

2006 年 IPCC ガイドラインでは、窒素固定作物による窒素固定分の効果は、算定における具体的な根拠が十分でないとされ、地下部バイオマス中窒素のすき込みの一環として計上されている。2006 年 IPCC ガイドラインの算定に準拠した地下部のすき込み情報については、現在算定に利用している調査結果ではほとんどデータが存在しないため、すき込みに関する算定方法の改善と合わせて将来的な検討課題として整理する。

4.5 作物残渣のすき込みの算定方法変更 (4.D.1.4 直接排出-作物残渣のすき込み)

(1) 問題点

現在作物残渣のすき込みでは、我が国独自の研究結果（尾和、1996）より設定した単位面積当たりすき込み窒素量に各作物の栽培面積を乗じて算定を行っている。即ち各作物の栽培面積の変化が排出量の変化として計算される方法となる。現状の算定方法については、以下の改善点があることが考えられる。

- ・ GPG（2000）では、作物の収穫量を元にすき込み量を計算する式となっているが、現在の我が国の算定方法では、栽培面積と 1996 年の調査圃場における単位面積当たり収量を利用して間接的に収穫量を把握する方法とも解釈できるものであり、単位面積当たりの収量変化や収穫量そのものの変化が排出量の算定に反映されない。
- ・ 窒素固定作物や作物残渣の焼却では収穫量ベースの算定を行っており、現在残渣すき込みで用いられている栽培面積に連動する計算とは、GPG（2000）で留意されているこれらの排出算定方法の間での一貫性確保において、若干難がある。
- ・ 我が国独自の排出計算に用いている調査における単位面積当たり収量が、各作物における現状の全国平均収量より多い傾向があり、この結果 N 投入量が多めに算定されることによる排出量の過大推計が疑われる。

■ 現状の算定方法

【算定方法】

デフォルト値の排出係数に、作物残渣のすき込みによって投入された窒素量を乗じ N₂O 排出量を算定している。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 作物残渣のすき込みによる N₂O 排出量 (kg N₂O)
 EF : デフォルト値の排出係数 (kgN₂O- N/kgN)
 A : 作物残渣のすき込みによる窒素投入量 (kg N)

【活動量】

我が国には作物別の「収穫物以外の地上部の窒素含有量」(単位: kg/10a、出典: 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)) のデータがあり、これに作物別耕地面積を乗じてすき込まれた窒素の量を算定している(収穫物以外の地上部の窒素含有量のデータがない作物については、種類に近い作物の数値を使用)。

$$A = \sum Ri * Ni * 10 * (1 - FracBurn)$$

- A : 作物残渣のすき込みによる窒素投入量 (kgN)
 Ri : 作物別耕地面積(ha)
 Ni : 作物別の収穫物以外の地上部の窒素含有量 (kg/10a)
 FracBurn : 焼却される割合

表 24 収穫物以外の地上部の窒素含有量 (野菜、麦以外) (kg/10a)

種類	収穫物以外の地上部の N含有量	焼却される作物
大豆	1.6	○
小豆	1.7	○
いんげん	1.6	○
らっかせい	1.6	○
水稻	4.2	○
そば	7.9	
かんしょ	5.6	
牧草	20.4	
青刈りとうもろこし	15.4	
ソルゴー	21.5	
青刈りオート麦	12.5	○
青刈りライ麦	8.6	○
青刈りその他麦	14.1	○
なたね	7.9	
茶	28.7	
てんさい	16.4	○
さとうきび	7.2	○
こんにゃくいも	2.0	
い	7.9	
葉たばこ	10.3	

*いんげん・らっかせい: 大豆と小豆の平均、葉タバコ: はくさいとキャベツの平均値を使用、そば・い: なたねの値を使用、牧草: マメ科牧草、いね科牧草、混播牧草の平均、青刈りライ麦: 青刈りえん麦(オート麦)の数値に、「ライ麦(子実用)の窒素含有率/オート麦(子実用)の窒素含有率」(共に 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000) のデフォルト値)を乗じて算出、青刈りその他麦: 青刈りえん麦(オート麦)の数値に、「その他麦(子実用)の窒素含有率/オート麦(子実用)の窒素含有率」(オート麦(子実用)の窒素含有率は 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000) のデフォルト値、その他麦(子実用)の窒素含有率は、小麦、大麦類の各年度の収穫量を用いて 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG (2000) のデフォルト値の加重平均を算出しそれを使用した)を

