

促成ナスの養液土耕栽培における施肥およびかん水方法

井上恵子・山本富三¹⁾・柴戸靖志²⁾・石坂晃
(園芸研究所)

促成ナスにおいて養液土耕栽培技術を確立するために、かん水、施肥管理方法および好適な土壌の硝酸態窒素濃度について明らかにした。

- 1 作土の全窒素濃度が0.13%、全炭素濃度が1.54%で、25℃で230日間培養後の無機態窒素量が22.3mg/100gの砂壌土の圃場では、促成ナス‘筑陽’は、養液土耕栽培により慣行栽培の施肥量(窒素70kg/10a)を50%程度まで削減できた。その場合の1日当たりの施肥量は時期別収量に応じて調整し、10月～2月の窒素施肥量が130mg/株、3～4月が190mg/株、5～6月が250mg/株であった。
- 2 養液土耕栽培における土壌の硝酸態窒素濃度は畝中央部が高く、点滴かん水チューブ下で最も低くなり、畝中央部とかん水チューブの中間点において畝内の平均的な値を示すため、この中間地点が、リアルタイム土壌診断を行う場合の採土位置として適する。
- 3 慣行栽培の施肥量を50%程度削減させた場合の土壌の硝酸態窒素濃度(畝中央部とかん水チューブの中間点)は、概ね10～15mg/100gである。
- 4 点滴かん水チューブ(吐水口20cm間隔)を株を挟んで30cmの位置に1畝に2本設置すると散水チューブ(1畝2本)を用いた慣行栽培と同等の収量、品質が得られる。

[キーワード: 促成ナス, 養液土耕, 点滴かん水チューブ, 硝酸態窒素濃度]

Methods of Irrigation and Fertilization for Forcing Culture of Eggplant by Drip Fertilizing Culture INOUE Keiko, Akira ISHIZAKA, Tomizou YAMAMOTO and Yasushi SHIBATO (Fukuoka Agric.Res.Cent., Chikusino, Fukuoka 818-8549, Japan)
*Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.*22 : 69-74 (2003)

The authors investigated the irrigation and fertilization of forced eggplant and the appropriate concentration of nitrate in cultivation soil to diagnose nutrient conditions of the soil in real time during cultivation in order to establish methods of drip fertilizing culture.

1. The topsoil of the test field was sandy loam, with 0.13% concentration of T-N and concentration of T-C 1.54%. The amount of inorganic nitrogen in the topsoil after 230 days of cultivation at 25℃ was 22.3 mg/100g. For the forced ‘Chikuyou’ eggplant, the amount of fertilizer was reduced to 50% of the typical practice amount (N:70 kg/10a) by the drip fertilizing culture. The amount of nitrogen application per day (mg/day·plant) was changed according to the yield of each term, that is from October through February 130 mg, from March through April 190 mg and from May through June 250 mg.

2. The concentration of nitrate nitrogen in the soil of the ride was high at the center of the ride, and lowest under drip irrigation tubes, during drip-fertilizing period. The average value was seen to be at the mean point between the above two points. Therefore, the mean point was appropriate to extract soil for diagnosing nutrient concentration in the soil in real time during the growing period.

3. The nitrate nitrogen concentration of the soil was about 10～15 mg/100g when about 50% of the conventional amount of fertilizer was applied by the drip fertilizing culture.

4. When two irrigation tubes were placed 30 cm apart from a plant to both sides on a ride, the yield and quality of the eggplant were equal to those of the conventional culture using two sprinkler tubes for a ridge.

[Keyword: eggplant of forcing culture, drip fertilizing culture, drip irrigation tube, nitrate nitrogen]

結 言

近年、施設園芸においても、窒素施肥量の増加に伴い地下水への窒素成分の溶脱が懸念されている。このため、施肥の効率化により、環境負荷の少ない環境保全型生産システムの確立が求められている。こうした中、養液土耕栽培は、収量を維持しながら施肥量を大幅に削減できるとともに、かん水・施肥にかかる労働時間も削減でき、省力的で環境負荷を軽減できる技術として最近注目されている。養液土耕栽培は、土壌の持つ緩衝能を活かしな

