日作紀（Jpn. J. Crop Sci.）67(2)：193—199（1998）

クロタラリア属植物の窒素固定量の評価とそのすき込みが後作コムギの窒素吸収に及ぼす影響

大段秀記[1),2)]・大門弘幸*[,1)]
（[1)]大阪府立大学・[2)]日本学術振興会特別研究員）

要旨：マメ科緑肥作物として導入が試みられている *Crotalaria juncea* と *C. pallida* の2種を供試して，重窒素希釈法と差引法によって窒素固定量を試算し，さらに両種の地上部のすき込みならびに残存した地下部が後作コムギの窒素吸収に及ぼす影響を，窒素分の少ない土壌を充填した1/5,000 aワグナーポットを用いた試験によって検討した．*C. juncea* の地上部の乾物重と全窒素含有量は，播種後40日目には窒素無施用区（N-0区）と0.3 gN/ポット施用区（N-3区）間で差異は認められなかったが，播種後100日目ではN-3区で高かった．一方，*C. pallida* では，播種後100日目では，両区間に差異は認められず，両種間における施肥窒素に対する反応性の違いが示された．全窒素含有量に占める固定窒素の割合は，播種後100日目において，両種ともに窒素施肥の有無に関わらず約90%と高く，固定窒素への依存率が高いことが示された．両種の地上部をすき込んで生育させた後作コムギの窒素吸収量は，窒素無施用区では，すき込みを行わなかった対照区よりも有意に高く，両種間で比較すると *C. pallida* 区が *C. juncea* 区よりも高く，すき込み試料の特性の差異が示された．1.5 gN/ポット施用区では，すき込み区と対照区との間に明確な差異は認められなかった．一方，両種の地上部を刈り取り，地下部のみが残存した土壌で栽培したコムギは，トウモロコシの地下部残存区に比べて高い窒素吸収量を示し，両種間では地上部の生育が旺盛であった *C. juncea* 区が明らかに優った．

キーワード：クロタラリア，コムギ，重窒素希釈法，すき込み，対照作物，窒素固定，緑肥作物．

熱帯マメ科作物の一つであるクロタラリア属植物はセンチュウ対抗性を有する（Reddy ら 1986，大林 1990）ことから，植物寄生性有害センチュウの防除を目的にわが国への導入が試みられている．サンヘンプと呼ばれる本属の代表的な種である *Crotalaria juncea* は，インドにおいて古くから繊維作物として栽培されており，高い乾物生産力を有している（Purseglove 1968，Duke and Reed 1986，星川・大橋 1989）．また，*C. pallida* は，生育後期まで緑葉を保つことが報告されており（Daimon ら 1995），乾物生産量も多いことから緑肥作物として有望であると考えられている．クロタラリア属植物には，これら2種以外にも約300種が知られており（星川・大橋 1989），それぞれの生育特性を明らかにすることは，本属植物を新規な緑肥作物として導入する際の重要な知見となる．そこで著者らは，*C. juncea* および *C. pallida* を供試して，両種の生育特性を明らかにするとともに，これらの植物をすき込んだ際の後作コムギの生長やアレロパシーの発現について検討を進めているところである（Yano ら 1994，Daimon ら 1995，Ohdan ら 1995）．

マメ科緑肥作物が固定した窒素を後作物の窒素供給源として利用する場合，緑肥作物が生育中に固定する窒素量やそれらのすき込みによる後作物への窒素の供給量についての知見を得ておくことが重要である．しかし，クロタラリア属植物については，これらに関する研究がほとんどなされていない．そこで本研究では，*C. juncea* および *C. pallida* の窒素固定量を評価するとともに，そのすき込みが後作コムギの窒素吸収量へ及ぼす影響を明らかにすることを試みた．なお，窒素固定量を推定する方法として，本研究では重窒素希釈法と差引法を用いた．いずれの方法も窒素固定を行わない対照作物を必要とするが，両種ともに根粒非着生系統が作出されていないので，両種と同様に夏期の生育が旺盛な晩生のトウモロコシを対照作物として用いた．

材料と方法

1. 窒素固定量の評価

(1) 栽培ならびに試料の分析

窒素分の極めて少ないマサ土（pH(H_2O)：6.9，EC：42 μS/cm，TN：0.012%，TC：0.13%）をふるいにかけ，容積比が約25%となるようにパーライトを混合し，1/5,000 aワグナーポットに充填した．元肥として過燐酸石灰と硫酸カリウムをそれぞれ成分でポットあたり1.0 gとなるように施用した．窒素については，無施用区（N-0区）とポットあたり成分で0.3 gとなるように重窒素標識（5.05 atom%）硫酸アンモニウムを施用する区（N-3区）を設けた．これらのポットは大阪府立大学実験圃場の網室内に設置した．