乗じて算出する。

表 25 収穫物以外の地上部の窒素含有量（野菜、麦）（kg/10a）

	種類	収穫物以外の地上部のN含有量	焼却される作物		種類	収穫物以外の地上部のN含有量	焼却される作物	
野菜	だいこん	6.1		野菜	ねぎ	5.9		
	かぶ	6.1			にら	1.5		
	にんじん	4.9			たまねぎ	1.5		
	ごぼう	4.9			にんにく	1.5		
	れんこん	4.9			きゅうり	8.5		
	ばれいしょ	2.7	○		かぼちゃ	4.1		
	さといも	3.6			なす	11.7		
	やまのいも	3.1			トマト	9.4		
	はくさい	7.6			ピーマン	11.7		
	こまつな	10.3			スイートコーン	8.8	○	
	キャベツ	13.0			さやいんげん	12.1	○	
	ちんげんさい	10.3			さやえんどう	12.1	○	
	ほうれんそう	10.3			そらまめ	12.1		
	ふき	10.3			えだまめ	12.1		
	みつば	10.3			しょうが	5.5		
	しゅんぎく	10.3			いちご	4.6		
	セルリー	15.2			メロン	5.7		
	アスパラガス	1.5			すいか	2.4		
	カリフラワー	13.0			麦類	小麦	3.2	○
	ブロッコリー	10.3				二条大麦	0.5	○
レタス	2.6		六条大麦	1.5		○		
			裸麦	1.0		○		

*かぶ：だいこんの値を使用、ごぼう・レンコン：にんじんの値を使用、こまつな・ちんげんさい・ほうれんそう・ブロッコリー・ふき・みつば・しゅんぎく：はくさいとキャベツの平均値、カリフラワー：キャベツと同じ、アスパラガス・にら・にんにく：たまねぎと同じ値、ピーマン：ナスと同じ値、さやいんげん・さやえんどう・そらまめ：えだまめと同じ値、しょうが：だいこんとにんじんの平均値、小麦：春まき小麦と秋まき小麦の平均、裸麦：二条大麦と六条大麦の平均

表 26 野焼きされる割合（デフォルト値）

データ	数値
野焼きされる割合	0.1

(2) 対応方針

我が国独自の排出計算に用いている調査における単位面積当たり収量と、作物統計における主な作物の単位面積当たり収量は表 27 の通りである。例えば、水稻、小麦、大豆、小豆等では、調査を実施した圃場における現物収量が、日本全国の平均収量を上回っており、過剰にすき込み量を推計していることとなる。

表 27 我が国独自の原単位設定に用いている研究における単位面積収量と、作物統計による我が国の主な作物の平均収量（1990、1996、2000、2005）

作物種	現在利用している文献値			作物統計による値			
	乾物収量	現物収量	乾物率	1990	1996	2000	2005
水稻	596	596	1.000	494	502	518	527
小麦	477	477	1.000	365	302	376	410
六条大麦	402	402	1.000	282	374	336	303
二条大麦	413	413	1.000	344	411	419	357
大豆	296	296	1.000	151	181	192	168
小豆	279	279	1.000	178	160	202	206
いんげん	156	156	1.000	143	173	119	229
落花生	200	200	1.000	218	226	247	238
かんしょ	847	2,664	0.318	2,310	2,330	2,470	2,580
さとうきび	1,239	6,354	0.195	6,050	5,390	6,040	5,700