がら、基肥を施用せずに作物のステージに合わせて水と肥料を液肥で施用する栽培法であるが、作物が必要とする肥料、水を必要な時期に過不足なく与えるためにはリアルタイムな土壌診断、または栄養診断が必要である。野菜における養液土耕栽培は、トマト⁶⁾、キュウリ⁷⁾、ピーマン³⁾、ナス¹⁴⁾、イチゴ¹¹⁾などで報告があり、作型や土壌条件に適応したかん水、施肥管理方法やリアルタイム診断技術⁸⁾、⁹⁾、¹³⁾などが検討されている。しかし、本県ナスの主要作型である促成作型では報告がなく、県内の産地で一部導入されているが、従来の有機配合肥料主体の施肥方法とは大きく異なるため、かん水、施肥管理

1) 生産環境研究所, 2) 八女分場

方法やリアルタイム診断技術などが不明で普及が進んでいない。そこで、促成ナス‘筑陽’において、収量、品質は慣行栽培と同等で施肥量を削減できる養液土耕栽培技術を確立するため、点滴かん水チューブを用いたかん水、施肥方法について検討するとともに土壌のリアルタイム診断のための好適な土壌の硝酸態窒素濃度について明らかにしたので報告する。

試験方法

1 促成ナスの養液土耕栽培における施肥量と土壌の硝酸態窒素濃度

(1) 試験区の構成および栽培概要

穂木品種は‘筑陽’で、台木は1999年度に‘ヒラナス’を、2000年度に‘トレロ’を用いた。

施肥方法については、慣行区は有機配合肥料(N-P₂O₅-K₂O, 6-7-2%)を用い、基肥を定植10日前に窒素成分で39g/株(30kg/10a)施用し、追肥として52g/株(40kg/10a)を12月中旬から2週間毎に畝面に分施した。養液土耕区は液肥特2号およびNP液肥を混合した液肥(N-P₂O₅-K₂O, 8.4-9.6-4.8%)を用いてかん水と同時に毎日施用した。養液土耕区の施肥量は、1999年度は慣行区の施肥量に対し25%, 50%減肥し、2000年度は慣行区と同等(0%減肥)および50%減肥, 80%減肥とした。養液土耕区における時期別施肥量は一般的な促成栽培における月別収量に対応させて各区とも3水準に分けて施用した(表1)。定植1ヶ月前に苦土石灰100kg/10a, FTE4kg/10aを全層に施用し、11月から2月まではマグネシウム欠乏が出やすいので、慣行区においては2週間毎に2kg/10aの硫酸マグネシウムを表層施用し、養液土耕区では硫酸マグネシウムの総量が慣行区と同量になるように、液肥と同時に施用した。かん水チューブは各区とも株元から30cmの位置に1畝2本設置し、pFセンサーはチューブから10cm離して深さ15cm~20cmの位置に設置した。養液土耕栽培では点滴チューブを用いた。ナスの最適土壌水分がpF2.0~2.3⁹⁾であることから、pF値が2.1で推移するように、1回当たり1L/株を天候や生育量に応じて1日に1回~5回かん水した。慣行区は散水型チューブを用い、pF値が2.1になったら5L/株かん水した。7月15日に播種し、栽植間隔は畝幅2.0m, 株間65cmで栽植密度は769株/10aとして9月20日に定植した。仕立て方法はV字4本仕立てで側枝の整枝方法は1芽1果どりとし、冬期は最低気温を10℃~12℃として加温した。1区6株の3連制で行った。

(2) 供試土壌の理化学性

定植前の土壌の理化学性は「土壌環境測定法」⁴⁾に基づいて測定した。地力窒素無機化量は施肥前に採取した作土を畑状態(最大容水量の60%), 25℃で230日間培養して無機態窒素量を測定した。栽培期間中の土壌の硝酸イオン濃度は畝中央部, かん水チューブ下, かん水チューブと畝中央部の中間部の3地点を5~20cmの深さで各々5カ所ずつ採土し、前報¹⁾で報告した簡易測定方法により、土壌の水抽出液中(土:水=1:5)の硝酸イオン濃度を小型反射式光度計で測定した。収穫終了後の土壌の部位別硝酸態窒素濃度は、慣行栽培および養液

