

透明かつ検証可能な手法による炭素の集積量に関する研究

(2) 森林土壌中の炭素変動量に関する研究

独立行政法人森林総合研究所

立地環境研究領域 土壌資源評価研究室 松浦陽次郎・小野賢二・伊藤江利子・荒木誠

平成13～15年度合計予算額 42,025千円
(うち、平成15年度当初予算額 12,982千円)

[要旨]日本の代表的な造林樹種であるスギ・ヒノキ・カラマツの人工林に、間伐区と対照区(無間伐)の試験地を設定し、間伐が表層土壌に集積する土壌有機炭素に及ぼす影響を評価した。間伐を実施する前と実施後2年間、都合3年間にわたる比較を行った。同一林分であっても、微地形と斜面位置の違いによって表層物質移動に程度の違いがあるため間伐区と対照区ではそもそも土壌有機炭素集積量に差があり、比較を難しくする要因があった。合計6林分における多地点の試料採取(50地点ずつ)を行っても、地点・時点ごとのデータのばらつきが大きく、年時間では明瞭な差は見られないことから表層土壌に集積した土壌有機炭素量に間伐によって大きな変化が生じたかどうかは、間伐後2年では検出できなかった。

[キーワード]人工林、間伐、表層土壌、土壌有機炭素、炭素集積量

1. はじめに

森林生態系は陸上生態系のなかで最も大きな有機炭素集積の場であると同時に、森林群落の発達過程や、人為影響の程度の大小が炭素集積そのものを左右する。とりわけ、日本のようにスギ・ヒノキをはじめとする用材生産を主目的とする人工林では、適切な森林管理をすれば木材生産と環境の保全が両立されうるのである。また近年の関心事である炭素集積に人工林がどれだけ寄与するかについて、定量的な評価と評価手法の確立が要請されている。国際的な取り決めである京都議定書の扱いとその発効をめぐって、この要請に応えうる手法確立と科学的根拠の提示は急務となっている。

2. 研究目的

本研究のサブテーマ(2)では、上記の背景をふまえて、間伐が森林土壌の土壌有機炭素集積量に与える影響はどの程度のものなのか、またそれらの影響はどのような手法で検出可能なのかを明らかにするとともに、炭素算定結果に大きな寄与をする土壌有機炭素集積量の変動評価の科学的根拠を提示することを目的とした。

3. 研究方法

(1) 代表断面の試料に基づく土壌有機炭素集積量

スギ、ヒノキ、カラマツの3樹種について、サブテーマ(1)の地上部バイオマス現存量推定

調査を行ったのと同じ林分に土壌の調査区を設定した。スギ林(群馬県黒保根村)、ヒノキ林(栃木県馬頭町)、カラマツ林(福島県猪苗代町)の収穫試験地に設定された間伐区と対照区で、それぞれ代表断面1箇所ずつを調査し、深さ1mまでの土壌有機炭素集積量を推定するために、各層位ごとの試料を採取した。採取した試料を風乾した後、有機炭素濃度、仮比重、細土率等を測定して層位ごとの炭素量を求め、土層1m全体の集積量を推定した。

(2) 表層多点試料に基づく土壌有機炭素集積量

上記の試験地において4m間隔の格子点を定め、50箇所の表層土壌を採取した。採取は年1回秋に行い、格子点の斜面上側(2001年に採取)を起点に、時計回りに格子点右側(2002年に採取)、格子点の下側(2003年に採取)で行った。各格子点では、林床の堆積有機物を除去した後、表層0-5cm、5-10cm、20cm±2.5cm、の3層位の土壌を、100mL採土円筒によって採取した。試料総数は、1林分で150試料、間伐区と対照区の組み合わせと、3樹種の試験地の組み合わせで、1年間に900点、プロジェクトの3年間で2700点にのぼった。

(3) 間伐によって生じる粗大有機物

研究計画策定時には入っていなかった項目として、間伐で生じる枝条の分解とその炭素集積量への影響をモニタリングするために、緑色針葉と枝条の分解実験を設定した。2002年春～夏に間伐が行われた現地からスギ、ヒノキ、カラマツの針葉試料を持ち帰り、実験室で風乾後にメッシュバッグに封入したものを各処理区に30ずつ設置した。針葉と同様に間伐で発生した枝条を3段階の直径サイズに分け、メッシュバッグに適量を封入し、各処理区に30個ずつ設置した。一部試料を水分補正用に持ち帰って、乾燥重量換算を行った。

