

2 園芸作物の栄養診断と土壌診断指針

1 要素の欠乏と過剰

1-1 各要素の働きと欠乏と過剰の症状一覧表

要素名	作物体内での役割	欠乏症状	過剰症状
窒素	1. たんぱくの構成成分。 2. 根の発育や茎葉の伸長をよくし、葉の緑色をよくする 3. 養分の吸収及び同化作用をさかんにする。	1. 葉が黄化する。 2. 生育が貧弱。 3. 子実の成熟が早くなり、収量が少なくなる。	1. 葉が暗緑色となりできすぎる 2. 茎や葉が軟弱となる。 3. 病虫害にかかりやすい。
りん酸	1. 核たんぱくの構成成分。 2. 糖類と結合して呼吸作用に役立っている。 3. 根の伸長をよくし、発芽や分けつをよくする。 4. 開花結実をよくし、成熟を早め、品質をよくする。	1. 葉の幅がせまくなり、茎や葉柄が紫色になる。 2. 分けつが少なく開花結実が悪くなる。 3. 果実類は甘味が少なくなって品質が落ちる。	1. いちじるしく過剰のときは草丈が短く、葉が肥厚し、生育が悪くなる。 2. 成熟が早くなり減収する。 3. 亜鉛、鉄、マグネシウム欠乏を誘発する。
カリウム (加里)	1. 細胞液中でイオンとして存在し、炭水化物の合成、移動、蓄積に役立っている。 2. たんぱく合成に関与している。 3. 蒸散作用を調節し、体内の水分生理に関係している。 4. 根や茎を強くし、病害に強くなる。	1. 古葉の先端より黄化し、葉縁に広がり、その部分が褐色に枯死する。 2. 新しい葉は暗緑色となり伸びが悪く小葉となる。 3. 根の伸びが悪く、根ぐされがおきやすい。 4. 果実の肥大が衰え、味、外観とも悪くなる。	マグネシウム、カルシウム欠乏をおこす。
カルシウム (石灰)	1. 体内に過剰にある有機酸を中和する。 2. ペクチンと結合して細胞膜を強くし病気に強くなる。 3. 根の発育を助ける。	1. 生長の盛んな若い葉の先端が白化し、やがて褐色に枯死する。 2. 根の表皮にコルク層ができ根が短く太くなる。	マンガン、鉄、ほう素、亜鉛などの欠乏症が出やすくなる。
マグネシウム (苦土)	1. 葉緑素の構成成分。 2. りん酸の移動をたすける。 3. 油脂の合成をたすける。	1. 古い葉の葉縁部から葉脈間が黄化する。 2. 果実のなっている付近の葉に欠乏が出やすい。	土壌中のCa/Mgが低いと作物の生育阻害がおきる。
硫黄	1. たんぱくの構成成分。 2. にんにく、からしの香りの成分に含まれている。	1. 全体的に生長が悪く、窒素欠乏と似ている。	1. 土壌を酸性にする。 2. イネの根ぐされをおこす。
けい酸	1. 茎や葉の表皮細胞のけい酸化を促進し組織を固くする。	1. 葉や茎が軟弱となる。	なし
ほう素	1. 細胞の分裂や花粉の受精を助ける。	1. 生長点がとまり、もろくなって心どまり、心枯れとなる。	葉縁が黄化し、ついで褐変する

要素名	作物体内での役割	欠乏症状	過剰症状
ほう素 (続き)	2. アンモニア・加里・カルシウムの吸収を助ける。 3. 糖分の移行を助ける。	2. なたねは不稔粒が多くなる。 3. 葉柄がコルク化する。 4. 茎や根の中心が黒くなる 5. 果実にヤニができたり、コルク化がみられたりする。	
マンガ	1. 酸化酵素の作用を助け、体内の酸化還元を順調にする 2. 葉緑素の生成を助ける。	1. 新しい葉がうす緑色になる。 2. 葉が小形になる。	1. 葉の先端に褐色、紫色の小斑点ができる。 2. この症状は古い葉に出やすい 3. 鉄欠乏症が出ることもある。
鉄	1. 葉緑素の生成を助ける。 2. 呼吸作用に関係のある酵素の構成をしている。	1. 新葉から黄白化する。	1. マンガン欠乏症が出る。 2. リン酸欠乏になる。
亜鉛	1. 酸化還元酵素の働きを助ける。 2. たんぱくやでんぶんの合成を助ける。	1. 葉脈間が黄色になり、しま状が明瞭になる。 2. 黄化は新葉から始まり、次第に中葉におよぶ。 3. 葉が小型化する。	褐色の斑点ができる。
銅	1. 酸化還元酵素の構成成分。 2. 呼吸作用に関与する。	1. 新葉の先端から黄白化ししおれる。	根の伸長がとまる。
モリブ	1. 硝酸態窒素を還元し、たんぱくを合成するときに役立っている。 2. 窒素固定をする根りゅう菌の生育を助ける。	1. 広葉のものは葉縁が内側に巻き込んでコップ状になる。 2. 葉がよじれる。 3. 古葉から症状が現われる	
塩素	1. 繊維化作用がよくなり、病害抵抗性を強め、倒伏しなくなる。	2. 欠乏すると新芽が黄化する。	1. でんぶんが繊維になるので、いも類は繊維が多くなり品質が悪くなる。 2. たばこの品質を悪くする。

1-2 現地における作物別要素欠乏症発現の難易一覧表

(●非常におこりやすい、◎おこりやすい、○おこる、☆ほとんどおこらない)

