

農業分野における排出量の算定方法について（農業分科会）

I. 2016 年提出インベントリに反映する検討課題

1. 家畜排せつ物の管理（3.B.）

1.1 放牧牛の排出係数の変更（3.B.1 牛）

（1）検討課題

放牧牛の排せつ物における CH_4 ・ N_2O 排出係数（表 1）の出典としている文献（設定時点では非公表）が論文として出版された際に数値の改訂があったことから、それを算定に反映する必要がある。現在の排出係数は出典文献を基に農業分科会で判断して設定しており、国家インベントリ報告書（NIR）では出典を「農業分科会設定値」としている。

表 1 放牧の排出係数（現状）

| | ふん | 尿 | ふん尿混合 （採用値） |
|--|--------|--------|----------------|
| $\text{CH}_4[\text{g CH}_4/\text{有機物}]$ | 0.095% | - | 0.095% |
| $\text{N}_2\text{O}[\text{g N}_2\text{O-N/N}]$ | 0.024% | 0.485% | 0.485% |

（出典）「放牧中の肉牛の排せつ物に由来する温室効果ガスの発生量」（森 昭憲）

* 上記研究で測定を行った 3 期間の平均値となる。

* ふん尿混合はふんと尿のうち大きい方を適用。

（2）対応方針

現在の排出係数の基となった文献が「Methane and nitrous oxide emissions due to excreta returns from grazing cattle in Nasu, Japan」（Akinori Mori and Masayuki Hojito, Grassland Science（2014）以下 Mori and Hojito（2014））として公表されたことから、NIR における出典名を変更する。また、Mori and Hojito（2014）では算定結果が見直されていることから、改めて排出係数を設定する。

表 2 に Mori and Hojito（2014）の結果を示す。排出係数はふんと尿に分けて算出されているため、これまでと同じくふんと尿の排出係数のうち大きい方をふん尿混合の排出係数とする。その結果、 CH_4 排出係数は 0.076%、 N_2O 排出係数は 0.684% となる。また、Mori and Hojito（2014）は肉用牛が対象であるため、乳用牛については肉用牛の数値で代用する。

表 2 放牧の排出係数（改訂後）

| | ふん | 尿 | ふん尿混合 （採用値） |
|--|--------|--------|----------------|
| $\text{CH}_4[\text{g CH}_4/\text{有機物}]$ | 0.076% | - | 0.076% |
| $\text{N}_2\text{O}[\text{g N}_2\text{O-N/N}]$ | 0.024% | 0.684% | 0.684% |

（出典）Mori and Hojito（2014）

* ふん尿混合はふんと尿のうち大きい方を適用。

(3) 算定結果

改訂後の排出係数を使用した排出量算定結果を表 3、図 1、図 2 に示す。排出量は CH₄・N₂O 合計で、1990 年度、2005 年度、2013 年度とも約 5 千 tCO₂ eq. 増加する。

なお、放牧家畜の排せつ物からの N₂O 排出量は「3.D.a.3.放牧家畜の排せつ物」で計上する。

表 3 乳用牛・肉用牛の放牧からの排出量算定結果

【乳用牛】

(改定前)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| N ₂ O | 10 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 |
| 合計 | 13 | 12 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

(改定後)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| N ₂ O | 14 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 |
| 合計 | 16 | 15 | 14 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 |

(差異)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | -1 | -0 | -0 | -1 | -1 | -1 | -0 | -0 |
| N ₂ O | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 合計 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |

【肉用牛】

(改定前)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| N ₂ O | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 合計 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

(改定後)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| N ₂ O | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 合計 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

(差異)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | -0 | -0 | -0 | -0 | -0 | -0 | -0 | -0 |
| N ₂ O | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 合計 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

【合計】

(改定前)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| N ₂ O | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 合計 | 17 | 16 | 15 | 17 | 17 | 17 | 16 | 16 |

(改定後)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| N ₂ O | 19 | 18 | 17 | 19 | 19 | 19 | 18 | 18 |
| 合計 | 22 | 21 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 20 |

(差異)

| (ktCO ₂ eq.) | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CH ₄ | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| N ₂ O | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 合計 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

