

# ハウストマト窒素栄養診断 マニュアル



北海道立道南農業試験場  
渡島中部地区農業改良普及センター  
JA新はこだて 大野支店

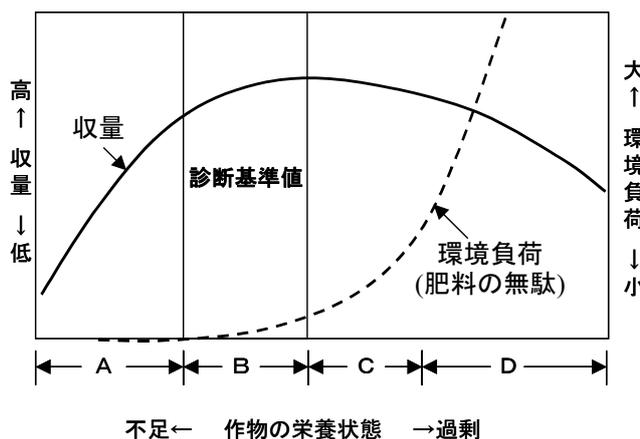
## 目 次

本書の利用にあたって	1
栄養診断技術の概要	2
診断の手順	4
葉柄硝酸濃度の測定機器について	5
栄養診断事例	6
①葉柄硝酸濃度が高い事例	
②葉柄硝酸濃度が低い事例	
③栄養診断実証圃場	
栄養診断 Q & A	9
①基礎編	
②診断手順編	
③施肥対応編	
付表 北海道施肥ガイド	11
付録 トマト栄養診断カルテ(例)	12

## 本書の利用にあたって

2001年1月に道南農試から「ハウス夏秋どりトマトの窒素栄養診断法」が提案され普及奨励事項となりました。このトマトの窒素栄養診断技術は、作物の栄養生理に合わせた施肥を行うことで収量を確保しつつ必要以上の施肥を避け、地下水への硝酸態窒素の流出や施設土壌の塩類集積を防ぐことをねらいとしています。

本書は普及センター、農業生産者グループ等が現場で栄養診断技術を取り組む際の技術指導マニュアルとして利用されるものです。



### 作物の栄養状態と収量および環境負荷の関係

- A : 養分が不足して収量が十分得られない領域。
- B : 養分状態が適性であり収量が高く、肥料のむだも少ない領域。
- C : 養分状態がやや高く、収量が高いが肥料のむだもある領域(塩類集積)。
- D : 養分が過剰で収量が低下している領域(環境負荷拡大)。

### マニュアルを利用できる条件

作 型 : ハウス雨よけ夏秋どり (定植時期 3月下旬～6月)