作物名	窒素	りん酸	加里	カルシウム	マグネシウム	ほう素	マンガン	鉄	亜鉛	モリブデン
きゅうり	●	○	◎	○	◎	○	☆	○	☆	☆
トマト	◎	○	○	●	●	◎	○	○	☆	○
なす	◎	○	○	☆	●	○	☆	○	☆	☆
ピーマン	◎	○	●	◎	◎	☆	☆	☆	☆	☆
すいか	●	○	◎	○	◎	○	☆	☆	☆	☆
いちご	○	○	◎	○	◎	○	☆	☆	☆	☆
キャベツ	◎	○	●	◎	○	○	☆	☆	☆	○
はくさい	◎	☆	◎	●	●	◎	☆	☆	☆	☆
たまねぎ	○	○	○	◎	○	○	☆	☆	☆	☆
レタス	○	☆	○	◎	◎	◎	☆	☆	☆	◎
ほうれんそう	◎	○	◎	●	●	◎	○	○	☆	○
セルリー	◎	○	◎	○	●	●	☆	☆	☆	☆
ねぎ	◎	○	○	○	○	☆	○	☆	☆	☆
アスパラガス	◎	○	○	○	◎	◎	☆	☆	☆	☆
はなやさい	◎	◎	○	○	●	◎	☆	☆	☆	◎
プロッコリー	◎	◎	○	○	◎	◎	☆	☆	☆	◎
だいこん	◎	○	◎	○	●	◎	○	☆	☆	○
にんじん	◎	○	○	☆	◎	○	☆	☆	☆	☆
じゃがいも	◎	○	●	○	◎	◎	☆	☆	☆	☆
さつまいも	○	○	◎	○	◎	○	☆	☆	☆	☆
えだまめ	○	○	◎	○	◎	☆	○	☆	☆	☆
なたね	○	●	○	○	●	◎	○	○	☆	○
みかん	○	☆	○	○	●	◎	◎	○	◎	○
りんご	○	☆	○	☆	◎	◎	○	☆	○	☆
かき	○	☆	○	☆	○	☆	☆	☆	☆	☆
なし	○	☆	◎	☆	◎	○	○	☆	○	○
ぶどう	○	☆	◎	☆	●	◎	○	☆	○	☆
もも	○	☆	●	☆	●	○	○	☆	☆	☆
うめ	○	☆	○	☆	◎	○	○	☆	☆	☆

(注) 同一作物でも品種、生育ステージ、土壌及び気象条件、さらに他の要素とのバランスなどによって、も欠乏症の発現の有無、程度が著しく異なる。実際の活用にあたっては弾力的に利用されたい。

1-3 作物の要素欠乏症状の現われ方

(果菜類)

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
全体に現われる	全体に生育が悪くなるが、特に古葉から出やすい。	古い葉から新しい葉に黄化が進み、草丈が伸びず、全体が小型となる。	窒素欠乏症	
		葉が小型で、濃緑となり下葉が紫色になり落葉する。根の細根の伸びが不良である。	りん酸欠乏症	
古い葉から現われる	生育の初期には現われず、果実が肥大するころから症状が現われる。	全体の葉が暗緑色で、下葉の先端及び葉縁が黄変したり、この部分に小さい黄斑がつき、しだいに中肋に広がっていく。葉先や葉縁の黄化は褐色に変わって壊死する。黄化部・褐変部と葉脈に近い濃緑部との区別がはっきりしている。きゅうりなどでは下葉に小さい白斑が多数できる。ピーマンなどは下葉の落葉がひどい。	加里欠乏症	マグネシウム欠乏は葉全体がやや黄色がかかるが、加里欠乏のときは葉全体が暗緑色で下葉の葉辺が黄変あるいは褐変し、その部位と緑色部位のコントラストがはっきりする。
		葉脈間に黄斑ができ、葉縁が内側に巻き込む。硝酸態窒素が多いときに出やすい。	モリブデン欠乏症	土壌が酸性の時出やすい。中性～アルカリ性になると出い。
果実のなっている付近の葉から現われる	生育の初期には現われず、果実が肥大するころから症状が現われる。	果実が肥大をはじめたころから、その付近の葉の葉脈間が黄化しはじめる。葉先から黄化がはじまり、葉縁、葉脈間と黄化していくこともあるが、葉縁が緑色であるのに葉脈間が黄化することもある。また、果実のなっているところから下の葉全部が黄化することもある。ひどくなると黄化部が褐色に壊死し落葉する。	マグネシウム欠乏症	マンガン欠乏や亜鉛欠乏と判別しにくいときがある。 ①マグネシウム欠乏症は新葉には出ない ②土壌PHが低い時はマグネシウム欠乏と推定できる。 ③葉分析。

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
新しい葉から現れる	最も先端に出る。	頂芽及び新芽が黄白化し、かすかに葉脈に緑色が残る。褐色に壊死することはない。石灰質肥料のやりすぎ、ハウス内で塩類の高濃度障害をうけたとき、ハウス内で亜硝酸を吸収したときなどの特殊なときに出る	鉄欠乏症	マンガン欠乏症との判別が付きにくい。 ①鉄欠乏症は頂芽がほとんど白色になる ②硫酸第一鉄液を散布し、2～3日で緑色になれば鉄欠乏症と判定する。 ③葉分析。 中性ないしアルカリ性土壌に出やすい。
		頂芽から黄化し、萎ちようしてくる。	ほう素欠乏症	
	比較的古い葉にも広がる。	新しい葉の葉脈間がうす緑色となり、葉脈にそって緑色が残り、黄化部はほどなく褐変する。	マンガン欠乏症	①マンガン欠乏は新葉が黄化するが、鉄欠乏のように白くなってしまふことはないし、黄色部がはっきりしない。 ②亜鉛欠乏は黄斑部と緑色部がはっきりしたコントラストを呈する。
	新葉に黄斑が入り、小葉が叢生状になる。黄斑はしだいに全葉に広がる。	亜鉛欠乏症		
茎や葉柄に現われる。		茎の先端や葉柄がもろくなり、折ってみると中心が黒くなっている。茎が割れることもある。	ほう素欠乏症	中性ないしアルカリ性土壌に出やすい。
果実に現われる。		トマトの尻ぐされ、きゅうりの褐色心ぐされ、ピーマンの尻ぐされ果など、いずれも花がついていた部位から腐ってくる。	カルシウム欠乏症	酸性土壌あるいは窒素、加里過剰。

