(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
2019年9月19日(19.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/176925 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/39 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/009952

(22) 国際出願日： 2019年3月12日(12.03.2019)

(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 2018-045288 2018年3月13日(13.03.2018) JP
特願 2018-203823 2018年10月30日(30.10.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 保井 孝子 (**YASUI, Takako**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

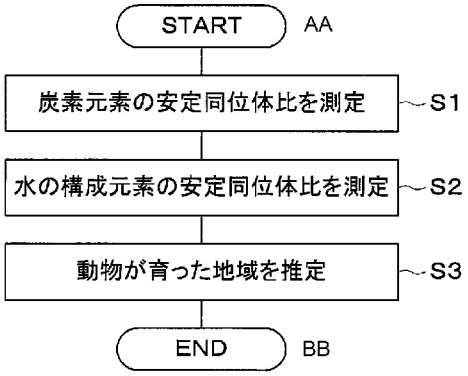
(74) 代理人: 山川 茂樹, 外 (**YAMAKAWA, Shigeki** et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町２丁目１１番１号 山王パークタワー４階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** METHOD FOR ESTIMATING PRODUCTION LOCATION

(54) 発明の名称： 産地推定方法



S1 Measure stable isotope ratio of elemental carbon
S2 Measure stable isotope ratio of constituent elements of water
S3 Estimate region in which animal was raised
AA START
BB END

(57) **Abstract:** The stable isotope ratio of elemental carbon and the stable isotope ratio of elemental hydrogen, contained in an object being measured, collected from an animal, are measured (S1, S2). The region in which the animal was raised is estimated from the stable isotope ratio of elemental carbon and the stable isotope ratio of elemental hydrogen that have been measured (S3). The production location of the object being measured can thus be estimated easily.

(57) 要約：動物から採取された被測定物に含まれる炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比を測定する（Ｓ１，Ｓ２）。測定された炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比から、動物が育った地域を推定する（Ｓ３）。これにより、被測定物の産地を容易に推定することができる。

WO 2019/176925 A1

［続葉有］

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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 産地推定方法

技術分野

[0001] 本発明は、動物から採取された被測定物の産地を推定する産地推定方法に関する。

背景技術

[0002] 動物から採取された毛を素材とする製品として獣毛製品がある。獣毛製品の中でもカシミヤ山羊から採取されるカシミヤ繊維は、特有の優れた性質を持ち、高値で取引されている。その中でも、中国内の阿拉善地区および赤峰地区など、特定のブランド地域で育ったカシミヤ山羊から採取されるカシミヤ繊維は高級であり、特に高額な値で取引されている。

[0003] しかし、最近では、これら特定のブランド地域以外の産地で採取されるカシミヤ繊維を原料とした衣類等が、ブランド地域で育ったカシミヤ山羊から採取されたカシミヤ繊維で作ったような表示をしている産地偽装が発生しており、問題となっている。このようなカシミヤ繊維の産地偽装抑止のために、科学的な産地判定法が望まれている。

[0004] 現在、衣料品に係る表示に関して、繊維鑑別や繊維混用率の試験方法として、日本工業規格「JIS L 1030（繊維製品の混用率試験方法）」により、光学顕微鏡法を用いた試験方法が規定されている。光学顕微鏡法では、毛の外観を鑑別の手がかりとしている。カシミヤ山羊とその他の動物の毛の繊維表面は違うため、光学顕微鏡法は有用である。しかし、同じカシミヤ山羊では外観がよく似ており、産地の鑑定は困難である。

[0005] 近年、ＤＮＡによる鑑別法や、獣毛の主たる成分であるタンパク質を直接分析することによって獣毛の種類を特定する方法も提案されている（例えば、特許文献１参照）。しかし、両手法とも動物の種の違いは識別できるが、同じ種でも生育した地域の違うカシミヤ山羊に対して、生育地域の違いを識別し、生育地域を特定することは不可能である。

[0006] 産地を推定する手法として、対象となるものを構成する元素の安定同位体比を利用する技術が報告されている。例えば、穀物の産地を推定するのに、酸素元素や水素元素の安定同位体比が利用される（例えば、特許文献２、非特許文献１，２参照）。降水（雨水）に含まれる酸素元素や水素元素の安定同位体比には地理的依存性がある。その土地に降った雨を生育水として育った農作物を構成する酸素元素や水素元素の安定同位体比も、降水と同様な地理的依存性を示す。

[0007] 一方、羽毛に関して、窒素元素や炭素元素の安定同位体比と食性の関連性が高いことを示した研究がある（例えば、非特許文献３参照）。また、ツキノワグマに関して、任意の期間毎に、餌をＣ４植物であるトウモロコシとＣ３植物である大麦に変え、その時期に生えた体毛に含まれる炭素元素の安定同位体比を調べることで、炭素元素の安定同位体比と食性の関連性が高いことを示した研究もある（例えば、非特許文献４参照）。しかし、いずれの研究においても、炭素元素の安定同位体比と産地との関連性を示す結果は得られていない。

[0008] したがって、現在のところ、安定同位体比を利用する手法は、穀物の産地推定にとどまっている。このため、獣毛など動物から採取された被測定物の産地を容易に推定する方法がないのが現状である。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：国際公開第２０１３／１５４２０８Ａ１号

特許文献2：特開２０１０－２７６４６６号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：鈴木・中下・伊永：“安定同位体比分析による国産米の産地及び有機栽培判別の可能性，”分析化学，Vol.58，No.12，pp.1053-1058，2009.

非特許文献2：吉村・神徳・藤井・阪本・界：“高感度レーザガスセンシング技術と同位体比分析応用，”NTT技術ジャーナル，Vol.26，No.2，pp.27-30，

2014.

非特許文献3：松原、南：“鳥類生態学における安定同位体測定法の応用，”山階鳥研報，vol.30，pp.59-82，1998.

非特許文献4：中下、林：“窒素・炭素安定同位体を用いたツキノワグマ「駆除」個体の生息環境履歴の解明，”プロ・ナトゥーラ・ファンド第１４期助成成果報告書，pp.113-120，2005.

非特許文献5：「Picarro製品説明資料」、〔平成３０年１０月３日検索〕、インターネット＜URL：http://www.bristol.ac.uk/media-library/sites/cabot/migrated/documents/measuring-co2-1.pdf＞

非特許文献6：芳村圭：”水の安定同位体比情報を用いた広域大気水循環過程の解明に関する研究,”東京大学大学院博士論文,2002.

非特許文献7：芳村圭，一柳錦平，杉本敦子，2009：日本気象学会，気象研究ノート第220号

非特許文献8：「Waterisotopes.org」、〔平成３０年１０月３日検索〕、インターネット＜URL：http://wateriso.utah.edu/waterisotopes/pages/data_access/oipc.html＞

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明の目的は、動物から採取された被測定物を容易に推定することが可能な産地推定方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、動物から採取された被測定物に含まれる炭素元素の安定同位体比を測定する第１のステップと、被測定物に含まれる水の構成元素の安定同位体比を測定する第２のステップと、測定された炭素元素の安定同位体比と測定された水の構成元素の安定同位体比とから動物が育った地域を推定する第３のステップとを備えている。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、被測定物の産地を容易に推定することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１は、本発明の一実施の形態である産地推定方法の手順を示すフローチャートである。

[図2]図２は、推定ステップの詳細な手順を示すフローチャートである。

[図3]図３は、獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比の固体による違いを前処理の有無で比較して示す図である。

[図4]図４は、エタノールのつけ置き時間を変えて炭素元素の安定同位体比の測定を行った結果を示す図である。

[図5]図５は、前処理を行った場合と行わなかった場合について、炭素元素および水素元素の安定同位体比に関する測定結果を示す図である。

[図6]図６は、獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比に及ぼす餌の影響を示す図である。

[図7]図７は、降水に含まれる酸素元素の安定同位体比および水素元素の安定同位体比の採取地による違いを示す図である。

[図8]図８は、降水に含まれる水素元素の安定同位体比と採取地の緯度との関係を示す図である。

[図9]図９は、獣毛に含まれる水素元素の安定同位体比と採取地（産地）の緯度との関係を示す図である。

[図10]図１０は、基準地点の降水に含まれる水素元素の安定同位体比と推定対象地域の降水に含まれる水素元素の安定同位体比との差Δδと、推定対象地域で生育しているカシミヤ山羊から採取されるカシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比δＤとの関係を示す式の導出過程を説明する図である。推定対象地域とは、カシミヤ山羊が生育している可能性がある地域として定められた地域のことをいう。

[図11]図１１は、カシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比と産地との関係を示す図である。

[図12]図１２は、獣毛に含まれる水素元素の安定同位体比および炭素元素の

安定同位体比から採取地（産地）を推定する手順を説明する図である。

[図13]図１３は、獣毛に含まれる水素元素の安定同位体比および炭素元素の安定同位体比から採取地（産地）を推定する手順を示すフローチャートである。

[図14]図１４は、獣毛に含まれる水素元素の安定同位体比を測定する詳細な手順を示すフローチャートである。

[図15]図１５は、獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比を測定する詳細な手順を示すフローチャートである。

[図16]図１６は、獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比と採取地（産地）との関係を例示する図である。

[図17]図１７は、カシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比と炭素元素の安定同位体比と採取地（産地）との関係を例示する図である。

[図18]図１８は、産地推定機の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0016] 〔実施の形態の原理〕

本発明の一実施の形態である産地推定方法は、動物から採取された被測定物に含まれる炭素元素および水の構成元素の安定同位体比から、その動物が育った地域を推定することを特徴としている。

[0017] より詳しく言うと、この産地推定方法は、図１に示すように、被測定物に含まれる炭素元素の安定同位体比を測定するステップＳ１と、被測定物に含まれる水の構成元素の安定同位体比を測定するステップＳ２と、測定された炭素元素の安定同位体比と測定された水の構成元素の安定同位体比とから、被測定物が採取された動物が育った地域を推定するステップＳ３とを備えている。なお、水の構成元素とは、水素元素または酸素元素である。ステップＳ２では、水素元素および酸素元素のいずれかの安定同位体比を測定すればよい。ステップＳ３では、測定された水素元素および酸素元素のいずれかの安定同位体比を用いて推定すればよい。

[0018] 後述する実験により、動物から採取された被測定物に含まれる水の構成元素の安定同位体比は、その動物が摂取している水の構成元素の安定同位体比に依存することが明らかになった。動物が摂取している水は、各地域の降水によるものである。降水に含まれる水の構成元素の安定同位体比は、地域依存性がある。よって、動物から採取された被測定物に含まれる水の構成元素の安定同位体比は地域依存性を示す。したがって、本発明の発明者の研究によって、動物から採取された被測定物についても、水の構成元素の安定同位体比の値から、その動物の生育地域を絞り込めることがわかった。

[0019] また、後述する別の実験から明らかなように、動物から採取された被測定物に含まれる炭素元素の安定同位体比は、その動物が食べている植物の種類に依存する。ここで、発明者は、その動物が食べている植物や餌が、動物の生育地域によって異なることに着目した。すなわち、炭素元素の安定同位体比から植物の種類を推定することによって、その植物の生息地の分布から、その植物を食べている動物の生育地域を絞り込めることがわかった。

[0020] 以上の知見に基づき、複数の元素の安定同位体比を用いて被測定物が採取された動物の生育地域を絞り込むことが、この産地推定方法の要諦である。

[0021] 上述した原理に基づき、動物の生育地域を推定するステップＳ３を、図２に示す手順で実行することができる。先ず、ステップＳ２で測定された水の構成元素の安定同位体比から、動物が生育した大凡の地域を推定する（ステップＳ３１）。ステップＳ１で測定された炭素元素の安定同位体比から、動物の生育に用いられた餌を推定する（ステップＳ３２）。ステップＳ３１で推定された大凡の地域の中から、ステップＳ３２で推定された餌が用いられる地域を絞り込み、絞り込まれた地域を動物が育った地域と推定する（ステップＳ３３）。