尾和（1996）のデータでは、単位面積当たりの収穫物残渣中窒素量以外に、収穫物当たりの収穫物残渣により土壤中にすき込まれる窒素量の原単位も設定可能なことから、土壤中にすき込まれる作物残渣由来の窒素量を、耕地面積を元にした算定方法から収穫物量を元にした算定方法へ変更を行うものとする。ただし、茶についてはすき込み量自体の算定見直しが予定されていること（後述）、牧草、青刈りとうもろこし、ソルゴーについては現時点では統計情報のみからすき込みに利用された収穫量が把握できないことから、この先も引き続き算定方法の改善を行うこととする。従って、茶、牧草、青刈りとうもろこし、ソルゴーについては、今回の改正においては面積ベースの算定から収穫量ベースの算定への移行は行わないものとする。

■ 算定方法

【活動量】

統計情報から把握された作物別の収穫量に対し、我が国独自の研究結果から得られた作物別の乾物率及び作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率を乗じ、最後に野焼きされる部分を控除し、作物残渣のすき込みによる窒素投入量を把握する。

$$A = P * RCNF * (1 - FracB)$$

- A : 作物残渣のすき込みによる窒素投入量 (kgN)
- P : 年間作物収穫量 (t)
- RCNF : 作物生産量に対する残渣中に含まれる窒素含有率 (kgN/t)
- FracB : 野焼きされる割合

※：RCNFはGPG(2000)の式4.29における、Res/Crop*Frac_{DM}*Frac_{NCR}と等価の係数

表 28 作物生産量（現物収穫量）当たりの残渣中に含まれる窒素量（Res/Crop*Frac_{DM}*Frac_{NCR}）

作物名	収穫量に対する残渣中窒素量 [kgN/t]	備考	作物名	収穫量に対する残渣中窒素量 [kgN/t]	備考
大豆	5.5		ちんげんさい	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用
小豆	5.9		ほうれんそう	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用
いんげん	16.0		ふき	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用
らっかせい	9.1	大豆、小豆、いんげんの平均を代用	みつば	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用
米	7.0		しゅんぎく	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用
そば	30.5	なたねを代用	セルリー	2.6	
かんしょ	2.1		アスパラガス	0.2	にんにくを代用
青刈りえん麦	2.1		カリフラワー	2.3	キャベツを代用
青刈りライ麦	1.4	*1	ブロッコリー	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用
青刈りその他麦	2.4	*2	レタス	1.7	
なたね	30.5		ねぎ	1.5	
てんさい	1.2		にら	0.2	たまねぎを代用
さとうきび	1.1		たまねぎ	0.2	
こんにやくいも	0.5		にんにく	0.2	たまねぎを代用
い	30.5	なたねを代用	きゅうり	0.7	
薬たばこ	1.5		かぼちゃ	1.3	
だいこん	1.1		なす	1.1	
かぶ	1.1	だいこんの代用	トマト	0.6	
にんじん	0.8		ピーマン	1.1	なすを代用
ごぼう	0.8	にんじんの代用	スイートコーン	6.5	
れんこん	0.8	にんじんの代用	さやいんげん	6.9	えだまめを代用
ばれいしょ	0.8		さやえんどう	6.9	えだまめを代用
さといも	0.8		そらまめ	6.9	えだまめを代用
やまのいも	1.0		えだまめ	6.9	
はくさい	0.7		しょうが	0.9	だいこんとにんじんの平均を代用
こまつな	1.5	はくさいとキャベツの平均を代用	いちご	1.0	
キャベツ	2.3		メロン	2.4	露地メロンと温室メロンの平均
			ずいか	0.5	

尾和(1996)による収穫物現物収量と収穫物以外の地上部 N 含有量の値から設定（青刈りライ麦、青刈りその他麦を除く）

*1 青刈りライ麦：青刈りえん麦（オート麦）の数値に、「ライ麦（子実用）の窒素含有率/オート麦（子実用）の窒素含有率」（共に 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト値）を乗じて算出

*2 青刈りその他麦：青刈りえん麦（オート麦）の数値に、「その他麦（子実用）の窒素含有率/オート麦（子実用）の窒素含有率」（オート麦（子実用）の窒素含有率は 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト値、その他麦（子実用）の窒素含有率は、小麦、大麦類の各年度の収穫量を用いて 1996 年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG(2000) のデフォルト値の加重平均を算出しそれを使用した）を乗じて算出

