

減肥技術導入判断のための 土壌養分簡易評価マニュアル



2021 年 2 月

(2021 年 3 月一部改訂)

岩手県農業研究センター

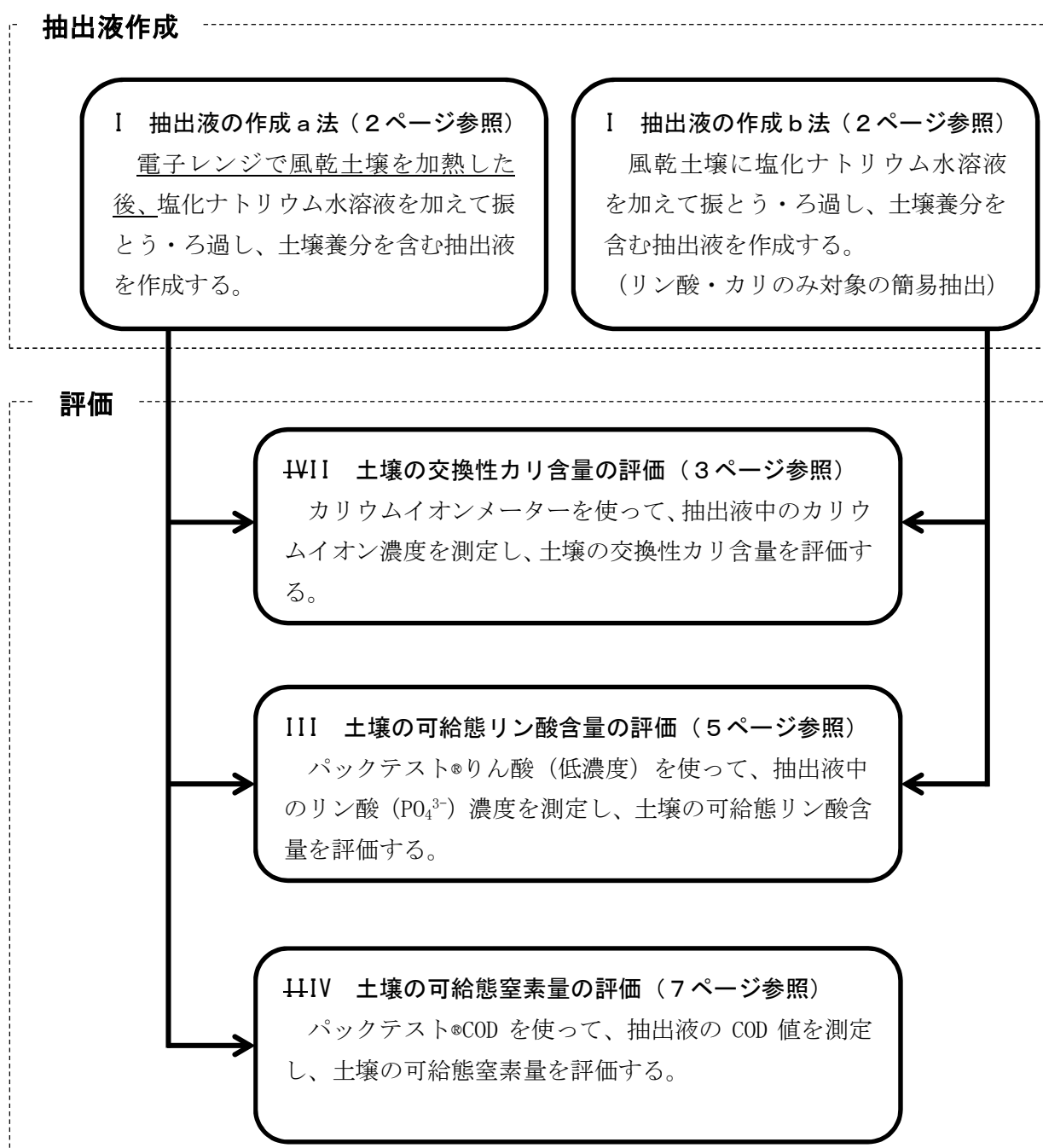
◇土壌養分簡易評価について◇

本マニュアルに記載の簡易評価手法は、土壌の可給態窒素量・可給態リン酸含量・交換性カリ含量がどの程度のレベルであるかを簡易に診断するためのものである。

この簡易評価手法では、安価に入手可能で安全性の高い塩化ナトリウム水溶液を土壌養分の抽出に用いている。また、養分含量の評価には、水質検査用の簡易な測定キットや小型カリウムイオンメーターを用いている。このため、毒劇物の取り扱いや実験用の特殊設備を必要としない手法となっている。