4. 結果・考察

(1) 代表断面の試料に基づく土壌有機炭素集積量

群馬県黒保根村スギ林土壌の炭素集積量は、対照区と間伐区で大きな違いは無かった。表層からおよそ30cmまでの層位に土層1mに集積する有機炭素の80~90%が存在していた。

栃木県馬頭町ヒノキ林土壌では、対照区と比較し間伐区の土壌有機炭素集積量は1オーダー小さかった。これは、対照区が比較的緩傾斜な末端斜面を含む立地条件であるのに対して、間伐区は急峻な北向きの凸部尾根と谷頭~上部谷壁斜面が含まれていたため、林床植生が乏しく表土の移動による亜角礫の裸出が生じており、対照区に比べると表土がすでに流亡していることが原因となっている可能性があった。表層から30cmに60~80%の有機炭素が存在していた。

福島県猪苗代町カラマツ林は、過去の磐梯山の噴火活動による火山放出物からなる緩やかな斜面の末端に位置している。試験地の対照区と間伐区には黒色のA層厚に違いがあった。30cmまでに分布する炭素量の割合は他の試験地とは異なり、1m迄の半分程度であった。下層まで有機炭素集積が顕著であった。

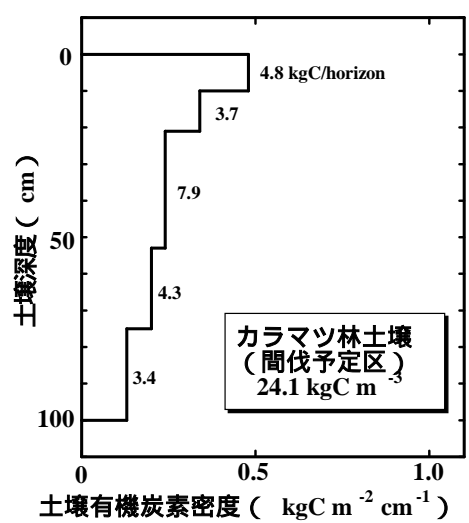
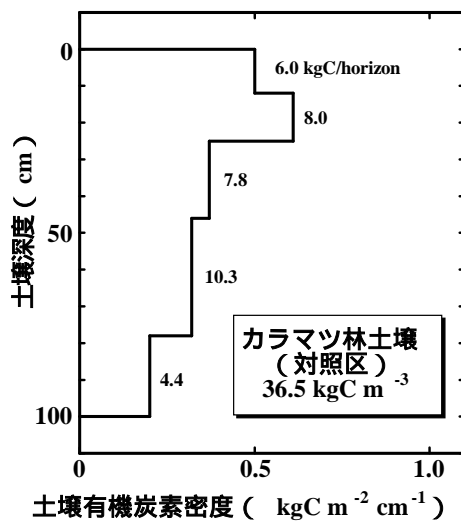
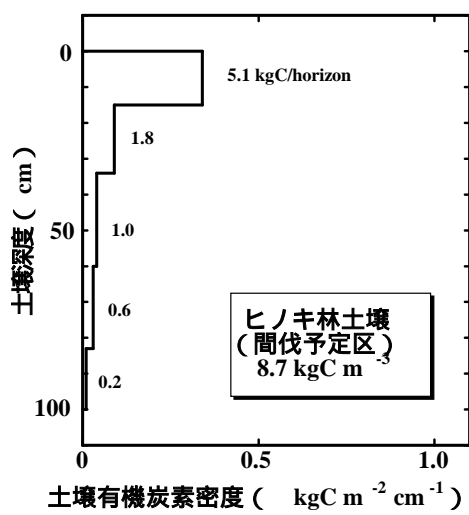
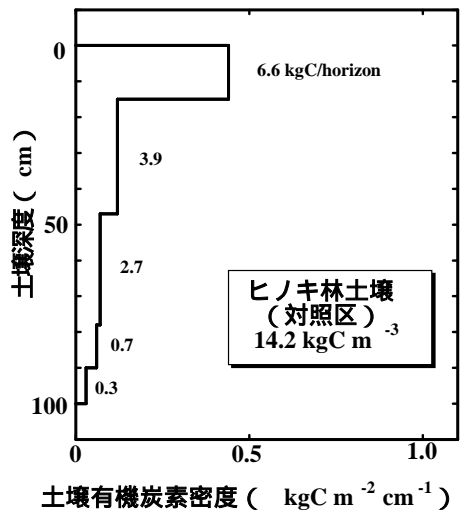
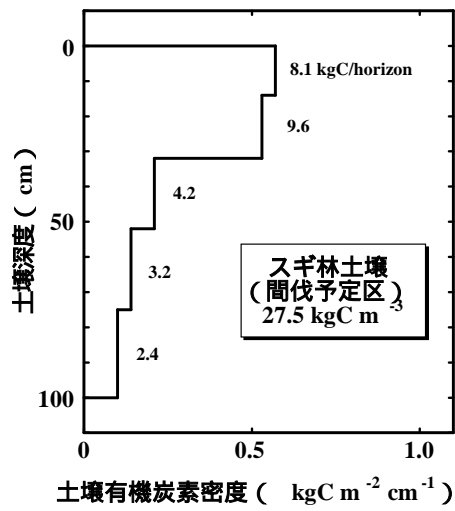
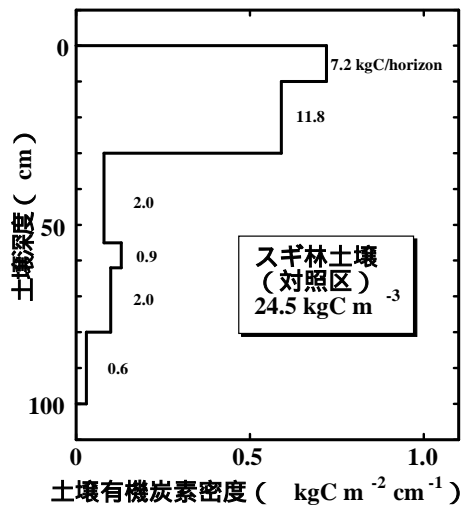


