

## カバークロープ利用が雑草の発生と水稻の生育・収量におよぼす影響

浅海拓真\*・加来嵩時・高嶋尚哉・武藤光輝・菅井純・Nur Santi・浅木直美・小松崎将一  
(茨城大学農学部)

### Effects of cover crop on weed emergence, growth and yield of paddy rice

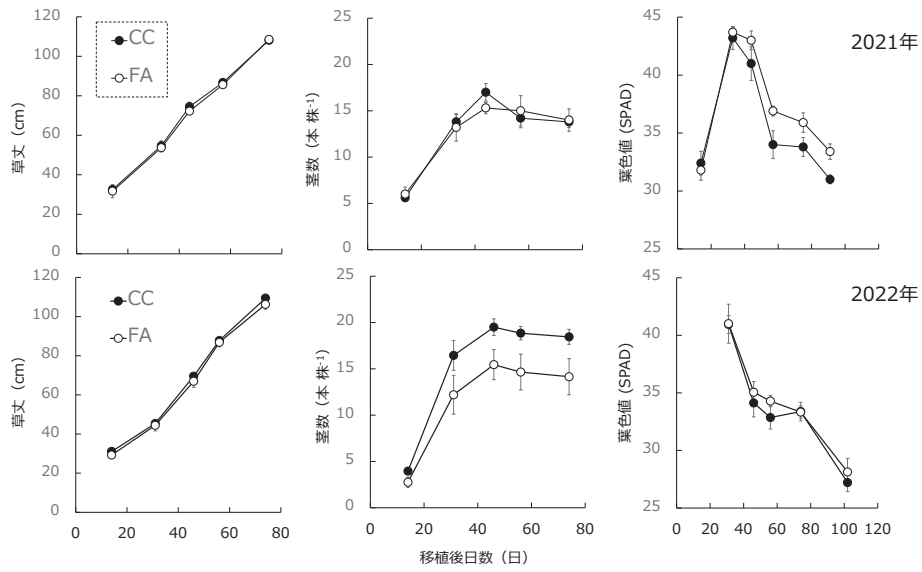
Takuma Asaumi\*, Takatoki Kaku, Yudai Tsukagoshi, Naoya Takashima, Kohki Mutoh,  
Jun Sugai, Nur Santi, Naomi Asagi, Masakazu Komatsuzaki  
(College of Agriculture, Ibaraki University)

**【背景と目的】** 有機農業では農薬を使用しないため雑草防除が困難である。これまでの著者らの調査により、有機水田におけるカバークロープ（イタリアンライグラス）の利用により雑草の発生が抑制される傾向が認められた（加来ら 2022）。有機水田における雑草防除技術を確立するためには、継続的にイタリアンライグラス利用が雑草発生と水稻におよぼす影響を調査する必要がある。そこで、本研究では、カバークロープ施用が水稻の生育、収量および雑草の発生活長におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。

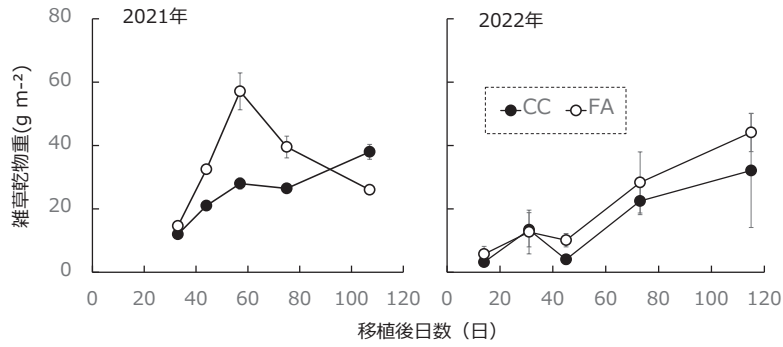
**【材料および方法】** 2021年と2022年に水稻栽培試験を実施した。カバークロープ（以下、CC）としてイタリアンライグラスの「ヤヨイワセ」を、主作物として水稻「コシヒカリ」を供した。茨城大学農学部附属国際フィールド農学センター内5号水田に、栽培試験実施年の前年の11月から試験実施年の4月にかけてCCを栽培後、CCを刈取り土壌中にすき込んだCC区とCCを栽培しなかった休閑区（以下、FA区）の2処理区を設置した（各処理区4反復）。2処理区ともに基肥としてぼかし肥料（100g m<sup>-2</sup>）を施用した。4月下旬に湛水を開始し、2021年は6月2日に、2022年は5月20日に水稻を移植した。経時的に水稻の生育、雑草地上部乾物重を調査した。また、2022年の試験において作土層の土壌溶液を採取し、溶液中のpH（H<sub>2</sub>O）、アンモニア態窒素濃度に加え、コマツナ種子発芽法（日高・西脇 2013）により、土壌溶液を加えたシャーレにコマツナ種子を入れて暗条件で培養しコマツナの発芽率と幼芽と幼根長を測定し、雑草抑制効果を評価した。

**【結果および考察】** 2021年の水稻の草丈、莖数、葉色値はCC区とFA区で同様に推移したが、2022年の莖数はCC区でFA区に比べて高い傾向であった（第1図）。水稻移植後40日～80日間の雑草地上部乾物重は、2021年、2022年ともにCC区でFA区に比べて低い傾向であった（第2図）。土壌溶液中のpH（H<sub>2</sub>O）は移植後14日目にCC区でFA区に比べて高かったが、アンモニア態窒素濃度には処理区間で違いは見られなかった（第3図上段）。一方、土壌溶液を添加して発芽させたコマツナの相対発芽率は移植後0～50日の期間においてCC区でFA区に比べて低かった（第3図下段）。さらに幼芽長に対する幼根長の割合は移植後9日、14日目においてCC区でFA区に比べて低かった。

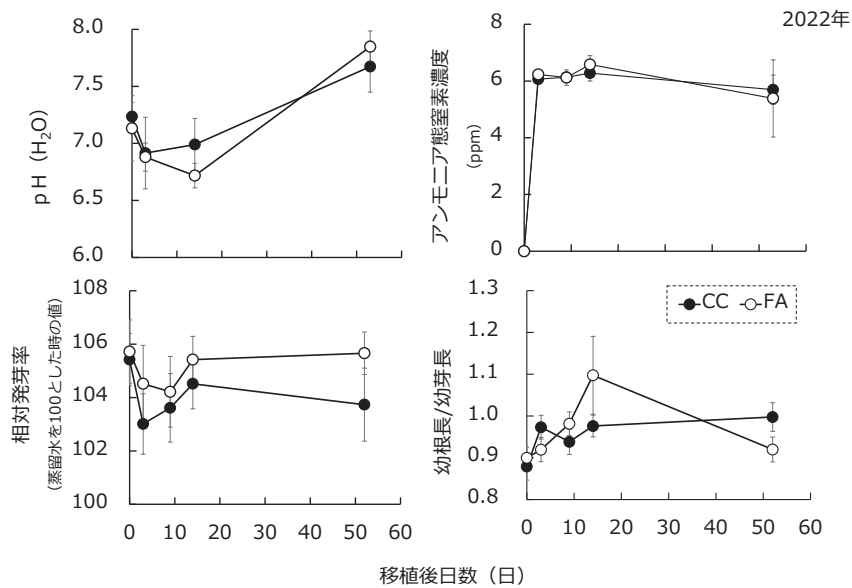
実際のイタリアンライグラスを施用した水田において、雑草量が減少する傾向が2年間の試験で認められた。また、コマツナの種子発芽法により土壌溶液中に雑草の発生や伸長を抑制する物質が含まれている可能性が示唆された。



第1図 2021年（上段）と2022年（下段）の水稻の草丈，茎数，葉色値の推移



第2図 2021年（左）と2022年（右）の雑草地上部乾物重の推移



第3図 水田土壌溶液中のpH ( $H_2O$ ) およびアンモニア態窒素濃度の推移（上段）とコマツナ種子発芽法による雑草発生抑制効果（下段）

# 2

## 開花期後の遮光処理の時期がラッカセイの生育および収量に及ぼす影響

小林孝太郎\*・桑田主税  
(千葉県農林総合研究センター)

### Effect of shading after flowering on the growth and yield of peanuts

Koutaro Kobayashi\* and Chikara Kuwata  
(Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

**【目的】** 演者らは過去の試験データを用いて、気象条件とラッカセイの収量の関係性を解析し、開花直後の日照時間と莢実重には正の相関関係があることを明らかにした(黒田ら, 日作紀, 印刷中)。しかし、開花期後の日照不足がラッカセイの生育および収量にどのような影響を及ぼすのかについて具体的には解明できていない。そこで日照不足を想定した開花期後の遮光処理時期がラッカセイの生育および収量に及ぼす影響について調査を行い、知見が得られたので報告する。

**【材料および方法】** 千葉県農林総合研究センター(千葉市緑区)の露地圃場(腐植質普通黒ボク土)で行った。2021年5月18日(以下, 標準播)および6月8日(以下, 晩播)に中生品種「千葉P114号(商標名:Qなっつ)」と晩生品種「千葉半立」を播種した。基肥の施肥分量は $N:P_2O_5:K_2O=3:10:10\text{kg}/10\text{a}$ とし、播種前に土壌混和した。栽培方法はマルチ栽培で株間30cm, 平均畝間75cm, 栽植密度が4,444株/10aとした。播種粒数は1-2粒交互播種し, 出芽後1本立てとした。処理区はトンネル被覆とし, 遮光処理の時期別に開花期後1~3週区, 4~6週区, 7~9週区, 10~12週区の4試験区を設定した。試験規模は36株/区, 3反復とした。遮光処理期間は標準播が20~22日, 晩播が21日間とした(表1)。遮光資材はアグリパワーストーン(アイアグリ(株), 遮光率75%)を用いた。生育および収量調査は, 莢実の形成が開始する開花期後43~44日と収穫時に行った。子実は0.7g以上を上実として選別調査した。気象データは気象庁アメダス千葉を用いた。

**【結果および考察】** 開花期後の気象状況は, 7月中旬~8月上旬頃に晴天が続き平均気温が高く, 日照時間が多くなった。なお, 同時期は標準播では開花期後4~6週区, 晩播では1~3週区に相当する(図)。開花期後43~44日における「千葉P114号」の生育は, 標準播で開花期後1~3週区および4~6週区, 晩播で1~3週区で総分枝数が有意に少なかった。播種時期に関係なく, 開花期後1~3週区および4~6週区で茎葉乾物重は軽く, 莢実数および莢実重が少なかった。収穫時では標準播が開花期後4~6週区, 晩播が1~3週区で総分枝数は最も少なく, 茎葉乾物重が軽く, 莢実数, 莢実重, 上実重が少なくなる傾向がみられた(表2)。これは「千葉P114号」が中生で初期の開花数が多く, 莢実の形成・充実が早いいため, 開花期後6週間までの日照不足が初期の生育および開花・着莢に最も影響を及ぼすと考えられた。

「千葉半立」の生育および収量は, 開花期後43~44日では「千葉P114号」と同様の傾向がみられた。収穫時でも総分枝数および莢実数は「千葉P114号」と同様の傾向がみられた。播種時期に関係なく, 開花期後4~6週区で茎葉乾物重は最も軽く, 10~12週区で莢実重が少なく, 7~9週区で上実重が低くなる傾向がみられた(表3)。「千葉半立」は遮光処理が開花期後43~44日の茎葉部の生育および収量と, 収穫時の生育に及ぼす影響では「千葉P114号」と同様の傾向がみられたが, 播種時期と処理区に交互作用は認められず, 開花期後7週以降で莢実重および上実重が減少するなど, 収穫時の収量に及ぼす影響が「千葉P114号」とは異なる傾向がみられた。これは「千葉半立」が晩生で「千葉P114号」と比較して初期の開花数が少なく, 開花期間が長く莢実の形成・充実が遅いため, 「千葉半立」は開花期後の日照不足が生育の後半まで影響するものと考えられた。

以上より, ラッカセイは遮光処理により莢実収量の低下をもたらすが, 品種の早晩生で影響を及ぼす時期が異なり, 中生品種「千葉P114号」が開花期後6週間まで, 晩生品種「千葉半立」が7週間以降の日照不足で収量低下の影響が大きいと考えられた。

表1 処理区の遮光期間

播種日 (月/日)	処理区	処理期間		処理期間 (日)
		開始日 (月/日)	終了日 (月/日)	
5/18	1~3週	6/28	7/19	21
	4~6週	7/19	8/10	22
	7~9週	8/10	8/30	20
	10~12週	8/30	9/21	22
6/8	1~3週	7/14	8/4	21
	4~6週	8/4	8/25	21
	7~9週	8/25	9/15	21
	10~12週	9/15	10/6	21

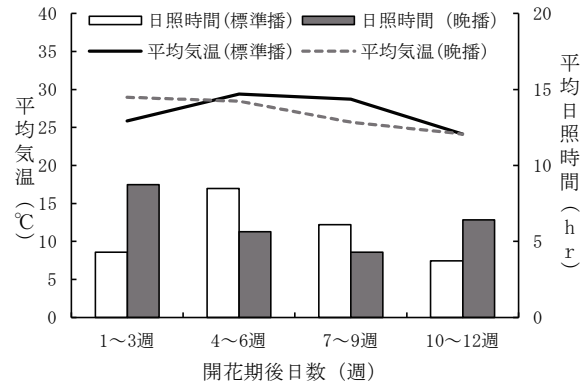


図 開花期後の気象状況の推移

表2 遮光処理時期の違いが「千葉 P114 号」の生育および収量に及ぼす影響

播種時期	処理区	開花期 (月/日)	開花期後43~44日				収穫時				
			総分枝数 (本/株)	茎葉乾物重 (g/株)	莢実数 (個/株)	莢実重 (g/株)	総分枝数 (本/株)	茎葉乾物重 (g/株)	莢実数 (個/株)	莢実重 (g/株)	上実重 (g/株)
標準播	無処理	6/27	29.9 a	89.1 a	24.5 a	20.9 a	37.2	119.7 a	72.3 a	97.0 a	51.2 a
	1~3週		14.7 b	48.9 b	4.7 b	8.6 b	41.9	89.3 c	48.4 c	59.8 b	26.8 bc
	4~6週		13.5 b	49.2 b	0.5 b	2.8 b	21.1	69.0 d	40.6 c	49.7 c	17.6 d
	7~9週		28.2 ab	90.3 a	28.1 a	22.6 a	34.7	111.6 ab	62.1 b	57.2 bc	24.1 cd
	10~12週		32.5 a	90.2 a	24.5 a	20.9 a	36.2	96.2 bc	46.6 c	64.1 b	34.1 b
晩播	無処理	7/13	20.1 a	72.1 a	19.8 a	21.2 a	24.9	93.0 a	67.6 a	82.4 a	40.6 a
	1~3週		11.5 b	37.0 b	1.5 b	5.1 b	15.5	44.9 c	30.2 c	33.8 c	11.4 c
	4~6週		21.3 a	45.9 b	1.7 b	4.6 b	23.1	64.3 b	60.2 ab	56.6 b	16.7 bc
	7~9週		20.4 a	75.4 a	22.4 a	22.1 a	28.5	79.9 ab	44.9 bc	46.7 bc	22.9 b
	10~12週		21.8 a	73.0 a	18.7 a	20.3 a	24.1	75.2 b	47.3 bc	60.5 b	32.4 a
分散分析	播種時期		*	***	*	ns	***	***	*	***	***
	処理区		***	***	***	***	ns	***	***	***	***
	交互作用		*	ns	ns	ns	ns	***	***	***	**

注1) 収穫日は標準播が9月21日(開花期後86日), 晩播が10月6日(開花期後85日).  
 注2) 数値横の異なる英文字間には Tukey-Kramer 法により5%水準で有意差あり.  
 注3) 分散分析は\*\*\*が0.1%水準, \*\*が1%水準, \*が5%で有意差あり, nsは有意差無し.

表3 遮光処理時期の違いが「千葉半立」の生育および収量に及ぼす影響

播種時期	処理区	開花期 (月/日)	開花期後43~44日				収穫時				
			総分枝数 (本/株)	茎葉乾物重 (g/株)	莢実数 (個/株)	莢実重 (g/株)	総分枝数 (本/株)	茎葉乾物重 (g/株)	莢実数 (個/株)	莢実重 (g/株)	上実重 (g/株)
標準播	無処理	6/28	59.9 a	113.6 b	9.8 a	11.6 a	66.4	169.1 a	88.2 a	103.0 a	43.1 a
	1~3週		49.3 b	61.5 d	3.5 b	7.1 b	71.4	128.7 ab	70.8 ab	70.3 b	24.0 c
	4~6週		48.2 b	68.1 c	0.5 b	2.4 c	52.2	96.8 b	55.4 b	71.1 b	33.8 b
	7~9週		62.4 a	122.1 a	11.6 a	12.5 a	63.1	134.3 ab	86.3 a	69.0 b	16.6 c
	10~12週		59.5 a	117.6 ab	9.9 a	11.8 a	60.1	146.2 a	61.4 b	56.8 b	22.6 c
晩播	無処理	7/13	56.1 a	98.9 a	13.7 a	14.6 a	59.5	120.9 a	83.2 a	90.5 a	36.3 a
	1~3週		33.2 b	55.9 b	2.3 b	6.3 b	49.4	79.3 b	42.2 c	53.1 bc	22.0 b
	4~6週		54.1 a	68.4 b	1.0 b	3.0 b	51.5	72.8 b	63.0 b	69.2 b	25.4 b
	7~9週		58.4 a	97.6 a	13.9 a	15.3 a	50.8	92.7 ab	65.6 b	54.9 bc	16.0 b
	10~12週		53.5 a	93.9 a	14.1 a	14.9 a	56.5	109.6 a	52.2 bc	51.3 c	22.9 b
分散分析	播種時期		**	***	*	***	***	***	***	***	**
	処理区		***	***	***	***	*	***	***	***	***
	交互作用		**	**	ns	*	*	ns	**	ns	ns

注1) 収穫日は, 標準播が9月30日(開花期後94日), 晩播が10月15日(94日).  
 注2) 数値横の異なる英文字間には Tukey-Kramer 法により5%水準で有意差あり.  
 注3) 分散分析は\*\*\*が0.1%水準, \*\*が1%水準, \*が5%で有意差あり, nsは有意差無し.

