

イネ葉身のデジタル画像を用いた初期生育性の診断法の確立

若原 浩義, 加賀田 恒, 内藤 実加, 齊藤 大樹, 桂 圭佑

京都大学大学院農学研究科附属農場

1. 本研究の目的と背景

水稻の栽培において、雑草との競合を回避し初期の生育を安定させるため、育苗・田植えを行うことが有効である。しかし、育苗作業は播種・苗床管理等 1 カ月近くの栽培管理を要し、田植えの際は、トラクタによる耕起および代掻きが必要となることから多くの労力がかかる。直播栽培は、直接圃場に種籾を播種することから、育苗管理やその後の田植え作業が不要であるため、稲作の省力化の一つとして様々な試みがなされている。直播栽培では、生育初期の段階から雑草との競合に晒されるため、栽培する品種には、雑草との競合に強い旺盛な初期生育性が求められる。品種育成時における初期生育性の評価は主に目視によって行われている。この方法は、主観的な判断のため非効率的で安定的な選抜の妨げとなっていることから、客観的かつより安定的な評価法の開発が求められている。直播品種の特徴として、初期の展開葉の一つひとつが幅広く大きいことが挙げられる。生育初期に広く葉を展開することで、光合同化産物の生産性向上や遮光による雑草生育抑制など雑草競合に有利な効果が期待できる。したがって、葉面積を初期生育性の選抜指標として利用することで新たな評価法を確立できると考えられる。葉面積の測定には従来ベルトコンベア式の光学測定機材が用いられるが、導入コストが必要となる上、測定時にサンプル外からの影響を受けやすくノイズを拾いやすい。また、調査可能なサンプル量が限られ、多量のサンプル評価を必要とする育種選抜には不向きであるなどの問題点がある。そこで本研究では、葉身のデジタル画像を用いた初期生育性の簡易で安定的な評価方法の可能性について検討した。

2. 調査方法

供試品種として日本型品種、インド型多収品種、直播品種の 3 品種群を用いた。日本型品種に日本晴、ササニシキ、インド型多収品種に、ハバタキ、タカナリ、直播品種に IRAT109, Lemont をそれぞれ供試材料とした。これらの種子を種子消毒および 30°C で 2 日間催芽処理した後、5 月 7 日に、全自動播種機(みのる産業 LSPE-5)を用いて育苗培土(みのるピートバイド)を詰めたみのるポット式育苗箱(みのるポット 448)に、1 粒播きで播種を行った。その後、通常の栽培方法と同様に育苗し、播種後 2 週間目より調査を開始した。調査項目は以下の 3 つについて行った。

(1) 葉面積

播種後 5 週目に、完全展開した 2~4 葉をサンプリングし、台紙と共に透明ソフトカードケース(A4 サイズ:KOKUYO クケ-3064)に挟み、5×5cm の基準マークとともにフラットベッドスキャナー(Canon MP980)で葉身の画像データを JPEG 形式で取り込んだ(写真 1)。各品種 5 個体を 1 反復とし、3 反復のデータを収集した。データ解析には東京大学岩田洋佳准教授が開発した画像解析ソフトウェア SHAPE ver1.2 を用いた(写真 2)。SHAPE は、取り込んだ葉身の画像データから葉面積を測定することができ、また連続的に画像データを解析することができることから、多量のデータを迅速に解析することができる。葉面積については十分なデータが得られなかったため、10 月 4 日に播種を行い、再度調査を行った。