品 種 : 大玉トマト全般

整枝法 : 主枝1本仕立て

施 肥 : 土壌診断に基づいて行うこと

その他 : 病虫害などの生育障害がないこと

### 栄養診断のメリット

慣行施肥が過剰傾向な場合、余分な追肥を省略することで肥料コストを削減できる。

栽培跡地の硝酸態窒素が減り、硝酸態窒素流出などの環境負荷が軽減される。

トマト栽培初心者にとっては追肥のタイミングを知る判断材料となる。

### 窒素栄養診断では解決できないもの

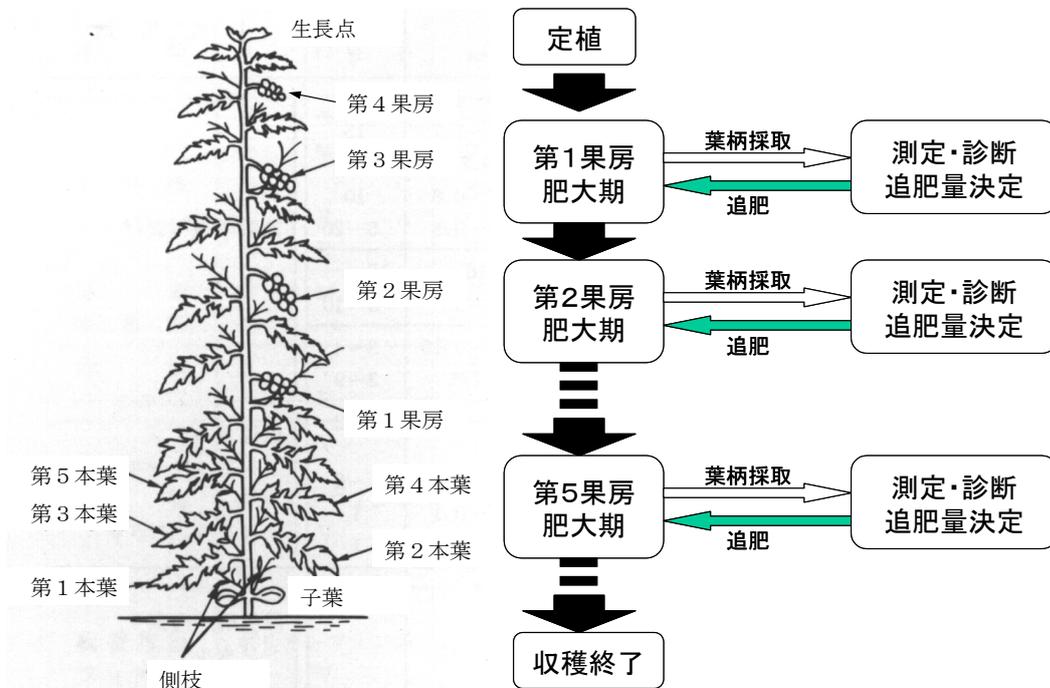
窒素以外の要素欠乏および過剰症

病虫害、温度障害、湿害などの生育障害

# 栄養診断技術の概要

トマト栽培では生育期間が比較的長く、その間に茎葉と果実の生長をバランス良く進める必要があるため、定植のあと生育が進むごとに追肥をしていくことになります。

窒素栄養診断は果房肥大期ごとにトマトの葉柄を採取して葉柄硝酸濃度（植物が根から吸収した窒素の体内濃度）を調べ、その結果から追肥量を判断する技術です。

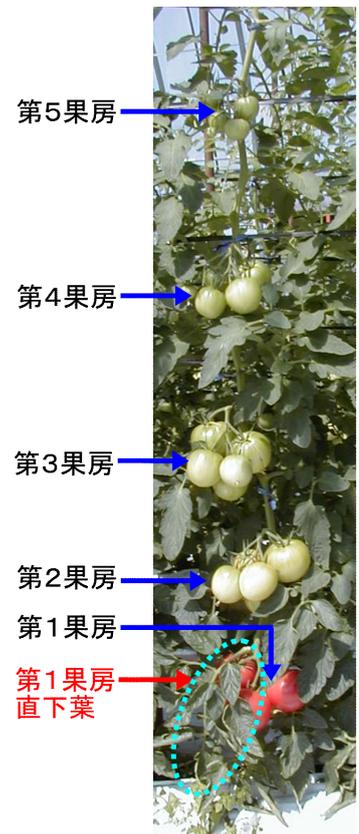
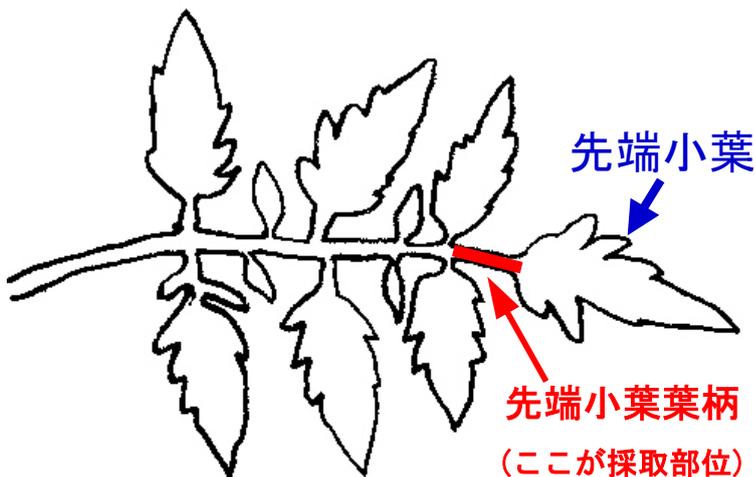


