

## 野菜の生育障害の現況と問題点:

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	大野, 芳和
巻/号	43巻4号
掲載ページ	p. 169-172
発行年月	1988年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 野菜の生育障害の現況と問題点

—栄養生理障害を中心に—

大野 芳和

近年、野菜の集約栽培が極端に進み、露地連作畑や施設栽培においてさまざまな生育障害が発生していることは周知の事実となっている。連作障害は病虫害による障害が主要であるとみられているが、適正な土壌管理が行われなかったことによる養分の不均衡や過剰蓄積などが原因で起るとみられる障害も多い<sup>1)</sup>。さらに、野菜の周年供給が進み、本来その作物の適季ではない作季にも栽培されるようになってきているため、適季作には起らないような生育障害がしばしば現れる。土壌は作物を健全に生育させるに十分な養水分に対する物理的、化学的及び生物的緩衝能を持ち、作物生育に広範囲な適応性を保持しているものである。ところが野菜作では連作または短期輪作などの周年過作では土壌の理化学性や生物性を極端な縁に追いやり、本来の土壌のもつ適正な機能を失わせていると思われる場合も多い。各種の野菜の生育障害のうち、ここではとくに植物栄養に起因する生理障害について最近の動向について述べ、技術的展開方向を探りたい。

## 1. 生理障害の現況と特徴

現在市場に流通している野菜の種類は多種多岐にわたっており、その産地も日本列島が南北に長く、耕地の標高差も著しいことから多種多様である。周年供給を目的に作季の拡大を図った促成及び抑制栽培などが行われ、収益性を高めている反面、作物生育上種々な障害が生じやすく問題になる。ここでは作物栄養上の障害について述べる。

全国で発生している野菜の栄養障害などについて最近問題になっている主要なものについて表に示した。野菜は栽培上の特性から、①その収穫が生育途上で栄養生長期にあるもの(葉茎菜類など)、②栄養生長期の末期に収穫するもの(葉菜及び根菜類など)、③栄養生長期と生殖生長期が同時に進行し、その生育途上で収穫するもの(果菜類の一部など)、④成熟期に収穫するもの(果菜類の一部、いも類など)があり、極めて多様である。そのため土壌中の養分レベルは、作物によって異なるが、収穫期まで一定の高い水準に保っておく必要のある場合が

多い。したがって収穫後の土壌養分は他の穀作物のそれに比較して極めて高い残存蓄積の方向にある。しかも高度集約連作栽培下では一層顕著である。野菜栽培ではとくに土壌診断による施肥の適正化が必須となる。しかし、現実にはそのように行われていない場合が多く、このように収益性の高い栽培下では施肥の不適正、過剰による生理障害の発生が極めて多い。

表に示したように、複合的な要因が考えられるが、窒素過多によって起るとみられる障害としては、ハクサイの心腐れ症、日照不足によって促進されるごま症、キャベツの葉褐変症、ホウレンソウの立枯れ症、レタスの異常球、タカナの縁腐れ症、ネギの幼苗の葉先黄化症、プリンスメロンの発酵果症、メロンの緑条果症や果面汚点症などがある。

最近りん酸施肥の上限を問題にするようになってきたが、土壌中においてかなりの高濃度でも障害の発生する例はこれまで比較的少ない。りん酸過剰によって障害が発生すると推測されるものとしては、ホウレンソウの葉褐変症、ダイコンの葉枯れ症、加里の吸収低下を伴うりん酸過剰とみられる白いぼキュウリに特異的な葉枯れ症などである。

野菜畑では土壌中の石灰レベルが低いために石灰欠乏が発生する例は少なく、窒素過剰、土壌乾燥などの複合的な原因によって石灰の吸収または体内移動が異常をきたすと考えられる場合が多い。石灰欠乏症にはハクサイの心腐れ症、シュンギクの高温度栽培における心枯れ症、タカナの生育旺盛期における縁枯れ症、サトイモの盛夏の乾燥期に発生しやすい芽つぶれ症や、ほう素欠乏との複合症と考えられるイチゴの葉枯れ症などがある。石灰同様に苦土も必要性の高い要素であるが、苦土欠乏も軽度のものを含めてしばしば発生する。ハウス栽培の低温期におけるサトイモの黄化葉症、土壌中のCa/Mg比のアンバランスによるスイカの葉枯れ症、収穫後期におけるトマトの黄斑葉症などがある。

微量元素のうち、ほう素欠乏症の発生が野菜栽培では最も顕著である。土壌の高pHと乾燥などによってほう素の可給化が低下した場合に発生するハクサイの中肋さめ肌症、播種30日以降フィルムマルチ栽培を含め根肥大期の高地温と低ほう素土壌で発生するダイコンの赤心症、低ほう素域で発生するダイコンの褐色心腐れ症、雨

Yoshikazu OHNO Recent Trend and Problems of Physiological Disorder in Vegetable Cultivation in Japan. 農業技術 43 (4), 1988.