[0022] 炭素元素および水の構成元素の両方の安定同位体比と動物の生育地域との関係を示すデータベースを予め用意しておけば、ステップＳ１，Ｓ２による炭素元素および水の構成元素の安定同位体比の測定結果から、直ちに動物の生育地域の推定結果を得ることができる。もっとも、餌が用いられる地域を

考慮してデータベースが作成されている場合には、このデータベースを用いた推定方法は、ステップＳ３１～Ｓ３３による推定方法と実質的に同じである。

[0023] なお、上述した炭素元素の安定同位体比を測定するステップＳ１および水の構成元素の安定同位体比を測定するステップＳ２に関しては、ステップＳ１、ステップＳ２の順に実行してもよいし、その逆に、ステップＳ２、ステップＳ１の順に実行してもよい。可能であれば、ステップＳ１およびステップＳ２を同時に実行し、炭素元素の安定同位体比の測定と水素元素の安定同位体比の測定とを並行して行ってもよい。

[0024] 〔安定同位体比の定義〕

次に、安定同位体比の定義について説明する。本実施の形態において測定される炭素元素および水素元素の安定同位体比には、天然に存在する非放射性同位体の比が用いられる。炭素元素の安定同位体比には^{12}Ｃと^{13}Ｃとの比が用いられる。水素元素の安定同位体比には^{1}ＨとＤ（^{2}Ｈ）との比が用いられる。ただし、これらの安定同位体比は、通常、絶対比ではなく、標準試料の同位体比からの千分偏差としてδ値で表現される。

[0025] 炭素元素の安定同位体比は、δ^{13}Ｃとして、下記の式（１）で示すことができる。水素元素の安定同位体比は、δＤとして、下記の式（２）で示すことができる。なお、これらの式中、ＳＡＭＰは分析試料における同位体比を示し、ＳＴＤは標準試料における同位体比を示す。

[0026] [数1]

$$\delta^{13}C=\left\{\frac{\left(^{13}C/^{12}C\right)_{SAMP}}{\left(^{13}C/^{12}C\right)_{STD}}-1\right\}\times 1000\,(‰) \quad \cdots(1)$$

[0027] [数2]

$$\delta D=\left\{\frac{\left(D/^{1}H\right)_{SAMP}}{\left(D/^{1}H\right)_{STD}}-1\right\}\times 1000\,(‰) \quad \cdots(2)$$

[0028] 水素元素の安定同位体比の標準試料としては、通常、標準平均海水（Vienn

a Standard Mean Ocean Water：ＶＳＭＯＷ）を用いて表記される。炭素元素の安定同位体比の標準試料としては、通常は、ＰｅｅＤｅｅ層のヤイシ類の化石（Vienna Pee Dee Belemnite：ＶＰＤＢ）を用いて表記される。

[0029] 〔安定同位体比の測定〕

次に、安定同位体比の測定について説明する。同じ牧場でＣ３植物に分類される牧草を餌として与えられ生育されている同一種の動物１０頭の獣毛をサンプルとして用意する。本実施の形態において、獣毛としてカシミヤ山羊の毛が用いられる。

[0030] この用意した獣毛１０サンプルについて、レーザ分光式安定同位体比分析法で炭素元素の安定同位体比を測定する。先ず獣毛１０サンプルを燃焼することにより、二酸化炭素ガスを発生させる。発生させた二酸化炭素ガスにレーザ光を照射する。そのレーザ光の吸収量（光吸収強度）をレーザ分光法で測定および分析することにより、炭素元素の安定同位体比を測定する。

[0031] このようにして得られた測定値は、獣毛を構成する有機物（ケラチン）と獣毛に付着する汚れ等に含まれる炭素元素全てに対する安定同位体比である。その測定結果を図３中に菱形のポイントで示す。サンプル番号１から１０の獣毛の炭素元素の安定同位体比の個体間の違いは、最大で１‰であった。

[0032] 一方、上記獣毛１０サンプルから皮脂油やフケ等の汚れを除去するために、前処理を行う。先ず、獣毛１０サンプルを任意の中性洗剤で洗浄する。洗浄された獣毛１０サンプルを乾燥させる。乾燥した獣毛１０サンプルをエタノールに１０分つけ置いて脱脂処理を施す。脱脂処理したサンプルについて、レーザ分光式安定同位体比分析法で炭素元素の安定同位体比を分析する。

[0033] 獣毛を洗浄および脱脂処理することにより、獣毛に付着している汚れに含まれる炭素元素が除去される。これにより、獣毛を構成する有機物（例えば、ケラチン）に含まれる炭素元素のみの安定同位体比が測定可能となる。その結果を図３中に矩形のポイントで示す。獣毛を洗浄および脱脂処理することにより、炭素元素の安定同位体比の個体差は０．４‰以下と小さくなった。このことは、同じ牧場で同じ餌を食べて生育されている同種の動物では、

獣毛を構成する有機物（例えば、ケラチン）に含まれる炭素元素の安定同位体比が、ほぼ同じ値であることを示している。

[0034] エタノールのつけ置き時間を変えて、炭素元素の安定同位体比の測定を行った結果を図４に示す。エタノールのつけ置き時間を長くすると、炭素元素の安定同位体比の個体毎のばらつきが低減され、１０分以上でばらつきが一定となっている。よって、エタノールのつけ置き時間は１０分以上であれば、獣毛に付着している汚れに含まれる炭素元素が完全に除去され、獣毛を構成する有機物に含まれる炭素元素のみの安定同位体比が測定可能となる。

[0035] 水素元素の安定同位体比も炭素元素の安定同位体比と同じくレーザ分光式安定同位体比分析法で分析することができる。しかし、獣毛サンプルの保管や輸送中に、獣毛サンプルが周囲の環境中に含まれている水素原子を水分として吸収してしまうことで、獣毛サンプルの水素元素の安定同位体比が経時変化を起こしてしまう。また、獣毛サンプルの洗浄に使われた中性洗剤を含む洗浄水が獣毛サンプルに吸収されることで、獣毛サンプルの水素元素の安定同位体比の測定結果に影響を与えてしまうことがある。これにより、水素元素の安定同位体比の比較による産地推定が難しくなる。そこで、凍結乾燥処理で獣毛サンプル中の水分を気化して取り除くことにより、獣毛サンプルを構成する有機物に含まれる水素元素の安定同位体比のみが測定可能となる。

[0036] 図５に、前処理を行った場合と行わなかった場合について、炭素元素および水素元素の安定同位体比に関する測定結果を示す。前処理としては、獣毛サンプルに対し、エタノールによる脱脂処理を１０分間施し、その後に、温度－５０℃、真空度８Ｐａの条件下で６時間凍結乾燥処理を施した。図５中、菱形のポイントは前処理ありの場合の測定結果を示し、矩形のポイントは前処理無しの場合の測定結果を示している。

[0037] 符号ｐで示すように、脱脂処理（エタノール処理）を行わなかった場合、炭素元素の安定同位体比（$\delta^{13}C$）のばらつきは１‰であった。これに対し、符号ｑで示すように、脱脂処理（エタノール処理）を行なった場合、炭素元

素の安定同位体比（$\delta^{13}C$）のばらつきは０．４‰であった。したがって、脱脂処理により、炭素元素の安定同位体比の個体の違いによるばらつきが１‰から０．４‰に低減した。

[0038] 符号ｒで示すように、凍結乾燥処理を行わなかった場合、水素元素の安定同位体比（δＤ）のばらつきは１０．３‰であった。これに対し、符号ｓで示すように、凍結乾燥処理を行った場合、水素元素の安定同位体比（δＤ）のばらつきは５．１‰であった。したがって、凍結乾燥処理により、水素元素の安定同位体比の個体の違いによるばらつきが１０．３‰から５．１‰に低減した。これらの前処理により、同一産地の獣毛サンプルの水素元素の安定同位体比および炭素元素の安定同位体比をより精度高く測定可能となる。

[0039] 〔炭素元素の安定同位体比からの餌の推定〕

Ｃ３植物に分類される牧草を餌として与えられ生育されている動物の獣毛サンプルＡ、トウモロコシ等のＣ４植物に分類される植物から成る飼料とＣ３植物に分類される牧草の両方を餌として与えられ生育されている動物の獣毛サンプルＢ、トウモロコシ等のＣ４植物に分類される植物を飼料として生育されている動物の獣毛サンプルＣを用意する。

[0040] これら３種類のサンプルＡ～Ｃのそれぞれに対し、上記の洗浄・乾燥・脱脂処理を施す。この洗浄・乾燥・脱脂処理が施された３種類のサンプルＡ～Ｃのそれぞれについて、レーザ分光式安定同位体比分析法で炭素元素の安定同位体比を分析する。その分析結果を図６に示す。

[0041] 炭素元素の安定同位体比は、小さな値の順に、サンプルＡ、サンプルＢ、サンプルＣとなっている。サンプルＡとサンプルＢとの炭素元素の安定同位体比の差は５‰、サンプルＢとサンプルＣとの炭素元素の安定同位体比の差は３‰である。

[0042] Ｃ３植物の炭素元素の安定同位体比は、Ｃ４植物の炭素元素の安定同位体比よりも、小さいことが知られている。一方、Ｃ３植物を主食としている動物の獣毛サンプルＡの炭素元素の安定同位体比が、Ｃ４植物を主食としている動物の獣毛サンプルＣの炭素元素の安定同位体比よりも小さい値をとって

いる。また、Ｃ３植物とＣ４植物の両方を主食としている動物の獣毛サンプルＢの炭素元素の安定同位体比が、サンプルＡとサンプルＣとの間の値をとっている。これらのことから、餌の種類と獣毛の炭素元素の安定同位体比に相関が見られることが分かる。この相関関係から、被測定物（獣毛）に含まれる炭素元素の安定同位体比を測定することにより、被測定物（獣毛）が採取された動物が食している餌を推定することが可能となる。

[0043] この種の実験を繰り返し行った結果、Ｃ３植物で生育している動物の獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比は－２１‰以下（範囲ａ）となり、Ｃ３植物およびＣ４植物の混合餌で生育している動物の獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比は－２１‰～－１６‰（範囲ｂ）となり、トウモロコシ等のＣ４植物で生育している動物の獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比は－１６‰以上（範囲ｃ）となることが分かった。

[0044] 〔水素元素の安定同位体比からの産地の推定：推定例１〕

緯度が高い順に、地域Ｄ、地域Ｅ、地域Ｆ、地域Ｇのそれぞれの水サンプルＤ、水サンプルＥ、水サンプルＦ、水サンプルＧについて、レーザ分光式安定同位体比分析法で水素元素の安定同位体比および酸素元素の安定同位体比を測定する。先ず水サンプルＤ～Ｇのそれぞれを蒸発させる。発生させた水蒸気にレーザ光を照射する。そのレーザ光の吸収量（光吸収強度）をレーザ分光法で測定および分析することにより、水素元素の安定同位体比および酸素元素の安定同位体比を測定する。その測定結果を図７に示す。

[0045] 緯度が高い地域ほど、水素元素の安定同位体比（δＤ）も酸素元素の安定同位体比（$\delta^{18}O$）も小さくなる。図中の直線は、世界の天水線（Global Meteoric Water Line）と呼ばれるもので、世界の降水に関する平均的な水素元素の安定同位体比と酸素元素の安定同位体比との関係（$\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 10$‰）を示している。地域Ｄ～Ｇの水サンプルＤ～Ｇは、この直線上に乗っている。

