

異なる地下水位条件下におけるクロタラリアとセスバニアの 生育と後作ハウレンソウの窒素吸収

大段秀記^{1,2)}・大門弘幸^{*1)}

(¹⁾大阪府立大学・²⁾学振特別研究員)

要旨: クロタラリアの水田転換畑への緑肥としての導入を検討するために、大型コンテナポットを用いて異なる地下水位条件を設定し、その生育についてすでに導入が試みられているセスバニアと比較検討した。さらにそのすき込みが後作ハウレンソウの窒素吸収に及ぼす影響を重窒素標識肥料を用いて調査した。すき込み時の乾物生産量はクロタラリアがセスバニアよりもやや少なかった。両作物ともに高水位条件下では低水位条件下よりも生育量は減少したが、その程度には両作物間で大きな差異は認められなかった。後作ハウレンソウの収量ならびに窒素吸収量は、すき込みによって増大し、いずれの緑肥作物のすき込みにおいてもすき込み量の少なかった高水位区において多く、両作物間で比較するとクロタラリアすき込み区でやや少なかった。施肥窒素の利用率はすき込みによって増大した。後作ハウレンソウの吸収窒素に占める土壌および緑肥由来の窒素の割合は 86-92% と高かった。すき込み量が後作ハウレンソウの生長に及ぼす影響を 1/5000 a ワグナーポットを用いて調査したところ、すき込み後 30 日における土壌の無機態窒素の生成量とハウレンソウの生育量とは必ずしも一致せず、すき込み試料からの生育阻害物質の放出が示唆された。

キーワード: クロタラリア, 水田転換畑, セスバニア, 地下水位, ハウレンソウ, 緑肥作物。

水田の高度利用を目的とした水田転換畑は普通畑に比べて地力が高く、比較的耐湿性の高いダイズやエンバクなどにおいては多収になることが報告されている (渋沢 1959, 太久保 1976)。しかし、一般に水田転換畑における作物の生育は圃場の排水状態によって規制され、地下水位が高い排水不良圃場では、湿害による減収が引き起こされる (三好ら 1973)。一方、畑地化が進むと土壌は酸化状態になり土壌有機物が分解されて減耗することから、安定的な作物生産には有機物の補完が必要となる。このような問題に対して生育旺盛な緑肥マメ科作物を栽培して、深層への根系の発達によって土壌の透水性を改善し、さらに地上部をすき込むことによって有機物を補完することが試みられている (伊藤ら 1992)。

著者らがこれまでに比較的せきはくなく圃場条件下における緑肥作物としての導入を検討してきたクロタラリア (*Crotalaria juncea* L.) は、生育初期からの根系の著しい発達と高い乾物生産能力を示し (Yano ら 1994, Daimon ら 1995, 大段・大門 1998)、水田転換畑への導入に有望であると考えられる。さらに、本植物は高い窒素固定能を有していることから (大段・大門 1998)、すき込みにより後作物への固定窒素の供給が期待される。しかし、クロタラリアの生育ならびに窒素固定における耐湿性に関する知見は少なく、また水田転換畑における本植物の作付けと後作物の窒素吸収との関係についての知見もない。

そこで本研究では、クロタラリアならびにすでに水田転換畑への導入が試みられているセスバニア (*Sesbania cannabina* (Retz.) Pers.) を供試し、地下水位を調節した大型コンテナポットを用いた試験によって、異なる地下水位条件下における両マメ科作物の生育を比較検討した。さ