(3) 改訂結果

算定方法の変更により、1990 年度の排出量が約 227Gg-CO₂ eq.、2006 年度の排出量が約 241Gg-CO₂ eq.減少した。

表 29 算定方法の変更に伴う排出量の変化

		1989	1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	Gg-N2O	3.48	3.45	3.29	3.10	2.98	2.94
	Gg-CO2 eq.	1,079.81	1,070.64	1,019.33	961.84	922.52	912.86
改訂後	Gg-N2O	2.75	2.63	2.49	2.38	2.27	2.17
	Gg-CO2 eq.	853.05	816.18	773.21	738.41	704.55	671.73
差異	Gg-N2O	-0.73	-0.82	-0.79	-0.72	-0.70	-0.78
	Gg-CO2 eq.	-226.76	-254.46	-246.13	-223.44	-217.97	-241.13

※ 各年度の排出量は単年の値であり、3 カ年平均は行っていない。

4.6 茶の作物残渣中の窒素量 (4.D.1.4 直接排出-作物残渣のすき込み)

(1) 問題点

作物残渣のすき込みからの N_2O 排出に関し、現在茶の作物残渣中の窒素量として使用している数値が正確ではない可能性がある。

茶は、毎年葉の残渣部分が茶畑の畝の間に堆積し、 N_2O を発生させるのに加え、数年に一度の頻度で地上部の地面から約 40cm 上の部分が全部剪除され(「中刈り」あるいは「中途刈り」、それが残渣として畝間に堆積し、 N_2O を発生させる。しかし、現在使用しているデータである、「収穫物以外の地上部」の値は、上記の毎年の残渣部分に含まれる窒素量ではなく、枝部分の残渣も含めた、地上部の全残渣の窒素量になっている。地上部の残渣が全て地上に落とされるのは数年に一度であるので、この使用値は実際に比べ過大であり、現状では過大推計になっていると考えられる。

従って、この過大推計を解消するため、正確な残渣中の窒素量を把握する必要がある。

(2) 対応方針

茶については関連する研究結果等が存在するが、更に情報の整理が必要なことから、引き続き算定方法の改善についての検討を進める。

4.7 残渣の除去割合 (4.D.1.4 直接排出-作物残渣のすき込み)

(1) 問題点

作物残渣からの N_2O 排出について、前述の式を使用し活動量である窒素すき込み量を算定している。そこでは「収穫物以外の地上部の窒素含有量」を使用し収穫物として畑から除去される割合は考慮しているが、収穫物以外の部分の畑から除去される割合等については考慮していない。従って、収穫物以外の部分の畑から除去される割合について、適当な数値が設定出来るか検討を行う必要がある。なお、すき込みの対象からは除かれるが、野焼きされる対象となる可能性があるので注意が必要である。

(2) 対応方針

畑から除去される割合については、具体的な値が設定できる統計情報が無いが、未利用バイオマス資源の活用に関係して、農作物バイオマスに関する調査が出始めていることもあり、これらの情報も踏まえつつ、各作物について作物残渣の除去実態を把握するための調査を実施し、作物別に除去割合が設定出来るよう検討を行う必要がある。

4.8 我が国独自の排出係数の設定 (4.D.1.5 直接排出-有機質土壌の耕起)

(1) 問題点

現在、有機質土壌の耕起の N_2O 排出係数について、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。デフォルトの排出係数は我が国の実際の排出係数より過大である可能性が専門家から指摘されていることから、我が国独自の数値を設定するよう検討を行う必要がある。また、現在の合成肥料、有機質肥料からの N₂O 排出係数が、有機質土壌の耕起からの N₂O 排出も含んだ値になっている可能性があるため、合成肥料、有機質肥料からの N₂O 排出係数との排出源間の整合についても検討を行う。

■ 現状の算定方法

【算定方法】

耕起された有機質土壌の面積にデフォルト値の排出係数を乗じることにより N₂O 排出量を算定している。

$$E = EF * A * 44 / 28$$

- E : 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出量 (kg N₂O)
EF : 有機質土壌の耕起の排出係数 (kgN₂O- N/ ha/年)
A : 耕起された有機質土壌の面積 (ha)

