

夏季の緑肥栽培による環境保全的露地野菜栽培



緑肥のすき込み

手前：クロタラリア 奥：ソルガム

露地野菜畑における緑肥は、土づくり技術の一つとして古くから利用されています。最近では、「持続性の高い農業生産技術の導入の促進に関する法律（エコファーマー制度）」によっても普及が図られている有効な技術です。

冬野菜を中心に作付けされる露地野菜畑では、夏の間、裸地となっているケースも多く見られますが、夏の高温多雨の期間は土壤中で窒素の無機化が盛んになり、無機化された窒素は雨によって土壌から地下に溶脱します。そこで、農業総合試験場では、秋冬野菜栽培ほ場において夏季に緑肥作物を栽培して、窒素の溶脱を抑え、それをすき込んで秋冬野菜の肥料として利用する方法を開発しました。

本冊子では、緑肥を夏に栽培するポイントと緑肥による後作物の増収効果、地力維持効果、窒素溶脱抑制効果、地球温暖化緩和効果について解説します。

「指定試験事業：赤黄色土露地野菜地帯における有機性資源の循環利用に伴う環境負荷物質の動態解明と環境負荷低減技術の開発」（2006～2010年）による研究成果です。

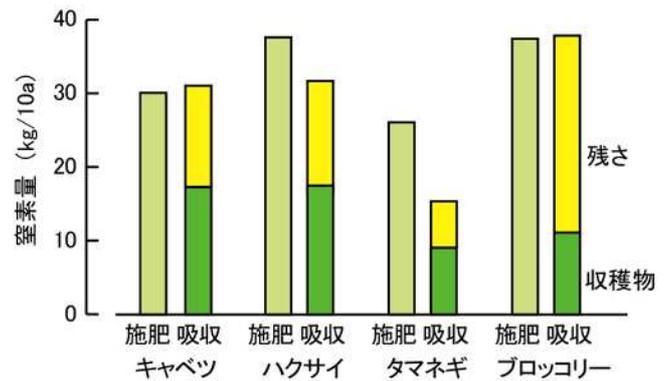
I 秋冬野菜作の夏季休閑期に緑肥栽培を導入する理由

施肥窒素から収穫物に含まれる窒素を引いた残りの窒素を「**余剰窒素**」と呼んでいます。

畑に施された肥料は、そのすべてが農作物に吸収・利用されるわけではありません。利用されずに余った窒素は、土壤に蓄積され、やがて水に溶けて流れます。また、農作物はすべてが畑の外に持ち出されるのではなく、例えばキャベツの外葉やスイートコーンの莖葉などは、残さとして土壤に還元されます。畑作物では、このように、一定の収量を得るためには、ある程度の施肥窒素の無駄が必要です。

しかし、必要以上にこの無駄、すなわち余剰窒素が多くなると、水質への影響が懸念されます。特に高温の夏季には、土壤中で微生物活性が高まるため、有機物の分解、土壤・残さ由来窒素の無機化、硝化が盛んになります。そして、生じた硝酸態窒素は梅雨の大量の降雨によって地下に流出して地下水・河川を汚染します。

秋冬野菜では1作あたり10kg/10a以上の余剰窒素が発生することもめずらしくなく、これが地下水などの水質に悪影響を及ぼします。そこで、秋冬野菜の露地栽培における余剰窒素を減らす（施肥の無駄を減らす）技術として、夏季に緑肥を栽培する意義が大きいと言えます。

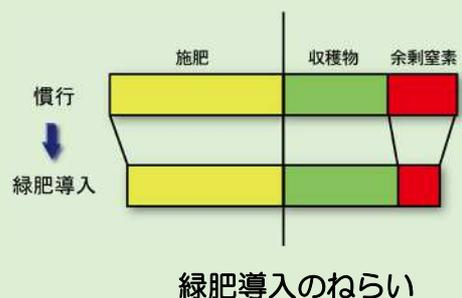


主な秋冬野菜の窒素収支

ねらい

夏に緑肥作物を栽培して土壤に残った余剰窒素を回収し、すき込むことによって、秋冬野菜の肥料とする。

秋冬野菜の施肥量を1割程度減らして、収量を1割増加させることによって、余剰窒素量を半減し、地下への窒素溶脱を減少させる。



II 緑肥作物の栽培体系

前作の余剰養分の回収を目的にするので、基本的に施肥は行いません。

秋冬野菜の栽培に組み合わせるため、野菜の定植時期から逆算して、緑肥作物のは種時期、すき込み時期を決めます。

① 緑肥の栽培期間は50～60日程度とします。

イネ科緑肥やセスバニアでは栽培期間をこれ以上長くするとC/N比が大きくなって、後作物で窒素飢餓が起きやすくなります。特に窒素肥よく度の低い土壤で顕著です。また、種子がこぼれて雑草化のおそれが大きくなります。

