

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第8号

平成29年3月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No. 8

March, 2017

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

山口県山口市大内氷上一丁目1番1号

山口農林総技セ研報

Bull. Yamaguchi Agri.

& For. Gen. Tech. Ctr.

目次

801	集落営農法人における理念主導型経営の確立 高橋 一興・久保 雄生	1
802	複合獣種対応型被害防護柵の開発 佐渡 靖紀・田戸 祐之	12
803	キダイおよびイボダイの加圧加熱処理による骨の軟化と形態保持技術 大田 寿行	23
804	山口県イチゴ推奨品種「かおり野」の選定 鶴山 浄真・熊谷 恵・重藤 祐司	26
805	イチゴ品種「かおり野」花芽未分化苗の本ぽ直接定植技術 鶴山 浄真	33
806	早生系リンドウ「西京の涼風」および「西京の夏空」の育成 藤田 淳史・尾関 仁志・光永 拓司・友廣 大輔	40
807	経膈採卵・体外受精(OPU-IVF)による黒毛和種胚生産の効率化に関する研究 ～卵胞発育調整プログラムの省力化に係る検討 田中 昌子・竹下 和久	46
808	堆肥化時の臭気抑制および発酵促進に効果的な副資材の検討 二川 雄一・秋友 一郎	53
809	無角和種における放牧を取り入れた牛肉生産技術 古澤 剛・鈴木 真士・森 祐介・岡崎 亮	59
810	地域資源循環システムの再構築ー山口型放牧による伐採竹林の管理ー 鈴木 真士・古澤 剛・森 祐介・渡邊 雅治	66
811	地域資源循環システムの再構築ー山口型放牧に用いた繁殖雌牛の肉質ー 岡崎 亮・鈴木 真士・古澤 剛・森 祐介	71

集落営農法人における理念主導型経営の確立

高橋 一興・久保 雄生*

Establishment of Management Methods Conforming to the Management Philosophy in Agricultural Production Corporations

Kazuoki TAKAHASHI, Takeo KUBO

Abstract: In this study, we examined the establishment of management methods conforming to the management philosophy of agricultural production corporations. As a result, we clarified that the management philosophy functions as a medium- to long-term foothold in corporate management. Our results also revealed that the management philosophy is associated with the improvement of morale and management achievements. These results indicate that management philosophy is crucial to the development of corporate management in agricultural production corporations. The management philosophy is to function by promoting the sharing and enhancement of its components. In particular, actions in line with the management philosophy of the officer are effective for enhancing the function of the management philosophy. It is also highly effective to stipulate easy-to-understand components of the management philosophy. In addition, the Balanced Scorecard (BSC) is very effective as a management method conforming to the management philosophy in agricultural production corporations.

Key Words: Balanced scorecard (BSC), management achievements, management concept, morale

キーワード : バランス・スコアカード (B S C)、経営成果、経営理念、モラール

緒 言

山口県では、2016年7月末現在、236の集落営農法人(以下、法人)が設立されている。しかし、その経営状況を見ると、農産物価格の低迷や人的資源の不足など厳しい経営環境下で、十分な経営成果をあげられていない集落法人も少なくない。

こうした現状を打破し法人経営の改善を図っていくためには、経営戦略の見直しが必要であり、そのためには経営の羅針盤となる確固たる目的、すなわち経営理念(以下、理念)を再確認し、理念に即した経営を実践していくことが重要であると考えられる。なぜなら、理念とは一般的に「経営主体の目的達成のための活動指針」であり、企業経営における意思決定の原点として、「経営目標、経営組織、経営経済の最上位に位置するもの」とされているからである(山城, 1969、

高田, 1978)。水谷内(1992)は、こうした理念に即した経営実践のことを「理念主導型経営」と称し、その重要性を指摘している。

しかし、こうした理念に即した経営展開に関連する研究は、営利を一義とする農外の一般企業を対象としたものがほとんどであり、営利を第一義としない集落営農法人を対象としたものは極めて少なく、近年では、河野ら(2008)が2つの特定農業法人における理念と組織運営との関連性を比較分析した例があるのみである。また、理念主導型経営が最終的に経営成果に与える影響については、理念の組織内への浸透が業績に影響するとする清水(1996)に対し、Bart(1997)は理念と業績の間に有意な関係は見られないとするなど、未だ判然としていない。

以上のことを踏まえ、本研究では、県内集落営農法人における理念主導型経営の経営に対する効用および

*現在 : 農林水産部農業振興課

実践方策を明らかにするために、次の3点に取り組んだ。

まず1つめに、県内法人における理念の特徴を分析し、理念が法人内で機能するためのポイントや、理念と経営成果との関連性等を明らかにした。

次に、法人で働く人のモラル（士気、やる気）の特徴を分析し、理念とモラルとの関連性を明らかにした。

最後に、理念の充実度や働く人のモラルが高い法人の経営管理実態を調査し、法人において「理念主導型経営」を実践するためのポイントを整理した。

材料および方法

1 集落営農法人における経営理念の特徴と経営成果との関連性分析

1) 法人における経営理念の特徴付け

県内法人における理念の特徴をアンケートにより調査した。調査は、山口県集落営農法人連携協議会（事務局：JA山口中央会）に加入する法人のうち、2013年4月1日現在で設立後1年以上の95法人を対象とし、各法人について代表者、代表者以外の役員および一般作業員各1名の計3名に回答してもらった。アンケートは2013年8月から12月の期間で郵送方式により実施した。調査票の設計にあたっては、一般企業における理念の特徴を分析した澤邊(2008)および横川(2010)の方法を参考に、「理念として掲げられている内容（理念の内容）」、「理念が法人内で果たしている役割（理念の機能）」および「理念の周知活動（理念の浸透活動）」の3つの特性に関して法人向けの質問項目を設定し、各項目について5段階で評価してもらった。なお、各法人の3名の回答者の特性別の平均値を当該法人の理念の特性を示す代表値として以降の分析に用いた。

2) 法人の理念と経営成果の関連性分析

法人の理念と経営成果との関係については、前述の理念に関するアンケートに回答した法人の中から、2013年4月1日現在で設立後4年以上を経過した40法人を対象に行った^{注1)}。方法は、各法人の理念の「内容」、「機能」および「浸透活動」の特性値に主成分分析を適用して理念の「総合特性値」を算出し、この総合特性値と経営成果を示す財務指標との関連性を分析することとした^{注2)}。財務指標については、各法人の2010年から2012年の財務諸表データを用いた。

2 理念と働く作業員のモラルとの関連性分析

前述の理念と経営成果の関連性分析に供した40法

人の中から、理念の特性の異なる14法人（計233名）を選定し、各法人で働く人のモラル（士気、やる気）を調査し、理念との関連性を分析した。

働く人のモラルは村杉（1994）が開発したDP方式モラル・サーベイ（以下、DP調査）により行った。本調査は、「理念」、「職務」、「対人」および「報酬」の4つの要因について、作業員の希望に当たる重要度（D：Desire）と組織の実態に当たる実現度（P：Provision）を実現度は3段階、重要度は4段階で測定することによって、作業員の実態に合った改善策を導き出すものである。なお、調査項目の設定は、DP調査を集落営農法人向けに改良した西濱ら（2011, 2012）の方法に従った。

注1) 設立後4年以上を経過した法人を対象としたのは、一般に創業直後の法人では組織運営も不安定で、十分な経営パフォーマンスを発揮できないケースも多く存在することから、こうしたバイアスを除くためである。

注2) 理念の総合特性値を作成したのは、先行研究から理念の経営成果への影響が「内容」、「機能」および「浸透活動」の総合的な作用によって生じるものと仮定したためである。

3 理念主導型経営実践のためのポイントの整理

前述でモラルを調査した14法人の中から、理念の総合特性が高く、働く人のモラルも高い3つの法人を選定し、各法人における経営管理実態を調査して、理念主導型経営実践のためのポイントとして整理した。

結果および考察

1 法人における理念の特徴づけ

1) 法人における理念の特性

法人における理念の特徴を、理念の「内容」、「機能」および「浸透活動」の3つの特性からアンケートにより調査した（第1表）。

まず、理念の「内容」について示す。これは、理念に内容として掲げられる16の項目について、各回答者が所属する法人でその項目がどの程度重視されているかを「全く重視されていない（1点）」から「非常に重視されている（5点）」の5段階で評価したものである（内容の充実度）。これを見ると、「安定性・継続性」、「和・助け合い」、「地域貢献」等の充実度が相対的に

第1表 集落営農法人における経営理念の特性と評価

理念の「内容」と所属法人における各内容の充実度		理念の「機能」と所属法人における各機能の発揮度		理念の「浸透活動」と所属法人における各活動の実施度			
経営の安定性・継続性	4.33	社会適応機能	法人の存在意義を示す	3.83	一次浸透活動	代表者が理念に基づき雰囲気づくりを实践	3.84
構成員の和・助け合い	4.32		経営の方向性を示す	3.88		代表者自ら構成員に指導・アドバイス	3.66
地域への貢献	4.27		地域貢献意識を醸成	3.72		理念の理解度をもとに役員を選任・評価	3.49
経営の効率化・低コスト	4.21	企業内統合機能	法人内の雰囲気醸成	3.67	二次浸透活動	代表者が理念教育を繰返し実施	3.35
経営成長・発展	4.17		構成員の行動規範	3.59		理念をわかりやすく明文化	3.05
個人の尊重	4.12	経営実践機能	法人の一体感醸成	3.56	二次浸透活動	代表者が経営理念にまつわる話をよくする	3.04
売上・利益の拡大	4.09		構成員の士気向上	3.53		イベント開催等を通じ理念を共有化	2.59
個人の能力発揮・やりがい	4.00		経営戦略・計画拠り所	3.77		会報等で理念を啓蒙	2.38
適正な法人運営	3.99	経営実践機能	日常管理の拠り所	3.62	二次浸透活動	朝礼などで唱和活動等を実施	2.24
環境への配慮	3.98		コンプライアンス	3.60		経営理念を事務所等に掲示	2.15
構成員・家族の幸福・繁栄	3.91		人事管理の基準	3.31		理念を象徴化した「マーク、ロゴ」の使用	1.88
経営革新	3.89		たてまえ	2.67			
女性の能力活用	3.80						
チャレンジ・積極性	3.79						
顧客満足度の向上	3.71						
グローバル化への対応	2.69						

注)各項目とも5段階(最高5点)で評価してもらったものの平均値(95法人、247名)

高いことがわかる。

一方、「チャレンジ・積極性」、「顧客満足度の向上」、「グローバル化への対応」などの評価は相対的に低くなっている。これらの項目については、横川(2010)が全国の一般企業を対象に行った同様の調査では、いずれも上位に位置づけられるものであり、一般の企業法人との経営マインドの違いを表していると言える。

次に、理念の「機能」について示す。これは、理念が法人内で果たす役割(機能)を示す12の機能について、各回答者が所属する法人で、その機能がどの程度発揮されているかを「全く機能していない(1点)」から「非常に機能している(5点)」の5段階で評価したものである(機能の発揮度)。これを見ると、特に法人の「存在意義」、「経営の方向性」、「経営戦略・計画の拠り所」等を示す機能に対する評価が高かった。つまりこれは、法人の組織成員が理念を法人経営における中長期的な拠り所として強く認識していることを示すものである。このことから、理念の「機能」を高めることは、法人経営にプラスに働くことが推察される。

次に、理念の「浸透活動」について示す。これは理念を法人内で共有するために行う11の活動(浸透活動)について、各回答者が所属する法人で、その活動がどの程度実施されているかを「全く実施していない(1点)」から「良く実施している(5点)」の5段階で評価したものである(浸透活動の実施度)。これを見ると、「代表者が理念に基づき雰囲気づくりを实践」や、「代表者自ら構成員に指導・アドバイス」等の活動が活発に実施されていることがわかる。これらの活動はE. Shein(1985)の言う「一次浸透活動」に該当し、代

表自らの行動による浸透方法の1つであると考えられる。

一方、「経営理念を事務所等に掲示」、「理念を象徴化した「マーク、ロゴ」の使用」等は相対的に実施度が低いことがわかる。これらは「一次浸透活動」に対して「二次浸透活動」と言われるものに該当し、一時浸透活動と組み合わされることで理念の浸透を強化する言語的・物理的な浸透活動の1つであると考えられる。これらのことから法人における理念の共有化に向けては、二次浸透活動の強化が課題であると考えられる。

最後に、理念の「機能」と「内容」および「浸透活動」との関係を示す(第1図、第2図)。これを見ると、理念の「機能」と「内容」および「浸透活動」との間には有意な正の相関があることがわかる。つまり、理念の「機能」の発揮度を高めるためには、「内容」や「浸透活動」の充実度を高めていくことが重要であると言える。

2) 理念に対する評価と組織成員の属性

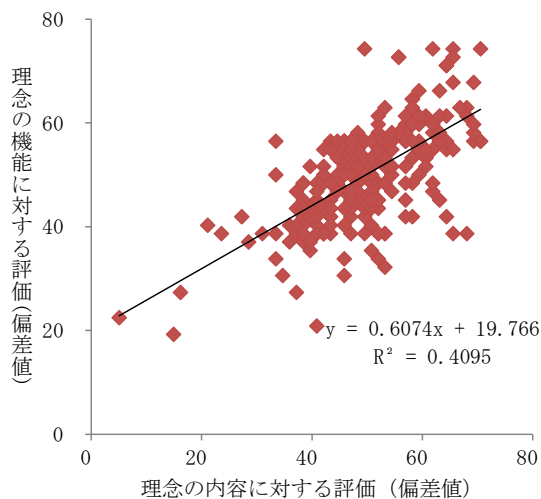
次に、理念の特性評価に対する組織成員の属性の影響について分析した(第2表)。これを見ると、理念の内容については、職位、構成員区分、年間従事日数などで評価に差があることがわかる。特に、非構成員、すなわち雇用者等の理念の内容に対する認識が優位に低い(あるいは認識がずれている)ことが問題である。人的資源の減少から今後も法人における雇用は増加すると考えられることから、こうした雇用者に対する理念の浸透活動を一層強化する必要がある。

また、理念の機能については、年齢、性別で有意な

差がある。特に、女性で評価が低く問題があると言える。人的資源が減少する中で、女性の法人経営への参画が一層期待される場所である。雇用者と同じく、女性に対する理念の浸透活動も強化していく必要がある。

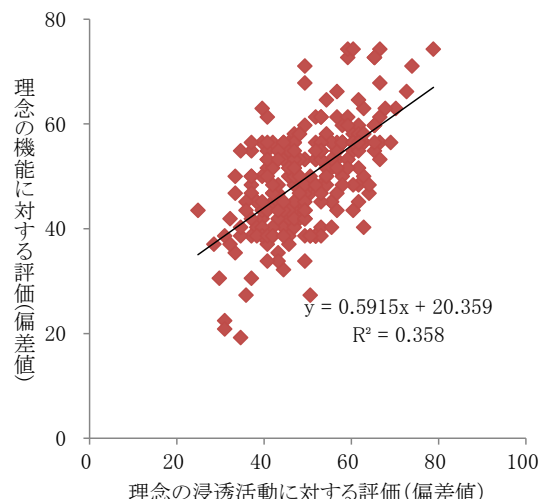
3) 理念の機能の発揮と浸透活動

次に、理念の機能の発揮と浸透活動との関係を分析



第1図 理念の内容と機能の関係

した。最初に、理念の明文化と理念の特性との関係を示す(第3表)。これを見ると理念の明文化は内容、機能および浸透活動の評価にプラスに働くことがわかる。すなわち、理念を充実させるためには理念を明文化することが有効であると言える。



第2図 理念の浸透活動と機能の関係

第2表 理念に対する評価と回答者の属性の関係

回答者属性	水準	N	理念の特性		
			理念の内容 (16項目平均)	理念の機能 (11項目平均)	理念の浸透活動 (11項目平均)
年齢	72以上	57	4.00	3.79 a	2.87
	62以上72未満	120	3.98	3.64 a b	2.90
	62未満	64	3.83	3.52 b	2.81
性別	男性	223	3.96	3.66	2.87
	女性	17	3.77	3.38 *	2.79
職位	代表者	79	4.05 a	3.73	2.77
	役員	83	3.96 a b	3.62	2.82
	一般作業員	85	3.74 b	3.58	3.03
構成員区分	構成員	54	3.96 *	3.65	3.07
	非構成員	22	3.61	3.43	2.84
年間従事日数	150以上	108	4.08 a	3.70	2.87
	60以上150未満	85	3.88 b	3.63	2.87
	60未満	44	3.78 b	3.54	2.87

注1) 理念の内容については、各回答者の理念の内容に関する16項目の平均値を属性別に平均したもので、機能、浸透活動についても同様に算出した(ただし、機能については「たてまえ」を除く)

注2) *は分散分析の結果、5%水準で優位を示す

注3) アルファベットが異なる水準はTukey法による多重比較の結果、5%水準で有意を示す

第3表 理念に対する評価と理念の明文化との関係

理念の明文化	N	理念の特性		
		理念の内容 (16項目平均)	理念の機能 (11項目平均)	理念の浸透活動 (11項目平均)
明文化している	54	4.15 **	3.87 ***	2.93 *
明文化していない	22	3.93	3.47	2.49

注1) 理念の内容については、各回答者の理念の内容に関する16項目の平均値を属性別に平均したもので、機能、浸透活動についても同様に算出した(ただし、機能については「たてまえ」を除く)

注2) *: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

第4表 理念の機能と浸透活動との関係(重回帰分析、ステップワイズ法)

浸透活動	推定値	標準誤差	標準β	t値	p値(Prob> t)
(定数)	19.85	1.49		13.33	0.00
理念の理解度をもとに役員を人選・評価	2.62	0.45	0.36	5.82	0.00
理念をわかりやすく明文化	1.28	0.31	0.24	4.08	0.00
イベント開催等を通じ理念を共有化	0.78	0.28	0.16	2.80	0.01
代表者が理念に基づく雰囲気づくりを実践	1.22	0.52	0.15	2.37	0.02
代表者が理念教育を繰返し実施	0.77	0.42	0.12	1.85	0.07
朝礼などで唱和活動等を実施	-0.95	0.33	-0.17	-2.83	0.01

注)被説明変数:「理念の機能」の発揮度

自由度調整済決定係数:0.498

次に、理念の機能と第1表の浸透活動との関係について重回帰分析(ステップワイズ法)を行い、1つのモデルを得た(第4表)。これを見ると、どの浸透活動項目も1%水準で有意である。標準編回帰係数βの値から、最も機能の発揮に効果があるのは「理念の理解度をもとに役員を人選・評価」することであるのがわかる。これは、理念に沿って行動してくれる人物を役員に選任すべきであるという構成員の思いを示しており、理念の実現に向けた代表者(役員)の働きに対する構成員の期待の表れであると考えられる。

次に理念の機能の発揮に効果があるのは「理念をわかりやすく明文化」することである。これは、第3表の理念に対する明文化の効果とも整合的であるが、単に明文化するだけでなく、構成員がわかりやすい言葉で明文化することが重要であると考えられる。

また、これ以外にも「代表者が理念に基づき雰囲気づくりを実践」することや「代表者が理念教育を繰返し実施」することなど、代表者が直接行う一次浸透活動に効果があることがわかる。「理念の理解度をもとに役員を人選・評価」することと併せ、理念の機能発揮に対する代表者、役員の仕事の重要性を示唆するものと考えられる。一次浸透活動のような代表者が組織成員に直接的に行う浸透活動は、比較的経営規模の小さい法人だからこそ強化できる浸透策であり、一層の活動強化を図っていくべきである。

4) 法人の理念と経営成果の関連性

理念と経営成果との関連性を分析するために、最初に各法人の理念の総合特性値を算出した。具体的には、各法人の理念の「内容」、「機能」および「浸透活動」の特性値に主成分分析を適用し、理念の総合特性を示す新たな指標を得た。第5表は分析に用いた40法人の理念の「内容」、「機能」および「浸透活動」の特性値の基本統計量である。

第6表に主成分分析の結果を示す。これを見ると、第1主成分の寄与率は71.25%、第2主成分の寄与率

は18.60%で、第2主成分までの累積寄与率は89.84%となり、第2主成分までで全体の9割が説明できることがわかる。このことから、第2主成分までを理念の総合特性値として分析に用いることとした。

次に各主成分の解釈について考える。第1主成分は「内容」、「機能」および「浸透活動」の3つの特性全ての固有ベクトルが正であることから、理念の総合力を示す指標と解釈した(理念総合力)。

一方、第2主成分は「浸透活動」が正、「内容」は負であることから、法人において理念の「浸透活動」と「内容」では、どちらの充実度が高いのかを示す指標であると解釈した(「浸透活動」対「内容」)。

第3図は横軸に第1主成分(理念総合力)、縦軸に第2主成分を取り、分析に供した40法人をプロットしたものである。

次に、作成した2つの主成分と経営成果を示す財務指標との関係を分析した(第7表)。これを見ると、理念総合力である第1主成分は「10a当たり構成員還元額」および「売上高構成員還元率」と有意な正の相関があることがわかる。すなわち、理念総合力の向上が法人における「利益還元」にプラスに働くことを示している。

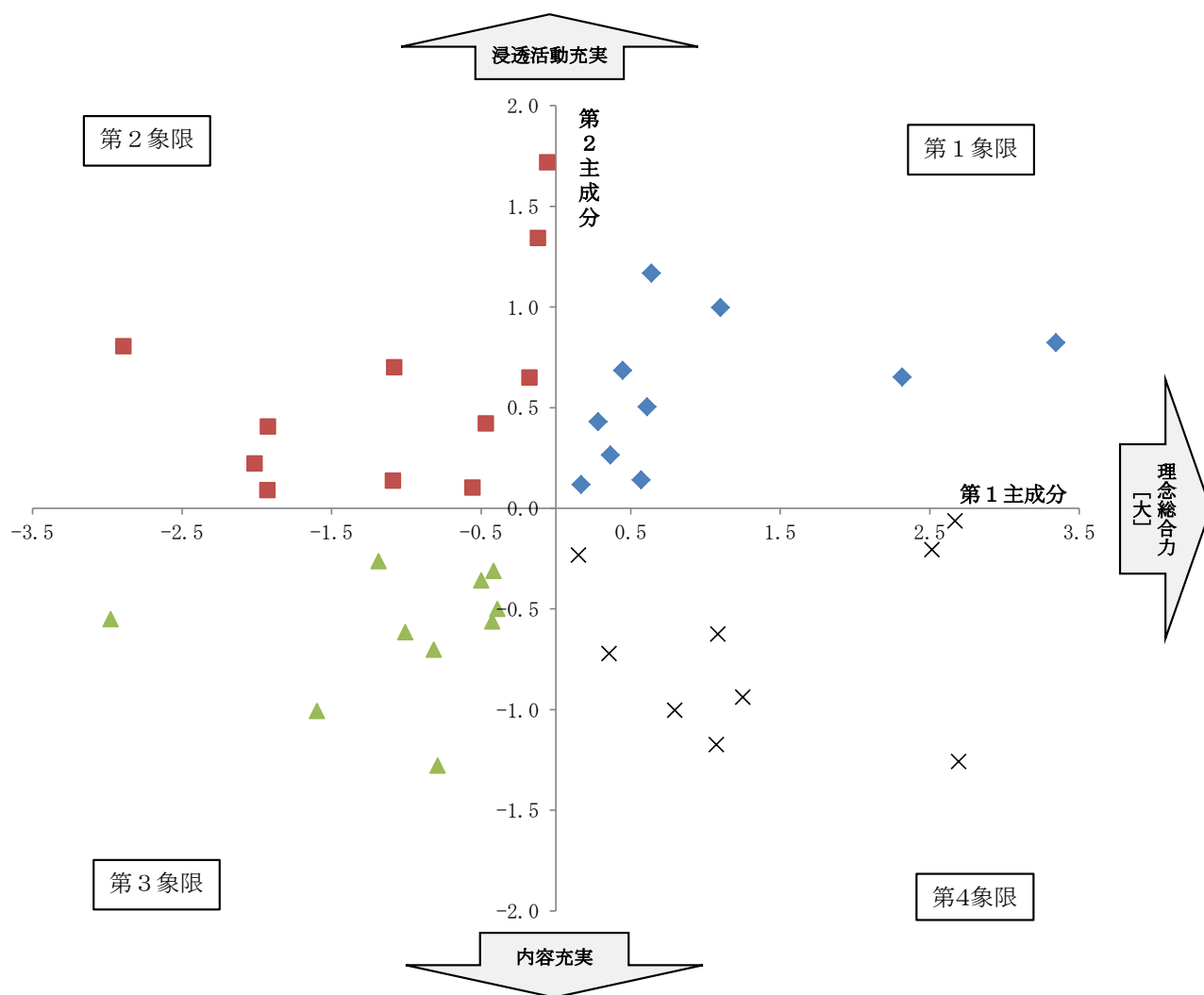
第5表 理念の特性に関する基本統計量

	理念の内容	理念の機能	理念の浸透活動
平均	4.00	3.64	2.84
標準偏差	0.30	0.39	0.53

注)データは2013年4月1日現在社歴4年以上の40法人のものである

第6表 法人の理念の特性値による主成分分析

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	
固有値	2.14	0.56	0.30	
寄与率(%)	71.25	18.60	10.16	
累積寄与率(%)	71.25	89.84	100.00	
固有ベクトル	内容	0.57	-0.61	0.54
	機能	0.61	-0.12	-0.78
	平均浸透	0.54	0.78	0.31



第3図 理念の総合特性値による法人の特徴づけ（2013年4月1日現在社歴4年以上の40法人）
注）象限別に異なる凡例で示している

一方、第2主成分については「10a 当たり売上高」および「売上高増加率」と有意な負の相関があることがわかる。第2主成分が理念の「浸透活動」対「内容」の対立軸であることから考えると、「内容」の充実が法人の生産性や成長性にプラスに働くということを示していると考えられる。

第8表は、第3図について各象限別の財務指標値の

平均を見たものである。これを見ると理念総合力が高く、「内容」の充実度も高い第4象限で各指標の値が相対的に高くなっていることがわかる。この結果は、第7表の結果とも概ね整合的である。

以上の結果より、理念の充実が経営成果の向上にプラスに働くと考えられる。

第7表 理念の総合特性値と経営成果との相関

財務指標		第1主成分	第2主成分
安全性	自己資本比率(%)	-0.11	0.21
生産性	10a当たり売上高(円)	-0.02	-0.31 *
成長性	売上高増加率	-0.15	-0.28 *
利益還元	10a当たり構成員還元額(円)	0.28 *	-0.26
	売上高構成員還元額率(%)	0.44 ***	0.13

注1) 構成員還元額とは法人が構成員に支払う労務費、地代等の合計である

注2) 売上高増加率は2010年度から2012年度のものである

注3) *:p<.1, ***:p<.01

第8表 法人の理念の総合特性の違いと経営成果の関係(平均値)

象限区分	第1象限	第2象限	第3象限	第4象限
法人数	10	11	10	9
平均(経営年数(H25.4末))	8	7	9	7
10a当たり売上高(円)	84,036	95,103	90,366	108,161
売上高増加率'10-'12	29.9	42.7	47.4	59.3
10a当たり構成員還元額(円)	54,217	40,699	48,982	64,096
売上高構成員還元額率(%)	75.3	44.3	55.6	57.2

注1) データは、第3図に示した40法人の各象限別の2012年度財務データの平均値である

2 法人で働く人のモラルと理念の関係

1) 法人で働く人のモラル

法人で働く人のモラルと理念との関係を調べるために、最初に法人で働く人のモラルの特徴を明らかにした。調査は第3図の各象限から2～5法人、計14法人を選定し、DP調査により行った。DP調査は第9表に示す4要因、計30問について、「それが法人内でどの程度実現されているか(実現度:P、3段階評価)と、「それはあなたにとってどれくらい重要か(重要度:D 4段階評価)」を同時に調査し、要因ごとの平均点で評価する手法である。結果を第10表に示す。こ

れを見ると、良否の判定基準に満たない要因は「職務」、「報酬」の2つであり、このうち優先的に改善すべき要因は実現度、重要度のいずれも条件を満たさない「職務」であることがわかる。第11表に「職務」と働き方の関係を示す。これを見ると、特に、職務が明確で、職務上の意思決定への参画機会や職務上の裁量がある者の得点が有意に高いことがわかる。つまり、「職務」要因の改善には、従業員の役割を明確にし、職務上の責任や権限の委譲を進め、経営への参画意識を高めていくことが必要であると考えられる。

第9表 DP調査の調査要因と質問項目

要因	NO.	質問	略称
理念	1	法人の理念や設立目的を知っていますか	理念の認知
	2	法人の3～5年先の目標を知っていますか	トップの伝達
	2	法人の目指していることは、あなたの関心や目標と一致していますか	目標一致
	4	法人の将来について、自分自身のことのように考えられますか	将来性
	5	この法人で働いていることに誇りを持っていますか	勤務の誇り
	6	法人の取組みが社会に役立っていると思いますか	社会的責任
職務	7	今の仕事で、我ながらよくやったと思うことがありますか	達成感
	8	今の仕事で、よーしやってみようと思うことがありますか	挑戦心
	9	今の仕事はほかの人ではだめで、自分でなければと思いますか。	自信
	10	今の仕事で、自分が少し成長したと思うことがありますか	成長感
	11	今の仕事は自分の能力が発揮できると思いますか	能力発揮
	12	今の仕事は自分のアイデアや工夫を生かせる仕事だと思いますか	創造性
	13	今の仕事で、任せられてうれしいと思うことがありますか	責任
	14	今の仕事は自分の考えで自由にできる仕事だと思いますか	自由裁量
	15	今の仕事が自分によくあっている仕事だと思いますか	適性感
	16	今の仕事に対する能力が認められていると思いますか	能力の承認
報酬	17	労賃(従事分量配当、役員報酬を含む)は、他の構成員と比べて不公平だと思いますか	給与の同僚との比較
	18	労賃(従事分量配当、役員報酬を含む)は、あなたの仕事の内容と比べて安いと思いますか	給与の仕事との比較
	19	法人の施設・機械や作業環境は良くないと思いますか	設備や職場環境
	20	法人の労働時間は長いと思いますか	労働時間
	21	法人は、作業する人の安全や健康に十分配慮していると思いますか	安全と健康
	22	今の仕事は、疲れやすい仕事だと思いますか	疲労
	23	役員(または代表)が構成員の気持ちを考えないで指図すると思いますか	役員配慮
対人	24	法人のチームワークはいいと思いますか	チームワーク
	25	仕事で困ったときに互いに助け合うと思いますか	相互扶助
	26	役員(または代表)と仕事のことで気軽に相談できると思いますか	上司の人望
	27	役員(または代表)が法人の和を重視していると思いますか	法人の和
	28	役員(または代表)が法人に起こったわだかまりを解決しようとしていると思いますか	コンフリクト
	29	他の構成員に認められていると思いますか	職場の承認
	30	法人は飲み会など、仕事以外でよく集まると思いますか	職場外の関係

注) 質問は、DP調査を集落営農法人向けに改良した西濱ら(2011, 2012)に従った

第10表 DP調査による集落営農法人で働く人のモラルの評価

要因	質問数	区分	平均値	標準偏差	良否の判定基準	判定
理念	6問	実現度(P)	2.31	0.16	実現度 \geq 2.00 かつ 重要度 \geq 3.00	良
		重要度(D)	3.35	0.17		
職務	10問	実現度(P)	1.88	0.20	実現度 \geq 2.00 かつ 重要度 \geq 3.00	否
		重要度(D)	2.82	0.23		
対人	8問	実現度(P)	2.39	0.20	実現度 \geq 2.00	良
		重要度(D)	3.18	0.24		
報酬	6問	実現度(P)	2.43	0.16	実現度 \geq 2.00 かつ 重要度 \leq 3.00	否
		重要度(D)	3.39	0.21		

注1) データは14法人、233名のものである

注2) 「良否の判定基準」は村杉(1994)の方法による

第11表 法人で働く人のモラルと働き方の関係

仕事の態様	水準	職務	
		実現度 (P)	重要度 (D)
分担は明確か	はっきりしていない	1.67 b	2.50 b
	概ねはっきり	1.91 a	2.88 a
	はっきり	1.98 a	2.89 a
分担の決め方	役員が決定	1.81 b	2.69 b
	役員と話し合う	2.00 b a	2.96 b a
	自分で決定	1.81 a	2.79 a
仕事のやり方	自由にならない	1.76	2.69
	少し自由	1.90	2.81
	自由	1.95	2.90
話し合う機会	あまりない	1.65 a	2.53 a
	少しある	1.89 b	2.81 b
	よくある	2.11 c	3.06 c

注)アルファベットが異なる水準はTukey法による多重比較の結果、5%水準で有意を示す

2) 働く人のモラルと理念

次に、理念とモラルの関連性を分析した（第12表）。これを見ると、すべての要因で理念の「機能」との間に有意な正の相関があることがわかる。つまり、理念の機能の向上はモラルの向上にプラスに働くことを示している。また、特に課題のある「職務」要因については理念の「浸透活動」とも有意な正の相関がある。つまり、「浸透活動」の充実が「職務」要因の改善に有効であると言える。

なお、前述のとおり「職務」要因については、働き方の影響も受けるということを踏まえれば、働く人のモラル向上には、理念の充実と働き方の改善を並行して進めていくことが必要であると考えられる。

3) モラルと経営成果

第13表に働く人のモラルと経営成果との関係を示す。これを見ると、全ての要因で売上高構成員還元率と有意な正の相関がある。すなわち、利益の還元水準が上がると、働く人のモラルも上がることがわかる。

一方、10a当たりの売上高とモラルの間には、報酬以外の要因で負の相関がみられる。これは、生産性の向上が、モラルの低下を招く可能性を示唆している。この原因については、調査法人の経営状況を詳しく分析したが本研究では原因を解明するに至らなかった。この点については今後解明すべき課題である。

第12表 法人の理念と働く人のモラルとの相関

理念の特性	DP調査要因							
	理念		職務		対人		報酬	
	実現度	重要度	実現度	重要度	実現度	重要度	実現度	重要度
内容	0.14	0.04	0.40	0.30	-0.41	0.24	-0.23	0.18
機能	0.53 **	0.30	0.80 ***	0.67 ***	0.11	0.57 **	0.34	0.48 *
浸透活動	0.45	0.22	0.66 **	0.46 *	0.10	0.41	0.22	0.39

注) *:p<.1、**:p<.05、***:p<.01

第13表 働く人のモラルと業績の相関

財務指標	理念		職務		報酬		対人	
	実現度	重要度	実現度	重要度	実現度	重要度	実現度	重要度
10a当たり売上高(円)	-0.54 **	-0.55 **	-0.48 *	-0.60 **	-0.37	-0.43	-0.47 *	-0.54 **
売上高増加率'10-'12(%)	0.00	0.01	-0.28	-0.30	-0.07	-0.42	-0.01	-0.20
10a当たり構成員還元額(円)	-0.33	0.01	-0.20	-0.02	-0.49 *	-0.04	-0.38	-0.20
売上高構成員還元率率(%)	0.57 **	0.73 ***	0.58 **	0.84 ***	0.14	0.64 **	0.47 *	0.64 **

注2):p<.1、**:p<.05、***:p<.01

3 事例法人にみる理念主導型経営実践のためのポイントの整理

働く人のモラルを調査した14法人の中から、理念総合力および「職務」モラルが比較的高い3法人を選定し、経営管理実態を調査して理念主導型経営の

確立に関わる理念の「内容」の充実、「機能」、の発揮及び「浸透活動」の充実に向けた取組のポイントとしてまとめた(第14表)。ポイントは、①理念の共有化と、②理念の目標・計画への落とし込みの2つの視点でまとめた。以下にその特徴を示す。

