

# 環境保全と生産性向上に向けたイネ科 緑肥の重要性

## 1. はじめに

みどりの食料システム戦略では、温室効果ガスの排出削減、化学農薬・化学肥料の低減などの目標を達成するために、環境調和型の農業推進が進められています。JA全中は、この取り組みの一環として、生産者の所得確保を前提に、環境負荷低減対策を全JAで実施することを発表しています（2024年3月8日）。具体的には、化学肥料・化学農薬の使用量削減や温室効果ガスの排出低減に向け、土壌診断に基づく適正施肥や耕畜連携による堆肥の活用、IPM（総合的病害虫・雑草管理）の推進、自給飼料の生産・利用拡大など、環境保全型農業の先行事例の普及に取り組むとともに、栽培暦の見直しも含め、地域実態に応じた環境調和型農業の実践・拡大に努めることを掲げています。

このような農業生産における環境配慮が国内外で必須となっている中、畑作におけるイネ科緑肥の導入効果に再び注目が集まっています。わが国の畑作の多くは、かつては冬作の麦類と結合しており、有機物の確保や太陽エネルギーの利用率からみても総合生産力の高いものでした。しかし、麦価の低迷によりこれらの体系が衰退しています。畑作の崩壊は、主要作物の連作を招き、土壌養分供給バランスの欠如や土壌有機物の減少、水食・風食による土壌流失などを引き起こし、畑作生産の持続性が失われつつあります。

特に加工用キャベツなどの生産では、圃場面積の確保が困難な場合があり、連作が増加し、根こぶ病などの被害が広がっています。スイートコーンなどのイネ科作物との輪作が提案されていますが、加工用野菜の生産現場では輪作の導入は限定的です。そのため、イネ科緑肥の導入が連作障害対策として生産農家にとって現実的な解決策となっています。例えば、ソルガムを緑肥として導入することでキャベツの根こぶ病の発生が軽減されると報告されています。イネ科緑肥の導入により、薬剤散布を行わずに

根こぶ病を防ぎ、高品質なキャベツの生産が可能です。

畑作へのイネ科緑肥の導入効果は、連作障害回避だけでなく、土壌炭素の固定、土壌保全、そして栄養塩の循環など、畑作の生産性を維持しながら環境と調和した生産システムへの転換が可能です。ここでは、イネ科緑肥がもたらす土壌保全、土壌炭素の増加、および栄養塩の溶脱防止効果について詳しく報告します。

## 2. 土壌保全効果

晩秋から翌春にかけて、裸地で管理される圃場が増え、北関東では「からっかぜ」と呼ばれる季節風によって土壌の乾燥が速まり、強風によって土が舞い上がる現象が起こっています（写真1）。石川（1977）によれば、関東地方では冬季から春季までの季節風によって、裸地で約13t/haの土が風食で失われるとされています。これは作土の約2%に相当し、50年でほぼ全土が失われる可能性があります。

冬期に栽培される緑肥は、土壌風食を防ぐ効果が高いことが知られています。植生自体が風速を抑制し、土壌水分を保持することで風食を防ぎます。図1では、裸地、ライムギ、エンバク圃場での風速分



