

# 1

播種条件がゴマの出芽と初期生育に及ぼす影響

丹野和幸<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup> 埼玉県農業技術研究センター)

Effects of seeding method on budding and initial growth of sesame

Kazuyuki Tanno<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>Saitama Prefectural Agricultural Technology Research Center)

近年、国内外でゴマの需要が高まっている。国内では、作付拡大の足枷となっていた収穫調製作業の機械化体系の構築も進みつつあり、今後国産ゴマ生産は拡大すると考えられる。

ゴマの多収のためには、安定的に苗立数を確保する技術が不可欠である。ゴマは種子が小さく、出芽力が弱いので、播種条件により出芽および初期生育が変動しやすい。そこで本試験では、土壌水分、播種後の気象、播種深および鎮圧条件がゴマの出芽に与える影響を評価した。また、超音波処理や浸種などのプライミング技術、増量剤としてのいりごまの可能性についても検討した。

## 【材料及び方法】

埼玉県農業技術研究センター圃場(褐色低地土)において、播種機(クリーンシーダー; アグリテクノ矢崎)を用いて、ゴマ品種「まるひめ」を播種した。耕起前にダイアジノン粒剤を 6kg/10a 施用した。播種量は回によって異なるが、おおよそ 50~250 粒/m で実施した。播種直後に、土壌水分計(TDR 300; Soilmax)を用いて深さ 7.5cm 地点までの土壌の体積含水率を計測した。出芽期頃に初期の苗立率調査を実施し、その1~2 週後に苗立率と m あたりの地上部風乾重を調査した。

## 【結果及び考察】

播種試験日から出芽までの気象条件を表 1 にまとめた。鎮圧によって土壌が押し固められ、体積含水率は一貫して増加した(表 2-4)。5 月 29 日の播種試験では、土壌はある程度乾燥し、播種後の降雨も少なかった。播種後鎮圧は、種子と土壌を密着させたと考えられ、播種深 1.5cm では初期生育が促進された。播種深 3.5cm ではいずれの鎮圧条件でも安定した初期苗立率が得られた(表 2, 図 1)。8 月 31 日の播種では土壌はある程度乾燥していたが、播種後降雨が多かった。播種深 1.5cm ではいずれも安定した初期生育を示したが、播種深 3.5cm では播種後鎮圧無しだと初期生育が劣った(表 3)。これは、発芽時が湿潤条件であったため根の発達が不十分であり、その後の高温によって土壌が急激に乾燥し十分な吸水ができなくなったためと考えられた。9 月 30 日の播種では平均気温 20°C前後とほぼゴマの発芽限界の条件であった。土壌は比較的湿潤な状態にあったが、播種後から出芽始まで降雨はなかった。苗立率はかなり低く、出芽期に至らなかった。播種深 1.5cm の場合が 3.5cm の場合より一貫して苗立率が高く、鎮圧により低下する傾向にあった(表 4)。これは、低温条件下では胚軸伸長の制限要因が水分ではなく温度になるためと考えられた。以上から推定された播種の目安を図 2 に示す。

なお、超音波処理は低温時の出芽をわずかに増加させる傾向にあり(表 5)、浸種処理は苗立率や初期生育を低下させた(表 6)。いりごまを種子と混和した試験では、苗立数の変動係数は上昇せずに播種密度が低下したため、増量剤として有効であると考えられた(表 7, 図 3)。

\*表中の異なるアルファベットは Tukey 検定において有意水準 5%で有意であることを示す。

表1 播種から出芽までの気象条件

播種日	5月29日	8月31日	9月30日
出芽期	6月3日	9月3日	出芽期に至らず (出芽始は10月6日)
初期苗立数調査日	6月5日	9月4日	-
最終苗立数、風乾重調査日	6月17日	9月11日	10月13日
播種～出芽期降水量 (mm)	1.5	39.5	0.0 (出芽始までの降水量)
播種～出芽期平均気温 (°C)	22.3	27.0	22.5 (出芽始までの平均気温)

表2 鎮圧と播種深の検討 (5/29 播種)

播種深	1.5cm				3.5cm			
	なし		あり		なし		あり	
播種前鎮圧	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
播種後鎮圧	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
播種直後土壌水分 (%)	4.0a	9.4ab	9.0ab	9.0ab	3.9a	11.0b	10.2b	10.2b
初期苗立率 (%)	48b	70c	21a	51b	70c	83c	81c	86c
最終苗立率 (%)	68	79	61	67	64	72	76	82
mあたり風乾重 (g)	2.4a	4.4bc	1.7a	3.6b	4.6bc	4.9c	6.2d	6.5d

表3 鎮圧と播種深の検討 (8/31 播種)

播種深	1.5cm				3.5cm			
	なし		あり		なし		あり	
播種前鎮圧	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
播種後鎮圧	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
播種直後土壌水分 (%)	3.4a	7.4b	5.9b	8.2b	3.0a	6.4b	7.1b	6.8b
初期苗立率 (%)	70ab	59ab	58a	62ab	57a	72b	70ab	63ab
最終苗立率 (%)	81	92	89	77	72	86	78	78
mあたり風乾重 (g)	3.2ab	3.5ab	4.6b	3.6ab	1.5a	4.3b	2.7ab	4.0b

表4 鎮圧と播種深の検討 (9/30 播種)

播種深	1.5cm				3.5cm			
	なし		あり		なし		あり	
播種前鎮圧	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
播種後鎮圧	なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり
播種直後土壌水分 (%)	3.5a	12.1bc	11.8bc	13.9bc	4.1a	12.0bc	10.7b	13.9c
最終苗立率 (%)	24c	17c	20c	16bc	3.7a	1.7a	4.0ab	0.8a

表5 種子超音波処理の検討 (9/30 播種)

播種深	3.5cm (播種後のみ鎮圧)		
	処理なし	水 20分	エタノール 20分
超音波処理	なし	あり	あり
最終苗立率 (%)	2.1a	3.3ab	6.2b

表6 浸種の検討 (8/31 播種)

播種深	3cm (播種後のみ鎮圧)		
	浸種無し	2時間	24時間
浸種時間	なし	あり	あり
初期苗立率 (%)	71b	29a	27a
最終苗立率 (%)	97b	35a	37a
mあたり風乾重 (g)	5.2b	2.8a	2.8a

表7 増量剤としてのいりごま混和の検討 (8/31 播種)

播種深	3cm (播種後のみ鎮圧)			
	0%	33%	67%	100%
いりごま混和率 (体積比%)	0%	33%	67%	100%
初期苗立数 (/m)	157d	100c	56b	0a
最終苗立数 (/m)	161d	122c	72b	0a
最終苗立数の変動係数	0.084	0.070	0.080	-
mあたり風乾重 (g)	4.7c	4.2c	2.5b	0.0a

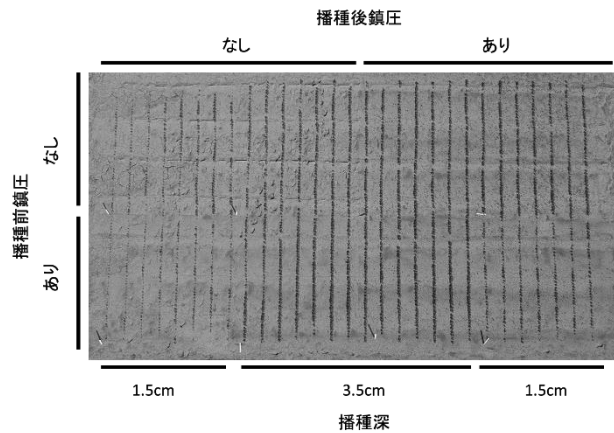


図1 播種深と鎮圧によるゴムの初期生育の違い

5月29日播種, 6月16日に空撮. 条間は70cm. 播種条件によって圃場を8区画に分けている.

	低温 (20°C前後)	適温～ (22°C～)
	湿潤	1～2cm, 鎮圧なし
乾燥	1～2cm, 鎮圧あり	3～4cm, 鎮圧あり

図2 播種時の気象条件と推奨される播種法

乾湿は播種時の土壌条件と播種後の降雨量から定性的に判断, 温度は播種後の日平均気温. 鎮圧は全て播種後鎮圧.

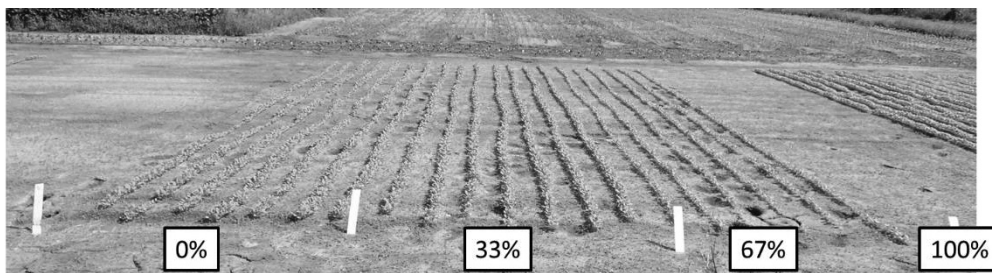


図3 増量剤としてのいりごま混和の検討

8月31日播種, 9月11日に撮影. 条間は30cm. 数字はいりごまの混和率

# 2

農業用コンテナを用いた簡易的ラッカセイ乾燥方法の開発  
黒田幸浩\*・桑田主税  
(千葉県農林総合研究センター)

Development of Simple Drying Method for Peanuts using Harvesting Container  
Sachihiro Kuroda\* and Chikara Kuwata  
(Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

## 1 背景及び目的

千葉県のラッカセイは、全国の約 80%を占める特産作物であるが、近年は圃場内乾燥中に降雨により、莢にカビが発生するなどの品質低下が問題となっており、品質を落とさない乾燥技術の確立が求められている。平成 28～30 年にかけて開発されたパレット対応乾燥装置を用いることで、地干し後の脱莢した落花生を天候に左右されずに乾燥する技術を確立した。しかし、この乾燥装置は高価かつ設置面積を必要とすることから導入数に制約があり、導入した業者への収穫物の一時的な搬入過多が問題となる。そこで本研究では、品質を落とさずに生産者自らが作業場で実践できる簡易な乾燥方法を開発することを目的に検討を行った。

## 2 材料及び方法

試験は、千葉県農林総合研究センター(千葉県八街市)にて実施した。供試材料は、2019 年 6 月 19 日に播種、10 月 16 日に収穫し、5 日間地干しを行った後に脱莢した子実水分が 34%まで低下した「千葉 P114 号」を用いた。処理区は慣行の乾燥方法であるぼっち(千葉県における落花生野積みの俗称)乾燥区、パレット上に設置したコンテナ 24 個をビニールシート(厚さ 0.05mm)で覆い、上部に家庭用換気扇(風量 800 m<sup>3</sup>/h)を設置し、常時換気した簡易乾燥区(写真1)の 2 処理とした。子実水分は電気抵抗式の携帯型水分計 (MDX-1000, オガ電子 (株) 社製) による簡易測定法 (黒田ら 2017) にて測定し、子実水分が 9%未満となった段階で乾燥処理を終了した。終了後に簡易乾燥システム内の風速を図 1 に記載した箇所で測定した。品質調査は莢のカビ発生率、不良子実の割合、ショ糖含有率及び食味官能検査を実施した。

## 3 結果及び考察

乾燥中のコンテナ内の温度は外気よりやや高く、湿度は子実水分が高いうちは外気より高く、子実水分が 20%以下になると外気と同等となった(データ省略)。簡易乾燥区は段数により乾燥速度が異なったが、コンテナ内の風速は均一で(表 1)、2 週間で子実水分が 9%以下に低下した(図 2)。一方でぼっち乾燥区は1カ月経過しても水分が9%以下にならなかった。莢のカビの発生率はぼっち乾燥区でやや高かった。子実の不良子実割合はほぼ同等であった。ショ糖含有率は乾燥がより緩やかであったぼっち乾燥区が高かった(表 2)。しかし、食味官能評価では簡易乾燥区とぼっち乾燥区の評価はほぼ同等であった(表 3)。

以上の結果から、コンテナ 24 個(約 5a 分)を 1 ロットとする簡易乾燥システムは、天候に左右されず、安定的に乾燥が可能であると示唆された。今後は現地での実証試験を実施し、問題点などを抽出していく。



写真1 簡易乾燥システム

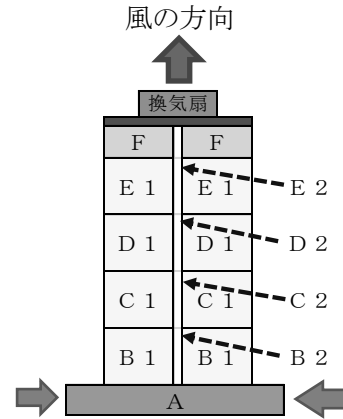


図1 簡易乾燥システムのイメージ図と風速の測定位置

注) コンテナ内 (B1～E1) は落花生の隙間、パレット (A) は内部の風速を測定した

表1 簡易乾燥システム内の風速

測定箇所	風速 (m/s)
ハーフコンテナ内 (F)	0.22 ± 0.12
コンテナ内ー4段 (E1)	0.17 ± 0.03
コンテナ間ー4段 (E2)	0.82 ± 0.34
コンテナ内ー3段 (D1)	0.16 ± 0.03
コンテナ間ー3段 (D2)	0.91 ± 0.29
コンテナ内ー2段 (C1)	0.17 ± 0.03
コンテナ間ー2段 (C2)	0.89 ± 0.46
コンテナ内ー1段 (B1)	0.17 ± 0.04
コンテナ間ー1段 (B2)	0.94 ± 0.35
パレット内 (A)	0.41 ± 0.11

注) 段はコンテナの下からの段数を示し  
表中アルファベットは図1の風速測定位置に対応している

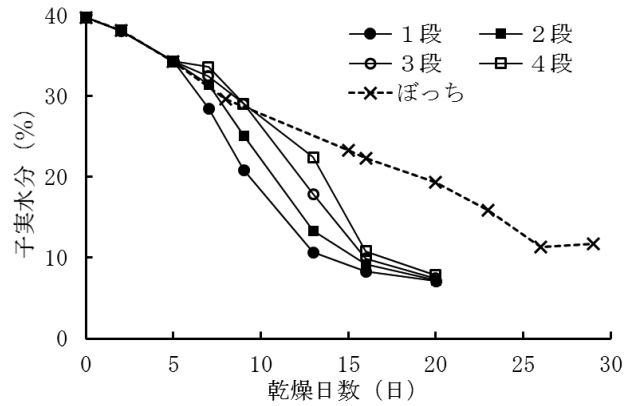


図2 子実水分の推移

注) 収穫から5日間圃場内にて地干し乾燥を行い  
5日目よりぼっち乾燥及び簡易乾燥を開始した

表2 莢及び子実の品質

乾燥方法	コンテナ位置	莢カビ発生率 (%)	不良子実割合 (%)			シヨ糖含有率 (%)
			カビ	変色	しみ	
簡易乾燥	4段	1.1	3.2	3.3	0.4	6.2 a
	3段	0.7	2.0	2.0	0.1	6.3 a
	2段	0.8	2.1	2.0	0.1	6.3 a
	1段	1.8	3.7	2.5	0.2	6.0 a
ぼっち	—	3.4	3.3	3.4	0.1	7.2 b

