

した。

(iii) 活動量の推移

表 48 他の土地利用から転用された草地面積（単年）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された草地	kha	4.1	3.0	2.9	2.5	2.1	2.0	1.6
森林から転用された草地	kha	0.7	0.4	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1
農地から転用された草地	kha	0.9	0.9	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6
湿地から転用された草地	kha	0.127	0.008	0.032	0.007	0.014	0.010	0.001
開発地から転用された草地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	kha	2.3	1.7	1.6	1.7	1.3	1.2	0.8

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された草地	kha	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5	1.6	1.7	2.3
森林から転用された草地	kha	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
農地から転用された草地	kha	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.1	1.4
湿地から転用された草地	kha	NO	0.004	NO	0.032	NO	NO	NO	NO
開発地から転用された草地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	kha	0.8	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.8

(iv) 出典

資料名	「世界農林業センサス」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年7月
記載されている最新のデータ	1992年～2003年
対象データ	森林資源の現況（1990～2003年度）

資料名	「耕地及び作付面積統計」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年3月31日
記載されている最新のデータ	2004年
対象データ	耕地の拡張・かい廃面積（1990～2003年度）

資料名	「林業センサス累年統計書(昭和35年～平成12年)」(農林水産省)
発行日	2003年3月
記載されている最新のデータ	2000年
対象データ	森林資源の現況（1960～2000年）

(v) 活動量の課題

「耕地及び作付面積統計」では草地へ転用された土地の面積を直接把握することができないため、農地及び草地へ転用された土地の合計面積に農地と牧草地の面積比率を乗じることによってそれぞれの転用面積を推計しているが、推計の妥当性や面積把握方法について検討する必要がある。

現在の算定では、「耕地及び作付面積統計」より以下の転用面積を把握できず、当該土地利用区分における炭素ストック変化量の算定を行っていないため、面積把握方法について検討する必要がある。

- ・普通畑→牧草地
- ・普通畑→採草放牧地
- ・樹園地→牧草地
- ・樹園地→採草放牧地
- ・水田→採草放牧地

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 49 他の土地利用から転用された草地の生体バイオマスによる純炭素ストック変化量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
生体バイオマス	GgC	-27.8	-15.6	-18.9	-5.0	-5.5	-6.3	-5.3
森林から転用された草地	GgC	-31.6	-18.1	-21.2	-7.7	-7.6	-8.0	-6.5
農地から転用された草地	GgC	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2
湿地から転用された草地	GgC	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
開発地から転用された草地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	GgC	3.6	2.7	2.5	2.8	2.2	1.9	1.3

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
生体バイオマス	GgC	-3.8	-5.3	-5.1	-2.2	-1.7	-1.5	-2.0	-1.2
森林から転用された草地	GgC	-4.8	-6.0	-5.8	-3.1	-2.2	-2.1	-2.5	-2.4
農地から転用された草地	GgC	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4
湿地から転用された草地	GgC	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
開発地から転用された草地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	GgC	1.3	1.0	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	1.5

※吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

(i) 評価方法

他の土地利用から転用された農地の生体バイオマスにおける CO₂ 排出は、以下の式より算定を行っている。ここでは、他の土地利用から転用された面積以外のパラメータを排出・吸収係数とみなし、評価を行うこととする。

$$\Delta C = \Delta C_i + \Delta C_c$$

$$\Delta C_i = \underbrace{(CR_a - CR_{b,i})}_{\text{排出・吸収係数と見なすパラメータ}} \times CF \times A_i$$

排出・吸収係数と見なすパラメータ

$$\Delta C_c = A_c \times \underbrace{CR_c \times CF}_{\text{排出・吸収係数と見なすパラメータ}}$$

排出・吸収係数と見なすパラメータ

- C : 草地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)
- i : 土地利用(森林、農地、湿地、開発地、その他)
- c : 他の土地利用から転用された草地
- A : 転用された年間面積 (ha/yr)
- CR_a : 草地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t_dm/ha)、デフォルト値=0
- CR_b : 草地に転用される前の土地利用タイプ i におけるバイオマス乾物重 (t_dm/ha)
- CR_c : 草地に転用された後に蓄積されるバイオマス乾重量 (t_dm/ha)
- CF : 炭素含有率 (t-C/t-dm)

排出・吸収係数は次の式 a1、a2 で表されることから、排出・吸収係数の不確実性は式 b1、b2 で表される。

$$\text{式 a1: } EF = (CR_a - CR_b, i) \times CF$$

$$\text{式 b2: } U_{EF} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{(U_{CR_a} \times A_{CR_a})^2 + (U_{CR_b, i})^2}}{A_{CR_a} + A_{CR_b}} \right)^2 + U_{CF}^2}$$

$$\text{式 a2: } EF = CR_c \times CF$$

$$\text{式 b2: } U_{EF} = \sqrt{U_{CR_c}^2 + U_{CF}^2}$$

転用された草地の生体バイオマスにおける排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の5点が考えられる。

- 土壌タイプ
- 気候
- 調査方法

(ii) 評価結果

(7) CR_a : 草地に転用された直後のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(ア) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直後バイオマス乾重量と同様とする。

(イ) CRb : 草地に転用される直前の森林のバイオマス乾重量

4.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された農地における生体バイオマスの不確実性評価 農地に転用される直前のバイオマスストック量と同様とする。

(ウ) CRb : 草地に転用される直前の農地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の農地のバイオマス乾重量と同様とする。

(エ) CRb : 草地に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(エ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量と同様とする。

(オ) CRb : 草地に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(オ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量と同様とする。

(カ) CRb : 草地に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(カ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量と同様とする。

(キ) CRc : 草地に転用された後のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の草地のバイオマス乾重量と同様とする。

(ク) CF : 炭素含有率

3.(2).①.(g).2.(ii).(キ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 炭素含有率と同様とする。

(iii) 評価方法の課題

3.(2).①.(g).2.(iii) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 評価方法の課題と同様とする。

2) 活動量

(i) 評価方法

(7) 森林から草地への転用

森林から草地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」、「世界農林業センサス」、「耕地及び作付面積統計」の人為かい廢の開墾面積、耕地の種類別面積の値を用いて推計を行って

いる。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(イ) 農地から草地への転用

農地から草地への転用面積は、標本調査の「耕地及び作付面積統計」の人為かい廢の田畑転換面積と、種類別耕地面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ウ) 湿地から草地への転用

湿地から草地への転用面積は、「世界農林業センサス」、「耕地及び作付面積統計」の拡張面積、耕地の種類別面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(エ) その他の土地から草地への転用

その他の土地から草地への転用面積は、湿地から草地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」、「世界農林業センサス」、「耕地及び作付面積統計」の拡張面積、耕地の種類別面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ii) 評価結果

各土地利用区分ごとの活動量の不確実性は次の表の通りである。

表 50 活動量の不確実性評価結果一覧

	森林	農地	湿地	開発地	その他の土地
不確実性	25%	22%	NO	IE	21%

(iii) 評価方法の課題

現在の面積の推計は、各統計値の積み上げにより求めたものであり、不確実性評価については、各統計値の持つ不確実性を、和の合成により求めている。しかし、和の合成により、推計値全体の不確実性が、統計値の不確実性よりも小さくなってしまうため、結果として過小評価されている可能性がある。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量の不確実性は以下の通りである。

表 51 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

		排出・吸収係数の不確実性	活動量の不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の不確実性
森林	増加量	75%	25%	0.4GgCO ₂	79%
	減少量	11%	25%	-9.1GgCO ₂	28%
農地	増加量	75%	22%	15.0GgCO ₂	78%
	減少量	22%	22%	-16.3GgCO ₂	31%
その他の土地	増加量	75%	21%	8.7GgCO ₂	78%
	減少量	75%	21%	-3.1GgCO ₂	78%

② 枯死有機物 (5.C.2.-)

枯死有機物については、LULUCF-GPG において算定方法が示されていないが、CRF には記入欄が用意されているため、我が国では「NE」として報告する。

③ 土壌 (5.C.2.-)

(a) 背景

土地転用に伴い、土壌の炭素ストック量が増減する。

(b) 算定方法

(i) 算定の対象

過去 20 年間に草地へ土地利用が転用された土地における土壌中の炭素ストック量。

(ii) 算定方法の選択

Tier 2 の算定方法を用いた。なお、我が国には LULUCF-GPG に示されている有機質土壌に該当する土壌はないと考えられるため、土壌はすべて鉱質土壌として算定した。

(iii) 算定式

$$\Delta SOC = (SOC_j(t) - SOC_i(t - 20)) / 20 * A$$

ΔSOC : 牧草地に転用された土地における土壌炭素変化量 (tC/yr)

$SOC_j(t)$: t 年における牧草地 1 ヘクタール当たり土壌炭素量 (tC/ha)

$SOC_i(t-20)$: t-20 年前の牧草地に転用前の土地 1 ヘクタール当たり土壌炭素量 (tC/ha)

A : 過去 20 年間に牧草地に転用された面積 (ha)

(iv) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

「他の土地利用から転用された森林（土壌）」(5.A.2.-)と同様。20年前の土壌炭素量については、1990年値を用いた。なお、復旧に伴う草地への転用は、草地における土壌炭素量と同様の値を用いた。

(d) 活動量

1) 定義

過去20年間における「他の土地利用から草地に転用された」土地面積を活動量と定義する。我が国では、草地の定義を、農林水産省「耕地及び作付面積統計」における牧草地及び農林水産省「世界農林業センサス」における採草放牧に利用されている面積とする。

2) 活動量の把握方法

該当年における全草地面積から過去20年間転用しなかった面積の推計値を差し引くことにより、過去20年間に草地に転用した面積を把握した。さらに、各土地利用における過去20年間の転用面積を積算した値を用いて、土地利用毎の20年分転用面積を推計した。各面積の引用については、「他の土地利用から転用された草地の生体バイオマス」(5.C.2.1)と同様。

3) 活動量の推移

表 52 他の土地利用から転用された草地の面積(20年)

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された草地	kha	427.3	373.1	352.9	315.7	292.7	267.7	246.6
森林から転用された草地	kha	56.3	50.8	49.0	44.5	41.2	38.2	34.8
農地から転用された草地	kha	71.8	62.2	58.8	53.9	50.8	48.2	46.1
湿地から転用された草地	kha	2.5	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0
開発地から転用された草地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	kha	296.7	257.8	242.8	215.1	198.5	179.3	163.7

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された草地	kha	221.5	197.1	184.0	170.8	160.2	154.1	144.3	133.3
森林から転用された草地	kha	30.0	26.9	25.4	23.6	21.8	19.6	17.6	13.9
農地から転用された草地	kha	44.1	41.6	41.8	41.3	41.2	42.4	43.3	43.6
湿地から転用された草地	kha	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1
開発地から転用された草地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	kha	145.7	127.0	115.2	104.4	95.7	91.0	82.3	74.7

4) 出典

「他の土地利用から転用された草地の生体バイオマス」(5.C.2)と同様。

5) 活動量の課題

「他の土地利用から転用された草地の生体バイオマス」(5.C.2)と同様。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 53 他の土地利用から転用された草地の土壌による純炭素ストック変化量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
土壌	GgC	1,168.3	1,018.7	963.4	861.9	799.1	731.1	674.4
森林から転用された草地	GgC	126.5	114.1	110.0	100.0	92.5	85.7	78.2
農地から転用された草地	GgC	228.0	197.7	186.8	171.2	161.5	153.2	146.6
湿地から転用された草地	GgC	5.8	5.4	5.5	5.1	5.0	4.7	4.7
開発地から転用された草地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	GgC	808.0	701.5	661.1	585.6	540.1	487.5	445.0

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
土壌	GgC	607.9	542.2	506.9	471.5	443.2	428.1	402.9	374.2
森林から転用された草地	GgC	67.4	60.4	57.1	53.0	48.9	44.0	39.4	31.2
農地から転用された草地	GgC	140.0	132.1	132.7	131.1	131.0	134.7	137.6	138.5
湿地から転用された草地	GgC	4.2	3.9	3.8	3.5	3.4	2.8	2.7	2.5
開発地から転用された草地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された草地	GgC	396.3	345.7	313.3	283.8	259.9	246.6	223.3	202.0

※吸収：＋、排出：－

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

転用された草地における土壌の排出量は（１）の式で表され、その不確実性については（２）の式で表されるように、排出・吸収係数と活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \quad (2)$$

- E : 転用による草地の土壌からの CO₂ 排出・吸収量
- EF : 排出・吸収係数
- A : 転用された面積
- U_E : 排出量の不確実性
- U_{EF} : 排出係数の不確実性
- U_A : 活動量の不確実性

