

アスパラガスの点滴かん水同時施肥が土壌の化学性と収量・品質に及ぼす影響

誌名	福岡県農林業総合試験場研究報告
ISSN	21894876
著者名	井上,恵子 古賀,武 石松,敬章
発行元	福岡県農林業総合試験場
巻/号	4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 135-140
発行年月	2018年3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



アスパラガスの点滴かん水同時施肥が土壌の化学性と収量・品質に及ぼす影響

井上恵子*・古賀 武・石松敬章¹⁾

半促成長期どりアスパラガス栽培においてかん水や追肥の労力を削減するため、点滴かん水同時施肥におけるかん水チューブの設置方法が畝内土壌の水分や化学性、収量・品質に及ぼす影響について検討した。供試品種は「ウェルカム」(2～4年生)を用い、試験区は点滴2本区(畝の両サイドに2本設置)、点滴3本区(畝の中央部と両サイドに3本設置)、点滴+散水区(点滴チューブを畝の両サイドに2本、散水チューブを畝の片側に1本設置)と慣行区(散水チューブを畝の片側に1本設置)の4区とした。畝内土壌の含水率、硝酸態窒素濃度における畝の直角方向への変動は点滴3本区および点滴+散水区が慣行並に小さかった。ECの畝内の変動は慣行区が最も小さく、次いで点滴3本区、点滴+散水区であった。点滴2本区は含水率、ECや硝酸態窒素濃度の畝内の変動が最も大きかった。また、商品重、L級以上の若茎発生割合は試験区間に有意な差はみられなかった。このことから、点滴かん水同時施肥では、かん水チューブを点滴チューブ3本または点滴チューブ2本と散水チューブ1本の併用にすると畝内の土壌含水率や肥料成分の変動が少なく、慣行栽培と同等の収量、品質が得られると考えられた。

[キーワード: アスパラガス, 点滴かん水同時施肥, 含水率, 硝酸態窒素濃度, 収量性]

Effect of Drip Fertigation on Soil Chemical Properties, Yield and Quality of Asparagus. INOUE Keiko, Takeshi KOGA and Takaaki ISHIMATSU (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikugo, Fukuoka 830-0416, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 4:135-140 (2018)

In order to save irrigation and fertilization labor on semi-forcing culture of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.), the effects of irrigation tube setup in drip fertigation on moisture and chemical properties of soil, and yield and quality of Asparagus were examined. The variation of soil moisture and NO₃-N concentration in the soil along a line perpendicular to the ridge for a section installed with 3 drip-type irrigation tubes (3 drip-type), and a section installed with 2 drip-type irrigation tubes with 1 water sprinkling type (drip-type with sprinkling-type), were the same as for typical irrigation tubes (water sprinkling-type). The variation of EC in ridge soil was smallest for typical irrigation tubes. The next smallest variation was for the 3 drip-type, followed by the drip-type with sprinkling-type. The variation in soil moisture, EC and NO₃-N concentration was largest for the 2 drip-type. These results suggest that in the case of using the 3 drip-type or the 2 drip-type with sprinkling type, the variation in soil moisture and concentration of fertilizer components in the ridge were lower, and the yield and quality of Asparagus were equal to these of the typical irrigation tubes.

[Keywords: Asparagus, Drip fertigation, soil moisture, NO₃-N concentration, yield]

緒 言

半促成長期どりアスパラガスは一度定植すると10年～20年は植え替えることなく栽培できることや、比較的簡易な施設で栽培が可能であること、軽量で取り扱い易く価格が高単価で安定している等の理由により、福岡県内では、新規生産者や生産規模を拡大する生産者が増加しており、生産量は年々増加している。一方で生産者の高齢化も進行しており、産地維持拡大のために安定生産と栽培管理の省力化は重要な課題となっている。

アスパラガスの半促成長期どり栽培では養水分が潤沢であることが収量を高めるポイントであり、安定生産のためには追肥とかん水のきめ細やかな管理が必要とされている(元木 2014)。県内のアスパラガス栽培では窒素施用量が50kg/10a以上と多く、3月中旬以降、有機配合肥料による追肥を2週間間隔で13回程度行っている。また、夏季には1～2日毎にかん水しており、養水分管理に多くの労力がかかっていることから、省力化が求められている。

かん水同時施肥である養液土耕栽培は液肥タンク、液肥混入機、タイマー、電磁弁、点滴かん水チューブ等を用いて、追肥施用とかん水を同時に自動化でき、労力軽減が図れる養水分管理方法である(加藤 2000)。