# 3

埼玉県のパイズ低収要因の解析

丹野和幸<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>埼玉県農業技術研究センター)

Analysis of Factors Causing Low Soybean Yield in Saitama Prefecture

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

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

パイズの多収に関する研究は数多く実施されてきており、良好な栽培試験結果を示している。しかし、研究上での取り組みが様々に実施されてきたにもかかわらず、近年の埼玉県のパイズ単収は100 kg/10a 前後を推移しており、ほとんど向上していない。減収要因としては、病虫害防除や土壌環境など多く報告されているが、実際の栽培現場において何が単収を制限しているかは不明であった。そこで本研究では、埼玉県内の過去6年間にわたる「里のほほえみ」の収量データを解析し、実際に埼玉県内で収量を制限している要因について考察し、対策を検討した。

## 【材料及び方法】

2016年～2021年の間に埼玉県農業技術研究センターが調査した試験場内および県内生産者の現地圃場での「里のほほえみ」の収量及び品質のデータを収集した。施肥はいずれも慣行の基肥10a当たりN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 3 kg:10 kg:10 kg 全層施用で、栽培地は熊谷市(42点)、加須市(12点)、鳩山町(6点)、深谷市(17点)である。土壌分類から見ると、灰色低地土(48点)、未熟低地土(6点)、褐色低地土(6点)、グライ黒ボク土(17点)であった。また、2021年には条間30cmで、株間10cm(密植)および25cm(疎植)の区を設け、3播種期で成長解析を実施した。

## 【結果及び考察】

埼玉県内の「里のほほえみ」の経済的収量は主に生物学的収量によって決定され、収穫指数の影響は極めて小さかった(図1A-C)。また、病虫害の被害が生物学的収量に及ぼす影響は小さく(表1)、栽植密度はほとんどが慣行の15株/m<sup>2</sup>前後であるにもかかわらず大きな収量差が生じていた(図1D)。以上より、本研究における生物学的収量や経済的収量の変動は播種期による影響が大きく、減収は晩播化に起因すると考えられた。晩播栽培では、総生育日数の減少により生物学的収量が減少すると考えられる(表2)。また、慣行播種期では、密植すると開花期以降は光飽和によってNARが低下したが、晩播密植栽培ではNARの低下がみられず、CGRが高くなった(表3, 4)。また、播種量1kg/10aの増加当たり、おおよそ3kg/10a以上の増収があれば採算がとれると考えられた(第5表)。以上より、埼玉県におけるパイズの単収低迷は生物学的収量の低迷によるものであり、播種期が遅れることで総生育日数の減少と葉面積指数の不足によるCGR低下が起こるためであると考えられた。対策として播種期の早期化もしくは晩播における密植栽培の実施が有効であると考えられた。しかし、早播を導入できる面積は米麦との作業競合によって限定的であり、埼玉県の2018年産「里のほほえみ」の種子更新率は44.2%のため、晩播密植栽培では供給可能な種子量が不足するという問題が考えられた。そのため、早播疎植栽培で余らせた種子量を晩播密植栽培に充てるという栽培体系が現実的であると考えられた。



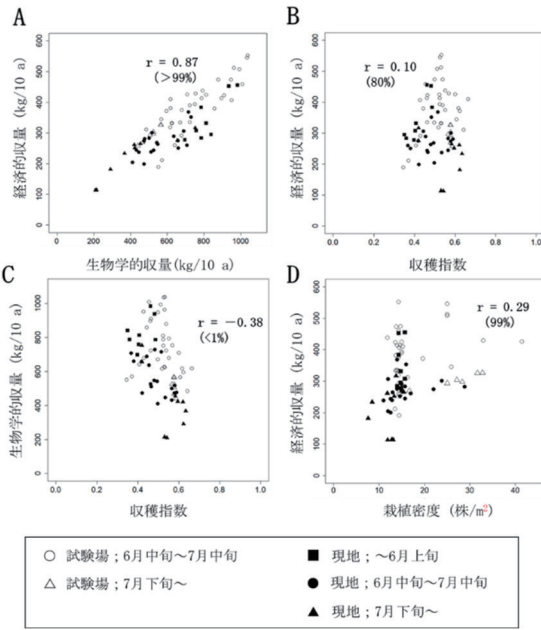


図1 埼玉県内の「里のほほえみ」の生物学的収量、収穫指数及び経済的収量の関係(2016年～2021年)。

rはピアソンの積率相関係数を、括弧内は相関係数が0を上回る確率を示す。図下部に播種時期および調査場所の記号との対応を示した。(A) 生物学的収量と経済的収量の関係。(B) 収穫指数と経済的収量の関係。(C) 収穫指数と生物学的収量の関係。(D) 栽植密度と経済的収量の関係。

表1 ダイズの品質区分割合と収量との相関係数。

		品質区分								
		整粒	未熟粒	しわ粒	裂皮粒	吸害粒	食害粒	紫斑粒	褐斑粒	その他
平均粒比 (%)	試験場	73.8*	1.8	3.8*	7.4	4.5	2.3**	0.1	2.2*	4.0*
	現地	63.6	15.2*	2.0	7.4	7.4*	0.6	0.7*	1.0	2.3
相関係数	経済的収量	0.05	-0.24*	0.23*	0.22*	-0.07*	-0.12*	0.01	-0.24*	0.17*
	生物学的収量	-0.17*	-0.08*	0.20*	0.34*	0.17*	0.09*	0.00	-0.35*	0.09*
	収穫指数	0.41*	-0.18*	-0.01	-0.29**	-0.54**	-0.45**	0.00	0.27*	0.11*

表2 晩播ダイズの発育相推移(2021年)。

播種日	出芽期	開花期	成熟期	出芽～開花		開花～成熟			
				日数	平均気温(°C)	平均日長(時間)	日数	平均気温(°C)	平均日長(時間)
6/24	6/29	8/4	10/28	36	26.4	14.3	85	22.5	12.4
7/20	7/27	8/25	11/10	29	27.0	13.7	77	20.2	11.8
8/5	8/13	9/14	11/25	32	25.3	13.0	72	17.3	11.2

表3 ダイズ播種後20日頃～開花期の成長解析。

播種日	栽植密度	CGR (g/m <sup>2</sup> /d)	LAI	NAR (g/m <sup>2</sup> /d)
6月24日	密植	14.1*	1.5*	9.4
	疎植	7.4	0.8	9.3
7月20日	密植	10.8*	1.6**	6.8
	疎植	6.3	0.8	7.9*
8月5日	密植	6.7*	1.1**	6.1
	疎植	4.0	0.6	6.7*

表4 ダイズ開花期～開花32日後の成長解析。

播種日	栽植密度	CGR (g/m <sup>2</sup> /d)	LAI	NAR (g/m <sup>2</sup> /d)
6月24日	密植	10.8	4.6*	2.3
	疎植	11.2	3.1	3.6
7月20日	密植	13.1*	3.6**	3.6
	疎植	6.6	1.8	3.7
8月5日	密植	15.6*	3.1**	5.0
	疎植	10.4	1.8	5.8*

\*; 平均値が同播種日のもう一方の区を上回る確率が、相関係数では絶対値が0を上回る確率70%以上、\*\*; 同90%以上。

表5 ダイズ播種量の増加に伴う収益性の試算。

播種量1kg増加に伴って変動する費用 (/10a)	円
種子* (1 kg 当たり; 埼玉県産里のほほえみ)	710
種子消毒剤 (種子1 kg 当たり; チウラム水和剤)	105
計 (A)	815
増収1 kg に伴って変動する売上・費用 (/10a)	円
販売価格 (1 kg 当たり; 3等)	176.7
数量払い交付金** (1 kg 当たり; 2020～2022年度適用)	165.5
調製施設利用料 (1 kg 当たり)	-20
紙袋代 (1 kg 当たり)	-2.9
検査手数料 (1 kg 当たり)	-0.7
計 (B)	318.6
A÷B (単収121 kg/10a以上)	2.6
A÷B (単収121 kg/10a未満)	5.3

\*; 2018年産種子の更新率は44.2%

\*\*; 単収121 kg/10a未満での増収の場合計上されない

# 4

## 納豆用大豆の蒸煮裂皮率の品種間差異

松井匠・岩橋雅夫・大越三登志・岡本和之・岡野克紀

(茨城県農業総合センター生物工学研究所)

Varietal Variation of Seed Coat Racking After Steaming Between Soybean Cultivar Suitable for Natto.

Takumi Matsui, Masao Iwahashi, Satoshi Ookoshi, Kazuyuki Okamoto, and Katsunori Okano

(Plant Biotech. Inst. Ibaraki Agric. Cent.)

納豆は水に浸漬し十分に吸水した大豆を加圧蒸煮し、その後に納豆菌を加えて容器内で発酵する加工工程を得て製造される。商業ベースではこの一連の工程が製造ライン化されており、効率化が図られている。納豆加工に向く原料大豆の要件の一つとして蒸煮後の裂皮(第1図)が発生しないことが求められる。裂皮が発生すると納豆の食感に影響するだけでなく、大豆の潰れによる製造ラインの停止が発生する。そこで蒸煮後の裂皮が発生しない納豆用大豆品種育成に向けた基礎知見として蒸煮裂皮率の品種間差異及び納豆加工適性に関連する他の項目との関連を調査したので報告する。

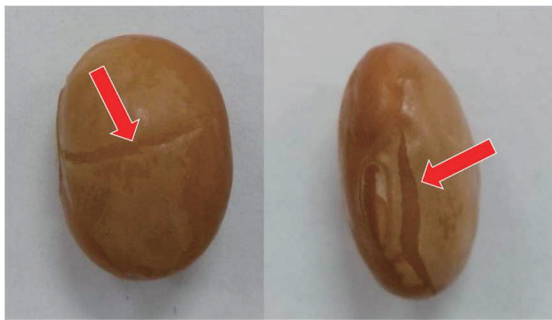
### 【材料及び方法】

材料には茨城県農業総合センター生物工学研究所(水戸市)が保有している国内外の品種・系統及び茨城県育成系統を合わせて56品種・系統を用いた。生物工学研究所で各品種系統10株を栽培、収穫し、脱粒後に虫害等の被害粒、奇形粒及び未熟粒を除去し試料とした。無作為に300粒を抽出し、子実の裂皮率(以下「生豆裂皮率」)を調査した後、うち無裂皮の100粒を蒸煮裂皮率の測定に用い、25°Cの恒温器内で16時間吸水を行った。吸水には蒸留水を用い、この間に裂皮した粒及び吸水しなかった粒(石豆)は除去した。吸水した大豆は高圧蒸気滅菌器(平山製作所HA-300MIV)を用いて121°Cで40分間の蒸煮を行った。室温に静置放冷した後、裂皮の生じた粒数を計測し、これに吸水時に裂皮した粒を加え蒸煮裂皮率を算出した(第2図)。また、蒸煮裂皮率に関連する項目として開花期、成熟期、百粒重及び裂皮率を調査した。調査は2019年及び2020年の2カ年実施した。

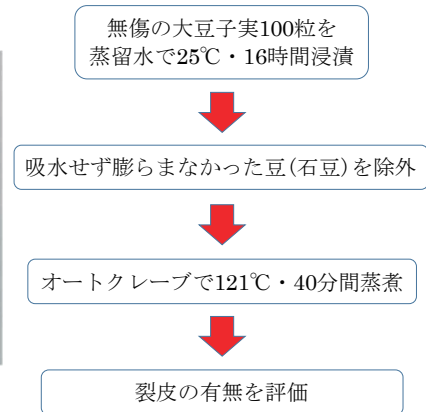
### 【結果及び考察】

生豆裂皮率及び蒸煮裂皮率ともに品種間差異が見られた。生豆裂皮率について、2019年は2.3~75.3%、2020年は0.7~91.0%の範囲に分布した。また、蒸煮裂皮率は、2019年は10~91%、2020年は8~97%の範囲に分布した。年次により両裂皮率は変動したが、2カ年の結果にそれぞれ相関があった( $r=0.415$ 、 $r=0.682$ ) (第3図)。生豆裂皮率と蒸煮裂皮率の間の相関は弱く、調査したその他形質との間にも相関はみられなかった(第1表)。

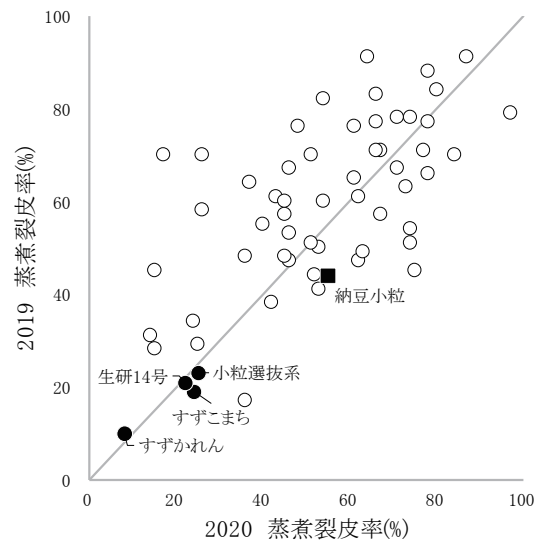
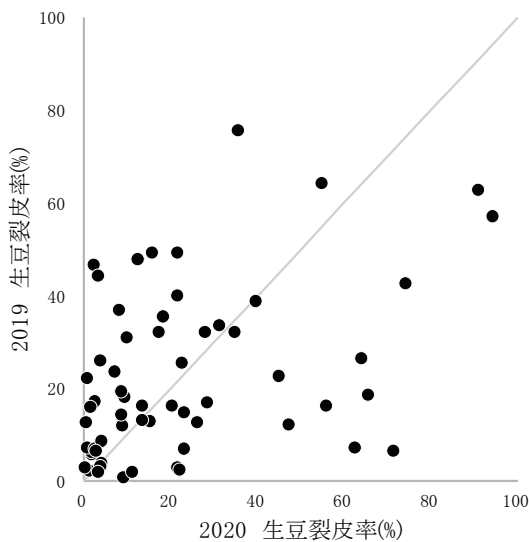
供試品種・系統のうち、「すずかれん」、「すずこまち」、「生研14号」及び「小粒選抜系」はいずれも蒸煮裂皮率は低く、年次変動も極めて少なかった。このため、これら4品種系統は蒸煮時に裂皮がしにくい品種育成に向けた交配母本として有用であると考えられた。現在、「すずかれん」を片親とする交雑集団を養成し、難裂皮性の遺伝解析に取り組んでいる。



第1図 大豆の蒸煮裂皮



第2図 蒸煮裂皮率測定法のフロー



第3図 生豆及び蒸煮裂皮率の品種間差異及び年次変動  
直線は  $y=x$  を示す。

第1表 蒸煮裂皮率と生豆裂皮率及びその他形質間の相関係数

	蒸煮裂皮率	生豆裂皮率	石豆率	開花期	成熟期	成熟日数
生豆裂皮率	0.222	-				
石豆率	0.272	-0.010	-			
開花期	-0.202	0.202	-0.073	-		
成熟期	-0.059	0.335	0.115	0.680	-	
成熟日数	-0.058	0.330	0.176	0.419	0.951	-
百粒重	0.223	0.133	-0.053	-0.302	0.122	0.278

	蒸煮裂皮率	生豆裂皮率	石豆率	開花期	成熟期	成熟日数
生豆裂皮率	0.363	-				
石豆率	-0.021	0.217	-			
開花期	-0.087	-0.206	-0.120	-		
成熟期	-0.059	-0.075	0.054	0.569	-	
成熟日数	-0.025	0.020	0.129	0.150	0.899	-
百粒重	-0.059	0.415	0.360	-0.267	0.174	0.352

左表：2019年次、右表：2020年次の調査結果に基づく



# 5

## 大豆品種「津久井在来」の子実タンパク質の含有量向上に関する研究 -子実タンパク質を向上させる追肥時期の検討-

佐々木洋平<sup>1</sup>・勢子真<sup>2</sup>・木下晴人<sup>2</sup>・上吉原裕亮<sup>2</sup>・肥後昌男<sup>2</sup>・磯部勝孝<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>日本大学生物資源科学研究科・<sup>2</sup>日本大学生物資源科学部)

