

# ネギの初夏どりハウス栽培における土壌の水管理と効率的窒素施肥法

小田部裕・貝塚隆史・植田稔宏\*・折本善之\*\*・飯村強

Management of Soil Water and an Effective Nitrogen Fertilization Method  
In Greenhouse Culture of Leek Produced in Early Summer

Hiroshi OTABE, Takashi KAIZUKA, Toshihiro UETA, Yoshiyuki ORIMOTO and Tsuyoshi IIMURA

## Summary

To plan a stable annual production of leeks in Ibaraki, we examined the soil water condition and an effective nitrogen fertilization method for the house cultivation of leeks in early summer. On the basis of the results of pot examination and past knowledge, the target of soil water management for leek cultivation was assumed to be pF2.0 to 2.4. With these processing and the deep placements of fertilizer method, the yield was more than that obtained after an outdoor culture of leeks, even though we reduced the amount of nitrogenous fertilizer used by 50%. In addition, the absorption percentage of the nitrogenous fertilizer improved to a great extent because of the processes used. The effects of the amount of nitrogenous fertilizer used on yield and quality were not confirmed, absorption percentage of nitrogenous fertilizer improved so that there was little the rate of nitrogenous fertilizer. The use of irrigation and the deep placements of fertilizer method (nitrogenous fertilizer, 14 kg 10a-1) were most effective in the management of soil water and plant nutrients in the house cultivation of leeks in early summer.

キーワード：ネギ，初夏どり，ハウス栽培，灌水，施肥

## I. 緒言

茨城県におけるネギの栽培面積はおよそ1,920ha、販売金額は123億円(茨城県, 2011)で、本県は全国でも有数のネギの産地である。茨城県産ネギの市場優位性を確保していくためには、周年的な生産の安定化を図っていく必要がある。ネギ栽培において、露地栽培の端境期となる厳冬期から初夏にかけての生産は、生葉数の不足や抽苔発生から作柄が不安定になりやすく、保温可能なパイプハウスを利用した栽培技術の確立が必要となっている。

パイプハウスを利用してネギ栽培を行う場合、慣行である露地のトンネル栽培と比較して換気に要する管

理作業が軽減され、温度管理が容易になることが期待される。一方で、天水による水分供給が得られないため、灌水による水管理が必要となるが、ネギ栽培における水管理については報告が少なく、不明な点が多い。また、ハウス栽培は土壌に塩類が集積し易いことが知られており、比較的施肥量の多いネギ栽培においてはより効率的な肥培管理が必要となる。加えて、灌水が土壌養分の動態や施肥窒素の吸収・利用に及ぼす影響を考慮する必要がある。そこで著者らは、ネギの初夏どりハウス栽培における水管理について検討するとともに、減肥に有効である局所施肥を導入した施肥方法および生育への影響が大きいと考えられる窒素施用量について検討し、若干の知見を得たので報告する。

\* 現 エコ農業推進室

\*\* 現 県南農林事務所経営・普及部門

表1 供試土壌の化学性(ポット試験)

pH (KCl)	EC ( $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ )	硝酸態	有効態	交換性	交換性	交換性
		窒素	リン酸	石灰	苦土	カリ
		(mg $\cdot$ 100g乾土 $^{-1}$ )				
5.0	0.1	3.4	5.1	139.2	20.2	6.2

## II. 材料および方法

### 1. ネギの初夏どり栽培における灌水開始点の検討 (試験1 ポット試験)

試験は園芸研究所内のガラスハウスで実施した。地表面から深さ10cmの位置にpFメーター(DK-8333, 大起理化工業)を設置し、試験区は土壌pF値を指標としてpF1.8, 2.4, 3.2, 4.0および無灌水の5区を設けた。約1週間毎に土壌pF値を測定し不足分を適宜灌水した。施肥量は各区ともN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O: 35-37.5-35 kg $\cdot$ 10a $^{-1}$ 相当量とした。緩効性肥料{N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O: 18-13-11(%), 窒素成分の組成はSNKL140(50%), CDU(30%), リン酸アンモニウム(20%)}を用いて不足分を重焼リン, 硫酸カリで補い, 全量基肥施肥した。供試品種として‘春扇’を用いた。培養土(N500mg $\cdot$ L $^{-1}$ )を200穴セルトレイに充填し, 2009年10月7日に1セル2粒ずつ播種した。同年12月28日に1セル2本立ちで育苗した苗をポットあたり1株ずつ1 $\cdot$ 5000a $^{-1}$ ワグネルポットに定植した。各区3反復で灌水処理を行い, 収穫は翌年5月17日に行った。