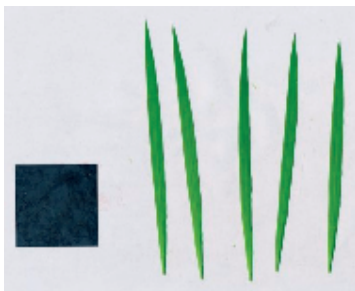


写真 1: 取り込んだデジタル画像

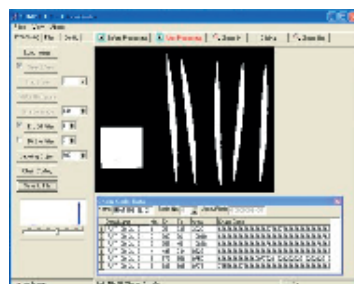


写真 2: SHAPE ver1.2 による画像解析

(2)葉長

各品種無作為に選んだ10株を1反復として3反復について、播種後2週目から1週間おきに5週目まで、同一株の2~4葉の節間から葉身先端までの葉長を測定した。

(3)乾物重

播種後、2週目から1週間おきに5週目まで、無作為に選んだ10株を1反復として3反復について、地際部から地上部をサンプリングし、乾燥機で乾燥後(80°C2日間)の重量を測定した。

3. 結果

(1)葉面積

直播品種のIRAT109とLemontは第2葉では他品種と比べて有意に面積が大きかったが、第3葉、第4葉と葉齢が進むにつれその差は減少した。ササニシキは、特に2葉で他品種と比べて有意に面積が小さかった。ハバタキ、タカナリは第2葉では日本晴、ササニシキと比べて有意に面積が大きかったが、第3葉以降ではその差が減少した。日本晴は第2葉で他品種と比べて有意に小さかったが、葉齢が進むとその差は減少した。品種群間で比較すると、第2および第3葉に日本型品種<直播品種と有意な差が認められたが、第4葉では有意な差は認められなかった(図1~4, 表1)。