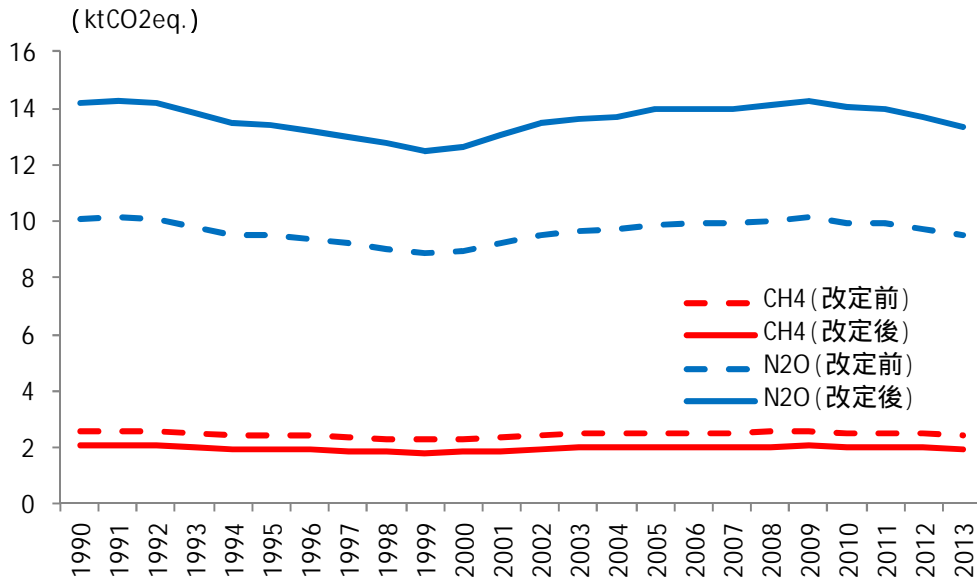


図 1 乳用牛の放牧からの排出量算定結果

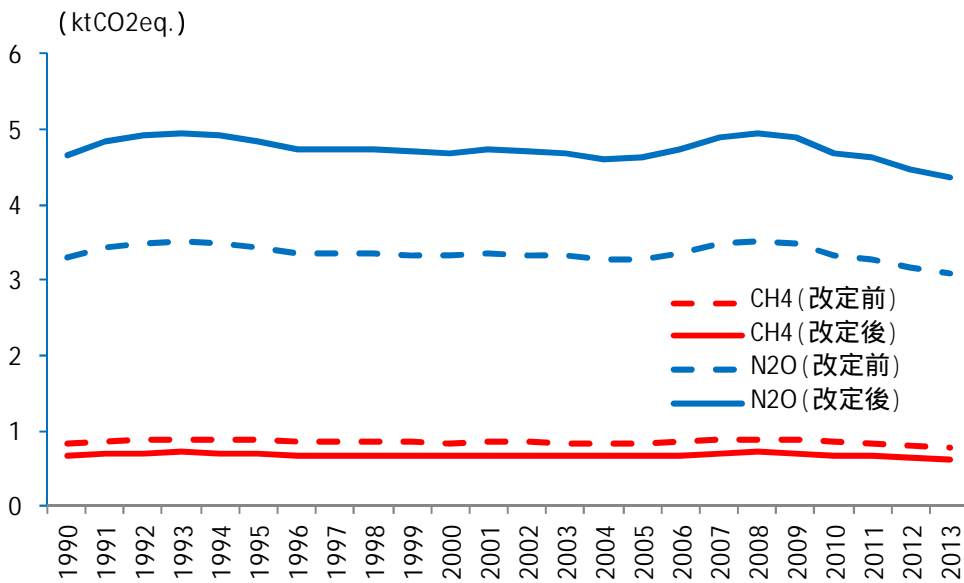


図 2 肉用牛の放牧からの排出量算定結果

2. 農用地の土壌 (3.D.)

2.1 硝化抑制剤入り化学肥料または石灰窒素を含む複合肥料を投入した場合の算定方法 (3.D.a.1 直接排出 化学肥料)

(1) 検討課題

茶園に硝化抑制剤入り化学肥料または石灰窒素を含む複合肥料を投入し、土壌からの N₂O 排出量を抑制する排出削減対策については、J-クレジット制度で方法論が採用され、今後実施が増えることが予想される。しかし、現状のインベントリの算定方法では上記削減対策を実施した場合の削減効果が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。また、J-クレジット制度の方法論では対象は茶園のみとなっているが、茶以外の作物についても削減効果の算定が可能か検討を行う必要がある。

(2) 対応方針

1) 算定対象

N₂O 削減効果が明確に立証されている硝化抑制剤入り化学肥料のみを算定対象とする。一方、石灰窒素を含む複合肥料は今回は算定対象とせず、今後 N₂O 削減効果が明確になった段階で反映を再度検討することとする。

また、J-クレジット制度では茶のみを対象としているが、N₂O 削減効果の出典論文では茶以外の作物にも N₂O 削減効果がみられていることから、茶以外の畑作物、園芸作物も算定対象とする。

2) 算定方法

【算定式】

硝化抑制剤入り化学肥料を投入した場合の排出量は、硝化抑制剤入り化学肥料を投入した場合の N₂O 削減効果を減じた N₂O 排出係数に、硝化抑制剤入り化学肥料の施用量（窒素量）を乗じて算出する。

$$E = \sum_i \{EF_i * (A_i - A'_i) + EF_i * (1 - d) * A'_i\} \times 44 / 28$$

| | |
|-----------------|---|
| E | :化学肥料の施肥に伴う N ₂ O 排出量 (tN ₂ O) |
| i | :作物種 |
| EF _i | :作物 i の化学肥料の施用による N ₂ O 排出係数 (kgN ₂ O- N/kgN) |
| A _i | :作物 i に施用される化学肥料に含まれる窒素量 (kgN) |
| A' _i | :作物 i に施用される硝化抑制剤入り化学肥料の窒素量 (kgN) |
| d | :補正係数 (硝化抑制剤入り化学肥料の施肥に伴う N ₂ O 排出量の削減率) |

【排出係数】

現在の化学肥料の施肥からの N₂O 排出量算定に使用されている排出係数 (EF_i) は表 4 の通りである。水稻、茶、その他の作物の 3 種類に分けて設定している。

表 4 化学肥料の施肥の N₂O 排出係数 (EF_{ii}) [kg-N₂O-N/kgN]

| 作物種 | 排出係数 [kg-N ₂ O-N/kg-N] |
|--------|-----------------------------------|
| 水稲 | 0.31 % |
| 茶 | 2.9 % |
| その他の作物 | 0.62 % |