供試土壌は腐植質黒ボク土で, 施肥前土壌の化学性は表1のとおりである。生育量および窒素吸収量は各区3株について調査した。



### 2. ネギの初夏どりハウス栽培における土壌水分, 施肥法および施肥窒素量の検討(試験2 ほ場試験)

試験は園芸研究所内のパイプハウスで実施した。試験区は, 灌水の有無, 施肥法および施肥窒素量の3処理を組み合わせせた16区を設けた(表2)。灌水は灌水区と無灌水区の2水準で, 灌水チューブでハウスの両サイド(高さ70cm)から頭上灌水した(図1)。地表面から深さ10cmの位置にpFメーター(DK-8333, 大起理化工業)を設置し, 試験1の結果を基に定植後一定期間土壌pF値を2.0~2.4の間で管理した後, 灌水区ではその処理を継続し, 無灌水区では灌水は行わなかった。施肥法は慣行施肥区と局所施肥区の2水準で, 慣行施肥区では硫酸, 重焼リン, 硫酸カリを用い, 窒素とカリは施肥量の半量を基肥に施用し, 残りの半量を3回に分けて追肥した。リン酸は全量基肥で施用した。基肥は全面全層施肥とし, 追肥は畝ごとに行った。局所施肥区では緩効性肥料{N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O: 18-13-11(%), 窒素成分の組成はSNKL140(50%), CDU-N(30%), リン酸アンモニウム(20%)}を用いて全量基肥として施用し, リン酸とカリの不足分を茨城県(2007)の標準施肥量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 28kg $\cdot$ 10a $^{-1}$ , K<sub>2</sub>O: 30kg $\cdot$ 10a $^{-1}$ )に合わせるため, それぞれ重焼リン, 硫酸カリで補った。基肥は植え溝もしくはその近傍に施用する溝施肥とした。施肥窒



図1 灌水の様子(左:灌水区, 右:無灌水区)

表2 試験区構成(ほ場試験)

灌水の有無	施肥法	10aあたりの 施肥窒素量
有	慣行施肥法	28kg
		22.4kg
		14kg
	局所施肥法	無窒素
		28kg
		22.4kg
無	慣行施肥法	14kg
		無窒素
		28kg
	局所施肥法	22.4kg
		14kg
		無窒素

窒素量は標準施肥量である 28kg・10a<sup>-1</sup> と、その 20% 減となる 22.4kg・10a<sup>-1</sup>、50% 減となる 14kg・10a<sup>-1</sup>、および無窒素の 4 水準とした。栽培前後の土壌の化学性は、作土層 (0-20cm) の土壌を施肥前および収穫後にサンプリングし調査した。

供試品種として‘春扇’を用いた。培養土 (N500mg・L<sup>-1</sup>) を 200 穴セルトレイに充填し、2009 年 10 月 7 日に 1 セル 2 粒ずつ播種した。同年 12 月 9 日に定植し、収穫は翌年 4 月 28 日に行った。栽植間隔は畝幅 90cm、株間 3cm (植え穴間隔 6cm) とした。試験土壌は腐植質普通黒ボク土で、施肥前土壌の化学性は表 3 のとおりである。収量、外観品質および窒素吸収量について、各区 2 反復で調査した。さらに、各区の窒素吸収量から、以下の式により施肥窒素吸収量と施肥窒素利用率を求めた。

施肥窒素吸収量 = 処理区の窒素吸収量 - 無窒素区の窒素吸収量

$$\text{施肥窒素利用率 (\%)} = (\text{処理区の施肥窒素吸収量} / \text{処理区への投入窒素量}) \times 100$$

### III. 結果

#### 1. ネギの初夏どり栽培における灌水開始点の検討 (試験 1 ポット試験)

土壌 pF 値が低いほど生育量および窒素吸収量は増加し、施肥窒素利用率も向上した。pF1.8 区では 1 本重が 163.7g と著しく大きくなった。一方 pF3.2 区では 41.2g と 1 本重は小さく、pF4.0 区ではさらに生育が劣って無灌水区と有意な差は認められなかった。同様に、窒素吸収量は栽培期間中の土壌が湿潤であるほど多かった。このような窒素吸収量の増加に伴い、施肥窒素利用率は土壌が湿潤であるほど高まった (表 4)。

