

ISSN 2185-0437

# 山口県農林総合技術センター研究報告

第 15 号

令和 6 年（2024 年）3 月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL  
AGRICULTURE & FORESTRY GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No.15

March, 2024

Yamaguchi Prefectural Agriculture & Forestry General Technology Center

Ouchi Hikami, Yamaguchi City, Yamaguchi Prefecture, Japan

## 山口県農林総合技術センター

山口県防府市牟礼 10318

山口農林総技セ研報

Bull. Yamaguchi Agri.

& For. Gen. Tech. Ctr.

目 次

1501	新しい飼料用米品種として期待される「あきいいな」の主要特性 渡辺 大輔・陣内 暉久	1
1502	山口県内のイチゴ・トマト生産者によるハウス管理の特徴解析と 環境制御プログラムの開発 原田 浩介・重藤 祐司・鶴山 浄真	12
1503	地上レーザ計測システムを活用した林業経営の効率化 施業提案システムの開発と実証 山田 隆信・村上 勝・川元 裕	24
1504	山口県における新規就農者（自営就農者）の就農実態・課題の解明 尾崎 篤史・西 美弥子・高橋 一興	31
	山口県農林総合技術センター投稿規定	42

## 新しい飼料用米品種として期待される「あきいいな」の主要特性

渡辺 大輔・陣内 暉久\*

Key Characteristics of “Akiina” Expected as a New Rice Cultivar for Feed Use

WATANABE Daisuke and JINNOUCHI Teruhisa

**Abstract:** A rice cultivar was selected to replace “Akidawara”, which is the main rice cultivar for feed in Yamaguchi Prefecture. “Akiina” was selected as a promising rice cultivar because it has the same yield as that of “Akidawara”, is resistant to blast disease, and has excellent lodging resistance. The appropriate amount of fertilizer for “Akiina” is 0.8 to 1.2 kg/a of nitrogen. Even when planted sparsely at a planting density of 11.1 plants/m<sup>2</sup>, “Akiina” yields the same yield as that of standard planting at 18.5 plants/m<sup>2</sup>, making it suitable for sparse cultivation. “Akiina” can reduce the moisture content of paddies to approximately 17% until 30 days after maturity. In field demonstrations, “Akiina” showed the same yield performance as that of “Akidawara”, had excellent lodging resistance, and has a low incidence of rice blast; therefore, it was considered to be promising in each region.

**Keywords:** rice blast resistance, sparse cultivation, field drying

**キーワード:** いもち病抵抗性、疎植、立毛乾燥

### 緒言

近年、米の需要減少に伴い、主食用米の作付け面積が減少しており、主食用米以外への作付け転換が進んでいる。こうした中、主食用米からの作付け転換が比較的容易な飼料用米の作付け面積が増加している。山口県においても、2008年に飼料用米の栽培が開始されて以降、作付け面積は年々増加し、2022年には1,100 haで作付けされた。飼料用米の生産は、低コスト、多収が求められるため、「北陸193号」等の極多収品種（専用品種）が望ましいが、多くの飼料用米生産者は、主食用米と乾燥・調製設備を共用することから、粒大や粒形の異なる専用品種の混入を懸念し、主食用品種の作付けが多い。このため、県内の飼料用米の品種構成は、主食用品種が約7割を占め、専用品種が約3割

となっている。主食用品種では、「あきだわら」が約5割を占めている。「あきだわら」は、多収、良食味の主食用品種として農研機構で育成された品種（安東ら、2011年）であるが、県内での主食用途での作付けがなく、収量性も高いことから、2015年に水田農業の直接支払交付金における飼料用米の知事特認品種となり、作付けが拡大、定着している。

しかしながら、「あきだわら」のいもち病抵抗性は、育成地の評価（安東ら、2011年）によると葉いもちが“弱”、穂いもちが“やや弱”であり、いもち病が多発し減収する事例もあることから、生産現場より「あきだわら」に替わる主食用品種が求められていた。そこで、本研究では「あきだわら」に替わる飼料用米として活用できる主食用品種の選定に取り組み、「あきいいな」（旧系統名「西海316号（2022年）」、「羽

\* 現 岩国農林水産事務所

## 新しい飼料用米品種として期待される「あきいいな」の主要特性

1296（2021年まで）」を有望系統として選定し、多収栽培に向けた適正施肥量、低コスト栽培に向けた疎植適応性および立毛乾燥の適応性について検討した。その結果、「あきいいな」の主要な特性についての知見を得たので報告する。

### 材料および方法

#### 1 品種選定

2019年から2021年にかけて、品種選定試験を実施した。試験は水稻奨励品種決定調査に準じ、センター（山口市大内氷上、標高31m）内46号田および47号田で実施した。県内の飼料用米の栽培状況を考慮し、6月上旬移植および下旬移植の2作期とした。6月上旬移植は5月中旬、6月下旬移植は6月上旬にそれぞれ各品種・系統を乾籾120g/箱で播種した。施肥は肥効調節型肥料(LPSS522)を用い、窒素成分0.6kg/aを植代かき前に全量基肥施用した。移植は普通植を6月10日、晩植を2019年は6月26日、2020年は6月28日、2021年は6月30日に、栽植密度22.2株/m<sup>2</sup>、1株3本で手植えた。対照品種は「あきだわら」とし、供試した系統および供試年次は第1表に示した。1区の面積は7.2m<sup>2</sup>とし、2反復で実施した。移植後40日に草丈および茎数、成熟期に稈長、穂長および穂数を調査した。各区80株を採取し収量調査を行った。併せて、葉いもちほ場抵抗性の検定を行った。検定は畑晩播法（農林水産省農業研究センター、1996年）で行い、播種は6月中旬とした。判別品種および県奨励品種の発病程度と相対比較し、抵抗性を判定した。

#### 2 「あきいいな」の多収栽培に向けた適正施肥量の確認

試験は2020、2021年にセンター内49号田で実施した。「あきいいな」および対照品種として「あきだわら」を供試し、5月中旬に乾籾120g/箱で播種した。6月上旬に栽植密度18.5株/m<sup>2</sup>で機械移植した。

施肥量は窒素成分量で0.8kg/a、1.2kg/a、1.5kg/aの3水準とし、試験区をそれぞれ標肥区、多肥区、極多肥区とした。肥効調節型肥料(LPSS522)を使用し、植代かき前に全量基肥施用した。1区の面積は26m<sup>2</sup>とし、3反復で実施した。移植後20日から10日毎に1区当たり20株の草丈、茎数、葉齢、葉色を調査し、成熟期には稈長、穂長および穂数を調査した。各区の調査株の中から中庸な4株を採取し、籾数の調査を行うとともに、各区から60株を採取して収量調査を行った。

#### 3 「あきいいな」の低コスト栽培に向けた疎植適応性の確認

試験は2021年にセンター内38号田で実施した。「あきいいな」および対照品種として「あきだわら」を供試し、5月中旬に乾籾120g/箱で播種し、6月上旬に機械移植した。栽植密度は18.6株/m<sup>2</sup>（田植機の設定60株/坪）および11.1株/m<sup>2</sup>（同37株/坪）の2水準とし、それぞれを標準区、疎植区とした。施肥は窒素成分量で1.2kg/aとし、肥効調節型肥料(LPSS522)を植代かき前に全量基肥施用した。1区の面積は32m<sup>2</sup>/区とし、3反復で実施した。移植後20日から10日毎に1区当たり20株の草丈、茎数、葉齢、葉色を調査し、成熟期には稈長、穂長および穂数を調査した。各区の調査株の中から中庸な4株を採取し、籾数の調査を行うとともに、各区から60株を採取して収量調査を行った。

#### 4 「あきいいな」の低コスト栽培に向けた立毛乾燥適応性の確認

試験は2021、2022年に実施した。前述の49号田の試験区のうち、多肥区の「あきいいな」および対照として「あきだわら」の植物体を用いた。成熟期、成熟期の10日後、20日後および30日後に、3株から穂を稈長+穂長の長いものから3本ずつ採取し、脱粒程度と籾水分を調査した。

脱粒程度は、穂をプラスチック容器（幅47cm×奥行

第1表 品種選定試験供試品種・系統

品種・系統名	交配組合せ	試験年次			備考
		2019	2020	2021	
北陸257号	関東飼226号/北陸200号//北陸200号	○	○		良食味の多収系統
北陸267号	関東飼226号/いただき	○	○	○	飼料・加工向き系統、特殊ないもち抵抗性持たず
中国230号	中国115号/多収系111	○			早生の多収系統、玄米品質劣る
あきいいな <sup>z</sup>	飼45/西海271号	○	○	○	葉いもち病ほ場抵抗性遺伝子Pi39保有

z: 品種選定試験は「羽1296」の系統名で供試

38 cm×深さ 14 cm) に 10 回打ち付けて脱粒した籾の割合で評価した。籾水分は Kett 社製の米麦水分計を用いて測定した。

## 5 現地実証

2021 年に美祢市豊田前（県西部中山間地、標高 115 m）、2022 年に岩国市美和町（県東部中山間地、同 146 m）、防府市台道（瀬戸内沿岸平地、同 1 m）、美祢市豊田前（前年と同一ほ場）、長門市日置町（日本海沿岸平地、同 35 m）および萩市佐々並（県中央部中山間地、同 232 m）で「あきいいな」の現地実証試験を行った。対照品種として「あきだわら」も供試した。各試験地の耕種概要は第 2 表に示した。調査は各区 2 反復で行い、最高分けつ期に草丈および茎数、成熟期に稈長、穂長および穂数を測定した。成熟期に各区の調査株の中から中庸な 4 株を採取し、籾数の調査を行うとともに、各区から 100 株を採取して収量調査を行った。

## 結果

### 1 品種選定

2019～2021 年の品種選定試験結果をそれぞれ第 3 表、「あきいいな」の品種選定試験成績の平均値を第 4 表、葉いもちほ場抵抗性検定結果を第 5 表に示した。

2019 年は、普通植の粗玄米収量は、「中国 230 号」（「あきだわら」対比 95 %）を除く 3 系統が「あきだわら」と同等以上で、特に「北陸 267 号」（同 117 %）および「あきいいな」（同 115 %）が多収であった。一方、晩植では「あきいいな」および「中国 230 号」の粗玄米収量は、「あきだわら」対比でそれぞれ 76 %、81 %と低く、他の 2 系統は同等以上であった。

葉いもちほ場抵抗性は、「あきいいな」が“強”であったが、他の系統は“中”または“やや弱”であった。

2020 年は、普通植の粗玄米収量は、「北陸 267 号

（「あきだわら」対比 108 %）および「あきいいな」（同 101%）が「あきだわら」と同等以上であったが、「北陸 257 号」（同 93 %）はやや劣った。晩植ではいずれの系統も粗玄米収量が「あきだわら」対比で 95～98 %と概ね同等であった。

葉いもちほ場抵抗性は、「あきいいな」が“強”、「北陸 257 号」および「北陸 267 号」は“中”であった。

2021 年は、「あきいいな」の粗玄米収量は、普通植（「あきだわら」対比 101 %）、晩植（同 114 %）ともに「あきだわら」と同等以上であったが、「北陸 267 号」は普通植（同 94 %）でやや劣り、晩植（同 111 %）では多かった。

葉いもちほ場抵抗性は、「あきいいな」が“強”であったのに対し、「北陸 267 号」は“弱”であった。

### 2 「あきいいな」の多収栽培に向けた適正施肥量の確認

2020 年はトビイロウンカの発生が極めて多く、試験区においても坪枯れを生じたため生育および収量性が確認できなかった（データ省略）。2021 年の草丈、茎数および葉色の推移を第 6 表に示した。「あきいいな」は草丈が期間を通じて「あきだわら」より高く推移し、移植後 50 日では施肥量が多いほど高くなった。茎数は期間を通じて「あきいいな」が「あきだわら」より少なく推移した。「あきだわら」は生育初期から分けつの発生が多く、移植後 30 日に最高分けつ期となった。一方、「あきいいな」は、茎数の増加が緩慢で、最高分けつ期は移植後 40 日となり、最高分けつ期における茎数は「あきだわら」より 48～99 本/㎡少なかった。葉色は移植後 40 日までは品種間に差があり、「あきいいな」が淡く推移した。施肥量間では、移植後 30 日以降に差が見られ、施肥量が多い区で濃く推移した。成熟期および収量調査の結果を第 7 表に示した。「あきいいな」は稈長が各区とも「あきだわら」より 20 cm 程度長く、穂長も長かった。穂数は

第 2 表 現地実証耕種概要

年次	試験地	移植期 (月・日)	施肥窒素量 (kg/10a)			
			基肥 (使用肥料)	追肥① (使用肥料・施用日)	追肥② (使用肥料・施用日)	合計
2021	美祢市豊田前	6.08	10.0 (LPSS522)			10.0
	岩国市美和町	5.20	7.0 (ユークート002)			7.0
	長門市日置	6.01	7.5 (すご稲N25)	2.1 (硫安・8.12)		9.6
2022	美祢市豊田前	6.07	9.0 (ユークート366)	2.2 (穂づくり640・7.23)		11.2
	萩市佐々並	6.13	9.0 (ユークート366)	2.1 (14-14-14・7.06)	1.0 (硫安・8.10)	12.1
	防府市大道	7.06	10.0 (すご稲N25)			10.0

新しい飼料用米品種として期待される「あきいいな」の主要特性

第3表 品種選定試験結果（上段：2019年、中段：2020年、下段：2021年）

品種・系統	出穂期 月・日	成熟期 月・日	最高分げつ期		成熟期			有効茎 歩合 %	倒伏 0-5	粗玄 米重 kg/a	同左比	精玄 <sup>z</sup> 米重 kg/a	同左比	千粒重 g	穂いもち		品質	玄米 <sup>y</sup> タンパク %	評価 <sup>x</sup>
			草丈 cm	茎数 本/m <sup>2</sup>	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>								0-5	1-9			
普通植	北陸257号	8.16	9.29	72	605	81	18.8	319	52.7	0.0	58.1	101	56.0	100	23.6	0.0	7.5	7.5	△
	北陸267号	8.16	9.28	73	533	84	18.6	293	56.0	0.0	67.8	117	66.3	118	24.1	0.0	8.5	7.5	△
	中国230号	8.18	9.30	63	460	72	21.8	286	62.4	0.0	55.2	95	53.9	96	23.5	0.0	8.5	8.0	×
	あきいいな	8.19	10.03	71	410	91	22.1	258	63.0	0.0	66.7	115	65.7	117	23.6	0.0	8.5	6.5	○
(標) あきだわら	8.17	9.28	62	574	81	18.7	329	57.2	0.0	57.8	100	56.1	100	21.4	0.0	4.0	8.0	-	
晩植	北陸257号	8.22	10.05	65	477	70	17.4	303	63.5	0.0	45.9	107	44.6	106	23.4	0.8	4.0	6.8	-
	北陸267号	8.28	10.05	71	360	71	16.8	259	71.9	0.0	44.1	103	43.1	102	24.2	0.5	6.5	7.1	-
	中国230号	9.03	10.07	56	376	63	19.9	234	62.2	0.0	34.7	81	33.9	80	25.6	0.0	6.5	7.8	-
	あきいいな	9.04	10.10	63	286	79	19.8	218	76.0	0.0	32.6	76	32.4	77	23.3	0.0	8.0	7.3	-
(標) あきだわら	8.28	10.05	65	351	67	18.0	269	76.6	0.0	42.9	100	42.1	100	21.1	0.8	3.0	7.2	-	

z 精玄米は1.7 mmの篩目で調製した  
y 玄米タンパクはB社製近赤外分光計で測定した  
x 評価は”有望：◎”、”やや有望：○”、”再検討：△”、”打ち切り：×”とした

第4表 「あきいいな」品種選定試験結果（2019～2021年の3ヵ年平均値）

品種・系統	出穂期 月・日	成熟期 月・日	最高分げつ期		成熟期			有効茎 歩合 %	倒伏 0-5	収量				千粒重 g	穂いもち		品質	玄米 <sup>y</sup> タンパク %
			草丈 cm	茎数 本/m <sup>2</sup>	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>			粗玄米 kg/a	同左比 %	精玄米 <sup>z</sup> kg/a	同左比 %		0-5	1-9		
普通植	あきいいな	8.18	10.01	79	353	94	21.5	252	72.4	0.0	64.9	106	63.8	108	23.8	0.0	7.0	6.8
	あきだわら	8.17	9.27	71	463	81	19.3	309	68.0	0.5	61.4	100	59.3	100	21.5	0.2	4.8	7.8
晩植	あきいいな	9.01	10.13	67	338	82	20.6	253	77.1	0.0	48.1	97	47.2	98	23.6	0.1	6.5	7.0
	あきだわら	8.26	10.07	66	381	68	18.4	290	77.1	0.3	49.8	100	48.2	100	21.6	1.1	3.8	7.6

z 精玄米は1.7 mmの篩目で調製した  
y 玄米タンパクはB社製近赤外分光計で測定した

第5表 葉いもちほ場抵抗性検定結果

品種・系統	葉いもちほ場抵抗性		
	2019年	2020年	2021年
北陸257号	中	中	—
北陸267号	やや弱	中	弱
中国230号	中	—	—
あきいいな	強	強	強
あきだわら	弱	やや弱	弱

第6表 施肥試験生育調査結果（2021年）

品種	区名	草丈 cm				茎数 本/m <sup>2</sup>				葉色 カラススケール			
		+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50
あきいいな	標肥	31.5	49.3	81.4	96.0	112	250	268	263	4.0	4.1	4.1	4.0
	多肥	31.8	50.9	82.0	97.4	127	271	290	287	4.0	4.3	4.4	4.4
	極多肥	32.2	51.3	83.8	100.6	129	288	302	295	4.0	4.5	4.6	4.5
あきだわら	標肥	27.0	46.9	72.6	83.9	161	367	360	340	4.2	4.5	4.5	4.3
	多肥	27.0	47.5	74.6	86.4	145	338	338	328	4.2	4.8	4.8	4.4
	極多肥	27.8	50.2	77.3	89.7	164	365	365	345	4.3	4.9	4.9	4.8
分散分析 <sup>2</sup>	品種	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns
	施肥量	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	*
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>2</sup> 分散分析の\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

第7表 施肥試験成熟期および収量調査結果 (2021年)

品種	区名	出穂期 月・日	成熟期 月・日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	有効茎 歩合 %	倒伏 0-5	収量				千粒重 g	一穂 粒数 粒/穂	m <sup>2</sup> 粒数 ×100粒	登熟 歩合 %	玄米 <sup>7</sup> タンパク %
									粗玄米		精玄米 <sup>2</sup>						
									kg/a	%	kg/a	%					
あきいいな	標肥	8.13	9.30	107	22.9	236	88.3	0.0	75.3	98	73.8	98	25.1	167	394	80.1	7.1
	多肥	8.13	10.02	109	22.9	247	85.3	0.0	76.7	100	75.0	100	25.2	167	415	75.0	7.3
	極多肥	8.13	10.04	111	23.7	252	83.3	0.8	78.4	102	76.0	101	24.7	172	434	75.2	7.7
あきだわら	標肥	8.13	9.26	86	20.3	281	78.0	0.3	72.0	92	69.7	92	22.7	129	358	86.0	7.2
	多肥	8.14	9.28	89	20.6	280	82.9	0.7	77.9	100	75.9	100	22.9	141	393	80.9	7.8
	極多肥	8.13	9.30	91	21.0	297	81.4	1.7	81.1	104	78.3	103	22.6	144	433	80.7	8.7
分散分析 <sup>x</sup>	品種	-	-	**	**	**	**	**	ns	-	ns	-	**	**	ns	*	**
	施肥量	-	-	ns	**	ns	**	**	ns	-	ns	-	ns	ns	ns	ns	**
	交互作用	-	-	ns	ns	ns	ns	**	ns	-	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>2</sup> 精玄米は1.7 mmの篩目で調製した

<sup>7</sup> 玄米タンパクはB社製近赤外分光計で測定した

<sup>x</sup> 分散分析の\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

「あきだわら」の85%程度と少なく、有意差が見られなかったものの、施肥量が多いほど増加する傾向であった。倒伏程度は、「あきいいな」は極多肥区で軽微な倒伏が見られたのに対し、「あきだわら」では標肥区から倒伏が見られ、施肥量の増加に伴って倒伏程度が増大した。収量に品種間および施肥量間に有意差は見られなかったが、施肥量の増加に伴い、増収する傾向が見られた。収量構成要素では、「あきいいな」は、各区とも「あきだわら」より穂数が少なかったが、一穂粒数が多く、m<sup>2</sup>粒数は同程度であった。玄米千粒重は「あきだわら」より2g程度重く、登熟歩合は5ポイント程度低かった。

### 3 「あきいいな」の低コスト栽培に向けた疎植適応性の確認

草丈、茎数および葉色の推移を第8表に示した。茎数は移植後50日頃まで疎植区が標準区より少なく推移した。最高分けつ期は「あきいいな」では栽植密度に関わらず移植後50日頃であったが、「あきだわら」では疎植区が同50日頃であったのに対し、標準区では同30日頃と早かった。葉色は両品種とも標準区と疎植区で大きな差は見られず、ほぼ同等に推移した。成熟期および収量調査の結果を第9表に示した。出穂期は両品種とも疎植区が1日遅く、成熟期は「あきいいな」で疎植区が1日遅かった。稈長および穂長は両

品種とも疎植区でやや長い傾向が見られた。穂数は両品種とも標準区と疎植区で有意差がなかったが、疎植区でやや少ない傾向が見られた。倒伏程度に栽植密度間の差はなく、品種間に差が見られ、「あきだわら」は倒伏程度が3.7と大きかった。両品種とも収量構成要素に栽植密度による差がなく、収量に明確な差が見られなかった。玄米タンパク含有率は、「あきいいな」で差はなかったが、「あきだわら」では疎植区が低かった。

### 4 「あきいいな」の低コスト栽培に向けた立毛乾燥適応性の確認

成熟期から30日後にかけての平均気温、降水量および日照時間の推移を第1図、籾水分および脱粒率の推移を第2図に示した。成熟期頃の籾水分は19~24%程度であったが、日数の経過とともに低下し、30日後には17~18%程度となった。2020年は成熟期の籾水分が19~20%であったが、成熟期の20日後までは降水量が少なく、籾水分は16%程度まで低下したが、30日後にかけてまとまった降雨があり、籾水分は17~18%とやや高くなった。2021年は、降水量が少なかったが、成熟期の20日後までは籾水分の低下が少なく、30日後に17%程度となった。2020年、2021年とも脱粒率は、成熟期後20日頃までは緩やかに増

