

# 土壌中の硝酸態窒素含量が 促成キュウリの収量と品質に与える影響

酒井憲一・黒柳直彦<sup>1)</sup>・山本幸彦<sup>2)</sup>・藤田 彰  
(生産環境研究所)

促成キュウリ産地の現地実態調査および栽培実証試験を行い、産地における土壌理化学性の実態、促成キュウリにおける土壌診断指標値を明らかにした。あわせて、近年注目されている土壌溶液を用いたリアルタイム土壌診断について、促成栽培キュウリに対する適用の可能性を検討した。促成キュウリ産地では、高収量ほ場における栽培期間中(11~5月)の土壌中硝酸態窒素含量は、朝倉町で5~20mg/100g、夜須町で8~18mg/100gであった。また、牛ふん堆肥を施用したほ場の施用量の平均値は両町とも10t/10a以上であった。栽培実証試験においては、5月の土壌中硝酸態窒素含量が6.1~7.0mg/100gに、あるいは24.3~25.8mg/100gになると6月の上中物収量が低下した。以上の結果から、これらのほ場の土壌管理状況や土壌条件の違いを考慮すると、促成キュウリ栽培における土壌中硝酸態窒素含量の診断指標値は8~20mg/100gであると考えられた。

[キーワード：促成キュウリ，リアルタイム土壌診断，硝酸態窒素，土壌溶液，土壌含水比]

Effect of Nitrate Nitrogen Concentration in the Soil on Yield and Quality of Forcing Cultured Cucumbers. SAKAI Ken-Ichi, Naohiko KUROYANAGI, Yukihiko YAMAMOTO and Akira FUJITA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549 Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 19: 49-54 (2000)

We investigated the actual conditions in a producing district for forcing cultured cucumbers, and conducted vegetation tests. We made clear the soil physico-chemical property of the soil in the district, determined diagnostic indices of the soil, and discussed feasibility of application of real-time soil diagnosis making use of a soil solution. It was found that the nitrate nitrogen concentration in the soil of the high producing field was in the range of 5 to 20 mg/100g in the town of Asakura, and 8 to 18 mg/100g in the town of Yasu for the cultivating period (from November to May). The average rate of compost application in both Asakura and Yasu was more than 10t/10a. The upper and medium class yields decreased when nitrate nitrogen concentration in the soil was either in the range of 6.1 to 7.0 mg/100g, or 24.3 to 25.8 mg/100g. The above results indicate that, when consider soil management and condition of these fields, the diagnostic indices of nitrate nitrogen concentration range in the soil of forcing cultured cucumbers are 8-20 mg/100g.

[keywords: forcing culture cucumber, real-time soil diagnosis, nitrate nitrogen, soil solution, moisture weight percentage]

## 緒 言

施設果菜類は、栄養生長と生殖生長が長期間、同時に進行する特性を持つ。そのため、収穫期間を通じて収量を安定させ、高収量を得るためには、栄養生長と生殖生長のバランス、即ち草勢を適正な状態で維持するように栽培管理を行うことが重要である。

生産現場では、温度調節、かん水、追肥、摘果、整枝等の草勢に影響する作業は、生育状況、天候等を勘案して実施されている。そのうち温度調節およびかん水は、温度計や土壌の湿り具合を指標として管理を行っている。しかし、追肥の施用時期、施用量は生育状況の観察によって判断されており、土壌診断による施肥は従来の分析法では時間と手間がかかるため、ほとんど行われていない。このため、一部のほ場では施肥量が過剰となり、生育・収量に悪影響を及ぼしていると思われる事例がみられる。また、環境負荷軽減のためには、過剰な肥料を削減する必要があり、迅速かつ簡易な分析法による土壌診断に基づいた施肥管理の適正化が重要である。

