

Ⅲ 植害試験の方法

－詳細及び解説－

1 試験環境

(1) 施設等

試験はガラス室、温室、人工気象装置等の外的環境の影響を受けにくい施設が望ましい。特に風や害虫による影響がないようにする。

(2) 温度

通知に規定されている温度は 15 °C～25 °C である。この温度は生育適温であるので極度に低温の場合は生育が鈍化する。春、秋では自然環境下での生育管理も可能であるが、夏、冬では生育適温から外れるため栽培が困難となる。このため、人工気象装置の使用や、室内での空調利用による温度管理が望ましい。

(3) 日照

光量子束密度 260 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 以上で 1 日に 12 時間程度の日照が確保できるようにする。
(一例として FAMIC では、胚軸の徒長を防ぎ、取扱い易くするため 27 000 lx (光量子束密度 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 白色光下程度で試験実施) また、LED ライトを使用する場合は予備試験等を実施し生育に最適な照度等の設定を確認し試験を実施する。

2 試験準備

(1) 施用の設計

試験区は、供試試料区及び標準区を設ける。

解説：試験区の構成は供試試料区及び標準区からなり、それぞれ 8 連で実施するため、16 ポット必要となる。

a) 供試試料区

① 供試試料の試験容器当たりの施用量 (以下「標準施用量」という。) は、窒素を保証する肥料、汚泥肥料 (専ら原料規格第 3 中 4 の項に掲げる原料を使用したものを除く。)、水産副産物発酵肥料、原料規格第 2 に掲げる肥料原料 (主として窒素を含有するものに限る。) 又は原料規格第 3 に掲げる肥料原料 (原料規格第 3 中 4 の項及び 6 の項に掲げるものを除く。) であって、液状でないもの場合は、N として 100 ミリグラム (乾物当たりの窒素成分量が 2 パーセント以下のものにあっては、試料の乾物換算重量で 5 グラム。)、窒素を保証せず、りん酸を保証する肥料又は原料規格第 2 に掲げる肥料原料 (主としてりん酸を含有するものに限る。) であって、液状でないもの場合は P_2O_5 として 100 ミリグラム (りん酸吸収係数の高い土壌であるため、りん酸の施用量が不足するおそれのある場合には、100～200 ミリグラム。)、窒素及びりん酸を保証せず、加里を保証する肥料又は原料規格第 2 に掲げる肥料原料 (主として加里を含有するものに限る。) であって、液状でないもの場合は K_2O として 100 ミリグラムとなる量とする。

解説：①に該当する肥料は、窒素（N）、りん酸（ P_2O_5 ）又は加里（ K_2O ）を保証する肥料、汚泥肥料（焼成汚泥を原料とするものを除く）及び水産副産物発酵肥料である。原料としては主として窒素（N）、りん酸（ P_2O_5 ）又は加里（ K_2O ）を含有する肥料原料（水溶性窒素化合物含有物、菌体含有物、動植物由来物質含有物、アンモニア含有物、硝酸含有物、りん酸含有物、加里含有物、動植物質燃焼灰）及び原料汚泥等（下水汚泥、し尿汚泥、工業汚泥、水産副産物）である。基準となる肥料成分は窒素（N）、りん酸（ P_2O_5 ）、加里（ K_2O ）の順の優先順位がある。供試試料区の成分施用量は基準となる成分の量を 100 mg とする。ただし、乾物当たりの窒素成分量が 2 % 以下のものは 100 mg の基準量を適用すると多量の肥料を混合することになるため乾物で 5 g を基準量としている。また、窒素（N）を保証せずりん酸（ P_2O_5 ）を保証する試料を用いる際に、供試土壌が黒ボク土などでりん酸の肥効が著しく低下する場合はりん酸の施用量を 200 mg まで増加してもよい。

また、すべての供試試料区について、N、 P_2O_5 及び K_2O としてそれぞれ試験容器当たり 25 ミリグラムに相当する硫酸アンモニア、過りん酸石灰及び塩化加里を施用する。

解説：供試試料区には上記で施用したものに加え、窒素（N）、りん酸（ P_2O_5 ）及び加里（ K_2O ）をそれぞれ 25 mg ずつ加える。この際、硫酸アンモニア、過りん酸石灰及び塩化加里を用いる。過りん酸石灰の施用量は可溶性りん酸の成分量で算出する。

② 供試試料が液状の肥料、液状の肥料原料、①に該当するもの以外の肥料、原料規格第 2 に掲げる肥料原料（窒素、りん酸又は加里以外の主成分を主として含有するものに限る。）又は原料規格第 3 に掲げる肥料原料（原料規格第 3 中 4 の項又は 6 の項に掲げるものに限る。）の場合の標準施用量は、その含有する主成分の通常の施用量から定めることとする。ただし、当該供試試料がアルカリ分を保証する肥料又はその原料の場合の標準施用量は、試験容器当たり、アルカリ分として 0.5 グラム（供試土壌が火山灰土壌等の強酸性土壌にあっては 1 グラム）となる量とする。

解説：②に該当する肥料は、液状の肥料、窒素（N）、りん酸（ P_2O_5 ）又は加里（ K_2O ）を保証せずそれ以外の成分を保証する肥料、汚泥肥料（焼成汚泥を原料とするもの）、硫黄及びその化合物である。原料としては、液状の肥料原料、窒素（N）、りん酸（ P_2O_5 ）又は加里（ K_2O ）以外の成分を主として含有する肥料原料（けい酸含有物、カルシウム含有物、苦土含有物、マンガン含有物、ほう酸含有物）、焼成汚泥及び硫黄含有物である。これらは含有する主成分の標準施用量に従って施用する。ただし、当該供試試料がアルカリ分を保証するもの場合の標準施用量は、ポット当たり、アルカリ分として 0.5 g（供試土壌が火山灰土壌等の強酸性土壌にあっては 1 g）となるよう施用する。

また、すべての供試試料区について、N、 P_2O_5 及び K_2O としてそれぞれ試験容器当たり 25 ミリグラムに相当する硫酸アンモニア、過りん酸石灰及び塩化加里を施用する。

