

# ミネラルに着目した健全な 野菜生産のための土づくり



令和3年3月  
千葉県

# はじめに

人が健康を維持していくためには、カルシウムや鉄などミネラルを多く含む野菜や肉、魚介類などの農水産物を、バランス良く摂取することが大切である。また、人が必要とするミネラルの多くは植物でも必須である。

植物に必要なミネラルは、一般的に土壌中に存在するとともに、堆肥などにも含まれているが、土壌中のバランスが崩れると、植物に吸収されにくくなるため、土壌に過不足なくバランス良く含まれ、それを吸収するための根が健全に伸びることができる、良好な土壌環境が必要となる。

このため、土壌中の成分を分析した上で、施肥基準に基づく適正施肥を行うための参考資料としていただきたい。

## 目次

1	千葉県の野菜畑及び野菜施設土壌の現状	1
2	微量元素の役割	2
3	主要野菜におけるミネラル及びビタミンC 含量の推移	4
4	土壌 pH と微量元素の関係と堆肥からの供給	7
5	微量元素ごとの欠乏症と過剰症及びその対策	10

\*表紙写真

中央：正常に生育しているキャベツ（撮影 千葉県農林総合研究センター）、左上：ホウ素欠乏症のキャベツ、右上：マンガン欠乏のキャベツ、左下：鉄欠乏症のキャベツ、右下：亜鉛欠乏症のキャベツ（撮影 兵庫県立農林水産技術総合センター）

# 1 千葉県の野菜畑及び野菜施設土壌の現状

千葉県では、土壌の保全と生産力の維持増進のために、1979年から農耕地土壌実態調査として、4～5年に一度の頻度で県内の土壌の化学性及び物理性の調査を行っている

(1巡目：1979～1983年、2巡目：1984～1988年、3巡目：1989～1993年、4巡目：1994～1998年、5巡目：1999～2003年、6巡目：2004～2008年、7巡目：2009～2012年、8巡目：2013～2016)。1～8巡目の調査における野菜畑と野菜施設の化学性について、全ての土壌の平均値の変化を図1～4に示す。

1巡目と8巡目を比較すると、pHは、野菜畑が6.25から6.64に、野菜施設が6.46から6.48に変化した(図1)。交換性石灰は、野菜畑が332から419mg/100gに、野菜施設が291から435mg/100gに変化した(図2)。交換性苦土は、野菜畑が51から63mg/100gに、野菜施設が52から77mg/100gに変化した(図3)。交換性加里は、野菜畑が60から58mg/100gに、野菜施設が50から84mg/100gに変化した(図4)。