表 最近の野菜栽培における主な生理障害

野菜名	症状名	主な症状	発生しやすい条件	原因など	文献
ハクサイ	心腐れ症	結球期以降に現れ、中心部腐敗、葉縁油浸状	N多肥、低Ca、連作、浅耕土乾燥	部分的Ca欠乏	2,8
	心なし症	生長点異状、無結球	低pH、低Mo、低塩基	不明	2
	中肋さめ肌症	外見正常に見えるが、結球葉の殆どの中肋がさめ肌	高pH、乾燥、低B	B欠乏症	2
キャベツ ホウレンソウ	ごま症	結球期に中肋にゴマ状の斑点が多数発生	N多肥、日照不足	NO <sub>3</sub> の過剰害	2
	葉褐変症	結球部の葉周縁が褐変	N多肥、黒ボク下層土の客土	Ca欠乏とみられる	2
	カッピイング症	葉の先端が内側に巻く	生牛ふん、生鶏ふん多量施用	不明	2
	葉褐変症	本葉展開初期に濃緑褐変し、生育抑制	P多用	P過剰とみられる	2
	立枯れ症	3葉以後、生育不良となり枯死	高EC、高NO <sub>3</sub>	病害との関係あり	3
レタス	黄白化葉症	6葉期以降、集中降雨後、葉のふり入り黄化がはじまり、葉脈に緑色を残して葉身が黄化	作土易還元性Mnが30ppm以下で発生、支筋火山噴出物を母材とする土壌	Mn欠乏症	4
	異常球	生育後半から収穫期に外葉が黄白化	気温上昇期では高温ほど発生 下降期でも初期高温で発生	不明、マルチによって軽減	2,5
シュンギク	心枯れ症	気温上昇期の高温によって中肋突出や球葉のよじれが発生	土壌乾燥、高Nレベル、日照不足など	不明	2,5
	心枯れ症	心葉の先端部が褐変し、心止り症状を呈する。収穫適期ごろ増加し、抽だい期には激甚化	高温期の栽培(露地雨よけ、ハウス)に発生しやすい	Ca欠乏とみられるがP過剰で症状が促進	9
タカナ	緑腐れ症	生育旺盛期に葉縁が水浸状に萎凋し、額縁状に白変枯死	N多肥で発生	N過剰によるCa欠乏とみられる	3
ミツバ	根株腐敗症	根株を掘取後腐敗	後期N多肥	不明	2
ネギ	葉先黄化症	発芽直後から本葉2~3葉期に細根の褐変と葉先が黄化し枯死	透化性の悪い土壌で高EC、高NO <sub>3</sub> 、高P	不明	3
ダイコン	赤心症	葉根など外形には異常はないが、肥大根中心部全体が淡い黄褐色または赤褐色に変色	播種後30日以降、マルチなど含め根肥大期高地温及び低B土壌で発生	高温期B吸収低下はB代謝の変化とみられる	2
	褐色心腐れ症	根中心部が暗褐色から淡黄色に変色。粗皮状、さめ肌、赤心症状もある	有効B 0.3ppm以下で発生、0.5ppmでも条件によって発生	B欠乏症	2
	葉枯れ症	6葉期の中位葉に葉縁が黒紫色、その後葉脈間が灰褐色に変色、さらに葉が枯死する場合もある	砂土において高P、N、K少のとき高温時に発生、有効P 100ppm以上で多発	P過剰害と養分のアンバランスとみられる	2
	茎葉異常症	播種2~3週間後、葉が奇形となる。軽症では回復、激しいものは芯とまり。側芽多発	早期播種で多発	不明	3
カブ ニンジン サトイモ	さめ肌症	根部のさめ肌、淡褐色または心ぐされ	雨よけ栽培で高pH、乾燥など	B欠乏症	2
	しみ症	根部表面に水浸状のしみ発生	排水不良土	不明	2
	芽つぶれ症 裂開症	子、孫イモ頂芽が陥没し、芽が欠損 子、孫イモに縦状の裂目が発生	盛夏の乾燥、低Caレベル、K過多 盛夏の乾燥、低Bレベル	Ca欠乏症 乾燥によるB吸収低下によるB欠乏とみられる	2 2
ナス	黄化葉症	葉脈間が黄化	ハウス促成栽培で低温ほど発生しやすい、温度上昇によって回復	Mg欠乏とみられる	2
	褐色斑点症	冬期葉脈間にクロソクスを生じ褐色斑点を発生。樹勢低下、果実肥大低下	着果が多く、樹勢低下株に発生	不明、養分のアンバランスとみられる	3
キュウリ	葉枯症	ハウスキュウリ摘心後、葉が葉脈にそって褐変する。下位葉から中位葉へ進み、側枝に及ぶ	発生は品種間差あり。ひじり(白イボ)多発、まじみどり(黒イボ)少、排水不良土、蓄積P過多	葉にP、Caの吸収大、Kが少ない。短日期早期におけるP多量吸収によっておこる	3
プリンス メロン	発酵果症	1~2番果の果肉が水浸状に変色して発酵。黄色から緑色に変色	高肥沃土、排水不良土、N多肥、未熟家畜ふん多量、ばれいし跡地等で多発。果実肥大期の日照不足、高夜温カボチャ台木など	N過剰吸収、日照不足、高夜温などによるC代謝の異常に伴うエタノール発酵	3
メロン及 びスイカ	黄化葉症	葉脈間にMg欠乏様症状、次第に葉が硬化、クロソクスは葉脈間から全葉身へ。また下位葉から上位葉へ広がる	ハウス栽培で発生	不明	3
メロン	緑条果症	成熟期果面の一部に縦に濃緑の条斑あり	N過多、水分過多、草勢の強い時に発生	窒素過剰吸収とみられる	6
スイカ	果面汚点症	収穫期近い白変期に果面に濃緑色の小斑点を生ずる	多肥、日照不足、夜間低温、高温度、不完全整枝、白変期の水分過多で発生	NO <sub>3</sub> の過剰吸収とみられる	6
	葉枯れ症	収穫前10~15日頃より着果過多や草勢が低下した株の着果節位葉を中心に黒褐色の小斑点が発生	Ca/Mg比7以上で発生	Mg欠乏症とみられる。カボチャ台木で軽減	6
	葉脈間褐変症	下葉の毛茸基部が褐変し、次第に葉脈間に褐変が広がり枯死	新開畑初年目、pH4.2以下で発生、Mn <sup>++</sup> 1,000ppmに達する	Mn過剰症	6
イチゴ	葉縁黒枯れ症	葉先端部の葉縁に褐色斑点を生じ、中央に広がる着果節葉に激しく発生	水田転換畑や基盤整備後の排水不良畑に発生	根の機能低下による養水分吸収低下。水分不足とK欠乏の複合症とみられる	6
	急性萎凋症	収穫10~15日前、急激に萎凋し枯死	強整枝、多着果、曇雨天後の晴天に発生	不明、根の活性低下か	7
	葉枯れ症	新葉の葉縁が褐変~黒変、葉の伸長によりしわ、ひきつれが生じカップ状になる	古い産地の促成、半促成栽培、多肥高温、乾燥、低Ca、低Bで発生	Ca、Bの複合欠乏症とみられる	7
	根褐変症	開花期以降根が褐変化する	低温、日照不足、過湿過乾、塩類集積などで発生	果実と根の同化産物競合による根の活性低下とみられる	7

