

Sorghum 属作物の窒素代謝に関する研究

第1報 カリウムとリン欠乏条件下における基肥窒素 レベルの相違と窒素追肥がソルゴの 再生長と窒素代謝に及ぼす影響

折 谷 隆 志・松 本 栄 一

(富山県立技術短期大学)
昭和63年4月30日受理

要 旨：本研究はカリウム (K) とリン (P) の欠乏の各条件下で基肥窒素レベルと窒素追肥がソルゴの再生長と窒素 (N) 代謝に及ぼす影響を調査した。

1. 実験Ⅰでは、刈取り乾物重は適当な基肥NレベルとN追肥の組合わせにより効果的に増加したが、多N条件下のN追肥によりかえって減少すると共に家畜にとって有毒な青酸含有率が顕著に増加した。

このような作物体のN反応はK或いはP欠乏下の多N条件下において強くあらわれた。なお、Nの追肥時期の判定方法として作物体の、とくに葉緑素と出液のアミノ酸レベルに着目してこれらの関係をみた結果、葉緑素レベルよりも出液のアミノ酸含量を指標として診断するほうが、より適切であると考えられた。

2. 実験Ⅱでは圃場における追肥Nの適量は5~10 kg/10 aが適当と考えられた。なお、多Nレベル下においてKやPが欠乏している場合には、とくに出液のP濃度が著しく低下し、体內的に遊離アミノ酸の増加蓄積が起り、これらに伴って葉身または茎の青酸や硝酸態Nの顕著な増加が引き起こされた。

3. 実験Ⅲでは基肥Nレベルの上昇に伴う作物体のN反応として、とくに出液と茎におけるアスパラギンの増大が顕著なことから、作物体のN栄養診断の場合は出液のアスパラギン検出によってその目的を達成することができる。

キーワード：アスパラギン、出液、硝酸、青酸、ソルゴ、窒素代謝、遊離アミノ酸。

Studies on Nitrogen Metabolism in Forage Sorghum 1. Effect of basal- and topdressing-N under potassium and phosphorus deficiencies on regrowth and nitrogen metabolism in sorgo plant : Takashi ORITANI and Eiichi MATSUMOTO (*Toyama College of Technology, Kosugimachi, Toyama 939-03, Japan*)

Abstract : The proper combination of N-level of basal dressing and N-topdressing was effective for increase in the cutting yield but N-topdressing under large-N condition brought about not only reduction in the cutting yield but also an increase in cyanide content harmful to domestic animals. These N-reactions were strongly developed especially under large-N condition lacking in K or P.

The proper topdressing quantity of N in the field was considered to be 5-10 kg/10a. Further, the concentration of P in the bleeding sap was also markedly reduced especially when K or P was deficient under large-N condition. It was considered that abnormal metabolism, such as the increase and accumulation of free amino acids *in vivo*, brought about a marked increase in cyanide or nitrate-N in the leaf blade and stem.

The increase of asparagine in the bleeding sap and stem was especially marked as a result of the N-reaction in the sorgo plant accompanied by a rise in the N-level of basal dressing. From this, the purpose in the nutritional diagnosis of the sorgo plant can be achieved by the simple detection of asparagine in the bleeding sap.

Key words : Asparagine, Bleeding sap, Cyanide, Free amino acids, Nitrate, Nitrogen metabolism, *Sorghum bicolor*.

年数回にわたって刈取り利用される飼料作物においては、その刈取り後の窒素 (N) 追肥が次の再生長に大きく影響する。しかも、*Sorghum* 属作物には家畜にとって有毒な青酸や硝酸が含まれており、これらは多N条件で著しく増加することが知られている^{1,3,4)}。従って、*Sorghum* 属作物にNを追肥する場合には、あらかじめその作物について適当な栄養診断を行い、追肥すべきNの適量を知る必要があ

る。

既往の水稻を中心とした研究^{5,8)}において、そのN栄養診断は葉色や針状展開葉のアスパラギンの検出により行われてきた。しかし、これらの方法を直ちに飼料作物に適用するのは無理のように思われる。

本実験は基肥Nと追肥Nレベルを異にした各種の施肥条件下でソルゴを栽培し、施肥Nレベル及びKとPの無施用がソルゴの生育とN代謝に及ぼす影響を調査すると共にソルゴについて適当なN栄養診断法を見い出すために行ったものである。

注) 大要は第171回講演会 (昭和56年4月) において発表。

材料と方法

実験 I: 供試品種はハイブリッドソルゴー (雪印種苗より購入) を用いた。1/2000 a のワグナーポットに土壌を詰め、1970 年 5 月 18 日に播種した。供試土壌は軽埴土の畑土壌で、これに石灰を加えて pH を 6 とした。施肥方法は基肥として N レベルのみを変えた 0, 1, 3, 6 及び 9 g の 5 区にカリ (K_2O)、リン酸 (P_2O_5) を各々 3 g ずつ加えた完全区 ($A_1 \sim E_1$) と、これら完全区より K_2O 或いは P_2O_5 を除いた K 無施用区 ($A_2 \sim E_2$) と P 無施用区 ($A_3 \sim E_3$) をそれぞれ設けた。なお、N, K_2O , P_2O_5 はそれぞれ硫酸、塩加、過石の形で与えた。

これら各基肥区に対して追肥は一番刈り後に N として 1.5 g ($A_1-N \sim E_1-N$, $A_2-N \sim E_2-N$, $A_3-N \sim E_3-N$) 施し、無追肥区に対して N 追肥による増収効果を調査した。一番刈りは、 C_1 区の草丈が 150 cm に達した 7 月 3 日に各区とも一斉に行った。同様に、二番刈りは C_1 区の草丈を指標として 8 月 13 日に、三番刈りは草丈の伸長が停止した 9 月 15 日に各々行った。分析方法として、作物体の全 N はケルダール法、葉緑素は Arnon 法、青酸含有率はアルカリーピクリン酸法⁷⁾により各々定量した。なお、出液の採取時間については、出液中のアミノ酸含量が最高となった午前 9 時～11 時の時間帯に設定した⁷⁾。

また、出液中のアミノ酸はピペットで出液の 1 滴 (one drop) を試験管にとり、これに水 0.5 ml 加えた後、2% ピリジンを含む 0.2% ニンヒドリン-アセトン溶液 1 ml を加え、5 分間加熱させて、出液の発色程度 (one drop test) を測定した。

実験 II: 1971 年 6 月 20 日、富山県立技術短期大学の圃場にソルゴーの種子を無肥条件、栽植密度 60×10 cm の間隔で播種した。7 月 27 日、草丈約 80 cm に達した作物体を株高 10 cm で刈取った後、追肥は 10 a 当たり N として 0, 5, 10 及び 20 kg の 4 区に K_2O , P_2O_5 として各々 10 kg 加えた完全区 ($A_1 \sim D_1$) に対して、これらの完全区より K_2O 或いは P_2O_5 を除いた K 無施用区 ($A_2 \sim D_2$) と P 無施用区 ($A_3 \sim D_3$) を設けた。刈取り調査は 9 月 10 日各区とも一斉に行った。調査は実験 I とほぼ同様であるが、作物体の NO_3-N はフェノール硫酸法、出液中の P_2O_5 は Allen 法、 K_2O は炎光法により各々行った。