第14表 事例法人にみる理念主導型経営の実践に向けた特徴的な取組

ポイント等	法人K	法人U	法人S
理念	<p>【理念】 ①法人組合員及び集落住民は、共通認識に立って「和」を大切にしつつ、将来も継続して農地を守っていくため、みんなが協力して農業・農村の環境整備を行うとともに、安定した法人経営を行う。 ②法人の経営安定には、集落内の多彩な人材の能力を発掘し、積極的な参画のもとに、米・麦・大豆に野菜を組み入れた土地利用型農業経営に、地場産原料での農産加工を行い、安全、安心な地産地消を進めて、元気で安心して暮らせる地域を作る。</p> <p>【スローガン】 「みんなで守ろう〇〇の農地 元気で安心して暮らせる地域をつくらう！」</p>	<p>【理念】 ①農地を守ることに主眼を置き、協業の成果を実現します。 ②生産コストの低減と省力化を図る施策に取り組みます。 ③〇〇米の更なるブランド化と地域特産品作りに取り組みます。</p> <p>【経営方針】 ①中山間地域等直接支払制度、農地水環境保全向上対策を活用し、地域ぐるみで農地の保全に努める。 ②地域の高齢者や女性等の就労の確保のため、積極的に農産物多角化に取り組む。 ③新規作物の栽培技術の習得・加工・販売等と6次産業化を目指す。 ④農地の利用権設定、及び作業受託を拡大する。 ⑤エコファーマーを実践する。 ⑥機械・施設経費の抑制と作業の省力化を図る。 ⑦後継者を育成する。</p> <p>【キャッチフレーズ】 法人と地元で作る里づくり</p>	<p>【理念】 ①「大地に生きる」「〇〇は一農場」とし、地域の農業者が一丸となって、安心して働く場とする。 ②農村農業の環境を保全するとともに、地域の人材の発掘に寄与し、継続性のある集落づくりに努める。 ③農業者の所得を高めるとともに、組織の健全化、発展に努める。</p>
経営の特徴	H18設立、93人(63戸)、29ha 理事5名、作業従事者 約15名 部門 水稲、麦、大豆、野菜 現代表は初代	H18設立、86人(84戸)、32ha 理事7名、作業従事者 約25名 部門 水稲、麦、大豆、野菜、加工 現代表は2代目	H5設立、136人(136戸)、92ha 理事7名、作業従事者 約25名 部門 水稲、麦、大豆、野菜 現代表は5代目
理念の共有化	<p>■主な取組 ①2つの理念とスローガンの設定</p> <p>②一次浸透活動の強化： 総会等で代表者が繰返し説明 ③二次浸透活動の強化： 明文化し組織成員へ配布 事務所への掲示や広報誌への掲載</p> <p>■ポイント ①役員理念に対するコミットの高さ ②経営目的をわかりやすく明文化 ③スローガンの設定 ④特に二次浸透活動が活発</p>	<p>■主な取組 ①3つの理念、7つの経営方針のもとキャッチフレーズを設定 ②一次浸透活動の強化： 総会等で代表者が繰返し説明 ③二次浸透活動の強化： 明文化し組織成員へ配布 事務所への掲示や広報誌への掲載 法人主催の交流イベントの開催 総会時の唱和や自身のHPへの掲載</p> <p>■ポイント ①役員理念に対するコミットの高さ ②経営目的をわかりやすく明文化 ③キャッチフレーズの設定 ④特に二次浸透活動が活発</p>	<p>■主な取組 ①3つの理念を設定</p> <p>②一次浸透活動の強化： 総会等で代表者が繰返し説明 ③二次浸透活動の強化： 明文化し組織成員へ配布 事務所への掲示や広報誌への掲載 法人主催の交流イベントの開催</p> <p>■ポイント ①役員理念に対するコミットの高さ ②経営目的をわかりやすく明文化 ④特に二次浸透活動が活発</p>
理念の落とし込み計画への	<p>■主な取組 ①BSCの実践</p> <p>■ポイント ①BSCで経営目的と戦略を具体化し共有。その結果、目標、戦略、計画の関係も明確に。 ②BSCで経営目的の実現を多角的に管理・評価する体制を構築。 ③BSCは女性を含む多様な人材の参画で新たな戦略立案も可能に。 ④BSCには普及指導員の積極支援。</p>	<p>■主な取組 ①BSCの実践</p> <p>■ポイント ①BSCで経営目的と戦略を具体化し共有。その結果、目標、戦略、計画の関係も明確に。 ②BSCで経営目的の実現を多角的に管理・評価する体制を構築。 ③BSCは女性を含む多様な人材の参画で新たな戦略立案も可能に。 ④BSCには普及指導員の積極支援。</p>	<p>■主な取組 ①計数に基づく経営管理・評価、目標・計画へのフィードバック</p> <p>■ポイント ①パソコンを活用した独自の経営計画・管理システムの構築</p>

注) 2015年の実態調査結果をもとに筆者作成

1) 理念の共有化

この過程では、役員による理念の「浸透活動」の充実がポイントとなると考えられた。3法人に共通して見られる具体的な浸透活動としては、役員組織員に対する理念の直接的な語り掛けや、理念をわかり易く明文化して組織員に配布したり、事務所内に掲示したりする活動が積極的に行われていることがあり、こうした活動が組織員の理念に対するコミットメントを高めるのに役立つものと思われる。

また、法人K、Uのように、理念のもとにスローガンやキャッチフレーズを設定し、組織員がいつでも理念を思い出すことができるよう工夫することも効果的であると考えられる。

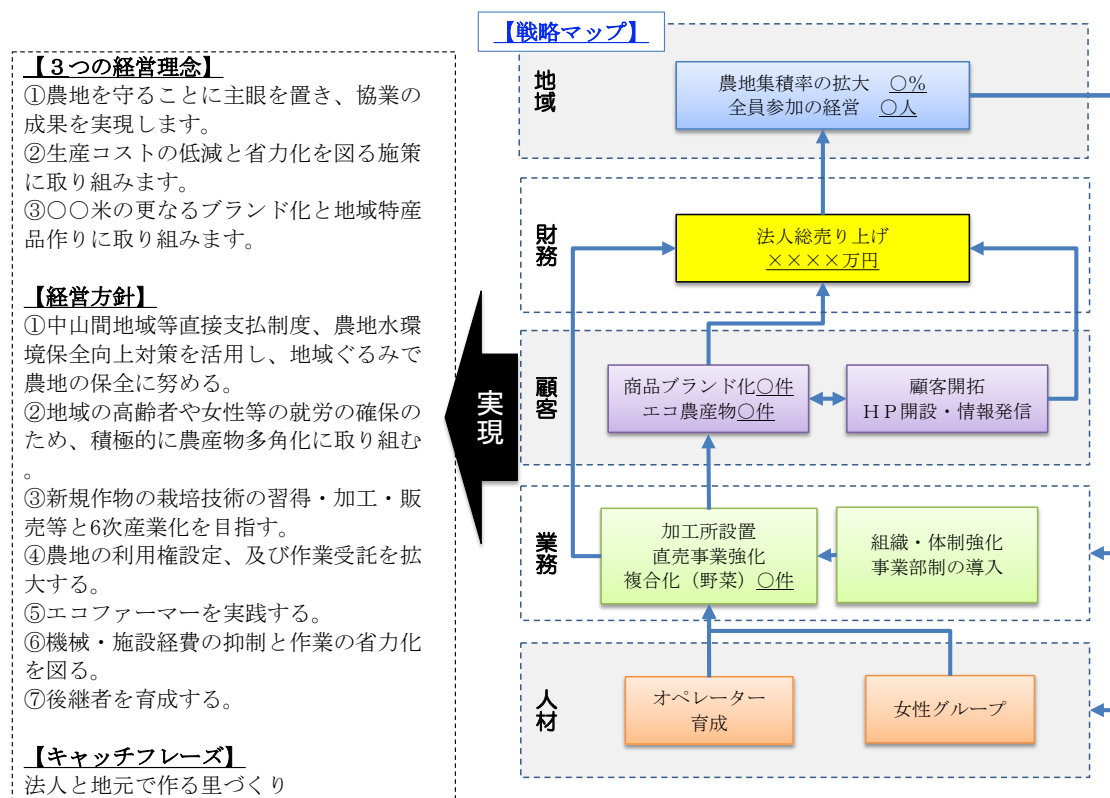
さらに、法人U、Sが実施している自主イベントの開催や、法人Uの自社HPへの掲載など、組織員だけでなく地域内外の第三者に対して広く理念を表明する行為も理念の共有化に効果的であるとされる。法人Uでは、こうした取り組みが新たな顧客や販売先の獲得にもつながるなど、副次的な経済効果も生み出している。

2) 理念の目標・計画への落とし込み

次に、理念の共有化ができれば、理念を具体的な戦

略や目標としていかに落とし込めるかがポイントとなると考えられた。この過程では、特に、法人KやUにみられる「バランス・スコアカード（以下、BSC）」の活用が効果的であった。第4図にBSCを用いて整理された法人Uの経営戦略と理念の概要を示す。

BSCは、理念の再確認を起点に、従来は財務の視点のみで捉えられがちであった経営管理活動について、顧客、業務、人材などを加えた幅広い視点からの戦略立案を行い管理することで、組織内のあらゆる働きが、理念や目標の実現に向けてどのように現れているのかを可視化して、その実現を効率的に管理するのが特徴である。法人K、Uでは本手法を導入し、「財務、顧客、業務、人材」に「地域」を加えた5つの視点から戦略や目標を立案するとともに、理念と戦略および戦略間の関連性を明確化することによって、理念や目標の実現を効率的に管理する体制を構築した。両法人ともBSCの実施までは、認定農業者の認定に必要な経営改善計画が法人経営の羅針盤であり、財務の視点中心の計画となっていたが、BSC以降は第4図に示すような戦略マップ等をもとに多角的な戦略、目標の管理が行えるようになり、効率的な目標達成が図られるようになっている。



第4図 法人Uの経営理念と経営戦略の概要
 注) 戦略マップは聞き取り調査をもとに筆者作成

なお、BSC活動の有効性を高めるポイントを両法人の取り組みから整理すると次のようになる。

一つ目は、理念の再確認や戦略の立案過程に幅広い組織成員が参画し、ボトムアップで活動を実行していくことである。これにより、構成員や従業員の理念、戦略、ひいては法人経営へのコミットメントが上がる。

二つ目は、BSCを中期計画見直し時期に合わせて行うことである。法人K、Uも中期計画見直し時期に合わせてBSCを実施することで、BSC活動を円滑に経営内に導入することができた。県内法人は設立5年未満のものが6割を占め、設立後初めての中期計画見直しを行う状況となっており、この時期に実施することが効果的だと考える。

最後は、普及指導員等、第三者のコーディネートが有効に活用することである。

BSCには、SWOT分析等を使って内外環境の分析を行い効果的な戦略を作出するなど、比較的難易度の高いステップもある。こうした過程を円滑に進めるためには普及指導員など有識者の支援を効果的に活用するのが良い。実際、法人K、Uでも普及指導員の支援を受けることにより数ステップで戦略作成まで漕ぎ着けることができた。

摘 要

本研究では法人における理念主導型経営の確立について検討を行った。

その結果、経営理念が法人経営における中長期的な拠り所として機能していることを明らかにした。また、経営理念がモラルや経営成果の向上と関係していることも明らかにした。

これらの結果は、経営理念が法人経営の発展に極めて重要であることを示している。

経営理念は内容の充実と共有化を進めることにより機能する。特に、役員の経営理念に沿った行動が経営理念の機能を高めるのに有効である。また、経営理念の内容をわかりやすく明文化することも効果が高い。さらに、BSCは法人において理念主導型経営を実践していく手法として極めて有効である。

引用文献

Bart, C. K. 1997. Industrial Firms and the Power of Mission. *Industrial Marketing Management*.

26 : 371-383

Edger, H. Schein. 1985. 組織文化とリーダーシップ (梅津祐良・横山哲夫訳). 白桃書房. 東京.
河野章. 2008. 農地維持型集落営農におけるリーダーの経営理念と組織の運営. *農業経営研究*. 46(1) : 25-30

水谷内徹也. 1992. 日本企業の経営理念. 同文館. 東京.

水谷内徹也. 2000. 「理念主導型経営」のすすめ. (<http://www.pref.toyama.jp/sections/1015/ecom/back/2000aug/tokushu/index.html>)

西濱健太郎・北野剛志. 2011. DP方式モラル・サーベいの集落営農法人への適応性の検討. *農業経営研究*. 49(2) : 35-40

西濱健太郎・北野剛志. 2012. 集落営農法人用DP方式モラル・サーベいにおける「対人」要因の設問の検討. *農業経営研究*. 50(1) : 41-45

澤邊紀生. 2008. 日本企業のマネジメント・コントロール実態調査—東証一部上場企業と関西非上場企業の比較—. *メルコ管理会計研究*. 1(1) : 81-93

清水 馨. 1996. 企業変革に果たす経営理念の役割. *三田商学研究*. 39(2) : 87-101

村杉 猛. 1994. モラル・サーベい 作業組織管理論. 税務経理協会. 東京.

高田 馨. 1978. 経営目的論. 千倉書房. 東京.

山城 章. 1969. 現代の経営理念. 白桃書房. 東京.

横川雅人. 2010. 現代日本企業の経営理念 ～「経営理念の上場企業実態調査」を踏まえて～. *産研論集 (関西学院大学)*. 37 : 125-137.

複合獣種対応型被害防護柵の開発

佐渡 靖紀*・田戸 祐之

Development of Protective Fences to Prevent Agricultural Damage Caused by Complex Wildlife Species

Yasunori SADO, Hiroyuki TADO

Abstract: Protective fences to prevent crop damage increasing in the Yamaguchi Prefecture caused by complex wildlife species and techniques to save labour associated with managing the electric fence have been developed. When *Macaca fuscata* began invading after installation of the iron fence and the wire mesh fence in areas where most of the crop damage occurred by *Sus scrofa*, a method to add one lap of electric wire to the upper part of the wire mesh fence was found effective in preventing the invasion of *Macaca fuscata* while reducing the setup time and material costs. The gratings of the Texas gate in the road to prevent *Cervus nippon* invasion was also effective for preventing *Sus scrofa* invasions. To reduce the essential mowing time for maintenance of the electric fence by 3.06 h / 10 a, the ground under the electric wire was covered by hard plates at width of 30 cm from the wire toward the outside.

Key Words: *Cervus nippon*, *Macaca fuscata*, *Sus scrofa*

キーワード: イノシシ、サル、シカ

緒 言

山口県における野生鳥獣による農林業被害金額は、平成 26 年度 537 百万円であり、主要な獣種による被害金額はイノシシ 237 百万円 (44.1%)、シカ 112 百万円 (20.9%)、サル 109 百万円 (20.3%) となっている (山口県, 2015)。従来の主要な農林産物被害対策はイノシシ侵入防止柵の設置であったが、近年はサル、シカ等による被害地域も広がりつつあるため、複合獣種に対応できる被害防護柵の開発が求められている。また、電気柵による侵入防止効果は高いが、漏電を防ぐための草刈作業が欠かせないことから、その労力を低減する技術開発が求められている。

そこで、2013 年～2015 年の 3 年間、複合獣種対応型被害防護柵の開発に取り組み、試作品を現地検証した結果を報告する。

なお、小課題「イノシシに適応したテキサスゲートの開発」を実施するに当たり、島根県西部農林振興セ

ンター県央事務所の菅野泰弘氏、株式会社ダイクレの佐伯利将氏並びに高木開道氏には、多大なる御指導と御協力をいただいた。深く感謝の意を表する。

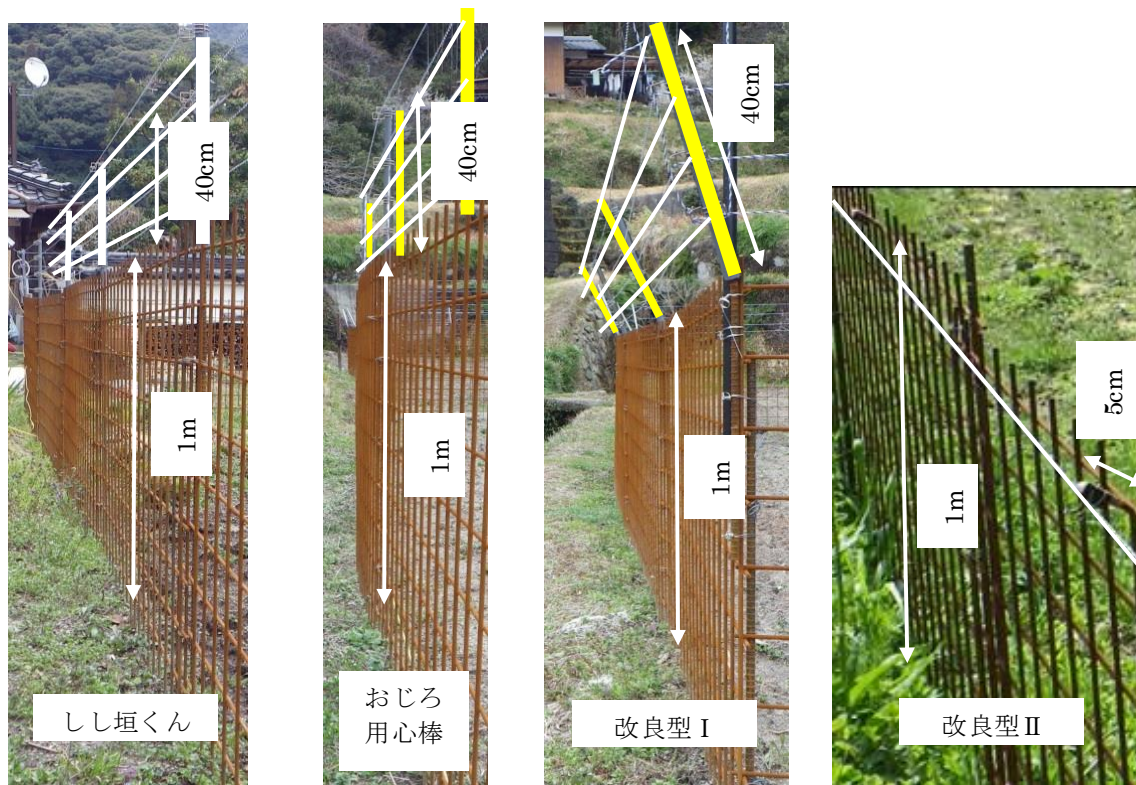
材料および方法

1 イノシシ鉄柵やワイヤメッシュ柵のシカ及びサルに適応した改良方法の開発

1) 改良型 I の試作と侵入防止効果の調査

「おじろ用心棒」(兵庫県香美町)に忍び返し(柵外側へ約 30° 傾斜)を付加してサル等の跳躍侵入を防止する「改良型 I」を試作し、ワイヤメッシュ柵の上部に電気柵を付加した「しし垣君」(鳥取県)及び「おじろ用心棒」の 2 種を対照とし、計 3 種の柵(第 1 図)を周南市熊毛町小松原地区内にある同一所有者の耕作地に設置し、資材費や設置に要する時間等を比較した。各柵の基本構造は共通であり、下部ワイヤメッシュ柵の地上高 1 m、上部電気柵の支柱 40cm、支柱の間隔 2m、電線 4 段

*現在: 岩国農林事務所森林部



第1図 ワイヤメッシュ柵上部に付加する電気柵の改良
 ワイヤメッシュ柵高：各1m、電気柵高：40cm（改良型IIのみ5cm）

第1表 赤外線センサーカメラの設定概要

機種	Bushnell TROPHY Camera Brown Model119537
記録媒体	SDカード（容量16GB）
バッテリー	充電式単3型（ニッケル水素電池）×8本
Set Mode	Video
Image Format	Full Screen
LED Control	High(default)
Video Size	640×480
Video Length interval	60second 1minute
Sensor Level	Auto(default)
NV Shutter	Medium
カメラ設置高	地上約0.7m
カメラ設置角度	水平



とした。

また、2014年4月～2015年11月にかけて赤外線センサーカメラ（第1表）による野生動物の接近状況調査及び所有者への聞き取り調査で侵入防止効果を比較した。

2) 改良型IIの試作と侵入防止効果の調査

「改良型I」は、農作業等で柵外側のすぐ傍を歩行する際、忍び返しに衣服が引っ掛かる等の障害になることがわかり、その問題点を解決するため、栃木県の試作した「多獣種防護柵」（丸山ら、2012）を参考に、忍び返しの長さを40cmから5cmに短縮（電線を4段から1段に減少）して歩行等の障害にならない「改良型II」（第1

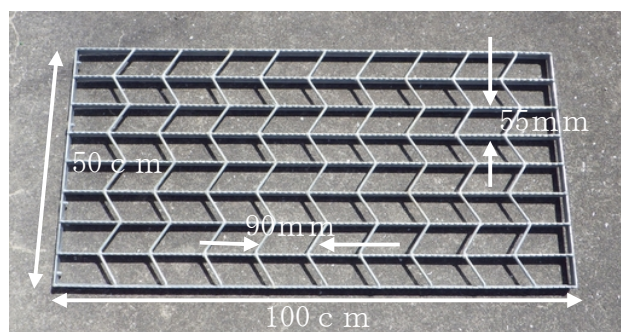
図）を試作して周南市和田夏切地区の耕作地内に設置し、資材費や設置に要する時間等を調査した。また、2015年4月～2016年3月にかけて赤外線センサーカメラ（第1表）による野生動物の接近状況調査及び所有者への聞き取り調査により「改良型II」の侵入防止機能を検証した。

2 イノシシに適応したテキサスゲートの開発

1) 飼育イノシシによる効果試験

シカ用テキサスゲートの路面を構成するグレーチング（株式会社ダイクレ）がイノシシにも適用できるか、飼育イノシシにより試験した。

複合獣種対応型被害防護柵の開発



第2図 シカ用グレーチングの形状



第3図 飼育イノシシによるシカ用グレーチング歩行試験

供試したグレーチングの形状(第2図)は、進行方向に直線のベアリングバーと進行方向に交わる波型のクロスバーからなる。波型形状は、交点が直行しないことによりシカの主蹄が大きく割れやすく、脚を置きにくくする効果を持つ。ベアリングバーの上面は、自転車通行時等の滑り止めのため、イボ模様加工されている。格子の大きさは、人(成人)の歩行に支障がないように設定されており、ベアリングバーの厚みは5mmで隣接するバーとの隙間は55mm、クロスバーは円柱形で直径6mm、隣接するバーとの隙間は90mmある。



第4図 野生イノシシによるシカ用グレーチングの歩行試験

1枚のグレーチングの大きさは、本試験では人力による取扱いの容易さを考慮して、縦488mm×横1,000mm×高さ25mm(8kg/枚)に設定した。

試験は島根県中山間地域研究センター構内の放飼場で行った。試験コースは、スタート台の前方にグレーチングを幅1m、長さ4m、高さ50cm(グレーチング表面から地面までの距離)で設置し、後方にはグレーチングのない待機場所を設置した。2014年12月に、飼育イノシシ1頭(♂4歳)で試験を行った(第3図)。試験コースにイノシシを誘導し、5回の試行を行った。各回の試行は最大30分間とし、イノシシが試験コースの各位置に到達・滞在した秒数・回数を測定した。

2) 野外における効果試験

1)と同じグレーチングを進入路(幅:1.5m、長さ:侵入方向1m、高さ:グレーチング表面から地面までの距離2.5cmと20cmの2段階)に設置した試験柵を山口市小鯖4区の不作付地内に設定し、柵内には誘引餌(米ぬか、米)を設置した(第4図)。

2014年4月~2015年3月にかけて赤外線センサーカメラ(第1表)を設置し、野生動物の接近状況調査及び土地管理者への聞き取り調査により侵入防止機能を検証した。

野生イノシシを試験柵内に誘導するため、2013年9月5日、柵入口にグレーチングを設置しない状態で餌付けを開始して間もなく、柵外で野生イノシシによる土の掘り起しが見られるようになったが、柵内への初侵入は約3月後の11月27日であった。その後も餌付けを継続しながらカメラ位置等を調整し、2014年4月

10日から8月27日まで(140日間)、柵入口の地面にグレーチングを直置き(深さ2.5cm)して試験区Iとした。

2014年8月28日から2015年1月7日まで(133日間)、グレーチング下の地面を深さ20cm掘下げ、試験区IIとした。カメラの作動した日数は、試験区Iで98日(試験期間の70%)、試験区IIで109日(試験期間の82%)であった。

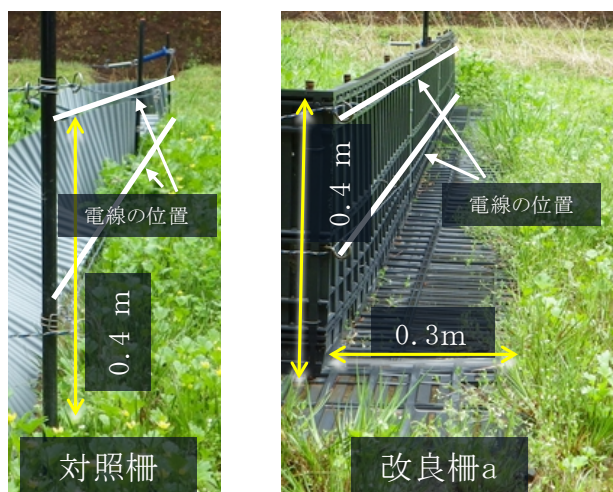
3 サル・シカ・イノシシに対応した草刈が軽減できる被害防護柵の開発

被害防護柵にイノシシのルーティング等の行動学的特性を利用するため、電気柵の背後に強度のある板を直立して設置すると共に、同じ材料を電線下部の地面に敷いて防草機能を付加する「改良柵a」(第5図右)を試作し、参考にした「島根畜試方式イノシシ農地侵入防止柵」(吉岡ら, 2003)(第5図左)を対照柵として、美祢市秋芳町青影地区にある不作付地に「改良柵a」と「対照柵」

を設置し、資材費や設置に要する時間等を比較した。

また、2014年4月~2015年10月にかけて赤外線センサーカメラ(第1表)による野生動物の接近状況調査及び土地管理者への聞き取り調査で、侵入防止効果を比較した。柵内には誘引餌(米ぬか、米)を設置した。

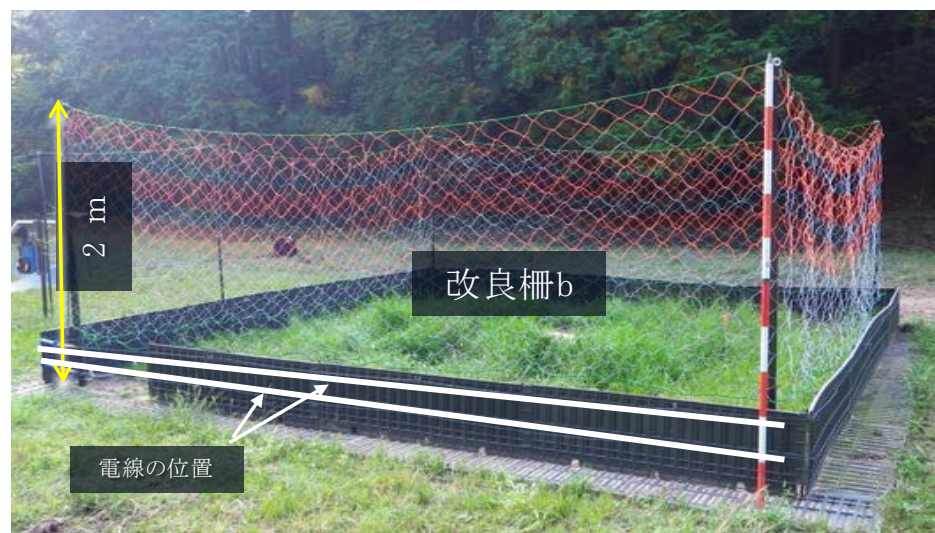
なお、「改良柵a」と「対照柵」の比較試験終了後、「改良柵a」の上部に電気網を接続してサル・シカ侵入防止機能を付加するとともに、電気網が直接地面に接しない形状とすることで、草刈機の刃が網を巻き込みにくくする機能を持つ「改良柵b」(第6図、第7図右)を試作した。



第5図 「対照柵」(左)と「改良柵a」(右)



第7図 通常の網柵(左)と「改良柵b」(右)



第6図 「改良柵a」の上部に電気網を追加した「改良柵b」

複合獣種対応型被害防護柵の開発

第2表 供試柵の設置時間

項目	単位：時間/100m			
	しし垣くん	おじろ用心棒	改良型 I	改良型 II
ワイヤメッシュ柵	2.51	2.51	2.51	2.51
上部構造用支柱取付	0.30	0.30	0.30	0.30
塩ビ管・フック取付	0.67	0.67	0.67	0.67
ステンレステープ切貼り		1.15	1.15	
忍び返し加工			0.44	0.28
ビニルチューブ取付				0.49
電線設置	0.18	0.18	0.18	0.05
合計	3.66	4.81	5.25	3.33

第3表 供試柵の資材費

項目	単位：千円/100m			
	しし垣くん	おじろ用心棒	改良型 I	改良型 II
ワイヤメッシュ柵	107	107	107	107
電柵（本体・電池を除く）	51	51	51	7
ステンレステープ		10	10	
合計	158	168	168	114



第8図 改良柵Ⅱのサル侵入防止効果



第9図 導電性テープの状況 2016年2月1日現在
(2014年2月25日設置から706日後)

結果

1 イノシシ鉄柵やワイヤメッシュ柵のシカ及びサルに 適応した改良方法の開発

1) 設置に要する時間・資材費・侵入防止効果の比較

「改良型 I」の上部構造（電気柵）は、「おじろ用心棒」の支柱を手作業で柵外側に傾斜させる忍び返し加工

を追加したものであり、その要因により設置時間/100m は0.44時間（9.1%）増加した（第2表）。部品の追加はないため、資材費/100m は同額であった（第3表）。なお、「おじろ用心棒」の上部構造（電気柵）は、「しし垣君」の塩ビ管にステンレステープを添付したものであり、その要因により設置時間/100m は1.15時間（31.4%）増加した（第2表）。また、資材費/100m は10千円（6.3%）増加した（第3表）。

第4表 グレーチング歩行試験結果（飼育イノシシ）

退路 試行	スタート台到着	スタート台滞在	1 m 開始	1 m 滞在	2 m 開始	2 m 滞在	3 m 開始	3 m 滞在	4 m 開始	4 m 滞在	ゴール到着	合計	
有	秒数	1,065	653	53	9	※ スタート台から退路に降り、戻らず終了。						1,780	
	秒%	59.8	36.7	3.0	0.5							100.0	
	回数	33	40	7	1							81	
	秒数	82	41	※ スタート台から退路に降り、戻らず終了。									123
	秒%	66.7	33.3										100.0
	回数	6	6										12
無	秒数	123	182	34	11	19	56	53	5	※ 柵の隙間からコースを逸脱、戻らず終了。		483	
	秒%	25.5	37.7	7.0	2.3	3.9	11.6	11.0	1.0			100.0	
	回数	3	6	4	1	1	1	3	1			20	
	秒数	88	1,258	15	※ 柵の隙間からコースを逸脱、戻らず終了。								1,361
	秒%	6.5	92.4	1.1									100.0
	回数	1	2	1									4
	秒数	46	338	10	4	5	5	10	11	8	6	6	449
	秒%	10.2	75.3	2.2	0.9	1.1	1.1	2.2	2.4	1.8	1.3	1.3	100.0
	回数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11

- 注) 1 グレーチング設置条件：高さ50cm、長さ4m、幅1m。
 2 1回の試行は最大30分(1,800秒)とし、イノシシが試験コースの各位置に到達(開始)・滞在する延秒数・延回数を測定。
 3 スタート台後方の扉は、1・2回目は常に解放(退路有)、3～5回目はイノシシがスタート台に乗った後に閉鎖(退路無)。
 4 「1m開始」：グレーチングの区間0～1mにイノシシが前脚を1脚以上かけた時点から測定、「1m滞在」：0～1mの区間に4脚とも乗った時点から測定、・・・以下の区間も同様
 5 「回数」：例えば、第1試行のスタート台到着33回は、イノシシが待機場所とスタート台を何度も往復した延回数。

「改良型Ⅱ」の上部構造(電気柵)は、「改良型Ⅰ」の電気柵用支柱を短くすることを目的として部品を省略したものであり、その要因により設置時間/100mは1.92時間(36.6%)減少した(第2表)。資材費/100mは54千円(32%)減少した(第3表)。

小松原地区の試験柵周辺にサルの出現は見られたが、「改良型Ⅰ」、「おじろ用心棒」、「しし垣君」のいずれにも接近・侵入が見られず、各柵の侵入防止効果の差は判然としなかった。夏切地区では、試験柵周辺にサル群の出現が見られ、「改良型Ⅱ」に侵入を試みたサルが感電して逃避する事例が赤外線センサーカメラで確認された(第8図)。

2) 改良型Ⅰの耐久性・問題点

柵を構成する部品の中では、導電性テープの耐久性が最も低いと想定していたが、「改良型Ⅰ」、「おじろ用

心棒」とともに、試験期間中(2014年2月25日設置から2016年2月1日までの706日間)、直射日光や風雨による破損、糊成分の剥がれ等の不具合は見られなかった(第9図)。

2 イノシシに適応したテキサスゲートの開発

1) 飼育イノシシによる効果試験

結果を第4表に示す。1回目は、待機場所とスタート台の往復に1,065秒(96.5%)を費やし、グレーチングの1m区間に4脚とも乗った時間は9秒(0.5%)であり、最後は待機場所からスタート台に戻らず終了した。

2回目は、待機場所とスタート台を往復するだけでグレーチングに脚をかけることはなく、123秒後に待機場所からスタート台に戻らなくなり終了した。



第10図 左前脚主蹄の間にバーが挟まる様子



第11図 左前足副蹄で体重を支える様子

第5表 野外試験結果（イノシシ）

	カメラ 撮影日数	イノシシ 接近回数	イノシシ 侵入回数	イノシシ 出現回数	イノシシ 侵入率
試験区Ⅰ	98	59	16	75	
比率		0.60	0.16	0.77	0.21
試験区Ⅱ	109	83	0	83	
比率		0.76	0.00	0.76	0.00

注) 試験区Ⅰ 2014/4/10～2014/8/27、140日間、グレーチング深2.5cm
 試験区Ⅱ 2014/8/28～2015/1/7、133日間、グレーチング深20cm

第6表 イノシシ侵入率の検定
 （母比率の差の検定）

	試験区Ⅰ	試験区Ⅱ	差
件数	75	83	-8
比率	0.21	0.00	0.21
統計量	4.44		
1%点	2.33		
5%点	1.64		
P値	0.0000	**	

注) **: 1%水準で有意（片側）



第12図 グレーチング用カバーの形状

第7表 動物の接近・侵入状況（野外試験）

単位：撮影回数/カメラ撮影日数

	カメラ撮影日数→	試験区Ⅰ	試験区Ⅱ
		98	109
接近	イノシシ	0.60	0.76
	タヌキ	0.42	2.00
	キツネ	0.03	0.01
	ノウサギ	0.01	0.03
	ネコ	0.04	0.01
	イタチ	-	-
	アライグマ	-	-
侵入	イノシシ	0.16	-
	タヌキ	2.04	7.95
	キツネ	0.04	-
	ノウサギ	-	-
	ネコ	0.05	-
	イタチ	0.01	-
	アライグマ	0.01	-

注) 試験区Ⅰ 2014/4/10～2014/8/27、140日間、グレーチング深2.5cm
 試験区Ⅱ 2014/8/28～2015/1/7、133日間、グレーチング深20cm

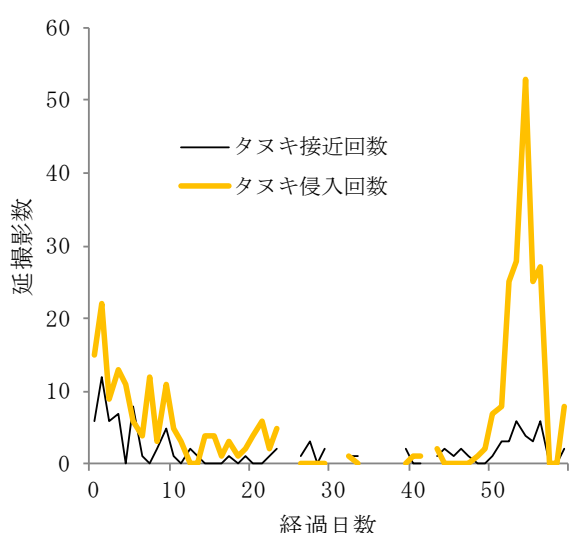
1・2回の結果から、イノシシは待機場所に戻る場合はグレーチング上の歩行にチャレンジしないことが示唆されたため、3回目以後はスタート台の直後に扉を追加してイノシシがスタート台に乗った時点で閉鎖し、待機場所に戻れないようにした。

3回目は、グレーチング上で脚を乗せる場所を確かめながら不安定に歩行を始め、3m区間に4脚とも乗るところまで歩行したが、そこからコース側壁の隙間を鼻でこじ開け、コース外に逸脱して終了した。

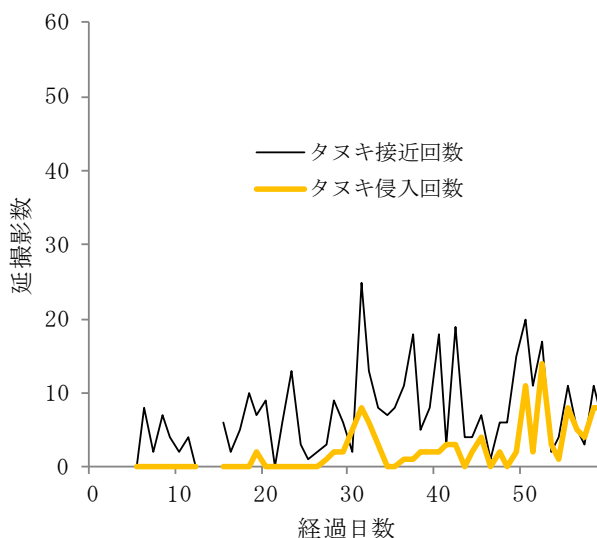
4回目は、逃げ道を探しながらスタート台上からほ

とんど動かず1,258秒（92.4%）滞在し、グレーチングの1m区間とコース側壁の隙間を鼻でこじ開け、コース外に逸脱して終了した。

5回目は、スタート台滞在は338秒（75.3%）に達したが、その後、不安定ながらグレーチング上の歩行を始め、449秒でゴールに達した。歩行中、イノシシはベアリングバーが主蹄の間に挟まってもそのまま歩行を続け（第10図）、主蹄が格子に落ち込んだ場合でも、開いた副蹄が両側のベアリングバーにかかり、大きく体勢を崩すことはなかった（第11図）。



第13図 タヌキ接近・侵入回数の変化
試験区Ⅱ開始後の60日間



第14図 タヌキ接近・侵入回数の変化
試験区Ⅲ開始後の60日間

第8表 野外試験結果 (タヌキ)

	カメラ 撮影日数	タヌキ 接近回数	タヌキ 侵入回数	タヌキ 出現回数	タヌキ 侵入率
比較期間Ⅱ	51	102	337	439	
比率		2.00	6.61	8.61	0.77
比較期間Ⅲ	54	391	119	510	
比率		7.24	2.20	9.44	0.23

注) 比較期間Ⅱ 試験区Ⅱの開始日から60日間、2014/8/28～2014/10/26
比較期間Ⅲ 試験区Ⅲの開始日から60日間、2015/1/8～2015/3/8