[0046] 図８に水素元素の安定同位体比と緯度との関係を示す。緯度が高くなる程、水素元素の安定同位体比が小さくなっている。この地域Ｄから地域Ｇにお

いては、１度緯度が高くなると、降水中の水素元素の安定同位体比が２．８‰小さくなっている。

[0047] 次に、緯度が高い順に、地域Ｈで生育された動物の獣毛サンプルＨ、地域Ｉで生育された動物の獣毛サンプルＩ、地域Ｊで生育された動物の獣毛サンプルＪ、地域Ｋで生育された動物の獣毛サンプルＫを用意する。これら獣毛サンプルについて、レーザ分光式安定同位体比分析法で水素元素の安定同位体比を測定する。

[0048] 図９に、獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比の測定結果と、獣毛サンプルが採取された動物の生育地域の緯度との関係を示す。生育地域の緯度が高い程、獣毛に含まれる水素元素の安定同位体比が小さくなっており、両者に相関が見られることが分かる。

[0049] 図８図９から分かるように、地域の緯度が高いほど、降水中の水素元素の安定同位体比が小さくなる。動物はその地域の水（降水）を摂取して生育するため、動物の獣毛を構成する有機物（例えば、ケラチン）に含まれる水素元素の安定同位体比は、生育過程で摂取した地域の水の水素元素の安定同位体比と相関関係にある。このため、図９から分かるように、獣毛に含まれる水素元素の安定同位体比も、地域の緯度が高いほど小さくなる。この相関関係から、被測定物（獣毛）に含まれる水素元素の安定同位体比を測定することにより、被測定物（獣毛）が採取された動物が育った大凡の地域（緯度）を推定することが可能となる。

[0050] 〔水素元素の安定同位体比からの産地の推定：推定例２〕

〈降水に含まれている水素元素の安定同位体比の差Δδ〉

任意の地点を基準地点とした場合、この基準地点の降水に含まれる水素元素の安定同位体比と任意の地域の降水に含まれる水素元素の安定同位体比との差Δδは、基準地点と任意の地域との間の緯度差から算出される差ΔδＡと、基準地点と任意の地域との間の高度差から算出される差ΔδＢとの和として表される（例えば、非特許文献６、７参照）。

[0051] 緯度差から算出される差ΔδＡは（３）式で示される。

Δδ A（‰）＝－ｂ×ΔＹ　・・・・（３）

但し、ΔＹは緯度差　（°）、ｂは定数。ここでは、カシミヤの産地推定に適した値として、定数ｂを２．８から４．４の範囲とする。

[0052] 高度差から算出される差Δδ Ｂは（４）式で示される。

Δδ Ｂ（‰）＝－０．００６５×ｃ×ΔＺ　・・・・（４）

但し、ΔＺは高度差（ｍ）、ｃは定数。ここでは定数ｃを３．１とする。

[0053] （３）式および（４）式より、基準地点と任意の地域との間の降水に含まれる水素元素の安定同位体比の差Δδは、下記の（５）式で示される。

Δδ（‰）＝Δδ Ａ＋Δδ Ｂ＝－ｂ×ΔＹ－０．００６５×ｃ×ΔＺ　・・・・（５）

（５）式は、基準地点（任意の地点）から緯度がΔＹだけ、高度がΔＺだけ異なる地点では、降水に含まれる水素元素の安定同位体比が基準地点からΔδだけ異なることを表している。

[0054] 〈Δδとδ Ｄとの関係を示す式〉

複数の地域で生育した動物から採取された獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比を測定する。以下の説明では、特にことわりがない限り、動物はカシミヤ山羊とし、動物から採取された獣毛（獣毛サンプル）はカシミヤとする。

[0055] 基準地点を緯度０度、高度０度とし、採取された獣毛サンプルの産地（カシミヤ山羊が生育した地域）の緯度と高度から、上記の（５）式を用いて、基準地点の降水に含まれる水素元素の安定同位体比と、採取された獣毛サンプルの産地の降水に含まれる水素元素の安定同位体比との差Δδを求める。この差Δδの算出は、水素元素の安定同位体比の測定が行われたすべての獣毛サンプルの産地（上記複数の地域）について行われる。

[0056] 基準地点と獣毛サンプルの産地との間の降水に含まれる水素元素の安定同位体比の差Δδを横軸に、その差Δδを求めた獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比δ Ｄを縦軸にとったグラフを作成する（図１０参照）。そして、最小二乗法により、基準地点と獣毛サンプルの産地との間の降水に

含まれる水素元素の安定同位体比の差Δδ、すなわち基準地点と獣毛サンプルが採取された動物が生育している可能性がある地域（以下、この地域を「推定対象地域」と呼ぶ。）との間の降水に含まれる水素元素の安定同位体比の差Δδと、獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比δＤとの関係を示す（６）式を導出する。

[0057] δＤ＝α×Δδ＋β　・・・・（６）

但し、α、βは定数。

[0058] なお、この（６）式の導出に際しては、同一産地の獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比にばらつきがあるとき、また、同一地域の降水に含まれる水素元素の安定同位体比にばらつきがあるときは、それぞれの平均値を用いる。

[0059] （５）式を（６）式に代入すると、（７）式が得られる。

δＤ＝α×（－ｂ×ΔＹ－０．００６５×ｃ×ΔＺ）＋β　・・（７）

（７）式のδＤは、緯度（ΔＹ）と高度（ΔＺ）の関数である。

[0060] （７）式の導出の際には、最低３地域の水素元素の安定同位体比データが必要である。地域が多いほど関係式の精度が高くなるので望ましい。図１０には、８地域のデータがプロットされている。

[0061] （７）式において、ｂ＝４．０、ｃ＝３．１とした場合、α＝１．４１、β＝１９８となる。すなわち、ｂ＝４．０、ｃ＝３．１とした場合、上記の（６）式は（６ａ）式のように表される。

δＤ＝１．４１×Δδ＋１９８　・・・・（６ａ）

[0062] なお、ここでは、インターネット上で公開されているデータベース（例えば、非特許文献８参照）において、上記の地域の高度、緯度および経度に対応するΔδの値を参考にした。しかし、カシミヤ山羊の生育地域で採取した降水に含まれる水素元素の安定同位体比を実際に測定し、その値を用いて（６）式中のα値とβ値を最小二乗法により求めてもよい。

[0063] 〈Δδとδ Ｄとの関係を示す式を用いての産地の推定〉

被測定物をカシミヤとし、このカシミヤの産地が内モンゴル自治区赤峰市

の産地かどうかを識別する場合について説明する。赤峰市の緯度（ΔＹ）および高度（ΔＺ）を（７）式に代入し、カシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比δＤが取り得る値の範囲を算出する。被測定物（カシミヤ）に含まれる水素元素の安定同位体比を測定する。測定された水素元素の安定同位体比が計算から求められた値の範囲に入っていれば、被測定物は赤峰産の可能性があり、範囲から外れていれば、被測定物は赤峰産の可能性はないと判定する。

[0064] また、カシミヤの産地として知られる、外モンゴル、中国チベット、中国内モンゴル自治区に関しても、それぞれの国または地域の緯度（ΔＹ）および高度（ΔＺ）を（７）式に代入し、カシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比δＤが取り得る値の範囲を算出する。これにより、図１１に示すように、産地毎にカシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比δＤの範囲が求まる。この例では、カシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比δＤが、軽い（小さい）方から、中国チベット、外モンゴル、中国内モンゴル自治区の順に、重く（大きく）なる。被測定物（カシミヤ）に含まれる水素元素の安定同位体比δＤを測定し、測定された安定同位体比δＤが図１１中のどの範囲に入っているかを調べることで、被測定物の産地を推定することが可能となる。

[0065] なお、カシミヤ山羊の生育地域で採取した降水（生育水）およびカシミヤのそれぞれに含まれる水素元素の安定同位体比から、（６）式中のα値とβ値が求まることは上述した通りである。（７）式の代わりに、α値とβ値が設定された（６）式を用いても、カシミヤに含まれる水素元素の安定同位体比δＤの範囲が産地毎に求まる。このため、被測定物（カシミヤ）に含まれる水素元素の安定同位体比δＤを測定し、その測定結果を（６）式で求められた範囲と照合することにより、産地を推定することが可能である。

[0066] 〔水素元素の安定同位体比と炭素元素の安定同位体比とからの産地の絞り込み〕

図１２～図１５を参照しながら、被測定物としての獣毛サンプルから、そ

の獣毛サンプルが採取された動物の生育地（獣毛の産地）を推定する方法について説明する。

[0067] 先ず、獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比を測定する（図１３のステップＳ１０１）。より詳しくは、獣毛サンプルに対して凍結乾燥処理を施す（図１４のステップＳ１１１）。凍結乾燥した獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比をレーザ分光式安定同位体比分析法で測定する（図１４のステップＳ１１２）。

[0068] 測定された水素元素の安定同位体比から、その獣毛サンプルが採取された動物が生育した大凡の地域を推定する（図１３のステップＳ１０２）。前述した推定例１を採用した場合、任意の獣毛サンプルは、水素元素の安定同位体比の範囲によって、複数の地域で生育した動物の獣毛に分類される。例えば、図１２に示すように、獣毛サンプルの産地を水素元素の安定同位体比を２０‰毎に５つの地域に分類される。水素元素の安定同位体比が－２０～－４０‰の場合は地域Ｉ、－４０～－６０‰の場合は地域II、－６０～－８０‰の場合は地域III、－８０～－１００‰の場合は地域IV、－１００～－１２０‰の場合は地域Ｖである。獣毛サンプルの水素元素の安定同位体比が－１００‰だった場合、地域IVで採取されたサンプルであると推定される。

[0069] 前述した推定例２を採用した場合、予め定められた基準地点と推定対象地域（被測定物が採取された動物が生育している可能性がある地域）との間の降水に含まれる水素元素の安定同位体比の差Δδと推定対象地域で生育した動物から採取された獣毛サンプルに含まれる水素元素の安定同位体比δＤとの関係を示す式（（６）式、（６ａ）式または（７）式）と、ステップＳ１０１で測定された水素元素の安定同位体比とから、獣毛サンプルが採取された動物が育った大凡の地域が推定される。

[0070] 次に、獣毛サンプルに含まれる炭素元素の安定同位体比を測定する（図１３のステップＳ１０３）。より詳しくは、先ず、獣毛サンプルを中性洗剤で洗浄する（図１５のステップＳ１３１）。洗浄された獣毛サンプルを乾燥させる（図１５のステップＳ１３２）。乾燥した獣毛サンプルをエタノールに

浸して脱脂処理を施す（図１５のステップＳ１３３）。脱脂処理したサンプルについて、レーザ分光式安定同位体比分析法で炭素元素の安定同位体比を分析する（図１５のステップＳ１３４）。

[0071] 測定された炭素元素の安定同位体比から、その獣毛サンプルが採取された動物の餌の種類を推定する（図１３のステップＳ１０４）。このでは、餌が、Ｃ３植物、Ｃ４植物、Ｃ３植物とＣ４植物の混合餌のいずれかを推定する。

[0072] そして、ステップＳ１０２で推定された大凡の地域の中からステップＳ１０４で推定された餌が用いられる地域を絞り込み、絞り込まれた地域を獣毛サンプルが採取された動物が育った地域と推定する（図１３のステップＳ１０５）。例えば、図１２において、水素元素の安定同位体比から生育地が地域Ｉと推定され、さらに餌がＣ３植物と推定された場合、地域Ｉの中でＣ３植物の牧草を餌として動物を育てている地域は産地ｉに絞り込まれる。これにより、獣毛サンプルが採取された動物が育った地域（産地）がより狭い単位で推定され、産地推定の確度が上がる。

