

島根農技研報
Bull. Shimane
Agric. Tech. Cent.

BULLETIN
OF THE
SHIMANE AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER
NO. 45
March 2018

島根県農業技術センター研究報告

第45号

平成30年3月

SHIMANE AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER
IZUMO, SHIMANE, 693-0035, JAPAN

島根県農業技術センター

島根県出雲市

島根県農業技術センター研究報告 第45号 (平成30年3月)

目 次

報 文

集落営農法人における新たな人材確保による地域資源管理と経営展開に関する研究	……………竹山 孝治・山本 善久 …… 1
ブドウ‘シャインマスカット’における新梢萎凋（芽萎え）症状の発生要因と対策	……………持田 圭介 …… 11
水稻‘つや姫’の肥効調節型肥料を用いた基肥一発施肥による葉色低下の要因と穂肥の効果	……………道上 伸宏 …… 21
米粒選別方法の違いが島根県産米の品質および食味に及ぼす影響	……………田中 亙・福間 康平 …… 29
フラボノール高含有クワ新品種‘蒼楽’の育成	……………杉山 万里・勝部 拓矢・小山 朗夫 …… 37

Bulletin of the Shimane Agricultural Technology Center

No. 45 March 2018

CONTENTS

Original

Kouji Takeyama and Yoshihisa Yamamoto :

A Study on Conservation of Rural Resources and Direction by Recruitment
of New Human Resources in Group Farming Corporations 1

Keisuke Mochida :

Causes and Measures for Wilting of Shoots of the 'Shine Muscat' Grape Vines
..... 11

Nobuhiro Michiue :

Cause of the Leaf Color Drop in the Method of Single Fertilizer
Application Using a Controlled Availability Fertilizer and Effect
of Topdressing at Panicle Formation Stage for Paddy Rice 'Tsuyahime' 21

Wataru Tanaka and Kohei Fukuma :

Effects of Brown Rice Sort Methods on Quality and Eating Quality
of Rices Produced in Shimane Prefecture 29

Mari Sugiyama, Takuya Katsube and Akio Koyama :

Characteristics of a New Mulberry Cultivar, 'Soraku' with High Flavonol Content
..... 37

集落営農法人における新たな人材確保による 地域資源管理と経営展開に関する研究

竹 山 孝 治¹⁾・山 本 善 久¹⁾

A Study on Regional Resource Management and Business Development
by Securing New Human Resources in Group Farming Corporations

Kouji Takeyama¹⁾ and Yoshihisa Yamamoto¹⁾

I 緒 言

県内の集落営農法人では、構成員の高齢化の進行に伴って、新たな人材確保や畦畔除草をはじめとする地域資源管理が大きな課題となっている。こうした中で、園芸品目導入や加工・直接販売等による事業規模の拡大を図りながら、新たな人材を確保する動きが少しずつみられるようになってきた。

そこで、島根県農業技術センターでは、基礎的研究課題「集落営農組織の維持・強化に向けた人材確保手法に関する実態調査」(2014～2016年)の中で、園芸品目導入や加工・直接販売等による新たな人材確保事例について、県内の山間地域にある8法人を対象に聞き取り調査を行い、組織概要を含めた法人経営の全体把握を行うとともに、UIターン者を含めた新たな人材の就農形態を基に類型化を行った。なお、集落営農法人における新たな人材について、ここでは従来からの法人構成員を除く者とし、雇用就農した地元出身者、集落外出身者、農大(農林大学校)卒業生、構成員の家族などの他、自営就農志向や半農半X志向のUIターン者を含めることとした。また、畦畔除草における作業再委託方式について調査を行い、新たな人材の就農形態ごとに地域資源管理の特徴や動向を明らかにした。さらに、経営多角化の現状と新た

な経営展開について検討し、若干の知見を得たので、ここに報告する。

これらの調査の実施に協力頂いた集落営農法人の役員の方々をはじめ、農林振興センター農業普及部の担当者各位に深く感謝の意を表する。

II 調査方法

県内の山間地域において園芸品目導入や加工・直接販売等による新たな人材確保に取り組んでいる8法人を調査対象とし、2015年12月～2016年3月に各法人の役員へ聞き取り調査を行った。

本調査では、第1に、新たな人材の就農形態を基に類型化を行い、組織概要を含めた法人経営の全体把握を通じて、住居・農地の確保、法人業務への従事状況、賃金体系等の人材確保に向けた取り組み内容を整理した。第2に、畦畔除草の作業再委託方式について、新たな人材確保による負担軽減や方式の変化を明らかにするとともに、地代や畦畔管理手当の動向を含め地域資源管理の特徴や問題点について検討した。第3に、経営多角化の現状や水稻以外の売上高比率でみた経営多角化度合いを明らかにするとともに、新たな経営展開について検討した。

1) 総務企画部 企画調整スタッフ

Ⅲ 調査結果

1. 新たな人材確保事例での就農形態の類型化

1) 就農形態の3類型

調査対象の8法人において確保した新たな人材の就農形態については、自営就農型、半農半X型、雇用就農型の3類型に区分した。このうち、自営就農型は独立自営志向の新規就農者の受け入れ事例であり、雇用就農型は給料制による新規就農者の受け入れ事例である。

また、半農半X型は、農業と他の仕事を組み合わせた島根県独自の新規就農者受け入れ事例であり、その考えは塩見(2012)に基づく。なお、島根県ではこれら県独自の就農モデルを2010年から推進しており、2012年からは提唱者の了解を得て、半農半X支援事業に名称変更し、さらなる事業展開を図っている。その結果、県内の集落営農法人においても半農半X型での受け入れ事例が出てきており、既存研究においても、今後、半農半X型の新規就農者の受け入れ事例が増加する可能性が指摘されている。

例えば、今井(2012)は、集落営農法人の中には独立自営志向の新規就農者や半農半X志向の兼業就農者を受け入れる意向を持っている組織が多数存在することを指摘している。また、小田切(2014)は、UIターン者の移住後の職業について、従来は専門的農業就業を目指すものが多かったが、必ずしも農業のみではなくなってきたり、むしろ農業を含めた半農半X型が多数を占めていることを指摘している。

調査対象の8法人における新たな人材の就農形態について類型化を行った結果は、表1のとおりであり、自営就農型が1法人、半農半X型が3法人、雇用就農型が4法人であった。

2) 自営就農型の人材確保事例における取り組み内容

自営就農型のIターン者を受け入れているA法人の構成農家は、もともと24戸であったが、高齢死亡や後継者の他出(不在地主化)などによって18戸に減っていた。こうした状況の中で、A法人では、Iターン者2名に集落内のま

表1 園芸品目導入や加工・直接販売等による新たな人材確保事例の類型化(2015年)

	類型	人材	取り組み内容
A法人	自営就農型	Iターン者2名	自営就農は有機野菜栽培1名、有機米栽培1名 利用権設定は2人分で2.2ha、法人の水稲大豆部門での出役なし 空き家利用、改修費用は自治体補助金活用
B法人	半農半X型	Iターン者1名	雇用就農部分は法人の施設野菜部門の栽培管理(春～秋) 自営部分は畜産(羊は3月が出産期で12月～3月が忙しい) 羊を飼うための草地を借り入れ、空き家利用
C法人	半農半X型	Iターン者1名	法人の施設・露地野菜+水稲の作業に従事 自営部分はリースハウスでの野菜生産、公営住宅に入居 道の駅直売所での野菜・農産加工品販売
D法人	半農半X型	Uターン者1名	法人の施設野菜部門の担当+会計事務も担当 法人の水稲部門でのオペレーター出役+自営部分 地元スーパー産直コーナーでの農産加工品販売
E法人	雇用就農型	農大卒業生1名 集落外から2名	1名が野菜部門を主に担当、2名が水稲部門を主に担当 野菜部門の少量多品目生産での労働力確保、月給制 レストランとの提携・食材提供(農産物直売所併設)
F法人	雇用就農型	地元出身者2名	水稲オペレーターと野菜部門(施設・露地)にも対応 水稲作付面積拡大と経営多角化に伴う労働力確保、月給制 道の駅直売所での農産加工品販売
G法人	雇用就農型	農大卒業生1名	水稲・野菜(施設・露地)・農産加工の全部門に対応 生産品目拡大や加工原料確保での労働力確保、月給制 地元スーパー産直コーナーでの農産加工品販売
H法人	雇用就農型	集落内女性1名	花き部門担当+野菜部門・農産加工部門にも対応 野菜生産拡充や農産加工の開始に伴う労働力確保、時間給 スーパー産直コーナーでの少量多品目野菜販売

資料) 各集落営農型法人での聞き取り調査をもとに作成した。

とまった農地（水田 2.2ha）と住居（空き家 2 戸）を斡旋し、2011 年と 2012 年に法人の構成員として取り込み、調査時点での構成農家数は 20 戸となっている。I ターン者 2 名が有機野菜や有機米を栽培している水田の利用権設定については、水田所有者と法人が設定していたものを解除し、水田所有者と I ターン者が改めて利用権設定を行っている。

また、30 代と 40 代の I ターン者 2 名の住居については、集落内の空き家 2 戸を改修して利用している。I ターン者へ空き家を斡旋するための所有者との交渉については、法人で行っており、台所やトイレなどの改修費用は自治体の補助金を活用しており、家賃はいずれも月 10,000 円程度となっている。

3) 半農半 X 型の人材確保事例における取り組み内容

半農半 X 型の U I ターン者を受け入れている 3 法人についてみると、U I ターン者はいずれも法人の施設野菜部門の栽培管理や作業に従事している。

B 法人の I ターン者は、自営の羊飼い部門（3 月が出産シーズンで 12 月～3 月が忙しい）の農閑期となる夏場は、法人の施設野菜部門（ミニトマト）の栽培管理に従事しており、住居は町が準備した U I ターン者用の空き家を利用している。C 法人の I ターン者は、法人の施設野菜・露地野菜・水稻の作業に従事しながら、法人所有のハウス 1 棟を借りて自営部分の野菜生産にも取り組んでおり、住居は公営住宅を利用している。また、C 法人で生産した野菜や農産加工品は、道の駅直売所などで販売している。

D 法人の U ターン者は、法人の施設野菜部門の担当責任者としてミニトマトの栽培管理を行うとともに、会計事務も担当している。また、この U ターン者は水稻部門でのオペレーター出役や、自営部分の圃場管理も行っている。D 法人では、農産加工にも取り組んでおり、地元スーパーの産直コーナーで販売している。

4) 雇用就農型の人材確保事例における取り組み内容

雇用就農型の 4 法人についてみると、いずれ

も加工・6 次産業化の取り組みが行われており、賃金については月給制での雇用が 3 法人、集落内女性を従業員とした時間給での雇用が 1 法人であった。

E 法人では、農大卒業生 1 名と集落外出身者 2 名の合計 3 名を常時雇用しており、野菜部門の少量多品目生産や地元 N P O 法人との連携によるレストランへの食材提供を行っている。

F 法人では、水稻作付面積拡大や経営多角化に伴って地元出身者 2 名を常時雇用しており、この 2 名は水稻部門を中心にしながら、野菜の栽培管理も行っている。F 法人では、農産加工にも取り組んでおり、道の駅直売所などで販売している。

G 法人では、生産品目拡大や加工原料確保に向けて農大卒業生 1 名を常時雇用しており、この就農者は水稻・施設野菜・露地野菜・農産加工の全部門に対応している。G 法人では、農産加工品を地元スーパーの産直コーナーで販売している。

H 法人では、野菜生産拡充や農産加工の開始に伴って、花き部門担当の女性 1 名を従業員として時間給で雇用しており、この女性は花き・野菜・農産加工の 3 部門に対応している。H 法人では、少量多品目野菜をスーパー産直コーナーで販売している。

2. 畦畔除草の作業再委託方式からみた地域資源管理の特徴と動向

1) 調査事例における畦畔除草の作業再委託方式

調査対象の 8 法人における畦畔除草の作業再委託方式については、表 2 のとおりであり、自営就農型の 1 法人では「時間給による対応可能者出役方式」であった。半農半 X 型の 3 法人では、「管理水田割当による管理手当支給方式」が 2 法人、「時間給による対応可能者出役方式」が 1 法人であった。雇用就農型の 4 法人では、「法人専従者による直営方式」が 3 法人、「ブロック別割当の管理手当支給方式」が 1 法人であった。

2) 自営就農型における畦畔除草の作業再委託方式

A 法人では、畦畔除草困難水田における除草

表2 集落営農法人の新たな人材確保事例における畦畔除草の作業再委託方式(2015年)

	類型	作業再委託方式	特記事項
A 法人	自営就農型 2名	時間給による対応可能者出役	@1,500円で午前中のみ除草作業 構成員7名が畦畔除草困難水田へ対応 I ターン者2名で2.2ha分の畦畔除草
B 法人	半農半X型 1名	管理水田割当による管理手当支給	集落内は構成員へ再委託 畦畔除草15,000円/10a+水管理5,000円/10a 集落外水田は時間給による法人対応
C 法人	半農半X型 1名	管理水田割当による管理手当支給	集落内は構成員へ再委託 畦畔除草+水管理で10,000円/10a 集落外水田は時間給による法人対応
D 法人	半農半X型 1名	時間給による対応可能者出役	@1,000円で集落内水田全てに法人対応 集落外水田は集落外農家へ再委託 畦畔除草10,000円/10a+水管理3,000円/1筆
E 法人	雇用就農型 3名	法人専従者による直営	従業員3名と専従理事1名で対応 法人による全面直営 除草剤のピンポイント散布による時間軽減
F 法人	雇用就農型 2名	法人専従者による直営	従業員2名を中心に対応 集落内の大部分と集落外の全てが法人直営 除草回数を一部減らして対応
G 法人	雇用就農型 1名	法人専従者による直営	従業員1名と役員7名で対応 法人による全面直営 水管理も法人直営
H 法人	雇用就農型 1名	ブロック別割当の管理手当支給	集落内は構成員へブロック別割当 畦畔除草8,000円/10a+水管理5,000円/10a 集落外水田は時間給による法人対応

資料) 各集落営農型法人での聞き取り調査をもとに作成した。

作業への対応が可能な構成員7名が時給1,500円で午前中に出役する「時間給による対応可能者出役方式」を採用している。自営就農型のIターン者2名を受け入れているA法人では、自営就農の有機野菜栽培や有機米栽培を優先し、現状では法人の水稲・大豆作業への出役は求めているが、Iターン者2名は各自の利用権設定圃場での畦畔除草を行っており、法人による畦畔除草作業の負担軽減につながっている。

A法人における2010年時点の高齢化率は53.8%と高く、A法人の経営面積約22haのうち畦畔管理作業者が不在となった畦畔除草困難水田は30%に達していた。畦畔除草困難水田においては、2010年時点で「時間給による対応可能者出役方式」を採用しており、10a当り出役時間は9.0hrであり、10a当り除草コストは13,500円であった(竹山・山本・安部, 2013)。こうした状況の中で、Iターン者2名は、2012年以降利用権設定圃場2.2haの畦畔除草に自ら対応しており、法人による畦畔除草の負担軽減

効果は、年間198hrの297,000円相当と見込まれる(竹山, 2016)。

3) 半農半X型における畦畔除草の作業再委託方式

半農半X型の3法人のうちB法人とC法人では、「管理水田割当による管理手当支給方式」を採用しており、集落内の水田における畦畔除草は構成員へ再委託している。畦畔除草の管理手当については、B法人が15,000円/10a、C法人が水管理込みで10,000円/10aであった。また、B法人とC法人では、集落外の水田も利用権設定しているが、集落外水田の畦畔除草については、いずれも時間給による法人対応としている。

一方、半農半X型のD法人では、「時間給による対応可能者出役方式」を採用しており、集落内の水田における畦畔除草については、全て時給1,000円で法人対応としている。なお、集落外の水田における畦畔除草は、管理手当を

支払って集落外農家へ再委託している。

4) 雇用就農型における畦畔除草の作業再委託方式

雇用就農型の4法人のうちE法人・F法人・G法人では、「法人専従者による直営方式」を採用しており、各法人の従業員を中心に、役員も含めて畦畔除草に対応している。これら3法人のうち、E法人とG法人では法人による全面直営であり、F法人でも集落内水田の大部分と集落外水田の全てが法人直営となっている。なお、F法人では、集落外の面積拡大に伴って年間除草回数を平均3回から2.5回に減らしている。また、E法人では、法面の雑草（クズ）対策として春先に除草剤のピンポイント散布を実施し、除草時間の軽減を図っている。

一方、雇用就農型のH法人では、「ブロック別割当の管理手当支給方式」を採用しており、年度当初に畦畔除草と水管理のブロック別担当者を決めている。管理手当は畦畔除草が8,000円/10a、水管理が5,000円/10aである。なお、H法人における集落外水田の畦畔除草については、時間給による法人対応としている。

5) 地域資源管理の特徴と動向

調査対象の8法人における10a当り地代については、表3のとおりであり、雇用就農型のE法人とH法人では地代を廃止して0円として

いる。また、C法人では集落外の地代を0円とし、F法人では集落外の地代を通常の半額に設定している。

一方、地代水準が最も高いD法人では、耕作放棄地の復旧田の地代を0円としているほか、地代水準が2番目に高いA法人では、不在地主の地代を0円としている。

自営就農型のA法人における畦畔除草困難水田への対応農家は、5年前（2010年時点）に12名であったが、2015年時点では7名に減っている。そのため、春・夏・秋の3回行う畦畔除草のうち1回分に2ヵ月近くを要している。こうした状況の中で、A法人へのIターン者2名は、集落内の2.2ha分の畦畔除草に対応しており、法人自らが自営就農の受け皿となったことが、結果的に法人による畦畔除草の負担軽減につながっている。

半農半X型の3法人では、いずれも集落外の水田も利用権設定しているが、このうちC法人では、集落外で新たに利用権設定した水田2.5haの地代を0円としている。また、D法人では、法人設立後に2.3haの耕作放棄地について、集落の景観や生活空間を守るために復田を実現しているが、耕作放棄地の復旧田の地代は0円としている。

雇用就農型の4法人のうちE法人とH法人では、地代を廃止して0円としており、H法人で

表3 集落営農法人の新たな人材確保事例における地代と地域資源管理の動向（2015年）

	類型	規模	戸数	地代/10a	特記事項
A法人	自営就農型	20.0ha	20戸	10,000円	不在地主は地代0円、法人所有水田0.4ha 畦畔除草対応可能者減少、Iターン者2名で2.2ha
B法人	半農半X型	14.5ha	16戸	5,000円	集落内管理水田割当、集落外も地代は同一 集落外6.9haの畦畔除草は法人対応
C法人	半農半X型	25.0ha	28戸	7,000円	集落内管理水田割当、集落外の地代は0円 集落外2.5haの畦畔除草は法人対応
D法人	半農半X型	21.5ha	26戸	12,000円	耕作放棄地の復旧田2.3haの地代は0円 集落外3.8haの畦畔除草は集落外農家へ再委託
E法人	雇用就農型	19.5ha	20戸	0円	地代を廃止（2013年は7,000円） 法人専従者による全面直営（5年前は外部委託併用）
F法人	雇用就農型	23.0ha	49戸	6,000円	集落外12.4haの地代は半額の3,000円 法人専従者による直営（5年前は対応可能者出役）
G法人	雇用就農型	11.1ha	7戸	4,500円	少数精鋭による法人化 法人専従者による全面直営
H法人	雇用就農型	16.7ha	16戸	0円	地代を廃止（2014年は6,000円）、管理手当引き上げ 集落外4.0haの畦畔除草は法人対応

資料）各集落営農型法人での聞き取り調査をもとに作成した。

は地代の廃止に合わせて畦畔除草のブロック別管理手当(10 a 当り)を6,000円から8,000円に引き上げている。また、「法人専従者による直営方式」の3法人のうちF法人では、5年前の対応可能者出役方式から直営方式へ移行し、E法人では5年前の外部委託併用から全面直営方式へ移行している。なお、G法人は集落内の少数精鋭による法人化事例であり、法人設立当初から畦畔除草は全面直営方式としている。したがって、雇用就農型の4法人のうち2法人では、雇用就農による新たな人材確保が畦畔除草方式の変更(法人専従者による直営方式)につながっている。

調査対象の8法人のうち最も早く地代を廃止したE法人では、水稻の不採算圃場(10 a 未満の湿田、用水不足田、山の陰となる水田、イノシシ被害田)における水稻栽培は取り止め、セリなどの野菜やワラビ・コゴミ・ウルイ・ウドなどの山菜の栽培へ切り替える方向を明確にしている。また、A法人における10 a 当り地代は10,000円としているが、不在地主4戸は集

