(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年10月25日(25.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/193984 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 33/24 (2006.01) *A01G 23/00* (2006.01)
A01G 7/00 (2006.01) *G01N 21/27* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/015526

(22) 国際出願日: 2018年4月13日(13.04.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2017-081592 2017年4月17日(17.04.2017) JP

(71) 出願人: 日本製紙株式会社(NIPPON PAPER INDUSTRIES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1140002 東京都北区王子１丁目４番１号 Tokyo (JP). 国立大学法人東京農工大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1838538 東京都府中市晴見町３－８－１ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 岩田 英治(IWATA, Eiji); 〒1140002 東京都北区王子５丁目２１番１号 日本製紙株式会社内 Tokyo (JP). 久永 悠生(HISANAGA, Yuki); 〒1140002 東京都北区王子５丁目２１番１号 日本製紙株式会社内 Tokyo (JP). 澁澤 栄(SHIBUSAWA, Sakae); 〒1838538 東京都府中市晴見町３－８－１ 国立大学法人東京農工大学内 Tokyo (JP). 小平 正和(KODAIRA, Masakazu); 〒1838538 東京都

WO 2018/193984 A1

(54) **Title:** METHOD FOR PREDICTING PRODUCTIVITY OF AFFORESTED AREA

(54) 発明の名称： 植林地の生産性の予測方法

[図1]

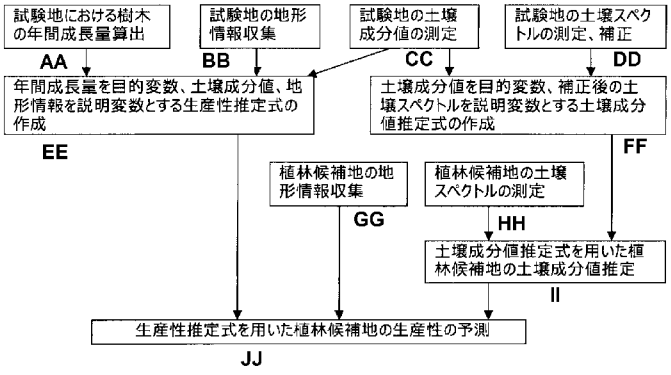


FIG. 1:
AA Calculate annual amount of growth of trees in test area
BB Gather topographic information of test area
CC Measure soil component values in test area
DD Measure and correct soil spectrum in test area
EE Create productivity estimation formula, with annual amount of growth as dependent variable and soil component values and topographic information as predictor variables
FF Create soil component value estimation formula, with soil component values as dependent variables and corrected soil spectrum as predictor variable
GG Gather topographic information of afforestation candidate area
HH Measure soil spectrum in afforestation candidate area
II Estimate soil component values in afforestation candidate area using soil component value estimation formula
JJ Predict productivity of afforestation candidate area using productivity estimation formula

(57) **Abstract:** The objective of the present invention is to provide a method capable of rapidly, simply and accurately predicting the productivity of an afforestation candidate area, including the productivity of planted trees in an afforested area. The present invention provides a method for predicting the productivity of an afforestation candidate area, including (A) to (D): (A): sort soil component values and soil spectra in reference forest area by means of multivariate analysis to obtain a correlation between soil component values and soil spectrum; (B): sort productivity, topographic information

[続葉有]

府中市晴見町３－８－１ 国立大学法人東京農工大学内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

---

and soil component values in reference forest area by means of multivariate analysis to obtain a correlation between productivity, topographic information and soil component values; (C): from the soil spectrum of the afforestation candidate area, obtain a predicted value of the soil component values on the basis of the correlation obtained in (A); and (D): obtain a predicted value of the productivity of the afforestation candidate area on the basis of the topographic information of the afforestation candidate area and either the soil component values of the afforestation candidate area or the predicted values of the soil component values obtained in (C), on the basis of the correlation obtained in (B).

(57) 要約：本発明の目的は植林地における植林木の生産性を含めた植林候補地の生産性を迅速、簡易、かつ正確に予測できる方法を提供することにある。 本発明は（Ａ）～（Ｄ）を含む植林候補地の生産性の予測方法を提供する：（Ａ）：基準林地における土壌成分値と土壌スペクトルとを多変量解析により整理し、土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係を得ること；（Ｂ）：基準林地の生産性と地形情報と土壌成分値とを多変量解析により整理し、生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係を得ること；（Ｃ）：植林候補地の土壌スペクトルから、（Ａ）で得られた相関関係に基づき、土壌成分値の予測値を得ること；および（Ｄ）：植林候補地の地形情報、および植林候補地の土壌分析値または（Ｃ）で得られた土壌成分値の予測値から、（Ｂ）で得られた相関関係に基づき、前記植林候補地の生産性の予測値を得ること。

明　細　書

発明の名称 ： 植林地の生産性の予測方法

技術分野

[0001] 本発明は、植林地の生産性の予測方法に関する。

背景技術

[0002] 木材生産を目的とした産業植林や、森林保全、環境保全活動などの環境植林において、植林の管理、生産計画を効率的に行うために、植林地の生産性を事前に予測することが重要である。産業植林では、資産である植林木の成長量（蓄積量）の最大化や低コスト化を行うために、環境植林では樹種選定や低コスト化を行うために、植栽に適した土地、施業を選択することが求められる。

[0003] 特許文献１には、地盤高度、土壌硬度、および土壌中の水分含有量、酸化還元電位、ｐＨ、導電率、Ｃ含有量、Ｎ含有量、ＣとＮとの比率、Ｃａ含有量、Ｍｇ含有量、Ｋ含有量、Ｎａ含有量等の、植林地環境におけるマングローブの生長に関与する複数のパラメータと、この植林地環境におけるマングローブの樹高とに基づいて所定年数後の植林地における植林木の樹高を推定する判定式を作成し、上記パラメータの実測値から判定式により樹高を予測する方法が記載されている。非特許文献１には、土と水のバランスおよび栄養蓄積に関連して、土の深さが植林地のラジアータパインの生産性に大きく関わること、および、特定の判定式により、葉のリン原子量、土の深さ、ｐＨ、および土壌全窒素量から樹高を予測できることが記載されている。

[0004] 特許文献２には、対象地近傍の土壌の色、特性、養分の分析値から説明変数を得て、当該説明変数より、対象地近傍の樹木の成長データとの検量式を得て、当該検量式に対象地の各分析結果を当てはめて、対象地における樹木の成長度合いを予測する方法が記載されている。特許文献３には、分析対象の土壌に光を照射して得られる反射光から土壌スペクトルを得て、他の複数の土壌から同様に得られる土壌スペクトルの波形から求められる特徴スペク

トルと対比することにより、土壌の特性を分析できることが記載されている。非特許文献２には、トラクタ搭載型土壌分析システムを用いて可視光－近赤外光土壌拡散スペクトルを測定してＰＬＳ回帰分析を行って土壌分析値を推定する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００８－２０６４２１号公報

特許文献2：国際公開第２０１６／４３００７号

特許文献3：特開２００６－３８５１１号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Ｓａｎｃｈｅｚ－Ｒｏｄｒｉｇｕｅｚ，Ｆ ｅｔ ａｌ（２００２）Ｆｏｒｅｓｔ Ｅｃｏｌｏｇｙ ａｎｄ Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ １７１，１８１－１８９

非特許文献2：小平正和、澁澤 栄（２０１６）農業食料工学会誌 ７８（５），４０１－４１５

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、既存技術はいずれも予測対象として植林木の樹高のみ、または土壌の性質のみに着目しており、植林地や植林木の生産性を一貫して評価する方法ではなかった。このように植林地や植林木の生産性の予測方法の開発が進んでいない理由としては、以下が考えられる：（１）林業では土壌成分や地形が密接且つ複雑に関連していること；（２）所有する土地全てを利用することが一般的であり、使用する土地の選択は想定されていないこと；（３）林業では伐期が長く（国内林業では通常４０～５０年）、現在伐期を迎えている植林木の植栽以前は土地の生産性を評価する手段がなくそのような手段の必要性も求められていなかったこと；および（４）実生苗は個体ごとに遺伝的にばらつきがあり、植林後に成長性を正確に予測することがで