第8表 疎植試験生育調査結果 (2021年)

品種	栽植密度	草丈 cm				茎数 本/m <sup>2</sup>				葉色 カラースケール			
		+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50	+20	+30	+40	+50
		あきいいな	標準植	32	46	79	93	141	318	342	382	4.5	4.1
	疎植	33	48	78	91	85	219	283	324	4.4	4.3	4.1	4.0
あきだわら	標準植	30	48	80	90	202	409	397	406	4.5	4.3	4.3	4.2
	疎植	30	45	78	88	126	269	284	308	4.5	4.3	4.4	4.3
分散分析 <sup>2</sup>	品種	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**
	栽植密度	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>2</sup> 分散分析の\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す

新しい飼料用米品種として期待される「あきいいな」の主要特性

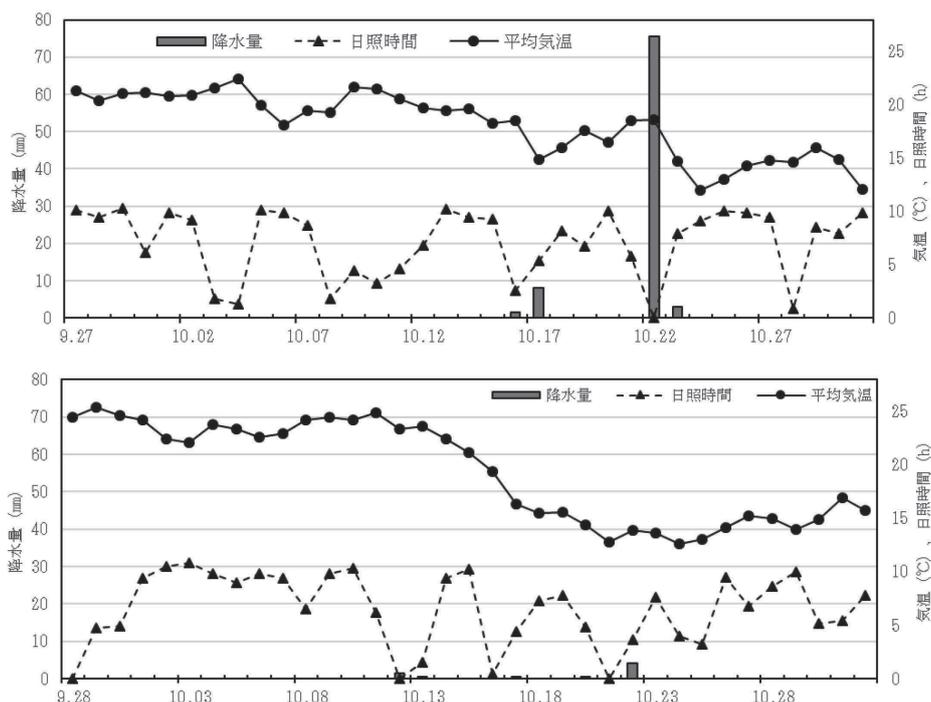
第9表 疎植試験成熟期および収量調査結果 (2021年)

品種	栽植密度	出穂期 月.日	成熟期 月.日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	有効茎 歩合 %	倒伏 0-5	収量				千粒重 g	一穂 粒数	m <sup>2</sup> 収量 ×100粒	登熟 歩合 %	玄米 <sup>γ</sup> タンパク %
									粗玄米 kg/a	同左比 %	精玄米 <sup>z</sup> kg/a	同左比 %					
あきいいな	標準植	8.13	10.01	104	23.1	258	67.5	0.0	68.7	100	68.2	100	24.2	153	394	80.6	8.8
	疎植	8.14	10.02	107	23.3	225	69.3	0.0	65.7	96	65.0	95	24.0	158	356	82.6	8.6
あきだわら	標準植	8.14	9.27	93	20.1	330	80.6	3.7	65.1	100	64.2	100	23.2	115	381	80.0	9.0
	疎植	8.15	9.27	94	21.0	254	82.5	3.7	64.0	98	62.9	98	22.1	150	381	80.2	8.1
分散分析 <sup>x</sup>	品種	-	-	**	**	**	**	**	ns	-	ns	-	ns	ns	ns	ns	**
	栽植密度	-	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns
	交互作用	-	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns

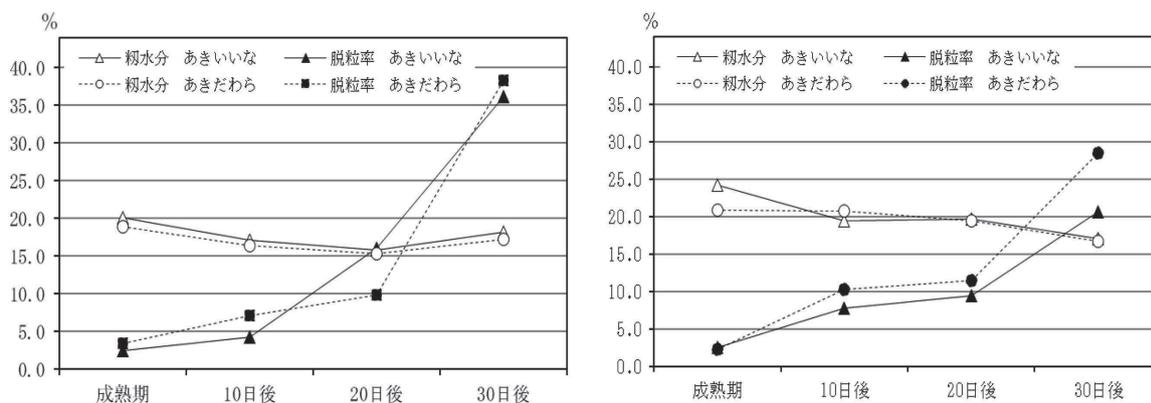
<sup>z</sup> 精玄米は1.7mmの篩目で調製した

<sup>γ</sup> 玄米タンパクはB社製近赤外分光計で測定した

<sup>x</sup> 分散分析の\*, \*\*はそれぞれ5%水準, 1%水準で有意差があることを示す。nsは有意差がないことを示す



第1図 成熟期~+30日までの降水量、気温および日照時間  
山口特別地域気象観測所観測値 (上段: 2020年、下段: 2021年)



第2図 立毛乾燥における水分および脱粒率の推移 (左: 2020年、右: 2021年)

加するが、30日後には急激に増加した。水分、脱粒率ともに、両品種とも同様に推移し、品種間の差はなかった。

5 現地実証

現地実証試験結果を第10表に示した。2021年は、「あきいいな」の移植後40日頃の草丈および茎数は「あきだわら」と同程度であった。「あきいいな」は

「あきだわら」と比較して出穂期、成熟期はともに2日遅かった。「あきいいな」は倒伏が見られなかったが、「あきだわら」の一部で軽微な倒伏が見られた。

「あきいいな」は穂長がやや長く、穂数はやや少なかったが、 $m^2$ 穂数が多く、千粒重も3g程度重かったものの、登熟歩合が18%程度低く、粗玄米収量は同程度であった。

2022年は、前年の美祢市豊田前に加えて、岩国市美和町、防府市大道、長門市日置および萩市佐々並を加えた5カ所で試験を実施した。「あきいいな」は「あきだわら」と比較して、移植後40日頃の草丈が岩国市および萩市でやや高く、美祢市および長門市ではやや低かった。また、茎数は萩市でやや多かったが、他の試験地では同程度～少なかった。「あきいいな」の出穂期は、6月上旬までの移植では「あきだわら」より2日程度早かったが、移植時期が遅くなるにつれて出穂期も遅れ、7月上旬移植となった防府市では、2日遅かった。「あきいいな」の成熟期は、6月中旬移

植までは「あきだわら」とほぼ同じであったが、7月上旬移植では6日遅かった。「あきいいな」は穂長がいずれの試験地も10cm以上長く、穂長もやや長かった。穂数は同程度～やや少なかった。「あきだわら」は倒伏程度が大きい試験地があったが、「あきいいな」は一部で軽微な倒伏が見られる程度であった(第3図)。穂いもちの発生は長門市を除き、「あきいいな」が「あきだわら」より少なかった。「あきいいな」の粗玄米収量は、長門市で「あきだわら」より17%低収であったが、他の試験地では、ほぼ同等であった。収量構成要素では、「あきいいな」の $m^2$ 穂数は同程度～やや多かったが、登熟歩合は防府市を除き低く、千粒重は岩国市および長門市で「あきだわら」との差が0.5～1g程度と小さかったが、他の試験地では2g程度重かった。玄米タンパク含有率は岩国市および長門市で「あきいいな」が「あきだわら」よりやや高かったが、他の試験地では低かった。

第10表 現地実証試験結果(上段:2021年、下段:2022年)

試験地	品種	出穂期 月・日	成熟期 月・日	移植後40日		稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/ $m^2$	穂いもち 0-5	倒伏 0-5	収量				千粒重 g	$m^2$ 穂数 ×100	登熟歩合 %	玄米 <sup>7)</sup> タンパク %	
				草丈 cm	茎数 本/ $m^2$						粗玄米		精玄米 <sup>2)</sup>						
											kg/a	%	kg/a	%					
美祢市 (豊田前)	あきいいな	8.22	10.04	77	200	102	23.7	229	0.0	0.0	73.8	101	72.4	100	25.6	416	73.6	7.7	
	あきだわら	8.20	10.02	79	218	88	22.1	245	0.8	0.3	73.1	100	72.4	100	22.7	378	91.9	7.8	
岩国市 (美和町)	あきいいな	8.03	9.12	73	265	88	21.7	225	1.0	0.0	49.9	96	49.1	95	23.5	282	77.5	6.7	
	あきだわら	8.05	9.12	73	275	78	20.3	228	1.5	0.0	52.1	100	51.6	100	23.0	229	80.7	6.3	
	長門市 (日置)	あきいいな	8.10	9.25	48	336	81	21.6	210	0.3	0.0	45.3	83	44.2	82	23.4	254	83.3	6.9
		あきだわら	8.12	9.25	51	436	72	19.8	252	0.3	0.0	54.3	100	53.8	100	22.4	256	95.4	6.6
	美祢市 (豊田前)	あきいいな	8.09	9.30	64	257	101	25.1	238	0.5	0.8	67.4	99	65.2	101	24.3	412	72.6	6.8
		あきだわら	8.12	10.01	67	314	91	22.2	297	1.5	3.5	68.2	100	64.4	100	22.2	409	75.3	7.7
	萩市 (佐々並)	あきいいな	8.21	10.05	83	259	99	23.3	195	0.5	0.3	49.9	104	48.3	107	25.5	275	74.7	6.5
		あきだわら	8.20	10.04	82	244	85	20.0	206	2.5	4.0	47.9	100	45.1	100	22.6	240	75.3	6.8
	防府市 (大道)	あきいいな	9.02	10.17	78	394	88	20.9	328	0.5	0.0	47.3	97	46.8	113	24.1	328	65.2	7.2
		あきだわら	8.31	10.11	71	409	76	18.5	333	2.0	2.5	48.8	100	41.3	100	22.2	319	63.9	8.0
	平均	あきいいな	8.15	9.29	69	302	91	22.5	239	0.6	0.2	51.9	96	50.7	99	24.2	310	74.7	6.8
		あきだわら	8.16	9.28	69	335	80	20.1	263	1.6	2.0	54.2	100	51.3	100	22.5	291	78.1	7.1

<sup>2)</sup> 精玄米は1.7mmの篩目で調製した

<sup>7)</sup> 玄米タンパクはB社製近赤外分光計で測定した



第3図 現地実証における倒伏程度の差異(2022年)

左:美祢市、右:萩市

## 考 察

### 1 品種選定

本研究では、「あきだわら」に替わる飼料用米として利用できる主食用品種の選定を行った。農研機構次世代作物研究センター（現作物研究部門）を通じて中央農業研究センター（現中日本農業研究センター）、近畿中国四国農業研究センター（現西日本農業研究センター）および九州沖縄農業研究センターより提供された多収でいもち病にある程度抵抗性を示すと考えられる4系統および対照品種として「あきだわら」を供試した。本研究における品種の選定目標は、「あきだわら」の代替となることを考慮し、収量性が同等以上で、いもち病抵抗性は“やや強”以上とした。

2019年は普通植では、「北陸257号」および「北陸267号」が普通植、晩植ともに「あきだわら」と同等以上の収量性を示した。これら2系統の葉いもちほ場抵抗性は、それぞれ“中”と“やや弱”であり、晩植では「あきだわら」と同程度の穂いもちの発病が確認されたことから、いもち病抵抗性については不十分と考えられた。

「あきいいな」は、晩植では穂数が少なく、収量水準が低かったが、普通植の収量性が優れ、葉いもちほ場抵抗性が“強”で、ほ場でのいもち病の発病も見られなかったことから、“やや有望”の評価とした。

「中国230号」については、いずれの作期でも収量性が「あきだわら」より劣り、葉いもちほ場抵抗性も“中”と十分ではないことから、試験を打ち切ることとした。

2020年は、普通植では「北陸267号」および「あきいいな」が「あきだわら」より多収で、「北陸257号」はやや低収であった。晩植では、いずれの系統も「あきだわら」の収量をわずかに下回ったが、その程度は2～5%であり、概ね同等と判断された。「あきいいな」はいもち病の発生が見られず、晩植の「北陸257号」および「北陸267号」で穂いもちが「あきだわら」と同程度～やや少程度の発生が見られた。これらのことから、「あきいいな」は収量性、いもち病抵抗性ともに優れ、評価を“有望”とし、「北陸267号」については、いもち病の発生が見られたものの、収量性が優れたことから、評価を“やや有望”とした。「北陸257号」については、選定目標を満たさないことから試験を打ち切ることとした。

2021年は、普通植の「北陸267号」が「あきだわ

ら」より6%低収であったが、「あきいいな」は同程度の収量であった。晩植では、いずれの系統とも10%以上多収であった。「北陸267号」は穂いもちの発生が「あきだわら」と同程度に見られた。収量性およびいもち病の発生程度から、「あきいいな」の評価を“有望”、「北陸267号」の評価を“劣る”とした。

本研究で得られた「あきいいな」の主要特性（対照品種「あきだわら」）を以下に示す（第4表）。6月上旬移植の場合、出穂期が1日遅く、成熟期は4日遅い。6月下旬移植の場合、出穂期、成熟期ともに6日遅い。分けつ期の草丈はやや長く、茎数は少ない。いずれの作期においても稈長は14cm程度長いが、耐倒伏性に優れる。出穂後は止葉が長く直立し、受光体勢がよい（第4図）。穂数が少ないが、千粒重が2g程度重く、収量性は同程度～やや多収である。葉いもちほ場抵抗性は“強”であり、葉いもち、穂いもちともに発生が少ない。玄米の品質は白未熟粒の発生が目立ち、明らかに劣る。玄米の蛋白質含有率はやや低い。

育成地によると、「あきいいな」は、いもち病ほ場抵抗性遺伝子“Pi39”を保有していると推定され、葉いもちほ場抵抗性は“かなり強”とされている。本研究における葉いもちほ場抵抗性検定結果と一致しており、ほ場における発病も見られずいもち病抵抗性は「あきだわら」より明らかに優れる。一方、穂いもちほ場抵抗性は“中”とされているが、葉いもちの発生が極めて少ないことから、穂いもちへの進展も少ないと考えられ、総合的にいもち病抵抗性が優れていると考えられた。

以上のことを踏まえ、「あきだわら」に替わる飼料用米の有望系統として「あきいいな」を選定した。ただし、「あきいいな」は6月下旬移植の場合、6月上旬移植と比較して、「あきだわら」との生育ステー



第4図 「あきいいな」と「あきだわら」の成熟期の草姿

左：「あきだわら」、右：「あきいいな」

ジの差が大きくなり、生育量がやや小さく収量水準も低下することから、極端な晩植は避けたほうがよいと考えられた。

## 2 「あきいいな」の多収栽培に向けた適正施肥量の確認

品種選定で有望とした「あきいいな」の多収栽培に向け、適正な施肥量を検討するために施肥試験を実施した。本県では、飼料用米生産における標準的な施肥量を窒素成分量で10～12 kg/aとしている(山口県農林水産部, 2018年)ことから、窒素成分量1.2 kg/aを基準とし、3割程度増減した窒素成分量0.8および1.5 kg/aの3水準で試験を実施した。

「あきいいな」、「あきだわら」とも、草丈および茎数に施肥量による有意な差は見られなかったが、施肥量が多いほど草丈が高く、茎数が多い傾向であった。品種間では差が見られ、「あきいいな」はいずれの区も「あきだわら」より草丈が高く、茎数は少なかった。穂数も同様であった。「あきいいな」は有効茎歩合が高い傾向があり、標肥区では有意に10%程度高かった。このことから、穂重型である「あきいいな」は無効分げつが比較的少なく、分げつ数の確保が穂数確保に必要であると考えられた。

倒伏程度は「あきだわら」が標肥区で0.3と軽微な倒伏が見られ、極多肥区では1.7に増大した。一方、「あきいいな」は、稈長が100 cmを超えていたものの、多肥区までは倒伏がなく、極多肥区で0.8程度であり、極多肥栽培においても倒伏の懸念が少なく考えられた。

粗玄米収量は、「あきいいな」は、標肥区(75.3 kg/a)から極多肥区(78.4 kg/a)の増加程度が4%程度と、施肥量による変動が少なかった。これは、施肥量増加に伴い、一穂粒数、 $m^2$ 粒数ともに微増したが、千粒重と登熟歩合が低下傾向を示したため、収量に差が見られなかったと考えられた。一方、「あきだわら」は極多肥区(81.1 kg/a)は標肥区(75.3 kg/a)に比べて12%増収した。これは、増肥により登熟歩合は低下傾向であったが、一穂粒数、 $m^2$ 粒数の増加程度が大きかったためと考えられた。

これらのことから、「あきいいな」は施肥窒素量1.5 kg/aの極多肥栽培も可能であるが、顕著な増収効果が見られず、「あきだわら」とほぼ同水準の収量が確保できるため、施肥窒素量は0.8～1.2 kg/a程度で実用上問題はないと考えられた。しかしながら、本試

験は単年度の実施であり、異なる気象条件下においてはあてはまらないことも考えられる。荒井ら(2022年)は、「あきだわら」の場合、早植栽培および普通植栽培では出穂前後の気温と日射量が、晩植栽培では日平均日射量が精玄米重に影響すると結論付けている。「あきいいな」も、移植時期や気象等の栽培条件によって収量が変動することも考えられることから、安定多収栽培のためにはさらなる検討が必要である。

また、恒川(2016年)は、飼料用米生産の最大の課題は飼料としての利用価値(取引価格)に対して生産コストが極めて高いことであり、飼料用米の低コスト生産・利用は喫緊の課題であると述べている。多収化により単位収量あたりのコストは低減されるため多肥栽培が有効であるが、近年はコロナ禍による物流の停滞や円高および世界情勢の変化により、化学肥料の価格も高騰していることからコスト低減が困難となっている。金子ら(2019年)は「ホシアオバ」等の専用品種について、鶏糞と被覆尿素を組み合わせた施肥法により慣行の緩効性肥料と同等の収量が確保でき、資材費が低減できるとしている。「あきいいな」についても、鶏糞等の安価に入手できる資材を活用した施肥法等の低コスト栽培技術の検討が必要である。

## 3 「あきいいな」の低コスト栽培に向けた疎植適応性の確認

品種選定で有望とした「あきいいな」の低コスト栽培に向け、疎植栽培への適応性を確認するため、異なる栽植密度による試験を実施した。

「あきいいな」、「あきだわら」とも、疎植区の茎数は標準区より少なく推移し、穂数に栽植密度による有意差はないものの、疎植区で少ない傾向であった。

「あきいいな」は一穂粒数に栽植密度の差がなく、 $m^2$ 粒数が疎植区でやや少ない傾向がみられた。千粒重に差はなく、登熟歩合は疎植区で2%程度高かった。「あきだわら」は疎植区で一穂粒数が増加し、 $m^2$ 粒数は同等となった。粗玄米収量は、両品種とも栽植密度による差がなく、疎植栽培しても問題ないと考えられた。

池尻ら(2013年)は、「コシヒカリ」、「ひとめぼれ」および「ヒノヒカリ」を用いた試験で、疎植栽培では穂数が少ないが一穂粒数が増加し、 $m^2$ 粒数が密植栽培並に確保され収量が低下しないとしている。また、金子ら(2019年)は、穂重型の飼料用米専用品種を用いた試験においても同様の報告をしており、今回得られた結果を支持している。しかしながら、両研究とも

に、疎植栽培の移植時期について検討を要すると述べている。来島ら（2022年）は、「恋の予感」と「ヒノヒカリ」を用いて晩期移植における疎植栽培について検討し、極疎植（11.1株/m<sup>2</sup>）では穂数減を一穂粒数の増加で補うことができずに減収すると報告している。

以上、「あきいいな」は疎植適応性があると判断されるが、移植時期、特に晩植栽培についてはさらなる検討が必要であると考えられた。

#### 4 「あきいいな」の低コスト栽培に向けた立毛乾燥適応性の確認

飼料用米は収穫後、保存性を確保するため、主食用米と同様に子実水分を15%程度まで低下させる必要がある。乾燥経費は生産費に占める割合も大きいことから、その低減に向け、立毛状態で子実水分を低下させる立毛乾燥の適応性について検討した。

「あきいいな」および「あきだわら」はいずれも成熟期の30日後には籾水分が17%程度まで低下するが、2021年は期間中、目立った降雨はなかったものの、10日後および20日後の籾水分の低下がやや少なかった。調査は午前10時頃に行ったため、結露の影響も考えられるが、籾水分の低下についてはさらに検討が必要である。

