ジネンジョ (*Dioscorea japonica* Thunb.) ‘稲武2号’の窒素吸収特性

中村嘉孝^{1,2*}・田中哲司³・糟谷真宏³・瀧 勝俊¹・井上栄一^{2,4}

¹愛知県農業総合試験場 480-1193 愛知県長久手市

²東京農工大学大学院連合農学研究科 183-8509 東京都府中市

³愛知県農業総合試験場山間農業研究所 441-2513 愛知県豊田市

⁴茨城大学農学部 300-0393 茨城県稲敷郡阿見町

The Characteristic Nitrogen Absorption of Japanese Yam (*Dioscorea japonica* Thunb.) ‘Inabu-2 gou’

Yoshitaka Nakamura^{1,2*}, Tetsushi Tanaka³, Masahiro Kasuya³, Katsutoshi Taki¹ and Eiichi Inoue^{2,4}

¹Aichi Prefectural Agricultural Research Center, Nagakute, Aichi 480-1193

²United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509

³Aichi Prefectural Agricultural Research Center Mountain Region Institute, Toyota, Aichi 441-2513

⁴College of Agriculture, Ibaraki University, Ami, Ibaraki 300-0393

Abstract

In order to clarify the nitrogen absorption characteristics of Japanese yam ‘Inabu-2 gou’, we investigated the dry matter weight and nitrogen absorption of each part at different times when the nitrogen application rate was changed. The total amount of nitrogen uptake in stems and leaves increased significantly from July to August and reached the maximum in August. On the other hand, the dry weight and amount of nitrogen uptake of new rhizosphere increased after August. Total nitrogen absorption peaked in September. Therefore, it was considered that the nitrogen supply until September was significant for the growth of Japanese yam. Especially, the nitrogen supply from July to August when the growth of foliage increased was considered to be important. The weight, Brix value, and viscosity of the new rhizosphere cultivated without nitrogen fertilization were not different from those with nitrogen fertilization (30 g-N · m⁻²). The estimated value of nitrogen mineralization from the soil of the experimental field was higher than the total value of nitrogen absorption at each time. This suggests that the soil may supply the necessary nitrogen with mineralized nitrogen even under the condition that polyethylene mulch is applied but nitrogen is not.

Key Words : amount of applied fertilizer, leaching, mulch, soil nitrogen mineralization, viscosity

キーワード : 土壌窒素無機化量, マルチ, 粘度, 施肥量, 溶脱

緒 言

ジネンジョ (*Dioscorea japonica* Thunb.) はヤマノイモ属のつる性の多年生植物である。地下部に肥大する担根体を芋、葉腋に着生する多数の担根体をむかごと呼んで食用にされる。ジネンジョの芋は、同じヤマノイモ属のヤマイモ (*Dioscorea polystachya* Tutcz.) の品種群の一つであるナガイモ (以下、ナガイモと記す) の芋よりも、すりおろした時の粘りが強く、特有の風味を持ち、食味が優れている。このため、古くから山野に自生する芋が採取されてきたが、その芋の長さは1 mを超えるため掘り取りに多大な労力が必要で、栽培も小規模でしか行われなかった。しかし、1970年代にパイプ栽培技術が開発されたことで、営

利栽培が広まった (飯田, 2001; 政田・岩政, 2004)。

営利栽培の開始当初は、山野で採取された野生株の中から優良なものを選んで利用しているにすぎなかったが、形状や品質に優れた優良系統の‘P-16’が選抜され (飯田ら, 1991)、普及が進んだ。さらに、ジネンジョの主要病害である炭疽病に抵抗性を持ち、肥大性に優れた‘稲武2号’が育成され (飯田ら, 2001)、本品種の利用が拡大した (田中ら, 2018)。

ジネンジョはヤマノイモモザイクウイルスに感染すると、茎葉の生育量が低下し、新生芋重が非感染株の60%以下まで低下する (飯田, 2001; 藤, 2003)。ジネンジョは栄養繁殖性のため、ウイルスの感染は次世代にも伝播することから、産地の拡大とともにウイルスの感染に対する対策が課題となった。そこで、ウイルスフリー種苗を利用した栽培技術の開発が行われ (飯田ら, 1992; 飯田・加藤, 1999; 飯田・森田, 1993)、愛知県では優良種苗を生産供給する体制が整備された (愛知県, 1994)。ウイルスの感染

2019年10月30日 受付。2020年6月16日 受理。

本報告の一部は園芸学会平成31年度春季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: yoshitaka_nakamura@pref.aichi.lg.jp

