

別添（Annex）7 NDCにおけるLULUCF分野の計上方法の詳細

A7.1. NDCにおけるLULUCF分野の温室効果ガス（GHG）排出・吸収量の概要

A7.1.1. NDCにおけるLULUCF分野のGHG排出・吸収量の算定対象活動及び範囲、算定方法論のTierについて

本別添では、決定4/CMA.1を踏まえ、我が国のNDCにおけるLULUCF分野のGHG排出・吸収量について、算定対象活動や範囲、計上や算定の方法について説明を行う。本別添は隔年透明性報告書（BTR）のCommon tabular formats（CTF）、4. Structured summaryに報告されるNDCにおけるLULUCF分野のGHG排出・吸収量の補足説明という位置づけとなる。

我が国のNDCにおけるLULUCF分野のGHG排出・吸収量の算定対象は森林等の吸収源対策によるGHG排出・吸収量とし、計上においては活動ベース計上を採用した。対象とする活動は、京都議定書第2約束期間の下で報告対象としてきたLULUCF活動と基本的に同様に新規植林・再植林（AR）、森林減少（D）、森林経営（FM）、農地管理（CM）、牧草地管理（GM）及び、植生回復（RV）を基本に対象範囲を拡張した都市緑化（UG）とした。これらの活動を総称してNDC-LULUCF活動と呼称することとする。各NDC-LULUCF活動における算定報告状況は表A 7-1のとおりである。また、算定に用いている方法論のTierは表A 7-2のとおりである。

表 A 7-1 NDC-LULUCF 活動における各炭素プール・ガスの報告状況

NDC-LULUCF活動	炭素プール毎の変化量の報告状況						温室効果ガス排出源の報告状況								
	生体バイオマス	リター	枯死木	土壌		伐採木材製品	施肥			有機質土壌の排水		鉱質土壌中の窒素無機化	バイオマスの燃焼		
				鉱質	有機質		N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	N ₂ O	CO ₂		CH ₄	N ₂ O	
新規植林・再植林	R	R	R	R	NO	IE	IE	NO	NO	NA	IE	IE	IE		
森林減少	R	R	R	R	NO	IO	NO	NO	NO	R	NO	NO	NO		
森林経営	R	R	R	R	NO	R	R	NO	NO	R	IE	R	R		
農地管理	R	NR	NR	R	R			R		R	R	R	R		
牧草地管理	R	NR	NR	R	R			R		R	R	R	R		
都市緑化	R	R	IE	R	NO		IE	NO	NO	NA	NO	NO	NO		

R：報告する、NR：報告しない、NO：発生しない、IE：他に含む、IO：即時排出

表 A 7-2 NDC-LULUCF 活動の算定に用いている方法論のTier

NDC-LULUCF 活動	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
新規植林・再植林	T2	CS	T1	D	T1	D
森林減少	T2	CS,D			T1,T2	CS,D
森林経営	T2,T3	CS,D	T1	D	T1,T2	CS,D
農地管理	T2,T3	CS,D	T1	CS,D	T2,CS	CS,D
牧草地管理	T2,T3	CS,D	T1	CS,D	T2,CS	CS,D
都市緑化	T2	CS,D				

T1: IPCC Tier 1、T2: IPCC Tier 2、T3: IPCC Tier 3、D: IPCCデフォルト値、CS: 国独自の方法または排出係数

A7.1.2. 各NDC-LULUCF活動の計上アプローチと計上量

各NDC-LULUCF活動の計上アプローチは、パリ協定4条14項の規定に基づき、既存の方法論・ガイダンスである、京都議定書に関わる2013年改訂補足的方法論及びグッドプラクティスガイダンスに基づくアプローチ（京都議定書第2約束期間のLULUCF活動に適用されたもの）を考慮して設定している。AR及びD活動については、京都議定書第2約束期間同様、1990年以降の活動があった土地のみを対象にしたグロースネット方式を用い、FM活動については、参照レベル方式を用いた。FM活動のうち、森林の炭素プールにおいては、追

加的人為性を厳密に捉え 1990 年以降に対象活動（間伐等）が確実に行われている土地のみを算定対象とすることで、京都議定書第 2 約束期間同様、参照レベルをゼロとおき、伐採木材製品（HWP）プールにおいては参照レベルに将来予測を適用し、森林と HWP の参照レベルの合計を FM 全体の参照レベルとした。CM 及び GM 活動についても、京都議定書第 2 約束期間同様、1990 年を基準年としたネットーネット方式を用いた。UG 活動については、都市緑地を造成・供用または保全を行った場所が算定対象となっており、このような純吸収の活動は、絶対量としての吸収の維持・強化が重要となるため、造成・供用または保全を行った都市緑地からの当該年度の純吸収量を吸収量として計上した。計上アプローチとしてはグロソーネット方式に相当する。それらの活動の 2021 年度における計上量（計上アプローチ適用後の値）は 47,643 kt-CO₂ 換算の吸収となった。最終的には目標年（2030 年）の単年度の GHG 総排出量に対して、目標年の単年度の計上量（吸収量）が加味されるため、本別添で報告する途中年度の値は、あくまでも現在地を示す参考値として示すものである。2020 年度値までは過去分として、2021 年度以降の値を NDC 期間分として取り扱う（表 A 7-3）。

表 A 7-3 NDC-LULUCF 活動による計上量

NDC-LULUCF活動	計上量 [kt-CO ₂ 換算]							
	過去分							NDC期間
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
新規植林・再植林	-1,685	-1,664	-1,362	-1,301	-1,158	-1,439	-1,363	-1,293
森林減少	3,170	3,371	3,335	2,890	2,852	2,953	2,935	2,555
森林経営	-56,820	-53,346	-51,512	-51,020	-49,888	-45,602	-43,112	-43,862
農地管理	-1,521	-2,004	-2,231	-3,047	-3,624	-2,997	-3,014	-3,335
牧草地管理	1,100	817	533	371	141	272	140	-158
都市緑化	-1,776	-1,747	-1,728	-1,704	-1,667	-1,640	-1,593	-1,551
計上量合計	-57,531	-54,574	-52,964	-53,811	-53,343	-48,452	-46,007	-47,643