#### 2. ネギの初夏どりハウス栽培における土壌水分、施肥法および施肥窒素量の検討 (試験 2 ほ場試験)

土壌 pF 値は、灌水区では 2.0 ~ 2.4 の間で推移したが、無灌水区では灌水停止以降徐々に高まり、定植後 2 か月目以降は土壌 pF 値の測定上限である 2.8 付近で推移した。灌水区における灌水の頻度は、12 ~ 2 月は 2 週間に 1 度、3 月以降は 1 週間に 1 度となり、土壌 pF 値を 2.4 から 2.0 に下げるために必要な灌水量はおよそ 8,000 ~ 13,000L・10a<sup>-1</sup> であった (図 2)。

換算した全収量は灌水・局所施肥・施肥窒素量 28kg 区が最も多く 7,993kg・10a<sup>-1</sup> で、無灌水・慣行施肥・施肥窒素量 14 kg 区が最も少なく 4,705 kg・10a<sup>-1</sup> であった。灌水区は無灌水区と比較して 20 ~

表3 試験土壌の化学性(ほ場試験)

pH	EC	硝酸態 窒素	有効態 リン酸	交換性 石灰	交換性 苦土	交換性 カリ
(KCl)	(mS・m <sup>-1</sup> )	(mg・100g乾土 <sup>-1</sup> )				
6.0	0.4	4.5	21.6	427.9	80.0	71.7

表4 土壌水分管理がネギの生育および窒素吸収に及ぼす影響 (ポット試験)

土壌pF値	1本重 g・本 <sup>-1</sup>		窒素吸収量 g・本 <sup>-1</sup>			施肥窒素利用率 %			
1.8	163.7	± 6.5 <sup>注1</sup>	a <sup>注3</sup>	432.4	± 25.4	a	61.8	± 3.6	a
2.4	127.0	± 4.6	b	329.9	± 8.7	b	47.1	± 1.2	b
3.2	41.2	± 1.5	c	143.7	± 3.6	c	20.5	± 0.5	c
4.0	9.0	± 0.9	d	35.4	± 3.1	d	5.1	± 0.4	d
無灌水	4.2	± 0.2	d	15.7	± 1.0	e	2.2	± 0.1	e
分散分析 <sup>注2</sup>	**			**			**		

注1: 平均値 ± 標準誤差 (n=3)

注2: 分散分析により \*\* : 1%, \* : 5%, n.s. : 有意差なしであることを示す

注3: 同列の異なる英小文字間には 5% 水準で有意な差がある (Turkey's test)

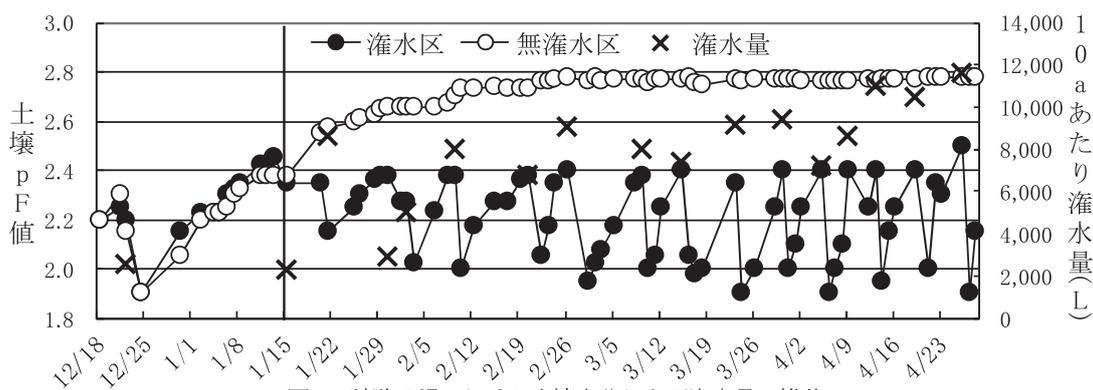


図2 試験ほ場における土壌水分および灌水量の推移

注1: 図中の縦線は灌水停止時期を示す

30%, 局所施肥区は慣行施肥区と比較して10~20%有意に向上した。施肥窒素量の違いによる全収量の差は認められなかった。各区の換算した調製収量は3,180~4,726kg・10a<sup>-1</sup>の範囲で、茨城県の同作型で露地栽培における目標収量(2,800~3,200kg・10a<sup>-1</sup>)を上回った。灌水区は無灌水区と比較して10~20%, 施肥法について見ると、局所施肥区は慣行施肥区と比較して5~10%有意に向上した。施肥窒素量の違いが調製収量に及ぼす影響は認められなかった。