(出典) Akiyama, H., Yagi, K., and Yan, X.: “Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data”, Soil Science and Plant Nutrition, 52, 774-787 (2006)

【活動量】

農地に施用される化学肥料の総窒素量 (A) は、ポケット肥料要覧の窒素質肥料需要量が使用されている (表 5、ただし森林に施用される量を控除)。

表 5 農地に施用される化学肥料の窒素量 (A)

| | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 農地に施用される化学肥料の窒素量 | ktN | 612 | 574 | 572 | 599 | 580 | 527 | 511 | 491 | 476 | 479 |
| | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| 農地に施用される化学肥料の窒素量 | ktN | 487 | 473 | 473 | 494 | 475 | 471 | 454 | 479 | 360 | 350 |
| | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | | | | | | |
| 農地に施用される化学肥料の窒素量 | ktN | 409 | 387 | 397 | 397 | | | | | | |

(出典)「ポケット肥料要覧」(農林統計協会)

硝化抑制剤入り化学肥料については農林水産省が出荷量を把握している。この出荷量が施用量と同じと見なして算定を行う。ただし、硝化抑制剤入り化学肥料の出荷量は製品ベースの重量であるため、これに窒素含有率を乗じて窒素量に換算する必要がある。窒素含有率は各メーカーの製品の平均値から 13%と設定する。窒素含有率を 13%とした場合の硝化抑制剤入り化学肥料の窒素量 (A') は表 6 のとおり。

表 6 硝化抑制剤入り化学肥料の出荷量 (窒素量ベース) (A')

| | 単位 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 硝化抑制剤入り肥料出荷量 | ktN | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| | 単位 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 硝化抑制剤入り肥料出荷量 | ktN | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | 6 | 5 | 8 |

作物別の硝化抑制剤入り化学肥料施用量 (A'_i) は、通常の化学肥料施用量を作物別に按分する場合と同様の方法を使用する。

作物別の通常の化学肥料施用量 (A_i) は、各作物の作付面積 (RA_i) に単位面積当たり化学肥料施用量 (RF) を乗じて作物別の施用量に相当する値を求め、その数値で農地への総施用量 (A) を作物別に按分している。作物別の硝化抑制剤入り化学肥料施用量を求める場合は、A を A' に置き換えて算定を行う。

$$A_i = A \times \frac{(RA_i \times RF_i \times 10)}{\sum_i (RA_i \times RF_i \times 10)}$$

- A_i : 作物種 i に施用される化学肥料に含まれる窒素量[t-N]
 A : 農地に施用される化学肥料に含まれる窒素量[t-N]
 RA_i : 作物種 i の作付面積[ha]
 RF_i : 作物種 i の単位面積当たり化学肥料施用量 [kg-N/10a]

硝化抑制剤入り化学肥料の場合は A を A' に置き換える。

なお、水稲については湛水され硝化が盛んに起きにくいこと、また、飼肥料作物については付加価値を付けて販売する目的を持たないことから、それぞれ硝化抑制剤入り化学肥料が施用されていない可能性が高いため、施用対象から除くこととする。各作物の硝化抑制剤入り化学肥料施用量は表 7 の通りとなる。

表 7 作物別硝化抑制剤入り化学肥料施用量 (A'_i)

| 作物 | 単位 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 野菜 | tN | 1,874 | 1,254 | 1,481 | 1,490 | 1,764 | 2,022 | 2,002 | 2,155 | 1,814 |
| 水稲 | tN | | | | | | | | | |
| 果樹 | tN | 716 | 478 | 560 | 559 | 665 | 766 | 760 | 820 | 697 |
| 茶 | tN | 448 | 294 | 339 | 330 | 383 | 432 | 418 | 455 | 389 |
| 馬鈴薯 | tN | 207 | 141 | 164 | 162 | 190 | 219 | 220 | 230 | 196 |
| 豆類 | tN | 81 | 55 | 73 | 73 | 94 | 124 | 127 | 139 | 111 |
| 飼肥料用作物 | tN | | | | | | | | | |
| かんしょ | tN | 47 | 31 | 36 | 36 | 43 | 49 | 47 | 51 | 44 |
| 麦 | tN | 341 | 232 | 280 | 289 | 374 | 479 | 510 | 567 | 482 |
| そば(雑穀) | tN | 18 | 13 | 19 | 21 | 25 | 33 | 33 | 38 | 33 |
| 桑 | tN | 49 | 24 | 22 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 10 |
| 工芸作物 | tN | 445 | 296 | 356 | 356 | 421 | 474 | 484 | 532 | 455 |
| たばこ | tN | 64 | 43 | 50 | 50 | 58 | 67 | 67 | 71 | 59 |
| 陸稲 | tN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 作物 | 単位 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 野菜 | tN | 1,818 | 1,701 | 1,708 | 1,772 | 2,563 | 2,124 | 2,512 | 2,187 | 3,367 |
| 水稲 | tN | | | | | | | | | |
| 果樹 | tN | 700 | 653 | 652 | 665 | 947 | 779 | 918 | 793 | 1,216 |
| 茶 | tN | 391 | 369 | 370 | 381 | 544 | 449 | 530 | 461 | 709 |
| 馬鈴薯 | tN | 198 | 187 | 190 | 191 | 271 | 225 | 264 | 232 | 353 |
| 豆類 | tN | 108 | 102 | 102 | 110 | 157 | 126 | 148 | 125 | 193 |
| 飼肥料用作物 | tN | | | | | | | | | |
| かんしょ | tN | 45 | 43 | 43 | 45 | 65 | 53 | 62 | 54 | 84 |
| 麦 | tN | 481 | 462 | 453 | 471 | 684 | 570 | 697 | 605 | 941 |
| そば(雑穀) | tN | 34 | 32 | 34 | 36 | 50 | 44 | 61 | 58 | 90 |
| 桑 | tN | 9 | 7 | 7 | 6 | 8 | 7 | 8 | 7 | 11 |
| 工芸作物 | tN | 453 | 425 | 425 | 437 | 627 | 515 | 598 | 516 | 787 |
| たばこ | tN | 53 | 48 | 47 | 46 | 62 | 49 | 51 | 31 | 48 |
| 陸稲 | tN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

