

トマトの栄養障害診断のためのビジュアル情報

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
巻/号	722
掲載ページ	p. 279-282
発行年月	2001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





トマトの栄養障害診断のための ビジュアル情報*

小野寺政行**・小宮山誠一***・小田義信**

キーワード ビジュアル情報, 栄養障害診断, トマト

1. はじめに

作物の生育障害の症状に関するカラー写真情報は、迅速な診断を行う上で極めて有効である。このような観点から、写真による各種作物の栄養障害などの診断マニュアルが市販されている。しかしながら、一つの作物について体系的に整理し、網羅された成書は少ない。また、総じて写真が少ないことも否めない。

そこで、今回開発したビジュアル情報集では、より実用的なものにするため、トマトの葉身部における栄養障害の症状はもとより、葉診断を補完するための根群や果実に関する補助的情報も可能な限りビジュアル（カラー写真）化した。

2. 作成方法

1998年から1999年の2カ年にわたり、北海道原子力環境センター内にあるポリカーボネート製ハウス（加温15°C、換気温30°C）において、北海道におけるトマトの主要品種である「桃太郎」を供試し、温室内の水耕栽培により人為的に各種の要素欠乏・過剰症を発現させた。水耕装置は赤司ら¹⁾の方法に従い、作物体の支えとしてロックウールを用いた。

1998年は第4本葉展開期、1999年は第6本葉展開期以降に、各多量要素（N, P, K, Ca, Mg, Si）と各微量元素（Fe, Mn, Cu, Zn, B）の欠如処理、および

各多量要素（N, P, K）、各微量元素（Mn, Cu, Zn, B, Ni）の過剰処理を1処理当たり4反復で行い、発現した症状をカラー写真化した。さらに、多量要素については着果期以降の欠如処理（N, P, K, Ca, Mg, Si）および過剰処理（N, P, K）による症状も併せて2カ年を通じて検討した。基本培養液の組成と過剰処理系列における各要素濃度は次の通りである。

基本培養液（mg kg⁻¹）= P: 40, K: 100, Ca: 100, Mg: 70, Si: 20, Fe: 1.00, Mn: 0.25, Cu: 0.05, Zn: 0.05, B: 0.05, Mo: 0.05, Ni: 0.05。要素過剰処理（mg kg⁻¹）= N: 300, P: 145, K: 300, Mn: 100, Cu: 80, Zn: 50, B: 16, Ni: 10。基本培養液の窒素濃度は、1998年には200 mg kg⁻¹であったが、茎葉が過繁茂気味になったため、1999年は100 mg kg⁻¹に変更した。なお、基本培養液組成および過剰処理系列の要素過剰濃度はそれぞれ市販（渡辺パイプ株式会社）のトマト養液栽培液およびメロンの方法²⁾を参考にした。

栄養障害の症状の特定に当たり、次の3点をすべて満たすことを条件とした。①物理的障害および病虫害障害でないこと、②すべての反復（4反復）に共通して現れる症状であること、③欠如ないし過剰処理が作物体の葉中要素濃度に反映していること。なお、一部の症状については既往の成書²⁻⁸⁾を参考に確認した。

カラー写真化はマクロ機能付き50 mmレンズを装着した35 mm一眼レフカメラを用いて、処理開始後1週間ごとの株全体、株を上下3分割した上・中・下位葉および発症葉位とそのクローズアップについて撮影した。撮影に際しては、光量の変化による影響を少なくするために日射しの弱い時を選んで撮影した。

3. ビジュアル情報の特長

1) 各種栄養障害の情報を一冊に体系化

水耕栽培で人為的に発現させた葉身部における栄養障害に関する情報および根群や果実に関する補助的情報を

Masayuki Onodera, Seiichi Komiyama and Yoshinobu Oda: Visual Information for Diagnoses of Nutritional Disorders in Tomato

* 本報告の一部は1999年度日本土壤肥料学会北海道支部大会で発表した。

** 北海道原子力環境センター（045-0123 北海道岩内郡共和町宮丘261）

*** 北海道立中央農業試験場（069-1395 北海道夕張郡長沼町東6線北15号）

2000年5月29日 受付・受理

日本土壤肥料学雑誌 第72巻 第2号 p. 279~282 (2001)