解説：①と同様に窒素（N）、りん酸（P₂O₅）及び加里（K₂O）をそれぞれ 25 mg ずつ加える。

b) 標準区

標準区は、N、P₂O₅及びK₂Oとして、それぞれ試験容器当たり 25 ミリグラムに相当する硫酸アンモニア、過りん酸石灰及び塩化加里を施用した試験区とする。

解説：標準区には 25 mg の窒素（N）、りん酸（P₂O₅）及び加里（K₂O）を施用する。

(参考)

試験設計の例

※ 試料の分析値に基づいて施用量を決定する。

【標準区】

	施用量(g)	成分量 (mg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
硫酸アンモニア (硫安)	0.12 注)	25	—	—
過りん酸石灰 (過石)	0.14 注)	—	25	—
塩化加里 (塩加)	0.04 注)	—	—	25

注) 硫酸アンモニア、過りん酸石灰、塩化加里の施用量は、それぞれアンモニア性窒素が 21 %、可溶性りん酸が 17.5 %、水溶性加里が 60 %としたときの計算量。

【供試試料区】

①の場合

(例) 供試試料の成分量 5-4-2

	施用量(g)	成分量(mg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
供試試料	2.00	100	80	40
硫安、過石、塩加	標準区と同量	25	25	25

①の場合 (乾物の窒素量が 2 %以下)

(例) 供試試料の成分量 1-1-2 水分が 20 %の場合

	施用量(g)	成分量(mg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
供試試料	6.25 (乾物として 5.00)	62.5	62.5	125
硫安、過石、塩加	標準区と同量	25	25	25

②の場合（液状肥料）

（例）供試試料の成分量 1-0-1 通常の施用量（N 及び K₂O）が 15 kg/10 a の場合
（ポットは 100 cm² とする）

	施用量(g)	成分量(mg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
供試試料	15	150	—	150
硫安、過石、塩加	標準区と同量	25	25	25

②の場合（窒素、りん酸及び加里のいずれの成分も保証しない普通肥料）

（例）供試肥料の成分量 40(MgO) 通常の施用量（MgO）が 20 kg/10 a の場合
（ポットは 100 cm² とする）

	施用量(g)	成分量(mg)	成分量(mg)		
		MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
供試試料	0.50	200	—	—	—
硫安、過石、塩加	標準区と同量	—	25	25	25

②の場合(アルカリ分を保証する肥料)

（例）供試試料の成分量 60(AL)

	施用量(g)	成分量(g)	成分量(mg)		
		AL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
供試試料	0.83	0.5	—	—	—
硫安、過石、塩加	標準区と同量	—	25	25	25

(2) 供試土壌

土壌はある程度の水分を含ませた状態でポリ袋に入れ直射日光が当たらない場所に保管する。採取後ポリ袋などで保管している場合は土壌の不均一による生育のばらつきをなくすためよく混合してから使用する。また、長期間保存した土壌や乾燥状態で保管した土壌は微生物活性が低くなっていることがあるので、畑地の状態に近づけるために、適度に水を含ませた状態で1週間程度放置する。なお、容積重、土壌水分及び最大容水量は試験を実施するに当たって事前に調査する。

参考：微生物活性を高める作業として一例を挙げる。土壌をバットに出しほぼ最大容水量の水を加え1週間程度放置する。放置している間に日光に当てて乾燥してもよい。その後適度に乾燥し2 mm のふるいを通して供試土壌とする。

a) 容積重 (C)

メスシリンダー又はビーカーに供試土壌 500 mL を入れて土壌重量を測定する。数回繰り返してその平均値を土壌 500 mL の容積重とする。求めた容積重はポットに充てんする土壌重量である。

b) 水分 (B)

ハロゲン水分計や乾燥機等により 100 °C で加熱して求める。なお、ハロゲン水分計の場合は恒量になるまで、乾燥機の場合はアルミニウム製ひょう量皿や共栓はかり瓶を用いて 5 時間加熱する。

c) 最大容水量 (D)

100 mL のメスシリンダーに直径約 110 mm の筋目のあるロートを乗せ、これに水で湿した直径約 185 mm で 3 種又は 2 種のろ紙を置き、ろ紙の中に供試土壌 100 g を入れ、土壌表面から 100 mL の水を静かに注ぎ、ろ液の滴下終了を確認後、その滴下水量 (A) から求める。また、ポット当たりの供試土壌が最大容水量の 60 % の水分量にするための水の量を算出する。

解説：水を静かに注がないと、土壌に水が保持されず、最大容水量が低めに見積もられることがあるため留意する。

(最大容水量 (乾土 100 g あたり D g) を求める計算式)

※下式において、水 1 mL = 1 g とする。

$$\frac{\text{注いだ水量}(100 \text{ mL}) - \text{滴下量}(A \text{ mL}) + \text{風乾土 } 100 \text{ g 中の水分量}(B \text{ g})}{\text{風乾土}(100 \text{ g}) - \text{風乾土 } 100 \text{ g 中の水分量}(B \text{ g})} \times 100$$

(ポットに加える水量 (g) を求める計算式) 【最大容水量の 60 % にする場合】

$$\left(\text{土壌 } 500 \text{ mL の容積重}(C \text{ g}) \times \left(1 - \frac{\text{風乾土含水率}(B)}{100} \right) \times \frac{\text{最大容水量}(D \text{ g})}{100 \text{ g}} \times 0.6 \right) - \text{土壌 } 500 \text{ mL の容積重}(C \text{ g}) \times \frac{\text{風乾土含水率}(B)}{100}$$

解説：風乾土 100 g 中の水分量(B g)とは、風乾土 100 g あたりに含まれる水分量を表し、風乾土含水率(B)とは、当該の数値を百分率で表したものである。一般的に、含水率と呼ばれる。