写真1 茨城県南部の畑作地帯での3月初旬の土壌風食



写真2 茨城県ひたちなか市におけるサツマイモ畑の後作のイネ科緑肥の栽培風景（2009年3月1日撮影。この事業は現在も継続されている。）

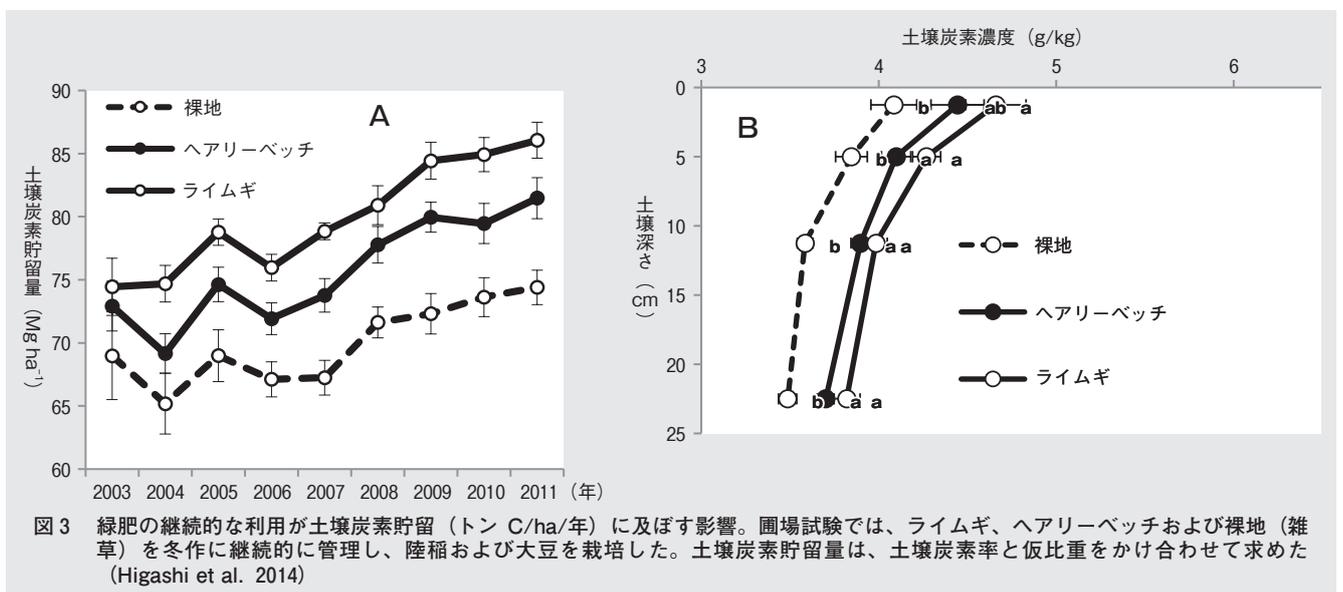
春の強風による土壌風食は、農産物の品質低下や交通、生活面に影響を与えます。そのため、緑肥作物を利用して風食を防止する取り組みが各地で行われています（写真2）。イネ科緑肥のライムギは、比較的晩播でも風食を抑制する効果がありますので、畑の輪作体系に取り組む価値があります。

### 3. 土壌炭素貯留

緑肥が注目される理由の一つは、土壌有機物の蓄積です。土壌有機物は土壌の健全性を維持し、その骨格である土壌炭素は土壌の栄養を支える役割を果たします。カバー作物は、乾物生産量の高い作物を利用し、光合成によって二酸化炭素を吸収し、その遺体が分解されて土壌有機物として蓄積されます。これにより、土壌中の栄養塩が供給され、作物の生産性が向上します。一方、土壌に蓄積された炭

素は長期間にわたり大気中から隔離され、これを炭素隔離機能と呼びます。土壌は二酸化炭素の吸収源として機能し、土壌中の炭素貯留は大気中の炭素量の3.3倍に相当します。このように、土壌中の炭素量を増やすことで、大気中のCO<sub>2</sub>増加量をゼロにする可能性があります。

では、緑肥の利用は土壌炭素にどのような影響をあたえるのでしょうか？この疑問に答えるために茨城大学農学部国際フィールド農学センターにおいて、2003年から農耕地の炭素貯留と作物生産性についてモニタリングを行っています。このモニタリングでは、耕耘方法（不耕起、プラウ耕、ロータリ耕）と冬作のカバークロップ利用（ヘアリーベッチ、ライムギ、裸地）を組み合わせ、陸稲や大豆を栽培しました。この結果では、試験開始の最初の数年間は、土壌炭素量に有意な差は見られませんでした。しかし、継続して3年目から耕うん方法による影響が認められ、その後に緑肥の有無の有意性が認められました。夏作物栽培前の緑肥による炭素供給量は、平均で見ると裸地で0.8t/haに対して、ヘアリーベッチで1.6t/haとなりライムギでは4.2t/haの供給量を示しました。この結果、緑肥の導入から9年目には緑肥利用の有無で土壌炭素濃度の差異が明確に認められました（図3）。最も多くの土壌炭素濃度を確保したのはライムギであり、ついでヘアリーベッチでした。このことは土壌に供給する植物体の炭素量の差異が大きく影響しています。イネ科緑肥は、その乾物重が早期に確保できるため、炭素貯留効果が高いことが認められます。また、イネ科緑肥はマメ科緑肥に比べてCN比が高く、土壌中で



の分解が緩やかであることも炭素貯留効果を大きくしています。

土壌炭素貯留に関して、「4パーミル・イニシアティブ」という取り組みが注目されています。これは、毎年土壌中の炭素量を4/1,000ずつ増やすことで、大気中のCO<sub>2</sub>を相殺し、結果的にCO<sub>2</sub>増加量をゼロに抑えることを目指しています。このような観点から、イネ科緑肥は土壌炭素向上に貢献する重要な手法として注目されています。

