

Ⅲ 作物別技術対策のポイント

1 作物（水稲・大豆・麦類）

- 水稲、大豆のカリ減肥にあたっては、放射性セシウム吸収抑制対策のため、必ず土壤分析結果に基づいて削減量を決定し、所定の土壤中交換性カリ含量が維持されるようにします。
- 堆肥等の有機物は、成分量や肥効率から化学肥料成分への代替が可能です。有機物によって成分バランスや肥効率、肥効パターンが異なるので、土壤や品目に適した有機質資材を選定しましょう。
- 水稲における有機物の施用にあたっては、湛水直前の施用や未熟有機物の施用は還元による生育障害を助長することから、これを避ける必要があります。

(1) 共通技術対策

ア 土壤分析・診断による土づくりの実施

水田土壤及び普通畑土壤の改良基準は、表 17 及び表 18 のとおりです。定期的に土壤分析を行い、土づくりを実施することで、収量の安定化が図られます。

表 17 水田土壤の改良基準

| 土壤の種類 土壤の性質 | ① 有機質土壤 多湿黒ボク土 黒泥土、泥炭土 | ② 細粒質土壤 ①以外の粘質及び 強粘質土 | ③ 中粗粒質土壤 砂質、壤質及び 砂礫質土 |
|--|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 作土の厚さ | 15cm以上 | | |
| すき床層のち密度 | 山中式硬度計で14~24mm | | |
| 主要根群域の 最大ち密度 | 山中式硬度計で24mm以下 ¹⁾ | | |
| 地下水位 | 50cm以下（非湛水期間） | | |
| 湛水透水性 | 日減水深で10~20 mm | | |
| pH (H ₂ O) | 5.5~6.5 | | |
| 陽イオン交換容量 (CEC) | 15me/乾土100g 以上 | 12me/乾土100g 以上 | 10me/乾土100g 以上 |
| 石灰(CaO)飽和度 | 40~60% | | |
| 苦土(MgO)飽和度 | 15~20% | | |
| カリ(K ₂ O)飽和度 | 2~10% | | |
| 塩基飽和度 | 60~80% | | |
| 可給態リン酸(P ₂ O ₅) | 10mg/乾土100g以上 ²⁾ | | |
| 可給態ケイ酸(SiO ₂) | 15mg/乾土100g以上 ³⁾ | | |
| 可給態窒素 | 8~20mg/乾土100g ⁴⁾ | | |
| 腐植 | 2%以上 ⁵⁾ | | |
| 遊離酸化鉄(Fe ₂ O ₃) | 1%以上 | | |

- 1) 主要根群域は地表下30cmまでの土層とする。
- 2) トルオーグ法による分析値である。
- 3) 酢酸緩衝液浸出法による分析値である。
- 4) 風乾土壤を30℃、湛水密閉状態で4週間培養した場合のアンモニア態窒素の生成量
- 5) 炭素含有率に係数1.724を乗じて算出した推定値である。

表 18 普通畑土壌の改良基準

| 土壌の種類 土壌の性質 | ① 有機質土壌 黒ボク土 黒泥土、泥炭土 | ② 細粒質土壌 ①以外の粘質及び 強粘質土 | ③ 中粗粒質土壌 砂質、壤質及び 砂礫質土 |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 作土の厚さ | 25cm以上 | | |
| 主要根群域の 最大ち密度 | 山中式硬度計で22mm以下 ¹⁾ | | |
| 主要根群域の固相率 | 40%以下 | 50%以下 | 50%以下 |
| 主要根群域の粗孔隙量 | 粗孔隙の容量で10%以上 | | |
| 地下水水位 | 60cm以下 | | |
| pH (H ₂ O) | 6.0~6.5 ⁵⁾ | | |
| 陽イオン交換容量 (CEC) | 15me/乾土100g 以上 | 12me/乾土100g 以上 | 10me/乾土100g 以上 |
| 石灰(CaO)飽和度 | 50~70% | | |
| 苦土(MgO)飽和度 | 15~20% | | |
| カリ(K ₂ O)飽和度 | 2~10% | | |
| 塩基飽和度 | 70~90% | | |
| 石灰苦土比(CaO/MgO) | 6以下 | | |
| 苦土カリ比(MgO/K ₂ O) | 2以上 | | |
| 可給態リン酸(P ₂ O ₅) | 20mg/乾土100g以上 ²⁾ | | |
| 腐植 | 2%以上 ³⁾ | | |
| 可給態ホウ素(B) | 0.3~3.0 ppm ⁴⁾ | | |
| 電気伝導度(施肥前) | 0.2mS/cm以下 | | |

- 1) 主要根群域は地表下40cmまでの土層とする。
- 2) トルオーグ法による分析値である。
- 3) 炭素含有率に係数1.724を乗じて算出した推定値である。
- 4) 熱水抽出法による分析値である。
- 5) pHは作物により好適範囲が若干異なるので、作物別の好適pHを表2-4に示した。

(2) 品目別技術対策

ア 水稲

水稲は、全窒素吸収量の半分以上を土壌からの吸収に依存しています。このため、堆肥等の有機物を連用することにより、肥沃度が向上し、肥料を削減しても収量レベルを維持することができます。土づくりをした水田としていない水田との肥沃度の差は、長年の間に極めて大きなものとなり、図8に示すように、土づくりをしている水田では窒素を20%減肥しても土づくりをしていない水田以上の収量を確保することができます。

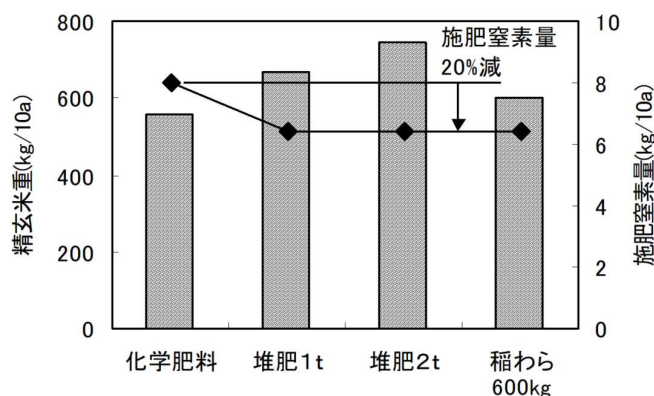


図8 有機物連用30年後の水稲の収量(福島農試, 2005)