CO₂) + : 排出、- : 吸収

A7.2. 各 NDC-LULUCF 活動における算定の対象範囲

A7.2.1. 新規植林・再植林（AR）

AR 活動では、1989 年末時点で森林ではなかった土地が植林等の人為的活動で 1990 年以降に森林に転用された土地を対象とし、成長や森林管理に伴う年間の GHG 排出・吸収量を算定した。条約インベントリの「他の土地から転用された森林（4.A.2.）」に類似する活動であるが、対象となる面積の起点が異なる（AR 活動は 1990 年）。森林へ転用する前の土地からの生体バイオマスの炭素蓄積量の損失については、転用前の活動下において計上することと整理した。また、当該森林から搬出された HWP による炭素蓄積変化量も本活動の算定対象となるが、FM 活動における搬出と区別が困難であるため、FM 活動において一括で算定することとした。

A7.2.2. 森林減少（D）

D 活動では、1990 年以降に森林から森林以外の土地利用に直接的人為的に転用された土地を対象とし、森林伐採や整地に伴う年間の GHG 排出量を算定した。転用後の土地における成長に伴う炭素蓄積量の増加等については、転用後の活動下において計上することと整理した。

A7.2.3. 森林経営（FM）

FM 活動では、条約インベントリの「転用のない森林（4.A.1.）」のうち、立木地における以下の活動（AR 活動を除く）に伴う GHG 排出・吸収量を算定した。

- ・ 育成林：森林を適切な状態に保つための 1990 年以降に行われる森林施業（更新（地

拵え、地表かきおこし、植栽等)、保育(下刈り、除伐等)、間伐、主伐)

- ・天然生林：法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置

また、当該森林から搬出されたHWPによる炭素蓄積変化量も本活動の算定対象である。

A7.2.4. 農地管理 (CM)

CM活動では、条約インベントリ農地(4.B.)の田、普通畑、樹園地において耕作等の行為により生じるGHG排出・吸収量を算定した。

条約インベントリで農地に含まれている「荒廃農地」は、適切な管理が行われていない土地であるため、農地管理には含まない。

A7.2.5. 牧草地管理 (GM)

GM活動では、条約インベントリ草地(4.C.)の牧草地において採草や放牧等の行為により生じるGHG排出・吸収量を算定した。

条約インベントリで草地に含まれている「採草放牧地」は、特に管理変化が生じていない土地であり、「原野」は放牧のために供されている土地ではないため、牧草地管理には含まない。

A7.2.6. 都市緑化 (UG)

UG活動では、条約インベントリ開発地(4.E.)の都市緑地におけるGHG排出・吸収量を算定の対象とした。京都議定書の植生回復活動(RV)では報告・算定対象とならなかった面積0.05ha未満の施設緑地及び1990年以前に造成・供用された施設緑地、並びに地域制緑地を活動範囲に含める。

A7.3. 各NDC-LULUCF活動のGHG排出・吸収量の算定方法、及び計上方法について

A7.3.1. 新規植林・再植林活動

A7.3.1.1. 活動対象面積の把握方法

6.2.2.1節で記載したとおり、衛星画像判読において非森林から森林への変化をAR活動として判読し、1990年から直近年(i 年)末までのAR累積発生率を国土面積に乗じて i 年度のAR累積発生面積とした。衛星画像判読の際、人為性の有無を判読することにより、AR活動対象地と自然遷移による森林回復地とを区別している。人為性の有無は、画像判読の際に、同じ樹種・同じ樹高の植林が確認できるか、人工的な区画であるか、植林のための作業道が認められるか等により判断している。

表 A 7-4 AR活動対象面積

	単位	1990-2014	1990-2015	1990-2016	1990-2017	1990-2018	1990-2019	1990-2020	1990-2021
AR累積発生面積	[kha]	98.9	99.7	100.5	100.5	100.5	100.3	100.1	100.0

A7.3.1.2. 炭素ストック変化量及びGHG排出量の算定方法

a) 生体バイオマス

■ 算定方法

他の土地利用から森林への転用後に蓄積される年間の生体バイオマスのストック量を本算定の対象とする。算定は、転用のない森林(4.A.1.)同様、Tier 2の蓄積変化法を用いた。樹種別、林齢別のAR発生面積を直接得ることは困難であるため、 i 年度のAR活動対象地の生体バイオマスの炭素ストック量($C_{AR_LB, i}$)の算定については、人工林の樹種及び齢級構成と同様であると仮定して、 i 年度末の人工林データを国家森林資源データベースより抽出し、

その合計炭素ストック量 ($C_{IM,i}$) を合計面積 ($A_{IM,i}$) で除して計算される単位面積当たりの炭素ストック量に、 i 年度のAR累積発生面積 ($A_{AR,i}$) を乗じて算出した。

$$\Delta C_{AR_LB,i} = (C_{AR_LB,i} - C_{AR_LB,i-1}) / (t_i - t_{i-1})$$

$$C_{AR_LB,i} = A_{AR,i} \times \frac{C_{IM_LB,i}}{A_{IM,i}}$$

$\Delta C_{AR_LB,i}$: i 年度のAR活動対象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]
t_i, t_{i-1}	: 炭素ストック量を調査した時点 i 年と $i-1$ 年 (いずれも年度期末時点)
$C_{AR_LB,i}$: i 年度末時点のAR活動対象地における生体バイオマスの炭素ストック量 [t-C]
$C_{IM_LB,i}$: i 年度末時点の人工林における生体バイオマスの炭素ストック量 [t-C]
$A_{AR,i}$: i 年度の1990年からのAR累積発生面積 [ha]
$A_{IM,i}$: i 年度末時点の人工林面積 [ha]

■ 活動量

1990年からのAR累積発生面積を使用した。

b) 枯死木、リター、土壌

■ 算定方法

AR活動対象地における枯死木、リター及び鉍質土壌の炭素ストック変化量は、林齢20年以下については「他の土地利用から転用された森林(4.A.2.)」(6.4.2.2.b)2)節)同様の方法、林齢21年以上については、「転用のない森林(4.A.1.)」(6.4.2.1.b)2)節)同様の方法で算出した。