落へ帰ってくる見込みがないため、地代支払いの対象外としている。なお、A法人では、数年前に不在地主1戸分の水田40 aを購入しているが、別の不在地主による水田の相続放棄の事例も発生しており、集落営農法人による農地所有問題や資産管理問題への対応が大きな課題となっている。

3. 経営多角化の現状と新たな経営展開

1) 調査事例における経営多角化の現状

調査対象の8法人における園芸品目導入や加工・直接販売等の取り組みの現状については、表4のとおりである。

自営就農型のIターン者を法人構成員として受け入れているA法人では、Iターン者の有機野菜栽培(ホウレンソウ・コマツナなど葉物野菜中心の周年栽培)によって新たな雇用が創出され、集落内の50代と60代の女性2名も有機野菜の収穫・調製作業に従事している。なお、A法人へのIターン者は、町内の近隣法人において有機農業の研修を受けているが、A法人で

表4 園芸品目導入や加工・直接販売等の取り組みの現状(2015年)

	類型	品目	取り組み内容
A法人	自営就農型	有機野菜	Iターン者の有機野菜周年栽培による集落内での新たな雇用創出 近隣法人での有機農業研修受け入れと販路利用 米直売の顧客を対象とした稲刈体験ツアー開催
B法人	半農半X型	施設野菜 農産加工	Iターン者は施設野菜(ミニトマト)の栽培管理(春～秋) Iターン者確保によるミニトマトの面積拡大(増棟)と作期拡大 加工品目は正月用餅とイベント用角寿司
C法人	半農半X型	施設野菜 露地野菜 農産加工	Iターン者は多品目の施設・露地野菜+水稻の作業に従事 他法人への原料供給や委託加工、露天商の資格取得による餅実演販売 道の駅直売所で野菜・加工品(煎餅・餅・米粉・漬け物など)販売
D法人	半農半X型	施設野菜 露地野菜 農産加工	Uターン者は施設野菜(ミニトマト)の栽培管理 Uターン者確保によるミニトマトの面積拡大(遊休ハウス利用) 地元スーパー産直コーナーで加工品(味噌・餅・タレなど)販売
E法人	雇用就農型	施設野菜 露地野菜	周年雇用による施設・露地野菜の生産拡充 野菜の少量多品目生産(山菜を含め約70種類)と規格外野菜の商品化 連携法人のレストラン(農産物直売所併設)への食材提供
F法人	雇用就農型	施設野菜 露地野菜 農産加工	水稻オペレーターと野菜部門(施設・露地)導入による周年雇用 道の駅直売所での加工品(餅・かりんとう・押し寿司など)の販売 給食用食材加工、餅つき実演販売
G法人	雇用就農型	施設野菜 露地野菜 農産加工	水稻・野菜(施設・露地)・農産加工の全部門による周年雇用 地元スーパー産直コーナーでの加工品販売 加工品は餅・干し大根・コンニャク・梅干し・惣菜弁当など
H法人	雇用就農型	露地野菜 施設花き 農産加工	花き部門担当+野菜部門・農産加工部門にも対応する従業員 野菜は白ネギ・ナスが主力、加工品は餅・煎餅・惣菜弁当 スーパー産直コーナーでの少量多品目野菜販売

資料) 各集落営農型法人での聞き取り調査をもとに作成した。

は以前から近隣法人へ無農薬栽培の米や大豆を出荷しており、近隣法人との連携が新たな人材確保につながっている。また、A法人では、米の直売の顧客を対象とした稲刈体験ツアー（参加者30数名）を実施しており、Iターン者2名を含む法人構成員・家族も主催者側として多数参加している。

半農半X型のUIターン者を受け入れている3法人についてみると、UIターン者はいずれも法人の施設野菜や露地野菜の栽培管理に従事しているが、加工部の女性を中心に農産加工にも取り組んでいる。

半農半X型のIターン者を法人構成員として受け入れているB法人では、Iターン者を確保することによってミニトマト栽培の面積拡大（2棟から3棟へ増棟）と作期拡大を図っている。また、B法人の加工部門では、正月用の餅とイベント用の角寿司を作っている。

半農半X型のIターン者を受け入れているC法人では、メロン・トウガラシ・ピーマンなどの主力野菜生産のほか、10品目以上の産直用野菜を生産するとともに、他法人への原料供給や委託加工も行っている。また、C法人では、煎餅・餅・米粉・漬け物・乾燥シイタケなどの加工品と多品目野菜を道の駅直売所で販売するとともに、餅の実演販売も行っている。

半農半X型のUターン者を法人構成員として受け入れているD法人では、Uターン者を確保することによって水稻育苗ハウス2棟と遊休ハウス2棟を活用してミニトマト栽培の面積拡大を図っている。また、D法人の加工部門では、味噌・餅・焼き肉のタレ・惣菜弁当などを作り、主に地元スーパーの産直コーナーで販売している。

雇用就農型の4法人についてみると、雇用就農者は主に水稻・野菜・花きなどの生産部門に従事しているが、いずれも加工・直接販売等の取り組みが行われており、うち2法人では加工部門の作業にも従事している。

雇用就農型のE法人では、3名の常時雇用によって施設・露地野菜生産を拡充し、山菜を含めて約70種類の少量多品目生産を行うとともに、地元NPO法人が指定管理者となっているレストランと提携して食材を提供している。E

法人では、果菜類の規格外品もレストランで有効活用するとともに、レストランに併設された農産物直売所において野菜販売も行っている。

雇用就農型のF法人では、2名の常時雇用によって水稻+大豆+野菜の生産に取り組むとともに、加工部門への原料供給を行っている。F法人の加工部門では、餅・大豆かりんとう・押し寿司などを作り、道の駅直売所で販売しているほか、給食用の食材加工や餅の実演販売にも取り組んでいる。

雇用就農型のG法人では、常時雇用の1名が水稻・施設野菜・露地野菜・農産加工の全部門に対応している。G法人の加工部門では、餅・干し大根・コンニャク・梅干し・惣菜弁当などを作り、地元スーパーの産直コーナーで販売している。

雇用就農型のH法人では、1名の従業員が花き・野菜・農産加工の3部門に対応している。H法人では白ネギやナスをはじめとする露地野菜生産に本格的に取り組むとともに、花きやスーパー産直コーナー向けの少量多品目野菜の生産にも力を入れている。H法人の加工部門では、餅・煎餅・惣菜弁当などを作り、餅の大部分はスーパーの産直コーナーで販売している。

2) 調査事例における新たな経営展開

調査対象の8法人における経営多角化度合い（水稻以外の売上高比率）については、表5のとおりであり、露地野菜の本格的生産に取り組んでいるH法人が70%でもっとも高く、次いでスーパー産直コーナーでの加工品販売に本格的に取り組んでいるG法人が53%、野菜の少量多品目栽培とレストランへの食材提供に取り組んでいるE法人が35%であった。また、C法人とD法人における経営多角化度合いはいずれも31%であり、調査対象の8法人のうち5法人で水稻以外の売上高比率が30%を上回っている。

調査対象の8法人における新たな経営展開についてみると、A・B・Dの3法人においてUIターン者が法人構成員となっている。そして、自営就農型のA法人では、法人自らが水田や園芸用ハウス用地などを準備することによって自営就農の受け皿になり得ることを示している。また、半農半X型のB法人とD法人では、

表5 集落営農法人の人材確保事例における経営多角化度合いと新たな経営展開(2015年)

	類型	多角化度合い	経営展開
A法人	自営就農型	1%	法人自らが自営就農の受け皿、Iターン者2名も法人構成員 稲刈体験ツアー開催による米の直接販売強化
B法人	半農半X型	14%	Iターン者1名を法人構成員として受け入れ ミニトマトの面積拡大と作期拡大
C法人	半農半X型	31%	ハウスの老朽化対策と新設による生産品目拡大と後継者対策 近隣法人との連携による原料供給と委託加工、餅の実演販売
D法人	半農半X型	31%	Uターン者1名を法人構成員として受け入れ ミニトマトの面積拡大と加工原料野菜の安定生産
E法人	雇用就農型	35%	不採算圃場での水稻栽培の中止と多品目野菜・山菜の生産拡大 地元NPO法人との連携によるレストランへの食材提供
F法人	雇用就農型	25%	常時雇用の確保による水稻・野菜の安定生産 道の駅直売所での加工品販売、杵つき餅のイベント販売
G法人	雇用就農型	53%	常時雇用の確保による野菜部門の生産拡大 スーパー産直コーナーでの加工品販売と生産拡大に向けた機械化
H法人	雇用就農型	70%	少量多品目野菜の出荷品目拡大に向けたスーパーとの話し合い 主力野菜の生産維持、加工部門の拡大に向けた新たな商品開発

資料) 各集落営農型法人での聞き取り調査をもとに作成した。

U I ターン者の受け入れが施設野菜(ミニトマト)の面積拡大や加工原料野菜の安定生産につながっている。さらに、半農半X型のC法人における耐風雪型ハウスの新設は、施設野菜の生産品目拡大につながっており、後継者対策の一環ともなっている。

雇用就農型の4法人のうちF・G・Hの3法人では、野菜生産の拡大と農産加工による経営多角化が図られており、特に経営多角化度合いが高いH法人では、少量多品目野菜の出荷品目拡大に向けたスーパーとの話し合いや試作が行われている。加工部門についてみると、F法人では杵つき餅のイベント販売を行っている。一方、G法人では加工品の生産拡大に向けた機械化、H法人では新たな商品開発が課題となっている。

雇用就農型のE法人では、不採算圃場における水稻栽培の中止と多品目野菜・山菜の生産拡大による新たな展開方向が打ち出されている。また、E法人からレストランへの珍しい野菜(アイズプラント・ワサビナ・コリンキー・コールラビ・ヤーコン・食用ホウズキなど)を含めた食材提供が、結果的に併設の農産物直売所における野菜売上の増加につながるという好循環を生み出している。

園芸品目導入や加工・直接販売等による新たな人材確保に取り組んでいる集落営農法人について、山間地域にある8法人の実態調査を行い、確保した人材の就農形態に基づき類型化を行った結果、自営就農型が1法人、半農半X型が3法人、雇用就農型が4法人であった。

畦畔除草の作業再委託方式についてみると、「法人専従者による直営方式」が3法人、「時間給による対応可能者出役方式」が2法人、「管理水田割当による管理手当支給方式」が2法人、「ブロック別割当の管理手当支給方式」が1法人であった。このうち、「法人専従者による直営方式」を採用している3法人は、いずれも月給制の雇用就農型であった。この3法人のうち2法人では、月給制の雇用就農者確保後に畦畔除草方式を「法人専従者による直営方式」へ移行しており、雇用就農型の法人では、この方式による畦畔除草が増加すると考えられる。

また、「時間給による対応可能者出役方式」を採用している自営就農型の法人では、畦畔除草困難水田への対応可能者が減る中で、Iターン者2名が法人構成員となって集落内の2.2ha分の畦畔除草に対応しており、法人自らが自営就農の受け皿となったことが、結果的に法人による畦畔除草の負担軽減につながったと考えられる。

調査対象の8法人における10a当り地代については、雇用就農型の2法人が地代を廃止し

Ⅳ 考 察

て0円としているほか、集落外の地代のみを0円としているのが1法人、不在地主の地代のみを0円としているのが1法人であった。このうち、最も早く地代を廃止した法人では、水稻の不採算圃場（10 a未満の湿田、用水不足田、山の陰となる水田、イノシシ被害田）における水稻栽培を取り止め、獣害を受けにくい野菜や山菜の栽培へ切り替える方向を明確にしている。このことから、不採算圃場を多く抱える法人では、地代を0円としても水稻部門の収支改善には限界があり、水稻栽培を縮小せざるを得ない状況に追い込まれていると考えられる。

また、地代の廃止に合わせて畦畔除草の管理手当を増額した法人もみられた。これについては、水田の所有者ではなく、水田の管理者への配分比率を高めることによって水田を守ろうとする法人の意志が明確に示されていると考えられる。

調査対象の8法人における新たな経営展開についてみると、自営就農型と半農半X型の合計3法人においてU Iターン者が法人構成員となっており、将来的には、法人運営の中核を担う人材となっていく可能性もあると考えられる。また、半農半X型の法人では、U Iターン者の受け入れが施設野菜の面積拡大や加工原料野菜の安定生産につながっており、半農半Xの人材確保事例では、特に園芸品目の拡大に大きく貢献しているといえる。

雇用就農型の4法人では、雇用就農者は主に水稻・野菜・花きなどの生産部門に従事しているが、いずれも加工・直接販売等の取り組みが行われており、うち2法人では加工部門の作業にも従事している。そして、雇用就農型の4法人のうち3法人では、野菜生産の拡大と農産加工による経営多角化が図られており、経営多角化度合いが最も高い法人における水稻以外の売上高比率は70%に達しており、雇用就農による人材確保は、経営多角化部門の拡大に大きく貢献しているといえる。また、雇用就農型の法人の中には、地元NPO法人が指定管理者となっている農産物直売所併設のレストランへ食材提供を行っている法人もみられた。この法人間連携による食材提供の取り組みは、結果的に農産物直売所における野菜売上の増加につながって

おり、新たな経営展開のモデルになり得ると考えられる。

V 摘 要

園芸品目導入や加工・直接販売等による新たな人材確保に取り組んでいる集落営農型法人の実態調査を行い、新たな人材の就農形態、地域資源管理の特徴、経営多角化による経営展開について検討した。

1. 調査した8法人において確保した新たな人材の就農形態は、自営就農型が1法人、半農半X型が3法人、雇用就農型が4法人であった。
2. 自営就農型の法人では、法人自らが自営就農の受け皿となったことが、結果的に法人による畦畔除草の負担軽減につながっている。
3. 月給制の雇用就農型の法人では、法人専従者による直営方式の畦畔除草を行っている。
4. 半農半X型の法人では、U Iターン者の受け入れが、施設野菜の面積拡大や加工原料の安定生産につながっている。
5. 雇用就農型の法人では、野菜生産の拡大と農産加工による経営多角化、さらには法人間連携による新たな経営展開がみられる。

引用文献

- 今井裕作（2012）新規就農による就業者の確保と定着支援のあり方－島根県における集落営農での受入と半農半X就農を事例として－。近畿中国四国農研農業経営研究 23, 18-27.
- 小田切徳美（2014）農山村は消滅しない。岩波新書, 175-213.
- 塩見直紀（2012）半農半Xという生き方実践編。半農半Xパブリッシング, 13-48.
- 竹山孝治・山本善久・安部聖（2013）集落営農型法人における畦畔除草の対応可能年齢と作業受託方式。島根農技研究報告 41, 19-33.
- 竹山孝治（2016）集落営農組織における園芸品目導入による新たな人材確保。農業と経済 1・2, 79-87.

Summary

In this research, we investigated farming work patterns of new farmers, characteristics of regional resources management, and business development by diversification of business management in group farming corporations.

1. We studied 8 group farming corporations comprised of : 1 corporation of self-employed owner-farmers, 3 corporations of "farmers with a side job (herein called "half-farmer and half-X", or part-time farmers) , and 4 corporations of employed farmers.
2. In the corporation of self-employed owner-farmers, the burden of the levee weed labor control was reduced.
3. In the corporations of employed farmers, full-time employees conducted the levee weed control tasks, receiving monthly salaries under the direct management of the corporations.
4. The corporations of farmers with side jobs type led to greater areas of crop production and more stable production of agricultural products for processing and sale, while providing employment opportunities for "UI-turn" individuals.
5. In the corporations of employed farmers, new business development was realized through collaboration of multiple corporations, leading to increased vegetable production and diversification of business utilizing the agricultural product-processing sector.

ブドウ‘シャインマスカット’における 新梢萎凋（芽萎え）症状の発生要因と対策

持 田 圭 介¹⁾

Causes and Measures for Wilting of Shoots of the‘Shine Muscat’Grape Vines

Keisuke Mochida¹⁾

I 緒 言

ブドウ‘シャインマスカット’は、2006年に品種登録された黄緑色系品種であり（山田ら、2008）、2014年現在全国の栽培面積は683haに達し、国内で栽培されているブドウ品種中第4位となった（農林水産省、2017）。

‘シャインマスカット’は「生食用欧州ブドウの食味を持ち、耐病性が比較的強くて栽培しやすく、無核栽培できる大粒の黄緑色品種」とされるが（山田ら、2008）、密閉型のハウス内で栽培した場合、カスリ症（金澤・高橋、2011；持田ら、2013）、未熟粒混入症（茨城農総セ園研、2014）、果梗部黒変症状（仮称）（安田ら、2016）といった生理障害が多発する園地がみられる。

一方、ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’では、新梢長10～30 cmに達した頃に、新梢が突然萎凋する障害が時々発生するが、特に無加温栽培で発生が多く、花穂の发育停止、新梢の枯死を招き、収量が低下するとされており（田村・藤井、2010）、‘シャインマスカット’の栽培現場においても類似の新梢萎凋（芽萎え）症状が頻発している現状である。

この新梢萎凋症状は、成木園でも発生するものの、特に樹冠拡大中の若齢樹において、主枝



図1 ‘シャインマスカット’における新梢萎凋（芽萎え）症状発生状況

同一芽から発芽した、発芽の遅い新梢に多く発生する（矢印；副芽由来新梢）

延長枝（2年生枝）で発生する場合が多い（図1）。とりわけ、平行整枝短梢仕立て樹で本症状が発生すると、芽座の欠損に直結し、発生程度が重度な場合延長枝を再度養成し直す必要が生じることから、樹冠拡大が遅れ、初期収量の減少につながる。

そこで、現地若齢園における本症状の発生実態を調査し、多発生園と少発生園の栽培環境及び生育状況を比較解析するとともに、防止対策を考察するうえで若干の知見を得たので報告する。

1) 島根県農業技術センター

Ⅱ 材料及び方法

1. 新梢萎凋症状の発生実態調査

1) 多発生園と少発生園のハウス内環境

供試園は、島根県出雲市内の‘シャインマスカット’2園であり、1園が新梢萎凋症状少発生園（雨よけ栽培テレキ5BB台3年生H型整枝短梢仕立て）、他の1園が本症状多発生園（雨よけ栽培テレキ5BB台4年生H型整枝短梢仕立て）であった。両園の本症状発生新梢率は、園内で平均的な生育を示していた3樹を選出し、延長枝（2年生）部分から発芽した全新梢について、2015年4月28日に新梢萎凋症状の発生の有無を調査して発生新梢率を求めた。この結果、両園の本症状発生新梢率は、少発生園が1.6%、多発生園が41.0%であった。

ハウスの形状及び規模は、少発生園が4m間口のアーチハウスで、5連棟、奥行き45mの900m²、多発生園は3.6m間口のアーチハウスで、6連棟、奥行き23mの497m²であった。

ハウス内の温湿度の日変化を調査するため、温湿度計（㈱ティアンドディ、TR-72）を2015年5月1～7日に園中央の棚面直下に設置し、20分間隔でデータを採取した。また、これらから飽差を算出した（PLANT FACTORY, 2013）。

散水によるハウス内気温及び飽差の変化を調査するため、多発生園において7月2日（晴天）11時20分から20分間（約250L・10a⁻¹）スプリンクラーによる散水を行った。

2) 主枝延長枝の枝質と新梢萎凋症状発生との関係

2015年3月30日～5月1日に、島根県出雲市内の3～5年生‘シャインマスカット’15園（無加温栽培8園、雨よけ栽培7園、全園がH型整枝短梢仕立て）において、以下の項目に関して調査した。すなわち、標準的な生育を示していた3樹（ただし、雨よけ栽培の1園は2樹、二重被覆無加温栽培の1園は3樹中1樹が2主枝のみ調査と不可避な栽培要因により一部例外あり、計174主枝分）を選出し、延長枝長、延長枝のせん定後芽数、先端径（長径、短径）、枝のひび割れ発生程度（無；0、微；1、甚；2に目視により判定、図2）、副芽由来を含む全新梢



図2 延長枝のひび割れ発生程度
発生程度を、無：0（A）、中：1（B）
甚：2（C）に目視により判定

発生数、新梢萎凋症状発生新梢数、延長枝及び短梢せん定部分（3年生以上）から発生した新梢の展葉枚数、延長枝の不発芽発生数を調査した。調査は、延長枝から発生した、発芽の早い新梢の展葉枚数が5～6枚に達した時点で行った。

2. 若齢樹の施肥管理及び副梢管理方法と新梢生育

若齢園における、年間窒素施肥成分量と新梢生育との関係を明らかにするため、島根県出雲市内の1～3年生養液土耕栽培各4園について、冬季せん定前の時期に、JAしまね出雲地区本