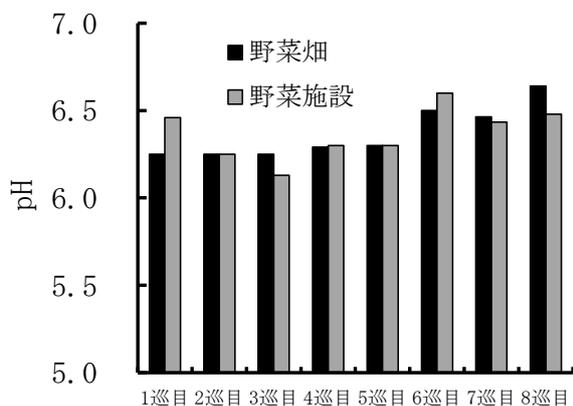


図1 野菜畑及び野菜施設におけるpHの変化

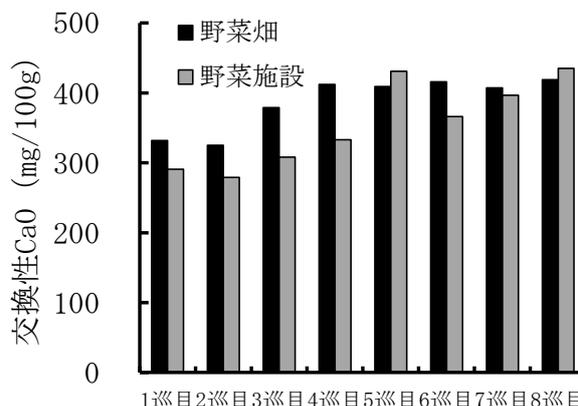


図2 野菜畑及び野菜施設における交換性石灰 (CaO) の変化

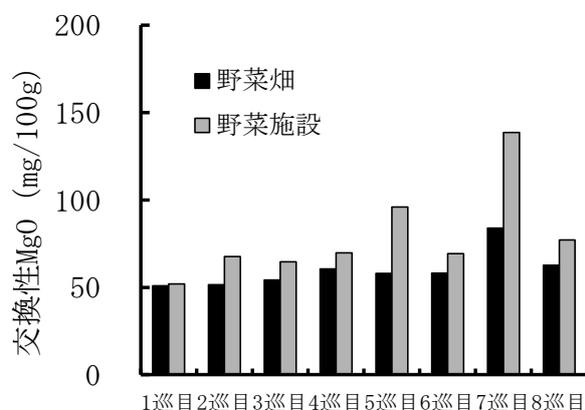


図3 野菜畑及び野菜施設における交換性苦土 (MgO) の変化

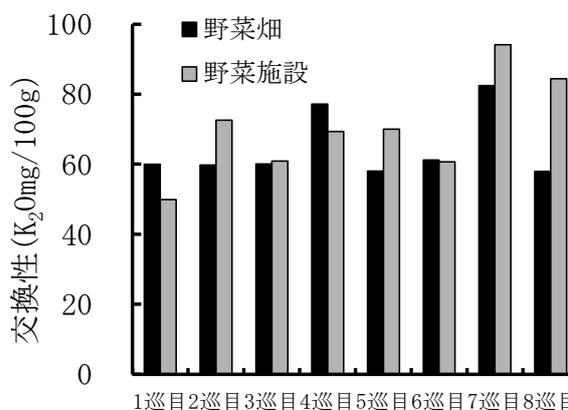


図4 野菜畑及び野菜施設における交換性加里 (K<sub>2</sub>O) の変化

このように、pHは野菜畑でやや上昇し、交換性陽イオンは野菜畑及び野菜施設ともに増加する傾向がみられた。土壌の養分の蓄積が進んでいることが推察され、特に野菜施設では交換性陽イオンの化学性診断基準値を超える圃場が多くなっていた。

8巡目の調査結果と診断基準値との比較では、野菜畑・施設とも半数以上の地点でpHが基準値の6.5より高くなっていた。野菜畑では、交換性石灰及び苦土が不足する調査地点が4割程度あり、野菜施設では交換性石灰及び苦土が過剰な地点が5割以上あった。また、野菜施設では可給態リン酸が過剰な地点が9割近くあった(図5、6)。

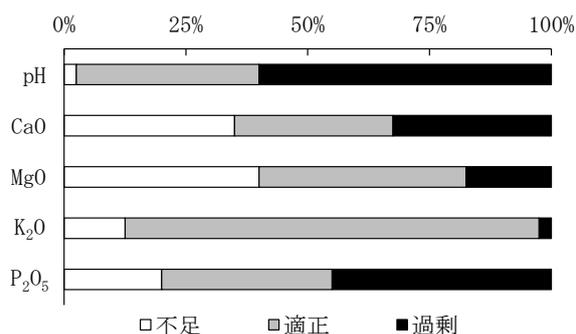


図5 野菜畑土壌における化学性診断基準値との比較

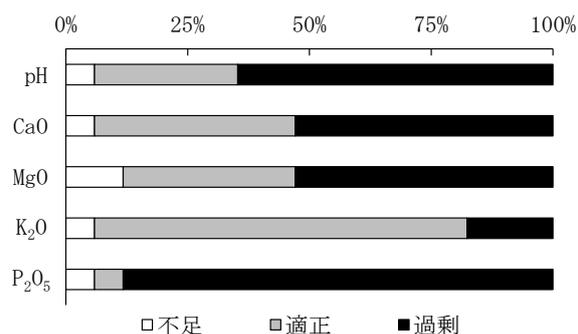


図6 野菜施設土壌における化学性診断基準値との比較

#### 【用語説明】

交換性陽イオン：マイナスの電荷を帯びている土壌に吸着保持されている陽イオンで、カリウム、マグネシウム、カルシウムなどがある。他の陽イオンが土壌に吸着することで浸出する。

#### 【参考文献】

「千葉県農耕地土壌の現状と変化 土壌実態調査8巡目(2013~2016)の結果より」(平成30年3月、千葉県)