土耕栽培50%減肥区の畝と通路中央部の土壌を畝面から40cmの深さで畝方向に垂直に断面を掘り、株を挟んで幅20cm, 横20cm, 深さ10cmのブロックに分けて部位別に硝酸態窒素濃度を測定した。

2 養液土耕栽培におけるかん水チューブの設置本数と土壌水分

(1) 試験区の構成および栽培概要

品種は穂木に‘筑陽’ 台木に‘ヒラナス’を用いた。試験区の構成では、慣行区は散水チューブ(スミチューブ)を株元から30cmの位置に1畝2本設置し、養液土耕栽培の点滴チューブ1本区は点滴かん水チューブ(Tテープ, 吐出口20cm間隔)を畝中央部に1本設置, 点滴チューブ2本区は点滴かん水チューブを株元から30cmの位置に1畝に2本設置した。

給液およびかん水方法は、点滴チューブ2本区では、点滴チューブから10cm離して深さ20cmの位置にpFセンサーを設置し、1回のかん水量を1株当たり1L/回として、pF値が2.1で推移するようにかん水量(1回~5回/日)を調節した。点滴チューブ1本区は2本区と同量を同様にかん水した。慣行区は散水チューブから10cm離し、深さ20cmの位置に設置したpFセンサーの値が2.1の時に5L/株かん水した。施肥方法は、点滴チューブ1本区, 2本区の肥料は試験1と同様の液肥を用い、窒素成分で35g/m²(慣行の50%)をかん水と同時に施用した。慣行区の肥料は有機配合肥料を用い、試験1と同様に施用した。試験規模は1区5株, 2連制で実施した。

(2) 土壌の部位別pF値の測定方法

土壌の部位別pF値は畝中央部(A地点), 中央部から通路側へ15cm離れた地点(B地点), 同様に30cm離れた地点(C地点)の3地点において、各々深さ10cm, 30cmの位置にpFセンサーを設置し9時と17時に測定した。

結 果

1 促成ナスの養液土耕栽培における施肥量と土壌の硝酸態窒素濃度

(1) 供試土壌の理化学性

供試土壌は土性が砂壤土で全窒素濃度が0.13%, 全炭素濃度が1.54%であった。また、施肥10日前に採取した土壌の無機態窒素量は12.5mg/100gで、25℃で230日間培養後の無機態窒素量は22.3mg/100gとなり、見かけ上、9.8mg/100gの有機態窒素が無機化した。

(2) 養液土耕栽培の施肥量と収量および品質

1999年度の養液土耕栽培では、慣行栽培より25%減肥、

第1表 試験区の施肥量

試験区	株当たり窒素施用量			窒素 施用量 (kg/10a)		
	一日当たり(mg)					
	10~2月	3,4月	5,6月			
養液	80%減肥	0	130	173	18	14
	50%減肥	127	190	253	46	35
土耕	0%減肥	253	380	507	91	70
	慣行	基肥 39g	追肥 52g		91	70

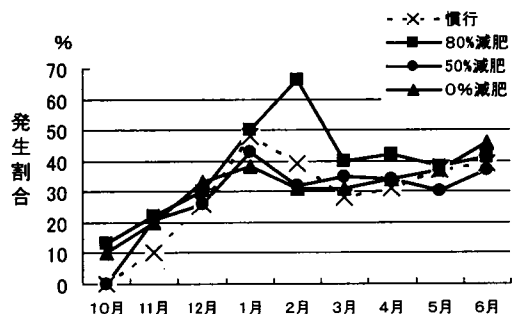
50%減肥しても総収量は約22 t/10a程度，上中物率は90～92%で，収量，品質ともに慣行区と同等であった。2000年度の養液土耕栽培では，50%まで減肥しても収量，上物率，商品果率は慣行区と同等であった。しかし，

慣行区より80%減肥した区では，収量は慣行区と変わらないが曲がり果，細果の発生が多く，上物率，上中物率は低下した（第2表）。時期別では，特に2月において曲がり果の発生が65%と多かった（第1図）。