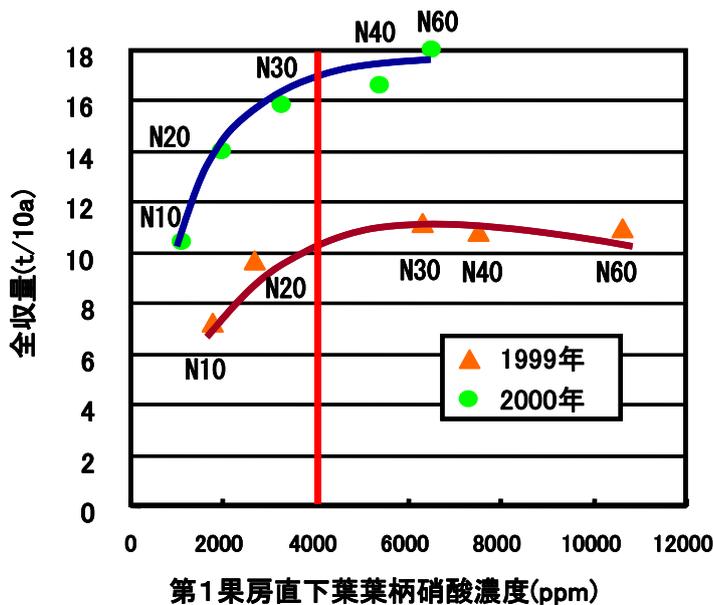
トマト栽培における栄養診断と追肥について（7段取りの場合）

## 栄養診断時における葉柄の採取部位

トマトの窒素栄養状態を良く反映している第1果房直下葉を栄養診断の採取葉位とします。

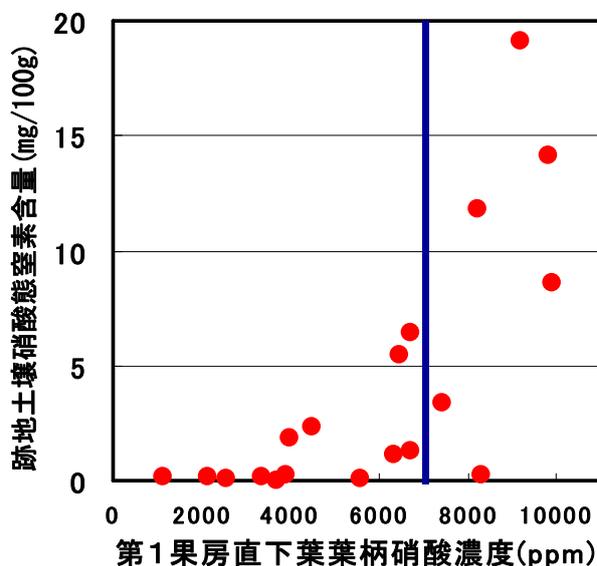
診断葉位の葉全体を採取すると、周辺の果実肥大に大きく影響するため、先端小葉の葉柄を採取します。





### 葉柄硝酸濃度と収量の関係

収量が中程度と多収いずれの年とも葉柄硝酸濃度が6000~7000ppmで収量が最高になりました。また、4000ppm以下では収量が大きく減少しました。このことから、収量確保のため葉柄硝酸濃度は4000ppm以上を維持する必要があります。



### 収穫期の葉柄硝酸濃度と跡地土壌硝酸態窒素含量の関係

葉柄硝酸濃度が6000ppmを超えると跡地の硝酸態窒素が急激に増加します。跡地に硝酸態窒素を多く残さないためには葉柄硝酸濃度は7000ppm以下に抑えることが大切です。

### 栄養診断に基づく施肥対応

**診断部位**  
第1果房直下葉の先端小葉葉柄

**診断時期**  
各果房の果実がピンポン玉大になった時点

- 施肥対応**
- ①4000ppm未満 : N4kg/10a追肥。5日後に再診断し7000ppm以下の場合N4kg/10a追肥
  - ②4000~7000ppm : N4kg/10a追肥(施肥標準のとおり)
  - ③7000ppmを超える場合は追肥を行わない

栄養診断を活用することで収量を確保しながら環境にもやさしいトマト生産が可能になります。

## 診断の手順 (RQ flexを用いる場合)

### 用意するもの

はさみ、ビニール袋 (チャック付きの方が望ましい)、はかり (0.1g単位)、乳鉢、蒸留水 (水道水でも硝酸態窒素がなければ支障ない)、RQ flex等の硝酸を計る器具

### 栄養診断の手順



① トマト5株以上から第1果房直下葉の先端小葉を切り取る。



② 葉身を取り除き、葉柄を細かくきざむ。



③ きざんだ葉柄を1.0g計り取る。



④ 葉柄を乳鉢に入れ、よくすりつぶし、蒸留水49mlを加え (50倍希釈) 攪拌する。



⑤ RQ flexで硝酸濃度を測定する

### 葉柄硝酸濃度の計算方法

計算方法：葉柄硝酸濃度 (ppm) = RQ flexの測定値 × 50 (ppm)

RQ flexの測定値が 80ppmの場合、葉柄硝酸濃度は4000ppm

RQ flexの測定値が140ppmの場合、葉柄硝酸濃度は7000ppmと推定できます。

注意：RQ flexの硝酸イオン試験紙は2種類 (3～90ppmと5～255ppm) ありますが、5～255ppmのものを使ってください

## 葉柄硝酸濃度の測定機器について

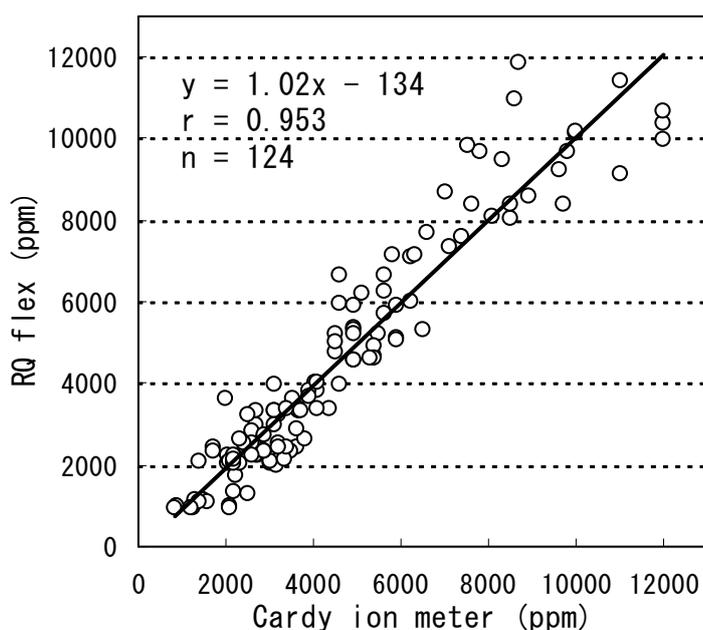
栄養診断では即座に診断結果を出す必要がありますが、最近では硝酸を簡易に測定できる機器が市販されています。小型反射式光度計 (RQ flex:Merck) とコンパクトイオンメーター (Cardy:堀場) について性能と特徴を下の表に示しました。

