

平成 18 年度温室効果ガス排出量算定方法検討会
森林等の吸収源分科会
(土地利用、土地利用変化及び林業分野)

統合報告書
(案)

I. 土地利用、土地利用変化及び林業分野	1
1. 背景	1
2. 土地利用カテゴリーの設定方法	2
3. 森林 (5.A)	4
4. 農地 (5.B)	41
5. 草地 (5.C)	57
6. 湿地 (5.D)	71
7. 開発地 (5.E)	79
8. その他の土地 (5.F)	92
9. 非 CO ₂ ガス (5.(I)-5.(V))	105

I. 土地利用、土地利用変化及び林業分野

1. 背景

土地利用、土地利用変化及び林業分野では、温室効果ガス（二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素）の排出及び吸収量を次の6つの土地利用カテゴリーに分けて報告する。

(1) 森林

- 国の森林定義の閾値に合致する木本植生の土地全てを含む。
- 1996年改訂 IPCC ガイドラインに明記された生態系タイプに更に区分する。
- 現在は森林定義の閾値を超えていないが、何れ閾値を超えることが予想される植生地も含む。

(2) 農地

- 耕作を行っている土地、耕作を目的とする土地、及び各国における森林の閾値を超えないアグロフォレストリを含む。

(3) 草地

- 農地とは見なされない放牧地、牧草地を含む。
- 人為的な関与が無ければ将来的に森林の閾値を超えることのないと予測される植生地を含む。
- 原生地、レクリエーション地域、農業的利用地、混牧林（silvi-pastoral system）等に存在する全ての草地を含む。

(4) 湿地

- 年間を通じてもしくは一時期、水で覆われている又は満たされている土地で森林、農地、草地、開発地のカテゴリーには分類されない土地。
- 貯水池は管理された湿地に、自然河川、湖沼は管理されない湿地に含まれる。

(5) 開発地

- 全ての開発された土地を含む。既に他のカテゴリーに含まれていない限り、大きさを問わず、交通用地、居住地を含む。各国の定義にも基づいて分類を行う。

(6) その他の土地

- 裸地、岩地、覆氷地、及び他の5つのカテゴリーに当てはまらない人為的な非管理地が含まれる。
- データがあるならば、このカテゴリーを用いて土地利用を特定した土地面積の合計を国土面積に一致させられる。
- 炭素プールの算定対象には含まれない。

2. 土地利用カテゴリーの設定方法

(1) 基本的な考え方

- 既存統計の定義に基づいて土地を分類することとする。また、森林及び農地については下位区分（森林：人工林/天然林/無立木地/竹林、農地：田/普通畑/果樹園）を独自に設定する。
- アプローチ1の考え方に従い、各土地利用区分における「転用のない土地」と「他の土地利用から転用された土地」の面積は、いずれも既存統計より把握する。統計から直接把握できない一部の面積については、按分等を行うことにより推計する。
- 「その他の土地」は他の5つの土地利用区分のいずれにも該当しない土地とした上で、国土総面積と5つの土地利用区分の合計面積との差分により面積を把握する。

(2) 土地利用区分の設定及び面積把握方法

既存統計を用いた我が国の土地利用区分の設定及び面積把握方法は以下の通りである。

表 1 我が国における土地利用区分の設定及び面積把握方法

土地利用区分	土地利用区分の設定方法	面積把握方法
森林	森林法第5条及び7条の2に基づく森林計画対象森林とする。	森林資源現況調査（林野庁）における森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林とする。
農地	田、普通畑、樹園地とする。	農水省「耕地及び作付面積統計」における田、普通畑、樹園地とする。
草地	牧草地、採草放牧地とする。	農水省「耕地及び作付面積統計」における牧草地及び農水省「世界農林業センサス林業地域調査」における採草放牧に利用されている面積とする。
湿地	水面（ダム等）、河川、水路とする。	国交省「土地利用現況把握調査」における水面、河川、水路とする。
開発地	森林、農地、草地、湿地に該当しない都市地域とする。このうち都市緑地は、森林に該当しない総ての樹木植生地とする。	国交省「土地利用現況把握調査」に示される道路、宅地とする。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。
その他の土地	上記の土地利用区分のいずれにも該当しない土地とする。	国交省「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。

(3) 主な土地面積統計の調査方法及び調査期日

主な土地面積統計の調査方法及び調査期日は以下の通りである。

表 2 主な土地面積統計の調査方法及び調査期日

統計 / 調査名	調査方法	調査期日	調査頻度	所管
森林資源現況調査	全数調査	3月31日	概ね5年	農林水産省 (林野庁)
耕地及び作付面積統計 原調査：耕地面積調査	【耕地面積】 対地標本実測調査 【耕地の拡張・かい廃面積】 巡回調査（関係機関資料、空中写真等を利用）	○1990～2001年 【耕地面積】 8月1日 【耕地の拡張・かい廃面積】 前年8月1日 ～7月31日 ○2002年以降 【耕地面積】 7月15日 【耕地の拡張・かい廃面積】 前年7月15日 ～7月14日	毎年	農林水産省
世界農林業センサス 原調査：林業地域調査(～2000年)	全数調査	8月1日	10年	農林水産省
土地利用現況把握調査	全数調査	3月31日	毎年	国土交通省
都市公園等整備現況把握調査	全数調査	3月31日	毎年	国土交通省

3. 森林 (5.A)

(1) 転用のない森林 (5.A.1)

① 生体バイオマス (5.A.1.1)

(a) 背景

森林は、光合成活動により、大気から吸収した二酸化炭素を有機物として固定し、一定期間貯留する機能を有する。ここでは、過去 20 年間に於いて転用されず、継続して森林であった土地における二酸化炭素の吸収量及び排出量の算定を行う。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

森林における地上バイオマスと地下バイオマスにより吸収及び排出される二酸化炭素の量。地上バイオマスは、地表面上にある幹、枝、樹皮、種子、葉など全ての生体バイオマスを対象とし、下層植生の割合が小さい場合には、それを無視する。地下バイオマスは、生きた根のバイオマスを対象とし、土壌有機物やリターとの分離が困難な細根（例えば、直径 2mm 以下）は排除する。

2) 算定方法の選択

算定方法は、土地利用、土地利用変化及び林業におけるグッドプラクティスガイダンス（以下 LULUCF-GPG）の 3.18 頁に示されているデシジョンツリーに従い、Tier 3 の推計方法を用いる。

3) 算定式

2 時点における生体バイオマスプールの絶対量の差を算定する。

$$\Delta C_{LB} = \sum_k (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_k$$

ΔC_{LB} : 生体バイオマスの炭素ストック変化量 (t-C/yr)

t_1, t_2 : 炭素ストック量を調査した時点

C_{t_1} : 調査時点 t_1 における炭素ストック量 (t-C)

C_{t_2} : 調査時点 t_2 における炭素ストック量 (t-C)

k : 管理施業タイプ k

(i) 炭素ストック量

生体バイオマスの炭素ストック量は、樹種別の材積に、容積密度、バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、炭素含有率を乗じて算定する。

$$C_j = [V_j \cdot D_j \cdot BEF_j] \cdot (1 + R_j) \cdot CF$$

- C : 生体バイオマスの炭素ストック量 (t-C)
 V : 材積 (m³)
 D : 容積密度 (t-dm/m³)
 BEF : バイオマス拡大係数 (無次元)
 R : 地上部に対する地下部の比率 (無次元)
 CF : 炭素含有率 (= 0.5[t-C/t-dm])
 j : 樹種

(7) 材積

現在、林野庁は森林簿の情報（林小班、面積、林種、樹種、林齢等）をもとに炭素吸収量を算定するための国家森林資源データベースを整備している。

人工林の代表的な樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツの材積は、森林資源現況調査または国家森林資源データベースに蓄積されている樹種別、齢級別の面積に樹種別の新収穫表を適用して算定する。

それ以外の樹種の材積は、林小班毎の面積に都道府県等が作成している収穫表を適用して算定する。

$$V = \sum_m (A_m \cdot v)$$

- V : 材積 (m³)
 A : 面積 (ha)
 v : 単位面積当たり材積 (m³/ha)
 m : 齢級

表 3 材積の算定に用いる樹種別収穫表

樹種		使用する収穫表	
人工林	針葉樹	スギ、ヒノキ、カラマツ	新収穫表
		マツ類、トドマツ、エゾマツ、その他N	都道府県及び森林管理局作成の収穫表
	広葉樹(クヌギ、ナラ類、その他L)	都道府県及び森林管理局作成の収穫表	
天然林	針葉樹	都道府県及び森林管理局作成の収穫表	
	広葉樹	都道府県及び森林管理局作成の収穫表	

■ 都道府県及び森林管理局作成の収穫表と森林簿の作成について

各都道府県及び国有林において地域森林計画等をたてようとするときに、その地域の森林に関して調査を行い、林小班毎に、面積、林種、林齢、樹種別の材積等を取りまと

めた森林簿を作成している。

この森林簿に記載する材積は、一定の地域・樹種・地位ごとに標準的な施業を行ったときの成長経過を示した「収穫表」（林齢または齢級と単位面積当たりの材積との関係を示したもの）を用いて、林小班毎にその面積と収穫表から求められる。

森林簿は、民有林は都道府県、国有林は森林管理局が5年に1回作成しており、伐採や攪乱による材積変化が反映される（林齢等を更新）。民有林及び国有林で使用されている収穫表は約4,000種類ある。

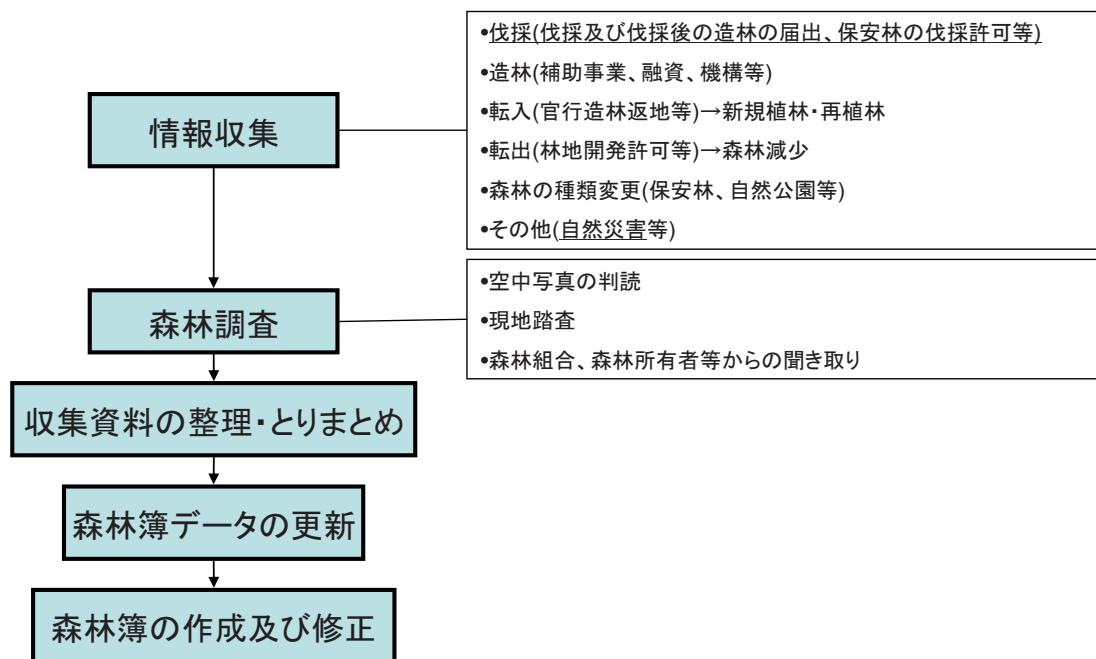


図 1 森林簿の作成手順（民有林の場合）

■ 新収穫表（スギ、ヒノキ、カラマツ）について

(独)森林総合研究所は、全国約16,000箇所の現地調査結果をもとに、スギ、ヒノキ及びカラマツを対象とした新たな収穫表を作成した（これ以外の樹種は都道府県及び森林管理局の収穫表を用いる）。この3樹種による民有林人工林のカバー率は82%である。

新収穫表は、スギについては7地域別、ヒノキは4地域別、カラマツは2地域別に作成した（次頁図参照）。スギ・ヒノキに関しては現行の収穫表をやや上回る結果となり、カラマツについては現行の収穫表をやや下回る結果となった。