### Study on the improvement of seeds protein content in soybean cultivar “Tukuizairai”

#### -Study of fertilizer timing to increase seeds protein content-

Yohei Sasaki<sup>1</sup>, Makoto Seishi<sup>2</sup>, Haruto Kinoshita<sup>2</sup>, Yusuke Kamiyoshihara<sup>2</sup>, Masao Higo<sup>2</sup>, Katsunori Isobe<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Graduate School of Bio. Sci., Nihon University, <sup>2</sup>Coll. of Bio. Sci., Nihon University)

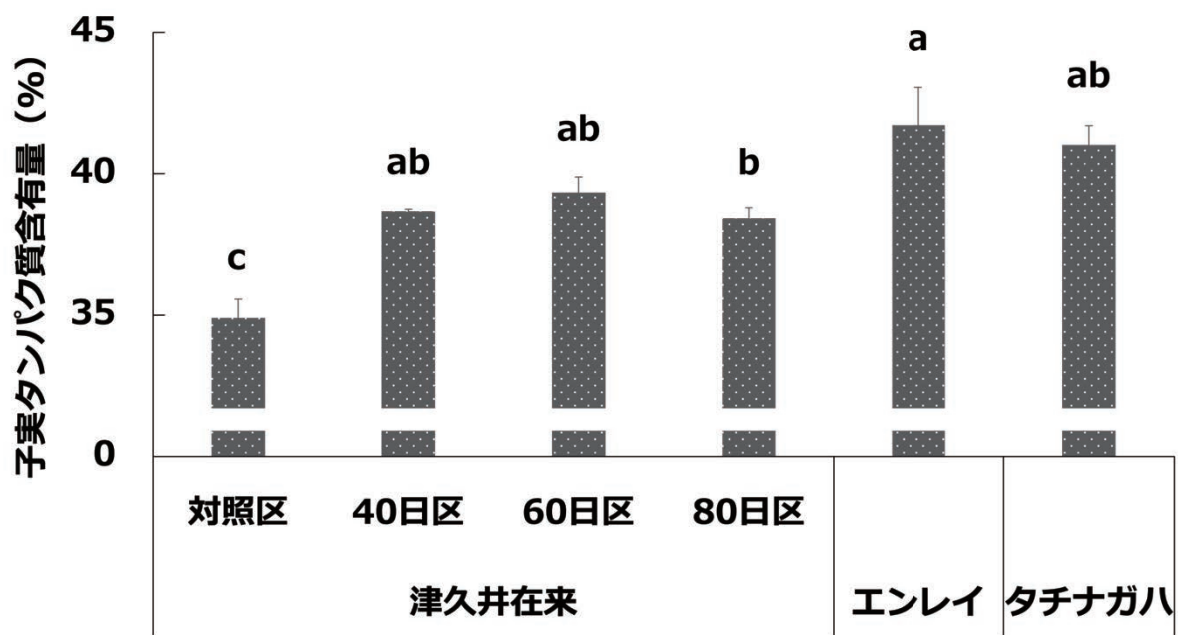
津久井在来は現在の相模原市(旧 津久井町)を中心に栽培されてきた神奈川県のだイズ在来品種であり、子実成分の糖含有量が高く食味に優れるという特徴がある。しかし、津久井在来の問題点として子実タンパク質含有量が低いことが挙げられている。子実タンパク質含有量は豆腐の歩留まりに大きく影響を与える要因であるため、子実タンパク質の高い子実を生産することが重要視される。そこで本研究ではシグモイド型被覆尿素を用いて子実タンパク質の向上させることを目的に研究を行い、はじめに子実のタンパク質を向上させるための追肥時期の検討を行った。

#### 【材料及び方法】

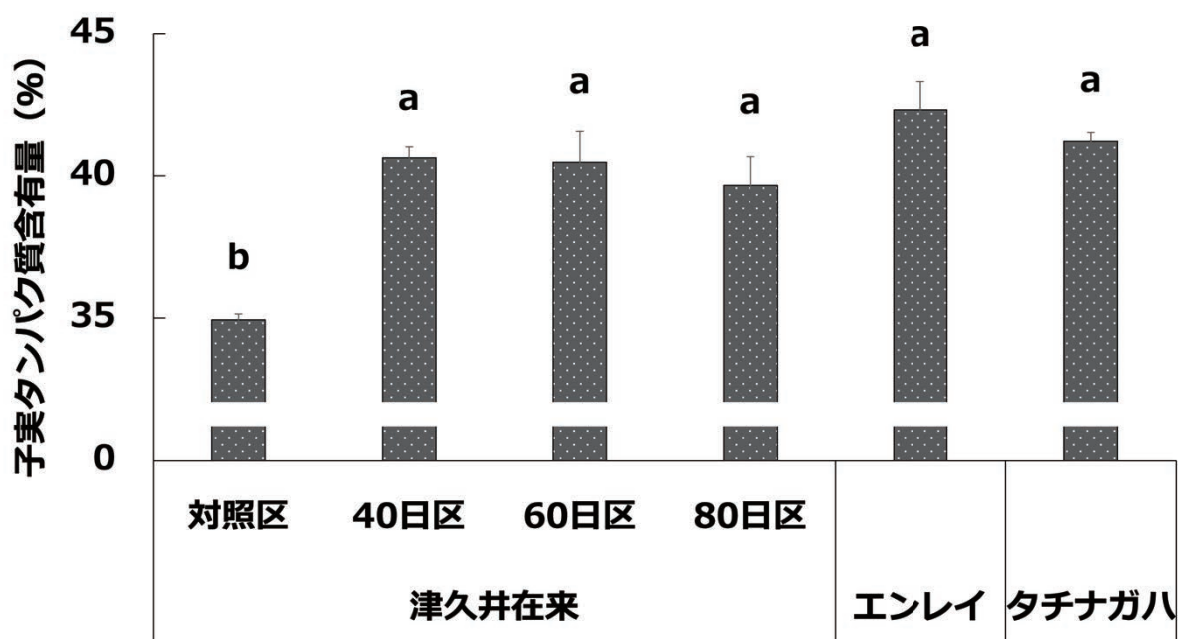
実験は神奈川県藤沢市にある日本大学生物資源科学部附属農場で2019年と2020年に行った。供試品種は津久井在来及び関東の主要栽培品種であるエンレイとタチナガハである。播種日は両年とも7月22日で栽植密度は条間60cm, 株間15cmとした。試験区は対照区, 40日区, 60日区, 80日区を設け、エンレイとタチナガハは対照区のみ供試した。肥料は基肥としてN:P:K=3:10:10kg/10a ずつ施用した。加えて40日区にはシグモイド型被覆尿素40日タイプ, 同様に60日区には60日タイプ, 80日区には80日タイプを10kg/10aとなるように基肥と共に施用した。調査は生育ステージ調査, 子実タンパク質含有量, 子実糖含有量を調べた。

#### 【結果及び考察】

2019年, 2020年共に, 対照区と比較して全ての処理区において津久井在来の子実タンパク質含有量が高くなった。また, 他の主要栽培品種とも比較してみると, 全ての処理区で有意差がなくなるほど子実タンパク質含有量が高くなった(第1,2図)。これは, シグモイド型被覆尿素による窒素成分が子実タンパク質増加に寄与していると考えられる。次に, シグモイド型被覆尿素の溶出タイプと生育ステージの関係をしてみると, 40日タイプは着莢始期, 60日タイプは子実肥大期や子実肥大盛期, 80日タイプは子実肥大盛期から成熟期に窒素成分が溶出すると考えられる。しかし, 子実タンパク質含有量は溶出タイプ間に有意な差は見られなかった。そのため着莢期から子実肥大期であれば尿素の溶出時期は子実タンパク質増加に大きな影響はないと考えられる。さらに, 津久井在来の良食味の要因である子実糖含有量を見てみると, 対照区と比較して全ての処理区で子実糖含有量の有意な低下は見られず, エンレイやタチナガハと比較しても津久井在来は有意に高い子実糖含有量を示した。以上のことからシグモイド型被覆尿素を基肥と共に施用することで津久井在来の食味を失うことなく子実蛋白質を増加させることが可能であると考えられる。また, 追肥の時期は着莢期から子実肥大期に窒素成分が溶出すれば, 効果があると考えられた。



第1図 2019年の各区の子実タンパク質含有量.



第2図 2020年の各区の子実タンパク質含有量.

※同一アルファベット間(a, b, c)は Tukey 法 5%水準でそれぞれの品種または試験区で有意差がないことを示す. バーは標準誤差を表す.

# 6

## コムギにおける粒の成長様式の穂内の位置別差異

福島陽

農研機構中日本農業研究センター

## Different grain-growth pattern along the wheat ear

Akira Fukushima

(Central Region Agricultural Research Center, NARO)

穀物の粒の成長様式は穂内の位置によって異なる。その規則性を把握することは、穀物の収量・品質を高める上で重要である。そこで、コムギの穂内の位置別に粒の成長様式を調査し、水稻のそれと比較することにより、コムギの収量形成の特徴を明確にしようとした。

### 材料と方法

**耕種概要：**茨城県つくばみらい市の谷和原水田圃場において、2020年11月17日に、コムギ品種「さとのそら」を条間20cmの条播、播種量8kg/10aで播種した。基肥窒素2, 6, 10kg/10a×茎立ち期追肥窒素0, 4, 8kg/10a×4反復の合計36試験区の設計とした。

**粒重の調査：**穂軸に沿って、小穂を上位、中位、下位に分類し、各小穂内の粒を基部から順にA, B, Cに分類した(第1図)。開花20日後、および、成熟期に、それぞれ試験区当たり中庸な10穂を採取し、穂内の位置別に粒を分類し、80°Cで2日以上乾燥させた後、重量を測定した。開花20日後の1粒重を前期粒重増加量、成熟期の1粒重を最終粒重とし、その差を後期粒重増加量とした。

### 結果と考察

#### 1) 登熟歩合

登熟歩合は中位、上位、下位の順に高く、小穂内ではA, B, Cの順に高かった(第1表)。これは、開花の順序に関する知見とほぼ一致していた。登熟歩合は、基肥量による差異は僅かであったが、追肥量が多いと高くなる傾向が認められた。

#### 2) 穂内位置による粒の成長の差異

前期粒重増加量は、中位>上位=下位の順であり、後期粒重増加量は中位=下位>上位の順であった(第2図)。中Cは中A、中Bより前期および後期粒重増加量のいずれもが小さかった。前期粒重増加量は開花日との関連が深く、後期粒重増加量は穂基部からの経路との関連が深く、その結果、最終粒重が決まると考えられた。基肥量が粒重に及ぼす影響は僅かであったが、追肥量が多いと後期粒重増加量が大きくなる傾向が認められた(第3図)。

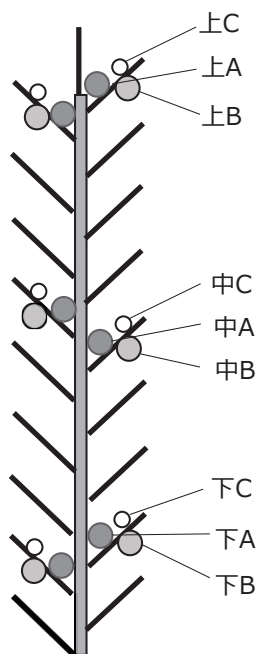
#### 3) コムギと水稻の粒の成長の比較

福島ら(2010日作東北支部報53:19-20)などの水稻の調査結果と比較した概念図を示した(第4図)。まず、コムギは水稻より粒重が重いことが知られているが、これは後期粒重増加量が重いためと考えられた。そして、水稻は登熟前期の粒重の穂内変異は大きい、登熟後期に粒重の穂内変異が縮まり、最終粒重の穂内変異は小さくなるのに対して、コムギにおいては、登熟前期における穂内の粒重の変異が小さいが、登熟後期の穂内の粒重の差が開き、最終粒重の穂内変異が大きくなることが分かった。このような穀物間差異の一因として、水稻においては籾殻サイズにより最終粒重が規定されることが挙げられる。また、追肥により、水稻は前期粒重増加量が大きくなるのに対して(未発表)、コムギは後期粒重増加量が大きくなる傾向にあった。

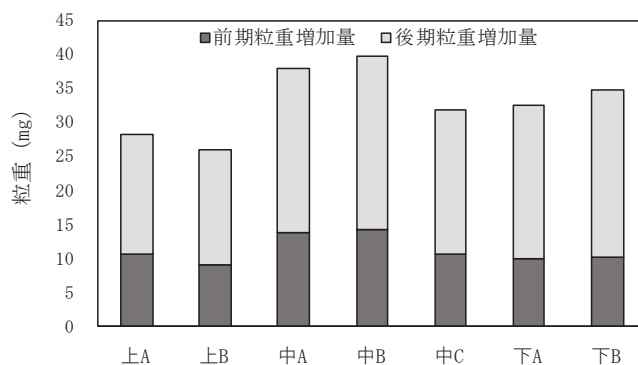
第1表 穂内位置別にみた施肥法が登熟歩合に及ぼす影響.

	上A	上B	上C	中A	中B	中C	下A	下B	下C	平均値
基肥-2	90	71	2	95	88	82	64	52	15	62
基肥-6	93	66	0	91	94	88	64	49	13	62
基肥-10	90	60	0	98	95	86	65	57	18	63
追肥-0	93	53	0	93	90	81	44	29	2	54
追肥-4	90	61	0	97	92	87	62	50	6	61
追肥-8	91	83	2	95	94	88	88	79	37	73
平均値	91	66	1	95	92	85	64	53	15	62
基肥	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
追肥	ns	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	**
交互作用	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

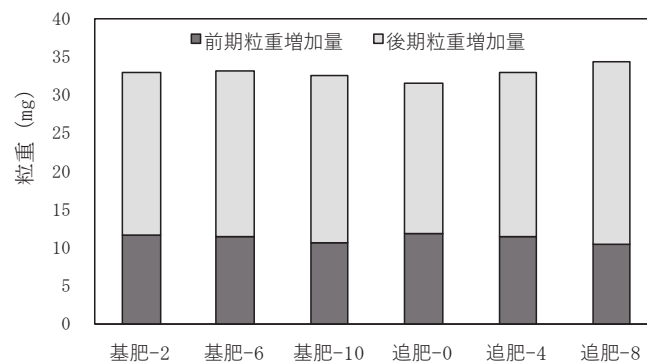
\*\*, \*, nsは、分散分析において1%水準で有意, 5%水準で有意, 有意でないことをそれぞれ示す.



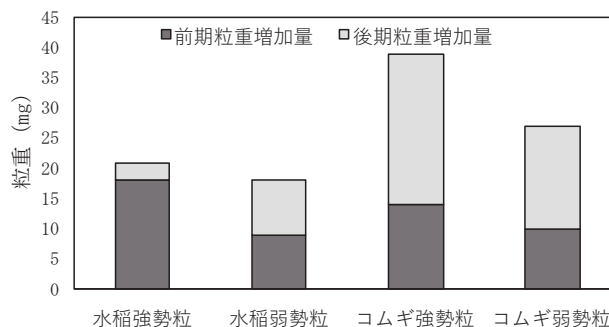
第1図 コムギにおける穂内の位置による粒の分類.



第2図 コムギにおける穂内の位置による粒重の差異.



第3図 コムギにおける施肥法による粒重の差異.



第4図 水稻とコムギの粒の成長の差異.  
中BCの平均をコムギ強勢粒、上BCの平均をコムギ弱勢粒とした.

