

アスパラガスの生育に及ぼす環境要因の解析

III. 生育相および養分吸収に及ぼす

窒素供給時期の影響

多賀 辰義 * 関口 久雄 **

組織培養によって得られた個体変異の小さいアスパラガス苗を用いて、生育期間を前期・中期および後期の3段階に分け、N欠除試験を砂耕栽培によって行った。その結果、通年N供給区(標準区)に比べて前期N欠除区は茎葉中のN含有率を低下させ、茎数増加を抑制するが影響は少なく、N供給再開後の回復も早かった。翌年の若茎収量は通年N供給区より若干劣った。一方、中期から後期のN欠除は前期N欠除区よりN含有率や生育量は低下し、N再供給による回復にもぶかった。しかし、翌年の若茎収量は中期N欠除区が最も高かった。したがって、アスパラガスへの適切なN供給法としては、生育初期にN供給を適切に行って茎葉生育量を確保し、中期にはN補給を抑制して茎葉の過繁茂を抑える。更に生育後期においては葉茎活性を低下させない程度のN供給によって、根部への同化物質の蓄積を図るのが適切な方法といえる。

緒 言

アスパラガスの生産性は根の質と量、すなわち、若茎収穫前年の光合成による同化物質の蓄積量によって支配される。光合成に最も寄与する養分はNであり、同時にN供給期間や供給時期も同化量に影響している。N養分の供給時期と作物の生育・収量との関係は各作物で多くの研究^{2,3,6,7)}がなされている。しかし、アスパラガスについては永年生で作物の個体変異が大きいこともあって、十分な研究が行われていない。そこで今回、同一雄株から組織培養によって増殖した個体変異の小さい苗を育成し、これを用いて砂耕法により生育時期別に窒素供給及び欠除を行い、生育相および養分吸収に及ぼす影響を検討した。

試験方法

砂耕用の栽培槽にはポリ製コンテナ40×60×20 cmを用いて、下層7 cmに小砂利をつめ、上層10

cmには川砂を十分に洗滌して充充填した。この栽培槽と培養液用タンクを塩ビホースで連結し、培養液用タンクを上下することにより液肥を供給した。基本培養液組成は第1表に示した。なお養水分の補給は週2～3回とした。

一方、アスパラガスは組織培養したのちバーミキュライトに移植した稚苗を1年間、上記の栽培槽で均一栽培したものを供試した。処理内容は第1図のように、①5月7日から8月26日の全期間をN供給(標準区)②5月7日から6月7日の間N欠除(前期N欠除区)、③6月7日から7月9日の間N欠除(中期N欠除区)、④7月9日から8月26日の間N欠除(後期N欠除区)および④6月7日から7月9日、2分の1N供給、7月10日から8月26日N欠除(N漸減区)に分けた。一般ほ場における茎葉の生育期間は7月中、下旬から10月中旬までの3か月であり、本試験期間もほぼこれに相当させた。

アスパラガスの生育相の推移は開花期間が長期にわたり、あまり明確でないが、各N欠除時期と生育相との対応関係は、①前期は若茎収穫後の萌芽から擬葉展開、開花があり、②中期は一部の連続開花および結実に、そして③後期は果実の成熟、落果をみる時期にあたる。

* 北海道立上川農業試験場, 078-02 旭川市永山

** 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

第1表 基本培養液組成

区 別	供 試 化 合 物		要 素 濃 度 (ppm)							
	化 合 物	mg/l	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	Cl
			NO ₃ -N	NH ₄ -N						
+N	Ca(NO ₃) ₂ ·4 H ₂ O	337	40	30	45	50 50	80	40	43 80	38
	NH ₄ NO ₃	171	30							
	NaNO ₃	303	50							
	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	88								
	K ₂ SO ₄	92								
	KCl	79								
	MgSO ₄ ·7 H ₂ O	245								
-N	CaCl ₂ ·2 H ₂ O	210			45	50 50	80	40	43 80	101
	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	88								
	K ₂ SO ₄	92								
	KCl	79								
	MgSO ₄ ·7 H ₂ O	245								
+N 計			120	30	45	100	80	40	123	38
-N 計					45	100	80	40	123	101

処理区	生育時期	5月	6月	7月	8月
1. 標準区					
2. 前期N欠除区					
3. 中期N欠除区					
4. 後期N欠除区					
5. N漸減区					