なお、6.4.1.b)2)節に記述したとおり、有機質土壌からの当該排出は「NO」として報告した。

■ 活動量

枯死木、鉍質土壌については1990年からのAR累積発生面積、リターについては20年以内に発生したAR面積を使用した。

c) 伐採木材製品 (HWP)

森林から搬出されたHWPによる炭素蓄積変化量はAR活動によるものとFM活動によるもので、これらを区別することができないため、FM活動下で一括報告し、AR活動下では「IE」として報告した。

d) その他のガス

1) 施肥に伴うN₂O排出

森林への施肥量はAR活動によるものとFM活動によるもので、これらを区別することができないため、当該排出はFM活動下で一括報告し、AR活動下では「IE」として報告した。

2) 有機質土壌の排水に伴うN₂O、CH₄排出

6.12節に記述したとおり、森林における有機質土壌の排水活動は我が国では実施していないため、当該排出は「NO」として報告した。

3) 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からのN₂O排出

AR活動では土壌炭素ストック変化量は増加と報告しており、2006年IPCCガイドラインのTier 2以下の方法論では、当該区分について固定されたN量は算定対象とならない。従っ

て、「NA」として報告した。

4) バイオマスの燃焼に伴う排出

森林火災発生面積を AR 活動下と FM 活動下で区別することができないため、当該排出は FM 活動下で一括報告し、AR 活動下では「IE」として報告した。

A7.3.1.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたグロスネット方式により計上量を計算した。表 A 7-5 の AR 活動対象地の純吸収量がそのまま計上量となる。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-5 AR 活動による排出・吸収量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	[kt-CO ₂ 換算]							
AR純吸収量・計上量	-1685.35	-1663.99	-1362.28	-1301.41	-1157.60	-1439.10	-1362.95	-1292.71
生体バイオマス	-1495.63	-1478.42	-1180.11	-1125.20	-993.54	-1282.81	-1213.01	-1148.25
枯死木	-59.48	-59.90	-60.40	-59.87	-59.83	-59.63	-59.51	-59.57
リター	-100.89	-96.09	-91.26	-84.74	-71.54	-63.92	-58.33	-54.15
鉱質土壌	-29.35	-29.58	-30.52	-31.60	-32.68	-32.75	-32.10	-30.74
有機質土壌	NO							
伐採木材製品 (HWP)	IE							
その他のガス排出量合計	IE, NO, NA							
施肥 (N ₂ O)	IE							
有機土壌の排水 (CH ₄ , N ₂ O)	NO							
鉱質土壌中の窒素無機化 (N ₂ O)	NA							
バイオマスの燃焼 (CH ₄ , N ₂ O)	IE							

CO₂+: 排出、-: 吸収

A7.3.2. 森林減少活動

A7.3.2.1. 活動対象面積の把握方法

6.2.2.1.節に記載したとおり、衛星画像判読において森林から非森林への変化を D 活動として判読し、国土面積に単年の発生率を乗じて、単年度の D 発生面積を算出し、1990 年から直近年の年末までの D 累積発生率を国土面積に乘じて D 累積発生面積を算出した。森林から他の土地利用への転用は、当該地が森林計画から除外されるかどうかによって決まる。したがって、たとえ森林が伐採を受けても、その土地が森林計画対象のままであれば、D 活動ではなく一時的なバイオマスストックの減少となり、森林簿上、森林以外の土地利用に転用される D 対象地とは区別される。

我が国では、D 活動については衛星画像の判読により把握しているが、その際、地形の改変や人工構造物の構築等が認められる場合や農地等の明らかに森林以外の土地利用に変化している場合を D 活動と判断することにより、森林施業の一環としての皆伐のような一時的なバイオマスストックの減少とは区別している。

D 対象地と判断されたプロットについては、毎年、現地サンプル調査を行っている。平均的な D 対象地の判読精度は約 90%である。

なお、森林法に基づく制度により伐採後から植栽までの期間は、概ね 2 年以内とされており、また、天然更新の場合は、概ね 5 年以内とされている。

表 A 7-6 D 活動対象面積

	単位	1990-2014	1990-2015	1990-2016	1990-2017	1990-2018	1990-2019	1990-2020	1990-2021
D累積発生面積	[kha]	277.5	285.2	294	302.7	309.7	316.7	321.8	326.9
うち単年度の発生面積	[kha]	7.7	8.8	8.8	7	7	5.1	5.1	4.1

A7.3.2.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a) 生体バイオマス

■ 算定方法

AR 対象地同様、D 対象地の樹種別、林齢別の面積を直接得ることは困難であるため、D 活

動により損失する森林の生体バイオマス蓄積量は、算定対象年度の期首の立木地の平均的な林分の蓄積量が D 活動により損失すると仮定して算出された。具体的には、国家森林資源データベースを用いて立木地の年度期首の単位面積当たりの平均炭素ストック量を抽出し、それに算定対象年単年度に発生した D 面積を乗じて算出した。森林減少により生じた排出量は、森林減少の生じた年にすべて計上した。

■ 活動量

単年度の D 発生面積を使用した。

b) 枯死木、リター、土壌

■ 算定方法

D 活動に伴う枯死木、リター、鉍質土壌の炭素ストック変化量は、6.6.2.b)2)節に記載しているように、森林から他の土地利用へ転用した場合の算定と同様の方法で算定した。

D 活動時に排水処理は行っていないため有機質土壌地における当該排出量を「NO」として報告した。

■ 活動量

枯死木、リターの算定には当該年度に発生した D 面積を用いた。鉍質土壌の算定には、普通畑または樹園地へ転用した場合には 1990 年からの D 累積発生面積を使用し、それ以外へ転用した場合には 20 年以内に発生した D の累積発生面積を用いた。

c) 伐採木材製品 (HWP)