硝化抑制剤入り化学肥料の施肥に伴う N_2O 排出量の削減率 d については、「Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N_2O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis」(Akiyama, H., Yan, X., and Yagi, K. Global Change Biology, in press(2009))におけるジシアンジアミド入り肥料による N_2O 削減率(26%~36%)から設定する。日本において硝化抑制剤として添加されているのは多くがジシアンジアミドであるが、一部の化学肥料では N-2,5-ジクロロフィルニルサクシアナミド酸(DCS)など別の物質が添加されている。全てがジシアンジアミドではないという現状を踏まえ、削減量の過大推計を避けるため、 N_2O 削減率は上記の幅の下限值である 26%とする。

(3) 算定結果

硝化抑制剤入り化学肥料の効果を含む化学肥料の施肥からの N₂O 排出量の算定結果について、表 8 及び図 3 に示す。硝化抑制剤入り化学肥料の使用が始まる（統計が存在する）1996 年度の削減量は 100 tCO₂ eq.、直近の 2013 年度の削減量は 2 千 tCO₂ eq.となる。

表 8 硝化抑制剤入り化学肥料の効果を含めた化学肥料の施肥からの N₂O 排出量算定結果

| | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 1,843 | 1,739 | 1,700 | 1,808 | 1,722 | 1,576 | 1,535 | 1,486 | 1,458 | 1,462 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 1,843 | 1,739 | 1,700 | 1,808 | 1,722 | 1,576 | 1,535 | 1,486 | 1,457 | 1,462 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.1 | -0.2 | -0.4 | -0.4 |

| | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 1,485 | 1,449 | 1,447 | 1,514 | 1,446 | 1,439 | 1,392 | 1,475 | 1,108 | 1,089 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 1,485 | 1,448 | 1,446 | 1,513 | 1,445 | 1,438 | 1,391 | 1,475 | 1,107 | 1,088 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |

| | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 1,268 | 1,201 | 1,227 | 1,224 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 1,267 | 1,200 | 1,226 | 1,222 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -1 | -1 | -1 | -2 |

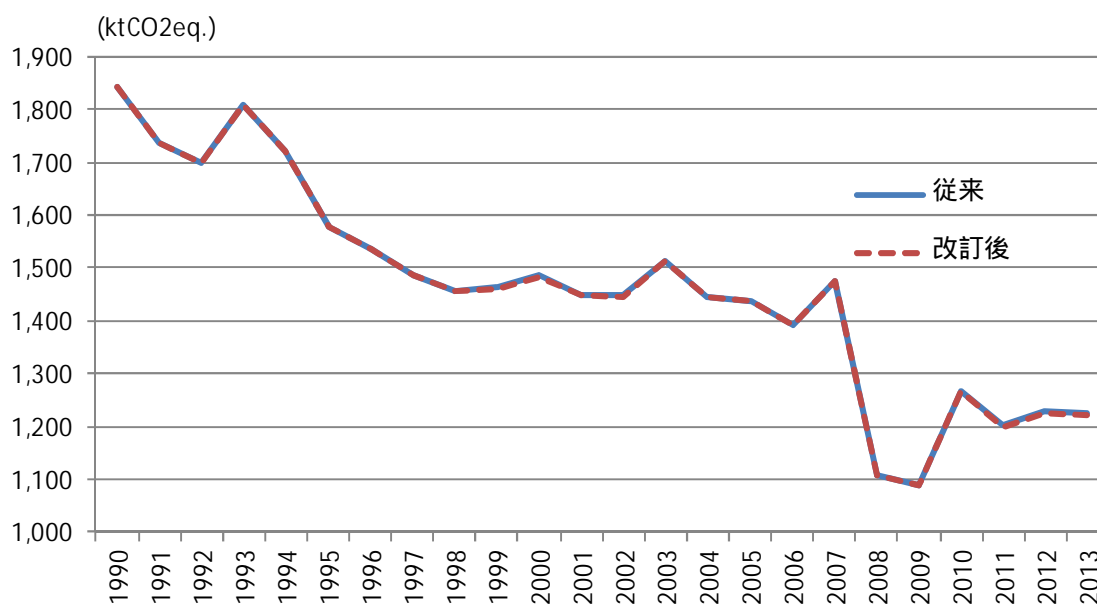


図 3 硝化抑制剤入り化学肥料の効果を含む化学肥料の施肥からの N₂O 排出量算定結果

(4) 今後の課題

硝化抑制剤入り化学肥料は、間接 N₂O 排出量に関係する NH₃ 揮発率や窒素溶脱・流出率に影響を与える可能性がある。そのため、これらに関する情報について今後さらに調査を行う必要がある。