謝辞：本研究は、農林水産省委託プロ「小麦減肥減農薬」の支援を受けて実施した。粒重の調査は、農研機構中日本農研の片倉和美氏と小柳敦史氏に協力して頂いた。

## 輪作が土壌化学性とサツマイモの収量と品質におよぼす影響

谷津ゆかり<sup>1\*</sup>・浅木直美<sup>1</sup>・坂上伸生<sup>1</sup>・西脇淳子<sup>2</sup>・小松崎将一<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>茨城大学農学部, <sup>2</sup>東京農工大学大学院農学研究院)

### Effects of crop rotation on soil chemistry and sweet potato yield and quality

Yukari Yatsu<sup>1\*</sup>, Naomi Asagi<sup>1</sup>, Nobuo Sakagami<sup>1</sup>, Junko Nishiwaki<sup>2</sup>, Masakazu Komatsuzaki<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Agriculture, Ibaraki University, <sup>2</sup>Graduate School of Agriculture, Tokyo

University of Agriculture and Technology)

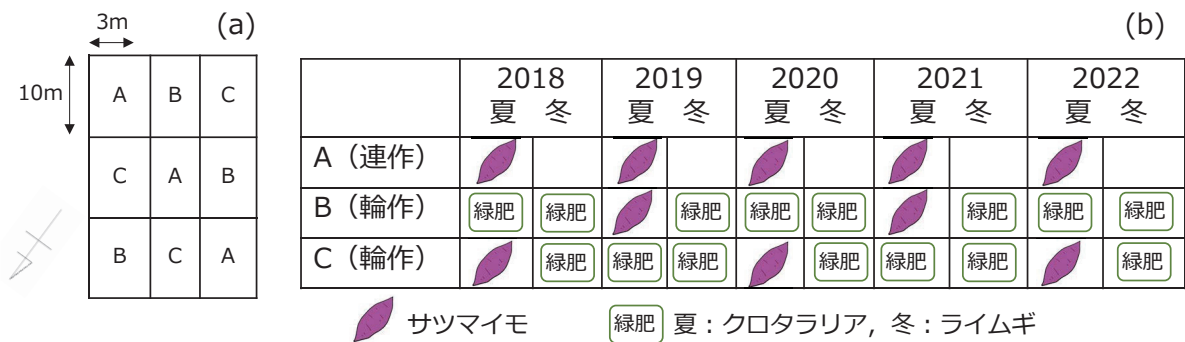
**【目的】**茨城県内の青果用サツマイモ主要産地では、サツマイモの連作化と、1戸あたりの経営面積の拡大により土づくりに手がかけられなくなっていること、サツマイモの品質低下が問題となっていること、栽培前土壌炭素含量の減少はサツマイモ「ベニアズマ」のA品率低下の一つの要因であることが報告されている(茨城県農業総合センター農業研究所 2020)。長期的なサツマイモの収量と品質の安定・向上技術の確立のために、連作や輪作、有機物施用などが土壌やサツマイモの収量および品質におよぼす影響についてさらなる知見の蓄積が必要といえる。本研究では、緑肥を利用した輪作が土壌の化学性とサツマイモの収量および品質におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。

**【材料および方法】**茨城大学農学部附属国際フィールド農学センター内 2 号圃場(黒ボク土, 深度 0~15 cm の T-C : 4.16%, T-N : 0.42% (2018 年 5 月に測定))において, 2018 年より継続して試験を実施した。サツマイモ「ベニハルカ」, 緑肥として夏作のクロタラリアと冬作のライムギを用いた。圃場に A, B, C 区画を各 3 反復で配置し, A は連作区, B と C は輪作区とした(第 1 図)。連作 A 区では, 毎年 5 月にサツマイモ苗を定植し, 10 月に収穫した。輪作 B, C 区では, サツマイモ栽培後に緑肥としてライムギを栽培する年と, サツマイモを栽培せず緑肥としてクロタラリアとライムギを栽培する年とを交互に繰り返した。全区画とも, 毎年 5 月に基肥としてぼかし肥を 100 g m<sup>-2</sup> 施用した。また, 毎年, サツマイモの栽植密度は 3.5 株 m<sup>-2</sup> とした。2022 年 4 月に層別土壌の化学性を各区画 6 反復で調査した。その後 5 月に連作 A 区と輪作 C 区にサツマイモを定植し, サツマイモ葉身長, 葉幅および収量を各区画 15 反復で調査した。最も大きい葉身を目視で選び, 葉身長と葉幅を測定した。

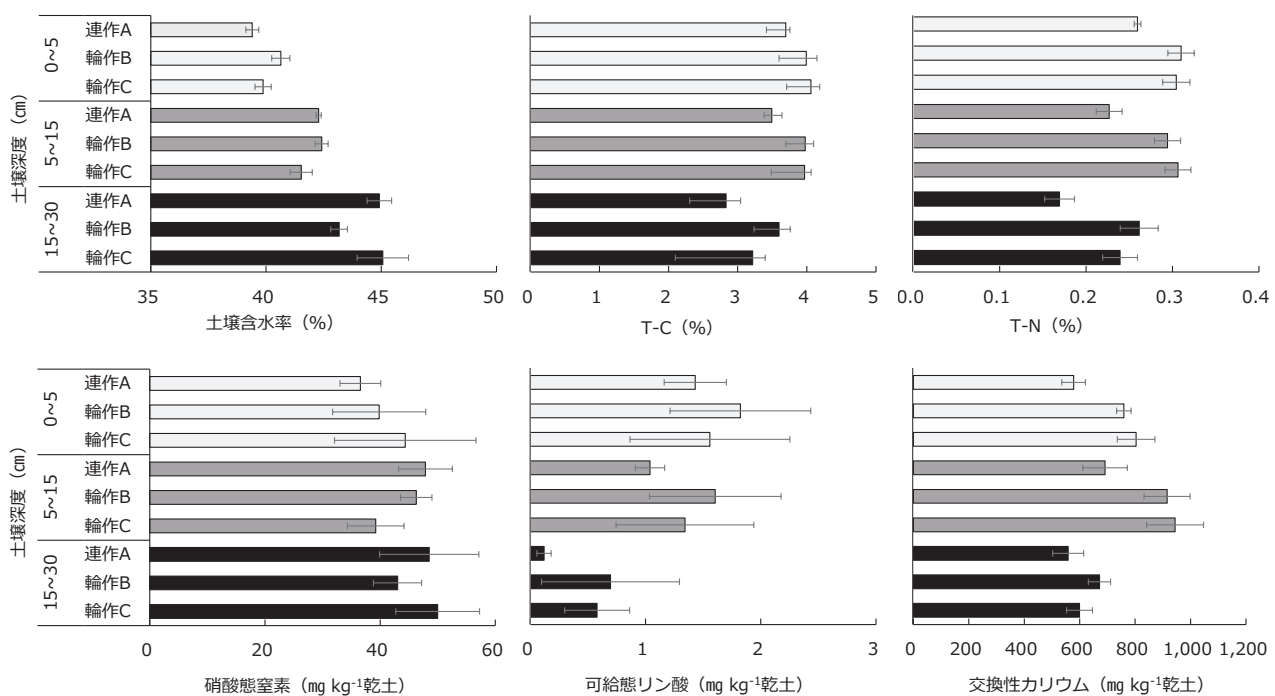
**【結果および考察】**栽培開始前の土壌全炭素(T-C)と全窒素(T-N)濃度, 可給態リン酸および交換性カリウム濃度は, 各層ともに輪作 C 区で連作 A 区に比べて高かった(第 2 図)。一方, 無機態窒素濃度には同様の傾向は認められなかった。生育期間をとおしてサツマイモの葉身長と葉幅は, 輪作 C 区で連作 A 区に比べて高く推移した(第 3 図)。収穫時の塊根新鮮重についても輪作区で連作区に比べて高かった(第 4 図)。

緑肥を用いた輪作を行うことで, 連作した場合に比べて有機物投入量が増え, 土壌から持ち出される栄養素が減少し, 土壌中の T-C や T-N に加えて, 可給態リン酸や交換性カリウム濃度が高く維持されたことで, サツマイモの収量が増加した可能性が示唆された。

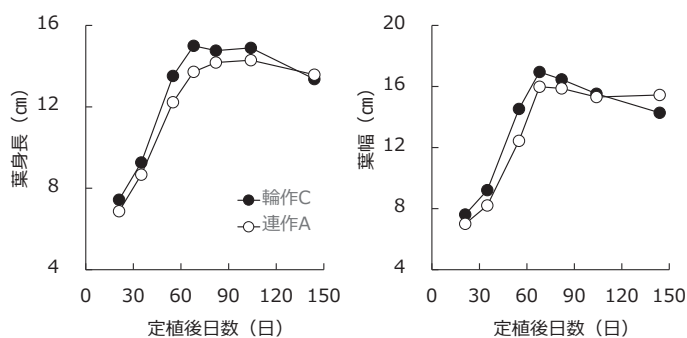




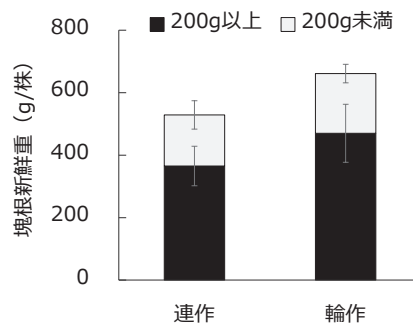
第1図 圃場設計 (a) と栽培履歴 (b)



第2図 栽培開始前の層別土壌の化学性 (2022年4月)



第3図 サツマイモの葉身長と葉幅の推移 (2022年)



第4図 収穫時サツマイモの塊根新鮮重 (2022年)

# 8

栃木県鹿沼市におけるソバ栽培試験

高橋行継<sup>1)\*</sup>・益子則男<sup>2)</sup>・菊地弘一<sup>3)</sup>

(宇都宮大学農学部附属農場<sup>1)</sup>・鹿沼市役所<sup>2)</sup>・鹿沼蕎麦振興会<sup>3)</sup>)

Buckwheat cultivation experiment in Kanuma City, Tochigi Prefecture

Yukitsugu Takahashi<sup>1)\*</sup>, Norio Masuko<sup>2)</sup>, and Hirokazu Kikuchi<sup>3)</sup>

(Research Farm, Fac.Agr., Utsunomiya Univ.<sup>1)</sup>, Kanuma City,<sup>2)</sup> and Kanuma soba promotion society<sup>3)</sup>)

## 1. はじめに

栃木県鹿沼市は歴史的にもソバ栽培が盛んな地域であり、市内には多くの蕎麦屋がある。農産物の地産地消が近年クローズアップされる中、地元の蕎麦屋でも鹿沼産のソバ粉を求める傾向が高い。ソバの栽培法について鹿沼市では播種時期、播種量、施肥量など主要な栽培方法に関して具体的な検討事例がなく、農家の慣行技術で栽培されてきた経緯がある。そこで、鹿沼産のソバ多収・安定栽培技術指針を確立するために2016年から2019年までの3か年、現地圃場で試験を行ったので報告する。

## 2. 材料と方法

試験は2016年から2019年までの3か年、現地2圃場で実施した。2016年と2017年は上久我と上日向、2018年は加園、上日向であった。いずれも標高300~400m前後の中山間地帯に属する。播種時期、播種量、施肥量(基肥)について3水準を設定して試験を実施した。

播種時期は早播、標準、晩播の3区を設定、具体的な播種日はそれぞれ3か年平均で8月3日、13日、21日であった。播種量は10a当り3kg、5kg、7kgとした。施肥はオール14(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O共に保証成分14%)を全量基肥で施用、10a当りで少肥1.4kg、標準2.8kg、多肥4.2kgとした。試験区の規模は1区10m<sup>2</sup>(3×3.3m)とし、条間30cm10条、2反復で実施した。2016年と2017年は平畝、2018年は前年発生した湿害を考慮して高畦栽培とした。

生育状況は1試験区につき1m長の条を2か所、出芽揃い後に設定した。その後定期的に調査を行い、苗立ち本数(出芽状況)、草丈、分枝数、節数、倒伏程度、病害虫の発生状況などを調査した。収穫を2016年は圃場全体を一斉に10月17日に実施、2017年と2018年は成熟状況を加味して、播種日ごとに10月19日、25日と11月5日、2018年は10月13日、27日(標準と晩播を同日収穫)に分散して実施した。収穫サンプルを風乾後に全重、収量(精子実重)を調査した。

## 3. 結果および考察

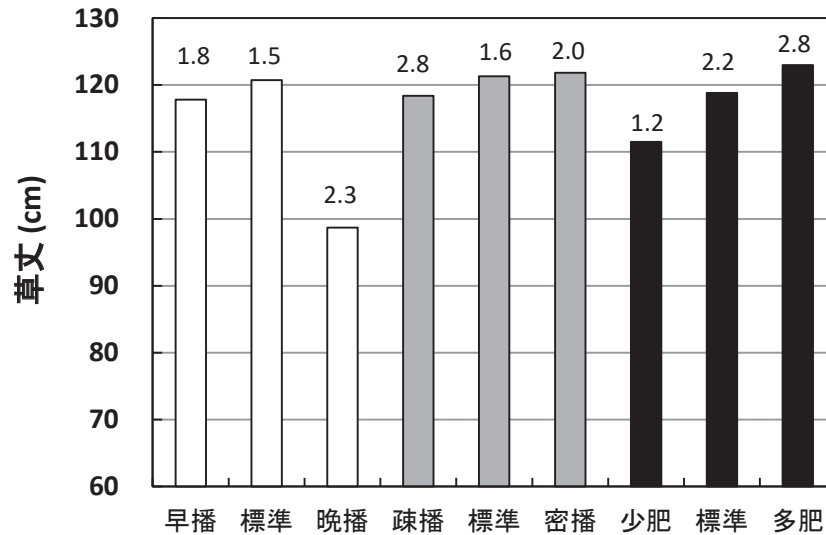
苗立ちは2016年の上日向で標準が222本/m<sup>2</sup>となり、最も良好であった。しかし2017、2018年は播種後の降雨に伴う湿害が発生したため苗立ち数が低下、3か年通しての結果は判然としなかった。試験の導入部であり、湿害対策の重要性と現地試験の難しさを認識した。草丈は播種時期別では晩播で抑制された。播種量による草丈への影響は3kg、5kg、7kg/10aの範囲ではほとんど認められなかったが、疎播で草丈がやや低い傾向があった。施肥量は増肥に伴い草丈が伸長し、少肥の112cmに対し、多肥では123cmと10cm以上伸長した。倒伏程度は晩播でやや大きくなる傾向にあり、標準が最も小さかった。施肥量別では増肥に伴い倒伏程度が大きくなり、少肥の1.2に対して標準で2.2、多肥では2.8と少肥の2倍以上の倒伏程度になった(第1図)。

収量は播種時期、播種量、施肥量共に標準が160kg/10aを超え、最も優れていた。ただし、播種量別では標準と密播の収量は共に160kg/10a台であり、差はわずかであった(第2図)。

3か年の試験を通じて最も多収になる栽培条件は、湿害による影響もあったが播種期は8月半ば(8月13日前後)の標準播種、播種量は標準の5kg/10aもしくは密播7kg/10a、施肥は標準の施用量N5kg/10aとの結果になり、現地での慣行栽培法が実用的であることを実証した。

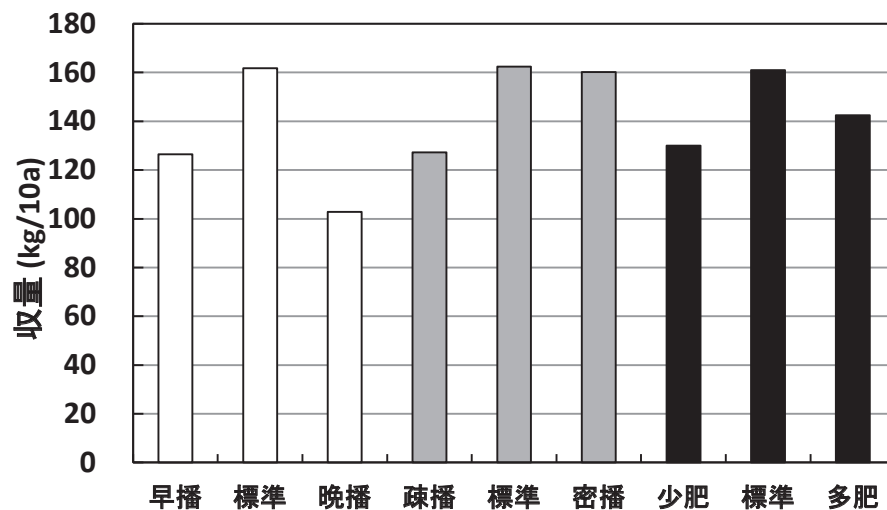
第1表 異なる播種時期が苗立ち密度 (本/m<sup>2</sup>) に及ぼす影響 (2016-2018).

年次 地点	2016		2017		2018	
	上久我	上日向	上久我	上日向	加園	上日向
早播	154	134	106	126	90	65
標準	175	222	107	135	84	75
晩播	176	174	116	159	91	81



第1図 異なる栽培条件による草丈と倒伏への影響 (2016-2018).

2 調査圃場の 3 か年の平均値を示す。倒伏程度は棒グラフ上部に表示。収穫時における 0 (無) ~ 5 (甚) の 6 段階評価。



第2図 異なる栽培条件による収量への影響 (2016-2018).

2 調査圃場の 3 か年の平均値を示す。

# 9

## 出穂期予測モデルを活用した異型株抜き取り時期の早期判別法

青木優作\*・望月篤・宇津木育実・中村充明・古川雅文  
(千葉県農林総合研究センター)

A method for early determination of when to extract heterotypic strains  
using the heading time prediction model.