脱粒程度は、一般的に穂を手で握りしめて脱粒した籾の割合で評価するが（農林水産省農業研究センター、1996年）、本研究ではコンバイン収穫時の衝撃による脱粒を考慮し、穂をプラスチック製容器に打ち付けて脱粒した籾の割合で評価した。両品種とも脱粒率は成熟期後20日頃まで緩やかに増加し、30日頃に急激に増加した。今回はプラスチック製容器に10回打ち付けているため、実際の収穫時より衝撃が大きく、成熟期の30日後では穂の乾燥が進み、枝梗ごと脱落する籾が増加したためであると推察された。本方法では、脱粒程度をやや過大に評価している可能性があるため、適正な評価についてさらなる検討を要すると考えられた。育成地の評価では、「あきいいな」および「あきだわら」の脱粒性はともに“難”であり、本研究における脱粒程度に品種間差は見られなかった。

金子ら（2019年）は、「みなちから」、「北陸262号」および「北陸193号」を用いて立毛乾燥の可否を検討し、「北陸193号」は成熟期から日数が経つにつれ脱粒が増加したが、「みなちから」および「北陸262号」は成熟期の30日後まで立毛乾燥が可能で、乾燥

経費が低減できると述べている。本研究においても、籾水分の推移と脱粒程度から、「あきいいな」および「あきだわら」はいずれも成熟期の30日後まで立毛乾燥が可能であると考えられた。

#### 5 現地実証

「あきいいな」の現地における適応性を確認するため、現地実証を行った。試験地は「あきだわら」の栽培が多い地域とし、2021年は美祢市、2022年は美祢市に加えて岩国市、防府市、長門市、萩市の5箇所を実施した。「あきだわら」の代替となることを考慮し、試験は各地域の「あきだわら」慣行栽培に準じて行った。

2021年は、「あきいいな」の出穂期及び成熟期は「あきだわら」より2日遅かった。稈長は100cmを超え、かなり長かったが、倒伏は見られなかった。穂数がやや少なかったが、m<sup>2</sup>粒数はやや多く、登熟歩合は低かったものの千粒重が2g程度重く、収量性は同程度であった。また、穂いもちの発生も見られなかったことから、美祢地域では「あきだわら」の代替として有望であると考えられた。

2022年は、移植時期が5月下旬から7月上旬にかけてと幅が広く、移植時期が遅いほど出穂期および成熟期が「あきだわら」より遅くなった。場内における品種選定試験においても同様の結果であり、「あきいいな」の品種特性であると考えられることから、移植時期に留意する必要があると考えられた。いずれの試験地も稈長が「あきだわら」より10cm程度長かった。防府市、美祢市および萩市では、台風の影響もあり「あきだわら」の倒伏程度が大きかったが、「あきいいな」は軽微な倒伏に留まり、耐倒伏性は明らかに優れた（第4図）。

収量性は概ね同等であると判断されたが、長門市では、17%低収となった。これは、移植時の施肥量が設定より少なかったため、生育量が小さくなり、さらには出穂期頃の葉色の淡化がみられたが、追肥の施用時期が遅れ、粒数の増加が抑えられたことによるものと推察された。

以上、「あきいいな」は、「あきだわら」並の収量で、倒伏に強く、穂いもちの発生も明らかに少ないことから、現地においても有望であると考えられた。

#### 摘 要

山口県における飼料用米の主要な品種である「あきだわら」に替わる品種の選定を行い、「あきだわら」と同等の収量性で、いもち病に強く、耐倒伏性が優れる「あきいいな」を有望品種として選定した。「あきいいな」の適正施肥量は、「あきだわら」並の収量が得られる施肥窒素量0.8～1.2 kg/aであることが明らかとなった。「あきいいな」は栽植密度11.1 株/m<sup>2</sup>の疎植としても、同18.5 株/m<sup>2</sup>の標準植と同等の収量が得られるため、疎植適応性が確認された。「あきいいな」は、成熟期の30日後までほ場での立毛状態で籾水分を17%程度まで低下させる立毛乾燥が可能である。現地実証では、「あきいいな」は「あきだわら」と同等の収量性を示し、耐倒伏性に優れ、いもち病の発生も少ないことから、現地においても有望であると考えられた。

#### 引用文献

- 安東郁男・根本博・加藤浩・太田久稔・平林秀介・竹内善信・佐藤宏之・石井卓朗・前田英郎・井辺時雄・平山正賢・出田収・坂井真・田村和彦・青木法明. 2011. 多収・良質・良食味の水稲新品種「あきだわら」の育成. 育種学研究. 13: 35 -41.
- 荒井裕見子・岡村昌樹・吉永悟志・矢部志央里・萩原均・小林伸哉. 2022. 多収・良食味水稲の移植時期の違いによる収量変動要因の検討. 日作紀. 91 (2): 129 -135.
- 金子和彦・池尻明彦. 2019. 飼料用米の省力・低コスト・多収栽培法. 山口農林総技セ研報. 11: 1 -21.
- 来島永治・松永雅志・有吉真知子・中島勘太. 2022. 水稲品種「恋の予感」の安定栽培法1 移植期別の栽植密度. 山口農林総技セ研報. 13: 47 -55.
- 池尻明彦・中司祐典・前岡庸介. 2013. 疎植栽培が水稲の生育、収量、品質に及ぼす影響 (1) 疎植栽培における主要品種の生育特性. 山口農林総技セ研報. 4: 11 -1.
- 農林水産省農業研究センター. 1995. イネ育種マニュアル. 農業研究センター研究資料. 30: 1 -308.
- 恒川磯雄. 2016. 飼料用米の流通・利用の実態とコスト低減の可能性. 農業経営研究. 53 (4): 6 -16.
- 山口県農林水産部. 2018. 飼料作物栽培の手引き. 山口.

## 山口県内のイチゴ・トマト生産者によるハウス管理の特徴解析と 環境制御プログラムの開発

原田 浩介・重藤 祐司・鶴山 浄真\*

Characteristics Analysis of House Management by Strawberry and Tomato Growers in Yamaguchi Prefecture and Development of Environmental Control Programs

HARADA Kohsuke, SHIGEFUJI Yuji and TSURUYAMA Johshin

Abstract: We analyzed the characteristics of greenhouse management of veteran strawberry and tomato growers in Yamaguchi Prefecture, and created an environmental control program that incorporating these characteristics. By applying this program, it is possible to reproduce gradual temperature changes and CO<sub>2</sub> application according to the ventilation opening, thereby creating an optimal environment for photosynthesis. The program can automatically correct target values and limit ventilation openings according to solar radiation and outdoor temperatures using alarm actions. In test cultivation, the effect of increasing yields was confirmed in strawberry and winter/spring tomato cultivation. By using this program, even beginners can manage their fields as well as veteran growers can.

Keywords: Protected Horticulture, Integrated Environmental Control

キーワード：施設園芸、統合環境制御

### 緒 言

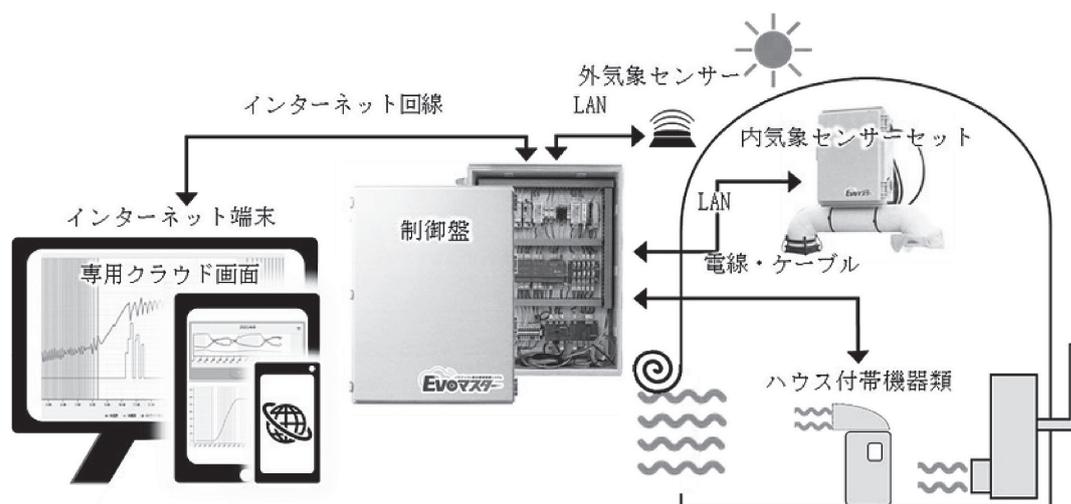
本県農業の重要品目であるイチゴ・トマト等果菜類の生産者が安定経営を実現させるには、環境制御システム等の施設設備を整え、より高い生産性を発揮する必要がある。また、新規就業者は、経営安定に向けた早期技術習得が必要不可欠であり、高単収を上げているベテラン生産者からの技術継承が求められている(梅本・山本, 2010)。

これらの課題解決に向けて、山口県農林総合技術セ

ンター(以下、センターという)は、低コストで導入可能な統合環境制御システムを県内企業(株式会社サンポリ:防府市)と共同開発し、商品名「Evo マスター」として2020年12月より販売開始した(重藤・安永, 2021)。「Evo マスター」は本県が同社と開発したイチゴ高設栽培システム「らくラック」と、隔離床栽培システム「ゆめ果菜恵」(鶴山ら, 2016)に対応し、県内向けには環境モニタリングからの段階的な導入が可能である(第1図および第1表)。

「Evo マスター」は環境制御ソフトウェアとしてア

\* 現 農業振興課



第1図 「Evo マスター」機器構成の概要

第1-1表 「Evo マスター」の環境計測項目とセンサー一覧

環境計測項目	センサー
ハウス内気象	
気温	SHT-31 (センシリオン(株))
相対湿度	
飽差	
露点	
CO <sub>2</sub> 濃度	IMG-CA (榎村田製作所)
土壌含水率	WD-3-WT (株A・R・P)
地温	
土壌PF値	HD-001 (株センシズ) ※
日射量	PVSS-03 (株三弘)
ハウス外気象	
気温	DS18B20 (Maxim Integrated)
感雨	AKI-1805T (アスザック(株))
風向・風速	Vantage Pro2 #6410 (Davis) ※

※オプション対応

第1-2表 「Evo マスター」制御盤に接続する付帯機器一覧

制御方式	点数	制御項目	付帯機器
無段階制御	3	換気	天窓(左右)/側窓換気開閉装置
	2	カーテン	2層カーテン開閉装置
	2	ファン	換気扇/循環扇
ON/OFF制御	1	暖房	温風暖房機/ヒートポンプ
	1	CO <sub>2</sub> 施用	燃焼式CO <sub>2</sub> 発生装置/CO <sub>2</sub> ガス供給バルブ
	1	電照	白熱球/蛍光灯/LEDランプ
	4	灌水	灌水装置/電磁弁
	4	予備	温湯ボイラ/ミスト設備など

ルスプラウト株式会社の「Arsprout Pi (Neuron 専用)」を採用している。このソフトウェアは自由度が高く、様々な設定が可能である反面、新規就業者等がしっかり理解して設定するためには多くの時間を要する。そこで、県内イチゴ・トマトのベテラン生産者のハウス管理の特徴を解析し、その特徴を取り入れた環境制御プログラムの作成と栽培実証に取り組んだので報告する。なお、ベテラン生産者はイチゴ促成栽培で5 t、冬春トマトの長期どり作型で20 t、高糖度栽培で10 t以上の10a 当たり収量を得ている者を選定した。ま

た、栽培実証ではベテラン生産者のハウス内環境および生育を再現するとともに、彼らと同等以上の収量を確保することを目標として取り組んだ。

本研究を実施するにあたり、ご協力を賜った生産者の皆様、山口県農業協同組合、各農林水産事務所の担当者には、実証ほの設置、環境・生育データ収集等に多大なる御協力をいただいた。この場を借りて深く感謝の意を表す。

## 材料および方法

### 1 ベテラン生産者の管理情報の収集・解析

2019年12月1日～2020年3月31日及び2020年12月1日～2021年3月31日の間、山口県内主産地における12生産者のイチゴ促成栽培と冬春トマト(9月定植の長期どり栽培および11月定植で糖度8度以上を目指す高糖度栽培)のハウス内環境データを計測した(第2表)。各ハウスに環境モニタリング装置を設置し、ハウス内気温、ハウス内日射(「プロファインダー(株式会社誠和)」はハウス外)、相対湿度・飽差、CO<sub>2</sub>濃度、土壌水分(「プロファインダー」除く)を1～5分毎に計測し、各社のクラウドサービス等にデータを蓄積した。各生産者のハウス管理を、環境モニタリングデータおよび予測光合成速度を毎毎にまとめて特別平均値で示し、温度管理やCO<sub>2</sub>施用のパターン、光合成速度などの特徴をまとめた。予測光合成速度については、日射強度、気温およびCO<sub>2</sub>濃度から、個葉の光合成速度を予測するモデル数式(Farquhar, G.D. et al., 1980)により算出した。

また、1区10株を調査対象株とし、2週間毎に生育

第2-1 表 イチゴ生産者の栽培方式と施設装備および管理の特徴

生産者	地区	分類	栽培方式	施設装備				栽培品種	特徴
				温風暖房機	換気装置	CO <sub>2</sub> 施用器	灌水		
A	岩国市	中山間	地床	温度制御	なし	なし	手動	かおり野	日中低めの温度管理、高精度を志向
B	柳井市	中山間	高設	温度制御	温度制御	濃度制御	タイマー	紅ほっぺ	早朝加温、積極的CO <sub>2</sub> 施用、平均気温維持
C	柳井市	瀬戸内沿岸	高設	温度制御	なし	なし	日射比例	紅ほっぺ	土壌水分の一定維持、施肥制御
D	山口市	中山間	高設	温度制御	なし	タイマー制御	タイマー	かおり野	積極的CO <sub>2</sub> 施用、日没に向けた高温管理、土壌水分の観察
E	下関市	日本海沿岸	高設	温度制御	温度制御	タイマー制御	日射比例	かおり野	積極的休眠制御、積極的CO <sub>2</sub> 施用
F	長門市	日本海沿岸	高設	温度制御	温度制御	濃度制御	タイマー	かおり野	積極的CO <sub>2</sub> 施用

※ 環境モニタリング装置は、全て「Evoマスター用センサーセット」を使用した。

第2-2 表 トマト生産者の栽培方式と施設装備および管理の特徴

生産者	地区	作型	栽培方式	施設装備				栽培品種	特徴
				温風暖房機	換気装置	CO <sub>2</sub> 施用機	灌水		
G	防府市	長期どり	地床	温度制御	温度制御	濃度制御	タイマー	CF桃太郎はるか	早朝加温、やや高めの温度管理、CO <sub>2</sub> 濃度施用
H	防府市	長期どり	地床	温度制御	温度制御	濃度制御	タイマー	桃太郎ピース	早朝加温、高めの温度管理、CO <sub>2</sub> 濃度施用
I	下関市	高糖度	地床	温度制御	温度制御	なし	タイマー	マイロック	低めの温度管理、土壌水分の一定維持
J	下関市	高糖度	地床	温度制御	温度制御	なし	タイマー	マイロック	やや低めの温度管理、土壌水分の一定維持
a	下関市	高糖度	地床	温度制御	温度制御	なし	タイマー	マイロック	土壌水分の変動が大きい
b	下関市	高糖度	地床	温度制御	温度制御	濃度制御	タイマー	マイロック	土壌水分の変動が大きい

※ aとbは経験の浅い若手生産者 環境モニタリング装置は、GとIが「Evoマスター用センサーセット」、Hが「プロファイnder（株式会社）」とaおよびbが「みどりボックス（株式会社）」を使用

調査を行った。イチゴにおいては、出葉第3葉の葉身長、葉柄長、展開葉数を計測した。計測した出葉第3葉の葉身長及び展開葉数から、簡易的に葉面積指数を推定した。トマトにおいては、成長点から15 cm 下茎径（長径）、成長点から第1~2花開花房までの長さを測定した。

## 2 ベテラン生産者情報を基にした環境制御プログラムの開発

収集したベテラン生産者のハウス管理の特徴を参考に、「Evo マスター」に初期設定として組み込む環境制御プログラム（以下、標準プログラムという。）を作成した。前提条件として、イチゴ高設栽培システム「らくラック」及び隔離床栽培システム「ゆめ果菜恵」を用い、「Evo マスター」で標準とされている付帯設備を装備し、標準の内外気象センサーにオプションの風向・風速計を備えるものとした。プログラムは、「Evo マスター」の環境制御ソフトウェア「Arspout Pi (Neuron 専用)」により設定を行った。

## 3 標準プログラムによるイチゴ・トマト栽培実証

### 1) イチゴ促成栽培

「らくラック」を備えた山口市大内のセンター内単棟パイプハウス（1.3a）2棟のうち、1棟を「Evo マスター」による統合環境制御ハウス、もう1棟を付帯機器を個別制御する慣行ハウスとした。両ハウスに、2020年9月4日に「かおり野」の6 cmポット子苗を定植し、「かおり野」栽培暦（山口いちご生産出荷協議会発行）に準じた管理を実施した。慣行ハウスの環境制御は、朝夕の手動側窓換気、換気扇（28℃以上で稼働）、循環扇（常時稼働）、暖房機（8℃以下で稼働）、燃焼式CO<sub>2</sub>施用機（日射センサーで稼働）、灌水電磁弁（タイマーで1日3回3分稼働）、電照（11月から2月末まで日長延長3時間）とした。実証ハウスは、ハウス内外気象情報を基に、標準プログラムにより側窓開閉装置、換気扇、循環扇、暖房機、CO<sub>2</sub>施用機、灌水電磁弁、電照（日長13時間維持）を制御した。また、栽培期間を通して出葉第3葉の葉長、葉身長および収量を調査した。

### 2) 冬春トマト

「ゆめ果菜恵」および「Evo マスター」を備えたセンター内単棟パイプハウス（1a）2棟のうち、1棟を長

第3表 高糖度トマト栽培実証における試験区

区	給液EC (mS/cm)	灌水制御方法
B-pF	1	圧力式土壌水分センサーによりpF2.0~2.3を閾値として灌水制御
B-WD3		
B-EC2	2	
B-EC4	4	液肥原液を希釈しEC1mS/cmに希釈した後、塩 (NaCl) を加えてECを調節した養液を日射比例で灌水制御
B-EC6	6	
B-EC8	8	

※ 液肥原液は全てタンクミックス AB (株)OAT アグリオ) 標準液を使用  
 使用した土壌水分センサーは第1-1 表を参照

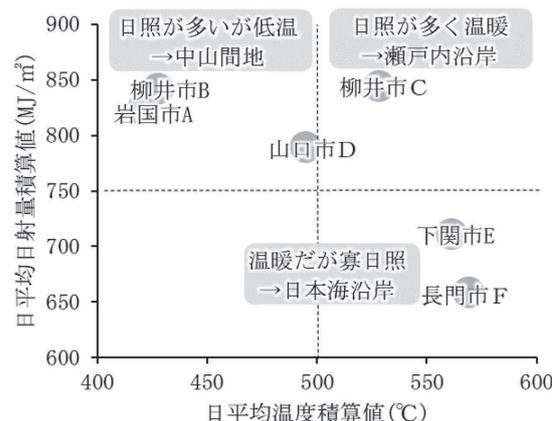
期どり作型実証ハウス (以下、ハウス A)、1 棟を高糖度栽培実証ハウス (以下、ハウス B) とした。ハウス A は、2021 年 9 月 13 日に「CF 桃太郎はるか」(台木「グリーンフォース」) の 10.5 cmポット苗を定植し、ハウス B は、2021 年 11 月 15 日に「マイロック」(台木「グリーンフォース」) の 10.5 cmポット苗を定植した。全て 1 本仕立てとし 2 m の高さで吊り下げ誘引を行い、冬春トマトの通常管理を行った。環境制御はハウス内外気象情報を基に、標準プログラムにより側窓開閉装置、換気扇、循環扇、暖房機、CO<sub>2</sub> 施用機、灌水電磁弁、細霧冷房装置 (ハウス A のみ) を制御した。なおハウス B には複数の試験区を設置し、灌水制御方法の違いによる生育・収量への影響を調査した (第 3 表)。また、栽培期間を通して成長点から 15 cm 下茎径 (長径)、成長点から 1~2 花開花房までの長さ、収量および糖度 (高糖度栽培のみ) を調査した。

## 結果

### 1 イチゴのベテラン生産者の栽培管理の特徴

各生産者の立地について、冬期 12 月から 2 月までの日射量と平均温度から、多日照温暖の「瀬戸内沿岸」、多日照低温の「中山間地」、寡日照温暖の「日本海沿岸」の 3 つに分類した (第 2 図)。

得られた環境モニタリングデータのうち、1 月上旬のデータおよび予測光合成速度を第 3 図に示す。「中山間地」の生産者 A は、夜温は高いものの早朝の気温と CO<sub>2</sub> 濃度が低いことが影響し、一旦予測光合成速度が下がっていた。一方で「中山間地」の生産者 B は環境制御機器によって、夜明け前からの段階的早朝加温、日中の高めの気温維持及び積極的 CO<sub>2</sub> 施用によって予測光合成速度が高く維持されていた。「瀬戸内沿岸」の生産者 C は、自動換気装置や CO<sub>2</sub> 施用機を装備しておらず、日中の低い温度管理と低 CO<sub>2</sub> 濃度の影響で、