<葉菜類のうち結球するもの>

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
全体に現われる	全体に生育が悪いが、とくに古葉から出やすい。	古い葉から黄色くなり、しだいに新葉も黄化する。結球しないこともあり、結球しても球が小さい。	窒素欠乏症	
		葉が濃緑であるのに作物が大きくならないで、下葉や葉柄が紫色になる。	りん酸欠乏症	
古い葉から現われる	生育の初期には現われず、結球しはじめると症状が現われる。	全体的に葉色が暗緑色でしわが多く、ごわごわした感じである。古い葉の先端や葉縁が黄変、又は褐変し壊死する。キャベツなどにこの症状が出やすい。	加里欠乏症	①黄変部と緑色部がはっきり区別される ②黄変部は褐色になり壊死しやすい。
		古い葉の葉縁及び葉脈間が黄化し、葉脈には緑色が残る。葉脈や葉柄が紫色になることもある。	マグネシウム欠乏症	①黄変部と緑色部がはっきりしない。 ②酸性土壌に出やすい。
	生育の初期にも発生し、古葉からしだいに新葉におよぶ。	葉脈間に黄色の斑点が入り、葉が内側に巻きこんでコップ状となる。葉身が少なく葉の中肋に葉身がわずかに付着し、犬の尾のような鞭状葉となる。	モリブデン欠乏症	酸性土壌に出やすい。
新しい葉の先端あるいは心葉に現われる。		新しい葉の先端や葉縁が白色あるいは褐色に枯死する。	カルシウム欠乏症	①カルシウム欠乏症の出る土は酸性であり、ほう素欠乏はpH6.3以上で出る。 ②ほう素欠乏の葉の葉柄には褐色か黒色のき裂や斑点ができるが、カルシウム欠乏では葉柄に何の症状も出ない
		新葉の先端が褐色に枯死するふちぐされや中心部が萎縮したり黄化する心ぐされがおきる。	ほう素欠乏症	

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
葉柄に現われる。		結球した外側の葉をめくって葉柄の内側をみると、黒色の小斑点や褐色のき裂が縦又は横にはいつている。	ほう素欠乏症	中性ないしアルカリ性土壌に出やすい。

〈葉菜類〉

症状の出る部位と現れ方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
全体に、そして生育の各時期に現われる。	全体が黄化し、生育が悪い。	窒素欠乏症	
	葉脈や葉柄が紫色となったり、赤褐色になったりするが葉身は濃緑色である。	りん酸欠乏症	
古い葉から現われ、しだいに新芽におよぶ。	全体的に葉が暗緑色になり、しわが多くごわごわした感じとなる。古い葉の先端や葉縁が黄色くなり、その部分がしだいに褐変し壊死する。	加里欠乏症	黄色部と濃緑色の部分のコントラストが強い。
	古い葉の葉縁及び葉脈間が黄化し、葉脈が緑色に残る。ひどくなると黄化した部分が白色に壊死する。また、作物全体が黄色くなり、生育が著しく悪くなることもある。	マグネシウム欠乏症	黄色部と緑色の部分のはっきりしないかまたは全体が黄化している酸性土壌に出やすい。
	葉が内側に巻き込んでコップ状となる。しだいに新しい芽に症状が出る。	モリブデン欠乏症	酸性土壌に出やすい。
新しい葉から現われる。	心葉が萎縮し黄色くなるが、ひどいときは心ぐされになる。	ほう素欠乏症	①ほう素欠乏は中性～アルカリ性のときに出やすい。 ②マンガンや鉄欠乏はほう素欠乏のような葉の萎縮や心腐れにはならない。
	新葉が葉脈を残してうす緑色となり、すかしてみると症状がよくわかる。	マンガン欠乏症	
	新葉が黄白色になり葉脈にそってわずかに緑色が残る。	鉄欠乏症	

症状の出る部位と現れ方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい 他の症状との 見分け方
新しい葉から現われる。 (続き)		鉄欠乏症 (続き)	③マンガン欠 乏はうす緑に なり鉄欠乏は 白色になる。
葉柄にコルク化がみられる	セルリーなどは葉柄が部分的にコルク化し 縦又は横のき裂ができる。	ほう素欠乏 症	中性ないしア ルカリ性土壌 に出やすい。

〈根菜類〉

症状の 出る部 位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい 他の症状との 見分け方
全体に 現れる	全体に生育が悪く なるが、特に古 葉から出やすい。	古い葉から新しい葉に黄化が進む。葉も大 きくならないし、根も肥大しない。	窒素欠乏症	
		葉が濃緑であるのに作物が大きくならない で、下葉や葉柄が紫色になり、根が太らな い。	りん酸欠乏 症	
古い葉 から現 われる	生育の初期には現 われず、根の肥大 するころから症状 が現われる。	中心の葉が暗緑色で、古い葉の先端及び葉 縁が黄変又は褐変し壊死する。 かぶなどは下葉に白斑ができ、この部分が つながって枯死する。	加里欠乏症	マグネシウム 欠乏症は葉脈 間が黄化し、 緑色部との境 ははっきりし ないが、加里 欠乏症は黄色 部と濃緑色部 とのコントラ ストがはっきり している。
		古い葉の葉縁及び葉脈間が黄化し、葉脈が 緑色に残る。だいこんは萎縮病とまちがえ られることがある。	マグネシウ ム欠乏症	萎縮病の黄斑 は不規則に出 るがマグネシ ウム欠乏の黄 斑は葉脈間に まんべんなく 出る。

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
古い葉から現われる(続き)	生育の初期には現われず、根の肥大するところから症状が現われる。(続き)	葉脈間が黄化し葉が内側に巻いてコップ状となる。先端や葉縁から枯れる。だいこんは中肋に葉身がわずかに付着した鞭状葉となる。	モリブデン欠乏症	酸性土壌に出やすい。
新しい葉から現れる	新葉だけに出る。	新しい葉の先端や葉縁が白色あるいは褐色に枯れる。	カルシウム欠乏症	①カルシウム欠乏の出る土壌は酸性である。 ②ほう素やマンガン欠乏症は土壌pHが6.5以上の時出る。 ③葉分析。
		中心の葉が黄化し伸長しないで、萎縮症状を示す。にんじんでは中心葉が黄化してしまうので首のところから別に新葉が出て叢生状となる。	ほう素欠乏症	
	新葉から出始め全体に広がる。	葉脈を残して脈間がうす緑からしだいに黄化し、しだいに古い葉にも広がるが、中心葉が萎縮症状を示すことはない。	マンガン欠乏症	
根に現われる	肥大や色が悪くなる。	根の肥大が悪くなる。にんじんは赤色がうすくなる。	窒素、加里、マグネシウム、カルシウムなどの欠乏	
	肌あれ、き裂、赤しん、心ぐされ、空洞などになる。	首のところが黒色になったり、コルク化したりしてき裂がはいる。肌があらくさめ肌になったり、黒色のきたない肌になったりする。輪切りにしてみると、導管部や中心部が赤褐色あるいは黒色に汚染され、赤しんや心ぐされとなったり空洞ができていたりしている。	ほう素欠乏症	中性ないしアルカリ性土壌に出やすい。