可能な限り加え、さらに現地実態調査で確認された栄養障害などの情報を一冊にまとめた。すなわち、カラー写真化された栄養障害の情報は、葉身部における症状 15 (56 葉)、根群の発達程度に関する情報 11 (12 葉)、果実に現れた症状 9 (11 葉) および現地で確認された症状 3 (3 葉) の計 38 種類であり、カラー写真 82 葉で紹介した。また、栄養障害による症状の特徴を整理し、栄養障害診断のための情報一覧表および典型的な症状から検索するためのフローチャートを示し (表 1, 図 1)、これら栄養障害間の紛らわしい障害の見分けが容易にできる診断精度の高い情報集とした。

2) 栄養障害の初期症状から後期症状までを網羅

無機要素の過不足によって生じた栄養障害は、その原因を病害虫の原因生物のように容易にビジュアル化できないことから、症状による診断に主眼を置いた。すなわち、葉身部における生育初期および着果期以降に発現する初期症状から後期症状までを 1 障害当たり 2~4 葉の豊富な写真で紹介した。また、栄養障害の種類によっては根群の発達程度に関する情報および果実に現れた症状も可能な限り紹介し、葉診断を補完するための補助的情報として加えた。根群の発達程度は地上部生育量と密接に関係していた。また根群の発達程度は生育初期からの窒素、リン、カルシウム欠乏およびマンガン、銅、亜鉛、ニッケル過剰条件下で著しく劣り、次いでカリウム、マグネシウム、鉄、ホウ素欠乏条件下で劣った。一方、トマトの栄養障害による異常果の代表例である尻腐

れ果は、カルシウム欠乏に多発するが、ケイ素欠乏および窒素、カリウム過剰においても発生が認められた。また、リン、鉄欠乏 (マンガン、亜鉛過剰に伴う鉄欠乏も含む) では着果性が劣り、さらに着果した果実の発育が抑制された。

3) ビジュアル情報を用いた栄養障害の診断例

本ビジュアル情報の栄養障害の症状は水耕栽培で得られたものである。そのため、実際に農家圃場で発生した症状との整合性について検討した。すなわち、本情報を用いて肉眼観察による現地農家トマトの栄養障害の診断を試みた。その結果、調査した現地農家ではカリウム欠乏、リン欠乏および鉄欠乏が発生していることが確認され、実用性のあることが示唆された。

この具体例として、カリウム欠乏症の診断経緯について紹介する。1998 年 6 月 3 日、北海道余市郡余市町の農家圃場において半抑制トマト「ハウス桃太郎」の第 1 果房収穫期における 97% の株の葉身部に異常が認められた。異常症状は、第 1 果房の収穫期、第 2 果房の果実肥大期、第 3、4 果房の開花期に、葉先縁から内側に向かってクロロシスが発生し、葉縁部からネクロシスへと変化し、やがて枯死に至るものであった (写真 1)。この葉縁枯れ症状は第 3~4 果房の間の葉で激発していた。農業改良普及センターの調査によれば、この症状は同地区の他農家でも以前から発生しており、いずれも第 1 果房の収穫期頃からみられ、発生の生育ステージがほぼ同じことから、病害虫によるものとは考えられなかつ

表 1 肉眼観察によるトマトの栄養障害診断のための情報一覧 (抜粋)

栄養障害	葉身部の症状	
	葉位	症状
窒素欠乏	下位葉	葉全面にクロロシス、上位葉へ進行→葉脈にアントシアン色素の出現、暗紫色化
リン欠乏	下位葉	暗紫色~紫紅色を呈す、特に葉裏に発現→葉面全体に拡大→中上位葉へ進行
カリウム欠乏	中位葉	葉先縁から葉脈間にクロロシス→ネクロシスへと変化「葉縁枯れ」、葉脈間に波状の隆起、葉が裏側に湾曲、葉柄と茎に壊死斑
カルシウム欠乏	上位葉	新葉の壊死、生長点の発育停止、葉柄側の葉脈からネクロシス
マグネシウム欠乏	下位葉	葉脈間に葉先よりクロロシス、葉脈付近の緑色鮮明→葉脈だけ緑を残し、全葉黄化
鉄欠乏	上位葉	葉柄側からクロロシス、新葉では黄白化が著しい
マンガン欠乏	上中位葉	葉脈間に網目状のクロロシス→葉脈間の一部に褐色の枯死斑点、主脈沿いに隆起
銅欠乏	下位葉	表皮剥離状のクロロシス→ネクロシス
亜鉛欠乏	下位葉	葉脈間クロロシス→ネクロシス、葉脈の緑色鮮明
ホウ素欠乏	上位葉	生長停止、葉縁部周辺クロロシス→葉縁部、葉脈間の一部ネクロシス
マンガン過剰	中下位葉	葉脈の一部に黒褐色ネクロシス、葉脈沿いに黒褐斑点、茎・葉柄毛茸の黒褐変
銅過剰	全葉	巻き上がり、しおれ、小葉化
亜鉛過剰	上位葉	葉全面クロロシス、生長抑制 (亜鉛過剰に伴う鉄欠乏)
ホウ素過剰	下位葉	葉縁部ネクロシス、葉脈間の一部に表皮剥離状の斑点→黒褐色ネクロシスへ変化
ニッケル過剰	上中位葉	葉脈間の一部に白斑→葉脈間に褐色斑点→葉全面ネクロシス→生長停止