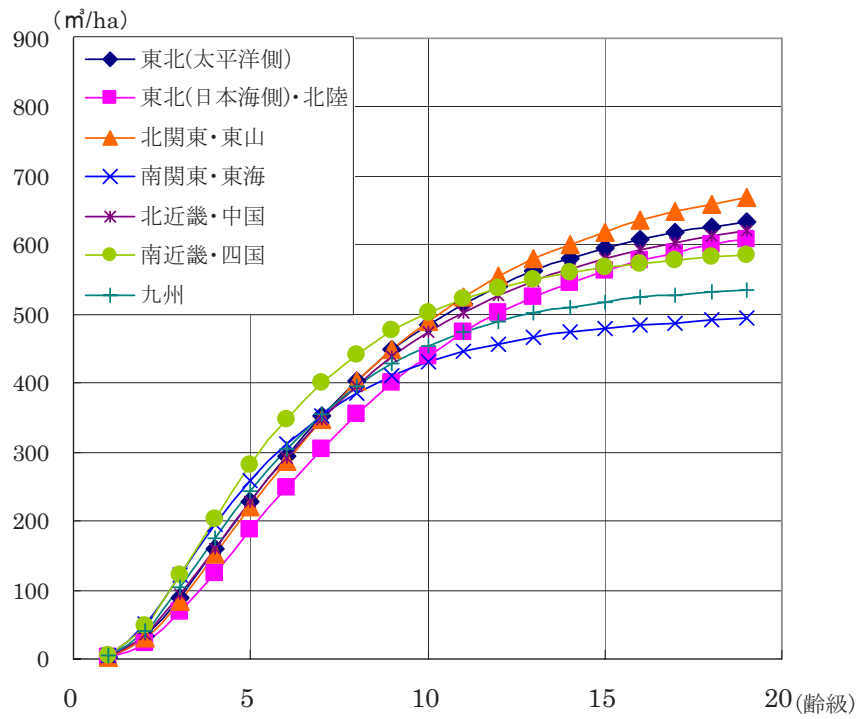


図 2 蓄積精度調査データから作成した収穫予想表 スギ (6 地域別)

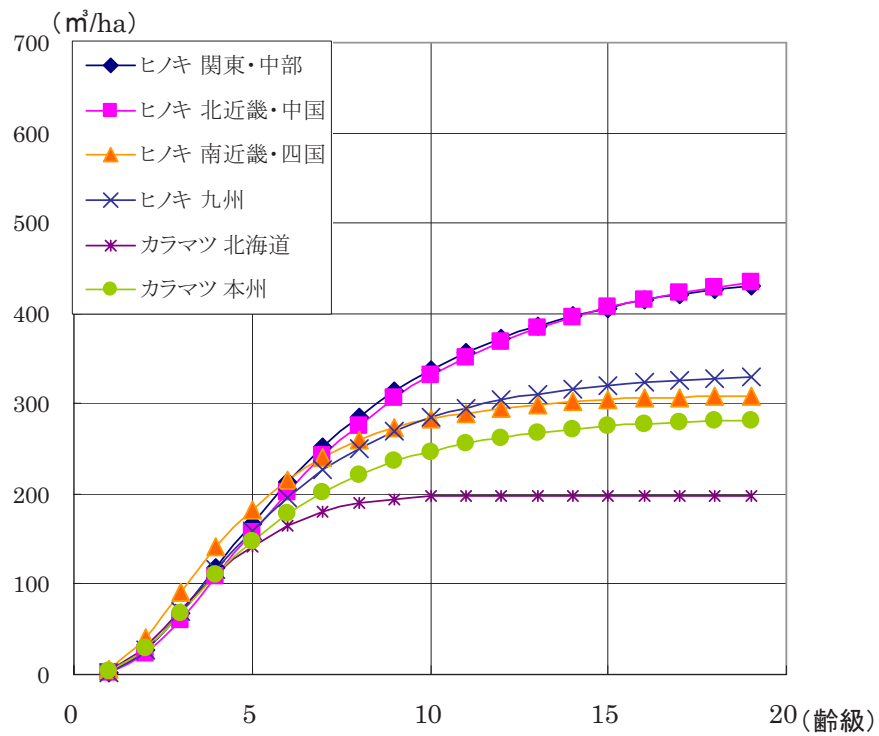


図 3 蓄積精度調査データから作成したヒノキ (4 地域別)、カラマツ (2 地域別)

(c) 各種パラメータ

1) バイオマス拡大係数及び地下部/地上部比率

(i) 定義

幹材積に対する枝・葉・根も含めた樹木全体のバイオマス量比率。

(ii) 設定方法

(独) 森林総合研究所による主要樹種のバイオマス量データ現地調査結果と既存文献データ収集結果に基づき、バイオマス拡大係数 (BEF) [地上部バイオマス/幹バイオマス] 及び地上部に対する地下部の比率 (R) を設定する。

バイオマス拡大係数 (BEF) については、若齢林と壮齢林以上とで差異があることが認められたことから、林齢 20 年生以下と 21 年生以上の 2 区分に分けて算定することとする。

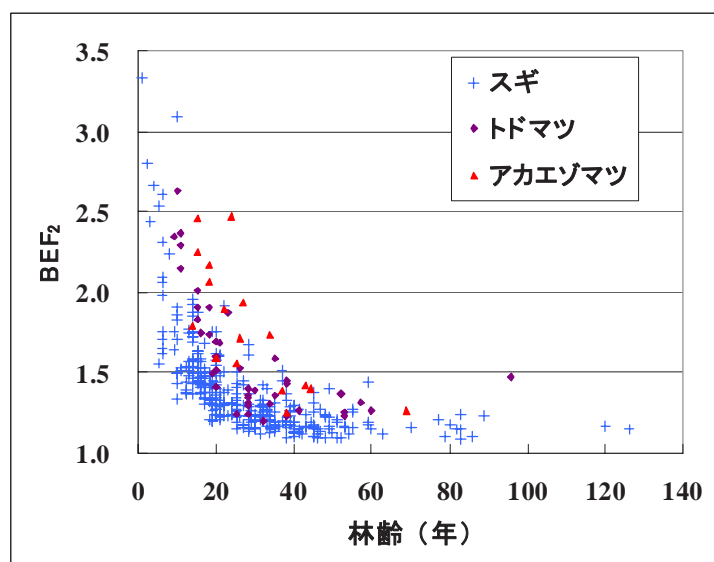


図 4 拡大係数 (BEF) と林齢の関係 (※BEFは無次元の値)

地上部に対する地下部の比率 (R) については、林齢との相関は認められなかったため、樹種別に設定することとした。

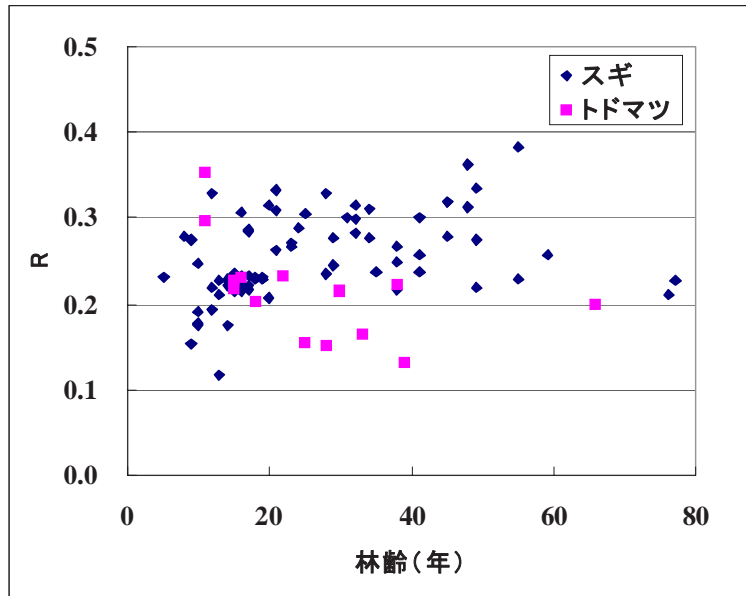


図 5 地下部バイオマス量／地上部バイオマス量(R)と樹種、林齢 (※Rは無次元の値)

(iii) 各種パラメータ

表 4 樹種別の BEF 及び R

			BEF(地上)		R
			20年生以下	20年生以上	
人工林	針葉樹	スギ	1.57	1.23	0.25
		ヒノキ	1.55	1.24	0.26
		マツ類	1.63	1.23	0.27
		カラマツ	1.50	1.15	0.29
		トドマツ	1.88	1.38	0.21
		エゾマツ	2.15	1.65	0.21
		その他N	1.80	1.36	0.30
	広葉樹	クヌギ	1.36	1.33	0.25
		ナラ類	1.40	1.26	0.25
		その他L	1.43	1.27	0.25
天然林	針葉樹	1.81	1.32	0.26	
	広葉樹	1.41	1.27	0.25	

※BEF、R はいずれも無次元の値。

(iv) 出典

(独) 森林総合研究所調査結果

(v) 各種パラメータの課題

特になし。

2) 容積密度

(i) 定義

木材 1 [m³] 当たりの乾重量。

(ii) 設定方法

(独) 森林総合研究所による主要樹種のバイオマス量データ収集調査結果と既存文献データ収集結果に基づき容積密度 (D) を設定する。

容積密度については、林齢との相関は認められなかったため、樹種別にそれぞれ D 値を設定することとする。

(iii) 各種パラメータ

表 5 樹種別の D (単位 : t-dm/m³)

			D 容積密度
人工林	針葉樹	スギ	0.314
		ヒノキ	0.407
		マツ類	0.416
		カラマツ	0.404
		トドマツ	0.319
		エゾマツ	0.363
	その他N	0.416	
	広葉樹	クヌギ	0.668
		ナラ類	0.619
その他L		0.587	
天然林	針葉樹	0.381	
	広葉樹	0.601	

(iv) 出典

(独) 森林総合研究所調査結果

(v) 各種パラメータの課題

特になし。

3) 炭素含有率

(i) 定義

乾物中の炭素含有率。

(ii) 設定方法

LULUCF-GPG に示されたデフォルト値を採用する。

(iii) パラメータ

乾物中の炭素含有率
0.5 [t-C/t-dm]

(iv) 出典

LULUCF-GPG、Page 3.25

(v) 各種パラメータの課題

特になし。

(d) 活動量

森林の面積は森林資源現況調査（林野庁）のデータを用い、森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林の合計面積を森林面積とする。

また、データが更新されていない年度（例えば、1991～1994年）の値は一次式による内挿により算出する。

(i) 定義

過去20年間転用されなかった森林面積と定義する。

(ii) 活動量の把握方法

➤ 全森林面積の把握

森林の面積は、森林資源現況調査（林野庁）のデータを用いることにより、森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林の合計面積を森林面積とした。データが存在しない1991～1994年、1996～2001年、2003～2004年の値は内挿により推計した。また、1990年以前のトドマツ、エゾマツ、クヌギ、ナラ類の面積データは個別に存在しないため、「その他の針葉樹」または「その他の広葉樹」の面積を1995年の面積比率で按分することによって各面積を推計した。

表 6 森林資源現況調査の森林区分

人工林	育成単層林	針葉樹	スギ
			ヒノキ
			マツ類
			カラマツ
			トドマツ
			エゾマツ
			その他の針葉樹
	広葉樹	クヌギ	
		ナラ類	
		その他の広葉樹	
	育成複層林	針葉樹	スギ
			ヒノキ
			マツ類
			カラマツ
トドマツ			
エゾマツ			
その他の針葉樹			
広葉樹	クヌギ		
	ナラ類		
	その他の広葉樹		
天然林	育成単層林	針葉樹	
		広葉樹	
	育成複層林	針葉樹	
		広葉樹	
	天然生林	針葉樹	
		広葉樹	

➤ 転用のない森林と他の土地利用から転用されて森林になった土地の分離

「転用のない森林」は、各年の森林から他の土地に転用されなかった面積割合を20年間積算することによって20年間転用をされなかった割合を求め、20年前の森林面積にその割合を乗じることによって各年における該当面積の推計を行った。

「他の土地利用から森林に転用された土地」は、各年における全森林面積から転用の無い森林の面積を差し引くことによって求めた。ただし、「他の土地利用から森林に転用された土地」は総て人工林であると仮定した。

