

# キシュウスズメノヒエの窒素成分におよぼす 窒素多肥の影響

吉田條二・後藤將夫\*・中村 豊・中村亮八郎

## Effects of Heavy Nitrogen Fertilization on Nitrogenous Composition of *Paspalum distichum* L.

JOJI YOSHIDA, MASAO GOTO,\* YUTAKA NAKAMURA  
and RYOHACHIRO NAKAMURA

### 緒 言

キシュウスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L.) は熱帯アジアの原産で、わが国では西南暖地、特に九州の海岸や河辺の湿地に群生分布しており、ズメノヒエ属の多年草である。<sup>1),2)</sup> 本草は好水湿性、好高温性、耐肥性の特性ををもち、これらの条件が適合するときは多収生産が可能で、既に九州・竜北地方では実用化されている。しかも、本草は過剰な多肥条件下でも硝酸塩の蓄積は少ないと報告<sup>3)</sup> されている。関東地方においては、夏期の高温、冬期の低温等のため、現在夏期に高位生産を維持し得る多年草は見当たらない。また、本草の特性は近時問題となっている糞尿多施用による飼料作物中の硝酸塩の蓄積<sup>4)</sup>、それによる家畜の硝酸中毒<sup>5)</sup>の危険の回避にも有効と考えられる。著者等は以上の観点から、土壌条件(畑、水田)と窒素多肥が当地方における本草の収量、窒素成分等におよぼす影響を検討したので、その結果を報告する。

### 実 験 方 法

#### 1. 栽培の方法

##### a) 実験圃場等

当学部内飼料作物圃場の一部で、前年水稻作付の跡地

を利用し、深さ15~20cmに耕起・細土後、90cm×90cm(0.81m<sup>2</sup>)の木枠を作り実験区とした。畑条件のものは地表面20cmのベッドを作り排水良好にし、水田条件のものは地表下20cmに掘り下げ、ビニールシートを敷き土壌を15cm入れ、湛水状態にして水深10~15cmに保った。なお、木枠は周囲地表面より出るようにし、漏水、冠水を防止した。

実験圃場区画設置はキシュウスズメノヒエについては土壌条件を畑、水田とし、また、施肥段階によって1区2連制とし、対照作物3種は畑条件のみで同様に行った。その配置には環境差等の影響を小さくするよう配慮した。

#### b) 施肥量

各実験区の施肥は5回刈を想定し、第1表に示す施肥設計に従い実施した。標準的な施肥量は、基肥として、窒素(N)10~15、磷酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)15~20、加里(K<sub>2</sub>O)10~15、および追肥として刈取毎に窒素10、加里10(各成分kg/

第1表 施肥設計(10a当り) (kg)

	標準区	追 肥		小 計	追 肥		合計	
		1番刈後	2番刈後		3番刈後	4番刈後		
N <sup>a</sup>	16	8	8	32	8	8	48	
	2倍区	32	16	16	64	16	16	96
	3倍区	48	24	24	96	24	24	144
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>b</sup>	48	—	—	48	—	—	—	48
K <sub>2</sub> O <sup>c</sup>	20	10	10	40	10	10	10	60

a) 基肥は硫酸、追肥は尿素を施用。

b) 成分量で燐：過石を2：1の割合で施用。

c) 硫加を施用。

\* 千葉県東葛飾農業改良普及所

The Agricultural Extension Service Station  
of Higashikatsushika, Chiba Prefecture.

