窒素の施肥期からみたサツマイモの窒素吸収と地上部生育相 ならびに塊根の着生および発育との関係について

森 田 敏 雄

(新潟大学教育学部)

Effects of the application time of nitrogen on the rate of nitrogen absorption as related to top growth, and formation and thickening of tuberous roots in sweet potato

Toshio MORITA

Faculty of Education, Niigata University, Niigata

Summary

Experiments on the application time of nitrogen fertilizer were carried out to clarify the mechanism of the formation and thickening of tuberous roots in sweet potato. Four types of soil classes, that is, sand, sandy loam, loam and clayey loam were used.

In sandy soils, the application of nitrogen at about 30 days after planting was unfavorable to tuberous root formation during the one month period, mid-July to mid-August, because the higher rate of nitrogen absorption produced the vines growing vi-

gorously. However, the marked nitrogen absorption during the period of thickening growth after tuberous root initiation was favorable to the increase of yield of tuberous roots.

In clayey soil, the application of nitrogen until 10 days after planting was favorable to both formation and thickening of tuberous roots due to the vigorous growth of vines having the high rates of nitrogen absorption throughout the growing season. Such a nitrogen status caused a higher yield of tuberous roots.

緒 言

塊根形成の良否は窒素を早期に施用するかどうかによつて大きく左右されることが、先の実験によつて確認された^{10,11)}。さらに新潟地方で5月下旬に挿苗した場合、7月中旬から8月中旬までの1か月間における地上部の生育相によつても大きく規制されることが、これまでの一連の実験⁸⁻¹⁰⁾によつて明らかにされて来た。しかも気温の上昇の早い年では、もつと早い7月上旬から8月上旬までの間におけるつるの伸長速度によつてもかなり影響を受けることが明らかにされた¹¹⁾。すなわち、これらの時期に窒素の吸収が盛んに行なわれるような態勢に置かれると、地上部で合成された乾物がつるの新生に向けて消費される割合が多くなり、地下部に転流して塊根形成を促す働きが阻害されるためであると思われる。しかし、砂質土壌ではこのような態勢に置かれると、その後の肥大期に入るようになって、地上部生育をおう盛に保持できるため、同化養分を蓄積するうえできわめて有利になり、塊根の肥大発育が十分に助長され、かえつて結果的には増収をもたらすことになる。これに対して粘質土壌では、むしろ初期の段階から生育ができるだけ促進されるような態勢に持つていけば、塊根の形成を良好

にし、いもの肥大発育のうえでも有利となることが推定された⁷⁾。したがつて砂質土壌とは異なつた肥培対策が必要であると考えられる。そこで今回の実験は、砂質土壌と粘質土壌とについて、窒素の施用時期によつて地上部の生育相にどのような差異がもたらされるかを窒素の吸収と関連させながら解析し、両種土壌における塊根の形成ならびに肥大発育の機構を解明しようとして実施した。

実験材料および方法

これまでの実験と同様に、新潟大学教育学部構内の砂丘地圃場に30cmの間隔で埋めた縦63cm、横37cm、深さ42cmの無底の木わくを使用し、前報⁷⁾と同じ4種類の土壌をつめ、各区5連制として実験を行なつた。供試品種は高系14号、長さ24cm、展開葉数5枚、重さ5gの整一な苗を選び、木わく当たり2株ずつ、1970年5月22日、苗の基部3節が正しく土中に入るように斜挿しを行なつた。試験区の構成は第1表のとおりであつて、元肥としてわく当たり、たい肥0.25kg、過リン酸石灰5g、塩化カリ1.8gずつわくの中央に深さ20cmの穴を掘つて施し、土とよく混合した。窒素肥料は硝酸アンモニアをわく当たり2.7gずつ用い、元肥、追肥とも株をはさんで両側に10cm程度の条溝を掘つて施し

1970年10月26日受理

た。窒素の吸収については葉身内窒素含有率の推移を以てこれに代えた。窒素の定量は GUNNING 変法によつた。試料は上位の展開葉を株当たり 3~4 枚ずつ採取し、通風乾燥器により 65°C で一昼夜乾燥してから粉碎し、デシケーター中に保存して置き、分析に供した。窒素含