(i) 評価方針

他の土地利用から転用された草地における土壌からの CO₂ の排出・吸収は、以下の式により算定を行っている。ここでは、面積以外のパラメータを排出・吸収係数とみなし、評価を行うこととする。

【転用された草地の土壌における CO₂ 排出・吸収係数の算定式】

$$E = \underbrace{(SOC_j - SOC_i)}_{\text{排出係数と見なすパラメータ}} / T \times A(20)$$

排出係数と見なすパラメータ

- E : 草地に転用された土地における土壤炭素変化量 (tC/yr)
 SOC_j : 草地における土壤炭素量 (tC/ha)
 SOC_i : 草地に転用される前の土地利用タイプ i における土壤炭素量 (tC/ha)
 T(20) : 土地転用に要する期間 (デフォルト 20 年)
 A : 草地に転用された 20 年間累計面積 (ha)

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = (SOC_j - SOC_i) / 20$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \frac{\sqrt{(U_{SOC_j} \times A_{SOC_j})^2 + (U_{SOC_i} \times A_{SOC_i})^2}}{A_{SOC_j} + A_{SOC_i}}$$

転用された草地の土壤における排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の 3 点が考えられる。

- 土壤タイプ
- 気候
- 計測方法

(ii) 評価結果

(7) SOC_j : 転用された直後の草地における土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 転用された直後の森林における土壤炭素量と同様とする。

(1) SOC_i : 草地に転用される直前の森林の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(ア) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 転用された直後の森林の土壤炭素量と同様とする。

(ウ) SOC_i : 草地に転用される直前の草地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の草地の土壤炭素量と同様とする。

(イ) SOC_i : 草地に転用される直前の湿地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(エ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の湿地の土壤炭素量と同様とする。

(オ) SOC_i : 草地に転用される直前の開発地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(オ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の開発地の土壤炭素量と同様とする。

(カ) SOC_j : 草地に転用される直前のその他の土地における土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(カ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前のその他の土地における土壤炭素量と同様とする。

(iii) 評価方法の課題

3.(2).③.(g).2.(iii) 他の土地利用から転用された森林における土壤炭素量の不確実性評価 評価方法の課題と同様とする。

2) 活動量

(i) 評価方法

(7) 森林から草地への転用

森林から草地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」、「世界農林業センサス」、「耕地及び作付面積統計」の人為かい廢の開墾面積、耕地の種類別面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(イ) 農地から草地への転用

農地から草地への転用面積は、標本調査の「耕地及び作付面積統計」の人為かい廢の田畑転換面積と、種類別耕地面積の値を用いて推計を行っている表 15 表 16 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ウ) 湿地から草地への転用

湿地から草地への転用面積は、「世界農林業センサス」、「耕地及び作付面積統計」の拡張面積、耕地の種類別面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(I) その他の土地から草地への転用

その他の土地から草地への転用面積は、湿地から草地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」、「世界農林業センサス」、「耕地及び作付面積統計」の拡張面積、耕地の種類別面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ii) 評価結果

各土地利用区分ごとに合成を行った活動量の不確実性は次の表の通りである。

表 54 活動量の不確実性評価結果一覧

	森林	農地	湿地	開発地	その他の土地
不確実性	10%	7%	10%	IE	7%

(iii) 評価方法の課題

現在の面積の推計は、各統計値の積み上げにより求めたものであり、不確実性評価については、各統計値の持つ不確実性を、和の合成により求めている。しかし、和の合成により、推計値全体の不確実性が、統計値の不確実性よりも小さくなってしまうため、結果として過小評価されている可能性がある。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量の不確実性は以下の通りである。

表 55 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

	排出・吸収係数の不確実性	活動量の不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の不確実性
森林	22%	10%	114.5GgCO ₂	24%
農地	21%	7%	507.7GgCO ₂	22%
湿地	50%	10%	9.3GgCO ₂	51%
その他の土地	37%	7%	740.7GgCO ₂	38%

6. 湿地 (5.D)

(1) 転用のない湿地 (5.D.1)

① 泥炭採掘のために管理された有機質土壌 (5.D.1.1)

わが国では泥炭の採掘は行われていないため、「NO」とした (LULUCF-GPG、3.282 頁 Table 3A3.3 の peat extraction には我が国のデフォルト値は与えられていない)。

② 転用のない湛水地 (5.D.1.-)

Appendix 扱いのため、現時点では未算定。

(2) 他の土地利用から転用された湿地 (5.D.2)

① 泥炭採掘のための炭素ストック変化 (5.D.2.1)

わが国では泥炭の採掘は行われていないため、「NO」とした。

② 他の土地利用から転用された湛水地 (5.D.2.-)

(a) 背景

湛水地に土地転用される際、炭素ストック量が変化する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

過去 20 年間に於いて湛水地に土地利用が転用された湛水地。

2) 算定方法の選択

ダムに転用された土地を対象に、バイオマスストック変化量を算定した。算定方法は「転用のない農地 (5.B.1)」のバイオマスの算定方法に従って、Tier 2 の算定方法を用いた。なお、土壌については算定方法が示されていないため、算定を行っていない。

3) 算定式

$$\Delta Ci = Ai(CRa - CRb,i) \times CF$$

- ΔCi : 森林、農地等からダムへ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)
 Ai : 森林、農地等からダムに転用された湛水地面積 (ha/yr)
 CRa : ダムに転用された直後のバイオマス乾物重 (t-dm/ha)
 CRb,i : ダムに転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t-dm/ha)
 CF : 炭素含有率 (C/dm)、デフォルト値=0.5

4) 算定方法の課題

(c) 各種パラメータ

1) 定義

パラメータ	定義
CRa	ダムに転用された直後のバイオマス乾物重 (t-dm/ha)
CRb,i	ダムに転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t-dm/ha)

2) 設定方法

パラメータの設定は以下の通りである。

表 56 土地利用毎のバイオマスストック量の設定方法

土地利用カテゴリー		設定方法	
転用直後	湿地	転用直後は 0 と仮定 LULUCF-GPG	
転用前	森林	人工林及び天然林の総蓄積量を、森林総面積で除し、森林平均バイオマス量を推計 「森林・林業統計要覧」	
	農地	水田	尾和尚人「わが国の農作物の養分収支」における年間成長量の値を利用
		普通畑	尾和尚人「わが国の農作物の養分収支」における年間成長量の値を利用
		樹園地	伊藤大雄・杉浦俊彦・黒田治之「わが国の温暖地落葉果樹園における年間炭素収支の推定」果樹試験場報告第 34 号別刷より、果樹別の平均年齢と平均成長量を掛け合わせ推定
	草地	LULUCF-GPG Table3.4.2 warm temperate wet の値を適用	
	開発地、その他	0 と仮定	

3) パラメータの推移

転用前後の炭素ストック量には以下の値を用いた。

表 57 土地利用毎のバイオマスストック量

土地利用カテゴリー		設定方法	
転用直後	湿地	0 (t-dm/ha)	
転用前	農地	水田	6.31 (t-dm/ha)
		畑地	3.30 (t-dm/ha)
		樹園地	30.63 (t-dm/ha)
	草地	2.7 (t-dm/ha)	
	開発地、その他の土地	0と仮定	

転用前の森林のバイオマスストック量

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
森林平均バイオマスストック量	[t_dm/ha]	93	95	96	98	100	102	104

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林平均バイオマスストック量	[t_dm/ha]	106	107	109	111	113	115	117	118

4) 各種パラメータの課題

湿地、開発地、その他の土地については、文献不足のため、バイオマスストックを0と仮定しているが、開発地における緑地など、実態と乖離している可能性があるため、今後も検討していく必要がある。

(d) 活動量

1) 定義

過去20年間のうち、湛水地に転用された面積。

2) 活動量の把握方法

(財)日本ダム協会「ダム年鑑」における既設ダム湛水面積の経年変化により、該当年の水面面積増加量を算出した。ダム年間の湛水面積には自然湖沼のダム化面積も含まれるため、土地利用変化を伴っていない水面の変化分は除外した。

ダム転用前の土地の種類別面積（森林、農地／等）については、一部の大規模ダムにおける水没農地面積、水没戸数より、農用地（＋草地）、開発地からダムに転用された割合を推計した。森林からダムへの転用面積については、「世界農林業センサス」、林野庁業務資料から推計した値と比較し、該当年の森林転用面積が総ダム転用面積より大きい場合などについては、森林転用面積の値を優先し、1990年以降の累計ダム転用面積を変えない範囲で不整合の調整を行った（ダム竣工年が実際の転用時点とは限らないため）。

農用地の転用による面積は、「ダム年鑑」における水没農地面積に、他の土地利用のカテゴリーと同様、現状土地利用面積を用いて農地と草地に按分した。開発地の転用による面積は、水没戸数に1世帯当りの敷地平均面積を乗じて推計した。森林、農地、草地、開発地からの転用面積を差し引いた剰余分は、その他の土地からの転用面積とした。

3) 活動量の推移

表 58 他の土地利用から転用された湿地面積（単年）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された湿地	kha	0.8	1.6	1.7	0.5	0.9	1.3	2.4
森林から転用された湿地	kha	0.3	0.3	0.9	0.4	0.4	1.0	1.7
農地から転用された湿地	kha	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.5
草地から転用された湿地	kha	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
開発地から転用された湿地	kha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他の土地から転用された湿地	kha	0.3	0.9	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された湿地	kha	0.6	2.2	1.7	1.6	1.6	1.0	0.7	1.8
森林から転用された湿地	kha	0.4	1.6	1.2	1.1	1.2	0.3	0.2	0.2
農地から転用された湿地	kha	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4
草地から転用された湿地	kha	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
開発地から転用された湿地	kha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他の土地から転用された湿地	kha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	1.1

4) 出典

資料名	「ダム年鑑」1970～2003年度分（日本ダム協会）
発行日	2005年3月
記載されている最新のデータ	2003年
対象データ	都道府県別水資源開発状況一覧表 既設ダム湛水地面積

資料名	「世界農林業センサス」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年7月
記載されている最新のデータ	1992年～2003年
対象データ	森林資源の現況（1990～2003年度）

資料名	「耕地及び作付面積統計」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年3月31日
記載されている最新のデータ	2004年
対象データ	耕地の拡張・かい廃面積（1990～2003年度）

資料名	「林業センサス累年統計書(昭和35年～平成12年)」(農林水産省)
発行日	2003年3月
記載されている最新のデータ	2000年
対象データ	森林資源の現況（1960～2000年）

5) 活動量の課題

現在の算定では、湿地を国土利用区分における「水面」、「河川」、「水路」と想定した上で面積を把握しているが、国土全域の土地面積を把握するという観点から、想定の妥当性について検討する必要がある（排出・吸収量の算定に直接関係するものではない）。

また、人為的な貯水池の造成については、ダムの他に溜め池の造成が考えられるため、溜め池の面積把握方法について検討する必要がある。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 59 他の土地利用から転用された湛水地による純炭素ストック変化量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された湿地	GgC	-15.4	-14.9	-44.2	-19.1	-21.2	-50.2	-90.6
森林から転用された湿地	GgC	-14.6	-13.3	-42.5	-18.5	-20.2	-48.8	-88.3
農地から転用された湿地	GgC	-0.8	-1.5	-1.7	-0.5	-0.9	-1.2	-2.1
草地から転用された湿地	GgC	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1	-0.1	-0.2
開発地から転用された湿地	GgC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
その他の土地から転用された湿地	GgC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された湿地	GgC	-22.6	-85.8	-68.2	-64.7	-68.2	-19.8	-13.3	-13.2
森林から転用された湿地	GgC	-22.1	-83.9	-66.6	-63.3	-66.7	-18.9	-12.7	-11.6
農地から転用された湿地	GgC	-0.5	-1.9	-1.5	-1.4	-1.4	-0.9	-0.6	-1.6
草地から転用された湿地	GgC	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1
開発地から転用された湿地	GgC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
その他の土地から転用された湿地	GgC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

※ 吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

(i) 評価方法

他の土地利用から転用された湿地の生体バイオマスにおける CO₂ 排出は、以下の式より算定を行っている。ここでは、他の土地利用から転用された面積以外のパラメータを排出・吸収係数とみなし、評価を行うこととする。

$$C = \underbrace{(CRa - CRb,i)}_{\text{排出・吸収係数と見なすパラメータ}} \times CF \times Ai$$

排出・吸収係数と見なすパラメータ

- Ci : 森林、農地等から湿地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)
- Ai : 森林、農地等から湿地に転用された面積 (ha/yr)
- CRa : 湿地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
- CRb,i : 湿地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
- CF : 炭素含有率 (C/dm)、デフォルト値=0.5