(3) 試料

ポット毎に施用する供試試料及び三要素試料を薬包紙等に量り取る。

注意：三要素試料のうち過りん酸石灰は薬包紙を変質させるので長期間の保存はできない。また、過りん酸石灰と他の塩化加里等と混合しておくことと固結することがある。

(4) 種子

種子は発芽率、発芽勢が良いものを準備する。容器から開封した場合は、密閉容器に入れ冷暗所保管する。

解説：こまつなの種子は冷暗所で保管していても発芽率等の低下は免れないので 2 年程度を目安に更新する。なお、有効期限が指定されているものについては、これに

従う。また、一度シャーレ等に出しては種した残りの種子は土壌等が付着し発芽率が低下することがあるので清潔な種子と混合しない。

(5) 道具類

- a) ノイバウエルポット：内径 11.3 cm、高さ 6.5 cm の鉢。
- b) ラベルシール：ポットに試験区名、ポット重量を記載する。
- c) ポリ袋：土壌と試料を混合する。例；大きさ 280 mm×410 mm 厚さ 0.08 mm 材質 PE
- d) ろ紙：JIS P 3801:1995 の規格を満たすもの。
- e) メスシリンダー：は種前の水分調整の際に水を量る。例；100 mL 容
- f) 薬さじ：ポットに土壌を充填した後に表面を平らにする。覆土の際に用いる。
- g) は種板・ガラス棒：は種板は土壌を充填した後に平らな土壌表面を作り、は種する際にガラス棒のガイドとする樹脂製の円盤状で 20 個の穴が開いている自作品。ガラス棒はは種穴を開けるために用いる。なお、一定の深さとなるようテープ等を巻き調整するとよい。



- h) ガラス板：12 cm 四方程度のガラス板。は種後にポットを覆う。
- i) シャーレ：種子を入れる。
- j) ピンセット：種子を挟む。
- k) はかり：ポット重量を測定する。例；1000 g まで秤量可能なもの。
- l) 洗浄瓶：ポットに給水する。
- m) ものさし：こまつなの葉長を測定する。
- n) カメラ：発芽状況、生育状況を撮影する。
- o) 試験区名ラベル：写真撮影の際に用いる試験区名等が書かれたもの。
- p) 青い布：写真撮影時のバックとする。
- q) はさみ：収穫に用いる。

3 試験手順

(1) 土壌充填、施用

- a) ノイバウエルポットに試験区名を記載したラベルシールを貼りつけ、500 mL の土壌を量り取る。
- b) ポリ袋に土壌を移してポットに施用する試料を入れ、ポリ袋を風船状にして激しく振り混合する。
- c) 最大容水量の 60 %にするのに必要な水をメスシリンダーで量りとり静かにポットに注ぐ。

解説：土壌中の水分量を最大容水量の 60 %に合わせる方法については、①あらかじめポット内に必要量の水を注ぎ、その後、試料と混合された土壌を入れて下から浸透させる方法、②袋に土壌と試料を入れ混合し、その後、水を少しずつ入れて混

合わせる方法、③試料と土壌を混合後、ポットに充填し、上から必要量の水を注ぐ方法がある。いずれを選択しても差し支えないが、一連の試験では水の供与方法を統一して行う。

注意：施用する試料の水分が少なく施用量が多い場合は、試料が水を吸収して土壌水分量が規定に満たないことがあるので、試料が吸収する水分量を以下の例を参考に算出して添加する水分量を増加する。

(例) 汚泥肥料の場合

ポットに添加する供試試料（ここでは汚泥肥料）の量 (S g) が 2.5 g、汚泥肥料の乾物 100 g あたりの最大吸水量が 100 g と想定して、土壌に施用された汚泥肥料の吸水量が最大吸水量の 60 % (W1 %) と仮定した場合、汚泥肥料に必要な水分量は、試験に使用する汚泥肥料の水分含有率 (W2 %) の測定値が 10 % だとすると、

$$\begin{aligned} \text{必要な水分量(g)} &= S \times \left(1 - \frac{W2}{100}\right) \times \frac{W1}{100} - S \times \frac{W2}{100} \\ &= 2.5 \times \left(1 - \frac{10}{100}\right) \times \frac{60}{100} - 2.5 \times \frac{10}{100} = 1.1 \end{aligned}$$

d) 土壌をポットの中央に静かに戻し、土壌を葉さじで平らにする。

e) ポットの縁の土壌を少し押し込み葉さじで再度平らにする。

解説：水が下から浸透する過程でポットの縁に空隙ができるため、その空隙を少なくして後の灌水時に陥没することを防ぐ。

f) は種板を用いて軽く押さえて表面を平らにする。

注意：各ポットの土壌の押さえる力は一定となるようにする。

g) 水が浸透するまでガラス板で覆い静置する。

解説：ガラス板が乾燥を防ぐ。

h) 直ちには種しない場合はそのまま静置する。

解説：供試試料が乾燥菌体肥料、汚泥肥料等で有機質のものを多く含み、施用直後の急激な分解で発芽障害が起こる可能性があるときには7日間前後を目安に静置するとよい。また、発芽試験など予備的調査を行うことも推奨される。なお、土壌表面が固結していたりカビが生えたりしては種が困難な場合は土壌表面を1 cm 程度混合してからは種を行う。は種の際は水分量を確認し、不足していれば補う。

(2) は種

a) 水が土壌表面に浸透してからは種板とガラス棒を用いて一定の深さの穴を20個開ける。

注意：穴の深さは3~5 mm 程度が適当であるが、土壌の種類により最適な深さがあるため、発芽試験を行うなど事前の確認が望ましい。なお、黒ボク土を使用しこまつなをは種する場合は穴の深さ3 mm が最適である。

b) 穴にこまつなの種子を1つずつ入れる。

注意：種子の大きさが平均的でないものや、欠損、変色、割れ等のある不良な種子は使用しないこと。種子の大きさは子葉の大きさを表し発芽後の生育差が出ることもある。一般に大きい種子から拾う傾向があるので、種子は少量ずつ出すとよい。

- c) 葉さじの小さい方では種穴の直ぐ横の土を寄せて覆土する。

解説：通知では風乾土を覆土するように規定しているが、覆土の厚さが不均一となり易く発芽が揃わないことがある。供試土壌が黒ボク土の場合は種穴に土壌が完全に詰まっていなくても問題はない。

- d) ポットの重量を測定し、ラベルシールに記載する。

解説：ポット全体の重量は土壌水分が最大容水量の 60 %の時の重量である。

- e) ガラス板でポット上部を覆い、栽培施設に移動する。ポット上部は全て塞がずに通気のために少し開ける。

解説：ガラス板での覆いは土壌水分の蒸発を防ぐ。通気のための隙間はポット内の蒸れを防ぐ。隙間が大きすぎると土壌が乾燥し発芽遅延の原因となることがある。ガラス板を外すまでのポット当たりの減水量は1日当たり約 3 g 以下となるように栽培環境を管理するとよい。