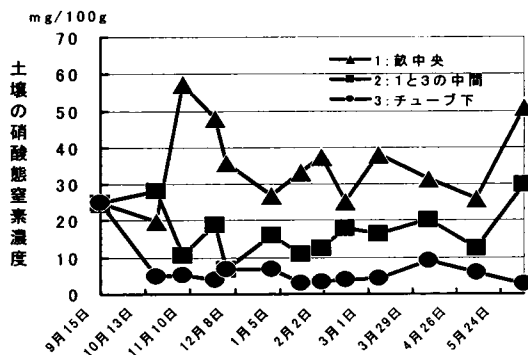
第2表 養液土耕栽培の施肥量と収量および品質

年度	試験区	収量 (t/10a)	上物率 (%)	商品果率 (%)	不良果発生割合(%)	
					曲がり果	ぶく果
1999	養液 50%減肥	21.7a	60a	92a	35a	6a
	土耕 25%減肥	21.5a	55a	90a	39a	8a
	慣行	21.0a	55a	89a	37a	7a
2000	養液 80%減肥	17.5a	55a	89a	41b	5b
	土耕 50%減肥	17.3a	63b	91ab	32a	3a
	0%減肥	17.8a	60ab	94b	36ab	2a
	慣行	16.8a	58ab	92ab	34ab	3a

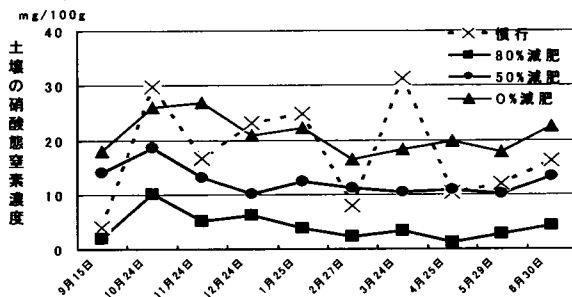
1) Tukeyの多重比較検定、異英文字間に5%水準で有意差有り



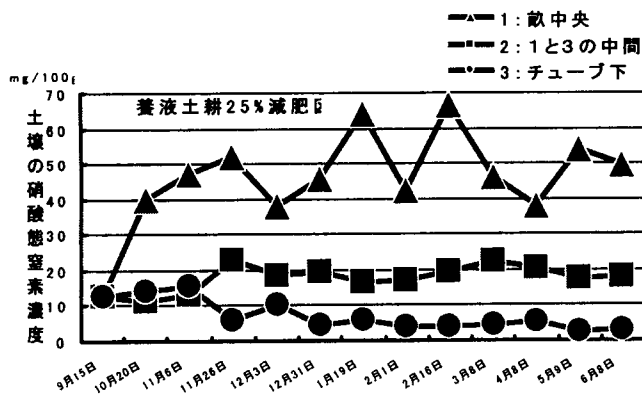
第1図 養液土耕栽培における施肥量と時期別曲がり果発生割合



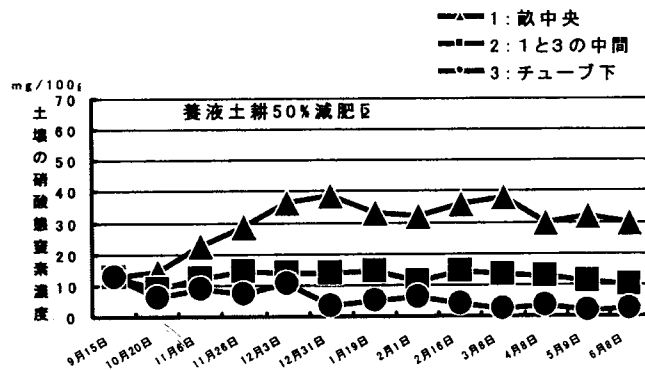
第2図 慣行栽培における畝内土壌の部位別硝酸態窒素濃度の推移 (1999年)

