

# 平成26年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3104-325631 （経常（各部）研究）

## 1. 研究課題名と成果の要点

- 研究成果名：有機栽培畑における生産力向上のための緑肥活用法  
（研究課題名：有機栽培畑の窒素肥沃度向上を目指した緑肥と堆肥の活用法）
- キーワード：有機栽培、緑肥、たい肥、熱水抽出性窒素、窒素収支
- 成果の要約：緑肥の作付により熱水抽出性窒素は増加し、たい肥の施用でさらに増加した。その増加程度は、緑肥やたい肥等に由来する難分解性の有機態窒素の増大に伴って緩慢となった。休閑・後作緑肥を2ヵ年作付することで作物の収量性や土壌環境が向上したことなどから、有機栽培畑への転換を前提とした緑肥導入モデルを提示した。

## 2. 研究機関名

- 担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試・農業環境部・栽培環境G 研究主任 櫻井 道彦
- 共同研究機関（協力機関）：（北農会 有機農産物検査・認証センター）

## 3. 研究期間：平成23～26年度 （2011～2014年度）

## 4. 研究概要

- 研究の背景：有機農業の拡大を促進する上で、生産の基盤となる圃場の生産力を高めることは重要であり、その手段として緑肥の導入が考えられるが、その導入に伴う効果については未検討である。
- 研究の目的：緑肥導入に伴う生産力向上効果を明らかにし、それに基づく緑肥活用法を示す。

## 5. 研究内容

- 有機栽培畑における緑肥の生育特性と土壌環境に及ぼす影響
  - ねらい：有機栽培畑での緑肥導入に伴う生産力向上効果を明らかにし、それに基づく施肥法を提示する。
  - 供試圃場：場内3圃場（火山性土、低地土、未熟土）。管理は有機JAS規格に準拠し、緑肥はすき込み。
  - 作付概要：2011年から3作連作。2014年はレタス栽培（窒素施肥量12 kg/10a（魚かす））により生産力評価。
  - 供試緑肥：休閑緑肥（アカクロローバ、クリムソクローバ、えん麦、無栽培（対照））  
後作緑肥（ヘアリーベッチ、混播（えん麦+ヘアリーベッチ）、えん麦、無栽培（対照））
  - 施用資材：鶏ふん区（発酵鶏ふん3～5 kgN/10a）、たい肥区（牛ふんたい肥3t/10a+発酵鶏ふん0～2 kgN/10a）
- 有機栽培畑への転換を前提とした緑肥の導入
  - ねらい：一年生作物の生産を前提に、有機栽培畑への転換に向けた緑肥の導入モデルを提示する。
  - 供試圃場：場内の未熟土。管理は有機JAS規格に準拠し、緑肥はすき込み。
  - 試験処理：

| 緑肥に対する窒素施肥       |          |                 | 転換期間中に相当       |            |         |                           |     |   |    |            |   |     |                  |                        |     |    | 転換後に相当                                                                 |
|------------------|----------|-----------------|----------------|------------|---------|---------------------------|-----|---|----|------------|---|-----|------------------|------------------------|-----|----|------------------------------------------------------------------------|
| 試験区              | 施用区      | 施肥量<br>(kg/10a) | 年              | 2011年(1年目) |         |                           |     |   |    | 2012年(2年目) |   |     |                  |                        |     |    |                                                                        |
|                  |          |                 | 月              | 5          | 6       | 7                         | 8   | 9 | 10 | ～          | 5 | 6   | 7                | 8                      | 9   | 10 |                                                                        |
| ① 緑肥なし           | 無施用区(対照) | 0               |                |            |         |                           |     |   |    |            |   |     |                  |                        |     |    | 2013年(3年目)<br>スイートコーン <sup>1)</sup><br>2014年(4年目)<br>レタス <sup>2)</sup> |
|                  | たい肥区     | 3               | 堆              |            | レタス     |                           |     |   |    |            | 堆 |     | レタス              |                        |     |    |                                                                        |
| ② 後作緑肥+後作緑肥      | 鶏ふん区     | 3               |                |            | 鶏       | ヘアリー                      |     |   |    |            |   | 鶏   | ヘアリー             |                        |     |    |                                                                        |
|                  | たい肥区     | 3               |                |            | レタス     | 堆                         | ベッチ |   |    |            |   | レタス | 堆                | ベッチ                    |     |    |                                                                        |
| ③ 休閑緑肥+後作緑肥      | 鶏ふん区     | 3               | 鶏              |            |         |                           |     |   |    |            |   |     | 鶏                | ヘアリー                   |     |    |                                                                        |
|                  | たい肥区     | 3               | 堆              |            | アカクロローバ |                           |     |   |    |            |   |     | レタス              | 堆                      | ベッチ |    |                                                                        |
| ④ 休閑緑肥(2年間)      | 鶏ふん区     | 3               | 鶏              |            |         |                           |     |   |    |            |   | 鶏   |                  |                        |     |    |                                                                        |
|                  | たい肥区     | 3               | 堆              |            | アカクロローバ |                           |     |   |    |            |   | 堆   | 〔1年目で<br>すき込まない〕 |                        |     |    |                                                                        |
| (鶏) : 発酵鶏ふんの施用時期 |          |                 | (堆) : たい肥の施用時期 |            |         | 1) 窒素施肥量12 kg/10a(なたね油かす) |     |   |    |            |   |     |                  | 2) 窒素施肥量12 kg/10a(魚かす) |     |    |                                                                        |