実験 III: 1/2000 a ワグナーポットに畑土壌を詰

め、ソルゴー種子を 1980 年 5 月 19 日に播種した。供試土壌及び施肥方法は実験 I と同様である。一番刈りは 7 月 23 日に行い、これら各施肥区に対して、窒素 1.5 g を硫酸の形で施した。二番刈りは 9 月 9 日に行い N 追肥による増収効果を調査した。

調査項目は実験 I, II とほぼ同様であるが、実験 III ではとくに各施肥条件下における作物体の遊離アミノ酸組成を協和精密のアミノ酸自動分析計により測定した⁶⁾。

結果及び考察

実験 I: 第 1 図には基肥 N レベルと追肥 N の組み合わせが、ソルゴーの乾物重に及ぼす影響、並びにこれらに及ぼす K と P の欠乏の影響を示した。まず 1 番草乾物重は完全区では N 施肥レベルを上げると C_1 区までは増加するが、 $D_1 \sim E_1$ 区ではかえって減少する傾向を示した。

2 番草乾物重は無 N 追肥の A_1 , B_1 区では土壌 N レベルを反映して著しく低い、 D_1 , E_1 区ではかなり高い値を示した。

一方、N 追肥区の 2 番草乾物重は A_1-N , B_1-N , C_1-N では著しく増加するが、 D_1-N , E_1-N 区では N の過剰を反映して、かえって減少した。3 番草乾物重は N 追肥区の D_1-N , E_1-N 区では無追肥の D_1 , E_1 区と同じレベルまで回復した。

次に、K 無施用区では 1 番草乾物重は完全区とはほぼ同様である。しかし、2 番草乾物重は D_2 から E_2 に向かって著しく減少する傾向を示した。従って、N 追肥によって、 A_2-N , B_2-N 区では乾物重はかなり増加したが、 D_2-N , E_2-N 区では完全区でみられる乾物重の減少が強められた。

P 無施用区では初期生育が悪く、1 番草乾物重は著しく低かった。しかし、2 番草乾物重は $A_3 \sim C_3$ 区においてかなり回復した。また N 追肥区の A_3-N , B_3-N 区でも 2 番草乾物重は大きく増加したが、 D_3 , E_3 区及びこれらの N 追肥区では N 過剰による生育障害が顕著にあらわれ、乾物重も著しく低かった。第 1 表では各基肥 N レベルに対する N 追肥の効果を N 追肥区と無追肥区における乾物重の差から求めた。まず、N 追肥による乾物増加は完全区の $A_1 \sim C_1$ 区では大きかったが、 D_1 と E_1 区では N 追肥によってかえってマイナスとなった。

K 無施用区の $A_2 \sim C_2$ 区では N 追肥による乾物増加は完全区に比べていずれの区でも小さく、 $D_2 \sim E_2$ 区では 2 番草の乾物増加は抑制されたのでこ

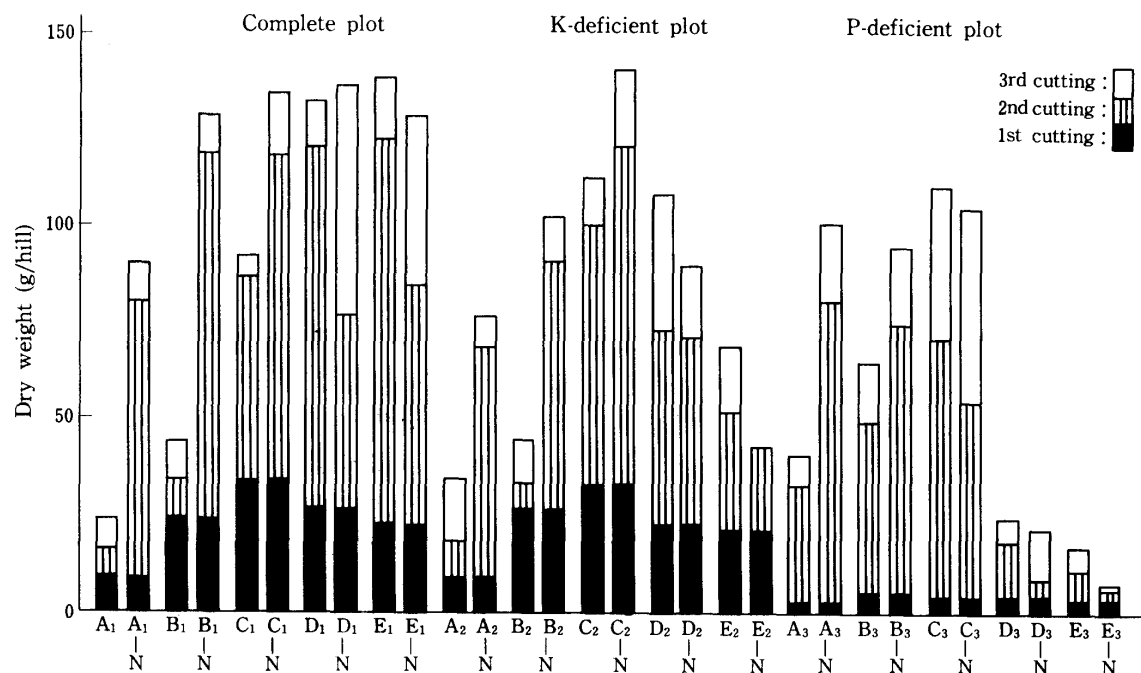


Fig. 1. Changes in dry weight of the first, 2nd and 3rd cuttings of sorgo plants which were grown in complete, K-, and P- deficient soils in combinations with increasing basal-N levels (Exp. I).

Table 1. Changes in chlorophyll contents of the leaf blades, total-N and one drop test of bleeding sap collected from the sorgo plants at the first cutting, and effect of the top dressing-N on dry matter yields of the 2nd cutting of these plants.

Basal-N level	Dry matter* increase (g/pot)	Chlorophyll (%)**		Total-N (μ g/ml Bleeding sap)	One drop*** Test
		Upper L.	Lower L.		
Complete plot					
A ₁	+63.8	0.25	0.22	77.5	±
B ₁	+82.3	0.53	0.63	100.0	+
C ₁	+31.5	0.73	0.87	120.0	+
D ₁	-43.6	0.82	0.94	198.5	++
E ₁	-38.1	0.96	0.98	191.0	++
K-deficient plot					
A ₂	+50.6	0.51	0.55	34.1	—
B ₂	+58.4	0.67	0.80	110.5	+
C ₂	+17.6	0.88	0.80	105.0	+
D ₂	-5.1	0.85	0.88	223.0	++
E ₂	-13.8	0.73	0.91	254.0	+++
P-deficient plot					
A ₃	+61.8	0.97	—	85.3	±
B ₃	+25.6	0.89	—	82.6	±
C ₃	-16.5	0.75	—	69.3	—
D ₃	-11.4	0.55	—	—	—
E ₃	-6.4	0.64	—	—	—

Note : *Dry matter increase due to topdressing-N are shown in Fig.1.