各簡易測定器の性能と特徴

	小型反射式光度計	コンパクトイオンメーター
測定範囲	5~255ppm	62~6200ppm
希釈倍率 <sup>1)</sup>	50倍	原液~50倍
本体価格	80,000円	32,000円
消耗品 (価格)	硝酸イオン試験紙 1枚あたり80円	硝酸イオン電極 10,000円 <sup>2)</sup>
校正の必要性	通常は校正の必要なし	使用時に校正が必要
操作性	比較的簡単	やや面倒
長所および短所	コストが高い 操作は比較的簡単 試験紙を替えることで 他の項目も計測できる	コストが安い 校正の操作がやや面倒 硝酸イオン専用である

1) 試験場あるいは普及センターで実施している希釈倍率

2) 消耗するまで使用可能



### 小型反射式光度計とコンパクトイオンメーター測定値の比較

両機器における測定値の相関係数は0.953であり、高い相関が認められます。

生産現場で栄養診断を行うにあたっては、どちらの機器も代替できると考えられます。

## 栄養診断事例

### 葉柄硝酸濃度が高い事例

#### ① 渡島管内 A 氏圃場

生育期間中の土壌ECが0.6mS/cm前後、硝酸態窒素が20mg/100g前後の圃場を調査した。葉柄硝酸濃度は6000～10000ppmを推移した。草勢は強く、収穫期では側枝が勢い良く伸び通路が見えにくい状態であった。栽培跡地の硝酸態窒素も20mg/100g程度残存していた。この圃場では堆肥施用量が12t/10aと多く、土壌養分過多と考えられた(図1)。

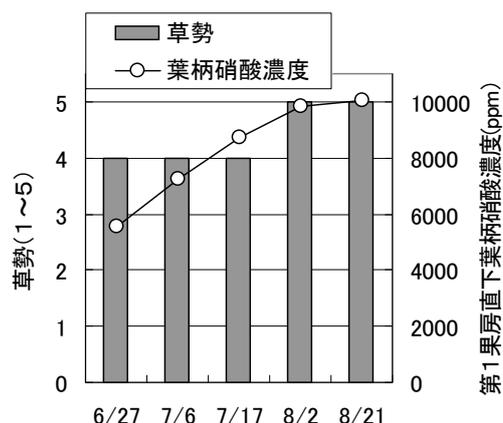


図1 圃場 A の草勢と葉柄硝酸濃度の推移

#### ② 後志管内の複数カ所

2002年度の改良普及員地域課題解決研修で7月以降に追肥の有無に関わらず葉柄硝酸濃度が上昇する現象が複数カ所で見られた。7月以降の天候不順により根から吸収された硝酸がアミノ酸へと同化できず、葉柄の硝酸が蓄積したと考えられる。この場合、追肥を行わない方が良く考えられるが、生産者の同意を得るには、土壌のECまたは硝酸態窒素を計測し、土壌に養分が充分存在することを確認すると良く考えられる。

### 葉柄硝酸濃度が低い事例

#### ① 渡島管内 C 氏圃場

生育初期の草勢が弱い圃場があった。第1果房肥大期の葉柄硝酸濃度は1000ppmであった。定植前のもみ殻施用による窒素飢餓が原因と考えられた。診断後、窒素を計13kg/10a追肥した結果、生育は回復し、葉柄硝酸濃度は6000ppm程度になった(図2)。

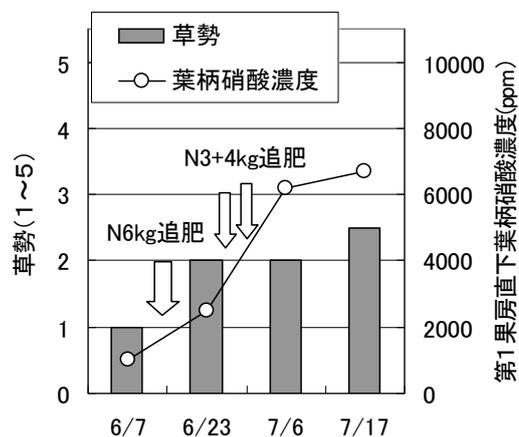


図2 もみ殻を施用した圃場における草勢と葉柄硝酸濃度の推移

#### ② 渡島管内 D 氏圃場

生産者の勉強会で持ち寄った葉柄の中に硝酸濃度が2000ppmのものがあつた。生産者の圃場へ行き土壌分析を行った結果、土壌EC値が3.1mS/cmであつた。重度の塩類集積による養分の吸収阻害と考えられた。