(3) 発芽後の管理

- a) 発芽し始めたらガラス板を取る。

注意：ガラス板を取る時期が遅いと徒長する。子葉が展開する前がよい。ただし、ガラス板を取ると土壌水分が多く蒸発するようになる。発芽又は子葉の展開にばらつきがある場合は、発芽が揃うまでガラス板を取らないこと。ガラス板を取った後は、土壌水分の管理に注意すること。発芽が揃っていない状態で、は種時のポット重量から1日当たり約 20 g 以上減水した場合、発芽率不良の原因となることがある。

- b) 子葉が展開した頃から給水を始める。

注意：発芽直後は根の張りが弱く倒れやすいので葉にかけないようにする。洗浄瓶等を用いて株間に給水する。

- c) 給水量はラベルシールに記載した重量を目安にする。

(4) 発芽調査

- a) ガラス板を取る頃とその後 1~2 回の発芽調査をする。

解説：一例であるが、1 回目の調査を土壌表面から子葉が離れた頃に、2 回目の調査を子葉が展開した頃に行う。1 回目の調査は一番発芽の動きが激しい時なので微妙な発芽の遅延が数値に表れる。

- b) 発芽調査は調査時に発芽率と異常症状の有無について調査する。その他、必要があれば、①供試試料区と標準区の違いによる差、②異常症状がある場合はその症状と程度等を確認して記録する。

(5) 日常の管理

- a) ラベルシールに記載した重量を目安に毎日 1~2 回給水する。

- b) 試験後半は植物体の重量と蒸散量を考慮して灌水量を増加する。

解説：最大容水量の 60 %となるように重量で水管理をしているが、植物体の成長とと

もに植物体に含まれる水分も多くなるためその分を上乗せする。また、植物が成長すると蒸散量も多くなるので最大容水量の 60 %以上の水を灌水する。この際は試験区毎の灌水量を合わせる。

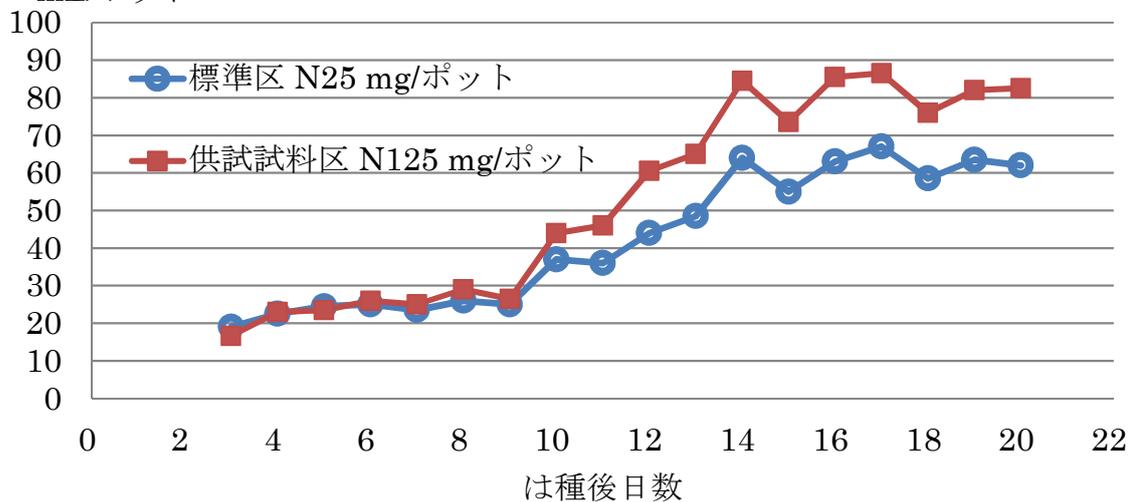
休日等で水管理ができない場合は、自動給水装置を利用してもよい。この場合、装置使用前の給水量を記録しておき、この推移を目安に装置による給水量を設定する。

(例) 植害試験における給水量の一例

○栽培環境

供試土壌	黒ボク土(洪積土)
栽培環境	昼夜各 12 時間。昼 25 °C 夜 15 °C。湿度 80 % 照度約 27 000 lx (光量子束密度 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 白色光下

一日の給水量
mL/ポット 植害試験における給水量の推移 (一例)



注意：自動給水する際は同じ位置に続けて給水しないように給水位置を変える。水溶性の成分が水とともに移動してポット内の生育差が大きくなることがある。

c) ポットの配置換えを行う。

解説：原則毎日、発芽後はポットの配置換えを行い環境による生育差を少なくする。
ポットの間隔は隣のポットの葉が重ならない程度とする。

(6) 生育調査

a) 生育調査はは種後 14 日頃と 21 日頃の試験終了日の 2 回実施する。

b) ポットの中から 5 個体以上抽出して葉長を計測する。1 個体の中で最大葉の葉長を測定する。

解説：葉長とは葉柄と葉身を合わせた長さである。個体の抽出方法については次のようにしてもよい。20 個体（5×4 列）の場合、外側にある株が 14 個体、中央部に
ある株が 6 個体であるので 5 個体測定するのであれば外側から 4 個体、中央部から
1 個体選定する。6 個体測定するのであれば中央部を増やして 2 個体とする。外
側から選定する個体は角から数えて右に 2 つ目に位置するものとし、中央部から
は無作為に 1 個体または 2 個体を抽出すると同じ個体を測定することがない。