注) 主な生理障害について記載し、その他は省略した。各資料等より筆者が作製した。

よけ栽培における高 pH と土壤乾燥によっておこるカブのさめ肌症、盛夏の土壤乾燥と低ほう素域で発生するほう素欠乏症と考えられるサトイモの縦の裂目を生じる裂開症などがある。最近、稀れな例であるが、マンガン欠乏症として明らかにされたホウレンソウの黄化葉症がある。これは、札幌周辺の支笏火山噴出物を母材とする作土中の易還元性マンガンが30ppm以下の土壤に発生することが判明した。また、開畑初年目の低 pH、高置換性マンガで発生したマンガン過剰症であるスイカの葉脈間褐変症などは最近の特殊な例である。

## 2. 生理障害克服のための課題

前節でみてきたように、栄養生理障害の殆どのケースが何らかの施肥管理の不適切から生じている。窒素過剰、りん酸過剰及び塩基のアンバランスなどによって野菜の種類によっては障害の発生する様相が異なり、症状も合併症などを含み、多様である。作季の延長拡大などにより本来の作季から離れて気象的に極めて不利な条件の作型では、一層増幅されて障害が発生しやすい。

窒素に関しては、既に指摘したように、野菜の生育の特性上収穫後の残存無機態窒素は、作物によって異なるが、一般に著しく高い。野菜間の連輪作ではこの残存量を適切に評価しないかぎり、施設栽培では殆どが上積みされ、また露地栽培でも増加傾向に向う。