#### ③ 後志管内 E 氏圃場

葉柄硝酸濃度が著しく低下した圃場があつた。その圃場では7月中旬に葉柄硝酸濃度が3700ppmを示したが、作業の競合により追肥が遅れ8月上旬には葉柄硝酸濃度が550ppmまで低下した。8月には草勢が弱くなり、花器形成不良が生じた。

## 栄養診断実証圃場

渡島管内で中核的農家の後継者として就農した生産者が栄養診断を実践した。

調査地点：渡島管内大野町H氏圃場（灰色低地土）

作型：夏秋どり 6段収穫

供試品種：ハウス桃太郎（2001年）、みそら（2002年）

施肥の処理

試験ハウス：作付前の土壌診断に基づいて基肥量を決定し、追肥は栄養診断に基づいて対応した。

慣行ハウス：生産者の慣行で施肥を行った。

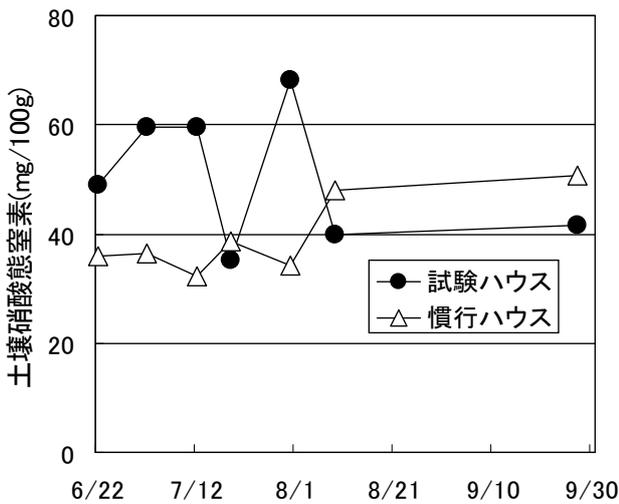
### 2001年

合計窒素施肥量：試験ハウス 8 kg/10a、慣行ハウス 25kg/10a

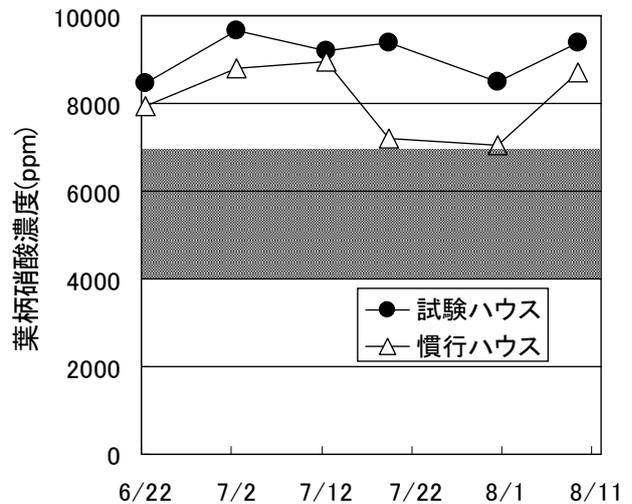
堆肥施用量：試験・慣行ハウスとも 4 t/10a

定植 5月31日 収穫始 7月16日 摘心 7月30日 収穫期間 7月16日～9月22日

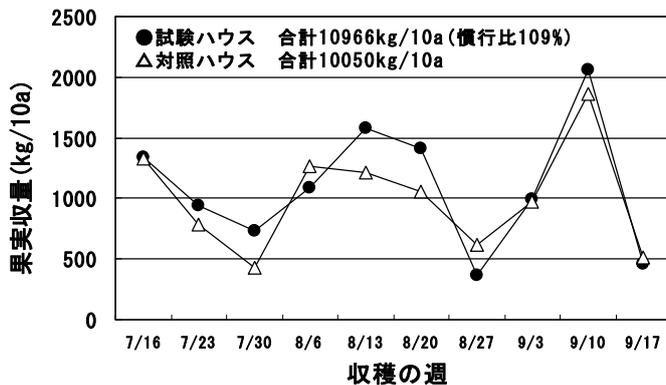
土壌硝酸態窒素含量の推移



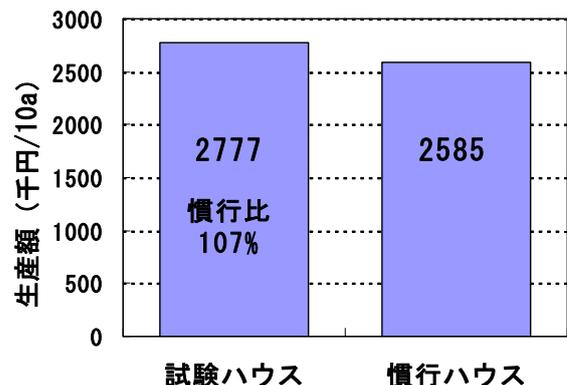
葉柄硝酸濃度の推移



果実収量の推移



果実生産額



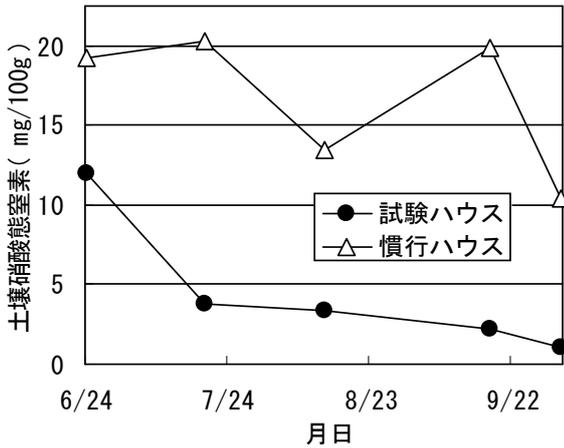
## 2002年

合計窒素施肥量：試験ハウス18kg/10a、慣行ハウス28kg/10a

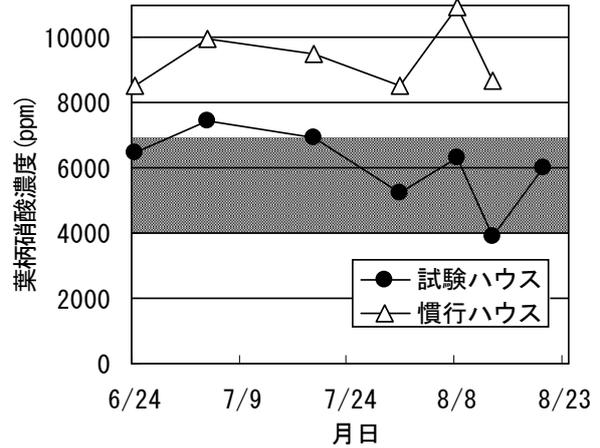
堆肥施用量：試験ハウス2t/10a、慣行ハウス4t/10a

2002年：定植5月30日 収穫始7月22日 摘心8月8日 収穫期間7月22日～10月10日