なお、本マニュアル中に示す減肥基準は、岩手県において設定・確認している減肥基準に基づくものである。

◇土壌養分簡易評価の手順と概要◇



I 抽出液の作成

1 概要

電子レンジを用いて風乾土壌を加熱した後、塩化ナトリウム水溶液を加えて振とう・ろ過し、土壌中の可給態窒素・可給態リン酸・交換性カリ含量を評価する抽出液を作成する（a 法）。

可給態窒素を評価しない場合は、電子レンジによる加熱を省略することができる（b 法）。

2 用意するもの

- | | |
|-----------------------|----------------|
| ・電子レンジ（600W、ターンテーブル式） | ・振とう器 |
| ・三角フラスコ等の耐熱容器 | ・スチロールビン等の密閉容器 |
| ・1%塩化ナトリウム水溶液 | ・ろ紙（No. 5C） |

3 操作手順

a 法（可給態窒素、可給態リン酸、交換性カリを評価する場合の抽出）

- ① 風乾土壌 3.0g を三角フラスコ等の耐熱容器に入れる。
- ② 電子レンジのターンテーブル上に、土壌を入れた耐熱容器を概ね正三角形に配置し、600W で3分間加熱する。
- ③ 加熱後、電子レンジから容器を取り出し、しばらく放冷する。
- ④ 1%塩化ナトリウム水溶液 50ml を加え、容器を密栓して振とう器で20分間振とう（150rpm 前後）する。
※振とう機を使用しない場合は、b 法と同様に手で振とうする。
- ⑤ 振とう後しばらく（5～10 分程度）静置し、容器内の上澄み部分を、No. 5C のろ紙でろ過し、抽出液を得る。



b 法（可給態リン酸、交換性カリのみを評価する場合の簡易抽出）

- ① 風乾土壌 3.0g をスチロールビン等の密閉容器に入れる。
- ② 1%塩化ナトリウム水溶液 50ml を加え、手で1分間（230 往復程度）振とうする。
- ③ 振とう後しばらく（5～10 分程度）静置し、容器内の上澄み部分を、No. 5C のろ紙でろ過し、抽出液を得る。



4 実施上の注意点

- ① 簡易評価には、十分乾燥させて土塊を砕き、小石等を取り除いた風乾土壌を用いる。
- ② 抽出時の塩化ナトリウム水溶液の温度により、土壌養分の抽出量が変化すると考えられる。本手法は、塩化ナトリウム水溶液の温度が 17℃～22℃の範囲で実施することを前提としている。
- ③ 注入する塩化ナトリウム水溶液の量については、±1ml 程度の誤差があっても評価結果に影響しないことを確認している。

II 土壌の交換性カリ含量の評価

1 概要

カリウムイオンメーターを用いて、抽出液中のカリウムイオン濃度を測定する。本抽出液のカリウムイオン濃度と土壌の交換性カリ含量との関係から、土壌の交換性カリ含量を評価する。

2 用意するもの

- ・ I で作成した抽出液
- ・ カリウムイオンメーター（HORIBA 製 LAQUAtwinB-731）
- ・ スポイト等

3 操作手順

- ① カリウムイオンメーターのマニュアルに従い、スポイト等を用いて抽出液をセンサー部に注入する。
- ② カリウムイオンメーターの「MEAS」ボタンを押し、カリウムイオン濃度を測定する。



4 実施上の注意点

- ① カリウムイオン濃度 40ppmL 以下は、LAQUAtwinB-731 の測定範囲外であるため、表示値が点滅する。しかし、40ppm 以下であっても 4～40ppm の間は測定値に直線性があることがメーカーにより確認されている。
- ② カリウムイオンメーターは、2 点校正モードを用いて定期的に校正する。

