

土塊分析による土壌物理性 簡易評価マニュアル (ver. 1.0)



発行元：農研機構 北海道農業研究センター

2021年3月

まえがき

土の物理性は作物生産を左右する重要な要因の一つであり、その良し悪しを把握することは、圃場の生産性向上の第一歩です。土壌物理性の評価には様々な手法がありますが、手間がかかったり高価な機器を要したりするなど、手軽に実践できる方法は多くありません。本マニュアルは、主に営農指導や生産現場で活動される方が、できるだけ簡単に作土の物理性を評価できるようにすることを狙いとして開発された新たな土壌物理性評価手法（土塊分析）の手順をまとめたものです。このマニュアルが生産現場における土壌物理性改善の一助となれば幸いです。

使用する器具

土塊分析は、土塊を掘り取る工程と、土塊を落下破碎して篩い分ける工程の2工程から成る。後者の工程は、土塊採取後すぐに現場で実施することも可能だが、土塊を風乾してから後日行うほうが、作業性がよく、土壌水分の違いによる砕け方の違いも低減できる。以下、土塊分析で使用する器具一式を例示する。

【土塊採取に使用する器具一式】



① 土塊サンプラー

右図のように縦・横・高さ各 15cm, 15cm, 20cm の直方体を縦割りした形の金属枠を2個1組で使用する。右写真は1.5mm厚鋼板から自作したものだが、同等品を業者から購入することも可能。

(取り扱い業者例)

大起理化工業、エンドウ理化

※価格は一式3～4万円程度



② 掛け矢（樹脂製ヘッド）

土塊サンプラーを作土に打ち込むために使用。

③ スコップ

打ち込んだ土塊サンプラーを掘り取るために使用。

④ ゴミ袋（45L程度）

掘り取った土塊の収納用。厚さ 0.05mm 以上のものが破けにくくてよい。

⑤ 肩掛け桶

土塊サンプラーや掘り取った土塊の圃場内運搬用。

⑥ シリコンスプレー

土塊サンプラーの表面に予め塗布しておくことで、土塊とサンプラーを剥離しやすくなる。

⑦ ゴムへら

土塊サンプラーに付着した泥落とし用。

※上記は一例であり、同等の機能を果たす物で代用してもよい。⑤～⑦は作業を容易にするためのもので、なくても大きな問題はない。

【土塊の破碎と篩い分けに使用する器具一式】



- ⑧ 厚手のビニール袋
土塊を入れて落下破碎するために使用する。肥料袋のように厚手で破けにくいものがよい。採取の時に使用した厚手のビニール袋をそのまま使用してもよい。
- ⑨ 受け板（硬くたわみのない物）
落下破碎の際の受け板に使用する。写真のものは⑩のコンテナの底に敷き詰められるサイズに加工した約2cm厚の合板。
- ⑩ コンテナボックス
土塊を落下破碎する際の飛散を防ぐために使用する。
- ⑪ 篩い（大）
土塊の一次分画に使用する。篩い目 31.5mm。
- ⑫ 篩い（小）
土塊の二次分画に使用する。篩い目 4.75mm。
- ⑬ ばんじゅう（3枚）
篩いの受け皿に使用する。分画した土塊を撮影する際にも便利。
- ⑭ 桶
秤量時の容器。汎用的なものでよい。
- ⑮ 秤
土塊秤量に使用する。最小目盛 5g 以下、最大 5kg 以上計れるもの。

作業の流れ

本法は、その性格上、耕起直後に行っても意味がないので、土塊の採取は作付け前や収穫後など作土層が安定した状態のときに実施することを基本とする。また、降雨直後など圃場が過湿状態のときも実施しない。以下、土塊の採取から分画までの作業の流れを順に示す。

1. 土塊の採取

- (1) 地表面の作物残さ等を軽く払ってならした後、土塊サンプラー1組を向かい合わせに立てて掛け矢で打ち込む（写真A）。途中でサンプラーが傾いたりずれたりしないように、2つのサンプラーの位置を調整しながら交互に叩くときれいな直方体の土塊が採取できる。