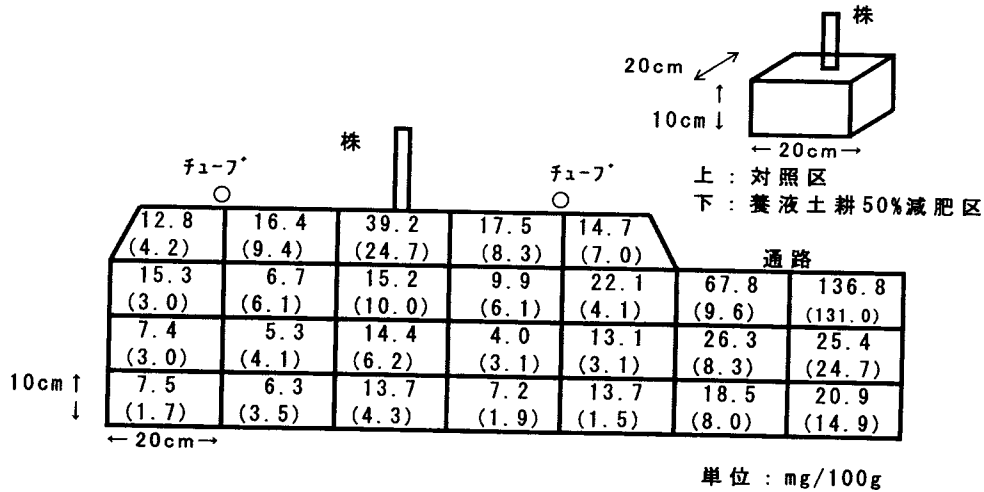


第4図 減肥率と畝内土壌の硝酸態窒素濃度 (2000年度)
注) 畦内土壌はかん水チューブと畝中央部の中間地点



第3図 養液土耕栽培における畝内土壌の部位別硝酸態窒素濃度の推移 (1999年)

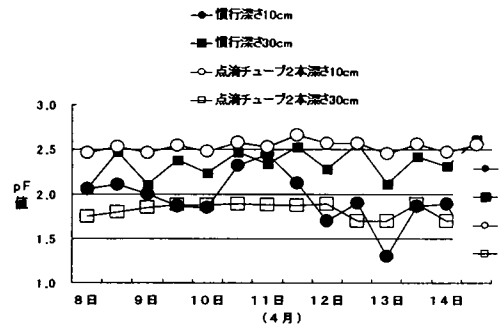




第5図 収穫終了後の土壌の部位別硝酸態窒素濃度

第3表 養液土耕栽培におけるかん水量

試験区	株当たりかん水量(L)			
	10~12月	1~3月	4~5月	総量
点滴チューブ1本	108	170	277	555
点滴チューブ2本	108	170	277	555
慣行(散水チューブ)	104	161	268	533



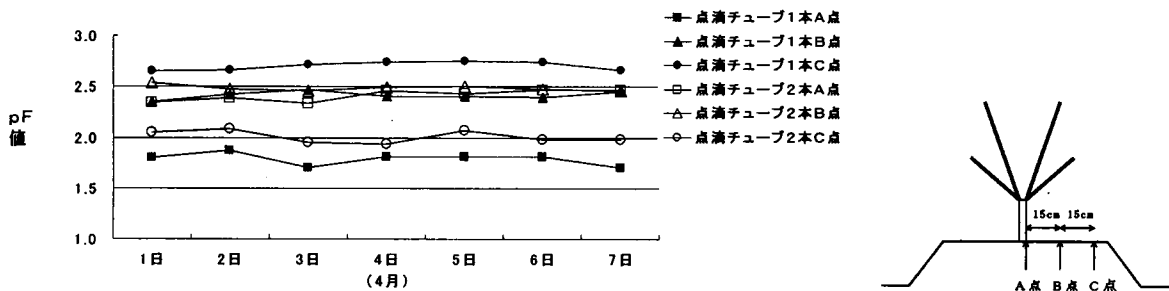
第7図 かん水施肥方法と畝内土壌の深さ別pF値の推移

- 1) 慣行は散水チューブ2本
- 2) 畝内土壌の測定地点はかん水チューブと畝内中央部の中間点

第4表 養液土耕栽培のかん水チューブの本数と収量および品質

試験区	収量(t/10a)				上物率(%)	商品果率(%)	曲がり果発生割合(%)		
	前期	中期	後期	総量			前期	中期	後期
点滴チューブ1本	3.4	7.0	12.4	22.8	60	93.9	33	28	40
点滴チューブ2本	3.2	7.0	12.9	23.1	62	94.2	25	30	39
慣行	3.3	7.1	12.4	22.7	63	95.3	23	29	36