らにこれらの緑肥作物をすき込み後に栽培したハウレンソウにおける窒素吸収の様相を重窒素標識肥料を用いて調査した。

材料と方法

1. 第 1 実験 大型コンテナポットにおける両緑肥作物の生育と後作ハウレンソウの窒素吸収

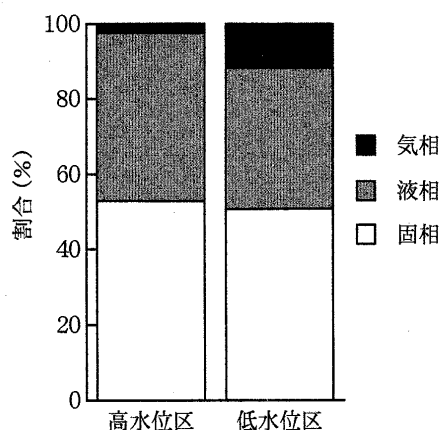
(1) 異なる地下水位条件下における緑肥作物の生育

1) 供試土壌ならびに地下水位の調節

大阪府立大学附属農場 (堺市学園町) の水田土壌 (灰色低地土 (Haplaquept), pH (H₂O) : 6.0, EC : 96 μ S/cm, TN : 0.13%, TC : 1.0%) をポリプロピレン製の 200 L 容コンテナポット (56×80×48 cm) に充填し、透明ビニールで雨よけしたパイプハウス内に設置した。ポット側面下部に開いている孔に塩化ビニール製パイプを挿入し、そのパイプを 5 L 容のタンクに装着してタンクが空にならないように適宜給水し常時水を供給した。コンテナポットには過剰に供給された水を排出するための排出口を設けて、地下水位はこの排出口の高さを変えることによって土壌表面から 16 cm (高水位区) と 32 cm (低水位区) になるように調節した。その結果、地下水位調節後 5 日目の土壌表面から 7.5~12.5 cm の土層において、高水位区では低水位区に比べて液相割合が高く、気相割合が低い条件が得られた (第 1 図)。

2) 栽培と試料の分析

クロタラリア (*C. juncea* L., 品種: ネマコロリ) とセスバニア (*S. cannabina* (Retz.) Pers., 品種: 田助) をバーミキュライトに播種して催芽させた。子葉が展開した実生を、クロタラリアは 1996 年 5 月 28 日に、セスバニアは



第1図 地下水位調節後5日目に測定した土壌表面から7.5 cm-12.5 cmの土層における三相分布。

6月7日に、上述の地下水位を調節した土壌にコンテナポットあたり50個体を移植した。両作物ともに、移植後、根粒菌（クロタラリア:011-2-3株、セスバニア:セスバニア菌（雪印種苗より入手））を接種した。施肥は一切行わなかった。試験は各区2反復で行った。

移植後40日目と60日目に各コンテナポットから生育の中庸な5個体を地際から刈り取り、生体重を測定した後、70℃で48時間乾燥させて、乾物重を測定し、常法により粉碎した。粉碎試料の全窒素含有量と全炭素含有量をN. C. ANALYZER (SUMIGRAPH NC-80, 住友化学工業社製)で測定した。

(2) 緑肥作物のすき込みが後作ホウレンソウの窒素吸収に及ぼす影響

1) 栽培ならびに試料の分析

前述のクロタラリアとセスバニアの地上部を移植後60日目に地際から刈り取り細断して、全量をそれぞれのコンテナポット内土壌にすき込んだ。地下水位は排水口の位置を調節することによってすき込み時にいずれの区も土壌表面から32 cmに調節した。各コンテナポットに重窒素標識 (3.18 atom%) 硝酸カリウム、過磷酸石灰、苦土石灰をそれぞれ25.9 g, 30.9 g, 36.0 g 全量基肥で施用した。なお、緑肥作物の栽培期間に、裸地として低水位に設定した区を前作休閑区とした。

1996年9月12日に催芽させたホウレンソウ (*Spinacia oleracea* L., 品種:アトラス) をコンテナポットあたり約6 mL 播種して、10月11日に40個体に間引いた。10月31日に各コンテナポットから生育の中庸な10個体を地際から刈り取り生体重を測定した後、70℃で48時間乾燥させて、常法により粉碎した。試料の全窒素含有量は前述のN. C. ANALYZERで測定した。さらに、試料をガンニング変法により分解して、高周波ガス化装置 (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) 由来別窒素の算出法

全窒素含有量に占める肥料由来窒素の割合は、米山・河内 (1990) の方法に従い算出して、全窒素含有量から肥料由来窒素量を差し引いた値を土壌および緑肥由来窒素量とした。