## 2 微量元素の役割

### (1) 微量元素とは

植物の生育に不可欠な元素のことを必須元素と呼び、植物が必要とする量から多量要素と微量元素に大別されている。多量要素は、水素、炭素、酸素、窒素、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、硫黄の9元素である。微量元素は、ホウ素、鉄、マンガン、亜鉛、銅、モリブデン、塩素、ニッケルの8元素で、植物は多量要素の含有率が乾物当たりおおよそ0.1%(1,000ppm)以上で、微量元素の含有率が乾物当たりおおよそ0.01%(100ppm)以下で正常な生育をする。

## (2) 微量元素の役割

植物または人における微量元素の役割を表1に示す。

表1 植物または人における微量元素の役割

元素	植物における役割	人における役割
ホウ素	細胞壁の構成に重要な役割を果たしている。欠乏すると組織の壊死が起こる。	
鉄	光合成において重要な役割を果たす葉緑素（クロロフィル）の生成に関与している。各種の酵素の構成成分として存在する。	ヘモグロビンや各種酵素の構成成分である。 欠乏によって貧血や運動機能、認知機能等の低下を招く。
マンガン	主に緑色組織に多く含まれ、そのほとんどが葉緑体に存在している。光合成の反応に重要な役割を果たしている。	酵素の構成や活性化を行っており、骨代謝、糖脂質代謝、運動機能、皮膚代謝などに関与する。
亜鉛	タンパク質の合成に重要な役割を果たしており、欠乏すると伸長の抑制が起きる。また、植物体内の活性酸素を除去する働きを持つ酵素の構成成分である。	亜鉛の生理機能はたんぱく質との結合によって発揮され、触媒作用（体で起こる化学反応に対して触媒として機能）、構造の維持作用（細胞分裂、新陳代謝、皮膚や髪の毛の健康維持、免疫力の向上など）に大別される。 欠乏症としては、皮膚炎や味覚障害などがある。
銅	光合成反応における電子伝達と酸化還元反応に重要な役割を果たしている。また、植物体内の活性酸素を除去する働きを持つ酵素の構成成分である。	エネルギー生成や鉄代謝、細胞外基質（軟骨などの細胞を支える構造体）の成熟、神経伝達物質の産生、活性酸素の除去など、生物の基本的な機能に関与している。 欠乏症には、鉄投与に反応しない貧血や白血球減少などがある。
モリブデン	硝酸態窒素からアンモニアへの還元反応やマメ科植物の根粒における根粒菌の窒素固定、ビタミンC（アスコルビン酸）の生成等に関係している。	モリブデンは、亜硫酸オキシダーゼなどの補酵素として機能し、亜硫酸などを無毒化している。欠乏症例は少ない。

ニッケル	尿素をアンモニアと二酸化炭素に加水分解する酵素であるウレアーゼに含まれている。	
セレン		セレンは、含セレンたんぱく質の形態で生理機能を発現し、抗酸化システムや甲状腺ホルモン代謝において重要である。
クロム		インスリン作用を増強するクロモデュリンに結合しており、インスリン作用に関わっている。
ヨウ素		ヨウ素を含む甲状腺ホルモンは、生殖、成長、発達等の生理的プロセスを制御しエネルギー代謝を亢進させる。慢性的なヨウ素欠乏は甲状腺機能を低下させる。

注) 空欄は必須元素ではないことを示す。

#### 【参考文献】

「植物栄養学」(森ら、文英堂出版)

「日本人の食事摂取基準(2020年版)」策定検討会報告書(令和元年12月、厚生労働省)

### 3 主要野菜におけるミネラル及びビタミンC含量の推移

#### ー 日本食品標準成分表の分析値から ー

千葉県では平成28年12月に「第3次千葉県食育推進計画」を策定し、基本目標として「ちばの恵み」を取り入れたバランスの良い食生活の実践による生涯健康で心豊かな人づくりに取り組んでいる。バランスの良い食事とは、主食、主菜、副菜、牛乳・乳製品・果物をバランス良く摂取することである。近年、外食等でメニューに栄養成分表示がされているのをよく見かけるようになった。この栄養成分表示はほとんどが日本食品標準成分表から算出している。日本食品標準成分表は1950年に最初に公表された後、数回改訂され、最新は日本食品標準成分表2020年版(以下、八訂)になっている。1950年版と八訂を比較すると食品数は約4.5倍となり、成分項目数は1950年版では14成分、1982年版(以下、四訂)では19成分に対して、八訂では54成分と増加している(表2)。