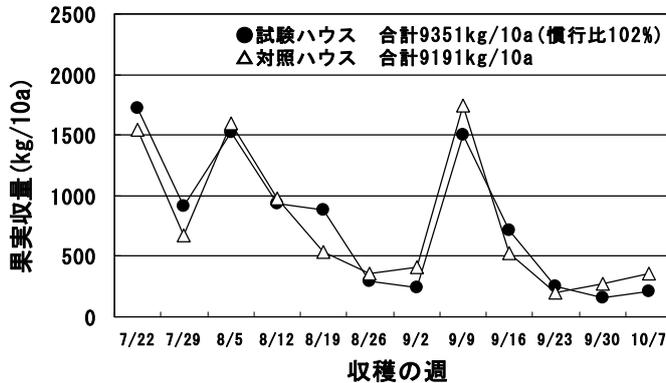
土壌硝酸態窒素含量の推移



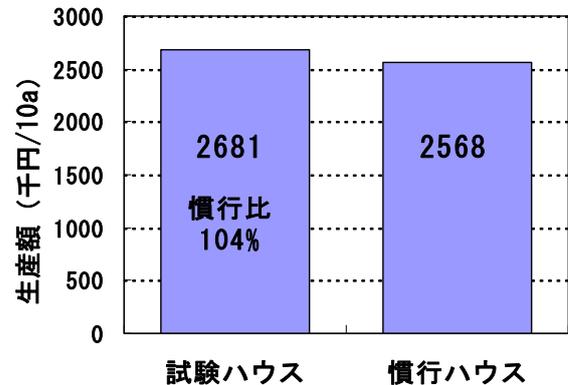
葉柄硝酸濃度の推移



果実収量の推移



果実生産額



## 栄養診断技術導入の効果

- ① 余分な施肥は行わずに済む。
- ② 収量は慣行と比べて同等以上である。
- ③ 果実生産額の増加と、肥料コストの削減で経済性に優れる。
- ④ 跡地硝酸態窒素が低くなり、環境にやさしいトマト生産ができる。

# 栄養診断Q&A

## 基礎編

Q 1. 葉柄を採取する時間帯によって硝酸濃度は変わらないのでしょうか？

A 1. 午前10時と午後6時の葉柄硝酸濃度を比較しましたが、両者の差はおおむね10%以内であることから時間帯によって葉柄硝酸濃度は大きく変わらないと考えられます。

### 朝と夕方における葉柄硝酸濃度

圃場	葉柄硝酸濃度(ppm)						葉柄硝酸濃度比		
	①午前10時頃採取			②午後6時頃採取			②/①(%)		
	7/6	7/17	8/2	7/6	7/17	8/2	7/6	7/17	8/2
A	7679	8275	7846	6502	7672	7822	85	93	100
B	7262	8733	9826	6847	8221	9498	94	94	97

Q 2. トマトの草勢と葉柄硝酸濃度の関係が一致しないように見えますが、どういうことでしょうか？

A 2. 葉柄硝酸濃度が高い場合、生育が旺盛で根からの硝酸の吸収が非常に多いか、生育が抑えられており、根から吸収された硝酸を同化できないことが考えられます。つまり、相対的に窒素の同化速度よりも窒素の吸収速度が速ければ葉柄硝酸濃度は上昇すると考えられます。そのため、草勢と葉柄硝酸濃度の関係は一致しないことがあります。葉柄硝酸濃度が高くても草勢が弱い場合、土壌のECまたは硝酸態窒素を計測し土壌養分の存在を確認すると良いと考えられます。