注意：葉を傷めたり、引き抜いたりしないようにする。

(7) 収量調査

- a) 試験終了日は、写真撮影、生育調査、生体重測定の前に行う。

解説：写真撮影は植物が生育調査で全体の形が崩れたり傷んだりする前に行う。生育調査は 14 日後頃に実施した時と同様に行う。

(8) 写真撮影

- a) 青い布を敷き各試験区ごとにポットを並べる。
b) 発芽が揃った頃と生育調査の際に真上からの写真を撮影する。

注意：写真は試験区名が分かるように撮影することとし成長の差が判りやすいように真上から撮影する。なお、各撮影時のポットの配置と間隔は同じとする。撮影に使用するポットについては規定がないが、一例として FAMIC では、両区から 4 ポットずつを任意に抽出し撮影している。14 日目、21 日目は発芽時に撮影したポットと同様のポットで撮影する。ただし、給水不良等で明らかに異常なポットの場合は撮影対象から外し、あくまで平均的な見た目のものを抽出する。

- c) 異常症状が確認された場合は、症状が現れた日、どのような症状か、症状の進行具合等について記録し、写真撮影を行う。

(9) 生体重測定

- a) 生体重は植物の地上部を切り取り、直ちに重量を測定する。

注意：生体重を測定する 30 分前までに灌水を十分にしておき、こまつなが十分に吸水している状態で測定する。測定は生体のみとし枯死、落葉は測定しない。こまつなに付着した土壌や水滴は拭き取る。切り取り後素早く重量を測定しないと蒸散により重量が減少する。

(10) 判定とまとめ方

- a) 植害試験は施用した試料が植物に害を及ぼすか否かを判定するために実施する試験であるが、施用効果により生育に差が生じる場合がある。

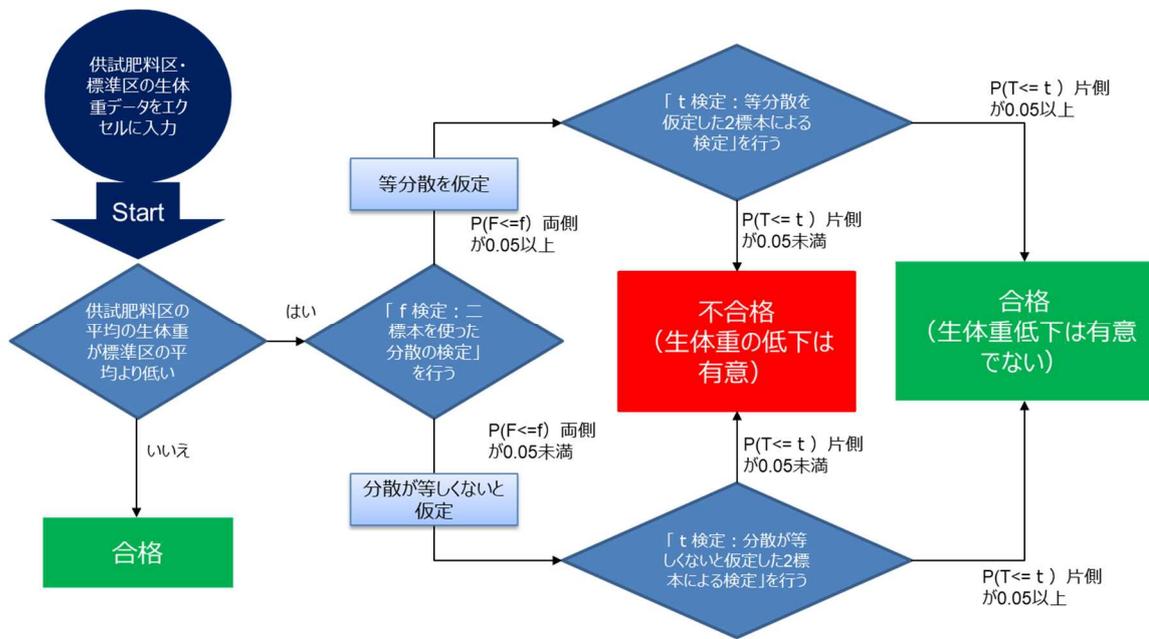
解説：試料は、速効性や緩効性といった施用効果が現れるまでの時間がそれぞれ違うことがある。また、発酵途中の堆肥の場合は窒素飢餓症状が現れることもある。

- b) 発芽調査の結果、供試試料区で明らかに発芽異常があったり、その後の生育が鈍化したりすれば何らかの障害があったものとする。

解説：発芽時に異常があった場合は、根が土壌中に伸長できないか、有害な物質を吸収した結果と考える。

- c) 供試試料区の生体重平均が標準区の生体重平均を下回った場合は、有意差検定を行う。

解説：供試肥料区の生体重平均が標準区の生体重平均を下回っている場合は有意差検定を実施する。参考として下図に検定の流れの例を示す。有意差検定の結果、有意な差が確認できた場合は、供試肥料の施用によって生育阻害が生じたものとし、それが有害物質によるものかどうかを考察する。必要に応じて、実施した検定の方法や結果について「試験成績取りまとめ様式」の7.考察の欄に記載する。

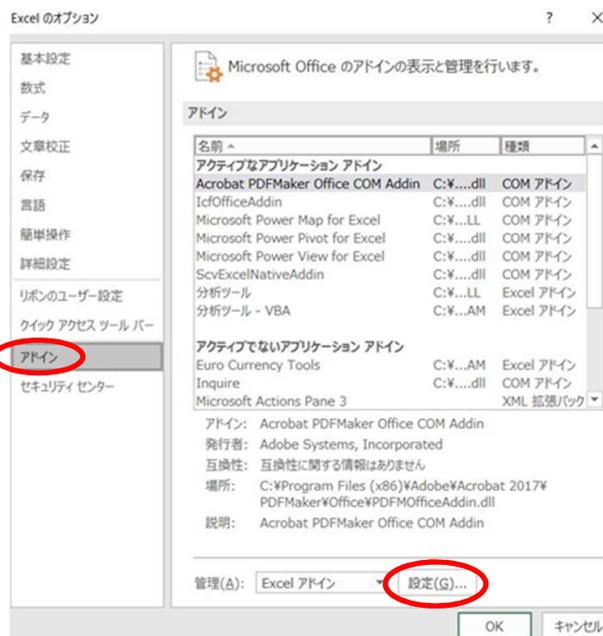


有意差検定を実施する際の一例として、以下に Excel を用いた方法を記載する。

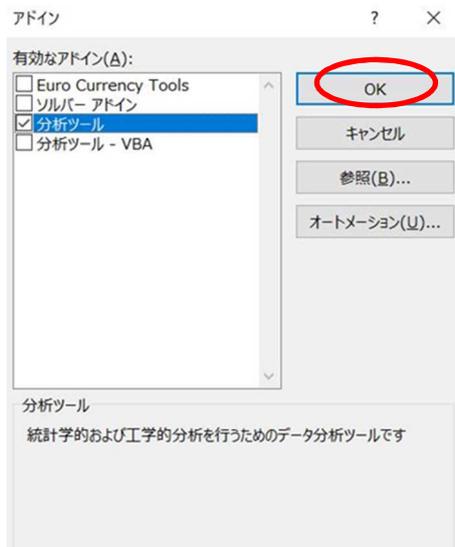
- 有意差について (Excel の操作方法 1：準備) 【Excel 2016 (16.0.5278.0000)ver】