(3) 統計処理

異なる地下水位条件下における両作物の乾物重ならびに全窒素含有量の平均値の差の検定はt検定法により、後作ホウレンソウの乾物重、全窒素含有量、由来別窒素量の平均値の差の検定は最小有意差法によりそれぞれ行った。

2. 第2実験 後作ホウレンソウの窒素吸収に及ぼす地上部のすき込み量の影響

(1) すき込み試料の調整

クロタラリア (*C. juncea* L.) を1997年5月13日に大阪府立大学実験圃場 (灰色低地土 (Haplaquept), pH (H₂O): 5.6, EC: 23 μ S/cm, TN: 0.07%, TC: 0.58%) に播種した。基肥として1 m²あたり過磷酸石灰と硫酸カリウムをそれぞれ成分で10 gずつ施用した。8月19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。第1実験と同様の水田土壌を1/5000 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100, 200, 300 g 混合し、対照区としてすき込み試料を混合しない区を設けた。なお、施肥は一切行わなかった。

(2) すき込み後の土壌中の無機態窒素量の分析

上述のワグナーポットを大阪府立大学実験圃場内の透明ビニールで雨よけしたパイプハウス内に設置した。15日間隔でポットに十分量の灌水を行い、すき込み試料混合後30日目に各ポットから土壌を採取した。採取した土壌に2 N 塩化カリウム液を添加して振とう後ろ過し、ろ液中のアンモニア態窒素と硝酸態窒素を微量拡散法 (嶋田 1986) によって測定した。分析は各施用区5ポットについて行った。

(3) ホウレンソウの栽培

同年9月18日に上述と同様にしてすき込み試料を混合したワグナーポットに基肥として硝酸カリウム、過磷酸石灰、苦土石灰をそれぞれポットあたり1.4 g, 1.7 g, 2.0 g 施用した。肥料施用後、催芽させたホウレンソウ (*S. oleracea* L., 品種:アトラス) を播種し、10月6日にポットあたり2株となるように間引いた。10月31日に地際部から刈り取り生体重を測定した。試験は各区10反復で行った。

(4) 統計処理

土壌中の無機態窒素量ならびにホウレンソウの生体重について分散分析を行い平均値の差の検定は最小有意差法により行った。

結果と考察

1. 第1実験

(1) 異なる地下水位条件下における緑肥作物の生育

第2図に移植後40日目と60日目におけるクロタラリアとセスバニアの地上部の乾物重と全窒素含有量を示した。乾物重、全窒素含有量ともに同様な傾向を示し、両作物ともに移植後40日目において、低水位区が高水位区よりも多くなり、60日目にはその差が拡大した。両作物を比較すると、いずれの調査日においても両地下水位条件下ともに、セスバニアがクロタラリアよりも多かったが、低水位区に対する高水位区の割合はクロタラリアで約60%、セスバニアで約65%であり、地下水位に対する反応には大きな差異は認められなかった。