D 対象地における HWP は、2013 年京都議定書補足的方法論ガイダンス 2.8.2 節で示す方法論に従い、伐採搬出に伴い即時排出として計上を行い、該当する炭素蓄積変化量を「IO」として報告した。

d) その他のガス

1) 施肥に伴う N₂O 排出

D 活動時に施肥は行われなかったため「NO」として報告した。

2) 有機質土壌の排水に伴う N₂O、CH₄ 排出

D 活動時に排水処理は行っていないため「NO」として報告した。

3) 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出

土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出を 2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 の方法を用いて算定した。算定式と利用したパラメータは 6.13 節「他の土地利用から転用されたその他の土地 (4.F.2.)」の算定と同様である。D 対象地での土地転用により無機化された土壌炭素量には、D 活動による土壌炭素損失量データを使用した。

4) バイオマスの燃焼に伴う排出

我が国においては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (廃掃法)」及び「消防法」によって焼却活動が厳しく制限されているため、森林減少活動時に計画的な焼却活動は原則として実施されないため、バイオマスの燃焼に伴う CH₄、N₂O 排出は「NO」として報告した。

A7.3.2.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたグロスネット方式により計上量を計算した。表 A 7-7 の D 活動による純排出量がそのまま計上量となる。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-7 D活動による排出量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	[kt-CO ₂ 換算]							
D排出量・計上量	3170.46	3370.76	3335.45	2890.44	2851.83	2953.31	2934.82	2555.07
生体バイオマス	1308.50	1498.21	1496.79	1186.69	1180.33	1425.64	1435.66	1163.08
枯死木	281.09	321.85	321.85	255.01	255.01	188.65	188.65	151.68
リター	137.73	157.71	157.70	124.96	124.96	92.44	92.44	74.32
鉱質土壌	1344.26	1297.55	1265.97	1233.07	1203.02	1161.16	1134.61	1086.10
有機質土壌	NO							
伐採木材製品 (HWP)	IO							
その他のガス排出量合計	98.89	95.45	93.13	90.71	88.50	85.42	83.46	79.90
施肥 (N ₂ O)	NO							
有機土壌の排水 (CH ₄ 、N ₂ O)	NO							
鉱質土壌中の窒素無機化 (N ₂ O)	98.89	95.45	93.13	90.71	88.50	85.42	83.46	79.90
バイオマスの燃焼 (CH ₄ 、N ₂ O)	NO							

CO₂+: 排出、-: 吸収

A7.3.3. 森林経営活動

A7.3.3.1. 活動対象面積の把握方法

育成林及び天然生林別に以下の手順に従って FM 活動対象面積を把握した。

a) 育成林

- 【FM 林調査の設計】 FM 対象森林の割合 (FM 率) の算定に必要な森林を、2007 年に民有林及び国有林を対象に、かつ人工林は樹種別及び地域別に調査点数を配分し、調査箇所は国家森林資源データベースからランダムに約 2 万点選定した。その際、1990 年以降に新規植林が発生して AR となりうる林齢の森林は調査点から除外した。
- 【FM 林調査の実施】 1. で選定された調査地点において、FM 対象森林かを判別するために以下のとおり FM 林調査を実施した。
 - FM 林調査内容：森林の現況 (樹種、林齢、本数等)、1990 年以降の施業の有無・施業内容等
 - FM 林調査方法：現地調査、森林組合等への聴き取り、造林補助事業に関する行政文書等の文献調査
- 【FM 率の算出】 2021 年度の FM 率は調査開始年度以降 2021 年度末までに調査を行った地点の累積点数を用いて算出した。これにより 1990 年から 2021 年度末までに実施された施業分が対象となる。
- 【FM 面積の算出】 2021 年度末の育成林面積から AR 発生面積を除外し、残りの面積に対して、前述の FM 林調査の結果から求めた樹種、地域、年齢毎の FM 率を適用し FM 対象森林面積を算定した。

2021 年度の森林簿面積と衛星画像を用いているため、2021 年度に発生した D はすでに差し引かれた後の面積となっている。

表 A 7-8 育成林の民有林・国有林別の FM 率 (2021 年度適用値)

区分/樹種		地域	民有林	国有林
人工林	スギ	東北・北関東・北陸・東山	0.89	0.92
		南関東・東海	0.75	0.88
		近畿・中国・四国・九州	0.80	0.91
	ヒノキ	東北・関東・中部	0.85	0.92
		近畿・中国・四国・九州	0.88	0.94
	カラマツ	全国	0.89	0.85
その他	全国	0.74	0.84	
天然林/全樹種		全国	0.48	0.68

(注)

- 1) 2021 年度末時点の値で、調査箇所は全国で約 22,400 点
- 2) 地域は我が国で一般的に使用されている都道府県をいくつかにまとめた区分である。
- 3) ここに掲載した値は、年齢別の FM 率を面積で加重平均した値である。
- 4) ここに掲載した値は、FM 率の不確実性推計値は日本全体で 5%である。

b) 天然生林

天然生林については、国家森林資源データベースから抽出した、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置が講じられている森林を FM 活動の対象とした。天然生林は、以下の表 A 7-9 にあるとおり、保安林や国立公園特別保護地区及び特別地域及び他の保護森林/地域により構成されている。保安林は、公益的機能（例えば水源涵養や災害防止など）の發揮のため「森林法」（昭和 26 年（1951 年）6 月 26 日法律第 249 号）第 25 条に基づき指定され、保安林における伐採、土地の形質変更等については、事前許可なしに実施することは禁止されている。また、保安林区域であることを示す標識の設置や巡視活動、衛星写真を用いたモニタリングが実施されている。国立公園については、自然公園法（昭和 32 年（1957 年）6 月 1 日法律第 161 号）に基づき、開発制限、動植物の捕獲・採取の禁止、土地の形質変更の制限、人の立ち入り・車両等の乗り入れ制限等を実施することにより保護されている。これらの措置は 1990 年以降も継続的に天然生林に適用されている。

表 A 7-9 天然生林の制限林面積（2021 年度）[kha]