注) 数値右横の異なるアルファベット間は、Tukey法において5%水準で有意差があることを示す

※本試験は「イノベーション創出強化研究推進事業 (良食味新品種「Qなつつ」を軸とした、落花生生産体系の高度化)」にて実施した。

表3 食味官能評価

ぼっち	変わらない	簡易乾燥
79人	45人	95人

注1) 回答数は219名  
2) 煎り莢加工品を供した

# 3

茨城県現地圃場でのサブソイラーの施工がダイズの生育・収量の改善効果について

前川富也<sup>1\*</sup>・澁山律子<sup>2</sup>・浜口秀生・新良力也<sup>3</sup>・大野智史<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>農研機構 中央農業研究センター・<sup>2</sup>農研機構 九州沖縄農業研究センター

<sup>3</sup>農研機構 東北農業研究センター)

## Effects of Subsoiler Construction on Soybean Growth and Yield Improvement at Farmer's Field in Kanto Region

Tomiya Maekawa<sup>\*1</sup>, Ritsuko Fuchiyama<sup>1</sup>, Hideo Hamaguchi<sup>2</sup>, Rikiya Nira<sup>3</sup>  
and Satoshi Ono<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>NARO Central Region Agricultural Research Center, <sup>2</sup>NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, <sup>3</sup>NARO Tohoku Agricultural Research Center)

国内の約8割のダイズが水田転換畑に作付けされ、排水不良による湿害を筆頭に様々な原因により収量低下がみられている。また、圃場毎に収量制限要因も異なり、これを正しく把握し営農対策を講じることが重要である。

我々は茨城県のある地域を対象に、これまで蓄積したデータ、営農管理情報、土壌の水分・理化学性などのデータからダイズの多収阻害要因を抽出・整理し、低収圃場ごとに推定される要因に応じた対策技術を導入し、その効果の検証に取り組んでいる。

本研究では、過去の収量性や土壌の排水性などのデータに基づいて、排水不良が多収阻害要因と推定される圃場に、多収阻害要因対策技術（サブソイラー施工など）を実施し、その効果を調査した。

### 【材料および方法】

2015年から2019年の間、茨城県の現地圃場で調査した。対象地域は3年4作水田輪作体系（稲—稲—麦・ダイズ）で、おおよそ3年に一度圃場にダイズの作付けがある。そのため、ダイズ栽培圃場群はおおよそ3つのグループ（ $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ）に分けられる。

品種「タチナガハ・里のほほえみ」を6月下旬-7月上旬の間に播種した。5m間隔で小明渠を設置する浅耕狭畦で栽培。品種「納豆小粒」は7月上旬に播種した。不耕起狭畦で栽培。栽培管理は地域の慣行に準じておこなった。

サブソイラーは、ダイズ播種前に施工した。可能な限り隣接する圃場または同じ区域内に施工しない対照圃を設定した。

収穫期に坪刈りをおこなった。また、各圃場ごとのコンバイン収量データを収集した。

### 【結果および考察】

同一年度の同一区域区内の圃場を比較した場合、2017年度はサブソイラー施工の有無での差は不明瞭だった（図省略）。また、2018年度では一部の非施工圃場で高い収量を示した（図1）。2019年度でも明確な結果がみられなかった（図省略）。加えて、一部の圃場では、圃場を分割して片方にサブソイラーを施工したが、その圃場でも処理に明確な効果

本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト「収益力向上」および「水田底力」の資金によっておこなわれた。

がみられなかった（図省略）。

そこで、調査対象の農家ではサブソイラー施工を 2015 年前後から本格的に実施していることを考慮し、最近の圃場のサブソイラーの有無をベースに、過去の収量と比較することでその効果を検証した。

過去のサブソイラーを施行した圃場の収量は同年の対照区と比較すると低収だったが、近年にかけて収量増加傾向がみられた。最終的には、対照区と同程度の収量が得られる場合もあった（図 2）。但し、サブソイラーの効果は、同じタイミングで投入された栽培技術の効果（品種の変更、小明渠浅耕播種）とは分離できず、単独の検証できなかつた。

以上のことから、過去の収量データと比較すると、サブソイラーの施工、品種の変遷、耕起法の変更などの栽培技術の最適な選択は、排水不良圃場での収量改善に効果がある可能性が示唆された。

図 1 2018 年の各圃場における、サブソイラー施工の効果が坪刈収量へ及ぼす影響の 1 例（2018 年：α）。  
注）+，\*，はそれぞれ 10%，5%水準で有意差があることを示す。

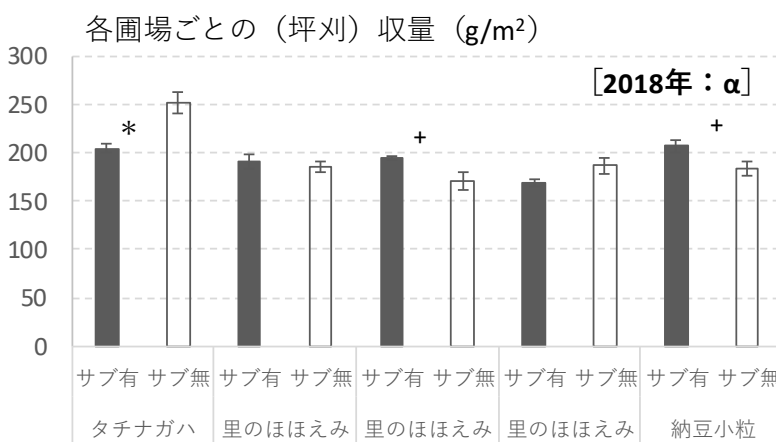
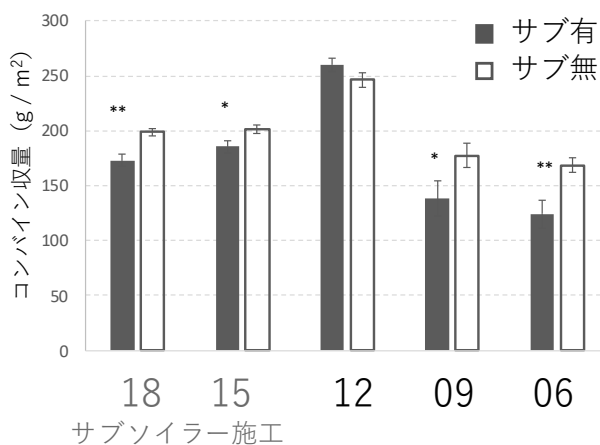
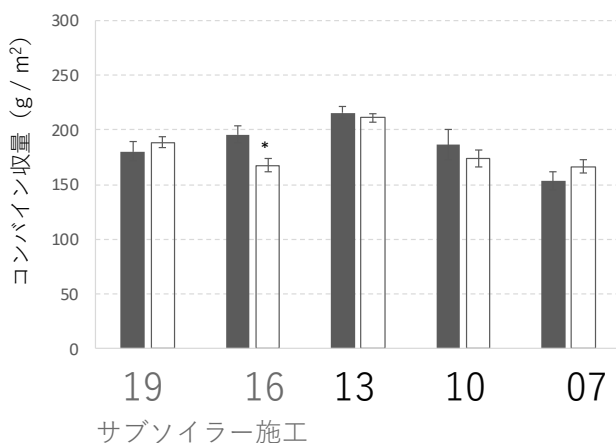


図 2 上：2018 年のサブソイラーの施工の有無で分類した圃場ごとの全刈収量および、過去の全刈収量（15，12，09，06 年）。



下：2019 年のサブソイラーの施工の有無で分類した圃場ごとの全刈収量および、過去の全刈収量（16，13，10，07 年）。



注 1) サブソイラーの本格施工は 2015 年より実施。14 年以前はほぼ未施工。サブソイラーの施工区は 2 年分あり、未施工区は 3 年分ある。

注 2) \*,\*\*は、それぞれ 5%，1%で有意差があることを示す。

# 4

オオムギリビングマルチの畝間への播種様式の違いが雑草発生とサツマイモ収量に及ぼす影響

浅木 直美・中島 悠治\*・盧 文藝・安達 俊輔・西脇 淳子・岡山 毅・小松崎 将一

(茨城大学農学部)

Effects of Different Sowing Methods of Barley used as Living Mulch

on Weed Emergence and Yield of Sweet Potato

Naomi Asagi, Yuya Nakajima\*, Wenyi Lu, Shunsuke Adachi, Junko Nishiwaki,

Tsuyoshi Okayama, Masakazu Komatsuzaki

(College of Agriculture, Ibaraki University)

サツマイモ (*Ipomoea batatas* L.) 栽培において畝間にリビングマルチとしてオオムギを散播することにより雑草の発生が抑えられ、畝間除草を実施した場合と同等の収量を得られることが報告されている(萩山ら 2018)。本研究では、畝間雑草の発生抑制効果の向上を目指して、リビングマルチとして利用するオオムギの畝間への播種様式(条播・散播)の違いが雑草の発生とサツマイモの収量に及ぼす影響を検討した。

【材料及び方法】試験はサツマイモ「紅はるか」、オオムギ「てまいらず」を用い、茨城大学農学部附属国際フィールド農学センター内圃場(黒ボク土)において実施した。2020年5月13日にぼかし肥(100 gm<sup>2</sup>)を施用し、ロータリーで耕耘後、同年5月18日に畝立てし黒色ポリマルチを敷設した。サツマイモ苗を5月21日に定植した(畝幅45 cm, 畝間50 cm, 株間30 cm)。処理区としてオオムギを播種せず手取り除草を行う除草区、オオムギの播種も除草も行わない雑草区、オオムギを条播し除草を行わないリビングマルチ条播区(以下, LM条播区)およびリビングマルチ散播区(以下, LM散播区)を設けた(各処理区3反復, 1反復区の面積30 m<sup>2</sup>(=10 m×3 m), 第1表)。両LM区にはサツマイモ定植直前の畝間にオオムギを播種した(播種量5 gm<sup>2</sup>, 第1図)。その後、雑草区とLM区は除草を行わなかった。畝間に発生した雑草の草高と地上部乾物重およびサツマイモの地上・地下部乾物重を栽培期間中に数回調査した。またドローン(Phantom 4)を用いて上空10mから圃場全体を6月3日(定植後13日目)に撮影し、オオムギの被覆率を画像解析ソフト(Image J, ver1.53e)を用いて算出した。10月19日(移植後151日)にサツマイモを収穫した。

【結果および考察】サツマイモ定植後13日目のオオムギの被覆率はLM条播区で散播区に比べて高い傾向であった(第1, 2図)。定植後70日目から両LM区で畝間雑草の草高が雑草区に比べて低く推移し、特に、定植後70日目から120日目にかけてLM散播区に比べてLM条播区で低い傾向がみられた(第3図)。同様に畝間雑草の乾物重も定植後117日目に両LM区で雑草区より低く、LM散播区に比べてLM条播区で低い傾向であり、さらに畝間のタデ科雑草の発生数がLM条播区で、散播区と雑草区に比べて少なかった(データ省略)。サツマイモの収量は、除草区で最も高く、LM区で雑草区より増加する傾向がみられた(第4図)。LM区間ではMサイズ以上の収量がLM散播区に比べてLM条播区で増加する傾向が認められた。畝間雑草地上部乾物重とサツマイモのMサイズ以上の個数および収量との間に有意な負の相関関係が認められた(第5図)。

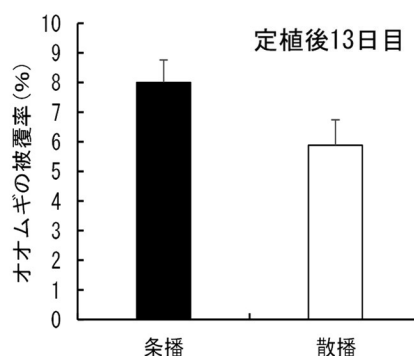
以上の結果より、畝間雑草の発生はサツマイモの収量を減少させるが、オオムギリビングマルチにより抑制でき、特にオオムギの条播は散播に比べて雑草抑制効果が高い可能性が示唆された。

第1表 処理区の構成

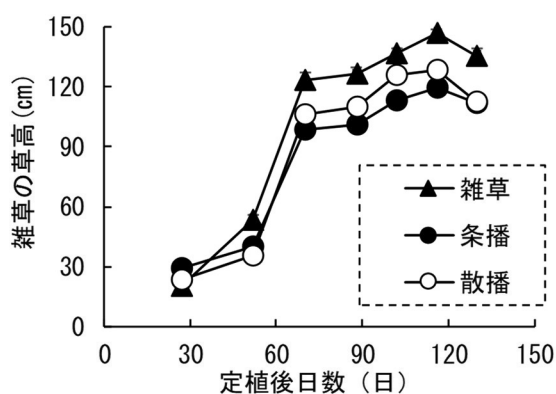
処理区	除草の有無	LMの有無	ぼかし施用量 (g/m <sup>2</sup> )
除草区	○	—	100
雑草区	—	—	
リビングマルチ (LM) 条播区	—	○	
リビングマルチ (LM) 散播区	—	○	



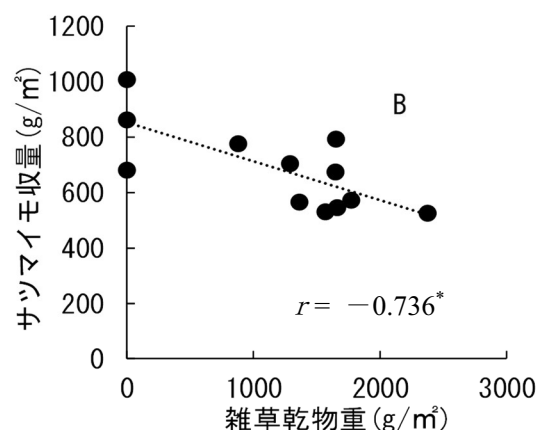
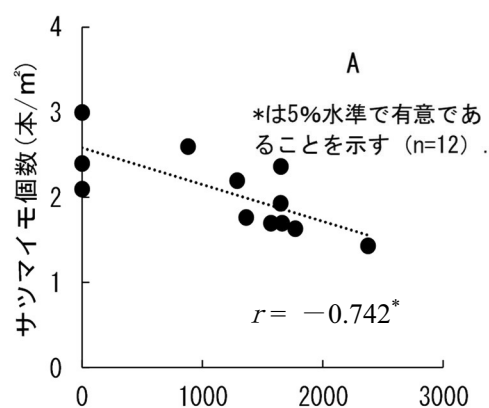
第1図 6月3日（播種後13日目）のLM条播区（上段）と散播区（下段）のオオムギの様子



