

平成 2 7 年度農地土壌炭素貯留等基礎調査事業

農地管理実態調査の定点調査及び基準点調査

における土壌炭素調査実施方法

( 調査マニュアル 2015 )

農地土壌温室効果ガス排出量算定コンソーシアム

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 本書の内容・目的                 | 2  |
| 1. 現地圃場調査・試料採取法          | 2  |
| 1) 断面調査と簡易調査について         | 2  |
| 2) 土壌採取位置                | 3  |
| (1) 通常の圃場                | 3  |
| (2) 深耕・攪乱がある圃場           | 3  |
| (3) 切り盛りのある圃場            | 3  |
| (4) 樹園地                  | 3  |
| 3) 断面調査及び試料採取            | 3  |
| (1) 用具                   | 3  |
| (2) 断面作成及び試料採取位置         | 4  |
| (3) 層区分、および炭素・窒素分析用試料採取法 | 4  |
| (4) 仮比重計測用試料採取法          | 6  |
| 4) 簡易調査法（円柱試料採取器による採取）   | 8  |
| (1) 用具                   | 8  |
| (2) 土壌採取位置               | 8  |
| (3) 採取方法                 | 8  |
| (4) 仮比重及び全炭素・全窒素測定用試料の調整 | 9  |
| (5) 黒ボク土樹園地での測定例         | 9  |
| 5) 草地における現地圃場調査・試料採取法    | 11 |
| 2. 試料調整                  | 13 |
| 3. 分析法                   | 13 |
| 1) 仮比重（容積重）              | 13 |
| 2) 炭素・窒素分析               | 13 |
| 3) 炭酸塩を含む試料での炭素分析法       | 17 |
| 4. データ送付用エクセルファイル等について   | 18 |
| 1) 地点番号の付け方              | 18 |
| 2) データの入力方法              | 18 |
| 定点調査用データ用ファイル            | 18 |
| 基準点調査データ用ファイル            | 19 |
| 基準点用耕種概要記入シート            | 19 |
| 附1 3層に分けて採取する場合          | 20 |

## 本書の内容・目的

本事業では、一般農家は場を対象とし土壌炭素蓄積量及び有機物施用、作物残渣の鋤込み等土壌炭素の維持蓄積に寄与すると考えられる農地管理の実態(活動量)の調査を行う定点調査、また化学肥料単用区、有機物施用区、土壌炭素貯留区を設けて土壌炭素の変動・蓄積状況を調査する基準点調査を行う。この冊子では、これら調査を行うに当たって必要とされる、現地での土壌調査・試料採取法、土壌分析法等について解説する。

### 1. 現地圃場調査・試料採取法

#### 1) 断面調査と簡易調査について

現地土壌調査・試料採取では、土壌断面を作成して行う従来からの方法に加え、円筒試料採取器を用いる簡易調査法を取り入れた。土壌断面を作成して調査・試料採取する方法が基本ではあるが、ほ場が狭い、大きな試坑を掘ることが出来ない、ほ場内の離れた地点から簡易に試料を採取したい等の状況に対応するため、簡易調査法を導入した。双方、利点と弱点があるが、現場の状況にあわせて選択されるべきものとする。



従来法



簡易調査法

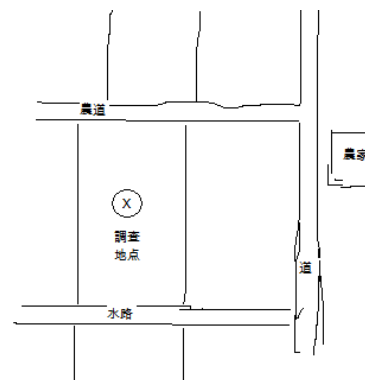
| 従来法と簡易調査法の比較 |  |                               |
|--------------|--|-------------------------------|
|              | 従来法  | 簡易調査法                         |
| 適用土壌         | あらゆる土壌で実施できる。                              | 硬さ、礫含量等によって制限される。             |
| 労力           | 1m以上の試坑に比べ40cm程度ならさほどではないが、ある程度の労力は必要。     | 試坑調査に比べ、労力は少ない。               |
| 時間           | ある程度かかる。                                   | 短時間ですむ。                       |
| 連続調査         | 試坑及びその周辺が攪乱されるので、次回調査は多少離れた場所で行う必要がある。     | ほ場の攪乱が少なく、狭い区画でも、継続的な試料採取が可能。 |
| 地点数          | 同一ほ場内に、毎年3カ所の試坑を掘るのは現実的でないで、1カ所で調査することになる。 | ほ場内に自由に、複数の調査地点を配置できる。        |

## 2) 土壌採取位置

調査圃場内に、0-30cmの土壌についてその圃場の代表的な値が得られるように試料採取地点を選定する。また、次年度以降ほぼ同じ地点（前回の調査による攪乱の影響がない程度に離れたところ）で試料採取出来るように、試料採取箇所をGPSによる測定及び見取り図で記録する。なお、GPSが使えない場合は、地形図、インターネット上の地図サービス（国土地理院等）などで緯度経度を推定する。

### (1) 通常の圃場（基本）

堆肥の散布ムラ等を考慮して採取位置を設定する。



試料採取位置の見取り図  
X：採取位置（断面調査）  
○：周辺採取範囲

### (2) 深耕・攪乱がある圃場

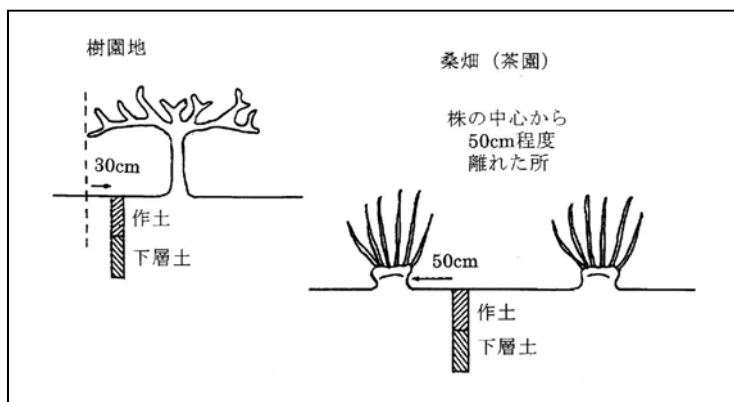
部分的に深耕・攪乱（例えば水田の暗渠、ゴボウ畑のトレンチャーによる深耕、果樹園の局所施肥のための溝切り等）がある場合は、攪乱部分を避けて不攪乱地点を採取位置に選定する。全面的に深耕・攪乱が行われている場合は基本と同じ。

### (3) 切り盛りのある圃場

傾斜地にある圃場は一般的に、切土・盛土によって平坦化している。このような圃場の場合、切土、盛土部を避けて、元の状態の地点を採取位置に選定する。なお、切り盛りが不明瞭でどこが元の状態の部分かわからない場合は、ほ場の中心付近で調査する。

