

雑草イネ・漏生イネ発生圃場の広域検出技術の開発

信州大学農学部 渡邊 修

雑草イネと漏生イネは、生物学的にはイネ (*Oryza sativa* L.) と同種であるため、生育途中で見分けが付きにくく、圃場に残存すると収穫物に混入し、コメの品質に大きな影響を与える。長野県では雑草イネが発生した圃場において移植栽培により、初期から初中期にかけて有効な薬剤を適用することで、まん延防止対策を進めてきた(長野県2012)。雑草イネは被害が顕在化してから対策を進めてもコストがかかることから、早期発見、早期対策が重要となっている。雑草イネの発生圃場を把握することが必要であるが、発生圃場の情報はほとんど整備されていないのが現状である。

これまで雑草の分布調査を行うとき、地図上で現在位置を確認しながら対象物の発生を紙ベースで記録する方法が一般的であった。目標物が少ない圃場では、現在地を短時間で把握することは難しいため、GPS を利用した調査方法が有用である(渡邊2014)。GPS は現在位置を取得し、フィールド調査の効率を大幅に高めることができるため、ここではGPS と三軸ジャイロを搭載したカメラを用いた雑草イネ発生圃場調査を実施し、広域を対象にした発生マップの作成を行った。三軸ジャイロを搭載したカメラは、撮影方向が記録されるため、発生圃場の特定を確実にすることができる。また、農林業分野で近年急速に普及が進んできた小型無人ヘリ(ドローン)を利用し、水稻の生育中に条間から外れて発生した個体の検出を行う手法を検討した。この方法では雑草イネと漏生イネの区別は困難であるが、これまで圃場内で見落としていた個体の検出には有用で、調査効率を高めることができる。

【GPSカメラと車窓法による雑草イネ発生圃場検出と発生マップの作成】

長野県S地域を対象に、2012年と2013年に立毛観察による雑草イネ発生調査を行った(細井ら, 2014)。現地での雑草イネの発生調査はコシヒカリとの出穂様相の差が把握できる8月上旬とし、圃場に隣接した一

般道および農道を車で低速走行し、車窓から達観によって発生頻度を0(無), 1(微), 2(多), 3(甚)の4段階で判別した。Windowsフリーソフトのカシミアール3Dを用い(<http://www.kashmir3d.com/>), カメラ画像のEXIF(Exchangeable image file format)を自動で解析し、撮影場所と撮影方向を地図上で特定した(図1)。雑草イネの発生圃場は、QGI(Quantum GIS v.2.6.1)を利用して、航空写真をベースにした圃場ポリゴンを作成し、発生頻度マップをSHPファイルで作成した(図2)。当該地域では雑草イネ多発圃場が散見されるが、大部分は未発生(0)か微発生(1)であり、雑草イネがまったく発生していない地区もあった。ここでカテゴリ1は手取り除草が可能、カテゴリ3は甚大発生で除草不能、カテゴリ2は多発生で手取りが困難な状態を示す。現地調査の結果、被害カテゴリ2と3の圃場は容易に検出できたが、被害カテゴリ1の圃場は発生個体の見落としがある可能性が指摘された。雑草イネの発生には地域的な偏りが存在し、多発から微発生まで数多く発生する地区がある一方で、数キロ走行してもまったく見つからない地区もあった。調査圃場646のうち、発生のない圃場は513で、発生圃場の検出には大きな労力がかかった。雑草イネの発