第2図 オオムギの畝間被覆率  
バー：標準誤差 (n=3)

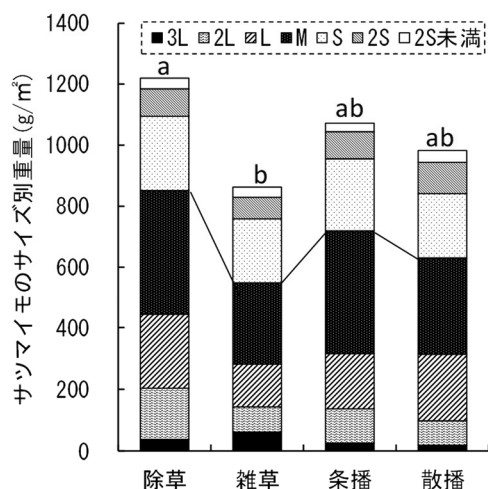


第3図 畝間雑草の草高の推移  
バー：標準誤差 (n=3)



第5図 雑草地上部乾物重とサツマイモ個数 (Mサイズ以上), 収量 (Mサイズ以上) との関係

雑草乾物重は9月15日（定植後117日目）に測定



第4図 サツマイモのサイズ別塊根乾物重（収穫時）  
Mサイズ以上の収量について同一アルファベット間に有意差がないことを示す (Tukey-Kramer法, n=3)。



# 5

水稻育苗箱全量基肥栽培と密苗栽培に関する研究（第7報）

高橋行継<sup>1)\*</sup>・大橋晃市<sup>2)</sup>・井上恵<sup>3)</sup>

(宇都宮大学農学部附属農場<sup>1)</sup>・ヤンマーアグリジャパン株式会社<sup>2)</sup>

・ジェイカムアグリ株式会社<sup>3)</sup>)

The relationship between Paddy Rice on the condition of Single Basal Application of Total Nitrogen Fertilizer in the Nursery Box and High Density Seedling (6)

Yukitsugu Takahashi<sup>1)\*</sup>, Koichi Ohashi<sup>2)</sup>, and Megumi Inoue<sup>3)</sup>  
(Research Farm, Fac.Agr., Utsunomiya Univ.<sup>1)</sup>, YANMAR AGRICULTURE JAPAN CO.,LTD<sup>2)</sup>  
and JCAM-AGRI CO.,LTD<sup>3)</sup>)

## 1. はじめに

水稻育苗箱全量基肥栽培（以下、箱全量）は、本田での基肥・追肥作業を省略でき、高い肥料利用効率による減肥でコスト低減、環境にも優しい施肥技術である。近年、育苗箱に 250～300 g/箱の高密度播種を行い、単位面積当たりに必要な育苗箱数低減により省力・低コスト化を狙った「密苗」（ヤンマー株式会社、商標登録第 5864399 号）栽培が注目されている。両技術の融合を考えた場合、箱全量は育苗箱中に栽培期間に必要な専用肥料「苗箱まかせ」を全量投入するため、密苗による育苗箱数の減少が箱当たり施肥量の増加につながる。このため、健苗育成、生育収量と施肥量のバランスが大きな課題になる。過去 2 か年の大学農場での成果を踏まえ、今年度は 2 年目の現地実証栽培を群馬県館林市当郷町と下三林町の 2 圃場で実施した。今回は前回未発表の下三林圃場での育苗試験と移植精度の結果を中心に報告する。

## 2. 材料と方法

育苗期間は 21 日間とし、前半は宇都宮大学農学部附属農場（以下、農場）、後半 1 週間は下三林町の現地圃場近傍の露地育苗施設で実施した。「あさひの夢」を供試し、稲麦二毛作の晩植を想定して 2020 年 6 月 1 日に農場で播種した。出芽はハウス内での平置き出芽とし、緑化後は露地プール育苗とした。供試肥料は「苗箱まかせ」N400-100 を用いた。施肥量はあさひの夢の標準施肥量 40%減肥とした 1050 g/箱（以下、40 区）と同 20%減肥とした 1400 g/箱（20 区）の 2 水準とし、対照区として培土のみの密苗区を設定した。乾籾播種量はいずれも 250 g/箱とした。培土は水稻育苗用粒状培土を床土、覆土共に使用した。床土は 2500g/箱を基本とし、40、20 区は施肥量を差し引き、肥料層の上に床土を充填、覆土量は 1000 g/箱共通にした。草丈、葉齢、葉色（SPAD）の推移と育苗完了時の地上部及び地下部乾物重やマット強度などを 3 反復で調査した。移植は 6 月 22 日に密苗専用の 6 条移植機で実施した。試験区の反復は設けなかった。移植精度は 6 月 22、23 日に各試験区の 3 箇所を対象とし、それぞれ 20 株（2 条各 10 株）、計 60 株で調査を行った。

## 3. 結果および考察

今年度も播種量に関係なく全区の覆土を 1000 g としたが、密苗区以外の 250 g 播種をした 2 つの箱全量試験区で出芽時に根上がりが発生したものの、追加の覆土を実施しなくても緑化期以降の苗管理に大きな支障はなかった。しかしながら出芽良否の評価では 40、20 区で密苗区よりもやや劣る評価になっており、肥料施用によって生じた培土乾燥による出芽時の影響が認められた。播種後 13 日目の苗は草丈が 40、20 区で密苗区よりも 0.6～1.2 cm やや低くなった。葉色は 20、40、密苗区の順で低くなり、育苗箱内の施肥量との関連が認められた。播種後 22 日目となる移植当日調査では、草丈には有意な差がなかったが、葉齢と葉色は密苗区が共に 40、20 区を下回った（第 1 表）。

育苗完了時の苗質調査では有意な差はマット強度以外には認められなかった。マット強度は密苗区の73Nには大きく及ばなかったものの、必要とされる30Nの強度を本年は確保できた。マット強度は年次間較差が大きい傾向があるため、毎年安定したマット強度を得ることが重要である。以上のことから、育苗完了時の苗には、育苗箱内に施用した専用肥料による影響が昨年の研究結果と同様に葉色とマット強度に現れた(第2表)。しかしながら、育苗箱内施肥量の多少との間に明確な関係は見いだせなかった。

移植精度調査では欠株率は40区が3.3%で最も高くなったが、3区間に有意な差はなかった。1本植は40区が8.3%で最も高く、多苗は密苗区が36.7%となり最も高くなった。このように欠株の発生率自体は高くはなかったものの、第3表から浮苗、転苗などの植え付けの乱れが箱全量専用肥料の有無に限らず全体的に目立つ傾向にあった。なお、植付本数と植付深度には試験区間の有意な差は生じなかった(第3表)。

第1表 密苗栽培における異なる箱内施肥量が水稻苗の生育に及ぼす影響(2020)。

区名	出芽	播種後13日目			播種後22日目(育苗完了)		
	良否 (1-5)	草丈 (cm)	葉齢	葉色	草丈 (cm)	葉齢	葉色
40	1.7a	9.9b	3.6a	29.7ab	17.4a	4.2a	29.6a
20	1.8a	9.3b	3.8a	33.6a	16.2a	4.4a	27.2a
密苗	0.5b	10.5a	3.4a	28.1b	15.0a	3.9b	21.9b

出芽の良否は播種後13日目に観察による1(良)~5(不良)の5段階評価。葉色はユニカミノルタ葉緑素計SPAD502による測定値。数値右側の英小文字はTukeyの多重検定により、5%水準で同一文字間には有意な差がないことを示す。

第2表 密苗栽培における異なる育苗箱内施肥量が苗質に及ぼす影響(2020)。

区名	充実度 (mg/cm)	地上部乾物重 (mg/本)	地下部乾物重 (mg/本)	地上/地下部比 (mg/mg)	マット強度 (N)
40	0.85a	14.8a	3.4a	4.44a	32b
20	0.85a	13.8a	3.2a	4.37a	30b
密苗	0.93a	13.9a	4.0a	3.56a	73a

充実度は地上部乾物重/草丈。マット強度は育苗箱から地上部を除去した10×10cmの苗マット片を作成し、一片方向に対する引っ張り強度。数値右側の英小文字はTukeyの多重検定により、5%水準で同一文字間には有意な差がないことを示す。

第3表 密苗栽培における異なる育苗箱内施肥量が移植精度に及ぼす影響(2020)。

区名	欠株	浮苗	転苗	1本苗	多苗	埋没苗	植付本数 (本/株)	植付深度 (cm)
	(%)							
40	3.3a	3.3a	6.7a	8.3a	15.0a	1.7a	4.7a	3.6a
20	1.7a	11.7a	5.0a	1.7b	1.7b	3.3a	4.1a	3.2a
密苗	0.0a	6.7a	6.7a	3.3b	36.7a	0.0a	4.1a	3.2a

植付精度は1区内の3調査地点の1条につき10株、北側2条の計20株、総合計60株調査。多苗は1株に8本以上(移植時標準設定値の2倍超)とした。数値右側の英小文字はTukeyの多重検定により、5%水準で同一文字間には有意な差がないことを示す。

# 6

## 自動運転播種機を用いた茨城県南部における水稲品種「にじのきらめき」の鉄コーティング湛水直播栽培実証

石川哲也<sup>\*1</sup>・横田修一<sup>2</sup>・平田雅敏<sup>2</sup>・小川春樹<sup>2</sup>・小笠原慎一<sup>2</sup>・古渡拳人<sup>3</sup>・板谷恭兵<sup>1</sup>・澤田寛子<sup>4</sup>・福寫陽<sup>1</sup>・吉永悟志<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>農研機構中央農業研究センター・<sup>2</sup>(有)横田農場・

<sup>3</sup>茨城県農業総合センター農業研究所・<sup>4</sup>農研機構農業環境変動研究センター)

## Demonstration of Iron-coated Paddy Seeding Cultivation of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivar "Nijinokirameki" by Robot Seeding at Southern Ibaraki Region

Tetsuya Ishikawa<sup>\*1</sup>, Shuichi Yokota<sup>2</sup>, Masatoshi Hirata<sup>2</sup>, Haruki Ogawa<sup>2</sup>, Shinichi Ogasawara<sup>2</sup>, Kento Furuwata<sup>3</sup>, Kyohei Itaya<sup>1</sup>, Hiroko Sawada<sup>4</sup>, Akira Fukushima<sup>1</sup> and Satoshi Yoshinaga<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>NARO Cent. Region Agric. Res. Cent., <sup>2</sup>Yokota Nojo,

<sup>3</sup>Agric. Res. Inst. Ibaraki Agric Cent., <sup>4</sup>NARO Inst. Agro-Environ. Sci.)

### 目的

農研機構で開発された自動運転田植機を活用して、より省力的な水田営農を確立するため、湛水直播ユニットに換装した自動運転播種機を用いて、大区画圃場における自動運転鉄コーティング湛水直播実証試験を実施して、メリットおよび問題点を明らかにする。

### 材料および方法

2020年に茨城県龍ケ崎市において、耐倒伏性が期待される良食味品種「にじのきらめき」を供試し、コーティング比0.25の種子を、5月9日に自動運転機能を用いて1.136haの大区画圃場に播種した。同日に背負い動力散粒機を用いて散播した1.002haの大区画圃場を推定収量の比較対象とし、6月5・6日に同品種の稚苗を機械移植した複数圃場とも生育・収量を比較した(第1表)。

自動運転湛水直播圃場では、80×90cmの苗立ち調査地点を16カ所設置し、分けつ期・幼穂形成期の茎数を調査するとともに、登熟期には5個体の稈長・穂長を測定し、そのまま坪刈り地点として収量を調査した。稚苗移植圃場では、栽植密度の異なる2筆に3カ所または4カ所、それぞれ10株の調査定点を設置し、分けつ期・幼穂形成期の茎数を調査するとともに、登熟期には稈長・穂長を測定し、隣接する条を含めた60株の坪刈りにより収量を調査した。

圃場別の全刈り収量は、食味・収量コンバイン(クボタDR6130S-PFQW-C)を用いて推定した。

### 結果と考察

自動運転播種作業では、1.136haの圃場を無補給で作業できることを実証した。農道と平行な圃場長辺方向を走行することにより旋回回数が削減され、作業能率は5.9分/10a、自動化率は82%に達し、苗補給の必要な移植栽培で得られた53%を大幅に上回った。湛水直播ユニットは坪60株(条間30cm×約18cm)の点播に設定したが、播種時に形成される側条施肥溝に種子が移動するなど、株状の苗立ちとはならず、コーティング比率を高める必要があると判断された。

苗立ち数は40本/m<sup>2</sup>と少なかったが、「にじのきらめき」は旺盛に分げつし、分けつ期(7/9)茎数は移植区と同等となった(第1図)。また、出穂期には移植区より早く到達した(第1表)。

自動運転湛直区の稈長は、移植60株区の69.9cmや同70株区の72.2cmと同等の71.0cmとなり、一部で若干の倒伏が認められたが、より苗立ち数が多かったと推察される散播湛直区より程度は小さく、また同区でコンバイン収穫時に認められた株抜けもほとんど発生しなかったことから、苗立ち数が少なく、個体あたりの穂数が多くなるのと同時に、より多くの冠根が発生して個体を支持した可能性が示唆された。

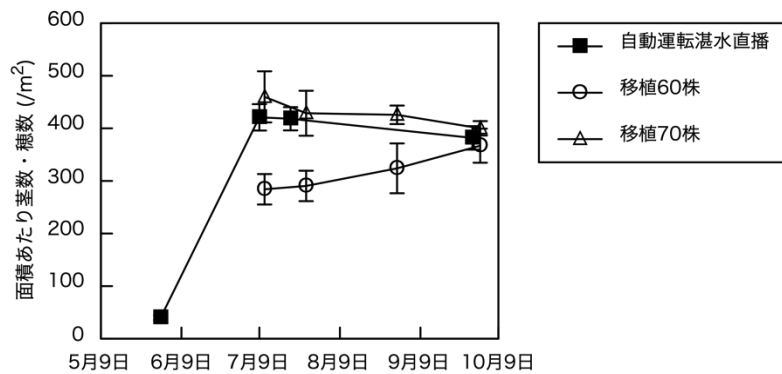
2020年の気象条件のもとでは、坪刈り収量630kg/10a・全刈り推定収量545kg/10aのいずれも移植区と同程度であり(第2図)、「にじのきらめき」の自動運転湛水直播栽培は、とくに大区画圃場での作業能率向上が期待される有望な技術であると判断された。また、今後の課題として、苗立ちを安定させる条件の解明と、水管理を含めた雑草対策が、それぞれ明らかになった。