有率は乾物重当たり%で示した。

なお、実験期間中の降水量の推移については、第1図に示したとおりである。

実験結果

地上部の生育相 第2図のつる長の推移で示されるように、砂土から壤土までのいわゆる軽しよ土壌では、地上部の生育相のうえて終始ほとんど一致した傾向が認められた。すなわち、7月中旬ごろからは挿苗後10日に追肥した区に比べて追肥時期の晩かつた区ほど発育がおう盛に向う傾向が明らかに認められた。さらに8月中旬の塊根の肥大期に入ろうとするころになると、明らかに追肥時期の晩い区ほどつるの長がまさるようになり、その後も優位を保ちながら収穫期に達している。これに対して粘質土壌のしよく壤土では、挿苗後1か月経

過した6月23日の調査によると、窒素追肥時期の早い区ほどつるの伸長が著しかつた。この傾向はその後も続き、8月下旬の最大伸長期には、窒素施肥期の早晩によつて、つる長のうえてかなりの差異を生じるようになり、そのままの態勢で収穫期に及んでいる。

葉身内窒素含有率の推移 砂壤土としよく壤土とを対象として葉身内窒素含有率の推移を示したのが第2表である。まず砂壤土についてみると、7月中旬までの段階では、追肥時期の早い区ほど窒素含有率が高い傾向を示したが、この時期を境として、その後はしだいに追肥時期の晩い区ほど高まつて来る傾向が示された。しかも注目されるのは、収穫期が近づくにしたがって、窒素含有

第1表 試験区の構成*

供試土壌	試験区	元肥				追肥			
		5月22日	6月1日	6月11日	6月21日	5月22日	6月1日	6月11日	6月21日
砂土 (S)	1	0.9 g	1.8 g						
砂壤土 (SL)	2	0.9		1.8					
壤土 (L)	3	0.9			1.8				
しよく壤土 (CL)									1.8

* 窒素肥料として硝酸アンモニアを使用した。

第1図 実験期間中における降水量の推移 (5月22日~9月25日)

第2図 つる長の推移

第2表 葉身内窒素含有率の推移
(乾物重当たり%で示す)

供試土壌	試験区	6月23日	7月13日	8月12日	8月28日	9月21日
		%	%	%	%	%
SL	1	2.34	2.55	2.59	2.50	2.54
	2	2.30	2.52	2.62	2.62	2.55
	3	2.30	2.41	2.63	2.64	2.59
CL	1	2.40	2.55	2.71	2.70	2.59
	2	2.38	2.53	2.71	2.68	2.51
	3	2.38	2.49	2.70	2.62	2.50

率が相対的に高まる傾向があつた。一方しよく壤土では、挿苗後1か月あたりからしだいに追肥時期の早い区ほど窒素含有率が高くなる傾向がみられるようになり、しかも8月下旬の地上部の最大生長時にかけて、各区とも幾分窒素含有率が高まる傾向が示された。総じて砂壤土に比べると、収穫期の直前までは、いずれの生育段階においても、各区とも窒素含有率が相対的に幾分高めに推移している。

つる長の推移と葉身内窒素含有率との対応関係 第3表に示したが、砂壤土としよく壤土について両者の推移をみると、砂壤土では7月中旬まではつ

る長には各区の間に大差はなかつたが、窒素含有率は追肥時期の早い区ほど幾分多かつた。しかし8月中旬以降になつて、追肥時期の早い区ほどつるの伸長が著しくなるとともに、窒素含有率もそれと平行して高くなる傾向を示した。一方しよく壤土では、つるの本格的な伸長期を迎える7月中旬ごろまでは、窒素追肥時期の早い区でも、とくにつるの伸長が進んだわけではなかつたが、窒素含有率では相対的に高かつた。その後肥大期に入る8月中旬になると追肥時期が早く、つる長のまきつた区ほど窒素含有率も高くなつて来る傾向が示された。

収穫時における各区のつる長構成 第4表に示したが、砂土から壤土にかけては、大体追肥時期の遅かつた区ほど分枝の発達が良好であつた。またつるの総長だけでなく、落葉部分を除いたつる長のうえでも、追肥時期の早い区ほどまきつていた。他方しよく壤土では、窒素の追肥時期の早かつた区ほど分枝の発達がよく、落葉部分を除いたつる長でも優位に置かれた。