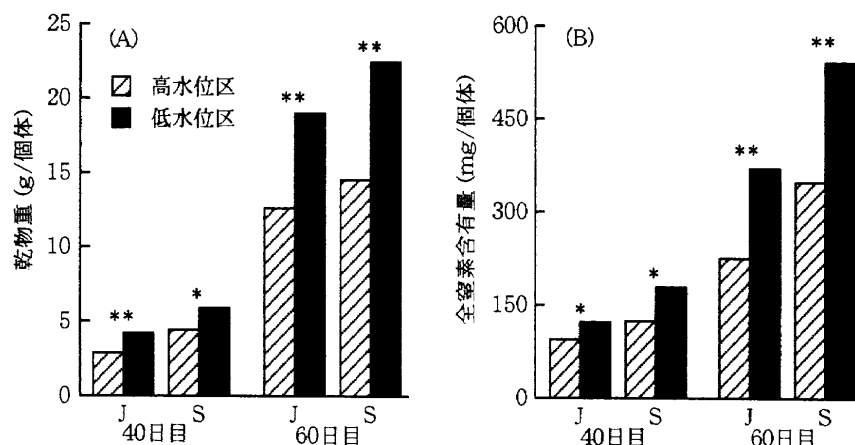
耐湿性の弱い畑作物では、土壌が過湿状態になると根の生長が抑制され (Galamay ら 1992)、木化して養分吸収能が低下する (山崎 1952) といわれている。マメ科植物の場合、その根系は養分吸収機能を有するだけでなく根粒着生の場合であり土壌水分は窒素固定能においても著しい影響を及ぼす。アルファルファ (鬼頭・吉田 1990) やマングビーン (Trung ら 1985) では、過湿状態および湛水状態では窒素固定能が低下し、生育が抑制されることが報告されている。一方、ダイズ (三本ら 1985) では、高地下水位条件下で生育量は小さいものの、窒素固定能は高く、全窒素含有量に占める固定窒素の割合も高いことが報告されており、植物種によってその反応は異なる。本実験では用いた水田転換畑土壌が比較的肥沃であったことを考慮すると、両作物ともに固定窒素に依存する割合は比較的低く、高水位区における生育量の低下の原因として根による窒素吸収の抑制があげられる。しかし、本実験では両作物の由来別窒素量の把握ができずこの点は今後の課題として残される。

(2) 後作ハウレンソウの生育と窒素吸収

第1表に異なる地下水位条件下で生育させた両作物の地上部のすき込み量、すき込み窒素量、C-N率を示した。すき込み量とすき込み窒素量は、両作物ともに低水位区が高水位区よりも多く、クロタラリアでは約1.3倍、セスバニアでは約1.4倍であった。すき込み量を1m²あたりに換算すると各区4.5~8.0kgとなり、緑肥すき込み量としては十分量であった。C-N率はいずれの水位条件下においてもクロタラリアが高く、またクロタラリアでは高水位区が低水位区よりもやや高かった。

第2表にコンテナポットあたりの後作ハウレンソウの収量、全窒素含有量、由来別窒素量、肥料利用率を示した。収量は両緑肥作物すき込み区ともに、第1表で示したすき込み量の少なかった高水位区がすき込み量の多かった低水位区よりも有意に多かった。クロタラリアすき込み区とセスバニアすき込み区を比較すると、両地下水位区ともにセスバニアすき込み区が多かった。前作に作付けを行わず低水位で管理した休閑区と比較すると、収量ならびに全窒素含有量ともにすき込みによる増大が認められた。肥料由来窒素ならびに土壌および緑肥由来窒素の吸収量も収量と同様の傾向を示し、その結果、全窒素含有量は高水位区において多くなった。一方、施肥窒素の利用率は、休閑区に比べてすき込み区で明らかに高く、その程度は高水位区において大きかった。すなわち、休閑区に比べてすき込み区の窒素吸収量が増大した要因の一つとして、緑肥作物の固定窒素のハウレンソウによる吸収とともに前作物の栽培によって施肥窒素の利用率が高まったことがあげられる。

後作ハウレンソウの生育と窒素吸収をすき込み処理区間で比較すると、緑肥作物栽培の際の地下水位の違いによる影響が明確に認められた。すなわち、すき込み量の少なかった高水位区がすき込み量の多かった低水位区よりも明らかに生育が良く、窒素吸収量も多かった。Seneviratne ら (1992) は、セスバニア属植物数種のすき込み試験において、後作イネの生育が前作物の生育のちがいに基づく土壌窒素の吸収量の差異によって規制されることを報告してい



第2図 異なる地下水位条件下で栽培したクロタラリア (J) とセスバニア (S) の移植後40日目および60日目の地上部の乾物重 (A) と全窒素含有量 (B)。
(*, **はそれぞれ5%, 1%水準で有意差あり)

第1表 クロタラリアおよびセスパニアの地上部のすき込み量とすき込み窒素量およびC-N率.