〈常緑果樹〉

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
樹全体に現れる	全体に生育が悪く古い葉から黄化する。	新葉の緑色がうすくなり、しだいに黄化し葉が大きくなり、枝の伸びも悪い。しだいに樹全体の葉が黄化し落葉する。硫黄欠乏は現在あまり出ていない。	窒素欠乏症 硫黄欠乏症	①硫安と塩安を別々の樹に施し両方とも葉色が濃くなれば窒素欠乏で硫安だけよくなれば硫黄欠乏。 ②土壌中の硝酸測定。 ③葉分析。
	全体に生育が悪い	葉が小さく密生し、濃緑色となる。赤土にりん酸を施さずに苗を植えつけると欠乏症が出るが、成木園ではあまり出ない。	りん酸欠乏症	
古い葉から現れる	生育の初期には現われず、果実の肥大するころから症状が出る。	古い葉や果実のなっている枝の葉の葉脈間が黄色くなる。ひどくなると葉脈だけを残して黄化し落葉する。果実がたくさんなっている樹や枝の葉に被害が大きい。	マグネシウム欠乏症	マンガンや亜鉛欠乏症が古葉に出ているときに区別がしにくい、マグネシウム欠乏症は新葉に出ないことや、土壌が酸性になると出やすいことなどで判別する
		古い葉の葉脈間が黄化し、ときには黄斑となり葉縁が内側に巻き込む。葉の先端又は周辺から枯死する。現在はあまり出ていない。	モリブデン欠乏症	
新しい葉から現れる	先端葉だけに出る	新梢が葉脈だけ残して黄白化する。しかし古い葉は緑色で全然欠乏症状が出ない。石灰質肥料のやりすぎで欠乏症が出ることもある。	鉄欠乏症	新芽が黄白色になり、土壌が中性ないしアルカリ性のところに出る

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
新しい葉から現れるが、しだいに古葉にも欠乏症状が広がる。(続き)	新しい葉から現れるが、しだいに古葉にも欠乏症状が広がる。	葉脈間がうす緑色となり、葉脈にそって緑色が残る。すかしてみるとその症状がよくわかる。しだいに古い葉も症状が出るが、古葉の症状はうす緑の部分が判別しにくい	マンガン欠乏症	マンガン欠乏と亜鉛欠乏は併発していることが多い。 ①両者が単独に出ているときは葉脈間の黄化のコントラストの強いものは亜鉛欠乏、コントラストの弱いものはマンガン欠乏である。 ②マンガンと亜鉛を別々の樹に散布して判定する。 ③葉分析。
		葉脈間が鮮明に黄化し、葉脈の緑色とのコントラストがはっきりしている。 新しい葉から出るが、欠乏がひどいときは樹全体の葉に広がり、葉が小型となる。	亜鉛欠乏症	
		1葉の先端が鮮明な黄色になり、黄化はしだいに葉縁におよぶ。ひどいときは葉が奇形化し、症状葉は樹全体に広がる。	カルシウム欠乏症	酸性土壤に出る。
葉柄に現われる。		古い葉の葉柄に褐色のコルク層ができて、き裂ができ葉柄がもろくなって落葉する。	ほう素欠乏症	土壌のpHが6.3以上の時出やすい。
果実に現われる。	果実の肥大が悪く、果皮の部分が厚く着色期になっても果実がかたい。 果皮にヤニ状物質や黒点がつく。果心部に赤褐色のヤニが出る。			

<落葉果樹>

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
樹全体に現れる	全体に生育が悪くなるが、とくに古葉が黄化し枝梢が枯れる。	古い葉からしだいに若い葉へと黄化してゆく。そのとき紫紅色あるいは紅色の色素ができることもある。ひどくなると枝梢が伸びず細くなって、葉は小形となる。	窒素欠乏症	

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
樹全体に現れる (続き)	全体に生育が悪くなるが、とくに古葉が黄化し枝梢が枯れる。(続き)	新しい葉は暗緑色で、古い葉は青銅色か、やや褐色がかかる。枝や葉柄は紫色を帯び、新梢は細く、葉は小形となる。	りん酸欠乏症	
古い葉から現れる	生育の初期には現われず、果実が肥大するころから症状が出るが、新葉には欠乏症状が出ない。	ごく小さい点状黄斑ができ、葉の先端や周辺が黄色くなり、しだいに褐色に壊死し、葉縁焼けとなる。黄化したところや褐変したところ以外は濃緑色である。ももは葉がよじれ、枝が細くなる。全体に落葉がひどい。	加里欠乏症	加里欠乏症状とマグネシウム欠乏症状の見分け方。 ①加里欠乏症は黄色部と緑色部とのコントラストがはっきりしているが、マグネシウム欠乏症ははっきりしていない。 ②加里欠乏は葉縁焼けができる。 ③葉分析により判別する。 ④マグネシウム欠乏は酸性土壌に出やすい。
		古い大きい葉や、果実のなっている近くの葉の葉脈間が黄化する。この黄化は葉緑部からはじまり、中肋にむかって葉脈間に広がることと、葉縁部に緑色を残して葉脈間が黄化することがある。落葉がひどく、最後には暗緑色の先葉だけが残る。	マグネシウム欠乏症	
	生育の初期から出て、新葉にも広がる。	葉が小さく細くなり、枝も細く、先端は節間が短く葉が密集している。葉脈間が鮮明に黄化し、しだいに新葉に広がり、古葉から落葉する。	亜鉛欠乏症	①黄変部と緑色部がはっきりしている。 ②中性ないしアルカリ性土壌に出やすい
新しい葉から現れる	新葉からはじまりしだいに古い葉におよぶ。	葉脈間がうす緑色となり、葉脈にそって緑色が残る。すかしてみるとその症状がよくわかる。しだいに葉脈間が黄化し、葉縁や葉脈間が褐変する。かきでは落葉がひどい。	マンガン欠乏症	黄変部と緑色部のコントラストが弱い。