への対策と優良品種の利用拡大が進む一方で、適切な施肥管理技術の基礎となるジネンジョの窒素吸収特性についてはこれまで明らかにされてこなかった。

ナガイモにおける要素試験では、窒素施肥の影響が大きく、無窒素栽培で収量が低下した（梅本・中村，1959）。ヤマイモの品種群の一つであるイチョウイモ（以下、イチョウイモと記す）では、窒素を無施肥とすると収量は低下するが、芋の粘度は窒素を施肥した芋よりも高い傾向であった（江村ら，1981）。ヤマノイモ属の新生芋における粘度の強度は品質面において重要な項目であるため、生産者も窒素施肥量に対する関心は高い。しかし、ジネンジョの営利栽培の開始当初はウイルスの感染によって低下した生育量や芋の肥大を回復させようと多施肥される傾向にあった。愛知県では生産者への施肥量の聞き取り調査に基づいて1987年に初めて窒素の施肥基準量が $34 \text{ g-N} \cdot \text{m}^{-2}$ と設定された（愛知県，1987）。その後、ウイルスに感染していない優良種苗が普及し、感染による肥大性の低下が改善された。それ以降は、窒素の多施肥による粘度の低下に対する懸念、養分溶脱の抑制につながるポリマルチの利用促進（嶋田ら，1973）、肥料利用率が高く減肥が可能とされる肥効調節型肥料の利用促進（菅野，2011）により、窒素施肥量は減少傾向にあるが（田中ら，2018）、最適な窒素施肥量はいまだ明らかとされていない。

そこで、本研究では適切な窒素施肥指針の策定に向けて、愛知県の主要品種である‘稲武2号’の窒素吸収特性を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

1. 試験区および栽培概要

試験は、2017年と2018年に愛知県農業総合試験場山間農業研究所（愛知県豊田市）内の同一圃場で行った。気象データは、試験圃場と同じ所内に設置されている気象庁（気象庁，2019）の愛知県稲武観測所の観測データから、2017年および2018年の5月から11月の月別日平均気温、月別積算降水量および月別積算日照時間を用いた（第1表）。試験圃場の土壌は褐色森林土で（農耕地土壌分類委

第1図 試験圃場の様子（2018年7月23日）

員会，1995）、可給態窒素量（ 30°C で4週間培養した期間に無機化されてくる窒素量）（小川，1997）は $36 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ である（第2表）。この値は、愛知県内のジネンジョ圃場（14地点）の土壌の可給態窒素量の平均値 $32 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ と同程度である。供試品種には、愛知県における主要品種である（田中ら，2018）、‘稲武2号’（飯田ら，2001）を用い、マルチ栽培で行った（第1図）。

試験区は、愛知県（2016）の施肥基準に準じて、窒素施肥量の合計量を $30 \text{ g-N} \cdot \text{m}^{-2}$ （基肥は $15 \text{ g-N} \cdot \text{m}^{-2}$ ，追肥は $5 \text{ g-N} \cdot \text{m}^{-2}$ を3回）とした区を30N区とした。その半量を施肥した区を15N区とした。2018年のみ、窒素を無施肥とした区を0N区として追加した。いずれの試験区もリン酸（ P_2O_5 ）およびカリウム（ K_2O ）は愛知県（2016）の施肥基準に準じて、それぞれ $20 \text{ g-P}_2\text{O}_5 \cdot \text{m}^{-2}$ （全量を基肥で施肥）および $30 \text{ g-K}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2}$ （基肥は $15 \text{ g-K}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2}$ ，追肥は $5 \text{ g-K}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2}$ を3回）施肥した。窒素とカリウムの追肥は、2017年は7月18日，8月23日および9月25日に、2018年は7月23日，8月20日および9月19日に行った。追肥は、敷設した白黒ポリマルチ（KO白黒ダブルマルチ，みかど化工（株））をめくって地表面に散布し、土壌と混和しなかった。

愛知県におけるジネンジョの栽培は、1年目にむかごから新生芋を生産し、2年目に1年目に生産した新生芋を種芋として出荷規格の新生芋を生産している（愛知県，1994）。本試験も、前年にむかごから生産した $30 \sim 39 \text{ g/}$

第1表 試験圃場の気象データ

月	月別日平均気温 ($^{\circ}\text{C}$)		月別積算降水量 ($\text{mm} \cdot \text{month}^{-1}$)		月別積算日照時間 ($\text{h} \cdot \text{month}^{-1}$)	
	2017年	2018年	2017年	2018年	2017年	2018年
5月	16.7	15.7	203	282	177	161
6月	19.1	19.7	176	199	116	138
7月	23.2	24.9	98	264	152	188
8月	23.9	24.9	324	271	164	197
9月	21.7	20.2	363	664	80	76
10月	15.9	14.0	134	67	95	126
11月	8.6	8.9	105	30	108	123