(ア) 稲わら

a 効果

地力維持効果は比較的大きく、連用すると窒素肥料代替効果も認められますが、その効果は大きくありません。

b 留意事項

水田に散布された後、翌春の入水時までには土中での堆肥化が進まないと、還元障害や微生物による窒素肥料の取り込みなどによる悪影響が発生しやすくなります。このため、稲わらの分解を促進する土壌改良資材とともに、稲刈り後なるべく早く土中にすき込む必要があります(図9)。乾田では全量のすき込みが可能ですが、半湿田では約半量、湿田では稲わらは施用しないことが望ましいです。

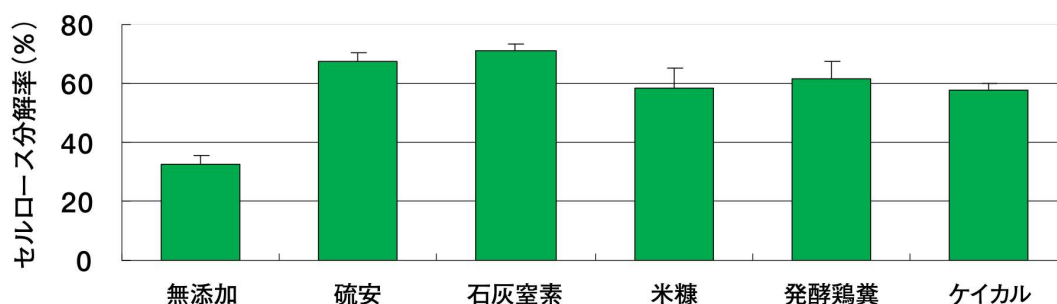


図9 添加資材とセルロース分解率の関係(福島農試, 2000)

硫安、石灰窒素 10kg/10a、米ぬか 100kg/10a、
発酵鶏糞 63kg/10a、ケイカル 200kg/10a

(イ) 家畜ふん堆肥

a 効果

地力維持効果は牛ふん堆肥では大きく、発酵鶏ふんでは小さくなります。窒素肥料代替効果は、発酵鶏ふんや豚ふん堆肥で大きく、牛ふん堆肥では稲わら堆肥よりやや大きい程度です。家畜ふん堆肥の施用は、窒素、リン酸、カリを多く含むことから、基肥の減肥が可能となります。減肥に当たっては、7ページ2(3)を参照してください。

b 留意事項

畜種や副資材の種類及び腐熟程度等によって肥効が大きく異なるので注意する必要があります。未熟堆肥では窒素肥料の取り込みやオガクズに含まれる有害物質による障害の恐れがあります。また、雑草種子が混入した家畜ふん堆肥では、十分な発酵温度と発酵期間を確保する必要があります。

(ウ) 菜種油粕

a 効果

地力維持効果は小さいものの、極めて大きな窒素肥料代替効果が認められます。

b 留意事項

異常還元による生育障害を回避するため、入水の1ヶ月以上前に施用します。カリ含有率が低いので、他の肥料との組み合わせにより補正する必要があります。

(エ) 米ぬか

a 効果

地力維持効果は中程度で、窒素肥料代替効果は比較的大きくなります。稲わらの腐熟促進効果も認められます。

b 留意事項

異常還元による生育障害を回避するため、入水の1ヶ月以上前に施用する必要があります。

イ 大豆

大豆は、根粒菌が共生しており、窒素成分については根粒菌が重要な供給源となります。多量の窒素施肥は、根粒菌による窒素の供給を阻害します。このことから、大豆の基肥施肥にあたっては、根粒菌との共生を阻害しないような施肥法が効率的な施肥となります。また、追肥は子実の肥大に合わせた施肥法が重要です。

(ア) 基肥

大豆の初期生育確保には、根粒菌が着生するまでの間、大豆に窒素を供給するための適正な基肥窒素の施用が必要です。このため、他の要素に比べて施用量が少なく、普通畑では1.5～3kg/10aの範囲で、土壌の肥沃土や播種時期によって調整します。リン酸及びカリは、10kg/10a程度必要であり、基肥に施用します。施肥は、全層または側条施肥としますが、側条施肥で利用率が高まります。

(イ) 追肥と子実収量

大豆は、開花期以降に全窒素吸収量の70%を吸収する作物で、生育後半の窒素供給は、収量・品質の安定化のために重要であり、開花期に6kg/10a程度の窒素を追肥することで増収します。

(ウ) 石灰の施用

大豆の最適土壌pHは6.0～6.5であり、根粒菌の活動を活発にするためには酸度の矯正が重要です。また、大豆は10～15kg/10aのカルシウムを吸収する作物であり、少なくとも80kg/10a程度の石灰を施用する必要があります。

(エ) 堆肥の施用

堆肥などの有機物は、土壌構造の発達を促し、無機養分の供給源としても重要です。また、堆肥の施用は、根粒の着生を促し、窒素固定を増加させます。さらに、地力窒素の富化にも貢献するため、生育後半に大量の窒素を吸収する大豆にとっては、着莢数の増加に堆肥施用が有効です。一方で、未熟な堆肥を播種直前に施用すると、タネバエ等の被害を助長することがあるので、未熟な堆肥では前年の秋に、完熟堆肥でも播種の1週間以上前に畑にすき込む必要があります。

ウ 麦類

(ア) 基肥

窒素は、幼穂形成期までに全吸収量の10～20%、出穂までに80～90%を吸収するとされ、特に節間伸長期から穂ばらみ期にかけての吸収が多くなります。リン酸及びカリは、子実収量100kgに対して2kg必要であり、リン酸は、穂ばらみ期までに82%、穂揃い期で90%が

吸収されます。また、カリは出穂期までにほぼ全量が吸収されます。このため、リン酸及びカリは10～14kg/10a程度を標準とし、全量を基肥で施用します。

(イ) 追肥

麦類の追肥は、水稻と同様に分けつ肥、標準追肥、出穂期追肥に分けられますが、このうち標準追肥は主に収量の確保、出穂期追肥は加工適性にかかるタンパク質の含量向上に重要です。追肥は、窒素成分で3kg/10aを基準に施用します。