第9表 タヌキ侵入率の検定
(母比率の差の検定)

	比較期間Ⅱ	比較期間Ⅲ	差
件数	439	510	-71
比率	0.77	0.23	0.53
統計量	16.43		
1%点	2.33		
5%点	1.64		
P値	0.0000	**	

注) **: 1%水準で有意 (片側)

2) 野外における効果試験

ア イノシシの侵入防止効果

試験区Ⅰでは、イノシシ接近回数75回のうち、侵入回数は16回(侵入率0.21)であったが、試験区Ⅱでは接近回数83回のうち、侵入回数は0回(侵入率0.00)であり、母比率の差の検定結果、1%水準で有意差が認められた(第5表、第6表)。

イ その他獣種の侵入防止効果

野外では、イノシシの他に6獣種(タヌキ、キツネ、ノウサギ、ネコ、イタチ、アライグマ)が接近した。試験区Ⅰではノウサギを除く5種が侵入したが、試験区Ⅱではタヌキのみが侵入した(第7表)。

試験区Ⅱにおけるタヌキ侵入の1日当たり撮影回数は7.95回に達した(第7表)が、積雪時には侵入を途中で諦める事例が観察された。グレーチング上に10cm程度積雪して格子が見えなくなり、脚を踏み外させる「落とし穴」に類する効果が生じたためと推察されたことから、積雪と同様の効果を持ちながら周年使用できる侵入防止装置を試作した(特許第6078758号)。形状は、防水性と強度のあるシートをグレーチング上に固定し、グレーチングのそれぞれの格子に当たる位置でシートに切れ込みを配置した(第12図)。

この試作品(スリット加工シート)を2015年1月8日から3月8日まで設置して試験区Ⅲとした。試験区Ⅱ開始後の60日間(比較期間Ⅱ、第13図)と試験区Ⅲ開始後の60日間(比較期間Ⅲ、第14図)でタヌキの侵入率を比較すると、比較期間Ⅲ(0.23)の方が比較期間Ⅱ(0.77)より有意に低くなった(第8表、第9表)。

3 サル・シカ・イノシシに対応した草刈が軽減できる被害防護柵の開発

1) 草刈労力の軽減効果

草刈は、「改良柵a」と「対照柵」のそれぞれについて

複合獣種対応型被害防護柵の開発

第10表 草刈り所要時間の比較

単位：時間/10a			
年月日	改良柵a	対照柵	
1回目 2014. 4. 22	5.52	5.99	
2回目 2014. 8. 8		3.31	
3回目 2014. 10. 1	3.45	2.74	
合計	8.97	12.03	

第11表 対照柵の畔波板撤去・復元時間

単位：時間/100m				
年月日	撤去	復元	合計	
1回目 2014. 4. 22	0.46	0.57	1.02	
2回目 2014. 8. 8	0.35	0.44	0.79	
3回目 2014. 10. 1	0.31	0.57	0.88	
合計	1.11	1.57	2.68	

第12表 設置時間の比較

単位：時間/100m			
	改良柵a	改良柵b	対照柵
畔波板設置：縦			0.95
防草板設置：縦横	9.33	9.33	
電柵設置	1.92	1.92	1.27
電気網の追加		9.60	
合計	11.25	20.85	2.22

第13表 資材費の比較

単位：千円/100m			
	改良柵a	改良柵b	対照柵
畔波板設置：縦			9
防草板設置：縦横	190	190	
電柵設置	20	20	34
電気網の追加		155	
合計	210	365	43

注) 電柵設置は本体を除く

注) 電柵設置は本体を除く

第14表 動物の接近・侵入状況

	改良柵a		対照柵		
	撮影回数	撮影回数/ 撮影日数	撮影回数	撮影回数/ 撮影日数	
柵に 接近	サル	5	0.011	4	0.011
	シカ	114	0.253	118	0.316
	イノシシ	1,384	3.069	1,026	2.743
	アナグマ	8	0.018	8	0.021
	イタチ	-	-	4	0.011
	イヌ	1	0.002	2	0.005
	ウサギ	15	0.033	2	0.005
	キツネ	2	0.004	2	0.005
	タヌキ	2,153	4.774	2,322	6.209
	ネコ	1	0.002	1	0.003
	ネズミ類	96	0.213	56	0.150
	柵内に 侵入	サル	0	0.000	0
シカ		0	0.000	0	0.000
イノシシ		0	0.000	0	0.000
アナグマ		0	0.000	0	0.000
イタチ		-	-	0	0.000
イヌ		0	0.000	1	0.003
ウサギ		0	0.000	1	0.003
キツネ		0	0.000	0	0.000
タヌキ		0	0.000	1	0.003
ネコ		0	0.000	0	0.000
ネズミ類		1	0.002	7	0.019
電線に 接触し 感電		サル	0	0.000	0
	シカ	0	0.000	0	0.000
	イノシシ	0	0.000	0	0.000
	アナグマ	0	0.000	0	0.000
	イタチ	-	-	0	0.000
	イヌ	0	0.000	0	0.000
	ウサギ	0	0.000	0	0.000
	キツネ	0	0.000	0	0.000
	タヌキ	3	0.007	4	0.011
	ネコ	0	0.000	0	0.000
	ネズミ類	0	0.000	0	0.000

注1) 改良柵aのカメラ設置期間：563日（2014/4/10～2015/11/6）の内、

撮影日数：451日（80.1%）、バッテリー切等により112日間は非稼働

注2) 対照柵のカメラ設置期間：554日（2014/4/10～2015/10/28）の内、

撮影日数：374日（67.5%）、バッテリー切等により180日間は非稼働

注3) カラス等鳥類は非集計

て、4月から10月の間、電線に草本類が接触し始めた時期を目安に行った。草刈回数は、「改良柵a」で2回（合計8.97時間/10a）、「対照柵」で3回（合計12.03時

間/10a）であった（第10表）。なお、「対照柵」は、畔波板が夏季に直射日光により伸長し倒れる（吉岡ら、2003）ため、設置したままでは草刈作業の支障や破損

考 察

の恐れがあることから、草刈の前後で畔波板の撤去・再設置の作業を行い、草刈3回の合計で2.68時間/100mを要した(第11表)。

以上のことから、「改良柵 a」の「対照柵」に対する省力効果は、草刈作業の回数減少により3.06時間/10a、畔波板の撤去・再設置作業の省略により2.68時間/100mであった。

2) 設置に要する時間・資材費

設置時間/100mは、「改良柵 a」11.25時間、「対照柵」2.22時間で、「改良柵 a」は「対照柵」の5.1倍を要した。その主要因は、「改良柵 a」の防草板設置(縦・横)にかかる作業時間であった(第12表)。

資材費/100mは、「改良柵 a」210千円、「対照柵」43千円で、「改良柵 a」は「対照柵」の4.9倍を要した。その主要因は、「改良柵 a」の防草板設置(縦・横)にかかる資材費であった(第13表)。

3) 侵入防止効果

「改良柵 a」に接近した獣種は、サル、シカ、イノシシ、アナグマ、イヌ、ウサギ、キツネ、タヌキ、ネコ、ネズミ類の10種であったが、柵内に侵入したのはネズミ類の1回のみで、他の9種は侵入しなかった(第14表)。

「対照柵」に接近した獣種は、サル、シカ、イノシシ、アナグマ、イタチ、イヌ、ウサギ、キツネ、タヌキ、ネコ、ネズミ類の11種であったが、柵内に侵入したのはイヌ、ウサギ、タヌキ、ネズミ類の4種で、他の7種は侵入しなかった(第14表)。

なお、「改良柵 a」「対照柵」のいずれでも柵に接近した回数はタヌキが最も多く、また、電線に接触して感電したのはタヌキ1種のみであったこと等、複合獣種対策の観点からタヌキの反応が他の獣種とは異なる特徴が見られた(第14表)。

また、シカは「改良柵 a」「対照柵」のいずれに接近しても、電線を跨いだり、潜り抜けたり、跳躍して侵入することがなかった。

4) 「改良柵 b」の試作

「改良柵 b」の設置時間/100mは20.85時間であった。電気網の追加に要する9.60時間が「改良柵 a」の設置時間に加算されることにより、合計設置時間は「改良柵 a」の1.9倍となった(第12表)。

「改良柵 b」の資材費/100mは365千円であった。電気網の追加に要する155千円が「改良柵 a」の資材費に加算されることにより、合計資材費は「改良柵 a」の1.7倍となった(第13表)。

1 イノシシ鉄柵やワイヤメッシュ柵のシカ及びサルに適応した改良方法の開発

「改良型Ⅱ」のサル侵入防止効果を現地確認できたことから、イノシシ被害が主要な地域で鉄柵やワイヤメッシュ柵を設置後にサルが侵入を始めるようになった場合、「改良型Ⅱ」をその上部に追加することで、「改良型Ⅰ」、「おじろ用心棒」、「しし垣君」より設置時間や資材費を低減しつつ、侵入防止効果も有効と考えられる。

なお、シカについては、小松原試験地及び夏切試験地に出現しなかったために侵入防止効果を確認できなかったが、県内でシカの多い地域(下関市豊浦)の目撃情報では、シカが逃走する際には、地上高1.8mの鉄柵も跳び越える事例があることから、跳躍侵入を防ぐ高さについては今後検討が必要である。

2 イノシシに適応したテキサスゲートの開発

イノシシ飼育個体試験の結果、シカ用グレーチングを深さ50cm、長さ4mに設置した場合、退路がある場合は餌で誘引されてもグレーチング上を歩行しなかった。退路を断つと、餌に誘引されてグレーチング上の歩行を試みるようになったが、それでも途中で抜け出せる隙間を見つけると、そこから脱出してグレーチングを渡りきることはなかったことから、忌避効果はかなり高いと考えられる。

野外実証試験の結果、野生イノシシは誘引餌のある柵の入口までは近づくが、深さ20cm、長さ1mのグレーチング上を歩行侵入せず、柵から遠ざかることを繰り返した。

このことから、イノシシ単独用のテキサスゲートは、シカ用の設定(深さ30cm以上、長さ4m以上)よりも小型化できると考えられるが、シカの侵入が想定される地域では、シカ用の設定をイノシシにも適用する方がよい。

イノシシ飼育個体がグレーチング上を歩行する際、副蹄を左右に張り出し、主蹄が格子から落ち込んでも、両側のベアリングバーに副蹄がかかり体勢を大きく崩さない様子が見られたことから、ベアリングバーの間隔を更に広げる改良も考えられるが、人や車両が安全に通行できなくなる危険性があるため、適用できる場所は限定される。

なお、複合獣種対策を実施する上で、シカ用グレーチングはイノシシ以外の複合獣種にも対応できる可能

性があるが、タヌキの侵入防止効果は期待できないことが示唆された。ただし、試作したスリット加工シートをグレーチング表面に設置することにより、タヌキの侵入率を低下させる効果のあることが示唆された。

3 サル・シカ・イノシシに対応した草刈り軽減できる被害防護柵の開発

電気柵の維持管理に不可欠な草刈り作業を軽減できる被害防護柵として、電線下方の地面を外側に 30cm の幅で帯状に被覆する「改良柵 a」により、「対照柵」で必要な年 3 回の草刈回数を年 2 回に省略できることが示唆された。しかし、「改良柵 a」は「対照柵」に比較して設置時間は 5.1 倍、資材費は 4.9 倍かかったことから、設置方法の改良や、より安価な資材の使用を検討する必要があり、今後の課題である。

「改良柵 b」は、主にイノシシ用の「改良柵 a」にサル・シカ用の電気柵を追加することで設置時間は 1.9 倍、資材費は 1.7 倍かかるため、目的とする獣種にあわせて適切な装備を選択する必要がある。なお、本試験期間中に実施できなかった草刈り作業の軽減効果の検討は、今後の課題である。

摘 要

県内で増加している農林産物への野生鳥獣による複合獣種被害に対応できる被害防護柵の開発及び電気柵の管理作業の省力化を検討した。

イノシシ被害が主要な地域で鉄柵やワイヤメッシュ柵を設置後にサルが侵入を始めるようになった場合、ワイヤメッシュ柵の上部に電線を 1 段追加する方式は設置時間や資材費を低減しつつサルの侵入防止効果も有効であった。

シカ用テキサスゲートの路面を構成するグレーチングは野生イノシシの侵入防止にも有効であった。

電気柵の維持管理に不可欠な草刈り作業を軽減できる被害防護柵として、電線下方の地面を外側に 30cm の幅で帯状に被覆した改良柵 a により、草刈り作業時間を 3.06 時間/10a 軽減できた。

引用文献

- 丸山哲也・関塚学・高橋安則. 2012. 多獣種防護柵の試作. 野生鳥獣研究紀要. 38: 14- 17.
- 山口県. 2015. 平成 27 年度山口県鳥獣被害防止対策協議会 (第 1 回) 資料. 1- 2.

- 吉岡孝・若槻義弘・白石忠昭. 2003. 新たに開発したイノシシ農地侵入防護柵の野外実証. 島根畜試研報. 36:7-11.

キダイおよびイボダイの加圧加熱処理による骨の軟化と形態保持技術

大田 寿行

Yellowback Seabream and Japanese Butterfish's Pressure Cooking to Soften Bone and Shape Retention Technology

Hisayuki OHTA

Abstract: Yellowback seabream and Japanese butterfish are acquired in Yamaguchi Prefecture. They cooked pressure. The manufacturing conditions of the food to which the fish bones can be eaten. The way to keep the shape of the fish after production was examined. Yellowback seabream and Japanese butterfish, when pressure cooking was carried out at 120 ° C for 60 to 90 minutes, the bones became soft. Drying the fish before pressure cooking, the shape of the fish was kept.

Key Words : Japanese butterfish, keep the shape, pressure cooking, Yellowback seabream

キーワード : イボダイ、形状維持、加圧加熱処理、キダイ

緒言

Dentex hypselosomus (キダイ) および *Psenopsis anomala* (イボダイ) は、山口県の基幹漁業である以東機船沖合底びき網漁業の主要漁獲物である。キダイは、過去には尾頭付き鯛として結婚式等の需要が多かったが、現在は需要が減退し魚価の低迷が続いている。また、イボダイはほとんどが高級干物の原料として東日本に出荷されており、山口県で消費される量は少ない。

魚類の加工方法として、加圧加熱処理を行うと魚類の骨が軟化することは缶詰などで既に知られており、その要因は骨中の結合組織であるコラーゲンのゼラチン化による構造の軟化と考えられている (平岡ら, 2001)。加圧加熱処理は密封した容器を使用し、処理により内部が滅菌されることから保存性に優れている。しかし問題点として、魚体から滲出するドリップが密閉された容器中に溜まるため、容器中で魚体が遊動し、形状が崩れる原因になる。そこで、2種の魚類について加圧加熱処理により骨を軟化させつつ、形状を維持するための前処理について研究した。

材料および方法

1 材料

キダイおよびイボダイは2014年10月~2015年11月に、以東機船沖合底びき網漁業で漁獲され、1~3日船内で氷蔵されたものを内臓を除去し、洗浄後に真空包装の後マイナス20°Cで保管した。実験前に流水解凍し、鱗を除去して2014年12月~2015年11月に実験に供した。

2 加圧加熱処理による脊椎骨の軟化

キダイおよびイボダイを加圧加熱処理に対応した袋(株)メイワボックス R-1525H) に入れ真空包装(ワタナベフーマック(株)V-400G) した後、加圧加熱処理器(株)日本バイオコン 40R-II型) により加圧加熱処理を行った。処理後に魚の身を除いた脊椎骨の破断強度をレオメーター(株)山電クリープメーターRE-3305S) により測定した。使用したキダイおよびイボダイの尾数および重量(内臓と鱗を除いた状態)の範囲は、キダイが39尾、99.7~536.5g、イボダイが26尾、82.7~281.7gであった。加圧加熱処理条件として処理温度120°C、上限圧力0.17MPaに固定し、処理時間はキダイで30, 60, 90分の3水準、イボダイで30, 60分の2水準で実施した。測定する脊椎骨は魚体で最も大きいものを採取し、神経棘と血管棘を取り除いて中央部分を楔形のプランジャーで押しつぶした時の破断強度を測定し

た。

脊椎骨が食用可能となる硬さは、加圧加熱処理後の脊椎骨を実際に食して官能的に判断した。

3 形状を維持するための前処理

加圧加熱処理時のドリップと魚の乾燥の関係を調査した。魚を乾燥機（株式会社ユニマック冷風乾燥試験機）で乾燥させてから真空包装したのち 120℃、60 分間加圧加熱処理を行い、開封後 3 分間傾けて滴下したドリップの重量を測定した。また魚を 20℃、通風条件で 0 時間から 48 時間まで乾燥した後、乾燥前後の重量比を求めた。

結果

1 加熱加圧処理による脊椎骨の軟化

キダイおよびイボダイ共に加圧加熱処理の時間を延長するほど脊椎骨の破断強度は低下した。同じ処理時間で比較すると、魚の重量が軽いほど脊椎骨の破断強度は低下した。キダイとイボダイの比較では、同じ処理時間ではキダイよりイボダイの方が脊椎骨の破断強度が低下しやすい傾向があった（第 1 図、第 2 図）。無処理の脊椎骨の破断強度は、使用したレオメーターでは両魚種とも破断できず測定不能（20N 以上）であった。

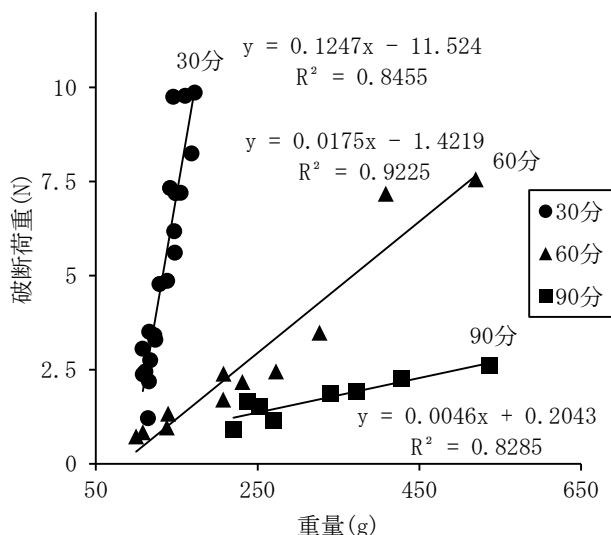
官能的に食用可能と判定した脊椎骨の硬さは、レオメーターによる測定では破断強度 5N 以下を示した。

2 形状を維持するための前処理

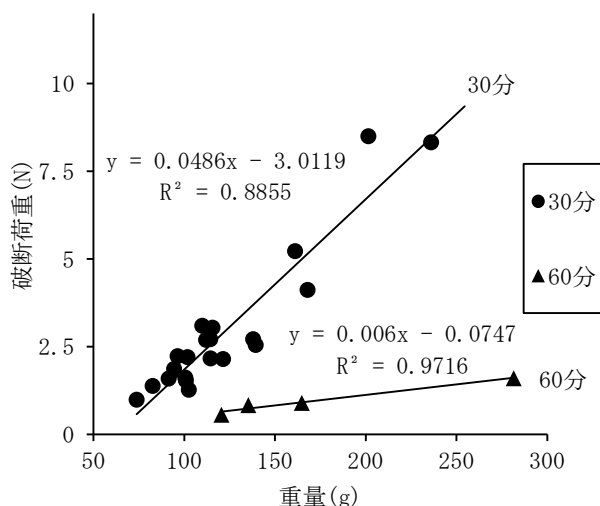
乾燥が進み、乾燥前後の重量比が低下するに伴い、比例してドリップ量も減少した（第 3 図）。同程度まで乾燥させた場合、ドリップの量はイボダイがキダイよりも常に多かった。

考察

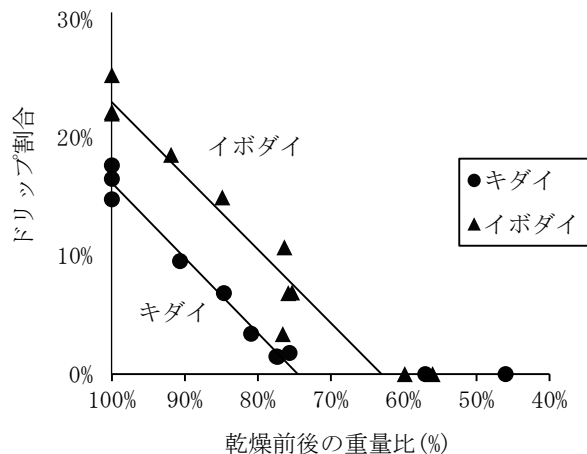
供試した最大サイズのキダイ（536.5g）およびイボダイ（281.7g）でも、最大 90 分の加熱加圧処理によって脊椎骨が食用可能な硬さになることが確認された。これらは実際に流通するサイズとしても最大級であることから、両魚種についてはサイズに関わらず脊椎骨の軟化が可能と考えられる。大型の魚ほど脊椎骨の軟化に時間がかかる理由に関しては検討の余地がある。また、キダイとイボダイの違いについても未検証であるが、骨の硬さや太さの差があるものと考えられる。なお、脊椎骨が軟化した時点で、他の骨や鱗について



第 1 図 キダイのレトルト処理 (120℃) において、処理時間と魚の重量が脊椎骨の硬さに与える影響



第 2 図 イボダイのレトルト処理 (120℃) において、処理時間と魚の重量が脊椎骨の硬さに与える影響



第 3 図 乾燥処理がレトルト処理後のドリップ量に与える影響

も、耳石と目玉の部分を除いてすべて食用可能な硬さになっている（データなし）ことから、魚をほぼ丸ごと食べることが可能になる。さらに乾燥処理によってドロップが減少することにより、袋内に魚が密着して遊動するのを防ぐと共に、魚の身が硬く締まることで結果的に輸送時などの振動で形状が崩れることを防げる。ドロップ量についてイボダイがキダイよりも多いことについては、生のキダイの水分が76.9%、生のイボダイの水分は74%（日本食品標準成分表2015年版，2015）と乾燥前は同程度であることから、元来持つ水分の量ではなく、加圧加熱処理に対する組織の保水性の変化の差と推定される。

これにより、骨まで食べられる加工を施したキダイとイボダイについて本来の姿を維持した状態で流通させることが可能になり、見た目が重視される土産物のほか、介護食等への活用が期待される。

摘 要

山口県で漁獲されるキダイとイボダイを材料として、加圧加熱処理により骨ごと食べられる食品を製造する際の条件と、加熱後に魚の形を崩れにくくする技術開発を行った。

その結果、キダイとイボダイは120℃、60～90分の加圧加熱処理によって脊椎骨が食用可能となるまで柔らかくなることを確認した。また、加圧加熱処理前に魚体を乾燥させて水分を適度に取り除くことで、加熱後の魚の形を維持できる。

引用文献

- 平岡芳信、城敦子、成田公義、平山和子、菅忠明. 2001.
養殖ハマチ中骨のレトルト処理によるコラーゲンのゼラチン化と軟化. 日本水産学会誌.
67(2) : 261-266.
日本食品標準成分表 2015 年版（七訂）. 2015.

山口県イチゴ推奨品種「かおり野」の選定

鶴山 浄真・熊谷 恵*・重藤 祐司

Selection of Strawberry Cultivar 'Kaorino' for Forcing Culture in Yamaguchi Prefecture

Johshin TSURUYAMA, Megumi KUMAGAI and Yuji SHIGEFUJI

Abstract: In order to select a strawberry cultivar recommended in Yamaguchi Prefecture, 10 practicable cultivars, one cultivar bred in Yamaguchi Prefecture, and two conventional cultivars were offered for cultivation experiments in an energy conservation heating green house. The high-yielding cultivars 'Benihoppe', 'Oi-C-berry', and 'Kaorino' were found to be promising, among which 'Kaorino' was selected as the strawberry cultivar recommended for cultivation in Yamaguchi Prefecture for having the best growth, yield, eating quality, and total evaluation. 'Kaorino' was also evaluated by strawberry growers regarding high yields, early flowering, and resistance to Anthracnose, and from market and consumers in regard to fruit appearance and eating quality.

Key Words : extremely early flowering, high yields, resistance to Anthracnose

キーワード : 極早生性、多収、炭疽病抵抗性

緒 言

本県のイチゴ栽培は、1960年代の水田転作を契機に始まり、全盛期(1980年)の全農共販面積は120haまで拡大した(山口の園芸,2003)。当時の主力品種「宝交早生」は、1985年頃より「とよのか」へと更新されたが、これに続いて1997年に「さちのか」、2004年に「さがほのか」、2007年に「紅ほっぺ」が導入され、2008年以降の全農山口県本部共販ブランド「山口いちご」は品種が多数乱立する状況から、品種当たりのロット確保が困難な状況となっている。

新品種導入の取り組みは、産地および生産者が低迷する平均単収(2,000 kg/10a以下で推移)に対し、品種変更により収益性を高めようと模索した結果であるが、残念ながら単収向上には繋がらなかった。本県オリジナル品種として育成し、2007年に品種登録した「山口ST9号」は、うどんこ病耐病性および良食味の特性を有する一方で、年内収量が少なく草勢が弱い

ことから産地要望を満たせず、普及に至らなかった。イチゴ生産農家の経営は、果実単価が伸び悩むなか、暖房用燃料費を主とする生産コスト増大により厳しい状況が続き、2002年度に50haあった栽培面積はその後10年間で半減した。

山口県野菜等供給力向上協議会[※]は、このようなイチゴ生産の現状に対応するため、2009年度に全農山口県本部、各農業協同組合、各農林事務所の担当者を対象とした「イチゴ次世代品種に求められる特性」を調査し、①多収性(特に年内収量性)、②良食味、③低コスト性(省エネルギー性、省労力性)および④病害抵抗性(特に炭疽病)を重要視して次世代品種を選定し県下の品種統一が望ましいとした。本稿は、山口県におけるイチゴ次世代品種選定のため実施した2年間の栽培試験結果とともに、県推奨品種として「かおり野」を選定した経過について報告する。

本試験は山口県野菜等供給力向上協議会における山口いちご産地振興プロジェクトとして実施した。本

*現在：周南農林事務所

研究を実施するにあたり、ご協力を賜った生産者と全農山口県本部、各農業協同組合、各農林事務所および各市場の担当者に深く感謝の意を表す。

※ 山口県の野菜等の振興について協議する組織。県農林水産部、全農山口県本部のほか、県内11ブロックの地域野菜等振興協議会で組織する。

材料および方法

1 省エネルギー暖房管理ハウスにおける各品種の収量性および糖度 (2010年度)

「イチゴ次世代品種に求められる特性」調査結果を踏まえ、多収のための多植栽培システムを導入し省エネルギー暖房管理を実施する栽培ハウス（慣行アーチパイプハウス、間口6.2m×奥行22m、南北棟、二重被覆）をセンター内に設定した。可動式栽培ベンチにより栽植密度向上を可能とした多植栽培システム「スライドラック」を設置し、株元ポリエチレンパイプへの温湯供給による局所加温（15℃確保）のみとしてハウス全体の温風暖房は行わない省エネルギー暖房を実施した（鶴山ら, 2011b）。草勢の矮化抑制のための電照処理を、慣行管理方法に従い、23時より翌日2時までの暗期中断方式で、11月より2月末まで実施した。

試験開始時点において許諾可能な実用品種10品種、本県育成品種1品種および慣行2品種を供試した（第1表）。2010年6月中旬に9cmポリポットに鉢受けした各品種のランナー株を7月下旬に切り離し、その後は雨除けハウスで底面給水管理にて育成した。育苗期間はI B化成S1号（粒径10mm程度で揃ったものを選抜）を株当たり2粒（約300mgN）施用して適宜株管理を行い、2010年9月30日に栽培ハウスに定植した。栽培床施肥は県慣行基準に従い、株当たり成分量でN:2.9g、P₂O₅:4.4gおよびK₂O:2.4gとした。栽培期間中は黄化した古葉のみを適宜除去した。

第1表 供試品種の一覧

品種名	育成元
おいCベリー	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
カレンベリー	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
おおきみ	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
こいのか	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
山口ST9号	山口県
さがほのか	佐賀県
サンチーゴ	三重県
かおり野	三重県
紅ほっぺ	静岡県
章姫	萩原和弘
とちおとめ	栃木県
慣行品種	とよのか 野菜・茶業試験場
	さちのか 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

各品種10株2あるいは3反復を対象とし、5g以上の正常果を可販果とした収量を2011年5月9日まで調査した。単収算出に当たっては、多植栽培システムの栽植密度（12,600株/10a）は考慮せず、一般高設栽培システムと同じ栽植密度（7,000株/10a）とした。12月から1月までの冬期と2月から4月までの春期に、各品種収穫果のうちM・L規格（10g以上22g未満）の正常果の糖度調査を行った。ただし、「かおり野」および「こいのか」は、親株入手が遅れて苗増殖が不十分であったため、1区6株反復なしで収量調査のみ実施した。

2 省エネルギー暖房管理ハウスにおける有望品種の生育および収量性 (2011年度)

前年度試験結果より選定した有望3品種「紅ほっぺ」、「おいCベリー」および「かおり野」と慣行2品種「とよのか」および「さちのか」を供試した。各品種のランナー株を9cmポリポットに2週間鉢受けした後に切り離して採苗した。このとき、慣行品種「とよのか」および「さちのか」は慣行の育苗方法で7月上旬に切り離したが、有望3品種は、育苗労力軽減のための育苗期間短縮を前提として1か月遅らせ、8月上旬に切り離して採苗とした。その後、各品種の苗を雨除けハウスで底面給水管理により育成した。育苗期間は、エコロング413-70日タイプ2g小袋（オクダーケ70）を株当たり1袋（280mgN）施用して適宜株管理を行った。2010年9月18日および21日に各品種の中庸な5株を花芽検鏡し、定植日を「かおり野」9月20日、「とよのか」9月26日、その他の品種9月28日として、前年度と同じ栽培ハウスに定植した。草勢の矮化抑制のための電照処理は行わなかった。

栽培ハウスの各品種40株の頂果房頂花の開花日を調査した。また、各品種10株4反復を対象として、栽培期間中の出葉第3葉の葉長推移と5g以上の正常果を可販果とした収量（4月22日まで）を調査した。

3 山口県イチゴ推奨品種の選定審査 (2011年度)

2012年2月6日に各農業協同組合および全農山口県本部関係者12名と県担当者12名により、有望3品種から1つの推奨品種を選定するための審査を行った（第1図）。審査項目を①生育・草勢、②収量性、③食味および④総合性とし、2010年度および2011年度の栽培試験結果、ハウスにおける立毛評価および収穫果実の食味評価を基に、項目ごとに有望3品種と慣行2品種の合計5品種の順位付けを行った。また、審査担当者



第1図 山口県推奨品種選定の審査風景（立毛審査）

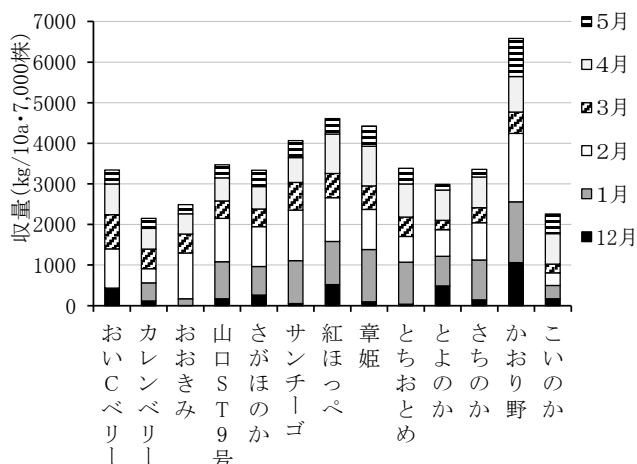
からの意見を集約したうえで、24名による品種毎の審査順位の平均値を基に推奨品種を選定した。

結果

1 省エネルギー暖房管理ハウスにおける各品種の収量性および糖度（2010年度）

設定した省エネルギー暖房管理ハウスでは、株元培地温度のみ15℃以上を維持するが、ハウス内気温は約5℃まで低下する。本条件における総収量は、慣行2品種の「とよのか」で3,000kg/10a、「さちのか」で3,500kg/10aであったのに対し、「紅ほっぺ」、「章姫」、「おいCベリー」および「かおり野」において4,000kg/10a以上を得た（第2図）。このうち、「かおり野」の総収量および12月収量は、供試品種中で最も高かった。「紅ほっぺ」および「おいCベリー」においても、高単価期となる12月に、慣行品種「とよのか」と同等の収量を得た。

収穫開始期は「かおり野」が12月上旬と最も早く、「おいCベリー」、「紅ほっぺ」および「とよのか」がこれに続き12月中旬からの収穫となった（第2表）。



第2図 供試品種の収量性（2010年度）

収穫果実が大果傾向であったのは「おおくみ」で、2L以上の果数割合が3割以上となった（第2表）。これに対し、「こいのか」および「サンチーゴ」はS規格の果数割合が4割以上となる小玉傾向であった。いずれの供試品種においても、収穫果数の中心はM・L規格（10g以上22g未満）であった。

糖度Brixは、いずれの供試品種も慣行品種「とよのか」と同等以上であり、12月-1月の早期収穫果実で「おいCベリー」の糖度が高く、2月以降の収穫果実で「山口ST9号」の糖度が高かった（第3図）。

次世代品種に求められる多収性（特に年内収量）および良食味を踏まえ、慣行品種より優れる品種として「紅ほっぺ」および「おいCベリー」を選定し、これに突出した収量性を有する「かおり野」を加えた3つを有望品種として選定した。

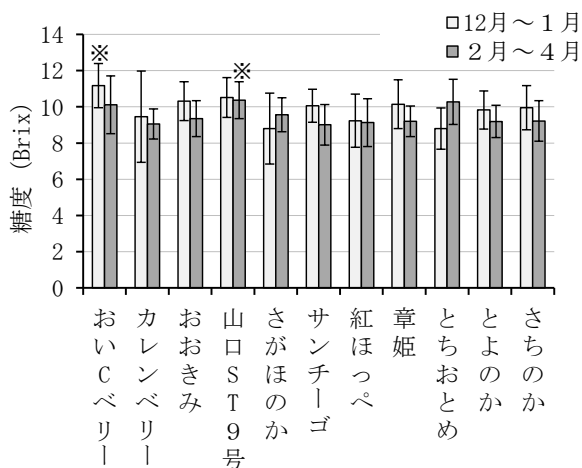
2 省エネルギー暖房管理ハウスにおける有望品種の生育および収量性（2011年度）

慣行2品種に対して採苗時期を1か月遅らせて実施した9cmポット育苗で、「かおり野」は「とよのか」よりも高い早生性を示した（第3表）。本品種は11月から収穫開始となり、年内に900kg/10aの高い収量を得た（第4表）。「おいCベリー」および「紅ほっぺ」においても、慣行品種「とよのか」と同程度の頂果房頂花の開花日および年内収量を得た（第4表）。

電照を行わず、株元局所加温のみとした供試ハウスでは、慣行2品種は12月以降に草勢が矮化したのに対し、有望3品種はいずれも冬期に旺盛な草勢で推移した（第4図）。本条件での総収量は、慣行品種の「とよのか」で2,300kg/10aおよび「さちのか」で2,600kg/10aと低かったが、有望品種「かおり野」および「紅

第2表 供試品種の収穫開始日と収穫果数の規格別果数割合（2010年度）

品種	収穫開始日	規格別果数割合(%)			
		3L (30g以上)	2L (22g以上 30g未満)	L・M (10g以上 22g未満)	S (5g以上 10g未満)
おいCベリー	12月14日	11	17	51	22
カレンベリー	12月21日	0	6	79	15
おおくみ	1月14日	12	22	54	13
山口ST9号	12月27日	5	13	59	24
さがほのか	12月21日	2	9	62	28
サンチーゴ	12月24日	4	8	48	41
紅ほっぺ	12月14日	11	14	48	26
章姫	12月31日	6	17	57	20
とちおとめ	12月31日	4	13	57	26
とよのか	12月14日	1	10	56	33
さちのか	12月24日	3	13	51	33
かおり野	12月3日	9	9	53	28
こいのか	12月21日	1	11	46	43



第3図 供試品種の収穫果実の糖度 (2010年度)
各値はサンプル果実数8から24 (果実毎に測定) の平均値
※は同じ収穫期の「とよのか」糖度に対し有意差あり

第3表 有望品種の花芽分化程度 (2011年度)

調査日	試験区	分化ステージ	分化指数 ^y
9月18日	おいCベリー	×××××	0
	紅ほっぺ	×××××	0
	かおり野	××○●●	1.4
	とよのか	×××××	0
	さちのか	×××××	0
9月21日	おいCベリー	××○○◎	0.8
	紅ほっぺ	××○○○	0.6
	とよのか	×○○◎◎	1.2
	さちのか	×××○○	0.4

※1 未分化:×、肥厚期:○、花房分化期:◎、萼片形成期:●
※2 未分化:0、肥厚期:1、花房分化期:2、萼片形成期:3として算出

ほっぺ」は4,000kg/10aの高単収を得た(第4表)。また、慣行2品種の平均果実重が14g未満であったのに対し、有望品種はいずれも17g以上と大果となった。

3 山口県イチゴ推奨品種の選定審査 (2011年度)

有望3品種のうち「かおり野」は生育・草勢および収量性の項目においても最も高く評価された(第5表)。食味は「おいCベリー」の評価が低く、これ以外は同程度であった。総合評価は「かおり野」が最も高く、山口イチゴ推奨品種として「かおり野」が選定された。

第4表 有望品種の収量性 (2011年度)