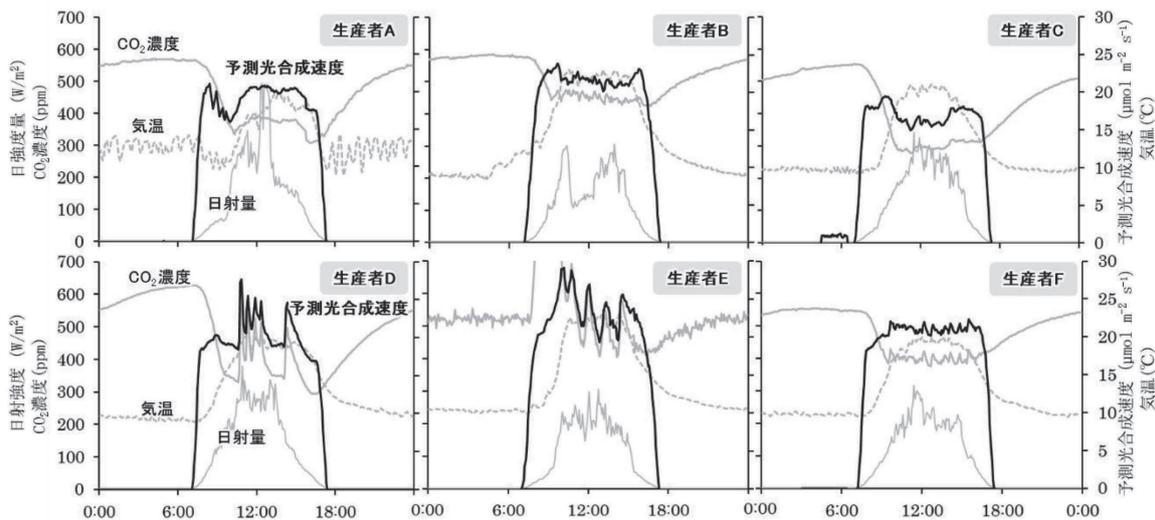


第2図 イチゴ生産者の立地と地域の気候特性

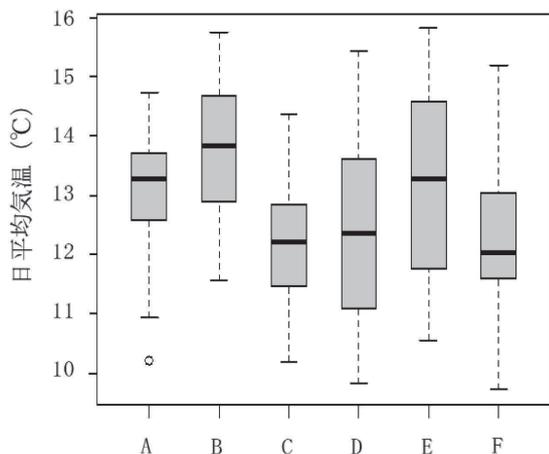
日射量が多い地域にも関わらず予測光合成速度は低く推移していた。「中山間地」の生産者 D は午後日没までの気温維持が実施されているものの、タイマー制御の CO<sub>2</sub> 施用と連動する形で予測光合成速度が乱高下した。「日本海沿岸」の生産者 E および F は寡日照地域にも関わらず、早朝加温を兼ねた積極的 CO<sub>2</sub> 施用、日中の高めの温度管理と積極的 CO<sub>2</sub> 施用によって、予測光合成速度が高く維持されていた。

自動制御によって日平均気温維持を意識していた生産者 B および生産者 E は、1 月のハウス内日平均気温が 13.5~14.0°C と比較的高かった。食味を重視し高糖度を志向する生産者 A は、日中低めの温度管理でありながら夜温を高め維持していたことから、ハウス内日平均気温は 13°C 程度と比較的高かった (第 4 図)。

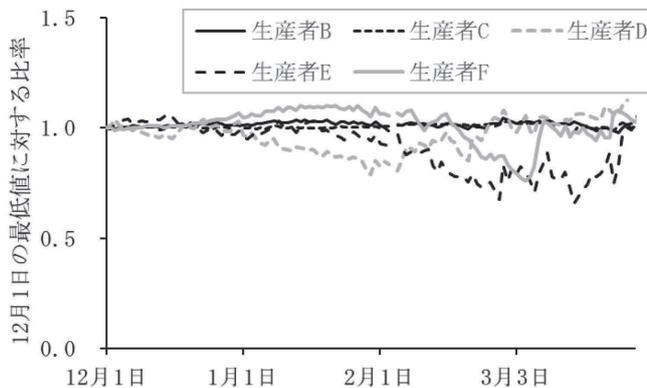
高設栽培の生産者における栽培期間中の土壌含水率日最低値の推移を第 5 図に示す。計測に用いた土壌含水率センサーは設置方法や土質により値が異なり、絶対値としての比較が難しいため、各生産者のハウス内環境測定を開始した 12 月 1 日の値を基準として比較を行った。日射比例制御を行う生産者 B と C は、土壌含水率の変動が少なく一定に維持されていた。タイマー制御を行う生産者 D と F は期間中にやや変動が見ら



第3図 イチゴ生産者のハウス内気象から予測した光合成速度 (2020年1月上旬)



第4図 各イチゴ生産者のハウス内日平均気温の分布 (2020年1月)



第5図 イチゴ生産者の土壌水分日最低値の推移 (2019年12月～2020年3月)

※ 自動灌水制御の生産者  
12月1日を基準として比率を示す

れるが、設定の見直しにより、生産者Dは2月下旬から、生産者Fは3月上旬から一定に維持された。生産者Eは日射比例制御を行ってはいるものの、2月以降は乾燥傾向となった。

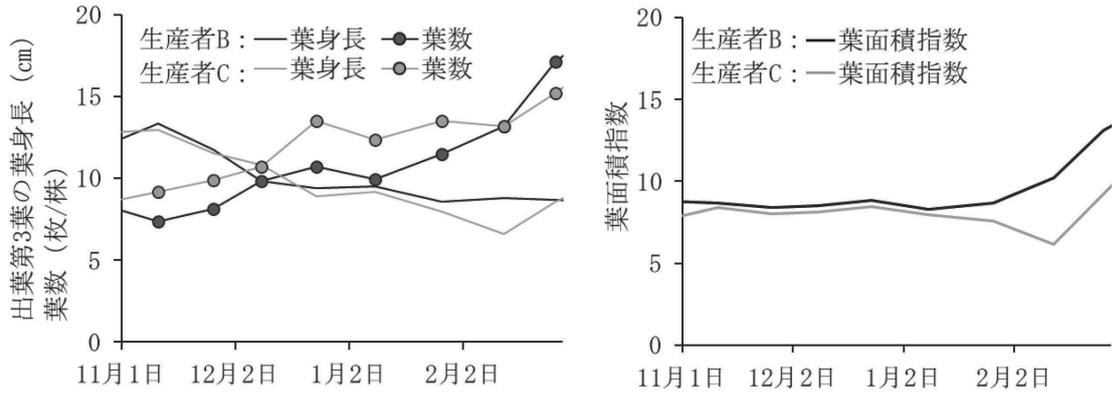
生産者BとCにおける2019年11月～2020年2月の出葉第3葉の葉身長及び葉数と、それらを基に推定した葉面積指数の推移を第6図に示す。生産者BおよびCは、いずれも11月から2月にかけて葉身長は短くなり葉数は増加した。それに伴い、11月から1月の葉面積指数は概ね一定に維持されていた。

## 2 トマトのベテラン生産者の栽培管理の特徴

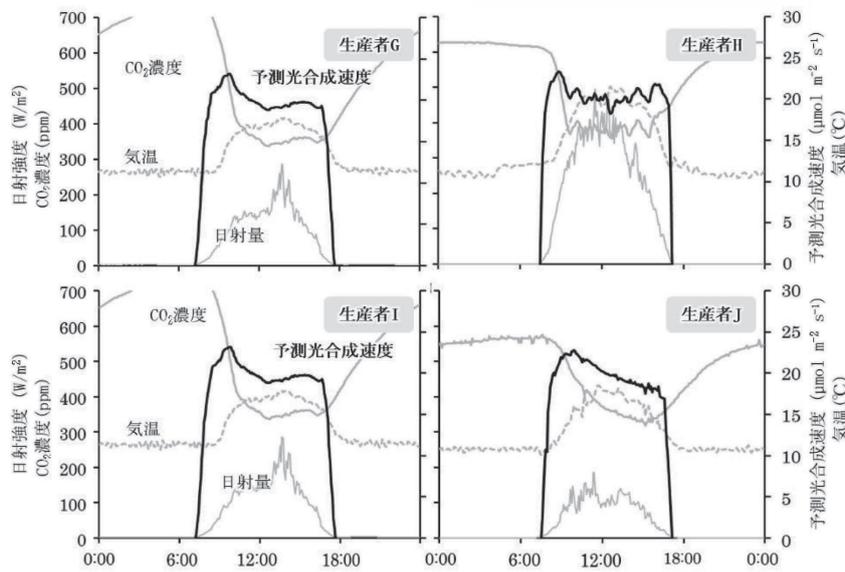
得られた環境モニタリングデータのうち、ベテラン生産者の1月上旬のデータおよび予測光合成速度を第

7図に示した。トマト長期どり作型の生産者GとHは、日中の気温が高く、CO<sub>2</sub>濃度を400 ppm程度を維持し、日射量が多いことも影響して、予測光合成速度は比較的高く推移した。一方、高糖度栽培の生産者IとJは、いずれもCO<sub>2</sub>施用機を装備しておらず、日中の低CO<sub>2</sub>濃度と低い気温、日射量が少ないことが影響し、予測光合成速度は比較的低く推移した。ただし、生産者IとJは早朝加温を実施していないが、日中温度を低く管理しており、日中の温度変化は緩やかに推移していた。

長期どり作型の生産者GとHは1月の日平均気温を14～15°C前後に管理しているのに対し、高糖度栽培の生産者IとJは13～14°C前後に管理していた。特に、生産者Hは高めの15°C前後、生産者Iは、低めの13°C



第6図 イチゴ生産者における出葉第3葉の葉身長と葉数の推移 (左) および葉面積指数の推移 (右)  
 ※2019年11月～2020年2月 品種: '紅ほっぺ'

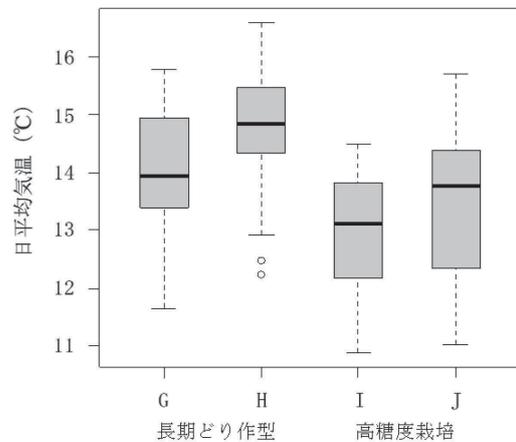


第7図 トマト生産者のハウス内気象から予測した光合成速度 (2021年1月上旬)  
 上段が長期どり作型、下段が高糖度栽培の生産者

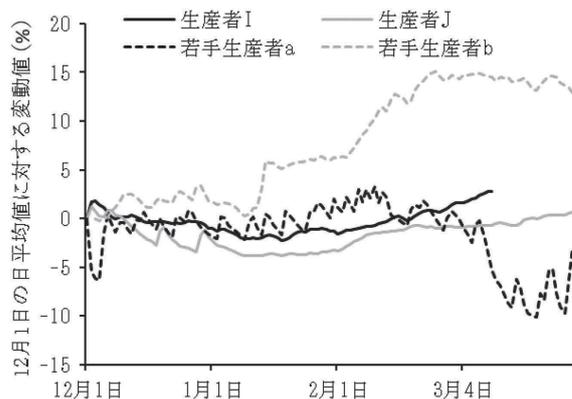
前後に維持していた (第8図)。

土壌水分は、いずれの生産者もタイマー制御で対応していた。高糖度栽培の生産者における栽培期間中の土壌含水率日平均値の推移を第9図に示す。イチゴと同様に、12月1日の値を基準として比較を行った。ベテラン生産者のIとJは栽培期間中の日平均土壌含水率の変動が5%以内と少ない一方で、経験の浅い若手生産者aとbは時期によって10~15%の変動が見られた。

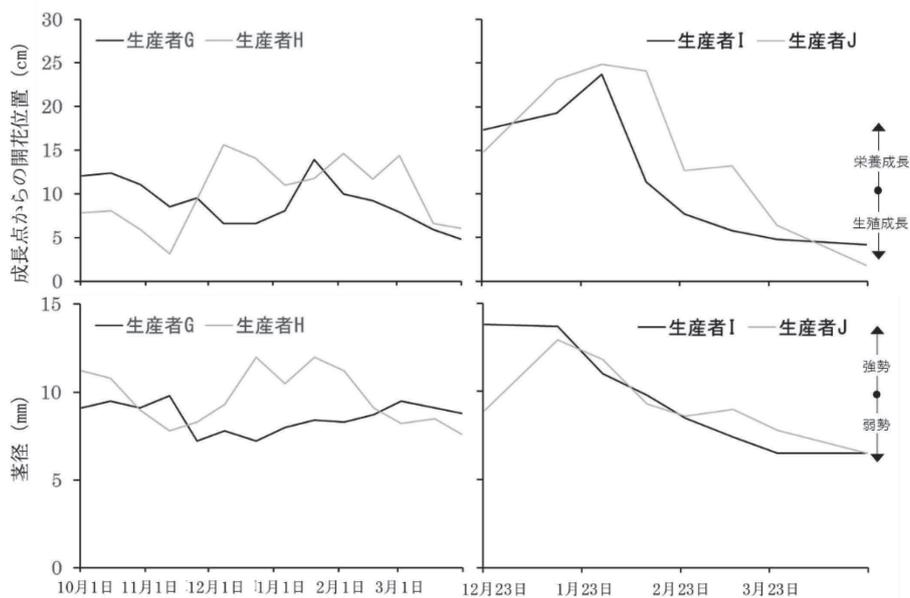
ベテラン生産者における2020年11月~2021年4月の茎径および成長点からの開花位置の推移を第10図に示す。長期どり栽培では、期間を通じて概ね一定の草姿を維持していたのに対し、高糖度栽培では初期は極強勢・栄養成長に寄りに、収穫期以降は弱勢・生殖成長に偏った生育に管理していた。



第8図 トマト生産者のハウス内日平均気温の分布 (2021年1月)



第9 図 高糖度トマト生産者における土壌水分日  
平均値の推移  
(2020年12月～2021年3月)  
12月1日を基準として差を示す



第10 図 トマト生産者の生育推移 (2020年10月～2021年4月)  
\*左が長期どり作型、右が高糖度栽培の生産者  
茎径は成長点から15cm下の長径  
開花位置は成長点から1～2花開花した果房までの長さを計測

### 3 ベテラン生産者の情報を基にした「Evo マスター」標準プログラムの開発

ベテラン生産者のハウス管理情報や近年の環境制御の考え方 (齊藤, 2015) を参考に、プログラムに取り入れた栽培管理の特徴などを第4表に示す。気温制御に関する温風暖房機、換気装置、内張開閉装置の制御は、緩やかな気温推移の再現を目指し、早朝加温を行うとともに内外気象に応じて動作することとした (第

5表)。換気装置は、日射量や外気温、風向・風速を基にした警報動作により目標値の補正や換気開度の制限等を行う (第6表) とともに、換気開度と連動したCO<sub>2</sub>濃度施用により、無駄のない効率的なCO<sub>2</sub>施用を可能とした (第7表)。また、液肥灌水装置は日射比例制御を基本として、生育ステージに応じて設定値を変更していくこととした (第11図)。

第4表 標準プログラムに取り入れたベテラン生産者の管理の特徴など

No.	標準プログラムの特徴	イチゴ	トマト	
			長期どり	高糖度
1	夜明け前からの段階的早朝加温	○	○	○
2	穏やかな気温推移	○	○	○
3	日没に向けた高めの気温維持	○	○	
4	冬期の日平均気温を14℃付近に管理	○		
5	〃 高めに 〃		○	
6	〃 低めに 〃			○
7	日射量に応じた昼温調節	○	○	
8	日中のCO <sub>2</sub> 濃度の維持	○	○	○
9	日射比例制御による土壤水分の一定管理	○	○	○
10	休眠抑制のための電照動作	○		

第5表 気温制御プログラムの概要

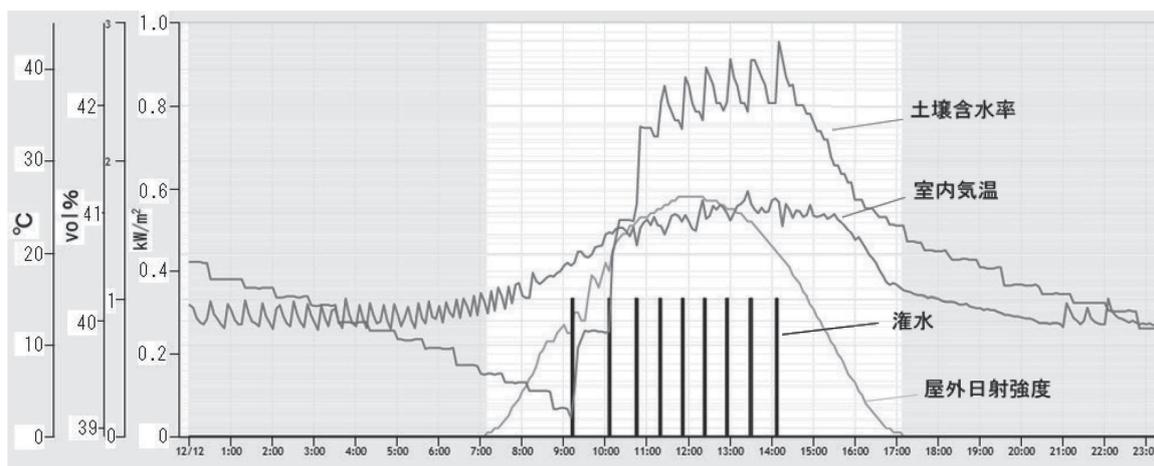
ハウス内機器	動作設定の考え方（冬期）
温風暖房機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・夜間最低気温の維持</li> <li>・緩やかな早朝加温</li> <li>・曇雨天時の昼温確保</li> </ul>
天窓（谷）換気・側窓換気装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度制御は天窓（谷）換気中心</li> <li>・強風・降雨時は閉動作優先</li> <li>・早朝加温後、午前中は緩やかに温度上昇</li> <li>・午後は日射量に応じて目標温度を調整</li> <li>・風向、風速、外気温に応じて換気量を制限し、温湿度の急激な変化を抑制</li> </ul>
内張開閉装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動作時の温湿度の急激な変化を抑制</li> <li>・夜間、外気温が高い場合は少し開け、暖房機による除湿を期待</li> </ul>

第6表 外気象と連動した換気装置の警報動作

No.	警報	条件	動作
1	強風警報	風速12 m以上	天窓・側窓を全閉
2	降雨警報	降雨（感雨30秒以上）	天窓を全閉
3	準強風警報	風速 8 m以上	天窓・側窓を制限（最大20%）
4	風向警報	風向・風速1 m以上、外気温15℃以下	風上側の天窓の開度を制限（最大20%）
5	低温警報1	外気温 5℃以下	天窓の開度を制限（最大20%）
6	低温警報2	外気温10℃以下	天窓の開度を制限（最大40%）
7	風警報	風速 3 m以上、外気温15℃以下	天窓の開度を制限（最大50%）
8	低温警報3	外気温15℃以下	天窓の開度を制限（最大60%）
9	日射警報1	南中1時間後に外部日射量7 MJ/m <sup>2</sup> 以上	目標値を上方修正（～+4℃）
10	日射警報2	南中時に外部日射5 MJ/m <sup>2</sup> 以上	目標値を上方修正（～+2℃）

第7表 CO<sub>2</sub>発生機の動作プログラム

時間帯	連動対象	目標値・条件	動作
日の出1時間後～ 日の入1時間前	CO <sub>2</sub> 濃度	400 ppm以下	断続的にON (ON: 15分、OFF: 15分) ※ON時間は施設により要調整
日の出2時間後～ 日の入2時間前	換気装置	全閉	目標値を500～700 ppmに 上方修正



第11図 屋外日射量に連動した液肥灌水装置の動作状況  
(長期どりトマト、2022年12月)

#### 4 標準プログラムによるイチゴ・トマト栽培実証

##### 1) イチゴ促成栽培

試験ハウスにおける可販収量を第8表に示す。10a当たり収量は慣行ハウス6.2tに対して、環境制御ハウスでは6.8tの高単収を得た。時期別の収量を比較すると、年内から1月における環境制御ハウスの収量が慣行ハウスに比べて有意に高く、約1.4倍となった。

の高単収を得た。高糖度栽培のハウスBにおいては、土壌水分センサーで灌水制御した区(B-pF、B-WD3)が15~16tに対し、塩(NaCl)を添加して日射比例で給液した区(B-EC2~8)は、4~15tとなり、給液ECを高めるほど収量は低下した。収穫物のBrix糖度は、土壌水分センサー制御区が6%程度に対し、塩(NaCl)を

第8表 イチゴ試験ハウスにおける可販収量(2020年)

試験ハウス	可販果収量 kg/株	可販果収量 <sup>Y</sup> t/10a	可販果 個/株	可販果 平均1果重 g/個	年内~1月			2~5月		
					可販果収量 t/10a	可販果 個/株	可販果 平均1果重 g/株	可販果収量 t/10a	可販果 個/株	可販果 平均1果重 g/株
環境制御	977 <sup>W</sup>	6.8	54.0	18.1	1.7	10.7	23.1	5.1	43.3	16.9
慣行	891	6.2	55.1	16.2	1.2	10.2	17.1	5.0	45.0	16.0
t-検定	n. s.	—	n. s.	**	*	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.