【排出係数】

GPG (2000) に示された温帯におけるデフォルト値の排出係数である、8 kgN₂O-N/ha/年を用いる。全年度について同一の数値を使用している。

(2) 対応方針

北海道農業研究センター寒地温暖化研究チームが、石狩川泥炭地の農家圃場にて実施した調査において、泥炭地水田（連作田・復元田）及び泥炭地畑地（転換畑）における N₂O 発生量の実測結果が存在していることから、当該データを利用した我が国独自の排出係数の設定について検討を行った。

【水田】

水田における N₂O 排出係数の設定方法を表 30 に示した。各サンプルについて、実測値の N₂O 排出係数から化学肥料・有機質肥料の施肥による N₂O 排出分を控除し、施肥の影響を除いた N₂O 排出係数を作成する。それらを観測地点ごと平均し観測地点別平均排出係数を作成し、それら観測地点別平均排出係数の平均値を、最終的に水田における N₂O 排出係数とする。施肥分の排出の算出については、表 17・表 21 に示された施肥に伴う N₂O 排出係数を使用する。

表 30 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出係数の設定 (水田)

圃場の種類	サンプルNo	排出係数 実測値 (kgN ₂ O- N/ha) (A)	施肥分の排出量の算出			排出係数 (施肥分控除) (kgN ₂ O- N/ha) (A)-(D)	観測地点別 平均排出係数 (kgN ₂ O- N/ha)
			施肥量平均値 (kg/10a) (B)	施肥における 排出係数 (kgN ₂ O- N/kgN) (C)	施肥分の 排出量 (kgN ₂ O- N/ha) (D)=(B×C)		
連作田	A02-03	0.50	9.2	0.31%	0.29	0.21	0.78
	A03-04	1.09	7.6	0.31%	0.24	0.85	
	A04-05	1.51	7.6	0.31%	0.24	1.27	
	B03-04	0.51	7.6	0.31%	0.24	0.27	0.40
	B04-05	0.76	7.6	0.31%	0.24	0.52	
	C04-05	0.33	3.6	0.31%	0.11	0.22	
復元田	C03	-0.11	5.6	0.31%	0.17	-0.28	-0.03
	D04	0.15	3.6	0.31%	0.11	0.04	0.04
						平均値	0.30

(出典) 排出係数実測値、施肥量平均値：永田(2006)「石狩川泥炭地の土地利用と温室効果ガス—湿原、水田、転換畑の比較—」(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター成果報告

施肥における排出係数：Hiroko AKIYAMA, Xiaoyuan YAN and Kazuyuki YAGI. (2006): Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data, Soil Science and Plant Nutrition (2006) 52, 774–787.

なお、表 30 の排出係数には以下のような問題点が存在するため、引き続きその妥当性について検討が必要である。

(作物残渣との二重計上)

- 作物残渣のすき込みにおける N₂O 排出との二重計上を避けるために必要な、わらなどの作物残渣のすき込み分や収穫後に地面に残っている刈り株分の影響の排除が行われていない。

(調査フィールドの選択)

- 現在は連作田と復元田を分離せず、全てのサンプル水田を対象として N₂O 排出係数を設定しているが、この 2 つを分離し N₂O 排出係数を設定すべきかどうか、検討を行う必要がある。

(出典の信頼度)

- インベントリの審査を行うレビューアーに、データが客観的に正確なものであるという印象を与えるため、データの出典については、出来る限り査読論文を利用する必要がある。

【畑地】

水田と同様の方法で、畑地における N₂O 排出係数を表 31 のように作成した。なお、化学肥料・有機質肥料の施肥による排出分の控除時に使用する施肥における N₂O 排出係数については、排水性の悪い土壌からの N₂O 排出係数 1.40%を使用する (出典は下記の通り)。

なお、水田同様に、表 30 の排出係数には、作物残渣との二重計上や出典の信頼度などの問題が存在する。加えて、永田氏の別の研究では、畑地の無窒素区での高い N₂O 発生量や不耕起