一方、排水不良土壌では塩類やリン酸が年々蓄積した場合に収量が低下する報告があり(横山・大森 2009)、畝を崩さずに10年以上長期間栽培する半促成長期どり栽培では、肥料成分の不均一な分布は年々蓄積され、部分的な塩類障害で収量・品質が低下し、栽培可能年数が短くなり収益性が悪化することが懸念される。そのため、かん水同時施肥を行う場合は畝内の土壌水分や肥料成分濃度が均一になるようにかん水施肥を行う必要があり、かん水チューブの種類や設置方法が重要となってくる。アスパラガスのかん水同時施肥の適応性については、定植後にかん水同時施肥をおこなうと初年目の夏秋期の収量や乾物生産量が増加するという報告(荒木・山口 2004)や寒冷地のハウス半促成長期どり栽培において5月～8月までかん水同時施肥を行うと慣行と同等以上の収量が得られるという報告(元木 2014)があるが、かん水同時施肥

*連絡責任者(筑後分場: inoue-kei@farc.pref.fukuoka.jp)

1) 現 福岡県福岡農林事務所 福岡普及指導センター

においてかん水チューブの設置方法や畝内肥料成分の変動について検討した報告はない。

井手ら (2003) は、数種類の点滴かん水チューブと散水チューブの給水精度について検討しており、点滴かん水チューブは低吐出圧力や 2% 程度の勾配条件、かん水時間が短い場合においても給水口からの距離にかかわらず給水の均一性を維持できる、また軟質タイプの点滴チューブが硬質タイプに比較して給液精度が高いと報告している。

そこで、施肥回数が多い 3 月中旬から 10 月までの追肥を軟質タイプの点滴チューブを用いたかん水同時施肥法で行う場合、点滴チューブの本数や散水チューブとの組み合わせによる設置方法の違いが、畝の直角方向への土壌水分や肥料成分の分布、収量、品質に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

供試品種は「ウエルカム」を用い、2013 年 3 月に福岡農林試験後分場内ほ場（ハウス間口 6m、長さ 20m、4 畝栽培、土壌は沖積灰色低地土 LiC、T-N 0.5%、CEC 31me/100 g）に畝幅 150cm、株間 30cm（222 株/a）で定植した 2 年生～4 年生株で実施した。試験区の構成は 2014 年が①点滴チューブ 2 本区（以下、点滴 2 本区）及び②慣行区、2015 年が①点滴チューブ 2 本+散水チューブ区（以下、点滴+散水区）及び②慣行区、2016 年が①点滴+散水区、②点滴 2 本区、③点滴チューブ 3 本区（以下、点滴 3 本区）及び④慣行区とした（第 1 表）。かん水方法は各年次とも点滴チューブに T テープ（10cm ピッチ）を用い、点滴チューブによるかん水は 2014 年が 4 月 1 日から 12 月下旬まで、2015 年、2016 年は 3 月 15 日から 12 月下旬まで行った。点滴 2 本区、3 本区は 1 週間の合計かん水量が慣行と同等になるように毎日（110 L～330 L/a/日）かん水した。点滴+散水区は 110 L～220 L/a/日を点滴チューブでかん水し、かん水量の多い 5 月～9 月は 1 週間の合計かん水量が慣行区と同等になるように散水チューブでかん水（1 回/週）を追加した。散水チューブには 2015 年は慣行と同様のスミホースを用

いたが、点滴チューブとの併用でかん水量の多い時期に補助的に使用するので 2016 年はより安価なスミサンスイマルチ R60（スミホースの約 1/6 の資材経費）を用いた。慣行区は pF 1.8 を超えたら 2～4 日毎に散水チューブ（スミホース）でかん水（770 L～2310 L/a/週）した。追肥の施用方法は点滴 2 本区、3 本区、点滴+散水区とも有機入尿素複合肥料サントミー液肥（N-P₂O₅-K₂O:12-5-5）をかん水と同時に 2014 年は 4 月～10 月まで、2015 年、2016 年は 3 月 15 日～10 月まで毎日、点滴チューブで施用した（N-13.3～26 g/a/日、月別施肥 N 量は慣行と同等）。慣行区の追肥は有機配合肥料（N-P₂O₅-K₂O:10-4-2）N-4kg/a を 3 月 15 日から 10 月 1 日まで 13 回、2 週間毎に畝面表層に分施した。基肥は各区とも有機配合肥料（アスパラ一発（N-P₂O₅-K₂O:21-6-4））N-2kg/a、苦土石灰 10kg/a を 2014 年は 1 月 4 日、2015 年及び 2016 年は 1 月中旬に牛ふん堆肥（1 t/a）と同時に施用した。

