

施肥窒素に対する牧草の反応に関する研究 (4)

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	杉本, 安寛 仁木, 巖雄
巻/号	27巻1号
掲載ページ	p. 25-30
発行年月	1981年4月

施肥窒素に対する牧草の反応に関する研究

V. 数種暖地型牧草の窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みにおける草種間差異について

杉本安寛*・仁木巖雄*

要 旨

杉本安寛, 仁木巖雄, 施肥窒素に対する牧草の反応に関する研究 IV. 数種暖地型牧草の窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みにおける草種間差異について, 日草誌, 27, 25-30.

数種暖地型牧草について, 窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みにおける草種間差異を検討した。

供試草種はローズグラス (*Chloris gayana*), ダリスグラス (*Paspalum dilatatum*) およびバヒアグラス (*Paspalum notatum*) である。

窒素吸収速度と吸収窒素の葉身へのとり込みを, 水耕液の窒素源に $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ を用いて ^{15}N を指標として測定した。測定時の水耕液窒素濃度は 20 ppm および 80 ppm とした。

結果の概要は次のとおりである。

1. 窒素吸収速度はローズグラスが最も高く, バヒアグラスの約 3.5 倍に達した。次いでダリスグラスがバヒアグラスの約 2 倍高かった。2. 吸収した窒素の葉身へのとり込み量はローズグラスが最も多く, バヒアグラスの約 4.8 倍であった。次いでダリスグラスがバヒアグラスの約 1.7 倍多い値を示した。また, 吸収窒素の部位別分布を比較した結果からも, ローズグラスが最も活発に窒素を葉身へとり込む傾向のあることが明らかにされた。3. 窒素吸収速度と吸収窒素の葉身へのとり込みにおける草種間差異は, 80 ppm 区においてより明瞭に認められた。

以上の結果と既報の結果を総合し, 植物体の施肥窒素に対する受容機能の面から供試 3 草種を比較検討した。その結果, 窒素受容機能はローズグラスが最も高く, 次いでダリスグラス, バヒアグラスの順であることが明らかにされた。窒素受容機能の草種間差異は主として受容器官の規模拡大機能と, 受容器官に受け入れられる窒素量の差異によると推察された。窒素吸収速度が高く, かつ吸収窒素の葉身へのとり込みが活発な草種ほど, 受容器官の規模拡大機能が高い傾向を示した。

緒 言

草地には通常幾つかの草種が混在しているが, それぞれの草種はその特性を發揮しながら草地の植生を構成していると考えられる。従って植生の成立条件や植生の動態を理解するためには, 環境として与えられる条件と草種の特性との関係を明らかにする必要があると推察される。

このような観点から, 筆者らは西南暖地で比較的広く利用されている暖地型牧草のローズグラス, ダリスグラスおよびバヒアグラスについて, 特に環境条件としての窒素施肥に対する反応を比較し, さらにこの反応に草種間差異が生まれる機構を解明しようと試みてきた^{2,3,4)}。

本報では窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みの面から草種間比較を行い, 併せて両者と窒素受容機能との関係について検討を加えた。

実験材料と方法

供試草種はローズグラス (*Chloris gayana* Kunth.), ダリスグラス (*Paspalum dilatatum* Poir.) およびバヒアグラス (*Paspalum notatum* Flüge) である。

ダリスグラスとバヒアグラスは 1975 年 9 月 7 日, ローズグラスは同年 9 月 14 日に播種し, 砂耕栽培した。いずれの草種も主稈 5 葉期に達し, 個体重がほぼ揃った 10 月 11 日より水耕を開始した。

水耕には 15 l 容ポリエチレン製容器を用いた。容器上に厚さ 1 cm の発泡スチロール樹脂板を置き, 縦横 3 cm の等間隔に穴を開け, そこに植物体を移植した。

* 宮崎大学農学部 (880 宮崎市船塚 3 丁目)