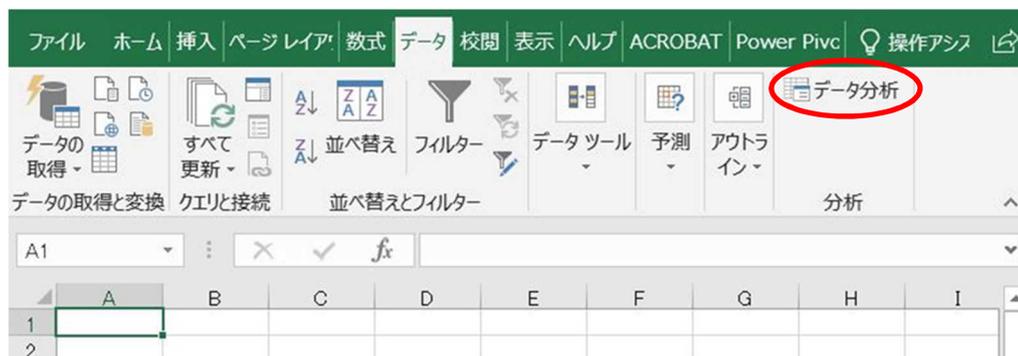
1. ファイル⇒オプションをクリックする。



2. アドインをクリック⇒設定(G)をクリックする。



3. 「分析ツール」にチェックを入れて OK を押す。

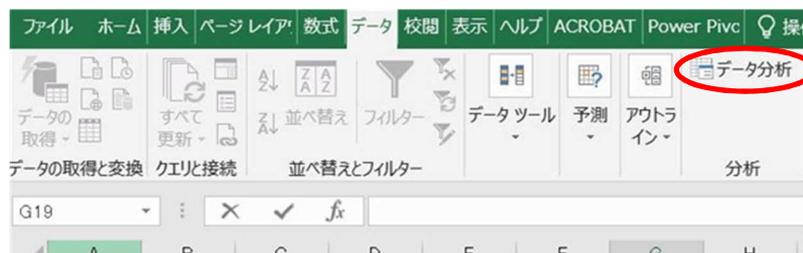


4. 上部の「データ」を選択⇒一番右に「データ分析」が表示される。

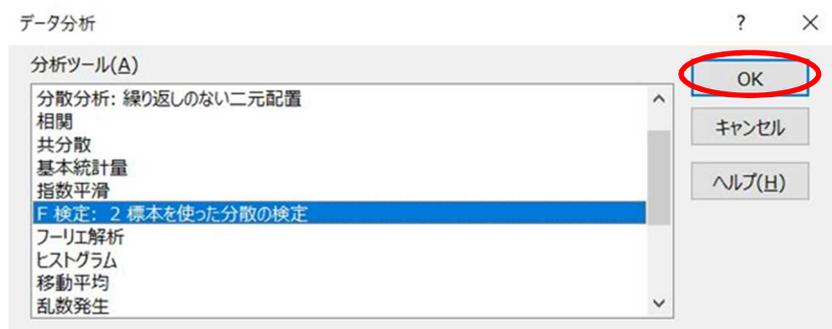
- 有意差について（エクセルの操作方法 2：F 検定（不等分散の場合））

	A	B	C	D	E
1					
2	試験区No.		ポット No.	生体重 (g/鉢)	
3	供試試験料区	T	T 1	8.0	
4			T 2	9.5	
5			T 3	12.0	
6			T 4	11.0	
7			T 5	10.7	
8			T 6	9.3	
9			T 7	12.6	
10			T 8	10.4	
11			平均	10.4	
12	標準区	B	B 1	13.0	
13			B 2	12.5	
14			B 3	11.5	
15			B 4	13.0	
16			B 5	12.3	
17			B 6	13.2	
18			B 7	12.8	
19			B 8	12.0	
20			平均	12.5	
21					

1. セルに生体重データを入力する。供試試験料区の生体重の平均が標準区の生体重の平均より低いことを確認する。



2. 「データ分析」をクリックする。



3. 「F 検定：2 標本を使った分散の検定」を選択して OK を押す。

試験区No	ポット No	生体重 (g/鉢)
供試試料区	T 1	8.0
	T 2	9.5
	T 3	12.0
	T 4	11.0
	T 5	10.7
	T 6	9.3
	T 7	12.6
	T 8	10.4
	平均	10.4
標準区	B 1	13.0
	B 2	12.5
	B 3	11.5
	B 4	13.0
	B 5	12.3
	B 6	13.2
	B 7	12.8
	B 8	12.0
	平均	12.5

4. 「変数 1 の入力範囲」に供試試料区の生体重 T1～T8 までを範囲選択「変数 2 の入力範囲」に標準区の生体重 B1～B8 までを範囲選択し、OK を押す。

	変数 1	変数 2
平均	10.438	12.538
分散	2.2313	0.337
観測数	8	8
自由度	7	7
観測された分散比	6.6216	
P(F<=f) 片側	0.0117 × 2	
F 境界値 片側	3.787	

5. 別シートに検定結果が表示される。「P (F<=f) 片側」を 2 倍した値が 0.05 未満であれば、供試試料区と標準区の分散に有意差がある。今回は「P (F<=f) 片側」が 0.0117 なので両区の分散に有意差がある。したがって、続く t 検定では「t 検定：分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定」を行う。