きなかったこと。

[0008] 本発明は、斯かる課題を解決し、植林木の生産性を含めた植林候補地の生産性を迅速、簡易、かつ正確に予測できる方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、以下を提供する。

〔１〕（Ａ）～（Ｄ）を含む、植林候補地の生産性の予測方法：

（Ａ）：基準林地における土壌成分値と土壌スペクトルとを多変量解析により整理し、土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係を得ること；

（Ｂ）：基準林地の生産性と地形情報と土壌成分値とを多変量解析により整理し、生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係を得ること；

（Ｃ）：植林候補地の土壌スペクトルから、（Ａ）で得られた相関関係に基づき、土壌成分値の予測値を得ること；および

（Ｄ）：植林候補地の地形情報、および植林候補地の土壌分析値または（Ｃ）で得られた土壌成分値の予測値から、（Ｂ）で得られた相関関係に基づき、前記植林候補地の生産性の予測値を得ること。

〔２〕前記土壌成分値は、前記基準林地の土壌の、含水比、有機物含有量、ｐＨ、リン原子含有量、カリウム原子含有量、カルシウム原子含有量、マグネシウム原子含有量、ナトリウム原子含有量、アルミニウム原子含有量、水素原子含有量、アルミニウム飽和度、酸度、交換性塩基総量、塩基置換容量、塩基飽和度、硫黄原子含有量、ホウ素原子含有量、銅原子含有量、鉄原子含有量、マンガン原子含有量、亜鉛原子含有量、全窒素量、アンモニア態窒素量、塩素原子含有量、粘土含有量、シルト含有量、砂含有量、および全炭素量からなる群より選ばれる少なくとも１つを含む、〔１〕に記載の予測方法。

〔３〕前記生産性は、樹木の年間成長量である、〔１〕または〔２〕に記載の予測方法。

〔４〕前記地形情報は、傾斜角および標高から選ばれる少なくとも１つを含

む、〔１〕～〔３〕のいずれか１項に記載の予測方法。

〔５〕多変量解析は、ＰＬＳ回帰分析である、〔１〕～〔４〕のいずれか１項に記載の予測方法。

〔６〕（Ａ）における土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係は、土壌成分値を目的変数とし土壌スペクトルを説明変数とする、土壌スペクトルからの土壌成分値推定式である、〔５〕に記載の予測方法。

〔７〕（Ｂ）における生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係は、生産性を目的変数とし土壌成分値と地形情報を説明変数とする、土壌成分値と地形情報からの植林候補地の生産性推定式である、〔５〕または〔６〕に記載の予測方法。

〔８〕（Ｃ）は、植林候補地の土壌スペクトルを（Ａ）で得られる土壌成分値推定式に適用して土壌成分値の予測値を得ることである、〔６〕または〔７〕に記載の予測方法。

〔９〕（Ｄ）は、植林候補地の地形情報と土壌成分値を（Ｂ）で得られる生産性推定式に適用して植林候補地の生産性の予測値を得ることである、〔６〕～〔８〕のいずれか１項に記載の予測方法。

〔１０〕植林候補地は、ユーカリ属植物の植林候補地である、〔１〕～〔９〕のいずれか１項に記載の予測方法。

〔１１〕〔１〕～〔１０〕のいずれか１項に記載の予測方法により少なくとも１つの植林候補地の生産性の予測値を得て、生産性の予測値が高い植林候補地を植林地として選抜することを含む、植林地の選抜方法。

〔１２〕〔１１〕に記載の選抜方法により選抜された植林地において植林を行うことを含む、植林方法。

〔１３〕〔１１〕に記載の選抜方法により選抜された植林地において樹木の生産を行うことを含む、樹木の生産方法。

〔１４〕土壌スペクトル測定装置、土壌成分値測定装置、およびデータ処理手段を含む〔１〕～〔１０〕のいずれか１項に記載の方法を実施できる、植林候補地の予測システム。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、植林候補地の生産性を、土壌成分値、土壌スペクトル、地形情報等から迅速かつ簡易に評価し、植林地を選抜することができる。特に、樹木の樹高だけでなく、胸高直径を含めた植林木の成長量を基に植林候補地の生産性を評価することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、実施例の試験手順を示す図である。

[図2]図２は、実施例において得られた土壌スペクトル（前処理前）を示す図である。

[図3]図３は、実施例において得られた土壌スペクトル（前処理後）を示す図である。

[図4]図４は、実施例における土壌成分値の実測値からの生産性の推定精度を示す図である。

[図5]図５は、実施例におけるカリウム原子含有量の推定精度を示す図である。

[図6]図６は、実施例における硫黄原子含有量の推定精度を示す図である。

[図7]図７は、実施例における粘土含有量の推定精度を示す図である。

[図8]図８は、実施例における土壌成分値の推定値からの生産性の推定精度を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の植林候補地の生産性の予測方法は、以下の工程を含む：

工程（Ａ）：基準林地における土壌成分値と土壌スペクトルとを多変量解析により整理し、土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係を得ること；

工程（Ｂ）：基準林地の生産性と地形情報と土壌成分値とを多変量解析により整理し、生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係を得ること；

工程（Ｃ）：植林候補地の土壌スペクトルから、（Ａ）で得られた相関関係に基づき、土壌成分値の予測値を得ること；および

工程（Ｄ）：植林候補地の地形情報、および植林候補地の土壌分析値また

は（Ｃ）で得られた土壌成分値の予測値から、（Ｂ）で得られた相関関係に基づき、前記植林候補地の生産性の予測値を得ること。

[0013] 〔工程（Ａ）〕

工程（Ａ）においては、基準林地における土壌成分値と土壌スペクトルとを多変量解析により整理し、土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係を得る。

[0014] 基準林地は、土壌成分値、地形情報、および生産性が得られる地域であればよく、林地の少なくとも一部であればよい。林地は、天然林、人工林のいずれでもよいが、人工林（植林地）が好ましい。基準林地の面積は、特に限定されないが、通常は５０m^2以上である。また、基準林地はＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ Ｓｙｓｔｅｍ）もしくはＤＧＰＳ（Ｄｉｆｆｅｒｅｎｔｉａｌ Ｇｌｏｂａｌ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ Ｓｙｓｔｅｍ）により位置情報が管理できる場所であることが好ましい。基準林地は、以下のいずれかの要件を満たすことが好ましい：気候が植林候補地と同一または類似であること；地形が植林候補地と同一または類似であること；植林候補地と距離が近いこと；植林候補地で生育予定の樹木種と同一種または近縁種の樹木が生育していること。

[0015] 基準林地に生育している樹木は、木本植物であればよく特に限定されないが、例えば、ユーカリ属（Ｅｕｃａｌｙｐｔｕｓ）植物、スギ属（Ｃｒｙｐｔｏｍｅｒｉａ）植物、マツ属（Ｐｉｎｕｓ）植物、サクラ属（Ｐｒｕｎｕｓ）植物（サクラ（Ｐｒｕｎｕｓ ｓｐｐ．）、ウメ（Ｐｒｕｎｕｓ ｍｕｍｅ）、ユスラウメ（Ｐｒｕｎｕｓ ｔｏｍｅｎｔｏｓａ）など）、マンゴー属（Ｍａｎｇｉｆｅｒａ）植物（マンゴー（Ｍａｎｇｉｆｅｒａ ｉｎｄｉｃａ）など）、アカシア属（Ａｃａｃｉａ）植物、ヤマモモ属（Ｍｙｒｉｃａ）植物、クヌギ属（Ｑｕｅｒｃｕｓ）植物（クヌギ（Ｑｕｅｒｃｕｓ ａｃｕｔｉｓｓｉｍａ）など）、ブドウ（Ｖｉｔｉｓ）属植物、リンゴ（Ｍａｌｕｓ）属植物、バラ属（Ｒｏｓａ）植物、ツバキ属（Ｃａｍｅｌｌｉａ）植物、ジャカランダ属（Ｊａｃａｒａｎｄａ）植物（ジャカランダ（Ｊａ