10a)とされている<sup>6)</sup>が、本実験においては基肥の窒素は追肥量の2倍とし、かつ、標準施肥量は上記の標準的追肥量の80%とし、基肥には硫酸、追肥には尿素を施用した。さらに窒素の施用量により、標準区、2倍区および3倍区の3段階を設定した。また、磷酸は窒素3倍区を考慮して表1の施用量を成分量で2:1の割合で熔磷、過石で全量を基肥として施用し、加里は硫酸加里でほぼ標準的施肥量を施用した。なお、ローズグラスを除く作物については、生育停滞等が観察されたため、2番刈後の追肥を設計量の1.5倍量とした。

㊦) 植付、播種および刈取

(i) キンユウズズメノヒエ

植付苗は千葉県酪農試験場飼料作物研究室より移譲されたもの(系統は千葉県木更津市袖ヶ浦地方の自生種)のランナーを切断長15~20cm(1~6節)に調製し、300kg/10a相当量を各区割に植付けた。水田の場合は活着するまで浅水状態を保ち、以後湛水状態とし、畑の場合は薄く覆土を行い、適宜灌水した。

植付、刈取月日は第2表に示すとおりで、刈取は水田条件のものが草丈50~60cmのときに畑条件のものも同時に地上5~6cm高で行った。

第2表 各作物の植付、播種及び刈取月日等

	キンユウズズメノヒエ		シコクビエ	グリーンパニック	ローズグラス
	畑	水田			
植付、播種	6月20日	6月20日	6月20日	6月20日	6月20日
1番刈 (草丈, cm)	8月11日 (30~40)	8月11日 (40~50)	8月20日 (80~90)	7月27日 (70~80)	7月26日 (80~100)
2番刈 (草丈, cm)	9月12日 (20~30)	9月11日 (50~60)	9月11日 (65~70)	8月27日 (70~75)	8月12日 (70~75)
3番刈 (草丈, cm)	—	10月14日 (55~65)	10月16日 (75~90)	10月1日 (100~110)	8月27日 (70~75)

(ii) 対照作物

シコクビエ、グリーンパニック、ローズグラスの3種を種子量3kg/10a相当量を各区割に散播、覆土、鎮圧し、適宜灌水して栽培した。施肥区分は標準、2倍区の2段階とした。播種、刈取月日は第2表に示すとおりで、いずれも草丈70~80cm時に地上5~6cm高で刈取りを行った。

2. 分析法

(i) 一般成分

一般成分は常法<sup>7)</sup>に従って定量した。

(ii) 全窒素(T-N)および蛋白態窒素(P-N)

全窒素は硝酸塩の存在が予想されたのでGunning変法<sup>7)</sup>、蛋白態窒素はBarnstein法<sup>7)</sup>により定量した。

(iii) 硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)

硝酸態窒素は、試料の水浸出液をZn(OH)<sub>2</sub>法<sup>8)</sup>にて除蛋白後、その濾液についてZn末還元・比色法<sup>9)</sup>により定量した。なお、土壌中のものについてはAOAC法<sup>10)</sup>に準じ、水浸出液に沈降性炭酸カルシウムを加えて振盪、濾過した液につき、上記の比色法で定量した。

結果および考察

1. 作物の生育状況

キンユウズズメノヒエの生育は、初期生育は良好とはいえ、十分な密生状態となったのは、植付1ヶ月後の7月下旬で、以後旺盛な繁茂をし、茎立ち葉数共に増加した。これは畑条件のものに顕著に現われ、水田条件では畑条件より速かな繁茂を示した。各区、全期間を通じ葉色は緑~濃緑色を呈し、施肥水準の高いもの程濃緑色であった。なお、畑条件のものは2番刈後、乾燥と低温のため生育不良で刈取不能となった。

出穂は8月上旬に始まり、畑条件のものに多かったが、出穂率は10%以下であった。水田条件のものは各区とも2~3本程度であった。2番刈の出穂は上述1番刈のものより若干多かった。

倒伏は、畑条件では見られなかったが、水田条件では施肥水準の高いものに多く見られたが、刈取困難の状態ではなかった。

病害虫による茎葉への被害は見られなかったが、水田条件でザリガニによるランナーの被害があった。

雑草は、畑条件でカヤツリグサ、ノビエ、ズズメノテッポウ、ズズメノカタビラ、ノミノフスマ、ナズナ等が、水田条件ではカヤツリグサ、ウキクサ、ウリカワ、コナギ等が認められたが、適宜除草を行い、作物の生育に支障のないようにした。