水耕液中の窒素濃度は NaNO_3 を用いて 20 ppm とし、他の要素はそれぞれ、 P_2O_5 (NaH_2PO_4) 25 ppm, K_2O (K_2SO_4) 40 ppm, CaO ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 40 ppm, MgO ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 40 ppm, Fe ($\text{Fe} \cdot \text{EDTA}$) 5 ppm とし、水道水を用いて希釈した。水耕液の pH は 5.7 とした。この水耕液を使用して 1 週間ガラス室で栽培した後、昼/夜温が $30^\circ\text{C}/23^\circ\text{C}$ の人工気象室に搬入した。なお水耕液の交換は 2 日毎に行った。

人工気象室入室 2 日後に $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ (30 atom excess%) を用いて、水耕液窒素濃度が 20 ppm (20 ppm-N 区) と 80 ppm (80 ppm-N 区) の 2 区を設けた。窒素を除く他の要素は前述の水耕液組成と同一にした。

重窒素処理開始 24 時間後に 供試 3 草種をそれぞれ 30 個体採取し、重窒素を指標として 24 時間で吸収された窒素量と葉身へのとり込み量を算出した。計算式は次のとおりである。

窒素吸収量 ($\mu\text{g}/\text{個体}$) = 採取した植物体の窒素含有量

$$(\mu\text{g}/\text{個体}) \times \frac{\text{植物体の } ^{15}\text{N 濃度}}{\text{試薬の } ^{15}\text{N 濃度}}$$

葉身への窒素とり込み量 ($\mu\text{g}/\text{葉身}$) = 葉身窒素含有量

$$(\mu\text{g}/\text{葉身}) \times \frac{\text{葉身の } ^{15}\text{N 濃度}}{\text{試薬の } ^{15}\text{N 濃度}}$$

ローズグラスとバヒアグラスについては、重窒素処理 24 時間後に材料を採取した後 $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ を $\text{Na}^{14}\text{NO}_3$ と交換し、さらに 24 時間後に材料を採取した。採取した材料は根を水道水および蒸留水で洗った後、根、葉鞘を含む茎および葉身と分離し 80°C で 24 時間乾燥後、乾物重を測定し窒素の分析に供した。

窒素の定量はセミマイクロケルダール法を用いて行った。重窒素定量に際してのアンモニアの濃縮には米山らの方法⁵⁾を用い、重窒素の定量には発光分光分析法¹⁾を用いた。

各草種の生育は実験期間を通じて良好であった。

実験結果

1. 窒素吸収量と窒素吸収速度

重窒素処理 24 時間後に採取した材料の個体重と、処理 24 時間中に吸収した窒素量を表 1 に示した。草種間の個体重がほぼ揃った時期に供試したために、草種間の個体重に大差が認められない。これに対して窒素吸収量はローズグラスがバヒアグラスの約 4 倍に達し、次いでダリスグラスがバヒアグラスの約 2 倍高い値を示した。窒素吸収量はいずれの草種も 80 ppm-N 区が 20 ppm-N 区に比べて多かったが、特にローズグラスにおいて両区間の差異が大きくあらわれた。

Table 1. Specific difference of nitrogen uptake per plant measured by using ^{15}N as indicator.

Species	Plant weight*		Nitrogen uptake**	
	20ppm-N	80ppm-N	20ppm-N	80ppm-N
Rhodesgrass	84.7	76.9	303	332
Dallisgrass	80.4	72.1	164	173
Bahiagrass	66.5	63.7	75	81

* mg dry weight.

** $\mu\text{g N}/\text{plant}/24\text{hr}$.

Table 2. Specific difference of nitrogen uptake rate.

Species	Nitrogen uptake rate*	
	20ppm-N	80ppm-N
Rhodesgrass	149(3.20)**	180(3.78)
Dallisgrass	85(1.73)	100(2.15)
Bahiagrass	47(1.00)	53(1.13)

* $\mu\text{g N}/\text{g plant dry weight}/\text{hr}$.