（鶏）：発酵鶏ふんの施用時期 （堆）：たい肥の施用時期 <sup>1)</sup> 窒素施肥量12 kg/10a（なたね油かす） <sup>2)</sup> 窒素施肥量12 kg/10a（魚かす）

## 6. 成果概要

- 緑肥1作目での熱水抽出性窒素の増加程度は、休閑緑肥のアカクロローバで0.8 mg/100g、クリムソクローバ、えん麦で0.5 mg/100g、後作緑肥で0.2 mg/100gであり、たい肥を施用した場合さらに0.3 mg/100g程度上昇した。作付回数やたい肥施用に伴う残存有機態窒素（緑肥や施用資材中の難分解性窒素）量の増加に伴って熱水抽出性窒素は増加したが、残存有機態窒素量が増えるほどその増加程度は緩慢となった（図1）。
- α-グルコシダーゼ活性（畑土壌の微生物性診断指標）は、休閑・後作緑肥を問わず1作目で上昇した。緑肥作付に伴う熱水抽出性窒素やα-グルコシダーゼ活性などの生産力向上によりレタスの収量も増加した。
- これらの結果や既往の知見を基に、「有機栽培畑における緑肥栽培法とその効果」として提示した。なお、たい肥施用に付随する養分供給量を考慮し、緑肥作付時のたい肥施用上限量を概ね3t/10aとした（表1）。
- 転換期間中に相当する2ヵ年に緑肥を栽培した試験区②、③、④では、転換後の作物（スイートコーン、レタス）がそれぞれ10、20、30%程度増収し、転換期間中にたい肥を施用した場合はさらに5%程度増収した。また、熱水抽出性窒素も試験区②、③、④でそれぞれ0.5、1.0、1.5 mg/100g程度上昇し、転換期間中にたい肥を施用した場合はさらに0.5 mg/100g程度上昇した（表2）。
- 緑肥を栽培した試験区の超過窒素量（地下水の硝酸汚染リスクの評価指標）は、緑肥を栽培していない試験区①と大差なく、ゼロ前後であった。なお、後作緑肥（えん麦）や吸肥力の強い作物（かぼちゃ、スイートコーンなど）を導入することで、窒素負荷の更なる低減が可能と考えられた（表2）。
- これらの結果を基に、「有機栽培畑への転換を前提とした緑肥導入モデル」を提示した（表3）。

## ＜具体的データ＞

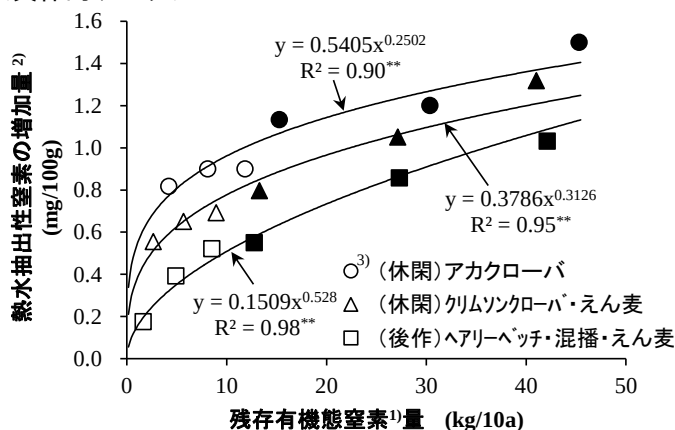


図1 残存有機態窒素量と  
熱水抽出性窒素の増加量との関係  
(2012～2014年：休閑緑肥、後作緑肥)