対照作物の生育は全期間を通じて比較的良好であったが、シコクビエは発芽不良のため初期生育がやや劣った。

2. 作物の生草収量

各作物の生草収量を2連の平均値で示すと、第3表のとおりである。キンユウズズメノヒエでは水田条件のものは畑条件より1番刈でやや少ないか、同程度であった

が、2番刈では極めて高く、また、1・2番刈の合計収量は各施肥区分とも畑条件の概ね1.7倍以上であった。

第3表 作物の生草収量 (kg/0.81m<sup>2</sup>)

作物	土壌条件	*施肥区分	1番刈		2番刈		小計	3番刈	合計
			値	±	値	±			
キヌユウスズメノヒエ	畑	I	1.81	±0.34	1.29	±0.13	3.09		
		II	2.95	±0.05	1.17	±0.09	4.12		
		III	3.18	±0.39	1.86	±0.40	5.04		
	水田	I	2.09	±0.56	2.97	±0.14	5.05	2.16	7.21
		II	2.58	±0.34	5.40	±0.20	7.99	2.75	10.74
		III	2.50	±0.01	5.84	±0.12	8.35	2.81	11.15
シコクビエ	畑	I	1.26	±0.62	1.64	±0.22	2.90	2.30	5.19
		II	2.56	±0.23	1.70	±0.02	4.26	2.22	6.48
		III	3.46	±0.09	2.26	±0.01	5.72	2.63	8.35
	水田	I	1.85	±0.01	1.56	±0.01	3.41	2.04	5.45
		II	3.46	±0.09	2.26	±0.01	5.72	2.63	8.35
		III	2.50	±0.01	5.84	±0.12	8.35	2.81	11.15
ローズグラス	畑	I	1.44	±0.00	1.84	±0.11	3.28	1.34	4.61
		II	2.39	±0.07	2.23	±0.03	4.62	1.65	6.27
		III	2.39	±0.07	2.23	±0.03	4.62	1.65	6.27
	水田	I	1.44	±0.00	1.84	±0.11	3.28	1.34	4.61
		II	2.39	±0.07	2.23	±0.03	4.62	1.65	6.27
		III	2.39	±0.07	2.23	±0.03	4.62	1.65	6.27

\* Iは標準区、IIはN2倍区、IIIはN3倍区

施肥水準による収量増加は一般に標準区とN2倍区間では大きかったが、N2倍区とN3倍区間では顕著ではなかった。対照作物の1・2番刈合計収量は本草の水田条件よりはるかに低く、畑条件に概ね近似の収量であった。本草の水田条件は3番刈迄の合計収量でも対照作物に比し著しく高かったが、気温低下、生長停滞の認められた3番刈では、いずれの作物も施肥水準の違いによる収量差は一般に小さかった。これらの事実から、本草が湛水状態、高温で良好な生育を示し、N多肥の効果が大きいことが確認された。本草は水田条件1~3番刈の合計収量が10a当り換算、N2倍区で13t、N3倍区で14tとなり極めて高収量の作物と見做し得る。また、畑状態では対照作物のローズグラス等と同程度及至それ以下の収量であったこと、密生、茎立ちが遅れることなどから本草の特性を生かすには充分な湛水状態が必要と思われる。