りん酸の過剰域では、K、Mg さらに Mn、Zn などの吸収が低下することが知られている<sup>10)</sup>。しかし野菜の収量と有効態りん酸との関係からは、野菜の種類または土壤の種類によって大きく異なるが、最大収量は一般に非常に高いレベルにあり、好適範囲はそれよりかなり低いところにあるとみられる<sup>11)</sup>。現実にはこの範囲を大きく越えた土壤が多いため、りん酸過剰によるこれらの要素の欠乏症とみられる障害発生の増加が予想される。

塩基のアンバランスによる障害発生は、現実の問題として非常に多い。石灰施用過多は土壤 pH を高めるが、土壤溶液の塩基には余り影響を与えない。これは、高 pH による B、Fe や Mn などの吸収低下をもたらす、苦土やカリの施用過多は土壤 pH に与える影響は少ないが、それぞれの成分の土壤溶液濃度を高め、他の塩基との拮抗阻害をおこすことは予想される<sup>10)</sup>。

このように適正範囲を越えた施肥は、様々な障害をおこすことが予想され、また現実に多様な生理障害を発生させている。こうした現状を改善するためには次の諸点が重要であると考えられる。

1) 迅速、簡易な土壤診断法の確立と普及の強化 現在生産者の圃場について土壤診断は各県各地域の普及所

が主体となって行い、また地域によっては農協が主体となって実施している。都道府県農試がそれぞれの特殊性を踏まえてそれぞれの土壤診断基準を基に、土壤分析値等のデータ処理をパソコンで実施できるシステム化を行っている。しかし問題は土壤分析等に労力と時間を要することである。分析方法としては農試などが行っている精密分析から、農協でも行える簡易分析(全農式)<sup>12)</sup>までである。最近 SPAD 事業(農水省農蚕園芸局農産課の推進している土壤作物体分析機器開発事業)によって簡易、迅速な機器が開発されてきており、それなりの成果がみられる。いずれの方法を採用するとしても、施設栽培などが主要な地域では農協単位でも数千点以上の土壤試料の分析が必要である<sup>13)</sup>。これを実施するためには一定規模の土壤診断実験室と設備及び訓練された人員を要する。現状では組織、設備及びその普及においても問題が多いと思われる。これらの整備・充実が重要である。土壤診断事業を効果的に実施するにあたって、小単位で行うか、あるいは拠点集的にやや規模を大きくした施設で実施するか選択の問題があろう。

2) 多数点試料に適した分析法の開発 上記の項で規模の大きい拠点の整備を考えたとすれば、数万～5万点の土壤試料を省労力かつ短時間に分析処理が要求される。そのためには多数点試料に適した分析方法の検討が必須である。理想的には1つの抽出操作ですべての要素が抽出可能で、しかも1回の操作で各種の要素が定量できる方法が望ましい。これに最も近い方法として、最近米国ジョージア大学の B. ジョーンズ教授らの開発した方法である。ウルフ・モルガン法によってすべての要素を単一抽出液で抽出し、NとSを除いた各種の要素についてICPエミッション分光光度計によって分析が可能である<sup>14)</sup>。我が国の土壤や農業条件などの実状にあったより効率的な分析法の開発が急務である。

3) 栄養生理障害の診断の迅速化 生理障害の判定には作物の色調や形態における症状の肉眼的診断はもとより重要な判定基準である。これに加えて、作物の含有成分分析と土壤診断の結果を合せて原因の推定を行い、圃場における再現試験によって解明されてきた。これは基本的には重要なオーソドックスな解明の方法である。いずれにしても結論を得るまでに時間を要する。これを短縮する方法の検討が重要である。

作物体の障害葉と健全葉の比較を行うに当って、微小部分の変化を成分元素ごとに半定量分析及び葉面における分布状態の観察が可能なX線マイクロアナライザー(EPMA)の利用が従来からもなされてきたが、非破壊で実施できる長所や新型機種は操作性が改善され、コン

ピュータによる画像処理が可能になった利点を生かして一層の有効利用が必要である。また、ごく最近検討された微小部分X線マッピング装置(XEMS)によって生体計測が可能であることが確かめられている<sup>15)</sup>。これらの機器の活用の際には、各種の生理障害に対して適用を容易にするためには、各作物の症状についての組織的、体系的研究が要求される。これらの機器によって大半の原因が推定できるとすれば、生理障害診断は著しく迅速化されるとともに、これまで判断ができなかった作物体の微小変化を捕えることができるようになり、診断の前進が期待される。