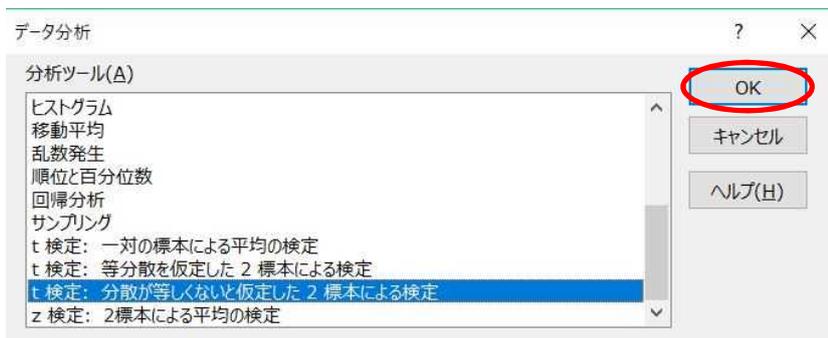
- 有意差について（Excel の操作方法 3 : t 検定（不等分散の場合））

	A	B	C	D	E	F		
1			ポット	生体重				
2	試験区No		No	(g/鉢)				
3			T1	8.0				
4			T2	9.5				
5			T3	12.0				
6			T4	11.0				
7	供試試験区	T	T5	10.7				
8			T6	9.3				
9			T7	12.6				
10			T8	10.4				
11			平均	10.4				
12			標準区	B	B1	13.0		
13					B2	12.5		
14					B3	11.5		
15	B4	13.0						
16	B5	12.3						
17	B6	13.2						
18	B7	12.8						
19	B8	12.0						
20	平均	12.5						

1. セルに生体重データを入力する。



2. 「データ分析」をクリックする。



3. 「t 検定：分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定」を選択して OK を押す。

試験区No.	ポット No.	生体重 (g/鉢)
供試試料区	T 1	8.0
	T 2	9.5
	T 3	12.0
	T 4	11.0
	T 5	10.7
	T 6	9.3
	T 7	12.6
	T 8	10.4
	平均	10.4
標準区	B 1	13.0
	B 2	12.5
	B 3	11.5
	B 4	13.0
	B 5	12.3
	B 6	13.2
	B 7	12.8
	B 8	12.0
	平均	12.5

t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

入力元

変数 1 の入力範囲(1): \$D\$3:\$D\$10

変数 2 の入力範囲(2): \$D\$12:\$D\$19

二標本の平均値の差(H)

ラベル(L)

α(A): 0.05

出力オプション

出力先(Q):

新規ワークシート(P):

新規ブック(W)

OK

キャンセル

ヘルプ(H)

4. 「変数 1 の入力範囲」に供試試料区の生体重 T1~T8 までを範囲選択「変数 2 の入力範囲」に標準区の生体重 B1~B8 までを範囲選択し、OK を押す。

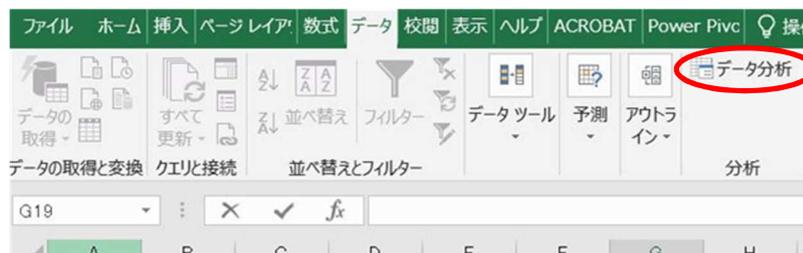
t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定		
	変数 1	変数 2
平均	10.438	12.538
分散	2.2313	0.337
観測数	8	8
仮説平均との差異	0	
自由度	9	
t	-3.706	
P(T<=t) 片側	0.0024	
t 境界値 片側	1.8331	
P(T<=t) 両側	0.0049	
t 境界値 両側	2.2622	

5. 別シートに検定結果が表示される。「P (T<=t) 片側」が 0.05 未満であれば、供試試料区と標準区の平均に有意差がある。今回は「P (T<=t) 片側」が 0.0024 なので両区の平均に有意差がある。生体重の低下は有意となり結果は不合格となる。

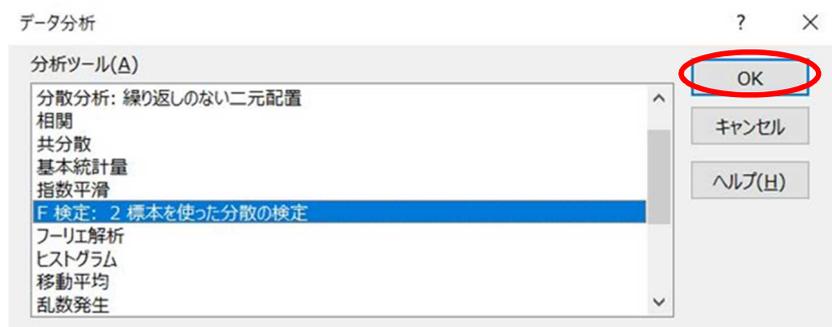
- 有意差について（エクセルの操作方法2：F検定（等分散の場合））

	A	B	C	D	E
1	試験区No		ポット No	生体重 (g/鉢)	
2					
3	供試試料区		T1	12.3	
4			T2	11.8	
5			T3	12.2	
6			T4	12.3	
7			T5	12.1	
8			T6	12.4	
9			T7	11.9	
10			T8	12.2	
11			平均	12.2	
12	標準区		B1	11.8	
13			B2	12.5	
14			B3	12.3	
15			B4	11.9	
16			B5	12.4	
17			B6	12.2	
18			B7	12.3	
19			B8	12.6	
20			平均	12.3	

1. セルに生体重データを入力する。供試試料区の生体重の平均が標準区の生体重の平均より低いことを確認する。



2. 「データ分析」をクリックする。



3. 「F検定：2標本を使った分散の検定」を選択してOKを押す。

試験区No	ポット No	生体重 (g/鉢)
供試試料区	T 1	12.3
	T 2	11.8
	T 3	12.2
	T 4	12.3
	T 5	12.1
	T 6	12.4
	T 7	11.9
	T 8	12.2
	平均	12.2
標準区	B 1	11.8
	B 2	12.5
	B 3	12.3
	B 4	11.9
	B 5	12.4
	B 6	12.2
	B 7	12.3
	B 8	12.6
	平均	12.3