栽培期間中の土壌・作物体の養分状態を、経時的に把握し、適切な施肥を行う「リアルタイム診断」については、近年、いくつかの作物で検討されている<sup>1,2,7,8)</sup>。キュウリでは抑制栽培および半促成栽培について検討されているが<sup>9)</sup>、福岡県で広く作付けされている促成栽培(摘心側枝採り)について検討された事例は見あたらない。

そこで、促成キュウリ産地の現地実態調査を行い、産地における土壌中硝酸態窒素含量の実態を明らかにするとともに栽培期間中における土壌中硝酸態窒素含量の適正範囲を推定した。さらに栽培実証試験を行い、現地実態調査から推定した土壌中硝酸態窒素含量の適正範囲を実証するとともに、土壌溶液分析によるリアルタイム土壌診断法の適用の可能性について検討した。

## 試験方法

### 1 現地実態調査

調査は1996年10月から1997年6月まで、福岡県の促成キュウリ産地である朝倉郡朝倉町および朝倉郡夜須町で行った。調査ほ場数は朝倉町13点、夜須町12点とした。調査ほ場の土壌は中粗粒灰色低地土で、作土の土性は壤土~砂壤土であった。調査は栽培面積、月別収量お

第1表 栽培実証試験における試験区の構成

試験区	基肥施用量 <sup>1)</sup> (kg/10a)			土壤中硝酸態 <sup>2)</sup> 窒素含量目標値 (mg/100g)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
増肥区	40	42	24	30
標肥区	35	37	21	20
減肥区	30	32	18	10

- 1) 基肥の施用量は、標肥区で有機配合肥料500kg、油粕100kgとした。増肥区および減肥区は、窒素施肥量に比例した施用量とした。
- 2) 定期的に土壤中硝酸態窒素含量を調査し、この目標値を維持するように追肥を行った。

よび牛ふん堆肥施用量についてアンケート方式で行った。また、栽培期間中の土壤中硝酸態窒素含量の推移は、1996年10月～1997年5月の間に11回、作土を採取して調査した。追肥の施用は全ての調査ほ場において、液肥をかん水チューブで施用する方法をとっているため、作土の採取位置は、かん水チューブから20cm離れた位置の深さ10～20cmとした。作土は1ほ場当たり7～10カ所採取、混合し、1規定のKClで抽出後、水蒸気蒸留法により分析を行った。

## 2 栽培実証試験

試験は1997年10月から1998年6月まで、福岡県農業総合試験場園芸研究所施設ほ場(ガラス温室)で行った。試験ほ場の土壌は花崗岩質黄色未耕土に畑地土壌を30cm客入した中粗粒黄色土造成相で、作土の土性は砂壤土である。試験区の構成は第1表のとおりで、1区5㎡、2反復とし、全区とも10月14日に稲わら堆肥4t/10a、苦土石灰50kg/10aを施用した。供試品種は‘シャープ1’で、台木は‘ゆうゆう一輝(クロダネ)’とした。栽植密度は畝幅2m、株間50cmで、一条植えとし、10月20日に定植した。親づるを20～21節で摘心し、8～12節から伸長した子づるを1株につき4本引き上げ、つる下ろし栽培とした。かん水チューブは1畝に2本、40cm間隔で配置した。施肥体系は、生産現場で広く普及している方法に準じ、基肥は油粕および有機配合肥料(6-7-4)を10月14日に施用した。追肥は、概ね2週間間隔で土壌診断を実施し、土壤中硝酸態窒素含量が増肥区で30mg/100g、標肥区で20mg/100g、減肥区で10mg/100gを維持するように、硝安を水に溶かし、1回の施用量を窒素成分で2～3kg/10aとして、かん水チューブで施用した。同時に、追肥を施用しない試験区にも同量のかん水を行った。