### (4) 樹園地

樹園地・桑畑、茶園等では、下図を参考にして設定する。



樹園地の試料採取位置

## 3) 断面調査及び試料採取

### (1) 用具

試料採取：スコップ、剪定ばさみ、スケール（折り尺など）、調査用コテ、ナイフ

現地で3サンプルを混合する場合：はかり、土壌混合用トレイ・バット

断面調査を行う場合：検土杖、土色帳、硬度計、調査用試薬（ジピリジルなど）、カメラ等

サンプル用具： ポリエチレン袋（厚手で強い物）とひも

試料円筒（100mlコア）、ナイフ、ビニールテープ

## （２）断面作成及び試料採取位置

40cm程度の深さの土壌断面（右写真）を作製する。

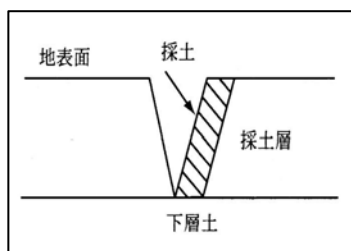
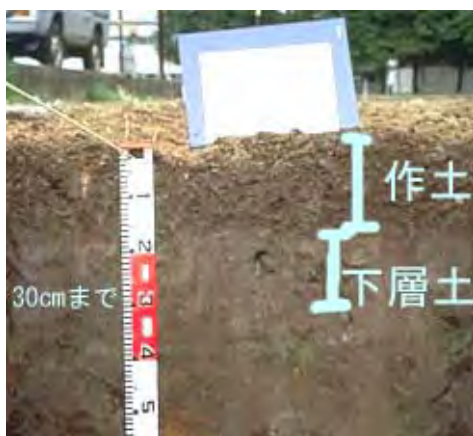
断面を作成する場合は、断面周辺の3カ所（各点は互いに30cm以上離して設定）からコア試料（各層3個）、炭素窒素分析用土壌試料（各層3個、各最小150g以上）を採取する（右写真丸数字参照）。



## （３）層区分、および炭素・窒素分析用試料採取法

### ア. 作土層がある場合：

あ) 畝がない場合：作土層、およびそれより下から地表からの深さが30cmまでの層（下層土）から採取する（基本）。作土層など層の下限を記録する。表面に落葉・落枝、堆肥などの未分解有機物がある場合はそれを除く。層の深さ全体から試料が採れるように、一定の厚さで採取する（たとえば10cm×10cm×深さcm）。下層に複数層が存在する場合については、附1（p. 20）を参照。なお、耕起直後に試料採取する場合は、緩く踏んでから採取する。

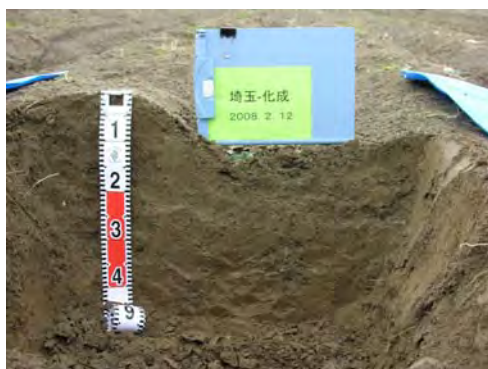


作土の試料採取法



作土を10×10cmで層厚（16cm）分採取した様子。

い) 畝がある場合： 畝を壊し（耕し）、平坦な作土層を作った上で、畝がない場合と同様に試料採取する。下層土については、畝のない場合と同様。



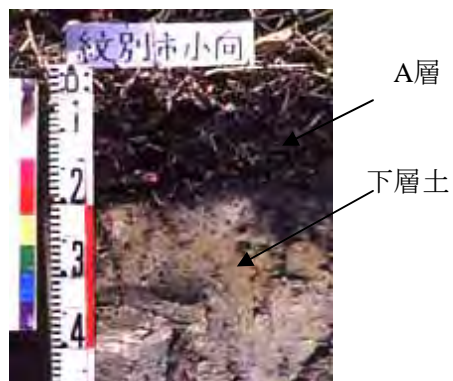
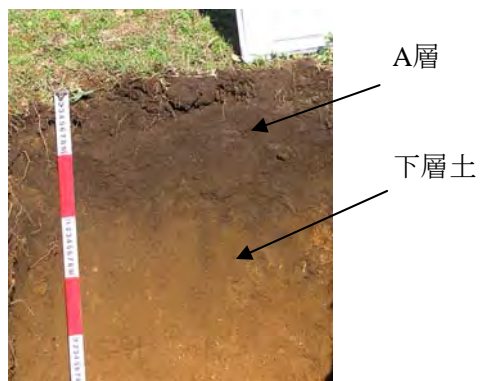
- 1) 1部分の畝を壊して、平坦な作土を作る。そのとき、作土を足や手で適度に押し、作土が畝・畝間を平均した厚さになるようにする。
- 2) 作土の厚さを測る。
- 3) 作成した作土部分から、コア試料及び炭素窒素分析用試料を採取する。

注：作物が栽培中等のため畝を崩すのが困難な場合は、畝の肩部分から作土試料を採取する。その場合、作土の厚さは、畝を崩して平均化した場合の厚さを推定する。



イ. 作土層が無い場合：

A層（腐植に富む暗色の表層）とそれより下から深さ30cmまでの層から採取する。なお、地表部に落葉落枝（L層）、稲わらなど作物残渣、またはルートマット層がある場合はこれらを取り除き、その下の鉱質土層から試料採取する。下層に複数層が存在する場合は、作土がある場合と同じ。