品種	頂果房頂果の 開花日	収量(kg/10a・7,000株当たり)						合計	平均果重 (g/果)
		11月	12月	1月	2月	3月	4月		
おいCベリー	11月11日	-	292	442	439	1,124	668	2,966	17.0※
紅ほっぺ	11月13日	-	258	739	935※	1,290※	729	3,951※	17.3※
かおり野	10月26日※	136	773※	786	788	1,229※	477	4,190※	17.4※
とよのか	11月9日	-	263	535	504	535	473	2,310	13.1
さちのか	11月29日	-	70	601	513	824	544	2,553	13.9

各値は1区10株4反復の平均値

※は危険率5%で「とよのか」同月収量に対し有意差あり (Dunnettの方法)

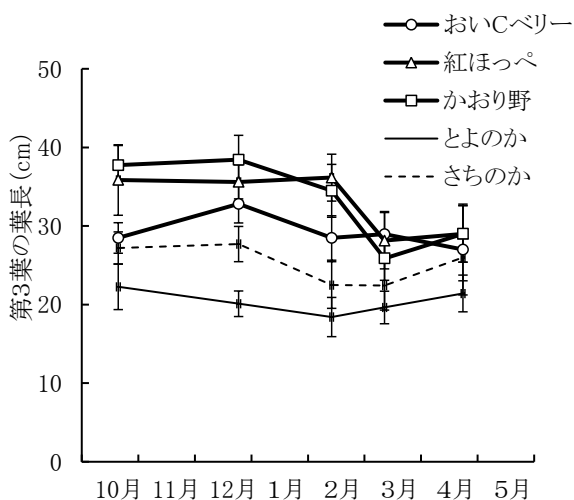
審査担当者からは、「かおり野」の早生性が高く評価され、産地で問題となっている炭疽病対策としても導入が期待された一方で、慣行品種「とよのか」および「さちのか」に対して草姿が大きく異なることから、現地普及の際には過繁茂とならない栽培技術の指導徹底を求める意見が挙げられた。

考 察

1 「かおり野」の生育および収量性について

本試験で設定した省エネルギー暖房管理ハウスは、慣行品種「とよのか」および「さちのか」が本来の収量性を発揮するものではなかった。これら慣行品種の本県における促成栽培では、矮化防止対策として、温風暖房機によるハウス内気温8℃以上の確保と電照およびジベレリン処理が必須とされてきたが、これを行わなかった本試験では12月以降の矮化が進んだ。矮化防止対策の実施を前提とする「山口いちご栽培暦(とよのか、さちのか)」では、基準単収を4,000kg/10aとしているが、両品種の単収は2010年度に約3,000および3,500kg/10a、2011年度試験結果は2,300および2,600kg/10aと低かった。本試験結果は、暖房用燃油価格が上昇するなかで、暖房や電照の実施を抑えることを余儀なくされる産地の単収低迷を示唆するものである。

本試験で用いたイチゴの株元局所加温技術は、燃油価格の高騰に対応するための省エネルギー暖房技術として開発された。イチゴの温度感応部位が株元クラウン部であることから、株元部分のみを温湯熱や電熱で局所加温することで、管理温度を低く設定したハウスでも草勢の矮化を抑制する技術である(佐藤ら, 2010)。しかし、本加温技術に対するイチゴの草勢反応は品種で異なり(鶴山ら, 2010, 2011a)、本試験の株元局所加温条件では、慣行品種「とよのか」および「さちのか」は矮化の抑制効果を得られなかったと



第4図 有望品種の第3葉の葉長推移 (2011年度)
各値は10株の平均値、縦棒は標準偏差

第5表 有望品種の評価順位 (2011年度)

品種	生育・草勢	収量性	食味	総合評価
おいCベリー	2.2 ab	3.4 c	4.2 b	3.7 c
紅ほっぺ	2.4 b	2.0 b	2.9 a	2.0 b
かおり野	1.6 ab	1.3 a	2.8 a	1.3 a
とよのか	4.9 d	3.9 cd	3.0 a	4.4 d
さちのか	3.9 c	4.5 d	2.1 a	3.6 c

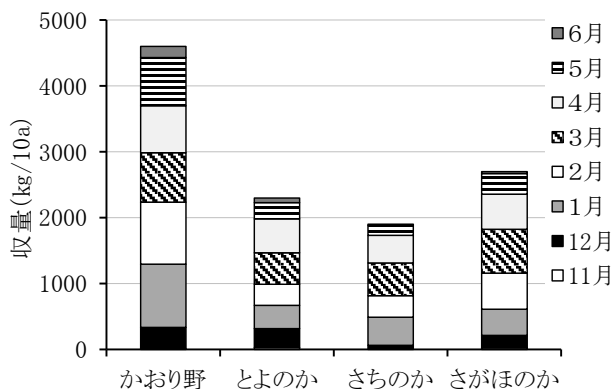
各値は小さいほど評価が高い (審査員24名による品種順位の平均値)
生育・草勢および収量性は第4図および第4表データをもとに、食味は果
実試食をもとに、総合評価はこれらすべてを含めた評価順位
異なるアルファベットは危険率5%で有意差あり (Tukey-Kramerの方法)

考えられる。一方、有望品種とした「かおり野」は、極早生性と炭疽病抵抗性を有する多収品種として三重県が育成した品種であり (北村ら, 2015)、「紅ほっぺ」は草勢の強さ、大果性および高い果実品質を有する多収品種として静岡県が育成した品種である (竹内ら, 1999)。両品種とも、草姿が立性で草勢が強いことが報告されており、本試験で用いた株元局所加温技術で十分な矮化抑制効果を得て、4,000 kg/10a 以上となる多収性を発揮したと考えられる。

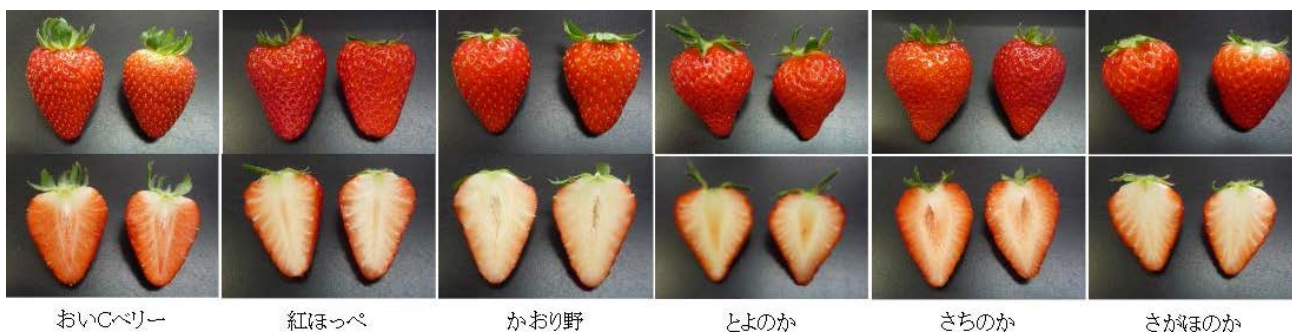
2 「かおり野」の産地育成に向けて

推奨品種「かおり野」の現地適応性を判断するため、2012年度に県域13か所 (岩国市2、防府市3、山口市2、下関市2、長門市4) および2013年度に県域12か所 (岩国市1、周南市1、防府市2、山口市2、宇部市1、下関市2、長門市2、萩市1) の生産農家による試験栽培を行った。いずれの生産農家においても栽培施設、資材および本ほ施肥は慣行通りとしたが、採苗はランナー株を7月に鉢受けし8月上旬に切り離す育苗短縮化と、本ほハウスでの栽培期間中に草勢を適切に維持するための温度管理 (日中換気設定 25℃、夜間暖房温度6℃) を重点指導した。その結果、両年度とも、生産農家による出荷量 4,000 kg/10a 以上の多収性を発揮し、炭疽病抵抗性ととも生産農家から高く評価された (第5図)。また、市場関係者および地元食品スーパー消費者を対象とした食味調査を実施し、果実外観および食味評価について良好な評価を得たことから (第6図、第6表、第7表)、現地適応性は高いと評価された。これら取り組みを経て2015年3月に、山口県野菜等供給力向上協議会より「「かおりの※」を中心とした山口いちご振興方針」が産地に示され、本県イチゴ産地の再興に向けて「かおり野」生産が推進されることとなった。

※ 品種名は「かおり野」であるが、販売名は「かおりの」表記である。



第5図 山口いちごの月別単収の推移 (2012年度)
全農山口県本部の品種別販売実績を基に算出



第6図 食味調査に供試した品種の果実外観と断面

第6表 有望品種の市場関係者からの評価（5点満点）

	外観品質			食味品質				果肉品質				総合評価
	果色	果形	外観総合	甘味	酸味	食感	食味総合	果肉色	果皮の硬さ	果肉の硬さ	果肉総合	
おいCベリー	3.5	3.4	3.4	3.0	2.9	3.1	3.1	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2
紅ほっぺ	3.9	3.7	3.8	3.3	3.2	3.5	3.4	3.8	3.5	3.5	3.6	3.5
かおり野	3.8	3.6	3.6	3.6	2.9	3.4	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5	3.7
とよのか	3.0	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	2.8	2.8	2.9	2.9
さちのか	4.0	3.6	3.7	3.4	3.3	3.4	3.5	3.7	3.5	3.5	3.5	3.6
さがほのか	2.8	3.6	3.2	3.2	3.1	3.3	3.3	3.0	3.3	3.2	3.2	3.3

調査期間：2011年12月28日から2012年2月4日まで

調査対象者：山口県内市場7社66名（卸売業者41、仲卸業者25、男性50：女性16）

調査方法：品種名を公表せずに、品種毎の外観と食味を5点満点で採点評価

第7表 有望品種の消費者からの評価（3点満点）

調査日	2012年3月3日		2012年4月14日	
	調査対象	山口市 食品スーパーA 90名（男性22、女性68）	山口市 食品スーパーB 102名（男性35、女性67）	調査対象
評価項目	外観	食味	外観	食味
おいCベリー	2.5	2.3	2.6	2.5
紅ほっぺ	2.7	2.4	2.7	2.5
かおり野	2.7	2.6	2.5	2.4
とよのか	1.9	2.1	2.1	2.1
さちのか	2.7	2.4	2.4	2.3
さがほのか	2.4	2.2	2.8	2.3

調査期間：2011年12月28日から2012年2月4日まで

調査対象者：山口県内市場7社66名（卸売業者41、仲卸業者25、男性50：女性16）

調査方法：品種名を公表せずに、品種毎の外観と食味を5点満点で採点評価

摘 要

山口県イチゴ推奨品種を選定するため、許諾可能な実用10品種、本県育成1品種および慣行2品種を供試し、株元局所加温による省エネルギー暖房管理としたハウスでの栽培試験を実施した。本条件で多収性を示した「紅ほっぺ」、「おいCベリー」および「かおり野」を有望品種とし、これら3品種の中で生育・草勢、収量性、食味および総合で最も高い評価を得た「かおり野」を、山口県イチゴ推奨品種として選定した。

「かおり野」について、生産者からは多収性、早生性および炭疽病抵抗性が高く評価され、市場関係者および消費者からは、果実外観および食味が高く評価された。

引用文献

- 馬場富二夫・竹内 隆・中根 健・鈴木則夫. 2002. 静岡県農業試験場研究報告. 47: 15-23.
園芸学会平成15年度秋季大会実行委員会. 2003. 山口

の園芸.

- 北村八祥・森 利樹・小堀純奈・山田信二・清水秀巳. 2015. 極早生性を有するイチゴ単痘病抵抗性品種「かおり野」の育成と普及. 園芸学研究 14(1): 89-95.
岡藤由美子ら. 2009. イチゴ新品種「山口ST9号」の育成. 山口県農業試験場研究報告. 57: 50-58.
佐藤公洋・北島伸之. 2010. 高設栽培におけるク라운部局所加温の温度がイチゴの生育および収量に及ぼす影響. 福岡農総試研報. 29: 27-32.
鶴山浄真・日高輝雄・木宮康雄・岡田 豊・山田健仁. 2010. イチゴ局所加温用テープヒータの開発と実用化に関する研究 第1報. 試作したテープヒータによる局所加温がイチゴの生育に及ぼす影響. 園芸学研究(別)2: 221.
鶴山浄真・日高輝雄・木宮康雄・岡田 豊・山田健仁. 2011a: イチゴ局所加温用テープヒータの開発と実用化に関する研究 第2報. 局所加温がイチゴ栽培の収量性に及ぼす影響. 園芸学研究(別)2: 139.

山口県イチゴ推奨品種「かおり野」の選定

鶴山浄真・日高輝雄・小山覚史・鹿嶋 英一郎. 2011b.
イチゴ移動式高設栽培システムの開発. 近畿中国
四国農業研究. 18 : 55-62.

イチゴ品種「かおり野」花芽未分化苗の本ぼ直接定植技術

鶴山 浄真

Direct Planting Technique of 'Kaorino' Strawberry before Flower-bud Initiation

Johshin TSURUYAMA

Abstract: Strawberry cultivar 'Kaorino' was recommended for forcing culture in Yamaguchi Prefecture. In this study, we established a direct planting technique of 'Kaorino' strawberry before flower-bud initiation to save labour in nurseries by shortening periods and omitting processes, and to decentralize the concentrated planting dates. In the bench culture, runner seedlings of 'Kaorino', which was planted at early-mid August, uprooted and directly planted at early-mid September under conventional shading, got early yields equivalent to conventional seedling. In addition, under high functional shading, runner seedlings of 'Kaorino,' which was planted in mid-July, uprooted and directly planted in early-mid August, got early yield equivalent to conventional seedling. Direct planting on a cooling bed allowed for earlier flowering. In the field culture, under high functional shading, runner seedlings of 'Kaorino', which was planted in mid-August, uprooted, and directly planted in early mid- September, got early yield equivalent to conventional seedlings. Cold storage of runner seedlings of 'Kaorino' at 30days resulted in extreme delays of the flowering, therefore, uprooted seedling needed to be planted promptly.

Key Words : labour saving, local cooling of crown portion, raising seedlings, shading
キーワード : 省力性、クラウン局所冷却、育苗、遮光

緒 言

本県のイチゴ促成栽培品種はいずれも一季成り性品種であり、自然条件においてこれらは、夏から秋に向かう短日および低温条件により花成誘導され、矮化状態となる冬期休眠を経て、春以降の長日および高温条件下で休眠打破され開花結実する生理生態的特性を持つ。イチゴ促成栽培は、この生理特性を踏まえ、温度、日長および窒素栄養状態を主として制御し、連続的な花成と収穫を得るものである。

イチゴ単価はクリスマス需要を中心とする年内に高いことから、より早くより安定した収穫開始と年内収量を得るため、植物体の窒素栄養状態を制御しやすいポット育苗が本県では最も普及している。ただし、

現行品種「とよのか」および「さちのか」では、近年問題となっている炭疽病対策として育苗専用の雨除けハウスおよび育苗ベンチを導入し、6月中旬より最大90日程度の育苗管理を行うなかで、8月中旬以降は苗の窒素栄養状態を低下させて花芽分化を誘導し、花芽分化を確認できた段階で可能な限り速やかに定植作業を済ませることが求められる。施設導入の経済的負担や、夏期高温時の管理作業や短期間に集中する定植作業による労働負担が生じる一方で、生産物出荷を伴わない育苗管理は収入が得られないため、育苗の低コスト化および省力化が生産農家から強く求められている。

前述の年内収量を得るための技術開発について、育種研究においては、短日および低温条件に対して花成反応しやすい早生化への改良が進められてきた。2013

年に山口県野菜等供給力向上協議会*が山口県推奨品種として選定した「かおり野」(三重県育成、品種登録第19529号(2010年5月10日))は、極早生性と炭疽病抵抗性を併せ持つ(北村ら, 2015)。本研究では、この「かおり野」栽培において、育苗期間の短縮や育苗過程の省略による省力化と、短期間に集中していた定植適期の分散を目的とし、花芽未分化苗の本ほ直接定植技術について検討した。

なお本報では、イチゴの本ほ直接定植技術を「親株より発生した本葉1.5~2.5葉のランナー子苗を6cm黒ポリポットで鉢受けし、発根のための一定期間を経て親株より切り離した子苗を、同日に本ほ栽培ハウスに定植する技術」と定義する。

※ 山口県の野菜等の振興について協議する組織。県農林水産部、全農山口県本部のほか、県内11ブロックの地域野菜等振興協議会で組織する。

注 本研究の一部は、農研機構生物系特定産業技術研究支援センター「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」における研究課題「栽培リノベーションと6次産業化による攻めのイチゴ生産実証」で実施した。なお、内容の一部は2015年園芸学会中四国支部大会で発表した(鶴山ら, 2015)。

材料および方法

1 高設栽培における「かおり野」花芽未分化苗の本ほ直接定植

1) 栽培ハウスの遮光条件が本ほ直接定植株の開花および収量に及ぼす影響(2013年)

山口県農林総合技術センター(以下:センター)内の栽培ハウス(1.3a)を3棟供試し、遮光資材として遮熱性資材(らくらくスーパーホワイトW65:遮光率60~65%、日本ワイドクロス株)、強遮光資材(ダイオネット1010:遮光率70%、ダイオ化成株)および慣行資材(ふあふあシルバーSL40:遮光率40%、ダイヤテックス株)の3資材で各ハウスを上部被覆した。遮熱性資材で被覆した栽培ハウスに山口型高設栽培システムを設置し、強遮光資材および慣行資材で被覆した栽培ハウスにクラウン温度制御設備を有する多植栽培システム(鶴山ら, 2011)を設置した。ただし、本試験ではクラウン温度制御は行わなかった。

本ほ直接定植は、7月15日、8月1日および8月1

5日に鉢受けしたランナー子苗を15日後に切り離し、遮熱性資材および強遮光資材を被覆したハウスに定植して実施した。慣行育苗は、『「かおり野」の特性と栽培のポイント(三重県、平成25年10月発行)』に準じ、慣行資材で被覆した雨除けハウスに底面給水ベンチを設置し、9cm黒ポリポットで8月14日から9月17日まで管理したのち、慣行資材で被覆した栽培ハウスに定植した。

育苗ポットへの施肥は、本ほ直接定植では実施せず、慣行育苗のみエコロング413-70日タイプ2g小袋(オクダーケ70)を株当たり1袋(280mgN)埋め込んだ。栽培床への施肥は、いずれの育苗でも株当たり窒素成分量3.6gとし、直接定植はスーパーロング413-220日タイプ、慣行育苗はスーパーNKエコロング203-140日タイプを定植前日に散布した。

栽培株から発生した花房のうち、9月末までに発生したものは不時出蕾とみなして除去し、10月以降発生したものを頂果房頂花として開花日を調査した。各区10株2反復を対象とし、5g以上の正常果を可販果とした年内収量を調査した。各栽培ハウスにおけるハウス内気温および株元培地温度を熱電対センサにより計測した。本報では収量算出に当たり、移動式栽培ベンチを有する多植栽培システムの栽植密度(12,600株/10a)は考慮せず、山口型高設栽培システムと同じ栽植密度(7,000株/10a)とした。

2) クラウン冷却が本ほ直接定植株の開花および収量に及ぼす影響(2014年)

前年と同じ栽培ハウス3棟を供試し、遮熱性資材で被覆したハウス2棟および慣行資材で被覆したハウス1棟とした。遮熱性資材被覆ハウス2棟に多植栽培システムを設置し、1棟の多植栽培システムはイチゴ栽培株のクラウン温度が25℃以下となるよう、培地面下2cmに埋設したポリエチレンパイプに15℃の冷水を供給し、もう1棟では供給しなかった。

遮熱性資材被覆ハウス2棟への本ほ直接定植は、ランナー子苗の6cm黒ポリポット鉢受け日-切り離し日をそれぞれ、7月1日-8月1日、7月1日-8月15日、7月15日-8月1日および7月15日-8月15日とした4つの過程で採取した子苗を用いた。慣行資材被覆ハウスへの直接定植は、ランナー子苗の6cm黒ポリポット鉢受け日と切り離し日を、7月15日-8月1日、8月8日-9月2日、8月8日-9月12日、8月25日-9月9日、8月25日-9月19日とした5つの過程で採取した子苗を用いた。慣行育苗は、底面給水ベンチを

設置した育苗専用ハウスにおいて8月4日に9cm黒ポリポットで鉢受けし、8月18日に切り離して育苗管理を行ったのち、9月17日に慣行資材被覆ハウスに定植した。育苗ポットおよび栽培床の施肥条件も前年同様とした。

栽培株から発生した花房のうち、9月末までに発生したものは不時出蕾とみなして除去し、10月以降発生したものを頂果房頂花として開花日を調査した。各区10株4反復を対象とし、5g以上の正常果を可販果とした年内収量を調査した。各栽培ハウスにおけるハウス内気温および株元培地温度を熱電対センサにより計測した。

3) 本ぼ直接定植における定植作業効率 (2014年および2015年)

高設栽培において、本ぼ直接定植で用いる6cm黒ポリポット苗と慣行育苗で用いる9cm黒ポリポット苗の定植作業速度を計測した。センター内ハウスと現地生産農家ハウス(嵯瀬戸内ジャムズガーデン)において実施し、センター内では1区45株2反復の作業速度をセンター60代男性職員から、現地では1区360株2反復の作業速度を現地60代男性農家から得た。

2 地床栽培における「かおり野」花芽未分化苗の直接定植 (2015年)

センター内の地床栽培ハウス(1.3a)を供試し、遮熱性資材で被覆した。株当たり窒素成分量3.2gのスーパーNKロング203-180日タイプを8月5日に施用し、畝を白黒ダブルマルチで被覆した。直接定植は、ランナー子苗の6cm黒ポリポットへの鉢受け日と切り離し日を7月15日-8月17日、8月3日-8月17日、8月3日-8月17日、8月3日-9月1日、8月17日-9月1日、8月17日-9月17日、9月1日-9月17日および9月19日-9月30日とした7つの過程で採取した子苗を用いた(第3表)。慣行育苗は、底面給水ベンチを設置した育苗専用ハウスにおいて8月1日に9cm黒ポリポットで鉢受けし、8月18日に切り離して育苗管理を行ったのち9月17日に供試ハウスに定植した。

2013年および2014年と同じ方法において、頂果房頂花の開花日を調査するとともに、各区10株4反復を対象とし、5g以上の正常果を可販果とした年内収量を調査した。

3 「かおり野」子苗の冷蔵 (2014年)

親株から発生したランナー子苗を、6cm黒ポリポッ

トに6月15日より15日間鉢受けして切り離した子苗を、切り離し当日および15日間管理した後に、2℃から5℃の範囲で稼働する冷蔵庫で保存した。冷蔵庫内では、苗をコンテナケースに入れビニール袋で密閉した。入庫後30日、45日および60日に取り出し、遮熱性資材被覆ハウスの高設栽培システムに直接定植した。慣行育苗は、1項1)と同じ過程で育成した9cmポット苗を、9月17日に直接定植と同じ栽培ハウスに定植した。栽培床への施肥は、株当たり窒素成分量3.6gとし、スーパーロング413-220日タイプを定植前日に散布した。

各区10株2反復を対象とし、5g以上の正常果を可販果とした2月までの収量を調査した。

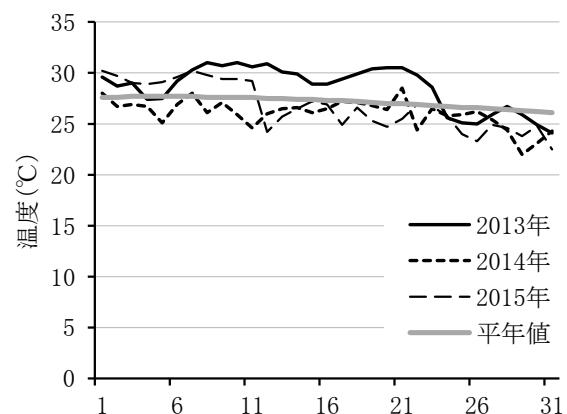
結果

1 高設栽培における「かおり野」花芽未分化苗の本ぼ直接定植

1) 栽培ハウスの遮光条件が本ぼ直接定植株の開花および収量に及ぼす影響 (2013年)

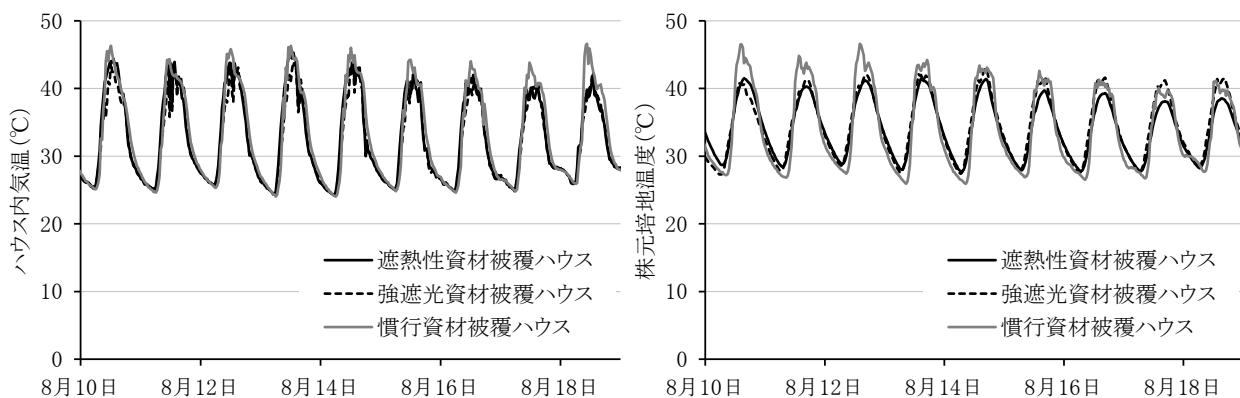
試験年は、8月中旬の平均外気温が30℃以上と平年値よりも高く推移する高温年であった(第1図)。供試ハウスは換気扇により十分な換気を行っていたため、遮光資材が異なってもハウス内気温は同程度で推移した(第2図)。遮熱性資材被覆ハウスと強遮光資材被覆ハウスの株元培地温度は慣行資材被覆ハウスよりも最大5℃低くなった。

10月中旬に開花期となった慣行育苗に対し、強遮光資材被覆ハウスに9月1日に直接定植した場合のみ開花揃期(90%以上の株が開花)が同程度であり、これ以外はいずれも開花が遅れた(第1表)。直接定植し



第1図 試験年における8月の日平均外気温と平年値の推移 (アメダスデータ：山口)

イチゴ品種「かおり野」花芽未分化苗の本ほ直接定植技術



第2図 供試ハウスのハウス内気温 (左) および株元培地温 (右) 推移 (2013年)

た株の開花は、強遮光資材被覆ハウスが遮熱性資材よりも早い傾向であった。ただし、強遮光資材被覆ハウスでの栽培期間が長くなるほど栽培株が弱勢となり、年内収量は大幅に減少した。遮熱性資材被覆ハウスに直接定植した株の年内収量は、慣行育苗と同程度以上となった。

2) クラウン冷却が直接定植株の開花および収量に及ぼす影響 (2014年)

試験年は、8月の平均外気温が平年値よりも低く推移した (第1図)。前年と同様に、供試ハウス3棟のハウス内気温は同程度で推移した (データ略)。遮熱性資材被覆ハウスの株元培地温度の最高値は、強遮光資材被覆ハウスよりも最大5°C低くなり、遮熱性資材被覆ハウスで株元に冷水供給したハウスでは、目標どおりクラウン直下の株元培地温度を25°C以下で制御した (第2図)。

遮熱性資材被覆ハウスに直接定植した株の開花は、慣行育苗よりも遅れたが、直接定植にクラウン冷却を組み合わせると、慣行育苗よりも早く開花した (第2表)。

鉢受け期間が30日を超えた子苗を8月に直接定植すると、定植後の枯死株が増えた (第2表)。これは病害によるものではなく、培地が高温となるために根傷みしたものであった (第3図)。

慣行資材被覆ハウスに8月に直接定植した場合、慣行育苗に対して開花が大幅に遅れたが、直接定植時期を9月以降とすると開花の遅れは5日から20日程度であり、枯死株も少なかった (第2表)。

本試験で実施した直接定植のいずれの場合も、慣行育苗と同程度以上の年内収量を得た。

3) 子苗直接定植技術の定植作業効率 (2014年および2015年)

6cm黒ポリポット苗 (第4図) の定植作業時間は、9cm黒ポリポット苗の定植作業時間に対して、株当たり約4割削減となった (第4表)。

2 地床栽培における「かおり野」花芽未分化苗の本ほ直接定植 (2015年)

試験年は、8月上旬の平均外気温が平年値よりも高

第1表 高設栽培における直接定植株の開花および年内収量 (2013年)

育苗方法	ハウス被覆資材	定植までの過程		鉢受け期間 (日)	育苗期間 (日)	開花株率 (%) ^y							枯死株率 (%)	年内収量 ^x (kg/10a)		
		鉢受け	切り離し ^z			定植 ^z	10月									
							1日	5日	10日	15日	20日	25日			30日	11月15日
直接定植	遮熱性資材	7月15日	8月1日		0	39	61	68	68	70	70	82	2	952		
		8月1日	8月15日		0	41	75	80	80	80	80	86	0	907		
	強遮光資材	8月15日	9月1日	15	0	39	52	52	57	57	59	95	2	858		
		7月15日	8月1日		0	17	65	67	67	67	67	83	0	27 ^{**}		
		8月1日	8月15日		9	30	82	89	89	89	89	100	0	389		
		8月15日	9月1日		0	7	36	91	93	93	93	98	0	431		
慣行	慣行資材	7月29日	8月14日	9月17日	16	34	29	62	83	91	94	97	97	97	2	640

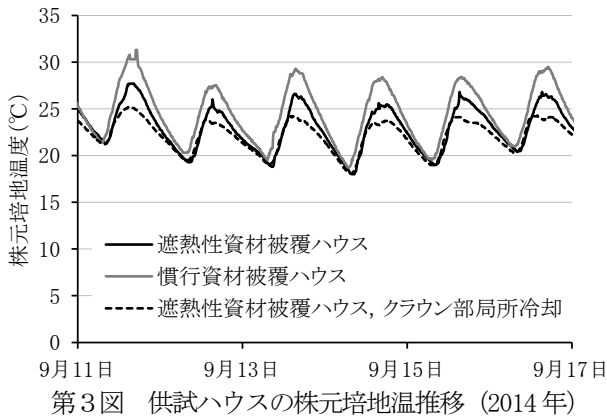
^z 直接定植では、子苗の切り離し日と同時に本ほに定植

^y 各区の調査対象株数は29以上89以下で平均値は55、灰色セルは開花株率90%以上に達した日

^x 各値は、1区10株を調査対象とした慣行4反復、直接定植2反復の平均値、栽植密度を7,000株/10aとして算出

※ 同年実施の慣行育苗に対し有意水準5%で差あり (Dunnettの方法)

考 察



く、中旬以降の平均外気温は平年値より低く推移した（第1図）。8月17日に鉢受けし9月17日に直接定植した場合のみ、慣行育苗と同時期の開花となった（第3表）。鉢受け日を8月17日および9月1日として鉢受け期間15日から31日で直接定植した場合に、慣行育苗と同程度の年内収量を得た（第3表）。いずれの場合においても栽培床における枯死株は5%以下であった（第3表）。

3 「かおり野」子苗の冷蔵（2014年）

本試験における冷蔵方法および期間では、冷蔵期間中の子苗に外見上の傷みや乾燥は見られなかった。慣行育苗は11月から収穫を開始したが、冷蔵苗を定植したいずれの場合においても収穫開始が1月末から2月以降まで遅れ、年内収量は得られなかった（第5図）。

イチゴ栽培における育苗省力化については、育苗作業を減らしつつ花芽分化を促進するための様々な研究と技術開発が進められてきた。これらは大別すると、①セル成型苗等による苗の小型化（鹿野ら, 2004、吉田ら, 2010）、②無仮植育苗（加藤ら, 1996）、③未分化苗定植（前田ら, 2014）および④無育苗（金森ら, 2010）となる。これらは、品種「とよのか」、「さちのか」、「とちおとめ」、「女峰」および「紅ほっぺ」栽培において実用性が認められたものであるが、花芽分化が体内栄養状態に影響を受けやすいこれら品種で年内に安定収量を得るには、いずれの方法においても、施肥中断や日長処理等の組み合わせを必要とした。

本報では、緒言で定義した直接定植技術において、高設栽培と地床栽培を対象とし、子苗採取および定植時期と本ほ栽培ハウスの遮光条件および温度制御が定植株の生育および収量に及ぼす影響を検討するとともに、定植作業効率を評価した。また、採苗および定植作業適期の更なる分散を目的とした子苗冷蔵の可能性について検討した。

品種「かおり野」の本ほ直接定植は、ポット小型化による定植作業の軽労化、育苗過程の省略化および定植作業分散の効果を得られ、施肥中断や日長処理等を組み合わせることなく、慣行育苗と同程度以上の年内

第2表 高設栽培における直接定植株の開花および年内収量（2014年）

育苗方法	ハウス被覆資材	定植までの過程		鉢受け期間 (日)	育苗期間 (日)	開花株率(%) ^y								枯死株率 (%)	年内収量 ^x (kg/10a)	
		鉢受け	切り離し ^z			10月				11月						
						1日	5日	10日	15日	20日	25日	30日	15日			
直接定植	・遮熱性資材 (9月18日まで)	7月1日	8月1日	30		4	7	7	48	70	85	93	100	10	1192 [*]	
		7月1日	8月15日	45		15	27	31	65	65	69	85	100	13	1009	
		7月15日	8月1日	15		3	6	6	25	60	78	83	89	3	1238 [*]	
		7月15日	8月15日	30		7	10	10	28	31	41	59	100	0	917	
	・遮熱性資材 (9月18日まで)	7月1日	8月1日	30		19	22	22	85	89	95	97	100	10	990	
		7月1日	8月15日	45		29	47	49	86	93	95	99	100	14	1021	
		・クラウン部局所冷却 (10月8日まで)	7月15日	8月1日	15	0	3	5	9	85	97	99	100	100	0	996
			7月15日	8月15日	30		24	42	44	80	87	92	95	100	3	959
	・慣行資材 (9月18日まで)	7月15日	8月1日	15		7	9	10	11	11	13	23	84	19	473	
		8月8日	9月2日	25		0	2	9	55	75	89	91	98	0	771	
		8月8日	9月12日	35		0	0	0	18	57	80	93	100	0	749	
		8月25日	9月9日	15		0	0	0	42	71	80	84	96	2	656	
慣行	8月25日	9月19日	25		0	0	0	0	33	64	84	98	0	619		
	8月4日	8月18日	9月17日	14	30	7	14	20	57	84	91	98	100	0	763	

^z 直接定植では、子苗の切り離し日と同時に本ほに定植

^y 各区の調査対象株数は29以上89以下で平均値は55、灰色セルは開花株率90%以上に達した日

^x 各値は、1区10株を調査対象とした慣行4反復、直接定植2反復の平均値、栽植密度を7,000株/10aとして算出

※ 同年実施の慣行育苗に対し有意水準5で差あり (Dunnettの方法)

イチゴ品種「かおり野」花芽未分化苗の本ほ直接定植技術

第3表 地床栽培における直接定植株の開花および年内収量 (2015年)

育苗方法	定植までの過程			鉢受け期間 (日)	育苗期間 (日)	開花株率 ^y												枯死株率 (%)	年内収量 ^x (kg/10a)
	鉢受け	切り離し ^z	定植 ^z			10月						11月							
						日	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25		
直接定植	7月15日	8月17日		33		4	4	4	4	4	7	42	62	69	91	98	100	0	324 ^{**}
	8月3日	8月17日		14		5	5	5	5	5	12	19	23	47	81	98	100	0	127 ^{**}
	8月3日	9月1日		29		2	12	46	66	78	80	80	80	93	95	98	100	5	360 ^{**}
	8月17日	9月1日		15	0	7	18	52	66	70	70	70	70	82	93	98	100	2	636
	8月17日	9月17日		31		12	21	51	74	98	98	98	98	98	100	100	100	2	706
	9月1日	9月17日		16		0	0	2	12	40	72	79	81	81	95	98	100	4	595
	9月19日	9月30日		11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	65	98	2	210 ^{**}
慣行	8月1日	8月18日	9月17日	17	30	3	9	28	50	73	92	93	93	93	99	100	100	0	761

z 直接定植では、子苗の切り離し日と同時に本ほに定植

y 各区の調査対象株数は21以上23以下、灰色セルは開花株率90%以上に達した日

x 各値は、1区10株を調査対象とした慣行4反復、直接定植2反復の平均値、栽植密度を7,000株/10aとして算出

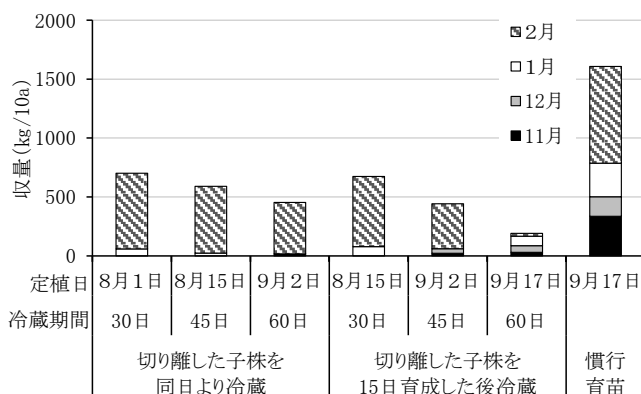
** 同年実施の慣行育苗に対し有意水準5%で差あり (Dunnettの方法)