第1図 処理区別

植付本数は1栽培槽あたり3株としたものを、各調査時点で解体調査した。なお、稚苗を1年養成したものは、調査時点で草丈1m以上になり、翌年の若茎収穫も可能となった。

作物体の分析は、土壌及び作物栄養の診断基準(分析法)³⁾によった。

本試験に供試した苗は北海道大学助教授八鍬利郎博士にご提供いただいた。

なお、本稿は上川農試場長仲野博之氏、中央農試化学部長大垣昭一氏、同園芸部長細貝節夫氏の御校閲をいただき、心から謝意を表する。

試験結果

N供給時期と生育量および収量との関係

アスパラガスには雄株と雌株があり、ともに開花するものの、雄株は結実しないから、両者の間では栄養生理的にも若干の相異があると予想される。そこで本試験では同一株から組織培養によってえた苗を用いた。

N供給時期が生育・収量に及ぼす影響を第2表に示した。この結果、茎葉部と根部の生育にはともに類似の影響がみられ、同傾向の生育量比を示し、標準区のように全生育期Nの連続供給が、栄

第2表 窒素供給時期と生育・収量との関係

(g, 本/1栽培槽)

区 別	N 欠 除 期 間	茎 葉 部		根 部		若 茎 収 量			
		乾物重(g)	同左比	乾物重(g)	同左比	本数(株)	新鮮物重(g)	乾物重(g)	同左比
		1982年8月26日				1983年5月7日～6月3日			
1 標準区	—	499.6	100	699.2	100	28	369.9	33.2	100
2 前期N欠区	-N 5/7～6/9	485.8	97	697.2	100	29	366.6	30.7	97
3 中期N欠区	-N 6/9～7/9	426.1	85	667.0	95	29	374.7	32.8	103
4 後期N欠区	-N 7/9～8/26	389.6	78	604.5	86	25	353.8	29.3	92
5 N漸減区	½N 6/9～7/9	420.7	84	623.3	89	27	320.8	28.3	89

養生長に有利に作用し、各処理間で最高の生育量となった。ついでN供給を各生育時期で欠除してみると、生育前期N欠除の影響は少なく、中期から後期と生育が進んだ段階でのN欠除および中期から後期のN漸減区は明らかに生育にマイナスに作用していた。特に後期のN欠除区は標準区の茎葉生育量に比べて20%も低下した。しかし、N供給の欠除時期と生育との関係は茎葉部と根部で異なり、また、翌年の若茎収量への影響でも違っていた。すなわち、生育に対してはN供給欠除時期が生育前期から後期になるほど、マイナスに強く作用し、生育低下の程度は茎葉部で最も大きく、ついで根部となった。そして翌年の若茎収量に及ぼす影響は生育相ほど強くは認められなかった。その代表例として後期N欠除区の場合をみると、標準区の指数100に対し、後期N欠除区の茎葉量比は78、根量比は86および若茎収量比は92となった。このように生育後期のN欠除による生育量低下割合が茎葉部に比較して根量および翌年の若茎収量で少ない理由として、全生育期間Nの連続供給は栄養生長の継続を増長しているのに対し、後期N欠除は栄養成長の抑制に作用し、反面、根部への同化物質の蓄積にはややプラスに作用している結果と推定される。

これらの状況は第3表の生育相から知ることができる。つまり、Nを全生育期間連続供給してい

期間を通して一定水準のNを連続供給すると栄養成長優位の生育を示しながらも翌年の若茎収量にも必ずしもマイナスとはならなかった。一方、N欠除時期は生育前・中期で影響は少なく、生育後期のN欠除および生育中期にN供給を2分の1とし、後期にN欠除したN漸減区は生育量のみならず翌年の若茎収量も劣った。

本結果を全面的に実際の栽培面に適応することは多少の矛盾を伴おう。つまり、全生育期間一定水準のN供給はほ場の生育状況では過繁茂が予想され、同時に、本試験結果からも生育量が多いわりには、翌年の若茎収量は、生育量が少し劣る生育前期および中期のN欠除区と大差なく、標準区の連続N供給は同化物質の蓄積に若干ながら不利に作用すると予想される。これに対し、生育後期にN供給をしなかった場合は茎葉部や根部の生育量低下ほどに収量は低下しなかった。結局、本試験の結果では生育中期のN欠除区の若茎収量が最も高かった。