**Chlorophyll contents are expressed as percentage of dry weight in the upper three, and the other lower leaf blades.

***One drop test ; -, not recognized ; ±, very slightly recognized ; +, slightly recognized ; ++, clearly recognized ; +++, largely recognized.

これらの区における乾物減少も小さかった。P無施用区では、N追肥の効果はA₃, B₃ 区のみでC₃~E₃ では認められなかった。

第2図には2番草の上位葉、下位葉及び茎中の青酸含有率を示した。まず、上位葉では(同図A)青酸含有率は多NのD₁-N, D₂-N, D₃-N区では顕著

に増加しているが、完全、K、P無施用の各区間には大きな差異が認められなかった。しかし、下位葉と茎では（同図B、C）とくにKとP無施用のD区（D₂-N～D₃-N）において青酸含有率はほぼ1,000 ppm レベルまでに著しく上昇した。

以上のように、実験 I から基肥NレベルとN追肥の効果並びにこれらのN反応に及ぼすKとP無施用の影響についてみると、適当な基肥NレベルとN追肥の組み合わせは刈取り乾物重の増大に効果的であったが、D₁-N、E₁-N区などの多N条件下のN追肥は2番草の乾物重を減少させたばかりでなく、家畜にとって有毒な青酸含有率の増加を招く結果となった。

このように多N条件下における作物体ではとくにK無施用及びP無施用区の下位葉と茎において青酸含有率の顕著な増加が起こった。

ソルゴーの実際栽培において、刈取り乾物重を増大させると共に、家畜に安全な飼料を生産するためには作物のN栄養について適切な診断法を確立することが必要である。

第1表では、基肥Nレベルを変えて栽培したソルゴーにおける作物体のN栄養を診断する方法として1番刈り時期に葉身の葉緑素含有率を、出液の全N並びに出液のアミノ酸レベルを簡易に表示する方法として One drop test の測定値を示した。さらに、これらの結果とN追肥による2番草乾物重増を対比

してみた。

その結果、まず葉緑素含有率は完全区では上位、下位葉共に基肥Nレベルの上昇に伴ってA₁～C₁区まではかなり増加するが、多N区のD₁、E₁区では葉緑素含有率の増加が緩やかとなった。

K無施用区の上位葉では葉緑素含有率の増加はA₂～D₂区では完全区とほぼ同様の傾向を示した。しかし、E₂区ではD₂区に比べてやや減少した。

また、下位葉では葉緑素含有率は少NレベルのB₂区でも多NのD₂区とほぼ同様に著しく高い値を示していた。P無施用区では1番刈り時期の生育は極めて悪く、葉緑素含有率は基肥Nレベルを上げるとかえって減少する傾向を示した。

次に、出液の全Nと共に出液の One drop test の結果をみると、まず完全区ではA₁からC₁区までは全N含有率は低く、One drop test の発色程度もわずかに認められた。しかし、多NのD₁、E₁区では出液の全Nが増加し、One drop test の発色も明瞭或いは多量に認められるようになった。K無施用区でも完全区とほぼ同様な傾向が認められた。

P無施用区では1番草刈取り時期の植物体は小さく、従って、出液量も少ないのでA₃～C₃区では基肥Nレベルの上昇に伴って出液のアミノ酸レベルはかえって減少する傾向にあり、完全区、K無施用区でみられる基肥Nレベルと One drop test との関係は認められなかった。

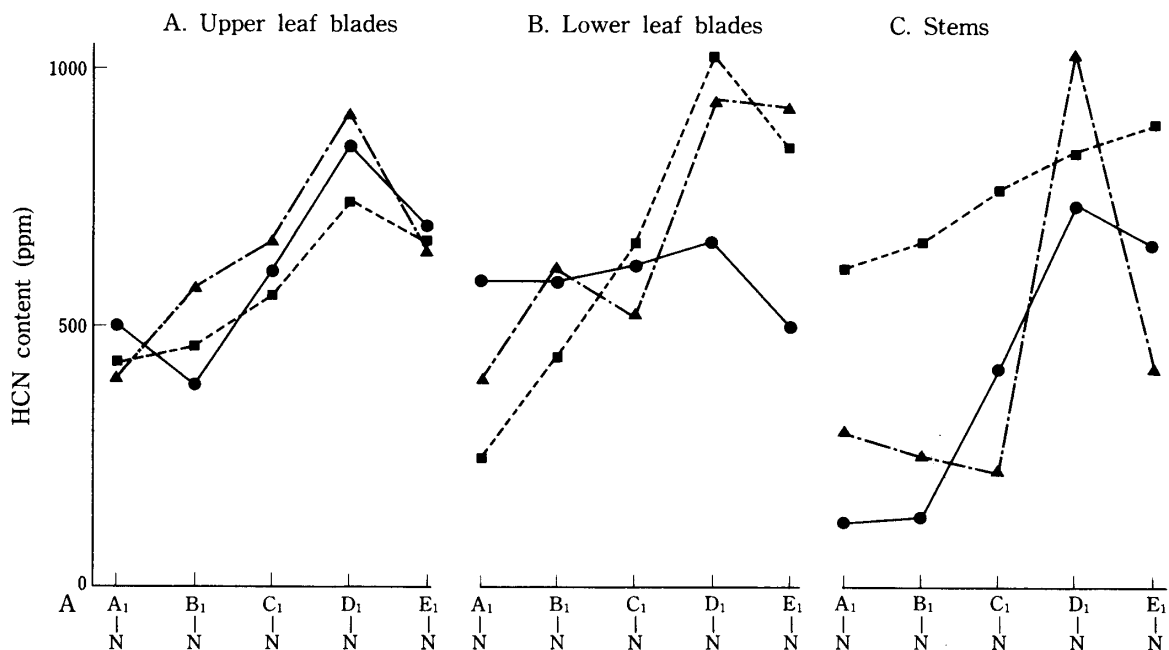


Fig. 2. Changes in HCN contents of sorgo plants which were grown as for Fig. 1.

● ; Complete plot, ■ ; K-deficient plot, ▲ ; P-deficient plot.