4. 「変数 1 の入力範囲」に供試試料区の生体重 T1～T8 までを範囲選択「変数 2 の入力範囲」に標準区の生体重 B1～B8 までを範囲選択し、OK を押す。

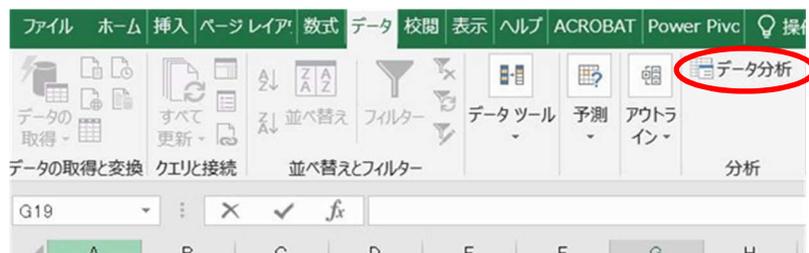
	変数 1	変数 2
平均	12.15	12.25
分散	0.0429	0.0771
観測数	8	8
自由度	7	7
観測された分散比	0.5556	
P(F<=f) 片側	0.2281	×2
F 境界値 片側	0.2641	

5. 別シートに検定結果が表示される。「P (F<=f) 片側」を 2 倍した値が 0.05 未満であれば、供試試料区と標準区の分散に有意差がある。今回は「P (F<=f) 片側」が 0.2281 なので両区の分散に有意差はない。したがって、続く t 検定では「t 検定：等分散を仮定した 2 標本による検定」を行う。

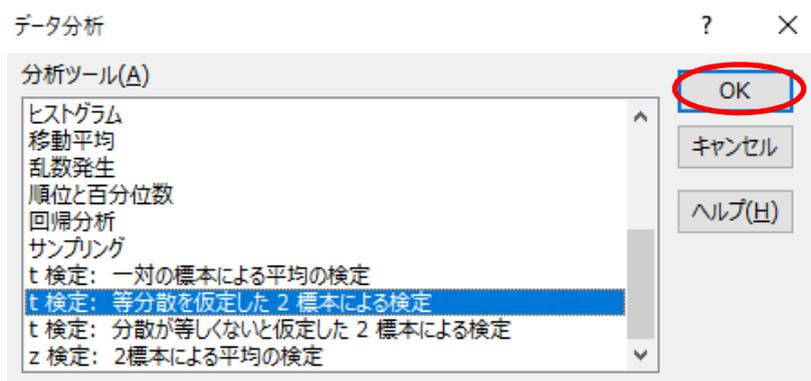
- 有意差について（エクセルの操作方法3：t検定（等分散の場合））

	A	B	C	D	E
1	試験区No		ポット No	生体重 (g/鉢)	
2					
3	供試試験区		T1	12.3	
4			T2	11.8	
5			T3	12.2	
6			T4	12.3	
7			T5	12.1	
8			T6	12.4	
9			T7	11.9	
10			T8	12.2	
11			平均	12.2	
12	標準区		B1	11.8	
13			B2	12.5	
14			B3	12.3	
15			B4	11.9	
16			B5	12.4	
17			B6	12.2	
18			B7	12.3	
19			B8	12.6	
20			平均	12.3	

1. セルに生体重データを入力する。



2. 「データ分析」をクリックする。



3. 「t検定：等分散を仮定した2標本による検定」を選択してOKを押す

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		試験区No	ポット No	生体重 (g/鉢)	t検定: 等分散を仮定した2標本による検定						
3		供試試料区	T 1	12.3	入力元						
4			T 2	11.8	変数 1 の入力範囲(1): \$D\$3:\$D\$10						
5			T 3	12.2	変数 2 の入力範囲(2): \$D\$12:\$D\$19						
6			T 4	12.3	仮説平均との差異(Y):						
7			T 5	12.1	<input type="checkbox"/> ラベル(L)						
8			T 6	12.4	α(A): 0.05						
9			T 7	11.9	出力オプション						
10			T 8	12.2	<input type="radio"/> 出力先(Q):						
11		平均	12.2	<input checked="" type="radio"/> 新規ワークシート(P):							
12		標準区	B 1	11.8	<input type="radio"/> 新規ブック(W)						
13			B 2	12.5							
14			B 3	12.3							
15			B 4	11.9							
16			B 5	12.4							
17			B 6	12.2							
18			B 7	12.3							
19			B 8	12.6							
20		平均	12.3								

4. 「変数 1 の入力範囲」に供試試料区の生体重 T1～T8 までを範囲選択「変数 2 の入力範囲」に標準区の生体重 B1～B8 までを範囲選択し、OK を押す。

t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定		
	変数 1	変数 2
平均	12.15	12.25
分散	0.0429	0.0771
観測数	8	8
プールされた分散	0.06	
仮説平均との差異	0	
自由度	14	
t	-0.816	
P(T<=t) 片側	0.2139	
t 境界値 片側	1.7613	
P(T<=t) 両側	0.4279	
t 境界値 両側	2.1448	

5. 別シートに検定結果が表示される。「P (T<=t) 片側」が 0.05 未満であれば、供試試料区と標準区の平均に有意差がある。今回は「P (T<=t) 片側」が 0.2139 なので両区の平均に有意差はない。生体重の低下は有意ではないため合格となり、供試試料の施用によって害は生じていないものとする。

- d) 異常症状が確認された場合は写真撮影をして観察メモをとっておく。

解説：ある症状が現れた場合は試験終了時まで同じ症状であることは殆どなく枯死することもある。生育阻害物質は濃度の違いにより症状の現れ方が違うこともある。また、写真と観察メモは後の考察の際に役立つ。

- e) 異常症状が現れ、その原因が分かる場合は症状と共に考察に記載する。

解説：例えば、明らかに養分の過不足等による生理障害であると確認できる場合には試験結果表中の異常症状欄に「異常あり」と記載し、考察内に「有害物質によるものではない」旨記載する。