<sup>Z</sup> 可販果は1果重が5g以上で、形状よく障害のないもの。収穫期間2020年11月13日~2021年5月31日。1区10株を調査対象とした4反復の平均値。

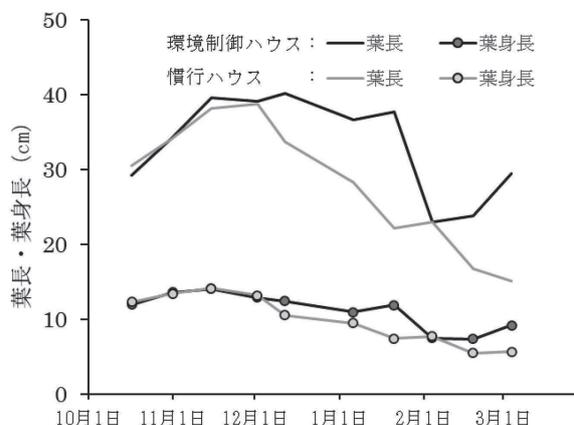
<sup>Y</sup> 10aあたり栽植密度7,000株で算出

<sup>W</sup> \*は5%水準、\*\*は1%水準で有意差あり、n. s.は5%水準で有意差なし(n=4)

同期間において収穫果数に差は見られず、平均1果重に有意差が見られた。一方で、2月から5月の収量には有意差は見られなかった。試験ハウスの生育推移を第12図に示す。慣行ハウスでは、11月中旬から12月上旬の葉長38cm、葉身長14cmをピークとして徐々に小さくなり、3月上旬には葉長15cm、葉身長5cmまで小さくなった。環境制御ハウスでは、1月下旬までは葉長35cm、葉身長10cm以上を維持したものの、2月に急激に小さくなった後、3月に回復傾向となった。

##### 2) 冬春トマト

試験ハウスの可販収量および糖度を第9表に示す。長期どり作型のハウスAにおける10a当たり収量は、前年の同作型における収量23tに対して、38t以上



第12図 イチゴ試験ハウスの生育推移  
(2020年10月~2021年3月)

第9表 トマト試験ハウスにおける可販収量および糖度 (2021年)

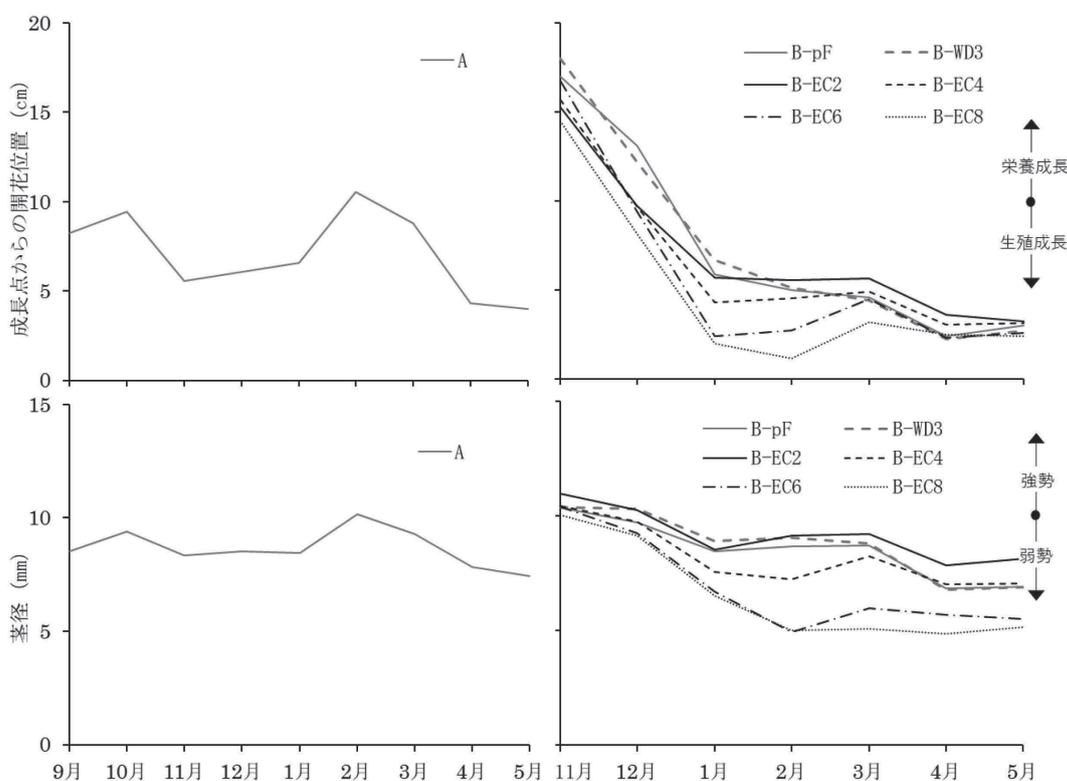
試験区	可販果収量 <sup>Z</sup> kg/株	可販果収量 <sup>Y</sup> t/10a	規格別重量割合 %				可販果 個/株	可販果 平均1果重 g/個	平均Brix 糖度 %
			可販果	尻ぐされ	裂果・裂皮	その他規格外 <sup>X</sup>			
A	13.1	38.7 a <sup>V</sup>	92.4	0.3	2.0	5.3	82.3	158.9	—
B-pF	3.7	16.6 b	70.9	10.5	11.6	7.1	32.0	116.5	6.6 a <sup>V</sup>
B-WD3	3.5	15.4 b	66.3	7.7	16.4	9.7	29.8	116.3	6.6 a
B-EC2	3.4	15.2 b	66.1	13.6	16.2	4.1	31.9	107.3	6.9 a
B-EC4	2.3	10.4 c	68.0	12.3	2.1	17.5	29.3	79.8	9.2 b
B-EC6	1.3	5.9 c	54.3	8.9	1.5	35.2	17.5	75.6	10.1 c
B-EC8	1.0	4.6 d	47.9	5.9	2.3	43.9	13.5	76.1	10.5 c

<sup>Z</sup> 可販果は1果重が長期どり栽培が60~280g, 高糖度栽培が60~250gで, 形状よく障害のないもの。収穫期間は長期どり栽培が2021年11月10日~2022年7月4日, 高糖度栽培が2022年2月21日~7月8日

<sup>Y</sup> m<sup>2</sup>あたり栽植密度(長期どり栽培が2.96株, 高糖度栽培が4.95株)で算出

<sup>X</sup> 尻ぐされや裂果・裂皮以外の障害果や可販果の1果重範囲外の果実

<sup>V</sup> 異なる英文字間にTukey法により5%水準で有意差あり (n=8)



第13図 トマト試験ハウスの生育推移 (2021年9月~2022年5月)

左が長期どり作型、右が高糖度栽培の試験ハウス

茎径は成長点から15 cm下の長径、開花位置は成長点から1~2花

開花した果房までの長さを計測

添加して日射比例で給液した区は6~10%となり、ECを高めるほど糖度は上昇した。試験ハウスの生育推移を第13図に示す。ハウスAでは、11~1月はやや弱勢、生殖成長寄りで推移した後、2月に一旦やや強勢、栄養成長寄りに傾き、3月以降は徐々に弱勢、生殖成長

に向かって推移した。ハウスBでは、全体的に初期はやや強勢、栄養成長寄りに、1月以降は弱勢、生殖成長寄りに推移した。土壤水分センサー制御区が比較的強勢、栄養成長寄りで推移したのに対し、給液に塩(NaCl)を加えてEC調節した区は、ECが高くなるほ

ど弱勢、生殖成長寄りの生育となった。

## 考 察

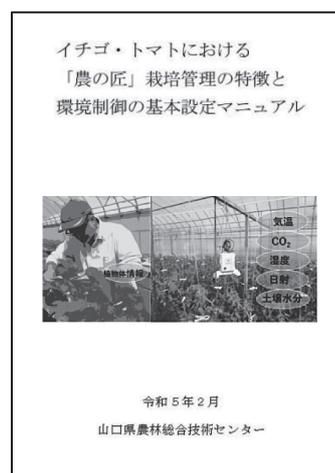
生産者の1月上旬のデータおよび予測光合成速度から、イチゴでは、夜明け前からの段階的早朝加温、午後日没までの気温維持、早朝加温を兼ねた積極的CO<sub>2</sub>施用が、光合成促進に有効であることが示唆された。トマトでは、夜明け前からの段階的早朝加温、午後日没までの気温維持、日中のCO<sub>2</sub>濃度維持が、光合成促進に有効であることが示唆された。また、イチゴとトマト共通して、食味重視、高糖度を目指す生産者は、日中は低温管理していた。熊倉・宍戸(1994)は、イチゴ「盛岡16号」において平均気温が低いほど、または、平均気温が同一であれば昼温が低く昼夜温差が小さいほど、成熟日数が長く、糖度が高くなることを報告している。高糖度を志向するイチゴ生産者Aの温度管理は、この報告とよく合致するものであった。

ベテラン生産者のハウス・植物体管理には次のようないくつかの合理的な理由があると考えられた。穏やかな温度推移やCO<sub>2</sub>濃度の維持(第4表のNo.1、2、8)は、気孔開度の維持や作物の光合成促進に有効である(斉藤、2015)。イチゴの日平均気温の維持(第4表のNo.4)は、冬期に半休眠状態を維持し、連続した花成誘導に有効である(施山、2012)。長期どりトマトの高めの日平均気温の維持(第4表のNo.5)は、冬期の発育促進や収量確保に有効で、高糖度トマトの低めの日平均気温の維持(第4表のNo.6)は成熟期間の延長による果実品質の向上に有効である(岩崎ら、2019)。高糖度トマトの土壌水分の一定維持は、根域を安定的に低水分状態に置くことで水ストレスをかけながら栽培する方式において、果実品質の向上と収量の安定化に有効である(細川、2008)。イチゴと長期どりトマトで見られた葉面積や草勢などを一定に維持する植物体管理は収量の安定化に有効で、高糖度トマトの植物体管理は生育初期にストレスに耐えられる樹体形成に有効だと考えられた。ただし、高糖度トマト生産者の植物体管理については、極強勢・栄養成長寄りの状態から、一気に樹勢を弱めていく作り方であり、センター内の「ゆめ果菜恵」では再現が困難であったことから、誰もが実施可能な栽培技術ではないと考えられた。

センター内での標準プログラムによる栽培実証では、イチゴ促成栽培、冬春トマト(長期どり作型)に

おいて、収量増加効果が確認された。イチゴ促成栽培においては、年内から1月において増収効果が確認されたことから、CO<sub>2</sub>施用等の環境制御技術がハウスを閉め切る時間が長い冬場において特に効果を発揮することが再確認された。また、ベテラン生産者の植物体管理に近い生育推移が再現できたことも、収量増加の一因だと考えられた。イチゴの葉の大小には、光合成の大小や着果負担、日長や気温による休眠程度などが影響する(安藤・小川、2020・藤目・山崎、1988)。イチゴ促成栽培における環境制御ハウスでは、慣行ハウスと比較して葉長および葉身長の大きさを保つことができたことは、日長制御(日長13時間維持)による休眠制御の効果も大きいと考えられた。ただし、環境制御ハウスにおいても1月下旬から2月に葉長が急激に小さくなったことから、この年の栽培においては1月から2月に更に日長を長くする必要があったと考えられる。高糖度トマトにおいては、土壌水分制御では高糖度トマトの目安となるBrix糖度8%以上が達成できず、塩を添加して給液をEC4以上とした区において安定して糖度8%以上の収穫果実を得た。収量と糖度の関係から、EC4程度とした給液を用いることで、Brix糖度8%以上の果実を安定して得ることができると考えられた。

県内イチゴ・トマトのベテラン生産者のハウス管理情報を参考として、環境制御プログラムの構築、実証



第14図 当センターHPで公開したマニュアル  
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/uploaded/attachment/140401.pdf>



を行った。イチゴとトマトで共通する特徴が多く、設定温度や灌水量、電照の有無に違いはあるものの、制御プログラムの考え方は概ね同じ内容となった。本研究で得られた知見と作物・季節毎の設定例はマニュアルにまとめ、センターHP上で公開している(第14図、山口県農林総合技術センター、2023)。「Evo マスター」の初期設定は冬期の設定値になっているため、作物の生育ステージや季節に合わせて設定値を調節することが必要である。また、各ほ場の特性や定期的な生育調査により生育状況を把握しながら、ベテラン生産者の生育を目標として設定値を見直すことで、ベテラン生産者と同等の収量確保ができると考えられる。

## 摘 要

県内イチゴ・トマトのベテラン生産者のハウス管理の特徴を解析し、その特徴を取り入れた環境制御プログラムを作成した。本プログラムを適用することで、緩やかな気温推移や換気開度に応じたCO<sub>2</sub>施用が再現可能であり、光合成に最適な環境を作り出すことができる。また警報動作により、日射量や外気温に応じた目標値の補正や換気開度の制限等を自動で変更できる。センター内の栽培実証では、促成イチゴ栽培および冬春トマトにおいて、収量増加効果が確認された。本プログラムを活用することで、初心者でもベテラン生産者並みの管理ができる可能性がある。

## 引用文献

- 安藤(小島)寛子・小川理恵. 2020. イチゴの葉面積を推定する回帰モデルの作成. 愛知農総試研報. 52 : 49-56
- 藤目幸擴・山崎昇. 1988. イチゴの休眠誘導と打破に及ぼす前処理. 日長並びに温度の影響. 園学雑. 56 : 444-451
- G. D. Farquhar, S. von Caemmerer and J. A. Berry. 1980. A biochemical model of photosynthetic CO<sub>2</sub> assimilation in leaves of C<sub>3</sub> species. *Planta* volume 149. 78-90
- 細川卓也. 2008. 有機質培地を用いた養液栽培における高糖度トマトの生理生態反応の解析並びに栽培管理技術の確立. 高知農技セ特研報. 7 : 1-63.
- 岩崎泰永・山根陽弘・伊藤瑞穂・後藤千彩音・松本浩一・高市益行. 2019. 寒冷地における低段密植栽

- 培を活用した高糖度トマトの生産実証. 農研機構研究報告 野菜花き研究部門. 3 : 41-51.
- 熊倉裕史・宍戸良洋. 1994. イチゴの果実肥大に及ぼす温度の影響. 園学雑. 62 : 827-832
- 斉藤章. 2015. ハウスの環境制御ガイドブック. 農山漁村文化協会. 東京
- 施山紀男. 2012. 世界の中の日本のイチゴ. 農業および園芸. 87 : 1179-1198.
- 重藤祐司・安永 真. 2021. 園芸作物のスマート農業技術開発の取り組み. 令和2年度山口県農林総合技術センター成果発表要旨 : 12-14.  
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/uploaded/attachment/44595.pdf>
- 鶴山浄真・刀禰茂弘・宇佐川恵・茗荷谷紀文・鹿島英一郎. 2016. トマト簡易隔離床栽培システムの開発とこれを用いた2作型での生産実証. 園学研. 15(別2) : 531.
- 梅本雅・山本淳子. 2010. 農作業ナレッジの継承に向けた課題と方法. 農業経営研究. 48(1) : 37-42.

## 地上レーザ計測システムを活用した林業経営の効率化

### 施業提案作成システムの開発と実証

山田 隆信・村上 勝\*・川元 裕

Improving Efficiency of Forestry Management Using Ground Laser Measurement Systems

Development and demonstration of a system for creating business proposals

YAMADA Takanobu, MURAKAMI Masaru and KAWAMOTO Yutaka

Abstract: To improve the management efficiency of forestry enterprises, the OWL terrestrial laser instrument was used to reduce labor and improve the accuracy of forest surveys and the sophistication of production forecasting. Consequently, labor savings and higher accuracy were confirmed. Next, a system was jointly developed with the Add-In Research Institute to creating business proposals for each log-by-log diameter and grade for each standing tree based on the highly accurate information obtained, and this system was verified at a clear-cutting project site. Production forecasting requires adjustment by yield based on the differences in each forestry enterprise's approach to timber harvesting and biomass collection, and on the damage caused by typhoons and deer feeding. However, the yield of the production forecast for lumber volume and number of logs were similar. Conversely, the accuracy of grade prediction based on curvature is low. It is necessary to improve the accuracy of the laser measurement device and the system.

Keywords: forest survey work, production forecast, labor - saving

キーワード：森林調査、生産予測、省力化

### 緒言

スギ・ヒノキの人工林資源が成熟し、木材の安定供給が求められる中、本県の木材生産は全国水準に比べ低位な状況にある(山口県森林企画課調べ)。そこで、情報通信技術(ICT)を活用し、これを担う林業事業者における林業経営の生産性や経営効率を高め、本県の木材供給体制を強化する必要がある。

林業事業者は、皆伐前に林分の資源量を調査し、その結果から生産予測を行い、生産計画や施業提案書を

立案する。従来の方法では、現地調査で胸高直径と樹高を実測し、立木幹材積表(日本林業調査会, 1970)により幹材積(枝葉を除いた幹だけの材積)を算出し、これに調査者の経験に基づいた歩留を乗じて、生産される総材積を予測している。一方、原木市場では生産された原木の長さとも口直径と曲りを計測し、原木の末口二乗法(2 cm単位で計測した末口直径の二乗×長さ)で材積を計算する。長さは材長、末口直径は径級、曲りは等級として規格区分し、その時の市場価格で価格が決まる。県内原木市場では、材長3 mまたは4 m

\* 現 下関農林事務所

の原木が主に流通しており、等級は様々に分類されるが、一般的に「直」、「小曲」、「曲」に三区別される。林業事業者と原木市場の材積の算出方法の違いが、高精度の原木生産予測の阻害要因となっている。

そこで、地上レーザ計測の一つである森林3次元計測システムOWL（アウルと読む、以下、OWL（株）アドイン研究所製）を活用し森林資源調査業務の省力化と解析結果の高精度化を図るとともに、生産予測の高度化のため立木毎に原木生産予測を行う施業提案作成システムを（株）アドイン研究所と共同開発し、生産結果と比較検証したので報告する。

## 材料および方法

### 1 地上レーザ計測による森林資源調査業務の省力化と高精度化の検証

地上レーザ計測による森林資源調査業務の省力化と高精度化を検証するため、従来手法と地上レーザ計測による森林資源調査の調査時間計測を8か所、精度検証を9か所の人工林で計測員2名（40代男性、50代男性）により実施した。従来手法は、直径巻尺と超音波樹高測定器Vertex IV（Haglof社製）を使用し、全木の胸高直径と樹高を実測した。地上レーザ計測は、OWLを使用し、10m間隔で格子状になるよう設置・計測し、OWL Managerで解析を行った。従来手法の計測結果を真値として、地上レーザ計測解析結果の精度検証を行った。

本研究で使用したOWLは、赤外線レーザを使用した森林計測装置で、装置の設置が簡易な一脚式で、設置後にボタンを押すだけでレーザスキャナが45秒間に180°回転し、43,200点/秒の地上レーザ計測を行う。有効照射距離は30mで、調査対象林内を移動しながら10m間隔で設置し計測を行う。また、OWL解析ソフトであるOWL Managerにより、簡単な操作で解析でき、一本毎に胸高直径、樹高、材積などを解析した立木リストや立木位置図などを得られる。高度な知識と熟練が必要でないため、計測、解析ともに林業事業者の職員が実施可能である（千葉, 2017）。

また、地上レーザ計測は、地上からレーザを照射するため、レーザが枝葉に遮られて樹頂点を計測することが困難で、樹高を低く解析する傾向がある。そこで、（株）アドイン研究所と協議し、OWL Managerに樹高補正機能を追加し、補正効果を検証した。

### 2 OWL解析データを活用した施業提案作成システムの開発と現地検証

OWL Managerでは、立木ごとにレーザが照射された幹部を地上高10cm間隔で立木の直径リングを作成する。この直径リングを立木の細りとし、直径リングの中心線を立木の曲りと解析している。この解析データを活用し、立木ごとに原木生産を予測する施業提案作成システムを（株）アドイン研究所と開発した。

県内6林業事業者の皆伐事業地で地上レーザ計測を実施し、施業提案作成システムで生産予測を行い、原木市場での販売結果を生産結果として比較検証した。事業地1~3は、全木調査を、事業地4~6は、標準地調査を実施した。標準地調査の場合は、代表的な林相を樹種ごとに選択し、調査面積が0.05ha以上になるよう設定した。樹高は任意に抽出した10本を現地実測し、OWL Managerにより樹高補正を行った。

施業提案作成において、採材方法の選択は各林業事業者の生産方法にあわせ事業地1は最適採材、他の事業地は4m優先採材とした。その他の条件として、伐採高は地上高0.4m、採材余尺は10cm、末口径14cm未満をバイオマス用材（以下、バイオ材）として統一した。また、本来は造材時に発生するロスを考慮し、安全率を乗じて材積を調整するが、歩留を検討するためロス0%とした。

## 結果および考察

### 1 地上レーザ計測による森林資源調査業務の省力化と高精度化の検証

#### 1) 森林資源調査業務の省力化

8か所の人工林で行った従来手法と地上レーザ計測の計測時間をhaあたり計測時間に換算し比較した結果、平均で従来方式18時間50分/ha、地上レーザ計測6時間56分/haであった。（第1表）。地上レーザ計測導入により、24.1%~53.6%、平均36.9%の省力化を確認した。

#### 2) 森林資源調査業務の高精度化

各調査地における従来手法に対する地上レーザ計測の誤差と誤差率を第2表に示す。誤差と誤差率は、平均胸高直径で0.2cm、1.1%と精度が高いが、平均樹高で-4.5m、-19.5%と精度が低い。これは前述のと

第1表 従来手法と地上レーザ計測の計測時間

調査地	樹種	従来手法(a)				地上レーザ計測(b)				効率 (b/a) %
		面積	本数	実時間	haあたり 計測時間	面積	本数	実時間	haあたり 計測時間	
		ha	本	h:m	h:m/ha	ha	本	h:m	h:m/ha	
1 大田東	スギ	0.13	122	2:30	19:13	1.08	1041	5:00	4:37	24.1
2 宮野	ヒノキ	0.09	98	1:29	16:28	0.09	98	0:33	6:06	37.1
3 檜皮	スギ	0.10	147	3:30	35:00	0.10	147	1:10	11:40	33.3
4 美東	ヒノキ	0.05	41	0:48	16:00	0.05	41	0:14	4:40	29.2
5 広狩	スギ	0.18	83	1:50	10:11	0.18	83	0:59	5:27	53.6
6 天尾	ヒノキ	0.07	73	1:40	23:48	0.07	73	0:43	10:14	43.0
7 坂根1	スギ	0.05	37	0:45	15:00	0.05	37	0:22	7:20	48.9
8 坂根2	ヒノキ	0.05	45	0:45	15:00	0.18	83	0:59	5:27	36.4
平均					18:50				6:56	36.9

注) 大田東の地上レーザ計測は全木調査、他は標準地調査を実施  
 地上レーザ計測: OWL(アドイン研究所) を使用  
 従来手法: 胸高直径は直径巻尺を、樹高は超音波測定器を使用  
 いずれも2名による計測で、除伐時間は含めない