ｃａｒａｎｄａ　ｍｉｍｏｓｉｆｏｌｉａ）など）、ワニナシ属（Ｐｅｒｓｅａ）植物（アボカド（Ｐｅｒｓｅａ　ａｍｅｒｉｃａｎａ）など）、ヒノキ属（Ｃｈａｍａｅｃｙｐａｒｉｓ）植物、カラマツ属（Ｌａｒｉｘ）植物、モミ属（Ａｂｉｅｓ）植物、コナラ属（Ｑｕｅｒｃｕｓ）植物が挙げられ、これらのうち、ユーカリ属植物、スギ属植物、マツ属植物が好ましい。

[0016] 土壌成分値は、土壌の性状を示す数値であればよく、例えば、含水比、有機物含有量、ｐＨ、リン原子含有量、カリウム原子含有量、カルシウム原子含有量、マグネシウム原子含有量、ナトリウム原子含有量、アルミニウム原子含有量、水素原子含有量、アルミニウム飽和度、酸度、交換性塩基総量、塩基置換容量、塩基飽和度、硫黄原子含有量、ホウ素原子含有量、銅原子含有量、鉄原子含有量、マンガン原子含有量、亜鉛原子含有量、全窒素量、アンモニア態窒素量、塩素原子含有量、粘土含有量、シルト含有量、砂含有量、および全炭素量が挙げられ、カリウム原子含有量、硫黄原子含有量および粘土含有量が好ましい。土壌成分値は、上記の少なくとも１つであればよいが、２以上の組み合わせが好ましく、３以上の組み合わせがより好ましい。上限は特になく、解析精度に応じて適宜決定できる。

[0017] 基準林地における土壌成分値は、基準林地において測定して得ることができる。測定方法は特に限定されず、それぞれの土壌成分値の測定の際に用いられる方法を利用すればよい。

[0018] 土壌成分値は、基準林地の中から選ばれる測定地点１か所で得られる測定値でもよいが、２以上の測定地点で得られる測定値の平均値であることが好ましい。測定地点は１０以上が好ましく、１５以上がより好ましく、２０以上がさらに好ましく、２５以上がさらにより好ましい。

[0019] 土壌スペクトルは、土壌に光を照射した際に得られるスペクトルである。土壌スペクトルは、通常、光を照射して反射光を測定することにより得られる。土壌スペクトルの波長領域は、通常は、可視光または近赤外光領域であり、好ましくは３５０～２５００ｎｍ、より好ましくは５００ｎｍ～２５００ｎｍ、さらに好ましくは５００～１６００ｎｍである。土壌スペクトルの

測定には、近赤外光等の光を照射し、透過光または拡散反射光スペクトルを解析することができる装置であればよく、分光計測に一般的に用いられている分光計測装置（例えば、ＦｉｅｌｄＳｐｅｃ４（ＡＳＤ社）、ＳＡＳ（シブヤ精機）等）を用いることができる。

[0020] 土壌スペクトルの基準林地における測定地点は、好ましくは２以上、より好ましくは１０以上、さらに好ましくは１５以上、さらにより好ましくは２０以上、とりわけ好ましくは２５以上である。

[0021] 土壌スペクトルは、多変量解析に先立ち前処理されることが好ましい。これにより、サンプル間のばらつきを補正でき、ノイズ、アウトライヤーなどの影響を除外できるため、データの質を高めることができる。前処理としては例えば、平滑化処理、微分処理（例えば、一次微分処理、二次微分処理）、補正処理（例えば、多重散乱補正処理（ＭＳＣ）、標準正規変数処理（ＳＮＶ）、拡張多重散乱補正処理（ＥＭＳＣ）、ベースライン補正処理）、平均化処理、オートスケール処理、レンジスケール処理、分散スケール処理、ノーマライズ処理、常用対数処理（ｌｏｇ１０）、掛け算処理、引き算処理が挙げられる。

[0022] 基準林地における土壌成分値と土壌スペクトルとの整理に用いる多変量解析としては、例えば、部分最小二乗（ＰＬＳ）回帰分析、重回帰分析、主成分分析（ＰＣＳ）、主成分回帰分析（ＰＣＲ）、およびフーリエ変換解析が挙げられる。これらのうち、重回帰分析等他の方法で生じ得る多重共線性の問題を回避できること、スペクトルなどの多数の説明変数による推定が可能であること、少ないサンプル数による推定が可能であること、予測性能が高いこと等の理由からＰＬＳ回帰分析が好ましい。

[0023] 多変量解析がＰＬＳ回帰分析である場合の、工程（Ａ）の一例を以下に示す。ＰＬＳ回帰分析における回帰モデルに従い、土壌スペクトルを説明変数とし、土壌成分値を目的変数として行列を作成し、当該説明変数をＰＬＳアルゴリズムに基づき変換し、ＰＬＳ回帰モデルの式に代入することで、土壌スペクトルからの土壌成分値推定式（検量線、検量式モデル）が得られる。

ＰＬＳ回帰分析におけるＰＬＳアルゴリズムおよび回帰モデルは、例えば「ＰＬＳ回帰におけるモデル選択」（橋本淳樹、田中豊著、アカデミア．情報理工学編：南山大学紀要、２０１０年、ｈｔｔｐ：／／ｗｗｗ．ｓｅｔｏ．ｎａｎｚａｎ－ｕ．ａｃ．ｊｐ／ｓｔ／ｎａｓ／ａｃａｄｅｍｉａ／ｖｏｌ＿０１０ｐｄｆ／１０－０３９－０４９．ｐｄｆ）に記載されている。

[0024] 〔工程（Ｂ）〕

工程（Ｂ）においては、基準林地の生産性と地形情報と土壌成分値とを多変量解析により整理し、生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係を得る。

[0025] 基準林地は、工程（Ａ）において説明したとおりであり、工程（Ａ）の基準林地と工程（Ｂ）の基準林地は同一である。

[0026] 基準林地の生産性は、数値で表されることが好ましく、基準林地に生育する樹木の年間成長量、月間成長量等の成長量がより好ましく、林業で一般的に用いられている生産性の指標であることから、年間成長量がより好ましい。年間成長量の算出方法としては、例えば、樹木の樹高、胸高直径を実測する方法、成長曲線を用いて希望する樹齢の材積を推定する方法、伐採期間が確定している場合には蓄積量（材積）を推定する方法が挙げられ、伐採期間、樹齢の特定を省略できることから実施例に示す方法が好ましい。

[0027] 生産性は、基準林地の中から選ばれる測定地点１か所で得られる測定値でもよいが、２以上の測定地点で得られる測定値の平均値であることが好ましい。測定地点は１０以上が好ましく、１５以上がより好ましく、２０以上がさらに好ましく、２５以上がさらにより好ましい。

[0028] 基準林地の地形情報は、地形を表す数値であることが好ましい。地形情報としては例えば、傾斜角、標高、方角、土壌層の深さ、土壌層の硬さが挙げられ、傾斜角、標高が好ましく、標高がより好ましい。地形情報は、測定値として得てもよいし、公的機関等で提供される地理情報分析システムなどを利用して得てもよい。地形情報の測定方法は、特に限定されず、公知の方法によることができる。