** Figures in parenthesis are relative values to bahiagrass at 20ppm-N.

次に個体重が草種間で若干相異しているのもその影響を除くために、単位乾物重当たりの窒素吸収速度を求め表 2 に示した。窒素吸収速度は草種間で著しく異なる値を示し、特に水耕液窒素濃度の高い 80 ppm-N 区で草種間差異が一層顕著に認められた。両区の平均値について草種間を比較したところ、ローズグラスおよびダリスグラスはそれぞれ、バヒアグラスの約 3.5 倍および 1.9 倍高い値を示した。

2. 吸収窒素の葉身へのとり込み

重窒素処理 24 時間で吸収された窒素の葉身へのとり込み量は、表 3 に示した通り草種間に明瞭な相異が認められた。個体重当たりのとり込み量はローズグラスがバヒアグラスに対して 3.9~5.9 倍高く、次いでダリスグラスがバヒアグラスの 1.6 倍~2.1 倍高かった。

次に上記のとり込み量には草種間の葉量のちがいが関係していることも考えられるので、葉重当たりのとり込み量を算出した (表 3)。この値でみると草種間差異が前記の値に比べてやや縮小するものの、なお草種間に著しいちがいが認められる。

以上の結果から、吸収された窒素の葉身へのとり込みは供試 3 草種のなかでローズグラスが最も活発で、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順であり、この傾向は水耕液窒素濃度が高い場合に特に顕著に認められることを示している。

Table 3. Specific difference of nitrogen incorporation into leaf blade.

Species	Nitrogen incorporated into leaf blade			
	per plant weight*		per leaf weight**	
	20ppm-N	80ppm-N	20ppm-N	80ppm-N
Rhodesgrass	47.4(3.85)	72.8(5.91)	115.6(3.94)	166.0(5.66)
Dallisgrass	20.1(1.63)	27.2(2.11)	40.3(1.38)	60.4(2.06)
Bahiagrass	12.3(1.00)	15.7(1.28)	29.3(1.00)	39.2(1.34)

* $\mu\text{g N/g}$ plant dry weight/hr.** $\mu\text{g N/g}$ leaf dry weight/hr.

*** Figures in parenthesis are relative values to bahiagrass at 20ppm-N.

Table 4. Distribution of nitrogen absorbed during 24 hours of ^{15}N treatment.**

Time**	Species	Percentage distribution					
		20ppm-N			80ppm-N		
		Leaf	Stem	Root	Leaf	Stem	Root
0 hr.	Rhodesgrass	32.0	35.3	32.6	40.3	35.2	24.5
	Bahiagrass	24.0	39.6	36.4	29.9	37.8	32.3
24 hr.	Rhodesgrass	37.1	37.2	25.7	43.7	37.1	19.2
	Bahiagrass	29.5	37.3	33.2	30.8	43.0	26.2

* ^{15}N treatment was stopped after 24 hours and thereafter, natural N was used as N source of culture solution.** Hours from the end of ^{15}N treatment.

3. 吸収された窒素の部位別分布

ローズグラスおよびバヒアグラスについて、重窒素処理 24 時間中に吸収された窒素の部位別分布を表 4 に示した。

重窒素処理終了直後についてみると、ローズグラスはバヒアグラスに比べて葉身に分布する窒素の比率が高く、茎あるいは根に分布する窒素の比率が低い。24 時間経過後の値は、両草種共に窒素が根から地上部へ移動し、特に葉身へ分布する比率が高くなる傾向を示している。ただ、ローズグラスがバヒアグラスに比べて葉身に分布する窒素の比率が高い傾向は、重窒素処理終了 24 時間経過後についても認められる。また両草種共に 80 ppm-N 区は 20 ppm-N 区に比べて葉身に分布する窒素の比率が高いが、区間の差はローズグラスにおいて特に強く認められる。

以上、吸収窒素の部位別分布を比較した結果からもローズグラスは吸収窒素の葉身へのとり込みが活発であり、その傾向は水耕液窒素濃度が高いと顕著に認められることを示している。

考 察

筆者らは供試 3 草種の施肥窒素に対する反応に草種間差異が生まれる機作を解明しようと試みてきた。本実験で供試 3 草種の窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みを比較した結果、草種間に明瞭な差異のあることが明らかにされた。すなわち、窒素吸収速度はローズグラスが最も高く、バヒアグラスの約 3.5 倍に達し、次いでダリスグラスがバヒアグラスの約 1.9 倍であった。また吸収窒素の葉身へのとり込み量もローズグラスがバヒアグラスの約 4~6 倍多く、ダリスグラスがバヒアグラスの 1.6~2.1 倍多かった。以上の窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みにおける草種間差異は、培養液窒素濃度が高い場合により明瞭であった。これらの結果と、今までに得られた結果^{3,4)}の相互関連性を総合し、植物体が施肥窒素を受容する機能の面から供試 3 草種を比較検討したい。