(iii) 活動量の推移

表 7 転用のない森林面積の推移

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
転用のない森林	kha	24882.7	24939.6	24928.9	24918.2	24907.6	24896.9	24892.7
人工林	kha	10220.2	10301.4	10314.9	10328.5	10342.0	10355.6	10350.6
天然林	kha	13354.5	13327.6	13300.8	13274.0	13247.2	13220.3	13215.3
無立木地	kha	1159.0	1161.4	1163.8	1166.2	1168.6	1171.0	1176.3
竹林	kha	149.0	149.2	149.4	149.6	149.8	150.0	150.6

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
転用のない森林	kha	24888.5	24884.4	24880.2	24876.0	24871.9	24867.7	24909.2	24950.7
人工林	kha	10345.5	10340.5	10335.5	10330.5	10325.5	10320.5	10325.8	10331.2
天然林	kha	13210.3	13205.3	13200.2	13195.2	13190.2	13185.2	13228.7	13272.2
無立木地	kha	1181.6	1186.9	1192.1	1197.4	1202.7	1208.0	1200.7	1193.3
竹林	kha	151.1	151.7	152.3	152.9	153.4	154.0	154.0	154.0

(iv) 出典

森林資源現況調査（林野庁）

(v) 活動量の課題

特になし。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 8 転用のない森林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
転用のない森林	GgC	18,559.5	20,539.4	20,589.5	20,645.2	20,703.4	20,765.4	21,830.8
人工林	GgC	7,065.2	7,866.6	7,932.5	8,004.0	8,078.1	8,155.9	8,607.3
天然林	GgC	10,576.4	11,657.0	11,638.6	11,620.3	11,601.9	11,583.5	12,142.7
無立木地	GgC	917.9	1,015.8	1,018.4	1,020.9	1,023.5	1,026.0	1,080.8
竹林	GgC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
転用のない森林	GgC	21,892.2	21,946.7	22,000.3	22,057.9	22,114.0	22,177.0	24,746.8	24,774.1
人工林	GgC	8,666.0	8,717.7	8,768.4	8,823.3	8,876.7	8,936.8	9,972.0	9,987.1
天然林	GgC	12,140.4	12,138.1	12,135.8	12,133.5	12,131.2	12,128.9	13,545.4	13,567.2
無立木地	GgC	1,085.9	1,090.9	1,096.0	1,101.1	1,106.2	1,111.2	1,229.4	1,219.9
竹林	GgC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

※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

転用のない森林における生体バイオマスの排出・吸収量は（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。

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

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

E : 転用による森林生体バイオマスからの CO₂ 排出・吸収量

EF : 排出・吸収係数

A : 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

転用のない森林の生体バイオマスにおける CO₂ 排出・吸収は、2 時点における生体バイオマスの絶対量の差を用いて算定する。ここでは、単位面積あたりの樹種別の材積、容積密度、バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、炭素含有率を排出・吸収係数と見なし、不確実性の評価を行うこととする。(式 1) 排出・吸収係数の不確実性は式 2 に従い評価を行う。

$$\Delta C_{LB} = \sum_{ijk} (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

ΔC_{LB} : 生体バイオマスの炭素ストック変化量 (t-C/yr)

t_1, t_2 : 炭素ストック量を調査した時点

C_{t_1} : 調査時点 t_1 における炭素ストック量 (t-C)

C_{t_2} : 調査時点 t_2 における炭素ストック量 (t-C)

i, j, k : 気候タイプ i 、森林タイプ j 、管理施業タイプ k

$$C_j = \underbrace{[v_j \cdot D_j \cdot BEF_j] \cdot (1 + R_j) \cdot CF \cdot A}_{\text{排出・吸収係数と見なすパラメータ}} \quad (\text{式 1})$$

排出・吸収係数と見なすパラメータ

A : 面積 (ha)

v : 単位面積当たり材積 (m³/ha)

D : 容積密度 (t-dm/m³)

BEF : バイオマス拡大係数 (無次元)

R : 地上部に対する地下部の比率 (無次元)

CF : 炭素含有率 (= 0.5[t-C/t-dm])

J : 樹種

$$U_E = \sqrt{U_v^2 + U_D^2 + U_{BEF}^2 + U_R^2 + U_{CF}^2} \quad (\text{式 2})$$

U_E : 排出・吸収係数の不確実性

U_v : 単位面積当たり材積の不確実性

U_D : 容積密度の不確実性

U_{BEF} : バイオマス拡大係数の不確実性

U_R : 地上部に対する地下部の比率の不確実性

U_{CF} : 炭素含有率の不確実性

(ii) 評価結果

(7) 単位面積当たり材積

単位面積当たりの材積は、収穫表により算出する。収穫表に基づく蓄積推定値の不確実性は、全国 16,000 箇所の現地調査の結果を森林簿の収穫表データと比較を行い、下記の式に従って評価を行った。現地調査は、主要な人工林樹種（スギ、ヒノキ、カラマツの3種）について実施し、齢級別面積による加重平均を取った後、樹種ごとの現状面積で加重平均を取り、収穫表全体の不確実性を求めることとした。その結果、不確実性は全体で 22.0% となり、専門家の判断により、この値を蓄積量の不確実性とした。

$$U = \frac{95\% \text{ 信頼区間} / 2}{\text{採用値}} \times 100$$

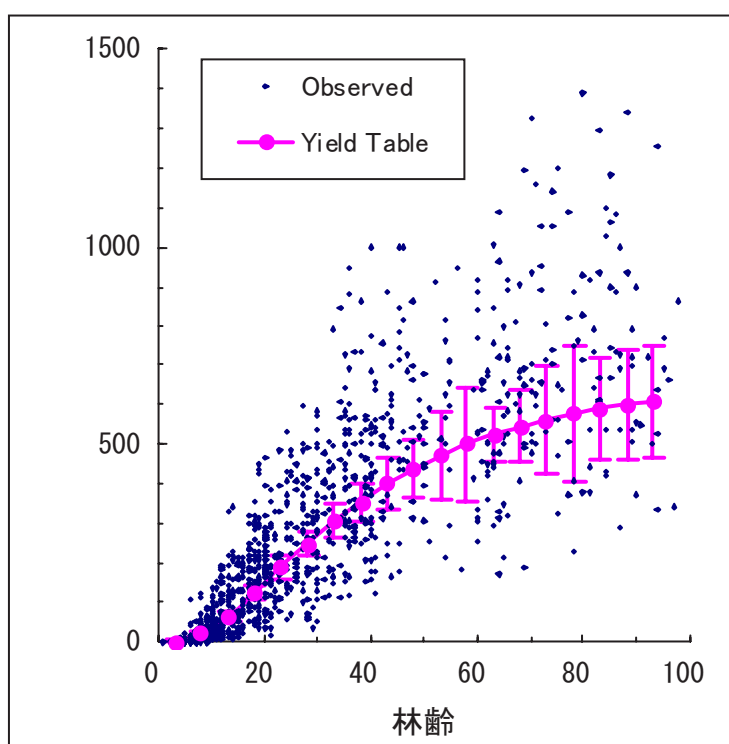


図 6 スギの新収穫表（※縦軸の単位は [m³/ha]）

※裏東北・北陸地方スギ（施業有り、収量比数-0.85未満）の例

※赤色で示されている幅は、各齢級での95%信頼区間を表す

森林面積は、森林資源現況調査（林野庁）のデータを用いることにより、森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林の合計面積を森林面積とした。

森林面積の不確実性は、専門家の判断により、森林簿に記載されている林班の森林面積と、これに対応するオルソ写真上から判読された森林面積とのクロスチェックにより評価を行った。不確実性は、全都道府県から抽出したデータ（3,006 林班）を用い、下記の式に従い評価を行った。その結果、不確実性は全体で 5.9% となり、この値を森林簿面積の不確実性とした。

$$U(\%) = \frac{\left(\frac{|A_1 - a_1|}{a_1} + \frac{|A_2 - a_2|}{a_2} + \dots + \frac{|A_n - a_n|}{a_n} \right)}{n} \times 100 = \frac{\sum \frac{|A_n - a_n|}{a_n}}{n} \times 100$$

林班*i*について

a_i: 森林簿面積 *A_i*: オルソ森林面積 *n*: 調査林班数

(イ) バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、容積密度

バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、容積密度は、プロット調査の結果を用い、下記の式に従って不確実性の評価を行った。なお、バイオマス拡大係数については、林齢に応じて値が変動するため、林齢 21 年生以上、および 20 年生以下の二つのグループに分け、パラメータの設定および、不確実性の評価を行った。

$$U = \frac{95\% \text{ 信頼区間} / 2}{\text{採用値}} \times 100$$

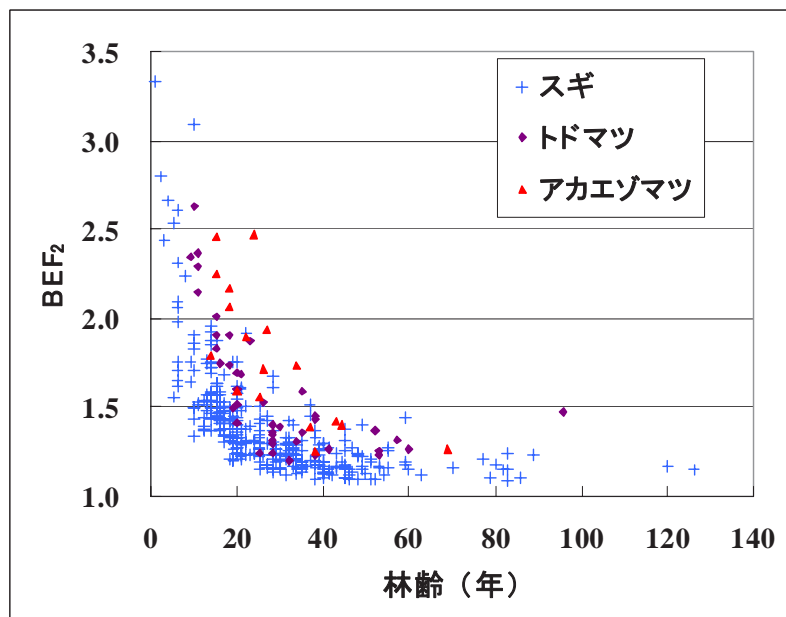


図 7 バイオマス拡大係数データの状況
(地上部バイオマス量/幹バイオマス量、無次元)