第4図 9cmポットと6cmポットの比較

6cmポット苗は小さく運搬・定植がしやすい

収量を得られた。これは、本品種が有する極めて高い早生性 (北村ら, 2015) を活用したものであり、他品種への応用は確認できていない。ただし、本品種を交配親とする早生品種育成 (坂本ら, 2015) が各県で進められており、今後、本技術の適応範囲は広まるものと期待される。一方、採苗および定植作業適期の分散を目的とした子苗冷蔵では、冷蔵期間30日以上で収穫開始が大幅に遅れた。品種「宝交早生」では、花芽未分化苗を5週間冷蔵すると花芽分化が抑制され (松本ら, 1982)、挿し芽苗を7週間冷蔵すると着花数が減少し開花が遅れる (福田ら, 1984)。「かおり野」も同様に、低温遭遇により花芽分化が抑制されたものと考えられる。



第5図 切り離し子株の冷蔵が収量に及ぼす影響 (2013年)

第4表 ポット径が異なるイチゴ苗の定植作業時間

苗ポット径	定植作業時間 (時間/10a・7,000株)
6cm	16.6 ^{zy}
9cm	28.5

z センター60代男性による定植作業時間 (2014年) と現地生産農家60代男性による定植作業時間 (2015年) の平均値

y 2つの値には危険率5%で有意差あり (Tukey-Kramerの方法)

本報で得られた結果をもとに、「かおり野」花芽未分化苗の本ほ直接定植方法を以下のとおりとした。

1 高設栽培の場合

- 9月上中旬に直接定植する場合には、慣行遮光資材を栽培ハウスに被覆し、8月上中旬に鉢受けした子苗を15日から30日程度を鉢受け期間として順次直接定植することで、慣行育苗と同程度の年内収量が得られる。
- 8月上中旬に直接定植する場合には、遮熱性資材を栽培ハウスに被覆して9月上旬の培地温度を30℃以下に維持し、7月中旬に鉢受けした子苗を鉢受け期間を15日から30日として順次直接定植することで、慣行育苗と同程度以上の年内収量が得られる。
- 更なる早期収量確保を目指す場合には、クラウン冷却を組み合わせると、花芽分化の更なる前進化が可能となる。

2 地床栽培の場合

- 遮熱性資材を栽培ハウスに被覆することを必須とし、8月中下旬に鉢受けし9月上中旬に切り離した子苗を直接定植することで、慣行育苗と同程度の年内収量を得られる。

切り離した子苗は、基本的に冷蔵せず、速やかに栽培床に定植することとする。

上記方法はいずれも、慣行育苗で不可欠であった専用施設（10a・7,000株のイチゴ育苗に必要な雨除けハウスおよび育苗ベンチ150万円相当）および育苗管理作業（灌水・葉掻き作業：54時間/10a）が不要になると同時に、苗の小型化により定植作業時間が株当たり約4割削減（8時間/10a）可能となる。本ほ直接定植技術を組み合わせることで、これまで約5日に集中していた定植適期を最大1か月半に分散できる。これは、慣行育苗の採苗作業後に実施する予備苗確保技術としても活用できるものである。一般的に、苗を小型化すると灌水管理に細心の注意を払う必要があるが、本ほ直接定植では定植直前まで子苗が親株とランナーで繋がっているため、苗を傷める心配も小さくなる。

イチゴ経営の失敗で最も多いのは育苗に関する事例である。「かおり野」花芽未分化苗の本ほ直接定植技術は、苗傷みや花芽分化の大幅な遅れなどを回避しつつ、育苗作業の分散・省力化と栽培施設導入費削減が可能となることから、新規生産者が取り組み易いものと考えられる。また、稲作を主とする集落営農法人が、冬季労力の活用策としてイチゴ経営に取り組む場合においても、秋季の水稻収穫作業とイチゴ定植作業の競合を回避できることから、本技術は本県イチゴ生産の拡大に寄与するものと考えられる。

摘 要

山口県推奨品種である「かおり野」促成栽培において、育苗期間の短縮や育苗過程の省略による省力化と、短期間に集中していた定植適期の分散を目的として、花芽未分化苗の本ほ直接定植技術の確立に取り組んだ。

高設栽培では、慣行遮光資材を栽培ハウスに被覆し、8月上中旬に鉢受けした子苗を9月上中旬に順次直接定植することで、慣行育苗と同程度の年内収量が得られた。また、遮熱性資材を栽培ハウスに被覆して、7月中旬に鉢受けした子苗を8月上中旬に順次直接定植して、慣行育苗と同程度以上の年内収量が得られた。子苗直接定植とクラウン冷却を組み合わせると、花芽分化の更なる前進化が可能となった。

地床栽培では、遮熱性資材を栽培ハウスに被覆することを必須とし、8月中下旬に鉢受けし9月上中旬に切り離した子苗を直接定植することで、慣行育苗と同程度の年内収量を得られた。

子苗を30日間冷蔵すると収穫開始が大幅に遅れるため、切り離した子苗は速やかに栽培床に定植する必要があった。

引用文献

- 園芸学会平成15年度秋季大会実行委員会. 2003: 山口の園芸
- 福田昭二郎・原田泰彦・吉山久雄. 1984. さし芽による促成イチゴの育苗技術. 山口県農業試験場研究報告. 36: 53-60
- 金森健一・笹川悦世. 2010. イチゴ‘紅ほっぺ’の高設栽培における収穫株から発生したランナー子株の本ほ植え付け時期が生育と収量に及ぼす影響. 近畿中国四国農業研究. 17: 25-28
- 鹿野 弘・大沼 康. 2004. イチゴ‘さちのか’・‘とちおとめ’の促成栽培におけるセル成型苗利用技術. 宮城県農業・園芸総合研究所研究報告. 73: 20-30
- 加藤賢治・林 悟朗. 1996. 促成栽培イチゴの育苗に関する研究. 愛知県農業総合試験場研究報告. 28: 127-132
- 北村八祥・森 利樹・小堀純奈・山田信二・清水秀巳. 2015. 極早生性を有するイチゴ単痘病抵抗性品種‘かおり野’の育成と普及. 園芸学研究. 14(1): 89-95
- 前田 衡・野田和也. 2014. イチゴ未分化苗定植における局所温度制御技術. 長崎県農林技術開発センター研究報告. 5: 31-47
- 松本 理. 1982. イチゴの冷蔵苗に関する研究(2). 山口県農業試験場研究報告. 34: 21-29
- 坂本豊房. 2015. 促成イチゴ品種「熊本 VS03」の特性. 農業の新しい技術. No. 678
- 鶴山浄真・日高輝雄・小山覚史・鹿嶋 英一郎. 2011. イチゴ移動式高設栽培システムの開発. 近畿中国四国農業研究. 18: 55-62
- 鶴山浄真・日高輝雄. 2015. イチゴ品種‘かおり野’花芽未分化苗の本ほ直接定植技術. 園芸学研究. 14(別)2: 605.
- 吉田裕一・森本由香里. 2010. トレイ育苗したイチゴ‘女峰’の花芽分化と開花に及ぼす挿し苗時期と施肥中断時期の影響. 岡山大学農学部学術報告. Vol. 99: 49-53

早生系リンドウ「西京の涼風」および「西京の夏空」の育成

藤田 淳史・尾関 仁志・光永 拓司*・友廣 大輔

Breeding of Early Flowering Gentian Varieties 'Saikyonosuzukaze' and 'Saikyononatsuzora'

Atsushi FUJITA, Hitoshi OZEKI, Takuji MITUSNAGA and Daisuke TOMOHIRO

Abstract: The new gentian varieties 'Saikyonosuzukaze' and 'Saikyononatsuzora' are F1 hybrid cultivars produced by mother plant populations that showed immobilized characteristics through a group-mass selection method. The flower color of 'Saikyonosuzukaze' is deep vivid blue violet, and the natural flowering period is late June through mid-July in Yamaguchi. The flower color of 'Saikyononatsuzora' is vivid blue violet with small clear spots on the outside petals, and the natural flowering period is mid-July through early August. Both varieties have good uniformity in their morphological characteristics, and 80-cm-long cut flowers can be harvested.

Key Words : *Gentiana triflora*, hybrid varieties

キーワード : エゾリンドウ、F₁品種

緒言

山口県においてリンドウは、下関市山間部を中心に昭和30年代から栽培され、地元花き市場を中心に切り花が出荷されてきた。同時に、現地生産者による育種が行われ、リンドウ属のうちエゾリンドウ (*Gentiana triflora*) やリンドウ (*G. scabra* var. *buergeri*) を用いた系統が育成され、利用されてきた。

一方、国内産地においては、集団選抜法や一代雑種育種法が確立されたことで、これまでに多くの品種が育成、販売されている (吉池, 1992) (藤田ら, 2012) (福田ら, 2015) (渡辺ら, 2015) (瀬戸, 2016)。

近年、本県においてのリンドウ栽培は、他県産の市販品種の種苗購入により栽培が行われ、中山間地を中心に作付面積は微増傾向にあったが、夏季の高温条件や病害虫、品種特性等による影響で株枯れの多発、品質の低下等が問題となっていた。そこで、本県に適する新品種によるリンドウ産地育成を目的に育種開発を進め、2011年には本県で初めての独自品種「西京の初

夏」が育成され、翌年より産地への種苗供給が開始された。品種の特徴としては従来からの栽培品種に比較して耐暑性および耐病性を有するとともに、種苗費の大幅な低減が実現されたことから、主力品種として栽培面積を拡大した (篠原・藤田, 2014)。さらに西南暖地に属する本県低標高地の露地での開花開始期が5月下旬と国内では最早期となる極早生性を有し、国内主要産地と出荷競合せずに販売可能な品種として県内外の花き市場で有利販売が展開されてきた。

一方、本県産地における導入品種の構成をみると「西京の初夏」が大半を占め、7月中旬以降の県内産リンドウの出荷量は見込めない状況であった。そのため、生産現場や流通関係者からの要望で、7月以降においても継続出荷可能な県オリジナル品種育成が強く求められた。以上の経緯から、年平均気温15°C以上の温暖な気象条件である本県低標高地を含めた県内全域において、高品質で安定して出荷量を確保できる新品種を作出するため、本県で保持しているエゾリンドウの遺伝素材を基に新品種の育成を行った。

*現在 : 下関農林事務所

材料および方法

1 育種目標

市場性や生産地からの要望を考慮した結果、育種目標は次のように決定した。

開花時期は、県内産地において6月から8月に開花すること。開花時の草丈は山口県内花き市場の出荷規格である50cmから80cmの切り花長があればよいが、株養成を考慮し、これより長めのものが望ましい。花色は青色系で、花冠外面のしま模様によるくすみや斑点が目立たないものが望ましい。花段数は4～5段以上着生するもの。さらに、頂花が優先して開花するか、もしくは頂花および下位節の花が同時に咲くものがよい。また、近年は高温条件や病害虫による株枯れの発生が顕著であることから、耐暑性や耐病性を保持すること。

2 育成経過

1) 「西京の涼風」

2005年に下関市豊北町の生産者ほ場において、6月上旬が開花盛期の青紫系エゾリンドウ在来種の中から形質および生育の優れた集団である05S04を選抜した。その後、形質の固定度を高めることを目的に自殖して育成した後代である05S04-1を種子親系統とした。

2011年に下関市豊北町の生産者ほ場において、6月中旬が開花盛期の青紫系エゾリンドウ在来種の中から、7月上旬に開花する濃青紫色系統で、特に生育が旺盛で着花数の多い集団を11S01として選抜した。その後、形質の固定度を高めることを目的に自殖して育成した後代である11S01-1を花粉親系統とした。

その後、育成系統同士を用いた組み合わせ能力検定のための交配を行い得られたF₁系統を12S04とした。2013年からは柳井市新庄（標高18m）、周南市須々万（標高363m）、山口市阿東嘉年（標高417m）（「以下それぞれ柳井市、周南市、山口市とする」）において生産力検定試験および現地適応性試験を開始し、2014年にその特性が安定していることを確認して育成を完了した（第1図）。2015年8月に品種名「西京の涼風」で品種登録出願公表された。

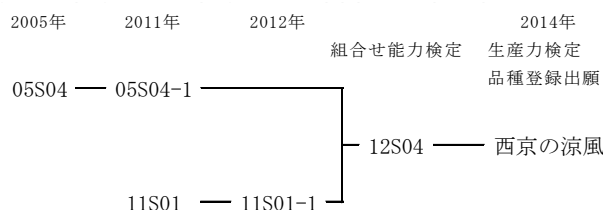
2) 「西京の夏空」

2005年に下関市豊北町の生産者ほ場において、9月上旬が開花盛期の白青複色系のエゾリンドウ在来種の中から形質および生育の優れた集団であるM9を選抜した。その後、形質の固定度を高めることを目的に自殖して育成した後代であるM9-2を種子親系統とした。

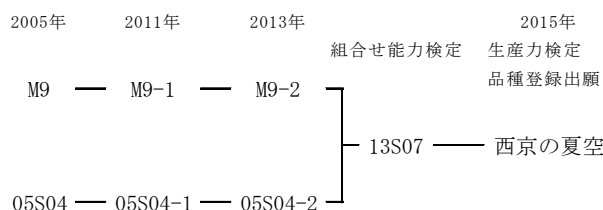
殖して育成した後代であるM9-2を種子親系統とした。

「西京の涼風」の種子親系統として育成した05S04-1を用い、さらに形質の固定度を高めることを目的に自殖して育成した後代である05S04-2を花粉親系統とした。

その後、育成系統同士を用いた組み合わせ能力検定のための交配を行い得られたF₁系統を13S07とした。2014年からは柳井市、山口市において生産力検定試験および現地適応性試験を開始し、2015年にその特性が安定していることを確認して育成を完了した（第2図）。2016年3月に品種名「西京の夏空」で品種登録出願公表された。



第1図 「西京の涼風」の育成経過



第2図 「西京の夏空」の育成経過

3 特性調査

1) 「西京の涼風」

生産力検定として2013年1月24日に播種し、5月21日に柳井市の山口県花き振興センター内露地ほ場で、畝間160cm、株間15cm、条間45cmの2条植で定植した。対照品種として「西京の初夏」、「スカイブルーながの早生」を供試し、同時期に定植した。定植初年度の年間施肥量は、1a当たりの成分量で窒素1.5kg、りん酸1.5kg、カリ1.5kg、定植翌年以降の年間施肥量も同量を施用した。現地適応性試験として、前述条件で育苗したものを周南市で5月23日、山口市で5月25日に定植した。

2) 「西京の夏空」

生産力検定として2014年3月14日に播種し、6月2日に柳井市の山口県花き振興センター内露地ほ場で、畝間160cm、株間15cm、条間45cmの2条植で定植した。

対照品種として「西京の初夏」、「西京の涼風」を供試し、同時期に定植した。定植初年度の年間施肥量は、1 a 当たりの成分量で窒素 1.5kg、りん酸 1.5kg、カリ 1.5kg、定植翌年以降の年間施肥量も同量を施用した。

現地適応性試験として、前述条件で育苗したものを山口市で6月25日に定植した。

3) 調査方法

生産力検定では、定植2年目の切り花における草姿、茎葉、花器および生態的特性について、各品種とも反復無しの30株を対象に調査を実施した。形質の均一性については遠観調査により5段階で評価した。

現地適応性試験では、育成品種の定植2年目の切り花における生育特性を現地調査圃場において調査した。

各試験とも開花時期は収穫前となる着花中央節の花蕾の約3割が開花した時点とした。



第3図 「西京の涼風」の開花状況

第1表 「西京の涼風」の草姿の形態的特性 (2014年)¹⁾

品種	草丈 (cm)	茎径 (mm)	中間部節数	中間部節間長 (cm)	側枝数 (本)	茎のアントシアニン着色の有無	均一性 ²⁾
西京の涼風	109.1	5.6	22.2	6.3	5.3	有	4
西京の初夏	72.9	4.7	21.4	5.9	1.2	有	3
スカイブルーながの早生	81.6	5.0	20.6	4.7	0.9	無	3

¹⁾柳井市における露地2年目株での調査

²⁾遠観による形質揃いの評価: 5良, 4やや良, 3並, 2やや不良, 1不良

第2表 「西京の涼風」の茎葉の形態的特性 (2014年)¹⁾

品種	葉の形	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉の緑色の濃淡	葉の縦断面の形	均一性 ²⁾
西京の涼風	広披針形	9.7	3.0	中	外反	5
西京の初夏	披針形	8.6	2.9	中	外反	4
スカイブルーながの早生	広披針形	10.2	3.5	中	水平	4

¹⁾柳井市における露地2年目株での調査

²⁾遠観による形質揃いの評価: 5良, 4やや良, 3並, 2やや不良, 1不良

結果

1 「西京の涼風」

1) 形態的特性

2年生株における草丈は109.1cm、茎径は5.6mm、節数は22.2本、中間部の節間長は6.3cm前後で、対照品種よりも生育は旺盛である。茎の表面にはアントシアニンの着色がみられる。また、側枝の発生は対照品種よりも多く5.3本である。草姿における形質の均一性は、対照品種と比べ同等以上であった(第3図、第1表)。

葉の長さは9.7cm、幅は3.0cmの広披針形をしており、斜め上に向かって着生し、縦断面は外反である。葉の緑色の着色は中程度である。茎葉における形質の均一性は対照品種と比べ同等以上であった(第2表)。

花冠の長さは49.4mmで、花筒部の直径は13.9mmの釣鐘型である。花冠外面の色はRHSカラーチャート93Aの鮮青紫色であり、「スカイブルーながの早生」の紫色の花色よりも青色に近い。さらに、花冠外面のしま模様によるくすみはなく、花冠表面の斑点も目立たず花色が鮮明に見える。花段数は5.2段と十分に確保できる。また、頂部と着花中央節ともに対照品種よりも多くの着花数が確保でき、ボリューム感が劣ることはない。花器における形質の均一性は対照品種と同等であった(第4図、第3表)。



第4図 「西京の涼風」の花冠

2) 生態的特性

平均開花期は7月1日であり、「西京の初夏」よりも約4週間遅く、開花期間は約2週間程度であった。開花は花茎の中程から上部で、約3日間程度で花茎全体の開花がみられる。切り花長50cm以上の株当たり収穫本数は5.5本で、対照品種よりも多収性である。定植後2年目時点における欠株の発生はみられない。草丈80cm以上を確保しやすく、花段数も5段程度となった(第4表)。

第3表 「西京の涼風」の花器の形態的特性 (2014年)²

品種	花冠裂片の表面の色 ¹	花冠の外面上部の色 ¹	花冠表面の斑点の粗密	花冠の形	花冠の長さ (mm)	花筒部の直径 (mm)	花段数	頂部の着花数	着花中央節の着花数	均一性 ³
西京の涼風	93A	93A	粗	釣鐘形	49.4	13.9	5.2	10.4	4.8	4
西京の初夏	94A	94A	粗	釣鐘形	50.2	15.8	5.0	6.6	2.8	4
スカイブルーながの早生	93A	94A	中	釣鐘形	47.5	17.4	4.9	8.7	3.1	4

²柳井市における露地2年目株での調査

¹RHSカラーチャートによる

³達観による形質揃いの評価: 5良, 4やや良, 3並, 2やや不良, 1不良

第4表 「西京の涼風」の生態的特性 (2014年)²

品種	開花期 (月日)	収穫本数 (本/株) ¹	出荷階級割合 (%) ²			欠株率 (%)
			80cm	70cm	60cm	
西京の涼風	7月1日	5.5	74.7	24.0	1.3	0
西京の初夏	6月3日	4.7	21.1	41.4	37.5	5.5
スカイブルーながの早生	6月19日	4.1	44.2	25.6	30.2	2.1

²柳井市における露地2年目株での調査

¹切り花長50cm以上かつ花段数3段以上の本数

²各階級の切り花長は、80cm:80cm以上、70cm:70cm~79cm、60cm:60cm~69cm

第5表 「西京の涼風」の露地2年生株の生育 (2014年)

調査地点	標高 (m)	草丈 (cm)	花段数	開花期 (月日)	株当たり		欠株率 (%)
					収穫本数 ²	欠株率 (%)	
柳井市	18	109.1	5.2	7月1日	5.5	0	0
周南市	363	112.6	5.4	7月5日	6.5	0	0
山口市	417	131.9	6.0	7月17日	5.8	0	0

²切り花長50cm以上かつ花段数3段以上の本数

3) 現地適応性

露地栽培の2年生株の平均開花期は、柳井市で7月1日、周南市で7月5日、山口市で7月17日であり、収穫期間は2週間程度であった。各調査区とも花段数は5段以上であり、切り花長50cm以上の株当たり収穫本数は5本以上で、欠株の発生はみられなかった(第5表)。

2 「西京の夏空」

1) 形態的特性

2年生株における草丈は130.1cm、茎径は5.7mm、節数は24.3本、中間部の節間長は5.9cm前後で、対照品種の「西京の涼風」とほぼ同等である。茎の表面にはアントシアニンの着色がみられる。また、側枝の発生は対照品種と同等の2.2本である。草姿における形質の均一性は、対照品種と比べ同等以上であった(第5図、第6表)。

葉の長さは10.6cm、幅は3.2cmの披針形をしており、斜め上に向かって着生し、縦断面は外反である。葉の緑色の着色は中程度である。茎葉における形質の均一性は対照品種と比べ同等以上であった(第7表)。

花冠の長さは50.9mmで、花筒部の直径は14.7mmの釣鐘型である。花冠外面の色はRHSカラーチャート96Aの鮮青紫色であり、「西京の涼風」のよりも青色に近い。さらに、花冠外面のしま模様によるくすみはなく、花冠表面の斑点も少ないことから花色が鮮明に見える。花段数は6.2段と十分に確保できる。また、頂部と着

花中央節ともに対照品種と同等の着花数が確保でき、ボリューム感で劣ることはない。花器における形質の均一性は、対照品種と比べ同等以上であった(第6図、第8表)。

2) 生態的特性

平均開花日は7月24日であり、「西京の涼風」よりも1か月遅く、開花期間は約2週間程度であった。開花は花茎の中程から上部で、3日程度で花茎全体の開花がみられる。切り花長50cm以上の株当たり収穫本数は5.8本で、対照品種と同程度の収量が得られる。切り花長は80cm以上を確保しやすく、定植後2年目時点における欠株の発生はみられない(第9表)。



第5図 「西京の夏空」の開花状況

第6表 「西京の夏空」の草姿の形態的特性 (2015年)²

品種	草丈 (cm)	茎径 (mm)	節数	中間部		側枝数 (本)	茎のアントシアニン着色の有無	均一性 ¹
				節間長 (cm)	葉の濃淡			
西京の夏空	130.1	5.7	24.3	5.9	2.2	2	有	4
西京の初夏	88.4	4.7	19.1	4.7	3.0	3	有	3
西京の涼風	123.7	5.5	23.8	5.8	2.3	3	有	4

²柳井市における露地2年目株での調査

¹達観による形質揃いの評価: 5良, 4やや良, 3並, 2やや不良, 1不良

第7表 「西京の夏空」の茎葉の形態的特性 (2015年)²

品種	葉の形	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉の緑色の濃淡	葉の縦断面の形	均一性 ¹
西京の初夏	披針形	9.0	2.7	中	外反	4
西京の涼風	広披針形	9.8	3.4	中	外反	5

²柳井市における露地2年目株での調査

¹達観による形質揃いの評価: 5良, 4やや良, 3並, 2やや不良, 1不良

早生系リンドウ「西京の涼風」および「西京の夏空」の育成

第8表 「西京の夏空」の花器の形態的特性 (2015年)^z

品種	花冠裂片の表面の色 ^y	花冠の外面上部の色 ^y	花冠表面の斑点の粗密	花冠の形	花冠の長さ (mm)	花筒部の直径 (mm)	着花節数	頂部の着花数	着花中央節の着花数	均一性 ^x
西京の夏空	95B	96A	粗	釣鐘形	50.9	14.7	6.2	8.9	5.6	5
西京の初夏	94A	94A	粗	釣鐘形	47.5	16.0	4.6	7.2	3.3	4
西京の涼風	93A	93A	粗	釣鐘形	49.4	17.0	5.1	7.0	5.0	4

^z柳井市における露地2年目株での調査

^yRHSカラーチャートによる

^x達観による形質揃いの評価: 5 良, 4 やや良, 3 並, 2 やや不良, 1 不良



第6図 「西京の夏空」の花冠

第9表 「西京の夏空」の生態的特性 (2015年)^z

品種	開花期 (月日)	収穫本数 (本/株) ^y	出荷階級割合 (%) ^x			欠株率 (%)
			80cm	70cm	60cm	
西京の夏空	7月24日	5.8	79.6	14.3	6.1	0
西京の初夏	6月5日	5.6	9.7	35.2	55.2	5.6
西京の涼風	6月24日	6.1	67.3	18.4	14.3	0

^z柳井市における露地2年目株での調査

^y切り花長50cm以上かつ花段数3段以上の本数

^x各階級の切り花長は、80cm:80cm以上、70cm:70cm~79cm、60cm:60cm~69cm

第10表 「西京の夏空」の露地2年生株の生育 (2015年)

調査地点	標高 (m)	草丈 (cm)	花段数	開花期 (月日)	株当たり	
					収穫本数 ^z	欠株率 (%)
柳井市	18	130.1	6.2	7月24日	5.8	0
山口市	417	128.1	5.4	8月9日	6.4	0

^z切り花長50cm以上かつ花段数3段以上の本数

3) 現地適応性

露地栽培における2年生株の平均開花期は、柳井市で7月24日、山口市で8月9日であり、収穫期間は2週間程度であった。各調査区とも花段数は5段以上であり、切り花長50cm以上の株当たり収穫本数は5本以上で、欠株の発生はみられなかった (第10表)。

考 察

山口県におけるリンドウの作付品種では、平成23年に育成された県オリジナル品種である極早生エゾリンドウ系「西京の初夏」が主力となっており、5月下旬から7月上旬にかけての出荷が大半を占めている (篠原・藤田, 2014)。その普及要因としては、全国でも最早期に出荷ができ競合産地が少ないこと、さらに同時期に開花する他県産の既存品種と比較しても花色が明るい青紫色で販売面でも差別化が図られ、一定の

市場評価が得られていることが挙げられる。そのため、さらなるリンドウ産地の育成を図るために「西京の初夏」の出荷が終了する7月中旬以降でも安定的に出荷ができるオリジナル品種の育成を生産者および流通関係者から強く求められてきた。今回の育成においては、これらの要望に応えられる生育特性を得るため、雑種強勢および高温開花期における切り花品質の向上を目的にF₁品種の育成に取り組んだ。

「西京の涼風」および「西京の夏空」の草姿や花色等の諸形質の形質揃いについては、対照品種と比較しても同等以上であった。さらに県内各産地における各種調査においても生育および切り花品質ともに良好な結果が得られ、低標高から高標高のいずれにおいても適応性があると判断された。

「西京の涼風」を低標高地である柳井市で栽培した場合には6月中旬からの開花となり、高標高地である山口市と比較すると16日間の違いが確認された。「西京の涼風」は極早生品種である「西京の初夏」と同様に、一般的な露地栽培においては、標高差により開花時期が変化すると考えられる (藤田ら, 2012)。このことから、県内の各生産地間でリレー栽培をすると出荷期間が1か月間程度まで拡大することが示唆された。

「西京の夏空」については、各産地で栽培した場合、平均開花日は柳井市で7月24日、山口市で8月9日と16日間の違いが確認された。「西京の涼風」の場合と同様に、産地間の標高差による出荷期間の拡大が想定される。さらに本品種を400m以上の高標高地産地に導入することで、年間を通じての最需要期にあたる8月上旬の盆前時期に出荷期を合わせることができ、今後の産地導入の促進につながると考えられる。

以上のことから、極早生品種「西京の初夏」に続いて新たな2品種が育成されたことにより、本県の気象条件に適合した生育特性を保持するこれらのオリジナル品種を標高0mから400m地点に位置する県内各産地でリレー出荷をした場合、5月下旬から8月上旬までの期間において継続的に青紫系リンドウを出荷がで

きる目算が立った。今後は、現地普及を速やかに図ることで本県リンドウ産地の規模拡大への契機になるものと考ええる。

摘 要

集団選抜法によりエゾリンドウ在来種を基に固定化した親株集団を用い、早生系F₁品種である「西京の涼風」および「西京の夏空」を育成した。「西京の涼風」は、花色は鮮明な濃青紫であり、山口県における自然開花期は、6月下旬から7月中旬である。「西京の夏空」は、花色は斑点の少ない鮮青紫をしており、自然開花期は7月中旬から8月上旬である。両品種ともに、草姿等各形質の揃いは良好であり、切り花長は80cmを確保できる。

引用文献

- 藤田淳史・尾関仁志・光永拓司. 2012. 極早生系リンドウ「西京の初夏」の育成. 山口農林総技セ研報. 3 : 31-33.
- 福田秀之・野田正浩・大河内栄. 2015. リンドウ新品種「ふくしま凜夏」の育成. 福島農総セ研報. 7 : 11-18.
- 瀬戸堯穂・瀬戸啓一郎. 2016. 品種・系統と栽培特性 切り花リンドウの現状と変遷 (2001年から現在まで). p. 520 の2-520 の5. 農業技術大系. 花卉編 9. 農文協. 東京.
- 篠原裕尚・藤田淳史. 2014. リンドウ新品種「西京の初夏」の育成と普及. 近畿中国四国農研. 25 : 41-43.
- 渡辺強・藤田雅一・成澤規之. 2015. 極早生りんどう F₁品種「リンドウ栃木1号」の育成. 栃木農試研報. 73 : 35-44.
- 吉池貞蔵. 1992. 花専科・育種と栽培 リンドウ. p. 45-50. 誠文堂新光社. 東京.

経膈採卵・体外受精(OPU-IVF)による黒毛和種胚生産の効率化に

関する研究 ～卵胞発育調整プログラムの省力化に係る検討

田中 昌子・竹下 和久

Study on Effective Embryo Production by Ovum Pick Up (OPU) / In Vitro Fertilization in Japanese Black Cows: Investigation of Simplified Synchronization Program of Follicular Development

Masako TANAKA, Kazuhisa TAKESHITA

Abstract: The Ovum pick up (OPU) technique allows for the repeated production of embryos from live donors in a short period and is an alternative technique to embryo production by conventional superovulation. To promote the OPU technique in the field, we designed the present study to examine the effect of a simple synchronization program of follicular development before OPU treatment. In Experiment 1, the method of FSH stimulation prior to OPU was examined. There were no differences in the number of follicles and recovered oocytes between the superovulatory stimulation by single and quadruple administration (25.7 vs. 27.0 and 18.6 vs. 20.0, respectively). In Experiment 2, the effect of the removal method of the dominant follicle (DF) before FSH stimulation was examined. When a progesterone-releasing intravaginal device (PRID) was inserted into donor cows before FSH stimulation, the transition of the follicular wave was not different from that of DF aspiration by using a transvaginal ultrasound-guided technique except for a period of DF disappearance. The numbers of recovered oocytes were similar between the treatments of PRID and DF aspiration (14.8 vs. 14.5, respectively). In Experiment 3, the synchronization method before FSH stimulation was examined. The donor cows were synchronized by the PRID treatment at the start of a serial treatment with use of a single FSH administration. The numbers of follicles at the time of OPU and of recovered oocytes were significantly higher in the PRID treatment group (12.0 and 10.0, respectively) than in the control group without the pre-treatment before OPU (8.4 and 6.6, respectively). Moreover, the development rate was higher for the blastocysts derived from the PRID treatment group than from the control group (12.7% vs. 5.4%). These results indicate that the simple program of PRID + single FSH administration before OPU is effective for follicular development and subsequent in-vitro embryo production. Previous complex treatments are labor intensive and are highly stressful to the donor cow, owner, and operator. However, the above program may minimize this problem and be suitable for wide use in the field.

Key Words : follicle control, FSH treatment, PRID, simplification,

キーワード : FSH 1回投与、簡易プログラム、プリッド

緒言

経膈採卵 (以下、OPU) とは、牛生体の卵巣から卵

子を吸引採取し、その後体外受精 (以下、IVF) 等によって胚を作出する技術で、ドナー牛をと畜することなく、生体から繰り返し卵子を回収できる。本技術は、

1985年頃から人間の産婦人科領域で盛んに研究されており(京野ら, 2005)、ヒトの不妊治療で用いる卵子の採取法を牛に応用したものである。Pieterseらが牛のOPU技術を開発(Pieterseら, 1988, 1991a, b)して以来、畜産領域においても世界各地で取り込まれるようになり、従来の過剰排卵処置による体内受精卵採取(以下、SOV-ER)を補完・代替する生殖補助技術として注目されている(Galliら, 2001、今井・及川, 2016)。

OPUの利点は、繁殖障害牛や老齢牛からも卵子を回収できることであり、SOV-ERで正常胚が得られない供卵牛から胚を作出する有効な手段となる。また、SOV-ERでは処置の間隔を3ヶ月以上空ける必要があるが、OPUは1週間程度の短い間隔で反復可能であり、貴重な遺伝資源の更なる活用につながる。

一般に、品質の高い卵子を採取するためには、OPU実施前にドナー牛の卵胞発育を調整しておくことが重要となる(Baruselliら, 2012)。過去には、前葉性卵胞刺激ホルモン(以下、FSH)投与による卵胞刺激処置を施した後にOPUを実施することで、中卵胞数が増加し、卵子の品質およびIVF後の胚発生成績が向上するとの報告が多く認められる(今井ら, 2010、及川ら, 2011、Vieiraら, 2014、山本・白田, 2010)。

一方で、従来から行われているOPU前の卵胞発育調整プログラムは煩雑であり、畜種・ドナー・技術者の負担を伴うため、生産現場へのOPU普及を妨げる一因となっている。

この問題を改善するため、本研究では、煩雑なOPU実施前の処置をより省力化することで、現場で取り組みやすい簡易プログラムについて検討した。

材料および方法

1 供試牛

山口県農林総合技術センター畜産技術部内で飼養し、繁殖障害等の理由でSOV-ER成績が不良な黒毛和種経産牛(延べ17頭)を供試した。

2 経膈採卵および卵子の回収

供試牛に尾椎硬膜外麻酔を実施後、超音波画像診断装置(本多電子HS-2000V、以下、エコー)のプロープ(コンベックス型、7.5MHz)を膈内に挿入し、卵巣内の卵胞数を確認した。OPUは「ウシ生体卵子吸引・体外受精技術マニュアル」(家畜改良センター, 2009)に基づいて実施し、エコーで描出可能な卵胞は全て吸引

対象とした。プロープに装着した採卵用針(ミサワ医科工業19G・490mm)を膈壁から穿刺し、卵胞液とともに卵子を吸引採取した。卵子の回収および洗浄には、4%牛血清、1%ヘパリン、0.2%抗生物質(ペニシリン・ストレプトマイシン、以下PS)を添加した修正ダルベッコPBSを用いた。

吸引後の回収液は、セルコレクター(ニプロ医工)で洗浄・検卵し、坂口らの報告(坂口ら, 1995)に従って品質分類した。卵丘細胞の付着状況や卵細胞質の状態から6等級(グレード1~6)に分類し、上位4等級(グレード1~4)をその後の試験に供した。

3 体外成熟培養

成熟培養液として、0.02AU/mL FSH(アントリンR・10、共立製薬)、1 μ g/mL Estradiol-17 β (SIGMA)、0.2mM ピルビン酸(SIGMA)、0.1%PSおよび5%FBS(Hyclone)添加TCM199(GIBCO)を用いた。洗浄した卵子をミネラルオイルでカバーした100 μ Lドロップに移し、5%CO₂・38.5°C・湿潤の気相条件下で20~22時間培養した。

4 媒精(体外受精)

凍結精液を融解し、体外受精を行った。媒精液としてIVF100(機能性ペプチド研究所)を用い、最終精子濃度5 $\times 10^6$ /mLの懸濁液に成熟培養後の卵子を移し、5%CO₂・38.5°C・湿潤の気相条件下で6時間培養した。

5 体外発生培養

発生培養液として、合成卵管液SOF(Takahashi・First, 1992、機能性ペプチド研究所に作成依頼)に20 μ L/mL BME(SIGMA)、10 μ L/mL MEM(GIBCO)および5%FBS(Hyclone)を添加した修正SOF培地(以下、m-SOF)を用いた。媒精後、卵子周囲に付着している卵丘細胞をピペティング操作で物理的に除去し、裸化・洗浄した。1個あたり5 μ Lに調整したm-SOFドロップに移し、5%CO₂・5%O₂・90%N₂・38.5°C・湿潤の気相条件下で媒精後8日目まで培養し、分割および胚の発育状況を観察した。

6 統計処理

統計処理は統計ソフトStat Viewを用いて実施し、数値をアークサイン変換した後、分散分析Post hocテストにて検定を行った。

7 試験の構成

従来から実施していた処置を対照区、新たに省力化して実施した処置を試験区として、両区を比較検討した。試験1~3として、段階的に各処置の簡易化に取

プログラム	初日	→	4日後	→	2～4日後	→	2日後
	← 卵胞発育 調整 →				卵胞刺激	→ 卵子回収	
試験 1	全卵胞吸引	→	優勢卵胞吸引除去 (DFA)	→	FSH投与 (1回投与)	→	OPU
試験 2	全卵胞吸引	→	PRID挿入	→	FSH投与 (1回投与)	→	OPU
試験 3	省略		PRID挿入	→	FSH投与 (1回投与)	→	OPU

第 1 図 卵胞発育調整プログラムの省力化

り組んだ (第 1 図)。

試験 1) 卵胞刺激処置の省力化 : FSH の投与方法

OPU 実施前の卵胞刺激処置として、FSH (アントリン R・10、共立製薬) の投与方法について検討した。生理食塩水を溶媒として、従来の 2 日間・4 回の減量投与 (9:00 および 16:00、初日は 3AU/1.5mL、翌日は 2AU/1.0mL、筋肉内注射) を対照区、1 回投与 (9:00、10AU/10mL、皮下注射) を試験区とした。プログラムは、全卵胞吸引を Day 0 として、Day 5 で優勢卵胞の吸引除去 (以下、DFA)、Day 7～8 で FSH 投与 (試験区は Day 7 のみ)、Day 9 で OPU を実施し、卵胞数および回収卵数を調べた。