Yusaku Aoki\*, Atsushi Mochizuki, Ikumi Utsugi, Mitsuaki Nakamura and Masabumi Furukawa  
(<sup>1</sup>Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

千葉県の水稻種子生産では、種子としての純度を維持するため、より純度の高い原種を生産しており、栽培している品種と異なった特性を持った個体(以下異型株と記す)が出現した場合、抜き取りによる除去を行っている。異型株の抜き取り作業は、鎌形ら(1996年)の報告を基に、出穂期頃の薬剤散布や収穫作業を考慮して、「穂ばらみ期」・「穂揃い期」・「出穂期後20日以降」を目安にした計3回を実施している。水稻種子生産においては、各品種における出穂期を把握することが特に重要であり、種子の純度維持のためには、労力が限られる中、適期での異型株の抜き取り作業が欠かせない。このため現在は、異型株の抜き取り時期を判断するため、生育ステージに合わせて圃場の見回りを行っている。

演者らは、望月ら(2017年)が開発した「出穂期予測モデル:R1モデルパラメータ(以下、本モデル)」を活用し、2012~2021年における原種生産圃場での適用性を検討した結果、二乗平均平方根誤差(以下、RMSE)が、4/20頃移植「コシヒカリ」では1.38日、5/8頃移植「コシヒカリ」では1.79日であることから、本モデルの適用性が確保されていることを示した(青木ら2021年)。

本報では、出穂期を事前に予測した適期での異型株の抜き取り作業に資するため、実測した出穂期を基準とした年次と、本モデルを活用して予測された出穂期を基準とした年次との異型株の抜き取り作業について比較し、新たに開発した技術の適用性を検証したので報告する。

### 【材料及び方法】

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「コシヒカリ」(4/20頃及び5/8頃移植)について、異型株の抜き取り作業時期と抜き取り割合を比較した。試験した年次は2020~2022年の3か年とし、同圃場で生産された2019年産の原原種を用いた。2020~2021年の2か年は異型株抜き取り時期を圃場内の観察により決定した(以下「従来法区」と記す)。「従来法区」では、圃場で実測した幼穂形成期の日付に25日を加算して予測した出穂期を用いた。2022年は本モデルを活用し異型株の抜き取り時期を決定した(以下「モデル区」と記す)。「モデル区」では、早期での作業スケジュール策定に資するため、移植1か月後を基準日と定めて予測した出穂期を用いた。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)観測値のデータを用い、日長時間は緯度と経度より算出した。

### 【結果及び考察】

- 1 2020~2021年の幼穂形成期から予測した出穂期について、同年の実測した出穂期と比較すると、2020年は-2日の誤差、2021年は±0日で予測できた(第1表)。
- 2 2022年の本モデルで予測した出穂期について、同年の実測した出穂期と比較すると、4/18移植では移植1か月後の5/18時点で-3日の誤差、5/7移植では移植1か月後の6/7時点で+1日の誤差で予測できた(第1表)。
- 3 各年次、各作期間における出穂期と異型株の抜き取り時期については、「穂ばらみ期」・「穂揃い期」・「出穂期後20日以降」の基準と大きな差は見られなかった(第1表)。そのため、異型株の抜き取りについては、おおむね適正な時期に実施できていたと考えられた。
- 4 各年次、各作期間における面積当たりの異型株抜き取り数と抜き取り率については、両区とも10~13株/10a、0.06%~0.08%であり、両区間に大きな差は無かった(第2表)。そのため、そ

それぞれの予測方式では、異型株の抜き取り精度に大きな差がないと判断された。さらに、出穂期及び異型株の抜き取り時期は、おおむね適正な範囲であったと考えられた。

以上のことから、原種生産において、本モデルを活用して予測された出穂期を基準として異型株の抜き取り作業を行った場合、実測した出穂期を基準とする場合と比較しても、異型株抜き取りの精度を低下させることは無く異型株抜き取り時期の把握と作業計画の作成が早期に可能であることが示唆された。

第1表 各年次における出穂期と異型株の抜き取り時期

試験区	試験年次 (年)	移植日 (月/日)	幼穂形成期 (月/日)	予測出穂期 (月/日)	実測出穂期 (月/日)	出穂期差 (日)	異型株抜き取り		
							1回目 (月/日)	2回目 (月/日)	3回目 (月/日)
従来法	2020	4/18	6/21	7/16	7/18	-2	7/9 (-9)	7/27 (+9)	8/6 (+19)
従来法	2021	4/18	6/21	7/16	7/16	0	7/13 (-3)	7/29 (+13)	8/10 (+25)
モデル	2022	4/18	6/24	7/16	7/19	-3	7/11 (-8)	7/28 (+9)	8/6 (+18)
従来法	2020	5/7	7/5	7/30	8/1	-2	7/21 (-11)	8/12 (+11)	8/24 (+23)
従来法	2021	5/6	6/30	7/25	7/25	0	7/20 (-5)	8/5 (+11)	8/23 (+29)
モデル	2022	5/7	7/4	7/28	7/27	1	7/20 (-7)	8/9 (+13)	8/22 (+26)

注1) 従来法区の「予測出穂期」は圃場で実測した幼穂形成期の日付に25日を加算しての出穂期

2) モデル区の「予測出穂期」は移植1か月後の5/18及び6/7時点で予測した本モデルの出穂期

3) 「実測出穂期」は圃場で実測した出穂期

4) 1, 2, 3回目の異型株抜き取り時期の括弧内の数字は「抜き取り時期」-「実測出穂期」を示す

第2表 各年次における異型株抜き取り数とその割合

試験区	試験年次 (年)	移植日 (月/日)	栽植密度 (株/m <sup>2</sup> )	圃場総面積 (a)	総抜き取り数 (株)	異型株			面積当たり抜き取り数 (株/10a)	同左率 (%)
						1回目 (株)	2回目 (株)	3回目 (株)		
従来法	2020	4/18	19.3	110	142	77	26	39	13	0.07
従来法	2021	4/18	18.5	110	125	39	26	60	11	0.06
モデル	2022	4/18	18.5	110	113	43	23	47	10	0.06
従来法	2020	5/7	19.1	110	144	61	29	54	13	0.07
従来法	2021	5/6	16.1	110	132	85	18	29	12	0.08
モデル	2022	5/7	15.0	110	135	42	25	68	12	0.08

注) 異型株の面積当たり発生率(%)は各栽植密度を基に10a当たり株数を推定して算出

### 【引用文献】

鎌形民子, 藤代淳, 畠山富治, 斉藤幸一 (1997) 水稻採種栽培における異型株の抜き取り適期. 千葉県原種農場研究報告16号: 1-7.

青木優作, 望月篤, 藤代淳, 宇津木育実, 中村充明 (2021) 千葉県の水稲種子生産における出穂期予測R1モデルの検証及び他品種への応用可能性の検討. 日本作物学会関東支部会報第36号: 14-15.

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.



# 10

## 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3報 「コシヒカリ」の成熟期を予測するモデルの開発

望月篤<sup>1\*</sup>・中村充明<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター)

Prediction of the Rice Growth Stage with Mesh Agricultural Meteorological Data in Chiba Prefecture: III

A model to predict maturity stage based on daily temperature

Atsushi Mochizuki\*・Mitsuaki Nakamura

(<sup>1</sup>Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

近年の地球温暖化に伴い水稻の発育ステージは大きく変動している。このため、当年の気象データを基に発育ステージを予測し、それに基づいて適切な栽培管理を行うことが水稻の安定生産にはより重要となっている。前報では、千葉県の主要3品種(「ふさおとめ」、「ふさこがね」、「コシヒカリ」)の出穂期予測モデルを作成し、説明変数として用いる気温データと日長データを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)」から収集することによって、発育ステージの推定精度が向上することを報告した。千葉県では各品種の登熟日数(出穂期～成熟期の日数)を定めており、前報で作成した出穂期予測モデルで推定した出穂期に各品種の登熟日数を加算すること(以下、既存の予測技術)で収穫適期である成熟期を予測することができる。しかし、登熟期間にあたる7～8月の気温は、年次変動が大きく、登熟期間が高温の場合では、県で定めた登熟日数よりも短くなり、成熟期の推定誤差が大きくなるのが問題となっている。このため、本報では、メッシュデータを用いて出穂期後の気温データから成熟期を予測するモデルを開発し、成熟期の推定精度を向上させようと試みた。

### 【材料及び方法】

1988～2021年に千葉市、香取市、山武市で行った栽培試験のうち、倒伏程度が3.5未満であった試験区の出穂期、成熟期のデータ(計53データ、表1)と(国研)農研機構が開発した「メッシュ農業気象データ」を基に、登熟期間(出穂期から成熟期まで)中の平均気温を説明変数、出穂期から成熟期までの日毎の発育速度(DVR)を目的変数とした「コシヒカリ」の登熟予測モデルを作成した。また、作成した登熟予測モデルの推定精度を検証するため、2022年に千葉県内12か所で栽培した「コシヒカリ」の出穂期を基に、既存の予測技術により得られた成熟期の推定結果と比較した。

### 【結果及び考察】

1. 登熟期間中の平均気温と登熟日数との間に負の相関関係( $R^2=0.54$ )が認められた(図1)。この関係性から、下記の登熟予測モデルを作成した。

$$DVI(n) = \sum_{i=0}^n DVR_i \quad DVR_i = 0.00108 \times T - 0.0027$$

(出穂期後h日で成熟期)  $DVI(h) > 1 > DVI(h-1)$ ,  $DVI(0) = 0$ ,  $T$ :日平均気温(°C)

2. モデル作成に利用したデータ(自己あてはめのデータ)の二乗平均平方根誤差(以下、RMSE)は1.37日であり、既存の予測技術(「コシヒカリ」の登熟期間日数は温度に依存せず38日)の2.02日と比べ、推定精度が向上した(図2)。
3. 本報で作成した登熟予測モデルを用いて2022年に栽培した「コシヒカリ」の成熟期を推定し、精度を検証したところ、そのRMSEは1.29日であり、既存の予測技術のRMSE2.25日より小さかった(図3)。また、本報で作成した登熟予測モデルと前報で作成した出穂期予測モデルを用いて2022年に栽培した「コシヒカリ」の成熟期を推定し、精度を検証したところ、そのRMSEは2.27日であった。生産者のアンケート調査から許容できる予測誤差は3日以内と考えられることから(データ省略)、本手法を用い、気象データのみから推定した成熟期の推定精度も生産者にとって有用であると考えられる。

以上より、メッシュデータ、前報の出穂期予測モデル及び本報で作成した登熟予測モデルを用いることで、出穂期の実測作業を伴う既存の成熟期推定技術と同等の精度で成熟期を予測できることが示唆された。今後、靱を撮影した画像から帯緑色靱割合を推定するアルゴリズムを用いてDVIを補正する機能を追加し、より推定精度の高い成熟期予測技術の開発を目指す。

表1 登熟予測モデル作成に用いたデータセットの発育ステージ,倒伏程度及びデータ数

試験地	試験年	移植日 (月/日)	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	倒伏程度	データ数
千葉	1988 ~2021	4/10 ~6/5	7/15 ~8/9	8/21 ~9/19	0.1~3.0	30
香取	2007 ~2021	4/19 ~4/25	7/20 ~7/29	8/28 ~9/6	1.2~3.0	10
成東	2006 ~2021	4/25 ~5/1	7/18 ~7/28	8/23 ~9/7	1.0~3.0	13

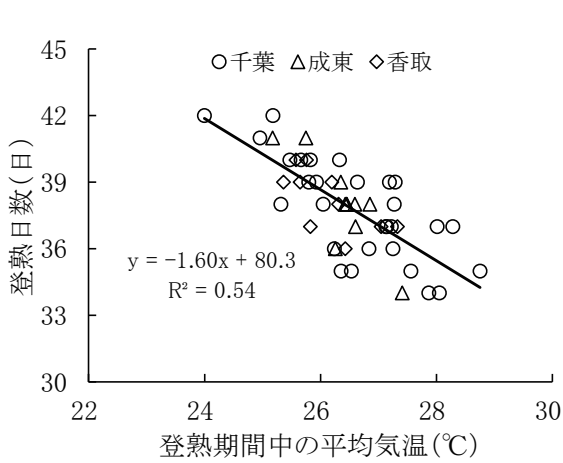


図1 登熟期間中の平均気温と登熟日数との関係

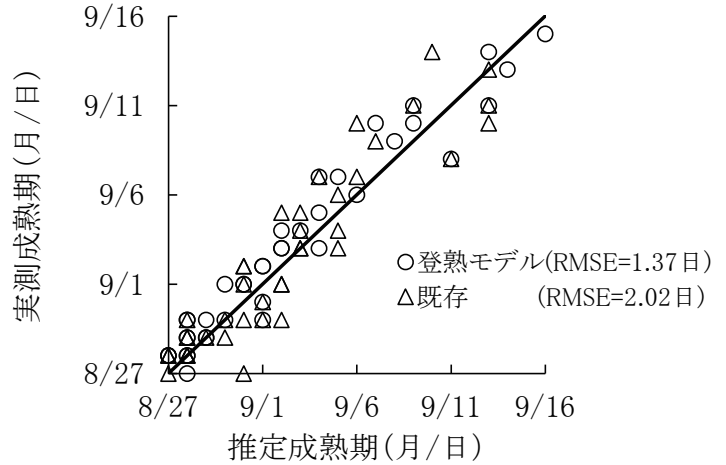


図2 自己当てはめデータセットにおける「コシヒカリ」成熟期の推定値と実測値との関係

注1) 実測成熟期：帯緑色籾歩合が15%以下となった日  
推定成熟期：実際の出穂期（穂の40~50%が出穂した日）以降の日平均気温から登熟予測モデルを用いて推定

2) ( ) 内は二乗平均平方根誤差

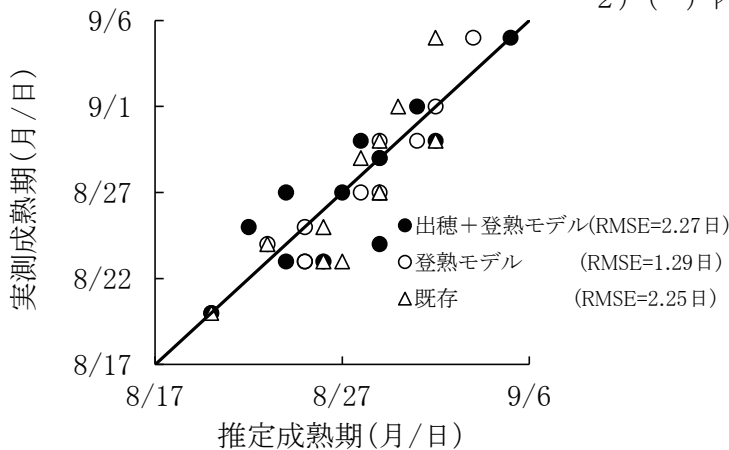


図3 独立データセットにおける各地域の成熟期の推定値と実測値との関係

注1) 出穂+登熟モデル：出穂期予測モデルと登熟予測モデルを使い移植日より推定

登熟モデル：登熟予測モデルを使い実測出穂期より推定

既存：実測出穂期に38日加算

2) ( ) 内は二乗平均平方根誤差

## 田面の高低差画像を利用した入水前の均平作業によるスクミリンゴガイの 水稲への食害防止対策の現地検証

太田和也<sup>\*1)</sup>・尾形 杏<sup>1)</sup>・清水 健<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>千葉県山武農業事務所, <sup>2)</sup>千葉県農林総合研究センター(現, 千葉県担い手支援課)

The Field Verification of Countermeasures Against Damages to Paddy Rice Caused by Apple Snail,  
by Leveling before Irrigation Using Land Flatness images in Paddy Field.