図1. スギ、ヒノキ、カラマツ林の土層1mまでの土壌有機炭素集積量

(2) 表層多点試料に基づく土壌有機炭素集積量の推定

図2, 3, 4にそれぞれスギ、ヒノキ、カラマツ林の表層土壌における土壌有機炭素集積量の年次ごと、処理ごとの推定値を示した。

スギ林土壌の場合(図2)、表層0-5cmと5-10cmの層位では、2001年から2003年にかけて間伐区だけについてみれば土壌有機炭素集積量は減少しているように見える。しかし、第三層目の試料から推定した10-30cmの集積量が、2003年次だけ突出している(図2左下)。そのために表層0-30cmまでの土壌有機炭素集積量(図2右下)で年次間の比較をすると明瞭な差は認められなかった。

ヒノキ林土壌では、前述したように対照区と間伐区の土壌有機炭素集積量に当初から大きな差があった(図1)。表層0-5, 5-10cmの層位についてはスギ林の場合と同様に、間伐区だけを見れば年次を追って減少傾向にあるとみえるが(図3上段2つ)、第三層の傾向は全く異なり(図3左下)、表層0-30cmの集積量にまとめると、年次間の明瞭な差は認められない(図3右下)。

カラマツ林土壌の場合は、スギ林、ヒノキ林とはやや様相が異なり、どの層位も、また表層0-30cm全体の集積量をもても、年次間で差がなかった(図4)。

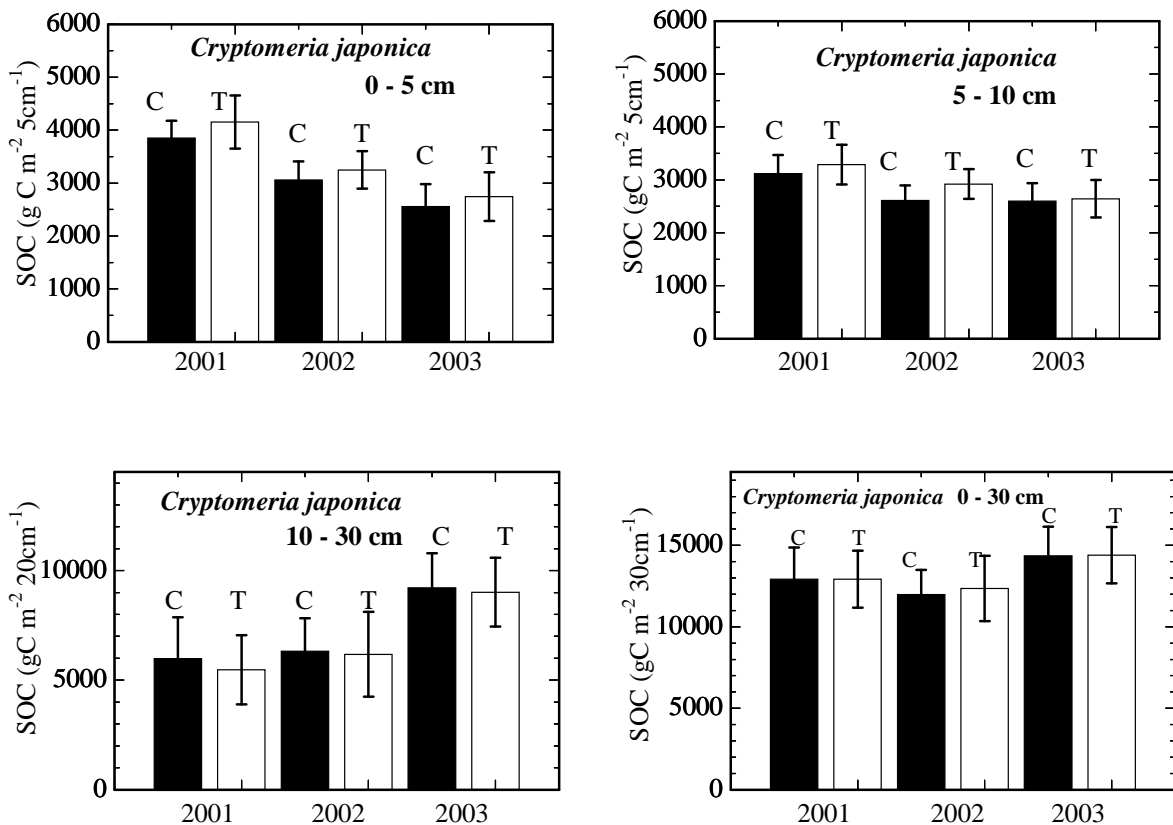


図2. スギ林試験地における3年間の土壌有機炭素集積量比較

(黒塗りは対照区、斜線は間伐区を示す。バーは±1sdを示す。図3, 4の表示も同様。)