窒素吸収量は11.8~18.2kg・10a<sup>-1</sup>の範囲で、灌水区は無灌水区と比較して20%程度、局所施肥区は慣行施肥区と比較して10%程度有意に向上した。窒素吸収量は施肥窒素量の違いによらず同等であった。

施肥窒素利用率は、灌水および局所施肥を行うことにより大幅に向上した。また、無灌水区では施肥窒素量による差は認められなかったが、灌水区においては施肥窒素量が少ないほど施肥窒素利用率は向上した(表5)。

収穫したネギの全長は89~103cm, 全重は125~219g・本<sup>-1</sup>, 調製重は85~122g・本<sup>-1</sup>, 軟白長は24.3~28.1cm, 葉鞘径は13.8~16.2mmであった。全長は、灌水区では施肥法による差は認められなかったが、無灌水区における局所施肥区は慣行施肥区よりも有意に向上した。灌水区は無灌水区と比較して、全重、調製重、軟白長および葉鞘径が有意に向上した。局所施肥区は慣行施肥区と比較して、全長、全重、調

表5 ハウス栽培条件における灌水、施肥法および施肥窒素量がネギの収量および窒素利用率に及ぼす影響

処理区		全収量	調製収量	乾物重	窒素吸収量	窒素利用率 <sup>注3</sup>	
灌水	施肥法 施肥窒素量	kg・10a <sup>-1</sup>	kg・10a <sup>-1</sup>	kg・10a <sup>-1</sup>	kg・10a <sup>-1</sup>	%	
灌水	無窒素	4,520	2,862	445	11.4		
	慣行施肥	14kg(基肥7+追肥7)	6,648	3,908	550	15.5	43.3
		22.4kg(基肥11.2+追肥11.2)	6,711	4,179	558	16.7	32.4
	局所 <sup>注1</sup> 施肥	28kg(基肥14+追肥14)	7,209	4,374	576	17.8	29.9
		14kg(基肥14kg)	7,264	4,255	600	14.8	62.5
		22.4kg(基肥22.4kg)	6,940	4,156	584	17.2	40.5
	28kg(基肥28kg)	7,993	4,726	654	18.2	34.6	
無灌水	無窒素	4,437	3,123	430	10.2		
	慣行施肥	14kg(基肥7+追肥7)	4,705	3,180	450	11.9	10.8
		22.4kg(基肥11.2+追肥11.2)	4,965	3,251	464	11.8	10.5
	局所施肥	28kg(基肥14+追肥14)	5,202	3,360	506	13.3	11.9
		14kg(基肥14kg)	5,931	3,594	543	13.9	26.9
		22.4kg(基肥22.4kg)	6,351	3,702	543	16.3	27.6
	28kg(基肥28kg)	6,387	3,811	598	15.7	19.8	
要因効果	灌水	**	**	**	**	**	
	施肥法	**	**	**	**	**	
分散 <sup>注2</sup> 分析	施肥窒素量	n.s	n.s	*	n.s	*	
	灌水×施肥法	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
	灌水×施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	*	
	施肥法×施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
	灌水×施肥法×施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	

注1: 配合肥料(18-13-11) SNKL140(50%)+CDU(30%)+リン安(20%)

