

Title	沖縄における緑肥の生育特性および分解特性
Author(s)	宮丸, 直子; 儀間, 靖; 與那嶺, 介功; 亀谷, 茂
Citation	沖縄農業, 42(1): 21-27
Issue Date	2008-08
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12001/1535
Rights	沖縄農業研究会

沖縄における緑肥の生育特性および分解特性

宮丸直子¹⁾・儀間靖¹⁾・與那嶺介功¹⁾・亀谷茂²⁾

(¹⁾ 沖縄県農業研究センター, (²⁾ 沖縄県農業研究センター石垣支所)

Naoko MIYAMARU, Yasushi GIMA, Yoshikatsu YONAMINE and Shigeru KAMEYA:

Growth and decomposition property of several green manures in Okinawa.

1. はじめに

有機質資源が少ない沖縄県では土づくりにおいて緑肥の重要性が高く、サトウキビや冬春期野菜の収穫後、春から夏にかけての休閑期間に緑肥が栽培されている。栽培面積が多い緑肥はクロタラリアやソルゴーであるが、近年ピジョンピーやセスパニア、ヒマワリ等新たな緑肥が導入されつつある。また、宮古地域で栽培されてきた富貴豆は、つる性で赤土流出防止効果が高い(宮丸, 2006)ことから注目されている。しかし、これらの緑肥について亜熱帯地域に属する沖縄県内での生育特性や成分的特徴が明らかにされていない。そのため、生産現場においてどの緑肥を栽培したらよいかかわからないという疑問が多く挙がっている。一方では、農業による環境負荷軽減のために、有機物施用による化学肥料減肥が求められており、緑肥鋤込み後の分解過程も明らかにする必要がある。

そこで、沖縄県内3ヶ所(沖縄本島・宮古島・石垣島)で春播き緑肥の栽培試験をおこない、生育特性および成分含有率を調査した。また、ガラス繊維ろ紙埋設法により、沖縄本島南部のジャーガル圃場において緑肥分解特性の比較をおこなった。

2. 材料および方法

1) 栽培試験

春播き緑肥の栽培試験を旧沖縄県農業試験場内圃場(以下本島圃場という)、宮古島支所内圃場(以下宮古圃場という)、石垣島支所内圃場(以下石垣圃場という)の3ヶ所で2001~2003年の3ヶ年間おこなった。各圃場の土壌条件はそれぞれジャーガル、島尻マーヅ、国頭マーヅである。なお、緑肥はサトウキビ夏植前に栽培されることが多いため、休閑期間のサトウキビ畑を供試圃場とした。

緑肥は、クロタラリア(ネマコロリ:雪印種苗)、ピジョンピー(雪印ピジョンピー:雪印種苗)、セスパニア(田助:雪印種苗)、富貴豆(県内栽培種:田中農園)、ヒマワリ(緑肥用ヒマワリ:タキイ種苗)、ソルゴー(堆肥ソルゴー:雪印種苗)を用い、4月下旬から5月上旬にかけて播種した。播種量は、10a当たりでクロタラリアは5kg、ピジョンピーと富貴豆は7kg、セスパニアとヒマワリ、ソルゴーは3kgであった。試験の規模は試験年度や試験圃場によって異なるが、1区70~200m²の2~3連制で、播種後は適宜かん水し、ヒマワリ以外は無施肥で栽培した。ヒマワリは無施肥では生育不良となったため、10a当たり窒素を5kg、リン酸とカリを2kg施肥した。

播種後約40日と約70日、約100日に緑肥の地

上部重および乾物率を調査し、個体群生長速度を算定した。同時に地上部を採取して70℃で乾燥後、1 mm以下に粉碎して無機成分を分析した。また、供試圃場の土壌化学性分析もおこなった。

2) 圃場条件下における分解試験

緑肥は、県内で栽培面積の多いクロタラリア、ソルゴー、ピジョンピー、ヒマワリを供試した。2002年4月下旬に播種し、播種後約70日で地上部を採取した。その後、70℃で乾燥後2 mm以下に粉碎し、全炭素および全窒素含量を測定した。