栽培期間中の土壤中硝酸態窒素含量は、土壤溶液中濃度と土壤含水比を測定することにより推定した。土壤溶液は1997年11月～1998年5月に定期的に採取し、リフレクトクェント硝酸イオン試験紙および小型反射式光度計を用いて硝酸態窒素濃度を測定した。土壤溶液の採取は、作土の厚さ、根の分布状況、かん水チューブの配置を考慮し、株と株の中間の深さ15cmの位置に土壤溶液採取器を埋設して行った。あわせて、土壤溶液採取位置に対応する深さ10～20cmの土壌を採取し、通風乾燥機により土壤含水比を求めた。土壤中硝酸態窒素含量は、推定式<sup>3)</sup>「土壤中硝酸態窒素含量(mg/100g) = 土壤溶液中硝酸態窒素濃度(ppm) × 土壤含水比(%) ÷ 1,

100」により求めた。また、子づるの生長点から10枚目の葉柄を1試験区当たり4本、5月12日に採取し、葉柄汁液中の硝酸態窒素濃度を調査した。汁液の搾汁および硝酸態窒素濃度の測定は六本木<sup>5)</sup>の方法に準じた。即ち、1～2cmの長さに切断した後、にんにく絞り器で搾汁して、得られた葉柄汁液を蒸留水で希釈し、リフレクトクェント硝酸イオン試験紙および小型反射式光度計を用いて測定した。

生育調査は1試験区当たり5株について行い、子づるの節数、つる長、開花位置(生長点～開花直後の雌花節の距離)および葉色について概ね2週間間隔で行った。葉色の調査は、葉緑素計(SPAD-502)を用いて行った。また、子づるの着花状況について、6月26日に子づるの生長点から15節目までの雄花および雌花の着生割合を調査した。収量調査は、収穫本数、重量、上物率、中物率、下物率について週3日の間隔で行った。なお、上物は形状が良好なもの、中物は上物に次ぐもの、下物は中物に次ぐものとし、曲がり果については湾曲部が1.5cm以内のものを上物、1.5～3.0cmのものを中物、3.0cm以上を下物とした。

## 結 果

### 1 現地実態調査

#### (1) ほ場管理実態の概要および土壌理化学性

朝倉町は夜須町に比べて1戸当たりの栽培面積が狭く、単位面積当たり収量が高かった。このことから、朝倉町の方がより集約的な栽培を行っていると考えられた。牛ふん堆肥の施用量は両町とも10t/10aを超え、朝倉町の方がより多い傾向であった。また、跡地土壌の交換性カルシウム、マグネシウム、カリウム、可給態リン酸含量は朝倉町の方が高いなど、両地区の肥培管理の違いが示唆された。朝倉町の方が現地容積重が小さく、土壌採取時の土壤含水比の平均値が高かった。有効土層は朝倉町の方が深かった(第2表)。

#### (2) 土壤中硝酸態窒素含量と収量との関係

朝倉町のほ場における、土壤中硝酸態窒素含量の栽培期間中の平均値は、5.4～70.3mg/100gの範囲に分布した。その中で、25t/10a前後の高収量となった4ほ場における含量の平均値は5～20mg/100gで、朝倉町の全ほ場の中で見ると低い含量の範囲に限られた。夜須町のほ場における、土壤中硝酸態窒素含量の栽培期間中の平均値は、8.1～40.8mg/100gの範囲に分布した。その中で、夜須町の中で高収量となった5ほ場の含量の平均値は8～18mg/100gで、夜須町の全ほ場の中で見ると、朝倉町と同様に低い含量の範囲に限られた。これらのことから、キュウリの高収量生産に必要な土壤中硝酸態窒素含量は、5～20mg/100gの範囲内に存在する可能性が示唆された(第1図)。