3. 作物の乾物収量と各種成分含量

a) 乾物(DM)含量と乾物収量

第4表 キヌユウスズメノヒエのDM収量および各種N成分含量等

刈取月日	土壌条件	*施肥区分	DM %	DM収量 g	D M 中				
					T-N %	P-N %	NPN %	NO <sub>3</sub> -N %	P-N/T-N %
1番刈 (8月11日)	畑	I	19.58	351.6	1.463	1.317	0.146	0.010	9.001
		II	16.72	492.7	2.173	1.726	0.447	0.095	7.968
		III	14.97	474.6	2.716	1.998	0.718	0.232	7.360
	水田	I	15.70	328.8	2.108	1.847	0.261	0.013	8.773
		II	15.72	401.6	2.240	2.005	0.236	0.015	8.953
		III	14.83	371.1	3.130	2.668	0.462	0.022	8.527
2番刈 (9月11・12日)	畑	I	27.58	354.3	1.186	1.066	0.120	0.005	8.985
		II	27.36	321.0	1.596	1.410	0.186	0.046	8.812
		III	26.60	487.6	1.957	1.670	0.287	0.086	8.522
	水田	I	19.58	578.9	1.131	1.066	0.065	0.006	9.441
		II	19.26	1039.5	1.551	1.393	0.158	0.008	8.982
		III	17.87	1044.0	1.784	1.602	0.182	0.008	8.978
3番刈 (10月14日)	水田	I	17.42	376.8	1.836	1.622	0.214	0.007	8.839
		II	17.64	485.8	2.283	2.041	0.242	0.017	8.938
		III	17.90	500.7	2.623	2.312	0.312	0.044	8.810

\* Iは標準区、IIはN2倍区、IIIはN3倍区

第5表 対照作物のDM収量, NO<sub>3</sub>-N含量等

	*施肥区分	ローズグラス	グリーンパニック	シコクビエ
		2番刈(8月12日)	2番刈(8月27日)	2番刈(9月11日)
DM%	I	20.09 ±1.71	17.44 ±0.14	14.01 ±0.75
	II	16.68 ±0.87	15.37 ±1.08	15.50 ±0.05
DM収量 g/0.81cm <sup>2</sup>	I	366.8 ±1.03	272.4 ±0.1	227.4 ±1.77
	II	371.7 ±1.44	347.9 ±2.63	263.2 ±4.3
NO <sub>3</sub> -N% (DM中)	I	0.030 ±0.006	0.010 ±0.007	0.020 ±0.002
	II	0.400 ±0.138	0.140 ±0.052	0.122 ±0.024

キシュウスズメノヒエおよび対照作物のDM収量等は第4, 5表に示すとおりである。本草のDM含量は畑条件では水田条件のものより高かったが、高N区になるにつれて低下する傾向があり、1番刈草で顕著であった。また、水田条件のものは1, 2番刈でN3倍区での低下が認められた。対照作物2番刈のDM含量はシコクビエを除き、高N区で低下した。

本草のDM収量は、畑条件では1番刈で施肥水準の上昇に伴うDM含量低下のため、生草収量の多いN3倍区がDM収量ではN2倍区より低かったが、いずれも標準区より高く、2番刈では生草収量に準じた結果が得られた。水田条件では1~3番刈とも標準区より高N区が高いDM収量を示したが、N2倍区とN3倍区間の差は僅少であった。対照作物2番刈においても高N区は高い収量を示したが、本草水田条件2番刈より顕著に低かった。このように、本草のDM含量は水田条件で畑条件より低く、また、N多肥により低下し、従ってDM収量は畑、水田両条件ともにN2倍区で高い収量を示し、Nをこれ以上増施してもDM収量の増加は僅少であると判断された。すなわち、本草の限界窒素施用水準はN2倍区程度で、この水準が比較的高いローズグラス<sup>11)</sup>に近似していると考えられる。なお、水田条件では1~3番刈合計でN2, 3倍区とも10a当り2.4tのDM収量で短期間に高いDM収量が得られたが、本実験は植付初年度のため初期繁茂が遅く、3回刈しか実施出来なかったが、次年度においては、6~10月の間に4~5回刈、生草収量20t, DM収量3.4t程度は十分可能であろう。

b) 一般成分含量

キシュウスズメノヒエの2番刈の一般成分含量は第6表のとおりであった。畑条件のものは水田条件に比しDM含量が高いので、水分以外の5成分も高い値を示した。また、N施肥量の増加に従い、粗蛋白質、粗脂肪が増加し、可溶無窒素物が減少したが、粗繊維、粗灰分には顕