(ウ) 堆肥の施用

家畜ふん堆肥等養分含有率の高い堆肥の施用は、養分の補給にも有効であり、化学肥料との併用で増収効果が高くなります。小麦の子実タンパク質含量を高めるためには、生育後半の窒素切れを防止する必要がありますが、堆肥が徐々に分解して発現する窒素等の養分補給は、加工適性を維持するためにも重要です。

2 野菜

- 野菜の施肥にあたっては、各品目の栄養生理特性を考慮して、土壌分析、土壌診断に基づく施肥設計を立てましょう。
- 特に、連作ほ場や施設栽培では、土壌中の塩基バランス（石灰、苦土、カリ）の不均衡や、窒素、リン酸、カリなどの蓄積が起こりやすいため、土壌改良や施肥が適正な量となるように留意しましょう。
- 堆肥等の有機物は、成分量や肥効率から化学肥料成分への代替が可能です。有機物によって成分バランスや肥効率が異なるので、土壌や品目に適した有機質資材を選定しましょう。

(1) 概要

野菜の施肥に当たっては、各品目の栄養生理的特性を考慮し、養分吸収特性、土壌タイプ、残肥、作型、品種等を理解した上で施肥量を決めることが大切です。また、連作や施設栽培では肥料の蓄積や肥料バランスの変動等があるため、土壌診断に基づき施肥設計を立てることも大切です。葉茎菜類や根菜類では栄養生長を主体にした施肥を、果菜類では長期栽培が多く栄養生長と生殖生長のバランスをとった安定した施肥を行う必要があります。

(2) 野菜の土壌診断による適正施肥の実施

ア 野菜の土壌診断

野菜を栽培する土壌について、普通畑土壌及び施設畑土壌の改良基準は表19のとおりです。改良基準はあくまでも目標値であり、各基準値外となると極端に作物の生産性や品質が低下するというものではないことに留意してください。

県内の野菜土壌のpH、養分の過不足の実態については、pHはイチゴを除いて酸性化している傾向にあり、窒素多肥による硝酸態窒素の集積が推察されます。石灰についてはハウレンソウやイチゴで過剰、苦土についてはキュウリやトマト、ピーマン、イチゴ、ネギで不足の傾向、リン酸は総じて過剰の傾向がみられます。これらの結果から、過不足なく施肥するためには、土壌診断が重要です。

表 19 普通畑及び施設畑土壌の改良基準

| 土壌の種類 土壌の性質 | ①有機質土壌 黒ボク土 黒泥土、泥炭土 | ②細粒質土壌 ①以外の粘質及び 強粘質土 | ③中粗粒質土壌 砂質、壤質及び 砂礫質土 |
|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 作 土 の 厚 さ | 25cm以上 | | |
| 主 要 根 群 域 の 最 大 ち 密 度 | 山中式硬度計で22mm以下 ¹⁾ | | |
| 主要根群域の固相率 | 40%以下 | 50%以下 | 50%以下 |
| 主要根群域の粗孔隙量 | 粗孔隙の容量で10%以上 | | |
| 地 下 水 位 | 60cm以下 | | |
| pH(H ₂ O) | 6.0~6.5 ²⁾ | | |
| 陽イオン交換容量 (CEC) | 15meq/乾土100g 以上 | 12meq/乾土100g 以上 | 10meq/乾土100g 以上 |
| 石灰(CaO)飽和度 | 50~70% | | |
| 苦土(MgO)飽和度 | 15~20% | | |
| カリ(K ₂ O)飽和度 | 普通畑:2~10%、施設畑3~10% | | |
| 塩 基 飽 和 度 | 普通畑:70~90%、施設畑70~95% | | |
| 石灰苦土比(CaO/MgO) | 6 以下 | | |
| 苦土カリ比(MgO/K ₂ O) | 2 以上 | | |
| 可 給 態 リ ン 酸 (P ₂ O ₅) | 20mg/乾土100g以上 ³⁾ | | |
| 腐 植 | 2 %以上 ⁴⁾ | | |
| 可 給 態 ホ ウ 素 (B) | 0.3~3.0 ppm ⁵⁾ | | |
| 電気伝導度(施肥前) | 普通畑:0.2mS/cm以下、施設畑:0.3mS/cm以下 | | |

1) 主要根群域は地表下40cmまでの土層とする。

2) pHは作物により好適範囲が若干異なる。

3) トルオーグ法による分析値である。

4) 腐食含量 = 全炭素含有率 × 係数1.724。

5) 熱水抽出法による分析値である。

(福島県施肥基準, 2006掲載資料をもとに作成)

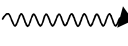
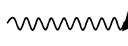
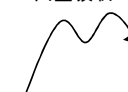

イ 野菜の養分吸収特性

一般に、野菜類は多肥栽培になる傾向にあります。野菜の施肥にあたっては、栽培する野菜がいつ、どれくらいの量の養分を吸収するのかを理解した上で行うことが重要です(表 20)。

ウ 適正施肥

成分が同じであっても、肥料の種類によって肥効は異なります。したがって、肥料の選定に当たっては、肥料の特性を十分把握し、作物の養分吸収特性に即した肥料を選ぶことが重要です。例えば、一般的な化学肥料は速効性で速やかな養分供給を行いたいときに適している。一方、化学肥料でもCDU、IB、被覆肥料等の肥効調節型肥料、有機質肥料等は緩効的な養分供給を行いたい場合に適しています。