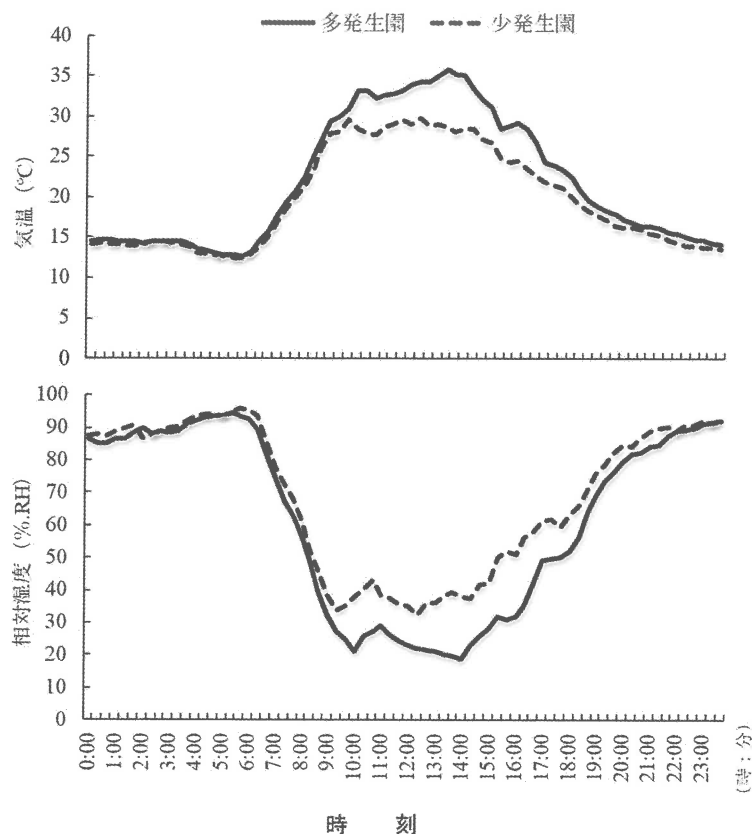


図3 雨よけ栽培‘シャインマスカット’の新梢萎凋症状発生園と少発生園におけるハウス内気温及び総体湿度の日変化
2015年5月2, 5, 7日の平均値

部管内の延長枝切除基準節位である15～16節間中間部分の長径、短径、延長枝基部～15節までの長さを測定した。さらに、2年生園では先端から発生した新梢（延長枝候補）以外の全新梢について、3年生園では延長枝の先端から発生した新梢以外の全新梢及び短梢せん定部分から発生した全新梢の1～2節間中間部分の長径を測定した。年間の窒素施肥成分量、副梢管理の程度は園主に聞き取り調査を行った。副梢の管理（せん定）は、徹底；7日以下の間隔、やや徹底；15日以下の間隔、やや放任；1ヶ月程度の間隔、放任；ほぼ未実施に区分した。

3. 発芽促進処理

供試園は、島根県出雲市内の雨よけ栽培‘シャインマスカット’1園（テレキ5BB台4年生WH型整枝短梢仕立て）であった。処理区は、シアナミド剤（CX-10液剤、日本カーバイト工業㈱）15倍液の散布処理部位により、主枝全体、

延長枝（2年生）部分のみ、短梢せん定部分（3年生以上）のみ及び対照（無処理）とし、主枝単位で3反復設定した。シアナミド剤散布処理は、芽を中心に旧枝部分も含めた全体に、枝から薬液が滴り落ちる程度の十分量を2015年12月26日に行った。発芽率の調査は、最も発芽の早い処理区で、ほとんどの芽の発芽が確認された2016年4月2日に行った。

Ⅲ 結果及び考察

1. 新梢萎凋症状の発生実態調査

1) 多発生園と少発生園のハウス内環境

新梢萎凋症状多発生園と少発生園のハウス内温度及び相対湿度の日変化を図3に示した。なお、データは測定期間中安定した晴天日であった5月2日、5日及び7日の平均値とした。多発生園のハウス内温度は、10時以降5℃前後少発生園より高く推移し、13～14時に35℃を超

え、14時の両ハウスの温度差は7.2℃に達した。

ハウス内相対湿度は、温度とは逆に多発生園で低く、10～15時には少発生園で32～43%であったのに対し、多発生園は19～29%で推移した。このように、多発生園では少発生園と比較し、明らかに高温乾燥条件で推移しており、4月以降同様な状態が継続していたと思われることから、こうした温度条件が新梢萎凋症状の発生に関わっていたことが推測される。このことは、‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’における新梢萎凋症状の発生は、経験的に日差しが強く乾燥し、室温が急上昇する日に発生が多いとする田村・藤井(2010)の報告と類似する。

宮川・竹下(1980)は、ブドウ‘デラウェア’における、生育ステージごとの高温限界を調査した結果、萌芽から展葉6～7枚期においては、40℃、5時間処理では異状が認められなかったが、45℃、5時間処理ではすべての花穂、新梢の先端及び若葉が枯死したとしている。本研究での、現地新梢萎凋症状多発生園のハウス内温度は、この結果より約10℃低い気温30～36℃が約6時間続いたが、この時のハウス内湿度は19～32%であり、宮川・竹下(1980)の実験における相対湿度90～95%と比較し極端に低かった。

稲田ら(2010)は、トマトにおいて空中湿度及び飽差と葉の気孔拡散伝導度及び蒸散速度には極めて高い相関関係があり、極端な低湿度・飽差大の条件下では、蒸散速度が著しく上昇し気孔から過剰に水分が失われる可能性もあると

している。本試験の少発生園における10～15時の平均空中湿度は38.1%、平均気温28.4℃であったのに対し、多発生園の同時刻における平均空中湿度は23.6%、平均気温33.6℃であった。両園における同時刻の平均飽差を算出すると、少発生園が17.2 g・m⁻³であるのに対し、多発生園は28.1 g・m⁻³と極めて高い値であり、本県の‘シャインマスカット’栽培園において、園地により大きく相違する飽差の実態が明らかになった。

また、池田(2012)は、オランダでのトマト栽培の例として、理想的な飽差は3～5 g・m⁻³とし、これを実現するための相対湿度は、気温25℃では75～85%、気温30℃では85～90%としている。しかし、ブドウ栽培、とりわけ雨よけ栽培のように環境制御が困難な園地では、発芽～新梢伸長期にあたる4～5月の高温乾燥期には理想的な飽差を実現するのは不可能である。ただし、障害回避の観点にのみ着目すれば、本試験の少発生園においては、5月以降、気温30℃以下、飽差17.2 g・m⁻³以下の条件で、新梢萎凋症状の発生が助長されなかったことから、これを仮の目標値として、日中約36℃、飽差32.0 g・m⁻³に達していた園地において、スプリンクラー散水を20分(約250 L・10a⁻¹)実施したところ、気温約31℃、飽差20.0 g・m⁻³に改善された(図4)。これは、散水した水分が蒸発する際の気化熱によるものと考えられ、高温日には散水を1日に数回実施することで、新梢萎凋が回避できる可能性が高いと思われる。しか

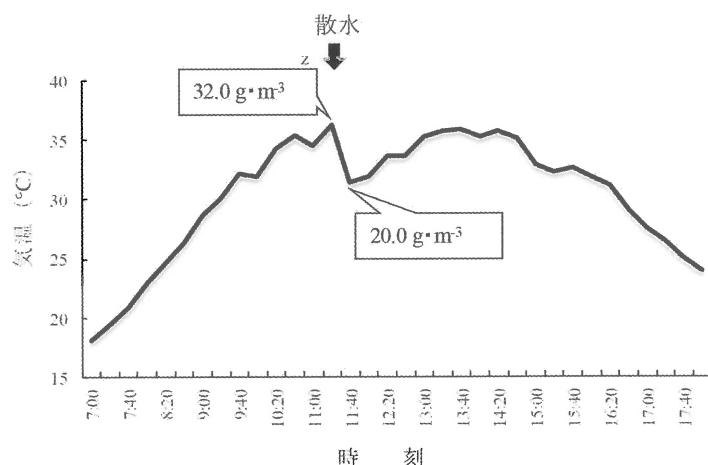


図4 雨よけ栽培‘シャインマスカット’の新梢萎凋症状多発生園における日中の散水が気温の変化に及ぼす影響

^zハウス内飽差

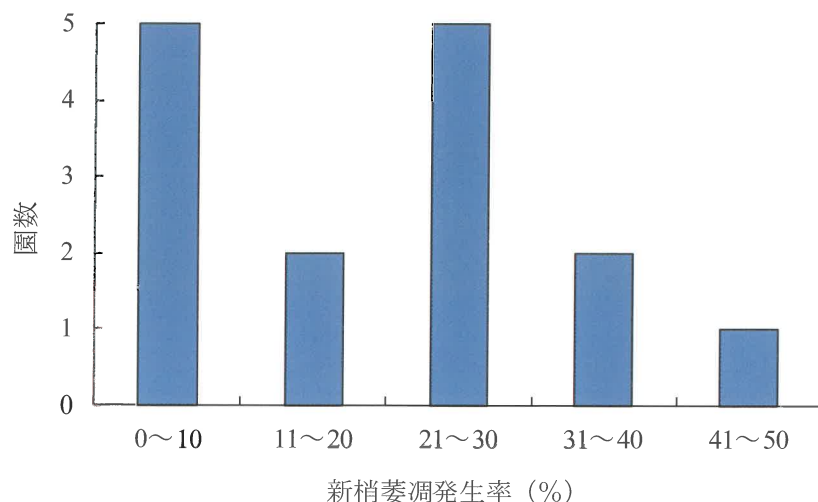


図5 3～5年生無加温及び雨よけ栽培‘シャインマスカット’現地ほ場の新梢萎凋発生程度別の園地数（n=15）

表1 ‘シャインマスカット’現地ほ場における新梢萎凋発生率と延長枝形質及び初期生育との相関関係（n=174）

項目	せん定後延長枝長 (cm)	延長枝芽数	延長枝扁平率 ^z	延長枝ひび割れ発生程度 ^y	延長枝新梢発生数 ^x	短梢部分との展葉枚数の差 ^w	延長枝中の不発芽数	延長枝中での展葉枚数のばらつき ^v
相関係数	0.264	0.216	0.110	0.471	0.189	-0.402	0.09	0.720
有意性 ^u	**	*	n.s.	**	*	**	n.s.	**

^z 延長枝せん除部分の長径／短径×100で算出

^y 無；0，微；1，甚；2に目視により判定

^x 主芽，副芽由来新梢を合わせた発生数

^w 1主枝中の，延長枝部分から発生した新梢の平均展葉枚数－短梢せん定した結果母枝から発生した新梢の平均展葉枚数で算出

^v 延長枝中の最も早く発芽した新梢と，最も遅く発芽した新梢の展葉枚数の差

^u **；1%水準で相関有り，*；5%水準で相関有り，n.s.；相関関係なし

し，高温日が続く場合，1日数回の散水により，かん水過多になる怖れがあり，細霧冷房等土壌水分に影響を及ぼさない温湿度改善対策が望まれる。

2) 主枝延長枝の枝質と新梢萎凋症状発生との関係

出雲市内の無加温及び雨よけ栽培‘シャインマスカット’15園の新梢萎凋症状発生程度別の園地数を図5に示した。調査した15園中5園が実害のない程度の10%以下であったが，残り10園は11%以上であり，31%以上の多発生園が3園みられた。

本症状発生程度と延長枝の枝質及び初期生育の各項目との相関係数を表1に示した。延長枝長，延長枝のひび割れ発生程度及び延長枝中での新梢の展葉枚数のばらつきとの間に1%水準で，延長枝芽数及び延長枝新梢発生数との間

に5%水準でそれぞれ正の有意な相関関係が認められた。短梢せん定部分との展葉枚数の差との間には1%水準で負の有意な相関関係が認められた。また，延長枝せん定部枝径（長径）と新梢萎凋症状発生率との間には正の有意な相関関係が認められた（図6）。これらのことから，比較的太く，ひび割れた延長枝を，長く（芽数を多く）残してせん定した場合，新梢の発芽が短梢部分より遅れ，さらに延長枝中の発芽のばらつきが大きくなることにより，発芽の遅れた新梢が萎凋症状を発生しやすいことが明らかとなった。

岡山県（岡山農水総セ，2012）では，‘シャインマスカット’の若齢樹において，主枝候補枝（延長枝）が太すぎたり，冬季せん定時に延長枝を長く残すと，翌春の発芽及び新梢生長のばらつきが大きくなり，新梢萎凋が発生しやすい傾向が認められたとしており，延長枝の冬季せ

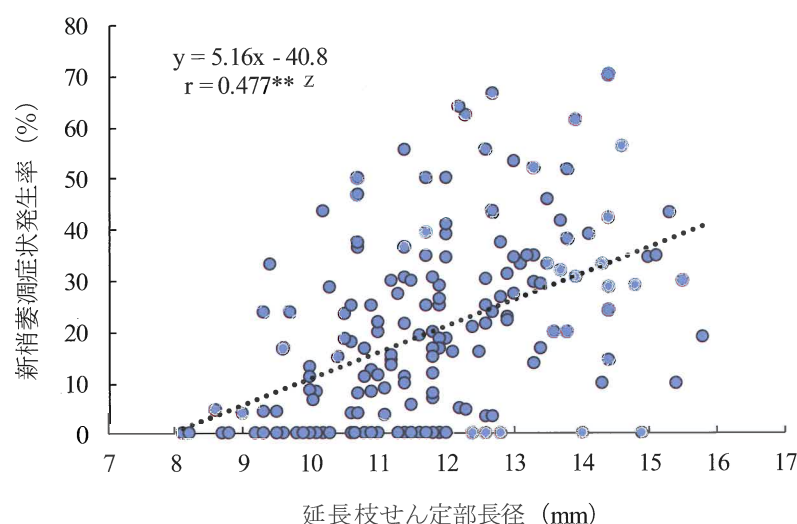


図6 無加温及び雨よけ栽培‘シャインマスカット’現地ほ場における
延長枝切り返し部枝径（長径）と新梢萎凋発生率との相関関係

^z ** ; 1%水準で相関あり

ん定時の基準を長さ3 m, 20節より短くするのが適当としているが, 本試験の結果もこれに準ずるものであった. このことから, JAしまね出雲地区本部管内では, 2011年頃から岡山県よりさらに短い約2 m, 15節程度を切り返しの目安としている. 栽培面では, 切り返し部の枝径が12 mmを超え, さらにひび割れが発生するような充実不良な枝にならないよう, 夏秋季の副梢のせん定を徹底することが重要になる. 副梢の摘芯を怠った節の芽は小さい傾向がみられ(データ略), このことが発芽の遅れを招いていると推測される. また, 延長枝の新梢発生数が多いほど, 発芽の遅い新梢で新梢萎凋症状が発生するケースが多いことから(表1), 1芽から主芽由来1新梢, 副芽由来2新梢が発生しているような場合は, 発芽の遅い副芽由来の新梢を早い段階で除芽することが適当と思われる.

さらに, 軽度の萎凋症状が発生した新梢にお

いて, 一旦摘房, 摘芯及び摘葉することで, 新梢茎部分の枯死を免れることにより, その後副梢が伸長するケースが多く, 本症状発生時の対策として有効と考えられ, 今後検討を要する(図7).

2. 若齢樹の施肥管理及び副梢管理方法と新梢生育

雨よけ養液土耕栽培‘シャインマスカット’若齢園における, 年間窒素施肥成分量と新梢生長との関係を表2に示した. 前述の調査結果から, 主枝延長枝切り返し部長径と新梢萎凋症状発生との間に高い正の相関関係が認められたことから, 近年‘シャインマスカット’園での導入が進んでいる養液土耕栽培園での, 特に若齢期の養液混入の指標とするため, 年間窒素施肥成分量の実態と主枝延長枝の形質との関係について調査を行った.

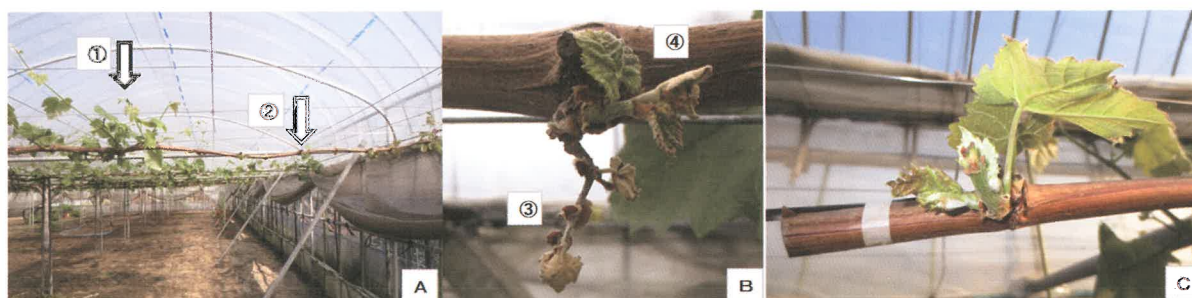


図7 新梢萎凋発生状況と, 軽度発生新梢の摘葉, 摘芯後の腋芽の再発芽

A: 短梢せん定部分(①)と延長枝(2年枝; ②)の発芽の違い

B: 発芽の遅かった延長枝部分で発生した新梢萎凋症状(③は枯死, ④は生長点が枯死し葉縁が褐変した状態)

C: 写真B④の状態の新梢について, 先端の摘芯及び摘葉を行った後の副梢の再伸長

表2 雨よけ養液土耕栽培‘シャインマスカット’若齢園における年間施肥量と新梢生長（2016）

樹 齢	園 名	副梢の管理 ^z	年間窒素施	延長枝					新梢（結果枝）基部径			
			肥成分量 (kg/10a)	切り返し節径 (mm)	扁平率 ^y (%)	新梢長 (cm)	節数	平均節間長 (cm)	平均 (mm)	最大 (mm)	最小 (mm)	標準偏差
1年生	A	徹底	2.8	12.6	1.06	197	15	13.1	—	—	—	—
	B	徹底	5.5	15.2	1.19	213	15	14.2	—	—	—	—
	C	徹底	2.7	13.4	1.09	224	15	14.9	—	—	—	—
	D	やや徹底	2.8	12.0	1.06	226	15	15.1	—	—	—	—
2年生	E	徹底	3.5	14.0	1.06	187	15	12.7	14.9	18.5	11.2	1.4
	F	やや放任	4.7	18.8	1.07	196	15	13.1	15.5	20.5	8.1	2.5
	G	放任	4.9	18.3	1.26	235	15	15.7	17.0	28.7	7.6	4.6
	H	やや放任	2.6	14.9	1.16	202	15	13.5	14.6	22.4	6.1	3.2
3年生	I	徹底	4.1	— ^x	—	—	—	—	13.5	19.0	8.7	1.9
	J	徹底	8.6	14.6	1.10	142	12	11.6	15.9	26.3	7.9	2.7
	K	やや放任	4.2	12.3	1.07	169	12	14.0	14.5	21.1	9.9	2.0
	L	やや放任	2.8	12.4	1.12	203	15	13.5	11.9	19.2	7.2	2.6

^z徹底；7日以下の間隔，やや徹底；15日以下の間隔，やや放任；1ヶ月程度の間隔，放任；ほぼ未実施^y延長枝切り返し部の長径／短径×100で算出^x2年で樹冠拡大が終了したため，延長枝部分なし

1年生は，調査園で副梢管理不徹底園がなかったことから，副梢管理の良否による影響は明らかにできなかったが，年間窒素施肥成分量が5.5 kgと，他園の約2倍施用したB園の切り返し部枝径が15.2 mmと太く，扁平率が高かった。2年生は，副梢管理（夏秋季のせん定）が不徹底で，かつ年間の窒素施肥成分量が約5 kgと比較的多かったF及びG園において，切り返し部枝径が18 mm以上と著しく太かった。特に，副梢管理を放任したG園では，新梢基部径が平均で17 mmと太く，その標準偏差（ばらつき）も大きかったうえ，節間長が15.7 mmと明らかに長かった。3年生は，副梢管理は徹底していたものの，年間の窒素施肥成分量が8.6 kgと多かったJ園で，切り返し部径が14.6 mm，新梢基部径の平均値が15.9 mmと太かった。

新梢萎凋症状発生の現地調査結果から，延長枝切り返し部長径と本症状発生率との間には正の有意な相関関係が認められた（図6）。JAしまね出雲地区本部管内では，延長枝の目標切り返し節位を15節程度としているが，その際の切り返し部の節径は11～12 mmが適当としている。しかし，養液土耕栽培園の実態はそれより明らかに太く，特に2年生園で顕著であった。JAしまね出雲地区本部管内のブドウ園は，肥沃度の低い砂丘地土壤が多く，栽植以降計画的に樹の周囲を土壤改良するが，その際牛ふん堆肥を土量1 m³当たり100 kg程度投入する。特に2年生園では，着果負担がないうえ，新梢本数が成園の約30%と少ないが，点滴かん水時の