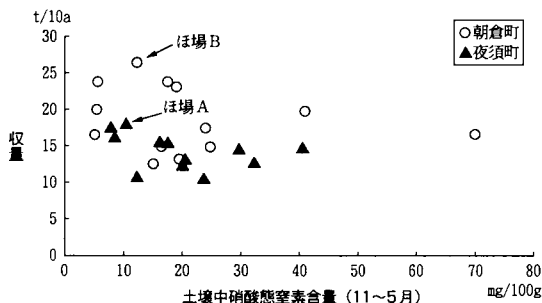
#### (3) 高収量ほ場の土壤中硝酸態窒素含量の推移

夜須町の最高収量ほ場における土壤中硝酸態窒素含量は、10月15日は基肥の影響により、高い含量であったがその後低下した。11月27日以降再び上昇し、11月下旬～3月下旬および5月下旬は、5～13mg/100gで推移した。4月24日は土壌採取が追肥直後であったため、

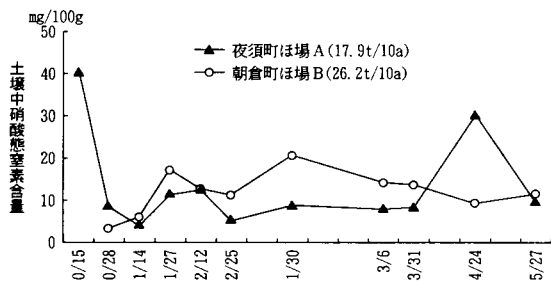
第2表 促成キュウリ産地におけるほ場管理の実態および跡地土壌理化学性の概要

調査地区	調査戸数	1戸当たり 栽培面積 a	収量 t/10a	牛ふん堆肥		交換性塩基			土壌含水比 <sup>2)</sup>			現地 容積重 g	有効土層 の深さ cm
				施用戸数	施用量 <sup>1)</sup> t/10a	Ca	Mg	K	平均	最高	最低		
朝倉町	13	23	18.5	8	16.6	21.3	5.72	3.98	50.5	63.7	34.2	75.4	55.7
夜須町	12	28	14.2	7	14.4	12.0	3.40	1.98	40.8	50.5	28.5	91.2	44.2

- 1) 牛ふん堆肥を施用している農家の平均値
- 2) 土壌含水比は、11~5月(11回)の調査結果の平均値を示し、交換性塩基含量、現地容積重および有効土層の深さは跡地土壌の調査結果を示した。



第1図 朝倉町と夜須町における土壌中硝酸態窒素含量と収量の関係



第2図 朝倉町と夜須町における土壌中硝酸態窒素含量の推移

高い含量となった。朝倉町の最高収量ほ場では、10月に含量が低かったがその後上昇し、11月下旬~5月は8~20mg/100gで推移した(第2図)。

## 2 栽培実証試験

### (1) 生育収量

子づるの節数の増加速度は、1月上旬~4月上旬に比べ、4月下旬以降早くなったが、区間の差は判然としなかった(第3図)。

子づるは、1月から3月にかけて各区とも伸長が鈍化した。4月以降回復した。つる長は、増肥区>標肥区>減肥区に順で長い傾向を示したが、節位数が各区ともほぼ同等であったことから、節間長の差がつる長の差に影響したと考えられた(第4図)。

子づるにおける開花位置は、1月から2月にかけて生長点に近い位置に急激に移行したが、3月下旬以降は15cm前後まで回復した。減肥区の開花位置は増肥区および標肥区に比べて生長点に近い傾向を示し、最も草勢が弱いことがうかがわれた(第5図)。

子づるの生長点から5枚目の葉の葉色は、全区とも1月から3月にかけて濃くなり、4月以降は淡くなった。増肥区は最も葉色が濃い傾向を示したが、標肥区と減肥区の差は判然としなかった(第6図)。

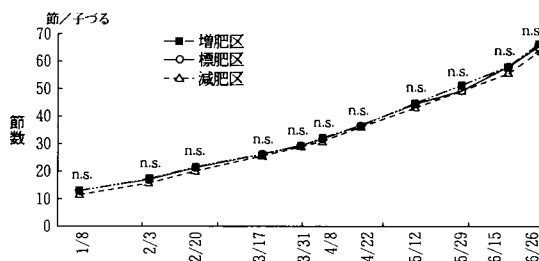
6月26日の生長点から15節までの着花状況調査結果は、5月29日以降に開花した節位の状況をほぼ表している(第3図)。この時期の子づるの着花状況は、雌花節の割合が増肥区で低く、標肥区と減肥区はほぼ同等であった。また、増肥区および減肥区では標肥区に比べて、流れ果となった雌花節の割合が高くなった(第3表)。