5 評価結果の扱い方

① 水稲

岩手県農作物施肥管理指針では、水稲栽培においてカリの 100%減肥が可能となる交換性カリ含量を 40mg/100g（乾土）以上としている。これを踏まえ、評価結果を次のとおり整理する。

ア． a 法による抽出液を評価した場合

カリウムイオン濃度	25ppm 未満	25ppm 以上
カリ施肥量	標準施肥	100%減肥可能

イ． b 法による抽出液を評価した場合

カリウムイオン濃度	15ppm 未満	15ppm 以上
カリ施肥量	標準施肥	100%減肥可能

② 園芸品目

岩手県農作物施肥管理指針では、園芸品目においてカリの 100%減肥が可能となる交換性カリ含量を、土壌の陽イオン交換容量（CEC）別に定めている。しかし、本手法では、判定の簡素化のため土壌の陽イオン交換容量（CEC）別の整理は行わず、評価結果を次のとおり整理する。

ア．a 法による抽出液を評価した場合

カリウムイオン濃度	40ppm 未満	40ppm 以上
カリ施肥量	標準施肥	100%減肥可能

イ．b 法による抽出液を評価した場合

カリウムイオン濃度	25ppm 未満	25ppm 以上
カリ施肥量	標準施肥	100%減肥可能

<参考>

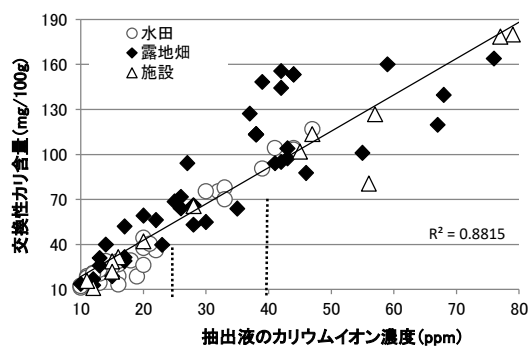


図 抽出液のカリウムイオン濃度と
土壌中交換性カリ含量（水田、畑）

Ⅲ 土壌の可給態リン酸含量の評価

1 概要

簡易水質検査キット（㈱共立理化学研究所・パックテスト®りん酸（低濃度））を用いて、抽出液中のリン酸（ PO_4^{3-} ）濃度を測定する。本抽出液のリン酸濃度とトルオーグ法による土壌の可給態リン酸含量との関係から、土壌の可給態リン酸含量を評価する。

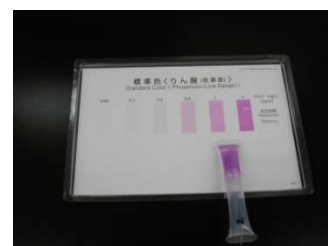
2 用意するもの

- ・I で作成した抽出液
- ・パックテスト®りん酸（低濃度）（WAK-PO4(D)）
- ・タイマー、ストップウォッチ等



3 操作手順

- ① パックテストに予めサンプル名等を記入する。
- ② パックテスト付属のマニュアルに従い、抽出液をパックテストに吸入させる。（注：吸入量が不足し抽出液を追加する場合、パックテスト内の試薬やパックテスト吸入後の抽出液を元の抽出液に混入させないように注意する。）
- ③ 抽出液の吸入から 5 分経過後のパックテストの色を、パックテスト付属の標準色と比較して COD 値を評価する。パックテストの色は、5 分経過後も変化し続けるので注意が必要である。
- ④ 目視での迅速な判定が難しい場合は、パックテストと標準色をデジタルカメラやスマートフォンで同時に撮影し、後でまとめて評価する方法も有効である（10 ページ参照）。



4 実施上の注意点

- ① パックテストの取り扱いにあたっては、パックテストに付属の使用法を一読する。
- ② パックテスト®りん酸（低濃度）の付属マニュアルには、抽出液の温度が $15^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ の範囲で測定することとされている。しかし、本手法においては、抽出液の温度が $17^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ の範囲で実施することを前提とする。必要に応じて、室温や塩化ナトリウム水溶液の温度を調節する。
- ③ 使用後のパックテストは、「燃やすゴミ」として廃棄することが可能である。