作物	地下水位条件	すき込み生重量 (g/コンテナポット)	すき込み窒素量 (g/コンテナポット)	C-N率
クロタラリア	高水位	1990	6.9	24.8
	低水位	2670	9.2	21.7
セスパニア	高水位	2605	12.5	18.9
	低水位	3550	17.9	18.8

第2表 後作ハウレンソウのコンテナポットあたりの収量ならびに窒素吸収.

処理区	収量 (g)	全窒素含有量 (mg)	肥料由来窒素量 (mg)	土壌および緑肥 由来窒素量 (mg)	肥料利用率 (%)
J 16 区	659	2569	365 (14.2)	2204 (85.8)	10.2
J 32 区	524	1998	225 (11.3)	1773 (88.7)	6.3
S 16 区	714	3020	335 (11.1)	2685 (88.9)	9.3
S 32 区	553	2225	291 (13.1)	1934 (86.9)	8.1
前作休閑区	415	1997	155 (7.8)	1842 (92.2)	4.3
LSD (0.05)	58	157	99	134	2.7

括弧内の数字は全窒素含有量に対する割合 (%) を表す.

J 16 区: クロタラリア高水位区, J 32 区: クロタラリア低水位区

S 16 区: セスパニア高水位区, S 32 区: セスパニア低水位区

る. 本実験では, 両作物ともにハウレンソウ作付け時における土壌窒素が, 生育がやや劣った高水位区において多く残存していたとも考えられ, このことが両水位区におけるハウレンソウの窒素吸収量の差異の要因の一つとして示唆されるが, 土壌ならびに緑肥由来窒素の分別ができないので, 今後検討すべき課題の一つである. 一方, ハウレンソウによって吸収された緑肥窒素はすき込み後に分解・無機化されたものである. すなわち, すき込み量だけでなく分解速度も後作物の窒素吸収量を規制する重要な要素となる. Bruulsema and Christie (1987) は, アルファルファとアカクローバのすき込み試験において, すき込み窒素量と後作トウモロコシの窒素吸収量との間には明確な関連がなかったことを報告し, また, 大門・中條 (1986) もアルファルファ, アカクローバ, ソラマメ, エンドウの残存地下部の窒素含有量と後作トウモロコシの窒素吸収量との間に必ずしも密接な関係がないことを認めている. 一般に, 後作物への窒素の供給は C-N 率の高い有機物を土壌にすき込んだ場合に遅延する (Yano ら 1994) ことが知られているが, 本実験においては, いずれの処理区においても C-N 率が 25 以下と低く, 各区間に大きな差がなかったことから, 分解の遅速による窒素の無機化量の差異は比較的小さかったと考えられる. しかし, 窒素の無機化にはリグニン含量やポリフェノール含量も影響する (Oglesby and Fownes 1992) ので, 本実験で供試した両作物についてもこれらの特性についてさらに検討する必要がある.

2. 第2実験

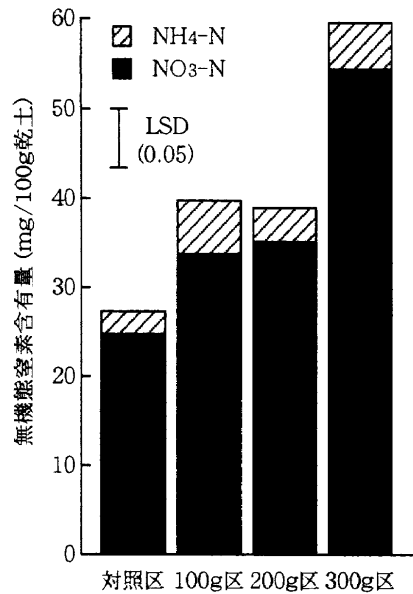
上述のように第1実験において両緑肥作物ともにすき込み量の多かった低水位区においてハウレンソウの生育抑制が認められた. そこで, クロタラリアを供試して 1/5000

a ワグナーポットを用いた試験により, すき込み量のちがいがすき込み後の土壌における無機態窒素の生成と後作ハウレンソウの窒素吸収に及ぼす影響について検討した.