1994年6月8日に，*C. juncea*（品種：ネコブキラー），*C. pallida*（南アフリカ在来種），トウモロコシ（品種：デントコーン135）をそれぞれポットあたり6粒播種し，出芽後間引いてポットあたり1個体とした．なお，播種時に根粒菌（011-2-3株）を土壌に接種した．

播種後40，70，100日目に，各区5ポットについて地上部を地際で刈り取り，70°Cで48時間乾燥させた後，乾物重を測定し常法により粉砕した．粉砕試料の全窒素含有量と全炭素含有量をN.C. ANALYZER（SUMIGRAPH NC

1997年10月6日受理．＊連絡責任者（〒599-8531 堺市大阪府立大学農学部．daimon@plant.osakafu-u.ac.jp）．

NII-Electronic Library Service

-80，住友化学工業社製）で測定した．さらに，試料をガンニング変法により分解し，YH法（光式ガス化装置YH-5型，昭光通商株式会社製）を用いた発光分光分析法（熊沢・有馬1982）によって重窒素濃度を測定した．

(2) 窒素固定，肥料，土壌の由来別窒素の算出法

重窒素肥料施用区におけるクロタラリアの窒素固定，肥料，土壌にそれぞれ由来する窒素量および全窒素含有量に占めるそれらの割合は，米山の方法（米山・河内1990）に従い算出した．一方，窒素無施用区における由来別窒素量は，対照作物であるトウモロコシの全窒素含有量を土壌由来窒素量とし，クロタラリアの全窒素含有量からその量を差し引いた値を固定由来窒素量として求めた．

(3) 統計処理

両種における窒素施肥の有無による乾物重と全窒素含有量および固定由来窒素量の平均値の差についてt検定を行った．

2. 地上部のすき込みが後作コムギの窒素吸収に及ぼす影響

(1) すき込み試料の調整

すき込み試料を得るために，前述の *C. juncea* と *C. pallida* を1994年5月27日に大阪府立大学実験圃場（土性：灰色低地土（Haplaquept），pH（H_2O）：5.6，EC：23 μS/cm，TN：0.07%，TC：0.58%）に播種した．1区画の面積は，1.5×9.0 mとした．元肥として，1 m²あたり，硫酸アンモニウム，過燐酸石灰，硫酸カリウムをそれぞれ成分で3，10，10 g施用した．10月4日に地際部で地上部を刈り取り，約5 cmに細断したものをすき込み試料とした．前述のマサ土とパーライトを混合した土壌を1/5,000 aワグナーポットに充填し，すき込み試料をポットあたり生重で約100 g混合した．対照区としてすき込み試料を混合しない区を設けた．

(2) 後作コムギの栽培と試料の分析

すき込み試料を混合したポットに，元肥として過燐酸石灰と硫酸カリウムをそれぞれ成分でポットあたり1.0 gとなるように施用した．窒素については，無施用区（N-0区）と成分でポットあたり1.5 gとなるように硫酸アンモニウムで施用する区（N-15区）の2区を設けた．1994年11月11日に，コムギ（品種：農林61号）をポットあたり6粒播種し，播種後17日目に生育の良い2個体を残して間引いた．栽培は大阪府立大学実験圃場網室内において行った．播種後74日目（分げつ期），124日目（出穂期），188日目（収穫期）に各区5ポットについて，地上部を地際から刈り取り，70°Cで48時間乾燥させた後，乾物重を測定し，常法により粉砕した．全窒素含有量は前述のN. C. ANALYZERで測定した．なお，収穫期にはポットあたりの子実重を調査した．

(3) 統計処理

両窒素施用処理区内で分散分析を行い，5%水準で最小有意差を算出し，平均値の差を検定した．

3. 残存地下部が後作コムギに与える影響

(1) 後作コムギの栽培および試料の分析

1994年9月17日に，前述の窒素固定量の評価に用いたポット栽培の個体について，地上部を刈り取り，*C. juncea*，*C. pallida*，トウモロコシそれぞれの残存した地下部からの後作コムギへの窒素の移行量について検討した．すなわち，地上部を刈り取り後，同年11月11日に，ポット内土壌の表層5 cm程度を移植ごてで撹拌してから，コムギ（品種：農林61号）をポットあたり6粒播種し，播種後17日目に生育の良い2個体を残して間引いた．調査は，播種後124日目（出穂期）と188日目（収穫期）に各区5ポットについて，地上部すき込み試験と同様に行った．後作コムギの栽培は無施肥で行い，前作における窒素無施用区をN-0区，前作に硫酸アンモニウムを成分でポットあたり0.3 g施用した区をN-3区とした．