症状の出る部位	症状の出方	症状の様子	症状の判定	まぎらわしい他の症状との見分け方
新しい葉から現れる	新葉からはじまりしだいに古い葉におよぶ。(続き)	頂端部の新しい葉の先端と葉縁から枯れてくる。また新しい葉が奇形になり、枝梢が枯死する。	カルシウム欠乏症	カルシウム欠乏症状とほう素欠乏症状の見わけ方。 ほう素欠乏は ①ヤニ状物質が出る。 ②頂芽や枝がもろくなる。 ③土壌pHが6.3以上で出る。 カルシウム欠乏は ①ヤニ状物質が出ない。 ②土壌が酸性である。
	新葉だけに現われる。	新梢が変形し黄化する。芽がしおれ、ヤニ状の物をふき出したり、頂芽の近くがもろくなる。	ほう素欠乏症	
枝梢に現われる。		頂芽に近い枝がもろくなったり、枝を切断してみると中心が赤褐色あるいは黒色に変色している。新梢の近くの枝からヤニ状の物質がふき出ている。		
果実に現われる。		花芽の形成が悪い。果粒のつきが悪い。果粒の肥大が悪い。果皮がコルク化する果皮が海綿状になったりコルク化したりする。		
		果肉がコルク化する。	カルシウム欠乏症	

1-4 要素欠乏の応急対策

症状	応急対策	他要因との関係
りん酸欠乏	葉面散布(第1りん酸加里あるいは第1りん酸石灰0.3~0.5%液) りん酸肥料の追肥。	苦土欠乏 酸性土壌
加里欠乏	葉面散布(第1りん酸加里0.3%液) 加里肥料6~7kg/10aの追肥。	
カルシウム	葉面散布(塩化石灰0.3~0.5%液あるいは第1りん酸石灰0.3%液) 石灰50~80kg/10aを水にといて株間に施用。	窒素、加里、苦土の過剰
マグネシウム欠乏	葉面散布(硫酸苦土1~2%液) 苦土石灰80~100kg/10aあるいは水酸化苦土60kg/10aを水にとかして株間に施用。	加里、石灰の過剰
鉄欠乏	葉面散布(硫酸第1鉄あるいは塩化鉄0.2%液)	土壌のアルカリ化、過乾 塩類集積。りん酸、マンガン、銅の過剰吸収

症状	応急対策	他要因との関係
マンガン欠乏	葉面散布（硫酸マンガンあるいは液化マンガン0.2～0.3%液に生石灰0.3%加用） 硫酸マンガン10～30kg/10a施用（土壌がアルカリ性のときは多めに、中性のときは少なめに施用する）	土壌のアルカリ化 石灰の過剰
ほう素欠乏	葉面散布（ほう砂0.2～0.3%液に生石灰0.3%加用） ほう砂の施用（野菜では0.5～1kg/10a、ぶどう、みかんでは2kg/10a、りんごでは3～4kg/10a）	窒素、加里、石灰の過剰 土壌の乾燥
亜鉛欠乏	葉面散布（硫酸亜鉛0.3%液に生石灰0.2～0.3%加用） 酸性肥料の施用	土壌のアルカリ化 りん酸、窒素、加里やマンガンの過剰
モリブデン欠乏	葉面散布（モリブデン酸アンモニウムあるいはモリブデン酸ソーダ0.01～0.05%液を100リットル/10a） モリブデン酸アンモニウムあるいはモリブデン酸ソーダ 30～50g/10aの施用	酸性土壌 アンモニア、硫酸、ニッケル、鉄、マンガン等の過剰

1-5 要素の欠乏と過剰とが原因となっている生理障害

欠乏・過剰の要素	生理障害名と発生しやすい作物
窒素過剰	空洞果、すじぐされ症、異状茎（トマト）、心ぐされ、肌ぐされ（たまねぎ）
加里欠乏	斑点症（パセリ）
カルシウム欠乏	尻ぐされ（トマト、ピーマン）、心ぐされ、縁ぐされ（キャベツ、レタス）、赤心症（だいこん、かぶ）、黒色心ぐされ（セルリー、たまねぎ、だいこん、かぶ）、黄化症（えだまめ）
マグネシウム欠乏	青枯れ症（トマト）、黄斑性落葉症（なし）、虎葉（ぶどう）、たいおう症（りんご）、隔年結果（みかん）
ほう素欠乏	心ぐされ症（だいこん、かぶ、セルリー）、赤心症（だいこん、かぶ）、すいり（だいこん）、根ぐされ症（だいこん）、トップモザイク症（トマト）、くき割症（トマト）、窓あき症（トマト）、やに症（トマト、ぶどう）、えび、しゃっぼん、くろばな、あかばな、あんいり症（ぶどう）、茎裂開症（ぶどう）、硬化症、落果症（みかん、りんご）、縮果症（りんご）、樹脂症（りんご、ぶどう、もも）、枝枯症（りんご、ぶどう）
マンガン欠乏	白渋症（野菜）
マンガン過剰	鉄さび症、ごま葉枯、褐色葉枯（きゅうり、なす）、異常落葉（みかん）、枝枯症、粗皮症（りんご）、うすずみ症（かき）

欠乏・過剰の要素	生理障害名と発生しやすい作物
鉄欠乏	萎黄症（野菜、果樹）
亜鉛欠乏	虎葉、斑葉症、小葉症（みかん）
モリブデン欠乏	萎縮症（だいこん）、鞭状葉症（はなやさい、ブロッコリー）