[0029] 地形情報は、基準林地の中から選ばれる１か所の地形情報でもよいが、２か所以上の地形情報の平均値であることが好ましい。地形情報は１０か所以上の平均値が好ましく、１５か所以上の平均値がより好ましく、２０か所以上の平均値がさらに好ましく、２５か所以上の平均値がさらにより好ましい。

[0030] 基準林地の生産性と地形情報と土壌成分値とを整理するための多変量解析としては、工程（Ａ）における多変量解析と同様の具体例、好ましい例が挙げられる。多変量解析がＰＬＳ回帰分析である場合の、工程（Ｂ）の一例を以下に示す。土壌成分値と地形情報を説明変数とし、生産性を目的変数として行列を作成し、当該説明変数をＰＬＳアルゴリズムに基づき変換し、ＰＬＳ回帰モデルの式に代入することで、土壌成分値と地形情報からの植林候補地の生産性推定式が得られる。

[0031] 〔工程（Ｃ）〕

工程（Ｃ）においては、植林候補地の土壌スペクトルから、（Ａ）で得られた相関関係に基づき、土壌成分値の予測値を得る。

[0032] 植林候補地の土壌スペクトルおよびその測定方法は、工程（Ａ）において説明した定義および具体例と同様である。植林候補地の土壌スペクトルは、植林候補地の２以上の測定地点で得られる測定値の平均値であることが好ましい。測定地点は１０以上が好ましく、１５以上がより好ましく、２０以上がさらに好ましく、２５以上がさらにより好ましい。（Ａ）において土壌成分値の推定式を得た場合には、植林候補地の土壌スペクトルの測定値を当該式に適用することで、土壌成分値の予測値を得ることができる。

[0033] 〔工程（Ｄ）〕

工程（Ｄ）においては、植林候補地の地形情報、および植林候補地の土壌分析値または（Ｃ）で得られた土壌成分値の予測値から、（Ｂ）で得られた相関関係に基づき、前記植林候補地の生産性の予測値を得る。

[0034] 植林候補地の地形情報は、工程（Ｂ）において説明した定義および具体例と同様である。植林候補地の土壌分析値は、測定値でもよいし予測値でもよ

い。すなわち、植林候補地の土壌分析値から実際に測定して得られる測定値でもよいし、（Ｃ）において得た土壌成分値の推定式に、植林候補地の地形情報を適用することで得られる予測値でもよい。植林候補地の土壌スペクトルは、植林候補地において測定することができる。土壌スペクトルの測定法は、工程（Ａ）において説明したのと同様である。（Ｂ）において生産性の推定式を得た場合には、植林候補地の土壌分析値および植林候補地の土壌スペクトルを当該式に適用することで、植林地の生産性の予測値を得ることができる。

[0035] 本発明によれば、さまざまな植林候補地の生産性を、迅速、簡易、かつ正確に予測できることから、植林、および樹木の生産を計画的に進めることができる。具体的には、樹木の樹高だけでなく、胸高直径を含めた植林木の成長量を基に植林候補地の生産性を予測することができる。例えば、上記の予測方法により少なくとも１つの植林候補地の生産性の予測値を得て、生産性の予測値が高い植林候補地を植林地として選抜することができる。植林候補地が２以上の場合には、各植林候補地の生産性の予測値を得て、予測値が高いほうの植林候補地を植林地として選抜すればよい。これにより、選抜された植林地において計画的に植林を行うことができ、すなわち樹木の生産を行うことができる。

[0036] 本発明によれば、上記植林候補地の予測方法を実施するための、土壌スペクトル測定装置、土壌成分値測定装置、およびデータ処理手段を含む予測システムも提供される。土壌成分値測定装置は、上記予測方法で求められる土壌成分値を測定できる装置であればよい。予測システムはさらに、データ記憶装置を含んでもよい。データ記憶装置は、工程（Ａ）から（Ｄ）における各測定値（平均値、最高値、最低値、偏差を含む）、各予測値、各相関関係（例えば、推定式）を記憶することができる。予測ステムはさらに、演算装置を含んでもよい。演算装置は、工程（Ａ）から（Ｄ）における各相関関係、予測値を算出できる装置である。

実施例

[0037] 実施例１〔ユーカリ植林地の生産性の予測〕

ブラジル連邦共和国アマパ州のユーカリ植林地５．５年生（合計３０地点）において、生産性の推定試験を行った。試験はフローチャート（図１）に従って行った。

[0038] 〔試験地における樹木の年間成長量の算出〕

植林地の生産性として、年間成長量（m^3／ｈａ／年）を用いた。年間成長量の算出は以下の手順で行った。まず、試験地３０地点のそれぞれに生息するユーカリの単一樹種、系統（Ｅｕｃａｌｙｐｔｕｓ　ｕｒｏｇｒａｎｄｉｓ）４０本の樹高、胸高直径を実測した。年間成長量の算出は以下の手順で行った。下記式に基づき調査時点の単木材積を算出し、各試験地の平均値を求めた。次にｈａあたりの植栽本数（土地により１０００本～１５００本）をかけ、試験地１ｈａあたりのユーカリの材積成長量を算出し、試験期間（年）で割って、成長量（年間材積成長量（m^3／ｈａ／年））を算出した。

[0039] ［式］

単木材積＝（胸高直径（ｍ））^{2}×樹高（ｍ）×係数

係数：０．３～０．４

[0040] 〔試験地の地形情報の収集〕

地形情報として、試験地の３０地点において、標高、傾斜角を収集した。標高および傾斜角のいずれも、地理情報解析ソフト（ＡｒｃＧＩＳ　ＥＳＲＩ社）から得た。

[0041] 〔試験地の土壌成分値の測定〕

試験地の３０地点において、地上から深さ２０ｃｍまでの土壌をサンプリングし、土壌サンプルを得た。各土壌サンプルについて、表１に示す２８項目の各土壌成分値を常法により得た。

[0042] 〔基準林地の土壌スペクトル測定〕

各土壌サンプルについて、ＦｉｅｌｄＳｐｅｃ４（ＡＳＤ社）によりスペクトル測定を実施した（図２）。実測値について「Ｔｈｅ　Ｕｎｓｃｒａｍｂｌｅｒ　Ｘ」（（株）カモソフトウェアジャパン）を用い前処理（平滑化

処理、微分処理等）を施して、得られる補正値を以下の多変量解析の際用いた（図３）。

[0043]〔土壌成分値推定式〕

土壌成分値（Ｋ含有量、Ｓ含有量および粘土）を目的変数、補正後の土壌スペクトルを説明変数として、「Ｔｈｅ　Ｕｎｓｃｒａｍｂｌｅｒ　Ｘ」（（株）カモソフトウェアジャパン）を用いて多変量解析（ＰＬＳ回帰分析）を行い、土壌成分値推定式を作成した。

[0044]〔生産性推定式〕

生産性を目的変数、土壌成分値（Ｋ含有量、Ｓ含有量および粘土）と地形情報（傾斜角）を説明変数として、多変量解析（ＰＬＳ解析）を行い、生産性推定式を作成した。

[0045] 図４に、土壌分析値の実測値を用いて生産性推定式により得た生産性の予測値と生産性の実測値との相関性を示す。図４から明らかなとおり、実際の生産性と推定式から得られる生産性とは、高い相関を示していた。