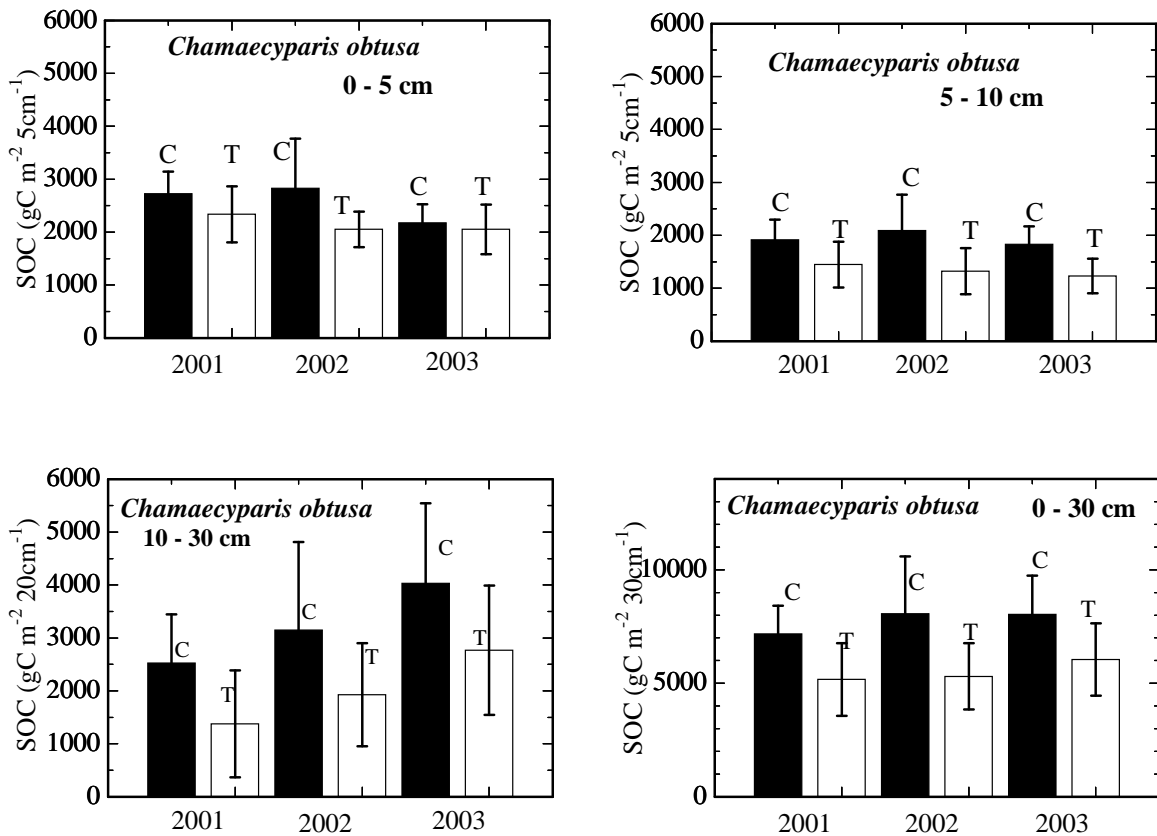


図3 . ヒノキ林試験地における3年間の土壌有機炭素集積量比較

スギとヒノキ林の土壌有機炭素集積量推定では、表層の上から2層と第3層で大きなギャップがあった。これは、サンプリング時に除去する堆積腐植の程度に年次による差があったためと考えられる。最表層0-5cmの有機炭素濃度の分析値が、明らかに未分解有機物を含んでいるとみなせる数値が含まれた。有機物を含んだ試料は濃度が高くても仮比重が小さいため、集積量に換算すると相殺されるので、第3層までの集積量を合計すると年次間の差が明瞭ではなくなったと考えられる。カラマツ林分においてはスギ・ヒノキのような推定結果にならなかったのは、カラマツの堆積腐植層と土壌最表層の境界（植物組織が認められるかどうか）がサンプリング実施者に認識しやすかったためであろう。

第三者により、透明かつ検証可能な手法で土壌有機炭素集積量を推定するには、上記のようなサンプリング時の系統的な誤差をどの様に排除するかが、一つの大きな問題となる。

(3) 間伐によって生じる粗大有機物

間伐によって生じる粗大有機物は生きていた器官であるため、水溶性の炭水化物や栄養塩類の含有量が高い。そのため従来から行われているリター分解実験の平均的な分解定数とは異なると予想した。2003年の初冬に設置後1年目の試料を回収しただけなので、詳細な結果は現段階では提示できない。また、間伐実施時期がスギ、ヒノキ、カラマツそれぞれの調査地で同一時期では