Q 3. 追肥を行っていないのですが葉柄硝酸濃度がどんどん上昇します。どういうことでしょうか？

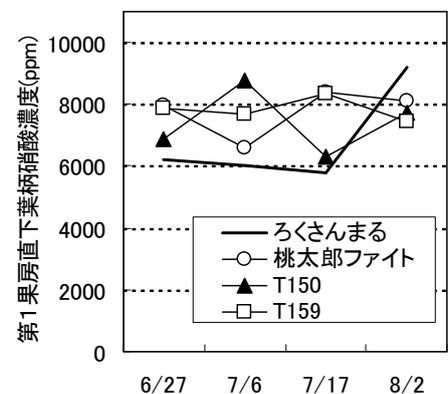
A 3. 堆肥など有機物に由来する窒素や、作土や下層土に残存する窒素を吸収することによって葉柄硝酸濃度が上昇したと考えられます。また、天候不順によって硝酸を同化できない場合、葉柄硝酸濃度が高くなる場合があります。

Q 4. 夏秋どり以外の作型では、葉柄硝酸濃度の基準は適応できるのでしょうか？

A 4. 試験場や現地で調査を行っていますが、定植が3月下旬～6月であれば支障がないと考えられます。しかし、加温促成や抑制作型では生育時の気温、日照等が夏秋どりと大きく異なるため基準の適応は難しいと考えられます。

Q 5. トマトの品種の違いによって葉柄硝酸濃度は変わらないのでしょうか？

A 5. 右の図は4品種を栽培している圃場の葉柄硝酸濃度の推移です。品種による違いは少しありますが、この圃場ではどの品種とも、葉柄硝酸濃度が6000～8000ppmを推移していました。このことから、品種による葉柄硝酸濃度の差は小さいものと考えられます

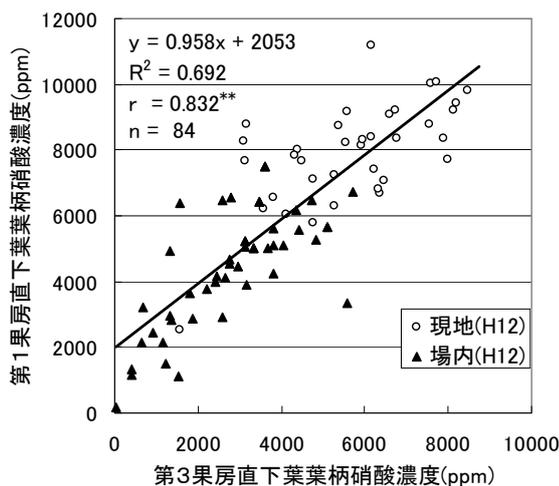
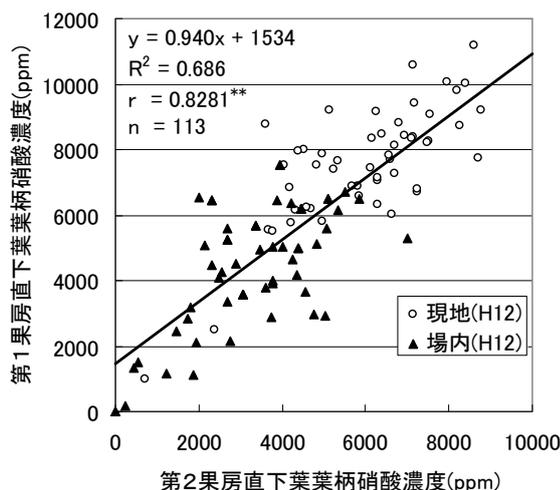


4品種を栽培した圃場における各品種の葉柄硝酸濃度の推移

## 診断手順編

Q 6. 第1果房直下葉の先端小葉が無くなってしまいました。代わりに採取できる場所はあるのでしょうか？

A 6. 第1果房直下葉が残っている場合、中間の小葉を採取することになります。この場合、先端小葉と比べ10%程度硝酸濃度が低くなります。第1果房直下葉がない場合、第2あるいは第3果房直下葉を代用することになります。この場合(第2果房直下葉の葉柄硝酸濃度+1500)ppmあるいは(第3果房直下葉の葉柄硝酸濃度+2000)ppmを代用値とします。