#### 4. ハウス栽培での土壌改善事例

茨城県は小松菜の収穫量で全国1位です。2017年

に埼玉県を抜いて以来、その収穫量は年々増加しています。この背景には、メロンの栽培から小松菜の栽培に転換する動きがあります。小松菜は扱いやすく、需要が安定しており、ハウス栽培では、年に5～8回の周年栽培が行われ、非常に効率的です。しかし、ビニールハウスなどの施設栽培では、降雨の影響がなく、多肥栽培が行われるため、塩類が土壌に蓄積し問題となります。調査した圃場では、土壌EC（電気伝導度）は、適正上限値が0.4mS/cmに対し、1.0～1.8mS/cmと大幅に上回っていました（図4）。また、土壌pHは、1つの圃場を除いて酸性化が認められています。生産農家からは、「このハウ

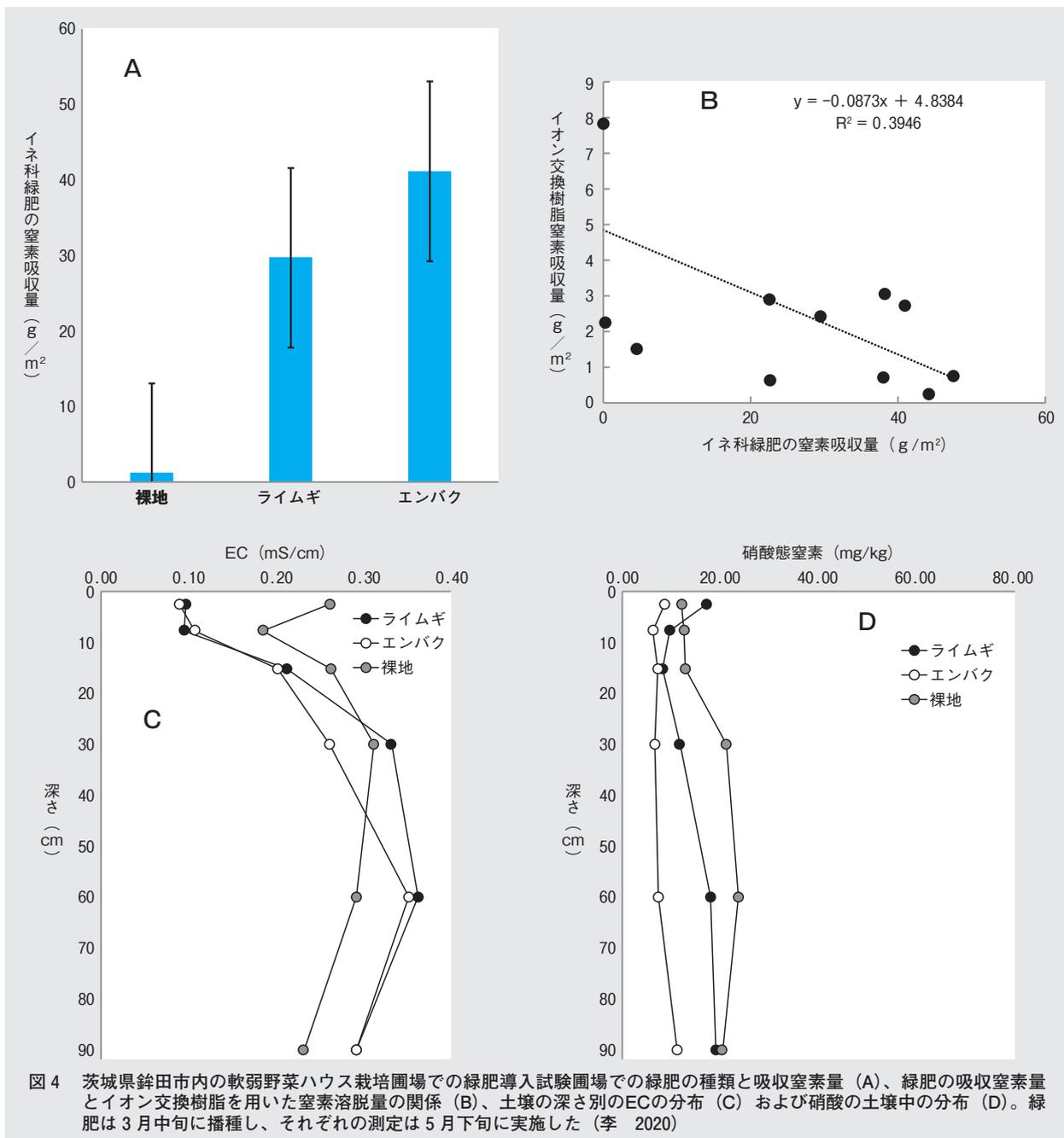


図4 茨城県鉾田市内の軟弱野菜ハウス栽培圃場での緑肥導入試験圃場での緑肥の種類と吸収窒素量 (A)、緑肥の吸収窒素量とイオン交換樹脂を用いた窒素溶脱量の関係 (B)、土壌の深さ別のECの分布 (C) および硝酸の土壌中の分布 (D)。緑肥は3月中旬に播種し、それぞれの測定は5月下旬に実施した (李 2020)

スは作りづらくなってきた」との声もいただきました。

現在、塩類が蓄積した土壌を改良するための一般的な方法は湛水除塩や雨水除塩です。これは、ビニールハウス内を一定期間湛水したり、ビニールを取り除いて雨水にさらすことで、土壌に蓄積した塩類を水で洗い流す方法です。この方法では、土壌中の塩類が水に溶解し、洗い流されるため、改良効果が高いですが、一方で水によって洗い流された塩類が外部の環境に影響を与える可能性があります。