過去の気象データ検索（気象庁，2019）愛知県稲武より作成

個の新生芋を種芋として用いた。

2017年5月26日、2018年5月28日に畝幅1.5 m、株間0.25 m、栽植密度2.7株・m⁻²で定植した。基肥を施用後、速やかにポリマルチを敷設した。栽培は、パイプ状栽培容器（クレバーパイプ、政田自然農園(株)）によるパイプ栽培（飯田, 2001; 政田・岩政, 2004）で行った。パイプ充填土壌は、まさ土を用いた（第2表）。収穫は2017年11月27日および2018年11月12日に行った。1区当たりの植物体採取株数は、7月の採取時は6株、8月、9月および収穫時（11月）の採取時は5株で合計21株の3反復とした。

2. 調査項目

新生芋、種芋および根は株ごとに新鮮重を調査した。地上部は各試験の1区ごとに全株（5～6株）をまとめて採取し、茎葉とむかごに分けて測定した。茎葉およびむかごは、それぞれの新鮮重を供試株数（5～6株）で除して1株当たりに換算した。各部位を乾燥機（FV-630、アドバンテック東洋(株)）で60℃3日間乾燥後、乾物重を測定した。乾燥試料を微粉碎後、窒素含有率は乾式燃焼法で測定し、1株当たりの乾物重と窒素含有率から窒素吸収量を求めた。

栽培後の土壌を採取し、風乾して目開き2 mmの篩で篩別後、無機態窒素含量（硝酸態窒素、亜硝酸態窒素およびアンモニア態窒素の合計含量）を測定した。無機態窒素含量は100 g・L⁻¹塩化カリウム液で抽出後、硝酸態窒素と亜硝酸態窒素の合計含量は銅・カドミウム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法で、アンモニア態窒素含量はインドフェノール青吸光光度法で測定した。栽培期間の土壌の窒素無機化量は、反応速度論的方法（杉原ら, 1986）により推定した。すなわち、試験開始前土壌を畑条件で10℃、20℃および30℃で112日間培養して得られた温度別無機化曲線を反応速度論に基づいて解析し、単純並行型モデル： $N = N_1(1 - \exp(-k_1 \times t_1)) + N_2(1 - \exp(-k_2 \times t_2))$, $t_n = \exp(E_{a_n}(T - 298)/8.314/T/298)$ ($n = 1, 2$) に当てはめた。土壌の窒素無機化量は、得られたモデル式に作土の深さ10 cmの地温をあてはめ、作土深を20 cm、乾燥密度を

0.87 g・cm⁻³として算出した。

2018年に採取した0N区および30N区の各4個の新生芋について、基部から40～50 cmおよび80～90 cmの部分を切り出してすりおろした後、可溶性固形物含量と粘度を測定した。可溶性固形物含量はデジタル糖度計（PR-1, (株)アタゴ）で測定してBrixで示した。粘度は音叉型振動式粘度計（SV-10A, (株)エー・アンド・デイ）で測定した。

結 果

1. 窒素施肥量の違いが部位別の乾物重、窒素吸収量および新生芋重に及ぼす影響

2か年行ったすべての試験区で病害虫の発生はみられなかった。

茎葉の乾物重は7月から8月にかけて大きく増加して8月にはほぼ最大に達した（第3表）。その後は同程度のまま維持されるか、減少した。同じ年次における茎葉の乾物重に試験区間差は認められなかった。2017年および2018年の15N区と30N区で年次間差をみると、2018年8月および9月の茎葉の乾物重は2017年よりも有意に重かった。

新生芋の乾物重は8月から9月にかけて大きく増加した。同じ年次における11月の新生芋の乾物重に試験区間差は認められなかった。15N区と30N区で年次間差をみると、11月の新生芋の乾物重に年次間差は認められなかった。

むかごは7月の調査時には着生が認められなかった。むかごの乾物重はその後漸次増加し、8月から9月にかけて大きく増加した。2017年11月のむかごの乾物重に試験区間差は認められなかったが、2018年11月のむかごの乾物重は0N区が30N区よりも有意に軽かった。15N区と30N区のむかごの乾物重に年次間差は認められなかった。

茎葉の窒素吸収量は乾物重と同様に8月に最大となったが、9月から11月にかけて減少した（第4表）。同じ年次における茎葉の窒素吸収量に試験区間差は認められなかった。15N区と30N区で年次間差をみると、2018年8月および9月の茎葉の窒素吸収量は2017年よりも有意に多かった。