Q 7. 取った葉柄をすぐ分析できないため保存したいのですがどうすれば良いですか？

A 7. 冷蔵庫では葉の呼吸や酵素反応の影響を受ける恐れがあるため、冷凍しておく方が良いでしょう。

Q 8. 葉柄を希釈する水は蒸留水でなければならないのでしょうか？

A 7. 蒸留水がない場合、水道水でも差し支えないと考えられますが、念のため硝酸態窒素が検出されないことを確かめてください。井戸水は使用しない方が良いでしょう。

## 施肥対応編

Q 9. 葉柄硝酸濃度が基準値内にありますが、普段は窒素を4kg/10aも追肥していません。そんなに要るのでしょうか？

A 9. 基準値内における窒素追肥量は施肥標準の通りになっていますが、施肥標準は堆肥など有機物の無施用条件で設定されています。堆肥など有機物を施用している条件では追肥量は2~3kg/10aで良いと考えます。葉柄硝酸濃度が基準値内の場合は、慣例と同様の施肥管理を行って良いと考えます。

Q 10. 葉柄硝酸濃度が常に高い状態です。今後どの様に対応すれば良いのでしょうか？

A 10. 追肥を省略しても葉柄硝酸濃度が常に高い場合は、定植前の基肥や有機物施用量が過剰であったと考えられます。栽培跡地の土壤硝酸態窒素の残存量を確認し、来年度以降の施肥設計を検討しましょう。

## (付表) 北海道施肥ガイド

トマト<ハウス促成・ハウス半促成>

1) 窒素(診断値:硝酸態窒素 mg N03-N/100g、施肥量:kg N/10a)

水 準 →	I	II (標準対応)	III	IV	V
範 囲 →	~5	5~10	10~15	15~20	20~
基肥量 →	15	10	5	0	0
第1回目追肥量	4	4	4	0	0
第2回目以降の追肥量	4	4	4	4	0

注1 土壌診断は作付け前におこなう。

注2 施用有機物に含まれる化学肥料相当分は、基肥量から減じる。

注3 定植前に次層(20~40cm)の硝酸態窒素含量が10mg/100g以上の場合は、原則として追肥を省略する。

注4 追肥は各段果ごとの2~3番玉がピンポン玉大になった時点で、摘芯位より下方3段目までおこなう。

注5 ハウス夏秋どり作型では窒素栄養診断法を活用する。

注6 土壌窒素が1~3段果房が形成される時期に高い場合には、着果不良や奇形果発生の原因となるので、定植時の土壌窒素含有率を過度に高めない。

2) リン酸(診断値:トルオ-グ法 mg P205/100g、施肥量: kg P205/10a)

評 価 →	低い	やや低い	基準値	やや高い	高い
範 囲 →	~10	10~20	20~30	30~45	45~
基肥量	40	30	20	10	0

注 土壌診断は作付け前におこなう(前年秋も可)。

3) カリ(診断値:交換性カリ mg K20/100g、施肥量:kg K20/10a)

評 価 →	低い	やや低い	基準値	やや高い	高い
範 囲 →	~8	8~15	15~30	30~60	60~
基肥量	30	25	20	10	0
追肥量(1回当たり)	4	4	4	0	0

注1 土壌診断は作付け前におこなう(前年秋も可)。

注2 有機物中に含まれる化学肥料相当分は、基肥量から減じる。

注3 追肥は窒素追肥時期と一緒にこなう。

## (付録) トマト栄養診断カルテ

栄養診断を行っているうちに、「施肥量や草勢と葉柄硝酸濃度の関係が一致しない」などの疑問が生じてくると思います。土壌および気象条件、品種、苗質などの違いによってトマトの生育や葉柄硝酸濃度に変化が生じると考えられます。

下にトマトの栄養診断カルテの例を示しました。栄養診断を行う際に圃場の土壌条件や栽培条件などを記録していくことで、葉柄硝酸濃度の変化の要因が分かってくるものと思います。

### トマト診断カルテ (例)

No.	市・町・村  Tel:	農家名  ハウスNo.	調査者
土壌区分	(低地土・火山性土・台地土・泥炭土) 土性	腐植 (少・中・多) ・礫:	水位:
栽培条件	品種:	定植( 月 旬)	段採り
	灌水他:	前作	苗質 (若・適期・老) ・ (施肥管理)
施肥条件 (基肥)	( 月 / 日 ) 堆肥など有機物 (種類, 施用量kg):		
	( 月 / 日 ) 化成(N-P-K, 施用量kg):		
土壌診断	施肥前 月 日 pH EC (mS/cm) NO3-N (mg/100g)	その他の項目 (リン酸、交換性塩基など)	
	跡地 月 日 pH EC (mS/cm) NO3-N (mg/100g)		
栄養診断	段目 ( 月 日)	段目 ( 月 日)	段目 ( 月 日)
葉柄硝酸濃度 (ppm)			
土壌硝酸態窒素 (mg/100g)			
追肥 (月/日・N量)			
特記事項 (病虫害・生理障害、着果状況、気象条件など)			
(目標収量/推定収量)			

## ハウストマト窒素栄養診断マニュアル

---

発行 2003年1月

北海道立道南農業試験場 技術体系化チーム  
渡島中部地区農業改良普及センター  
JA新はこだて 大野支店

<協力および情報提供>

大野町4Hクラブ

後志支庁改良普及員地域課題解決研修

---

連絡先 北海道立道南農業試験場  
〒041-1201 亀田郡大野町本町680番地  
TEL 0138-77-8116 FAX 0138-77-7347

---