[0046]〔植林候補地の土壌スペクトルの測定、地形情報収集、土壌成分値の推定、および生産性の予測〕

植林候補地として、ユーカリ植林地３．５年生（合計９地点）を選択し、試験地について説明したのと同様の方法で土壌スペクトルの測定を行い、土壌成分値推定式から土壌成分値の推定値を得た。また、地形情報収集を行い、得られる地形情報と土壌成分の推定値とから、生産性推定式に基づき、生産性を推定した。図５～７に、土壌成分値推定式により得たカリウム含有量の推定値、硫黄含有量の推定値、粘土含有量の推定値とそれぞれの実測値との相関性を示す。図８に、地形情報と上記各土壌成分の推定値とから生産性推定式により得た生産性の推定値と、生産性実測値との相関性を示す。図５～７から明らかなとおり、実際の土壌成分値と推定式から得られる土壌成分値とは、高い相関を示していた。図８から明らかなとおり、上記生産性推定式により得た生産性の推定値と生産性の実測値とは、高い相関を示していた。

[0047] [表1]

表 1 実測値結果

	成長量 (m^3/ha/年)	傾斜角 (度)	標高 (m)	含水比 (%)	有機物含有量 (g/dm^3)	pH	P含有量 (mg/dm^3)	K含有量 (mmol/dm^3)	Ca含有量 (mmol/dm^3)	Mg含有量 (mmol/dm^3)	Na含有量 (mmol/dm^3)
平均	21.383	1.533	42.633	22.838	23.790	3.859	4.302	0.222	3.528	1.587	0.265
最大値	30.488	8.000	53.000	30.495	38.185	4.140	9.330	0.410	13.623	4.701	0.761
最小値	6.191	0.000	18.000	15.036	11.819	3.690	0.970	0.115	2.096	0.518	0.139
標準偏差	6.943	1.707	7.648	4.312	5.717	0.091	1.659	0.067	2.792	1.013	0.130
変動係数	0.325	1.114	0.179	0.189	0.240	0.024	0.386	0.299	0.791	0.638	0.492

	Al含有量 (mmol/dm^3)	H含有量 (mmol/dm^3)	アルミニウム飽和度 (%)	酸度 (mmol/dm^3)	交換性塩基総量 (mmol/dm^3)	塩基置換容量 (mmol/dm^3)	塩基飽和度 (%)	S含有量 (mg/dm^3)	B含有量 (mg/dm^3)	Cu含有量 (mg/dm^3)	Fe含有量 (mg/dm^3)
平均	12.134	46.180	69.081	58.315	5.602	63.917	9.370	21.030	0.291	0.057	84.620
最大値	25.076	81.753	88.097	106.829	16.518	110.217	32.069	45.348	0.540	0.183	234.440
最小値	4.810	21.813	22.553	31.162	2.868	35.638	3.074	10.884	0.159	0.050	33.252
標準偏差	3.702	14.060	15.857	16.757	3.535	16.363	6.621	8.601	0.079	0.027	53.629
変動係数	0.305	0.304	0.230	0.287	0.631	0.256	0.707	0.409	0.273	0.475	0.634

	Mn含有量 (mg/dm^3)	Zn含有量 (mg/dm^3)	全窒素 (ppm)	アンモニア態窒素 (ppm)	Cl含有量 (ppm)	粘土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	全炭素 (g/dm^3)
平均	0.497	0.107	1195.953	399.154	0.019	43.267	17.907	38.827	13.800
最大値	0.774	0.304	2264.615	780.190	0.030	69.000	24.100	68.400	22.149
最小値	0.122	0.050	579.623	89.825	0.010	16.300	9.800	13.100	6.856
標準偏差	0.085	0.063	423.748	177.558	0.006	16.392	3.121	18.387	3.316
変動係数	0.172	0.587	0.354	0.445	0.314	0.379	0.174	0.474	0.240

請求の範囲

[請求項1] （Ａ）～（Ｄ）を含む、植林候補地の生産性の予測方法：

（Ａ）：基準林地における土壌成分値と土壌スペクトルとを多変量解析により整理し、土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係を得ること；

（Ｂ）：基準林地の生産性と地形情報と土壌成分値とを多変量解析により整理し、生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係を得ること；

（Ｃ）：植林候補地の土壌スペクトルから、（Ａ）で得られた相関関係に基づき、土壌成分値の予測値を得ること；および

（Ｄ）：植林候補地の地形情報、および植林候補地の土壌分析値または（Ｃ）で得られた土壌成分値の予測値から、（Ｂ）で得られた相関関係に基づき、前記植林候補地の生産性の予測値を得ること。

[請求項2] 前記土壌成分値は、前記基準林地の土壌の、含水比、有機物含有量、ｐＨ、リン原子含有量、カリウム原子含有量、カルシウム原子含有量、マグネシウム原子含有量、ナトリウム原子含有量、アルミニウム原子含有量、水素原子含有量、アルミニウム飽和度、酸度、交換性塩基総量、塩基置換容量、塩基飽和度、硫黄原子含有量、ホウ素原子含有量、銅原子含有量、鉄原子含有量、マンガン原子含有量、亜鉛原子含有量、全窒素量、アンモニア態窒素量、塩素原子含有量、粘土含有量、シルト含有量、砂含有量、および全炭素量からなる群より選ばれる少なくとも１つを含む、請求項１に記載の予測方法。

[請求項3] 前記生産性は、樹木の年間成長量である、請求項１または２に記載の予測方法。

[請求項4] 前記地形情報は、傾斜角および標高から選ばれる少なくとも１つを含む、請求項１～３のいずれか１項に記載の予測方法。

[請求項5] 多変量解析は、ＰＬＳ回帰分析である、請求項１～４のいずれか１項に記載の予測方法。

[請求項6] （Ａ）における土壌成分値と土壌スペクトルとの相関関係は、土壌成分値を目的変数とし土壌スペクトルを説明変数とする、土壌スペクトルからの土壌成分値推定式である、請求項５に記載の予測方法。

[請求項7] （Ｂ）における生産性と地形情報と土壌成分値との相関関係は、生産性を目的変数とし土壌成分値と地形情報を説明変数とする、土壌成分値と地形情報からの植林候補地の生産性推定式である、請求項５または６に記載の予測方法。

[請求項8] （Ｃ）は、植林候補地の土壌スペクトルを（Ａ）で得られる土壌成分値推定式に適用して土壌成分値の予測値を得ることである、請求項６または７に記載の予測方法。

[請求項9] （Ｄ）は、植林候補地の地形情報と土壌成分値を（Ｂ）で得られる生産性推定式に適用して植林候補地の生産性の予測値を得ることである、請求項６～８のいずれか１項に記載の予測方法。