本研究は農林水産省「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト（課題番号：大C06、課題名：関東平坦部における栽培管理支援システムとスマート農機の連携による大規模水稻作営農体系の実証）」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）により実施された。

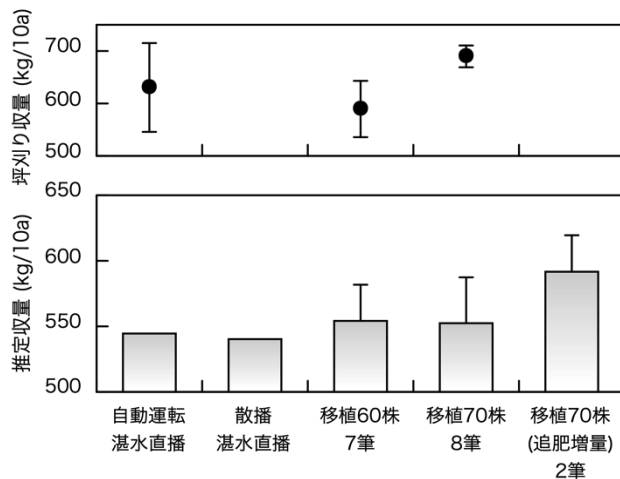
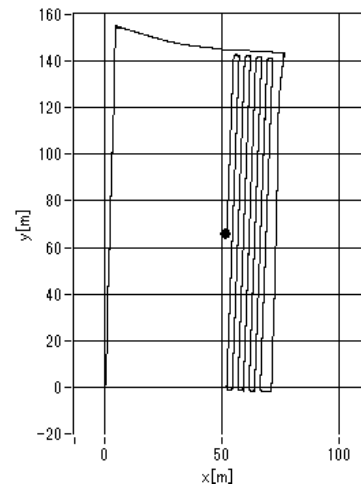
第1表 耕種概要

栽培法	圃場数		播種・移植日	播種量・栽植密度	窒素施肥(kg/10a)			出穂期	備考
	対象	定点調査			基肥	追肥施用日	追肥施用量		
自動運転湛直	1	1	5/9	3.23	5.6	7/27	3.0	8/13	
散播湛直	1	—	5/9	4.25	5.8	7/27	3.6	—	
移植60株	7	1	6/6	18.6	5.4-8.0	7/29	4.0	8/17	
移植70株	10	1	6/5	21.2	5.3-7.8	7/20-29	4.0-5.0	8/15	2筆に8/8N追肥1.0

播種量は乾粒 kg/10a、栽植密度は定点の株数/m<sup>2</sup>；出穂期は定点調査圃場の日付を示した自動運転湛直の走行テストを実施した小区画圃場は、苗立ち不良部分に補植したため、含めていない



第1図 自動運転湛直栽培の面積あたり茎数・穂数の推移調査した16地点を、4地点ずつまとめて反復とみなし、その平均値と標準偏差を示した（移植栽培は調査地点間の平均・標準偏差）



第2図 食味・収量コンバインによる推定収量の比較  
推定収量は、圃場面積による加重平均値に圃場間の標準偏差を付して示した  
篩目1.85mmの坪刈り収量は、圃場内反復の平均値に反復間の標準偏差を付して示した



第3図 自動運転湛水直播の作業軌跡（途中まで、上）と収量メッシュマップ（下）  
上：外周のティーチングに引き続いて自動走行を実施中  
下：推定収量が高いほど、5mメッシュが濃く表示される

# 7

## イネ多収品種の出穂前の茎部における節位別非構造性炭水化物の動態

若林侑<sup>\*D2</sup>・森田隆太郎・山岸順子・青木直大

(東京大学大学院 農学生命科学研究科)

### Dynamics of Non-structural Carbohydrates in Nodal Segments of Stem in High-yielding Varieties of Rice (*Oryza sativa* L.) at Pre-heading Stage.

Yu Wakabayashi<sup>\*D2</sup>, Ryutaro Morita, Junko Yamagishi, Naohiro Aoki

(Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo)

**【目的】** イネの多収品種において、出穂期に茎部に蓄積される非構造性炭水化物 (NSC; Non-structural carbohydrates) は子実の発達において重要なソース源となる。本研究では、出穂前の稈・葉鞘における NSC 動態を節位ごとに解析し、出穂期の茎部 NSC 蓄積量の品種間差に関わる要因について明らかにすることを目的とした。

**【材料および方法】** 東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態調和農学機構内の水田において 2 年間 (2018, 2019 年) の圃場試験を行った。供試品種には、出穂期において茎部の NSC 蓄積量が少ないジャポニカの「モミロマン」と多いインディカの「特青」を用いた。幼穂形成期以降、主茎を対象に穂首節間を第 1 節間、それを包む葉鞘を第 1 葉鞘として、第 1~5 位の節間および葉鞘をサンプリングした。各位の節間および葉鞘について、乾物重量および NSC 含有量を測定した。また、登熟中期に各位の節間長、稈径および葉鞘長を測定した。

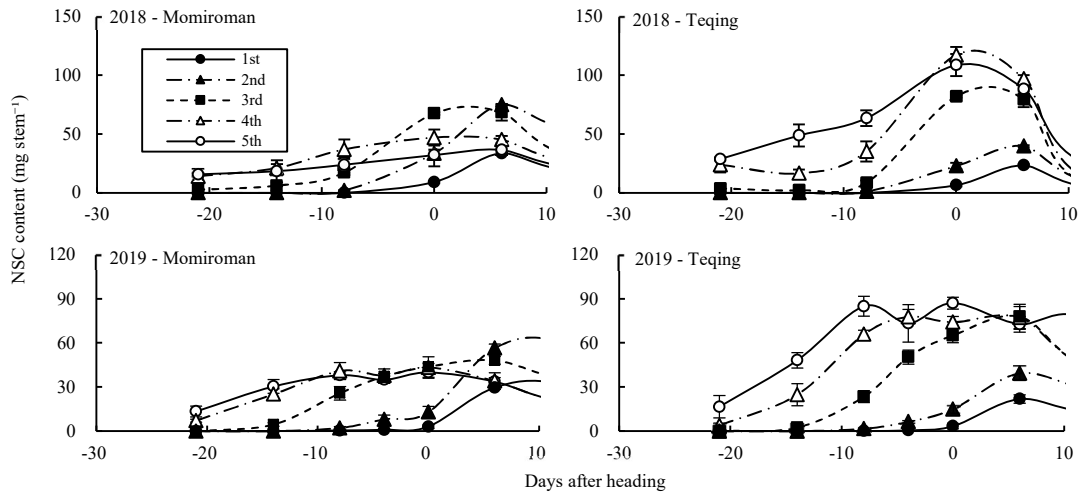
**【結果および考察】** 茎部の形態に関して、「特青」は「モミロマン」よりも上位節間 (第 1, 2 節間) が短く、下位節間 (第 4, 5 節間) が長く、太いといった特性を示した (表 1)。一方で、葉鞘長は「特青」よりも「モミロマン」の方が全体的に長かった。出穂期における節間および葉鞘の NSC 含有量は両年次ともに「モミロマン」よりも「特青」の方が多かった。節間の NSC 含有量の品種間差は主に下位節間の NSC 含有量の差に起因した (図 1)。「特青」の下位節間における NSC 蓄積量が多くなる要因の一つとして、下位節間の形態サイズ (節間長および稈径) が大きいことが考えられた (表 1)。葉鞘での出穂期 NSC 含有量の品種間差は、第 3, 4, 5 葉鞘における NSC 含有量の差に起因した (図 2)。出穂前の日射量は、出穂 20 日前から 10 日前までは 2018 年よりも 2019 年で高く、出穂 10 日前から出穂日までは 2018 年の方が高かったが、「特青」では両年次ともに出穂前の日射が良好な期間において第 3, 4, 5 葉鞘での NSC 蓄積量が多かった。出穂 20 日前から出穂日までは上位節間および第 1 葉鞘が活発に伸長し形成される時期である。そのため、上位節間および第 1 葉鞘が短い「特青」では、茎の上部の形成に利用される NSC 量が「モミロマン」よりも少なく、その結果第 3, 4, 5 葉鞘に分配される NSC 量が増加したと考えられた。

以上より、茎の上部が短く、下位節間の形態サイズが大きい品種では、出穂前の茎上部の形成で消費される NSC 量を抑えられ、主要な NSC 蓄積部位として働く茎下部に多くの NSC を蓄積させることができると推察した。

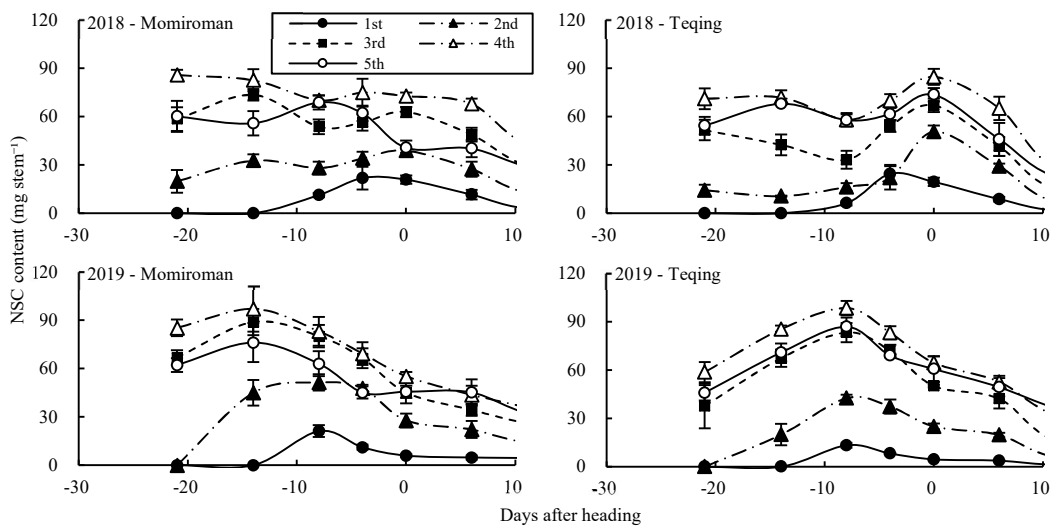
**Table 1.** Morphological traits in each part of internode and leaf sheath of main stem.

Year (Y)	Variety (V)	Culm diameter (mm)					Internode length (mm)					Leaf sheath length (mm)				
		5th	4th	3rd	2nd	1st	5th	4th	3rd	2nd	1st	5th	4th	3rd	2nd	1st
2018	Momiroman	5.8	5.3	5.2	4.9	3.0	20	59	122	216	421	231	261	287	308	407
	Teqing	6.6	6.1	5.3	4.8	3.0	49	89	114	169	345	200	209	226	255	363
2019	Momiroman	5.7	5.4	5.0	4.8	3.1	28	68	133	221	426	227	278	289	311	404
	Teqing	6.4	6.0	5.6	4.7	3.0	53	104	165	190	362	226	215	216	251	355
mean	Momiroman	5.7	5.4	5.1	4.8	3.0	24	63	127	219	424	229	270	288	309	405
	Teqing	6.5	6.0	5.4	4.7	3.0	51	97	140	180	353	213	212	221	253	359
ANOVA	Year	n.s. <sup>a</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Variety	***	***	**	n.s.	n.s.	***	*	n.s.	**	***	n.s.	***	***	***	**
	Y × V	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

a \*, \*\* and \*\*\*, significant at the 0.05, the 0.01 and the 0.001 level; n.s., not significant.



**Fig. 1.** Changes of non-structural carbohydrates (NSC) content in each internode of main stem at pre-heading stage. Bars represent standard error (n=3).



**Fig. 2.** Changes of non-structural carbohydrates (NSC) content in each part of leaf sheath of main stem at pre-heading stage. Bars represent standard error (n=3).

# 8

## 高温不稔が発生した水稻では障害型冷害とは異なり稔実した穎果の補償的な肥大がおきない事象が観察された

荻原均<sup>1)</sup>・荒井(三王)裕見子<sup>2)</sup>・小林伸哉<sup>2)</sup>  
(1,農研機構本部, 2,農研機構次世代作物開発研究センター)

### Compensatory Growth in Survived Spikelets seldom Occurred in Panicles with Sterile Spikelets Caused by High Temperature in Rice (*Oryza sativa* L.)

Hitoshi Ogiwara<sup>1)</sup>, Yumiko Arai-Sanoh<sup>2)</sup>, Nobuya Kobayashi<sup>2)</sup>  
(1,NARO, 2,National Institute of Crop Science, NARO)

最高気温が 35℃を越える天候では、水稻の高温不稔の発生が懸念される。関東平野や濃尾平野では、気候変動に伴って 35℃以上の猛暑日の多発が予想されており、被害推定の方法の確立が急がれる。一方、これまでに多くの研究の蓄積がある障害型冷害では、被害が軽微で遅延型冷害を伴わない場合には、稔実した籾の登熟が向上し、ある程度被害を相殺することが知られ、被害推定の尺度にも盛り込まれている。しかし、高温状態では稔実した籾が小粒化することが知られており、登熟向上を期待することができないと考えられるが、これまでに知見がない。2018 年に不稔が確認された「てんたかく」においては、受精、稔実した穎果の補償的な肥大は観察されなかった。また、「てんたかく」よりシンク容量が大きい多収良食味品種においても同様の事象が観察されたので報告する。

**<材料及び方法>** 「てんたかく」は、農研機構観音台圃場(茨城県つくば市)、「あきだわら」「やまだわら」「とよめき」は、同谷和原圃場(つくばみらい市)で栽培した。2018 年に栽培した「てんたかく」は、20 株から穂数が中庸な 3 株を選び、それぞれから穂長の長い 6 穂を供試した。また、他の株から明らかに被害を受けていると見られた穂を選んで供試した(供試穂数 35~41)。2019 年の「あきだわら」「やまだわら」「とよめき」は各 3 作期の 1 株ずつから、それぞれ穂長の長い 6 穂を選んで供試した。

穂を 1 次枝梗ごとに切り分けて、先端から順にノギス(ミツヨ CD-10AX を USB 入力ユニット IT-016U に接続)で粒厚を測定し、エクセルのワークシートと連動させて穂上の位置とともに記録した。ノギスで 1mm 以下につぶれた籾は、穎を開いて子房の状況によって不稔を判定した。また、一部はヨウ素ヨウ化カリウムで染色した。

### <結果および考察>

#### 1) 不稔の判定

粒厚が 1mm 以下で、開花時より子房の成長が見られなかった穎果を不稔とした。また、粒厚が 1mm 以下で、胚乳が穎に沿った縦方向(粒長方向)に伸長しているが、胚は無く横方向(粒幅方向)に伸長していない子房は、染色の結果ほとんどの場合デンプンが見られなかったため、不稔と判断した(データ省略)。