☞土塊サンプラーの天板は変形しやすく打撃力が伝わりにくい。天板の四隅四辺を順番に叩くとよい。



- (2) 両方の土塊サンプラーの天板が地表面と同じ高さになるまで打ち込む（写真B）。天板が地表面以下にめり込むまで打ち込むと土塊を圧縮してしまうので叩きすぎに注意する。

☞極端に土が固い圃場や礫層がある圃場では、土塊サンプラーを完全に打ち込むことが難しいことがある。その場合は、サンプラーが入るところまでの土塊を採取し、採取深度を記録しておく。



- (3) スコップで土塊サンプラーの外周の土を取り除く（写真C）。

☞一つの側面を特に深く掘り土塊底面に切れ込みを入れた後、反対側からテコの要領でゆっくり押し倒すと効率よく土塊を採取できる。



- (4) サンプラーごと土塊を掘り上げ(写真D)、底面からはみ出した余分な土をスコップでそぎ落とす。

☞元々土が柔らかいうえに乾燥気味の圃場では、掘り上げ時に土塊の一部が崩壊してしまうことがある。このようなときは、崩壊した土塊もビニール袋に回収する。



- (5) 土塊をなるべく壊さないようにサンプラーを取り外し(写真E)、ビニール袋に回収する。

☞粘土質が強いと土塊サンプラーに土が張り付いてうまく剥がれないことがある。そうした場合は、予めサンプラーの表面にシリコンスプレーを塗布しておくといよい。



2. 土塊の破碎と篩い分け

- (1) 採取した土塊はビニール袋の口を開いた状態で風乾する（写真F）。

☞風乾に要する日数は土質、土壤水分、風乾する場所等の条件によってかなり異なる。表面全体が白っぽく乾いた状態になり湿り気が感じられなくなればOK。



- (2) 破碎用のビニール袋に風乾した土塊を入れて、受け板を敷いたコンテナの中に約1mから落とす。これを3回繰り返す（写真G）。

☞採取に使用したビニール袋が十分厚手のものであれば、そのまま落下させてもよい。コンテナは土塊の飛散防止のためのものであり、ビニール袋ごと落とすときは必ずしも必要ではない。



(3) 3回落として破碎した土塊（写真 H）。



(4) 破碎した土塊をばんじゅうの上で篩にかける（写真 I）。

☞ 篩目の大きいものから順に重ねて、篩がけすると一時間で土塊をサイズごとに分画できる。右の写真は3種類の篩を使った例だが、通常は 31.5mm と 4.75mm の2種類でよい。



(5) 3 段階の大きさに分画した土塊（写真 J）。各分画の重さを秤量して重量比を求める。



土塊分析による評価事例

(1) 土塊サイズ分布と土壌構造の良否

図1は、土塊サイズ分布が様々な試料を示している。良い土壌は、土塊小が多く、土塊大が少ない土壌である。反対に、土壌構造の発達が悪い土壌は、土塊小が少なく、土塊大が多い土壌である。ただし、砂含量の多い土壌は、土壌構造が発達していなくても壊れやすいので、本法では評価できない。



良 (小 63.5、中 32.2、大 4.3)



やや良 (小 30.2、中 49.1、大 20.7)



やや不良 (小 21.2、中 39.2、大 39.6)



不良 (小 6.7、中 24.6、大 68.7)

図1 土塊を砕土して篩分けした後の様子

土塊のサイズ分布が異なる4試料を示している。土壌構造は、①：良、②：やや良、③：やや不良、④不良、カッコ内の数字は各サイズの重量比(%) (北海道岩見沢市2015年の未発表データから)

図2は土塊サイズ（大中小）の重量比を三角図で示している。プロットは、土性ごとに別のシンボルになっているが、土壤構造の発達が悪い土壤（土塊大が多い）は、重埴土（粘土含量が45%以上）で多くなっている。一方、砂質埴壤土は砂含量が多いため土塊は壊れやすいが、必ずしも土壤構造が発達しているわけではないので注意が必要である。