作土がない場合の例



落葉落枝がある場合は、採取箇所から取り除いてから試料を採取する。

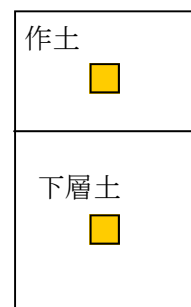
層別に、3箇所から採取した試料を等量（最小で150g程度以上）ずつ混合する。

#### (4) 仮比重計測用試料採取法

##### ア. コアを用いる場合

水田・畑、樹園地・草地（作土層がある場合）：作土層およびそれより下から深さ30cmまでの層の中心部から採取する。

樹園地・草地（作土層が無い場合）：A層（腐植に富む暗色の表層）とそれより下から深さ30cmまでの層の中心部から採取する。



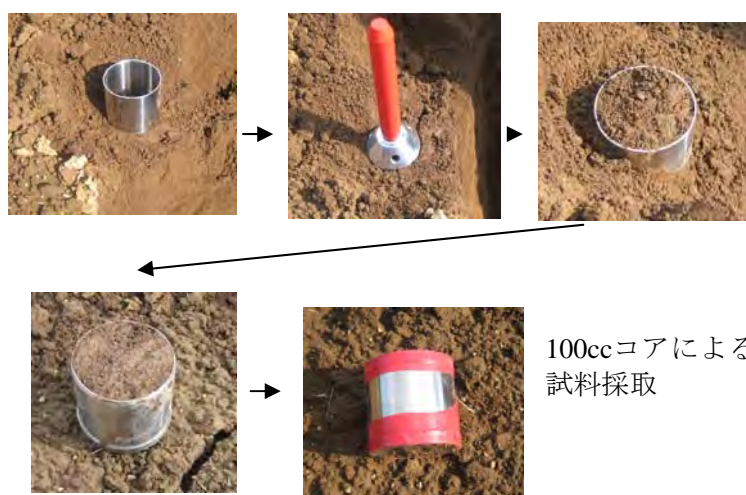
##### イ. ブロックで採取する場合

礫が多い、薄い等のためコアでの採取が困難な場合は直方体ブロック

状で採取し、ポリ袋に入れる。その際、採取後に残されている採取部分の幅、奥行き、厚み（または面積と深さ）を計測して記載する。

コアは層の中心から採取

基岩などがあり30cmまで採取できない時は、その深さを記載する。



100ccコアによる  
試料採取



ブロックで土壌を採取。  
縦・横・深さを測り、  
体積を計算する。

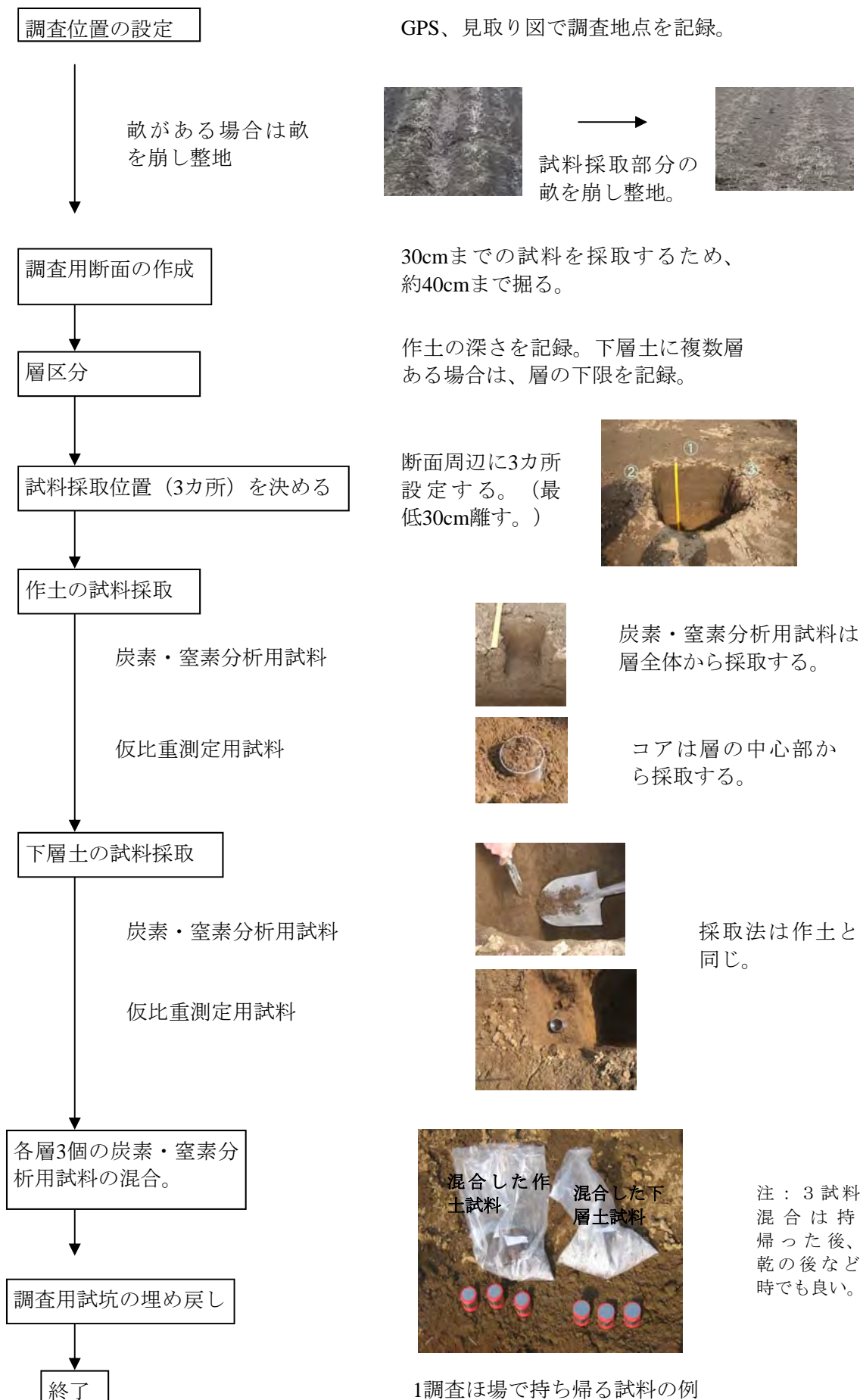
#### 1調査ほ場で持ち帰る試料の例



断面を作成して試料を採取する場合は  
作土及び下層土について  
コア3個、  
炭素・窒素分析用試料3袋  
を採取する。

炭素窒素分析用試料は、層別に3地点の  
土壌試料を等量ずつ混合して、分析用と  
する。（混合は、現地または持ち帰った  
後どちらでも良い）。

## 断面調査による試料採取法のフロー





## 4) 簡易調査法 (円柱試料採取器による採取)

### (1) 用具

手動式円柱試料採取器(最大30cm深)、移植ごて、スケール、カッターナイフ、はさみ、ビニールテープ、マーカー、プラスチックラベルなど

採取器のサイズは50cm深と30cm深の2種類、刃先は山形刃とビット刃の2種類があり、採取土壌の土性や根の多寡によって選択可能。(50cmまでの補助駆動装置付き採取器による採取法もある。附3参照。)



### (2) 土壌採取位置

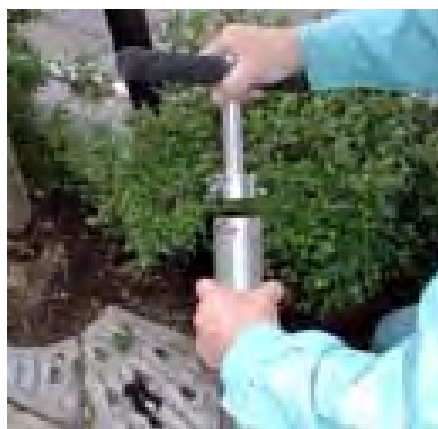
1. 1) に準ずる。ただし、耕耘直後など作土層が膨軟な場合には、軽く踏圧をかけてから採取する。

### (3) 採取方法

手動式30cmサンプラーによる試料採取



PVC容器を挿入し、表層から垂直にハンドルを回して荷重をかける。



ハンドルを外して円筒を取り出す。



円筒にキャップを付け、試料名等のラベルを貼る。



灰色低地土(粘土含量33%、LiC) 水田での採取例

30cmまで採取円筒が到達していたが、採取された土壌の厚さは32cmあった。

土性や乾湿によって採取時の円筒回転速度や下方への力の加え方を調整する必要がある。



試料は緻密さや土色などの形態から作土（またはA層）と下層土に細分する。

円筒試料の径（50mm）と層厚から体積あたり重量を算出する。

右の試料の場合、肉眼観察による土色や構造の違いから、0-13cmを第1層、13-30cmを第2層とする。

第1層の場合は

$$\text{体積 (cm}^3\text{)} = 13 \times \pi \times 2.5^2$$

第2層は

$$\text{体積 (cm}^3\text{)} = 17 \times \pi \times 2.5^2$$

注：一度に30cm分を採取するのが難しい場合は、作土と下層土を別々に採取しても良い。その場合、下層土を採取する際、周辺の作土を一定の範囲退けるなどして、下層土の試料に作土が混入しないように注意する。

#### （４）仮比重及び全炭素・全窒素測定用試料の調整（フロー参照）

円筒試料は作土（またはA層）と下層土に分ける。各サンプルの層位毎に全重量、分取量、分取分の絶乾重量、分取分の礫、根の絶乾重量から仮比重を求める。また炭素窒素用試料は、各層毎に等量を混合し、風乾する。

