



長期間パターン・短期間パターン共通!

# 施肥設計

化学肥料低減へ向け、土壌診断によって土壌養分の過不足を確認し、適正な施肥設計を実践しましょう。まずは、自分の圃場の養分状態を把握することが重要です。

## 土壌診断のタイミングと方法

いつ採取するのか

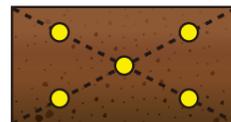
→ 前作が終わって片付けたあと

どう採取するのか

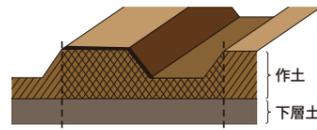
- 対角線上の5カ所ほどからランダムに採取
- 残肥が集中した部分は取らない
- 採取範囲は畝、畝間の下層土を含む
- 土の表面だけ採取すると診断結果が偏る恐れ



毎年診断することで土壌の状態や傾向を把握できます。診断結果が出るまで1カ月以上かかる場合もあるので、余裕を持って提出しましょう。



対角線法



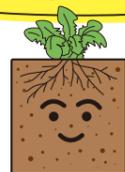
採取作土

## 沖縄県土壌診断基準値案

土壌種類	pH (H <sub>2</sub> O)	CEC (meq/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性塩基 (mg/100g)			当量比	
				K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Ca/Mg比	Mg/K比
国頭マーヅ	5.5-6.5	12<	10<	10-20	30-60	140-280	2.5-3.5	6-7
島尻マーヅ	6.0-7.0	18<	10<	19-38	60-100	420-560	4-5	6-7
ジャーガル	7.0-8.0	25<	10<	19-38	60-120	700以上	-	7-8

※ECの基準値案は以下表内に掲載

自分の圃場の土壌診断結果と、沖縄県の基準値を比較し、改善が必要な場合は次ページを参考に施肥管理を実践しましょう!



## 土壌診断で確認したいポイント

項目	用語説明	
pH	水素イオン濃度指数。7.0が中性	
EC	電気伝導度。肥料養分の濃度。高い場合、肥料分が多く含まれている。0.3以下が理想。0.3より大きい場合は減肥を検討する。	
硝酸態窒素	植物が根から吸収できる窒素。一般的には10以下であれば慣行施肥量を施肥。それ以上であれば減肥を検討する。	
CEC	陽イオン交換容量。保肥力を示す数値。	
可給態リン酸	作物が利用可能なリン酸。リン酸は土壌中で固定化しやすく作物が利用できないリン酸も含まれている。不足すると健全な生育をしない。	
交換性塩基	加里 (カリウム:K <sub>2</sub> O)	基準値は土壌ごとに異なるため上表の基準値を参考にする。
	苦土 (マグネシウム:MgO)	低pH、カリウム&アンモニウム含量が高いと欠乏症が出やすい。基準値は土壌ごとに異なるため上表の基準値を参考にする。
	石灰 (カルシウム:CaO)	カルシウム過剰は、カリウムやマグネシウムの吸収を阻害するとともに、高pHとなって微量元素の吸収も阻害する。
塩基飽和度	CECの何パーセントが陽イオンで満たされているか。飽和度があがるとpHも上がる。	
石灰苦土比 (Ca/Mg)	カルシウムとマグネシウムの比率 (ミリグラム当量)	
苦土カリ比 (Mg/K)	マグネシウムとカリウムの比率 (ミリグラム当量)	