2.2 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)

(1) 検討課題

現在の算定方法で使用している N₂O 排出係数 (鉍質土壌 1ha 当たりの無機化された窒素由来の N₂O 排出量) は、Akiyama et al. (2006)¹ の農地のバックグラウンドからの N₂O 排出係数である 0.65 kgN₂O-N/ha/year から大気沈降の間接 N₂O 排出量のダブルカウント分である 0.1 kgN₂O-N/ha を引いた 0.55 kgN₂O-N/ha (=0.65 kgN₂O-N/ha - 0.1 kgN₂O-N/ha) を使用している。しかし、この排出係数にはすき込まれた作物残渣の窒素からの N₂O 排出分が含まれており、別カテゴリーで計上されている作物残渣のすき込みの N₂O 排出量とダブルカウントになっている可能性があるため、ダブルカウントの解消方法について検討を行う必要がある。

また、現在の算定方法は、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とは異なるため、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善を図る必要がある。

(2) 対応方針

すき込まれている作物残渣由来の窒素量は、1990 年度～2013 年度の平均で約 32kgN/ha となる (表 9)。この窒素量を大気沈降分と同様の方法で Akiyama et al. (2006) の排出係数から差し引くこととする。

具体的には、作物残渣のすき込みの N₂O 排出係数である 0.01kg-N₂O-N/N を使用して、排出係数の現行値である 0.55 kgN₂O-N/ha から、作物残渣由来の窒素量である 0.32kgN₂O-N/ha (32kgN/ha × 0.01kg-N₂O-N/N) を差し引く。その結果、無機化された窒素由来の N₂O 排出係数は 0.23kgN₂O-N/ha (=0.55 kgN₂O-N/ha - 0.32 kgN₂O-N/ha) となる。

表 9 農地にすき込まれている作物残渣由来の窒素量

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| すき込まれている作物残渣由来の窒素量 | tN | 150,996 | 147,171 | 151,698 | 138,610 | 154,249 | 149,058 | 150,296 | 150,095 | 150,484 | 151,855 |
| 作付面積 | ha | 5,256,200 | 5,168,900 | 5,111,600 | 5,032,900 | 4,957,600 | 4,783,700 | 4,641,140 | 4,576,900 | 4,462,840 | 4,435,620 |
| 作付面積当たりすき込まれている作物残渣由来の窒素量 | kgN/ha | 29 | 28 | 30 | 28 | 31 | 31 | 32 | 33 | 34 | 34 |
| | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| すき込まれている作物残渣由来の窒素量 | tN | 159,063 | 154,880 | 154,832 | 145,768 | 150,348 | 146,515 | 139,492 | 140,544 | 138,415 | 129,448 |
| 作付面積 | ha | 4,408,540 | 4,363,470 | 4,337,760 | 4,356,850 | 4,331,030 | 4,295,068 | 4,258,165 | 4,218,203 | 4,177,511 | 4,157,711 |
| 作付面積当たりすき込まれている作物残渣由来の窒素量 | kgN/ha | 36 | 35 | 36 | 33 | 35 | 34 | 33 | 33 | 33 | 31 |
| | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 平均 | | | | | |
| すき込まれている作物残渣由来の窒素量 | tN | 125,833 | 125,072 | 127,632 | 126,427 | | | | | | |
| 作付面積 | ha | 4,147,401 | 4,109,281 | 4,097,721 | 4,085,031 | | | | | | |
| 作付面積当たりすき込まれている作物残渣由来の窒素量 | kgN/ha | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | | | | | |

¹ Estimations of emission factors for fertilizer-induced direct N₂O emissions from agricultural soils in Japan: Summary of available data (Hiroko AKIYAMA, Xiaoyuan YAN and Kazuyuki YAGI, Soil Science and Plant Nutrition (2006) 52, 774-787)

(3) 算定結果

上記の方法でダブルカウントの解消を図った結果を表 10 及び図 4 に示す。N₂O 排出量は 1990 年度で 57.8 万 tCO₂eq.、2005 年度で 52.5 万 tCO₂eq.、2013 年度で 51.6 万 tCO₂eq.減少することになる。

表 10 土壌中の無機化された窒素からの N₂O 排出量算定結果

| | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 988 | 967 | 959 | 951 | 945 | 940 | 936 | 931 | 924 | 918 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 410 | 401 | 398 | 395 | 392 | 390 | 388 | 386 | 383 | 381 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -578 | -566 | -561 | -557 | -553 | -550 | -548 | -545 | -541 | -537 |

| | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 913 | 907 | 902 | 900 | 898 | 896 | 895 | 894 | 892 | 891 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 378 | 376 | 374 | 373 | 373 | 372 | 371 | 371 | 370 | 369 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -534 | -531 | -528 | -527 | -526 | -525 | -524 | -523 | -522 | -521 |

| | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----|-----------------------|------|------|------|------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 890 | 884 | 883 | 882 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 369 | 367 | 366 | 366 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -521 | -518 | -517 | -516 |