成分項目のうち、無機質(ミネラル)に着目すると、四訂ではナトリウム、カリウム、カルシウム、リン、鉄の5項目だったが、八訂ではナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄の他、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ素、セレン、クロム、モリブデンが追加され、13項目となっている。また、ビタミンは、四訂ではビタミンA、

表2 日本食品標準成分表の沿革

名 称	公表年	食品数(累計)	成分項目数
日本食品標準成分表	1950	538	14
改訂日本食品標準成分表	1954	695	15
三訂日本食品標準成分表	1963	878	19
四訂日本食品標準成分表	1982	1,621	19
五訂日本食品標準成分表	2000	1,882	36
五訂増補日本食品標準成分表	2005	1,878	43
日本食品標準成分表 2010	2010	1,878	50
日本食品標準成分表 2015年版(七訂)	2015	2,191	52
同 追補 2016年	2016	2,222	53
同 追補 2017年	2017	2,236	53
同 追補 2018年	2018	2,294	54
同 データ更新 2019年	2019	2,375	54
日本食品標準成分表 2020年版(八訂)	2020	2,478	54

ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ナイアシン、ビタミンCの分析項目に対して、八訂ではビタミンA、ビタミンD、ビタミンE、ビタミンK、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンB<sub>6</sub>、ビタミンB<sub>12</sub>、ビタミンC、ナイアシン、葉酸、パントテン酸、ビオチンの13項目となっている。

千葉県で栽培される主要野菜であるにんじん、だいこん、さつまいも、ねぎ、きゃべつ、ほうれんそうはいずれも全国トップクラスの生産量を誇っている。これらを例として、その中に含まれるミネラル及びビタミンCについて四訂(1982年)と八訂(2020年)の成分値の比較をした。表3に示したとおり、ミネラルについては、さつまいもでは若干増加しているが、さつまいも以外の品目でカルシウムや鉄には若干減少傾向が見受けられる。甘味が強い、アクやクセが少ない、軟らかくて食べやすいなど、食味や消費者の好みを反映して品種が変遷している野菜もある。この結果、昔に比べてミネラルが減少しているものと考えられる。

また、ビタミンCについては、多くの品目ではあまり変化は大きくないが、ほうれんそうに着目すると八訂の値は四訂の約半分の量である。この理由として、四訂が発行された当時、ほうれんそうは寒い時期にしか出回らなかったが、現在は周年で栽培・出荷されるようになり、サンプルも入手可能な実態に合わせて収集・分析される。夏採りは冬採りに比べビタミンC含有量が約1/3と低いことが、成分表の値に差が出た要因と考えられる。

さらに、四訂と八訂では、食品数と分析項目数の違いだけではなく、試料調製法及び測定法も表4のように変更されている。測定法は食品標準成分表の改訂に当たっては、その時点において最適な分析方法が選択されているため、成分によっては測定法が変更される場合があり、それによる差が生じる場合がある。例えば、ビタミンCは品目によって測定法の違いで倍近くの測定値の差が生じることが指摘されている。

表3 主要野菜中に含まれるミネラル及びビタミンCについて

品 目	mg/100g											
	カルシウム		リン		鉄		ナトリウム		カリウム		ビタミンC	
	四訂 (1982)	八訂 (2020)										
にんじん	39	26	36	25	0.8	0.2	26	34	400	270	6	6
だいこん	30	24	22	18	0.3	0.2	14	19	240	230	15	12
さつまいも	32	36	44	47	0.5	0.6	13	11	460	480	30	29
ねぎ	47	36	20	27	0.6	0.3	1	微量	180	200	14	14
きゃべつ	43	43	27	27	0.4	0.3	6	5	210	200	44	41
ほうれんそう 平均	55	49	60	47	3.7	2.0	21	16	740	690	65	35
夏採り	-	49	-	47	-	2.0	-	16	-	690	-	20
冬採り	-	49	-	47	-	2.0	-	16	-	690	-	60