## 土壌診断結果の見方と改善方法

土壌診断の結果が出たら、まず次の4項目について数値を確認し、改善策をとりましょう。

- ① pH ② EC ③ 可給態リン酸 ④ 交換性塩基

### ① pH (重要な指標)

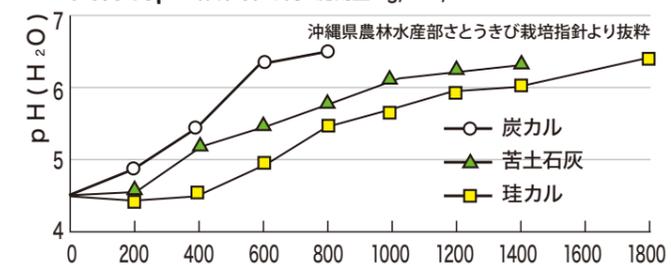
- 作物によって最適pHが異なるが、多くはpH6.0~6.5の微酸性領域で生育が良好となる。
- pHが低いとカルシウム、マグネシウム、カリウム等の塩基性成分やモリブデンが欠乏し、pHが高いと鉄、マンガン、ほう素、亜鉛など微量元素の溶解度が低下して作物に欠乏症があらわれる (アルカリ障害)。

改善 低pH:石灰資材を入れる 高pH:アルカリ資材の使用を控える

### pHと肥料養分の溶解性



### 資材別pH緩衝曲線 施用量 kg/10a/20cm

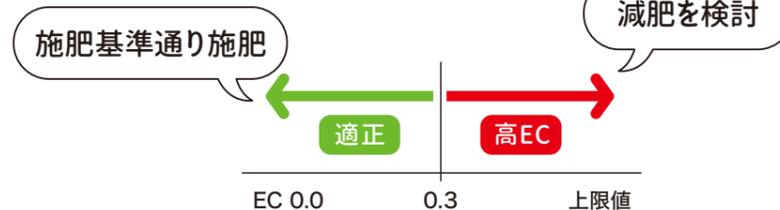


酸性土壌のpHを矯正するためには、資材によって投入量が異なる。例えば炭カルはpH4.5程度を適正pHの6.0にするために10aあたり500kg程度必要となる。

### ② EC (減肥の基準になる)

- ECが高いと肥料過剰で作物の根がそれ以上養分を吸収しづらくなり (塩類濃度障害)、ECが低いと肥料不足で生育不良につながる。
- ECは土壌中の硝酸態窒素やカリウムの含有量と相関がみられることから、基肥や追肥の施肥量の目安になる。

### 施肥前EC値の見方



改善 低EC:施肥基準通りに施肥する

高EC:硝酸態窒素やカリウムの数値が高い場合は施肥を控える。心土破碎で土壌の塩類濃度を下げる。緑肥を鋤き込まずに持ち出す (クリーニングクローブ)

# 化学性改善

## ③可給態リン酸

- ・作物の根から吸収されやすいリン酸のことで、「有効態リン酸」「トルオーグリン酸」ともいう。
- ・基準値は10~30 (mg/100g)。
- ・リン酸過剰による障害は出にくいといわれるが、微量元素の吸収阻害を起こすことがある(拮抗作用)。

**改善** 可給態リン酸が高い場合(50以上)…リン酸を多く含む資材(家畜ふん等)の施肥を控える

低い場合……堆肥などを活用して、可給態リン酸を補充する

## ④交換性カリウム、交換性カルシウム、交換性マグネシウム

- ・それぞれ基準値との差異を確認し、不足分は施肥で補う。
- ・過剰な場合はそれ以上施肥しない。

### 土壌ごとの注意点

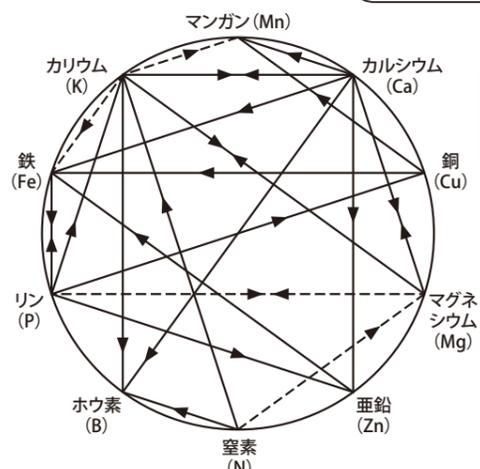
土壌	土壌特性	注意点
国頭マージ	カルシウム・マグネシウム含量が少ない	カルシウム・マグネシウムの過不足とバランス(石灰苦土比)に注意する
島尻マージ	地域によってカルシウムの値にばらつきが大きく、作物によっては石灰の追加がpHを上昇させる場合もある	作物の好むpHを確認したうえで石灰苦土比に注意する
ジャーガル	カルシウム含量が多い	石灰苦土比は考慮せず、マグネシウムが基準値に収まるようにし、カリウムとのバランス(苦土カリ比)に注意する

なぜバランスを取ることが必要なかは、以下のコラムを参考にしましょう

column コラム

### 要素の相互作用

拮抗作用に注意!