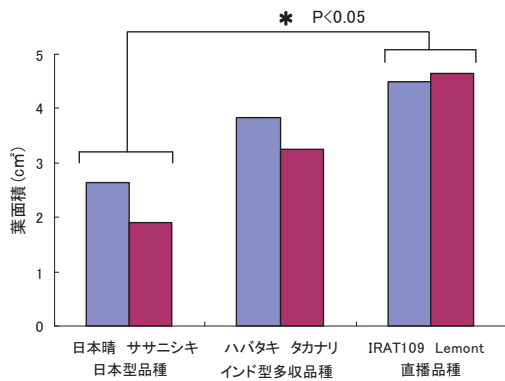


図1: 葉面積(第2葉) 10/29

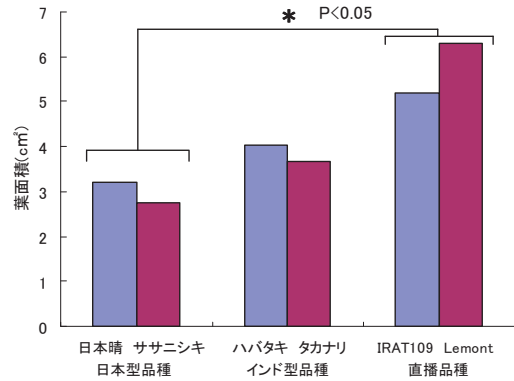


図2: 葉面積(第3葉) 6/17

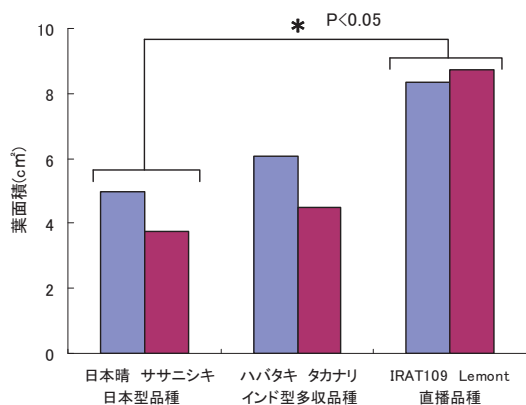


図3: 葉面積(第3葉) 10/29

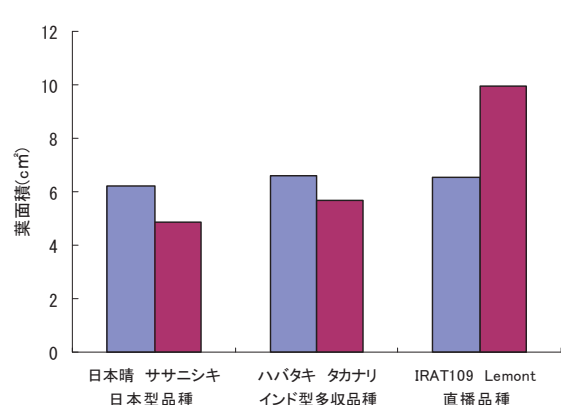


図4: 葉面積(第4葉) 6/17

・葉長

第2葉においてササニシキは有意に短かったが、葉齢が進むにつれその差は減少した。品種群間では、有意な差は認められなかった(図5~7, 表1)。

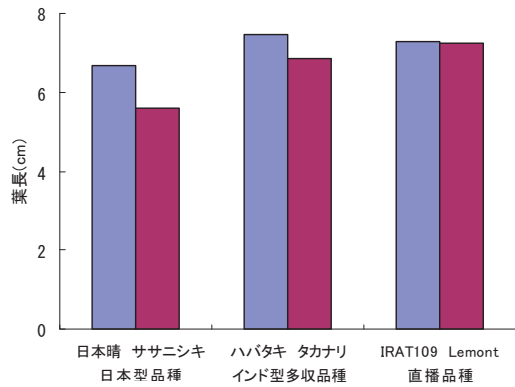


図5: 葉長(第2葉) 6/17

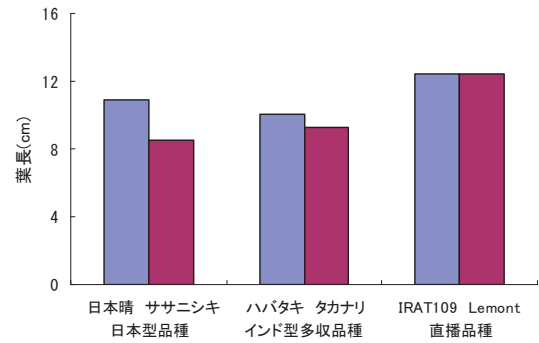


図6: 葉長(第3葉) 6/17

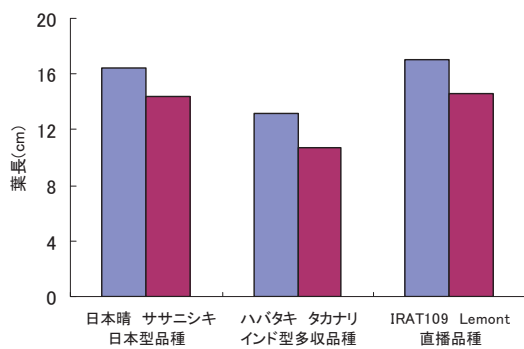


図7: 葉長(第4葉) 6/17

・乾物重

IRAT109は播種後2週目で他品種と比べて有意に大きかったが、葉齢が進むにつれてその差は減少し、5週目では、有意な差は認められなかった。IRAT109を除く5品種に、調査期間を通じての明確な差は認められなかった。品種群間では、日本型品種、インド型多収品種、直播品種の乾物重には、調査期間を通して有意な差は認められなかった(図8, 表1)。