以上のように、実験ⅠではNの追肥時期の適否を判定する方法として出液中のアミノ酸レベルに着目し、これらと基肥Nレベルとの関係を調査した。その結果、D、E区などの多N条件下のN追肥は2番草乾物重を著しく低下させるばかりではなく、家畜にとって有毒な青酸を増加させるものである。これら作物体における多Nレベルを判定する方法として一般に行われている葉色診断では葉緑素含有率は多N基肥レベル区にN追肥した場合には殆ど増加しないので作物体における多N栄養の判定は困難であった。

しかし、出液中のアミノ酸レベルの One drop test はP無施用区を除けば基肥Nレベルの増加と平行して上昇するものであるから、ソルゴーにおける作物体のN栄養及び根圏のNレベルを診断、推定する方法としてより直接的であり有効であると考えられた。

実験Ⅱ：この実験では圃場栽培においてとくにN追肥レベルとK或いはP無施用区を組み合わせるソルゴーの乾物重、青酸と硝酸の含有率及び体内のN栄養診断の基準となる出液中の全N、全K、全P含有量などを調査した。

まず乾物重と追肥Nレベルとの関係を第3図に示した。完全区では乾物重はC₁区の10a当たり10

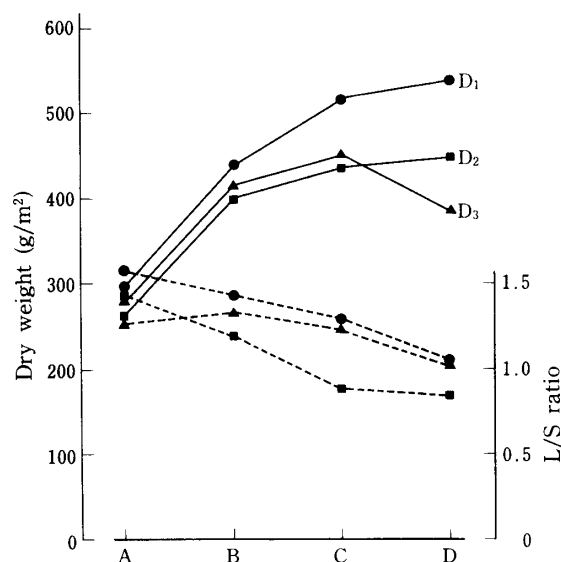


Fig. 3. Changes in dry weight (solid line) and leaf blades/stem ratio (dotted line) of the 2nd cutting of sorgo plants which were grown in complete, K-, and P-deficient soils in combinations with increasing top dressing-N levels (Exp. II). Symbols see Fig. 2.

kgのNレベルまでは大きく増加したが、それ以上のNレベルでは乾物重の増加も緩やかであった。

これに対して、KとPの無施用区ではB₂区から乾物重の増加も緩やかになっており、とくにP無施用区のD₃区では乾物重はかえって減少した。ここで追肥Nレベルの上昇に伴う葉身と茎の割合、すなわち葉/茎比をみると完全区ではNレベルの上昇に伴って次第に低下しているが、この比の低下はとくにK無施用区に大きいことが示された。

第4図AとBにはN追肥レベルの上昇に伴う葉身と茎における青酸と全Nの含有率の関係並びに硝酸態Nと全Nの含有率との関係を示した。すでに実験Ⅰで示したように、葉身の青酸含有率は、多NレベルのKあるいはP無施用区で著しく増加したが(第2図)、実験Ⅱでも実験Ⅰの結果とほぼ同様に、K或いはP無施用のC₂、C₃区とD₂、D₃区において青

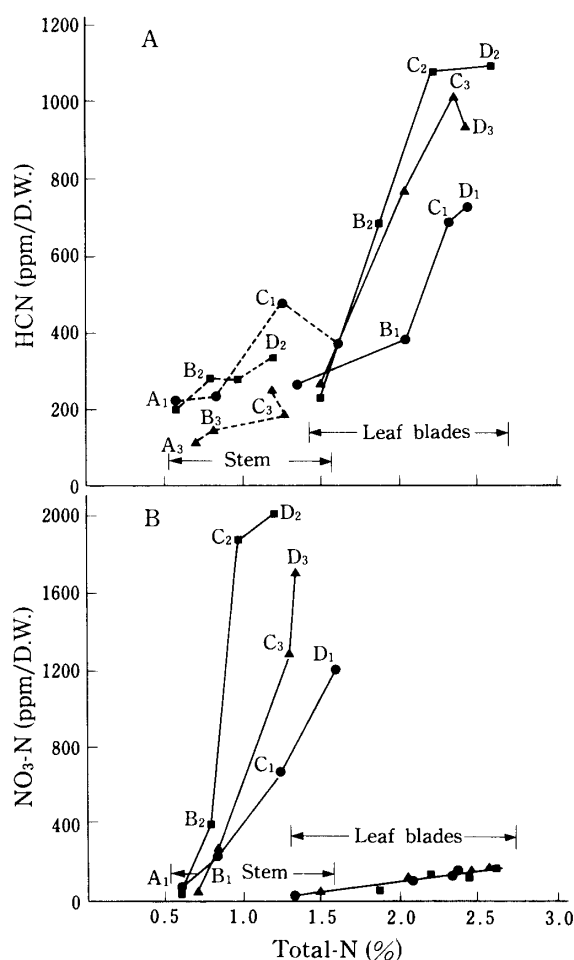


Fig. 4. Relationships between total-N and HCN contents (A), and between total-N and NO₃-N contents (B) in the 2nd cuttings of sorgo plants as for Fig. 3. Symbols see Fig. 2.

酸含有率の増加が著しかった。ここで葉身の全Nと青酸含有率の間には高い正の相関 ($r=+0.859$) が認められた。なお、茎の青酸含有率が実験 I に比べて低いのは実験 II では刈取り時期が9月10日と約1カ月遅かったことが原因と考えられる。

次に、硝酸態N (同図B) は青酸とは反対に葉身よりも茎において著しく増加した。しかも、これらの増加はK或いはP無施用のD₂区とD₃区において

顕著であった。ここで茎の全Nと硝酸含有率の間にはかなり高い正の相関 ($r=+0.810$) が認められた。

第5図AとBには追肥Nレベルの上昇に伴う出液量と出液中の全N、全K及び全P含有量の変化を示した。まず、出液量 (同図A) はP無施用区ではかなり低いが、各N追肥レベル或いはK無施用などによって大きく変化していなかった。

しかし、出液中の全N含量 (同図A) は完全区ではN追肥レベルの上昇に伴って大きく増加したが、K無施用区、或いはP無施用区ではこれらの増加はあまり大きくなかった。

次に、K含有量 (同図B) は完全区ではN追肥レベルの上昇に伴って次第に増加する傾向を示した。しかし、このKレベルはKとPの無施用区では完全区に比べてかなり低かった。ここでは出液中のKレベルはK無施用区でも相対的にかなり高い濃度にあることが注目される。これら出液中のKの変動に対して、Pの含有量 (同図C) は完全区ではN追肥レベルの上昇に伴って一方的に減少しており、とくにP無施用区ではその減少傾向は著しかった。さらにK無施用区のD₂区においてもPレベルが減少する傾向を示した。