[請求項10] 植林候補地は、ユーカリ属植物の植林候補地である、請求項１～９のいずれか１項に記載の予測方法。

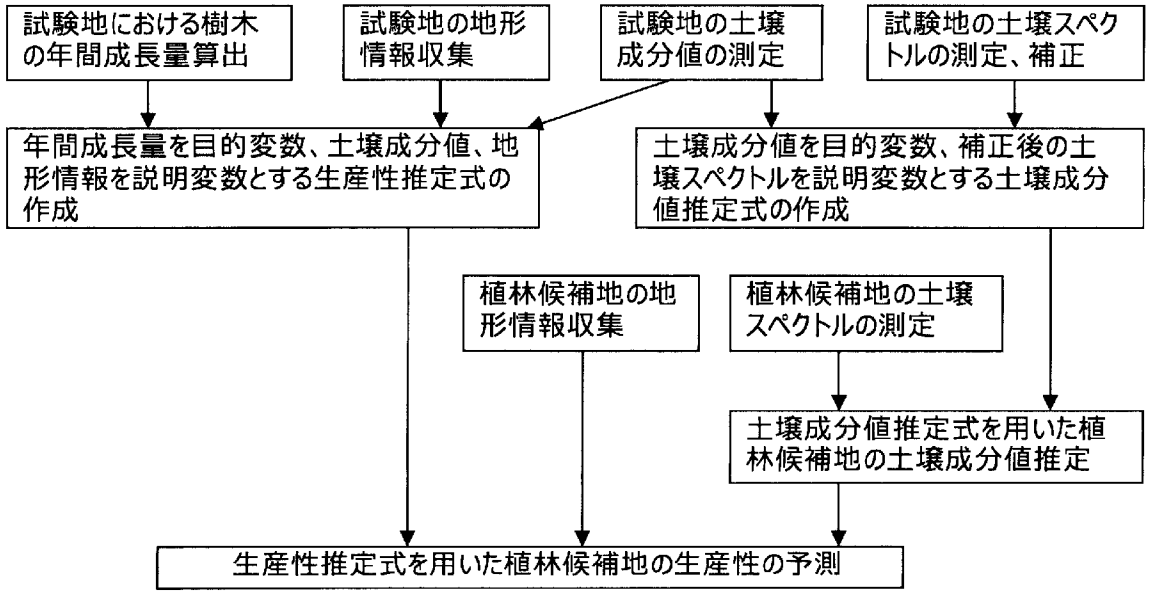
[請求項11] 請求項１～１０のいずれか１項に記載の予測方法により少なくとも１つの植林候補地の生産性の予測値を得て、生産性の予測値が高い植林候補地を植林地として選抜することを含む、植林地の選抜方法。

[請求項12] 請求項１１に記載の選抜方法により選抜された植林地において植林を行うことを含む、植林方法。

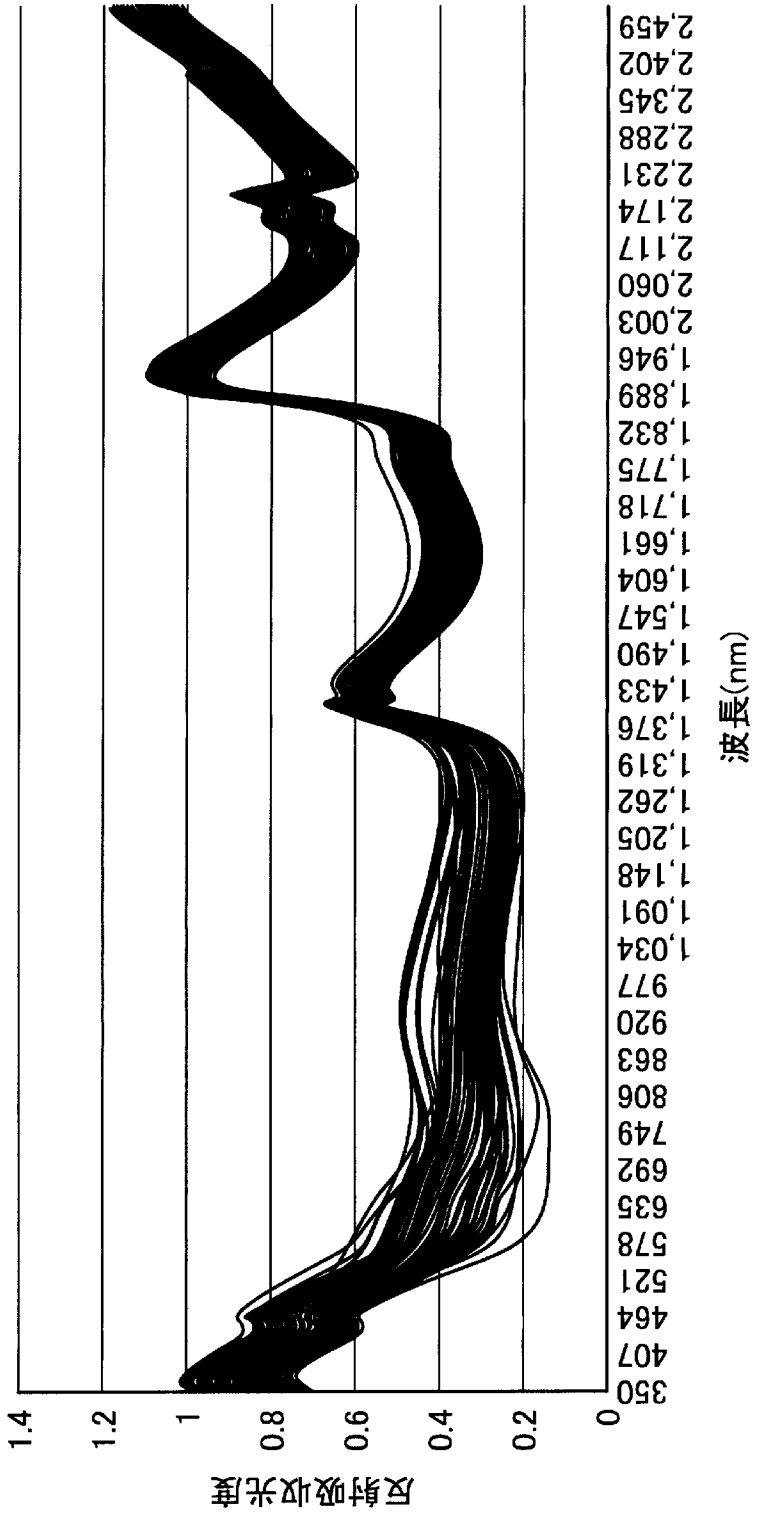
[請求項13] 請求項１１に記載の選抜方法により選抜された植林地において樹木の生産を行うことを含む、樹木の生産方法。

[請求項14] 土壌スペクトル測定装置、土壌成分値測定装置、およびデータ処理手段を含む請求項１～１０のいずれか１項に記載の方法を実施できる、植林候補地の予測システム。

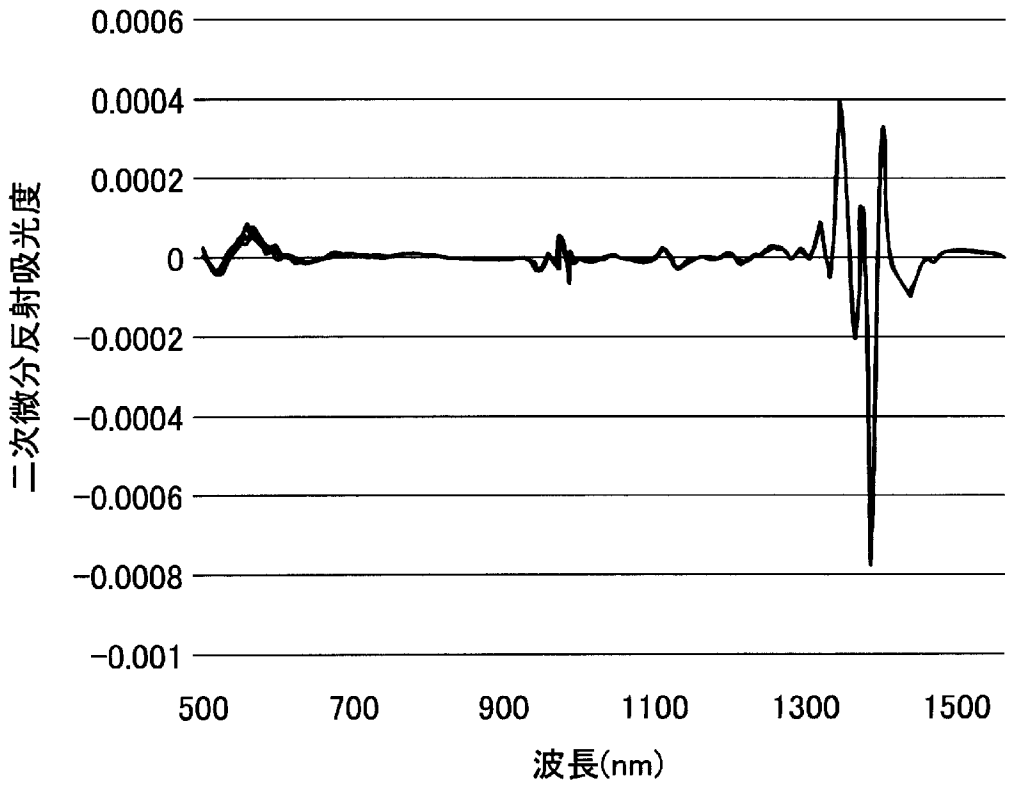
[図1]