第6表 キシュウスズメノヒエの一般成分含量

(2番刈, 9月11, 12日刈取)  
新鮮物中%

土壤条件	*施肥区分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
畑	I	72.50	1.76	0.71	16.05	6.95	2.03
	II	72.86	2.62	0.83	15.68	6.13	1.88
	III	75.18	3.22	1.02	12.13	6.53	1.92
水田	I	81.62	1.42	0.40	10.43	4.90	1.23
	II	81.74	1.88	0.55	9.17	5.32	1.34
	III	82.22	2.04	0.59	8.87	5.08	1.20

著な影響は認められなかった。本草は一般成分で比較すると2番刈で畑条件のものはオーチャードグラス(開花期), ダリグラス(再生草・出穂期)<sup>12)</sup>に近く、水田条件のものでローズグラス(開花期), イタリアンライグラス(出穂期)<sup>12)</sup>に近かったが、いずれもこれらの牧草類より粗繊維が少なく、可溶無窒素物が多いのが特徴的で、飼料価値は高いと判断された。

c) 各種窒素成分含量

第4表に示すとおりキシュウスズメノヒエは畑条件、水田条件、1~3番刈のいずれもDM中のT-N, P-N, NPN含量はN施肥量の増加に伴い高い値を示した。特にT-Nの増加は著しく、畑条件ではN3倍区が標準区の約2倍近い値を示した。P-N/T-NはN施肥量を増せば低下する傾向を示したが、水田条件では低下が小さく、畑条件1番刈で顕著であった。従って、飼料的には水田条件が有利と考えられる。

NO<sub>3</sub>-N含量はNの増施により畑条件では顕著に増加する(1番刈, r=0.964 p<0.001)が、水田条件では3番刈N3倍区で約0.04%を示した他はいずれの区も約0.02%以下とほとんど蓄積が認められなかった。しかも、畑条件でのNO<sub>3</sub>-Nの蓄積は第5表の対照作物のシコクビエ, グリーンパニック, ローズグラスの同一施肥, 同時期刈取のもの約1/3~1/4程度で、本草は

\* Iは標準区, IIはN2倍区, IIIはN3倍区

本来NO<sub>3</sub>-Nの蓄積の少ない作物と考えられる。なお、T-N含量との間にも畑条件、1番刈で高い相関(r=0.954 P<0.001)が認められた。

4. 土壌中のT-N, NO<sub>3</sub>-N含量

キシウスズメノヒエ栽培区劃の2番刈直後の土壌中のT-N, NO<sub>3</sub>-N含量は第7表のとおりである。畑および水田条件の土壌のDM含量はそれぞれ67.6~69.4, 47.8~50.2%であったが、DM中のT-N含量は土壌条件、施肥区分にかかわらず、いずれもほぼ同程度であった。NO<sub>3</sub>-Nは畑条件では標準区で約0.1mg%, N3倍区では約2.1mg%と顕著な増加を示したが、2連の含量間には大差があった。水田条件では、いずれの施肥区分も0.01mg%以下の痕跡程度であった。このように水田条件の栽培では土壌が還元状態<sup>13)</sup>でNO<sub>3</sub>-Nがほとんど生成されず、従って本草のNO<sub>3</sub>-N蓄積が極めて少なかったものと推定された。

第7表 土壌中のT-N, NO<sub>3</sub>-N含量

土壤条件	施肥区分	D M 中	
		T-N %	NO <sub>3</sub> -N mg%
9月12日 畑	I	0.259 ±0.015	0.103 ±0.044
	II	0.269 ±0.006	0.389 ±0.017
	III	0.257 ±0.007	2.129 ±1.548
9月11日 水田	I	0.225 ±0.020	tr **
	II	0.257 ±0.010	tr
	III	0.258 ±0.010	tr

以上のことから、キシウスズメノヒエは水田条件で多肥栽培すると極めて高い生草、DM収量が得られ、また、T-Nの増加に伴うP-Nの増加割合が高いため、多肥、増収を行っても粗飼料として適当なものが得られる。さらにNO<sub>3</sub>-Nの蓄積が非常に少ないので、硝酸中毒の危険はほとんどないものと考えられる。