[0073] 図１６に、獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比と採取地（産地）との関係を例示する。図１２～図１５を用いて説明した例では、獣毛サンプルの水素元素の安定同位体比の測定結果が、地域Ｉで生育された動物の獣毛の水素元素の安定同位体比の範囲に含まれていた。このため、この地域Ｉが、獣毛サンプルが採取された動物が生育した大凡の地域と推定される。次に、炭素元素の安定同位体比の測定結果が、餌Ｃ３で生育された動物の獣毛の炭素元素の安定同位体比の範囲に含まれていた。このため、獣毛サンプルが採取された動物が育った地域が産地ｉに絞り込まれる。

[0074] 図１７に、カシミヤに含まれる炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比と採取地（産地）との関係を例示する。キルギス産のカシミヤの水素元素の安定同位体比の範囲（キルギス領域）は、中国内モンゴル自治区産のカシミヤの水素元素の安定同位体比の範囲（中国内モンゴル自治区領域）

と重なっている。この場合、カシミヤに含まれる炭素元素の安定同位体比の値で、中国内モンゴル自治区産かキルギス産かの判別を行う。

[0075] すなわち、図１７に示すように、キルギスで生育するカシミヤ山羊はＣ３植物を主な餌としているため、Ｃ３植物の炭素元素の安定同位体比の影響を受ける。一方、中国内モンゴル自治区で生育するカシミヤ山羊はＣ３植物とＣ４植物の両方を餌としているため、Ｃ３植物とＣ４植物の間の炭素元素の安定同位体比の影響を受ける。これにより、カシミヤに含まれる炭素元素の安定同位体比の値から、中国内モンゴル自治区産かキルギス産かの判別を行うことができる。

[0076] 実際の処理では、予め産地が分かっている複数の獣毛サンプルについて、炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比とを測定し、測定結果から図１６または図１７のような炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比と採取地（産地）との関係を示す表を作成しておく。そして、産地が未知の獣毛について、炭素元素の安定同位体比と水素元素の安定同位体比とを測定し、測定結果を図１６または図１７のような表に当てはめて、その獣毛が採取された動物が育った地域（産地）を推定する。

[0077] 〔酸素元素の安定同位体比の使用〕

図７より、降水の水素元素の安定同位体比と酸素元素の安定同位体比とは比例関係にあることが分かる。獣毛の水素元素の安定同位体比は、獣毛を所有する動物が摂取した水（降水）と相関関係があるため、獣毛の酸素元素の安定同位体比も、その動物が生育した地域の降水の酸素元素の安定同位体比と相関がある。よって、獣毛の水素元素の安定同位体比と同様に、酸素元素の安定同位体比から、動物の生育地を推定することができる。

[0078] 〔レーザ分光法の利用〕

安定同位体比分析の手法には、同位体比質量分析法（ＩＲＭＳ：Isotope Ratio Mass Spectrometry）や核磁気共鳴分光法（ＮＭＲ：Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy）などがある。しかし、これらの手法では、高価で大型で操作が複雑な計測装置を用いる必要があり、時間とコストがかかると

いう問題があった。このため、市中の流通過程における検査項目に安定同位体比分析を導入することは困難であった。

[0079] そこで、本実施の形態では、酸素元素の安定同位体比、水素元素の安定同位体比、炭素元素の安定同位体比の測定に際して、レーザ分光式安定同位体比分析装置を用いることができる。レーザ分光式安定同位体比分析装置では、被測定物を燃焼させることにより発生した二酸化炭素ガスおよび水蒸気にレーザ光を照射し、レーザ光の吸収量を分析することで、被測定物に含まれる酸素元素、水素元素、炭素元素の安定同位体比を簡単に分析することができる（例えば、非特許文献５参照）。

[0080] レーザ分光式安定同位体比分析装置は、同位体比質量分析法や核磁気共鳴分光法の計測装置と比べて、安価で小型で操作が簡単である。また、質量分析法による安定同位体比分析に必要な化学的な前処理が不要となり、短時間（例えば、１時間以内）での産地の推定が可能となる。したがって、レーザ分光式安定同位体比分析装置の使用により、時間とコストを低減できる。なお、レーザ分光式安定同位体比分析装置は、酸素元素／水素元素の安定同位体比の測定と、炭素元素の安定同位体比の測定のいずれかだけに用いてもよい。

[0081] 〔水素元素の安定同位体比からの産地表示の正当性判定〕

図９より、動物の生育地の緯度が１度高くなると、獣毛の水素元素の安定同位体比が６‰小さくなることが分かる。産地（緯度Ｘ’）が確実な獣毛の水素元素の安定同位体比がＹ’とする。その他の獣毛サンプルの産地の緯度（Ｘ）と水素元素の安定同位体比（Ｙ）との関係は、（８)式で表せる。

Ｙ＝－６×（Ｘ－Ｘ’）＋Ｙ’・・・・（８）

[0082] 産地（緯度Ｘ’）が確実な獣毛の水素元素の安定同位体比（Ｙ’）を基本データとして取得しておけば、（８）式を用いて、任意の獣毛の産地表示が正しいかを判断することができる。先ず、任意の獣毛の水素元素の安定同位体比（Ｙ）を調べる。その値（Ｙ）を（８）式に代入して緯度（Ｘ）を求める。求められた緯度（Ｘ）が産地表示の産地の緯度の値と一致していれば、

産地表示が正しいと判定できる。

[0083] 〔炭素元素の安定同位体比からの主食の推定〕

獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比が－２１‰より小さい場合（図６の範囲ａ）、その獣毛を所有する動物の主食がＣ３植物であると推定する。獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比が－２１‰～－１６‰の場合（図６の範囲ｂ）、その獣毛を所有する動物の主食がＣ３植物とＣ４植物の混合餌であると推定する。獣毛に含まれる炭素元素の安定同位体比が－１６‰より大きい場合（図６の範囲ｃ）、その獣毛を所有する動物の主食がＣ４植物であると推定する。

[0084] 〔コンピュータへの適用〕

上述した産地推定方法は、コンピュータを用いて実施することもできる。図１８に示すように、コンピュータ１０は、ＣＰＵ１１と、メモリ１２と、入出力インターフェース（Ｉ／Ｆ）１３，１４とを含んでいる。これらの回路はバス１５によって相互に接続されている。

[0085] 入出力インターフェース１３には、レーザ分光式安定同位体比分析装置２０が接続されている。被測定物（獣毛）に含まれる水素元素または酸素元素の安定同位体比についての測定結果と、炭素元素の安定同位体比についての測定結果が、レーザ分光式安定同位体比分析装置２０から順次コンピュータ１０に出力される。なお、レーザ分光式安定同位体比分析装置２０がコンピュータ１０に接続されていない場合には、オペレータが測定結果をマニュアルでコンピュータ１０に入力してもよい。入出力インターフェース１４には、モニタ３０が接続されている。

[0086] メモリ１２には、図１のステップＳ３、図２のステップＳ３１～Ｓ３３、または、図１３のステップＳ１０２，Ｓ１０４，Ｓ１０５を実行するために必要なプログラムが記録されている。ＣＰＵ１１は、メモリ１２に記録されているプログラムにしたがって動作し、各種元素の安定同位体比についての測定結果から、被測定物が採取された動物が育った地域を推定する。被測定物の産地表示が正しいかどうかの判断をしてもよい。ＣＰＵ１１は、これら

の推定結果をモニタ３０に表示する。

[0087] 〔実施の形態の拡張〕

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明の技術思想の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0088] 例えば、上述したように、水素元素および炭素元素の安定同位体比を測定する際には、それぞれ前処理（ステップＳ１１１，Ｓ１３１～１３３）を行うことで、より正確な測定結果が得られ、より確度の高い産地の推定が可能となる。しかし、大まかな推定結果が得られればよい場合などでは、前処理を省略してもよい。

[0089] また、被測定物として獣毛、特にカシミヤの毛の産地を推定する場合について説明した。しかし、本発明は例えば羊毛の産地推定にも利用できる。

符号の説明

[0090] １０…コンピュータ、１１…ＣＰＵ、１２…メモリ、１３，１４…入出力インターフェース、１５…バス、２０…レーザ分光式安定同位体比分析装置、３０…モニタ。

請求の範囲

[請求項1] 動物から採取された被測定物に含まれる炭素元素の安定同位体比を測定する第１のステップと、

前記被測定物に含まれる水の構成元素の安定同位体比を測定する第２のステップと、

前記測定された炭素元素の安定同位体比と前記測定された水の構成元素の安定同位体比とから前記動物が育った地域を推定する第３のステップと

を備える産地推定方法。

[請求項2] 請求項１に記載された産地推定方法において、

前記第１のステップは、

前記被測定物を中性洗剤で洗浄するステップと、

前記洗浄された被測定物を乾燥させるステップと、

前記乾燥した被測定物をエタノールに浸して脱脂処理を施すステップと、

脱脂処理を施された前記被測定物に含まれる前記炭素元素の安定同位体比を測定するステップと

を含む産地推定方法。

[請求項3] 請求項１または２に記載された産地推定方法において、

前記第２のステップは、

前記被測定物を凍結乾燥するステップと、

凍結乾燥した前記被測定物に含まれる前記水の構成元素の安定同位体比を測定するステップと

を含む産地推定方法。

[請求項4] 請求項１～３の何れか１項に記載された産地推定方法において、

前記第３のステップは、

前記測定された水の構成元素の安定同位体比から前記動物が生育した大凡の地域を推定するステップと、

前記測定された炭素元素の安定同位体比から前記動物の生育に用いられた餌を推定するステップと、

前記推定された大凡の地域の中から前記推定された餌が用いられる地域を絞り込み、絞り込まれた地域を前記動物が育った地域と推定するステップと

を含む産地推定方法。

[請求項5] 請求項４に記載された産地推定方法において、

前記大凡の地域を推定するステップは、前記測定された水の構成元素の安定同位体比と関係式とから前記大凡の地域を推定するステップを含み、前記関係式は、予め定められた基準地点の降水に含まれる水の構成元素の安定同位体比と推定対象地域の降水に含まれる水の構成元素の安定同位体比との差Δδと、前記推定対象地域で生育した動物から採取される被測定物に含まれる水の構成元素の安定同位体比δＤとの関係を示している産地推定方法。

[請求項6] 請求項５に記載された産地推定方法において、

前記関係式は、

δＤ＝１．４１×Δδ＋１９８

である産地推定方法。

[請求項7] 請求項１～６の何れか１項に記載された産地推定方法において、

前記第１のステップおよび前記第２のステップの少なくとも一方は、前記被測定物を燃焼させることにより発生した二酸化炭素ガスおよび水蒸気にレーザ光を照射し、前記レーザ光の吸収量を分析することで、前記被測定物に含まれる炭素元素および水の構成元素の少なくとも一方の安定同位体比を分析するレーザ分光式安定同位体比分析装置を用いるステップを含む産地推定方法。