表4 日本食品標準成分表における試料調整法と測定法について

分析項目	四訂(1982)		八訂(2020)	
	試料調整法	測定法	試料調整法	測定法
カルシウム	乾式灰化法	過マンガン酸カリウム滴定法、原子吸光光度法	乾式灰化法	原子吸光光度法、誘導結合プラズマ発光分析法又は質量分析法
リン	乾式灰化法	バナドモリブデン酸吸光光度法、モリブデンブルー吸光光度法	乾式灰化法	バナドモリブデン酸吸光光度法、誘導結合プラズマ発光分析法
鉄	希酸抽出法、乾式灰化法	オルトフェナントロリン吸光光度法	乾式灰化法	原子吸光光度法、誘導結合プラズマ発光分析法又は質量分析法、1, 10-フェナントロリン吸光光度法
ナトリウム	希酸抽出法	原子吸光光度法	希酸抽出法、乾式灰化法	原子吸光光度法、誘導結合プラズマ発光分析法
カリウム	希酸抽出法	原子吸光光度法	希酸抽出法、乾式灰化法	原子吸光光度法、誘導結合プラズマ発光分析法又は質量分析法
ビタミンC	メタリン酸抽出法	ヒドラジン法(分光光度計による比色)	メタリン酸抽出法	高速液体クロマトグラフ法

以上のことから、千葉県で生産される農産物中のミネラル及びビタミンC含量など栄養成分について、過去と現在の栽培方式や土壌管理の影響による成分量の増減を評価することは難しい。

食品は、それぞれに多彩な成分を含んでおり、その割合も様々である。ミネラルは魚介類や海藻に多く含まれており、ビタミンCは果物や葉物類に多く含まれている。千葉県が取り組んでいる、「「ちばの恵み」を取り入れたバランスの良い食生活の実践による生涯健康で心豊かな人づくり」を目標として、食材の成分や特性を適切に選択・利用し、バランスの良い食事をするのがミネラル及びビタミンCの摂取にも重要である。

【参考文献】

小島彩子ら：日本食品標準成分表の改訂に伴う野菜中の ビタミンC 収載値の変動に対する分析法の影響, 栄養学雑誌, 68 (2) 141-145 (2010)

「日本食品標準成分表 2020 年版 (八訂)」(令和 2 年 12 月、文部科学省)

## 4 土壌 pH と微量元素の関係と堆肥からの供給

植物による養分の吸収は、土壌 pH によって変化するため、土壌中に微量元素が十分量存在していても、植物において欠乏または過剰症が発生する場合があります。

### (1) 土壌 pH の影響

土壌 pH と養分の利用度との関係を図 7 に示す。微量元素は特に土壌 pH の影響を大きく受ける。低 pH (酸性) では、多くの微量元素が植物に吸収されやすい形態に変化するため、鉄やマンガンの過剰症を生じることがある。これに対して、特に 8 以上の高 pH (アルカリ性) では、微量元素が沈殿して植物が吸収しにくい形態に変化するか、土壌有機物に吸着されるため、欠乏症状が発生することがある。それぞれの作物の生育には好適 pH があるが、養分の利用度からみた適正 pH は 5.5~6.5 である。日本の土壌は一般的に酸性土壌であり、アルカリ性の土壌は少ない。従って、高 pH による微量元素の欠乏症状が発生することは少ない。また、高 pH の土壌では、微量元素を施用しても土壌中で不溶化して植物が吸収できないため、まず土壌 pH の適正化が重要な対策となる。