#### （５）黒ボク土樹園地での測定例（果樹から同心円状に50cm離れた3地点で採取）

| サンプル      | 層厚 | 仮比重  | 全炭素  | 全窒素  | C/N  | gC/m <sup>2</sup> | 30cmTotal<br>gC/m <sup>2</sup> |
|-----------|----|------|------|------|------|-------------------|--------------------------------|
| 1-1(0-16) | 16 | 0.48 | 5.81 | 0.57 | 10.3 | 4485              | 9367                           |
| 〃(16-30)  | 14 | 0.83 | 4.19 | 0.35 | 12   | 4882              |                                |
| 2-1(0-16) | 16 | 0.44 | 6.36 | 0.63 | 10.1 | 4496              | 10242                          |
| 〃(16-30)  | 14 | 0.84 | 4.92 | 0.46 | 10.6 | 5746              |                                |
| 3-1(0-15) | 15 | 0.63 | 6.29 | 0.62 | 10.2 | 5899              | 11520                          |
| 〃(15-30)  | 15 | 0.84 | 4.45 | 0.37 | 12.2 | 5621              |                                |

|      | 30cmTotal<br>gC/m <sup>2</sup> |
|------|--------------------------------|
| 平均   | 10376                          |
| 標準偏差 | 1083                           |

通常の100ccステンレス製コアによる表層と次表層の仮比重と全炭素含量

|             |     |     |      |     |      |     |      |     |      |
|-------------|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| 1-1の採取ポイント脇 | 表層  | 仮比重 | 0.47 | 全炭素 | 6.21 | 全窒素 | 0.62 | C/N | 10.0 |
|             | 次表層 |     | 0.85 |     | 4.85 |     | 0.41 |     | 11.8 |

## 簡易採取法のフロー

手動式



表層から  
30cmまで  
採取



圃場内の代  
表地点で3反  
復採取。



表層から30cmまでの土層について作土  
(またはA層)と下層土に区分する。  
層位毎に仮比重測定、全炭素測定を行  
う。

各層の試料全重=A  
各層の体積=B  
秤取重=C

各層の試料全重を測定  
し、その一部試料  
(50g程度)を秤量。

層毎に等  
量を取り  
混合する

風乾後、炭素窒素分析  
のフローへ

105°C,24時間乾燥

D

重量測定

2mmの篩で礫・植  
物根を分離

105°C,24時間乾燥

差引

重量測定

E

仮比重計算

$$\text{仮比重} = (D-E) \times A/C \div B$$

## 5) 草地における現地圃場調査・試料採取法

草地における現地圃場調査や試料採取は、基本的に他の地目と同様にp.2～p.10の方法に準じて行う。しかしながら、草地は、耕起頻度が低いためにリターを中心とする有機物が土壌表層に集中し、また、放牧地などで地下茎型草種が優占する場合にはルートマットが発達して土壌上部を覆うことがあり、他の地目とは大きく異なる特徴を持つ。このため、草地においては、調査の一部手順を以下に示す独自の方法によって実施することとする。

### (1) 試料の採取土層

草地の土壌炭素調査においては表層の炭素量が重要であることから、年次や担当者によるデータの変動を最小限に抑えるために、0～5cmと5～30cmの2層に分けて採取することを基本とする（下記アの方法）。ただし、土壌断面調査に習熟した担当者が継続的に調査を行っていて将来的にもこれが続けられる、等の理由により従来法（下記イの方法）で採取することが合理的と判断される場合は、この限りではない。いずれの方法を採用する場合でも、層分けの方法は調査地点ごとに固定しておく（調査期間の途中で層分けの方法を変更しない）こととする。

#### ア. 0～5cmと5～30cmの2層に分けて採取する場合（基本的にはこれに従う）

ルートマットも含めた0～5cmおよび5～30cm土層の土壌を採取することを基本とする。ルートマットがある場合には、落葉や堆肥などを取り除いたルートマット直上を0cmとする。

明瞭なルートマットが発達していて地表からコアを打ち込むことが困難な場合は、ルートマットを取り除き、その下の鉱質土壌表面を0cmとして採取する。ルートマットの扱いについての詳細は、下記（2）を参照のこと。

#### イ. 作土層あるいはA層と下層土に分けて採取する場合（従来法）

ルートマットも含めた土壌をp.2～p.10の方法で採取することを基本とする。ルートマットがある場合には、落葉や堆肥などを取り除いたルートマット直上を0cmとする。

明瞭なルートマットが発達していて地表からコアを打ち込むことが困難な場合は、ルートマットを取り除き、その下の鉱質土壌表面を0cmとして採取する。ルートマットの扱いについての詳細は、下記（2）を参照のこと。下層に複数層が存在する場合は、附1（p.20）を参照。

### (2) ルートマットの扱い

草地では、前述のように主として土壌表層に有機物が供給、蓄積される。このため、土壌試料採取時に表層のルートマットを取り除くと、その部分に含まれる有機物に富んだ土壌も取り除かれ、土壌表層に蓄積する炭素を過小評価する恐れがある。このことから、ルートマットも分析対象として採取する（2mmの篩で礫や根を篩別した土壌を分析試料とする）ことを基本とする。ルートマットが発達した草地の場合には土壌表層の多くが根に占められることになるが、仮比重計測時に根量を注意深く計量することにより土壌炭素量を正確に把握できる。

ただし、明瞭なルートマットが発達していて地表からコアを打ち込むことが困難な場合は、ルートマットを取り除き、その下の鉱質土壌から試料採取することとする。この場合、ルートマットとともに表層土壌を取り除いてしまわないように丁寧に作業を行う。

また、明瞭なルートマットが発達している場合は、ルートマットを取り除いたかどうかの情報とともに、ルートマット層の厚さを記録する。（記録する厚さ…ルートマットを取り除いた場合は、



取り除いたルートマット層の厚さとする。取り除かなかった場合は、土壌断面調査の記載に準じた記録を行う。)

### (3) 礫の扱い

草地は、立地によってはその土壌に礫が多く含まれる場合がある。そのような土壌では試料の仮比重値のばらつきが大きくなりやすく、結果として面積あたり炭素量の誤差が大きくなる可能性が高い。草地においては面積あたり炭素量の誤差と礫含量との関係を把握することも重要であると考えられるため、可能な限り「礫含量%」と「根含量%」を分けて調査することとする。

### (4) 試料調整は慎重に

特に表層の土壌に関して、風乾土を篩う場合には、乱暴なすりつぶしをすると細根が篩を通過して土壌炭素を過大評価する懸念が高まるため、丁寧な篩い作業を行うように注意する。

畜産草地研究所

## 2. 試料調整（炭素・窒素分析用、フロー参照）

### 1) 試料の風乾

採土した試料をよく混合した後、室内にうすく広げ、大きな土塊を砕いてなるべく速やかに風乾する。この時、原則として直射日光は避ける。急を要する場合は30～40℃の温風乾燥機を用いても良い。

### 2) 土塊の粉碎

風乾した試料は大型磁製乳鉢中で、磁製乳棒を用いて粒団を押しつぶす。あるいは粉碎器を用いる。

### 3) 2mm篩別（礫、根（粗大有機物）の除去）

粉碎後、2mmのふるいを通す。

### 4) ポリビン等へ保存

ふるいを通した風乾土試料は、よく混ぜた後ポリビン等に入れて保管する。

農環研、中央農研または畜草研から分析試料の送付を求められた場合、下記の要領で年度、都道府県、地点、層位がわかるようにポリビンに記入し送付する。（草地基準点については、畜草研から指示。）