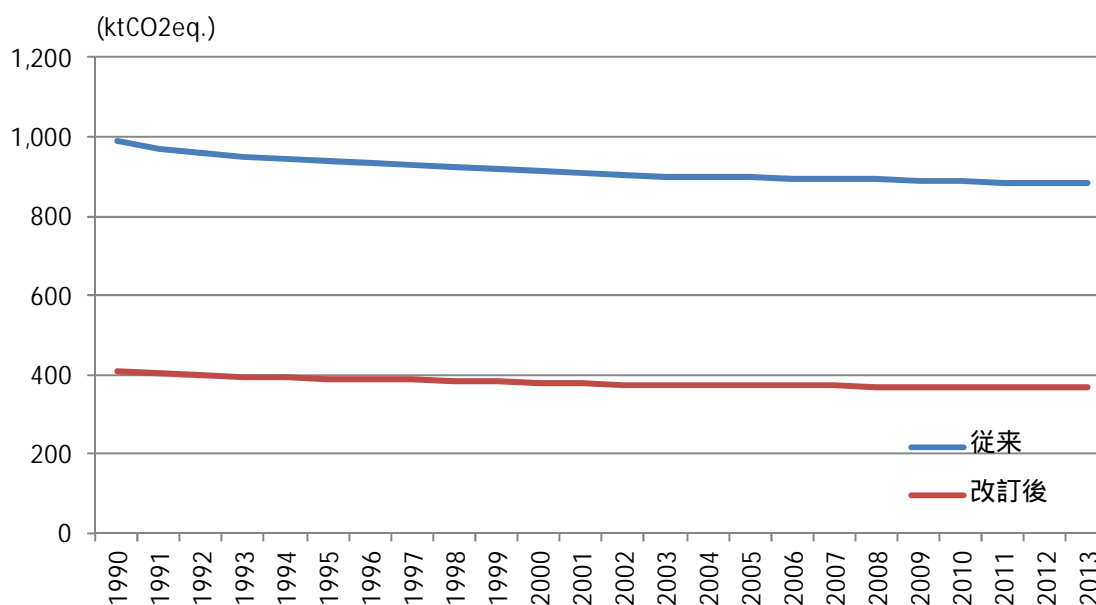


図 4 土壌中の無機化された窒素からの N₂O 排出量算定結果

また、上記改訂により土壌中の窒素量が変化することで、窒素溶脱・流出からの間接 N₂O 排出量に影響を与えることになる。窒素溶脱・流出からの間接 N₂O 排出量の改訂結果を表 11 及び図 5 に示す。N₂O 排出量は 1990 年度で 35.5 万 tCO₂eq.、2005 年度で 32.2 万 tCO₂eq.、2013 年度で 31.4 万 tCO₂eq.減少することになる。

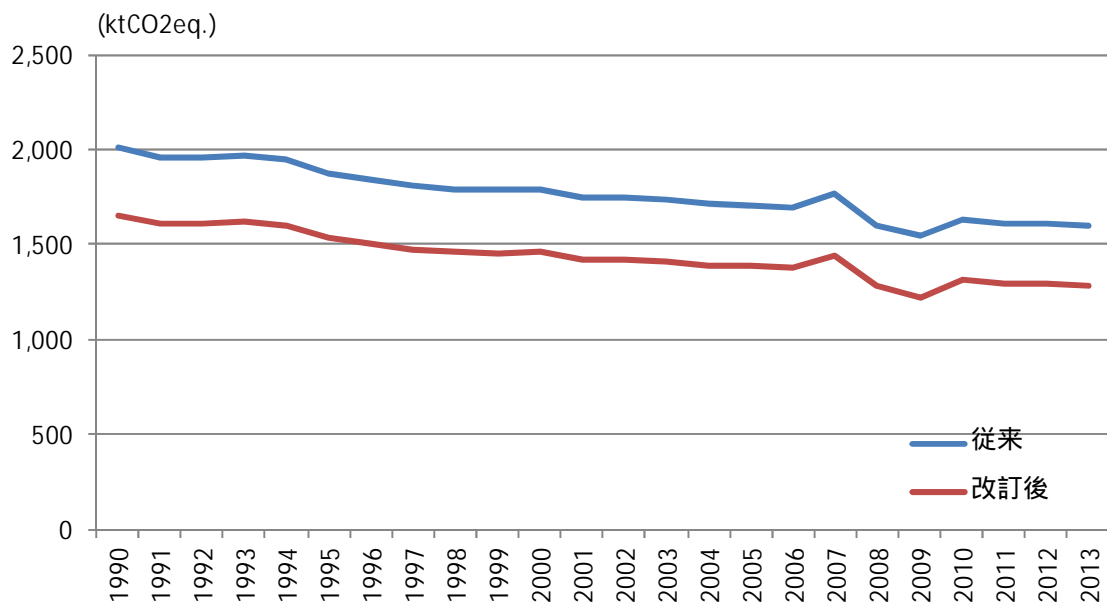
表 11 窒素溶脱・流出からの間接 N₂O 排出量算定結果

| | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 2,008 | 1,963 | 1,954 | 1,967 | 1,944 | 1,872 | 1,840 | 1,814 | 1,793 | 1,788 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 1,654 | 1,614 | 1,608 | 1,623 | 1,602 | 1,532 | 1,501 | 1,477 | 1,459 | 1,456 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -355 | -349 | -347 | -344 | -342 | -340 | -338 | -336 | -334 | -332 |

| | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 1,794 | 1,751 | 1,746 | 1,738 | 1,715 | 1,706 | 1,695 | 1,764 | 1,598 | 1,542 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 1,465 | 1,423 | 1,420 | 1,414 | 1,392 | 1,384 | 1,374 | 1,445 | 1,279 | 1,224 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -329 | -327 | -325 | -324 | -323 | -322 | -321 | -320 | -319 | -318 |

| | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 従来 | ktCO ₂ eq. | 1,629 | 1,610 | 1,606 | 1,599 |
| 改訂後 | ktCO ₂ eq. | 1,312 | 1,295 | 1,292 | 1,285 |
| 差異 | ktCO ₂ eq. | -317 | -315 | -314 | -314 |

図 5 窒素溶脱・流出からの間接 N₂O 排出量算定結果



(4) 今後の課題

2006年 IPCC ガイドラインへ対応した算定方法への改訂については、関連する研究の進捗状況を確認しながら、継続的に検討していく。

3. 農作物残渣の野焼き (3.F.)