② すき込み後、野菜定植までの期間を腐熟期間にあてます。C/N比の小さいクロタラリアで2～3週間、C/N比の大きいソルガムで4週間程度必要です。この間には、1、2回耕起して、土壤と緑肥をなじませ腐熟を進めます。

緑肥作物を5月中下旬～6月上旬には種すれば、生長の盛んになる時期が6月下旬～7月中旬の梅雨期と一致するので、窒素溶脱を抑える効果はより大きくなります。

Ⅲ 緑肥作物の窒素吸収特性

緑肥作物は、は種後1か月間の生長は緩やかで、その後、旺盛な生長を示し、窒素吸収も盛んになります。栽培期間60日程度の各緑肥作物の窒素吸収特性は以下のとおりです。

クロタラリア

マメ科のクロタラリアには、*C.juncea*（細葉）と*C.spectabilis*（丸葉）の2種があります。初期生長が緩やかですが、窒素固定を行うため窒素吸収量は多く、C/N比も大きくなりません。4 t/10aほどの収量で、窒素吸収量15kg/10a程度、C/N比20前後です。特に*C.spectabilis*はセンチュウの密度抑制にも効果的です。

セスバニア

セスバニアもクロタラリア同様、マメ科でよく窒素を吸収しますが、は種60日以降では硬化しC/N比が50程度まで高まります。標準的には3 t/10aほどの収量で、窒素吸収量15kg/10a程度、C/N比20前後です。

ソルガム、ギニアグラス

イネ科のソルガムとギニアグラスは、は種後60日頃まで生長とともに窒素吸収量が増加しますが、その後は生長が続いても窒素吸収量は増えず、C/N比が大きくなります。5 t/10a以上の収量であれば、窒素吸収量10kg/10a程度、C/N比は40~50程度です。ギニアグラスはセンチュウ密度抑制にも有効です。

ヒマワリ

窒素吸収量はソルガムやギニアグラスと同程度ですが、C/N比は30前後とやや低めです。菌核病やべと病が発生しやすいため連作は避けま



様々なほ場で栽培された緑肥作物6種の夏季における標準的な生長量と窒素吸収量 (栽培期間約60日)

種類	生長量 (t/10a)	乾物あたり窒素含有率 (%)	窒素吸収量 (kg/10a)	C/N比
クロタラリア <i>C.juncea</i>	3.0~4.5	1.6~2.2	13~18	20~26
クロタラリア <i>C.spectabilis</i>	2.5~5.0	2.1~2.9	9~16	14~20
セスバニア	1.5~3.5	1.5~3.0	6~20	14~30
ソルガム	3.5~7.0	0.6~1.6	6~14	25~67
ギニアグラス	3.0~5.0	0.8~1.4	5~10	30~60
ヒマワリ	3.0~7.0	1.1~1.5	6~13	26~37

IV ソルガムとクロタラリアによる秋冬キャベツの増収効果

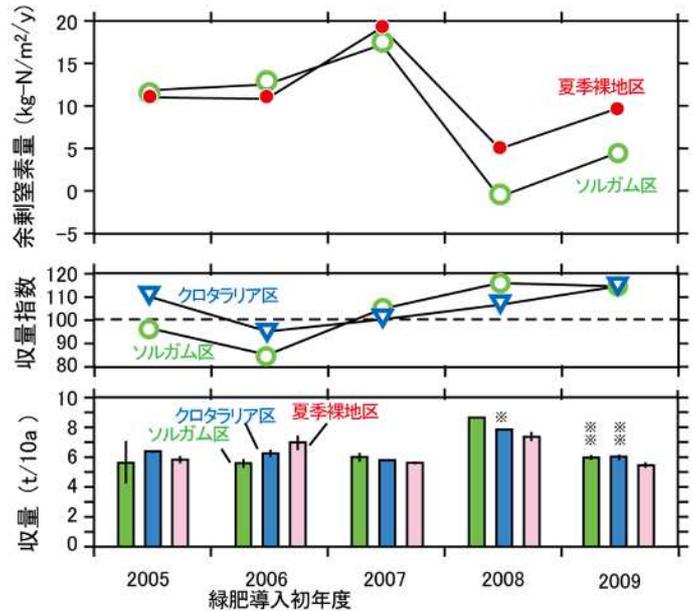
夏にソルガムまたはクロタラリアを導入した畑での、4年間の秋冬キャベツの収量と余剰窒素量の推移を右の図に示しました。