またつるの新鮮重は砂質土壤では追肥時期の早い区ほど大きかつた。つる長当たりのつる重では、窒素施肥期の早い区ほどその値が小さくなつてゐる。つまり、つる

第3表 つる長の推移と葉身内窒素含有率の推移との関係*

供試土壌	試験区	6月23日		7月13日		8月12日		8月28日		9月21日	
		つる長	N含有率	つる長	N含有率	つる長	N含有率	つる長	N含有率	つる長	N含有率
SL	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	103	98	120	99	141	101	133	101	153	100
	3	84	98	123	93	153	102	141	102	180	102
CL	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	112	99	103	99	99	100	95	99	92	96
	3	112	99	82	97	93	100	74	96	91	96

* 指数を用いて比較した。

第4表 収穫時における各区のつる長構成とつる重比較

供試土壌	試験区	親つる (A)	落葉部分 (B)	A-B (C)	一次側枝 (D)	落葉部分 (E)	D-E (F)	二次側枝 (G)	落葉部分 (H)	G-H (I)	つるの総長	C+F +I	つる重	つる重/つる長×100
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	g	
S	1	40	21	19	118	7	111				158	130	127	80
	2	49	20	29	146	11	135	4		4	199	168	127	64
	3	53	20	33	143	8	135	13		13	209	181	120	57
SL	1	66	14	52	95	5	90	13	2	11	174	153	109	63
	2	59	29	30	159	17	142	49		49	267	221	128	48
	3	62	21	41	200	16	184	49		49	311	274	150	48
L	1	56	30	26	157	26	131	14		14	227	171	141	62
	2	56	27	29	181	29	152	25		25	262	206	156	60
	3	57	29	28	200	21	179	20		20	277	227	159	57
CL	1	60	27	33	201	10	191	30		30	291	254	187	65
	2	63	10	53	180	5	175	24		24	267	252	153	57
	3	103	20	53	150	20	160	10	3	7	265	220	152	57

長の伸びが良好であつたわりにはつるの重の増加が伴なわなかつたことが示唆されており、いわばつるの若さが保持されていたことを示している。一方しよく壤土では、追肥時期の早かつた区ほどつるの新鮮重が大きかつたが、つる長当たりのつる重も砂質土壤とは異なり、相対的に大きい傾向が認められた。このことは粘質土壤では、窒素の施肥期を早めるほどつるの伸長をよくするが、収穫期ごろになると、かなりつるの充実を伴うに至つたことを示唆しているといえよう。

いもの収量と乾物率 第5表に示したが、いもの着生数をみると、砂質、粘質土壤とも、窒素の追肥時期の晩い区ほど相対的に劣る傾向が認められた。つぎにいもの収量では、砂質土壤では窒素追肥時期の晩い区ほど、粘質土壤ではこれと逆に追肥時期の早いほどまさる傾向が示された。なお、いもの乾物率を調べた結果、軽

第5表 いもの収量*と乾物率

供試土壤	試験区	いもの数	いもの重 kg	乾物率 %
S	1	2.2	0.21	35.6
	2	2.2	0.23	37.6
	3	2.1	0.23	40.0
SL	1	2.5	0.28	35.2
	2	2.4	0.29	35.4
	3	2.0	0.31	35.6
L	1	2.8	0.27	35.0
	2	2.2	0.29	35.8
	3	1.8	0.30	36.0
CL	1	2.7	0.30	37.8
	2	2.3	0.29	36.4
	3	1.9	0.26	34.0

* 株当たり平均を示す。

第6表 いもの大きさ別からみた収量構成*

供試土壤	試験区	～150 g		150 g～		合計	
		いもの数	いもの重 kg	いもの数	いもの重 kg	いもの数	いもの重 kg
S	1	20	1.69	2	0.42	22	2.11
	2	20	1.84	2	0.40	22	2.24
	3	17	1.51	4	0.83	21	2.34
SL	1	22	2.05	3	0.70	25	2.75
	2	19	1.71	5	1.15	24	2.86
	3	16	1.37	6	1.63	22	3.00
L	1	25	1.78	3	0.90	28	2.68
	2	17	1.82	5	1.02	22	2.84
	3	12	0.93	6	2.00	18	2.93
CL	1	22	1.94	5	1.03	27	2.97
	2	18	1.78	5	1.11	23	2.89
	3	19	1.71	3	0.82	22	2.53