保温開始は 2014 年 1 月 4 日、2015 年 1 月 23 日、2016 年 2 月 4 日、立茎開始は 2014 年 3 月 4 日、2015 年 3 月 31 日、2016 年 4 月 1 日、試験規模は 1 区 4.5m² 3 反復で行った。

畝内土壌の採取位置は点滴 2 本区、3 本区、点滴+散水区が①点滴チューブ直下、②点滴チューブから 10cm 内側、③畝中央部の 3 カ所、慣行区が①散水チューブ直下、②畝中央部、③散水チューブと反対側の畝肩 3 カ所で各区とも堆肥層を除いた深さ 0～15cm の土壌を栽培期間中と収穫終了後の 12 月に採取した（第 1 図）。また、畝の直角方向への土壌の含水率、EC、硝酸態窒素濃度の位置別変動をみるために畝肩の内側 10cm 地点から 10cm 間隔で 5 か所の土壌を上記同様の深さで 2016 年 9 月 12 日に採取した。土壌の分析方法は栽培期間中は湿土を水（1:5）で浸出した後、電気伝導度計で EC を、小型反射式光度計（RQ フレックス Merck 社製）で硝酸態窒素濃度を測定し、跡地土壌の化学性については、2016 年 12 月 10 日に採土し、pH、EC、無機態窒素、交換性カリ、有効態リン酸について公定法で分析した（土壌環境分析法編集委員会 1977）。収量調査は 2 月下旬～10 月まで毎日、規格別（2L 以上、L、M、S、規格外）に商品重を調査した。

第 1 表 試験区の構成

試験年次	試験区	追肥の方法	かん水チューブの種類と設置方法
2014 年	① 点滴 2 本	点滴かん水同時施肥	・点滴チューブを畝の両サイドに 2 本設置
	② 慣行	有機配合肥料	・散水チューブを畝の片側に 1 本設置
2015 年	① 点滴+散水	点滴かん水同時施肥	・点滴チューブを畝の両サイドに 2 本、散水チューブを畝の片側に 1 本設置、液肥は点滴チューブのみで施用
	② 慣行	有機配合肥料	・散水チューブを畝の片側に 1 本設置
2016 年	① 点滴+散水	点滴かん水同時施肥	・点滴チューブを畝の両サイドに 2 本、散水チューブを畝の片側に 1 本設置、液肥は点滴チューブのみで施用
	② 点滴 2 本	点滴かん水同時施肥	・点滴チューブを畝の両サイドに 2 本設置
	③ 点滴 3 本	点滴かん水同時施肥	・点滴チューブを畝の中央と両サイドに 3 本設置
	④ 慣行	有機配合肥料	・散水チューブを畝の片側に 1 本設置

結 果

1 点滴かん水同時施肥による畝内土壌の含水率

畝内土壌の含水率は、2014年、2016年ともに点滴2本区では、畝中央が低く点滴チューブ直下が高く推移しており、畝の直角方向における位置別土壌含水率の差が他区に比べて大きかった。点滴+散水区では、2015年は慣行とほぼ同様の含水率で推移し、2016年は慣行に比べ畝中央部の含水率が低い傾向がみられたものの、点滴2本区に比べると畝の直角方向への変動は小さかった。点滴3本区では畝内の土壌含水率の差は2～5%程度で変動は小さかった（第2図、第2表）。

2 点滴かん水同時施肥による畝内土壌の化学性

畝内土壌のECは、点滴2本区では畝中央が高く（2014年1.4～1.9ds/m、2016年0.9～1.2ds/m）、かん水チューブ直下が低く（2014年0.2～0.4ds/m、2016年0.1～0.2ds/m程度）推移しており畝の位置による差はかん水同時施肥の中では最も大きかった。点滴3本区では、点滴チューブより10cm内側のECが点滴チューブ直下より高く（2016年0.2～0.6ds/m）、畝の位置による差はかん水同時施肥の中では最も小さくなり慣行区並であった。点滴+散水区では2015年、2016年ともに畝中央でECが高く、チューブ直下で低く推移する傾向であったが、2カ年とも点滴2本区より畝の位置による値の差は小さかった（第3図）。

第2表 畝の直角方向における畝内土壌の含水率、EC、硝酸態窒素濃度と変動係数

試験区	含水率 ¹⁾		EC ¹⁾		硝酸態窒素濃度 ¹⁾	
	平均 (%)	CV ²⁾	平均 (ds/m)	CV ²⁾	平均 (mg/100g)	CV ²⁾
点滴+散水	37.2	0.07	0.55	0.51	58.0	0.53
点滴2本	36.7	0.10	0.53	0.72	62.3	0.74
点滴3本	38.7	0.05	0.43	0.47	39.6	0.48
慣行	37.4	0.05	0.41	0.44	30.0	0.48