1) 前期: 10月~12月 中期: 1月~3月 後期: 4月~6月



第6図 養液土耕栽培における点滴かん水チューブの本数と畝内土壌(深さ20cm)のpF値の推移

収量、品質が慣行区と同等であった50%減肥区の1日当たり窒素施用量は10月～2月が130mg/株、3～4月が190mg/株、5～6月が250mg/株であった(第1表)。

(3) 土壌の硝酸態窒素濃度の推移

慣行区では畝中央とチューブの中間(以下中間点)の硝酸態窒素濃度は11月中旬までに1/2程度に減少した。畝中央部は11月中旬に硝酸態窒素濃度が60mg/100gまで上昇したが12月中旬までに急激に減少した。栽培期間中の畝における土壌の硝酸態窒素濃度は養液土耕区、慣行区ともかん水チューブ下が最も低く、畝中央部になるに従い上昇しており、1999年度の養液土耕栽培50%減肥区では1月中旬以降、畝中央部が30～40mg/100g、中間点が10～15mg/100g、25%減肥区では畝中央部が40～65mg/100g、中間点が15～25mg/100gで推移した。チューブ下は各区とも概ね10mg以下であった(第2図、第3図)。また、養液土耕栽培では、減肥率が高い区ほど土壌の硝酸態窒素濃度は低く推移し、畝中央部とかん水チューブの中間点の土壌の硝酸態窒素濃度は0%減肥区は18mg～26mg/100gで推移し、50%減肥区は概ね10mg～15mg/100g、80%減肥区は10月～12月が10mg/100g以下で、1月以降が5mg/100g以下で推移した(第4図)。

(4) 収穫終了時における土壌の部位別硝酸態窒素濃度

収穫終了時における土壌中の硝酸態窒素濃度は畝内のどの部位においても養液土耕50%減肥区が慣行区より低かった。また、慣行区の畝肩下部分の硝酸態窒素濃度は養液土耕に比べて顕著に高く、下層まで高く推移した。慣行区、養液土耕区とも畝面から40cmの深さまでの硝酸態窒素濃度は通路が最も高く、次いで畝中央部で、かん水チューブ付近は低かった(第5図)。

2 養液土耕栽培におけるかん水チューブの設置本数と土壌水分

(1) 土壌の保水性とかん水量

供試土壌は易効性有効水分9.5%の砂壤土であった。また、点滴チューブから10cm離し、深さ20cmの位置のpFセンサーが2.1で推移するようにかん水した養液土耕栽培の総かん水量は555L/株で慣行区の総かん水量と同等であった(第3表)。

(2) 点滴かん水チューブの設置本数と収量および品質

養液土耕栽培の点滴かん水チューブ2本設置区は散水チューブを用いた慣行区と同等の収量および品質が得られた。点滴かん水チューブ1本設置区では、収量は慣行区や点滴チューブ2本区と同等であったが生育前期(10月～12月)に曲がり果の発生が多かった(第4表)。

(3) 点滴かん水チューブの設置本数と土壌水分

養液土耕栽培では、点滴かん水チューブを1畝に2本設置することにより、1本設置した場合に比べ畝内土壌水分の横方向の変動が小さかった(第6図)。また、養液土耕栽培における畝内土壌のpF値は、慣行栽培に比べ深さ10cmで高く、深さ30cmで低く推移し、1日の中での変動は小さかった(第7図)。

考 察

土性が砂壤土で、作土の全窒素濃度が0.13%、全炭素濃度が1.54%である圃場では、促成ナス‘筑陽’は、養液土耕栽培により慣行栽培の施肥量(窒素70kg/a)を50%程度まで削減できることが明らかになった。その場合の1日当たりの施肥量は時期別収量に応じて調整し、10月～2月の窒素施用量が130mg/株、3～4月が190mg/株、5～6月が250mg/株であった。山崎¹⁴⁾は全窒素0.10%の細粒灰色低地土において栽培した半促成作型のナス(‘式部’)では養液土耕栽培により50%程度減肥できることを報告しており、本試験においても同様の結果であった。