制限林の種類	民有林	国有林	計
保安林	2,898	4,563	7,461
保安施設地区	1	0	1
保護林	0	624	624
国立公園特別保護地区	43	115	158
国立公園第 1 種特別地域	42	168	210
国立公園第 2 種特別地域	141	202	344
国定公園特別保護地区	9	37	47
国定公園第 1 種特別地域	31	106	137
国定公園第 2 種特別地域	97	88	185
自然環境保全地域特別地区	2	9	11
特別母樹林	1	1	1
計 (重複指定を除く面積の計)	3,266 (2,790)	5,912 (4,320)	9,178 (7,109)

(出典) 国家森林資源データベース（2022 年年 4 月 1 日）

(注) 無立木地を含む。

表 A 7-10 FM 活動対象面積

	単位	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FM 活動対象面積	[kha]	15,543.6	15,595.7	15,688.4	15,833.4	15,951.7	16,030.6	16,098.2	16,161.7
育成林	[kha]	8,518.0	8,619.0	8,693.1	8,821.1	8,904.1	8,928.3	8,993.5	9,050.3
天然生林	[kha]	7,025.6	6,976.7	6,995.3	7,012.3	7,047.6	7,102.3	7,104.8	7,111.4

A7.3.3.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a) 生体バイオマス

1) 育成林

1. 各年の全育成林の森林蓄積から、蓄積変化法により炭素蓄積変化量を求めた。
2. 1.で求めた全育成林の蓄積変化量には AR 活動による蓄積変化を含んでいるため 1.で

求めた炭素蓄積変化量から AR 活動により生じた炭素蓄積変化量を除外した。また、1.の計算では、D 活動により生じた蓄積変化を含んでしまうため、D 活動により生じた分の変化量を加えることで影響を排除した。

3. 2.によって育成林全体の蓄積変化量から AR 及び D 活動の影響を排除した後の値に、樹種、地域、齢級毎に FM 率を適用し、FM 対象森林による炭素蓄積変化量を算定した。

2) 天然生林

A7.3.3.1 節で抽出した森林面積を使用し、炭素蓄積変化量を算定した。

b) 枯死木、リター、土壌

条約インベントリ「転用のない森林 (4.A.1.)」同様、Tier 3 のモデル法を用いて枯死木、リター、鉱質土壌プールの炭素蓄積変化量を算定した。算定は、プール毎に森林施業タイプ別、樹種別、地域別、齢級別に単位面積当たりの吸収・排出量を CENTURY-jfos モデルにより計算し、森林施業タイプ別、樹種別、地域別、齢級別の FM 面積を乗じた。算定式、モデルの主な仮定、及びパラメータの設定等については 6.4.1.b)2)節を参照のこと。

6.4.1.b)2)節に記述したとおり、我が国では、森林の有機質土壌における排水は実施されていない。2006年 IPCC ガイドラインの Tier 1、Tier 2 では、有機質土壌からの排出は排水が実施された際にのみ算定を行うことから、有機質土壌の排水活動のない場合において排出は生じないとし、当該排出は「NO」として報告した。

c) 伐採木材製品 (HWP)

FM 活動下の HWP の炭素蓄積変化量 (AR 活動分も含む) は、6.10 節に記載している条約インベントリの HWP (4.G) 同様、建築物、その他木材利用、紙製品の 카테고리において、同様の算定式、パラメータ及び活動量を用いて算定している。

本 FM 活動下の報告においては、条約インベントリ報告の数値から、D 活動に由来する HWP を除外した。D 活動由来の丸太のインフローは、下記の式により、国全体の素材生産量 $Harvest_{RW,i}$ に対して、全伐採立木材積のうち D 活動由来のもの割合 $((Stock_{i,D,ST} \cdot D_i)/Harvest_{ST,i})$ を乗じることによって推計している。

$$Inflow_{i,D,RW} = Harvest_{RW,i} \times \{(Stock_{i,D,ST} \times D_i)/Harvest_{ST,i}\}$$

$Inflow_{i,D,RW}$: i 年における D 由来のインフロー (丸太) [m³]

$Harvest_{RW,i}$: i 年における素材 (丸太) 生産量 [m³]

$Stock_{i,D,ST}$: 立木地全体の ha 当たりの平均材積 (幹材積) [m³/ha]

D_i : i 年における D 発生面積 [ha]

$Harvest_{ST,i}$: i 年における伐採立木材積 (幹材積) [m³]

d) その他のガス

1) 施肥に伴う N₂O 排出

森林への施肥量は AR 活動によるものと FM 活動によるものとを区別することができないため、森林への施肥に伴う N₂O 排出量は FM 活動下で一括報告した。算定方法と利用した各種パラメータについては、6.11 節を参照のこと。

2) 有機質土壌の排水に伴う N₂O、CH₄ 排出

森林における有機質土壌の排水活動は我が国では実施していないため、当該区分については「NO」として報告した。

3) 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出

2006 年 IPCC ガイドラインの Tier 2 の算定方法に基づき、土壌炭素量が減少している場合の N₂O 排出を算定対象とした。算定式と利用した各種パラメータは 6.13 節、6.14 節と同様である。活動量は、FM 対象森林において、都道府県別、林齢別、樹種別で土壌炭素が減少している場所のみを抜き出した、グロスの土壌炭素の損失量データを使用した。

4) バイオマスの燃焼に伴う排出

森林火災面積を AR 活動下と FM 活動下とで区別することができないため、森林火災（野火）に伴う温室効果ガスの排出量は FM 活動下で一括報告した。このうち CO₂ 排出量については炭素ストック変化の算定内で把握されているため「IE」とし、非 CO₂ ガスを対象に実施した。6.15 節で算出した全森林を対象とした火災による排出量に、全森林面積における FM・AR の合計対象面積の比率で按分することにより算定した。なお、我が国において、森林における計画的な焼却活動は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）」及び「消防法」によって厳しく制限されているため、実施されない。