5 評価結果の扱い方

① 水稲

岩手県農作物施肥管理指針では、水稲栽培においてリン酸の 100%減肥が可能となる可給態リン酸含量を $30\text{mg}/100\text{g}$ （乾土）以上としている。これを踏まえ、評価結果を次のとおり整理する。

b 法により抽出液を作成した場合の評価結果の扱いも共通とする。

リン酸濃度	$1\text{mg}/\text{L}$ 未満	$1\text{mg}/\text{L}$ 以上
リン酸施肥量	標準施肥	100%減肥可能

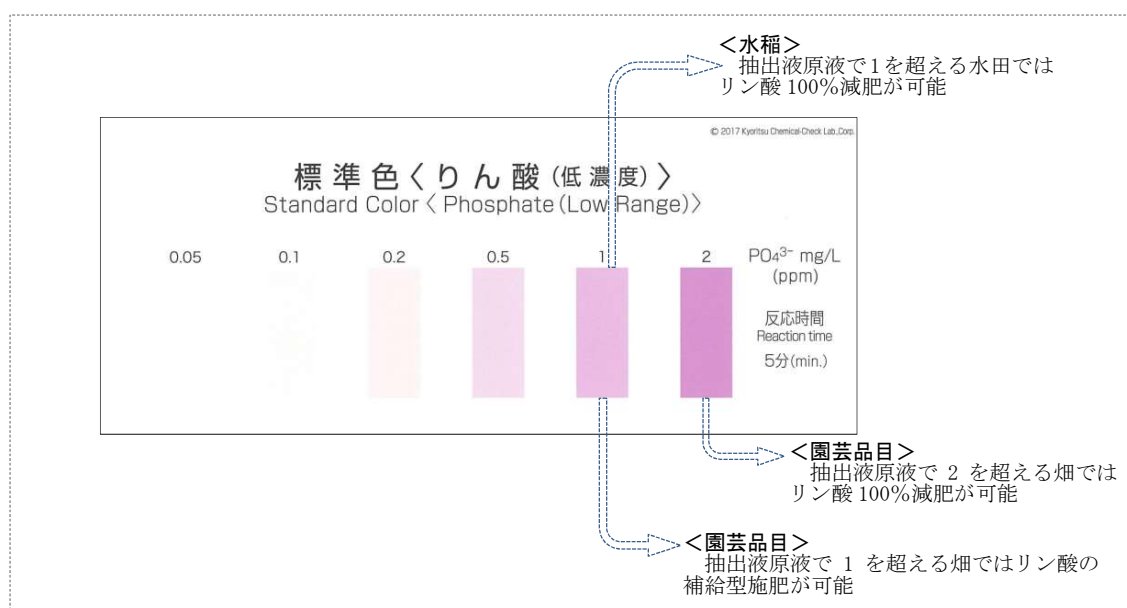
② 園芸品目

岩手県農作物施肥管理指針では、園芸品目においてリン酸の 100%減肥が可能となる可給態リン酸含量を、作物の種類や土壌タイプ別に定めている。しかし、本手法では、評価結果のぶれや判定の簡素化を考慮し、評価結果を次のとおり整理する（全園芸品目共通）。