1) 窒素受容機能

窒素受容機能としては、①植物体各部位の増大による受容器官としての規模拡大と、②受容器官に受け入れら

れる窒素量に大きく分けて考えられる。受容器官に受け入れられる窒素量はさらに受容器官各部位に受け入れられる窒素量と、部位別構成比率に分けて検討することが出来る。

2) 受容器官の規模拡大機能

受容器官の規模拡大機能の指標として先報³⁾での乾物増加率 (RGR) をみると、RGR はいずれの草種も窒素施肥により高くなる傾向が認められた。ただし窒素多肥に伴う RGR の増大傾向は草種によって異なり、RGR の最高値はローズグラスおよびダリスグラスがバヒアグラスのそれぞれ約 2 倍および 1.3 倍高かった。このことは、窒素多肥に伴う受容器官の規模拡大に草種間差異のあることを示すものと考えられている。

3) 受容器官に受け入れられる窒素量

受容器官に受け入れられる窒素量の指標として、窒素含有率が挙げられる。先報³⁾での結果によると、ローズグラスの植物体における窒素含有率は窒素施肥量の最高水準まで、窒素多肥に伴って上昇し 4.40% に達した。他方ダリスグラスとバヒアグラスの窒素含有率はローズグラスに比べて低い窒素施肥水準で最高値に達し、そのときの値はそれぞれ 3.86% と 3.15% であった。

以上のことから、受容器官に受け入れられる窒素量は草種によって異なり、ローズグラスが最も高く、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順と推察される。

以上の受容器官に受け入れられる窒素量の差異には、受容器官各部位に受け入れられる窒素量、部位別構成比率のちがいが関係するが、いずれかより強く関係しているのかを以下に検討したい。

表 5 に本実験の重窒素処理 24 時間後に採取した材料について、各部位の窒素含有率を示した。窒素含有率はいずれの部位についてもローズグラスが最も高く、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順である。

次に 80 ppm-N 区のローズグラスとバヒアグラスについて、各部位ごとに窒素含有率を比較した場合には、ローズグラスが根で 1.74 倍、茎で 1.70 倍、葉身で 1.60 倍高い値を示した。次に植物体全体としての窒素含有率を比較した場合にはローズグラスが 1.85 倍高く、各部

位別に比較した場合にくらべて草種間差異が若干大きくなった。

以上のことから、受容器官に受け入れられる窒素量の草種間差異には、受容器官の各部位別構成比率のちがいが一部関係するが、主として受容器官各部位に受け入れられる窒素量のちがいが関係していると推察される。

4) 受容器官の規模拡大機能と葉面積拡大、窒素吸収速度および吸収窒素の葉身へのとり込みとの関係

先に受容器官の規模拡大機能の指標としての乾物増加率には草種間差異のあることを述べた。乾物増加率の差異について、葉面積当たり光合成能力と葉面積拡大とに分けて検討した結果^{3,4)}によると、乾物増加率の差異は、主として葉面積拡大の差異によるものであった。すなわち、乾物増加率および葉面積拡大は窒素多肥に伴ってローズグラスが最も高くなり、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順であった。

次に本実験の結果によると、先述のように窒素吸収速度はローズグラスが最も高く、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順であり、また吸収窒素の葉身へのとり込み量もローズグラスが最も多く、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順であった。これらの草種間差異は、培養液窒素濃度が高い場合により明瞭に認められた。

以上の事柄を総合すると、窒素多肥に応じて窒素吸収速度が高くなり、さらに吸収した窒素を活発に葉身へとり込む傾向の強いこと、すなわち拡大再生産部位の窒素受容機能の高い草種ほど葉面積拡大が盛んであり、受容器官全体の規模拡大機能も高い傾向が認められる。