1) 採土は2016年9月12日、畝上面幅60cmを直角方向に10cm間隔で5カ所、堆肥層を除いた深さ0～15cmの土壌

2) CV：変動係数＝標準偏差/平均値

土壌の硝酸態窒素濃度では、点滴2本区は2014年、2016年とも畝中央が高く（2016年50～160mg/kg）、点滴チューブ直下が低く（2016年約20mg/kg）推移しており、畝内の位置による変動は他区に比べ大きかった。点滴3本区（2016年）では点滴チューブから10cmの位置が40～80mg/100gと高く、点滴チューブ直下が15～40mg/100gと低く推移したが、畝内の採土位置による濃度の差は慣行区並みに小さかった（第4図）。点滴+散水区の硝酸態窒素濃度もECと同様の傾向を示し、点滴2本区より畝の位置による値の差は小さかった（第4図）。2016年9月の畝内土壌におけるEC、硝酸態窒素濃度の変動係数は点滴3本区が慣行並に小さく、次いで点滴+散水で、点滴2本区が最も大きかった（第2表）。

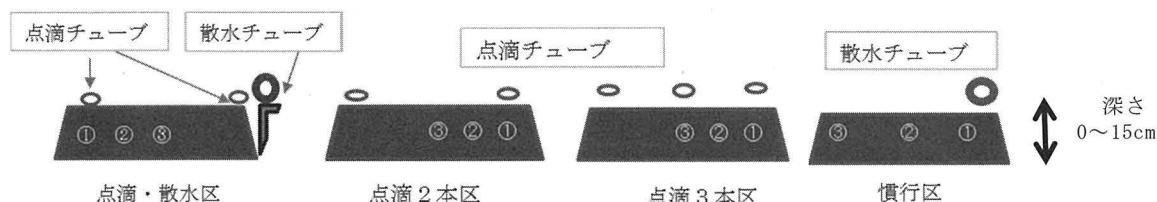
収穫終了後の土壌の化学性では、点滴+散水区、点滴2本区はEC、無機態窒素、カリ含量の値が畝中央部で点滴チューブ直下より高く、点滴3本区では無機態窒素、カリ含量が点滴チューブから10cm内側の位置で多く、ECも同様に高かった。点滴2本区は他区に比べるとEC、無機態窒素濃度の畝内の採土位置による値の差が大きかった。有効態リン酸含量は慣行区でも畝内で変動がみられ、かん水チューブの設置方法の違いによる差は判然としなかった（第3表）。

第3表 畝の位置別跡地土壌の化学性と採土位置間の差の最大値

試験区	採土位置	EC		無機態窒素		交換性カリ		有効態リン酸	
		(d S/m)	差の最大値 ²⁾	(mg/100g)	差の最大値 ²⁾	(mg/100g)	差の最大値 ²⁾	(mg/100g)	差の最大値 ²⁾
点滴+散水	①	0.34		13.9		166		251	
	②	0.64	0.61	25.1	19.9	246	168	248	82
	③	0.95		33.8		334		333	
点滴2本	①	0.40		16.7		166		229	
	②	0.99	0.75	49.8	34.5	252	137	235	30
	③	1.15		51.2		303		205	
点滴3本	①	0.41		22.7		134		164	
	②	0.86	0.46	42.2	25.5	241	107	173	89
	③	0.40		16.7		199		253	
慣行	①	0.29		5.3		186		204	
	②	0.51	0.27	11.1	14.8	220	34	400	196
	③	0.56		20.1		201		253	