[請求項8] 請求項１～７の何れか１項に記載された産地推定方法において、

前記被測定物は、獣毛である産地推定方法。

[請求項9] 請求項１～７の何れか１項に記載された産地推定方法において、

前記被測定物は、カシミヤ山羊の毛である産地推定方法。

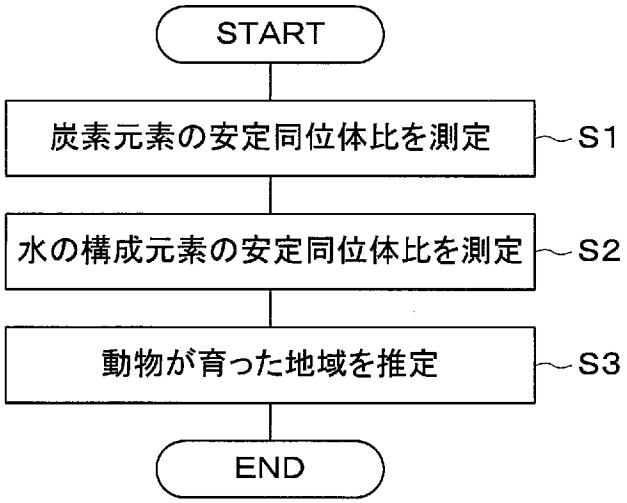
[請求項10] 請求項１～９の何れか１項に記載された産地推定方法において、

前記水の構成元素は、水素元素である産地推定方法。

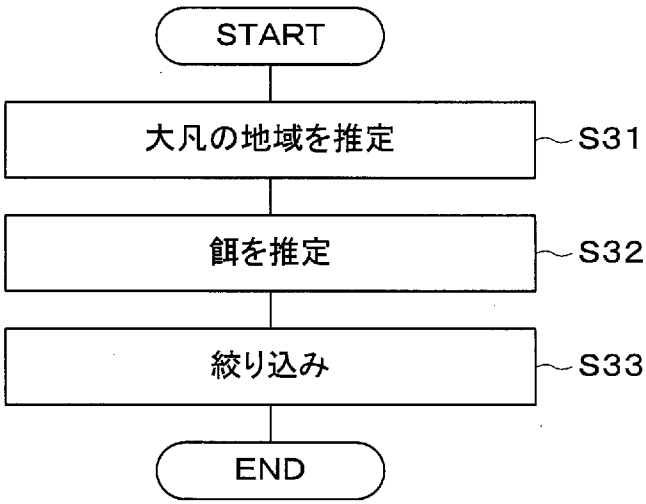
[請求項11] 請求項１～９の何れか１項に記載された産地推定方法において、

前記水の構成元素は、酸素元素である産地推定方法。

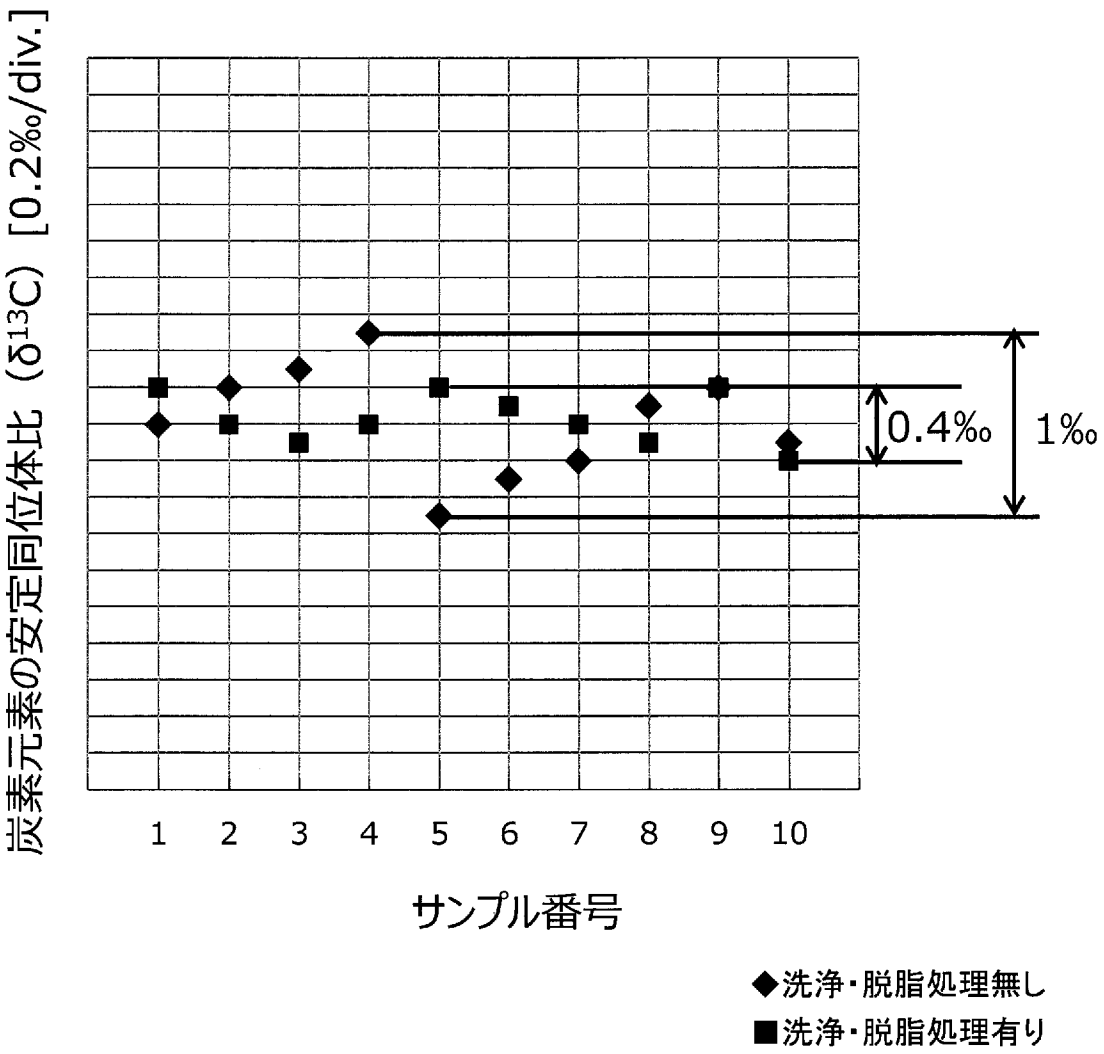
[図1]


START
炭素元素の安定同位体比を測定
S1
水の構成元素の安定同位体比を測定
S2
動物が育った地域を推定
S3
END

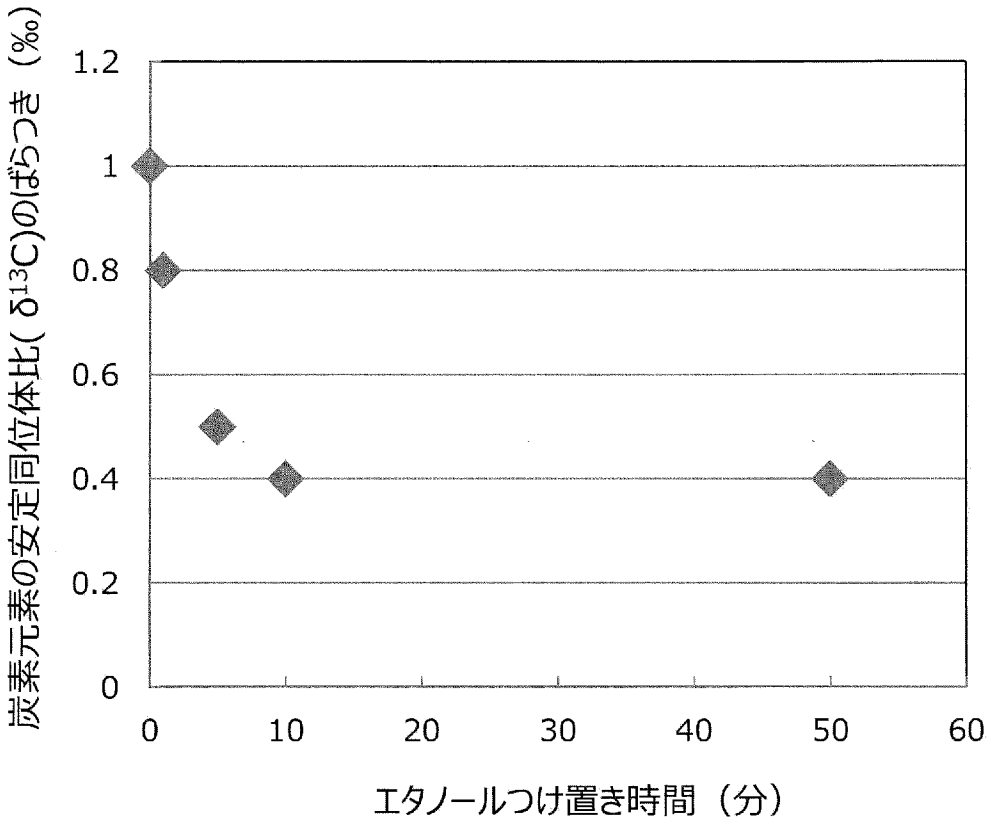
[図2]


START
大凡の地域を推定
S31
餌を推定
S32
絞り込み
S33
END

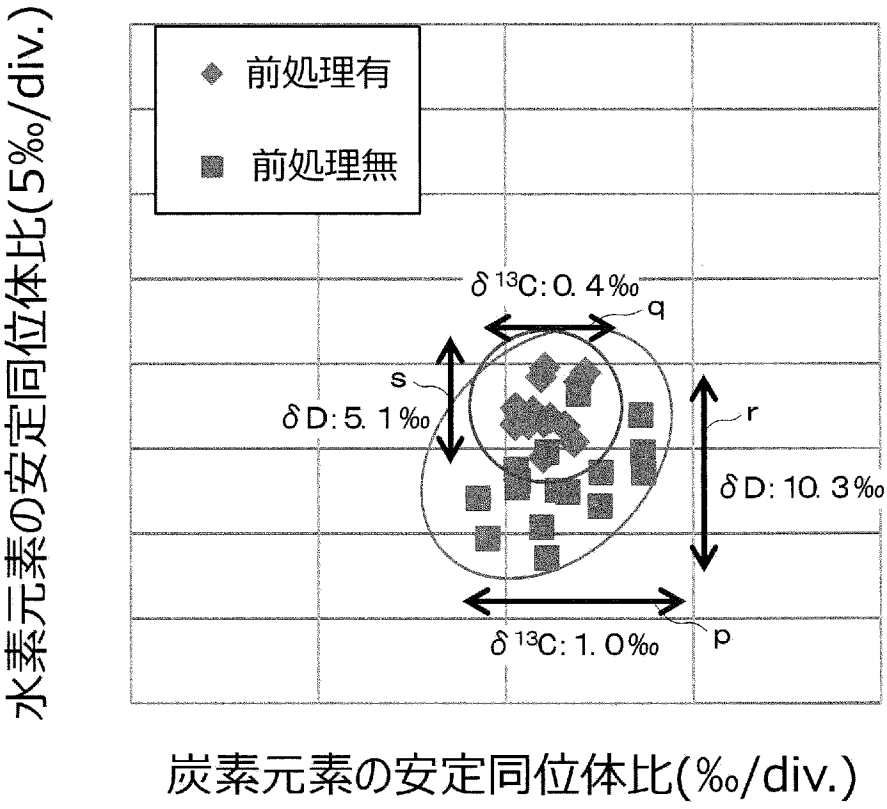
[図3]


炭素元素の安定同位体比（δ13C）[0.2‰/div.]
0.4‰
1‰
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
サンプル番号
◆洗浄・脱脂処理無し
■洗浄・脱脂処理有り