4) 生理障害における体内代謝変動の指標物質の検索  
生理障害として肉眼で観察されるような症状は、体内代謝から見れば代謝変動がかなり進んだ段階で発生するとみられる。したがって代謝系の変動を代謝物質の量的または質的变化として追跡捕捉することが可能であろうと予想される。特定の代謝生成物質などを指標にすることができれば、障害発生の予察が可能になるので、今後これらの研究に力を注ぐ必要がある。

### 3. おわりに

野菜畑において栄養生理障害の発生している大半のケースが施肥を含めた土壌管理の不適切に原因しているとみられる。施肥基準においても野菜栽培では野菜間の連輪作が主体であれば、これを前提にした基準とすべきであるし、施肥成分の残存量または肥沃度を評価した上で施肥があるべきであることは既に述べてきた。土壌のもつ緩衝能力からみて作物の好適養分域は本来それ程狭いものではなく、かなり幅があるのが一般的であるが、野菜作の場合にはこの範囲の下限に近いところにおくべきである。複合肥料についても多様な施肥要求に応じられる成分混合比の多様化を図るべきであり、またBB肥料のような成分指定のできる肥料が適している場合もある。

このような生理障害の発生するような土壌では理化学性の劣化のみならず生物性の攪乱も同時に予想されるので、根域及び根圏における根の生理活性、物質代謝や微生物活性などに焦点を合わせた研究の進展が不可欠である。  
(野菜・茶葉試験場環境部土壌肥料研究室長)

### 引用文献

- 1) 野菜試験場：最近における野菜・花きの連作障害の実態研究資料第18号 1~195 (1984)
- 2) 野菜試験場：課題別検討会議「葉根菜類における生理障害の現状と対策」1~42 (1986)
- 3) 九州農業試験場：作物の生育障害と土壌条件に関する研究会並びに昭60年度九州農業試験推進会議土壌肥料分科会資料 6-(1)~15-(6) (1986)
- 4) 北海道立中央農業試験場：土壌肥料に関する試験成績書(昭59年度) 75~103 (1985)
- 5) 野菜試験場：課題別検討会議資料「レタスの生産拡大に伴う諸問題(品種と作型を中心として) 23~25 (1983)
- 6) ————：——「メロン、スイカの品種と生産安定上の諸問題」42~49 (1985)
- 7) ————：——「イチゴの品種と栽培上の諸問題」78~85 (1985)
- 8) ————：——「高冷地における夏秋野菜の生産技術上の問題点」26~33 (1985)
- 9) 中国農業試験場：近畿中国農業試験研究成績、計画概要集—総合農業、土壌肥料 昭59年度 171 (1985)
- 10) 相馬暁：ハウス野菜の連作障害の実態と対策 [1],[2]—ハウス土壌における養分過剰蓄積と生理障害 農及園60巻 1287~1290, 1415~1420 (1985)
- 11) 関東土壌養分基準検討会：土壌養分の適正水準の上限に関する研究 5~40 (1987)
- 12) 全国農業構造協会：新農業構造改善事業促進対策における特定施設基本計画 地区編 愛知県赤羽根町高松地区 24~27 (1987)
- 13) 全農肥料農業部：全農型土壌分析法 施肥診断技術者養成講習会テキストIV 1~101
- 14) J. Benton Jones, Jr. and Benjamin Wolf: Soil testing procedures using modified (Wolf) Morgan extracting reagent. Benton Laboratories, Inc. 1~62, (1984)
- 15) 農業環境技術研究所：農業環境研究成果情報 第3集 51~52 (1987)

## 作物試験法(復刻版)

戸荻義次他編 A 5判上製 定価4,700円 円350円

本書は昭和38年に第6版で絶版になっていたが、各方面からの要望が多いため原本のまま復刻したものである。作物に関する試験研究方法を各項目別に当時の第一線研究者24氏が解説した最高の手引書として続作物試験法とあわせ現在も類書がない。

### —主要目次—

- (1)作物試験の実施並びに  
取纏め上の注意
- (2)作物育種試験法  
(3)気象環境測定法

- (4)簡易人工気象室  
フィーによる研究法
- (5)土壌の物理測定法  
(14)新しい角度から見た分  
析法
- (6)根茎調査法  
(15)作物水分生理実験法
- (7)水耕法と砂耕法  
(16)呼吸作用と光合成の測  
定法
- (8)植物組織実験法  
(17)放射性同位元素実験法
- (9)組織化学的検査法  
(18)安定同位元素による追  
跡実験技術
- (10)植物無機成分分析法
- (11)植物有機成分分析法
- (12)果樹の葉分析法
- (13)ペーパークロマトグラ

続作物試験法(復刻版) 定価・円 同上