養液同時施肥により，肥料成分，とりわけ窒素の吸収効率が極めて高く，さらに牛ふん堆肥に含まれる窒素成分の吸収によって，生育が旺盛になりやすいことから，施肥管理には注意が必要である。養液土耕栽培園では，過度な窒素施肥とそれに伴う副梢の旺盛な伸長を放任した場合，延長枝や翌年の結果母枝となる新梢の肥大生長や，芽の充実のばらつきを招く恐れがある。本実態調査結果から，養液土耕栽培園での10 a当たり年間窒素施肥成分量は，土壤改良を基準通り行っている園では，概ね1～2年生が2～3 kg，3年生が3～4 kgであり，過度な養液施用は樹冠拡大に逆効果であると考えられた。

一方で田村・藤井（2010）は，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’では，春季の樹体内無機成分濃度が低いほど新梢の萎凋障害の発生が増大したとし，これは樹体内の浸透圧が低い状態で，植物体が急速な乾燥条件に置かれた場合に発生しやすいことが推察されるとしている。このため，秋季に十分な施肥を行い，春季の樹体内の栄養条件を良好に保つような肥培管理に努めることが発生軽減に有効な対策であると結論づけている。

これらのことから，‘シャインマスカット’の樹冠拡大中の若齢樹においては，生育期間中の，特に窒素成分の施用量を控えぎみにして延長枝の肥大生長や副梢の伸長を適度に抑え，気温が低下して副梢の発生が穏やかになる秋季に礼肥的な施用を行うことにより，貯蔵養分としての無機成分含量を高めることができれば，翌

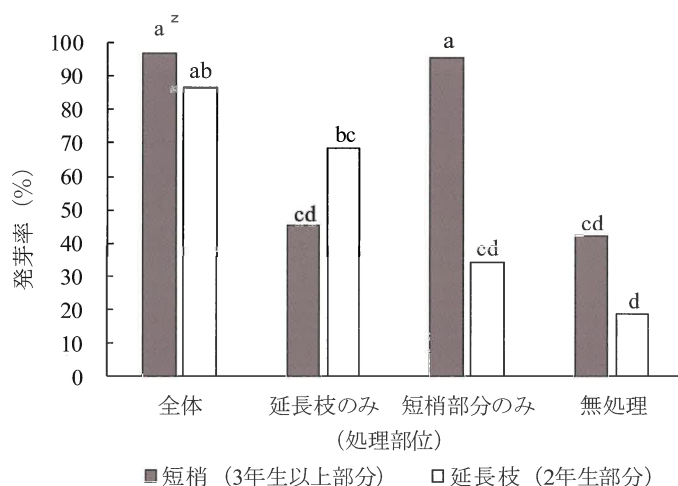


図8 雨よけ栽培‘シャインマスカット’におけるシアナミド剤の処理方法の違いが発芽率に及ぼす影響

^z Tukeyの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差有り

年の初期生育時の新梢中無機成分含量が高まることで、新梢萎凋症状抑制に効果的と思われるが、後者に関しては今後の詳細な検討を待ちたい。いずれにせよ、本症状を回避、軽減するためには、季節ごとのきめ細やかな肥培管理が重要と考えられる。

3. 発芽促進処理

シアナミド剤の主枝部位別散布処理が、発芽率に及ぼす影響を図8に示した。無処理区における発芽率は、短梢部分が42%、延長枝が19%で2倍以上の差がみられた。それに対し、主枝全体に処理した場合の発芽率は、短梢部分が97%、延長枝が87%と発芽が著しく促進された。短梢部分のみに処理した場合、短梢部分と延長枝の発芽率の差が最も大きくなった。延長枝のみ処理した場合の発芽率は、短梢部分が45.5%、延長枝が68.4%と、有意差はなかったものの延長枝の発芽が早まる傾向が認められた。岡山県（岡山農水総セ、2014）では、2月下旬に延長枝のみにシアナミド剤処理することにより、発芽が早まり、他の枝の芽座の発芽時期と揃い、延長枝上の新梢の生育不良を防ぐ効果があったとしており、12月に処理を行った本試験でも同様の結果となった。現地調査の結果から、短梢部分との生育差が大きく、延長枝部分の発芽が遅れるほど新梢萎凋症状の発生率は有意に高まることから（表1）、延長枝のみにシ

アナミド剤処理して短梢部分より早く発芽させることで、新梢萎凋症状の発生を抑制できることが示唆された。今後、その有効性を確認する必要がある。

一方現地では、延長枝を10芽程度で切り返し、その部分の枝径が10 mm程度であるような中庸～弱勢樹では、延長枝部分の発芽が短梢せん定部分より早く、短梢部分で新梢萎凋症状が発生する場合もある。このような樹（園）では、延長枝切り返し部枝径が12 mm以上の樹とは逆に、短梢せん定部分のみにシアナミド剤処理することが新梢萎凋症状抑制に有効と考えられるが、この点に関しても今後検討を要する。

また、本試験の結果から、延長枝上の展葉枚数のばらつき（発芽のばらつき）と新梢萎凋症状発生率との間に正の有意な相関関係が認められたが、延長枝の発芽揃い向上のため、慣行法として普及している、延長枝中間部から基部芽への窒素主体液肥の塗布処理や、芽傷処理（小川、2001）、さらには発芽期まで延長枝先端を下垂させておく方法も有効と考えられる（今井、2009）。

IV 摘 要

ブドウ‘シャインマスカット’において、生育初期に新梢が突然萎凋する症状の発生実態を調査した。

多発生園のハウス内温度は、10時以降5℃前後少発生園より高く推移し、13～14時に35℃を超えた。ハウス内相対湿度は温度と逆に多発生園で低く、10～15時には19～29%で推移した。両園における同時刻の平均飽差は、少発生園の $17.2 \text{ g} \cdot \text{m}^3$ に対し、多発生園は $28.1 \text{ g} \cdot \text{m}^3$ と極めて高い値であった。多発生園では少発生園と比較し、明らかに高温乾燥条件で推移していた。

新梢萎凋症状の発生は、15～16節間の長径が12 mm以上でひび割れた延長枝を、長く（芽数を多く）残してせん定した場合、新梢の発芽が短梢部分より遅れ、さらに延長枝中の発芽のばらつきが大きくなることにより、発芽の遅れた新梢が萎凋症状を発生しやすいことが明らかとなった。

養液土耕栽培の若樹齢園における窒素施肥量及び副梢管理（夏秋季のせん定）方法による影響を調査した結果、窒素施肥過多と副梢管理不足により、延長枝や翌年の結果母枝となる新梢の過度な肥大生長と、基部径のばらつきを招いた。

新梢萎凋症状の発生率は、延長枝と短梢せん定部分との生育差が大きく、延長枝の発芽が遅れるほど有意に高まることから、延長枝のみにシアナミド剤処理して短梢部分より早く発芽させることで、新梢萎凋症状の発生を抑制できる可能性が示唆された。

V 引用文献

- 茨城県農業総合センター園芸研究所（2014）ブドウ「シャインマスカット」に発生する異常果粒の特徴。平成25年度茨城農総セ園研研究成果, 1-2.
- 池田英男（2012）高生産性オランダトマト栽培の発展に見る環境・栽培技術。〈http://www.fc.chiba-u.jp/plant%20factory/project_plant/Holland_Ikeda.pdf〉.
- 今井俊治（2009）ブドウの根域制限栽培。創森社, 49.
- 稲田秀俊・水野（山邊）あずさ・中原正一（2010）トマトの葉の気孔拡散伝導度および蒸散速度に対する環境要因の影響。茨城農総セ園研研報 17, 17-22.
- 金澤 淳・高橋知佐（2011）ブドウ‘シャインマスカット’の成熟果実に発生した果皮表面の褐変症状。岡山県農業研報 2, 39-45.
- 宮川 照・竹下 修（1980）ブドウの生育におよぼす温度の影響（第1報）一時的な高温・低温がデラウエアの生育におよぼす影響。島根農試研報 16, 42-55.
- 持田圭介・牧 慎也・大西彩貴・中原 望・三谷宣仁・内田吉紀・倉橋孝夫（2013）ブドウ‘シャインマスカット’におけるカスリ症の発生と果皮中無機成分含有率との関係。島根農技研報 41, 41-50.
- 農林水産省（2017）特産果樹生産動態等調査。〈http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html〉.
- 小川孝郎（2001）ブドウの新短梢栽培。農文協, 66-68.
- 岡山県農林水産総合センター（2012）ブランド化を目指した「シャインマスカット」の高品質安定生産技術の確立。平成23年度農業研究所研究年報, 18-19.
- 岡山県農林水産総合センター（2014）ブランド化を目指した「シャインマスカット」の高品質安定生産技術の確立。平成25年度農業研究所研究年報, 13-14.
- PLANT FACTRY（2013）〈<http://mackenmov.sunnyday.jp/macken/plantf/index.html>〉
- 田村史人・藤井雄一郎（2010）ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’生育初期における新梢の萎凋発生と溢泌液中無機成分濃度との関係。近中四農研 16, 25-29.
- 山田昌彦・山根弘康・佐藤明彦・平川信之・岩波宏・吉永勝一・小澤俊治・三谷宣仁・白石美樹夫・吉岡美加乃・中島育子・中野正明・中畝良二（2008）ブドウ新品種‘シャインマスカット’。果樹研報 7, 21-38.
- 安田喜一・谷川宏行・四宮 亮（2016）ブドウ‘シャインマスカット’における「果梗部黒変症状（仮称）」の発生要因の探求。園学研 15（別2）, 300.

Summary

Conditions and causes of sudden wilting of shoots during the early growth stage of the 'Shine Muscat' grape vines were investigated.

Greenhouses with a high-occurrence of shoot wilting had higher temperatures from 10:00 a.m. by approximately 5°C than those with a low-occurrence, with temperature exceeding 35°C between 13:00 and 14:00. However, the relative humidity inside the high-occurrence greenhouses was lower, ranging 19-29% between 10:00 and 15:00. The average saturation deficit measured in the same hour was 28.1 g · m⁻³ in the high-occurrence greenhouses, which was markedly higher than 17.2 g · m⁻³ of low-occurrence greenhouses. Thus, the high-occurrence greenhouses had higher temperatures and dryer conditions compared with the low-occurrence greenhouses.

Regarding the conditions of the extended shoots, wilting tended to occur in shoots in which sprouting timing was delayed, and wilting happened especially when pruning was done by leaving superficially cracked long shoots (with many buds) having 12 mm or larger diameters at the 15-16 internodes. This was because bud break timing of such extended shoots was delayed compared with bud break timing of short pruning shoots, resulting in deviation of bud positions in the extended shoots.

Investigation of the effects of nitrogen fertilizer application rate and the lateral shoot management method (pruning from summer to autumn) in young vines with fertigation soil culture showed excessive hypertrophic growth of extended shoots and the fruiting mother shoots, as well as diameter variations in the base of shoots, in cases with excessive nitrogen fertilization and lack of the lateral shoot management.

The occurrence of wilting of the shoots was significantly higher and differences between the extended shoots and short pruning shoots was greater in the shoots with delayed bud break. Therefore, to inhibit the occurrence of shoot wilting, cyanamide treatment is suggested as necessary for only the extended shoots to accelerate bud break timing.

水稻‘つや姫’の肥効調節型肥料を用いた基肥一発施肥による 葉色低下の要因と穂肥の効果

道上 伸 宏¹⁾

Cause of the Leaf Color Drop in the Method of Single Fertilizer Application
Using a Controlled Availability Fertilizer and Effect of Topdressing at Panicle
Formation Stage for Paddy Rice ‘Tsuyahime’

Nobuhiro Michiue¹⁾

I 緒 言

近年の気候変動による温暖化により、県内平坦部‘コシヒカリ’の一等米比率の低迷が大きな問題となっている。この課題解決のため、2012年に‘コシヒカリ’と比べて食味が良好で短稈のため、倒伏に強く高温登熟性に優れる山形県育成の‘つや姫’（結城ら、2010）が新たに奨励品種に採用された。‘つや姫’の生産に当たっては、高品質安定生産を目指すために、育成県から化学肥料と節減対象化学合成農薬の使用量を県内の慣行レベルの5割以下に抑えた特別栽培基準に準拠することが義務付けられている。このため、肥料については保証窒素成分の50%が有機態窒素の‘つや姫’専用肥料が使用されている。また、近年では生産者の高齢化や生産の効率化などから、作業の省力化は避けられない課題となっている。そのため、現場では基肥と穂肥を数回に分けて施す慣行施肥体系（森田、2002）に対して、被覆尿素などの肥効調節型肥料を用い、基肥に一括して全層施用する基肥一発施肥が増加傾向にある。このような中、県内平坦部の一部地域で‘つや姫’専用肥料として使用されている有機態窒素入り肥効調節型肥料を用いた基肥一発施肥で‘つや姫’を栽培すると、生育後半に葉色が淡くなる事例が認められ、問題となっている（島根農技セ、

2016）。そこで、この原因を明らかにするため、県内平坦部の‘つや姫’栽培において普及している有機態窒素入り肥効調節型肥料の2銘柄について、窒素の肥効特性を調査した。さらに、実際に基肥窒素の肥効が持続しないと判断された場合、葉色低下を回復させる対策として、穂肥の施用について検討したので、これらの概要について報告する。

II 材料および方法

1 有機態窒素入り肥効調節型肥料による葉色低下要因の解明

試験は、2014年に島根県農業技術センター内水田で行った。土壌タイプは低地造成土、細粒質黄色土/湿性相であり、可給態窒素含量は12.2 mgN/100gであった。試験区は、有機一発266区と有機ユーコート266L区の2区を設定し、各区2反復とした。この2銘柄の肥料は、主に島根県内平坦部で普及しており、成分含量はともにN:12%、P₂O₅:6%、K₂O:6%であるが、含有窒素の形態が異なる。すなわち、有機一発266（S社製）は、50%の有機態窒素と被覆尿素90日型、一方、有機ユーコート266L（M社製）は、50%の有機態窒素と被覆尿素90日型および被覆尿素110日型を含有している。施用量は両区とも10aあたりN:6kg、P₂O₅:3kg、

1) 島根県農業技術センター

K₂O:3kgとし、全量基肥として5月15日の代かき時に全層施肥した。4月30日に育苗箱あたり乾粕で120gに相当する‘つや姫’の催芽粕を播種し、5月20日に育成した稚苗を栽植密度がm²あたり18.5株になるよう設定し、機械移植した。最高分げつ期は7月7日、幼穂形成期は7月9日、出穂期は8月2日、成熟期は9月8日であった。

水稻の葉色調査は1区あたり2ヶ所とし、1株3本植えに調整した1ヶ所15株の計30株について、6月19日(移植後30日)、7月7日(移植後42日)、7月11日(幼穂形成期)、8月1日(出穂期)および9月8日(成熟期)に、葉緑素計(ミノルタSPAD-502)を用いて完全展開した上位から2葉目を測定した。

2銘柄の有機態窒素入り肥効調節型肥料の含有窒素溶出パターンは、ほ場埋設法により調査した。すなわち、予め採取した栽培試験水田作土の風乾細土20gに、被覆尿素および有機態窒素とその他成分を含有する粒の配合割合に調整した肥料を4g混合し、市販のポリエチレン・ポリプロピレン製不織布に充填した。併せて、土壌のみ20gを入れた不織布を用意し5月15日の代かき後に、施肥をしていない区画を設け、深さ10cmの作土中に埋設した。その後、これらの試料を7日、14日、29日、50日(幼穂形成期)、81日(出穂期)および117日(成熟期)に各3袋ずつ掘り上げて風乾後微粉碎し、全窒素量を乾式燃焼法(NCアナライザーSUMIGRAPH NC-900)により定量した。肥料含有土壌の全窒素量から土壌のみの全窒素量を差引き、肥料含有窒素の残存量を求め、この値と埋め込む前の肥料含有土壌の全窒素量の差から窒素溶出率を算出した。また栽培試験において、施肥直後から移植期(5月15日～5月22日)、移植期から幼穂形成期(5月22日～7月4日)、幼穂形成期から出穂期(7月4日～8月4日)、出穂期から成熟期(8月4日～9月9日)の4つの生育期間別における施肥窒素の溶出量を推定するため、基肥窒素量6kgN/10aに、移植期(5月22日)、幼穂形成期(7月4日)、出穂期(8月4日)および成熟期(9月9日)の窒素溶出率を乗じて各時期別の窒素溶出量を求め、前後の時期で窒素溶出量を差引くことにより、各期

間の施肥窒素の溶出量を求めた。

2 幼穂形成期における葉色低下に対する穂肥の効果

栽培方法および耕種概要はⅡ-1と同様である。

試験区は、有機一発266および有機ユーコート266Lの2銘柄の肥料施用区に穂肥施用の有無を組み合わせた4区とした。また、窒素吸収量を求めるために無窒素区を設けた。基肥は5月15日の代かき時に、両銘柄とも10aあたりN:6kg, P₂O₅:3kg, K₂O:3kgを全層施肥した。穂肥区は満天有機067号(N-P₂O₅-K₂O=10-6-7:M社製)を使用し、7月14日の出穂20日前に10aあたりN:1kg, P₂O₅:0.6kg, K₂O:0.7kgを1回施用した。

生育調査は1区あたり2ヶ所とし、1株3本植えに調整した1ヶ所15株の計30株について行い、稈長、穂長、穂数は成熟期の9月8日に、葉色は7月11日(穂肥前3日)、7月22日(穂肥後8日)、7月31日(出穂期)および9月8日(成熟期)に調査した。葉色の測定は、Ⅱ-1と同様に行った。収量および収量構成要素は、両区とも1ヶ所当たり80株を2ヶ所刈り取り、自然乾燥後、常法により調査した。検査等級の決定は、日本穀物検定協会に依頼した。また、米粒判別は穀粒判別器(サタケ製RGQII10)により2,000粒中の粒数比率を測定した。玄米の食味値およびタンパク質含有率(乾物%)は食味分析計(静岡製機TM-3500)により測定した。

稲体の窒素濃度は、粉碎した乾物試料をケルダール分解後、水蒸気蒸留法により定量した(財団法人日本土壌協会, 2001)。稲体の乾物重は地上部のみとし、平均的な茎数の株を1区あたり6株抜き取り、60℃で通風乾燥した後、幼穂形成期と出穂期は地上部全体を、成熟期は茎葉と粕に分けて測定した。また、単位面積あたりの窒素吸収量は、定量した窒素濃度を10aあたり稲体乾物重に乗じて算出した。

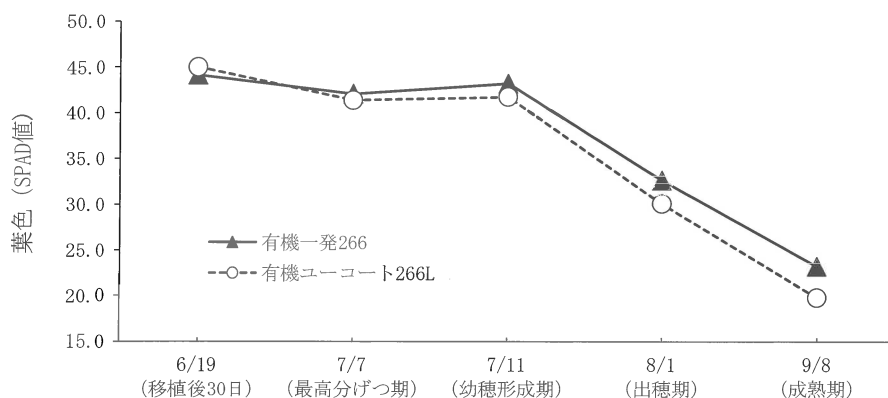


図1 肥料の違いが葉色 (SPAD 値) に及ぼす影響

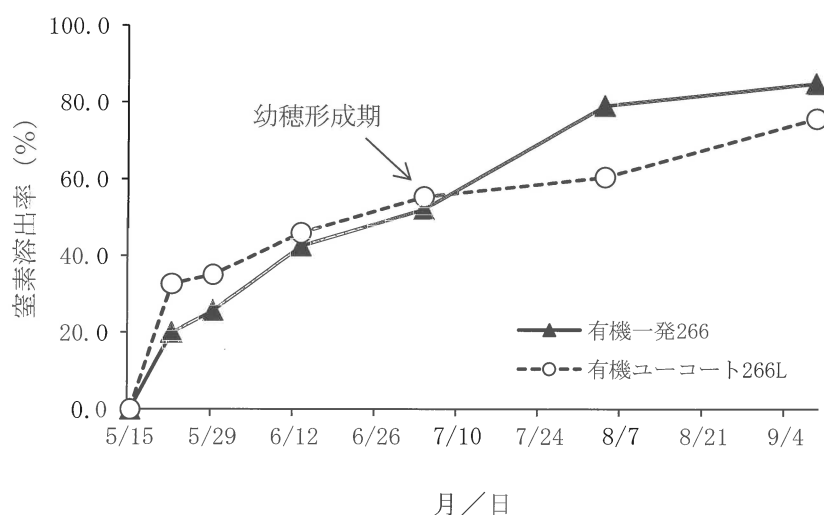


図2 肥料の違いが肥料含有窒素の溶出率に及ぼす影響

Ⅲ 結果および考察

1 有機態窒素入り肥効調節型肥料による葉色低下要因の解明

図1に肥料の違いが葉色 (SPAD 値) に及ぼす影響を示した。幼穂形成期以降、有機ユーコート 266L 区の葉色が有機一発 266 に比べて淡く推移した。

図2に肥料の違いが肥料含有窒素の溶出率に及ぼす影響を示した。2 銘柄の有機態窒素入り肥効調節肥料の含有窒素溶出率は、窒素成分量が同じでも異なる推移を示し、有機ユーコート 266L が有機一発 266 に比べて速やかに溶出が進み、幼穂形成期までは高く推移したが、それ以降は有機一発 266 が高くなった。