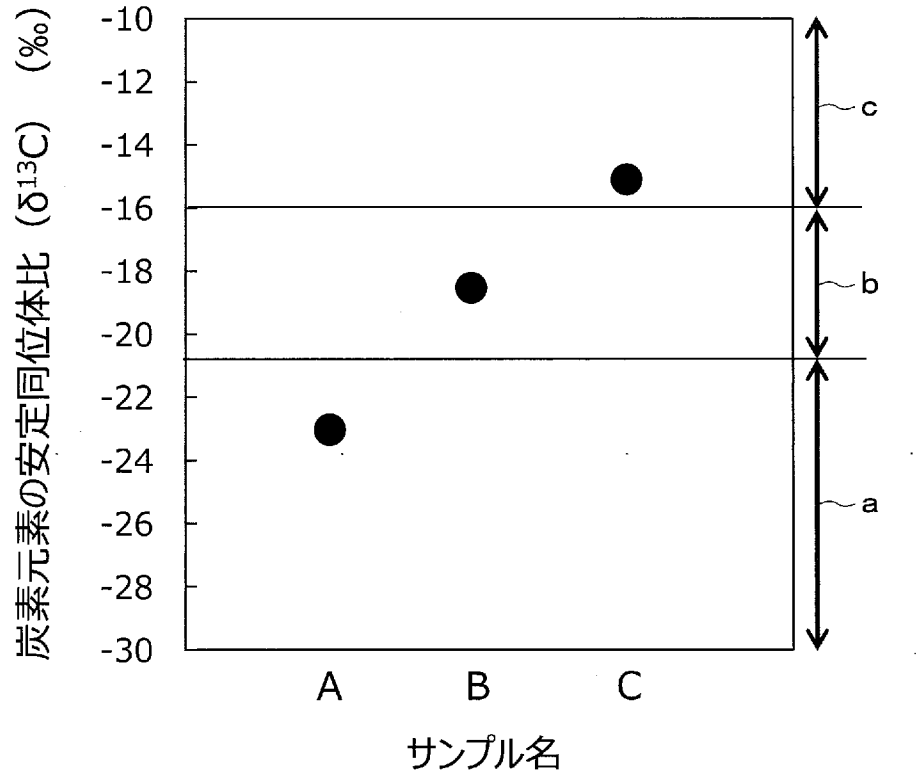
[図4]


炭素元素の安定同位体比(δ13C)のばらつき（‰）
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
10
20
30
40
50
60
エタノールつけ置き時間（分）

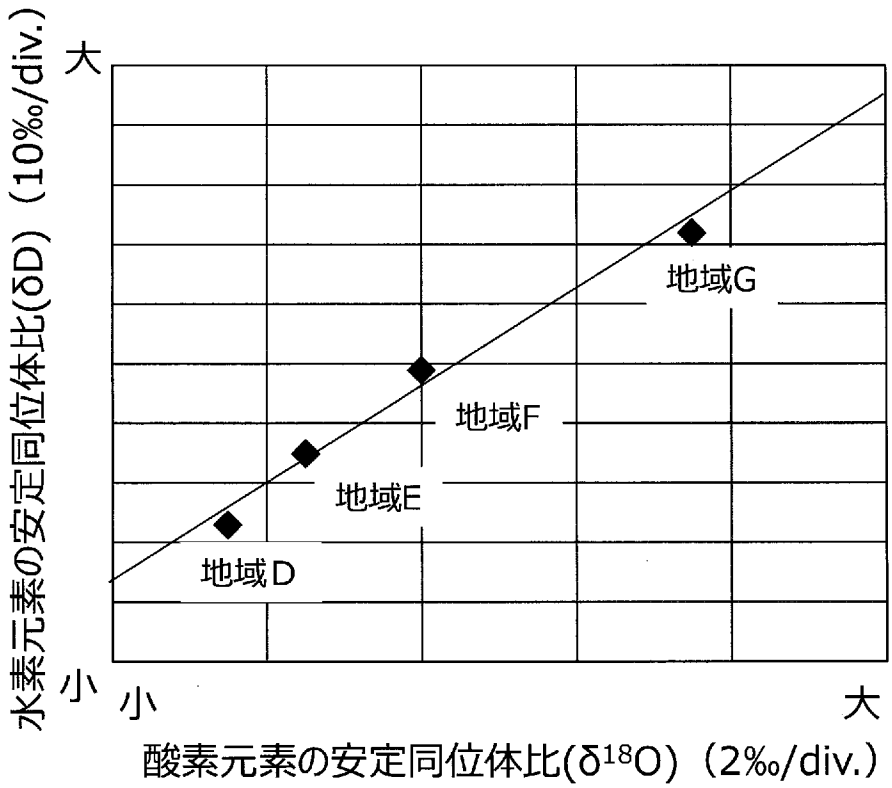
[図5]


水素元素の安定同位体比(5‰/div.)
前処理有
前処理無
δ13C: 0. 4‰
q
s
δD: 5. 1‰
r
δD: 10. 3‰
δ13C: 1. 0‰
p
炭素元素の安定同位体比(‰/div.)

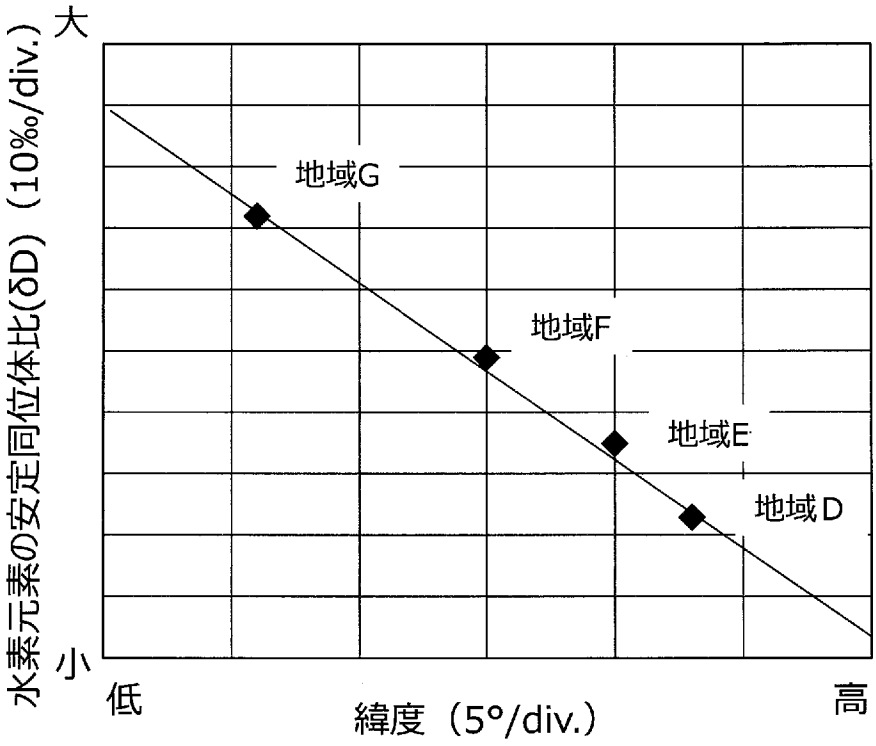
[図6]


炭素元素の安定同位体比（δ13C）（‰）
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
-30
A
B
C
サンプル名
a
b
c

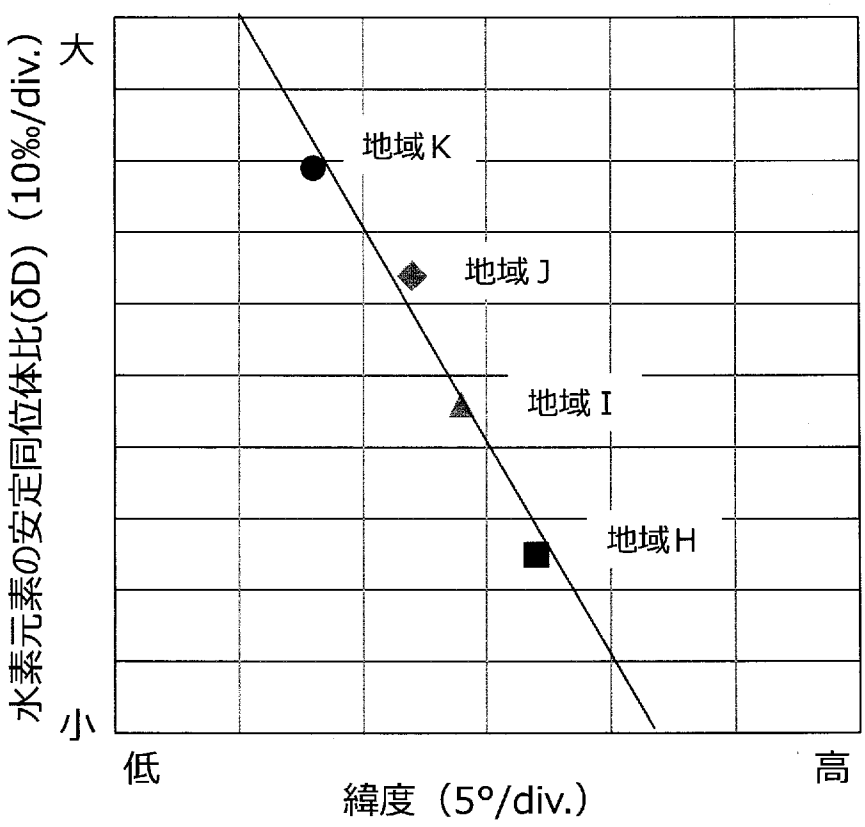
[図7]


水素元素の安定同位体比(δD)（10‰/div.）
大
小
小
大
酸素元素の安定同位体比(δ18O)（2‰/div.）
地域D
地域E
地域F
地域G

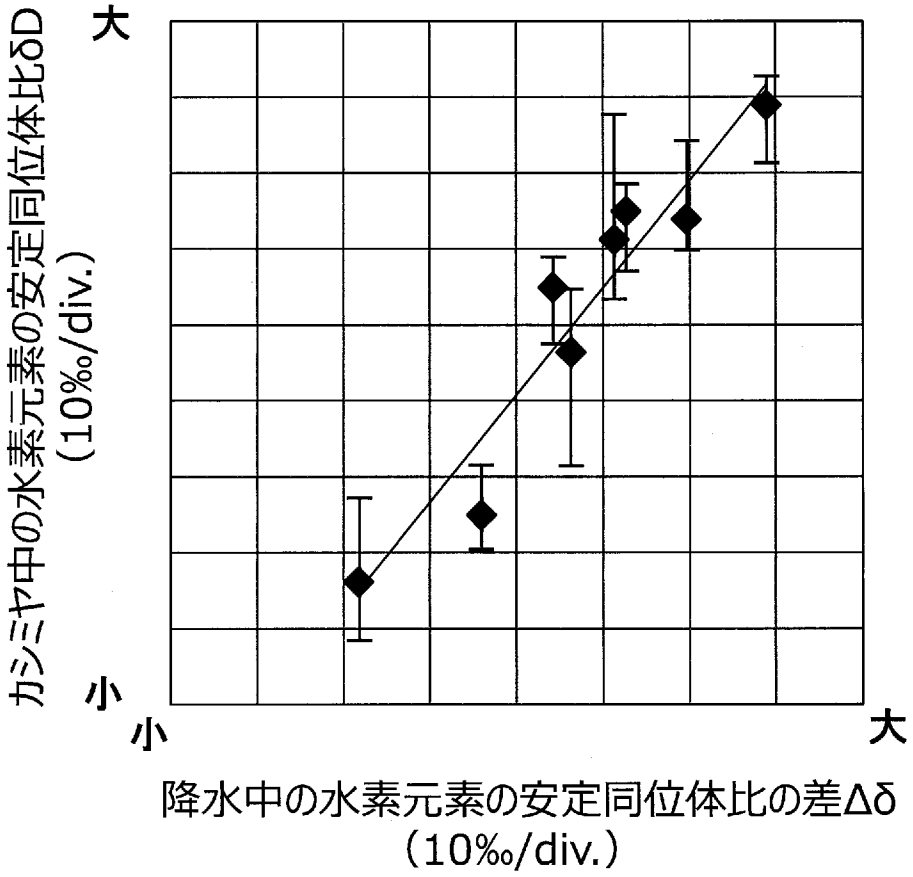
[図8]