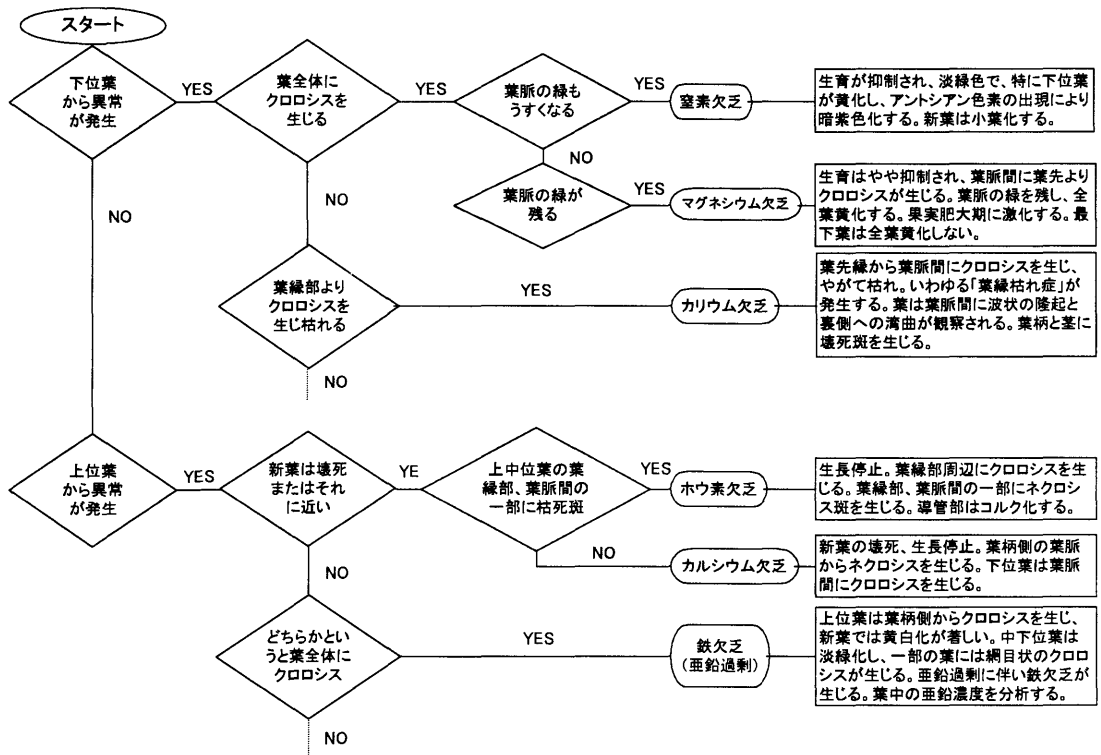


図1 トマトの典型的な症状から検索するためのフローチャート (一部抜粋)



写真1 現地農家圃場で発生した半抑制トマトのカリウム欠乏症 (1998年6月)

た。したがって、作成した栄養障害のビジュアル情報と照合し、肉眼観察による診断を試みた。その結果、これらの症状はカリウム欠乏の症状と一致したためカリウム欠乏とみなされた。さらに、これらの異常個体の葉中カリウム濃度を分析した結果、症状が進行した異常葉 (中

位葉、甚) のカリウム濃度は、発生初期の異常葉 (軽) に比べて低い値を示した。また、これら異常葉の葉中カリウム濃度は隣接する未発生圃場の正常葉に比べていずれも低かった。また、発生圃場の土壌のEC、熱水抽出性窒素および有効態リン酸は未発生圃場に比べて高いのに対し、交換性のカリウム、カルシウム含量は低く、苦土/加里比が大であった。以上の結果から、本障害はカリウム欠乏に起因すると結論づけられた。

4. 普及方法

土壌肥料部門における今までの農業技術は、一般に文章、数値および図表で普及可能であった。しかし、今回のビジュアル情報はカラー写真そのものが情報伝達媒体となるため、次のような解説書や写真集を作成し (写真2)、各道立農試の技術普及部を通じて普及に移した。