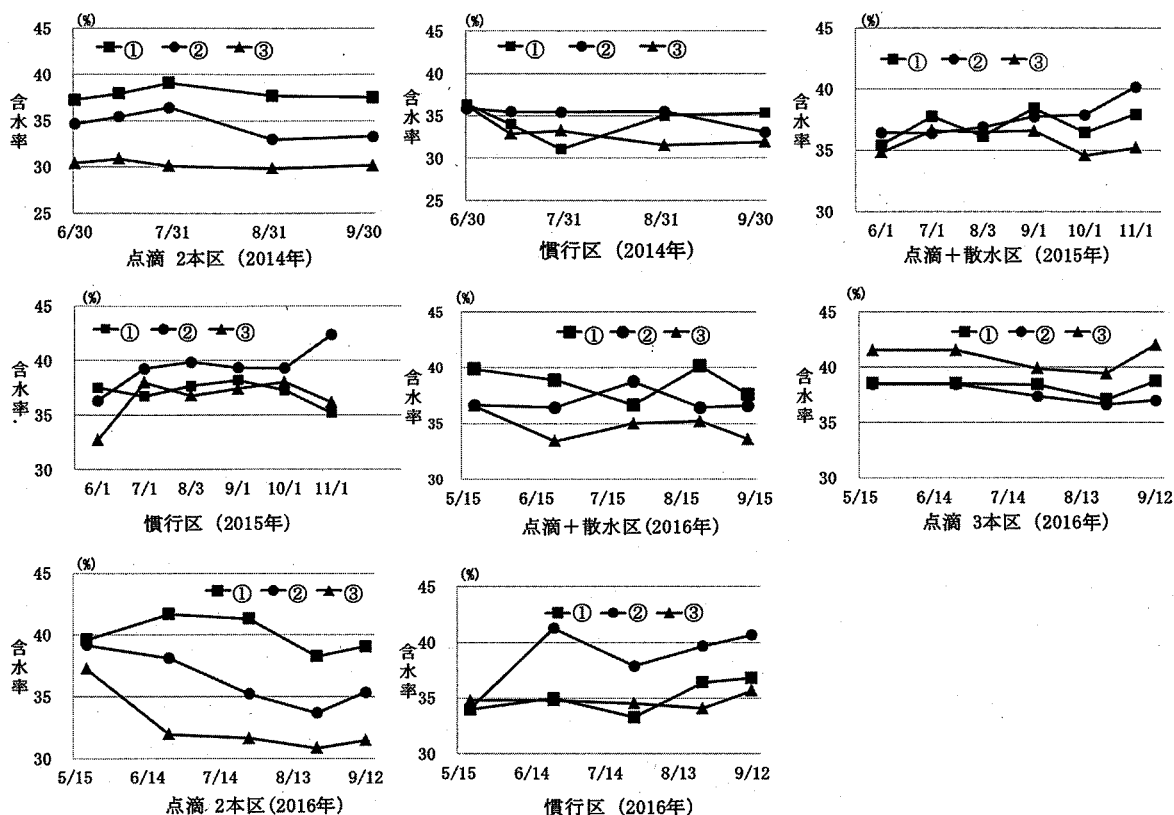
1) 採土は2016年12月10日、①～③は第1図の採土位置

2) 採土位置間（①～③）の差の最大値



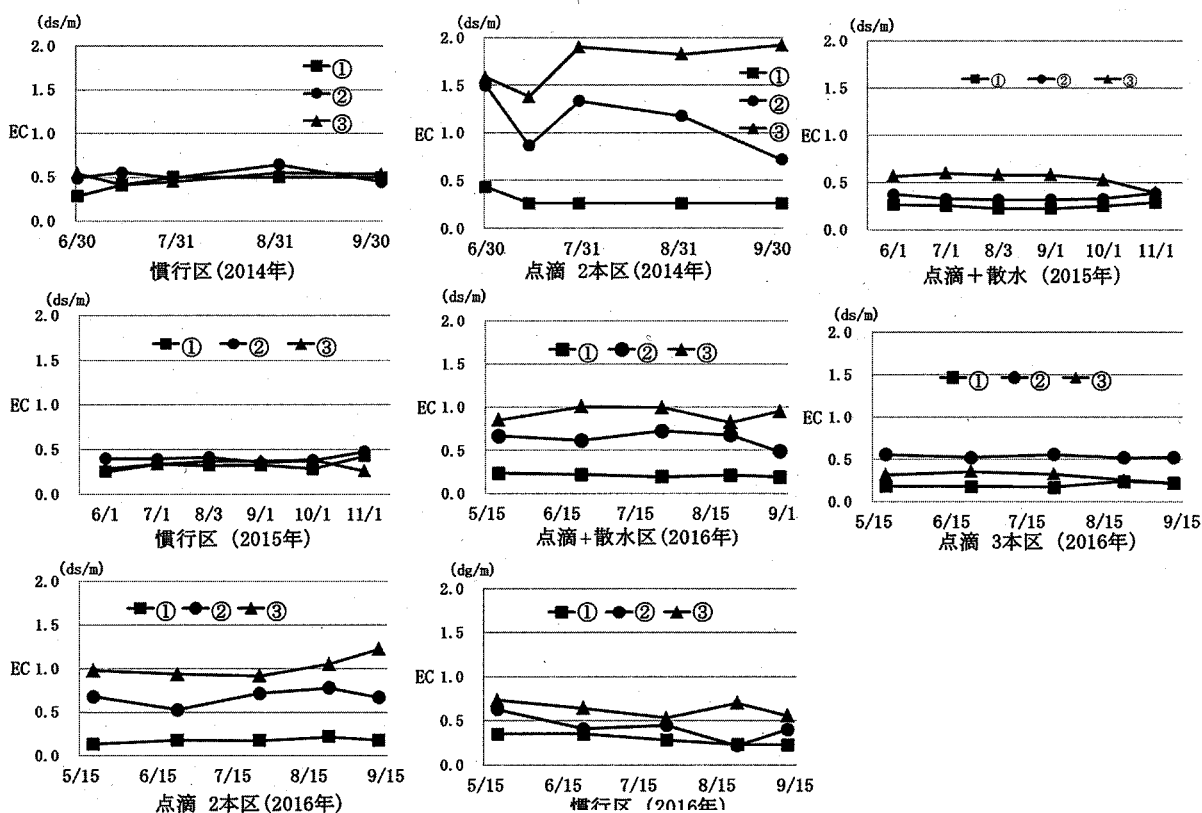
第1図 かん水方法別採土位置

1) ①～③は採土位置（堆肥層を除いた深さ0～15cm）



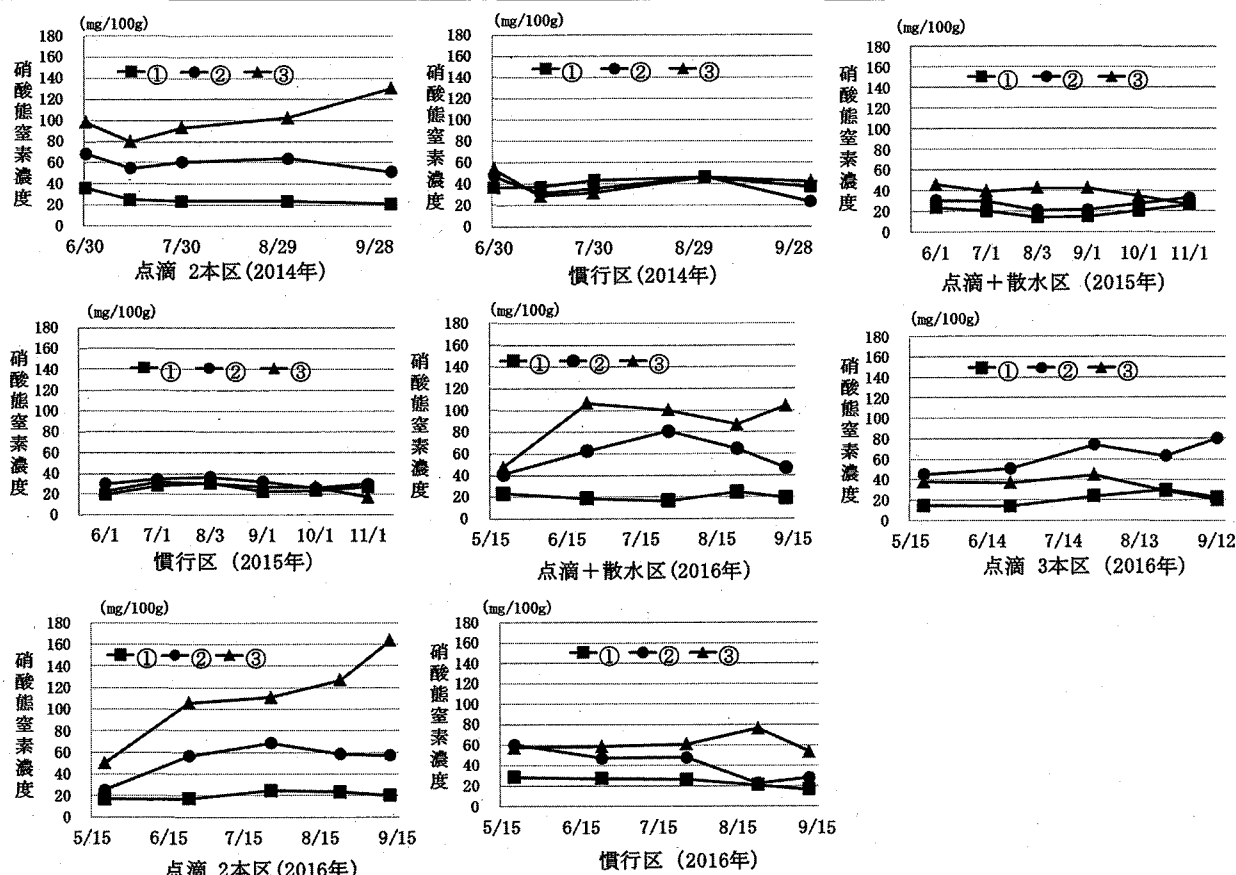
第2図 畝の位置別土壌含水率の推移

1) ①～③は第1図の採土位置を示す



第3図 畝の位置別土壌のECの推移

1) ①～③は第1図の採土位置を示す



第4図 畝の位置別土壌の硝酸態窒素濃度の推移

1) ①～③は第1図の採土位置を示す

第4表 かん水チューブの設置方法が商品重及びL級以上の若茎割合に及ぼす影響

試験区	商品重(kg/a)						L級以上の若茎割合(%)					
	2014年		2015年		2016年		2014年		2015年		2016年	
	春芽 ¹⁾	夏芽 ¹⁾	春芽	夏芽	春芽	夏芽	春芽	夏芽	春芽	夏芽	春芽	夏芽
点滴+散水			122	240	140	241			85	66	76	52
点滴2本	73	313			132	253	73	72			77	58
点滴3本					132	257					78	54
慣行	73	308	109	241	139	244	73	63	86	66	77	60