月別の上中物収量は、11~4月の区間差は判然としなかったが、5月は増肥区が標肥区および減肥区に比べて、6月は増肥区および減肥区が標肥区に比べて低くなった。なお、冬期の低日照により1月以降草勢が著しく低下し、一部の子づるで生長点がかんざし症状を呈したため、各区とも2月中旬から3月下旬まで全ての果実を摘果し、草勢の回復を図った(第7図)。

### (2) 土壌中硝酸態窒素含量

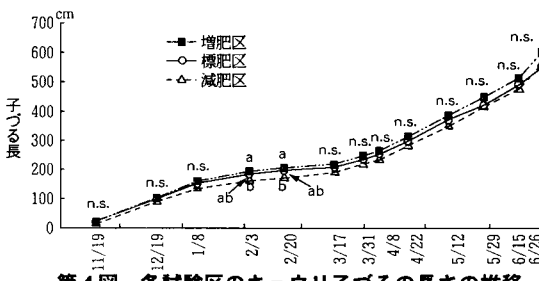
土壌中硝酸態窒素含量は、各区とも11月10日は10mg/100g前後であったが、11月25日には増加し、増肥区>標肥区>減肥区に高い傾向を示した。11月25日以降の土壌中硝酸態窒素含量は、増肥区20.1~28.3mg/100g、標肥区11.1~22.9mg/100g、減肥区6.1~20.3mg/100gの範囲で推移した。減肥区は4月23日から5月29日の期間に含量が低下し、6.1~7.0mg/100gとなった。(第8図)。

跡地土壌の現地容積重は各区とも100g以上で、現地



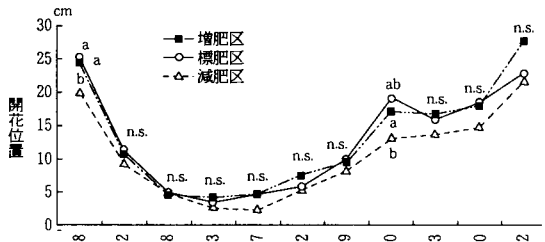
第3図 各試験区のキュウリ子づる1本当たり節数の推移

注) n.s.は5%水準で試験区間に有意差なし(Scheffe'sF法)



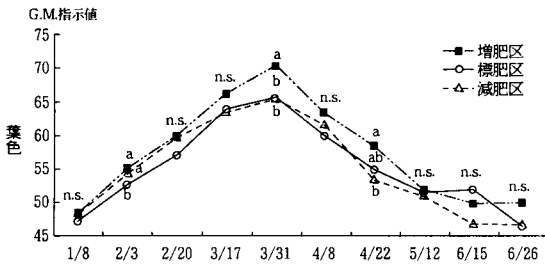
第4図 各試験区のキュウリ子づるの長さの推移

注) 異符号間には5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし(Scheffe'sF法)



第5図 各試験区のキュウリ子づるの生長点から開花位置までの距離の推移

注) 異符号間には5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし(Scheffe'sF法)



第6図 各試験区のキュウリ子づるの生長点から5枚目の葉色の推移

注) 異符号間には5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし(Scheffe'sF法)

第3表 促成キュウリ子づるの着花状況<sup>1)</sup>

試験区	雄花節	雌花節	流れ果節
	%		
増肥区	14.0a <sup>2)</sup>	86.0a	29.4a
標肥区	10.6b	89.4b	21.2b
減肥区	11.7b	88.3b	30.3a

1) 子づるの生長点から15節目までの雄花、雌花および流れ果の着生割合を示した。調査は1998年6月26日に行った。

2) 異符号間には5%水準の有意差あり(Scheffe'sF法)