大
小
水素元素の安定同位体比(δD)（10‰/div.）
地域G
地域F
地域E
地域D
低
高
緯度（5°/div.）

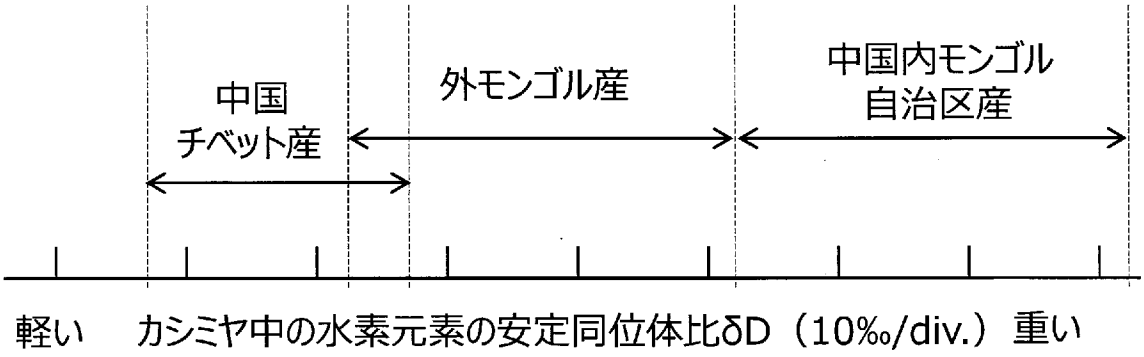
[図9]


大
小
水素元素の安定同位体比(δD)（10‰/div.）
地域K
地域J
地域I
地域H
低
高
緯度（5°/div.）

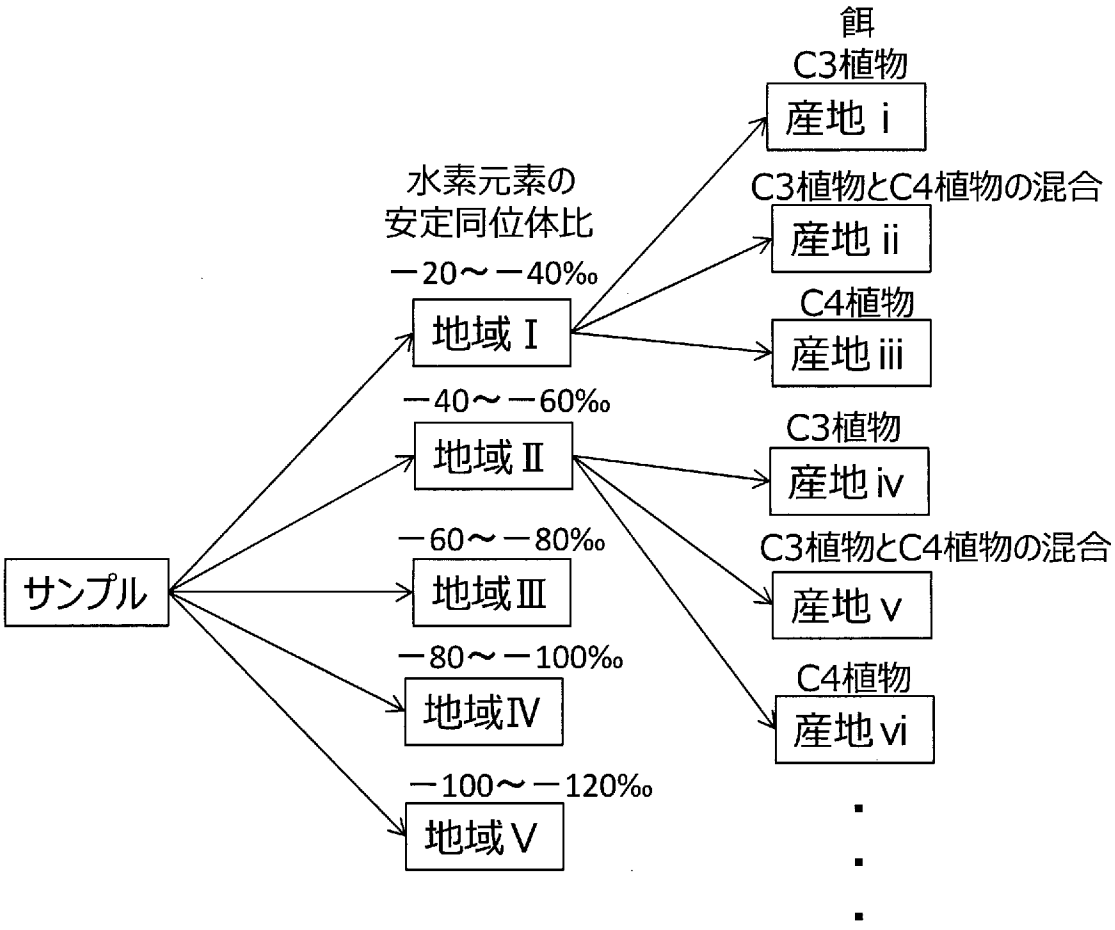
[図10]


カシミヤ中の水素元素の安定同位体比δD
（10‰/div.）
大
小
小
大
降水中の水素元素の安定同位体比の差Δδ
（10‰/div.）

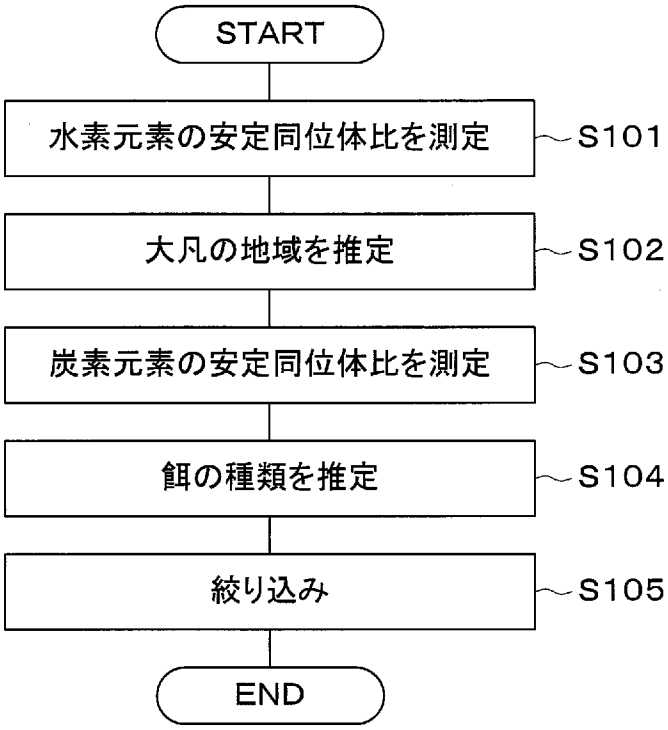
[図11]


中国
チベット産
外モンゴル産
中国内モンゴル
自治区産
軽い
カシミヤ中の水素元素の安定同位体比δD（10‰/div.）
重い

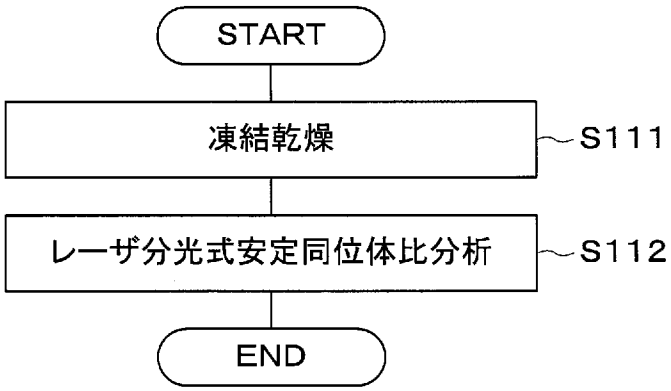
[図12]


餌
C3植物
産地 i
水素元素の
安定同位体比
C3植物とC4植物の混合
産地 ii
−20〜−40‰
地域 I
C4植物
産地 iii
−40〜−60‰
地域 II
C3植物
産地 iv
−60〜−80‰
サンプル
C3植物とC4植物の混合
地域 III
産地 v
−80〜−100‰
C4植物
地域 IV
産地 vi
−100〜−120‰
地域 V

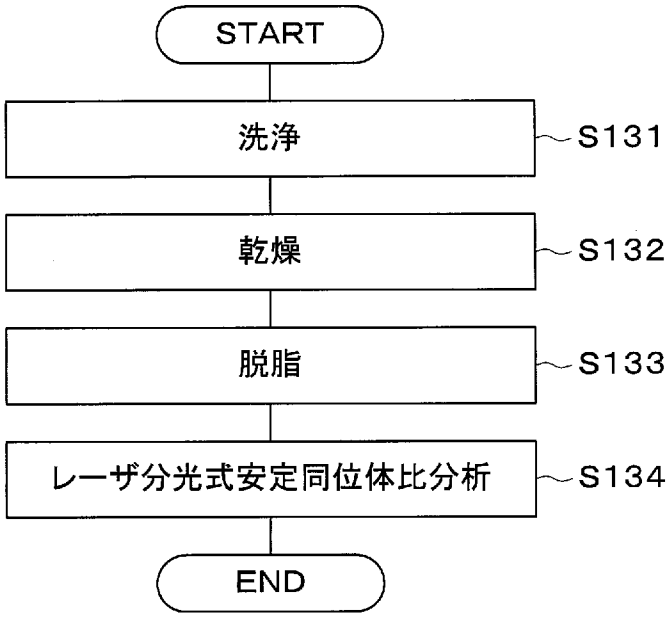
[図13]


START
水素元素の安定同位体比を測定
S101
大凡の地域を推定
S102
炭素元素の安定同位体比を測定
S103
餌の種類を推定
S104
絞り込み
S105
END

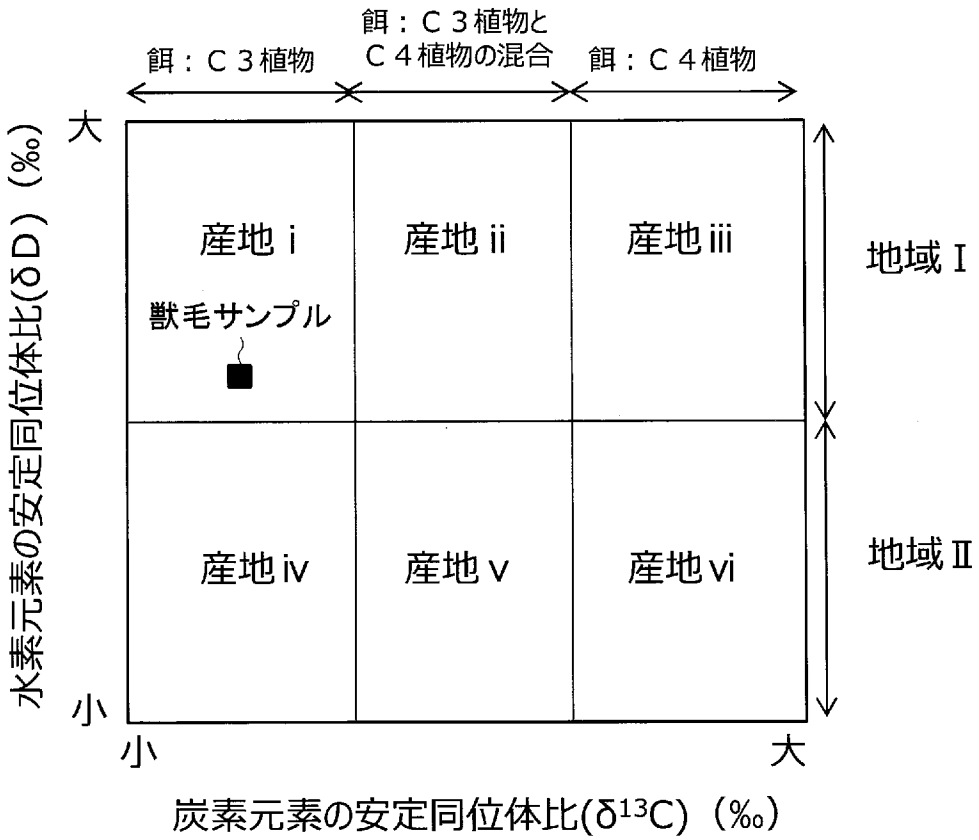
[図14]