分散分析有意性 ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) 春芽は2014年が1月～3月、2015年と2016年が2月～4月、夏芽は2014年が4月～9月、2015年と2016年が5月～10月

2) 2014年、2015年はt検定、2016年は多重比較検定(Tukey), nsは有意差なし

3 点滴かん水同時施肥による収量・品質

試験区の若茎の商品重は、2014年夏芽が約310kg/a、2015年春芽が110～120kg/a、夏芽が約240kg/a、2016年春芽が130～140kg/a、夏芽が約240kg/aでかん水チューブの設置方法の違いによる有意な差はみられなかった(第4表)。

若茎重が18g以上のL級以上の割合では、2014年夏芽が60～70%、2015年春芽が約85%、夏芽が66%、2016年春芽が77%、夏芽が52～60%で各試験区とも春芽が夏芽より高くなったが、かん水チューブの設置方法の違いによる有意な差はみられなかった(第4表)。

考 察

半促成長期どり栽培のアスパラガスにおいてかん水や追肥の労力を削減するためには、かん水と施肥を自動化できる点滴かん水同時施肥技術が有効と考えられるが、畝を崩さずに長期間栽培するため畝内土壌の肥料成分や含水率を均一にする必要がある。そこで、点滴かん水同時施肥におけるかん水チューブの設置方法が畝内土壌の水分や化学性、収量・品質に及ぼす影響について検討した。

点滴チューブの2本または3本の使用、点滴チューブと散水チューブ併用について検討した結果、栽培期間中における畝の直角方向への土壌水分及びEC、硝酸態窒素