以上のように、実験 II では追肥すべきNの適量を見出すために圃場の実際栽培についてN追肥レベルと作物体のN反応を中心に調査した。その結果、2番草乾物重は10a当たり5~10kgのN量ではほぼ最高値に達したので、実際の圃場ではこの範囲のN量が刈取り後の追肥として適当と考えられる。なお、圃場実験では十分なK欠、P欠を設定することは困難であったので、とくに出液のN濃度の変化については実験 I のポット実験の結果と一致しなかった。

実験 II の結果からN追肥レベルを高め、これとP無施用とを組合わせた場合には出液中のP濃度が著しく減少した。このようにPが不足すると、体内的に蛋白合成が阻害され⁴⁾ 葉身または茎において青酸や硝酸態Nの顕著な増加が引き起こされたものと考えられる。

なお、ソルゴーにおけるこれらNの異常代謝と炭水化物代謝の関係については殆ど報告されていない。しかし、イタリアンライグラスの多N施肥レベルの条件下ではエネルギー源としての有効態炭水化物量が低下するという結果²⁾ は、ソルゴーにおいても十分に予想されるので、この問題については今後

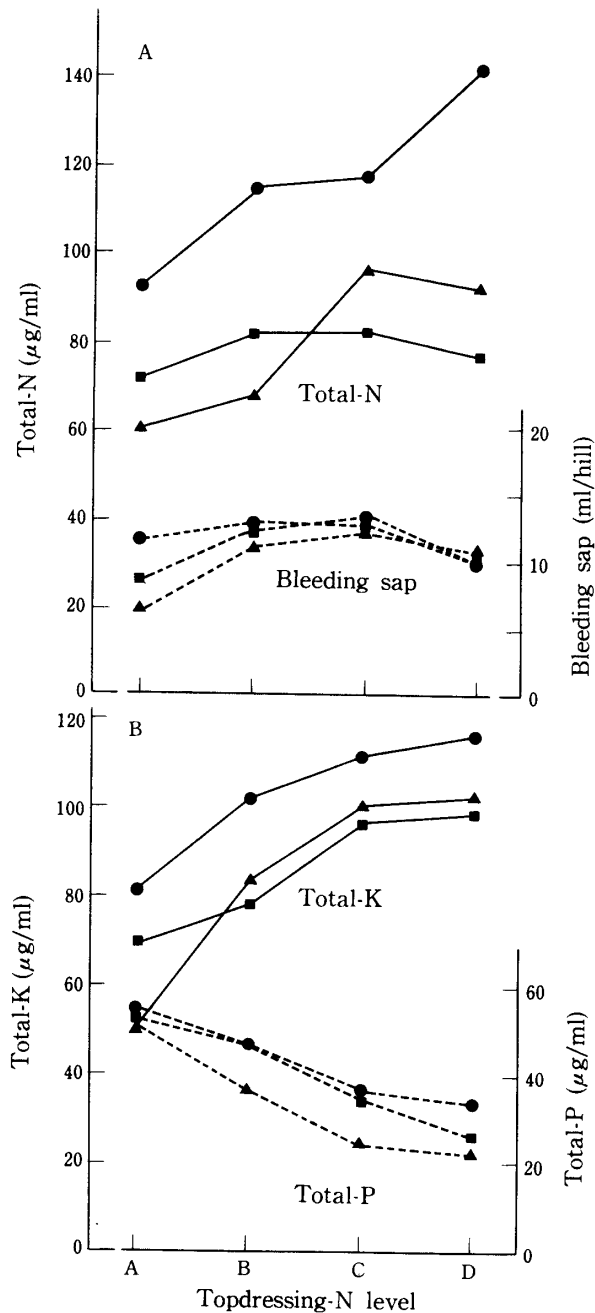


Fig. 5. Changes in amounts of bleeding sap and total-N (A), total-K and total-P (B) contents in the bleeding sap of sorgo plants which were grown as for Fig. 3. Symbols see Fig. 2.

の研究に待ちたい。

実験III：第6図には基肥Nレベルの相違がソルゴの乾物重に及ぼす影響と、これらの乾物重に及ぼすKとP無施用の影響を示した。これらの結果は第1図とほぼ一致している。

すなわち、基肥Nレベルの増加に伴って1番草乾物重は、完全区においてC₁区までは一方的に増加するが、D₁区からE₁区に向かって減少に転ずること、K無施用のE₂区では完全区にみれる乾物重の減少傾向が著しくなったこと、さらにP無施用区では1番草乾物重は対照の完全区に比べて基肥Nレベルの上昇に伴って著しく低く、B₃からE₃区に向かってさらに減少したことなどは第I実験の結果と同様であった。

しかし、実験IIIでは実験Iに比べて作物の初期生

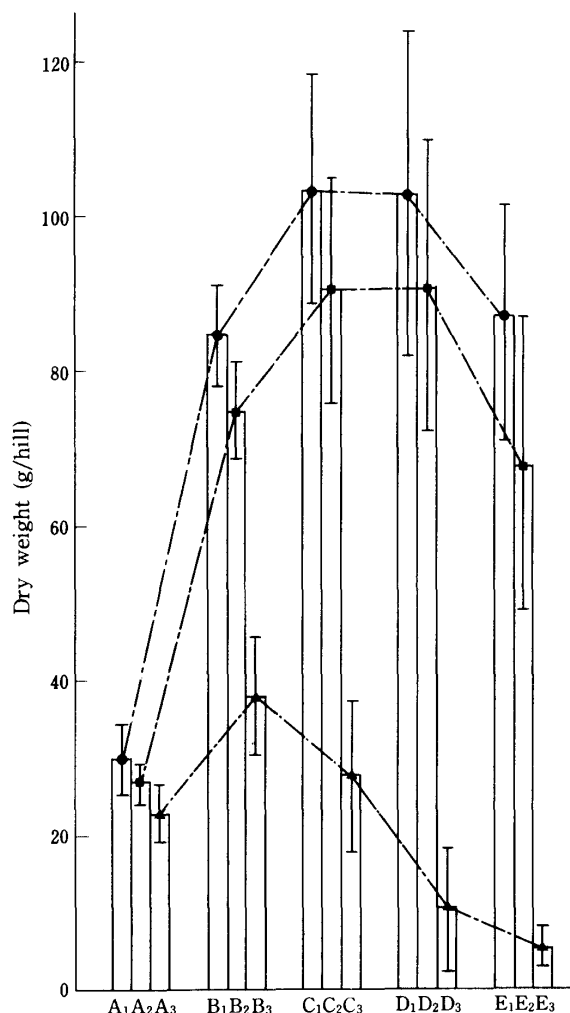


Fig. 6. Changes in dry weight of the first cutting of sorgo plants which were grown in complete, K-, and P-deficient soils in combinations with increasing basal-N levels (Exp. III). Symbols see Fig. 2.