b 法により抽出液を作成した場合の評価結果の扱いも共通とする。

リン酸濃度	1mg/L 未満	1mg/L 以上	2mg/L 以上
リン酸施肥量	通常施肥	補給型施肥	100%減肥可能

<色見本による判定基準>



<参考>

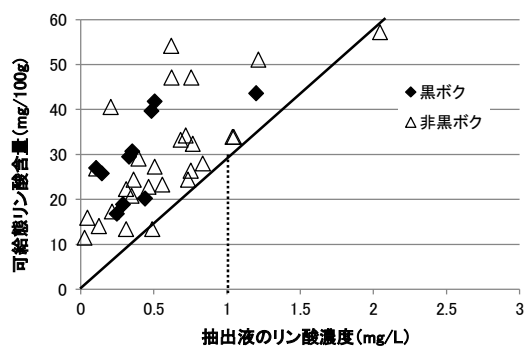


図 抽出液のリン酸濃度と土壌中リン酸含量（水田）

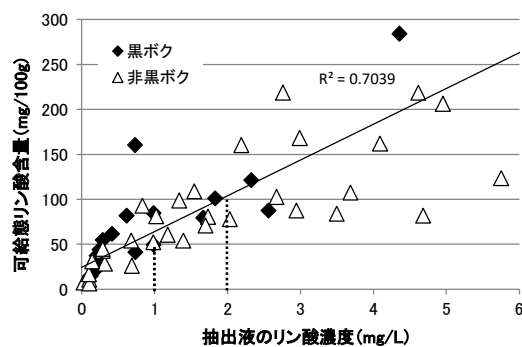


図 抽出液のリン酸濃度と土壌中リン酸含量（畑）

IV 土壌の可給態窒素量の評価

1 概要

簡易水質検査キット（㈱共立理化学研究所・パックテスト®COD）を用いて、抽出液の COD 値（化学的酸素要求量）を測定する。可給態窒素の源と考えられる抽出液中の有機態窒素化合物の量を COD 値により評価することで、土壌の可給態窒素量を間接的に評価する。

2 用意するもの

- ・I で作成した抽出液
- ・パックテスト®COD（WAK-COD-2）
- ・タイマー、ストップウォッチ等

3 操作手順

- ① パックテストに予めサンプル名等を記入する。
- ② パックテスト付属のマニュアルに従い、抽出液をパックテストに吸入させる。（注：吸入量が不足しパックテスト内の試薬やパックテスト吸入後の抽出液を元の抽出液に混入させないように注意する。）
- ③ 抽出液の吸入から 5 分経過後のパックテストの色を、パックテスト付属の標準色と比較して COD 値を評価する。パックテストの色は、5 分経過後も変化し続けるので注意が必要である。
- ④ 目視での迅速な判定が難しい場合は、パックテストと標準色をデジタルカメラやスマートフォンで同時に撮影し、後でまとめて評価する方法も有効である（10 ページ参照）。
- ⑤ パックテストによる COD 値が 20 を超える場合（緑色～黄色を呈する場合）、必要に応じて、抽出液を 3～5 倍に希釈して再度測定する。



4 実施上の注意点

- ① パックテストの取り扱いにあたっては、パックテストに付属の使用法を一読する。
- ② パックテストの色が変化する速度は、抽出液の温度に左右される。本手法は、抽出液の温度が 17℃～22℃の範囲で実施することを前提としている。抽出液の温度がこの範囲を外れる場合は、パックテスト付属のマニュアルに従い反応時間を調節する。
- ③ 使用後のパックテストは、「燃やすゴミ」として廃棄することが可能である。

5 評価結果の扱い方

① 水田土壌

地力増進基本指針では、水田における「土壌の性質の基本的な改善目標」の可給態窒素含有量を 8～20mg/100g（乾土）としている。これを踏まえ、評価結果を次のとおり整理する。

COD 値	13 未満	13～40	40 以上
地力評価	低地力	適正範囲	高地力

② 普通畑

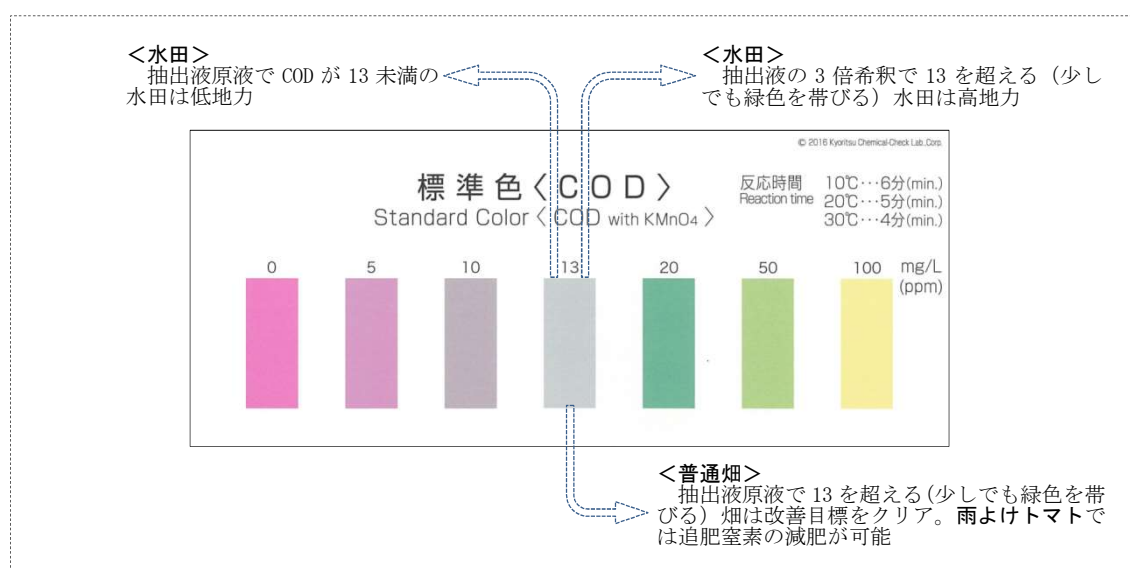
地力増進基本指針では、普通畑における「土壌の性質の基本的な改善目標」の可給態窒素含有量を 5mg/100g（乾土）としている。これを踏まえ、評価結果を次のとおり整理する。