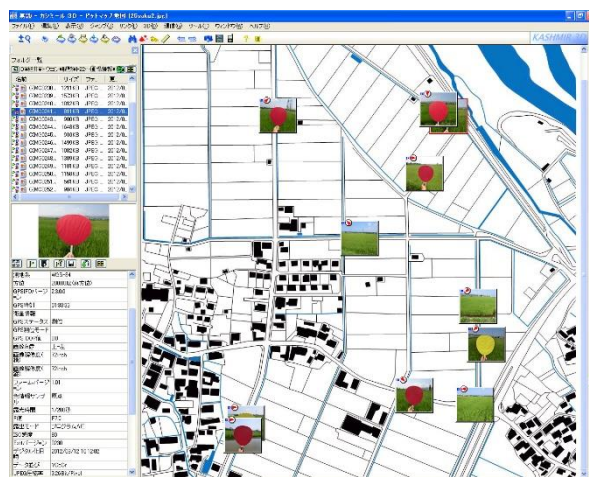


図1. カシミアール3D を利用した電子地図上での発生圃場の特定(細井ら, 2014)。

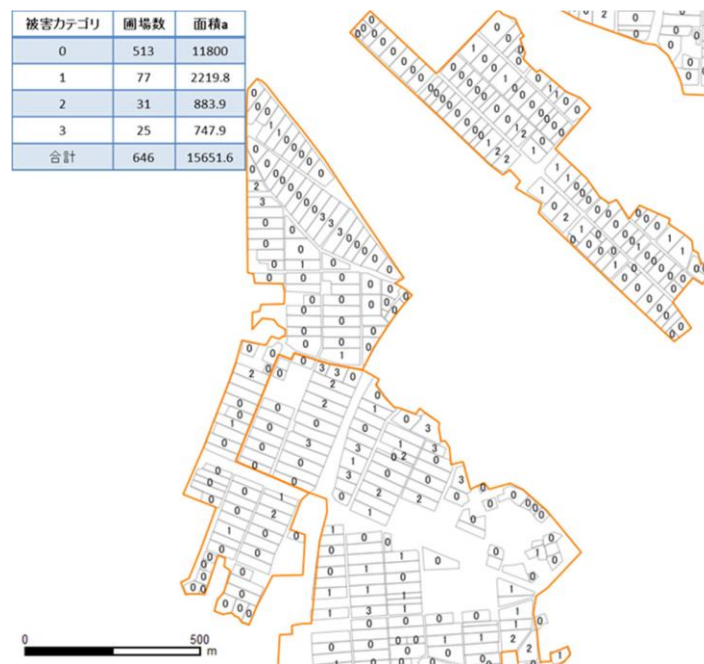


図2. GPS カメラと車窓法による雑草イネ発生圃場マップの作成.

圃場内の数値は発生頻度 (0=無し、1=微発生、2=中発生、3=多発) を示す.

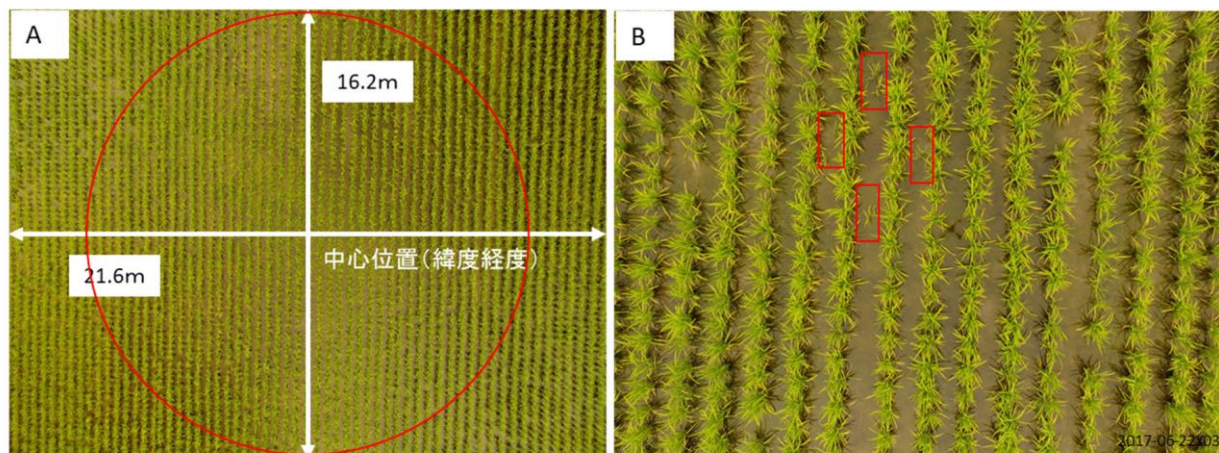


図3. 高度12mからドローンで撮影した水田圃場と観測幅 (A) . 条間に発生した雑草イネ (B).

生パターンとしては、分散型よりも集中型を示す傾向が示された。

【ドローンを用いた雑草イネ調査法】

長野県内の雑草イネ発生地区を対象に、2017年～2018年にかけて、おもに6月～7月の水稻分けつ期で田面が良好に見える時期に、DJI製のドローンを用いて圃场上空(高度2m～50m)から空撮を行った。使用したカメラはSonyのCMOSセンサを搭載したRGBデジタルカメラ(静止画:1200万画素, 動画:4K)であ

る。ここでは雑草イネ個体の検出に有用な撮影時期、撮影時刻、飛行高度、カメラ角度を検討した。

ドローンのカメラ角度を真下(-90°)に設定して、条間から外れた個体の検出を行った結果、高度10～20m程度の高さから良好に検出できた(図3)。高度12mから撮影した画像1枚の撮影範囲は横21.6m縦16.2mである。解像度は約1cm/pix程度で、画像を拡大すると条間から外れて発生する個体は良好に確認できたが、水稻と重なっている個体や水面下にある個体の検出は困難であった。ここで検出した個体の位