表 20 普通畑及び施設畑土壌の改良基準

| タイプ | 野菜の種類 | 養分吸収パターン (主に窒素) | リン酸濃度への適応性 | 施肥のポイント | | |
|------------------------------|---|--|--|--|--------------|---|
| I 栄養生長型 | ホウレンソウ シュンギク コマツナ | 連続吸収  | 低～高 広域適応性 | ●品質保持(葉色維持)等のため、肥料切れをさせないこと。 ホウレンソウは収穫時にも5mg/100g以上の残存Nが必要。 | | |
| II 栄養生長・ 生殖生長 同時進行型 | トマト キュウリ ナス ピーマン スイカ メロン カボチャ | 連続吸収  山型吸収  | 低～高 広域適応性 | ●長期にわたって栽培され、連続的な肥効が必要で、追肥重点。 ●栄養生長過多では、着果不安定となりやすい。 ●トマトは土壤無機態Nを10mg/100g前後に維持した場合多収となる。 ●基肥は栄養生長量(初期生育)の確保、追肥は果実の肥大、充実と茎葉の伸張。 ●栄養生長過多では、着果不安定になりやすい。 | | |
| III 栄養生長・ 生殖生長 転換型 | 不完全 転換 | 間接的 結球 | ハクサイ レタス キャベツ | 連続吸収に近い 山型吸収  | 高 中・高領域 | ●N・Kの2/3～3/4を基肥とし、残りは結球前に施用し、球の肥大、充実を図る。 ●肥効は収穫期にも持続するが、効きすぎは良くない。 |
| | | 直接的 結球 | タマネギ ニンニク | 山型吸収  | 高 中・高領域 | ●初期生育優先で基肥重点するが、球肥大初期の肥効が必要。 ●肥大期のN不足は肥大不良、N過多は長球や、葉でぎになって肥大不良になる。 ●収穫時には土壤中のNを必要としない。タマネギは球肥大初期に土壤無機態Nが 3～5mg/100gあることが望ましい。 |
| | 完全 転換 | 根肥大 | ダイコン ニンジン カブ サツマイモ ジャガイモ サトイモ | 山型吸収  | 低・中 低・中領域 | ●基肥重点で、生育後期にNの肥効が切れ、イモ類については葉が黄化することが望ましい。 |
| | | | スイートコーン ブロッコリー カリフラワー | 山型吸収  | 低・中 低・中領域 | ●間接的結球型野菜と同様基肥重点+追肥型の施肥法が適当。 |

(相馬, 1985および日本土壌協会, 2011を参考に作成)

(3) 有機物施用に伴う化学肥料の減肥について

大規模に作付けする土地利用型の野菜では、有機物施用による化学肥料の減肥が有効です。減肥に当たっては、7ページ2(3)を参照してください。

(4) 栄養診断

収穫期間が長く栄養成長と生殖成長が同時進行する果菜類について、汁液中の硝酸イオン濃度を簡易な分析器具を用いて定期的モニタリングすることにより、窒素栄養状態を把握して、収量や品質を維持しながらより効率的で無駄のない肥培管理を実施するための手法が栄養診断です。

ア 栄養診断技術の活用方法

地域の栽培法や作型、気象条件を反映させた診断基準値を作成することで診断の精度を高めることができます。そのため、現場で栄養診断技術を活用する場合、グループを作り一定の方

法で分析を継続し、それぞれの数値と生育の状況、収量を検討し、診断基準値を検討します。取り組み始めは、公表されている中で近い作型の基準値を参考にして判断し、基準値を超えていれば窒素の追肥を控え、下回っていれば追肥を実施します。

イ 硝酸イオン濃度の基準値

様々な野菜の基準値が公表されています（表 21）。

調査部位は、作物や基準値作成機関によって若干異なります。汁液分析の結果の解釈に一貫性を持たせるためには、採取部位、採取時期、汁液の搾り方等サンプリングの方法を、基準が作成された方法と合わせて行う必要があります。

トマトの栄養診断では、ピンポン玉大に肥大した果房直下の葉柄を用いますが、同一葉内でも採取する部位によって硝酸濃度は異なり、先端部で高く基部側で低い値を示します。福島県農業総合センターでは、栄養診断で用いる葉柄の採取部位を、樹体の硝酸濃度の変化を反映しやすい、本葉中部の小葉の葉柄と定めています。

表 21 野菜の栄養診断基準値

| 野菜名 | 測定部位 | 作型 | 収穫期間 | 測定時期 | 診断基準値 (硝酸イオン濃度、ppm) | 作成県 |
|------|--|-----------------|----------------|-------------------------|---|-----|
| キュウリ | 14～16節の本葉 またはその側枝 第1葉の葉柄 | 促成 | 2月下旬 ～6月下旬 | 3～4月 5月 6月以降 | 3,500～5,000 900～1,800 500～1,500 | 埼玉 |
| | | 半促成 | 3月下旬 ～6月下旬 | 4月 5月 6月以降 | 3,500～5,000 900～1,800 500～1,500 | 埼玉 |
| | | 抑制 | 9月下旬 ～11月下旬 | 9月下旬 ～11月下旬 | 3,500～5,000 | 埼玉 |
| トマト | ピンポン玉程度の 果房直下の本葉 を先端から基部に 向けて3等分した 先端部もしくは中 央部の葉柄 | 促成 (6段摘心) | 12月中旬 ～2月上旬 | 12月中旬 ～2月上旬 | 1,500～3,000 | 愛知 |
| | | 半促成 (6段摘心) | 5月中旬 ～7月上旬 | 5月中旬 ～7月上旬 | 1,000～2,000 | 愛知 |
| | | 促成長期 (12段摘心) | 2月下旬 ～7月上旬 | 2月 3～4月 5～6月 | 4,000～5,000 2,000～3,500 500～1,500 | 埼玉 |
| | | 抑制 (7段摘心) | 8月中旬 ～11月中旬 | 8月中旬 ～9月上旬 9月中旬以降 | 7,500～9,000 5,000～6,000 | 茨城 |
| | | 夏秋 (13段摘心) | 6月下旬 ～11月上旬 | 1～3段果房時 4～10段果房 時 | 7,000未満で追 肥 4,000未満で追 | 福島 |

3 果 樹

- 果樹ではリン酸・カリの蓄積が見られますので、土壌診断や樹相診断に基づく施肥設計により、過剰な施肥を控えましょう。
- 果樹は永年性のため、土壌の物理性の悪化が進んでいますので、園地の排水性等を参考に、土壌改良を判断しましょう。
- 堆肥等の有機物施用は計画的に実施するとともに、施用する目的を明確（肥料と土づくりの別）にして、その機能が十分に発揮できるようにしましょう。

(1) 土壌診断・樹相診断による適正施肥の実施

樹種別の土壌条件の好適範囲と改良目標は表 22 のとおりです。果樹では施肥量が過剰な園地

が数多く見られます。特に、過剰な窒素施肥は、硝酸態窒素の流亡のみならず、石灰、苦土などの土壌養分の溶脱や土壌有機物の消耗を招き、土壌が悪化するため、地力窒素を増大させる管理（草生栽培、堆肥など有機物の施用、土壌及び気象条件に合わせた分施）を重視する必要があります。土壌診断を実施し、施肥量の見直しを図るとともに、流亡による損失を防ぐため、分施体系とするか、肥効調節型肥料を活用します。