排出・吸収係数は次の式 a で表されることから、排出・吸収係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = (CRa - CRb, i) \times CF$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{(U_{CRa} \times A_{CRa})^2 + (U_{CRb, i})^2}}{A_{CRa} + A_{CRb}} \right)^2 + U_{CF}^2}$$

転用された湿地の生体バイオマスにおける排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の4点が考えられる。

- 土壌タイプ
- 気候及び栽培する季節

(ii) 評価結果

(7) CRa : 湿地に転用された後のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(エ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量と同様とする。

(4) CRb : 湿地に転用される直前の森林のバイオマス乾重量

4.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された農地における生体バイオマスの不確実性評価 農地に転用される直前のバイオマスストック量と同様とする。

(ウ) CRb : 湿地に転用される直前の農地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の農地のバイオマス乾重量と同様とする。

(エ) CRb : 湿地に転用される直前の草地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の草地のバイオマス乾重量と同様とする。

(オ) CRb : 湿地に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(オ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量と同様とする。

(カ) CRb : 湿地に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(カ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量と同様とする。

(キ) CF：炭素含有率

3.(2).①.(g).2.(ii).(キ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量と同様とする。

(iii) 評価方法の課題

3.(2).①.(g).2.(iii) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価の評価方法の課題と同様とする。

2) 活動量

(7) 森林から湿地への転用

森林から湿地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」、「世界農林業センサス」、「ダム年鑑」、「土地統計調査」の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

■ ダム年鑑

「ダム年鑑」に示された水源地域対策特別措置法に基づく指定ダム等の概要、および都道府県別水資源開発状況一覧表の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会における設定値を採用することとした。ダム年鑑は、全数調査、指定統計以外、すそ切りなしの統計であるため、不確実性を 10%とした。

■ 住宅・土地統計

「住宅・土地統計」に示された住宅 敷地面積の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会におけるデフォルト値を採用することとした。住宅・土地統計は、標本調査、指定統計であるため、不確実性を 50%とした。

表 60 温室効果ガス排出量算定方法検討会で設定した標本統計の不確実性

	指定統計	指定統計以外
標本調査	50 (%)	100 (%)

※ 指定統計、承認統計、届出統計の値は GPG(2000)等を参考に、温室効果ガス排出量算定方法検討会で設定、指定統計以外は指定統計の倍と設定。

表 61 活動量の不確実性評価のためのデータ一覧

統計	不確実性	評価方法
林野庁治山課業務統計	40%	検討会デフォルト値
住宅・土地統計	50%	検討会デフォルト値
世界農林業センサス	20%	検討会デフォルト値
ダム年鑑	10%	検討会デフォルト値

(イ) 農地から湿地への転用

農地から湿地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」、「ダム年鑑」を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ウ) 草地から湿地への転用

草地から湿地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」、「ダム年鑑」を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ii) 評価結果

各土地利用区分ごとの活動量の不確実性は次の表の通りである。

表 62 活動量の不確実性評価結果一覧

	森林	水田	普通畑	樹園地	牧草地
不確実性	33%	146%	5%	5%	5%

(iii) 評価方法の課題

現在の面積の推計は、各統計値の積み上げにより求めたものであり、不確実性評価については、各統計値の持つ不確実性を、和の合成により求めている。しかし、和の合成により、推計値全体の不確実性が、統計値の不確実性よりも小さくなってしまうため、結果として過小評価されている可能性がある。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量の不確実性は以下の通りである。

表 63 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

	排出・吸収係数の不確実性	活動量の不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の不確実性
森林	11%	33%	-42.5GgCO ₂	35%
水田	6%	146%	-3.4GgCO ₂	146%
普通畑	158%	5%	-0.6GgCO ₂	158%
樹園地	103%	5%	-1.7 GgCO ₂	103%
草地	75%	5%	-0.3 GgCO ₂	75%

7. 開発地 (5.E)

(1) 転用のない開発地 (5.E.1)

(a) 背景

都市公園や緑地保全地区などにおいて、生育している樹木が、炭素を固定している。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

過去 20 年間に土地の転用がされなかった開発地における、生体バイオマスの炭素ストック変化量。

2) 算定方法の選択

都市公園及び緑地保全地区等における樹木の炭素ストック変化量を算定対象とし、Tier 1a の算定方法を用いた。なお、損失量算定、20 年生以上及び 20 年生未満の区分については、現時点ではデータが存在しないため算定を行っていない。

3) 算定式

転用のない開発地における生体バイオマスの炭素ストック変化量は、生体バイオマス成長量から損失量を減じて算定する。

$$\Delta CSSLB = \Delta CSSG - \Delta CSSL$$

$$\Delta CSSG = A \times PW \times BI$$

- $\Delta CSSLB$: 転用のない開発地における生体バイオマスの炭素ストック変化量 (t-C/yr)
- $\Delta CSSG$: 転用のない開発地における生体バイオマス成長に伴う炭素ストック変化量 (t-C/yr)
- $\Delta CSSL$: 転用のない開発地における生体バイオマス損失に伴う炭素ストック変化量 (t-C/yr) ※データが存在しないため、未算定
- A : 造成後 20 年以下の緑化面積
- PW : 樹林面積率 (公園面積当りの樹林率)
- BI : 単位緑化面積当りの成長量

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

1) 定義

各種パラメータ		定義
PW	樹林面積率	都市公園及び緑地保全地区等における樹林の面積割合。
BI	単位緑化面積当りの成長量	都市公園及び緑地保全地区等における樹木の年間平均成長率。

2) 設定方法

各種パラメータ		出典
PW	樹林面積率	国土交通省調べ
BI	単位緑化面積当りの成長量	LULUCF-GPG、3.297 頁のデフォルト値 2.9(t-C/ha crown cover/yr)

3) パラメータの推移

	樹林面積率
1. 街区公園	0.19
2. 近隣公園	0.30
3. 地区公園	0.33
4. 総合公園	0.39
5. 運動公園	0.29
6. 大規模公園	0.43
7. 特殊公園	0.37
8. 国営公園	0.39
9. 緩衝緑地	0.33
10. 都市緑地	0.33
11. 緑道	0.60
12. 特定地区公園	0.32
13. 緑地保全地区	1.00

4) 各種パラメータの課題

単位緑化面積あたりの成長量は、LULUCF-GPG のデフォルト値を用いているが、我が国の実情に適した独自の値を用いる事も検討する必要がある。

(d) 活動量

1) 定義

我が国における開発地は、国土交通省「土地利用現況把握調査」に示される道路、宅地と定義する。また、内数である都市緑地は国土交通省「都市公園等整備現況把握調査」より把握する。

2) 活動量の把握方法

都市公園及び緑地保全地区等における樹木の貯蔵量の変化の活動量については、国土交通省調べの都市公園及び緑地保全地区等の面積に、樹木本数、公園面積等から算出した樹林面積率を乗じて算定した。なお、緑地保全地区等については樹林面積率を100%と仮定した。

3) 活動量の推移

表 64 転用のない開発地面積

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1. 街区公園	kha	8.6	8.9	9.2	9.4	9.7	9.9	10.2
2. 近隣公園	kha	6.3	6.4	6.8	7.0	7.3	7.5	7.5
3. 地区公園	kha	5.0	5.1	5.2	5.4	5.6	5.7	5.9
4. 総合公園	kha	14.2	14.8	15.0	15.6	16.5	17.2	17.9
5. 運動公園	kha	7.5	7.9	8.4	8.7	8.9	9.1	9.3
6. 大規模公園	kha	6.5	6.8	7.6	7.9	8.5	8.7	9.1
7. 特殊公園	kha	11.0	11.2	11.3	11.5	11.8	11.9	12.1
8. 国営公園	kha	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
9. 緩衝緑地	kha	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4
10. 都市緑地	kha	5.3	5.9	6.2	6.5	6.9	7.3	8.1
11. 緑道	kha	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
12. 特定地区公園	kha	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8
13. 緑地保全地区	kha	1.9	1.9	3.4	3.5	3.6	3.7	3.9
合計面積	kha	69.6	72.5	76.8	79.4	82.8	85.1	88.4

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. 街区公園	kha	10.5	10.7	10.9	11.2	11.4	11.6	11.9	12.1
2. 近隣公園	kha	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9
3. 地区公園	kha	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.9	7.3	7.4
4. 総合公園	kha	18.2	18.8	20.0	20.5	21.3	21.8	22.4	22.8
5. 運動公園	kha	9.8	10.1	10.3	10.6	10.9	11.2	11.4	11.5
6. 大規模公園	kha	9.7	10.2	10.2	10.8	11.5	11.8	12.2	12.4
7. 特殊公園	kha	12.2	12.4	12.6	12.6	13.0	12.6	12.6	12.9
8. 国営公園	kha	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3	2.4
9. 緩衝緑地	kha	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
10. 都市緑地	kha	8.5	9.1	9.6	10.0	10.2	10.6	11.2	11.7
11. 緑道	kha	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
12. 特定地区公園	kha	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
13. 緑地保全地区	kha	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
合計面積	kha	86.2	89.4	92.2	94.9	97.9	99.8	102.7	105.1

4) 活動量の課題

現在の算定では、開発地を国土利用区分における「道路」及び「宅地」と想定した上で面積を把握しているが、想定妥当性について検討する必要がある（排出・吸収量の算定に直接関係するものではない）。

LULUCF-GPGによると、総ての国土を6つの土地利用区分のいずれかに分類した上で、土地利用区別の面積を特定しなければならない。国土利用区分における「道路」及び「宅地」は開発地に該当すると想定し面積を把握しているが、想定妥当性について検討する必要がある（排

出・吸収量の算定に直接関係するものではない。

現在の算定では、都市公園及び緑地保全地区の緑地部分を国土交通省「都市公園等整備現況把握調査」より把握しているが、それ以外の緑地については把握漏れとなっている。現在、国土交通省では、開発地における総ての緑地面積の把握について検討しており、活動量である面積データが修正される可能性がある。従って、開発地における排出・吸収量については、今後、緑地面積データの修正に合わせて再計算を行う予定である。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 65 転用のない開発地の生体バイオマスによる純炭素ストック変化量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1. 街区公園	[Gg C]	4.72	4.89	5.02	5.16	5.30	5.43	5.59
2. 近隣公園	[Gg C]	5.41	5.53	5.85	6.08	6.28	6.43	6.50
3. 地区公園	[Gg C]	4.79	4.85	5.03	5.14	5.32	5.43	5.66
4. 総合公園	[Gg C]	16.13	16.77	17.04	17.74	18.74	19.56	20.34
5. 運動公園	[Gg C]	6.39	6.71	7.12	7.42	7.58	7.77	7.93
6. 大規模公園	[Gg C]	8.12	8.51	9.50	9.84	10.67	10.92	11.41
7. 特殊公園	[Gg C]	11.80	12.05	12.09	12.32	12.61	12.70	12.95
8. 国営公園	[Gg C]	1.21	1.39	1.36	1.37	1.42	1.52	1.56
9. 緩衝緑地	[Gg C]	1.22	1.27	1.28	1.30	1.33	1.36	1.38
10. 都市緑地	[Gg C]	5.06	5.62	5.95	6.27	6.59	7.00	7.75
11. 都市林	[Gg C]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
12. 広場公園	[Gg C]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
13. 緑道	[Gg C]	0.90	0.96	0.98	1.00	1.03	1.07	1.12
14. 特定地区公園	[Gg C]	0.45	0.51	0.58	0.63	0.79	0.77	0.80
15. 緑地保全地区	[Gg C]	5.50	5.52	9.99	10.21	10.56	10.59	11.27
合計	[Gg C]	71.69	74.57	81.78	84.49	88.22	90.55	94.33