における N₂O 発生量増加が報告されている。

このように今回の試算値には問題が多い一方で、現在算定に使用している GPG (2000) に示されたデフォルト値 (8 kgN₂O-N/ha/年) との間に大きな差異は存在しない⁶。従って、今回の試算値の採用はレビューアーに算定の根拠を説明出来ない可能性があるというリスクがあるが、デフォルト値を使用しても我が国の実態と大きな乖離はないため、我が国の N₂O 排出係数はデフォルト値にほぼ等しいと想定し、引き続きデフォルト値を使用し算定を行うこととする。なお今後、データが充実し、加えて上記の問題が解決次第、我が国独自の N₂O 排出係数の設定を検討する。

表 31 有機質土壌の耕起に伴う N₂O 排出係数の設定 (畑地)

圃場の種類	サンプルNo	排出係数 実測値 (kgN ₂ O- N/ha) (A)	施肥分の排出量の算出			排出係数 (施肥分控除) (kgN ₂ O- N/ha) (A)-(D)	観測地点別 平均排出係数 (kgN ₂ O- N/ha)
			施肥量平均値 (kg/10a) (B)	施肥における 排出係数 (kgN ₂ O- N/kgN) (C)	施肥分の 排出量 (kgN ₂ O- N/ha) (D)=(B×C)		
転換畑	E02-03	6.00	7.2	1.40%	1.01	4.99	4.93
	E03-04	5.47	15.0	1.40%	2.10	3.37	
	E04-05	8.52	15.0	1.40%	2.10	6.42	
	F02-03	13.60	1.2	1.40%	0.17	13.43	10.39
	F03-04	9.72	17.0	1.40%	2.38	7.34	
	G04-05	2.87	14.6	1.40%	2.04	0.83	0.83
	H04-05	11.39	17.0	1.40%	2.38	9.01	9.01
	I04-05	11.70	1.8	1.40%	0.25	11.45	11.45
	J04-05	8.75	6.0	1.40%	0.84	7.91	7.91
	平均値					7.42	

(出典) 排出係数実測値、施肥量平均値：永田(2006)「石狩川泥炭地の土地利用と温室効果ガス—湿原、水田、転換畑の比較—」(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター成果報告

施肥における排出係数：Hiroko AKIYAMA, Xiaoyuan YAN and Kazuyuki YAGI. (2006): Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data, Soil Science and Plant Nutrition (2006) 52, 774-787.

(3) 改訂結果

水田についてのみ、今回新規に設定した排出係数 (0.30kgN₂O-N/ha) を用いた場合の排出量の推計結果を表 32 に示す。水田からの N₂O 排出量は大きく減少し、2006 年度で約 610 Gg-CO₂ eq.減少した。

⁶永田氏の別の研究でも、サンプルは 1 地点であるが、有機質土壌の無窒素 (慣行耕起) 区の N₂O 排出係数が 8.8 kgN/ha という結果が出ている。

表 32 排出量の変化

			1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	水田	Gg-N2O	2.29	2.21	2.12	2.06	2.05
	畑地	Gg-N2O	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28
	合計	Gg-N2O	2.59	2.50	2.41	2.34	2.33
改訂後	水田	Gg-N2O	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	畑地	Gg-N2O	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28
	合計	Gg-N2O	0.39	0.37	0.36	0.36	0.36
差異	水田	Gg-N2O	-2.20	-2.13	-2.05	-1.98	-1.97
	畑地	Gg-N2O	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00
	合計	Gg-N2O	-2.20	-2.13	-2.05	-1.98	-1.97

			1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	水田	Gg-CO2 eq.	709.8	684.7	658.7	637.5	634.3
	畑地	Gg-CO2 eq.	94.4	90.7	88.0	86.9	86.9
	合計	Gg-CO2 eq.	804.2	775.4	746.7	724.4	721.1
改訂後	水田	Gg-CO2 eq.	26.3	25.4	24.4	23.6	23.5
	畑地	Gg-CO2 eq.	94.4	90.7	88.0	86.9	86.9
	合計	Gg-CO2 eq.	120.7	116.1	112.4	110.5	110.4
差異	水田	Gg-CO2 eq.	-683.5	-659.3	-634.3	-613.9	-610.8
	畑地	Gg-CO2 eq.	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
	合計	Gg-CO2 eq.	-683.5	-659.3	-634.3	-613.9	-610.8