注2: 分散分析により\*\*、\*、%、n.s.: 有意差なしであることを示す

注3: 窒素利用率=(処理区の窒素利用率-無窒素区の窒素利用率)/施肥窒素量×100

表6 ハウス栽培条件における灌水，施肥法および施肥窒素量がネギの形態および外観品質に及ぼす影響

処理区		全長	全重	調製重	軟白長	葉鞘径	
灌水	施肥法 施肥窒素量	cm	g・本 <sup>-1</sup>	g・本 <sup>-1</sup>	cm	mm	
灌水	無窒素	87	122	81	27.0	13.4	
	慣行施肥	14kg (基肥7+追肥7)	99	180	112	25.6	15.0
		22.4kg(基肥11.2+追肥11.2)	102	181	112	24.3	16.2
		28kg (基肥14+追肥14)	103	195	121	25.0	16.1
	局所 <sup>注1</sup> 施肥	14kg (基肥14kg)	99	196	115	26.9	15.7
		22.4kg(基肥22.4kg)	101	187	109	28.1	15.4
28kg (基肥28kg)		100	219	122	27.3	15.4	
無灌水	無窒素	92	124	86	24.2	13.8	
	慣行施肥	14kg (基肥7+追肥7)	90	127	86	22.6	14.1
		22.4kg(基肥11.2+追肥11.2)	89	125	85	22.7	13.8
		28kg (基肥14+追肥14)	93	140	91	22.8	13.9
	局所施肥	14kg (基肥14kg)	97	160	97	25.7	14.5
		22.4kg(基肥22.4kg)	98	179	105	26.0	14.9
28kg (基肥28kg)		96	165	98	26.0	14.5	
分散 <sup>注2</sup> 分析	要因						
	効果	灌水	**	**	**	**	**
		施肥法	**	**	*	**	n.s
		施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
	交互	灌水×施肥法	**	n.s	n.s	n.s	n.s
	作用	灌水×施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
	施肥法×施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
	灌水×施肥法×施肥窒素量	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	

注1:配合肥料(18-13-11) SNKL140(50%)+CDU(30%)+リン安(20%)

注2:分散分析により\*\*：1% \*：5% n.s:有意差なし

製重，軟白長が有意に向上した。また，施肥窒素量の違いによる形態および外観品質に有意な差は認められなかった(表6)。

収穫跡地の土壌表層(0-20cm)の硝酸態窒素含量は施肥法によって程度は異なったが，いずれの施肥法においても施肥窒素利用率が高いほど低下する傾向を示した(図3)。

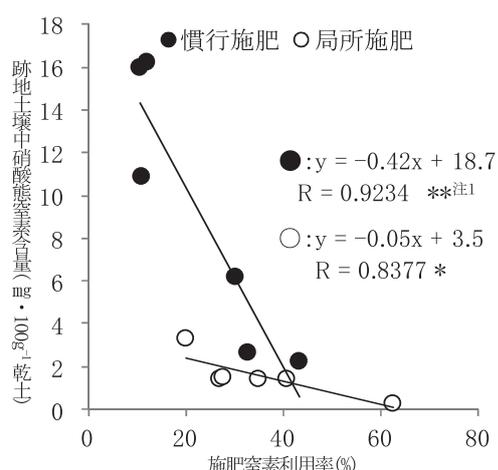


図3 施肥窒素利用率と跡地土壌の硝酸態窒素含量の関係

注1：回帰分析により\*\*：1%水準で有意，\*：5%水準で有意であることを示す(n=6)

#### IV. 考察

ほ場試験において，いずれの処理区においても露地栽培における目標収量(2,800～3,200kg・10a<sup>-1</sup>)と同等以上となり，ネギの初夏どりハウス栽培では十分な収量が得られることが示された。また，窒素吸収量は無窒素区でも10kg・10a<sup>-1</sup>程度と多く(表5)，土壌由来の窒素供給量が多い条件での結果といえる。しかし，試験前表層土壌の硝酸態窒素含量は必ずしも高い水準ではなかった(表3)ことから，土壌深層部の窒素蓄積が影響していることも推察された。

このような条件下で灌水処理および局所施肥により窒素利用率は大幅に向上した。中野ら(2005)や渡辺ら(2005)が，養分の動きは土壌内の水分移動が主要因であると指摘しているように，本試験では灌水処理によって土壌中の養分の移動が促進され，養分の吸収量を増大させたと考えられた。一方，今野ら(1998, 2001)や山本ら(2007)が報告しているように，根近傍に養分が留まることで効率的な養分供給が可能になったと考えられた。本試験においては，灌水と局所施肥の併用により効率的な養分供給が可能であったと考えられる。

無灌水区における土壌pF値は2.8程度と，灌水区と比較してかなり高く推移したものの，植物体にしおれや枯死等の症状は見られなかった。このことから，

ネギ自体が乾燥の影響を受けにくい作物であることが推察された。一方、貝塚ら(2008)は、ネギ栽培時の土壤 pF 値が 2.0 未満の条件下では湿害が発生しやすく、減収する可能性があるとしている。試験 1 では pF1.8 区で最も生育が優ったが、ポット栽培における結果であり、排水不良による湿害は発生しにくい栽培条件である。しかし、実際のほ場においては、貝塚らが指摘しているように、地下水水位等の条件によっては湿害が発生する可能性も十分に考えられるため、試験 2 における灌水終了点は pF2.0 に設定した。なお、試験 2 では湿害の発生は認められなかった。一方、灌水は開始点と終了点の幅が小さい場合、管理が煩雑となる。そこで、試験 2 では試験 1 における結果の次点である pF2.4 に設定した。試験 2 では湿害の発生も認められず、灌水頻度は 1~2 週間に 1 度となり、本試験における土壤水分条件は生産現場においても実用的な管理目標といえた。近年は養液土耕装置や拍動灌水装置(大原ら, 2011)など、緻密な灌水管理を可能にする技術が開発されているので、最適な水分条件についてはさらに検討が必要である。