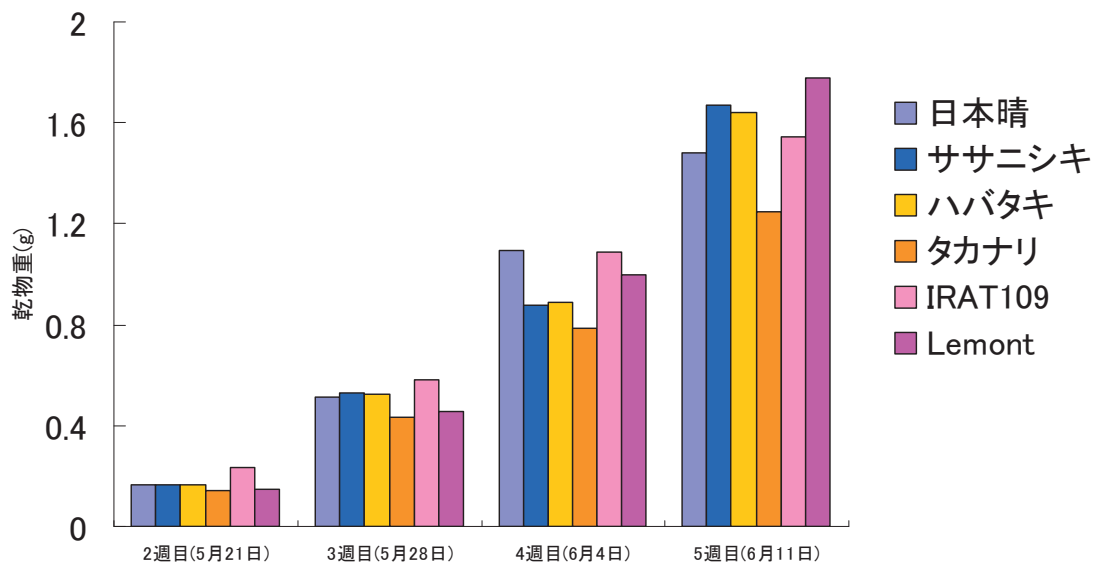


図8: 乾物重の推移

表 1：各品種の乾物重，葉面積および葉長

	乾物重 (2週目)	乾物重 (3週目)	乾物重 (4週目)	乾物重 (5週目)	第2葉 葉面積 (10/29)	第3葉 葉面積 (6/17)	第3葉 葉面積 (10/29)	第4葉 葉面積 (6/17)	第2葉 葉長	第3葉 葉長	第4葉 葉長
日本晴	0.16 b	0.51 ab	1.10 a	1.48 ab	2.65 d	3.21 c	4.99 bc	6.22 b	6.68 a	10.86 ab	16.40 ab
ササニシキ	0.16 b	0.53 ab	0.88 ab	1.67 ab	1.90 e	2.75 c	3.77 d	4.86 c	5.60 b	8.48 c	14.41 ab
ハバタキ	0.16 b	0.53 ab	0.89 ab	1.64 ab	3.83 b	4.02 b	6.05 b	6.61 b	7.47 a	10.02 bc	13.17 bc
タカナリ	0.14 b	0.43 b	0.79 b	1.25 b	3.24 c	3.68 c	4.50 cd	5.68 bc	6.84 a	9.31 bc	10.70 c
IRAT109	0.23 a	0.58 a	1.09 a	1.54 ab	4.49 a	5.19 ab	8.34 a	6.53 b	7.28 a	12.46 a	17.07 a
Lemont	0.15 b	0.45 b	1.00 ab	1.78 a	4.64 a	6.30 a	8.75 a	9.95 a	7.26 a	12.40 a	14.56 ab
日本型品種	0.16 a	0.52 a	0.99 a	1.58 a	2.27 b	2.98 b	4.38 b	5.54 a	6.14 a	9.67 a	15.41 a
インド型多収品種	0.15 a	0.48 a	0.84 a	1.45 a	3.54 ab	3.85 ab	5.27 ab	6.15 a	7.16 a	9.67 a	11.94 a
直播品種	0.19 a	0.52 a	1.04 a	1.66 a	4.57 a	5.75 a	8.54 a	8.24 a	7.27 a	12.43 a	15.82 a