農環研送付用ポリビン  
広口瓶（ポリエチレン製）  
100ml  
φ32.5×φ50×80.5

アズワンWebカタログ  
品番：1-4658-03



ポリビンへの記入例 （定点） 15 - 02 - T0001 - 1

調査年－県番号－地点番号－層番号

（基準点） 15 - K021 - 1 - 1

調査年－地点番号－処理区番号－層番号



送付用ポリビンの例

## 3. 分析法（フローを参照）

### 1) 仮比重（容積重）

#### コアの場合

試料採取前にコアの重量を測定しておく。（測定終了後でも良い）

↓

100mlコア試料の重量を測定。

↓

恒温乾燥機で乾燥（105℃、24時間以上、水田や多腐植質黒ボク土では恒量に達するまで。）

↓

デシケーター内で冷却後、重量測定

↓

礫・根の選別（注：細・小根(2mm未満)は、目立って多い場合（重量で2%以上）を除き選別しなくても良い。また、礫、根、粗大有機物がない場合は、以下の作業は必要ない。）

↓

礫、根に細土が多く付着している場合、2mmの篩い上で水で洗う

↓

礫・根の乾燥（105℃、24時間）

↓

### ブロック採取の場合

試料調整は、炭素窒素分析用に同じ。ただし、全量、礫並びに根の重量（105℃乾燥後）を測定する。

### 計算法

$$\text{仮比重 (kg/L)} = (\text{乾燥後の試料重量kg} - \text{礫重量kg} - \text{根重量kg}) / \text{試料容積L}$$

補足：本調査で測定する仮比重は、礫、根を除いた、2mm以下の細土画分についての単位容積あたりの重さであり、一般に測定される仮比重（礫や根を含んだもの）とは異なる。

## 2) 炭素・窒素分析

装置：乾式燃焼法による分析装置（NCアナライザー、CNコーダーなど）、電子天秤、乾燥機、デシケーター

試料：風乾筭別試料の20ml程度を乳鉢で粉碎後、0.5mmを全通させ微粉末試料とする。

風乾水分：微粉末試料2-3gを乾燥した秤量ビンに入れ重量測定（電子天秤）。乾燥機で乾燥（105℃、24時間）させ、その後デシケーター内で温度を低下させ、室温と同じ温度になった後、電子天秤で重量を測定する。秤量ビン、乾燥前、乾燥後の重量から風乾水分を計算する（2反復）。

測定：分析機器に応じて適量の微粉末試料を分析に供する。実際の分析法は使用する分析機器による。分析は2反復で行う。2反復の分析は連続して行わず、2回目の測定は検量線を作り直して行う。また、農環研から配布する標準試料を1連の試料測定に入れ、分析精度を確認する。

### 計算法：

$$\text{水分係数} = (\text{乾燥前の重量} - \text{秤量ビン重}) / (\text{乾燥後の重量} - \text{秤量ビン重})$$

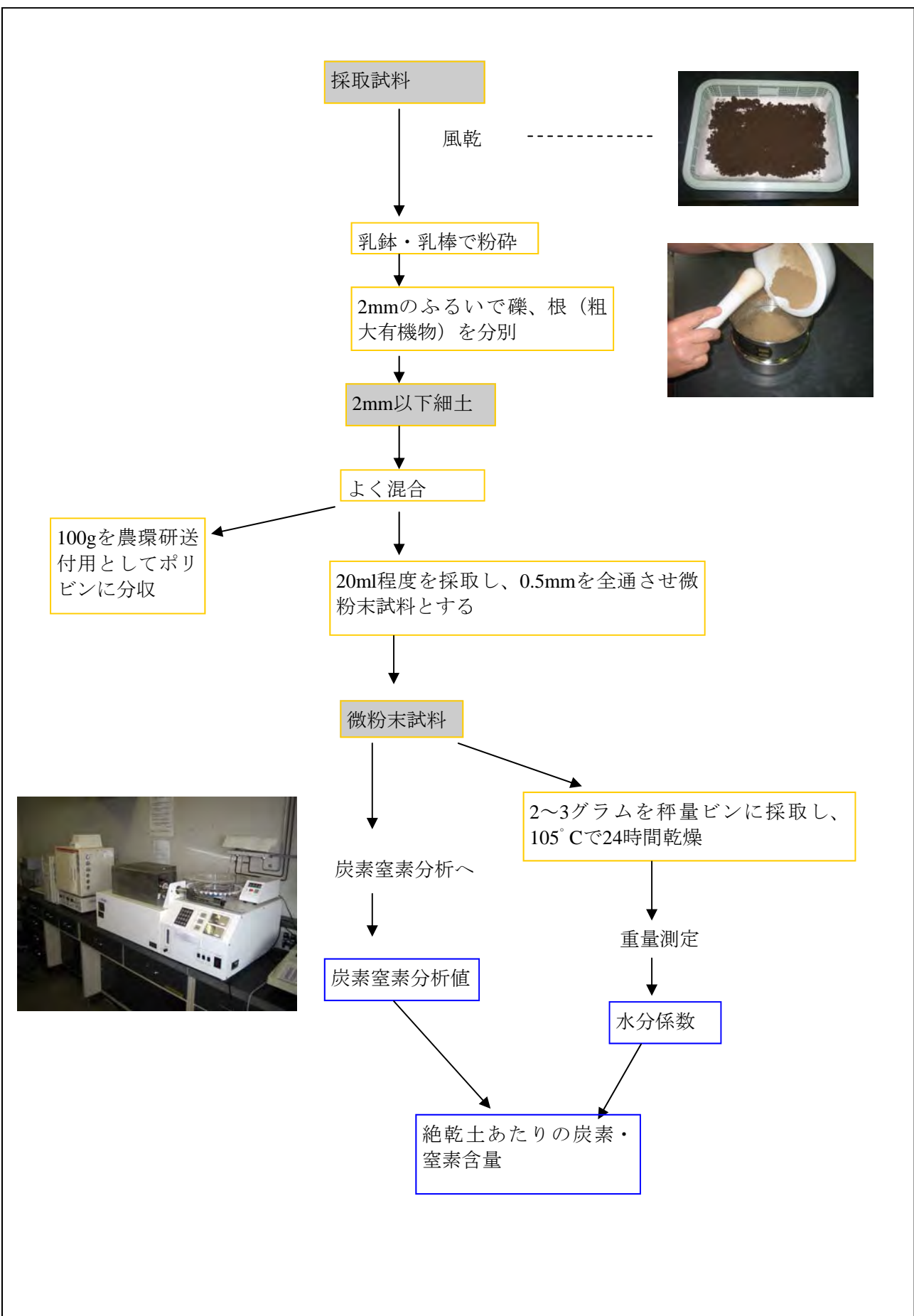
$$\text{絶乾土あたりの炭素濃度} = \text{炭素濃度の測定値 (g/kg)} \times \text{試料の水分係数}$$