A7.3.3.3. 計上の方法及び算定結果

京都議定書第 2 約束期間同様、参照レベル方式を用いて計上量を算定した。参照レベルの設定及び計上量の詳細については以下のとおりである。

a) 森林炭素プールの森林経営参照レベル

森林経営の計上において、森林の 5 つの炭素プールについては参照レベルをゼロと設定した。日本は森林経営対象森林の特定にナローアプローチを採用しているため、参照レベルをゼロと設定することで、1990 年以降に対象活動が確実に行われている土地のみを吸収量の算定対象としたグロスネット方式で吸収量を算定するためである。

b) HWP の森林経営参照レベル

HWP プールについては、2013 年京都議定書補足的的方法論ガイダンスの的方法論に従い、下記に示すとおり、2012 年までのパラメータ・活動量の推移を基にした将来予測により参照レベルを設定している。

活動量である建築物の着工床面積については 1993 年から 2012 年までの 20 年間の指数近似、合板及び木質ボードの生産量については 1993 年から 2012 年までの 20 年間の線形近似、紙製品については 2003 年から 2012 年までの 10 年間の線形近似により、それぞれ 2013 年以降の予測値とした。算定のパラメータである国産材率については、2003 年から 2012 年までの 10 年間の平均値を採用した。パラメータ・活動量により将来予測に用いた過去の期間が異なっているのは、各パラメータ・活動量において、より高い相関を示すトレンドをそれぞれ採用したためである。また、相関が明確でない場合に 10 年間の平均値を用いている。D 活動に由来する HWP インフローの予測については、2008 年から 2012 年までの単年度の D 発生面積の平均を用いている。なお、参照レベルは、FM 活動による GHG 排出・吸収量の算定に用いている方法論との一貫性確保のため、統計の更新や使用している算定方法の改定により、再計算される（決定 4/CMA.1 の要件に従っている）。

c) 算定結果

FM 純吸収量に参照レベルを考慮した合計値が FM 活動下計上量となる。

表 A 7-11 FM活動による排出・吸収量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	[kt-CO ₂ 換算]							
FM計上量	-56,819.62	-53,346.48	-51,511.87	-51,019.52	-49,887.68	-45,601.97	-43,112.05	-43,861.76
FMRL	1,548.16	1,599.12	1,640.35	1,673.16	1,708.12	1,747.23	1,785.31	1,828.58
(森林)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(HWP)	1,548.16	1,599.12	1,640.35	1,673.16	1,708.12	1,747.23	1,785.31	1,828.58
FM純吸収量	-55,271.46	-51,747.36	-49,871.52	-49,346.36	-48,179.56	-43,854.74	-41,326.74	-42,033.18
生体バイオマス	-55,338.57	-51,777.58	-50,021.02	-49,113.45	-47,701.65	-43,334.94	-41,719.29	-41,310.81
枯死木	2,088.74	2,140.75	2,174.52	2,140.83	2,069.29	1,961.15	1,883.68	1,889.82
リター	-197.97	-186.60	-166.36	-162.77	-152.54	-130.25	-114.43	-86.61
鉱質土壌	-1,452.53	-1,390.62	-1,328.03	-1,275.00	-1,209.48	-1,145.42	-1,096.42	-1,044.80
有機質土壌	NO							
伐採木材製品 (HWP)	-438.10	-589.31	-584.48	-1,006.77	-1,241.72	-1,264.72	-338.20	-1,544.49
その他のガス排出量合計	66.97	56.00	53.86	70.78	56.55	59.45	57.92	63.71
施肥 (N ₂ O)	0.90	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
有機土壌の排水 (CH ₄ , N ₂ O)	NO							
鉱質土壌中の窒素無機化 (N ₂ O)	49.72	50.75	52.02	52.85	53.89	54.82	55.12	55.82
バイオマスの燃焼 (CH ₄ , N ₂ O)	16.34	4.40	0.98	17.08	1.80	3.77	1.94	7.03

CO₂+: 排出、-: 吸収

A7.3.4. 農地管理活動

A7.3.4.1. 活動対象面積の把握方法

CM 対象面積は条約インベントリの農地同様、表 6-2 で示す農林水産省「耕地及び作付面積統計」の水田、普通畑、樹園地面積を用いている。

鉱質土壌炭素プール及び、土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出の算定においては、森林の転用により造成された農地については D 活動に含んで算定しているため、1990 年以降に森林から農地に転用された土地面積を D 調査から把握し、水田、普通畑、樹園地の現状面積から差し引いている。

表 A 7-12 CM 活動対象面積

	単位	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CM活動対象面積	[kha]	4596.52	3909.72	3889.30	3867.09	3842.68	3820.92	3800.65	3777.99	3755.15
鉱質土壌面積 (D対象面積除く)	[kha]	4443.00	3746.00	3725.30	3702.92	3678.27	3656.22	3635.51	3612.45	3588.42

A7.3.4.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a) 生体バイオマス

CM における生体バイオマスの炭素ストック変化量 (ΔC_{CM_LB}) は、成長により蓄積される年間の炭素ストック増加量 ($\Delta C_{orchard_LB_SC}$ 及び $\Delta C_{annualcrop_LB_SC}$) と転用に伴い失われる炭素ストック損失量 ($\Delta C_{LB_conversion_to_others}$) から算定した。樹園地における生体バイオマスの炭素ストック変化量 ($\Delta C_{orchard_LB_SC}$) については、転用に伴い失われる減少量を含んで算定している。算定の方法論については 6.5.1b)1)に記載した「転用のない農地 (4.B.1.)」同様、Tier 2 の蓄積変化法を用いて算定した。単年生作物における炭素ストック変化は 6.5.1b)1)に記載した「他の土地から転用された農地 (4.B.2.)」同様、農地への土地転用時の当年度に得られる成長に伴う平均炭素ストック量までの増加分を算定対象とした。使用した各種パラメータ及び活動量は表 6-9、表 6-11 及び 6.5.1.b) 1)節を参照のこと。

$$\Delta C_{CM_LB} = \Delta C_{orchard_LB_SC} + \Delta C_{annualcrop_LB_SC} - \Delta C_{LB_conversion_to_others}$$

$$\Delta C_{annualcrop_LB_SC} = \Delta A_{others-annualcrop} \times C_{annualcrop_LB}$$

$$\Delta C_{LB_conversion_to_others} = \Delta A_{annualcrop-others} \times C_{annualcrop_LB}$$