図3に肥料の違いが生育期間別肥料含有窒素

の推定溶出量に及ぼす影響について示した。有機一発 266 の窒素溶出量は、移植期～幼穂形成期が最も多く、次いで幼穂形成期～出穂期であり、出穂期～成熟期には急激に少なくなった。一方、有機ユーコート 266L の窒素溶出量は、施肥～移植期が最も多く、その後、幼穂形成期～出穂期にかけて急激に減少したが、出穂期～成熟期には増加に転じた。

肥料含有窒素の溶出率の推移およびこの値から求めた栽培試験による生育期間別の推定窒素溶出量と葉色の推移を照らし合わせると、幼穂形成期以降の葉色が有機ユーコート 266L 区で低下するのは、同肥料の窒素溶出率が幼穂形成期以降急激に低下するためであると考えられた (図1, 2, 3)。このことから、県内平坦部‘つや姫’栽培地域において肥料の違いによって認

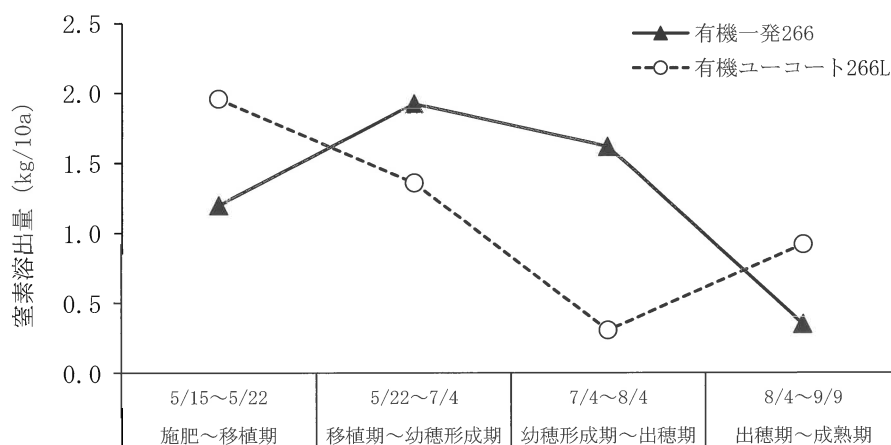


図3 肥料の違いが生育期間別肥料含有窒素の推定溶出量に及ぼす影響
注1) 供試肥料 N6kg/10a 施用した場合の推定量を示す

められた幼穂形成期からの登熟期間における葉色値の低下は、幼穂形成期から成熟期までの肥料含有窒素の溶出特性の違いが主因であり、保証成分量が同じである肥料でも、使用する銘柄によっては‘つや姫’の生育に影響を及ぼすことが明らかとなった。このことから使用する肥料の特性も十分考慮する必要がある。今後は葉色の推移を注視した上で、肥料の選択を行うことが一層重要になると考えられた。

2 幼穂形成期における葉色低下に対する穂肥の効果

表1に穂肥施用の有無が水稻の生育に及ぼす影響を示した。穂肥施用後の葉色の推移をみると、いずれの肥料区とも穂肥施用後8日には穂肥無施用区に比べて施用区の値が高くなり葉色の回復が認められた。その後、出穂期に穂肥無施用区との差が最大となり、有機一発266区が1.4、有機ユーコート266L区が2.0高かったが、成熟期には差が小さくなった。また、どちらの肥料区とも穂肥を施用することにより稈長や穂長が僅かに長くなり、有効茎歩合も僅かに高まった。

表2に穂肥施用の有無が収量、収量構成要素および玄米品質に及ぼす影響を示した。穂肥施用区の水稲収量は、両区とも穂肥無施用区と比べて登熟歩合が向上したことにより、有機一発266区が542kg/10a、有機ユーコート266L区が503kg/10aとなり、それぞれ3%と1%増収し

た。また、どちらの肥料区とも整粒歩合や未熟粒率および食味値は穂肥施用の有無による差がなかった。しかし、検査等級をみると有機一発266の穂肥施用区が1等中であるのに対し、無施用区が1等中～下、有機ユーコート266L区の穂肥施用区が1等下であるのに対し、無施用区が1等中～2等上であり、穂肥を施用することにより玄米品質が向上する傾向が認められた。

表3に穂肥施用の有無が水稻地上部の窒素濃度と吸収量に及ぼす影響を示した。出穂期と成熟期の窒素濃度を穂肥施用の有無で比較すると、有機一発266区では差がなかったが、有機ユーコート266L区では穂肥施用区が若干高く、穂肥の施用効果がやや高いと考えられた。一方、成熟期の窒素吸収量から幼穂形成期の値を差し引いて求めた穂肥施用後の窒素吸収量は、有機一発266の穂肥施用区が5.0kg/10a、同穂肥無施用区が4.2kg/10a、有機ユーコート266Lの穂肥施用区が4.2kg/10a、同穂肥無施用区が3.0kg/10aであった。穂肥施用と無施用区の両区の差から求めた穂肥由来窒素の吸収量は、有機一発266区が10aあたり0.8kg、有機ユーコート266L区が1.2kgであった。穂肥の窒素施用量は1kgN/10aであることから、どちらの肥料施用区とも施用した穂肥のほとんどが吸収されたと考えられた。

‘つや姫’栽培の手引き（島根農技セ、2016）では、幼穂形成期頃に、葉緑素計のSPAD値が

表 1 穂肥施用の有無が水稻の生育に及ぼす影響

試験区		葉色 (SPAD値)				稈長	穂長	穂数	有効茎歩合
供試肥料	穂肥	穂肥前3日	穂肥後8日	出穂期	成熟期	(cm)	(cm)	(本/m ²)	(%)
有機一発266区	施用	43.0	40.9	34.0	22.8	77.7	16.6	489	81.9
	無施用	43.2	40.1	32.6	23.2	76.9	16.3	509	80.5
有機ユーコート266L区	施用	41.4	39.1	32.0	20.5	74.8	16.1	492	77.8
	無施用	41.7	37.5	30.0	19.7	73.8	16.0	468	74.7

表 2 穂肥施用の有無が収量、収量構成要素および玄米品質に及ぼす影響

試験区		玄米収量	穂数	m ² 当たり 粒数	千粒重	登熟歩合	検査等級	整粒歩合	未熟粒率	タンパク質含有率	食味値
供試肥料	穂肥	(kg/10a)	(本/m ²)	(粒/m ²)	(g)	(%)		(%)	(%)	(乾物%)	
有機一発266区	施用	542	540	34,117	21.7	73.9	1等中	76.6	22.2	7.5	71
	無施用	524	523	33,203	21.8	72.8	1等中～下	77.4	21.2	7.7	70
有機ユーコート266L区	施用	503	478	27,949	22.0	82.2	1等下	73.3	25.6	7.4	72
	無施用	498	483	29,413	21.9	77.5	1等中～2等上	73.6	25.3	7.2	74

注 1) 玄米収量は水分 15%換算値

注 2) 検査等級は日本穀物検定協会調べ

注 3) 米粒判別は穀粒判別器RGQ110 (サタケ製) による2,000粒中の粒数比を示す

注 4) 玄米のタンパク質および食味値は静岡製機TM-3500による測定値

表 3 穂肥施用の有無が水稻地上部の窒素濃度と吸収量に及ぼす影響

試験区		N濃度 (%)			N吸収量 (kg/10a)			穂肥後の	穂肥由来
供試肥料	穂肥	出穂期	成熟期		幼穂形成期	出穂期	成熟期	N吸収量	N吸収量
			粒	茎葉				(kg/10a)	(kg/10a)
有機一発266区	施用	1.16	1.04	0.65	6.0	9.3	11.0	5.0	0.8
	無施用	1.15	1.05	0.66	6.5	9.6	10.7	4.2	—
有機ユーコート266L区	施用	1.05	1.03	0.62	6.1	8.7	10.3	4.2	1.2
	無施用	1.00	0.97	0.56	6.2	8.3	9.2	3.0	—

注 1) 穂肥後のN吸収量＝成熟期のN吸収量－幼穂形成期のN吸収量

注 2) 穂肥由来のN吸収量＝穂肥施用区における穂肥後のN吸収量－穂肥無施用区の穂肥後のN吸収量

32.5 以下になり、窒素の肥効が継続しないと判断できた場合に速やかに穂肥を行うこととしている。本試験では、幼穂形成期の葉色 (SPAD 値) が、基準値より高い条件であったにもかかわらず、いずれの肥料区とも施用した穂肥のほとんどが吸収され、登熟歩合が向上したことで増収につながった (表 1, 2, 3)。また、検査等級もやや向上した (表 2)。

以上の結果から、葉色 (SPAD 値) が基準値以下でない場合でも、収量や玄米品質向上に対する穂肥施用の効果が認められることが明らかとなった。特に有機一発 266 区に比べて葉色が淡かった有機ユーコート 266L 区の方が葉色の回復が速やかであったことから、葉色がより淡い場合の方が施用効果が大きいと考えられた。

本試験では穂肥の施用により、増収や玄米等級の向上が認められたが、穂肥の過剰施用は、玄米中の窒素濃度を高め、玄米品質を低下させるという報告がある (松江, 2013)。本報は基

肥一発施肥における葉色低下対策のためであり、今後は適正な穂肥施用量や施用時期について更に検討する必要がある。

Ⅳ 摘 要

水稻‘つや姫’の有機態窒素入り肥効調節型肥料を用いた基肥一発施肥時の幼穂形成期からの登熟期間における葉色の低下要因を検討した。また、葉色値が低下した場合の対策として穂肥の施用効果を調査した。

1. 県内平坦部水田で普及している保証窒素成分が同じである有機態窒素入り肥効調節型肥料2銘柄を供試し、水稻‘つや姫’の葉色に及ぼす影響と各肥料の含有窒素推定溶出量および溶出パターンを比較した。その結果、現場で認められた幼穂形成期から出穂期にかけての葉色の低下は、この時期における肥料含有窒素の溶出量が少ないことが主因である可能性が示唆された。
2. 基肥一発施肥栽培時の穂肥施用の効果を検討したところ、登熟歩合が向上し1～3%増収した。一方、玄米品質に対する向上効

果は判然としなかったが、検査等級は高くなる傾向が認められた。

Ⅴ 引用文献

- 森田 脩(2002)作物学辞典. 4. 作物の栽培管理. 4.1 土壌管理(日本作物学会編). 朝倉書店, 174.
- 島根県農業技術センター(2016)‘つや姫’栽培の手引き, 27pp.
- 結城和博・佐藤久実・中場 勝・櫻田 博・佐野智義・本間猛俊・渡部幸一郎・水戸部昌樹・宮野 斉・中場理恵子・横尾信彦・森谷真紀子・後藤 元・齋藤信弥・齋藤久美(2010)水稻新品種「つや姫」(山形97号)の育成, 山形県農業研究報告(2), 19-40.
- 財団法人日本土壌協会(2001)土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質及び植物体分析法, 250-254.

Summary

Causes of the extreme drop of leaf color level (SPAD) in the basal dressing single fertilizer application of the paddy-rice ‘Tsuyahime’ from the panicle formation stage to the ripening period was investigated.

And the influence of application of topdressing at ear formation or improvement of the brown rice quality was investigated as measures of the drop factor of the leaf color level (SPAD) .

1. An accumulation elution pattern of manure component nitrogen of two kinds of a controlled availability fertilizer with organic nitrogen used in a land rice field in Shimane was compared by field leaching test. As a result, it was suggested on the site that the drop of the extreme leaf color level from approved panicle formation stage to the coming into heading stage was caused by the difference of the elution characteristic of a controlled availability fertilizer component nitrogen.
2. The topdressing at ear formation stage was fertilized at the time of the basal dressing single fertilizer application. As a result, percentage of ripened grain improved, and yields increased 1 to 3 %. On the other hand, the effect on brown rice quality was not clear. However, the inspection grade tended to slightly increase.

米粒選別方法の違いが島根県産米の品質および食味に 及ぼす影響

田 中 互¹⁾・福 間 康 平¹⁾

Effects of Brown Rice Sorting Methods on Quality and Eating Quality
of Rice Produced in Shimane Prefecture

Wataru Tanaka¹⁾ and Kohei Fukuma¹⁾

I 緒 言

本県の2016年の水稻作付面積は17,700ha(2017.2.20 農林水産省公表)であり, 本県水稻奨励品種のうち‘コシヒカリ’は61.3%, ‘つや姫’は5.4%, ‘きぬむすめ’は24.2%を占めている(島根県農業協同組合). 近年, 県内平坦地域において‘コシヒカリ’は乳白粒等の白未熟粒の多発により著しく品質が低下しており, 一等米比率は2015年産が63.1%(2017.1.31 農林水産省公表, 確定値), 2016年産は62.2%(2018.1.31 農林水産省公表, 確定値)にとどまっている.

そこで, 平坦地域の‘コシヒカリ’の代替品種として, 高温耐性が優れ, 玄米の外観品質と炊飯米の食味特性が優れる‘つや姫’(結城ら, 2010)を2012年に奨励品種に採用し, 作付け拡大を図っている.

島根県農業技術センターにおける‘つや姫’栽培試験および‘つや姫’現地栽培実証ほの167サンプル(2011年~2015年)において, 現行の1.85mmの網目による選別の一等米比率が58.7%であったのに対して, 同サンプルを1.9mm網目で選別した場合, 一等米比率は80.2%へと飛躍的に向上した(島根農技セ, 2015). この成果を関係機関で情報共有する中で, 2018年の米政策の大幅な見直しを踏まえ, 島根県農業協同組合の重点取り組み事項と

して, 売れる米づくりに向け, 県産米の1.9mm網目選別の導入に重点的に取り組むことが決定された.

そこで, 西日本初の県全体での1.9mm網目選別出荷を進めるための基礎データを得ることを目的として, 県内の水稻主要3品種の地帯別の玄米粒厚分布の実態および1.9mm網目選別が主要3品種の玄米外観品質, 食味分析値に及ぼす影響調査を実施したので, その概要を報告する.

II 材料及び方法

1 県内地帯別の水稻主要3品種の玄米粒厚分布の実態把握

島根県農業協同組合各地区本部より2015年は‘コシヒカリ’27サンプル(平坦地19, 中山間地8), ‘つや姫’25サンプル(平坦地16サンプル, 中山間地9), ‘きぬむすめ’24サンプル(平坦地17, 中山間地7)合計76サンプル, 2016年は‘コシヒカリ’27サンプル(平坦地15, 中山間地12), ‘つや姫’19サンプル(平坦地13, 中山間地6), ‘きぬむすめ’24サンプル(平坦地15, 中山間地9)合計70サンプルを収集した. サンプルは生産者の出荷段階で1.85mm選別済みであり, 1サンプルあたり概ね500gであった.

1) 島根県農業技術センター

地帯の区分については、平坦地は標高100m未満、中山間地は標高100m以上の地点とした。収集したサンプルは1.85mm網目（株式会社サタケ テスト粒選別機 TWSB）で再調製した。粒厚分布の調査は、1.8, 1.9, 2.0, 2.1, 2.2mm穀物用縦目段篩いで玄米200gを5分間震盪し粒厚別に選別し、その重量割合を測定した。なお、1.9mm選別による減収率は屑米となる1.85mm以上1.9mm未満の重量割合から算出した。

また、1.85mm網目で再調製したサンプルから200gを採取し、その内40gを1.85mm選別サンプルとし、残りを1.9mmの縦目篩（不二金属社製）で選別した中から40gをとり1.9mm選別サンプルとした。それぞれを粒数カウンター（大善技研工業株式会社 DC-1-M5 型）で計測し千粒重を求め、水分15%で補正した。

2 1.9mm 網目選別が県内主要3品種の玄米外観品質および食味分析値に及ぼす影響

玄米外観品質は穀粒判別器（株式会社サタケ RGQI10A）により2,000粒中の整粒、乳白粒および基部未熟粒の粒数比率を測定した。玄米のタンパク質含有率（DW%）および食味値は食味分析計（静岡製機 TM-3500）により1サンプルあたり3回測定した。また、同サンプルを日本穀物検定協会農産物検査員により1等上から規格外の10段階に格付けした。

Ⅲ 結果および考察

1 県内地帯別の水稻主要3品種の玄米粒厚分布の実態

表1に2015年および2016年の3品種の地帯別の玄米粒厚分布を示した。玄米粒厚のピークは、2016年の中山間地の‘コシヒカリ’を除き、2.0mm以上2.1mm未満であった。2.1mm以上の割合は、平坦地と中山間地が同程度であった2016年の‘つや姫’を除き、中山間地が平坦地を上回った。また1.9mm以上2.0mm未満の割合は2016年の‘つや姫’を除き、平坦地が中山間地より高かった。両年とも‘コシヒカリ’は3品種の中で平坦地と中山間地の差が大きかった。1.9mm網目選別による1.85mm網目選別に比べ収量が低下した割合（以下、1.9mm選別減収率とする）は、いずれの品種・地帯においても2015年が2016年より高く、平坦地の‘コシヒカリ’は‘つや姫’および‘きぬむすめ’より高かった。1.9mm選別減収率は年次および品種の違いにかかわらず平地坦が中山間地より高く、‘コシヒカリ’は平坦地と中山間地の減収率の差が大きかった。これに対して‘つや姫’および‘きぬむすめ’では、平坦地と中山間地の差は比較的小さかった。

表2に3品種の地帯別の玄米千粒重を示した。玄米千粒重はいずれの品種においても、中山間地が平坦地より重く、中山間地と平坦地の1.85mm網目選別の玄米千粒重の差は、2015年

表1 主要3品種の地帯別の玄米粒厚分布

年次	品種	区分	サンプル数	重量割合(%)					
				2.2mm以上±SE	2.2～2.1mm±SE	2.1～2.0mm±SE	2.0～1.9mm±SE	1.9～1.85mm±SE	2.1mm以上計±SE
2015	コシヒカリ	平坦地	19	0.8±0.24	16.2±2.76	48.8±1.55	25.5±2.63	8.7±1.18	17.0±2.97
		中山間地	8	1.5±0.32	29.2±3.48	51.8±2.35	13.7±1.40	3.8±0.61	30.7±3.78
	つや姫	平坦地	16	0.3±0.06	12.9±1.35	55.6±0.87	23.8±1.28	7.4±0.76	13.2±1.40
		中山間地	9	0.8±0.21	25.4±3.15	54.0±1.39	16.0±1.77	3.8±0.55	33.4±3.33
	きぬむすめ	平坦地	17	0.6±0.15	22.1±2.58	51.8±0.96	19.4±1.65	6.1±0.67	22.7±2.71
		中山間地	7	1.5±0.44	30.5±4.14	49.8±2.47	14.0±2.13	4.1±0.69	32.0±4.56
2016	コシヒカリ	平坦地	15	3.2±0.61	32.8±3.67	44.9±1.75	15.0±2.25	4.1±0.54	36.0±4.19
		中山間地	12	6.5±1.22	46.0±3.00	37.1±2.60	8.4±1.33	1.9±0.29	52.5±4.03
	つや姫	平坦地	13	4.2±0.95	41.8±2.20	42.7±2.15	8.9±0.55	2.4±0.31	46.0±2.87
		中山間地	6	4.1±0.95	41.0±4.01	43.4±4.16	9.6±0.90	1.9±0.32	45.1±4.92
	きぬむすめ	平坦地	15	2.0±0.40	29.3±2.56	48.4±1.35	15.8±1.50	4.4±0.42	31.3±2.93
		中山間地	9	4.2±0.91	40.8±3.73	41.6±3.25	10.8±1.19	2.6±0.49	45.0±4.56

注)1. SEは標準誤差を表す

表2 主要3品種の地帯別の玄米千粒重

年次	品種	区分	サンプル数	玄米千粒重(g) ± SE	
				1.85mm選別	1.9mm選別
2015	コシヒカリ	平坦地	19	22.0 ± 0.12	22.2 ± 0.11
		中山間地	8	22.9 ± 0.27	23.0 ± 0.27
	つや姫	平坦地	16	21.8 ± 0.15	22.0 ± 0.15
		中山間地	9	22.5 ± 0.19	22.6 ± 0.19
	きぬむすめ	平坦地	17	22.5 ± 0.11	22.7 ± 0.09
		中山間地	7	22.9 ± 0.22	23.0 ± 0.19
2016	コシヒカリ	平坦地	15	22.3 ± 0.21	22.9 ± 0.12
		中山間地	12	22.7 ± 0.19	23.1 ± 0.15
	つや姫	平坦地	13	22.7 ± 0.20	23.0 ± 0.11
		中山間地	6	23.1 ± 0.26	23.3 ± 0.17
	きぬむすめ	平坦地	15	22.3 ± 0.20	22.9 ± 0.15
		中山間地	9	22.7 ± 0.25	23.1 ± 0.15

注)1. 千粒重は水分15%換算値

注)2. SEは標準誤差を表す

の‘コシヒカリ’が0.9g, 2015年の‘つや姫’が0.7gであり, その他の場合は0.4gであった. 1.9mm選別においても2015年の‘コシヒカリ’および‘つや姫’は中山間地と平坦地の玄米千粒重の差が大きかった.