試験地における樹木の年間成長量算出
試験地の地形情報収集
試験地の土壌成分値の測定
試験地の土壌スペクトルの測定、補正
年間成長量を目的変数、土壌成分値、地形情報を説明変数とする生産性推定式の作成
土壌成分値を目的変数、補正後の土壌スペクトルを説明変数とする土壌成分値推定式の作成
植林候補地の地形情報収集
植林候補地の土壌スペクトルの測定
土壌成分値推定式を用いた植林候補地の土壌成分値推定
生産性推定式を用いた植林候補地の生産性の予測

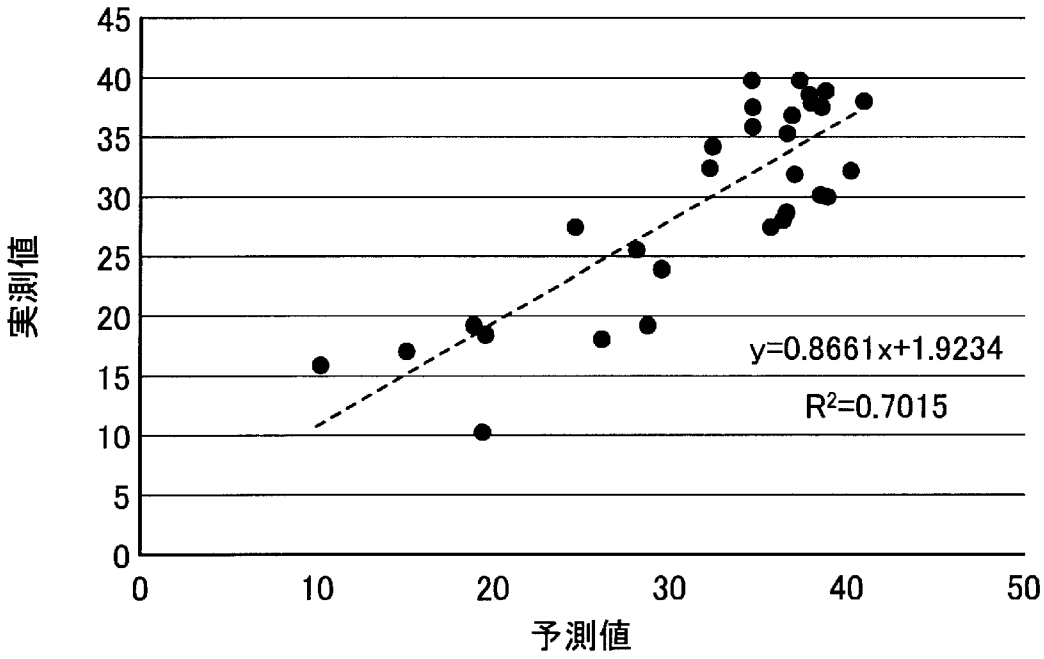
[図2]


反射吸収光度
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
波長(nm)
350
407
464
521
578
635
692
749
806
863
920
977
1,034
1,091
1,148
1,205
1,262
1,319
1,376
1,433
1,490
1,547
1,604
1,661
1,718
1,775
1,832
1,889
1,946
2,003
2,060
2,117
2,174
2,231
2,288
2,345
2,402
2,459

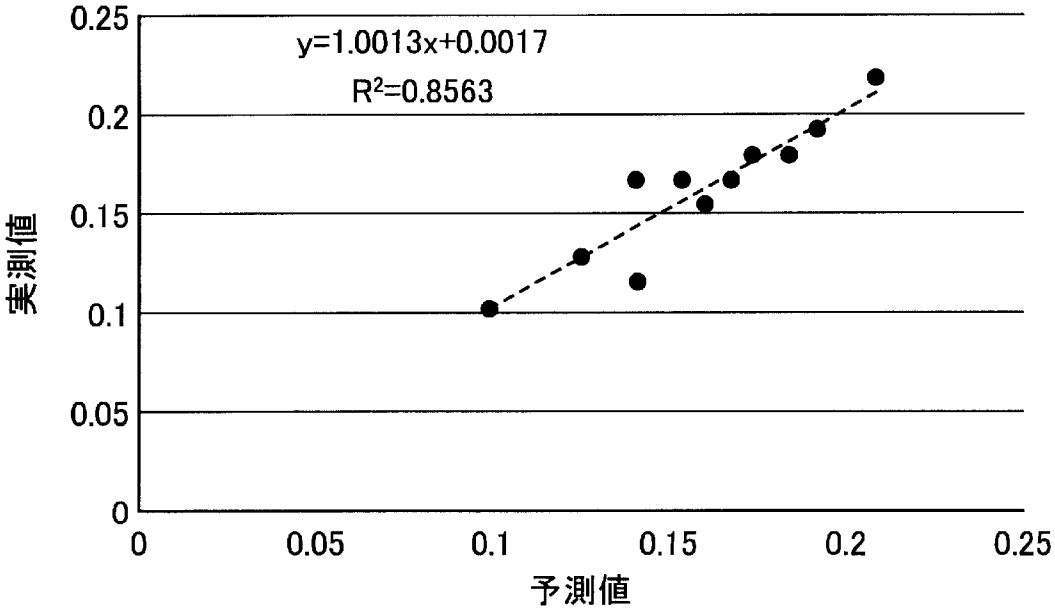
[図3]


0.0006
0.0004
0.0002
0
−0.0002
−0.0004
−0.0006
−0.0008
−0.001
二次微分反射吸光度
500
700
900
1100
1300
1500
波長(nm)

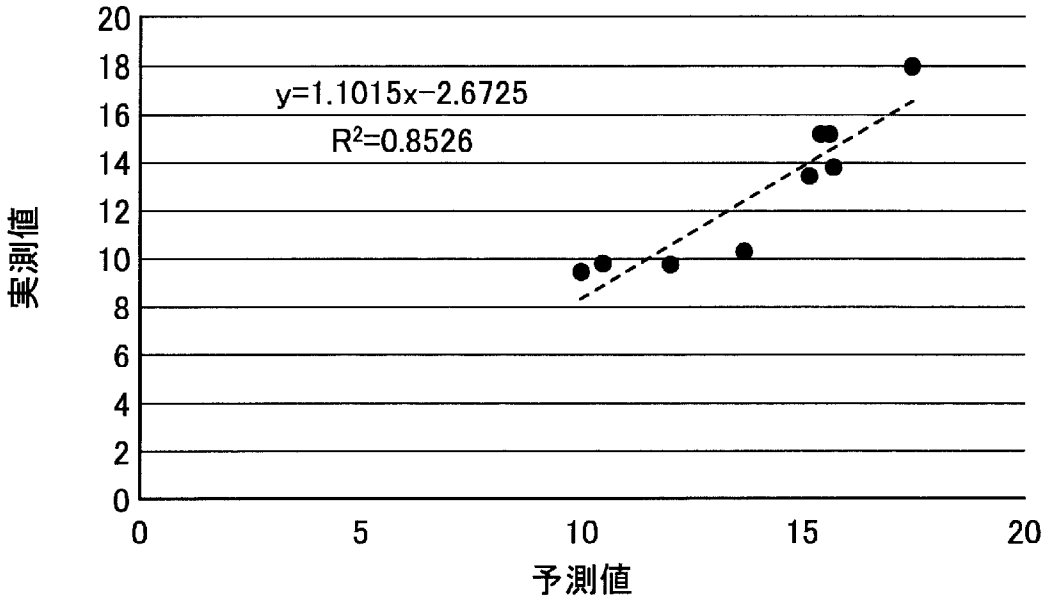
[図4]