ソルガム区では、緑肥導入初年の2006年には対照の夏季裸地区と比べて収量が少なめでしたが、両緑肥とも連用に伴って増収の傾向となり、4年目には夏季裸地区より窒素を1割減肥しても1割以上の多収となりました。その結果、ソルガムでは余剰窒素量も半減しました（クロタラリアも余剰窒素量は減少しますが、窒素固定量が不明のため正確な量は求まりません。）。

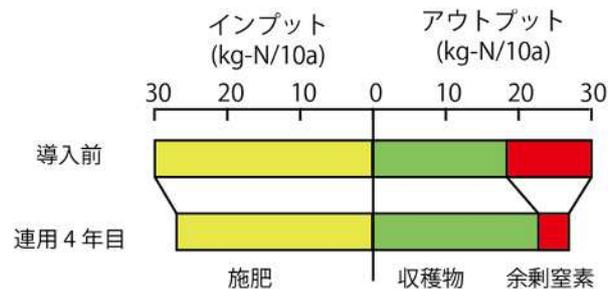
以上のことから、夏に緑肥を導入する野菜畑の窒素施肥については、次の2点が重要です。

- 1 緑肥導入後1～2年は減肥しません。
- 2 連用条件では窒素を減肥します。

環境への影響を小さくするには余剰窒素量を少なくすればよいので、緑肥に含まれる窒素は10kg/10a程度ですが、キャベツ増収分にまわる窒素量も考慮して減肥量は3～5kg/10a程度とします。それ以上の減肥は必要ありません。



ソルガムとクロタラリアの導入が秋冬キャベツ収量と余剰窒素量に及ぼす影響
収量指数：夏季裸地区を100とする緑肥区の収量指数
※ 2008年のクロタラリア区は施肥窒素量 28 kg/10a (2 kg/10a 減肥)
※※ 2009年のクロタラリア区、ソルガム区は施肥窒素量 27 kg/10a (3 kg/10a 減肥)

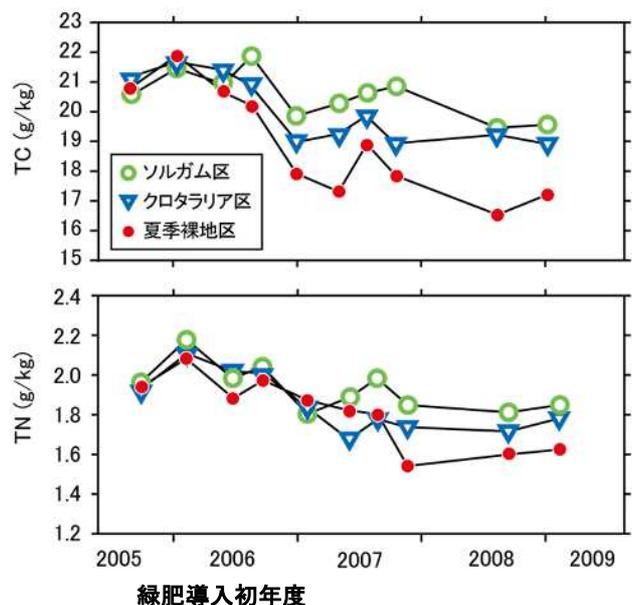


ソルガムの導入による窒素収支の改善

V ソルガムとクロタラリアの地力維持効果

年1作のキャベツ畑で夏季を裸地として管理すると、右の図のように、明らかに、土壌中の炭素 (TC)、窒素 (TN) 含量が低下していきます。つまり、右の図の赤丸のプロットは、畑では土壌有機物の分解が盛んで、しだいに地力が減退していく状況を示しています。このことは、土壌に由来する窒素も無機化に伴って大量に地下に流出することを示しています。しかし、夏に緑肥を導入した場合には、TC、TN含量の減少程度が抑えられました。特にソルガムでその効果は高いと言えます。