試験 2) 卵胞発育調整の省力化 : 優勢卵胞の除去方法

OPU 実施前に行う、優勢卵胞の除去方法について検討した。従来の吸引除去 (DFA) を対照区、膈内留置型ホルモン製剤 PRID (プリッド テイゾー、あすか製薬) の挿入を試験区として、卵胞数の推移をサイズごとに (大卵胞 : 10mm 以上、中卵胞 : 6～9mm、小卵胞 : 5mm 以下) 調べた。プログラムは、全卵胞吸引を Day 0 として、対照区では Day 4 で DFA、Day 6 で FSH 1 回投与 (10AU/10mL、皮下注射)、Day 8 で OPU を実施、試験区では Day 4 で PRID 挿入、Day 8 で FSH 1 回投与 (対照区と同様)、Day 10 で OPU を実施した。

試験 3) 卵胞発育調整の省力化 : OPU 実施前の全卵胞吸引処置の省略

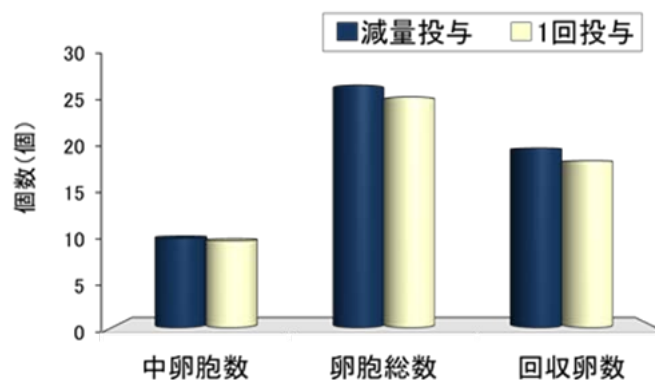
従来、OPU 実施前のプログラム初日に行っていた Day 0 の全卵胞吸引処置について、省略可能か検討した。対照区では事前の処置を一切行わず OPU のみを実施、試験区では事前の全卵胞吸引処置を行わず、試験 2 の PRID 挿入プログラム (発情前後 3 日間を避けて Day 0 で PRID 挿入、Day 4 で FSH 1 回投与、Day 6 で OPU 実施)

を用いて、卵胞数や回収卵数、その後の胚発育について調査した。

結果

試験 1) FSH の投与方法

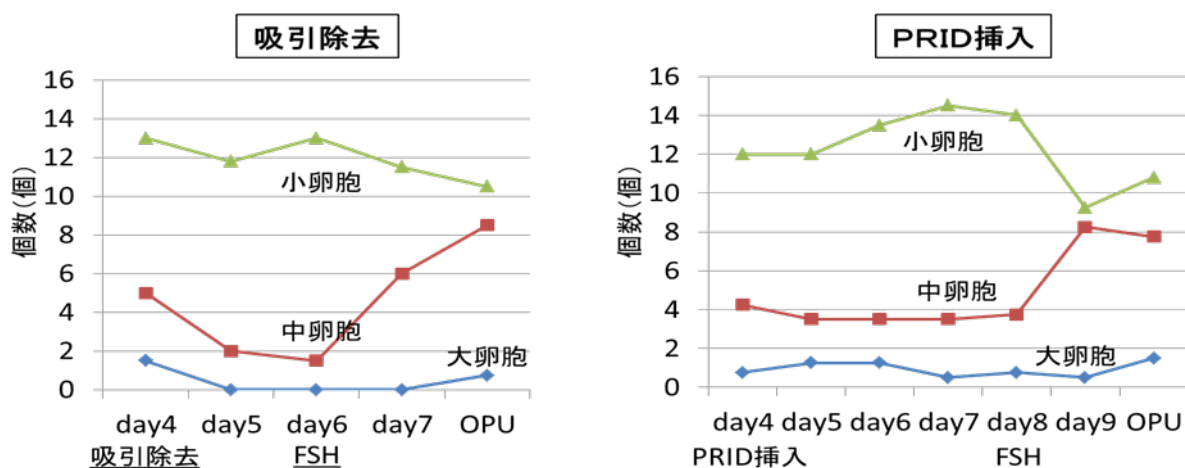
各区 3 頭を供試し、OPU 実施時の 1 頭当たり中卵胞数および卵胞総数は、試験区において 9.7 個、25.7 個となり、対照区の 10.0 個、27.0 個と差を認めなかった。また、1 頭あたり回収卵数は、試験区 18.6 個、対照区 20.0 個となり回収率にも差を生じなかった (第 2 図)。



第 2 図 FSH の投与方法による比較 (試験 1)

試験 2) 優勢卵胞の除去方法

各区 4 頭を供試した。DFA を行った対照区では大卵胞が翌日から消失し、FSH 投与後に小卵胞が発育して、OPU 実施時の 1 頭あたり中卵胞数は 8.5 個、卵胞総数は 19.8 個であった。一方、PRID を用いた試験区では挿入から 3 日後に大卵胞の消失を認める個体が多く、FSH 投与後は対照区と同様の卵胞推移を示した。また、OPU 実施時の 1 頭あたり中卵胞数は 7.8 個、卵胞総数は 20.1 個で対照区と差を認めなかった (第 3 図)。



第3図 優勢卵胞の除去方法による比較（試験2）

なお、1頭当たりの回収卵数およびグレード1～4卵子数（以下、供試卵数）はそれぞれ、対照区で14.5個、9.0個、試験区で14.8個、8.5個となり、OPUの回収率や卵子の品質にも差を生じなかった。

試験3) OPU実施前の全卵胞吸引処置の省略

各区10頭を供試した。試験区において、1頭あたりの中卵胞数および卵胞総数はそれぞれ3.4個、12.0個で、対照区の1.8個、8.4個に比べて有意に($P < 0.05$)増加した。また、両区の回収率に差を認めなかったため、回収卵数（試験区10.0個、対照区6.6個）も試験区で有意に($P < 0.05$)増加した。

一方、体外培養成績について、全体の分割率および胚盤胞発生率はそれぞれ、対照区で45.9%、5.4%、試験区で49.1%、12.7%と、いずれも有意差を認めなかった。ただし、試験区では回収卵数が増加したのに伴い、供試卵数も増加傾向であったため、試験区において対照区よりも多くの胚盤胞数が得られた(第1表)。

考 察

OPUによる胚生産技術は生産現場においても注目が高いが、現在その利用は試験研究機関および一部の民間獣医師に留まっており、従来のSOV-ERによる胚生産に取って代わるまでには至っていない。要因として、高額な機械や体外胚生産施設を要すること、また、専門技術者の確保が困難なことが挙げられる。

従来の知見から、OPUで効率的に卵子を回収するためには事前にドナー牛の卵胞発育を調整することがきわめて重要であり(Baruselliら, 2012)、OPU実施前

に複数回、吸引機材と技術者を要する処置が行われてきた(今井ら, 2014)。この事前処置の簡易化が可能となれば、技術者の確保が困難という問題点は解消され、現場へのOPU普及を妨げる障壁が軽減される。

試験1に関して、Blondinらは、OPUの前処置としてFSH投与による卵胞刺激を行うことで、採取卵子の発生能が向上したと報告している(Blondinら, 2002)。従来SOV-ERにおいても6～8回程度のFSH減量投与が一般的であったが、近年、労力軽減のため、溶媒の種類や量を調整することでFSHの1回投与を試みた報告が散見される。平泉らの報告では、SOV-ERにおける溶媒とFSHの投与量を検討して、1回投与でも従来の減量投与方法と差のない良好な採胚成績を得ており、溶媒量を増加させることでFSHの吸収が緩やかとなったため持続的に作用したものと考察している(Hiraizumiら, 2015)。我々の試験においても、FSH(計10AU)を4回に分けて筋肉内に減量投与した区と、溶媒を増やして1回で皮下投与した区で、卵胞数・回収卵数とも両区に差を認めなかったため、FSHの投与方法は、減量投与から皮下1回投与に代替可能と推察された。なお、事前にFSHで卵胞刺激処置を行ったOPUについては、卵子の回収率が向上した報告(山本・白田, 2010)または低下した報告(今井ら, 2010、Vieiraら, 2014)ともに認められており、ドナーの品種等に応じて、各研究機関で様々なFSHの処置法が検討されている。

試験2では、優勢卵胞の除去方法について検討した。Chaubalらは、OPUの72時間前に吸引除去(DFA)を行うことで、その後の胚盤胞発生率が倍増したと報告している(Chaubal, 2006)。同様に、今井らの報告によると、OPU実施の2日前に優勢卵胞(主席卵胞)のDFA

第1表 OPU実施時の卵子回収状況およびIVF後の分割と発育 (試験3)

区	頭数	平均卵胞数			卵胞総数 (平均)	回収卵数 (平均)	回収率	供試卵数 (平均)	供試率	分割胚数 (%)	発育胚数	
		大	中	小							≥桑実胚(%)	胚盤胞(%)
対照区 (無処置)	10	0.4	1.8 ^a	6.2	84 (8.4) ^a	66 (6.6) ^a	78.6%	37 (3.7)	56.1%	17 (45.9)	2 (5.4)	2 (5.4)
試験区 (PRID ・FSH)	10	1.2	3.4 ^b	7.4	120 (12.0) ^b	100 (10.0) ^b	83.3%	55 (5.5)	55.0%	27 (49.1)	8 (14.5)	7 (12.7)

異符号間に有意差 (P<0.05) あり

を実施することで、回収卵子の正常性が有意に向上している (今井ら, 2014)。主席卵胞は、エストラジオール17βやインヒビンを分泌することで下垂体前葉からのFSH分泌を抑制し、次席卵胞以下の発育を抑制することが知られている (Ginther, 2001)。その主席卵胞を機械的に除去することで、次席以下の小～中卵胞が閉鎖退行せずに正常性を保てるため、OPU前にDFAを行うことで回収卵子の正常性が向上すると推察される。

一方、DFAの実施はOPUと同じ手技で行うため、吸引機材一式および技術者の確保に苦慮することから、試験2では本処置をホルモン製剤 (PRID) の挿入に替えて比較検討した。PRIDは、プロゲステロンに加えて安息香酸エストラジオールカプセルも含有しており、優勢卵胞を退行閉鎖させる作用を有する。PRID挿入により従来のDFAと同様の卵胞推移と卵胞数が得られたため、卵胞発育の制御は本法でも可能と推察された。本プログラムを用いた場合、従来と大卵胞の消失時期が異なるため2日間プログラムが延長するものの、DFA実施と同等数の回収卵数および供試卵数が得られ、卵子の品質にも差を認めないことから、優勢卵胞の除去方法は、従来のDFAからPRID挿入に代替可能であると考えられた。

試験3では、OPU実施前の処置として最初に行う全卵胞吸引処置の省略について検討した。ドナーの卵巣には様々な発育段階の卵胞が存在し、その卵胞のばらつきがFSHに対する反応性として現れるため、採卵成績が安定しないと考えられる。これを受けて今井らは、卵胞のばらつきを解消するため卵巣に存在する全ての卵胞を吸引除去して新たな卵胞波を誘起し、発育してきた主席卵胞を機械的に除去 (DFA) する卵胞の発育同調法を開発した (今井ら, 2010)。従来は事前の卵胞発育調整プログラムの初日に全卵胞吸引を実施していたが、本処置はDFA同様、OPUと同一の機材と手技を要するため煩雑である。

一方で、最初に全卵胞吸引を行わずFSHによる卵胞刺激処置を実施したドナー牛において、高い胚盤胞発生率を得たとの報告 (大竹ら, 2009) もあることから、本試験区では初日の全卵胞吸引処置を省略し、その他の処置は試験1, 2の結果を受けて、PRID挿入およびFSH1回投与により実施した。無処置の対照区 (事前の卵胞発育調整を一切行わずOPUのみ実施) と比較すると、試験区において卵胞数および回収卵数が有意に増加していることからFSH投与の効果が認められ、卵胞発育も適切に調整されていると推察された。また、有意差は無いものの供試卵数においても増加傾向を認めため、分割胚および胚盤胞の実数が増加した。以上の結果から、現場で卵子の回収に取り組む際は、対照区のように無処置でOPUを行うよりも、試験区のような省力化した処置を導入することでOPU前に卵胞発育の調整を実施するのが効果的と考えられた。本簡易プログラムを用いてより多くの移植可能胚が得られたことから、全卵胞吸引処置を省略しても問題ないと推察され、現場において受精卵移植実施の機会を増やすことが期待される。

一方、本試験の培養成績について、分割率ならびにその後の胚盤胞発生率が依然として低いことが課題であり、今後も引き続き改善に向けた取り組みが必要である。近年、リアルタイム細胞観察装置を活用することで、第1卵割の時間や形態、胚盤胞の酸素消費量等を指標にしたIVF胚の客観的評価指標が報告されており (Somfaiら, 2010, Sugimuraら, 2012)、現場においても胚の選別に活用されている (金田, 2016)。選別胚を移植することで70%を超える高い受胎率も得られており、今後、非常に有用と考えられる。

以上、試験1, 2, 3の結果より、初日の全卵胞吸引処置を省略しDFAをPRID挿入に代替すれば、事前にOPU機材や技術者を要する処置が無くなるため、OPU実施前の全ての処置について、畜主自らで行うことが可能となる。また、事前の吸引処置が無くFSHの注射

も1回のためドナー牛への侵襲は著しく軽減され、畜種・ドナー・技術者それぞれの負担も低減し、一連のOPU作業の煩雑さが解消される。本プログラムは、処理開始日が広範で事前の卵胞発育調整が簡易に行えるため、現場でのOPU普及に適しており、省力的な作業と効率的な胚生産を目指すうえで有効なプログラムであると推察された。

摘 要

経膈採卵 (OPU) は、牛生体の卵巣から短期間に繰り返し卵子を採取することができ、従来の体内受精胚採取を補完・代替する技術として注目されている。現場での普及を目的として、OPU実施前に行う煩雑な卵胞発育調整プログラムの簡易化について検討した。試験1としてFSHの投与方法(4回の減量投与または1回投与)を比較したが、卵胞総数・回収卵数とも差を認めなかった。試験2として、優勢卵胞の除去方法(吸引除去またはPRID挿入)を比較したが、大卵胞の消失時期を除いて各サイズの卵胞発育は同様に推移し、回収卵数も同等であった。試験3として、事前の全卵胞吸引処置を省略し、PRID挿入およびFSH1回投与のみで卵胞発育調整を試みたところ、無処置区と比較して卵胞総数・回収卵数が有意に増加し、より多くの胚盤胞が発育した。本プログラムは、事前の卵胞発育調整が簡易に行えるため現場でのOPU普及に適しており、省力的な作業と効率的な胚生産を目指すうえで有効なプログラムであると推察された。

引用文献

Baruselli PS, Sá Filho MF, Ferreira RM, Sales JN, Gimenes LU, Vieira LM, Mendanha MF and Bó GA. 2012. Manipulation of follicle development to ensure optimal oocyte quality and conception rates in cattle. *Reprod Domest Anim.* 47 Suppl 4:134-41.

Blondin P, Bousquet D, Twagiramungu H, Barnes F and Sirard MA. 2002. Manipulation of follicular development to produce developmentally competent bovine oocytes. *Biol. Reprod.* 66(1):38-43.

Chaubal SA, Molina JA, Ohlrichs CL, Ferre LB, Faber DC, Bols PE, Riesen JW, Tian X and Yang X. 2006.

Comparison of different transvaginal ovum pick-up protocols to optimise oocyte retrieval and embryo production over a 10-week period in cows. *Theriogenology.* 65(8):1631-48.

Galli C, Crotti G, Notari C, Turini P, Duchi R and Lazzari G. 2001. Embryo production by ovum pick up from live donors. *Theriogenology.* 55(6):1341-57.

Ginther OJ, Beg MA, Bergfelt DR, Donadeu FX and Kot K. 2001. Follicle selection in monovular species. *Biol Reprod.* 65(3):638-47.

Hiraizumi S, Nishinomiya H, Oikawa T, Sakagami N, Sano F, Nishino O, Kurahara T, Nishimoto N, Ishiyama O, Hasegawa Y, and Hashiyada Y. 2015. Superovulatory response in Japanese Black cows receiving a single subcutaneous porcine follicle-stimulating hormone treatment or six intramuscular treatments over three days. *Theriogenology.* 83(4):466-473.

今井敬・及川俊徳. 2016. OPU-IVFによる効率的な胚の生産. *臨床獣医.* 第34巻第9号:11-22.

今井敬・大竹正樹・相川芳雄・松田秀雄・山之内忠幸・稲葉泰志・的場理子・杉村智史・橋谷田豊. 2014. 卵胞波を調整した経膈採卵一体外受精による効率的な胚生産. *日本胚移植学雑誌.* 36(2):109-114.

今井敬・大竹正樹・杉村智史・稲葉泰志・タマス ソムファイ・平山宗幸・相川芳雄・吉岡一・橋谷田豊・小林修司・小西一之. 2010. 卵胞刺激処理およびOPU-IVFによるウシ胚生産. 平成21年度核移植・受精卵移植技術全国会議 要旨:41-44.

(独)家畜改良センター. 2009. 技術マニュアル19「ウシ生体卵子吸引・体外受精技術マニュアル」.

金田義之. 2016. OPU-IVF技術導入農場における胚生産・胚移植成績. *臨床獣医.* 第34巻第9号:23-27.

京野廣一・中條友紀子・熊谷志麻・佐々木幸子. 2005. 総説 採卵と胚移植. *J. Mamm. Ova. Res.* 22:198-205.

及川俊徳・阿部玲佳・板橋知子・沼邊孝. 2011. FSH投与量および投与開始時間の違いがOPU-IVF成績に与える影響. 第26回東日本胚移植技術研究会大会資料. 26巻:36-37.

大竹正樹・的場理子・稲葉泰志・相川芳雄・小林修司・

- 今井敬. 2009. 東日本家畜受精卵移植技術研究会報. 25:50-51.
- Pieterse MC, Kappen KA, Kruip TA and Taverne MA. 1988. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. *Theriogenology*, 30(4):751-62.
- Pieterse MC, Vos PL, Kruip TA, Willemsse AH and Taverne MA. 1991a. Characteristics of bovine estrous cycles during repeated transvaginal, ultrasound-guided puncturing of follicles for ovum pick-up. *Theriogenology*. 35(2):401-13.
- Pieterse MC, Vos PL, Kruip TA, Wurth YA, van Beneden TH, Willemsse AH and Taverne MA. 1991b. Transvaginal ultrasound guided follicular aspiration of bovine oocytes. *Theriogenology*. 35(4):857-62.
- 坂口慎一・井口光国・小林直彦・藤谷泰裕・三溝成樹・内海恭三. 1995. 超音波診断装置を利用した繁殖不適和牛からの連続経膣採卵. *日本胚移植学雑誌*. 17:94-101.
- Somfai T, Inaba Y, Aikawa Y, Ohtake M, Kobayashi S, Konishi K and Imai K. 2010. Relationship between the length of cell cycles, cleavage pattern and developmental competence in bovine embryos generated by in vitro fertilization or parthenogenesis. *J. Reprod. Dev.* 56(2):200-7.
- Sugimura S, Akai T, Hashiyada Y, Somfai T, Inaba Y, Hirayama M, Yamanouchi T, Matsuda H, Kobayashi S, Aikawa Y, Ohtake M, Kobayashi E, Konishi K and Imai K. 2012. Promising system for selecting healthy in vitro-fertilized embryos in cattle. *PLoS One*. 7(5):e36627.
- Y. Takahashi and N.L. First. 1992. In vitro development of bovine one-cell embryos: Influence of glucose, lactate, pyruvate, amino acids and vitamins. *Theriongenology*. 37(5):963-78.
- Vieira LM, Rodrigues CA, Castro Netto A, Guerreiro BM, Silveira CR, Moreira RJ, Sá Filho MF, Bó GA, Mapletoft RJ and Baruselli PS. 2014. Superstimulation prior to the ovum pick-up to improve in vitro embryo production in lactating and non-lactating Holstein cows. *Theriogenology*. 82(2):318-24.
- 山本伸治・白田聡美. 2010. 過剰排卵処理を組み入れた経膣採卵技術の検討. 第17回日本胚移植研究会大会 発表抄録.

堆肥化時の臭気抑制および発酵促進に効果的な副資材の検討

二川 雄一・秋友 一郎

Study of effective auxiliary material for promoting fermentation and suppression of odour during composting

Yuuichi FUTAGAWA, Ichirou AKITOMO

Abstract: In a composting test using the dung of pig, rice husk charcoal, rice bran, and sawdust were used as auxiliary materials. Waste glycerin was used for promoting the fermentation. Pig dung was tested for composting by adding these materials to investigate the effects on the fermentation conditions and reducing the odour. Rice bran did not reduce the odours and did not promote fermentation. Waste glycerin fermentation with added 5% by weight ratio did promote fermentation. The generation of ammonia was suppressed by adding rice husk charcoal. In the winter, fermentation of compost was promoted by adding waste glycerin and rice husk charcoal. Ammonia concentration of the odour was also lower.

Key Words: promoting the fermentation , reducing the odour , rice husk charcoal , waste glycerin

キーワード : 発酵促進、臭気抑制、モミガラくん炭、廃グリセリン

緒 言

畜産農家は家畜ふんの適切な処理を求められている。堆肥から発する臭気による苦情が周辺住民から寄せられることがあることから、畜産農家は堆肥化処理の過程で発生する臭気の低減対策を行うことが一層重要になっている。

オガクズは堆肥化副資材として利用しているが、近年の住宅需要の減少で木材消費が減少しつつあり、その価格は上昇し、入手が困難となりつつある。また、オガクズは臭気の吸着量が少なく、直ぐに吸着限界を超えることから、臭気物質が素通りし、脱臭効果は小さいとされている。そのため、オガクズに代わる資材の検討が求められている。

さらに、冬期の低温時に堆肥化処理で発酵熱が発生しにくいことが多いことから、冬期の堆肥化促進技術の開発も課題とされている (古谷ら, 2007)。

そこで、県内資源の有効活用を目的に、臭気の吸着性に優れた活性炭としてモミガラくん炭、発酵を促進し温度上昇が期待される脂質を多く含む生米ヌカにつ

いて、オガクズに代わる堆肥化副資材としての適性を調査した。

一方、廃食油からバイオディーゼル燃料 (以下BDF) を製造する過程で発生する副産物の廃グリセリンは活用されることなく廃棄物として焼却処理されている (成田ら, 2009 ; 土屋ら, 2013)。この廃グリセリンはアルコール類であり、堆肥原料へ添加物として利用した場合、発酵熱の上昇が期待される。また家畜ふん中の病原菌の殺菌や雑草種子の死滅については60℃ 2日以上が必要であり、廃グリセリンは牛ふんに添加すると効果があること (石崎ら, 2006) より、豚ふんでも同様の効果を示すか確認をする必要があるため、添加物としての特性を調査した。

材料および方法

1 試験研究期間、試験区分および材料

研究期間は2012年～2014年で、堆肥の原料は肥育豚ふんを用い、オガクズに代わる副資材を混合したものを試験区、オガクズを混合したものを対照区

として堆肥化副資材としての適性を調査した。

副資材はモミガラくん炭、生米ヌカ、廃グリセリンを用いた。廃グリセリンはBDFの製造の際に発生する副産物である。アルカリ金属、アルコール、有機脂肪酸及び水分を含む。廃グリセリンの純度が高いと高粘性となる一方、純度が低いと低粘性となる。製造工程で純度の調整ができる。堆肥原料へ、濃度は高いが混合しにくい高粘性と、濃度は低いのが混合しやすい低粘性の廃グリセリンの比較検討を行うため、高粘性と低粘性の廃グリセリンを用いた。廃グリセリンは、堆肥原料の重量比5%を添加した。堆肥原料の重量は、容積重から算出した。また、廃グリセリン区は、オガクズを副資材として廃グリセリンを添加した。

2 試験構成

第1表のように計画した。

3 調査項目

堆肥の温度、臭気強度、アンモニア濃度および発芽率の調査を行った。

堆積温度はデータロガー付の温度計を用い表面から20cm深を測定した。

臭気強度は、2週間に1回、6段階臭気強度表示法により調べた。試験Ⅰのみ4週間に1回調査した。

なお、試験Ⅴでは臭気の抑制効果及び試験の終了時の堆肥の生育阻害物質の有無を確認するため、堆肥化期間中のアンモニア濃度、発芽試験を実施した。

アンモニア濃度はガス検知管を用いて、堆積物表面を2週間に1回測定した。

発芽試験は、シャーレ(90×15mm)に発芽試験用ろ紙を敷き、コマツナ種子50粒を播種した。堆肥現物5gをポリ瓶に入れ、純水を50mL加えて30分間振とうした後ろ過し、ろ液をシャーレに10mL添加した。対照区として、純水を10mL添加したものを同様に準備した。30℃のインキュベータ内にシャーレを設置し、3日後、発芽した種子数を調査した。

対照区を100として各区の発芽指数を求めた。

4 試験設計

1) 試験Ⅰ

豚ふんと各種副資材を混合して容積重が0.6kg/Lとなるよう調整した。40Lの堆肥原料を作成し、40L容のポリバケツに入れて堆肥化した。なお、堆肥の切り返しは、1週間に1回の間隔で実施した。

2) 試験Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ

豚ふんと各種副資材をスキッドステアローダー(バケツ容量0.17m³)を用いて混合し、容積重が0.6kg/Lとなるよう調整した。

堆積量は、試験Ⅱは0.68m³、試験Ⅲ、Ⅳ、Ⅴは1.02m³とした。なお、堆肥の切り返しは、試験Ⅱは、2週間に1回の間隔で、試験Ⅲ、Ⅳ、Ⅴは、1週間に1回の間隔で実施した。

結果

1 試験Ⅰ

モミガラくん炭と生米ヌカおよび高粘性の廃グリセリン混合による堆肥化処理の検討

第1表 試験構成

	試験Ⅰ	試験Ⅱ	試験Ⅲ	試験Ⅳ	試験Ⅴ
	各種副資材の 検討	高粘性廃グリセ リンの検討	低粘性廃グリセ リンの検討	冬期の堆肥発酵 の検討	アンモニアガス濃度 と発芽指数の検討
副資材の種類	6～9月	5～8月	10～12月	1～3月	6～8月
オガクズ(対照区)	○	○	○	○	○
モミガラくん炭 (モミガラくん炭区)	○	○	○	○	○
生米ヌカ (生米ヌカ区)	○				
モミガラくん炭 +廃グリセリン (モミガラくん炭 +廃グリセリン区)			○**	○**	○**
オガクズ +廃グリセリン (廃グリセリン区)	○*	○*	○**	○**	○**

*：試験Ⅰ及びⅡでは、高粘度の廃グリセリンを用いた

**：試験Ⅲ以降は、低粘度の廃グリセリンを用いた

1) 堆積温度

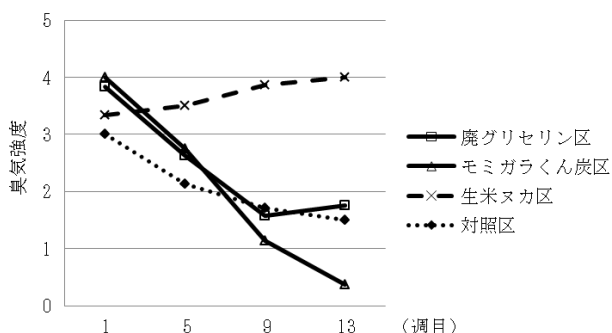
モミガラくん炭と生米ヌカおよび高粘性の廃グリセリン混合による堆肥化処理を2012年6月19日から9月11日に行った。その間の最高堆積温度と60℃到達日数、60℃保持日数を第2表に示した。

廃グリセリン区とモミガラくん炭区と対照区の堆積温度は60℃以上に達した。その一方、生米ヌカ区は36℃程度に留まる結果となった。

2) 臭気強度

高粘性の廃グリセリンとモミガラくん炭および生米ヌカ混合による堆肥化処理を行った時の臭気強度の変化を第1図に示した。

生米ヌカ区は臭気強度の低下は認められなかったが、その他のいずれの区も処理日数の経過に従い、臭気強度は低下した。特にモミガラくん炭区の低下が大きくなった。



第1図 臭気強度の経時的変化 (試験Ⅰ)

臭気強度	臭気感覚の強さ
5	強烈なおい
4	強いにおい
3	楽に感知できるにおい
2	何かのにおいであるか分かる弱いにおい (認知閾値濃度)
1	やっと感知できるにおい (検知閾値濃度)
0	無臭

2 試験Ⅱ

高粘性の廃グリセリン混合による堆肥化処理の検討

1) 堆積温度

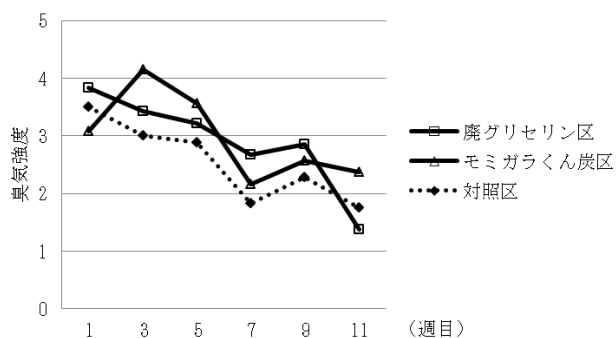
高粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を2013年5月20日から8月5日に行った。その間の最高堆積温度と60℃到達日数、60℃保持日数を第3表に示した。

いずれの区も堆積温度は60℃以上に達した。

2) 臭気強度

高粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を行った時の臭気強度の変化を第2図に示した。

いずれの区も処理日数の経過に従い、臭気強度は低下した。



第2図 臭気強度の経時的変化 (試験Ⅱ)

3 試験Ⅲ

低粘性の廃グリセリン混合による堆肥化処理の検討

1) 堆積温度

低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を2013年10月2日から12月16日に行った。その間の最高堆積温度と60℃到達日数、60℃

第2表 最高堆積温度と60℃到達・保持日数の比較 (試験Ⅰ)

	モミガラくん炭区	生米ヌカ区	廃グリセリン区	対照区
最高堆積温度 (℃)	64.5	35.5	65.6	62.3
60℃到達日数 (日)	12	-	18	9
60℃保持日数 (日)	12	-	13	5

第3表 最高堆積温度と60℃到達・保持日数の比較 (試験Ⅱ)

	廃グリセリン区	モミガラくん炭区	対照区
最高堆積温度 (℃)	63.8	64	62.8
60℃到達日数 (日)	30	24	27
60℃保持日数 (日)	8	11	8

第4表 最高堆積温度と60℃到達・保持日数の比較（試験Ⅲ）

	廃グリセリン区	モミガラくん炭区	モミガラくん炭 +廃グリセリン区	対照区
最高堆積温度（℃）	70.4	69.4	69.6	68.1
60℃到達日数（日）	23	23	24	23
60℃保持日数（日）	24	16	20	16

保持日数を第4表に示した。

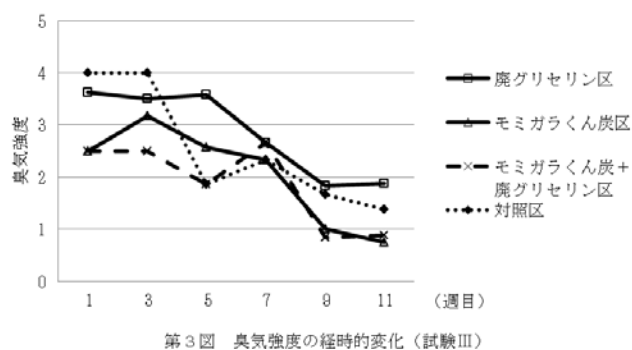
いずれの区も堆積温度は60℃以上に達した。

特に、低粘性の廃グリセリンを添加した廃グリセリン区の最高温度が最も高く、60℃保持日数も最も長かった。

2) 臭気強度の推移

低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を行った時の臭気強度の変化を第3図に示した。

いずれの区も処理日数の経過に従い、臭気強度は低下した。



4 試験Ⅳ

寒冷のため発酵温度が上昇しにくい冬期における堆肥化処理の検討

1) 堆積温度

冬期における低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を2014年1月22日から3月20日に行った。その間の最高堆積温度と60℃

到達日数、60℃保持日数を第5表に示した。

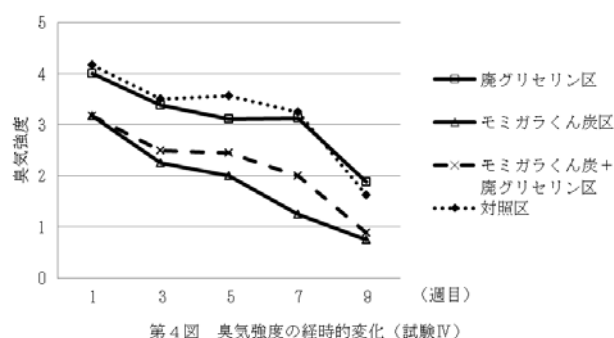
もみがらくん炭区を除くいずれの区も堆積温度は60℃以上に達した。

最高堆積温度は廃グリセリン区が最も高く、70℃に達した。その一方でモミガラくん炭区はこれまでの試験の結果と異なり60℃に達することはなかった。しかし、モミガラくん炭に廃グリセリンを添加した区では、68℃まで堆積温度が上昇した。

2) 臭気強度の推移

冬期に低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を行った時の臭気強度の変化を第4図に示した。

いずれの区も処理日数の経過に従い、臭気強度は低下した。



5 試験Ⅴ

ガス検知管を用いた堆肥臭気の測定と堆肥の発芽試験の検討

第5表 最高堆積温度と60℃到達・保持日数の比較（試験Ⅳ）

	廃グリセリン区	モミガラくん炭区	モミガラくん炭 +廃グリセリン区	対照区
最高堆積温度（℃）	70.1	57.7	68.1	64
60℃到達日数（日）	16	-	24	26
60℃保持日数（日）	18	-	7	5

第6表 最高堆積温度と60℃到達・保持日数の比較（試験Ⅴ）

	廃グリセリン区	モミガラくん炭区	モミガラくん炭 +廃グリセリン区	対照区
最高堆積温度（℃）	72.3	70.5	71.3	72.7
60℃到達日数（日）	13	13	17	11
60℃保持日数（日）	35	41	34	49

1) 堆積温度

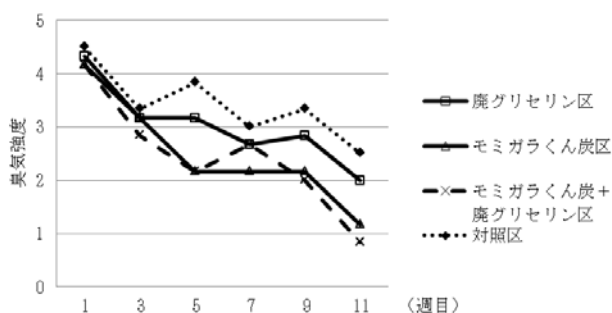
低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を2014年6月5日から8月18日に行った。その間の最高堆積温度と60℃到達日数、60℃保持日数を第6表に示した。

いずれの区も堆積温度は60℃以上に達した。

2) 臭気強度の推移

低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理を行った時の臭気強度の変化を第5図に示した。

いずれの区も処理日数の経過に従い、臭気強度は低下した。

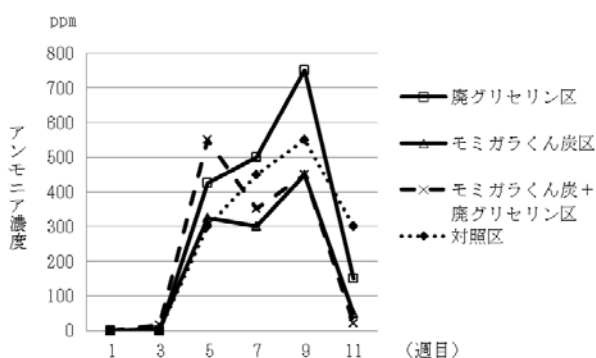


第5図 臭気強度の経時的変化 (試験V)

3) アンモニア濃度の推移

低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理の期間中のアンモニア濃度を第6図に示した。

アンモニアは、各区で5週目から発生し、調査時の最大濃度は750ppmであった。



第6図 アンモニア濃度の推移 (試験V)

4) 発芽試験

低粘性の廃グリセリンおよびモミガラくん炭混合による堆肥化処理が終了した11週目に、各区の堆肥を用いて発芽試験を行った。その結果を第7表に示した。いずれの区も発芽指数は95%以上となり、発芽抑制は見られなかった。

第7表 発芽試験

調査区	発芽数	発芽指数 (%)
廃グリセリン区	46	100
モミガラくん炭区	44	95.7
モミガラくん炭+廃グリセリン区	45	97.8
対照区	46	—

発芽指数：試験区発芽数÷対照区発芽数×100

考 察

今回の試験から豚ふんで調整した堆肥原料に廃グリセリンを重量比で5%添加した時、堆積温度60℃以上を保つ発酵熱の発生が確認された。

試験Iにおいて生米ヌカ区は、堆積温度60℃以上に達することはなかった。生米ヌカの水分含有率は12%程度と低く、18%程度の粗脂肪を含んでおり、堆肥原料の水分調整資材として利用可能と考えられ、また、生米ヌカに含まれる脂肪のエネルギーによる発熱促進効果が期待されたことから、堆肥発酵促進に有効と考え、調査を実施した。しかし生米ヌカ区は堆積温度60℃に達することはなく、臭気強度も低下しなかったことから、堆肥発酵促進効果はなく、堆肥化副資材として適さないと考えられた。

試験IIにおいて廃グリセリン区は最高堆積温度、60℃到達日数、60℃保持日数は対照区と同等であった。廃グリセリンは粘度がやや高い液体でふん尿に多量に添加すると通気性を低下させて好気性発酵である堆肥化を阻害することが予測される(石崎ら, 2006)。試験Iでは、40Lの堆肥原料であったため、高粘性の廃グリセリンを添加した時、温度上昇の点で優れていたが、試験IIの堆肥原料の堆積規模では粘性が高いため、均一に混合されなかったことが考えられる。

試験IIIとIVで廃グリセリン区の最高堆積温度が最も高く、60℃保持日数も最も長かったため、低粘性の廃グリセリンを添加した廃グリセリン区の温度上昇効果は改善された。大きな堆積規模の堆肥原料へは低粘性の廃グリセリンを添加することを推奨することができると考えられた。

副資材にモミガラくん炭を使用することにより、臭気抑制効果が認められた。試験Vのアンモニア発生量の調査の結果でも、モミガラくん炭を用いた試験区はアンモニア発生量の抑制が認められた。モミガラくん炭は多孔質で保水力に富む資材であり、土壌改良資材

として古くから利用されている。畜舎臭気吸着資材としてモミガラくん炭は有効であることが示唆された事例がある(庄野ら, 2013)。本試験の堆肥化過程においてもモミガラくん炭は、臭気吸着による臭気抑制効果があることが、臭気強度の結果及びアンモニア発生量の結果より示された。

モミガラくん炭は、冬期では堆積温度 60°C を超す結果が得られなかった。しかし、低粘性の廃グリセリンを添加することによって、十分な発酵熱が得られるとともに臭気が減少したことから、良好な堆肥化発酵処理ができると考えられた。

試験 V で発芽指数はいずれの区も 95% 以上と良好であり、廃グリセリンは堆肥原料への添加物として、また、モミガラくん炭は堆肥化副資材として利用しても問題はないと考えられた。

摘 要

堆肥化副資材として、モミガラくん炭、生米ヌカおよびオガクズを用い、廃グリセリンを添加して、堆肥化した時の発酵促進効果および臭気低減効果を調査した。そして効果的な副資材等の利用技術を検討した。

- 1 生米ヌカは発酵促進効果と臭気低減効果のいずれも認められず、堆肥化副資材に適さない。
- 2 堆肥原料に廃グリセリンを重量比で 5% 添加すると、発酵が促進される。
- 3 副資材にモミガラくん炭を使用することにより、アンモニア発生量が抑制される。
- 4 発芽試験の結果、発芽指数が 95% 以上であり、堆肥原料に廃グリセリンを添加及びモミガラくん炭を堆肥化副資材として用いても発芽に影響はない。
- 5 冬期において、堆肥化副資材にモミガラくん炭を用い、かつ廃グリセリンを添加することにより、堆肥発酵と臭気低減がともに促進される。

引用文献

- 古谷修・伊澤敏彦・本多勝男・長峰孝文. 2007. 家畜ふん堆肥の基礎から販売まで. p. 60-61, p. 98-99. アニマルメディア社. 東京.
- 石崎重信・岡崎好子. 2006. バイオディーゼル燃料製造時の副生成物(粗製グリセリン)の添加が牛糞の堆肥化に及ぼす影響. 千葉県畜産総合研究センター研究報告. 第 6 号: 45-54.