の土壌より高かった。また、土壌含水比は現地ほ場より低かった。有効土層は朝倉町のほ場とほぼ同等の深さであった(第4表)。

(3) 葉柄汁液中の硝酸態窒素濃度

子づるの葉柄汁液中硝酸態窒素濃度は、増肥区>標肥区>減肥区の高く、土壌中硝酸態窒素含量が高い程、葉柄汁液中硝酸態窒素濃度が高くなった(第5表)。

考 察

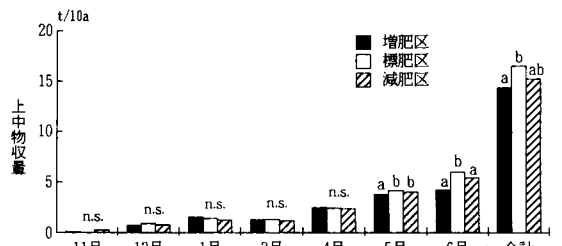
栽培実証試験では、増肥区は、子づるの節間長が最も長く、子づるの葉色も濃い傾向を示したことから、最も草勢が強く推移したと考えられた。一方、減肥区は子づるの節間長が最も短く、子づるの開花位置も生長点に近い傾向を示したことから、最も草勢が弱く推移したと考えられた。

各区とも、1月上旬から3月下旬にかけて、草勢の低下とともに子づるの葉色が濃くなったが、その原因として、葉色の測定節位を生長点から数えて5枚目と定めたことにより、つるの伸長が鈍化するとともに、5枚目の位置にある葉の日齢が相対的に高まったこと等が考えられる。

キュウリ栽培において高収量を得るためには、収量構成要素の面で考えると、第一につるの節数を確保し、雌

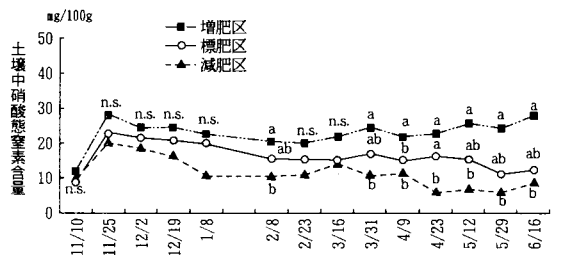
花の割合を増やしたうえで、収穫可能な雌花の割合を増加させる必要がある<sup>3)</sup>。栽培実証試験では6月の上中物収量に区間差が認められたが、子づるの着花状況を調査した結果、標肥区で雌花の割合が高く、流れ果の割合が低かった。子づるの節数は区間の差が認められなかったことから、このことが標肥区の増収要因であると考えられた。これに対して、増肥区は草勢が強く、栄養生長に傾いた生長となったため、標肥区に比べて雌花の割合が減少した。さらに、同化産物の果実への分配割合が減少して雌花の流れ果の割合が増加し、標肥区より収量が低くなったと考えられた。一方、減肥区は雌花の割合が標肥区と同等であるが、草勢が弱いために同化産物の転流量が減少して、流れ果の割合が増加し、標肥区より収量が低くなったと考えられた。

栽培実証試験では、6月の着花状況および上中物収量に区間差が生じた。土壌中硝酸態窒素含量がキュウリの生育・収量に影響を及ぼすまでには、ある程度の時間を要すると思われ、6月の生育・収量の区間差は、その直前の5月の土壌中硝酸態窒素含量の影響を受けていると考えられた。減肥区は5月12日~5月29日の土壌中硝酸態窒素含量が6.1~7.0mg/100gで、6月の流れ果の割合が高く、上中物収量が標肥区に比べて低くなった。このことから、土壌中硝酸態窒素含量が7.0mg/100g以下では、キュウリの収量が低下することが示唆された。現地実態調査で、最高収量となったほ場の土壌中硝酸態窒素含量が、8~20mg/100gで推移したことを併せて考慮すると、キュウリの高収量生産が可能な土壌中硝酸態窒素含量は8mg/100g以上であると考えられた。次に、増肥区は5月12日~5月29日の土壌中硝酸態窒素含量が24.3~25.8mg/100gで、6月の雄花および流れ果の割合が増加し、上中物収量が標肥区に比べて低かったことから、この含量では高すぎると考えられた。現地実態調査における最高収量ほ場の土壌中硝酸態窒素含量が