緑肥の導入は、地力を大きく増強させるほどではありませんが、ある程度のレベルで維持する効果が認められます。

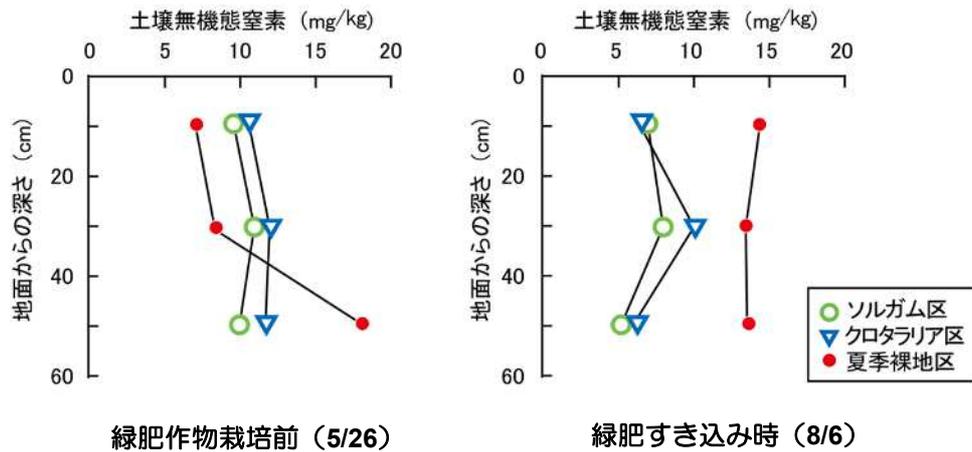


ソルガムとクロタラリアを導入した秋冬キャベツ畑における土壌の炭素 (TC)、窒素 (TN) 含量の推移

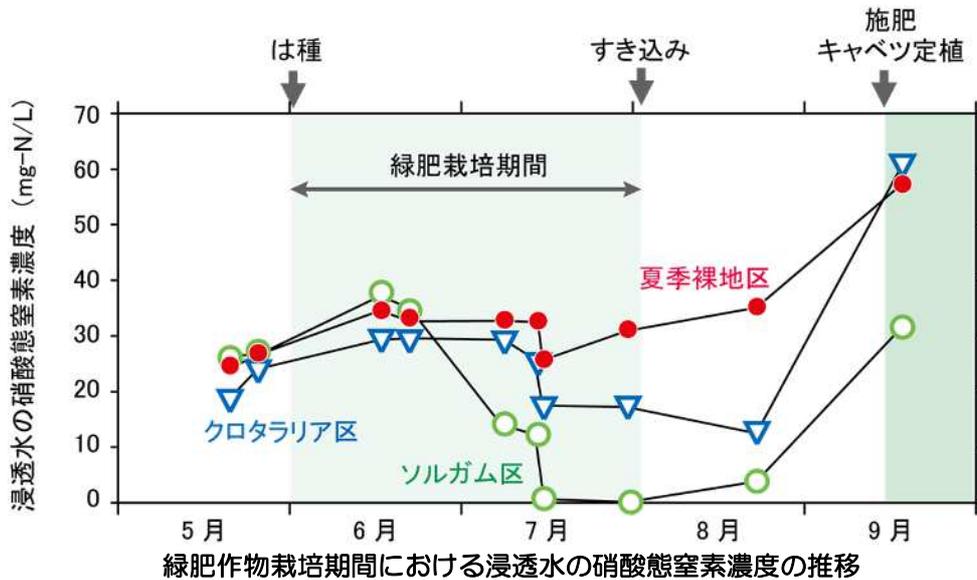
VI ソルガムとクロタリアの窒素溶脱抑制効果

緑肥栽培を行うと、下の図のように、夏季の休閑期を裸地とする場合よりも下層土も含めて土壌中の無機態窒素含量が明らかに低下します。その結果、地下に溶脱する窒素量も大きく減少します。は種1か月後から浸透水の硝酸態窒素濃度が下がりはじめます。その効果はソルガムの方がクロタリアより大きいといえます。