N欠除時期と養分吸収状況

アスパラガスは永年生作物であるため、本試験のように前年均一栽培したものは、生育当初から養分供給を行わなくとも根中の貯蔵養分によって生育を続けることが可能である。N欠除時期とN含有率およびN吸収量の関係を第4表と第5表に示す。まず、生育前期、5月7日から6月9日の間のN欠除は主茎と支枝のN含有率を低下させるが、葉では低下しなかった。これを生育との関連でみると、前期のN欠除区は生育量が少なくなり、生育停滞の様相をみせ、特に主茎や支枝数が増加せず、N濃度が低下するのに対し、葉ではN欠除の影響が少なかった。その後、N供給を再開すると各部位ともに標準区を上回る濃度となり、生育も標準区並に回復した。つまり、前期N欠除の影響をN含有率の推移から推定すると、N欠除期間中のN吸収抑制によって生育停滞をまねき、N供給に伴い標準区に近い生育量を確保しえたといえよう。なお、N欠除によるN濃度の低下は主茎や支枝で認められるものの、他時期のN欠除に比べ低下の程度は少なかった。故に前述のように翌年の若茎収量は標準区と類似した。

ついで、生育盛期となる6月9日から7月9日の中期N欠除区の場合は標準区に比べて、各部位ともに明らかにN濃度が低下し、この間の主茎数

第3表 生育状況 1982年8月26日

区 別	平均草丈(cm)	1栽培槽当り		生育指数	同左比
		茎数(株)	総茎径(cm)		
標準区	116	50	29.83	3,460	100
前期N欠除区	115	41	28.06	3,226	93
中期N欠除区	117	42	26.23	3,069	89
後期N欠除区	126	34	22.29	2,808	81
N漸減区	121	33	22.34	2,703	78

注 1) 茎径は地際部を測定

2) 生育指数は平均草丈cm×総茎径cm

る標準区では各N欠除区よりも平均草丈で若干低下するものの茎数と総茎径は他のN欠除区より多く、栄養成長優位の生育が確認された。ついでN欠除時期別の影響をみると、当然のことながら、N欠除を生育後半になって行うほど茎数や総茎径は少なくなり、栄養生長は抑制されていた。すなわち、アスパラガスへのN供給法として、全生育

第4表 N供給時期とN含有率との関係

対乾物%

区 別	5月7日	6月9日			7月9日			8月26日			
	主 茎	主 茎	支 枝	葉	主 茎	支 枝	葉	主 茎	支 枝	葉	根
標 準 区	3.23	1.69	2.28	3.47	1.62	1.54	3.34	1.71	1.67	2.66	1.65
前期N欠除区	—	1.50	2.01	3.70	1.78	1.55	3.43	1.61	1.68	2.76	1.99
中期N欠除区	—	—	—	—	1.12	1.36	2.75	1.44	1.36	2.41	1.82
後期N欠除区	—	—	—	—	—	—	—	1.05	1.19	2.30	1.54
N 漸 減 区	—	—	—	—	2.03	1.84	3.25	1.01	1.18	2.17	1.66

第5表 N供給時期とN吸収量との関係

(g/1栽培槽)

	主 茎	支 枝	葉	地上部合計	根
標 準 区	3.51	1.38	5.63	10.52	11.54
前期N欠除区	3.46	1.21	5.48	10.15	13.87
中期N欠除区	2.51	0.72	4.79	8.02	12.14
後期N欠除区	1.68	0.62	4.08	6.38	9.31
N 漸 減 区	1.58	0.83	4.21	6.62	10.35

や支枝数増は明らかに抑制された。これが、N供給の再開によって体内各部位のN含有率は高くなるけれども、標準区よりは含有率は少なく、前期N欠除のような回復はなかった。したがって、最終的な茎葉重も標準区を下廻り、その比は85にとどまった。しかしながら、根部重は茎葉部ほど減少せず、比率で95になり、翌年の若茎収量は逆に標準区をわずかながら上廻った。つまり中期N欠除区は生育中期の栄養成長を抑えてのち、N供給する方法であり根中への同化物質蓄積の面から、栄養成長の抑制がむしろ有効に作用しているとみることができよう。ただしN漸減区のように中期にN供給を少なくし、さらに、後期にN供給しないと生育停滞がそのまま翌年の若茎収量の低下に結びつくことになった。最後に、7月9日から8月26日の後期N欠除区は各部位ともに、明らかなN含有率の低下が認められた。同時に、これが生育量の抑制になったが、翌年の若茎収量の生育量の低下割合よりは少なく、標準区の収量の92%となった。