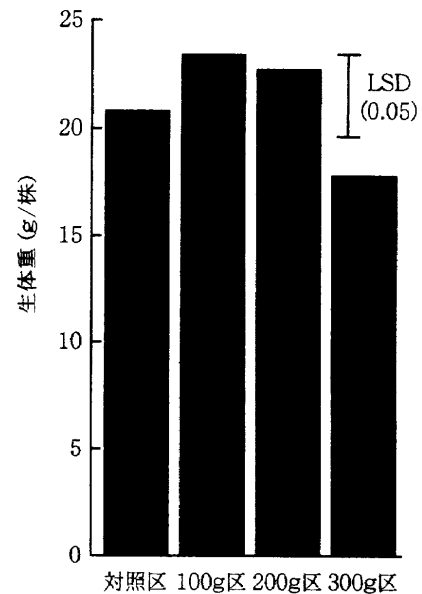
その結果, すき込み後 30 日目の土壌の無機態窒素量は対照区でもっとも少なく, 300 g 区でもっとも多くなり, 100 g 区と 200 g 区の間には明確な差がなかった (第3図). 一方, 土壌の無機態窒素量の多少とは異なり, ハウレンソウの生体重は 100 g 区において最大となり, もっともすき込み量の多かった 300 g 区において最小であった (第4図). 300 g 区は対照区と比べてもやや低かった. このようにハウレンソウの播種時期であるすき込み後 30 日目における土壌の無機態窒素量は, 対照区と各すき込み区を比較すると各すき込み区が明らかに高い値を示し, 緑肥すき込み後に一時的に引き起こされるといわれている窒素飢餓は本実験では認められず, すき込み区のほうが高い窒素供給力を有していたと考えられる. しかし, ハウレンソウの生体重は土壌の無機態窒素量の多少と必ずしも一致しておらず, 窒素の供給以外の要因が後作物の生長に影響したことが示された.

著者ら (Ohdan ら 1995) はクロタラリアの地上部をすき込んだ場合には生長抑制物質による後作物の生育抑制の可能性あることを報告しており, 本実験においてもすき込み量の多かった 300 g 区においてハウレンソウの生育が明らかに抑制され, その影響が示唆された. このことは, 第1実験においてすき込み量の多かった低水位区でハウレンソウの生育が抑制されたことの一要因としてすき込み試料からの生長阻害物質の放出を示唆するものであり, 今後の検討が望まれる.

以上のように, クロタラリアは高地下水位条件下において生育量はやや小さくなったが, その減少程度はすでに水



第3図 クロタラリアの地上部すき込み後30日目の土壌の無機態窒素含有量。



第4図 クロタラリアの地上部すき込み量を異にして栽培したホウレンソウの地上部生体重。

田転換畑に導入が試みられているセスパニアと大きな差はなく、コンテナポットを用いた試験ではあるが、十分な有機物生産量が確保されることが示された。さらに、大量にすき込んだ場合に生長阻害物質の生成が示唆されたものの、クロタラリアすき込み区における後作ホウレンソウの生育はセスパニアすき込み区と大差なく、休閑区と比較すると明らかに増大したことから、クロタラリアがセスパニアと同様に水田転換畑への緑肥作物として導入が期待できるものと考えられた。クロタラリアはセスパニアと比べて発芽が速く、発芽後の生育が著しく速いので生育初期における雑草との競合には有利であり、雑草管理も容易であると考えられる。今後、クロタラリアー後作葉菜類といった作付体系に関する圃場における実証試験を試みる予定である。

謝辞: 本研究をと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。地下水位の調節法に関しては三本弘乗博士に御教示頂いた。実験の遂行にあたっては山田忠夫技師に終始ご協力頂いた。記して謝意を表する。

引用文献

- Bruulsema, T.W. and B.R. Christie 1987. Nitrogen contribution to succeeding corn from alfalfa and red clover. *Agron. J.* 79: 96—100.
- 大門弘幸・中條博良 1986. 混作, 間作, 輪作における作物の生長と窒素の動態. 第4報 前作マメ科作物の種類による後作作物窒素吸収の差異. *日作紀* 55: 299—305.
- 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.
- Galamay, T.O., A. Yamauchi, T. Nonoyama and Y. Kono 1992. Acropetal lignification in protective tissues of cereal nodal root

axes as affected by different soil moisture conditions. *Jpn. J. Crop Sci.* 61: 511—517.