成田勇・福永公寿. 2009. BDF 製造副生成物である粗グリセリンがウッドチップ堆肥化に与える効果について. 山口大学工学部研究報告. Vol 60:No. 1. (1)1.

庄野俊一・三浦泰忠. 2013. 低コスト畜舎臭気低減技術の開発. 鳥取県中小家畜試験場平成 25 年度試験研究の概要.

土屋いづみ・悦永秀雄・堂岸宏・坂本卓馬. 2013. バイオディーゼル燃料製造副産物を利用した牛ふん堆肥化時の水分調整資材削減技術. 石川県農林総合研究センター畜産試験場研究報告. 第 44 号: 12-18.

無角和種における放牧を取り入れた牛肉生産技術

古澤 剛・鈴木 真士・森 祐介・岡崎 亮

The beef production technology that incorporates grazing in Japanese Polled cattle

Takeshi FURUSAWA, Sinji SUZUNAGA, Yuusuke MORI and Akira OKAZAKI

Abstract: A study was conducted in order to enhance the value of the beef that is produced from Japanese Polled cattle. We weaned the calf after grazing with the mother cow for six months. After that, the calves were fattened by grazing and 5kg compound feed. The calves were fattened up during 25 to 30 months of age while grazing. As a result, the fattening cattle offered higher feed conversion ratio and the beef had a high vitamin content. In addition, we cooked a dish by using these beef and provided it to college students, and according to the results of a questionnaire survey, obtained a higher quality evaluation of the beef.

Key Words : fattening cattle, grazing, Japanese Polled cattle

キーワード : 肥育牛、放牧、無角和種

緒 言

肉用牛の一貫経営は素牛生産から肥育まで行うことから、素牛価格に左右されることなく安定した収益が確保できる。一方、飼料価格の高騰に対してコスト低減を図る手法として地域の土地資源(草地)を活用し、資源循環型の畜産を目指した放牧畜産基準認証制度が創設されている。

そこで、粗飼料の利用効率が高いアバディーンアンガス種を交配し改良された山口県固有の「無角和種」

(以下「」を省略)を用いてこの認証制度に準じた生産方式を実践し、生産コストの低減を図った。さらに、一般的な濃厚飼料多給型の肥育方式との発育や肉質の違いを明らかにし、高付加価値化の要因を模索した。

材料および方法

1 試験期間および供試牛

試験期間は2011年から2015年で、試験区(放牧肥育)は無角和種雌2頭、無角和種去勢2頭を、対照区(舎

第1表 供試牛の概要

品種	区分	No.	性別	1代祖	2代祖	産次	生年月日	生時体重	体高
無角和種	放牧肥育 (試験区)	1	雌	紫影谷	高豊	3	H23.04.14	32.3kg	66.0cm
		2	雌	嘉佐々光	生歌	3	H23.05.11	33.5kg	67.0cm
	舎飼肥育 (対照区)	3	雄	紫影谷	高豊	5	H24.04.23	39.2kg	70.0cm
		4	雄	紫影谷	高豊	6	H24.06.19	34.0kg	68.5cm
	5	雌	紫影谷	嘉佐々光	7	H23.08.19	41.0kg	70.0cm	
	6	雄	紫影谷	高豊	4	H23.09.27	37.0kg	72.0cm	

飼肥育)は無角和種雌、去勢をそれぞれ1頭ずつ供試した。なお、血統、出生時の情報を第1表に示した。

2 試験方法

1) 試験区(放牧肥育)の飼養管理

分娩直後から親子放牧を行い、4から5か月齢で離乳、5か月齢で観血去勢(雄)、5か月齢の終わりまで放牧育成し、それ以降は約55aの野草主体の放牧地に2頭で放牧肥育を行った。その後、24か月齢以上で概ね増体停滞を起こした時点を出荷とした(第1図)。

給与飼料として6か月齢の終わりまでは、月齢に応じて市販の人工乳(可消化養分総量(以下TDN):75%、可消化蛋白(以下CP):20%)と育成用飼料(TDN:70%、CP:15%)を、200g~3kg/頭・日の制限給与、粗飼料は3か月齢の終わりまでえん麦乾草とアルファルファ乾草を2:1の割合で100g~1kg/頭・日の制限給与、4か月齢から5か月齢の終わりまでは、場内で調製した乾草(主にイタリアンライグラスで以下場内乾草)を1kg/頭・日を制限給与した。7か月齢以降は、給与飼料として市販の肥育用配合飼料の前期用(TDN:70%、CP:14.5%)を16か月齢の終わりまで5kg/頭・日の定量給与をし、以降は、後期用(TDN:72%、CP:12%)を出荷までの全期間5kg/頭・日の定量給与とした。また、冬季のみ粗飼料不足を補うため、場内乾草を飽食とした。なお、以上の給餌は9時と16時の2回で半量ずつを給与した。

2) 対照区(舎飼肥育)の飼養管理

6か月齢の終わりまでは試験区と同様に親子放牧、離乳、去勢(雄)、放牧育成を行い、それ以降は舎飼肥育を行った(第1図)。舎飼肥育は、単房でウォーターカップによる自由飲水の飼養形態で行い、放牧肥育と同じ市販肥育用配合飼料の前期用と後期用を16か月齢の終わりで切り替え、肥育ステージに応じて5から9kg/頭・日の定量給与とした。粗飼料においても肥育ステージに応じて場内乾草を1から4kg/頭・

日の定量給与とした。なお、以上の給餌は放牧肥育と同様に9時と16時の2回で半量ずつを給与した。

3) 調査項目と方法

(1) 発育

発育における調査項目は、両区とも体重、体高とし、1か月間隔で午前11時に測定した。

(2) 飼料摂取量

肥育期間中における両区の雌で毎日の残飼量を測定し、給与飼料の摂取量を求めた。また、参考として週に1日、放牧肥育牛をパドックに閉じ込め、放牧地の刈り取った野草を飽食とし、放牧地からの推定採食量を求めた。なお、TDN摂取量は、市販配合飼料は製品に表示されているTDN率から算出し、粗飼料は日本標準飼料成分2009年度版に準じ一般成分を分析し、TDNを算出した。

(3) 肉質調査

調査項目は、水分含有率、粗脂肪含有率、剪断力価、加熱損失、肉色、脂肪色、レチノール含量、βカロテン含量およびαトコフェロール含量とし、試験牛全頭で調査した。水分、粗脂肪は、と殺後-20℃で冷凍保存した半膜様筋を検査材料とし、レチノール、βカロテンおよびαトコフェロール含量は、同様に凍結した半膜様筋、胸最長筋および筋間脂肪を解凍せずミンチ状に細切混和して分析に供した。水分含量は135℃3時間乾燥、粗脂肪含量はエーテル抽出法を用いた。レチノール、βカロテンおよびαトコフェロール含量は、ピロガロール存在下のアルカリ性でケン化、抽出、除去後、イソプロピルアルコールに溶解して抽出液とし、これら3成分を高速液体クロマトグラフィー(本体:島津製作所LC-10、カラム:信和化工社製ODS II)で測定した。剪断力価、加熱損失、肉色および脂肪色はと殺後7~10日間冷蔵保存した半膜様筋を検査材料とし、剪断力価、加熱損失は牛肉の理化学分析マニュアルに準じて測定し、肉および脂肪色(加熱抽出し固化後)は、色差計(日本電色)によりL*値、a*値、b*値を測定した。



第1図 試験区分

(4) 収益性

無角和種肥育牛が主に生体取引されていることを考慮して、この生体取引額のkg単価を調査し、放牧肥育牛および舎飼肥育牛の体重に乗じた推定売上額から肥育の直接経費（飼料代）を差し引いて粗収益を算出し、両区の比較を行った。

(5) 試食によるアンケート

本試験で生産された放牧肥育雌牛の牛肉を山口県立大学学生食堂に食材として提供した。食材はカルビー丼、瓦そばの具材の味付け牛肉として調理され、この2品を注文した学生並びに大学職員に食感、脂肪の質、風味および味の4項目について5段階評価（1：良い、2：まあ良い、3：普通、4：やや悪い、5：悪い）のアンケート調査を実施した。

結果および考察

1 発育

1) 親子放牧による子牛の発育

親子放牧における6か月齢時の発育は、雌3頭の体重 179.0 ± 16.4 kg（平均±標準偏差で以下略）、体高 98.8 ± 1.3 cm、雄3頭の体重 192.6 ± 13.6 kg、体高 101.2 ± 1.6 cmと概ね無角和種における親子放牧の標準的な発育を示した（第2図、第3図）。親子放牧の子牛は、

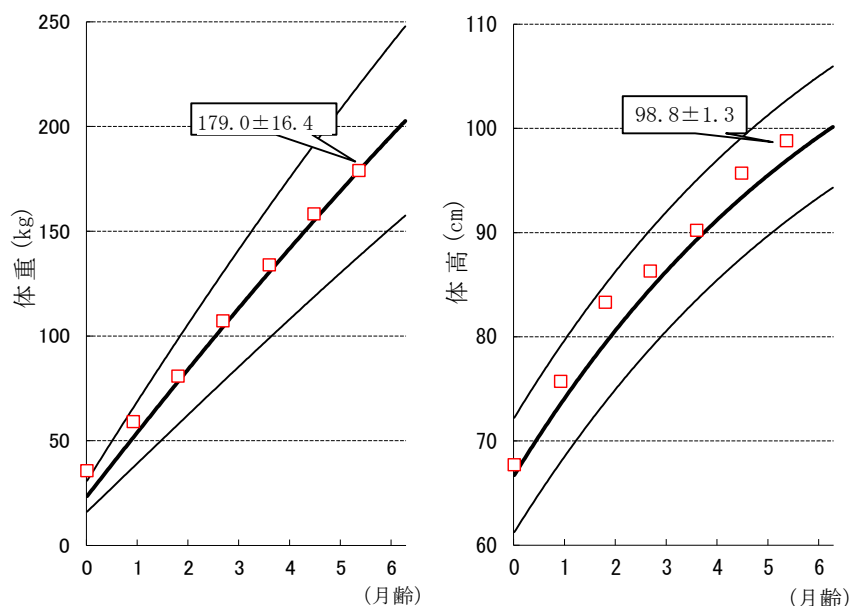
放牧地を親について移動するため、一般的な舎内での親子飼育よりエネルギーが多く必要となる。今回、標準的な発育をした要因は、舎飼での親子飼育と飼料を同等程度に給与したため、移動の運動エネルギー分を放牧地から摂取したためと考えられた。

2) 肥育牛の発育

雌の放牧肥育体重は、終了時570kg、572kgで1日増体量（以下DG）はそれぞれ0.63、0.61kg/日となった。対照区の雌の舎飼肥育体重は、終了時644kgでDGが0.72kg/日となり、舎飼肥育の増体が良い傾向となった（第4図、表2）。

去勢の放牧肥育体重は、終了時678kg、570kgでDGはそれぞれ0.65kg/日、0.58kg/日となり、体重の増加は9か月齢頃から個体差が大きく異なった。対照区の去勢の舎飼体重は、終了時608kgでDGが0.69kg/日となり、雌と同様に舎飼肥育の方が増体が良い傾向となった（図5、表2）。

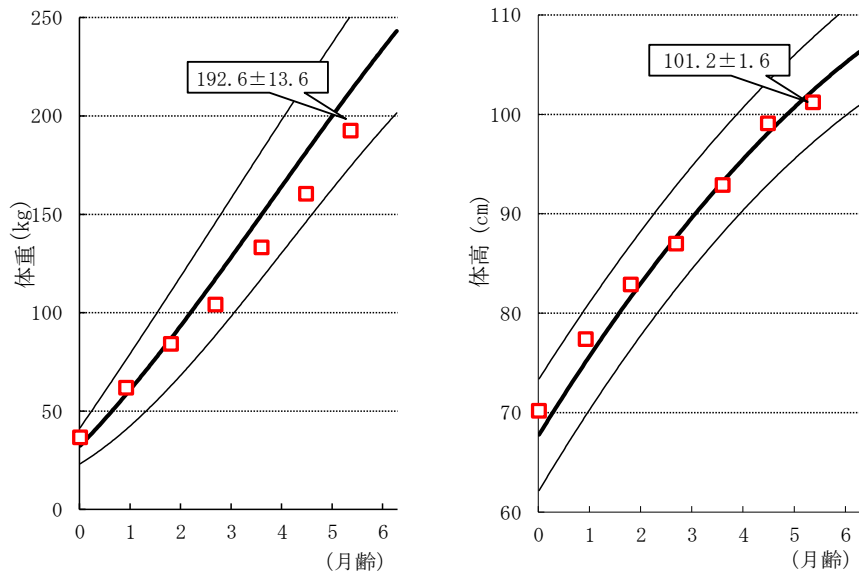
また、農家一般出荷牛の事例として（社）無角和種振興公社で飼育されている無角和種肥育牛の平均出荷月齢、出荷体重を第2表に示した。雌、去勢とも20.7か月齢出荷であり、それぞれ540.6kg、571.5kgであった。この体重に放牧肥育で達する月齢を第2表に示したが、今回の肥育手法で概ね4か月の延長肥育をすれば同体重に達することが推察された。



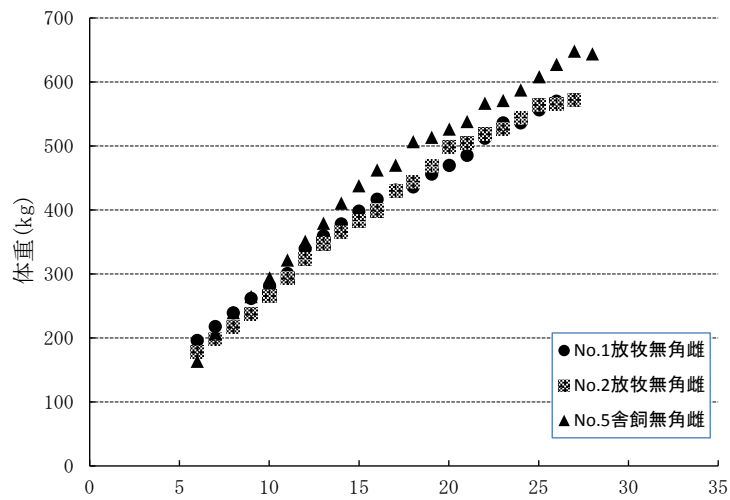
第2図 無角和種親子放牧雌子牛発育 (n=3)

注) グラフ内実線は標準発育曲線の上限、標準、下限

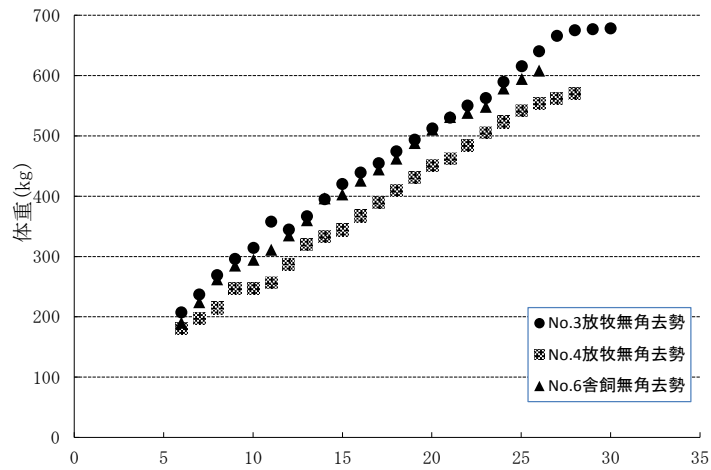
無角和種における放牧を取り入れた牛肉生産技術



第3図 無角和種親子放牧雄子牛発育 (n=3)
注) グラフ内実線は標準発育曲線の上限、標準、下限



第4図 無角和種雌肥育牛の体重推移



第5図 無角和種去勢肥育牛の体重推移

第2表 無角和種肥育牛の体重・体高・DG

		単位：カ月、kg、cm、kg/日								
	No.	性別	開始 月齢	開始 体重	開始 体高	終了 月齢	終了 体重	終了 体高	期間 DG	農家一般出荷 と同期体重月齢
放牧肥育 (試験区)	1	雌	6.0	196.0	100.0	25.7	570.0	129.0	0.63	24.2
	2	雌	6.0	177.6	99.0	27.2	572.0	131.0	0.61	23.8
	3	去勢	6.0	207.3	103.0	29.8	678.0	137.0	0.65	23.2
	4	去勢	6.0	180.6	100.6	27.9	570.0	134.0	0.58	27.9
舎飼肥育 (対照区)	5	雌	6.0	163.4	98.0	27.8	644.0	131.0	0.72	21.1
	6	去勢	6.0	189.9	99.9	25.9	608.0	128.0	0.69	23.8
農家一般出荷 (H26年平均 参考)		雌 (n=16頭)				20.7	540.6			
		去勢 (n=19頭)				20.7	571.5			

2 飼料摂取量

試験区の雌放牧肥育牛の給与した飼料摂取量からのTDN推定摂取量を求めた結果、2,858.1kg、3,014.4kgで、放牧地の野草からのTDN推定摂取量は、1,194.4kg、1,418.6kgであり、TDN総摂取量は4,052.5kg、4,433.0kgであった。

一方、対照区の雌舎飼肥育牛ではTDN総摂取量が3,720.3kgとなった。これを基にTDN要求率を算出したところ放牧肥育牛はそれぞれ10.84kg、11.24kgとなり、舎飼肥育の7.74kgと比べると約1.5倍の飼料要求率となった(第3表)。給与飼料のみでTDN要求率求めたところ、放牧肥育の2頭で7.64kg、7.64kg、舎飼肥育で7.74kgとなり、ほぼ同等となった。つまり、見かけ上は、運動(放牧)に必要なエネルギーは、放牧地の野草から摂取しているエネルギーに等しかった。

また、今回の放牧肥育の給与形態は、肥育期間中の全期間で5kg/日の濃厚飼料の定量給与および冬季は場内乾草飽食で行った結果、給与飼料全体の粗飼料乾物割合が30%を上回った。放牧肥育生産基準によると、放牧を取り入れて肥育を行うのと併せて給与飼料の乾物粗飼料割合が30%以上と明記されており、今回の飼養方法で放牧畜産基準の認証の可能性も示唆された。しかし、今回の試験では放牧肥育の増体スピードが遅いという課題が残された。北によると褐毛和種の放牧肥育で3~6kg/頭・日の濃厚飼料給与により慣行肥

育と増体差を比べたところ、優位に慣行肥育が良かった(北, 2012)との報告があり、今回の成績と同様であった。増体をさらに上げ、放牧肥育生産基準を順守するには、栄養価の高い牧草地への放牧、もしくは高栄養の粗飼料給与が必要であると考えられた。

3 肉質調査

半膜様筋の粗脂肪含量は雌の放牧肥育で4.9%、4.7%、舎飼肥育で7.6%、去勢の放牧肥育で2.8%、6.6%、舎飼肥育で9.3%と放牧肥育が低くなる傾向があった。また、黒毛和種の同部位の粗脂肪含量は日本食品標準成分表によると15.5%程度となっており、このことから無角和種は霜降り等の肉質を追及するものではなく、赤身牛肉生産を目的に放牧を取り入れる有利性があると考えられる。

放牧肥育の脂肪は雌および去勢ともb*値が舎飼肥育に比べ大きく、黄色味が強い傾向にあった。これは、放牧地の野草由来のβカロテンが影響していると考えられた(第4表)。

ビタミン類の分析結果からレチノール、βカロテン、αトコフェロールの含有量は、放牧肥育において胸最長筋、半膜様筋、筋間脂肪の3部位で高い傾向にあった。これらは脂溶性ビタミンであることから脂肪含有が高い部位で高値の傾向にあった。

第3表 無角和種雌肥育牛飼料摂取量・TDN要求率

		単位：kg、%								
項 目	No.	性別	給与摂取飼料				放牧(推定)		TDN 総摂取量	TDN 要求率
			濃厚飼料	粗飼料	推定 TDN	粗飼料 割合(乾物)	粗飼料	TDN		
放牧肥育 (試験区)	1	雌	2985.0	1388.0	2858.1	32	5972.0	1194.4	4052.5	10.84 (7.64)
	2	雌	3225.0	1352.0	3014.4	30	7093.0	1418.6	4433.0	11.24 (7.64)
舎飼肥育 (対照区)	5	雌	4126.5	1458.0	3720.3	26	0.0	0.0	3720.3	7.74

注) TDN要求率：1kg増体に要したTDN摂取量(kg)を示した値
()内は給与摂取飼料だけでTDN要求率を算出した値

第4表 無角和種肥育牛の水分・粗脂肪含有率および肉質特性

区分	No.	性別	水分	粗脂肪	剪断力価	加熱損失	肉色調発色後			脂肪色
			(%)	(%)	kg/cm ²	(%)	L*	a*	b*	b*
			半膜様筋			半膜様筋			筋間脂肪	
放牧肥育 (試験区)	1	雌	71.7	4.9	5.6	24.4	27.9	21.5	11.0	4.1
	2	雌	72.0	4.7	4.6	25.1	30.5	20.8	10.8	14.3
	3	去勢	73.4	2.8	4.0	31.8	36.4	29.4	16.3	11.4
	4	去勢	71.0	6.6	2.6	26.6	31.7	27.4	15.3	12.2
舎飼肥育 (対照区)	5	雌	70.1	7.6	5.7	32.0	33.3	23.3	13.9	1.9
	6	去勢	69.2	9.3	4.5	29.4	32.5	23.4	12.2	1.6

第5表 無角和種肥育牛の牛肉中ビタミン含量

単位：μg/100g

区分	No.	性別	レチノール			βカロテン			αトコフェロール		
			胸最長筋	半膜様筋	筋間脂肪	胸最長筋	半膜様筋	筋間脂肪	胸最長筋	半膜様筋	筋間脂肪
放牧肥育 (試験区)	1	雌	6	5	57	21	33	45	355	467	897
	2	雌	3	3	34	10	11	81	566	643	1236
	3	去勢	3	3	43	13	15	74	250	248	777
	4	去勢	4	6	35	13	18	80	264	285	839
舎飼肥育 (対照区)	5	雌	1	1	5	ND	ND	ND	163	159	471
	6	去勢	2	1	5	ND	ND	ND	148	180	546

注) NDは検出限界値以下

4 収益性

収益性について雌牛の肥育牛で試算を行った。放牧肥育の飼料費平均は243,288円、舎飼肥育の雌で平均は306,948円であり濃厚飼料の節減により、放牧肥育の方が約63,000円安くなった。販売価格は、体重に差があることからそれぞれ425,395円、479,780円となり、舎飼肥育の方が約54,000円高くなった。粗収益は、放牧肥育が舎飼肥育に比べ約9,000円の増益となった(第6表)。以上から地域資源である草資源を活用することや管理コストの低減等(敷料代がかからない、敷料交換の手間がない、牛舎償却がない)を加味すると無角和種における放牧肥育は、有利性があると考えられた。

第6表 無角和種の放牧肥育と舎飼肥育の収益の比較
単位：円

項目	放牧肥育	舎飼肥育
飼料費		
濃厚飼料	183,008	242,796
粗飼料	60,280	64,152
計	243,288	306,948
販売価格	425,395	479,780
収益	182,107	172,832

注) 出荷体重及び販売単価

放牧肥育：出荷体重571kg、販売単価745円/kg

舎飼肥育：出荷体重644kg、販売単価745円/kg

5 試食によるアンケート調査

4項目で5段階評価のアンケート調査を実施した結果を第7表に示した。全ての項目において「良い」、

「まあ良い」の評価が86~100%となり、評価は高かった。

第7表 無角和種の放牧肥育牛肉アンケート結果
単位：%

5段階評価の1, 2の割合 (n=21)			
食感	脂肪の質	風味	味
95	86	86	100

注) 回答者の内訳：女性16名、男性5名

注) アンケートの5段階評価の内容

1：良い, 2：まあ良い, 3：普通, 4：やや悪い, 5：悪い

摘要

無角和種から生産される牛肉の付加価値を高めるために放牧の試験を行った。親子放牧を行った後、6か月で離乳し、その後、5kg/頭・日の濃厚飼料で放牧肥育を25~30か月齢まで行った。その結果、放牧肥育牛の飼料要求率は高くなったが、ビタミン含量に富んだ牛肉であった。さらに、コスト削減による収益向上は少なかったがその牛肉を調理し、試食を行ったところ評価は高かった。

引用文献

- 北 伸祐. 2012. 周年放牧体系を利用した「あか牛」の肥育手法. p1-2. 研究成果. 熊本県. 社団法人畜産技術協会. 1999. 牛肉の品質評価のため

の理化学分析マニュアル (Ver. 1). 東京.

社団法人中央畜産会. 2008. 4. 11 放牧時の養分要求量
p 80-82. 日本飼養標準肉用牛. 独立行政法人農
業・食品産業技術総合研究機構. 東京.

社団法人中央畜産会. 2009. 独立行政法人農業技術研
究機構. 日本標準飼料成分表 (2009 年版). 東京.

社団法人日本草地畜産種子協会. 2012. 放牧畜産基準
認証制度について.

地域資源循環システムの再構築 -山口型放牧による伐採竹林の管理-

鈴木 真士・古澤 剛・森 祐介・渡邊 雅治

Management of logged bamboo forest by Yamaguchi type grazing

Shinji SUZUNAGA, Takeshi FURUSAWA, Yuusuke MORI, Masaharu WATANABE

Abstract: After grazing was applied to the bamboo forest felling site and bamboo grove, there was a suppression effect of bamboo forest overgrowth. In addition on the development work of playing bamboo after bamboo forest felling, by a substitute for development through human power with grazing cattle, reduction of maintenance costs can be expected. It should be noted that if you want to use the bamboo forest, when grazing capacity of the bamboo forest is low, then it should instead be carried out in the pasture, including ambient of abandoned farmland, it is possible to implement long-term grazing .

Key Words : bamboo forest , grazing

キーワード : 竹林、放牧

緒 言

本県では、効率的で持続的な経営が可能な集落営農法人の育成を行っており、その経営多角化の一つとして法人に対する山口型放牧の導入を進めている。しかし、経営の多角化や作付拡大を行う上で、作業競合の緩和、雇用の増加及び作業の省力化等が必須となっており、作目の選定や組合せが検討されている。

このような背景から、集落全体の資源に目を向け、畜産・森林資源の活用を含めた技術開発等とその経営評価を行い、経営モデルの構築が必要とされている。

そこで、本県で管理放棄された竹林の拡大を防ぐため実施されている「やまぐち森林づくり県民税」を活用した竹林の伐採跡地などに牛を放牧することによる、竹林の再生を抑制する効果を確認し、その牧養力について、調査を行った。

なお、本課題は、山口県農林総合技術センターの地

域資源循環システムの再構築プロジェクトの一環として取り組んだ。

材料および方法

1 試験研究期間、供試牛

本研究期間は、2013年度～2015年度、供試牛は黒毛和種繁殖雌牛の経産牛を用いた。

なお、飼養管理は試験地を電気牧柵で囲む放牧を行い、補助飼料は給与しなかった。

2 竹林を活用した放牧技術

1) 竹林 (完全) 伐採跡地における放牧

2013年5月31日～9月11日美祢市美東町内において(第1表、第2表)に示す植生状況の竹林等(7,300 m²、内訳竹林(完全)伐採跡地2,300 m²、耕作放棄地5,000 m²)に経産牛2頭を放牧し、竹林の再生状況を調査した。竹の個体数は5m×5mのプロット内を調

査して求めた。また、体重と放牧場の収量調査を用いて牧養力を推定した。

第1表 放牧地の植生調査

項目	単位：%、g/m ²	
	竹林伐採跡地	耕作放棄地
クズ		35
チガヤ		25
チマキザサ	15	15
セイタカアワダチソウ		10
ノイバラ		5
モウソウチク	35	
その他		10
裸地	60	
生草収量	880	1,870



第1図 伐採竹林放牧前(2013年5月31日)

第2表 放牧地の植物分析結果

項目	単位：%	
	竹林伐採跡地	耕作放棄地
水分	77.9	76.8
粗蛋白	3.1	2.2
粗脂肪	0.7	0.6
N F E	9.7	11.7
粗繊維	6.3	6.8
粗灰分	2.4	1.6
乾物	22.1	23.2



第2図 伐採竹林放牧後(2013年9月11日)

畜産技術部内の竹林において間引き伐採を行い、放牧による竹の繁茂抑制について調査を行った。

2) 竹の栄養成分

2015年5月山口県農林総合技術センター畜産技術部内の抜伐り(間伐)竹林において放牧牛が可食するタケノコ(高さ約50cm、約100cm、約150cm)及び竹の葉の栄養成分を分析した。

3) 再生竹伐採作業コストの推定

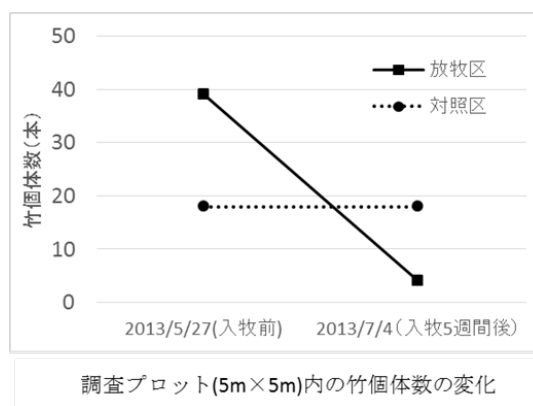
2013年7月に再生竹林整備に係る経費について、作業員による刈り払いと本試験で用いた放牧との試算を行い、経費削減の効果を検証した。

結果

1 竹林抑制調査

竹林完全伐採跡地での放牧は、大部分の再生竹は放牧牛に採食されるか倒伏が見られた(第1図、第2図)。また放牧の竹の繁茂抑制については、放牧を実施しない対象区では竹の個体数が維持されたが、試験区では放牧により竹の個体数が減少した(第3図)。

また畜産技術部内の間引き伐採した竹林において春と秋に放牧を実施したところ、春においては、放牧区で竹の個体数の減少が見られ、竹林の繁茂抑制効果を確認出来た。しかし、秋の放牧においては竹の個体



第3図 調査プロット(5m×5m)内の竹個体数の変化

数の変化はなく、その効果は確認出来なかった。

春の放牧において、タケノコの採食が頻繁に確認された(第4図)。



第4図 タケノコを食べる放牧牛(2014年4月18日)

また再生竹で構成される伐採竹林の牧養力は30.1CDとなり、10a当たり13.1CDとなった。

4 再生竹伐採作業コスト

完全伐採竹林へ再生竹の繁茂抑制を目的に放牧を行った。放牧に関する諸費用と再生林の完全伐採の費用とを試算した。今回放牧に飼養した面積73aのうち伐採竹林は23a、隣接する耕作放棄地は50aとした。放牧に用いた電気牧柵等の購入費は「山口型放牧を取り入れた繁殖経営のすすめ」を参考とした。また、電気牧柵の減価償却費は耐用年数7年として求めた。放牧牛は近隣の繁殖農家から借り受けることとし、放牧期間中の殺ダニ剤と放牧牛の輸送費を含め1頭当たり10,000円で借り受けるとした。

また、電気牧柵の設置のために耕作放棄地周囲の草刈りは竹林伐採の作業員の日給と同等とした。電気牧柵の設置時間は10a当たり1人役で4時間とし、放牧中の牛の監視は3日間隔、監視員は1人で1時間、その費用は1回1,000円とした。

放牧との経費を比較するため、再生竹林と放牧で用いた耕作放棄地も伐採を行うとして作業時間を求め伐採経費を算出した。

その結果、放牧に必要な経費は129,344円、伐採に必要な経費が218,995円となった(第5表)。

それらの経費の差額は89,651円となり、放牧利用が経費削減に効果があることが伺えた。

2 竹の栄養成分

牛が可食するタケノコの栄養成分を分析すると、水分含量が87.9~91.7%と高かった。

また、竹の葉は水分含量が49.2%と低くなった(第3表)。タケノコの乾物中の蛋白質含量は10.2~18.6%とバラツキが大きく、100cmが18.6%と最も高い値となった。

3 牧養力の推定

試験地の完全伐採竹林において、体重と植生調査結果を基に牧養力を算定すると183.2CD/10a(第4表)となった。今回の試験では、伐採竹林と耕作放棄地を放牧地として利用したことから、耕作放棄地の牧養力をその収量調査の結果から推定した。放牧牛が好むクズが主体であったことから、採食も良好で、その牧養力は153.1CDとなり、10a当たり30.6CDと推定した。

第3表 タケノコ等の飼料分析結果

	単位：%						
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	乾物率
タケノコ (約50cm)	87.9	1.8	0.3	5.6	3.6	0.7	12.1
	-	15.1	2.3	46.5	29.9	6.2	-
タケノコ (約100cm)	88.4	2.2	0.3	5.2	3.2	0.8	11.6
	-	18.6	2.4	44.5	27.3	7.2	-
タケノコ (約150cm)	91.7	0.8	0.1	3.8	2.5	1	8.3
	-	10.2	1.7	46.2	29.9	12	-
竹の葉	49.2	5.1	1.5	24.2	14.1	5.9	50.8
	-	10.0	3.0	47.6	27.8	11.6	-

注) 上段は現物中、下段は乾物中の%を表す。

第4表 竹林の牧養力の推定（伐採竹林）

項目	内容	条件
放牧日数①	103 日	放牧開始から終了まで
供試頭数②	2 頭	繁殖雌牛
平均体重	428 kg	放牧期間中の2頭の平均
TDN要求量③	3.78 kg/日	平均体重より推定
期間中の必要TDN(A)	778.68 kg	①×②×③
推定牧養力	183.2 CD	放牧地の牧養力(A/D)
耕作放棄地の面積	5,000 m ²	
生草収量	1.87 kg/m ²	1m ² 当たりの生草収量
生草のTDN割合	11.6 %	乾物率23.2%、TDN50%で計算
生草の利用率	60 %	
TDN供給量(B)	650.8 kg	耕作放棄地からのTDN供給量
耕作放棄地の推定牧養力	153.1 CD	5,000m ² の牧養力(B/D)
推定牧養力	30.6 CD	10a当たり牧養力
竹林のTDN供給量(C)	127.9 kg	(A-B)
竹林の推定牧養力	30.1 CD	2,300m ² の牧養力(C/D)
推定牧養力	13.1 CD	10a当たり牧養力
体重500kgの必要TDN量(D)	4.25 kg/日	1CD必要養分量