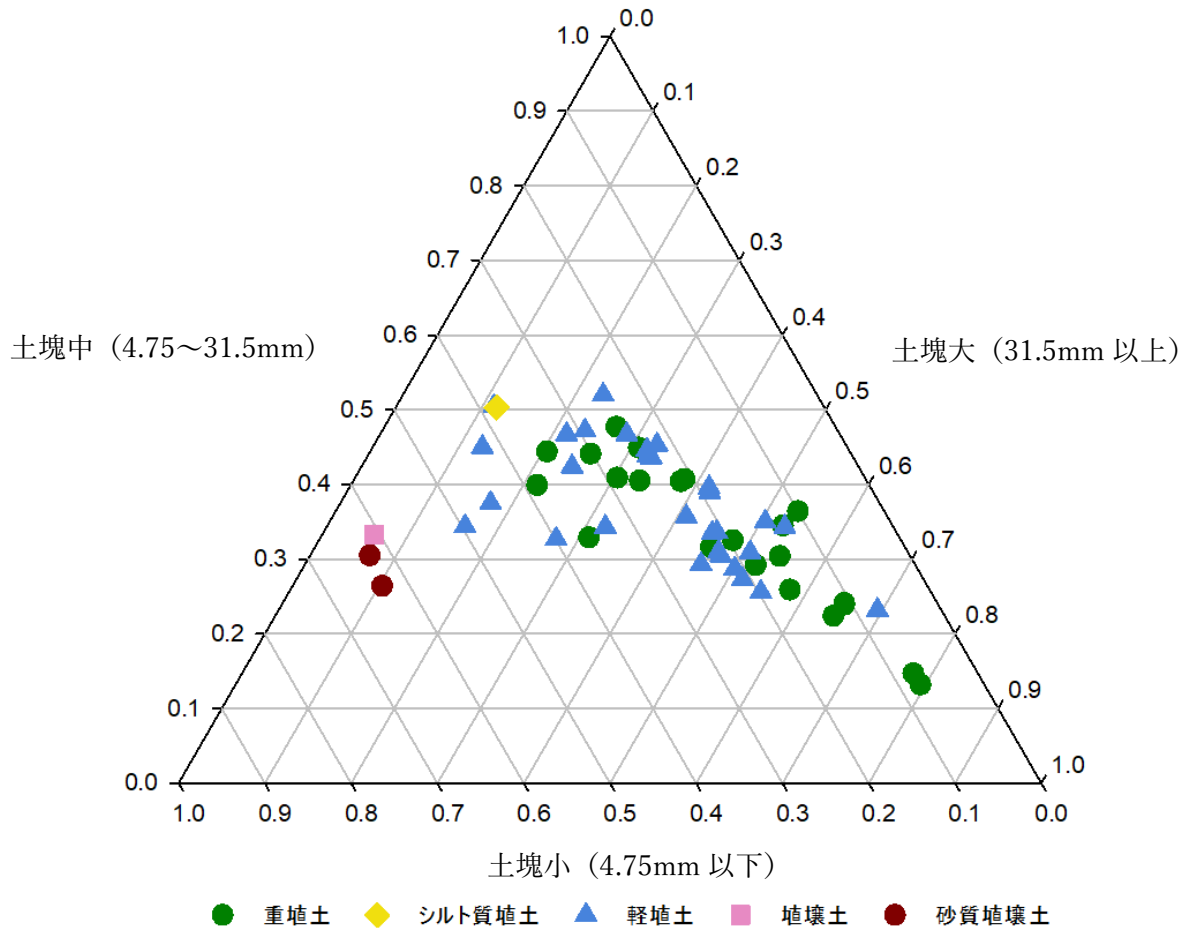


図2 土塊分布の三角図（岡ら 2021 から引用）

(2) 土塊小と土塊大の関係

図3は土塊小割合と土塊大割合の関係を示している。これらは互いによく相関していることが分かる（相関係数 $r = -0.883$ ）。したがって、土塊分析をより簡便に実施したい場合は、一つの篩で土塊大または土塊小の割合をみるだけで、土壌構造の良否の判断が可能である。