ないため、枝条が切り捨てられた直後の初期溶脱については検出できないと考えられる。

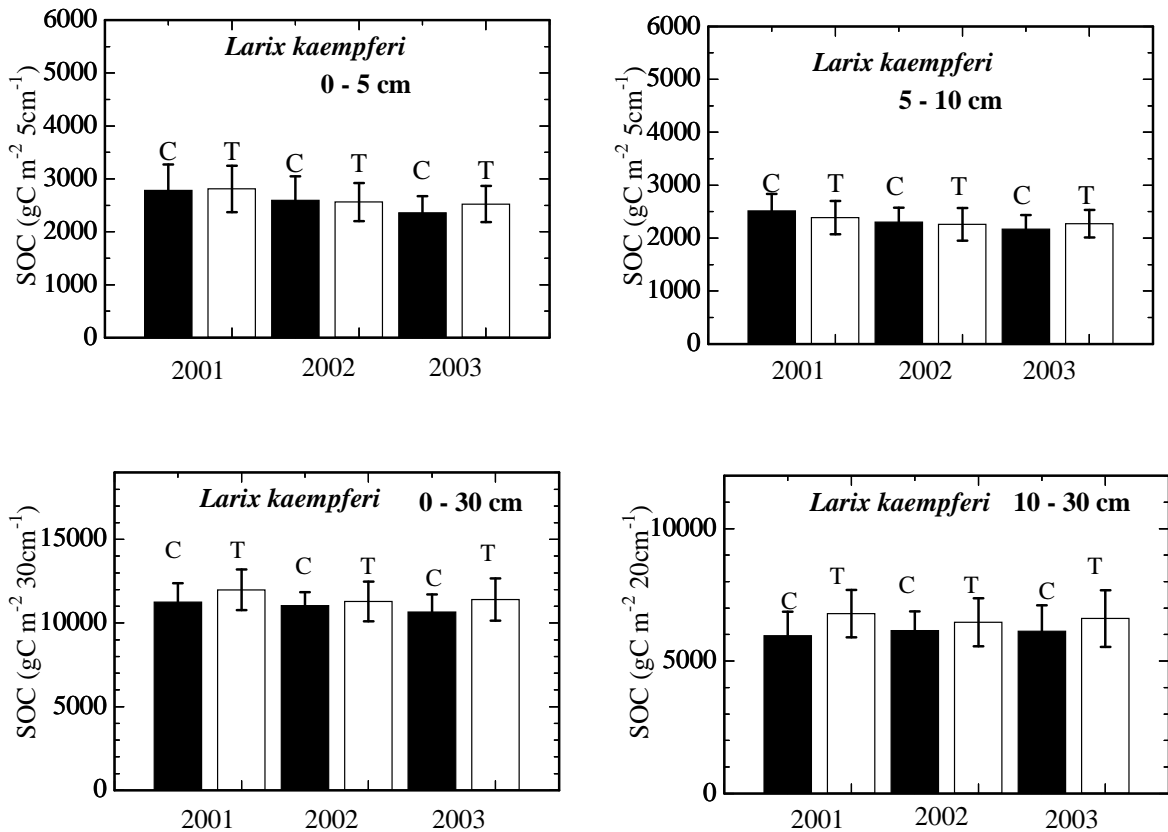


図4．カラマツ林試験地における3年間の土壌有機炭素集積量比較

しかしながら、分解実験の現場観察では、対照区に設置したメッシュネットと比較すると明らかに間伐区に設置したメッシュネット内には菌糸網や蘚類のコロニーが発達していた。これはスギ、ヒノキ、カラマツのどの試験地でも共通していた。通常の枯死脱落リターと違って、間伐で発生する緑色針葉や生枝は栄養条件がかなり良い基質のため、分解の進み方が早い場合もあると推察される。この場合、分解されて表層土壌に集積する炭素量と分解されて二酸化炭素として放出される炭素量のどちらが大きいかが問題となるだろう。間伐後の林床の枝条が炭素シンク/ソースになるのか、今後のモニタリング的な研究継続が必要である。

5．本研究により得られた成果

森林土壌に集積される有機炭素量の変動は炭素のシンク/ソース判定を算定する際に大きな要因であるが、森林の取り扱い（間伐）が土壌有機炭素集積量に与える影響の評価を短期間に行うのは困難であると結論できる。特に、調査対象として選定した同一林分内でも土壌炭素集積量にはバラツキがあり、本研究のように表層土壌を多点サンプリングした結果に基づく場合でも、平均値に対して±1SDの範囲にかぶってしまうため、年次間の差は明瞭に検出できない。また、現場のサンプリング時に、特に実施者の森林土壌の取り扱いに関する習熟度が推定値の傾向に影響す

ることが推測された。

6 . 引用文献

なし

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術誌・書籍)

K. Morisada, K. Ono, and H. Kanomata: Geoderma, 119, 21-32 (2004)

“Organic carbon stock in forest soils in Japan”