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. 街区公園	[Gg C]	5.71	5.86	5.98	6.11	6.25	6.36	6.48	6.61
2. 近隣公園	[Gg C]	6.63	6.82	7.02	7.16	7.24	7.39	7.51	7.64
3. 地区公園	[Gg C]	5.80	5.99	6.15	6.29	6.44	6.60	6.96	7.07
4. 総合公園	[Gg C]	20.62	21.34	22.68	23.31	24.21	24.77	25.38	25.88
5. 運動公園	[Gg C]	8.31	8.62	8.76	9.03	9.27	9.53	9.70	9.83
6. 大規模公園	[Gg C]	12.11	12.80	12.79	13.47	14.33	14.82	15.30	15.54
7. 特殊公園	[Gg C]	13.09	13.32	13.47	13.54	13.89	13.50	13.53	13.86
8. 国営公園	[Gg C]	1.66	1.78	1.94	2.03	2.14	2.33	2.61	2.69
9. 緩衝緑地	[Gg C]	1.39	1.40	1.42	1.46	1.49	1.49	1.50	1.51
10. 都市緑地	[Gg C]	8.16	8.75	9.18	9.53	9.78	10.18	10.73	11.22
11. 都市林	[Gg C]	0.07	0.07	0.07	0.20	0.20	0.22	0.23	0.29
12. 広場公園	[Gg C]	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.04	0.07	0.17
13. 緑道	[Gg C]	1.17	1.21	1.24	1.29	1.33	1.34	1.40	1.42
14. 特定地区公園	[Gg C]	0.84	0.87	0.94	0.99	1.03	1.06	1.14	1.19
15. 緑地保全地区	[Gg C]	11.52	13.70	13.73	13.82	14.07	14.77	14.97	15.14
合計	[Gg C]	97.11	102.55	105.41	108.28	111.72	114.40	117.50	120.06

※吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

(i) 評価方法

都市公園及び緑地保全地区等における樹木の年間炭素ストック変化量については、LULUCF-GPG 3.297 頁に示されるデフォルト値を採用している。排出・吸収係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、LULUCF-GPG に示された値を採用することとする。

(ii) 評価結果

LULUCF-GPG 3.298 頁に示された不確実性の標準値を採用する。転用のない開発地における樹木の年間炭素ストック変化量の不確実性は、±50%とする。

(iii) 評価方法の課題

特になし。

2) 活動量

(i) 評価方針

転用のない開発地の生体バイオマスにおける活動量は、国土交通省調べの都市公園及び緑地保全地区等の面積に、樹木本数、公園面積等から算出した樹林面積率を乗じて算定した値を採用している。活動量のデシジョンツリーに従い、公園面積および、樹林面積率について、H14 年度検討会での設定値を採用することとする。

(ii) 評価結果

「都市公園整備現況調査」に示された都市公園面積の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会におけるデフォルト値を採用することとした。「都市公園整備現況調査」は、指定統計以外、全数調査、すそ切りなしであるため、不確実性を 10%とした。

また、「緑化推進計画策定時の調査」に示された高木本数、既存樹林面積、既存樹林本数の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会におけるデフォルト値を採用することとした。「緑化推進計画策定時の調査」は、指定統計以外、全数調査、すそ切りなしであるため、高木本数、既存樹林面積、既存樹林本数については、不確実性を全て 10%とし、樹林面積率については、合成を行い、不確実性を 20%とした。

表 66 開発地活動量の不確実性評価結果

高木本数 (A)	既存樹林本数 (B)	既存樹林面積 (C)	樹林面積 $D=(A)*(C)/(B)$	公園面積 (E)	樹林面積率 $(F)=(D)/(E)$
10%	10%	10%	17%	10%	20%

(iii) 評価方法の課題

H14年度の検討会での設定値では過大評価となっている可能性があるため、他のデータによるクロスチェックなど検討する必要がある。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量の不確実性は、以下の通りである。

	排出・吸収係数の 不確実性	活動量の 不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の 不確実性
転用のない開発地	50%	22%	440.2 GgCO ₂	55%

(2) 他の土地利用から転用された開発地 (5.E.2)

① 生体バイオマス (5.E.2.1)

(a) 背景

開発地への土地転用に伴い、生体バイオマスによる炭素ストック量が増減する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

LULUCF-GPGによると、土地利用区分「開発地」では、生体バイオマスのみが取り扱われており、枯死有機物および土壌における炭素ストックの算定方法は記載されていない。従って、開発地では、生体バイオマスの炭素ストック変化量のみを算定対象とした。

2) 算定方法の選択

森林、農地（田）から開発地への転用については、Tier 2 の算定方法を用いた。森林及び農地（田）以外の土地から開発地への転用については、Tier 1 の算定方法を用いて算定した。

3) 算定式

各土地利用から開発地に転用された面積に、転用前のバイオマス蓄積量から転用直後のバイオマス蓄積量の差分と、炭素含有率を乗じることにより算定する。

$$\Delta Ci = Ai(CRa - CRb,i) \times CF$$

ΔCi : 森林、農地等から開発地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)

Ai : 森林、農地等から開発地に転用された面積 (ha/yr)

CRa : 開発地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)

CRb,i : 開発地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)

CF : 炭素含有率 (C/dm)、デフォルト値=0.5

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

1) 定義

パラメータ	定義
CRa	: 開発地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t-dm/ha)
CRb,i	: 開発地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t-dm/ha)

2) 設定方法

パラメータの設定は以下の通りである。

表 67 土地利用毎のバイオマスストック量の設定方法

土地利用カテゴリー		設定方法	
転用直後	開発地	転用直後は 0 と仮定 (LULUCF-GPG)	
転用前	森林	人工林及び天然林の総蓄積量を、森林総面積で除し、森林平均バイオマス量を推計 「森林・林業統計要覧」	
	農地	水田	尾和尚人「わが国の農作物の養分収支」における年間成長量の値を利用
		普通畑	尾和尚人「わが国の農作物の養分収支」における年間成長量の値を利用
		樹園地	伊藤大雄・杉浦俊彦・黒田治之「わが国の温暖地落葉果樹園における年間炭素収支の推定」果樹試験場報告第 34 号別刷より、果樹別の平均年齢と平均成長量を掛け合わせ推定
	草地	LULUCF-GPG Table3.4.2 warm temperate wet の値を適用	
	湿地、その他	0 と仮定	

3) パラメータの推移

転用前後の炭素ストック量には以下の値を用いた。

表 68 土地利用毎のバイオマスストック量

土地利用カテゴリー		設定方法	
転用直後	開発地	0 (t-dm/ha)	
転用前	農地	水田	6.31 (t-dm/ha)
		畑地	3.30 (t-dm/ha)
		樹園地	30.63 (t-dm/ha)
	草地	2.7 (t-dm/ha)	
	湿地、その他の土地	0 と仮定	

転用前の森林のバイオマスストック量

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
森林平均バイオマスストック量	[t_dm/ha]	93	95	96	98	100	102	104	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林平均バイオマスストック量	[t_dm/ha]	106	107	109	111	113	115	117	118

4) 各種パラメータの課題

湿地、開発地、その他の土地については、文献不足のため、バイオマスストックを 0 と仮定しているが、開発地における緑地など、実態と乖離している可能性があるため、今後も検討し

ていく必要がある。

(d) 活動量

1) 定義

森林及び農用地から開発地への転用される面積を活動量とした。湿地及びその他の土地から開発地へ転用された土地の面積は、データの入手が不可能なため、当該土地利用区分において計上は行わず、「IE」として報告し、「転用のないその他の土地」において計上することとした。

2) 活動量の把握方法

➤ 森林からの転用

「世界農林業センサス」、林野庁業務資料より推計した森林の転用面積のうち、工事・事業場用地、住宅・別荘用地、ゴルフ場・レジャー用地、公共用地（ダムへの転用分を除く）を開発地への転用面積とした。

➤ 農地からの転用

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積における工場、道路、宅地、農林道への転用面積の合計を用いた。普通畑、樹園地への転用面積は、畑地における各々の面積比率を、かい廃面積の合計値に乗じることで按分した。

➤ 草地からの転用

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積における工場、道路、宅地、農林道への転用面積のうちの牧草地面積及び「農地の移動と転用」の採草放牧地における開発地転用面積を用いた。

3) 活動量の推移

表 69 他の土地利用から転用された開発地面積（単年）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された開発地	kha	37.5	40.5	43.1	36.1	32.7	31.7	29.5
森林から転用された開発地	kha	13.0	15.1	16.4	12.1	9.4	9.1	7.1
農地から転用された開発地	kha	21.4	21.9	23.1	20.9	20.2	19.5	19.6
草地から転用された開発地	kha	3.2	3.4	3.6	3.1	3.2	3.1	2.8
湿地から転用された開発地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された開発地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された開発地	kha	28.4	26.6	23.4	21.2	19.1	16.0	14.2	13.5
森林から転用された開発地	kha	6.4	6.1	5.4	4.6	4.1	2.2	2.1	2.2
農地から転用された開発地	kha	19.2	18.0	15.6	14.5	13.1	12.0	10.6	9.9
草地から転用された開発地	kha	2.7	2.5	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.5
湿地から転用された開発地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された開発地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

4) 出典

資料名	「世界農林業センサス」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年7月
記載されている最新のデータ	1992年～2003年
対象データ	森林資源の現況（1990～2003年度）

資料名	「耕地及び作付面積統計」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年3月31日
記載されている最新のデータ	2004年
対象データ	耕地の拡張・かい廃面積（1990～2003年度）

資料名	「林業センサス累年統計書(昭和35年～平成12年)」(農林水産省)
発行日	2003年3月
記載されている最新のデータ	2000年
対象データ	森林資源の現況（1960～2000年）

5) 活動量の課題

「転用のない開発地」(5.A.1)と同様。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 70 他の土地利用から転用された開発地の生体バイオマスによる純炭素ストック変化量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された開発地	GgC	-692.2	-808.7	-884.9	-681.9	-551.6	-541.1	-445.5
森林から転用された開発地	GgC	-602.1	-716.3	-788.9	-596.2	-468.4	-461.2	-367.7
農地から転用された開発地	GgC	-85.8	-87.8	-91.2	-81.5	-79.0	-75.8	-74.0
草地から転用された開発地	GgC	-4.3	-4.6	-4.8	-4.1	-4.3	-4.2	-3.8
湿地から転用された開発地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された開発地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された開発地	GgC	-413.8	-398.5	-354.6	-309.8	-283.4	-175.3	-165.8	-166.7
森林から転用された開発地	GgC	-338.1	-328.1	-293.0	-252.9	-232.5	-128.8	-125.0	-128.4
農地から転用された開発地	GgC	-71.9	-67.0	-58.4	-53.9	-48.3	-44.1	-38.7	-36.4
草地から転用された開発地	GgC	-3.7	-3.4	-3.2	-2.9	-2.6	-2.3	-2.0	-2.0
湿地から転用された開発地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された開発地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

※ 吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

他の土地利用から転用された開発地の生体バイオマスにおける CO₂ 排出・吸収量は、各土地利用区分に、さらに農地については、水田・普通畑・樹園地の3区分ごとに、排出・吸収量の不確実性が異なるため、7つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

1) 排出・吸収係数

(i) 評価方法

他の土地利用から転用された開発地の生体バイオマスにおける CO₂ 排出は、以下の式より算定を行っている。ここでは、他の土地利用から転用された面積以外のパラメータを排出・吸収係数とみなし、評価を行うこととする。

$$C = \underbrace{(CRa - CRb, i)}_{\text{排出・吸収係数と見なすパラメータ}} \times CF \times Ai$$

排出・吸収係数と見なすパラメータ

- Ci : 森林、農地等から開発地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)
Ai : 森林、農地等から開発地に転用された面積 (ha/yr)
CRa : 開発地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
CRb,i : 開発地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
CF : 炭素含有率 (C/dm)、デフォルト値=0.5

排出・吸収係数は次の式 a で表されることから、排出・吸収係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = (CRa - CRb, i) \times CF$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{(U_{CRa} \times A_{CRa})^2 + (U_{CRb, i})^2}}{A_{CRa} + A_{CRb}} \right)^2 + U_{CF}^2}$$

転用された開発地の生体バイオマスにおける排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の4点が考えられる。

- 土壌タイプ
- 気候及び栽培する季節
- 栽培方法
- 品種

(ii) 評価結果

(7) CRa : 開発地に転用された直後のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(オ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 転用される直前の開発地のバイオマス乾重量と同様とする。

(4) CRb : 開発地に転用される直前の森林のバイオマス乾重量

4.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された農地における生体バイオマスの不確

実性評価 農地に転用される直前のバイオマスストック量と同様とする。

(ウ) CRb : 開発地に転用される直前の農地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の農地のバイオマス乾重量と同様とする。

(エ) CRb : 開発地に転用される直前の草地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の草地のバイオマス乾重量と同様とする。

(オ) CRb : 開発地に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(エ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量と同様とする。

(カ) CRb : 開発地に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(カ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量と同様とする。

(キ) CF : 炭素含有率

3.(2).①.(g).2.(ii).(キ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 炭素含有率と同様とする。

(iii) 評価方法の課題

3.(2).①.(g).2.(iii) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価の評価方法の課題と同様とする。

2) 活動量

(i) 評価方法

(7) 森林から開発地への転用

森林から開発地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」と、「世界農林業センサス」の値を用いて推計を行っている。表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(イ) 農地から開発地への転用