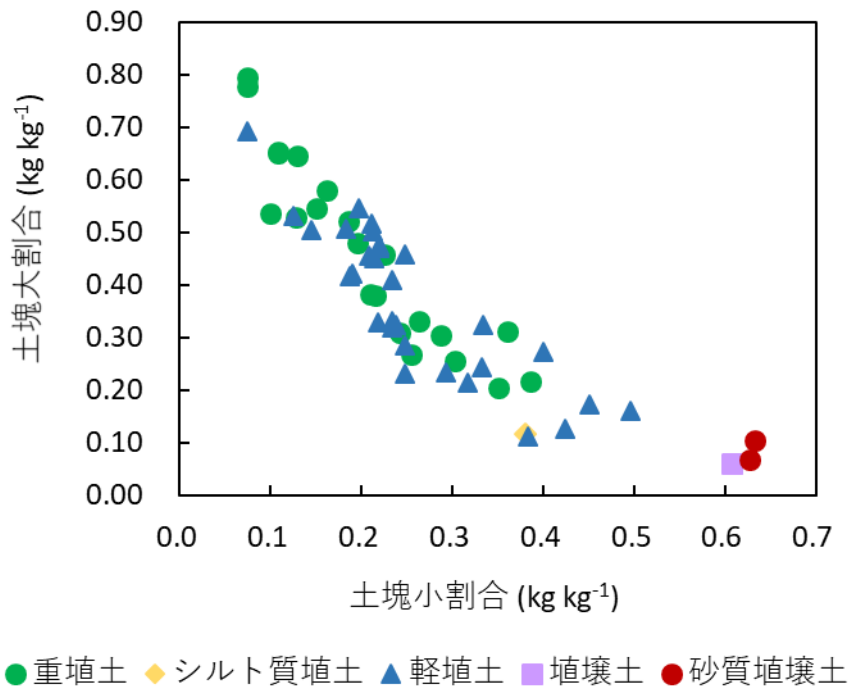


図3 土塊小と土塊大の関係（岡ら 2021 から引用）

(3) 土塊分析と従来法の比較

図4と図5は、土塊分析と従来法を比較した結果である。従来法としては、採土円筒を用いて未攪乱土壌を採取し、粗孔隙率および乾燥密度を測定した。土塊小や土塊大の割合は粗孔隙率や乾燥密度と弱い相関のあることが分かる。粗孔隙率が高い土壌は、土塊小が多く（土塊大が少なく）土壌構造の発達が良い土壌である（図4）。乾燥密度との比較では注意が必要である。乾燥密度が高い土壌は、土が密に詰まっているため土壌構造の発達が悪い土壌である。しかし、砂含量の多い土壌では、乾燥密度が高くかつ崩れやすい性質がある。図5では、砂含量の特に高い土壌（50%以上、図5a 破線内の試料）を除いて比