K. Ono, M. Hiraide, and M. Amari: Journal of Forest Research, 8(3), 191-198 (2003)

“Determination of lignin, holocellulose, and organic solvent extractives in fresh leaf, litterfall, and organic material on forest floor using near , infrared reflectance spectroscopy”

K. Morisada, A. Imaya, and K. Ono: Forest Ecology and Management, 171, 113-120 (2002)

“Temporal changes in organic carbon of soils developed on volcanic andesitic deposits in Japan”

小野賢二 : 森林立地 44(2):63-69 (2002)

「根現存量に影響を及ぼす要因の検討 - 既往の報告より - 」

小野賢二、鹿又秀聡、森貞和仁 : 第53回日本林学会関東支部大会発表論文53, 143-144 (2001)

「日本の森林における堆積有機物量の評価手法の検討」

(2) 口頭発表

高橋正通、田中永晴、森貞和仁、松浦陽次郎、加藤正樹 : 第114回日本林学会大会学術講演集、279(2003) 「気候変動枠組み条約における森林土壌の炭素変動評価」

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

プロジェクトの期間中に得られた土壌試料、林床有機物試料、さらに分解実験回収試料等は、将来の第三者機関による検証作業のために保存され、これらの分析結果はQC及び再分析等の手順を経た上で、レファレンス・データとしての公開を視野に入れた取り扱いを検討する。