きちんと施肥しているのに作物が正常に育たない場合は、ある要素が過剰となって他要素の吸収を阻害する「拮抗作用」が起きている可能性があります。堆肥連用や過剰な施肥で窒素・リン酸・カリウム過剰になったり、石灰(カルシウム)過多により欠乏症が出たりするため、土壌診断で要素同士のバランスを確認しましょう。

**カリウム過剰の場合**  
マグネシウムとカルシウムの吸収を阻害

**カルシウム過剰の場合**  
マグネシウムとカリウム、微量元素(鉄、ホウ素)の吸収を阻害

**リン酸過剰の場合**  
カリウム、微量元素(鉄、亜鉛)の吸収を阻害

相乗作用……要素の吸収を互いに促進する働き  
図:「トルオーグ, 1948」



モデル圃場の土壌診断結果を事例に、分析値の見方や改良の考え方を見ていきましょう。

## 土壌診断結果と改良の考え方(例:ジャーガル)

項目	基準値(ジャーガル)	モデル圃場の分析値	改良目標値	基準値との差異と改善点
pH	7.0~8.0	7.9		基準値内だが高めなのでアルカリ資材の施肥を控える
CEC (meq/100g)	25<	20		低いため、有機物を入れて腐食を増やす
EC (mS/cm)	0.3>	0.2		ECは0.3以下と基準値内なので、窒素もカリウムも慣行施肥量を施肥
硝酸態窒素 (mg/100g)	10>	4.5		基準値内のため、慣行施肥量を施肥
有効態リン酸 (mg/100g)	10~50	35.8		基準値内のため、慣行施肥量を施肥
CaO (mg/100g)	700<	1481		基準値を大幅に超えているため、石灰資材を控える
MgO (mg/100g)	60~120	50	80	基準値より多少少なく、Mg/K比も低くカリウムとのバランスを取るためにも、基準値内で追加投入して調整→投入量の判断と計算方法は表外に記載
K <sub>2</sub> O (mg/100g)	19~38	25		基準値内の数値のため、慣行施肥量を施肥
Ca/Mg比	—	21.1	13.2	—
Mg/K比	7~8	4.71	7.54	低いためマグネシウムを入れて、バランスを取る ※Mg/K比の計算方法は表外に記載

POINT! さらに詳しく!

**分析値** マグネシウムが50mg/100gと基準値(60~120)より低く、Mg/K比も4.71と基準値(7~8)より低い。

**改良方針** マグネシウムを基準値内で施用し、カリウムとのバランスを整え、拮抗作用による栄養障害を避ける。

### ■マグネシウム投入量の計算

#### 実践! 施用量計算

土壌診断の結果(分析値)を基に施肥量(成分施用量)を計算してみましょう。分析値から実際の施用量を求める際は、次の計算式を使うと便利です。

#### 土壌診断で使用する計算式

$$\text{成分施用量 (kg/10a)} = (\text{改良目標値} - \text{分析値}) \times \text{仮比重} \times \frac{\text{作土深さ (cm)}}{10}$$

※仮比重: 乾燥した土壌の重さを体積で割った値。沖縄県の一般的な仮比重は1.0である

改良目標値: 80mg/100g 分析値: 50mg/100g 仮比重: 1.0 作土深さ: 15cm  
マグネシウム施用量(kg/10a) = (80-50) × 1.0 × (15 ÷ 10) = **45kg/10a**