較すると有意な相関が確認できる。また、同じ土性の試料で比較するとよりよい相関が得られる (図5b)。

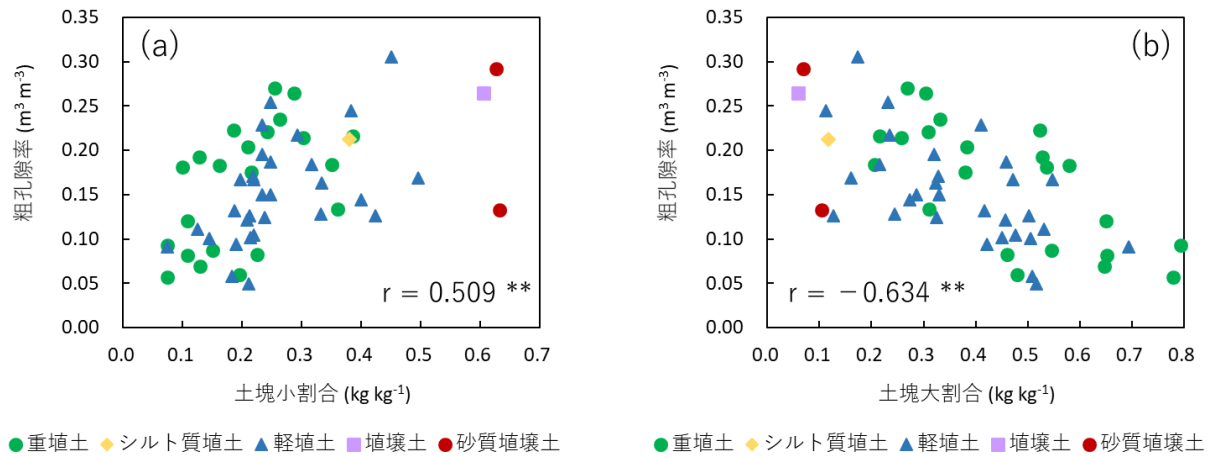


図4 土塊小及び土塊大割合と粗孔隙率の関係 (岡ら 2021 から引用)
 ** は1%水準で相関係数が有意であることを示す

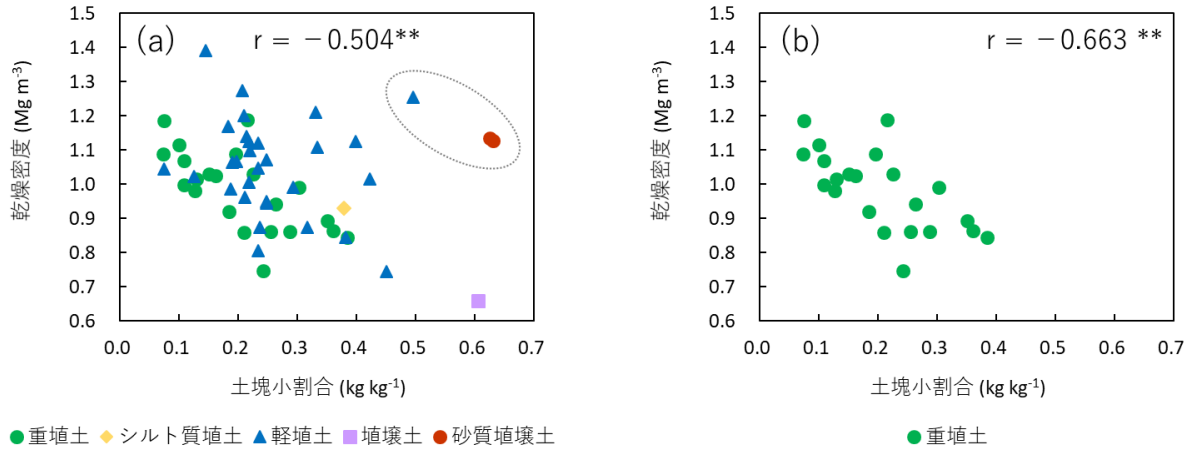


図5 土塊小割合と乾燥密度の関係
 (a)の相関係数は点線内の試料 (砂割合が50%以上) を除いた値
 ** は1%水準で相関係数が有意であることを示す

Q & A

Q1：現場で土塊採取直後に砕土・篩分けする場合の注意点は？

A1：土壌水分が多すぎる時は土塊を落としても変形してしまい、うまく砕土できません。土壌表面を指で押して変形する場合は、風乾してから砕土しましょう。

Q2：土塊分析の診断基準値はありますか？

A2：統一的な基準の策定はできていませんが、図1を参考にして、大まかな良否を判断することは可能です。

Q3：土壌構造とは何ですか？

A3：土壌構造は、「土粒子と間隙が形成する幾何学的構造」（新編土壌物理学用語事典より）です。土粒子に有機物が加わって団粒構造が形成され、様々な隙間が生じることで土壌構造が発達します。このような隙間は圃場の排水性や保水性にかかわるため、土壌構造の状況を把握することは営農上大変重要です。

参考文献

- (1) 岡ら（2021）土塊分析による土壌物理特性の簡易評価の試み、土肥誌、92：200-206
- (2) 農研機構・研究成果情報（2021）：土塊分析による土壌物理性の簡易評価
- (3) 岡・竹本（2019）土塊法による土壌物理性簡易診断と土塊サンプラーの開発、北農、86（2）：112-115

免責事項

農研機構は、本マニュアルに記載されたデータの正確性、安全性、適法性、完全性などについて一切の保証をするものではなく、利用者がこのマニュアルの利用によって生じた結果、ならびに、このマニュアルが利用できないことによって生じた損失について、一切の責任を負いません。

本資料について

本成果の一部は農研機構生研支援センター委託「革新的技術緊急展開事業（経営体強化プロジェクト）」及び農林水産省委託「収益力向上のための研究開発」プロジェクト「多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発」の支援により得られたものです。

発行元：農研機構 北海道農業研究センター

問い合わせ先：011-851-9141(代表)

<https://www.naro.go.jp/laboratory/harc/inquiry/index.html>

執筆者：岡紀邦・森本晶・中村卓司・

大友量・岡崎圭毅・竹本敏彦