局所施肥区では、施肥窒素量を 50% 削減しても慣行施肥区以上の収量を得たことから、増収と減肥による低コスト化、一発基肥施用による省力化が見込める。今後、リン酸やカリ成分の効率的な利用方法についても検討し、さらなる効率化・低コスト化を進める必要がある。

土壤中の硝酸態窒素含量は、慣行施肥区および無灌水区の跡地において栽培前と比較し収穫跡地で極端に多かったのに対し、局所施肥区および灌水区では残存量はその半分程度であり、減肥や灌水により残存する窒素量を削減できることが明らかとなった。跡地土壤に残存した窒素はその後、降雨による溶脱を受け地下水汚染の原因となる(小川, 2000)ことから、残存する窒素量を少なくすることは環境負荷の低減にも効果があると考えられた。

以上のように、パイプハウスを利用したネギの初夏どり栽培では、灌水処理と局所施肥を組み合わせることで施肥窒素量の大幅な削減とおよび追肥作業の省略が可能となった。これらの処理は施肥窒素利用率を大幅に向上させるため、施肥窒素量は慣行施肥水準の半量である  $14 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$  とすることが最も効率的であると考えられた。ネギ栽培におけるこのような水分管理と窒素施肥法は効率的、省力的で環境にやさしい栽培法として導入が期待される。

## V. 摘要

茨城県におけるネギの周年的安定生産を図るため、初夏どり作型のハウス栽培における土壤水分条件ならびに効率的な窒素施肥条件について検討した。

1. ポット試験および過去の知見から考慮して、ネギ栽培における土壤水分管理目標を土壤 pF 値 2.0~2.4 に設定した。ほ場試験において、このような灌水処理および局所施肥法により、増収および品質向上が認められ、慣行露地栽培を上回る収量水準を確保できた。
2. また、これらの処理により施肥窒素利用率は大幅に向上した。施肥窒素量の違いが収量・品質に及ぼす影響は認められず、施肥窒素量が少ないほど施肥窒素利用率は高まった。
3. ネギの初夏どりハウス栽培では、灌水処理と局所施肥を組み合わせ、施肥窒素量は  $14 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$  とすることが最も効率的であると考えられた。

## 引用文献

- 茨城県農業総合センター. 野菜栽培基準. 平成 19 年.
- 茨城県農林水産部産地振興課. 本県の主な野菜の生産出荷状況. 平成 23 年度 茨城の園芸
- 貝塚隆史. 2008. おいしいネギの周年栽培技術の確立. 土壤の種類及び地下水水位とネギの生育. 平成 20 年度茨城県園芸研究所試験成績書.
- 今野陽一・黒田潤・熊谷勝巳. 1998. ネギの全量基肥局所施肥における施肥効率. 東北農業研究. 51 : 231-232.
- 今野陽一・熊谷勝巳・富樫政博. 2001. 肥効調節型肥料を利用したネギの全量基肥局所施肥栽培. 山形県立農業試験場研究報告. 35 : 37-43.
- 中野明正. 2005. 植物の根に関する諸問題 [138]. 根は施肥窒素と地力窒素をどのように吸収するのか? : 養液土耕(灌水同時施肥)から見えてきたもの. 農業および園芸. 80 : 39-46.
- 小川吉雄. 2000. 地下水の硝酸汚染と農法転換. PP. 66-100. 農文協. 東京.
- 大原一能. 2011. 普及現場の最前線 日射制御型拍動灌水装置の実証と普及. 近畿中国四国農業研究. 18 : 99-101.
- 山本仁美・松丸恒夫. 2007. ネギのチェーンポット内全量窒素施肥が生育および収量に及ぼす影響. 日

本土壌肥料学雑誌 78(4) : 371-378.

渡辺和彦・郡司掛則昭・上原洋一・木村 武・池田英男・  
岩崎泰永・玉井光秀・草刈真一・宮田尚稔. 2005.  
養液土耕・養液栽培における液肥管理の新しい展開.  
本土壌肥料学雑誌. 76 : 657-663.