そこで、この生産農家のハウスにおいて、イネ科緑肥を導入することによる土壌中の栄養塩濃度の低減効果について検討しました。ここでは、ライムギ、エンバク、ソルガムの3種類の緑肥を使用し、土壌中の窒素の溶脱量を測定するためにイオン交換樹脂を設置しました。緑肥の播種時期は、ライムギとエンバクは3月に、ソルガムは5月に設定し、裸地との比較を行いました。この実験は4回の反復を行い、乱塊法に基づいて設計されました（写真3）。

ライムギとエンバクは、裸地に比べて非常に多くの土壌窒素を吸収しました。これらは10aあたりで30kgから40kgの窒素を吸収しました（図4A）。また、緑肥の地下30cmに埋設したイオン交換樹脂が捕獲した窒素の溶脱量は、緑肥の吸収窒素量と負の相関が認められ、緑肥の吸収窒素量が多くなるほど窒素溶脱量は低下しました（図4B）。土壌中のECの分布をみると、0から30cmでは裸地がもっとも高くなり、エンバクとライムギでは低下しました（図4C）。しかし、30cm以下の層では緑肥の作付けの効果は認められませんでした。また、硝酸態窒素濃度は20cm以下で裸地がもっとも高くなり、エンバクとライムギでは低下しました（図4D）。こ



写真3 茨城県銚田市でのコマツナ栽培圃場でのイネ科緑肥の導入試験

の試験においては、ハウス内での3月播種の条件下ではライムギに比べてエンバクの生育が良好であり、窒素吸収や硝酸の削減効果が大きくなりました。また、ECをみると、地表面では緑肥の作付けによって低下したのですが、地下部でのEC低下は小さく、緑肥作付の効果は限定的でした。土壌ECを高める要因として、硝酸イオンの他の陰イオンの存在も考慮され、緑肥のもつ土壌EC低下機能は限定的であることが考えられます。