農地から開発地への転用面積は、標本調査の「耕地及び作付面積統計」の人為かい廃と、種別別耕地面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評

価した。

(ウ) 草地から開発地への転用

草地から開発地への転用面積は、標本調査の「耕地及び作付け面積統計」の人為かい廃と、種類別耕地面積、標本調査の「農地の移転と転用」の採草放牧地の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 表 43 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ii) 評価結果

各土地利用区分の活動量の不確実性は次の表の通りである。

表 71 活動量の不確実性評価結果一覧

	森林	水田	普通畑	樹園地	牧草地
不確実性	8%	8%	1%	1%	1%

(iii) 評価方法の課題

現在の面積の推計は、各統計値の積み上げにより求めたものであり、不確実性評価については、各統計値の持つ不確実性を、和の合成により求めている。しかし、和の合成により、推計値全体の不確実性が、統計値の不確実性よりも小さくなってしまうため、結果として過小評価されている可能性がある。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量の不確実性は以下の通りである。

表 72 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

	排出・吸収係数の不確実性	活動量の不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の不確実性
森林	11%	8%	-470.7GgCO ₂	14%
水田	6%	8%	-75.3GgCO ₂	10%
普通畑	158%	1%	-15.9GgCO ₂	158%
樹園地	103%	1%	-42.2 GgCO ₂	103%
草地	75%	1%	-7.2 GgCO ₂	75%

② 枯死有機物、土壌 (5.E.2.-)

LULUCF-GPG に、枯死有機物及び土壌における炭素ストックの算定方法は記載されていないため、算定対象外とした。

8. その他の土地 (5.F)

(1) 転用のないその他の土地 (5.F.1)

LULUCF-GPG の記述に従い、当該カテゴリーにおける炭素ストック変化量および非 CO2 排出量については考慮しなかった。

(2) 他の土地利用から転用されたその他の土地 (5.F.2)

① 生体バイオマス (5.F.2.1)

(a) 背景

草地への土地転用に伴い、生体バイオマスによる炭素ストック量が増減する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

我が国におけるその他の土地は、国土交通省「土地利用現況把握調査」における国土面積から他の土地利用区分の合計面積を差し引いて把握する。生体バイオマスの定義については、「転用のない森林（生体バイオマス）」(5.A.1.1)と同様。

2) 算定方法の選択

算定方法は他の土地利用から農地への転用のバイオマスの算定方法に従い、Tier 2 の算定方法を用いた。

3) 算定式

$$\Delta Ci = Ai(CRa - CRb,i) \times CF$$

ΔCi : 森林、農地等からその他の土地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (t-C/yr)

Ai : 森林、農地等からその他の土地に転用された面積 (ha/yr)

CRa : その他の土地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t-dm/ha)

CRb,i : その他の土地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t-dm/ha)

CF : 炭素含有率、デフォルト値=0.5

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

1) 定義

パラメータ	定義
CRa	: その他の土地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t-dm/ha)
CRb,i	: その他の土地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t-dm/ha)
CF	: 炭素含有率、デフォルト値=0.5 [t-C/t-dm]

2) 設定方法

パラメータの設定は以下の通りである。

表 73 土地利用毎のバイオマスストック量の設定方法

土地利用カテゴリー		設定方法	
転用直後	その他の土地	転用直後は 0 と仮定 (LULUCF-GPG)	
転用前	森林	人工林及び天然林の総蓄積量を、森林総面積で除し、森林平均バイオマス量を推計 「森林・林業統計要覧」	
	農地	水田	尾和尚人「わが国の農作物の養分収支」における年間成長量の値を利用
		普通畑	尾和尚人「わが国の農作物の養分収支」における年間成長量の値を利用
		樹園地	伊藤大雄・杉浦俊彦・黒田治之「わが国の温暖地落葉果樹園における年間炭素収支の推定」果樹試験場報告第 34 号別刷より、果樹別の平均年齢と平均成長量を掛け合わせ推定
	草地	LULUCF-GPG Table3.4.2 warm temperate wet の値を適用	
	湿地、開発地	0 と仮定	

3) パラメータの推移

転用前後の炭素ストック量には以下の値を用いた。

表 74 土地利用毎のバイオマスストック量

土地利用カテゴリー		設定方法	
転用直後	その他の土地	0 (t-dm/ha)	
転用前	農地	水田	6.31 (t-dm/ha)
		畑地	3.30 (t-dm/ha)
		樹園地	30.63 (t-dm/ha)
	草地	2.7 (t-dm/ha)	
	湿地、開発地	0と仮定	

転用前の森林のバイオマスストック量

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
森林平均バイオマスストック量	[t_dm/ha]	93	95	96	98	100	102	104	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林平均バイオマスストック量	[t_dm/ha]	106	107	109	111	113	115	117	118

4) 各種パラメータの課題

湿地、開発地、その他の土地については、文献不足のため、バイオマスストックを0と仮定しているが、開発地における緑地など、実態と乖離している可能性があるため、今後も検討していく必要がある。

(d) 活動量

1) 定義

森林及び農用地からその他の土地への転用面積を活動量とした。湿地及び開発地からその他の土地へ転用された土地の面積は、データの入手が不可能なため、当該土地利用区分において計上は行わず、「IE」として報告し、「転用のないその他の土地」において計上することとした。

2) 活動量の把握方法

➤ 森林からの転用

「世界農林業センサス」、林野庁業務資料より推計した森林の転用面積のうち、土石の採掘及びその他を開発地への転用面積とした。

➤ 農地からの転用

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積におけるその他、自然災害面積のうちの田、普通畑、樹園地面積を用いた。

➤ 草地からの転用

「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積におけるその他、自然災害面積のうちの牧草地面積及び「農地の移動と転用」の採草放牧地におけるその他分類不明の面積を用いた。

3) 活動量の推移

表 75 他の土地利用から転用されたその他の土地の面積（単年）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用されたその他の土地	kha	21.47	21.28	20.64	24.28	26.03	27.95	25.52
森林から転用されたその他の土地	kha	2.4	2.8	2.2	2.7	2.4	2.1	2.1
農地から転用されたその他の土地	kha	15.2	14.7	14.6	17.0	18.4	20.0	18.2
草地から転用されたその他の土地	kha	3.8	3.8	3.8	4.6	5.2	5.8	5.2
湿地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用されたその他の土地	kha	31.96	31.07	30.04	27.36	28.51	23.47	19.62	16.98
森林から転用されたその他の土地	kha	2.5	2.0	2.2	1.6	1.8	1.5	1.2	1.2
農地から転用されたその他の土地	kha	19.2	18.8	18.8	16.8	17.2	14.3	11.8	10.7
草地から転用されたその他の土地	kha	10.2	10.3	9.0	9.0	9.6	7.7	6.6	5.1
湿地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

4) 出典

資料名	「世界農林業センサス」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年7月
記載されている最新のデータ	1992年～2003年
対象データ	森林資源の現況（1990～2003年度）

資料名	「耕地及び作付面積統計」1970～2003年度分（農林水産省）
発行日	2005年3月31日
記載されている最新のデータ	2004年
対象データ	耕地の拡張・かい廃面積（1990～2003年度）

資料名	「林業センサス累年統計書(昭和35年～平成12年)」(農林水産省)
発行日	2003年3月
記載されている最新のデータ	2000年
対象データ	森林資源の現況（1960～2000年）

5) 活動量の課題

「転用のないその他の土地」の面積が国土総面積の約8%を占めており、現状と乖離している可能性があるため、他の土地利用区分を含めて面積把握方法を検討する必要がある。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 76 他の土地利用から転用されたその他の土地の生体バイオマスによる純炭素ストック変化の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
生体バイオマス	GgC	-189.3	-203.8	-178.2	-215.9	-212.1	-206.0	-196.6
森林から転用されたその他の土地	GgC	-113.5	-130.3	-106.2	-133.0	-121.2	-107.6	-108.8
農地から転用されたその他の土地	GgC	-70.6	-68.3	-66.9	-76.8	-83.9	-90.5	-80.7
草地から転用されたその他の土地	GgC	-5.2	-5.1	-5.1	-6.2	-7.0	-7.8	-7.1
湿地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
生体バイオマス	GgC	-230.6	-204.3	-212.7	-173.8	-184.9	-156.4	-127.8	-121.6
森林から転用されたその他の土地	GgC	-134.1	-109.8	-122.8	-91.0	-98.9	-86.2	-69.1	-71.2
農地から転用されたその他の土地	GgC	-82.8	-80.6	-77.7	-70.8	-73.1	-59.9	-49.8	-43.5
草地から転用されたその他の土地	GgC	-13.7	-13.9	-12.2	-12.1	-12.9	-10.3	-8.9	-6.9
湿地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

※ 吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

他の土地利用から転用されたその他の土地の生体バイオマスにおける CO₂ 排出・吸収量は、各土地利用区分ごとに、さらに農地については、水田・普通畑・樹園地の3区分ごとに、排出・吸収量の不確実性が異なるため、7つの区分ごとに不確実性の評価をする必要がある。

1) 排出・吸収係数

(i) 評価方法

他の土地利用から転用されたその他の土地の生体バイオマスにおける CO₂ 排出は、以下の式より算定を行っている。ここでは、他の土地利用から転用された面積以外のパラメータを排出・吸収係数とみなし、評価を行うこととする。

$$C = \underbrace{(CRa - CRb, i)}_{\text{排出・吸収係数と見なすパラメータ}} \times CF \times Ai$$

排出・吸収係数と見なすパラメータ

- C_i : 森林、農地等からその他の土地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)
- A_i : 森林、農地等からその他の土地に転用された面積 (ha/yr)
- CRa : その他の土地に転用された直後のバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
- CRb,i : その他の土地に転用される前の森林、農地等におけるバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
- CF : 炭素含有率 (C/dm)、デフォルト値=0.5

排出・吸収係数は次の式 a で表されることから、排出・吸収係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = (CRa - CRb, i) \times CF$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{(U_{CRa} \times A_{CRa})^2 + (U_{CRb,i})^2}}{A_{CRa} + A_{CRb}} \right)^2 + U_{CF}^2}$$

(ii) 評価結果

(7) CRa : その他の土地に転用された直後のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(カ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前のその他の土地のバイオマス乾重量と同様とする。

(イ) CRb : その他の土地に転用される直前の森林のバイオマス乾重量

4.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された農地における生体バイオマスの不確実性評価 農地に転用される直前のバイオマスストック量と同様とする。

(ウ) CRb : その他の土地に転用される直前の農地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の農地のバイオマス乾重量と同様とする。

(エ) CRb : その他の土地に転用される直前の草地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の草地のバイオマス乾重量と同様とする。

(オ) CRb : その他の土地に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(エ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 森林に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量と同様とする。

(カ) CRb : その他の土地に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量

3.(2).①.(g).2.(ii).(オ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確

実性評価 森林に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量と同様とする。

(キ) CF：炭素含有率

3.(2).①.(g).2.(ii).(キ) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 炭素含有率と同様とする。

(iii) 評価方法の課題

3.(2).①.(g).2.(iii) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価の評価方法の課題と同様とする。

2) 活動量

(i) 評価方法

(7) 森林からその他の土地への転用

森林から開発地への転用面積は、「林野庁治山課業務資料」と、「世界農林業センサス」の値を用いて推計を行っている。表 18 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(イ) 農地からその他の土地への転用

農地から開発地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」の人為かい廃と、種類別耕地面積の値を用いて推計を行っている。表 15 表 16 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ウ) 草地からその他の土地への転用

草地から開発地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」のかい廃面積におけるその他、自然災害面積のうちの牧草地面積及び「農地の移動と転用」の採草放牧地におけるその他分類不明の面積を用いている。表 15 表 16 表 43 における各統計の不確実性評価の結果を用いて、面積推計方法に従い、合成を行うことによって、活動量の不確実性を評価した。

(ii) 評価結果

各土地利用区分の活動量の不確実性は次の表の通りである。

表 77 活動量の不確実性評価結果一覧

	森林	水田	普通畑	樹園地	牧草地
不確実性	35%	10%	1%	1%	8%

(iii) 評価方法の課題

現在の面積の推計は、各統計値の積み上げにより求めたものであり、不確実性評価について

は、各統計値の持つ不確実性を、和の合成により求めている。しかし、和の合成により、推計値全体の不確実性が、統計値の不確実性よりも小さくなってしまうため、結果として過小評価されている可能性がある。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量の不確実性は以下の通りである。