#### 2) 不稔率と粒厚

粒厚の肥大は、子房発達の最後の段階でおこり、粒の充実度を示す指標と考えられる。穂ごとに平均した稔実した穎果の籾厚は、不稔率によらずほぼ一定であった(データ省略)。しかし、「てんたかく」で 2.1mm 以上の籾(玄米厚に換算すると 1.9mm 以上に相当)が稔実穎果中に占める割合は、不稔率が高い穂で低下する傾向が見られた(図 1)。2018 年(7 月下旬の最高気温 36.7℃)より同時期の気温が低かった 2017 年(同 34.6℃)の穂の不稔率の標準偏差は 0.6~5.0%であったことから、それ以上の不稔率となった穂では高温によって不稔が発生していたと考えられるが、稔実した穎果の充実は向上していなかった。

不稔穎果の近傍の状況を見るために、不稔が発生していなかった 1 次枝梗と、1 粒以上の不稔が発生していた 1 次枝梗との間で、1 次枝梗に直接着生している穎果の籾厚を比較した(図 2)。度

数分布はほとんど変わりなく Mann-WhitneyU 片側検定(右側)で有意差は無く、不稔が発生した場合に、稔実した穎果の籾厚が厚くなる補償作用は起きていなかったと判断される。1穂籾数が大きな多収良食味品種「あきだわら」「やまだわら」「とよめき」で同様の解析を行っても、不稔が発生した場合に稔実した穎果の籾厚が厚くなる現象は観察されなかった(図 3)。

障害型冷害の被害推定では、不稔程度が軽い場合に稔実した籾の登熟向上による被害程度の相殺を見込んでいる場合があるが、高温不稔では登熟向上による補償作用を見込むことは被害の過小評価となる場合があることが示唆された。

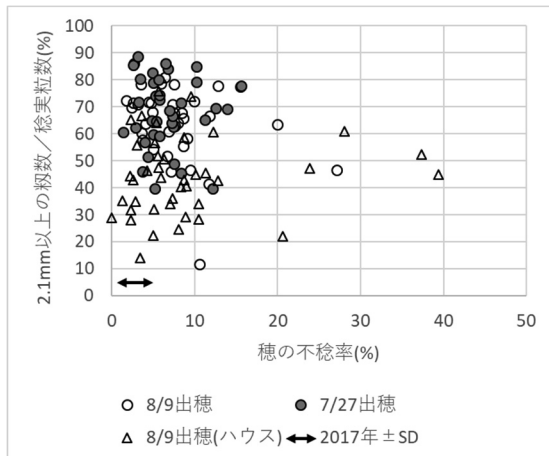


図 1. 穂ごとの不稔率と稔実籾に占める籾厚 2.1mm 以上の穎果の割合。  
2018 年に観音台圃場で栽培した「てんたかく」。

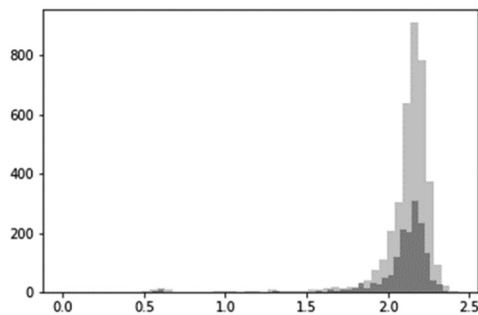


図 2. 不稔穎果の発生が 1 次枝梗に直接着生している穎果の籾厚の分布に及ぼす影響(てんたかく)。  
縦軸は粒数、横軸は粒厚(mm)。1 次枝梗に不稔がなかった場合(灰色)、1 次枝梗に 1~3 粒の不稔が発生していた場合(黒)の稔実した穎果の粒厚分布。

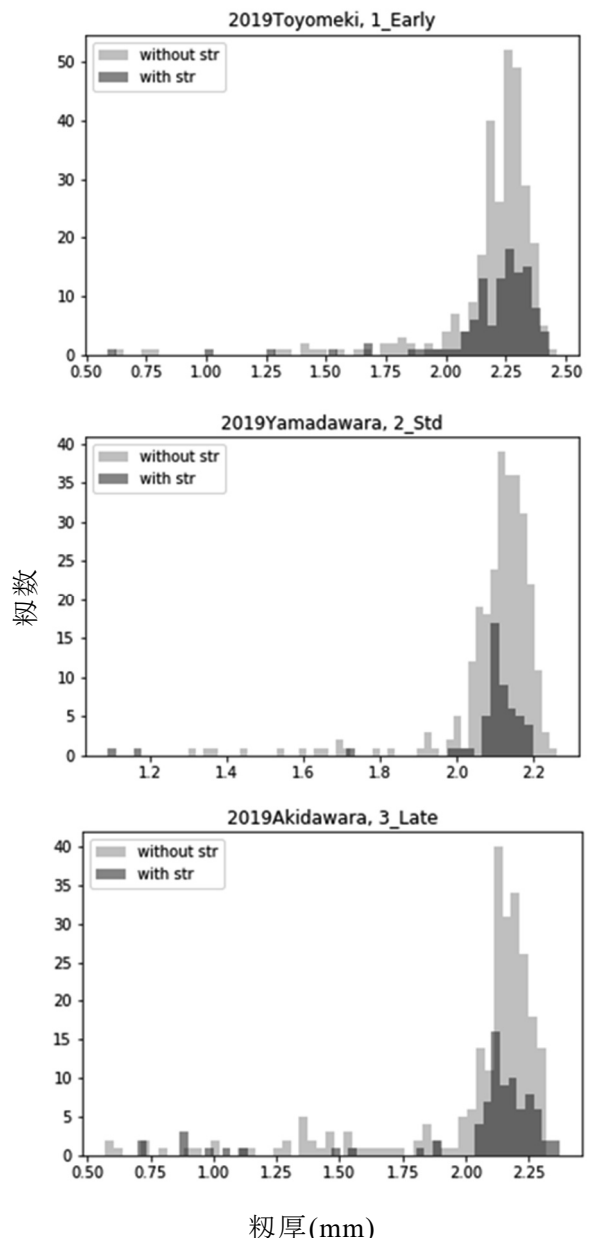


図 3. 1 次枝梗に直接着生した穎果の籾厚の分布。

上:とよめき、中:やまだわら、下:あきだわら、それぞれ最も不稔率が高かった作期を示す。不稔が発生していなかった 1 次枝梗の穎果(灰色)と 1~3 粒の不稔が発生していた 1 次枝梗の穎果(黒)。



# 9

根系形態の異なる水稻栽培土壌における水稻根層別分布割合と雑草発生との関係

天野一郎<sup>1\*</sup>・安達俊輔<sup>1</sup>・宇賀優作<sup>2</sup>・浅木直美<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 茨城大学農学部・<sup>2</sup> 農研機構次世代作物開発研究センター)

Relationship between Rice Root Distribution and Weed Emergence

in Paddy Soil Cultivated Rice with Different Root Systems

Ichiro Amano<sup>1\*</sup>, Shunsuke Adachi<sup>1</sup>, Yusaku Uga<sup>2</sup>, Naomi Asagi<sup>1</sup>

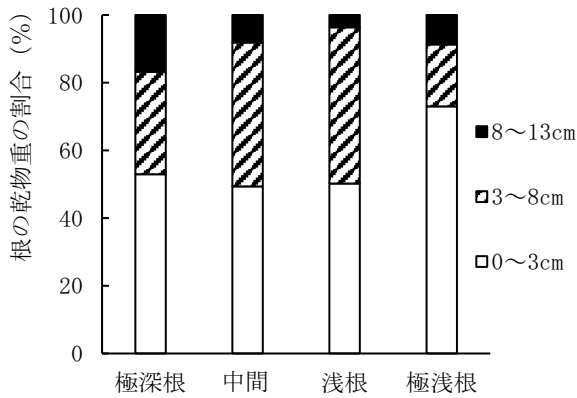
(<sup>1</sup> College of Agriculture, Ibaraki University, <sup>2</sup> Institute of Crop Science, NARO)

水田における除草労力とコストの削減を目的に、当研究グループでは雑草発生の抑制効果の高い根系形態を明らかにすることを目指している。これまでに、水稻の根系形態の差異が雑草発生に影響する可能性を報告した(天野ら, 2020)。今回、層別の根系分布と雑草発生との関係を解析した。

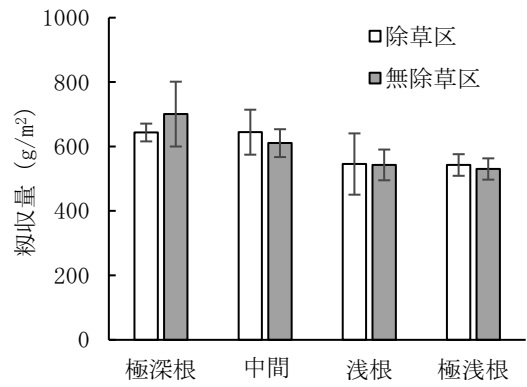
【材料と方法】供試水稻として、IR64 (*dro1/qSOR1*, 以下、浅根型イネ) と、IR64 を遺伝背景として2つの根張り関連 QTL (*DROI*, *qSOR1*) を導入した根系形態の異なる3つの準同質遺伝子系統、*DROI/qSOR1* (以下、深根型イネ)、*DROI/qsor1* (以下、中間型イネ)、*dro1/qsoll* (以下、極浅根型イネ) を用いた。2020年6月12日に4系統の苗を茨城大学農学部内水田に移植(条間30cm, 株間15cm)した。各系統に除草区と無除草区を3反復設けた。6月17日に除草区、無除草区ともに手取り除草した。その後、無除草区内の株間に設置したコドラート(直径: 8.92 cm)内の雑草本数を定期的に計測した。移植後128日目に水稻を収穫し、コドラート内の雑草地上部も採取した。さらに、コドラート内の深度0~13cmの土壌をライナー採土器で採取し、各層の水稻根乾物重を調査した。

【結果と考察】収穫時水稻のコドラート内の表層土壌(0~3 cm)における根の分布割合は極浅根型イネで最も高く、中層土壌(3~8 cm)への分布割合は浅根型および中間型イネで高かった(第1図)。籾収量は除草区と無除草区間でいずれの系統においても有意差は認められなかった(第2図)。水稻収穫時のコドラート内の雑草本数は極浅根型イネで多く、雑草乾物重も極浅根型イネで最も大きい傾向が認められた(第3, 4図)。収穫時のコドラート内の雑草乾物重は土壌表層(深度0~3cm)と中層(深度3~8cm)の水稻根乾物重との間に有意な相関関係は認められなかった(第5図)。

以上より、水稻の根系形態の違いは雑草の発生本数や乾物重に影響を及ぼす可能性が示唆された一方、極浅根イネには雑草発生を抑制する効果は認められなかった。根系形態の違いによる水稻の養分吸収量や成育量の違いが雑草の発生に影響したと推察される。

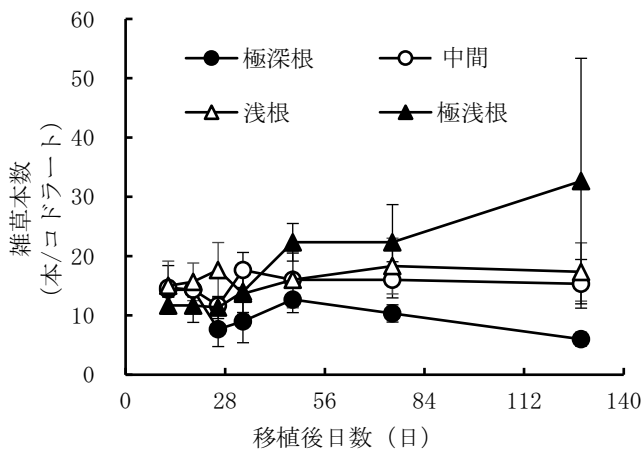


第1図 株間土壌における収穫時水稻根の深度別分布割合 (n=3)



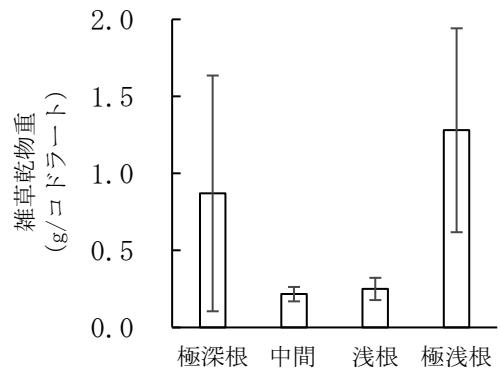
第2図 収穫時の籾収量

バー：標準誤差，処理区間に有意差なし (n=3)



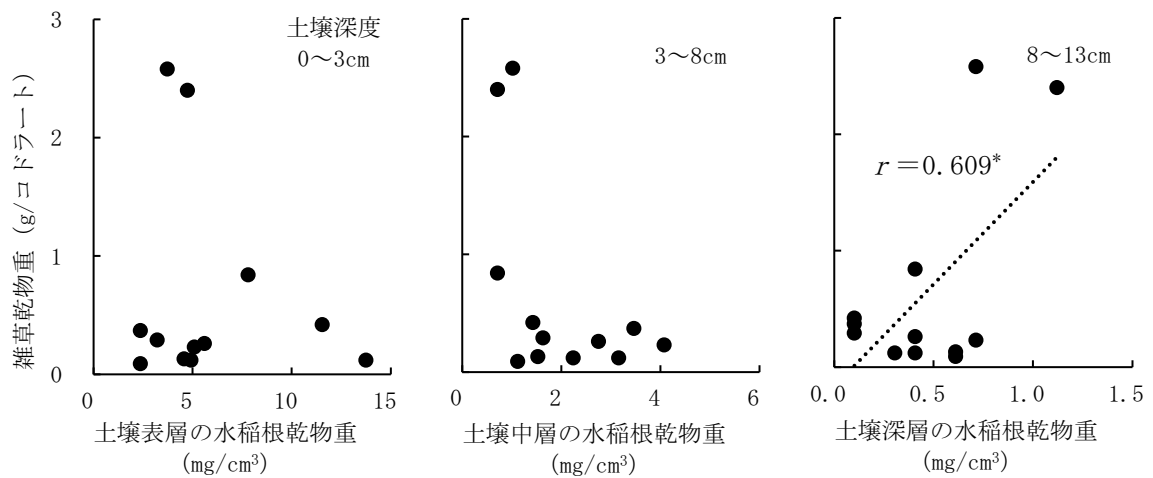
第3図 コドレート内の雑草本数の推移

バー：標準誤差 (n=3)



第4図 水稻収穫時のコドレート内の雑草地上部乾物重

バー：標準誤差 (n=3)



第5図 株間土壌（深度0～13cm）中の収穫時水稻根の層別乾物重と雑草地上部乾物重との関係 \*は5%水準で有意であることを示す

# 10

乾田直播栽培における「むさしの 27 号」の生育特性

志保田尚哉

(埼玉県農業技術研究センター)

Growth Characteristics of "Musashino27" in Direct Sowing in Dry Paddy Field.