年間の窒素溶脱量を測定し、夏季裸地区と比べると、ソルガム導入で9 kg/10a、クロタリアで6 kg/10aの溶脱低減効果が認められます。これは余剰窒素量の5～8割に匹敵します。緑肥導入は、窒素溶脱抑制に非常に大きな効果を持っています。



緑肥作物栽培前後における土壌の無機態窒素含量



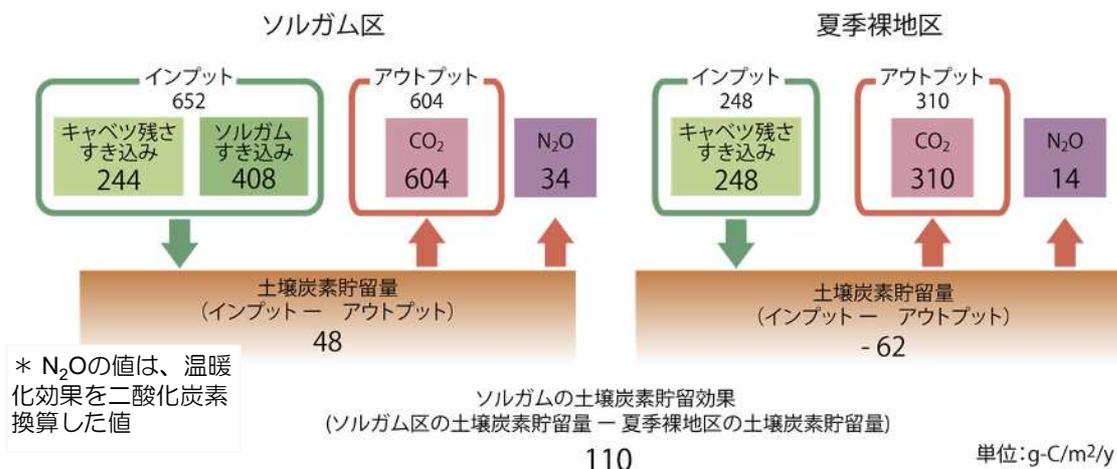
緑肥導入による窒素溶脱量の低減効果

年次	降水量 (mm/年)	硝酸態窒素溶脱量(kg/10a/年)		
		ソルガム区	クロタリア区	夏季裸地区
2005(緑肥導入前)	1,122	21.6	20.1	20.8
2006-2008平均	1,736	37.8	40.5	46.9

注 年次の期間は6月～翌年5月。ただし、2005年は2005年9月～2006年5月の9か月間。

Ⅶ ソルガムの地球温暖化緩和効果

ソルガム導入により大気中の二酸化炭素(CO₂)が固定されて土壤に供給されます。温室効果ガスのCO₂や亜酸化窒素(N₂O)の排出は増えますが、土壤中の炭素ストックは、夏季に裸地としておく場合と比べて100 g-C/m²/y以上多くなり、地球温暖化緩和にも有効と評価できます。



ソルガム栽培ほ場における1年間の炭素収支の測定例（ソルガム連用3年目）

留意事項

- 1 種子が成熟する前にすき込む。栽培が長くなると、C/N比が高くなることのほかに、種子がこぼれてギニアグラスなどでは雑草化が問題となることがあります。
- 2 クロタラリア（マメ科）にはハスモンヨトウが発生することがあるので、地域で後作物の栽培が始まる前にすき込む。
- 3 ヒマワリには菌核病やべと病が発生しやすいので、連作しない。



雑草化したギニアグラス



クロタラリアを食害するハスモンヨトウ



ヒマワリには菌核病やべと病が発生しやすい。

Ⅷ おわりに

露地野菜畑への夏季の緑肥作物導入は、後作物に対する増収効果、地力維持効果、窒素溶脱抑制効果、地球温暖化緩和効果すべての面で有効な技術です。緑肥を使って環境に配慮した農業に自信を持って取り組んでいただければ幸いです。

編集・発行

愛知県農業総合試験場

〒480-1193 愛知県愛知郡長久手町大字岩作字三ヶ峯1-1

TEL 0561-62-0085 内線322 (企画普及部)

FAX 0561-63-0815 <http://www.pref.aichi.jp/nososi>

問い合わせ 東三河農業研究所野菜グループ TEL 0532-62-0385