分解試験は前田・鬼鞍(1977)の方法に準拠しておこなった。すなわち、旧沖縄県農業試験場内のジャーガル圃場から作土を採取し、風乾後直径2 mmのふるいを通して、乾土30 g相当量に炭素1.5 g (乾土に対して重量比で5%)相当量の緑肥を混合し、ガラス繊維ろ紙(Whatman GF/A)で作った円筒に充填した。さらに市販の台所用水切りネットで包み、採土した圃場の作土層、地表面下約10 cmに2002年8月22日に埋設した。なお、ここで生土ではなく風乾土を用いたのは、ジャーガルが重粘質で生土では均一に緑肥と混合することが困難なためである。その後、経時的に埋設物を取り出し、全炭素および全窒素含量を測定した。また、試験期間中の地表面下10 cmの地温も測定した。

3. 結果および考察

1) 栽培試験

供試圃場の土壌化学性を表1に示した。定点調査による県内サトウキビ畑の土壌化学性の結果(亀谷, 1995)と比較して、どの圃場もサトウキビ畑としては平均的か、やや低めの地力水準であった。本島圃場では、pHやCECは県内サトウキビ畑土壌の平均的な値であるが、全炭素と可給態リン酸が低く、特に可給態リン酸は 19.5 mg kg^{-1} で土壌診断基準値の 100 mg kg^{-1} よりかなり低かった。宮古圃場も全炭素や全窒素含量は平均的な値であったが、可給態リン酸が 54.7 mg kg^{-1} と低かった。石垣圃場は国頭マージであるが、酸度矯正されているためpH6.9であり、全炭素含量は低い、可給態リン酸は他圃場に比べて高かった。

各緑肥の生育特性から、鋤込み適期を検討する目的で、試験圃場毎に個体群成長速度を調査した(表2)。マメ科緑肥であるクロタラリア、ピジョンピー、セスバニア、富貴豆を比較すると、クロタラリアが初期生育が速く、次いでセスバニア、ピジョンピー、富貴豆の順であった。クロタラリアとセスバニアは播種後70日を過ぎると生長速度が鈍化した。特に、クロタラリアはその傾向が強かったので、播種後70日頃が鋤込み適期であると考えられた。

セスバニアはクロタラリアに比べると生長速度の鈍化は小さかったが、播種後70日頃に開花し、100日では種子が形成されていた。これは

表1. 供試圃場の土壌化学性.

試験圃場	土壌型	pH		EC (mS m^{-1})	全炭素 (g kg^{-1})	全窒素 (g kg^{-1})	可給態リン酸 (mg kg^{-1})	CEC (cmol kg^{-1})
		(H_2O)	(KCl)					
本島圃場	ジャーガル	8.4	7.2	14.2	6.7	1.0	19.5	17.7
宮古圃場	島尻マージ	7.2	6.4	20.7	10.9	1.6	54.7	12.5
石垣圃場	国頭マージ	6.9	5.7	4.4	4.3	0.6	184.2	8.3

表 2. 緑肥の個体群生長速度 ($\text{g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)*.

	本島圃場 (播種後日数)			宮古圃場 (播種後日数)			石垣圃場 (播種後日数)		
	0~40	40~70	70~100	0~40	40~70	70~100	0~40	40~70	70~100
クロタラリア	3.9	17.1	13.3	5.3	11.3	7.7	9.1	12.6	3.9
ピジョンピー	0.8	8.0	12.1	1.8	8.0	9.9	2.3	12.9	11.3
セスパニア	2.1	16.1	13.8	2.1	11.1	9.6	4.1	12.4	10.0
富貴豆	-	5.3	4.2	1.2	5.3	4.8	1.7	6.2	5.2
ヒマワリ	3.0	9.9	4.4	7.7	10.7	1.8	7.7	11.5	-
ソルゴー	1.0	16.5	16.7	5.6	16.0	13.4	2.0	17.5	16.3