Naoya SHIBOTA

(Saitama Prefectural Agricultural Technology Research Center)

乾田直播栽培は、移植栽培に比べて大幅な省力・低コスト化が可能であるが、これまでは苗立の不安定さや、漏水による肥料流亡、除草剤の効果の不安定化などにより栽培が難しく、普及が進んでこなかった。しかし、近年、冬期代かきや鎮圧により漏水を防止することで安定した栽培が可能な技術体系が開発されていることから、今後は埼玉県内でも栽培面積の拡大が予想される。特に、価格が安く家庭用米に比べて一層の省力・低コスト栽培が求められる業務用米は、移植栽培から乾田直播栽培による作付けへと移行していくことが考えられる。

そこで、業務用米向け品種として当県で導入が検討されている「むさしの 27 号」について、同じく業務用米向け品種「にじのきらめき」を対照とし、乾田直播栽培における生育特性を特に初期生育に注目して検討した。

[材料及び方法] 試験は、2020 年に埼玉県農業技術研究センター玉井試験場内ほ場（灰色低地土）で実施した。ほ場は、前作水稻後ロータリー耕を 2 回実施し、漏水防止のためカルチパッカを用いて地表下 5~10cm に土壤硬度 1.5MPa 程度となるよう鎮圧を行った。施肥は、基肥に LP40 を使用し、施用後表層 5cm をロータリー耕で攪拌した。追肥は硫安を使用し、出穂前 20 日ごろに表層施用した。施肥量は、基肥-追肥の組み合わせを 12Nkg-3Nkg、9Nkg-6Nkg の 2 水準とし、各 2 反復を設けた。播種は、アグリテクノ矢崎（株）の播種機 ATP-6AF を使用して 5 月 13 日に実施し、播種後は平滑ローラーで 1 回鎮圧を行った。供試品種、播種量は第 1 表のとおりとした。入水は 6 月 5 日に行ない、以降は湛水管理とした。調査は、苗調査として苗丈、葉齢、苗立数調査を実施した。また、生育・収量調査を実施した。

なお、本報告では、施肥に関する考察は省略した。

[結果及び考察] 「むさしの 27 号」は、「にじのきらめき」に比べて出芽始が 3 日早く、5 月 28 日調査時の苗丈が有意に大きく、葉齢も有意に進んでおり、6 月 5 日時点での苗立数、苗立ち率も優れた（第 1 表）。また、収量に有意な差は見られなかった（第 2 表）。

以上の結果から、「むさしの 27 号」は「にじのきらめき」に比べて出芽および初期生育が早かった。乾田直播では、乾田期（播種から入水までの期間）に残草した雑草の葉齢が、入水後に処理する除草剤の適用葉齢を超えることで、雑草防除に失敗する事例がある。そのため、初期生育が早い「むさしの 27 号」は、入水の目安となる葉齢（水稻 2 葉期）に早く達するため、乾田期の短縮が可能であり、雑草防除の点から「にじのきらめき」に比べて乾田直播適性が高いと考えられた。

今後は、年次変動の確認とともに、品種の生育特性に適した施肥法などの解明、「むさしの 27 号」を活用し、乾田期の除草剤使用回数を低減した栽培法の検討が必要と考えられた。

第1表 苗調査結果

供試品種	播種量 (kg/10a)	出芽始	苗丈 (cm)	葉齢 (枚)	苗立数 (本/m <sup>2</sup> )	苗立率 (%)
むさしの27号	3.2	5/23	6.0	1.5	88	74.2
にじのきらめき	3.8	5/26	2.4	1.0	59	44.7
分散分析	-	-	***	***	***	***
(参考)北陸274号	6.0	5/24	4.9	1.3	65	30.6
(参考)彩のきずな	3.7	5/26	2.1	1.1	90	66.9

1) 苗丈、葉齢は5月28日、苗立数は6月5日に調査を行なった。(n=3)

2) \*\*\*は1%水準で有意であることを示す。



図1 5月28日時点の苗の様子

(左:むさしの27号、右:にじのきらめき)

第2表 生育・収量調査結果

供試品種	基肥-追肥 (Nkg)	分げつ期調査		最高分げつ期調査		成熟期調査			精玄米重 (kg/10a)
		草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )	草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	
むさしの27号	9-6	43.7	260	79.8	400	87.6	24.9	490	594
	12-3	42.7	342	82.7	411	84.0	23.7	416	578
にじのきらめき	9-6	39.6	204	74.6	336	76.3	22.7	390	612
	12-3	41.2	284	79.8	416	75.0	21.6	327	634
平均		43.2	301	81.3	405	85.8	24.3	453	586
		40.4	244	77.2	376	75.6	22.1	358	622
分散分析		***	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.	n.s.

1) 分げつ期調査は6月29日、最高分げつ期調査は7月21日に調査を行なった。(n=2)

2) 精玄米重は水分15%換算値、1.8mm篩選による。

3) 品種と施肥条件の2元配置で分散分析を行ない、いずれも交互作用は見られなかった。n. s. は有意差なし、\*\*\*は1%水準で有意であることを示す。

# 11

収量コンバインデータに基づいた可変側条施肥田植機の効果

古渡拳人<sup>1\*</sup>・宮本寛<sup>2</sup>・石川哲也<sup>3</sup>・山口典子<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>茨城県農業総合センター農業研究所・<sup>2</sup>茨城県農業総合センター・  
<sup>3</sup>農研機構中央農業研究センター)

Effect of Drill-Fertilizing Rice Transplanter using Variable Rate  
based on Data of Japanese Yield Monitoring Combine

Kento Furuwata<sup>1\*</sup>, Kan Miyamoto<sup>2</sup>, Tetsuya Ishikawa<sup>3</sup>, Noriko Yamaguchi<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Agricultural Research Institute Ibaraki Agricultural Center,<sup>2</sup>Ibaraki Agricultural Center,  
<sup>3</sup>NARO Central Region Agricultural Research Center)

## 【背景および目的】

高齢化等を背景とした農地の流動化により、水稻経営では1経営体あたりの規模拡大が加速し、管理する圃場枚数が増加している。その為、各圃場特性に合わせた施肥管理が間に合わず、また、合筆の均平作業により、圃場内で地力ムラが発生している。そこで、収量ムラを把握できる収量コンバイン（クボタ社製 DR6130）を用いて、おおよその地力ムラを予測し、その傾向に応じて可変側条施肥田植機（クボタ社製 NW8S）で移植し、水稻栽培における生育均一化・収量向上を図る。

## 【材料および方法】

試験場所は茨城県稲敷郡河内町、供試品種は「あきたこまち」とした。移植日は2020年4月21日、栽植密度は15.2株/m<sup>2</sup>で、肥料は「いいぞー発スペシャル（14-16-14）」を使用した。試験圃場は、収量コンバインより取得した収量マップなどを参考に、前年収量が低く、収量ムラがある圃場とした（図1）。施肥設計は、圃場の半分を可変施肥区、残り半分を均一施肥の慣行区とし、可変施肥実施に必要な施肥マップを作成した（図2）。なお、可変施肥区の施肥量の計算は、前年産の各メッシュ収量から目標収量480kg/10aの達成に必要な窒素分を、水稻の施肥窒素利用率を考慮して、前年の施肥量に増肥するという方法で実施した（表1）。可変施肥効果の評価は、出穂前にドローンで実施したリモートセンシングと、収量コンバインの結果などから行った。

## 【結果および考察】

圃場全体のNDVI幅（最高値－最低値）は0.055であったが、可変施肥の生育は、増肥により、NDVI平均値が慣行区より0.013上昇した（図3）。また、生育のばらつきを示す標準偏差が慣行区より小さくなり、生育が均一化されていた。可変施肥区の収量は、前年比で収量が39kg/10a増加し、標準偏差が16.1減少した（表2）。一方、慣行区は、収量が8kg/10a増加し、標準偏差の減少は9.9に留まった。施肥量ごとに比較をした場合（表3）、8.3Nkg/10a以外のメッシュでは収量が目標収量480kg/10aに近い値となり、施肥量の計算方法は概ね適切であると考えられた。また、収量構成要素と玄米品質は施肥量に応じた一定傾向が見られず、増肥窒素量が地力ムラによって相殺された可能性が示唆された。以上より、一連の可変施肥の有効性が示された。しかし、倒伏のリスクから目標収量を低めに設定した為、窒素量をさらに増肥して今後も検証を継続する。

※本研究は、「スマート農業加速化実証プロジェクト」実証課題名「関東平坦部における栽培管理支援システムとスマート農機の連携による大規模水稻作営農体系の実証」により実施した。

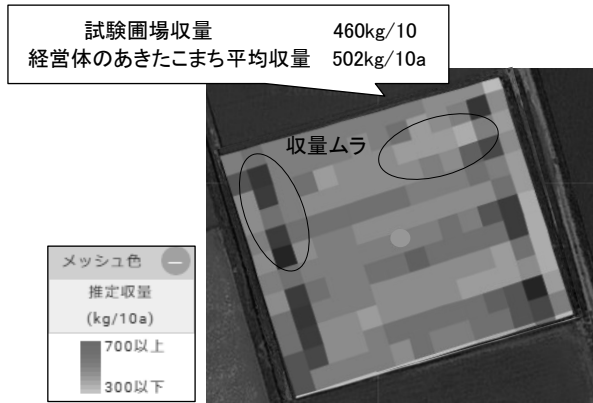


図1 試験圃場の前年産収量マップ  
(面積: 42 a、1メッシュ: 5m×5m)

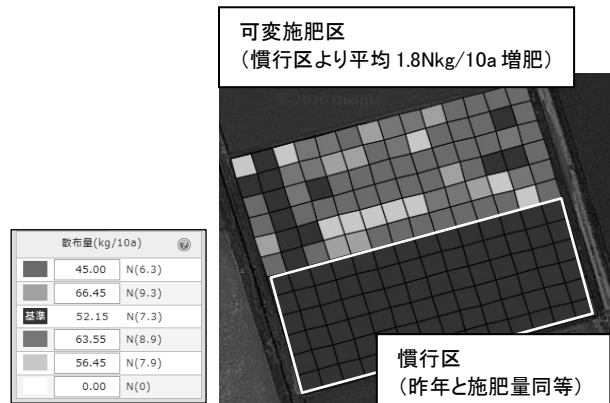
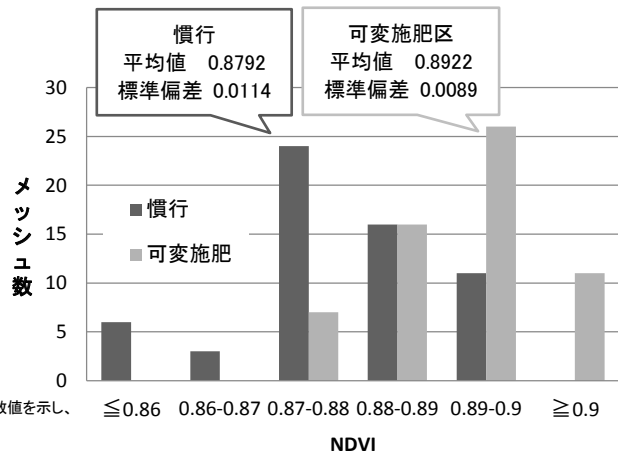
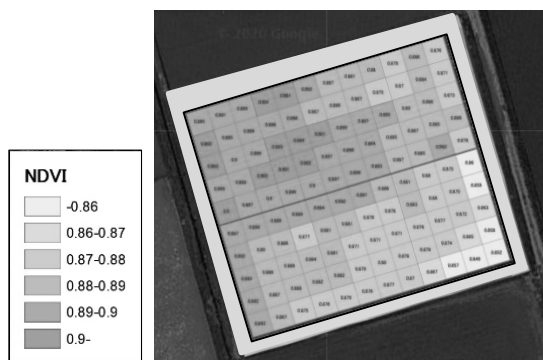


図2 施肥マップおよび各メッシュ施肥量



注) 1. NDVIとは、植物による光の反射から算出した植生の指標値であり、-1から1の間の数値を示し、1に近いほど植生の状態が良い  
2. リモートセンシングの実施日は7/10。解析には、圃場周縁部のデータを除外した

図3 NDVI マップおよびヒストグラム

表1 施肥量の目安

前年収量 (kg/10a)	前年の窒素吸収量 (Nkg/10a)	目標収量との窒素吸収量差 (Nkg/10a)	施肥窒素利用率 (%)	増肥窒素量 (Nkg/10a)
≤421	≤7.5	≥1.3		+2.5
421-434	7.5-7.8	1.0-1.3		+2
434-457	7.8-8.3	0.5-1.0	55%	+1.5
457-480	8.3-8.8	0-0.5		+1
≥480	≥8.8	0		0 (7.3Nkg/10a)

注) 1. 目標収量を480kg/10aと設定し、収量の達成に必要な窒素吸収量は8.8Nkg/10で計算

表2 収量と標準偏差 (各区の年次比較)

区名	収量(kg/10a)			標準偏差		
	2019(A)	2020(B)	増減(B-A)	2019(A)	2020(B)	増減(B-A)
可変施肥区	449	488	39	79.8	63.7	△16.1
慣行区	463	471	8	83.7	73.8	△9.9

注) 1. 解析には、圃場周縁部のデータを除外し、各メッシュ収量のデータを使用

表3 収量および収量構成要素、玄米品質 (可変施肥区における各メッシュ施肥量の比較)

施肥量 (Nkg/10a)	メッシュ数※	収量(kg/10a)※		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏程度 (0~5)	一穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	整粒歩合 (%)	タンパク質含有量 (%)
9.8(+2.5)	28	398	492	83	16.8	426	0.3	70	66	21.1	79	6.6
9.3(+2)	6	427	492	89	17.3	419	0.3	61	66	21.0	78	6.6
8.8(+1.5)	8	444	476	88	16.8	439	0	68	61	20.9	79	6.6
8.3(+1)	8	472	470	85	17.5	432	1.0	66	67	21.0	81	6.6
7.3(基準)	10	592	501	88	17.1	395	0.8	65	60	21.0	77	6.9

注) 1. 出穂期: 7/12、成熟期: 8/20

2. 収量(2019・2020)は、圃場周縁部のデータを除外し、各メッシュ収量を平均した値(※)。2019収量は7.3Nkg/10aで均一施肥した結果  
3. 千粒重、整粒歩合、タンパク質含有量は篩目1.85mmでの調製後に測定。