第2表 供試土壌の化学性

土 壤	pH (H ₂ O)	全炭素	全窒素	無機態 窒素	Av-N ²	Av-P ³	CEC	Ex-K	Ex-Ca	Ex-Mg	塩基 飽和度
		(g・kg ⁻¹)			(mg・kg ⁻¹)		(cmol _c ・kg ⁻¹)		(mg・kg ⁻¹)		(%)
圃場	6.8	22.4	1.7	14	36	1156	20.0	636	2323	101	70
パイプ充填	5.1	n.d.	n.d.	8	n.d.	n.d.	11.5	81	986	165	56

² 可給態窒素（30℃4週間培養無機化窒素）

³ 可給態リン（Truog法）

n.d. は定量限界以下を示す

pH (H₂O) は土:水=1:5で電気伝導率・pHメータ（WM-50EG, 東亜ディーケーケー(株)）で測定した

全炭素・全窒素は乾式燃焼法で測定した

無機態窒素は、硝酸態窒素および亜硝酸態窒素は銅・カドミウム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、アンモニア態窒素はインドフェノール青吸光光度法で測定した合計値

陽イオン交換容量（CEC）および交換性陽イオンはセミマイクロショールンベルガー法で測定した

第3表 ジネンジョの部位別の乾物重の推移

部位	試験区	乾物重 (g-DW/株)			
		7月 ^z	8月	9月	11月
茎葉	2017年				
	15N区	15.4	53.1	56.7	43.5
	30N区	13.8	45.2	49.1	53.7
	2018年				
	0N区	20.1	106.6	77.0	46.5
	15N区	17.1	131.4	91.5	78.2
	30N区	18.5	95.1	92.3	70.9
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間) ^y				
	窒素施肥量	ns	ns	ns	ns
	年次	ns	*	*	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns
新生芋	2017年				
	15N区	0.7	25.7	100.3	135.7
	30N区	0.8	25.1	71.9	111.5
	2018年				
	0N区	1.4	21.2	81.0	128.8
	15N区	2.1	25.7	104.7	134.8
	30N区	1.9	26.1	90.3	150.3
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間)				
	窒素施肥量	ns	ns	*	ns
	年次	*	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns
むかご	2017年				
	15N区	—	4.2	85.8	89.2
	30N区	—	4.2	58.1	109.6
	2018年				
	0N区	—	4.7	69.2	69.7 b ^x
	15N区	—	5.1	91.4	94.7 ab
	30N区	—	5.1	78.5	124.7 a
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間)				
	窒素施肥量	—	ns	ns	ns
	年次	—	ns	ns	ns
	交互作用	—	ns	ns	ns

^z 調査は、2017年7月18日、8月23日、9月25日、11月27日（収穫時）、2018年7月23日、8月20日、9月19日、11月12日（収穫時）に行った

^y 15N区と30N区間における二元配置分散分析により、*は5%水準で有意差があること、nsは有意差がないことを示す

^x 異なる小文字のアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で同年次かつ同調査時の試験区間に有意差があることを示す

新生芋の窒素吸収量はいずれの試験区でも8月から11月まで漸増した。同じ年次における11月の新生芋の窒素吸収量に試験区間差は認められなかった。15N区と30N区で年次間差をみると、11月の新生芋の窒素吸収量に年次間差は認められなかった。

むかごの窒素吸収量は8月から9月にかけて大きく増加

第4表 ジネンジョにおける株全体の窒素吸収量の推移

部位	試験区	窒素吸収量 (g-N/株)			
		7月 ^z	8月	9月	11月
茎葉	2017年				
	15N区	0.4	1.3	1.3	0.4
	30N区	0.4	1.2	0.9	0.6
	2018年				
	0N区	0.5	1.9	1.5	0.3
	15N区	0.5	2.7	1.7	0.6
	30N区	0.5	2.0	1.9	0.5
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間) ^y				
	窒素施肥量	ns	ns	ns	ns
	年次	ns	*	*	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns
新生芋	2017年				
	15N区	0.02	0.5	1.4	2.1
	30N区	0.02	0.5	1.1	1.9
	2018年				
	0N区	0.03	0.3	1.0	1.7
	15N区	0.05	0.5	1.3	1.8
	30N区	0.04	0.5	1.3	2.3
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間)				
	窒素施肥量	ns	ns	ns	ns
	年次	*	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns
むかご	2017年				
	15N区	—	0.1	1.4	1.1
	30N区	—	0.1	1.0	1.4
	2018年				
	0N区	—	0.1	0.8	0.7 b ^x
	15N区	—	0.1	1.2	1.0 ab
	30N区	—	0.1	1.3	1.5 a
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間)				
	窒素施肥量	—	ns	ns	ns
	年次	—	ns	ns	ns
	交互作用	—	ns	ns	ns
合計値 ^w	2017年				
	15N区	0.5	1.9	4.1	3.6
	30N区	0.4	1.8	3.1	3.8
	2018年				
	0N区	0.6	2.3	3.3 b	2.7 b
	15N区	0.6	3.3	4.2 ab	3.4 ab
	30N区	0.6	2.6	4.5 a	4.3 a
	二元配置分散分析 (15N区と30N区間)				
	窒素施肥量	ns	ns	ns	ns
	年次	*	*	*	ns
	交互作用	ns	ns	*	ns