育が旺盛であり、1番草乾物重は著しく高かった。2番草乾物重は、K或いはP無施用の多Nレベル下ではN追肥によりかえって減少することも実験Iと同様であった。

第7図には、K或いはP無施用下における基肥Nレベルの相違が根の乾物重と出液量に及ぼす影響について示した。完全区では根の乾物重と出液量は基肥Nレベルに伴ってC₁区まで増加するが、それ以上のNレベルでは減少する傾向にあった。これらの傾向はK無施用区でもほぼ同様に認められた。しかし、P無施用区では根の乾物重は、B₃区を頂点としてC₃区から減少に転じていた。さらに、出液についてもB₃区から基肥Nレベルの上昇に伴って急激な減少が起こっていた。

第8図には基肥Nレベルの上昇に伴う作物体各器官及び出液中の遊離アミノ酸含量の変化と、これらの全アミノ酸含量に及ぼすKとP欠乏の影響について示した。葉身、茎及び出液中の全遊離アミノ酸含量は、C₁区から急激に増加する傾向にあり、葉身ではKの欠乏区の下位葉において、茎ではKとPの欠乏区において、出液ではKの欠乏区において各々著しく増加した。

ここでP欠乏区の多N条件下D₃～E₃区では作物

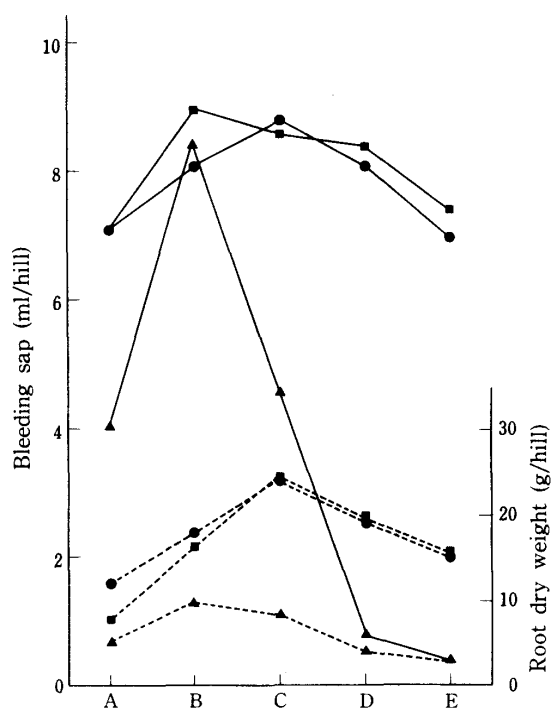


Fig. 7. Changes in amounts of bleeding sap (solid line) and root dry weight (dotted line) of sorgo plants which were grown as for Fig. 6. Symbols see Fig. 2.

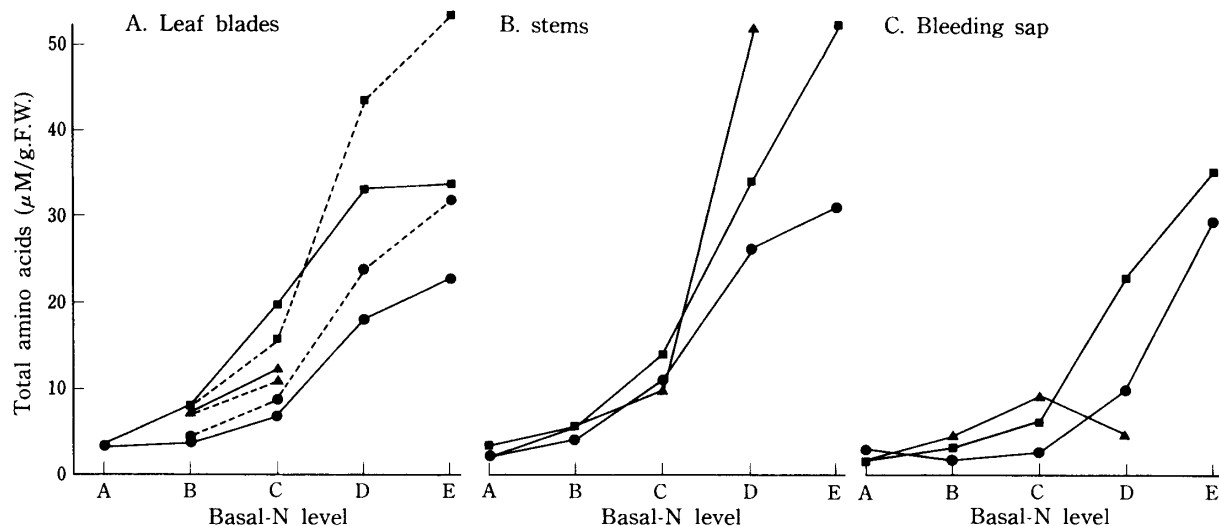


Fig. 8. Changes in total amino acids contents of leaf blades (A), stem (B) and bleeding sap (C) of sorgo plants which were grown as for Fig. 6.

Upper 13th leaf blade (solid line), lower 8th leaf blade (dotted line). Symbols see Fig. 2.