表 78 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

	排出・吸収係数の不確実性	活動量の不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の不確実性
森林	11%	35%	-261.2 GgCO ₂	37%
水田	6%	10%	-49.6 GgCO ₂	11%
普通畑	158%	1%	-30.0 GgCO ₂	158%
樹園地	103%	1%	-79.8 GgCO ₂	103%
草地	2%	8%	-25.3 GgCO ₂	8%

② 土壌 (5.F.2.-)

(a) 背景

土地転用に伴い、土壌の炭素ストック量が増減する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

我が国には LULUCF-GPG に示されている有機質土壌に該当する土壌はないと考えられるため、土壌はすべて鉱質土壌として算定した。

2) 算定方法の選択

「転用のない農地(5.B.1)」の算定方法に従い、Tier 2 の算定方法を用いた。

3) 算定式

その他の土地に転用された土地における土壌炭素変化量は、t年におけるその他の土地1ヘクタール当たりの土壌炭素量に、t年から遡った20年前におけるその他の土地に転用される前の土地ヘクタール当たりの土壌炭素量を乗じ、20で除した値に、過去20年間にその他の土地に転用された面積を乗じて算定する。

$$\Delta C = (SOC_j - SOC_i) \times A$$

- ΔC : その他の土地に転用された土地における土壌炭素ストック変化量 (tC/yr)
 SOC_j : その他の土地利用の土壌炭素量 (tC/ha)
 SOC_i : その他の土地に転用される前の土地利用 i の 1ha 当たりの土壌炭素量 (tC/ha)
 A : 過去 20 年間にその他の土地に転用された面積 (ha)

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

「他の土地利用から転用された森林（土壌）」(5.A.2.-)と同様。20 年前の土壌炭素量については、1990 年値を用いた。

(d) 活動量

1) 定義

過去 20 年間ににおける「他の土地利用からその他の土地に転用された」土地面積を活動量と定義する。

2) 活動量の把握方法

該当年におけるその他の土地の全面積から過去 20 年間転用しなかった面積の推計値を差し引くことによって、過去 20 年間にその他の土地に転用した面積を把握する。さらに、各土地利用における過去 20 年間の転用面積を積算した値を用いて、土地利用ごとの 20 年分転用面積を推定する。各面積の引用については、「他の土地利用から転用されたその他の土地の生体バイオマス」(5.F.2.1)と同様。

3) 活動量の推移

表 79 他の土地利用から転用されたその他の土地の面積 (20 年)

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用されたその他の土地	kha	557.9	541.5	529.3	529.6	499.2	475.6	453.4
森林から転用されたその他の土地	kha	70.2	69.2	67.8	66.8	65.5	64.4	63.4
農地から転用されたその他の土地	kha	419.4	404.0	392.4	391.8	360.6	336.7	315.2
草地から転用されたその他の土地	kha	68.3	68.2	69.2	71.0	73.1	74.6	74.7
湿地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用されたその他の土地	kha	450.9	453.7	460.1	468.1	477.7	482.4	484.8	484.7
森林から転用されたその他の土地	kha	61.3	60.0	58.1	56.2	54.2	51.6	49.5	47.4
農地から転用されたその他の土地	kha	309.1	307.3	309.8	313.2	317.9	320.0	320.0	319.3
草地から転用されたその他の土地	kha	80.4	86.5	92.2	98.6	105.7	110.9	115.3	118.0
湿地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

4) 活動量の課題

「他の土地利用から転用されたその他の土地の生体バイオマス」(5.F.2.1)と同様。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 80 他の土地利用から転用されたその他の土地の土壌による純炭素ストック変化量の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
土壌	GgC	155.8	152.0	149.3	146.3	152.1	154.8	155.8
森林から転用されたその他の土地	GgC	157.6	155.5	152.1	149.9	147.1	144.6	142.4
農地から転用されたその他の土地	GgC	-1.7	-3.5	-2.8	-3.6	5.0	10.2	13.4
草地から転用されたその他の土地	GgC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
湿地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
土壌	GgC	151.7	148.5	143.7	139.8	135.5	130.0	126.0	121.9
森林から転用されたその他の土地	GgC	137.8	134.7	130.5	126.3	121.7	115.8	111.1	106.5
農地から転用されたその他の土地	GgC	13.9	13.8	13.2	13.5	13.9	14.1	15.0	15.4
草地から転用されたその他の土地	GgC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
湿地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用されたその他の土地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

※ 吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

転用されたその他の土地における土壌の排出量は（1）の式で表され、その不確実性については（2）の式で表されるように、排出・吸収係数と活動量の不確実性を合成したものとなる。

$$E = EF * A \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

$$U_E = \sqrt{(U_{EF}^2 + U_A^2)} \cdot \cdot \quad (2)$$

- E : 転用によるその他の土地からの CO₂ 排出・吸収量
- EF : 排出・吸収係数
- A : 転用された面積
- U_E : 排出量の不確実性
- U_{EF} : 排出係数の不確実性
- U_A : 活動量の不確実性

(i) 評価方針

他の土地利用から転用されたその他の土地における土壌からの CO₂ の排出・吸収は、以下の式により算定を行っている。ここでは、面積以外のパラメータを排出・吸収係数とみなし、評価を行うこととする。

【転用されたその他の土地における CO₂ 排出・吸収係数の算定式】

$$E = (SOC_j - SOC_i) / T \times A(20)$$



排出係数と見なすパラメータ

- E : その他の土地に転用された土地における土壤炭素変化量 (tC/yr)
SOC_j : その他の土地における土壤炭素量 (tC/ha)
SOC_i : その他の土地に転用される前の土地利用タイプ i における土壤炭素量 (tC/ha)
T(20) : 土地転用に要する期間 (デフォルト 20 年)
A : その他の土地に転用された 20 年間累計面積 (ha)

排出係数は次の式 a で表されることから、排出係数の不確実性は式 b で表される。

$$\text{式 a : } EF = (SOC_j - SOC_i) / 20$$

$$\text{式 b : } U_{EF} = \frac{\sqrt{(U_{SOC_j} \times A_{SOC_j})^2 + (U_{SOC_i} \times A_{SOC_i})^2}}{A_{SOC_j} + A_{SOC_i}}$$

転用されたその他の土地の土壤における排出係数の不確実性の要因としては、主に以下の 3 点が考えられる。

- 土壤タイプ
- 気候
- 計測方法

(ii) 評価結果

(7) SOC_j : 転用された直後のその他の土地における土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(カ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 転用された直後の森林における土壤炭素量と同様とする。

(4) SOC_i : その他の土地に転用される直前の森林の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(ア) 他の土地利用から転用された森林における生体バイオマスの不確実性評価 転用された直後の森林の土壤炭素量と同様とする。

(ウ) SOC_i : その他の土地に転用される直前の農地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(イ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の農地の土壤炭素量と同様とする。

(イ) SOC_i : その他の土地に転用される直前の草地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(ウ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の草地の土壤炭素量と同様とする。

(オ) SOC_i : その他の土地に転用される直前の湿地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(エ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の湿地の土壤炭素量と同様とする。

(カ) SOC_i : その他の土地に転用される直前の開発地の土壤炭素量

3.(2).③.(g).2.(ii).(オ) 他の土地利用から転用された森林における土壤の不確実性評価 森林に転用される直前の開発地の土壤炭素量と同様とする。

(iii) 評価方法の課題

3.(2).③.(g).2.(iii) 他の土地利用から転用された森林における土壤炭素量の不確実性評価 評価方法の課題と同様とする。

2) 活動量

(i) 評価方法

他の土地利用から転用されたその他の土地における土壤の炭素蓄積量の活動量には、8.(2).①.(g).2) 他の土地利用から転用されたその他の土地における生体バイオマスにおける活動量を 20 年分の値を累計して用いている。そのため、不確実性評価については、8.(2).①.(g).2)における不確実性を 20 年分、和の合成を行い、評価することとする。

(ii) 評価結果

各統計の持つ不確実性については、8.(2).①.(g).2)と同様である。20 年分の和の合成を行った結果は下記の通りである。

表 81 活動量の不確実性評価結果一覧

	森林	水田	普通畑	樹園地
不確実性	6%	1%	2%	0%

(iii) 評価方法の課題

現在の不確実性評価は、単純に 20 年分の不確実性を、和の合成により評価しているものであり、他のデータとの検証等により、現実の土地面積との比較を行い、不確実性を評価することが望まれる。不確実性評価手法については、今後更なる検討を要する。その他の課題については、8.(2).①.(g).2)と同様である。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量における不確実性は下記の通りである。

表 82 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

	排出・吸収係数 の不確実性	活動量の 不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の 不確実性
森林	13%	6%	390.3 GgCO ₂	14%
水田	8%	1%	290.9 GgCO ₂	8%
普通畑	12%	2%	-201.3 GgCO ₂	12%
樹園地	9%	0.1%	-33.0 GgCO ₂	9%

9. 非 CO₂ ガス (5.(I)-5.(V))

(1) 施肥に伴う N₂O 排出 (5.(I))

我が国では森林土壌への施肥はほとんど実施されていないと考えられるが、農業分野において算定されている窒素肥料の需要量に森林に施与量が含まれていると想定し、「IE」とした。

(2) 土壌排水に伴う N₂O 排出 (5.(II))

森林土壌の排水及び湿地の排水について、有機質土壌は我が国には存在しないと考えられるため「NO」とし、鉱質土壌は活動を把握していないため「NE」として報告した。

(3) 農地の転用に伴う N₂O 排出 (5.(III))

(a) 背景

農地の転用に伴い土壌中より一酸化二窒素が発生する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

農地の転用に伴い土壌より発生する一酸化二窒素。

2) 算定方法の選択

LULUCF-GPG の記述に従い、Tier 1 の算定方法を用いた。

3) 算定式

$$N_2O - N_{conv} = N_2O_{net-min} - N = EF \times N_{net-min}$$

$$N_{net-min} = C_{released} \times 1 / C : N_{ratio}$$

$N_2O - N_{conv}$: 農地への土地利用転用により放出される N₂O 排出量 (kgN₂O-N/yr)

$N_2O_{net-min} - N$: 農地への土地利用転用により放出される N₂O 排出量(kgN₂O-N/yr)

$N_{net-min}$: 土壌の攪乱に伴う土壌有機物の無機化による年間窒素放出量 (kgN/yr)

EF : 排出係数 (kgN₂O/kgN)

$C:Nratio$: CN 比 (kg-N/kg-C)

$C_{released}$: 20 年間に無機化された土壌炭素量 (kg-C)

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

1) 定義

パラメータ	定義
N_net-min	土壌の攪乱に伴う土壌有機物の無機化による年間窒素放出量 (kgN/ha/yr)
C:Nratio	CN 比
C_released	20 年間に無機化された土壌炭素量
EF	排出係数

2) 設定方法

パラメータ	設定方法
N_net-min	土壌の攪乱に伴う土壌有機物の無機化による年間窒素放出量 (kgN/ha/yr)
C:Nratio	15 (LULUCF-GPG 3.94 頁 有機土壌のデフォルト値を利用)
EF	0.0125 (kg N ₂ O-N/kg N) LULUCF-GPG p3.94 有機土壌のデフォルト値を利用。

3) 排出係数の課題

特になし。

(d) 活動量

1) 定義

農地に転用された土地における土壌炭素排出・吸収量。その他の定義については、「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

2) 活動量の把握方法

「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

3) 活動量の推移

「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

4) 活動量の課題

「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

(e) 排出量の推移

農地の転用に伴う N₂O の排出は以下の結果となった。

表 83 農地の転用に伴う N₂O の排出

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N ₂ O排出量	[Gg-N ₂ O]	-0.20	-0.19	-0.19	-0.18	-0.15	-0.13	-0.10

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N ₂ O排出量	[Gg-N ₂ O]	-0.08	-0.07	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03

※ 吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

(i) 評価方法

(7) EF (排出係数)

ここでは、LULUCF-GPG 3.94 頁に記載されている値を引用しているが、EF の不確実性については、LULUCF-GPG に記述は無い。そのため、1996 年 IPCC ガイドラインの 4.89 頁における EF の上限値および下限値を用いて不確実性を評価することとした。

(4) CN ratio (排出係数)

ここでは、LULUCF-GPG 3.94 頁に記載されている値を引用しているが、EF の不確実性については、LULUCF-GPG に記述は無い。

(ii) 評価結果

(7) EF (排出係数)

1996 年 IPCC ガイドラインの 4.89 頁における EF の上限値および下限値を用いて不確実性を評価した結果は以下の通りとなった。

下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
0.0025	0.0125	0.0225	0.01	80.0%