^z 調査は、2017年7月18日、8月23日、9月25日、11月27日（収穫時）、2018年7月23日、8月20日、9月19日、11月12日（収穫時）に行った

^y 15N区と30N区間における二元配置分散分析により、*は5%水準で有意差があること、nsは有意差がないことを示す

^x 異なる小文字のアルファベット間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で同年次かつ同調査時の試験区間に有意差があることを示す

^w 合計値=茎葉+新生芋+むかご+根

した. 2017年11月のむかごの窒素吸収量に試験区間差は認められなかったが, 2018年11月のむかごの窒素吸収量は, 0N区が30N区よりも有意に少なかった. 15N区と30N区のむかごの窒素吸収量に年次間差は認められなかった.

茎葉, 新生芋, むかごおよび根の窒素吸収量の合計値は, 7月から漸次増加し, 9月に最大となった(第4表). 2018年9月および11月の部位別の窒素吸収量の合計値は, 0N区が30N区よりも有意に少なかった. 15N区と30N区で年次間差をみると, 2018年7月, 8月および9月における部位別の窒素吸収量の合計値は2017年よりも有意に多かった.

2017年および2018年の11月の収穫時における新生芋重の新鮮重(収量)の平均値は, いずれの試験区も400g/個前後で, 同じ年次における試験区間差や15N区と30N区における年次間差は認められなかった(データ省略). また, 出荷規格の下限値である300g/個よりも重い可販芋の割合はいずれの試験区も80%程度であった.

2. 栽培後の土壌の無機態窒素含量と土壌の窒素無機化量

2018年の栽培後の土壌の無機態窒素含量を試験区間で比べると, 深さ0~5cm, 5~10cmおよび15~20cmの0N区は, 30N区よりも有意に少なかった(第2図). 深さ別にみると, 15N区および30N区では, 最表層である0~5cmの土壌の無機態窒素含量は同区の深さ10~15cmおよび15~20cmよりも有意に多かった.

各調査時期の土壌からの窒素無機化量の推定値は0N区の単位面積当たり窒素吸収量よりも多かった(第3図).

3. 窒素施肥量が異なる条件で栽培した新生芋のBrixおよび粘度

0N区と30N区の新生芋のBrixを同じ採取部位同士と比較すると, 試験区間差は認められなかった(第5表). 同

第3図 0N区における植物体の窒素吸収量と土壌の窒素無機化量の関係

² 植物体の窒素吸収量は, 2018年0N区の窒素吸収量を畝幅1.5m, 株間0.25mで面積換算して算出した

³ 部位別窒素吸収量は各時期の現存量, 土壌窒素無機化量は各時期までの積算値

⁴ 土壌窒素無機化量はモデル式 ($N = N_1(1 - \exp(-k_1 \times t_1)) + N_2(1 - \exp(-k_2 \times t_2))$), $t_n = \exp(Ea_n(T - 298)/8.314/T/298)$, $N_1: 62.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $N_2: 18.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $Ea_1: 74.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $Ea_2: 67.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $k_1: 0.01 \cdot \text{day}^{-1}$, $k_2: 0.37 \cdot \text{day}^{-1}$ に栽培期間の地温 (10cm深) を代入し, 作土深を20cm, 乾燥密度を $0.87 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ として算出した

第5表 窒素施肥量が異なる条件で栽培されたジネンジョの新生芋のBrixおよび粘度

試験区	Brix (°Brix)		粘度 (Pa · s)	
	40~50 cm ²	80~90 cm	40~50 cm	80~90 cm
0N区 ³	12.0	12.1	2.7	3.8
30N区	13.6	13.8	3.0	4.7

試験区の同一採取部位間でのt検定により5%水準で有意差なし

² 基部から先端部へ向かって位置する採取部位

³ 窒素施肥量は, 0N区は $0 \text{ g} \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$, 30N区は $30 \text{ g} \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

様に, 0N区と30N区の新生芋の粘度を同じ採取部位同士と比較すると, 試験区間差は認められなかった.