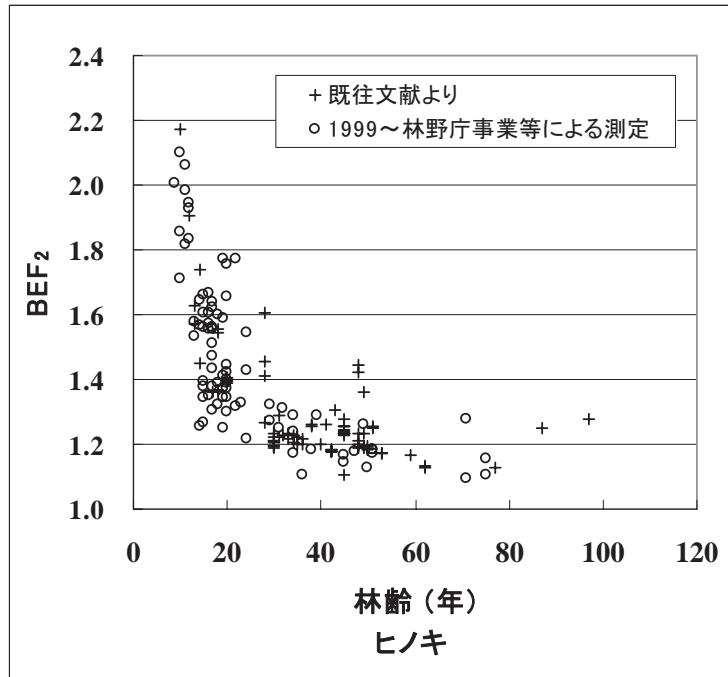


図 8 林齢で区分したバイオマス拡大係数（無次元）

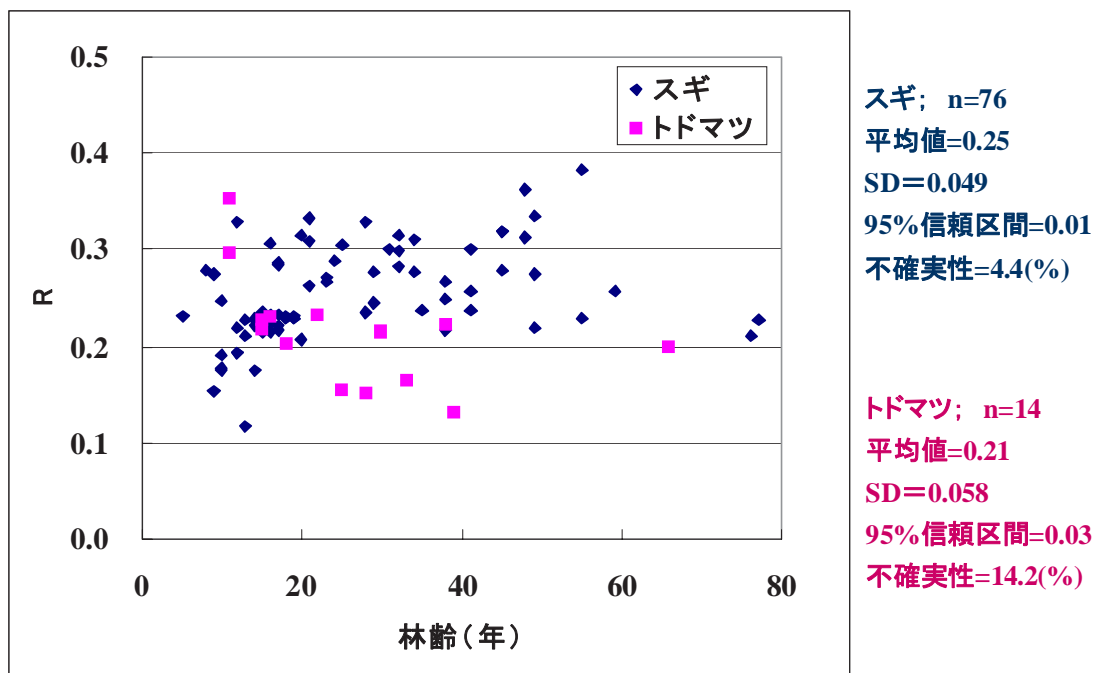
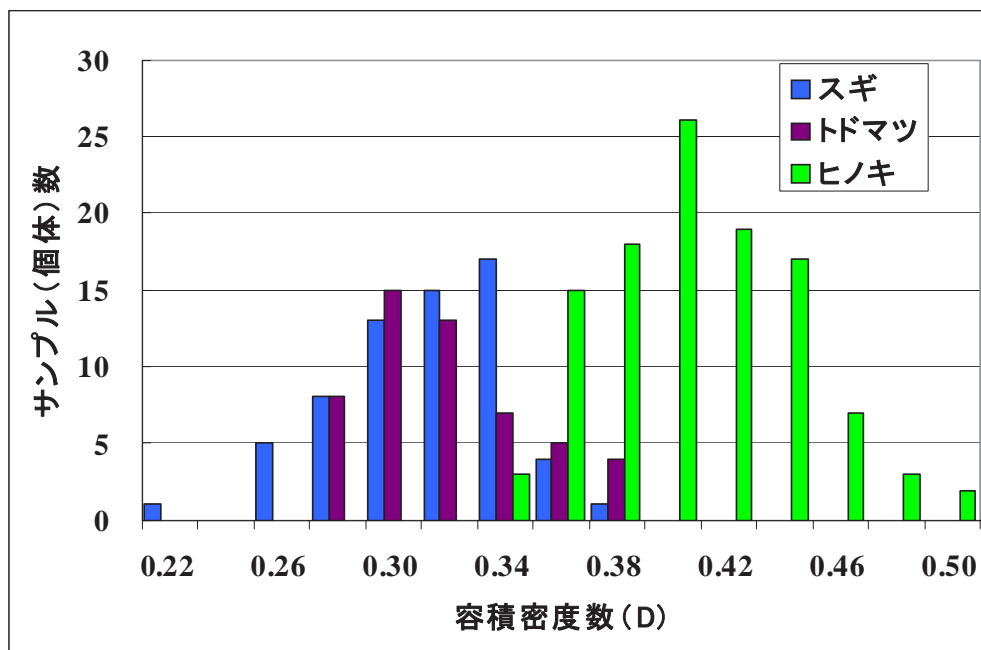


図 9 Root-Shoot 比（地下部バイオマス量/地上部バイオマス量、無次元）



スギ; n=64	トドマツ; n=52	ヒノキ; n=111
平均値=0.314	平均値=0.319	平均値=0.407
SD=0.032	SD=0.030	SD=0.036
95%信頼区間=0.008	95%信頼区間=0.008	95%信頼区間=0.007
不確実性=2.5(%)	不確実性=2.5(%)	不確実性=1.7(%)

図 10 容積密度 (D)

※横軸の単位は [t-dm/m³]

表 1 森林生体バイオマスのパラメータの不確実性評価結果

不確実性			BEF(地上)		R 地下	D 容積密度
			≤20	>20		
人工林	針葉樹	スギ	3.5%	1.1%	4.4%	2.5%
		ヒノキ	3.2%	1.6%	5.7%	1.7%
		マツ類	6.3%	2.2%	8.7%	8.8%
		カラマツ	5.6%	1.2%	6.8%	2.5%
		トドマツ	8.1%	4.0%	14.2%	2.5%
		エゾマツ	7.3%	7.4%	12.4%	3.3%
		その他N	10.7%	5.1%	15.8%	3.1%
	広葉樹	クヌギ	8.1%	10.4%	10.4%	1.7%
		ナラ類	8.6%	2.1%	10.4%	1.6%
その他L		12.6%	2.6%	10.6%	2.0%	
天然林	針葉樹	7.7%	3.9%	14.0%	5.2%	
	広葉樹	9.2%	2.6%	10.4%	2.0%	

※ 平成 17 年度までの調査データ及び収集した文献データによる。

※ 人工林のその他の針葉樹及びその他の広葉樹、天然林は、平成 17 年度末の該当する樹種の面積で、それらの樹種の不確実性を加重平均したものである。

※ 一部の樹種については平成 18 年度の調査によって、データが追加され精度向上が図られる予定である。

(ウ) 炭素含有率

炭素含有率は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPGにおけるデフォルト値 50%を採用している。そのため、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-GPG5.17 頁に示された不確実性 2%を、炭素含有率の不確実性とする。

(iii) 評価方法の課題

特になし。

2) 活動量

(i) 評価方針

森林資源現況調査（林野庁）のデータを用い、森林計画対象森林の人工林、天然林、無立木地、竹林の合計面積を活動量とし、森林現況調査の面積について不確実性評価を行う。

(ii) 評価結果

森林面積の不確実性は、専門家の判断により、森林簿に記載されている林班の森林面積と、これに対応するオルソ写真上から判読された森林面積とのクロスチェックにより評価を行った。不確実性は、全都道府県から抽出したデータ（3,006 林班）を用い、下記の式に従い評価を行った。その結果、不確実性は全体で 5.9%となり、この値を森林簿面積の不確実性とした。

$$U(\%) = \frac{\left(\frac{|A_1 - a_1|}{a_1} + \frac{|A_2 - a_2|}{a_2} + \dots + \frac{|A_n - a_n|}{a_n} \right)}{n} \times 100 = \frac{\sum \frac{|A_n - a_n|}{a_n}}{n} \times 100$$

林班*i*について

a_i: 森林簿面積 *A_i*: オルソ森林面積 *n*: 調査林班数

(iii) 評価方法の課題

特になし。

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 9 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
人工林	—	—	36,619 GgCO ₂	42%
天然林	—	—	49,746 GgCO ₂	18%
無立木地	—	—	4,473 GgCO ₂	18%

※ 「—」は複数の排出・吸収源からの温室効果ガス排出・吸収量の合計であるため、排出・吸収係数および活動量の不確実性をこの区分として算定できないことを意味する。

② 枯死有機物 (5.A.1.-)

枯死木に関する算定については、LULUCF-GPG、3.18 頁のデシジョンツリーに従って Tier 1 の算定方法を適用し、科学的不確実性により「増加量=減少量」すなわち「ネット変化量=0」と想定し、「NA」として報告した。

リターに関する算定については、LULUCF-GPG のデシジョンツリーに従って Tier 1 の算定方法を適用し、「ネット変化量=0」と想定し、「NA」として報告した。

③ 土壌 (5.A.1.-)

鉱質土壌については、森林タイプや管理度合い、攪乱の形態による炭素ストック量の変動を把握できないため、LULUCF-GPG のデシジョンツリーに従って Tier 1 の算定方法を適用し、「炭素ストック量を一定」と仮定し、「NA」として報告した。

有機質土壌については、活動量である排水された森林土壌の面積については、LULUCF-GPG、Table 3A.3.3.に「Managed forest, drainage」の面積が示されておらず、我が国には存在しないと考えられるため、「NO」として報告した。

(2) 他の土地利用から転用された森林 (5.A.2)

① 生体バイオマス (5.A.2.1)

(a) 背景

森林は、光合成活動により、大気から吸収した二酸化炭素を有機物として固定し、一定期間貯留する機能を有する。ここでは、20年以内に他の土地利用から転用されて森林になった土地における二酸化炭素吸収量及び排出量の算定を行う。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

「5.A.1.1 転用のない森林における生体バイオマス」と同様。

2) 算定方法の選択

算定方法は、土地利用、土地利用変化及び林業における LULUCF-GPG の 3.18 頁に示されているデシジョンツリーに従い、Tier 3 の推計方法を用いる。

3) 算定式

2 時点における生体バイオマスプールの絶対量の差を求め、さらに転用に伴う生体バイオマス変化量を減じることによって算定を行う。

$$\Delta C_{LB} = \Delta C_{SC} - \Delta C_L$$

ΔC_{LB} : 生体バイオマスの炭素ストック変化量 (t-C/yr)

ΔC_{SC} : 成長、伐採・薪炭材収集・攪乱による炭素ストック変化量 (t-C/yr)

ΔC_L : 転用に伴う生体バイオマス変化量 (t-C/yr)

(i) 成長、伐採・薪炭材収集・攪乱によるバイオマス変化量

「5.A.1.1 転用のない森林における生体バイオマス」と同様。

$$\Delta C_{SC} = \sum_k (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_k$$

ΔC_{SC} : 生体バイオマスの炭素ストック変化量 (t-C/yr)

T_1, T_2 : 炭素ストック量を調査した時点

C_{t_1} : 調査時点 t_1 における炭素ストック量 (t-C)

C_{t_2} : 調査時点 t_2 における炭素ストック量 (t-C)

k : 管理施業タイプ

(ii) 転用に伴う生体バイオマス変化量

森林への転用に伴うバイオマス変化量は、LULUCF-GPG に従って以下の方法により算定を行った。

$$\Delta C_L = A_i \times (Ba - Bb,i) \times CF$$

ΔC_L : 転用前の土地利用 i から森林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)

A_i : 転用前の土地利用 i から森林に転用された年間面積 (ha/yr)

Ba : 森林に転用された直後の乾物重 (t-dm/ha)

Bb,i : 森林に転用される前の土地利用タイプ i における乾物重 (t-dm/ha)

CF : 炭素含有率 (t-C/t-dm)

4) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

1) 成長によるバイオマス変化量

「5.A.1.1 転用のない森林における生体バイオマス」と同様。

2) 転用に伴う生体バイオマス変化量

(i) 定義

パラメータ	定義
Ba	森林に転用された直後の乾物重 (t-dm/ha)
Bb,i	森林に転用される前の土地利用タイプ i における乾物重 (t-dm/ha)
CF	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様

(ii) 設定方法

転用前後の炭素ストック量には以下の値を用いた。

表 10 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		バイオマスストック量 (t dm/ha)	設定方法・出典
転用直後	森林	0	転用直後は0と仮定 LULUCF-GPG
転用前	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	2.7	LULUCF-GPG Table3.4.2 warm temperate wet
	湿地、開墾地 その他の土地	0	0と仮定

(iii) 各種パラメータの課題

草地については、現在、LULUCF-GPG におけるデフォルト値を採用しているが、我が国の実態と乖離している可能性が考えられることから、国内の調査に基づいたパラメータの設定について、検討していく必要がある。