COD 値	13 未満	13 以上
地力評価	低地力	適正範囲

③ 雨よけトマトハウス

雨よけトマト普通栽培では、COD 値で 13 以上となった場合に追肥窒素 3～6kg/10a の減肥が可能である（令和元年度岩手県農業研究センター試験研究成果書「土壌の可給態窒素に基づく雨よけトマトの窒素減肥技術」を参照）。

<色見本による判定基準>



<参考>

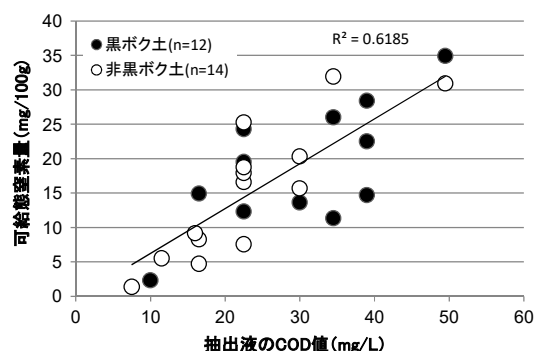


図 抽出液の COD 値と可給態窒素量の関係（水田）

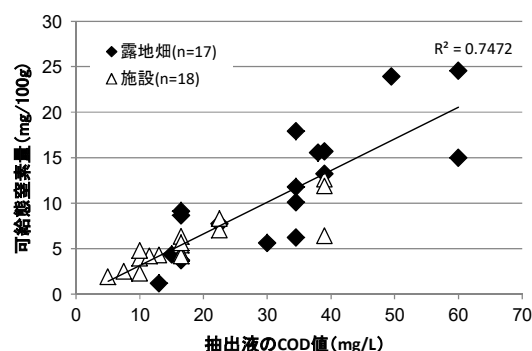


図 抽出液の COD 値と可給態窒素量の関係（畑）

V 参考資料

1 パックテストについて

パックテストに注入する液量は、1.5ml 程度とする。注入する液量が極端に多い場合、少ない場合は評価結果に大きな誤差を生じる。

パックテストに抽出液を 1.5ml 注入した場合、パックテストの総重量は約 2.6g、パックテストの端から抽出液の液面までの長さは約 25mm となる。

抽出液注入後のパックテストの総重量が $2.6 \pm 0.1\text{g}$ の範囲であれば、評価に影響しないことを確認している。

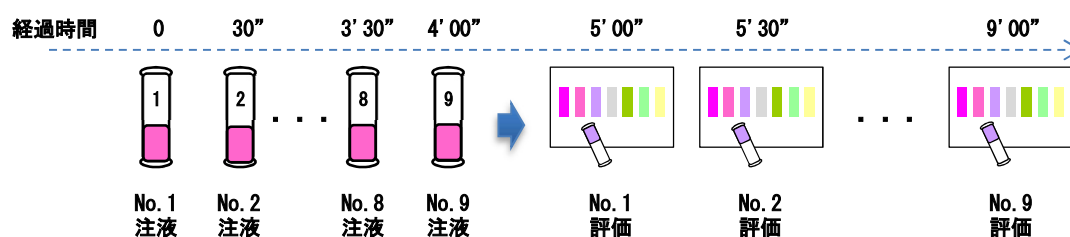
パックテストの端をハサミで切り、ピペットで抽出液を 1.5ml 注入することも可能である。