考 察

経年化したアスパラガス周年栄養生理的に整理すると、前年の同化物が根中に貯えられ、これをもとに若茎収穫を約60日間、5月上旬から7月上旬まで行い。再び茎葉を生育させて同化物質の蓄積を図る。そこで本研究では、砂耕栽培により

一般の生育期間に相当する約3か月間を、5月7日から6月9日の前期、6月9日から7月9日の中期および7月9日から8月26日の後期の3段階に分け、各時期のN欠除処理をし、これに加えて中期に2分の1N施肥と後期N欠除のN漸減処理を行ない、全生育期間N供給する標準区との対比で、生育・収量と体内N栄養との関連を検討した。

この結果、標準区に比べて各時期ともにN欠除によって生育や体内N含有率は負の反応を示すが、各時期によって応答性に明らかな差が認められた。まず、前期のN欠除処理は体内N濃度の低下が各N欠除処理に比べて最も少なく、生育面ではN欠除期間中、茎数の増加は明らかに抑制された。しかしながら、N供給を再開後は標準区を上廻る体内N濃度となり、生育回復も早く、最終的には標準区並の生育量を確保し、翌年の若茎収量比も標準区の97%に達した。アスパラガスは貯蔵根量が多く、本試験も1年養成株を用いたため、前年度の蓄積成分が初期生育に大きく寄与しているとみなしてよく、これがN供給再開後の生育回復を促したと推定される。

ついで、中期N欠除区の場合、体内N含有率低下の度合は前期N欠除よりも明らかに大きく、茎数の増加をおさえた。そしてN供給の再開によっても体中N含有率は標準区並には回復しなかった。しかしながら、翌年の若茎収量は標準区を若干上廻った。すなわち、アスパラガスの場合も水稻⁹⁾などのように生育初期のN供給によって目標とする生育量を確保した段階において、1度N供給を抑えて栄養成長を抑制し、再びN供給水準を上げる方法が、生育後期の若茎収量に寄与する同化物質の蓄積に有利に作用していると考えられる。

さて、生育後期のN欠除処理の影響は、体内各部位ともにN含有率は低くなり、標準区のみなら

ず、前・中期のN欠除よりも低下した。当然、生育量も低下し、翌年の若茎収量も少なく標準区の92%となった。これと類似の処理をしたN漸減区も後期N欠除区と同様の傾向が認められた。したがって、本作物への後期N供給は欠くことができないと結論される。

そこで、以上の結果をもとに適正なN供給法を考れば、アスパラガスへのN施肥は全生育期間を通じて一定水準のN供給をするのではなく、生育初期に適正なN施肥をし、生育中期には若干の供給を減少してのち、生育後半でもN欠除にしない施肥法が望ましいといえよう。

寒冷地における永年生作物は冬期の凍害防止対策上、生育後期のN供給を抑制するのが一般的であるが、本作物は冬期間茎葉部が枯死してよく、根は土壤凍結条件下でも殆んど冬損がないという特徴をもっている。故に、生育後期のN供給は茎葉部の活力低下を防止し、光合成能を向上させて根部への同化物質蓄積に寄与しう。実際は場条件では、生育後期のN供給は地力Nに負うと予想されるが、地力Nの乏しい場ではN追肥等も有効になろう。

ところで永年生のりんご樹で森ら^{5,9)}は一連のN栄養試験を行い、初期生育時のN欠除が当年の生育に最も強く影響し、生育後期のN供給は当該年より翌年の樹体N水準を高め、初期生育を促進する効果を確認している。りんごとアスパラガスではN応答性に大きなズレが感じられるが、後期N供給の意味では共通性がみられる。