(2) 統計処理

N-0区，N-3区それぞれにおいて分散分析を行い，5%水準で最小有意差を算出し，平均値の差を検定した．

結果と考察

1. 窒素固定量の評価

クロタラリア2種およびトウモロコシの地上部の乾物重と全窒素含有量を第1表に示した．乾物重においては，*C. juncea* では播種後40日目には窒素施用の影響はみられなかったが，70日目および100日目にはN-3区がN-0区に比べて有意に高かった．一方，*C. pallida* では播種後40日目における乾物重は著しく少なく，初期生育が *C. juncea* に比べて明らかに劣ったが，窒素施用により乾物重は有意に増大した．一方，40日目から70日目にかけての増大程度は，N-0区，N-3区ともに *C. juncea* に比べて大きく，窒素施用の有無による差異は70日目，100日目ともに認められなくなった．両種を対照作物であるトウモロコシと比べると，*C. juncea* では，播種後40日目にはトウモロコシとの間に明確な差は認められなかったものの，70日目には，N-0区，N-3区のいずれにおいてもトウモロコシを明らかに上回り，100日目にはその差はさらに拡大した．*C. pallida* では，播種後40日目にはトウモロコシの約20%と生長量は少なかったが，70日目にはN-3区でほぼ同じ生長量を示し，100日目では明らかに高い値を示した．なお，本実験は，1/5,000 aワグナーポットを用いた試験であるので単純に比較することはできないが，両種クロタラリアの乾物生産量は圃場実験について報告した著者らの既報（Yanoら1994，Daimonら1995）よりもやや多い傾向を示した．この原因の一つとして，気象条件や栽培条件のちがいとともに供試土壌のpH（6.9）が，既報で用いた圃場土壌のpH（5.5～5.6）に比べて高かったことがあげられるかもしれない．すなわち高pHが

NII-Electronic Library Service

第1表　播種後40，70，100日目における *C. juncea*, *C. pallida*，トウモロコシの地上部の乾物重および全窒素含有量．

作物名	窒素処理区	乾物重(g/ポット)			全窒素含有量(mg/ポット)		
		40日	70日	100日	40日	70日	100日
C. juncea	N-0区	5.3	44.1	96.5	195	794	1598
	N-3区	5.8	50.6	156.7	243	847	2735
		NS	*	**	NS	NS	**
C. pallida	N-0区	0.7	18.7	68.9	32	290	1282
	N-3区	1.3	24.0	73.8	50	425	1388
		**	NS	NS	**	*	NS
トウモロコシ	N-0区	2.8	7.1	8.5	16	24	33
	N-3区	6.1	26.8	23.6	54	88	86
		**	**	**	**	**	**

N-0区は窒素無施用区をN-3区は0.3 gN/ポット施用区を表す．*，**；5%水準，1%水準でそれぞれ有意．NSは有意差なし．数値は5ポットの平均値．

第2表　播種後40，70，100日目の *C. juncea* と *C. pallida* の固定，肥料，土壌由来別窒素量．

作物名	窒素処理区	固定由来窒素量(mg/ポット)			肥料由来窒素量(mg/ポット)			土壌由来窒素量(mg/ポット)		
		40日	70日	100日	40日	70日	100日	40日	70日	100日
C. juncea	N-0区	179(92)	770(97)	1565(98)	−	−	−	16(8)	24(3)	33(2)
	N-3区	208(86)	733(87)	2544(93)	14(7)	59(7)	74(3)	18(7)	55(6)	117(4)
		NS	NS	***	−	−	−	−	−	−
C. pallida	N-0区	16(50)	266(92)	1249(97)	−	−	−	16(50)	24(8)	33(3)
	N-3区	25(50)	346(81)	1224(88)	12(24)	41(10)	64(5)	13(26)	38(9)	100(7)
		*	NS	NS	−	−	−	−	−	−

N-0区は窒素無施用区をN-3区は0.3 gN/ポット施用区を表す．*，***；5%水準，0.1%水準でそれぞれ有意．NSは有意差なし．括弧内の数値は全窒素含有量に占める割合を表す．数値は5ポットの平均値．