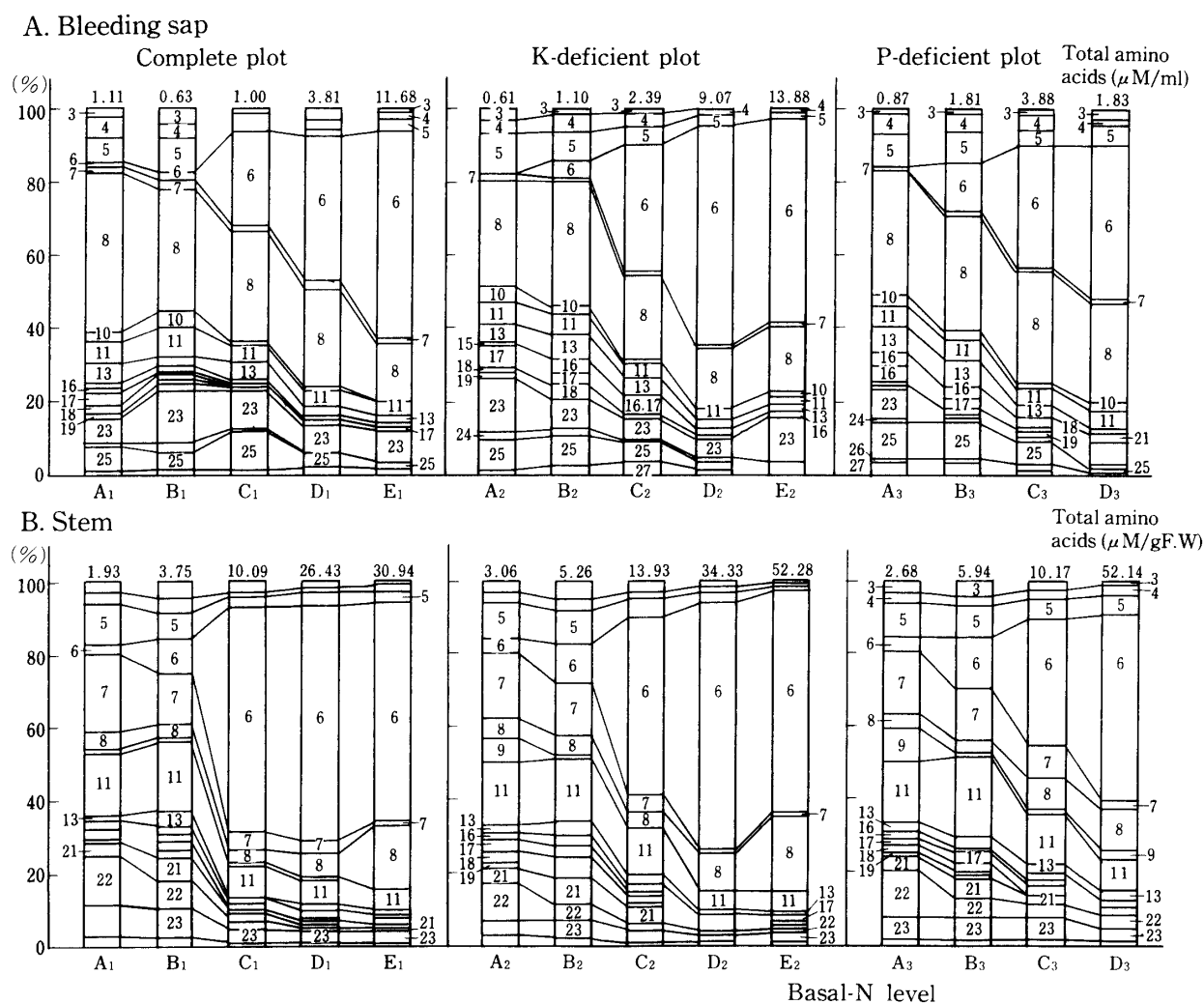


Fig. 9. Composition of free amino acids in bleeding sap (A) and stem (B) of sorgo plants which were grown as for Fig. 6. Key to numbers on histograms as in Fig. 10.

Each amino acid was expressed as percentage of total amino acids.

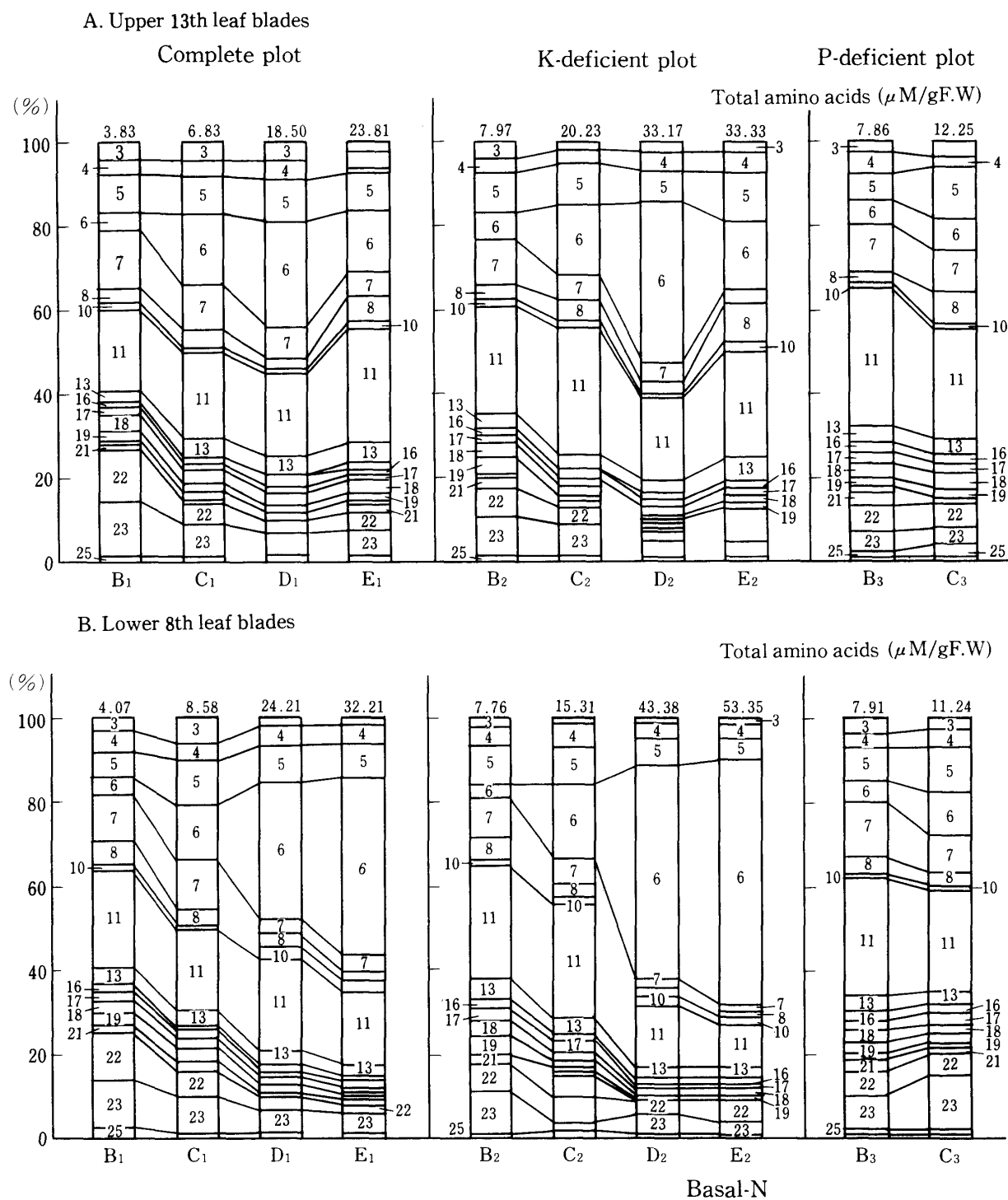


Fig. 10. Composition of free amino acids in the upper 13th (A) and lower 8th (B) leaf blades of sorgo plants which were grown as for Fig. 6.

Key to numbers on histograms.