第7図 各試験区のキュウリの月別および合計上中物収量

注) 異符号間には5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし(Scheffe'sF法)



第8図 各試験区の土壌中硝酸態窒素含量の推移

注) 異符号間には5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし(Fisher's PLSD法)

**第4表 土壌含水比および現地容積重の推移  
ならびに有効土層の深さ**

試験区	土壌含水比 <sup>1)</sup>			現地容積重		有効土層 の深さ cm
	平均	最高	最低	11月12日	7月3日	
	%			g		
増肥区	33.1	36.7	29.3	100.9	100.8	58.0
標肥区	33.8	39.0	29.2	100.3	106.5	57.5
減肥区	34.4	40.4	29.8	101.6	106.6	56.0

1) 土壌含水比は、11～6月の数値を示した。

**第5表 促成キュウリ子づるの葉柄汁液中硝酸態  
窒素濃度<sup>1)</sup> および土壌中硝酸態窒素含量<sup>2)</sup>**

試験区	葉柄汁液中 硝酸態窒素濃度	土壌中硝酸態 窒素含量
	ppm	mg/100g
増肥区	1,062	22.8
標肥区	955	16.2
減肥区	880	6.2

1) 子づるの生長点から10節目の葉柄を採取し、分析に供した。  
調査は1998年5月12日に行った。

2) 調査は1998年4月23日に行った。

8～20mg/100gで推移したことを併せて考慮すると、キュウリの高収量生産が可能な土壌中硝酸態窒素含量は20mg/100g以下であると考えられた。

栽培実証試験で土壌中硝酸態窒素含量が6～7mg/100gに低下すると上中物収量が低下したのに対して、現地実態調査では栽培期間中の平均値で5mg/100g前後のほ場で高収量となった事例が朝倉町でみられた。これは、栽培実証試験ほ場に比べて現地ほ場は土壌の現地容積重が小さく、土壌が膨軟で、根の伸長、通気性の面でキュウリ栽培にとって良好な土壌条件であると推察され、低い含量でも高収量になったと考えられる。土壌診断指標値は、ほ場の土壌管理状況や土壌条件に差違があることを考慮し、広く適用可能なものとする必要がある。栽培実証試験を行ったほ場のように現地容積重が比較的高い場合は、5mg/100g前後の低い含量では、低収量となる可能性が示唆されたため、診断指標値の下限値は8mg/100gが適当であると考えられた。以上のことから、促成キュウリにおける土壌中硝酸態窒素含量の診断指標値を、8～20mg/100gとした。

栽培期間中に土壌診断を行うためには、迅速かつ簡易に分析可能な手法で行う必要があり、そのひとつとして土壌溶液による診断法が注目されている。土壌溶液分析による土壌診断は土壌採取に比べ土層のかく乱が少なく、頻繁な土壌採取による根の切断が少ないため、同一箇所の定期的な調査に最適の手法と考えられる。さらに、キュウリ栽培における土壌水分条件では土壌溶液の採取が容易であることから、土壌溶液分析による方法はリアルタイム土壌診断法として適していると考えられる。しかし、過去の試験の多くが公定法により土壌中硝酸態窒素含量を調査していること、土壌中硝酸態窒素含量から追肥の施用量を計算することが容易であることから、本報では土壌中硝酸態窒素の診断指標値を、土壌溶液中の濃度 (ppm) ではなく土壌中含量 (mg/100g) で示した。