三好ら²⁾は慣行栽培した促成ナスの窒素吸収量は49kg/10a(収量18.3t/10a)で、施肥窒素利用率は18%であると報告しており、窒素吸収量の80%程度が地力窒素に由来していると考えられる。試験圃場の土壌を25℃、230日間畑状態で培養後の無機態窒素量は22.3mg/100gあり、作土20cmとすると約40～50kg/10aの無機態窒素に相当する。栽培期間中の土壌からの窒素発現量は杉原ら¹²⁾の予測式に基づいてさらに詳しく分析して推定する必要があるが、かなりの量が栽培期間中に土壌から供給されており、減肥した養液土耕栽培におけるナスの窒素吸収量の一部は定植前の残存窒素や土壌から発現してくる窒素に由来していると考えられる。地力窒素発現量は土壌肥沃度によって大きく異なるので、環境負荷軽減の観点から養液土耕栽培において少ない施肥量で慣行栽培と同等の収量、品質得るためには、栽培期間中の最適な無機態窒素濃度を把握し、栽培期間中に土壌の無機態窒素濃度を簡易に測定(リアルタイム土壌診断)しながら最適な濃度が維持できるように施肥量を調整していくことが大切である。栽培期間中リアルタイムに土壌診断をしながら施肥量を調節していくためには、採土方法、簡易診断方法および施肥量を判断するための診断基準値が必要である。簡易診断方法については前報で報告したように畑土壌では無機態窒素の9割が硝酸態窒素であるため、湿潤土を水抽出した後、ろ液中の硝酸イオン濃度を小型式反射硬度計や硝酸イオン試験紙、簡易イオンメーター等を用いて測定する方法が簡便で精度が高いと考えられる。また、採土方法については、促成ナスの養液土耕栽培では点滴かん水チューブからの距離によって土壌中の硝酸態窒素濃度は大きく異なるが、畝中央部とかん水チューブの中間点では畝内の平均的な値を示すため、この中間地点が、リアルタイム土壌診断を行う場合の採土位置として適すると考えられる。通路と畝中央部の上層で硝酸態窒素濃度が高かったのは毛管水で肥料成分が運ばれ、マルチの接合部や裸地部分で水分が蒸発して集積したためと考えられる。

診断基準値については、環境負荷軽減の観点から、高い収量、品質が得られる硝酸態窒素濃度の範囲の中で、できるだけ低い濃度が望ましいと考えられる。養液土耕栽培では慣行施肥量を80%減肥すると厳寒期に曲がり果の発生が多くなったが、50%減肥では吸肥力が異なる2種類の台木(‘ヒラナス’、‘トレロ’)においても慣行栽培と同等の収量、品質が得られた。50%減肥区の畝中央

部とかん水チューブの中間点の土壤の硝酸態窒素濃度は2年とも概ね10~15mg/100gで推移していた。また、曲がり果の発生が多かった厳寒期の80%減肥区は5mg/100g以下で推移した。このことから、土壤の硝酸態窒素濃度の診断基準値は10~15mg/100gと考えられる。リン酸や加里についても診断基準値を策定し、それに基づいて施肥されるのが望ましいが、土壤中のリン酸や加里では、圃場において簡易に精度よく測定する方法が確立されておらず、植物体を用いた栄養診断技術もまだ未確立である。そのため、慣行栽培と同様な組成比(窒素、リン酸、加里)の液肥を用い、栽培期間中は土壤の硝酸態窒素で診断して施肥量を求め、収穫後に土壤分析を行って、次作における液肥の組成比を調整していくことが現実的に最良の方法であると考えられる。

慣行栽培では畝内土壤の硝酸態窒素濃度は11月中旬~12月中旬に急激に減少しており、基肥窒素が溶脱していると考えられた。また、収穫終了時における慣行区の畝肩下部分の硝酸態窒素濃度は上層から下層まで高く推移しており、慣行栽培では、一度に多くの水をかん水するため、畝上面に追肥した肥料が畝肩下に流れ下層まで移行したと考えられる。