考 察

ジネンジョと同じヤマノイモ属であるナガイモの茎葉の乾物重は7月末に最大となり(佐藤, 1964), 定植後2か月程度から茎葉の窒素吸収量が增大すると報告されている(中本ら, 1994; 玉川ら, 1975). 種の違いや試験地の気象条件に違いはあるものの, 本試験においても, ジネンジョの茎葉の乾物重および窒素吸収量は同様の傾向を示した. すなわち, 茎葉の乾物重および窒素吸収量は7月から8月にかけて大きく増加し, 8月にはほぼ最大に達した. その後, 茎葉の窒素吸収量は9月から収穫時の11月にかけて減少した. 一方, 新生芋およびむかごの窒素吸収量は漸次増加したことから, 茎葉, むかご, 新生芋および根を含めた植物体全体の窒素吸収量の合計値は9月に最大に達した. 9月以降の茎葉の窒素吸収量の減少に対して乾物重の減少量はわずかであったことから, 茎葉の窒素含有率が低下しており, 茎葉に吸収されていた窒素が新生芋やむかごの窒素源となっていたことが考えられた. これらのことか

第2図 ジネンジョの栽培後の土壌の無機態窒素含量

図中のバーは標準誤差を表す

異なる大文字のアルファベット間には Tukey の多重比較検定により5%水準で同年次かつ同試験区の土壌深さ間に有意差があることを示す

異なる小文字のアルファベット間には Tukey の多重比較検定により5%水準で同年次かつ同じ深さの試験区間に有意差があることを示す

ら、9月までにジネンジョの生育に必要な窒素を供給すべきで、9月以降の追肥の効果は低いと考えられた。

ナガイモの施肥管理について、6月の茎葉伸長期から8月の新生芋が肥大盛期に入るまでの施肥が効果的と報告されている(佐藤, 1965; 梅本・中村, 1959; 熊谷ら, 1977)。ヤマイモの品種群の一つであるヤマトイモにおいても、時期別の窒素吸収量の推移に基づいて、7月の茎部伸長期から茎葉部増大期に追肥することが望ましいとされている(伊沢・名武, 1957)。本試験の結果から、7月から8月はジネンジョにおいても茎葉の生育が増大する期間であり、新生芋およびむかごの窒素吸収量が増大する前の期間であったことから、この時期の窒素の供給が特に重要であると考えられた。

ジネンジョの収穫部位である新生芋の新鮮重に及ぼす窒素施肥量の影響をみると、2017年における15N区の収穫時の新生芋の新鮮重は同じ年次の30N区と同程度であった。また、2試験区とも栽培後の最表層の土壌の無機態窒素含量が多かったことから、施肥した窒素が残存していることが考えられた。これらのことから、15N区と30N区の窒素施肥量の差である $15\text{ g-N}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上の施肥が有効でなかったことが示唆された。そこで、2018年は窒素を無施肥とした0N区も設けて試験を行った。0N区の収穫時の新生芋の新鮮重(収量)は、窒素を施肥した15N区や30N区と同程度であったことから、0N区の窒素吸収量は窒素を施肥した区と同程度の新生芋重を得るために十分な吸収量であったと考えられた。

窒素を無施肥としたことから、0N区のジネンジョが吸収した窒素は土壌または種芋由来と推察される。このうち、種芋の窒素含量は 150 mg/株程度 (本試験の栽植密度で $0.4\text{ g-N}\cdot\text{m}^{-2}$ に相当)(データ省略)であり、0N区において窒素吸収量の合計値が最大となった9月の 3.3 g/株 (本試験の栽植密度で $8.8\text{ g-N}\cdot\text{m}^{-2}$ に相当)に対して極めて少ない。このことから、窒素吸収量に対する種芋からの窒素供給量は限定的であると考えられた。2018年の7月および8月の月別積算日照時間は2017年の同時期よりも長く、2018年の8月の茎葉の乾物重は2017年の8月よりも重かったことから、2018年はジネンジョの生育に好適な気象条件であったと考えられた。このため、2018年に試験を行った0N区では旺盛な生育に対する窒素不足が懸念されたが、むかごを除いた部位別の窒素吸収量は他の試験区と差がみられなかった。このことから、新生芋の肥大に必要な窒素吸収量は不足していなかったと考えられた。0N区の各調査時期における植物体の窒素吸収量の合計値よりも土壌からの窒素無機化量の方が多かったことから(第3図)、土壌から無機化した窒素量で実用的な新生芋の肥大に必要な窒素量を賄っていた可能性が示唆された。