*：試験期間（3年間）の平均

セスパニアが雑草化する危険を意味しており、これを避けるため播種後70日頃が鋤込み適期であると考えられた。

ピジョンピーは、初期生育は遅いが、播種後70日を過ぎても生長速度の衰えはみられなかった。そのため、今回の試験期間内では乾物収量が一番高くなる播種後100日頃が鋤込み適期であると考えられた。また、10月下旬には主茎の木化が始まるという報告（伊藤・宮田，1994）から、それ以前に鋤込むことが望ましいと思われる。

富貴豆についても、ピジョンピーと同様に初期生育が遅く、播種後70日を過ぎても生長速度の衰えはほとんどみられなかったため、今回の試験期間内では播種後100日頃が鋤込み適期であると考えられた。

ヒマワリは、播種後40日までの初期生育はクロタラリアとほぼ同等であり、播種後70日頃に開花し、その後の生長速度は急速に減少した。そのため、播種後70日頃が鋤込み適期であると考えられた。

ソルゴーについては、供試した堆肥ソルゴーは晩生であり、試験期間内では出穂しなかった。生長速度の衰えもほとんどみられなかったため、乾物収量が最大となる播種後100日頃が鋤込み適期であると考えられた。

一方、圃場間の比較では、播種後40日までの個体群生長速度は、クロタラリアとピジョンピーでは石垣圃場が速く、次いで宮古圃場、本島圃場の順であった。セスパニア、富貴豆、ヒマワリについても同様な傾向がみられた。この理由として、気温の影響がまず考えられるが、土壌化学性の影響も無視できない。特に、可給態リン酸については石垣圃場が高く、次いで宮古圃場、本島圃場の順であり、緑肥の生長速度に大きく影響している可能性があると考えられた。

鋤込み適期における各緑肥の地上部乾物収量、C/N比、成分含有率について、3圃場、3年間の平均値を表3に示した。地上部乾物収量が一番多いのはソルゴーであり、平均して 10.7 Mg ha^{-1} であった。クロタラリアの地上部乾物収量は播種後約70日頃で約 6.8 Mg ha^{-1} あり、短期間でも十分な収量が得られることが示された。ピジョンピーは初期生育は遅いが、播種後100日ではクロタラリアと同等かそれ以上の収量となった。セスパニアとヒマワリは播種後70日ではクロタラリアと同等か、やや低い収量であった。富貴豆は地上部乾物収量が一番低く、平均して 3.5 Mg ha^{-1} であった。また、富貴豆は他のマメ科緑肥に比べて、個体群生長速度が最大でも $6 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ と小さかった。これは他の緑肥が直立性であるのに対して、富貴豆はつる性であ

り、生育に伴って受光態勢が悪化することが原因ではないかと考えられる。富貴豆はムクナ属に属するが、ブラジルではトウモロコシを収穫した後、茎を残した状態でムクナを栽培している(宮坂, 1986)。ムクナはトウモロコシの茎に巻き付いて繁茂し、この残茎とムクナを合わせて生草で60Mg ha⁻¹の収量が得られている。この事例を参考に、直立性であるクロタラリアやソルゴーと混播することによって、富貴豆の乾物生産量を増やせる可能性があり、今後検討すべき課題であると思われる。

C/N比については、マメ科であるクロタラリア、ピジョンピー、セスバニア、富貴豆のC/N比は20前後であった。特に、富貴豆はC/N比が16.1と低いため、鋤込み後速やかに窒素の無機化がおこると思われる。一方、ヒマワリとソルゴーはC/N比が平均して43.6, 85.0と高かった。

窒素含有率については、マメ科緑肥ではおよそ20~30g kg⁻¹であり、地上部乾物重の平均値から鋤込んだ場合の成分投入量を推定すると、100~170kg ha⁻¹が投入されることになる。