# 12

## 近接リモートセンシングに基づく水稲の追肥診断

望月篤<sup>1\*</sup>・濱侃<sup>2</sup>・草川知行<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター・<sup>2</sup>千葉大学大学院園芸学研究科)

Estimation of Rice Growth based on Proximal Remote Sensing for Topdressing

Atsushi Mochizuki\*・Akira Hama・Tomoyuki Kusakawa

(<sup>1</sup>Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center, <sup>2</sup>Graduate School of Horticulture, Chiba University)

千葉県の水稲栽培では、近年、幼穂形成期における生育の年次変動が大きくなっており、生育に合わせて追肥を施用することが収量、品質を安定化させるのにより重要となっている。これまで、千葉県では幼穂形成期の草丈と茎数×葉色の2つの指標を基に水稲の生育状況を診断し、追肥窒素の施用時期や施用量を判断する技術を確認しているが、草丈、茎数、葉色の調査には多大な労力がかかる。そこで、本試験では、UAVを用いて上空から撮影した水稲群落画像から水稲の生育量を推定し、追肥を診断できるか検討を行った。

### 【材料及び方法】

センター場内圃場(千葉市)で2018~2020年に「コシヒカリ」を用いて、移植時期(4月10日~6月5日)、基肥窒素施用量(0, 1, 2g/m<sup>2</sup>)が異なる試験区を設けた(n=50,表1)。各試験区において、幼穂形成期に16株(4条×4株)の草丈、茎数、葉色を調査した。また、調査日にUAVに搭載した近赤外撮影用カメラ(BIZWORKS社 Yubaflex,赤の最大のスペクトル応答600nm,近赤外の最大のスペクトル応答850nm)を用いて、地上約50mから試験圃場を撮影した。撮影は、画像内でのハレーションを避けつつ太陽高度が十分に高いときとするため、午前10時~10時30分の間に行った。画像は専用ソフト(Yubaflex3.1)でDigital Numberから放射輝度に変換後に、Structure from Motion and Multi-View Stereo (SfM/MVS)ソフトウェアMetashape Professional(Agisoft社)を用いてオルソモザイク画像を作成した。なお、作成されたオルソモザイク画像の空間分解能は約3cmであった。これらの画像からGeographic Information Systemを用いて生育調査を行った16株の領域のNormalized Difference Vegetation Index pure vegetation(以下、NDVI<sub>pv</sub>)を求め解析に使用した。

### 【結果及び考察】

1. 幼穂形成期の草丈、茎数、葉色とNDVI<sub>pv</sub>の間にはいずれも1%の危険率で有意な正の相関関係(草丈:  $r=0.720$ , 茎数:  $r=0.394$ , 葉色  $r=0.802$ )が認められた(図1)。また、草丈×茎数×葉色とNDVI<sub>pv</sub>との間に1%の危険率で有意な正の相関関係( $r=0.854$ )が認められた(図2)。これらのことから、NDVI<sub>pv</sub>は草丈、茎数、葉色のいずれの生育量も反映した指標であると考えられる。
2. 既存の追肥診断技術では草丈が70cmより長い場合、生育過剰と診断し、施肥時期を遅らせる、もしくは減量する。本試験において、NDVI<sub>pv</sub>が0.21未満の試験区は全て草丈が70cm以下であった(図1)。
3. 既存の追肥診断技術において、もう一つの診断指標である茎数×葉色とNDVI<sub>pv</sub>との間に1%の危険率で有意な正の相関関係( $r=0.736$ )が認められた(図3)。既存の追肥診断技術では、茎数×葉色が16,000未満であれば生育が不足、16,000~20,000であれば生育が適正、20,000以上であれば生育が過剰と診断し、生育が不足する場合は標準の施肥法よりも施肥時期を早める、又は増量、生育が適正な場合は標準どおりの施肥法、生育が過剰な場合は標準の施肥法よりも施肥時期を遅らせる、又は減量する。本試験において、NDVI<sub>pv</sub>が0.09以下となった試験区は全て生育が不足、NDVI<sub>pv</sub>が0.10~0.17となった試験区では1試験区を除き生育が適正であった。なお、NDVI<sub>pv</sub>が0.10~0.17の範囲内で茎数×葉色が20,000以上となった1試験区は幼穂形成期の草丈が57cmと短く、通常の追肥を施用しても倒伏、収量や外観品質の低下は認められなかった(倒伏程度(無:0~5:甚の6段階評価):2,精玄米重:594g/m<sup>2</sup>,整粒割合:78%)。
4. 幼穂形成期のNDVI<sub>pv</sub>が0.19以上となった試験区では全て既存の追肥診断技術で草丈、茎数×葉色の両方、もしくはいずれか1つが生育過剰と診断された(図2,表2)。

以上より、NDVI<sub>pv</sub>が0.09以下の試験区では既存の診断技術において生育不足、NDVI<sub>pv</sub>が0.09~0.10であれば生育不足又は生育適正、NDVI<sub>pv</sub>が0.10~0.17であれば生育適正、NDVI<sub>pv</sub>が0.17~0.19であれば生育適正又は生育過剰、NDVI<sub>pv</sub>が0.19以上であれば生育過剰と診断でき、近接リモートセンシング技術を用いて既存の追肥診断技術の一部を判定できることが示唆された。今後、データ数を増やし検証を行うとともに、撮影条件等の整理を行うことによって近接リモートセンシングによる追肥診断技術の精度を向上させ、実用化を目指す。

表1 試験区の栽培概要

試験年	移植日(月/日)	栽植密度(株/㎡)	植付本数(本/株)	基肥窒素量(g/㎡)
2018~2020	4/10~6/5	17.6~20.7	3.7~5.0	0~2

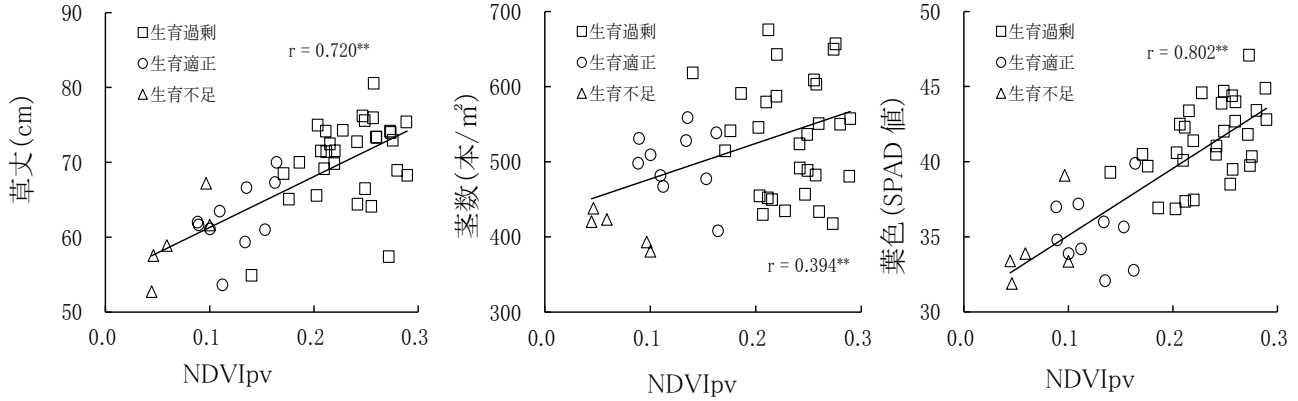


図1 幼穂形成期におけるNDVIpvと草丈,茎数,葉色との関係

注1) \*\*は1%の危険率で有意

- 2) 生育不足: 幼穂形成期の茎数(本/㎡)×葉色(SPAD値)が16,000未満  
 生育適正: 幼穂形成期の草丈が70cm以下,かつ,茎数(本/㎡)×葉色(SPAD値)が16,000~20,000  
 生育過剰: 幼穂形成期の草丈が70cm以上,もしくは,茎数(本/㎡)×葉色(SPAD値)が20,000以上

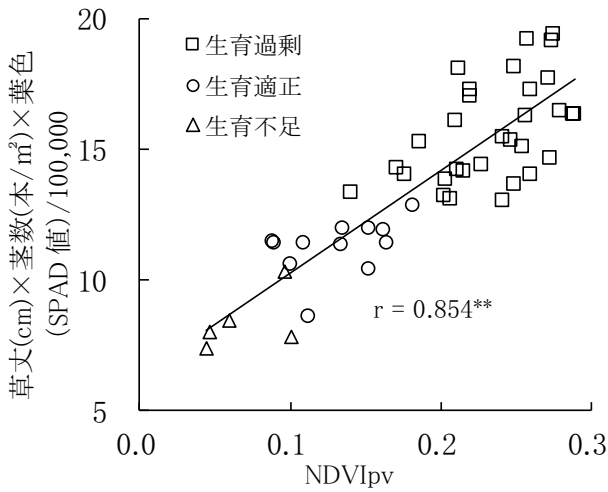


図2 幼穂形成期におけるNDVIpvと草丈×茎数×葉色との関係

注1) \*\*は1%の危険率で有意

- 2) 生育不足, 生育適正, 生育過剰は図1と同じ

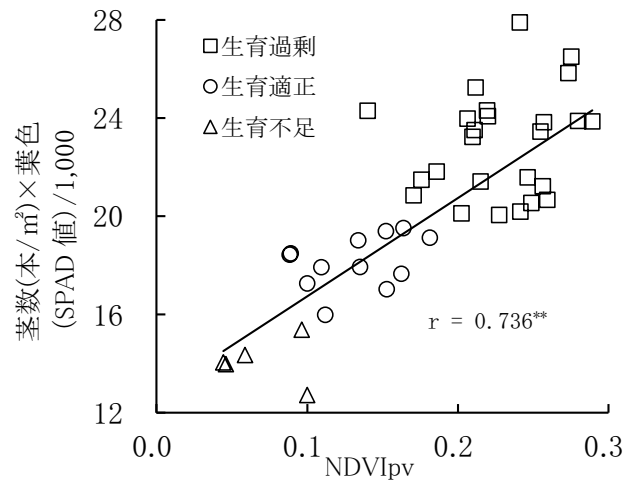


図3 幼穂形成期におけるNDVIpvと茎数×葉色との関係

注1) \*\*は1%の危険率で有意

- 2) 生育不足, 生育適正, 生育過剰は図1と同じ

表2 幼穂形成期のNDVIpvと既存の追肥診断技術の診断結果との関係

	NDVIpv					計
	<0.09	0.09~0.10	0.10~0.17	0.17~0.19	0.19<	
生育不足	3	2	0	0	0	5
生育適正	0	3	8	1	0	12
生育過剰	0	0	1	2	30	33

注1) 生育不足, 生育適正, 生育過剰は図1と同じ

- 2) NDVIpv0.10~0.17で生育過剰だった1試験区は幼穂形成期の草丈が57cm, 標準の追肥法で施用したところ, 成熟期の倒伏程度2.0, 精玄米重594g/㎡, 精玄米の整粒割合78%



# 13

## 千葉県の水稲種子生産における出穂期予測モデルの適用性の検証 及び出穂期予測 Bot の開発 青木優作\*・藤代淳・中村充明 (千葉県農林総合研究センター)

Verification of applicability of heading time prediction model in paddy rice seed production  
in Chiba Prefecture and development of heading time prediction bot.  
Yusaku Aoki\*, Jun Fujishiro and Mitsuaki Nakamura  
(<sup>1</sup>Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

千葉県の水稲原原種・原種生産においては、異型株の抜き取りや薬剤散布等を適期に行うため、各圃場の出穂期を予測し、予測日を基に作成したスケジュールに沿って管理を行っている。また、自然交雑を防ぐため、距離的隔離に加えて、隣接品種の出穂期を 10 日以上離し(時間的隔離)一般の水稲栽培と異なる栽培を行っている。これらのことから、水稲原原種・原種生産においては、各品種における出穂期を把握することが特に重要である。そこで、出穂期を事前に予測した適期での圃場管理及び作付計画の検討に資するため、望月ら(2017 年)が開発した「出穂期予測モデル(以下、本モデル)」を活用し、原種生産圃場での「ふさおとめ」「ふさこがね」「コシヒカリ」における適用性を検証した。加えて、本モデルを現地においても、より簡易に利用するために、コミュニケーションアプリの1つである LINE が提供している「チャットボット(以下、Bot)」を活用して、「出穂期予測 Bot」の開発を試みたので報告する。

### 【材料及び方法】

2010～2020 年に千葉県農林総合研究センター成東育成地(山武市)の原種生産圃場(壤土)で栽培した「ふさおとめ」(4/15 頃移植)、「コシヒカリ」(4/20 頃及び 5/8 頃移植)、「ふさこがね」(5/28 頃移植)における各年次、各作期の出穂期と、本モデルから算出された出穂期推定とを比較した(第1式)。本モデル中の日平均気温は各年次のアメダス(地点:横芝光)観測値及び農研機構農業環境変動研究センターが開発した「メッシュ農業気象データ(以下、メッシュデータ)」を用い、日長時間は緯度と経度より算出した。

LINE における Bot 構築では、「Google スプレッドシート」上で本モデルの予測式(第1式)、2020 年の日平均気温、緯度と経度より算出した日長時間を入力した。なお、日平均気温は現地で簡便に利用することを想定して、データの入手が容易なアメダス(地点:横芝光)観測値を使用した。条件は「ふさおとめ」(4/15 移植)、「コシヒカリ」(4/21 移植)、「コシヒカリ」(5/7 移植)、「ふさこがね」(5/28 移植)の4作期を設定し、2020 年の原種生産圃場での各作期における出穂期予測を表示するためのプログラムを「Google Apps Script」上で作成し、LINE 上での動作を確認した。

### 【結果及び考察】

- 1 推定した出穂期の二乗平均平方根誤差(以下、RMSE)は原種生産圃場における「ふさおとめ」(4/15 頃移植)、「コシヒカリ」(4/20 頃移植)、「コシヒカリ」(5/8 頃移植)、「ふさこがね」(5/28 頃移植)で、アメダスデータでは 1.21 日、1.83 日、2.39 日、2.94 日、メッシュデータでは 1.68 日、2.37 日、2.65 日、3.13 日であった(第1表、第1図)。
- 2 それぞれの RMSE を比較すると、メッシュデータを用いた方がアメダスデータよりもやや大きい結果であった(第1表)。これはアメダスデータの方がメッシュデータよりも日平均気温がやや高い値であり、この値が原種生産圃場での日平均気温に近い可能性があることが示唆された。
- 3 原種生産の各作期における目視による出穂期の判断は、出穂始期～穂揃期の約7日間の範囲内で判定している。本モデルを用いることにより、RMSE が約1～3日の範囲内で出穂期を予測できたことから、原種生産の各作期において、その適応性が確保されていると考えられた(第1表)。
- 4 「出穂期予測 Bot」の開発では、「1:識別名」+「2:品種」+「3:移植日」を組み合わせた文字列を LINE トーク画面上で「コマンド」(例:「原種ふさおとめ 4 月 15 日」)として入力することで対