例) 硫酸マグネシウム(苦土25%)を施用する場合の必要量は、  
**45 (成分施用量kg) ÷ (25 (成分含有率%) ÷ 100) = 180kg**

**改良後** マグネシウムを80mg/100gに改良すると、Mg/K比は7.54となりバランスも改善される。

バランスの計算はこちらを参照  
(土壌診断なるほどガイド/  
JA全農 肥料農業部 p.11参照)

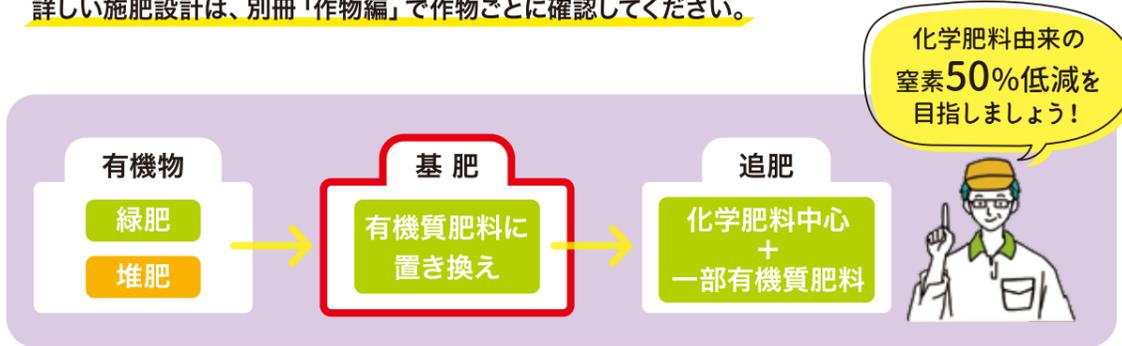
※バランスの計算は、重量比(mg/100g)を当量比(meq/100g)に換算する



## 化学性改善

### 施肥設計のポイント

生物性改善 (p.13~p.17参照) で心土破碎後に投入した有機物の種類や量によって基肥を調整しましょう。  
堆肥を利用した場合は、堆肥由来の肥料成分も計算に入れる必要があります。  
追肥は化学肥料を中心に、一部有機質肥料を利用します。  
詳しい施肥設計は、別冊「作物編」で作物ごとに確認してください。



### 各土壌ごとの基肥・追肥のポイント

土壌	基肥のポイント	追肥のポイント
国頭マージ	・CEC (保肥力の目安) が低いいため、基肥で肥料を多く入れすぎない ・pHが低い場合が多いため、アルカリ性資材 (炭酸カルシウム等) を使い酸度矯正をする	・CECが低いいため、こまめな追肥を実施
島尻マージ	・CECが高くないため、基肥で肥料を多く入れすぎない ・アルカリ資材の多量施肥を控える	・CECが高くないため、こまめな追肥を実施 ・微量元素が欠乏しやすいため、発生時は葉面散布を実施 (p.26参照)
ジャーガル	・アルカリ資材の多量施肥を控える	・微量元素が欠乏しやすいため、発生時は葉面散布を実施

#### 減肥に繋がる施肥技術

#### 基肥を30%程度削減 畝内施肥

全面ではなく畝内だけに施用することで、基肥の施肥量を30%程度削減できる。

作業の省略にもつながる!