窒素吸収量が最大となった9月において、土壌から無機化した窒素量($12.4\text{ g-N}\cdot\text{m}^{-2}$)に対するジネンジョの窒素

利用率は0.71(=0N区の窒素吸収量/土壌から無機化した窒素量)で高かった。このため、ジネンジョは土壌から無機化された窒素の利用率が高いことも窒素を無施肥としても実用的な新生芋が得られた要因の一つと考えられた。

窒素を施肥した15N区および30N区の栽培後の土壌の無機態窒素含量は、地表面に近い土壌で多く残存していた。ポリマルチを敷設することで土壌中の硝酸態窒素濃度が高く維持され、植物の肥料利用率は高まったことが報告されている(嶋田ら, 1973)。15N区および30N区において、栽培後の地表面に近い土壌の無機態窒素含量が多かったことから、ポリマルチを敷設したことで土壌中の無機態窒素の溶脱が抑制されていたことが考えられた。窒素の溶脱が新生芋の肥大に及ぼす影響について、ナガイモの栽培では窒素の溶脱率と新生芋重に負の相関があったことが報告されている(佐藤・山根, 1980)。本試験において、窒素を無施肥としても土壌から無機化した窒素で実用的な新生芋生産に必要な窒素量を賄えた可能性が示唆されたことは、土壌から無機化した窒素の溶脱が抑制されたことも要因の一つと考えられた。

窒素施肥量が多くなると、むかご重が増加することが報告されている(飯田・加藤, 2002)。本試験においても、2018年の収穫時の11月における0N区のむかごの乾物重は30N区よりも少なかったことから、窒素施肥量の違いは新生芋重よりもむかご重に影響したと考えられた。9月におけるむかごの乾物重は茎葉の乾物重と同程度で、地上部の重量に占める割合は大きかった。ジネンジョは受光体勢を良くするため地表面に対して垂直に誘引して栽培される(愛知県, 1994)。茎葉に着生するむかご重が重くなると、夏から秋にかけて発生する台風等の強風の影響を受け、倒伏しやすくなる。倒伏すると茎が切断され新生芋の肥大低下につながるため、過剰なむかごの着生を抑制するために適切な窒素施肥量で栽培することは、安定生産のために重要であると考えられる。

愛知県の選抜系統であるジネンジョ‘P-16’において窒素施肥量を $10\sim 30\text{ g-N}\cdot\text{m}^{-2}$ の間で変えても、新生芋の粘度に一定の傾向はみられなかった(飯田・森田, 1993)。本試験でも窒素を無施肥として栽培した新生芋の粘度は、窒素を施肥して栽培した新生芋と同程度であった。江村ら(1981)は、イチョウイモにおいて窒素を無施肥とした場合に新生芋の粘度が高い傾向となったが、新生芋重は減少したことを報告している。本試験の結果では、窒素を無施肥としても新生芋の重量や窒素吸収量は減少しなかったことから、いずれの試験区においても新生芋の肥大に十分な窒素が供給されていたことにより、粘度に影響がみられなかったと考えられる。窒素吸収量と粘度の関係についてはさらなる検討が必要であるが、0N区および30N区のBrixおよび粘度は同品種における本研究と同様にBrixから推定した糖度や粘度の既報値(飯田・加藤, 2002)と同程度であり、収量だけでなくBrixや粘度についても実用的な

品質を満たしていたと考えられた。

ポリマルチを敷設した15N区や30N区において栽培後の土壌に残存した無機態窒素含量が多かったことから、ポリマルチを利用すれば窒素施肥量を削減できる可能性が示唆された。本試験の結果と同様に、窒素を無施肥としても実用的な新生芋重が得られるかについては、栽培する土壌からの無機化窒素量の違いや、ジネンジョの窒素利用率をふまえて慎重に検討する必要がある。

摘 要

ジネンジョ「稲武2号」の窒素吸収特性を明らかにするため、窒素施肥量を変え、各時期の部位別の乾物重および窒素吸収量を調査した。茎葉の乾物重および窒素吸収量は7月から8月にかけて大きく増加し、8月にはほぼ最大に達した。一方、新生芋の乾物重および窒素吸収量は8月以降、漸次増加した。部位別の窒素吸収量の合計値は9月に最大となったことから、9月までの窒素供給がジネンジョの生育には有効であると考えられた。特に、茎葉の生育が増大する7月から8月までの窒素供給が重要と考えられた。

窒素を無施肥で栽培した新生芋の重量、Brixおよび粘度は、窒素施肥(30 g-N・m⁻²)した場合と同程度であった。試験土壌からの窒素無機化量の推定値は、各時期の窒素吸収量の合計値よりも多かった。また、ポリマルチ敷設を行えば土壌中の窒素を無施肥としても土壌からの窒素供給に必要な窒素量を賄える可能性が示唆された。