濃度の変動は点滴チューブを 3 本使用した区が最も小さく慣行並で、次いで点滴チューブと散水チューブを併用した区が小さかった。また、収穫終了後のかん水同時施肥における畝内土壌の EC、無機態窒素濃度の値は、点滴かん水チューブ直下が最も小さく、点滴かん水チューブから離れるほど大きくなり、その差は 3 本使用した区が最も小さく、次いで点滴チューブと散水チューブを併用した区であった。このことから、点滴かん水施肥において適正な肥料成分を偏りなく分布させるには、かん水チューブの設置は点滴チューブを 3 本または点滴チューブ 2 本と散水チューブ 1 本の併用が良いと考えられた。

井上ら (2003) は促成ナスの養液土耕において点滴チューブを畝の両端に 2 本設置した場合、土壌の硝酸態窒素濃度は畝中央部で高くかん水チューブ下で最も低くなり、この中間地点がリアルタイム土壌診断を行うための採土位置として適すると報告した。また、元木 (2014) は、畝の両端に 2 本点滴かん水チューブを設置したアスパラガスの養液土耕栽培では、土壌溶液の硝酸態窒素濃度は不安定で施肥量を判断するためのリアルタイム診断を行うのは困難であると報告しており、点滴 2 本区で畝内の硝酸態窒素濃度が畝の直角方向に大きく変動した本試験結果と一致した。しかし、本試験で点滴かん水チューブ 2 本より均一なかん水施肥方法が明らかになったことから、採土位置による肥料成分や含水率のばらつきが少なくなり、より正確なリアルタイム診断が可能になると考えられる。