1-6 花卉の主な生理障害

(土屋ら, 1990)

花卉名	症状名	主な症状	発生条件・原因など
キク	葉縁褐変症	葉縁の褐変, 葉枯れ	B 過剰 (B が葉縁まで移行し, 多量に蓄積する)
	葉枯れ症	草丈の短小化	不明
	頂葉褐変症	中位葉の褐変症状	Mg 飽和度上昇による根の活力低下
	心止まり症	頂葉部分が梅雨あけに褐変枯死	P と Ca 吸収量の関係が関与 (露地ギクで発生)
ポットマム	生育障害	苗に発生する心止まり、心腐れ	親株育成時の過湿、多施肥。挿し穂の冷蔵が根本原因
			茎の成長点・葉の褐変・枯死
カーネーション	節割れ症	節が縦に割れる	不明 (B 欠では節が横に割れる)
	茎割れ現象	茎が縦に割れ商品価値がなくなる	Zn 欠乏
	クロロシス	止葉にクロロシス発生	K 欠乏。N 過剰が関与。品種'コーラル'で発生
	Mn 過剰症	葉脈間の黄化。葉先から枯れ込む	Mn 過剰吸収害。品種'バタースコッチ'で多発)
	萎縮そう生症	定植後の心止まり	B がそう生症の発生を助長。土壤微生物も関与
バラ	葉の障害 葉枯れ症	下葉先の枯れ、褐色斑点症状	低pH (品種により許容pHが大きく異なる)
		止葉先端の褐変、上位葉の小斑点	開花期の急激な生育に伴って止葉などで起こるKの欠乏
	ネクロシス	止葉近くの葉がかすり状に白化	P 過剰。K 施用量を増すと発生率低下
バラ	クロロシス	新梢伸長時の先端葉に多発	単純な Fe 欠乏、または P の過剰吸収による Fe 欠乏
	クロロシス	新葉の葉脈間が黄白化	Fe 欠乏 (品種間差大。キャラミアなどの品種で多発)
	ネクロシス	葉の周囲の黄化。次第に落葉	土の K 含量の上昇 (100mg/100g以上) による Mg 欠乏
		成長した葉で症状が出る。落葉墨をぬったような黒色斑	病害ではないようであるが、詳細は不明 Mg 欠乏

花卉名	症状名	主な症状	発生条件・原因など
チューリップ	生育障害 生育障害 色抜け症状	花卉色抜け、首折れ 茎割れ、花裂け、花の色あせ 首折れ曲がり。草丈小、不揃い 花卉の色抜け	B 欠乏（水溶性 B が 0.2ppm 以下で発生） B 欠乏、土壌酸性は B 欠を助長 C a 欠乏（C a 濃度 2.5ppm 以下で発生） N の過剰施用（B 欠乏による色抜け症とは異なる）
ストック	濃度障害	開花異常、片咲き、茎に褐色斑点 葉の表皮白化、開花異常、茎割れ 生育不良 連作による品質低下（軟弱な切り花） 葉先カール、下葉先の黄白化 葉先に褐色の小斑点	B 欠乏 B 欠乏 pH5.2 以下で M n 過剰障害、pH7.0 以上で B 欠乏症 土壌養分、特に N の過剰 K 欠乏 M n 過剰（M n 耐性がきわめて弱く、照葉種で多発）
シクラメン	異常発育 ダリーン・ドーマンシー 側芽の異常形成 芽枯れ	生育停滞 生育の停滞、休眠 枝分かかれ、とさか状芽 幼葉花芽の枯死	N の過剰（特にアンモニア態および尿素態 N） P 欠乏 養分の過剰吸収 植物体内の樹液中無機成分濃度の急激な上昇
シクラメン シネリア サツキ	芽（花、葉） 枯れ 枝枯れ、株枯れ症	芽（花、葉）枯れ症状 葉脈間黄化。石根様症状	N O ₃ -N 過剰。促成堆肥を鉢用土に使用すると多発 極端な乾燥状態や一時的な過湿による水分ストレス
スイートピー	クロロシス	葉にクロロシス発生 葉に小斑点や大型斑点 葉にスポット状のネクロシス 斑点状クロロシス。線状の褐色斑	鶏糞の多施用による土壌のアルカリ化 K 欠乏 C a 欠乏 M n 欠乏
セントポーリア		葉裏の葉脈間が水浸状に薄くなる	K 欠乏
ポインセチア	黄化症	葉脈間が黄化～黄白化	Z n 欠乏
グラジオオラス	ネクロシス	葉の先端、周縁部に発生	N H ₄ -N 過剰
トルコギキョウ	茎の空洞化症 ロゼット化	地際から 2～3 節の茎が空洞化 定植後節間伸長しない	土壌の乾燥。詳細は不明 育苗中の環境条件（温度、暗、日射量）が影響

花卉名	症状名	主な症状	発生条件・原因など
グロリオサ	クロロシス	新葉にクロロシス発生	F e 欠乏。無電照で発生しやすい。
コチョウラン		株わい化、花蕾の成長停止	B 過剰
ゴヨウマツ	立枯れ性生育障害	急に立枯れ症状を呈し枯死	マツと菌根菌との生活力のバランスの変化 詳細不明
シヤクヤク	首曲がり症	葉がカールし、花首が曲がる	詳細は不明
シュコンカスソウ		開花時に葉先が黄変	B 過剰
シンビジウム	葉枯れ症	葉の先端の裏面に黒褐色の斑点	N a 過剰。N a +濃度20ppm以上で晶質上問題
カシユ	葉焼け症	葉が焼けたような症状	過湿、遮光、多肥、大球。CaCl ₂ 液の散布で被害軽減
スターチス	苗冷蔵障害	成長点が腐敗	多施肥、E Cの上昇、T/R比の上昇
ハナシヨウブ	葉先枯れ症	葉先から葉身に褐色のゴマ斑	施肥量の不足 (N, K)
プバルディア	急性葉枯れ症	下葉位からの枯れ上がり	土壌残留臭素の過剰吸収
ペチュニア	黄化症	新葉の黄化	用土の高pH化 (pH8以上)によるF e 欠乏
リントウ	コブ症	節間がやや短くなり節が肥大	土壌病害ではなさそうである
レダールファーン	黄化症	葉脈間が黄化	土壌のアルカリ化に起因するM nの不溶化により発生