Kazuya Ota<sup>\*1)</sup>, Anzu Ogata<sup>1)</sup>, Ken Shimizu<sup>2)</sup>

(<sup>1</sup>Chiba Prefectural Sanbu Agriculture Office, <sup>2</sup>Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

温暖化により千葉県ではスクミリンゴガイの越冬が可能となり、特に九十九里平野に位置する山武地域の水田ではその低湿性のため本種の生息に適した条件で、水稲に甚大な食害が発生し生産上の問題となっている。本種は水中でのみ水稲を食害可能であることから、水深4cm以下の浅水状態で食害を抑制できるとされている。清水ら(2022)は、ドローンとRTK-GNSS測量を組み合わせた手法により冬期の田面の高低差を高精度に画像化し、均平な圃場では浅水管理が徹底され、被害多発地域にあっても本種による被害が大幅に抑制されていることを明らかにした。しかし、この均平化は農業者の極めて高度な技能により実践されている稀な事例である。そこで、現地の被害多発圃場において、田面の高低差画像の情報を頼りに、土壌が乾燥し、かつ春作業の繁忙期となる前の冬期に均平作業を行い本種による被害軽減を図ることが可能かどうかを検証した。

### 【材料および方法】

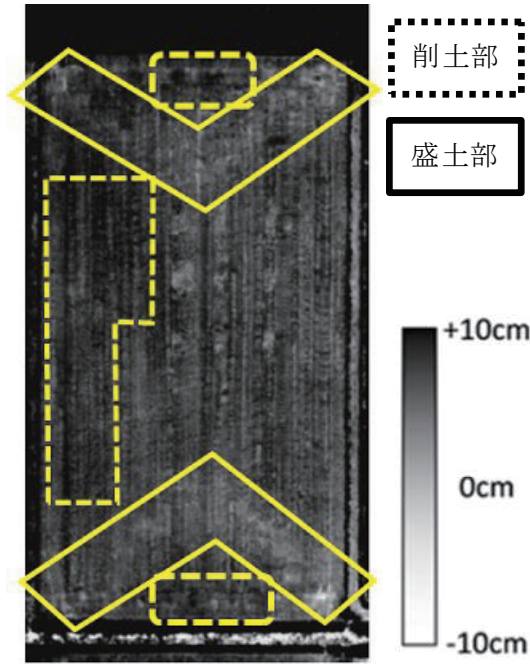
千葉県大網白里市北吉田地区において2020年の水稲栽培で本種による食害が甚大であった隣接2圃場(A, B各30a, 砂壤土)を選定し、2020年作後から2021年作に行った。技術の検証はA圃場において行い、2020年11月11日に秋耕を高精度に実施後(清水2022)、12月12日にドローンとRTK-GNSS測量を組み合わせた手法(清水ら2022)により田面の高低差を画像化した。この情報に基づき2021年1月20日にトラクター付属のバケットにより均平作業を行い、その後耕うんした。2021年作では4月に入水し、5月4日の荒代かき時に仕上げの水張り整地を行った。代かき後、5月26日に品種「ふさこがね」を栽植密度約50株/坪で田植機により移植した。栽培終了後に耕うんを行い、2020年と同じ手法により2022年1月20日に2圃場の田面の高低差を画像化した。

### 【結果および考察】

- 1 A圃場における均平作業では、田面の高低差画像を頼りに高い部分から低い部分に土を移動した(第1図)。27回で7,000kg以上を移動し、作業時間は約4時間であった(第1表)。
- 2 2021年の栽培期間中の水稲の生育状況をドローンにより撮影したところ、A圃場では欠株がまとまって発生している部分は見られず、本種による食害が抑制されていると見られた(第2図・右)。欠株率は3.4%であったことから、食害による収量への影響は無いと考えられた。一方、隣接のB圃場ではまとまった欠株が数か所あり(第2図・左)、本種による食害が発生していると見られた。
- 3 A, B両圃場の2021年作の収穫作業直後の状態をドローンにより撮影したところ、稲わらの状態から、コンバインによる収穫作業の走行経路が圃場間で異なることが判別できた(第3図)。A圃場では外側数周を周回して刈り取り走行した後は長辺のみ刈り取り走行する方法に本作から変更した。一方、B圃場では終始、長辺、短辺ともに刈り取り走行する方法であり、清水ら(2022)はこの走行方法では各四隅での切り返しの角度が急となるため、土が大きく掘り返されるとしている。
- 4 2021年作後の田面の高低差画像から、A圃場では2020年作後に見られた低い部分(第1図)が解消されており(第4図・右)、均平作業により田面の均平化が図られたことが確認された。一方、B圃場ではコンバインを切り返す位置と(第3図・左)と田面の低い部分(第4図・左)が一致し、さらに、この低い部分とまとまった欠株の位置(第2図・左)が一致した。コンバインの切り返しにより田面が低くなり食害が集中することが直接的に確認され、清水ら(2022)の報告と一致した。
- 5 A圃場の2021年作の坪刈収量は597kg/10aで、聞き取りによる2020年作の収量は約450kg/10aであったことから約150kg/10a増加し、また、農薬使用回数が減少し、収益が増加した(第2表)。
- 6 以上のように、耕うんを高精度に行うことで生存貝数を減少させた上で、田面の高低差画像を頼りにすることで耕作者自身が所有する機械により冬期に田面の均平化を行うことができ、圃場全体で均一な浅水管理が徹底された結果、本種による被害の軽減と収量・収益増加の効果が得られることが明らかになった。高低差画像の簡便な作成と活用方法について、現在、試験中である。

【参考文献】清水ら(2022)千葉農林総研報(14)59-63, 清水(2022)千葉農林総研報(14)65-70





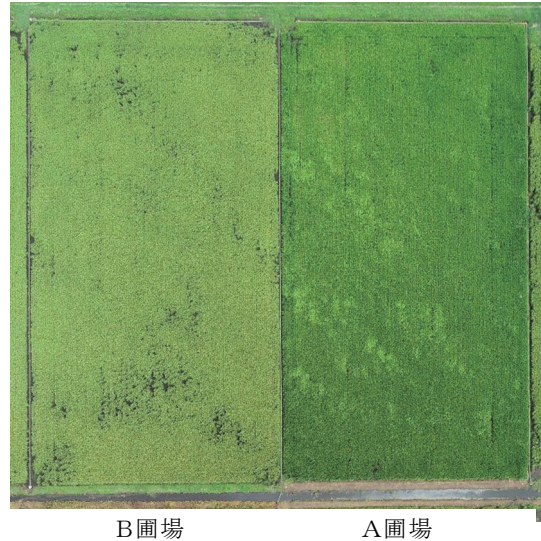
第1図 2020年作後の田面高低差画像に基づいた均平作業における土の移動結果(A圃場).

高低差画像は清水ら(2022)から(画像上が北, 以下同じ). 均平作業は2021年1月20日に実施.

第1表 均平作業の結果(A圃場).

使用機械	運土回数 (回)	推定運土量 (kg)	所要時間 (時間)
トラクター(33ps)、バケット	27	7,560	4

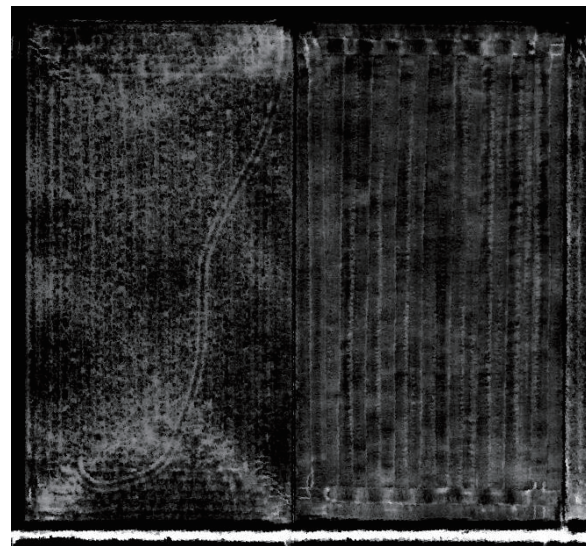
2021年1月20日に実施. 推定運土量は, トラクター付属のフロントバケット(約280cm<sup>3</sup>)と同じ容積の土(仮比重1)を移動したこととして推定. 所要時間は圃場(30a)当たりの運土・表面の整地に要した時間.



第2図 2021年作の生育期間における水稻の生育状況. 2021年8月2日にドローンにより撮影. 水稻の被覆が無い部分は主として食害の影響.



第3図 2021年作の収穫作業直後の状態. 2021年9月28日にドローンにより撮影.



第4図 2021年作後の田面高低差画像. 2022年1月20日に計測. 計測および画像化の手法は清水ら(2022)と同じ. 高低差の凡例は第1図と同じ.

第2表 スクミリングガイに対する高精度の耕うんと冬期の均平作業による耕種的防除対策の効果

	作業時間(①)				水張り整地 (h/10a)	資材の使用(②)			収量(③) (kg/10a)	効果 (③-①-②)
	耕うん(h/10a)		均平 (h/10a)	移植時 殺虫剤		移植後殺虫剤 1回目	後期 除草剤 2回目	無施用		
増減	0.22	0.22	0.52	1.40	0.33	施用*	施用*	無施用	150	
金額換算(円)	583	583	1,378	3,710	875	±0	±0	-2,500	-3,000	22,500

増減はA圃場の2021年作前および作期中の耕うん, 均平作業, 使用資材および収量について, 農家の慣行の管理内容や収量に対する増加又は減少(\*はいずれも施用). 作業時間の金額換算は地域の基準2,650円/hから, 米の単価は150円/kgとした.

## 本田における除草剤を用いたナガエツルノゲイトウの防除体系 及びナガエツルノゲイトウを低密度で管理する畦畔管理体系の実証

西川康之<sup>1\*</sup>・藤代淳<sup>1</sup>・鈴木聡史<sup>2</sup>・井原 希<sup>3</sup>・嶺田拓也<sup>3</sup>・中村 充明<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>千葉県農林総合研究センター・<sup>2</sup>夷隅農業事務所・<sup>3</sup>農研機構)

Demonstration Test of Weeding System in Paddy Fields and Management System on Levee  
for the Purpose of Removing Aligator Weed

Yasuyuki Nishikawa\*・Jun Fujisiro・Satoshi Suzuki・Nozomi Ihara・Takuya Mineta・Mitsuaki Nakamura

(<sup>1</sup>Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center, <sup>2</sup> Chiba Prefectural Isumi Agriculture Office,

<sup>3</sup>National Agriculture and Food Research Organization (NARO))

南米原産の特定外来生物ナガエツルノゲイトウ(*Alternanthera philoxeroides* (Mart.)Griseb)(以下、ナガエツル)は千葉県印旛沼流域の水田やその周辺部(畦畔など)に発生、まん延し、徐々に分布を拡大している。これまで、湖沼や河川の駆除は行われてきたが水田及び畦畔における体系的な防除は行われていない。多年生で水上だけでなく陸上でも繁茂する本種は、茎や根の断片から再生するため、刈払い機等による草刈りは農業系内から湖沼や河川への流出を助長して新たな汚染源となる可能性があり、農業系内での防除が望ましい。そこで、本田において除草剤を用いた防除体系の効果を調査した。さらに、畦畔において、草刈作業は行わず、除草剤のみを用いた防除体系がナガエツルの生育に与える影響を調査した。本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」JPJ0079666 の補助を受けて行った。

### 【材料及び方法】

印旛沼を水源とする用水を使用し、ナガエツルがまん延している八千代市Y地区の現地ほ場で試験を実施した。

本田における防除体系の試験は、同一のほ場で同一の処理(図1)を2021年及び2022年の2か年継続した。畦畔における雑草管理の体系の試験は2022年に実施した(図2)。

### 【結果及び考察】

- 2021年の本田の体系防除によって、2022年の代かき前のナガエツルのシュート数は2剤体系A区及びB区で減少した(図3)。
- 本田の7月のナガエツルの残草の個体数および乾物重は、地域慣行区が2021年に比べて2022年は大幅に増加した。一方、2剤体系A区及びB区は2021~2022年度の2か年の体系防除によって残草の個体数は著しく減少し、同2区の乾物重は2か年通じて軽かった(図4)。
- 水稻収穫時期の本田の地域慣行区のナガエツルの被度は6.7%に達し、草高は67cmで水稻群落上部まで伸長した。一方、体系防除2年目の2剤体系区はA区で被度1.7%、草高19

調査日及び作業日等	断片数調査		移植	中干し開始	残草調査	出穂	残草調査	収穫
	4月12日(代かき前)		5月6日	6月15日	7月20日	7月28日	8月30日	9月6日
試験区	処理区	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
地域慣行区			移植後9日(5月15日) I-O-P-B ジャンボ剤	移植後40日(6月16日) C-B 液剤				
2剤体系A区			移植後9日(5月15日) I-O-P-B ジャンボ剤	移植後40日(6月16日) F 乳剤				
2剤体系B区			移植後2日(5月8日) P ジャンボ剤	移植後14日(5月20日) F-P-B 1kg粒剤				

図1 本田における試験区の防除体系

注1) 各試験区は同一ほ場で2年継続して設置。図中の薬剤処理日及び調査日等は2022年  
2) 除草剤名は、I-O-P-B: イマズスルフロン・オキサジクロメホン・ピラクロニル・プロモブチド、  
C-B: シハロホップブチル・ペンタゾンナトリウム塩、F: フロルピラウキシフェンベンジル、  
P: ピラクロニル、F-P-B: フロルピラウキシフェンベンジル・ペノキスラム・ベンゾピシクロン

調査日及び作業日等	移植	連続調査	連続調査	連続調査	出穂	収穫	連続調査	残草調査	
	5月6日	6月1日	6月15日	7月5日	7月20日	9月6日	9月9日	10月25日	
試験区	処理区	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
対照1区					6月2日 一部刈払い	7月28日 刈払い			
対照2区					6月2日 一部刈払い	6月16日 グリホサートP ナリウム塩液剤	8月1日 刈払い		
薬剤処理1区					6月16日 グリホサートP ナリウム塩液剤			10月4日 グリホサート ナリウム塩液剤	
薬剤処理2区		3月23日 DBN粒剤			7月6日 グリホサートP ナリウム塩液剤			10月4日 グリホサート ナリウム塩液剤	

図2 畦畔における試験区の雑草管理の体系(2022年)

注)「一部刈払い」処理はナガエツルノゲイトウを残し、草丈の長い大型の雑草のみを、「刈払い」処理はすべての草種を刈った



cmの発生が認められたが、A区及びB区ともに地域慣行区より明らかに発生は少なかった(図5)。

4. 畦畔における3月下旬のDBN粒剤処理は、田植時期以降の畦畔雑草全体の生育を抑制し、7月上旬のナガエツルの被度を14%に抑えた(図6)。さらに、7月上旬のグリホシネートPナトリウム塩液剤処理によって7月下旬の被度は3%に低下した。
5. DBN粒剤を処理せずに6月中旬にグリホシネートPナトリウム塩液剤を処理した対照2区では7月上～中旬のナガエツルの被度が高まり、8月初旬の刈払い処理により水稻収穫時期の被度は87%に高まった(図6)。
6. 水稻収穫時期の畦畔において、薬剤処理1区及び2区はナガエツルの被度が30%前後で草高は約40cmに伸長し、両区に大きな差は無かった(図6)。また、刈払い処理を行った対照1区及び2区に比べて、アメリカゼンダンダサ、オオオナモミ及びメヒシバ等の草高が高い草種の繁茂が目立ち、荒れた状況であった(データ省略)。
7. 以上のように、ナガエツルに対する除草効果が高い成分を含む除草剤を用いた防除体系の除草効果の高さが現地水田において実証された。また、畦畔における3月下旬のDBN粒剤処理及び7月上旬のグリホシネートPナトリウム塩液剤処理は7月下旬のナガエツルの生育を低密度で推移させたが、8月下旬の水稻収穫時期の残草を抑制するためには、7月下旬～8月上旬にグリホシネートPナトリウム塩液剤の追加処理が必要と考えられた。

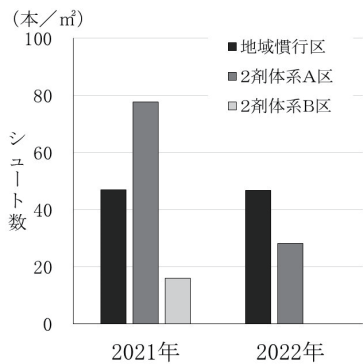


図3 本田における防除体系の試験開始前(2021年)と開始後1年目(2022年)の代かき前における断片(シュート)数

注1)2021年は移植期5月4日、調査日4月8日  
2022年は移植期5月6日、調査日は4月12日  
2)30×30cm、深さ15cmの土壤中を調査  
3)シュートとはナガエツルノゲイトウの植物体の断片

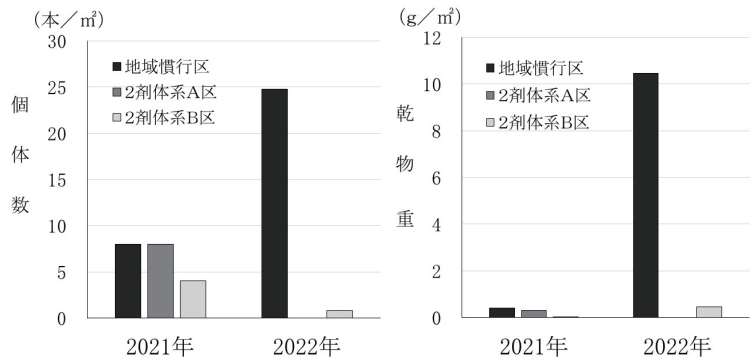


図4 本田における防除体系の試験1年目(2021年)及び2年目(2022年)の7月の残草個体数と乾物重量  
注1)2021年は移植期5月4日、調査日7月5日  
2022年は移植期5月6日、調査日は7月20日  
2)50×50cm内の個体数及び地上部乾物重を調査

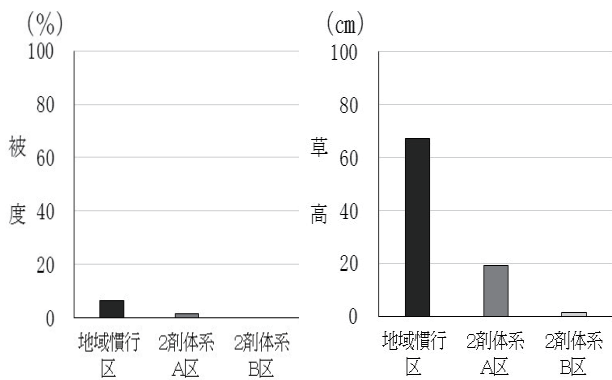


図5 本田における防除体系の試験2年目(2022年)の収穫時期の被度及び草高

注1)移植期5月6日、調査日は8月30日。  
2)被度は植物体が被う面積の比率を50×50cmで調査  
3)草高は50×50cm内の最高値の平均値

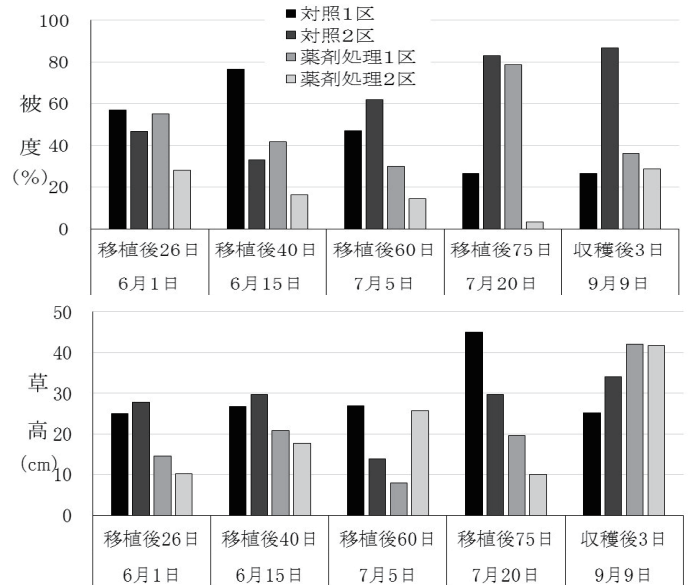


図6 畦畔における雑草管理の体系とナガエツルノゲイトウの被度及び草高の変化(2022年)