- 1) 緑肥や施用資材に含まれる窒素成分のうち、おおよそ1年間、土壌で分解されずに残存する窒素とし、その割合は以下による。  
発酵鶏ふん：20%（既往の試験成績を参照）  
たい肥：78%（農林水産技術会議事務局、研究成果166、1985）  
マメ科緑肥：28%、混播：35%、えん麦：41%  
（小川ら、北農試研報149、1988）
- 2) 無栽培（対照）との比較による。
- 3) 凡例の白抜きは鶏ふん区、黒塗りはい肥区

表1 有機栽培畑における緑肥栽培法とその効果

|                                             | 休閒緑肥                                                                    |                       |                   | 後作緑肥             |                  |         |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|---------|
| 作物                                          | アカクローバ                                                                  | クリムソクローバ <sup>*</sup> | えん麦 <sup>2)</sup> | ヘアリーベッチ          | 混播 <sup>3)</sup> | えん麦     |
| 窒素施肥量 (kg/10a)                              | 2～4                                                                     | 3～4                   | 5～6               | 2～5              | 3～6              | 5～6     |
| 施用資材                                        | たい肥(3 t/10aを上限とし、1 tあたり窒素1 kg減肥)<br>窒素無機化が速い有機質資材(窒素含有率の高い発酵鶏ふん、大豆かすなど) |                       |                   |                  |                  |         |
| 乾物収量 (kg/10a)                               | 350～550                                                                 | 300～550               | 400～550           | 150～200          | 250～350          | 300～400 |
| 窒素吸収量 (kg/10a)                              | 10～14                                                                   | 6～10                  | 4～6               | 5～8              | 5～8              | 4～7     |
| 1作目における熱水抽出性窒素の上昇程度 <sup>1)</sup> (mg/100g) | 0.8                                                                     | 0.5                   |                   | 0.2              |                  |         |
| α-グルコシダーゼ活性                                 | 1作目で上昇(アカクローバでやや高い)                                                     |                       |                   | 1作目で上昇(えん麦でやや高い) |                  |         |
| 備 考                                         | 緑肥のすき込みは、フレールモア等で細断後、ロータリーで混和した。野良生えの発生を防ぐため、種子が結実する前に確実にすき込む。          |                       |                   |                  |                  |         |

- 1) たい肥1 t/10aあたり熱水抽出性窒素0.1 mg/100g程度の上昇が見込める。  
なお、連作するとその上昇程度は緩慢となる。
- 2) 年2回の栽培も可能である。
- 3) えん麦+ヘアリー・ベッチ

表2 緑肥導入による転換後の作物収量・熱水抽出性窒素と窒素収支（2011～2014年）への影響

| 試験区    | 施用区      | 作物収量 <sup>1)</sup> |                | 熱水抽出性窒素        |                | 窒素収支 <sup>2)</sup> | 超過窒素量 <sup>3)</sup> | えん麦導入時の超過窒素量 <sup>4)</sup> | 備考                                                                                |
|--------|----------|--------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|        |          | 2013年<br>(3年目)     | 2014年<br>(4年目) | 2013年<br>(3年目) | 2014年<br>(4年目) |                    |                     |                            |                                                                                   |
| ① 緑肥なし | 無施用区(対照) | (1185)             | (2132)         | 4.2            | 3.6            | 5.4                | -0.8                | -1.5                       | 1) 2013年：スイートコーン、2014年：レタス<br>無施用区(対照)に対する収量比を示す。<br>( )内は実数(kg/10a)              |
| ② 鶏ふん区 | たい肥区     | 108                | 103            | 5.1            | 4.5            | 7.6                | 1.4                 | 0.8                        | 2) 窒素収支＝<br>投入窒素量(施用資材、緑肥、生物固定窒素、収穫残渣)<br>－持出窒素量(収益作物、緑肥の窒素吸収量)<br>2011～2014年の平均値 |
| ③ 鶏ふん区 | たい肥区     | 112                | 105            | 4.9            | 4.3            | 7.0                | 0.8                 | -1.4                       | 3) 超過窒素量＝窒素収支－硝酸性窒素残存許容量(6.2)<br>硝酸性窒素残存許容量は、中辻ら(2014)により推定。                      |
| ④ 鶏ふん区 | たい肥区     | 119                | 107            | 5.7            | 4.9            | 8.3                | 2.1                 | -0.1                       | 4) 1、2年目のヘアリー・ベッチをえん麦に変更し、<br>4年目の後作にえん麦の無窒素栽培を導入した場合。                            |
| ⑤ 鶏ふん区 | たい肥区     | 128                | 114            | 4.9            | 4.6            | 5.3                | -0.9                | -2.6                       |                                                                                   |
| ⑥ 鶏ふん区 | たい肥区     | 130                | 117            | 5.7            | 5.1            | 6.9                | 0.7                 | -1.1                       |                                                                                   |
| ⑦ 鶏ふん区 | たい肥区     | 141                | 116            | 6.7            | 5.2            | 5.2                | -1.0                | -1.7                       |                                                                                   |
| ⑧ 鶏ふん区 | たい肥区     | 153                | 125            | 7.3            | 6.0            | 6.4                | 0.2                 | -0.5                       |                                                                                   |