また、樹相診断を行い、必要に応じて施肥量を加減しましょう（表 23）。なお、樹相はせん定の影響を大きく受けるため、せん定程度を考慮して正しく診断しましょう。

表 22 樹種別の土壌条件の好適範囲と改良目標（福島県果樹指導要項，2019年3月）

| | 樹種 | 好適範囲 | 改良目標 | 備考 |
|-----------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 有効土層の厚さ | 共通 | 40cm以上 | 40cm以上 | 砂土は60cm以上 |
| 地下水水位 | 共通 | 1 m以下 | 1 m以下 | |
| 硬度（ち密度） | 共通 | 20mm以下 | 18mm以下 | |
| 粗孔隙 | 共通 | 10%以上 | 15%以上 | ほ場容水量時 |
| 気相 | 共通 | 15%以上 | 15%以上 | |
| 透水係数 | 共通 | 2×10^{-4} cm/秒以上 | 1×10^{-3} cm/秒以上 | |
| pH (H ₂ O) | モモ | 5.5～6.2 | 6.0 | |
| | リンゴ、ナシ、カキ | 5.5～6.5 | 6.2 | |
| | ブドウ | 6.0～6.8 | 6.5 | |
| | クリ | 4.5～5.5 | 5.2 | |
| 塩基飽和度 | モモ | 60～80% | 75% | 交換性塩基の当量比 |
| | リンゴ、ナシ、カキ | 60～90% | 80% | Ca/Mg=10以下 |
| | ブドウ | 75～100% | 90% | Mg/K=1.5以上 |
| | クリ | 40～60% | 50% | (例) Ca : Mg : K = 65 : 10 : 5 |
| 有効態りん酸 | 共通 | 5 mg/100 g 以上 | 20 mg/100 g 以上 | |

表 23 果樹における樹相診断の目安（福島県果樹指導要項，2019年3月）

| 樹種（品種） | 新梢伸長の目安（診断時期） |
|-----------|---|
| リンゴ（ふじ） | 20～30 cm（6月中～下旬） |
| モモ | 20～25 cm（新梢停止期） |
| ナシ | 新梢伸長が斉一的で、養分転換期の伸長停滞が短期間（開花期～満開後30日） |
| ブドウ（巨峰） | 25 cm程度（展葉6～7枚期） 40～50 cm（開花直前：展葉10～11枚） |
| オウトウ（佐藤錦） | 20～25 cm（6月下旬） |

（2）土壌改良による物理性、化学性の適正化

ア 有機物の活用

果樹などの永年性作物では、窒素供給の大部分が地力窒素に依存します。地力窒素の増強には、有機物の施用が有効です。その際は、まず有機物を肥料として施すか、土作りのために施すかを明確にする必要があります。有機物は素材により性状、成分、作用が著しく異なるので、それぞれの特性をよく理解し、目的に合った有機物を選び、その機能が十分に発揮できるように施用します。

有機物の中でも家畜ふんは、窒素成分量に対してリン酸やカリを多く含む特長があります。施肥設計にあたっては、5ページ2（3）を参照し、リン酸やカリを指標として上限を決め、これにより不足する窒素は化成肥料等の他の肥料で補いましょう。

イ 深耕・耕うん

硬く締まった土壌では、土が硬いうえに通気性も悪く、根の伸長が抑制され根域が狭い範囲に限定されるため、土壌中に養水分が十分あるにもかかわらず樹勢不良となる場合が多くなります。特に、根の酸素要求量が多い樹種は、排水の悪い土壌では生育不良に陥りやすく、下層土まで透水性を十分に確保する必要があります（図 10）。近年は、スピードスプレーヤー等の重量機械の踏圧により、砂質土や黒ボク土を除く土壌では、土壌のち密化、硬化が進んでいます。雨天時に停滞水が見られる園地では、排水の悪化が進んでいますので、土壌改良が必要です。深耕は、硬く締まった土壌の排水や通気性、保水性などの物理性改善のほか、土壌酸度の矯正、有機物による保肥力の向上、緩衝作用の向上による養分バランスの保持などに効果が期待できますので、積極的に取り入れましょう。

深耕は、落葉後の休眠期に行います。深耕の方法には、条溝式とたこつぼ方式の2種類があります。条溝式は、縦列に沿って、幹からの距離2.5m以上離れた位置に、バックホーあるいはトレンチャー等を用いて溝状（幅30～50cm、深さ40cm程度）に堀上げ、炭カル、苦土炭カル、ようりん、有機物などを土壌とよく混和し、塊や層にならないようにして埋め戻します（図 11）。翌年は樹の反対側、翌々年は1回目の位置より樹間中央側にずらして深耕するなど、年次計画を立てて順次行います。たこつぼ方式は、オーガーなどを用いて穴を掘ります（図 12）。

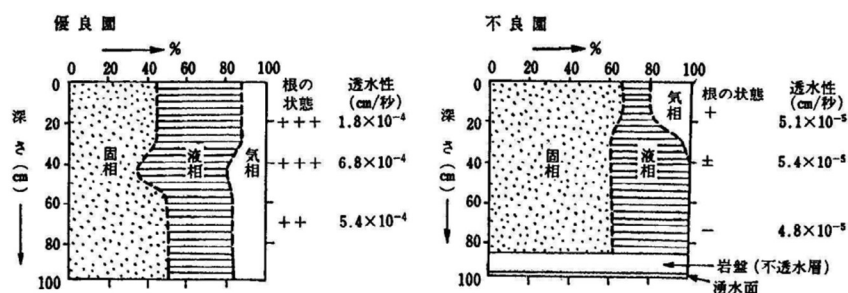


図 10 オウトウにおける優良圃と不良圃の土壌三相分布
(山形農試置賜分場, 1965)