リン含有率については、どの緑肥も約2~3g kg⁻¹と低かった。県内の家畜ふんを原料とする堆肥のリン含有率は10~36g kg⁻¹であり(亀谷ら, 1980)、緑肥によるリン供給量は家畜ふん堆肥に比べるとかなり小さい。推定成分投入

量も10~20kg ha⁻¹であり、緑肥すき込みによるリン酸に対する肥料効果はほとんど期待できないことが示唆された。

カリ含有率については、ヒマワリ以外の緑肥はおよそ15~20g kg⁻¹であり、ヒマワリが約30g kg⁻¹と他の緑肥に比べて明らかに高かった。緑肥によって異なるが、鋤込みによるカリの推定成投入量は、58~184kg ha⁻¹であった。また、徳之島の島尻マーヅ圃場における分解溶出試験では、緑肥中のカリは1ヶ月で約90%以上が溶出している(後藤・江口, 1997)ため、緑肥鋤込みによるカリ減肥の可能性は高いと考えられた。

今回供試した緑肥の中で、ソルゴーはハウス等の塩類集積土壤中、カリや窒素を吸収するクリーニングクロープとして利用されている(谷本, 1991)。しかし、今回の結果から地上部におけるカリの吸収量を試算すると、ソルゴーは176kg ha⁻¹、ヒマワリは184kg ha⁻¹であった。そのため、ヒマワリもクリーニングクロープとして利用できる可能性があり、今後、塩類集積土壌における検討が必要であると思われた。

2) 圃場条件下における分解試験

供試した緑肥のC/N比は、マメ科のクロタラリアとピジョンピーが低くそれぞれ18.4, 18.3であった。一方、非マメ科のヒマワリは41.3,

表3. 鋤込み適期*の地上部乾物重, C/N比, 乾物当たり成分含有率と推定成分投入量.

	地上部乾物重 (Mg ha ⁻¹)	C/N 比	乾物あたり成分含有率 (g kg ⁻¹)				推定成分投入量 (kg ha ⁻¹)			
			炭素	窒素	リン	カリ	炭素	窒素	リン	カリ
クロタラリア	6.8(±0.8)	22.2(± 3.5)	458(±10)	21.0(±3.4)	2.3(±0.3)	18.5(±3.5)	3107	142	16	126
ピジョンピー	7.1(±1.6)	21.6(± 3.0)	488(±13)	23.1(±3.1)	2.8(±0.3)	14.7(±3.1)	3480	165	20	105
セスバニア	5.4(±1.1)	23.0(± 3.7)	470(± 9)	21.0(±3.5)	2.9(±0.7)	16.8(±2.4)	2525	113	16	90
富貴豆	3.5(±0.8)	16.1(± 2.0)	466(±20)	29.5(±4.3)	3.0(±0.9)	16.8(±2.9)	1609	102	10	58
ヒマワリ	5.9(±1.3)	43.6(±13.0)	441(±17)	10.8(±2.9)	2.8(±0.7)	31.0(±8.6)	2618	64	16	184
ソルゴー	10.7(±0.4)	85.0(±15.1)	453(±15)	5.5(±1.0)	1.6(±0.3)	16.5(±2.4)	4830	59	17	176

*:クロタラリア・セスバニア・ヒマワリは播種後約70日に、ピジョンピー・富貴豆・ソルゴーは播種後約100日に調査

ソルゴーは61.1であった。

図1に埋設期間中の日平均地温を示した。埋設した8月22日の地温は約30℃であり、冬季に向かって低下し、最低値は1月13日の11.4℃であった。その後再び上昇し、6月下旬からは30℃前後で推移した(図1)。