* 10 株当たりを示す。

しよく土壤では窒素追肥時期の晩い区ほど相対的に高い傾向が認められ、しよく壤土では逆に窒素追肥時期のおくれるほど低下する傾向が示された。

いもの大きさ別からみた収量構成 第6表に示したように、砂土から壤土までは、窒素追肥時期の晩かつた区ほど大形いもの収量が高かつた。しかし、しよく壤土では逆に、窒素追肥時期の早い区ほど大形いもの収量が高かつた。すなわち、肥大期を通じて地上部生育が優勢であつた区ほど、大形いもの収量も高かつた。

7月中旬から8月中旬までの間のつるの伸長率と塊根の着生ならびに肥大期のつる長との関係 第7表で明らかなように、いずれの土壤でも窒素追肥時期がおくれるにつれて、7月中旬から8月中旬にかけてつるの伸長率がしだいに高まる傾向が明らかにされた。またこの期間におけるつるの伸長率と株

第7表 7月13日から8月12日の間におけるつるの伸長率*といもの着生数との関係

供試土壤	試験区	つるの伸長率	株当たりいもの数
S	1	2.4	2.2
	2	2.5	2.2
	3	2.7	2.1
SL	1	2.0	2.5
	2	2.3	2.4
	3	2.5	2.2
L	1	2.2	2.8
	2	2.7	2.2
	3	3.0	1.8
CL	1	1.9	2.7
	2	2.2	2.3
	3	2.6	2.2

* 8月12日のつる長/7月13日のつる長で示す。

** つるの伸長率といもの着生数との間には $r = -0.8107^{**}$ という相関係数が得られた。

第3図 7月13日から8月12日までの間におけるつるの伸長率（8月12日のつる長/7月13日のつる長）と最大生長期（8月28日）のつる長との間の相関関係

る長と葉身内窒素含有率との関係 砂壤土を対象として、地上部生育の最大となつた8月28日および収穫時におけるつる長と葉身内窒素含有率との関係を調べてみたところ、第4図に示したように、窒素含有率の高い区ほどつる長も大きくなつていくことがわかつた。

地上部最大生長期ならびに収穫時のつる長とものの収量との関係 第5図に示したように、砂壤土における地上部の最大生長期に当たる8月28日のつる長とものの収量との間には、有意な相関係数は得られなかつたが、収穫時のつる長とものの収量との間には、密接な相関関係があつた。

考 察

これまで著者が新潟の砂丘地で行なつて来た一連の実験を通じて、塊根の着生に関連が深いのは7月中旬から8月中旬までの1か月間における地上部の生育相であることが明らかにされたので、この期間における地上部の生育相について、窒素の吸収と関係づけながら検討してみた。第7表で明らかのように、砂質土壌では、これまでの実験結果と同じように、窒素追肥時期の早い区ほど、上記の期間（7月中旬～8月中旬）におけるつるの伸長率が高まり、また葉身内窒素含有率も高まる傾向が明らかにされた。一方しよく壤土では、窒素の施用時期の早いほど地上部生育が優勢となり、葉身内窒素含有率も高めに推移しているが、上記の期間におけるつるの伸長率からみると、窒素追肥時期の早い区ほど大きくなつており、その点では砂質土壌と別に差異のないことが立証された。先の実験によつて、窒素の早期施用は塊根の形成、肥大を助長するうえに効果があるという推定を得ている^{10,11)}、また窒素の分施方式をとつてみたが窒素追肥時期の早晩によつて、上記の期間における地上部の生育相のうえに著しい差異を生じた。もし上記の期間においてつるの伸長が急激に誘起されるようになると、地上部で合成された乾物がつるの新生のために消費される割合が多くなり、塊根の着生にとつて不利となることは、すでに前報¹⁰⁾で明らかにした。したがつて、砂質土壌、粘質土壌ともに、窒素の追肥時期がおくれるほど、塊根の着生にとつて不利な態勢に置かれたことは当然であると考えられる。