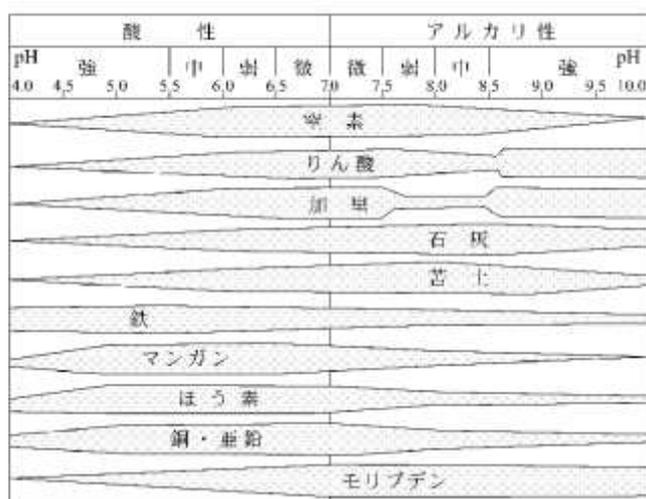


図 7 土壌 pH と養分の利用度

「主要農作物等施肥基準」(平成 31 年 3 月、千葉県) より引用

### (2) 堆肥中の微量元素の含量及び連用による土壌中微量元素濃度への影響

家畜ふん堆肥は微量元素を多く含んでいる。これまでに、堆肥からの供給量 (1 t/10a 施用と仮定) と冬ダイコン及び春キャベツの微量元素吸収量を比較した事例が報告されており、ホウ素の堆肥中の含有量は作物による吸収量より少なかったが、他の微量元素の堆肥中の含有量は作物による吸収量と比べて多かった (岡本、2002 表 5)。このことから、堆肥は土壌への微量元素の供給源として重要である。

表5 三浦半島で使用している主な堆肥の微量元素含有量平均値と冬どり

ダイコン及び春どりキャベツの微量元素吸収量

	ホウ素	鉄	マンガン	亜鉛	銅	モリブデン	ニッケル
堆肥の含有量 (g/t)	9.1	2,430	137	110	25.1	0.93	4.50
冬どりダイコン及び 春どりキャベツの 吸収量(g/10a)	68.9	201	32.9	36.0	13.6	0.732	2.65

注) 岡本(2002)を引用・改変

一方で、堆肥の施用量は適正量とする必要がある。堆肥中の微量元素の含有量を表6及び7に示す。特に、豚ふん堆肥は亜鉛及び銅を比較的多く含有している。この理由は、仔豚の生育促進のために亜鉛及び銅の化合物が飼料に添加されており、これらがふん中に排せつされるためである。現在は添加量を極力抑えるように飼養技術の研究と指導が進められている。

表6 堆肥中のホウ素、鉄、マンガン及びモリブデン含有量

堆肥	現物当たりの成分含有量 (g/t)			
	ホウ素	鉄	マンガン	モリブデン
牛ふん堆肥	9.6	13,120	467	1.2
豚ふん堆肥	9.8	6,110	387	3.1
鶏ふん堆肥	15.6	1,962	188	1.8

注) 「千葉県農業化学検査所資料第1号」(昭和51年、千葉県農業化学検査所)より引用

表7 堆肥中の亜鉛及び銅含有量

堆肥	現物当たりの成分含有量 (g/t)	
	亜鉛	銅
牛ふん堆肥	236	46
豚ふん堆肥	740	254
鶏ふん堆肥	492	75

注) 大嵩ら(千葉農林総研研報, 2015)より引用

過剰量の豚ふん堆肥を連用した場合、土壌中の亜鉛及び銅含量は増加する。例として、千葉県内の代表的畑土壌である、褐色低地土、黒ボク土及び褐色森林土において、豚ふん堆肥の施用量を1作当たり1.5~2.4t/10aとし、10作連用した試験結果を示す(図8、9)褐色低地土は九十九里低地に、黒ボク土は県北部の下総台地に、褐色森林土は房総丘陵に分布している。栽培開始前の土壌中全亜鉛含量は、褐色低地土が57mg/kg、黒ボク土が102mg/kg、褐色森林土が109mg/kgであった。豚ふん堆肥の連用に伴い各土壌とも全亜鉛含量は増加し、10作後には、褐色低地土が90mg/kg、黒ボク土が219mg/kg、褐色

森林土が 244mg/kg に増加した。全銅含量も同様の傾向を示し、褐色低地土が 6 から 25mg/kg に、黒ボク土が 97 から 143mg/kg に、褐色森林土が 45 から 105mg/kg に増加した。土壌の重金属汚染を未然に防止する観点から、国は土壌中の全亜鉛含量 120mg/kg を管理基準（昭和 59 年 11 月 8 日付け 環水土第 149 号）として示している。さらに、亜鉛や銅の過剰蓄積は野菜の生育障害を起こすことから、特に豚ふん堆肥は適正施用が重要となる。