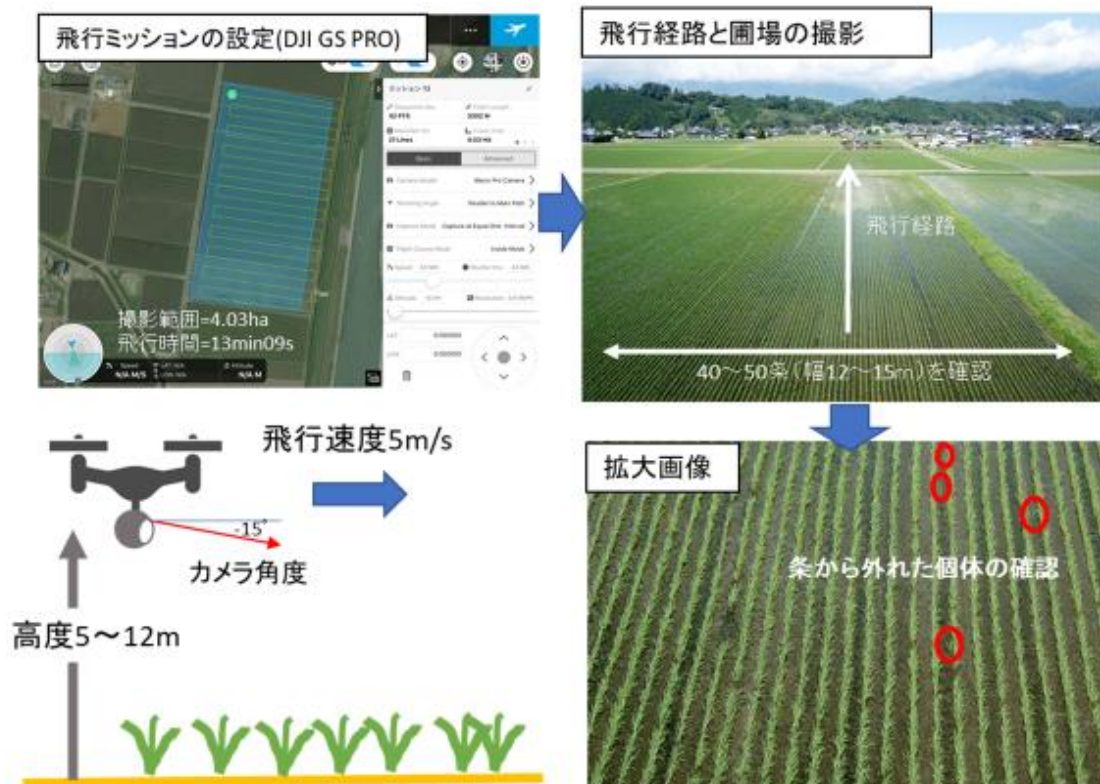


図4. ドローンを用いた雑草イネ・漏生イネ広域調査法.

表1. 雑草イネ調査法における調査精度、調査効率、適用場面の比較.

| 調査方法 | 調査精度(圃場 カバー率%) | 調査効率 (a/min) | 調査精度× 調査効率 | 適用場面 |
|-------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 従来型 ¹ | 100 | 2 | 200 | 雑草イネ初発地域 |
| 改良型(車窓調査法) ¹ | 5 | 10 | 50 | 雑草イネ多発地域 |
| ドローン広域調査 | 70~80 | 30 | 2100~2400 | 雑草イネ・漏生イネ発生圃場特定 |
| ドローン詳細調査 | 80~100 | 5 | 400~500 | 雑草イネ・漏生イネの圃場内分布 |

¹: 細井ら(日作記,83(別)208-209,2014年)

置は、緯度経度情報として取得できるため、水田内において発生位置の特定を詳細に行うことが可能である。

ドローンは任意の場所(航空法において住宅密集地外の高度150m以下)から、カメラ角度を自由に設定して撮影することができるため、ここでは雑草イネの検出に適した撮影高度、撮影角度、飛行速度を検討した。その結果、飛行高度5~12m、カメラ角度(俯角=15°)程度、飛行速度5m/sで撮影した画像を用いることで、鳥瞰的な視野で条間に発生する個体の検出が可能であった(図4)。発生個体の確認において、

カメラを真下に向けるよりも、水平よりやや下向きで人の視点に近づける方が、視認性が高かった。この方法では、ドローンの自動飛行制御アプリ(DJI GS PRO)を用いて飛行させ、約473aを13.2分で撮影できる調査効率が得られた。

表1に雑草イネの調査法として、発生圃場を丁寧に歩いて見回る「従来型」、GPS カメラを車窓から確認する「改良型」、「ドローン広域調査」、「ドローン詳細調査」の各方法の調査効率を示した。従来法は、雑草イネが初めて発見された地域に適しており、車窓法による改良型は地域に広まった場合、発生圃場

を簡易に特定する場合に適している。ただし、改良法は微発生を見落とすことがある。ドローン広域調査法とドローン詳細調査法は、車窓法では見落としていた雑草イネの発生を行うときに有用と思われる。

今回示したGPS による調査法では、撮影した画像に位置情報が含まれるため、複数の調査者が広域にわたる現地調査を実施した時、情報を一元管理しやすい特徴がある。また、ドローンを利用した調査は、圃場内での発生状態を詳細に把握することができ、これまで見落としていた個体の検出に優れる。しかし、画像処理や解析に時間がかかるため、ターゲットを自動で認識する技術開発が今後必要になると考えられる。

る。雑草イネの発生情報は、効率的な管理を行うために重要であるが、農家の個人情報保護の観点から慎重に行う必要がある。

【引用文献】

- 長野県(2012)雑草イネ総合防除対策マニュアル。
渡邊修(2014)植調48(5):157-162。
細井ら(2014)日本作物学会紀事83(別1):208-209。

本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