5) 窒素受容機能の草種間比較

窒素受容機能について草種間比較を行った結果、窒素受容機能の草種間差異には、受容器官の規模拡大機能と受容器官各部位に受け入れられる窒素量の差異が主として関係していると推察された。受容器官の規模拡大機能および受容器官に受け入れられる窒素量のいずれについても、供試 3 草種のなかでローズグラスが最も高く、次いでダリスグラス、バヒアグラスの順であった。従って窒素受容機能には上述の 2 者が相乗的に作用し、草種間に顕著な差異が生まれると考えられる。

Table 5. Specific difference of nitrogen concentration (percent dry weight) measured for the plants which were sampled at 24 hours after ¹⁵N treatment initiated.

Species	20ppm-N				80ppm-N			
	Leaf	Stem	Root	Whole plant	Leaf	Stem	Root	Whole plant
Rhodesgrass	3.52	3.59	2.35	3.29	4.30	3.39	2.53	3.53
Dallisgrass	2.53	2.82	1.82	2.42	3.09	2.97	2.00	2.53
Bahiagrass	2.45	1.69	1.50	1.95	2.72	1.94	1.45	1.91

なお本研究は供試3草種の生長が良好な温度条件下で、主として個体レベルで比較検討した結果である。温度条件が異なった場合や、幾つかの草種が混在する群落条件下で、上述の草種間の窒素受容機能の差異がどのように発現されるかについては、今後検討の必要があろう。

謝 辞

重窒素測定に関して御指導、御援助頂いた九州大学農学部の山田芳雄教授および池田元輝博士に深謝の意を表す。

引用文献

- 1) 狩野広美ら (1974): 土肥誌 45, 549~559.
- 2) 杉本安寛・仁木巖雄 (1975) 日草誌 21, 194~198.
- 3) 杉本安寛・仁木巖雄 (1977) 日草誌 23, 114~119.
- 4) 杉本安寛・仁木巖雄 (1979) 日草誌 25, 121~127.
- 5) 米山忠克ら (1975) 土肥誌 46, 146~147.

(昭和55年7月14日受理)

Studies on the Response of Pasture Grasses to Nitrogen Fertilization

IV. Specific differences of nitrogen uptake rate and incorporation of absorbed nitrogen into leaf blade for some subtropical grass species

Yasuhiro SUGIMOTO and Iwao NIKKI

Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Funazuka-cho, Miyazaki 880

Summary

Specific differences of nitrogen uptake rate and incorporation of absorbed nitrogen into leaf blade were examined for some subtropical grass species. Species used were rhodesgrass (*Chloris gayana*), dallisgrass (*Paspalum dilatatum*) and bahiagrass (*Paspalum notatum*).

Na¹⁵NO₃ was used as nitrogen source of water culture solution and ¹⁵N was measured to determine nitrogen uptake and incorporation into leaf blade. Nitrogen concentrations in the solutions were 20 ppm and 80 ppm.

Results were as follows.

1. Nitrogen uptake rate much differed with species, rhodesgrass and dallisgrass showing approximately 3.5 and 2 times higher values than bahiagrass, respectively.
2. The amount of nitrogen incorporated into leaf blade was also highest in rhodesgrass, which showed about 4.8 times higher value than bahiagrass. Dallisgrass incorporated about 1.7 times more nitrogen into leaf blade compared to bahiagrass. Comparison of percent distribution of absorbed nitrogen to each plant parts also demonstrated that rhodesgrass incorporated nitrogen most actively into leaf blade.
3. Specific differences of nitrogen uptake rate and nitrogen incorporation into leaf blade appeared more clearly in 80 ppm nitrogen plot.

Specific difference of capacity as a sink to fertilizer nitrogen was discussed by using all above and previous results. It has become apparent that capacity as a sink was the highest in rhodesgrass followed by dallisgrass and bahiagrass. Functional differences of extent to enlarge the size of sink and of the amount of nitrogen containable in the sink were thought to be main factors to cause specific difference of the capacity. Species which showed active nitrogen uptake and nitrogen incorporation into leaf blade to have higher function to enlarge of the size of sink.

(J. Japan. Grassl. Sci., 27, 25~30, 1981)