3.1 CO 及び NOx の算定方法検討 (3.F. 全体)

(1) 検討課題

昨年度の農業分科会において CH₄ 及び N₂O の算定方法が 2006 年 IPCC ガイドラインに則った方法へ変更されたことに従い、参考として計上している CO の算定方法についても改訂の検討を行う必要がある。また、これまで算定を行っていなかった NOx についても、2006 年 IPCC ガイドラインに排出係数が存在することから新たに算定を行う必要がある。

(2) 対応方針

2006 年 IPCC ガイドラインに掲載の排出係数 (表 12) を使用し、2006 年 IPCC ガイドラインに則った方法で算定を行う。

【改訂後の算定方法 (基本式)】

$$E = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

E: 農作物残渣の野焼きによる温室効果ガス排出量 (tCO, tNOx)

A: 野焼き対象の面積 (ha)

M_B: 単位面積当たり燃焼重量 (t/ha)

C_f: 燃焼係数

G_{ef}: 排出係数 (gCO/kg, gNOx/kg)

表 12 排出係数 (G_{ef}) の設定

| ガス種 | 排出係数 | 単位 |
|-----|------|--------------|
| CO | 92 | gCO/kg (乾物) |
| NOx | 2.5 | gNOx/kg (乾物) |

(出典) 2006 年 IPCC ガイドライン

(3) 算定結果

上記の方法による CO 排出量算定結果を表 13 及び図 6 に示す。CO 排出量は、改訂前に比べ、1990 年度で 28 ktCO、2005 年度で 33 ktCO、2013 年度で 39 ktCO 増加した。また、NOx 排出量の算定結果を表 14 及び図 7 に示す。排出量は 1990 年度で 4.6 ktNOx、2005 年度で 3.1 ktNOx、2013 年度で 2.6 ktNOx となっている。

表 13 農作物残渣の野焼きからの CO 排出量算定結果

| | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 従来 | ktCO | 142 | 121 | 142 | 123 | 145 | 132 | 126 | 121 | 104 | 103 |
| 改訂後 | ktCO | 170 | 157 | 162 | 148 | 154 | 148 | 145 | 141 | 134 | 132 |
| 差異 | ktCO | 28 | 36 | 20 | 24 | 9 | 16 | 19 | 19 | 30 | 29 |

| | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 従来 | ktCO | 98 | 93 | 89 | 80 | 76 | 83 | 76 | 75 | 66 | 58 |
| 改訂後 | ktCO | 129 | 128 | 124 | 118 | 114 | 115 | 112 | 109 | 105 | 102 |
| 差異 | ktCO | 31 | 35 | 35 | 38 | 37 | 33 | 35 | 34 | 38 | 44 |

| | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 従来 | ktCO | 54 | 55 | 56 | 55 |
| 改訂後 | ktCO | 99 | 98 | 96 | 94 |
| 差異 | ktCO | 45 | 43 | 40 | 39 |