$$\text{絶乾土当たりの窒素濃度} = \text{窒素濃度の測定値 (g/kg)} \times \text{試料の水分係数}$$

$$\text{C/N比} = \text{炭素濃度} / \text{窒素濃度}$$

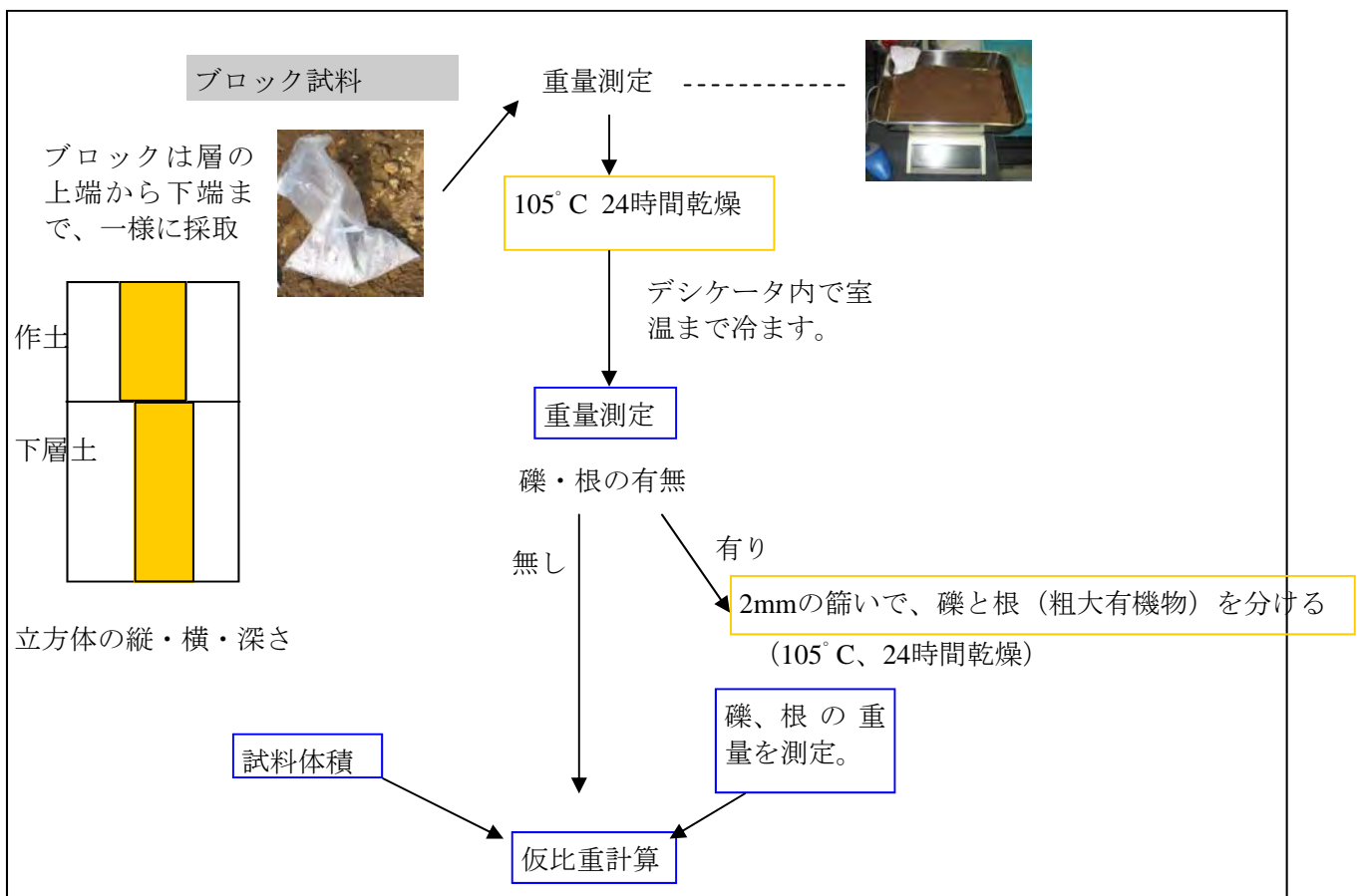
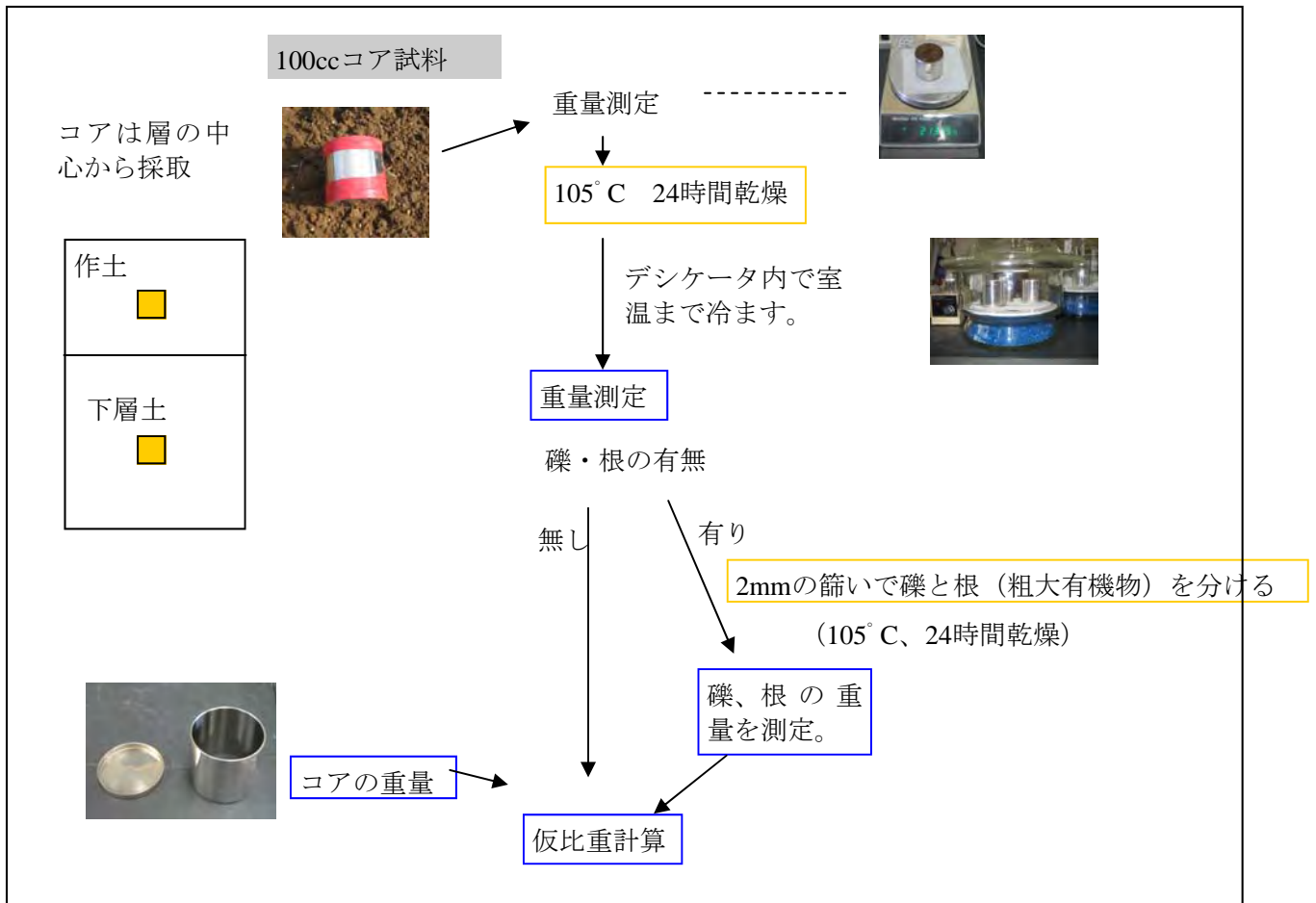
$$\text{炭素量 (t/ha)} = (\text{絶乾土あたりの炭素濃度 (g/kg)} \times \text{仮比重 (kg/L)} \times \text{層厚 (cm)} \times 0.1) \\ (\text{第1層}) + (\text{同}) (\text{第2層})$$