第4図 地上部最大生長期（8月24日）、収穫期（9月21日）のつる長と葉身内窒素含有率との相関関係（砂壤土）

第5図 地上部最大生長期ならびに収穫時におけるつる長とものの収量との相関関係（砂壤土）

つぎに8月中旬以降の塊根肥大期を通じて、窒素追肥時期の早晩と地上部の生育相との関連について考察しよう。ところで葉身の窒素含有率が高いことは同化能力とも関係が深いとされており、窒素含有率の増加とつるの伸長量との間には有意の相関のあることも先に報告した¹⁰⁾。本実験では、砂質土壌では追肥時期の早いほど肥大期を通じて地上部生育が優勢を示し、また砂壤土の事例で明らかのように窒素含有率が高めに推移したと考えられるから、つる長のみならず、分枝の発達も良好であつたのは当然のことであろう。一方しよく壤土では、窒素の施用時期の早い区ほど肥大期を通じて地上部生育がおう盛で、しかも葉身内窒素含有率も高めに推移しており、つるの伸長と窒素含有率の間には、砂質土壌と同様な傾向が認められる。このように地上部生育がおう盛に推移した区では、葉の同化機能も高めに推移したことが推定され^{5,6,8)}、ことに同化能力の高い若い展開葉の占める比率の高かつたことが推察される。また同化機能のうえでは、下位の葉でもかなりの役割を果たしている事実⁹⁾ から言つても、つる長のまさつたことが同化物を蓄積するうえで恵まれた態勢にあつたものと推定される。したがつて、砂質土壌では窒素追肥時期の早い区ほど、粘質土壌では逆に窒素追肥時期の早い区ほど塊根の發育にとつて有利であつたと思われる。これらの区では、単にものの収量が多かつただけでなく、相対的に大形ものの収量比率が高かつたし、ものの乾物率でもまさる傾向を示している。

以上の点からみて、砂質土壌では窒素の追肥時期を遅くして挿苗後30日位までずらした方が、7月中旬から8月中旬にかけて、窒素の吸収が盛んになり、つるの伸長が著しくなつて来る。したがつて塊根の着生には不利

な態勢に置かれるが、肥大期に入ってから地上部生育をおう盛に保持できて、葉面積のうで優位に置かれるだけでなく、つるの若さをも保ち得られ、同化養分の蓄積に役立つため、結果的には増収をもたらすことになる。こうした増収の機構については、すでにこれまで明らかにして来たとおりである^{3-6,8-10)}。しかし、粘質土壌では、窒素の施用時期がおくれるにつれ、全生育期間を通じて窒素の吸収が劣り、塊根の着生ならびに肥大発育ともに不利となるだけでなく、いもの乾物率も劣つて来る傾向がある。したがって窒素追肥時期を砂質土壌よりも早め、挿苗後 10 日位までに終る必要があり、先の実験結果と一致した⁷⁾。

摘 要

砂質土壌と粘質土壌とにおいて、窒素の施用時期の早晚が窒素吸収のうえにどのような差異をもたらすかを明らかにするとともに、地上部の生育相との関連の下に、塊根の形成と肥大発育の機構を解明するための手がかりを得ようとして、木わく試験を実施した。

1. 砂質土壌では窒素の追肥時期をおくらせ、挿苗後 30 日ごろになつてから施用すると、塊根形成期に当たる 7 月中旬から 8 月中旬にかけて、窒素の吸収が高まり、つるの伸長が急激に誘起されるため、塊根の着生にとって不利になる。しかし、その後の肥大期に入つてか

らも、終始窒素の吸収が行なわれ、地上部生育をおう盛に保つことができ、塊根の肥大発育にとって有利となり、いもの収量を高めることができる。

2. 粘質土壌では、窒素の施用時期を挿苗後 10 日位までに終えると、窒素の吸収を助け、塊根の着生にとつても有利な態勢に置かれることになる。また肥大期を通じても窒素吸収のうで恵まれるから、地上部生育をおう盛にし、塊根の肥大発育が助長され、高い収量が得られる。

参 考 文 献

1. 藤瀬一馬・津野幸人. 1962. 日作紀. 31: 145—149.
2. 岩田正利. 1968. 農及園. 44: 411.
3. 森田敏雄. 1963. 園学雑. 32: 143—148.
4. ———. 1964. 園学雑. 33: 75—80.
5. ———. 1967. 園学雑. 36: 114—121.
6. ———. 1967. 園学雑. 36: 421—426.
7. ———. 1968. 新潟大学教育学部紀要. 10: 85—98.
8. ———. 1969. 園学雑. 38: 162—168.
9. ———. 1970. 園学雑. 39: 239—244.
10. ———. 1970. 園学雑. 39: 331—337.
11. ———. 1970. 新潟大学教育学部紀要12: 47—56.