平坦地において‘つや姫’は‘コシヒカリ’に比較して1.9mm以上2.0mm未満の玄米粒厚割合および1.9mm選別減収率が低いことから, 平坦地の‘コシヒカリ’から‘つや姫’への品種転換と, 1.9mm選別の普及を進める県施策上, 有効なデータが得られたと考えられる.

表3に両年次における‘コシヒカリ’の玄米水分, 千粒重, 玄米粒厚割合について, 全サンプルの平均値を示した. 2015年のサンプルは玄米水分が2016年に比較して1.2%低く, 千粒重が0.2g軽く, 2.1mm以上の割合が20.2%低かった. ‘コシヒカリ’において粗玄米水分が低下すると千粒重が軽くなり, 粒厚の厚い玄米の割合も低下する(斉藤ら, 1996)ことが報告されており, 今回調査したサンプル水分の違いを考慮する必要はあるものの, 粒厚2.1mm以上の割合の差は大きい. また, 平均気温は千粒重との相関が高い(斉藤ら, 1996)とされており, ‘コシヒカリ’の登熟期に相当する8月の平均気温が2015年に比較して高かった2016年(出雲市+1.4℃, 赤名+0.9℃)は, 千粒重が0.2g重かつ

た(表3, 表4). これらのことから, 玄米粒厚と千粒重には年次変動が認められた.

2 選別方法の違いが県内主要3品種の玄米外観品質および食味分析値に及ぼす影響

表5に選別方法の違いが3品種の整粒比率, 乳白粒比率および基部未熟粒比率に及ぼす影響について示した. 1.9mm網目選別の整粒比率は1.85mm網目選別に比較して, 2016年の中山間地の‘つや姫’を除きやや高まり, その程度は2015年が2016年に比べて顕著であった. 1.9mm網目選別の乳白粒比率は1.85mm網目選別に比較して, 2015年の中山間地の‘コシヒカリ’, 2016年の‘つや姫’を除きやや低下した. 1.9mm網目選別の乳白粒比率を年次間で比較すると, 平坦地の‘コシヒカリ’を除き, 2016年が2015年より多かった. 1.9mm網目選別の基部未熟粒比率は1.85mm網目選別に比較して, 全ての年次, 品種および地帯においてやや高まり, 全ての年次および品種において平坦地が中山間地より高かった. 1.9mm網目選別の基部未熟粒比率を年次間で比較すると, いずれの品種・地帯においても2016年が2015年より高く, 2016年の登熟期が高温で推移した影響がうかがわれた(表4).

1.9mm網目選別による基部未熟粒比率の増加

表3 ‘コシヒカリ’における玄米水分、千粒重および玄米粒厚

年次	1.85mm選別		1.9mm選別		玄米粒厚別重量割合(%)					
	水分	千粒重	水分	千粒重						
	(%)	(g)	(%)	(g)	2.2mm以上	2.1~2.2mm	2.0~2.1mm	1.9~2.0mm	1.85~1.9mm	2.1mm以上
2015	12.9	22.3	13.0	22.5	0.8	20.6	51.9	20.4	6.3	21.4
2016	14.1	22.5	14.0	23.0	3.9	37.7	43.4	11.9	3.1	41.6

注)1. ‘コシヒカリ’の全サンプルの平均値

表4 出雲市および飯南町赤名における水稻登熟期間の気温の推移

月	半旬	最高気温(℃)				最低気温(℃)				平均気温(℃)			
		出雲市		赤名		出雲市		赤名		出雲市		赤名	
		2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年
7	4	27.8	29.2	26.5	28.7	20.2	21.1	19.2	18.2	23.5	25.0	22.2	22.4
	5	32.1	30.1	27.7	29.1	22.7	21.4	21.0	18.9	26.8	25.5	23.6	23.5
	6	30.5	32.5	29.0	30.2	23.3	23.3	21.1	21.1	27.2	27.8	24.4	24.9
8	1	30.6	33.5	32.3	31.2	21.6	22.5	20.0	19.8	26.1	27.5	25.4	24.7
	2	33.4	34.1	32.2	31.5	23.5	22.5	20.3	19.6	27.9	27.5	24.9	24.4
	3	29.3	32.9	27.4	32.1	21.7	21.0	18.8	18.3	25.0	27.1	22.2	24.5
	4	29.1	32.7	26.8	31.3	21.3	22.9	18.6	18.6	24.9	26.9	22.3	24.3
	5	29.0	33.1	26.5	31.4	21.1	23.2	18.3	19.1	24.8	27.6	22.1	24.4
	6	26.4	26.9	24.4	24.5	18.8	20.1	16.4	17.1	22.3	22.8	19.9	19.8
9	1	27.8	30.6	24.9	26.8	19.5	21.0	16.2	18.7	23.1	25.1	20.1	22.4
	2	23.3	28.5	20.3	26.6	18.5	20.6	16.5	17.5	20.7	23.7	18.1	21.1
	3	25.0	26.3	22.7	24.5	14.1	19.6	10.9	17.3	19.5	22.5	16.4	20.3
	4	25.2	24.3	22.5	23.0	15.7	19.9	13.1	17.8	20.0	21.6	16.9	19.9

表5 選別方法の違いが主要3品種の整粒比率、乳白粒比率および基部未熟粒比率に及ぼす影響

年次	品種	区分	サンプル数	整粒(%)±SE		乳白粒(%)±SE		基部未熟粒(%)±SE	
				1.85mm選別	1.9mm選別	1.85mm選別	1.9mm選別	1.85mm選別	1.9mm選別
2015	コシヒカリ	平坦地	19	60.1±2.26	63.2±2.39	6.4±0.85	5.7±0.81	4.7±0.65	4.8±0.69
		中山間地	8	76.3±3.09	77.6±3.45	4.0±0.88	4.1±0.76	1.4±0.66	1.5±0.71
	つや姫	平坦地	16	65.7±2.01	68.0±2.00	5.8±0.66	5.2±0.71	1.7±0.29	1.8±0.30
		中山間地	9	75.8±2.21	76.2±2.50	3.4±0.52	3.2±0.54	1.1±0.41	1.2±0.48
	きぬむすめ	平坦地	17	73.1±1.33	75.8±1.20	4.0±0.33	3.8±0.31	0.7±0.21	0.8±0.21
		中山間地	7	75.3±2.41	76.9±2.29	3.2±0.44	3.0±0.63	0.4±0.08	0.4±0.04
2016	コシヒカリ	平坦地	15	67.3±1.52	68.3±1.81	5.5±0.36	5.3±0.50	7.7±0.94	8.2±0.98
		中山間地	12	67.0±3.38	68.1±3.29	8.6±2.21	7.5±2.05	6.3±0.87	6.5±0.77
	つや姫	平坦地	13	69.2±2.47	69.4±2.34	6.5±1.20	6.7±1.18	4.2±0.75	4.7±0.87
		中山間地	6	75.1±5.03	74.8±5.09	5.3±2.34	5.5±2.41	2.5±1.30	2.9±1.28
	きぬむすめ	平坦地	15	70.1±2.60	71.5±2.56	7.7±0.99	7.4±1.10	2.3±0.53	2.4±0.59
		中山間地	9	78.2±1.82	78.9±1.50	5.1±0.62	4.9±0.66	1.1±0.14	1.2±0.20

注)1. 整粒, 乳白, 基部未熟はサタケ社穀粒判別器RGQI10Aによる玄米2,000粒中の粒数比

注)2. SEは標準誤差を表す

は、玄米粒厚が厚いほど基部未熟粒が増加した(島根農技セ, 2013)結果と一致した。玄米の基部はデンプン蓄積過程において最後にデンプンが蓄積される(森田, 2011)ため、登熟期の高温条件等、玄米の登熟を妨げる環境の下では大粒の玄米ほど基部未熟粒が発生しやすいと考えられた。

表6に選別方法の違いが3品種の地帯別の一等米比率に及ぼす影響について示した。平坦地

の‘コシヒカリ’の1.85mm網目選別の一等米比率は両年とも‘つや姫’および‘きぬむすめ’を下回った。1.85mm網目選別の一等米比率は2015年の‘きぬむすめ’を除き、いずれの品種においても中山間地が平坦地より高かった。1.9mm網目選別の一等米比率は2015年の‘つや姫’を除き中山間地が平坦地より高かった。1.9mm網目選別の一等米比率は、1.85mm網目選別で80%以上であった2015年の平坦地の‘き

表6 選別方法の違いが主要3品種の一等米比率に及ぼす影響

年次	品種	区分	サンプル数	一等米比率(%)		
				1.85mm選別	1.9mm選別	増加率
				A	B	B-A
2015	コシヒカリ	平坦地	19	27.8	61.1	33.3
		中山間地	8	66.7	88.9	22.2
	つや姫	平坦地	16	50.0	81.3	31.3
		中山間地	9	66.7	77.8	11.1
	きぬむすめ	平坦地	17	82.4	82.4	0.0
		中山間地	7	57.1	100.0	42.9
2016	コシヒカリ	平坦地	15	26.7	60.0	33.3
		中山間地	12	58.3	66.7	8.3
	つや姫	平坦地	13	38.5	61.5	23.1
		中山間地	6	83.3	83.3	0.0
	きぬむすめ	平坦地	15	46.7	80.0	33.3
		中山間地	9	88.9	88.9	0.0

表7 選別方法の違いが主要3品種の食味計分析値に及ぼす影響

年次	品種	区分	サンプル数	タンパク質含有率(DW%) ±SE		スコア ±SE	
				1.85mm選別	1.9mm選別	1.85mm選別	1.9mm選別
2015	コシヒカリ	平坦地	19	6.7 ± 0.10	6.8 ± 0.09	80.9 ± 0.85	80.5 ± 0.87
		中山間地	8	6.7 ± 0.15	6.8 ± 0.14	79.9 ± 1.06	79.3 ± 1.10
	つや姫	平坦地	16	7.1 ± 0.17	7.1 ± 0.16	77.9 ± 1.26	77.8 ± 1.21
		中山間地	9	7.0 ± 0.19	7.1 ± 0.23	78.2 ± 1.41	77.2 ± 1.53
	きぬむすめ	平坦地	17	6.9 ± 0.08	6.9 ± 0.10	79.4 ± 0.64	79.0 ± 0.71
		中山間地	7	6.9 ± 0.18	7.0 ± 0.19	78.3 ± 1.19	77.7 ± 1.36
2016	コシヒカリ	平坦地	15	6.9 ± 0.11	6.7 ± 0.10	79.0 ± 0.88	78.9 ± 0.80
		中山間地	12	6.6 ± 0.08	6.4 ± 0.08	79.6 ± 0.58	79.8 ± 0.59
	つや姫	平坦地	13	7.0 ± 0.14	6.9 ± 0.14	76.5 ± 1.05	76.8 ± 1.02
		中山間地	6	7.2 ± 0.19	7.0 ± 0.15	75.2 ± 1.35	75.8 ± 1.01
	きぬむすめ	平坦地	15	7.4 ± 0.16	7.2 ± 0.15	74.1 ± 1.30	74.2 ± 1.18
		中山間地	9	6.9 ± 0.09	6.7 ± 0.11	76.1 ± 0.68	76.7 ± 0.78

注) 1. タンパク質含有率およびスコアは静岡精機食味分析計TM-3500による3回測定の平均値

ぬむすめ’、2016年の中山間地の‘つや姫’および‘きぬむすめ’を除き、1.85mm 網目選別の一等米比率より向上した。特に平坦地では大幅に向上し、1.9mm 網目選別の有効性が認められた。

1.9mm 網目選別により整粒比率がわずかに高まり乳白粒が除去される傾向にあることから、外観品質が総合的に向上し検査等級が高まるものと考えられた(表5, 表6)。

表7に選別方法の違いが3品種の地帯別の食味計分析値に及ぼす影響について示した。1.9mm 網目選別の玄米タンパク質含有率(DW%)は1.85mm 網目選別に比較して、い

ずれの品種・地帯においても2015年は同等かわずかに高まり、2016年は0.1～0.2%低下した。その結果、1.9mm 網目選別の食味値は1.85mm 網目選別に比較して2015年はいずれの品種・地帯においてもわずかに低下し、2016年は平坦地の‘コシヒカリ’を除き、わずかに高まった。

今後、食味と高い相関が認められた味度(田中ら, 1993)と選別方法の関係について調査する必要がある。

‘コシヒカリ’からの品種転換を進めている‘つや姫’を平坦地において5ha作付した場合の米販売収入の損益分岐点を試算した。試算には2016年の平坦地の‘つや姫’のデータおよ

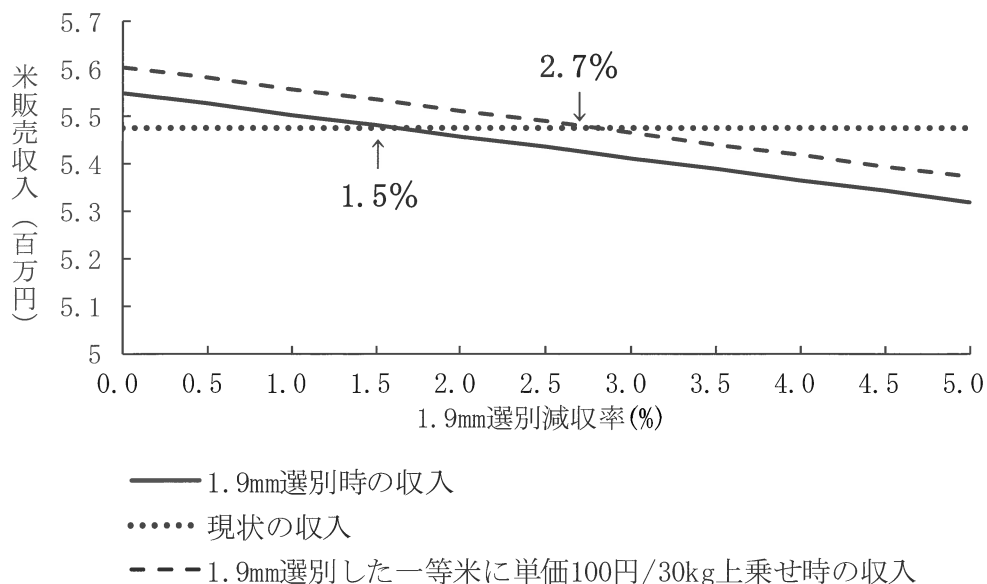


図1 平坦地における‘つや姫’5ha 作付時の米販売収入の損益分岐点

び島根県農業協同組合の2016年産‘つや姫’の買取単価（玄米30kg当たり一等6,300円，二等5,950円，1.9mm選別で生じるふり下単価kg当たり35円）を用い，1.85mm網目選別の10a当たり収量を540kgと仮定した。今回調査した2016年の平坦地の‘つや姫’の1.9mm選別減収率は2.4%であった。図1のとおり1.9mm選別した場合の損益分岐点は減収率1.5%であった。これに対して，1.9mm選別の一等米に30kg当たり100円を単価上乗せしたと仮定した場合の損益分岐点は減収率2.7%まで緩和した。‘つや姫’は平坦地と中山間地の1.9mm選別減収率の差が‘コシヒカリ’に比較して小さいものの，2015年の平坦地における1.9mm選別減収率は7.4%と高い（表1）。平坦地において‘つや姫’の生産を拡大するとともに，1.9mm網目選別を円滑に普及させるためには，玄米粒厚を改善し1.9mm選別減収率を2.7%未満に抑制する栽培技術の確立が必須であると考えられた。また，1.9mm網目選別を実施した結果一等に格付けされた玄米に対する単価上乗せ等の支援対策が重要と考えられた。

Ⅳ 摘 要

県内の水稻主要品種の地帯別の玄米粒厚分布の実態および1.9mm網目選別の影響について調査した。

1. 1.9mm選別減収率は平坦地が中山間地より高かった。平坦地において‘つや姫’は‘コシヒカリ’に比較して1.9mm選別減収率が低いことから1.9mm網目選別出荷には有利であり，‘コシヒカリ’からの品種転換を一層進める必要性が示唆された。
2. 1.9mm網目選別の整粒比率は1.85mm網目選別に比較してやや高まり，乳白粒比率はやや低下した。1.9mm網目選別の一等米比率は平坦地において大幅な向上が認められた。1.9mm網目選別導入に際しては，選別による減収分を補填するため，買取単価上乗せが必要かつ有効であることが示唆された。

引用文献

- 結城和博・佐藤久実・中場 勝・櫻田 博・佐野智義・本間猛俊・渡部幸一郎・水戸部昌樹・宮野 齊・中場理恵子・横尾信彦・森谷真紀子・後藤 元・齋藤信弥・齋藤久美（2010）水稻新品種「つや姫」（山形 97 号）の育成，山形県農業研究報告（2），19-40.
- 森田敏（2011）イネの高温障害と対策，農文協，62-63
- 田中一生・佐々木忠雄・沼尾吉則・太田早苗・吉村徹（1993）水稻育種試験における味度メーターを用いた食味評価について，育種・作物学会北海道談話会会報 34，72-73
- 斉藤研二・深山政治（1996）千葉県産米の千粒重と粒厚分布の実態およびその向上対策，千葉県農業試験場研究報告 37 号，95-106
- 島根農技セ（2015）「つや姫」栽培の手引き（H28 年度改訂版），24
- 島根農技セ（2013）作物科成績概要集，53-54

Summary

We investigated the effects of brown rice grain thickness sorting methods on the brown rice using 3 major rice varieties ('Koshihikari', 'Tsuyahime', and 'Kinumusume') cultivated at various altitudes in different regions of Shimane Prefecture, using 1.85 mm and 1.9 mm screening mesh sizes. The results obtained showed the following:

1. Decreased yield ratios in plain areas at less than 100 meters altitude were higher than those in mountainous areas exceeding 100 meters altitude. Decreased yield ratios for 'Tsuyahime' using 1.9 mm screening mesh were lower than those for 'Koshihikari' in plain areas.
2. Perfect grain ratios increased milky rice kernels ratios decreased more with 1.9 mm screening mesh than with 1.85 mm screening mesh. Top-grade rice ratios improved substantially using 1.9 mm screening mesh in plain areas at lower than 100 meters altitude. We propose to increase the purchase price of brown rice, when start using 1.9 mm screening mesh to improve quality.