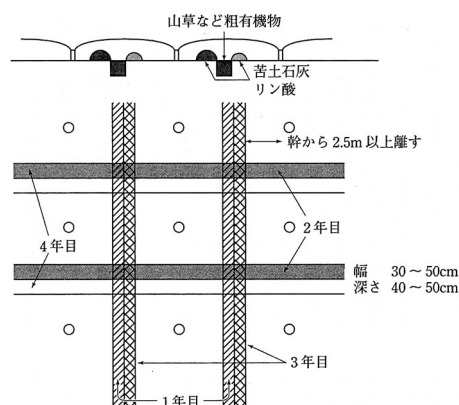


図 11 深耕の方法（条溝方式、浦木原図）

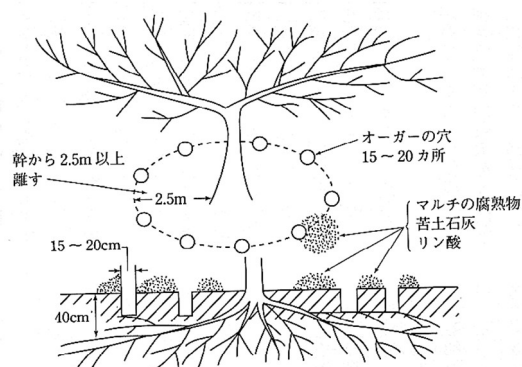


図 12 深耕の方法（タコツボ方式、浦木原図）

4 花 き

- 切り花栽培は連作や施設化など、集約的に行うことから塩類の集積が懸念されます。そのため、土壌分析・診断に基づく適正な施肥に努めましょう。
- 土壌の塩基バランスに留意し、塩基飽和度 60%~85%を目標として化学性の改善に努めましょう。
- 堆肥等の有機物施用は計画的に実施するとともに、施用する目的を明確（肥料と土づくりの別）にして、その機能が十分に発揮できるようにしましょう。

(1) 切り花

ア 土壌分析・診断による土づくりの実施

連作や施設化などにより集約的に行われる切り花栽培では、塩類集積が懸念されます。塩類集積は肥料成分の過剰やバランスの悪さから生育不良を招き、流亡による環境への負荷も大きくなります。また、連作によりロータリー耕だけが繰り返されると作土層の下に耕盤（圧密層）ができやすくなり、根張りが悪くなるなどにより干湿害を受けやすくなります。さらに、有機

表 24 花き類の土づくり目標値

| 土壌の種類 土壌の性質 | ①有機質土壌 黒ボク土、黒泥土、泥炭土 | ②細粒質土壌 ①以外の粘質及び強粘質土 | ③中粗粒・礫質土壌 砂質、壤質及び砂礫質土 |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 作土の厚さ | 25cm以上 | | |
| 主要根群域のち密度 (山中式硬度計) | 20mm以下 | | |
| 主要根群域の固相率 | 40%以下 | 50%以下 | 50%以下 |
| 主要根群域の気相率 | 15%以上 | | |
| 主要根群域の粗孔隙量 | 10%以上 | | |
| 地下水位 | 60cm以下 | | |
| pH (H ₂ O) | 6.0~6.5 | | |
| 陽イオン交換容量 (CEC) | 20me/100g以上 | 15me/100g以上 | 10me/100g以上 |
| 塩基飽和度 [※] | 60~85% (70~95%) | | |
| 石灰飽和度 [※] | 40~60% (50~70%) | | |
| 交換性石灰 [※] | 260~420mg/100g (360~500mg/100g) | 220~340mg/100g (280~400mg/100g) | 180~260mg/100g (200~300mg/100g) |
| 苦土飽和度 [※] | 15~20% | | |
| 交換性苦土 [※] | 50~100mg/100g | 40~80mg/100g | 30~60mg/100g |
| カリ飽和度 [※] | 2~5% (3~6%) | | |
| 交換性カリ [※] | 25~60mg/100g (25~75mg/100g) | 20~50mg/100g (20~60mg/100g) | 15~40mg/100g (15~45mg/100g) |
| 石灰/苦土比 (当量比) | 6以下 | | |
| 苦土/カリ比 (当量比) | 2以上 | | |
| 可給態リン酸 | 20~60mg/100g (truog法) | | |
| 熱水可溶性ホウ素 | 0.3~1.0ppm | | |
| 電気伝導度 (EC) | 0.2dS/m以下 | | |

※交換性塩基量 (mg/100g表記) は陽イオン交換容量 (CEC) と各塩基の目標飽和度とから算出している。考え方としては飽和度を優先する。また () 内の数値は施設土壌の目標値を示す。

質の施用が少なくなると、土壌が硬く締め保水性や通気性が悪くなり、根の伸張が抑制されるため、十分な養水分があっても生育不良となる場合があります。

そのため、肥料の効果的な利用に向け、花き栽培の土づくりは表 24 の目標値を目安に、土壌養分の分析・診断結果に基づいた有機物・肥料・資材の適正使用による化学性の改善と、深耕や有機物施用による根域の物理性の改善を行いましょ。





イ 養分吸収特性に合わせた施肥

切り花には、一年草、宿根草、球根、木本類などの多くの種類があり、さらに、作型も多様化しているため施肥技術も複雑ですが、生育・開花の特性や栽培方法等から、主に窒素を中心とした栄養吸収のパターンは表 25 のようにいくつかのタイプに分けられます。

成分が同じであっても、肥料の種類によって肥効は異なります。肥料の選定に当たっては、肥料の特性を十分把握し、作物の養分吸収特性に即した肥料を選ぶことが重要です。例えば、一般的な化学肥料は速効性で速やかな養分供給を行いたいときに適しています。一方、化学肥料でも CDU、IB、被覆肥料等の肥効調節型肥料並びに有機質肥料等は緩効的な養分供給を行いたい場合に適しています。

それぞれの吸収パターンに合うように、肥料の種類、基肥や追肥の別など施肥時期及び量を決めましょ。

表 25 切り花の養分吸収パターン (加藤, 1993)

| タイプ | 連続採花型 | 複数採花サイクル型 | 短期山型 | 尻上がり型 |
|--------------|---|--|---|---|
| 品 目 | バラ (ダラ切り)、 ガーベラ、 スイートピー | バラ (一斉切り)、 キク (二度切り)、 カーネーション | 夏秋ギク、秋ギク、 アスター、ストック、 キンギョソウ | カスミソウ、夏ギク、 トルコギキョウ、 スターチス |
| 吸 収 パター ン |  連続吸収 |  二山型吸収 |  一山型吸収 |  中～後期吸収 |