また、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) 成長、伐採・薪炭材収集・攪乱によるバイオマス変化量

(i) 定義

他の土地利用から森林に転用が発生した面積を活動量と定義する。

(ii) 活動量の把握方法

森林資源現況調査の森林面積、「世界農林業センサス」の森林減少面積より求めた各年の「転用のない森林」面積と森林面積の差を「他の土地利用から転用された森林」の全面積として把握した。

農地及び草地から森林の転用面積は「耕地及び作付面積統計」の耕地のかい廃面積における植林面積を用いて把握した。なお、「耕地及び作付面積統計」では、内訳が田と畑のみで与えられているため、畑の植林面積を現行の普通畑、樹園地、牧草地の面積割合を用いて按分することで、それぞれの土地利用から森林に転用された土地面積を推計した。

転用により森林となった土地の全面積と農地及び草地からの転用面積の差を、湿地、開発地、その他の土地からの転用面積と見なし、その他の土地に一括して計上した。

(iii) 活動量の推移

表 11 他の土地利用から転用された森林の面積（単年）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された森林	kha	67.6	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	4.7
農地から転用された森林	kha	2.7	2.4	1.8	1.5	1.4	1.2	1.2
水田	kha	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
普通畑	kha	1.3	1.1	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6
樹園地	kha	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
草地から転用された森林	kha	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
湿地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	kha	64.2	4.0	4.7	5.1	5.2	5.4	3.1

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された森林	kha	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	50.3	50.3
農地から転用された森林	kha	1.1	1.2	1.1	1.1	0.9	0.9	0.6	0.5
水田	kha	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
普通畑	kha	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
樹園地	kha	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
草地から転用された森林	kha	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
湿地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	kha	3.2	3.2	3.3	3.3	3.6	3.5	49.6	49.6

(iv) 出典

森林資源現況調査（林野庁）、「世界農林業センサス」（農林水産省）、
「耕地及び作付面積統計」（農林水産省）

(v) 活動量の課題

農地から森林へ転用された土地の土壌炭素ストック変化量を算定する際には、水田、普通畑、牧草地別の転用面積を把握する必要がある。しかし、当該面積を統計（「耕地及び作付面積統計」等）から直接把握することはできない。現在の算定では、農地から森林への転用面積に水田、普通畑、牧草地の各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。

(vi) その他特記事項

特になし。

2) 転用に伴う生体バイオマス変化量

「成長、伐採・薪炭材収集・攪乱によるバイオマス変化量」と同様。

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 12 他の土地利用から転用された森林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	1,069.1	1,131.9	1,085.0	1,030.9	973.1	911.8	897.5	
農地から転用された森林	GgC	84.0	78.1	67.3	58.2	50.3	45.3	43.5	
草地から転用された森林	GgC	12.9	13.0	12.2	11.1	10.1	9.5	9.4	
湿地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
開発地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
その他の土地から転用された森林	GgC	972.2	1,040.8	1,005.5	961.7	912.6	857.0	844.6	
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
生体バイオマス	GgC	836.5	781.9	728.7	671.1	615.9	552.9	598.4	571.4
農地から転用された森林	GgC	40.9	37.7	35.3	32.8	31.3	29.2	32.0	30.3
草地から転用された森林	GgC	9.0	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.9	7.6
湿地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	GgC	786.7	735.7	685.2	630.4	577.0	516.4	558.4	533.4

※ 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森林の生体バイオマスにおける CO₂ 排出・吸収は、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。

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

排出・吸収係数と見なすパラメータ

- Ci : 農地、草地等から森林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 : 農地、草地等から農地に転用された面積 (ha/yr)
Ba : 森林に転用された直後のバイオマス乾物重 (t_{dm}/ha)
Bb,i : 森林に転用される前の農地、草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 a1 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。

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

$$\text{式 b1: } U_{EF} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{(U_{Ba} \times A_{Ba})^2 + (U_{Bb} \times A_{Bb,i})^2}}{A_{Ba} + A_{Bb}} \right)^2 + U_{CF}^2}$$

転用された森林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。

- 気候及び栽培する季節
- 栽培方法
- 樹種
- 計測方法

(ii) 評価結果

(7) Ba : 森林に転用された直後のバイオマス乾重量

森林に転用された直後のバイオマス乾重量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.85 頁におけるデフォルト値の 0 (tC/ha/yr) を採用している。そのため、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 3.89 頁に示さ

れた不確実性の標準値±75%を、転用直後のバイオマスストック量の不確実性とする。

(イ) Bb：森林に転用される直前の農地のバイオマス乾重量

農地のバイオマス乾重量パラメータについては、水田と、普通畑・樹園地それぞれにおいて不確実性の評価を行った。

■水田

パラメータに使用した論文から水田の炭素蓄積量の採用値の標準偏差が判明していることから、以下の算式により不確実性を算出した。

$$U_{RC} = 1.96 * \sigma_{RC} / RC$$

表 13 水田における排出・吸収係数の不確実性評価

種類	標本_標準偏差	標本数	採用値	標準偏差	不確実性
水田	150	71	6.31	17.8	6%

■普通畑・樹園地

普通畑・樹園地は、さまざまな種類の実測データの単純平均値を排出・吸収係数として採用している。各農作物、果樹別の標準偏差が分からないため、排出係数の不確実性評価のデシジョンツリーに従い、それぞれ上限及び下限と設定して不確実性評価を行うこととした。

表 14 普通畑・樹園地の上限値、下限値に基づく不確実性評価

種類	下限	採用値	上限	差異	不確実性
普通畑	0.62	3.30	8.51	5.21	158%
樹園地	18.93	30.63	62.09	31.46	103%

(ウ) Bb：森林に転用される直前の草地のバイオマス乾重量

森林に転用される直前の草地におけるバイオマス乾重量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.109 頁に示されるデフォルト値 2.7 (tC/ha/yr) を採用している。そのため、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 3.109 頁に示された不確実性の標準値±75%を、草地の生体バイオマス変化量の不確実性とする。

(エ) Bb：森林に転用される直前の湿地のバイオマス乾重量

森林に転用される直前の湿地におけるバイオマス乾重量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.137 頁に示されるデフォルト値の 0 (tC/ha/yr) を採用している。そのため、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 3.139 頁に示された不確実性の標準値±75%を、湿地の生体バイオマス変化量の不確実性とする。

(オ) Bb：森林に転用される直前の開発地のバイオマス乾重量

森林に転用される直前の開発地におけるバイオマス乾重量は、実測値が得られなかったた

め、LULUCF-GPG 3.144 頁に示されるデフォルト値の 0 (tC/ha/yr) を採用している。

そのため、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 3.139 頁に示された不確実性の標準値 $\pm 75\%$ を、開発地の生体バイオマス変化量の不確実性とする。

(カ) Bb：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

森林に転用される直前のその他の土地におけるバイオマス乾重量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.146 頁に示されるデフォルト値の 0 (tC/ha/yr) を採用している。そのため、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 3.147 頁に示された不確実性の標準値 $\pm 75\%$ を、湿地の生体バイオマス変化量の不確実性とする。

(キ) CF：炭素含有率

炭素含有率は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG におけるデフォルト値を採用している。そのため、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 5.17 頁に示された炭素含有率の不確実性 2%を、炭素含有率の不確実性とする。

(iii) 評価方法の課題

普通畑、樹園地におけるバイオマス乾重量の排出・吸収係数の不確実性については、各作物の種類別の標準偏差が分からないため、各作物別の排出・吸収係数を母集団からの標本と見なして、上限値および下限値を設定することにより、不確実性を評価している。今後、統計的数値をさらに入手し、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

また、炭素含有率については、LULUCF-GPG 5.17 頁に示された 2%という不確実性は、あくまで例示されたものであるため、今後、炭素含有率の不確実性の適切な評価方法については、検討する必要がある。

2) 活動量

(i) 評価方法

(7) 農地から森林への転用

農地から森林への転用面積は、指定統計の「耕地作付け面積統計」における人為かい廃の植林における田の面積と、畑の面積に、「耕地及び作付面積統計」の耕地の種類別面積を用いて普通畑・樹園地・牧草地に按分した値を乗じることにより推計している。

■ 耕地及び作付面積統計

・耕地の種類別面積

耕地の種類別面積の不確実性については、統計に誤差が公表されているため、平成 16 年度の「耕地及び作付面積統計」3 頁に記載されている標本数及び調査結果（全国）の精度を用いることにより、評価を行うこととした。

表 15 耕地種類別面積の不確実性

区分	標本数	標準誤差率 (%)
耕地面積 (田)	29,794	0.15
(畑)	24,296	0.27

※標準誤差率 (%) = 標準誤差 ÷ 推定値 × 100

・耕地の拡張・かい廃面積

耕地の拡張・かい廃面積は、下記の通り、同じ統計表の中に異なる調査手法の結果が記載されている。

【耕地の拡張・かい廃面積の調査方法について】

①全数 (合計値)

- ・耕地の種類別面積と同じ母集団整備調査で求められたもの。
 - ・拡張・かい廃面積は、耕地面積の年次差より推計している。

②内訳の積み上げ

- ・標本調査により求められたもの。
- ・拡張、またはかい廃が明らかに合致する土地の面積だけを合計している。

そのため、専門家判断により、統計に記載された全数と、内訳を積み上げた合計値を用いてクロスチェックを行い、不確実性の評価を行った。

なお、田の拡張面積については、全数と内訳の積み上げの値が一致したが、不確実性が0%とは考え難いため、専門家判断により、耕地の種類別面積の田における不確実性を適用することとした。

表 16 拡張・かい廃面積の不確実性

		全数 (統計記載値)	内訳積み上げ (採用値)	不確実性
田	拡張	588	588	0.15%※
	かい廃	12,540	11,312	11%
畑	拡張	9,230	7,566	22%
	かい廃	14,632	14,533	1%

※田の拡張面積は、耕地の種類別面積の田における不確実性を適用する。

表 15 表 16 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) 草地から森林への転用

草地から森林への転用面積は、指定統計の「耕地及び作付面積統計」における、畑の人

為かい廢の植林面積を、「耕地及び作付面積統計」の耕地の種類別面積を用いて普通畑・樹園地・牧草地に按分し、牧草地の値を採用している。

表 15 表 16 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) その他の土地から森林への転用

その他の土地から森林への転用面積は、森林簿面積と、「林野庁治山課業務資料」、「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 の不確実性評価結果をもとに、面積推計方法に従い、合成することにより、活動量の不確実性を評価した。

■ 森林簿

森林面積の不確実性は、専門家の判断により、森林簿に記載されている林班の森林面積と、これに対応するオルソ写真上から判読された森林面積とのクロスチェックにより評価を行った。不確実性は、全都道府県から抽出したデータ（3,006 林班）を用い、下記の式に従い評価を行った。その結果、不確実性は全体で 5.9% となり、この値を森林簿面積の不確実性とした。

$$U(\%) = \frac{\left(\frac{|A_1 - a_1|}{a_1} + \frac{|A_2 - a_2|}{a_2} + \dots + \frac{|A_n - a_n|}{a_n} \right)}{n} \times 100 = \frac{\sum \frac{|A_n - a_n|}{a_n}}{n} \times 100$$

林班*i*について

a_i: 森林簿面積 *A_i*: オルソ森林面積 *n*: 調査林班数

■ 世界農林業センサス

「世界農林業センサス」に示された森林の用途別転用面積の不確実性は、指定統計、すそ切りありの全数調査であるため、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の 20% を採用することとした。

表 17 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
全数調査（すそ切りなし）	5（%）	10（%）
全数調査（すそ切りあり）	20（%）	40（%）

※ 指定統計の値は 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。

■ 林野庁治山課業務資料

「林野庁治山課業務資料」に示された林地開発許可処分の面積、および許可制の適用されない開発についての道路調整の面積は、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。「林野庁治山課業務資料」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。

表 18 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	
森林簿		6%	専門家判断	
林野庁治山課業務資料		40%	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	
耕地及び作付面積統計	耕地の拡張	田	0.15%	専門家判断
		畑	22%	専門家判断
	耕地のかい廃	田	11%	専門家判断
		畑	1%	専門家判断
	耕地の種類別面積	田	0.15%	統計記載値
		畑	0.27%	統計記載値

(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 19 活動量の不確実性評価結果一覧

	水田	普通畑	樹園地	草地
不確実性	11%	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 20 排出・吸収量の不確実性評価結果