(iii) 評価方法の課題

CN ratio について、不確実性が明らかになっていないため、早急に調査することが必要である。また、EF については、ここでは、1996 年 IPCC ガイドラインの 4.89 頁における EF の上限値および下限値を用いて不確実性を評価したが、GPG2000 の 4.64 頁には、上限値が 0.06 となっている。LULUCF-GPG には、パラメータについては、1996 年 IPCC ガイドラインを参照とするよう記述があったが、どちらが適切なかの、検討する必要がある。

2) 活動量

(i) 評価方法

ここでは、他の土地利用から転用された農地における土壌炭素排出・吸収量の不確実性を、活動量の不確実性として採用することとする。「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

(ii) 評価結果

「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

(iii) 評価方法の課題

「他の土地利用から転用された農地の土壌」(5.B.3)と同様。

3) 排出・吸収量

排出・吸収量における不確実性は下記の通りである。

表 84 排出・吸収量の不確実性評価算定結果

	排出・吸収係数の不確実性	活動量の不確実性	排出・吸収量	排出・吸収量の不確実性
森林	82%	19%	-0.05GgN ₂ O	84%
草地	82%	14%	-0.006GgN ₂ O	83%
湿地	82%	40%	-0.0004GgN ₂ O	91%
その他の土地	82%	47%	0.02 GgN ₂ O	95%

(4) 石灰施肥に伴う N₂O 排出 (5.(IV))

農業活動(カテゴリ-4で報告)以外の石灰施与について把握していないため「NE」とした。

(5) バイオマスの燃焼に伴う CH₄、CO、N₂O、NO_x 排出 (5.(V))

(a) 背景

バイオマスの燃焼に伴い CH₄、CO、N₂O、NO_x が発生する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

全土地利用におけるバイオマスの燃焼に伴い発生する CH₄、CO、N₂O、NO_x。

2) 算定方法の選択

火災による CH₄、CO、N₂O、NO_x 排出については、Tier 1 の算定方法を用いた。

(i) 算定式

(7) 森林

火災に伴う炭素排出量にガス別の排出比を乗じることによって算定する。

$$bbGHG_f = L_{forestfire} \times N / C$$

$bbGHG_f$: 森林によるバイオマス燃焼に伴う温室効果ガス排出量
$L_{forestfire}$: 火災に伴う炭素排出量
N/C	: 排出比 (CO : 0.06、CH ₄ : 0.012、N ₂ O : 0.007、NO _x : 0.121)

火災に伴う炭素損失量は、国有林と民有林に分けて算出する。国有林および民有林ごとに、火災被害材積に平均容積密度、バイオマス拡大係数、炭素含有率を乗じ、炭素排出量を算定する。

$$L_{forestfires} = \Delta C_{fn} + \Delta C_{fp}$$

$L_{forestfires}$: 火災に伴う損失量 (t-C/yr)
ΔC_{fn}	: 国有林の火災による炭素排出量 (t-C/yr)
ΔC_{fp}	: 民有林の火災による炭素排出量 (t-C/yr)

➤ 国有林

$$\Delta C_{fn} = Vf_n \times D_n \times BEF_n \times CF$$

ΔC_{fn}	: 国有林の火災による炭素排出量 (t-C/yr)
Vf_n	: 国有林の火災被害材積 (m ³)
D_n	: 国有林容積密度 (t-dm/m ³)
BEF_n	: 国有林バイオマス拡大係数(無次元)
CF	: 炭素含有率 (t-C/t-dm)

➤ 民有林

$$\Delta C_{fp} = Vf_p \times D_p \times BEF_p \times CF$$

ΔC_{fp}	: 民有林の火災による炭素排出量 (t-C/yr)
Vf_p	: 民有林の火災損失材積 (m ³)
D_p	: 民有林容積密度 (t-dm/m ³)
BEF_p	: 民有林バイオマス拡大係数(無次元)
CF	: 炭素含有率 (t-C/t-dm)

(i) 農地、草地、湿地、開発地、その他の土地

$$bbGHG = CB_{on-site} \times N / C$$

bbGHG : 転用に伴うバイオマス燃焼に伴う温室効果ガス排出量

CB_{on-site} : 現場でのバイオマス燃焼による炭素の損失

N/C : 排出比 (CO : 0.06、CH₄ : 0.012、N₂O : 0.007、NO_x : 0.121)

(ii) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

1) 森林

(i) 定義

各種パラメータ		定義
<i>D</i>	容積密度 (t-dm/m ³)	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
<i>BEF</i>	バイオマス拡大係数	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
<i>CF</i>	炭素含有率 (t-C/t-dm)	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
	排出比	炭素排出量に対するガス別排出量の比

(ii) 設定方法

➤ 国有林及び民有林の容積密度 (*D_{n,p}*)

国有林及び民有林における容積密度を、人工林、天然林の面積比を用いた加重平均により求めた。

$$D_{n,p} = D_m \times \frac{A_{mn,mp}}{A_{n,p}} + D_s \times \frac{A_{sn,sp}}{A_{n,p}}$$

(n: 国有林、p: 民有林、m: 人工林、s: 天然林)

各種パラメータ		設定方法
<i>D</i>	容積密度 (t-dm/m ³)	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
<i>A</i>	面積 (千 ha)	森林資源現況調査 (林野庁)

➤ 国有林及び民有林のバイオマス拡大係数 (*BEF_{n,p}*)

国有林及び民有林におけるバイオマス拡大係数を、人工林、天然林の面積比を用いた加重平均により求めた。

$$BEF_{n,p} = BEF_m \times \frac{A_{mn,mp}}{A_{n,p}} + BEF_s \times \frac{A_{sn,sp}}{A_{n,p}}$$

(n: 国有林、p: 民有林、m: 人工林、s: 天然林)

各種パラメータ		設定方法
BEF	バイオマス拡大係数	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
A	面積 (千 ha)	林野庁調べ

➤ 炭素含有率 (CF)

5.A.1.1. 生体バイオマスと同様。

➤ 排出比

バイオマスの燃焼に伴う非 CO₂ ガスの排出比には以下のパラメータを用いた。

CO : 0.06、CH₄ : 0.012、N₂O : 0.007、NO_x : 0.121

(iii) 出典

各種パラメータ		出典
<i>D</i>	容積密度 (t-dm/m ³)	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
<i>BEF</i>	バイオマス拡大係数	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
<i>CF</i>	炭素含有率 (t-C/t-dm)	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様
<i>A</i>	面積 (千 ha)	森林資源現況調査 (林野庁)
	排出比	LULUCF-GPG

(iv) 各種パラメータの課題

特になし。

2) 農地、草地、湿地、開墾地、その他の土地

「森林」と同様。

(d) 活動量

1) 森林

(i) 定義

国有林および民有林の火災被害材積 ($V_{f,n,p}$) を活動量と定義する。

(ii) 活動量の把握方法

国有林の火災被害材積については、「森林・林業統計要覧」国有林の立木被害の値を用いる。民有林の火災被害材積については、年齢別の実損面積及び被害材積 (林野庁業務資料) に一部推計を加え求めた。4 年齢以下の被害材積については、2002 年度森林資源現況調査より推計された 4 年齢以下の単位面積当り蓄積量に、5 年齢以上の民有林における損傷比率 (蓄積量に対する被害材積の割合) を乗ずることにより推計した。ここで、

損傷比率は齢級に関わらず一定であると仮定した。

表 85 民有林の火災被害材積

		単位	1990	1995	2000	2002	2003	2004
5齢級以上	実損面積	[ha]	286	943	482	1,168	128	993
	被害材積	[m ³]	47,390	58,129	54,487	144,716	19,626	86,219
4齢級以下	実損面積	[ha]	271	506	164	460	221	163
	被害材積	[m ³]	16,179	10,186	5,641	16,934	9,964	4,122
合計被害材積		[m ³]	63,569	68,315	60,128	161,650	29,590	90,341

※1：5 齢級以上の実損面積及び被害材積、4 齢級以下の実損面積は林野庁提供値。

(iii) 活動量の推移

表 86 火災被害材積

	単位	1990	1995	2000	2002	2003	2004
国有林の火災被害材積	[m ³]	3,688	1,014	1,599	1,694	1,323	1,323
民有林の火災被害材積	[m ³]	63,569	68,315	60,128	161,650	29,590	90,341

(iv) 出典

「森林・林業統計要覧」(林野庁)、林野庁業務資料

(v) 活動量の課題

1990～1995 年度の 4 齢級以下の被害材積については、実損面積に、2002 年度における 4 齢級以下の単位面積当り蓄積量と損傷比率を乗じることにより推計を行っているが、1990～1995 年度と 2002 年度では、4 齢級以下の単位面積当り蓄積量に違いが予想される。その他の課題については、「1) 生体バイオマス成長量」と同様。

2) 農地、草地、湿地、開発地、その他の土地

(i) 定義

森林における活動量には、森林火災被害による CO₂ 排出を用いた。残りの 5 つのカテゴリーについては、森林からの転用に伴う CO₂ 排出を基に、一定分が焼却されると仮定し活動量とした。

(ii) 活動量の把握方法

$$CB_{on-site} = \Delta Ci \times p_{on-site} \times p_{burned-on} \times p_{oxid}$$

- $CB_{on-site}$: 現場でのバイオマス燃焼による炭素の損失
 ΔCi : 転用前の土地利用 i (森林、草地、湿地、住宅地、その他) から農地へ転用された土地におけるバイオマス年間変化量 (tC/yr)
 $p_{on-site}$: 現場に残されるバイオマスの割合 (0.3 暫定値)
 $p_{burned-on}$: 現場に残されたバイオマスのうち、焼却された割合 (1 暫定値)
 p_{oxid} : 焼却された際、酸化されるバイオマスの割合 (0.9 LULUCF-GPG 3.88 頁デフォルト値)

3) 活動量の推移

表 87 バイオマス燃焼における活動量 (Gg-C/yr)

	単位	1990	1995	2000	2002	2003	2004
森林	Gg-C/yr	-51	-52	-46	-122	-23	-69
農地	Gg-C/yr	-145	-34	-13	-8	-10	-10
草地	Gg-C/yr	-20	-5	-2	-1	-2	-1
湿地	Gg-C/yr	-9	-29	-38	-11	-8	-7
開発地	Gg-C/yr	-366	-278	-153	-77	-75	-77
その他の土地	Gg-C/yr	-68	-65	-55	-52	-41	-43

※ 吸収：＋、排出：－。

4) 活動量の課題

焼却量の割合については、暫定値を用いているため、実態に即した値の検討が必要である。その他の課題については、「他の土地利用から転用された」森林 (5.A.2)、農地 (5.B.2)、草地 (5.C.2)、湿地 (5.D.2)、開発地 (5.E.2)、その他の土地 (5.F.2) と同様。

(e) バイオマスの燃焼に伴う排出量の推移

バイオマスの燃焼に伴う CH₄、CO、N₂O、NO_x 排出は以下の結果となった。

表 88 バイオマスの燃焼に伴う CH₄ メタンの排出

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
森林	Gg-CH ₄ /yr	-0.41	-0.30	-0.21	-1.15	-0.85	-0.42	-1.36
農地	Gg-CH ₄ /yr	-1.03	-0.58	-0.67	-0.24	-0.23	-0.24	-0.20
草地	Gg-CH ₄ /yr	-0.15	-0.08	-0.10	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03
湿地	Gg-CH ₄ /yr	-0.06	-0.06	-0.18	-0.08	-0.09	-0.21	-0.38
開発地	Gg-CH ₄ /yr	-2.60	-3.09	-3.41	-2.58	-2.02	-1.99	-1.59
その他の土地	Gg-CH ₄ /yr	-0.49	-0.56	-0.46	-0.57	-0.52	-0.47	-0.47
合計	Gg-CH ₄ /yr	-4.74	-4.69	-5.03	-4.66	-3.75	-3.36	-4.03

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林	Gg-CH ₄ /yr	-1.64	-0.51	-0.25	-0.37	-0.59	-0.98	-0.19	-0.55
農地	Gg-CH ₄ /yr	-0.15	-0.18	-0.17	-0.09	-0.07	-0.06	-0.07	-0.07
草地	Gg-CH ₄ /yr	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
湿地	Gg-CH ₄ /yr	-0.10	-0.36	-0.29	-0.27	-0.29	-0.08	-0.05	-0.05
開発地	Gg-CH ₄ /yr	-1.46	-1.42	-1.27	-1.09	-1.00	-0.56	-0.54	-0.55
その他の土地	Gg-CH ₄ /yr	-0.58	-0.47	-0.53	-0.39	-0.43	-0.37	-0.30	-0.31
合計	Gg-CH ₄ /yr	-3.95	-2.97	-2.53	-2.23	-2.39	-2.06	-1.16	-1.54