マメ科植物の根粒着生数を増大させる（江原1970）ことが知られており，本実験においても高pHが両種に早い時期から根粒を着生させることにより乾物生産速度を速めたのかもしれない．今後，根粒着生時期やそれらの窒素固定活性についてさらなる検討が必要である．

全窒素含有量については，乾物重と同様に *C. juncea* では，生育初期には窒素施用の有無による差はみられなかったが，100日目にはN-3区が明らかに高い値を示した．一方，*C. pallida* では，生育初期にはN-3区が有意に高かったが，100日目には両区に明確な差は認められず，乾物重の推移とあわせて両種における施肥窒素に対する生育反応の差異が示された．なお，両種を比較すると，N-0区，N-3区のいずれにおいても *C. juncea* が *C. pallida* よりも高い値を示した．また乾物重と同様に，トウモロコシは播種後70日目および100日目には，両種よりも著しく低かった．

第2表に両種の地上部における窒素固定，肥料，土壌それぞれからの由来別窒素量を示した．固定由来窒素の割合については，*C. juncea* では，播種後40日目においてN-0区では92%，N-3区では86%と高い値を示し，70日目以降はさらに高くなり，生育初期から窒素固定に依存する割合が高いことが示された．一方，*C. pallida* では，窒素施用の有無に関わらず播種後40日目では50%と低く，生育初期における窒素固定量およびその依存率は *C. juncea* に比べて低い値を示した．しかし，播種後70日目では約90%となり，この時期までに根粒着生数の増大と窒素固定活性の上昇が生じたことが推測された．なお，100日目における窒素固定量は，*C. juncea* では，N-3区がN-0区より有意に多く，*C. pallida* では，両区に差はみられなかった．なお，本実験では実際のすき込み時期を考慮して播種後100日目に実験を打ち切ったが，*C. pallida* は，前報（Daimonら1995）で述べたように，生育後期にも緑葉を保ち，乾物重の増大が認められる．生育後期における両種間の窒素固定量やその依存率の差異についてはさらに検討を要する．

全窒素含有量に占める肥料由来窒素の割合については，*C. pallida* の40日目において24%とやや高かったが，生育後期には両種ともに著しく低い値となった．なお，100日目における肥料の利用率は，*C. juncea* で25%，*C. pallida* で21%と算出された．本実験では窒素分の極めて少ないせきはく土壌を用いたことから，両種ともに全窒素吸収量に占める土壌由来窒素の割合は著しく低かった．しかし，N-3区においては，トウモロコシと比較すると約2倍の吸収量を示し（データ未記載），両種クロタラリアがトウモロコシに比べて土壌窒素をより有効化できるものと考えられ，今後その機作について検討する必要があろう．

NII-Electronic Library Service

なお，対照作物として用いたトウモロコシの窒素吸収量には，播種後70日目と100日目との間に差異がほとんど認められず，施肥窒素および土壌窒素ともにこの間の吸収量が極めて少なかったことが示された．

窒素固定の量的評価にしばしば用いられる重窒素希釈法や差引法の結果は，供試する対照作物の生育と窒素吸収量に影響される（Boddey ら 1990，Viera-Vargas ら 1995）．本研究のような土壌窒素および施肥窒素の極めて少ない条件で本方法を応用する場合には，クロタラリア両種の根粒非着生系統を作出して利用することが望ましいことは言うまでもないが，施肥窒素の施用時期や施用量などによる対照作物の生育の制御に関して検討しておく必要があるかもしれない．しかし，本研究では両種クロタラリアの生育は前述のように極めて旺盛であったことからも，両種がせきはく土壌条件において高い窒素固定量と窒素固定依存率を有することは本方法においても明確に示された．

2. 地上部のすき込みが後作コムギの窒素吸収に及ぼす影響

圃場における両種の生育経過は，前述のポット栽培とほぼ同様であり，*C. pallida* では，初期生育量が *C. juncea* に比べてやや小さかった．これらの地上部を播種後127日目に採取して，すき込み試料とした．すき込み試料の全窒素含有量，全炭素含有量ともに *C. juncea* がやや多く，C-N 率には有意な差は認められなかったが，*C. pallida* がやや低い傾向を示した（第3表）．

すき込み試料を混合後栽培したコムギ地上部のポットあたりの乾物重，全窒素含有量の推移および収穫時の子実重を第4表に示した．N-0区では，いずれの調査時においても，乾物重および全窒素含有量ともに，両種クロタラリア区が対照区よりも明らかに高く，その程度は *C. pallida* 区のほうが大きかった．一方，N-15区では，*C. juncea* 区では対照区と比べて明確な増大は認められず，*C. pallida* 区ではやや増大が認められたものの，その程度はN-0区ほど明確ではなかった．また，子実収量についても同様の傾向が認められ，N-0区では両種クロタラリア区が対照区に比べて明らかに増加し，両種間では *C. pallida* 区のほうがやや高い値を示した．一方，N-15区では処理区間に明確な差は認められなかった．