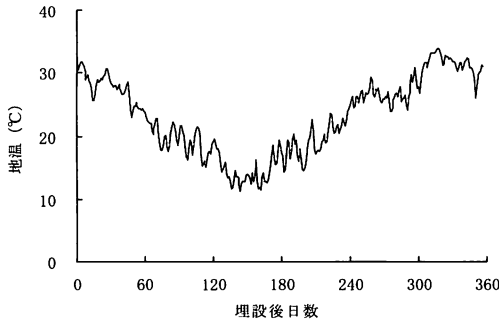


図1. 試験期間中の日平均地温の推移。

炭素の分解については、どの緑肥も埋設後1ヶ月で急激に分解した。特にクロタラリアが速く、約60%が分解していた。次いでピジョンピーとヒマワリが約55%、ソルゴーが約45%であった(図2)。3ヶ月後までは同様な傾向がみられたが、それ以降は緑肥間の差はほとんどなく、1年後には約80%が分解していた。徳之島の暗赤色土における試験でも同様に、鋤込み後1年以降は緑肥間で炭素の分解に差がないことが報告されている(後藤・江口, 1998)。そのため、

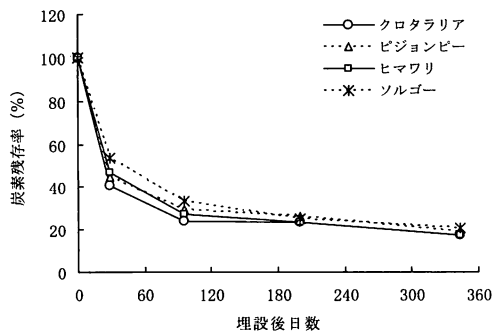


図2. 緑肥の炭素残存率の推移。

腐植含量を増加させるためには乾物収量の多いソルゴーが適していると推察された。仮比重を1、作土深を25cmとして試算すると、ソルゴー鋤込みによる全炭素含量の増加量は鋤込み1年後には0.04%であり、連用が有効であると思われる。

窒素については、クロタラリアとピジョンピーは埋設後1ヶ月で速やかに窒素が無機化された(図3)。その後、6ヶ月までは残存率にほとんど変化なく、それ以降、再び窒素の無機化が生じた。この現象は、埋設後6ヶ月にあたる2月下旬以降は地温が上昇しており、そのことによって無機化が再び促進されたのではないかと思われる。窒素残存率から、鋤込み後1ヶ月間の窒素無機化量はクロタラリアでは約52kg ha⁻¹と試算されるが、これはサトウキビ夏植栽培における基肥窒素施肥量(熟畑の場合)の約70%に相当する(沖縄県農林水産部, 2006)。また、鋤込み後6ヶ月~1年後の窒素無機化量は約32kg ha⁻¹と試算され、これは2回目の追肥(施肥時期は2~3月、最終追肥)の窒素施肥量の約30%に相当する。これらのことから、クロタラリアやピジョンピーの鋤込みによる化学肥料窒素減肥の可能性が示された。

ヒマワリとソルゴーについては、埋設後に窒素の有機化がおり、6ヶ月までは無機化は生

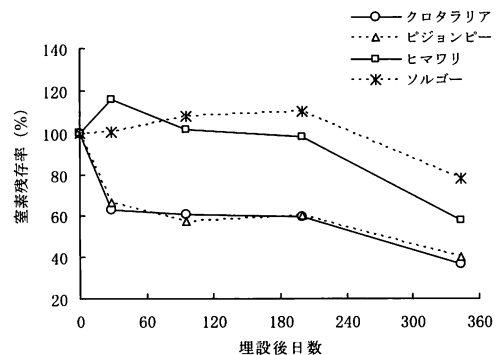


図3. 緑肥の窒素残存率の推移。

じなかった。その後、6ヶ月～1年後までにヒマワリでは42%、ソルゴーでは23%の窒素が無機化された。これらのことから、栽培期間の短い冬春期野菜やサトウキビ夏植栽培の基肥については、ヒマワリやソルゴーの鋤込みによって化学肥料窒素を減肥することはできないと推察された。