45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
10
20
30
40
50
実測値
予測値
y=0.8661x+1.9234
R2=0.7015

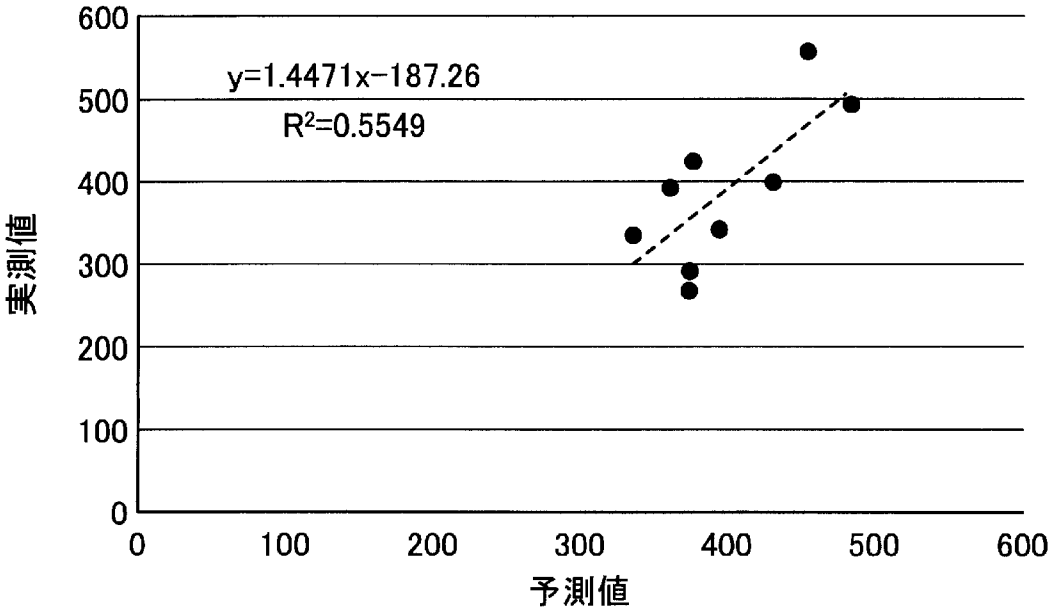
[図5]


0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
実測値
予測値
y=1.0013x+0.0017
R2=0.8563

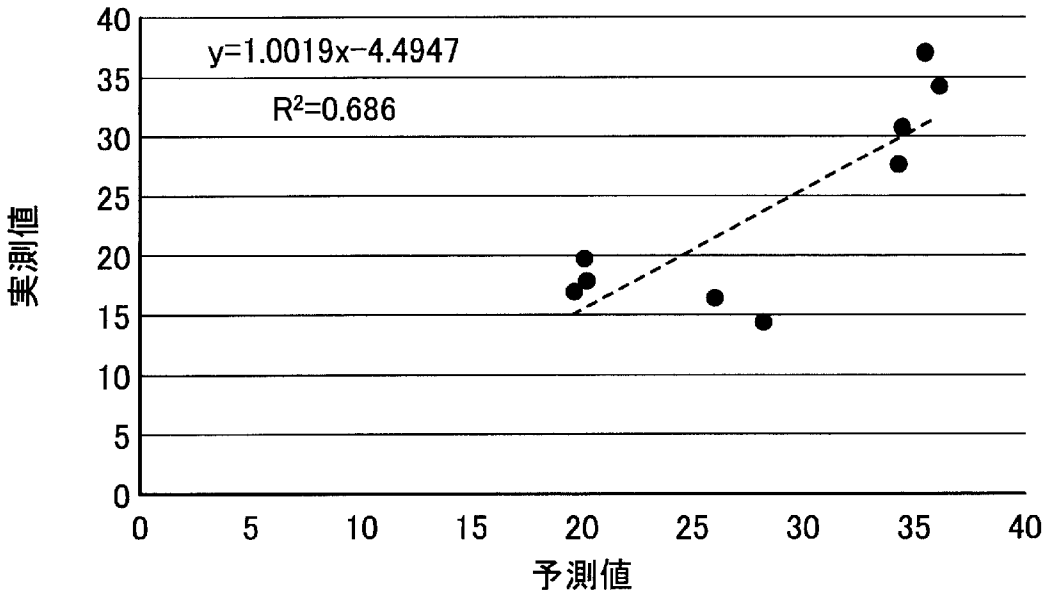
[図6]


y=1.1015x−2.6725
R²=0.8526
実測値
予測値
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
5
10
15
20

[図7]


y=1.4471x−187.26
R²=0.5549
実測値
予測値
0
100
200
300
400
500
600
0
100
200
300
400
500
600

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/015526

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N33/24(2006.01)i, A01G7/00(2006.01)i, A01G23/00(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G01N33/24, A01G7/00, A01G23/00, G01N21/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/043007 A1 (SUMITOMO FORESTRY CO., LTD.) 24 March 2016, claims, paragraphs [0003], [0013], [0014], [0015], [0016], [0023], [0025] (Family: none)	1-14
A	JP 2008-206421 A (THE KANSAI ELECTRIC POWER COMPANY, INCORPORATED) 11 September 2008, abstract, claim 7, paragraphs [0019], [0026] (Family: none)	1-14
A	JP 2006-38511 A (TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND TECHNOLOGY) 09 February 2006, abstract (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 04 July 2018 (04.07.2018)	Date of mailing of the international search report 17 July 2018 (17.07.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/015526

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-115768 A (OJI PAPER CO., LTD.) 11 May 2006, paragraph [0025] (Family: none)	1-14
A	JP 2015-132863 A (SUMITOMO FORESTRY CO., LTD.) 23 July 2015, paragraph [0014] & WO 2013/161343 A1	1-14
A	WO 2005/063001 A1 (INSTITUTO MADRILENO DE INVESTIGACION AGRARIA Y ALIMENTARIA (IMIA)) 14 July 2005, abstract & EP 1709864 A1	1-14
A	KELLISON, R. C., "Increased wood production from matching species to site", TAPPI Annu Meet, 1979, vol. 1979, pp. 195-201, abstract	1-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１５５２６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N33/24(2006.01)i, A01G7/00(2006.01)i, A01G23/00(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N33/24, A01G7/00, A01G23/00, G01N21/27

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus（JDreamIII）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2016/043007 A1（住友林業株式会社）2016.03.24,　［特許請求の範囲］［０００３］［００１３］［００１４］［００１５］［００１６］［００２３］［００２５］（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2008-206421 A（関西電力株式会社）2008.09.11,　［要約］［請求項７］［００１９］［００２６］（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2006-38511 A（国立大学法人東京農工大学）2006.02.09,　［要約］（ファミリーなし）	1-14

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０４．０７．２０１８	１７．０７．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｊ　３３１２
三木　隆
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2006-115768 A (王子製紙株式会社) 2006.05.11, ［００２５］ (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2015-132863 A (住友林業株式会社) 2015.07.23, ［００１４］ & WO 2013/161343 A1	1-14
A	WO 2005/063001 A1 (INSTITUTO MADRILENO DE INVESTIGACION AGRARIA Y ALIMENTARIA (IMIA)) 2005.07.14, Abstract & EP 1709864 A1	1-14
A	KELLISON R C, Increased wood production from matching species to site, TAPPI Annu Meet, 1979, Vol.1979, Page.195-201, ABSTRACT	1-14