## 試料調整から炭素窒素分析までのフロー





## 仮比重測定までのフロー



### 3) 炭酸塩を含む土壌試料の炭素分析法

石灰岩由来の土壌などでは、母材から供給される炭酸カルシウムを含む場合がある。このような土壌で、全炭素を乾式燃焼法で測定すると、有機炭素と無機炭素の両方が含まれることになる（土壌に10%塩酸をかけると発泡する場合）。このような土壌の有機炭素だけを定量するには、以下のようにいくつかの方法がある。過去にどのような方法でデータを取ってきたか、継続性も考慮して、方法を決めるのが望ましい。

#### 1. 酸処理で無機態炭素を飛ばした土壌サンプルについて、乾式燃焼法で定量する

- 1) ビーカーまたは遠沈管などに土5gをとり、1Mリン酸を20mL加え、室温で1日放置する。
- 2) 乾燥後(70℃程度であれば炉乾燥も可)、粉碎して0.5mm篩をとおして、乾式燃焼法で通常通り分析する。
- 3) 参考文献：Robertson G, P., Coleman D. C., Bledsoe C. S & Sollins P. (1999) Standard Soil Methods for Long-Term Ecological Research. Oxford University Press, New York, Oxford, p94.

#### 2. 乾式燃焼法で全炭素を定量し、無機態炭素を別途定量し、差し引きで有機炭素を求める。無機態炭素の定量は、炭酸塩に塩酸を加えると炭酸塩が消費される反応を利用し、反応後に残っている塩酸を、水酸化ナトリウムで滴定することにより行う。

- 1) 風乾細土2.5gをポリビンに入れ、50mLの1M塩酸を加える。
- 2) ゆるくふたを閉め、1時間ほど時々かきまぜたのち、一晩放置する
- 3) 翌日、2時間振とうし、静置またはろ過して上澄みを1mL採取し、100mLの三角フラスコに入れ、蒸留水25mLを加える。
- 4) フェノールフタレイン溶液を2～3滴入れ、0.1M水酸化ナトリウム溶液で滴定する。
- 5) 参考文献：van Reewijk, L. P. (1986) Procedures for soil Analysis. Technical Paper 9, international Soil Reference and Information Center (ISRIC), Wageningen, Netherlands.

#### 3. 湿式分解法（チューリン法）

クロム酸・硫酸混液により有機炭素が酸化される反応において、反応した炭素量に応じて重クロム酸が消費されることを利用し、反応後に残っている重クロム酸を標準鉄（Ⅲ）溶液で滴定することによって有機炭素を定量する。

詳しくは、参考文献：土壌標準分析・測定法委員会編（1986）土壌標準分析・測定法、博友社、p86

## 4. データ送付用エクセルファイル等について

### 1) 地点番号の付け方

2008年～2012年の定点調査、基準点調査地点と同じ圃場の場合は、今まで使用してきた定点地点番号または基準点番号を用いる。

本事業調査で新たに設定した調査地点については、地点番号を新たに決める。ただし、既存の調査地点番号と同じにならないように注意すること。

(定点については最初に T、基準点については Kを入れる)

定点 T0501 (文字型5文字)

基準点 K084 (文字型4文字、県番号+地点の通し番号)

草地基準点 G091 (文字型4文字、G+県番号+地点の通し番号)

なお、新設地点が、過去のモニタリング調査、基準点調査地点と同じ圃場の場合は、今まで使用してきた定点地点番号または基準点番号を別列に記入する。

### 2) データの入力方法

#### (1) 定点調査データ用ファイル

県コードについては、モニタリング調査と同じ物を用いる。

定点調査番号、基準点調査番号は従来のモニタリング調査、基準点調査がある地点について記入。

緯度・経度は度分秒または10進数で記入する。度分秒で入力すると10進緯度経度は自動計算される。

GPSの測地系は世界測地系(WGS84、日本測地系2000)を使用する。古い日本測地系で測位した場合はメモ欄に記入する。

全国土壌名は「農耕地土壌分類、第3次改訂版」の土壌統名を入力する。

炭素・窒素含量は絶対乾土あたりの値を入力する。

各平均値、面積あたりの炭素量は自動計算される。

#### 地点情報

| 県<br>コード | 地点番<br>号 | 定点<br>番号 | 在地<br>文字 | 緯度<br>度 | 分  | 秒  | 経度<br>度 | 分  | 秒  | 緯度<br>数値 | 経度<br>数値 | メモ<br>自由 | 地目<br>文字 | 全国土壌<br>名(3次<br>案)<br>文字 |
|----------|----------|----------|----------|---------|----|----|---------|----|----|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| 08       | T0001    | 00101    | つくば市観音   | 138     | 40 | 36 | 35      | 50 | 17 | 138.6765 | 35.8381  | 改良山成工    | 水田       | 細粒質灰                     |

#### 分析データ

| 第1層              |                  |                  |                  |                   |                  |                  |           |  | 乾土(105℃あたり     |                   |                   |            | 乾土(105℃あたり        |                   |            |  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------|--|----------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------|------------|--|
| 第1層<br>の深さ<br>cm | 仮比重<br>1<br>kg/L | 仮比重<br>2<br>kg/L | 仮比重<br>3<br>kg/L | 仮比重<br>平均<br>kg/L | 水分係<br>数1<br>g/g | 水分係<br>数2<br>g/g | 平均<br>g/g |  | 礫+根<br>含量<br>% | 炭素含<br>量1<br>g/kg | 炭素含<br>量2<br>g/kg | 平均<br>g/kg | 窒素含<br>量1<br>g/kg | 窒素含<br>量2<br>g/kg | 平均<br>g/kg |  |
| 13               | 0.79             | 0.83             | 0.73             | 0.78              | 1.034            | 1.044            | 1.0393    |  | 0              | 36.0              | 36.2              | 36.06      | 3.43              | 3.43              | 3.430      |  |

| 第1層<br>炭素量<br>t/ha | 第2層<br>炭素量<br>t/ha | 30cmあた<br>り炭素量<br>t/ha |
|--------------------|--------------------|------------------------|
| 36.7               | 48.0               | 84.7                   |

黄色のセルは  
自動計算

## (2) 基準点調査データ用ファイル

調査地点について、地点番号、処理区番号、（基準点番号）、処理区名、処理区概要を下記の例のように入力する。 県コード、土壌名、分析値などについては、定点調査用ファイルと同じ。基準点処理区番号は通し番号とする。例えば、水田3処理区と普通畑2処理区がある場合は、1～5の処理区番号となる。なお、地点番号は、県番号＋通し番号とする。例えば県番号が02で水田、畑の2地点の場合、K021とK022となる。

| 基準点分析データ提出用シート |      |       |       |         |                   |      |     |     |     |     |     |
|----------------|------|-------|-------|---------|-------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 県コード           | 地点番号 | 処理区番号 | 基準点番号 | 処理区名    | 処理区概要             | 在地文字 | 緯度度 | 緯度分 | 緯度秒 | 経度度 | 経度分 |
| 02             | K021 | 1     |       | 化学肥料単用区 | 化成肥料(10-10-10)    | 青森県・ | 140 | 40  | 36  | 40  | 50  |
|                | K021 | 2     |       | 有機物施用区  | 牛ふん堆肥1t+化成(5-5-5) |      |     |     |     |     | 17  |
|                | K021 | 3     |       | 土壌炭素貯留区 | 木炭500kg/10a       |      |     |     |     |     |     |
|                | K022 | 4     |       | 化学肥料単用区 | 化成肥料(10-10-10)    |      |     |     |     |     |     |
|                | K022 | 5     |       | 有機物施用区  | 牛ふん堆肥1t+化成(5-5-5) |      |     |     |     |     |     |

