

技術紹介

ヤンマーアグリジャパン株式会社
農機推進部 ソリューション推進部 専任部長

釣井 忠時

マメ科緑肥とスマート農機を活用した
水稻栽培

●ポイント

- ・化学肥料の減肥など環境負荷軽減対策として、マメ科緑肥（以降、緑肥と記述）と可変施肥田植機の活用
- ・リモートセンシングを利用して生育状況を把握
- ・緑肥＋スマート農機（可変施肥田植機、ドローン、GPSブロードキャスター）＋リモートセンシングの効果（収量増加、地力向上など）

が限界となると予測した圃場では、収穫7日前にドローンでの立毛播種を実施しました。

今までの実施事例から考察すると、緑肥の出芽率を向上させるには、排水対策は必須項目ですが、圃場条件や気象条件に適した緑肥の播種方法や播種時期の選定が大きなポイントとなると考えます。



写真1 緑肥の播種の様子
左：明渠施工圃場
右：ドローンでの立毛播種

1. はじめに

これまで緑肥作物（以下緑肥）の有効活用は土壤改良や地力向上にスポットがあてられていましたが、肥料などの資材高騰に伴い緑肥を肥料として代替えとする生産者が増えてきました。しかし、土壌条件（特に排水不良）や気象条件によっては緑肥の出芽や生育のバラつきが発生し、その後の水稻肥培管理にも大きな影響を及ぼす場合があります。

本稿ではスマート農機とリモートセンシングデータを活用し、緑肥の出芽や生育のバラつきが発生した場合でも安定した水稻栽培が可能な栽培方法を報告させていただきます。

2. 緑肥の播種

播種前の耕起は水稻収穫後に深く起こし、排水不良の圃場では明渠を施工し、湿害対策を実施しました（写真1左）。その後、ヘアリーベッチ（まめ助（品種ナモイ）、藤えもん（品種マッサ））やペルシアンクローバ（まめ小町（品種Mame-Komachi））の種子をドローンにて播種しました（写真1右）。また、前作の収穫時期が遅くなり、緑肥の播種時期

3. 緑肥の生育のバラつき発生

生育の良好であった圃場では草高が平均35cm程度となり、根粒菌の共生も確認出来ました。しかし、生育が不十分となった圃場では、緑肥の生育のバラつきが大きくなり、1圃場の生育良好な箇所では草高が約30cm、生育不良の箇所では草高が約10cm、地表水が滞水した箇所では枯殺状態となりました（写真2）。これに伴いこの圃場における水稻栽培は可変施肥田植機による移植を実施することとなりました。



写真2 緑肥の生育のバラつき
左：圃場の様子
右：収穫個体の様子（数値は1m²当たりの生重量）
A：生育旺盛、B：生育不良

4. 緑肥の生育にバラつきが発生した圃場では可変施肥マップを作成

緑肥の生育にバラつきが発生した圃場では、リモートセンシングを活用して緑肥の生育状況（刈り取り前）を生育マップとしてデータ化し（図1）、その生育マップから水稻の基肥可変施肥マップを作成しました（図2）。その基肥可変施肥マップを田植機に読み込ませ田植を実施しました。

従来の側条施肥田植機では、株横に一定の施肥量を施肥するのみでしたが、可変施肥田植機（図3）により緑肥の生育が良好だった箇所（5m四方）では減肥し、生育の不良となった箇所（5m四方）では増肥する作業を田植機が全て自動で実施しました。

【生育マップとは？】

生育マップはLAI値（葉面積指数=葉面積の合計÷地表面積）を基にAIで分析して作成されます。その時点での生育状況そのものを表しています。



図1 リモートセンシングによる生育マップ
左：ドローンによる可視画像
右：ヘアリーベッチ生育マップ

【可変施肥マップ】

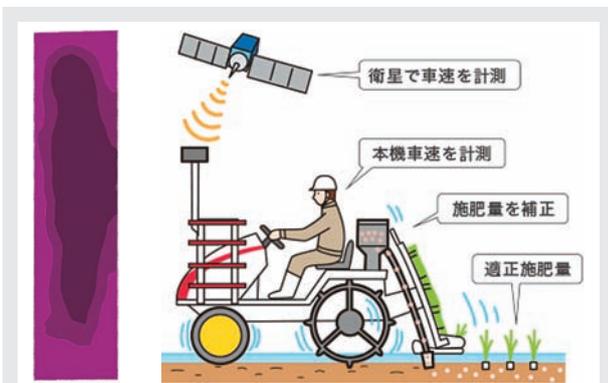


図2 可変施肥マップと施肥量補正
左：可変施肥マップ
右：衛星で車速を計測し施肥量を補正するシステム

可変施肥マップは地図上に5m四方で施肥量を作成し、マップ化されるシステムで簡単に作成されます。作成された可変施肥マップは対応可能な田植機やドローンなどで利用できます。