第2表 従来手法と地上レーザ計測の誤差と誤差率

調査地	本数	平均胸高直径(cm)				平均樹高(m)			
		従来	レーザ	誤差	誤差率%	従来	レーザ	誤差	誤差率%
		a	b	b-a	(b-a)/a	c	d	d-c	(d-c)/c
1 大田東	121	29.4	29.6	0.2	0.7	18.8	15.7	-3.1	-16.5
2 宮野	96	25.9	26.4	0.5	1.9	21.9	18.2	-3.7	-16.9
3 檜皮	147	27.7	28.3	0.6	2.2	22.6	19.8	-2.8	-12.4
4 美東	41	27.2	30.3	3.1	11.4	23.2	19.6	-3.6	-15.5
5 天尾	73	26.8	27.2	0.4	1.5	26.1	18.6	-7.5	-28.7
6 広狩	86	38.5	38.1	-0.4	-1.0	26.5	19.1	-7.4	-27.9
7 坂根1	37	32.7	32.5	-0.2	-0.6	23.4	18.4	-5.0	-21.4
8 坂根2	45	29.9	29.5	-0.4	-1.3	19.4	16.0	-3.4	-17.5
9 坂根3	37	32.2	30.6	-1.6	-5.0	19.6	16.0	-3.6	-18.4
平均				0.2	1.1			-4.5	-19.5

注) 大田東の地上レーザ計測は全木調査、他は標準地調査を実施  
 地上レーザ計測: OWL(アドイン研究所) を使用  
 従来手法: 胸高直径は直径巻尺を、樹高は超音波測定器を使用

おり、地上からレーザを照射するため、レーザが枝葉に遮られて樹頂点を計測することが困難で、樹高を低く解析するためである。

そこで、(株) アドイン研究所と協議し、OWL Manager に樹高補正機能を追加した。これは、現地で5~10 本程度の立木の胸高直径と樹高を実測し、OWL Manager に数値を入力することで、樹高補正曲線(ネスルンド式)を自動生成し、これに基づいて調査範囲内の全立木の樹高を補正する機能である。

$$\text{ネスルンド式 } H=1.2+\{D/(a+b \times D)\}$$

H: 樹高、D: 胸高直径、a 及び b: パラメータ

各調査地から胸高直径がばらつくよう任意に選んだ10 本の実測値を用いて樹高補正を行った結果、平均樹高の誤差は-4.5 m から 0.6 m、誤差率は-19.5 % から 2.7 % と精度が向上した(第3表)。

第3表 従来手法と樹高補正した地上レーザ計測の誤差と誤差率

調査地	本数	平均樹高(m)			
		従来	レーザ 補正	誤差	誤差率%
		a	b	b-a	(b-a)/a
1 大田東	121	18.8	20.2	1.4	7.4
2 宮野	96	21.9	23.7	1.8	8.2
3 檜皮	147	22.6	24.4	1.8	7.9
4 美東	41	23.2	23.9	0.7	3.1
5 天尾	73	26.1	25.5	-0.6	-2.3
6 広狩	86	26.5	26.7	0.2	0.6
7 坂根1	37	23.4	23.1	-0.3	-1.2
8 坂根2	45	19.4	19.5	0.1	0.3
9 坂根3	37	19.6	19.6	0.0	0.2
平均				0.6	2.7

## 2 OWL 解析データを活用した施業提案作成システムの開発と現地検証

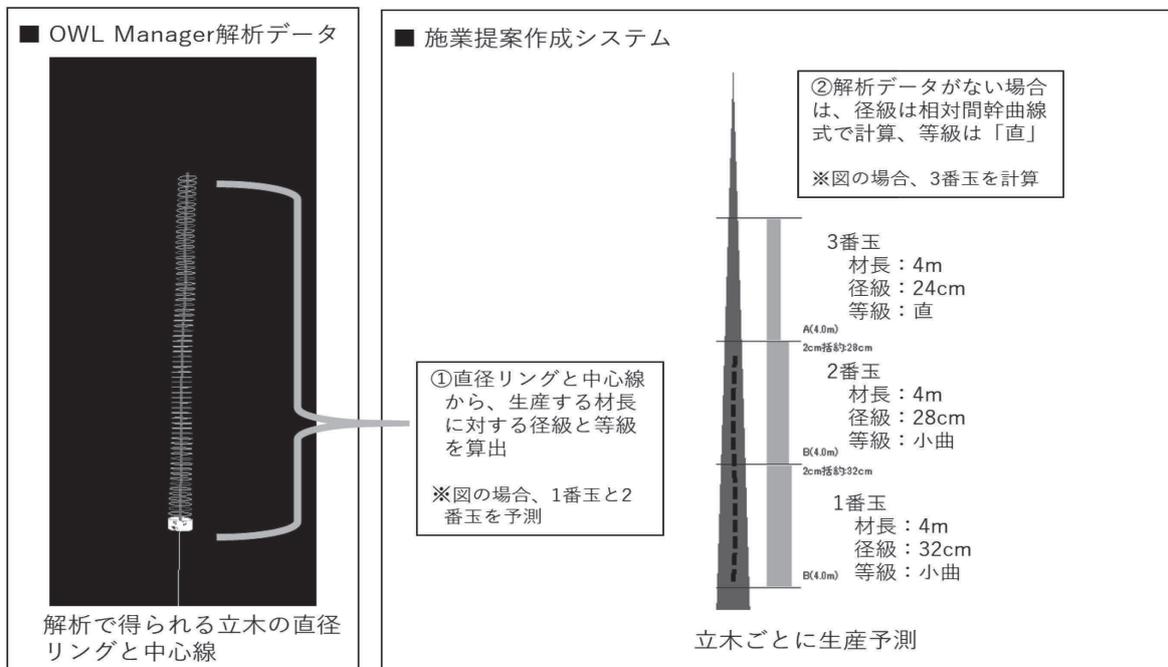
施業提案作成システムでは、OWL Manager で解析した直径リングの細りと曲りのデータを活用し、造材後の原木の材長、径級、等級を立木毎に予測するシステムである(第1図)。枝葉などの遮蔽によりレーザが当たらず直径リングを作成できない幹上部は、本県作成の相対幹曲線式(佐渡, 2005)により末口の細りを計算し、曲りはデータがないため「直」とするシステムとした。原木生産予測では施業提案作成システムに、原木の市場価格データを入力し、最適採材または優先採材のモードを選択することで、モード毎の原木生産予測ができる仕様とした。最適採材は原木形状(材長、径級、等級)毎の価格を基に1本の立木を最高価格で売る採材提案を、優先採材は3 mまたは4 mに設定した材長で造材した場合の生産予測を行うものである。

施業提案書作成システムの現地検証を6か所の皆伐事業地で行い、地上レーザ計測結果を第4表に、施業提案作成システムによる生産予測の結果を第5表に示す。

次に、各事業地の原木市場とバイオマスセンターへの出荷結果を生産結果としてとりまとめ、生産予測との比較を第6表と第2図に示す。ここでは、生産予測に対する生産結果の比率を歩留とした。

歩留は、原木本数0.57~0.83、原木材積0.60~0.81、バイオ材積0.20~1.80であった。また、各事業地内の原木本数と原木材積の歩留の差は、0.01~0.09であった。

生産予測では、各事業地で歩留の違いがあった。これは、林業事業体ごとのハーベスタ造材時の根元切落し長や、曲りや傷材部のカット調整などの採材方法の



第1図 施業提案作成システムの原木生産予測イメージ(4 m 優先採材の場合)

第4表 各事業地の地上レーザ計測結果

調査地	調査方法	樹種	面積 ha	立木 本数 本	立木密 度 本/ha	平均胸 高直径 cm	平均 樹高 m	立木 材積 m <sup>3</sup>
事業地1		スギ・ヒノキ	1.21	1042	863	32.7	22.2	990.8
事業地2	全木調査	スギ・ヒノキ	1.02	722	709	31.4	20.2	562.8
事業地3		スギ・ヒノキ	1.00	721	721	34.8	24.4	846.9
事業地4	標準地 調査	スギ・ヒノキ	1.78	452	804	25.2	34.0	893.1
事業地5		スギ・ヒノキ	1.00	1138	1138	29.0	21.7	804.0
事業地6		スギ・ヒノキ	1.02	913	895	33.2	25.3	987.8

※ 樹高は任意に抽出した10本を現地実測し、OWL Managerにより樹高補正を行った

※ 材積は立木幹材積表近畿・中国・福井・石川地方の材積式による

第5表 各事業地の生産予測結果

調査地	採材計算	立木材積 (a) m <sup>3</sup>	生産予測				計(b) m <sup>3</sup>	採材率 (b/a)
			原木		バイオ材			
			本	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	t		
事業地1	最適採材	990.8	3,846	626.9	87.4	69.9	714.3	0.72
事業地2	4m優先採材	562.8	1,886	324.0	60.1	48.1	384.1	0.68
事業地3	4m優先採材	846.9	2,499	520.6	76.3	61.1	596.9	0.70
事業地4	4m優先採材	893.1	3,059	602.0	88.7	71.0	690.7	0.77
事業地5	4m優先採材	804.0	3,142	482.0	111.0	88.8	593.0	0.74
事業地6	4m優先採材	987.8	2,605	494.1	115.8	92.6	609.9	0.62

※ 採材計算は、採材ロス0%とした

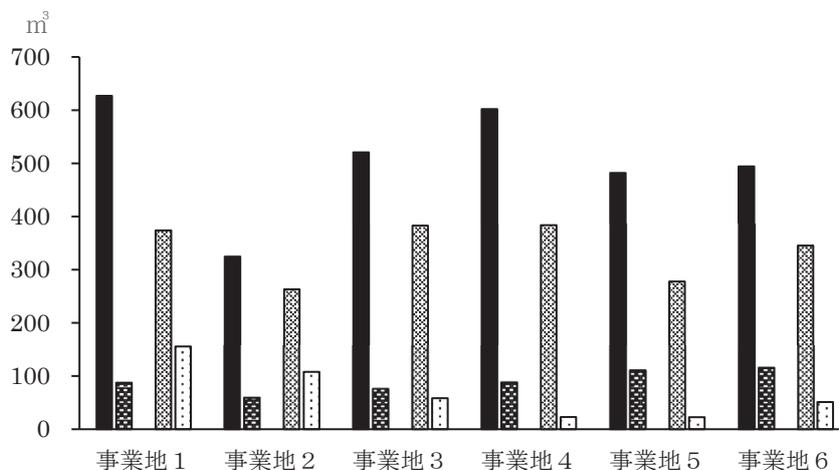
※ バイオ材は、材積(m<sup>3</sup>)を比重0.8で重量(t)に換算

第6表 各事業地の生産予測と生産結果の比較

調査地		原木		バイオ材		材積計 m <sup>3</sup> (b)	原木率 (a/b)
		本	m <sup>3</sup> (a)	t	m <sup>3</sup>		
事業地1	生産予測	3,846	626.9	69.9	87.4	714.3	0.88
	生産結果	2,187	373.7	124.5	155.6	529.3	0.71
	歩留	0.57	0.60		1.78	0.74	
事業地2	生産予測	1,886	324.0	48.1	60.1	384.1	0.84
	生産結果	1,545	263.0	86.4	108.0	371.0	0.71
	歩留	0.82	0.81		1.80	0.97	
事業地3	生産予測	2,499	520.6	61.1	76.3	596.9	0.87
	生産結果	2,082	382.7	46.6	58.2	441.0	0.87
	歩留	0.83	0.74		0.76	0.74	
事業地4	生産予測	3,059	602.0	71.0	88.7	690.7	0.87
	生産結果	1,888	383.9	18.3	22.8	406.7	0.94
	歩留	0.62	0.64		0.26	0.59	
事業地5	生産予測	3,142	482.0	88.8	111.0	593.0	0.81
	生産結果	1,939	277.7	18.0	22.5	300.1	0.93
	歩留	0.62	0.58		0.20	0.51	
事業地6	生産予測	2,605	494.1	92.6	115.8	609.9	0.81
	生産結果	1,778	345.4	40.9	51.1	396.5	0.87
	歩留	0.68	0.70		0.44	0.65	

※バイオ材は、重量(t)を比重0.8で材積(m<sup>3</sup>)換算

※原木率は、材積(原木+バイオ材)計に対する原木量の割合



■生産予測 原木 ■生産予測 バイオ材 ▨生産結果 原木 □生産結果 バイオ材

第2図 各事業地の生産予測と生産結果の比較

違い、安価なバイオ材の搬出方針などの経営的な違いや、林分毎の台風やシカ等の被害状況が影響しているものと考えられる。例をあげると、台風とシカの被害を受けていた事業地1, 2のバイオ材の歩留は1.78、1.80と高く、これは末口径14 cm以上の材でも傷や腐れがあるとバイオ材として扱われるため、バイオ材の歩留が上がり原木率が低くなったためと考える。林業事業体毎の作業特徴や、林分状況により歩留を算出し、生産予測を調整することで、精度を向上させる必要がある。一方、原木の本数と材積の歩留は近似であり、従来手法では予測できなかった原木本数の積上げによる生産予測が可能となった。差がみられた事業地3は、予測に対し径級が大きな原木が少なく生産されたため材積の歩留が低くなったと推察された。

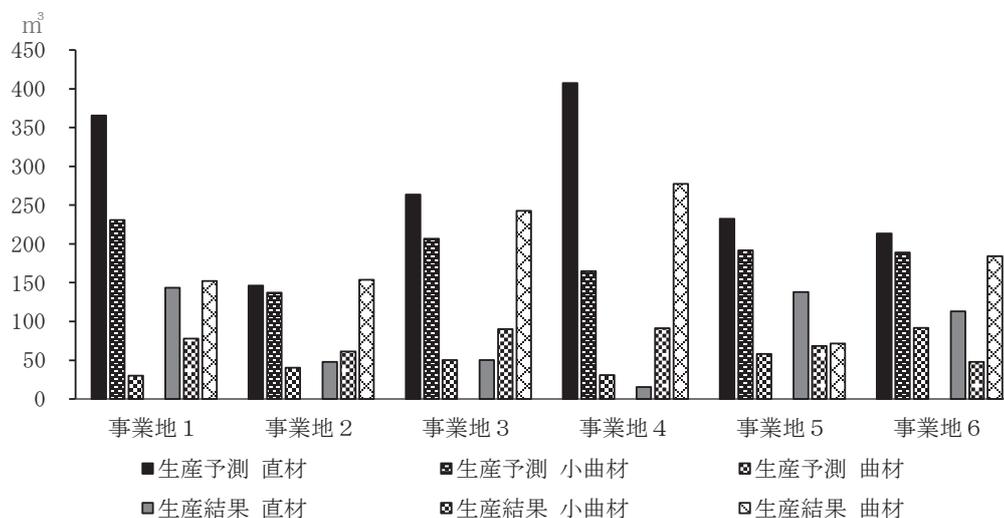
次に、各事業地の等級別の生産予測と生産結果を第7表と第3図に示す。生産予測では全調査地で直材の割合が高く曲材の割合が低かったが、生産結果では直材の割合が高かったのは事業地5のみで、その他5か所の事業地で曲材の割合が高かった。

等級予測の精度は低く、これは地上レーザが届かない立木上部や枝上は直径リングが形成されないため曲り判断ができないことと、地上レーザでは台風被害等の割れや腐れは判断できないことが大きく影響していると考えられる。等級予測の精度向上には、地上レーザ計測器本体の高精度化と等級調整機能の追加などのシステム改善が必要である。

第7表 各事業地の等級別の生産予測と生産結果

調査地	生産予測				生産結果			
	直材	小曲材	曲材	計	直材	小曲材	曲材	計
	m <sup>3</sup> %							
事業地1	365.6 58	231.0 37	30.3 5	626.9 100	143.5 38	77.8 21	152.3 41	373.7 100
事業地2	146.2 45	137.3 42	40.5 12	324.0 100	47.9 18	61.2 23	153.9 58	263.0 100
事業地3	263.5 51	206.7 40	50.4 10	520.6 100	50.2 13	90.1 24	242.5 63	382.7 100
事業地4	407.2 68	164.7 27	30.9 5	602.7 100	15.5 4	91.1 24	277.3 72	383.9 100
事業地5	232.3 48	191.7 40	58.1 12	482.0 100	137.8 50	68.4 25	71.4 26	277.7 100
事業地6	213.6 43	188.7 38	91.8 19	494.1 100	113.0 33	48.0 14	184.3 53	345.4 100

注) %の計と内訳は四捨五入により端数処理しているため、必ずしも一致しない



第3図 各事業地の等級別の生産予測と生産結果

## 摘 要

林業事業体の経営効率化を目的として、地上レーザ計測器 OWL を活用し、森林資源調査業務の省力化と高精度化、生産予測の高度化を図った。その結果、省力化と高精度化が確認できた。次に、得られた高精度情報から立木毎に原木の径級、等級を 1 本単位で生産予測を行う施業提案作成システムを（株）アドイン研究所と共同開発し、皆伐事業地で検証した。生産予測は林業事業体毎の採材やバイオ材集材の考え方の違いや、台風等の被害状況に基づいて歩留で調整する必要があるが、材積と原木本数の歩留は近似であった。一方、曲りで評価する等級予測の精度は低く、精度向上には地上レーザ計測器本体の高精度化とシステム改善が必要である。

## 引用文献

- 千葉幸弘. 2017. 地上レーザ計測による森林調査のこれから. 森林科学 80 32-35
- 日本林業調査会. 1970. 林野庁計画課編. 立木幹材積表 西日本編 61-93
- 佐渡靖紀. 2005. 長伐期施業に対応する森林管理技術の開発-山口県スギ・ヒノキ人工林樹幹細り表の作成. 山口県林業指導センター試験報告第 18 号 1-26

## 山口県における新規就農者（自営就農者）の就農実態・課題の解明

尾崎 篤史・西 美弥子・高橋 一興\*

Elucidating of the Actual Conditions and Challenges of Farming among  
New Farmers (Self-employed New Farmers) in Yamaguchi Prefecture

OZAKI Atsushi, NISHI Miyako and TAKAHASHI Kazuoki

Abstract: We surveyed and interviewed farmers who started their agricultural work in Yamaguchi Prefecture. Regarding support for new independent farmers, 'securing farmland' was identified as the most crucial aspect. During the initial stages of farming, the main challenge was 'acquiring cultivation techniques.' Farmers who had not established businesses expressed difficulties related to 'community customs' and 'local interactions.' As they entered the business development stage, addressing management-related issues became critical.

Keywords: securing farmland, acquiring cultivation techniques, management-related issues  
キーワード：農地確保、栽培技術習得、経営的課題

### 緒言

山口県では「担い手支援日本一」と称し新規就農支援に注力しており、2015年以降毎年100名以上が就農している。その中には経営確立に苦勞しているケースもあり、課題解決に向けた効果的な支援策の構築が求められている。江川によると、新規就農者（独立就農）は有形・無形の経営資源の確保が短期間で行われるため、就農準備期では新規参入者には高い資質が、受け入れ側には効率的な就農支援体制が必要となることを指摘している（江川, 2000）。そこで本研究では、新規就農者（以下「就農者」）実態調査を通じて就農者の実態・課題を解明し、支援が必要な項目を整理した。就農支援に求められる対応については考察で述べる。

本研究を実施するにあたり、調査にご協力いただいた就農者および支援機関の皆様に厚く感謝の意を表す。

### 材料および方法

#### 1 就農者へのアンケート調査

調査対象として「新規就農者に関する調査」（（公財）やまぐち農林振興公社）に掲載されている2008～2018年度自営就農者289名を選定し、アンケート調査を実施した。なお、自営就農者とは、①土地などを独自に確保し新たに農業経営を開始した者（独立自営就農者（以下「独立」））、または②親元（三親等内の親族含む）の農業経営を引き継いで農業経営を開始した者（親元就農者（以下「親元」））を示す。調査

\* 現 農業振興課

## 結果および考察

項目は「基本属性」、「就農の経緯」、「就農後の経営状況」、「今後の経営展開」等である（第1表）。アンケートは2020年4月～6月に郵送方式で行い、144名から回答があった（回答率50%）。そのうち、就農時年齢が59歳以下の就農者123名<sup>注1)</sup>について分析し、就農実態や課題を明らかにした。また、就農者の経営確立<sup>注2)</sup>前の経営ステージを「就農時～就農初期段階」、経営確立以後の経営ステージを「経営確立～経営発展段階」と大別し、各経営ステージごとに「独立」と「親元」に分けて分析を行った。

注1) 就農時年齢60歳以上の21名のうち18名は周防大島町の就農者かつ売上1位作目が果樹のため、当該階層は地域や就農タイプ、作目等のバイアスを強く受けると判断し、本分析から除外した。

注2) 本稿における「経営確立」とは、「農業所得で生計が成り立つ状況」のことを指す。

## 2 就農者および支援機関への聞き取り調査

就農者の就農時～経営発展段階に生じる課題について解明するため、本県の複数の地域からトマトで就農した就農後5年程度就農者5名と、当該地域の支援機関（市町、県、JA）担当者を選定し、対面方式による聞き取り調査を行った。調査項目は、就農者に対しては「就農前～現在の取組事項・課題」、「経営発展に伴う課題」、「必要な支援策」等、支援機関に対しては「支援状況」、「支援上の課題」等である。

## 1 就農時～就農初期段階

### 1) 農地確保

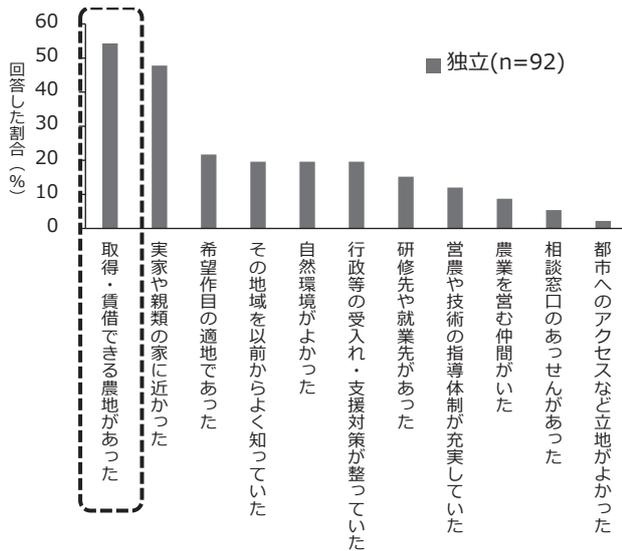
「独立」の就農地選択では、就農環境や支援体制よりも農地が確保できることが優先されている（第1図）。就農時にも「独立」は農地確保に最も苦勞している（第2図）。したがって「独立」の就農支援では農地確保が最重要であるといえる。しかし、支援機関にとっても農地確保は課題となっている。その大きな要因は、「優良農地の情報が得られない」とことと、農地情報が得られたとしても「地権者の理解が得られない」とことである（第2表）。このため就農者は、個人的な人間関係を頼りに農地を確保しているケースが多い（第3表）。