##### 全面施肥

- 基肥散布
- ↓
- 耕うん
- ↓
- うね立て
- ↓
- 定植



農研機構「うね内部分施肥技術」参考

##### 畝内施肥

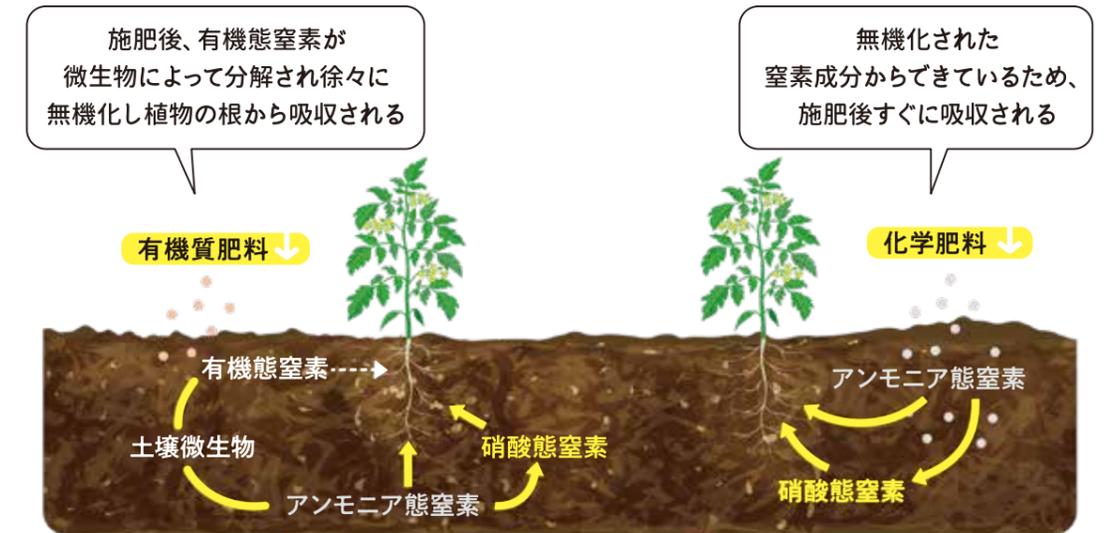
- 耕うん
- ↓
- うね立て
- 同時施肥
- ↓
- 定植



### 有機質肥料と化学肥料の違い

特別栽培では有機質肥料と化学肥料との違いをよく理解することが重要です。  
両者の大きな違いは、窒素の無機化(※)におけるプロセスにあります。

※窒素無機化……土壌中の有機態窒素が微生物によって分解され、植物の吸収しやすいアンモニア、硝酸等の無機態窒素に変化すること



	有機質肥料	化学肥料
特徴	原料が動物・植物由来の肥料。油粕・魚粉等 ◎微生物の餌になることで、継続的に作物の育ちやすい土づくりができる ◎土壌団粒化を促進させ、保水性や透水性を適度に保つ ◎肥料成分の含量が低いため、肥料焼けや塩類集積といった問題が発生しにくい ×温度などの影響を受けやすいため、成分や肥効が安定しない場合がある	鉱物や空気中の窒素を原料として化学的に合成して作られた肥料 ◎水に溶けやすく、すぐに植物に吸収される ◎速効性・遅効性・形状など様々な形がある ◎肥効コントロールがしやすい ×連続投入すると、土壌が団粒化しにくい (有機物投入がない場合) ×濃度障害・酸性化が起こりやすい
効き方	化学肥料に比べ、肥効がゆっくり。地温によって左右されることもあるため気温が低くなる時期は早めに施肥をする等注意が必要	速効性・遅効性など種類が多く、施肥コントロールがしやすい

#### 有機質肥料を使う際に気を付けること

- ①緩効性で、資材によって窒素の肥効パターンが大きく異なるため、各資材の特性を把握して使用する
- ②温度の影響を受けやすいため、施肥時期の地温を考慮して使用する
- ③土壌水分によって肥効が変わり、乾いていると分解しないため、施肥時は土壌水分をしっかりと確保する
- ④肥料成分の100%が植物が利用できるわけではない。何%使えるか (=肥効率) は資材により異なる