※ 各年の排出量は単年の値であり、3カ年平均は行っていない。

4.9 耕起されている有機質土壌の面積 (4.D.1.5 直接排出-有機質土壌の耕起)

(1) 問題点

有機質土壌の耕起の対象となる我が国の有機質土壌の農用地は、排水と客土などの土地改良事業等により改良が進められ有機質を含む作土層がほとんど存在しない可能性がある、と専門家から指摘されている。その場合、現在有機質土壌と定義され活動量に算入されている土地が実際はほとんど有機質を含んでいない土地となることから、現状の推計は過大になっていることになる。しかし、現在有機質土壌とされている耕地面積のうち、どの程度が実際に有機質土壌であるか不明であることから、実際の有機質土壌面積（割合）を把握し、適切な活動量を設定していく必要がある。

■ 現状の算定方法

【活動量】

有機質土壌の耕起からのN₂O排出量算定の活動量である、耕起された有機質土壌の面積は、我が国の水田及び普通畑における有機質土壌（泥炭土及び黒泥土）の割合を水田及び普通畑の耕地面積に乗じることにより設定している。

$$A = RA * RF$$

- A : 耕起された有機質土壌の面積 (ha)
- RA : 耕地面積 (ha)
- RF : 有機質土壌の割合

表 33 有機質土壌の割合

水田	畑地
6.4%	1.9%

(出典) ポケット肥料要覧 (財団法人農林統計協会)

(2) 対応方針

農業環境技術研究所で進められている土壌データベースの更新状況もふまえて、引き続き検討を進めることにする。

4.10 家畜 1 頭あたりの排せつ物量及び家畜飼養頭数の変更に伴う、農用地の土壌からの間接 N₂O 排出量の変更 (4.D.3. 大気沈降、窒素溶脱・流出)

「4.D.2. 間接排出」における家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量は、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、完全に窒素分が消失する「焼却」・「浄化」処理を行う量、及び廃棄物として埋立処分される量を除いた量を使用している。従って、家畜 1 頭あたりの排せつ物量の変更 (2.1)、及びめん羊、山羊、馬の家畜飼養頭数の変更 (2.5) に伴い、家畜排せつ物中の総窒素量が変化するため、農用地の土壌からの間接 N₂O 排出量 (大気沈降、窒素溶脱・流出) も変化することとなる。

■ 算定方法

家畜排せつ物由来の有機物肥料の施肥量は、厩舎分の家畜排せつ物に含まれる全窒素量から、「直接最終処分」される排せつ物に含まれる窒素量、N₂O として大気中に揮発した窒素量、NH₃ や NO_x として大気中に揮発した窒素量、及び「焼却」・「浄化」処理された窒素量を除いた窒素量とする。

$$N_D = N_{all} - N_{N_2O} - N_{NH_3+NO_x} - N_{inc+waa} - N_{waste}$$

N_D	: 農用地に施用された家畜排せつ物由来肥料中の窒素量 (kg N)
N_{all}	: 家畜から排せつされた窒素総量 (厩舎分) (kg N)
N_{N_2O}	: 家畜排せつ物から N ₂ O として大気中に揮発した窒素量 (厩舎分) (kg N)
$N_{NH_3+NO_x}$: 家畜排せつ物から NH ₃ や NO _x として揮発した窒素量 (厩舎分) (kg NH ₃ -N+NO _x -N)
$N_{inc+waa}$: 「焼却」及び「浄化」処理された窒素量 (厩舎分) (kg N)
N_{waste}	: 「直接最終処分」される家畜排せつ物に含まれる窒素量 (kg N)

なお、直接最終処分された家畜排せつ物中の窒素量については、現状では「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環的利用実態調査報告書」に示される直接最終処分量と処理後最終処分量の合計値を、牛、豚の「ふん尿混合-貯留」処理されるふん尿量、及び採卵鶏・ブロイラーの「ふん-堆積発酵」処理されるふん量で按分 (牛、豚についてはふん量と尿量でさらに按分) することにより、家畜別ふん・尿別の埋立量を推計し、これに家畜別ふん・尿別の窒素含有率を乗じることで算定していた。今回の改訂において、家畜からの窒素排せつ量については、家畜別ふ