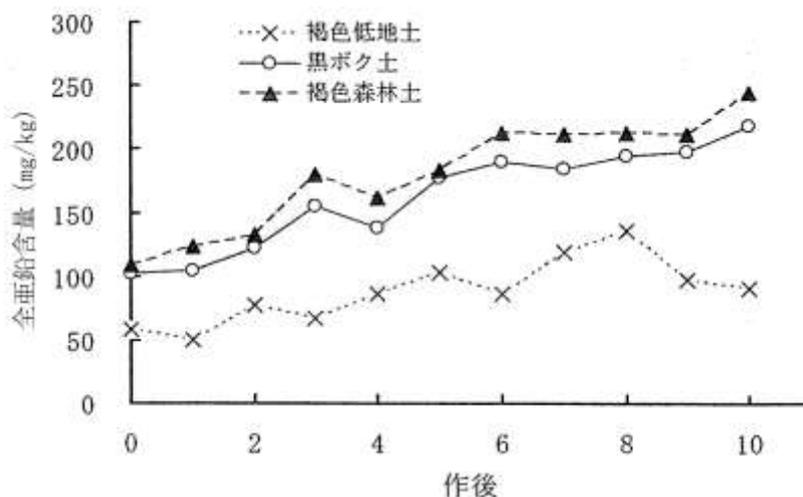


図 8 各土壌の豚ふん堆肥区の土壌中の全亜鉛含量の推移

「環境保全型農林業技術開発研究事業 第 II 期研究成果集（平成 15 年 12 月、千葉県農業総合研究センター）より引用

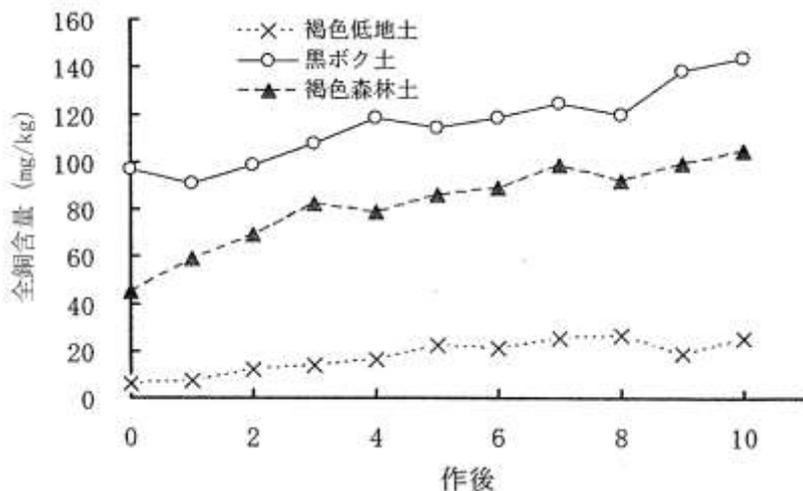


図 9 各土壌の豚ふん堆肥区の土壌中の全銅含量の推移

「環境保全型農林業技術開発研究事業 第 II 期研究成果集（平成 15 年 12 月、千葉県農業総合研究センター）より引用

【参考文献】

「主要農作物等施肥基準」（平成 31 年 3 月、千葉県）

岡本保 (2002) 三浦半島における堆肥連用 畑地土壌の微量要素濃度. 圃場と土壌. 34(3) : 13-16

「千葉県農業化学検査所資料第1号」(昭和51年、千葉県農業化学検査所)

大嵩洋子・安藤光一・久保田貴志 (2015) 近年千葉県で流通している家畜ふん堆肥の化学性の特徴. 千葉農林総研研報. 7 : 67-74.

「環境保全型農林業技術開発研究事業 第II期研究成果集 (平成15年12月、千葉県農業総合研究センター)

## 5 微量元素ごとの植物における欠乏症と過剰症及びその対策

### (1) 欠乏症及び過剰症

微量元素の欠乏症及び過剰症を表8に示す。養分欠乏症及び過剰症を判定する際には、地上部の症状だけでなく土壌のpHも有効な判断材料となる。

表8 微量元素の欠乏症及び過剰症

元素	欠乏症	過剰症
ホウ素	<p>生長点がとまり、もろくなって心どまり、心枯れとなる。葉柄がコルク化する。果実にヤニができたり、コルク化がみられたりする。マメ科植物では根粒の発達が阻害される。</p>  <p>葉脈の伸長が抑制されるため、新しく展開する葉が縮れたり、周辺から枯死する事がある(キャベツ)</p>  <p>一見カルシウム欠乏と似ていることも多い(ハクサイ)</p>	<p>葉縁が黄化し、ついで褐変する。許容範囲が狭く、過剰症が出やすい。</p>  <p>下葉の周辺から白く枯死する(カブ)</p>  <p>展開中の葉に出る場合は周辺の伸長を妨げるためカップ状になることもある(コマツナ)</p>