1-7 野菜類の葉中要素含量の欠乏、適量、過剰の判定基準

作物名	含有 程度	乾物 100g 中 g (%)					乾物 1kg 中 mg (ppm)					
		窒素 (N)	りん酸 (P)	加里 (K)	カルシウム (Ca)	マグネシウム (Mg)	ほう素 (B)	マンガン (Mn)	鉄 (Fe)	亜鉛 (Zn)	銅 (Cu)	モリブデン (Mo)
きゅうり(茎葉)	欠乏 適量	2.5以下 3.0~3.5	0.2以下 0.2~0.4	1.5以下 2.0~3.5	2.0以下 2.5~4.5	0.3以下 0.6~1.0	15以下 20~50	10以下 20~100	50以下 100~200	8以下 20~30	5以下 6~15	0.15以下 0.5~1.0
トマト(葉)	欠乏 適量 過剰	2.0以下 2.5~3.5 4.0以上	0.1以下 0.2~0.4 2.5以上	3.0以下 4.0~5.0 6.0以上	1.5以下 3.0~5.0	0.3以下 0.5~1.0	10以下 15~30 160以上	5以下 30~200 350以上	100以下 100~350	15以下 20~50	3以下 10~20 30以上	0.5以下 0.5~1.0
キャベツ(外葉)	欠乏 適量	2.5以下 3.0~4.0	0.2以下 0.3~0.4	1.2以下 1.5~2.0	1.8以下 2.0~3.5	0.2以下 0.3~0.5	5以下 15~30	100~200		20~60	5~13	
はくさい(外葉)	欠乏 適量	2.0以下 2.5~3.9	0.1以下 0.2~0.4	1.5以下 1.8~2.8	1.5以下 1.5~3.0	0.2以下 0.4~0.5	15以下 20~50				15以上	1.0~8.0 8.5~12.0
ほうれんそう	欠乏 適量						10以下 15~20	10以下 50~250		50~150	10~15	0.1以下 1.0~2.0
セルリー	欠乏 適量						15以下 30~70	20以下 50~150		150~200	5~15	0.1~0.2
ねぎ	適量	1.8~2.2		1.6~2.0			15~30	50~90		50~120	5~15	
だいこん	適量	2.5~3.0		5.0~6.2	1.0~1.5		40~70	30~100		40~70	5~10	0.5~2.0
にんじん	適量	1.5~2.0		3.5~4.0	1.5~2.0		20~60	200~300		50~90	5~10	0.2~0.5
さつまいも	欠乏 適量				1.0以下 1.5~2.0	0.1以下 0.3~0.6	20以下 20~50	100~300		20~50	3以下 3~10	0.5~1.0
じゃがいも	適量						30~80	100~200		100~250	10~25	0.2~0.5

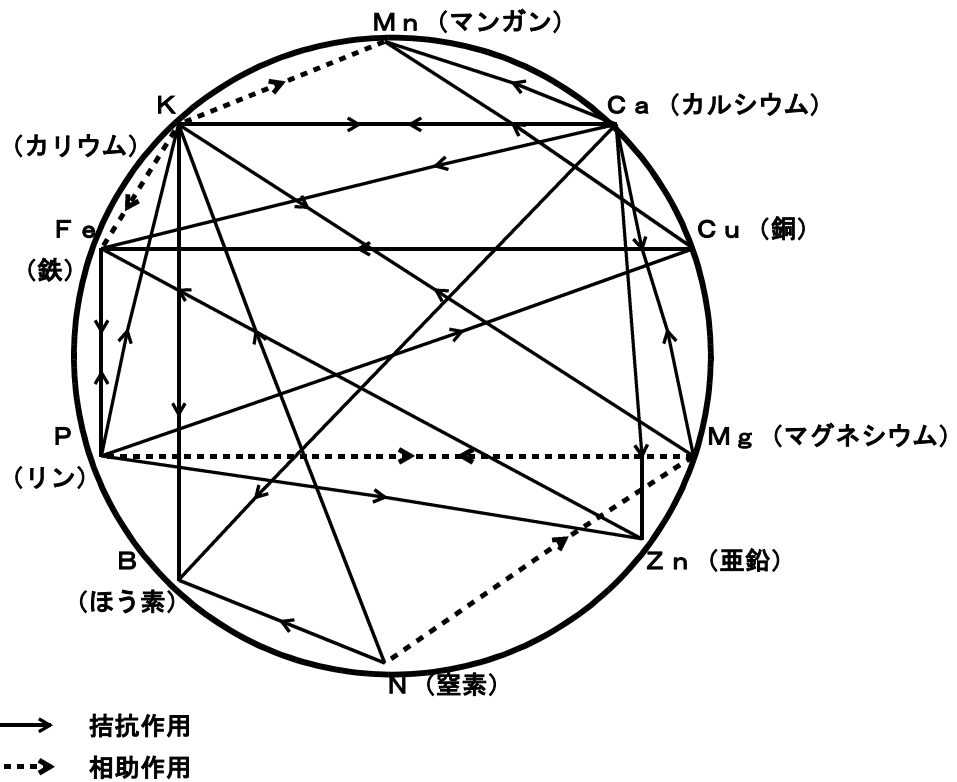
- 備考1) 硫黄はトマトでは0.1%以下で欠乏、0.2~0.3%が適量。
 2) 本表は多くの文献をもとに推定し、概略の基準を作成したものである。
 3) だいこん、にんじん、さつまいも、じゃがいもは可食部の分析値。