ん・尿排せつ量に窒素含有率を乗じて算定するのではなく、家畜 1 頭あたりの窒素排せつ量を使用して算定することとしているため（2.1 参照）、直接最終処分された家畜排せつ物中の窒素量は貯留されたふん尿中の平均窒素含有率を用いた下記の式にて算定することとする。

直接最終処分された家畜排せつ物中の窒素量

$$= \text{直接最終処分量と処理後最終処分量の合計値} \times \text{貯留されたふん尿中の平均窒素含有率}$$

$$= \text{直接最終処分量と処理後最終処分量の合計値} \times \text{貯留されたふん尿中の窒素量} / \text{貯留された排せつ物量}$$

これらの変更による排出量の変化を表 34 に示す。2006 年度においては、大気沈降からの排出量が約 38Gg-CO₂ eq.、窒素溶脱・流出からの排出量が約 19Gg-CO₂ eq.増加している。

表 34 めん羊、山羊、馬の飼養頭数及び家畜 1 頭あたり排せつ物量の変更に伴う排出量の変化

年度		Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	大気沈降	Gg-N2O	4.91	4.51	4.25	4.10	4.15
	窒素溶脱・流出	Gg-N2O	6.78	6.08	5.67	5.47	5.50
	合計	Gg-N2O	11.69	10.59	9.93	9.56	9.65
改訂後	大気沈降	Gg-N2O	4.99	4.65	4.38	4.22	4.27
	窒素溶脱・流出	Gg-N2O	6.81	6.15	5.74	5.53	5.56
	合計	Gg-N2O	11.80	10.80	10.12	9.74	9.83
差異	大気沈降	Gg-N2O	+0.08	+0.14	+0.12	+0.12	+0.12
	窒素溶脱・流出	Gg-N2O	+0.03	+0.07	+0.07	+0.06	+0.06
	合計	Gg-N2O	+0.11	+0.21	+0.19	+0.18	+0.18

年度		Fiscal Year	1990	1995	2000	2005	2006
改訂前	大気沈降	Gg-CO2 eq.	1,521.4	1,398.1	1,318.8	1,270.3	1,286.7
	窒素溶脱・流出	Gg-CO2 eq.	2,102.2	1,885.0	1,759.2	1,694.2	1,704.3
	合計	Gg-CO2 eq.	3,623.5	3,283.1	3,078.1	2,964.6	2,991.0
改訂後	大気沈降	Gg-CO2 eq.	1,546.2	1,440.5	1,356.6	1,306.8	1,324.5
	窒素溶脱・流出	Gg-CO2 eq.	2,110.8	1,907.4	1,780.7	1,713.0	1,723.3
	合計	Gg-CO2 eq.	3,657.0	3,347.8	3,137.3	3,019.8	3,047.8
差異	大気沈降	Gg-CO2 eq.	+24.8	+42.4	+37.8	+36.5	+37.8
	窒素溶脱・流出	Gg-CO2 eq.	+8.7	+22.3	+21.5	+18.8	+19.1
	合計	Gg-CO2 eq.	+33.5	+64.7	+59.2	+55.3	+56.8

※ 各年の排出量は単年の値であり、3 カ年平均は行っていない。

5. 農作物残渣の野焼き

5.1 注釈記号の選択（4.F.全体）

（1）問題点

我が国では、穀物、豆類、根菜類、さとうきび以外の農業廃棄物の野焼きが行われている可能性がある。しかし、活動実態が明らかになっておらず、また排出係数を設定することもできないことから、現在「NE」として報告している。

（2）対応方針

穀物以外の農作物では持ち出しや野焼きにより処理されていることも想定されるが、実態については十分に把握できていない。野焼きについての更なる情報が把握できた際には、排出係数・活動量の設定方法を検討することとする。なお、すき込み、持ち出し分との整合性にも注意が必要である。