# 13

水稻育苗箱全量基肥施肥と高密度播種栽培の技術融合による  
多収・良食味品種「にじのきらめき」の栽培(第2報)  
加藤誠<sup>1\*</sup>・高橋行継<sup>1</sup>・大橋晃市<sup>2</sup>・大山龍之介<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>)

Cultivating High-Yield and Good-Eating-Quality Rice 'Niji-no-kirameki' on the Fusion Technology that utilized High Density Seedling and Single Basal Application of Total Nitrogen Fertilizer in Nursery Box (2)

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

## 1. はじめに

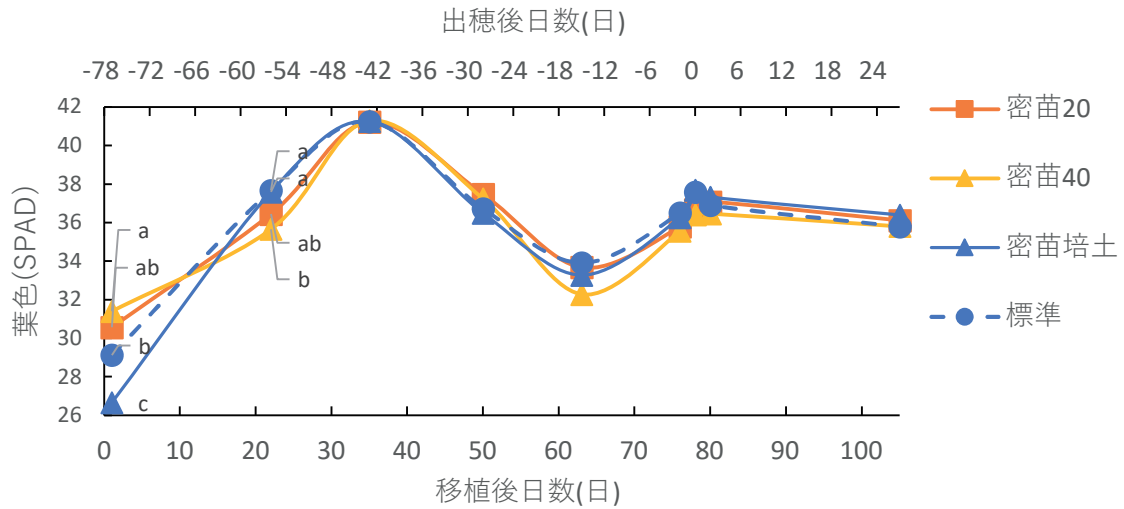
水稻育苗箱全量基肥栽培(以下、箱全量)は、栽培期間に必要な専用肥料「育苗まかせ」を育苗箱内に全量投入することで本田での基肥・追肥作業を省略可能である。また、10~40%とされる減肥によるコスト低減が可能で、環境にも優しい施肥技術である。一方、250~300 g/箱の播種量によって単位面積当たりに必要な育苗箱数を低減させ、省力・低コストを狙った高密度播種栽培(「密苗」:ヤンマー株式会社,商標登録第5864399号)栽培が注目されている。この2つの技術融合による一層の省力・低コスト化を目指した場合、密苗による育苗箱数の減少は箱全量の箱当たり施肥量の増加し培土が減少により育苗された苗は、移植時の田植機に対応できる諸形質であった。しかし、この苗は本田栽培時の箱全量専用肥料と側条施肥専用肥料の肥効の相違により、本田栽培の生育に影響を与える可能性がある。そこで、茨城県筑西市にて現地試験を実施し、異なる栽培方法が本田栽培に与える影響について本田生育と玄米重収量の面から比較検討した。

## 2. 材料と方法

2022年4月20日に宇都宮大学農学部附属農場にて「にじのきらめき」を播種、平置き出芽後は露地プール育苗とした。乾籾播種量は密苗で256g/箱、標準で172g/箱とし、箱全量専用肥料「育苗まかせ」N400-100(シグモイド型100日タイプ)を施用または培土のみにより播種した。密苗培土区と標準区の床土は2500g/箱、密苗20区と密苗40区はそれぞれ1460g/箱、1095g/箱の施肥量を差し引いて肥料層の上に床土を充填、覆土量は1200g/箱共通とした。移植日1週間前に茨城県筑西市にある現地圃場へ移動し、馴化させた苗を本田に移植した。現地圃場の土壌分類は腐植質厚層グライ黒ボク土による湿田であった。移植時は20%減肥の密苗20区と40%減肥の密苗40区、側条施肥専用肥料「プレミア側条レッド」を施用した密苗培土区と標準区を設定した。5月10日に移植、以降はSPADと草丈と茎数の生育調査、9月10日に収穫、収量調査を行った。

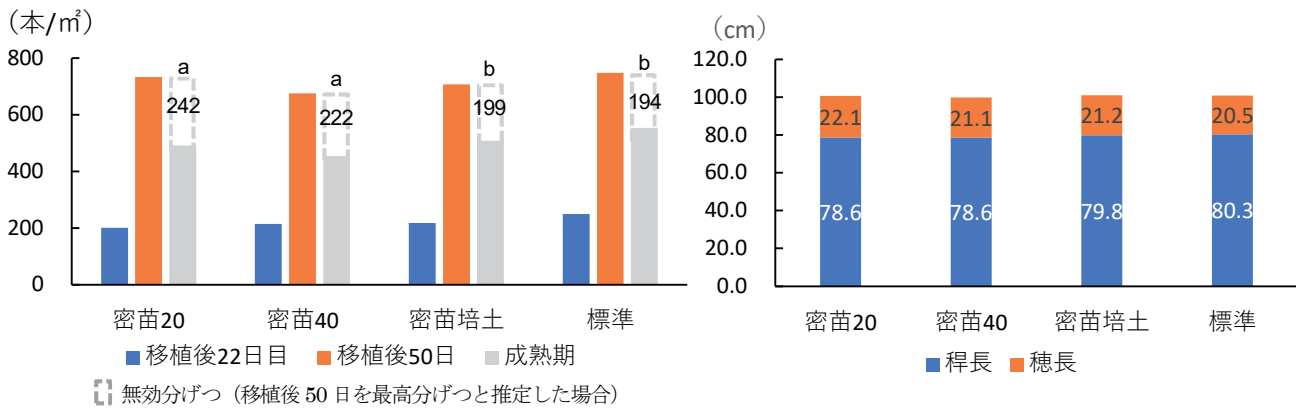
## 3. 結果および考察

本田生育において分けつ初期の葉色に相違がみられ、側条である密苗培土区と標準区においてSPAD値は急激な上昇であったのに対し、箱全量の密苗20区と密苗40区は40付近まで緩やかであった。出穂期前にSPAD値は多少持ち直したものの、分けつ期後半は40以下に下降した(第1図)。箱全量における分けつ初期の茎数は標準区と比較して81~86%、穂数は81~82%に抑制され、本来の生育特性である「茎数の不足を高い有効茎分けつで補償する特徴」と異なった生育を示した(第2図左)。稈長+穂長は各区約100cm前後と大差はなかったものの、箱全量の稈長は1.7cm短く、穂長は0.6~1.6cm長かった(第2図右)。その結果、箱全量である密苗20区と密苗40区の玄米重収量は78.7~82.5kg/aであり、密苗培土区と標準区は82.6~83.7kg/aであった(第3図)。各区の玄米重に有意な差は認められなかったものの、施肥法による玄米重の相違が見られた。その原因として箱全量による肥効の鈍化が考えられた。「にじのきらめき」では出穂期までSPAD値を40以上保つ必要があり、移植後50日頃からの極度の中干しや箱全量の溶出日数不足により箱全量から適切な溶出を得ることができず、有効茎分けつの低下を招いたものと推察される。



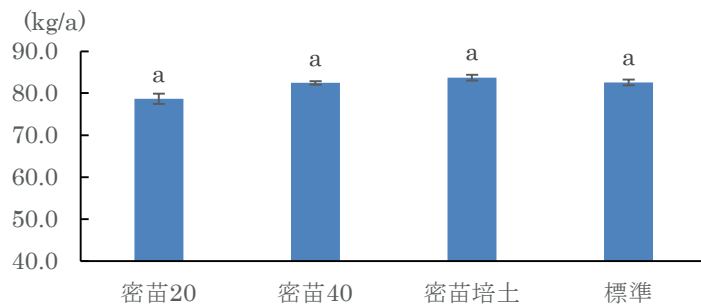
第1図 「にじのきらめき」における異なる栽培方法が葉色の推移に及ぼす影響(2022)

※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差がないことを示す。  
 ※葉色はコニカミノルタ葉緑素計 SPAD502 による測定値。



第2図 「にじのきらめき」における異なる栽培方法が本田生育に及ぼす影響(2022).  
 (左: 茎数・穂数, 右: 稈長・穂長)

※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差がないことを示す。



第3図 「にじのきらめき」における異なる栽培方法が玄米重に及ぼす影響(2022).

※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差がないことを示す。

# 14

山梨県における水稲粳品種“にじのきらめき”の栽培特性  
高橋真史\*・石井利幸・西澤淑伸・上野直也  
(山梨県総合農業技術センター)

Cultivation characteristics of rice cultivar “Nijinokirameki” in Yamanashi prefecture  
Masashi Takahashi\*, Toshiyuki Ishii, Toshinobu Nisizawa, Naoya Ueno  
(Yamanashi Prefectural Agritechology Center)

## 【目的】

山梨県の水稲栽培は、良食味の要望から中生品種「コシヒカリ」が主に作付けされ、主食用作付面積の71%を占めている。しかし、平坦地～中間地においては「コシヒカリ」の登熟期に高温となり、品質低下の要因となっているため、登熟期の高温に強い「コシヒカリ」に代わる良食味品種が要望されている。水稲粳品種「にじのきらめき」は中日本農業研究センター上越研究拠点で選抜・育成され、2018年に品種登録された品種である。短稈、多収で高温登熟性に優れ、食味も良好なことから、茨城県、群馬県をはじめ複数の県で奨励品種に採用され、多くの県で産地指定銘柄の設定が行われている。山梨県においても奨励品種決定調査で供試するほか、栽培試験を実施している。本報告では、ここまでの試験によって明らかになった山梨県における「にじのきらめき」の栽培特性について報告する。

## 【材料および方法】

試験は2019~2021年に総合農業技術センター内圃場(甲斐市、標高315m、褐色低地土、以下本所)及び2020~2021年に岳麓試験地(富士吉田市、標高820m、黒ボク土、以下岳麓)で行った。供試品種は「にじのきらめき」、対照品種として「コシヒカリ」を用いた。移植は普通期として本所では6月1半旬に、岳麓では5月5半旬に行った。なお、本所では2021,2022年に移植を4月下旬、5月中旬、6月下旬、7月上旬とした早期~極晩植条件で移植時期の試験を行った。基肥は本所ではN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oとして5-5-5kg/10a、岳麓では8-8-8kg/10aを、穂肥は幼穂形成期にN-K<sub>2</sub>Oとして2-2kg/10aを施用した。栽植密度は22.2株/m<sup>2</sup>、区面積は9m<sup>2</sup>、2反復とした。倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階で成熟期に調査を行った。坪刈り後1.8mmのグレーダーを用い調整し精玄米とし、収量として調査した。総務籾数に対する精玄米の割合を「精玄米歩合」とした。食味は旧食糧庁方式に準じ、本所の2019~2021年および岳麓の2021年の精玄米を用い、「あさひの夢」を標準品種として官能試験を行った。玄米品質は穀粒判別機(サタケ社製RGQ120A)を用い、玄米タンパク質含有率(乾物)はサタケ社製食味計(RLTA10B)を用いて精玄米を測定した。気温は本所、岳麓ともに農研機構メッシュ農業気象データを用いた。

## 【結果および考察】

「にじのきらめき」の「コシヒカリ」と比した特性は以下のとおりである。出穂期は1~2日、成熟期は3日遅かった(第1表)。稈長は20~25cm程度短く、倒伏程度は小さかった。穂長は0.2~0.8cm長く、穂数はやや多かった。収量は平均で本所では657kg/10a、岳麓では677kg/10aと本所ではコシヒカリよりも明らかに多収、岳麓ではやや少収であった。千粒重は平均で本所では2.3g、岳麓では2.4g大粒であった。玄米の整粒比率は本所では8%程度高くなったが、岳麓ではやや低かった。玄米タンパク質含有率は両試験地とも7.1%と同程度であった。「にじのきらめき」の収量構成要素を「コシヒカリ」と比較すると、収量に対して有利に働く項目は、穂数、精玄米歩合、千粒重、不利に働く項目は1穂籾数であった(第2表)。食味は標準品種の「あさひの夢」と比較し、総合で約0.3と有意に優っており、「硬さ」以外の項目の評価値は「コシヒカリ」よりも高くなった(第1図)。「にじのきらめき」の整粒比率は、出穂後14日間の日平均気温が27℃程度までは70%以上と高い値を示した。一方、「コシヒカリ」は27℃で60%前後と、高温で低下する傾向が認められた(第2図)。

以上、山梨県の平坦地においては「にじのきらめき」の多収、高品質、良食味の特性が確認できたが、高冷地においては精玄米歩合の低下や青未熟粒の増加により、「コシヒカリ」に対し、この特性が有意に現れないことが明らかになった。

第1表 「にじのきらめき」および「コシヒカリ」の栽培特性

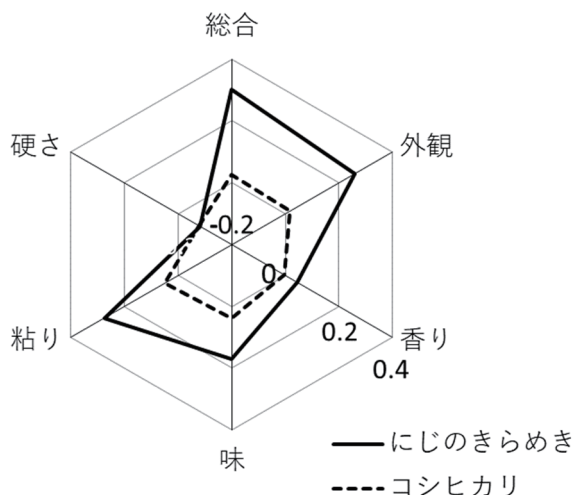
試験場所	品 種	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	収量 (kg/10a)	千粒重 (g)	倒伏 程度 (0-5)	整粒 比率 (%)	タンパク質 含有率 (%)
本所	にじのきらめき	8月9日	9月19日	72.0	19.4	395	657	25.4	0.0	76.3	7.1
	コシヒカリ	8月7日	9月16日	93.9	18.6	370	589	23.1	2.5	68.1	7.3
岳麓	にじのきらめき	8月11日	9月30日	59.5	17.8	447	677	24.9	0.0	86.1	7.1
	コシヒカリ	8月10日	9月27日	85.5	17.6	432	693	22.5	1.5	88.6	7.0

\*試験期間：本所2019～2021年，岳麓2020～2021年

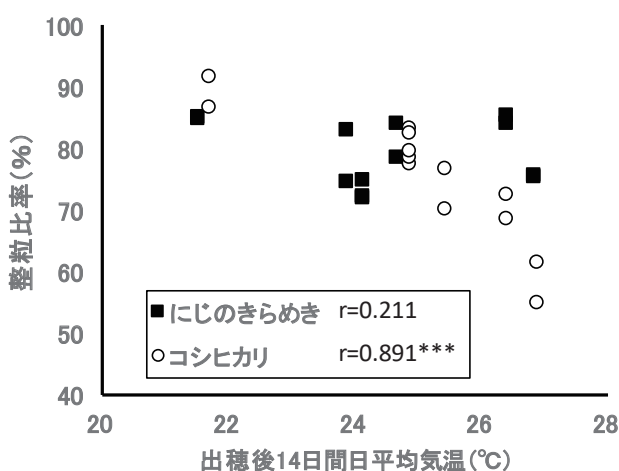
第2表 「にじのきらめき」および「コシヒカリ」の収量構成要素

試験場所	品 種	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	1穂 粒数 (粒/穂)	全粒数 (粒/m <sup>2</sup> )	精玄米 歩合 (%)	精粒数 (粒/m <sup>2</sup> )	千粒重 (g)
本所	にじのきらめき	395	71.9	28210	91.8	25862	25.4
	コシヒカリ	370	81.1	29974	84.2	25224	23.1
岳麓	にじのきらめき	447	72.8	32593	83.7	27185	24.9
	コシヒカリ	432	87.4	37831	82.1	30883	22.5