マメ科緑肥作物を導入するに際して，窒素固定によって得た窒素の後作物への供給量の把握は，適切な肥培管理をする上で重要である．本研究では両種クロタラリアの地上部のすき込みによって，後作コムギの窒素吸収量は，窒素無施用区において明らかに増加した．用いた土壌が窒素分の少ない土壌であったことを考慮すると，増加分の多くはすき込み試料からの供給であったと考えられる．そこで，コムギの収穫期である播種後188日目において，すき込み試料がもちこんだ窒素のコムギによる回収率を試算したところ，N-0区では，*C. juncea* 区で約10%（(*C. juncea* 区の全窒素含有量：70 mg−対照区の全窒素含有量：16 mg)/(すき込み試料中の全窒素含有量：550 mg)），*C. pallida* 区で約23%（(*C. pallida* 区の全窒素含有量：122 mg−対照区の全窒素含有量：16 mg)/(すき込み試料中の全窒素含有量：490 mg)）となった．また，前述の窒素固定量の評価試験において，両種ともに植物体の約90%が固定由来であった（第2表）ことに基づいてコムギの吸収窒素量における固定由来窒素の割合を試算すると，*C. juncea* 区では約64%，*C. pallida* 区では約76%となった．一方，N-15区においては，施肥窒素および緑肥窒素のそれぞれの利用率が緑肥のすき込みと窒素施用によって変化すると考えられるので，コムギの吸収窒素量に占める固定由来窒素の割合については本実験において言及することができない．今後，重窒素標識したすき込み試料あるいは施肥窒素を用いてさらに検討する必要があろう．

緑肥作物から後作物への窒素の供給量に関しては，いく

第3表 すき込み試料の全窒素含有量，全炭素含有量およびC-N率．

作物名	全窒素含有量 (g/ポット)	全炭素含有量 (g/ポット)	C-N 率
C. juncea	0.55	20.4	37.3
C. pallida	0.49	16.4	33.6
	*	*	NS

*；5%水準で有意．NS；有意差なし．

第4表 クロタラリアの地上部をすき込んで栽培したコムギの播種後74，124，188日目の地上部の乾物重，全窒素含有量および子実重．

窒素処理区	すき込み処理区	乾物重(g/ポット) 74日	乾物重(g/ポット) 124日	乾物重(g/ポット) 188日	全窒素含有量(mg/ポット) 74日	全窒素含有量(mg/ポット) 124日	全窒素含有量(mg/ポット) 188日	子実重 (g/ポット)
N-0区	*C. juncea* 区	0.8	5.0	14.7	14	46	70	5.5
	C. pallida 区	1.0	5.5	18.8	18	47	122	6.4
	対照区	0.5	1.5	3.4	13	12	16	1.1
	LSD(0.05)	0.2	1.4	2.2	2	14	11	1.4
N-15区	*C. juncea* 区	6.6	36.1	72.5	393	920	847	21.3
	C. pallida 区	6.6	38.8	84.0	311	830	1012	21.9
	対照区	4.8	36.6	68.1	292	748	739	22.3
	LSD (0.05)	1.3	9.3	11.1	70	20	87	5.2