ΔC_{CM-LB} : CM 対象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]

$\Delta C_{orchard_LB_SC}$: 樹園地の生体バイオマスの炭素ストック変化量 [t-C/yr]

$\Delta C_{annualcrop_LB_SC}$: 田畑における単年生作物の生体バイオマスの炭素ストック変化量 (増加) [t-C/yr]

$\Delta C_{LB_conversion_to_others}$: 農地からの転用に伴う炭素ストック変化量（損失） [t-C/yr]
$\Delta A_{others-annualcrop}$: 他の土地利用から田畑へ転用した年間面積 [ha/yr]
$\Delta A_{annualcrop-others}$: 田畑から森林以外の他の土地利用に転用した年間面積 [ha/yr]
$C_{annualcrop_LB}$: 田畑における単位面積あたりの生体バイオマスの炭素ストック量 [t-C/ha]

b) 枯死木、リター

6.5.1.b) 2)節に記載したとおり、炭素ストック変化は生じていないため、当該区分の炭素ストック変化量は「NA」として報告した。

c) 土壌

1) 鉱質土壌

6.5.1.b) 2)で記述したとおり、土壌炭素モデル RothC を用いた Tier 3 の方法を適用した。算定に使用した活動量面積は D 対象面積を除外している。

鉱質土壌については、上述の他、バイオ炭の施用に伴う土壌の炭素ストック貯留量も算定した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.5.1.b) 2)で記述したとおりであり、条約インベントリで算定した当該吸収量を報告した。

2) 有機質土壌

条約インベントリ農地 (4.B.) で報告された当該排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.5.1.b) 2)で記述したとおりである。

d) その他のガス

1) 有機質土壌の排水に伴う CH₄ 排出

条約インベントリ有機質土壌排水等に伴う CH₄ 排出 (4.(II)) の農地で報告された当該 CH₄ 排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.12 節で記述したとおりである。

2) 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出

転用された農地で生じる当該排出量は 6.13 節と同様の方法論、算定式、各種パラメータを用いて算出した。算定に使用した活動量面積は D 対象面積を除外している。

3) バイオマスの燃焼に伴う排出

現状農地での活動からの排出となるため、条約インベントリバイオマス燃焼 (4.(V)) の農地で報告された当該排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.15 節で記述したとおりである。

A7.3.4.3. 計上の方法及び算定結果

1990 年を基準年としたネットーネット方式により計上量を算定した。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-13 CM活動による排出・吸収量及び計上量

	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	(基準年) [kt-CO ₂ 換算]	[kt-CO ₂ 換算]							
CM計上量	-	-1520.62	-2004.39	-2231.03	-3046.91	-3623.58	-2996.55	-3013.53	-3335.15
基準年排出量	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77	7,744.77
CM純排出量	7,744.77	6,224.15	5,740.38	5,513.74	4,697.86	4,121.19	4,748.22	4,731.24	4,409.62
生体バイオマス	478.77	242.59	299.25	325.11	301.98	334.13	298.37	360.85	326.34
枯死木	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
リター	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
鉱質土壌	5,926.11	4,761.29	4,224.38	3,976.06	3,183.75	2,574.35	3,236.48	3,156.91	2,871.67
有機質土壌	1,249.79	1,170.08	1,167.05	1,163.32	1,162.48	1,162.48	1,162.82	1,162.66	1,160.41
その他のガス	90.11	50.20	49.70	49.26	49.66	50.24	50.55	50.83	51.21
有機質土壌の排水 (CH ₄)	24.27	23.78	23.60	23.42	23.33	23.31	23.32	23.32	23.19
鉱質土壌中の窒素無機化 (N ₂ O)	33.71	4.38	4.43	4.52	5.37	6.39	7.04	7.73	8.60
バイオマス燃焼 (CH ₄ , N ₂ O)	32.13	22.04	21.67	21.31	20.96	20.54	20.19	19.78	19.42

CO₂) +: 排出、-: 吸収

A7.3.5. 牧草地管理活動

A7.3.5.1. 活動対象面積の把握方法

GM 対象面積は条約インベントリ 4.C.草地のうち、表 6-2 で示す農林水産省「耕地及び作付面積統計」の牧草地栽培面積を用いている。CM 同様、鉱質土壌炭素プール及び、土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出の算定においては、森林の転用により造成された牧草地についてはD活動に含んで算定しているため、1990年以降に森林から農地に転用された土地面積をD調査から把握し、牧草地の現状面積から差し引いている。

表 A 7-14 GM活動対象面積

	単位	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
GM活動対象面積	[kha]	646.6	607.8	606.5	603.4	601	598.6	596.8	595.1	593.4
鉱質土壌面積 (D対象面積除く)	[kha]	605.7	552.9	551.1	547.5	544.9	542.2	540.1	538.4	535.9

A7.3.5.2. 炭素ストック変化量及び GHG 排出量の算定方法

a) 生体バイオマス

GM 対象地における生体バイオマスの炭素ストック変化量については、転用された草地におけるバイオマスの炭素ストック変化量及び他の土地への転用に伴うバイオマスの炭素ストック変化量を対象とした。転用のない牧草地における炭素ストック変化はないものとした。算定方法、利用したパラメータ、及び活動量については、表 6-9、表 6-11 及び 6.6.2.b) 1) 節を参照のこと。

b) 枯死木、リター

6.6.1.a) 節に記載したとおり、炭素ストック変化は生じていないため、当該区分の炭素ストック変化量は「NA」として報告した。

c) 土壌

1) 鉱質土壌

6.5.1.b) 3) 節に記載したとおり、土壌炭素モデル RothC を用いた Tier 3 の方法を適用した。算定に使用した活動量面積はD対象面積を除外している。