# 化学性改善

## 代表的な有機質肥料の肥効特性の例

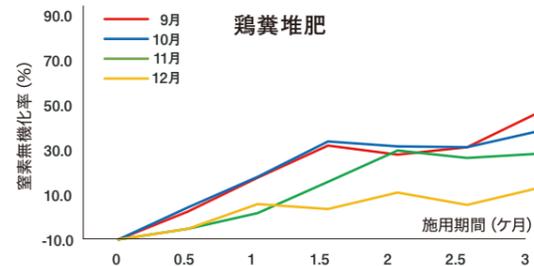
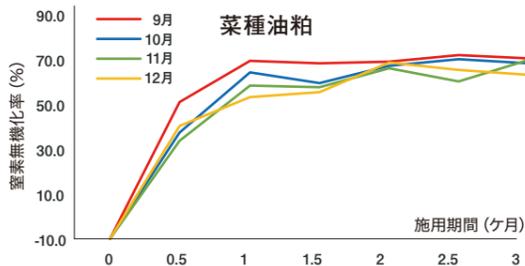
参考文献：野口、農業技術体系2001、  
沖縄県農業研究センター土壌環境班調査資料

	C/N比	肥効率(%) ※1 N-P-K	養分含有率(現物%) N-P-K	肥効スピード ※2
油粕 (菜種)	5.7	80 - 90 - 100	6.2 - 2.8 - 1.3	1か月程度
鶏糞 (発酵)	7	60 - 70 - 90	2.9 - 5.8 - 3.3	1.5か月程度
米ぬか	10.5	70 - 90 - 100	3.2 - 6.6 - 1.5	1.5か月程度

※1：肥料としての効果を化学肥料と比較した場合の割合（化学肥料と同等なら100%、半分なら50%）⇒沖縄県データは以下表を参照  
※2：地温26℃で窒素を無機化（分解）するのに必要な日数  
※数値は一例であり、製品や使用条件により異なる

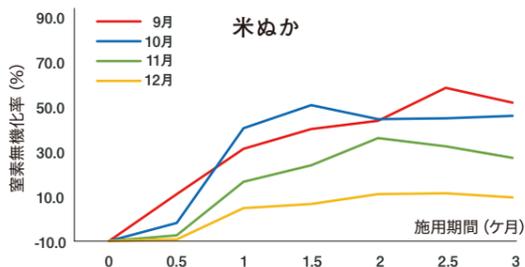
## 沖縄県における有機質肥料の月別窒素無機化率の推移 (ジャーガル、沖縄県農業研究センター土壌環境班調べ)

※島尻マージ、国頭マージにおいても、ほぼ同様の推移となる



- ・1か月程度で70%ほど窒素が無機化するため、最低でも定植の1か月前に施肥をする。
- ・9月に比べて12月は1か月時点で15%程度の差があり、気温が低くなると、肥効が悪くなるため、施用する時期を考慮して施用量を決める。

- ・9、10月と11、12月を比べると1.5か月程度で15~40%と無機化率に差があるため、施用する時期を考慮して施用量を決める
- ・肥効率は油粕に比べると少ないため、鶏糞を使用する際は投入量が多くなる。



- ・1か月時点での無機化率に、時期ごとに差があるため、施用する時期を考慮して施用量を決める

### 施肥設計に使えるアプリ

土壌管理アプリ集 (農研機構「日本土壌インベントリー」より)