START
凍結乾燥
S111
レーザ分光式安定同位体比分析
S112
END

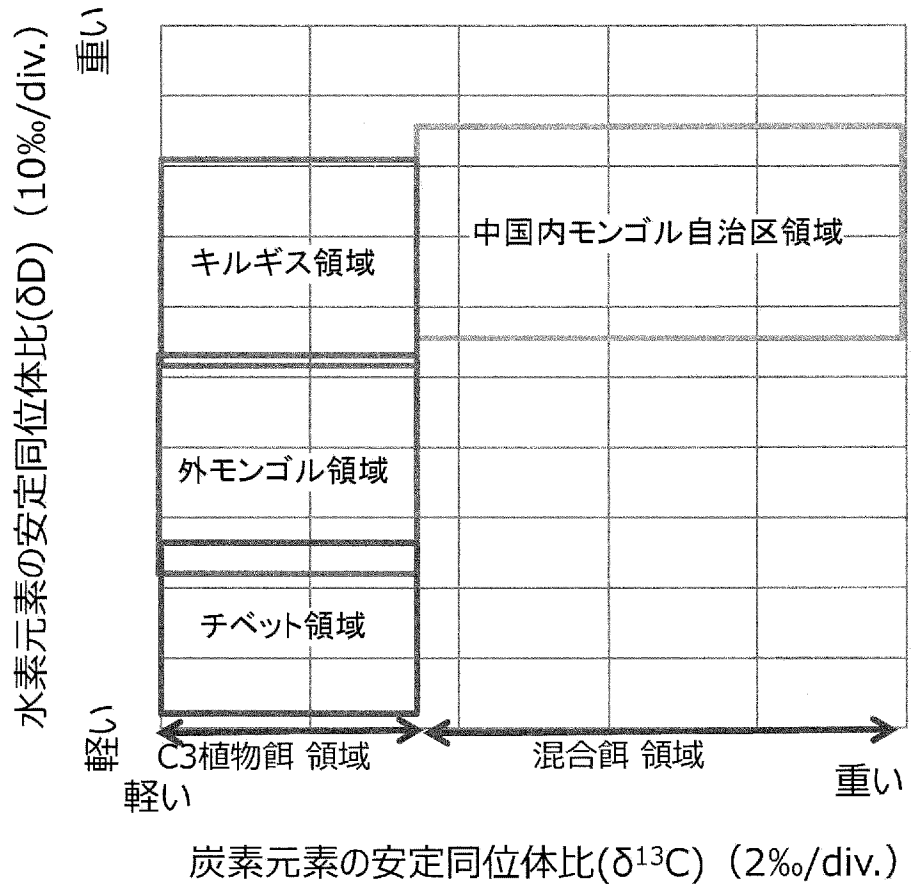
[図15]


START
洗浄
S131
乾燥
S132
脱脂
S133
レーザ分光式安定同位体比分析
S134
END

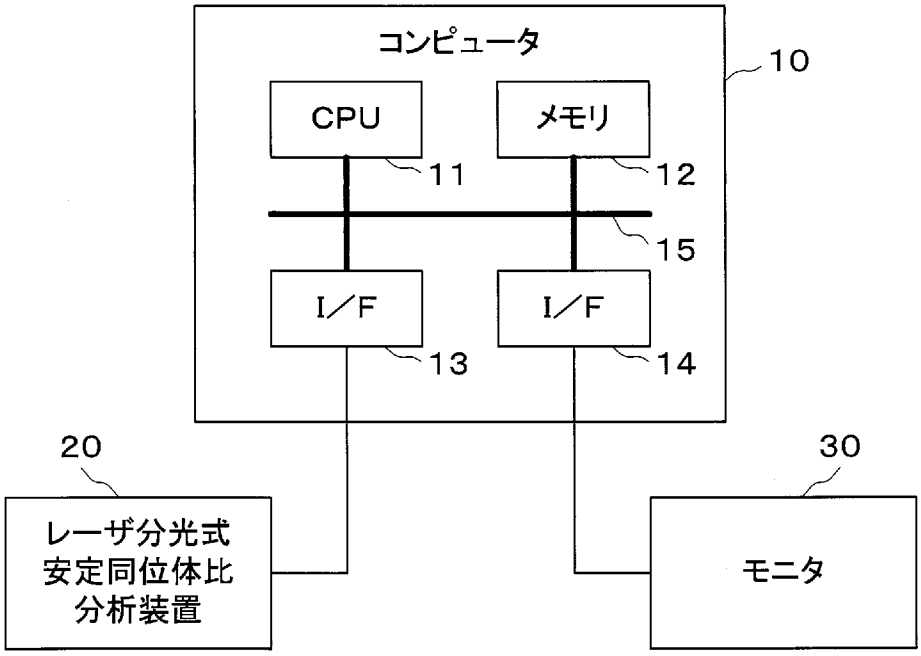
[図16]


餌：Ｃ３植物
餌：Ｃ３植物と
Ｃ４植物の混合
餌：Ｃ４植物
大
小
水素元素の安定同位体比(δD)（‰）
産地ⅰ
獣毛サンプル
産地ⅱ
産地ⅲ
産地ⅳ
産地ⅴ
産地ⅵ
地域Ⅰ
地域Ⅱ
小
大
炭素元素の安定同位体比(δ13C)（‰）

[図17]


水素元素の安定同位体比(δD) (10‰/div.)
重い
軽い
キルギス領域
中国内モンゴル自治区領域
外モンゴル領域
チベット領域
C3植物餌 領域
混合餌 領域
軽い
重い
炭素元素の安定同位体比(δ13C) (2‰/div.)

[図18]


コンピュータ
10
CPU
メモリ
11
12
15
I/F
I/F
13
14
20
30
レーザ分光式
安定同位体比
分析装置
モニタ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/009952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N21/39(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. G01N21/00-21/61

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), J-STAGE, KAKEN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	化学分析を用いた農産物の産地判別技術の開発, 日本食品保蔵科学会第65回大会講演要旨集, 日本食品保蔵科学会, 25 June 2016, pp. 27-30, non-official translation ("Development of determination method for the geographical origin of agricultural products using chemical analysis", Lecture abstracts of the 65th conference of Japan Association of Food Preservation Science, Japan Association of Food Preservation Science)	1 2-4,7-11 5-6
X Y A	レーザガスセンシング技術を用いた安定同位体比分析とその応用, 電子情報通信学会論文誌 C, 14 July 2017, vol. J100-C, no. 8, pp. 310-315, ("Stable Isotope Ratio Analysis Using Laser Gas Sensing Technology and Its Applications", Proceedings C of IEICE)	1 2-4, 7-11 5-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
18 April 2019 (18.04.2019)	14 May 2019 (14.05.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/009952

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	"Geographical Analysis of Olive Oil Samples Originating from Eight Countries Using Picarro's Novel Simultaneous 13C + D CM-CRDS Isotope Analyzer", PICARRO Application Note, AN029, PICARRO, INC., 2011	1 2-4, 7-11 5-6
Y	窒素・炭素安定同位体によるツキノワグマ捕獲固体の養魚場ニジマス加害履歴の推定, 哺乳類科学, 2007, vol. 47, no. 1, pp. 19-23, ("Carbon and nitrogen stable isotope evidence for the involvement of a captured Asiatic black bear in damages at a rainbow trout farm", Honyurui Kagaku)	2-4
Y	窒素・炭素安定同位体を用いたツキノワグマ「駆除」個体の生息環境履歴の解明, PRO NATURA FUND 第14期(2003年) 助成成果報告書, 28 September 2011, [retrieved on 18 April 2019], <URL:http://web.archive.org/web/20110928055925/https://www/nacsj.or.jp/pn/houkoku/h14/h14-no13.html>, <URL:https://www/nacsj.or.jp/pn/houkoku/h14/h14-no13.html>, non-official translation ("Investigation of habitat history using carbon and nitrogen stable isotopes in Asiatic black bears captured and killed", PRO NATURA FUND, 14th (2003) grant performance report)	2, 4
Y	鳥類生態学における安定同位体測定法の応用, 山階鳥類研究所報告, 1998, vol. 30, no. 2, pp. 59-82, doi:10.3312/jyio1952.30.59, ("Stable Isotope Analysis in Avian Ecology", Journal of the Yamashina Institute for Ornithology)	2, 4
A	高感度レーザガスセンシング技術と同位体比分析応用, NTT技術ジャーナル, February 2014, vol. 26, no. 2, pp. 27-30, non-official translation ("High sensitivity laser gas sensing technology and application of isotope ratio analysis", NTT Technical Journal)	1-11
A	JP 2017-219428 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 14 December 2017 (Family: none)	1-11
A	WO 2016/063918 A1 (RIKEN, INSTITUTE OF PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCH) 28 April 2016 (Family: none)	1-11
A	JP 2006-189351 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 20 July 2006 (Family: none)	1-11
A	JP 2015-224901 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 14 December 2015 (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００９９５２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/39(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.　G01N21/00-21/61

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), J-STAGE, KAKEN

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
X Y A	化学分析を用いた農産物の産地判別技術の開発，日本食品保蔵科学会第６５回大会講演要旨集，日本食品保蔵科学会，2016.06.25，第２７－３０頁	1 2-4，7-11 5-6
X Y A	レーザガスセンシング技術を用いた安定同位体比分析とその応用，電子情報通信学会論文誌　Ｃ，2017.07.14，Vol. J100-C，No. 8，pp. 310-315	1 2-4，7-11 5-6

☑　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
１８．０４．２０１９	１４．０５．２０１９

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）　２Ｗ　８３５３
嶋田　行志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５７

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
X Y A	Geographical Analysis of Olive Oil Samples Originating from Eight Countries Using Picarro's Novel Simultaneous 13C + D CM-CRDS Isotope Analyzer, PICARRO Application Note, AN029, PICARRO, INC., 2011	1 2-4, 7-11 5-6
Y	窒素・炭素安定同位体によるツキノワグマ捕獲固体の養魚場ニジマス加害履歴の推定，哺乳類科学，2007，第４７巻、第１号，第１９－２３頁	2-4
Y	窒素・炭素安定同位体を用いたツキノワグマ「駆除」個体の生息環境履歴の解明，PRO NATURA FUND　第 14 期(2003 年)助成成果報告書，2011.09.28，[2019.04.18 検索]，<URL:http://web.archive.org/web/20110928055925/https://www/nacsj.or.jp/pn/houkoku/h14/h14-no13.html>，<URL: https://www/nacsj.or.jp/pn/houkoku/h14/h14-no13.html>	2，4
Y	鳥類生態学における安定同位体測定法の応用，山階鳥類研究所報告，1998，第３０巻、第２号，第５９－８２頁，doi: 10.3312/jyio1952.30.59	2，4
A	高感度レーザガスセンシング技術と同位体比分析応用，ＮＴＴ技術ジャーナル，2014.02，第２６巻、第２号，第２７－３０頁	1-11
A	JP 2017-219428 A（日本電信電話株式会社）2017.12.14，（ファミリーなし）	1-11
A	WO 2016/063918 A1（国立研究開発法人理化学研究所）2016.04.28，（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2006-189351 A（三菱マテリアル株式会社）2006.07.20，（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2015-224901 A（日本電信電話株式会社）2015.12.14，（ファミリーなし）	1-11