N-0区は窒素無施用区，N-15区は1.5 gN/ポット施用区を表す．数値は5ポットの平均値．

NII-Electronic Library Service

つかの作物でその試算が試みられているが，その結果は気象条件や土壌条件などの様々な環境条件や栽培条件などに依存する（Bruulsema and Christie 1987, Dou and Fox 1994, Ranells and Wagger 1996）．クロタラリア属植物に関してはその報告はほとんどなされておらず，本属植物を様々な作付体系に導入する際に明らかにすべき点である．伊東ら（1988）は，亜熱帯土壌における冬期レタス栽培において *C. juncea* のすき込み試験を行い，レタスの吸収窒素に占める緑肥由来窒素の寄与率を3～8%と評価している．著者らも，コムギ作の前作として栽培した *C. juncea* においてその寄与率を9%と評価し，同様に栽培したラッカセイの場合の11%よりもやや劣ることを報告した（Yano ら 1994）．本研究では，すき込み試料からの窒素の移行量をより明確にするために，別に圃場において栽培したクロタラリアの地上部のみをポット試験においてすき込んで評価した．その結果，前述のようにその値は，N-0区において *C. juncea* で10%，*C. pallida* で23%となった．さらに，コムギの窒素吸収量は *C. pallida* 区が高く，緑肥としてすき込んだ場合のコムギへの貢献度における両種間の差異が示唆された．すき込み試料の特性については，全窒素含有量では *C. pallida* の方がやや少なかったものの，分解速度を律速する要因の一つであるC-N率では *C. pallida* の方がやや低く（第3表），この点がコムギの窒素吸収量における両種間の差異の原因の一つであったかも知れない．しかし，著者らがすでに報告しているように，すき込み資材からのアレロパシー物質の放出（Ohdan ら 1995）や木化物質の蓄積（Oglesby and Fownes 1992, 今野・菊池 1996）などにおける種間差異も考えられ，その要因についてはさらに検討する必要があろう．

3. 残存地下部が後作コムギの窒素吸収に及ぼす影響

窒素固定量の評価を行ったポットを用いて，両種クロタラリアの地上部を採取後にコムギを栽培し，残存地下部の影響を検討した．

出穂期および収穫期におけるコムギ地上部のポットあたり乾物重，全窒素含有量，子実重を第5表に示した．乾物重と全窒素含有量は，いずれも前作への窒素施用の有無に関わらず前作トウモロコシ区よりも前作両種クロタラリア区が両調査時ともに明らかに高く，両種間では前作 *C. juncea* 区のほうが高い値を示し，その傾向はN-0区でより顕著であった．また，前作両種クロタラリア区において，収穫期には，N-3区がN-0区に比べて高い値を示し，その増大程度は前作 *C. pallida* 区のほうが前作 *C. juncea* 区よりも大きかった．ポットあたりの子実重については，前作 *C. juncea* 区が，前作 *C. pallida* 区よりも高かった．さらに，前作両種クロタラリア区ともにN-3区がN-0区より高く，その傾向は前作 *C. pallida* 区で顕著であった．

前述のように地上部のすき込みの影響は，圃場で栽培した試料を作付け前歴のないせきはく土壌にすき込むことによってポット試験で検討した．すなわち，前作物による土壌養分の収奪量の差異など，コムギ作付け時点における土壌条件に差異が生じていない条件下で生体重で同量のすき込み試料を混合することによって両種間のちがいを明らかにした．一方，残存地下部の影響は，両種クロタラリアを栽培したポットにおいて，地上部はすき込まずにすべてをポット外に持ち出して検討した．この場合，後作コムギの生長は，前作両種クロタラリアによる土壌養分の収奪量の差異によっても引き起こされる可能性がある．しかし，本研究では，前作のトウモロコシは，その乾物重と全窒素含有量ともに両種クロタラリアよりも明らかに少なかったことから（第1表），土壌養分の収奪量も少なかったものと考えられる．一方，後作コムギの生長は，両種クロタラリア区に比べて明らかに劣り，また，両種クロタラリア間では生長量の多かった *C. juncea* 区のほうが *C. pallida* 区よりもコムギの窒素吸収量が明らかに多かった（第5表）．すなわち，本研究では，せきはく土壌を用いたことも考慮すると，コムギの生育は明らかに残存した地下部が有する窒素によって制御されたと推測される．

一般に，地下部のみをすき込んだ時の後作への窒素供給量は，大量の緑肥をすき込んだ場合に生じる土壌の還元化による窒素飢餓（山本 1994）が生じない限り，全植物体

第5表　クロタラリアの地下部が残存した土壌で栽培したコムギの播種後124，188日目の地上部の乾物重，全窒素含有量および子実重．

窒素処理区	すき込み処理区	乾物重(g/ポット)		全窒素含有量(mg/ポット)		子実重
		124日	188日	124日	188日	(g/ポット)
N-0区	*C. juncea* 区	13.2	29.6	115	186	10.7
	C. pallida 区	10.0	18.7	90	76	5.3
	トウモロコシ区	0.5	2.6	5	13	0.6
	LSD(0.05)	3.4	6.8	42	29	3.2
N-3区	*C. juncea* 区	12.7	35.9	113	216	13.5
	C. pallida 区	11.3	29.4	106	182	10.1
	トウモロコシ区	1.1	2.5	9	16	0.7
	LSD(0.05)	4.7	7.5	40	74	3.8