表3 有機栽培畑への転換を前提とした緑肥導入モデル

| モデルケース      | ・特徴<br>・導入の目安 <sup>1,2)</sup><br>(熱水抽出性窒素) | 転換期間中に相当                                                                          |                     | 転換後に相当(3, 4年目)                              |                           | 備考                                                                                                                                              |
|-------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                            | 1年目                                                                               | 2年目                 | 熱水抽出性窒素<br>の上昇程度 <sup>2)</sup><br>(mg/100g) | 作物の<br>増収程度 <sup>3)</sup> |                                                                                                                                                 |
| A 後作緑肥+後作緑肥 | ・収益性の確保<br>・4.5 mg/100g程度                  | 収益作物                                                                              | ヘアリー・ベッチ・<br>混播・えん麦 | 収益作物                                        | ヘアリー・ベッチ・<br>混播・えん麦       | ・前作物が窒素吸収量に比べて窒素施肥量が多い作物(レタス、たまねぎ等)の場合、残存窒素の回収と生産力向上の両立を図る上で有利なえん麦を伴付する。<br>・マメ科緑肥の後作物には、吸肥力の強い作物(かぼちゃ、スイートコーンなど)の導入により、窒素負荷の低減を図る。その際、根菜類は避ける。 |
| B 休閑緑肥+後作緑肥 | ・AとCの間<br>・4.0 mg/100g程度                   | アカクローバ・クリムソクローバ・えん麦                                                               | 収益作物                | ヘアリー・ベッチ・<br>混播・えん麦                         | 中(1.0)                    | 中(20%)                                                                                                                                          |
| C 休閑緑肥(2年間) | ・転換後の効果が大きい<br>・3.5 mg/100g程度              | アカクローバ(雑草発生やアカクローバの種子落下を防ぐため、適宜掃除刈りをする)・クリムソクローバ <sup>4)</sup> ・えん麦 <sup>4)</sup> |                     |                                             | 大(1.5)                    | 大(30%)                                                                                                                                          |

- 1) 有機栽培露地野菜畑の土壌窒素診断基準値(5.0～7.0 mg/100g)への到達が見込まれる熱水抽出性窒素レベル。排水性不良等で緑肥の生育量が十分得られない場合、基準値に達しない恐れがある。
- 2) 転換期間中にたい肥を施用した場合、熱水抽出性窒素はさらに0.5 mg/100g程度上昇するため、導入の目安となる熱水抽出性窒素を各モデルケースで0.5 mg/100g程度低く見積もる。
- 3) 転換期間中にたい肥を施用した場合、さらに5%程度増収する。なお、( )内はスイートコーン(3年目)、レタス(4年目)を伴付し、緑肥すき込みに伴う窒素減肥未対応での値である。
- 4) クリムソクローバ・えん麦は越冬不可で、転換後の生産力はアカクローバより劣る。

## 7. 成果の活用策

### 1) 成果の活用面と留意点

- (1) 有機栽培畑へ転換中および転換後の地力増進による生産力向上のために緑肥を活用する際の参考とする。
- (2) 緑肥の導入に当たっては、既往の知見(北海道緑肥作物等栽培利用指針-改訂版-等)も併せて活用し、特に緑肥の選定にあたっては後作物との適合性に留意する。

### 2) 残された問題とその対応 なし

## 8. 研究成果の発表等

- 1) 櫻井道彦 日本有機農業学会第4回有機農業試験研究交流会にて発表(山梨県：2011.10)