		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	
増加量	農地	水田	—	44 GgCO ₂	21%	
		普通畑	—	55 GgCO ₂	36%	
		樹園地	—	20 GgCO ₂	21%	
	草地		—	—	29 GgCO ₂	23%
	その他の土地		—	—	1,956 GgCO ₂	24%
減少量	農地	水田	35%	11%	-3 GgCO ₂	37%
		普通畑	158%	1%	-2 GgCO ₂	158%
		樹園地	103%	1%	-4 GgCO ₂	103%
	草地		75%	1%	-1 GgCO ₂	75%

※ 「—」は複数の排出・吸収源からの温室効果ガス排出・吸収量の合計であるため、排出・吸収係数および活動量の不確実性をこの区分として算定しないことを意味する。

② 枯死有機物 (5.A.2.-)

枯死木に関する算定については、デシジョンツリー及び Tier の記述に従って Tier 1 の算定方法を適用し、「0」として報告した（科学的不確実性により「増加量=減少量」すなわち「ネット変化量=0」と仮定）。

リターに関する算定については、LULUCF-GPG、3.19 頁のデシジョンツリー及び 3.58 頁の Tier の記述に従って Tier 1 の算定方法を適用し、「0」として報告した（炭素ストック量は一定と仮定）。

③ 土壌 (5.A.2.-)

(a) 背景

土地利用の転用に伴い、土壌中の炭素は排出または蓄積され、土壌中の炭素ストック量は変化する。

(b) 算定方法

1) 算定の対象

国別に定めた特定深度の鉱質土壌及び有機質土壌（泥炭を含む）に含まれる有機炭素。地下バイオマスと分離できない生きた細根は含める。

2) 算定方法の選択

森林タイプや管理強度、攪乱の形態による炭素ストック量の変動を把握できないため、Tier に関する記述及びデシジョンツリーに従って、Tier 1 を用いた。

3) 算定式

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

ΔC : 森林に転用された土地における土壌炭素変化量 (tC/yr)

SOC_j : 森林における土壌炭素量 (tC/ha)

SOC_i : 森林に転用される前の土地利用タイプ i における土壌炭素量 (tC/ha)

$A(20)$: 森林に転用された 20 年間累計面積 (ha)

T : 土地転用に要する期間

※各年の炭素ストック変化量=転用以降 20 年間に毎年蓄積していく炭素ストック量の累積

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
SOC _j	森林における土壤炭素量 (t-C/ha)
SOC _i	森林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	土地転用に要する期間

2) 設定方法

➤ 土壤炭素量 (SOC)

■ 森林における土壤炭素量

森林における土壤炭素量には、各土壤群別の深度 30cm における平均土壤炭素ストック量を、単位面積当たりの土壤炭素ストック量が土壤群別（黒ボク土、灰色低地土、グライ土等）に異なるため、土壤群別面積の加重平均により、算定を行った。

■ 水田・普通畑・樹園地における土壤炭素量

水田・普通畑・樹園地における土壤炭素量については、農業環境技術研究所の中井委員よりご提供いただいた、土壤環境基礎調査（定点調査）におけるデータを用いることとした。今回ご提供いただいたデータは、表層から 30cm までの単位深度（1cm）ごとに、仮比重と炭素含量から炭素量を計算し、土壤群、地目別に平均値を計算し 30cm までを合計した値である。

単位面積当たりの土壤炭素ストック量が土壤群別（黒ボク土、灰色低地土、グライ土等）に異なるため、土壤群別面積の加重平均により、算定を行った。

表 21 水田の土壤群別土壤炭素量

土壤群	面積 Area [ha]	シェア	単位面積当り 炭素ストック量 Carbon Stock / ha [t-C/ha]	炭素ストック量 Carbon Stock [t-C/yr]
岩屑土	※	—	※	—
砂丘未熟土	※	—	89.04	—
黒ボク土	17,169	0.6%	125.24	2,150,246
多湿黒ボク土	274,319	9.5%	113.68	31,184,584
黒ボクグライ土	50,760	1.8%	101.74	5,164,322
褐色森林土	6,640	0.2%	59.48	394,947
灰色台地土	79,236	2.7%	60.37	4,783,477
グライ台地土	40,227	1.4%	60.71	2,442,181
赤色土	※	—	※	—
黄色土	144,304	5.0%	63.21	9,121,456
暗赤色土	1,770	0.1%	56.26	99,580
褐色低地土	141,813	4.9%	59.71	8,467,654
灰色低地土	1,056,571	36.6%	61.59	65,074,208
グライ土	889,199	30.8%	64.83	57,646,771
黒泥土	75,944	2.6%	91.89	6,978,494
泥炭土	109,465	3.8%	114.95	12,583,002
合計	2,887,417	100.0%		206,090,923
単純平均			80.19	
加重平均			71.38 ←採用値	

※：精度の高いデータの入手が困難であったもの
 出典：中井委員 提供データ（未公表）

表 22 普通畑の土壤群別土壤炭素量

土壤群	面積 Area [ha]	シェア	単位面積当り 炭素ストック量 Carbon Stock / ha [t-C/ha]	炭素ストック量 Carbon Stock [t-C/yr]
岩屑土	7,148	0.4%	69.25	494,999
砂丘未熟土	22,297	1.2%	21.49	479,163
黒ボク土	851,061	46.5%	109.15	92,893,308
多湿黒ボク土	72,195	3.9%	149.51	10,793,874
黒ボクグライ土	1,850	0.1%	120.98	223,813
褐色森林土	287,464	15.7%	65.16	18,731,154
灰色台地土	71,855	3.9%	79.77	5,731,873
グライ台地土	4,324	0.2%	※	—
赤色土	25,243	1.4%	42.23	1,066,012
黄色土	105,641	5.8%	47.13	4,978,860
暗赤色土	29,130	1.6%	45.15	1,315,220
褐色低地土	231,051	12.6%	50.05	11,564,103
灰色低地土	75,095	4.1%	53.75	4,036,356
グライ土	13,163	0.7%	65.94	867,968
黒泥土	1,673	0.1%	78.72	131,699
泥炭土	32,316	1.8%	184.91	5,975,552
合計	1,831,506	100.0%		159,283,954

単純平均

78.88

加重平均

86.97

←採用値

※：精度の高いデータの入手が困難であったもの

出典：中井委員 提供データ（未公表）

表 23 樹園地の土壤群別土壤炭素量

土壤群	面積 Area [ha]	シェア	単位面積当り 炭素ストック量 Carbon Stock / ha [t-C/ha]	炭素ストック量 Carbon Stock [t-C/yr]
岩屑土	7,682	1.9%	66.48	510,699
砂丘未熟土	1,897	0.5%	27.77	52,680
黒ボク土	86,083	21.3%	119.03	10,246,459
多湿黒ボク土	2,530	0.6%	103.82	262,665
黒ボクグライ土	※	—	115.08	—
褐色森林土	148,973	36.9%	68.35	10,182,305
灰色台地土	6,424	1.6%	70.55	453,213
グライ台地土	※	—	※	—
赤色土	19,937	4.9%	63.68	1,269,588
黄色土	75,973	18.8%	64.48	4,898,739
暗赤色土	6,141	1.5%	54.61	335,360
褐色低地土	35,261	8.7%	69.32	2,444,293
灰色低地土	10,075	2.5%	57.35	577,801
グライ土	2,065	0.5%	※	—
黒泥土	135	0.0%	59.44	8,024
泥炭土	130	0.0%	※	—
合計	403,306	100.0%		31,241,826

単純平均

72.30

加重平均

77.46

←採用値

※：精度の高いデータの入手が困難であったもの

出典：中井委員 提供データ（未公表）

■ 草地における土壤炭素量

草地における土壤炭素量については、農地における土壤炭素量と同様に、農業環境技術研究所の中井委員よりご提供いただいた、土壤環境基礎調査（定点調査）におけるデータを用いることとした。なお、牧草地については、土壤群別面積データの入手が困難

であるが、土壌群別面積と土壌群別サンプル数が高い相関を示すと考えられることから、土壌群別の単位面積当たり土壌炭素ストック量の全データを土壌群別サンプル数により加重平均を行った。

表 24 草地の土壌群別土壌炭素量

土壌群	面積 Area [ha]	シェア Proportion	単位面積当り 炭素ストック量 Carbon Stock / ha [t-C/ha]	炭素ストック量 Carbon Stock [t-C/yr]
岩屑土	※	—	※	—
砂丘未熟土	140	0.6%	79.28	11,099
黒ボク土	11,364	48.8%	152.19	1,729,487
多湿黒ボク土	459	2.0%	207.40	95,197
黒ボクグライ土	※	—	※	—
褐色森林土	4,071	17.5%	101.27	412,270
灰色台地土	2,008	8.6%	126.44	253,892
グライ台地土	228	1.0%	110.51	25,196
赤色土	※	—	※	—
黄色土	796	3.4%	74.36	59,191
暗赤色土	695	3.0%	54.55	37,912
褐色低地土	2,658	11.4%	107.69	286,240
灰色低地土	215	0.9%	78.76	16,933
グライ土	※	—	※	—
黒泥土	※	—	※	—
泥炭土	663	2.8%	325.18	215,594
合計	23,297	100.0%		3,143,012
単純平均			128.88	
加重平均			134.91 ←採用値	

※：精度の高いデータの入手が困難であったもの

出典：中井委員 提供データ（未公表）

■ その他の土地における土壌炭素量

その他の土地の土壌炭素量には LULUCF-GPG に示される Andisols (Volcanic soil)の値を用いた。

表 25 土壌炭素ストック量

土地利用 カテゴリー	使用した値	備考
森林	90.06 (t-C/ha)	深度30cmにおけるデータ。 Kazuhito Morisada, Kenji Ono, Hidesato Kanomata “Organic carbon stock in forest soil in Japan” Geoderma 119 (2004) p.21-32
水田	71.38 (t-C/ha)	深度30cmにおけるデータ。 農業環境技術研究所 中井信委員 提供データ (未公表)
普通畑	86.97 (t-C/ha)	
樹園地	77.46 (t-C/ha)	
農地平均 (水田、普通畑、樹園地を単純平均した値)	78.60 (t-C/ha)	
牧草地	134.91 (t-C/ha)	
湿地	88.0 (t-C/ha)	LULUCF-GPG、P.3.76、Table 3.3.3 warm temperate moist, wetland soilの値を利用
開墾地	—	
その他の土地 (森林以外の開墾)	80.0 (t-C/ha)	LULUCF-GPG、P.3.76、Table 3.3.3 warm temperate moist, volcanic soilsの値を利用

➤ 土地転用に要する期間 (T)

LULUCF-GPG に示されるデフォルト値 (20年) を用いた。20年前の土壌炭素量については、1990年の値と同じと仮定し算定を行った。

3) 各種パラメータの課題

水田・普通畑・樹園地における単位面積あたりの土壌炭素ストック量を一定と仮定している。しかし、実際には土壌群別面積のシェアが経年的に変化しているため、この仮定は成り立たない。従って、今後、土壌群別面積シェアの変化を単位面積当たりの土壌炭素ストック量の算定に反映される必要がある。現時点では、土壌群別面積の時系列データの入手が困難なため、面積シェアの変化を算定に反映することはできないが、入手次第、パラメータ設定方法の改善を図ることとする。

また、牧草地については、土壌群別面積のデータについて入手が困難なため、今回はサンプル数を用いて加重平均を行っているが、今後牧草地の土壌群別面積について、データが入手でき次第、パラメータ設定方法の改善を図ることとする。

(d) 活動量

(i) 定義

過去 20 年間のうち、他の土地利用から森林に転用が発生した面積を活動量と定義する。

(ii) 活動量の把握方法

「2) 転用に伴う生体バイオマス変化量」における活動量を 20 年分合計した値を用いる。

(iii) 活動量の推移

表 26 他の土地利用から転用された森林の面積 (20 年)

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された森林	kha	1366.8	1307.3	1249.5	1185.4	1118.3	1047.1	982.9
農地から転用された森林	kha	121.9	101.6	85.9	73.6	64.2	57.7	53.0
水田	kha	53.8	45.0	36.2	30.8	26.7	23.7	21.7
普通畑	kha	46.8	38.8	34.1	29.5	26.0	23.7	22.0
樹園地	kha	21.4	17.8	15.6	13.3	11.5	10.3	9.3
草地から転用された森林	kha	17.4	15.7	14.6	13.2	12.1	11.3	10.7
湿地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	kha	1227.5	1190.0	1149.0	1098.5	1042.1	978.1	919.2