この点について高橋は、農地確保における取引コストとして「ほ場の情報収集コストが高い」とことと「取引相手が契約にしたがうことの不確実性に由来するリスクプレミアム<sup>注3)</sup>がある」とことを指摘している（高橋, 2010）。就農者がこれらの課題を乗り越えて農地を確保するためには、「農地情報提供者」および「地権者との仲介役」となれる就農地域の地元協力者が必要であると考えられる。

注3) 「リスクプレミアム」とは、標準よりも高いリスクに対して支払われる対価のこと（出典：デジタル大辞泉）。

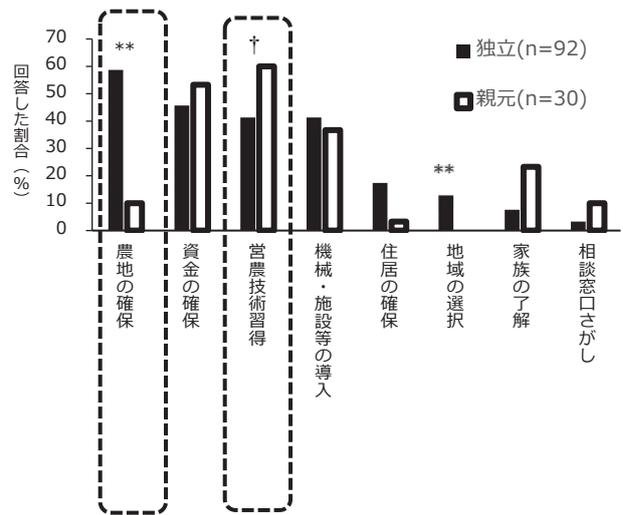
第1表 アンケート調査概要

	「新規就農者に関する調査」（（公財）やまぐち農林振興公社）」に掲載されている2008～2018年度就農者のうち、次に該当する就農者（289名）。
調査対象者	・ 独立自営就農者（土地などを独自に確保し新たに農業経営を開始した者） ・ 親元就農者（親元（配偶者の親含む）の農業経営を引き継いで農業経営を開始した者） 夫婦で共同経営を行っている場合はいずれか一人が回答。夫婦がそれぞれ独立して経営を行っている場合はそれぞれ回答。
主な調査内容	・ 基本属性（年齢、性別、就農年、就農場所、就農前居住地、家族、就農タイプ（独立・親元）、配偶者、給付金等） ・ 就農の経緯（就農地選択理由、就農時の苦勞、就農前研修の状況、就農時の資金調達） ・ 就農後の経営状況（経営規模（1年目・現在）、経営作目、農業売上及び所得、農業従事者数、就農時売上目標達成度、生計成立状況、営農課題（経営・生活）等） ・ 今後の経営展開等（今後5年の展開、自営就農のために有効な支援策）
調査方法	農林総合技術センターから対象者に調査票を直接郵送、本人からセンターに直接返送。
調査期間	2020年4月～6月
回答者	144名（回答率50%）



第1図 就農地の選択理由

注) 3つまで回答できる設問の結果を示している



第2図 就農時に苦労したこと

注1) 3つまで回答できる設問の結果を示している

注2) \*\*, †はカイ二乗検定により 1%、10%水準で有意差あり

第2表 支援機関による農地確保の状況

支援機関	優良農地確保の状況		地権者の状況
	優良農地	空地農地の特性	
A市	所有者が手放さない	優良農地の条件を満たしていない	
C市	地元農家や法人が集積済		地権者は就農者に貸すのをためらう
D市	地域内で継承される	優良農地の条件を満たしていない	知らない人に農地を譲るのは抵抗ある人もいる

支援機関への聞き取り調査結果をもとに筆者作成

※ 「優良農地」とは、「用水確保」「排水性」「日照」「面積」「風あたり」「近隣との関係性」「就農者住居からの距離」等の条件が一定程度満たされる農地のことをいう

第3表 農地確保の状況

就農者	農地確保の方法		農地確保に関する支援機関へのコメント
	支援機関	地元仲介者	
V氏	—	前職（農業関係）上司の紹介	・支援機関では優良農地の情報は得られなかった ・優良農地を確保したければ自分で探す以外ないと感じた
W氏	—	現地研修先の部会生産者が仲介	地権者との直接交渉は難しい 仲介者の支援が必要である
X氏	—	偶然知り合った人の紹介（就農地域関係者）	支援機関では確保できなかった
Y氏	—	農大担当者の紹介（就農希望地域出身）	支援機関では確保できなかった
Z氏	市に相談 JA・部会生産者の協力により確保（親族が支援機関職員）		農地確保は支援機関に一任した

就農者への聞き取り調査結果をもとに筆者作成

## 2) 施設整備

「独立」・「親元」とともに機械・施設等の導入に苦労しており（第2図）、機械・施設整備に対する支援が求められている（第4表）。

施設整備を行った就農者は、自身の営農スタイルにあった施設の仕様を選択するにあたり、既存生産者の助言が参考になったと評価している。また、就農者の施設整備に対する知識不足に起因する損失や施工業者とのトラブルが生じている（第5表）。

施設整備方法は「新設」と「遊休施設継承」があり、それぞれにメリット・デメリットがある（第6表）。支援機関においては、「新設」では「農地確保～施設整備」に一定の期間が必要となるためその期間と就農時期との調整が難しいこと、「遊休施設継承」では常に施設所有者の最新の意向を把握する必要があるため

細やかな情報収集が求められることが課題となっている。

第4表 自営就農のためにあるとよい支援策等

自営就農のためにあるとよい支援策等	件数	(%)
<b>機械・施設取得に対する支援（リース料助成等含む）</b>	<b>70</b>	<b>61.9</b>
使用目的を限定しない助成金	48	42.5
<b>遊休施設・機械等の斡旋・紹介</b>	<b>35</b>	<b>31.0</b>
農地確保に対する支援（リース料助成等含む）	34	30.1
住宅の斡旋（家賃補助含む）	29	25.7
農家・法人での研修強化	24	21.2
生産者、異業種との交流の促進	17	15.0
農業大学校等、研修機関での研修強化	16	14.2
関係機関等からの経営改善アドバイス	12	10.6
就農相談会や現地見学会の充実	10	8.8

注1) データは課題として選択した就農者の件数および割合を示す

注2) 回答者数113名

第5表 施設整備の状況

就農者	整備方法	整備時の発生トラブル・課題
V氏	・業者施工 ・普及指導員に相談	・施工業者は競合相手不在で価格交渉不可
W氏	・自家施工 ・研修中に部会生産者のハウスを見学し助言を受け仕様を決定 ・前職（農業関係）の経験や複数産地を回り良い点を反映	・ハウス建設費以外の費用を見落としていた（付帯の電気工事、整地費用等） ・将来の規模拡大を見越した資材購入や暗渠整備費用等は補助対象外となった
X氏	・ハウス：業者施工 ・土地：自家施工 ・先輩農家からの「通勤農業なら自動化は必須」との助言をもとに、事業対象外の自動装備を自己資金で整備	・見積書の不備を見抜けなかった（連棟希望なのに単棟仕様、自動制御なのに制御盤がない等） ・工期が半年伸びたため計画した作目の作付ができなかった ・ハウスの天井被覆資材を更新期間前に張り替えてしまった ・施設整備方針について支援機関と意見が合わず自動装備が補助対象外となった
Y氏	・業者施工	・送水ポンプの水圧不足で均一に灌水できず、売上が計画の半分になった。追加工事が必要となり自己資金で対応した。
Z氏	・中古施設継承	-

就農者への聞き取り調査結果をもとに筆者作成

第6表 異なる施設整備方法に対する就農者等の評価

施設整備	新設		遊休施設継承	
	就農者	支援機関	就農者	支援機関
利点	・仕様・規模等を自由に決定できる		・初期投資を抑制することができる	・就農者の希望するタイミングで就農できる
課題	・多額の投資必要	・就農者が、施設整備期間に研修受講や仮営農等ができるよう、対応が求められる	・好条件の遊休施設を確保するのが難しい ・老朽化で移設困難な場合が多い ・居抜きで就農する場合、土壌病害リスク有 ・賃借の場合、営農継続への懸念がある ・経営規模が遊休施設の規模に制限される ・施設の仕様や強度が栽培方法を制限する 場合がある	・施設所有者への継続的な情報収集が必要 ・産地としては現状維持はできても、拡大はできない

就農者および支援機関への聞き取り調査結果をもとに筆者作成

係の構築が重要であると考える。

### 3) 営農に必要な技術の習得

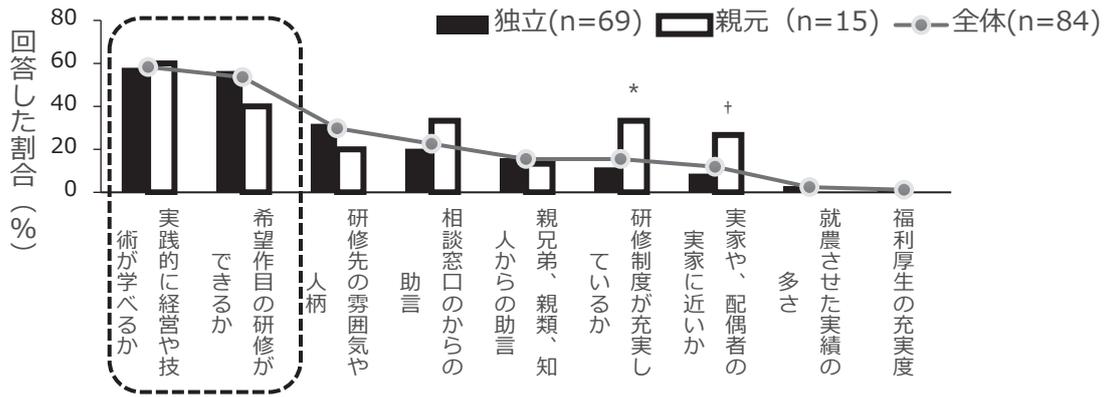
「独立」・「親元」とともに、研修先の選択では「希望作目の研修ができること」、「実践的に経営技術が学べること」を重視している（第3図）。また、就農前研修では「栽培管理」と「経営管理技術」をもっと学んでおけばよかったと感じている。「親元」では、特に「経営計画の策定・経営マネジメント」が課題となっている（第4図）。

就農者は、既存生産者に相談することで直面する栽培技術面の課題解決を図っている（第7表）。就農者の栽培技術習得においては、江川が指摘する「研修先の確保・育成」（江川，2012）に加え、就農者が気軽に就農地域の既存生産者に相談ができるような人間関

### 4) 資金の確保

「就農1年目までの営農経費（生活費除く）」350万円（中央値、以下同）に対し「自己資金（営農資金）」は150万円で200万円のマイナスとなっている。これは、「自己資金（生活資金）」100万円と「1年目の農産物売上高」125万円を合わせて賄える水準である。特に「就農年数3年以下」、「就農時年齢29歳以下」の階層で自己資金額が低い傾向がみられる（第8表）。

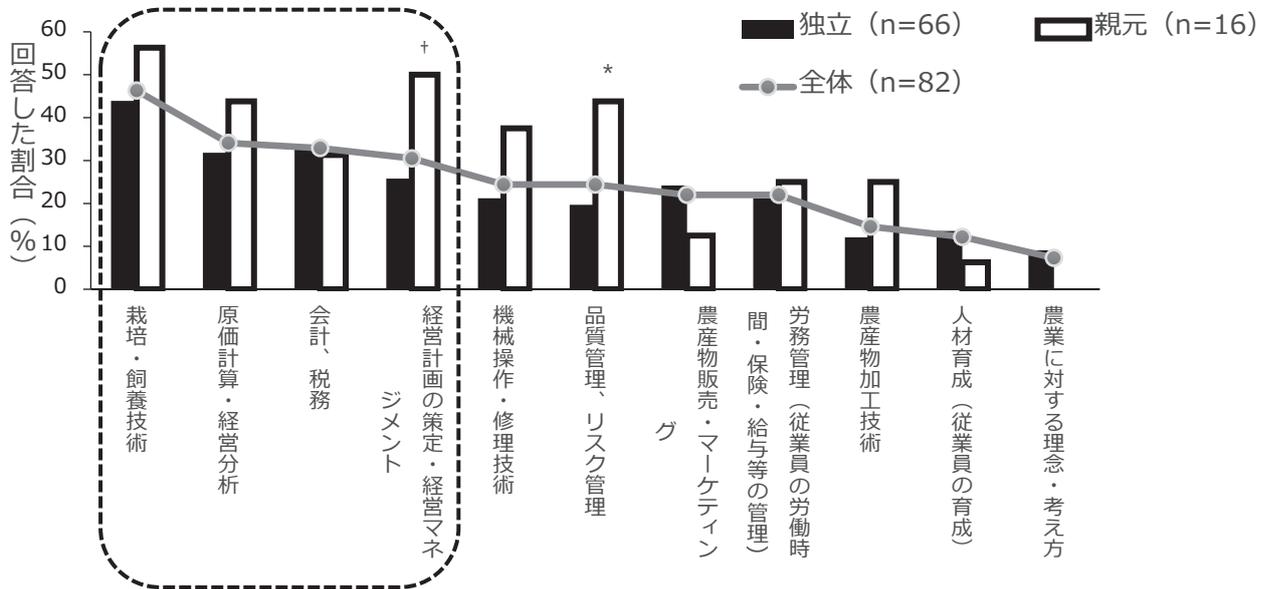
就農者の65%は農業所得で生計が成り立っておらず、同18%は成立の目途すら立っていない。また、「親元」では「独立」と比較して、「農業所得で生計が成



第3図 就農前の研修先選びで重視したこと

注1) 3つまで回答できる設問の結果を示している

注2) \*、†はカイ二乗検定により5%、10%水準で有意差あり



第4図 就農前の研修でもっと学んでおけばよかったと思うこと

注1) 複数回答できる設問の結果を示している

注2) \*、†はカイ二乗検定により5%、10%水準で有意差あり

第7表 栽培技術習得の状況

就農者	通常時	課題発生時
V氏	本やネットで情報収集	部会生産者に相談
W氏	本やネット・前職(農業関係)関係者から情報収集	部会生産者に相談
X氏	独学	先輩農家、資材業者、農林総合技術センターに相談
Y氏	現地研修先、農大同期に相談	同左
Z氏	部会生産者に教えてもらう	同左

就農者への聞き取り調査結果をもとに筆者作成

り立っている層」と「成立の目途が立っていない層」の割合が共に高く、二極化が進んでいる(第5図)。

農業所得で生計が成り立っていない就農者の生計補填方法を見ると、独立就農では「次世代人材投資資金(旧青年就農給付金、以下「給付金」)」が、親元就農では「農業以外の収入等(家族分含む)」が最多であった(第6図)。なお、「給付金」の受給状況については、独立の92%が「開始型」を受給しているのに対し、親元は「受給していない」が過半を占めた(第7図)。

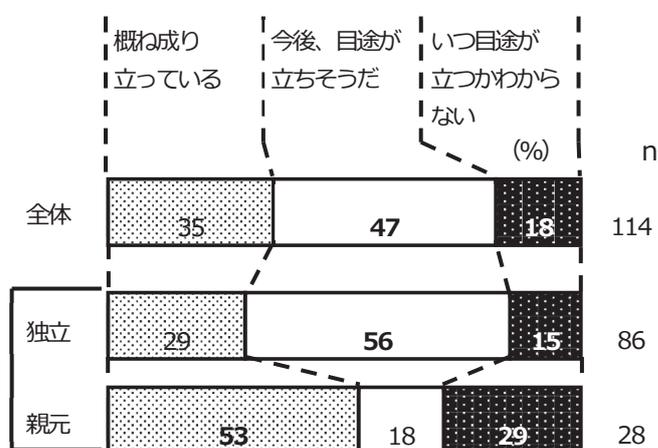
生計の成立時期を見ると、農業所得で生計が成立している就農者の生計成立年は中央値で4年目であっ

第8表 就農1年目までの経費および資金

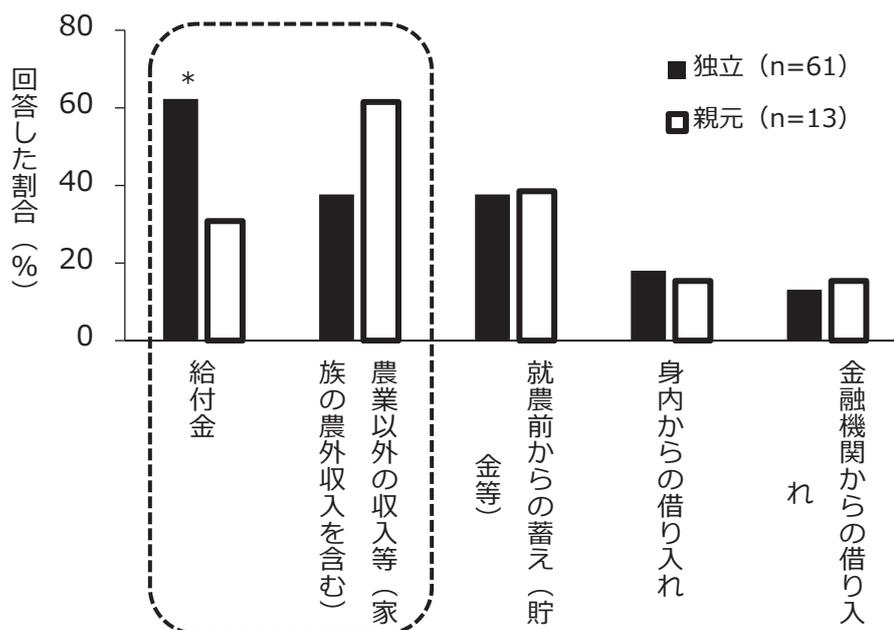
(万円)

アイテム カテゴリー	件数	①1年目までの営農 経費（生活費除く）		②自己資金 （営農資金）		②-① 中央値	自己資金 （生活資金）		1年目 農産物売上高	
		平均値	中央値	平均値	中央値		平均値	中央値	平均値	中央値
		全体	110	489	<b>350</b>	232	<b>150</b>	<b>-200</b>	159	<b>100</b>
就農 タイプ	83	512	370	227	135	-235	159	100	137	120
独立	27	420	250	247	150	-100	158	110	311	213
親元	26	528	385	191	<b>60</b>	-325	196	<b>85</b>	237	135
就農後 経過年数	30	451	225	242	200	-25	151	100	252	138
4,5年	25	509	400	250	100	-300	160	120	252	200
6,7年	27	423	300	233	150	-150	130	150	164	100
8年以上	30	389	200	161	<b>70</b>	-130	76	<b>50</b>	184	120
就農時 年齢	45	564	400	284	150	-250	156	120	213	145
30~39歳	26	455	200	211	200	0	232	135	281	110
40~49歳	7	361	300	256	50	-250	416	150	337	70
50~59歳	8	449	430	227	75	-355	148	150	359	350
1年目 売上1位 作目	25	329	280	204	200	-80	148	100	128	100
露地野菜	29	545	400	258	150	-250	153	100	230	194
施設野菜	29	532	200	224	110	-90	191	150	310	120
果樹	7	790	1,000	320	135	-865	214	100	175	76
肉用牛繁殖										

注) 4件以下のカテゴリーについては省略した

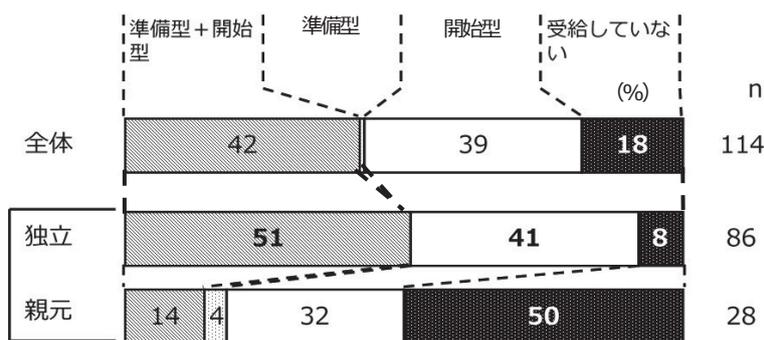


第5図 農業所得による生計成立の状況

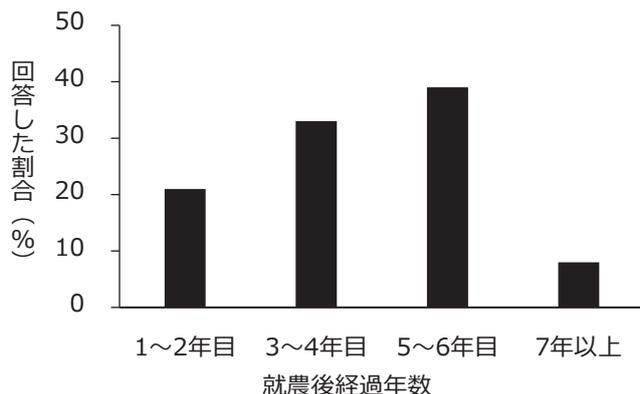


第6図 生計の補填方法

注) \*はカイ二乗検定により 5%水準で有意差あり



第7図 給付金の受給状況



第8図 生計が成り立った時期

第9表 今後生計成立目途のある就農者における、生計が成り立つまでの年数

		件数	平均	中央値
就農タイプ	全体	53	2.9	2.0
	独立	48	2.9	2.0
	親元	5	3.4	3.0

た(第8図)。また、農業所得で生計が成り立っていない就農者のうち、「今後成立の目途あり」と回答した就農者の就業年数は4年目で、成立予定時期は「2年後」であった(第9表)。就農4年目ごろが経営を振り返り、対策を検討することが重要である。

## 2 経営確立～経営発展段階

### 1) 経営確立を阻む要因

「生計成立状況」と就農時に立てた「農産物売上高目標の達成度(以下、目標達成度)」には有意な関連がみられた(第10表)。そこで、目標達成度の中央値である70%を達成できている者(以下、目標達成度70%以上)とそうでない者(以下、目標達成度70%未満)を比較したところ、「経営面」と「生活面」において次に述べるように経営確立上の課題があることが明らかになった(第9図、第10図)。