また、土壌中硝酸態窒素含量を推定するためには、土壌含水比を測定する必要があるが、グリセロール屈折計法は簡易に測定できることから<sup>6)</sup>、リフレクトuant硝酸イオン試験紙および小型反射式光度計と組み合わせることで、生産現場における簡易診断法として活用できると考えられる。

栽培実証試験では、土壌診断を補完する目的で、葉色、葉柄汁液中硝酸態窒素濃度を測定し、キュウリの栄養診断を行った。六本木<sup>5)</sup>は、抑制栽培および促成栽培キュウリの栄養診断を行う場合、葉柄汁液硝酸態窒素濃度調査節位を、親づるの14～16節の本葉に固定して調査を行った。両作型とも、収穫期間が促成栽培に比べて短く、子づるは第2節で摘心する仕立て方であることから、この方法による調査が適当であると考えられる。しかし、促成栽培は収穫期間が長く、側枝（本試験では子づるを利用した）を摘心せずに長期間収穫するため、この調査方法をそのまま適用することは問題があると考えられた。そこで、栽培実証試験では葉色および葉柄汁液中硝酸態窒素濃度の測定節位を、子づるの生長点から5枚目の葉とし、つるの伸長に伴い測定節位を順次移動して調査を行った。その結果、葉色の経時的变化は、調査時の草勢の強弱およびつるの伸長速度の変化の影響を大きく受けることが明らかになり、草勢が大きく変動する場合には、生長点からの節位数を基準にして調査節位を決定する方法は検討の余地があると考えられた。また、葉柄汁液中の硝酸態窒素濃度も測定節位によって異なる<sup>5)</sup>ため、測定節位を順次移動しながら調査を行うと、葉色と同様に草勢およびつるの伸長速度の変化の影響を大きく受ける可能性がある。しかし、本試験では葉柄汁液中の硝酸態窒素濃度を経時的に調査していないため、この点については明らかでない。今後、促成栽培キュウリにおける栄養診断法については、調査節位の設定方法も含めてさらに検討する必要がある。

### 引用文献

- 1) 井上恵子・山本富三・末信真二 (1997) イチゴ‘とよのか’本圃における土壌の無機態窒素濃度の簡易診断法 第1報 多収穫のための適正な土壌の無機態窒素濃度. 福岡農総試研報 16 : 35～38.
- 2) 井上恵子・山本富三・末信真二 (1997) イチゴ‘とよのか’本圃における土壌の無機態窒素濃度の簡易診断法 第2報 土壌の無機態窒素濃度の簡易測定法. 福岡農総試研報 16 : 39～43.
- 3) 加藤徹 (1975) 野菜の生育診断—その理論と観察法—. 132～134.
- 4) 小田原孝治・渡邊敏郎・藤田彰・黒柳直彦 (1996) イチゴ「とよのか」における土壌溶液中硝酸態窒素濃度の診断指標値. 九州農業研究 58 : 79.
- 5) 六本木和夫 (1991) 果菜類の栄養診断に関する研究 (第1報) 葉柄汁液の硝酸態窒素に基づくキュウリの窒素栄養診断. 埼玉園試研報 18 : 1～5.
- 6) WADA, S.-I. and KAKUTO, Y. (1995) Glycerol-extraction refractometry for determination of gravimetric water content of soil samples.

Commun. Soil Sci. Plant Anal. **26** : 1315~1322.

- 7) 山田良三・加藤俊博・井戸豊・関稔・早川岩夫 (1995) リアルタイム土壌・栄養診断に基づくトマトの効率的肥培管理 (第1報) 葉柄汁液の硝酸濃度に基づく診断基準の作成. 愛知農総試研報 **27** : 205~211.
- 8) 山田良三・加藤俊博・関稔・早川岩夫 (1996) リアルタイム土壌・栄養診断に基づくトマトの効率的肥培管理 (第2報) 持続的生産のための施肥管理技術. 愛知農総試研報 **28** : 133~140.