N-0区は窒素無施用区，N-3区は前作0.3 gN/ポット施用区を表す．数値は5ポットの平均値．

NII-Electronic Library Service

をすき込んだ場合よりも少なくなる．ベッチ（*Vicia sativa*）収穫跡地においては，圃場に残存した部位が有する固定窒素は後作オオムギの窒素吸収量にはほとんど寄与せず，施肥窒素の残存量によってオオムギの生長が規制されたことが報告されている（Danso and Papastylianou 1992）．一方，本研究ではクロタラリア両種の残存地下部からの窒素の供給量はトウモロコシ地下部残存区に比べて明らかに多く（第5表），クロタラリアにおいて残存地下部からの窒素供給量が必ずしも小さくないことが示された．前作クロタラリアの地上部の生育が，*C. juncea* のほうが *C. pallida* よりも優ったことから（第1表），地下部においても窒素の蓄積量が前者において多かったことが推測され，そのことが後作コムギの窒素吸収量の差異として現れたと考えられる．しかし，前述の地上部のすき込み試験と異なり，本実験では残存量を同一にしていないので，コムギの窒素吸収量だけから両種地下部における C-N 率や木化程度などの質的な異同については言及できない．また，前作クロタラリアの地下部を残存させたポットを供試したことから，クロタラリアを栽培中にその根系から土壌に放出，蓄積された窒素（Lory ら 1992，Ofusu-Budu ら 1995）の存在も考えられ，これらの量的な評価も今後の検討課題であろう．

マメ科緑肥作物は環境保全型農業の重要な役割を担っており，最近では新規造成畑や水田転換畑の熟畑化のための有機物資材としても注目されている（箱石ら 1990，伊藤ら 1990，伊藤ら 1992）．本研究ではポット試験において両種クロタラリアに関する緑肥としての有用性を確認した．しかし，これらの結果は，ポットという閉鎖系において得られたものであり，実際の圃場における挙動についてはさらに検討を重ね，両種の特性を明確にしなければならない．今後は，本実験で得られた知見を基にして，実用化に向けた圃場試験を通して様々な作付体系への導入の可能性を探るつもりである．

謝辞：本研究を取りまとめるにあたり大阪府立大学農学部原田二郎教授ならびに大江真道助手にご助言を頂いた．また，実験の遂行にあたり山田忠夫技師に終始ご協力を頂いた．*C. pallida* の種子は千葉県農業試験場から分譲して頂いた．記して謝意を表する．

引用文献

Boddey, R.M., S. Urquiaga, M.C.P. Neves, A.R. Suhet and J.R. Peres 1990. Quantification of the contribution of N_2 fixation to field-grown grain legumes - a strategy for the practical application of the ^{15}N isotope dilution technique. Soil Biol. Biochem. 22 : 649—655.

Bruulsema, T.W. and B.R. Christie 1987. Nitrogen contribution to succeeding corn from alfalfa and red clover. Agron. J. 79 : 96—100.

Daimon, H., S. Takada, M. Ohe and H. Mimoto 1995. Interspecific differences in growth and nitrogen uptake among *Crotalaria* species. Jpn. J. Crop Sci. 64 : 115—120.

Danso, S.K.A. and I. Papastylianou 1992. Evaluation of the nitrogen contribution of legumes to subsequent cereals. J. Agr. Sci. 119 : 13—18.

Dou, Z. and R.H. Fox 1994. The contribution of nitrogen from legume cover crops double-cropped with winter wheat to tilled and non-tilled maize. Eur. J. Agron. 3 : 93—100.

Duke, J.A. and C.F. Reed 1986. 世界有用マメ科植物ハンドブック. 星合和夫訳. 雑豆輸入基金協会, 東京. 94—99.

江原薫 1970. 栽培学大要. 養賢堂, 東京. 233—253.

箱石正・余田康郎・山本克巳 1990. 近畿中国地域の開発農用地におけるクロタラリア・ジュンシアの生育特性. 中国農試総合研究成果資料 1 : 182—193.

星川清親・大橋広好 1989. 世界有用植物事典. 平凡社, 東京. 328—329.

伊藤秀文・塩見文武・四方久 1990. 新有機物資源作物の導入可能性とその特性の検討. 中国農試総合研究成果資料 1 : 227—232.

伊藤滋吉・塩谷哲夫・納口るり子・古賀野完爾 1992. 熱帯マメ科作物セスバニアを利用した重粘土転換畑の土壌改良. 北陸農試報 34 : 27—41.

伊東祐二郎・吉野昭夫・中野寛・桑原真人 1988. 有機物の施用と窒素の動態. 熱帯農研集報 60 : 317—321.