4. おわりに

今回調査した春播き緑肥の生育特性から、休閑期間が3ヶ月以下の場合にはクロタラリアやセスバニア、ヒマワリが適しており、休閑期間が3ヶ月以上の場合にはピジョンピーや富貴豆、晩生のソルゴーが適していると考えられた(表4)。ただし、同じ科に属する作物を続けて栽培することは、病害虫を助長する可能性があるため、緑肥を選択する場合に注意する必要がある。特に、ソルゴーについては、後作のサトウキビ発芽率および初期生育に悪影響があるという報告(太郎良ら, 2005)があるため、サトウキビ夏植前の緑肥としては適さないと考えられる。また、今後、緑肥鋤込みによる化学肥料窒素やカリの減肥可能性について検証していく必要がある。

表4. 沖縄県における春播き緑肥の選び方。

休閑期間	圃場条件	
	地力が低く、次作はマメ科作物ではない	地力が高い、または次作がマメ科作物
3ヶ月以内	クロタラリア セスバニア	ヒマワリ
3ヶ月以上	ピジョンピー 富貴豆	ソルゴー(晩生)

* : 酸性土壌では酸度矯正後に播種すること

謝 辞

本試験を実施するに当たり、旧沖縄県農業試験場宮古支場作物研究室並びに八重山支場作物研究室の皆様にご協力いただきました。また、熊本県農業研究センターの郡司掛則昭氏には適切なご助言をいただきました。記して感謝いたします。

Summary

In this study, we investigated growth and decomposition property of several green manures in Okinawa. The results shows that the most likely date to incorporate *Crotalaria juncea*, *Sesbania cannabina* and *Helianthus annuus* is 70 days after sowing while the date of *Cajanus cajan*, *Mucuna capitata* and *Sorghum vulgare* is 100 days after sowing. Dry yield of *S. vulgare* is 10.7 Mg ha⁻¹ which is the highest among the examined green manures. *M. capitata* shows the lowest yield which caused by the plant type. Other green manures shows about 5.9-7.1 Mg ha⁻¹ of dry yield.

Nitrogen content of leguminous plants result in about 2-3 g kg⁻¹ and decomposition test suggested that mineralization of nitrogen occurred rapidly after incorporation. On the other hand *H. annuus* and *S. vulgare* are suggested that immobilization of nitrogen occurred during 6 months after incorporation.

引用文献

- 1) 後藤 忍・江口 洋 1997. 圃場条件における緑肥および有機質肥料からの塩基類の溶出. 土肥誌. 68: 640-644.
- 2) 後藤 忍・江口 洋 1998. 琉球石灰岩風

- 化土壌の圃場条件における各種有機物の分解速度と土壌有機物の集積予測. 土肥誌. 69 : 129-134.
- 3) 伊藤邦夫・宮田邦夫 1994. キマメによる輪換畑の土層改良. 土肥誌. 65 : 569-572.
- 4) 亀谷 茂・國吉 清・大城喜信 1980. 堆きゅう肥等有機物の品質に関する調査. 昭和54年度土壌保全対策事業成績書. 沖縄県農業試験場 pp. 63-65.
- 5) 亀谷 茂 1995. 沖縄県における15年間の耕地土壌の実態と変化. 九州・沖縄地域における土壌の実態と変化. 九州農政局. p. 160.
- 6) 前田乾一・鬼鞍 豊 1977. 圃場条件における有機物の分解率の測定法. 土肥誌. 48 : 567-568.
- 7) 宮丸直子 2006. おきなわの緑肥. 沖縄県農林水産部. p. 9.
- 8) 宮坂四郎 1986. ブラジルの緑肥について. 熱帯農業. 30 : 41-49.
- 9) さとうきび栽培指針. 2006. 沖縄県農林水産部. p. 19.
- 10) 谷本俊明 1991. わが国の野菜畑における塩集積の実態と改良対策. 塩類集積土壌と農業. 日本土壌肥料学会編. 博友社. pp. 71-95.
- 11) 太郎良和彦・宮丸直子・大田守也・伊志嶺正人 2005. 緑肥のすき込みが後作夏植サトウキビの初期生育に与える影響. 日作九支報. 71 : 75-77.