易効性有効水分9.5%の砂壤土における促成ナス‘筑陽’の養液土耕栽培では、点滴かん水チューブを1畝に2本設置すると散水チューブ(1畝2本)を用いた慣行栽培と同等の収量、品質が得られ、総かん水量もほぼ同量となった。しかし、点滴かん水チューブを畝中央部に1本設置した場合は、生育前期(10月~12月)に曲がり果の発生が多くなった。養液土耕栽培における畝内土壤水分は深さ10cmでは深さ30cmより常に低く推移した。また、点滴かん水チューブを1本設置した場合は2本設置した場合に比べ畝内土壤水分の横方向の変動が大きくなり、チューブから離れるほど乾燥していた。曲がり果発生のメカニズムは判然とはしていないが、生育初期において根が深くまで張らない状態では、点滴かん水チューブ1本では水分不足が起り、果実の細胞肥大にストレスが生じて曲がり果が発生した可能性も考えられる。

本試験では、砂壤土における養液土耕栽培によって慣行施肥量を50%まで削減することが可能であったが、必要とされる施肥量は土壤の土壌肥沃度によって異なるので、肥料成分を過不足なく与えるためには生育期間中に土壤の養分状態をリアルタイムに診断しながら施肥量や時期を調整していくことが大切である。トマト¹³⁾では葉柄汁液によるリアルタイム栄養診断技術が確立されており促成ナスにおいても今後検討していく必要がある。また、栽培期間中に土壤から発現してくる窒素量を定植

前の土壤を用いて簡易に評価できれば必要な施肥量を推定できる。六本木¹⁰⁾はリン酸緩衝液等を用いて地力窒素発現量の推定方法を検討しており、今後、簡易で精度の高い推定方法の確立が望まれる。

参考文献

- 1) 井上恵子, 山本富三, 末信真二(1997)イチゴ‘とよのか’本圃における土壤の無機態窒素濃度の簡易診断法(第2報)土壤の無機態窒素濃度の簡易測定方法. 福岡農総試研報, 16:39-43
- 2) 三好利臣, 山口祐輔, 國枝英二, 福田敬(2001)促成ナスの三要素吸収特性. 九農研, 63:63
- 3) 長友誠, 上之菌茂(2000)養液土耕栽培技術を用いた促成ピーマンの効率的施肥方法. 九農研, 62:59
- 4) 日本土壤肥料学会監修(1997)土壤環境分析法. 東京, 博友社, p231-239
- 5) 齊藤隆(1970)農業技術体系野菜編, 5ナス基礎編. 東京, 農文協, p基16
- 6) 大川浩司, 林悟朗(1998)トマトのセル成型苗直接定植における生育制御のためのかん水施肥方法. 愛知農試研報, 30:121-129
- 7) 大西健二, 玉井光秀(1998)キュウリのかん水施肥栽培による施肥量削減. 九州農業の新技术, 11:214-217
- 8) 六本木和夫, 加藤俊博(2000)野菜・花きの養液土耕. 東京, 農文協
- 9) 六本木和夫(1993)果菜類の栄養診断に関する研究(3)葉柄汁液の硝酸態窒素濃度に基づくナスの栄養診断. 埼玉園試研報, 20:19-26
- 10) 六本木和夫(1990)畑土壤における窒素肥沃土の簡易評価法. 埼玉園試研報, 17:1-10
- 11) 鮫島國親, 江口洋, 久米隆志(1997)養液土耕栽培が促成イチゴの生育・収量に及ぼす影響. 園芸学会九州支部研究集録, 5:85-86
- 12) 杉原進, 金野隆光, 石井和夫(1986)土壤中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農環研報, 1:127-166
- 13) 山田良三, 加藤俊博, 関稔(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値の作成. 愛知農総試研報, 27:205-211
- 14) 山崎晴民(1998)ナスのかん水同時施肥(養液土耕)による土壤および作物体中の硝酸態窒素濃度の適正管理技術. 平成9年度関東東海農業試験研究推進会議研究成果情報:372-373