	 <p>葉脈がひび割れたり、コルク状になることもある (キャベツ)</p>	 <p>(ハクサイ)</p>
鉄	葉緑素の生成が妨げられ、上位葉が黄白色化する。	多量の鉄資材の投与は、マンガン欠乏やリン酸欠乏を引き起こす。
鉄欠乏症状		
 <p>植物体内でのクロロフィル合成が妨げられるため、新葉が黄白色化する。すでに展開している葉は黄白色化しない。 (左からキャベツ、ハクサイ、コマツナ)</p>		
マンガン	<p>斑点状の黄化や壊死が起こる。</p>  	<p>古い葉の先端に褐色～紫色の小斑点ができる。</p>  <p>症状が軽微な場合は下葉周辺部が縁取るように枯れる (コマツナ)</p>  <p>症状が重くなると葉脈に沿ってチョコレート色に着色したり斑点状に枯死する (アブラナ科は過剰に弱い) (ハクサイ)</p>

		
	主に下葉の周辺部から黄化する。 アブラナ科野菜は比較的マンガン欠乏症は出にくい。 (上からキャベツ、ホウレンソウ、シュンギク)	耐性の高い作物では新葉が黄化する(鉄欠乏症)(レタス)
亜鉛	伸長が抑制される。葉脈間が黄色になる。黄化は新葉からはじまり、中葉に及ぶ。細根は発育不全となる。	新葉に黄化現象が生じ、さらに葉、葉柄に赤褐色の斑点を生じる。
亜鉛欠乏症状		
		
生育がやや衰え、葉色が暗くなるとともに、下葉から黄化する。アントシアンの沈着が見られることもある。 (左からキャベツ、コマツナ、ハクサイ)		
銅	新葉が生育不良となる。	主根の伸長阻害、分岐根の発生が悪い。生育不良となり、葉にクロロシスが現れる。
モリブデン	古い葉の葉縁が内側に巻いてスプーン状になる。植物によって、植物体のわい化も起こる。	一般的にモリブデンの過剰症は現れにくい。葉にクロロシスが現れる。
ニッケル	尿素を分解するウレアーゼが発現しないために、生成した尿素が葉の周辺に蓄積してクロロシスを発生する。	

【写真提供】

兵庫県立農林水産技術総合センター

(2) 対策：土壌 pH の適正化

前述のとおり、野菜における微量元素の吸収は土壌 pH の影響を大きく受ける。そのため、欠乏症及び過剰症の予防には、土壌 pH を適正な 5.5~6.5 に調整することが重要である。

まずは、土壌診断により土壌 pH を把握する。低 pH (酸性) であった場合は、石灰質資材を施用して土壌 pH を高める。深さ 10cm の土壌 pH を 1.0 上げるのに必要な苦土石灰の量を表 9 に示す。

表9 深さ10cmの土壌のpHを1.0上げるのに必要な苦土石灰の量(kg/10a)

矯正前のpH	褐色低地土	黒ボク土	褐色森林土	備考
4.9以下	60～120	120～200	260～340	炭酸カルシウムは同量、消石灰は75%の施用とする。
5.0～5.4	40～80	80～120	160～200	

高pH（アルカリ性）であった場合は、石灰質資材の施用を中止し、硫酸などの生理的酸性肥料を用いる。欠乏症状が発生した際には、応急処置として微量元素を含んだ液肥を葉面散布する。高pHとなった土壌のpHを下げることは容易ではないため、土壌診断により土壌pHを把握し、石灰質資材の過剰施用を避けることが重要である。

【参考文献】

「主要農作物等施肥基準」（平成31年3月、千葉県）

ミネラルに着目した健全な野菜生産のための土づくり

【執筆】 農林総合研究センター 土壌環境研究室  
流通加工研究室

【編集】 農林総合研究センター 研究マネジメント室  
安全農業推進課 肥料・農薬班

平成30年2月 発行 千葉県農林水産部安全農業推進課  
令和3年3月 改訂