ウ 有機物の活用

まず有機物を肥料として施すか、土作りのために施すかを明確にましょ。有機物は素材により性状、成分、作用が著しく異なるので、それぞれの特性をよく理解し、目的に合った有機物を選び、その機能が十分に発揮できるように施用ましょ。

有機物の中でも家畜ふんは、窒素分量に対してリン酸やカリを多く含む特長があります。施肥設計にあたっては、5 ページ 2 (3) を参照し、リン酸やカリを指標として上限を決め、これにより不足する窒素は化成肥料等の他の肥料で補いましょ。





なお、花木などの永年性作物では、地力窒素が生育に大きな影響を与えます。地力窒素を高めるためには有機物の施用が有効であることから、計画的に施用ましょ。

(2) 鉢花の施肥

鉢物も切り花同様種類によって養分吸収のタイプが異なりますが、一般的には生育に伴い連続して吸収するものが多く、その他には花芽分化や休眠との関係で一時的に吸収が中断する品目が

いくつかあります。また、鉢花は限られた用土で栽培され、使用する用土の種類と配合割合によって肥効も変わりますので、品目と用土の特性を考慮して施肥することが重要となります。

表 26 鉢花の生育タイプと養分吸収（細谷，1993）

| 生育タイプ | 長期開花 | 発育相転換 | 花芽分化後中断 | 蓄積養分利用 |
|-------|--|--|---|--|
| 品目 | シクラメン、 プリムラ、 グロキシニア | キク、 ポインセチア | ハイドラングア、 ツバキ、 ツツジ | シャコバサボテン、 シンビジューム、 デンドロビューム |
| 養分吸収 |  連続吸収、特に中後期に増加。開花後継続的な肥効が必要。 |  連続吸収するが開花が一回なので、開花後は減少。 |  花芽分化後休眠等により一定期間吸収を中断。 |  栄養生長時の蓄積養分で開花。開花期の供給は少なくても良い。 |

（3）土壌酸度の適正化

花きの最適 pH は品目により異なりますが概ね 6.5 前後です。pH が 6.0 より低い酸性土壌ではカルシウムやマグネシウムをはじめ多くの重要な養分が不可給化し、作物の生育は草丈が伸びず、葉は小型で硬く光沢があり、秋季には下葉から紅葉しやすくなります。pH が 7.0 より高くなるとホウ素、マンガン、亜鉛等の微量元素が不可給化し生理障害を生じやすくなり、作物の生育は衰え根張りが悪くなるなど生育不良の発生が多くなります。連作すると pH は低下することが多いので、土壌分析に基づき石灰質肥料や石灰窒素、ようりん、ケイカルなどのアルカリ性肥料による pH 矯正を行うとともに、有機物施用により土壌の緩衝機能を高めましょう。

（4）花きの養分吸収特性

花きの養分吸収は種類によって異なり、同じ品種でも作型によって異なります。また、吸収量は栽培方法などにより大きく異なり、三要素の吸収量はカリ > 窒素 > リン酸の順でカリの吸収量が多いのが一般的です。多くの切り花では窒素吸収量を 100 とすると、リン酸 20~30、カリ 120~140、石灰 50~100、苦土 30 前後です（表 27）。

肥料を必要とする時期（養分吸収量が盛んな時）は、花芽分化期から蕾の発達期にかけてです。

窒素は花きの品目によって吸収しやすい窒素形態が異なるため、使用する肥料の窒素形態への配慮も必要です。吸収する窒素形態に関するこれまでの試験結果から以下のように整理され、概して硝酸態窒素を好む種類が多くなっています（表 28）。

表 27 花きの養分吸収量と吸収比（細谷，1995）

| 切り花 | 養分吸収量 (kg/a) | | | | | N (100) に対する吸収比 | | | |
|---------|--------------|-------------------------------|------------------|------|------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| キク | 1.51 | 0.37 | 2.61 | 0.64 | 0.24 | 25 | 173 | 42 | 16 |
| バラ | 2.72 | 0.29 | 1.58 | 1.03 | 0.51 | 11 | 58 | 38 | 19 |
| カーネーション | 2.59 | 1.57 | 5.69 | 1.87 | 0.72 | 61 | 220 | 72 | 28 |
| ストック | 1.74 | 0.75 | 6.89 | 2.08 | 0.39 | 43 | 396 | 120 | 22 |
| ユリ | 1.52 | 0.57 | 3.79 | 1.16 | 0.37 | 38 | 249 | 76 | 24 |
| スターチス | 2.08 | 1.18 | 2.49 | 0.51 | 0.66 | 57 | 120 | 25 | 32 |
| 鉢花 | 養分吸収量 (kg/a) | | | | | N (100) に対する吸収比 | | | |
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| シクラメン | 0.62 | 0.20 | 1.23 | 0.72 | 0.36 | 32 | 198 | 116 | 58 |
| シネリア | 0.50 | 0.18 | 0.71 | 0.33 | 0.08 | 36 | 142 | 66 | 16 |
| ポインセチア | 0.59 | 0.13 | 0.41 | 0.31 | 0.09 | 22 | 69 | 53 | 15 |
| シンビジウム | 1.20 | 0.35 | 1.05 | 1.99 | 0.37 | 29 | 88 | 166 | 31 |
| ゼラニウム | 0.29 | 0.21 | 0.19 | 0.15 | 0.03 | 72 | 66 | 52 | 45 |

表 28 吸収する窒素の形態と花きの種類（細谷の分類）

| 窒素の形態と割合 | 品目 |
|-------------------------------|--|
| 硝酸態のみで生育がすぐれる | コスモス、ポインセチア、アサガオ、ペチュニア、ゼラニウム、コリウス |
| 硝酸態にアンモニア態が2~4割共存した場合に生育がすぐれる | キク、カーネーション、シクラメン、ガーベラ、バラ、スイートピー、ユリ、パンジー、ストック |
| アンモニア態に硝酸態が2~4割共存した場合に生育がすぐれる | グロキシニア、ツツジ |
| アンモニア態のみで生育がすぐれる | サツキ |
| 形態に関係なく生育する | グラジオラス |