2) 有機質土壌

条約インベントリ草地 (4.C.)、牧草地で報告された当該排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は 6.5.1.b) 3) で記述したとおりである。

d) その他のガス

1) 有機質土壌の排水に伴う CH₄ 排出

条約インベントリ有機質土壌排水等に伴う CH₄ 及び N₂O の排出 (4.(II)) の草地で報告され

た当該CH₄排出量を報告した。算定の方法論、パラメータ及び活動量は6.12で記述したとおりである。

2) 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からのN₂O排出

転用された牧草地で生じる当該排出量は6.13節と同様の方法論、算定式、各種パラメータを用いて算出した。算定に使用した活動量面積はD対象面積を除外している。

3) バイオマスの燃焼に伴う排出

我が国では牧草地の野焼きは存在しないため、「NO」として報告した。

A7.3.5.3. 計上の方法及び算定結果

1990年を基準年としたネットーネット方式により計上量を算定した。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-15 GM活動による排出・吸収量及び計上量

	1990 (基準年)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	[kt-CO ₂ 換算]								
GM計上量	-	1099.86	816.56	532.92	371.11	141.47	272.29	140.27	-158.11
基準年排出量	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37	460.37
GM 純排出量	460.37	1,560.24	1,276.93	993.29	831.48	601.85	732.66	600.64	302.26
生体バイオマス	-34.79	76.18	69.38	77.39	91.15	89.81	79.82	77.72	66.26
枯死木	NA								
リター	NA								
鉱質土壌	463.55	1,441.84	1,163.56	883.96	708.44	480.19	621.03	491.12	204.27
有機質土壌	27.28	36.31	38.03	27.74	27.71	27.67	27.65	27.64	27.59
その他のガス	4.32	5.90	5.96	4.20	4.19	4.18	4.17	4.16	4.15
有機質土壌の排水(CH ₄)	2.13	2.84	2.97	2.17	2.17	2.16	2.16	2.16	2.16
鉱質土壌中の窒素無機化(N ₂ O)	2.19	3.06	2.98	2.03	2.02	2.01	2.01	2.00	1.99
バイオマス燃焼(CH ₄ 、N ₂ O)	NO								

CO₂) + : 排出、- : 吸収

A7.3.6. 都市緑化活動

A7.3.6.1. 活動対象面積の把握方法

UG対象面積は、条約インベントリ4.E.開発地下の都市緑地面積と同様である。具体的には、4.E.1.転用のない開発地下の地域制緑地と施設緑地を合計した面積が本活動下の算定の対象となる。対象面積の把握方法の詳細については6.8.1節を参照のこと。

表 A 7-16 UG活動対象面積

	単位	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
UG活動対象面積	[kha]	132.2	128.6	126.1	123.9	121.1	117.4	113.8	110.6
地域制緑地	[kha]	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7

A7.3.6.2. 炭素ストック変化量及びGHG排出量の算定方法

a) 炭素ストック変化量

生体バイオマス、枯死木、リター、土壌の各炭素プールにおける炭素ストック変化量については、条約インベントリ転用のない開発地(4.E.)で報告された都市緑地の報告値と同様である。算定の方法論、パラメータ及び活動量は6.8.1節に記載のとおりである。

b) その他のガス

1) 施肥に伴うN₂O排出

都市公園における施肥の実態があるが、農業分野において算定されている窒素肥料の需要量に都市公園への施用量が含まれると想定し、「IE」とした。

2) 有機質土壌の排水に伴う N₂O、CH₄ 排出

当該活動対象地では有機質土壌の排水活動は実施しないため、当該排出量は、「NO」として報告した。

3) 土地利用変化・管理に伴う無機化された窒素からの N₂O 排出

当該活動対象地では土壌炭素ストック変化量は増加と報告しており、2006年 IPCC ガイドラインの Tier 2 以下の方法論では、当該区分の N 固定量分は算定対象とならない。従って、「NA」として報告した。

4) バイオマスの燃焼に伴う排出

当該活動対象地では、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」及び「消防法」により厳しく制限されているため、計画的な焼却活動は原則として実施されない。また、活動が行われている土地は、全て管理地であり、基本的には自然火災が発生することはない。したがって、バイオマス燃焼により炭素を排出する活動は行われておらず、「NO」として報告した。

A7.3.6.3. 計上の方法及び算定結果

グロスネット方式により計上量を算定した。算定結果は以下のとおりである。

表 A 7-17 UG 活動による排出・吸収量及び計上量

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	[kt-CO ₂]							
UG純吸収量・計上量	-1,776.13	-1,746.81	-1,727.65	-1,704.38	-1,667.46	-1,640.38	-1,593.43	-1,550.62
生体バイオマス	-1,407.37	-1,382.13	-1,368.05	-1,351.07	-1,321.05	-1,302.76	-1,264.67	-1,230.28
枯死木	IE							
リター	-19.96	-19.87	-19.78	-19.62	-19.48	-19.20	-18.92	-18.79
鉱質土壌	-348.80	-344.81	-339.81	-333.69	-326.92	-318.42	-309.83	-301.55
有機質土壌	NO							
その他のガス排出量合計	IE,NA,NO	IE						
施肥 (N ₂ O)	IE	NO						
有機土壌の排水 (CH ₄ 、N ₂ O)	NO	NA						
鉱質土壌中の窒素無機化 (N ₂ O)	NA	NO						
バイオマスの燃焼 (CH ₄ 、N ₂ O)	NO							

CO₂) + : 排出、- : 吸収

A7.4. その他事項

A7.4.1. 再計算と改善点

再計算は提出初年度であるため該当事項なし。

参考文献

1. IPCC 「国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドライン」(2006)
2. IPCC 「京都議定書に関わる 2013 年改訂補足的的方法論及びグッドプラクティスガイダンス」(2014)
3. 農林水産省 「耕地及び作付面積統計」
4. 林野庁 「令和 4 年度 森林吸収源インベントリ情報整備事業（「森林経営」対象森林調査）報告書」(2023)
5. Coleman, K. & Jenkinson D. S., “*Roth C-26.3 - A model for the turnover of carbon in soil. In Evaluation of Soil Organic Matter Models: Using Existing Long-Term Datasets*”, Ed. D. S. Powlson, P. Smith & J. U. Smith, p. 237-246, Springer, Berlin, (1996)