フラボノール高含有クワ新品種‘蒼楽’の育成

杉 山 万 里^a・勝 部 拓 矢^b・小 山 朗 夫^{c,d}

Characteristics of a New Mulberry Cultivar, ‘Soraku’ with High Flavonol Content

Mari Sugiyama^a, Takuya Katsube^b and Akio Koyama^{c,d}

I 緒 言

クワ (*Morus* spp.) は寒帯から熱帯まで広く分布しているクワ科 (*Moraceae*) クワ属の喬木性の落葉広葉樹である。クワは昭和の末期までは養蚕のための飼料として重要な作物に位置づけられ、平坦地から中山間地にかけて広く栽培されていた。しかし、養蚕業の衰退とともにクワの栽培面積は激減し、桑園は抜根され、また多くは放置されたまま廃園となった。一方で、クワはカイコの飼料としてだけではなく、その効能の科学的根拠が明らかになっていなかった時代から漢方薬として、あるいは果樹としても利用されてきた。

近年、健康維持について多くの人が関心を示すようになり、食品がもつ機能性成分が注目されるなか、クワ葉の機能性について、高血糖抑制作用 (Andallu et al., 2001; Evans et al., 1985; Kimura et al., 2007)、高血圧抑制作用 (Naowaboot et al., 2009)、アルツハイマー病予防効果 (Kaengkhan et al., 2009; Niidome et al., 2007)、抗腫瘍 (Park et al., 2013)、抗炎症 (Chauhan et al., 2015; Chen et al., 2013)、抗肥満 (Tsuduki et al., 2013) など国内外で

多くの報告があり、それら効果や成分の特定、メカニズムが解明されつつある (Butt et al., 2008; Nakagawa, 2013; 鈴木ら, 1996)。クワの機能性成分に関しては 1-deoxynojirimycin (以下, DNJ) の血糖上昇抑制効果がよく知られているがクワ葉は高い抗酸化能も有する。クワ葉の抗酸化成分は豊富なフラボノイドに起因し (Katsube et al., 2006; Naowaratwattana et al., 2010; Kim and Jang, 2011; Choi et al., 2013a)、クワ葉の抗酸化活性の主要な成分がフラボノール配糖体の一つ quercetin 3-(6-malonylglucoside) (以下, Q3MG) (Fig. 1) であること (Katsube et al., 2006)、Q3MG は DNJ と異なる機構、つまり肝臓への酸化ストレス抑制により血糖調節作用も有すること

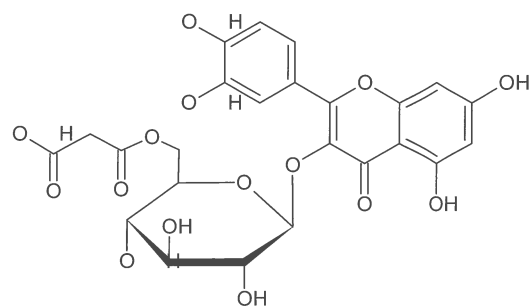


Fig. 1. Quercetin 3-(6-malonylglucoside)(Q3MG)

a 島根県農業技術センター

b 島根県産業技術センター

c 独立行政法人農業生物資源研究所 (現: 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構)

d 公益社団法人浦添市シルバー人材センター



Fig. 2. Crossbreeding history of 'Soraku'.

(Katsube et al., 2010) が報告されている。これらのことから、クワ葉に健康機能性を求める上では抗酸化成分、特に Q3MG が重要であると考えられる。

島根県では、いち早くクワの機能性に着目し、遊休桑園を利用した桑茶の生産販売を開始した企業がある。これは中山間地域における雇用の創出、農業振興、健康食品産業への波及効果をもたらし、6次産業化の成功例ともなっている(藪内, 2015)。食品の原料となるクワ葉の機能性成分含量を増やすことは、機能性食品として摂取した場合の効果を高めるのみならず、商品に付加価値を付与する手段として有効である。現在、日本で栽培されているクワ品種は、養蚕の飼料用、食用ともに「一ノ瀬」および「はやてさかり」が中心となっているが、これらの品種はいずれもカイコの飼料作物として栽培されることを前提として目標に選抜育成された品種であり、食用にした場合に求められる機能性成分の含有量などについては、必ずしも最適な特性を有しているとはいえない。我々はこれまでに、多数のクワ品種のフラボノール含量を調査し、Q3MG 含量の品種間差を明らかにするとともに、交雑育種により Q3MG 高含有品種の育成が可能であることを報告した (Sugiyama et al., 2013; 勝部ら, 2011)。ここでは、桑葉の主要な機能性成分であるフラボノール、特に Q3MG 含量を高くすることを目的として、成分を指標に育種を行い、一般的に栽培されているクワ品種「一ノ瀬」より高含有の系統を作出したのでその概要を報告する。

本試験は島根県産業技術センター、島根有機ファーム、島根県農業技術センターの共同研究により、独立行政法人・農業生物研究所（現：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構）の協力のもと行った。本試験遂行にあたって多大なるご協力をいただいた桜江町桑茶

生産組合の皆様深く感謝申し上げる。

Ⅱ 来歴および育成経過

育成品種「蒼楽」の来歴を Fig. 2 に示した。2007 年に行ったフラボノール含量の品種比較試験の結果 (Sugiyama et al., 2013) をもとに、Q3MG 含量の高い 4 倍体の「四倍性桑」を種子親、2 倍体の「国桑第 21 号」を花粉親に選定した。両品種は、独立行政法人農業生物資源研究所ジーンバンク（現：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）から穂木を入手し、2008 年 1 月に島根県農業技術センター（以下、センター）で実生苗の根に接ぎ木した。交配および 1 次選抜はセンターにおいて、また 2 次選抜以降の特性調査、生態調査、収量調査は島根県江津市桜江町市山（以下、市山圃場）および大貫（以下、大貫圃場）において実施した。人工気象室において開花した接ぎ木個体を用いて人工交配を行い、同年 4 月に得られた交雑実生 298 個体を 5 月下旬にセンター圃場に定植し養成した後 Q3MG 含量を指標に実生 20 個体を選抜した。2009 年 5 月に 1 次選抜した 20 個体を接ぎ木により増殖し、市山圃場へ定植した。同年に、Q3MG 含量および栽培特性を指標に 2 次選抜を行い 1 次選抜 20 系統から 2 系統選抜した。選抜した 2 系統は 2010 年、再度、接ぎ木法により増殖し、大貫圃場へ定植した。定植した苗は 1 年養成後、2011 年、2012 年に収量性を調査し有望系統「Y4」を選抜した。この有望系統「Y4」は 2013 年 4 月、品種名「蒼楽（そうらく）」として独立行政法人農業生物資源研究所（現：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）と共同で種苗法に基づき品種登録出願を行い、2015 年 6 月に品種登録（品種登録番号 24359）された。

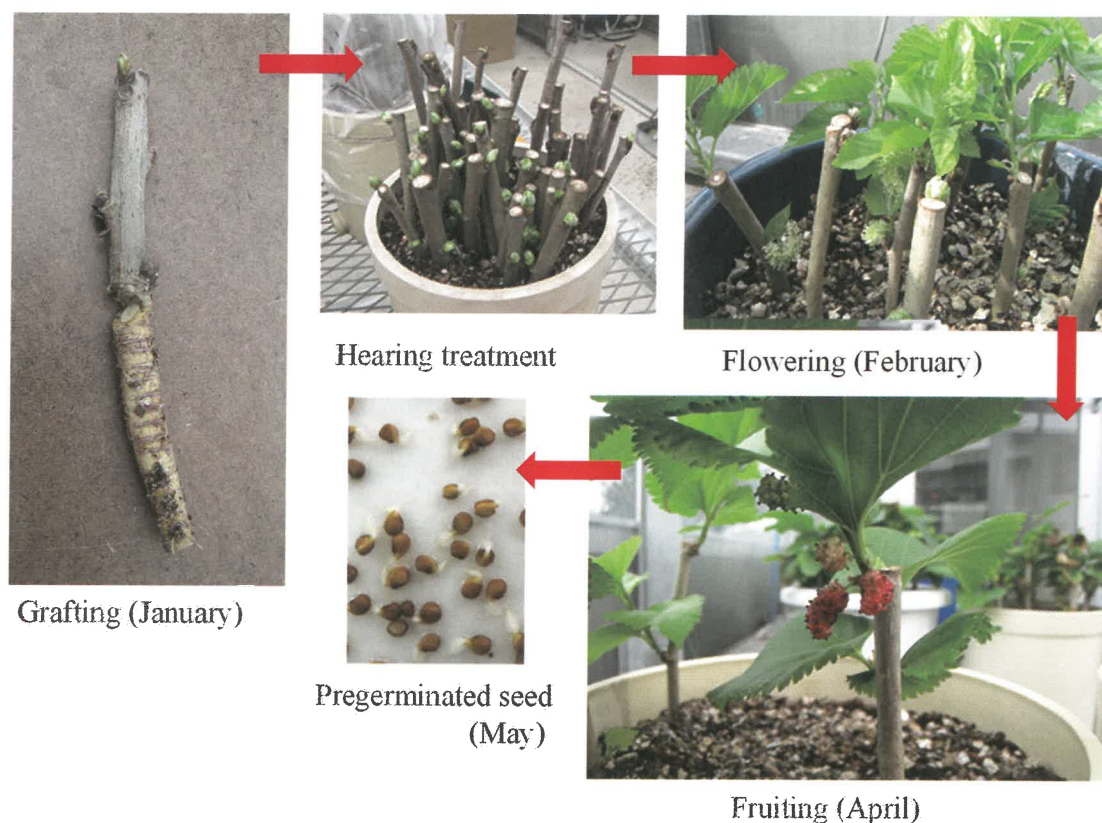


Fig. 3. Crossing method to used grafting of mulberry.

Ⅲ 特性調査

1. 材料および方法

1) 供試材料

接ぎ木を用いた交配方法を Fig. 3 に示す。2008 年 2 月に接ぎ木した親品種を人工気象室で開花させ 3 月に交配した。4 月に採取した種子を催芽後 5 月 12 日に 6 cm ポットに播種した。同年 6 月 18 日、実生苗をセンター圃場に畦間 1 m、株間 50 cm で定植した。2009 年 5 月、1 次選抜個体を接ぎ木により増殖し、市山圃場に各 5 本を畦間 1 m、株間 50 cm で定植し、2 次選抜に供試した。2010 年 5 月、2 次選抜系統を接ぎ木により増殖し、大貫圃場に 1 区 7 株×4 畦 = 28 株の 3 反復となるように、畦間 1.5 m、株間 50 cm で定植した。1 年間株を養成した後、2011 年から収量調査に供試した。接ぎ木苗は、いずれも接ぎ木後、30℃のインキュベーターで 1 週間癒合処理し定植した。圃場定植後の肥培管理はクワの一般的な栽培方法に準じた。

2) 調査方法

生育調査、収量調査は 2011 年、2012 年に年 2 回 7 月および 10 月に、1 区 3 反復各区 10 株を用いて行った。比較品種は‘一ノ瀬’‘国桑第 21 号’とした。特性調査は、品種登録出願審査基準（桑）に従った。生育調査は各株の最長枝条を用いた。新梢長は新梢の基部から先端、落葉長は新梢の基部から着葉部位までをそれぞれ測定した。葉身、節間長の調査は最長枝条の先端から 1/3 の高さに位置する部位で行い、節間長は連続する 5 節を測定しその平均値で求めた。収量調査は、1 株ごとに全枝条の伐採により行った。枝条の伐採位置は、それぞれの落葉長を考慮し伐採後の株に 1～2 枚葉が残るよう区毎に設定した。枝条重を測定後、伐採した枝条の葉をこきとり枝重を測定した。葉身収量は、葉重として枝条重から枝重を引いて算出した。

3) 成分分析

Q3MG 分析に際し、葉身のサンプリングは、センター圃場では 2008 年 9 月 4 日、2009 年

9月18日, 市山圃場では2009年9月11日, 2010年10月13日, 大貫圃場では2010年10月19日, 2011年7月13日, 2011年10月20日, 2012年7月25日, 2012年9月25日に行った。葉身はそれぞれの最長枝条の完全展開葉のうち最も若い葉から下位3枚採取した。生葉は60℃で36～48時間, 乾燥機(SANYO社製 CONVECTION OVEN)で通風乾燥し, ミルサー(IWATANI社製 MILLSER 700G)で粉碎した。粉碎したクワ葉を100 mg秤量し, 10 mlの60%エタノール(和光純薬)を加え, 30℃で3時間振とうした後, 10,000 gで5分間遠心分離し, 上澄みを0.45 μmのメンブレンフィルター(ADVANTEC社製)で濾過しサンプルとした。Q3MGをはじめとするフラボノールの定量はWaters社製のHPLC, Alliance Separations Module 2695, 検出器 Photodiode Array Detector 2996を用いて, カラム wakosil-II 5C18 RS (250 × 4.6 mm) (和光純薬), 移動層 0.1% ギ酸(ナカライテスク)を含む20% アセトニトリル(和光純薬), 流速1 ml/min, カラム温度40℃, 検出波長370 nm, の条件で行った。標準品ルチン(和光純薬), イソケルシトリン, アストラガリン(フナコシ)は購入し, kaempferol 3-(6-rhamnosylglucoside) (以下, K3RG), Q3MG, kaempferol 3-(6-malonylglucoside) (以下, K3MG)はそれぞれクワ葉から精製し(Katsubeら, 2006)用いた。

4) 染色体観察

染色体観察には, 梢端部から採取した細胞分裂が旺盛な葉身1 mm程度の未展開葉を用いた。葉身を固定液(エタノール:酢酸=3:1, v/v)に1時間浸漬し, その後固定液を水に置換した。次に58℃の1N塩酸で6分間処理し, 再度水洗した。押しつぶし法によりスライドガラス上で細胞を拡散させた後, 酢酸オルセインで染色し顕微鏡で観察した。

5) 統計処理

データの統計処理は統計処理ソフトウェア JMP (ver.9.0) SAS Institute Japan を用いて行った。データはTukeyの多重比較検定およびStudentのt検定により解析した。

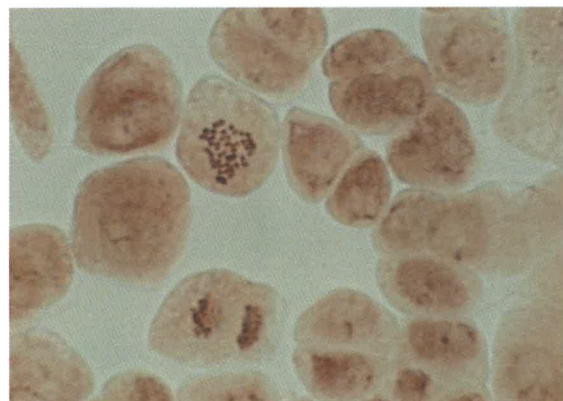


Fig. 4. Chromosome of 'Soraku'.

2. 調査結果および考察

1) 倍数性

‘蒼楽’の梢端部未展開葉における染色体の画像をFig. 4に示す。染色体数が $2n = 42$ で交配組み合わせから推定されたとおり, 3倍体であることが確認された。

2) 形態および生態的特性

Table 1, Table 2にそれぞれ形態的特性, 生育調査の結果を示した。‘蒼楽’はログワ系(*Morus multicaulis* Perr.)に属し, 樹形はやや展開であった(Fig. 5)。冬芽は‘一ノ瀬’および‘国桑第21号’より大きく, 赤褐色で三角形を呈し, 枝条に平行直立に着いた(Fig. 6)。副芽は‘国桑第21号’より多く‘一ノ瀬’と同程度の「中」であった。枝の揃いは‘一ノ瀬’より僅かによく「やや斉」であった。枝条数は‘一ノ瀬’と比較してやや多く矮小枝数も多かったが, 側枝数は‘一ノ瀬’, ‘国桑第1号’と同様に少なく, また枝条の長さは‘一ノ瀬’と比べ長く「長」であった(Table 2)。枝条の太さは‘一ノ瀬’と‘国桑第21号’の間の中, 枝条の色は灰褐色を示した。節間長は‘一ノ瀬’よりやや長く「長」(Table 2), 葉の着生角度は「やや下垂」であった。葉は切れ込みが有り, 欠刻数は‘一ノ瀬’より少ないが‘国桑第21号’より多く0～4が混在し, その欠刻は浅かった(Fig. 7)。葉の大きさは‘国桑第21号’より小さいが‘一ノ瀬’と同程度の「中」, 厚さは‘一ノ瀬’と同程度であった。葉色は‘一ノ瀬’‘国桑第21号’より濃く濃緑色を呈し, 光沢は‘一ノ瀬’‘国桑第21号’の間で「やや弱」, 葉面は

Table 1. Morphological characteristics

Cultiver	Form of shoot-cut training	Winter bud			Plant: number of branches	Branch				
		Shape	Size	Color		Number of accessory buds	Uniformity of length	Number of lateral branches	Number of dwarf branches	Length
Soraku	semi-erect	triangular	large	reddish brown	medium	many	medium to even	few	many	long
Ichinose	semi-erect	triangular	medium	brown	medium	medium to many	medium	few	medium	medium
Kokusou 21	open	spindle shaped	medium to large	brown	few	many	medium to even	few	few	long
Cultiver	Diameter	Color	Branch			Leaf: attitude	Number of sinuses	Depth of sinus	Size	Shape of apex
			Zigzag form of internode	Length of internode	Leaf: phyllotaxis					
Soraku	medium	graysh brown	absent	long	two fifth	semi drooping	none to four	shallow	medium	obtuse
Ichinose	medium to thin	light gray	absent	medium	two fifth	horizontal	four	medium	medium	acute
Kokusou 21	medium to thick	light gray	absent	long	two fifth	horizontal	none to two	large	large	acute
Cultiver	Serration of margin	Leaf blade			Thickness	Petiole: length	Flower			Plant: ploidy
		Shape of base	Color of upper side	Glossiness of upper side			Sex expression	Number of pistillate clusters	Length of style	
Soraku	crenate	retuse	dark green	weak to medium	medium	medium to long	pistillate	medium	medium	triploid
Ichinose	repand	cordate	medium green	medium	medium	medium	pistillate	medium	medium	diploid
Kokusou 21	crenate	cordate	medium green	strong	medium	medium to long	predominantly	very few	short	diploid

Table 2. Tree growth at harvesting

Cultiver	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Internode length (cm)	Longest shoot length (cm)	Shoot length without leaves ^z (cm)	Number of branches (/stock)	Number of dwarf branches (/stock)	Number of lodging branches (/stock)
Soraku	20.3 ± 1.1	17.9 ± 1.2	4.4 ± 0.7	192.1 ± 41.1	43.7 ± 36.6	7.2 ± 1.3	13.0 ± 8.6	0.4 ± 0.7
Ichinose	20.8 ± 1.0	17.5 ± 1.1	4.0 ± 0.5	163.9 ± 40.4	25.0 ± 25.9	5.4 ± 1.3	6.2 ± 4.1	0.5 ± 0.7
Significance ^y	n.s.	n.s.	**	**	*	**	**	n.s.

Cultiver	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Internode length (cm)	Longest shoot length (cm)	Shoot length without leaves ^z (cm)	Number of branches (/stock)	Number of dwarf branches (/stock)	Number of lodging branches (/stock)
Soraku	15.3 ± 1.5 a ^x	13.7 ± 0.6 a	6.6 ± 0.6	196.2 ± 8.5 a	16.2 ± 8.8	7.4 ± 0.9 a	8.1 ± 2.8	1.8 ± 0.8
Kokusou 21	23.7 ± 1.5 b	21.7 ± 1.5 b	6.1 ± 0.2	169.4 ± 13.3 ab	15.0 ± 6.3	3.8 ± 1.5 b	8.0 ± 1.6	2.2 ± 0.8
Yonbaiseisou	19.5 ± 0.9 ab	19.0 ± 1.0 ab	6.7 ± 0.6	133.4 ± 8.8 b	6.6 ± 5.9	3.6 ± 1.1 b	5.3 ± 2.0	2.6 ± 0.9
Significance ^w	*	*	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.

^z Shoot length was measured after defoliation. The length from the base of the shoot to the remaining leaf was measured.

^y Significance (Student's t-test): n.s., non-significant ($P > 0.05$); *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$.

^x The same lowercase letters indicate no significant difference assessing by Tukey's test.

^w Significance: n.s., non-significant ($P > 0.05$); *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$.

Upper column: Data were expressed as means ± SD (n = 4) measured at Onuki, Sakurae-cho, Gotsu City in July and October 2011, and July and September 2012.

Lower column: Data were expressed as means ± SD (n = 5) measured at Ichiyama Sakurae-cho, Gotsu City in July 2010.



Fig. 5. Form of shoot-cut training of ‘Soraku’.



‘Soraku’

‘Ichinose’

Fig. 6. Winter bud shape of ‘Soraku’ and ‘Ichinose’.