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された森林	kha	915.8	856.4	798.0	735.2	674.0	605.5	587.0	561.3
農地から転用された森林	kha	49.7	46.3	43.3	40.6	38.0	35.8	33.7	31.8
水田	kha	20.5	19.0	17.3	15.9	14.6	13.7	12.7	11.9
普通畑	kha	20.6	19.4	18.6	17.7	16.9	16.1	15.4	14.7
樹園地	kha	8.6	7.9	7.4	6.9	6.5	6.0	5.7	5.3
草地から転用された森林	kha	10.2	9.7	9.4	9.0	8.6	8.3	8.0	7.6
湿地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	kha	856.0	800.4	745.3	685.6	627.4	561.4	545.4	521.8

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 27 他の土地利用から転用された森林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	645.3	618.7	590.5	561.1	530.0	495.7	464.9
農地から転用された森林	GgC	70.6	59.0	48.6	41.5	36.0	32.1	29.4
草地から転用された森林	GgC	-39.1	-35.3	-32.7	-29.6	-27.1	-25.4	-24.0
湿地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	GgC	613.8	595.0	574.5	549.3	521.0	489.0	459.6

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
土壌	GgC	432.8	404.0	375.2	344.4	314.6	281.0	272.5	260.4
農地から転用された森林	GgC	27.6	25.6	23.6	21.9	20.2	18.9	17.7	16.6
草地から転用された森林	GgC	-22.8	-21.8	-21.0	-20.2	-19.4	-18.6	-17.9	-17.1
湿地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
開発地から転用された森林	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された森林	GgC	428.0	400.2	372.7	342.8	313.7	280.7	272.7	260.9

※ 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

転用された森林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。

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

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

- E : 転用による森林土壌からの 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森林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。

【転用された森林の土壌における CO2 排出・吸収係数の算定式】

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

排出係数と見なすパラメータ

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

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

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

転用された森林の土壌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。

- 土壌タイプ
- 気候
- 計測方法

(ii) 評価結果

(7) SOC_j : 森林に転用された直後の土壌炭素量

森林に転用された直後土壌炭素量は、実測データより計算した各土壌群ごとの単位面積当たり炭素蓄積量を、土壌群別の面積で加重平均して算定している。加重平均を行っている場合の標本平均、標本分散は一般に以下の式で表される。

加重平均に用いるウェイトを w_i ($\sum w_i = 1$) とすると。

$$\text{標本平均 : } \overline{EF} = \sum (w_i * EF_i)$$

標本平均の不偏分散 :

$$\sigma_{EF}^2 = \sum \left\{ w_i * (EF_i - \overline{EF})^2 \right\} / \left(1 - \sum w_i^2 \right) * \sum w_i^2$$

表 28 不確実性評価のためのデータ一覧

	森林
加重平均値排出・吸収係数：EF (kg-C/t)	90.06
データ数：n	14
標本平均の標準偏差： σ_{EF} (kg-C/t)	0.71
不確実性： $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	15.4%

(イ) SOC_i：森林に転用される直前の農地の土壌炭素量

森林に転用される直前の農地の土壌炭素量は、実測データより計算した各土壌群ごとの単位面積当たり炭素蓄積量を、土壌群別の面積で加重平均して算定している。

表 29 不確実性評価のためのデータ一覧

	水田	普通畑	樹園地
加重平均値排出・吸収係数：EF (kg-C/t)	71.38	86.97	77.46
データ数：n	16	16	16
標本平均の標準偏差： σ_{EF} (kg-C/t)	5.39	9.54	6.47
不確実性： $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	14.8%	21.5%	16.4%

(ウ) SOC_i：森林に転用される直前の草地の土壌炭素量

森林に転用される直前の草地の土壌炭素量は、実測データより計算した各土壌群ごとの単位面積当たり炭素蓄積量を、土壌群ごとのサンプル数で加重平均して算定している。

表 30 不確実性評価のためのデータ一覧

	牧草地
加重平均値排出・吸収係数：EF (kg-C/t)	134.90
データ数：n	16
標本平均の標準偏差： σ_{EF} (kg-C/t)	13.09
不確実性： $1.96 \times \sigma_{EF} / EF$	19.0%

(エ) SOC_i：森林に転用される直前の湿地の土壌炭素量

森林に転用される直前の湿地における土壌炭素量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.137 頁に示されるデフォルト値を採用している。そのため、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 3.139 頁に示された不確実性の標準値±75%を、湿地の土壌炭素量の不確実性とする。

(オ) SOC_i：森林に転用される直前の開発地の土壌炭素量

森林に転用される直前の開発地の土壌炭素量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.297 頁に示されるデフォルト値を採用している。そのため、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 3.298 頁に示された不確実性

の標準値±50%を、転用のない開発地における土壌炭素量の不確実性とする。

(カ) SOCi：森林に転用される直前のその他の土地の土壌炭素量

森林に転用される直前のその他の土地における土壌炭素量は、実測値が得られなかったため、LULUCF-GPG 3.146 頁に示されるデフォルト値を採用している。そのため、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 3.147 頁に示された不確実性の標準値±75%を、その他の土地の土壌炭素量の不確実性とする。

(iii) 評価方法の課題

森林、農地、草地の土壌炭素量の排出・吸収係数の不確実性については、排出・吸収係数のデータセットを母集団からの標本と見なして統計処理し不確実性を評価している。しかし、各排出・吸収係数が同じ確率分布に従うとは限らないことから、今後、不確実性のより適切な評価方法について検討する必要がある。

2) 活動量

(i) 評価方法

他の土地利用から転用された森林における土壌の炭素蓄積量の活動量には、3.(2).①.(g).2)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における活動量を、20 年分累計して用いている。そのため、不確実性評価については、3.(2).①.(g).2)における 20 年分の不確実性について和の合成を行い、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、3.(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 31 活動量の不確実性評価結果一覧

	水田	普通畑	樹園地	草地	その他の土地
不確実性	13%	32%	13%	15%	18%

(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、3.(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 32 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
水田	11%	13%	41 GgCO ₂	17%
普通畑	13%	32%	8 GgCO ₂	34%
樹園地	11%	13%	12 GgCO ₂	17%
草地	13%	15%	-63 GgCO ₂	20%
その他の土地	45%	18%	957 GgCO ₂	49%

4. 農地 (5.B)

(1) 転用のない農地 (5.B.1)

① 生体バイオマス (5.B.1.1)

LULUCF-GPG では、木本性永年作物（果樹）におけるバイオマス変化量が算定対象とされている。しかし、我が国では、低樹高栽培の実施により樹体の生長を抑制するように管理が行われているほか、側枝の剪定や枝ぶりの改良等により樹体が管理されていることから、生長による炭素蓄積は見込まれない。したがって、全ての樹園地に対する木本性永年作物の年間炭素固定量を「NA」とした。

② 枯死有機物 (5.B.1.-)

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.B.1.-)

Tier 1 の算定方法に従って、過去 20 年間に農業管理方法等の変化により土壌炭素ストック量は変化していないと想定し、「NA」として報告した。

(2) 他の土地利用から転用された農地 (5.B.2)

① 生体バイオマス (5.B.2.1)

(a) 背景

各土地利用が農地に転用される際に、生体バイオマスより炭素が発生する。

(b) 算定方法

(i) 算定の対象

LULUCF-GPG、3.84 頁の記述に従って、地上バイオマスのみを算定対象とした。

(ii) 算定方法の選択

農地へ転用される際に発生するストック変化量と、農地に転用された後に蓄積されるストック量の合計により算定する。

森林から農地への転用については、Tier 2 の算定方法を用いた。森林以外の土地から農地への転用については、暫定値及びデフォルト値のバイオマス蓄積量を用いた Tier 1 の算定方法を用いた。

(iii) 算定式

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

$$\Delta C_i = A_i (CR_a - CR_{b,i}) \times CF$$

$$\Delta C_c = A_c \times CR_c \times CF$$

C : 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)

i : 土地利用(森林、草地、湿地、開墾地、その他)

c : 他の土地利用から転用された農地

A : 転用された年間面積 (ha/yr)

CR_a : 農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 : 農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 : 農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)

(iv) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

(i) 定義

パラメータ	定義
CR_a	農地に転用された直後の乾物重 (t _{dm} /ha)
CB_i	森林に転用される前の土地利用タイプ i における乾物重 (t _{dm} /ha)
CR_c	農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	5.A.1.1. 生体バイオマスと同様

(ii) 設定方法

パラメータの設定は以下の通りである。

表 33 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	農地	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。
	草地	LULUCF-GPG Table3.4.2 warm temperate wet
	湿地、開発地、その他の土地	0 と仮定
転用後	農地	転用後の農地 1 ha において、年間バイオマス乾重量

(iii) 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 34 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	農地	0 (t _{dm} /ha)
転用前	草地	2.7 (t _{dm} /ha)
	湿地、開発地 その他の土地	0 と仮定
	農地	
転用後	水田	6.31 (t _{dm} /ha)
	畑地	3.30 (t _{dm} /ha)
	樹園地	30.63 (t _{dm} /ha)

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

(iv) 出典

森林資源現況調査（林野庁）、LULUCF-GPG（Table 3.4.2. Warm temperate wet）

(v) 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

(i) 定義

農地に転用された土地の面積。我が国では、農林水産省「耕地及び作付面積統計」における田、普通畑、樹園地を対象とする。

(ii) 活動量の把握方法

転用されて農地になった土地は、「耕地及び作付面積統計」の拡張面積を用いた。

森林から農地に転用された土地は、「世界農林業センサス」及び林野庁業務資料を用いて把握した。なお、それぞれの転用面積を現状の面積割合を用いて水田、普通畑、樹園地、牧草地毎に按分を行い、水田、普通畑、樹園地を農地、牧草地を草地の活動量として割り当てた。

草地から農地に転用された土地は、「耕地及び作付面積統計」の田の拡張面積（田畑転換）より転用面積を推計した。

湿地から農地に転用された土地は、「耕地及び作付面積統計」の田畑の拡張面積（干拓・埋め立て）より転用面積を推計した。

開発地、その他の土地から農地に転用された土地は、「耕地及び作付面積統計」の田畑の拡張面積（開墾、復旧）より転用面積を推計し、その他の土地に一括して計上した。

(iii) 活動量の推移

表 35 他の土地利用から転用された農地面積（単年）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された農地	kha	8.8	6.6	6.2	6.3	8.3	5.6	2.8
森林から転用された農地	kha	5.2	2.9	3.2	1.1	1.1	1.1	0.9
草地から転用された農地	kha	0.002	0.002	0.052	0.081	0.116	0.022	0.020
湿地から転用された農地	kha	0.337	0.020	0.081	0.018	0.035	0.032	0.004
開発地から転用された農地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	kha	3.3	3.7	2.9	5.0	7.1	4.5	1.9

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された農地	kha	2.4	2.1	5.5	4.5	1.5	1.7	1.7	3.1
森林から転用された農地	kha	0.6	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3
草地から転用された農地	kha	0.011	0.017	0.012	0.012	0.014	0.019	0.034	0.009
湿地から転用された農地	kha	NO	0.008	NO	0.073	NO	NO	NO	NO
開発地から転用された農地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	kha	1.8	1.3	4.8	4.0	1.2	1.4	1.4	2.8

(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」では農地へ転用された土地の面積を直接把握することが出来ないため、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。
 - ・牧草地 → 普通畑 ・牧草地 → 樹園地 ・採草放牧地 → 水田
 - ・採草放牧地→普通畑 ・採草放牧地→樹園地
- アグロフォレストリ（茨城県における栗の下の麦など）の面積は樹園地や森林に含まれていると考えられるが、一部重複や捕捉漏れになっている可能性もあるため、当該面積の取扱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 36 他の土地利用から転用された農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	-229.8	-127.3	-147.8	-47.2	-40.4	-47.7	-41.7	
森林から転用された農地	GgC	-234.0	-132.4	-151.6	-53.8	-52.6	-55.0	-44.2	
草地から転用された農地	GgC	0.004	0.003	0.093	0.145	0.209	0.040	0.036	
湿地から転用された農地	GgC	0.355	0.021	0.085	0.019	0.038	0.052	0.011	
開発地から転用された農地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	
その他の土地から転用された農地	GgC	3.9	5.1	3.6	6.4	12.0	7.1	2.4	
	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
生体バイオマス	GgC	-30.7	-39.1	-29.4	-13.1	-13.3	-11.8	-14.9	-11.3
森林から転用された農地	GgC	-32.9	-40.9	-38.8	-20.6	-14.9	-13.8	-16.8	-15.6
草地から転用された農地	GgC	0.021	0.030	0.022	0.022	0.025	0.035	0.061	0.017
湿地から転用された農地	GgC	NO	0.010	NO	0.085	NO	NO	NO	NO
開発地から転用された農地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	GgC	2.2	1.7	9.3	7.3	1.6	2.0	1.8	4.3