一方、半促成長期どり栽培のアスパラガスでは定植後 10 年～15 年以上経過すると収量が減少し、施設の移設や改植が必要になってくる。その原因としてアスパラガス地下部のアレロパシー物質の蓄積 (元木ら 2006) や土壌養分の過多 (井上 2005, 横田・大森 2009)、土壌病害等による連作障害が挙げられる。施設を移設する場合は、代替圃場の確保や費用が必要であり、改植においては土壌消毒と除塩等が必要で湛水太陽熱処理法が有効であるとの報告 (田川ら 2014) もある。しかし、湛水によって疫病等の病害が多発するなどの問題が生じており、改植の効果が不安定で県内では普及が進んでおらず、省力的で有効な解決策が確立されていない。そのため、半促成長期どりのアスパラガス栽培ではいかに長期間生産性を維持させるかが経営上大きな課題であり、土壌養分の過多や偏りを防ぎ適正に保つことは重要である。満田ら (2005) は静置培養法による速度論的解析方法により、有機質資材を毎年投入している促成ナスの圃場では、作土からの窒素供給量を 160mg～650mg/kg (土壌) と推定しており、200mg/kg 程度の圃場では点滴かん水施肥栽培において施肥量を 70% 程度削減できると報告している。堆肥を多量に施用するアスパラガス栽培でも土壌からの窒素、リン酸、カリの供給量は多いと推察されるので、土壌診断しながら施肥を行うことはこれらの成分の過剰蓄積による土壌環境の悪化を防止するとともに施肥量の削減にもなると考えられる。そのためには、点滴かん水同時施肥においても土壌診断基準となる窒素、リン酸、カリの適正值につ

いて今後、検討する必要がある。本試験では、かん水チューブの設置方法による収量や品質への影響はみられなかったが、連年使用することで偏りは大きくなり、収量・品質が悪化することも考えられるので、連年利用の影響についても今後検討する必要がある。

また、点滴かん水同時施肥はかん水による土の跳ね上がりがなく、作土中の茎葉残さに存在する茎枯れ病や斑点性病害の胞子や菌糸の付着も抑えられることから病気の予防にもなり、安定生産や農業にかかる経費の削減にも繋がると考えられる。さらに、かん水を行いながら収穫作業などが行えることから作業上の利便性もある。しかし、アスパラガスにおける点滴かん水同時施肥は導入コストが掛かるため、今後、本省力技術の幅広い普及を図る観点から削減可能な施肥量や労働力等について検討し、栽培規模別に導入効果を明らかにする必要がある。

謝 辞

土壌分析を行うに当たり生産環境部環境保全チームの方々に多大なるご協力を頂いた。ここに、深く謝意を表す。

引用文献

- 荒木陽一・山口博隆 (2004) アスパラガスの養液土耕と根域改善効果の検討. 九州農業研究 66 : 203.
- 土壌環境分析法編集委員会 (1997) 土壌環境分析法. 博友社, 東京, p. 202-272.
- 井手治・森山友幸・姫野修一・伏原肇 (2003) 施設園芸用点滴チューブの種類別給液特性. 福岡県農総試研報 22 : 75-79.
- 井上勝広 (2005) アスパラガス半促成長期どり栽培圃場の土壌実態と窒素適正施肥量および硝酸態窒素の簡易分析法. 長崎総農林試研報 31 : 1-13.
- 井上恵子・山本富三・柴戸靖志・石坂晃 (2003) 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. 福岡県農総試研報 22 : 69-74.
- 加藤俊博 (2000) 野菜・花卉の養液土耕. 農文教, 東京, 39-48.
- 満田幸恵・山本富三・荒木雅登・渡邊敏郎 (2005) 促成ナスの点滴かん水施肥栽培における土壌からの窒素供給量の実態と減肥技術. 土肥誌 76 : 477-480.
- 元木悟・西原英治・北澤裕明・平舘俊太郎・篠原 温 (2006) 沖積土壌におけるアスパラガス連作障害に対するアレロパシーの関与. 園学研 5 : 431-436.
- 元木悟 (2014) アスパラガスの養液土耕栽培. 農業技術体系野菜 8-2. 農文協, 東京, 基 307-315.
- 田川愛・柳井洋介・中島寿亀・浦上敦子 (2014) アスパラガス連作障害回避のための太陽熱処理効果の検証. 園学雑 13 (3) : 221-227.
- 横田仁子・大森誉紀 (2009) 愛媛県内におけるアスパラガスハウス土壌特性の類型化による低収要因の検討. 愛媛農林水産研 1 : 21-26.