第5表 伐採竹林管理経費試算

項目	値	根 基
管理面積①	73 a	伐採竹林23a、耕作放棄地50a
電牧器等購入②	137,090 円	出展「山口型放牧を取り入れた繁殖経営のすすめ」
作業員日給（伐採）③	13,600 円	6時間作業料金、10a当たり13.235hr必要
電牧線設置所要時間④	4 hr	10a当たり(草刈り2人×1hr、施設設置2人×1hr)
放牧期間⑤	103 日	
放牧牛借り受け料金⑥	10,000 円	放牧時薬剤費、運搬料
放牧関係経費		
電牧器減価償却	19,584 円	耐用年数7年
放牧牛借り受け料金	20,000 円	⑥×2頭
電牧設置用の草刈り時間	10 hr	50aを対象(2hr×5)
電牧設置時間	14.6 hr	73aを対象(2hr×7.3)
電牧設置費用	55,760 円	(14.6÷6)×③
放牧牛監視費用	34,000 円	(⑤÷3)÷34×1,000円
経費合計	129,344 円	
作業員での伐採作業経費		
伐採面積	73 a	
作業効率⑦	13.235 hr	10a当たりの必要作業時間
必要作業時間⑧	96.6155 hr	⑦×①÷10
経費合計	218,995 円	⑧÷6×③
放牧との差額	89,651 円	

考 察

1 竹林抑制効果

完全伐採した竹林と隣接する耕作放棄地を放牧地に用いて竹の繁茂抑制の試験を行った結果、放牧による抑制は可能であった。このことは、飯島らも伐採後に放牧を実施した場合、再生竹の発生は認められなかったとしている（飯島ら 2013）。

また、抜伐り（間伐）竹林に4月中旬のタケノコ発生開始時から放牧を試験的に行ったところ、放牧牛はタケノコや口が届く範囲の竹の葉をほぼ全て採食し、竹林の拡大抑制に効果があることを確認した（第4図）。春先の放牧地に発生するタケノコ等の採食について、太田ら（太田ら 2006）の所見と同一であった。しかし、タケノコ発生開始2週間後からの放牧では牛の採食を免れたタケノコが成竹へ成長したことを確認した。

このことから、竹林の拡大及び伐採竹林の再生抑制には、タケノコの発生時期から放牧を実施することが最も効果的と思われる。

2 竹林の牧養力

完全伐採を行った竹林と耕作放棄地を取り込んだ放牧を実施し、その牧養力推定した。

耕作放棄地はクズやチガヤの雑草が主体で牧養力が30.6CD/10aとなった。伊藤ら（伊藤ら 2009）は春から夏にかけて放牧したチガヤ、ヨモギ主体の耕作放棄地の牧養力を23.3~31.6CD/10aと報告している。

完全竹林伐採跡地の再生竹の牧養力は13.1CD/10aと推定され、セイタカアワダチソウ主体の耕作放棄地の牧養力17.7~20.2CD/10a（伊藤ら 2009）に比べ低い値となった。このことから、伐採竹林の放牧には、耕作放棄地など竹林に比べ牧養力のある土地との利用が効果的と思われる。

3 管理経費の比較

伐採竹林と耕作放棄地を放牧地として利用し、竹の再生を抑制する試験を実施した。この間に要した経費を試算すると約13万円となった。放牧牛での土地の保全管理は、初期投資として電牧器等の資材と放牧地周囲の整理刈り費用が主体となる。毎年、定期的に放牧を実施することで、資材コストは低減され、牧柵の管理され、牧柵の管理も容易なものとなる。

今回放牧牛は近隣の農家から借り受けることを前提に試算した結果、人力による刈り払いに比べ約9万円の節約となった。耕作放棄地対策として放牧を実施する時近くに竹林があれば放牧地に取り込み、竹の繁茂拡大を抑制しながら土地保全を行うことも可能と思われる。

摘 要

竹林伐採跡地及び竹林への放牧は、竹林繁茂の抑制効果があった。また竹林伐採後の再生竹の整備作業について、人力による整備を放牧牛で代替することで、整備経費の削減が見込まれる。なお竹林を利用する場合、竹林の牧養力が低いことから、周囲の耕作放棄地などを含めた放牧地で実施することで、長期間の放牧実施が可能となる。

引用文献

- 伊藤直弥ら. 2009. 耕作放棄地の放牧利用における牧養力及び植生の推移と終牧指標の作出. 山口県畜試研究報告. 24 : 24-28
- 飯島久美ら. 2011. 竹林伐採跡地における整備方法・草化化技術および放牧の検討. 島根県畜技セ研報. 42 : 13-16
- 太田典弘ら. 2006. 放牧による里山の林畜複合利用技術（肉用繁殖牛のタケノコの採食性）. 京都畜技セ試研成績. 3 : 48-53
- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合機構. 2008 . 日本飼養標準肉用牛. 中央畜産会. 82-83
- 独立行政法人 農業技術研究機構. 2001. 日本標準飼料成分表. 中央畜産会. 38-39
- 山口県畜産試験場. 2009. 山口型放牧を取り入れた繁殖経営のすすめ

地域資源循環システムの再構築

—山口型放牧に用いた繁殖雌牛の肉質—

岡崎 亮・鈴木 真士・古澤 剛・森 祐介

The meat quality of breeding female cattle after Yamaguchi type grazing

Akira OKAZAKI, Sinji SUZUNAGA, Takeshi FURUSAWA and Yuusuke MORI

Abstract: In order to consider the profitability of the sale of meat by agricultural production Corporations, the meat quality of breeding female cattle was studied after Yamaguchi type grazing. From the results, we noted that the meat contained less fat but a considerable amount of β -carotene, α -tocopherol, and free carnitine. We found that grazing meats can appeal to consumers as healthy lean meat and that the consumer will buy such meats.

Key Words: α -tocopherol, β -carotene, free carnitine, grazing, meat quality

キーワード: α -トコフェロール、 β -カロテン、遊離カルニチン、放牧、肉質

緒言

本県では、効率的で持続的な経営が可能な農業生産法人育成のための取り組みとして黒毛和種繁殖用雌牛を用いた山口型放牧の導入が推進されている。農業生産法人における山口型放牧は、草刈り作業等の省力化、人件費抑制、景観の維持等の効果はあるものの、法人が直接繁殖牛経営をする場合を除けば、直接的な収益をもたらすものではない。しかしながら、山口型放牧に利用した後の牛を食肉として処理し、何らかの付加価値をつけて販売することで収益を得ることができれば、農業生産法人の経営安定に寄与できると考えられる。そこで、山口型放牧に利用した後の繁殖牛を食肉として販売することによる収益部門としての可能性を検討するため、その産肉性及び肉質特性を調査し若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

1 材料

黒毛和種繁殖雌牛の経産牛4頭を用い、2013年及び2014年の夏期(6月から10月)または冬期(11月から3月)に、県内の農業生産法人において山口型放牧

を行い、耕作放棄地の草を採食させた。夏期に放牧した牛は10月に、冬期に放牧した牛は3月に出荷し、食肉処理場へ搬入後と殺、解体し、調査分析用試料として、赤身肉は胸最長筋と半膜様筋を、脂肪組織は皮下脂肪、筋間脂肪、腎脂肪を採取し、冷蔵保存した。と殺7~10日後に赤身肉の色調、加熱損失、剪断力価および脂肪の色調を調査した。その際、赤身および脂肪組織の一部を切り出し真空包装して冷凍保存後、成分分析を行った。成分分析は、赤身肉については水分含量、粗脂肪含量、レチノール含量、 β -カロテン含量、 α -トコフェロール含量、イミダゾールジペプチド含量、遊離カルニチン含量を、脂肪組織については色調、レチノール含量、 β -カロテン含量、 α -トコフェロール含量、脂肪酸組成を調査した。比較対照として、当センター畜産技術部において通常の舎飼いで肥育した黒毛和種雌牛2頭を用いた。

2 調査方法

1) 産肉性

放牧終了時の体重と食肉処理後の精肉重量、精肉歩留まりを調査した。

2) 肉質特性

(1) 色調、加熱損失、剪断力価

と殺後7～10日間冷蔵保存した胸最長筋と半膜様筋を用い、色調、加熱損失、剪断力価を食肉分析マニュアル（社団法人畜産技術協会，2009）に準じて測定した。また、筋間脂肪、皮下脂肪および腎脂肪について脂肪の色調を測定した。各脂肪組織から加熱抽出した脂肪をろ紙でろ過し小型のプラスチックシャーレに入れて冷凍し固化させた後、色差計（カラーテクノロジーシステム社製 JS555）でL*値、a*値、b*値を測定した。なお、測定はプラスチックシャーレの底面を通して光を当て、反射光を測定した。

（2）水分、粗脂肪含量

冷凍保存した胸最長筋と半膜様筋を解凍せずにミンチ状に細切混和して分析に供した。水分含量は135℃3時間乾燥法、粗脂肪含量はソックスレー法を用いて測定した。

（3）レチノール含量、β-カロテン含量、α-トコフェロール含量

冷凍保存した胸最長筋と半膜様筋および筋間脂肪を用い、適量をピロガロール存在下のアルカリ性でケン化、抽出、留去後、イソプロピルアルコールに溶解して抽出液とし、奥野らの方法（奥野・吉本，1998）に準じこれら3成分をHPLC（島津製作所製 LC-10、検出器：フォトダイオードアレイ検出器、蛍光検出器、カラム：信和化工社製 ODS II）で同時に測定した。同定は、標準物質の保持時間とその吸収スペクトルの比較により行った。

（4）イミダゾールジペプチド含量

冷凍保存した胸最長筋と半膜様筋を用い、冷水を加えてホモジナイズした後、スルホサリチル酸溶液を加えて除タンパクして得た抽出液を、水酸化ナトリウムでpH2に調整後-20℃で冷凍保存した。後日解凍後ろ過し、岡久の方法（岡久，2010）に準じペンタンスルホン酸ナトリウム緩衝液を溶離液としHPLC（同上）で測定した。カルノシン含量とアンセリン含量を和してイミダゾールジペプチド含量とした。

（5）遊離カルニチン含量

冷凍保存した胸最長筋と半膜様筋を用い、過塩素酸を加え除タンパク後、50mLにフィルアップした抽出液をロータリーエバポレーターで10mL以下に濃縮し、10mLメスフラスコに移し、蒸留水で定容し濃縮液とした。次に、濃縮液を炭酸カリウムで中和、濾過後蒸留

水で10mLに定容しマイクロチューブに移して-30℃で凍結保存後、解凍し、カルニチンアセチルトランスフェラーゼとアセチルCoAを用いた酵素発色法（Marquis・Frits, 1964）を用い、マイクロプレートリーダー（日本モレキュラーデバイス社製 Emax、波長：405nm）で測定した。

（6）脂肪酸組成

冷凍保存した筋間脂肪、皮下脂肪、腎脂肪からクロロホルム・メタノール混液で抽出、留去して得た脂質を用い、市原らの方法（市原・芝原，1991）に準じ、ナトリウムメトキシドを用いてメチルエステル化し、生成した脂肪酸メチルエステルをヘキサンに転溶し抽出液とし、GC（島津製作所製 GC-2014、カラム：アジレント社製 DB-23）で測定し、主要な脂肪酸10種についてガスクロマトグラムのピーク面積から脂肪酸組成等を求めた。

3) 嗜好調査

2012年と2013年に、山口市と防府市で開催されたイベント（山口型放牧研究会、地域農業祭、その他の試食会）において、山口型放牧した牛の肉の試食会を行い、アンケート形式で肉の嗜好調査を行った。料理方法は、ロース、カルビ、モモ肉を用いた網焼き焼き肉または鉄板焼き（ステーキ）等とした。質問項目として食感、食味の好み、脂肪分、美味しさ、需要、普及性を設定した。なお、2012年の試食に用いた牛は、本試験で用いた牛ではないが、同様に山口型放牧を行って飼養した牛である。

4) 経営試算

山口型放牧終了直後に精肉販売を行うことを目的に経営試算を行った。

結果

1 供試牛の概要と産肉性

試験に用いた黒毛和種繁殖雌牛の経産牛4頭の概要を第1表に示した。年齢は9.1～11.1歳で、5～7産した経産牛であった。出荷体重は、450～562kg、精肉重量は、144.4～178.8kg、精肉歩留まりは31.2～32.3%であった。放牧時期を夏期と冬期とし、それぞれ2頭を供試したが時期による産肉性の顕著な違いは見いだせなかった。しかしながら、いずれの個体も通常の黒毛和種肥育牛の平均値（社）日本食肉協議会，2009）

と比較すると、体重、枝肉重量は少なく、精肉歩留まりはやや低かった。

第1表 山口型放牧した経産牛の概要と産肉性 単位:歳、産、kg、%

	放牧時期	年齢	産歴	出荷体重	精肉重量	精肉歩留
試験牛1	夏期	9.4	6	480	155.2	32.3
試験牛2	夏期	9.6	6	540	168.3	31.2
試験牛3	冬期	9.1	5	450	144.4	32.1
試験牛4	冬期	11.1	7	562	178.8	31.8
参考*	通常肥育	-	0	750	270.0	36.0
	舎飼雌肥育	2.4	0	686	-	-

* 通常肥育:平成21年1月発行「食肉の知識(社)日本食肉協議会」より
舎飼雌肥育:山口県農林総合技術センターで肥育した黒毛和種雌牛、n=2

2 肉質特性

1) 水分含量、粗脂肪含量、加熱損失、剪断力価

調査した4頭の胸最長筋と半膜様筋の水分含量、粗脂肪含量、剪断力価、加熱損失を第2表に示した。なお、本試験では対照区を設定していないため、当センター畜産技術部において舎飼い肥育した黒毛和種雌肥育牛2頭の平均値を参考として示した。水分含量は、胸最長筋が65.0~70.7%、半膜様筋が69.1~72.2%、粗脂肪含量は、同様に7.6~11.0%、5.2~10.6%であった。同様に加熱損失は、19.9~31.0%、22.3~34.4%、剪断力価は、2.6~5.8kg/cm²、3.8~6.6kg/cm²であった。これらの値には個体差が大きく放牧時期との関係に特に傾向は認められなかった。剪断力価では、一般に経産牛の肉は硬いとされているが、本調査では硬い肉の個体がある一方で通常の肥育牛の肉と変わらない個体も見られた。

2) 肉と脂肪の色調

胸最長筋、半膜様筋、筋間脂肪、皮下脂肪、腎脂肪

第2表 山口型放牧牛の肉質調査結果

単位: %、kg/cm²

放牧時期	水分含量		粗脂肪含量		剪断力価		加熱損失		
	胸最長筋	半膜様筋	胸最長筋	半膜様筋	胸最長筋	半膜様筋	胸最長筋	半膜様筋	
試験牛1	夏期	70.7	72.2	7.6	5.2	2.9	5.6	25.9	26.4
試験牛2	夏期	69.6	69.1	11.0	10.6	2.6	4.5	24.5	31.1
試験牛3	冬期	70.0	70.0	9.9	9.9	5.8	6.6	31.0	34.4
試験牛4	冬期	65.0	69.6	8.1	7.6	3.1	3.8	19.9	22.3
舎飼雌肥育(参考)		54.2	61.4	27.4	19.2	2.6	3.7	20.4	26.1

第3表 山口型放牧牛の肉と脂肪の色調

放牧時期	胸最長筋			半膜様筋			筋間脂肪			皮下脂肪			腎脂肪			
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
試験牛1	夏期	30	20	10	29	24	14	75	-7	23	72	-6	23	72	-6	23
試験牛2	夏期	28	22	11	30	22	11	76	-6	21	72	-6	35	72	-6	35
試験牛3	冬期	30	24	12	32	26	15	78	-6	15	74	-6	24	74	-6	24
試験牛4	冬期	33	24	14	31	25	14	70	-7	13	70	-8	20	70	-8	20
舎飼雌肥育(参考)		46	21	14	39	22	14	72	-3	0	68	-4	-1	73	-4	-1

の色調を第3表に示した。胸最長筋と半膜様筋は、L*値が28~33、29~32、a*値が20~24、22~26、b*値が10~14、11~15であった。舎飼雌肥育牛と比較するとL*値が小さくa*値がやや大きいことから、赤味の濃い肉であった。筋間脂肪と皮下脂肪、腎脂肪は、L*値が70~78、70~74、70~74、a*値が-6~-7、-6~-8、-6~-8、b*値が13~23、20~35、20~35であった。b*値が大きいことから黄色味の強い脂肪であった。

3) レチノール含量、β-カロテン含量、α-トコフェロール含量

栄養成分として胸最長筋、半膜様筋、筋間脂肪のレチノール含量、β-カロテン含量、α-トコフェロール含量を第4表に示した。レチノールは、胸最長筋では4~9 μg/100g、半膜様筋では4~9 μg/100g、筋間脂肪では35~109 μg/100g含まれていた。β-カロテンは、同様に15~34 μg/100g、20~36 μg/100g、67~192 μg/100g含まれていた。α-トコフェロールは、同様に450~636 μg/100g、520~707 μg/100g、1074~2187 μg/100g含まれていた。レチノール含量を舎飼雌肥育牛と比較すると、両筋肉においては同程度であるが、筋間脂肪では放牧牛で多い傾向にあった。出荷時期では傾向は見られなかった。β-カロテン含量は、舎飼雌肥育牛ではいずれの部位からも検出されなかったが、放牧牛では前述のとおり含まれていた。放牧時期では、筋間脂肪において夏期放牧の方が冬期放牧より多い傾向にあった。α-トコフェロール含量は、いずれの部位も舎飼雌肥育牛よりも多く含まれた。放牧時期との関係は明確でなかった。

第4表 山口型放牧牛の肉のビタミン類含有量 単位: $\mu\text{g}/100\text{g}$

放牧時期	レチノール			β -カロテン			α -トコフェロール			
	胸最長筋	半膜様筋	筋間脂肪	胸最長筋	半膜様筋	筋間脂肪	胸最長筋	半膜様筋	筋間脂肪	
試験牛1	夏期	8	9	35	34	36	192	596	707	1723
試験牛2	夏期	9	5	109	19	24	80	450	520	1074
試験牛3	冬期	4	4	43	15	27	67	574	621	1818
試験牛4	冬期	8	6	65	24	20	82	636	603	2187
舍飼雌肥育(参考)		7	4	12	ND	ND	ND	263	219	535

注) ND: 検出限界以下

4) イミダゾールジペプチド含量と遊離カルニチン含量

機能性成分として胸最長筋および半膜様筋中のイミダゾールジペプチド含量と遊離カルニチン含量を第5表に示した。イミダゾールジペプチドは、胸最長筋では378~505mg/100g、半膜様筋では483~573 mg/100g含まれていた。遊離カルニチンは、同様に114~182 mg/100g、131~194 mg/100g含まれていた。イミダゾールジペプチド含量は、舍飼雌肥育牛や出荷時期で差はなかった。遊離カルニチン含量は、舍飼雌肥育牛に比べて約2倍多かった。放牧時期では差はなかった。

5) 脂肪酸組成

筋間脂肪、皮下脂肪、腎脂肪の脂肪酸組成を第6表に示した。脂肪酸の種類は、表に示した10種とした。筋間脂肪のオレイン酸(C18:1)の割合は、41.0~57.8%であった。舍飼雌肥育は50.9%であり、個体によってそれより高いものと低いものに分かれた。また、冬期に肥育した個体で高く、夏期に肥育した個体で低い

第5表 山口型放牧牛の肉の機能性成分含有量 単位: $\text{mg}/100\text{g}$

放牧時期	イミダゾールジペプチド		遊離カルニチン		
	胸最長筋	半膜様筋	胸最長筋	半膜様筋	
試験牛1	夏期	505	573	114	131
試験牛2	夏期	378	489	177	194
試験牛3	冬期	466	483	182	156
試験牛4	冬期	426	491	140	134
舍飼雌肥育(参考)		392	494	70	77

第6表 山口型放牧牛の脂肪の脂肪酸組成

放牧時期	C14:0	C14:1	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2 n6	C18:3 n3	C18:2 CLA	C20:1	合計	飽和	不飽和	n6/n3	
	筋間脂肪	試験牛1 夏期	2.4	0.3	24.8	1.5	27.3	41.1	1.3	0.5	0.6	0.2	100	54.5	45.5
	試験牛2 夏期	1.9	0.1	23.1	1.4	30.3	41.0	1.2	0.6	0.2	0.2	100	55.3	44.7	2.1
	試験牛3 冬期	1.1	0.3	18.9	2.2	16.2	57.5	1.4	0.3	1.0	1.1	100	36.2	63.8	5.2
	試験牛4 冬期	1.5	0.3	20.7	2.4	14.4	57.8	1.1	0.6	0.4	0.8	100	36.6	63.4	2.0
	舍飼雌肥育(参考)	2.6	0.6	25.3	2.7	14.6	50.9	1.9	0.2	0.6	0.6	100	42.5	57.5	9.8
皮下脂肪	試験牛1 夏期	2.9	1.5	27.5	5.2	10.3	49.3	1.2	0.5	1.4	0.2	100	40.7	59.3	2.6
	試験牛2 夏期	2.6	0.4	24.5	3.0	20.2	46.9	1.2	0.6	0.4	0.3	100	47.2	52.8	1.9
	試験牛3 冬期	2.0	0.4	21.7	6.1	6.7	57.8	1.6	0.3	2.2	1.1	100	30.4	69.6	4.6
	試験牛4 冬期	2.5	1.8	23.7	8.3	4.1	55.1	1.3	0.8	1.7	0.8	100	30.2	69.8	1.6
	舍飼雌肥育(参考)	3.0	1.8	24.9	5.6	7.7	52.7	2.5	0.2	0.7	0.8	100	35.6	64.4	11.6
腎脂肪	試験牛1 夏期	2.5	0.3	24.4	1.3	28.3	40.7	1.2	0.4	0.6	0.4	100	55.2	44.8	2.7
	試験牛2 夏期	2.0	0.1	21.7	1.0	36.5	36.7	1.1	0.5	0.2	0.2	100	60.2	39.8	2.2
	試験牛3 冬期	1.4	0.2	19.4	2.4	15.5	57.6	1.2	0.2	1.0	1.0	100	36.3	63.7	4.9
	試験牛4 冬期	2.0	0.3	23.0	2.2	17.2	53.1	0.9	0.4	0.3	0.6	100	42.2	57.8	2.3
	舍飼雌肥育(参考)	2.5	0.4	25.7	2.2	18.2	47.9	1.8	0.2	0.5	0.5	100	42.2	53.5	9.4

傾向にあった。一方ステアリン酸(C18:0)の割合は、14.4~30.3%であり、舍飼雌肥育の14.6%より概して高く、肥育時期との関係ではオレイン酸と逆の傾向にあった。この傾向は、飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸の割合にも表れており、飽和脂肪酸の割合は、夏期に放牧した牛で高く、冬期に放牧した牛で低い傾向が見られ、不飽和脂肪酸ではこの逆の傾向が見られた。

筋間脂肪のリノール酸(C18:2, n6)の割合は、1.1~1.4%であり、舍飼雌肥育の1.9%に比べて低い傾向にあった。 α -リノレン酸(C18:3, n3)の割合は、0.3~0.6%であり、舍飼雌肥育の0.2%に比べて高い傾向にあった。 $n6/n3$ 比は、2.0~5.2と、舍飼雌肥育の9.8に比べて小さかった。 $n6/n3$ 比は、試験牛3以外はいずれの個体、いずれの部位において3以下であった。

共役リノール酸(C18:2 cis9-tra11, CLA)の割合は、皮下脂肪では試験牛2が0.4%と低いが、試験牛1、3、4では1.4~2.2%と、舍飼雌肥育の0.7%に比べて高かった。筋間脂肪と腎臓脂肪の共役リノール酸割合は、舍飼雌肥育に比べ傾向は見られなかった。

3 放牧牛肉の嗜好性

アンケート調査の結果を第7表に示した。畜産関係の生産者、関係機関職員、学生、一般消費者等延べ757人から回答が得られた。食感で柔らかいと回答した人の割合は51%であったが、試食した肉の食感が好きと回答した人は85.9%であった。柔らかいと回答しなかった人の中にもその食感すなわち肉が硬くても好きという人がいることがわかった。脂肪分の割合については適当との回答が48.5%であった。総合的に美味しいと評価した人は84.0%であり、購入したい、普及を望むとの回答はそれぞれ82.7%、88.6%であった。放牧牛の成分的優位性を伝えた上で購入希望価格を質問したところ、ロース・ヒレ肉は200~400円/100g、その

他の部位は150～250円/100gとの回答が多かった。

第7表 放牧牛肉に関するアンケート調査結果

区分	食感	食感の好み	脂肪分	美味しさ	需要	普及性
全回答数	757	754	728	729	637	641
評価内容	柔らかい	好き	適当	美味しい	購入したい	望む
評価内容の回答割合(%)	51.0	85.9	48.5	84.0	82.7	88.6

参考)購入希望価格は、ロース・ヒレ肉は200～400円/100g、その他の部位は150～250円/100gとの回答が多かった。

4 経営試算

放牧終了後精肉として販売した場合の収支試算を第8表に示した。牛の導入価格は、試験開始時(2012年)の成牛市場における成雌牛価格平均と試験終了時

(2014年)の同価格平均を併記した。精肉にかかる経費は、と畜、解体、パック詰め等の精肉経費として70,718円(県内食肉業者に委託する場合の実費)を設定し、これ以外の経費は含めていない。販売価格は、アンケート調査の結果および各部位の精肉重量や単価の差を考慮し2,160円/kg(2,000円/kg+消費税)を設定した。その結果収益は、導入価格が178,000円の場合96,882円、272,500円の場合は2,382円となった。

第8表 放牧牛肉の生産販売に係る試算

項目	価格	備考
A: 導入	272,500	(仮)
	～ 178,000 円	導入体重: 500 kg
B: 販売	345,600 円	出荷体重: 500 kg
		部分肉量: 200 kg
		精肉量: 160 kg
		販売単価: 2,160 円/kg
C: 精肉経費	70,718 円	と畜経費計: 46,850 円
		精肉費用計: 23,868 円
収益	2,382	B-(A+C)
	～ 96,882 円	

考 察

牛肉、特に和牛の肉は、一般に脂肪交雑が多い方がその柔らかさやジューシーさ、風味の良さ等から好まれる傾向にある。一方経産牛は、その品種や年齢にもよるが、肉量が少なく歩留まりが悪く、肉質は脂肪含量が少ない赤身肉であり、筋繊維が多く食感が硬いため一般的に評価が低い。そのため、精肉とする場合は細切れやミンチ等比較的安い肉に加工されている。一方で、脂肪交雑のない赤身肉の方を好む消費者も存在するため、そのような消費者を対象にした赤身肉生産の取り組みも拡大している。赤身肉の販売では、脂肪含量が少ないことでのヘルシーさと赤身肉そのものおいしさをアピールし販売されている。さらに、放牧

して飼養した牛の赤身肉を販売する際には、これらの特性に加えて栄養成分や機能性成分の豊富さをアピールして販売されている。放牧牛肉のアピールに用いられている主な栄養成分、機能性成分として、赤身肉ではビタミンAとしてのレチノールやβ-カロテン、ビタミンEとしてのα-トコフェロール、イミダゾールジペプチド、遊離カルニチン等が、脂質では赤身肉同様のビタミン類に加え、不飽和脂肪酸度、必須脂肪酸のリノール酸、α-リノレン酸およびn6/n3比、共役リノール酸(CLA)等が報告(常石, 2007)されている。本試験では、山口型放牧に用いた後の黒毛和種経産牛の牛肉を、先のような特性をアピールし価値を高めて販売することにより、法人の収益向上を検討するため、その牛の産肉性と肉質特性に関連するこれらの成分含量を調査した。

肉質では、粗脂肪含量が少ないこと、肉の色調でL*値が小さくa*値が大きいなどいわゆる赤身肉であった。硬さ(剪断力価)をと殺後10日目と比較したところ、胸最長筋(ロース肉)は舎飼雌肥育と同程度であったが、半膜様筋(モモ肉)は硬かった。しかしながら個体差が大きく、放牧牛といえども粗脂肪含量が10%を超え、肉の硬さが舎飼雌肥育牛とほとんど変わらない個体がある一方で、かなり硬い肉質の個体もあった。このことは具体的な飼養管理条件あるいは系統などの遺伝的要因が考えられるが、本調査では不明である。

栄養成分では、レチノールは両筋肉中では舎飼雌肥育牛と同程度であったが筋間脂肪では放牧牛に多く含まれた。レチノールは、前駆物質であるβカロテンから必要量が体内で合成されるため、増加しにくいためであると考えられる。β-カロテンは、舎飼雌肥育牛では検出されなかったのに対し、放牧牛では両筋肉および筋間脂肪において多く含まれていた。また、α-トコフェロールはいずれの部位においても多く含まれていた。これらは脂溶性ビタミンであるから筋肉よりも脂肪組織に豊富なことは当然であるが、赤身肉部分にも多く含まれたことは、赤身肉の特徴としてアピールすることができると考えられる。

機能性成分では、舎飼雌肥育牛に比べて両筋肉中のイミダゾールジペプチド含量の差は小さかったが、遊離カルニチンは約2倍含まれていた。これらは筋肉中の成分であり脂肪中には含まれないため、脂肪交雑の多い肉と赤身肉を比較すると、赤身肉の方が相対的に多くなる。一般に両成分とも放牧牛で多いことが報告(常石ら, 2004)されているが、本試験では、イミダゾール

ルジペプチド含量の差は脂肪含量の違いによるものと考えられる。一方、遊離カルニチン含量の差は大きく、脂肪含量の違い以上の差であったため、山口型放牧牛肉の特徴として使用できると考えられた。

脂肪酸組成では、必須脂肪酸のリノール酸 (C18:2 n6) 割合が減少しリノレン酸 (C18:3 n3) 割合が増加する傾向が見られた。それに伴い n6/n3 比が小さくなり、1頭を除いて健康によい比率とされている n6/n3 比である 4 以下 (厚生労働省, 1999) となっていた。共役リノール酸 (CLA) 割合は、皮下脂肪では多くなる傾向が見られたが、筋間脂肪と腎脂肪では傾向が見られなかった。共役リノール酸は、抗肥満作用や抗がん作用を有する脂肪酸とされており、反芻動物の脂質に多く含まれる (山内清ら, 1999)。本試験でも皮下脂肪では舎飼雌肥育牛と比べて多い傾向にあった。しかし、放牧牛の脂肪組織は、このように健康によいとされる成分を多く含むとしても、脂肪が少ない赤身肉としてアピールする場面で脂肪の特性を強調することの意義は小さいと考えられる。

飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸については、夏期放牧牛では飽和脂肪酸が多く不飽和脂肪酸が少なかったが、冬期放牧牛では全く逆であった。牛肉において飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の割合は、ステアリン酸 (C18:0) とオレイン酸 (C18:1) の割合を強く反映するため、これらの傾向も同様であった。オレイン酸の割合は、牛肉の食味に強く影響するので重要であるが、遺伝的素質や飼料の種類等の影響を受けるため、さらに検討が必要である。

販売による収益性は、牛の導入価格、生産された肉量、その肉の販売価格に係っている。と殺経費は 1 頭あたりの固定経費のため、産肉性が低いと相対的に割高になる。アンケート調査の結果から肉質については好評価が得られたため、販売単価を高く設定して販売することが可能と考えられるが、肉量が少なく販売額が高くないため、収益性は雌牛の導入価格に左右されると考えられた。

以上のことから、山口型放牧した黒毛和種経産牛の肉は、脂肪含量が少ない赤身肉であること、 β -カロテン、 α -トコフェロール、遊離カルニチンを豊富に含む赤身肉としてアピールできること、精肉を販売した場合に消費者が特性を理解した上で購入する可能性があることが明らかとなった。経産牛をほ場管理の省力化、獣害被害防止対策等を主目的に導入するのであれば、放牧終了後に生体で販売し、導入費用等が回収できて赤字にならないければ十分と考えられる。しかし、今回

の研究から健康に良い成分を多く含むこという肉質特性をアピールし精肉を有利販売することで、収益性をさらに高めることができると考えられた。一方、今回の研究とは別に放牧牛の肉をハムやソーセージ、乾燥肉等に加工して試食会で提供したところ、消費者からは精肉にもまして好評であり、また、製造委託した加工業者からも加工適正について特に問題なくむしろ加工に適するとのコメントも得られた。精肉だけでなく加工品を製造しオリジナルブランドで販売するなどより高度な手法をとればさらに収益を向上できる可能性がある。これらのことから、農業生産法人における山口型放牧導入による収益部門としての可能性は十分あると考えられた。

摘 要

農業生産法人において山口型放牧に利用した後の繁殖雌牛を食肉として販売することによる収益部門としての可能性を検討するため、その産肉性及び肉質特性を調査した。

山口型放牧した牛の肉は、脂肪含量が少ない赤身肉であること、肉中に β -カロテン、 α -トコフェロール、遊離カルニチンを豊富に含み健康的な赤身肉としてアピールすることによって有利販売できる可能性があること、精肉を販売した場合消費者が受け入れてくれることが明らかとなった。

引用文献

- 市原謙一・芝原章. 1991. 食肉の油脂含量と脂肪酸組成の迅速分析法の開発. 食肉に関する助成研究調査成績報告書. 263~266.
- 厚生労働省. 1999. 第6次改訂日本人の栄養所要量
- Norman R. Marquis, Irving B. Frits. 1964. Enzymological determinations of free carnitine concentrations in rat tissues. Journal of lipid research. 5:184-187.
- 岡久 修己. 2010. 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル. 鶏肉のアンセリン・カルノシン. 四国地域イノベーション創出協議会地域食品・健康分科会編.
- 奥野成倫・吉元誠. 1998. カンショ塊根の β -カロテンと α -トコフェロールの同時定量法. 九州農業研究成果情報. 13:505~506.
- (社)日本食肉協議会. 2009. 「食肉の知識」

- 社団法人畜産技術協会. 2003. 食肉分析マニュアル
- 常石英作. 2007. 放牧牛肉における化学成分の特徴. グ
ラス&シード. 20:12~19.
- 常石英作. 柴伸弥. 松崎正敏. 2004. 繁殖雌牛の胸最
長筋におけるカルニチンとクレアチニン含量およ
び脂肪酸組成. 西日本畜産学会報. 47:109~111.
- 山内 清. 河原 聡. 竹之山慎一. 1999. 食肉の共役
リノール酸(CLA)とCLAの生理作用. 食肉の
科学. 40(1):49~56.

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

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 投 稿 者

投稿者は、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、共同執筆者に前記以外の者を含むことは差しつかえない。

3 論 文

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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 原稿の作成および提出

(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および順位

(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およ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 校正および印刷

(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・表の改変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 26 年 7 月 16 日改正は平成 26 年 8 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

刀禰 茂弘

Shigehiro TONE

編集委員

Editors

河谷 基次

Mototsugu KAWATANI

田村 靖

Yasushi TAMURA

尾本 芳昭

Yoshiaki OMOTO

惠本 茂樹

Shigeki EMOTO

国信 耕太郎

Koutarou KUNINOBU

三好 雅和

Masakazu MIYOSHI

岡 浩司

Kouji OKA

元永 利正

Toshimasa MOTONAGA

溝部 信二

Shinji MIZOBE

藤井 史久

Fumihisa FUJII

河村 康夫

Yasuo KAWAMURA

山口県農林総合技術センター研究報告

第8号

発行日 2017年3月

発行 山口県農林総合技術センター

〒753-0231 山口県山口市大内氷上一丁目1番1号

TEL 083-927-0211

FAX 083-927-0214

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER
No.8
CONTENTS

801	Establishment of Management Methods Conforming to the Management Philosophy in Agricultural Production Corporations Kazuoki TAKAHASHI, Takeo KUBO	1
802	Development of Protective Fences to Prevent Agricultural Damage Caused by Complex Wildlife Species Yasunori SADO, Hiroyuki TADO	12
803	Yellowback Seabream and Japanese Butterfish's Pressure Cooking to Soften Bone and Shape Retention Technology Hisayuki OHTA	23
804	Selection of Strawberry Cultivar 'Kaorino' for Forcing Culture in Yamaguchi Prefecture Johshin TSURUYAMA, Megumi KUMAGAI and Yuji SHIGEFUJI	26
805	Direct Planting Technique of 'Kaorino' Strawberry before Flower-bud Initiation Johshin TSURUYAMA	33
806	Breeding of Early Flowering Gentian Varieties 'Saikyonosuzukaze' and 'Saikyononatsuzora' Atsushi FUJITA, Hitoshi OZEKI, Takuji MITUSNAGA and Daisuke TOMOHIRO	40
807	Study on Effective Embryo Production by Ovum Pick Up (OPU) / In Vitro Fertilization in Japanese Black Cows: Investigation of Simplified Synchronization Program of Follicular Development Masako TANAKA, Kazuhisa TAKESHITA	46
808	Study of effective auxiliary material for promoting fermentation and suppression of odour during composting Yuuichi FUTAGAWA, Ichirou AKITOMO	53
809	The beef production technology that incorporates grazing in Japanese Polled cattle Takeshi FURUSAWA, Sinji SUZUNAGA, Yuusuke MORI and Akira OKAZAKI	59
810	Management of logged bamboo forest by Yamaguchi type grazing Shinji SUZUNAGA, Takeshi FURUSAWA, Yuusuke MORI, Masaharu WATANABE	66
811	The meat quality of breeding female cattle after Yamaguchi-type grazing Akira OKAZAKI, Sinji SUZUNAGA, Takeshi FURUSAWA and Yuusuke MORI	71