## 基準点用耕種概要記入ファイル

|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------------------|
| 基準点調査耕種概要   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             | 県コード: 02          |
|   |                                     |                               |                  |                |             | 基準点番号: K021       |
|   |                                     |                               |                  |                |             | 記入年月日: 2008/05/08 |
|   |                                     |                               |                  |                |             | 記入者: 農林太郎         |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 都道府県農試名   |                                     | ○●農林総合研究センター                  |                  |                |             |                   |
| 調査ほ場所在地   |                                     | つくば市観音台3-1-3                  |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| ほ場地目  | 水田                                  |                               |                  |                |             |                   |
| 1区面積 [a]  | 0.15                                |                               |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 処理区番号   | 処理区名                                |                               |                  |                |             |                   |
| 1   | 化学肥料単用区                             |                               |                  |                |             |                   |
| 2   | 有機物施用区                              |                               |                  |                |             |                   |
| 3   | 土壌炭素貯留区                             |                               |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 化学肥料施用量(kg/10a)   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 処理区番号   | N                                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | 施用資材など         | 施用日         |                   |
| 1   | 10                                  | 10                            | 10               | 高度化成(10-10-10) | 5/2         |                   |
| 2   | 5                                   | 5                             | 5                | 高度化成(10-10-10) | 5/2         |                   |
| 3   | 10                                  | 10                            | 10               | 高度化成(10-10-10) | 5/2         |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 堆肥・資材施用量(kg/10a)  |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 処理区番号   | N                                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | C              | 施用資材など      | 施用日               |
| 1   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 2   | 9.1                                 | 10.9                          | 15.7             | 150            | 牛ふん堆肥1t/10a | 5/2               |
| 3   |                                     |                               |                  | 450            | 木炭500kg/10a | 5/2               |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| その他の資材  |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 処理区番号   | 3 熔リン200kg/10a                      |                               |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 作物種類  | 水稻                                  |                               |                  |                |             |                   |
| 品種  | あきたこまち                              |                               |                  |                |             |                   |
| 耕種概要  | 中苗、35日苗、27.5株/m <sup>2</sup> 、1株4本植 |                               |                  |                |             |                   |
|   | 耕起                                  |                               | 5/2 代かき          |                | 5/8,5/10    |                   |
|   | 移植日                                 |                               | 5/15             |                | 収穫日 9/15    |                   |
|   | 中干し                                 |                               | 6/30～7/10        |                |             |                   |
|   | 間断灌漑                                |                               | 7/11～8/10        |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 収量[kg/10a]  |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 処理区番号   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 1   | 550                                 |                               |                  |                |             |                   |
| 2   | 590                                 |                               |                  |                |             |                   |
| 3   | 560                                 |                               |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 備考1(残渣の処理など、炭素貯留に関係する事項)  |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| (例1) 稲わらは全区、全量持ち出し。   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| (例2) 稲わらは収穫後裁断し圃場に放置、春鍬込み。  |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| (例3) 有機物区では中干し前、緑藻が繁茂。  |                                     |                               |                  |                |             |                   |
|   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| 備考2(試験区の前歴など)   |                                     |                               |                  |                |             |                   |
| (例1) 化学肥料単用区、有機物区は1975年から同じ処理を継続。土壌炭素貯留区は1975年から開始した土壌改良資材区(化成+熔リン200kg/10a)を改編した。1975年のT-CIは1.25%、T-NIは0.20%。また、今回の試験開始前(2008年4月15日サンプリング)の化学肥料単用区、有機物施用区、土壌炭素貯留区のT-CIは、1.20%、1.35%、1.25%、また、T-NIは0.19%、0.25%、0.20%であった。 |                                     |                               |                  |                |             |                   |




## 附 1 3層に分けて採取する場合

土壌の層の分化が明瞭で、2層の採取では明らかに不都合と思われる場合は、3層以上に分けて採取するのが望ましいが、困難な場合は作土と作土下～30cm深までの2部分についてそれぞれブロック状に採取するか、または簡易法で採取し作土とそれ以下の部分に分けてそれぞれよく混合する。

不耕起栽培などで、表層の数センチ部分に炭素が集積している場合は、暗色表層部分、旧作土、下層土の3層で採取することが望ましい。


3層まで採取した場合、提出用エクセルの第3層記入部分（AT～BH列）にデータを入力する。



0-30cm部分が3層以上に分かれている例  
水田  
細粒質普通グライ台地土、強粘質

| 層位名  | 層上限 | 層下限 | れぎ | 容積重  | TC   | TN   |
|------|-----|-----|----|------|------|------|
| App1 | 0   | 12  |    | 0.71 | 3.70 | 0.24 |
| App2 | 12  | 19  |    | 0.96 | 2.92 | 0.20 |
| G1   | 19  | 28  |    | 1.25 | 0.50 | 0.07 |
| G2   | 28  | 54  |    | 1.25 | 0.20 | 0.05 |

この場合0-12cm（現作土）、12-19cm（昔深く耕したときの作土）、19-30cmに分けて採取するのが適当と考えられる。




不耕起栽培水田圃場の例

A層（薄い暗色部分、3cm程度）

旧作土

下層土



薄い層で試料を採取する例

ブロックでの採取と同様に、縦横長さを決め、層の厚さ分だけその面積から採取する。

左写真では縦20cm、横21cmで層厚3cm部分を採取している。

## 参考文献

- 1) 日本土壌協会編 (2001): 土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質及び植物体分析法、日本土壌協会
- 2) 農耕地土壌分類委員会 (1995): 農耕地土壌分類、第3次改訂版、農環研資料 第17号
- 3) 中井 信ら (2006): 土壌モノリスの収集目録及びデータ集、農環研資料、第29号
- 4) 日本ペドロロジー学会編 (1997): 土壌調査ハンドブック 改訂版、博友社
- 5) 吸収源インベントリ作業部会 (2007): 森林土壌インベントリ方法書 (1) 野外調査法、(林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業実施マニュアル)、森林総合研究所
- 6) 吸収源インベントリ作業部会 (2007): 森林土壌インベントリ方法書 (2) 試料分析・データ入力法、(林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業実施マニュアル)、森林総合研究所
- 7) Stolbovoy Vladimir, et.al. (2007): Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union Version 2 European Commission, Joint Research Centre.

## マニュアル編集・執筆者

### 農業環境技術研究所

#### 農業環境インベントリーセンター (全体)

小原 洋  
大倉利明  
白戸康人  
神山和則  
高田裕介

#### (独) 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 土壌肥料研究領域 (基準点調査関係)

久保寺秀夫  
淵山律子

#### (独) 農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所 草地管理研究領域 (草地関係)

松浦庄司

( ) 内は主な担当箇所