\*試験期間：本所2019～2021年，岳麓2020～2021年



第1図 「にじのきらめき」の食味評価  
試験は 2019～2021 年の本所試料および  
2020,2021 年の岳麓試料を用い本所産「あさひの  
夢」を標準品種として-3～+3 の7段階評価で実施  
(7回の平均値)



第2図 出穂後の気温と整粒比率の関係  
試験は 2019～2021 年の本所試料および  
2020,2021 年の岳麓試料を用いた



### 長期オゾン暴露がイネ光合成活性に及ぼす影響

安達俊輔<sup>1</sup>・小沼穂奈美<sup>2</sup>・伊丹悠人<sup>3</sup>・増富祐司<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府・<sup>2</sup>茨城大学農学部・

<sup>3</sup>国立環境研究所気候変動適応センター)

#### Effects of long-term exposure of ozone on photosynthetic activity in rice

Shunsuke Adachi<sup>1</sup>, Honami Konuma<sup>2</sup>, Yuto Itami<sup>3</sup>, Yuji Masutomi<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology,

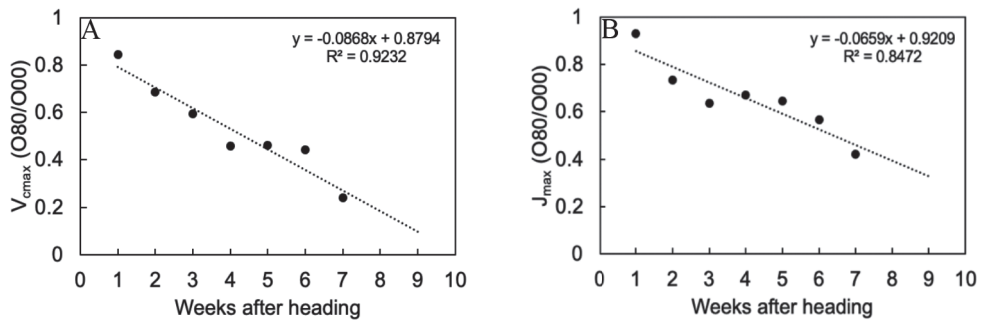
<sup>2</sup>College of Agriculture, Ibaraki University, <sup>3</sup>Center for Climate Change Adaptation,

National Institute for Environmental Studies)

【緒言】対流圏オゾン濃度の上昇は作物の生産性を低下させることが知られている (Ainworth 2008). その理由はイネの場合、葉の光合成活性の低下や同化産物の穂への転流阻害にあるとされる (Yamaguchi et al. 2008). 光合成活性の低下要因として Rubisco による炭酸固定活性や光化学系電子伝達速度が低下することが指摘されているが (Shang et al. 2019), それらの変化をオゾン暴露期間に渡り経時的に評価した研究は少ない (Yamaguchi et al. 2015). 本研究ではイネ (品種コシヒカリ) の登熟期間中に継続してオゾン暴露を行い、止葉の光合成活性の経時変化の調査ならびにその低下要因の解析を行った。

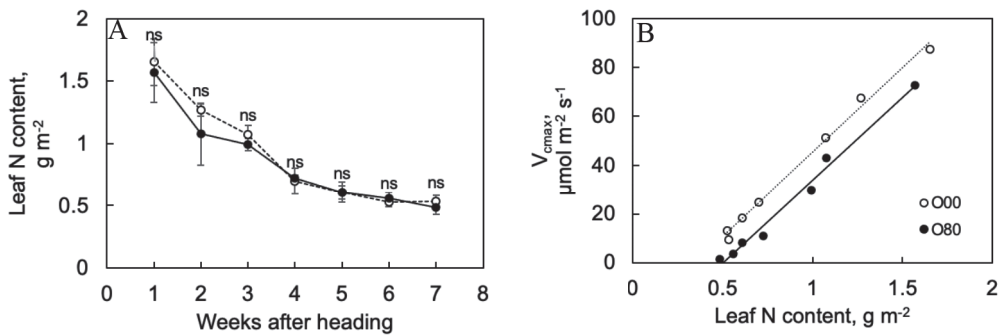
【材料と方法】イネ品種コシヒカリを 1/2000a ワグネルポットに移植し、国立環境研究所の自然光型バイオトロン (7:00-19:00 気温 28°C, 19:00-7:00 気温 22°C, 湿度終日 80%) で栽培した。半数以上の茎から出穂が確認された翌日から 7 週間に渡りオゾン暴露を行った (O00 区:終日 0 ppb, O80 区:7:00-19:00 80ppb, 19:00-7:00 0ppb). 各ポットから 1 枚の止葉を測定葉として選択し、LI-6800 (LI-COR 社) を用いて 7 週間連続で光合成測定を行った (n=5). 光合成速度-葉内 CO<sub>2</sub> 濃度曲線を FvCB モデルに当てはめ、最大炭酸固定速度 ( $V_{cmax}$ ) と最大電子伝達速度 ( $J_{max}$ ) をそれぞれ算出した。また光合成測定葉とは異なる止葉をポット当たり 1 枚採取し、窒素含量ならびに Rubisco 含量の定量に供した。葉身窒素含量 (LNC) の測定は Adachi et al. (2019), 葉身 Rubisco 含量の測定は Qu et al. (2021) に準じて行った。

【結果と考察】両実験区の  $V_{cmax}$ ,  $J_{max}$  はいずれも葉の老化に伴って低下した。このとき O80 区の低下率は O00 より大きく、オゾン暴露による光合成活性の低下が確認された。また  $V_{cmax}$  と  $J_{max}$  を比較すると前者の低下率のほうが大きく (第 1 図), 電子伝達系活性に比べ炭酸固定活性のほうがオゾン暴露の影響を受けやすいことが明らかとなった。LNC の推移は両実験区で違いがなく、したがって LNC に対する  $V_{cmax}$  は O80 区で低くなった (第 2 図)。葉身 Rubisco 含量が出穂後 5 週間に渡り O00 区に比較して O80 区で低く推移し、また葉身 Rubisco 含量と  $V_{cmax}$  との間には処理に関わらず密接な関係が認められたことから (第 3 図), 長期オゾン暴露による炭酸固定活性の低下は葉身 Rubisco 含量の低下が主要因であると考えられた。一方、出穂 6 週目から 7 週目にかけては  $V_{cmax}$ /葉身 Rubisco 比が O80 区で大きく低下したことから (第 4 図), 登熟期終盤には Rubisco 活性化状態の低下が炭酸固定活性の低下に影響していると推察された。

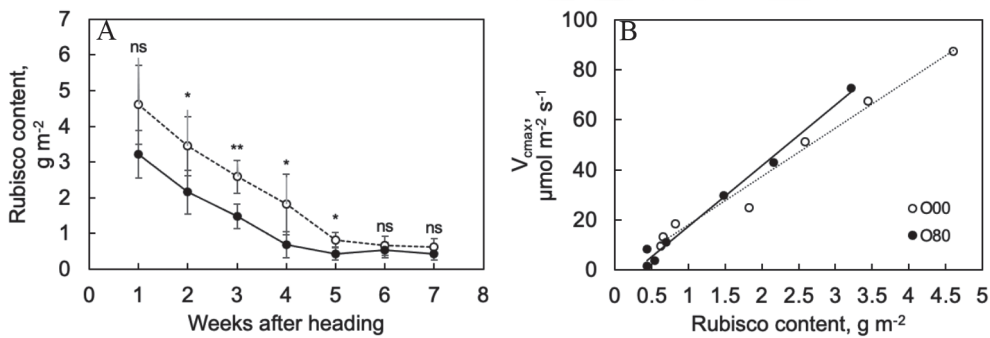


第 1 図 オゾン暴露処理区 (O80) と対照区 (O00) の光合成活性の比率の推移.

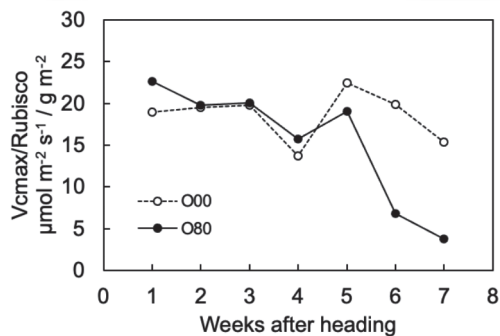
A, 最大炭酸固定速度 ( $V_{cmax}$ ). B, 最大電子伝達速度 ( $J_{max}$ ).



第 2 図 オゾン暴露処理区 (O80) と対照区 (O00) の葉身窒素含量の推移 (A) よび最大炭酸固定速度 ( $V_{cmax}$ ) と葉身窒素含量との関係 (B).



第 3 図 オゾン暴露処理区 (O80) と対照区 (O00) の葉身 Rubisco 含量の推移 (A) および最大炭酸固定速度 ( $V_{cmax}$ ) と葉身 Rubisco 含量との関係 (B).



第 4 図 オゾン暴露処理区 (O80) と対照区 (O00) の最大炭酸固定速度 ( $V_{cmax}$ ) / 葉身 Rubisco 含量比の推移.

# 16

## 水稻強稈新品種「さくら福姫」の育成とその品種特性

大川泰一郎<sup>1\*</sup>・Ahmad Fahim Samadi<sup>1</sup>・横山 正<sup>2</sup>・安達俊輔<sup>1</sup>・本林隆<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>東京農工大学大学院農学府, <sup>2</sup>福島大学食農学類)

### Breeding and properties of new rice cultivar with strong culms, 'Sakura Fukuhime'

Taiichiro Ookawa<sup>1\*</sup>, Ahmad Fahim Samadi<sup>1</sup>, Tadashi Yokoyama<sup>2</sup>,

Shunsuke Adachi<sup>1</sup> and Takashi Motobayashi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology,

<sup>2</sup>Faculty of Food and Agricultural Sciences, Fukushima University)

【目的】我が国の水稻良食味品種の育成においては、倒伏しやすいコシヒカリなどの品種の倒伏抵抗性を高める目的で短稈化がすすめられてきた。しかしながら、温暖化により台風は大型化し、生産現場では複数の短稈良食味品種でも倒伏が問題となっている。短稈化以外に強稈化による倒伏抵抗性の強化が課題となるが、これまで強稈の良食味品種はほとんど育成されていない。今後、温暖化に対応した強稈化による倒伏抵抗性の良食味品種を育成していく必要がある。これまで倒伏抵抗性強の中国 117 号とコシヒカリの量的形質遺伝子座 (QTL) 解析により、強稈遺伝子 *SCM3*, *SCM4* を特定している。この中国 117 号とコシヒカリの交配により育成したリーフスターにさらにコシヒカリを戻し交雑し、マーカー選抜により強稈遺伝子 *SCM3*, *SCM4* がリーフスター型で良食味の強稈系統を選抜し、2022 年 8 月に「さくら福姫」として品種登録した。本研究では、さくら福姫の育成経過と収量、食味関連形質および倒伏抵抗性に関する形質の品種特性について報告する。

【材料と方法】2007 年にリーフスターとコシヒカリを交配し、2014 年に組換え自殖系統 (RILs, F<sub>8</sub>) を 150 系統育成した。179 の SNP マーカーを用いた QTL 解析を実施 (Samadi et al, 2019) するとともに、リーフスター型の *SCM3*, *SCM4* のアリルをもつ系統をマーカー選抜し、2018 年に品種登録出願を行った。収量、食味、倒伏抵抗性等の形質評価のため、さくら福姫、コシヒカリ、タカナリを用い、本学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター FM 本町の水田 (多摩川沖積土壌) に、2017 年 5 月 18 日に 1 株 3 本、22.2 株/m<sup>2</sup> の栽植密度で移植栽培した。基肥として化成肥料を N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O の各成分で 5kg/10a 施用した。

【結果と考察】150 系統の強稈関連形質と *SCM3*, *SCM4* の遺伝子型をもとに強稈系統を選抜し、最終的に良食味強稈品種さくら福姫を育成した。さくら福姫はコシヒカリに比べて、出穂はやや遅く、成熟期はほぼ同じで、稈長はコシヒカリと同様に長く、穂長は長かった (第 1 表)。さくら福姫はタカナリと同様に、コシヒカリより 1m<sup>2</sup> 当たり穂数は少なく 1 穂穎花数の多い穂重型で、登熟歩合、千粒重が大きいことにより精玄米収量が高かった (第 2 表)。つぎに理化学試験、官能試験により食味関連形質を比較した結果、さくら福姫はコシヒカリより精米タンパク質含有率はやや低く、味度値にほとんど相違がなく、食味官能値にもほとんど相違がなかったことから、コシヒカリ並みの食味と評価された (第 3 表)。倒伏抵抗性では、コシヒカリは登熟期に挫折型で著しく倒伏したが、さくら福姫は短稈品種のタカナリと同様に収穫まで倒伏しなかった。さくら福姫は稈基部伸長節間の外径が大きく断面係数はコシヒカリ、タカナリより大きく、曲げ応力はコシヒカリ並みに大きい結果、稈の挫折時モーメントは最も大きかった (第 4 表, 第 1 図)。福島県二本松市 (第 2 図)、富岡町等の生産現場における現地実証においても高い倒伏抵抗性を示した。

以上のことから、さくら福姫はリーフスター由来の強稈遺伝子を有し、コシヒカリ並みの食味をもつこと、長稈穂重型で収量はコシヒカリより高く、強稈性もち倒伏抵抗性が高い品種であることがわかった。現在、食用の良食味品種だけでなく、飼料用、酒米など多用途品種の強稈化による倒伏抵抗性の改良を進めており、さらに効率的な品種育成のため極強稈性の機構の解明、原因遺伝子の同定を行う予定である。

第1表 さくら福姫の出穂日, 成熟日, 稈長および穂長.

品種名	田植日 月/日	出穂日 月/日	成熟日 月/日	稈長 (cm)	穂長 (cm)
さくら福姫	5/18	8/9	9/20	106.3 b	24.8 b
コシヒカリ	5/18	8/8	9/20	102.6 b	20.3 a
タカナリ	5/18	8/12	9/20	75.5 a	25.9 b

第2表 さくら福姫の収量および収量構成要素.

品種名	1m <sup>2</sup> 当り穂数	1穂穎花数	登熟歩合 %	千粒重 g	精玄米収量 kg/10a	粗玄米収量 kg/10a
さくら福姫	266.4 a	133.7 b	91.3 c	22.7 b	735.1 c	752.0 b
コシヒカリ	362.6 b	97.5 a	74.8 b	20.7 a	544.4 a	574.7 a
タカナリ	266.4 a	195.2 c	65.0 a	19.9 a	668.5 b	723.9 b

- 1) 千粒重および精玄米収量は, 1.8mm 以上の粒厚の玄米についての値. 水分 15%換算.  
 2) 異なるアルファベット間には, Tukey の多重比較により5%水準で有意差があることを示す.

第3表 さくら福姫の食味関連形質.

品種名	精米蛋白 (%)	味度値	食味官能値				
			総合	うま味	ねばり	かたさ	色・光沢
さくら福姫	5.2	73.4	-0.09	-0.08	-0.03	-0.15	-0.23
コシヒカリ	5.5	73.8	-0.03	-0.04	-0.05	-0.01	-0.08

- 1) 玄米蛋白含有率は近赤外分析計(BUCHI 社製)で測定した値. 水分 0%換算.  
 2) 味度は味度メーター(東洋精米機製作所製)で測定した値.  
 3) 食味官能値は, 富山県農林水産総合技術センターにて, センター産基準コシヒカリを「0」とし, パネラー20人で-2(極不良)~+2(極良)で評価した値.

第4表 さくら福姫の倒伏抵抗性関連形質.

品種名	倒伏程度	稈外径 (mm)	断面係数 (mm <sup>3</sup> )	曲げ応力 (gf/mm <sup>2</sup> )	挫折時モーメント (gf・cm)
さくら福姫	0.0 a	7.19 b	23.3 c	1099.6 b	2509.5 c
コシヒカリ	4.3 b	4.89 a	7.5 a	1355.2 b	971.8 a
タカナリ	0.0 a	6.81 b	15.4 b	765.1 a	1316.5 b

- 1) 倒伏程度は0(無)~6(甚)の7段階評価で調査した.  
 2) 挫折時モーメントは, 万能材料試験機(テンシロン, A&D社製)を用いて測定した.  
 3) 断面係数 =  $\pi/4 \times ((\text{外短半径})^2 \times \text{外長半径}) - (\text{内短半径})^2 \times \text{外短半径}) / (\text{外短半径})$   
 4) 曲げ応力 = 挫折時モーメント / 断面係数



第1図 稈基部第V節間の比較.  
 左:コシヒカリ, 中央:さくら福姫, 右:タカナリ



第2図 農家圃場での倒伏程度.  
 (福島県二本松市農家圃場).  
 手前:コシヒカリ(全面倒伏)  
 奥:さくら福姫(倒伏せず)