今野一男・菊池晃二 1996. 緑肥窒素の無機化に及ぼす化学成分の影響. 土肥誌 67 : 419—421.

熊沢喜久雄・有馬泰紘 1982. 発光分光分析法による ^{15}N の測定. 麻生末雄・石塚皓造・熊沢喜久雄・内藤博編, 農学・生物学におけるアイソトープ実験法. 養賢堂, 東京. 135—139.

Lory, J.A., M.P. Russelle and G.H. Heichel 1992. Quantification of symbiotically fixed nitrogen in soil surrounding alfalfa roots and nodules. Agron. J. 84 : 1033—1040.

Ofusu-Budu, K.G., H. Saneoka and K. Fujita 1995. Factors controlling the release of nitrogenous compounds from roots of soybean. Soil Sci. Plant Nutr. 41 : 625—633.

Oglesby, K.A. and J.H. Fownes 1992. Effects of chemical composition on nitrogen mineralization from green manures of seven tropical leguminous trees. Plant and Soil 143 : 127—132.

大林延夫 1990. 拮抗植物を利用した有害土壌線虫の制御技術. 農業技術 45 : 450—454.

Ohdan, H., H. Daimon and H. Mimoto 1995. Evaluation of allelopathy in *Crotalaria* by using a seed pack growth pouch. Jpn. J. Crop Sci. 64 : 644—649.

Purseglove, J.W. 1968. TROPICAL CROPS. Dicotyledons 1. LONGMANS, London. 250—254.

Ranells, N.N. and M.G. Wagger 1996. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bicultures. Agron. J. 88 : 777—782.

Reddy, K.C., A.R. Soffes, G.M. Prine and R.A. Dunn 1986. Tropical legumes for green manure. II. Nematode populations and their effects on succeeding crop yields. Agron. J. 78 : 5—10.

Viera-Vargas, M.S., O.C. De Oliveira, C.M. Souto, G. Cadisch, S. Urquiaga and R.M. Boddey 1995. Use of different ^{15}N labelling techniques to quantify the contribution of biological N_2 fixation to legumes. Soil Biol. Biochem. 27 : 1185—1192.

山本一彦 1994. 土壌の物理・化学・生物性. 松坂泰明・栗原淳監修, 土

NII-Electronic Library Service

壌・植物栄養・環境事典. 博友社, 東京. 58—109.

Yano, K., H. Daimon and H. Mimoto 1994. Effect of sunn hemp and peanut incorporated as green manures on growth and nitrogen uptake of the succeeding wheat. Jpn. J. Crop Sci. 63: 137—143.

米山忠克・河内宏 1990. ^{15}N, ^{13}C の利用法. 植物栄養実験法編集委員会編, 植物栄養実験法. 博友社, 東京. 291—304.

Evaluation of Amount of Nitrogen Fixed in *Crotalaria* spp. and Nitrogen Turnover to the Succeeding Wheat : Hideki OHDAN[1),2)] and Hiroyuki DAIMON*[,1)] ([1)]*College of Agr., Osaka Prefecture Univ., Sakai 599-8531, Japan*; [2)]*JSPS Research Fellow*)

Abstract : The amounts of nitrogen fixed in *Crotalaria juncea* and *C. pallida* were evaluated by the ^{15}N-isotope dilution technique and the difference method using *Zea mays* in pot experiments. The effects of incorporation on N uptake of the succeeding wheat in both the *Crotalaria* species were also determined. In *C. juncea*, there was no significant difference in dry weight and N content between N application (0.3gN/pot) and no N application at 40 days after sowing (DAS). However, significantly higher dry weight and N content with N application were observed at 100 DAS. There was no significant difference between N application and no application at 100 DAS in *C. pallida*. In both species, approximately 90% of the total N content was derived from fixed-N at 100 DAS. The amounts of N absorbed by the succeeding wheat grown after incorporating the tops of *Crotalaria* were higher in the incorporation of *C. pallida* than *C. juncea* under no N application conditions. With 1.5gN/pot, no significant difference in N content was observed between each species. The residual effect of the underground parts of *Crotalaria* was found regarding N contribution to the succeeding wheat. A significantly higher N content of the wheat grown in *C. juncea* pots was observed compared to *C. pallida* pots. These results indicate that there are definite differences in properties of green manure between the two tested species of *Crotalaria*.

Key word : *Crotalaria juncea*, *Crotalaria pallida*, Green manure, Incorporation, ^{15}N-dilution technique, Nitrogen fixation, Reference crop, Wheat.

NII-Electronic Library Service