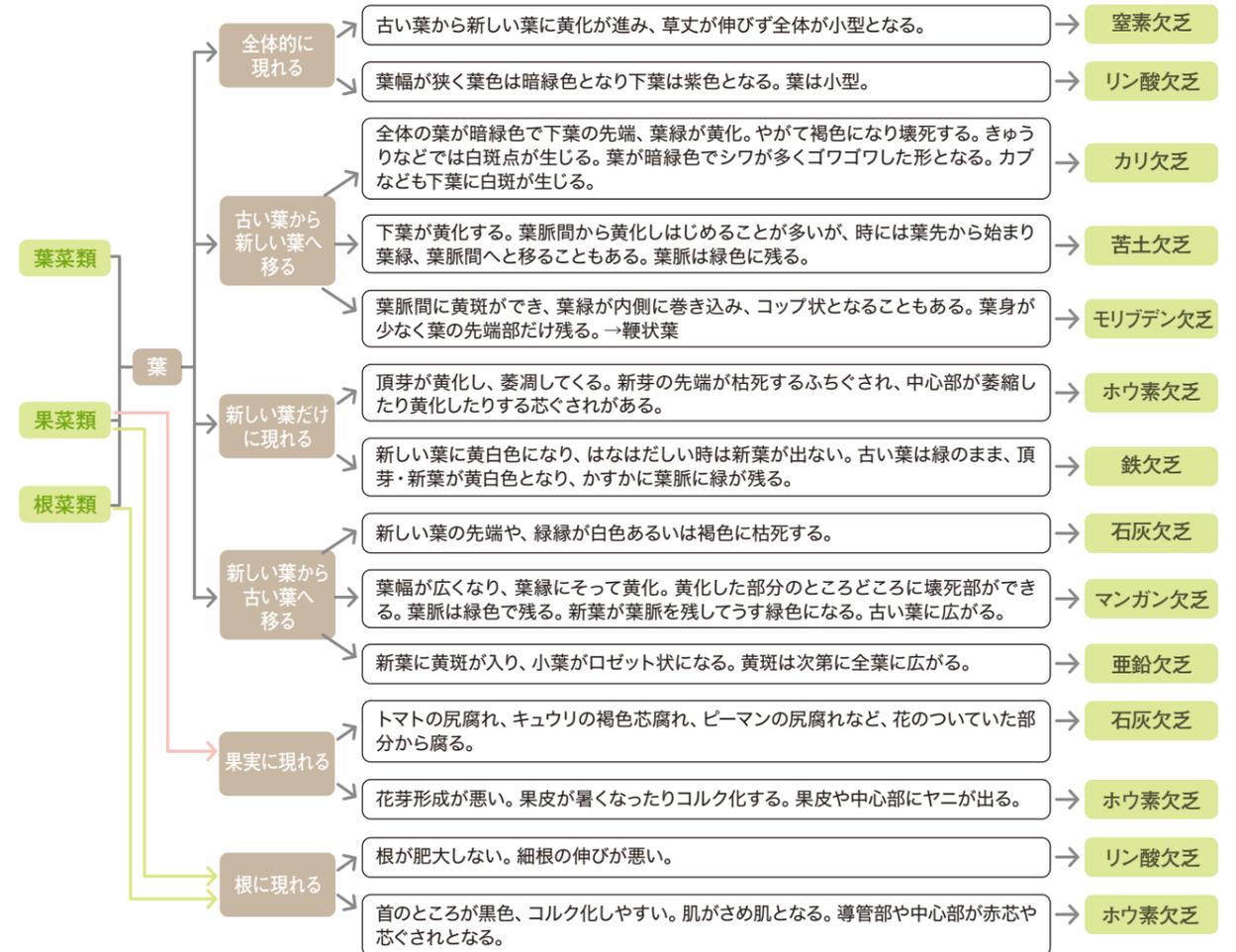
「有機質資材の肥効見える化」や「畑土由来の可給態窒素見える化」ができる便利なアプリがウェブ上で使えます。施肥時期を踏まえた肥効計算に活用しましょう。



## 栄養障害とその対策

野菜の生長過程において生育環境の不適化に応じて発生する障害を総称して「生理障害」と呼びます。中でも、必要な要素の過不足によって生じる「栄養障害」は栽培期間中に発生しやすく、症状を見て判断することが可能です。沖縄の土壌においては、pH (p.20参照) や拮抗作用 (p.21参照) の影響により、各種要素の欠乏症状が発生しやすいため以下の早見表を用いて日々の観察と早期対策を実施しましょう。

### 要素欠乏早見表



「作物の要素欠乏・過剰症」高橋英一ら 参考



画像提供：沖縄県農業研究センター土壌環境班 (ゴーヤー)

### 対策

- ・葉面散布の実施や、追肥内容の見直しを検討する。
- ・p.20を参考に、欠乏症状を引き起こしやすいpHに傾かないよう、極端なアルカリ資材・酸性資材の使用を控えるよう検討する。
- ・p.21を参考に、拮抗作用によって欠乏症状を起こしてしまう要素の施用を控える、もしくは相互作用によって吸収を促進させる要素の施用を検討する。