応した算出結果を表示するプログラムを作成した(第2図)。なお、予測日前日までのアメダスデータを自動で取り組むプログラムを合わせて作成しており、予測日前日までは当年の日平均気温を用い、予測日以降はアメダスの平年値を活用しての算出が可能であった。

以上のことから、水稻種子生産においても本モデルの適用性は確保されていると考えられた。また、Botを活用することで使用者が煩雑な計算を行うことなく、より簡易に出穂期予測の情報が取得できることが示唆された。

第1式 日平均気温と日長を説明変数とした出穂期予測モデル(望月ら, 2017)

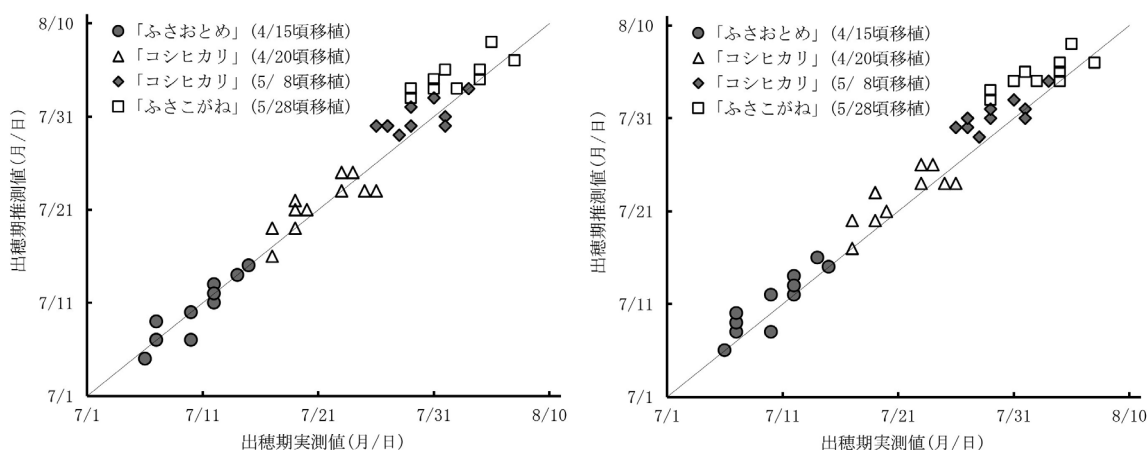
$$DVI(n) = \sum_{i=0}^n DVRi, \quad (L < Lc \text{ の場合}) \quad DVRi = \frac{1}{G} \cdot \frac{1 - \exp\{B(L - Lc)\}}{1 + \exp\{-A(T - Th)\}}$$

(L ≥ Lc の場合) DVRi = 0, DVI(0) = 0.2

(移植後h日に出穂期) DVI(h) > 1 > DVI(h-1)

n: 移植後日数, DVI: 発育指数, DVR(n): 移植後n日目の発育速度, L: 日長時間(時間),

T: 日平均気温(°C), G: 播種～出穂期までの最小日数, Lc: 限界日長, Th: DVRが最大値の半分になる気温



第1図 各作期における出穂期実測値とアメダス観測値(左)及びメッシュデータ(右)を用いた推測値との関係。

第1表 各作期における出穂期の推定精度

品種	移植日 (月/日)	アメダス観測値 RMSE (日)	メッシュデータ RMSE (日)
ふさおとめ	4/15頃(4/12~4/16)	1.21	1.68
コシヒカリ	4/20頃(4/16~4/21)	1.83	2.37
コシヒカリ	5/8頃(5/6~5/8)	2.39	2.65
ふさこがね	5/28頃(5/25~5/28)	2.94	3.13

注) 2010~2020年に成東育成地(山武市)の原種生産圃場(壤土)で栽培

【引用文献】

望月篤・吉田ひろえ・鶴岡康夫 2017.  
千葉県における「メッシュ農業気象データ」を利用した  
水稻の発育予測  
第2報 日長を考慮した出穂期予測モデルの開発.  
日本作物学会関東支部会報第32号 26-27



第2図 出穂期予測 Bot の画面

## イネ個葉光合成速度の迅速多検体測定によるゲノムワイド関連解析

関佳彬<sup>1\*</sup>M1・速水健太郎<sup>1</sup>・野村知宏<sup>1D2</sup>・大川泰一郎<sup>1</sup>・松岡信<sup>2</sup>・田中佑<sup>3</sup>・安達俊輔<sup>4</sup>

(1東京農工大学大学院農学府・2名古屋大学生物機能開発利用研究センター・

<sup>3</sup>京都大学大学院農学研究科・<sup>4</sup>茨城大学農学部)**Genome-wide association study for leaf photosynthetic rate in rice  
with a high-throughput gas exchange measurement**Yoshiaki Seki<sup>1\*</sup>M1, Kentaro Hayami<sup>1</sup>, Tomohiro Nomura<sup>1D2</sup>, Taiichiro Ookawa<sup>1</sup>,Makoto Matsuoka<sup>2</sup>, Yu Tanaka<sup>3</sup> and Shunsuke Adachi<sup>4</sup>

(1Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology,

<sup>2</sup>Bioscience and Biotechnology Center, Nagoya University,<sup>3</sup>Graduate School of Agriculture, Kyoto University, <sup>4</sup>College of Agriculture, Ibaraki University)

【緒言】イネ収量の向上のため、葉の光合成速度の遺伝的改良が望まれる。2品種間交雑後代系統を用いた量的形質遺伝子座(QTL)解析は遺伝子操作と並んで光合成改良の主戦略となっており、これまでイネの葉の光合成速度に関わるQTLが多数同定されてきた(Adachi et al., 2019)。遺伝解析の手法としては、QTL解析の他にゲノムワイド関連解析(GWAS)がある。GWASは多数の品種パネルを用いて形質値とDNA多型との関連を解析するため、従来の2品種由来のQTL解析では同定が難しい新規QTLを同定できると期待されるが、イネの光合成速度(CO<sub>2</sub>同化速度)に対する実施例はほぼ無い。その理由として、GWASには従来のQTL解析以上に多数の植物個体の形質評価が求められるため、一般的な光合成測定装置のスループットでは実施が困難であったことが挙げられる。そこで筆者らは葉1枚当たりの測定時間を従来の1/15以下に短縮した閉鎖型の迅速光合成測定装置(MIC-100; マサイインタナショナル社)を開発した。本研究はMIC-100により多様なイネ品種パネルのCO<sub>2</sub>同化速度を同一の生育ステージに圃場で大量に計測し、GWASによる新規光合成QTLの同定を目的とした。

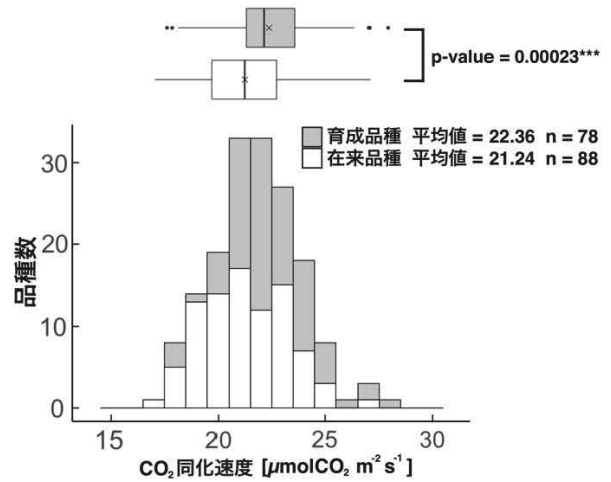
【材料と方法】供試材料には、来歴やゲノム等の多様性を考慮して選んだ日本の温帯ジャポニカイネ169品種(Yano et al., 2019)を使用した。2018年5月7日に播種し、東京農工大学農学部附属FM本町水田(多摩川沖積土壌)に5月24日に移植した。光合成速度の測定は、最高分げつ期にあたる7月3日に、3台のMIC-100を用いて測定した(第1図)。主茎もしくは一次分げつの最上位展開完了葉を選び、各品種6個体を測定した。葉を同化箱内に封入したのち同化箱内CO<sub>2</sub>濃度が10 ppm低下するのに要する時間を計測し、葉面積で除してCO<sub>2</sub>同化速度とした。なお測定中の光合成活性低下を防ぐため、同化箱内に設置したLED照明で1,200 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>の光を照射した。GWASモデルには個別のマーカー効果を変量とするリッジ回帰BLUPを採用し、偽陽性を防ぐために在来品種と育成品種における集団構造の違いを固定効果として考慮した。

【結果と考察】供試した169品種のCO<sub>2</sub>同化速度は17.06 ~ 27.91 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>であり、連続した正規分布を示した(第2図)。育成品種のCO<sub>2</sub>同化速度は在来品種に比較して有意に高く、CO<sub>2</sub>同化速度と品種成立年との関係にもわずかな正の相関が見られた(データ省略)。CO<sub>2</sub>同化速度が高い品種として、広く普及しているヒノヒカリやあきたこまちの他、在来品種である細稈が挙げられた(第1表)。一方、CO<sub>2</sub>同化速度と育成地の間に明確な関係は認められなかった(データ省略)。GWASの結果、第1, 3染色体上に高いピークが確認された(第3図)。また、これら領域をアレル別に分けた品種群の間でCO<sub>2</sub>同化速度に有意差が認められた。以上のように、MIC-100による圃場ハイスループットガス交換計測によって、イネ光合成速度に関わる新規QTLを同定できた。現在反復実験によるQTLの確認と原因遺伝子の特定に向けた検討を進めている。

\*本研究の一部は科学研究費補助金(基盤研究(B))の支援で得られた成果である。



第 1 図 MIC-100 による光合成測定.

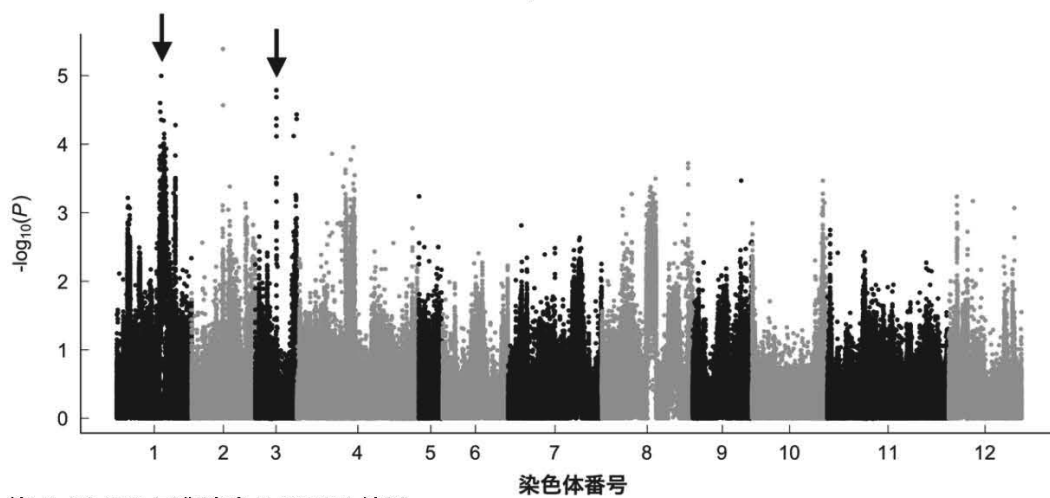


第 2 図 CO<sub>2</sub> 同化速度の頻度分布.

- 1) 由来が不明な 3 品種を除く.
- 2) Welch の t 検定において, \*\*\*は 0.1%水準で有意であることを示す.

第 1 表 CO<sub>2</sub> 同化速度の上位 5 品種と下位 5 品種の比較.

順位	品種名	育成地	由来	品種成立年	CO <sub>2</sub> 同化速度 [ $\mu\text{molCO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ ]
1	やまびこ	東海	育成	1958	27.91
2	細稈	東北	在来	1883	27.10
3	ヒノヒカリ	九州	育成	1989	27.06
4	あきたこまち	東北	育成	1984	27.00
5	フクヒカリ	北陸	育成	1977	26.33
165	上州	東北	在来	NA	18.01
166	名古屋白	東北	在来	NA	17.91
167	冷立稲	東北	育成	1972	17.87
168	善石早稲	東北	育成	1917	17.62
169	大場もち	北陸	在来	1899	17.06



第 3 図 CO<sub>2</sub> 同化速度の GWAS 結果.

- 1) 図中の黒矢印はピークを示す.

## 日本作物学会関東支部規則

平成25年12月6日改正

- 第1条 本支部は、日本作物学会会則21条にもとづいて設立し、日本作物学会関東支部と称する。
- 第2条 本支部は、関東各都県および山梨県の日本作物学会会員ならびに作物学同好者をもって組織する。
- 第3条 本支部は、作物学に関する研究を推進し、地域課題の解決に寄与し、あわせて本支部会員相互の親睦を図ることを目的とする。
- 第4条 本支部は、第3条の目的を達成するために年1ないし2回の例会を開く。例会では講演会、討論会、座談会、見学などを行う。
- 第5条 本支部には、日本作物学会会則第23条にもとづき支部長1名と評議員ならびに幹事若干名と会計監査2名をおく。  
支部長は会務を総理し、支部を代表する。  
評議員は支部長の委嘱により会務を審議し、幹事は実務を担当する。  
会計監査は会計を監査する。
- 第6条 役員を選出は次の方法による。  
支部長は総会において会員の互選による。  
評議員、幹事および会計監査は支部長がこれを委嘱する。  
役員任期は2年とする。但し、重任を妨げない。
- 第7条 総会は毎年1回支部長が召集し、会務ならびに会計を報告し役員選出その他の重要事項について協議する。  
但し、必要ある場合にはこれを臨時に開くことができる。
- 第8条 本支部の経費は会費と有志の寄付金をもってあてる。  
但し、必要な場合、会員が実費を負担する。  
会費ならびに寄付の金額、徴収方法については別に定める。
- 第9条 本支部の会計年度は毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終わる。
- 第10条 本支部の規則改正は総会における決議を要する。

### 会費額改定について

平成2年12月7日

日本作物学会関東支部

会費額は、評議員を出している場所及び2名以上の会員を有する場所から下表の通りに徴収する。

(平成2年12月7日総会にて可決)

場所会員数	新会費額
1～2	1,000円
3～4	2,000円
5～9	3,000円
10～14	4,000円
15～19	5,000円
20～24	6,000円
25～29	7,000円
30～34	8,000円
35～39	9,000円
40以上	10,000円

注 この会費額、平成3会計年度より実施される。