2 デジタルカメラを用いた効率的なパックテストの評価手法

パックテストを用いて評価を行うサンプルが多数ある場合は、デジタルカメラを用いた以下の手法により効率的に簡易評価を行うことができる。

- ① 1 サイクル（最大 9 サンプル）分のパックテストにサンプル名等を記入する。
- ② No. 1 のパックテストにサンプルを注入し、タイマーをスタート。30 秒おきに順次パックテストにサンプルを注入する。
- ③ No. 9 のパックテストにサンプルを注入した後、標準色とデジタルカメラを用意し、パックテストと標準色を同時に撮影できるように準備する。
- ④ No. 1 のパックテストへのサンプル注入から 5 分後に、デジタルカメラで No. 1 のパックテストを撮影する。以後、30 秒おきに順次パックテストを撮影する。
- ⑤ パソコン等で撮影した画像を確認して、パックテストの色を評価する。



3 画像解析ソフトを使用したパックテストの色評価（リン酸パックテストの場合）

撮影した画像から、目視でパックテストの色を評価することが難しい場合、画像解析ソフトを用いてパックテストの色を評価する。

＜画像解析ソフトの例＞

PC 用ソフト：GIMP、Color Picker

スマートフォン用アプリ：色しらべ、色判定

※使用法は各ソフトウェアのマニュアルを参照のこと。

＜画像解析手順：GIMP を使用した例＞

- ① GIMP を起動して画像を開く。
- ② 「ツール(T)」メニューから「スポイト(O)」を選択する。
- ③ 「ウインドウ(W)」メニューの「ドッキング可能なダイアログ(D)」から、「ツールオプション(O)」を選択し、「ツールオプション」を表示させる。

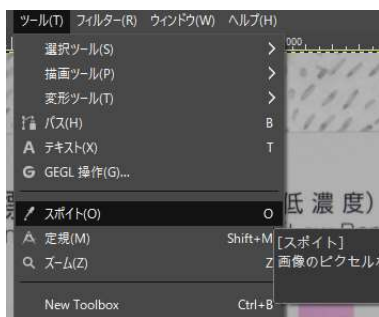


図 「スポイト(O)」の選択

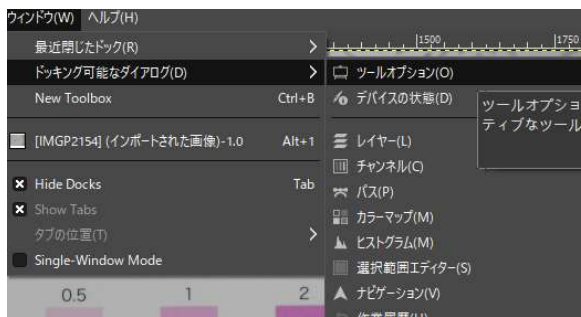


図 「ツールオプション(O)」の選択

- ④ 「ツールオプション」内の「色の平均を取る」にチェック（×印）を入れ、スポイトの半径（色解析する部分の半径）を 10 程度に設定する。「情報ウインドウを使用」にもチェック（×印）を入れる。
- ⑤ パックテスト画像の変色部分にスポイトの先端を合わせて左クリックする。※パックテストの色判別を行う場合は、光の反射の少ない部分を選択すること。
- ⑥ 「スポイト」ウインドウが開きスポイトの先端付近の色情報が表示される。表示された色情報のうち RGB の G 値（緑色の値）をメモする。
- ⑦ 同様に、比較したい標準色の部分にスポイトの先端を合わせて左クリックし、スポイトウインドウに表示される G 値と⑥でメモした G 値を比較する。※パックテスト®りん酸（低濃度）の場合、ピンク色が濃くなるほど G 値は小さくなる。

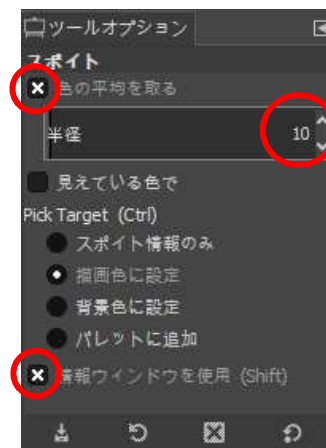


図 「ツールオプション」



図 「スポイト」ウインドウ