Fig. 7. Leaf blade of ‘Soraku’ and ‘Ichinose’

A



B



Fig. 8. Flower and fruit of 'Soraku'.
A: flower, B: fruit



Fig. 9. Sprouting of axillary buds after the
ceasing in shoot elongation

Table 3. Bionomic characteristics

Cultiver	Tree: vigor	Branch: sprouting	Regeneration	Time of ceasing in shoot elongation	Rooting activity in cutting	Cold hardness
Soraku	medium	late	medium	early	low	medium
Ichinose	medium	late	medium	medium	medium to high	weak to medium
Kokusou 21	medium	medium	weak to medium	late	low	weak to medium

Cultiver	Lodging resistance	Resistance to <i>Pseudomonas</i> <i>syringae</i> pv. <i>mori</i>	Resistance to dwarf disease	Resistance to <i>Phyllactinia</i> <i>moricola</i>	Plant: plucking harvest for leaves	Leaf: Time of stiffening
Soraku	weak to medium	weak to medium	medium	medium	easy	medium
Ichinose	weak	weak	medium	medium	easy	medium
Kokusou 21	strong	strong	medium	medium	easy	medium

「平滑」から「やや粗」の間で縮皺は少なかった。葉柄の長さは‘一ノ瀬’より長く‘国桑第21号’と同程度の「やや長」であった。花性は雌性であり、着花数は‘一ノ瀬’と同じ中程度であった (Fig. 8A)。また、果実は小さく (Fig. 8B)、3倍体のため種子はほとんど確認できず、多くの果実は成熟途中で落下した。

Table 3に生態的特性を示した。樹勢は‘一ノ瀬’、‘国桑第21号’と同程度の「中」、春期の発芽は‘国桑第21号’よりやや遅く‘一ノ瀬’と同程度の「晩生」であった。再発芽力は‘国桑第21号’より強く‘一ノ瀬’と同程度の「中」、枝条の伸長停止期は‘一ノ瀬’、‘国桑第21号’より早かった。挿し木の発根率は‘一ノ瀬’より低かった。先枯れ程度は‘一ノ瀬’、‘国桑第21号’が「やや弱」であるのに対し、‘蒼楽’は中程度であった。また、最長枝条長が‘蒼楽’長いにもかかわらず、横臥枝数は‘一ノ瀬’に比べ少なかった。達観による倒伏程度も‘一ノ瀬’より少なく耐倒伏性は‘一ノ瀬’より高い「やや弱」であった。耐倒伏性は‘国桑第21号’より弱かったが‘一ノ瀬’より僅かに強かった。7月以降、縮葉細菌病の発病が認められたもののその程度は‘一ノ瀬’より軽微であった。また、

育成期間中には比較品種も含めて萎縮病の発生は認められなかった。葉のこき取りは‘一ノ瀬’、‘国桑第21号’と同様の中程度であった。‘蒼楽’には7月までの栽培期間に、芯止まりと再発芽が年により一部で確認された (Fig. 9)。この現象は、現場でしばしばみられるクワ縮葉細菌病による生長点の壊死またはクワシントメタマバエの加害によるものとは認められず、原因は明らかではないが、発生頻度が少ないため通常栽培には問題ないと思われた。

3) 収量性

Table 4に収量調査の結果を示した。条桑量は7月の夏期収穫で‘蒼楽’が‘一ノ瀬’を大きく上回った。また、‘国桑第21号’、‘四倍性桑’と比べても‘蒼楽’の収量性は高い傾向にあった。葉量も2012年9月を除き‘蒼楽’が‘一ノ瀬’より多く (Table 4)、『蒼楽』の収量性は高いと考えられた。一方、葉量割合は‘一ノ瀬’に比べ低かったが、これは‘蒼楽’の葉の大きさは‘一ノ瀬’と大差なかったものの、節間長が有意に長かった (Table 2) こと、‘一ノ瀬’の枝条の太さが17.0 cmであったのに対し‘蒼楽’は18.9 cmと1%水準で有意に太かつ

Table 4. Leaf yield at harvesting

Harvesting time	Cultiver	Shooty weight ^z (g/stock)	Stem weight (g/stock)	Leaf yeild ^y (g/stock)	Leaf/stem ratio (%)
July 2011	Soraku	1253 ± 214	405 ± 50	848 ± 182	67
	Ichinose	918 ± 202	263 ± 77	655 ± 130	72
	Significance ^x	**	**	**	-
October 2011	Soraku	1007 ± 96	257 ± 51	750 ± 88	74
	Ichinose	952 ± 85	275 ± 65	677 ± 82	71
	Significance	n.s.	n.s.	*	-
July 2012	Soraku	1336 ± 130	438 ± 64	898 ± 84	67
	Ichinose	1065 ± 189	283 ± 78	781 ± 126	74
	Significance	**	**	*	-
September 2012	Soraku	911 ± 105	257 ± 33	654 ± 74	72
	Ichinose	925 ± 163	207 ± 42	738 ± 123	78
	Significance	n.s.	**	n.s.	-

Cultiver	Shooty weight ^z (g/stock)	Stem weight (g/stock)	Leaf yeild ^y (g/stock)	Leaf/stem ratio (%)
Soraku	988 ± 235 a	390 ± 14	670 ± 57	63
Kokusou 21	766 ± 260 ab	283 ± 32	583 ± 145	67
Yonbaiseisou	361 ± 75 b	120 ± 14	250 ± 28	68
Significance ^w	**	n.s.	n.s.	-

^z Shoot includes the stem and leaves.

^y Leaf yield was defined as leaf weight, which was calculated by subtracting the stem weight without leaves from the total shoot weight with leaves.

^x Significance (Student's t-test): n.s., non-significant ($P > 0.05$); *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$.

^w The same lowercase letters indicate no significant difference assessing by Tukey's test. Significance: n.s., non-significant ($P > 0.05$); **, $P < 0.01$.

Upper column: Data were expressed as means $\pm$ S.D. (n = 30) measured at Onuki, Sakurae-cho, Gotsu City.

Lower column: Data were expressed as means $\pm$ S.D. (n = 5) measured at Ichiyama, Sakurae-cho, Gotsu City in September 2009.

たことが要因であると推測された。さらに、‘蒼楽’は下部落葉長が‘一ノ瀬’より長かったが、これは最長枝条長が長く、下位葉への日照不足を引き起こした結果、落葉が助長されたものと

思われた。落葉は葉身収量に直接影響するため、下部の落葉が進行する直前に収穫時期を設定することにより、‘蒼楽’の収量を安定的に確保できると考えられた。

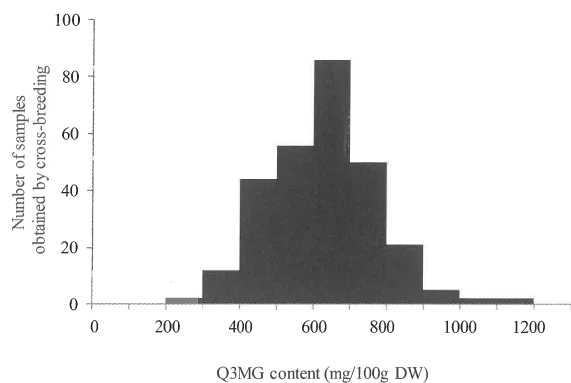


Fig. 10. Frequency distribution of quercetin 3-(6-malonylglucoside) (Q3MG) content in the offspring obtained by crossing 'Yonbaiseisou' and 'Kokusou 21'.

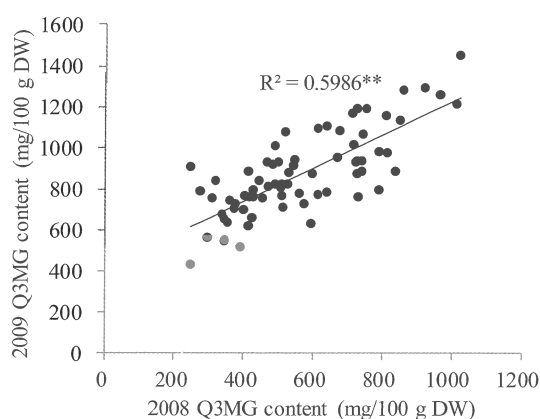


Fig. 11. Correlation of quercetin 3-(6-malonylglucoside) (Q3MG) content in the offspring obtained by crossing 'Yonbaiseisou' and 'Kokusou 21' between year 2008 (first year) and 2009 (second year).

A circle indicates each offspring obtained by crossing 'Yonbaiseisou' and 'Kokusou 21'. Asterisk indicate significant at $P < 0.01$.

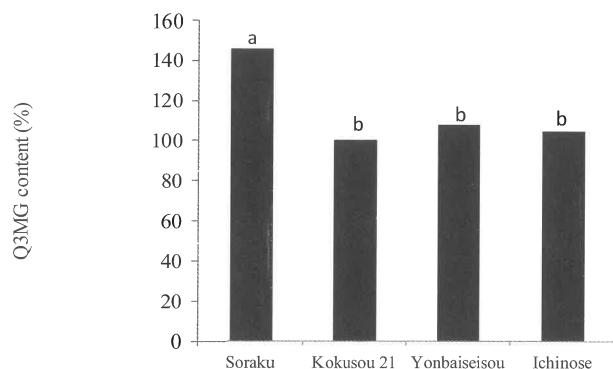


Fig. 12. Q3MG content in mulberry leaves comparing with 'Kokusou 21' as a reference standard.

²The Q3MG content was averaged after converting the data, by setting Q3MG content of 'Kokusou 21' as a standard value (100%). Locations and years of sampling leaves of each mulberry cultivar were as follows: 'Soraku', 'Kokusou 21', and 'Yonbaiseisou' at the Experiment Field of Shimane Agricultural Technology Center in 2008–2009; 'Soraku', 'Kokusou 21', and 'Yonbaiseisou' at the Ichiyama, Sakurae-cho, Gotsu in 2009–2010; 'Soraku', 'Kokusou 21', 'Yonbaiseisou'; 'Ichinose' at the Onuki, Sakurae-cho, Gotsu in 2010–2012. The same lowercase letters indicate no significant difference assessing by Tukey's test ($P < 0.05$).

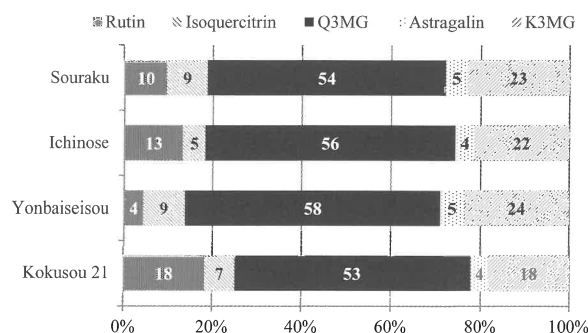


Fig. 13. Composition of flavonol glycosides in mulberry leaves of 4 cultivars.

4) 成分含量

Fig. 10に‘四倍性桑’と‘国桑第21号’の交雑実生におけるQ3MG含量の度数分布を示した。交雑実生のQ3MG含量は正規分布を示し、交配親（四倍性桑；562 mg/100 g DW, 国桑第21号；523 mg/100 g DW）より高含量の個体が得られた。また、播種1年目の早期選抜の可能性を検討するために、実生1年目と2年目の個体のQ3MG含量を比較した。その結果、日照時間に起因するとみられる年次間差（Sugiyama et al., 2016a）が確認されたものの、両者の間に高い相関が認められ（Fig. 11；勝部ら, 2011）、Q3MGを指標とした一次選抜の有意性が示された。これらの結果をもとに、1年目からQ3MG含量の高い交雑実生を選抜し‘蒼楽’を獲得した。‘蒼楽’の1次選抜から3次選抜すべてのQ3MG含量の測定値について、‘国桑第21号’の含量を100%として換算した結果をFig. 12に示した。‘蒼楽’のQ3MG含量は‘一ノ瀬’に比べ約40%有意に高かった。

葉中フラボノールの組成割合をFig. 13に示した。‘蒼楽’のQ3MG割合は‘一ノ瀬’よりやや少なく、総フラボノールの5割強にとどまった。フラボノールの組成割合は品種に特異的であり、Q3MG含量割合は約60%を上限とする切断正規分布を示すことが知られている（Sugiyama et al., 2013）。したがって、‘蒼楽’のQ3MG含量の向上は、Q3MGの組成割合が高くなったためではなく、フラボノール全体の合成量増加に由来すると考えられた。

Ⅳ 摘 要

クワ葉に含まれる機能性成分含量の向上を目的に、食品素材用品種としてクワの品種改良を行った。quercetin 3-(6-malonylglucoside) (Q3MG) 含量の高い4倍体の‘四倍性桑’を種子親、2倍体の‘国桑第21号’を花粉親として人工交配を行い、Q3MG含量が‘一ノ瀬’の1.4倍と高く、収量性も高い3倍体クワ品種‘蒼楽’を育成した。‘蒼楽’の冬芽は大きく、三角形で赤褐色を呈した。枝条および節間は長く灰褐色で、枝条数および矮小枝数は多いが側枝は少なかった。葉身は濃緑色で大きさは中、欠刻数は0～4で欠刻は浅かった。花性は雌性であるが3倍体のため果実は完熟せずに落下した。‘蒼楽’の葉中総フラボノールに対するQ3MG割合は5割を超えたが‘一ノ瀬’よりやや少なかった。‘蒼楽’は2013年4月に品種登録出願を行い、2015年6月に品種登録された。

引用文献

- Andallu, B., V. Suryakantham, B. L. Srikanthi, and G. K. Reddy (2001) Effect of mulberry (*Morus indica* L.) therapy on plasma and erythrocyte membrane lipids in patients with type 2 diabetes. *Clinica Chimica Acta*. 314, 47-53.
- Butt, M. S., A. Nazir, M. T. Sultan and K. Schroën (2008) *Morus alba* L. nature's functional tonic. *Trends Food Sci. Tech.* 19, 505-512.
- Chauhan, S., U. Devi, V. R. Kumar, V. Kumar, F. Anwar and G. Kaithwas (2015) Dual inhibition of arachidonic acid pathway by mulberry leaf extract. *Inflammopharmacol.* 23, 65-70.
- Chen, Y. C., Y. J. Tien, C. H. Chen, F. N. Beltran, E. C. Amor, R. J. Wang and W. C. Yang (2013) *Morus alba* and active compound oxyresveratrol exert anti-inflammatory activity via inhibition of leukocyte migration involving MEK/ERK signaling. *BMC complement. Altern. Med.* 13, 45.
- Choi, J., H. J. Kang, S. Z. Kim, T. O. Kwon, S. I. Jeong and S. I. Jang (2013a) Antioxidant effect of astragaloside isolated from the leaves of *Morus alba* L. against free radical-induced oxidative hemolysis of human red blood cells. *Arch. Pharm. Res.* 36, 912-917.
- Evans, S.V., L. E. Fellows, T. K. M. Shing and G. W. J. Fleet (1985) Glycosidase inhibition by plant alkaloids which are structural analogues of monosaccharides. *Phytochem.* 24, 1953-1955.
- Katsube, T., M. Yamasaki, K. Shiwaoku, T. Ishijima, I. Matsumoto, K. Abe and Y. Yamasaki (2010) Effect of flavonol glycoside in mulberry (*Morus alba* L.) leaf on glucose metabolism and oxidative stress in liver in diet-induced obese mice. *J. Sci. Food Agric.* 90, 2386-2392.
- Katsube, T., N. Imawaka, Y. Kawano, Y. Yamazaki, K. Shiwaoku and Y. Yamane (2006) Antioxidant flavonol glycosides in mulberry (*M. alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity. *Food Chem.* 97, 25-31.
- 勝部拓矢, 杉山万里, 小山朗夫 (2011) クワの健康機能性研究の最前線. 蚕糸・昆虫バイオテック 80, 19-27
- Khaengkhan, P., K. Takahashi, T. Niidome, M. Ichida, H. Sugimoto, S. Harada and K. Kamei (2009) A comparison of the amyloid β fibril-destabilizing activities of leaves among varieties of the mulberry. *J. Insect Biotech. Seri.* 78, 173-176.
- Kim, G. N. and H. D. Jang (2011) Flavonol content in the water extract of the Mulberry (*Morus alba* L.) leaf and their antioxidant capacities. *J. Food Sci.* 76, 869-873.
- Kimura, T., K. Nakagawa, H. Kubota, Y. Kojima, Y. Goto, K. Yamagishi, S. Oita, S. Oikawa and T. Miyazawa (2007) Food-grade mulberry powder enriched with 1-deoxynojirimycin suppresses the elevation of postprandial blood glucose in humans. *J. Agric. Food Chem.* 55, 5869-5874.
- Nakagawa, K. (2013) Studies targeting α

- glucosidase inhibition, antiangiogenic effects, and lipid modification regulation: Background, evaluation, and challenges in the development of food ingredients for therapeutic purposes. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77, 900–908.
- Naowaboot, J., P. Pannangpetch, V. Kukongviriyapan, U. Kukongviriyapan, S. Nakmareong and A. Itharat (2009) Mulberry leaf extract restores arterial pressure in streptozotocin-induced chronic diabetic rats. *Nutr. Res.* 29, 602–608.
- Naowaratwattana, W., W. De-Eknamkul and E. G. De Mejia (2010) Phenolic-containing organic extracts of mulberry (*Morus alba* L.) leaves inhibit HepG2 hepatoma cells through G2/M phase arrest and inhibition of topoisomerase II α activity. *J. Med. Food.* 13, 1045–1056.
- Niidome, T., K. Takahashi, Y. Goto, S. Goh, N. Tanaka, K. Kamei, M. Ichida, S. Hara, A. Akaike, T. Kihara and H. Sugimoto (2007) Mulberry leaf extract prevents amyloid beta-peptide fibril formation and neurotoxicity. *Neuroreport.* 18, 813–816.
- Park, S., Y. S. Kim, H. A. Lee, Y. Lim and Y. Kim (2013) Mulberry leaf extract inhibits invasive potential and downregulates hypoxia-inducible factor-1 α (HIF-1 α) in SK-N-BE (2) C neuroblastoma cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77, 722–728.
- Sugiyama, M., T. Katsube, A. Koyama and H. Itamura (2013) Varietal differences in the flavonol content of mulberry (*Morus* spp.) leaves and genetic analysis of quercetin 3- (6-Malonylglucoside) for component breeding. *J. Agri. Food Chem.* 61, 9140–9147.
- Sugiyama, M., T. Katsube, A. Koyama and H. Itamura (2016a) Effect of solar radiation on the functional components of mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *J. Sci. Food Agric.* 96, 3915–3921.
- Sugiyama, M., M. Takahashi, T. Katsube, A. Koyama and H. Itamura (2016b) Effect of nitrogen application amount on the functional components of mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *J. Agric. Food Chem.* 64, 6923–6929.
- Sugiyama, M., T. Katsube, A. Koyama and H. Itamura (2017) Seasonal changes in functional component contents in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Hort. J.* (in press)
- 鈴木誠・高橋恭一・坂本堅吾・有賀勲 (1996) 栄養成分評価に関する研究 (1) 桑葉一般成分の品種間差異. 機能性食品に関する共同研究事業報告. 第2号, 37–42.
- Tsudoku, T., I. Kikuchi, T. Kimura, K. Nakagawa and T. Miyazawa (2013) Intake of mulberry 1-deoxynojirimycin prevents diet-induced obesity through increases in adiponectin in mice. *Food Chem.* 139, 16–23.
- 藪内弘樹 (2015) 食品機能性プロモーションによる地域ブランド・6次産業化の成功メカニズム－兵庫・島根を事例として－. 創造都市研究 e. 10 巻.

Summary

The benefits of functional components of mulberry (*Morus alba* L.) leaves have been attracting the attention of the health food industry, with an increasing market demand. To more effectively obtain high mulberry leaf yield and high levels of functional components, various factors were investigated including crossbreeding of mulberry cultivars to obtain high levels of flavonol glycosides as target components. Crossbreeding was conducted using 'Yonbaiseisou (tetraploid)' as a seedling parent and 'Kokusou 21 (diploid)' as a pollen parent, and a new triploid cultivar 'Soraku' was obtained. Component analysis of leaves of 4 cultivars showed 'Soraku' to have 1.4 times higher content of quercetin 3- (6-malonylglucoside) (Q3MG) and greater leaf yield compared with 'Ichinose' which has been most commonly cultivated as silkworm feed. 'Soraku' is considered a promising mulberry plant to obtain leaves with high flavonol contents, though cultivation of 'Soraku' should be carefully managed considering optimum solar radiation, nitrogen fertilizer, and harvest timing. Registration of 'Soraku' as a new variety was applied in April 2013, and was granted as a new variety in 2015.

島根県農業技術センター研究報告 第45号

〈編集委員長〉 吉 田 政 昭

〈副編集委員長〉 岸 田 佳 之

〈編 集 委 員〉 朝 木 隆 行

稲 田 修

磯 田 淳

加 古 哲 也

金 森 健 一

倉 橋 孝 夫

小 塚 雅 弘

杉 山 万 里

竹 山 孝 治

田 中 互

梅 野 康 行

(編集委員は氏名のABC順)

島根県農業技術センター研究報告 第45号

平成30年3月30日 印刷

平成30年3月30日 発行

島根県農業技術センター

〒693-0035 島根県出雲市芦渡町2440

TEL 0853-22-6698

FAX 0853-21-8380

E-mail: nougi@pref.shimane.lg.jp

印刷所 (有)ナガサコ印刷

島根県出雲市下横町350

TEL (0853) 28-2408 FAX (0853) 28-2401