5. 可変施肥田植機での移植で基肥施肥量の削減

可変施肥を実施した圃場では基肥一発型肥料の10%~25%の減肥施用となりました。一方、緑肥の生育が良好であった圃場では基肥無施用で移植を実施し、50%~100%の減肥となりました。

【注】100%の減肥は、マメ科緑肥のみでの生育で追肥なし



図3 スマート施肥仕様YR8DA

6. リモートセンシングによる水稻の生育状況把握

リモートセンシングの中でもLAI値とNDVI値には相互補完的に利用可能で、生育状況のモニタリングには広く利用されています（図4）。

LAI値は圃場内イネの葉の片面総面積の割合を示す物理的指数で、植生の蒸散量や光合成能力の設定値として活用されています。

NDVI値はイネの緑葉が持つ赤色光を吸収し近赤外光を反射する性質を利用した指数で、生育状況（幼穂形成期）のモニタリングに利用されています。

圃場①	区分	8月1日	8月6日	8月11日	8月14日	8月22日	8月26日	9月1日	9月8日	9月19日
圃場①	LAI	1.01	1.63	1.75	1.81	1.77	2.13	1.83	1.83	1.74
	NDVI	0.53	0.70	0.70	0.69	0.69	0.76	0.71	0.71	0.71
圃場②	区分	8月1日	8月6日	8月11日	8月14日	8月22日	8月26日	9月1日	9月8日	9月19日
圃場②	LAI	1.30	1.93	2.09	2.20	2.05	2.18	1.93	1.79	1.72
	NDVI	0.61	0.75	0.74	0.72	0.70	0.76	0.72	0.71	0.72
圃場③	区分	8月1日	8月6日	8月11日	8月14日	8月22日	8月26日	9月2日	9月8日	9月19日
圃場③	LAI	1.44	1.59	2.25	2.35	2.59	2.82	2.52	2.45	1.98
	NDVI	0.69	0.66	0.79	0.78	0.80	0.83	0.78	0.77	0.71

図4 有効分げつ期～出穂期のリモートセンシングによる生育状況

このLAI値とNDVI値を生育ステージに合わせてモニタリングすることで生育状況を把握し、肥培管理や病虫害防除管理に役立てました。従来のSPAD値、草丈、茎数とNDVI値との相関性も確認できたことで、暑い真夏の生育調査からモニタリングによる生育調査へ大きく変革しました。

7. 緑肥+リモートセンシング+基肥可変施肥田植機の効果

緑肥の肥料効果は地上部の鋤き込み量に大きく影響を受けます。即ち、緑肥が圃場全体にバラツキなく適正に生育すれば施肥量を軽減することも可能となりますが、緑肥の生育にバラつきが生じた場合は可変施肥を実施すれば減肥することが可能となります。特に可変施肥田植機とリモートセンシングデータを連携させることで施肥マップは自動で作成され、米の収量・品質の安定化や肥料の過剰施用を軽減させる効果など、様々な利点が期待できます（図5）。

既に複数年可変施肥田植機を利用している圃場では通気性・保水性などの物理性改善にも繋がり、気象の影響を受けにくい圃場も現れています。また、地力の向上効果も期待できます。

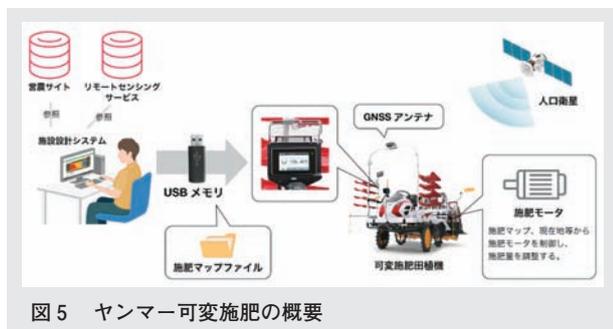


図5 ヤンマー可変施肥の概要

8. 水稲におけるマメ科緑肥への更なる期待

マメ科緑肥を毎年栽培継続することで地力を向上させ、基肥・追肥完全無施用での水稲栽培が確立できるようにになれば有機栽培も現実味が大幅に上がると思います。特にヘアリーベッチは、シアナミドを単離・同定していることから、スクミリンゴガイの防除効果やノビエの休眠覚醒効果など石灰窒素同様の効果を発揮できれば、有機栽培の欠点を補うことも可能ではないかと思います。

今後も緑肥を活用した水稲栽培を提唱していきたいと思います。

9. 参考

YANMAR (<https://www.yanmar.com/jp/>)

*ヤンマーアグリジャパン株式会社のお取組みは以下サイトからもご覧いただけます（編集部）