- | | | | | |
|------------------|--------------|----------------|----------------------------------|---------------|
| 3. Aspartic acid | 8. Glutamine | 14. Cystine | 19. Phenylalanine | 35. Lysine |
| 4. Threonine | 9. Proline | 15. Methionine | 21. γ -amino butyric acid | 26. Histidine |
| 5. Serine | 10. Glycine | 16. Isoleucine | 22. Ethanolamine | 27. Arginine |
| 6. Asparagine | 11. Alanine | 17. Leucine | 23. Ammonium | |
| 7. Glutamic acid | 13. Valine | 18. Tyrosine | 24. Ornithine | |

の生育は全く抑制されたので出液の採取も困難であり正確な結果は得られなかった。

次に、第9図Aには基肥Nレベルの上昇に伴う出液中の遊離アミノ酸組成の変化と、これらの組成に及ぼすKとPの欠乏の影響を示した。まず、完全区のA₁区ではグルタミンは遊離アミノ酸の主体であるが、基肥Nレベルの上昇に伴ってこのグルタミンに代わってとくにアスパラギンが顕著に増加しており、E₁区では全体の遊離アミノ酸の60%占めていた。

すなわち、基肥Nレベルの上昇に伴う全アミノ酸の増加は、主にアスパラギンの増加によることが示されていた。その他、出液中のアミノ酸としてセリン、スレオニン、アラニン、バリン、リジンなどはかなり多く存在するアミノ酸であるが、これらのアミノ酸はNレベルの上昇に伴って相対的に若干減少する傾向を示した。

次に、K欠乏区では完全区に比べてC₂からD₂においてアスパラギンは大きく増加しており、D₂においてアスパラギンは全アミノ酸の60%を占めていた。P欠乏区では生育の遅延を反映してD₃区では、アスパラギンの増加も少なく、P欠乏の多N条件下では根によるアミノ酸の生成も抑制されることを示した。

同図Bには茎における遊離アミノ酸組成の変化とこれらの組成に及ぼすKとP欠乏の影響を示した。まず、完全区では全遊離アミノ酸はC₁からE₁区に向かって急激に増加しており、これら茎のアミノ酸のうちアスパラギンは60~65%を占めており、出液中のアミノ酸組成に比べてグルタミンの割合が極めて少なくアラニンなどは比較的多く認められた。

K欠乏区では完全区に比べて全遊離アミノ酸量の蓄積はD₂からE₂にかけて著しかったが、アミノ酸の相対組成は完全区とあまりかわっていなかった。

P欠乏区では全遊離アミノ酸含量は、D₃では著しく高かったが、これは生育抑制によってNの利用も極度に抑えられたことによるものと考えられる。アミノ酸組成では完全区或いはK欠乏区に比べてアスパラギンの生成も抑えられ、グルタミン、アラニンの割合が比較的多くなっていた。

以上、茎と出液の遊離アミノ酸組成の変化をみると、出液では基肥Nレベルの上昇に伴ってアスパラギンの一方的な増加により全アミノ酸含量は直線的に増加することが示された。なお、茎では出液の遊離アミノ酸組成として、出液に比べてグルタミンの

割合が少なかったが、出液の場合とほぼ同様に基肥Nレベルの上昇に伴ってアスパラギンの顕著な増加が全遊離アミノ酸レベルの増加と対応した。

これらに対して、葉身の遊離アミノ酸組成の変化を上位の第13葉と下位の第8葉についてみると(第10図)、まず完全区の上位葉では遊離アミノ酸の主体はセリン、アスパラギン、グルタミン酸、グルタミン、アラニン、バリンなどであり、これら全遊離アミノ酸は基肥Nレベルの上昇に伴って大きく増加していたが、アミノ酸組成としてはアスパラギンのみがC₁とD₁で若干増加したのみで、他のアミノ酸にはあまり大きな変化はみられなかった。K欠乏区では全遊離アミノ酸含量は多NレベルのD₂とE₂において顕著に増加したが、アミノ酸の相対組成ではアスパラギンのみがかなり増加した。しかし、P欠乏区のC₃では全アミノ酸と共にアスパラギンの増加も少なかった。

次に、下位葉における遊離アミノ酸の変動をみると、上位葉に比べて基肥Nレベルの上昇に伴ってアスパラギンの比率は増大し、全遊離アミノ酸含量も増加する傾向にあった。

K欠乏区ではC₂からE₂に向かってアスパラギンの増加に基づく全遊離アミノ酸含量は一層大きくなっていった。これに対して、P欠乏区ではアスパラギンと共に全遊離アミノ酸の増加も極めて少なかった。

すなわち、実験IIIでは基肥Nレベルを上昇させた場合には、作物体のN反応として、とくに茎と出液中のアスパラギン含量は全遊離アミノ酸の約60%占めて顕著に増加することが明らかになった。

これら茎や出液に比べて、蛋白合成が活発に行われている上位葉ではアスパラギンの蓄積は少なく、この器官における遊離アミノ酸も他の器官に比べてアラニン、セリンなどがかなり多く認められた。これに対してK欠乏の各N区の下位葉では茎とほぼ同様に多量のアスパラギンが蓄積される傾向にあった。

以上のように、本研究は家畜にとって安全な飼料を生産するために作物体のN栄養及び根圏のNの栄養について簡易な診断法を見い出すために行われたものである。

本実験IとIIでは、ソルゴーにおける多N施肥は刈取り乾物重を減少させるばかりでなく、家畜にとって有毒な青酸や硝酸含有率の増加を引き起こした。これら多N施肥による作物体の生育阻害に伴っ

て体内の遊離アミノ酸レベルの増大並びに硝酸態N及び青酸含有率の上昇などは、加里やリン酸欠乏によってさらに助長されることを述べた。

実験Ⅲでは基肥Nレベルの上昇に対応して茎と出液におけるアスパラギンは顕著に増加したことからソルゴーのN栄養診断においてはとくに出液のアスパラギン検出により作物体におけるNの多少を診断する方法としてより適切であることが示唆された。

すなわち、刈取り利用を目的とするソルゴーではその刈株から出液を容易に採取できるという利点があり、この出液の1滴を試験管にとり、ニンヒドリン反応を用いた One drop test により簡易なNの栄養診断が可能であった。

しかし、この方法は定性的であるから、出液或いは茎のアスパラギンを定量的に検出することが望ましい。

引用文献

1. Boyd, F.T., O.S. Amodt, G.Bohstedtand and E. Truog 1938. Sudan grass management for control of cyanide poisoning. J. Amer. Soc. Agron. 30: 569—582.
2. 江原 薫・山田芳雄・梅津頼三郎 1966. 飼料作物における硝酸態窒素含量に関する研究. 第1報 窒素施用量が飼料作物の硝酸態窒素含量に及ぼす影響. 日作紀 34: 292—297.
3. 松本栄一・櫛間清澄 1974. Sorghum 属飼料作物の生育に伴う硝酸および青酸含量の変化. 富山県立技術短期大学研究報告 7: 77—81.
4. 松本栄一・櫛間清澄 1983. 窒素, 磷酸, 加里の施用量がソルゴーの生育, 硝酸および青酸含量に及ぼす影響. 富山県立技術短期大学研究報告 16: 50—54.
5. 折谷隆志・葭田隆治 1970. 作物の窒素代謝に関する研究. 第7報 作物体の溢泌液および各器官における可溶態窒素化合物について. 日作紀 39: 355—62.
6. ————1984. 作物の窒素代謝に関する研究. 第19報 水稻の Source から Sink へのNの転流と蓄積機構について. 日作紀 53: 268—275.
7. ————・松本栄一 1972. ハイブリッドソルゴーにおけるN栄養診断について. 日作北陸支部会報 7: 18—20.
8. 尾崎 清 1962. 植物の栄養と診断. 高陽書院, 201—210.

1. Boyd, F.T., O.S. Amodt, G.Bohstedtand and E.