図5に地上のビニールを剥いだ状態とビニールで被覆したままの状態とで、裸地および緑肥を栽培した場合の土壌ECをみると、裸地管理に比べて緑肥

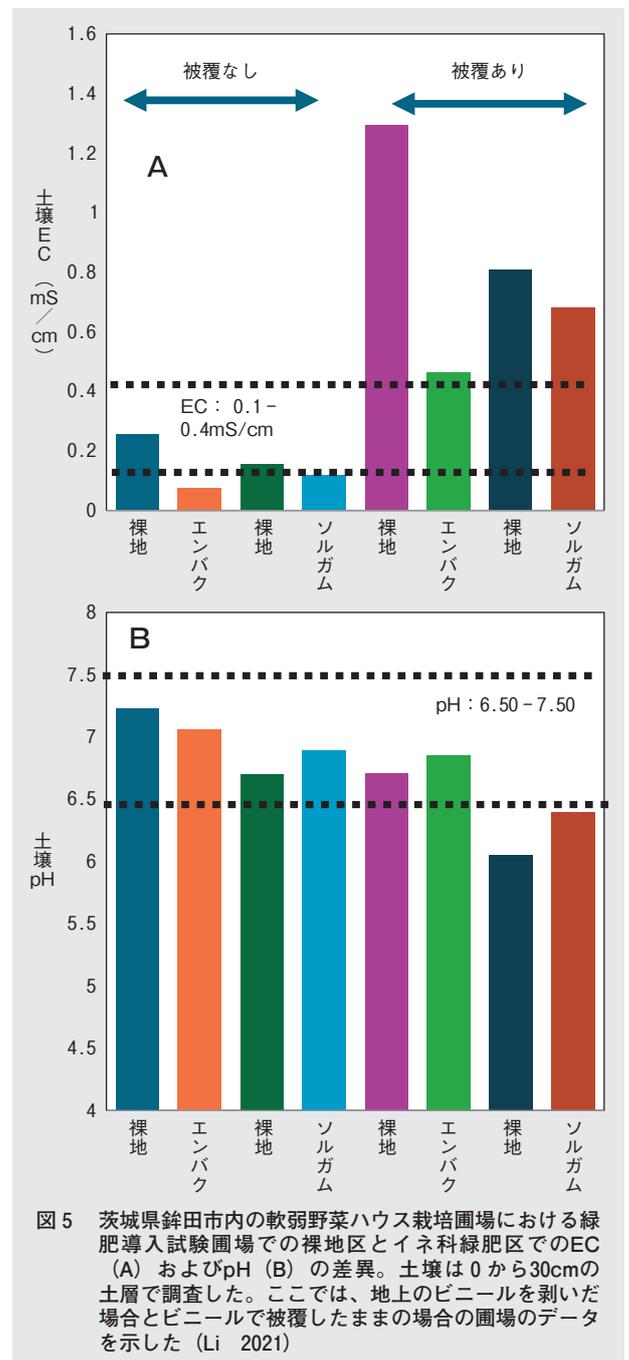


図5 茨城県銚田市内の軟弱野菜ハウス栽培圃場における緑肥導入試験圃場での裸地区とイネ科緑肥区でのEC (A) およびpH (B) の差異。土壌は0から30cmの土層で調査した。ここでは、地上のビニールを剥いだ場合とビニールで被覆したままの場合の圃場のデータを示した (Li 2021)

利用で低下しました(図5A)。また、ビニールの被覆を剥ぐことで降水の影響を受け、ECの低下が著しいことが認められました。これに対し、ビニールで被覆したままの圃場で緑肥を栽培した場合においても緑肥区でECの低下が認められました。また、ソルガムよりもエンバクでEC低下が大きくなりました。土壌pHをみると、多くの圃場においても緑肥の作付けによってpHの上昇が認められました(図5B)。

イネ科緑肥を軟弱野菜の作付け体系に組み込むことには、土壌有機物の供給や栄養塩の除去などの複数の効果が認められます。これらの緑肥の作付け期間は畑作物の栽培を休止する必要があります。しかし、最近の生産現場での規模拡大が進む中で、一つひとつのハウス土壌の管理を適正化したいという生産者の希望が強くなっています。その意味で、イネ科緑肥を導入することはハウス土壌の健全化につながるものと期待します。

## 5. おわりに

いま、環境再生型農業という言葉が注目されています。この背景として、現在の世界中での土壌劣化の主要因は農業生産活動による影響が大きいことが指摘されています。その反面、緑肥の利用や不耕起栽培など、土壌の健全性を高める技術に関心が高まっています。不耕起の導入は現実には難しいとこ

ろがあります。しかし、緑肥の利用は、比較的多くの農業生産現場において既存の農業機械を活用しながら実施でき、導入は比較的容易です。緑肥といえばマメ科緑肥が注目されますが、今回は、イネ科緑肥の持つダイナミックな効果をみていただきました。皆様の圃場にぜひ、イネ科緑肥を導入いただき、農地のもつ循環機能を高め、ひいては地域と地球の環境再生に貢献できる農業へ展開できればと思います。

## 6. 文献

- 1) 石川昌男, 1977. 農家の土壌学. 農文協. 東京.
- 2) 小松崎将一; 鈴木光太郎. ハクサイ栽培でのカバークロップ利用による土壌風食の抑制. 農作業研究, 2008, 43. 4 : 187-197.
- 3) Higashi, T., Yunghui, M., Komatsuzaki, M., Miura, S., Hirata, T., Araki, H., & Ohta, H. (2014). Tillage and cover crop species affect soil organic carbon in Andosol, Kanto, Japan. Soil and Tillage Research, 138, 64-72.
- 4) Li Zhenrui, Changes of Soil Chemical and Physical Parameters Due to the Use of Cover Crops in Greenhouse Vegetables Production, 2021. Master thesis in Major in Agriculture Science Graduate School of Agriculture Ibaraki University.