各数値横のアルファベットは、異なるアルファベット間で5%水準で有意差があることを示す。

4. 考察

本研究では、幼苗期の葉身デジタル画像を用いて葉面積を測定し、直播品種に特徴的な幅広い葉を安定的かつ簡易に評価することができた。日本型品種と直播品種との間では約 1.8 倍の差が認められ、直播品種の葉面積が大きいことが明確に示された。葉面積の差は第 2，第 3 葉で認められたのに対し第 4 葉では認められず、また、生育量の一つの指標である乾物重でも、播種後 2 週目には IRAT109 が有意に大きかったものの、それ以降はどの品種群間においても明確な差が認められなかった。直播品種は、初期の葉身面積が大きく、それにより IRAT109 では乾物生産が大きくなったが、それ以降は根圏あるいは光環境が葉面積展開や乾物生産を制限していた可能性が考えられる。つまり、本研究に用いたみののポットは 1 株あたりの根圏容積が小さいことから、播種後 3 週間も経過すると、幼苗の根域が制限され十分に根系が発達できなかったため生育が妨げられたのかもしれない。また、育苗は密植かつ、ビニルハウス内の高温条件で行われていたため、IRAT109 では、播種 3 週間後には、地表面がほとんど見えないほどに群落が閉じていた。このような条件では、葉面積をさらに展開しても受光量が増加しないため、葉面積を展開する利点がなくなり、その後の葉面積展開や乾物生産にも品種間差異がなくなったと考えられる。これらの点については、調査方法の改善の余地があると考えられる。インド型多収品種については、日本型品種、直播品種どちらの品種群に対しても、調査した形質において明確な差は認められなかったことから、多収に関わる形質は、初期生育以外の期間にあると考えられた。

就農人口の減少・高齢化に加え作付面積の減少などによる日本の農業生産力の低下が問題となっている。そのため高品質・高収量の品種育成が行われているとともに、労力低減に向けた省力化栽培技術の開発も盛んに行われている。水稻における直播栽培は、種籾を直接播種することで育苗・田植えの労力を大きく削減できる栽培法であり、省力化の効果が期待できる。一方、直播栽培では、生育初期の段階から雑草との競合に晒されるため、栽培する品種には、雑草との競合に強い旺盛な初期生育性が求められる。本研究で行ったデジタル画像による測定法は安定的かつ簡易に葉面積を測定することができることから、育成における品種・系統の評価に有用であると考えられた。既存の診断法と比べ、比較的安価な機材を用いているため、コスト面でも優位であると考えられる。一方、葉の大きさを示す一つの指標である葉長では、日本型品種と直播品種との間に明確な差が認められなかったことから直播品種は日本型品種に比べ葉幅が広くなると考えられた。このことは、育苗トレイ上部から撮影した画像の目視による観察からも確認できた(写真 3)。よって新たな簡易診断法として、展開した葉による遮光率を測定することで初期生育性をより簡易に評価できるかもしれない。

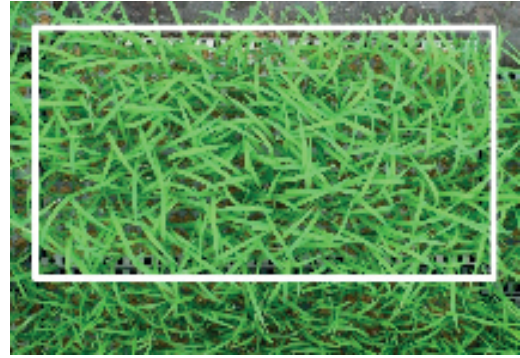
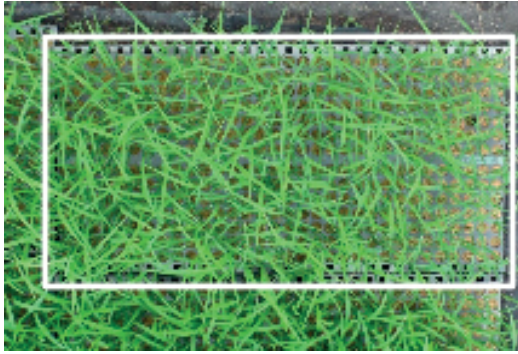


写真3 白枠内：左，ササニシキ(日本型品種) 播種後21日目 右，Lemont(直播品種) 播種後21日目