引用文献

愛知県. 1987. 農作物の施肥基準. p. 102. 愛知県. 愛知.
愛知県. 1994. 農業の新技術ジネンジョの高品質安定生産技術. p. 1–27. 愛知県農業総合試験場. 愛知.
愛知県. 2016. 農作物の施肥基準. p. 150. 愛知県. 愛知.
〈<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/217888.pdf>〉
江村 薫・細谷 毅・中村武次郎. 1981. イチヨウイモの収量と品質に及ぼす施肥の影響. 埼玉園試研報. 10: 9–16.
藤 晋一. 2003. ヤマノイモモザイクウイルスの特性と生物防除. 植物防疫. 57: 457–460.
飯田孝則. 2001. ジネンジョ. p. 1–135. 農文協. 東京.
飯田孝則・井戸 豊・森田正勝. 1992. ジネンジョムカゴからの効率的な1年芋養成法. 愛知農総試研報. 24: 159–163.
飯田孝則・加藤俊博. 1999. ジネンジョのウイルスフリー株から得られるむかごの肥大特性. 愛知農総試研報. 31: 111–114.
飯田孝則・加藤俊博. 2002. ジネンジョ新品種「夢とろろ」の種芋重、窒素施用量及び定植時期が生育及び新生芋の肥大に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 34: 85–90.
飯田孝則・加藤俊博・浅野裕司・和田朋幸. 2001. ジネン

ジョ新品種「夢とろろ」の育成. 愛知農総試研報. 33: 115–122.
飯田孝則・森田正勝. 1993. ジネンジョのウイルスフリー1年芋を種芋に用いた栽培の改善. 愛知農総試研報. 25: 187–191.
飯田孝則・西岡幹弘・井戸 豊・江間三郎・石井卓郎・森田正勝. 1991. 栄養系選抜法によるジネンジョ優良系統の育成. 愛知農総試研報. 23: 193–198.
伊沢悟郎・名武昌人. 1957. 「つくねいも(大和黒皮種)」の養分吸収過程と生育相について. 土肥誌. 27: 431–434.
菅野均志. 2011. ロングとLPコート of 施肥技術. p. 71–128. ロングとLPコート of 開発その特性と施肥技術. 庄子貞雄監修. ジェイカムアグリ株式会社. 東京.
気象庁. 2019. 過去の気象データ検索. 〈<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>〉
熊谷憲治・工藤洋一・一戸賢一. 1977. 追肥の窒素水準の差異がナガイモの収量および葉中成分に及ぼす影響. 東北農研. 19: 139–141.
政田敏雄・岩政幸人. 2004. ジネンジョのパイプ栽培. p. 基 143–166. 農業技術大系野菜編. 第10巻マメ類・イモ類・レンコン. 農文協. 東京.
中本 洋・下野勝昭・谷口健雄. 1994. 北海道のナガイモ栽培における窒素施肥法の改善. 土肥誌. 65: 194–198.
農耕地土壌分類委員会. 1995. 農耕地土壌分類第3次改訂版. 農業環境技術研究所資料. 17: 1–79.
小川吉雄. 1997. 10. 可給態窒素. p. 255–262. 土壤環境分析法編集委員会編. 土壤環境分析法. 博友社. 東京.
佐藤一郎. 1964. 砂丘地ナガイモの栄養生理に関する研究(第1報)生育相と生育に伴う体内成分の消長. 鳥取大砂丘研報. 26: 73–81.
佐藤一郎. 1965. 砂丘地ナガイモの栄養生理に関する研究(第3報)窒素の供給時期が生育収量並びに3要素の吸収に及ぼす影響. 砂丘研究. 11: 40–55.
佐藤一郎・山根一郎. 1980. 砂丘地ナガイモに対する被覆肥料の効果. 砂丘研究. 27: 1–11.
嶋田永生・武井昭夫・早川岩夫. 1973. 露地そ菜の省力施肥に関する研究(第2報)肥料形態、量およびポリマルチの有無がバレイショ、スイートコーンの生育に及ぼす影響. 愛知農総試研報 B. 5: 15–23.
杉原 進・金野隆光・石井和夫. 1986. 土壌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.
玉川和長・工藤洋一・平尾陸郎. 1975. ナガイモの窒素吸収について. 東北農研. 16: 234–236.
田中哲司・中村嘉孝・渡邊靖洋・糟谷真宏・瀧 勝俊. 2018. アンケート結果からみた愛知県内のジネンジョ生産の実態. 愛知農総試研報. 50: 103–106.
梅本俊成・中村誠助. 1959. 砂丘の長芋の特性と施肥方法について. 東北農研. 1: 138–139.