1) 「肉眼観察によるトマトの栄養障害診断法」: 平成11年度の北海道農業試験会議 (成績会議) 資料である。栄養障害の情報は、葉身部における症状15 (56葉)、根群の発達程度に関する情報11 (12葉)、果実に現れた症状9 (11葉) および現地で確認した症状3 (3葉) の

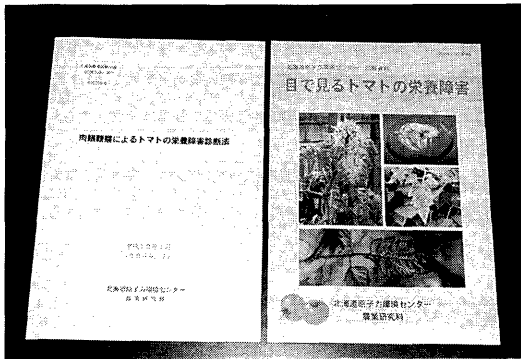


写真2 「トマトの栄養障害診断のためのビジュアル情報」の印刷物
左：関係機関向け解説書，右：農家向けの写真集。

計 38 種類であり，82 葉のカラー写真で構成している。各種栄養障害の調査方法も言及しており，農業改良普及センターなどの普及・指導機関向けの解説書である。

2) 「目で見るトマトの栄養障害」：北海道原子力環境センターの広報資料（無償）の体裁をとっており，各種栄養障害を 80 葉の大型のカラー写真で紹介している農家向け写真集である。本書は症状の特徴の他に，発生しやすい条件などを併記しており，わかりやすい内容となっている。なお，道立中央農業試験場企画情報室の協力により，この写真集の CD-ROM 版の作成およびインターネット (<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/syuppan/tomato/index.html>) 上での開示がなされた。

5. おわりに

今回開発した本ビジュアル情報では，栄養障害に関して症状の肉眼観察による診断に主眼を置き，葉診断のための情報はもとより，それを補完する根群や果実に関する情報も可能な限り加え，診断のための便宜を図った。しかしながら，土壌的，栽培環境の原因については推測の域を出ない。また，現場では複数の栄養障害が同時に現れる複合障害の発生も考えられるが，その場合，個々の症状のビジュアル情報から判断せざるを得ない。した

がって，より精度の高い診断を行うためには，聞き取り調査はもとより，発生は場の栽培環境条件を勘案して総合的に診断することが望まれる。

それでも正確に診断し得ない場合には，土壌，作物体の養分分析を必要とするが，その結果複数の要因が浮上する場合がある。その際に症状のビジュアル情報が主原因を特定する上で参考になると考えられる。

今後もこのような栄養障害に関する総合的なビジュアル情報が各作物ごとに開発され，個々の農家にまで普及されることが重要である。

謝 辞 本稿を取りまとめるに当たり，北海道立中央農業試験場 能代昌雄農業環境部長にご校閲頂いた。前北海道原子力環境センター主任研究員 稲津 脩博士には懇切なご指導，ご助言を頂いた。また，北海道原子力環境センター 佐々木輝元所長および桜井照安前所長には研究を遂行する上で特段のご配慮を頂いた。現地実態調査に当たっては，後志管内のトマト農家はもとより，地元の農協，普及センターの職員にご協力頂いた。以上の各位に厚く謝意を表する。

文 献

- 1) 赤司和隆・小宮山誠一・稲津 脩：メロンの栄養障害・病害虫診断のためのビジュアル情報，土肥誌，70，328～331 (1999)
- 2) 北海道農政部：メロンの栄養障害・病害虫診断のためのビジュアル情報，平成 10 年普及奨励ならびに指導参考事項，p. 44～45 (1998)
- 3) 北海道農政部：肉眼観察によるスイカの栄養障害診断法，平成 9 年普及奨励ならびに指導参考事項，p. 267～270 (1997)
- 4) 高橋英一・吉野 実・前田正男：新版 原色・作物の要素欠乏過剰症，288 pp.，農文協，東京 (1980)
- 5) 渡辺和彦：原色・生理障害の診断法，243 pp.，農文協，東京 (1986)
- 6) 渡辺和彦 監修：野菜の要素欠乏と過剰症，124 pp.，タキイ種苗出版部，京都 (1994)
- 7) 清水 武：原色要素障害診断事典，257 pp.，農文協，東京 (1990)
- 8) 全農肥料農薬部：トマトの栽培と栄養・生理障害，112 pp.，全農，東京 (1996)