1-8 主要果樹の葉中要素含量の欠乏、適量、過剰の判定基準

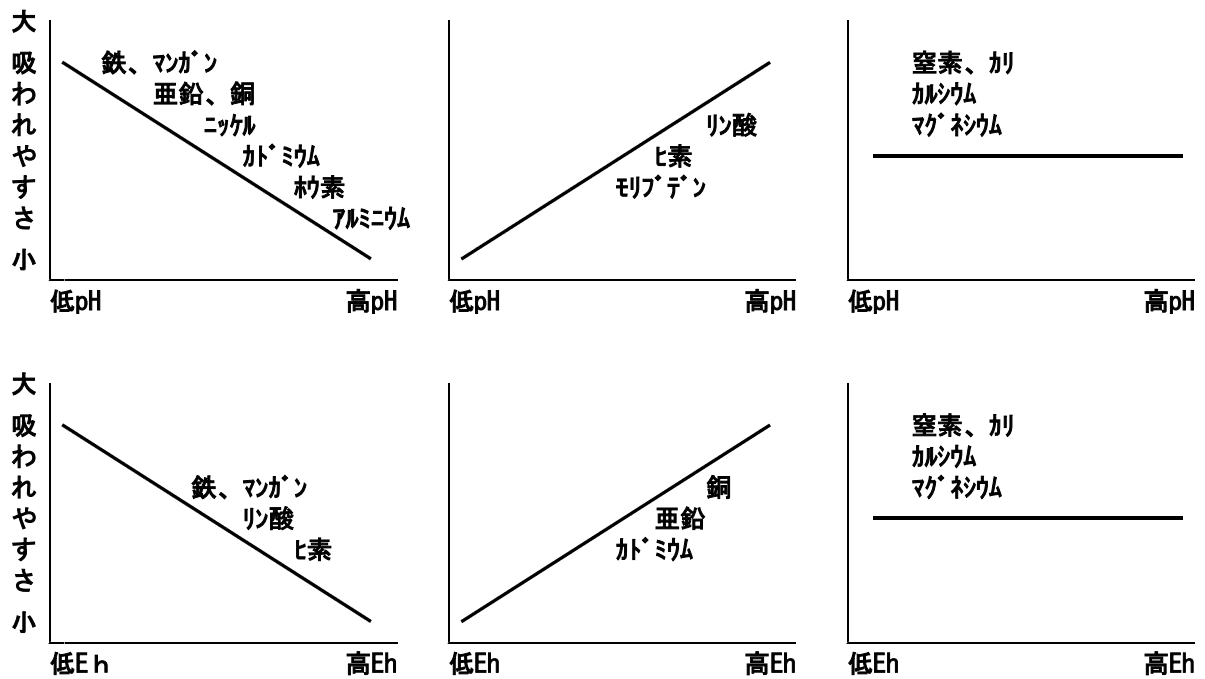
作物名	含有 程度	乾物 100g中g (%)					乾物1kg中mg (ppm)					
		窒素 (N)	りん酸 (P)	加里 (K)	カルシウム (Ca)	マグネシウム (Mg)	ほう素 (B)	マンガン (Mn)	鉄 (Fe)	亜鉛 (Zn)	銅 (Cu)	モリブデン (Mo)
温州みかん (普通温州)	欠乏 適量 過剰	2.3以下 2.9~3.4 4.0以上	0.01以下 0.16~0.20	0.7以下 1.0~2.6 1.8以上	2.0以下 3.0~6.0 7.0以上	0.1以下 0.30~0.60	3.0以下 30~100 170以上	30以下 30~100 150以上	35以下 50~150 250以上	10以下 30~100 200以上	4以下 10~50 150以上	0.05以下 0.2~3.0
りんご (国光)	欠乏 適量 過剰	2.0以下 3.4~3.6	0.10以下 0.17~0.19	1.2以下 1.3~1.5	0.5以下 0.8~1.3	0.20以下 0.27~0.40	20以下 30~50	20以下 50~200 300以上		15以下 30~50	10~30	2.0~4.0
日本なし (7月下旬~ 8月上旬採取)	欠乏 適量 過剰	0.8以下 2.5	0.07以下 0.12~0.14	0.4以下 0.8~1.4	2.3~3.0	0.25以下 0.27~0.40		60~200		15以下 50~90	10~20	2.0~20
もも(大久保) (6月中旬採 取)	欠乏 適量	2.0以下 3.4~3.5	0.12以下 0.20	0.8以下 1.6~2.0		0.25以下 0.26~0.50	15以下 20~70	25以下 50~100		20以下 30~50	5~15	
ぶどう(デラ ウェア) (7月上旬~8 月上旬採取)	欠乏 適量	0.6以下 2.5~2.9	0.10以下 0.10~0.19	0.4以下 0.7~0.9	0.5以下 0.7~1.2	0.25以下 0.26~0.50	7以下 20~250	5以下 100~150			5以下 6~15	0.1~1.0
ぶどう(甲州)	欠乏 適量	2.1~3.3	0.17~0.20	0.9~2.0	2.3~3.5	0.19~0.32	25~200	30~100		5~25	5以下 10~20	0.1~1.0
かき(富有) (9月上旬採 取)	欠乏 適量	1.5以下 2.3~2.6	0.05以下 0.12~0.14	0.5以下 1.5			100~200	30以下 50~2000		10~30	20~30	
くるみ	欠乏 適量 過剰	1.8以下 2.0~2.5				0.003以下 0.02~0.04	25以下 100~250 1500以上			15以下 20~30	20~50	0.1~1.5
びわ	欠乏 適量	1.5以下 2.0~2.5	0.10以下 0.12~0.20	0.5以下 1.0~1.8	0.5以下 0.8~1.5	0.10以下 0.15~0.30						

備考1) 温州みかんは、佐藤氏らが成木の春葉を8月下旬~9月上旬に採取し々もの、久保田氏らの幼木の春葉、夏葉の分析の結果、前田らの成木の春葉を10月下旬に採取して分析したものなどを総合判断して、この基準を作成した。

2) りんごは東北農試園芸部及び青森県りんご試験場の成績を基礎に判断してきめた。



1-9 要素の相互作用 (Schutte 1964)



1-10 土壌診断の2つのポイント、pH・Eh(酸化還元電位)と各元素の作物への吸われやすさ
 (pHの高低は、通常作物が栽培されている範囲で4~8程度。
 Ehは、水稲栽培も考慮した範囲で+0.6~-0.2V程度。)