- 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パ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.
- 鬼頭誠・吉田重方 1990. アルファルファの生育および窒素栄養に及ぼす土壌水分環境の影響. *日作紀* 59: 455—460.
- 熊沢喜久雄・有馬泰紘 1982. 発光分光分析法による¹⁵N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—159.
- 三本弘乗・中條博良・大門弘幸 1985. 地下水位がトウモロコシとダイズの生育に及ぼす影響. *近畿作育会報* 30: 7—11.
- 三好洋・松本直治・石川昌男・石川実・小川吉雄・柏倉康光・中野政行・平野福治・出井嘉光 1973. 水田および水田転換畑の地下水位と湿害対策 1. 水田および転換畑の地下水位の変動. *農業技術* 28: 293—296.
- 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.
- 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.
- 大段秀記・大門弘幸 1998. クロタラリア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. *日作紀* 67: 193—199.
- 大久保隆弘 1976. 作物輪作技術論. 農文協, 東京. 253—283.
- Seneviratne, G., S.A. Kulasoorya, W.L. Weerakoon and T. Rosswall 1992. N₂ fixation in two *Sesbania* species and its transfer to rice (*Oryza sativa* L.) as revealed by ¹⁵N technology. *Biol. Fertil. Soils* 14: 37—42.
- 渋沢梅治郎 1959. 試験の歩みとその成果. 沢村東平・井上実編, 田畑転換の技術構造. 農林技術協会, 東京. 1—7.
- 嶋田典司 1986. 硝酸態窒素. デババルダ合金還元—微量拡散法. 土壌標準分析・測定法委員会編, 土壌標準分析・測定法. 博友社, 東京. 110

- 114.
- Trung, B.C., S. Yoshida and Y. Kobayashi 1985. Influence of excess soil moisture on the nitrogen nutrition and grain productivity of mungbean. *Jpn. J. Crop Sci.* 54: 79—83.
- 山崎博 1952. 畑作物の湿害に関する土壌化学的並に植物生理学的研究. 農技研報 B1: 1—92.
- 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.

Growth of *Crotalaria juncea* and *Sesbania cannabina* Under Different Underground Water Levels and Their Nitrogen Contribution to the Succeeding Spinach Plant: Hideki OH DAN^{1,2)} and Hiroyuki DAIMON^{*1)} (¹⁾*Coll. of Agr., Osaka Pref. Univ., Sakai 599-8531, Japan*; ²⁾*JSPS Research Fellow*)

Abstract: Dry matter production and nitrogen absorption of *Crotalaria juncea* and *Sesbania cannabina* grown under different underground water levels (16 cm [high] and 32 cm [low] below the ground) were evaluated in experiments conducted with 200 L volume containers, and the effect of incorporation on the nitrogen contribution to the succeeding spinach was also investigated. The dry weight and nitrogen content of tops at time of incorporation under low level were higher than those under high level in both plant species. No significant difference was noted in the decrement of dry weight and nitrogen content under high level between the two plant species, which was found to range from 30 to 35%. The yield and nitrogen content of the succeeding spinach plant under the high level were superior to those under the low level, regardless of the different dry matter production between water levels in both plant species. The proportion of nitrogen derived from soil and incorporated material to the total nitrogen content was higher than that derived from fertilizer, ranging from 86 to 92%. The inhibition against growth of the spinach plant after the incorporation of a greater amount of *C. juncea* tops was further investigated in a pot experiment. The fresh weight in a 300 g incorporated pot was significantly lower than those in 100 g and 200 g incorporated pots. The results were discussed in the possibility of introducing *C. juncea* to the upland fields from paddies.

Key words: *Crotalaria juncea*, Green manure, *Sesbania cannabina*, Spinach, Underground water level, Upland field from paddy.