表 89 バイオマスの燃焼に伴う CO の排出

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
森林	Gg-CO/yr	-3.54	-2.65	-1.83	-10.09	-7.45	-3.64	-11.93
農地	Gg-CO/yr	-9.05	-5.12	-5.86	-2.08	-2.04	-2.12	-1.71
草地	Gg-CO/yr	-1.27	-0.73	-0.85	-0.31	-0.31	-0.32	-0.26
湿地	Gg-CO/yr	-0.55	-0.50	-1.60	-0.70	-0.76	-1.85	-3.34
開発地	Gg-CO/yr	-22.76	-27.08	-29.82	-22.54	-17.71	-17.43	-13.90
その他の土地	Gg-CO/yr	-4.29	-4.93	-4.01	-5.03	-4.58	-4.07	-4.11
合計	Gg-CO/yr	-41.47	-41.00	-43.99	-40.74	-32.85	-29.43	-35.25

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林	Gg-CO/yr	-14.37	-4.47	-2.18	-3.24	-5.15	-8.56	-1.62	-4.81
農地	Gg-CO/yr	-1.27	-1.58	-1.50	-0.79	-0.58	-0.53	-0.65	-0.60
草地	Gg-CO/yr	-0.19	-0.24	-0.23	-0.12	-0.09	-0.08	-0.10	-0.09
湿地	Gg-CO/yr	-0.83	-3.17	-2.52	-2.39	-2.52	-0.71	-0.48	-0.44
開発地	Gg-CO/yr	-12.78	-12.41	-11.08	-9.56	-8.79	-4.87	-4.73	-4.85
その他の土地	Gg-CO/yr	-5.07	-4.15	-4.64	-3.44	-3.74	-3.26	-2.61	-2.69
合計	Gg-CO/yr	-34.52	-26.01	-22.15	-19.55	-20.87	-18.01	-10.19	-13.49

表 90 バイオマスの燃焼に伴う N₂O の排出

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
森林	Gg-N ₂ O/yr	-0.003	-0.002	-0.001	-0.008	-0.006	-0.003	-0.009
農地	Gg-N ₂ O/yr	-0.007	-0.004	-0.005	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001
草地	Gg-N ₂ O/yr	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
湿地	Gg-N ₂ O/yr	-0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.003
開発地	Gg-N ₂ O/yr	-0.018	-0.021	-0.023	-0.018	-0.014	-0.014	-0.011
その他の土地	Gg-N ₂ O/yr	-0.003	-0.004	-0.003	-0.004	-0.004	-0.003	-0.003
合計	Gg-N ₂ O/yr	-0.033	-0.032	-0.035	-0.032	-0.026	-0.023	-0.028

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林	Gg-N ₂ O/yr	-0.011	-0.004	-0.002	-0.003	-0.004	-0.007	-0.001	-0.004
農地	Gg-N ₂ O/yr	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	-0.001	-0.000
草地	Gg-N ₂ O/yr	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
湿地	Gg-N ₂ O/yr	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.000	-0.000
開発地	Gg-N ₂ O/yr	-0.010	-0.010	-0.009	-0.008	-0.007	-0.004	-0.004	-0.004
その他の土地	Gg-N ₂ O/yr	-0.004	-0.003	-0.004	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002
合計	Gg-N ₂ O/yr	-0.027	-0.020	-0.017	-0.015	-0.016	-0.014	-0.008	-0.011

表 91 バイオマスの燃焼に伴う NO_x の排出

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
森林	Gg-NOx/yr	-0.10	-0.08	-0.05	-0.29	-0.21	-0.10	-0.34
農地	Gg-NOx/yr	-0.26	-0.15	-0.17	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
草地	Gg-NOx/yr	-0.04	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
湿地	Gg-NOx/yr	-0.02	-0.01	-0.05	-0.02	-0.02	-0.05	-0.09
開発地	Gg-NOx/yr	-0.65	-0.77	-0.85	-0.64	-0.50	-0.50	-0.39
その他の土地	Gg-NOx/yr	-0.12	-0.14	-0.11	-0.14	-0.13	-0.12	-0.12
合計	Gg-NOx/yr	-1.18	-1.16	-1.25	-1.16	-0.93	-0.84	-1.00

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
森林	Gg-NOx/yr	-0.41	-0.13	-0.06	-0.09	-0.15	-0.24	-0.05	-0.14
農地	Gg-NOx/yr	-0.04	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
草地	Gg-NOx/yr	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
湿地	Gg-NOx/yr	-0.02	-0.09	-0.07	-0.07	-0.07	-0.02	-0.01	-0.01
開発地	Gg-NOx/yr	-0.36	-0.35	-0.31	-0.27	-0.25	-0.14	-0.13	-0.14
その他の土地	Gg-NOx/yr	-0.14	-0.12	-0.13	-0.10	-0.11	-0.09	-0.07	-0.08
合計	Gg-NOx/yr	-0.98	-0.74	-0.63	-0.56	-0.59	-0.51	-0.29	-0.38

※吸収：＋、排出：－。

(f) その他特記事項

特になし。

(g) 不確実性評価

1) 排出・吸収係数

■森林

森林におけるバイオマス燃焼による非 CO₂ 排出は、火災に伴う炭素排出量にガス別の排出比を乗じることによって算定する。ここでは、容積密度、バイオマス拡大係数、炭素含有率、排出比を排出・吸収係数として不確実性の評価を行う。

$$bbGHG_f = (Vf_n \times D_n \times BEF_n + Vf_p \times D_p \times BEF_p) \times CF \times N / C$$

$bbGHG_f$: 森林によるバイオマス燃焼に伴う温室効果ガス排出量

N/C : 排出比 (CO : 0.06、CH₄ : 0.012、N₂O : 0.007、NO_x : 0.121)

Vf_n : 国有林の火災被害材積 (m³)

D_n : 国有林容積密度 (t-dm/m³)

BEF_n : 国有林バイオマス拡大係数(無次元)

Vf_p : 民有林の火災損失材積 (m³)

D_p : 民有林容積密度 (t-dm/m³)

BEF_p : 民有林バイオマス拡大係数(無次元)

CF : 炭素含有率 (t-C/t-dm)

N/C : 排出比 (CO : 0.06、CH₄ : 0.012、N₂O : 0.007、NO_x : 0.121)

■農地、草地、湿地、開発地、その他の土地

農地、草地、湿地、開発地、その他の土地におけるバイオマス燃焼による非 CO₂ 排出は、森林からの転用におけるバイオマス燃焼による炭素損失量に排出比を乗じることにより算出する。排出比を排出・吸収係数として不確実性の評価を行う。

$$bbGHG = CB_{on-site} \times N / C$$

bbGHG : 転用に伴うバイオマス燃焼に伴う温室効果ガス排出量
CB_{on-site} : 現場でのバイオマス燃焼による炭素の損失
N/C : 排出比 (CO : 0.06、CH₄ : 0.012、N₂O : 0.007、NO_x : 0.121)

(i) 評価方法

■ 排出比

LULUCF-GPG の 3.185 頁に記載されている排出比の上限値および下限値を用いて不確実性を評価した。

■ バイオマス拡大係数、容積密度

バイオマス拡大係数、および容積密度については、林野庁より提供された人工林・天然林パラメータを採用することとした。このパラメータは、人工林、天然林のそれぞれの構成樹種のパラメータを、面積で加重平均を行うことにより算出している。不確実性評価については、加重平均の式により、評価を行うこととした。

(ii) 評価結果

■ 排出比

上限値および下限値を用いて評価した結果は以下の通りとなった。

表 92 排出・吸収係数の不確実性

ガス	下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
CH ₄	0.009	0.012	0.015	0.003	25%
CO	0.040	0.060	0.080	0.020	33%
N ₂ O	0.005	0.007	0.009	0.002	29%
Nox	0.094	0.121	0.148	0.027	22%

■ バイオマス拡大係数、容積密度

バイオマス拡大係数、容積密度は、人工林については、その他 N およびその他 L のパラメータを用い、天然林については、針葉樹、広葉樹のパラメータについて、面積をもとに加重平均を行い、人工林および天然林のパラメータを求めた。

	国有林	民有林
容積密度	479%	649%
バイオマス拡大係数	601%	1548%

(iii) 評価方法の課題

特になし。

2) 活動量

(i) 評価方法

国有林および民有林の火災被害材積と、転用に伴う現場でのバイオマス燃焼による炭素の損失量を活動量とする。

(ii) 評価結果

■ 国有林事業統計書 国有林野の立木被害

「国有林事業統計書」に示された国有林野の立木被害は、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会におけるデフォルト値を採用することとした。国有林野の立木被害は、指定統計以外、全数調査、すそ切りありであるため、不確実性を 40%とした。

■ 林野庁業務資料 民有林の山火事被害

「林野庁業務資料 民有林の山火事被害」の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従い、H14 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会におけるデフォルト値を採用することとした。「林野庁業務資料」は、指定統計以外、全数調査、すそ切りありであるため、不確実性を 40%とした。

■ バイオマスの現場焼却率

バイオマスの現場焼却率は、「平成 12 年度温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 1 部 174 頁」の記載値 30%を採用している。排出・吸収係数の不確実性のデシジョンツリーに従い、専門家の判断による不確実性を採用する。専門家の判断に際しては、LULUCF-GPG 3.88 頁の現場で焼却される割合のデフォルト値における上限および下限から、不確実性評価を行った。

表 93 不確実性評価のためのデータ一覧

下限値	採用値	上限値	差異	不確実性
0.2	0.3	0.5	0.2	67%

■ 酸化割合

酸化割合は、1996 年改訂 IPCC ガイドライン 4.83 頁の記載値を採用している。酸化率は、デフォルト値であり、実測データが得られなかったため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、専門家の判断により不確実性評価を行った。

なお、酸化割合は、農業分野の野焼きにおいて、同じ 1996 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値を採用しているため、農業分科会の専門家により設定された不確実性を採

用する。

専門家判断により、異なった水分量での稲わらの燃焼実験の実験結果(Miura and Kanno, Soil Sci Plant Nutum 43, 849-845 1997)を用いて不確実性の評価を行う。この実験では元の稲わら炭素量に対する排出ガスの炭素量を求めており、元の稲わらの炭素量に対する CO₂、CO、CH₄の炭素量の和は 67～86%となっている。この最小値の 67%を限度値とし、デフォルト値 (90%) との差を取る。その結果、酸化割合の不確実性は、25.6%となる。

3) 排出・吸収量

バイオマス燃焼に伴う非 CO₂の不確実性評価は下記の通りとなった。

表 94 バイオマスの燃焼に伴う排出量の不確実性評価結果

IPCC Source Category			GHGs	排出量 [Gg CO ₂ eq]	活動量 不確実性 [%]	排出:吸収係 数の 不確実性 [%]	排出・吸収量 不確実性 [%]	部門 内の 順位
バイオマスの燃焼	CH ₄	森林	CH ₄	-0.55	1653%	25%	1653%	4
		農地	CH ₄	-0.07	73%	25%	77%	23
		草地	CH ₄	-0.01	77%	25%	81%	20
		湿地	CH ₄	-0.05	80%	25%	83%	19
		開発地	CH ₄	-0.55	72%	25%	77%	24
		その他の土地	CH ₄	-0.31	128%	25%	131%	8
	N ₂ O	森林	N ₂ O	0.00	1653%	76%	1655%	1
		農地	N ₂ O	0.00	73%	76%	105%	13
		草地	N ₂ O	0.00	77%	76%	108%	11
		湿地	N ₂ O	0.00	80%	76%	110%	9
		開発地	N ₂ O	0.00	72%	76%	105%	14
		その他の土地	N ₂ O	0.00	128%	76%	149%	5
	Nox	森林	Nox	-0.14	1653%	73%	1655%	2
		農地	Nox	-0.02	73%	73%	103%	15
		草地	Nox	0.00	77%	73%	106%	12
		湿地	Nox	-0.01	80%	73%	108%	10
		開発地	Nox	-0.14	72%	73%	103%	16
		その他の土地	Nox	-0.08	128%	73%	148%	6
	CO	森林	CO	-4.81	1653%	33%	1653%	3
		農地	CO	-0.60	73%	33%	80%	21
		草地	CO	-0.09	77%	33%	83%	18
		湿地	CO	-0.44	80%	33%	86%	17
		開発地	CO	-4.85	72%	33%	80%	22
		その他の土地	CO	-2.69	128%	33%	133%	7