一般的に厳冬期を経て生育する永年生作物、特に果樹では生育後期のN供給によって耐寒性を弱くするとの報告¹⁾がある。しかし、アスパラガスは土中の根部で越冬し、冬損のおそれがないから、生育後期の降霜時までN供給によって茎葉の活性を維持する方が有利という結論になろう。また、本作物を生育時期別に茎葉部の刈取りをしてみると、8月中旬の刈取りによって翌年の萌芽性はいちじるしく劣ることが判明している⁹⁾。これも、生育後期の光合成による同化物質の蓄積が重要であるという意味で本試験と共通性がある。さらに、永年生の牧草、オーチャードグラスで坂本⁸⁾は晩秋の肥培管理の重要性を指摘している。

以上のことから、アスパラガスへのN供給法をまとめると、本試験標準区のように通年一定水準のN供給をしても生育量の割に高収とはならず、実際は場では茎葉の過繁茂が予想される。一方、各生育段階におけるN欠除の影響は、体内N含有率や生育量に対し、前期N欠除で最も少なく、中期から後期と生育時期が進むほどN欠除の影響は大きかった。しかしながら、翌年の若茎収量では中期N欠除区で最大値を示した。本結果は砂耕法によって得られたものであるが、実際の圃場への適用が可能な面も多い。すなわち、本作物への理想的なN供給パターンとしては、生育前期のN供給によって一定水準の生育量を確保し、ついで中期のN供給を抑制し、生育後期にもある程度のN供給を確保していくことが望ましいといえよう。

文 献

- 1) 赤羽紀雄, "りんご及びぶどうの凍害に関する研究", 北海道立農試報告, 9, 1—47 (1961).
- 2) 赤司和隆, 平井義孝, 岩瀬晴郎, "窒素供給期間の差異が春播きタマネギの生育収量及び球形に及ぼす影響", 北海道立農試集報, 37, 45—55 (1977).
- 3) 北海道農務部編, "土壌および作物栄養の診断基準 (分析法)", 1982.
- 4) 石塚喜明, 田中 明, "水稻の栄養生理", 養賢堂, 1963.
- 5) 森 英男, 山崎利彦, "りんごのN栄養に関する研究, 第2報 時期別N供給制限がりんご樹の生育, 果実の形質並びに無機養分の吸収に及ぼす影響", 東北農試研報, 13, 80—92 (1958).
- 6) 森 英男, 横溝 久, 巢山太郎, 熊谷征文, "りんごのN栄養に関する研究, 第5報 研耕法によるりんご樹に対するN供給時期の影響", 園芸試験場報告C, 1, 47—61 (1963).
- 7) 沢口正利, 野村 琥, "小豆品種の生育特性と窒素吸収の比較", 北海道立農試集報, 43, 1—11 (1980).
- 8) 坂本宣崇, 奥村純一, "牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究, 3. 越冬前後の肥培管理が2番草生育に及ぼす影響", 北海道立農試集報, 43, 12—23 (1980).
- 9) 山吹一芳, 佐藤滋樹, 皆川裕一, 多賀辰義, 関口久雄, "アスパラガスの周年生育調査による特性解析", 北海道園研談話会報, 17, 15—16 (1984).

Analysis of Cultivation Environments on the Growth of Asparagus

3. Effects of interrupted nitrogen for the growth and nitrogen absorption

Tatsuyoshi TAGA, Hisao SEKIGUCHI

Summary

Interrupted nitrogen test was managed with sand culture method during the three stages, which divided the asparagus growing season into the early, middle, and late stages. The male asparagus seedling of the same type for the test were grown by the tissue culture method.

As for the results, compared with asparagus on the check plots (complete N supply plot), interrupted nitrogen in the early stage decreased the nitrogen content of leaves and stems. This influence was weak, and the plant growth recovered smoothly after nitrogen application was begun. The yield decreased slightly from the check plots.

On the other hand, the effect of interrupted nitrogen during the middle and late stages was more severe than that of the early stage. The recovery of the asparagus growth was delayed. But the next year's yield was the highest in the interrupted nitrogen plots of the middle stage. Therefore, the method of most valuable nitrogen application for asparagus should be done as follows: the nitrogen application at the early stage is necessary to get the number of stems and leaves, and that of late stage is necessary to keep up the activity for the assimilation of the plant. But a large quantity of nitrogen should not be supplied at the middle stage in order to avoid over-luxuriant growth.