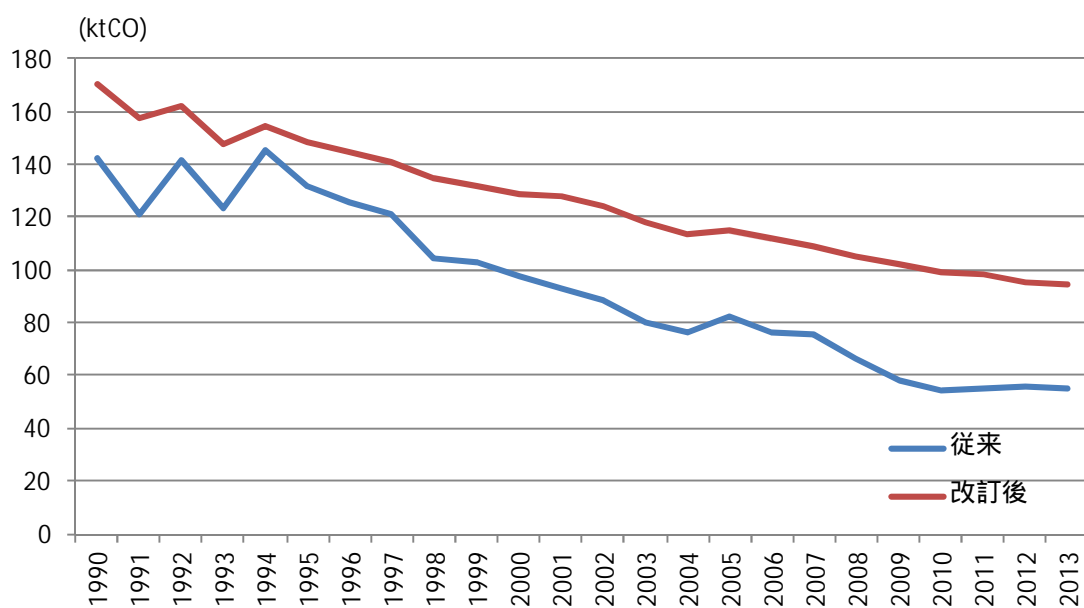


図 6 農作物残渣の野焼きからの CO 排出量算定結果

表 14 農作物残渣の野焼きからの NOx 排出量算定結果

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NOx排出量 | 単位 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| | ktNOx | 4.6 | 4.3 | 4.4 | 4.0 | 4.2 | 4.0 | 3.9 | 3.8 | 3.7 | 3.6 |
| NOx排出量 | 単位 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| | ktNOx | 3.5 | 3.5 | 3.4 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 2.8 |
| NOx排出量 | 単位 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | | | | | | |
| | ktNOx | 2.7 | 2.7 | 2.6 | 2.6 | | | | | | |

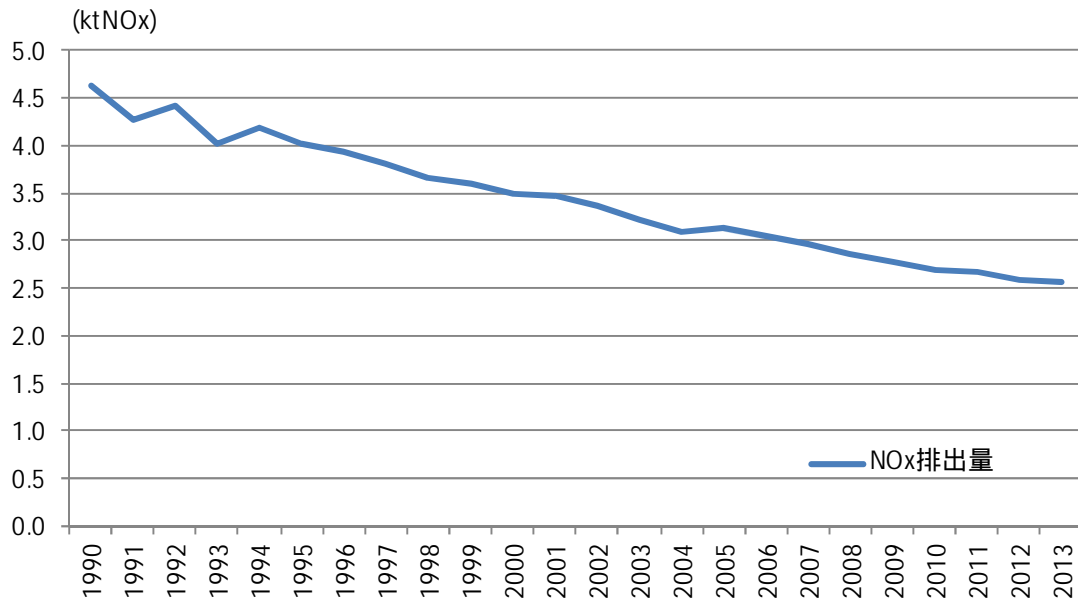


図 7 農作物残渣の野焼きからの NOx 排出量算定結果

II. 次年度以降提出のインベントリに反映する検討課題（優先検討課題）

1. 家畜排せつ物の管理（3.B.）

1.1 家畜 1 頭あたりの排せつ物量の更新（3.B. 全体）

（1）検討課題

現在の温室効果ガスインベントリで使用している家畜 1 頭あたりの排せつ物中の窒素量について、実際の測定データ等と比較して鶏（採卵鶏、ブロイラー）は過大、乳用牛は過小である可能性が専門家・研究者から指摘されており、改訂を検討する必要がある。

（2）対応方針

鶏の排せつ物中の窒素量について、研究成果がまとまった時点でインベントリへの反映について検討を行う。なお、乳用牛や肉用牛・豚についても順次検討を進めていく。

1.2 気温区分別の排出係数の設定（3.B. 全体）

（1）検討課題

家畜排せつ物管理からの CH_4 排出については、2006 年 IPCC ガイドラインにおいて気温区分別に排出係数を設定して算定を行うことが推奨されているが、我が国独自の CH_4 排出係数を使用している排せつ物管理区分の中には、気温区分別排出係数の設定を行っていない排せつ物管理区分が存在することから、気温区分別排出係数の設定方法について検討する。

（2）対応方針

インベントリ審査の状況も踏まえ改善を検討する。現在の排出係数の出典論文を用いて気温区分別の排出係数の設定が可能か、検討していく。

2. 農用地の土壌（3.D.）

2.1 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）

（1）検討課題

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 N_2O 排出係数については、適切な排出係数が存在しないため、合成肥料の N_2O 排出係数で代用していることから、有機質肥料独自の N_2O 排出係数の設定についても検討する。

（2）対応方針

家畜排せつ物から農地へ施用されるまでの窒素フローについて、インベントリと既存研究で

比較検証などを進め、家畜排せつ物から農地へ施用されるまでの窒素フローのなかで不確実性が高く調査が必要なフローを特定していく。

2.2 土壤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 土壤有機物中の炭素の消失による無機化)

(1) 検討課題

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壤炭素の分解量から N₂O 排出量を求める算定方法とは異なり、単位面積当たりの N₂O 排出量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。

(2) 対応方針

関連する研究の進捗状況を確認しながら、継続的に検討していく。