5 飼料作物

- 土壌診断を行い、必要に応じて施肥量を加減しましょう。
- 放射性セシウム吸収抑制対策として、一番草では土壌中の交換性カリ含量が 30mg/100g 乾土、再生草では 40mg/100g 乾土を目標値として施肥しましょう。吸収抑制対策後に生産された牧草の利用にあたっては、飼料分析を行い、カリウム濃度を把握した上で給与しましょう。
- 堆肥の肥料成分は施用後徐々に分解されて植物に利用されるため、堆肥を連年施用した場合は土壌中肥料成分量の計算を行い、結果に応じて併用する化学肥料の成分量の減量や中止をしましょう。

(1) 土壌診断による適正施肥の実施

過剰な施肥は、飼料作物のミネラルバランスを崩す他、余分な肥料成分が土壌中に蓄積し、環境負荷を引き起こします。

このため、土壌診断を行い、必要に応じて施肥量を加減しましょう（表 29）。

牧草の放射性セシウム濃度は、土壌中の交換性カリ含量を高めることで低く抑えることができるため、吸収抑制対策として一番草では土壌中の交換性カリ含量が 30mg/100g 乾土、再生草では 40mg/100g 乾土を目標値として施肥しましょう。なお、カリウム濃度の高い飼料を牛に給与すると、カルシウム、マグネシウムの利用率が低下し、その結果、低カルシウム血症や低マグネシウム血症などのリスクが高まります。このため、吸収抑制対策後に生産された牧草の利用にあたっては、飼料分析を行い、カリウム濃度を把握した上で給与しましょう。牧草の栄養成分の把握は、カリウム過剰の防止にとどまらず、飼料設計（バランスのとれた適切な飼料給与）により、給与飼料のムダや不足をなくした効率的な畜産物生産にも不可欠です。

表 29 牧草及び飼料作物の土づくり目標値

| 項目 | 土壌改良目標値 |
|---|--|
| pH (H ₂ O) | 6.0~6.5 |
| 有効態リン酸 (P ₂ O ₅) | 火山性土 4~5mg 以上 非火山性土 10mg 以上 |
| 置換性カリ (K ₂ O) | 牧草 一番草 30mg、再生草 40mg 飼料作物 15mg |
| 置換性石灰 (CaO) | 250mg (泥炭土 500mg、腐植質土壌 350mg、 砂質土壌 100mg) |
| 置換性苦土 (MgO) | 25mg 以上 |
| 置換性苦土/カリ | 1.5 以上 |
| 置換性石灰飽和度 | 50~80% |
| 作土深 | 20~30cm |
| 土壌のち密度 (心土) | 20mm 以下 (山中式硬度計) |
| 塩基置換容量 = (CEC) | 20me 以上 |
| 孔隙量 | 降雨後 25 時間後の空気孔隙量 10% 以上 |
| 地下水位 | 100cm 以下 |

※詳細については、福島県施肥基準における畑土壌の改良基準を参照のこと

(2) 家畜ふん堆肥の利用

家畜ふん堆肥は、利用可能な窒素、リン酸、カリの成分が含まれており、その分の化学肥料の軽減ができます。

堆肥の肥料成分は施用後徐々に分解されて化学肥料と同様に植物に利用されるため、堆肥を連年施用した場合は、当年と前年以前に施用した堆肥からそれぞれ供給される肥料成分の合計が植物に供給されます。

窒素成分について計算すると次のとおりとなります (表 30)。

表 30 堆肥を連年施用した場合の土壌中肥料成分量の計算方法

| | |
|--------------|---|
| 当年施用分窒素供給量 | 当年施用量 × 窒素分解率 = 当年窒素有効量(1) |
| 1 年前施用分窒素供給量 | 1 年前施用量 × (1 - 窒素分解率) × 窒素分解率 = 当年窒素有効量(2) |
| 2 年前施用分窒素供給量 | 2 年前施用量 × (1 - 窒素分解率) ² × 窒素分解率 = 当年窒素有効量(3) |
| 3 年前施用分窒素供給量 | 3 年前施用量 × (1 - 窒素分解率) ³ × 窒素分解率 = 当年窒素有効量(4) |
| n 年前施用分窒素供給量 | n 年前施用量 × (1 - 窒素分解率) ⁿ × 窒素分解率 = 当年窒素有効量(n+1) |
| 注 1) | 施用量(kg) = 堆肥現物施用量(kg) × 窒素含有率(%) |
| 注 2) | 連年施用している場合は、上記の経過年数分の当年窒素有効量を合算(上記(1)から(n)の合計)して窒素供給量を計算する。 |
| 注 3) | 千葉県施肥基準より引用 |

この計算例から、例えば1年間の窒素分解率（肥効率）が30%の堆肥を毎年窒素換算で50kg連用施用すると、当年施用分窒素供給量は $50\text{kg} \times 0.3 = 15.0\text{kg}$ 、1年前施用分窒素供給量 $50\text{kg} \times (1 - 0.3) \times 0.3 = 10.5\text{kg}$ 、2年前施用分窒素供給量は $50\text{kg} \times (1 - 0.3)^2 \times 0.3 = 7.4\text{kg}$ 、3年前施用分窒素供給量は $50\text{kg} \times (1 - 0.3)^3 \times 0.3 = 5.2\text{kg}$ 、4年前施用分窒素供給量は $50\text{kg} \times (1 - 0.3)^4 \times 0.3 = 3.6\text{kg}$ となり、施用5年目の窒素供給量は合計量の41.7kgと推定できるため、窒素が過剰に供給される場合も起こり得ます。このため、窒素過剰の弊害を避けるためには、2年目以降の堆肥施用量を目的とする窒素供給量となるように減量する必要があります（表31）。

なお、リン酸やカリの各成分についても同様な計算を行い、結果に応じて併用する化学肥料の成分量の減量や中止をしましょう。

表31 牛ふん堆肥（木質混合堆肥）の施用量算出事例

| 1年ごとの牛ふん堆肥 由来窒素施用量（全窒素量） | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | |
|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| 1年目 | 50.00 | 15.0 | 10.5 | 7.4 | 5.2 | 3.6 |
| 2年目 | 15.00 | | 4.5 | 3.2 | 2.2 | 1.6 |
| 3年目 | 15.00 | | | 4.5 | 3.2 | 2.2 |
| 4年目 | 15.00 | | | | 4.5 | 3.2 |
| 5年目 | 15.00 | | | | | 4.5 |
| 有機質由来合計 | | 15.0 | 15.0 | 15.1 | 15.1 | 15.1 |

注) 千葉県施肥基準より引用