要 約

キシウスズメノヒエを土壌条件(畑, 水田), N施肥量を変えて栽培した。

\* Iは標準区, IIはN2倍区, IIIはN3倍区

\*\* trは0.01mg%以下

1. N施肥量の増加に伴い生草、DM収量は増加したが、N2倍区とN3倍区の収量差は小さかった。特に、水田条件の生草、DM収量は極めて高かった。

2. T-N, P-N, NPNおよびNO<sub>3</sub>-N含量は、N施肥量を増せば増加したが、T-Nに対するP-Nの比率は畑条件で低下し、水田条件ではほとんど低下しなかった。

3. NO<sub>3</sub>-N含量の増加は畑条件で顕著で、水田条件では僅少で、その含量は低値であった。また、畑条件でのNO<sub>3</sub>-N含量は対照作物のローズグラス等の約1/3位であった。

4. 土壌中のNO<sub>3</sub>-N含量はN施肥量の増加により畑条件では増加したが、水田条件では痕跡程度であった。

5. 以上の結果から、キシウスズメノヒエは水田条件でN多肥栽培すると、生草収量、DM収量が著増する。DM中のT-N, P-N含量は高くなるがNO<sub>3</sub>-N含量は極めて低いので、硝酸中毒の危険はほとんどないと推定された。

文 献

- 1) 笠原安夫：日本雑草図説，P. 417 (昭45) 養賢堂
- 2) 牧野富太郎：新日本植物図鑑，P. 745(昭48) 北隆館
- 3) 池田 一：日草誌，18, (別号1), 116(1972)
- 4) 橋元秀教：畜産の研究，30, 199 (1976)
- 5) 中村亮八郎・吉田条二・中村 豊・加藤寿次・荻野順三：日畜会報，43, 286 (1972)
- 6) 千葉県休閒農地解消技術対策資料，16, 14, P. 17 (昭49) 千葉県
- 7) 森本 宏：動物栄養試験法，P. 280~319 (昭46) 養賢堂
- 8) 藤井暢三：生化学実験法，P. 17 (昭33) 南山堂
- 9) 森本昌宏・平古場明・石橋龍吾：分析化学，16, 1335 (昭42)
- 10) 京大農芸化学教室編：農芸化学実験書，第1巻，P. 237 (昭50) 産業図書
- 11) 杉本安寛・仁木巖雄：日草誌，21, 194 (1975)
- 12) 農林水産技術会議事務局編：日本標準飼料成分表，P. 8~12, (昭50) 中央畜産会
- 13) 高井康雄・早瀬達郎・熊沢喜久雄：植物栄養土壌肥料大事典，P. 562, (昭51) 養賢堂

## Summary

*Paspalum distichum* L. was cultured under several conditions of soil moisture (upland field or lowland field) and nitrogen fertilizing amounts.

1. The yields of green forage and dry matter increased with increasing of nitrogen fertilization, but small differences of the yield were recognized between double nitrogen fertilizing and triple. The yields of green forage and dry matter increased significantly under lowland field condition.
2. Contents of total, protein, nonprotein and nitrate nitrogen increased with increasing of nitrogen fertilization, but the decrease of the ratio of protein nitrogen under upland field condition was significantly and slightly under lowland field condition.
3. Nitrate contents in the plant increased markedly under upland field condition, but the contents were about one-third of control plants. Under lowland field condition nitrate contents were very low level.
4. Nitrate contents in soils increased as nitrogen fertilization increased under upland field condition but were trace under lowland field condition.
5. From these results, on heavily nitrogen fertilization under lowland field condition the yields of green forage and dry matter of *Paspalum distichum* L. increased significantly. Total and protein nitrogen contents in the plant increased but nitrate contents were very low. Then, it was inferred that the plant cultivated under these conditions had little danger of nitrate toxicity.