#### (1) 経営面の課題

目標達成度70%未満では「所得」、「生産量」、「売上」、「運転資金」を課題と認識しており、その背景には「時間管理」、「経営計画」、「計画段取り」等の課題がある。経営計画や作業体系の見直し、作業効

率化等に対する支援・指導が必要である(第9図)。

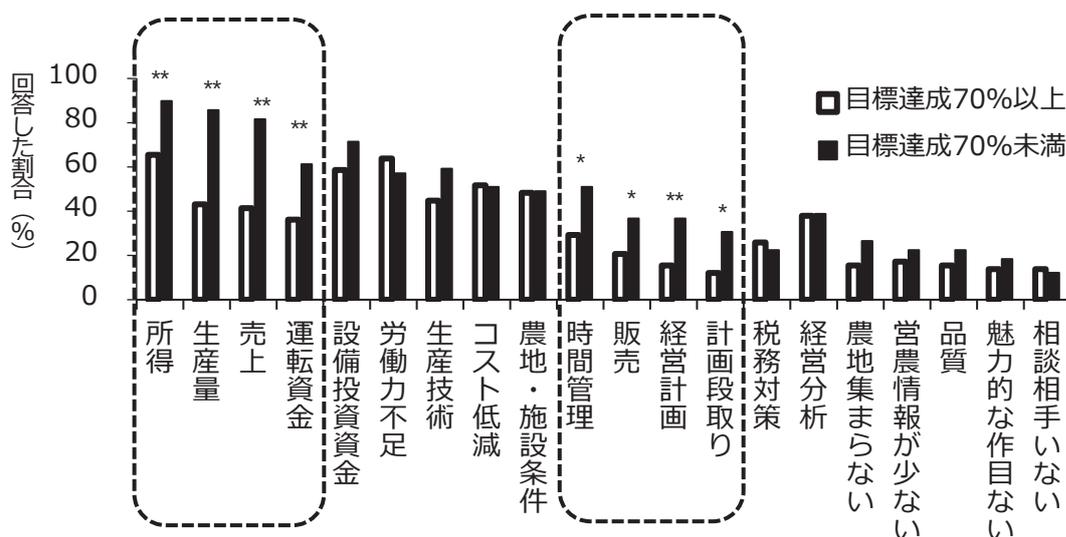
### (2) 生活面の課題

生活面では、全体的に「休暇がとれない」、「健康不安」を課題と感じている就農者の割合が高い。また、特に目標達成度70%未満は「集落のしきたり」や「地域づきあい」を負担に感じている(第10図)。支援機関は、就農者への地域づきあいに対する理解醸成だけでなく、就農者の負担に対して地域住民が一定程度配慮する等、就農者の状況に対する地域住民の理解醸成にも取り組むことが重要である。

第10表 農業所得による生計の成り立ちと就農時の売上目標達成度の関係

	件数	就農時の売上目標達成度		
		平均値 (%)	中央値 (%)	標準偏差
全体	111	69.5	70	36.3
成立	40	86.6 a	80	31.6
目途あり	52	60.5 b	60	25.3
目途なし	19	58.5 b	50	55.4

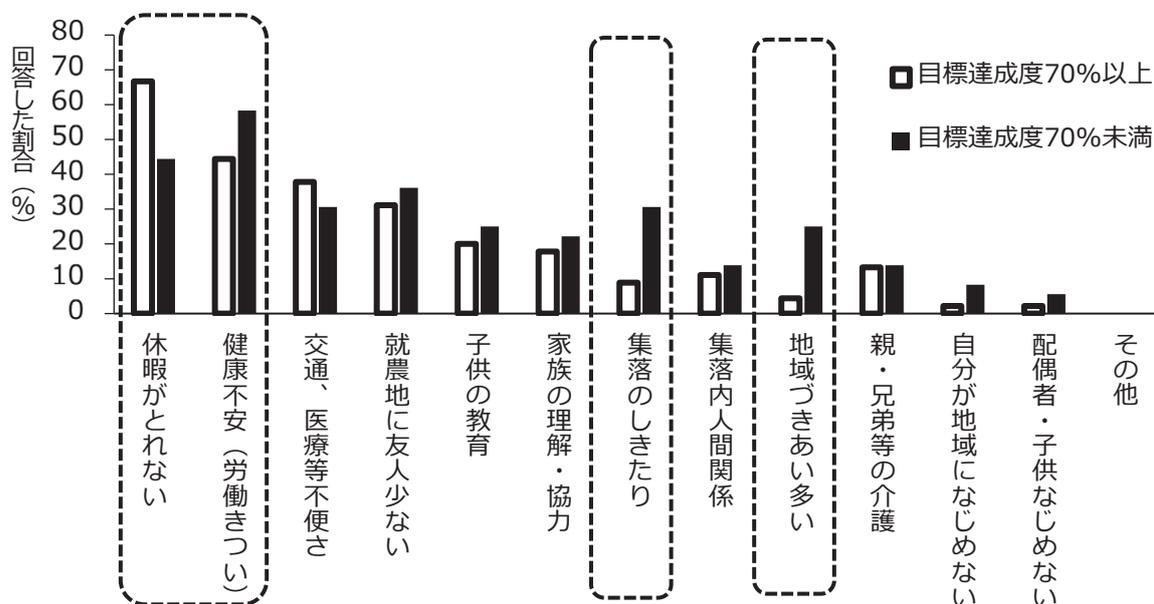
注) アルファベットの異なる水準はTukey法による多重比較の結果、0.1%水準で有意差あり



第9図 就農時の売上目標達成度別の経営面の課題

注1) データは課題として選択した就農者の割合を示す

注2) \*\*, \*はカイ二乗検定により 1%、5%水準で有意差あり



第10図 就農時の売上目標達成度別の生活上の課題

## 2) 経営発展に伴う課題の推移

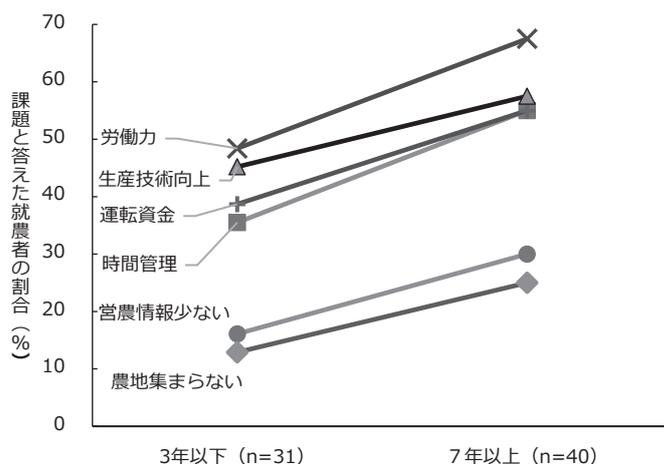
就農者が直面する課題のうち、就農当初は「栽培技術」が、5年程度経過後は「経営的課題」と「生活面の課題」が重要課題となっている。しかしながら就農者は、経営技術習得については「指導を受けていない」または「学ぶ余裕がない」と回答しており、就農後の経営技術習得が課題である。就農者の支援機関に対する要望にはバラつきがあるが、これは鈴村が「農業経営に対する支援策は個々の経営能力や経営ステージに応じたものとするべきである」（鈴村, 2016）と指摘しているとおり、各人の状況や経営発展ステージが異なることに起因するものと推測される（第11表）。

経営面の課題については、就農後3年以下と7年以上を比べると、就農後年数が多い方が「時間管理」、「労働力」、「運転資金」、「農地確保」等が課題と回答する割合が高くなる傾向がある（第11図）。また、目標達成度70%以上では、人材育成に対する研修を求めている（第12表）。これらは、経営発展に伴い重要性が増す課題と言える。そこで、経営拡大に伴い重要課題がどのように推移するのか、聞き取り調査を行った。その結果、経営拡大に伴い「農地確保」、「時間管理」、「雇用管理」、「人材育成」、「労務管理」、「経営安定」の順に課題が推移することがわかった（第13表）。

第11表 経営発展に伴う課題の推移

就農者	重要課題		経営技術	経営面に関する
	就農時	現在（就農後5年程度）	習得状況	支援機関への要望
Z氏	栽培管理 作業計画	規模拡大に伴うワークライフバ ランスの変化	指導は受けていない	経営判断材料となる情報提供 （他産地状況、市況等）
W氏	栽培技術	雇用導入したい	指導は受けていない 学ぶ余裕がない	経営状況を支援者に 開示することに抵抗有
Y氏	栽培技術	雇用導入したい ワークライフバランス	-	-
X氏	栽培技術	雇用管理	学ぶ余裕がない	繁忙期以外の時期の研修開催
V氏	-	経営分析	指導は受けていない 経営分析する時間ない	技術面より経営面の 指導をしてほしい

就農者への聞き取り調査結果をもとに筆者作成



第11図 経営面の課題と就農年数との関係  
注) 3年以下と7年以上で変化の大きい項目のみ抽出

第12表 就農時の売上目標達成度別の今後受けたい研修内容

研修内容	件数			割合(%)			P値	判定
	全体	目標達成度 70%未満	目標達成度 70%以上	全体	目標達成度 70%未満	目標達成度 70%以上		
全体	123	49	62					
栽培・飼養技術	53	19	30	43.1	38.8	48.4	0.311	
農産物販売・マーケティング	42	19	20	34.1	38.8	32.3	0.475	
会計、税務	42	15	23	34.1	30.6	37.1	0.475	
機械操作・修理技術	38	17	19	30.9	34.7	30.6	0.651	
農産物加工技術	31	15	14	25.2	30.6	22.6	0.339	
経営計画の策定・経営マネジメント	31	12	15	25.2	24.5	24.2	0.971	
原価計算・経営分析	31	10	18	25.2	20.4	29.0	0.299	
品質管理、リスク管理	27	12	15	22.0	24.5	24.2	0.971	
<b>人材育成（従業員の育成）</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>19.5</b>	<b>8.2</b>	<b>30.6</b>	<b>0.004</b>	<b>**</b>
労務管理（従業員の労働時間・保険・給与等の管理）	20	5	14	16.3	10.2	22.6	0.086	
農業に対する理念・考え方	16	6	9	13.0	12.2	14.5	0.728	

注1) データは課題として選択した就農者の件数および割合を示す

注2) \*\*はZ検定により1%水準で有意差あり

注3) 「全体」の中には、就農時の売上目標達成度を回答していない者も含まれる

策が異なると考える（第12図）。各段階で求められる対応は以下のとおりである。

### 3 小括

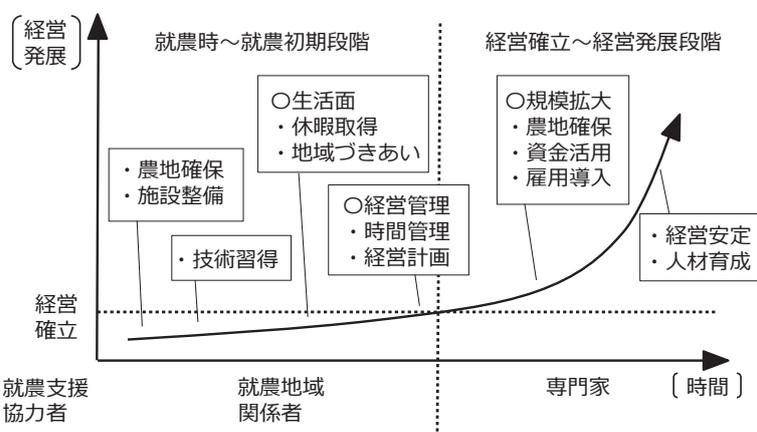
以上のことから、「就農時～就農初期段階」と「経営確立～経営発展段階」では生じる課題や必要な支援

#### 1) 就農時～就農初期段階

第13表 経営拡大に伴う課題の推移

経営発展 ステージ	就農者	雇用 状況	規模 拡大	規模拡大時の課題	
低い	X氏	未導入	未	農地確保	既存農家が離農しないと規模拡大できない
	W氏	未導入	済	時間管理	規模拡大に伴う栽培管理の遅れによる収量減
				雇用導入	雇用導入したいが通年雇用できない (近隣に人がいない、冬仕事ない)
	Z氏	パート 雇用済	未	雇用管理	各作業における適正要員の判断
高い	Y氏	パート 雇用済	済	人材育成	管理作業できる人材の育成
				雇用管理	雇用導入に伴う休憩所・トイレ整備
	V氏	正社員 雇用済	済	人材育成	管理作業を人に任せるか検討中
				経営分析	規模拡大の費用対効果の分析・判断
				労務管理	労務管理事務が負担
				経営安定	人件費を賄える経営の黒字化・安定化

就農者への聞き取り調査結果をもとに筆者作成



第12図 重要課題の時系列変化

就農時～就農初期段階では、「生産基盤整備（農地確保、施設整備）」、「生産技術向上」が主要課題となる。これらの課題解決には、地域関係者の理解協力が重要である。この点について江川は研修先の育成の重要性を指摘しており（江川，2012）、熊本県では受入農家の交流による指導法の共有が図られている（熊本県就農支援機関協議会）。支援機関は、地域関係者による農地の斡旋、就農前研修中に現地生産者の施設見学や仕様について意見交換する機会を設ける、就農後も就農者が相談しやすい人間関係を構築する等、課題ごとに地域関係者の協力を得ながら支援を進めることが就農者の定着と経営安定に不可欠である。

## 2) 経営確立～経営発展段階

経営発展ステージが進むにしたがって、経営確立・拡大におけるボトルネックが「生産技術」から「経営管理技術」に移行する。このため、経営確立～経営発展

段階では経営的課題への支援が重要となる。就農者は経営的課題について認識はしているため、支援機関においては各種研修や支援制度の情報提供を行う等、就農当初より経営技術習得に向けたきっかけづくりを行うことが重要である。

経営的課題への支援においては、専門家による対応が必要な場合がある。就農者の状況によって課題は異なるため、支援機関には就農者との対話を通じて支援が必要な課題を見定め、それに応じた専門家派遣制度の活用を提案する等の役割が求められる。

親元就農では、親の経営も含めた経営管理や経営継承に対する支援が必要となる。例えば、親元就農では労働力に対する事業規模のバランスが悪くなりやすいことが指摘されている（山本，2011）。現状の経営規模で子が就農した場合、一時的に労働力が過剰となるが、将来親が引退すればその分労働力は減少する。こうしたことをふまえて規模設定や労働力確保を検討す

る必要がある。就農者としての経営発展過程、イエの経営発展ステージ、子と両親のライフステージそれぞれを見据えた経営計画の策定が求められる。

究. 82 : 172 - 185.

山本淳子. 2011. 農業経営の継承と管理 p25. 農林統計出版.

## 摘 要

本稿では、山口県内の就農者を対象として行ったアンケート調査および聞き取り調査の結果をもとに分析を進めてきた。得られた知見を整理すると以下のとおりである。「独立」の就農支援では「農地確保」が最重要である。「就農初期段階」では「栽培技術習得」が課題となる。就農者が地域の既存生産者に気軽に相談できる関係性を構築するよう支援することが、結果的に就農者の早期技術習得につながる。経営の確立に至っていない就農者は「集落のしきたり」、「地域づきあい」を負担に感じている。支援機関は、就農者受入に対する地域住民の理解を醸成することが重要である。「経営確立～経営発展段階」においては経営的課題（労働力、時間管理、運転資金等）が重要となる。ただ、就農者の経営状況によって必要な支援は多様であり、就農者が自身の課題を理解していない場合もある。そのため、支援機関は就農者との対話を通じて課題を見極め、専門的な課題の場合は専門家派遣制度を提案する等の支援を行うことが望ましい。

## 引用文献

江川章. 2000. 農業への新規参入. 日本の農業 あすへの歩み. No. 215. 一般財団法人農政調査委員会. 東京

江川章. 2012. 多様化する新規就農者の動向と就農支援の取組体制. 農林金融. 65 (11) : 732 - 745. (株)農林中金総合研究所. 東京

NPO 法人 熊本県就農支援機関協議会「知って助かる 就農研修受入ガイドブック」

<https://www.kuma-farm.jp/wp/wp-content/themes/project2020/assets/media/sitetasukaru-guidebook.pdf>

鈴木源太郎. 2016. 農業経営管理能力水準に応じた経営支援策に関する分析. 農業経営研究 .54 (2) : 27 - 39.

高橋大輔. 2010. 農地流動化と取引費用. 農業経済研

# 山口県農林総合技術センター研究報告投稿規程

平成 21 年 6 月 1 日制定

平成 25 年 2 月 1 日改正

平成 26 年 7 月 16 日改正

令和元年 7 月 8 日改正

令和 4 年 6 月 16 日改正

## 1 目 的

山口県農林総合技術センター研究報告（以下「研究報告」という。）および山口県農林総合技術センター特別研究報告（以下「特別研究報告」という。）に係る投稿の取り扱いについては、この規程に定めるところによる。

## 2 著 者

(1) 著者は、山口県農林総合技術センターの研究職員または当センターの研究職員であった者に限る。ただし、前記以外の者であっても共同研究者を著者に含むことは差しつかえない。

(2) 著者として掲載されるためには、日本学術振興会「科学の健全な発展のために」の中で例示された四つの基準を満たさなければならない。

ア 研究の構想・デザインや、データの取得・分析・解釈に実質的に寄与していること。

イ 論文の草稿執筆や重要な専門的内容について重要な校閲を行っていること。

ウ 出版原稿の最終版を承認していること。

エ 論文の任意の箇所の正確性や誠実さについて疑義が指摘された際、調査が適正に行われ疑義が解決されることを保証するため、研究のあらゆる側面について説明できることに同意していること。

## 3 論 文

(1) 著者は「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン（文部科学省平成 26 年 8 月 26 日）」の主旨をよく理解し、公正な研究活動で得られた研究成果を研究報告に取りまとめるものとする。

(2) 研究報告に投稿できる論文は、山口県農林総合技術センター試験研究評価実施要領に規定する中間内部評価または事後内部評価において成果の取り扱いを研究報告とされた課題（以下「研究報告課題」という。）および受託試験事業で受託した課題（以下「受託課題」という。）についてとりまとめた報文または短報とする。論文は未発表のものに限り、2重投稿は厳に禁止する。

ただし、学会などにおいて口頭・ポスター発表したもので、別途発表していないものはこの限りでない。

(3) 投稿できる期限は原則として、研究報告課題については評価を受けた年度の翌々年度、受託課題については課題が終了した年度の翌々年度までとする。

(4) 短報は、報文にまとめ得ないが速やかに発表すべき内容を持つもので、分割報告の形式はとらない。研究が完成した場合の再掲載は妨げない。

(5) 特別研究報告に投稿できる論文は、完了した試験研究課題の成果を総合的にとりまとめた報文一編で博士論文相当のものとする。

#### 4 原稿の作成及び提出

- (1) 研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。その論文のページ数は、図表を含め原則として原稿 10 ページ以内とし、短報は 2 ページとする。
- (2) 研究報告に投稿する論文は、担当編集委員の校閲を受けた上で、編集委員会で定めた日までに編集委員会事務局に提出しなければならない。
- (3) 特別研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。
- (4) 特別研究報告に投稿する論文は、随時編集委員会事務局へ提出できる。

#### 5 投稿された論文の掲載採否及び順位

- (1) 研究報告は、編集委員会において投稿された論文の掲載採否及び順位の案を作成し、農林総合技術センター所長（以下「所長」という）が決する。
- (2) 特別研究報告は、編集委員会において投稿された論文の採否の案を作成し、所長が決する。

#### 6 校正及び印刷

- (1) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文は、編集委員会が必要と認めた場合、著者に原稿または図・表の校正を要求し、あるいは説明を求めることができる。
- (2) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文の著者による校正は原則として初校のみとし、文章、図・表の変更や追加は原則として認めない。
- (3) 研究報告に投稿された論文は、編集委員会でその内容に基づき報文と短報の区分替えを行うことができる。

#### 7 その他

この規程に定めるもののほか、研究報告および特別研究報告について必要な事項は編集委員会で別に定める。

#### 附則

- 1 平成 25 年 2 月 1 日改正は平成 25 年 4 月 1 日から施行する。
- 2 平成 25 年 7 月 16 日改正は平成 26 年 8 月 1 日から施行する。
- 3 令和元年 7 月 8 日改正は令和元年 8 月 1 日から施行する。
- 4 令和 4 年 6 月 16 日改正は令和 4 年 7 月 1 日から施行する。

山口県農林総合技術センター研究報告編集委員会  
Editorial Board

編集委員長  
Editor in Chief

中川 浩二  
NAKAGAWA KOJI

編集委員  
Editors

金子 和彦  
KANEKO Kazuhiko

田戸 裕之  
TADO Hiroyuki

白石 一剛  
SHIRAIISHI Kazuyoshi

増富 義治  
MASUTOMI Yoshiharu

村上 正徳  
MURAKAMI Masanori

中谷 幸穂  
NAKATANI Sachiko

秋友 一郎  
AKITOMO Ichiro

---

山口県農林総合技術センター研究報告  
第 15 号

発行日 令和6年（2024年）3月

発行 山口県農林総合技術センター  
〒747-0004 山口県防府市牟礼10318  
TEL 0835-28-1211 FAX 0835-38-4115

---

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL  
AGRICULTURE & FORESTRY GENERAL TECHNOLOGY CENTER  
No.15

CONTENTS

1501	Key Characteristics of “Akiina” Expected as a New Rice Cultivar for Feed Use WATANABE Daisuke and JINNOUCHI Teruhisa	1
1502	Characteristics Analysis of House Management by Strawberry and Tomato Growers in Yamaguchi Prefecture and Development of Environmental Control Programs HARADA Kohsuke, SHIGEFUJI Yuji and TSURUYAMA Johshin	12
1503	Improving Efficiency of Forestry Management Using Ground Laser Measurement Systems Development and demonstration of a system for creating business proposals YAMADA Takanobu, MURAKAMI Masaru and KAWAMOTO Yutaka	24
1504	Elucidating the Actual Conditions and Challenges of Farming among New Farmers (Self-employed New Farmers) in Yamaguchi Prefecture OZAKI Atsushi, NISHI Miyako and TAKAHASHI Kazuoki	31