※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。

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

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

排出・吸収係数と見なすパラメータ

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

排出・吸収係数と見なすパラメータ

- C : 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)
- i : 土地利用(森林、草地、湿地、開発地、その他)
- c : 他の土地利用から転用された農地
- A : 転用された年間面積 (ha/yr)
- CR_a : 農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 : 農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 : 農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。

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

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

式 a2: $EF = CRc \times CF$

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

転用された農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
- 栽培方法
- 品種
- 調査方法

(ii) 評価結果

(7) Cra : 農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。

(4) CRb : 農地に転用される直前の森林のバイオマス乾重量

農地の転用される直前の森林バイオマス乾重量は、総蓄積量を総面積で除することにより求めている。蓄積量および総面積の不確実性については、3.(1).①.(g) 転用のない森林における生体バイオマスの不確実性評価と同様とする。

表 37 転用直前の森林のバイオマス乾重量

森林平均バイオマスストック量	不確実性
118.42 (t-dm/ha)	11.2%

(ウ) CRb : 農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。

(エ) CRb : 農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 : 農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：農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：農地に転用された後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。

(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

(ア) 森林から農地への転用

森林から農地への転用面積は、「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 18 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) 草地から農地への転用

草地から農地への転用面積は、「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 11 および表 12 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) 湿地から農地への転用

湿地から農地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」の人為かい廢の埋立・干拓面積と、種類別耕地面積の値を用いて推計を行っている。表 11 および表 12 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) その他の土地から農地への転用

その他の土地から農地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」の人為かい廢の復旧・

開墾面積と、種類別耕地面積の値を用いて推計を行っている。表 11 および表 12 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。

表 38 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
林野庁治山課業務資料			40%	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
耕地及び作付面積統計	耕地の拡張	田	0.15%	専門家判断
		畑	22%	専門家判断
	耕地のかい廃	田	11%	専門家判断
		畑	1%	専門家判断
	耕地の種類別面積	田	0.15%	統計記載値
		畑	0.27%	統計記載値

(ii) 評価結果

土地利用区分毎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 39 活動量の不確実性評価結果一覧

	水田	普通畑	樹園地
森林	33%	25%	NO
草地	0.3%	—	—
湿地	IE	IE	IE
開発地	IE	IE	IE
その他の土地	0.9%	16%	NO

(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 40 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
増加量	森林	水田	6%	33%	0.03 GgCO ₂	34%
		普通畑	158%	25%	1 GgCO ₂	160%
	草地		6%	0.3%	0.1 GgCO ₂	6%
	その他の	水田	6%	0.9%	6 GgCO ₂	6%

	土地	普通畑	158%	16%	10 GgCO ₂	159%
減少量	森林		11%	6%	-58 GgCO ₂	13%
	草地		75%	0.3%	-0.05 GgCO ₂	75%

② 枯死有機物 (5.B.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.B.2.-)

(a) 背景

各土地利用が農地に転用される際に、土壌より炭素が発生する。

(b) 算定方法

(i) 算定の対象

我が国には LULUCF-GPG において規定され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。

(ii) 算定方法の選択

Tier 2 の算定方法を用いて算定を行った。

(iii) 算定式

農地に転用された土地における土壌炭素変化量は、t 年における農用地 1 ヘクタール当たりの土壌炭素量に、t 年から遡った 20 年前における農用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 年間に農地に転用された面積を乗じて算定する。

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

ΔSOC : 農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 年における農用地 1ha 当たりの土壌炭素量 (tC/yr)

$SOC_i(t-20)$: t-20 年前における農用地に転用される前の土地 1ha 当たりの土壌炭素量 (ha/yr)

A : 過去 20 年間に農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。

(d) 活動量

(i) 定義

過去20年間のうち、農地に転用された土地の面積。我が国では、農林水産省「耕地及び作付面積統計」における田、普通畑、樹園地を対象とする。

(ii) 活動量の把握方法

該当年における全農地面積から過去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って、過去20年間に農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農地の生体バイオマス」(5.B.2.1)と同様。

(iii) 活動量の推移

表 41 他の土地利用から転用された農地の面積（20年間）

	単位	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
他の土地利用から転用された農地	kha	475.9	437.4	406.6	372.0	313.9	279.5	248.3
森林から転用された農地	kha	174.2	167.3	159.3	150.9	127.3	118.7	108.6
草地から転用された農地	kha	11.2	10.3	9.6	8.8	7.1	5.7	3.4
湿地から転用された農地	kha	11.4	9.1	8.5	7.9	6.7	3.4	2.6
開発地から転用された農地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	kha	279.1	250.6	229.2	204.4	172.7	151.7	133.8

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
他の土地利用から転用された農地	kha	220.3	194.1	175.9	155.9	139.2	126.5	114.1	104.1
森林から転用された農地	kha	96.4	87.1	80.8	72.5	64.6	55.7	49.6	39.9
草地から転用された農地	kha	1.3	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0
湿地から転用された農地	kha	2.3	2.2	2.1	1.7	1.6	1.3	1.2	1.2
開発地から転用された農地	kha	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	kha	120.4	103.8	92.0	80.8	72.1	68.6	62.3	62.0

(iv) 出典

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

(v) 活動量の課題

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

(e) 排出量及び吸収量の推移

表 42 他の土地利用から転用された農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	-119.2	-114.3	-108.6	-103.0	-85.8	-75.4	-61.3
森林から転用された農地	GgC	-119.1	-114.4	-108.9	-103.2	-87.2	-81.3	-74.3
草地から転用された農地	GgC	-35.7	-32.8	-30.6	-28.0	-22.5	-18.1	-10.7
湿地から転用された農地	GgC	-8.0	-6.1	-5.5	-5.0	-4.2	-1.4	-0.7
開発地から転用された農地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	GgC	43.6	39.0	36.4	33.3	28.0	25.4	24.4

	単位	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
土壌	GgC	-46.5	-42.5	-41.3	-38.3	-34.6	-29.3	-26.6	-19.8
森林から転用された農地	GgC	-65.9	-59.5	-55.3	-49.6	-44.2	-38.1	-33.9	-27.3
草地から転用された農地	GgC	-4.0	-3.2	-3.1	-3.0	-2.9	-3.0	-3.2	-3.2
湿地から転用された農地	GgC	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2
開発地から転用された農地	GgC	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
その他の土地から転用された農地	GgC	24.0	20.8	17.6	14.7	12.8	12.1	10.8	10.9

※ 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

転用された森林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 : 転用による農地土壌からの 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農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。

【転用された農地の土壌における 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 : 農地に転用された土地における土壌炭素変化量 (tC/yr)
SOC_j : 農地における土壌炭素量 (tC/ha)
SOC_i : 農地に転用される前の土地利用タイプ i における土壌炭素量 (tC/ha)
T(20) : 土地転用に要する期間 (デフォルト 20 年)
A : 農地に転用された 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。

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

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

転用された農地の土壌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。

- 土壌タイプ
- 気候
- 計測方法

(ii) 評価結果

(7) SOC_j : 農地に転用された直後の土壌炭素量

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壌の不確実性評価 転用された直後の森林における土壌炭素量と同様とする。

(イ) SOC_i : 農地に転用される直前の森林の土壌炭素量

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壌炭素量と同様とする。

(ウ) SOCi : 農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。

(エ) SOCi : 農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) SOCi : 農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) SOCi : 農地に転用される直前のその他の土地の土壤炭素量

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炭素量の不確実性評価 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) 森林から農地への転用

森林から農地への転用面積は、「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 19 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) 草地から農地への転用

農地から農地への転用面積は、「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 11 および表 12 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) 湿地から農地への転用

草地から農地への転用面積は、「耕地及び作付面積統計」の人為かい廃と、種類別耕地面積、「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 及び表 43 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。

■ 農地の移転と転用

「農地の移転と転用」に示された採草放牧地面積の不確実性は、活動量のデシジョンツリーに従うと、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の 20%を用いることとなる。しかし、「農地の移転と転用」は農地法 4 条および 5 条の届出制度に則った統計であるため、本検討会での設定値では過大評価となるため、専門家の判断により、不確実性評価を行った。

専門家判断により、「農地の移転と転用」は、「耕地及び作付面積統計」の種類別面積と同様の手法により収集されたデータをもとに作成されているため、耕地の種類別面積における不確実性を、「農地の移転と転用」の不確実性として採用することとした。

表 43 農地の移転と転用の不確実性

区分	標準誤差率 (%)
田	0.15
畑	0.27
採草放牧地	0.27

※標準誤差率 (%) = 標準誤差 ÷ 推定値 × 100

(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 44 活動量の不確実性評価結果一覧

カテゴリー		活動量の不確実性
森林		3%
草地		3%
湿地	水田	3%
	普通畑	3%
	樹園地	3%
その他の土地	水田	3%
	普通畑	3%
	樹園地	3%

(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 45 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		19%	3%	-100GgCO ₂	19%
草地		13%	3%	-12 GgCO ₂	14%
湿地	水田	53%	3%	-0.04 GgCO ₂	53%
	普通畑	49%	3%	-0.2 GgCO ₂	49%
	樹園地	51%	3%	-0.6 GgCO ₂	51%
その他 の土地	水田	51%	3%	-8GgCO ₂	51%
	普通畑	46%	3%	48 GgCO ₂	46%

5. 草地 (5.C)

(1) 転用のない草地 (5.C.1)

① 生体バイオマス (5.C.1.1)

Tier 1 の算定方法を適用し、「バイオマスの炭素ストック量を一定」と仮定し、「NA」として報告した。

② 枯死有機物 (5.C.1.-)

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.1.-)

Tier 1 の算定方法に従って、過去 20 年間に牧草地管理方法等の変化により土壌炭素ストック量は変化していないと想定し、「NA」として報告した。

(2) 他の土地利用から転用された草地 (5.C.2)

① 生体バイオマス (5.C.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

(i) 算定の対象

過去 20 年間のうち、草地へ土地転用された土地における生体バイオマス。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。

(ii) 算定方法の選択

森林、農地 (田) から牧草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) 以外の土地から牧草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。

(iii) 算定式

各土地利用から草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。

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

$$\Delta C_i = A_i (CR_a - CR_{b,i}) \times CF$$

$$\Delta C_c = A_c \times CR_c \times CF$$

- 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)
- g : 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)

(iv) 算定方法の課題

特になし。

(c) 各種パラメータ

(i) 定義

パラメータ	定義
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_g	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)

(ii) 設定方法

パラメータの設定は以下の通りである。

表 46 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		備考	
転用後	草地	転用直後は 0 と仮定	
転用前	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
	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 「林業統計要覧」	
	湿地、開発地、その他の土地	0 と仮定	

(iii) 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 47 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	草地	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)
	湿地、開発 その他の土地	0と仮定	
転用後	草地	2.7 (t-dm/ha)	

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

(iv) 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

(i) 定義

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。

(ii) 活動量の把握方法

「耕地及び作付面積統計」の畑拡張面積を用いて、牧草地へ転用された土地を把握した。森林から草地に転用された土地については、「世界農林業センサス」および林野庁業務資料より算出した農用地への転用面積を、水田、普通畑、樹園地、牧草地の面積割合を用いて按分し、牧草地分を草地の活動量として割り当てた。

湿地から草地に転用された土地については、「耕地及び作付面積統計」の田畑拡張面積（干拓・埋め立て）より転用面積を推計した。

開発地、およびその他の土地から草地に転用された土地については、「耕地及び作付面積統計」の田畑拡張面積（開墾、復旧）より転用面積を推計し、その他の土地に一括して計上